

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号

(廃止措置の開始後の評価)

線量評価パラメータ

-分配係数-

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. はじめに.....	1
2. 前提条件.....	2
(1) 廃棄体の仕様について.....	2
(2) 1号及び2号埋設設備のセメント系材料の仕様の実績.....	4
(3) JIS規格について.....	5
(4) 分配係数設定において対象とするバリア材料のデータ.....	6
(5) 分配係数設定において対象とする影響事象.....	10
(6) 対象とした放射性物質及び化学的類似性による元素のグループ分け.....	12
(7) 分配係数試験条件及び試験方法.....	13
3. 分配係数設定の考え方.....	19
(1) 初期状態の分配係数.....	19
(2) 分配係数低下係数.....	19
(3) 分配係数設定値.....	19
4. 初期状態の分配係数.....	20
(1) セメント系材料の初期状態の分配係数.....	20
(2) 難透水性覆土初期状態の分配係数.....	28
(3) 岩盤(鷹架層)初期状態の分配係数.....	29
5. 影響事象による各バリア材料への放射性物質の収着影響.....	32
(1) 放射性物質の収着性に影響すると考えられる事象.....	32
(2) 考慮する影響事象.....	32
(3) 最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定における収着影響の考え方.....	34
(4) 収着影響の重量.....	34
(5) 炭酸の影響について.....	34
(6) 地下水との反応(塩)による収着影響.....	37
(7) 有機物による収着影響.....	42
(8) 微生物による収着影響.....	58
6. 分配係数低下係数の算出.....	59
(1) セメント系材料の分配係数低下係数.....	59
(2) 難透水性覆土の分配係数低下係数.....	63
7. 分配係数設定値.....	65
(1) 各廃棄物埋設地における分配係数設定値.....	65
(2) 分配係数設定値の妥当性について.....	68
8. 分配係数の管理の考え方について.....	69
(1) 埋設設備(外周仕切設備、内部仕切設備、覆い及び充填材).....	69
(2) 廃棄体の固型化材.....	70
(3) 覆土(難透水性覆土、上部覆土).....	70
(4) 分配係数のデータ取得・蓄積及び管理の流れについて.....	71

9. 参考文献..... 73

参考資料 1 分配係数試験に用いたセメント系材料の配合表

参考資料 2 化学混和剤の分配係数への影響について

参考資料 3 内部防水材に有機物を含む場合の線量への影響について

1. はじめに

本資料は「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)」のうち線量評価パラメータ(分配係数)を補足説明するものである。

各シナリオで用いる線量評価パラメータのうち、移行抑制機能である収着性に関するパラメータの分配係数は、影響事象の状態変化の評価及び状態設定を踏まえ、想定される廃棄物埋設地の環境条件で取得した試験データ又は文献値により設定する。

設定した分配係数は、許可基準規則第十条第四号に求められる線量基準の要求事項に適合していることを確認するために行う線量評価に用いる線量評価パラメータである。

2. 前提条件

(1) 廃棄体の仕様について

1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地に埋設する充填固化体は、固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で一体に固型化したものである。分配係数の設定において、放射性廃棄物に含まれる有機物については、適切に分別除去されるが、僅かに残留する可能性があることから、その影響を考慮する。

1号廃棄物埋設地に埋設する均質・均一固化体は、廃液、使用済樹脂、スラッジ、焼却灰又はこれらをペレット化したものを、セメント、アスファルト又はプラスチックを用いて固型化したものである。分配係数の設定において、廃液については可溶性塩が含まれることから、その影響を考慮する。

廃棄体のセメント系材料を用いた固型化材料については、JIS R 5210(1992)又は JIS R 5211(1992)と同等以上の品質を有するセメントを使用しており、適切に品質管理がなされたものである。廃棄体の仕様を第1表に示す。

第1表 廃棄体の仕様

	3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地		2号廃棄物埋設地
種類	充填固化体*1	均質・均一固化体	充填固化体*1	充填固化体*1
重量	1本あたり1,000kgを超えないもの	1本あたり500kgを超えないもの		1本あたり1,000kgを超えないもの
内容物	金属類、プラスチック類、保温材・フィルタ類	廃液、使用済樹脂、スラッジ、焼却灰	金属類、プラスチック類、保温材・フィルタ類、均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破砕したもの	金属類、プラスチック類、保温材・フィルタ類
固型化材料	セメント*2	セメント*2、アスファルト*3、プラスチック*4	セメント*2	セメント*2
搬出元	BWR*5、PWR*6	BWR*5、PWR*6、GCR*7	BWR*5、PWR*6	BWR*5、PWR*6、GCR*7
廃棄物発生からの経過期間	発生後6ヶ月以上経過したもの	固型化後6ヶ月以上経過したもの	発生後6ヶ月以上経過したもの	発生後6ヶ月以上経過したもの

*1：充填固化体の標準的な製作方法⁽¹⁾により製作。

*2：JIS R 5210(1992)若しくはJIS R 5211(1992)に定めるセメント又はこれと同等以上の品質を有するセメント。

*3：JIS K 2207(1990)に定める石油アスファルトで針入度が100以下のもの又はこれと同等以上の品質を有するアスファルト。

*4：スチレンに溶解した不飽和ポリエステル。

*5：沸騰水型軽水炉

*6：加圧水型軽水炉

*7：黒鉛減速ガス冷却炉

(2) 1号及び2号埋設設備のセメント系材料の仕様の実績

1号及び2号埋設設備に用いたセメント系材料の仕様を第2表及び第3表に示す。これまでにセメント系材料のうち混和材の仕様を変更した箇所は2号埋設設備のコンクリートのみであり、1号及び2号埋設設備の充填材のセメント種類は変更していない。

2号埋設設備のコンクリートは、5群以降(覆いは3群以降)で高炉スラグ(BF)混合の普通ポルトランドセメント(OPC)からフライアッシュ(FA)混合の中庸熱ポルトランドセメント(MPC)に変更している。

セメント(OPC、MPC)やポゾラン性混和材(BF、FA)の添加割合によって、水和生成物の割合は多少変化するものの、主要な水和生成物の種類やセメント間隙水が高アルカリ性を示すといった収着性に係るセメント系材料の化学環境特性には大きな変化は想定されない。そのため、このコンクリート材料の仕様変更による分配係数への影響は軽微なものと考えられる。

2号埋設設備のコンクリート仕様変更時には、仕様変更後のコンクリートを用いて、収着機構が異なると考えられる主要な放射性核種(Ni-63、Cs-137)の分配係数を取得し、廃棄物埋設事業変更許可申請書に記載されている分配係数に対して、仕様変更後のコンクリートでの試験結果を用いた場合でも線量へ与える影響はみられないことを確認している。

本変更申請における2号埋設設備のコンクリートの分配係数設定においても、このコンクリート材料の仕様変更を考慮した値を初期健全時のセメント系材料の分配係数値として設定している。

第2表 1号埋設設備のセメント系材料仕様

使用設備		セメント種類 (セメントと混和材の混合比)	化学混和剤(減水剤)
充填材	1群から6群	中庸熱ポルトランドセメント +高炉スラグ(1:9)	・リグニンスルホン酸系 ・メラミン系
コンクリート	側壁	1群から6群	・ヒドロキシ系 ・リグニンスルホン酸系
	底版	1群から6群	
	内部仕切	1群から6群	
	覆い	1群から6群	
		普通ポルトランドセメント +高炉スラグ(45:55)	

第3表 2号埋設設備のセメント系材料仕様

使用設備		セメント種類 (セメントと混和材の混合比)	化学混和剤(減水剤)	
充填材	1群から6群	中庸熟ポルトランドセメント +高炉スラグ(1:9)	・リグニンスルホン酸系 ・メラミン系	
コンクリート	側壁	1群から4群	普通ポルトランドセメント +高炉スラグ(45:55)	・ポリオール系
		5群から8群	中庸熟ポルトランドセメント +FA(7:3)	・ポリオール系
	底版	1群から4群	普通ポルトランドセメント +高炉スラグ(45:55)	・ポリオール系
		5群から8群	中庸熟ポルトランドセメント +FA(7:3)	・ポリオール系
	内部仕切	1群から8群	普通ポルトランドセメント	・リグニンスルホン酸系 ・ポリオール系
	覆い	1,2群	普通ポルトランドセメント +高炉スラグ(45:55)	・リグニンスルホン酸系
3群から8群		中庸熟ポルトランドセメント +FA(7:3)	・ポリオール系	

(3) JIS規格について

セメントのJIS規格であるJIS R 5210(1992)及びJIS R 5211(1992)には、セメントの品質として、比表面積、凝結(始発、終結時間)、安定性、圧縮強さ、水和熱及び化学組成(酸化マグネシウム、三酸化硫黄等)が規定されている。これまでに規格は数回改訂されているが、主な改訂の内容は第4表のとおりであり、セメント品質についての実質的な変更ではない。

化学組成の規格値の見直しについては、数%程度の少量混合成分の変更であり、分配係数への影響は軽微であると考えられ、他の影響事象(「2.(5)分配係数設定において対象とする影響事象」を参照)の評価に十分包含される。また、JIS規格では分配係数に影響を及ぼすと考えられるセメント種類の追加も行われているが、これまで埋設設備には追加されたセメントを用いていない。

第4表 セメントの JIS 規格の主な改訂内容

	JIS R 5210	JIS R 5211
1986年	・セメント中の全アルカリ 0.6%以下	—
1992年	・全アルカリ含有率 0.75%以下 ・塩化物イオン含有率 0.02%以下	同左
1997年	・圧縮強さの規格値の変更 ・低熱ポルトランドセメントの追加	同左
2003年	・普通ポルトランドセメントの塩化物イオン許容値引き上げ	同左
2009年	・低アルカリ型ポルトランドセメントの本体への規定 ・原材料の少量成分 4 種類規定 ・製造方法規定削除 ・三酸化硫黄の規格値見直し	・原材料の少量成分 3 種類規定 ・製造方法規定削除 ・高炉スラグの高炉水砕スラグへの改名

(4) 分配係数設定において対象とするバリア材料のデータ

影響事象分析(補足説明資料3「廃棄物埋設地の状態設定-影響事象分析- 2. (1) 各バリアに期待する性能」を参照)より、**収着性を期待するバリア材料は、セメント系材料(廃棄体固型化材、埋設設備)、難透水性覆土、上部覆土及び岩盤(鷹架層)を対象とする。**これらのバリア材料の収着性を期待することにより、**廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出量を低減し、移行を遅延させる。**収着性を期待するバリア材料の仕様及び用いるデータは以下のとおりとする。

(i) 廃棄体

廃棄体固型化材は、1号及び2号廃棄物埋設地に定置されている廃棄体の使用材料の仕様とする。各廃棄物埋設地の埋設対象廃棄体は以下のとおりである。

- ・3号廃棄物埋設地：充填固化体
- ・1号廃棄物埋設地(1群から6群)：均質・均一固化体
- ・1号廃棄物埋設地(8群：1基)：均質・均一固化体
- ・1号廃棄物埋設地(7,8群：9基)：充填固化体
- ・2号廃棄物埋設地：充填固化体

1号廃棄物埋設地(7,8群)及び3号廃棄物埋設地の廃棄体(充填固化体)については、2号廃棄物埋設地の廃棄体のセメント系材料と同様の仕様とする。

ただし、充填固化体を埋設する 1 号廃棄物埋設地の埋設設備 9 基のうち、1 基には均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破碎し、セメント系充填材で一体に固型化した充填固化体(以下「セメント破碎物充填固化体」という。)を埋設する。

なお、線量評価においては、均質・均一固化体を埋設する埋設設備とセメント破碎物を埋設する埋設設備をあわせて評価する。セメント破碎物は破碎前の均質・均一固化体と同じ分配係数となるが、充填モルタル(固型化材)と同じ値を設定する。

また、線量評価に用いる埋設設備内の各媒体の体積分率は、均質・均一固化体を埋設する埋設設備にはセメント固化体以外の廃棄体を制限なく埋設することを考慮し、廃棄物及びセメント系充填材(廃棄体):0.12、セメント系充填材(埋設設備):0.33、コンクリート:0.32 と設定する(詳細は、補足説明資料 9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-第 4 表 廃棄物埋設地に関連する評価パラメータ 埋設設備内の媒体 j の体積分率」を参照。)

均質・均一固化体の固型化材は、セメント、アスファルト又はプラスチックである。固型化材がセメントのものには収着性を期待するが、アスファルト及びプラスチックのものには収着性を期待しないものとする。

ただし、プラスチック固化体は、BWR で発生するものであり、C-14 が無機形態である。そのため、仮にプラスチック固化体の廃棄体の分配係数を $0\text{m}^3/\text{kg}$ としても、モルタル及びコンクリートの分配係数が大きく、有機形態の C-14 の試験結果から設定した埋設設備全体での平均的な分配係数を上回ることから、C-14 についてはセメント固化体と同等の性能があるものとして評価する。

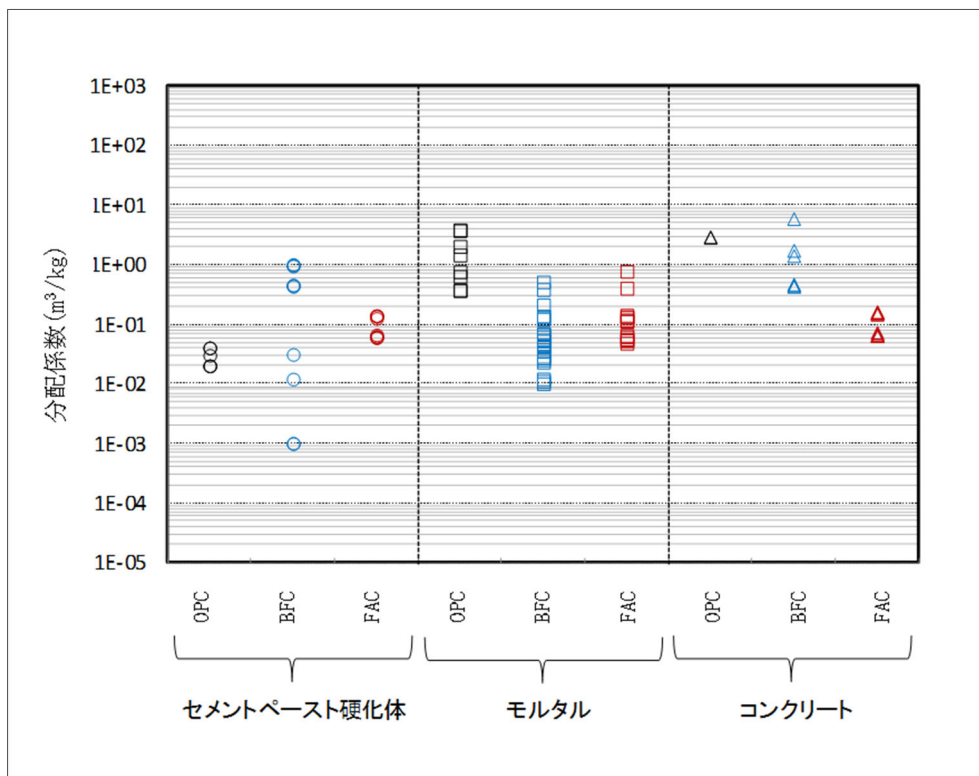
また、アスファルト固化体には物理的な閉じ込め性能が期待できると考えられ⁽²⁾、アスファルト固化体から浸出した間隙水中の放射性核種の濃度が、セメント固化体の分配係数によって求められる間隙水中の放射性物質の濃度よりも低いことから、プラスチック固化体と同様に、C-14 についてはセメント固化体と同等の性能があるものとして評価する。

なお、7,8 群については、セメント固化体以外の廃棄体を制限なく埋設することから、上述した廃棄体の体積分率を設定することで、性能を期待しない評価とする。

充填固化体の固型化材は、OPC(普通ポルトランドセメント)又は高炉スラグを用いたモルタルである。廃棄体によって固型化材の種類が異なるため、JAEA-SDB⁽³⁾の

セメントの分配係数データ（以下「JAEA-SDB の分配係数データ」という。）を用いてモルタルの収着性の傾向を比較した。分配係数にばらつきはあるが、分配係数の小さい高炉スラグを分配係数設定で用いる材料の種類とした。

一例として、セメント系材料の種類ごとの Ni の分配係数の比較を第 1 図に示す。なお、第 1 図における数値中の E は、指数表記における基数の 10 を示す（例えば、 $1E+02$ は 1×10^2 を示す。以下、同様。）。



注 1 : OPC : 普通ポルトランドセメント、BFC : 高炉セメント、FAC : フライアッシュセメント

第 1 図 セメント系材料の種類ごとの Ni の分配係数の比較

(ii) 充填材

埋設設備の充填材は、1号及び2号廃棄物埋設地で使用した材料の仕様とする。材料は高炉スラグを混合したモルタルであるため、高炉スラグのデータを用いる。

(iii) コンクリート

埋設設備のコンクリートは、1号及び2号廃棄物埋設地で使用した材料の仕様と

する。3号廃棄物埋設地のコンクリートについては、2号廃棄物埋設地のコンクリートと同様の仕様とする。

1号、2号及び3号廃棄物埋設地(1号廃棄物埋設地(1群から6群)を除く)のコンクリート仕様は、高炉スラグ又はフライアッシュ(FA)を混合したコンクリートである。また、1号廃棄物埋設地(1群から6群)のコンクリート仕様は、高炉スラグを混合したコンクリートである。

高炉セメントやフライアッシュセメントにおいても、その水和生成物はこれまで主に研究が進められてきた OPC と同等の鉱物で構成されているが⁽⁴⁾、1号、2号及び3号廃棄物埋設地(1号廃棄物埋設地(1群から6群)を除く)と1号廃棄物埋設地(1群から6群)では材料仕様が異なる。そのため1号、2号及び3号廃棄物埋設地(1号廃棄物埋設地(1群から6群)を除く)では高炉スラグ及びFAコンクリート、1号廃棄物埋設地(1群から6群)では高炉スラグコンクリートのデータを用いる。

(iv) 難透水性覆土

難透水性覆土の仕様は、ベントナイトと細骨材を混合したものとし、Ca型30wt%配合、Na型30wt%配合、Na型20wt%配合及びNa型15wt%配合のデータを用いる。

(v) 上部覆土及び岩盤(鷹架層)

上部覆土及び岩盤(鷹架層)は、埋設設備から尾駁沼までの移行経路上の主な岩層とする。

上部覆土の収着性は、現地発生土を主体とするため、岩盤(鷹架層)の収着性と同じとし、岩盤(鷹架層)のデータを用いる。

分配係数設定において対象とする代表的なバリア材料の種類を第5表に示す。

第5表 分配係数設定において対象とする代表的なバリア材料の種類

廃棄物埋設地			セメント系材料			難透水性覆土	岩盤(鷹架層)
			廃棄体	充填材	コンクリート		
3号廃棄物埋設地			高炉スラグモルタル*1		高炉スラグコンクリート*3 FAコンクリート*4	Ca型30wt%配合 Na型30wt%配合 Na型20wt%配合 Na型15wt%配合	砂質軽石凝灰岩(Tspt2) 軽石質砂岩(Tpps2) 砂岩(Tcs12) 軽石凝灰岩(Tpt2)
1号廃棄物埋設地	1群から6群	均質・均一固化体	高炉スラグセメント*2	高炉スラグモルタル	高炉スラグコンクリート		砂質軽石凝灰岩(Tspt2) 軽石質砂岩(Tpps2) 砂岩(Tcs12) 粗粒砂岩(Tcs11)
	7,8群		充填固化体	高炉スラグモルタル	高炉スラグコンクリート FAコンクリート		
2号廃棄物埋設地			高炉スラグモルタル		高炉スラグコンクリート FAコンクリート		

*1：高炉スラグを混合したモルタル

*2：高炉スラグを混合したセメント

*3：高炉スラグを混合したコンクリート

*4：フライアッシュ(FA)を混合したコンクリート

(5) 分配係数設定において対象とする影響事象

影響事象分析(補足説明資料3「廃棄物埋設地の状態設定-影響事象分析-3. 検討結果」を参照)より、熱、水理、力学及び化学の観点から廃棄物埋設地に生ずる物理的・化学的現象の影響事象分析の結果を第6表に示す。分配係数設定は、影響事象分析で選定された収着性に関する影響事象(第6表の緑枠)を対象とする。

第6表 影響事象分析の結果

項	主要な影響事象	影響を与える移行抑制機能	影響*1	影響評価結果
T (熱)	崩壊熱	低透水性 収着性	—	埋設する廃棄体に含まれる放射性物質の量が少ないことから、各部材の熱変質が生じる温度より十分に小さいため、影響事象として考慮しない。
	水和熱	低透水性 収着性	—	放射性物質の移行は水和熱が低下した後の覆土完了後に生じること及びセメント系材料の収着性は水和後の特性に期待していることから、影響事象として考慮しない。
	気温変化	低透水性 収着性	—	年間の気温の変化以上に廃棄物埋設地の温度が変化しないと考えられることから、影響事象として考慮しない。
H (水理)	地下水流動	低透水性	○	廃棄物埋設地周辺の地下水流速が十分に小さいため、直接的な影響は生じないと判断される。 (ただし、「C(化学)地下水との反応」において考慮する)。
		収着性	○	廃棄物埋設地周辺の地下水流速が十分に小さいため、直接的な影響は生じないと判断される。 (ただし、「C(化学)地下水との反応」において考慮する)。
M (力学)	金属腐食による膨張 (塩の影響を含む)	低透水性	○	金属腐食による体積膨張に伴い、各部材が変形・損傷し、低透水性に影響することが考えられる。
	ガス発生	低透水性	—	透水・透気試験の結果、ガス破過前後の透水係数にほとんど変化が生じなかったことから、難透水性覆土及び下部覆土の低透水性に影響は生じないものとする。
	地震	低透水性	—	力学的な変形は金属腐食に伴う埋設設備の変形量と比較して非常に小さい。液状化(覆土)は容易に生じないように配慮した設計としていることから、覆土の低透水性に有意な影響は生じないものとする。
C (化学)	地下水との反応 (塩の影響を含む)	低透水性 収着性	○	モンモリロナイト及びケイ酸カルシウム水和物の溶解及び二次鉱物の生成による化学変質が考えられ、低透水性及び収着性に影響すると考えられる。
	有機物	収着性	△	セルロースはアルカリ性の環境下において分解し、生成したイソサッカリン酸が放射性物質と錯体を形成することによって、収着性に影響することが考えられる。
	金属腐食	収着性	△	廃棄体に含まれる金属及び容器の腐食によって、酸化還元環境が変化し、収着性に影響する可能性がある。
	コロイドの形成	収着性	—	埋設設備の間隙水はセメント平衡水でありコロイドが安定に分散できる環境ではないと考えられることから、収着性に影響は生じないものとする。
	微生物	収着性	△	岩盤中では微生物活動によって有機物が無機化するため、収着性の設定に関して考慮する。
	降下火砕物	収着性	—	十分な厚さの上部覆土が設置され、変質の影響範囲は限定されることから、有意な影響は生じないものとする。

*1 : ○ : 影響有り(状態評価を実施する)
 △ : 影響有り(パラメータ設定に際して考慮したもの)
 — : 有意な影響は生じない(状態評価不要と判断)

(6) 対象とした放射性物質及び化学的類似性による元素のグループ分け

分配係数設定において対象とした放射性物質は、埋設処分の観点で考慮すべき放射性物質(170種類(73元素))とする。

主要な放射性物質については、当社及び電気事業者が取得した分配係数(以下「当社分配係数」という。)の試験結果を基に設定し、主要な放射性物質以外で試験結果があるものについては、試験結果を基に分配係数を設定する。これら以外の放射性物質については、文献値^{(5)~(9)}又は主要な放射性物質の化学的類似性を基に分配係数を設定する。

元素の化学的類似性においては、収着機構(イオン交換、表面錯体)に着目して元素をグルーピングした。元素は一般的にイオンの電荷が等しく最外殻の電子の状態が似ていれば互いによく似た性質を示し、その上イオンの大きさが似ていれば更によく似た性質を示す⁽¹⁰⁾。各元素の化学形態及び周期表に基づく特徴を加味した化学的類似性を考慮した元素のグループ分けを第7表に示す。

第7表 化学的類似性を考慮した元素のグループ分け

グループ	特徴	元素*1	備考
A	水分子として存在	H	
B	イオン交換、アルカリ金属	Na, K, Rb, Cs	
C	イオン交換、アルカリ土類金属	Ca, Sr, Ba, Ra	
D-1	中性付近で炭酸錯体、高アルカリ性環境下で酸化物イオン	Y, La, Ce, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Tm, Yb, Lu, Pb	グループ D-2 と同じ
D-2	二価のイオン、ヒドロキシ錯体	Tl, Mn, Ni, Zn, Cd, Hg, Po	
D-3	二価のイオン、ヒドロキシ錯体、酸化物の陰イオン	Be, Fe, Co	
E	ヒドロキシ錯体	Sc, In, Bi, Zr, Nb, Hf, Sb, V	
F	白金族	Pd, Ru, Rh, Os, Ir, Pt	文献値
G-1	ヒドロキシ錯体、炭酸錯体	U	実験値
G-2	中性付近で炭酸錯体、高アルカリ性環境下でヒドロキシ錯体	Ac, Am, Cm, Bk, Cf, Es	
G-3	ヒドロキシ錯体あるいは炭酸錯体	Th, Pa, Pu	
G-4	酸化物イオン、炭酸錯体、ヒドロキシ錯体	Np	実験値
H	一価の陰イオン	Cl, I	
I	酸化物の陰イオン	Mo, W, Tc, Ta, Re	Mo は実験値
J	塩素と錯体生成	Ag	グループ B と同じ
K-1	高アルカリ性環境下で二価の陰イオン	Si, S, Se, Sn, Te	文献値
K-2	高アルカリ性環境下で二価の陰イオン	C	

*1: □で囲われている元素は主要な放射性物質を示す。

さらに有機物影響を評価するに当たって、有機物の分解生成物が陰イオンであること⁽¹¹⁾を考慮し、第8表に有機物影響を評価するための化学的類似性を考慮した元素のグループ分けを示す。

第8表 有機物影響を評価するための化学的類似性を考慮した元素のグループ分け

グループ	特徴	元素
陽イオン	イオン交換	Sr, Cs
陰イオン	I 価の陰イオン	Cl, I, Tc
遷移金属	ヒドロキシ錯体(中性～アルカリ性)	Co, Ni, Nb
アクチノイド	ヒドロキシ錯体, 炭酸錯体	Am, Pu

(7) 分配係数試験条件及び試験方法

(i) 分配係数試験条件

分配係数を設定するに当たって、当社分配係数データ及び JAEA-SDB の分配係数データを用いた。JAEA-SDB の分配係数データは、材料の多様性を考慮し、セメント系材料の分配係数の設定において参照した(当社分配係数データと JAEA-SDB の分配係数データの比較は「4. (1)セメント系材料の初期状態の分配係数」を参照)。

それぞれの分配係数データ抽出の考え方は以下のとおりである。

a. 当社分配係数データ抽出の考え方

当社分配係数データに関しては、日本原子力学会標準⁽¹²⁾を参考に、第9表に示す標準的な試験条件かつ第10表に示す固相及び液相の種類で実施した試験のうち、埋設環境を模擬した適切な試験条件で取得されたデータを採用した。

また、一部のデータにおいて、固液比が 1/10g/mL 以外又は浸漬期間が 7 日以外の場合のものがあつたが、データの充足を重視し、個々のデータを精査した上で採用した。

なお、データを精査し、明らかに試験操作に問題がある場合のデータは除外した。

第 9 表 標準的な試験条件

温度	40℃未満
固液分離	メンブランフィルタ (0.45 μ m)
固液比	1/10 (g/mL)
浸漬期間	7 日

第 10 表 固相及び液相の種類

固相	セメント系材料、難透水性覆土、岩盤(鷹架層)
液相	セメント平衡水、模擬地下水、純水

b. JAEA-SDB の分配係数データ抽出の考え方

JAEA-SDB の分配係数データに関しては、詳細な試験条件が不明なものもあるが、セメント系材料における分配係数の傾向を把握することを重視し、第 11 表の条件以外のデータは基本的に採用した。

第 11 表 JAEA-SDB の分配係数データを抽出するに当たって除外した条件

固相	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的ではない材料 ・ セメント系材料以外
液相	<ul style="list-style-type: none"> ・ セメント平衡水又は純水以外の溶液
分離	<ul style="list-style-type: none"> ・ ろ過未実施
pH	<ul style="list-style-type: none"> ・ pH13 以上

(ii) 分配係数試験方法

分配係数設定において、実際の施設を構成するバリア材料の種類及び廃棄物埋設地周辺から採取された実際の岩盤材料種類を使用し、想定される環境条件(温度、pH、地下水組成)及び放射性物質の化学形態を考慮した試験系で実測された分配係数を適用することが現実的かつ合理的な方法であると考えます。

C-14 以外の核種については、第 12 表の方法により分配係数を取得した。

第 12 表 C-14 以外の核種の分配係数取得方法について

測定対象の固相(バリア材)	試験方法
<ul style="list-style-type: none"> ・セメント系材料 (均質・均一固化体を除く) ・難透水性覆土 ・岩盤(鷹架層) 	<p>収着分配係数試験</p> <p>固相(バリア材)を液相に浸漬した後にトレーサを添加する試験方法</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・セメント系材料 (均質・均一固化体) 	<p>脱着分配係数試験</p> <p>廃液をセメントと混練し製作される実際の廃棄体の性状・状態を考慮し、セメント系材料とトレーサを混練して製作したセメント固相を粉砕し液相に浸漬する試験方法</p>

C-14 の分配係数の取得は、C-14 は多様な化学形態⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾が存在するため、トレーサではなく実廃棄物を用いて分配係数試験を実施した。具体的には、均質・均一固化体は、濃縮廃液のセメント固型化物を粉砕した上で、液相に浸漬させる方法で分配係数(脱着分配係数)を評価した⁽¹⁵⁾。一方、充填固化体に収納する固体状廃棄物は原子炉冷却材が接触することにより表層が汚染した配管類といった廃棄物であり、核種が廃棄物全体に均一に分布していない可能性がある。このため、実廃棄物表層から核種を超音波照射により溶出させた均一な液相試料を作製し、これにセメント固相を浸漬させる試験方法で分配係数(収着分配係数)を評価した⁽¹³⁾。

(iii) 脱着分配係数試験の妥当性について

実際のセメント固化体の形状が健全な状態であれば、セメント固相内を拡散移行し、セメント固化体外に核種が漏れいするには相応の時間が必要となる。

一方で、脱着分配係数試験では、セメント系材料を砂程度に粉砕しているため、前述のようなセメント固化体中の拡散移行によるバリア効果は、ほぼ期待できない状態で試験を実施していると考えられる。したがって、実際の固化体の性状にあわせてセメント固相を製作し、砂程度に粉砕した試料を用いて浸漬試験を実施したとしても、セメント固化体の低拡散バリア効果は期待できず、脱着分配係数の方が収着分配係数に比較して著しく大きい値となることは考えられない。

Tits ら⁽¹⁶⁾のセメント系材料に対するユウロピウム(Eu)の収着・脱着試験による

収着・脱着分配係数の比較を第 2 図に示す。Eu(III) の C-S-H ゲル(ケイ酸カルシウム水和物) (C/S=0.75, 1.25) に対する収着期間 1 日及び 60 日の試料を用いた脱離試験を実施した結果、両者の脱着分配係数は、収着期間に関わらず良く一致し、また、収着分配係数とも一致した。これより 60 日後でも C-S-H ゲルに対する Eu(III) の収着は可逆的であると推察している。

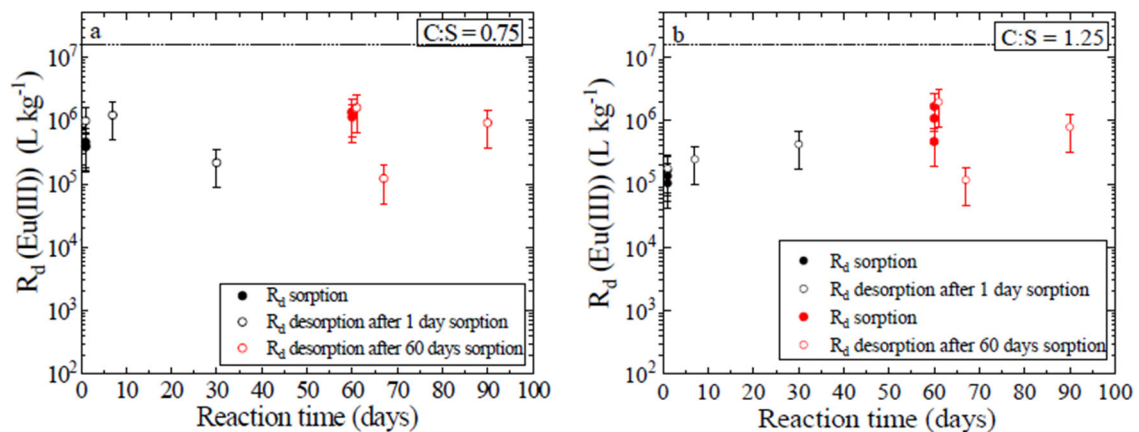


Fig. 10: Eu(III) desorption tests onto C-S-H phases in ACW at pH = 13.3 after one day and 60 days sorption. a) C:S = 0.75; b) C:S = 1.25. Experimental conditions: S:L = $2.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg L}^{-1}$, $[\text{Eu}]_{\text{tot}} = 3.0 \cdot 10^{-8} \text{ M}$. The dashed lines represent the $R_{d,\text{max}}$ value.

第 2 図 セメント系材料に対するユウロピウム (Eu) の収着・脱着試験による 収着・脱着分配係数の比較

また、主要核種について脱着分配係数試験を 7 日以降も継続した場合の脱着分配係数の推移を第 13 表に示す。7 日以降試験を継続しても脱着分配係数が大きく低下する事象は確認されなかった。そのため、脱着分配係数は 7 日で定常状態になっていると考えられる。

文献⁽¹⁷⁾によると、収着試験において粒子内拡散や鉱物化を除けば収着反応の主要機構であるイオン交換反応は、通常瞬時に定常状態に達するが、従来の実験では液相のトレーサ濃度に有意な変化が見られなくなるために数十分から 1 週間程度の固液接触時間を設定しており、原子力学会標準⁽¹⁸⁾においても、液相のトレーサ濃度に有意な変化が見られなくなる合理的な時間として 1 週間を設定している。

以上のことより、一般的におおむね1週間以内に定常状態になると考えられ、第13表の脱着分配係数試験の7日のデータを用いることは妥当だと考える。

第13表 浸漬時間による脱着分配係数試験結果⁽¹⁵⁾

核種		分配係数 (m ³ /kg)			
		7日	18日	30日	48日
実 C-14①		0.31	—	0.43	—
実 C-14②		—	0.34	—	0.24
PWR 廃棄体	Pu	>53 >53	—	>53	—
	Am	43 52	—	>49	—
BWR 廃棄体	Pu	>53 >53	—	>56	—
	Am	>52 35	—	>52	—

脱着分配係数の試験方法は、上記のとおりセメント固化体中での低拡散性を期待しないよう粉砕して試験をしていること、7日間で液相濃度に変化が見られない定常状態になることから妥当であると考えられる。しかしながら、廃棄体の C-14 のように、脱着分配係数が吸着分配係数よりも大きな値になる場合がある。

脱着分配係数が大きくなる場合では、均質・均一固化体を製作する過程において、核種がセメント水和水と共にマトリクス内に取り込まれることや、脱着分配係数試験で不可逆的な吸着が生じた可能性が考えられる⁽¹⁹⁾。

また、吸着分配係数と脱着分配係数の試験に用いる C-14 試験液の調製方法は前述のとおり、均質・均一固化体では濃縮廃液をセメントで固型化した固相を粉砕して脱着分配係数を評価している⁽¹⁵⁾のに対し、充填固化体では固体状廃棄物から溶出しやすい C-14 成分のみを用いて吸着分配係数を評価している⁽¹³⁾ことから、C-14 試験液の調製方法の違いにより廃棄体の C-14 分配係数の評価結果に差異が生じたものと考えられる。

(iv) 分配係数試験におけるセメント系材料の組成

分配係数設定で用いた当社分配係数データの分配係数試験におけるセメント系材料の組成を第 14 表に示す。また、分配係数試験に用いたセメント系材料の配合表を参考資料に示す。

第 14 表 分配係数試験におけるセメント系材料の組成

セメント系材料	組成		結合材比	データ数
廃棄体	PWR 濃縮廃液バーミキュライトセメント固化体		—	45
	BWR 濃縮廃液高炉 C セメント固化体		—	35
充填材	高炉スラグ	OPC+(BF+FA)+膨張材	3:7	38
		MPC+BF	1:9	42
			3:7	43
	フライアッシュ ^{*1}	MPC+FA	7:3	16
		LPC+FA+膨張材	7:3	41
		LPC+FA	7:3	24
コンクリート	高炉スラグ	OPC+BF	45:55	41
	フライアッシュ	MPC+FA	7:3	42

OPC：普通ポルトランドセメント、BF：高炉スラグ、FA：フライアッシュ

MPC：中庸熱ポルトランドセメント、LPC：低熱ポルトランドセメント

*1：コンクリートの分配係数設定において使用

(v) セメント系材料に含まれる化学混和剤について

セメント系材料に含まれる化学混和剤(減水剤)による分配係数への影響が考えられるが、分配係数は化学混和剤を含んだ実セメント系材料を使用して測定したデータを用いることを基本方針としているため、化学混和剤による影響が存在したとしても測定結果はその影響を包含したものである。(化学混和剤の相違における分配係数への影響については「参考資料 2 化学混和剤の分配係数への影響について」参照)

そのため、セメント系材料については、化学混和剤の種類を変更する場合に分配係数を測定し、「8. 分配係数の管理の考え方について」に従い、その化学混和剤に変更しても問題がないことを確認する。

3. 分配係数設定の考え方

分配係数設定の考え方は第3図に示すとおり、初期状態の分配係数に分配係数低下係数を乗じた値を分配係数設定値とする。

$$\boxed{\text{(1) 初期状態の分配係数}} \times \boxed{\text{(2) 分配係数低下係数}} = \boxed{\text{(3) 分配係数設定値}}$$

第3図 分配係数設定の考え方

初期状態の分配係数、分配係数低下係数及び分配係数設定値の説明を以下に示す。

(1) 初期状態の分配係数

バリア材料ごとに抽出した分配係数データの平均値。

(2) 分配係数低下係数

各影響事象の収着影響度*1を掛け合わせ、初期状態の分配係数の低下割合を示した係数⁽²⁰⁾。

*1：分配係数試験結果や文献から求めた影響事象ごとの収着影響の度合い。

(3) 分配係数設定値

初期状態の分配係数に分配係数低下係数を乗じ、分配係数が小さくなるよう切捨てした値。

なお、H-3に関しては、挙動が水と同じと考えられ収着性が期待できないことから、分配係数を 0m³/kg と設定する。

4. 初期状態の分配係数

初期状態の分配係数は、固相の仕様及び分配係数試験条件が把握できることから、当社分配係数の試験結果を用いる。セメント系材料においては材料の多様性を考慮し、当社分配係数データと JAEA-SDB の分配係数データを比較した(詳細は「4. (1) セメント系材料の初期状態の分配係数」を参照)。

分配係数データは、「2. (7) (i) 分配係数試験条件」で示した試験条件で取得されたデータの平均値とする。

(1) セメント系材料の初期状態の分配係数

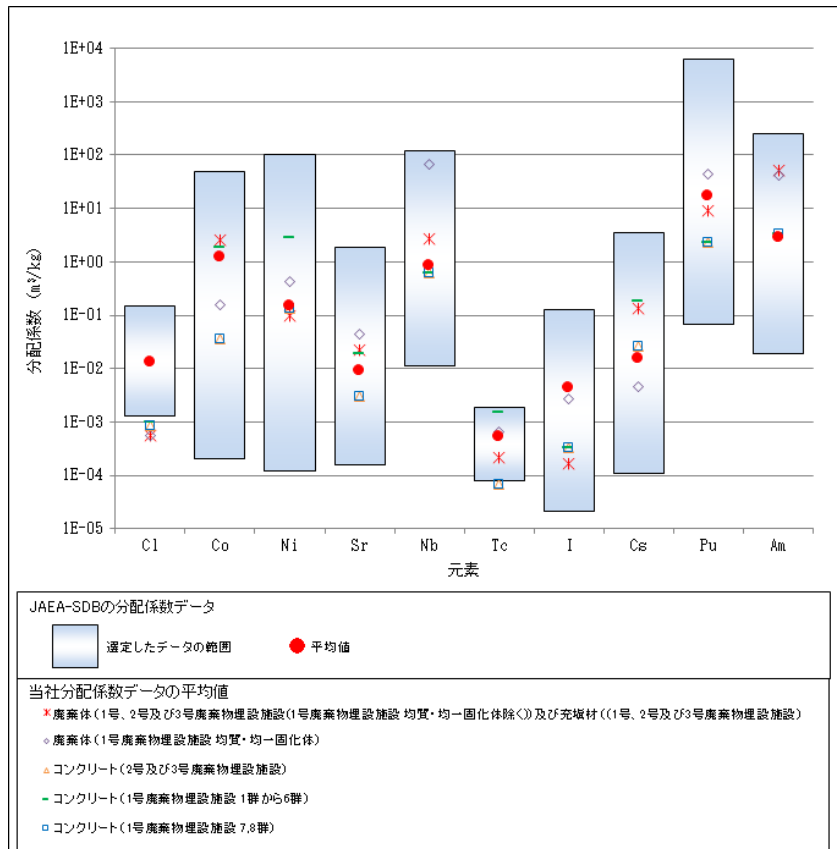
セメント系材料の分配係数は、セメント系材料が固液平衡になった状態を想定し設定するが、液相となるセメント平衡水の主な組成やセメント平衡水の化学平衡を支配する主要な水和生成物の鉱物種といった化学環境場は類似のため、健全なセメント系材料に対する分配係数のデータ群に大きな違いはないと考えられる⁽⁴⁾。線量評価パラメータとして分配係数を設定する際は、混和材の種類及びポゾラン反応の進展度の違い、測定試験のばらつきの不確実性を考慮して、セメントの混和材ごとにデータ群を整理し、平均値を比較した上で、平均値のうち最も小さい値を初期状態のセメント系材料の分配係数として設定した。

セメント系材料の分配係数の設定は、セメント系材料の仕様(混和材、化学混和剤、骨材)及び試験条件が把握できることから、基本的に当社分配係数データを用いた。

分配係数の設定に当たっては当社で用いるセメント種類に加え、国内外の多様なセメント系材料のデータが含まれる JAEA-SDB の分配係数データを参照した。

JAEA-SDB の分配係数データと当社分配係数データの平均値を比較したところ、当社分配係数データの平均値は JAEA-SDB の分配係数データの範囲内又は最大値を超えていないが、JAEA-SDB の分配係数データの平均値が当社分配係数データの平均値の 1/10 以下の場合、JAEA-SDB の分配係数データを用いることとした。

JAEA-SDB の分配係数データと当社分配係数データの比較を第 4 図に示す。

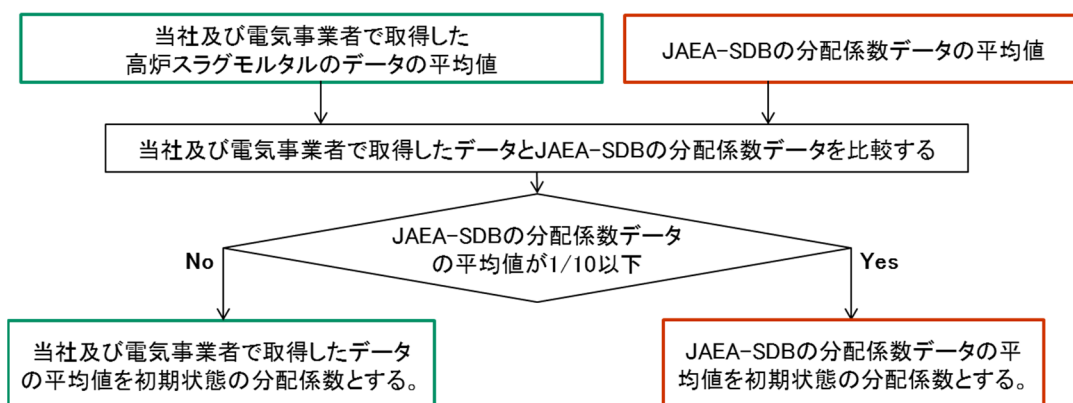


第 4 図 JAEDA-SDB の分配係数データと当社分配係数データの比較

初期状態の分配係数を設定する際に考慮したセメント系材料の種類は第 5 表に示したとおりである。以下に各バリア材料における初期状態の分配係数の設定内容を示す。

(i) 廃棄体及び充填材(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)

当社分配係数データの高炉スラグモルタルのデータと JAEDA-SDB の分配係数データについて、元素ごとに平均値を求めて比較する。JAEDA-SDB の分配係数データの平均値が当社分配係数データの平均値の 1/10 以下の場合には、JAEDA-SDB の分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とし、1/10 より大きい場合には、当社分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とする。廃棄体及び充填材の初期状態の分配係数の考え方(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)を第 5 図に、廃棄体及び充填材の初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)を第 15 表に示す。



第 5 図 廃棄体及び充填材の初期状態の分配係数の考え方

(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)

第 15 表 廃棄体及び充填材の初期状態の分配係数

(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)

元素	当社分配係数データ		JAEA-SDB の分配係数データ		廃棄体及び充填材の 初期状態の分配係数 (m^3/kg)
	高炉スラグモルタル		セメント		
	N*3	平均値 (m^3/kg)	N	平均値 (m^3/kg)	
C*1	37	0.088	—	—	0.05
C*2	15	0.0078	—	—	0.004
Cl	3	0.00057	7	0.013	0.00057
Co	3	2.5	46	1.214	2.5
Ni	20	0.098	302	0.15	0.098
Sr	3	0.022	90	0.0091	0.022
Nb	16	2.744	116	0.867	2.744
Tc	3	0.00022	13	0.00054	0.00022
I	3	0.00016	161	0.0044	0.00016
Cs	15	0.133	140	0.015	0.133
Pu	9	8.860	151	16.969	8.860
Am	2	52	85	2.877	2.877

*1：2号及び3号廃棄物埋設地のCは、ばらつきを考慮し分配係数が小さくなるよう数値を丸め $0.05\text{m}^3/\text{kg}$ とする。

*2：1号廃棄物埋設地のCは、廃棄体を除いた値とする。また、ばらつきを考慮し分配係数が小さくなるよう数値を丸め $0.004\text{m}^3/\text{kg}$ とする。

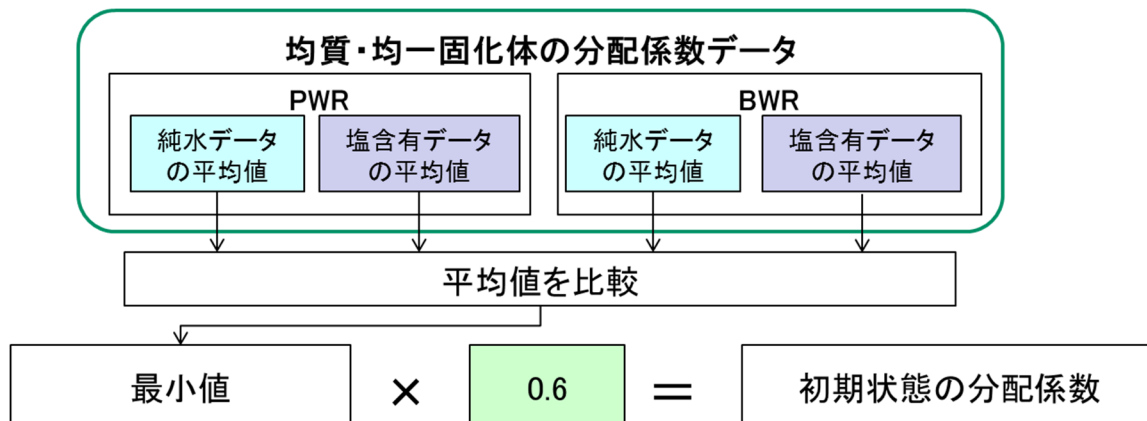
*3：データ数(以下同様)

(ii) 廃棄体(1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体)

a. 1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体(1群から6群)の初期状態の分配係数の考え方

1群から6群については、セメント系材料で固型化した廃棄体の埋設割合を考慮する。均質・均一固化体の分配係数データについて、元素ごとに発電所(PWR、BWR)と液相(純水、塩含有)の4条件それぞれの平均値を求め比較し、最小値を選定する。選定した最小値に0.6^{*1}を乗じた値を初期状態の分配係数とする。廃棄体の初期状態の分配係数の考え方(1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体(1群から6群))を第6図に、廃棄体の初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体)を第16表に示す。

*1: セメント以外で固型化した廃棄体が1群から5群は2割を超えないよう(セメント固化体は8割以上)、6群は4割を超えないよう(セメント固化体は6割以上)定置の管理を行う。ただし、Cについてはアスファルト固化体が放射性物質の漏出を防止する機能を有すること⁽²⁾及びBWRのプラスチック固化体に含まれるCは無機形態であることから、セメント固化体と同等の性能を有するものとし、1と設定する。



第6図 廃棄体の初期状態の分配係数の考え方
(1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体(1群から6群))

第 16 表 廃棄体の初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体)

元素	当社分配係数データ								最小値	均質・均一固化体	
	純水データ				塩含有データ					1群から6群	
	PWR		BWR		PWR		BWR			セメント 固化体 の割合	初期状態 の分配係 数(m ³ /kg)
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)			
C* ¹	12	0.557	3	7.767	1	0.35* ²	—	—	0.5	1	0.5
Cl* ³	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00057	0.6	0.00034
Co	2	14.555	2	0.251	2	5.825	2	0.159	0.159		0.096
Ni	2	91.035	2	0.446	2	22.092	2	0.436	0.436		0.262
Sr	2	0.045	2	1.886	2	0.099	2	0.854	0.045		0.027
Nb	2	100	2	67.528	2	100	2	79.632	67.528		40.517
Tc	2	0.00066	2	1.016	—	—	—	—	0.00066		0.00040
I	2	0.124	2	0.0027	—	—	—	—	0.0027		0.0016
Cs	2	0.083	2	0.005	2	0.036	2	0.0045	0.0045		0.0027
Pu	2	53	2	53	2	46.13	2	42.988	42.988		25.793
Am	2	47.286	2	42.661	2	44.452	2	49	42.661		25.597

*1：PWRは有機C、BWRは無機Cの値である。Cの値は、PWRの有機Cの平均値を使用する。また、ばらつきを考慮し分配係数が小さくなるよう数値を丸め0.5m³/kgとする。

*2：同一サンプルを用いた純水データの試験結果(0.23m³/kg)よりも、塩含有データの方が高い値が得られており、塩含有による分配係数低下の影響がないと判断した。

*3：Clに関しては脱着分配係数のデータがないため、充填固化体の高炉スラグモルタルの収着分配係数データを使用する。

b. 1号廃棄物埋設地 均質・均一固化体(8群)の初期状態の分配係数の考え方

1号廃棄物埋設地のうち8群の均質・均一固化体については、セメント固化体以外が埋設されることを考慮し、分配係数を設定しない。

c. 1号廃棄物埋設地 セメント破砕物充填固化体(8群)の初期状態の分配係数の考え方

1号廃棄物埋設地のうち8群のセメント破砕物充填固化体については、「4. (1) (i) 廃棄体及び充填材(1号廃棄物埋設地(均質・均一固化体を除く)、2号及び3号廃棄物埋設地)」と同じ考え方で設定する。

(iii) コンクリート

仕様変更があった2号廃棄物埋設地のコンクリートについては、当社分配係数データのうち、高炉スラグコンクリートとFAコンクリートのデータの平均値を比較し、小さい方の値を設定した。1号廃棄物埋設地のうち7,8群及び3号廃棄物埋設

地についても、2号廃棄物埋設地と同様の設定手法とした。また、1号廃棄物埋設地のうち1群から6群については、高炉スラグコンクリートの分配係数データを用いた。

コンクリートの初期状態の分配係数設定に当たり、FAモルタルのデータがある元素については、主要な水和生成物であるC-S-Hゲルの単位体積当たりの物質量に応じて分配係数が変化するものとし、C-S-Hゲルの単位体積当たりの物質量を基にFAモルタルのデータをFAコンクリート相当に換算し分配係数を小さくした値を用いる。

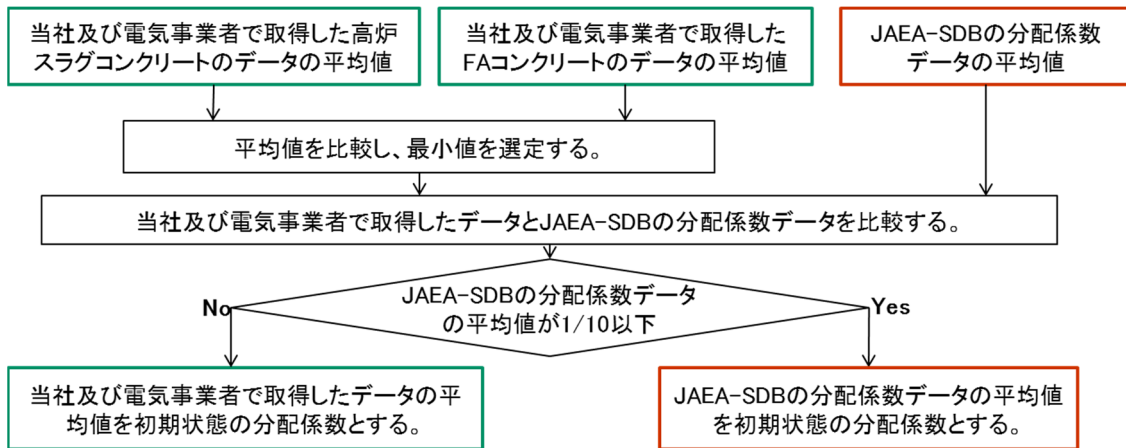
単位体積当たりの水和生成物(C-S-Hゲルで代表)生成量を求め、この比(FAコンクリートのC-S-Hゲル物質量/FAモルタルのC-S-Hゲル物質量)を換算係数とし、FAモルタルのデータに乗じた値をFAコンクリートの値として用いる。求めた換算係数を第17表に示す。

第17表 換算係数

材料種類	セメントペースト				C-S-Hゲル物質量		換算係数
	結合材 (kg/m ³)		水 (kg/m ³)	結合材 +水 (kg/m ³)	単位重量 当たり (mol/kg)	単位体積 当たり (mol/m ³)	
	セメント	FA					
FAコンクリート	233	100	155	488	0.91	444	0.44
FAモルタル	338	153	230	721	1.40	1,009	

a. コンクリート(1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地)

当社分配係数データのうち、高炉スラグコンクリート及びFAコンクリートのデータ(2種類)をそれぞれ元素ごとに平均値を求めて比較し最小値を選定する。その最小値とJAEA-SDBの分配係数データの平均値を比較し、JAEA-SDBの分配係数データの平均値が1/10以下の場合には、JAEA-SDBの分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とし、1/10より大きい場合には、当社分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とする。コンクリートの初期状態の分配係数の考え方(1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地)を第7図に、コンクリートの初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地)を第18表に示す。



第7図 コンクリートの初期状態の分配係数の考え方
(1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地)

第18表 コンクリートの初期状態の分配係数
(1号廃棄物埋設地(7,8群)、2号及び3号廃棄物埋設地)

元素	当社分配係数データ								JAEA-SDBの分配係数データ		コンクリートの初期状態の分配係数 (m ³ /kg)
	高炉スラグコンクリート		FAコンクリート		FAモルタル				セメント		
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	換算係数	FAモルタル平均値 × 換算係数 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	
C* ¹	18	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05* ²
C* ³	3	0.0039	—	—	—	—	—	—	—	—	0.003
Cl* ⁴	3	0.00099	—	—	8	0.00198	0.44	0.00087	7	0.013	0.00087
Co* ⁴	2	1.846	—	—	3	0.084		0.037	46	1.214	0.037
Ni	2	2.893	13	0.132	35	0.113		0.05	302	0.15	0.132
Sr* ⁴	2	0.019	—	—	3	0.0067		0.0029	90	0.0091	0.0029
Nb	2	0.62	3	2.22	—	—		—	116	0.867	0.62
Tc* ⁴	2	0.0016	—	—	8	0.00015		0.000066	13	0.00054	0.000066
I* ⁴	2	0.00033	—	—	8	0.0014		0.00062	161	0.0044	0.00033
Cs	5	0.184	13	0.026	18	0.0065		0.0028	140	0.015	0.026
Pu	—	—	3	2.358	1	3.7		1.628	151	16.969	2.358
Am* ⁴	—	—	—	—	1	7.727		3.4	85	2.877	3.4

*1：1号廃棄物埋設地(7,8群 充填固化体)、2号及び3号廃棄物埋設地

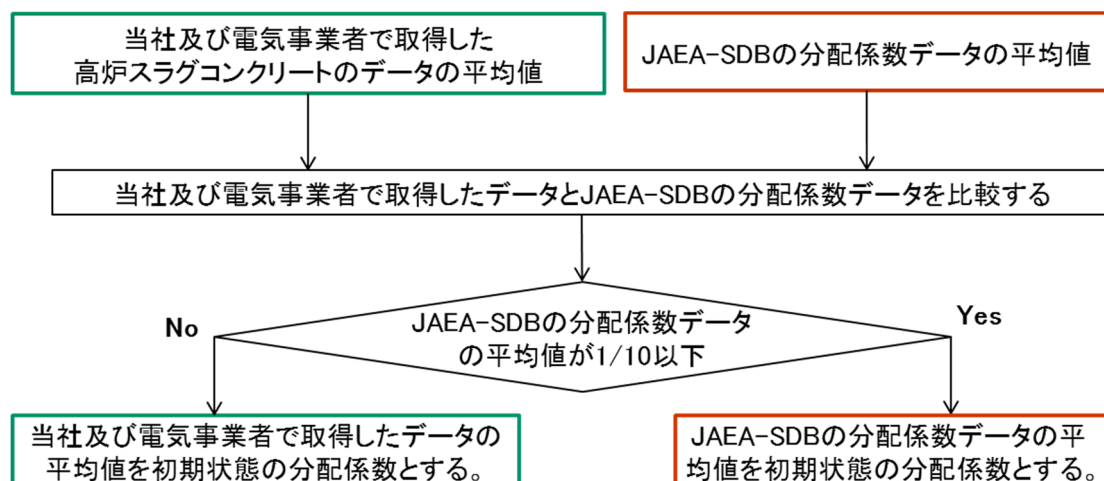
*2：Cはばらつきを考慮し、分配係数が小さくなるよう数値を丸め0.05m³/kgとする。

*3：1号廃棄物埋設地(8群 均質・均一固化体及びセメント破砕物充填固化体)

*4：FAコンクリートの分配係数データがない元素については、FAモルタルの分配係数データをFAコンクリート相当に換算した値を用いる。

b. コンクリート(1号廃棄物埋設地(1群から6群))

当社分配係数データのうち、高炉スラグコンクリートのデータ(1種類)及びJAEA-SDBの分配係数データについて、元素ごとに平均を求めて比較する。当社分配係数データの平均値と比較し、JAEA-SDBの分配係数データの平均値が1/10以下の場合には、JAEA-SDBの分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とし、1/10より大きい場合には、当社分配係数データの平均値を初期状態の分配係数とする。コンクリートの初期状態の分配係数の考え方(1号廃棄物埋設地(1群から6群))を第8図に、コンクリートの初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地(1群から6群))を第19表に示す。



第8図 コンクリートの初期状態の分配係数の考え方(1号廃棄物埋設地(1群から6群))

第 19 表 コンクリートの初期状態の分配係数(1号廃棄物埋設地(1群から6群))

元素	当社分配係数データ								JAEA-SDB の分配係数データ		コンクリートの初期状態の分配係数 (m ³ /kg)
	高炉スラグ		FA		FA				高炉スラグ		
	コンクリート		コンクリート		モルタル						
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	換算係数	FA モルタル平均値 × 換算係数 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	
C* ¹	3	0.0039	—	—	—	—	—	—	—	—	0.003
Cl	3	0.00099	—	—	8	0.00198	0.44	0.00087	7	0.013	0.00099
Co	2	1.846	—	—	3	0.084		0.037	46	1.214	1.846
Ni	2	2.893	13	0.132	35	0.113		0.05	302	0.15	0.15
Sr	2	0.019	—	—	3	0.0067		0.0029	90	0.0091	0.019
Nb	2	0.62	3	2.22	—	—		—	116	0.867	0.62
Tc	2	0.0016	—	—	8	0.00015		0.000066	13	0.00054	0.0016
I	2	0.00033	—	—	8	0.0014		0.00062	161	0.0044	0.00033
Cs	5	0.184	13	0.026	18	0.0065		0.0028	140	0.015	0.015
Pu* ²	—	—	3	2.358	1	3.7		1.628	151	16.969	2.358
Am* ³	—	—	—	—	1	7.727		3.4	85	2.877	3.4

*1：ばらつきを考慮し、分配係数が小さくなるよう数値を丸め 0.003m³/kg とする。

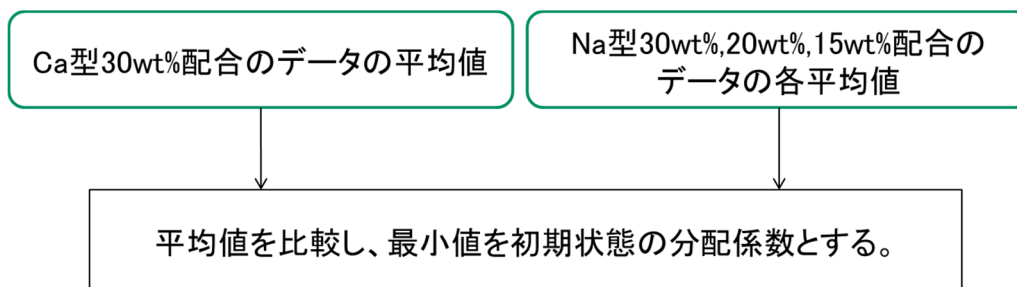
*2：Pu は高炉スラグコンクリートのデータがないため、FA コンクリートのデータを用いる。

*3：Am は高炉スラグコンクリートのデータがないため、FA モルタルのデータを FA コンクリート相当に換算した値を用いる。(高炉スラグモルタルより FA モルタルの分配係数の方が小さいため、FA モルタルのデータを用いる。)

(2) 難透水性覆土初期状態の分配係数

当社分配係数データのうち、候補材料である Ca 型 30wt%配合の平均値と Na 型 30wt%配合、20wt%配合、15wt%配合のデータの平均値を比較し、最小値を初期状態の分配係数とする。ただし Na 型のデータについては、難透水性覆土の配合仕様を考慮し、30wt%配合のデータを優先する。難透水性覆土の初期状態の分配係数の考え方を第 9 図に、難透水性覆土の初期状態の分配係数を第 20 表に示す。

なお、Na 型を用いた場合を考慮し、Na 型 30wt%配合、20wt%配合及び 15wt%配合のデータを用いて初期状態の分配係数を設定すると、Ni と Cs の分配係数が第 20 表の値に比べて小さくなるが、他の元素については Ca 型と同等である。



第 9 図 難透水性覆土の初期状態の分配係数の考え方

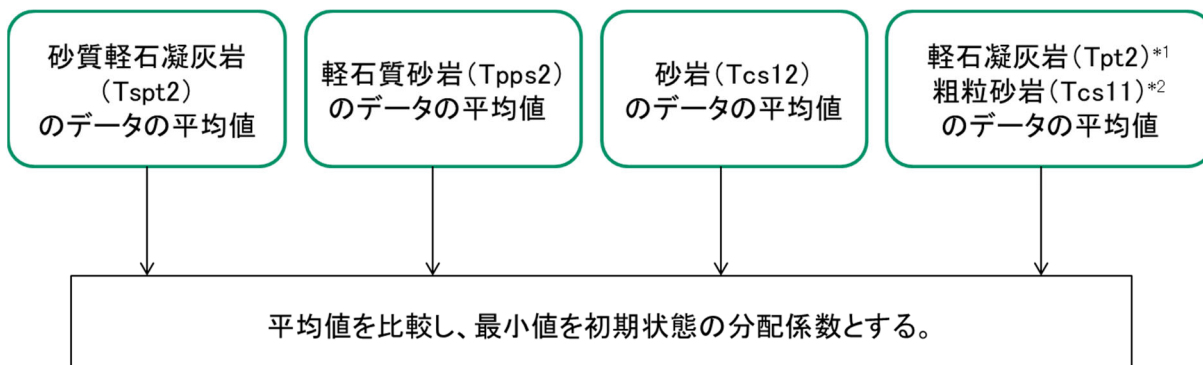
第 20 表 難透水性覆土の初期状態の分配係数

元素	Na 型						Ca 型		難透水性覆土の初期状態の分配係数 (m ³ /kg)
	15wt%配合		20wt%配合		30wt%配合		30wt%配合		
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	
C*1	3	0.0012	—	—	—	—	—	—	0
Cl	3	0.00021	—	—	3	0	5	0	0
Co	2	0.051	2	0.04	—	—	5	2.543	0.04
Ni	2	0.056	2	0.04	3	0.799	5	1.802	0.799
Sr	2	0.251	2	0.192	—	—	5	0.389	0.192
Nb	—	—	—	—	3	0.547	5	0.542	0.542
Tc	2	0	2	0	—	—	5	0.00025	0
I	2	0	2	0	—	—	5	0.00049	0
Cs	5	0.482	2	0.147	3	1.343	5	1.721	1.343
Pu	2	1.149	—	—	—	—	8	0.03	0.03
Am	—	—	—	—	3	6.479	5	8.29	6.479

*1：Cは難透水性覆土による収着を見込まない。

(3) 岩盤(鷹架層)初期状態の分配係数

当社分配係数データのうち、埋設設備から尾駈沼までの移行経路上の主な岩層のデータについて、それぞれ元素ごとに平均値を求めて比較し、最小値を初期状態の分配係数とする。岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数の考え方を第 10 図に、岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数(3号廃棄物埋設地)を第 21 表に、岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数(1号及び2号廃棄物埋設地)を第 22 表に示す。



*1 : 3号廃棄物埋設地

*2 : 1号及び2号廃棄物埋設地

第10図 岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数の考え方

第21表 岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数(3号廃棄物埋設地)

元素	凝灰岩				砂岩				岩盤(鷹架層)の初期状態の分配係数 (m ³ /kg)
	砂質軽石凝灰岩 (Tspt2)		軽石凝灰岩 (Tpt2)		軽石質砂岩 (Tpps2)		砂岩 (Tcs12)		
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	
C*1	3	0.0016	—	—	—	—	—	—	0.0001
Co	—	—	67	0.332	15	0.206	3	0.19	0.19
Ni	46	0.276	119	0.239	19	0.184	29	0.726	0.184
Sr	83	0.328	67	0.165	29	0.924	53	0.347	0.165
Nb	3	0.024	10	5.5	10	0.022	3	2.115	0.022
Tc	14	0.00016	29	0.00013	19	0.0001	11	0.002	0.0001
I	8	0.00009	22	0.00014	9	0.00003	11	0.00037	0.00003
Cs	89	1.896	169	0.923	32	2.851	53	1.981	0.923
Pu	10	0.309	5	0.222	3	0.028	3	0.027	0.027
Am	—	—	10	0.151	3	1.453	3	1.6	0.151

*1 : Cは微生物影響による無機化を考慮し0.0001m³/kgとする。

第 22 表 岩盤（鷹架層）の初期状態の分配係数（1 号及び 2 号廃棄物埋設地）

元素	凝灰岩		砂岩						岩盤（鷹架層） の初期状態の 分配係数 (m ³ /kg)
	砂質軽石凝灰岩 (Tspt2)		軽石質砂岩 (Tpps2)		砂岩 (Tcs12)		粗粒砂岩 (Tcs11)		
	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	N	平均値 (m ³ /kg)	
C*1	3	0.0016	—	—	—	—	3	0.0023	0.0001
Cl	9	0.00012	16	0.000067	3	0.00029	6	0.00012	0.000067
Co	—	—	15	0.206	3	0.19	—	—	0.19
Ni	46	0.276	19	0.184	29	0.726	49	0.444	0.184
Sr	83	0.328	29	0.924	53	0.347	85	0.243	0.243
Nb	3	0.024	10	0.022	3	2.115	—	—	0.022
Tc	14	0.00016	19	0.0001	11	0.002	10	0.00026	0.0001
I	8	0.00009	9	0.00003	11	0.00037	7	0.00016	0.00003
Cs	89	1.896	32	2.851	53	1.981	88	1.35	1.35
Pu	10	0.309	3	0.028	3	0.027	2	4.543	0.027
Am	—	—	3	1.453	3	1.6	2	36.332	1.453

*1：C は微生物影響による無機化を考慮し 0.0001m³/kg とする。

5. 影響事象による各バリア材料への放射性物質の収着影響

(1) 放射性物質の収着性に影響すると考えられる事象

「2. (5) 分配係数設定において対象とする影響事象」の影響事象分析を基に抽出された影響事象を第 23 表に示す。これらの影響事象について、分配係数試験結果や文献から収着影響度*1 を求め、影響事象の比較及び重畳を考慮し、分配係数低下係数を求める。

なお、上部覆土及び岩盤(鷹架層)については、地下水との反応(溶脱)、有機物及び地下水との反応(塩)の影響が埋設設備近傍の領域に限られるため収着影響はないものとする。

*1：収着影響が大きいほど収着影響度の数値は小さくなる。

第 23 表 影響事象分析で抽出された影響事象

影響事象		バリア材料	内容
地下水との反応	溶脱	セメント系材料	<ul style="list-style-type: none"> 主要鉱物が地下水との接触により溶脱し、収着性が低下し得る。 地下水浸入量が多いほど影響が大きい。 溶脱に伴い C-S-H ゲルの電荷が正から負に変化することにより収着性が変化する。
	塩	セメント系材料 難透水性覆土	<ul style="list-style-type: none"> 均質・均一固化体中の塩物質(硫酸塩、ほう酸塩)が、放射性物質の収着性に影響を及ぼす可能性がある。
金属腐食		セメント系材料 難透水性覆土	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄体に含まれる金属及び容器の腐食によって、酸化還元環境が変化し、収着性に影響する可能性がある。
		セメント系材料 難透水性覆土	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物埋設地中(埋設設備、廃棄体)の有機物が、放射性物質と錯体を形成することにより収着性が低下する。
微生物		難透水性覆土 上部覆土及び岩盤(鷹架層)	<ul style="list-style-type: none"> 微生物の活動により、炭素が無機化することにより収着性が低下すると考えられる。

(2) 考慮する影響事象

影響事象については、「5. (1) 放射性物質の収着性に影響すると考えられる事象」で

地下水との反応(溶脱、塩)、金属腐食、有機物及び微生物の収着影響が抽出された。これらの収着影響の考慮であるが、地下水との反応(溶脱)は、非調和的な溶解が緩慢に進展するもので長期的な変化であると想定されることから、評価期間 1,000 年では収着影響は考慮しないものとする。

金属腐食は、廃棄物埋設地周辺は酸化雰囲気であること、還元雰囲気下の分配係数は酸化雰囲気下と比較して大きな値となる傾向⁽²¹⁾があることから、核種の還元が生じるような金属腐食の収着影響は考慮しないものとする。

微生物は、炭素の初期状態の分配係数について微生物の影響を考慮しているため、収着影響としては考慮しないものとする。

影響事象ごとの各バリア材料への収着影響の考慮の有無を第 24 表に示す。

第 24 表 影響事象ごとの各バリア材料への収着影響の考慮の有無

影響事象		バリア材料	収着影響の考慮の有無	
			2号及び3号 廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地
地下水との反応	溶脱	セメント系材料	—	—
	塩*1	セメント系材料	—	○
		難透水性覆土	—	○
		上部覆土及び岩盤(鷹架層)	—	—
金属腐食	セメント系材料	—	—	
	難透水性覆土	—	—	
	上部覆土及び岩盤(鷹架層)	—	—	
有機物	セメント系材料	○	○	
	難透水性覆土	○	○	
	上部覆土及び岩盤(鷹架層)	—	—	
微生物	難透水性覆土	—	—	
	上部覆土及び岩盤(鷹架層)	—	—	

○：収着影響を考慮する
 —：収着影響を考慮しない
 *1：1号廃棄物埋設地のみ

(3) 最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定における収着影響の考え方

影響事象による収着影響として、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で異なるものは、有機物による収着影響では、セルロースの分解率とした。最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定における収着影響の考え方を第 25 表に示す。

第 25 表 最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定における収着影響の考え方

影響事象	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
地下水との反応(塩)	共通	
有機物	セルロースの分解率 5%を想定 ⁽²²⁾	セルロースの分解率 30%を想定 ⁽²²⁾

(4) 収着影響の重畳

1 号廃棄物埋設地における収着影響は、地下水との反応(塩)による収着影響を考慮するため、有機物の収着影響との重畳を考慮する。具体的には、有機物による収着影響度と地下水との反応(塩)による収着影響度を掛け合わせる。

(5) 炭酸の影響について

炭酸の影響については、埋設設備の環境条件によっては、地下水中に含まれる重炭酸イオンが 4 元素(Co, Ni, Pu, Am)と炭酸錯体を生成し、収着性が変化することが懸念される。埋設設備の環境条件であるが、酸化還元環境は酸化性地下水(FOHP)⁽²³⁾と同等か、鉄の腐食反応により還元的であり、pH についてはセメント環境中であり pH12 程度である。

埋設設備の環境条件での化学形態を推定するため、地球化学計算コード PHREEQC(Ver. 3.4.0)を用いた化学平衡計算を行った。計算には、熱力学データベース 140331c0.tdb (JAEA-TDB 2014 年 3 月版)を用いた。

また、計算において地下水組成は、FOHP を参照した(第 26 表)。Cl、Co、Ni、Sr、Nb、Tc、I、Cs、Pu 及び Am の 10 元素を対象とし、各元素の濃度は、Cl のみ FOHP の Cl 濃度とし、それ以外の元素は 1×10^{-10} mol/L とした。化学形態の pH 依存性については、FOHP の pH(8.64)を起点とし、酸性側(\leq pH 8.6)は HCl (Cl のみ H₂SO₄)、塩基性側(\geq pH 8.7)は NaOH を添加することにより所定の pH となるように設定した。このとき、想定される埋設環境では、地下水は覆土により大気とは遮断された状態であり、全重炭酸

イオン濃度は初期値から変化しないものとした。

第 26 表 FOHP の組成

pH	8.46
pe	8.00
Na (mol/L) *1	3.22×10^{-3}
K (mol/L)	5.79×10^{-5}
Ca (mol/L)	1.01×10^{-4}
Mg (mol/L)	6.50×10^{-5}
C (mol/L)	3.54×10^{-3}
S (mol/L)	1.00×10^{-6}
Cl (mol/L)	4.40×10^{-6}
Al (mol/L)	3.61×10^{-7}
Si (mol/L)	3.40×10^{-4}

*1：電荷バランスを調整

計算により求めた各元素の溶存種の化学形態に基づくと、Co 及び Ni は、中性～pH11 程度では炭酸錯体が生成するが pH11 以上では水酸化物が支配的となる。また、Pu については、中性～pH11 ではヒドロキソ炭酸錯体 ($\text{Pu}(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2^{2-}$) が、pH11 以上では水酸化物 ($\text{Pu}(\text{OH})_4$) が支配的となる(「5. (7) (ix) 有機物による収着影響度(セメント系材料)まとめ」参照)。Am については、中性～pH11 では炭酸錯体 (AmCO_3^+ 、 $\text{Am}(\text{CO}_3)_3^{3-}$)、pH11 以上では水酸化物 ($\text{Am}(\text{OH})_3$) が支配的となる。

そのため化学計算においては、埋設設備内で化学形態は炭酸錯体ではなく、水酸化物であると想定されるため、炭酸による影響は考え難い。

廃棄物埋設地で想定される元素の化学形態(pH11 以上)を第 27 表に示す。

一方で、分配係数試験では核種だけではなく、液相や固相への炭酸影響を考慮して試験を実施する必要がある。覆土完了後に廃棄物埋設地に地下水が浸入した場合に埋設環境は、地下水中の重炭酸イオンが埋設設備内のセメント系材料と反応し炭酸カルシウムが沈殿し⁽²⁴⁾、化学平衡に至った環境条件と想定される。そのため分配係数の試験条件では、廃棄物埋設地周辺の地下水中の炭酸成分(補足説明資料 7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量- 第 3 表 水質試験結果」)を考慮した模擬地下水

とセメントの平衡水を液相に用いて分配係数を取得した。また、セメント固相は、固相表面に大気中の二酸化炭素との反応による炭酸カルシウムの生成を避けるため、雰囲気制御したグローブボックス内で粉碎等の前処理を実施した。試験中は覆土後の大気と遮断された状態を想定し、容器を密閉した状態(グローブボックスを用いずに大気雰囲気下で実施)で反応させ、試験中における大気からの炭酸の影響を排除し分配係数を取得した。なお、第 28 表に示した試験前後の pH の値から、試験中において大気からの炭酸の影響は排除できたと考えられるが、Pu の価数については確認ができていない。さらに試験においては、第 29 表に示すように液相中に炭酸成分が含まれているが炭酸錯体が生成した場合のような分配係数の大きな低下はないと考えられる(参考資料 2 第 3 表参照)。

第 27 表 廃棄物埋設地で想定される元素の化学形態(pH11 以上)

元素	化学形態
C	多様な化学形態
Cl	Cl ⁻
Co	Co(OH) ₂ (aq)
Ni	Ni(OH) ₃ ⁻
Sr	Sr ²⁺
Nb	Nb(OH) ₆ ⁻
Tc	TcO ₄ ⁻
I	I ⁻
Cs	Cs ⁺
Pu	Pu(OH) ₄ (aq)
Am	Am(OH) ₃

第 28 表 浸漬試験前後の液相の pH 測定結果

	pH(試験前)	pH(試験後)
配合 1 ^{*1}	12.03	12.01
配合 2 ^{*1}	12.04	12.00
配合 3 ^{*1}	12.40	12.39

*1: 充填モルタルの 3 種類の候補材料(「参考資料 2 化学混和剤の分配係数への影響について」を参照)

第 29 表 炭酸成分の濃度の比較

配合	(mg/L)			
	最小値	～	最大値	平均値
第四紀層*1	5.6	～	30.6	16.4
配合 1*2	12.6	～	22.2	15.6
配合 2*2	37.8	～	48.0	41.4
配合 3*2	3.5	～	7.2	5.2

*1: 補足説明資料 7「添付資料 4 事業所敷地の水質試験結果 第 3 表」を参照

*2: 充填モルタルの 3 種類の候補材料(「参考資料 2 化学混和剤の分配係数への影響について」を参照)

(6) 地下水との反応(塩)による収着影響

(i) 塩による収着影響について

塩による収着影響は、1 号廃棄物埋設地の均質・均一固化体に含まれる塩を対象とし、分配係数試験のデータを用いて評価する。均質・均一固化体に含まれる可溶性塩の量を第 30 表に示す。

第 30 表 均質・均一固化体に含まれる可溶性塩の量

	平均重量(kg/本)*1	備考
硫酸塩	約 21	硫酸塩は、主に BWR 廃棄体に含まれている(BWR 廃棄体 1 本当たり、約 15kg～約 120kg 含まれている)。
ほう素 (ほう酸塩)	約 3.0	ほう素(ほう酸塩)は、主に PWR 廃棄体に含まれている(PWR 廃棄体 1 本当たり、約 3.0kg～約 18kg 含まれている)。

*1: これまでの埋設実績から、炉型の区別をせずに廃棄体 1 本当たりに含まれる平均重量を算定。

均質・均一固化体に関しては、実廃棄体を用いた塩による収着影響を含んだデータのため、収着影響度を考慮しない。ただし、C1 に関しては、実固化体を用いた分配係数試験データがないことから、塩を用いた充填材の収着分配係数試験データを用いて収着影響を評価する。

塩による収着影響は、影響が0年から高濃度のまま長期間に生じることを考慮し、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で共通とする。

埋設設備内の塩の濃度は、均質・均一固化体中の塩量を基に、廃棄体からの塩の溶出挙動及び地下水の流れを考慮し、「各種バリア材の分配係数について」⁽¹⁵⁾で設定された濃度(硫酸塩 3%、ほう酸塩 0.1%)とする。

(ii) 塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度

a. セメント系材料(廃棄体(充填固化体)及び充填材)

塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度(廃棄体(充填固化体)及び充填材)を第31表に示す。

塩を添加した場合の分配係数を塩なしの場合の分配係数で除し、それぞれ元素ごとに収着影響度を求める(除した値が1以上の場合は収着影響度を1とする)。

Pu及びAm以外の元素については、最も収着影響が大きい(緑枠の中で収着影響度の数値が最も小さい)値を丸めた値を収着影響度とする。

Pu及びAmに関しては収着影響度が1未満となるものもあるが、分配係数の値が大きく、収着する割合は誤差レベルとなるため収着影響度は1とする。データのないCl、Tc及びIに関しては、第7表のグループ分けからの類推は困難であるが、第27表で示すようにアルカリ環境ではNi及びNbと同じ陰イオン元素であるため、Ni及びNbと同じ収着影響度とした。また、Cl、Tc及びIは、比較的分配係数が小さいため、仮に収着影響度の値が0.1より大幅に小さいとしても線量結果に大きく影響はないと考える。

第 31 表 塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度
(廃棄体(充填固化体)及び充填材)

元素	分配係数試験結果 (m ³ /kg)			各塩による収着影響度		塩による 収着影響度
	塩なし	3.0% 硫酸塩	0.1% ほう酸塩	3.0% 硫酸塩	0.1% ほう酸塩	
C	0.0078	0.01	—	1	—	1
Cl	0.00198	—	—	—	—	0.1
Co	4.96	0.771	3.669	0.16	0.74	
Ni	3.754	1.338	1.296	0.36	0.35	
	0.076	0.1	—	1	—	
Sr	0.027	0.039	0.02	1	0.74	
Nb	2.869	0.656	0.664	0.23	0.23	
Tc	0.00031	—	—	—	—	
I	0.00037	—	—	—	—	
Cs	0.115	0.036	0.06	0.31	0.52	
Pu	58	53	48	0.91	0.83	
Am	52	61	56	1	1	

b. セメント系材料(コンクリート)

塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度(コンクリート)を第 32 表に示す。

塩を添加した場合の分配係数を塩なしの場合の分配係数で除し、それぞれ元素ごとに収着影響度を求める(除した値が 1 以上の場合は収着影響度を 1 とする)。

Pu 及び Am 以外の元素については、最も収着影響が大きい(緑枠の中で収着影響度の数値が最も小さい)値を丸めた値を収着影響度とする。

Pu 及び Am に関しては収着影響度が 1 未満となっているが、分配係数の値が大きく、収着する割合は誤差レベルとなるため収着影響度は 1 とする。

第 32 表 塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度(コンクリート)

元素	分配係数試験結果 (m ³ /kg)			各塩による収着影響度		塩による収着影響度
	塩なし	3.0%硫酸塩	0.1%ほう酸塩	3.0%硫酸塩	0.1%ほう酸塩	
C	0.0039	0.0082	—	1	—	1
Cl	—	—	—	—	—	0.02
Co	1.846	0.154	0.415	0.084	0.22	
Ni	2.9	0.498	0.079	0.17	0.027	
Sr	0.019	0.037	0.0096	1	0.51	
Nb	0.62	0.09	0.234	0.15	0.38	
Tc	0.0015	—	—	—	—	
I	0.00033	—	—	—	—	
Cs	0.065	0.033	0.046	0.51	0.71	
Pu	61	54	34.943	0.89	0.57	
Am	72	58	48	0.81	0.67	1

c. 難透水性覆土

塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度(難透水性覆土)を第 33 表に示す。

難透水性覆土への塩による収着影響については、塩を用いた分配係数試験結果から、塩を添加した場合の分配係数を健全試料の分配係数で除し、それぞれ塩による収着影響度を求め、最も影響が大きい値を丸め、塩による収着影響度とする。

また、難透水性覆土には C に対する収着性を期待しない。

第 33 表 塩を用いた分配係数試験結果及び塩による収着影響度(難透水性覆土)

元素	分配係数試験結果 (m ³ /kg)		硫酸塩による 収着影響度	塩による 収着影響度
	健全試料	0.5M(7%) Na ₂ SO ₄		
C	—	—	—	0.07
Cl	—	—	—	
Co	—	—	—	
Ni	1.803	0.133	0.074	
Sr	—	—	—	
Nb	0.539	0.046	0.085	
Tc	—	—	—	
I	—	—	—	
Cs	1.696	0.127	0.075	
Pu	—	—	—	
Am	8.289	1.766	0.21	

(iii) 塩による収着影響度まとめ

塩による収着影響度(最も可能性が高い設定・最も厳しい設定共通)を第 34 表に示す。

第 34 表 塩による収着影響度(最も可能性が高い設定・最も厳しい設定共通)

元素	塩による収着影響度				
	廃棄体		充填材	コンクリート	難透水性覆土
	均質・均一 固化体*1	充填固化体			
C	1	1	1	1	—
Cl	1×10 ^{-1*2}	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Co	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Ni	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Sr	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Nb	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Tc	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
I	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Cs	1	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	7×10 ⁻²
Pu	1	1	1	1	7×10 ⁻²
Am	1	1	1	1	7×10 ⁻²

*1：均質・均一固化体に関しては、塩による収着影響の評価を含むデータのため、収着影響度を考慮しない。

*2：充填材の収着影響度を用いる。

(7) 有機物による収着影響

有機物は、放射性物質と錯体を形成することが想定され、錯体を形成する場合には収着性に影響すると考えられる。

有機物による収着影響については、有機物の分解生成物を用いた分配係数試験の結果を用いて評価する。

埋設設備に使用される有機物の種類及び量は、1号及び2号廃棄物埋設地の使用実績を考慮する。

廃棄体に含まれる有機物の種類及び量は、「低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)」⁽²⁴⁾を考慮する。

(i) 有機物を用いた収着影響の評価

有機物の分解生成物のうち、イソサッカリン酸(ISA)は既往知見⁽⁴⁾⁽²⁵⁾より、金属元素と錯体を形成して金属元素のバリア材料への収着性を低下させ、ISAの濃度が高いほど収着影響が大きいことが知られている。

また、ISA以外の分解生成物についても収着性を低下させる可能性が考えられる。収着影響については、廃棄物埋設地中の分解生成物濃度(計算値)を基に、分解生成物の飽和濃度及び分解生成物の収着性、液固比(廃棄物埋設地)を考慮した濃度条件で試験を行い、セメント系材料及び難透水性覆土の有機物による収着影響を評価する。

Cについては既往知見⁽⁴⁾⁽²⁵⁾より有機物の分解生成物による収着影響がみられないと考えられるため、有機物による収着影響はないこととする。

(ii) 廃棄物埋設地中の有機物及びその量について

廃棄物埋設地中の有機物は、埋設設備に使用されるものと廃棄体に含まれるものがある。埋設設備に使用される主な有機物は、補修材のウレタン樹脂及びエポキシ樹脂、埋設設備構築のためのポリ塩化ビニル樹脂(シート)である。さらに埋設設備には、内部防水を行うことから、内部防水材に有機物を含む場合は、この有機物の影響も配慮する必要がある。ただし、内部防水材の具体的な決定は、今後となる。廃棄体に含まれる主な有機物は、ポリ塩化ビニル樹脂及びセルロースである。

これら有機物はそのままの状態ではセメントへの収着阻害物質として影響しないが、埋設環境下でのこれら有機物の分解生成物が、収着性に影響すると考えられる。

これら有機物の主な分解生成物は、ウレタン樹脂はジアミノトルエン(DAT)、エポ

キシ樹脂とポリ塩化ビニル樹脂中の可塑剤はフタル酸、セルロースは ISA であるため、これらの収着性への影響を評価する。

なお、埋設設備の充填材にはセルロース系の化学混和剤(増粘剤)が用いられているため、長期的なセルロースの分解によって生じる ISA が収着性に大きく影響を及ぼすと考えられる。ISA の影響については、廃棄体に含まれるセルロースの分解生成物の全量を ISA とする評価をしており、埋設設備の充填材におけるセルロース系の化学混和剤(増粘剤)の影響はこの評価に包含される。

線量評価に用いる分配係数は、廃棄物埋設地内における有機物の分解生成物の間隙水中濃度が評価対象とする全期間において、一定の濃度であると仮定して設定を行っている。しかし、実際には廃棄物埋設地内に地下水が流出入することによって、比較的速やかに間隙水中濃度の低下が生じるため、現実的には分配係数への有機物影響は、覆土完了後の地下水の流出入が生じる初期に限定される。

現在、内部防水材の有機物量を具体的に設定できないため、極端な例として埋設設備に使用される有機物量が百倍程度に増加した場合でも、廃棄物埋設地内に地下水が流出入し、入れ替わることによって、数十年程度で評価上想定している分解生成物の間隙水中濃度を下回る。線量への影響については、分配係数を廃棄物埋設地内に地下水が流出入することを考慮した設定値とするとともに、地下水が覆土側に移行し難く、大部分が岩盤側へ流出することを考慮した線量評価を行い、線量評価結果への影響はないことを確認している(線量評価結果は「参考資料 3 3. 線量評価結果」を参照)。

また、廃棄物埋設地内の材料に評価において考慮していない有機系材料を使用する場合は、化学構造及び使用量に基づいて収着影響を評価し、線量評価結果に影響がないことを確認した上で使用する。

a. 3号廃棄物埋設地

埋設設備に使用される有機物は、1号及び2号廃棄物埋設地の使用量(実績)を基に、廃棄体に含まれる有機物は、「低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)」⁽²⁴⁾を基に3号廃棄物埋設地の埋設廃棄体 211,200 本分への換算により各施設の有機物量を試算し、いずれかの施設で有機物量の大きい値を3号廃棄物埋設地の有機物量とした。3号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータを第35表に示す。

- ・主な分解生成物が DAT であるウレタン樹脂については、有機物量を 1 号廃棄物埋設地と 2 号廃棄物埋設地で比較して、量の多い 2 号廃棄物埋設地の有機物量を用いる。
- ・主な分解生成物がフタル酸であるものには、エポキシ樹脂とポリ塩化ビニル樹脂があるが、エポキシ樹脂については、有機物量を 1 号廃棄物埋設地と 2 号廃棄物埋設地で比較して、量の多い 1 号廃棄物埋設地の有機物量を用いる。ポリ塩化ビニル樹脂については、2 号廃棄物埋設地の有機物量と充填固化体の有機物量の合計量を用いる。
- ・主な分解生成物が ISA であるセルロースについては、充填固化体にのみ存在するため、この有機物量を用いる。

第 35 表 3 号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータ

	廃棄物埋設地	有機物	有機物量 (g)	分解生成物
埋設設備	1 号廃棄物埋設地	ウレタン樹脂	3.0×10^6	DAT
		エポキシ樹脂	1.3×10^7	フタル酸
	2 号廃棄物埋設地	ポリ塩化ビニル樹脂	4.7×10^4	フタル酸
		ウレタン樹脂	3.9×10^6	DAT
		エポキシ樹脂	8.3×10^6	フタル酸
廃棄体	2 号廃棄物埋設地	セルロース	3.1×10^7	ISA
		ポリ塩化ビニル樹脂	1.2×10^9	フタル酸

b. 1 号廃棄物埋設地

埋設設備に使用される有機物であるウレタン樹脂、エポキシ樹脂及びポリ塩化ビニル樹脂について、1 号廃棄物埋設地及び 2 号廃棄物埋設地の使用量(実績)をそれぞれ 8 群分に換算し、それぞれ量の多い廃棄物埋設地の有機物量を用いる。廃棄体に含まれる有機物は、「低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)」⁽²⁴⁾を基に、1 号廃棄物埋設地 8 基分の埋設廃棄体 40,960 本分に換算して、廃棄体に含まれる有機物量とした。1 号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータを第 36 表に示す。

- ・主な分解生成物が DAT であるウレタン樹脂については、有機物量を 1 号廃棄物埋設地と 2 号廃棄物埋設地で比較して、量の多い 2 号廃棄物埋設地の有機物量を用いる。

- ・主な分解生成物がフタル酸であるものには、エポキシ樹脂とポリ塩化ビニル樹脂があるが、エポキシ樹脂については、有機物量を1号廃棄物埋設地と2号廃棄物埋設地で比較して、量の多い1号廃棄物埋設地の有機物量を用いる。ポリ塩化ビニル樹脂については、2号廃棄物埋設地の有機物量と充填固化体40,960本分の有機物量の合計量を用いる。
- ・主な分解生成物がISAであるセルローズについては、充填固化体40,960本分の有機物量を用いる。

第36表 1号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータ

	廃棄物埋設地	有機物	有機物量(g)	分解生成物
埋設設備	1号廃棄物埋設地	ウレタン樹脂	3.0×10^6	DAT
		エポキシ樹脂	1.3×10^7	フタル酸
	2号廃棄物埋設地	ウレタン樹脂	3.9×10^6	DAT
		エポキシ樹脂	8.3×10^6	フタル酸
		ポリ塩化ビニル樹脂	4.7×10^4	フタル酸
廃棄体	2号廃棄物埋設地	セルローズ	6.0×10^6	ISA
		ポリ塩化ビニル樹脂	2.3×10^8	フタル酸

c. 2号廃棄物埋設地

埋設設備に使用される有機物は、2号廃棄物埋設地の使用量(実績)を基に、廃棄体に含まれる有機物は、「低レベル放射性廃棄物処分廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)」⁽²⁴⁾を基に、207,360本分に換算して埋設設備に使用される有機物量とした。2号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータを第37表に示す。

第37表 2号廃棄物埋設地の有機物量の算出に用いたデータ

	有機物	有機物量(g)	分解生成物
埋設設備	ポリ塩化ビニル樹脂	4.7×10^4	フタル酸
	ウレタン樹脂	3.9×10^6	DAT
	エポキシ樹脂	8.3×10^6	フタル酸
廃棄体	セルローズ	3.1×10^7	ISA
	ポリ塩化ビニル樹脂	1.2×10^9	フタル酸

(iii) 有機物の分解率

有機物から生成する分解生成物は、濃度が高いほど分配係数への影響が大きいと考えられるため、セルロースの分解率を基に有機物影響を評価する。

Glaus らの報告によるセルロースの分解率⁽²⁰⁾を第 11 図に示す。この図からセルロース(紙)の分解率(第 11 図の PaperC3)は、分解速度が最も大きい 2 年程度の間において 0.05 を超えないが、セルロースの分解率は長期的に徐々に増加しているため、外挿した場合には 0.05 を超える可能性はある。実際には、埋設設備内の分解生成物の間隙濃度は、セルロースの分解速度及び廃棄物埋設地に浸入する地下水による液交換の速度で決まるため、分解率が長期的に微増しても、分解率が 0.05 での濃度を大きく超えることは考え難い。そのため、最も可能性が高い設定におけるセルロースの分解率は 0.05 と設定した。一方で最も厳しい設定においては、セルロースの分解率は 0.3 を超えないことから、分解率を 0.3 と設定した。

また、核種移行評価における分配係数の設定では、上記の分解率で瞬時に有機物から分解生成物が生成し分配係数が低下する影響を考慮した分配係数値を全評価期間で設定している。そのため長期の影響を十分に包含していると言える。

ポリ塩化ビニル樹脂(可塑剤)、ウレタン樹脂及びエポキシ樹脂は、瞬時に全量分解するものとし、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定ともに分解率を 1 と設定した。

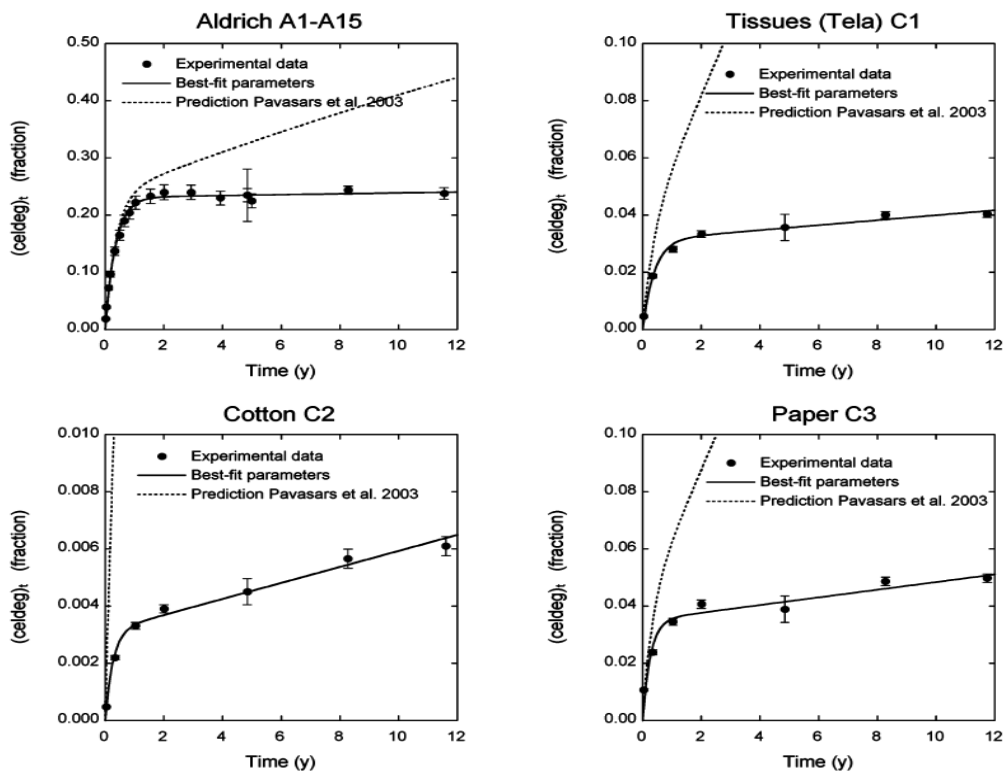


FIGURE 3. Extent of cellulose degradation based on ISA data as a function of time during degradation of various cellulose types in ACW-I. Comparison of the prediction of Pavasars et al. (16) with the best-fit parameters for eq 3 given in Table 2.

第 11 図 セルロースの分解率

(iv) 分解生成物の物質量

a. 3号廃棄物埋設地

1号及び2号廃棄物埋設地に存在する有機物の存在量及び有機物の分解率から、3号廃棄物埋設地における分解生成物の物質量を求める。分解生成物の物質量(3号廃棄物埋設地)を第38表に示す。

第 38 表 分解生成物の物質質量(3号廃棄物埋設地)

分解生成物	有機物	設定	有機物量 (g)	分解率	係数	分解生成物量 (g)	分解生成物の分子量 (g/mol)	物質質量 (mol)
フタル酸	ポリ塩化ビニル樹脂	共通	1.2×10^9	1	0.4^{*1}	$4.8 \times 10^{8*2}$	390.5^{*3}	1.3×10^6
	エポキシ樹脂	共通	1.3×10^7	1	1	1.3×10^7	148.1	
DAT	ウレタン樹脂	共通	3.9×10^6	1	1	3.9×10^6	122.1	3.2×10^4
ISA	セルロース	最も可能性が高い設定	3.1×10^7	0.05	1.1^{*4}	1.7×10^6	180.15	9.5×10^3
		最も厳しい設定	3.1×10^7	0.3	1.1^{*4}	1.0×10^7	180.15	5.7×10^4

*1：ポリ塩化ビニル樹脂中にフタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))として40%添加されているものとした。

*2：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の量。

*3：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の分子量。

*4：セルロースから ISA が生成する際の加水分解に伴う分解生成物量の増加を考慮し 1.1 とした。

b. 1号廃棄物埋設地

1号及び2号廃棄物埋設地に存在する有機物の存在量及び有機物の分解率から、1号廃棄物埋設地における分解生成物の物質質量を求める。分解生成物の物質質量(1号廃棄物埋設地)を第39表に示す。

第 39 表 分解生成物の物質質量(1号廃棄物埋設地)

分解生成物	有機物	設定	有機物量 (g)	分解率	係数	分解生成物量 (g)	分解生成物の分子量 (g/mol)	物質質量 (mol)
フタル酸	ポリ塩化ビニル樹脂	共通	2.3×10^8	1	0.4^{*1}	$9.2 \times 10^{7*2}$	390.5^{*3}	3.3×10^5
	エポキシ樹脂	共通	1.3×10^7	1	1	1.3×10^7	148.1	
DAT	ウレタン樹脂	共通	3.9×10^6	1	1	3.9×10^6	122.1	3.2×10^4
ISA	セルロース	最も可能性が高い設定	6.0×10^6	0.05	1.1^{*4}	3.3×10^5	180.15	1.8×10^3
		最も厳しい設定	6.0×10^6	0.3	1.1^{*4}	2.0×10^6	180.15	1.1×10^4

*1：ポリ塩化ビニル樹脂中にフタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))として40%添加されているものとした。

*2：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の量。

*3：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の分子量。

*4：セルロースから ISA が生成する際の加水分解に伴う分解生成物量の増加を考慮し 1.1 とした。

c. 2号廃棄物埋設地

2号廃棄物埋設地に存在する有機物の存在量及び有機物の分解率から、2号廃棄物埋設地における分解生成物の物質量を求める。分解生成物の物質量(2号廃棄物埋設地)を第40表に示す。

第40表 分解生成物の物質量(2号廃棄物埋設地)

分解生成物	有機物	設定	有機物量(g)	分解率	係数	分解生成物量(g)	分解生成物の分子量(g/mol)	物質量(mol)
フタル酸	ポリ塩化ビニル樹脂	共通	1.2×10^9	1	0.4 ^{*1}	$4.8 \times 10^{8*2}$	390.5 ^{*3}	1.3×10^6
	エポキシ樹脂	共通	1.3×10^7	1	1	1.3×10^7	148.1	
DAT	ウレタン樹脂	共通	3.9×10^6	1	1	3.9×10^6	122.1	3.2×10^4
ISA	セルロース	最も可能性が高い設定	3.1×10^7	0.05	1.1 ^{*4}	1.7×10^6	180.15	9.5×10^3
		最も厳しい設定	3.1×10^7	0.3	1.1 ^{*4}	1.0×10^7	180.15	5.7×10^4

*1：ポリ塩化ビニル樹脂中にフタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))として40%添加されているものとした。

*2：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の量。

*3：フタル酸系の可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))の分子量。

*4：セルロースからISAが生成する際の加水分解に伴う分解生成物量の増加を考慮し1.1とした。

(v) 各廃棄物埋設地の間隙体積

廃棄体、充填材、コンクリートそれぞれの全体積に影響物質の濃度が高くなるように保守側に間隙率(0.2)を乗じ間隙体積を求める。

廃棄体の上部空隙は、廃棄体1本当たり、10L(200L×5%)とし、3号廃棄物埋設地は211,200本、1号廃棄物埋設地は204,800本、2号廃棄物埋設地は207,360本を乗じて求めた。

充填材は、ドラム缶の体積を除いた値を用いた。各廃棄物埋設地の間隙体積を第41表に示す。

第 41 表 各廃棄物埋設地の間隙体積

	全体積 (m ³)				間隙率	間隙体積 (m ³)		
	3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地		2号廃棄物埋設地		3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地
		均質・均一固化体	充填固化体					
廃棄体	21,120	21,504	5,018	20,736	0.2	4,224	5,304	4,147
廃棄体上部空隙	(2,112)* ¹	(1,587)* ¹	(461)* ¹	(2,074)* ¹	1.0	2,112	2,048	2,074
充填材(ドラム缶体積除く)	38,619	37,574	10,909	48,124	0.2	7,724	9,697	9,625
コンクリート(鉄筋体積除く)	33,816	36,098	10,480	47,260	0.2	6,763	9,316	9,452
合計	93,555	95,176	26,406	116,120	—	20,823	26,365	25,298

*1：空隙のため合計値には含めない。

(vi) 分解生成物濃度の設定

分解生成物の物質量を各廃棄物埋設地の間隙体積で除して求めた分解生成物濃度を基に、有機物の溶解度及びセメント系材料への収着性、液固比(試験条件、施設)を考慮して求めた廃棄物埋設地中の分解生成物濃度を第 42 表に示す。

分解生成物濃度を求めるに当たり、最も濃度が高い 3 号廃棄物埋設地の濃度を使用した。

第 42 表 廃棄物埋設地中の分解生成物濃度

分解生成物	設定	分解生成物の物質量を各廃棄物埋設地の間隙体積で除して求めた分解生成物濃度 (mol/L)				分解生成物濃度 (mol/L)
		3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地		2号廃棄物埋設地	
			1群から6群	7,8群		
フタル酸	共通	6.4×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	5.2×10^{-2}	1×10^{-2}
DAT	共通	1.6×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	2×10^{-3}
ISA	最も可能性が高い設定	4.6×10^{-4}	—	7.5×10^{-5}	3.8×10^{-4}	1×10^{-5}
	最も厳しい設定	2.8×10^{-3}	—	4.5×10^{-4}	7.7×10^{-3}	2×10^{-3}

第 42 表で示した分解生成物濃度の設定の考え方は以下のとおり。

- ・ フタル酸の分解生成物濃度は、第 42 表の各廃棄物埋設地の分解生成物濃度及

びフタル酸カルシウムの飽和溶解度 ($2 \times 10^{-2} \text{mol/L}$) を考慮し、 $1 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ とした。可塑剤が瞬時に分解しフタル酸が生成するものとし、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で分解生成物濃度を共通とした。

- DAT の分解生成物濃度は、第 42 表の各廃棄物埋設地の分解生成物濃度から $2 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ とした。ウレタン樹脂が瞬時に分解し DAT が生成するものとし、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で分解生成物濃度を共通とした。
- フタル酸、DAT に関しては、廃棄物埋設地への収着は考慮しないが、ISA に関してはセメント系材料への収着に関する知見⁽⁴⁾があるため、これを基に廃棄物埋設地のセメント系材料への ISA の収着を考慮し、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定の分解生成物濃度を設定した。
- ISA の最も可能性が高い設定の分解生成物濃度は、第 42 表の各廃棄物埋設地の分解生成物濃度から $1 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ とした。最も厳しい設定の分解生成物濃度は、飽和溶解度 ($1.8 \times 10^{-2} \text{mol/L}$) を考慮し $2 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ とした。

(vii) 有機物を用いた分配係数試験結果(セメント系材料)

有機物影響による分配係数試験の有機物濃度を「5. (7) (vi) 分解生成物濃度の設定」で求めた分解生成物濃度とするが、Cs、Ni 及び Nb における ISA の有機物濃度に関しては、より高い濃度を設定し、最も可能性が高い設定で $3 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ 、最も厳しい設定で $1 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ の試験結果を用いた。セメント系材料における有機物を用いた分配係数試験結果を第 43 表に示す。

第 43 表 有機物を用いた分配係数試験結果(セメント系材料)

元素	有機物なし	分配係数 (m^3/kg)					
		フタル酸	DAT	ISA			
				最も可能性が高い設定		最も厳しい設定	
1×10^{-2} (mol/L)	5×10^{-3} (mol/L)	3×10^{-4} (mol/L)	1×10^{-5} (mol/L)	1×10^{-2} (mol/L)	2×10^{-3} (mol/L)		
Cs	0.1	0.113	0.111	0.13	—	0.125	—
Ni	0.144	0.113	0.017	0.1	—	0.079	—
Nb	>4.923	>0.06	>5.268	5.803	—	0.322	—
Pu	>9.857	>6.067	>15.193	—	— ^{*1}	—	0.0013

*1 : Pu の $1 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ は TRU2 次レポート⁽²⁵⁾から収着影響度を設定する。

放射性物質は有機物と錯体を形成することにより、バリア材料への収着性が低下する。1個の放射性物質は、1個の有機物と錯体を形成するため、複数の有機物による収着影響は重畳しないものとし、有機物による収着影響は、収着影響が最も大きい有機物で代表することで他の有機物の収着影響を包含できると考える。

各有機物を添加した場合の分配係数を、有機物を添加しない場合の分配係数で除した値を丸め、元素ごとにそれぞれの有機物について収着影響度を求め(除した値が1以上の場合は収着影響度を1とする。)、その中でも影響が最も大きいものをそれぞれの元素における有機物による収着影響度とする。

(viii) 有機物による収着影響度(セメント系材料)

第43表に示した有機物を用いた分配係数試験結果から、有機物を添加した場合の分配係数を、有機物を添加しない場合の分配係数で除し、丸めた値を有機物による収着影響度とする。

a. 2号及び3号廃棄物埋設地

セメント系材料における2号及び3号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度を第44表に示す。

第44表 2号及び3号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度(セメント系材料)

元素	各有機物による収着影響度				有機物による収着影響度	
	フタル酸	DAT	ISA		最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
	共通	共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定		
Cs	1	1	1	1	1	1
Ni	1	1×10^{-1}	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1	1	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}
Pu	1	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-2}

第44表で示した有機物影響による収着影響度は以下の考え方で設定した。

- ・ フタル酸は計算上では収着影響度が1未満になる元素もあるが、装置の検出限界の問題であり、収着性の観点ではフタル酸による収着影響はないものとし、全て1とした。
- ・ NiのISAによる収着影響度は、計算上では最も可能性が高い設定0.69、最も

厳しい設定 0.55 だが、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で ISA による収着影響に差異はないものとし最も可能性が高い設定、最も厳しい設定ともに 5×10^{-1} とした。

- ・ Nb の最も厳しい設定における ISA による収着影響度は計算上では 0.065 となり、これを丸め 5×10^{-2} とした。
- ・ Pu の最も可能性が高い設定における ISA による収着影響度は、TRU2 次レポート⁽²⁵⁾から 5×10^{-2} とした。
- ・ Pu の最も厳しい設定における ISA による収着影響度は計算上 0.026 となり、これを丸め 1×10^{-2} とした。

b. 1号廃棄物埋設地

有機物を用いた分配係数試験結果から求めたセメント系材料における1号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度を第45表に示す。

第45表 1号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度(セメント系材料)

元素	各有機物による収着影響度				有機物による収着影響度		
	施設(1群から8群)		廃棄体(1群から6群では考慮しない)		1群から6群	7,8群	
	フタル酸	DAT	ISA				
	共通	共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定	共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
Cs	1	1	1	1	1	1	1
Ni	1	1×10^{-1}	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1	1	5×10^{-2}	1	1	5×10^{-2}
Pu	1	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}

第45表で示した有機物影響による収着影響度は以下の考え方で設定した。

- ・ 有機物による収着影響は、1群から6群に関しては、埋設設備に使用される有機物のみ(フタル酸及びDAT)を考慮し、ISAの収着影響は考慮しない。一方で、7,8群に関しては、廃棄体に含まれる有機物もあるため、埋設設備に使用される有機物に加えてISAの収着影響も考慮する。
- ・ フタル酸は計算上では収着影響度が1未満になる放射性物質もあるが、装置の検出限界の問題であり、収着性の観点ではフタル酸による影響はないものとし、

全て1とした。

- ・ Ni の ISA による収着影響度は、計算上では最も可能性が高い設定 0.69、最も厳しい設定 0.55 だが、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で ISA による収着影響に差異はないものとし、両設定ともに 5×10^{-1} とした。
- ・ Nb の最も厳しい設定における ISA による収着影響度は、計算上では 0.065 となり、これを丸め 5×10^{-2} とした。
- ・ Pu の最も可能性が高い設定における ISA による収着影響度は、TRU2 次レポート⁽²⁵⁾から収着影響度を 5×10^{-2} とした。
- ・ Pu の最も厳しい設定における ISA による収着影響度は、計算上 0.026 となり、これを丸め 1×10^{-2} とした。

(ix) 有機物による収着影響度(セメント系材料)まとめ

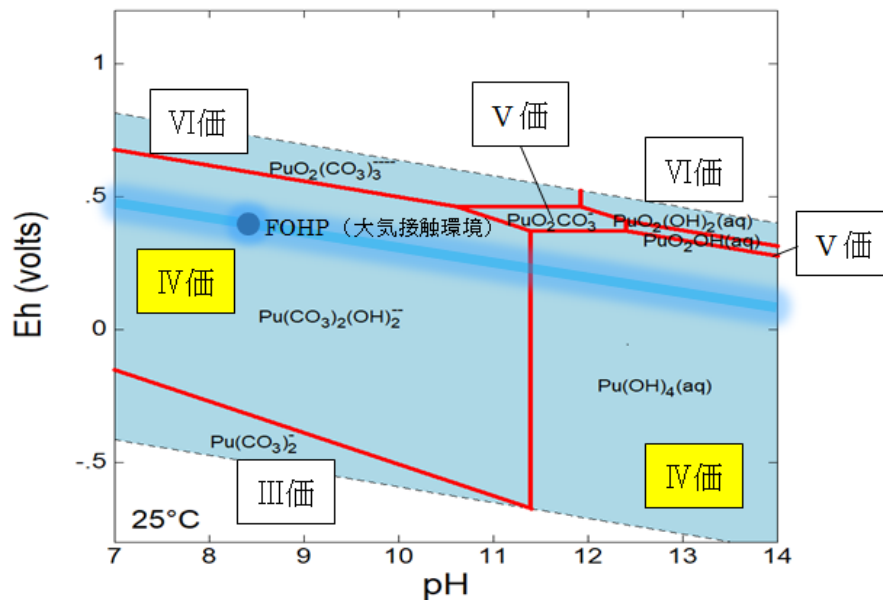
Cl、Co、Sr、Tc、I 及び Am に関しては、以下のとおり収着影響度を設定した。

- ・ Co は、同じ遷移金属である Ni、Nb の結果を比較し、収着影響が大きい方(収着影響度の数値が小さい方)とした。
- ・ Sr は同じ陽イオンの Cs と同じとした。
- ・ 陰イオン(Cl、Tc、I)は、セメント系材料への収着性が小さいこと、また、フタル酸や ISA は液相中では解離して負に帯電しており、陰イオンとの錯体形成による収着影響は小さいと想定されることから有機物による収着影響はないものとした。
- ・ Am は、TRU2 次レポート⁽²⁵⁾に基づき Pu と収着影響度を同じとした。

TRU2 次レポート⁽²⁵⁾では、Ⅲ価及びⅣ価のアクチノイドについては、溶解度上昇に及ぼす有機物(ISA)の影響が同程度であり、収着影響度は溶解度上昇の影響と等しいとの仮定のもと、Pu(Ⅳ)と Am(Ⅲ)の収着分配係数の影響割合は同じ値が設定されている。計算から求めた Pu の pH-Eh 図を第 12 図に示す。Pu の酸化数は pH 及び酸化還元電位によって、Ⅲ価からⅥ価の酸化数となる。地中の埋設設備の酸化還元環境は、FOHP と同等か、鉄の腐食反応により還元的であること、埋設設備はセメント環境中で pH12 程度であることから、Pu はⅣ価(溶存化学種 $\text{Pu}(\text{OH})_4$)が支配的となると推定される。そのため、Am の有機物による収着影響度については、Pu(Ⅳ)と同じとした。

なお、図中に示した大気平衡の線は、大気接触環境における FOHP の電位を示して

いる。



第 12 図 Pu の pH-Eh 図

以上のことから求めたセメント系材料における有機物による収着影響度を第 46 表に示す。

第 46 表 有機物による収着影響度(セメント系材料)

元素	有機物による収着影響度				
	2号及び3号 廃棄物埋設地		1号廃棄物埋設地		
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	1群から6群 共通	7,8群 最も可能性 が高い設定	7,8群 最も厳しい 設定
Cl	1	1	1	1	1
Co	1×10^{-1}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-2}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Sr	1	1	1	1	1
Nb	1	5×10^{-2}	1	1	5×10^{-2}
Tc	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1
Cs	1	1	1	1	1
Pu	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}

(x) ISA を用いた分配係数試験結果及び ISA による収着影響度(難透水性覆土)

ISA を添加した場合の分配係数を、有機物なしの場合の分配係数で除した値を分数に丸め、ISA による収着影響度とする(除した値が 1 以上の場合は 1 とする)。

難透水性覆土における ISA を用いた分配係数試験結果及び ISA による収着影響度を第 47 表に示す。

第 47 表 ISA を用いた分配係数試験結果及び ISA による収着影響度(難透水性覆土)

元素	分配係数試験結果 (m ³ /kg)			ISA による収着影響度	
	有機物なし	ISA*1		最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
		1.5×10 ⁻³ (mol/L)	1×10 ⁻² (mol/L)		
Ni	1.802	1.753	0.751	1*2	3.3×10 ⁻¹
Nb	0.542	0.570	0.128	1	2×10 ⁻¹
Pu	0.059	0.547	0.567	1	1
Am	8.290	8.538	3.239	1	3.3×10 ⁻¹

*1: 最も可能性が高い設定に 1.5×10⁻³mol/L のデータを、最も厳しい設定に 1×10⁻²mol/L のデータを使用する。

*2: Ni の ISA による最も可能性が高い設定の収着影響度は、計算上では 0.97 となるが、測定誤差と考えられることから、収着影響度は 1(影響なし)とした。

(xi) 有機物による収着影響度(難透水性覆土)

a. 2号及び3号廃棄物埋設地

難透水性覆土におけるフタル酸及び DAT による収着影響度については、セメント系材料における有機物による収着影響度を用いる。

各有機物による収着影響が最も大きいもの(収着影響度の数値が最も小さいもの)をそれぞれの元素における有機物による収着影響度とする。求めた 2号及び3号廃棄物埋設地の難透水性覆土における有機物による収着影響度を第 48 表に示す。

第 48 表 2号及び3号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度(難透水性覆土)

元素	各有機物による収着影響度				有機物による収着影響度	
	フタル酸	DAT	ISA		最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
	共通	共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定		
Cs	1	1	—	—	1	1
Ni	1	1×10^{-1}	1	3.3×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1	1	2×10^{-1}	1	2×10^{-1}
Pu	1	1	1	1	1	1
Am	—	—	1	3.3×10^{-1}	1	3.3×10^{-1}

b. 1号廃棄物埋設地

難透水性覆土におけるフタル酸及びDATによる収着影響度については、セメント系材料における有機物による収着影響度を用いる。

各有機物による収着影響度が最も大きいもの(収着影響度の数値が最も小さいもの)をそれぞれの元素における有機物による収着影響度とする。求めた1号廃棄物埋設地の難透水性覆土における有機物による収着影響度を第49表に示す。

第49表 1号廃棄物埋設地の有機物による収着影響度(難透水性覆土)

元素	各有機物による収着影響度				有機物による収着影響度		
	7, 8群				1群から6群	7, 8群	
	1群から6群						
	フタル酸	DAT	ISA		共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定
	共通	共通	最も可能性が高い設定	最も厳しい設定			
Cs	1	1	—	—	1	1	1
Ni	1	1×10^{-1}	1	3.3×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1	1	2×10^{-1}	1	1	2×10^{-1}
Pu	1	1	1	1	1	1	1
Am	—	—	1	3.3×10^{-1}	1	1	3.3×10^{-1}

(xii) 有機物による収着影響度(難透水性覆土)まとめ

Cl、Co、Sr、Tc及びIは、以下の考え方により有機物による収着影響度を設定した。

- ・ Coは、同じ遷移金属であるNi、Nbの結果を比較し、収着影響が大きい方(収着影響度の数値が小さい方)と同じとした。

- ・ Sr は同じ陽イオンの Cs と同じとした。
- ・ 陰イオン (Cl、Tc、I) は、セメント系材料への収着性が小さいこと、また、フタル酸や ISA は液相中では解離して負に帯電しており、陰イオンとの錯体形成による収着影響は小さいと想定されることから有機物による収着影響はないものとした。
- ・ 1 群から 6 群の Am は、TRU2 次レポート⁽²⁵⁾より Pu と収着影響度を同じとした。

以上のことから求めた難透水性覆土における有機物による収着影響度を第 50 表に示す。

第 50 表 有機物による収着影響度(難透水性覆土)

元素	有機物による収着影響度					
	2号及び3号 廃棄物埋設地		1号廃棄物埋設地			
			1群から6群		7,8群	
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定
Cl	1	1	1	1	1	1
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Sr	1	1	1	1	1	1
Nb	1	2×10^{-1}	1	1	1	2×10^{-1}
Tc	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1	1
Cs	1	1	1	1	1	1
Pu	1	1	1	1	1	1
Am	1	3.3×10^{-1}	1	1	1	3.3×10^{-1}

(8) 微生物による収着影響

微生物の活動により、固相、液相及び化学形態が変化するため収着性に影響すると考えられるが、セメント系材料は、高 pH 環境のため、微生物の活性は低く⁽⁴⁾収着性に影響しないものとする。

難透水性覆土及び岩盤(鷹架層)は、微生物の活動により、炭素が無機化⁽²⁶⁾するとするが、収着影響を包含した初期状態の分配係数を用いるため考慮しない。

6. 分配係数低下係数の算出

(1) セメント系材料の分配係数低下係数

(i) 2号及び3号廃棄物埋設地

2号及び3号廃棄物埋設地の難透水性覆土における収着影響は、有機物による影響のみを考慮するため、有機物による収着影響度が分配係数低下係数となる。セメント系材料の分配係数低下係数(2号及び3号廃棄物埋設地)を第51表に示す。

第51表 セメント系材料の分配係数低下係数(2号及び3号廃棄物埋設地)

元素	最も可能性が高い設定		最も厳しい設定	
	収着影響度	分配係数低下係数	収着影響度	分配係数低下係数
	①有機物	①	②有機物	②
Cl	1	1	1	1
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Sr	1	1	1	1
Nb	1	1	5×10^{-2}	5×10^{-2}
Tc	1	1	1	1
I	1	1	1	1
Cs	1	1	1	1
Pu	5×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}

(ii) 1号廃棄物埋設地

セメント系材料における収着影響については、有機物による収着影響度に塩による収着影響度を乗じたものが分配係数低下係数となる。

1号廃棄物埋設地のセメント系材料における分配係数低下係数を第52表～第58表に示す。

セメント破砕物充填固化体については、充填材の初期状態の分配係数(第15表)に塩及び有機物の影響を考慮して分配係数を設定する必要があるため、セメント破砕物充填固化体の分配係数低下係数(第53表)については、充填材の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 7,8群)(第56表)と同じ分配係数低下係数を用いる。

第 52 表 廃棄体(均質・均一固化体)の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 1群から6群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Co	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}
Ni	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}
Sr	1	1	1	1	1	1
Nb	1	1	1	1	1	1
Tc	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	1	1
Cs	1	1	1	1	1	1
Pu	1	1	1	1	1	1
Am	1	1	1	1	1	1

第 53 表 廃棄体(セメント破砕物充填固化体)の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 8群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}
Sr	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Tc	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
I	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Cs	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Pu	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}

第 54 表 廃棄体(充填固化体)の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 7,8群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}
Sr	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Tc	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
I	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Cs	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Pu	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}

第 55 表 充填材の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 1群から6群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}
Sr	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Tc	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
I	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Cs	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Pu	1	1	1	1	1	1
Am	1	1	1	1	1	1

第 56 表 充填材の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 7, 8 群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-2}
Sr	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Nb	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-2}	1×10^{-1}	5×10^{-3}
Tc	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
I	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Cs	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Pu	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}

第 57 表 コンクリートの分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 1群から6群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Co	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}
Sr	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Nb	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Tc	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
I	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cs	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pu	1	1	1	1	1	1
Am	1	1	1	1	1	1

第 58 表 コンクリートの分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 7,8群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数	収着影響度		分配係数低下係数
	①有機物	②塩	①×②	③有機物	④塩	③×④
C	1	1	1	1	1	1
Cl	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Co	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}	5×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}	1×10^{-1}	2×10^{-2}	2×10^{-3}
Sr	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Nb	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	5×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^{-3}
Tc	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
I	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cs	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pu	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}
Am	5×10^{-2}	1	5×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1×10^{-2}

(2) 難透水性覆土の分配係数低下係数

(i) 2号及び3号廃棄物埋設地

2号及び3号廃棄物埋設地の難透水性覆土における収着影響は、有機物による影響のみを考慮するため、有機物による収着影響度が分配係数低下係数となる。

難透水性覆土の分配係数低下係数(2号及び3号廃棄物埋設地)を第59表に示す。

第 59 表 難透水性覆土の分配係数低下係数(2号及び3号廃棄物埋設地)

元素	最も可能性が高い設定		最も厳しい設定	
	収着影響度	分配係数低下係数	収着影響度	分配係数低下係数
	①有機物	①	②有機物	②
Cl	1	1	1	1
Co	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Ni	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Sr	1	1	1	1
Nb	1	1	2×10^{-1}	2×10^{-1}
Tc	1	1	1	1
I	1	1	1	1
Cs	1	1	1	1
Pu	1	1	1	1
Am	1	1	3.3×10^{-1}	3.3×10^{-1}

(ii) 1号廃棄物埋設地

1号廃棄物埋設地の難透水性覆土における収着影響については、有機物による収着影響度に塩による収着影響度を乗じたものが分配係数低下係数となる。1号廃棄物埋設地における難透水性覆土の分配係数低下係数を第60表及び第61表に示す。

第60表 難透水性覆土の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 1群から6群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数 ①×②	収着影響度		分配係数低下係数 ③×④
	①有機物	②塩		③有機物	④塩	
Cl	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Co	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}
Sr	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Nb	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Tc	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
I	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Cs	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Pu	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Am	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}

第61表 難透水性覆土の分配係数低下係数(1号廃棄物埋設地 7,8群)

元素	最も可能性が高い設定			最も厳しい設定		
	収着影響度		分配係数低下係数 ①×②	収着影響度		分配係数低下係数 ③×④
	①有機物	②塩		③有機物	④塩	
Cl	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Co	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}
Ni	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}	1×10^{-1}	7×10^{-2}	7×10^{-3}
Sr	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Nb	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	2×10^{-1}	7×10^{-2}	1.4×10^{-2}
Tc	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
I	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Cs	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Pu	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}
Am	1	7×10^{-2}	7×10^{-2}	3.3×10^{-1}	7×10^{-2}	2.3×10^{-2}

7. 分配係数設定値

(1) 各廃棄物埋設地における分配係数設定値

初期状態の分配係数に、分配係数低下係数を乗じ、有効数字1桁(端数切捨て)とした値を分配係数設定値(評価期間は0年及び1,000年後)とする。各廃棄物埋設地の分配係数設定値を第62表～第66表に示す。

第62表 3号廃棄物埋設地の分配係数設定値(0年、1,000年後)

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)						
	セメント系材料				難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体・充填材		コンクリート		最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	共通
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定			
H-3	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Co-60	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻³	1×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-59	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Ni-63	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹
Nb-94	2×10 ⁰	1×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	5×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²
Tc-99	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0	0	0	0	0
I-129	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	0	0
Cs-137	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁰	1×10 ⁰	9×10 ⁻¹
Pu-239	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	6×10 ⁰	2×10 ⁰	1×10 ⁻¹

第 63 表 1号廃棄物埋設地(1群から6群)の分配係数設定値(0年、1,000年後)

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*1		充填材		コンクリート				
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	共通
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻¹	5×10 ⁻¹	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	1×10 ¹	1×10 ¹	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Tc-99	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	0	0	0	0	0	0
I-129	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	1×10 ¹	1×10 ¹	8×10 ⁰	8×10 ⁰	2×10 ⁰	2×10 ⁰	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ¹	1×10 ¹	2×10 ⁰	2×10 ⁰	3×10 ⁰	3×10 ⁰	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1：均質・均一固化体

第 64 表 1号廃棄物埋設地(8群：2基)の分配係数設定値(0年、1,000年後)

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*1		充填材		コンクリート				
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	共通
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0	0	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	6×10 ⁻⁴	3×10 ⁻²	7×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	4×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1：充填固化体(セメント破砕物充填固化体)

第 65 表 1 号廃棄物埋設地(7, 8 群 : 8 基)の分配係数設定値(0 年、1, 000 年後)

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*1		充填材		コンクリート		最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	共通
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定			
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0	0	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	6×10 ⁻⁴	3×10 ⁻²	7×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	4×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1：充填固化体(セメント破砕物充填固化体を除く)

第 66 表 2 号廃棄物埋設地の分配係数設定値(0 年、1, 000 年後)

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)						
	セメント系材料				難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体・充填材		コンクリート		最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	共通
	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定	最も可能性 が高い設定	最も厳しい 設定			
H-3	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	8×10 ⁻⁴	8×10 ⁻⁴	0	0	0
Co-60	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻³	1×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-59	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Ni-63	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹
Nb-94	2×10 ⁰	1×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	5×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²
Tc-99	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0	0	0	0	0
I-129	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	0	0
Cs-137	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁰	1×10 ⁰	1×10 ⁰
Pu-239	4×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	6×10 ⁰	2×10 ⁰	1×10 ⁰

(2) 分配係数設定値の妥当性について

現状の分配係数設定値のうち、大きな相違があるものについて、その妥当性について以下に整理した。

Pu と Am については同じアクチノイド系であるが、難透水性覆土の分配係数設定値が大きく異なる(2 オーダー)。Pu や Am などの主要な放射性物質は試験値から得られた値を用いているが、難透水性覆土の初期状態の分配係数は、Pu は $0.03\text{m}^3/\text{kg}$ 、Am は $6.5\text{m}^3/\text{kg}$ と 200 倍以上の違いがある。Pu の試験結果が Am と比べ小さくなった理由は、ブランク試験(固相試料が入らない状態で、測定条件と同様に実施する試験)における濃度低下によって液相濃度が検出下限値未満となったためであり、実際の Pu の分配係数は $0.03\text{m}^3/\text{kg}$ より大きくなると考えられる。また、Nb の廃棄体(1号廃棄物埋設地均質・均一固化体)の分配係数設定値は、他の放射性物質や Nb の廃棄体(1号廃棄物埋設地均質・均一固化体)以外の分配係数設定値に比べて大きな値となっている。Nb の初期状態の分配係数において、第 4 図の JAEA-SDB 分配係数データと当社分配係数データの比較で示したように、Nb の廃棄体(1号廃棄物埋設地均質・均一固化体)の当社分配係数データ($68\text{m}^3/\text{kg}$)は JAEA-SDB 分配係数データの最大値($120\text{m}^3/\text{kg}$)を超えていないため、ばらつきの範囲内として妥当であると考えられる。

8. 分配係数の管理の考え方について

現状の分配係数設定値は、前項までに示したように、混和材や化学混和剤を含む実セメント系材料及び候補となる覆土材料で取得した分配係数の試験結果に基づき材料種類ごとの平均値又は文献値の最小値を抽出し、廃棄体含有塩、有機物及びセメント溶脱の影響による長期状態変化を考慮して安全率(分配係数低下係数)を乗じた値を設定している。したがって、セメント系材料及び覆土材料の施工単位の品質変動が分配係数に与える影響は十分に包含していると考えられる。また、海外においても、事前に分配係数の確認を行ない、それを評価に用いており、埋設設備の施工や廃棄体の製作の観点から事前に確認する現在の考え方と同様と考えている。

しかしながら、従来の品質管理で十分かどうかの判断に足るデータが十分にあると言い切れないため、データの蓄積及び廃棄物埋設地の更なる安全管理の充実のために、各材料の分配係数については、以下に示すように適切な条件及び頻度*1で分配係数データを取得することにより、廃棄物埋設地の安全性を確保できる状態であることを確認することとし、最適な管理方法を検討する。

なお、前述のとおり分配係数は最小値を使用しており、実測データのばらつきの影響により、今回申請した値以下となることも想定されることから、それを考慮しても問題ないような最適な管理方法についても検討を行う。

*1：実廃棄物を用いた測定は、サンプル採取の可否及びサンプル採取時の作業者の被ばく低減の観点を考慮する。また、分配係数データの蓄積状況に応じて測定頻度を設定する。

(1) 埋設設備(外周仕切設備、内部仕切設備、覆い及び充填材)

屋外で施工する埋設設備については、周辺環境の影響及び打設ロット間の品質変動が分配係数に与える影響を考慮し、打設の際に試験体を採取し、分配係数を取得することによりデータの蓄積を図るとともに、安全性が確保できる状態であることを管理する。

分配係数の取得に際しては、種々の分配係数への影響因子を試験及び文献により事前に把握した上で、適切な条件(材料仕様、対象とする核種等)及び頻度(分配係数データの蓄積状況により設定)で分配係数データを取得し、分配係数データの取得が困難な場合は代替指標となるデータを取得する。また、廃棄物埋設地の安全性は、廃棄体の固型化材を含めて廃棄物埋設地全体の収着性が確保できることを確認することによ

り管理する。

なお、セメントの配合変更などを行う場合は、その都度分配係数データを取得・管理する。

(2) 廃棄体の固型化材

充填固化体は、固体状の放射性廃棄物を収納した廃棄体容器にモルタルを注入し製作されるため、埋設設備を充填するモルタルと材料は基本的に同様である。均質・均一固化体は、廃液等の放射性廃棄物をセメントと混練し製作するため、セメント固化体の種類によって適切に区分し分配係数を管理する。

埋設する廃棄体は、埋設設備と異なり周辺環境の影響を受け難い屋内設備で製作されること及び固型化条件も設備の運転条件として一定に管理されており頻繁に変更になることはない。また、廃棄体の種類もこれまでに埋設した廃棄体と同様であることから、これまでに取得した分配係数データに加え、今後数年間に分配係数データを取得・蓄積し、埋設する廃棄体の分配係数の管理方法を検討していく。その管理方法に基づいて、埋設する廃棄体の固型化材の分配係数が種々の分配係数への影響因子を踏まえて適切に評価、設定されていることを廃棄体の受入れ前に確認する。

なお、廃棄体の分配係数データ取得は、埋設設備と異なり高線量となる実廃棄物(均質・均一固化体など)を取り扱うことで作業者の過度な被ばくが懸念されるため、並行して実施する埋設設備側の知見及び文献も取り入れながら代替となるデータ取得も視野に入れて検討する。

これにより、埋設設備を含めて廃棄物埋設地全体の収着性が確保できる状態であることを確認・管理する。また、これまでと同様に充填固化体に充填するモルタルの種類又は均質・均一固化体のうちセメント固化体の種類(廃棄物の種類、セメント系材料)が新しく追加される場合^{*1}には、その都度分配係数データを取得し、固型化方法の違いが分配係数に与える影響を確認する。

*1: 分配係数に影響を及ぼすと考えられる廃棄物の種類の追加・変更(例: 廃棄物の化学的性状の変更)及びセメント系材料仕様の追加・変更(例: セメント種類の変更)とする。なお、均質・均一固化体と化学的性状の異なるセメント破砕物充填固化体は含まない。

(3) 覆土(難透水性覆土、上部覆土)

埋設設備と同様に、施工時の品質変動などが分配係数に与える影響を考慮し、施工

の際に採取した試験体を用いて分配係数を取得することにより分配係数データの蓄積を図るとともに、安全性が確保できる状態であることを管理する。

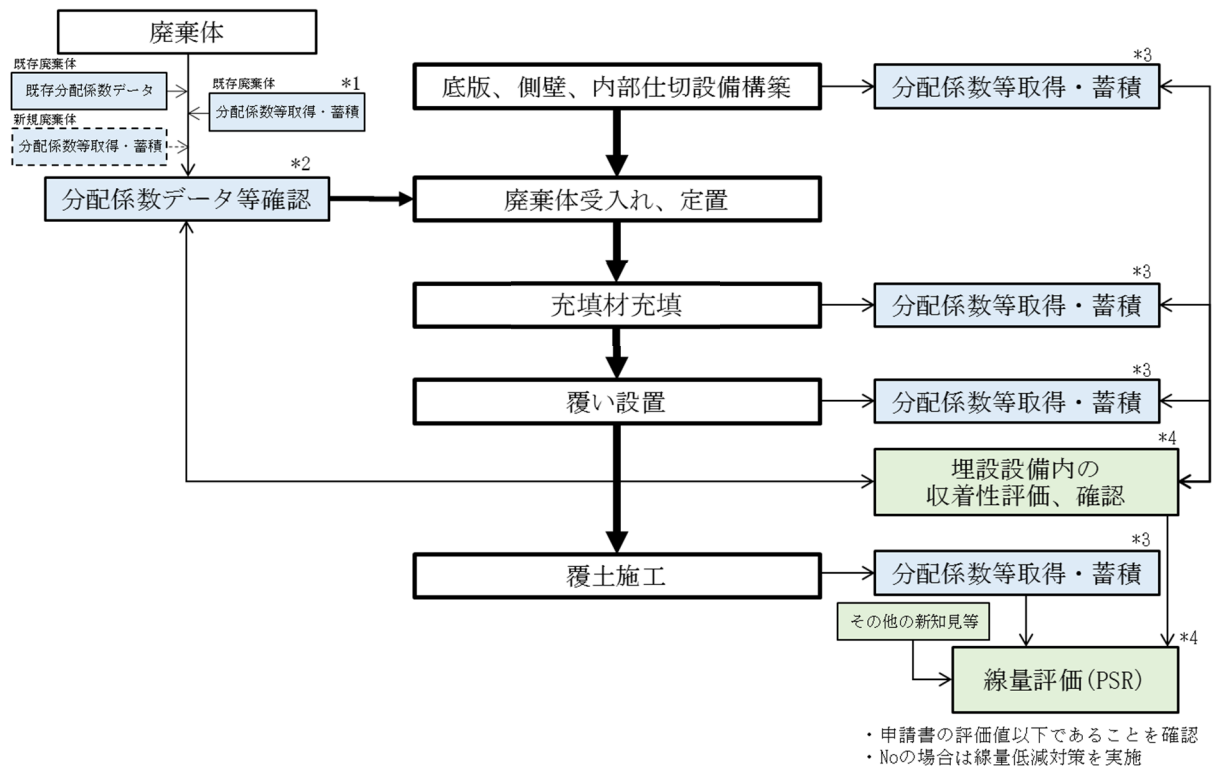
分配係数の取得に際しては、種々の分配係数への影響因子を試験及び文献により事前に把握した上で、適切な条件(材料仕様、対象とする核種等)及び頻度(データの蓄積状況により設定)で分配係数データを取得し、分配係数データの取得が困難な場合は代替指標となるデータを取得する。また、廃棄物埋設地の安全性は、覆土全体の収着性が確保できることを確認することにより管理する。

(4) 分配係数のデータ取得・蓄積及び管理の流れについて

上述の分配係数の管理の考え方に基づいた、今後の分配係数のデータ取得・蓄積及び管理の流れ(案)を第 13 図に示す。廃棄物埋設地の構築ごとに分配係数データを取得・蓄積し、覆い設置段階では埋設設備内全体の収着性(埋設設備内の間隙水中の放射性物質濃度)、覆土施工段階では廃棄物埋設地全体で収着性が確保されていることを確認する。

また、分配係数の管理に当たり、数年間で分配係数データの取得・蓄積を図り、具体的な管理基準等の管理方法に反映する。

なお、分配係数データ取得・蓄積によって得られた知見をもとに新たに適用する管理方法については、今後当社手順を定めて正式に運用する。ただし、本管理方法を適用するまでに構築された埋設設備、製作した廃棄体については遡及しての適用は困難であることから、従来の固型化材料の管理項目又は既存データ(申請書に用いた値)を用いた管理を行う。また、分配係数データの取得・蓄積の結果から、分配係数取得に替わる代替指標の検討を実施し、分配係数の管理に適用する。



- *1：今後数年間で、既存廃棄体（均質・均一固化体及び充填固化体）の固型化材（セメント系材料）の分配係数及び代替指標となるデータを取得・蓄積する。
- *2：既存分配係数データ及び新たに取得・蓄積されたデータにより定めた管理方法に基づき、廃棄体性状に応じて適切に分類された廃棄体種類ごとに分配係数が適切に評価、設定されていることを廃棄体の受入れ前に確認する。
- *3：埋設設備及び覆土については、あらかじめ所定の分配係数が得られる材料仕様であることを確認した上で、施工の際に試験体を採取し、データの蓄積を図る。
- *4：得られたデータを基に埋設設備内全体の収着性（間隙水中の放射性物質濃度）及び廃棄物埋設地全体の収着性（線量）を評価し、安全性が確保できることを定期的な評価（PSR）等において確認する。

第 13 図 分配係数のデータ取得・蓄積及び管理の流れ(案)

9. 参考文献

- (1) 北海道電力株式会社、東北電力株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、中部電力株式会社、北陸電力株式会社、関西電力株式会社、中国電力株式会社、四国電力株式会社、九州電力株式会社、日本原子力発電株式会社(2016)：充填固化体の標準的な製作方法
- (2) 宮脇健太郎、鈴木泰博、本山光志(2018)：アスファルト固化体からの環境影響物質の長期浸出挙動と浸出機構
- (3) 陶山忠宏、舘幸男(2012)：「収着データベース (JAEA-SDB) の開発：土壌系及びセメント系を含む収着データの拡充」、JAEA-Data/Code 2011-022
- (4) 電気事業連合会 核燃料サイクル開発機構(2005)：TRU 廃棄物処分技術検討書－第2次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－根拠資料集 分冊 3 FEP
- (5) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994)：Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364
- (6) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1987)：EXEMPTION OF RADIATION SOURCES AND PRACTICES FROM REGULATORY CONTROL, IAEA-TECDOC-401
- (7) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1998)：Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, IAEA-TECDOC-1000
- (8) C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen and R. W. Shor(1984)：A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture, ORNL-5786
- (9) 日本エヌ・ユー・エス株式会社(2010)：塩素の土壌－農作物移行係数、社団法人日本原子力学会「2010 年春の年会」
- (10) 朽山修 他(1998)：核種移行モデルにおける収着分配係数の概念とその適用性、原子力バックエンド研究 Vol. 5 No. 1
- (11) JNC TN8400 2004-011 ハル・エンドピース廃棄物に含まれる有機物の放射性物質の溶解度及び収着に及ぼす影響について(研究報告)
- (12) 日本原子力学会(2003)：収着分配係数の測定方法－浅地中処分のバリア材料を対象としたバッチ法の基本手順－2002 年 10 月

- (13) (財)原子力環境整備センター、日揮(株)、三菱重工業(株)(平成8年)：固体状廃棄物のC-14分配係数について
- (14) (財)原子力環境整備促進・資金管理センター(平成16年)：金属廃棄物中の放射化物(炭素14)の挙動等に関する国内外の情報調査
- (15) (財)原子力環境整備センター、(株)東芝、日揮(株)、三菱金属(株)、三菱重工業(株)(平成元年)：各種バリア材の分配係数について
- (16) Jan Tits and Erich Wieland(2018)：Actinide Sorption by Cementitious
- (17) (財)原子力環境整備センター(1990)：土壌と土壌溶液間の放射性核種の分配係数 環境パラメータ・シリーズ2 RWMC-90-P-13
- (18) (社)日本原子力学会(2006)：収着分配係数の測定方法 標準委員会技術レポート AESJ-SC-TR001:2006
- (19) B.Grambow et.al (2020)：Retention and diffusion of radioactive and toxic species on cementitious systems: Main outcome of the CEBAMA project
- (20) Yukio Tachi, Michael Ochs(2018):Sorption parameter setting approaches for radioactive waste disposal considering perturbation effects: sorption reduction factors for organics, Progress in Nuclear Science and Technology, Volume 5, pp.229-232
- (21) Erich Wieland, Luc R. Van Loon(2003):Cementitious Near-Field Sorption Data Base for Performance Assessment of an ILW Repository in Opalinus Clay, PSI Bericht Nr. 03-06
- (22) M. A. GLAUS et. al (2008):Degradation of Cellulose under Alkaline Conditions: New Insights from a 12 years Degradation Study, Env. Sci. & Tech., Vol.42, No.8, p.2906~2911
- (23) Tokai Works Japan Nuclear Cycle Development Institute(1999)：Groundwater Evolution Modeling for the Second Progress Performance Assessment (PA) Report JNC TN8400 99-030
- (24) 蔵重勲 他(平成18年)：地下水含有成分がセメント硬化体の溶脱に及ぼす影響 (4)一重炭酸イオンによる溶脱抑制現象のメカニズムー、土木学会第61回年次学術講演会予稿
- (25) (財)原子力環境整備センター(平成10年)：低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体

製作技術について(各種固体状廃棄物)

- (26) 電気事業連合会(2005)：TRU 廃棄物処分技術検討書－第2次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－
- (27) (財)電力中央研究所(平成22年)：地下環境における有機態 14C の化学形態変化挙動に及ぼす微生物影響－¹³C 標識酢酸イオンを用いた原位置トレーサー試験－

分配係数試験に用いた
セメント系材料の配合表

分配係数試験に用いたセメント系材料(コンクリート及び充填モルタル)の配合表を第 1 表及び第 2 表に示す。

第 1 表 コンクリートの配合

3号廃棄物埋設地					
水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材*1	混和材*2	細骨材*3	粗骨材
47	155	333	60	729	1,019
1号廃棄物埋設地					
水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材*4	混和材*2	細骨材*3	粗骨材
55	159	290	85	852	973
2号廃棄物埋設地					
水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材*1	混和材*2	細骨材*3	粗骨材
47	155	333	60	729	1,019

*1：中庸熟ポルトランドセメント 70%及びフライアッシュ 30%の混合セメントとし、必要に応じて膨張材を置換する。また、施工時には所定のフレッシュ性状確保のため結合材料に比例して混和剤を添加する。

*2：石灰石微粉末

*3：陸砂と砕砂の混合品

*4：普通ポルトランドセメント 45%及び高炉スラグ微粉末 55%の混合セメントとし、必要に応じて膨張材を置換する。また、施工時には所定のフレッシュ性状確保のため結合材料に比例して混和剤を添加する。

第2表 充填モルタルの配合

3号廃棄物埋設地					
水セメント 比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材		細骨材	
		中庸熱ポルトランドセメント	高炉スラグ微粉末	砕砂	陸砂
55.0	252	131	307	872	582
1号廃棄物埋設地					
水セメント 比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材		細骨材	
		中庸熱ポルトランドセメント	高炉スラグ微粉末	砕砂	陸砂
67.1	283	42	380	877	585
2号廃棄物埋設地					
水セメント 比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	結合材		細骨材	
		中庸熱ポルトランドセメント	高炉スラグ微粉末	砕砂	陸砂
67.1	283	42	380	877	585

以上

化学混和剤の分配係数への影響について

目 次

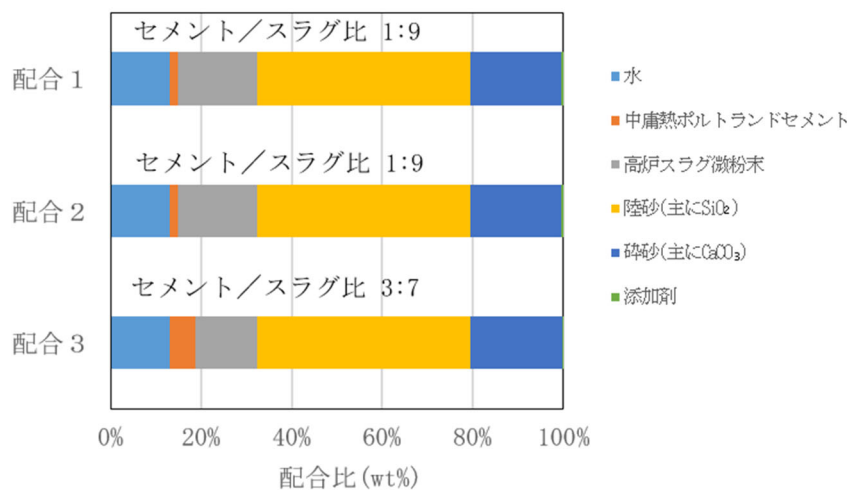
1 . はじめに.....	1
2 . 固相条件(充填モルタルの配合)	1
3 . 測定結果.....	2
(1) 液相分析結果.....	2
(2) 分配係数測定結果.....	3
4 . まとめ.....	4
5 . 参考文献.....	5

1. はじめに

分配係数の設定において、セメント系材料に含まれる化学混和剤の分配係数への影響を考慮する必要がある。本資料では、化学混和剤が異なる複数の充填モルタルの分配係数を取得し、化学混和剤の相違が分配係数へ与える影響を評価した。

2. 固相条件(充填モルタルの配合)

本試験(2017年)では、充填モルタルの3種類の候補材料(配合1、配合2、配合3)を用いて分配係数測定を行い、化学混和剤及びセメント/スラグ比の相違に係る影響検討を実施した。第1図に充填モルタル配合1~3の配合、第1表に化学混和剤の詳細及び第2表に化学混和剤の想定される主成分を示す。



第1図 充填モルタル配合1~3の配合比

第1表 化学混和剤の詳細

配合	化学混和剤	配合
配合1	水中不分離性混和剤	0.07wt%
	AE減水剤(No. 70)	0.04wt%
	高性能減水剤(レオパルト 4000)	0.29wt%
配合2, 3	水中不分離性混和剤	0.07wt%
	減水剤(No. 89)	0.04wt%
	高性能AE減水剤(SP8LS)	0.24wt%

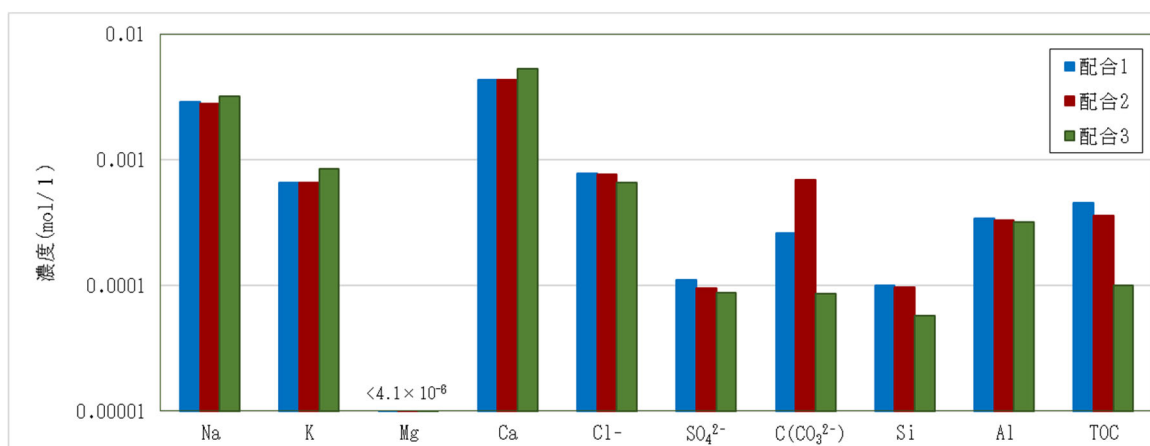
第 2 表 化学混和剤の想定される主成分

配合	化学混和剤	想定される主成分
配合 1	AE 減水剤 (No. 70)	リグニンスルホン酸化合物 ポリオールとの複合体
	高性能減水剤 (レオトルド 4000)	メラミンスルホン酸系化合物
配合 2, 3	減水剤 (No. 89)	変性リグニンスルホン酸化合物 オキシカルボン化合物の複合体
	高性能 AE 減水剤 (SP8LS)	ポリカルボン酸エーテル系化合物 配向ポリマーの複合体

3. 測定結果

(1) 液相分析結果

平衡水の分析結果を第 2 図に示す。分析結果から、いずれの元素及びイオンでも配合の相違による液相中濃度の違いは軽微であった。配合 1, 2 と配合 3 では Ca と Si に若干の濃度差が見られた。中庸熟ポルトランドセメントも高炉スラグも CaO と SiO₂ を主成分とするが、C/S は異なるため、セメント／スラグ比の相違 (1/9 と 3/7) によって、モルタルとして見たときの C/S が変化し、Ca と Si の溶出挙動が変化した可能性が考えられる。配合 1 と配合 2 で TOC 濃度の違いが軽微であったことから、本検討の添加量範囲内であれば、溶出有機成分濃度に顕著な違いがないことを確認した。配合 2 と配合 3 で若干の TOC 濃度の違いが見られたことから、セメントあるいはスラグに含まれる有機成分の物量の相違により、有機成分の溶出挙動が変化した可能性が考えられる。



第 2 図 平衡水の分析結果

(2) 分配係数測定結果

本試験の分配係数測定結果(2017年)を第3表及び第3図に示す。参考に文献(1989年)⁽¹⁾及び初期状態の分配係数設定値*1をこれらに記載した。分配係数測定結果(2017年)においては、NbとPuでは浸漬後濃度が検出下限以下となった。NbとPuでの各配合モルタルでの分配係数平均値のばらつきは、ブランク試料濃度の違いによるものであり、固相収着性は変化していないと考えられる。また、文献(1989年)⁽²⁾については、日本原子力学会標準⁽³⁾が制定される前の測定方法を用いた。分配係数測定(2017年)⁽¹⁾の結果と比較するとNiとPuについては差がみられるが、これらの結果も考慮して初期状態の分配係数設定値としている。

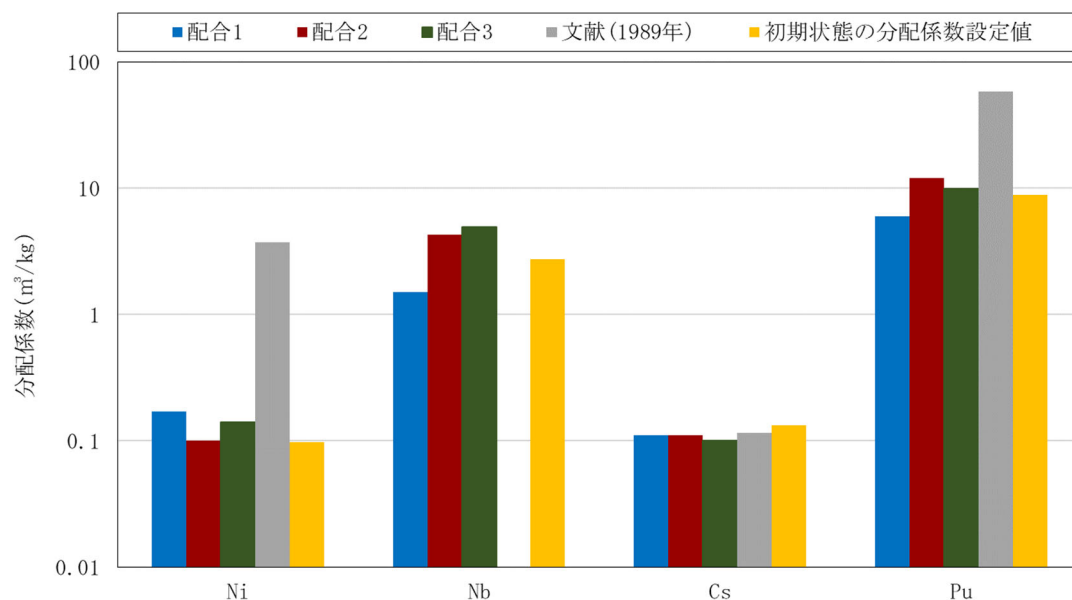
そのため、本試験で使用した固相試料の配合範囲内であれば、核種収着性に対する混和剤の種類・量の相違の影響に大きな違いがないと言える。

*1：補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数- 第15表」参照

第3表 本試験の分配係数測定結果(2017年)、文献(1989年)及び初期状態の分配係数

元素	分配係数 (m ³ /kg)				
	本試験の分配係数測定結果(2017年)			文献(1989年)	初期状態の分配係数設定値*1
	配合1	配合2	配合3		
Ni	0.170	0.100	0.14	3.75	0.098
Nb	>1.50	>4.30	>4.90	-	2.744
Cs	0.110	0.110	0.10	0.115	0.133
Pu	>6.00	>12.0	>9.90	>58.0	8.86

*1：補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数- 第15表」から抜粋



第3図 分配係数測定結果

4. まとめ

化学混和剤の種類・量及び配合比の相違による分配係数への影響を評価した試験において、影響は軽微なものであり、本試験で用いた固相試料の配合の範囲内であれば分配係数への影響は軽微なものと考えられる。

5. 参考文献

- (1) (財)原子力環境整備センター、(株)東芝、日揮(株)、三菱金属(株)、三菱重工業(株)(平成元年)：各種バリア材の分配係数について
- (2) (社)日本原子力学会(2003)：収着分配係数の測定方法—浅地中処分のバリア材料を対象としたバッチ法の基本手順—2002年10月

以 上

内部防水材料に有機物を含む場合の
線量への影響について

目 次

1. はじめに.....	1
2. 線量評価条件.....	1
(1) DAT の濃度変化	2
(2) 分配係数の設定.....	3
(3) 地下水の移行について.....	8
3. 線量評価結果.....	8

1. はじめに

埋設設備に使用される主な有機物は、補修材のポリウレタン樹脂及びエポキシ樹脂、埋設設備構築のためのポリ塩化ビニル樹脂(シート)であり、廃棄体に含まれる主な有機物は、ポリ塩化ビニル樹脂及びセルロースである。分配係数はこれらの有機物の分解生成物による収着影響を考慮して設定している*1。

本資料では、補足説明資料 8 のうち「5. (7) (ii) 廃棄物埋設地中の有機物及びその量について」に記載した内部防水材に有機物を含む場合の線量への影響について、追加説明するものである。

*1：補足説明資料 8 「5. (7) 有機物による収着影響」を参照

2. 線量評価条件

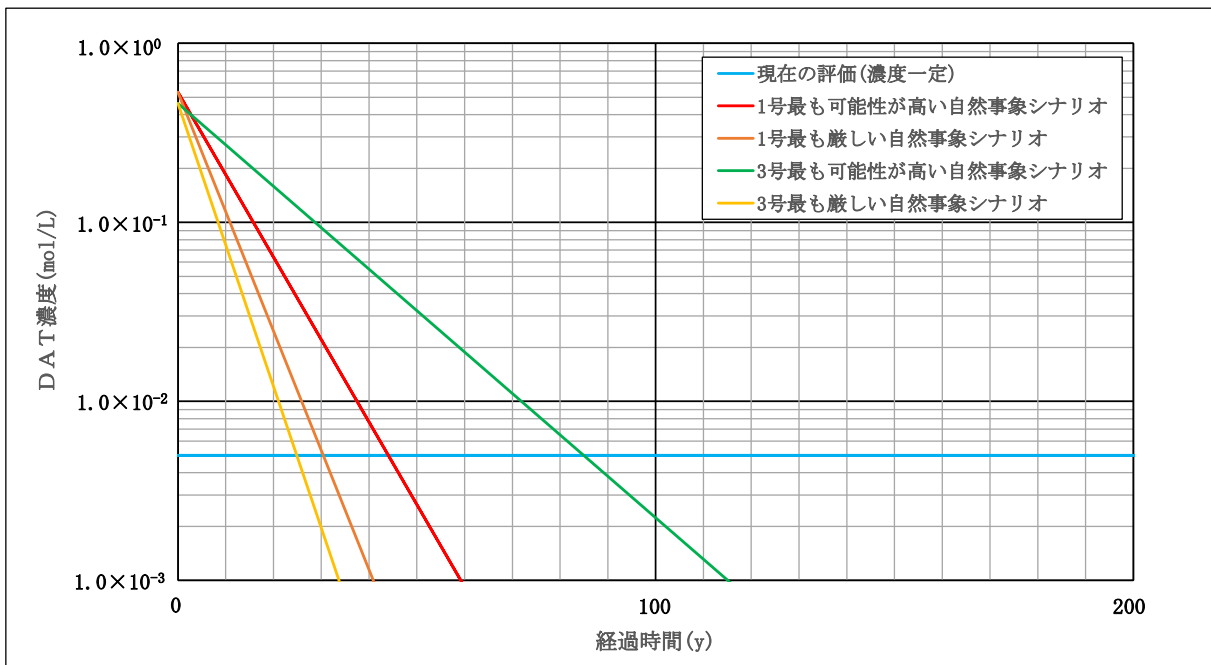
内部防水は、1号廃棄物埋設地 7, 8 群及び 3号廃棄物埋設地の埋設設備に施工する。現在、埋設設備に使用される 3つの有機物(ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂)による影響については、これらの分解生成物の収着影響を分配係数の設定において考慮している。エポキシ樹脂及びポリ塩化ビニル樹脂については、これらの分解生成物のフタル酸が飽和濃度の場合での影響を考慮しているため、仮にエポキシ樹脂及びポリ塩化ビニル樹脂の使用量が増えたとしても、収着影響は変わらない。一方、ポリウレタン樹脂については、分解生成物の DAT(ジアミノトルエン)の濃度を飽和濃度ではなく、埋設設備で想定されるポリウレタン樹脂の使用量に対して、不確実性を考慮し、使用量の約 3 倍量に相当する DAT(ジアミノトルエン)の間隙水中濃度 ($5 \times 10^{-3} \text{mol/L}$) での収着影響を分配係数の設定において考慮している。

また、線量評価条件については、現在、廃棄物埋設地内における有機物の分解生成物の間隙水中濃度を評価対象とする全期間において、一定の濃度であると仮定して分配係数の設定を行うとともに、廃棄物埋設地内から流出する地下水の一部が覆土側にも移行するとしている。

しかし、実際には廃棄物埋設地内に地下水が流出入することで間隙水中濃度が低下すること、また地下水が覆土側に移行し難く、大部分が岩盤側へ流出すると考えられることから、線量評価条件にこれらを考慮した線量評価を行う。以下では、線量評価条件として、廃棄物埋設地内に地下水が流出入することを考慮した分配係数の設定及び覆土側への地下水の流量の設定を行う。

(1) DAT の濃度変化

現在の評価に用いているポリウレタン樹脂量を 100 倍量にした場合の DAT の間隙水中濃度の変化について、第 1 図に地下水の流出入を考慮した 1 号廃棄物埋設地 7, 8 群及び 3 号廃棄物埋設地の DAT の間隙水中濃度変化を示す。DAT の間隙水中濃度が現在の評価濃度未満となるために必要な時間は、1 号廃棄物埋設地では、最も可能性が高い自然事象シナリオで約 45 年、最も厳しい自然事象シナリオで約 31 年であること、3 号廃棄物埋設地では、最も可能性が高い自然事象シナリオで約 85 年、最も厳しい自然事象シナリオで約 25 年であることが分かった。



		交換水量 Q[L/y]	間隙体積 V[L]	初期DAT量 M(0) [mol]	初期DAT濃度 C(0) [mol/L]	現在の評価濃度未満となるのに要する時間
1号廃棄物埋設地	最も可能性が高い自然事象シナリオ	6.7×10^5	6.3×10^6	3.3×10^6	5.3×10^{-1}	約45年
	最も厳しい自然事象シナリオ	9.6×10^5	6.3×10^6	3.3×10^6	5.3×10^{-1}	約31年
3号廃棄物埋設地	最も可能性が高い自然事象シナリオ	1.1×10^6	2.1×10^7	9.6×10^6	4.6×10^{-1}	約85年
	最も厳しい自然事象シナリオ	3.8×10^6	2.1×10^7	9.6×10^6	4.6×10^{-1}	約25年

第 1 図 地下水の流出入を考慮した 1 号廃棄物埋設地 7, 8 群及び 3 号廃棄物埋設地の DAT の間隙水中濃度変化(ポリウレタン樹脂 100 倍量)

(2) 分配係数の設定

(1)の結果から、線量評価に用いる分配係数は、1号廃棄物埋設地7,8群及び3号廃棄物埋設地の最も厳しい自然事象シナリオでは覆土完了後50年間、3号廃棄物埋設地の最も可能性が高い自然事象シナリオでは覆土完了後100年間のセメント系材料と難透水性覆土の分配係数を $0(\text{m}^3/\text{kg})$ とし、それ以降は補足説明資料9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」の第3表及び第8表における分配係数設定値とすることが望ましい。しかしながら、モデル及び入力 of 制約により、分配係数を上記のように設定することができない。そこで、類似の条件として、1号廃棄物埋設地7,8群及び3号廃棄物埋設地の最も厳しい自然事象シナリオでは覆土完了後100年、3号廃棄物埋設地の最も可能性が高い自然事象シナリオでは覆土完了後200年間で分配係数 $0(\text{m}^3/\text{kg})$ から補足説明資料9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」の第3表及び第8表に記載の分配係数設定値に線形変化するよう設定した。ただし、C-14については既往知見より有機物による収着影響がみられないと考えられるため(補足説明資料8「5.(7)有機物による収着影響」を参照)、分配係数は補足説明資料9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」の第3表及び第8表における設定値のままとした。1号廃棄物埋設地の分配係数設定値を第1表～第5表に、3号廃棄物埋設地の分配係数設定値を第6表及び第7表に示す。

なお、第2表～第7表中の→は、覆土完了後の期間に記載した年数で分配係数 $0(\text{m}^3/\text{kg})$ から分配係数設定値に線形変化することを示す。

第1表 線量影響を評価するための1号廃棄物埋設地(1群から6群)の
分配係数設定値(0年~1000年まで)*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)				
	セメント系材料			難透水性覆土	岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*2	充填材	コンクリート		
H-3	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻¹	4×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0
Co-60	9×10 ⁻³	2×10 ⁻²	3×10 ⁻³	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	2×10 ⁻²	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	2×10 ⁻²	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	2×10 ⁻²	2×10 ⁻³	3×10 ⁻⁴	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	1×10 ¹	2×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Tc-99	3×10 ⁻⁴	0	0	0	0
I-129	1×10 ⁻³	0	0	0	0
Cs-137	2×10 ⁻³	1×10 ⁻²	3×10 ⁻⁴	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	1×10 ¹	8×10 ⁰	2×10 ⁰	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	1×10 ¹	2×10 ⁰	3×10 ⁰	4×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1：補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第63表」を再整理、分配係数設定値は、最も可能性が高い自然事象シナリオと最も厳しい自然事象シナリオで共通。

*2：均質・均一固化体

第2表 線量影響を評価するための最も可能性が高い自然事象シナリオにおける

1号廃棄物埋設地(8群:2基)の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*2		充填材		コンクリート		0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
覆土完了 後の期間	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0	0	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	0→2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1: 補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第64表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

*2: 充填固化体(セメント破砕物充填固化体を除く)

第3表 線量影響を評価するための最も厳しい自然事象シナリオにおける

1号廃棄物埋設地(8群:2基)の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*2		充填材		コンクリート		0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
覆土完了 後の期間	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	4×10 ⁻³	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0	0	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→6×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁴	0→7×10 ⁻³	7×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	0→8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	0→8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1: 補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第64表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

*2: 充填固化体(セメント破砕物充填固化体を除く)

第4表 線量影響を評価するための最も可能性が高い自然事象シナリオにおける

1号廃棄物埋設地(7,8群:8基)の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*2		充填材		コンクリート		0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	
0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0	0	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	0→2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1: 補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第65表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

*2: 充填固化体(セメント破砕物充填固化体を除く)

第5表 線量影響を評価するための最も厳しい自然事象シナリオにおける

1号廃棄物埋設地(7,8群:8基)の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)								
	セメント系材料						難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体*2		充填材		コンクリート		0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	
0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Cl-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co-60	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0	0	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0→5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0	0	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	2×10 ⁻¹
Nb-94	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→6×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁴	0→7×10 ⁻³	7×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Tc-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-129	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴	0→9×10 ⁻²	9×10 ⁻²	1×10 ⁰
Pu-239	0→8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	0→8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	2×10 ⁻²
Am-241	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰

*1: 補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第65表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

*2: 充填固化体(セメント破砕物充填固化体を除く)

第6表 線量影響を評価するための最も可能性が高い自然事象シナリオにおける

3号廃棄物埋設地の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)						
	セメント系材料				難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体・充填材		コンクリート		0年～ 200年まで	200年以降 1000年まで	
覆土完了 後の期間	0年～ 200年まで	200年以降 1000年まで	0年～ 200年まで	200年以降 1000年まで	0年～ 200年まで	200年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
H-3	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Co-60	0→2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	0→3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	0→3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹
Nb-94	0→2×10 ⁰	2×10 ⁰	0→6×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹	0→5×10 ⁻¹	5×10 ⁻¹	2×10 ⁻²
Tc-99	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0	0	0	0	0
I-129	0→1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0→3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→1×10 ⁰	1×10 ⁰	9×10 ⁻¹
Pu-239	0→4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Am-241	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→6×10 ⁰	6×10 ⁰	1×10 ⁻¹

*1：補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第62表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

第7表 線量影響を評価するための最も厳しい自然事象シナリオにおける

3号廃棄物埋設地の分配係数設定値*1

核種	分配係数設定値(m ³ /kg)						
	セメント系材料				難透水性覆土		岩盤 (鷹架層)
	廃棄体・充填材		コンクリート		0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	
覆土完了 後の期間	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 100年まで	100年以降 1000年まで	0年～ 1000年まで
H-3	0	0	0	0	0	0	0
C-14	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	0	0	1×10 ⁻⁴
Co-60	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	0→3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	1×10 ⁻¹
Ni-59	0→9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Ni-63	0→9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	0→1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0→7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	1×10 ⁻¹
Sr-90	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹
Nb-94	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻²
Tc-99	0→2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	0	0	0	0	0
I-129	0→1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0→3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	0	0
Cs-137	0→1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→1×10 ⁰	1×10 ⁰	9×10 ⁻¹
Pu-239	0→8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	2×10 ⁻²
Am-241	0→2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	0→3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	0→2×10 ⁰	2×10 ⁰	1×10 ⁻¹

*1：補足説明資料8「7.(1)各廃棄物埋設地における分配係数設定値 第62表」の一部を変更(分配係数設定値の変更箇所を緑枠で示した。)

(3) 地下水の移行について

廃棄物埋設地に流入した地下水は、地下水流れの方向を考えた場合に、本来は上部覆土側へは移行しないため、上部覆土側への流量を $0(\text{m}^3/\text{y})$ とした。

3. 線量評価結果

第8表に最も可能性が高い自然事象シナリオ、第9表に最も厳しい自然事象シナリオの線量評価結果を示す。1号廃棄物埋設地の最も可能性が高い自然事象シナリオにおいて、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価) 第23表 廃止措置の開始後における評価の結果(最も可能性が高い自然事象シナリオ)」に記載の線量に対して、約 $0.02 \mu\text{Sv}/\text{y}$ の線量増加となったが、約 $0.02 \mu\text{Sv}/\text{y}$ は基準値の $10 \mu\text{Sv}/\text{y}$ に対してわずかであり線量への影響はほぼないと言える。1号廃棄物埋設地及び3号廃棄物埋設地の最も厳しい自然事象シナリオは、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価) 第24表 廃止措置の開始後における評価の結果(最も厳しい自然事象シナリオ)」に記載の線量以下であり、仮に内部防水の施工により、有機物が現在の評価に用いた有機物量の100倍量となったとしても線量への影響はないと言える。

第8表 最も可能性が高い自然事象シナリオ

	1号評価結果 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	3号評価結果 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)
第十条第四号の記載値*1	約 2.0×10^{-1}	約 8.8×10^{-2}
2.の条件での評価結果	約 2.2×10^{-1}	約 8.8×10^{-2}

*1: 「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価) 第23表 廃止措置の開始後における評価の結果(最も可能性が高い自然事象シナリオ)」を参照。

第9表 最も厳しい自然事象シナリオ

	1号評価結果 (μ Sv/y)	3号評価結果 (μ Sv/y)
第十条第四号の記載値*1	約 3.3×10^0	約 3.8×10^0
2. の条件での評価結果	約 3.2×10^0	約 2.9×10^0

*1：「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価) 第24表 廃止措置の開始後における評価の結果(最も厳しい自然事象シナリオ)」を参照。

以 上

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号

(廃止措置の開始後の評価)

線量評価パラメータ

-パラメータ根拠集-

2021年6月

日本原燃株式会社

目次

1. はじめに.....	1
第1表 線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射能量	2
線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射能量	3
第2表 核種に依存する評価パラメータ	5
核種 <i>i</i> の半減期	6
核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数	7
核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数	9
核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数	11
第3表 元素に依存する評価パラメータ	12
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))	13
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))	15
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(コンクリート)	17
難透水性覆土の核種 <i>i</i> の分配係数	19
上部覆土の核種 <i>i</i> の分配係数	21
鷹架層の核種 <i>i</i> の分配係数	22
灌漑土壌の核種 <i>i</i> の分配係数	23
廃棄物埋設地の土壌の核種 <i>i</i> の分配係数	24
水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(魚類)	25
水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(無脊椎動物)	27
灌漑農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	29
農耕農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	31
第4表 廃棄物埋設地に関連する評価パラメータ	33
分配平衡となる埋設設備の体積	34
難透水性覆土の拡散寄与面積	35
難透水性覆土の厚さ	36
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の体積分率	37
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の間隙率	39
難透水性覆土の間隙率	40
上部覆土の間隙率	41
鷹架層の間隙率	42
灌漑土壌の間隙率	43
廃棄物埋設地の土壌の間隙率	44
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の粒子密度	45

	難透水性覆土の粒子密度	46
	上部覆土の粒子密度	47
	鷹架層の粒子密度	48
	灌漑土壌の粒子密度	49
	廃棄物埋設地の土壌の粒子密度	50
第5表	生活様式に関連する評価パラメータ	51
	水産物 m の摂取量	52
	灌漑農産物の摂取量	53
	農耕農産物の摂取量	53
	灌漑における放射性物質を含む沢水の利用率	54
	公衆 p の水産物 m の市場希釈係数	55
	公衆 p の農産物の市場希釈係数	56
	屋外労働作業中の空气中ダスト濃度	58
	居住中の空气中ダスト濃度(屋外、屋内)	59
	公衆 p の屋外労働作業中の核種 i の遮蔽係数	60
	居住者の屋外における核種 i の遮蔽係数	61
	呼吸率	62
	屋外労働作業中の呼吸率	63
	公衆 p の灌漑作業時間	64
	公衆 p の屋外労働作業時間	65
	公衆 p の居住時の屋外における滞在時間	66
	公衆 p の居住時の屋内における滞在時間	67
第6表	最も可能性が高い自然事象シナリオにおける放射性物質の移行計算に用いるパラメータ及びその数値	68
	難透水性覆土の実効拡散係数	70
	埋設設備から上部覆土への流出水量	71
	埋設設備から鷹架層への流出水量	72
	核種が流入する上部覆土の地下水流向方向長さ	73
	上部覆土の地下水流速	74
	上部覆土内地下水流量	75
	核種が流入する鷹架層の地下水流向方向長さ	77
	鷹架層の地下水流速	78
	鷹架層内地下水流量	79
	核種が流入する上部覆土下流端から尾駁沼又は沢までの評価上の距離	80
	核種が流入する鷹架層下流端から尾駁沼又は沢までの評価上の距離	81
	核種が流入する上部覆土から尾駁沼又は沢への地下水流量	82
	核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	83
	尾駁沼の交換水量	84

敷地中央部の沢の交換水量	85
灌漑土壌への放射性物質の残留割合	86
単位面積当たりの灌漑水量	87
灌漑土壌の有効体積	88
灌漑土壌浸透水量	89
核種が流入する上部覆土下流端から濃度算出地点までの評価上の距離	90
廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	91
第7表 最も可能性が高い自然事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値	92
第8表 最も厳しい自然事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値	93
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))	94
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))	96
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(コンクリート)	98
難透水性覆土の核種 i の分配係数	100
埋設設備から上部覆土への流出水量	102
埋設設備から鷹架層への流出水量	103
鷹架層内地下水流量	104
核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢までの地下水流入量	105
尾駁沼の交換水量	106
廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	107
第9表 人為事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値	108
廃棄体の総体積	109
土壌の希釈係数	110
大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における核種 i の遮蔽係数	112
埋設設備から上部覆土への流出水量	113
埋設設備から鷹架層への流出水量	114
鷹架層内地下水流量	115
核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	116
添付資料1 埋設する廃棄体の条件について—埋設する廃棄体の種類及び放射エネルギーの設定—	
添付資料2 総放射エネルギーの設定について	
添付資料3 廃棄体中のCl-36放射エネルギーの設定について	
添付資料4 3号廃棄物埋設施設 主要な放射性物質の選定用パラメータ設定	
添付資料5 1号廃棄物埋設地の覆土工程を踏まえた廃棄体の埋設条件の変更	

1. はじめに

本資料は「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)」に示す安全評価に用いる線量評価パラメータを取りまとめたものである。線量評価パラメータを第1表～第9表に示す。

第1表 線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射エネルギー

パラメータ名	頁	備考
線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射エネルギー	3	-

パラメータ	名 称			単 位																																																																																																								
	線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射能			[Bq]																																																																																																								
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																																									
設定値	▶ 3号廃棄物埋設地 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th colspan="2">既申請値*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>1.5×10^{13}</td><td colspan="2">1.22×10^{14}</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>2.0×10^{12}</td><td colspan="2">3.37×10^{12}</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>1.5×10^{14}</td><td colspan="2">1.11×10^{15}</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>5.0×10^{10}</td><td colspan="2">3.48×10^{12}</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>5.5×10^{12}</td><td colspan="2">4.44×10^{14}</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>6.7×10^{11}</td><td colspan="2">6.66×10^{12}</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>8.1×10^9</td><td colspan="2">3.33×10^{10}</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>7.4×10^7</td><td colspan="2">7.40×10^9</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>8.3×10^6</td><td colspan="2">1.11×10^8</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>7.3×10^{11}</td><td colspan="2">4.07×10^{13}</td></tr> <tr> <td rowspan="7">全 α</td> <td>U-234</td> <td>2.3×10^8</td> <td rowspan="7">廃止措置の開始まで 4.66 × 10¹¹</td> <td rowspan="7">廃止措置の開始後 2.33 × 10¹¹ 1.17 × 10¹¹</td> </tr> <tr><td>U-235</td><td>7.6×10^6</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>8.1×10^7</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>9.0×10^{10}</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>3.9×10^{10}</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>3.5×10^{10}</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>3.2×10^{11}</td></tr> </tbody> </table>				核種	設定値	既申請値*1		H-3	1.5×10^{13}	1.22×10^{14}		C-14	2.0×10^{12}	3.37×10^{12}		Co-60	1.5×10^{14}	1.11×10^{15}		Ni-59	5.0×10^{10}	3.48×10^{12}		Ni-63	5.5×10^{12}	4.44×10^{14}		Sr-90	6.7×10^{11}	6.66×10^{12}		Nb-94	8.1×10^9	3.33×10^{10}		Tc-99	7.4×10^7	7.40×10^9		I-129	8.3×10^6	1.11×10^8		Cs-137	7.3×10^{11}	4.07×10^{13}		全 α	U-234	2.3×10^8	廃止措置の開始まで 4.66 × 10 ¹¹	廃止措置の開始後 2.33 × 10 ¹¹ 1.17 × 10 ¹¹	U-235	7.6×10^6	Np-237	8.1×10^7	Pu-238	9.0×10^{10}	Pu-239	3.9×10^{10}	Pu-240	3.5×10^{10}	Am-241	3.2×10^{11}																																											
	核種	設定値	既申請値*1																																																																																																									
H-3	1.5×10^{13}	1.22×10^{14}																																																																																																										
C-14	2.0×10^{12}	3.37×10^{12}																																																																																																										
Co-60	1.5×10^{14}	1.11×10^{15}																																																																																																										
Ni-59	5.0×10^{10}	3.48×10^{12}																																																																																																										
Ni-63	5.5×10^{12}	4.44×10^{14}																																																																																																										
Sr-90	6.7×10^{11}	6.66×10^{12}																																																																																																										
Nb-94	8.1×10^9	3.33×10^{10}																																																																																																										
Tc-99	7.4×10^7	7.40×10^9																																																																																																										
I-129	8.3×10^6	1.11×10^8																																																																																																										
Cs-137	7.3×10^{11}	4.07×10^{13}																																																																																																										
全 α	U-234	2.3×10^8	廃止措置の開始まで 4.66 × 10 ¹¹	廃止措置の開始後 2.33 × 10 ¹¹ 1.17 × 10 ¹¹																																																																																																								
	U-235	7.6×10^6																																																																																																										
	Np-237	8.1×10^7																																																																																																										
	Pu-238	9.0×10^{10}																																																																																																										
	Pu-239	3.9×10^{10}																																																																																																										
	Pu-240	3.5×10^{10}																																																																																																										
	Am-241	3.2×10^{11}																																																																																																										
▶ 1号廃棄物埋設地 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">核種</th> <th rowspan="2">1群から6群</th> <th>7,8群</th> <th colspan="2">8群</th> <th rowspan="2">既申請値*1</th> </tr> <tr> <th>充填固化体</th> <th>均質・均一固化体</th> <th>セメント破砕物充填固化体*2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>9.2×10^{13}</td><td>1.5×10^{12}</td><td>3.1×10^{12}</td><td>3.1×10^{12}</td><td>1.22×10^{14}</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>2.5×10^{12}</td><td>1.9×10^{11}</td><td>8.4×10^{10}</td><td>8.4×10^{10}</td><td>3.37×10^{12}</td></tr> <tr><td>Cl-36</td><td>2.8×10^{10}</td><td>2.3×10^5</td><td>9.2×10^8</td><td>9.2×10^8</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>8.3×10^{14}</td><td>1.5×10^{13}</td><td>2.8×10^{13}</td><td>2.8×10^{13}</td><td>1.11×10^{15}</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>2.6×10^{12}</td><td>4.9×10^9</td><td>8.7×10^{10}</td><td>8.7×10^{10}</td><td>3.48×10^{12}</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>3.3×10^{14}</td><td>5.4×10^{11}</td><td>1.1×10^{13}</td><td>1.1×10^{13}</td><td>4.44×10^{14}</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>5.0×10^{12}</td><td>6.5×10^{10}</td><td>1.7×10^{11}</td><td>1.7×10^{11}</td><td>6.66×10^{12}</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>2.5×10^{10}</td><td>7.9×10^8</td><td>8.3×10^8</td><td>8.3×10^8</td><td>3.33×10^{10}</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>5.6×10^9</td><td>7.2×10^6</td><td>1.9×10^8</td><td>1.9×10^8</td><td>7.40×10^9</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>8.3×10^7</td><td>8.1×10^5</td><td>2.8×10^6</td><td>2.8×10^6</td><td>1.11×10^8</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>3.1×10^{13}</td><td>7.1×10^{10}</td><td>1.0×10^{12}</td><td>1.0×10^{12}</td><td>4.07×10^{13}</td></tr> <tr> <td rowspan="7">全 α</td> <td>U-234</td> <td>1.7×10^8</td> <td>2.3×10^7</td> <td>5.7×10^6</td> <td rowspan="7">廃止措置の開始まで 4.66 × 10¹¹ 廃止措置の開始後 2.33 × 10¹¹ 1.17 × 10¹¹</td> </tr> <tr><td>U-235</td><td>5.6×10^6</td><td>7.6×10^5</td><td>1.9×10^5</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>6.0×10^7</td><td>8.1×10^6</td><td>2.0×10^6</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>6.6×10^{10}</td><td>9.0×10^9</td><td>2.3×10^9</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>2.9×10^{10}</td><td>3.9×10^9</td><td>9.9×10^8</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>2.6×10^{10}</td><td>3.5×10^9</td><td>8.7×10^8</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>2.4×10^{11}</td><td>3.2×10^{10}</td><td>8.1×10^9</td></tr> </tbody> </table>				核種	1群から6群	7,8群	8群		既申請値*1	充填固化体	均質・均一固化体	セメント破砕物充填固化体*2	H-3	9.2×10^{13}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}	1.22×10^{14}	C-14	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}	3.37×10^{12}	Cl-36	2.8×10^{10}	2.3×10^5	9.2×10^8	9.2×10^8	-	Co-60	8.3×10^{14}	1.5×10^{13}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}	1.11×10^{15}	Ni-59	2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}	3.48×10^{12}	Ni-63	3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}	4.44×10^{14}	Sr-90	5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}	6.66×10^{12}	Nb-94	2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8	3.33×10^{10}	Tc-99	5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8	7.40×10^9	I-129	8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6	1.11×10^8	Cs-137	3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}	4.07×10^{13}	全 α	U-234	1.7×10^8	2.3×10^7	5.7×10^6	廃止措置の開始まで 4.66 × 10 ¹¹ 廃止措置の開始後 2.33 × 10 ¹¹ 1.17 × 10 ¹¹	U-235	5.6×10^6	7.6×10^5	1.9×10^5	Np-237	6.0×10^7	8.1×10^6	2.0×10^6	Pu-238	6.6×10^{10}	9.0×10^9	2.3×10^9	Pu-239	2.9×10^{10}	3.9×10^9	9.9×10^8	Pu-240	2.6×10^{10}	3.5×10^9	8.7×10^8	Am-241	2.4×10^{11}	3.2×10^{10}	8.1×10^9
核種	1群から6群	7,8群	8群			既申請値*1																																																																																																						
		充填固化体	均質・均一固化体	セメント破砕物充填固化体*2																																																																																																								
H-3	9.2×10^{13}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}	1.22×10^{14}																																																																																																							
C-14	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}	3.37×10^{12}																																																																																																							
Cl-36	2.8×10^{10}	2.3×10^5	9.2×10^8	9.2×10^8	-																																																																																																							
Co-60	8.3×10^{14}	1.5×10^{13}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}	1.11×10^{15}																																																																																																							
Ni-59	2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}	3.48×10^{12}																																																																																																							
Ni-63	3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}	4.44×10^{14}																																																																																																							
Sr-90	5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}	6.66×10^{12}																																																																																																							
Nb-94	2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8	3.33×10^{10}																																																																																																							
Tc-99	5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8	7.40×10^9																																																																																																							
I-129	8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6	1.11×10^8																																																																																																							
Cs-137	3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}	4.07×10^{13}																																																																																																							
全 α	U-234	1.7×10^8	2.3×10^7	5.7×10^6	廃止措置の開始まで 4.66 × 10 ¹¹ 廃止措置の開始後 2.33 × 10 ¹¹ 1.17 × 10 ¹¹																																																																																																							
	U-235	5.6×10^6	7.6×10^5	1.9×10^5																																																																																																								
	Np-237	6.0×10^7	8.1×10^6	2.0×10^6																																																																																																								
	Pu-238	6.6×10^{10}	9.0×10^9	2.3×10^9																																																																																																								
	Pu-239	2.9×10^{10}	3.9×10^9	9.9×10^8																																																																																																								
	Pu-240	2.6×10^{10}	3.5×10^9	8.7×10^8																																																																																																								
	Am-241	2.4×10^{11}	3.2×10^{10}	8.1×10^9																																																																																																								

	> 2号廃棄物埋設地 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th colspan="2">既申請値*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>1.2×10^{14}</td><td colspan="2">1.22×10^{14}</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>3.3×10^{12}</td><td colspan="2">3.37×10^{12}</td></tr> <tr><td>Cl-36</td><td>8.0×10^8</td><td colspan="2">-</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>1.1×10^{15}</td><td colspan="2">1.11×10^{15}</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>3.4×10^{12}</td><td colspan="2">3.48×10^{12}</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>4.4×10^{14}</td><td colspan="2">4.44×10^{14}</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>6.6×10^{12}</td><td colspan="2">6.66×10^{12}</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>3.3×10^{10}</td><td colspan="2">3.33×10^{10}</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>7.4×10^9</td><td colspan="2">7.40×10^9</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>1.1×10^8</td><td colspan="2">1.11×10^8</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>4.0×10^{13}</td><td colspan="2">4.07×10^{13}</td></tr> <tr> <td rowspan="7">全 α</td> <td>U-234</td> <td>2.3×10^8</td> <td rowspan="7">廃止措置の 開始まで</td> <td rowspan="7">廃止措置の 開始後</td> </tr> <tr><td>U-235</td><td>7.6×10^6</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>8.1×10^7</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>9.0×10^{10}</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>3.9×10^{10}</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>3.5×10^{10}</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>3.2×10^{11}</td></tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>4.66×10^{11}</td> <td>2.33×10^{11}</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td></td> <td>1.17×10^{11}</td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	既申請値*1		H-3	1.2×10^{14}	1.22×10^{14}		C-14	3.3×10^{12}	3.37×10^{12}		Cl-36	8.0×10^8	-		Co-60	1.1×10^{15}	1.11×10^{15}		Ni-59	3.4×10^{12}	3.48×10^{12}		Ni-63	4.4×10^{14}	4.44×10^{14}		Sr-90	6.6×10^{12}	6.66×10^{12}		Nb-94	3.3×10^{10}	3.33×10^{10}		Tc-99	7.4×10^9	7.40×10^9		I-129	1.1×10^8	1.11×10^8		Cs-137	4.0×10^{13}	4.07×10^{13}		全 α	U-234	2.3×10^8	廃止措置の 開始まで	廃止措置の 開始後	U-235	7.6×10^6	Np-237	8.1×10^7	Pu-238	9.0×10^{10}	Pu-239	3.9×10^{10}	Pu-240	3.5×10^{10}	Am-241	3.2×10^{11}				4.66×10^{11}	2.33×10^{11}					1.17×10^{11}
核種	設定値	既申請値*1																																																																													
H-3	1.2×10^{14}	1.22×10^{14}																																																																													
C-14	3.3×10^{12}	3.37×10^{12}																																																																													
Cl-36	8.0×10^8	-																																																																													
Co-60	1.1×10^{15}	1.11×10^{15}																																																																													
Ni-59	3.4×10^{12}	3.48×10^{12}																																																																													
Ni-63	4.4×10^{14}	4.44×10^{14}																																																																													
Sr-90	6.6×10^{12}	6.66×10^{12}																																																																													
Nb-94	3.3×10^{10}	3.33×10^{10}																																																																													
Tc-99	7.4×10^9	7.40×10^9																																																																													
I-129	1.1×10^8	1.11×10^8																																																																													
Cs-137	4.0×10^{13}	4.07×10^{13}																																																																													
全 α	U-234	2.3×10^8	廃止措置の 開始まで	廃止措置の 開始後																																																																											
	U-235	7.6×10^6																																																																													
	Np-237	8.1×10^7																																																																													
	Pu-238	9.0×10^{10}																																																																													
	Pu-239	3.9×10^{10}																																																																													
	Pu-240	3.5×10^{10}																																																																													
	Am-241	3.2×10^{11}																																																																													
			4.66×10^{11}	2.33×10^{11}																																																																											
				1.17×10^{11}																																																																											
設定根拠	・詳細については「添付資料1 埋設する廃棄体の条件について—埋設する廃棄体の種類及び放射エネルギーの設定—」参照。																																																																														
備考	*1 参考として、平成10年10月8日付け10安(廃規)第49号をもって事業変更の許可を受けた廃棄物埋設事業変更許可申請書の値(以下「既申請値」という。)を記載する。なお、3号廃棄物埋設地は比較対象として2号廃棄物埋設地の既申請値を記載する。 *2 均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破砕し、セメント系充填材で一体に固型化した充填固化体(均質・均一固化体と放射エネルギーが同等の充填固化体)(以下「セメント破砕物充填固化体」という。)。																																																																														
文献																																																																															

第2表 核種に依存する評価パラメータ

パラメータ名	頁	備考
核種 <i>i</i> の半減期	6	-
核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数	7	-
核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数	9	-
核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数	11	-

パラメータ	名 称			単 位																																																																																		
	核種 <i>i</i> の半減期			[y]																																																																																		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																			
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>1.23×10^1</td><td>1.233×10^1</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>5.70×10^3</td><td>5.730×10^3</td></tr> <tr><td>Cl-36</td><td>3.01×10^5</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>5.27×10^0</td><td>5.271×10^0</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>1.01×10^5</td><td>7.5×10^4</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>1.00×10^2</td><td>1.00×10^2</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>2.88×10^1</td><td>2.88×10^1</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>2.03×10^4</td><td>2.0×10^4</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>2.11×10^5</td><td>2.14×10^5</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>1.57×10^7</td><td>1.6×10^7</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>3.02×10^1</td><td>3.017×10^1</td></tr> <tr><td rowspan="14">全 α</td><td>Pb-210</td><td>2.22×10^1</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po-210</td><td>3.79×10^{-1}</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra-226</td><td>1.60×10^3</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac-227</td><td>2.18×10^1</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-229</td><td>7.34×10^3</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-230</td><td>7.54×10^4</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa-231</td><td>3.28×10^4</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-233</td><td>1.59×10^5</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-234</td><td>2.46×10^5</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-235</td><td>7.04×10^8</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>2.14×10^6</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>8.77×10^1</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>2.41×10^4</td><td>2.41×10^4</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>6.56×10^3</td><td>-</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>4.32×10^2</td><td>4.33×10^2</td></tr> </tbody> </table>				核種	設定値	既申請値	H-3	1.23×10^1	1.233×10^1	C-14	5.70×10^3	5.730×10^3	Cl-36	3.01×10^5	-	Co-60	5.27×10^0	5.271×10^0	Ni-59	1.01×10^5	7.5×10^4	Ni-63	1.00×10^2	1.00×10^2	Sr-90	2.88×10^1	2.88×10^1	Nb-94	2.03×10^4	2.0×10^4	Tc-99	2.11×10^5	2.14×10^5	I-129	1.57×10^7	1.6×10^7	Cs-137	3.02×10^1	3.017×10^1	全 α	Pb-210	2.22×10^1	-	Po-210	3.79×10^{-1}	-	Ra-226	1.60×10^3	-	Ac-227	2.18×10^1	-	Th-229	7.34×10^3	-	Th-230	7.54×10^4	-	Pa-231	3.28×10^4	-	U-233	1.59×10^5	-	U-234	2.46×10^5	-	U-235	7.04×10^8	-	Np-237	2.14×10^6	-	Pu-238	8.77×10^1	-	Pu-239	2.41×10^4	2.41×10^4	Pu-240	6.56×10^3	-	Am-241	4.32×10^2	4.33×10^2
核種	設定値	既申請値																																																																																				
H-3	1.23×10^1	1.233×10^1																																																																																				
C-14	5.70×10^3	5.730×10^3																																																																																				
Cl-36	3.01×10^5	-																																																																																				
Co-60	5.27×10^0	5.271×10^0																																																																																				
Ni-59	1.01×10^5	7.5×10^4																																																																																				
Ni-63	1.00×10^2	1.00×10^2																																																																																				
Sr-90	2.88×10^1	2.88×10^1																																																																																				
Nb-94	2.03×10^4	2.0×10^4																																																																																				
Tc-99	2.11×10^5	2.14×10^5																																																																																				
I-129	1.57×10^7	1.6×10^7																																																																																				
Cs-137	3.02×10^1	3.017×10^1																																																																																				
全 α	Pb-210	2.22×10^1	-																																																																																			
	Po-210	3.79×10^{-1}	-																																																																																			
	Ra-226	1.60×10^3	-																																																																																			
	Ac-227	2.18×10^1	-																																																																																			
	Th-229	7.34×10^3	-																																																																																			
	Th-230	7.54×10^4	-																																																																																			
	Pa-231	3.28×10^4	-																																																																																			
	U-233	1.59×10^5	-																																																																																			
	U-234	2.46×10^5	-																																																																																			
	U-235	7.04×10^8	-																																																																																			
	Np-237	2.14×10^6	-																																																																																			
	Pu-238	8.77×10^1	-																																																																																			
	Pu-239	2.41×10^4	2.41×10^4																																																																																			
	Pu-240	6.56×10^3	-																																																																																			
Am-241	4.32×10^2	4.33×10^2																																																																																				
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 半減期に関する文献は、ICRP Pub. 107⁽¹⁾以外にも Table of Isotope⁽²⁾などがあるが、最終的に人への被ばくを考慮するため、線量評価のための推奨値として設定された ICRP の最新の文献(ICRP Pub. 107)の値を使用した。 地質環境に係る長期変動事象、将来における生活環境及び廃棄物埋設地の状態設定に応じて変動するものではないため、各シナリオで共通の数値とした。 ICRP Pub. 107 で記載されている半減期には、変動幅は与えられていない。半減期のような核壊変に関するデータは、主要な核種については既に多くのデータが取得されており、文献によりわずかに値が異なる場合もあるが、一般的に不確実性は小さい。 																																																																																					
備考																																																																																						
文献	(1) International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107 (2) Richard B. Firestone(1996) : Table of Isotopes: Eighth Edition																																																																																					

パラメータ	名 称			単 位																																																																																																													
	核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数			[Sv/Bq]																																																																																																													
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																																														
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した子孫核種等(生成割合)</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>4.5×10^{-11}</td><td>-</td><td>1.7×10^{-11}</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>2.0×10^{-9}</td><td>-</td><td>5.6×10^{-10}</td></tr> <tr><td>Cl-36</td><td>7.3×10^{-9}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>1.0×10^{-8}</td><td>-</td><td>4.1×10^{-8}</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>1.3×10^{-10}</td><td>-</td><td>3.6×10^{-10}</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>4.8×10^{-10}</td><td>-</td><td>8.4×10^{-10}</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>3.8×10^{-8}</td><td>Y-90(100%)</td><td>3.4×10^{-7}</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>1.1×10^{-8}</td><td>-</td><td>9.0×10^{-8}</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>4.0×10^{-9}</td><td>-</td><td>2.0×10^{-9}</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>3.6×10^{-8}</td><td>-</td><td>4.7×10^{-8}</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>4.6×10^{-9}</td><td>-</td><td>8.7×10^{-9}</td></tr> <tr><td rowspan="15">全 α</td><td>Pb-210</td><td>1.2×10^{-6}</td><td>Bi-210(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po-210</td><td>3.3×10^{-6}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra-226</td><td>3.6×10^{-6}</td><td>Pb-214(99.98%), Bi-214(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac-227</td><td>5.7×10^{-4}</td><td>Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-229</td><td>8.6×10^{-5}</td><td>Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-230</td><td>1.4×10^{-5}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa-231</td><td>1.4×10^{-4}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-233</td><td>3.6×10^{-6}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-234</td><td>3.5×10^{-6}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-235</td><td>3.1×10^{-6}</td><td>Th-231(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>2.3×10^{-5}</td><td>Pa-233(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>4.6×10^{-5}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>5.0×10^{-5}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>5.0×10^{-5}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>4.2×10^{-5}</td><td>-</td><td>1.2×10^{-4}</td></tr> </tbody> </table>				核種	設定値	考慮した子孫核種等(生成割合)	既申請値	H-3	4.5×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}	C-14	2.0×10^{-9}	-	5.6×10^{-10}	Cl-36	7.3×10^{-9}	-	-	Co-60	1.0×10^{-8}	-	4.1×10^{-8}	Ni-59	1.3×10^{-10}	-	3.6×10^{-10}	Ni-63	4.8×10^{-10}	-	8.4×10^{-10}	Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90(100%)	3.4×10^{-7}	Nb-94	1.1×10^{-8}	-	9.0×10^{-8}	Tc-99	4.0×10^{-9}	-	2.0×10^{-9}	I-129	3.6×10^{-8}	-	4.7×10^{-8}	Cs-137	4.6×10^{-9}	-	8.7×10^{-9}	全 α	Pb-210	1.2×10^{-6}	Bi-210(100%)	-	Po-210	3.3×10^{-6}	-	-	Ra-226	3.6×10^{-6}	Pb-214(99.98%), Bi-214(100%)	-	Ac-227	5.7×10^{-4}	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)	-	Th-229	8.6×10^{-5}	Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)	-	Th-230	1.4×10^{-5}	-	-	Pa-231	1.4×10^{-4}	-	-	U-233	3.6×10^{-6}	-	-	U-234	3.5×10^{-6}	-	-	U-235	3.1×10^{-6}	Th-231(100%)	-	Np-237	2.3×10^{-5}	Pa-233(100%)	-	Pu-238	4.6×10^{-5}	-	-	Pu-239	5.0×10^{-5}	-	-	Pu-240	5.0×10^{-5}	-	-	Am-241	4.2×10^{-5}	-	1.2×10^{-4}
核種	設定値	考慮した子孫核種等(生成割合)	既申請値																																																																																																														
H-3	4.5×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}																																																																																																														
C-14	2.0×10^{-9}	-	5.6×10^{-10}																																																																																																														
Cl-36	7.3×10^{-9}	-	-																																																																																																														
Co-60	1.0×10^{-8}	-	4.1×10^{-8}																																																																																																														
Ni-59	1.3×10^{-10}	-	3.6×10^{-10}																																																																																																														
Ni-63	4.8×10^{-10}	-	8.4×10^{-10}																																																																																																														
Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90(100%)	3.4×10^{-7}																																																																																																														
Nb-94	1.1×10^{-8}	-	9.0×10^{-8}																																																																																																														
Tc-99	4.0×10^{-9}	-	2.0×10^{-9}																																																																																																														
I-129	3.6×10^{-8}	-	4.7×10^{-8}																																																																																																														
Cs-137	4.6×10^{-9}	-	8.7×10^{-9}																																																																																																														
全 α	Pb-210	1.2×10^{-6}	Bi-210(100%)	-																																																																																																													
	Po-210	3.3×10^{-6}	-	-																																																																																																													
	Ra-226	3.6×10^{-6}	Pb-214(99.98%), Bi-214(100%)	-																																																																																																													
	Ac-227	5.7×10^{-4}	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)	-																																																																																																													
	Th-229	8.6×10^{-5}	Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)	-																																																																																																													
	Th-230	1.4×10^{-5}	-	-																																																																																																													
	Pa-231	1.4×10^{-4}	-	-																																																																																																													
	U-233	3.6×10^{-6}	-	-																																																																																																													
	U-234	3.5×10^{-6}	-	-																																																																																																													
	U-235	3.1×10^{-6}	Th-231(100%)	-																																																																																																													
	Np-237	2.3×10^{-5}	Pa-233(100%)	-																																																																																																													
	Pu-238	4.6×10^{-5}	-	-																																																																																																													
	Pu-239	5.0×10^{-5}	-	-																																																																																																													
	Pu-240	5.0×10^{-5}	-	-																																																																																																													
	Am-241	4.2×10^{-5}	-	1.2×10^{-4}																																																																																																													
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的に信頼性の高いICRPの文献(ICRP Pub. 72⁽¹⁾, ICRP Pub. 68⁽²⁾)を参照した。 ・ICRP Pub. 68は作業員への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、ICRP Pub. 72が適している。 ・ICRP Pub. 72には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうち成人(Adult)の数値で、肺での吸収型が不明な場合の推奨値が示されている核種はその数値を、推奨値が示されていない核種は最大の数値を引用した。また、経口摂取と同様に、短半減期の子孫核種のうちICRP Pub. 72に示されている核種の寄与を考慮した。 ・子孫核種については、短半減期の子孫核種のうち、ICRP Pub. 72に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、ICRP Pub. 72に示されていない子孫核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。 ・α核種の子孫核種の影響を評価するため、子孫核種の値を新たに設定した。 ・地質環境に係る長期変動事象、将来における生活環境及び廃棄物物理設地の状態設定に応じて変動するものではないため、各シナリオで共通の数値とした。 																																																																																																																

備考	
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(1996) : Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72 (2) International Commission on Radiological Protection (1994) : Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68

パラメータ	名 称			単 位	
	核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数			[Sv/Bq]	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象		
設定値	核種	設定値	考慮した子孫核種等(生成割合)	既申請値	
	H-3	4.2×10^{-11}	保守側な有機結合型トリチウム(OBT : Organically Bound Tritium)の数を引用	1.7×10^{-11}	
	C-14	5.8×10^{-10}	-	5.6×10^{-10}	
	Cl-36	9.3×10^{-10}	-	-	
	Co-60	3.4×10^{-9}	-	7.0×10^{-9}	
	Ni-59	6.3×10^{-11}	-	5.5×10^{-11}	
	Ni-63	1.5×10^{-10}	-	1.5×10^{-10}	
	Sr-90	3.1×10^{-8}	Y-90(100%)	3.6×10^{-8}	
	Nb-94	1.7×10^{-9}	-	1.5×10^{-9}	
	Tc-99	6.4×10^{-10}	-	3.4×10^{-10}	
	I-129	1.1×10^{-7}	-	7.4×10^{-8}	
	Cs-137	1.3×10^{-8}	-	1.4×10^{-8}	
	全 α	Pb-210	6.9×10^{-7}	Bi-210(100%)	-
		Po-210	1.2×10^{-6}	-	-
		Ra-226	2.8×10^{-7}	Pb-214(99.98%), Bi-214(100%)	-
		Ac-227	1.2×10^{-6}	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)	-
		Th-229	6.1×10^{-7}	Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)	-
		Th-230	2.1×10^{-7}	-	-
		Pa-231	7.1×10^{-7}	-	-
		U-233	5.1×10^{-8}	-	-
		U-234	4.9×10^{-8}	-	-
		U-235	4.7×10^{-8}	Th-231(100%)	-
		Np-237	1.1×10^{-7}	Pa-233(100%)	-
		Pu-238	2.3×10^{-7}	-	-
		Pu-239	2.5×10^{-7}	-	-
		Pu-240	2.5×10^{-7}	-	-
	Am-241	2.0×10^{-7}	-	9.7×10^{-7}	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に信頼性の高いICRPの文献(ICRP Pub. 72⁽¹⁾, ICRP Pub. 68⁽²⁾)を参照した。 ICRP Pub. 68は作業員への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、ICRP Pub. 72が適している。 ICRP Pub. 72には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうちの成人(Adult)の数値を引用した。 子孫核種については、短半減期の子孫核種のうち、ICRP Pub. 72に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、ICRP Pub. 72に示されていない子孫核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。 α核種の子孫核種の影響を評価するため、子孫核種の値を新たに設定した。 地質環境に係る長期変動事象、将来における生活環境及び廃棄物埋設地の状態設定に応じて変動するものではないため、各シナリオで共通の数値とした。 				

備考	
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(1996) : Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72 (2) International Commission on Radiological Protection (1994) :Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68

パラメータ	名 称			単 位																																																																																																													
	核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数			[(Sv/h)/(Bq/kg)]																																																																																																													
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																																														
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した子孫核種等(生成割合)</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H-3</td><td>2.2×10^{-20}</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>C-14</td><td>7.0×10^{-16}</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cl-36</td><td>1.3×10^{-13}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>7.3×10^{-10}</td><td>-</td><td>7.7×10^{-10}</td></tr> <tr><td>Ni-59</td><td>4.9×10^{-15}</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>Ni-63</td><td>1.1×10^{-17}</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sr-90</td><td>1.7×10^{-12}</td><td>Y-90(100%)</td><td>9.5×10^{-18}</td></tr> <tr><td>Nb-94</td><td>4.7×10^{-10}</td><td>-</td><td>4.7×10^{-10}</td></tr> <tr><td>Tc-99</td><td>5.2×10^{-15}</td><td>-</td><td>6.9×10^{-19}</td></tr> <tr><td>I-129</td><td>7.2×10^{-13}</td><td>-</td><td>8.0×10^{-13}</td></tr> <tr><td>Cs-137</td><td>1.7×10^{-10}</td><td>Ba-137m(94.4%)</td><td>1.7×10^{-10}</td></tr> <tr><td rowspan="14">全 α</td><td>Pb-210</td><td>4.0×10^{-13}</td><td>Bi-210(100%), Hg-206(1.900E-6%), Tl-206(1.32E-4%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po-210</td><td>2.5×10^{-15}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra-226</td><td>5.0×10^{-10}</td><td>Rn-222(100%), Po-218(100%), Pb-214(100%), Bi-214(100%), Po-214(100%), At-218(0.02%), Tl-210(0.021%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac-227</td><td>1.2×10^{-10}</td><td>Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-229</td><td>9.3×10^{-11}</td><td>Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th-230</td><td>9.0×10^{-14}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa-231</td><td>1.1×10^{-11}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-233</td><td>8.5×10^{-14}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-234</td><td>2.7×10^{-14}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U-235</td><td>5.1×10^{-11}</td><td>Th-231(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np-237</td><td>6.7×10^{-11}</td><td>Pa-233(100%)</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-238</td><td>6.6×10^{-15}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-239</td><td>1.5×10^{-14}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu-240</td><td>7.1×10^{-15}</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Am-241</td><td>3.5×10^{-12}</td><td>-</td><td>3.8×10^{-12}</td></tr> </tbody> </table>				核種	設定値	考慮した子孫核種等(生成割合)	既申請値	H-3	2.2×10^{-20}	-	0	C-14	7.0×10^{-16}	-	0	Cl-36	1.3×10^{-13}	-	-	Co-60	7.3×10^{-10}	-	7.7×10^{-10}	Ni-59	4.9×10^{-15}	-	0	Ni-63	1.1×10^{-17}	-	0	Sr-90	1.7×10^{-12}	Y-90(100%)	9.5×10^{-18}	Nb-94	4.7×10^{-10}	-	4.7×10^{-10}	Tc-99	5.2×10^{-15}	-	6.9×10^{-19}	I-129	7.2×10^{-13}	-	8.0×10^{-13}	Cs-137	1.7×10^{-10}	Ba-137m(94.4%)	1.7×10^{-10}	全 α	Pb-210	4.0×10^{-13}	Bi-210(100%), Hg-206(1.900E-6%), Tl-206(1.32E-4%)	-	Po-210	2.5×10^{-15}	-	-	Ra-226	5.0×10^{-10}	Rn-222(100%), Po-218(100%), Pb-214(100%), Bi-214(100%), Po-214(100%), At-218(0.02%), Tl-210(0.021%)	-	Ac-227	1.2×10^{-10}	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)	-	Th-229	9.3×10^{-11}	Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)	-	Th-230	9.0×10^{-14}	-	-	Pa-231	1.1×10^{-11}	-	-	U-233	8.5×10^{-14}	-	-	U-234	2.7×10^{-14}	-	-	U-235	5.1×10^{-11}	Th-231(100%)	-	Np-237	6.7×10^{-11}	Pa-233(100%)	-	Pu-238	6.6×10^{-15}	-	-	Pu-239	1.5×10^{-14}	-	-	Pu-240	7.1×10^{-15}	-	-	Am-241	3.5×10^{-12}	-	3.8×10^{-12}
	核種	設定値	考慮した子孫核種等(生成割合)	既申請値																																																																																																													
	H-3	2.2×10^{-20}	-	0																																																																																																													
	C-14	7.0×10^{-16}	-	0																																																																																																													
	Cl-36	1.3×10^{-13}	-	-																																																																																																													
	Co-60	7.3×10^{-10}	-	7.7×10^{-10}																																																																																																													
	Ni-59	4.9×10^{-15}	-	0																																																																																																													
	Ni-63	1.1×10^{-17}	-	0																																																																																																													
	Sr-90	1.7×10^{-12}	Y-90(100%)	9.5×10^{-18}																																																																																																													
	Nb-94	4.7×10^{-10}	-	4.7×10^{-10}																																																																																																													
	Tc-99	5.2×10^{-15}	-	6.9×10^{-19}																																																																																																													
	I-129	7.2×10^{-13}	-	8.0×10^{-13}																																																																																																													
	Cs-137	1.7×10^{-10}	Ba-137m(94.4%)	1.7×10^{-10}																																																																																																													
	全 α	Pb-210	4.0×10^{-13}	Bi-210(100%), Hg-206(1.900E-6%), Tl-206(1.32E-4%)	-																																																																																																												
		Po-210	2.5×10^{-15}	-	-																																																																																																												
		Ra-226	5.0×10^{-10}	Rn-222(100%), Po-218(100%), Pb-214(100%), Bi-214(100%), Po-214(100%), At-218(0.02%), Tl-210(0.021%)	-																																																																																																												
		Ac-227	1.2×10^{-10}	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223(100%), Pb-211(100%)	-																																																																																																												
		Th-229	9.3×10^{-11}	Ra-225(100%), Ac-225(100%), Bi-213(100%), Pb-209(100%)	-																																																																																																												
		Th-230	9.0×10^{-14}	-	-																																																																																																												
		Pa-231	1.1×10^{-11}	-	-																																																																																																												
		U-233	8.5×10^{-14}	-	-																																																																																																												
		U-234	2.7×10^{-14}	-	-																																																																																																												
		U-235	5.1×10^{-11}	Th-231(100%)	-																																																																																																												
Np-237		6.7×10^{-11}	Pa-233(100%)	-																																																																																																													
Pu-238		6.6×10^{-15}	-	-																																																																																																													
Pu-239		1.5×10^{-14}	-	-																																																																																																													
Pu-240		7.1×10^{-15}	-	-																																																																																																													
Am-241	3.5×10^{-12}	-	3.8×10^{-12}																																																																																																														
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 点減衰核積分コード QAD-CGGP2⁽¹⁾を使用して計算した。 計算モデルは、地表からの被ばくを近似するため、直径 200m、厚さ 2m の円板状線源を想定し、その中央表面から距離 1m の地点を評価点とした。 地表の組成は JAERI-M-6928⁽²⁾ の普通コンクリートを用いた。 核種別換算係数算出に用いる各核種の壊変当たりの放出光子については、ORIGEN2 のライブラリ(18 群)を用いた。 地質環境に係る長期変動事象、将来における生活環境及び廃棄物埋設地の状態設定に応じて変動するものではないため、各シナリオで共通の数値とした。 																																																																																																																
備考																																																																																																																	
文献	<p>(1) Yukio SAKAMOTO and Shun-ichi TANAKA (1990): QAD-CGGP2 AND G33-GP2: REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH THE CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS), JAERI-M 90-110</p> <p>(2) 小山謹二、奥村芳弘、古田公人、宮坂駿一(1977): 遮蔽材料の群定数; 中性子 100群・ガンマ線 20群・P₅近似: JAERI-M-6928</p>																																																																																																																

第3表 元素に依存する評価パラメータ

パラメータ名	頁	備考
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))	13	-
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))	15	-
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(コンクリート)	17	-
難透水性覆土の核種 i の分配係数	19	-
上部覆土の核種 i の分配係数	21	-
鷹架層の核種 i の分配係数	22	-
灌漑土壌の核種 i の分配係数	23	-
廃棄物埋設地の土壌の核種 i の分配係数	24	-
水産物 m における核種 i の濃縮係数(魚類)	25	-
水産物 m における核種 i の濃縮係数(無脊椎動物)	27	-
灌漑農産物への核種 i の移行係数	29	-
農耕農産物への核種 i の移行係数	31	-

パラメータ	名 称		単 位																																																																																					
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))		[m ³ /kg]																																																																																					
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象																																																																																					
設定値	▶ 2号及び3号廃棄物埋設地 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>5×10⁻⁴</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>2×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>7×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>2×10⁰</td><td>2×10⁰</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>2×10⁻⁴</td><td>2×10⁻⁴</td><td>3×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>I</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>3×10⁻²</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>1×10¹</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10¹</td></tr> </tbody> </table>			元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	H	0	0	0	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-	Co	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	Nb	2×10 ⁰	2×10 ⁰	4×10 ⁻¹	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Th	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-	Pa	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-	U	0	0	-	Np	0	0	-	Pu	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ¹	Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																																																																																				
	H	0	0	0																																																																																				
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²																																																																																				
	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-																																																																																				
	Co	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹																																																																																				
	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²																																																																																				
	Nb	2×10 ⁰	2×10 ⁰	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴																																																																																				
	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0																																																																																				
	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²																																																																																				
	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																			
		Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																			
		Th	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-																																																																																			
		Pa	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-																																																																																			
U		0	0	-																																																																																				
Np		0	0	-																																																																																				
Pu		4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ¹																																																																																				
Am		1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹																																																																																				

➤ 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から 6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体*1,2		
H	0	0	0	0	
C	5×10^{-1}	5×10^{-2}	4×10^{-3}	5×10^{-1}	
Cl	0	0	0	-	
Co	9×10^{-3}	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^{-1}	
Ni	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	3×10^{-1}	
Sr	2×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-2}	
Nb	1×10^1	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^{-1}	
Tc	3×10^{-4}	0	0	5×10^{-4}	
I	1×10^{-3}	0	0	2×10^{-3}	
Cs	2×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	3×10^{-3}	
全 α	Pb	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Po	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Ra	2×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	Ac	1×10^1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	-
	Th	1×10^1	4×10^{-1}	4×10^{-1}	-
	Pa	1×10^1	4×10^{-1}	4×10^{-1}	-
	U	0	0	0	-
	Np	2×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	-
	Pu	1×10^1	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1
	Am	1×10^1	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^1

設定根拠

- ・ 詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・ 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定する。

備考

- *1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。
- *2 1号廃棄物埋設地における分配係数(セメント系充填材(廃棄体))は、セメント破砕物充填固化体の値を設定する。

文献

パラメータ	名 称		単 位																																																																																					
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))		[m ³ /kg]																																																																																					
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象																																																																																					
設定値	> 2号及び3号廃棄物埋設地 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>5×10⁻⁴</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>2×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>7×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>2×10⁰</td><td>2×10⁰</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>2×10⁻⁴</td><td>2×10⁻⁴</td><td>3×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>I</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>3×10⁻²</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>4×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td><td>1×10¹</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10¹</td></tr> </tbody> </table>			元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	H	0	0	0	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-	Co	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	Nb	2×10 ⁰	2×10 ⁰	4×10 ⁻¹	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Th	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-	Pa	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-	U	0	0	-	Np	0	0	-	Pu	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ¹	Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																																																																																				
	H	0	0	0																																																																																				
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²																																																																																				
	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-																																																																																				
	Co	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹																																																																																				
	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²																																																																																				
	Nb	2×10 ⁰	2×10 ⁰	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴																																																																																				
	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0																																																																																				
	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²																																																																																				
	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																			
		Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																			
		Th	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-																																																																																			
		Pa	4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	-																																																																																			
		U	0	0	-																																																																																			
		Np	0	0	-																																																																																			
Pu		4×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	1×10 ¹																																																																																				
Am		1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹																																																																																				

➤ 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体*1		
H	0	0	0	0	
C	4×10^{-3}	5×10^{-2}	4×10^{-3}	4×10^{-3}	
Cl	0	0	0	-	
Co	2×10^{-2}	2×10^{-2}	2×10^{-2}	7×10^{-1}	
Ni	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	4×10^{-1}	
Sr	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-2}	
Nb	2×10^{-1}	2×10^{-1}	2×10^{-1}	4×10^{-1}	
Tc	0	0	0	3×10^{-4}	
I	0	0	0	0	
Cs	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	3×10^{-2}	
全 α	Pb	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Po	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Ra	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	Ac	2×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	-
	Th	8×10^0	4×10^{-1}	4×10^{-1}	-
	Pa	8×10^0	4×10^{-1}	4×10^{-1}	-
	U	0	0	0	-
	Np	3×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	-
	Pu	8×10^0	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1
	Am	2×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^1

設定根拠

- ・ 詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・ 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称		単 位		
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(コンクリート)		[m ³ /kg]		
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象		
設定値	▶ 2号及び3号廃棄物埋設地				
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	
	H	0	0	0	
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	
	Cl	-	8×10 ⁻⁴	-	
	Co	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	1×10 ⁻¹	
	Ni	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	8×10 ⁻²	
	Sr	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻²	
	Nb	6×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹	8×10 ⁻²	
	Tc	0	0	0	
	I	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	
	Cs	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	3×10 ⁻²	
	全 α	Pb	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-
		Po	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-
		Ra	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	-
		Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-
		Th	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-
		Pa	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-
U		0	0	-	
Np		7×10 ⁻³	7×10 ⁻³	-	
Pu		1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹	
Am		1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	1×10 ¹	

➤ 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体*1		
H	0	0	0	0	
C	3×10^{-3}	5×10^{-2}	3×10^{-3}	5×10^{-1}	
Cl	0	0	0	—	
Co	3×10^{-3}	0	0	1×10^{-1}	
Ni	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	3×10^{-1}	
Sr	3×10^{-4}	0	0	3×10^{-2}	
Nb	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	
Tc	0	0	0	5×10^{-4}	
I	0	0	0	2×10^{-3}	
Cs	3×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	3×10^{-3}	
全 α	Pb	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	—
	Po	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	—
	Ra	3×10^{-4}	0	0	—
	Ac	3×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	—
	Th	2×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	—
	Pa	2×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	—
	U	0	0	0	—
	Np	1×10^{-1}	7×10^{-3}	7×10^{-3}	—
	Pu	2×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^1
Am	3×10^0	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^1	

設定根拠

- ・ 詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・ 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称		単 位		
	難透水性覆土の核種 <i>i</i> の分配係数		[m ³ /kg]		
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象		
設定値	▶ 2号及び3号廃棄物埋設地				
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	
	H	0	0	0	
	C	0	0	1×10 ⁻³	
	Cl	-	0	-	
	Co	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	5×10 ⁻²	
	Ni	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	5×10 ⁻²	
	Sr	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	
	Nb	5×10 ⁻¹	5×10 ⁻¹	5×10 ⁻²	
	Tc	0	0	0	
	I	0	0	0	
	Cs	1×10 ⁰	1×10 ⁰	1×10 ⁻¹	
	全 α	Pb	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	-
		Po	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	-
		Ra	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-
		Ac	6×10 ⁰	6×10 ⁰	-
		Th	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-
		Pa	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-
		U	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-
		Np	0	0	-
Pu		3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	1×10 ⁰	
Am	6×10 ⁰	6×10 ⁰	1×10 ¹		

➤ 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値
	1群から6群	7,8群	8群	
		充填固化体	均質・均一 固化体*1	
H	0	0	0	0
C	0	0	0	1×10^{-3}
Cl	0	0	0	-
Co	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	5×10^{-2}
Ni	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-2}
Sr	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	2×10^{-1}
Nb	3×10^{-2}	3×10^{-2}	3×10^{-2}	5×10^{-2}
Tc	0	0	0	0
I	0	0	0	0
Cs	9×10^{-2}	9×10^{-2}	9×10^{-2}	1×10^{-1}
全 α	Pb	5×10^{-3}	5×10^{-3}	-
	Po	5×10^{-3}	5×10^{-3}	-
	Ra	1×10^{-2}	1×10^{-2}	-
	Ac	4×10^{-1}	4×10^{-1}	-
	Th	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	Pa	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	U	6×10^{-4}	6×10^{-4}	-
	Np	0	0	-
	Pu	2×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^0
	Am	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1

設定根拠

・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称			単 位																																																																																							
	上部覆土の核種 <i>i</i> の分配係数			[m ³ /kg]																																																																																							
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																								
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">元素</th> <th colspan="2">設定値</th> <th rowspan="2">既申請値</th> </tr> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号及び2号 廃棄物埋設地</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻³</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>3×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>7×10⁻²</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>0</td><td>0</td><td>8×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>I</td><td>0</td><td>0</td><td>3×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>9×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>1×10⁰</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>1×10⁻³</td><td>1×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>9×10⁻⁴</td><td>2×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁰</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>2×10⁰</td></tr> </tbody> </table>				元素	設定値		既申請値	3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地	H	0	0	0	C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻³	Cl	-	0	-	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻¹	Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻²	Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁻¹	Tc	0	0	8×10 ⁻⁴	I	0	0	3×10 ⁻⁴	Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰	1×10 ⁰	全 α	Pb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Po	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Ra	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	-	Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	-	Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	U	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-	Np	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	-	Pu	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁰	Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	2×10 ⁰
元素	設定値		既申請値																																																																																								
	3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地																																																																																									
H	0	0	0																																																																																								
C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻³																																																																																								
Cl	-	0	-																																																																																								
Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻¹																																																																																								
Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹																																																																																								
Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	7×10 ⁻²																																																																																								
Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁻¹																																																																																								
Tc	0	0	8×10 ⁻⁴																																																																																								
I	0	0	3×10 ⁻⁴																																																																																								
Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰	1×10 ⁰																																																																																								
全 α	Pb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																							
	Po	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																							
	Ra	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	-																																																																																							
	Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	-																																																																																							
	Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																							
	Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																							
	U	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-																																																																																							
	Np	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	-																																																																																							
	Pu	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁰																																																																																							
	Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	2×10 ⁰																																																																																							
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細については、補足説明資料 8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。 																																																																																										
備考																																																																																											
文献																																																																																											

パラメータ	名 称			単 位																																																																																							
	鷹架層の核種 <i>i</i> の分配係数			[m ³ /kg]																																																																																							
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																								
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">元素</th> <th colspan="2">設定値</th> <th rowspan="2">既申請値</th> </tr> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号及び2号 廃棄物埋設地</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td><td>2×10⁻³</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>6×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>5×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>0</td><td>0</td><td>5×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>I</td><td>0</td><td>0</td><td>1×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>9×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>1×10⁰</td></tr> <tr><td rowspan="9">全 α</td><td>Pb</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>1×10⁻³</td><td>1×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>9×10⁻⁴</td><td>2×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁰</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td><td>2×10⁰</td></tr> </tbody> </table>				元素	設定値		既申請値	3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地	H	0	0	0	C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	Cl	-	0	-	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹	Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	5×10 ⁻¹	Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	4×10 ⁻¹	Tc	0	0	5×10 ⁻⁴	I	0	0	1×10 ⁻⁴	Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰	1×10 ⁰	全 α	Pb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Po	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-	Ra	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	-	Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	-	Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	U	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-	Np	9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	-	Pu	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁰	Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	2×10 ⁰
	元素	設定値		既申請値																																																																																							
		3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地																																																																																								
	H	0	0	0																																																																																							
	C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³																																																																																							
	Cl	-	0	-																																																																																							
	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	6×10 ⁻¹																																																																																							
	Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	5×10 ⁻¹																																																																																							
	Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹																																																																																							
	Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	4×10 ⁻¹																																																																																							
	Tc	0	0	5×10 ⁻⁴																																																																																							
	I	0	0	1×10 ⁻⁴																																																																																							
	Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰	1×10 ⁰																																																																																							
	全 α	Pb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																						
		Po	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-																																																																																						
		Ra	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	-																																																																																						
		Ac	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	-																																																																																						
		Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																						
		Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																						
U		1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-																																																																																							
Np		9×10 ⁻⁴	2×10 ⁻³	-																																																																																							
Pu		2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	2×10 ⁰																																																																																							
Am	1×10 ⁻¹	1×10 ⁰	2×10 ⁰																																																																																								
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。 																																																																																										
備考																																																																																											
文献																																																																																											

パラメータ	名 称			単 位		
	灌漑土壌の核種 <i>i</i> の分配係数			[m ³ /kg]		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象			
設定値	元素	設定値	根拠資料	備考	既申請値	
	H	0	文献(1)	0 cm ³ /g	0	
	C	2.0×10 ⁻³		2 cm ³ /g	1×10 ⁻³	
	Cl	1.5×10 ⁻³	文献(2)	水田土壌 Kd の幾何平均値	-	
	Co	9.9×10 ⁻¹	文献(3)	organic 9.9×10 ²	3×10 ⁻¹	
	Ni	1.1×10 ⁰		organic 1.1×10 ³	2×10 ⁻¹	
	Sr	1.5×10 ⁻¹		organic 1.5×10 ²	7×10 ⁻²	
	Nb	2.0×10 ⁰		organic 2.0×10 ³	2×10 ⁻¹	
	Tc	1.5×10 ⁻³		organic 1.5×10 ⁰	8×10 ⁻⁴	
	I	2.7×10 ⁻²		organic 2.7×10 ¹	3×10 ⁻⁴	
	Cs	2.7×10 ⁻¹		organic 2.7×10 ²	1×10 ⁰	
	全 α	Pb		2.2×10 ¹	organic 2.2×10 ⁴	-
		Po		6.6×10 ⁰	organic 6.6×10 ³	-
		Ra		2.4×10 ⁰	organic 2.4×10 ³	-
		Ac		5.4×10 ⁰	organic 5.4×10 ³	-
		Th		8.9×10 ¹	organic 8.9×10 ⁴	-
		Pa	6.6×10 ⁰	organic 6.6×10 ³	-	
		U	4.0×10 ⁻¹	organic 4.0×10 ²	-	
		Np	1.2×10 ⁰	organic 1.2×10 ³	-	
Pu	1.8×10 ⁰	organic 1.8×10 ³	2×10 ⁰			
Am	1.1×10 ²	organic 1.1×10 ⁵	2×10 ⁰			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑土壌の分配係数は文献(3)、文献(1)の順に値を引用した。 ・ Cl については、文献(2)より塩素の土壌－農作物移行係数の値を引用した。 ・ 既申請書では、上部覆土の核種<i>i</i>の分配係数と同じ数値としていたが、実際の灌漑土壌は上部覆土と異なるため、実際に灌漑土壌に類似した土壌の分配係数の数値を引用した。 ・ 灌漑土壌は、廃棄物埋設地周辺に存在する土壌を想定したものではなく、設定値も他の土壌データに比べ保守側であるため、各シナリオで共通の数値とした。 					
備考						
文献	(1) International Atomic Energy Agency(1987) : Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, IAEA-TECDOC-401 (2) 社団法人 日本原子力学会 2010年春の年会 : 塩素の土壌－農作物移行係数 (3) International Atomic Energy Agency(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364					

パラメータ	名 称		単 位																																																								
	廃棄物埋設地の土壌の核種 <i>i</i> の分配係数		[m ³ /kg]																																																								
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象																																																								
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">元素</th> <th colspan="2">設定値</th> </tr> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号及び2号 廃棄物埋設地</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1×10⁻¹</td><td>2×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>I</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>9×10⁻¹</td><td>1×10⁰</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Po</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Th</td><td>2×10⁻²</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>2×10⁻²</td></tr> <tr><td>U</td><td>1×10⁻³</td></tr> <tr><td>Np</td><td>9×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>2×10⁻²</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1×10⁻¹</td></tr> </tbody> </table>			元素	設定値		3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地	H	0	0	C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	Cl	-	0	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	Tc	0	0	I	0	0	Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰	全 α	Pb	1×10 ⁻¹	Po	1×10 ⁻¹	Ra	1×10 ⁻¹	Ac	1×10 ⁻¹	Th	2×10 ⁻²	Pa	2×10 ⁻²	U	1×10 ⁻³	Np	9×10 ⁻⁴	Pu	2×10 ⁻²	Am	1×10 ⁻¹
元素	設定値																																																										
	3号廃棄物埋設地	1号及び2号 廃棄物埋設地																																																									
H	0	0																																																									
C	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴																																																									
Cl	-	0																																																									
Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹																																																									
Ni	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹																																																									
Sr	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹																																																									
Nb	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²																																																									
Tc	0	0																																																									
I	0	0																																																									
Cs	9×10 ⁻¹	1×10 ⁰																																																									
全 α	Pb	1×10 ⁻¹																																																									
	Po	1×10 ⁻¹																																																									
	Ra	1×10 ⁻¹																																																									
	Ac	1×10 ⁻¹																																																									
	Th	2×10 ⁻²																																																									
	Pa	2×10 ⁻²																																																									
	U	1×10 ⁻³																																																									
	Np	9×10 ⁻⁴																																																									
	Pu	2×10 ⁻²																																																									
	Am	1×10 ⁻¹																																																									
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物埋設地及びその近傍の土壌は、上部覆土と同等であることから、上部覆土の核種<i>i</i>の分配係数と同じ数値とした。 																																																										
備考																																																											
文献																																																											

パラメータ	名 称						単 位	
	水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(魚類)						[m ³ /kg]	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象		■ 最も厳しい自然事象		■ 人為事象			
設定値	元素	設定値	淡水魚		海水魚		既申請値	
			設定値	根拠資料	設定値	根拠資料		
	H	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	文献(2)	1.0×10 ⁻³	文献(3)	1.0×10 ⁻³	
	C	8.4×10 ⁰	8.4×10 ⁰	現地値	2.0×10 ¹	文献(3)	4.6×10 ⁰	
	Cl	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	文献(2)	6.0×10 ⁻⁵	文献(3)	-	
	Co	1.0×10 ⁰	4.0×10 ⁻¹	文献(7)	1.0×10 ⁰	文献(1)	3.0×10 ⁻¹	
	Ni	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(1)	1.0×10 ⁰	文献(1)	5.0×10 ⁻¹	
	Sr	1.9×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻¹	文献(7)	2.0×10 ⁻³	文献(1)	6.0×10 ⁻²	
	Nb	3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	文献(1)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻¹	
	Tc	3.0×10 ⁻²	2.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	2.0×10 ⁻²	
	I	6.5×10 ⁻¹	6.5×10 ⁻¹	文献(7)	1.0×10 ⁻²	文献(1)	4.0×10 ⁻²	
	Cs	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	文献(1)	1.0×10 ⁻¹	文献(1)	2.0×10 ⁰	
	全 α	Pb	3.7×10 ⁻¹	3.7×10 ⁻¹	文献(7)	2.0×10 ⁻¹	文献(1)	-
		Po	2.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻²	文献(1)	2.0×10 ⁰	文献(1)	-
		Ra	5.0×10 ⁻¹	2.1×10 ⁻¹	文献(7)	5.0×10 ⁻¹	文献(1)	-
		Ac	5.0×10 ⁻²	1.5×10 ⁻²	文献(1)	5.0×10 ⁻²	文献(1)	-
		Th	6.0×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻¹	文献(7)	6.0×10 ⁻¹	文献(1)	-
		Pa	5.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	文献(1)	5.0×10 ⁻²	文献(1)	-
		U	1.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	文献(1)	1.0×10 ⁻³	文献(1)	-
		Np	3.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻²	文献(1)	1.0×10 ⁻²	文献(1)	-
Pu	4.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻²	文献(1)	4.0×10 ⁻²	文献(1)	-		
Am	2.4×10 ⁻¹	2.4×10 ⁻¹	文献(7)	5.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻²		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 淡水魚及び海水魚の濃縮係数は、文献(1)～(6)の順で数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献である文献(7)に、より大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 Cの淡水魚については、水産物摂取に伴う被ばく経路における線量支配核種であることを考慮し、より実態に近い値を設定するため、尾駸沼における代表的な水産物であるワカサギの濃縮係数を調査結果より算出した。 Puの文献(7)の数値については、他の文献と比較すると1,000倍以上も大きいこと、元データとして引用している参考文献群との繋がりが把握できないこと、データ数が3点と少ないこと、食用魚ではなく飼料魚を対象としたものであることからデータの信頼性が乏しいと判断し、考慮しないこととした。 淡水魚、海水魚のそれぞれのデータセットのうち、大きい方の値を設定値とした。ただし、Cについては、現地値を採用した。 水産物の濃縮係数は固有の数値であるため、各シナリオで共通の数値とした。 							

	<table border="1" data-bbox="695 217 1136 607"> <thead> <tr> <th data-bbox="695 217 852 264">文献 No.</th> <th data-bbox="852 217 1136 264">優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="695 264 852 311">文献(1)</td> <td data-bbox="852 264 1136 311">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 311 852 358">文献(2)</td> <td data-bbox="852 311 1136 358">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 358 852 405">文献(3)</td> <td data-bbox="852 358 1136 405">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 405 852 452">文献(4)</td> <td data-bbox="852 405 1136 452">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 452 852 499">文献(5)</td> <td data-bbox="852 452 1136 499">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 499 852 546">文献(6)</td> <td data-bbox="852 499 1136 546">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="695 546 852 607">文献(7)</td> <td data-bbox="852 546 1136 607">文献(1)～(6)より 大きい場合採用</td> </tr> </tbody> </table>	文献 No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	5	文献(6)	6	文献(7)	文献(1)～(6)より 大きい場合採用
文献 No.	優先順位																
文献(1)	1																
文献(2)	2																
文献(3)	3																
文献(4)	4																
文献(5)	5																
文献(6)	6																
文献(7)	文献(1)～(6)より 大きい場合採用																
備考																	
文献	<p>(1) International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No.19</p> <p>(2) International Atomic Energy Agency(2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44</p> <p>(3) International Atomic Energy Agency(2004) : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No.422</p> <p>(4) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No.364</p> <p>(5) International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57</p> <p>(6) International Atomic Energy Agency (1985) : Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No.247</p> <p>(7) International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472</p>																

パラメータ	名 称						単 位		
	水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(無脊椎動物)						[m ³ /kg]		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象		■ 最も厳しい自然事象		■ 人為事象				
設定値	元素		設定値		淡水貝		既申請値		
			設定値	根拠資料	海水無脊椎動物				
					設定値	根拠資料			
	H		1.0×10 ⁻³	9.0×10 ⁻⁴	文献(7)	1.0×10 ⁻³	文献(3)	1.0×10 ⁻³	
	C		9.1×10 ⁰	9.1×10 ⁰	文献(7)	2.0×10 ¹	文献(3)	9.1×10 ⁰	
	Cl		1.6×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹	文献(7)	6.0×10 ⁻⁵	文献(3)	-	
	Co		1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	文献(5)	5.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ¹	
	Ni		2.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	2.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁻¹	
	Sr		3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	文献(5)	2.0×10 ⁻³	文献(1)	3.0×10 ⁻¹	
	Nb		1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁰	
	Tc		1.0×10 ⁰	2.6×10 ⁻²	文献(8)	1.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁰	
	I		4.0×10 ⁻¹	4.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁻²	文献(1)	4.0×10 ⁻¹	
	Cs		1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	文献(5)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	1.0×10 ⁰	
	全 α	Pb		1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁰	文献(1)	-
		Po		5.0×10 ¹	2.0×10 ¹	文献(5)	5.0×10 ¹	文献(1)	-
		Ra		1.0×10 ⁰	3.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁰	文献(1)	-
		Ac		1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	文献(7)	1.0×10 ⁰	文献(1)	-
		Th		2.9×10 ⁰	2.9×10 ⁰	文献(8)	1.0×10 ⁰	文献(1)	-
		Pa		5.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	5.0×10 ⁻¹	文献(1)	-
		U		1.7×10 ⁻¹	1.7×10 ⁻¹	文献(8)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	-
Np		9.5×10 ⁰	9.5×10 ⁰	文献(8)	4.0×10 ⁻¹	文献(1)	-		
Pu		3.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	3.0×10 ⁰	文献(1)	-		
Am		2.0×10 ¹	2.4×10 ⁰	文献(8)	2.0×10 ¹	文献(1)	2.0×10 ⁰		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 淡水貝及び海水無脊椎動物の濃縮係数は、文献(1)～(7)の順で数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献である文献(8)に、より大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 Puの文献(8)の数値は、他の文献と比較すると数値が過度に大きいこと、また、元データとして引用している参考文献群との繋がりが把握できないことからデータの信頼性が乏しいと判断し、考慮しないこととした。 淡水貝、海水無脊椎動物のそれぞれのデータセットのうち、大きい方の数値を使用した。ただし、Cについては、尾駁沼において漁獲されていた主な貝類がしじみであることから、淡水貝の数値を設定値とした。 なお、しじみは淡水性又は汽水性のものであるが、汽水性のもので尾駁沼のように塩分濃度が高い場合は生息しない。しじみが生息する場合は淡水又は汽水性でも塩分濃度が低い場合となるため、海水無脊椎動物ではなく淡水貝の数値を採用した。 水産物の濃縮係数は固有の数値であるため、各シナリオで共通の数値とした。 								

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>文献 No.</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>文献(1)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>文献(2)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>文献(3)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>文献(4)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>文献(5)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>文献(6)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>文献(7)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>文献(8)</td> <td>文献(1)～(7)より 大きい場合採用</td> </tr> </tbody> </table>	文献 No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	5	文献(6)	6	文献(7)	7	文献(8)	文献(1)～(7)より 大きい場合採用
文献 No.	優先順位																		
文献(1)	1																		
文献(2)	2																		
文献(3)	3																		
文献(4)	4																		
文献(5)	5																		
文献(6)	6																		
文献(7)	7																		
文献(8)	文献(1)～(7)より 大きい場合採用																		
備考																			
文献	<p>(1) International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19</p> <p>(2) International Atomic Energy Agency(2005) :Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44</p> <p>(3) International Atomic Energy Agency(2004) : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No. 422</p> <p>(4) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364</p> <p>(5) International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57</p> <p>(6) International Atomic Energy Agency (1985) : Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No.247</p> <p>(7) Stanley E. Thompson, C. Ann Burton, Dorothy J. Quinn, Yook C. Ng(1972) : CONCENTRATION FACTORS OF CHEMICAL ELEMENTS IN EDIBLE AQUATIC ORGANISMS, UCRL-50564 Rev. 1</p> <p>(8) International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472</p>																		

パラメータ	名 称		単 位																																																																																																											
	灌漑農産物への核種 <i>i</i> の移行係数		[(Bq/kg-wet 農作物) / (Bq/kg-dry 土壌)]																																																																																																											
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																																																											
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>設定値</th> <th>根拠資料</th> <th>備考</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>1.0×10^0</td><td>文献(3)</td><td>-</td><td>5.0×10^0</td></tr> <tr><td>C</td><td>7.0×10^{-1}</td><td>文献(3)</td><td>-</td><td>1.0×10^{-3}</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>5.0×10^0</td><td>文献(3)</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>4.3×10^{-3}</td><td>文献(5)</td><td>$5.1 \times 10^{-3} \times 0.845$</td><td>$3.0 \times 10^{-2}$</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>2.6×10^{-2}</td><td>文献(1)</td><td>$3.0 \times 10^{-2} \times 0.86$</td><td>$2.0 \times 10^{-2}$</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1.8×10^{-1}</td><td>文献(1)</td><td>$2.1 \times 10^{-1} \times 0.86$</td><td>$3.0 \times 10^{-1}$</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>1.0×10^{-2}</td><td>文献(2)</td><td>-</td><td>1.0×10^{-2}</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>6.3×10^{-1}</td><td>文献(1)</td><td>$7.3 \times 10^{-1} \times 0.86$</td><td>$5.0 \times 10^0$</td></tr> <tr><td>I</td><td>2.0×10^{-2}</td><td>文献(2)</td><td>-</td><td>2.0×10^{-2}</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>7.1×10^{-2}</td><td>文献(1)</td><td>$8.3 \times 10^{-2} \times 0.86$</td><td>$3.0 \times 10^{-2}$</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>7.1×10^{-3}</td><td>文献(5)</td><td>$8.4 \times 10^{-3} \times 0.845$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>1.1×10^{-2}</td><td>文献(5)</td><td>$1.3 \times 10^{-3} \times 0.845$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>7.4×10^{-4}</td><td>文献(5)</td><td>$8.7 \times 10^{-4} \times 0.845$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1.0×10^{-3}</td><td>文献(2)</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>1.4×10^{-4}</td><td>文献(5)</td><td>$1.6 \times 10^{-4} \times 0.845$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>1.0×10^{-2}</td><td>文献(2)</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>1.1×10^{-3}</td><td>文献(1)</td><td>$1.3 \times 10^{-3} \times 0.86$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>2.3×10^{-3}</td><td>文献(1)</td><td>$2.7 \times 10^{-3} \times 0.86$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>7.4×10^{-6}</td><td>文献(1)</td><td>$8.6 \times 10^{-6} \times 0.86$</td><td>-</td></tr> <tr><td>Am</td><td>1.9×10^{-5}</td><td>文献(1)</td><td>$2.2 \times 10^{-5} \times 0.86$</td><td>$1.0 \times 10^{-3}$</td></tr> </tbody> </table>				元素	設定値	根拠資料	備考	既申請値	H	1.0×10^0	文献(3)	-	5.0×10^0	C	7.0×10^{-1}	文献(3)	-	1.0×10^{-3}	Cl	5.0×10^0	文献(3)	-	-	Co	4.3×10^{-3}	文献(5)	$5.1 \times 10^{-3} \times 0.845$	3.0×10^{-2}	Ni	2.6×10^{-2}	文献(1)	$3.0 \times 10^{-2} \times 0.86$	2.0×10^{-2}	Sr	1.8×10^{-1}	文献(1)	$2.1 \times 10^{-1} \times 0.86$	3.0×10^{-1}	Nb	1.0×10^{-2}	文献(2)	-	1.0×10^{-2}	Tc	6.3×10^{-1}	文献(1)	$7.3 \times 10^{-1} \times 0.86$	5.0×10^0	I	2.0×10^{-2}	文献(2)	-	2.0×10^{-2}	Cs	7.1×10^{-2}	文献(1)	$8.3 \times 10^{-2} \times 0.86$	3.0×10^{-2}	全 α	Pb	7.1×10^{-3}	文献(5)	$8.4 \times 10^{-3} \times 0.845$	-	Po	1.1×10^{-2}	文献(5)	$1.3 \times 10^{-3} \times 0.845$	-	Ra	7.4×10^{-4}	文献(5)	$8.7 \times 10^{-4} \times 0.845$	-	Ac	1.0×10^{-3}	文献(2)	-	-	Th	1.4×10^{-4}	文献(5)	$1.6 \times 10^{-4} \times 0.845$	-	Pa	1.0×10^{-2}	文献(2)	-	-	U	1.1×10^{-3}	文献(1)	$1.3 \times 10^{-3} \times 0.86$	-	Np	2.3×10^{-3}	文献(1)	$2.7 \times 10^{-3} \times 0.86$	-	Pu	7.4×10^{-6}	文献(1)	$8.6 \times 10^{-6} \times 0.86$	-	Am	1.9×10^{-5}	文献(1)	$2.2 \times 10^{-5} \times 0.86$	1.0×10^{-3}
元素	設定値	根拠資料	備考	既申請値																																																																																																										
H	1.0×10^0	文献(3)	-	5.0×10^0																																																																																																										
C	7.0×10^{-1}	文献(3)	-	1.0×10^{-3}																																																																																																										
Cl	5.0×10^0	文献(3)	-	-																																																																																																										
Co	4.3×10^{-3}	文献(5)	$5.1 \times 10^{-3} \times 0.845$	3.0×10^{-2}																																																																																																										
Ni	2.6×10^{-2}	文献(1)	$3.0 \times 10^{-2} \times 0.86$	2.0×10^{-2}																																																																																																										
Sr	1.8×10^{-1}	文献(1)	$2.1 \times 10^{-1} \times 0.86$	3.0×10^{-1}																																																																																																										
Nb	1.0×10^{-2}	文献(2)	-	1.0×10^{-2}																																																																																																										
Tc	6.3×10^{-1}	文献(1)	$7.3 \times 10^{-1} \times 0.86$	5.0×10^0																																																																																																										
I	2.0×10^{-2}	文献(2)	-	2.0×10^{-2}																																																																																																										
Cs	7.1×10^{-2}	文献(1)	$8.3 \times 10^{-2} \times 0.86$	3.0×10^{-2}																																																																																																										
全 α	Pb	7.1×10^{-3}	文献(5)	$8.4 \times 10^{-3} \times 0.845$	-																																																																																																									
	Po	1.1×10^{-2}	文献(5)	$1.3 \times 10^{-3} \times 0.845$	-																																																																																																									
	Ra	7.4×10^{-4}	文献(5)	$8.7 \times 10^{-4} \times 0.845$	-																																																																																																									
	Ac	1.0×10^{-3}	文献(2)	-	-																																																																																																									
	Th	1.4×10^{-4}	文献(5)	$1.6 \times 10^{-4} \times 0.845$	-																																																																																																									
	Pa	1.0×10^{-2}	文献(2)	-	-																																																																																																									
	U	1.1×10^{-3}	文献(1)	$1.3 \times 10^{-3} \times 0.86$	-																																																																																																									
	Np	2.3×10^{-3}	文献(1)	$2.7 \times 10^{-3} \times 0.86$	-																																																																																																									
	Pu	7.4×10^{-6}	文献(1)	$8.6 \times 10^{-6} \times 0.86$	-																																																																																																									
	Am	1.9×10^{-5}	文献(1)	$2.2 \times 10^{-5} \times 0.86$	1.0×10^{-3}																																																																																																									
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑農産物(米)の移行係数は、文献(1)～(4)の順に数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献(5)により大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 文献(1)及び文献(5)の数値は dry 農作物の値が示されているため、文献(1)は乾燥重量 86%を、文献(5)は文献(6)に記載のある米の含水率 15.5%(乾燥重量 84.5%)を用いて、wet 農作物の重量に変換した。 灌漑農産物(米)の移行係数は固有の数値であるため、各シナリオで共通の値とした。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>文献 No.</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>文献(1)</td><td>1</td></tr> <tr><td>文献(2)</td><td>2</td></tr> <tr><td>文献(3)</td><td>3</td></tr> <tr><td>文献(4)</td><td>4</td></tr> <tr><td>文献(5)</td><td>文献(1)～(4)より大きい場合採用</td></tr> <tr><td>文献(6)</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>				文献 No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	文献(1)～(4)より大きい場合採用	文献(6)	-																																																																																												
文献 No.	優先順位																																																																																																													
文献(1)	1																																																																																																													
文献(2)	2																																																																																																													
文献(3)	3																																																																																																													
文献(4)	4																																																																																																													
文献(5)	文献(1)～(4)より大きい場合採用																																																																																																													
文献(6)	-																																																																																																													
備考	<ul style="list-style-type: none"> 既申請書では、米を代表的な農産物として扱っていたが、新たなシナリオが追加になったことにより、水利用で生産される農産物を米とし、土地利用で生産される農産物を米以外(野菜)として、設定を行った。 																																																																																																													

<p style="text-align: center;">文献</p>	<ol style="list-style-type: none"> (1) International Atomic Energy Agency(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364 (2) International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19 (3) International Atomic Energy Agency(2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No. 44 (4) International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No. 57 (5) International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472 (6) 文部科学省(平成 22 年) : 日本食品標準成分表
---------------------------------------	---

パラメータ	名 称		単 位																																																																
		農耕農産物への核種 <i>i</i> の移行係数		[(Bq/kg-wet 農作物) / (Bq/kg-dry 土壌)]																																																															
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																																																																
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>設定値</th> <th>根拠資料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>1.0×10^0</td><td>文献(2)</td></tr> <tr><td>C</td><td>7.0×10^{-1}</td><td>文献(2)</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>3.1×10^1</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Co</td><td>8.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>5.0×10^{-2}</td><td>文献(6)</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1.2×10^0</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>1.2×10^{-2}</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>1.6×10^1</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>I</td><td>2.1×10^{-2}</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>4.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>2.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Po</td><td>2.0×10^{-3}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>4.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>1.0×10^{-3}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Th</td><td>1.8×10^{-3}</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>1.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>U</td><td>1.3×10^{-2}</td><td>文献(5)</td></tr> <tr><td>Np</td><td>4.0×10^{-2}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>1.0×10^{-3}</td><td>文献(1)</td></tr> <tr><td>Am</td><td>2.0×10^{-3}</td><td>文献(1)</td></tr> </tbody> </table>			元素	設定値	根拠資料	H	1.0×10^0	文献(2)	C	7.0×10^{-1}	文献(2)	Cl	3.1×10^1	文献(5)	Co	8.0×10^{-2}	文献(1)	Ni	5.0×10^{-2}	文献(6)	Sr	1.2×10^0	文献(5)	Nb	1.2×10^{-2}	文献(5)	Tc	1.6×10^1	文献(5)	I	2.1×10^{-2}	文献(5)	Cs	4.0×10^{-2}	文献(1)	全 α	Pb	2.0×10^{-2}	文献(1)	Po	2.0×10^{-3}	文献(1)	Ra	4.0×10^{-2}	文献(1)	Ac	1.0×10^{-3}	文献(1)	Th	1.8×10^{-3}	文献(5)	Pa	1.0×10^{-2}	文献(1)	U	1.3×10^{-2}	文献(5)	Np	4.0×10^{-2}	文献(1)	Pu	1.0×10^{-3}	文献(1)	Am	2.0×10^{-3}	文献(1)
元素	設定値	根拠資料																																																																	
H	1.0×10^0	文献(2)																																																																	
C	7.0×10^{-1}	文献(2)																																																																	
Cl	3.1×10^1	文献(5)																																																																	
Co	8.0×10^{-2}	文献(1)																																																																	
Ni	5.0×10^{-2}	文献(6)																																																																	
Sr	1.2×10^0	文献(5)																																																																	
Nb	1.2×10^{-2}	文献(5)																																																																	
Tc	1.6×10^1	文献(5)																																																																	
I	2.1×10^{-2}	文献(5)																																																																	
Cs	4.0×10^{-2}	文献(1)																																																																	
全 α	Pb	2.0×10^{-2}	文献(1)																																																																
	Po	2.0×10^{-3}	文献(1)																																																																
	Ra	4.0×10^{-2}	文献(1)																																																																
	Ac	1.0×10^{-3}	文献(1)																																																																
	Th	1.8×10^{-3}	文献(5)																																																																
	Pa	1.0×10^{-2}	文献(1)																																																																
	U	1.3×10^{-2}	文献(5)																																																																
	Np	4.0×10^{-2}	文献(1)																																																																
	Pu	1.0×10^{-3}	文献(1)																																																																
	Am	2.0×10^{-3}	文献(1)																																																																
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 農耕農産物(米以外)の移行係数は、文献(1)～(4)の順に数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献(5)により大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 Niについては、国内データを参考にして文献(6)の数値を引用した。 農耕農産物(米以外)の移行係数は固有の数値であるため、各シナリオで共通の数値とした。 文献(5)を根拠としている値に関しては、(平均値×(1-含水率))から値を算出し、最大値を設定値とした。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>文献 No.</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>文献(1)</td><td>1</td></tr> <tr><td>文献(2)</td><td>2</td></tr> <tr><td>文献(3)</td><td>3</td></tr> <tr><td>文献(4)</td><td>4</td></tr> <tr><td>文献(5)</td><td>文献(1)～(4)より大きい場合採用</td></tr> <tr><td>文献(6)</td><td>Ni で採用</td></tr> </tbody> </table>			文献 No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	文献(1)～(4)より大きい場合採用	文献(6)	Ni で採用																																																		
文献 No.	優先順位																																																																		
文献(1)	1																																																																		
文献(2)	2																																																																		
文献(3)	3																																																																		
文献(4)	4																																																																		
文献(5)	文献(1)～(4)より大きい場合採用																																																																		
文献(6)	Ni で採用																																																																		
備考	<ul style="list-style-type: none"> 既申請書では、米を代表的な農産物として扱っていたが、新たなシナリオが追加になったことにより、水利用で生産される農産物を米とし、土地利用で生産される農産物を米以外(野菜)として、設定を行った。 																																																																		

文献	<ul style="list-style-type: none"> (1) International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No.19 (2) International Atomic Energy Agency(2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44 (3) International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57 (4) International Atomic Energy Agency(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No.364 (5) International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472 (6) National Council on Radiation Protection and Measurements(1999) : RECOMMENDED SCREENING LIMITS FOR CONTAMINATED SURFACE SOIL AND REVIEW OF FACTORS RELEVANT TO SITE-SPECIFIC STUDIES, NCRP Report No.129
----	--

第4表 廃棄物埋設地に関連する評価パラメータ

パラメータ名	頁	備考
分配平衡となる埋設設備の体積	34	-
難透水性覆土の拡散寄与面積	35	-
難透水性覆土の厚さ	36	-
埋設設備内の媒体 j の体積分率	37	-
埋設設備内の媒体 j の間隙率	39	-
難透水性覆土の間隙率	40	-
上部覆土の間隙率	41	-
鷹架層の間隙率	42	-
灌漑土壌の間隙率	43	-
廃棄物埋設地の土壌の間隙率	44	-
埋設設備内の媒体 j の粒子密度	45	-
難透水性覆土の粒子密度	46	-
上部覆土の粒子密度	47	-
鷹架層の粒子密度	48	-
灌漑土壌の粒子密度	49	-
廃棄物埋設地の土壌の粒子密度	50	-

パラメータ	名 称			単 位
	分配平衡となる埋設設備の体積			[m ³]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地 1.24×10⁵</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地 1.47×10⁵ 1群から6群 : 1.47×10⁵×30/40*¹ 7,8群(充填固化体) : 1.47×10⁵×8/40*¹ 8群(均質・均一固化体*²) : 1.47×10⁵×2/40*¹</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地 1.47×10⁵</p> <p>(既申請値:1号 1.38×10⁵、2号 1.46×10⁵)</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 埋設設備内の放射性核種が地下水の流出に伴って漏出する際に分配する領域の体積であり、埋設設備の設計値に基づき保守側に設定した。 <p>◇評価式 (埋設設備幅(m))×(埋設設備長さ(m))×(埋設設備高さ(m)) ×(埋設設備数(基))=(埋設設備全体の体積(m³))</p> <p>◇3号廃棄物埋設地 64.10(m)×36.51(m)×6.66(m)×8(基)≒124,691(m³) ⇒1.24×10⁵(m³)</p> <p>◇1号廃棄物埋設地 24.40(m)×24.40(m)×6.20(m)×40(基)≒147,649(m³) ⇒1.47×10⁵(m³)</p> <p>◇2号廃棄物埋設地 36.00(m)×36.91(m)×6.94(m)×16(基)≒147,546(m³) ⇒1.47×10⁵(m³)</p> <ul style="list-style-type: none"> 埋設設備の体積は設計に基づき設定されるパラメータであるため、各シナリオで共通の数値とした。 セメント系材料の溶解・変質に伴い、長期的に分配平衡体積が変化する可能性があるが、セメント系材料の間隙率の設定においてあらかじめ長期劣化後の値を設定しており、このような体積変化を考慮しない。 			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	難透水性覆土の拡散寄与面積			[m ²]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地 19,000</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地 24,000 1群から6群 : 24,000×30/40^{*1} 7,8群(充填固化体) : 24,000×8/40^{*1} 8群(均質・均一固化体^{*2}) : 24,000×2/40^{*1}</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地 22,000</p>			
設定根拠	<p>・埋設設備上部の面積から求められる値から保守側に切り上げて設定した。</p> <p>◇評価式 (埋設設備幅(m))×(埋設設備長さ(m))×(埋設設備数(基)) =(埋設設備全体の上部面積(m²))</p> <p>◇3号廃棄物埋設地 64.10(m)×36.51(m)×8(基)≒18,722(m²)⇒19,000(m²)</p> <p>◇1号廃棄物埋設地 24.40(m)×24.40(m)×40(基)=23,814(m²)⇒24,000(m²)</p> <p>◇2号廃棄物埋設地 36.00(m)×36.91(m)×16(基)=21,260(m²)⇒22,000(m²)</p> <p>・難透水性覆土の拡散寄与面積は、埋設設備全体の上部面積を設定しており、長期的な廃棄物埋設地の体積変化量(面積変化量)はわずかで、設定値の保守性に包含されるため、各シナリオで共通の数値とした。</p>			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	難透水性覆土の厚さ			[m]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	<p>2.0 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1号廃棄物埋設地 2.0、2号廃棄物埋設地 2.0)</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・設計仕様に基づいて保守側に設定した。 ・難透水性覆土の厚さは、設計に基づき設定されるパラメータであり、線量への感度も小さいことから、各シナリオで共通の数値とした。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称			単 位	
	埋設設備内の媒体jの体積分率			[-]	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象		
設定値	➤ 2号及び3号廃棄物埋設地				
	部位	3号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値	
	セメント系充填材(廃棄体)	0.17	0.14	0.141	
	セメント系充填材(埋設設備)	0.31	0.33	0.342	
	コンクリート	0.27	0.32	0.321	
	➤ 1号廃棄物埋設地				
	部位	1群から 6群	7,8群 充填固化体	8群 均質・均一固 化体*1	既申請値
	廃棄物 (均質・均一固化体)	0.19	-	-*2	0.217
	セメント系充填材(廃棄体) (充填固化体)	-	0.14	0.12*2	-
	廃棄体上部空隙	0.083	-	-	0.093
	セメント系充填材(埋設設備)	0.33	0.33	0.33	0.324
	ポーラスコンクリート	0.042	-	-	0.044
	コンクリート	0.32	0.32	0.32	0.322

<p>設定根拠</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・体積分率は、埋設設備を構成する媒体jの体積から計算した。以下に 3 号廃棄物埋設地の例を示す。 ◇評価式 $(\text{媒体}j\text{の体積分率}) = (\text{媒体}j\text{の体積}) / (\text{埋設設備全体の体積})$ <ul style="list-style-type: none"> ◆セメント系充填材(廃棄体) : $0.1(\text{m}^3/\text{本})^*3 \times 211,200(\text{本}) = 21,120(\text{m}^3)$ ◆セメント系充填材(埋設設備) : $38,619(\text{m}^3)$ ◆コンクリート : $33,816\text{m}^3$ ◆埋設設備全体 : $64.1(\text{m}) \times 36.51(\text{m}) \times 6.66(\text{m}) \times 8(\text{基}) \div 2 = 124,691(\text{m}^3)$ <table border="1" data-bbox="517 555 1286 763"> <caption>埋設設備を構成する各要素の体積</caption> <tr> <td>セメント系充填材(廃棄体)</td> <td>21,120m³</td> </tr> <tr> <td>セメント系充填材(埋設設備)</td> <td>38,619m³</td> </tr> <tr> <td>コンクリート</td> <td>33,816m³</td> </tr> <tr> <td>埋設設備全体</td> <td>124,691m³</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・計算に用いる各要素の体積は概数とし、計算値を保守側に設定した。 ・埋設設備内の媒体の体積分率は、設計に基づき設定されるパラメータであるため、各シナリオで共通の数値とした。 ・セメント系材料の溶解・変質に伴い、長期的に体積が変化する可能性があるが、セメント系材料の間隙率の設定においてあらかじめ長期劣化後の値を設定しており、このような体積変化を考慮しない。 	セメント系充填材(廃棄体)	21,120m ³	セメント系充填材(埋設設備)	38,619m ³	コンクリート	33,816m ³	埋設設備全体	124,691m ³
セメント系充填材(廃棄体)	21,120m ³								
セメント系充填材(埋設設備)	38,619m ³								
コンクリート	33,816m ³								
埋設設備全体	124,691m ³								
<p>備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> *1 8 群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。 *2 今後、1 号埋設設備 8 群に埋設する均質・均一固化体の発生状況(詳細については添付資料 5「1 号廃棄物埋設地の覆土工程を踏まえた廃棄体の埋設条件の変更」を参照。)を考慮すると、8 群にセメント固化体が埋設されない可能性があることから、8 群の均質・均一固化体における廃棄物の体積分率は 0 と設定する(放射性物質の廃棄物への収着を見込まない。)。また*1 を付した充填固化体におけるセメント系充填材(廃棄体)の体積分率は 0.250 である。 これら 2 つの廃棄体は放射エネルギーが同等であり、また、廃棄体の収着体積としてはセメント系充填材(廃棄体)についてのみ考慮すれば良いことから、モデル単純化のため、線量評価モデル上はこれら 2 つを合わせて体積分率を $0.125(= 0(-) \times 1(\text{基})/2(\text{基}) + 0.250(-) \times 1(\text{基})/2(\text{基}))$ として設定する。 *3 ドラム缶の寸法を、内径 56.7cm、高さ 83.0cm、廃棄体のセメント系充填材の充填量を平均的に $0.1\text{m}^3/\text{本}^{(1)}$ として設定。 								
<p>文献</p>	<p>(1) 財団法人 原子力環境整備センター(平成 10 年) : 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)</p>								

パラメータ	名 称					単 位	
	埋設設備内の媒体jの間隙率					[-]	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象				
設定値	部位	3号 廃棄物 埋設地	1号廃棄物埋設地			2号 廃棄物 埋設地	既申請値
			1群 から 6群	7,8群	8群		
		充填 固化体		均質・均一 固化体*1			
	セメント系充填材 (廃棄体)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
	廃棄体上部空隙	-	1	-	-	-	
	セメント系充填材 (埋設設備)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
コンクリート	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> セメント系充填材(廃棄体)の間隙率は対象廃棄体が2号廃棄物埋設地と同様であるため、既申請値と同じ値を設定した。 <p style="text-align: center;">廃棄体固型化材 : 0.278(健全部) 0.334(劣化後)</p> <ul style="list-style-type: none"> 劣化後の値とはセメント成分の溶出等を考慮した値である。 埋設設備内の媒体の間隙率は、埋設設備内の媒体の劣化後の数値を丸めたもの(最も厳しい自然事象シナリオ相当)とし、最も可能性が高い自然事象シナリオでも同じ値を設定した。 						
備考	*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体の間隙率は、均質・均一固化体と同じ値とした。						
文献							

パラメータ	名 称			単 位
	難透水性覆土の間隙率			[-]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0.40 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1号廃棄物埋設地 0.4、2号廃棄物埋設地 0.4)			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 覆土施工の管理方法から密度、含水比を想定し、間隙率を算定した。 <p>【難透水性覆土状態の想定】</p> <ul style="list-style-type: none"> これまでに試験等で使用している難透水性覆土の粒子密度は、$2.604\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.612\text{g}/\text{cm}^3$ 砂の粒子密度は、土質工学ハンドブック⁽¹⁾に示される各種砂の粒子密度から、$2.6\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.76\text{g}/\text{cm}^3$ 難透水性覆土の粒子密度は、$2.6\text{g}/\text{cm}^3$と設定(粒子密度が小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側)した。 難透水性覆土の施工は、締固め試験の最適含水比 w_{opt} (15%~16%)+2%~4%で行うことから、含水比は17%~20%程度で施工される。その際の締固め試験の乾燥密度が $1.7\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$ であり、施工管理はこの値の95%以上で行うことから、現場施工された難透水性覆土の乾燥密度は $1.62\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.71\text{g}/\text{cm}^3$ 以上と想定される。 <p>【難透水性覆土の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> 間隙比 $e = (\text{粒子密度}/\text{乾燥密度}) - 1$ で求められることから、難透水性覆土の間隙比 e は $0.52 \sim 0.60$ と想定される。 間隙率 $= e / (1 + e)$ より間隙率は $0.34 \sim 0.38$ 以下と想定され、収着性を小さく評価する観点から、 ⇒0.40 保守側の設定値を設定したことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 			
備考				
文献	(1) 社団法人 土質工学会(1982)：土質工学ハンドブック			

パラメータ	名 称			単 位																		
	上部覆土の間隙率			[-]																		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">3号廃棄物埋設地</td> <td style="width: 25%;">1号廃棄物埋設地</td> <td style="width: 25%;">2号廃棄物埋設地</td> <td style="width: 25%;">既申請値</td> </tr> <tr> <td>0.55</td> <td>0.45</td> <td>0.46</td> <td>1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46</td> </tr> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46										
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																			
0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上部覆土は、覆土施工中に発生している土砂(軽石凝灰岩の掘削土)を用いることを想定している。現状ではその際に発生している土砂による覆土時の間隙率はわからないことから、現地盤の第四紀層及び盛土の間隙率を参考に設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【第四紀層及び盛土の間隙比】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第四紀層及び盛土の間隙比 e は以下のとおり。 <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">間隙比</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>0.92</td> <td>0.09</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>1.73</td> <td>0.38</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>0.94</td> <td>0.19</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 間隙率 = $e / (1 + e)$ より、それぞれの間隙率は 0.479、0.627、0.481 で、全平均は 0.528 である。 <p>【上部覆土の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第四紀層及び盛土の間隙率の平均値から、⇒0.55 線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	間隙比		試験個数	平均値	標準偏差	盛 土	0.92	0.09	9	火山灰層	1.73	0.38	21	段丘堆積層	0.94	0.19	36
区分	間隙比		試験個数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	0.92	0.09	9																			
火山灰層	1.73	0.38	21																			
段丘堆積層	0.94	0.19	36																			
備考																						
文献																						

パラメータ	名 称			単 位														
	鷹架層の間隙率			[-]														
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象															
設定値	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物 埋設地</th> <th>1号廃棄物 埋設地</th> <th>2号廃棄物 埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.55</td> <td>0.44</td> <td>0.47</td> <td>1号廃棄物埋設地 0.44 2号廃棄物埋設地 0.47</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値	0.55	0.44	0.47	1号廃棄物埋設地 0.44 2号廃棄物埋設地 0.47						
3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値															
0.55	0.44	0.47	1号廃棄物埋設地 0.44 2号廃棄物埋設地 0.47															
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物埋設地周辺の鷹架層(標高-50m以浅)の間隙率から設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【鷹架層の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鷹架層の間隙比 e は以下のとおり。 <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">間隙比</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽石凝灰岩</td> <td>1.28</td> <td>0.12</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>砂質軽石凝灰岩</td> <td>1.02</td> <td>0.08</td> <td>159</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・間隙率 = $e / (1 + e)$ より、それぞれの間隙率は0.561、0.503で、全平均は0.515である。 ・線量評価上、間隙率が大きい方が保守側となることから、⇒0.55 ・線量への影響が小さいこと、収着性を小さく評価する観点で保守側の値を採用していることから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	間隙比		試験個数	平均値	標準偏差	軽石凝灰岩	1.28	0.12	39	砂質軽石凝灰岩	1.02	0.08	159
区分	間隙比		試験個数															
	平均値	標準偏差																
軽石凝灰岩	1.28	0.12	39															
砂質軽石凝灰岩	1.02	0.08	159															
備考																		
文献																		

パラメータ	名 称			単 位																		
	灌漑土壌の間隙率			[-]																		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.55</td> <td>0.45</td> <td>0.46</td> <td>1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46										
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																			
0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 灌漑土壌は、第四紀層と同等の土壌と考えられることから、現地盤の第四紀層及び盛土の間隙率を参考に設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【第四紀層及び盛土の間隙比】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第四紀層及び盛土の間隙比 e は以下のとおり。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">間隙比</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>0.92</td> <td>0.09</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>1.73</td> <td>0.38</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>0.94</td> <td>0.19</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 間隙率 = $e / (1 + e)$ より、それぞれの間隙率は 0.479、0.627、0.481 で、全平均は 0.528 である。 <p>【灌漑土壌の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第四紀層及び盛土の間隙率の平均値から、⇒0.55 線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	間隙比		試験個数	平均値	標準偏差	盛 土	0.92	0.09	9	火山灰層	1.73	0.38	21	段丘堆積層	0.94	0.19	36
区分	間隙比		試験個数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	0.92	0.09	9																			
火山灰層	1.73	0.38	21																			
段丘堆積層	0.94	0.19	36																			
備考	<ul style="list-style-type: none"> 上部覆土の間隙率と同じ。 																					
文献																						

パラメータ	名 称			単 位																		
		廃棄物埋設地の土壌の間隙率			[-]																	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th colspan="2">既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.55</td> <td>0.45</td> <td>0.46</td> <td colspan="2">1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値		0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46									
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																			
0.55	0.45	0.46	1号廃棄物埋設地 0.45 2号廃棄物埋設地 0.46																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物埋設地近傍の土壌は第四紀層や盛土である。したがって、現地盤の第四紀層及び盛土の間隙率から設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【第四紀層及び盛土の間隙比】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第四紀層及び盛土の間隙比 e は以下のとおり。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">間隙比</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>0.92</td> <td>0.09</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>1.73</td> <td>0.38</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>0.94</td> <td>0.19</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・間隙率 $= e / (1 + e)$ より、それぞれの間隙率は 0.479、0.627、0.481 で、全平均は 0.528 である。 <p>【廃棄物埋設地近傍の土壌の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第四紀層及び盛土の間隙率の平均値から、⇒0.55 ・線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	間隙比		試験個数	平均値	標準偏差	盛 土	0.92	0.09	9	火山灰層	1.73	0.38	21	段丘堆積層	0.94	0.19	36
区分	間隙比		試験個数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	0.92	0.09	9																			
火山灰層	1.73	0.38	21																			
段丘堆積層	0.94	0.19	36																			
備考																						
文献																						

パラメータ	名 称					単 位	
	埋設設備内の媒体jの粒子密度					[kg/m ³]	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象			■ 人為事象		
設定値	部位	3号 廃棄物 埋設地	1号廃棄物埋設地			2号 廃棄物 埋設地	既申請値
			1群 から 6群	7,8群 充填 固化体	8群 均質・均一 固化体*1		
	セメント 系充填材 (廃棄体)	2,500	2,400	2,500	2,400	2,500	1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,500
	セメント 系充填材 (埋設設備)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	1号廃棄物埋設地 2,500 2号廃棄物埋設地 2,500
	コンク リート	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	1号廃棄物埋設地 2,600 2号廃棄物埋設地 2,600
設定根拠	<p>・埋設設備内の媒体jの粒子密度は、十分保守側の数値に設定しているため、各シナリオで同じ数値とした。</p>						
備考	<p>*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体の粒子密度は、均質・均一固化体と同じ値とした。</p>						
文献							

パラメータ	名 称			単 位								
		難透水性覆土の粒子密度			[kg/m ³]							
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象									
設定値	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物 埋設地</th> <th>1号廃棄物 埋設地</th> <th>2号廃棄物 埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,600</td> <td>2,700</td> <td>2,700</td> <td>1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値	2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700
3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値									
2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700									
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 難透水性覆土と砂の粒子密度を参考に設定した。以下に 3 号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【難透水性覆土の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> これまでに試験等で使用している難透水性覆土の粒子密度は、2.604g/cm³～2.612g/cm³ 砂の粒子密度は、土質工学ハンドブック⁽¹⁾に示される各種砂の粒子密度から、 2.6g/cm³～2.76g/cm³ 難透水性覆土の粒子密度は、小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側であることから、 <p style="text-align: right;">⇒2,600kg/m³</p> <ul style="list-style-type: none"> 保守側の設定値を設定したことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 											
備考												
文献	(1) 社団法人 土質工学会(1982)：土質工学ハンドブック											

パラメータ	名 称			単 位																		
	上部覆土の粒子密度			[kg/m ³]																		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物 埋設地</th> <th>1号廃棄物 埋設地</th> <th>2号廃棄物 埋設地</th> <th colspan="2">既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,400</td> <td>2,700</td> <td>2,700</td> <td colspan="2">1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値		2,400	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700									
3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値																			
2,400	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上部覆土は、覆土施工中に発生している土砂(軽石凝灰岩の掘削土)を用いることを想定している。したがって、軽石凝灰岩の粒子密度で設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【軽石凝灰岩の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 軽石凝灰岩の粒子密度(18試料の平均値)は、2.39g/cm³である。標準偏差は0.01g/cm³である。 間隙率は第四紀層及び盛土を参考にしたが、第四紀層及び盛土の粒子密度は以下のとおり。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">粒子密度(g/cm³)</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>2.72</td> <td>—</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>2.68</td> <td>0.03</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>2.66</td> <td>0.03</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>【上部覆土の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 線量評価上、粒子密度が小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側となることから、軽石凝灰岩の粒子密度で設定した。 ⇒2,400kg/m³ 線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	粒子密度(g/cm ³)		試験個数	平均値	標準偏差	盛 土	2.72	—	2	火山灰層	2.68	0.03	6	段丘堆積層	2.66	0.03	7
区分	粒子密度(g/cm ³)		試験個数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	2.72	—	2																			
火山灰層	2.68	0.03	6																			
段丘堆積層	2.66	0.03	7																			
備考	<ul style="list-style-type: none"> 既申請時は、上部覆土に現地の段丘堆積砂を用いることから、段丘堆積層に対する測定値を基に設定していた。今回は、上部覆土材料に軽石凝灰岩を用いることを想定したため、その材料変更を想定して設定した。 																					
文献																						

パラメータ	名 称			単 位														
	鷹架層の粒子密度			[kg/m ³]														
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象															
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物 埋設地</th> <th>1号廃棄物 埋設地</th> <th>2号廃棄物 埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,400</td> <td>2,700</td> <td>2,800</td> <td>1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,800</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値	2,400	2,700	2,800	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,800						
3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値															
2,400	2,700	2,800	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,800															
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物埋設地周辺の鷹架層(標高-50m以浅)の粒子密度から設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【鷹架層の間隙率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鷹架層の粒子密度は以下のとおり。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">粒子密度(g/cm³)</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽石凝灰岩</td> <td>2.39</td> <td>0.01</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>砂質軽石凝灰岩</td> <td>2.48</td> <td>0.03</td> <td>76</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・全平均は2.46g/cm³である。 ・線量評価上、粒子密度が小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側となることから、 ⇒2,400kg/m³ ・線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	粒子密度(g/cm ³)		試験個数	平均値	標準偏差	軽石凝灰岩	2.39	0.01	18	砂質軽石凝灰岩	2.48	0.03	76
区分	粒子密度(g/cm ³)		試験個数															
	平均値	標準偏差																
軽石凝灰岩	2.39	0.01	18															
砂質軽石凝灰岩	2.48	0.03	76															
備考																		
文献																		

パラメータ	名 称			単 位																		
		灌漑土壌の粒子密度			[kg/m ³]																	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,600</td> <td>2,700</td> <td>2,700</td> <td>1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700										
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																			
2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 灌漑土壌は、第四紀層と同等の土壌と考えられることから、現地盤の第四紀層及び盛土の粒子密度を参考に設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【第四紀層及び盛土の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 第四紀層及び盛土の粒子密度は以下のとおり。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">粒子密度(g/cm³)</th> <th rowspan="2">試験回数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>2.72</td> <td>—</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>2.68</td> <td>0.03</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>2.66</td> <td>0.03</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 全平均は、2.68g/cm³である。 <p>【灌漑土壌の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 線量評価上、粒子密度が小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側となることから、 ⇒2,600kg/m³ 日本原子力学会標準⁽¹⁾では、土質工学ハンドブック⁽²⁾に示される各種砂の粒子密度を根拠として、2,600kg/m³を推奨値としている。 線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	粒子密度(g/cm ³)		試験回数	平均値	標準偏差	盛 土	2.72	—	2	火山灰層	2.68	0.03	6	段丘堆積層	2.66	0.03	7
区分	粒子密度(g/cm ³)		試験回数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	2.72	—	2																			
火山灰層	2.68	0.03	6																			
段丘堆積層	2.66	0.03	7																			
備考																						
文献	<p>(1) 社団法人 日本原子力学会(2009)：日本原子力学会標準 余裕深度処分の安全評価手法：2008</p> <p>(2) 社団法人 土質工学会(1982)：土質工学ハンドブック</p>																					

パラメータ	名 称			単 位																		
		廃棄物埋設地の土壌の粒子密度			[kg/m ³]																	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																			
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th colspan="2">既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,600</td> <td>2,700</td> <td>2,700</td> <td colspan="2">1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値		2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700									
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																			
2,600	2,700	2,700	1号廃棄物埋設地 2,700 2号廃棄物埋設地 2,700																			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物埋設地近傍の土壌は第四紀層や盛土である。したがって、現地盤の第四紀層及び盛土の粒子密度から設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 <p>【第四紀層及び盛土の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第四紀層及び盛土の粒子密度は以下のとおり。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">区分</th> <th colspan="2">粒子密度 (g/cm³)</th> <th rowspan="2">試験個数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛 土</td> <td>2.72</td> <td>—</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>火山灰層</td> <td>2.68</td> <td>0.03</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積層</td> <td>2.66</td> <td>0.03</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全平均は、2.68g/cm³である。 <p>【廃棄物埋設地付近の土壌の粒子密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 線量評価上、粒子密度が小さい方が収着性を小さく評価する観点で保守側となることから、 ⇒2,600kg/m³ ・ 線量への感度が小さいことから、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定で共通の値とした。 				区分	粒子密度 (g/cm ³)		試験個数	平均値	標準偏差	盛 土	2.72	—	2	火山灰層	2.68	0.03	6	段丘堆積層	2.66	0.03	7
区分	粒子密度 (g/cm ³)		試験個数																			
	平均値	標準偏差																				
盛 土	2.72	—	2																			
火山灰層	2.68	0.03	6																			
段丘堆積層	2.66	0.03	7																			
備考																						
文献																						

第5表 生活様式に関連する評価パラメータ

パラメータ名	頁	備考
水産物 m の摂取量	52	-
灌漑農産物の摂取量	53	-
農耕農産物の摂取量		
灌漑における放射性物質を含む沢水の利用率	54	
公衆 p の水産物 m の市場希釈係数	55	-
公衆 p の農産物の市場希釈係数	56	-
屋外労働作業中の空气中ダスト濃度	58	-
居住中の空气中ダスト濃度(屋外、屋内)	59	-
公衆 p の屋外労働作業中の核種 i の遮蔽係数	60	-
居住者の屋外における核種 i の遮蔽係数	61	-
呼吸率	62	-
屋外労働作業中の呼吸率	63	-
公衆 p の灌漑作業時間	64	-
公衆 p の屋外労働作業時間	65	-
公衆 p の居住時の屋外における滞在時間	66	-
公衆 p の居住時の屋内における滞在時間	67	-

パラメータ	名 称			単 位									
	水産物 m の摂取量			[kg/y]									
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象										
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>魚類</td> <td>5.7</td> <td>9.2</td> </tr> <tr> <td>無脊椎動物</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>					設定値	既申請値	魚類	5.7	9.2	無脊椎動物	1.4	1.1
	設定値	既申請値											
魚類	5.7	9.2											
無脊椎動物	1.4	1.1											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 六ヶ所村周辺の食品摂取量調査⁽¹⁾に基づき設定した。 魚類 : $15.4(\text{g/d}) \times 365(\text{d/y}) \div 365 \approx 5.7(\text{kg/y})$ 無脊椎動物 : $3.6(\text{g/d}) \times 365(\text{d/y}) \div 365 \approx 1.4(\text{kg/y})$ ・ 調査概要 実施期間 : 平成 22 年度(季節別に 4 回実施) 調査方法 : 六ヶ所村及び周辺地域(東通村、横浜町、野辺地町、東北町及び三沢市)から、各市町村約 10 世帯の合計 60 世帯を抽出し、摂取した食品の種類と量について聞き取り調査を実施した。(放医研方式) 業態別として漁業、農業、酪農(畜産)及び自営・勤労(会社員)を選定。 集計 : 平均は調査地域の業態別世帯比を考慮して導出。 ・ 水産物の摂取量として、上記文献から採用する値は、漁業従事者の摂取量と平均の摂取量を比較し、線量が厳しくなるよう、保守側に高い方を設定値とした。 ・ 水産物の摂取量は、上記文献で示すように調査世帯によってある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 												
備考													
文献	(1) 財団法人 環境科学技術研究所(平成 23 年) : 平成 22 年度 排出放射能環境分布調査報告書												

パラメータ	名 称		単 位									
	灌漑農産物の摂取量 農耕農産物の摂取量		[kg/y]									
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象									
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>農耕農産物(米以外)</td> <td>100</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>灌漑農産物(米)</td> <td>100</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>				設定値	既申請値	農耕農産物(米以外)	100	-	灌漑農産物(米)	100	120
	設定値	既申請値										
農耕農産物(米以外)	100	-										
灌漑農産物(米)	100	120										
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 沢水を利用して生産する農産物(米)の摂取量は、排出放射能環境分布調査報告書⁽¹⁾より農業従事者の摂取量を用いて保守側に切り上げて設定した。 $246.4(g/d) \times 365(d/y) \approx 90(kg/y)$ ⇒100kg/y ・ 国民健康・栄養調査報告⁽²⁾では、平成19年度の米・加工品の20歳以上の全国平均の摂取量は、$346.7(g/d) \times 365(d/y) \approx 126,000(g/y) = 126(kg/y)$となっているが、平成13年から食品群分類において、食品の重量は調理を加味した数量となっているため、実際には、食品需給表⁽³⁾のとおり、米の消費量は減少しており、排出放射能環境分布調査報告書においても過去の調査結果と比較して減少傾向にある。 ・ 土地を利用して生産する農産物(米以外)は、農作物統計⁽⁴⁾及び園芸作物統計⁽⁵⁾に基づき設定した。 ・ 六ヶ所村での収穫量のうち、飼料作物以外で多い作物は、だいこん、やまのいも、ばれいしょである。これより、排出放射能環境分布調査報告書に基づき、農業従事者のいも類及び根菜(だいこんが含まれる)の摂取量(それぞれ63.8g/d、180.3g/d)を用いて保守側に設定した。 $(63.8(g/d) + 180.3(g/d)) \times 365(d/y) \approx 89(kg/y)$ ⇒100kg/y ・ 国民健康・栄養調査報告に基づく、いも類及びその他野菜(だいこんが含まれる)の20歳以上の全国平均の摂取量は、それぞれ57.2g/d、192.4g/dである。本設定値はこれらの摂取量も包含できており、保守側の値になっている。 ・ 農産物の摂取量は、上記文献に示すように調査世帯によってある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 											
備考												
文献	<ul style="list-style-type: none"> (1) (財)環境科学技術研究所(平成23年)：平成22年度 排出放射能環境分布調査報告書 (2) 厚生労働省(平成20年)：平成19年 国民健康・栄養調査報告 (3) 農林水産省(平成18年)：食品需給表 (4) 東北農政局(平成19年)：平成18年産 農作物統計 (5) 東北農政局(平成19年)：平成18年 園芸作物統計 											

パラメータ	名 称			単 位
		灌漑における放射性物質を含む沢水の利用率		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	1 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 沢水の利用率については統計等に基づいて現実的と考えられる値を設定することは困難であるが、沢を取水源として灌漑農業を実施する場合には沢水のみを利用することが現実的であると想定される。よって、設定値は現実的に1とした。また、沢水の利用率は1が最も保守側の値であることから、結果的に現実的かつ最も保守側の値である。 ・ 灌漑における放射性物質を含む沢水の利用率については、上記のとおり、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ現実的かつ最も保守側の設定値を用いた。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位												
	公衆pの水産物mの市場希釈係数		[-]												
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象												
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象個人</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漁業従事者</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>農業従事者</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>畜産業従事者</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>建設業従事者</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>居住者</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>			評価対象個人	設定値	漁業従事者	1	農業従事者	0.1	畜産業従事者	0.1	建設業従事者	0.1	居住者	0.1
評価対象個人	設定値														
漁業従事者	1														
農業従事者	0.1														
畜産業従事者	0.1														
建設業従事者	0.1														
居住者	0.1														
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・経口摂取による被ばく線量を算出する際に使われる係数で、水産物の摂取量のうち、放射性物質で汚染された水産物の摂取量の割合を示す。 ・2007年(平成19年)の調査結果⁽¹⁾に基づく、尾駁沼においてははぜ、わかさぎ、にしん等が漁獲されており、にしんについては自家消費されている。また、1988年(昭和63年)の調査結果⁽²⁾によれば、わかさぎ、はぜ等が漁獲され、漁獲物の一部が自家消費されている。よって、漁業従事者については、漁獲した水産物については自家消費するものと考えられるが、自家消費の割合を統計等に基づいて設定することが困難であることから、線量が最も厳しくなるよう、市場希釈係数は最も保守側に1とした。 ・漁業従事者以外の市場希釈係数は、0.1とした。詳細は次のとおりである。 ・平成10年の尾駁沼の淡水魚介類の漁獲量(10,408kg)を六ヶ所村のみ(平成22年の六ヶ所村の人口11,095人⁽³⁾)で摂取した場合、一人当たりの淡水魚介類の摂取量は、$10,408(\text{kg}/\text{y}) \div 11,095(\text{人}) \approx 0.9(\text{kg}/(\text{y} \cdot \text{人}))$となる。 ・ここで、既申請値での六ヶ所村の淡水魚介類の摂取量は、$10.3(\text{kg}/(\text{y} \cdot \text{人}))$であることから、$0.9(\text{kg}/(\text{y} \cdot \text{人}))$以外は、六ヶ所村外からのものを摂取することとなる。 ・市場希釈係数は、$0.9(\text{kg}/(\text{y} \cdot \text{人})) \div 10.3(\text{kg}/(\text{y} \cdot \text{人})) \approx 8.8 \times 10^{-2}(-)$となり、保守側に0.1と設定した。実際には尾駁沼で捕獲された淡水魚介類は、六ヶ所村外に出荷されるものもあることから保守側な値と考えられる。 ・居住者以外は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり保守側の設定値を用いた。 ・居住者は最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人である。しかし、現実的でもっともらしい仮定として、尾駁沼で漁獲された淡水魚介類が六ヶ所村及び近隣市町村において消費されるとした場合でも、市場希釈係数には線量評価結果に大きな影響を与えるような差がないことから、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値を用いた。 <p><尾駁沼が河川化することを想定した場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ・尾駁沼が河川化した場合の尾駁沼の魚介類の漁獲量を、現在尾駁沼に生息する魚類のうち、食用となり小型河川での生息が一般的なあめます(いわな)を対象に、予測を行った。漁獲量と自然増加量から最大持続生産量を算出した結果、漁獲可能量は$49(\text{kg}/\text{y})$であり、前述の漁獲量(10,408kg)を大きく下回る予測となった。なお、本評価においては、この資源量(漁獲量)の長期的な減少については評価に含まないこととしている。 														
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・既申請書では、“最大の被ばくを受けると合理的に想定される個人”を設定せず、1と設定していたが、評価対象者に応じて適切に設定した。 														
文献	<ul style="list-style-type: none"> (1) 青森県(平成19年)：新むつ小川原開発基本計画素案に係る環境影響評価書 (2) 日本エヌ・ユー・エス株式会社(1988)：六ヶ所村周辺の社会環境実態調査結果報告書 (3) 六ヶ所村(平成27年)：平成26年版 六ヶ所村統計書 														

パラメータ	名 称		単 位	
		公衆pの農産物の市場希釈係数		[-]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	評価対象個人	設定値		
		灌漑農産物	農耕農産物	
		漁業従事者	0.1	0.3
		農業従事者(米)	1	0.3
		農業従事者(米以外)	0.1	1
		畜産業従事者	0.1	0.3
		建設業従事者	0.1	0.3
		居住者	0.1	0.3
(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)				
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 経口摂取による被ばく線量を算出する際に使われる係数で、農産物の摂取量のうち、放射性物質で汚染された農産物の摂取量の割合を示す。 農業従事者については、生産した農産物については自家消費するものと考えられるが、自家消費の割合を統計等に基づいて設定することが困難であることから、線量が最も厳しくなるよう、市場希釈係数は最も保守側に1とした。 上記以外の市場希釈係数は、灌漑農産物で0.1、農耕農産物で0.3とした。詳細は次のとおりである。 農業従事者によって生産される灌漑農産物又は農耕農産物を対象に検討する。六ヶ所村統計書⁽¹⁾によれば、平成17年度の六ヶ所村の耕作面積(田と畑の和)は、1,366.81ha(約$1.37 \times 10^7 \text{m}^2$)である。それに対し、廃棄物埋設地の平面積は、約$5.0 \times 10^4 \text{m}^2$(200m$\times$250m、各廃棄物埋設地の平面積を包含するよう保守的に設定)である。また、最も広域な汚染源になる可能性のある尾駱沼の面積も3.58km^2(約$3.6 \times 10^6 \text{m}^2$)であり、この領域のうち現在の六ヶ所村の耕地面積割合(16.1%)で農地になったとしても約$6 \times 10^5 \text{m}^2$であり、汚染する可能性のある農産物の割合は、(汚染源の面積/六ヶ所村の耕作面積) $= ((0.50+6) \times 10^5 \text{(m}^2\text{)}) \div (1.37 \times 10^7 \text{(m}^2\text{)})$ $\approx 4.8 \times 10^{-2} \text{(--)}$ となる。さらに農作物統計⁽²⁾及び園芸作物統計⁽³⁾に基づくと、六ヶ所村における灌漑農産物(水稻)の収穫量は766t、農耕農産物(だいこん、やまのいも等)の収穫量は24,629tである。これを六ヶ所村のみ(平成22年の六ヶ所村の人口11,095人⁽¹⁾)で摂取した場合、一人当たりの摂取量は、灌漑農産物$766 \text{(t/y)} \div 11,095 \text{(人)} \approx 69 \text{(kg/(y \cdot 人))}$、農耕農産物$24,629 \text{(t/y)} \div 11,095 \text{(人)} \approx 2,220 \text{(kg/(y \cdot 人))}$となることから、六ヶ所村の人口分の摂取量をまかなうことができるものと考え、六ヶ所村で生産した農産物は、全て六ヶ所村で消費されるとする最も保守側な場合を想定した。 家庭菜園で生産される農耕農産物を対象に検討した。種苗会社の調査結果⁽⁴⁾における家庭菜園で生産される農産物のうち上位10種のうち、六ヶ所村での収穫量⁽²⁾⁽³⁾が比較的多い「だいこん」及び「ばれいしょ」を家庭菜園で生産される農産物とした。家庭菜園は市場出荷等を目的とした専業の農産物生産ではないことから、特定の農産物を一年中生産するわけではなく、その農産物が生産されやすい時期にのみ生産されるものとする。よって、収穫時期は自家消費するものの、それ以外の時期は市場に流通するものを摂取すると考えた。収穫時期は「だいこん」で約3ヶ月、「ばれいしょ」で約2ヶ月である。保守側に収穫時期の長い「だいこん」に基づくと、汚染する可能性のある農産物の割合は、(収穫時期/1年間) = (3ヶ月) \div (12ヶ月) $\approx 2.5 \times 10^{-1} \text{(--)}$ となる。 			

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑農産物について、農業従事者によって生産される農産物についての検討結果から、汚染する可能性のある農産物の割合は $4.8 \times 10^{-2}(-)$ となる。よって、灌漑農産物の市場希釈係数を 0.1 と保守側に設定した。 ・ 農耕農産物について、農業従事者によって生産される農産物と家庭菜園で生産される農産物を合計すると、汚染する可能性のある農産物の割合は、 $(4.8 \times 10^{-2}(-)) + (2.5 \times 10^{-1}(-)) \doteq (3.0 \times 10^{-1}(-))$ となる。よって、農耕農産物の市場希釈係数を 0.3 と保守側に設定した。 ・ 居住者以外は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり保守側の設定値を用いた。 ・ 居住者は最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人である。しかし、農業従事者によって生産される灌漑農産物及び農耕農産物については、現実的でもっともらしい仮定として、六ヶ所村で生産した農産物が六ヶ所村及び近隣市町村において消費されるとした場合でも、市場希釈係数には線量評価結果に大きな影響を与えるような差がない。また、家庭菜園で生産される農耕農産物については、現実的でもっともらしい仮定として、収穫時期よりも短期間で収穫を終えるとした場合でも、市場希釈係数には線量評価結果に大きな影響を与えるような差がない。よって、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値を用いた。 ・ 評価対象個人として農業従事者は農業従事者(米)と農業従事者(米以外)を設定しており、それぞれに生産した農産物に対する市場希釈係数を 1 とし、それ以外を農業従事者以外と同じとする。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既申請書では、“最大の被ばくを受けると合理的に想定される個人”を設定せず、1 と設定していたが、評価対象者に応じて適切に設定した。 ・ 家庭菜園で生産される農耕農産物について、参考として、家庭菜園の面積を 10m^2 (均等に分割して各農産物当たり 5m^2)、1 世帯の構成人数を 2.2 人⁽¹⁾ とすると、園芸作物統計⁽³⁾に基づき計算した家庭菜園での収穫量と六ヶ所村における食品摂取量調査⁽⁵⁾における摂取量の比較から、汚染する可能性のある農産物の割合は、 <ul style="list-style-type: none"> ➢ だいこん(根菜)：(家庭菜園での収穫量/1 世帯当たりの摂取量) $= (15,700(\text{t})/339(\text{ha}) \times 5(\text{m}^2)) / (180.3(\text{g/d/人}) \times 365(\text{d}) \times 2.2(\text{人}))$ $\doteq 1.6 \times 10^{-1}(-)$ ➢ ばれいしょ(芋類)：(家庭菜園での収穫量/1 世帯当たりの摂取量) $= (1,860(\text{t})/76(\text{ha}) \times 5(\text{m}^2)) / (63.8(\text{g/d/人}) \times 365(\text{d}) \times 2.2(\text{人}))$ $\doteq 2.4 \times 10^{-1}(-)$ となる。
文献	<ol style="list-style-type: none"> (1) 六ヶ所村(平成 31 年)：平成 30 年版 六ヶ所村統計書 (2) 東北農政局(平成 18 年)：平成 17 年産 農作物統計 (3) 東北農政局(平成 18 年)：平成 17 年 園芸作物統計 (4) タキイ種苗株式会社(2016～2020)：2016 年度～2020 年度 野菜と家庭菜園に関する調査 (5) (財)環境科学技術研究所(平成 23 年)：平成 22 年度 排出放射能環境分布調査報告書

パラメータ	名 称		単 位																		
		屋外労働作業中の空气中ダスト濃度		[kg/m ³]																	
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																		
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漁業従事者</td> <td>2.0×10⁻⁸</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農業従事者</td> <td>3.0×10⁻⁸</td> <td>3.0×10⁻⁸</td> </tr> <tr> <td>畜産業従事者</td> <td>2.0×10⁻⁸</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>建設業従事者</td> <td>1.0×10⁻⁷</td> <td>1.0×10⁻⁷</td> </tr> <tr> <td>居住者</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>				設定値	既申請値	漁業従事者	2.0×10 ⁻⁸	-	農業従事者	3.0×10 ⁻⁸	3.0×10 ⁻⁸	畜産業従事者	2.0×10 ⁻⁸	-	建設業従事者	1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁷	居住者	-	-
	設定値	既申請値																			
漁業従事者	2.0×10 ⁻⁸	-																			
農業従事者	3.0×10 ⁻⁸	3.0×10 ⁻⁸																			
畜産業従事者	2.0×10 ⁻⁸	-																			
建設業従事者	1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁷																			
居住者	-	-																			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・農耕作業については、当社が昭和62年10月14日、15日の両日にかけて実施した、六ヶ所村尾駁沼付近の道路建設工事現場での浮遊粒子(ダスト)濃度の実測結果の1.1×10⁻⁸kg/m³~2.3×10⁻⁸kg/m³より、保守側に3.0×10⁻⁸と設定した。 ・建設作業については、同じ実測値を基に設定する農耕作業時の空气中ダスト濃度をも上回る保守側の値として、1×10⁻⁷kg/m³を設定した。 ・漁業、畜産作業については、当社が昭和60年11月~昭和61年10月にかけて実施した敷地周辺でのダスト濃度の実測結果の最大値1.8×10⁻⁸kg/m³より、保守側に2.0×10⁻⁸と設定した。 																				
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑作業時の空气中ダスト濃度の設定値に関しては、農業従事者の屋外労働作業中の空气中ダスト濃度の設定値と同じ数値とした。 																				
文献																					

パラメータ	名 称		単 位									
		居住中の空気中ダスト濃度(屋外、屋内)		[kg/m ³]								
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象									
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>屋外</td> <td>2.0×10⁻⁸</td> <td>2.0×10⁻⁸</td> </tr> <tr> <td>屋内</td> <td>5.0×10⁻⁹</td> <td>5.0×10⁻⁹</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>				設定値	既申請値	屋外	2.0×10 ⁻⁸	2.0×10 ⁻⁸	屋内	5.0×10 ⁻⁹	5.0×10 ⁻⁹
	設定値	既申請値										
屋外	2.0×10 ⁻⁸	2.0×10 ⁻⁸										
屋内	5.0×10 ⁻⁹	5.0×10 ⁻⁹										
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 当社が昭和60年11月～昭和61年10月にかけて実施したサイト周辺における浮遊粒子(ダスト)濃度の実測結果の最大値1.8×10⁻⁸kg/m³より、保守側に設定した。 屋内における空気中ダスト濃度は、IAEA-TECDOC-401⁽¹⁾の居住シナリオにおける屋内の数値を採用した。 居住中の空気中ダスト濃度は、ある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 											
備考												
文献	(1) International Atomic Energy Agency(1987) : Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, IAEA-TECDOC-401											

パラメータ	名 称			単 位			
	公衆 p の屋外労働作業中の核種 i の遮蔽係数			[-]			
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象				
設定値		核種	設定値	既申請値	核種	設定値	既申請値
	建設業 従事者	H-3	0.02	0	Ra-226	0.4	-
		C-14	0.02	0	Ac-227	0.3	-
		Cl-36	0.02	-	Th-229	0.4	-
		Co-60	0.4	0.4	Th-230	0.02	-
		Ni-59	0.02	0	Pa-231	0.2	-
		Ni-63	0.02	0	U-233	0.02	-
		Sr-90	0.02	0	U-234	0.02	-
		Nb-94	0.4	0.4	U-235	0.2	-
		Tc-99	0.02	0	Np-237	0.2	-
		I-129	0.02	0	Pu-238	0.02	-
		Cs-137	0.3	0.3	Pu-239	0.02	-
		Pb-210	0.2	-	Pu-240	0.02	-
		Po-210	0.02	-	Am-241	0.02	0.02
上記 以外	全核種 1						
(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)							
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 掘削工事に用いる建設機器の遮蔽として、IAEA-TECDOC-401⁽¹⁾で廃棄物埋め立て作業の機器に採用されている、厚さ2cmの鉄で半分の時間を、厚さ1cmのガラスで残りの半分の時間を遮蔽されているときに相当する数値に設定した。 上述の文献に値が示されていない核種については、その放射線のエネルギーを参考に設定した。 具体的には、ICRP.Pub.107⁽²⁾で示されているphotonの放出エネルギー(子孫核種を有する場合はそれらを含めた最大値)が、Cs-137のそれよりも大きければ0.4、Np-237よりも大きければ0.3、Am-241よりも大きければ0.2、上記以外は0.02とした。また、photonを放出しない核種については、遮蔽材内で発生する制動放射線を考慮し、保守側にAm-241と同じく0.02とした。 建設作業以外の屋外労働者については、建機等を利用しない作業を考慮し、保守側に全核種1と設定した。 屋外労働作業を行う居住者以外は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり、保守側の設定値を用いた。 						
備考							
文献	<p>(1) International Atomic Energy Agency(1987) : Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, IAEA-TECDOC-401</p> <p>(2) International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107</p>						

パラメータ	名 称			単 位
		居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数		
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	全核種 1 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：全核種 1)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 居住者が放射性物質を含む土壌の上で活動する場合、遮蔽はほぼ存在しないことから、現実的に全ての核種が遮蔽されないとし、設定値は保守側に1とした。また、遮蔽係数は1が最も保守側の値であることから、結果的に現実的かつ最も保守側の値である。 居住者は最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人である。遮蔽係数については、上記のとおり、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ現実的かつ最も保守側の設定値を用いた。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	呼吸率			[m ³ /h]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0.93 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：0.96)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ICRP Pub. 89⁽¹⁾に示されている成人男性の1日の平均呼吸率から、次式により求めた値を保守側に切り上げて設定した。 $22.2(\text{m}^3/\text{d}) \div 24(\text{h}/\text{d}) = 0.925(\text{m}^3/\text{h})$ $\approx 0.93(\text{m}^3/\text{h})$ 呼吸率は、個人ごとにある程度変動すると考えられる。しかし、上記文献に基づく、1日の平均呼吸率は成人男性で22.2m³/d、成人女性で18.2m³/dであり、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 			
備考				
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(2002) : Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89			

パラメータ	名 称			単 位
	屋外労働作業中の呼吸率			[m ³ /h]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	1.2 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1.2)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ICRP Pub. 89⁽¹⁾に示されている成人男性の就業中の平均呼吸量から、次式により求めた値を設定した。 $9.6(\text{m}^3/8\text{h}) = 1.2(\text{m}^3/\text{h})$ 屋外労働作業中の呼吸率は、個人ごとにある程度変動すると考えられる。しかし、上記文献に基づくと、就業中の平均呼吸量は成人男性で9.6m³/8h、成人女性で7.9m³/8hであり、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 			
備考	<ul style="list-style-type: none"> 吸入摂取による線量換算係数を見直したため、既申請のようにH-3の皮膚被ばくを考慮する必要はない。 			
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(2002) : Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89			

パラメータ	名 称		単 位																		
		公衆pの灌漑作業時間		[h/y]																	
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象																		
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漁業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農業従事者</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>畜産業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>建設業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>居住者</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>				設定値	既申請値	漁業従事者	0	-	農業従事者	500	500	畜産業従事者	0	-	建設業従事者	0	-	居住者	-	-
	設定値	既申請値																			
漁業従事者	0	-																			
農業従事者	500	500																			
畜産業従事者	0	-																			
建設業従事者	0	-																			
居住者	-	-																			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 農業従業者の場合、平均的農家1戸が経営する水田での水稻栽培に必要な労働時間に設定した。 日本の統計2010⁽¹⁾に示されているデータから、平均的農家1戸が経営する水田の面積として、農家1戸当たりの平均水田面積を計算した。具体的には全国の耕地面積(4,628,000(ha))に、全国の耕地面積のうち水田が占める面積割合を示した耕地の水田率(0.544(-))を掛け、これを全国の農家数(1,750,000(戸))で除して計算した。 $4,628,000(\text{ha}) \times 0.544(-) \div 1,750,000(\text{戸}) = 143.9(\text{a/y})$ <ul style="list-style-type: none"> 上記の農家1戸当たりの平均水田面積(143.9a/y)を、農家1戸当たり1人で1年間耕作するものと想定し、水稻の労働時間(2.85h/a)を用い、農業従事者の灌漑作業時間を次式によって計算し、保守側に切り上げて設定した。 $143.9(\text{a/y}) \times 2.85(\text{h/a}) \doteq 410.1(\text{h/y}) \doteq 500(\text{h/y})$ <ul style="list-style-type: none"> 農業従事者は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり、統計に基づき計算した保守側の設定値を用いた。 なお、農業従事者以外については灌漑作業を行わないことから、設定値を0とした。 																				
備考	<ul style="list-style-type: none"> 既申請では、灌漑作業時間は、農耕作業時間となっている。 																				
文献	(1) 総務庁統計局(平成22年版):日本の統計2010																				

パラメータ	名 称		単 位																		
	公衆pの屋外労働作業時間		[h/y]																		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象																		
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>漁業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>農業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>畜産業従事者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>建設業従事者</td> <td>500</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>居住者</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>				設定値	既申請値	漁業従事者	0	-	農業従事者	0	-	畜産業従事者	0	-	建設業従事者	500	250	居住者	0	-
	設定値	既申請値																			
漁業従事者	0	-																			
農業従事者	0	-																			
畜産業従事者	0	-																			
建設業従事者	500	250																			
居住者	0	-																			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漁業従事者、農業従事者、畜産業従事者及び居住者については、廃棄物埋設地における労働は発生しない。 ・ IAEA-TECDOC-401⁽¹⁾の建設シナリオにおいて採用されている、一般住宅を建設する際の地下深さ3m、体積900m³の掘削を想定した場合の掘削時間500時間を設定値とした。 ・ なお、既申請時の考え方を踏襲すると、一般的な住宅を十分包含できる500m²の面積で地下3mの深さの掘削を想定し、垂直掘削深さが3mの能力を持った小型の掘削機器を用いた場合、その掘削時間は210時間程度である。また、この値は約1.5ヶ月間の工事期間に相当する。上記の設定値はこの値よりも大きな、保守側の値となっている。 ・ 建設業従事者は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり、保守側の設定値を用いた。 ・ なお、建設作業従事者以外については廃棄物埋設地における屋外労働作業を行わないことから、設定値を0とした。 																				
備考																					
文献	(1) International Atomic Energy Agency(1987) : Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, IAEA-TECDOC-401																				

パラメータ	名 称			単 位									
		公衆 p の居住時の屋外における滞在時間			[h/y]								
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象										
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>居住者</td> <td>1,000</td> <td>1,752</td> </tr> <tr> <td>居住者以外</td> <td>700</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>					設定値	既申請値	居住者	1,000	1,752	居住者以外	700	-
	設定値	既申請値											
居住者	1,000	1,752											
居住者以外	700	-											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 居住者については、日本人の生活時間⁽¹⁾及び社会生活基本調査報告⁽²⁾に基づき、廃棄物埋設地の居住地(勤務地である場合も含む)での屋外活動と考えられる時間を10%程度とした。 $8,760 \text{ (h/y)} \times 0.1 (-) = 876 \text{ (h/y)} \div 1,000 \text{ (h/y)}$ 労働者(居住者以外)については、1年のうち2,000時間は労働のために居住地から離れるものとし、残りの時間の10%を屋外に滞在しているものとした。 $(8,760 \text{ (h/y)} - 2,000 \text{ (h/y)}) \times 0.1 (-) = 676 \text{ (h/y)} \div 700 \text{ (h/y)}$ 居住者以外は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり保守側の設定値を用いた。 居住者は最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人である。屋外における滞在時間は個人ごとにある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 												
備考													
文献	(1) NHK 放送文化研究所(2006)：日本人の生活時間・2005 NHK 国民生活時間調査 (2) 総務省統計局(2008)：社会生活基本調査報告 平成18年、第7巻												

パラメータ	名 称			単 位									
	公衆pの居住時の屋内における滞在時間			[h/y]									
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象										
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>居住者</td> <td>7,760</td> <td>7,008</td> </tr> <tr> <td>居住者以外</td> <td>6,060</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>					設定値	既申請値	居住者	7,760	7,008	居住者以外	6,060	-
	設定値	既申請値											
居住者	7,760	7,008											
居住者以外	6,060	-											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 居住者については、日本人の生活時間⁽¹⁾及び社会生活基本調査報告⁽²⁾に基づき、屋外活動以外の時間に屋内に滞在しているものとした。 $8,760 \text{ (h/y)} - 1,000 \text{ (h/y)} = 7,760 \text{ (h/y)}$ 労働者(居住者以外)については、1年のうち2,000時間は労働のために居住地から離れるものとし、残りの時間の10%を屋外に滞在しているものとした。よって屋内に滞在する時間は、1年のうち労働時間と屋外滞在時間を引いた時間とした。 $8,760 \text{ (h/y)} - 2,000 \text{ (h/y)} - 700 \text{ (h/y)} = 6,060 \text{ (h/y)}$ 居住者以外は最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人であることから、線量が厳しくなるよう、上記のとおり保守側の設定値を用いた。 居住者は最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける評価対象個人である。屋内における滞在時間は個人ごとにある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されないというパラメータの特性を考慮し、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおいて同じ保守側の設定値とした。 												
備考													
文献	<p>(1) NHK 放送文化研究所(2006)：日本人の生活時間・2005 NHK 国民生活時間調査 (2) 総務省統計局(2008)：社会生活基本調査報告 平成18年、第7巻</p>												

第6表 最も可能性が高い自然事象シナリオにおける放射性物質の
移行計算に用いるパラメータ及びその数値

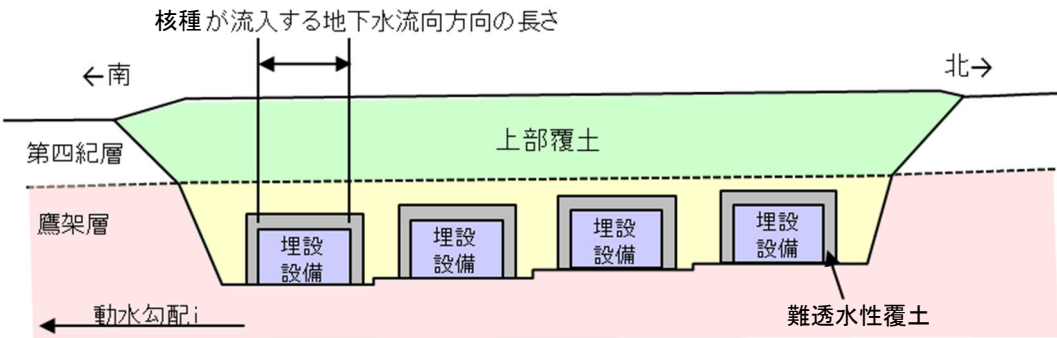
パラメータ名	頁	備考	
線量の計算に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射能量	3	第1表	
核種 <i>i</i> の半減期	6	第2表	
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))	13	第3表	
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))	15		
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(コンクリート)	17		
難透水性覆土の核種 <i>i</i> の分配係数	19		
上部覆土の核種 <i>i</i> の分配係数	21		
鷹架層の核種 <i>i</i> の分配係数	22		
灌漑土壌の核種 <i>i</i> の分配係数	23		
廃棄物埋設地の土壌の核種 <i>i</i> の分配係数	24		
分配平衡となる埋設設備の体積	34		第4表
難透水性覆土の拡散寄与面積	35		
難透水性覆土の厚さ	36		
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の体積分率	37		
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の間隙率	39		
難透水性覆土の間隙率	40		
上部覆土の間隙率	41		
鷹架層の間隙率	42		
灌漑土壌の間隙率	43		
廃棄物埋設地の土壌の間隙率	44		
埋設設備内の媒体 <i>j</i> の粒子密度	45		
難透水性覆土の粒子密度	46		
上部覆土の粒子密度	47		
鷹架層の粒子密度	48		
灌漑土壌の粒子密度	49		
廃棄物埋設地の土壌の粒子密度	50		
難透水性覆土の実効拡散係数	70	-	
埋設設備から上部覆土への流出水量	71	-	
埋設設備から鷹架層への流出水量	72	-	
核種が流入する上部覆土の地下水流向方向長さ	73	-	
上部覆土の地下水流速	74	-	
上部覆土内地下水流量	75	-	
核種が流入する鷹架層の地下水流向方向長さ	77	-	
鷹架層の地下水流速	78	-	
鷹架層内地下水流量	79	-	

核種が流入する上部覆土下流端から尾駁沼又は沢までの評価上の距離	80	-
核種が流入する鷹架層下流端から尾駁沼又は沢までの評価上の距離	81	-
核種が流入する上部覆土から尾駁沼又は沢への地下水流量	82	-
核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	83	-
尾駁沼の交換水量	84	-
敷地中央部の沢の交換水量	85	-
灌漑土壌への放射性物質の残留割合	86	-
単位面積当たりの灌漑水量	87	-
灌漑土壌の有効体積	88	-
灌漑土壌浸透水量	89	-
核種が流入する上部覆土下流端から濃度算出地点までの評価上の距離	90	-
廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	91	-

パラメータ	名 称			単 位
		難透水性覆土の実効拡散係数		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	1×10 ⁻¹⁰ (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)			
設定根拠	・実測値に基づいて保守側に設定した。			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位
	埋設設備から上部覆土への流出水量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：10</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：160</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40^{*1} 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40^{*1} 8群(均質・均一固化体^{*2})：上記流量×2/40^{*1}</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：40</p> <p>(既申請値：1号廃棄物埋設地 80、2号廃棄物埋設地 60)</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称		単 位
	埋設設備から鷹架層への流出水量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,100</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,500</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40^{*1} 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40^{*1} 8群(均質・均一固化体^{*2})：上記流量×2/40^{*1}</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,700</p> <p>(既申請値：1号廃棄物埋設地 600、2号廃棄物埋設地 600)</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称			単 位
	核種が流入する上部覆土の地下水流向方向長さ			[m]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	<p>➤ 2号及び3号廃棄物埋設地</p> <p>30</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>20</p> <p>1群から6群：20 7,8群(充填固化体埋設領域)：20 8群(均質・均一固化体埋設領域)：20</p> <p>(既申請値：1号廃棄物埋設地 30、2号廃棄物埋設地 30)</p>			
設定根拠	<p>【設定モデル】</p>  <p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・線量評価上の保守性を考慮して、下流側の1基分から上部覆土に流入すると設定した。 <p>【核種が流入する上部覆土の地下水流向方向長さ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本パラメータは、核種が鷹架層中に流入する面積(核種濃度に関係)として設定される。したがって、短く設定する方が、安全評価において線量を大きく評価することから、保守側の設定となる。埋設設備1基の長さが3号埋設設備：36.51m、1号埋設設備：24.4m、2号埋設設備：36.91mであることから、保守側の値となっている。 			
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・既申請時と同様の考え方で設定した。 			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	上部覆土の地下水流速			[m/y]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	10 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1号廃棄物埋設地 10、2号廃棄物埋設地 10)			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ダルシー流速(透水係数×動水勾配)を保守側に設定した。本パラメータは、移行時間に係るものであることから、流速が速い方が保守側の設定となる。 <p>【評価式】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上部覆土の地下水流速 = $K_c \times i$ ここで、K_c：その他覆土の透水係数(m/s) i：埋設設備付近の動水勾配(-) <p>【設定に用いるパラメータ】</p> <ul style="list-style-type: none"> その他覆土の透水係数 第四紀層及び盛土の透水係数(3号廃棄物埋設地：3.0×10^{-6}m/s、1号廃棄物埋設地：2.5×10^{-6}m/s、2号廃棄物埋設地：3.6×10^{-6}m/s)を参考に設定した。 ⇒3.6×10^{-6}m/s 動水勾配 最も可能性が高い設定：5.5%、最も厳しい設定：8% <p>【上部覆土の地下水流速】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上記設定で最大の流速になる 3.6×10^{-6}(m/s) × 8(%) ≒ 9.0(m/y) より ⇒10m/y 			
備考	<ul style="list-style-type: none"> 本パラメータについては最も厳しい設定も包含した設定とし、共通のパラメータとした。 			
文献				

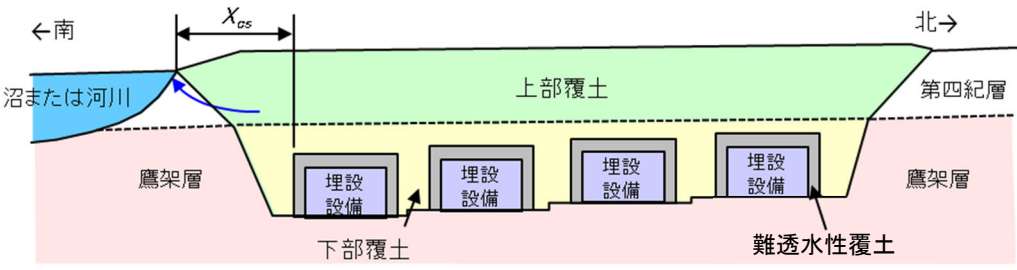
パラメータ	名 称			単 位								
	上部覆土内地下水流量			[m ³ /y]								
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象									
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,000</td> <td>1,700</td> <td>4,500</td> <td>1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	3,000	1,700	4,500	1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値									
3,000	1,700	4,500	1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700									
設定根拠	<p>【評価式】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上部覆土内地下水流量 = $K_c \times i \times A$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> K_c : その他覆土の透水係数 (m/s) i : 動水勾配 (-) A : 地下水が上部覆土を通過する評価上の断面積 (m²) <p>以下では3号廃棄物埋設地の例を示す。</p> <p>【設定に用いるパラメータ】</p> <p>① その他覆土の透水係数</p> <ul style="list-style-type: none"> その他覆土は、覆土施工中に発生している土砂(軽石凝灰岩の掘削土)を用いることを想定している。 現状では覆土時に発生している土砂による透水試験はできないため、現地盤の第四紀層及び盛土で実施した透水試験結果の対数平均 (3.8×10^{-6} m/s) を参考に保守側に設定した。 <p style="text-align: right;">⇒ 3.0×10^{-6} m/s</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在発生している軽石凝灰岩による透水試験の結果より保守側(希釈に関与する上部覆土内地下水流量が少なくなる側)になる。 <p>② 動水勾配</p> <ul style="list-style-type: none"> 上部覆土内地下水流量が希釈に関与することから、動水勾配が大きくなならない(現在の動水勾配を維持する)ものと保守側に設定した。 <p style="text-align: right;">⇒ 5%</p> <p>③ 地下水が覆土を通過する評価上の断面積</p> <ul style="list-style-type: none"> (埋設設備の幅) × (地下水面下の考慮する深さ) により設定した。上部覆土内地下水流量が希釈に関与することから、保守側(断面積が小さくなるよう)に設定した。 埋設設備の幅 = 64.1 (m) × 2 基 + 2.5 (m/間隔) × 1 (間隔) + 難透水性覆土厚及び下部覆土厚(最大) 4 (m) × 両サイド 2 (-) = 138.7 (m) <p style="text-align: right;">⇒ 130m</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水面下の考慮する深さとしては、その他覆土(下部覆土を含む)の厚さ約 14m から岩盤面までの厚さと地下水位 (G.L. -2m) を差し引いた値で設定した。 <p style="text-align: right;">⇒ 5.0m</p>											

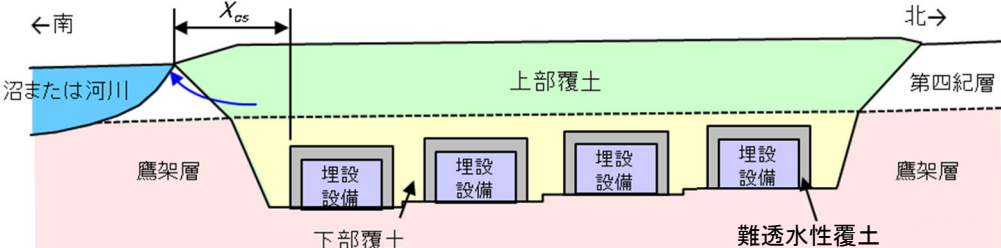
	<p>・ 以上より、評価上の断面積は、$130\text{ (m)} \times 5.0\text{ (m)} = 650\text{ (m}^2\text{)}$ $\Rightarrow 650\text{ m}^2$</p> <p>【上部覆土内地下水流量】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ $3.0 \times 10^{-6}\text{ (m/s)} \times 5\text{ (\%)} \times 650\text{ (m}^2\text{)} \doteq 3,076\text{ (m}^3\text{/y)}$ ・ 試験結果を参考に保守側に設定した。 <p>$\Rightarrow 3,000\text{ m}^3\text{/y}$</p>
備考	
文献	

パラメータ	名 称			単 位								
		核種が流入する鷹架層の地下水流向方向長さ			[m]							
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象									
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>140</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>1号廃棄物埋設地 230 2号廃棄物埋設地 150</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	140	100	150	1号廃棄物埋設地 230 2号廃棄物埋設地 150
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値									
140	100	150	1号廃棄物埋設地 230 2号廃棄物埋設地 150									
設定根拠	<p>【設定モデル】</p> <p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 線量評価上の保守性を考慮して、上流側の1基分の長さを短く設定した。 <p>【核種が流入する鷹架層の地下水流向方向長さ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 3号廃棄物埋設地： $36.51(\text{m}) \times 3(\text{基}) + 13.0(\text{m/間隔}) \times 3(\text{間隔}) = 148.53(\text{m})$ 1号廃棄物埋設地： $(24.40(\text{m}) \times 7(\text{基}) + 2.5(\text{m/間隔}) \times 4(\text{間隔}) + 8.5(\text{m/間隔}) \times 3(\text{間隔})) / 2 = 103.15(\text{m})$ 2号廃棄物埋設地： $36.91(\text{m}) \times 3(\text{基}) + 14.5(\text{m/間隔}) \times 3(\text{間隔}) = 154.23(\text{m})$ <p>・本パラメータは、核種が鷹架層中に流入する面積(核種濃度に関係)と上流側の核種が下流側に移行する距離として設定される。したがって、短く設定する方が、安全評価において線量を大きく評価することから、保守側の設定となる。</p> <p style="text-align: right;">⇒3号廃棄物埋設地：140m 1号廃棄物埋設地：100m 2号廃棄物埋設地：150m</p>											
備考												
文献												

パラメータ	名 称			単 位
	鷹架層の地下水流速			[m/y]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0.3 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1号及び2号廃棄物埋設地 1)			
設定根拠	<p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ダルシー流速(透水係数×動水勾配)を保守側に設定した。本パラメータは、移行時間に係るものであることから、流速が速い方が保守側の設定となる。 <p>【評価式】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鷹架層の地下水流速 = $K_g \times i$ ここで、K_g：鷹架層(N値50以上)の透水係数(m/s) i：埋設設備付近の動水勾配(-) <p>【設定に用いるパラメータ】</p> <p>①鷹架層(N値50以上)の透水係数</p> <p style="text-align: right;">⇒3号廃棄物埋設地：5.0×10^{-8}m/s 1号廃棄物埋設地：1.1×10^{-7}m/s 2号廃棄物埋設地：7.8×10^{-8}m/s</p> <p>②動水勾配</p> <p style="text-align: center;">⇒8%(1号、2号及び3号廃棄物埋設地共通)</p> <p>【鷹架層の地下水流速】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上記設定で最大の流速になる 1.1×10^{-7}(m/s) × 8(%) ≒ 0.26(m/y) より <p style="text-align: right;">⇒0.3m/y</p>			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位
	鷹架層内地下水流量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,100</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,500</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40^{*1} 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40^{*1} 8群(均質・均一固化体^{*2})：上記流量×2/40^{*1}</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,700</p> <p>(既申請値：1号廃棄物埋設地 600、2号廃棄物埋設地 600)</p>		
設定根拠	<p>・鷹架層内の地下水流量は、(鷹架層の透水係数×動水勾配×通過断面積)で評価されることから、同様の評価をしている埋設設備から鷹架層への流出流量と同じとして設定した。</p>		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称			単 位
		核種が流入する上部覆土下流端から 尾駁沼又は沢までの評価上の距離		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1号廃棄物埋設地 0、2号廃棄物埋設地 0)			
設定根拠	<p>【設定モデル】</p>  <p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 核種が流入する上部覆土下流位置から尾駁沼又は沢までの距離を設定した。 <p>【核種が流入する上部覆土下流端から尾駁沼又は沢までの評価上の距離】</p> <ul style="list-style-type: none"> 侵食が進み、沢又は河川化した尾駁沼が廃棄物埋設地に接近した場合を想定した。 ⇒0m 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位								
		核種が流入する鷹架層下流端から 尾駮沼又は沢までの評価上の距離		[m]							
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象								
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>1号廃棄物埋設地 20 2号廃棄物埋設地 20</td> </tr> </tbody> </table>			3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	30	20	20	1号廃棄物埋設地 20 2号廃棄物埋設地 20
3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値								
30	20	20	1号廃棄物埋設地 20 2号廃棄物埋設地 20								
設定根拠	<p>【設定モデル】</p>  <p>【考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 核種が流入する鷹架層下流位置から尾駮沼又は沢までの距離を設定した。 <p>【核種が流入する鷹架層下流端から尾駮沼又は沢までの評価上の距離(3号廃棄物埋設地の例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 核種が流入する鷹架層下流端から廃棄物埋設地下流端まで水平に流れ、その後は廃棄物埋設地下流端から45°上向に流れ、鷹架層(N値50以上)上端に流出する場合を想定した。 核種が流入する鷹架層下流端から廃棄物埋設地下流端まで15m 鷹架層(N値50以上)への埋設深度が15m程度から、$15(m) \div \sin 45^\circ = 21.2(m)$ 以上より、$15(m) + 21.2(m) = 36.2(m)$ <p style="text-align: right;">⇒30m</p>										
備考	<ul style="list-style-type: none"> ある程度侵食が進んだ状態から、最短経路に近い経路を想定して設定した。 既申請時は、沢との水平距離(中央沢まで約250m、西沢まで約100m)に保守性を見込んで設定している。 										
文献											

パラメータ	名 称			単 位										
	核種が流入する上部覆土から尾駁沼又は沢への地下水流量			[m ³ /y]										
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象											
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3号廃棄物 埋設地</th> <th>1号廃棄物 埋設地</th> <th>2号廃棄物 埋設地</th> <th colspan="2">既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,000</td> <td>1,700</td> <td>4,500</td> <td colspan="2">1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700</td> </tr> </tbody> </table>				3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値		3,000	1,700	4,500	1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700	
3号廃棄物 埋設地	1号廃棄物 埋設地	2号廃棄物 埋設地	既申請値											
3,000	1,700	4,500	1号廃棄物埋設地 2,400 2号廃棄物埋設地 2,700											
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 上部覆土から尾駁沼又は沢へ流れる地下水流量は、上部覆土内地下水流量が尾駁沼又は沢に流れ出ると考えられることから、上部覆土内地下水流量と同じとして設定した。 													
備考														
文献														

パラメータ	名 称		単 位
		核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,100</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,500</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40^{*1} 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40^{*1} 8群(均質・均一固化体^{*2})：上記流量×2/40^{*1}</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：1,700</p> <p>(既申請値：1号廃棄物埋設地 600、2号廃棄物埋設地 600)</p>		
設定根拠	<p>・鷹架層から尾駁沼又は沢へ流れる地下水流入量は、鷹架層内地下水流量が尾駁沼又は沢に流れ出ると考えられることから、鷹架層内地下水流量と同じとして設定した。</p>		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称		単 位
		尾駁沼の交換水量	
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 尾駁沼 設定値 : 1.3×10^7 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値 : 1号 廃棄物埋設地 3.4×10^7、2号 廃棄物埋設地 3.4×10^7)</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細については、補足説明資料1「地質環境に係る長期変動事象」を参照。 ・ 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考			
文献			

パラメータ	名 称			単 位
	敷地中央部の沢の交換水量			[m ³ /y]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	設定値：2.4×10 ⁵ (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：2.4×10 ⁵)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 既申請値と同様に、敷地中央部の沢中流部における、保守側に設定した流域面積に降った降水量から蒸発散量を除いた量が評価点に流入するものと設定する。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称			単 位
		灌漑土壌への放射性物質の残留割合		
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	1 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：1)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保守側の設定値とした。 ・ 最も保守側な数値を設定したことから、各シナリオで同じ数値とした。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	単位面積当たりの灌漑水量			[m ³ /(m ² ・y)]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	2.3 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：2.3)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 青森県地下水調査報告書⁽¹⁾及び農作物統計表⁽²⁾における青森県の水田用灌漑水量と稲作付面積から下式により算出し、設定した。 $\begin{aligned} & (\text{年間水田用灌漑水量}) / (\text{稲作付面積}) \\ & = (1,846,672 \times 10^3 (\text{m}^3/\text{y})) \div (81,800 (\text{ha})) \\ & = (1,846,672 \times 10^3 (\text{m}^3/\text{y})) \div (81,800 \times 10^4 (\text{m}^2)) \\ & \approx 2.26 (\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{y})) \end{aligned}$ $\Rightarrow 2.3 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{y})$ 単位面積当たりの灌漑水量は、生活様式に関連するパラメータであるため、各シナリオで共通の数値とした。 			
備考				
文献	(1) 青森県企画部(昭和56年)：青森県地下水調査報告書 (2) 東北農政局青森統計情報事務局(昭和52年)：農作物統計表			

パラメータ	名 称			単 位
	灌漑土壌の有効体積			[m ³ /m ²]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0.15 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：0.15)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> Regulatory Guide 1.109⁽¹⁾に示されている (Table E-15. Recommended Values for Other Parameters) 耕作層厚さ(15cm)に基づき、上記の値を採用したが、当社が実施した社会環境実態調査によれば、現地の水田の耕作深度は15cm～20cmであり、保守側の設定である。 井戸水の灌漑による耕作土への核種の移行を想定しており、移行した核種量を希釈する土壌類が少ないほど、評価は保守側になる。 灌漑土壌の有効体積は、生活様式に関連するパラメータであるため、各シナリオで共通の数値とした。 			
備考				
文献	(1) U. S. Nuclear regulatory Commission(1977) : Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR part 50, Appendix I, U.S.NRC Regulatory Guide 1.109 Rev. 1			

パラメータ	名 称			単 位
	灌漑土壌浸透水量			[m ³ /(m ² ・y)]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	2.3 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：0.50)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑水量が全て浸透するとして設定。 $\begin{aligned} & (\text{年間水田用灌漑水量}) / (\text{稲作付面積}) \\ & = (1,846,672 \times 10^3 (\text{m}^3/\text{y})) \div 81,800 (\text{ha}) \\ & = (1,846,672 \times 10^3 (\text{m}^3/\text{y})) \div (81,800 \times 10^4 (\text{m}^2)) \\ & \approx 2.26 (\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{y})) \end{aligned}$ <p style="text-align: right;">⇒2.3m³/(m²・y)</p> <ul style="list-style-type: none"> 灌漑土壌浸透水量は、生活様式に関連するパラメータであるため、各シナリオで共通の数値とした。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	核種が流入する上部覆土下流端から濃度算出地点までの評価上の距離			[m]
シナリオ区分	■ 最も可能性が高い 自然事象	■ 最も厳しい自然事象	■ 人為事象	
設定値	0 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。) (既申請値：0)			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 距離を短く設定する方が、安全評価において線量を大きく評価することから、保守側に設定した。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位
		廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	
シナリオ区分	<input checked="" type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	掘削を伴う土壌 : 0.34 農産物を栽培する土壌 : 0.1 牧草が生育する土壌 : 0 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 掘削を伴う土壌については、一般的な住宅を十分に包含できる掘削として、面積500m²、深さ3mの掘削作業を想定した。 廃棄物埋設地の地下水面が最も可能性が高い設定では地上表面から2m以深にあるとし、それ以深の土壌は埋設設備から流入する核種で汚染されているとした。 上記の値は、このような状況で、土留め工法によって掘削される全土壌に占める汚染土壌の比より、次式によって設定した。 $1(m) \div 3(m) = 0.3333 \approx 0.34$ 農産物を栽培する土壌については、六ヶ所村で栽培される主な農産物(だいこん及びやまのいも)の有効根群の深さは約100cm⁽¹⁾であり、基本的に汚染は考えられないが、農産物の根の一部が埋設設備から流出する核種で汚染されている土壌に到達することを想定して、保守側に0.1とした。 牧草が生育する土壌については、牧草根の大部分が0cm~20cmに分布しており⁽¹⁾、農産物よりも浅い土壌中で生育することから汚染は考えられないため、0とした。 		
備考	<ul style="list-style-type: none"> 掘削を行う土壌の希釈係数については、既申請値と同じ数値である。 		
文献	(1) 青森県農林水産部(平成30年) : 改訂版「健康な土づくり」技術マニュアル		

第7表 最も可能性が高い自然事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値

パラメータ名	頁	備考
核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数	9	第2表
核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数	11	
水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(魚類)	25	第3表
水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(無脊椎動物)	27	
灌漑農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	29	
農耕農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	31	
水産物 <i>m</i> の摂取量	52	第5表
灌漑農産物の摂取量	53	
農耕農産物の摂取量		
灌漑における放射性物質を含む沢水の利用率	54	
公衆 <i>p</i> の水産物 <i>m</i> の市場希釈係数	55	
公衆 <i>p</i> の農産物の市場希釈係数	56	
屋外労働作業中の空气中ダスト濃度	58	
居住中の空气中ダスト濃度(屋外、屋内)	59	
公衆 <i>p</i> の屋外労働作業中の核種 <i>i</i> の遮蔽係数	60	
居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数	61	
呼吸率	62	
屋外労働作業中の呼吸率	63	
公衆 <i>p</i> の灌漑作業時間	64	
公衆 <i>p</i> の屋外労働作業時間	65	
公衆 <i>p</i> の居住時の屋外における滞在時間	66	
公衆 <i>p</i> の居住時の屋内における滞在時間	67	

第8表 最も厳しい自然事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値

パラメータ名	頁	備考
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))	94	-
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))	96	-
埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(コンクリート)	98	-
難透水性覆土の核種 i の分配係数	100	-
埋設設備から上部覆土への流出水量	102	-
埋設設備から鷹架層への流出水量	103	-
鷹架層内地下水流量	104	-
核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢までの地下水流入量	105	-
尾駁沼の交換水量	106	-
廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	107	-

パラメータ	名 称		単 位		
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(廃棄体))		[m ³ /kg]		
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象		
設定値	▶ 2号及び3号廃棄物埋設地				
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	
	H	0	0	0	
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	
	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-	
	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹	
	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹	
	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	
	Nb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	
	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	
	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0	
	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	
	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-
		Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-
		Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-
		Ac	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-
		Th	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-
		Pa	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-
		U	0	0	-
		Np	0	0	-
Pu		8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	1×10 ¹	
Am		2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ¹	

▶ 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体 ^{*1,2}		
H	0	0	0	0	
C	5×10^{-1}	5×10^{-2}	4×10^{-3}	5×10^{-1}	
Cl	0	0	0	-	
Co	9×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	
Ni	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	3×10^{-1}	
Sr	2×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-2}	
Nb	1×10^1	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-1}	
Tc	3×10^{-4}	0	0	5×10^{-4}	
I	1×10^{-3}	0	0	2×10^{-3}	
Cs	2×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	3×10^{-3}	
全 α	Pb	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Po	2×10^{-2}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Ra	2×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	Ac	1×10^1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	-
	Th	1×10^1	8×10^{-2}	8×10^{-2}	-
	Pa	1×10^1	8×10^{-2}	8×10^{-2}	-
	U	0	0	0	-
	Np	2×10^{-1}	3×10^{-3}	3×10^{-3}	-
	Pu	1×10^1	8×10^{-2}	8×10^{-2}	1×10^1
	Am	1×10^1	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^1

設定根拠

- ・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。

備考

- *1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。
- *2 1号廃棄物埋設地における分配係数(セメント系充填材(廃棄体))は、セメント破砕物充填固化体の値を設定する。

文献

パラメータ	名 称		単 位																																																																																					
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(セメント系充填材(埋設設備))		[m ³ /kg]																																																																																					
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象																																																																																					
設定値	> 2号及び3号廃棄物埋設地 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>5×10⁻⁴</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>7×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>4×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>2×10⁻⁴</td><td>2×10⁻⁴</td><td>3×10⁻⁴</td></tr> <tr><td>I</td><td>1×10⁻⁴</td><td>1×10⁻⁴</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>1×10⁻¹</td><td>1×10⁻¹</td><td>3×10⁻²</td></tr> <tr><td rowspan="10">全 α</td><td>Pb</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>9×10⁻³</td><td>9×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>8×10⁻²</td><td>8×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>8×10⁻²</td><td>8×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>8×10⁻²</td><td>8×10⁻²</td><td>1×10¹</td></tr> <tr><td>Am</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>1×10¹</td></tr> </tbody> </table>			元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	H	0	0	0	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²	Nb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-	Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Ac	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Th	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-	Pa	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-	U	0	0	-	Np	0	0	-	Pu	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	1×10 ¹	Am	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ¹
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																																																																																				
	H	0	0	0																																																																																				
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²																																																																																				
	Cl	-	5×10 ⁻⁴	-																																																																																				
	Co	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	7×10 ⁻¹																																																																																				
	Ni	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Sr	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ⁻²																																																																																				
	Nb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	4×10 ⁻¹																																																																																				
	Tc	2×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴																																																																																				
	I	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0																																																																																				
	Cs	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	3×10 ⁻²																																																																																				
	全 α	Pb	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Po	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-																																																																																			
		Ra	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																			
		Ac	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																			
		Th	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-																																																																																			
		Pa	8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	-																																																																																			
		U	0	0	-																																																																																			
		Np	0	0	-																																																																																			
Pu		8×10 ⁻²	8×10 ⁻²	1×10 ¹																																																																																				
Am		2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ¹																																																																																				

> 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体*1		
H	0	0	0	0	
C	4×10^{-3}	5×10^{-2}	4×10^{-3}	4×10^{-3}	
Cl	0	0	0	-	
Co	2×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	7×10^{-1}	
Ni	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	4×10^{-1}	
Sr	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-2}	
Nb	2×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	4×10^{-1}	
Tc	0	0	0	3×10^{-4}	
I	0	0	0	0	
Cs	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	3×10^{-2}	
全 α	Pb	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Po	9×10^{-4}	9×10^{-4}	9×10^{-4}	-
	Ra	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-
	Ac	2×10^0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	-
	Th	8×10^0	8×10^{-2}	8×10^{-2}	-
	Pa	8×10^0	8×10^{-2}	8×10^{-2}	-
	U	0	0	0	-
	Np	3×10^{-1}	3×10^{-3}	3×10^{-3}	-
	Pu	8×10^0	8×10^{-2}	8×10^{-2}	1×10^1
Am	2×10^0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^1	

設定根拠

- ・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称			単 位																																																																																					
	埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数(コンクリート)			[m ³ /kg]																																																																																					
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象																																																																																						
設定値	> 2号及び3号廃棄物埋設地 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">元素</th> <th style="width: 20%;">3号廃棄物埋設地</th> <th style="width: 20%;">2号廃棄物埋設地</th> <th style="width: 45%;">既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>H</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>C</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td><td>5×10⁻²</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td><td>8×10⁻⁴</td><td>-</td></tr> <tr><td>Co</td><td>1×10⁻³</td><td>1×10⁻³</td><td>1×10⁻¹</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>1×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td><td>8×10⁻²</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>2×10⁻³</td><td>2×10⁻³</td><td>1×10⁻²</td></tr> <tr><td>Nb</td><td>3×10⁻²</td><td>3×10⁻²</td><td>8×10⁻²</td></tr> <tr><td>Tc</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>I</td><td>3×10⁻⁴</td><td>3×10⁻⁴</td><td>0</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>3×10⁻²</td></tr> <tr><td rowspan="9">全 α</td><td>Pb</td><td>1×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Po</td><td>1×10⁻²</td><td>1×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ra</td><td>2×10⁻³</td><td>2×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Ac</td><td>3×10⁻²</td><td>3×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Th</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pa</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>-</td></tr> <tr><td>U</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td></tr> <tr><td>Np</td><td>1×10⁻³</td><td>1×10⁻³</td><td>-</td></tr> <tr><td>Pu</td><td>2×10⁻²</td><td>2×10⁻²</td><td>1×10¹</td></tr> <tr><td>Am</td><td>3×10⁻²</td><td>3×10⁻²</td><td>1×10¹</td></tr> </tbody> </table>				元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	H	0	0	0	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	Cl	-	8×10 ⁻⁴	-	Co	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	1×10 ⁻¹	Ni	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	8×10 ⁻²	Sr	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻²	Nb	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	8×10 ⁻²	Tc	0	0	0	I	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0	Cs	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	3×10 ⁻²	全 α	Pb	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-	Po	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-	Ra	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	-	Ac	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-	Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-	U	0	0	-	Np	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-	Pu	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ¹	Am	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	1×10 ¹
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値																																																																																					
	H	0	0	0																																																																																					
	C	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²	5×10 ⁻²																																																																																					
	Cl	-	8×10 ⁻⁴	-																																																																																					
	Co	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	1×10 ⁻¹																																																																																					
	Ni	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	8×10 ⁻²																																																																																					
	Sr	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	1×10 ⁻²																																																																																					
	Nb	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	8×10 ⁻²																																																																																					
	Tc	0	0	0																																																																																					
	I	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	0																																																																																					
	Cs	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	3×10 ⁻²																																																																																					
	全 α	Pb	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-																																																																																				
		Po	1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	-																																																																																				
		Ra	2×10 ⁻³	2×10 ⁻³	-																																																																																				
		Ac	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-																																																																																				
		Th	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																				
		Pa	2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	-																																																																																				
		U	0	0	-																																																																																				
		Np	1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	-																																																																																				
Pu		2×10 ⁻²	2×10 ⁻²	1×10 ¹																																																																																					
Am	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	1×10 ¹																																																																																						

> 1号廃棄物埋設地

元素	1号廃棄物埋設地			既申請値	
	1群から6群	7,8群	8群		
		充填固化体	均質・均一 固化体*1		
H	0	0	0	0	
C	3×10^{-3}	5×10^{-2}	3×10^{-3}	3×10^{-3}	
Cl	0	0	0	-	
Co	3×10^{-3}	0	0	1×10^{-1}	
Ni	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	8×10^{-2}	
Sr	3×10^{-4}	0	0	1×10^{-2}	
Nb	1×10^{-2}	6×10^{-4}	6×10^{-4}	8×10^{-2}	
Tc	0	0	0	0	
I	0	0	0	0	
Cs	3×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	3×10^{-2}	
全 α	Pb	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	-
	Po	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	-
	Ra	3×10^{-4}	0	0	-
	Ac	3×10^0	3×10^{-2}	3×10^{-2}	-
	Th	2×10^0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	-
	Pa	2×10^0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	-
	U	0	0	0	-
	Np	1×10^{-1}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	-
	Pu	2×10^0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	1×10^1
	Am	3×10^0	3×10^{-2}	3×10^{-2}	1×10^1

設定根拠

- ・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。
- ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称			単 位	
	難透水性覆土の核種 <i>i</i> の分配係数			[m ³ /kg]	
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象		
設定値	➤ 2号及び3号廃棄物埋設地				
	元素	3号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	既申請値	
	H	0	0	0	
	C	0	0	1×10 ⁻³	
	Cl	-	0	-	
	Co	3×10 ⁻³	3×10 ⁻³	5×10 ⁻²	
	Ni	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	5×10 ⁻²	
	Sr	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	2×10 ⁻¹	
	Nb	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	5×10 ⁻²	
	Tc	0	0	0	
	I	0	0	0	
	Cs	1×10 ⁰	1×10 ⁰	1×10 ⁻¹	
	全 α	Pb	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	-
		Po	7×10 ⁻²	7×10 ⁻²	-
		Ra	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	-
		Ac	2×10 ⁰	2×10 ⁰	-
		Th	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-
		Pa	3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	-
		U	9×10 ⁻³	9×10 ⁻³	-
		Np	0	0	-
Pu		3×10 ⁻²	3×10 ⁻²	1×10 ¹	
Am	2×10 ⁰	2×10 ⁰	1×10 ⁰		

▶ 1号廃棄物埋設地

元素	1群から6群	7,8群	8群	既申請値	
		充填固化体	均質・均一 固化体*1		
H	0	0	0	0	
C	0	0	0	1×10^{-3}	
Cl	0	0	0	-	
Co	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	5×10^{-2}	
Ni	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-2}	
Sr	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	2×10^{-1}	
Nb	3×10^{-2}	7×10^{-3}	7×10^{-3}	5×10^{-2}	
Tc	0	0	0	0	
I	0	0	0	0	
Cs	9×10^{-2}	9×10^{-2}	9×10^{-2}	1×10^{-1}	
全 α	Pb	5×10^{-3}	5×10^{-3}	-	
	Po	5×10^{-3}	5×10^{-3}	-	
	Ra	1×10^{-2}	1×10^{-2}	-	
	Ac	4×10^{-1}	1×10^{-1}	-	
	Th	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-	
	Pa	2×10^{-3}	2×10^{-3}	-	
	U	6×10^{-4}	6×10^{-4}	6×10^{-4}	-
	Np	0	0	0	-
	Pu	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^1
	Am	4×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^0

設定根拠

・詳細については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。

備考

*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。

文献

パラメータ	名 称		単 位
	埋設設備から上部覆土への流出水量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：990</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：250</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*¹ 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*¹ 8群(均質・均一固化体*²)：上記流量×2/40*¹</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：630</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称		単 位
	埋設設備から鷹架層への流出水量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,800</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：3,600</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*1 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*1 8群(均質・均一固化体*2)：上記流量×2/40*1</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,300</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

パラメータ	名 称		単 位
	鷹架層内地下水流量		[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,800</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：3,600</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*1 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*1 8群(均質・均一固化体*2)：上記流量×2/40*1</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,300</p>		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 鷹架層内の地下水流量は、鷹架層の透水係数×動水勾配×通過断面積で評価されることから、同様の評価をしている埋設設備から鷹架層への流出流量の最も厳しい自然事象シナリオと同じとして設定した。 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 		
備考	*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。 *2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。		
文献			

パラメータ	名 称			単 位
		核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢までの地下水流入量		
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,800</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：3,600</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*¹ 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*¹ 8群(均質・均一固化体*²)：上記流量×2/40*¹</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：2,300</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 鷹架層から尾駁沼又は沢へ流れる地下水流入量は、鷹架層内地下水流量が尾駁沼又は沢に流れ出ると考えられることから、鷹架層内地下水流量の最も厳しい自然事象シナリオと同じとして設定した。 解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
		尾駁沼の交換水量		
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<p>➤ 尾駁沼 設定値：8.0×10⁶ (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料1「地質環境に係る長期変動事象」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称		単 位
		廃棄物埋設地の土壌の希釈係数	
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input type="checkbox"/> 人為事象
設定値	掘削を伴う土壌 : 1 農産物を栽培する土壌 : 0.1 牧草が生育する土壌 : 0 (設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 掘削を伴う土壌については、地下水位が地表面にあることを考慮して最も保守側に設定した。 農産物を栽培する土壌については、六ヶ所村で栽培される主な農産物(だいこん及びやまのいも)の有効根群の深さは約 100cm⁽¹⁾であり、基本的に汚染は考えられないが、農産物の根の一部が埋設設備から流入する核種で汚染されている土壌に到達することを想定して、保守側に0.1とした。 牧草が生育する土壌については、牧草根の大部分が0cm~20cmに分布しており⁽¹⁾、農産物よりも浅い土壌中で生育することから汚染は考えられないため、0とした。 		
備考			
文献	(1) 青森県農林水産部(平成30年) : 改訂版「健康な土づくり」技術マニュアル		

第9表 人為事象シナリオにおける線量の計算に用いるパラメータ及びその数値

パラメータ名	頁	備考
廃棄体の総体積	109	-
土壌の希釈係数	110	-
大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数	112	-
埋設設備から上部覆土への流出水量	113	-
埋設設備から鷹架層への流出水量	114	-
鷹架層内地下水流量	115	-
核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	116	-

パラメータ	名 称			単 位
	廃棄体の総体積			[m ³]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3号廃棄物埋設地 42,240 ➤ 1号廃棄物埋設地 40,960 1群から6群：30,720 7,8群(充填固化体)：8,192 8群(均質・均一固化体*1)：2,048 ➤ 2号廃棄物埋設地 41,472 			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3号廃棄物埋設地：廃棄体本数 211,200(本) × 0.2(m³/本) = 42,240(m³) ・ 1号廃棄物埋設地：廃棄体本数 204,800(本) × 0.2(m³/本) = 40,960(m³) ・ 2号廃棄物埋設地：廃棄体本数 207,360(本) × 0.2(m³/本) = 41,472(m³) 			
備考	*1 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。			
文献				

パラメータ	名 称			単 位												
	土壌の希釈係数			[-]												
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象													
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>用途</th> <th>3号廃棄物埋設地</th> <th>1号廃棄物埋設地</th> <th>2号廃棄物埋設地</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>家庭菜園利用以外</td> <td>0.079</td> <td>0.072</td> <td>0.071</td> </tr> <tr> <td>家庭菜園利用</td> <td>0.0079</td> <td>0.0072</td> <td>0.0071</td> </tr> </tbody> </table>				用途	3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地	家庭菜園利用以外	0.079	0.072	0.071	家庭菜園利用	0.0079	0.0072	0.0071
用途	3号廃棄物埋設地	1号廃棄物埋設地	2号廃棄物埋設地													
家庭菜園利用以外	0.079	0.072	0.071													
家庭菜園利用	0.0079	0.0072	0.0071													
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 地下数階を有する建物の建設作業に伴う掘削土壌の希釈係数は、埋設設備寸法、掘削形状及び掘削深度等から以下のように設定した。以下に3号廃棄物埋設地の例を示す。 埋設設備1基に占める廃棄体の体積割合 ($f1$) <ul style="list-style-type: none"> 埋設設備の規模 : 36.51m×64.10m×6.66m 廃棄体収納本数 : 400本/区画×66区画 廃棄体体積 : 0.2m³/本(200L/本) $f1 = (0.2(\text{m}^3/\text{本}) \times 400(\text{本}/\text{区画}) \times 66(\text{区画})) \div (36.51(\text{m}) \times 64.10(\text{m}) \times 6.66(\text{m})) \approx 0.339(-)$ 廃棄物埋設地の平面積に占める埋設設備の平面積割合 ($f2$) <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物埋設地の平面積 : 210m×160m 埋設設備の平面積 : 36.51m×64.10m $f2 = (36.51(\text{m}) \times 64.10(\text{m}) \times 8(\text{基})) / (210(\text{m}) \times 160(\text{m})) \approx 0.557(-)$ 掘削土に占める埋設設備層の体積割合 ($f3$) <ul style="list-style-type: none"> 掘削深度 : 約21.6m(ただし、埋設設備との混合に寄与するのは、埋設設備下端より12.6mである。) 埋設設備高さ : 6.66m 掘削法面傾斜 : (1:1) 建築面積 : 約2,000m²(44.8m×44.8m)^{*1} $f3 = \text{埋設設備層} \div \text{掘削土量} = 17,692(\text{m}^3) \div 42,382(\text{m}^3) \approx 0.417$ よって、地下数階を有する建物の建設作業に伴う掘削土壌の希釈係数は、$f1 \times f2 \times f3 \approx 0.079(-)$ また、家庭菜園における農耕農産物の生産で利用する場合の、地下数階を有する建物の建設作業によって発生した掘削土壌の希釈係数については以下のとおり設定した。 種苗会社の調査結果⁽¹⁾における家庭菜園で生産される農産物のうち上位10種のうち、六ヶ所村での収穫量⁽²⁾⁽³⁾の比較的多い「だいこん」及び「ばれいしょ」を家庭菜園で生産される農産物とした。 掘削土壌にはコンクリート構造物である埋設設備が含まれるため、掘削土壌の利用に際しては土壌改良等を目的とした客土を施すことを想定する。「だいこ 															

	<p>ん」の作土深は 30cm～40cm、「ばれいしょ」の作土深は 25cm である⁽⁴⁾ことから、これと同等の厚さの客土を施すことを想定する。根群の約 90%以上が分布する主要根群域の深さは「だいこん」で 40cm、「ばれいしょ」で 25cm であり⁽⁴⁾、客土厚さとほぼ同等であることから、基本的には農産物が掘削土壌に含まれる放射性物質を吸収することは考えられないが、農産物の根の一部が掘削土壌に到達することを想定する。</p> <p>よって、家庭菜園における農耕農産物の生産で利用する場合の、地下数階を有する建物の建設作業によって発生した掘削土壌の希釈係数については、農産物の根の一部が掘削土壌に到達することを想定し、地下数階を有する建物の建設作業によって発生した掘削土壌の希釈係数に 0.1 を掛けた 0.0079 を設定値とする。</p>
備考	<p>*1：建築着工統計⁽⁵⁾に基づく、地下階を有する建築物のほとんどが地下 1 階又は 2 階である。また、地下 2 階の建築面積が約 1,000m²であることから、それよりも十分に大きい値である。</p>
文献	<p>(1) 青森県農林水産部(平成 30 年)：改訂版「健康な土づくり」技術マニュアル (2) タキイ種苗株式会社(2016～2020)：2016 年度～2020 年度 野菜と家庭菜園に関する調査 (3) 東北農政局(平成 18 年)：平成 17 年産 農作物統計 (4) 東北農政局(平成 18 年)：平成 17 年 園芸作物統計 (5) 国土交通省(平成 26 年～平成 30 年)：建築着工統計調査報告</p>

パラメータ	名 称			単 位																																																																																					
	大規模掘削により建設された建物の居住者の 屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数			[-]																																																																																					
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象																																																																																						
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>Ra-226</td> <td>0.3</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>Ac-227</td> <td>0.27</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cl-36</td> <td>0.031</td> <td>—</td> <td>Th-229</td> <td>0.3</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td>0.3</td> <td>0</td> <td>Th-230</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>Pa-231</td> <td>0.27</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>U-233</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>U-234</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>U-235</td> <td>0.27</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>Np-237</td> <td>0.27</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td>0.031</td> <td>0</td> <td>Pu-238</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>0.27</td> <td>0.27</td> <td>Pu-239</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Pb-210</td> <td>0.27</td> <td>—</td> <td>Pu-240</td> <td>0.031</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Po-210</td> <td>0.031</td> <td>—</td> <td>Am-241</td> <td>0.031</td> <td>0.031</td> </tr> </tbody> </table> <p>(設定値は1号、2号及び3号廃棄物埋設地で共通の値とした。)</p>					核種	設定値	既申請値	核種	設定値	既申請値	H-3	0.031	0	Ra-226	0.3	—	C-14	0.031	0	Ac-227	0.27	—	Cl-36	0.031	—	Th-229	0.3	—	Co-60	0.3	0	Th-230	0.031	—	Ni-59	0.031	0	Pa-231	0.27	—	Ni-63	0.031	0	U-233	0.031	—	Sr-90	0.031	0	U-234	0.031	—	Nb-94	0.3	0.3	U-235	0.27	—	Tc-99	0.031	0	Np-237	0.27	—	I-129	0.031	0	Pu-238	0.031	—	Cs-137	0.27	0.27	Pu-239	0.031	—	Pb-210	0.27	—	Pu-240	0.031	—	Po-210	0.031	—	Am-241	0.031	0.031
核種	設定値	既申請値	核種	設定値	既申請値																																																																																				
H-3	0.031	0	Ra-226	0.3	—																																																																																				
C-14	0.031	0	Ac-227	0.27	—																																																																																				
Cl-36	0.031	—	Th-229	0.3	—																																																																																				
Co-60	0.3	0	Th-230	0.031	—																																																																																				
Ni-59	0.031	0	Pa-231	0.27	—																																																																																				
Ni-63	0.031	0	U-233	0.031	—																																																																																				
Sr-90	0.031	0	U-234	0.031	—																																																																																				
Nb-94	0.3	0.3	U-235	0.27	—																																																																																				
Tc-99	0.031	0	Np-237	0.27	—																																																																																				
I-129	0.031	0	Pu-238	0.031	—																																																																																				
Cs-137	0.27	0.27	Pu-239	0.031	—																																																																																				
Pb-210	0.27	—	Pu-240	0.031	—																																																																																				
Po-210	0.031	—	Am-241	0.031	0.031																																																																																				
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・地下数階を有する建物の建設作業で発生する掘削土壌はコンクリート破片を含むので客土が施される。ここで客土厚さを10cmとして、Nb-94、Cs-137、Am-241についてはANISNコード⁽¹⁾によって計算された値を設定する。 ・先述の3核種以外の核種については、その放射線のエネルギーを参考に設定する。具体的には、ICRP. Pub. 107⁽²⁾で示されている photon の放出エネルギー（子孫核種を有する場合はそれらを含めた最大値）が、Cs-137のそれよりも大きければ0.3、Am-241よりも大きければ0.27、0.026MeVよりも大きければ0.031とした。また、photonを放出しない核種については、客土内で発生する制動放射線を考慮し、保守的にAm-241と同じく0.031とした。 																																																																																								
備考																																																																																									
文献	<p>(1) Ward W. Engle, Jr(1967) : A USERS MANUAL FOR ANISN A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code With Anisotropic Scattering, K-1693</p> <p>(2) International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107</p>																																																																																								

パラメータ	名 称			単 位
	埋設設備から上部覆土への流出水量			[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：41,000</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：28,000</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*1 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*1 8群(均質・均一固化体*2)：上記流量×2/40*1</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：43,000</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 ・機能喪失の範囲として、1号で2群(10基)、2号で東西2群(4基)、3号で東西2基の人工バリアの低透水性が喪失したケースの評価の結果を示す。この機能喪失の範囲は、掘削範囲(底面積2,000m²のオープン掘削)と難透水性覆土の施工範囲を考慮して設定した。また、掘削により難透水性覆土及び下部覆土の低透水性が損なわれるとともに、掘削箇所を周辺土壌で埋め戻した状態を想定し、1号、2号及び3号全てにおいて、各バリアの透水係数を上部覆土相当よりも高い1.0×10^{-5}(m/s)と設定した。これは、最も厳しい自然事象シナリオの設定よりも更に厳しい設定である。 <p>居住者の評価のうち機能喪失時の評価においては、上記のとおり設定した流出水量を用いて廃棄物埋設地全体が機能喪失した場合の線量を計算し、これに機能喪失の範囲(基数)が占める割合(1号：10基/40基、2号：4基/16基、3号：2基/8基)を乗じて線量を評価する。また、擾乱を受けない廃棄物埋設地からの寄与は考慮しない。</p> <p>なお、居住者の評価のうち機能喪失時の評価においては、建設業従事者の評価と同様に、掘削による擾乱を受けるまでの期間に放射性物質の漏出が生じないものと想定し、減衰のみを考慮する。</p>			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	埋設設備から鷹架層への流出水量			[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：41,000</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：28,000</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*1 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*1 8群(均質・均一固化体*2)：上記流量×2/40*1</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：43,000</p>			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照。 ・解析上の設定値としては、覆土完了後から1,000年程度の状態設定を見込んだ値を設定した。 ・機能喪失の範囲として、1号で2群(10基)、2号で東西2群(4基)、3号で東西2基の人工バリアの低透水性が喪失したケースの評価の結果を示す。この機能喪失の範囲は、掘削範囲(底面積2,000m²のオープン掘削)と難透水性覆土の施工範囲を考慮して設定した。また、掘削により難透水性覆土及び下部覆土の低透水性が損なわれるとともに、掘削箇所を周辺土壌で埋め戻した状態を想定し、1号、2号及び3号全てにおいて、各バリアの透水係数を上部覆土相当よりも高い1.0×10^{-5}(m/s)と設定した。これは、最も厳しい自然事象シナリオの設定よりも更に厳しい設定である。 <p>居住者の評価のうち機能喪失時の評価においては、上記のとおり設定した流出水量を用いて廃棄物埋設地全体が機能喪失した場合の線量を計算し、これに機能喪失の範囲(基数)が占める割合(1号：10基/40基、2号：4基/16基、3号：2基/8基)を乗じて線量を評価する。また、擾乱を受けない廃棄物埋設地からの寄与は考慮しない。</p> <p>なお、居住者の評価のうち機能喪失時の評価においては、建設業従事者の評価と同様に、掘削による擾乱を受けるまでの期間に放射性物質の漏出が生じないものと想定し、減衰のみを考慮する。</p>			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称			単 位
	鷹架層内地下水流量			[m ³ /y]
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象	
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：41,000</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：28,000</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*¹ 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*¹ 8群(均質・均一固化体*²)：上記流量×2/40*¹</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：43,000</p>			
設定根拠	<p>・人工バリアの低透水性が喪失したケースの流出水量を示す。鷹架層内の地下水流量は、(鷹架層の透水係数×動水勾配×通過断面積)で評価されることから、同様の評価をしている埋設設備から鷹架層への流出流量と同じとして設定した。</p>			
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>			
文献				

パラメータ	名 称		単 位
		核種が流入する鷹架層から尾駁沼又は沢への地下水流入量	
シナリオ区分	<input type="checkbox"/> 最も可能性が高い 自然事象	<input type="checkbox"/> 最も厳しい自然事象	<input checked="" type="checkbox"/> 人為事象
設定値	<p>➤ 3号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：41,000</p> <p>➤ 1号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：28,000</p> <p>1群から6群：上記流量×30/40*¹ 7,8群(充填固化体)：上記流量×8/40*¹ 8群(均質・均一固化体*²)：上記流量×2/40*¹</p> <p>➤ 2号廃棄物埋設地</p> <p>設定値：43,000</p>		
設定根拠	<p>・人工バリアの低透水性が喪失したケースの流出水量を示す。鷹架層から尾駁沼又は沢へ流れる地下水流入量は、鷹架層内地下水流量が尾駁沼又は沢に流れ出ると考えられることから、鷹架層内地下水流量と同じとして設定した。</p>		
備考	<p>*1 埋設設備数に応じて設定値に対する係数を算出した。</p> <p>*2 8群に埋設する充填固化体のうち、セメント破砕物充填固化体を含む。</p>		
文献			

埋設する廃棄体の条件について
—埋設する廃棄体の種類及び放射エネルギーの設定—

目 次

1. はじめに	1
2. 検討フロー	1
3. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーの設定	2
(1) 廃棄体中の放射エネルギーの設定方法(C1-36 以外)	2
(2) 廃棄体中の放射エネルギーの設定方法(C1-36)	4
(3) 3号廃棄物埋施設における主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーの設定結果	5
4. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の選定	8
5. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの設定	18
(1) 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度(C1-36 を除く)	18
(2) 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の総放射エネルギー	18
(3) 廃棄体に含まれる C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギー	18

1. はじめに

本資料では、廃棄物埋設を行う放射性廃棄物で容器に固型化したもの(以下「廃棄体」という。)に含まれる主要な放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギーの設定方法について説明する。

2. 検討フロー

廃棄体に含まれる主要な放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギーの検討フローを第1図に示す。

3号廃棄物埋設施設において、埋設する廃棄体のうち充填固化体については実用発電用原子炉で発生後6ヶ月以上経過したものであるため、廃棄体に含まれる放射性物質の種類は「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」(以下「線量告示」という。)の別表第一等に示されている放射性物質のうち半減期30日以上のもとし、その中から希ガス及び生成量の極めて小さいものを除いた170種類(以下「埋設処分の観点から考慮すべき放射性物質」という。)を評価の対象とする。

公衆の受ける線量への寄与の大きい主要な放射性物質の選定を行うため、上記の埋設処分の観点から考慮すべき放射性物質を対象に放射エネルギー(以下「主要な放射性物質の選定用の放射エネルギー」という。)の設定を行う。主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーの設定に際しては、これまでの1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設の埋設実績を参考とし、大部分の放射性物質の放射エネルギーは計算により求めて設定する。

上記のとおり設定した主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーを基に線量評価を行い、3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質を選定する。

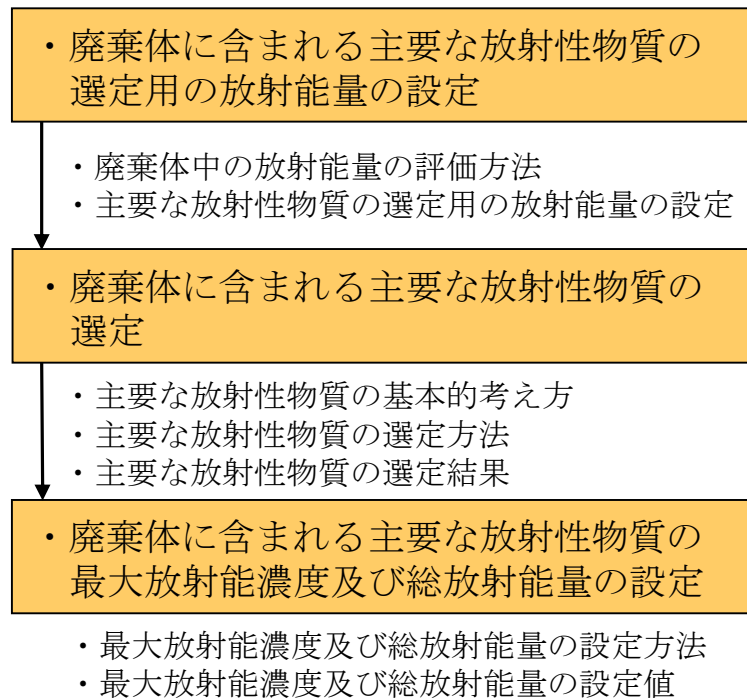
また、1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質については、埋設を行う放射性廃棄物は、実用発電用原子炉の運転に伴って発生する放射性廃棄物及び本施設の操業に伴って付随的に発生する放射性廃棄物であり、放射性物質の起源に変更はないことから、主要な放射性物質の種類は、「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)(以下「既申請書」という。)の「三、ハ 廃棄物埋設を行う放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギー」及び「添付書類五イ 安全設計の方針 (6) 廃棄物埋設を行う放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質の種類」のとおりとする。

ただし、1号廃棄物埋設施設については、覆土完了後における公衆の受ける線量の評価に基づき、

放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類の中から、最大の線量値を持つ放射性物質の線量の最大値と比較して、当該放射性物質の線量の最大値が1%以上である C1-36 を追加する。

上記のとおり選定した主要な放射性物質を対象に、廃棄体に含まれる主要な放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギーを設定する。

なお、線量評価においては、廃棄体中に含まれる放射エネルギーに係る知見⁽¹⁾を踏まえ、C1-36 による線量影響を評価することから、2 号廃棄物埋設施設についても、上記の廃棄体に含まれる主要な放射性物質に加え、廃棄体に含まれる C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの設定も行う(設定方法の詳細については添付資料 3「廃棄体中の C1-36 放射エネルギーの設定について」を参照。)



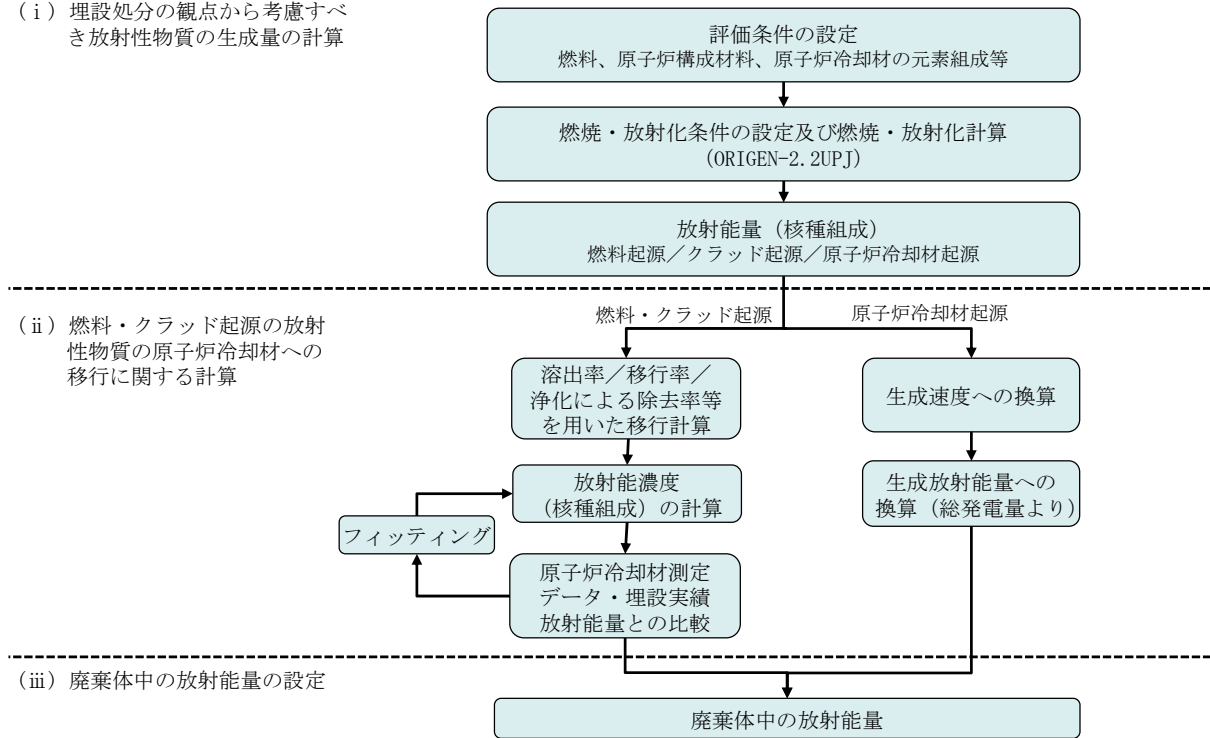
第1図 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの検討フロー

3. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーの設定(詳細は添付資料 2 及び添付資料 3 参照)

(1) 廃棄体中の放射エネルギーの設定方法(C1-36 以外)

主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーを設定するため、廃棄体中の放射エネルギー(C1-36 を除く)の設定を行う。第2図に廃棄体中の放射エネルギーの設定フロー(C1-36 以外)を示す。

(i) 埋設処分の観点から考慮すべき放射性物質の生成量の計算



第2図 廃棄体中の放射エネルギーの設定フロー (C1-36 以外)

(i) 埋設処分の観点から考慮すべき放射性物質の生成量の計算

廃棄体に含まれる放射性物質は、原子炉冷却材中に存在する放射性物質に起因するものである。この原子炉冷却材中の放射性物質には、燃料起源、原子炉構成材料の腐食生成物起源(以下「クラッド起源」という。)及び原子炉冷却材起源のものが存在することから、放射性物質の起源ごとに生成量を計算する。

燃料起源の放射性物質の生成量は、燃料の種類、元素組成及び照射条件等に基づき、ORIGEN-2.2UPJ を用いて計算する。

クラッド起源の放射性物質の生成量は、軽水型原子炉施設の構成材の元素組成を JIS 等の規格値及び分析データに基づき設定し、ORIGEN-2.2UPJ を用いて計算する。

原子炉冷却材起源の放射性物質の生成量は、原子炉冷却材中の元素組成を検査成績書、水質管理基準に基づき設定し、ORIGEN-2.2UPJ を用いて計算する。

上記のとおり計算した放射性物質のうち、埋設処分の観点から考慮すべき放射性物質は、「線量告示」別表第一等に示されている放射性物質のうち半減期 30 日以上の放射性物質とし、希ガス及び生成量の極めて小さいものを除く 170 種類とする。

(ii) 燃料起源及びクラッド起源の放射性物質の原子炉冷却材への移行に関する計算

燃料起源及びクラッド起源の放射性物質については、原子炉冷却材へ移行したものが廃棄体に含まれる放射性物質となることから、放射性物質の燃料及びクラッド(以下「原子炉構成材料の腐食生成物」という。)から原子炉冷却材への移行に関する計算を行う。

燃料起源の放射性物質の原子炉冷却材への移行は、燃料からの溶出比と原子炉内での移行率を考慮して算出する。

クラッド起源の放射性物質の原子炉冷却材への移行は、材料ごとの溶出率及び表面積に応じて算出する。

上記のとおり原子炉冷却材の放射能濃度を算出し、原子炉冷却材測定データとの比較を行う。また、必要に応じて腐食生成物間の寄与率等のフィッティングを行う。

さらに、埋設した廃棄体の放射性物質ごとの放射エネルギーを算出し、廃棄体 1 本当たりの平均放射エネルギーを算出した結果との比較を行う。また、必要に応じて腐食生成物と核分裂生成物の寄与率等のフィッティング作業を行う。

(iii) 廃棄体中の放射エネルギーの設定(C1-36 以外)

「(ii) 燃料起源及びクラッド起源の放射性物質の原子炉冷却材への移行に関する計算」の結果から、廃棄物中の蓄積放射エネルギーを算出し、主要な放射性物質の選定に用いる廃棄体中の放射エネルギーを設定する。

(2) 廃棄体中の放射エネルギーの設定方法(C1-36)

主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーを設定するため、廃棄体中のC1-36放射エネルギーの設定を行う。

(i) 均質・均一固化体

C1-36 を含む廃棄体のうち均質・均一固化体としては、加圧水型原子炉(以下「PWR」という。)、沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)及び黒鉛減速ガス冷却炉(以下「GCR」という。)で発生した濃縮廃液の均質・均一固化体、BWR で発生した樹脂(以下「BWR 樹脂」という。)の均質・均一固化体が対象となる。よって、これら 2 種類についてそれぞれ廃棄体中のC1-36放射エネルギーの設定を行う。

濃縮廃液のC1-36放射能濃度は、濃縮廃液の分析データを、PWR は使用済樹脂の溶離処理あり／なし、BWR は復水浄化系樹脂の再生処理あり／なしにプラント分類し、プラント分類ごとに蓄積した分析データ(各 30 点以上)を、ブートストラップ法(t -信頼区間の分散安定化変換)を適用して統計処理を行い設定する。

BWR 樹脂は、主に復水浄化系で発生している粉状樹脂又は粒状樹脂であるが、全分析データ 9

点のうち7点が検出限界以下となり、再生処理ありの濃縮廃液のC1-36放射能濃度の最大値を超える値は測定されなかったことから、プラント内の移行量が再生処理ありの濃縮廃液の濃度とほぼ同じになると評価されるため、BWR再生処理ありの濃縮廃液のC1-36放射能濃度の最大値($1.33 \times 10^5 \text{Bq/t}$)を採用する。

発電所の廃棄体種類別に、該当する各発電所の運転実績等に基づき、上記の濃縮廃液のC1-36放射能濃度(Bq/t)から均質・均一固化体中のC1-36放射能(Bq/本)へ換算し、埋設本数を乗じることでC1-36放射能を設定する。

(ii) 充填固化体

C1-36を含む廃棄体のうち充填固化体としては、PWR及びBWRで発生した固体状廃棄物(以下「固体状廃棄物」という。)の充填固化体及びPWRの浄化系の一次系で使用している液体フィルタ(以下「PWR液体フィルタ」という。)の充填固化体が対象となる。よって、これら2種類についてそれぞれ廃棄体中のC1-36放射能の設定を行う。

充填固化体に含まれる固体状廃棄物のC1-36放射能濃度は、固体状廃棄物に付着するC1-36の汚染メカニズムとして以下の①～③を考慮し、廃棄体1本当たりのC1-36放射能濃度を $1.1 \times 10^6 \text{Bq/本}$ とし、3号廃棄物埋設施設における埋設本数を乗じることでC1-36放射能を設定する。

①配管内面等における陰イオンのC1-36の付着

②配管内面等におけるクラッド(原子炉冷却材等に存在する腐食生成物)に同伴したC1-36の付着

③廃棄物表面に付着した系統水が蒸発することに伴う塩としての残留

充填固化体に含まれるPWR液体フィルタのC1-36放射能濃度は、分析データ(38点)から、濃縮廃液の統計処理に合わせて、算術平均の95%信頼区間上限(ブートストラップ法:t-信頼区間の分散安定化変換)の計算結果 $1.2 \times 10^5 \text{Bq/t}$ とし、廃棄体中のC1-36放射能の換算は、 $1.2 \times 10^5 \text{Bq/t} \times 500 \text{g/個}$ (液体フィルタの平均的な想定重量) $\times 13$ 個/本(ドラム内への液体フィルタの平均的な想定収納個数)から、 $7.8 \times 10^2 \text{Bq/本}$ とし、各廃棄物埋設施設の埋設本数を乗じることでC1-36放射能を設定する。

(3) 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定用の放射能の設定結果

「(1) 廃棄体中の放射能の設定方法(C1-36以外)」及び「(2) 廃棄体中の放射能の設定方法(C1-36)」に基づき設定した、3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定用の放射能を第1表に示す。

第1表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる

主要な放射性物質の選定に用いる放射能量(1/2)

放射性物質の種類	半減期(y)	放射能量(Bq)	放射性物質の種類	半減期(y)	放射能量(Bq)
H-3	1.23×10^1	1.6×10^{12}	Ag-108m	4.18×10^2	3.2×10^6
Be-10	1.51×10^6	2.8×10^8	Ag-110m	6.84×10^{-1}	1.8×10^{10}
C-14	5.70×10^3	2.0×10^{11}	Cd-109	1.26×10^0	6.0×10^8
Na-22	2.60×10^0	9.7×10^5	Cd-113	7.70×10^{15}	2.3×10^{-6}
Si-32	1.32×10^2	4.8×10^1	Cd-113m	1.41×10^1	5.7×10^6
S-35	2.40×10^{-1}	1.4×10^{10}	Cd-115m	1.22×10^{-1}	6.9×10^9
Cl-36	3.01×10^5	4.8×10^5	In-114m	1.36×10^{-1}	6.2×10^{11}
K-40	1.25×10^9	3.5×10^2	In-115	4.41×10^{14}	6.1×10^{-1}
Ca-41	1.02×10^5	4.1×10^6	Sn-113	3.15×10^{-1}	4.6×10^{10}
Ca-45	4.46×10^{-1}	4.2×10^{10}	Sn-119m	8.03×10^{-1}	6.0×10^{10}
Sc-46	2.30×10^{-1}	1.4×10^{13}	Sn-121m	4.39×10^1	8.3×10^6
V-49	9.04×10^{-1}	0	Sn-123	3.54×10^{-1}	9.7×10^9
Mn-54	8.55×10^{-1}	2.3×10^{12}	Sn-126	2.30×10^5	1.6×10^5
Fe-55	2.74×10^0	6.9×10^{12}	Sb-124	1.65×10^{-1}	4.3×10^{12}
Fe-59	1.22×10^{-1}	2.3×10^{12}	Sb-125	2.76×10^0	2.0×10^{10}
Co-58	1.94×10^{-1}	7.9×10^{13}	Te-121m	4.22×10^{-1}	0
Co-60	5.27×10^0	1.6×10^{13}	Te-123	6.00×10^{14}	1.9×10^{-1}
Ni-59	1.01×10^5	5.1×10^9	Te-123m	3.27×10^{-1}	4.3×10^{10}
Ni-63	1.00×10^2	5.6×10^{11}	Te-125m	1.57×10^{-1}	5.6×10^9
Zn-65	6.69×10^{-1}	1.1×10^{11}	Te-127m	2.99×10^{-1}	1.1×10^{10}
Se-75	3.28×10^{-1}	1.1×10^{10}	Te-129m	9.21×10^{-2}	1.2×10^{10}
Se-79	2.95×10^5	1.5×10^4	I-125	1.63×10^{-1}	1.2×10^2
Rb-87	4.92×10^{10}	9.3×10^2	I-129	1.57×10^7	8.4×10^5
Sr-85	1.78×10^{-1}	7.5×10^9	Cs-134	2.06×10^0	2.1×10^{12}
Sr-89	1.38×10^{-1}	3.8×10^{11}	Cs-135	2.30×10^6	2.6×10^6
Sr-90	2.88×10^1	6.7×10^{10}	Cs-137	3.02×10^1	7.3×10^{10}
Y-91	1.60×10^{-1}	4.6×10^{11}	Ba-133	1.05×10^1	1.3×10^8
Zr-93	1.53×10^6	1.8×10^6	La-137	6.00×10^4	3.9×10^1
Zr-95	1.75×10^{-1}	1.2×10^{12}	La-138	1.02×10^{11}	2.4×10^0
Nb-91	6.80×10^2	0	Ce-139	3.77×10^{-1}	9.6×10^6
Nb-92	3.47×10^7	3.1×10^2	Ce-141	8.91×10^{-2}	5.5×10^{11}
Nb-93m	1.61×10^1	2.2×10^5	Ce-144	7.81×10^{-1}	4.2×10^{11}
Nb-94	2.03×10^4	8.1×10^8	Nd-144	2.29×10^{15}	3.2×10^{-2}
Nb-95	9.59×10^{-2}	1.2×10^{12}	Pm-145	1.77×10^1	6.9×10^4
Mo-93	4.00×10^3	2.7×10^7	Pm-146	5.53×10^0	4.4×10^5
Tc-97	2.60×10^6	7.9×10^3	Pm-147	2.62×10^0	7.4×10^{10}
Tc-97m	2.47×10^{-1}	3.9×10^7	Pm-148m	1.13×10^{-1}	9.3×10^9
Tc-98	4.20×10^6	8.6×10^0	Sm-145	9.32×10^{-1}	4.9×10^6
Tc-99	2.11×10^5	7.4×10^6	Sm-146	1.03×10^8	1.3×10^{-2}
Ru-103	1.08×10^{-1}	8.0×10^{11}	Sm-147	1.06×10^{11}	9.8×10^{-1}
Ru-106	1.02×10^0	1.2×10^{11}	Sm-148	7.00×10^{15}	1.6×10^{-5}
Rh-102	5.67×10^{-1}	5.3×10^8	Sm-151	9.00×10^1	2.6×10^8
Pd-107	6.50×10^6	3.9×10^4	Eu-149	2.55×10^{-1}	0

第1表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる
 主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギー(2/2)

放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)	放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)
Eu-150	3.69×10^1	4.7×10^0	Th-229 ^{*1}	7.34×10^3	1.7×10^{-2}
Eu-152	1.35×10^1	5.0×10^7	Th-230 ^{*1}	7.54×10^4	1.1×10^1
Eu-154	8.59×10^0	1.3×10^9	Th-232 ^{*1}	1.41×10^{10}	1.3×10^{-1}
Eu-155	4.76×10^0	9.4×10^8	Pa-231 ^{*1}	3.28×10^4	6.5×10^0
Gd-152	1.08×10^{14}	3.9×10^{-3}	U-232 ^{*1}	6.89×10^1	1.5×10^3
Gd-153	6.59×10^{-1}	1.4×10^{11}	U-233 ^{*1}	1.59×10^5	1.1×10^2
Tb-157	7.10×10^1	1.9×10^4	U-234 ^{*1}	2.46×10^5	6.2×10^5
Tb-160	1.98×10^{-1}	2.8×10^{13}	U-235 ^{*1}	7.04×10^8	1.8×10^4
Dy-159	3.96×10^{-1}	1.6×10^6	U-236 ^{*1}	2.34×10^7	9.9×10^4
Ho-163	4.57×10^3	6.1×10^2	U-238 ^{*1}	4.47×10^9	1.3×10^5
Ho-166m	1.20×10^3	1.4×10^5	Np-235 ^{*1}	1.09×10^9	4.6×10^2
Tm-170	3.52×10^{-1}	6.7×10^{13}	Np-236 ^{*1}	1.54×10^5	9.4×10^{-1}
Tm-171	1.92×10^0	4.2×10^{11}	Np-237 ^{*1}	2.14×10^6	6.4×10^4
Yb-169	8.77×10^{-2}	8.6×10^{11}	Pu-236 ^{*1}	2.86×10^9	8.7×10^4
Lu-176	3.85×10^{10}	2.3×10^2	Pu-237 ^{*1}	1.24×10^{-1}	5.2×10^4
Lu-177m	4.39×10^{-1}	2.3×10^{10}	Pu-238 ^{*1}	8.77×10^1	2.7×10^8
Hf-175	1.92×10^{-1}	6.4×10^8	Pu-239 ^{*1}	2.41×10^4	1.2×10^8
Hf-181	1.16×10^{-1}	8.6×10^9	Pu-240 ^{*1}	6.56×10^3	1.2×10^8
Hf-182	9.00×10^6	3.9×10^0	Pu-241 ^{*1}	1.44×10^1	2.8×10^{10}
Ta-180m	1.00×10^{13}	1.7×10^{-3}	Pu-242 ^{*1}	3.75×10^5	1.9×10^5
Ta-182	3.14×10^{-1}	1.4×10^{13}	Pu-244 ^{*1}	8.00×10^7	1.2×10^{-2}
W-181	3.32×10^{-1}	2.7×10^{10}	Am-241 ^{*1}	4.32×10^2	2.4×10^7
W-185	2.06×10^{-1}	1.0×10^{12}	Am-242m ^{*1}	1.41×10^2	8.6×10^5
W-188	1.91×10^{-1}	5.0×10^{10}	Am-243 ^{*1}	7.37×10^3	9.2×10^5
Re-187	4.12×10^{10}	2.8×10^3	Cm-241 ^{*1}	8.99×10^2	1.1×10^3
Os-185	2.56×10^{-1}	5.2×10^{10}	Cm-242 ^{*1}	4.46×10^{-1}	4.3×10^9
Os-194	6.00×10^0	9.0×10^7	Cm-243 ^{*1}	2.91×10^1	7.0×10^5
Ir-192	2.02×10^{-1}	9.1×10^{12}	Cm-244 ^{*1}	1.81×10^1	5.0×10^7
Ir-192m	2.41×10^2	5.5×10^6	Cm-245 ^{*1}	8.50×10^3	3.4×10^3
Ir-194m	4.68×10^{-1}	3.9×10^{11}	Cm-246 ^{*1}	4.76×10^3	2.5×10^2
Pt-190	6.50×10^{11}	4.5×10^{-2}	Cm-247 ^{*1}	1.56×10^7	3.8×10^{-4}
Pt-193	5.00×10^1	3.9×10^7	Cm-248 ^{*1}	3.48×10^5	4.9×10^{-4}
Hg-203	1.28×10^{-1}	3.5×10^{11}	Cm-250 ^{*1}	8.30×10^3	1.9×10^{10}
Tl-204	3.78×10^0	8.7×10^{10}	Bk-249 ^{*1}	9.04×10^{-1}	9.9×10^{-1}
Pb-205	1.53×10^7	1.8×10^2	Cf-249 ^{*1}	3.51×10^2	2.8×10^{-4}
Pb-210 ^{*1}	2.22×10^1	1.5×10^{-4}	Cf-250 ^{*1}	1.31×10^1	2.2×10^{-2}
Bi-208	3.68×10^5	2.5×10^2	Cf-251 ^{*1}	9.00×10^2	8.0×10^{-5}
Bi-210m ^{*1}	3.04×10^6	7.3×10^1	Cf-252 ^{*1}	2.65×10^0	5.8×10^{-3}
Po-210 ^{*1}	3.79×10^{-1}	5.8×10^8	Cf-254 ^{*1}	1.66×10^{-1}	2.4×10^{-6}
Ra-226 ^{*1}	1.60×10^3	5.9×10^{-3}	Es-254 ^{*1}	7.55×10^{-1}	1.5×10^{-6}
Ra-228	5.75×10^0	7.4×10^{-3}	Es-255 ^{*1}	1.09×10^{-1}	1.4×10^{-8}
Ac-227 ^{*1}	2.18×10^1	1.1×10^{-1}	全α核種		7.0×10^{10} *2
Th-228 ^{*1}	1.91×10^0	2.6×10^2			

*1：アルファ線を放出する放射性物質(以下「α核種」という。)

*2：全α核種の放射エネルギーは、*1を付した各α核種とその子孫核種の寄与を加えた合計値。

4. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の選定

廃棄体に含まれる主要な放射性物質は、「評価対象個人」の線量に基づき選定する。線量評価に当たっては、被ばく経路の重畳を考慮する。具体的には以下の考え方・手順で実施する。

- ・廃棄体中に含まれる放射性物質の種類は、「2. 検討フロー」に示すとおり、「線量告示」別表第一等に示されている放射性物質のうち半減期 30 日以上のもとし、その中から希ガス及び生成量の極めて小さいものを除いた 170 種類とする。
- ・線量評価の対象とするシナリオは、覆土完了後の廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいに起因するシナリオとし、気体廃棄物放出時の評価、液体廃棄物放出時の評価、スカイシャイン評価の評価及び廃棄体落下時の評価は対象外とする。
- ・管理期間終了後に係る線量評価において、複数の移行経路からの被ばくの重ね合わせを考慮した評価対象個人の線量を評価し、その合計線量に基づいて主要な放射性物質の選定を行う。
- ・主要な放射性物質は、最大の線量値を持つ放射性物質の線量の最大値と比較して、当該放射性物質の線量の最大値が 1%以上であるものを選定する。
- ・核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則(以下「事業規則」という。)の「ピット処分」において放射能濃度の制限が定められている放射性物質を主要な放射性物質として選定する。
- ・線量評価パラメータの設定等の不確実性を考慮し、既申請書において主要な放射性物質として選定している放射性物質を、主要な放射性物質として選定する。

上記を踏まえ、放射性物質の選定を行う線量評価シナリオ及び線量評価モデルは本文に示すものを用いる。ただし、線量評価シナリオは埋設した廃棄体に起因するシナリオとする。

また、線量評価パラメータについては、補足説明資料 9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」第 1 表～第 9 表に示すものを使用する。

ただし、線量評価パラメータのうち、廃棄体中の放射性物質の放射エネルギーについては第 1 表「3 号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定用の放射エネルギー」に示すものを、放射性物質又は元素ごとに設定する線量評価パラメータについては、添付資料 4「3 号廃棄物埋設施設 主要な放射性物質の選定用パラメータ設定」に示すものを使用する。このうち、文献値及び実験値のないものは、その種類に応じて化学的類似性を考慮して設定する。

上記に基づき計算した、3 号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質の選定過程でのシナリオごとの相対重要度を第 2 表～第 5 表に示す。本結果に基づき、3 号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質を以下のとおり選定した。

・3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質

H-3, C-14, Co-60, Ni-59, Ni-63, Sr-90, Nb-94, Tc-99, I-129, Cs-137, アルファ線を放出する放射性物質

また、1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質については、埋設を行う放射性廃棄物は、実用発電用原子炉の運転に伴って付随的に発生する放射性廃棄物及び本施設の操業に伴って付随的に発生する放射性廃棄物であり、放射性物質の起源に変更はないことから、主要な放射性物質の種類は、既申請書の「三、ハ 廃棄物埋設を行う放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギー」及び「添付書類五 イ(6) 廃棄物埋設を行う放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質の種類」のとおりとする。

ただし、1号廃棄物埋設施設については、覆土完了後における公衆の受ける線量の評価に基づき、放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類の中から、最大の線量値を持つ放射性物質の線量の最大値と比較して、当該放射性物質の線量の最大値が1%以上であるC1-36を追加する。

さらに、2号廃棄物埋設施設については、廃棄体中に含まれる放射エネルギーに係る知見⁽¹⁾を踏まえ、上記の主要な放射性物質に加え、C1-36を含めて線量評価を行う。

第2表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(最も可能性が高い自然事象シナリオ)(1/2)*3

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
H-3	3.00E+02	2.26E-10	2.63E-08	—	Ag-108m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Be-10	5.24E+04	2.70E-06	3.14E-04	—	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
C-14	4.30E+02	8.61E-03	1.00E+00	◎	Cd-109	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Na-22	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-113	1.90E+04	2.37E-17	2.76E-15	—
Si-32	2.53E+03	1.49E-19	1.73E-17	—	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
S-35	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Cl-36	3.00E+02	9.30E-07	1.08E-04	—	In-114m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
K-40	2.02E+05	2.73E-10	3.17E-08	—	In-115	1.48E+04	6.58E-14	7.65E-12	—
Ca-41	2.09E+04	4.12E-08	4.79E-06	—	Sn-113	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ca-45	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sc-46	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
V-49	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-126	7.40E+04	3.80E-07	4.41E-05	—
Fe-55	3.00E+02	8.25E-25	9.58E-23	—	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-60	3.29E+02	1.44E-17	1.67E-15	—	Te-123	1.56E+04	5.72E-13	6.65E-11	—
Ni-59	1.79E+04	8.64E-06	1.00E-03	△	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ni-63	1.86E+03	1.15E-14	1.33E-12	—	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-75	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-79	4.58E+04	3.60E-09	4.19E-07	—	I-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Rb-87	2.03E+05	1.04E-10	1.21E-08	—	I-129	3.00E+02	1.70E-05	1.98E-03	△
Sr-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-135	2.00E+05	2.83E-08	3.29E-06	—
Sr-90	7.58E+02	6.03E-23	7.00E-21	—	Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Y-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ba-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zr-93	1.54E+04	3.65E-09	4.24E-07	—	La-137	1.43E+04	3.71E-13	4.31E-11	—
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	La-138	1.50E+04	2.74E-12	3.18E-10	—
Nb-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-139	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-92	2.07E+05	2.33E-11	2.70E-09	—	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-93m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-94	1.30E+04	3.79E-06	4.40E-04	—	Nd-144	1.79E+04	4.68E-15	5.44E-13	—
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-145	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Mo-93	4.11E+02	8.05E-06	9.35E-04	—	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97	3.00E+02	1.85E-10	2.15E-08	—	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-98	3.00E+02	9.22E-12	1.07E-09	—	Sm-145	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-99	3.00E+02	1.63E-06	1.89E-04	—	Sm-146	2.20E+04	8.35E-15	9.70E-13	—
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-147	2.21E+04	5.71E-13	6.63E-11	—
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-148	2.22E+04	8.15E-18	9.47E-16	—
Rh-102	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-151	1.74E+03	1.06E-19	1.23E-17	—
Pd-107	2.55E+04	1.33E-10	1.55E-08	—	Eu-149	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1：(相対重要度)=(各核種の最大線量値)/(最重要核種の最大線量値)

*2：選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

◎：相対重要度1(最重要核種) □：相対重要度0.01以上 —：相対重要度0.001未満

○：相対重要度0.1以上 △：相対重要度0.001以上

*3：表の数値中のEは、指数表記における基数の10を示す(例えば、1E+2は1×10²を示す。以下、同様。)

第2表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(最も可能性が高い自然事象シナリオ)(2/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度 ^{*1}	選定結果 ^{*2}	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度 ^{*1}	選定結果 ^{*2}
Eu-150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-228	3.00E+02	2.43E-10	2.82E-08	—
Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-229	4.40E+03	3.22E-10	3.74E-08	—
Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-230	6.88E+03	3.38E-08	3.93E-06	—
Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-232	2.12E+04	3.09E-13	3.59E-11	—
Gd-152	1.94E+04	7.23E-16	8.40E-14	—	Pa-231	2.69E+03	5.65E-08	6.57E-06	—
Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-232	3.00E+02	1.65E-09	1.91E-07	—
Tb-157	1.46E+03	3.20E-22	3.72E-20	—	U-233	8.48E+02	4.22E-10	4.91E-08	—
Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-234	7.33E+02	8.60E-07	1.00E-04	—
Dy-159	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-235	7.39E+02	2.10E-08	2.44E-06	—
Ho-163	1.36E+04	4.01E-15	4.66E-13	—	U-236	7.30E+02	1.15E-07	1.34E-05	—
Ho-166m	6.60E+03	5.39E-09	6.27E-07	—	U-238	7.25E+02	1.53E-07	1.77E-05	—
Tm-170	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-235	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tm-171	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-236	8.11E+02	3.74E-12	4.35E-10	—
Yb-169	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-237	8.13E+02	1.65E-06	1.91E-04	—
Lu-176	1.50E+04	4.17E-10	4.84E-08	—	Pu-236	7.90E+02	3.01E-14	3.49E-12	—
Lu-177m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-237	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Hf-175	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-238	1.61E+03	1.32E-13	1.53E-11	—
Hf-181	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-239	1.26E+04	1.56E-05	1.82E-03	△
Hf-182	1.98E+05	2.97E-13	3.45E-11	—	Pu-240	1.02E+04	6.45E-06	7.50E-04	—
Ta-180	3.00E+02	1.33E-15	1.55E-13	—	Pu-241	1.84E+04	4.11E-12	4.78E-10	—
Ta-182	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-242	1.35E+04	3.37E-08	3.91E-06	—
W-181	3.00E+02	2.74E-20	3.19E-18	—	Pu-244	1.44E+04	3.66E-15	4.25E-13	—
W-185	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Am-241	1.85E+04	2.54E-10	2.95E-08	—
W-188	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Am-242m	4.96E+03	1.06E-25	1.23E-23	—
Re-187	3.00E+02	3.01E-11	3.50E-09	—	Am-243	1.85E+04	5.61E-08	6.52E-06	—
Os-185	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Os-194	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-242	4.96E+03	5.15E-27	5.98E-25	—
Ir-192	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-192m	4.24E+03	9.58E-15	1.11E-12	—	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-194m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-245	1.85E+04	3.50E-10	4.06E-08	—
Pt-190	2.67E+04	2.04E-14	2.37E-12	—	Cm-246	1.58E+04	8.66E-12	1.01E-09	—
Pt-193	2.02E+03	6.42E-31	7.46E-29	—	Cm-247	5.25E+04	3.21E-16	3.72E-14	—
Hg-203	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-248	5.14E+04	1.51E-15	1.76E-13	—
Tl-204	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-250	1.84E+04	4.96E-22	5.76E-20	—
Pb-205	2.64E+04	6.45E-12	7.49E-10	—	Bk-249	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Pb-210	7.44E+03	4.18E-07	4.85E-05	—	Cf-249	7.66E+03	1.50E-23	1.74E-21	—
Bi-208	1.66E+05	2.53E-11	2.93E-09	—	Cf-250	1.93E+04	1.99E-23	2.32E-21	—
Bi-210m	1.48E+04	3.68E-11	4.27E-09	—	Cf-251	1.07E+04	2.08E-20	2.42E-18	—
Po-210	7.34E+03	1.13E-06	1.31E-04	—	Cf-252	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-226	6.96E+03	1.12E-07	1.30E-05	—	Cf-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-228	2.18E+04	4.31E-12	5.01E-10	—	Es-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ac-227	3.02E+03	9.85E-09	1.14E-06	—	Es-255	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1 : (相対重要度) = (各核種の最大線量値) / (最重要核種の最大線量値)

*2 : 選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

- ◎ : 相対重要度 1 (最重要核種) □ : 相対重要度 0.01 以上 — : 相対重要度 0.001 未満
 ○ : 相対重要度 0.1 以上 △ : 相対重要度 0.001 以上

第3表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(最も厳しい自然事象シナリオ)(1/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
H-3	3.00E+02	1.38E-09	3.72E-09	—	Ag-108m	9.20E+03	2.98E-16	8.06E-16	—
Be-10	9.15E+02	1.79E-04	4.83E-04	—	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
C-14	4.02E+02	3.70E-01	1.00E+00	◎	Cd-109	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Na-22	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-113	3.90E+03	1.32E-15	3.58E-15	—
Si-32	2.49E+03	2.62E-18	7.08E-18	—	Cd-113m	3.60E+02	5.79E-22	1.56E-21	—
S-35	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Cl-36	3.00E+02	4.50E-06	1.22E-05	—	In-114m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
K-40	5.21E+04	4.66E-08	1.26E-07	—	In-115	7.56E+03	1.67E-11	4.51E-11	—
Ca-41	5.48E+03	5.24E-06	1.42E-05	—	Sn-113	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ca-45	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sc-46	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
V-49	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-126	3.97E+04	2.77E-05	7.49E-05	—
Fe-55	3.00E+02	1.39E-18	3.76E-18	—	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-60	3.00E+02	1.59E-13	4.29E-13	—	Te-123	8.78E+03	9.27E-12	2.51E-11	—
Ni-59	3.90E+03	5.20E-04	1.41E-03	△	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ni-63	1.45E+03	3.12E-08	8.44E-08	—	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-75	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-79	3.52E+04	6.08E-08	1.64E-07	—	I-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Rb-87	5.21E+04	2.05E-08	5.53E-08	—	I-129	3.00E+02	1.12E-04	3.02E-04	—
Sr-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-135	5.20E+04	3.85E-06	1.04E-05	—
Sr-90	6.91E+02	6.84E-15	1.85E-14	—	Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Y-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ba-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zr-93	8.20E+03	6.43E-07	1.74E-06	—	La-137	3.88E+03	8.37E-11	2.26E-10	—
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	La-138	3.90E+03	5.51E-10	1.49E-09	—
Nb-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-139	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-92	7.16E+03	7.49E-08	2.02E-07	—	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-93m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-94	6.80E+03	1.69E-01	4.57E-01	○	Nd-144	3.90E+03	4.01E-13	1.08E-12	—
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-145	4.35E+02	2.56E-24	6.91E-24	—
Mo-93	3.71E+02	2.08E-04	5.63E-04	—	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97	3.00E+02	6.19E-10	1.67E-09	—	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-98	3.00E+02	5.02E-11	1.36E-10	—	Sm-145	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-99	3.00E+02	5.45E-06	1.47E-05	—	Sm-146	4.12E+03	3.42E-13	9.24E-13	—
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-147	4.12E+03	2.33E-11	6.31E-11	—
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-148	4.12E+03	3.28E-16	8.85E-16	—
Rh-102	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-151	1.43E+03	4.33E-13	1.17E-12	—
Pd-107	1.31E+04	2.20E-09	5.96E-09	—	Eu-149	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1 : (相対重要度) = (各核種の最大線量値) / (最重要核種の最大線量値)

*2 : 選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

◎ : 相対重要度 1 (最重要核種) □ : 相対重要度 0.01 以上 — : 相対重要度 0.001 未満

○ : 相対重要度 0.1 以上 △ : 相対重要度 0.001 以上

第3表 3号廃棄物埋施設における相対重要度(最も厳しい自然事象シナリオ)(2/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度 ^{*1}	選定結果 ^{*2}	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度 ^{*1}	選定結果 ^{*2}
Eu-150	7.70E+02	6.37E-21	1.72E-20	—	Th-228	3.00E+02	1.26E-07	3.40E-07	—
Eu-152	3.46E+02	4.37E-21	1.18E-20	—	Th-229	3.36E+03	1.04E-08	2.80E-08	—
Eu-154	3.00E+02	9.65E-24	2.61E-23	—	Th-230	5.26E+03	3.07E-07	8.30E-07	—
Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-232	1.25E+04	1.07E-11	2.89E-11	—
Gd-152	3.90E+03	3.49E-14	9.42E-14	—	Pa-231	1.36E+03	1.03E-06	2.79E-06	—
Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-232	3.00E+02	1.84E-08	4.97E-08	—
Tb-157	1.19E+03	2.13E-15	5.77E-15	—	U-233	6.11E+02	3.45E-09	9.33E-09	—
Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-234	4.95E+02	1.12E-05	3.03E-05	—
Dy-159	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-235	4.76E+02	1.74E-06	4.71E-06	—
Ho-163	3.92E+03	1.02E-12	2.76E-12	—	U-236	4.83E+02	1.52E-06	4.12E-06	—
Ho-166m	3.28E+03	2.61E-05	7.04E-05	—	U-238	4.79E+02	3.58E-06	9.68E-06	—
Tm-170	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-235	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tm-171	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-236	6.41E+02	7.80E-11	2.11E-10	—
Yb-169	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-237	6.43E+02	2.09E-05	5.65E-05	—
Lu-176	3.90E+03	8.38E-08	2.26E-07	—	Pu-236	4.21E+02	4.07E-13	1.10E-12	—
Lu-177m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-237	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Hf-175	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-238	8.84E+02	1.28E-07	3.47E-07	—
Hf-181	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-239	2.76E+03	1.39E-03	3.77E-03	△
Hf-182	7.66E+03	1.95E-09	5.27E-09	—	Pu-240	2.52E+03	1.14E-03	3.08E-03	△
Ta-180	3.00E+02	9.87E-15	2.67E-14	—	Pu-241	1.46E+04	1.57E-10	4.25E-10	—
Ta-182	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-242	2.88E+03	2.29E-06	6.18E-06	—
W-181	3.00E+02	5.87E-16	1.59E-15	—	Pu-244	2.58E+03	7.71E-13	2.09E-12	—
W-185	3.00E+02	9.75E-23	2.64E-22	—	Am-241	1.46E+04	9.37E-09	2.53E-08	—
W-188	3.00E+02	1.55E-26	4.18E-26	—	Am-242m	4.74E+03	1.63E-21	4.41E-21	—
Re-187	3.00E+02	2.65E-10	7.16E-10	—	Am-243	1.92E+04	1.70E-05	4.60E-05	—
Os-185	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Os-194	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-242	4.94E+03	2.40E-24	6.49E-24	—
Ir-192	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-192m	3.80E+03	8.58E-12	2.32E-11	—	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-194m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-245	1.47E+04	1.33E-08	3.60E-08	—
Pt-190	1.30E+04	6.91E-13	1.87E-12	—	Cm-246	1.35E+04	3.99E-10	1.08E-09	—
Pt-193	1.24E+03	8.17E-24	2.21E-23	—	Cm-247	4.99E+04	1.46E-14	3.94E-14	—
Hg-203	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-248	4.87E+04	5.43E-14	1.47E-13	—
Tl-204	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-250	1.56E+04	4.36E-20	1.18E-19	—
Pb-205	5.06E+03	1.93E-10	5.22E-10	—	Bk-249	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Pb-210	4.90E+03	3.64E-06	9.85E-06	—	Cf-249	7.52E+03	1.21E-21	3.27E-21	—
Bi-208	7.06E+03	8.53E-08	2.31E-07	—	Cf-250	1.56E+04	4.82E-22	1.30E-21	—
Bi-210m	7.64E+03	6.68E-09	1.81E-08	—	Cf-251	1.03E+04	1.12E-18	3.04E-18	—
Po-210	5.00E+03	9.85E-06	2.66E-05	—	Cf-252	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-226	2.28E+03	2.54E-06	6.87E-06	—	Cf-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-228	1.26E+04	5.08E-10	1.37E-09	—	Es-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ac-227	1.33E+03	2.77E-07	7.50E-07	—	Es-255	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1 : (相対重要度) = (各核種の最大線量値) / (最重要核種の最大線量値)

*2 : 選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

- ◎ : 相対重要度 1 (最重要核種) □ : 相対重要度 0.01 以上 — : 相対重要度 0.001 未満
 ○ : 相対重要度 0.1 以上 △ : 相対重要度 0.001 以上

第4表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(水産物摂取 最も可能性が高い自然事象シナリオ)(1/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
H-3	6.40E+01	1.26E-06	1.73E-05	—	Ag-108m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Be-10	5.27E+04	5.68E-07	7.79E-06	—	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
C-14	4.31E+02	7.29E-02	1.00E+00	◎	Cd-109	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Na-22	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-113	2.54E+04	2.89E-18	3.97E-17	—
Si-32	2.51E+03	1.83E-21	2.51E-20	—	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
S-35	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Cl-36	2.76E+02	6.50E-07	8.92E-06	—	In-114m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
K-40	3.21E+05	1.28E-11	1.75E-10	—	In-115	1.48E+04	4.90E-13	6.72E-12	—
Ca-41	2.23E+04	5.99E-09	8.21E-08	—	Sn-113	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ca-45	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sc-46	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
V-49	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-126	7.00E+04	1.97E-06	2.70E-05	—
Fe-55	5.95E+01	6.41E-19	8.80E-18	—	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-121m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-60	9.61E+01	4.52E-14	6.20E-13	—	Te-123	1.54E+04	4.88E-14	6.69E-13	—
Ni-59	1.98E+04	3.52E-06	4.82E-05	—	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ni-63	1.85E+03	1.30E-15	1.78E-14	—	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-75	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-79	4.42E+04	1.68E-09	2.30E-08	—	I-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Rb-87	3.21E+05	8.68E-12	1.19E-10	—	I-129	2.50E+02	1.11E-04	1.52E-03	△
Sr-85	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-135	2.21E+05	4.66E-08	6.39E-07	—
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Y-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ba-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Zr-93	1.47E+04	6.61E-09	9.06E-08	—	La-137	1.87E+04	5.99E-15	8.22E-14	—
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	La-138	2.54E+04	6.35E-15	8.71E-14	—
Nb-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-139	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-92	1.48E+04	3.41E-13	4.67E-12	—	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-93m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Nb-94	1.29E+04	9.51E-07	1.30E-05	—	Nd-144	2.54E+04	3.86E-15	5.29E-14	—
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-145	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Mo-93	4.10E+02	7.50E-07	1.03E-05	—	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97	2.45E+02	2.40E-10	3.29E-09	—	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-97m	5.20E+00	6.61E-21	9.07E-20	—	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-98	2.45E+02	7.69E-12	1.05E-10	—	Sm-145	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-99	2.45E+02	2.11E-06	2.90E-05	—	Sm-146	2.54E+04	1.21E-14	1.65E-13	—
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-147	2.54E+04	8.25E-13	1.13E-11	—
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-148	2.54E+04	1.18E-17	1.62E-16	—
Rh-102	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Sm-151	1.72E+03	1.35E-19	1.85E-18	—
Pd-107	2.52E+04	7.72E-12	1.06E-10	—	Eu-149	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1 : (相対重要度) = (各核種の最大線量値) / (最重要核種の最大線量値)

*2 : 選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

◎ : 相対重要度 1 (最重要核種) □ : 相対重要度 0.01 以上 — : 相対重要度 0.001 未満

○ : 相対重要度 0.1 以上 △ : 相対重要度 0.001 以上

第4表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(水産物摂取 最も可能性が高い自然事象シナリオ)(2/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
Eu-150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-228	2.16E+02	2.57E-09	3.53E-08	—
Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-229	1.83E+03	7.55E-10	1.04E-08	—
Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-230	2.34E+03	6.25E-08	8.57E-07	—
Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Th-232	1.33E+04	3.75E-13	5.14E-12	—
Gd-152	2.54E+04	2.75E-15	3.77E-14	—	Pa-231	2.23E+03	1.56E-09	2.14E-08	—
Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-232	2.14E+02	3.24E-09	4.45E-08	—
Tb-157	1.46E+03	9.68E-26	1.33E-24	—	U-233	8.22E+02	4.39E-10	6.02E-09	—
Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-234	7.10E+02	9.47E-07	1.30E-05	—
Dy-159	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	U-235	7.01E+02	2.27E-08	3.12E-07	—
Ho-163	1.35E+04	9.16E-16	1.26E-14	—	U-236	7.08E+02	1.27E-07	1.74E-06	—
Ho-166m	1.01E+04	4.46E-13	6.12E-12	—	U-238	7.01E+02	1.68E-07	2.30E-06	—
Tm-170	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-235	1.40E+01	1.12E-19	1.53E-18	—
Tm-171	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-236	7.82E+02	1.79E-11	2.46E-10	—
Yb-169	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Np-237	7.82E+02	7.91E-06	1.09E-04	—
Lu-176	2.54E+04	1.04E-12	1.43E-11	—	Pu-236	7.86E+02	2.58E-13	3.54E-12	—
Lu-177m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-237	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Hf-175	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-238	1.62E+03	1.24E-12	1.71E-11	—
Hf-181	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-239	1.26E+04	1.49E-04	2.04E-03	△
Hf-182	1.48E+04	1.35E-13	1.85E-12	—	Pu-240	1.03E+04	6.14E-05	8.43E-04	—
Ta-180	2.45E+02	4.21E-15	5.78E-14	—	Pu-241	1.84E+04	4.03E-11	5.53E-10	—
Ta-182	6.20E+00	1.28E-12	1.75E-11	—	Pu-242	1.35E+04	3.20E-07	4.40E-06	—
W-181	6.45E+00	3.46E-17	4.75E-16	—	Pu-244	1.36E+04	2.07E-14	2.85E-13	—
W-185	4.55E+00	7.72E-18	1.06E-16	—	Am-241	1.84E+04	2.40E-09	3.29E-08	—
W-188	4.30E+00	9.55E-19	1.31E-17	—	Am-242m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Re-187	2.45E+02	2.78E-10	3.82E-09	—	Am-243	1.78E+04	4.86E-07	6.67E-06	—
Os-185	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Os-194	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-242	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-192	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-192m	4.22E+03	1.26E-15	1.73E-14	—	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ir-194m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-245	1.85E+04	3.41E-09	4.68E-08	—
Pt-190	2.52E+04	2.60E-15	3.56E-14	—	Cm-246	1.58E+04	8.45E-11	1.16E-09	—
Pt-193	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-247	5.24E+04	3.11E-15	4.27E-14	—
Hg-203	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-248	5.14E+04	1.47E-14	2.02E-13	—
Tl-204	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-250	1.84E+04	4.82E-21	6.61E-20	—
Pb-205	2.52E+04	2.64E-13	3.62E-12	—	Bk-249	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Pb-210	5.34E+03	1.60E-08	2.20E-07	—	Cf-249	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Bi-208	1.45E+04	1.45E-11	1.98E-10	—	Cf-250	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Bi-210m	1.47E+04	5.40E-11	7.41E-10	—	Cf-251	1.02E+04	1.11E-21	1.52E-20	—
Po-210	5.34E+03	6.46E-07	8.86E-06	—	Cf-252	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-226	5.30E+03	7.82E-09	1.07E-07	—	Cf-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ra-228	1.33E+04	1.30E-13	1.79E-12	—	Es-254	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—
Ac-227	2.22E+03	9.15E-10	1.26E-08	—	Es-255	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	—

*1：(相対重要度)＝(各核種の最大線量値)/(最重要核種の最大線量値)

*2：選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

- ◎：相対重要度1(最重要核種) □：相対重要度0.01以上 —：相対重要度0.001未満
 ○：相対重要度0.1以上 △：相対重要度0.001以上

第5表 3号廃棄物処理施設における相対重要度(人為事象シナリオ)(1/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
H-3	3.00E+02	4.69E-08	4.25E-08	—	Ag-108m	3.00E+02	4.57E-04	4.14E-04	—
Be-10	3.00E+02	4.34E-05	3.93E-05	—	Ag-110m	3.00E+02	1.75E-121	1.59E-121	—
C-14	3.00E+02	1.10E+00	1.00E+00	◎	Cd-109	3.00E+02	1.91E-74	1.73E-74	—
Na-22	3.00E+02	6.20E-15	5.62E-15	—	Cd-113	3.00E+02	6.24E-16	5.66E-16	—
Si-32	3.00E+02	1.47E-10	1.33E-10	—	Cd-113m	3.00E+02	5.98E-10	5.42E-10	—
S-35	3.00E+02	1.02E-15	9.21E-16	—	Cd-115m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Cl-36	3.00E+02	1.95E-04	1.77E-04	—	In-114m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
K-40	3.00E+02	1.99E-08	1.80E-08	—	In-115	3.00E+02	8.26E-13	7.48E-13	—
Ca-41	3.00E+02	3.84E-06	3.48E-06	—	Sn-113	3.00E+02	2.37E-244	2.14E-244	—
Ca-45	3.00E+02	4.88E-185	4.42E-185	—	Sn-119m	3.00E+02	7.45E-109	6.75E-109	—
Sc-46	3.00E+02	3.37E-14	3.05E-14	—	Sn-121m	3.00E+02	1.74E-07	1.57E-07	—
V-49	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Sn-123	3.00E+02	8.41E-224	7.61E-224	—
Mn-54	3.00E+02	3.22E-15	2.92E-15	—	Sn-126	3.00E+02	4.60E-05	4.17E-05	—
Fe-55	3.00E+02	3.65E-20	3.30E-20	—	Sb-124	3.00E+02	4.14E-222	3.75E-222	—
Fe-59	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Sb-125	3.00E+02	1.75E-16	1.58E-16	—
Co-58	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Te-121m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Co-60	3.00E+02	6.47E-14	5.86E-14	—	Te-123	3.00E+02	1.18E-11	1.07E-11	—
Ni-59	3.00E+02	2.26E-04	2.05E-04	—	Te-123m	3.00E+02	9.00E-237	8.15E-237	—
Ni-63	3.00E+02	7.41E-03	6.71E-03	△	Te-125m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Zn-65	3.00E+02	3.33E-15	3.02E-15	—	Te-127m	3.00E+02	8.05E-259	7.29E-259	—
Se-75	3.00E+02	1.61E-236	1.46E-236	—	Te-129m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Se-79	3.00E+02	6.13E-08	5.55E-08	—	I-125	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Rb-87	3.00E+02	1.55E-08	1.41E-08	—	I-129	3.00E+02	1.72E-04	1.55E-04	—
Sr-85	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-134	3.00E+02	1.26E-40	1.14E-40	—
Sr-89	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Cs-135	3.00E+02	2.93E-06	2.66E-06	—
Sr-90	3.00E+02	2.61E-02	2.37E-02	□	Cs-137	3.00E+02	5.55E-03	5.03E-03	△
Y-91	3.00E+02	8.73E-18	7.91E-18	—	Ba-133	3.00E+02	1.58E-11	1.43E-11	—
Zr-93	3.00E+02	3.05E-08	2.76E-08	—	La-137	3.00E+02	1.56E-12	1.41E-12	—
Zr-95	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	La-138	3.00E+02	9.44E-11	8.55E-11	—
Nb-91	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Ce-139	3.00E+02	1.47E-38	1.33E-38	—
Nb-92	3.00E+02	6.39E-08	5.79E-08	—	Ce-141	3.00E+02	7.89E-139	7.15E-139	—
Nb-93m	3.00E+02	1.15E-14	1.05E-14	—	Ce-144	3.00E+02	4.12E-17	3.73E-17	—
Nb-94	3.00E+02	1.81E-01	1.64E-01	○	Nd-144	3.00E+02	1.85E-13	1.68E-13	—
Nb-95	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Pm-145	3.00E+02	2.94E-13	2.67E-13	—
Mo-93	3.00E+02	8.10E-04	7.33E-04	—	Pm-146	3.00E+02	3.14E-21	2.84E-21	—
Tc-97	3.00E+02	1.21E-07	1.10E-07	—	Pm-147	3.00E+02	8.10E-39	7.34E-39	—
Tc-97m	3.00E+02	1.06E-307	9.60E-308	—	Pm-148m	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Tc-98	3.00E+02	3.88E-09	3.51E-09	—	Sm-145	3.00E+02	4.06E-97	3.67E-97	—
Tc-99	3.00E+02	1.07E-03	9.67E-04	—	Sm-146	3.00E+02	3.96E-14	3.59E-14	—
Ru-103	3.00E+02	7.30E-142	6.61E-142	—	Sm-147	3.00E+02	2.71E-12	2.45E-12	—
Ru-106	3.00E+02	2.76E-16	2.50E-16	—	Sm-148	3.00E+02	3.88E-17	3.52E-17	—
Rh-102	3.00E+02	1.21E-15	1.10E-15	—	Sm-151	3.00E+02	1.43E-07	1.29E-07	—
Pd-107	3.00E+02	2.04E-09	1.84E-09	—	Eu-149	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—

*1 : (相対重要度) = (各核種の最大線量値) / (最重要核種の最大線量値)

*2 : 選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

◎ : 相対重要度 1 (最重要核種) □ : 相対重要度 0.01 以上 — : 相対重要度 0.001 未満

○ : 相対重要度 0.1 以上 △ : 相対重要度 0.001 以上

第5表 3号廃棄物埋設施設における相対重要度(人為事象シナリオ)(2/2)

核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2	核種	最大線量時の時間	最大線量	相対重要度*1	選定結果*2
Eu-150	3.00E+02	3.33E-12	3.02E-12	—	Th-228	3.00E+02	5.80E-08	5.26E-08	—
Eu-152	3.00E+02	1.74E-09	1.57E-09	—	Th-229	3.00E+02	2.57E-06	2.33E-06	—
Eu-154	3.00E+02	8.19E-12	7.42E-12	—	Th-230	3.00E+02	2.46E-06	2.23E-06	—
Eu-155	3.00E+02	1.06E-21	9.60E-22	—	Th-232	3.00E+02	3.82E-11	3.46E-11	—
Gd-152	3.00E+02	9.02E-15	8.17E-15	—	Pa-231	3.00E+02	1.80E-06	1.63E-06	—
Gd-153	3.00E+02	9.09E-127	8.23E-127	—	U-232	3.00E+02	1.56E-08	1.42E-08	—
Tb-157	3.00E+02	3.28E-10	2.97E-10	—	U-233	3.00E+02	4.86E-07	4.40E-07	—
Tb-160	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	U-234	3.00E+02	6.50E-06	5.88E-06	—
Dy-159	3.00E+02	1.43E-17	1.29E-17	—	U-235	3.00E+02	3.99E-07	3.62E-07	—
Ho-163	3.00E+02	2.24E-13	2.03E-13	—	U-236	3.00E+02	1.14E-06	1.03E-06	—
Ho-166m	3.00E+02	2.94E-05	2.66E-05	—	U-238	3.00E+02	1.14E-06	1.04E-06	—
Tm-170	3.00E+02	7.22E-89	6.53E-89	—	Np-235	3.00E+02	1.93E-90	1.75E-90	—
Tm-171	3.00E+02	1.81E-20	1.64E-20	—	Np-236	3.00E+02	2.27E-11	2.06E-11	—
Yb-169	3.00E+02	1.90E-15	1.72E-15	—	Np-237	3.00E+02	1.00E-05	9.08E-06	—
Lu-176	3.00E+02	1.29E-08	1.17E-08	—	Pu-236	3.00E+02	2.25E-13	2.04E-13	—
Lu-177m	3.00E+02	2.55E-182	2.31E-182	—	Pu-237	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Hf-175	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-238	3.00E+02	1.22E-04	1.10E-04	—
Hf-181	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Pu-239	3.00E+02	5.71E-04	5.17E-04	—
Hf-182	3.00E+02	7.67E-10	6.94E-10	—	Pu-240	3.00E+02	5.58E-04	5.05E-04	—
Ta-180	3.00E+02	6.78E-15	6.14E-15	—	Pu-241	3.00E+02	1.67E-09	1.51E-09	—
Ta-182	3.00E+02	8.89E-242	8.05E-242	—	Pu-242	3.00E+02	8.75E-07	7.92E-07	—
W-181	3.00E+02	2.60E-17	2.36E-17	—	Pu-244	3.00E+02	6.02E-13	5.45E-13	—
W-185	3.00E+02	3.45E-24	3.12E-24	—	Am-241	3.00E+02	3.45E-03	3.12E-03	△
W-188	3.00E+02	3.32E-27	3.01E-27	—	Am-242m	3.00E+02	1.06E-06	9.56E-07	—
Re-187	3.00E+02	4.47E-10	4.05E-10	—	Am-243	3.00E+02	2.60E-05	2.36E-05	—
Os-185	3.00E+02	6.79E-272	6.15E-272	—	Cm-241	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—
Os-194	3.00E+02	1.31E-17	1.18E-17	—	Cm-242	3.00E+02	8.11E-08	7.35E-08	—
Ir-192	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—	Cm-243	3.00E+02	1.02E-08	9.23E-09	—
Ir-192m	3.00E+02	2.45E-04	2.22E-04	—	Cm-244	3.00E+02	1.38E-09	1.25E-09	—
Ir-194m	3.00E+02	1.66E-170	1.50E-170	—	Cm-245	3.00E+02	4.38E-08	3.97E-08	—
Pt-190	3.00E+02	2.16E-12	1.95E-12	—	Cm-246	3.00E+02	9.68E-10	8.77E-10	—
Pt-193	3.00E+02	1.34E-07	1.21E-07	—	Cm-247	3.00E+02	1.66E-14	1.50E-14	—
Hg-203	3.00E+02	1.08E-15	9.74E-16	—	Cm-248	3.00E+02	7.47E-14	6.76E-14	—
Tl-204	3.00E+02	5.56E-17	5.03E-17	—	Cm-250	3.00E+02	2.56E-19	2.32E-19	—
Pb-205	3.00E+02	1.42E-11	1.29E-11	—	Bk-249	3.00E+02	2.95E-108	2.67E-108	—
Pb-210	3.00E+02	8.97E-05	8.13E-05	—	Cf-249	3.00E+02	7.73E-14	7.00E-14	—
Bi-208	3.00E+02	8.75E-08	7.92E-08	—	Cf-250	3.00E+02	6.88E-20	6.23E-20	—
Bi-210m	3.00E+02	1.54E-09	1.40E-09	—	Cf-251	3.00E+02	3.22E-15	2.92E-15	—
Po-210	3.00E+02	1.56E-05	1.41E-05	—	Cf-252	3.00E+02	1.39E-46	1.26E-46	—
Ra-226	3.00E+02	1.11E-04	1.00E-04	—	Cf-254	3.00E+02	1.16E-129	1.05E-129	—
Ra-228	3.00E+02	2.55E-09	2.31E-09	—	Es-254	3.00E+02	2.17E-127	1.96E-127	—
Ac-227	3.00E+02	1.52E-06	1.38E-06	—	Es-255	3.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	—

*1：(相対重要度)＝(各核種の最大線量値)/(最重要核種の最大線量値)

*2：選定結果の各凡例の意味は以下のとおり。

- ◎：相対重要度1(最重要核種) □：相対重要度0.01以上 —：相対重要度0.001未満
 ○：相対重要度0.1以上 △：相対重要度0.001以上

5. 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの設定(詳細は添付資料2及び添付資料3参照)

(1) 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度(C1-36を除く)

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度は以下のとおりに設定する。

- ・3号廃棄物埋設施設：2号廃棄物埋設施設と同じ設定とする。
- ・1号及び2号廃棄物埋設施設：既申請書と同じ設定とする。

(2) 廃棄体に含まれる主要な放射性物質の総放射エネルギー

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質の総放射エネルギーは以下のとおりに設定する。

- ・3号廃棄物埋設施設：2号廃棄物埋設施設の埋設実績(2016年3月末時点)に基づいた放射エネルギーの10倍程度として設定する。
- ・1号廃棄物埋設施設：均質・均一固化体を埋設する埋設設備の放射エネルギーは、既申請書の値から設定する。また、充填固化体を埋設する埋設設備の申請総放射エネルギーは、2号廃棄物埋設施設の埋設実績(2016年3月末時点)に基づいた放射エネルギーの5倍程度として設定する。
- ・2号廃棄物埋設施設：既申請書と同じ設定とする。

上記のとおり設定した廃棄体に含まれる主要な放射性物質の最大放射能濃度及び総放射エネルギーを第6表～第8表に示す。

(3) 廃棄体に含まれるC1-36の最大放射能濃度及び総放射エネルギー

1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれるC1-36の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの設定の詳細については添付資料3「廃棄体中のC1-36放射エネルギーの設定について」を参照。

第6表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質の種類ごとの

最大放射能濃度、総放射能量及び区画別放射能量

放射性物質の種類	最大放射能濃度 (Bq/t)	総放射能量 (Bq)	区画別放射能量 (Bq) ^{*1}
H-3	1.2×10^{12}	1.5×10^{13}	1.5×10^{13}
C-14	3.3×10^{10}	2.0×10^{12}	2.0×10^{12}
Co-60	1.1×10^{13}	1.5×10^{14}	1.5×10^{14}
Ni-59	8.8×10^9	5.0×10^{10}	5.0×10^{10}
Ni-63	1.1×10^{12}	5.5×10^{12}	5.5×10^{12}
Sr-90	6.6×10^{10}	6.7×10^{11}	6.7×10^{11}
Nb-94	3.3×10^8	8.1×10^9	8.1×10^9
Tc-99	7.4×10^7	7.4×10^7	7.4×10^7
I-129	1.1×10^6	8.3×10^6	8.3×10^6
Cs-137	4.0×10^{11}	7.3×10^{11}	7.3×10^{11}
全 α 核種	5.5×10^8	2.3×10^{11}	2.3×10^{11}

*1：区画別放射能量は、線量評価に用いる値とし、3号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体は固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で一体となるように固型化したもの(充填固化体)のみであることから、総放射能量と同じとする。

第7表 1号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質の

最大放射能濃度及び総放射能

放射性物質の種類	最大放射能濃度 (Bq/t)	総放射能 (Bq)*1	区画別放射能(Bq)*2			
			1群から6群 (均質・均一固化体)	7,8群 (充填固化体)	8群 (均質・均一固化体)	8群 (セメント破砕物充填固化体)
H-3	3.0×10^{11}	9.9×10^{13}	9.2×10^{13}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}
C-14	8.5×10^9	2.8×10^{12}	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}
Cl-36*3	9.1×10^7	2.9×10^{10}	2.8×10^{10}	2.3×10^5	9.2×10^8	9.2×10^8
Co-60	2.7×10^{12}	9.0×10^{14}	8.3×10^{14}	1.5×10^{13}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}
Ni-59	8.8×10^9	2.7×10^{12}	2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}
Ni-63	1.1×10^{12}	3.5×10^{14}	3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}
Sr-90	1.6×10^{10}	5.4×10^{12}	5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}
Nb-94	8.5×10^7	2.7×10^{10}	2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8
Tc-99	1.8×10^7	5.9×10^9	5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8
I-129	2.7×10^5	8.9×10^7	8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6
Cs-137	1.0×10^{11}	3.3×10^{13}	3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}
全α核種	5.5×10^8	2.0×10^{11}	1.7×10^{11}	2.3×10^{10}	5.8×10^9	5.8×10^9

*1: 1群から8群までの総放射能は、1群から6群(均質・均一固化体)、7,8群(充填固化体)、8群(均質・均一固化体)及び8群(均質・均一固化体として製作したセメント固化体の破砕物の充填固化体(以下「セメント破砕物充填固化体」という。))の区画別放射能の合計値を、有効数字2桁(3桁以下切り捨て)で示した値である。

*2: 区画別放射能は、線量評価に用いる値とし、1号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体の種類ごとに設定する。

*3: Cl-36 最大放射能濃度、総放射能の設定の詳細については、添付資料3「廃棄体中のCl-36放射能の設定について」を参照。

第8表 2号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質及びC1-36の

最大放射能濃度、総放射能及び区画別放射能

放射性物質の種類	最大放射能濃度 (Bq/t)	総放射能 (Bq)	区画別放射能 (Bq) ^{*1}
H-3	1.2×10^{12}	1.2×10^{14}	1.2×10^{14}
C-14	3.3×10^{10}	3.3×10^{12}	3.3×10^{12}
Co-60	1.1×10^{13}	1.1×10^{15}	1.1×10^{15}
C1-36 ^{*2}	2.4×10^8	8.0×10^8	8.0×10^8
Ni-59	8.8×10^9	3.4×10^{12}	3.4×10^{12}
Ni-63	1.1×10^{12}	4.4×10^{14}	4.4×10^{14}
Sr-90	6.6×10^{10}	6.6×10^{12}	6.6×10^{12}
Nb-94	3.3×10^8	3.3×10^{10}	3.3×10^{10}
Tc-99	7.4×10^7	7.4×10^9	7.4×10^9
I-129	1.1×10^6	1.1×10^8	1.1×10^8
Cs-137	4.0×10^{11}	4.0×10^{13}	4.0×10^{13}
全α核種	5.5×10^8	2.3×10^{11}	2.3×10^{11}

*1：区画別放射能は、線量評価に用いる値とし、2号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体は固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で一体となるように固型化したもの(充填固化体)のみであることから、総放射能と同じとする。

*2：C1-36 最大放射能濃度、総放射能の設定の詳細については、添付資料3「廃棄体中のC1-36放射能の設定について」を参照。

6. 参考文献

- (1) 日本原燃株式会社(平成23年)：日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応について

以上

総放射エネルギーの設定について

目 次

1. 概要.....	1
2. 主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定.....	2
(1) 評価条件の設定.....	2
(2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算.....	10
(3) 原子炉冷却材への移行に関する計算.....	25
(4) 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定.....	43
3. 申請放射エネルギーの設定.....	52
(1) 3号廃棄物埋設施設.....	52
(2) 1号廃棄物埋設施設.....	52
(3) 2号廃棄物埋設施設.....	52
参考文献.....	56

別紙 線量評価に用いる α 核種組成の設定

1. 概要

3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の総放射エネルギー(以下「申請放射エネルギー」という。)の設定に当たっては、まず、主要な放射性物質の選定のため、埋設処分の観点で考慮すべき放射性物質(170種類)を抽出し、これらを対象に放射エネルギー(以下「主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギー」という。)の設定を行う。

なお、主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定に際しては、平成10年10月8日付け10安(廃規)第49号をもって事業変更の許可を受けた廃棄物埋設事業変更許可申請書(以下「既申請書」という。)に記載されている主要な放射性物質については、これまでの1号及び2号廃棄物埋設施設の埋設実績を参考として放射エネルギーを設定するが、それ以外の放射性物質の放射エネルギーについては計算により求めて設定する。

上記のとおり設定した主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーを基に、線量評価によって主要な放射性物質を選定し、選定した主要な放射性物質に対して3号廃棄物埋設施設における申請放射エネルギーを設定する。

申請放射エネルギーの設定フローを第1図に示す。

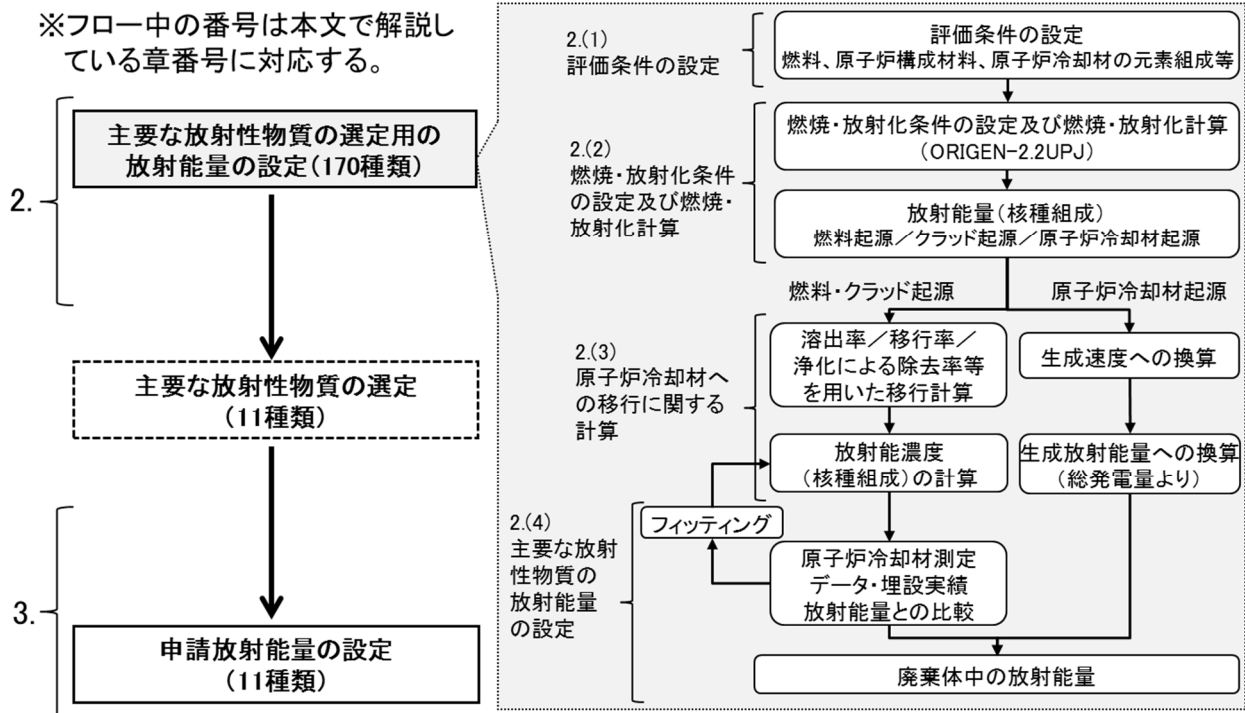
また、評価条件の設定の前提とした対象廃棄物の放射能の起因についての考え方は次のとおりである。

3号廃棄物埋設施設における対象廃棄物の放射能は、原子炉冷却材中に存在する放射性物質に起因するものである。このことから、主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーは、沸騰水型軽水炉(以下「BWR」という。)及び加圧水型軽水炉(以下「PWR」という。)については、燃料起源及び原子炉構成材料の腐食生成物起源(以下「燃料・クラッド起源」という。)の放射性物質及び原子炉冷却材起源の放射性物質を考慮して設定する。

燃料・クラッド起源の放射エネルギーについては、燃料溶出率、原子炉構成材料の腐食生成物(以下「クラッド」という。)の原子炉冷却材への放出速度、原子炉冷却材の浄化による除去率、原子炉冷却材の流量、廃棄物発生量等を考慮して放射エネルギーを評価する。

原子炉冷却材起源の放射エネルギーについても、生成速度や原子炉冷却材の浄化による除去率等を考慮して同様に評価する。

また、3号廃棄物埋設施設の操業に伴って付随的に発生する固体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質は、上記を起源とする放射性物質を含む廃棄体に起因するものであり、発生本数が少ないことから、当該廃棄体の総放射エネルギー及び最大放射能濃度は発電用原子炉の運転に伴い発生する廃棄体の設定に含まれる。



第1図 申請放射エネルギーの設定フロー

2. 主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定

(1) 評価条件の設定

3号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体に含まれる放射性物質の主要な生成源は、原子炉内における燃料からの漏えい、クラッド及び原子炉冷却材の放射化である。

したがって、廃棄物中の放射性物質の組成を設定するためには、燃料、クラッド及び原子炉冷却材の元素組成を設定する必要がある。

生成源となる燃料、原子炉構成材料及び原子炉冷却材の種類、元素組成を以下に示す。(i)及び(ii)で燃料及びクラッドに関する評価条件を、(iii)で原子炉冷却材の放射化に関する評価条件を示す。

計算を行う放射性物質は、埋設処分の観点から考慮すべきである半減期30日以上放射性物質とし、希ガス及び生成量の極めて小さいものを除く170核種とする。

(i) ウラン同位体組成比と燃料中の不純物の元素組成

計算に当たって考慮したウラン同位体組成比と燃料中の不純物の元素組成を第1表に示す。

ウラン中の同位体組成については、天然ウランの同位体組成比と同じと想定し、濃縮後のU-234、U-235及びU-238の存在比(原子数)を算出し、それに各同位体の質量数を用いて重量比を算出した。また、燃料中の不純物の各元素の組成は「ORNL/TM-6051」⁽¹⁾における燃料中の元素組成を使用した。

燃料から原子炉冷却材中に放出される放射性物質の組成については、対象となる主要な放射性物質が年オーダー以上の半減期の放射性物質であることから、燃焼度による組成の変動は少ないと考え、燃料中に蓄積した放射性物質の組成として、総燃焼期間の中間の燃焼度(22.5GWd/MTU)の放射性物質の組成を用いた。BWRについては全量ガドリニア混合燃料を想定しているが、比出力は一定であり、これによる初期中性子束低下は生じない条件で計算を行った。

原子炉構成材料の照射時間としては以下の2種類を想定した(詳細は、「2.(2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算」参照)。

①燃料と同じ(1/2燃焼度)：燃料被覆管(ジルカロイ-2(Zry-2)、ジルカロイ-4(Zry-4))

②100日(炉心でのクラッドの滞在時間を想定)：上記を除く原子炉構成材料

第1表 計算に当たって考慮したウラン同位体組成と燃料中の不純物の元素組成^{*1}

	天然存在比 ^{*2} 原子数(%)	濃縮度 4% 存在比(%)	濃縮度 4.5% 存在比(%)	原子量 ^{*3}	重量比(%)	
					濃縮度 4%	濃縮度 4.5%
U-234	0.0055	0.0306	0.0344	234.041	0.030425	0.034228
U-235	0.72	4	4.5	235.044	4	4.5
U-238	残り	残り	残り	238.051	95.96957	95.46577

原子番号	元素記号	濃度(ppm)	原子番号	元素記号	濃度(ppm)
3	Li	1.0	25	Mn	1.7
5	B	1.0	26	Fe	18.0
6	C	89.4	27	Co	1.0
7	N	25.0	28	Ni	24.0
8	O	134,454	29	Cu	1.0
9	F	10.7	30	Zn	40.3
11	Na	15.0	42	Mo	10.0
12	Mg	2.0	47	Ag	0.1
13	Al	16.7	48	Cd	25.0
14	Si	12.1	49	In	2.0
15	P	35.0	50	Sn	4.0
17	Cl	5.3	64	Gd	2.5 ^{*4}
20	Ca	2.0	74	W	2.0
22	Ti	1.0	82	Pb	1.0
23	V	3.0	83	Bi	0.4
24	Cr	4.0			

*1 : ORNL/TM-6051, p. 58

*2 : アイソトープ手帳 11 版⁽²⁾

*3 : <http://www.nist.gov/pml/data/comp.cfm>(2013年3月11日閲覧)

*4 : BWR 燃料の場合には、1,573ppm とした。

(ii) 原子炉構成材料の元素組成(不純物含む)

BWR 及び PWR の原子炉構成材料の種類を第 2 表に示す。対象とした材料については、「AESJ-SC-F022:2011 日本原子力学会標準 ピット処分及びトレンチ処分対象廃棄物の放射能濃度決定に関する基本手順:2011」(以下「学会標準」という。)並びに炉心部及び一次系材料使用調査結果より選定した。

また、ジルカロイは学会標準には含まれていないが、炉心部に使用されて放射化される材料であること、他の原子炉構成材料と多く含まれる元素が異なることから対象とした。

第2表 BWR 及びPWR の原子炉構成材料の種類

原子炉構成材料		BWR	PWR
ステンレス鋼	SUS304	○	○
	SUS316	○	○
ジルカロイ	Zry-2	○	—
	Zry-4	○	○
ニッケル基合金 (インコネル)	NCF600	○	—
	NCF690	—	○
	NCF718	—	○
	NCFX750	○	—
コバルト基合金 (ステライト)	ステライト#3	○	○
ステライト代替材	ナイトロニック#60	○	—
	CFA	○	—

また、原子炉構成材料の元素組成については、以下の方法で設定を行った。

- ①JIS 等の規格値がある元素については、規格値の上限を用いた。
- ②分析データが3点以上ある元素については、データの分布が幾何正規分布に従うものとしてデータの幾何平均及び幾何標準偏差を基に、変換式により保守側に算術平均相当の濃度を算出した値を元素濃度とした。
なお、使用データは電気事業者が取得したデータを優先し、それらが無い元素については一般文献データを使用した(以降も同様)。
- ③分析データが3点未満の元素についても②と同様に評価するが、その際に幾何平均濃度については保守的に分析データの最大値を、幾何標準偏差については保守的な値を使用した。
- ④分析データとして検出限界値(ND 値)のデータしか存在しない元素については、ND 値の最小値を元素濃度に使用した。
- ⑤分析データがない元素については、元素濃度に一律0.1%を使用した。
- ⑥使用量が非常に少ない(接液面積率が小さい)ステライト及びステライト代替材(第14表参照)については、仕様(成分表)による主要元素組成のみを使用した。

なお、評価に使用する分析データについては、電気事業者が取得した分析データに加え、新型転換炉「ふげん」の構成材の元素分析データ及び国内外の文献における分析データを使用した。評価に使用した材料別の元素組成設定値を第3表に示す。ただし、希ガス元素及び安定同位体が天然に存在しない元素は除外した。

第3表 評価に使用した材料別の元素組成設定値(1/2)

(単位: %)

原子番号	元素記号	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCF690	NCF718	NCF750	ステライト#3	ナイトロック#60	CFA
1	H	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
3	Li	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁶	3.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶	2.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁶	-	-	-
4	Be	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
5	B	4.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	-	1.5×10 ⁻³	-
6	C	8.0×10 ⁻²	8.0×10 ⁻²	2.7×10 ⁻²	2.7×10 ⁻²	1.5×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻²	8.0×10 ⁻²	8.0×10 ⁻²	2.5×10 ⁰	8.0×10 ⁻²	-
7	N	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	8.0×10 ⁻³	8.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻²	7.0×10 ⁻³	4.0×10 ⁻³	-	1.8×10 ⁻¹	-
8	O	5.0×10 ⁻²	2.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
9	F	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
11	Na	2.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
12	Mg	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
13	Al	3.0×10 ⁻¹	8.0×10 ⁻²	7.5×10 ⁻³	7.5×10 ⁻³	3.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	8.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁰	-	2.0×10 ⁻²	3.7×10 ⁰
14	Si	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	1.2×10 ⁻²	1.2×10 ⁻²	5.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻¹	3.5×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁰	4.2×10 ⁰	2.7×10 ⁻¹
15	P	4.5×10 ⁻²	4.5×10 ⁻²	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.5×10 ⁻²	1.0×10 ⁻¹	-	4.0×10 ⁻²	-
16	S	3.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.5×10 ⁻²	1.5×10 ⁻²	1.5×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	-	3.0×10 ⁻²	-
17	Cl	1.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	-	-	-
19	K	5.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁵	7.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	-	-	-
20	Ca	5.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻³	-	-	-
21	Sc	2.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
22	Ti	2.0×10 ⁻²	8.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	1.2×10 ⁰	2.8×10 ⁰	-	5.0×10 ⁻²	-
23	V	3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻²	4.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	2.0×10 ⁻¹	-
24	Cr	2.0×10 ¹	1.8×10 ¹	1.5×10 ¹	1.3×10 ¹	1.7×10 ¹	3.1×10 ¹	2.1×10 ¹	1.7×10 ¹	3.1×10 ¹	1.7×10 ¹	3.8×10 ¹
25	Mn	2.0×10 ⁰	2.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻¹	3.5×10 ⁻¹	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	8.5×10 ⁰	5.7×10 ⁻¹
26	Fe	8.0×10 ¹	8.0×10 ¹	2.0×10 ⁻¹	2.4×10 ⁻¹	1.0×10 ¹	1.1×10 ¹	2.5×10 ¹	9.0×10 ⁰	3.0×10 ⁰	6.5×10 ¹	-
27	Co	3.0×10 ⁻¹	4.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	4.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	5.2×10 ¹	-	-
28	Ni	1.1×10 ¹	1.4×10 ¹	8.0×10 ⁻²	7.0×10 ⁻³	8.0×10 ¹	6.5×10 ¹	5.5×10 ¹	7.8×10 ¹	3.0×10 ⁰	8.5×10 ⁰	5.7×10 ¹
29	Cu	3.0×10 ⁰	6.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻¹	-	7.5×10 ⁻¹	-
30	Zn	3.0×10 ⁻²	6.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻⁵	7.0×10 ⁻⁵	9.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
31	Ga	2.0×10 ⁻²	9.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
32	Ge	8.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
33	As	1.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻³	8.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
34	Se	3.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	-	-	-
35	Br	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	7.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
37	Rb	2.0×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻³	7.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
38	Sr	3.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
39	Y	6.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
40	Zr	4.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻³	1.0×10 ²	1.0×10 ²	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	8.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻²	-	-	-
41	Nb	5.0×10 ⁻²	4.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻²	5.5×10 ⁰	1.2×10 ⁰	-	1.0×10 ⁻¹	-
42	Mo	4.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	3.0×10 ⁻²	4.0×10 ⁻²	3.3×10 ⁰	7.0×10 ⁻²	-	7.5×10 ⁻¹	1.1×10 ⁰
44	Ru	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
45	Rh	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
46	Pd	2.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
47	Ag	3.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻³	-	-	-
48	Cd	2.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
49	In	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	7.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
50	Sn	7.0×10 ⁻²	3.0×10 ⁻²	1.7×10 ⁰	1.7×10 ⁰	3.0×10 ⁻³	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻³	8.0×10 ⁻¹	-	5.0×10 ⁻²	-
51	Sb	1.0×10 ⁻²	4.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
52	Te	3.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
53	I	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
55	Cs	5.0×10 ⁻⁶	5.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
56	Ba	6.0×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻²	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-
57	La	2.0×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	-	-	-

第3表 評価に使用した材料別の元素組成設定値(2/2)

(単位：%)

原子番号	元素記号	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCF690	NCF718	NCF750	スライト#3	ナイトロック#60	CFA
58	Ce	1.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	5.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	-	-	-
59	Pr	8.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
60	Nd	8.0×10^{-5}	8.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
62	Sm	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	4.0×10^{-4}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	-	-	-
63	Eu	5.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	-	-	-
64	Gd	7.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
65	Tb	8.0×10^{-5}	3.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
66	Dy	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	-	-	-
67	Ho	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	-	-	-
68	Er	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	-	-	-
69	Tm	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
70	Yb	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
71	Lu	2.0×10^{-4}	4.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
72	Hf	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	-	-	-
73	Ta	2.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}	5.0×10^{-3}	3.0×10^{-2}	3.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
74	W	8.0×10^{-2}	5.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}	7.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.3×10^1	1.5×10^{-1}	-
75	Re	6.0×10^{-5}	5.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
76	Os	2.0×10^{-5}	9.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
77	Ir	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
78	Pt	5.0×10^{-5}	4.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
79	Au	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
80	Hg	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
81	Tl	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
82	Pb	8.0×10^{-4}	7.0×10^{-4}	2.0×10^{-3}	9.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
83	Bi	4.0×10^{-5}	3.0×10^{-5}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	-	-	-
90	Th	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}	9.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	2.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	-	-	-
92	U	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-7}	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}	1.0×10^{-6}	5.0×10^{-6}	4.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	-	-	-

- : 仕様(成分表)に示された主要元素組成以外のもの

(2. (1) (ii) 原子炉構成材料の元素組成(不純物含む)の根拠)

1. 設定に使用した分析データ等の出典

(1) 規格値他

- ・ SUS304, SUS316 : JIS G 4305 「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」 (2005)
 - ・ Zry-2 : JIS H 4751 「ジルコニウム合金管」 (1998)
 - ・ Zry-4 : JIS H 4751 「ジルコニウム合金管」 (1998)
 - ・ ニッケル基合金 : SPECIAL METALS 社 WEB サイトにおける Technical bulletins
 - ・ ステライト#3(ステライト) : Deloro Stellite Group の WEB サイトにおける Alloy Database
 - ・ ナイトロニック#60 : ELECTRALLOY 社のデータシート
 - ・ CFA : 有井満、河合光雄、縄井武男(1979) : 低コバルト耐摩耗合金の開発、東芝レビュー
- なお、ニッケル基合金において原子炉仕様と一般用で上限濃度が異なるものが存在するが、保守的に高い側の値を使用した。

(2) ふげん

平成 16～20 年度エネルギー対策特別会計委託事業(文部科学省委託)として、解体中の新型増換炉「ふげん」の構成材料(機器、配管等)を対象に、元素分析が実施されており、これらの元素分析データは、財団法人原子力安全技術センターのホームページで公開されている。SUS304、SUS316 について上記の分析データを使用した。

2. 評価方法

(1) JIS 等の規格値がある元素の元素組成

規格の存在する元素は、規格値の範囲内又は規格の上限値近傍の濃度になり、また、その存在濃度範囲も比較的狭いと考えられることから、「規格の上限値」を元素組成の設定値とした。

(2) 分析データがある元素の元素組成

比較的データが充足しているレベルにある元素(ここでは統計学的に分布を仮定できる最低限のデータ数として 3 点以上の元素を対象とした。基本的に元素濃度分布の基本形状は幾何正規分布となる。)については、データ充足性が比較的高いと考え、元素分析データから得られる基本統計量に過度な保守性は見込まず、基本的な統計評価で得られる程度の保守性のみを考慮した。

任意の標準偏差の対数正規分布を示すダミーデータ群より設定した評価式を式(1)に示す。

$$\mu_x = 10\mu_y + (0.19\sigma_y^3 + 1.43\sigma_y^2 - 0.10\sigma_y) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、

μ_x : 算術平均相当値

μ_y : 幾何平均値(常用対数値)

σ_y : 幾何標準偏差(常用対数値)

分析データが 3 点未満の元素については、濃度範囲の推定が困難であり、また、分布の大きさ(ここでは対数正規分布の平均値と標準偏差)についても、現実的には推定困難である(統計評価上の意味をなさないと考えられる)。つまり、このような分析データがほとんどない場合については、当該元素の元素分析データを利用して、統計的に元素濃度分布の推定を行うことは困難である。

このため、当該データについては、基本統計量等ではなく、分析データ等から推定できる保守的な分布(幾何平均値 : 分析データの最大、幾何標準偏差 : 3 点以上の分析データを有する元素の値より保守的に $\sigma_y=0.5$ を設定)を想定し、当該推定濃度分布から、元素組成の設定値とした。

なお、 $\sigma_y=0.5$ は分析データの標準偏差の 90% を含む値である。

(3) 分析データがない元素(検出限界値(ND 値)のみ)の元素組成

分析データはなく、ND 値データしかない元素については、実際の存在濃度範囲は当該 ND 値より低い元素濃度の範囲にあることが推察できるものの、その分布の形状を推定することは困難である。こ

うした元素は微量元素であり、分析データは測定精度によることが大きいことから、ND 値の最小値を元素組成の設定値とする。

ND 値は測定条件により決定する値であり、測定手法(分析装置の改良等)により、微量元素の濃度について低い値まで得ることが可能である。ND 値は分析条件(分析装置、前処理操作の有無、分析試料量等)により変動するが、このうち分析装置は、その分析を実施する年代、分析機関により取り扱う装置が異なるが、例えば、無機金属元素分析に適用される分析装置としては、以下が普及しており、新たな分析装置の普及により、より低濃度の金属分析が可能となっている。

- ・原子吸光：1960 年代～ 測定濃度範囲 ～ppm
- ・ICP-AES：1970 年代～ 測定濃度範囲 ～ppb
- ・ICP-MS：1980 年代～ 測定濃度範囲 ～ppt

元素組成の設定値としている ND 値も、この理由により、検出精度の高い値(最も小さい値)が採取できることになったことによるものであるため、ND 値データしかない元素については、ND 値の最小値を元素組成の設定値とすることは妥当である。

なお、このことにより、今後測定手法の改良により、低い ND 値の分析データを蓄積した場合において、その効果を見込むことが可能となる。

(4) 分析データがない元素

対象となる元素は規格値がなく、材料の主要構成物質及び添加物質以外であると考えられる。そのため、これらの元素の濃度は高くとも数十 ppm と考えられるが、保守側に 0.1%(1,000ppm)を設定した。

(iii) 原子炉冷却材の元素組成

原子炉冷却材中の不純物の影響を確認するため、電気事業者より提示された1次系薬品の検査成績書及び水質管理基準を基に設定した元素組成を用いた。原子炉冷却材中の元素組成設定値を第4表に示す。ただし、 1×10^{-3} ppm未満のものは、評価に影響がないため第4表から除いた。

第4表 原子炉冷却材の元素組成設定値 (単位: ppm)

BWR			PWR		
原子番号	元素記号	設定値	原子番号	元素記号	設定値
1	H	1.12×10^5	1	H	1.12×10^5
8	O	8.88×10^5	3	Li-7	1.02×10^0
11	Na	7.00×10^{-3}	5	B	1.00×10^3
16	S	1.67×10^{-3}	7	N	5.91×10^1
17	Cl	1.00×10^{-3}	8	O	8.87×10^5
26	Fe	1.00×10^{-2}	9	F	5.00×10^{-2}
30	Zn-66	1.00×10^{-2}	11	Na	1.00×10^{-3}
30	Zn-67	1.00×10^{-3}	12	Mg	1.00×10^{-3}
30	Zn-68	1.00×10^{-2}	13	Al	1.00×10^{-3}
30	Zn-70	1.00×10^{-3}	14	Si	5.00×10^{-1}
			17	Cl	5.00×10^{-3}
			20	Ca	1.00×10^{-1}
			26	Fe	5.00×10^{-2}
			29	Cu	1.00×10^{-1}
			30	Zn-66	1.00×10^{-2}
			30	Zn-67	1.00×10^{-3}
			30	Zn-68	1.00×10^{-2}
			30	Zn-70	1.00×10^{-3}
			33	As	1.00×10^{-3}
			82	Pb	1.00×10^{-1}

(2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算

(i) 燃料起源放射性物質の組成と原子炉の中性子フルエンス率の計算

燃料の燃焼計算の条件を第5表に示す。U-234については、「2. (1) (i) ウラン同位体組成比と燃料中の不純物の元素組成」に記載のとおり、天然ウランからU-235と同じ割合で濃縮されるものとした。計算に当たって考慮した燃料中の不純物の元素組成は、第1表に示したとおりである。

これらの計算条件に基づいて、「ORIGEN-2. 2UPJ (JENDL3. 3 ライブラリ, BS240J33. LIB, PWR47J33. LIB)」により燃料起源放射性物質の組成及び中性子フルエンス率を計算した。燃料起源放射性物質の組成 (BWR) を第6表に、燃料起源放射性物質の組成 (PWR) を第7表に示す。中性子フルエンス率は BWR で 1.9981×10^{14} (n/(cm²・s))、PWR で 3.2584×10^{14} (n/(cm²・s)) となった。

第5表 燃焼計算条件

	BWR	PWR
	燃焼計算 (1/2 燃焼度)	燃焼計算 (1/2 燃焼度)
比出力 (MW/MTU)	26	38
照射時間 (d)	865.4	592.1
燃焼度 (Gwd/MTU)	22.5/45 ^{*1}	22.5/45 ^{*1}
U-235 濃縮度	4.0%	4.5%
断面積ライブラリ	BWR STEP-2 VR=40 <50Gwd/TIHM	PWR 17×17 U5-4.7%UO ₂ <60Gwd/TIHM

*1：中性子フルエンス率を求める際の燃焼度は、最大の45 (Gwd/MTU) を用いた。

第6表 燃料起源放射性物質の組成(BWR)

No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)
1	H-3	1.3×10^7	44	Ag-108m	7.3×10^1	87	Eu-150	4.2×10^{-1}	130	Th-229	1.1×10^{-3}
2	Be-10	9.0×10^{-2}	45	Ag-110m	4.5×10^7	88	Eu-152	8.4×10^4	131	Th-230	1.1×10^0
3	C-14	1.2×10^4	46	Cd-109	1.1×10^5	89	Eu-154	8.2×10^7	132	Th-232	5.5×10^{-7}
4	Na-22	5.5×10^{-1}	47	Cd-113	9.3×10^{-10}	90	Eu-155	6.7×10^7	133	Pa-231	5.0×10^{-1}
5	Si-32	3.2×10^{-4}	48	Cd-113m	5.0×10^5	91	Gd-152	6.5×10^{-7}	134	U-232	1.2×10^2
6	S-35	6.7×10^5	49	Cd-115m	1.1×10^7	92	Gd-153	8.9×10^7	135	U-233	1.7×10^0
7	Cl-36	2.5×10^2	50	In-114m	3.2×10^5	93	Tb-157	0	136	U-234	5.3×10^4
8	K-40	2.4×10^{-4}	51	In-115	4.7×10^{-7}	94	Tb-160	1.3×10^8	137	U-235	1.5×10^3
9	Ca-41	3.9×10^0	52	Sn-113	3.8×10^4	95	Dy-159	0	138	U-236	8.7×10^3
10	Ca-45	9.1×10^3	53	Sn-119m	9.6×10^5	96	Ho-163	0	139	U-238	1.2×10^4
11	Sc-46	1.0×10^3	54	Sn-121m	4.6×10^4	97	Ho-166m	1.3×10^1	140	Np-235	3.6×10^1
12	V-49	0	55	Sn-123	2.0×10^7	98	Tm-170	3.2×10^1	141	Np-236	7.2×10^{-2}
13	Mn-54	4.5×10^4	56	Sn-126	1.4×10^4	99	Tm-171	2.6×10^{-1}	142	Np-237	5.4×10^3
14	Fe-55	2.3×10^5	57	Sb-124	7.7×10^6	100	Yb-169	0	143	Pu-236	6.8×10^3
15	Fe-59	1.8×10^4	58	Sb-125	1.8×10^8	101	Lu-176	0	144	Pu-237	3.8×10^3
16	Co-58	7.0×10^5	59	Te-121m	0	102	Lu-177m	0	145	Pu-238	2.2×10^7
17	Co-60	2.3×10^6	60	Te-123	5.7×10^{-9}	103	Hf-175	0	146	Pu-239	9.9×10^6
18	Ni-59	2.3×10^2	61	Te-123m	3.5×10^4	104	Hf-181	1.3×10^{-1}	147	Pu-240	1.1×10^7
19	Ni-63	3.4×10^4	62	Te-125m	5.9×10^7	105	Hf-182	6.3×10^{-11}	148	Pu-241	2.4×10^9
20	Zn-65	3.0×10^6	63	Te-127m	1.5×10^8	106	Ta-180m	5.3×10^{-15}	149	Pu-242	1.7×10^4
21	Se-75	0	64	Te-129m	8.1×10^8	107	Ta-182	4.6×10^2	150	Pu-244	9.1×10^{-4}
22	Se-79	9.9×10^2	65	I-125	4.3×10^{-13}	108	W-181	8.5×10^3	151	Am-241	2.2×10^6
23	Rb-87	6.0×10^{-1}	66	I-129	7.4×10^2	109	W-185	2.6×10^5	152	Am-242m	7.8×10^4
24	Sr-85	9.9×10^{-13}	67	Cs-134	2.3×10^9	110	W-188	7.6×10^3	153	Am-243	7.9×10^4
25	Sr-89	2.9×10^{10}	68	Cs-135	1.3×10^4	111	Re-187	1.2×10^{-4}	154	Cm-241	8.4×10^1
26	Sr-90	2.2×10^9	69	Cs-137	2.7×10^9	112	Os-185	0	155	Cm-242	3.9×10^8
27	Y-91	3.6×10^{10}	70	Ba-133	1.3×10^2	113	Os-194	8.9×10^{-9}	156	Cm-243	6.2×10^4
28	Zr-93	5.0×10^4	71	La-137	0	114	Ir-192	1.8×10^0	157	Cm-244	4.2×10^6
29	Zr-95	4.6×10^{10}	72	La-138	7.1×10^{-6}	115	Ir-192m	1.6×10^{-6}	158	Cm-245	2.6×10^2
30	Nb-91	0	73	Ce-139	2.2×10^5	116	Ir-194m	1.5×10^{-3}	159	Cm-246	2.0×10^1
31	Nb-92	2.7×10^{-4}	74	Ce-141	4.3×10^{10}	117	Pt-190	0	160	Cm-247	3.0×10^{-5}
32	Nb-93m	2.4×10^3	75	Ce-144	3.5×10^{10}	118	Pt-193	5.3×10^{-6}	161	Cm-248	3.7×10^{-5}
33	Nb-94	3.6×10^0	76	Nd-144	2.3×10^{-5}	119	Hg-203	1.3×10^{-2}	162	Cm-250	1.1×10^{-11}
34	Nb-95	4.6×10^{10}	77	Pm-145	0	120	Tl-204	5.6×10^{-4}	163	Bk-249	7.0×10^{-2}
35	Mo-93	2.9×10^1	78	Pm-146	3.7×10^4	121	Pb-205	5.6×10^{-5}	164	Cf-249	2.2×10^{-5}
36	Tc-97	5.8×10^{-19}	79	Pm-147	5.7×10^9	122	Pb-210	1.6×10^{-5}	165	Cf-250	1.6×10^{-3}
37	Tc-97m	7.0×10^{-17}	80	Pm-148m	6.6×10^8	123	Bi-208	1.6×10^{-3}	166	Cf-251	5.7×10^{-6}
38	Tc-98	6.5×10^{-2}	81	Sm-145	0	124	Bi-210m	4.5×10^{-4}	167	Cf-252	4.4×10^{-4}
39	Tc-99	3.5×10^5	82	Sm-146	7.7×10^{-4}	125	Po-210	1.2×10^3	168	Cf-254	1.7×10^{-7}
40	Ru-103	3.5×10^{10}	83	Sm-147	5.0×10^{-2}	126	Ra-226	6.0×10^{-4}	169	Es-254	1.2×10^{-7}
41	Ru-106	9.6×10^9	84	Sm-148	8.6×10^{-7}	127	Ra-228	4.4×10^{-8}	170	Es-255	1.1×10^{-9}
42	Rh-102	7.0×10^4	85	Sm-151	9.5×10^6	128	Ac-227	9.2×10^{-3}			
43	Pd-107	1.8×10^3	86	Eu-149	0	129	Th-228	2.3×10^1			

第7表 燃料起源放射性物質の組成(PWR)

No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	No.	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)
1	H-3	1.3×10^7	44	Ag-108m	7.4×10^1	87	Eu-150	4.3×10^{-1}	130	Th-229	9.2×10^{-4}
2	Be-10	1.0×10^{-1}	45	Ag-110m	6.0×10^7	88	Eu-152	8.6×10^4	131	Th-230	8.0×10^{-1}
3	C-14	1.1×10^4	46	Cd-109	1.4×10^5	89	Eu-154	9.3×10^7	132	Th-232	4.0×10^{-7}
4	Na-22	5.8×10^{-1}	47	Cd-113	1.2×10^{-9}	90	Eu-155	6.8×10^7	133	Pa-231	4.2×10^{-1}
5	Si-32	6.3×10^{-4}	48	Cd-113m	5.2×10^5	91	Gd-152	1.2×10^{-8}	134	U-232	1.2×10^2
6	S-35	1.1×10^6	49	Cd-115m	1.6×10^7	92	Gd-153	8.3×10^5	135	U-233	2.3×10^0
7	Cl-36	2.8×10^2	50	In-114m	5.0×10^5	93	Tb-157	0	136	U-234	5.9×10^4
8	K-40	2.9×10^{-4}	51	In-115	4.5×10^{-7}	94	Tb-160	1.1×10^7	137	U-235	1.9×10^3
9	Ca-41	3.4×10^0	52	Sn-113	6.2×10^4	95	Dy-159	0	138	U-236	9.2×10^3
10	Ca-45	1.1×10^4	53	Sn-119m	1.2×10^6	96	Ho-163	0	139	U-238	1.2×10^4
11	Sc-46	1.5×10^3	54	Sn-121m	4.7×10^4	97	Ho-166m	1.2×10^1	140	Np-235	5.3×10^1
12	V-49	0	55	Sn-123	2.8×10^7	98	Tm-170	5.2×10^1	141	Np-236	1.1×10^{-1}
13	Mn-54	6.6×10^4	56	Sn-126	1.4×10^4	99	Tm-171	4.9×10^{-1}	142	Np-237	6.5×10^3
14	Fe-55	2.3×10^5	57	Sb-124	1.2×10^7	100	Yb-169	0	143	Pu-236	1.0×10^4
15	Fe-59	2.3×10^4	58	Sb-125	2.0×10^8	101	Lu-176	0	144	Pu-237	6.7×10^3
16	Co-58	9.8×10^5	59	Te-121m	0	102	Lu-177m	0	145	Pu-238	2.7×10^7
17	Co-60	2.4×10^6	60	Te-123	7.2×10^{-9}	103	Hf-175	0	146	Pu-239	1.3×10^7
18	Ni-59	2.0×10^2	61	Te-123m	5.9×10^4	104	Hf-181	2.1×10^{-1}	147	Pu-240	1.1×10^7
19	Ni-63	3.0×10^4	62	Te-125m	6.1×10^7	105	Hf-182	1.2×10^{-10}	148	Pu-241	3.0×10^0
20	Zn-65	4.3×10^6	63	Te-127m	2.0×10^8	106	Ta-180m	5.7×10^{-15}	149	Pu-242	1.7×10^4
21	Se-75	0	64	Te-129m	1.2×10^9	107	Ta-182	5.3×10^2	150	Pu-244	1.5×10^{-3}
22	Se-79	9.8×10^2	65	I-125	7.5×10^{-13}	108	W-181	1.3×10^4	151	Am-241	1.9×10^6
23	Rb-87	6.0×10^{-1}	66	I-129	7.5×10^2	109	W-185	4.2×10^5	152	Am-242m	7.1×10^4
24	Sr-85	2.0×10^{-12}	67	Cs-134	2.7×10^9	110	W-188	1.9×10^4	153	Am-243	8.9×10^4
25	Sr-89	4.2×10^{10}	68	Cs-135	1.2×10^4	111	Re-187	1.3×10^{-4}	154	Cm-241	1.2×10^2
26	Sr-90	2.2×10^9	69	Cs-137	2.7×10^9	112	Os-185	0	155	Cm-242	3.6×10^8
27	Y-91	5.3×10^{10}	70	Ba-133	1.2×10^2	113	Os-194	1.8×10^{-8}	156	Cm-243	6.1×10^4
28	Zr-93	4.9×10^4	71	La-137	0	114	Ir-192	3.4×10^0	157	Cm-244	5.2×10^6
29	Zr-95	6.7×10^{10}	72	La-138	7.6×10^{-6}	115	Ir-192m	2.4×10^{-6}	158	Cm-245	4.0×10^0
30	Nb-91	0	73	Ce-139	3.3×10^5	116	Ir-194m	4.7×10^{-3}	159	Cm-246	2.6×10^1
31	Nb-92	3.2×10^{-4}	74	Ce-141	6.3×10^{10}	117	Pt-190	0	160	Cm-247	4.4×10^{-5}
32	Nb-93m	1.7×10^3	75	Ce-144	4.4×10^{10}	118	Pt-193	6.7×10^{-6}	161	Cm-248	5.9×10^{-5}
33	Nb-94	4.7×10^0	76	Nd-144	1.8×10^{-5}	119	Hg-203	2.2×10^{-2}	162	Cm-250	3.3×10^{-11}
34	Nb-95	6.8×10^{10}	77	Pm-145	0	120	Tl-204	7.0×10^{-4}	163	Bk-249	1.4×10^{-1}
35	Mo-93	3.5×10^1	78	Pm-146	4.6×10^4	121	Pb-205	6.0×10^{-5}	164	Cf-249	3.1×10^{-5}
36	Tc-97	6.7×10^{-19}	79	Pm-147	6.0×10^9	122	Pb-210	5.9×10^{-6}	165	Cf-250	2.9×10^{-3}
37	Tc-97m	1.2×10^{-16}	80	Pm-148m	9.4×10^8	123	Bi-208	1.8×10^{-3}	166	Cf-251	1.1×10^{-5}
38	Tc-98	7.6×10^{-2}	81	Sm-145	0	124	Bi-210m	5.1×10^{-4}	167	Cf-252	7.2×10^{-4}
39	Tc-99	3.5×10^5	82	Sm-146	6.2×10^{-4}	125	Po-210	1.8×10^3	168	Cf-254	3.5×10^{-7}
40	Ru-103	5.2×10^{10}	83	Sm-147	3.5×10^{-2}	126	Ra-226	3.1×10^{-4}	169	Es-254	1.8×10^{-7}
41	Ru-106	1.2×10^{10}	84	Sm-148	9.1×10^{-7}	127	Ra-228	2.2×10^{-8}	170	Es-255	1.6×10^{-9}
42	Rh-102	9.5×10^4	85	Sm-151	1.2×10^7	128	Ac-227	5.5×10^{-3}			
43	Pd-107	1.8×10^3	86	Eu-149	0	129	Th-228	1.7×10^1			

(ii) クラッド起源放射性物質の組成の計算

クラッドの放射化計算に当たって用いた照射条件は、「TRU 第2次とりまとめ」⁽³⁾に示されたものを基に、第8表の燃焼・放射化条件を用いた。計算に当たって考慮した原子炉構成材料の元素組成(不純物含む)は第3表に示したとおりである。

これらの計算条件に基づいて、「2. (2) (i) 燃料起源放射性物質の組成と原子炉の中性子フルエンス率の計算」と同じ計算コードによりクラッド起源放射性物質の組成を計算した。クラッド起源放射性物質の組成(BWR)を第9表に、クラッド起源放射性物質の組成(PWR)を第10表に示す。

第8表 燃焼・放射化条件

	BWR		PWR	
	燃焼計算 (1/2 燃焼度) ^{*1}	放射化計算	燃焼計算 (1/2 燃焼度) ^{*1}	放射化計算
比出力(MW/MTU)	26	—	38	—
照射時間(d)	865.4	100	592.1	100
総燃焼度(GWd/MTU)	22.5	—	22.5	—
U-235 濃縮度	4.0%		4.5%	
中性子フルエンス率 (n/(cm ² ・s))	— ^{*2}	1.9981×10^{14} ^{*3}	— ^{*2}	3.2584×10^{14} ^{*3}
断面積ライブラリ	BWR STEP-2 VR=40 <60GWd/TIHM		PWR 17×17 U5-4.7%UO ₂ <60GWd/TIHM	

*1：ジルカロイの放射化量の計算には本条件を用いた。

*2：比出力が一定となるように燃焼期間中に変動する。

*3：最大燃焼度までの燃焼計算における平均中性子フルエンス率

第9表 クラッド起源放射性物質の組成(BWR) (1/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCFX750	スライド#3	ナトロニク#60	CFA
1	H-3	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}	2.9×10^1	2.9×10^1	1.7×10^1	1.7×10^1	3.1×10^{-5}	1.2×10^{-4}	3.3×10^{-4}
2	Be-10	1.1×10^{-2}	4.9×10^{-2}	8.1×10^0	8.1×10^0	1.1×10^0	1.1×10^0	2.0×10^{-1}	2.2×10^{-2}	0
3	C-14	5.0×10^4	5.0×10^4	3.0×10^4	3.0×10^4	1.0×10^4	2.0×10^3	9.8×10^0	9.0×10^4	0
4	Na-22	7.3×10^{-1}	2.2×10^{-1}	3.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	3.6×10^1	3.6×10^1	2.2×10^{-12}	9.4×10^{-12}	6.1×10^{-13}
5	Si-32	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	1.7×10^{-4}	9.1×10^{-3}	2.1×10^{-3}	2.1×10^{-3}	1.6×10^{-3}	7.1×10^{-3}	4.2×10^{-4}
6	S-35	5.9×10^5	2.0×10^6	5.5×10^4	4.3×10^4	3.3×10^5	2.5×10^5	4.5×10^{-13}	5.2×10^5	1.1×10^{-13}
7	Cl-36	6.6×10^0	1.3×10^2	9.7×10^0	4.8×10^0	6.7×10^0	6.7×10^0	0	4.5×10^{-4}	0
8	K-40	1.4×10^{-3}	1.1×10^{-3}	4.3×10^{-3}	3.7×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.1×10^{-3}	0	2.9×10^{-21}	0
9	Ca-41	1.3×10^1	7.7×10^0	5.8×10^1	5.8×10^1	7.7×10^0	5.1×10^0	0	1.8×10^{-16}	0
10	Ca-45	1.0×10^5	5.9×10^4	2.0×10^7	2.0×10^7	8.1×10^6	7.9×10^6	1.2×10^{-4}	2.9×10^3	1.5×10^{-4}
11	Sc-46	7.3×10^6	2.9×10^6	6.0×10^9	6.0×10^9	3.6×10^9	3.6×10^9	5.7×10^{-7}	2.5×10^5	6.9×10^{-7}
12	V-49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Mn-54	5.2×10^8	5.2×10^8	5.0×10^6	6.0×10^6	6.5×10^7	5.9×10^7	2.0×10^7	4.2×10^8	2.1×10^5
14	Fe-55	1.5×10^9	1.5×10^9	2.3×10^7	2.6×10^7	3.6×10^8	3.4×10^8	6.2×10^7	1.2×10^9	1.3×10^8
15	Fe-59	5.6×10^8	5.6×10^8	1.8×10^6	2.1×10^6	7.1×10^7	7.2×10^7	4.2×10^8	4.5×10^8	1.3×10^6
16	Co-58	2.5×10^9	3.3×10^9	2.3×10^7	2.1×10^6	1.9×10^{10}	1.9×10^{10}	7.5×10^8	2.0×10^9	1.4×10^{10}
17	Co-60	1.1×10^9	1.4×10^9	4.6×10^7	4.6×10^7	1.6×10^8	3.6×10^9	1.8×10^{11}	1.4×10^6	8.7×10^6
18	Ni-59	1.4×10^5	1.9×10^5	7.7×10^3	6.7×10^2	1.1×10^6	1.1×10^6	4.1×10^4	1.2×10^5	7.8×10^5
19	Ni-63	2.1×10^7	2.7×10^7	1.1×10^6	1.1×10^5	1.5×10^8	1.5×10^8	5.8×10^6	1.7×10^7	1.1×10^8
20	Zn-65	6.9×10^6	1.4×10^6	2.4×10^4	6.2×10^4	2.3×10^5	2.2×10^7	3.7×10^{-3}	4.1×10^4	7.0×10^{-2}
21	Se-75	3.3×10^6	1.1×10^6	2.0×10^6	2.0×10^6	1.1×10^6	6.7×10^6	0	0	0
22	Se-79	6.0×10^{-1}	2.0×10^{-1}	3.7×10^0	3.7×10^0	2.0×10^{-1}	1.5×10^0	0	0	0
23	Rb-87	1.8×10^{-3}	8.2×10^{-4}	9.1×10^{-4}	9.1×10^{-1}	1.8×10^{-2}	9.1×10^{-1}	0	2.3×10^{-19}	3.4×10^{-19}
24	Sr-85	4.7×10^4	3.1×10^4	2.3×10^5	2.3×10^6	1.6×10^6	1.6×10^6	0	2.4×10^{-12}	3.5×10^{-12}
25	Sr-89	8.8×10^4	5.9×10^4	8.1×10^6	8.1×10^6	2.9×10^6	3.0×10^6	0	2.3×10^{-2}	3.4×10^{-2}
26	Sr-90	5.2×10^{-1}	5.1×10^{-1}	2.2×10^3	2.3×10^3	1.7×10^0	1.7×10^0	0	7.8×10^{-6}	3.1×10^{-6}
27	Y-91	9.6×10^1	1.4×10^2	5.1×10^6	5.1×10^6	5.6×10^2	5.4×10^3	0	1.0×10^1	1.4×10^{-2}
28	Zr-93	1.6×10^{-2}	5.6×10^{-2}	1.0×10^4	1.0×10^4	5.0×10^{-1}	8.7×10^{-1}	0	2.1×10^{-2}	8.5×10^{-3}
29	Zr-95	1.4×10^4	7.7×10^4	4.2×10^9	4.2×10^9	5.8×10^4	1.4×10^6	0	4.8×10^3	7.2×10^3
30	Nb-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Nb-92	1.6×10^{-2}	1.1×10^{-1}	4.4×10^{-3}	4.4×10^{-3}	1.2×10^{-1}	5.2×10^{-2}	0	3.1×10^{-2}	4.0×10^{-2}
32	Nb-93m	8.0×10^0	6.0×10^1	4.6×10^2	4.6×10^2	6.5×10^{-1}	1.5×10^0	0	1.5×10^1	2.2×10^1
33	Nb-94	1.9×10^3	1.5×10^3	2.8×10^3	2.8×10^3	1.2×10^5	4.6×10^4	0	3.8×10^3	1.4×10^0
34	Nb-95	9.6×10^5	1.2×10^6	4.1×10^9	4.1×10^9	5.4×10^7	2.2×10^7	0	1.9×10^6	1.6×10^5
35	Mo-93	1.5×10^3	1.1×10^4	2.1×10^2	2.1×10^2	1.2×10^2	2.8×10^2	0	2.8×10^3	4.3×10^3
36	Tc-97	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.0×10^1	1.0×10^1	1.3×10^0	1.3×10^0	0	8.9×10^{-20}	1.3×10^{-19}
37	Tc-97m	7.5×10^0	7.5×10^0	1.4×10^4	1.4×10^4	7.5×10^3	7.5×10^3	0	0	0
38	Tc-98	8.1×10^{-7}	5.0×10^{-6}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	0	1.2×10^{-6}	1.8×10^{-6}
39	Tc-99	2.9×10^1	2.2×10^2	3.4×10^0	3.4×10^0	2.2×10^0	5.2×10^0	0	5.5×10^1	8.3×10^1
40	Ru-103	7.7×10^4	7.7×10^4	9.1×10^7	9.1×10^7	7.7×10^7	7.7×10^7	0	5.7×10^1	8.5×10^1
41	Ru-106	3.4×10^0	3.4×10^0	3.0×10^4	3.0×10^4	2.0×10^1	2.0×10^1	0	1.0×10^{-12}	1.5×10^{-12}
42	Rh-102	5.6×10^1	5.6×10^1	2.3×10^5	2.3×10^5	1.0×10^5	1.0×10^5	0	1.4×10^{-9}	2.1×10^{-9}
43	Pd-107	6.3×10^{-3}	6.4×10^{-3}	2.4×10^1	2.4×10^1	3.2×10^0	3.2×10^0	0	1.1×10^{-15}	9.3×10^{-19}
44	Ag-108m	2.9×10^2	7.8×10^2	7.1×10^1	2.1×10^2	9.9×10^1	2.0×10^3	0	0	0
45	Ag-110m	7.7×10^5	2.0×10^6	2.3×10^7	2.3×10^7	1.1×10^6	6.0×10^6	0	9.8×10^{-3}	0
46	Cd-109	3.5×10^3	5.2×10^3	7.5×10^3	9.8×10^3	1.2×10^6	1.2×10^6	0	3.1×10^1	0
47	Cd-113	2.3×10^{-12}	2.3×10^{-12}	1.6×10^{-13}	1.5×10^{-13}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	0	2.1×10^{-16}	0
48	Cd-113m	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.2×10^0	1.2×10^0	2.1×10^{-4}	2.1×10^{-4}	0	0	0
49	Cd-115m	2.8×10^4	2.8×10^4	1.2×10^4	8.8×10^3	1.4×10^7	1.4×10^7	0	6.9×10^{-3}	0
50	In-114m	1.3×10^6	1.3×10^6	1.7×10^8	1.7×10^7	1.3×10^8	1.3×10^8	0	9.0×10^3	0
51	In-115	2.1×10^{-6}	2.1×10^{-6}	6.9×10^{-5}	4.9×10^{-8}	2.1×10^{-4}	2.1×10^{-4}	0	1.4×10^{-14}	0
52	Sn-113	3.2×10^6	1.4×10^6	1.6×10^8	1.6×10^8	1.4×10^5	3.7×10^7	0	2.3×10^6	0

第9表 クラッド起源放射性物質の組成(BWR) (2/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCFX750	ステイト#3	ナイトロック#60	CFA
53	Sn-119m	3.0×10^6	1.3×10^6	2.7×10^8	2.7×10^8	1.3×10^5	3.4×10^7	0	2.1×10^6	0
54	Sn-121m	2.6×10^2	1.1×10^2	4.7×10^4	4.7×10^4	1.1×10^1	3.0×10^3	0	1.9×10^2	0
55	Sn-123	6.5×10^5	2.8×10^5	3.5×10^7	3.5×10^7	2.8×10^4	7.4×10^6	0	4.6×10^5	0
56	Sn-126	2.7×10^{-6}	2.7×10^{-6}	3.0×10^{-2}	3.1×10^{-2}	5.5×10^{-6}	5.5×10^{-6}	0	0	0
57	Sb-124	8.4×10^7	3.4×10^7	1.1×10^9	1.1×10^9	4.2×10^6	8.4×10^8	0	4.0×10^2	0
58	Sb-125	5.8×10^5	2.5×10^5	8.7×10^7	8.7×10^7	2.5×10^4	6.6×10^6	0	3.9×10^5	0
59	Te-121m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	Te-123	2.9×10^{-8}	1.0×10^{-8}	1.6×10^{-5}	1.6×10^{-5}	6.9×10^{-5}	6.9×10^{-5}	0	7.0×10^{-13}	0
61	Te-123m	7.7×10^4	3.1×10^4	3.2×10^7	3.2×10^7	6.8×10^6	7.5×10^6	0	6.8×10^0	0
62	Te-125m	8.1×10^4	3.5×10^4	2.8×10^7	2.8×10^7	1.2×10^5	1.0×10^6	0	5.6×10^4	0
63	Te-127m	6.1×10^2	2.1×10^2	2.9×10^6	2.9×10^6	2.0×10^6	2.0×10^6	0	5.0×10^{-2}	0
64	Te-129m	7.0×10^2	6.0×10^2	5.4×10^5	5.4×10^5	4.9×10^5	4.9×10^5	0	8.9×10^{-9}	0
65	I-125	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.9×10^{-1}	1.9×10^{-1}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	0	1.5×10^{-16}	0
66	I-129	2.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}	1.7×10^0	1.7×10^0	2.3×10^{-1}	2.3×10^{-1}	0	2.2×10^{-15}	0
67	Cs-134	4.3×10^4	4.3×10^4	4.2×10^9	4.2×10^9	1.7×10^7	8.6×10^8	0	0	0
68	Cs-135	3.4×10^{-4}	3.4×10^{-4}	2.8×10^2	2.8×10^2	1.4×10^{-1}	6.8×10^0	0	0	0
69	Cs-137	6.1×10^{-1}	6.1×10^{-1}	4.1×10^3	4.1×10^3	1.3×10^0	2.1×10^0	0	0	0
70	Ba-133	1.5×10^1	4.9×10^0	1.7×10^5	1.7×10^5	4.9×10^3	2.4×10^4	0	0	0
71	La-137	1.2×10^{-3}	2.5×10^{-3}	3.7×10^{-2}	7.4×10^{-2}	1.2×10^{-3}	5.2×10^{-3}	0	0	0
72	La-138	1.6×10^{-7}	1.6×10^{-7}	6.9×10^{-4}	6.9×10^{-4}	2.7×10^{-8}	7.9×10^{-4}	0	0	0
73	Ce-139	2.2×10^1	4.4×10^1	5.9×10^3	6.1×10^3	1.0×10^3	1.2×10^3	0	0	0
74	Ce-141	3.8×10^3	7.6×10^3	7.2×10^5	7.4×10^5	7.4×10^3	1.3×10^5	0	0	0
75	Ce-144	1.7×10^1	1.7×10^1	4.8×10^4	5.0×10^4	3.4×10^1	3.4×10^1	0	0	0
76	Nd-144	7.8×10^{-9}	7.8×10^{-9}	1.1×10^{-5}	1.1×10^{-5}	9.8×10^{-6}	9.8×10^{-6}	0	0	0
77	Pm-145	1.1×10^1	5.4×10^{-1}	2.0×10^1	8.2×10^2	5.4×10^{-1}	5.4×10^{-1}	0	0	0
78	Pm-146	1.1×10^{-6}	1.1×10^{-6}	4.7×10^{-2}	4.8×10^{-2}	2.3×10^{-6}	2.3×10^{-6}	0	0	0
79	Pm-147	1.4×10^3	1.4×10^3	9.3×10^6	9.3×10^6	1.7×10^6	1.7×10^6	0	0	0
80	Pm-148m	1.3×10^2	1.3×10^2	1.1×10^6	1.1×10^6	1.7×10^5	1.7×10^5	0	0	0
81	Sm-145	1.9×10^3	9.7×10^1	3.8×10^2	1.5×10^4	9.7×10^1	9.7×10^1	0	0	0
82	Sm-146	1.3×10^{-6}	6.5×10^{-8}	1.7×10^{-6}	2.8×10^{-5}	6.6×10^{-8}	6.6×10^{-8}	0	0	0
83	Sm-147	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-5}	8.3×10^{-5}	4.5×10^{-4}	1.3×10^{-5}	1.3×10^{-5}	0	0	0
84	Sm-148	3.0×10^{-9}	1.5×10^{-10}	1.4×10^{-9}	8.8×10^{-9}	1.7×10^{-10}	1.7×10^{-10}	0	0	0
85	Sm-151	4.3×10^3	2.4×10^2	4.7×10^4	5.8×10^4	3.1×10^4	3.1×10^4	0	0	0
86	Eu-149	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	Eu-150	1.2×10^{-11}	1.2×10^{-11}	6.9×10^{-7}	6.9×10^{-7}	2.5×10^{-11}	2.5×10^{-11}	0	0	0
88	Eu-152	4.2×10^3	8.4×10^3	6.9×10^2	5.6×10^2	8.4×10^3	8.4×10^3	0	0	0
89	Eu-154	3.1×10^4	5.6×10^3	1.3×10^6	2.0×10^6	1.8×10^4	1.8×10^4	0	0	0
90	Eu-155	2.1×10^4	2.4×10^3	7.7×10^5	1.2×10^6	4.9×10^3	4.9×10^3	0	0	0
91	Gd-152	1.2×10^{-9}	7.8×10^{-10}	4.1×10^{-7}	4.1×10^{-7}	1.3×10^{-6}	1.3×10^{-6}	0	0	0
92	Gd-153	2.9×10^4	1.6×10^4	5.7×10^7	5.6×10^7	3.6×10^7	3.6×10^7	0	0	0
93	Tb-157	2.2×10^0	2.2×10^0	1.4×10^1	1.4×10^1	2.2×10^0	2.2×10^0	0	0	0
94	Tb-160	4.9×10^6	1.8×10^6	7.8×10^9	7.8×10^9	6.0×10^6	6.1×10^9	0	0	0
95	Dy-159	1.9×10^2	1.9×10^2	4.4×10^2	4.4×10^2	1.9×10^2	1.9×10^2	0	0	0
96	Ho-163	1.1×10^{-1}	5.7×10^{-2}	4.0×10^{-1}	4.0×10^{-1}	5.7×10^{-2}	5.7×10^{-2}	0	0	0
97	Ho-166m	1.5×10^1	1.5×10^1	1.5×10^2	1.5×10^2	1.5×10^1	1.5×10^1	0	0	0
98	Tm-170	1.5×10^5	1.5×10^5	1.9×10^{10}	1.9×10^{10}	1.5×10^{10}	1.5×10^{10}	0	0	0
99	Tm-171	2.5×10^3	1.5×10^3	6.1×10^8	6.1×10^8	4.8×10^7	4.8×10^7	0	0	0
100	Yb-169	6.1×10^4	6.1×10^4	3.9×10^3	3.9×10^3	6.1×10^5	3.0×10^8	0	0	0
101	Lu-176	1.4×10^{-4}	2.9×10^{-6}	7.2×10^{-2}	7.2×10^{-2}	7.2×10^{-5}	7.2×10^{-2}	0	0	0
102	Lu-177m	9.2×10^3	1.8×10^2	1.3×10^7	1.3×10^7	4.6×10^3	4.6×10^6	0	0	0
103	Hf-175	3.1×10^4	3.1×10^4	3.0×10^6	3.0×10^6	3.1×10^4	4.2×10^4	0	0	0
104	Hf-181	3.8×10^5	3.8×10^5	4.9×10^7	4.9×10^7	3.7×10^5	3.8×10^5	6.1×10^3	7.0×10^1	0

第9表 クラッド起源放射性物質の組成(BWR) (3/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCF750	スライド#3	ナイトロック#60	CFA
105	Hf-182	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	2.5×10^{-2}	2.5×10^{-2}	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	3.2×10^{-7}	3.7×10^{-9}	0
106	Ta-180m	9.9×10^{-8}	5.0×10^{-8}	1.4×10^{-8}	8.3×10^{-8}	1.5×10^{-9}	5.0×10^{-7}	2.0×10^{-12}	2.3×10^{-14}	0
107	Ta-182	6.5×10^8	3.2×10^8	1.6×10^8	9.4×10^8	9.7×10^6	3.2×10^9	6.4×10^5	7.4×10^3	0
108	W-181	1.7×10^6	1.0×10^6	4.3×10^5	4.4×10^5	1.5×10^4	2.1×10^6	2.7×10^8	3.1×10^6	0
109	W-185	6.2×10^7	3.9×10^7	1.3×10^7	1.3×10^7	5.5×10^5	7.8×10^7	1.0×10^{10}	1.2×10^8	0
110	W-188	2.4×10^6	1.5×10^6	5.3×10^5	5.3×10^5	3.3×10^4	3.0×10^6	3.9×10^8	4.5×10^6	0
111	Re-187	8.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	7.5×10^{-1}	7.5×10^{-1}	8.7×10^{-1}	8.8×10^{-1}	1.2×10^0	1.4×10^{-2}	0
112	Os-185	2.6×10^3	1.2×10^3	1.8×10^6	1.8×10^6	1.3×10^7	1.3×10^7	0	0	0
113	Os-194	2.3×10^0	1.0×10^0	6.8×10^4	6.8×10^4	1.1×10^4	1.1×10^4	4.0×10^{-11}	4.6×10^{-13}	0
114	Ir-192	3.8×10^6	3.8×10^6	2.7×10^8	2.3×10^8	1.9×10^{10}	1.9×10^{10}	8.1×10^{-1}	9.3×10^{-3}	0
115	Ir-192m	2.3×10^0	2.3×10^0	8.5×10^2	5.0×10^2	1.1×10^4	1.1×10^4	3.2×10^{-7}	3.7×10^{-9}	0
116	Ir-194m	1.6×10^5	1.6×10^5	7.4×10^6	2.7×10^6	8.1×10^8	8.1×10^8	7.8×10^{-5}	9.1×10^{-7}	0
117	Pt-190	7.2×10^{-9}	5.7×10^{-9}	1.2×10^{-5}	1.2×10^{-5}	1.4×10^{-5}	1.4×10^{-5}	0	0	0
118	Pt-193	4.8×10^0	4.2×10^0	5.9×10^4	5.1×10^4	1.5×10^4	1.5×10^4	2.4×10^{-8}	2.8×10^{-10}	0
119	Hg-203	7.4×10^3	7.4×10^3	9.4×10^7	9.4×10^7	7.4×10^7	7.4×10^7	0	0	0
120	Tl-204	1.6×10^2	1.6×10^2	1.0×10^8	1.0×10^8	1.6×10^7	1.6×10^7	0	0	0
121	Pb-205	6.0×10^{-5}	5.2×10^{-5}	2.7×10^{-3}	6.6×10^{-3}	4.5×10^{-4}	7.4×10^{-3}	0	0	0
122	Pb-210	4.3×10^{-13}	4.3×10^{-13}	7.2×10^{-10}	6.4×10^{-9}	8.7×10^{-13}	8.7×10^{-13}	0	0	0
123	Bi-208	2.1×10^{-4}	1.6×10^{-4}	3.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}	5.2×10^{-1}	5.2×10^{-1}	0	0	0
124	Bi-210m	6.0×10^{-5}	4.5×10^{-5}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.5×10^{-1}	1.5×10^{-1}	0	0	0
125	Po-210	4.8×10^2	3.6×10^2	2.9×10^3	2.9×10^3	1.2×10^6	1.2×10^6	0	0	0
126	Ra-226	1.7×10^{-11}	1.7×10^{-11}	2.3×10^{-9}	1.7×10^{-8}	3.5×10^{-11}	3.5×10^{-11}	0	0	0
127	Ra-228	5.6×10^{-7}	5.6×10^{-7}	8.5×10^{-6}	7.6×10^{-5}	1.1×10^{-6}	1.1×10^{-6}	0	0	0
128	Ac-227	3.0×10^{-7}	3.0×10^{-7}	1.8×10^{-5}	1.7×10^{-4}	6.1×10^{-7}	6.1×10^{-7}	0	0	0
129	Th-228	5.4×10^{-5}	5.4×10^{-5}	3.2×10^{-2}	2.9×10^{-1}	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-4}	0	0	0
130	Th-229	5.3×10^{-8}	5.3×10^{-8}	8.6×10^{-6}	7.8×10^{-5}	1.1×10^{-7}	1.1×10^{-7}	0	0	0
131	Th-230	2.9×10^{-7}	2.9×10^{-7}	4.5×10^{-6}	3.6×10^{-5}	5.9×10^{-7}	5.9×10^{-7}	0	0	0
132	Th-232	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	3.9×10^{-5}	3.5×10^{-4}	4.0×10^{-5}	4.0×10^{-5}	0	0	0
133	Pa-231	7.5×10^{-5}	7.5×10^{-5}	8.3×10^{-4}	7.4×10^{-3}	1.5×10^{-4}	1.5×10^{-4}	0	0	0
134	U-232	1.7×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.5×10^{-1}	1.3×10^0	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	0	0	0
135	U-233	5.3×10^{-3}	5.3×10^{-3}	8.1×10^{-2}	7.3×10^{-1}	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	0	0	0
136	U-234	1.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}	3.6×10^{-2}	6.5×10^{-2}	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-4}	0	0	0
137	U-235	2.6×10^{-6}	2.6×10^{-6}	9.3×10^{-4}	9.3×10^{-4}	5.1×10^{-6}	5.1×10^{-6}	0	0	0
138	U-236	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}	5.4×10^{-3}	5.4×10^{-3}	3.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	0	0	0
139	U-238	6.2×10^{-5}	6.2×10^{-5}	4.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-4}	0	0	0
140	Np-235	1.7×10^{-9}	1.7×10^{-9}	4.9×10^{-5}	4.9×10^{-5}	3.5×10^{-9}	3.5×10^{-9}	0	0	0
141	Np-236	3.6×10^{-12}	3.6×10^{-12}	9.9×10^{-8}	9.9×10^{-8}	7.2×10^{-12}	7.2×10^{-12}	0	0	0
142	Np-237	9.6×10^{-7}	9.6×10^{-7}	7.0×10^{-3}	7.0×10^{-3}	1.9×10^{-6}	1.9×10^{-6}	0	0	0
143	Pu-236	2.2×10^{-7}	2.2×10^{-7}	9.7×10^{-3}	9.7×10^{-3}	4.3×10^{-7}	4.3×10^{-7}	0	0	0
144	Pu-237	1.6×10^{-6}	1.6×10^{-6}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	3.1×10^{-6}	3.1×10^{-6}	0	0	0
145	Pu-238	5.8×10^{-4}	5.8×10^{-4}	3.8×10^1	3.8×10^1	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	0	0	0
146	Pu-239	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	3.4×10^1	3.4×10^1	2.9×10^{-2}	2.9×10^{-2}	0	0	0
147	Pu-240	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}	3.2×10^1	3.2×10^1	6.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	0	0	0
148	Pu-241	1.8×10^{-1}	1.8×10^{-1}	1.1×10^4	1.1×10^4	3.5×10^{-1}	3.5×10^{-1}	0	0	0
149	Pu-242	1.3×10^{-7}	1.3×10^{-7}	7.6×10^{-2}	7.6×10^{-2}	2.6×10^{-7}	2.6×10^{-7}	0	0	0
150	Pu-244	4.8×10^{-16}	4.8×10^{-16}	4.2×10^{-9}	4.2×10^{-9}	9.7×10^{-16}	9.7×10^{-16}	0	0	0

第9表 クラッド起源放射性物質の組成(BWR) (4/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-2	Zry-4	NCF600	NCFX750	ステイト#3	ナイトロック#60	CFA
151	Am-241	1.9×10^{-5}	1.9×10^{-5}	9.7×10^0	9.7×10^0	3.8×10^{-5}	3.8×10^{-5}	0	0	0
152	Am-242m	2.2×10^{-7}	2.2×10^{-7}	3.6×10^{-1}	3.6×10^{-1}	4.4×10^{-7}	4.4×10^{-7}	0	0	0
153	Am-243	6.9×10^{-8}	6.9×10^{-8}	3.6×10^{-1}	3.6×10^{-1}	1.4×10^{-7}	1.4×10^{-7}	0	0	0
154	Cm-241	4.0×10^{-11}	4.0×10^{-11}	3.8×10^{-4}	3.8×10^{-4}	8.0×10^{-11}	8.0×10^{-11}	0	0	0
155	Cm-242	5.7×10^{-4}	5.7×10^{-4}	1.8×10^3	1.8×10^3	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}	0	0	0
156	Cm-243	1.1×10^{-8}	1.1×10^{-8}	2.8×10^{-1}	2.8×10^{-1}	2.1×10^{-8}	2.1×10^{-8}	0	0	0
157	Cm-244	4.1×10^{-7}	4.1×10^{-7}	1.9×10^1	1.9×10^1	8.3×10^{-7}	8.3×10^{-7}	0	0	0
158	Cm-245	3.8×10^{-12}	3.8×10^{-12}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	7.5×10^{-12}	7.5×10^{-12}	0	0	0
159	Cm-246	3.2×10^{-14}	3.2×10^{-14}	9.0×10^{-5}	9.0×10^{-5}	6.4×10^{-14}	6.4×10^{-14}	0	0	0
160	Cm-247	5.5×10^{-21}	5.5×10^{-21}	1.3×10^{-10}	1.3×10^{-10}	1.1×10^{-20}	1.1×10^{-20}	0	0	0
161	Cm-248	0	0	1.6×10^{-10}	1.6×10^{-10}	0	0	0	0	0
162	Cm-250	0	0	4.5×10^{-17}	4.5×10^{-17}	0	0	0	0	0
163	Bk-249	0	0	3.0×10^{-7}	3.0×10^{-7}	0	0	0	0	0
164	Cf-249	0	0	9.3×10^{-11}	9.3×10^{-11}	0	0	0	0	0
165	Cf-250	0	0	6.8×10^{-9}	6.8×10^{-9}	0	0	0	0	0
166	Cf-251	0	0	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}	0	0	0	0	0
167	Cf-252	0	0	1.8×10^{-9}	1.8×10^{-9}	0	0	0	0	0
168	Cf-254	0	0	6.7×10^{-13}	6.7×10^{-13}	0	0	0	0	0
169	Es-254	0	0	4.8×10^{-13}	4.8×10^{-13}	0	0	0	0	0
170	Es-255	0	0	1.1×10^{-14}	1.1×10^{-14}	0	0	0	0	0

第10表 クラッド起源放射性物質の組成(PWR) (1/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-4	NCF690	NCF718	スライット#3
1	H-3	2.2×10^{-1}	2.2×10^{-1}	3.0×10^1	2.2×10^1	2.2×10^1	8.0×10^{-5}
2	Be-10	2.0×10^{-2}	8.0×10^{-2}	7.0×10^0	1.3×10^0	1.4×10^0	4.2×10^{-1}
3	C-14	6.3×10^4	6.3×10^4	2.7×10^4	1.9×10^4	4.4×10^3	1.5×10^1
4	Na-22	7.7×10^{-1}	2.3×10^{-1}	1.2×10^{-2}	3.9×10^{-2}	3.9×10^1	7.0×10^{-12}
5	Si-32	5.5×10^{-3}	5.5×10^{-3}	1.8×10^{-2}	5.5×10^{-3}	1.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}
6	S-35	7.5×10^5	3.1×10^6	5.7×10^4	4.4×10^5	4.4×10^5	1.7×10^{-12}
7	Cl-36	1.0×10^1	2.0×10^2	5.3×10^0	1.0×10^1	1.0×10^1	0
8	K-40	2.0×10^{-3}	1.5×10^{-3}	4.4×10^{-3}	9.6×10^{-4}	2.7×10^{-4}	0
9	Ca-41	1.6×10^1	9.6×10^0	5.1×10^1	9.6×10^0	1.6×10^0	0
10	Ca-45	1.3×10^5	7.5×10^4	3.2×10^7	1.3×10^7	1.3×10^7	4.3×10^{-4}
11	Sc-46	9.0×10^6	3.6×10^6	7.3×10^9	4.4×10^9	4.4×10^9	2.6×10^{-6}
12	V-49	0	0	0	0	0	0
13	Mn-54	8.7×10^8	8.7×10^8	8.8×10^6	1.2×10^8	2.7×10^8	3.3×10^7
14	Fe-55	1.9×10^9	1.9×10^9	2.5×10^7	4.9×10^8	7.8×10^8	8.0×10^7
15	Fe-59	7.3×10^8	7.3×10^8	2.8×10^6	1.0×10^8	2.4×10^8	6.9×10^8
16	Co-58	3.7×10^9	4.9×10^9	2.9×10^6	2.3×10^{10}	1.9×10^{10}	1.1×10^9
17	Co-60	1.5×10^9	2.0×10^9	4.7×10^7	5.1×10^8	5.0×10^9	2.6×10^{11}
18	Ni-59	1.8×10^5	2.4×10^5	5.8×10^2	1.1×10^6	9.2×10^5	5.0×10^4
19	Ni-63	2.6×10^7	3.3×10^7	9.6×10^4	1.5×10^8	1.3×10^8	7.1×10^6
20	Zn-65	1.1×10^7	2.2×10^6	8.7×10^4	2.7×10^5	3.5×10^7	9.5×10^{-3}
21	Se-75	5.2×10^6	1.7×10^6	3.0×10^6	3.4×10^5	1.7×10^6	0
22	Se-79	9.8×10^{-1}	3.3×10^{-1}	4.4×10^0	5.9×10^{-1}	8.5×10^{-1}	0
23	Rb-87	1.8×10^{-3}	8.2×10^{-4}	9.0×10^{-1}	6.3×10^{-3}	9.1×10^{-1}	0
24	Sr-85	7.3×10^1	4.9×10^1	3.6×10^6	2.4×10^6	2.4×10^6	0
25	Sr-89	1.5×10^5	9.7×10^4	1.4×10^7	5.0×10^6	5.0×10^6	0
26	Sr-90	7.6×10^{-1}	7.4×10^{-1}	2.3×10^3	2.1×10^0	6.6×10^0	0
27	Y-91	1.6×10^2	2.3×10^2	8.6×10^6	7.2×10^3	9.1×10^3	0
28	Zr-93	2.6×10^{-2}	9.0×10^{-2}	1.1×10^4	5.5×10^{-2}	1.5×10^0	0
29	Zr-95	2.3×10^4	1.2×10^5	6.8×10^9	9.3×10^4	7.3×10^4	0
30	Nb-91	0	0	0	0	0	0
31	Nb-92	2.7×10^{-2}	1.8×10^{-1}	5.2×10^{-3}	5.8×10^{-3}	5.7×10^{-1}	0
32	Nb-93m	1.4×10^1	1.0×10^2	3.5×10^2	1.5×10^0	1.1×10^2	0
33	Nb-94	3.1×10^3	2.5×10^3	3.2×10^3	3.1×10^3	3.4×10^5	0
34	Nb-95	2.3×10^6	2.5×10^6	6.7×10^9	2.2×10^6	2.4×10^8	0
35	Mo-93	2.6×10^3	1.9×10^4	2.6×10^2	2.8×10^2	2.1×10^4	0
36	Tc-97	2.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	1.3×10^1	2.3×10^0	2.3×10^0	0
37	Tc-97m	1.3×10^1	1.3×10^1	2.3×10^4	1.3×10^4	1.3×10^4	0
38	Tc-98	2.1×10^{-6}	1.4×10^{-5}	1.5×10^{-3}	2.8×10^{-4}	2.9×10^{-4}	0
39	Tc-99	5.0×10^1	3.7×10^2	4.0×10^0	5.0×10^0	4.1×10^2	0
40	Ru-103	1.2×10^5	1.2×10^5	1.4×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	0
41	Ru-106	6.1×10^0	6.1×10^0	3.8×10^4	3.9×10^1	8.0×10^1	0
42	Rh-102	9.1×10^1	9.1×10^1	3.7×10^5	1.7×10^5	1.7×10^5	0
43	Pd-107	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.9×10^1	5.4×10^0	5.4×10^0	0
44	Ag-108m	4.1×10^2	1.1×10^3	2.1×10^2	1.4×10^2	1.4×10^2	0
45	Ag-110m	1.2×10^6	3.2×10^6	3.6×10^7	2.6×10^6	2.6×10^6	0
46	Cd-109	6.3×10^3	1.0×10^4	1.3×10^4	2.7×10^3	1.9×10^6	0
47	Cd-113	1.1×10^{-12}	1.1×10^{-12}	2.0×10^{-13}	5.6×10^{-13}	5.6×10^{-10}	0
48	Cd-113m	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.3×10^0	1.6×10^{-4}	1.3×10^{-3}	0
49	Cd-115m	4.7×10^1	4.7×10^1	1.5×10^4	2.4×10^4	2.4×10^7	0
50	In-114m	2.1×10^6	2.1×10^6	2.7×10^7	2.1×10^8	2.1×10^8	0
51	In-115	1.9×10^{-6}	1.9×10^{-6}	4.3×10^{-8}	1.9×10^{-4}	1.9×10^{-4}	0
52	Sr-113	5.3×10^6	2.3×10^6	2.6×10^8	3.8×10^4	7.6×10^4	0

第10表 クラッド起源放射性物質の組成(PWR) (2/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-4	NCF690	NCF718	スライド#3
53	Sn-119m	5.0×10^6	2.2×10^6	4.0×10^8	3.6×10^4	7.2×10^4	0
54	Sn-121m	4.2×10^2	1.8×10^2	5.4×10^4	3.0×10^0	6.0×10^0	0
55	Sn-123	1.0×10^6	4.3×10^5	5.3×10^7	1.1×10^4	1.9×10^4	0
56	Sn-126	4.5×10^{-6}	4.5×10^{-6}	3.2×10^{-2}	4.1×10^{-6}	3.4×10^{-5}	0
57	Sb-124	1.4×10^8	5.4×10^7	1.9×10^9	1.4×10^9	1.4×10^9	0
58	Sb-125	9.9×10^5	4.2×10^5	1.1×10^8	7.2×10^5	7.2×10^5	0
59	Te-121m	0	0	0	0	0	0
60	Te-123	3.8×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.6×10^{-5}	6.0×10^{-5}	6.0×10^{-5}	0
61	Te-123m	2.0×10^5	8.1×10^4	5.4×10^7	1.3×10^7	1.3×10^7	0
62	Te-125m	1.4×10^5	5.9×10^4	3.5×10^7	2.4×10^5	2.4×10^5	0
63	Te-127m	9.3×10^2	3.1×10^2	4.3×10^6	3.1×10^6	3.1×10^6	0
64	Te-129m	1.6×10^3	1.5×10^3	8.4×10^5	7.6×10^5	7.6×10^5	0
65	I-125	2.6×10^{-2}	2.6×10^{-2}	2.5×10^{-1}	2.6×10^{-2}	2.6×10^{-2}	0
66	I-129	5.9×10^{-4}	5.2×10^{-4}	2.0×10^0	3.6×10^{-1}	3.6×10^{-1}	0
67	Cs-134	6.6×10^4	6.6×10^4	5.1×10^9	1.3×10^4	1.3×10^9	0
68	Cs-135	6.7×10^{-4}	6.7×10^{-4}	3.0×10^2	1.7×10^{-4}	1.3×10^4	0
69	Cs-137	9.2×10^{-1}	9.2×10^{-1}	4.4×10^3	1.6×10^0	9.1×10^0	0
70	Ba-133	2.2×10^1	7.4×10^0	1.9×10^5	3.7×10^4	3.7×10^4	0
71	La-137	1.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}	8.4×10^{-2}	8.5×10^{-3}	8.5×10^{-3}	0
72	La-138	1.6×10^{-7}	1.6×10^{-7}	6.8×10^{-4}	7.8×10^{-4}	7.8×10^{-4}	0
73	Ce-139	3.6×10^1	7.1×10^1	9.0×10^3	2.0×10^3	2.0×10^3	0
74	Ce-141	4.9×10^3	9.6×10^3	9.7×10^5	2.4×10^5	2.4×10^5	0
75	Ce-144	2.5×10^1	2.5×10^1	6.3×10^4	2.1×10^1	1.8×10^2	0
76	Nd-144	7.9×10^{-9}	7.9×10^{-9}	1.1×10^{-5}	9.8×10^{-6}	9.8×10^{-6}	0
77	Pm-145	1.5×10^1	7.4×10^{-1}	6.4×10^2	7.4×10^{-1}	7.4×10^{-1}	0
78	Pm-146	2.6×10^{-6}	2.6×10^{-6}	6.0×10^{-2}	2.4×10^{-6}	2.0×10^{-5}	0
79	Pm-147	1.9×10^3	1.9×10^3	9.7×10^6	2.4×10^6	2.4×10^6	0
80	Pm-148m	2.6×10^2	2.6×10^2	1.5×10^6	3.2×10^5	3.2×10^5	0
81	Sm-145	2.7×10^3	1.3×10^2	1.8×10^4	1.3×10^2	1.3×10^2	0
82	Sm-146	2.2×10^{-6}	1.1×10^{-7}	3.3×10^{-5}	1.1×10^{-7}	1.1×10^{-7}	0
83	Sm-147	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-5}	4.1×10^{-4}	1.4×10^{-5}	1.4×10^{-5}	0
84	Sm-148	3.1×10^{-9}	1.5×10^{-10}	9.1×10^{-9}	1.9×10^{-10}	1.9×10^{-10}	0
85	Sm-151	5.2×10^3	3.0×10^2	7.7×10^4	4.7×10^4	4.7×10^4	0
86	Eu-149	0	0	0	0	0	0
87	Eu-150	2.7×10^{-11}	2.7×10^{-11}	7.4×10^{-7}	2.5×10^{-11}	2.1×10^{-10}	0
88	Eu-152	4.1×10^3	8.3×10^3	6.8×10^2	8.3×10^3	8.3×10^3	0
89	Eu-154	6.3×10^4	8.8×10^3	2.1×10^6	3.2×10^4	3.2×10^4	0
90	Eu-155	3.3×10^4	3.6×10^3	1.1×10^6	8.6×10^3	8.6×10^3	0
91	Gd-152	1.2×10^{-9}	8.1×10^{-10}	4.7×10^{-7}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-6}	0
92	Gd-153	3.7×10^4	2.1×10^4	7.5×10^7	4.5×10^7	4.5×10^7	0
93	Tb-157	3.4×10^0	3.4×10^0	1.5×10^1	3.4×10^0	3.4×10^0	0
94	Tb-160	7.5×10^6	2.8×10^6	1.2×10^{10}	9.4×10^9	9.4×10^9	0
95	Dy-159	3.0×10^2	3.0×10^2	6.7×10^2	3.0×10^2	3.0×10^2	0
96	Ho-163	1.8×10^{-1}	8.9×10^{-2}	4.4×10^{-1}	8.9×10^{-2}	8.9×10^{-2}	0
97	Ho-166m	2.4×10^1	2.4×10^1	2.1×10^2	2.4×10^1	2.4×10^1	0
98	Tm-170	2.3×10^5	2.2×10^5	2.9×10^{10}	2.2×10^{10}	2.2×10^{10}	0
99	Tm-171	4.3×10^3	2.7×10^3	1.1×10^9	1.2×10^8	1.2×10^8	0
100	Yb-169	5.7×10^4	5.7×10^4	2.2×10^4	2.9×10^8	2.9×10^8	0
101	Lu-176	1.5×10^{-4}	3.0×10^{-6}	7.0×10^{-2}	7.4×10^{-2}	7.4×10^{-2}	6.5×10^{-25}
102	Lu-177m	1.5×10^4	3.0×10^2	1.9×10^7	7.4×10^6	7.4×10^6	0
103	Hf-175	3.8×10^4	3.8×10^4	4.2×10^6	3.2×10^4	6.7×10^4	0
104	Hf-181	5.3×10^5	5.3×10^5	7.1×10^7	5.5×10^4	5.4×10^5	1.0×10^4

第10表 クラッド起源放射性物質の組成(PWR) (3/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-4	NCF690	NCF718	スライム#3
105	Hf-182	4.5×10^{-5}	4.5×10^{-5}	4.0×10^{-2}	4.6×10^{-6}	4.5×10^{-5}	8.5×10^{-7}
106	Ta-180m	9.4×10^{-8}	4.7×10^{-8}	7.8×10^{-8}	4.7×10^{-7}	4.7×10^{-7}	5.2×10^{-12}
107	Ta-182	8.1×10^8	4.1×10^8	1.1×10^9	4.1×10^9	4.1×10^9	1.4×10^6
108	W-181	2.6×10^6	1.6×10^6	6.7×10^5	3.3×10^6	3.3×10^6	4.3×10^8
109	W-185	1.0×10^8	6.3×10^7	2.2×10^7	1.3×10^8	1.3×10^8	1.6×10^{10}
110	W-188	5.8×10^6	3.6×10^6	1.3×10^6	7.3×10^6	7.3×10^6	9.4×10^8
111	Re-187	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	7.4×10^{-1}	8.7×10^{-1}	8.7×10^{-1}	1.9×10^0
112	Os-185	3.5×10^3	1.6×10^3	3.1×10^6	1.8×10^7	1.8×10^7	0
113	Os-194	5.6×10^0	2.5×10^0	1.3×10^5	2.8×10^4	2.8×10^4	1.4×10^{-9}
114	Ir-192	5.2×10^6	5.2×10^6	3.4×10^8	7.0×10^7	2.6×10^{10}	1.2×10^4
115	Ir-192m	3.3×10^0	3.3×10^0	5.7×10^2	3.7×10^1	1.6×10^4	4.6×10^{-6}
116	Ir-194m	2.5×10^5	2.5×10^5	5.1×10^6	2.0×10^6	1.2×10^9	2.8×10^{-3}
117	Pt-190	7.1×10^{-9}	5.7×10^{-9}	1.2×10^{-5}	1.4×10^{-5}	1.4×10^{-5}	0
118	Pt-193	8.9×10^0	8.0×10^0	5.6×10^4	9.4×10^3	3.0×10^4	5.5×10^{-7}
119	Hg-203	1.2×10^4	1.2×10^4	1.5×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	0
120	Tl-204	2.6×10^2	2.6×10^2	1.2×10^8	2.5×10^7	2.5×10^7	0
121	Pb-205	9.0×10^{-5}	7.9×10^{-5}	6.7×10^{-3}	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	0
122	Pb-210	1.6×10^{-12}	1.6×10^{-12}	7.9×10^{-9}	3.2×10^{-13}	6.4×10^{-12}	0
123	Bi-208	3.4×10^{-4}	2.6×10^{-4}	4.6×10^{-3}	8.6×10^{-4}	8.6×10^{-1}	0
124	Bi-210m	9.5×10^{-5}	7.2×10^{-5}	1.3×10^{-3}	2.4×10^{-4}	2.4×10^{-1}	0
125	Po-210	7.6×10^2	5.7×10^2	4.5×10^3	1.9×10^3	1.9×10^6	0
126	Ra-226	2.9×10^{-11}	2.9×10^{-11}	1.4×10^{-8}	5.7×10^{-12}	1.1×10^{-10}	0
127	Ra-228	5.6×10^{-7}	5.6×10^{-7}	5.4×10^{-5}	1.1×10^{-7}	2.2×10^{-6}	0
128	Ac-227	4.8×10^{-7}	4.8×10^{-7}	1.4×10^{-4}	9.7×10^{-8}	1.9×10^{-6}	0
129	Th-228	1.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}	2.5×10^{-1}	2.5×10^{-5}	5.1×10^{-4}	0
130	Th-229	8.3×10^{-8}	8.3×10^{-8}	5.9×10^{-5}	1.7×10^{-8}	3.3×10^{-7}	0
131	Th-230	4.8×10^{-7}	4.8×10^{-7}	4.0×10^{-5}	9.6×10^{-8}	1.9×10^{-6}	0
132	Th-232	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}	3.5×10^{-4}	4.0×10^{-6}	8.1×10^{-5}	0
133	Pa-231	1.2×10^{-4}	1.2×10^{-4}	8.7×10^{-3}	2.4×10^{-5}	4.9×10^{-4}	0
134	U-232	4.1×10^{-3}	4.1×10^{-3}	1.6×10^0	8.1×10^{-4}	1.6×10^{-2}	0
135	U-233	8.2×10^{-3}	8.2×10^{-3}	8.2×10^{-1}	1.6×10^{-3}	3.3×10^{-2}	0
136	U-234	2.4×10^{-4}	2.4×10^{-4}	7.2×10^{-2}	9.4×10^{-5}	1.2×10^{-3}	0
137	U-235	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-3}	2.5×10^{-6}	2.0×10^{-5}	0
138	U-236	1.9×10^{-6}	1.9×10^{-6}	5.1×10^{-3}	1.9×10^{-6}	1.5×10^{-5}	0
139	U-238	6.2×10^{-5}	6.2×10^{-5}	4.3×10^{-2}	6.2×10^{-5}	4.9×10^{-4}	0
140	Np-235	4.7×10^{-9}	4.7×10^{-9}	6.9×10^{-5}	4.7×10^{-9}	3.7×10^{-8}	0
141	Np-236	9.7×10^{-12}	9.7×10^{-12}	1.5×10^{-7}	9.7×10^{-12}	7.8×10^{-11}	0
142	Np-237	1.6×10^{-6}	1.6×10^{-6}	8.0×10^{-3}	1.6×10^{-6}	1.3×10^{-5}	0
143	Pu-236	6.0×10^{-7}	6.0×10^{-7}	1.4×10^{-2}	6.0×10^{-7}	4.8×10^{-6}	0
144	Pu-237	3.7×10^{-6}	3.7×10^{-6}	1.5×10^{-2}	3.7×10^{-6}	3.0×10^{-5}	0
145	Pu-238	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	4.1×10^1	1.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}	0
146	Pu-239	2.2×10^{-2}	2.2×10^{-2}	4.3×10^1	2.2×10^{-2}	1.8×10^{-1}	0
147	Pu-240	5.8×10^{-3}	5.8×10^{-3}	3.3×10^1	5.8×10^{-3}	4.6×10^{-2}	0
148	Pu-241	5.2×10^{-1}	5.2×10^{-1}	1.3×10^4	5.2×10^{-1}	4.2×10^0	0
149	Pu-242	4.9×10^{-7}	4.9×10^{-7}	8.0×10^{-2}	4.9×10^{-7}	4.0×10^{-6}	0
150	Pu-244	4.7×10^{-15}	4.7×10^{-15}	7.0×10^{-9}	4.7×10^{-15}	3.7×10^{-14}	0
151	Am-241	5.7×10^{-5}	5.7×10^{-5}	8.4×10^0	5.7×10^{-5}	4.5×10^{-4}	0
152	Am-242m	8.8×10^{-7}	8.8×10^{-7}	3.3×10^{-1}	8.8×10^{-7}	7.0×10^{-6}	0
153	Am-243	4.2×10^{-7}	4.2×10^{-7}	4.2×10^{-1}	4.2×10^{-7}	3.3×10^{-6}	0
154	Cm-241	2.8×10^{-10}	2.8×10^{-10}	5.6×10^{-4}	2.8×10^{-10}	2.2×10^{-9}	0
155	Cm-242	2.4×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.7×10^3	2.4×10^{-3}	1.9×10^{-2}	0
156	Cm-243	6.8×10^{-8}	6.8×10^{-8}	2.8×10^{-1}	6.8×10^{-8}	5.4×10^{-7}	0

第10表 クラッド起源放射性物質の組成(PWR) (4/4)

(単位:Bq/g)

No.	放射性物質の種類	SUS304	SUS316	Zry-4	NCF690	NCF718	スライド#3
157	Cm-244	3.9×10^{-6}	3.9×10^{-6}	2.5×10^1	3.9×10^{-6}	3.1×10^{-5}	0
158	Cm-245	5.7×10^{-11}	5.7×10^{-11}	1.9×10^{-3}	5.7×10^{-11}	4.6×10^{-10}	0
159	Cm-246	5.9×10^{-13}	5.9×10^{-13}	1.2×10^{-1}	5.9×10^{-13}	4.7×10^{-12}	0
160	Cm-247	1.8×10^{-19}	1.8×10^{-19}	2.0×10^{-10}	1.8×10^{-19}	1.4×10^{-18}	0
161	Cm-248	2.8×10^{-20}	2.8×10^{-20}	2.6×10^{-10}	2.8×10^{-20}	2.9×10^{-19}	0
162	Cm-250	3.6×10^{-30}	3.6×10^{-30}	1.4×10^{-16}	3.6×10^{-30}	7.9×10^{-29}	0
163	Bk-249	2.2×10^{-20}	2.2×10^{-20}	6.0×10^{-7}	2.2×10^{-20}	4.9×10^{-19}	0
164	Cf-249	0	0	1.3×10^{-10}	0	0	0
165	Cf-250	0	0	1.2×10^{-6}	0	9.8×10^{-24}	0
166	Cf-251	0	0	4.6×10^{-11}	0	1.8×10^{-29}	0
167	Cf-252	0	0	3.0×10^{-9}	0	0	0
168	Cf-254	0	0	1.4×10^{-12}	0	0	0
169	Es-254	0	0	7.3×10^{-13}	0	0	0
170	Es-255	0	0	1.6×10^{-19}	0	0	0

(iii) 原子炉冷却材起源放射性物質の組成の計算

原子炉冷却材の放射化計算に当たって用いた照射条件は、クラッドと同じ第5表の燃焼・放射化条件を用いた。計算に当たって考慮した原子炉冷却材の元素組成は第4表に示したとおりである。

これらの計算条件に基づいて、「2. (2) (i) 燃料起源放射性物質の組成と原子炉の中性子フルエンス率の計算」と同じ計算コードにより原子炉冷却材起源放射性物質の組成を計算した。原子炉冷却材起源放射性物質の組成(BWR)を第11表に、原子炉冷却材起源放射性物質の組成(PWR)を第12表に示す。

第11表 原子炉冷却材起源放射性物質の組成(BWR)

No.	放射性物質の種類	放射能量 (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射能量 (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射能量 (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射能量 (Bq)
1	H-3	6.0×10^{13}	33	Nb-94	2.9×10^{-2}	64	Te-129m	1.1×10^0	95	Dy-159	0
2	Be-10	2.4×10^6	34	Nb-95	5.9×10^1	65	I-125	4.4×10^{-4}	96	Ho-163	0
3	C-14	9.1×10^{13}	35	Mo-93	9.0×10^1	66	I-129	4.6×10^{-4}	97	Ho-166m	0
4	Na-22	9.5×10^5	36	Tc-97	0	67	Cs-134	5.6×10^{-1}	98	Tm-170	0
5	Si-32	2.5×10^{-2}	37	Tc-97m	0	68	Cs-135	4.6×10^{-6}	99	Tm-171	3.8×10^{-11}
6	S-35	5.6×10^9	38	Tc-98	3.8×10^{-8}	69	Cs-137	9.2×10^{-2}	100	Yb-169	0
7	Cl-36	1.6×10^8	39	Tc-99	1.7×10^9	70	Ba-133	3.6×10^3	101	Lu-176	1.1×10^{-7}
8	K-40	9.8×10^{-2}	40	Ru-103	1.7×10^{-2}	71	La-137	0	102	Lu-177m	9.1×10^{-2}
9	Ca-41	6.1×10^1	41	Ru-106	6.4×10^{-12}	72	La-138	5.2×10^{-12}	103	Hf-175	2.0×10^5
10	Ca-45	2.0×10^4	42	Rh-102	1.5×10^{-5}	73	Ce-139	1.5×10^{-5}	104	Hf-181	1.7×10^6
11	Sc-46	3.4×10^3	43	Pd-107	6.3×10^{-4}	74	Ce-141	5.6×10^{-3}	105	Hf-182	4.7×10^{-3}
12	V-49	0	44	Ag-108m	2.3×10^4	75	Ce-144	0	106	Ta-180m	1.3×10^{-6}
13	Mn-54	1.3×10^9	45	Ag-110m	4.4×10^6	76	Nd-144	7.4×10^{-31}	107	Ta-182	4.4×10^7
14	Fe-55	1.1×10^{10}	46	Cd-109	4.1×10^4	77	Pm-145	0	108	W-181	5.9×10^9
15	Fe-59	3.3×10^8	47	Cd-113	1.7×10^{-6}	78	Pm-146	0	109	W-185	2.6×10^1
16	Co-58	1.8×10^5	48	Cd-113m	0	79	Pm-147	0	110	W-188	4.9×10^1
17	Co-60	3.6×10^7	49	Cd-115m	5.4×10^4	80	Pm-148m	0	111	Re-187	2.1×10^9
18	Ni-59	3.3×10^2	50	Ir-114m	6.7×10^5	81	Sm-145	0	112	Os-185	0
19	Ni-63	1.5×10^5	51	Ir-115	5.8×10^{-4}	82	Sm-146	0	113	Os-194	1.7×10^9
20	Zn-65	8.0×10^{10}	52	Sr-113	4.0×10^4	83	Sm-147	0	114	Ir-192	1.5×10^8
21	Se-75	1.0×10^6	53	Sr-119m	8.1×10^4	84	Sm-148	0	115	Ir-192m	3.0×10^3
22	Se-79	4.8×10^9	54	Sr-121m	7.8×10^1	85	Sm-151	0	116	Ir-194m	8.6×10^7
23	Rb-87	4.5×10^{-8}	55	Sr-123	8.8×10^3	86	Eu-149	0	117	Pt-190	3.5×10^{-5}
24	Sr-85	9.1×10^3	56	Sr-126	0	87	Eu-150	0	118	Pt-193	3.2×10^3
25	Sr-89	1.5×10^4	57	Sb-124	4.7×10^6	88	Eu-152	0	119	Hg-203	3.6×10^5
26	Sr-90	1.3×10^{-1}	58	Sb-125	6.2×10^4	89	Eu-154	0	120	Tl-204	2.1×10^2
27	Y-91	1.5×10^{-5}	59	Te-121m	0	90	Eu-155	0	121	Pb-205	1.8×10^{-3}
28	Zr-93	1.8×10^{-4}	60	Te-123	1.9×10^{-8}	91	Gd-152	0	122	Pb-210	0
29	Zr-95	3.7×10^9	61	Te-123m	5.2×10^3	92	Gd-153	0	123	Bi-208	1.2×10^{-1}
30	Nb-91	0	62	Te-125m	4.9×10^2	93	Tb-157	0	124	Bi-210m	3.6×10^{-2}
31	Nb-92	8.5×10^{-4}	63	Te-127m	1.3×10^{-2}	94	Tb-160	0	125	Po-210	9.7×10^3
32	Nb-93m	3.4×10^{-1}									

第12表 原子炉冷却材起源放射性物質の組成(PWR)

No.	放射性物質の種類	放射エネルギー (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射エネルギー (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射エネルギー (Bq)	No.	放射性物質の種類	放射エネルギー (Bq)
1	H-3	6.1×10^{12}	33	Nb-94	1.0×10^{-2}	64	Te-129m	1.2×10^{-1}	95	Dy-159	0
2	Be-10	2.8×10^8	34	Nb-95	4.4×10^0	65	I-125	4.1×10^{-6}	96	Ho-163	0
3	C-14	9.1×10^{11}	35	Mo-93	8.2×10^0	66	I-129	6.0×10^{-6}	97	Ho-166m	0
4	Na-22	7.9×10^3	36	Tc-97	0	67	Cs-134	9.1×10^{-2}	98	Tm-170	0
5	Si-32	2.3×10^1	37	Tc-97m	0	68	Cs-135	7.0×10^{-7}	99	Tm-171	4.2×10^{-12}
6	S-35	2.0×10^9	38	Tc-98	5.7×10^{-9}	69	Cs-137	1.4×10^{-2}	100	Yb-169	0
7	Cl-36	6.4×10^6	39	Tc-99	1.6×10^{-1}	70	Ba-133	2.7×10^2	101	Lu-176	1.1×10^{-8}
8	K-40	3.5×10^2	40	Ru-103	3.2×10^{-3}	71	La-137	0	102	Lu-177m	1.2×10^{-2}
9	Ca-41	4.0×10^6	41	Ru-106	1.3×10^{-12}	72	La-138	5.9×10^{-13}	103	Hf-175	1.1×10^4
10	Ca-45	1.1×10^9	42	Rh-102	2.3×10^{-4}	73	Ce-139	2.0×10^{-6}	104	Hf-181	1.1×10^5
11	Sc-46	3.0×10^5	43	Pd-107	6.3×10^{-5}	74	Ce-141	6.4×10^{-4}	105	Hf-182	5.7×10^{-4}
12	V-49	0	44	Ag-108m	1.7×10^3	75	Ce-144	0	106	Ta-180m	6.8×10^{-8}
13	Mn-54	4.9×10^8	45	Ag-110m	3.1×10^5	76	Nd-144	2.8×10^{-31}	107	Ta-182	3.1×10^6
14	Fe-55	3.1×10^9	46	Cd-109	3.3×10^3	77	Pm-145	0	108	W-181	6.1×10^{-1}
15	Fe-59	9.6×10^7	47	Cd-113	7.8×10^{-8}	78	Pm-146	0	109	W-185	6.0×10^9
16	Co-58	1.3×10^4	48	Cd-113m	0	79	Pm-147	0	110	W-188	8.2×10^9
17	Co-60	7.1×10^7	49	Cd-115m	4.2×10^3	80	Pm-148m	0	111	Re-187	1.1×10^{-1}
18	Ni-59	2.1×10^1	50	In-114m	4.8×10^4	81	Sm-145	0	112	Os-185	0
19	Ni-63	4.4×10^8	51	In-115	3.1×10^{-5}	82	Sm-146	0	113	Os-194	3.0×10^{-1}
20	Zn-65	5.6×10^9	52	Sr-113	3.0×10^3	83	Sm-147	0	114	Ir-192	1.1×10^7
21	Se-75	7.1×10^4	53	Sr-119m	6.1×10^3	84	Sm-148	0	115	Ir-192m	2.5×10^2
22	Se-79	4.2×10^{-1}	54	Sr-121m	6.6×10^0	85	Sm-151	0	116	Ir-194m	6.0×10^6
23	Rb-87	6.7×10^{-9}	55	Sr-123	6.1×10^2	86	Eu-149	0	117	Pt-190	1.8×10^{-6}
24	Sr-85	6.4×10^2	56	Sr-126	0	87	Eu-150	0	118	Pt-193	3.4×10^2
25	Sr-89	1.1×10^3	57	Sb-124	3.4×10^5	88	Eu-152	0	119	Hg-203	2.5×10^6
26	Sr-90	1.5×10^{-2}	58	Sb-125	5.3×10^3	89	Eu-154	0	120	Tl-204	2.9×10^3
27	Y-91	1.5×10^{-4}	59	Te-121m	0	90	Eu-155	0	121	Pb-205	1.4×10^2
28	Zr-93	1.9×10^{-5}	60	Te-123	2.6×10^{-9}	91	Gd-152	0	122	Pb-210	0
29	Zr-95	4.0×10^{-1}	61	Te-123m	6.3×10^2	92	Gd-153	0	123	Bi-208	1.6×10^{-2}
30	Nb-91	0	62	Te-125m	4.1×10^1	93	Tb-157	0	124	Bi-210m	4.6×10^{-3}
31	Nb-92	7.5×10^{-5}	63	Te-127m	1.4×10^{-3}	94	Tb-160	0	125	Po-210	1.0×10^3
32	Nb-93m	2.9×10^{-2}									

(2. (2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算の根拠)

1. 計算条件

(1) 「TRU 第2次とりまとめ」を用いた設定

「TRU 第2次とりまとめ」における計算条件は民間再処理施設における設計値である。対象となる原子炉施設は同一と考えられるため、本評価でも同じ計算条件を使用した。本評価ではその中で以下のパラメータを使用した。

- ・比出力
- ・総照射量
- ・U-235 濃縮度(初期濃縮度)

(2) その他の計算条件

a. 照射期間(1/2 燃焼度)

全照射期間は(総照射量)/(比出力)より算出した。

燃料から漏出する放射能の平均的組成として、全照射期間の1/2の照射期間を想定した。

b. 照射期間(100日)

「軽水炉燃料のふるまい第2版」(昭和60年8月)、「軽水炉燃料のふるまい第2版改定新版」(平成2年7月)によると、炉心部における各元素の滞在時間について、PWRは約30日、放射性物質の平均値は8.5日～86.8日とされている。

一方、以下の文献ではJPDR試験炉での炉心部における各元素の滞在時間について、Co:230±46日、Ni:260±52日、Fe:70±14日、Zn:65±13日と評価されている。

- ・Michio HOSHI, Enzo TACHIKAWA, Takeshi SUWA, Chiaki SAGAWA, Chushiro YONEZAWA & Satoshi GOTO, “Residence Time of Crud on Surfaces of Channel Box in JPDR”, Journal of Nuclear Science and Technology(2012)

上記より、全放射性物質に対する一般的な値として100日を設定した。

c. 中性子フルエンス率(100日照射)

計算コードにおいて全照射期間の平均中性子フルエンス率を評価した結果を使用した。

なお、全照射期間の平均中性子フルエンス率は1/2燃焼度の計算において出力結果に含まれる。

(3) 原子炉冷却材への移行に関する計算

(i) 燃料・クラッド起源の放射性物質の原子炉冷却材への移行に関する計算

クラッド起源放射性物質の原子炉冷却材への移行は、原子炉構成材料ごとの溶出率及び接液面積率に応じて放出速度の算出を行い、核分裂生成物の原子炉冷却材への移行は、燃料からの溶出率及び原子炉内での移行率を考慮して算出する。

a. 原子炉構成材料の溶出率

原子炉構成材料の溶出率については、学会標準における設定値を、また、学会標準にない原子炉構成材料については、学会標準に記載されている性質が類似の原子炉構成材料(同じ合金種類等)と同じ値とした。原子炉構成材料の溶出率を第13表に示す。

BWRのステライト代替材については、ステライトと同じ溶出率を、また、SUS316については、BWRのSUS304(高温部)とSUS316が学会標準で同じ溶出率を用いていることから、PWRについてもSUS304と同じ溶出率を用いた。

ジルカロイ(Zry)のZry-2及びZry-4については、文献値より溶出率を設定できなかったことから他の原子炉構成材料とは別に計算を行う。そのためここでは溶出率を設定しないが、Zry-2とZry-4の溶出率は同じとする。

第13表 原子炉構成材料の溶出率

原子炉構成材量		BWR	PWR	設定方法
ステンレス鋼	SUS304	0.5 ^{*1}	0.94	学会標準
	SUS316	1	0.94	BWR：学会標準 PWR：SUS304と同じ値
ニッケル基合金 (インコネル)	NCF600	3.2	2	学会標準
	NCF690	-	1	学会標準
	NCF718	-	2	NCF600と同じ値
	NCFX750	12.7	-	学会標準
コバルト基合金(ステライト)		12.7	4.6	学会標準
ステライト代替材		12.7	-	ステライトと同じ値

*1：学会標準では給水系配管の溶出率は高温部：1、低温部：0.25
(本評価では高温部・低温部ともに中間の0.5を用いる)

b. 評価対象とする原子炉構成材料と接液面積率

学会標準及び一次系材料使用状況を基に、一次系で使用されている材料と接液面積率を設定した。材料別接液面積率設定結果を第14表に示す。

第14表 材料別接液面積率設定結果

原子炉構成材料		接液面積率		主要部位	
		BWR (%)	PWR (%)	BWR	PWR
ステンレス鋼	SUS304*1	42.6	5.6	給水系配管	原子炉容器、炉内構造物、配管、交換物等
	SUS316*2	32.8	0.100	炉内構造物 原子炉圧力容器	炉心構造物(ボルト等)
ジルカロイ	Zry-2	17.5	—	燃料被覆管	—
	Zry-4	6.4	24.5	チャンネルボックス	燃料被覆管
ニッケル基合金 (インコネル)	NCF600	0.21	—	炉内構造物(サポート)	—
	NCF690	—	69.1	—	SG
	NCF718	—	0.62	—	炉内構造物(支持ピン等)、交換物(ばね)
	NCFX750	0.46	—	チャンネルボックス	—
コバルト基合金(ステライト)	ステライト#3	0.035	0.075	弁、シールリング等	軸受
ステライト 代替材	ナイトロニック#60	0.00099	—	制御棒(ローラーピン)	—
	CFA	0.0032	—	制御棒(ローラー)	—
合計		100	100	—	—

*1：給水系には他に炭素鋼が使用されているが、SUS304で代表させた。

*2：炉内構造物、原子炉圧力容器内面に使用されているステンレス鋼は主にSUS304、SUS304L、SUS316、SUS316Lであるが、SUS316で代表させた。

c. 燃料溶出率及び移行パラメータ

文献値より設定した燃料溶出率及び主蒸気移行率(BWRのみ)を第16表に示す。

d. 放射性物質の移行モデル及び評価に用いたパラメータ

燃料・クラッド起源の放射性物質の挙動に関する基本的なモデルは、「評価指針」⁽⁴⁾や「ANSI/ANS-18.1-1999」⁽⁵⁾等に示されている。また、より詳細なモデルは、「原子炉水化学ハンドブック」⁽⁶⁾等に示されている。

1号及び2号廃棄物埋設施設の当初の事業変更許可申請時の放射能濃度評価では、実廃棄物の分析データ等がまだ少なく、対象となる放射性物質の放射能濃度の絶対値評価が必要であったため、「評価指針」や「ANSI/ANS-18.1-1999」等を参考にモデルを作成した。

現在では、実廃棄物の主要な放射性物質についてはデータが蓄積されていることから、他の核種は個々の濃度でなく主要な放射性物質との相対値が求めれば十分である。また、ここで評価の対象とするのは、廃棄体中の放射エネルギーであり、気体廃棄物として放出される放射性物質や短半減期の放射性物質は考慮する必要はない。このような観点から原子炉内のモデルについては最も単純なものを用いることとし、1,100MWe標準プラントの挙動で代表する。

原子炉内での放射性物質の挙動に関して、BWRについては、放射性崩壊、浄化系での樹脂への移行、主蒸気への移行及び復水系樹脂への移行を考慮して、式(2)、式(3)及び式(4)で燃料及び原子炉構成材起源の放射性物質の濃度を評価する。

$$C(i) = \frac{S(i)}{M \cdot \lambda(i) + F_A \cdot N_A(i) + F_S \cdot N_S(i) \cdot N_B(i)} \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{cases} S(i) = S_0 \cdot C_F(i) \cdot S_F(i) \quad (\text{燃料}) \\ S(i) = S_0 \cdot \sum_{j=1}^n C_S(i,j) \cdot S_L(j) \cdot D(j) \quad (\text{燃料構成材}) \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

$$R(i) = C(i) \cdot F_A \cdot N_A \dots\dots\dots (4)$$

ここで、

- $R(i)$: 樹脂への放射性物質 i の移行速度 (Bq/s)
- $C(i)$: 原子炉冷却材中の放射性物質 i の濃度 (Bq/t)
- F_A : 原子炉浄化系流量 (t/s)
- $N_A(i)$: 原子炉浄化系樹脂での放射性物質 i の除去率 (-)
- $S(i)$: 原子炉冷却材への放射性物質 (i) の放出速度 (Bq/s)
- S_0 : 単位放出速度 (Bq/s) (=1)
- $C_F(i)$: 燃料中の放射性物質 i の組成 (-)
- $C_S(i,j)$: 原子炉構成材料 j 中の放射性物質 i の組成 (-)
- $S_F(i)$: 燃料中の放射性物質 i の溶出率 (-)
- $S_L(j)$: 原子炉構成材料 j の溶出率 (-)
- $D(j)$: 原子炉構成材料 j の一次系接液面積率 (-)
- M : 原子炉冷却材量 (t)
- $\lambda(i)$: 放射性物質 i の崩壊定数 (1/s)
- F_S : 主蒸気流量 (t/s)
- $N_S(i)$: 放射性物質 i の主蒸気への移行率 (-)
- $N_B(i)$: 放射性物質 i の復水系樹脂の除去率 (-)

PWR については、浄化系混床式樹脂、カチオン樹脂及びほう酸回収系への移行を考慮して、式(5)、式(6)及び式(7)で評価する。

なお、ほう酸回収系への移行分についても樹脂への移行量に加える。

$$C(i) = \frac{S(i)}{M \cdot \lambda(i) + F_D \cdot N_A(i) + (1 - N_A(i)) \cdot (F_B + F_C \cdot N_C(i))} \dots\dots\dots (5)$$

$$\begin{cases} S(i) = S_0(i) \cdot C_F(i) \cdot S_F(i) \quad (\text{燃料}) \\ S(i) = S_0 \cdot \sum_{j=1}^n C_S(i,j) \cdot S_L(j) \cdot D(j) \quad (\text{燃料構成材}) \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

$$R(i) = C(i) \cdot \{F_D \cdot N_A(i) + (1 - N_A(i)) \cdot (F_B + F_C \cdot N_C(i))\} \dots\dots\dots (7)$$

ここで、

- $R(i)$: 樹脂への放射性物質 i の移行速度 (Bq/s)
- $C(i)$: 原子炉冷却材中の放射性物質 i の濃度 (Bq/t)
- F_D : 浄化系混床式樹脂への流量 (t/s)
- $N_A(i)$: 混床式樹脂での放射性物質 i の除去率 (-)
- $S(i)$: 原子炉冷却材への放射性物質 i の放出速度 (Bq/s)
- S_0 : 単位放出速度 (Bq/s) (=1)
- $C_F(i)$: 燃料中の放射性物質 i の組成 (-)
- $C_S(i,j)$: 原子炉構成材料 j 中の放射性物質 i の組成 (-)
- $S_F(i)$: 燃料中の放射性物質 i の溶出率 (-)
- $S_L(i)$: 原子炉構成材料 j の溶出率 (-)
- $D(j)$: 原子炉構成材料 j の一次系接液面積率 (-)
- M : 原子炉冷却材量 (t)

- $\lambda(i)$: 放射性物質 i の崩壊定数(1/s)
 F_B : ほう酸回収系流量(t/s)
 F_C : カチオン樹脂への流量(t/s)
 $N_C(i)$: カチオン樹脂の放射性物質 i の除去率(-)

これらの評価式で用いるパラメータについては、「ANSI/ANS-18.1-1999」等を参考に第15表及び第16表のとおり設定した。

式(2)～式(7)により、BWR・PWR それぞれについて、クラッド(ジルカロイ)、クラッド(ジルカロイ以外)及び燃料起源それぞれの原子炉冷却材中の放射性物質の濃度を算出する。なお、クラッド(ジルカロイ)について $S_L(j)$ は Zry-2 と Zry-4 で溶出率は同じため、どちらも1を設定した。

第15表 原子炉冷却材の放射能収支計算の評価に用いたパラメータ設定値

	パラメータ	記号	設定値	備考
BWR	原子炉浄化系流量(t/s)	F_A	3.56×10^{-2}	給水流量の2% ^{*1}
	原子炉浄化系樹脂での除去率(-)	N_A	—	第16表参照
	原子炉冷却材量(t)	M	2.72×10^2	*1
	主蒸気流量(t/s)	F_S	1.78×10^0	6,400t/h ^{*1}
	主蒸気への移行率(-)	N_S	—	第16表参照
	復水系樹脂の除去率(-)	N_B	—	第16表参照
PWR	浄化系混床式樹脂への流量(t/s)	F_D	4.70×10^{-3}	*2
	混床式樹脂での除去率(-)	N_A	—	第16表参照
	原子炉冷却材量(t)	M	2.50×10^2	*2
	ほう酸回収系流量(t/s)	F_B	6.30×10^{-5}	*2
	カチオン樹脂への流量(t/s)	F_C	4.70×10^{-4}	*2
	カチオン樹脂の除去率(-)	N_C	—	第16表参照

*1：原子力安全研究協会(1992)：軽水炉発電所のあらまし(改訂版)

*2：ANSI/ANS-18.1-1999

第16表 評価に使用した放射性物質の種類別パラメータ(1/4)

No.	放射性物質の種類	半減期 (y)	崩壊定数λ (1/s)	燃料 溶出率(-)	主蒸気 移行率 N _s (-)	BWR		PWR	
						N _A (-)	N _B (-)	N _C (-)	N _A (-)
1	H-3	1.23×10 ¹	1.78×10 ⁻⁹	(1) ^{*1}	(1) ^{*1}	(0.01) ^{*1}	(0.01) ^{*1}	(0.01) ^{*1}	(0) ^{*1}
2	Be-10	1.51×10 ⁶	1.45×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
3	C-14	5.70×10 ³	3.85×10 ⁻¹²	(1) ^{*1}	(0.99) ^{*1}	(0.9) ^{*1}	(0.9) ^{*1}	(0.9) ^{*1}	(0) ^{*1}
4	Na-22	2.60×10 ⁰	8.44×10 ⁻⁹	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
5	Si-32	1.32×10 ²	1.66×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
6	S-35	2.40×10 ⁻¹	9.17×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
7	Cl-36	3.01×10 ⁵	7.30×10 ⁻¹⁴	0.2	0.02	0.9	0.9	0.99	0
8	K-40	1.25×10 ⁹	1.76×10 ⁻¹⁷	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
9	Ca-41	1.02×10 ⁵	2.15×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
10	Ca-45	4.45×10 ⁻¹	4.93×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
11	Sc-46	2.29×10 ⁻¹	9.57×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
12	V-49	9.04×10 ⁻¹	2.43×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
13	Mn-54	8.55×10 ⁻¹	2.57×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
14	Fe-55	2.74×10 ⁰	8.03×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
15	Fe-59	1.22×10 ⁻¹	1.80×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
16	Co-58	1.94×10 ⁻¹	1.13×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
17	Co-60	5.27×10 ⁰	4.17×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
18	Ni-59	1.01×10 ⁵	2.17×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
19	Ni-63	1.00×10 ²	2.19×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
20	Zn-65	6.68×10 ⁻¹	3.29×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
21	Se-75	3.28×10 ⁻¹	6.70×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
22	Se-79	2.95×10 ⁵	7.45×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
23	Rb-87	4.92×10 ¹⁰	4.46×10 ⁻¹⁹	0.02	0.001	0.5	0.5	0.5	0.9
24	Sr-85	1.78×10 ⁻¹	1.24×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
25	Sr-89	1.38×10 ⁻¹	1.59×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
26	Sr-90	2.88×10 ⁴	7.63×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
27	Y-91	1.60×10 ⁻¹	1.37×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
28	Zr-93	1.53×10 ⁶	1.44×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
29	Zr-95	1.75×10 ⁻¹	1.25×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
30	Nb-91	6.80×10 ²	3.23×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
31	Nb-92	3.47×10 ⁷	6.33×10 ⁻¹⁶	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
32	Nb-93m	1.61×10 ¹	1.36×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
33	Nb-94	2.03×10 ⁴	1.08×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
34	Nb-95	9.58×10 ⁻²	2.29×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
35	Mo-93	4.00×10 ³	5.49×10 ⁻¹²	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
36	Tc-97	2.60×10 ⁶	8.45×10 ⁻¹⁵	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
37	Tc-97m	2.47×10 ⁻¹	8.90×10 ⁻⁸	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
38	Tc-98	4.20×10 ⁶	5.23×10 ⁻¹⁵	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
39	Tc-99	2.11×10 ⁵	1.04×10 ⁻¹³	0.02	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
40	Ru-103	1.08×10 ⁻¹	2.04×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
41	Ru-106	1.02×10 ⁰	2.15×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
42	Rh-102	5.67×10 ⁻¹	3.88×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
43	Pd-107	6.50×10 ⁶	3.38×10 ⁻¹⁵	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
44	Ag-108m	4.18×10 ²	5.25×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
45	Ag-110m	6.84×10 ⁻¹	3.21×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9

*1：括弧付きの値は元文献から見直したもの

第16表 評価に使用した放射性物質の種類別パラメータ(2/4)

No.	放射性物質の種類	半減期 (y)	崩壊定数λ (1/s)	燃料 溶出率(-)	主蒸気 移行率 N _s (-)	BWR		PWR	
						N _A (-)	N _B (-)	N _C (-)	N _A (-)
46	Cd-109	1.26×10 ⁰	1.74×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
47	Cd-113	7.70×10 ¹⁵	2.85×10 ⁻²⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
48	Cd-113m	1.41×10 ¹	1.56×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
49	Cd-115m	1.22×10 ⁻¹	1.80×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
50	In-114m	1.36×10 ⁻¹	1.62×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
51	In-115	4.41×10 ¹⁴	4.98×10 ⁻²³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
52	Sn-113	3.15×10 ⁻¹	6.97×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
53	Sn-119m	8.02×10 ⁻¹	2.74×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
54	Sn-121m	4.39×10 ¹	5.00×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
55	Sn-123	3.54×10 ⁻¹	6.21×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
56	Sn-126	2.30×10 ⁵	9.55×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
57	Sb-124	1.65×10 ⁻¹	1.33×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
58	Sb-125	2.76×10 ⁰	7.96×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
59	Te-121m	4.22×10 ⁻¹	5.21×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
60	Te-123	6.00×10 ¹⁴	3.66×10 ⁻²³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
61	Te-123m	3.26×10 ⁻¹	6.73×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
62	Te-125m	1.57×10 ⁻¹	1.40×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
63	Te-127m	2.98×10 ⁻¹	7.36×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
64	Te-129m	9.20×10 ⁻²	2.39×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
65	I-125	1.63×10 ⁻¹	1.35×10 ⁻⁷	0.2	0.02	0.9	0.9	0.99	0
66	I-129	1.57×10 ⁷	1.40×10 ⁻¹⁵	0.2	0.02	0.9	0.9	0.99	0
67	Cs-134	2.06×10 ⁰	1.06×10 ⁻⁸	0.02	0.001	0.5	0.5	0.5	0.9
68	Cs-135	2.30×10 ⁶	9.55×10 ⁻¹⁵	0.02	0.001	0.5	0.5	0.5	0.9
69	Cs-137	3.02×10 ¹	7.28×10 ⁻¹⁰	0.02	0.001	0.5	0.5	0.5	0.9
70	Ba-133	1.05×10 ¹	2.09×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
71	La-137	6.00×10 ⁴	3.66×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
72	La-138	1.02×10 ¹¹	2.15×10 ⁻¹⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
73	Ce-139	3.77×10 ⁻¹	5.83×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
74	Ce-141	8.90×10 ⁻²	2.47×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
75	Ce-144	7.80×10 ⁻¹	2.82×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
76	Nd-144	2.29×10 ¹⁵	9.59×10 ⁻²⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
77	Pm-145	1.77×10 ¹	1.24×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
78	Pm-146	5.53×10 ⁰	3.97×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
79	Pm-147	2.62×10 ⁰	8.37×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
80	Pm-148m	1.13×10 ⁻¹	1.94×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
81	Sm-145	9.31×10 ⁻¹	2.36×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
82	Sm-146	1.03×10 ⁸	2.13×10 ⁻¹⁶	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
83	Sm-147	1.06×10 ¹¹	2.07×10 ⁻¹⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
84	Sm-148	7.00×10 ¹⁵	3.14×10 ⁻²⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
85	Sm-151	9.00×10 ¹	2.44×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
86	Eu-149	2.55×10 ⁻¹	8.62×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
87	Eu-150	3.69×10 ¹	5.95×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
88	Eu-152	1.35×10 ¹	1.62×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
89	Eu-154	8.59×10 ⁰	2.56×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
90	Eu-155	4.76×10 ⁰	4.61×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
91	Gd-152	1.08×10 ¹⁴	2.03×10 ⁻²²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
92	Gd-153	6.58×10 ⁻¹	3.34×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9

第16表 評価に使用した放射性物質の種類別パラメータ(3/4)

No.	放射性物質の種類	半減期 (y)	崩壊定数λ (1/s)	燃料 溶出率(-)	主蒸気 移行率 N _s (-)	BWR		PWR	
						N _A (-)	N _B (-)	N _C (-)	N _A (-)
93	Tb-157	7.10×10 ¹	3.09×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
94	Tb-160	1.98×10 ⁻¹	1.11×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
95	Dy-159	3.95×10 ⁻¹	5.56×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
96	Ho-163	4.57×10 ³	4.81×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
97	Ho-166m	1.20×10 ³	1.83×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
98	Tm-170	3.52×10 ⁻¹	6.24×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
99	Tm-171	1.92×10 ⁰	1.14×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
100	Yb-169	8.77×10 ⁻²	2.51×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
101	Lu-176	3.85×10 ¹⁰	5.71×10 ⁻¹⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
102	Lu-177m	4.39×10 ⁻¹	5.00×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
103	Hf-175	1.92×10 ⁻¹	1.15×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
104	Hf-181	1.16×10 ⁻¹	1.89×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
105	Hf-182	9.00×10 ⁶	2.44×10 ⁻¹⁵	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
106	Ta-180m	1.00×10 ¹³	1.83×10 ⁻²³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
107	Ta-182	3.13×10 ⁻¹	7.01×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
108	W-181	3.32×10 ⁻¹	6.62×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
109	W-185	2.06×10 ⁻¹	1.07×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
110	W-188	1.91×10 ⁻¹	1.15×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
111	Re-187	4.12×10 ¹⁰	5.33×10 ⁻¹⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
112	Os-185	2.56×10 ⁻¹	8.57×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
113	Os-194	6.00×10 ⁰	3.66×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
114	Ir-192	2.02×10 ⁻¹	1.09×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
115	Ir-192m	2.41×10 ²	9.11×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
116	Ir-194m	4.68×10 ⁻¹	4.69×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
117	Pt-190	6.50×10 ¹¹	3.38×10 ⁻²⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
118	Pt-193	5.00×10 ¹	4.39×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
119	Hg-203	1.28×10 ⁻¹	1.72×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
120	Tl-204	3.78×10 ⁰	5.81×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
121	Pb-205	1.53×10 ⁷	1.44×10 ⁻¹⁵	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
122	Pb-210	2.22×10 ¹	9.89×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
123	Bi-208	3.68×10 ⁵	5.97×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
124	Bi-210m	3.04×10 ⁶	7.23×10 ⁻¹⁵	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
125	Po-210	3.79×10 ⁻¹	5.80×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
126	Ra-226	1.60×10 ³	1.37×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
127	Ra-228	5.75×10 ⁰	3.82×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
128	Ac-227	2.18×10 ¹	1.01×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
129	Th-228	1.91×10 ⁰	1.15×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
130	Th-229	7.34×10 ³	2.99×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
131	Th-230	7.54×10 ⁴	2.91×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
132	Th-232	1.41×10 ¹⁰	1.56×10 ⁻¹⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
133	Pa-231	3.28×10 ⁴	6.70×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
134	U-232	6.89×10 ¹	3.19×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
135	U-233	1.59×10 ⁵	1.38×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
136	U-234	2.46×10 ⁵	8.95×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
137	U-235	7.04×10 ⁸	3.12×10 ⁻¹⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
138	U-236	2.34×10 ⁷	9.38×10 ⁻¹⁶	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
139	U-238	4.47×10 ⁹	4.92×10 ⁻¹⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9

第16表 評価に使用した放射性物質の種類別パラメータ(4/4)

No.	放射性物質の種類	半減期 (y)	崩壊定数λ (1/s)	燃料 溶出率(-)	主蒸気 移行率 N _s (-)	BWR		PWR	
						N _A (-)	N _B (-)	N _C (-)	N _A (-)
140	Np-235	1.08×10 ⁰	2.03×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
141	Np-236	1.54×10 ⁵	1.43×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
142	Np-237	2.14×10 ⁶	1.02×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
143	Pu-236	2.86×10 ⁰	7.69×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
144	Pu-237	1.24×10 ⁻¹	1.77×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
145	Pu-238	8.77×10 ¹	2.50×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
146	Pu-239	2.41×10 ⁴	9.11×10 ⁻¹³	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
147	Pu-240	6.56×10 ³	3.35×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
148	Pu-241	1.44×10 ¹	1.53×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
149	Pu-242	3.75×10 ⁵	5.86×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
150	Pu-244	8.00×10 ⁷	2.75×10 ⁻¹⁶	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
151	Am-241	4.32×10 ²	5.08×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
152	Am-242m	1.41×10 ²	1.56×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
153	Am-243	7.37×10 ³	2.98×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
154	Cm-241	8.98×10 ⁻²	2.45×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
155	Cm-242	4.46×10 ⁻¹	4.93×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
156	Cm-243	2.91×10 ¹	7.55×10 ⁻¹⁰	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
157	Cm-244	1.81×10 ¹	1.21×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
158	Cm-245	8.50×10 ³	2.58×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
159	Cm-246	4.76×10 ³	4.61×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
160	Cm-247	1.56×10 ⁷	1.41×10 ⁻¹⁵	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
161	Cm-248	3.48×10 ⁵	6.31×10 ⁻¹⁴	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
162	Cm-250	8.30×10 ³	2.65×10 ⁻¹²	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
163	Bk-249	9.04×10 ⁻¹	2.43×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
164	Cf-249	3.51×10 ²	6.26×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
165	Cf-250	1.31×10 ¹	1.68×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
166	Cf-251	9.00×10 ²	2.44×10 ⁻¹¹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
167	Cf-252	2.65×10 ⁰	8.30×10 ⁻⁹	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
168	Cf-254	1.66×10 ⁻¹	1.33×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
169	Es-254	7.55×10 ⁻¹	2.91×10 ⁻⁸	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9
170	Es-255	1.09×10 ⁻¹	2.02×10 ⁻⁷	0.002	0.001	0.9	0.9	0.98	0.9

(2. (3) (i) d. 放射性物質の移行モデル及び評価に用いたパラメータの根拠)

1. 評価式

「ANSI/ANS-18.1-1999」を基に収支式を作成した。原子炉冷却材への各放射性物質の放出速度(Bq/s)を S 、燃料又は原子炉構成材料中の放射性物質の組成を C_S 、燃料及び原子炉構成材料の溶出率を S_L と設定した上で、以下のフロー図における原子炉冷却材の定常時の原子炉冷却材中放射性物質の濃度及びそのときの樹脂への移行速度の評価式を求めた。

Figure 1
Removal Paths for the Reference BWR

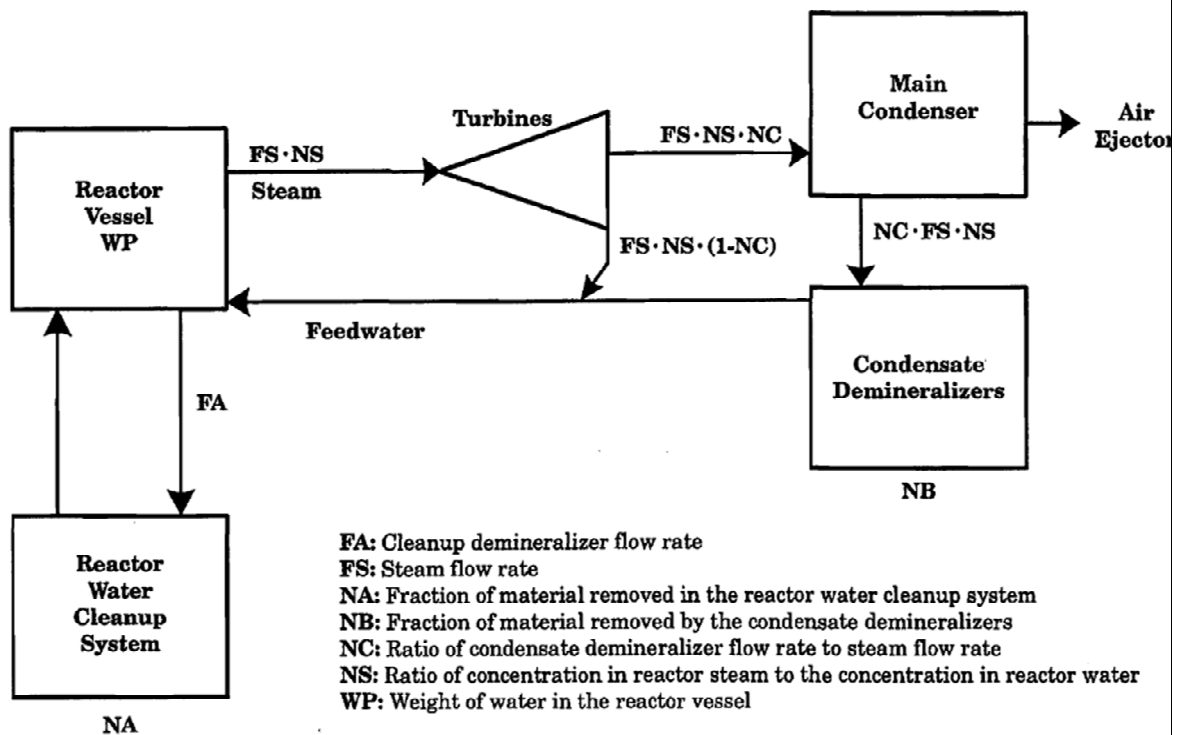
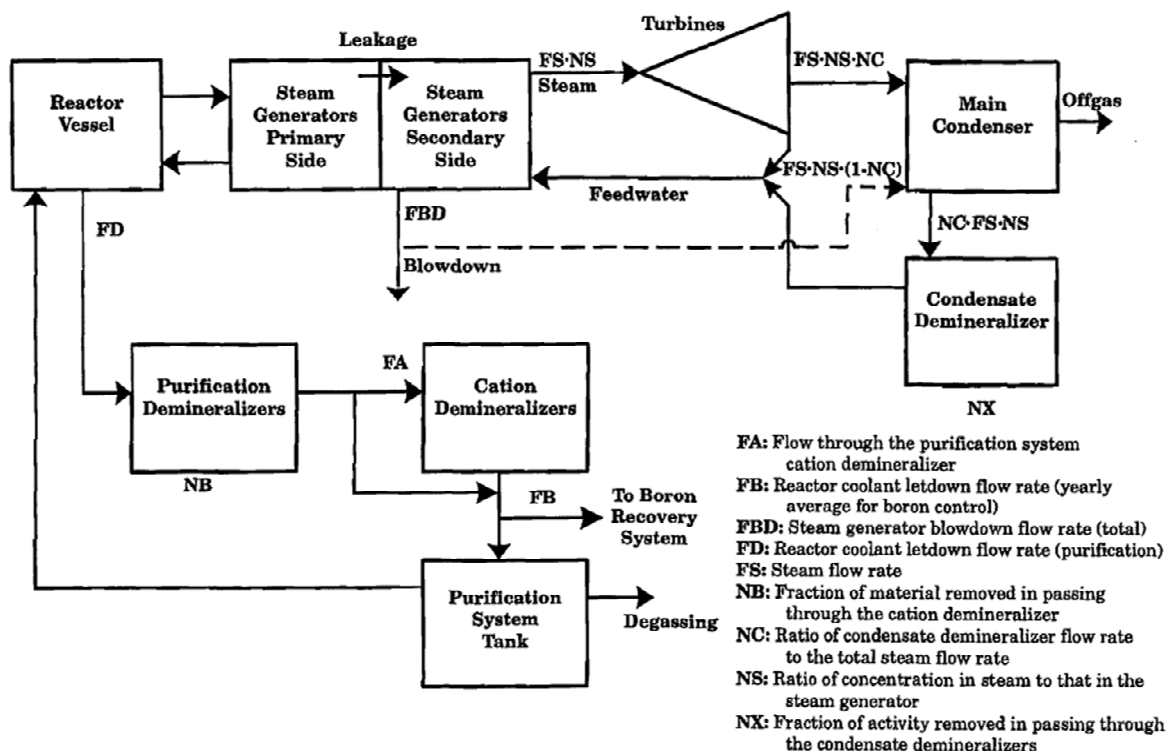


Figure 2
Removal Paths for the Reference PWR with U-Tube Steam Generators



2. 評価パラメータ

(1) 軽水炉発電所のあらましによる設定 (BWR)

原子力安全研究協会(1992)：「軽水炉発電所のあらまし(改訂版)」を用いて以下のパラメータを設定した。

- ・ 原子炉冷却材量：同資料「付録7 BWR・PWR プラント主要諸元(1, 100MWe 級の例)」における原子炉冷却材総量の値を使用した。
- ・ 主蒸気流量：同資料「表 2. 5. 2 1, 100MWe 級タービン設備主要機器仕様(例)」における、蒸気タービンの蒸気流量：約 6, 400t/h を基に設定した。
- ・ 原子炉浄化系流量：同資料「2. 8. 3 原子炉冷却材浄化設備(CUW 設備)」において「系統流量は主給水流量の 1%~7%であり、プラントによって異なるが最近の 1, 100 MWe 標準プラントでは約 2%流量のプラントが多い。」と記載されていることから、給水流量の 2%の値を用いた。

(2) 「ANSI/ANS-18. 1-1999」による設定

「ANSI/ANS-18. 1-1999」を用いて以下のパラメータを設定した。

(i) 浄化系混床式樹脂への流量・原子炉冷却材量・ほう酸回収系流量・カチオン樹脂への流量 (PWR)

(ii) 第 15 表のパラメータ(半減期、 λ 及び燃料溶出率を除く)

ただし、「ANSI/ANS-18. 1-1999」の値に対し、実態に合わせて以下の見直しを行っている。

- ・ H-3 の N_A 、 N_B (BWR)及び N_C (PWR)については、値が 0 となっているが、樹脂側への移行量が 0 となり樹脂へ移行しないこととなるため 0.01 に見直した。
- ・ C-14 については無機形態(酸化雰囲気)が想定され⁽⁷⁾、ほとんどが主蒸気系に移行すると考えられることから、BWR の N_S の値を 1×10^{-3} から 9.9×10^{-1} に見直した。

なお、H-3 及び C-14 は、最終的に埋設実績値を用いて放射エネルギーを設定しているため、上記の見直

しは今回評価した放射エネルギーに影響しない。

(3) その他のパラメータ(第16表)

(i) 半減期及び壊変定数

以下の文献値を使用した。

- ・ ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, 1e (International Commission on Radiological Protection) (2009)

なお、日から年への換算は平均太陽年：365.2422 d/y(「アイソトープ手帳11版」)を使用した。

(ii) 燃料からの溶出率(相対値)

燃料からの溶出率として、原子炉冷却材の分析結果等より以下の値を設定した。

- a. 希ガス、H及びC : 1
- b. ハロゲン、Tc及びMo : 0.2
- c. Cs等のアルカリ金属 : 0.02
- d. その他(TRUを含む) : 0.002

・ H及びCについては燃料から放出されやすいと考えられるため、1とした。

・ Tcについては計算値が非保守側になる傾向が見られたことから、比較的燃料から放出されやすいハロゲンと同じ値とした。MoについてもTcと化学挙動が似ていることから同様に設定した。

・ アルカリ金属は全てCsと同じ値とした。

(ii) 原子炉冷却材起源の放射エネルギーの設定

原子炉冷却材起源の放射エネルギー設定に当たり、生成速度への換算及び放射エネルギーへの換算は、以下のとおりとした。

a. 生成速度への換算

各放射性物質について、照射10日後の濃度 $C_1(i)$ (Bq/g) 及び照射100日後の濃度 $C_2(i)$ (Bq/g) より、生成速度 S_0 (Bq/(g・s)) を式(6)でそれぞれ評価し、高い側の S_0 に炉心水量を乗ずることで各放射性物質の生成速度 S (Bq/d) を設定した。その際、炉心水量として1, 100MWe 標準プラントを想定し、BWR では32.87t、PWR では14.6t を用いた。

$$S_0 = \frac{\lambda \cdot C_x(i)}{1 - e^{-\lambda t}} \dots\dots\dots (6)$$

ここで、

λ : 各放射性物質の崩壊定数(1/y)

t : 照射後の時間(y)

b. 生成放射エネルギーへの換算

上記で得られた炉型別・放射性物質別生成速度(Bq/d)を基に以下のとおり放射エネルギーを設定した。近年までの全生成放射エネルギーの評価として、平成23年度版の原子力施設運転管理年報記載の総発電量を基に生成放射エネルギーを評価した。ただし、原子炉冷却材浄化系樹脂に関しては埋設対象外であることから、原子炉冷却材浄化系樹脂への移行を考慮する必要がある。式(2)～式(5)を基に、原子炉冷却材中の放射性物質の濃度及び樹脂への移行速度を算出し、1年間(1運転サイクル相当)の樹脂移行放射エネルギーを評価した。一方、(原子炉冷却材中の濃度)×(原子炉冷却材量+年間ドレン量)を樹脂以外へ移行する放射エネルギーとした。その比と式(7)及び式(8)により、上記の運転管理年報記載の2010年度末までの総生成量を基に放射性廃棄物に移行する総放射エネルギーを整理した。その際、BWRは、復水浄化系樹脂へ移行する放射エネルギーも固体状の放射性廃棄物への移行分に加える。

使用するパラメータは、「2.(3)(i)d. 放射性物質の移行モデル及び評価に用いたパラメータ」に第17表を加えたものである。

$$A = S \cdot T_a \cdot 365.2422 \frac{1 - e^{-\lambda T_b}}{\lambda T_b} \dots\dots\dots (7)$$

$$T_a = \frac{P_{all}}{P_0 \cdot 8760} \dots\dots\dots (8)$$

ここで、

A : 原子炉冷却材起源の生成放射エネルギー(Bq)

S : 放射性物質の生成速度(Bq/d)

T_a : 換算照射期間(y)

λ : 各放射性物質の崩壊定数(1/y)

T_b : 各原子炉の平均運転期間(y)

P_{all} : 各炉型における総発電量(GWh)

P_0 : 想定した原子炉の出力(GW)

第17表 放射性廃棄物への移行量評価に用いたパラメータ

	BWR	PWR
P_{all} (GWh)	3,966,295 (2010年度末までの総発電量)	3,412,498 (2010年度末までの総発電量)
T_b (y)	16 (2010年度末までの総発電量と、2010年度末時点での総出力(28.682GW)より概算設定)	19 (2010年度末までの総発電量と、2010年度末時点での総出力(20.278GW)より概算設定)
ドレン水量 (t/y)	0 (保守的評価：BWRでは原子炉冷却材やドレン水に移行する放射エネルギーよりも、復水浄化系樹脂に移行する量がほとんどのため)	800 (大飯2号設置許可申請書における機器ドレン年間推定発生量(1号機と2号機の合計で1,600m ³ /y))

3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる原子炉冷却材起源の放射エネルギーの組成を第18表に示す。

第18表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる原子炉冷却材起源の放射量の組成(1/4)

(単位:Bq)

No.	放射性物質の種類	BWR			PWR			合計	
		燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	BWR	PWR
1	H-3	9.9×10^{10}	1.7×10^4	6.0×10^{13}	8.3×10^{11}	2.5×10^6	6.1×10^{12}	6.0×10^{13}	6.9×10^{12}
2	Be-10	7.5×10^{-1}	1.1×10^3	2.4×10^6	3.0×10^{-1}	3.9×10^3	2.8×10^8	2.4×10^6	2.8×10^8
3	C-14	1.0×10^6	3.5×10^6	9.1×10^{13}	1.7×10^7	6.9×10^7	9.1×10^{11}	9.1×10^{13}	9.1×10^{11}
4	Na-22	4.6×10^4	1.6×10^4	9.5×10^5	1.7×10^1	2.1×10^3	7.9×10^3	9.6×10^5	1.0×10^4
5	Si-32	2.7×10^{-3}	8.3×10^0	2.5×10^{-2}	1.9×10^{-3}	1.7×10^1	2.3×10^1	8.3×10^0	4.0×10^1
6	S-35	5.6×10^6	5.0×10^9	5.6×10^9	3.2×10^6	1.3×10^9	2.0×10^9	1.1×10^{10}	3.3×10^9
7	Cl-36	1.1×10^5	1.4×10^5	1.6×10^8	8.3×10^4	3.0×10^4	6.4×10^6	1.6×10^8	6.5×10^6
8	K-40	2.0×10^{-2}	4.7×10^0	9.8×10^{-2}	8.6×10^{-3}	3.1×10^0	3.5×10^2	4.8×10^0	3.5×10^2
9	Ca-41	3.2×10^4	3.9×10^4	6.1×10^1	1.0×10^1	3.1×10^4	4.0×10^6	3.9×10^4	4.0×10^6
10	Ca-45	7.6×10^4	4.8×10^9	2.0×10^4	3.2×10^4	3.6×10^{10}	1.1×10^9	4.8×10^9	3.7×10^{10}
11	Sc-46	8.4×10^3	1.9×10^{12}	3.4×10^3	4.6×10^3	1.2×10^{13}	3.0×10^5	1.9×10^{12}	1.2×10^{13}
12	V-49	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Mn-54	3.8×10^5	1.8×10^{12}	1.3×10^9	2.0×10^5	5.0×10^{11}	4.9×10^8	1.8×10^{12}	5.0×10^{11}
14	Fe-55	1.9×10^6	5.2×10^{12}	1.1×10^{10}	6.8×10^5	1.7×10^{12}	3.1×10^9	5.2×10^{12}	1.7×10^{12}
15	Fe-59	1.5×10^5	1.9×10^{12}	3.3×10^8	6.9×10^4	4.3×10^{11}	9.6×10^7	1.9×10^{12}	4.3×10^{11}
16	Co-58	5.9×10^6	1.7×10^{13}	1.8×10^5	2.9×10^6	6.1×10^{13}	1.3×10^4	1.7×10^{13}	6.1×10^{13}
17	Co-60	1.9×10^7	1.1×10^{13}	3.6×10^7	7.0×10^6	5.2×10^{12}	7.1×10^7	1.1×10^{13}	5.2×10^{12}
18	Ni-59	1.9×10^3	1.0×10^9	3.3×10^2	5.9×10^2	2.9×10^9	2.1×10^1	1.0×10^9	2.9×10^9
19	Ni-63	2.8×10^5	1.4×10^{11}	1.5×10^5	8.9×10^4	4.1×10^{11}	4.4×10^8	1.4×10^{11}	4.1×10^{11}
20	Zn-65	2.5×10^7	2.0×10^{10}	8.0×10^{10}	1.3×10^7	4.5×10^9	5.6×10^9	9.9×10^{10}	1.0×10^{10}
21	Se-75	0	9.2×10^9	1.0×10^6	0	2.2×10^9	7.1×10^4	9.2×10^9	2.2×10^9
22	Se-79	8.2×10^3	2.0×10^3	4.8×10^0	2.9×10^3	2.0×10^3	4.2×10^{-1}	1.0×10^4	4.9×10^3
23	Rb-87	9.0×10^4	6.3×10^2	4.5×10^{-8}	3.1×10^1	1.9×10^2	6.7×10^{-9}	7.2×10^2	2.2×10^2
24	Sr-85	8.2×10^{-12}	9.0×10^8	9.1×10^3	6.0×10^{-12}	6.6×10^9	6.4×10^2	9.0×10^8	6.6×10^9
25	Sr-89	2.4×10^{11}	2.0×10^9	1.5×10^4	1.2×10^{11}	1.4×10^{10}	1.1×10^3	2.4×10^{11}	1.4×10^{11}
26	Sr-90	1.8×10^{10}	1.6×10^5	1.3×10^{-1}	6.5×10^9	1.2×10^9	1.5×10^{-2}	1.8×10^{10}	6.5×10^9
27	Y-91	3.0×10^{11}	3.5×10^8	1.5×10^{-5}	1.6×10^{11}	4.5×10^8	1.5×10^{-4}	3.0×10^{11}	1.6×10^{11}
28	Zr-93	4.1×10^5	7.0×10^5	1.8×10^{-4}	1.5×10^5	5.6×10^5	1.9×10^{-5}	1.1×10^6	7.1×10^5
29	Zr-95	3.8×10^{11}	2.9×10^{11}	3.7×10^0	2.0×10^{11}	3.5×10^{11}	4.0×10^{-1}	6.7×10^{11}	5.4×10^{11}
30	Nb-91	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Nb-92	2.2×10^{-3}	2.7×10^2	8.5×10^{-4}	9.5×10^{-4}	4.8×10^1	7.5×10^{-5}	2.7×10^2	4.8×10^1
32	Nb-93m	2.0×10^4	1.6×10^5	3.4×10^{-1}	4.9×10^3	3.0×10^4	2.9×10^{-2}	1.8×10^5	3.5×10^4
33	Nb-94	3.0×10^4	2.7×10^7	2.9×10^{-2}	1.4×10^1	2.5×10^7	1.0×10^{-2}	2.7×10^7	2.5×10^7
34	Nb-95	3.9×10^{11}	3.0×10^{11}	5.9×10^1	2.0×10^{11}	3.6×10^{11}	4.4×10^0	6.8×10^{11}	5.5×10^{11}
35	Mo-93	2.4×10^3	2.5×10^7	9.0×10^1	1.0×10^3	2.3×10^6	8.2×10^0	2.5×10^7	2.3×10^6
36	Tc-97	4.9×10^{-17}	1.3×10^3	0	2.0×10^{-17}	6.7×10^3	0	1.3×10^3	6.7×10^3
37	Tc-97m	5.8×10^{-15}	4.0×10^6	0	3.5×10^{-15}	3.5×10^7	0	4.0×10^6	3.5×10^7
38	Tc-98	5.4×10^9	1.6×10^{-1}	3.8×10^{-8}	2.2×10^9	8.2×10^{-1}	5.7×10^{-9}	5.6×10^9	3.1×10^9
39	Tc-99	3.0×10^7	4.9×10^5	1.7×10^9	1.0×10^7	4.4×10^4	1.6×10^{-1}	3.0×10^7	1.0×10^7
40	Ru-103	2.9×10^{11}	3.7×10^{10}	1.7×10^{-2}	1.5×10^{11}	3.1×10^{11}	3.2×10^{-3}	3.3×10^{11}	4.7×10^{11}
41	Ru-106	8.0×10^{10}	2.1×10^6	6.4×10^{-12}	3.5×10^{10}	2.1×10^6	1.3×10^{-12}	8.0×10^{10}	3.5×10^{10}
42	Rh-102	5.8×10^3	5.8×10^7	1.5×10^{-5}	2.8×10^5	4.7×10^8	2.3×10^{-4}	5.9×10^7	4.7×10^8
43	Pd-107	1.5×10^4	2.9×10^3	6.3×10^{-4}	5.4×10^3	1.6×10^4	6.3×10^{-5}	1.8×10^4	2.1×10^4
44	Ag-108m	6.1×10^2	2.7×10^6	2.3×10^4	2.2×10^2	4.6×10^5	1.7×10^3	2.7×10^6	4.7×10^5
45	Ag-110m	3.7×10^8	8.9×10^9	4.4×10^6	1.8×10^8	9.0×10^9	3.1×10^5	9.3×10^9	9.2×10^9
46	Cd-109	9.2×10^5	4.9×10^8	4.1×10^4	4.3×10^5	1.0×10^8	3.3×10^3	5.0×10^8	1.0×10^8
47	Cd-113	7.8×10^{-9}	4.6×10^{-7}	1.7×10^{-6}	3.4×10^{-9}	2.8×10^{-8}	7.8×10^{-8}	2.2×10^{-6}	1.1×10^{-7}
48	Cd-113m	4.2×10^6	8.4×10^1	0	1.6×10^6	6.8×10^1	0	4.2×10^6	1.6×10^6
49	Cd-115m	8.7×10^7	5.6×10^9	5.4×10^4	4.6×10^7	1.2×10^9	4.2×10^3	5.7×10^9	1.2×10^9
50	In-114m	2.6×10^6	6.6×10^{10}	6.7×10^5	1.5×10^6	5.5×10^{11}	4.8×10^4	6.6×10^{10}	5.5×10^{11}

第18表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる原子炉冷却材起源の放射量の組成(2/4)

(単位:Bq)

No.	放射性物質の種類	BWR			PWR			合計	
		燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	BWR	PWR
51	In-115	3.9×10^6	9.5×10^{-2}	5.8×10^{-4}	1.3×10^6	5.1×10^{-1}	3.1×10^{-5}	9.5×10^{-2}	5.1×10^{-1}
52	Sn-113	3.1×10^9	3.1×10^{10}	4.0×10^4	1.8×10^5	1.5×10^{10}	3.0×10^3	3.1×10^{10}	1.5×10^{10}
53	Sn-119m	8.0×10^6	3.8×10^{10}	8.1×10^4	3.7×10^6	2.2×10^{10}	6.1×10^3	3.8×10^{10}	2.2×10^{10}
54	Sn-121m	3.8×10^9	4.9×10^6	7.8×10^1	1.4×10^5	2.9×10^6	6.6×10^0	5.2×10^6	3.0×10^6
55	Sn-123	1.7×10^8	6.5×10^9	8.8×10^3	8.3×10^7	2.9×10^9	6.1×10^2	6.6×10^9	3.0×10^9
56	Sn-126	1.1×10^5	2.1×10^0	0	4.1×10^4	1.7×10^0	0	1.1×10^5	4.1×10^4
57	Sb-124	6.4×10^7	5.6×10^{11}	4.7×10^6	3.5×10^7	3.7×10^{12}	3.4×10^5	5.6×10^{11}	3.7×10^{12}
58	Sb-125	1.5×10^9	9.6×10^9	6.2×10^4	6.0×10^8	8.0×10^9	5.3×10^3	1.1×10^{10}	8.6×10^9
59	Te-121m	0	0	0	0	0	0	0	0
60	Te-123	4.7×10^{-8}	2.9×10^{-2}	1.9×10^{-8}	2.1×10^{-8}	1.6×10^{-1}	2.6×10^{-9}	2.9×10^{-2}	1.6×10^{-1}
61	Te-123m	2.9×10^5	5.3×10^9	5.2×10^3	1.7×10^5	3.8×10^{10}	6.3×10^2	5.3×10^9	3.8×10^{10}
62	Te-125m	4.9×10^5	2.5×10^9	4.9×10^2	1.8×10^5	2.4×10^9	4.1×10^4	3.0×10^9	2.6×10^9
63	Te-127m	1.3×10^9	1.0×10^9	1.3×10^{-2}	5.9×10^8	8.4×10^9	1.4×10^{-3}	2.3×10^9	9.0×10^9
64	Te-129m	6.8×10^9	2.3×10^8	1.1×10^9	3.4×10^9	2.0×10^9	1.2×10^{-1}	7.0×10^9	5.5×10^9
65	I-125	1.9×10^{-10}	3.0×10^1	4.4×10^{-4}	2.2×10^{-10}	8.6×10^1	4.1×10^{-6}	3.0×10^1	8.6×10^1
66	I-129	3.2×10^5	1.1×10^2	4.6×10^{-4}	2.2×10^5	1.1×10^3	6.0×10^{-6}	3.3×10^5	2.2×10^5
67	Cs-134	3.4×10^{11}	1.1×10^{12}	5.6×10^{-1}	1.4×10^{11}	5.7×10^{11}	9.1×10^{-2}	1.4×10^{12}	7.2×10^{11}
68	Cs-135	1.9×10^6	3.9×10^4	4.6×10^{-6}	6.2×10^5	2.9×10^4	7.0×10^{-7}	2.0×10^6	6.5×10^5
69	Cs-137	4.0×10^{11}	5.1×10^5	9.2×10^{-2}	1.4×10^{11}	4.1×10^5	1.4×10^{-2}	4.0×10^{11}	1.4×10^{11}
70	Ba-133	1.1×10^3	2.1×10^7	3.6×10^3	3.5×10^2	1.1×10^8	2.7×10^2	2.1×10^7	1.1×10^8
71	La-137	0	1.2×10^1	0	0	2.7×10^1	0	1.2×10^1	2.7×10^1
72	La-138	5.9×10^{-5}	3.3×10^{-1}	5.2×10^{-12}	2.3×10^{-5}	2.1×10^0	5.9×10^{-13}	3.3×10^{-1}	2.1×10^0
73	Ce-139	1.9×10^6	9.8×10^5	1.5×10^{-5}	9.7×10^5	5.8×10^6	2.0×10^{-6}	2.8×10^6	6.7×10^5
74	Ce-141	3.6×10^{11}	1.2×10^8	5.6×10^{-3}	1.9×10^{11}	6.8×10^8	6.4×10^{-4}	3.6×10^{11}	1.9×10^{11}
75	Ce-144	2.9×10^{11}	3.4×10^6	0	1.3×10^{11}	3.3×10^6	0	2.9×10^{11}	1.3×10^{11}
76	Nd-144	1.9×10^{-4}	4.7×10^{-3}	7.4×10^{-31}	5.5×10^{-5}	2.7×10^{-2}	2.8×10^{-31}	4.9×10^{-3}	2.7×10^{-2}
77	Pm-145	0	3.2×10^4	0	0	3.8×10^4	0	3.2×10^4	3.8×10^4
78	Pm-146	3.1×10^5	3.3×10^0	0	1.4×10^5	3.1×10^0	0	3.1×10^5	1.4×10^5
79	Pm-147	4.8×10^{10}	1.3×10^9	0	1.8×10^{10}	7.0×10^9	0	4.9×10^{10}	2.5×10^{10}
80	Pm-148m	5.5×10^9	1.4×10^8	0	2.8×10^9	9.3×10^8	0	5.7×10^9	3.7×10^9
81	Sm-145	0	3.1×10^6	0	0	1.8×10^6	0	3.1×10^6	1.8×10^6
82	Sm-146	6.4×10^{-3}	2.4×10^{-3}	0	1.8×10^{-3}	2.4×10^{-3}	0	8.9×10^{-3}	4.3×10^{-3}
83	Sm-147	4.2×10^{-1}	3.6×10^{-1}	0	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	0	7.7×10^{-1}	2.1×10^{-1}
84	Sm-148	7.1×10^{-6}	4.5×10^{-6}	0	2.7×10^{-6}	1.6×10^{-6}	0	1.2×10^{-5}	4.3×10^{-6}
85	Sm-151	7.9×10^7	2.2×10^7	0	3.4×10^7	1.3×10^8	0	1.0×10^8	1.6×10^8
86	Eu-149	0	0	0	0	0	0	0	0
87	Eu-150	3.5×10^9	4.7×10^{-5}	0	1.3×10^9	3.8×10^{-5}	0	3.5×10^9	1.3×10^9
88	Eu-152	7.0×10^5	2.6×10^7	0	2.5×10^5	2.3×10^7	0	2.6×10^7	2.3×10^7
89	Eu-154	6.8×10^8	1.6×10^8	0	2.8×10^8	2.0×10^8	0	8.4×10^8	4.8×10^8
90	Eu-155	5.5×10^8	9.5×10^7	0	2.0×10^8	8.7×10^7	0	6.5×10^8	2.9×10^8
91	Gd-152	5.4×10^{-6}	5.5×10^{-4}	0	3.5×10^{-8}	3.3×10^{-3}	0	5.6×10^{-4}	3.3×10^{-3}
92	Gd-153	7.4×10^8	1.8×10^{10}	0	2.4×10^6	1.2×10^{11}	0	1.9×10^{10}	1.2×10^{11}
93	Tb-157	0	9.0×10^3	0	0	1.0×10^4	0	9.0×10^3	1.0×10^4
94	Tb-160	1.1×10^9	2.7×10^{12}	0	3.3×10^7	2.5×10^{13}	0	2.7×10^{12}	2.5×10^{13}
95	Dy-159	0	7.5×10^5	0	0	8.9×10^5	0	7.5×10^5	8.9×10^5
96	Ho-163	0	3.2×10^2	0	0	3.0×10^2	0	3.2×10^2	3.0×10^2
97	Ho-166m	1.1×10^2	6.6×10^4	0	3.4×10^1	7.8×10^4	0	6.6×10^4	7.8×10^4
98	Tm-170	2.6×10^2	7.2×10^{12}	0	1.5×10^2	6.0×10^{13}	0	7.2×10^{12}	6.0×10^{13}
99	Tm-171	2.2×10^9	6.1×10^{10}	3.8×10^{-11}	1.5×10^9	3.6×10^{11}	4.2×10^{-12}	6.1×10^{10}	3.6×10^{11}
100	Yb-169	0	1.1×10^{11}	0	0	7.5×10^{11}	0	1.1×10^{11}	7.5×10^{11}

第18表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる原子炉冷却材起源の放射量の組成(3/4)

(単位:Bq)

No.	放射性物質の種類	BWR			PWR			合計	
		燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	BWR	PWR
101	Lu-176	0	3.1×10^1	1.1×10^{-7}	0	2.0×10^2	1.1×10^{-6}	3.1×10^1	2.0×10^2
102	Lu-177m	0	2.5×10^9	9.1×10^{-2}	0	2.1×10^{10}	1.2×10^{-2}	2.5×10^9	2.1×10^{10}
103	Hf-175	0	3.3×10^8	2.0×10^5	0	3.1×10^8	1.1×10^4	3.3×10^8	3.1×10^8
104	Hf-181	1.0×10^9	4.7×10^9	1.7×10^6	6.3×10^{-1}	3.9×10^9	1.1×10^5	4.7×10^9	3.9×10^9
105	Hf-182	5.3×10^{-10}	1.8×10^0	4.7×10^{-3}	3.5×10^{-10}	2.1×10^0	5.7×10^{-4}	1.8×10^0	2.1×10^0
106	Ta-180m	4.4×10^{-14}	4.1×10^{-4}	1.3×10^{-6}	1.7×10^{-14}	1.3×10^{-3}	6.8×10^{-8}	4.1×10^{-4}	1.3×10^{-3}
107	Ta-182	3.9×10^3	2.7×10^{12}	4.4×10^7	1.6×10^3	1.1×10^{13}	3.1×10^6	2.7×10^{12}	1.1×10^{13}
108	W-181	7.1×10^4	1.2×10^{10}	5.9×10^0	3.9×10^4	1.5×10^{10}	6.1×10^{-1}	1.2×10^{10}	1.5×10^{10}
109	W-185	2.1×10^6	4.6×10^{11}	2.6×10^1	1.2×10^6	5.6×10^{11}	6.0×10^0	4.6×10^{11}	5.6×10^{11}
110	W-188	6.3×10^4	1.8×10^{10}	4.9×10^1	5.5×10^4	3.3×10^{10}	8.2×10^0	1.8×10^{10}	3.3×10^{10}
111	Re-187	1.0×10^{-3}	4.6×10^2	2.1×10^0	3.9×10^{-4}	2.4×10^3	1.1×10^{-1}	4.7×10^2	2.4×10^3
112	Os-185	0	5.3×10^9	0	0	4.7×10^{10}	0	5.3×10^9	4.7×10^{10}
113	Os-194	7.4×10^{-8}	9.2×10^6	1.7×10^0	5.5×10^{-8}	8.1×10^7	3.0×10^{-1}	9.2×10^6	8.1×10^7
114	Ir-192	1.5×10^1	7.7×10^{12}	1.5×10^8	9.9×10^0	1.4×10^{12}	1.1×10^7	7.7×10^{12}	1.4×10^{12}
115	Ir-192m	1.3×10^{-5}	4.6×10^6	3.0×10^3	7.0×10^{-6}	8.9×10^5	2.5×10^2	4.6×10^6	8.9×10^5
116	Ir-194m	1.3×10^{-2}	3.3×10^{11}	8.6×10^7	1.4×10^{-2}	6.3×10^{10}	6.0×10^6	3.3×10^{11}	6.3×10^{10}
117	Pt-190	0	6.6×10^{-3}	3.5×10^{-5}	0	3.8×10^{-2}	1.8×10^{-6}	6.6×10^{-3}	3.8×10^{-2}
118	Pt-193	4.4×10^{-5}	9.9×10^6	3.2×10^3	2.0×10^{-5}	2.9×10^7	3.4×10^2	9.9×10^6	2.9×10^7
119	Hg-203	1.1×10^{-1}	3.6×10^{10}	3.6×10^5	6.4×10^{-2}	3.2×10^{11}	2.5×10^6	3.6×10^{10}	3.2×10^{11}
120	Tl-204	4.7×10^{-3}	1.3×10^{10}	2.1×10^2	2.1×10^{-3}	7.4×10^{10}	2.9×10^3	1.3×10^{10}	7.4×10^{10}
121	Pb-205	4.7×10^{-4}	3.1×10^0	1.8×10^{-3}	1.8×10^{-4}	3.0×10^1	1.4×10^2	3.1×10^0	1.7×10^2
122	Pb-210	1.3×10^{-4}	1.6×10^{-7}	0	1.7×10^{-5}	4.1×10^{-7}	0	1.3×10^{-4}	1.8×10^{-5}
123	Bi-208	1.3×10^{-2}	2.1×10^2	1.2×10^{-1}	5.5×10^{-3}	4.3×10^1	1.6×10^{-2}	2.1×10^2	4.3×10^1
124	Bi-210m	3.8×10^{-3}	6.1×10^1	3.6×10^{-2}	1.5×10^{-3}	1.2×10^1	4.6×10^{-3}	6.1×10^1	1.2×10^1
125	Po-210	9.8×10^3	4.8×10^8	9.7×10^3	5.3×10^3	9.4×10^7	1.0×10^3	4.8×10^8	9.4×10^7
126	Ra-226	5.0×10^{-3}	5.1×10^{-7}	0	9.1×10^{-4}	7.3×10^{-7}	0	5.0×10^{-3}	9.1×10^{-4}
127	Ra-228	3.7×10^{-7}	4.2×10^{-3}	0	6.6×10^{-8}	3.3×10^{-3}	0	4.2×10^{-3}	3.3×10^{-3}
128	Ac-227	7.6×10^{-2}	5.2×10^{-3}	0	1.6×10^{-2}	7.6×10^{-3}	0	8.2×10^{-2}	2.4×10^{-2}
129	Th-228	2.0×10^2	7.2×10^0	0	4.9×10^1	1.3×10^1	0	2.0×10^2	6.2×10^1
130	Th-229	9.5×10^{-3}	2.1×10^{-3}	0	2.7×10^{-3}	3.1×10^{-3}	0	1.2×10^{-2}	5.8×10^{-3}
131	Th-230	9.0×10^0	2.1×10^{-3}	0	2.4×10^0	2.5×10^{-3}	0	9.0×10^0	2.4×10^0
132	Th-232	4.6×10^{-6}	9.2×10^{-2}	0	1.2×10^{-6}	3.6×10^{-2}	0	9.2×10^{-2}	3.6×10^{-2}
133	Pa-231	4.2×10^0	4.9×10^{-1}	0	1.2×10^0	5.6×10^{-1}	0	4.7×10^0	1.8×10^0
134	U-232	1.0×10^3	3.9×10^1	0	3.5×10^2	8.7×10^1	0	1.1×10^3	4.4×10^2
135	U-233	1.4×10^1	4.0×10^1	0	6.9×10^0	5.0×10^1	0	5.4×10^1	5.7×10^1
136	U-234	4.4×10^5	3.6×10^0	0	1.7×10^5	4.1×10^0	0	4.4×10^5	1.7×10^5
137	U-235	1.3×10^4	7.5×10^{-2}	0	5.7×10^3	6.1×10^{-2}	0	1.3×10^4	5.7×10^3
138	U-236	7.2×10^4	3.8×10^{-1}	0	2.7×10^4	2.7×10^{-1}	0	7.2×10^4	2.7×10^4
139	U-238	9.8×10^4	3.2×10^0	0	3.5×10^4	2.4×10^0	0	9.8×10^4	3.5×10^4
140	Np-235	3.0×10^2	3.4×10^{-3}	0	1.6×10^2	3.5×10^{-3}	0	3.0×10^2	1.6×10^2
141	Np-236	6.0×10^{-1}	6.9×10^{-6}	0	3.4×10^{-1}	7.6×10^{-6}	0	6.0×10^{-1}	3.4×10^{-1}
142	Np-237	4.5×10^4	4.9×10^{-1}	0	1.9×10^4	4.1×10^{-1}	0	4.5×10^4	1.9×10^4
143	Pu-236	5.7×10^4	6.7×10^{-1}	0	3.0×10^4	7.0×10^{-1}	0	5.7×10^4	3.0×10^4
144	Pu-237	3.2×10^4	6.3×10^{-1}	0	2.0×10^4	8.0×10^{-1}	0	3.2×10^4	2.0×10^4
145	Pu-238	1.9×10^8	2.6×10^3	0	8.1×10^7	2.1×10^3	0	1.9×10^8	8.1×10^7
146	Pu-239	8.2×10^7	2.4×10^3	0	3.7×10^7	2.3×10^3	0	8.2×10^7	3.7×10^7
147	Pu-240	8.9×10^7	2.2×10^3	0	3.2×10^7	1.7×10^3	0	8.9×10^7	3.2×10^7
148	Pu-241	2.0×10^{10}	7.3×10^5	0	8.8×10^9	6.8×10^5	0	2.0×10^{10}	8.8×10^9
149	Pu-242	1.4×10^5	5.3×10^0	0	5.0×10^1	4.1×10^0	0	1.4×10^5	5.0×10^1
150	Pu-244	7.6×10^{-3}	2.9×10^{-7}	0	4.3×10^{-3}	3.6×10^{-7}	0	7.6×10^{-3}	4.3×10^{-3}

第18表 3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる原子炉冷却材起源の放射エネルギーの組成(4/4)

(単位:Bq)

No.	放射性物質の種類	BWR			PWR			合計	
		燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	燃料起源	クラッド起源	原子炉冷却材起源	BWR	PWR
151	Am-241	1.8×10^7	6.7×10^2	0	5.8×10^6	4.3×10^2	0	1.8×10^7	5.8×10^6
152	Am-242m	6.5×10^5	2.4×10^1	0	2.1×10^5	1.7×10^1	0	6.5×10^5	2.1×10^5
153	Am-243	6.6×10^5	2.5×10^1	0	2.6×10^5	2.2×10^1	0	6.6×10^5	2.6×10^5
154	Cm-241	7.0×10^2	2.6×10^{-2}	0	3.5×10^2	2.8×10^{-2}	0	7.0×10^2	3.5×10^2
155	Cm-242	3.2×10^9	1.2×10^5	0	1.1×10^9	8.6×10^4	0	3.2×10^9	1.1×10^9
156	Cm-243	5.2×10^5	1.9×10^1	0	1.8×10^5	1.4×10^1	0	5.2×10^5	1.8×10^5
157	Cm-244	3.5×10^7	1.3×10^3	0	1.5×10^7	1.3×10^3	0	3.5×10^7	1.5×10^7
158	Cm-245	2.2×10^3	8.2×10^{-2}	0	1.2×10^3	9.5×10^{-2}	0	2.2×10^3	1.2×10^3
159	Cm-246	1.7×10^2	6.2×10^{-3}	0	7.6×10^1	6.0×10^{-3}	0	1.7×10^2	7.6×10^1
160	Cm-247	2.5×10^{-1}	9.0×10^{-9}	0	1.3×10^{-1}	1.0×10^{-8}	0	2.5×10^{-1}	1.3×10^{-1}
161	Cm-248	3.1×10^{-1}	1.1×10^{-8}	0	1.7×10^{-1}	1.3×10^{-8}	0	3.1×10^{-1}	1.7×10^{-1}
162	Cm-250	9.0×10^{-11}	3.1×10^{-15}	0	9.9×10^{-11}	7.4×10^{-15}	0	9.0×10^{-11}	9.9×10^{-11}
163	Bk-249	5.8×10^{-1}	2.0×10^{-5}	0	4.1×10^{-1}	3.1×10^{-5}	0	5.8×10^{-1}	4.1×10^{-1}
164	Cf-249	1.8×10^{-1}	6.4×10^{-9}	0	9.1×10^{-5}	6.8×10^{-9}	0	1.8×10^{-1}	9.1×10^{-5}
165	Cf-250	1.4×10^{-2}	4.7×10^{-7}	0	8.5×10^{-3}	6.4×10^{-7}	0	1.4×10^{-2}	8.5×10^{-3}
166	Cf-251	4.8×10^{-5}	1.6×10^{-9}	0	3.2×10^{-5}	2.4×10^{-9}	0	4.8×10^{-5}	3.2×10^{-5}
167	Cf-252	3.6×10^{-3}	1.2×10^{-7}	0	2.1×10^{-3}	1.5×10^{-7}	0	3.6×10^{-3}	2.1×10^{-3}
168	Cf-254	1.4×10^{-6}	4.6×10^{-11}	0	1.0×10^{-6}	7.3×10^{-11}	0	1.4×10^{-6}	1.0×10^{-6}
169	Es-254	9.9×10^{-7}	3.3×10^{-11}	0	5.2×10^{-7}	3.7×10^{-11}	0	9.9×10^{-7}	5.2×10^{-7}
170	Es-255	9.5×10^{-9}	7.2×10^{-13}	0	4.8×10^{-9}	8.1×10^{-13}	0	9.5×10^{-9}	4.8×10^{-9}

(2. (3) (ii) 原子炉冷却材起源の放射エネルギーの設定の根拠)

1. 評価モデル

(1) 生成速度への換算

式(5)は放射性物質の崩壊による減衰を考慮した式である。

クラッド起源放射エネルギーでは照射期間は100日としたが、原子炉冷却材起源放射エネルギーは生成量をそのまま総放射能に用いることから、より保守的に照射期間は10日と100日のうち、生成速度が速い側の値を使用した。

「ORIGEN-2.2UPJ」を用いた原子炉冷却材の放射化計算の方法は、クラッド起源放射エネルギーと同様である。

(2) 生成放射エネルギーへの換算

2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、2012年度以降の発電量は限定的であることから、2010年度までに生成した総放射エネルギーを算出する。

なお、今回の評価では2010年度までに生成した原子炉冷却材起源の放射エネルギーの全量が1号、2号及び3号廃棄物埋設施設それぞれの放射エネルギーの計算に使用されるという非常に保守的な設定である。

2. 評価パラメータ

(1) 炉心水量

BWR、PWRとも110万kW級の大型炉を想定し、炉心水量は以下のとおり計算した。

BWR : $(\text{炉心等価直径}^{\ast 1}/2)^2 \times \pi \times \text{炉心有効高さ}^{\ast 1} \times \text{ボイド率} \times \text{比重}$

$$= (4.75\text{m}/2)^2 \times \pi \times 3.71\text{m} \times 0.5 \times 1\text{t}/\text{m}^3$$

$$= 32.87\text{t}$$

PWR : $\{(\text{炉心等価直径}/2)^2 \times \pi \times \text{炉心有効高さ}^{\ast 2} - \text{燃料ピン体積}\} \times \text{比重}$

$$= \{(3.37\text{m}/2)^2 \times \pi \times 3.66\text{m} - 13.22\text{m}^3\} \times 0.75\text{t}/\text{m}^3$$

$$= 14.6\text{t}$$

*1 : 通産省資源エネルギー庁公益事業部原子力発電課(編) : 原子力発電便覧 '99年版

*2 : (社)火力原子力発電技術協会(編) : 原子力発電所一全体計画と設備一(改訂版)

(2) 移行評価パラメータ

第17表のとおり。

(4) 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定

既申請書に記載している1号及び2号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質(11種類)の放射エネルギーについては、これまでの埋設実績(埋設数量及び放射エネルギー)に基づき、これら以外の放射性物質の放射エネルギーについては、燃焼・放射化計算で求めた代表的な放射性物質との放射エネルギーの組成比等に基づき設定する。

(i) 埋設数量の設定

a. 3号廃棄物埋設施設

3号廃棄物埋設施設の総埋設数量は211,200本である。3号廃棄物埋設施設は今後建設・埋設する施設であり、埋設対象となる廃棄物はBWRとPWRから発生する廃棄物のみであるため、本評価ではBWRとPWRの埋設数量が同じと仮定し、埋設数量を以下のとおり設定する。

なお、BWRとPWRの埋設数量比は変動する可能性はあるが、設定した総放射エネルギーを超えないよう管理することから、BWR/PWRの比率が変動したとしても、総放射エネルギーの観点では安全評価結果への影響はない。

- ・ BWR : 105,600本
- ・ PWR : 105,600本

(ii) 1号及び2号廃棄物埋設施設(既申請書)の申請放射性物質(11種類)の放射エネルギーの設定

a. 埋設実績に基づく放射エネルギーの設定

1号及び2号廃棄物埋設施設の2016年3月末までの埋設実績に基づく埋設放射エネルギーを第19表及び第20表に示す。また、1号及び2号埋設放射エネルギー(実績)におけるCs-137/Ni-63比を第21表に示す。第19表及び第20表からBWR、PWR分のみを対象として、それぞれ均質・均一固化体と充填固化体の1本当たりの放射エネルギーの推定値を算出した。算出結果を第22表及び第23表に示す。

第19表 1号埋設放射能(2016年3月末時点)

		BWR	PWR	合計
埋設数量(本)		105,606	42,541	148,147
放射能(Bq) (実績)	H-3	3.92×10^{11}	1.32×10^{12}	1.71×10^{12}
	C-14	9.72×10^{11}	6.25×10^{11}	1.60×10^{12}
	Co-60	6.16×10^{12}	1.19×10^{12}	7.35×10^{12}
	Ni-59	2.79×10^{10}	3.28×10^{10}	6.07×10^{10}
	Ni-63	3.06×10^{12}	3.77×10^{12}	6.83×10^{12}
	Sr-90	4.54×10^{11}	3.22×10^{10}	4.87×10^{11}
	Nb-94	8.79×10^8	1.17×10^9	2.05×10^9
	Tc-99	6.37×10^8	4.46×10^8	1.08×10^9
	I-129	7.03×10^6	4.42×10^4	7.08×10^6
	Cs-137	8.61×10^{12}	1.31×10^{12}	9.92×10^{12}
全 α 核種		7.46×10^{10}	6.55×10^9	8.12×10^{10}

第20表 2号埋設放射能(2016年3月末時点)

		BWR	PWR	GCR	合計	BWR・PWR 合計
埋設数量(本)		74,888	60,320	144	135,352	135,208
放射能(Bq) (実績)	H-3	1.00×10^{11}	8.20×10^{11}	0	9.20×10^{11}	9.20×10^{11}
	C-14	3.63×10^{10}	8.50×10^{10}	2.94×10^4	1.21×10^{11}	1.21×10^{11}
	Co-60	1.23×10^{11}	5.74×10^{10}	1.97×10^7	1.80×10^{11}	1.80×10^{11}
	Ni-59	9.18×10^8	2.16×10^9	9.39×10^6	3.08×10^9	3.07×10^9
	Ni-63	1.02×10^{11}	2.36×10^{11}	9.60×10^8	3.39×10^{11}	3.38×10^{11}
	Sr-90	3.43×10^{10}	1.09×10^{10}	3.97×10^8	4.56×10^{10}	4.52×10^{10}
	Nb-94	8.32×10^7	3.98×10^8	1.28×10^7	4.94×10^8	4.81×10^8
	Tc-99	4.52×10^6	6.02×10^5	1.12×10^7	1.64×10^7	5.13×10^6
	I-129	5.06×10^5	7.01×10^4	2.22×10^0	5.76×10^5	5.76×10^5
	Cs-137	3.07×10^{10}	1.70×10^{10}	9.83×10^7	4.78×10^{10}	4.77×10^{10}
	全 α 核種		3.72×10^{10}	9.78×10^9	3.16×10^7	4.70×10^{10}

第21表 1号及び2号埋設放射能(実績)のCs-137/Ni-63比(2016年3月末時点)

	1号	2号
BWR	2.8	0.3
PWR	0.35	0.072
B, P 合計	1.5	0.14

第22表 均質・均一固化体の1本当たりの放射エネルギー(2016年3月末時点)

		BWR	PWR
放射エネルギー(Bq/本) (実績)	H-3	3.71×10^6	3.10×10^7
	C-14	9.21×10^6	1.47×10^7
	Co-60	5.84×10^7	2.79×10^7
	Ni-59	2.64×10^5	7.70×10^5
	Ni-63	2.90×10^7	8.86×10^7
	Sr-90	4.30×10^6	7.58×10^5
	Nb-94	8.33×10^3	2.74×10^4
	Tc-99	6.03×10^3	1.05×10^4
	I-129	6.66×10^1	1.04×10^0
	Cs-137	8.15×10^7	3.08×10^7
	全 α 核種	7.07×10^5	1.54×10^5

第23表 充填固化体の1本当たりの放射エネルギー(2016年3月末時点)

		BWR	PWR	GCR
放射エネルギー(Bq/本) (実績)	H-3	1.34×10^6	1.36×10^7	0
	C-14	4.85×10^5	1.41×10^6	2.04×10^2
	Co-60	1.64×10^6	9.51×10^5	1.37×10^5
	Ni-59	1.23×10^4	3.57×10^4	6.52×10^4
	Ni-63	1.36×10^6	3.91×10^6	6.66×10^6
	Sr-90	4.58×10^5	1.80×10^5	2.76×10^6
	Nb-94	1.11×10^3	6.59×10^3	8.90×10^4
	Tc-99	6.04×10^1	9.99×10^0	7.80×10^4
	I-129	6.76×10^0	1.16×10^0	1.55×10^{-2}
	Cs-137	4.10×10^5	2.82×10^5	6.83×10^5
	全 α 核種	4.96×10^5	1.62×10^5	2.19×10^5

得られた1本当たりの放射エネルギーに「2.(4)(i) 埋設数量の設定」で設定した埋設数量を乗じること
 とで、3号廃棄物埋設施設の放射エネルギーを設定した。

埋設実績を基にした放射エネルギーの設定結果を第24表に示す。

第24表 2号埋設実績を基にした3号予想放射エネルギー

		BWR	PWR	合計
想定埋設数量(本)		105,600	105,600	211,200
放射エネルギー(Bq)	H-3	1.42×10^{11}	1.43×10^{12}	1.58×10^{12}
	C-14	5.12×10^{10}	1.49×10^{11}	2.00×10^{11}
	Co-60	1.74×10^{11}	1.00×10^{11}	2.74×10^{11}
	Ni-59	1.30×10^9	3.77×10^9	5.07×10^9
	Ni-63	1.43×10^{11}	4.13×10^{11}	5.57×10^{11}
	Sr-90	4.83×10^{10}	1.91×10^{10}	6.74×10^{10}
	Nb-94	1.17×10^8	6.96×10^8	8.14×10^8
	Tc-99	6.38×10^6	1.05×10^6	7.43×10^6
	I-129	7.14×10^5	1.23×10^5	8.36×10^5
	Cs-137	4.33×10^{10}	2.98×10^{10}	7.31×10^{10}
	全α核種	5.24×10^{10}	1.71×10^{10}	6.95×10^{10}
	Cs-137*1	4.00×10^{11}	1.45×10^{11}	5.45×10^{11}

*1 : Ni-63 放射エネルギー×Cs-137/Ni-63 比(1号実績)より算出。表中の放射性物質以外の燃料起源放射性物質の放射エネルギーは、この値を基準に設定した。

b. 代表的な放射性物質の放射エネルギーの設定

既申請書において主要な放射性物質として記載されていない、埋設実績に基づいて設定できない放射性物質の放射エネルギーについては、燃料起源の放射性物質の代表としてCs-137、クラッド起源の放射性物質の代表としてNi-63を用いて算出する。また、今回はクラッド起源としてジルカロイとそれ以外の2種類を想定することから、その寄与率の設定には原子炉冷却材中のCo-60とZr-95を使用する。

充填固化体において燃料寄与を求めするためのCs-137の放射エネルギーについては、以下の理由から、2号廃棄物埋設施設における充填固化体の埋設実績による設定ではなく、Ni-63の放射エネルギーと1号廃棄物埋設施設における均質・均一固化体におけるCs-137/Ni-63比を用いて設定する。

- ① 固体状の放射性廃棄物においては、Cs-137は検出され難く、ND値を用いて評価している廃棄体が多い。
- ② Cs-137は溶解度が高く、固体状の放射性廃棄物に残存し難いと考えられている。また、1号及び2号埋設放射エネルギー(実績)におけるCs-137/Ni-63比を比較した場合、第21表に示すとおり、1号埋設放射エネルギー(実績)の方がおおむね1桁大きい。このため、固体状の放射性廃棄物のCs-137量を基準に他の核分裂生成物の放射エネルギーを設定する場合、2号埋設放射エネルギー(実績)のCs-137/Ni-63比を使うと他の燃料起源核種が過小評価となるおそれがあるため、均質・均一固化体におけるCs-137/Ni-63比を用いて設定する。

充填固化体における燃料起源の放射性物質の放射エネルギーの設定方法は以下のとおりである。

- ③ BWR、PWRそれぞれの充填固化体1本当たりのNi-63放射エネルギーを第23表より設定する。
- ④ 第19表より均一固化体のCs-137/Ni-63比をBWR、PWRそれぞれ設定した。
- ⑤ ③のNi-63放射エネルギーに④のCs-137/Ni-63比を乗じ、充填固化体1本当たりのCs-137放射エネルギー(寄与率設定用)を設定する。
- ⑥ ⑤のCs-137放射エネルギーと「2.(2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算」で求めるCs-137に対する放射エネルギー組成比より、充填固化体1本当たりの各燃料起源の放射性物質の放射エネルギーを設定する。
- ⑦ 充填固化体1本当たりのCs-137放射エネルギーは第23表より設定する。

また、原子炉冷却材中のCo-60、Zr-95濃度については運転中の原子炉冷却材分析値におけるCo-

60、Zr-95 の平均濃度(有効数字2桁に切り上げ)を用いて設定する。

- ・BWR Co-60 : 6.7Bq/g、Zr-95 : 0.18Bq/g
- ・PWR Co-60 : 1.8Bq/g、Zr-95 : 0.12Bq/g

(2. (4) (ii) 1号及び2号廃棄物埋設施設(既申請書)の申請放射性物質(11種類)の放射エネルギーの設定の根拠)

1. 埋設実績に基づく放射エネルギーの評価方法

(1) 埋設データの整理

1号及び2号廃棄物埋設施設それぞれについて、炉型別に埋設数量と放射エネルギーを整理する。

(2) 廃棄体1本当たりの放射エネルギー算出

(放射エネルギー) ÷ (埋設数量) により廃棄体1本当たりの放射エネルギーを算出する。

(3) 3号廃棄物埋設施設に対する炉型別想定埋設数量設定

3号廃棄物埋設施設の炉型別想定埋設数量については、BWR:PWR比1:1として総埋設数量を按分する。

2. 代表的な放射性物質の選定と放射エネルギーの設定

燃料起源の代表としては代表的な核分裂生成物であり測定も比較的容易なCs-137を用いた。ただし、Cs-137は溶解度が高い化学形態が多く、付着汚染物については他の核分裂生成物と比較して相対的に濃度が低いおそれがあることから、充填固化体中の平均濃度については補正を行う。

クラッド起源の代表としては代表的な放射化生成物であるNi-63を用いた。放射化生成物の代表としてよく用いられるCo-60については、半減期が比較的短く受け入れた廃棄物中の濃度に減衰の影響が見られるおそれがあったため、比較的半減期が長いNi-63を放射性物質の代表とする。

クラッド起源の中でジルカロイについては特有の放射性物質(Zr, Sn起源等)が測定対象となっていないため、原子炉冷却材中のZr-95濃度より設定することとした。その際、同じクラッドで代表的な放射性物質であるCo-60との平均濃度の比を用いるものとする。

(iii) 主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーの設定結果

以下のとおり主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーを設定する。

- a. 燃料中の放射性物質及び原子炉構成材料の組成(170種類)をBWR・PWRそれぞれについて設定する。
 - (a) 「2. (1) (i) ウラン同位体組成比と燃料中の不純物の元素組成」で設定する元素組成と「2. (2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算」の燃焼計算条件により、燃焼計算を行い燃料起源の放射性物質の組成を設定する。
 - (b) 「2. (1) (ii) 原子炉構成材料の元素組成(不純物含む)」で設定した元素組成と「2. (2) 燃焼・放射化条件の設定及び燃焼・放射化計算」における放射化計算条件により各原子炉構成材料の放射化計算を行う。
 - (c) ジルカロイを除く原子炉構成材料については、「2. (3) (i) a. 原子炉構成材料の溶出率」に示す溶出率と「2. (3) (i) b. 評価対象とする原子炉構成材料と接液面積率」に示す材料別接液面積比で補正し炉型別に合計し、クラッド起源(Zry 以外)の放射性物質の組成を設定する。
 - (d) ジルカロイについては「2. (3) (i) b. 評価対象とする原子炉構成材料と接液面積率」に示す材料別接液比で補正し炉型別に合計し、クラッド起源(Zry)の放射性物質の組成を設定する。
- b. 原子炉冷却材内における燃料・クラッドそれぞれの放射性物質の組成を、BWR・PWRそれぞれについて以下の方法で設定した上で実績に一致するように足し合わせ(フィッティング)、燃料・クラッド起源の放射エネルギー(170種類)を算出する。
 - (a) a. で設定された燃料、クラッド(Zry 以外)及びクラッド(Zry)の3種類の放射性物質の組成を用い、「2. (3) (i) d. 放射性物質の移行モデル及び評価に用いたパラメータ」における評価式及びパラメータを用いて原子炉冷却材中における3種類の生成起源別の放射性物質の組成を設定する。
 - (b) Zr-95/Co-60比が運転中の原子炉冷却材分析値におけるCo-60、Zr-95の平均濃度の比に等しくなるようにクラッド(Zry 以外)及びクラッド(Zry)それぞれの生成源の放射性物質の組成の寄与率を設定した上で合計し、クラッド起源(全体)の放射性物質の組成を設定する。
 - (c) 「2. (4) 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の放射エネルギーの設定」で設定した放射エネルギーを用いて、Ni-63及びCs-137の放射エネルギーが「2. (4) (ii) 1号及び2号廃棄物埋設施設(既申請書)の申請放射性物質(11種類)の放射エネルギーの設定」の実績値(Cs-137は放射エネルギー評価計算用)に等しくなるように燃料、クラッド(全体)それぞれの生成源の放射性物質の組成の寄与率を設定した上で合計し、燃料・クラッド起源の放射エネルギー(170種類)を設定する。
 - (d) BWR・PWRそれぞれについて「2. (3) (ii) 原子炉冷却材起源の放射エネルギーの設定」に示すモデル・パラメータで原子炉冷却材起源の放射エネルギーを計算し、第24表に示す11種類の放射性物質及びCl-36を除き(b)の結果に足し合わせる。
 - (e) BWR・PWRの結果を合計した上で、第24表に示す11種類の放射性物質の中でCo-60を除く10種類の放射性物質については、第24表の値を用いる。
 - (f) 上記を主要な放射性物質選定に用いる総放射エネルギー(170種類)とする。3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーを第25表に示す。

(2. (4) (iii) 主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギー設定結果の根拠)

1. 生成源の分類(燃料・クラッド起源)

生成源は燃料、クラッド(Zry 以外)及びクラッド(Zry)の3種類に集約する。学会標準等、従前の評価ではクラッド起源は1種類に集約しているが、本評価では新たにクラッドの起源として Zry 合金の構成材(燃料被覆管及びチャンネルボックス)を加える。しかし、これらの材料に対する溶出率のデータが文献等により設定できないため、従前のクラッド起源とは分離して原子炉冷却材中の放射性物質の組成を設定する。その上で、運転中の炉水中の Zr-95/Co-60 比と等しくなるように両者の寄与率を設定して合計する。

2. 放射エネルギー設定方法(燃料・クラッド起源)

均質・均一固化体及び充填固化体ともに原子炉冷却材中の放射性物質の組成の足し合わせで設定する。充填固化体においても放射性物質の生成源は均質・均一固化体と同じく全て原子炉内での放射化、燃料被覆管からの漏出に帰着することから、原子炉冷却材中の放射性物質の組成を用いる。

3. 放射エネルギー設定方法(原子炉冷却材起源)

設定方法は「2. (4) (ii) 1号及び2号廃棄物埋設施設(既申請書)の申請放射性物質(11種類)の放射エネルギーの設定」で記載しているため省略する。

第25表 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギー(1/2)

放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)	放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)
H-3	1.23×10^1	1.6×10^{12}	Cd-115m	1.22×10^{-1}	6.9×10^9
Be-10	1.51×10^6	2.8×10^8	In-114m	1.36×10^{-1}	6.2×10^{11}
C-14	5.70×10^3	2.0×10^{11}	In-115	4.41×10^{14}	6.1×10^{-1}
Na-22	2.60×10^0	9.7×10^5	Sn-113	3.15×10^{-1}	4.6×10^{10}
Si-32	1.32×10^2	4.8×10^1	Sn-119m	8.03×10^{-1}	6.0×10^{10}
S-35	2.40×10^{-1}	1.4×10^{10}	Sn-121m	4.39×10^1	8.3×10^6
Cl-36	3.01×10^5	4.8×10^5	Sn-123	3.54×10^{-1}	9.7×10^9
K-40	1.25×10^9	3.5×10^2	Sn-126	2.30×10^5	1.6×10^5
Ca-41	1.02×10^5	4.1×10^6	Sb-124	1.65×10^{-1}	4.3×10^{12}
Ca-45	4.46×10^{-1}	4.2×10^{10}	Sb-125	2.76×10^0	2.0×10^{10}
Sc-46	2.30×10^{-1}	1.4×10^{13}	Te-121m	4.22×10^{-1}	0
V-49	9.04×10^{-1}	0	Te-123	6.00×10^{14}	1.9×10^{-1}
Mn-54	8.55×10^{-1}	2.3×10^{12}	Te-123m	3.27×10^{-1}	4.3×10^{10}
Fe-55	2.74×10^0	6.9×10^{12}	Te-125m	1.57×10^{-1}	5.6×10^9
Fe-59	1.22×10^{-1}	2.3×10^{12}	Te-127m	2.99×10^{-1}	1.1×10^{10}
Co-58	1.94×10^{-1}	7.9×10^{13}	Te-129m	9.21×10^{-2}	1.2×10^{10}
Co-60	5.27×10^0	1.6×10^{13}	I-125	1.63×10^{-1}	1.2×10^2
Ni-59	1.01×10^5	5.1×10^9	I-129	1.57×10^7	8.4×10^5
Ni-63	1.00×10^2	5.6×10^{11}	Cs-134	2.06×10^0	2.1×10^{12}
Zn-65	6.69×10^{-1}	1.1×10^{11}	Cs-135	2.30×10^6	2.6×10^6
Se-75	3.28×10^{-1}	1.1×10^{10}	Cs-137	3.02×10^1	7.3×10^{10}
Se-79	2.95×10^5	1.5×10^4	Ba-133	1.05×10^1	1.3×10^8
Rb-87	4.92×10^{10}	9.3×10^2	La-137	6.00×10^4	3.9×10^1
Sr-85	1.78×10^{-1}	7.5×10^9	La-138	1.02×10^{11}	2.4×10^0
Sr-89	1.38×10^{-1}	3.8×10^{11}	Ce-139	3.77×10^{-1}	9.6×10^6
Sr-90	2.88×10^1	6.7×10^{10}	Ce-141	8.91×10^{-2}	5.5×10^{11}
Y-91	1.60×10^{-1}	4.6×10^{11}	Ce-144	7.81×10^{-1}	4.2×10^{11}
Zr-93	1.53×10^6	1.8×10^6	Nd-144	2.29×10^{15}	3.2×10^{-2}
Zr-95	1.75×10^{-1}	1.2×10^{12}	Pm-145	1.77×10^1	6.9×10^4
Nb-91	6.80×10^2	0	Pm-146	5.53×10^0	4.4×10^5
Nb-92	3.47×10^7	3.1×10^2	Pm-147	2.62×10^0	7.4×10^{10}
Nb-93m	1.61×10^1	2.2×10^5	Pm-148m	1.13×10^{-1}	9.3×10^9
Nb-94	2.03×10^4	8.1×10^8	Sm-145	9.32×10^{-1}	4.9×10^6
Nb-95	9.59×10^{-2}	1.2×10^{12}	Sm-146	1.03×10^8	1.3×10^{-2}
Mo-93	4.00×10^3	2.7×10^7	Sm-147	1.06×10^{11}	9.8×10^{-1}
Tc-97	2.60×10^6	7.9×10^3	Sm-148	7.00×10^{15}	1.6×10^{-5}
Tc-97m	2.47×10^{-1}	3.9×10^7	Sm-151	9.00×10^1	2.6×10^8
Tc-98	4.20×10^6	8.6×10^0	Eu-149	2.55×10^{-1}	0
Tc-99	2.11×10^5	7.4×10^6	Eu-150	3.69×10^1	4.7×10^0
Ru-103	1.08×10^{-1}	8.0×10^{11}	Eu-152	1.35×10^1	5.0×10^7
Ru-106	1.02×10^0	1.2×10^{11}	Eu-154	8.59×10^0	1.3×10^9
Rh-102	5.67×10^{-1}	5.3×10^8	Eu-155	4.76×10^0	9.4×10^8
Pd-107	6.50×10^6	3.9×10^4	Gd-152	1.08×10^{14}	3.9×10^{-3}
Ag-108m	4.18×10^2	3.2×10^6	Gd-153	6.59×10^{-1}	1.4×10^{11}
Ag-110m	6.84×10^{-1}	1.8×10^{10}	Tb-157	7.10×10^1	1.9×10^4
Cd-109	1.26×10^0	6.0×10^8	Tb-160	1.98×10^{-1}	2.8×10^{13}
Cd-113	7.70×10^{15}	2.3×10^{-6}	Dy-159	3.96×10^{-1}	1.6×10^6
Cd-113m	1.41×10^1	5.7×10^6	Ho-163	4.57×10^3	6.1×10^2

第25表 3号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギー(2/2)

放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)	放射性物質の種類	半減期(y)	放射エネルギー(Bq)
Ho-166m	1.20×10^3	1.4×10^5	U-233 ^{*1}	1.59×10^5	1.1×10^2
Tm-170	3.52×10^{-1}	6.7×10^{13}	U-234 ^{*1}	2.46×10^5	6.2×10^5
Tm-171	1.92×10^0	4.2×10^{11}	U-235 ^{*1}	7.04×10^8	1.8×10^4
Yb-169	8.77×10^{-2}	8.6×10^{11}	U-236 ^{*1}	2.34×10^7	9.9×10^4
Lu-176	3.85×10^{10}	2.3×10^2	U-238 ^{*1}	4.47×10^9	1.3×10^5
Lu-177m	4.39×10^{-1}	2.3×10^{10}	Np-235 ^{*1}	1.09×10^0	4.6×10^2
Hf-175	1.92×10^{-1}	6.4×10^8	Np-236 ^{*1}	1.54×10^5	9.4×10^{-1}
Hf-181	1.16×10^{-1}	8.6×10^9	Np-237 ^{*1}	2.14×10^6	6.4×10^4
Hf-182	9.00×10^6	3.9×10^0	Pu-236 ^{*1}	2.86×10^0	8.7×10^4
Ta-180m	1.00×10^{13}	1.7×10^{-3}	Pu-237 ^{*1}	1.24×10^{-1}	5.2×10^4
Ta-182	3.14×10^{-1}	1.4×10^{13}	Pu-238 ^{*1}	8.77×10^1	2.7×10^8
W-181	3.32×10^{-1}	2.7×10^{10}	Pu-239 ^{*1}	2.41×10^4	1.2×10^8
W-185	2.06×10^{-1}	1.0×10^{12}	Pu-240 ^{*1}	6.56×10^3	1.2×10^8
W-188	1.91×10^{-1}	5.0×10^{10}	Pu-241 ^{*1}	1.44×10^1	2.8×10^{10}
Re-187	4.12×10^{10}	2.8×10^3	Pu-242 ^{*1}	3.75×10^5	1.9×10^5
Os-185	2.56×10^{-1}	5.2×10^{10}	Pu-244 ^{*1}	8.00×10^7	1.2×10^{-2}
Os-194	6.00×10^0	9.0×10^7	Am-241 ^{*1}	4.32×10^2	2.4×10^7
Ir-192	2.02×10^{-1}	9.1×10^{12}	Am-242m ^{*1}	1.41×10^2	8.6×10^5
Ir-192m	2.41×10^2	5.5×10^6	Am-243 ^{*1}	7.37×10^3	9.2×10^5
Ir-194m	4.68×10^{-1}	3.9×10^{11}	Cm-241 ^{*1}	8.99×10^{-2}	1.1×10^3
Pt-190	6.50×10^{11}	4.5×10^{-2}	Cm-242 ^{*1}	4.46×10^{-1}	4.3×10^9
Pt-193	5.00×10^1	3.9×10^7	Cm-243 ^{*1}	2.91×10^1	7.0×10^5
Hg-203	1.28×10^{-1}	3.5×10^{11}	Cm-244 ^{*1}	1.81×10^1	5.0×10^7
Tl-204	3.78×10^0	8.7×10^{10}	Cm-245 ^{*1}	8.50×10^3	3.4×10^3
Pb-205	1.53×10^7	1.8×10^2	Cm-246 ^{*1}	4.76×10^3	2.5×10^2
Pb-210 ^{*1}	2.22×10^1	1.5×10^{-4}	Cm-247 ^{*1}	1.56×10^7	3.8×10^{-4}
Bi-208	3.68×10^5	2.5×10^2	Cm-248 ^{*1}	3.48×10^5	4.9×10^{-4}
Bi-210m ^{*1}	3.04×10^6	7.3×10^1	Cm-250 ^{*1}	8.30×10^3	1.9×10^{-10}
Po-210 ^{*1}	3.79×10^{-1}	5.8×10^8	Bk-249 ^{*1}	9.04×10^{-1}	9.9×10^{-1}
Ra-226 ^{*1}	1.60×10^3	5.9×10^{-3}	Cf-249 ^{*1}	3.51×10^2	2.8×10^{-4}
Ra-228	5.75×10^0	7.4×10^{-3}	Cf-250 ^{*1}	1.31×10^1	2.2×10^{-2}
Ac-227 ^{*1}	2.18×10^1	1.1×10^{-1}	Cf-251 ^{*1}	9.00×10^2	8.0×10^{-5}
Th-228 ^{*1}	1.91×10^0	2.6×10^2	Cf-252 ^{*1}	2.65×10^0	5.8×10^{-3}
Th-229 ^{*1}	7.34×10^3	1.7×10^{-2}	Cf-254 ^{*1}	1.66×10^{-1}	2.4×10^{-6}
Th-230 ^{*1}	7.54×10^4	1.1×10^1	Es-254 ^{*1}	7.55×10^{-1}	1.5×10^{-6}
Th-232 ^{*1}	1.41×10^{10}	1.3×10^{-1}	Es-255 ^{*1}	1.09×10^{-1}	1.4×10^{-8}
Pa-231 ^{*1}	3.28×10^4	6.5×10^0	全α核種		7.0×10^{10} ^{*2}
U-232 ^{*1}	6.89×10^1	1.5×10^3			

*1：主にアルファ線を放出する放射性物質(α核種)。

*2：全α核種の放射エネルギーは、*1を付した各α核種とその子孫核種の寄与を加えた合計値。

3. 申請放射エネルギーの設定

既申請書に記載している、1号及び2号廃棄物埋設施設における主要な放射性物質の総放射エネルギーを第26表に示す。別途実施した線量評価により選定した主要な放射性物質(3号:11種類、1号:11種類、2号:11種類)の総放射エネルギーについては、それぞれ以下のとおり設定する。設定した各廃棄物埋設施設における申請放射エネルギーを第27表～第29表に示す。

また、1号及び2号廃棄物埋設施設については、上記の主要な放射性物質に加え、線量評価で考慮するC1-36の放射エネルギーも第28表及び第29表に示す(C1-36の放射エネルギーの設定方法の詳細については、添付資料3「廃棄物中のC1-36放射エネルギーの設定について」を参照。)。

(1) 3号廃棄物埋設施設

- ・3号廃棄物埋設施設の申請放射エネルギーは、今後の放射エネルギーの変動に対する余裕を考慮することとし、主要な放射性物質設定に用いる放射エネルギー(第24表の埋設実績に基づいた予想放射エネルギー)を10倍した放射エネルギーとする。
- ・ただし、第26表に示す1号及び2号廃棄物埋設施設の放射エネルギー申請値を超える場合には、第26表と同じ値とする(有効数字2桁端数切捨て)。

(2) 1号廃棄物埋設施設

- ・1号廃棄物埋設施設の均質・均一固化体を埋設する埋設設備の放射エネルギーは第26表の値を埋設設備数で按分した値とする。
- ・1号廃棄物埋設施設の充填固化体を埋設する埋設設備の放射エネルギーは、今後の放射エネルギーの変動に対する余裕を考慮し、埋設実績に基づいた予想放射エネルギーを5倍した放射エネルギー(充填固化体の重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)を設定する。
- ・ただし、第26表に示す1号及び2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)の埋設設備数で按分した値を超える場合には、第26表と同じ値とする(有効数字2桁端数切捨て)。α核種については、第26表の値の半分(7,8群に埋設する充填固化体の重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)とする。
- ・充填固化体を埋設する7,8群の埋設設備9基のうち8群の1基分は、均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破碎し、セメント系充填材で一体に固型化した充填固化体(均質・均一固化体と放射エネルギーが同等の充填固化体)(以下「セメント破碎物充填固化体」という。)の放射エネルギーを設定する(第26表の値を埋設設備数で按分した値)。

(3) 2号廃棄物埋設施設

- ・2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーは第26表の値と同じ値とする(有効数字2桁端数切捨て)。

第26表 1号及び2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)

総放射エネルギー(Bq)	
H-3	1.22×10^{14}
C-14	3.37×10^{12}
Co-60	1.11×10^{15}
Ni-59	3.48×10^{12}
Ni-63	4.44×10^{14}
Sr-90	6.66×10^{12}
Nb-94	3.33×10^{10}
Tc-99	7.40×10^9
I-129	1.11×10^8
Cs-137	4.07×10^{13}
全 α 核種	2.33×10^{11}

第27表 3号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー

核種	総放射エネルギー(Bq) *1	第24表 2号埋設実績を基にした3 号予想放射エネルギー(Bq)
H-3	1.5×10^{13}	1.58×10^{12}
C-14	2.0×10^{12}	2.00×10^{11}
Co-60	1.5×10^{14} *2	2.74×10^{11}
Ni-59	5.0×10^{10}	5.07×10^9
Ni-63	5.5×10^{12}	5.57×10^{11}
Sr-90	6.7×10^{11}	6.74×10^{10}
Nb-94	8.1×10^9	8.14×10^8
Tc-99	7.4×10^7	7.43×10^6
I-129	8.3×10^6	8.36×10^5
Cs-137	7.3×10^{11}	7.31×10^{10}
全 α 核種	2.3×10^{11} *3,4	6.95×10^{10}

*1: 第24表 2号埋設実績を基にした3号予想放射エネルギーを10倍し、有効数字2桁端数切捨て

*2: 第25表 3号廃棄物埋設施設の主要な放射性物質の選定に用いる放射エネルギーのCo-60(1.58×10^{13} (Bq))を10倍し、有効数字2桁端数切捨て

*3: 第26表 1号及び2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)の全 α 核種の総放射エネルギー(2.33×10^{11} (Bq))を有効数字2桁端数切捨て

*4: 線量評価に用いる α 核種の放射エネルギーは、全 α 核種の申請放射エネルギーに α 核種組成を考慮して設定する(詳細については別紙参照)

第28表 1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー

核種	総放射エネルギー(Bq)				第26表 1号及び2号廃 棄物埋設施設の 総放射エネルギー(既 申請書) (Bq)	2号埋設実績 を基にした1 号7,8群充填 固化体放射能 量 (Bq)
	1群から 6群 ^{*1}	7群	8群			
		5基	3基	1基		
		充填 固化体 ^{*3}	均一・均質 固化体 ^{*2}	充填 固化体 ^{*2}		
H-3	9.2×10^{13}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}	1.22×10^{14}	2.79×10^{11}
C-14	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}	3.37×10^{12}	3.68×10^{10}
Cl-36 ^{*7}	2.8×10^{10}	2.3×10^5	9.2×10^8	9.2×10^8	-	-
Co-60	8.3×10^{14}	1.5×10^{13} ^{*4}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}	1.11×10^{15}	5.47×10^{10}
Ni-59	2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}	3.48×10^{12}	9.31×10^8
Ni-63	3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}	4.44×10^{14}	1.02×10^{11}
Sr-90	5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}	6.66×10^{12}	1.37×10^{10}
Nb-94	2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8	3.33×10^{10}	1.46×10^8
Tc-99	5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8	7.40×10^9	1.55×10^6
I-129	8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6	1.11×10^8	1.75×10^5
Cs-137	3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}	4.07×10^{13}	1.44×10^{10}
全 α 核種	1.7×10^{11} ^{*6}	2.3×10^{10} ^{*5,6}	5.8×10^9 ^{*6}	5.8×10^9 ^{*6}	2.33×10^{11}	1.42×10^{10}

*1：第26表の1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)を3/4(30基/40基)倍し、有効数字2桁で四捨五入

*2：第26表の1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)を1/40(1基/40基)倍し、有効数字2桁で四捨五入

*3：2号埋設実績を基にした1号7,8群充填固化体放射エネルギー(8基分)を8/8(8基/8基)倍し、更に5倍(充填固化体の重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)し、有効数字2桁で四捨五入

*4：主要な放射性物質の選定用の放射エネルギー(8基分) (3.2×10^{12} (Bq)) を8/8(8基/8基)倍し、更に5倍(充填固化体の重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)し、有効数字2桁で四捨五入

*5：第26表の1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)を8/40(8基/40基)倍し、更に1/2倍(7,8群に埋設する充填固化体の重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)し、有効数字2桁で四捨五入

*6：線量評価に用いる α 核種の放射エネルギーは、全 α 核種の申請放射エネルギーに α 核種組成を考慮して設定する(詳細については別紙参照)

*7：Cl-36の放射エネルギーの設定方法の詳細については、添付資料3「廃棄体中のCl-36放射エネルギーの設定について」を参照。

第29表 2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー

核種	総放射エネルギー(Bq) ^{*1}	第26表 1号及び2号廃棄物埋設施設 の総放射エネルギー(既申請書) (Bq)
H-3	1.2×10^{14}	1.22×10^{14}
C-14	3.3×10^{12}	3.37×10^{12}
Cl-36 ^{*3}	8.0×10^8	-
Co-60	1.1×10^{15}	1.11×10^{15}
Ni-59	3.4×10^{12}	3.48×10^{12}
Ni-63	4.4×10^{14}	4.44×10^{14}
Sr-90	6.6×10^{12}	6.66×10^{12}
Nb-94	3.3×10^{10}	3.33×10^{10}
Tc-99	7.4×10^9	7.40×10^9
I-129	1.1×10^8	1.11×10^8
Cs-137	4.0×10^{13}	4.07×10^{13}
全α核種	2.3×10^{11} ^{*2}	2.33×10^{11}

*1：第26表の2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー(既申請書)を有効数字2桁端数切捨て

*2：線量評価に用いるα核種の放射エネルギーは、全α核種の申請放射エネルギーにα核種組成を考慮して設定する(詳細については別紙参照)

*3：線量評価に用いるCl-36の放射エネルギーの設定方法の詳細については、添付資料3「廃棄体中のCl-36放射エネルギーの設定について」を参照。)

参考文献

- (1) A. G. Croff, M. A. Bjerke, G. W. Morrison, L. M. Petrie(1978) : Revised Uranium-Plutonium Cycle PWR and BWR Models for the ORIGEN Computer Code, ORNL/TM-6051
- (2) (社)日本アイソトープ協会(2011) : アイソトープ手帳 11 版
- (3) 電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構(2005) : TRU 廃棄物処分技術検討書—第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ—(第 2 次 TRU レポート), JNC TY 1400 2005-013, FEPC TRU-TR2-2005-02
- (4) 原子力安全委員会(平成 13 年 3 月 29 日) : 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針
- (5) American Nuclear Society (1999) : Radioactive Source Term for Normal Operation of Light Water Reactors, ANSI/ANS-18.1-1999
- (6) 日本原子力学会編 (2000) : 原子炉水化学ハンドブック
- (7) 岩倉哲男(1993) : 原子力施設からの ^{14}C その環境科学的意味、日本原子力学会誌 35(10)、 p874-879, 1993-10, 日本原子力学会

以 上

線量評価に用いる α 核種組成の設定

1. はじめに

主要な放射性物質の選定において線量評価を実施したアルファ線を放出する放射性物質(以下「 α 核種」という。)は数十核種あるが、申請総放射エネルギーは、これまでの1号及び2号廃棄物埋設施設における α 核種の放射エネルギーの合計値(以下「全 α 」という。)の埋設実績を基に、全 α 核種として放射エネルギーを設定している。

また、廃棄体中の α 核種組成を測定によって求めることは困難であること、半減期は異なるものの化学的な特性は比較的類似していること等から、廃棄確認においても α 核種の放射エネルギーの合計値を用いて評価している。

管理期間中(廃止措置の開始前)の評価や管理期間終了後(廃止措置の開始後)の数万年の評価においては、 α 核種の総放射エネルギーは全 α として評価することや、全 α をPu-239(半減期:約2.4万年)とAm-241(半減期:約432年)で代表して評価することができる。

しかし、数万年の評価において、全 α をPu-239で代表することは保守的であるものの現実的ではなく、また、Pu-239が有意に減衰する数万年以上の評価においては、Pu-239で代表することは必ずしも保守的ではなく、長半減期 α 核種の存在を考慮する必要がある。そのため、設定した全 α の放射エネルギーを基に線量評価に用いる α 核種組成を過度に保守的にならないよう極力現実的に設定する。

2. α 核種組成の評価

埋設対象とする廃棄体中の α 核種の主要な起源は燃料であり、炉水中に漏出した後の組成の変化は小さいと考えられることから、漏出したときの燃料中の核種組成に近いものと考えられる。ただし、運転中原子炉の燃料の燃焼度は時間的・空間的に一様ではないため、燃焼度の差異が生じることが考えられる。

そこで、想定される燃焼度の範囲内で α 核種の核種組成を評価し、それを基に線量評価において保守的となるよう α 核種組成を設定する。

α 核種組成の計算条件を第1表に示す。

第1表 α核種組成の計算条件

炉型	BWR	PWR
計算コード	ORIGEN2. 2UPJ	ORIGEN2. 2UPJ
比出力(MW/MTU)	26	38
照射時間(d)	1730. 8	1184. 2
最大燃焼度(GWd/MTU)	45	45
U-235濃縮度(%)	4. 0	4. 5
断面積ライブラリ (JENDL3. 3)	BWR STEP-2 VR=40 <50GWd/TIHM	PWR 17×17 U5-4. 1%UO2 <60GWd/TIHM

計算コードとライブラリ以外は、TRU第2次取りまとめの燃焼条件と同様とした。また、中性子束は、比出力を維持するためにORIGEN内で自動計算されるものを用い、最大燃焼度を1/10単位で変化させた10条件で核種組成を出力した。

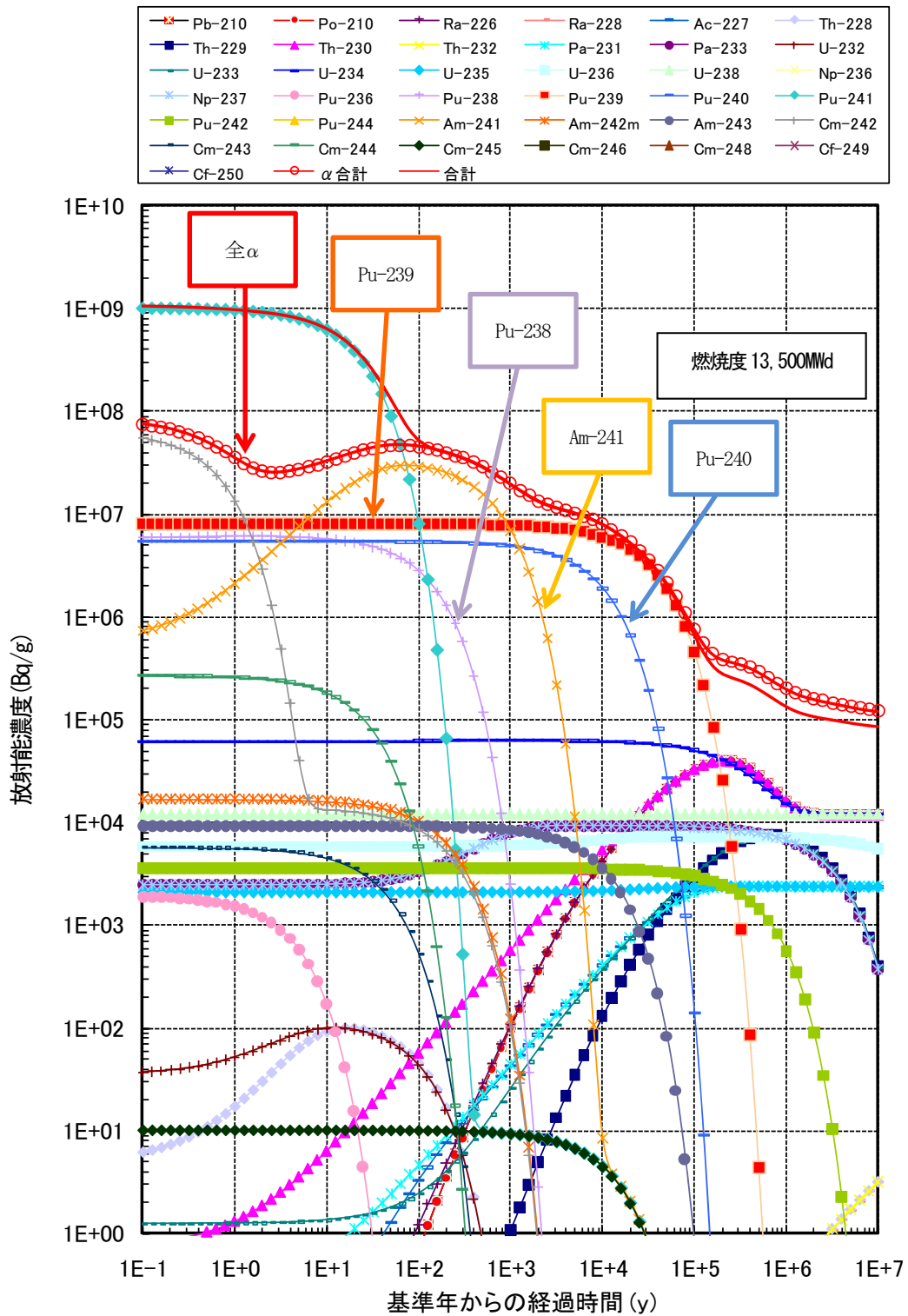
3. 主要なα核種

発生後の経過時間ごとの主要なα核種を第2表に示す。また、燃料中の主要なα核種の放射能濃度の経年変化図の例を第1図及び第2図に示す。

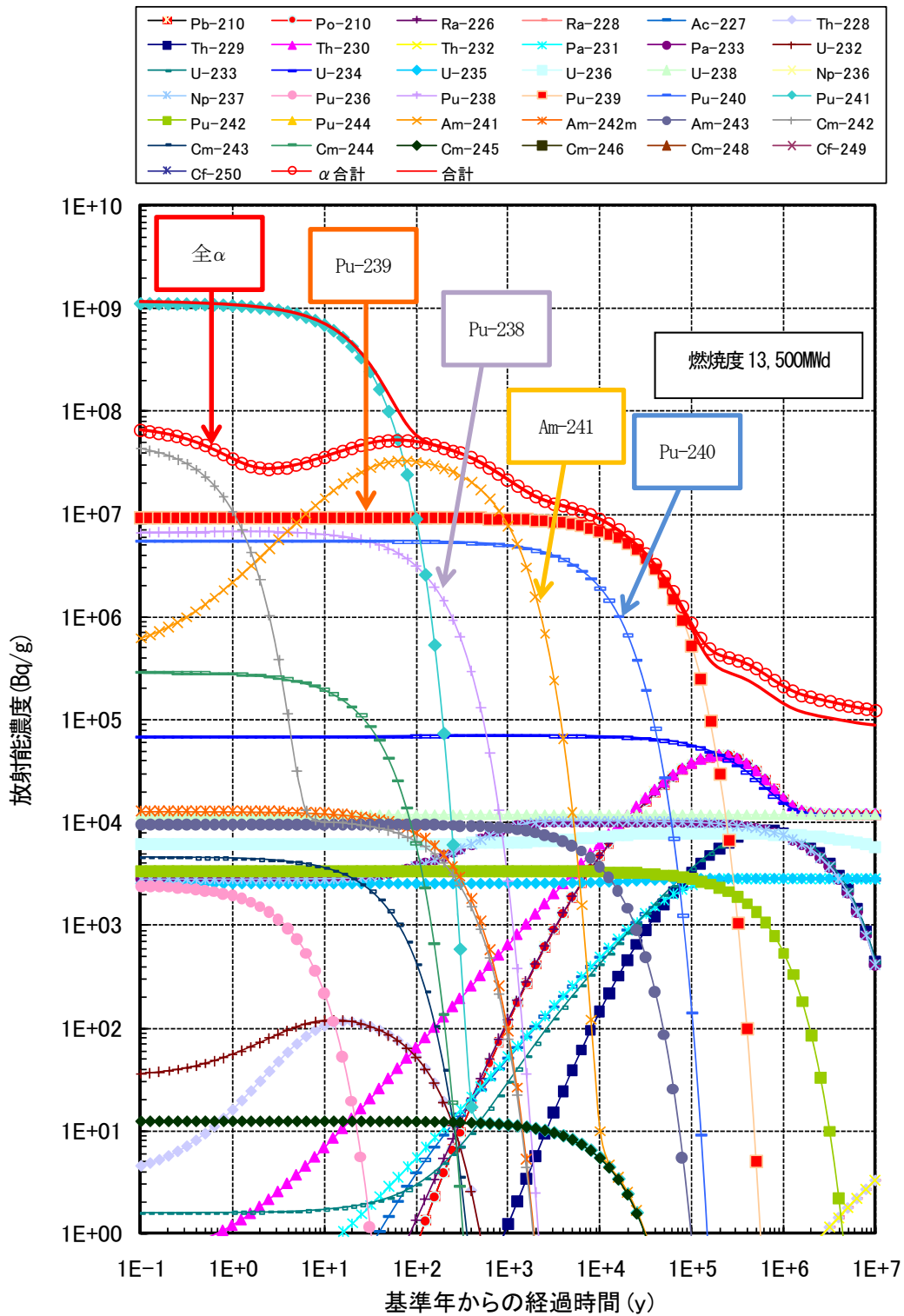
なお、第1図及び第2図における数値中のEは、指数表記における基数の10を示す(例えば、1E+2は 1×10^2 を示す。以下、同様。)。

第2表 発生後の経過時間ごとの主要なα核種(BWR、PWR 共通)

期間	主要なα核種(全αに対する割合0.1%以上)
1年後	Pu-239、Pu-240、Pu-238、Am-241、Cm-242、U-234、U-238、Cm-244、Am-243
300年後	Pu-239、Am-241、Pu-240、U-234、Pu-238、U-238、Am-243
1万年後	Pu-239、Pu-240、U-234、U-238、Th-230、Ra-226、Po-210、Np-237、Pu-242、Am-243
10万年後	Pu-239、U-234、Th-230、Ra-226、Po-210、U-238、U-235、Pa-231、Ac-227、U-236、Np-237、U-233、Th-229、Pu-242



第1図 燃料中の主要な α 核種(親核種及び子孫核種を含む)の放射能濃度の経年変化(BWR、燃焼度 13,500MWd)



第1図及び第2図に示すとおり、数万年後程度までの燃料中の主要な α 核種は、初期はCm-242、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241であり、その後はPu-239とPu-240が支配的となる。このうちCm-242(半減期:約160日)は管理期間中に十分に減衰するため、Pu-238(半減期:約87.7年)、Pu-239(半減期:約2.4万年)、Pu-240(半減期:約6,600年)及びAm-241(半減期:約432年)で代表できる。

「1. はじめに」に示すとおり、数万年以上の評価では、上記のPu-238、Pu-239、Pu-240及びAm-241以外の長半減期 α 核種も考慮する必要がある。

考慮が必要な主な核種としては $4N+2$ 系列のU-234及びその子孫核種、 $4N+3$ 系列のU-235及びその子孫核種、 $4N+1$ 系列のNp-237及びその子孫核種がある。Pu-238、Pu-239及びAm-241から生成するU-234やU-235、Np-237については、初期に存在するU-234やU-235、Np-237に含めて設定する。

Pu-242も1%以上の寄与があり得るが、10万年後程度まではPu-239よりも十分小さいためPu-239で包含できる。

4. 核種組成の設定

第3表及び第4表に管理期間内の全 α の極小値(これは、通常発生後どの時点で全 α が測定されても、極小値に対する比を用いることで、 α 核種が保守的に設定されることを意味する。)に対する管理期間内における全 α の極大値及び300年後の値の比を示す。

管理期間内の全 α の極大/極小比、300年後/極小比の関係から、どの燃焼度においても、また、全 α をどの時点で決定した場合においても、それぞれ、管理期間内は2倍以内、その後は1.5倍以内となる。

したがって、管理期間内(廃止措置の開始前)の評価については、全 α の放射エネルギーを2倍した値を用い、この期間に主要な α 核種となるCm-242、Pu-238、Pu-239、Pu-240及びAm-241の中で最も半減期の長いPu-239で全 α を代表して設定する。また、管理期間終了後(廃止措置の開始後)の評価では、全 α をPu-239で代表すると過度に保守的となることから、適切な保守性を維持するために、主要な α 核種であるPu-238、Pu-239、Pu-240及びAm-241で代表し、管理期間内で減衰するPu-238及びAm-241は300年後の中間的な燃焼度(22,500MWd)での全 α に対する割合から、それぞれ300年後に0.036倍、0.84倍となるよう0年の組成比を設定する。また、Pu-239及びPu-240は300年後の組成比をそのまま設定する。

さらに、Pu-239が減衰する以降の期間を考慮すると、Pu-239よりも半減期の長いU-234(半減期:約24.5万年)、U-235(半減期:約7億年)、Np-237(半減期:約214万年)の存在を考慮する必要がある。そのため、この3核種については、親核種からの生成成分も含めて、初期値を設定する。

第5表及び第6表に管理期間内の全 α の極小値に対するPu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241、U-234、U-235、Np-237の極大値の比を示す。

U-234とU-235については、燃焼度が小さいほど全 α に占める割合が大きくなるが、その場合は核燃料物質以外の α 核種濃度が小さい場合であり、廃棄物中で α 核種の大部分をウラン同位体が占めることはないこと、また、廃棄物中には種々の燃焼度の核種が移行する可能性が考えられるため、最大燃焼度の中間的な燃焼度(22,500MWd)を用いる。

以上より、線量評価に用いる α 核種組成を第7表に示すとおり、 α 核種の放射エネルギーを第8表に示すとおりに設定する。

参考として、3号廃棄物埋設施設を対象に、見直し前の α 核種組成で計算した放射エネルギーを用いて線量を評価した結果の一例を第3図に、見直した α 核種組成で計算した放射エネルギー(第8表の放射エネルギー)を用いて3号廃棄物埋設施設を対象に線量を評価した結果の一例を第4図に示す。本結果から、 α 核種による線量寄与は十分に小さくなる見通しである。

第3表 管理期間内極小値に対する全 α 極大値の比(BWR)*1

燃焼度 (Mwd)	全 α 極小値		全 α 極大値		300年後 燃料中の 濃度 (Bq/g)	燃料中の濃度比	
	燃料中の 濃度 (Bq/g)	時間 (y)	燃料中の 濃度 (Bq/g)	時間 (y)		極大 /極小(-)	300年後 /極小(-)
4,500	5.1E+06	1.3E+00	7.0E+06	6.3E+01	6.1E+06	1.36E+00	1.19E+00
9,000	1.3E+07	2.5E+00	2.3E+07	6.3E+01	1.8E+07	1.74E+00	1.38E+00
13,500	2.5E+07	2.5E+00	4.7E+07	6.3E+01	3.5E+07	1.85E+00	1.39E+00
18,000	4.2E+07	3.2E+00	7.5E+07	6.3E+01	5.4E+07	1.81E+00	1.30E+00
22,500	6.4E+07	3.2E+00	1.1E+08	5.0E+01	7.4E+07	1.67E+00	1.15E+00
27,000	9.4E+07	4.0E+00	1.4E+08	5.0E+01	9.3E+07	1.51E+00	9.92E-01
31,500	1.3E+08	4.0E+00	1.8E+08	5.0E+01	1.1E+08	1.34E+00	8.39E-01
36,000	1.8E+08	4.0E+00	2.2E+08	4.0E+01	1.3E+08	1.19E+00	6.97E-01
40,500	2.5E+08	5.0E+00	2.7E+08	2.5E+01	1.4E+08	1.07E+00	5.75E-01
45,000	3.3E+08	5.0E+00	3.3E+08	1.3E+01	1.6E+08	1.00E+00	4.74E-01

*1：表中の網掛け箇所は、全ての燃焼度における濃度比の最大値を示す。

第4表 管理期間内極小値に対する全 α 極大値の比(PWR)*1

燃焼度 (Mwd)	全 α 極小値		全 α 極大値		300年後 燃料中の 濃度 (Bq/g)	燃料中の濃度比	
	燃料中の 濃度 (Bq/g)	時間 (y)	燃料中の 濃度 (Bq/g)	時間 (y)		極大 /極小(-)	300年後 /極小(-)
4,500	5.5E+06	1.0E+00	7.5E+06	6.3E+01	6.6E+06	1.36E+00	1.20E+00
9,000	1.4E+07	2.0E+00	2.5E+07	6.3E+01	2.0E+07	1.76E+00	1.40E+00
13,500	2.7E+07	2.5E+00	5.1E+07	6.3E+01	3.9E+07	1.90E+00	1.42E+00
18,000	4.5E+07	3.2E+00	8.4E+07	6.3E+01	6.0E+07	1.86E+00	1.34E+00
22,500	7.0E+07	3.2E+00	1.2E+08	6.3E+01	8.4E+07	1.74E+00	1.20E+00
27,000	1.0E+08	3.2E+00	1.6E+08	5.0E+01	1.1E+08	1.58E+00	1.05E+00
31,500	1.4E+08	4.0E+00	2.0E+08	5.0E+01	1.3E+08	1.42E+00	8.99E-01
36,000	2.0E+08	4.0E+00	2.5E+08	4.0E+01	1.5E+08	1.27E+00	7.63E-01
40,500	2.7E+08	4.0E+00	3.0E+08	3.2E+01	1.7E+08	1.14E+00	6.42E-01
45,000	3.5E+08	5.0E+00	3.7E+08	2.5E+01	1.9E+08	1.05E+00	5.40E-01

*1：表中の網掛け箇所は、全ての燃焼度における濃度比の最大値を示す。

第5表 管理期間内極小値に対する主要なα核種の比(BWR) (1/2)*¹

燃焼度 (MWd)	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比
	Pu-238 (300年後) (Bq/g)	Pu-238 (300年後) /全α(極小) (-)	Pu-239 (300年後) (Bq/g)	Pu-239 (300年後) /全α(極小) (-)	Pu-240 (300年後) (Bq/g)	Pu-240 (300年後) /全α(極小) (-)	Am-241 (300年後) (Bq/g)	Am-241 (300年後) /全α(極小) (-)
4,500	3.2E+04	6.3E-03	3.5E+06	6.8E-01	9.3E+05	1.8E-01	1.6E+06	3.1E-01
9,000	1.9E+05	1.5E-02	6.0E+06	4.6E-01	2.9E+06	2.2E-01	9.1E+06	6.9E-01
13,500	5.7E+05	2.3E-02	7.8E+06	3.1E-01	5.2E+06	2.1E-01	2.1E+07	8.5E-01
18,000	1.3E+06	3.0E-02	9.0E+06	2.2E-01	7.8E+06	1.9E-01	3.6E+07	8.6E-01
22,500	2.3E+06	3.6E-02	9.8E+06	1.5E-01	1.0E+07	1.6E-01	5.1E+07	8.0E-01
27,000	3.8E+06	4.0E-02	1.0E+07	1.1E-01	1.3E+07	1.4E-01	6.6E+07	7.0E-01
31,500	5.7E+06	4.3E-02	1.1E+07	7.9E-02	1.5E+07	1.1E-01	8.0E+07	6.0E-01
36,000	8.0E+06	4.4E-02	1.1E+07	5.8E-02	1.8E+07	9.5E-02	9.1E+07	5.0E-01
40,500	1.1E+07	4.3E-02	1.1E+07	4.3E-02	2.0E+07	7.9E-02	1.0E+08	4.1E-01
45,000	1.4E+07	4.2E-02	1.0E+07	3.2E-02	2.1E+07	6.5E-02	1.1E+08	3.3E-01

*1：表中の網掛け箇所は、α核種組成の設定に当たって考慮した燃料中の濃度比を示す。

第5表 管理期間内極小値に対する主要なα核種の比(BWR) (2/2)*¹

燃焼度 (MWd)	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比
	U-234(極大) (Bq/g)	U-234(極大) /全α(極小) (-)	U-235(極大) (Bq/g)	U-235(極大) /全α(極小) (-)	Np-237(極大) (Bq/g)	Np-237(極大) /全α(極小) (-)
4,500	6.7E+04	1.3E-02	2.9E+03	5.7E-04	9.4E+02	1.8E-04
9,000	6.4E+04	4.9E-03	2.6E+03	2.0E-04	4.1E+03	3.1E-04
13,500	6.2E+04	2.5E-03	2.4E+03	9.4E-05	9.1E+03	3.6E-04
18,000	6.1E+04	1.5E-03	2.1E+03	5.0E-05	1.5E+04	3.6E-04
22,500	6.2E+04	9.6E-04	1.8E+03	2.9E-05	2.2E+04	3.3E-04
27,000	6.4E+04	6.8E-04	1.6E+03	1.7E-05	2.8E+04	3.0E-04
31,500	6.8E+04	5.1E-04	1.4E+03	1.1E-05	3.4E+04	2.5E-04
36,000	7.4E+04	4.0E-04	1.2E+03	6.6E-06	3.9E+04	2.1E-04
40,500	8.1E+04	3.3E-04	1.0E+03	4.2E-06	4.4E+04	1.8E-04
45,000	9.0E+04	2.7E-04	9.0E+02	2.8E-06	4.8E+04	1.5E-04

*1：表中の網掛け箇所は、α核種組成の設定に当たって考慮した燃料中の濃度比を示す。

第6表 管理期間内極小値に対する主要なα核種の比(PWR) (1/2)*1

燃焼度 (MWd)	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比
	Pu-238 (300年後) (Bq/g)	Pu-238 (300年後) /全α(極小) (-)	Pu-239 (300年後) (Bq/g)	Pu-239 (300年後) /全α(極小) (-)	Pu-240 (300年後) (Bq/g)	Pu-240 (300年後) /全α(極小) (-)	Am-241 (300年後) (Bq/g)	Am-241 (300年後) /全α(極小) (-)
4,500	3.5E+04	6.3E-03	3.8E+06	6.9E-01	9.4E+05	1.7E-01	1.7E+06	3.1E-01
9,000	2.1E+05	1.5E-02	6.8E+06	4.8E-01	2.9E+06	2.0E-01	9.9E+06	7.0E-01
13,500	6.3E+05	2.3E-02	9.0E+06	3.3E-01	5.2E+06	1.9E-01	2.4E+07	8.7E-01
18,000	1.4E+06	3.0E-02	1.1E+07	2.4E-01	7.8E+06	1.7E-01	4.0E+07	9.0E-01
22,500	2.5E+06	3.6E-02	1.2E+07	1.7E-01	1.0E+07	1.5E-01	5.9E+07	8.4E-01
27,000	4.1E+06	4.0E-02	1.3E+07	1.2E-01	1.3E+07	1.3E-01	7.7E+07	7.5E-01
31,500	6.1E+06	4.2E-02	1.3E+07	9.2E-02	1.5E+07	1.1E-01	9.4E+07	6.6E-01
36,000	8.6E+06	4.4E-02	1.4E+07	6.9E-02	1.8E+07	8.9E-02	1.1E+08	5.6E-01
40,500	1.2E+07	4.4E-02	1.4E+07	5.2E-02	2.0E+07	7.4E-02	1.2E+08	4.7E-01
45,000	1.5E+07	4.3E-02	1.4E+07	4.0E-02	2.2E+07	6.2E-02	1.4E+08	3.9E-01

*1：表中の網掛け箇所は、α核種組成の設定に当たって考慮した燃料中の濃度比を示す。

第6表 管理期間内極小値に対する主要なα核種の比(PWR) (2/2)*1

燃焼度 (MWd)	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比	燃料中の 濃度	燃料中の 濃度比
	U-234(極大) (Bq/g)	U-234(極大) /全α(極小) (-)	U-235(極大) (Bq/g)	U-235(極大) /全α(極小) (-)	Np-237(極大) (Bq/g)	Np-237(極大) /全α(極小) (-)
4,500	7.5E+04	1.4E-02	3.3E+03	6.0E-04	1.0E+03	1.8E-04
9,000	7.2E+04	5.1E-03	3.1E+03	2.2E-04	4.5E+03	3.2E-04
13,500	6.9E+04	2.6E-03	2.8E+03	1.0E-04	1.0E+04	3.8E-04
18,000	6.8E+04	1.5E-03	2.5E+03	5.6E-05	1.7E+04	3.8E-04
22,500	6.9E+04	9.9E-04	2.3E+03	3.3E-05	2.5E+04	3.5E-04
27,000	7.1E+04	7.0E-04	2.1E+03	2.0E-05	3.2E+04	3.2E-04
31,500	7.5E+04	5.2E-04	1.9E+03	1.3E-05	4.0E+04	2.8E-04
36,000	8.2E+04	4.1E-04	1.7E+03	8.5E-06	4.7E+04	2.4E-04
40,500	9.0E+04	3.4E-04	1.5E+03	5.7E-06	5.4E+04	2.0E-04
45,000	9.9E+04	2.8E-04	1.4E+03	3.9E-06	6.0E+04	1.7E-04

*1：表中の網掛け箇所は、α核種組成の設定に当たって考慮した燃料中の濃度比を示す。

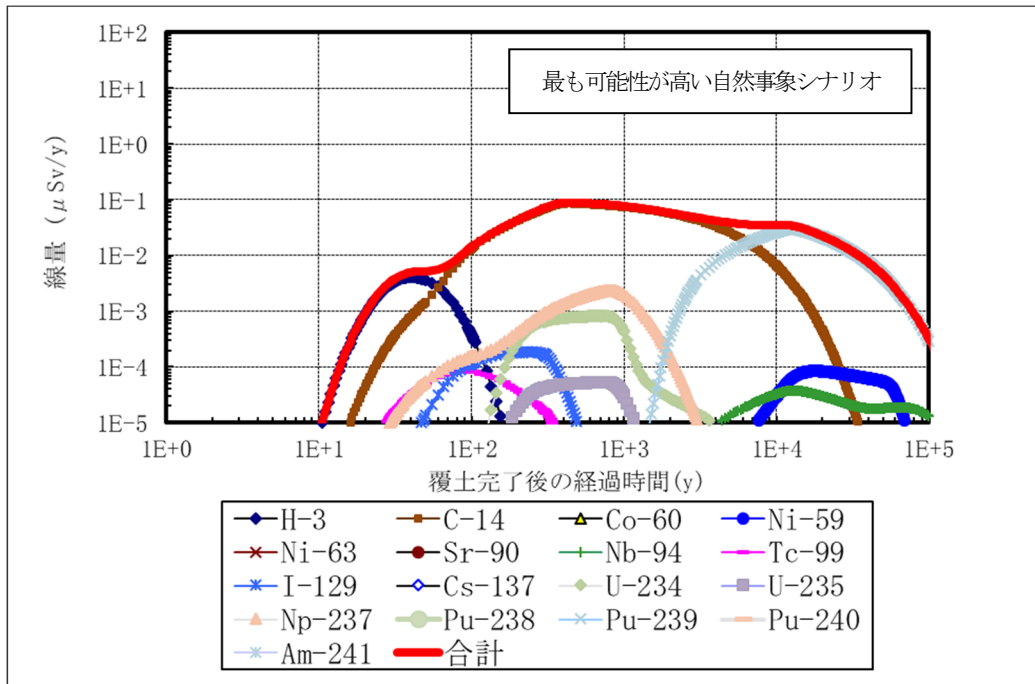
第7表 線量評価に用いる α 核種組成

評価対象期間	核種	半減期(y)	設定値	備考
管理期間内	Pu-239	2.411E+04	全 α の2倍	子孫核種なしで評価
管理期間終了後	Pu-238	8.77E+01	全 α の0.39倍	子孫核種なしで評価 300年後に約0.036倍となるように0年の組成比を設定
	Pu-239	2.411E+04	全 α の0.17倍	子孫核種なしで評価
	Pu-240	6.564E+03	全 α の0.15倍	子孫核種なしで評価
	Am-241	4.322E+02	全 α の1.4倍	子孫核種なしで評価 300年後に約0.84倍となるように0年の組成比を設定
	U-234	2.455E+05	全 α の 9.9×10^{-4} 倍	子孫核種の寄与を考慮
	U-235	7.04E+08	全 α の 3.3×10^{-5} 倍	子孫核種の寄与を考慮
	Np-237	2.144E+06	全 α の 3.5×10^{-4} 倍	子孫核種の寄与を考慮

第8表 線量評価に用いる廃棄体中の α 核種の放射エネルギー^{*1}

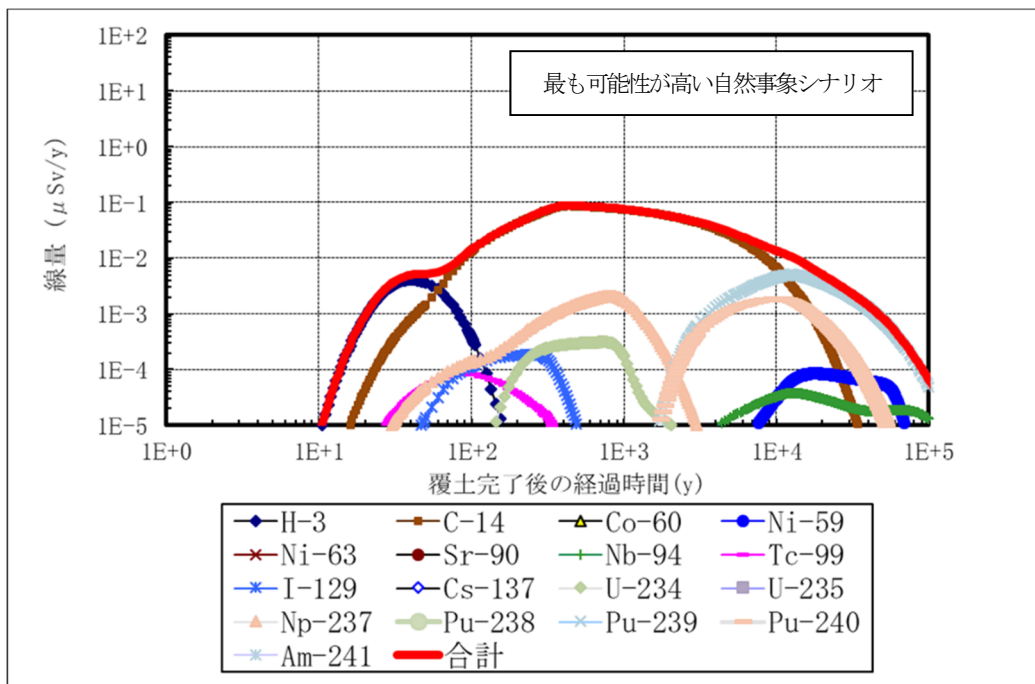
核種			総放射エネルギー(Bq)					
			3号	1号				2号
				1群から 6群	7群及び8群	8群		
					均質・均一 固化体	充填 固化体	セメント破 砕物充填固 化体	
全 α	管理期間内	Pu-239	4.6E+11	3.4E+11	4.6E+10	1.2E+10	1.2E+10	4.6E+11
	管理期間 終了後	U-234	2.3E+08	1.7E+08	2.3E+07	5.7E+06	5.7E+06	2.3E+08
		U-235	7.6E+06	5.6E+06	7.6E+05	1.9E+05	1.9E+05	7.6E+06
		Np-237	8.1E+07	6.0E+07	8.1E+06	2.0E+06	2.0E+06	8.1E+07
		Pu-238	9.0E+10	6.6E+10	9.0E+09	2.3E+09	2.3E+09	9.0E+10
		Pu-239	3.9E+10	2.9E+10	3.9E+09	9.9E+08	9.9E+08	3.9E+10
		Pu-240	3.5E+10	2.6E+10	3.5E+09	8.7E+08	8.7E+08	3.5E+10
		Am-241	3.2E+11	2.4E+11	3.2E+10	8.1E+09	8.1E+09	3.2E+11

*1：上表は全 α の申請総放射エネルギーに第7表の α 核種組成を乗じて計算した。



線量最大値 $8.8E-02 \mu\text{Sv/y}$ (440年)、支配核種 C-14

第3図 見直し前の α 核種組成を用いた線量評価結果(居住者の例)



線量最大値 $8.8E-02 \mu\text{Sv/y}$ (430年)、支配核種 C-14

第4図 見直した α 核種組成を用いた線量評価結果(居住者の例)

以上

廃棄体中の C1-36 放射エネルギーの設定について

目 次

1. はじめに.....	1
2. 1号廃棄物埋設施設.....	1
(1) 均質・均一固化体となる廃棄物のCl-36濃度.....	1
(2) 均質・均一固化体の放射エネルギーへの換算.....	4
(3) 総放射エネルギーの算出.....	4
(4) 最大放射能濃度の算出.....	6
3. 2号廃棄物埋設施設及び3号廃棄物埋設施設.....	6
(1) 充填固化体となる廃棄物のCl-36濃度.....	6
(2) 2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー及び最大放射能濃度の算出.....	9
(3) 3号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー及び最大放射能濃度の算出.....	12
4. 参考文献.....	13

資料1 原子炉冷却材におけるCl-36濃度について

資料2 濃縮廃液の分析データについて

資料3 濃縮廃液の分析データの評価方法「ブートストラップ法」について

資料4 BWR樹脂 タンクからのサンプルの採取方法の妥当性及び当該サンプルの代表性について

資料5 BWR樹脂 BWR再生処理ありの濃縮廃液の最大値を採用する根拠について

資料6 濃縮廃液のCl-36濃度から均質・均一固化体の放射エネルギーへの換算方法及びパラメータについて

資料7 固体状廃棄物のCl-36濃度算定に関する根拠について

資料8 GCR 溶融固化体における塩素移行バランスについて

資料9 分析データ数の妥当性について

資料10 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設のCl-36を考慮した線量評価結果について

資料11 Cl-36の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理について

資料12 廃棄物確認におけるCl-36の放射能濃度評価方法について

1. はじめに

C1-36 の総放射エネルギーと最大放射能濃度の設定方法は、以下の理由から、他の放射性物質とは別に設定する。

- ・C1-36 は、主に原子炉冷却材中に不純物として微量に含まれる安定塩素 (C1-35) が炉心で放射化 [C1-35 (n, γ) C1-36] して生成すると考えられており、他の放射性物質 (腐食生成物は原子炉構成材料中の元素成分、核分裂生成物はウラン元素) とは生成源が異なるため、固有の検討が必要であること。
- ・均質・均一固化体においては、濃縮廃液の分析データに基づき C1-36 の放射エネルギーを検討しているため、この検討は、プラントの分類を含め、C1-36 固有のものとなること。
- ・充填固化体においては、イオンとして存在する C1-36 と、クラッド中に存在する C1-36 の両者が相違する挙動を示すため、この検討も C1-36 固有のものとなること。

なお、当社は、C1-36 に関して「日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応の報告について」(以下「2011 年報告書」という。)を 2011 年 8 月 31 日に旧原子力安全・保安院に提出した。その後、2011 年報告書の妥当性評価のため、「六ヶ所低レベル放射性廃棄物の線量評価に係る意見聴取会」(以下「意見聴取会」という。)が 2011 年 9 月 29 日～2012 年 3 月 13 日に計 4 回開催され、意見聴取会の結果を受けて、旧原子力安全・保安院から当社に対して 2012 年 3 月 30 日に「日本原燃株式会社六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物に係る塩素 36 の線量評価及び今後の対応について(指示)」(以下「指示文書」という。)が出された。

この指示を受けて、C1-36 の総放射エネルギー及び最大放射能濃度の設定に際して必要となるデータ取得等については、主に電気事業者において検討を進めてきた。

2. 1 号廃棄物埋設施設

(1) 均質・均一固化体となる廃棄物の C1-36 濃度

1 号廃棄物埋設施設では、加圧水型原子炉(以下「PWR」という。)、沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)及び黒鉛減速ガス冷却炉(以下「GCR」という。)から発生する濃縮廃液の均質・均一固化体、一部に BWR から発生する樹脂の均質・均一固化体を対象に検討を行う。

(i) 濃縮廃液

a. プラントの分類

PWR 及び BWR においては、以下のとおり、それぞれ樹脂に対して処理を行っており、処理の有無によってプラントを分類する必要がある。

- ・原子炉冷却材(PWR・BWR 共通)中の C1-36 濃度：C1-36 は、主に原子炉冷却材中の安定塩素が炉心で放射化して生成するものと推定されているが、炉内構造物の腐食低減対策の観点から原子炉冷却材の安定塩素濃度は管理されているため、生成される C1-36 の濃度の変動は小さいこと(資料 1 参照)。
- ・PWR：PWR の使用済樹脂の処理(溶離処理)を行うプラントでは、使用済樹脂から溶出する濃度の高い C1-36 を含む廃液の混入により、濃縮廃液の C1-36 の濃度が高くなること。
- ・BWR：復水浄化系樹脂の薬品再生処理を行うプラントでは、樹脂に蓄積していた C1-36 の濃縮廃液への移行により、濃縮廃液の C1-36 の濃度が高くなること。

したがって、濃縮廃液の分析データを、PWR では使用済樹脂の溶離処理あり／なし、BWR では復水浄化系樹脂の再生処理あり／なしにプラントを分類する。

なお、分析データを取得できない運転初期に製作した廃棄体については、これまでに取得した濃縮廃液の測定データについて経年的な変化の傾向が認められないこと、また、C1-36 と同様に原子炉内で放射化して生成する C1-38 の原子炉冷却材の濃度の分析結果を調査したところ経年的な変動の傾向は認められないことから、至近のデータを用いて評価することは妥当である(第 2 回意見聴取会 資料 3-1 参照)。

また、GCR は 1 発電所のため、個別に扱うものとする。

b. 分析データの統計処理

分析データを統計処理して濃縮廃液の C1-36 濃度を設定する際、当初は分析データの算術平均の 95%信頼区間の上限を設定値としていた。しかし、分析データは正規分布を示しておらず、中心極限定理を仮定するにはデータ数が必ずしも十分ではなかったことから、この評価方法については再検討が必要とされていた。

そこで、電気事業者にて評価方法を検討した結果、以下のとおり、ブートストラップ法(t-信頼区間の分散安定化変換)を適用する。

- ・廃棄体の放射能濃度評価方法として、H-3、C-14 及び Tc-99(ただし、PWR では C-14 を除く)では平均放射能濃度法を適用しており、その設定方法では分析データ

の算術平均を 1.2 倍している。C1-36 に対しても平均放射能濃度法は適用可能であると考えられるものの、データ数が必ずしも十分でないことを踏まえ、本評価に当たってはブートストラップ法を採用し、C1-36 に対して更に保守的となるような設定とする(参考として、算術平均を 1.2 倍した結果を第 1 表に示す)。

- ・なお、意見聴取会の委員及び統計学の専門家の意見を踏まえた結果、実際のデータのばらつきを考慮して、比較的信頼性の高い信頼区間を求めることができるブートストラップ法を採用することは適切であり、ブートストラップ法にある信頼区間の算出方法(Percentile、BCa 法等)の中でも、比較的保守的な評価結果となる t-信頼区間を分散安定化変換する方法⁽¹⁾が妥当であると判断する。(資料 3 参照)

電気事業者にて、発電所での濃縮廃液の発生年度について、できるだけ広範な領域で測定し、プラントの分類ごとに 30 点以上を目安(資料 9 参照)として、別途整備した分析手法を用いて分析データを蓄積した結果(資料 2 参照)、濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果は第 1 表に示すとおりとなった。

なお、GCR については、濃縮廃液の C1-36 濃度を同様に計算すると第 1 表のとおりになるが、1 号廃棄物埋設施設には GCR の均質・均一固化体を埋設していないことから、放射能量の設定に際しては考慮していない。

第 1 表 濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果

(単位：Bq/t)

プラントの分類		PWR		BWR		GCR
		溶離処理 あり	溶離処理 なし	再生処理 あり	再生処理 なし	-
算術平均		9.91×10^4	1.87×10^3	3.12×10^4	3.63×10^3	1.87×10^5
母平均 95% 信頼区間 上限	ブート ストラップ法*1	1.43×10^5	2.59×10^3	4.33×10^4	5.14×10^3	2.55×10^5
	参考：算術上	1.34×10^5	2.39×10^3	4.13×10^4	4.80×10^3	2.54×10^5
参考：算術平均×1.2 倍		1.19×10^5	2.24×10^3	3.74×10^4	4.36×10^3	2.24×10^5
データ数*2		37	71	33	51	11

*1：t-信頼区間の分散安定化変換

*2：ND 除く

(ii) BWR から発生する樹脂

BWR 樹脂は、主に復水浄化系で発生している粉状樹脂又は粒状樹脂である。これらの使用済樹脂は、タンクに一括で貯蔵されているため年度ごとの分析データの蓄積が難しい。そのため、BWR 樹脂の均質・均一固化体を既に埋設している発電所(3 発電所)から、各発電所 1 点以上を原則として、電気事業者にて可能な範囲で分析データを蓄積した。その結果、全データ 9 点のうち 7 点が検出限界以下となり、再生処理ありの濃縮廃液の最大値を超える値は測定されなかった(資料 5 参照)。これらの樹脂は、薬品再生を行う前の樹脂が主要な発生源であり、プラント内の移行量を評価すると、再生処理ありの濃縮廃液の濃度とほぼ同じになると評価されるため、BWR 再生処理ありの濃縮廃液の C1-36 濃度の最大値を採用する(資料 5 参照)。

(2) 均質・均一固化体の放射エネルギーへの換算

均質・均一固化体の放射エネルギー(Bq/本)については、発電所の廃棄体種類別に、「2. (1) 均質・均一固化体となる廃棄物の C1-36 濃度」に示す濃縮廃液の C1-36 濃度(Bq/t)より換算する。

なお、この換算に必要なパラメータは、該当する電気事業者が各発電所の運転実績等を調査して設定する(資料 6 参照)。

(3) 総放射エネルギーの算出

発電所の廃棄体種類別の埋設実績から、「(2) 均質・均一固化体の放射エネルギーへの換算」に示す均質・均一固化体の放射エネルギーを用いて、1 号廃棄物埋設施設の 1 群から 6 群の各群の放射エネルギーの積算値を求める。この結果を第 2 表に示す。

第 2 表 1 号廃棄物埋設施設の 1 群から 6 群の放射エネルギーの積算値

(単位 : Bq)

群	1 群	2 群	3 群	4 群	5 群	6 群
積算値	2.4×10^8	1.7×10^8	1.5×10^8	1.7×10^8	3.0×10^8	4.6×10^8

第 2 表から、各群の放射エネルギーが均一かつ保守側となるように、各群の放射エネルギーの最大値(4.6×10^8 Bq)を、各群における均質・均一固化体の放射エネルギーとする。

ただし、1 号廃棄物埋設施設 7, 8 群に埋設される予定の固体状廃棄物の充填固化体の放射エネルギーは、「3. 充填固化体」で検討するものとする。

上記の均質・均一固化体及び充填固化体の放射エネルギーを基に、埋設数量を用いて比例計算を行い、想定する放射エネルギーを求めた結果を第3表に示す。

なお、均質・均一固化体と充填固化体を埋設する1号7,8群に関しては、7群の5基に充填固化体を埋設するものとし、また、8群の1基に均質・均一固化体を、4基には充填固化体をそれぞれ埋設するものとする。さらに、8群の充填固化体を埋設する4基のうち1基については、均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破砕し、セメント系充填材で一体に固型化した充填固化体(均質・均一固化体と放射エネルギーが同等の充填固化体)(以下「セメント破砕物充填固化体」という。)を埋設するものとして想定する放射エネルギーを設定する。

総放射エネルギーについては、今後の放射エネルギーの変動に対する余裕度を考慮し、上記の想定する放射エネルギーに対して、均質・均一固化体は10倍、充填固化体は5倍(重量が3号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)とする。

以上から、1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーは、第3表に示すとおりを設定する。

第3表 1号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー

(単位: Bq)

群	1群から6群	7群	8群		合計	
埋設数量	153,600本	25,600本	15,360本	5,120本	5,120本	204,800本
廃棄体種類	均質・均一固化体	充填固化体	充填固化体	均質・均一固化体	セメント破砕物充填固化体	—
想定する放射エネルギー	2.8×10^9	2.9×10^4	1.7×10^4	9.2×10^7	9.2×10^7	2.9×10^9
設定方法	$4.6 \times 10^8 \text{Bq} \times 6$ 群 $= 2.76 \times 10^9 \text{Bq}$	1.1Bq/本 $\times 25,600$ 本 $= 2.82 \times 10^4 \text{Bq}$	1.1Bq/本 $\times 15,360$ 本 $= 1.69 \times 10^4 \text{Bq}$	$4.6 \times 10^8 \text{Bq}$ /5基 $= 9.20 \times 10^7 \text{Bq}$	8群均質・均一固化体と同じ	—
総放射エネルギー	2.8×10^{10}	1.5×10^5	8.5×10^4	9.2×10^8	9.2×10^8	2.9×10^{10}
総放射エネルギーの裕度*1	10倍	5倍	5倍	10倍	10倍	—
【参考】 総放射エネルギー (意見聴取会時*2)	3.24×10^9	5.4×10^8	3.24×10^8	1.08×10^8	1.08×10^8	4.32×10^9

*1: 総放射エネルギーの裕度の設定に当たっては、廃棄物確認での放射能濃度評価方法において、スクーリングファクタ及び平均放射能濃度が従来の10倍以内であれば、従来のスクーリングファクタ及び平均放射能濃度の継続使用が可能であることも考慮した。

*2: 意見聴取会で示した1群当たりの放射エネルギー $5.4 \times 10^8 \text{Bq}$ を基に、埋設数量を用いて比例計算した。

1号7,8群において、充填固化体の放射エネルギー(7群(25,600本): $1.5 \times 10^5 \text{Bq}$ 、8群(15,360本): $8.5 \times 10^4 \text{Bq}$)は、均質・均一固化体の放射エネルギー(8群(5,120本): $9.2 \times 10^8 \text{Bq}$)及びセメント破砕物充填固化体の放射エネルギー(8群(5,120本): $9.2 \times 10^8 \text{Bq}$)と比較して非常に小さい。また、今後の廃棄物搬出計画に基づく、充填固化体のうち放射エネルギーの大きいGCR溶融固化体等のGCR廃棄物及びPWRの一次系の浄化系で使用している液体フィルタ(以下「PWR液体フィルタ」という。)を1号廃棄物埋設施設に埋設する計画がなく、変更を行う7群及び8群の放射エネルギー(7,8群(51,200本): $1.9 \times 10^9 \text{Bq}$)は、1号全体での放射エネルギー(1群から8群合計(204,800本): $2.9 \times 10^{10} \text{Bq}$)と比較して十分に小さい。しかし、1号廃棄物埋設施設については、覆土完了後における公衆の受ける線量の評価においてC1-36の相対重要度が1%以上となることから、C1-36を主要な放射性物質として選定する(線量評価結果については資料10を参照)。

(4) 最大放射能濃度の算出

均質・均一固化体の最大放射能濃度は、1号廃棄物埋設施設での他の主要な放射性物質の設定と同じ方法で算出し、 $9.2 \times 10^7 \text{Bq/t}$ (= $(2.76 \times 10^{10} + 9.20 \times 10^8 + 9.20 \times 10^8) \text{Bq} / 60,000 \text{t}^* / (153,600 + 5,120 + 5,120) \text{本} \times 204,800 \text{本} \times 150^{*2}$)とする。

充填固化体の最大放射能濃度は、2号廃棄物埋設施設での他の主要な放射性物質の設定と同じ方法で算出すると $1.1 \times 10^4 \text{Bq/t}$ (= $2.25 \times 10^5 \text{Bq} / 60,000 \text{t}^* / 40,960 \text{本} \times 204,800 \text{本} \times 600^{*3}$)となるため、最大放射能濃度は高い側の $9.2 \times 10^7 \text{Bq/t}$ とする。

*1:埋設総重量

*2:現行の1号廃棄物埋設施設にて主要な放射性物質に設定されている係数(放射能濃度の分布を考慮して、平均放射能濃度(重量300kg/本と設定)の150倍として設定)

*3:現行の2号廃棄物埋設施設にて主要な放射性物質に設定されている係数(放射能濃度の分布を考慮して、平均放射能濃度(重量300kg/本と設定)の600倍として設定)

3. 2号廃棄物埋設施設及び3号廃棄物埋設施設

(1) 充填固化体となる廃棄物のC1-36濃度

2号廃棄物埋設施設及び3号廃棄物埋設施設では、PWRとBWRの固体状廃棄物(溶融固化体を含む。)、PWR液体フィルタ及びGCR溶融固化体の充填固化体が対象となる。

ただし、PWR液体フィルタについては、1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設に

は埋設しないことから、3号廃棄物埋設施設のみが対象となる。

また、GCR 溶融固化体については、1号廃棄物埋設施設及び3号廃棄物埋設施設には埋設しないことから、2号廃棄物埋設施設のみが対象となる。

(i) 固体状廃棄物の充填固化体

固体状廃棄物に付着する C1-36 の汚染メカニズムとして、以下の①～③を考慮して廃棄体 1 本当たりの放射能濃度を検討する(資料 7 参照)。

- ①配管内面等における陰イオンの C1-36 の付着(資料 7「1. 充填固化体中の廃棄物表面への付着について」参照)
- ②配管内面等におけるクラッド(原子炉冷却材等に存在する腐食生成物)に同伴した C1-36 の付着(資料 7「2. C1-36/Co-60 濃度比データの相関性」)
- ③廃棄物表面に付着した系統水が蒸発することに伴う塩としての残留(資料 7「1. 充填固化体中の廃棄物表面への付着について」参照)

上記について、検討した結果を第 4 表に示す。

第 4 表 固体状廃棄物の充填固化体における C1-36 放射エネルギーの設定値

項目		設定値	出典
① 吸着 平衡	付着係数 (mL/cm ²)	3.0×10 ⁻⁴ (SUS の C1 に対する測定値)	文献値 ⁽²⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/mL)	4.0×10 ⁻⁴ (PWR 分析データ 13 点の最大値 3.77×10 ² Bq/t を基に設定した値)	資料 1 「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」 第 1 表
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽³⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽³⁾
	合計 (Bq/本)	3.2×10 ⁻²	-
② クラッド	C1-36/Co-60 濃度比 (-)	5.0×10 ⁻⁸ (PWR 液体フィルタ 38 点の算術平均、 BWR でも検証)	資料 7 「7.2(1)d. スケーリングファクタの計算」
	Co-60 充填固化体 放射エネルギー (Bq/本)	1.0×10 ⁷ (埋設実績の算術平均の 95%信頼区間上限)	-
	合計 (Bq/本)	5.0×10 ⁻¹	-
③ 付着 水	付着水厚さ (μm)	50 (測定結果の最大値を基に設定した値)	文献値 ⁽²⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/mL)	4.0×10 ⁻⁴ (「①吸着平衡」で設定した値と同じ)	資料 1 「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」 第 1 表
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽³⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽³⁾
	合計 (Bq/本)	5.4×10 ⁻¹	-
合計 (Bq/本)		1.1×10 ⁰	-

第 4 表に関して、設定の考え方は以下のとおりである。

- ・①吸着平衡の原子炉冷却材 C1-36 濃度は、資料 1 「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」 第 1 表に示す原子炉冷却材の分析データに基づき設定する。値の設定に当たっては、PWR における分析データ (13 点) と BWR における分析データ (6 点) の最大値を比較し、C1-36 濃度の高い PWR における分析データ (13 点) の最大値を保守的に丸めた 4.0×10⁻⁴Bq/mL を設定値とする。
- ・①吸着平衡の付着係数及び③付着水の付着水厚さは、基礎的な試験を実施した結果⁽²⁾である。
- ・②クラッドの C1-36/Co-60 濃度比は、30 点以上を目安 (資料 9 参照) として PWR 液

体フィルタにて分析データを蓄積し、スケーリングファクタの成立性を確認した上で、この分析データの算術平均を設定値とする。また、BWRでも固体状廃棄物(18点)及び炉水クラッド(12点)にて分析データを取得し、スケーリングファクタの成立性を確認した上で、BWRにおけるC1-36/Co-60濃度比の算術平均がPWRにおけるC1-36/Co-60濃度比の算術平均よりも小さくなることを確認する(資料7参照)。

- ・②クラッドのCo-60の充填固化体放射エネルギーは、2号廃棄物埋設施設の現状までの埋設実績に基づき、算術平均の95%信頼区間の上限を設定値とする。
- ・①吸着平衡及び③付着水における固体状廃棄物の比表面積は、既往の実態調査結果及び充填量は実規模大の模擬廃棄物の試験結果に基づき設定する。なお、いずれの設定値も「充填固化体の標準的な製作方法」⁽³⁾に基づいている。
- ・溶融固化体については、溶融処理によりC1-36が気体廃棄物に移行する可能性があるが、保守的に移行は生じないものとする。

(ii) PWR 液体フィルタ

PWR 液体フィルタのC1-36濃度は、分析データ(38点)から、濃縮廃液の統計処理に合わせて、算術平均の95%信頼区間上限(ブートストラップ法:t-信頼区間の分散安定化変換)の計算結果 $1.2 \times 10^5 \text{Bq/t}$ とする。

また、PWR 液体フィルタのC1-36濃度から充填固化体のC1-36放射エネルギーへの換算は、 $7.8 \times 10^2 \text{Bq/本} = 1.2 \times 10^5 \text{Bq/t} \times 500 \text{g/個}$ (液体フィルタの平均的な想定重量) $\times 13$ 個/本(ドラム内への液体フィルタの平均的な想定収納個数)とする。

(iii) GCR 溶融固化体

GCR 溶融固化体(埋設済144本)のC1-36放射エネルギーは、溶融処理を行う際の塩素の移行バランスに基づき $2.0 \times 10^7 \text{Bq}$ とする。

なお、電気事業者において溶融処理を行う際の塩素の移行バランスを東海発電所の原子炉に近い条件で評価を行い、溶融固化体への移行率(2%)が保守的な結果であることを確認している(資料8参照)。

(2) 2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー及び最大放射能濃度の算出

(i) 2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーの算出

以下の①及び②に基づき、1,2群から7,8群の2群ごとの放射エネルギーの積算値を求めた結果を第5表に示す。

なお、PWR 液体フィルタについては、2011 年 8 月 31 日の旧原子力安全・保安院への 2011 年報告書の提出以降に 2 号廃棄物埋設施設への埋設実績はなく、また、今後も 2 号廃棄物埋設施設に埋設する計画はないことから、2 号廃棄物埋設施設の検討対象には含まないこととする。

①固体状廃棄物については、「3. (1) (i) 固体状廃棄物の充填固化体」の充填固化体の放射エネルギー ($1.1 \times 10^6 \text{Bq/本}$) と埋設数量 (25,920 本/群) から放射エネルギーを計算し、設定値とする。

②GCR 溶融固化体については、上記「3. (1) (iii) GCR 溶融固化体」の埋設済の放射エネルギーを設定値とする。

総放射エネルギーは、上記の積算値から、最大である 3,4 群の放射エネルギー ($2.0 \times 10^7 \text{Bq}$) を、全ての各 2 群において想定する放射エネルギーとし、この想定する放射エネルギーに対して、裕度を考慮し、全ての充填固化体について 10 倍とする。

以上から、2 号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーは、第 5 表に示すとおりを設定する。

第5表 2号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー

(単位：Bq)

群	1, 2 群	3, 4 群	5, 6 群	7, 8 群	合計
埋設数量	51,840 本	51,840 本	51,840 本	51,840 本	207,360 本
積算値	5.7×10^4	2.0×10^7	5.7×10^4	5.7×10^4	2.0×10^7
設定方法	1, 2 群の固体状廃棄物 1.1×10^0 Bq/本 $\times 25,920$ 本 $\times 2$ 群 $= 5.7 \times 10^4$ Bq	GCR 溶融固化体 (2.0×10^7 Bq) は 3 群に埋設済 3, 4 群合計 $5.7 \times 10^4 + 2.0 \times 10^7 = 2.0 \times 10^7$ Bq	1, 2 群と同じ		-
想定する放射エネルギー ^{*1}	2.0×10^7	2.0×10^7	2.0×10^7	2.0×10^7	8.0×10^7
総放射エネルギー	2.0×10^8	2.0×10^8	2.0×10^8	2.0×10^8	8.0×10^8
総放射エネルギーの裕度 ^{*2}	10 倍	10 倍	10 倍	10 倍	-
【参考】 総放射エネルギー (意見聴取会時 ^{*3})	2.45×10^7	2.45×10^7	2.45×10^7	2.45×10^7	9.8×10^7

*1：積算値が最大となる 3, 4 群の放射エネルギー (2.0×10^7 Bq) を、各 2 群で想定する放射エネルギーとする。

*2：総放射エネルギーの裕度の設定に当たっては、廃棄物確認での放射能濃度評価方法において、スケーリングファクタ及び平均放射能濃度が従来の 10 倍以内であれば、従来のスケーリングファクタ及び平均放射能濃度の継続使用が可能であることも考慮した。

*3：3, 4 群に固体状廃棄物が各 25,000 本、3 群に GCR 溶融固化体 144 本、4 群に PWR 液体フィルタ 5,000 本 (PWR 液体フィルタの埋設数量は 1992 年度末廃棄物貯蔵データに基づき設定。) が埋設されるものとして 3, 4 群の放射エネルギーを計算し、各 2 群のうち放射エネルギーが最大である 3, 4 群の放射エネルギーを各 2 群の放射エネルギーの設定値として設定した。

2号廃棄物埋設施設において、放射エネルギーの積算値に基づくと、充填固化体のうち固体状廃棄物の放射エネルギー (各 2 群 (51,840 本) : 5.7×10^4 Bq) は GCR 溶融固化体の放射エネルギー (3 群 (144 本) : 2.0×10^7 Bq) と比較して非常に小さい。また、今後の廃棄物搬出計画に基づくと、充填固化体のうち放射エネルギーの大きい GCR 溶融固化体等の GCR 廃棄物及び PWR 液体フィルタを 2号廃棄物埋設施設に埋設する計画がなく、5 群から 8 群の放射エネルギー (5 群から 8 群 (103,680 本) : 1.2×10^5 Bq) は、2号全体での放射エネルギー (1 群から 8 群合計 (207,360 本) : 2.0×10^7 Bq) と比較して十分に小さく、線量影響が十分に小さいことを線量評価において確認する (線量評価結果については資料 10 を参照)。

加えて、C1-36 放射エネルギーは、2011 年報告書に基づき自主管理を行っており、その放射エネルギーの管理値(各 2 群 : $2.45 \times 10^7 \text{Bq}$ 、8 群合計 : $9.80 \times 10^7 \text{Bq}$)は第 5 表に示す総放射エネルギーよりも小さい値であり、今後も現在と同様の管理を継続することにより、資料 10 に示す線量評価値を上回らないような管理が可能である(自主管理の方法については資料 11 を参照)。

(ii) 2 号廃棄物埋設施設の最大放射能濃度の算出

2 号廃棄物埋設施設では、第 5 表の意見聴取会時の保守的な設定を用いても、固体状廃棄物の充填固化体の最大放射能濃度は $9.8 \times 10^5 \text{Bq/t}$ ($=9.8 \times 10^7 \text{Bq}/60,000 \text{t}$ (埋設総重量) $\times 600$ (現行の 2 号廃棄物埋設の主要な放射性物質に設定されている係数))となり、また、GCR 溶融体の最大放射能濃度は $2.4 \times 10^7 \text{Bq/t}$ ($=2.0 \times 10^7 \text{Bq}/0.851 \text{t}$ (144 本の最低重量))となることから、最大放射能濃度は高い側の $2.4 \times 10^7 \text{Bq/t}$ とする。

(3) 3 号廃棄物埋設施設の総放射エネルギー及び最大放射能濃度の算出

(i) 3 号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーの算出

主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーは、固体状廃棄物については「3(1)(i) 固体状廃棄物の充填固化体」に示す固体状廃棄物の放射エネルギー($1.1 \times 10^9 \text{Bq/本}$)及び埋設数量(26,400 本/基)を基に、PWR 液体フィルタについては「3.(1)(ii) PWR 液体フィルタ」に示す PWR 液体フィルタの放射エネルギー及び埋設数量(1,2 埋設設備から 7,8 埋設設備の 2 基ごとに 75 本(8 基で合計 300 本)埋設するものと設定する)を基に算出する。

なお、PWR 液体フィルタの埋設数量は、他の放射性物質の総放射エネルギーを超過しない範囲で、最大埋設数量を設定している。

総放射エネルギーは、主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーに基づき評価すると、放射エネルギーが十分小さく主要な放射性物質とはならないことから、算出していない。

上記から、3 号廃棄物埋設施設の主要な放射性物質の選定用の放射エネルギーは、第 6 表に示すとおりとする。

(ii) 3 号廃棄物埋設施設の最大放射能濃度の算出

「(i) 3 号廃棄物埋設施設の総放射エネルギーの算出」に示すとおり、3 号廃棄物埋設施設では C1-36 は主要な放射性物質とはならないため、最大放射能濃度を設定していない。

第6表 3号廃棄物埋設施設の主要な放射性物質の選定用の放射能量

(単位：Bq)

埋設設備	1, 2 埋設設備	3, 4 埋設設備	5, 6 埋設設備	7, 8 埋設設備	合計
埋設数量	52, 800 本	52, 800 本	52, 800 本	52, 800 本	211, 200 本
主要な放射性物質の選定用	1.2×10^5	1.2×10^5	1.2×10^5	1.2×10^5	4.8×10^5
設定方法	固体状廃棄物のうち PWR 液体フィルタ 75 本を埋設 ($1.1 \times 10^9 \text{Bq/本}$) $\times ([26, 400 \times 2 - 75] \text{本})$ $+ (7.8 \times 10^2 \text{Bq/本})$ $\times (75 \text{本})$ $= (1.2 \times 10^5 \text{Bq})$	同左	同左	同左	-

4. 参考文献

- (1) 汪金芳、桜井裕仁著(2011)：R で学ぶデータサイエンス 4 ブートストラップ入門、共立出版
- (2) 本山光志、鈴木泰博、森本恵次、脇寿一、佐々木隆之(2015)：放射性固体廃棄物となるステンレス鋼等における Cl-36 の付着係数評価、原子力バックエンド研究、Vol. 22、No. 2
- (3) 北海道電力他 9 電力(2016)：充填固化体の標準的な製作方法

以 上

資料1 原子炉冷却材における C1-36 濃度について

1. 原子炉冷却材の分析データ

これまでに取得された原子炉冷却材の分析データを第1表及び第1図に示す。

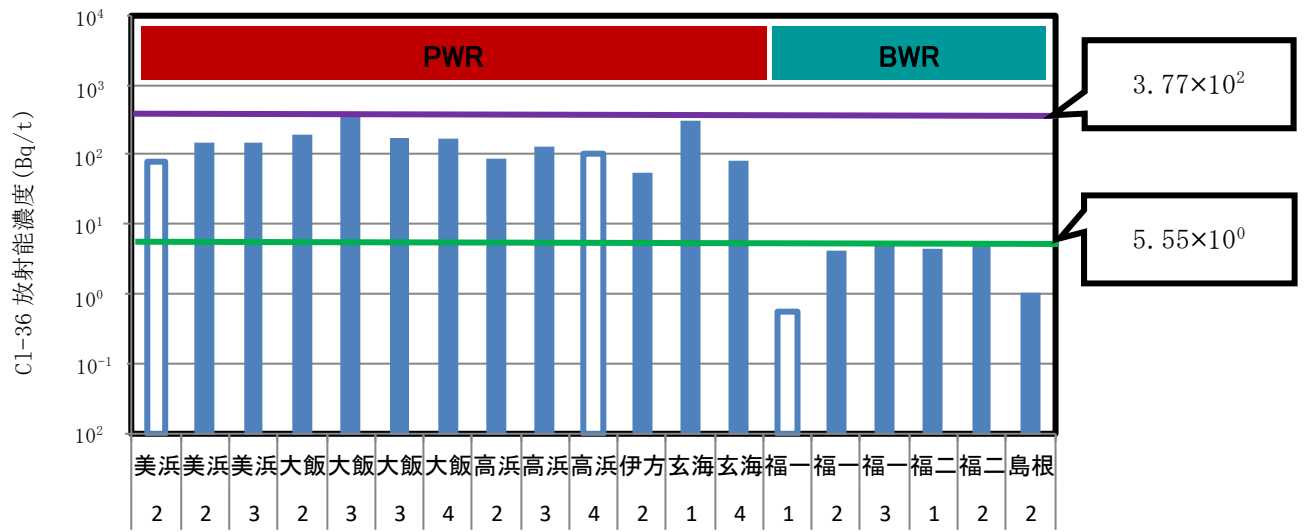
BWRと比較すると、PWRのC1-36濃度の方が高い傾向にあるが、PWR内及びBWR内でそれぞれ比較すると、おおむね同じようなC1-36濃度であった。

第1表 原子炉冷却材の分析データ

炉型	発電所	号機	溶離/再生 処理あり*1	対象試料中 C1-36放射能 濃度(Bq/t)	検出限界 濃度 (Bq/t)	回収率 (%)	対象試料の 発生時期	分析・測定 年月日	意見聴取 会以降の データ*2	
PWR	美浜	2号機	○	ND	7.97×10^1	21.3	2010	2011/3/29	-	
				1.50×10^2	3.40×10^1	76.4	2011	2014/2/27	○	
		3号機	○	1.44×10^2	1.52×10^1	46.3	2011	2011/6/24	-	
	大飯	2号機	○	1.97×10^2	1.09×10^1	49.2	2010	2010/6/15	-	
		3号機	-	3.77×10^2	7.85×10^0	68.1	2010	2010/7/22	-	
				1.73×10^2	8.86×10^0	89.6	2013	2014/2/18	○	
	4号機	-	1.71×10^2	9.82×10^0	80.8	2013	2014/2/5	○		
	高浜	2号機	○	8.52×10^1	3.21×10^1	61.3	2011	2011/6/20	-	
		3号機	-	1.29×10^2	2.70×10^1	85.7	2011	2014/3/12	○	
		4号機	-	ND	1.05×10^2	51.8	2011	2011/6/17	-	
	伊方	2号機	-	5.58×10^1	1.91×10^1	89.4	2011	2011/12/17	-	
	玄海	1号機	-	3.04×10^2	4.84×10^1	86.8	2011	2011/12/21	-	
		4号機	-	8.06×10^1	6.27×10^1	67.0	2011	2011/12/21	-	
	BWR	福島 第一	1号機	○	ND	5.51×10^{-1}	27.6	2009	2010/1/21	-
			2号機	○	4.21×10^0	5.63×10^{-1}	31.5	2009	2010/2/15	-
3号機			○	5.55×10^0	3.76×10^{-1}	32.1	2009	2010/2/15	-	
福島 第二		1号機	-	4.62×10^0	3.99×10^{-2}	61.5	2009	2010/1/23	-	
		2号機	-	5.47×10^0	4.06×10^{-2}	67.6	2009	2010/1/23	-	
島根		2号機	-	1.04×10^0	1.07×10^{-1}	93.8	2011	2011/12/21	-	

*1：PWRでは「○」は「溶離処理あり」、「-」は「溶離処理なし」を、BWRでは「再生処理あり」、「-」は「再生処理なし」を示す。

*2：「○」は「追加取得データあり」を、「-」は「追加取得データなし」を示す。



注 1 白抜きは検出限界値未満を示す。

第 1 図 各発電所における原子炉冷却材の C1-36 濃度

2. 原子炉冷却材の分析データのサンプル条件

上記の原子炉冷却材の分析データのサンプル条件を以下に示す。

運転中にあるプラントを選定し、原子炉冷却材を採取し、 $0.45\ \mu\text{m}$ ろ過を行い、ろ液中の C1-36 濃度を分析した。

分析は一部のプラントでしか行っていないが、以下の理由から、分析データには代表性があると判断した。

- ・原子炉冷却材中の C1-36 は、原子炉冷却材中の安定塩素が放射化したものであり、原子炉冷却材の安定塩素濃度は管理されていること。
- ・第 6 表及び第 7 表に示す PWR 及び BWR の代表的なモデルプラントにおいて原子炉冷却材の C1-36 濃度を計算しているが、計算結果と分析データに大差がないこと。
- ・BWR は分析データが少ないものの、原子炉冷却材の安定塩素濃度が PWR よりも低いいため、PWR の分析データで保守的に代表できると考えられること。
- ・原子炉冷却材から濃縮廃液に至る過程において、PWR は溶離処理の有無、BWR は再生処理の有無によってプラントを分類しているが、この分類を考慮すると、PWR 及び BWR の濃縮廃液の C1-36 濃度には大差がないこと。これは、原子炉冷却材の C1-36 濃度に大きな相違がないことを示していると考えられる。

3. 原子炉冷却材の安定塩素濃度の管理

PWR及びBWRでは、炉内構造物の腐食低減対策の観点から、運転中の原子炉冷却材の安定塩素濃度が定期的に測定されており、海水リーク等による原子炉冷却材の安定塩素濃度への影響の有無が管理されている。

運転中のPWR及びBWRにおける原子炉冷却材の安定塩素濃度実測値を第2表及び第3表に示す。(意見聴取会 第4回 参考資料1に基づく)

同一炉形式内では、安定塩素濃度はおおむね一定であることが分かる。また、炉形式別では、安定塩素濃度はPWRの方がBWRよりも全般的に高い。

第2表 PWRにおける原子炉冷却材の安定塩素濃度実測値(2011年から過去5年間の最大値)

電力	発電所	号機	原子炉冷却材の 安定塩素濃度(ppb)
			実測値
北海道電力	泊	1号	<10
		2号	<10
		3号	<10
関西電力	美浜	1号	<10
		2号	<10
		3号	<10
	大飯	1号	<10
		2号	20
		3号	10
		4号	20
	高浜	1号	<10
		2号	<10
		3号	<10
4号		<10	
四国電力	伊方	1号	<50(管理値未満) (測定値:6)
		2号	
		3号	
九州電力	玄海	1号	<50(管理値未満) (測定値:16)
		2号	
		3号	
		4号	
	川内	1号	<50(管理値未満) (測定値:13)
		2号	

第3表 BWRにおける原子炉冷却材の安定塩素濃度実測値(2011年から過去5年間の最大値)

電気事業者	発電所	号機	原子炉冷却材の 安定塩素濃度(ppb)
			実測値
東北電力	東通	1号	<1
		女川	1号
	2号		<1
	3号		<1
東京電力	福島第一	1号	7.2
		2号	5.4
		3号	2.4
		4号	2.1
		5号	3.3
		6号	2.1
	福島第二	1号	3.1
		2号	3.2
		3号	0.6
		4号	0.7
	柏崎刈羽	1号	0.7
		2号	0.3
		3号	0.2
		4号	0.6
5号		0.7	
6号		0.4	
7号		0.3	
中部電力	浜岡	1号	3.6
		2号	2.4
		3号	2.8
		4号	2
		5号	<1
北陸電力	志賀	1号	1.4
		2号	<1
中国電力	島根	1号	1
		2号	1
日本原子力発電	東海第二	-	1.03
	敦賀	1号	<0.2

4. 代表プラントにおける原子炉冷却材の C1-36 濃度の計算(意見聴取会 第 2 回 資料 3-1
に基づく)

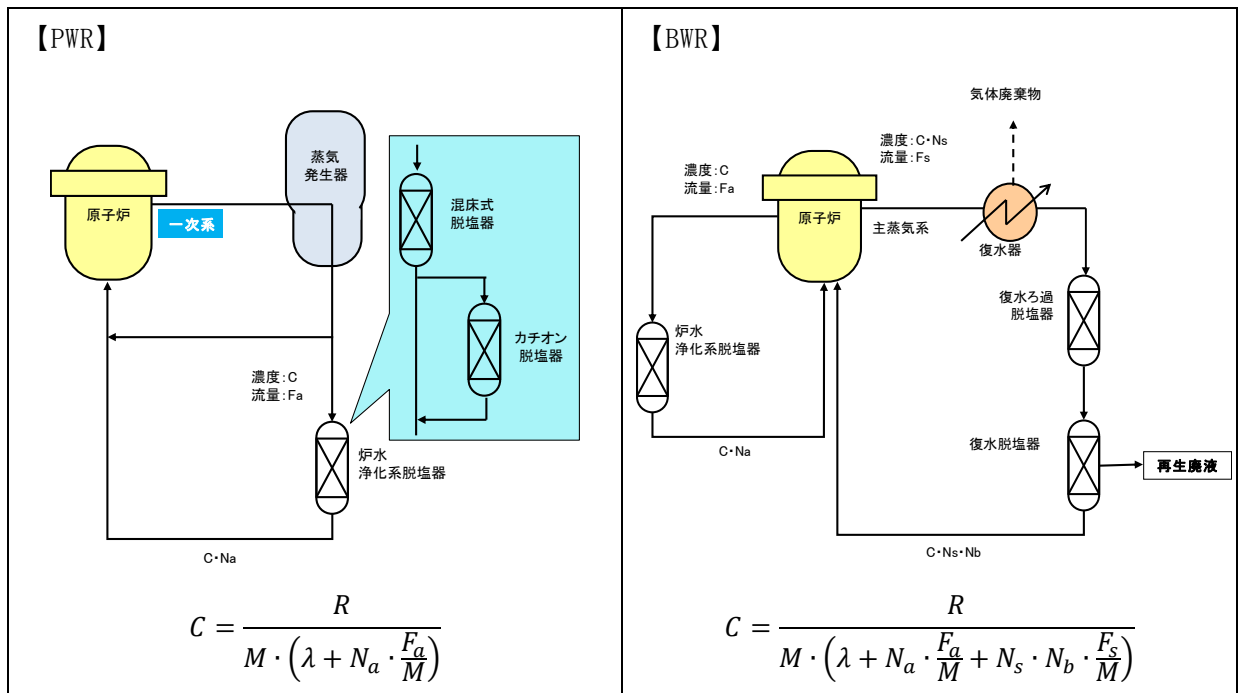
ORIGEN計算コードを用いて、第6表及び第7表に示すPWR及びBWR代表プラントの原子炉冷却材のC1-36濃度を計算し、プラント規模ごとで原子炉冷却材のC1-36濃度に大差がないことを確認した。

原子炉冷却材のC1-36濃度のプラント規模ごとのばらつきを確認するため、PWRプラントでは、プラント規模(電気出力)に応じて3ケースを対象とした。一方、BWRプラントでは、同規模のプラントでも原子炉冷却材浄化系流量の差が大きいことから、5ケースを対象とした。

(1) 計算モデル

原子炉冷却材のC1-36濃度の計算モデルとして、PWR及びBWRにおけるプラント内のマスバランスを第2図のとおりモデル化する。

なお、PWRでは、BWR図中の主蒸気系が存在しない。



<p>C: 原子炉冷却材の C1-36 濃度 (Bq/t) M: 原子炉保有水量 (t) Nb: 復水浄化系の除去率 (BWR のみ) Ns: キャリーオーバー率 (BWR のみ)</p>	<p>R: C1-36 の発生量 (Bq/y) *1 Fa: 原子炉浄化系流量 (t/y) λ: 崩壊定数 (1/y)</p>	<p>Na: 原子炉浄化系の除去率 Fs: 主蒸気流量 (t/y) (BWR のみ)</p>
---	---	---

*1: ORIGEN 計算コードによって計算

第 2 図 PWR 及び BWR におけるプラント内のマスバランス

(2) 計算に用いたパラメータ

計算に用いたPWR及びBWRのプラントのパラメータを第4表～第7表に示す。

第 4 表 PWR 共通パラメータ

PWR項目	設定値	設定根拠
C1-36崩壊定数	2.30×10^{-6} (1/y)	文献値 (ICRP (2009): ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations)
原子炉浄化系の除去率	0.09 (-)	「線量目標値評価指針」*1における原子炉冷却材浄化系除去率(ヨウ素に対する値)の0.9の値に対して、塩素は除去率が小さくなり、1/10とした。
原子炉冷却材の安定塩素濃度	10 (ppb)	「3. 原子炉冷却材の安定塩素濃度の管理」の実測値より

*1: 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針(以下、同様)。

第5表 BWR 共通パラメータ

BWR項目	設定値	設定根拠
C1-36崩壊定数	2.30×10^{-6} (1/y)	文献値(ICRP(2009):ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations)
原子炉浄化系の除去率	0.9(-)	「線量目標値評価指針」における原子炉冷却材浄化系の除去率(ヨウ素に対する値)の0.9の値とした。
キャリアオーバー率	0.01(-)	「線量目標値評価指針」におけるキャリアオーバー率(ヨウ素に対する値)の0.02に対して、やや小さな値とした。
復水浄化系の除去率	0.09(-)	「線量目標評価指針」における原子炉冷却材浄化系の除去率(ヨウ素に対する値)の0.9の値とした。
原子炉冷却材の安定塩素濃度	5(ppb)	「3. 原子炉冷却材の安定塩素濃度の管理」の実測値より

第6表 PWR 個別パラメータ

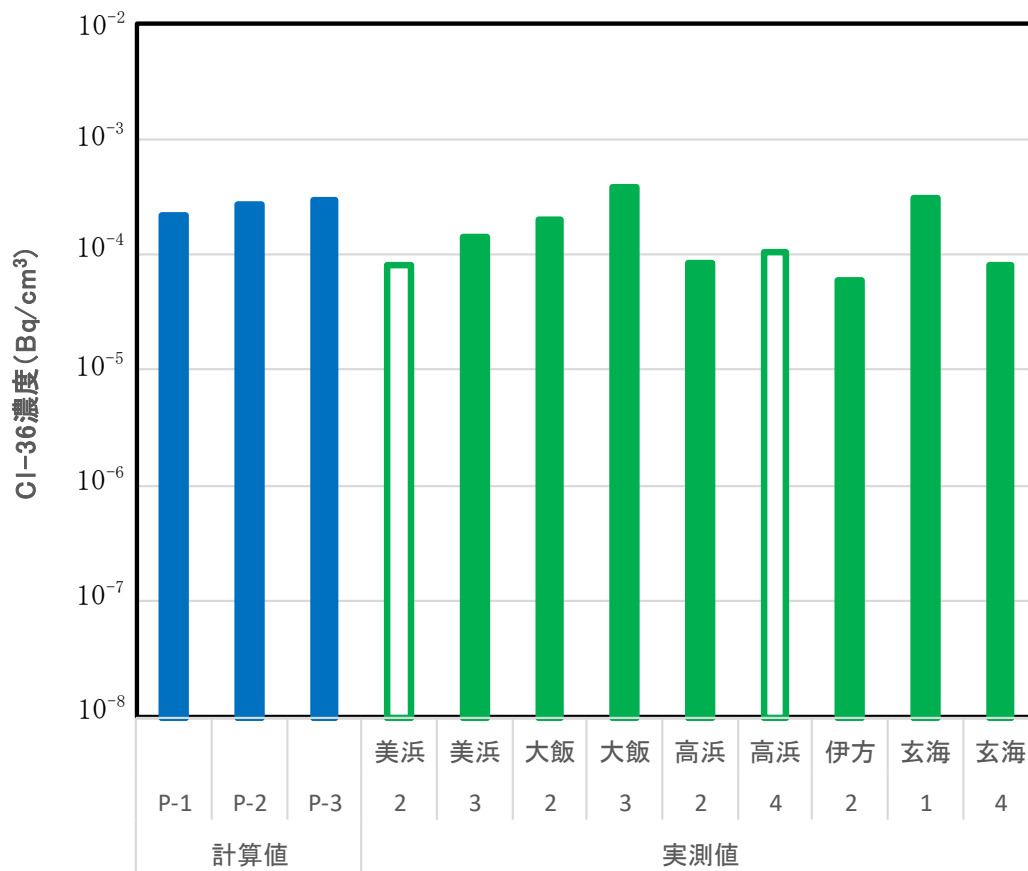
ケース	単位	P-1	P-2	P-3
出力クラス	MWe	600	800	1200
電気出力	MWe	580	826	1175
燃焼度	MWd/tU	49,500	49,000	50,000
濃縮度	%	4.8	4.6	4.8
比出力	MW/tU	34	34	38
原子炉保有水量	t	130	185	240
原子炉浄化系流量	t/h	10	14	17

第7表 BWR 個別パラメータ

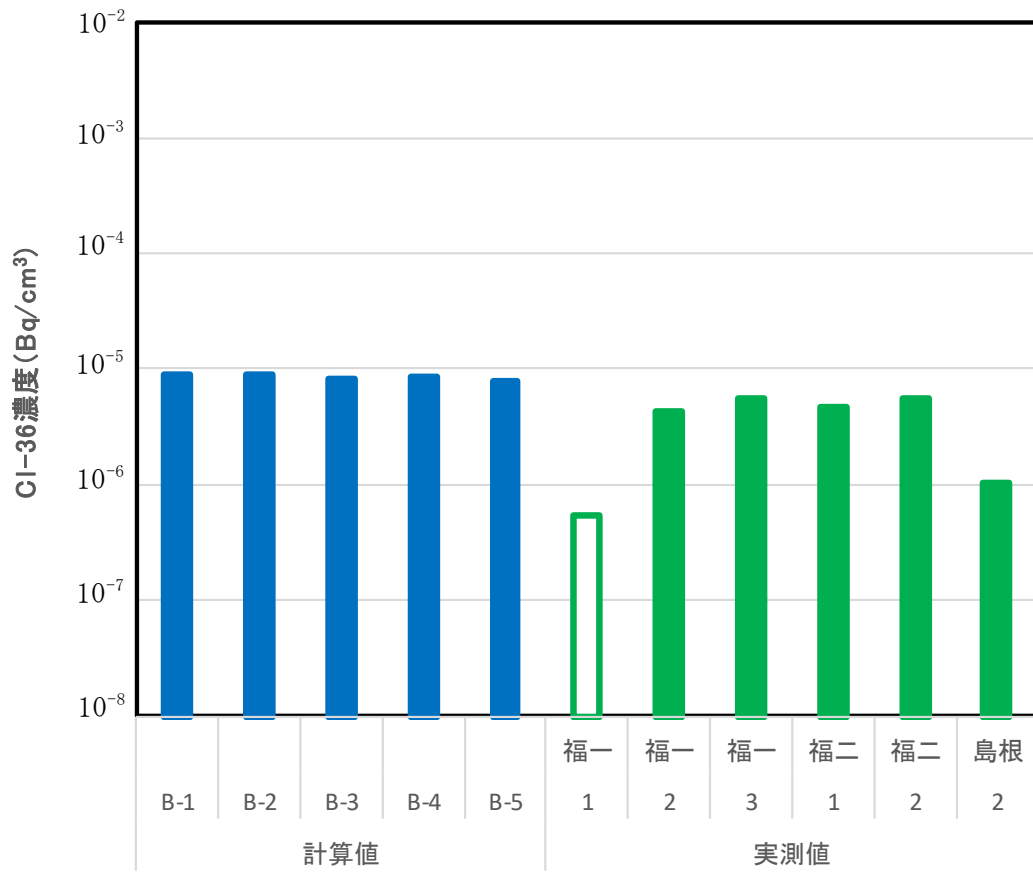
ケース	単位	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
出力クラス	MWe	500	500	800	800	1100
電気出力	MWe	460	540	820	840	1,100
燃焼度	MWd/tU	45,000	27,500	45,000	27,500	45,000
濃縮度	%	3.6	2.78	3.7	2.74	3.78
比出力	MW/tU	20.3	23.5	25.1	23.6	25.1
原子炉保有水量	t	150	150	290	220	290
原子炉浄化系流量	t/h	86	30	220	45	120
主蒸気流量	t/h	2,470	2,920	4,740	4,750	6,410

(3) 計算結果

原子炉冷却材のC1-36濃度の計算結果を第3図に示す。試験結果は実測値とほぼ一致しており、また、同一炉形式ではプラント規模による差異がないことを確認した。



第3図 原子炉冷却材のCl-36濃度の計算結果(1/2)



第3図 原子炉冷却材の Cl-36 濃度の計算結果(2/2)

以 上

資料2 濃縮廃液の分析データについて

各発電所における濃縮廃液の分析データを第1表、第2表及び第3表に示す。濃縮廃液の分析データは、発電所及び発生年度についてできるだけ広範な領域で測定し、4区分ごとの分析点数は、ND値を除き、各30点以上(GCRは11点)に達していることから、代表性としては十分と考えた(資料9参照)。

第1表 PWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(1/3)*1

発電所	号機	溶離処理あり	No.	原廃棄物 Cl-36放射能 濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _{Cl} (%) (Y _{Cl} =A ₄ /A ₃)	対象 試料の 発生 時期	分析・測定 年月日	データの扱い		
									採用データ	意見聴取会 時に取得	意見聴取会 以降に取得
泊	1/2号機	-	1	ND	6.65E+01	68.4	2004	2007/7/27		○	
			2	1.12E+02	1.06E+02	89.6	2006	2010/8/19	○	○	
			3	1.83E+02	6.22E+01	89.7	2007	2010/8/5	○	○	
			4	1.18E+02	6.08E+01	86.0	2008	2010/8/18	○	○	
			5	1.32E+02	1.18E+02	89.7	2009	2010/8/10	○	○	
			6	ND	2.53E+02	62.3	2010	2016/10/1			○
美浜	共通	○	7	8.29E+03	2.63E+03	15.8	2005	2008/12/17	○	○	
			8	3.33E+05	3.32E+03	12.1	2007	2010/1/28	○	○	
			9	4.64E+05	1.38E+04	2.9	2008	2010/1/28	○	○	
			10	1.42E+05	1.79E+02	39.2	2009	2011/1/31	○	○	
			11	2.16E+05	1.96E+02	68.1	2010	2012/1/12	○	○	
			12	3.72E+05	6.08E+02	81.8	2011	2014/1/20	○		○
			13	1.76E+05	5.68E+02	82.7	2012	2014/2/27	○		○
			14	8.94E+04	4.74E+02	96.0	2013	2015/4/17	○		○
15	1.29E+05	5.62E+02	81.8	2014	2016/1/25	○		○			
大飯	1/2号機	○	16	3.36E+04	5.40E+02	56.6	2004	2009/10/5	○	○	
			17	4.12E+04	9.09E+02	34.8	2004	2009/1/28	○	○	
			18	1.13E+04	1.33E+02	78.5	2005	2012/2/23	○		○
			19	5.42E+04	1.39E+03	43.9	2006	2009/11/13	○	○	
			20	3.49E+04	6.54E+02	46.7	2007	2009/8/31	○	○	
			21	8.91E+04	2.20E+03	61.4	2008	2010/1/26	○	○	
			22	5.93E+04	4.70E+02	44.3	2009	2011/3/18	○	○	
			23	7.89E+04	3.39E+02	61.4	2010	2012/1/25	○		○
			24	9.65E+04	4.83E+02	91.5	2011	2013/12/25	○		○
			25	5.66E+04	5.38E+02	85.1	2012	2014/1/17	○		○
	26	6.41E+04	2.38E+02	87.4	2013	2014/10/29	○		○		
	27	1.53E+05	2.60E+02	87.0	2014	2015/12/25	○		○		
	28	1.80E+03	7.03E+02	45.4	2004	2009/9/11	○	○			
	29	9.87E+02	1.72E+02	64.3	2005	2012/3/9	○		○		
30	2.66E+03	6.02E+02	54.1	2006	2009/11/20	○	○				
31	2.23E+03	4.06E+02	79.9	2007	2009/8/27	○	○				
32	1.26E+03	3.88E+02	57.2	2008	2010/1/5	○	○				
33	1.48E+03	7.22E+01	60.5	2009	2011/4/27	○	○				
34	1.26E+03	1.57E+02	69.1	2010	2012/3/7	○		○			
35	1.82E+03	5.72E+02	79.9	2011	2014/1/10	○		○			
36	1.02E+03	5.47E+02	88.3	2012	2014/1/27	○		○			
37	1.99E+03	2.60E+02	86.3	2013	2015/1/30	○		○			
38	8.85E+02	2.68E+02	87.1	2014	2015/12/22	○		○			

*1: 表の数値中のEは、指数表記における基数の10を示す(例えば、1E+2は1×10²を示す。以下、同様。)

第1表 PWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(2/3)

発電所	号機	溶離 処理 あり	No.	原廃棄物 Ci-36放射能 濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _{CI} (%) (Y _{CI} =A ₄ /A ₃)	対象 試料の 発生 時期	分析・測定 年月日	データの扱い			
									採用データ	意見聴取会 時に取得	意見聴取会 以降に取得	
高浜	1/2号機	○	39	9.51E+03	6.22E+02	64.0	2000	2010/1/20	○	○		
			40	6.18E+04	6.84E+02	65.7	2001	2013/12/24	○		○	
			41	1.08E+04	6.39E+02	62.2	2002	2010/1/20	○	○		
			42	6.74E+04	7.36E+02	64.0	2003	2014/1/30	○		○	
			43	2.47E+04	8.97E+02	43.8	2004	2009/8/27	○	○		
			44	1.49E+05	1.38E+03	27.8	2004	2008/12/11	○	○		
			45	6.37E+04	6.48E+02	73.1	2005	2013/12/26	○		○	
			46	1.60E+04	9.90E+02	39.8	2006	2010/1/7	○	○		
			47	1.80E+04	1.17E+03	34.3	2007	2009/10/8	○	○		
			48	2.63E+04	8.66E+02	45.6	2008	2010/3/3	○	○		
	49	4.37E+04	7.46E+02	48.8	2009	2011/3/3	○	○				
	50	1.30E+04	5.98E+02	61.2	2010	2012/1/27	○		○			
	51	4.78E+04	7.33E+02	61.7	2011	2014/1/22	○		○			
	52	1.44E+05	8.71E+02	56.5	2012	2014/3/6	○		○			
	53	1.77E+05	5.95E+02	73.2	2013	2015/3/4	○		○			
	54	9.34E+04	5.22E+02	78.2	2014	2015/11/5	○		○			
	55	3.09E+03	7.32E+02	61.2	1995	2014/1/16	○		○			
	3/4号機	-	-	56	1.15E+03	3.91E+02	68.3	1999	2014/1/31	○		○
				57	ND	1.69E+03	56.6	2000	2010/1/28		○	
				58	ND	2.54E+03	37.4	2002	2010/1/28		○	
59				ND	3.07E+03	31.5	2004	2010/1/28		○		
60				1.52E+03	9.62E+02	39.7	2004	2008/12/11	○	○		
61				4.41E+02	4.32E+02	65.5	2005	2014/1/24	○		○	
62				2.69E+03	1.29E+03	31.5	2006	2009/10/13	○	○		
63				1.26E+04	7.64E+02	52.8	2007	2009/10/8	○	○		
64				8.14E+03	7.44E+02	53.1	2008	2010/3/3	○	○		
65				2.50E+03	6.70E+02	54.3	2009	2011/3/3	○	○		
66				9.61E+02	4.22E+02	65.9	2010	2014/1/24	○		○	
67				1.97E+03	4.20E+02	63.4	2011	2014/1/31	○		○	
68				1.15E+03	7.84E+02	60.5	2012	2014/2/26	○		○	
69				5.14E+03	7.25E+02	60.2	2013	2015/3/4	○		○	
70				1.60E+03	5.62E+02	72.8	2014	2015/11/26	○		○	
伊方	1/2号機	-	71	1.71E+03	6.35E+02	51.1	2003	2008/12/10	○	○		
			72	6.38E+02	5.69E+02	57.8	2004	2010/5/28	○	○		
			73	8.44E+02	6.68E+02	48.7	2005	2010/5/28	○	○		
			74	8.62E+02	4.93E+02	66.6	2000	2011/3/6	○	○		
			75	8.59E+02	4.60E+02	72.0	2001	2011/3/6	○	○		
			76	9.58E+02	5.88E+02	55.2	2008	2011/3/6	○	○		
			77	7.12E+02	3.91E+02	81.6	2009	2011/3/6	○	○		
			78	2.90E+03	6.37E+02	51.5	2010	2011/9/18	○	○		
			79	9.51E+02	1.59E+02	58.8	2011	2014/3/11	○		○	
			80	4.15E+02	1.22E+02	77.3	2012	2014/3/15	○		○	
	81	6.96E+02	1.21E+02	76.4	2013	2014/11/20	○		○			
	82	2.25E+02	9.07E+01	90.6	2014	2015/10/9	○		○			
	3号機	-	-	83	2.07E+03	7.11E+02	45.2	2003	2008/12/10	○	○	
				84	2.72E+03	5.66E+02	58.3	2002	2011/9/18	○	○	
				85	3.44E+03	4.68E+02	70.1	2009	2011/9/18	○	○	
				86	2.18E+03	4.21E+02	77.9	2010	2011/9/18	○	○	
				87	8.94E+02	1.42E+02	66.0	2011	2014/3/12	○		○
				88	7.88E+02	1.17E+02	80.2	2012	2014/3/13	○		○
				89	8.62E+02	1.09E+02	84.4	2013	2014/11/20	○		○
				90	6.50E+02	8.85E+01	87.7	2014	2015/10/9	○		○

第1表 PWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(3/3)

発電所	号機	溶離 処理 あり	No.	原廃棄物 Cl-36放射能 濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _{Cl} (%) (Y _{Cl} =A ₄ /A ₃)	対象 試料の 発生 時期	分析・測定 年月日	データの扱い		
									採用データ	意見聴取会 時に取得	意見聴取会 以降に取得
玄海	1/2号機	-	91	1.89E+03	3.87E+02	65.5	2005	2009/1/10	○	○	
			92	1.36E+03	1.29E+03	66.6	2006	2010/6/17	○	○	
			93	1.81E+03	8.58E+02	91.4	2009	2010/12/21	○	○	
			94	2.36E+03	4.15E+02	85.4	2010	2011/10/21	○	○	
			95	2.21E+03	8.72E+01	90.6	2011	2015/2/19	○		○
			96	3.27E+03	1.06E+02	74.2	2012	2015/2/21	○		○
	3/4号機	-	97	8.73E+02	2.97E+02	75.3	2008	2009/1/13	○	○	
			98	1.16E+03	1.09E+03	82.9	2010	2010/6/17	○	○	
			99	3.04E+02	6.72E+01	97.4	2011	2011/10/21	○	○	
			100	3.16E+02	1.86E+02	91.9	2012	2015/2/20	○		○
101			2.44E+02	9.01E+01	93.4	2013	2015/2/19	○		○	
川内	1/2号機	-	102	6.22E+02	2.50E+02	86.6	2005	2009/1/11	○	○	
			103	5.68E+02	2.92E+02	83.8	2006	2010/6/15	○	○	
			104	1.78E+02	5.10E+01	95.0	2009	2010/12/20	○	○	
			105	1.07E+02	6.02E+01	79.4	2010	2011/7/23	○	○	
			106	8.54E+01	4.71E+01	62.9	2011	2015/1/10	○		○
			107	ND	4.12E+01	72.1	2012	2015/1/10			○
			敦賀	2号機	-	108	4.45E+03	8.00E+02	47.2	2001	2011/2/15
109	3.40E+03	9.10E+02				40.7	2003	2008/12/11	○		○
110	2.59E+03	9.94E+02				38.3	2003	2011/2/15	○		○
111	2.50E+03	7.93E+02				47.9	2003	2011/2/15	○		○
112	4.02E+03	8.58E+02				44.6	2005	2011/2/15	○		○
113	1.12E+04	4.78E+03				7.8	2005	2010/6/16	○		○
114	ND	1.08E+03				35.6	2010	2011/12/28			○
115	ND	8.56E+02				44.7	2010	2011/12/28			○
116	7.28E+02	4.91E+02				75.5	2012	2014/3/19	○		○
117	ND	8.06E+02				52.3	2013	2015/3/13			○
118	ND	6.79E+02				56.6	2014	2016/1/20			○

第2表 BWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(1/3)

発電所	号機	再生 処理 あり	No.	原廃棄物 Cl-36放射 能濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _C (%)	対象濃縮廃 液の発生時 期	分析・測定 年月日	データの扱い					
									採用デー タ	意見聴取 会時に取 得	意見聴取 会以降に 取得			
女川	1号機	-	1	7.93E+03	4.81E+02	92.1	2003	2014/6/13	○		○			
			2	2.41E+03	2.43E+02	90.2	2008	2014/3/15	○		○			
			3	6.27E+03	8.47E+02	97.8	2009	2010/1/27	○	○				
			4	1.07E+04	1.04E+03	83.7	2011	2014/3/15	○		○			
	3号機	-	5	3.66E+03	2.15E+02	82.2	2013	2014/3/15	○		○			
			6	1.91E+03	1.94E+02	90.4	2015	2016/2/19	○		○			
福島第一	集中RW	○	7	2.39E+04	5.65E+02	62.2	1989	2010/6/8	○	○				
			8	9.95E+03	4.04E+03	73.8	1991	2010/6/24	○	○				
			9	4.64E+04	5.88E+02	68.5	1993	2010/6/7	○	○				
			10	3.42E+04	1.30E+03	66.4	2000	2010/6/7	○	○				
			11	2.40E+04	4.71E+02	69.6	1995	2010/9/28	○	○				
			12	2.30E+04	1.28E+03	79.3	1996	2010/9/28	○	○				
			13	2.10E+04	5.82E+02	79.4	1997	2010/9/28	○	○				
			14	3.48E+04	1.25E+03	80.2	2001	2010/9/29	○	○				
			15	1.23E+04	5.44E+02	71.4	2002	2010/9/29	○	○				
			16	1.46E+04	7.44E+02	69.2	2003	2010/9/30	○	○				
			17	4.36E+04	2.35E+02	87.2	2008	2008/12/22	○	○				
			5号機	○	18	7.26E+03	2.89E+02	81.9	2010	2010/10/28	○	○		
			福島第二	1/2号機	-	19	2.46E+03	1.44E+02	91.6	2003	2009/1/13	○	○	
						20	ND	2.07E+03	64.6	2005	2010/6/28		○	
						21	2.14E+03	5.08E+02	42.3	2006	2010/6/4	○	○	
				3/4号機	-	22	4.19E+03	1.65E+02	75.3	1997	2009/1/13	○	○	
						23	4.01E+03	1.53E+02	82.8	2003	2009/1/15	○	○	
	24	2.39E+03	3.68E+02	57.2	2007	2010/6/4	○	○						
柏崎刈羽	1号機	-	25	ND	8.10E+02	52.0	2009	2011/3/16		○				
	2号機	-	26	8.78E+03	1.60E+03	55.3	2010	2011/3/9	○	○				
			27	ND	2.45E+03	61.4	2010	2011/3/19		○				
			28	1.23E+04	3.06E+03	85.9	2013	2014/3/3	○		○			
	3号機	-	29	3.97E+03	3.69E+02	60.2	2009	2011/3/6	○	○				
	4号機	-	30	ND	8.14E+02	70.1	2010	2011/3/10		○				
	5号機	-	31	7.07E+03	1.81E+03	45.2	2009	2011/3/8	○	○				
			32	ND	2.05E+03	60.1	2010	2011/3/15		○				
33			1.19E+03	1.14E+03	74.3	2012	2014/3/11	○		○				
6/7号機	-	34	5.04E+03	8.44E+02	56.1	2010	2011/3/15	○	○					

第2表 BWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(2/3)

発電所	号機	再生 処理 あり	No.	原廃棄物 Cl-36放射 能濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _{Cl} (%)	対象濃縮廃 液の発生時 期	分析・測定 年月日	データの扱い		
									採用デ ータ	意見聴取 会時に取 得	意見聴取 会以降に 取得
志賀	1/2号機	-	35	8.42E+03	1.62E+03	58.2	2005	2010/4/9	○	○	
			36	1.49E+03	6.35E+02	73.2	2005	2010/4/13	○	○	
			37	1.25E+03	7.88E+02	56.9	2007	2010/4/12	○	○	
			38	9.96E+03	2.45E+03	55.3	2007	2010/4/11	○	○	
			39	1.81E+03	1.43E+03	73.3	2007	2010/4/15	○	○	
			40	7.36E+02	3.93E+02	67.7	2008	2010/4/10	○	○	
			41	9.53E+02	7.09E+02	57.4	2009	2011/3/20	○	○	
			42	5.56E+03	1.24E+03	76.1	2006	2011/3/25	○	○	
			43	1.21E+04	3.07E+03	61.9	2008	2011/12/12	○	○	
			44	ND	6.88E+02	50.1	2010	2012/1/2		○	
			45	ND	3.22E+02	81.2	2011	2013/10/28			○
			46	ND	6.87E+02	84.5	2012	2013/10/26			○
			47	ND	5.75E+02	74.7	2013	2014/12/4			○
48	ND	1.70E+02	62.1	2014	2016/2/5			○			
浜岡	1号機	-	49	3.77E+03	9.58E+02	54.5	2008	2010/6/11	○	○	
			50	7.18E+02	1.20E+02	74.6	1991	2011/12/16	○	○	
			51	2.89E+02	8.59E+01	82.0	1992	2014/2/25	○		○
			52	4.89E+02	8.69E+01	82.1	1993	2014/2/25	○		○
			53	2.76E+02	8.24E+01	82.2	1994	2015/2/17	○		○
	2号機	-	54	4.10E+02	8.12E+01	85.9	1995	2015/2/17	○		○
			55	1.19E+03	1.18E+02	61.3	1992	2011/12/28	○		○
			56	8.33E+02	7.79E+01	81.8	1993	2015/2/26	○		○
			57	5.32E+02	8.31E+01	79.7	1994	2015/2/26	○		○
			58	9.00E+02	3.30E+02	85.2	2001	2009/1/21	○	○	
			59	1.25E+03	6.66E+02	51.7	2003	2009/1/21	○	○	
	3号機	-	60	8.97E+02	1.54E+02	72.8	2012	2013/5/27	○		○
			61	2.19E+04	7.48E+03	34.2	2008	2010/6/11	○	○	
4号機	-	62	7.97E+02	1.35E+02	61.7	1999	2011/12/22	○	○		
		63	5.66E+03	7.50E+02	71.9	2005	2012/1/18	○		○	
5号機	-	64	3.39E+03	5.72E+02	64.9	2005	2012/2/9	○		○	
島根	1/2号機	-	65	4.50E+03	5.41E+02	64.6	2008	2012/2/16	○		○
	1号機	-	66	1.44E+03	4.09E+02	73.2	2008	2009/2/5	○	○	
			67	1.06E+03	1.77E+02	54.5	2009	2010/6/25	○	○	
			68	1.27E+03	7.64E+02	59.6	2010	2011/9/26	○	○	
			69	3.62E+02	1.58E+02	96.3	2011	2014/3/6	○		○
	2号機	-	70	1.02E+03	1.55E+02	79.8	2012	2014/3/6	○		○
			71	2.38E+03	3.74E+02	50.9	2009	2010/6/25	○	○	
			72	ND	7.69E+02	56.4	2010	2011/9/26		○	
73			3.52E+02	2.62E+02	83.3	2011	2014/3/6	○		○	
74	7.39E+02	4.07E+02	94.6	2012	2014/3/7	○		○			

第2表 BWR 発電所の濃縮廃液の分析データ(3/3)

発電所	号機	再生 処理 あり	No.	原廃棄物 Cl-36放射 能濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _G (%)	対象濃縮廃 液の発生時 期	分析・測定 年月日	データの扱い		
									採用デー タ	意見聴取 会時に取 得	意見聴取 会以降に 取得
東海第二	-	○	75	1.33E+05	7.39E+02	87.4	1994	2011/2/8	○	○	
			76	6.93E+04	6.89E+02	98.3	1996	2010/11/22	○	○	
			77	8.67E+04	1.04E+03	69.1	1996	2010/11/22	○	○	
			78	8.47E+04	8.71E+02	87.9	1997	2010/11/22	○	○	
			79	5.87E+04	7.58E+02	95.6	1998	2010/11/25	○	○	
			80	3.22E+04	2.36E+03	81.2	2003	2013/11/14	○		○
			81	1.67E+04	1.09E+03	49.9	2004	2008/12/8	○	○	
			82	2.03E+04	8.46E+02	77.1	2006	2010/4/2	○	○	
			83	5.23E+04	7.28E+02	91.5	2009	2010/4/2	○	○	
			84	3.96E+04	2.37E+03	80.6	2012	2013/11/14	○		○
敦賀	1号機	○	85	6.12E+03	1.26E+03	91.3	1998	2014/2/26	○		○
			86	ND	1.54E+03	65.0	2001	2011/1/4		○	
			87	ND	1.80E+03	45.2	2002	2011/1/4		○	
			88	2.66E+03	7.26E+02	58.9	2003	2008/12/10	○	○	
			89	9.76E+03	1.01E+03	95.8	2003	2011/1/4	○	○	
			90	9.62E+03	1.25E+03	76.7	2004	2011/1/4	○	○	
			91	1.87E+04	1.31E+03	71.5	2005	2010/6/11	○	○	
			92	2.31E+03	2.00E+03	74.2	2010	2011/10/31	○		○
			93	2.92E+04	1.92E+03	74.5	2010	2011/10/31	○		○
			94	2.98E+04	1.98E+03	91.1	2011	2014/2/26	○		○
			95	8.60E+03	1.67E+03	91.2	2012	2014/2/26	○		○
			96	1.44E+04	2.88E+03	85.6	2013	2015/1/28	○		○
			97	8.29E+03	4.27E+03	84.7	2014	2015/10/22	○		○

第3表 GCR 発電所の濃縮廃液の分析データ

発電所	号機	No.	原廃棄物 Cl-36放射 能濃度 (Bq/ton)	検出限界 濃度 (Bq/ton)	化学 回収率 Y _G (%)	対象濃縮廃 液の発生時 期	分析・測定 年月日	データの扱い		
								採用デー タ	意見聴取 会時に取 得	意見聴取 会以降に 取得
東海	-	1	3.59E+05	1.71E+04	57.1	1996	2008/12/8	○		○
		2	9.79E+04	4.61E+03	63.3	1989	2011/12/1	○		○
		3	7.00E+04	3.17E+03	91.2	1990	2011/12/1	○		○
		4	1.96E+05	3.45E+03	78.7	1991	2011/12/1	○		○
		5	1.40E+05	3.96E+03	72.6	1993	2011/12/1	○		○
		6	1.08E+05	4.08E+03	70.3	1994	2011/12/1	○		○
		7	7.94E+04	3.49E+03	79.9	1995	2011/12/1	○		○
		8	1.67E+05	3.51E+03	81.3	1997	2011/12/1	○		○
		9	2.80E+05	3.32E+03	85.4	1998	2011/12/1	○		○
		10	3.05E+05	3.70E+03	73.8	2000	2011/12/1	○		○
		11	2.59E+05	4.33E+03	64.9	2001	2011/12/1	○		○

以上

資料3 濃縮廃液の分析データの評価方法「ブートストラップ法」について

1. 母平均の95%信頼区間上限を求める計算方法の比較

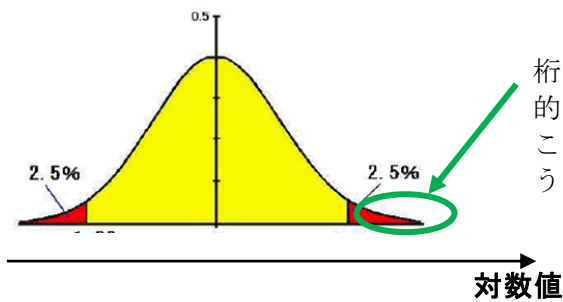
母平均の95%信頼区間上限を求める代表的な計算方法を比較した結果を第1表に示す。

第1表 想定した計算方法の比較

計算方法		95%信頼区間の妥当性	備考
算術上で計算	①中心極限定理に従い算術上で計算する方法(算術上で分散を算出し、母平均値の95%信頼区間を求める。)	データ数が多い場合又は正規性が成立する場合に信頼性が高い。	意見聴取会時の計算方法
対数正規分布を想定 ^{*1} して計算	②対数正規分布の母集団の平均値から算術平均値に換算する方法 下記の一般式を用いて計算する。 $\exp(\mu + \sigma^2/2)$ μ : 平均、 σ : 標準偏差	対数正規分布を想定することによる極めて高い濃度の影響を受ける ^{*2} 。	
	③対数正規分布する母集団を仮想的に作成して計算する方法 実際の分析データを用いて、仮想的な母集団を作成し、これから、ランダムな復元抽出を行い、平均化することを10,000回実施し、数値の大きい方から2.5%の範囲となる数値を求める。		
	④母集団が対数正規分布するとして、統計的に計算する方法(Land法)		クリアランスで適用されている。
ノンパラメトリックな計算方法であるブートストラップ法を用いて計算	⑤Percentile ランダム抽出した標本(ブートストラップ標本)から、上から2.5%となる数値から求める。	一次の精度と呼ばれ、標本の分布にずれがあると影響を受けるため、今回の場合は誤差が大きくなると考えられる。	
	⑥BCa Percentileを改善したもので、ブートストラップ標本の偏り及び歪度に対する補正を行っている。	二次の精度を有するもので、分布の偏りがある場合には精度が高い。ただし、データ数が少ないと信頼性が高くない結果となると考えられる。	
	⑦t-信頼区間を分散安定化変換する方法 ブートストラップ標本からt分布を作成して計算するもので、分散が大きく変動しないように、分散をべき乗変換して安定化している。	二次の精度を有するブートストラップt-法に分散安定化を適用したもので、データが少ない場合には精度が高いと考えられる。	

*1 : 区分した分析データはいずれも対数正規分布が成立している

*2 : 対数正規分布を想定して計算する場合の課題



桁で高い値であることから、この部分の寄与が支配的となるが、実際の母集団において、この部分が、この領域以外のデータから外挿した対数正規性に従うかは不透明であると考えられる。

補足 1：上記③の計算方法

(1) 仮想的な母集団の作製

- ・分析データから求めた対数平均値及び対数標準偏差に基づき、各グループの対数正規分布している仮想的な母集団(データ数は 2×10^5 個とする)を作製する。
- ・無限に抽出可能な実際の分析データを仮想的な母集団とする。

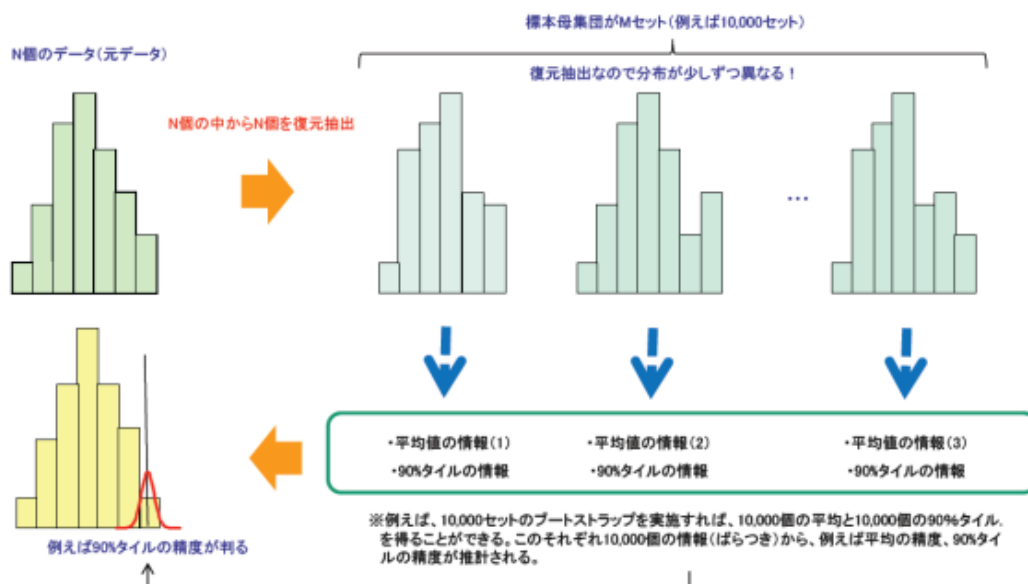
(2) 上記の仮想的な母集団から、あたかも分析データを採取するように、ランダムにデータを抽出する試行計算を行い、この算術平均値を求める。ここで、このランダムに抽出するデータ数は実際の C1-36 分析データの個数に合わせる。

(3) 上記の計算を 10,000 回繰り返して行う。(10,000 個の算術平均値となる。)

(4) 母平均値の 95%信頼区間とは、算術平均値の母集団が、両側として 5%が外れる確率、すなわち、片側では 2.5%が外れる確率であることから、10,000 個の算術平均値の上位 250 番目に該当する算術平均値が 95%信頼区間の上限値に該当すると考えられるので、この値を求める。

補足 2：ブートストラップ法(上記⑤～⑦)の計算方法の概念

計算は、コンピュータを用い、第 1 図に示すように実施する。また、各計算方法による計算結果の比較を第 2 表に示す。



第 1 図 ブートストラップ法の計算方法の概念図

(1) 仮想的な母集団の作製

- ・資料 2「濃縮廃液の分析データについて」第 1 表～第 3 表に示す分析データから、ND 値を除き、分析データ数と同数のデータを復元抽出して仮想的な母集団を作製する。
- ・上記手順を繰り返し、10,000 個の仮想的な母集団を作製する。

(2) (1)で作製した、ある仮想的な母集団について、データを算術平均して母平均を求める。

(3) 作製した 10,000 個の仮想的な母集団に対して(2)を実施し、10,000 個の母平均から成る集団(ブートストラップ標本)を作製する。

(4) 作製したブートストラップ標本に対し、95%信頼区間上限を求める。

ただし、95%信頼区間上限の計算方法は、ブートストラップ法の種類(⑤Percentile、⑥BCa、⑦t-信頼区間を分散安定化変換する方法等)によって異なる。

第2表 計算方法による計算結果の比較

		計算結果(Bq/t)			
		溶離処理あり	溶離処理なし	再生処理あり	再生処理なし
算術上で計算	①中心極限定理に従い算術上で計算する方法	1.34×10^5	2.39×10^3	4.13×10^4	4.81×10^3
対数正規分布を想定して計算	②対数正規分布の母集団の平均値から算術平均値に換算する方法	1.56×10^5	2.72×10^3	4.74×10^4	5.45×10^3
	③対数正規分布する母集団を仮想的に作成して計算する方法	1.64×10^5	2.83×10^3	5.00×10^4	5.71×10^3
	④統計的に計算する方法(Land法)	1.63×10^5	2.72×10^3	4.92×10^4	5.63×10^3
ノンパラメトリックな計算方法であるブートストラップ法を用いて計算	⑤Percentile	1.35×10^5	2.42×10^3	4.14×10^4	4.85×10^3
	⑥BCa	1.41×10^5	2.55×10^3	4.32×10^4	5.10×10^3
	⑦t-信頼区間を分散安定化変換する方法	1.43×10^5	2.59×10^3	4.33×10^4	5.14×10^3

2. 結論

- ・ 計算方法によって、母平均の95%信頼区間上限の計算結果に僅かに相違が生じた。
- ・ 実際の分析データの母集団が未知であることから、正確な値を与える計算方法を判断することはできないが、いずれの計算方法もおおむね一致していると考えられる。
- ・ 各計算方法から得られた計算結果の差異は大きくないことから、従来実施していた算術上で求めた母平均の95%信頼区間上限にて、評価を行うことも妥当であると考えられる。ただし、このようなパラメトリックな計算方法は、データ数が多い場合又は正規性が成立する場合に信頼性が高いとされており、今後データ数が増えると、この計算結果に近づくと考えられるが、現時点では、必ずしも適切であるとは言えない面がある。
- ・ 対数正規分布又は実際の分析データを仮想的な母集団として、復元抽出を行う方法を検討したが、オーダーで濃度の高い部分の影響を強く受け、データ数が少ないため、データ個々のずれの影響を強く受けることから、この部分の信頼性が必ずしも高くないことから、必ずしも適切な評価結果であるとは言えないと考えられる。
- ・ 以上から、ノンパラメトリックな方法として、ブートストラップ法を適用することが考えられる。この中で、データ数が少ない場合でも信頼性が高いと考えられる分散安定化変換する方法が適切と判断する。

以 上

資料 4 BWR 樹脂のタンクからのサンプルの採取方法の妥当性及び
当該サンプルの代表性について

BWR 樹脂のタンクからのサンプルの採取方法の妥当性は第 1 表のとおりであり、いずれも当該サンプルの代表性はあると判断する。

第 1 表 BWR 樹脂のタンクからのサンプルの採取方法の妥当性

	東北電力	中部電力	中国電力
	女川原子力発電所	浜岡原子力発電所	島根原子力発電所
サンプルの採取方法	攪拌等を行い、サンプルを採取している。	運転操作手順書に攪拌時間(65分)が記載されており、これに従ってサンプル採取前に攪拌している。	樹脂取出装置により貯蔵タンクの循環及び攪拌等を行い、サンプルを採取している。

以 上

資料 5 BWR 樹脂 BWR 再生処理ありの濃縮廃液の最大値を採用する根拠について

1. 概要

BWR 樹脂は、過去発生分を混合して、大きなタンクに貯蔵されている場合が多く、新たに発生したサンプルのみを対象とした分析データの蓄積が困難であり、また C1-36 濃度も低い(大半が ND である)ため、濃縮廃液で代替して設定する。

再生処理ありプラントの濃縮廃液の分析結果(資料 2 の第 2 表参照)から、最も大きい C1-36 濃度となった東海第二プラントでの分析結果($1.33 \times 10^5 \text{Bq/t}$)を設定値とする。

BWR プラントのイオン交換樹脂(フィルタスラッジを含む)の C1-36 濃度を、再生処理ありプラントの濃縮廃液における C1-36 濃度の最大値($1.33 \times 10^5 \text{Bq/t}$)を用いて設定することは、以下のとおり妥当であると判断する。

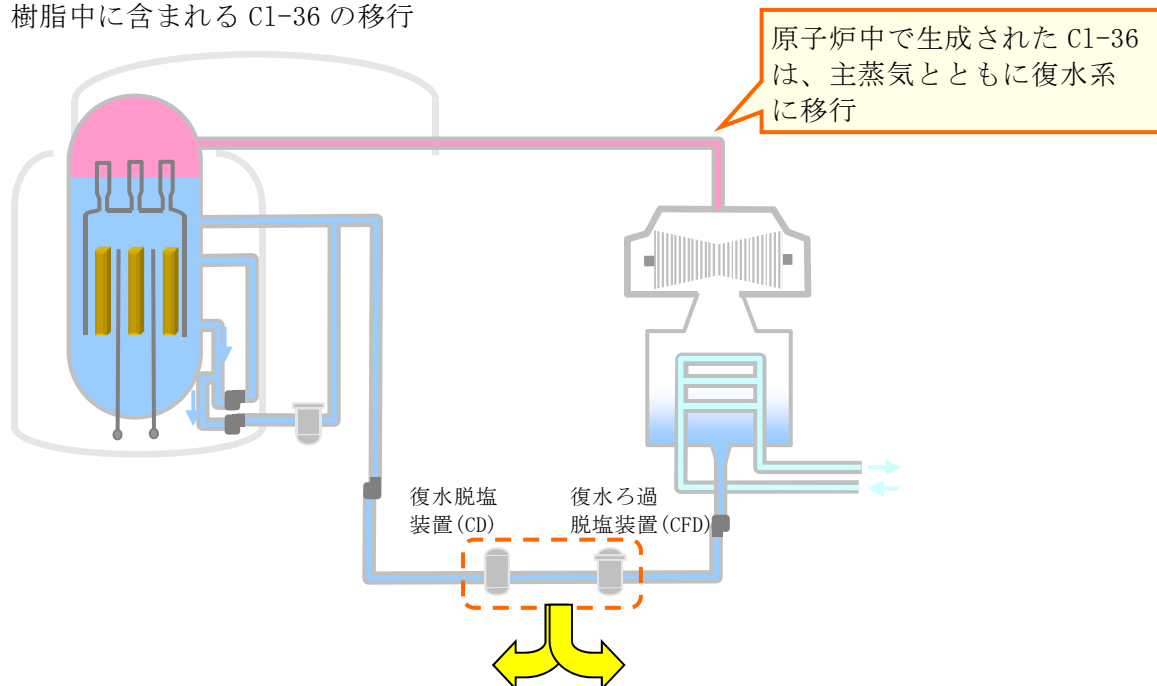
2. 復水浄化系樹脂と再生処理ありプラントの濃縮廃液との関係

BWR プラントでは、原子炉で発生した主蒸気をタービンで発電した後、復水として原子炉へ戻す前に浄化している。この段階で、原子炉水中で発生した塩素(C1-36)は、浄化系の樹脂に捕捉される。

この浄化系では、復水ろ過脱塩装置(CFD：粉末樹脂を使用)又は復水脱塩装置(CD：粒状樹脂を使用)が使用されており、これらの樹脂は、通常、焼却処理されている。このため、これらの樹脂を均一・均質固化体とし、過去に埋設処分している実績としては、女川原子力発電所の CFD 及び CD、浜岡原子力発電所の CFD、島根原子力発電所の CFD 及び CD の樹脂を固化して均質・均一固化体として埋設したものがある。

一方、再生処理を行っているプラント(再生処理ありプラント)とは、CD の樹脂を再生しているプラントであり、CD の樹脂に捕捉された C1-36 は、再生処理により、濃縮廃液に移行することになる。樹脂中に含まれる C1-36 の移行の概念図を第 1 図に示す。

樹脂中に含まれる C1-36 の移行



【非再生プラントの場合】

復水系に移行した C1-36 は、復水浄化系の樹脂にて除去される。使用済樹脂は固化し、廃棄体として埋設されている。ほとんどのプラントでは、樹脂を直接固化せず、焼却処理をしている。

【再生プラントの場合】

樹脂を薬品再生することにより、樹脂中の C1-36 は、再生処理後に発生する廃液に移行する。廃液は濃縮処理され、他の濃縮廃液と共に固化し、廃棄体として埋設される。

第 1 図 樹脂中に含まれる C1-36 の移行の概念図

以上から、埋設している復水浄化系樹脂と再生処理ありプラントの濃縮廃液が発生するまでの C1-36 のマスバランスを把握することにより、再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度を用いて、復水浄化系樹脂の C1-36 濃度を評価することができると判断する。

3. 復水浄化系樹脂と再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度の評価

復水浄化系樹脂で捕捉した C1-36 が、樹脂のままの状態では廃棄される場合と、樹脂が再生されて濃縮廃液に移行する場合の濃度を比較するため、以下のとおり評価する。

(1) 復水浄化系樹脂の C1-36 濃度の評価

原子炉内で生成された C1-36 は、主蒸気に移行し、復水浄化系樹脂にて捕捉されるため、この樹脂の C1-36 濃度は式 (1) で計算できる。

$$\begin{aligned}
 & \text{復水浄化系樹脂の C1-36 濃度 (Bq/t)} \\
 & = (\text{原子炉水の C1-36 濃度 (Bq/m}^3\text{)}) \times (\text{主蒸気へのキャリーオーバー率 (-)}) \\
 & \quad \times (\text{樹脂取替までの通水量 (m}^3\text{/塔)}) \\
 & \quad \times (\text{樹脂の捕捉率 (-)}) / (\text{樹脂量 (dry-t/塔)}) \cdots \cdots \cdots (1)
 \end{aligned}$$

式(1)から、復水浄化系樹脂を均一・均質固化体として埋設処分している発電所における樹脂の C1-36 濃度の計算結果を第 1 表に示す。

なお、CFD 及び CD の両者が直列で使用される場合もあるが、保守的に独立して使用されているとする。また、第 1 表の設定根拠を第 2 表に示す。

第 1 表 復水浄化系樹脂の C1-36 濃度の計算結果

プラント	女川		浜岡	
	1号 CFD	1号 CD	1号 CFD	2号 CFD
C1-36 濃度 (Bq/t)	5.8×10^4	4.2×10^4	2.68×10^4	2.3×10^4
プラント	島根			/
	1号 CFD	1号 CD	2号 CFD	
C1-36 濃度 (Bq/t)	3.2×10^4	1.1×10^4	1.4×10^5	

第2表 復水浄化系樹脂の C1-36 濃度の計算結果及び設定根拠(1/3)

計算パラメータ	単位	女川1号		設定根拠
		CFD	CD	
原子炉水の C1-36 濃度	Bq/m ³	8.79×10 ⁻¹	8.79×10 ⁻¹	ORIGEN 計算
主蒸気への キャリアオーバー率	-	0.01	0.01	C1-38 のキャリアオーバー
除去性能 (DF)	-	10	10	設置許可申請時のヨウ素に対する値
樹脂の捕捉率	-	0.9	0.9	
単位時間当たりの 通水流量	m ³ /(h・塔)	592	592	女川1号仕様
樹脂取替までの 通水期間	-	40日/サイクル	8.8y/サイクル	女川1号実績より
	-	960h/サイクル	77,088h/サイクル	
1塔当たりの樹脂量	L/塔	-	4,800	女川1号仕様
	dry-t/塔	0.0773	8.534	
樹脂の C1-36 濃度	Bq/L	-	-	-
	Bq/t	5.82×10 ⁴	4.23×10 ⁴	-

第2表 復水浄化系樹脂の C1-36 濃度の計算結果及び設定根拠(2/3)

計算パラメータ	単位	浜岡1号	浜岡2号	設定根拠
		CFD	CFD	
原子炉水の C1-36 濃度	Bq/m ³	1.33×10 ⁰	1.14×10 ⁰	ORIGEN 計算
主蒸気への キャリアオーバー率	-	0.01	0.01	C1-38 のキャリアオーバー
除去性能 (DF)	-	10	10	設置許可申請時のヨウ素に対する値
樹脂の捕捉率	-	0.9	0.9	
単位時間当たりの 通水流量	m ³ /(h・塔)	600	600	浜岡1,2号仕様
樹脂取替までの 通水期間	-	14日/サイクル	14日/サイクル	浜岡1,2号交換実績より
	-	336h/サイクル	336h/サイクル	
1塔当たりの樹脂量	L/塔	-	-	浜岡仕様
	dry-t/塔	0.090	0.090	
樹脂の C1-36 濃度	Bq/L	-	-	-
	Bq/t	2.68×10 ⁴	2.30×10 ⁴	-

第2表 復水浄化系樹脂の C1-36 濃度の計算結果及び設定根拠(3/3)

計算パラメータ	単位	島根 1 号		島根 2 号	設定根拠
		CFD	CD	CFD	
原子炉水の C1-36 濃度	Bq/m ³	4.01 × 10 ⁻¹	4.01 × 10 ⁻¹	3.79 × 10 ⁻¹	ORIGEN 計算
主蒸気への キャリーオーバー率	-	0.01	0.01	0.01	C1-38 のキャリーオーバー
除去性能 (DF)	-	10	10	10	設置許可申請時のヨウ素に対する値
樹脂の捕捉率	-	0.9	0.9	0.9	
単位時間当たりの通水流量	m ³ /(h・塔)	500	500	704	島根仕様
樹脂取替までの通水期間	-	40 日/サイクル	13 ヶ月/サイクル	200 日/サイクル	島根交換実績より
	-	960h/サイクル	9,360h/サイクル*1	4,800h/サイクル	
1 塔当たりの樹脂量	L/塔	-	-	-	島根仕様
	dry-t/塔	0.0548	1.500	0.0822	
樹脂の C1-36 濃度	Bq/L	-	-	-	-
	Bq/t	3.16 × 10 ⁴	1.13 × 10 ⁴	1.40 × 10 ⁵	-

*1: 1サイクル13ヶ月を390日として算定する。

(2) 再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度の評価

復水浄化系樹脂の C1-36 濃度は式(1)で計算すると、再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度は、式(2)で計算できる。

なお、式(2)では、再生により復水浄化系樹脂の C1-36 が全て取り除かれるとしている。

濃縮廃液の C1-36 濃度 (Bq/t)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{原子炉水中の C1-36 濃度 (Bq/m}^3\text{)}) \times (\text{主蒸気へのキャリーオーバー率 (-)}) \\
 &\times (\text{樹脂再生までの通水量 (m}^3\text{)}) \times (\text{樹脂の捕捉率 (-)}) / (\text{塔数 (塔)}) \\
 &\times (\text{再生 1 回当たりの再生廃液量 (m}^3\text{/回)}) \times (\text{濃縮処理における濃縮倍率}) \\
 &\times (\text{原子炉水の比重 (m}^3\text{/t)}) \dots\dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

式(2)を用いた、東海第二プラントにおける濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果を第 3 表に示す。また、第 3 表の設定根拠を第 4 表に示す。

第3表 東海第二プラントにおける濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果

プラント	東海第二
濃縮廃液の C1-36 濃度 (Bq/t)	$4.1 \times 10^4 \sim 1.6 \times 10^5$

第4表 濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果及び設定根拠

計算パラメータ	単位	東海第二		設定根拠
		CD		
原子炉水の C1-36 濃度	Bq/m ³	5.43×10^{-1}		ORIGEN 計算
主蒸気への キャリアオーバー率	-	0.01		塩素 38 のキャリアオーバー
除去性能 (DF)	-	10		設置許可申請時のヨウ素に 対する値
樹脂の捕捉率	-	0.9		
単位時間当たりの 通水流量	m ³ /h	6,420		東海第二主蒸気量：仕様 (設置許可)
樹脂再生までの 通水期間	-	36 ヶ月/サイクル		東海第二実績より
	-	25,920h/サイクル		
樹脂中塩素量	Bq/塔	8.13×10^4		(樹脂中塩素量) = (原子炉水の C1-36 濃度) × (主蒸気へのキャリアオーバー率) × (樹脂の捕捉率) × (単位時間当たりの通水流量) × (樹脂再生までの通水期間) / (塔数*1) *1 : CD : 10 塔
再生 1 回当たりの 再生廃液量	m ³ /回	100		-
濃縮処理における 濃縮倍率	-	50	200	東海第二実績より (50~200 倍)
濃縮廃液の C1-36 濃度	Bq/m ³	4.07×10^4	1.63×10^5	-
	Bq/t	4.07×10^4	1.63×10^5	比重を 1 として換算

(3) 評価結果

第1表及び第3表に示す評価結果より、復水浄化系樹脂の C1-36 濃度は、再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度 (1.33×10^5 Bq/t) とほぼ同様又はそれよりも低い値となった。

4. 分析データによる検証

復水浄化系樹脂の分析で得られた C1-36 濃度を第5表に示す。試料採取に当たっては十分に攪拌することにより、C1-36 濃度が均一となるようにしている。

いずれの分析データ(分析データも ND の場合にはその検出限界濃度)も、再生処理ありのプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度の最大値($1.33 \times 10^5 \text{Bq/t}$)とほぼ同様又はそれよりも低い値となった。

第5表 BWR 樹脂の分析データ

発電所	号機	対象試料	No.	原廃棄物 C1-36 放射能濃度 (Bq/t)	検出限界 濃度 (Bq/t)	化学 回収 率 (%)	対象廃 棄物の 発生時 期	分析・測定 年月日	データの取得	
									意見聴 取会時 *1	意見聴 取会以 降*1
女川	1号機	樹脂 (CFD)	1	1.74×10^3	1.03×10^3	86.3	1997	2016/7/7	-	○
浜岡	2号機	樹脂 (CFD)	2	ND	5.14×10^3	61.9	1989	2011/11/16	○	-
			3	ND	8.59×10^3	59.7	1993	2011/12/12	○	-
			4	ND	9.08×10^3	58.9	1989	2014/2/19	-	○
			5	ND	7.51×10^3	58.7	1993	2014/2/19	-	○
			6	ND	6.00×10^3	79.2	1990	2015/2/12	-	○
			7	ND	8.57×10^3	78.0	1997	2015/2/12	-	○
島根	1/2号 機	樹脂 (CFD)	8	ND	7.79×10^3	17.6	2011	2011/10/18	○	-
	1号機			ND	9.34×10^2	97.4	2013	2014/3/7	-	○
	1号機	樹脂 (CD)	9	4.04×10^4	1.34×10^4	18.6	2010	2011/10/18	○	-
	1/2号 機			ND	8.74×10^3	83.4	2013	2014/3/7	-	○

*1:「○」は「データあり」を、「-」は「データなし」を示す。

5. まとめ

「4. 分析データによる検証」での分析データと再生処理ありのプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度との比較結果から、BWR プラントの復水浄化系樹脂の C1-36 濃度を、再生処理ありプラントの濃縮廃液の C1-36 濃度の最大値($1.33 \times 10^5 \text{Bq/t}$)を用いて設定することは妥当であると判断する。

なお、フィルタスラッジは、浄化系樹脂の前置フィルタが使用される場合に、この前置フ

フィルタが廃棄物として発生したものであり、前置フィルタはろ過機能のみを有し、イオン交換機能をほとんど持たないことから、フィルタスラッジの C1-36 濃度は、保守的に浄化系樹脂の C1-36 濃度で代替できると考えられ、再生処理ありプラントの濃縮廃液における C1-36 濃度を用いて設定する。

以 上

資料 6 濃縮廃液の C1-36 濃度から均質・均一固化体の放射エネルギーへの
換算方法及びパラメータについて

本資料は、濃縮廃液の C1-36 放射能濃度から均質・均一固化体の放射エネルギーへ換算方法及びパラメータの詳細について示す。廃棄物種類ごとの C1-36 放射能濃度の計算方法及び設定パラメータを第 1 表に示す。

均質・均一固化体の C1-36 の平均放射能濃度は、第 1 表に示すように、これまでに取得した濃縮廃液の分析データ等から設定した濃縮廃液中及び樹脂中の C1-36 の放射能濃度(A 及び B)を基に、濃縮倍率、濃縮廃液の投入量、廃棄物(樹脂)投入量等(C~Q)を用いて算定している。

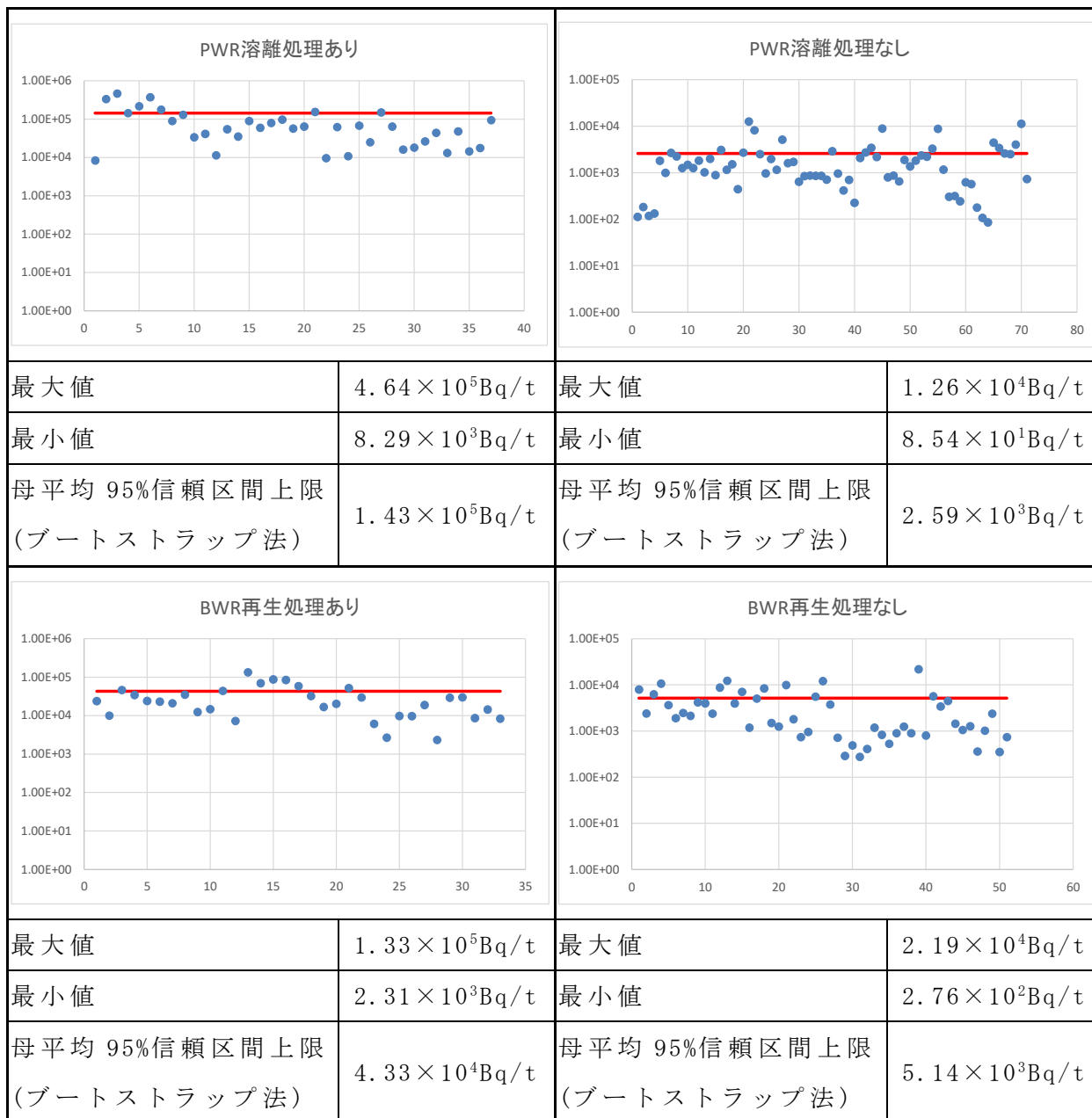
濃縮廃液中及び樹脂中の C1-36 の放射能濃度(A 及び B)については、本文第 1 表「濃縮廃液の C1-36 濃度の計算結果」に示すように、実際のデータのばらつきを考慮して、比較的信頼性の高い信頼区間を求めることができるブートストラップ法を採用し、C1-36 に対して保守的となるような設定としている。また、C~Q の各評価パラメータの設定については、各発電所のこれまでの廃棄体製作実績等に基づき、平均的な値を用いているが、これらの値は、濃縮廃液中及び樹脂中の C1-36 の放射能濃度(A 及び B)に比べて、ばらつきは小さい。

均質・均一固化体における C1-36 の平均放射能濃度のばらつきは、濃縮廃液中及び樹脂中の C1-36 の放射能濃度(A 及び B)によるものが大きいと考えられるが、濃縮廃液中及び樹脂中の C1-36 の放射能濃度(A 及び B)は、保守的となるような設定としているため、放射能濃度が大きくなる方向にばらつく可能性は小さい(第 1 図参照)。

なお、今回設定した C1-36 平均放射能濃度は、平均放射能濃度法を用いている他の放射性物質と同様の考え方で、継続使用の判断を行うこととする。

第1表 廃棄物種類ごとのC1-36放射能濃度の算定方法及び設定パラメータ

電力会社	発電所	固化体の種類	廃棄物種類	算定式	設定値														1本あたりの放射能濃度	廃棄体重量	平均放射能濃度				
					濃縮(ランドリ)廃液中C1-36濃度	樹脂中C1-36濃度	濃縮倍率	造粒化による濃縮率	濃縮廃液比重	固化体比重(密度)		濃縮廃液投入量		廃棄物(樹脂)投入量	廃棄体重量	ペレット投入量	濃縮廃液処理量	原廃棄物年間投入量				濃縮廃液年間投入量	廃棄体年間発生本数	廃棄体製作本数	
					Bq/kg	Bq/kg	-	-	$\times 10^3 \text{kg/m}^3$	$\times 10^3 \text{kg/m}^3$	kg/L	L/本	kg/本	kg/本	kg/本	kg/本	kg	kg/年				m ³ /年	本/年	本	Bq/本
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q									
北海道	泊	アスファルト固化体	濃縮廃液	$\frac{A \times N}{P}$	2.59E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,103	-	70.4	-	3.2E+03	0.260	1.3E+04		
東北	女川	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times G \times H$	4.33E+01	-	0.32	-	-	-	2	180	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0E+03	0.360	1.4E+04		
東北	女川		ランドリー廃液		4.33E+01	-	0.32	-	-	-	2	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0E+03	0.361	1.4E+04	
東北	女川		濃縮廃液+使用済樹脂		4.33E+01	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	97.5	48.7	-	-	-	-	-	-	-	1.1E+04	0.370	2.9E+04	
東北	女川		ランドリー廃液+使用済樹脂		4.33E+01	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	97.5	43.3	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0E+04	0.358	2.8E+04
東北	女川		粒状樹脂		-	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0E+03	0.371	2.2E+04
東京	福島第一	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	4.33E+01	-	0.313	-	-	-	-	-	-	-	-	396	-	-	-	-	5.4E+03	0.396	1.4E+04		
東京	福島第一		濃縮廃液ペレット(100kg)		4.33E+01	-	1.39	-	-	-	-	-	-	-	-	354	-	-	-	-	2.2E+04	0.354	6.1E+04		
東京	福島第一		濃縮廃液ペレット(150kg)		4.33E+01	-	-	4.98	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	3.3E+04	0.383	8.5E+04	
東京	福島第二	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	4.33E+01	-	0.313	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	-	-	-	5.5E+03	0.400	1.4E+04		
東京	柏崎刈羽	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	5.14E+00	-	0.313	-	-	-	-	-	-	-	396	-	-	-	-	-	6.4E+02	0.396	1.7E+03		
北陸	志賀	セメントガラス固化体	濃縮廃液ペレット	$A \times C \times K$	5.14E+00	-	4.13	-	-	-	-	-	-	-	460	-	-	-	-	-	9.8E+03	0.460	2.2E+04		
中部	浜岡	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times I$	4.33E+01	-	-	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7E+03	0.407	1.4E+04		
中部	浜岡		濃縮廃液(粉体充填)		4.33E+01	-	24	-	-	-	-	-	115	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2E+05	0.378	3.2E+05	
中部	浜岡		スラッジ		-	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	4.8E+03	0.367	1.4E+04	
中部	浜岡	プラスチック固化	粉末樹脂	$B \times C \times J$	-	1.33E+02	10	-	-	-	-	-	116	-	-	-	-	-	-	-	1.6E+05	0.268	5.8E+05		
関西	美浜	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	2.59E+00	-	0.35	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	2.8E+02	0.300	9.1E+02		
関西	美浜	アスファルト固化体(Aモード)	濃縮廃液		2.59E+00	-	4.11	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	3.0E+03	0.280	1.1E+04	
関西	美浜	アスファルト固化体(Bモード)	濃縮廃液+溶離廃液		1.43E+02	-	4.11	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	1.7E+05	0.280	5.9E+05	
関西	大飯	セメント固化体	濃縮廃液		2.59E+00	-	0.35	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	2.8E+02	0.300	9.1E+02	
関西	大飯	アスファルト固化体(Aモード)	濃縮廃液		2.59E+00	-	4.65	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	3.4E+03	0.280	1.3E+04	
関西	大飯	アスファルト固化体(Bモード)	濃縮廃液+溶離廃液		1.43E+02	-	4.65	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	1.9E+05	0.280	6.7E+05	
関西	大飯	セメントガラス固化体	濃縮廃液		2.59E+00	-	4.13	-	-	-	-	-	-	-	460	-	-	-	-	-	-	5.0E+03	0.460	1.1E+04	
関西	高浜	セメント固化体	濃縮廃液		2.59E+00	-	0.35	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	2.8E+02	0.300	9.1E+02	
関西	高浜	アスファルト固化体(Aモード)	濃縮廃液		2.59E+00	-	7.57	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	5.5E+03	0.280	2.0E+04	
関西	高浜	アスファルト固化体(Bモード)	濃縮廃液+溶離廃液		1.43E+02	-	7.28	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	-	-	3.0E+05	0.280	1.1E+06	
中国	島根	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times G \times H$	4.33E+01	-	-	-	-	1.9	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4E+03	0.420	1.8E+04		
中国	島根		濃縮廃液+樹脂		4.33E+01	1.33E+02	-	-	-	-	1.9	104	-	40	-	-	-	-	-	-	-	1.4E+04	0.404	3.5E+04	
中国	島根		粉末樹脂		-	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	5.4E+03	0.400	1.4E+04	
中国	島根		粒状樹脂		-	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	-	7.4E+03	0.395	1.9E+04	
中国	島根		スラッジ		-	1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	4.0E+03	0.402	1.0E+04	
中国	島根	プラスチック固化	濃縮廃液	$A \times I$	5.14E+00	-	-	-	-	-	-	8000	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2E+04	0.356	1.2E+05		
中国	島根	粉末樹脂	-		1.33E+02	-	-	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	2.2E+04	0.267	8.0E+04		
四国	伊方	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times F \times H$	2.59E+00	-	0.35	-	-	1.55	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7E+02	0.326	8.2E+02		
四国	伊方	アスファルト固化体	濃縮廃液	$A \times M$	2.59E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	401,966	-	-	-	196	5.4E+03	0.256	2.1E+04		
四国	伊方	改良型セメント固化体	濃縮廃液	Q	2.59E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,609	-	-	-	40	1.7E+03	0.363	4.6E+03		
九州	玄海	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times F \times H$	2.59E+00	-	0.35	-	-	1.55	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7E+02	0.300	8.9E+02		
九州	玄海	アスファルト固化体	濃縮廃液		2.59E+00	-	-	-	1.09135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112.5	130	2.5E+03	0.280	8.8E+03
九州	玄海	改良型セメント固化体	濃縮廃液		$A \times E \times O$	2.59E+00	-	-	-	1.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.485	98.5	2.3E+03	0.300	7.6E+03
九州	川内	アスファルト固化体	濃縮廃液	P	2.59E+00	-	-	-	1.0937	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.2	61.5	2.5E+03	0.280	8.6E+03	
原電	東海	セメント固化体	蒸発廃液(蒸発固化体)		3.59E+02	-	9.75	-	-	-	-	-	-	-	380	-	-	-	-	-	1.4E+06	0.380	3.6E+06		
原電	東海第二	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	4.33E+01	-	0.313	-	-	-	-	-	-	-	410	-	-	-	-	-	5.6E+03	0.410	1.4E+04		
原電	東海第二		濃縮廃液ペレット		4.33E+01	-	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	380	-	-	-	-	-	4.2E+04	0.380	1.1E+05	
原電	敦賀1号	セメント固化体	濃縮廃液	$A \times C \times K$	4.33E+01	-	0.313	-	-	-	-	-	-	404	-	-	-	-	-	-	5.5E+03	0.404	1.4E+04		
原電	敦賀1号	アスファルト固化体	濃縮廃液		4.33E+01	-	5.02	-	-	-	-	-	-	242	-	-	-	-	-	-	5.3E+04	0.242	2.2E+05		
原電	敦賀2号	アスファルト固化体	濃縮廃液		2.59E+00	-	4.30	-	-	-	-	-	-	257	-	-	-	-	-	-	2.9E+03	0.257	1.2E+04		



第 1 図 濃縮廃液の分析データの分布

以 上

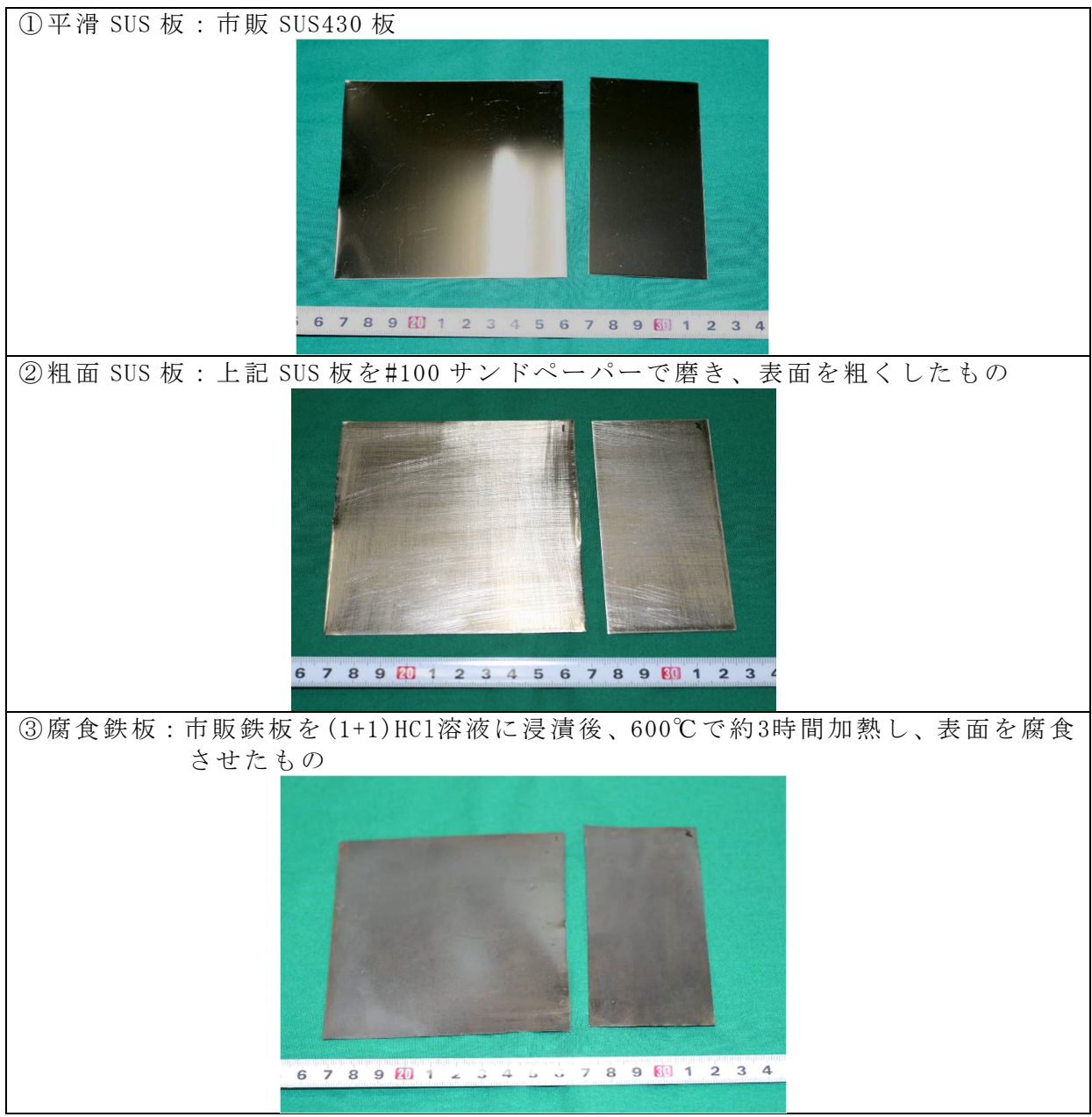
資料 7 固体状廃棄物の C1-36 濃度算定に関する根拠について

本資料では、固体状廃棄物に付着する C1-36 の汚染メカニズムごとに、C1-36 濃度算定に関する根拠を示す。

1. 充填固化体中の廃棄物表面への付着について

(1) 付着水量の測定方法について

付着水量の測定に用いた試料を第 1 図に示す。配管内面のような凹面をできるだけ模擬するため、3 種類の試料を準備した。

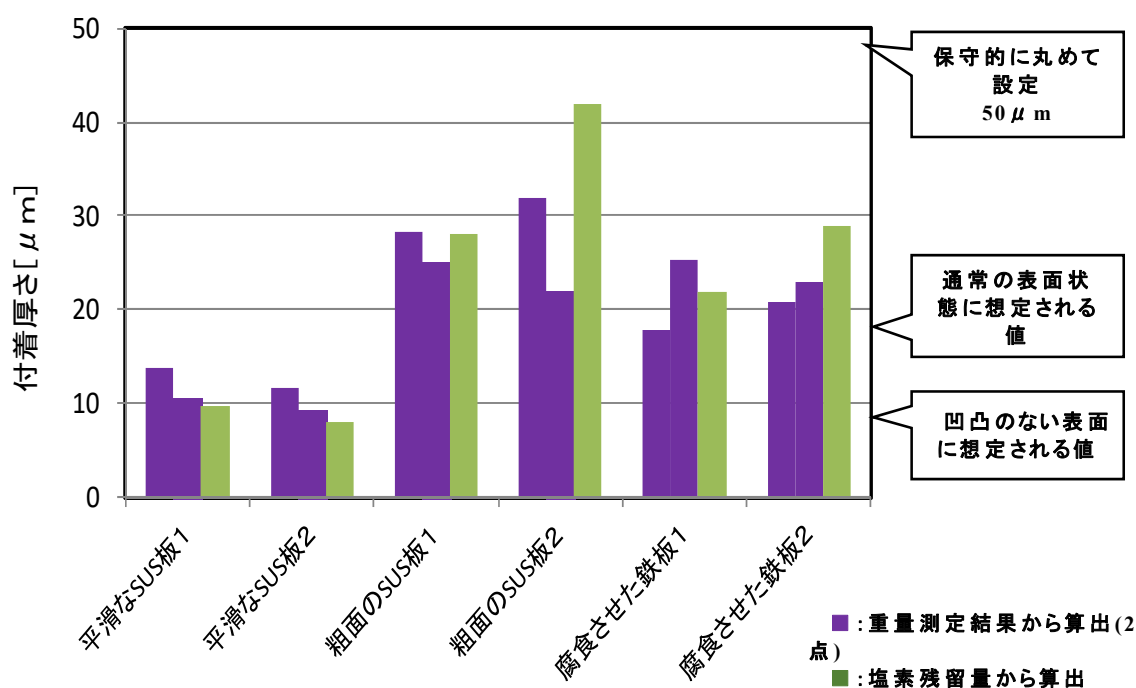


第 1 図 付着水量の測定に用いた試料

付着水量の測定方法は以下のとおりとした。

- ・ SUS板を塩素含有溶液に浸漬した。
- ・ SUS板を取り出し、垂直に保持して、自由落下により水切りした。
- ・ 乾燥する前の付着水量(付着厚さ)を測定(重量測定又は塩素残留量の測定)した。

付着厚さの測定結果を第 2 図に示す。



第2図 付着厚さの測定結果

(2) 実際の固体状廃棄物への適用性

本評価は、実際の固体状廃棄物が発生する際、原子炉冷却材等の系統水が付着した状態のまま、取り出され、これが乾いた状態となる場合に C1-36 が固体状廃棄物の表面に残留すると考えたものである。

通常の固体状廃棄物は、取り出された状態で濡れていた場合には、ウエス等で拭き取られることから固体状廃棄物に付着水が残留することはほとんど考えられない。

また、評価上は、50 μm の付着水が固体状廃棄物の全面を覆うとして想定しているため、実際の状況を過剰に保守的に扱っていると考えられる。

以上から、実際の固体状廃棄物への適用は妥当と考えている。

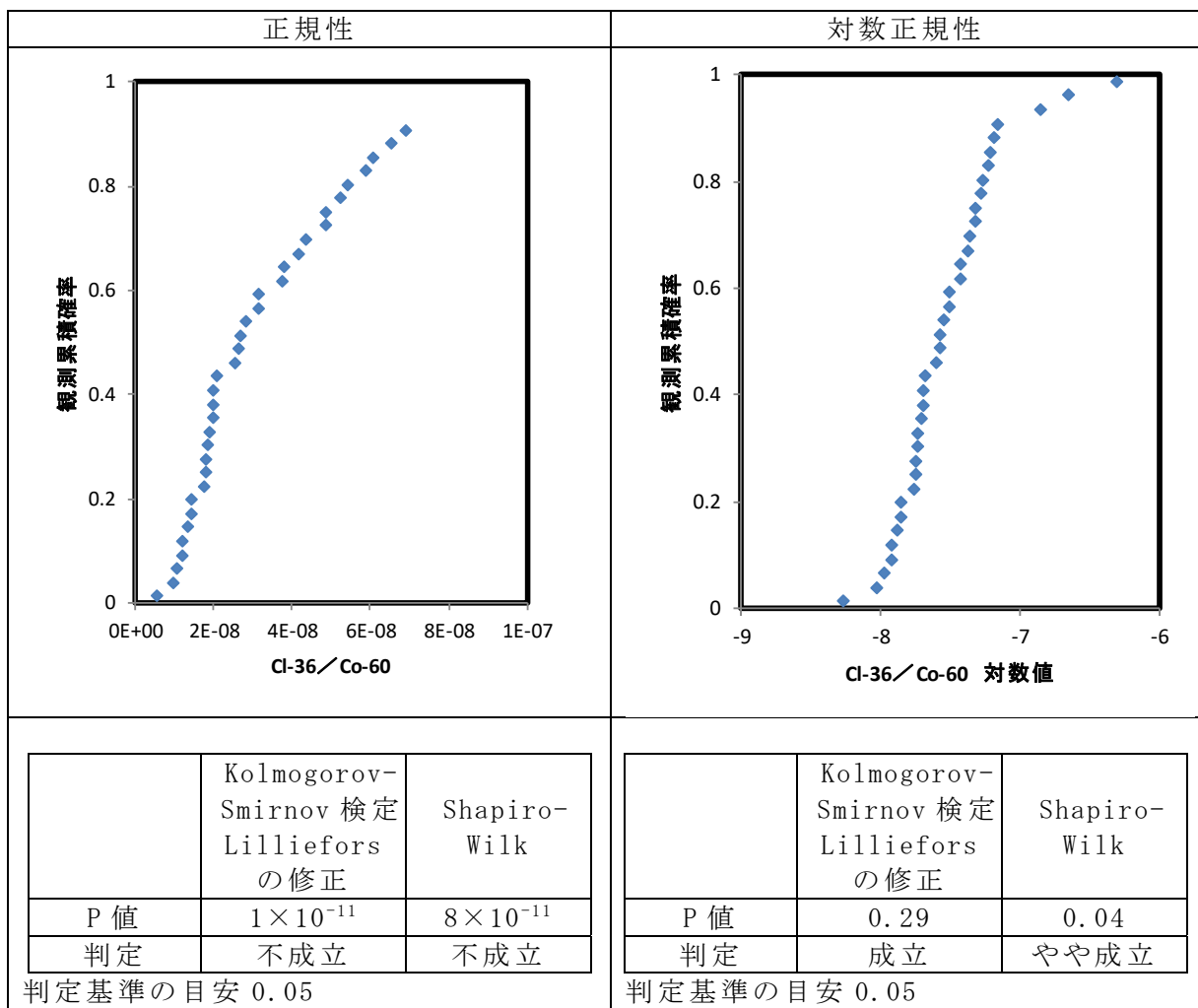
2. C1-36/Co-60 濃度比データの相関性

(1) PWR 液体フィルタの分析データによる C1-36/Co-60 濃度比の評価

PWR 液体フィルタは、原子炉冷却材をフィルタろ過した廃棄物であることから、不溶解性のクラッドが集まっていると考えられる。このため、PWR の固体状廃棄物全般に含まれるクラッドにおける C1-36/Co-60 濃度比を代表していると判断した。

(i) 正規性及び対数正規性の確認

正規性及び対数正規性の確認結果を第 3 図に示す。



第 3 図 正規性及び対数正規性の確認結果

(ii) 外れ値検定

対数正規性を仮定して Smirnov-Grubbs 検定(有意水準 0.05)を行うと、最大値が外れ値となった。

最大値は棄却しない方が保守的なため、以下では最大値も計算に用いた。

(iii) 相関性の検定

Co-60 濃度及び Cl-36 濃度の対数値による相関性の検定結果を第 1 表に示す。

第 1 表 Co-60 濃度及び Cl-36 濃度の対数値による相関性の検定結果

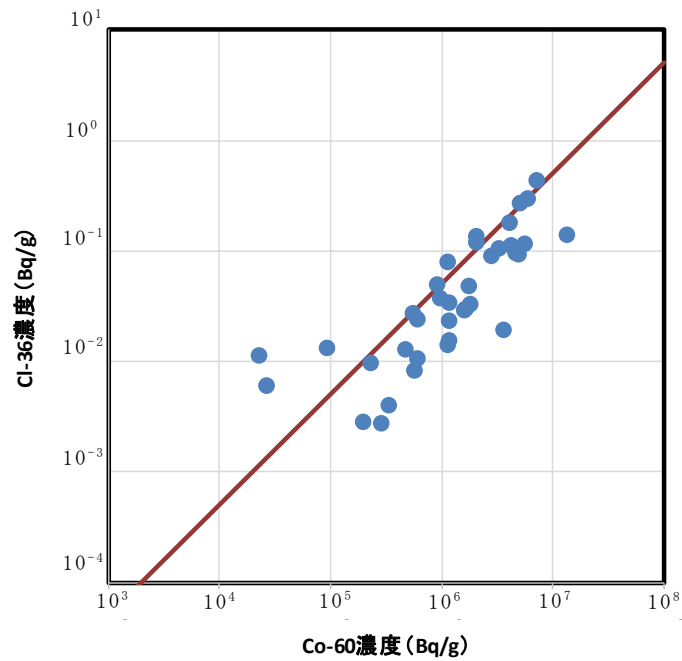
相関係数	0.80	-
無相関の検定	2×10^{-9}	< 0.05 で相関性あり

(iv) スケーリングファクタの計算

算術平均のスケーリングファクタを算出すると 5×10^{-8} となった。

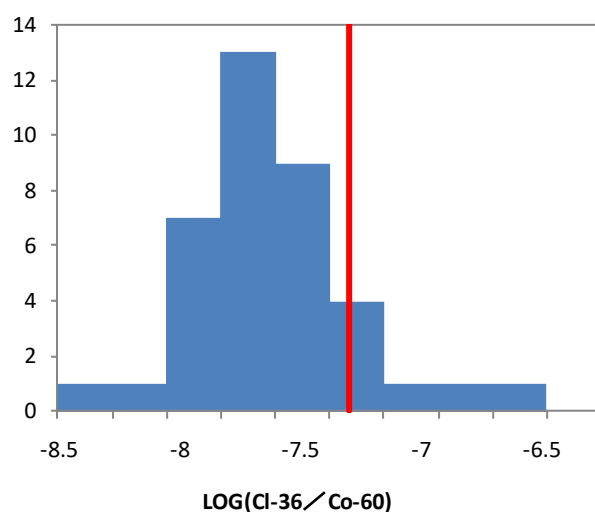
(v) 散布図とヒストグラム

Co-60 濃度及び C1-36 濃度の散布図を第 4 図に示す。また、図中に $C1-36/Co-60 = 5.0 \times 10^{-8}$ を示す直線を併記する。



第 4 図 Co-60 濃度と C1-36 濃度の散布図

LOG(C1-36/Co-60)のヒストグラムを第 5 図に示す。また、図中に $LOG(C1-36/Co-60) = 5.0 \times 10^{-8}$ を示す直線を併記する。



第 5 図 LOG(C1-36/Co-60) のヒストグラム

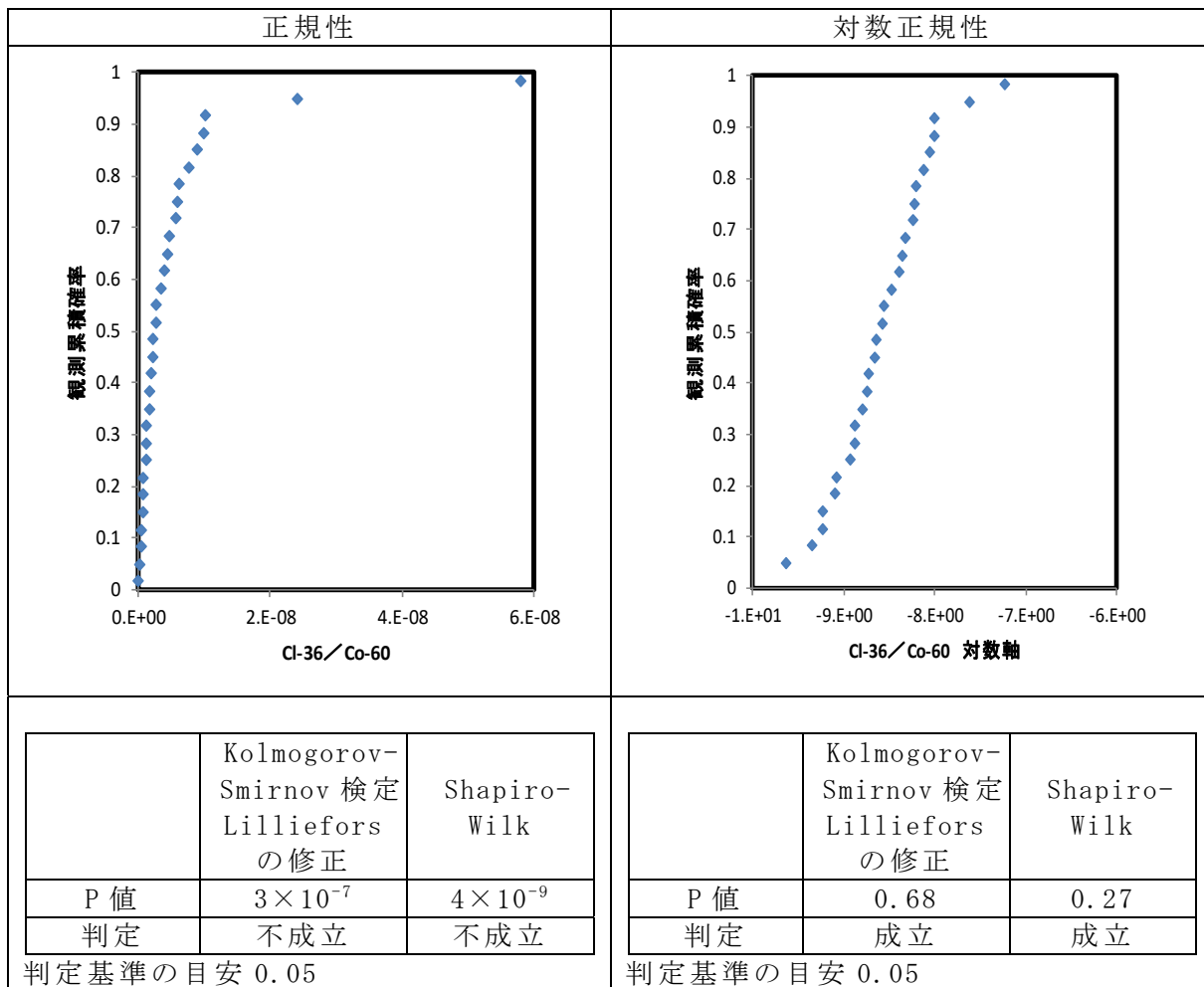
(2) BWR の固体状廃棄物及び原子炉冷却材中クラッドの分析データによる C1-36/Co-60 濃度比の評価

BWR の原子炉冷却材をフィルタに通液してクラッドを回収した不溶解性のクラッド及び比較的 Co-60 濃度の高い固体状廃棄物を用いて、BWR の固体状廃棄物全般に含まれるクラッドにおける C1-36/Co-60 濃度比を測定した。

なお、BWR の固体状廃棄物には、イオンも含まれているため、C1-36/Co-60 濃度比の分析データにはばらつきが発生しやすいと考えられる。

(i) 正規性及び対数正規性の確認

Co-60 濃度及び C1-36 濃度の正規性及び対数正規性の確認結果を第 6 図に示す。



第 6 図 正規性及び対数正規性の確認結果

(ii) 外れ値検定

対数正規性を仮定して Smirnov-Grubbs 検定(有意水準 0.05)を行ったところ、最小値が外れ値となった。

このため、スケーリングファクタの算出に当たっては最小値を棄却した場合も示す。

(iii) 相関性の検定

Co-60 濃度及び Cl-36 濃度の対数値で相関性を検定した結果を第 2 表に示す。

第 2 表 Co-60 濃度及び Cl-36 濃度の対数値による相関性の検定結果

相関係数	0.97	-
無相関の検定	3×10^{-19}	< 0.05 で相関性あり

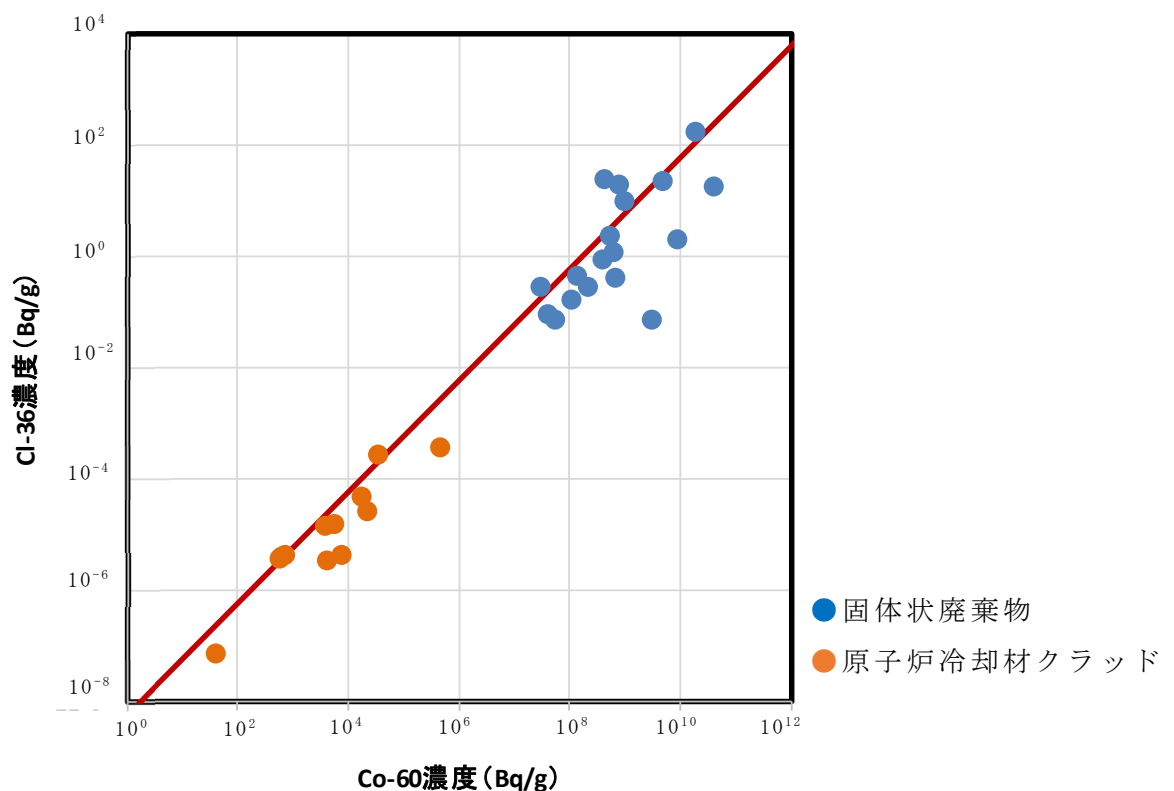
(iv) スケーリングファクタの計算

算術平均のスケーリングファクタを算出すると 6×10^{-9} となる。外れ値を除くと、 6.1×10^{-9} となる。

この値は PWR 液体フィルタにおける値 (5×10^{-8}) よりも小さいことから、スケーリングファクタは保守的に PWR で代表することが妥当であると判断した。

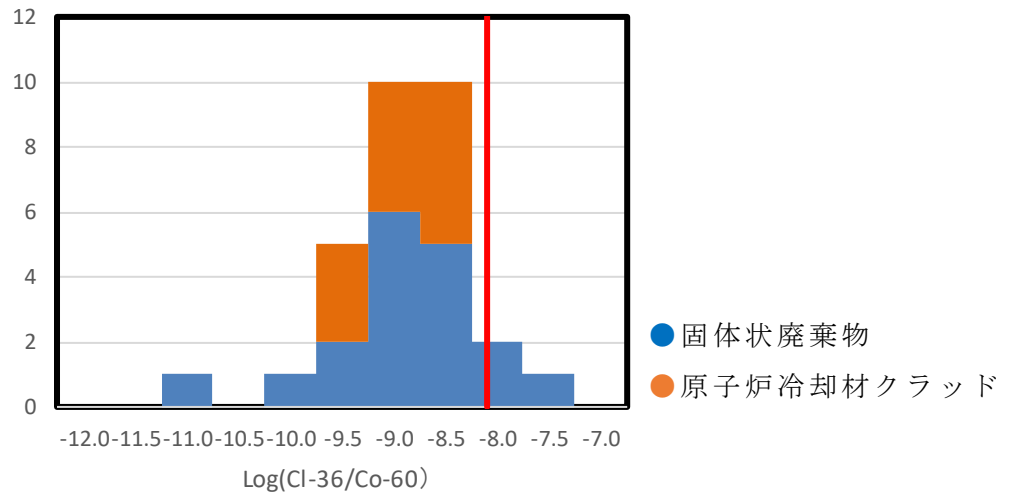
(v) 散布図とヒストグラム

Co-60 濃度と Cl-36 濃度の散布図を第 7 図に示す。また、図中に $Cl-36/Co-60 = 6.0 \times 10^{-9}$ を示す直線を併記する。



第 7 図 Co-60 濃度と Cl-36 濃度の散布図

LOG(Cl-36/Co-60) のヒストグラムを第 8 図に示す。また、図中に $Cl-36/Co-60 = 6.0 \times 10^{-9}$ を示す直線を併記する。



第 8 図 LOG(CI-36/Co-60) のヒストグラム

3. 液体フィルタの分析データ

液体フィルタの分析データを第 3 表に示す。

PWR 全発電所で網羅的に測定し、分析点数は 38 に達しており、十分なデータが得られていると考える。

第3表 液体フィルタの分析データ

発電所	号機	放射能濃度		発生年度 ^{*1}	データの取得	
		Cl-36	Co-60		意見聴取会 時に取得	意見聴取会 以降に取得
		Bq/g	Bq/g			
泊	1号	2.96E-02	1.60E+06	H7年度		○
泊	1号	8.20E-03	5.81E+05	H8年度		○
泊	1号	3.74E-02	9.95E+05	H9年度		○
泊	2号	1.28E-02	4.84E+05	H10年度		○
美浜	3号	1.35E-01	2.06E+06	H14年度		○
美浜	3号	4.40E-01	7.22E+06	H16年度		○
美浜	3号	2.70E-01	5.15E+06	H19年度		○
美浜	3号	5.04E-02	9.30E+05	H23年度		○
大飯	1号	3.28E-02	1.84E+06	H4年度		○
大飯	2号	4.82E-02	1.79E+06	H2年度		○
大飯	3号	1.11E-01	4.34E+06	H8年度		○
大飯	4号	9.00E-02	2.86E+06	H8年度		○
大飯	1号	2.37E-02	1.18E+06	H3年度	○	
大飯	2号	1.08E-02	6.14E+05	H3年度	○	
高浜	1号	1.17E-01	5.62E+06	H17年度		○
高浜	1号	9.51E-02	4.73E+06	H18年度		○
高浜	1号	1.22E-01	2.07E+06	H21年度		○
高浜	1号	2.94E-01	6.06E+06	H22年度		○
高浜	1号	1.81E-01	4.15E+06	H23年度		○
高浜	2号	9.76E-02	4.89E+06	H19年度		○
高浜	2号	1.04E-01	3.30E+06	H20年度		○
高浜	2号	9.28E-02	4.94E+06	H21年度		○
高浜	2号	1.42E-01	1.34E+07	H23年度		○
伊方	1号	2.70E-02	5.56E+05	H22年度		○
伊方	1号	3.03E-02	1.68E+06	H22年度		○
伊方	2号	1.40E-02	1.15E+06	H22年度		○
伊方	2号	1.95E-02	3.65E+06	H15年度		○
玄海	1号	1.15E-02	2.33E+04	H12年度		○
玄海	2号	9.69E-03	2.31E+05	H13年度		○
玄海	3号	3.40E-02	1.20E+06	H14年度		○
玄海	4号	1.32E-02	9.32E+04	H24年度		○
川内	1号	6.07E-03	2.69E+04	H15年度		○
川内	1号	2.38E-02	6.24E+05	H12年度		○
川内	2号	4.07E-03	3.39E+05	S61年度		○
川内	2号	1.57E-02	1.17E+06	S62年度		○
敦賀	2号	2.74E-03	2.87E+05	H18年度		○
敦賀	2号	2.87E-03	2.02E+05	H21年度		○
敦賀	2号	8.03E-02	1.16E+06	H22年度		○

*1：発生年度における「H」は平成、「S」は昭和を示す(例えば、「H7年度」は「平成7年度」を示す。)

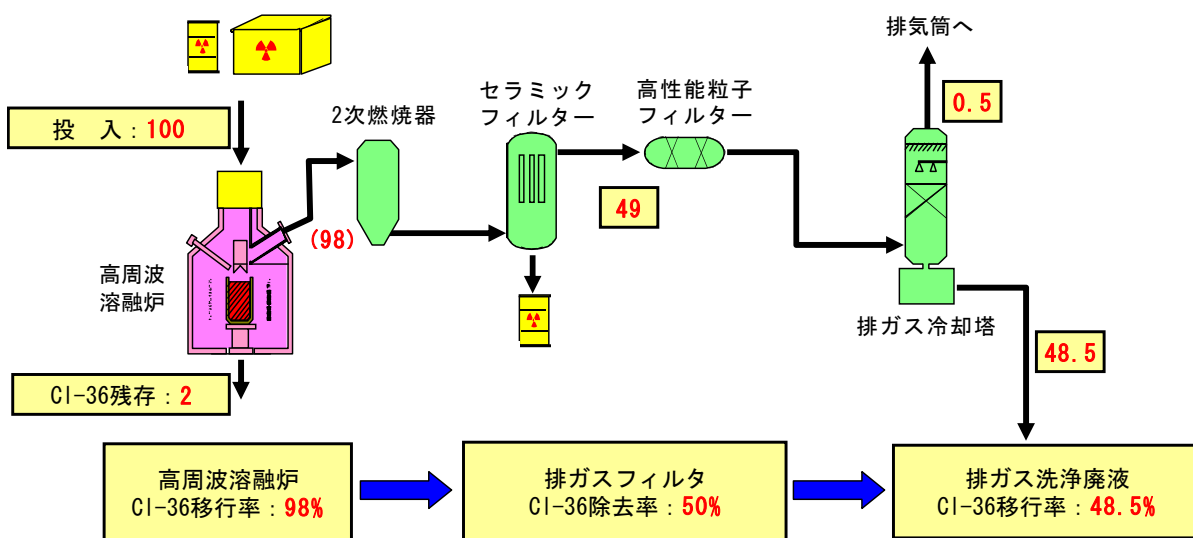
以上

資料 8 GCR 溶融固化体における塩素移行バランスについて

1. 塩素移行バランス

GCR は原子炉冷却材が炭酸ガスであり、軽水炉の固体廃棄物のような鋼材への吸着平衡定数等の文献値が見当たらず、理論計算が困難である。また、溶融対象の廃棄物の C1-36 放射能濃度が評価できたとしても、溶融処理により C1-36 は大部分が揮発するため、溶融固化体への残存率の設定が必要となる。

したがって、塩素の溶融体への残存率、排ガス系の除去率、排気筒への移行率を実験等のデータから下図のとおり設定した。



第 1 図 C1-36 移行バランス

しかしながら、実験室スケールのるつぼ程度での実験による評価であるため、実機に対する適用性に不確実性があったことから、当該廃棄体製作に使用した高周波溶融炉に近い条件で評価を行った。

2. 実機相当での塩素移行バランス評価

東海発電所で導入しているものと同等の高周波溶融炉を用い、実運転と同じシーケンス、運転温度にて試験(コールド)を行い、溶融固化体中の塩素残存率について、①無機物との体積比率、②運転時間(保持時間)の観点から評価を行った。

試験条件は、高周波溶融炉での無機物割合をファクターとして、模擬廃棄物投入量を実運転での投入量設定の 680kg 前後とし、かつ、スラグ層の塩基度が実績平均の 0.37 程度となるよう、第 1 表の条件とした。

なお、ケース 2 については、投入重量が 680kg ではキャニスタの容量を超えるた

め塩基度のみで設定した。

また、トレーサの塩化カルシウム添加量は無機物重量の 0.5wt%で一定とした。

第 1 表 塩素残存率試験条件

ケース		体積割合 (%)		重量 (kg)				合計
		金属	無機物	金属	無機物	添加材	塩化カルシウム	
1	無機標準/保持 60分	75.5	24.5	588	72	20.9	0.463	681
2	無機最大/保持 20分	40.0	60.0	208	117	11	0.640	337
3	無機標準/保持 20分	75.5	24.5	588	72	20.9	0.463	681
4	無機最小/保持 20分	84.9	15.1	619	41	21.1	0.311	681
5	無機下限/保持 20分	96.0	4.0	650	10	21.2	0.156	681

試験結果は第 2 表の通り、溶融固化体中の塩素残存率は 1.11%以下であり、C1-36 報告書⁽¹⁾での設定値(2.0%)とほぼ同等の値であることを確認した。

第 2 表 塩素残存率測定結果

試験条件		測定結果 (%)	
		スラグ層	金属層
1	無機標準/保持 60 分	0.47	－ (検出下限未満)
2	無機最大/保持 20 分	1.11	－ (検出下限未満)
3	無機標準/保持 20 分	0.32	－ (検出下限未満)
4	無機最小/保持 20 分	0.44	－ (検出下限未満)
5	無機下限/保持 20 分	－ (検出下限未満)	－ (検出下限未満)

3. 参考文献

- (1) 日本原燃株式会社(2011)：日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応について

以 上

資料 9 分析データ数の妥当性について

1. 統計的なデータ数の充足性

統計的には、母平均の信頼区間を適用することで、許容誤差とデータ数に応じた母平均の評価ができることになっている。本ケースの場合、母平均の信頼区間を求める上では、母集団の実際の分布形態が必ずしも明確でないと判断し、これを仮定しないノンパラメトリックな評価方法であるブートストラップ法を採用している(資料 3 参照)。

一方、母集団から抽出した C1-36 の分析データ(標本)は、対数正規性を示していること(2. (1)参照)、すなわち、桁で変動していることから、上記の評価を行う上でも、一定数以上のデータ数は必要である。

ここで、総放射エネルギー(埋設する廃棄物の総放射能)の設定では、上記で評価する母平均の積算の 5~10 倍の裕度を考慮していることから、母平均の許容誤差としては、0.5(母平均の 1.5 倍)~1.0(母平均の 2 倍)は想定して良い。

この場合、下記の参考試算結果(対数正規分布を仮定して計算)を参考にすると、少なくとも 10~20 点程度のデータ数が必要である。

【参考試算結果】

統計処理に必要な分析データ数の妥当性については、要求される精度(許容誤差)との関連で決定されるべきものである。正規分布を仮定する場合、統計学におけるデータ数の充足性は以下の式(1)を用いて判断した。

$$n \geq \left(\frac{Za \times \sigma_s}{p \times x} \right)^2 \quad (1)$$

n : 試料の大きさ(必要なデータ数)(-)

Za : 要求する信頼度に対する数値(-) ; 95%信頼度に対する値は 1.96。

σ_s : 母集団の標準偏差(Bq/t)

p : 許容誤差(-)

x : 平均値(Bq/t)(本文 第 1 表参照)

許容誤差を 0.05~1、すなわち平均値に 1.05 倍~2 倍の誤差を見込んだ場合の PWR、BWR 及び CGR における必要な分析データ数の計算結果を第 1 表に示す。計算結果より、許容誤差を 0.5~1 とする場合には、分析データ数が、PWR 及び BWR においては少なくとも 10 点~20 点以上、GCR においては 5 点以上あれば充足性がある。

一方、C1-36 の総放射エネルギーの設定に当たっては、データの変動を保守的に考慮して、母平均の 95%信頼区間上限に対して 10 倍(1 号 7, 8 群における一部の充填固化体に対しては 5 倍)の裕度を見込んでいることから、統計学的には許容誤差を 0.5~1 とする

場合のデータ数があれば、総放射エネルギーは保守側に評価されている。

第 1 表 許容誤差に対する PWR、BWR 及び CGR における必要な分析データ数

許容誤差 (-)	必要なデータ数(-)				
	PWR		BWR		GCR
	溶離処理あり	溶離処理なし	再生処理あり	再生処理なし	-
0.05	1,700	2,100	1,300	2,000	440
0.10	420	520	330	510	110
0.20	110	130	82	130	27
0.50	17	21	13	20	4.4
0.70	8.6	11	6.7	10	2.2
1.00	4.2	5.3	3.3	5.1	1.1

2. 分析データの変動要因

濃縮廃液の C1-36 濃度の変動要因を第 2 表に示す。

第 2 表 濃縮廃液の C1-36 濃度の変動要因

	変動要因	解説
I	溶離処理のあり／なし	<ul style="list-style-type: none"> ・ PWR の使用済樹脂の処理 (溶離処理) を行うプラントでは、使用済樹脂から溶出する濃度の高い C1-36 を含む廃液の混入により、濃縮廃液中の C1-36 濃度が高くなる。 ・ 溶離処理回数/年度の違いにより、濃縮廃液中の C1-36 濃度の変動する。
II	復水浄化系樹脂再生のあり／なし	<ul style="list-style-type: none"> ・ BWR の復水浄化系樹脂の薬品再生を行うプラントでは、樹脂に蓄積していた C1-36 が濃縮廃液に移行し、濃縮廃液中の C1-36 濃度が高くなる。
III	廃液蒸発装置における濃縮倍率	<ul style="list-style-type: none"> ・ PWR の一次系廃液の濃縮は、廃液に含まれるホウ素濃度が約 20,000ppm となるまで行っている。 ・ 濃縮廃液中の C1-36 濃度は、廃液中のホウ素濃度に依存する。サイクル初期のホウ素濃度が約 2,000ppm、サイクル末期は約 100ppm であることから、廃液中のホウ素濃度は 10 倍～200 倍程度になると想定され、C1-36 濃度も同様と推定される。
IV	廃液の発生量	<ul style="list-style-type: none"> ・ C1-36 を含む廃液 (主な機器ドレン、床ドレン等) の発生量はほぼ一定であると推定するが、C1-36 を含まない廃液の発生量は定期検査の工事内容等に依存する。
V	樹脂の交換頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 樹脂の交換頻度が高いほど、廃液中の C1-36 濃度は低くなると考えられる。 ・ 電力間において交換頻度に差異がある。

上記の I 及び II を考慮して、データを取得した集団を分類すると、上記の III～V の濃縮倍率、C1-36 含まない廃液の発生量、C1-36 を除去している樹脂の交換頻度の変動要因は、系統誤差ではなく、偶然誤差である場合は、ランダムなばらつきを考慮する統計的な手法を適用することが適切である。

以上の妥当性を示すため、C1-36 の意見聴取会では、以下の説明を実施していた (第 3 回意見聴取会 資料 3-1 等) ことから、新たに追加されたデータを用いて再検討を実施した。

①分析データの分布形態の確認 (資料 9 2. (1) 参照)

②分析データから上記 I 及び II の観点で 4 分類することの妥当性の確認 (資料 9

2. (2) 参照)

さらに、C1-36 の意見聴取会の中では、C1-36 の分析データの変動要因として、経年的な変化も検討されていた(第 3 回意見聴取会 資料 3-1)ことから、以下についても、新たに追加されたデータを用いて再検討を実施した。

③分析データの経年変化(資料 9 2. (3) 参照)

【参考】

C1-36 の意見聴取会の中では、原子炉冷却材中の C1-36 濃度の変動は大きくないことを前提に、濃縮廃液における分析データの変動に関して、以下のような説明を行った。

(第 2 回意見聴取会 資料 3-1 より抜粋)

第 1 表に濃縮廃液の C1-36 濃度の変動要因を示す。これらの要因はそれぞれ複合して影響を及ぼすものであることから、分析値のばらつきを定量的に説明することは困難であると考え、各プラント分類に共通の要因について、ばらつきの程度を試算した。

要因Ⅲについては、第 1 表に記載のとおり、PWR プラントでは、廃液中のホウ素濃度と濃縮可能なホウ素濃度の関係から 10～200 倍程度になると想定されるとともに、BWR プラントでは、不溶性固形分(SS)等を指標に濃縮を行うが濃縮装置の運用実績からも数 10 倍から数 100 倍程度までのばらつきがあり、濃縮前の廃液中の C1-36 濃度が同じであったとしても濃縮倍率に応じて、濃縮廃液中の C1-36 濃度にばらつきが生じる。(1～2 桁程度)

要因Ⅳについては、C1-36 を多く含む廃液と少ない廃液の発生量の割合により、濃縮前の廃液中の C1-36 濃度にばらつきが生じると考えられる。PWR プラントにおける検討例(高浜 1, 2 号機の設置許可申請書上の数値を用いた検討例)を以下に示す。

PWR プラントで平常運転時に発生する主な放射性廃液は、次のように大別できる。

- ①一次冷却材抽出水等(約 9, 200m³)
- ②機器ドレン等(約 2, 100m³)
- ③洗浄排水(約 3, 000m³)

このうち①と②が C1-36 を多く含む廃液であり、③をほとんど含まない廃液である。(②については、系統によって C1-36 濃度が大きく異なると考えられるが細分化することは難しい。)①については原則、再利用されるため、廃液の C1-36 濃度のばらつきへの寄与は少ないものとする。②については定検ごとに発生するといえるため、発生量の変動は少なく、廃液の C1-36 濃度のばらつきへの寄与は少ないものとする。しかしながら、③については定検期間と連動し、各年度の発生量の変動

するため、定検期間が長ければ廃液の Cl-36 濃度は低くなるものとする。(数倍程度)

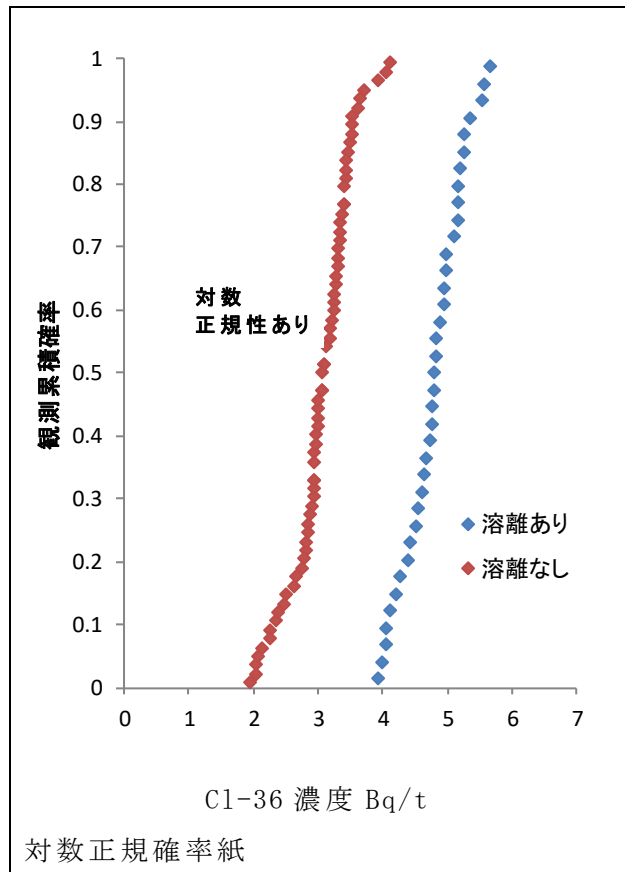
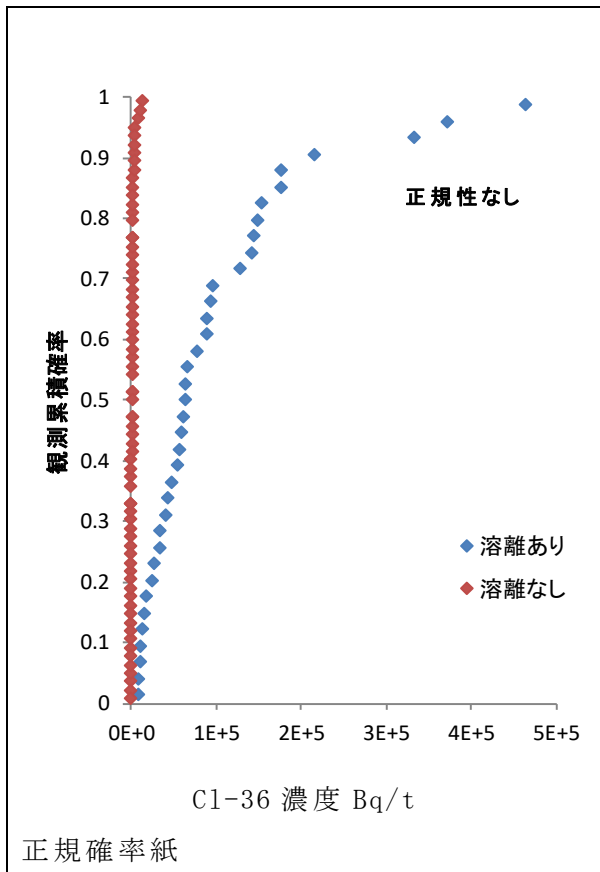
要因 V については、1 サイクルごとに樹脂の交換が実施されている場合、Cl-36 がその都度、系外に持ち出されるために、一次冷却材中の Cl-36 濃度は低くなり、廃液の Cl-36 は低くなるものとする。(数倍程度)

表 1 濃縮廃液中の Cl-36 の主な変動要因

	変動要因	解説
I	溶離処理のあり／なし	<ul style="list-style-type: none"> • PWR の使用済樹脂の処理 (溶離処理) を行うプラントでは、使用済樹脂から溶出する濃度の高い Cl-36 を含む廃液の混入により、濃縮廃液中の Cl-36 の濃度が高くなる。 • 溶離処理回数／年度の違いにより濃縮廃液中の Cl-36 濃度変動する。
II	復水浄化系樹脂再生のあり／なし	<ul style="list-style-type: none"> • BWR の復水浄化系樹脂の薬品再生を行うプラントでは、樹脂に蓄積にしていた Cl-36 が濃縮廃液に移行し、濃縮廃液中の Cl-36 の濃度が高くなる。
III	廃液蒸発装置における濃縮倍率	<ul style="list-style-type: none"> • PWR の一次系廃液の濃縮は、廃液に含まれるホウ素濃度が約 20,000ppm となるまで行っている。 • 濃縮廃液中の Cl-36 濃度は、廃液中のホウ素濃度に依存する。サイクル初期のホウ素濃度が約 2,000ppm、サイクル末期は約 100ppm であることから、廃液中のホウ素濃度は、10～200 倍程度になると想定され、Cl-36 濃度も同様と推定される。
IV	廃液の発生量	<ul style="list-style-type: none"> • Cl-36 を含む廃液 (主な機器ドレン、床ドレン等) の発生量は、ほぼ一定であると推定するが、Cl-36 を含まない廃液の発生量は、定期検査の工事内容等に依存する。
V	樹脂の交換頻度	<ul style="list-style-type: none"> • 樹脂の交換頻度が高いほど廃液中の Cl-36 濃度は低くなると考えられる。 • 電力間において交換頻度の差異がある。

(1) 分析データの分布形態の確認

PWR 及び BWR における分析データの分布形態の確認結果をそれぞれ第 1 図及び第 2 図に示す。確認結果より、分析データの分布は対数正規性を示すことを確認した。

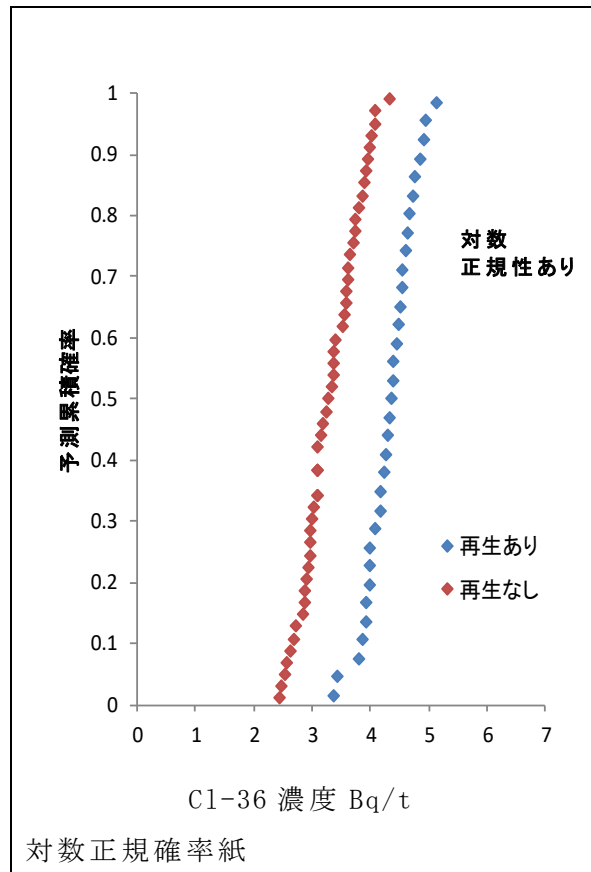
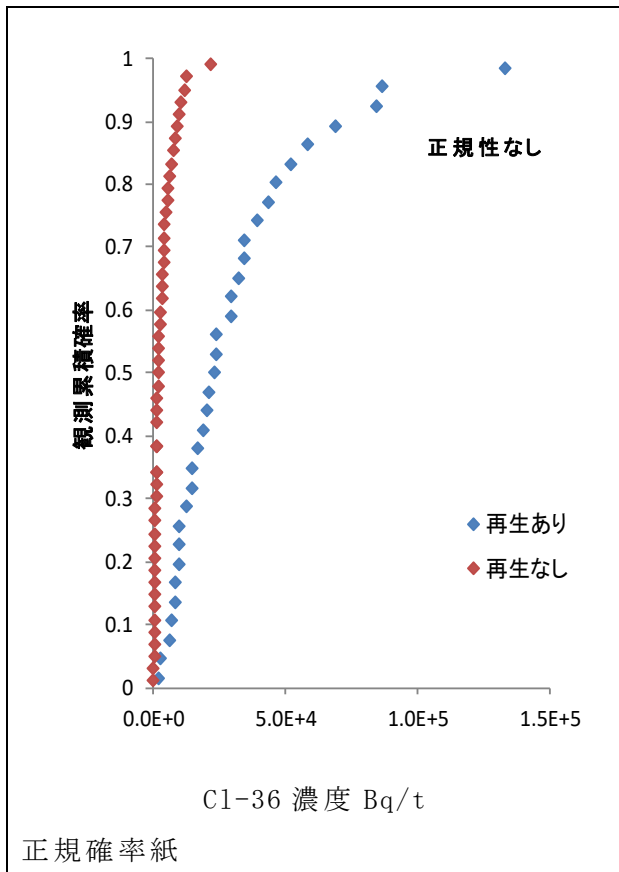


項目 \ 検定方法		Kolmogorov-Smimov 検定 Lilliefors の修正	Shapiro-Wilk
		溶離あり	P 値 2×10^{-4}
溶離あり	判定 ^{*1}	×	×
溶離なし	P 値	4×10^{-8}	1×10^{-11}
溶離なし	判定 ^{*1}	×	×

項目 \ 検定方法		Kolmogorov-Smimov 検定 Lilliefors の修正	Shapiro-Wilk
		溶離あり	P 値 0.81
溶離あり	判定 ^{*1}	○	○
溶離なし	P 値	0.075	0.056
溶離なし	判定 ^{*1}	○	○

*1: 判定基準 0.05 以上とした

第 1 図 PWR における分析データの分布形態(正規性、対数正規性)の確認



検定方法 項目		Kolmogorov-Smirnov 検定 Lilliefors の修正	Shapiro-Wilk
		再生あり	P 値 1×10^{-2}
再生あり	判定*1	×	×
再生なし	P 値	2×10^{-6}	5×10^{-8}
再生なし	判定*1	×	×

検定方法 項目		Kolmogorov-Smirnov 検定 Lilliefors の修正	Shapiro-Wilk
		再生あり	P 値 0.99
再生あり	判定*1	○	○
再生なし	P 値	0.26	0.35
再生なし	判定*1	○	○

*1: 判定基準 0.05 以上とした

第 2 図 BWR における分析データの分布形態(正規性、対数正規性)の確認

(2) 分析データをプラント分類することの妥当性の確認

分析データを、PWRにおいては溶離処理の有無の観点で、BWRにおいては復水系浄化樹脂の再生の有無の観点で分類(プラント分類)することの妥当性を確認するため、F検定による分散分析を行った。

なお、「(1) 分析データの分布形態の確認」に示す分析データの分布形態の確認結果より、分析データの分布には対数正規性を仮定する。

F検定による分散分析の結果を第3表及び第4表に示す。第3表より、プラント分類間で分散(分析データのばらつき)には有意差がないことが確認された。一方で、第4表より、プラント分類間で平均値に差異があることが確認された。

以上の結果から、分析データのプラント分類は妥当であると考えた。

第3表 F検定(等分散)の結果

比較対象	データ数	分散比(F0)	F境界値(95%)	判定
溶離処理あり	37	0.95	0.60	有意差なし
溶離処理なし	71			

比較対象	データ数	分散比(F0)	F境界値(95%)	判定
再生処理あり	33	0.74	0.58	有意差なし
再生処理なし	51			

第4表 F検定(一元配置の分散分析)の結果*1

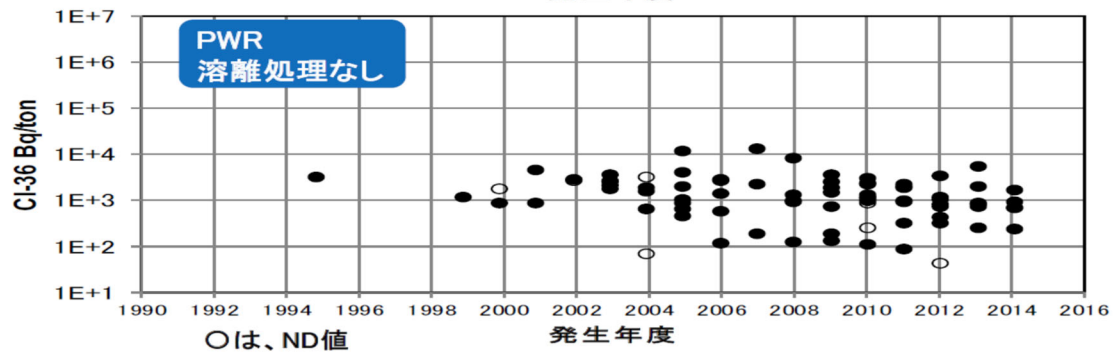
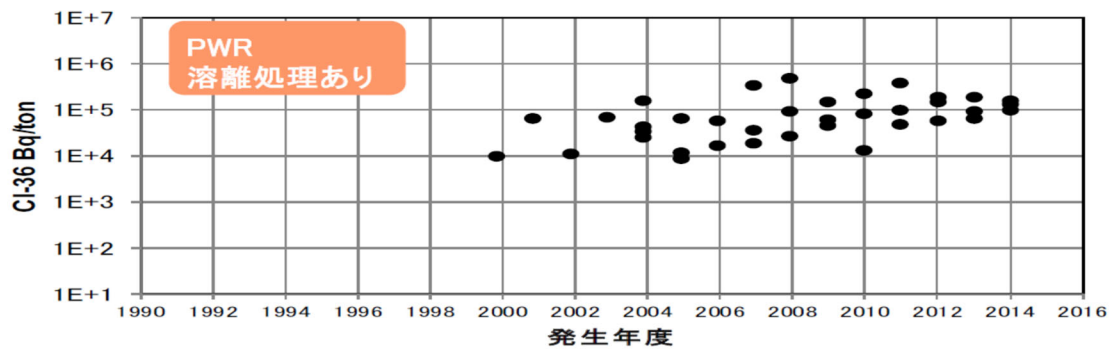
比較対象	データ数	分散比(F0)	F境界値(95%)	判定
溶離処理あり	37	18	2.0	有意差あり
溶離処理なし	71			

比較対象	データ数	分散比(F0)	F境界値(95%)	判定
再生処理あり	33	9.9	2.0	有意差あり
再生処理なし	51			

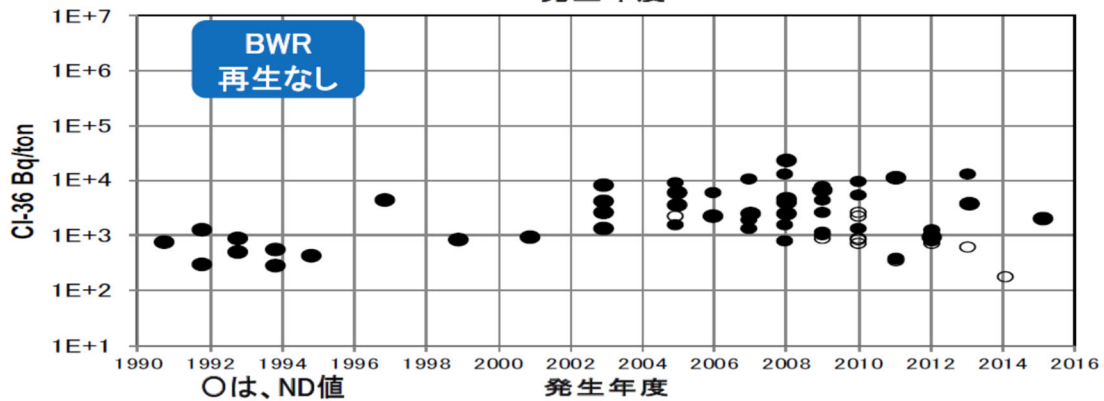
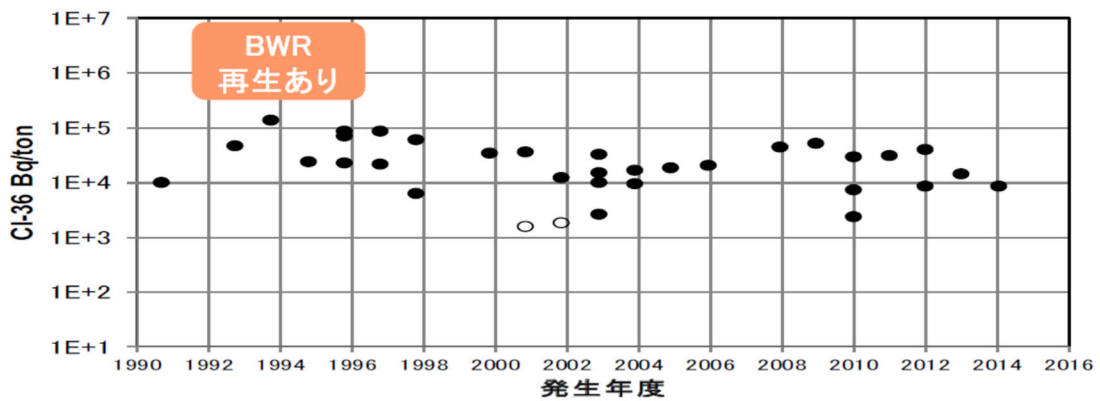
*1: 本検定は等分散が成立することが前提となる。

(3) 分析データの経年変化

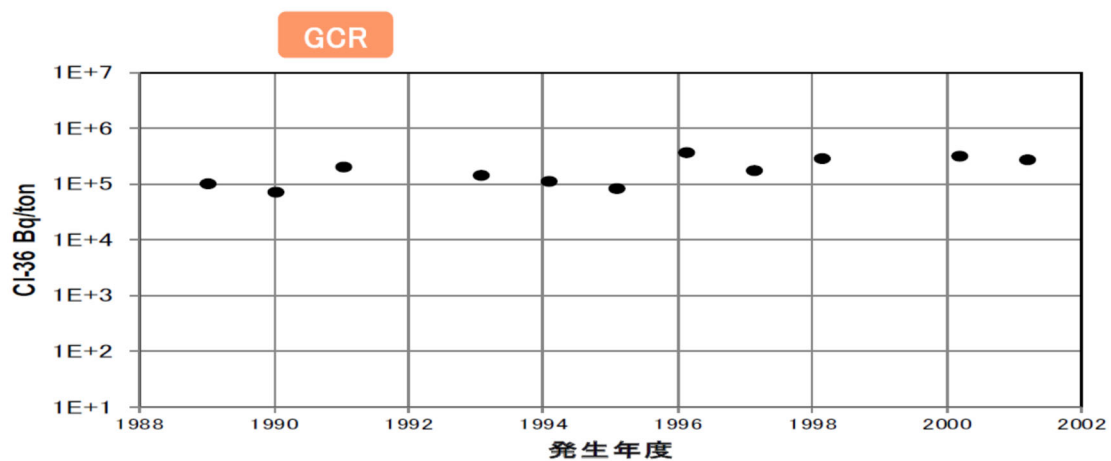
分析データの経年変化を第3図～第6図に示す。いずれにおいても分析データの経年変化は確認されなかった。



第3図 PWRにおけるC1-36分析データの経年変化

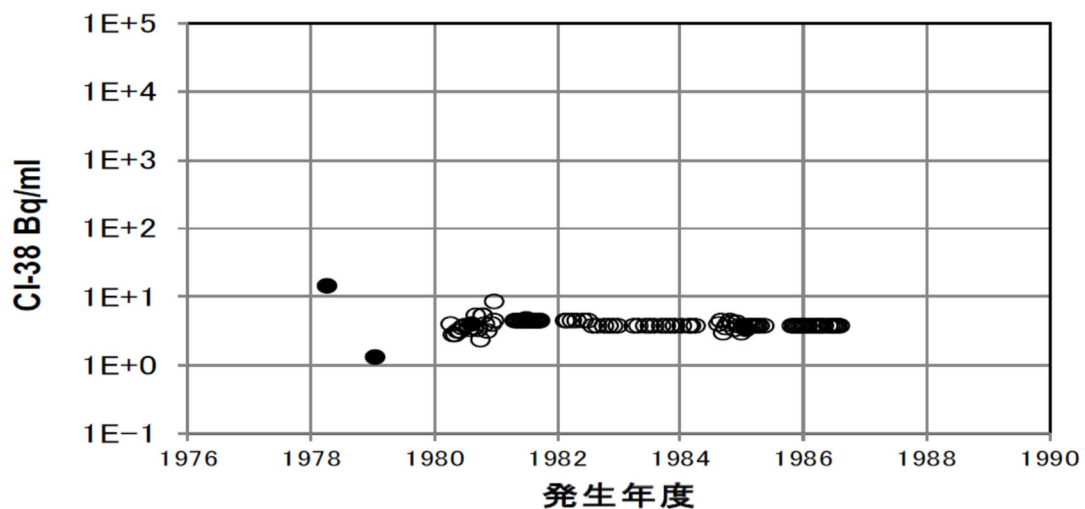


第4図 BWRにおけるC1-36分析データの経年変化



第 5 図 GCR における C1-36 分析データの経年変化

経年変化図 CI-38(東海第二) 運開～



○は、ND値

第 6 図 東海第 2 原子力発電所における C1-38 分析データの経年変化

3. まとめ

「1. 統計的なデータ数の充足性」及び「2. 分析データの変動要因」における確認結果は以下のとおりである。

- ・許容誤差を 0.5～1 とする場合には、分析データ数が、PWR 及び BWR においては 30 点以上あれば充足性がある。
- ・C1-36 の総放射能量の設定に当たっては、データの変動を保守的に考慮して、母平均の 95%信頼区間上限に対して 10 倍(1号 7, 8 群における一部の充填固化体に対

しては 5 倍)の裕度を見込んでいることから、統計学的にはデータ数が 30 点以上であれば、総放射エネルギーは保守側に評価されている。

- ・分析データをプラント分類すると対数正規性を示すことから、偶然誤差によるランダムなばらつきを考慮した統計的な手法を適用することが適切である。
- ・分析データに経年変化は認められない。

以上より、廃液蒸発装置における濃縮倍率、廃液の発生量及び樹脂の交換頻度に関する変動要因を考慮して、分析データの許容範囲を母平均の 95%信頼区間上限の 10 倍とすると、必要な分析データ数を 30 点以上とすることは妥当である。

以 上

資料 10 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の C1-36 を考慮した線量評価結果について

1. はじめに

設定した C1-36 の放射エネルギーを基に、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)及び「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(以下「許可基準規則解釈」という)の要求事項に従って 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の C1-36 を考慮した公衆の受ける線量を評価する。

2. 許可基準規則の要求事項

「許可基準規則」及び「許可基準規則解釈」の要求事項を第 1 表に示す。「許可基準規則」では、埋設した放射性廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の環境に及ぼす影響、すなわち公衆の受ける線量の評価に関し、その評価の方法や線量基準が変更になっているものの、埋設する廃棄物の性状及び廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)に期待する漏出防止、遮蔽、移行抑制の各機能に変更はないため、放射性物質の生活環境への移行挙動、生活環境での公衆の被ばく形態やその影響は大きく変わらない。

第 1 表 許可基準規則及び許可基準規則解釈の要求事項(要約)

<p>(1) 廃止措置の開始前の平常時の評価</p> <ul style="list-style-type: none">・ 廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止する機能を有するものであること。(廃止措置の開始前の平常時に公衆の受ける線量が、ALARA の考え方の下、実効線量で $50 \mu\text{Sv/y}$ 以下)
<p>(2) 廃止措置の開始前の異常時の評価</p> <ul style="list-style-type: none">・ 異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。(発生事故・異常につき 5mSv 以下)
<p>(3) 廃止措置の開始後における安全評価</p> <ul style="list-style-type: none">・ 廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。(廃止措置の開始後の線量が線量基準を満たすこと。線量基準は、$10 \mu\text{Sv/y}$[最も可能性が高い自然事象シナリオ]、$300 \mu\text{Sv/y}$[最も厳しい自然事象シナリオ]、1mSv/y[人為事象シナリオ])

3. 放射エネルギーの設定

線量評価に用いる 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設における廃棄体に含まれる主要な放射性物質及び C1-36 の放射エネルギーを第 2 表に示す。

なお、3号廃棄物埋設施設については、2号廃棄物埋設施設よりも C1-36 の放射エネルギー

は十分に小さく、主要な放射性物質とはならないことから、C1-36 の放射エネルギーは設定していない。

第 2 表 線量評価に用いる放射エネルギー

主要な放射性物質	放射エネルギー (Bq)					
	1 号廃棄物埋設施設				2 号廃棄物埋設施設	3 号廃棄物埋設施設
	1 群から 6 群	7, 8 群	8 群			
		充填固化体	均質・均一固化体	セメント破砕物充填固化体		
H-3	9.2×10^{13}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}	1.2×10^{14}	1.5×10^{13}
C-14	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}	3.3×10^{12}	2.0×10^{12}
C1-36	2.8×10^{10}	2.3×10^5	9.2×10^8	9.2×10^8	8.0×10^8	— *1
Co-60	8.3×10^{14}	1.5×10^{13}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}	1.1×10^{15}	1.5×10^{14}
Ni-59	2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}	3.4×10^{12}	5.0×10^{10}
Ni-63	3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}	4.4×10^{14}	5.5×10^{12}
Sr-90	5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}	6.6×10^{12}	6.7×10^{11}
Nb-94	2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8	3.3×10^{10}	8.1×10^9
Tc-99	5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8	7.4×10^9	7.4×10^7
I-129	8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6	1.1×10^8	8.3×10^6
Cs-137	3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}	4.0×10^{13}	7.3×10^{11}
U-234	1.7×10^8	2.3×10^7	5.7×10^6	5.7×10^6	2.3×10^8	2.3×10^8
U-235	5.6×10^6	7.6×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5	7.6×10^6	7.6×10^6
Np-237	6.0×10^7	8.1×10^6	2.0×10^6	2.0×10^6	8.1×10^7	8.1×10^7
Pu-238	6.6×10^{10}	9.0×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9	9.0×10^{10}	9.0×10^{10}
Pu-239	2.9×10^{10}	3.9×10^9	9.9×10^8	9.9×10^8	3.9×10^{10}	3.9×10^{10}
Pu-240	2.6×10^{10}	3.5×10^9	8.7×10^8	8.7×10^8	3.5×10^{10}	3.5×10^{10}
Am-241	2.4×10^{11}	3.2×10^{10}	8.1×10^9	8.1×10^9	3.2×10^{11}	3.2×10^{11}

*1 : 3 号廃棄物埋設施設において、2 号廃棄物埋設施設よりも C1-36 の放射エネルギーは十分に小さく、主要な放射性物質とならないことから、放射エネルギーを設定していない。

4. 評価結果

(1) 廃止措置の開始前の平常時の評価

本施設から放出又は漏出した放射性物質が生活環境へ到達し、公衆の被ばくが生じることを想定した被ばく経路を設定し、公衆の受ける線量を評価する。

(i) 線量評価シナリオ

廃止措置の開始までの平常時において想定される公衆に対する線量評価シナリオは、換気空調設備からの気体廃棄物の放出、排水口からの液体廃棄物の放出、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出並びに本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの放射線の放出に起因するものがある。

また、廃棄物埋設地から漏出する放射性物質は、地下水により廃棄物埋設地の下流にある沢に流出し、汽水性の尾駁沼に流入する。

したがって、上記の起因ごとに線量の評価対象とする代表的な線量評価シナリオを以下のとおり設定する。(線量評価シナリオの設定方法の詳細については、「第八条 遮蔽等」、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号」及び「第十三条 廃棄施設」を参照。)

- a. 換気空調設備から放出する気体廃棄物中の放射性物質の吸入摂取による内部被ばく
- b. 液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばく
- c. 地下水中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばく
- d. 本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部被ばく

(ii) 線量評価モデル

線量評価モデルは「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)と同様であり変更はない。

(iii) 線量評価パラメータ

線量の計算に用いる放射線源となる放射性物質は、気体・液体廃棄物処理量の増加分を考慮し、廃棄物埋設地の評価ポイントからの距離や地下水流動状況等を反映して評価パラメータを設定する。

また、放射性物質の半減期、線量換算係数等はC1-36も含め最新の知見を反映する。C1-36に係わる線量評価パラメータを第3表に示す。

第3表 C1-36に係る線量評価パラメータ

評価パラメータ		設定値	備考	
半減期 (y)		3.01×10^5	参考文献(1)	
吸入摂取による実効線量換算係数 (Sv/Bq)		7.3×10^{-9}	参考文献(2)	
経口摂取による実効線量換算係数 (Sv/Bq)		9.3×10^{-10}	参考文献(2)	
外部放射線に係る実効線量換算係数*1 (Sv/h)/(Bq/kg)		1.3×10^{-13}	—	
水産物への濃縮係数 (m ³ /kg)	魚類	1.0×10^0	参考文献(3)	
	無脊椎動物	1.6×10^{-1}	参考文献(4)	
農産物への移行係数 ((Bq/kg-wet 農産物) / (Bq/kg-dry 土壌))	米	5.0×10^0	参考文献(5)	
	米以外	3.1×10^1	参考文献(4)	
分配係数 (m ³ /kg)	セメント系材料	廃棄体	5.0×10^{-4}	2号のみ。 1号は0。 最も可能性が高い自然事象シナリオと最も厳しい自然事象シナリオで共通。
		充填モルタル	5.0×10^{-4}	
		コンクリート	8.0×10^{-4}	
	難透水性覆土	0	1,2号共通。 最も可能性が高い自然事象シナリオと最も厳しい自然事象シナリオで共通。	
	上部覆土	0		
	岩盤(鷹架層)	0		
	灌漑土壌	1.5×10^{-3}		
	廃棄物埋設地の土壌	0		

*1: 外部放射線に係る線量換算係数については、点減衰核積分コード(QAD)⁽⁶⁾を用いて計算した。計算モデルは、地表からの被ばくを近似するため、直径200m、厚さ2mの円板状線源を想定し、その中央表面から距離1mの地点を評価点とした。地表の組成はJAERI-M6928⁽⁷⁾の普通コンクリートを用いた。なお、外部放射線に係る線量換算係数では、短半減期の子孫核種の影響を考慮している。

(iv) 線量評価結果

上記を踏まえて評価を行った結果、公衆の受ける線量の評価値は第4表に示すとおりであり、C1-36の線量寄与を考慮しても線量目標である $50 \mu\text{Sv/y}$ を十分に下回っている。

よって、本施設は公衆に対して合理的に達成できる限り十分に低い線量となる施設の設計となっている。

なお、第4表に示すとおり、C1-36放射エネルギーに変動が生じたとしても、線量は線量基準に対して十分に低く、安全性への影響は小さい。

第4表 廃止措置の開始前の平常時の評価結果

線量評価シナリオ	種類	線量 ($\mu\text{Sv/y}$)			評価結果の重畳
		1号	2号	3号*1	
排気口から放出する気体廃棄物中の放射性物質の吸入摂取による内部被ばく	—	—*2	—*2	—*2	約 3.5×10^{-6} (約 1.4×10^{-10} 、 寄与率 約 0.004%)
液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駸沼の水産物摂取による内部被ばく	—	—*2	—*2	—*2	約 1.7×10^{-2} (約 1.5×10^{-7} 、 寄与率 約 0.001%)
地下水中の放射性物質が移行する尾駸沼の水産物摂取による内部被ばく	線量の最大値*3	約 1.9 (約 9.9×10^{-2} 、 寄与率 約 5.21%)	約 1.3 (約 9.2×10^{-4} 、 寄与率 約 0.071%)	約 0.59 (—)	約 3.8 (約 1.0×10^{-1} 、 寄与率 約 2.63%)
	最重要核種の線量の最大値*4	約 1.8 (約 1.0×10^{-1} 、 相対重要度 約 5.41%)	約 1.3 (約 1.3×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.095%)	約 0.59 (—)	—
本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部被ばく	—	—*2	—*2	—*2	約 23 (—*5)

*1：3号廃棄物埋設施設については、2号廃棄物埋設施設よりも埋設する廃棄体中の C1-36 放射エネルギーが小さいため、他の放射性物質に比べて線量寄与が十分に小さく、主要な放射性物質として選定していない。

*2：管理建屋の寄与が含まれることから、廃棄物埋設施設ごとではなく、廃棄物埋設施設間の重畳を考慮した合計線量として評価する。

*3：括弧内の数値は当該線量評価シナリオの線量が最大となる時期の C1-36 の線量。なお、寄与率は、当該線量評価シナリオの線量に対する C1-36 の線量の占める割合を示す。

*4：括弧内の数値は当該線量評価シナリオにおける C1-36 の線量値の最大値を示す。なお、相対重要度は、当該線量評価シナリオにおいて最重要核種の線量の最大値と比較した場合の C1-36 の相対重要度を示す。

*5：C1-36 はベータ線のみを放出し、ガンマ線を放出しない放射性物質であり、本シナリオの評価結果への影響はない。

(2) 廃止措置の開始前の異常時の評価

「許可基準規則」では異常時の放射線障害の防止として、事故・異常時における公衆の受ける線量が、発生した事故・異常につき 5mSv 以下であることが要求されている。事故・異常の発生の可能性を検討し、評価する。

(i) 機器等の破損、運転員の誤操作等

本施設はインターロックの設置等により、廃棄体の落下を防止する設計としているが、誤操作や機器の故障により想定される事象について、評価を行う。具体的には、埋設クレーンの廃棄体吊具の破損による廃棄体落下による廃棄体の損傷について、評価を行う。

(ii) 廃棄物埋設地からの放射性物質の異常な漏出

廃止措置の開始前の平常時の安全評価、廃止措置の開始後に係る安全評価において、埋設設備及び難透水性覆土に対し、技術的な見地から各々の健全性が相当に低下している状況を想定しており、これらの評価に包含される。

(iii) 線量評価結果

上記を踏まえて検討を行った結果、廃止措置の開始前での異常時の評価として選定した事象の公衆の受ける線量の評価値を第 5 表に示す。この評価結果は、C1-36 の線量寄与を考慮しても線量基準である事故・異常につき 5mSv に比べ十分に小さい。

なお、第 5 表に示すとおり、C1-36 放射エネルギーに変動が生じたとしても、線量は線量基準に対して十分に低く、安全性への影響は小さい。

第 5 表 廃止措置の開始前の異常時の評価結果

事象	線量 (mSv/事故)*1		
	1号	2号	3号*2
埋設クレーンの廃棄体吊具の破損	約 5.9×10^{-5} (約 4.7×10^{-10} 、 寄与率 約 0.001%)	約 2.9×10^{-4} (約 1.3×10^{-9} 、 寄与率 約 0.000%)	約 1.7×10^{-4} (-)

*1：括弧内の数値は当該事象の線量が最大となる時期の C1-36 の線量。なお、寄与率は、当該線量評価シナリオの線量に対する C1-36 の線量の占める割合を示す。

*2：3号廃棄物埋設施設については、2号廃棄物埋設施設よりも埋設する廃棄体中の C1-36 放射エネルギーが小さいため、他の放射性物質に比べて線量寄与が十分に小さく、主要な放射性物質として選定していない。

(3) 廃止措置の開始後に係る安全評価

廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態へ移行できる見通しを得るため、廃止措置の開始後において、埋設する廃棄体に起因して発生すると想定される公衆の受ける線量が、それぞれ線量基準を下回ることを評価する。

評価の対象とする期間は、評価する線量の最大値が出現する時期を含む期間とし、主要な放射性物質のうち半減期の長い放射性物質の放射エネルギー及び放射能濃度が十分に小さいことを考慮し、1万年程度までを目安とする。

評価に当たっては、本施設の敷地及びその周辺に係る過去の記録や現地調査等の最新の科学的・技術的知見に基づき、人工バリア及び天然バリアの状態変化、被ばく経路等に影響を与える自然現象及び土地利用による人間活動を考慮し、人工バリア及び天然バリアの機能の状態の変化に関する要素を体系的に収集・分析し、網羅的・包括的に評価すべきシナリオを設定する。

(i) 線量評価シナリオ

線量評価シナリオは、最も可能性が高い自然事象シナリオ、最も厳しい自然事象シナリオ及び人為事象シナリオの3区分に分類して評価を行う。線量評価シナリオの設定に当たって、人工バリア及び天然バリアの機能並びに被ばく経路等に影響を与える自然現象及び土地利用による人間活動を考慮した上で、「地質環境に係る長期変動事象」、「生活環境」及び「廃棄物埋設地」のそれぞれについて、最も可能性が高い状態及び最も厳しい状態を設定(以下「状態設定」という。)する。状態設定を行う期間は、主要な放射性物質の半減期、放射エネルギー及び放射能濃度を踏まえ1,000年程度までの期間とし、以降は1,000年後と同じ状態が継続するものと設定する。

(ii) 線量評価モデル

線量評価モデルは、廃棄物埋設地の状態や現象の特徴を適切に、かつ簡潔に表現でき、線量が保守側になるよう考慮する。

また、廃棄体に含まれる放射性物質は、埋設設備内に浸入した地下水に漏出し、埋設設備内の固相である固型化材、充填モルタル及び埋設設備のセメント系材料と分配平衡の状態にあるものとして評価する。埋設設備内の放射性物質は、材料の透水性と拡散性に依存するため、放射能濃度の分布が均一とはならないが、放射性物質の漏出を評価する上では単純化して均一であるものとして評価する。

(iii) 線量評価パラメータ

放射性物質の生活環境への移行挙動に関しては、最も可能性が高い自然事象シナリオでは、補足説明資料1「地質環境に係る長期変動事象」、補足説明資料3「影響事象分析」、補足説明資料4「状態変化の評価(力学的影響)」、補足説明資料5「状態変化の評価(化学的影響)」及び補足説明資料6「透水係数の設定」で設定した最も可能性が高い設定、不確かさを考慮する最も厳しい自然事象シナリオでは最も厳しい設定に基づいて線量評価パラメータを設定する。また、生活環境における公衆の被ばくに関しては、補足説明資料2「生活環境の状態設定」に基づいて線量評価パラメータを設定する。

最も可能性が高い自然事象シナリオと最も厳しい自然事象シナリオとで異なる設定とする線量評価パラメータは、「埋設設備から上部覆土への流出水量」、「埋設設備から鷹架層への流出水量」、「各核種の分配係数」、「尾駁沼又は河川の交換水量」及び「廃棄物埋設地の土壌の希釈係数」とする。

また、これら以外の各線量評価パラメータにも、様々な不確かさがあると考えられるが、最も可能性が高いと考えられるパラメータの設定が困難なもの、不確かさを踏まえても線量影響が小さいと考えられるものは、各線量評価シナリオで共通の値とし、適切な保守性を考慮した設定とする。C1-36に関するパラメータは第3表の値を用いて評価する。

(iv) 線量評価結果

上記を踏まえて評価を行った結果、各シナリオで最大となる公衆の受ける線量は第6表に示すとおりであり、C1-36の線量寄与を考慮してもそれぞれ線量基準(最も可能性が高い自然事象シナリオ: $10 \mu\text{Sv/y}$ 、最も厳しい自然事象シナリオ: $300 \mu\text{Sv/y}$ 、人為事象シナリオ: 1mSv/y)を十分に下回っている。また、最も可能性が高い自然事象シナリオ及び最も厳しい自然事象シナリオにおける本施設の線量評価結果の重畳を考慮しても、それぞれの線量の合計は線量基準を下回っている。

よって、廃止措置の開始後(覆土完了から300年後)における埋設した廃棄体に

起因して発生すると想定される放射性物質の環境への影響が基準を満たす設計となっており、覆土完了後 300 年で、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行できる見通しである。

なお、第 6 表に示すとおり、C1-36 放射エネルギーに変動が生じたとしても、線量は線量基準に対して十分に低く、安全性への影響は小さい。

第 6 表 廃止措置の開始後における各シナリオの線量評価結果及び C1-36 の寄与

線量評価シナリオ	種類	線量 ($\mu\text{Sv/y}$)			各廃棄物埋設地の寄与を考慮した最大線量
		1号	2号	3号*1	
最も可能性が高い自然事象シナリオ	線量の最大値*2	約 2.0×10^{-1} (約 1.5×10^{-3} 、 寄与率 約 0.760%)	約 1.8×10^{-1} (約 3.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.220%)	約 8.8×10^{-2} (-)	約 0.46 (約 1.3×10^{-3} 、 寄与率 約 0.409%)
	最重要核種の線量の最大値*3	約 2.0×10^{-1} (約 1.5×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.476%)	約 0.18 (約 1.1×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.608%)	約 8.7×10^{-2} (-)	-
最も厳しい自然事象シナリオ	線量の最大値*2	約 3.3×10^0 (約 2.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.009%)	約 4.0×10^0 (約 3.7×10^{-3} 、 寄与率 約 0.009%)	約 3.8×10^0 (-)	約 11 (約 2.0×10^{-3} 、 寄与率 約 0.036%)
	最重要核種の線量の最大値*3	約 3.3×10^0 (約 2.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.009%)	約 4.0 (約 1.7×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.044%)	約 3.7×10^0 (-)	-
人為事象シナリオ	線量の最大値*2	約 34 (約 11、 寄与率 約 33.74%)	約 22 (約 6.0×10^{-2} 、 寄与率 約 0.274%)	約 13 (-)	-
	最重要核種の線量の最大値*3	約 14 (約 11、 相対重要度 約 82.43%)	約 14 (約 6.0×10^{-2} 、 相対重要度 約 0.446%)	約 11 (-)	-

*1：3号廃棄物埋設施設については、2号廃棄物埋設施設よりも埋設する廃棄体中の C1-36 放射エネルギーが小さいため、他の放射性物質に比べて C1-36 の線量が十分に小さく、主要な放射性物質として選定していない。

*2：括弧内の数値は当該線量評価シナリオの線量が最大となる時期の C1-36 の線量を示す。なお、寄与率は、当該線量評価シナリオの線量に対する C1-36 の線量の占める割合を示す。

*3：括弧内の数値は当該線量評価シナリオにおける C1-36 の線量値の最大値を示す。なお、相対重要度は、当該線量評価シナリオにおいて最重要核種の線量の最大値と比較した場合の C1-36 の相対重要度を示す。

5. まとめ

(1) 1号廃棄物埋設施設

- ・ 廃止措置の開始前の平常時の評価及び事故時の評価において、C1-36の線量寄与は小さく、C1-36の線量寄与を考慮しても、それぞれ「許可基準規則解釈」に示されている基準線量を下回ることを確認した。
- ・ 廃止措置の開始後の評価については、線量が最大となる時期の相違によりC1-36の合計線量に対するC1-36の線量寄与は十分小さく、最も可能性が高い自然事象シナリオは最大で約 $0.20\mu\text{Sv/y}$ 、最も厳しい自然事象シナリオは最大で約 $3.3\mu\text{Sv/y}$ 、人為事象シナリオは最大で約 $3.4\times 10^{-2}\text{mSv/y}$ であり、C1-36の線量寄与を考慮しても、それぞれ「許可基準規則解釈」に示されている基準線量を下回ることを確認した。
- ・ 一方で、廃止措置の開始前の評価のうち、地下水中の放射性物質が移行する尾駸沼の水産物摂取及び人為事象シナリオにおいてC1-36の線量寄与及び相対重要度が1%以上となったことから、C1-36を主要な放射性物質として選定する。

(2) 2号廃棄物埋設施設

- ・ 廃止措置の開始前の平常時の評価及び事故時の評価において、C1-36の線量寄与は小さく、C1-36の線量寄与を考慮しても、それぞれ「許可基準規則解釈」に示されている基準線量を下回ることを確認した。
- ・ 廃止措置の開始後の評価については、線量が最大となる時期の相違によりC1-36の合計線量に対するC1-36の線量寄与は十分小さく、最も可能性が高い自然事象シナリオは最大で約 $0.18\mu\text{Sv/y}$ 、最も厳しい自然事象シナリオは最大で約 $4.0\mu\text{Sv/y}$ 、人為事象シナリオは最大で約 $2.2\times 10^{-2}\text{mSv/y}$ であり、C1-36の線量寄与を考慮しても、それぞれ「許可基準規則解釈」に示されている基準線量を下回ることを確認した。
- ・ いずれの線量評価シナリオにおいてもC1-36の線量寄与及び相対重要度は1%未満となったことから、C1-36を主要な放射性物質として選定しない。

(3) 3号廃棄物埋設施設

- ・ C1-36の放射エネルギーは十分に小さく、主要な放射性物質にならないことから、廃止措置の開始前の平常時の評価及び事故時の評価、廃止措置の開始後の評価において、C1-36は線量評価の対象としていない。
- ・ 廃止措置の開始後の評価については、3号廃棄物埋設施設の最も可能性が高い自然事象シナリオは最大で約 $8.8\times 10^{-2}\mu\text{Sv/y}$ 、最も厳しい自然事象シナリオは最大で約 $3.8\mu\text{Sv/y}$ 、人為事象シナリオは最大で約 $1.3\times 10^{-2}\text{mSv/y}$ であり、1号廃棄物埋設施設及び2号廃棄物埋設施設の線量寄与を考慮しても、それぞれ「許可基準規則解釈」に示されている基準線量を下回ることを確認した。

6. 参考文献

- (1) International Commission on Radiological Protection(2008): Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107
- (2) International Commission on Radiological Protection(1996): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72
- (3) International Atomic Energy Agency(2001): Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No.19
- (4) International Atomic Energy Agency(2010): Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472
- (5) International Atomic Energy Agency(2005): Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44
- (6) Yukio SAKAMOTO and Shun-ichi TANAKA(1990): QAD-CGGP2 AND G33-GP2: REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH THE CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS), JAERI-M 90-110
- (7) 小山謹二、奥村芳弘、古田公人、宮坂駿一(1977): 遮蔽材料の群定数; 中性子 100 群・ガンマ線 20 群・P5 近似、JAERI-M-6928

以 上

資料 11 C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理について

1. はじめに

廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体は、各原子力発電所において、当社の保安規定に定める廃棄物受入基準(以下「WAC」という。)を満足するように、適切な品質管理のもと製作されたもの(例えば、充填固化体の場合、固体状廃棄物の分別(必要に応じて処理)を行い、容器に収納後、セメント系材料で固型化を行う。)である。

廃棄体には、WAC 制定前の法令等に定める技術基準等に基づき製作したものも存在することから、当社は廃棄体を受入れる際に、WAC を満足していることを記録等により確認している(第 1 図参照)。

WAC は、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則(以下「事業規則」という。)第八条第 2 項に定める廃棄体の技術上の基準を包含するものであり、廃棄体製作に係る固型化材料、容器、固型化方法等の確認項目を含め、「放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度」を確認項目としている。また、廃棄物埋設施設の確認においては、事業規則第六条の廃棄物埋設施設等の技術上の基準に関するものとして、「放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー」を確認項目としている。

このうち、「放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度」及び「放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー」については、廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成 10 年 10 月 8 日付け、10 安(廃規)第 49 号をもって事業変更許可)(以下「既許可」という。)に記載した主要な放射性物質である 11 核種(H-3、C-14、Co-60、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137、全 α)を対象として確認を実施しているが、それ以外に C1-36 についても、「日本原燃株式会社六ヶ所低レベル廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物に係る塩素 36 の線量評価及び今後の対応について(指示)」(以下「指示文書」という。)を踏まえ、これまで自主管理として確認を実施している。

本資料では、事業変更許可申請の内容を踏まえた、今後の C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理について整理する。



第1図 廃棄物確認の実施フロー*1

*1：図中の赤枠は日本原燃の社員を示す。

*2：法令等に基づき「廃棄物確認」と記載しているが、確認対象は全て廃棄体である。

2. 基本的考え方

上述のとおり、申請書に記載する主要な放射性物質については、廃棄物埋設施設の安全性に影響が生じないように、廃棄物埋設施設ごとに以下のとおり最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理を行う。

1号廃棄物埋設施設については、線量評価において C1-36 の相対重要度が 1%以上となり、主要な放射性物質として選定することから、C1-36 についても他の主要な放射性物質(11 核種)と同様に WAC による管理を行う。

2号及び3号廃棄物埋設施設については、C1-36 の相対重要度が 1%未満であり主要な放射性物質とならないことから、従前と同様、主要な放射性物質(11 核種)を確認し管理する。ただし、2号廃棄物埋設施設については、指示文書のご指示を踏まえ、引き続き C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの自主管理として継続する。また、3号廃棄物埋設施設については、定期的な評価に必要なデータを取得する観点で最大放射能濃度及び総放射エネルギーの自主管理を行う。

3. 管理方法について

(1) 管理値

C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理値は、本申請において線量評価に用いた第 1 表に示す値とする。

なお、指示文書を踏まえて現在実施している自主管理における管理値を第 2 表に示す。第 2 表に示す最大放射能濃度及び総放射エネルギーは第 1 表よりも小さい値で管理しており、自主管理を継続しても第 1 表の値を超えることはないと考えている。この第 2 表に示す廃棄体中の C1-36 放射エネルギーは、指示文書を踏まえて適用している放射能濃度評価方法(「日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応について」)により評価している。

(2) 管理方法

事業変更許可後は、線量評価結果に影響が生じないように、第 1 表の管理値を超えないよう以下のように管理する。

なお、廃棄体に含まれる C1-36 の放射エネルギーの評価方法については資料 12 に示す。

【最大放射能濃度】

1号廃棄物埋施設については、第1表の管理値により管理を実施することとし、第1表の値はWACに定め、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

2号廃棄物埋施設については、第1表の管理値により自主管理を実施することとし、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

3号廃棄物埋施設については、第1表の管理値により自主管理を実施することとし、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

【総放射能】

総放射能については、埋設設備単位、群単位及び廃棄物埋施設全体での管理が必要となる。

1号、2号及び3号廃棄物埋施設のそれぞれについて、現在、既に同様の管理を行っている他の主要な放射性物質(11核種)と同様に、第1表を満足するように、埋設設備ごとの放射能の実績に加えて、これから定置する予定の廃棄体データを受領後、当社にて第1表を満足するように定置計画を作成し、定置後にもその実績を管理する。

【埋設上の制限】

廃棄体の埋設実績及び搬出計画を基に、C1-36放射能を設定し線量を評価している。このため、比較的C1-36の放射能の多い廃棄体である黒鉛ガス冷却炉で発生する廃棄体(以下「GCR廃棄体」という。)及び加圧水型原子炉の一次系の浄化系で使用している液体フィルタ(以下「PWR液体フィルタ」という。)の充填固化体は、第1表に適合するよう埋設本数の管理を行う。具体的には以下のとおり。

➤ GCR 廃棄体

発生する発電所が限定されることから受入れをしないことで管理できる。

➤ PWR 液体フィルタの充填固化体

現在までに該当する液体フィルタ入りの充填固化体の製作実績はなく、また、前述のとおり、原子力発電所ではWACに基づき廃棄体製作を行うことで、PWR液体フィルタを充填固化体の製作対象から除くことができる。

上記については、事前の廃棄体受入計画の作成段階において確認が可能であるが、更に、廃棄体の受入れの前の記録により確認する。

第 1 表 C1-36 の事業変更許可後の管理値*1

項目	管理値		自主管理値	
	1号廃棄物埋設施設		2号廃棄物埋設施設	3号廃棄物埋設施設
総放射エネルギー*2 (片寄り)	1群から6群 (均質・均一)	2.8×10 ¹⁰ Bq (4.6×10 ⁹ Bq/群)	8.0×10 ⁸ Bq (2.0×10 ⁸ Bq/東西2群*3)	4.8×10 ⁶ Bq (1.2×10 ⁶ Bq/東西2基)
	7群5基 (充填)	1.5×10 ⁵ Bq		
	8群3基 (充填)	8.5×10 ⁴ Bq		
	8群 (破砕物充填)	9.2×10 ⁸ Bq		
	8群 (均質・均一)	9.2×10 ⁸ Bq		
最大放射能濃度*2	9.2×10 ⁷ Bq/t		2.4×10 ⁷ Bq/t	4.8×10 ⁵ Bq/t
埋設上の制限	<均質・均一固化体> ・GCR 廃棄体：対象外 <充填固化体> ・PWR 液体フィルタ：対象外*5 ・GCR 廃棄体：対象外		・PWR 液体フィルタ：対象外*4 ・GCR 廃棄体：144本(3群埋設済み)	・PWR 液体フィルタ(一次系)：300本 (75本/東西2基)*5 ・GCR 廃棄体：対象外

- *1：2号廃棄物埋設施設及び3号廃棄物埋設施設は自主管理値を示す。
 *2：線量評価に用いている値。廃棄体1体ごとの放射能データについては、第1図の「⑤申請データの確認」「⑥廃棄体確認監査(記録類確認)」において確認を行う。
 *3：GCR 廃棄体及び PWR 液体フィルタを埋設しない場合は、10倍の裕度を考慮しても、7,8群の放射エネルギーは5.7×10⁵Bqとなり、2.0×10⁸Bq/東西2群を超えることはない。
 *4：PWR 液体フィルタが埋設対象に含まれないことの確認は、第1図の「⑤申請データの確認」「⑥廃棄体確認監査(記録類確認)」において確認を行う。
 *5：PWR 液体フィルタ(300本)の C-14 放射エネルギー(約 1.5×10¹³Bq)等を考慮し、C-14 の申請総放射エネルギー(2.0×10¹³Bq)を超えない範囲で埋設本数を設定したものであり、C1-36により制限されたものではない。また、Co-60の申請総放射エネルギー(1.5×10¹⁴Bq)から求められるC1-36の総放射エネルギーは、最大でも7.5×10⁶Bqであり、線量評価結果(主要な放射性物質の選定)に影響を及ぼさない。

第 2 表 C1-36 の現在の管理値

項目	自主管理値	
	1号廃棄物埋設施設	2号廃棄物埋設施設
総放射エネルギー (片寄り)	4.32×10 ⁹ Bq (5.40×10 ⁸ Bq/群)	9.80×10 ⁷ Bq (2.45×10 ⁷ Bq/東西2群)
最大放射能濃度	1.08×10 ⁷ Bq/t	9.80×10 ⁵ Bq/t*1
埋設制限本数	—	・PWR 液体フィルタ：5,000本 ・GCR 廃棄体：144本

- *1：2号廃棄物埋設施設の最大放射能濃度については、4群以降(本管理開始(2012年8月)以降に埋設を行う埋設設備群)の設備群に適用。

以上

資料 12 廃棄物確認における C1-36 の放射能濃度評価方法について

1. はじめに

事業変更許可申請においては、「日本原燃株式会社六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物に係る塩素 36 の線量評価及び今後の対応について（指示）」（平成 24 年 3 月 30 日 平成 24・03・23 原院第 1 号）に基づき評価した結果を踏まえると、新たに 1 号廃棄物埋設施設において C1-36 が放射性廃棄物の受入れ基準の対象となることから、廃棄物確認に適用する廃棄体中の C1-36 の放射エネルギー評価方法等について以下に示す。

2. 廃棄体中の C1-36 放射エネルギーの評価方法

均質・均一固化体及び充填固化体中の C1-36 放射エネルギーは、「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 補足説明資料 9「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」の以下に示す箇所に記載されている値を使用し、設定している。

C1-36 の廃棄物確認方法に当たっても、これらの値及び 2.1、2.2 に示す方法を用いて放射エネルギー濃度を設定し、廃棄物確認を行うこととする。

・均質・均一固化体

補 9 添 3-44～45： 補足説明資料 9 添付資料 3 資料 6 濃縮廃液の C1-36 濃度から均質・均一固化体の放射エネルギーへの換算方法及びパラメータについて

・充填固化体

補 9 添 3-8：補足説明資料 9 添付資料 3 廃棄体中の C1-36 放射エネルギーの設定について
第 4 表 固体状廃棄物の充填固化体における C1-36 放射エネルギーの設定値

2.1 均質・均一固化体中の C1-36 の廃棄物確認方法について

(1) C1-36 放射エネルギーの設定

発電所の廃棄体種類別に、濃縮廃液の C1-36 濃度 (Bq/t) を均質・均一固化体の放射エネルギー (Bq/本) へ換算する。この換算に必要なパラメータは、該当する電気事業者が各発

電所の運転実績等を調査し、平均放射能濃度 (Bq/t) として設定する。均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度を第 1 表に示す。

(2) 廃棄物確認方法

評価対象となる放射性物質(以下「評価核種」という。)として C1-36 の廃棄物確認が必要となるため、第 1 表の設定値を用いて均質・均一固化体に含まれる放射エネルギーを算定し、廃棄物確認を行う。また、第 1 表の設定値は、濃縮廃液の分析データが取得されている 2014 年度まで適用する。

ただし、東海発電所などのように、2014 年度までに既に廃止措置に移行しているプラントについては、廃止措置に移行する以前の年度までを適用とする。

なお、C1-36 の申請データについては、機能を確認した検査装置あるいは品質マネジメントシステムで定めた手順に従い算出する。

(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について

他の廃棄物確認対象核種の場合と同様に、既に認められている方法に従って第 1 表が適用できることを確認する。

ただし、既に認められている方法で第 1 表の継続使用が確認できない場合は、C1-36 の主たる生成起源は、原子炉冷却材中の安定塩素であることから、従来のスケーリングファクタ(以下「SF」という。)等の変動の三要素(大規模な原子炉構成材料の変更、燃料損傷、固化処理装置の変更)に加え、原子炉冷却材中の安定塩素濃度の定期的な管理値の変動(継続したい年度に該当する運転サイクルの平均値が、平成 26 年度(2014 年度)までに運転していた数年分又は数運転サイクル分の平均値の 10 倍を超えないこと)を確認し、第 1 表が適用できることを確認する。

第1表 均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度(Bq/t) (1/2) *1,2

		セメント固化体(セメントガラス固化体)					アスファルト固 化体	プラスチック固化体		
		濃縮廃液	使用済 樹脂	スラッジ	濃縮廃液 ペレット 又は粉体	ペレット 固化体 (重曹等 添加)	蒸発 固化体	濃縮廃液	濃縮廃液	使用済 樹脂
B W R	女川 1~3号	1.4×10 ⁴	2.9×10 ⁴ *3 2.8×10 ⁴ *4 2.2×10 ⁴ *5	—	—	—	—	—	—	—
	福島第一 1/2号	1.4×10 ⁴	—	—	6.1×10 ⁴ *6 8.5×10 ⁴ *7	—	—	—	—	—
	福島第一 3/4号		—	—		—	—	—	—	
	福島第一 5/6号		—	—		—	—	—	—	
	福島第二 1~4号	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	—	※	—
	柏崎刈羽 1~7号	1.7×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	志賀 1/2号	—	—	—	2.2×10 ⁴	—	—	—	—	—
	浜岡 1/2号	1.4×10 ⁴	—	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	5.8×10 ⁵
	浜岡 1~5号		—	—	3.2×10 ⁵	—	—	—	—	—
	島根 1/2号	1.8×10 ⁴	3.5×10 ⁴ *3 1.4×10 ⁴ *8 1.9×10 ⁴ *9	1.0×10 ⁴	—	—	—	—	1.2×10 ⁵	8.0×10 ⁴
	東海第二	1.4×10 ⁴	—	—	1.1×10 ⁵	1.1×10 ⁵	—	—	—	—
敦賀 1号	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	2.2×10 ⁵	—	—	

*1 : 本表は平成 26 年度(2014 年度)までの濃縮廃液の分析データに基づき設定した。

*2 : 「※」は、C1-36 以外の評価核種の SF は設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていないことを、「—」は該当廃棄体未発生であることを示す。

*3 : 濃縮廃液+使用済樹脂

*4 : ランドリー廃液+使用済樹脂

*5 : 使用済樹脂

*6 : 濃縮廃液ペレット(100kg)

*7 : 濃縮廃液ペレット(150kg)

*8 : 使用済樹脂(粉状樹脂)

*9 : 使用済樹脂(粒状樹脂)

*10 : B モード(溶離廃液含まない)

*11 : A モード(溶離廃液含む)

第1表 均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度(Bq/t) (2/2) *1,2

		セメント固化体(セメントガラス固化体)					アスファルト 固化体	プラスチック固化体		
		濃縮廃液	使用済 樹脂	スラッジ	濃縮廃液 ペレット 又は粉体	ペレット 固化体 (重曹等 添加)	蒸発 固化体	濃縮廃液	使用済 樹脂	
P W R	泊 1/2 号	—	—	—	—	—	—	1.3×10 ⁴	—	—
	美浜 1～3 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	1.1×10 ⁴ *10 5.9×10 ⁵ *11	—	—
	高浜 1～4 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	2.0×10 ⁴ *10 1.1×10 ⁶ *11	—	—
	大飯 1～2 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	1.3×10 ⁴ *10 6.7×10 ⁵ *11	—	—
	大飯 3～4 号		—	—	1.1×10 ⁴	—	—		—	—
	伊方 1/2 号	8.2×10 ²	—	—	—	—	—	2.1×10 ⁴	—	—
	伊方 3 号	4.6×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	玄海 1/2 号	8.9×10 ²	—	—	—	—	—	8.8×10 ³	—	—
	玄海 3/4 号	7.6×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	川内 1/2 号	※	—	—	—	—	—	8.6×10 ³	—	—
敦賀 2 号	※	—	—	—	—	—	1.2×10 ⁴	—	—	
G C R	東海	—	—	—	—	—	3.6×10 ⁶	—	—	—

*1 : 本表は平成 26 年度(2014 年度)までの濃縮廃液の分析データに基づき設定した。

*2 : 「※」は、C1-36 以外の評価核種の SF は設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていないことを、「—」は該当廃棄体未発生であることを示す。

*3 : 濃縮廃液+使用済樹脂

*4 : ランドリー廃液+使用済樹脂

*5 : 使用済樹脂

*6 : 濃縮廃液ペレット(100kg)

*7 : 濃縮廃液ペレット(150kg)

*8 : 使用済樹脂(粉状樹脂)

*9 : 使用済樹脂(粒状樹脂)

*10 : B モード(溶離廃液含まない)

*11 : A モード(溶離廃液含む)

2.2 充填固化体中の C1-36 の廃棄物確認方法

(1) 廃棄体(固体状廃棄物(PWR 液体フィルタ、GCR 溶融固化体を除く))の放射能濃度

固体状廃棄物に付着する C1-36 の汚染メカニズムから、廃棄体中の放射エネルギー(Bq/本)を検討した結果を第 2 表に示す。第 2 表に関して、設定の考え方は以下のとおりである。

- ・①吸着平衡の原子炉冷却材の C1-36 濃度は、原子炉冷却材の分析データに基づき設定する。値の設定に当たっては、PWR における分析データ(13 点)と BWR における分析データ(6 点)の最大値を比較し C1-36 濃度の高い PWR における分析データ(13 点)の最大値を保守的に丸めた 4.0×10^{-4} Bq/mL を設定値とする。
- ・①吸着平衡の付着係数及び③付着水の付着水厚さは、基礎的な試験を実施した結果である。
- ・②クラッドの C1-36/Co-60 濃度比は、30 点以上を目安として PWR 液体フィルタにて分析データを蓄積し、SF の成立性を確認した上で、この分析データの算術平均を設定値とする。また、BWR でも固体状廃棄物(18 点)及び炉水クラッド(12 点)にて分析データを取得し、SF の成立性を確認した上で、この C1-36/Co-60 濃度比の算術平均は、 6.0×10^{-9} となり、PWR(C1-36/Co-60 濃度比 5.0×10^{-8})よりも小さくなることを確認する。
- ・②クラッドの Co-60 の充填固化体放射エネルギーは、2 号廃棄物埋設施設の現状までの埋設実績に基づき、算術平均の 95%信頼区間の上限を設定値とする。
- ・①吸着平衡及び③付着水における固体状廃棄物の比表面積は、既往の実態調査結果及び充填量は実規模大の模擬廃棄物の試験結果に基づき設定する。なお、いずれの設定値も「充填固化体の標準的な製作方法」⁽²⁾に基づいている。・溶融固化体については、溶融処理により C1-36 が気体廃棄物に移行する可能性があるが、保守的に移行は生じないものとする。

(2) 廃棄物確認方法

評価核種として C1-36 の廃棄物確認が必要となるため、第 2 表の設定値を用いて放射能濃度を設定し、廃棄物確認を行う。

ただし、②クラッドの Co-60 充填固化体放射エネルギー(Bq/本)は、廃棄体検査時に非破壊検査装置にて測定された Co-60 濃度から算定する。

また、固体状廃棄物の汚染源は冷却材であり、この C1-36 濃度の変動性は濃縮廃液の

C1-36 濃度で確認できるため、固体状廃棄物の設定値は、濃縮廃液の設定年度である2014年度まで適用できるものとする。ただし、東海発電所などのように、2014年度までに廃止措置に移行している発電所は、廃止措置対象となる廃棄物が発生する以前の年度までとする。

なお、追加するC1-36の申請データについては、機能を確認した検査装置あるいは品質マネジメントシステムで定めた手順に従い算出する。

以上から、廃棄物確認における充填固化体に含まれる本数換算及び重量換算のC1-36放射能濃度(Bq/本、Bq/t)の算出方法、及びこれに用いる平均放射能濃度(Bq/本)、SF及び溶融体の残存率(「(1) 廃棄体(固体状廃棄物(PWR 液体フィルタ、GCR 溶融固化体を除く))の放射能濃度」で前述したとおり保守的に設定する。具体的には以下のとおりとする。

【溶融固化体以外の場合】

- C1-36の放射能濃度(本数換算：Bq/本)
=C1-36の平均放射能濃度(Bq/本)+Co-60の放射能濃度(Bq/本)×C1-36のSF(-)
- C1-36の放射能濃度(重量換算：Bq/t)
=C1-36の放射能濃度(本数換算：(Bq/本))/廃棄体重量(t/本)

【溶融固化体の場合】

- C1-36の放射能濃度(本数換算：Bq/本)
=C1-36の平均放射能濃度(Bq/本)×C1-36の残存率(-)
+Co-60の放射能濃度(Bq/本)/Co-60の残存率(-)×C1-36のSF(-)×C1-36の残存率(-)
- C1-36の放射能濃度(重量換算：Bq/t)
=C1-36の放射能濃度(本数換算：Bq/本)/廃棄体重量(t/本)

ここで、

C1-36の平均放射能濃度は第3表

C1-36のSFは第4表

C1-36の残存率は第5表

とする。

また、充填固化体の SF 法を適用するためのスクリーニングレベルは、第 6 表とする。ただし、実際には C-14 のスクリーニングレベルの方が小さいので、これで制限される。

(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 2 表の継続使用方法について

他の廃棄物確認対象核種の場合と同様に、「2.1(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について」で示した均質・均一固化体の継続使用の確認、又は既に認められている方法に従って第 3 表又は第 4 表のいずれかが適用できることを確認する（平均放射能濃度法及び SF 法から求まる放射能濃度を加算するので、いずれかが確認できると良い）。ただし、既に認められている方法で、これらの継続使用が確認できない場合は、「2.1(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について」で示した均質・均一固化体の継続使用の確認と同様とする。

第2表 固体状廃棄物の充填固化体 C1-36 放射エネルギーの設定値*1

項目	設定値	出典	
① 吸着平衡	付着係数 (mL/cm ²)	3.0×10 ⁻⁴ (SUS の C1 に対する測定値)	文献値 ⁽¹⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/mL)	4.0×10 ⁻⁴ (分析データ 13 点の最大値 3.77×10 ² Bq/t を基 に設定した値)	資料1「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」第1表*2
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽²⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽²⁾
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	3.2×10 ⁻²	-
② クラッド	C1-36/Co-60 濃度比 (-)	5.0×10 ⁻⁸ (PWR 液体フィルタ 38 点の算術平均、 BWR でも検証)	資料7「7.2(1) d. スケーリングファクタの計算」*2
	Co-60 充填固化体 放射エネルギー (Bq/本)	1.0×10 ⁷ (埋設実績の算術平均の 95%信頼区間上限)	-
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	5.0×10 ⁻¹	-
③ 付着水	付着水厚さ (μm)	50 (測定結果の最大値を基に設定した値)	文献値 ⁽¹⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/ml)	4.0×10 ⁻⁴ (上記)	資料1「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」第1表*2
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽²⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽²⁾
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	5.4×10 ⁻¹	-
放射エネルギー合計 (Bq/本)		1.1×10 ⁰	-

*1：本表で用いた原子炉冷却材の C1-36 濃度及び C1-36/Co-60 濃度比が変動していないことは、原子炉冷却材の濃度変動がある場合に影響を受ける濃縮廃液の C1-36 濃度が変動していないことで確認した。

*2：「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 補足説明資料9「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」を参照。

第3表 C1-36 の平均放射能濃度 (Bq/本)

難測定核種	BWR	PWR
C1-36	6.0×10^{-1} *1	

*1: 第2表の①合計 3.2×10^{-2} と③合計 5.4×10^{-1} を加算して端数処理して設定した。

第4表 SF[key 核種: Co-60]

難測定核種	BWR	PWR
C1-36	5.0×10^{-8} *1	

*1: 第2表の②の C1-36/Co-60 濃度比にて設定した。

第5表 溶融体の残存率

難測定核種	残存率 (%)	
	高周波誘導加熱方式	プラズマ加熱方式
C1-36	100	

第6表 スクリーニングレベル[key 核種: Co-60]

1号廃棄物埋設施設の場合*1

難測定核種	BWR	PWR
C1-36 (溶融以外の固化体)	1.8×10^{14}	
C1-36 (溶融固化体)	1.8×10^{14}	

*1: 最大放射能濃度 (1号廃棄物埋設施設) /SF から設定した。

2号廃棄物埋設施設の場合*1,2

難測定核種	BWR	PWR
C1-36 (溶融以外の固化体)	4.8×10^{14}	
C1-36 (溶融固化体)	4.8×10^{14}	

*1: 最大放射能濃度 (2号廃棄物埋設施設) /SF から設定した。

*2: 参考として、2号廃棄物埋設施設における自主管理に用いる値を示す。

3. 参考文献

- (1) 本山光志、鈴木泰博、森本恵次、脇寿一、佐々木隆之(2015): 放射性固体廃棄物となるステンレス鋼等におけるC1-36の付着係数評価、原子力バックエンド研究、Vol. 22、No. 2
- (2) 北海道電力他9電力(2016): 充填固化体の標準的な製作方法

以上

3 号廃棄物埋設施設
主要な放射性物質の
選定用パラメータ設定

目 次

核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数	1
核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数	7
核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数	13
3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体 <i>j</i> の核種 <i>i</i> の分配係数	21
水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数	28
灌漑農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	34
農耕農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	34
公衆 <i>p</i> の屋外労働作業中の核種 <i>i</i> の遮蔽係数	39
居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数	39
大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数.....	44
核種 <i>i</i> の半減期.....	49

	名称	単位
パラメータ	核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数	[Sv/Bq]
設定値	第1表参照	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 吸入摂取の線量換算係数は、ICRP Pub. 72*1 Table A2. に示された値のうち成人(Adult)の数値を適用した。また、Table 2 に、詳細情報がない場合に利用が推奨される吸収タイプが示されている核種は、その吸収タイプの値を、推奨する吸収タイプが示されていない核種は最大値をそれぞれ使用した。 ・ ICRP Pub. 72 に値が示されていない場合は、線量告示*2の別表第1に示される値を使用した。ただし、化学形態によって値が異なる場合は、最大値を使用した。 ・ また、短半減期の子孫核種が存在する核種については、子孫核種の換算係数が上記の文献に値が示されている場合は核種の寄与をその崩壊割合を考慮して親核種に加えた。子孫核種の換算係数が上記の文献に値が示されていない場合は、既にその影響が親核種に考慮されている、あるいは無視し得るものと判断して、特に数値は変更しなかった。 ・ 表内の考慮する子孫核種の括弧内には生成割合を記載した。ただし、生成割合が0.99以上は丸めて1とした。また、生成割合が1の場合は記載を省略した。 ・ 以下の核種の子孫核種については、ICRP Pub. 107*3には子孫核種として記載があり、かつ短半減期のため放射平衡を考慮するべきであるが、ICRP Pub. 72に換算係数が記載されていない。したがって、子孫核種の影響があったとしても、既に親核種の換算係数にその寄与分も含まれていると考え、今回の計算では考慮していない。 Ru-106、Ag-108m、Ag-110m、In-114m、Cs-137、Ce-144、Pm-148m、Pb-210、Bi-210m、Ra-226、Ac-227、Th-228、Th-229、U-238、U-235、Np-235、Pu-239、Pu-244 	
参考文献	<p>*1 : International Commission on Radiological Protection(1996) : Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>*2 : 原子力規制委員会(平成30年) : 核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示、原子力規制委員会告示第4号</p> <p>*3 : International Commission on Radiological Protection(2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107</p>	

第1表 核種*i*の吸入摂取による線量換算係数(1/5)

核種	設定値*1 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
H-3	4.5E-11	-	-
Be-10	3.5E-08	-	-
C-14	2.0E-09	-	-
Na-22	1.3E-09	-	-
Si-32	1.1E-07	P-32	-
S-35	1.4E-09	-	-
Cl-36	7.3E-09	-	-
K-40	2.1E-09	-	-
Ca-41	9.5E-11	-	-
Ca-45	2.7E-09	-	-
Sc-46	6.8E-09	-	-
V-49	3.4E-11	-	-
Mn-54	1.5E-09	-	-
Fe-55	3.8E-10	-	-
Fe-59	3.7E-09	-	-
Co-58	1.6E-09	-	-
Co-60	1.0E-08	-	-
Ni-59	1.3E-10	-	-
Ni-63	4.8E-10	-	-
Zn-65	1.6E-09	-	-
Se-75	1.0E-09	-	-
Se-79	1.1E-09	-	-
Rb-87	5.0E-10	-	-
Sr-85	6.4E-10	-	-
Sr-89	6.1E-09	-	-
Sr-90	3.8E-08	Y-90	-
Y-91	8.9E-09	-	-
Zr-93	1.1E-08	Nb-93m(9.75E-01)	-
Zr-95	6.3E-09	Nb-95, Nb-95m(1.0802E-02)	-
Nb-91	1.0E-09	-	-
Nb-92	1.5E-08	-	-
Nb-93m	5.1E-10	-	-
Nb-94	1.1E-08	-	-
Nb-95	1.5E-09	-	-
Mo-93	1.0E-09	Nb-93m(8.8E-01)	-
Tc-97	2.2E-10	-	-
Tc-97m	3.2E-09	-	-
Tc-98	8.3E-09	-	-
Tc-99	4.0E-09	-	-
Ru-103	2.4E-09	Rh-103m(9.8755E-01)	-
Ru-106	2.8E-08	-	-

*1：表の数値中のEは、指数表記における基数の10を示す(例えば、1E+2は 1×10^2 を示す。以下、同様。)

第1表 核種*i*の吸入摂取による線量換算係数(2/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Rh-102	1.7E-08	-	-
Pd-107	5.9E-10	-	-
Ag-108m	7.4E-09	-	-
Ag-110m	7.6E-09	-	-
Cd-109	8.1E-09	-	-
Cd-113	1.2E-07	-	-
Cd-113m	1.1E-07	-	子孫核種に Cd-113 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Cd-115m	7.7E-09	In-115m(1.0578E-04)	子孫核種に In-115 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
In-114m	9.3E-09	-	-
In-115	3.9E-07	-	-
Sn-113	2.7E-09	In-113m	-
Sn-119m	2.2E-09	-	-
Sn-121m	4.7E-09	Sn-121(7.760E-01)	-
Sn-123	8.1E-09	-	-
Sn-126	2.8E-08	Sb-126(1.4E-01), Sb-126m	子孫核種に Sb-126m があるが Sb-126m の子孫核種に Sb-126 があるためその2つを考慮した。
Sb-124	6.4E-09	-	-
Sb-125	5.6E-09	Te-125m(2.3136E-01)	-
Te-121m	4.5E-09	Te-121(8.86E-01)	-
Te-123	1.9E-09	-	-
Te-123m	4.0E-09	-	-
Te-125m	3.4E-09	-	-
Te-127m	7.5E-09	Te-127(9.760E-01)	-
Te-129m	6.6E-09	Te-129(6.3E-01)	子孫核種に I-129 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
I-125	5.1E-09	-	-
I-129	3.6E-08	-	-
Cs-134	6.6E-09	-	-
Cs-135	6.9E-10	-	-
Cs-137	4.6E-09	-	-
Ba-133	3.1E-09	-	-
La-137	8.7E-09	-	-
La-138	1.5E-07	-	-
Ce-139	1.7E-09	-	-
Ce-141	3.2E-09	-	-
Ce-144	3.6E-08	Pr-144	子孫核種に Nd-144 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。

第1表 核種*i*の吸入摂取による線量換算係数(3/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Nd-144	5.0E-06	-	-
Pm-145	3.6E-09	-	-
Pm-146	2.1E-08	-	子孫核種に Sm-146 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Pm-147	5.0E-09	-	子孫核種に Sm-147 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Pm-148m	5.8E-09	Pm-148(4.2E-02)	子孫核種に Sm-148 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Sm-145	1.6E-09	-	子孫核種に Pm-145 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Sm-146	1.1E-05	-	-
Sm-147	9.6E-06	-	-
Sm-148	5.2E-06	-	-
Sm-151	4.0E-09	-	-
Eu-149	2.9E-10	-	-
Eu-150	5.3E-08	-	-
Eu-152	4.2E-08	-	子孫核種に Gd-152 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Eu-154	5.3E-08	-	-
Eu-155	6.9E-09	-	-
Gd-152	1.9E-05	-	-
Gd-153	2.1E-09	-	-
Tb-157	1.2E-09	-	-
Tb-160	7.0E-09	-	-
Dy-159	3.7E-10	-	-
Ho-163	1.7E-10	-	-
Ho-166m	1.2E-07	-	-
Tm-170	7.0E-09	-	-
Tm-171	1.4E-09	-	-
Yb-169	3.0E-09	-	-
Lu-176	7.0E-08	-	-
Lu-177m	1.6E-08	Lu-177(2.17E-01)	-
Hf-175	1.2E-09	-	-
Hf-181	5.0E-09	-	-
Hf-182	3.2E-07	Ta-182	-
Ta-180m	2.6E-08	-	Pub. 72におけるTa-180の値(半減期から判断した。)
Ta-182	1.0E-08	-	-
W-181	2.7E-11	-	-
W-185	1.2E-10	-	-
W-188	1.1E-09	Re-188	-
Re-187	6.3E-12	-	-
Os-185	1.6E-09	-	-

第1表 核種*i*の吸入摂取による線量換算係数(4/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Os-194	8.6E-08	Ir-194	-
Ir-192	6.6E-09	-	-
Ir-192m	4.6E-08	Ir-192	Ir-192m は Pub. 107 では Ir-192n と記載されている(半減期から判断した。)
Ir-194m	1.3E-08	-	-
Pt-190	1.3E-07	-	-
Pt-193	2.1E-11	-	-
Hg-203	2.4E-09	-	「inorganic」の最大値を引用。
Tl-204	3.9E-10	-	-
Pb-205	2.5E-10	-	-
Pb-210	1.2E-06	Bi-210	-
Bi-208	2.9E-09	-	-
Bi-210m	3.4E-06	-	-
Po-210	3.3E-06	-	-
Ra-226	3.6E-06	Pb-214, Bi-214, Po-214, Tl-210(2.1E-04)	Pub. 107 の崩壊系列の図参照。
Ra-228	2.6E-06	Ac-228	-
Ac-227	5.7E-04	Th-227(9.862E-01), Fr-223(1.38E-02), Ra-223, Pb-211	-
Th-228	4.3E-05	Ra-224, Pb-212, Bi-212	-
Th-229	8.6E-05	Ra-225, Ac-225, Bi-213, Pb-209	-
Th-230	1.4E-05	-	-
Th-232	2.5E-05	-	-
Pa-231	1.4E-04	-	-
U-232	7.8E-06	-	-
U-233	3.6E-06	-	-
U-234	3.5E-06	-	-
U-235	3.1E-06	Th-231	-
U-236	3.2E-06	-	-
U-238	2.9E-06	Th-234, Pa-234	-
Np-235	4.2E-10	-	子孫核種に U-235, Pa-231 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Np-236	3.2E-06	Pa-232(1.6E-03)	-
Np-237	2.3E-05	Pa-233	-
Pu-236	2.0E-05	-	-
Pu-237	3.5E-10	-	-
Pu-238	4.6E-05	-	-
Pu-239	5.0E-05	-	-

第1表 核種*i*の吸入摂取による線量換算係数(5/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Pu-240	5.0E-05	-	-
Pu-241	9.0E-07	U-237(2.45E-05)	子孫核種に Am-241, Np-237 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Pu-242	4.8E-05	-	-
Pu-244	4.7E-05	U-240, Np-240(1.1E-03)	-
Am-241	4.2E-05	-	-
Am-242m	3.7E-05	Am-242, Np-238(4.5E-03)	-
Am-243	4.1E-05	Np-239	-
Cm-241	3.7E-08	-	-
Cm-242	5.2E-06	-	-
Cm-243	3.1E-05	-	-
Cm-244	2.7E-05	-	-
Cm-245	4.2E-05	-	-
Cm-246	4.2E-05	-	-
Cm-247	3.9E-05	Pu-243	-
Cm-248	1.5E-04	-	-
Cm-250	8.4E-04	Pu-246(1.8E-01), Bk-250(8.0E-02), Am-246m(1.8E-01)	-
Bk-249	1.6E-07	Am-245(1.45E-05)	子孫核種に Cf-249 があるが親核種より半減期が長いいため考慮しない。
Cf-249	7.0E-05	-	-
Cf-250	3.4E-05	-	-
Cf-251	7.1E-05	-	-
Cf-252	2.0E-05	-	-
Cf-254	4.1E-05	-	-
Es-254	8.6E-06	Bk-250, Fm-254(1.74E-06)	-
Es-255	3.2E-06	Bk-251(8E-02), Fm-255(9.2E-01)	-

	名称	単位
パラメータ	核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数	[Sv/Bq]
設定値	第2表参照	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経口摂取の線量換算係数は、ICRP Pub. 72*¹ Table A1. に示された値のうち成人(Adult)の値を引用した。 ・ ICRP Pub. 72 に値が示されていない場合は、線量告示*²の別表第1に示される値を使用した。ただし、化学形態によって値が異なる場合は、最大値を使用した。 ・ また、短半減期の子孫核種が存在する核種については、子孫核種の換算係数が上記の文献に値が示されている場合は、核種の寄与をその崩壊割合を考慮して親核種に加えた。子孫核種の換算係数が上記の文献に値が示されていない場合は、既にその影響が親核種に考慮されている、あるいは無視し得るものと判断して、特に数値は変更しなかった。 ・ 表内の考慮する子孫核種の括弧内には生成割合を記載した。ただし、生成割合が0.99以上は丸めて1とした。また、生成割合が1の場合は記載を省略した。 ・ 以下の核種の子孫核種については、ICRP Pub. 107*³には子孫核種として記載があり、かつ短半減期のため放射平衡を考慮するべきであるが、ICRP Pub. 72 に換算係数が記載されていない。したがって、子孫核種の影響があったとしても、既に親核種の換算係数にその寄与分も含まれていると考え、今回の計算では考慮していない。 Ru-106、Ag-108m、Ag-110m、In-114m、Cs-137、Ce-144、Pm-148m、Pb-210、Bi-210m、Ra-226、Ac-227、Th-228、Th-229、U-238、U-235、Np-235、Pu-239、Pu-244 	
参考文献	<p>*1 : International Commission on Radiological Protection(1996) : Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>*2 : 原子力規制委員会(平成30年) : 核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示、原子力規制委員会告示第4号</p> <p>*3 : International Commission on Radiological Protection(2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107</p>	

第2表 核種*i*の経口摂取による線量換算係数(1/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
H-3	4.20E-11	-	「OBT」の値を引用
Be-10	1.10E-09	-	-
C-14	5.80E-10	-	-
Na-22	3.20E-09	-	-
Si-32	3.00E-09	P-32	-
S-35	7.70E-10	-	「organic」の値を引用
Cl-36	9.30E-10	-	-
K-40	6.20E-09	-	-
Ca-41	1.90E-10	-	-
Ca-45	7.10E-10	-	-
Sc-46	1.50E-09	-	-
V-49	1.80E-11	-	-
Mn-54	7.10E-10	-	-
Fe-55	3.30E-10	-	-
Fe-59	1.80E-09	-	-
Co-58	7.40E-10	-	-
Co-60	3.40E-09	-	-
Ni-59	6.30E-11	-	-
Ni-63	1.50E-10	-	-
Zn-65	3.90E-09	-	-
Se-75	2.60E-09	-	-
Se-79	2.90E-09	-	-
Rb-87	1.50E-09	-	-
Sr-85	5.60E-10	-	-
Sr-89	2.60E-09	-	-
Sr-90	3.10E-08	Y-90	-
Y-91	2.40E-09	-	-
Zr-93	1.20E-09	Nb-93m(9.75E-01)	-
Zr-95	1.50E-09	Nb-95, Nb-95m(1.0802E-02)	-
Nb-91	4.60E-11	-	-
Nb-92	1.00E-09	-	-
Nb-93m	1.20E-10	-	-
Nb-94	1.70E-09	-	-
Nb-95	5.80E-10	-	-
Mo-93	3.20E-09	Nb-93m(8.8E-01)	-
Tc-97	6.80E-11	-	-
Tc-97m	5.50E-10	-	-
Tc-98	2.00E-09	-	-
Tc-99	6.40E-10	-	-
Ru-103	7.30E-10	Rh-103m(9.8755E-01)	-

第2表 核種*i*の経口摂取による線量換算係数(2/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Ru-106	7.00E-09	-	-
Rh-102	2.60E-09	-	-
Pd-107	3.70E-11	-	-
Ag-108m	2.30E-09	-	-
Ag-110m	2.80E-09	-	-
Cd-109	2.00E-09	-	-
Cd-113	2.50E-08	-	-
Cd-113m	2.30E-08	-	子孫核種に Cd-113 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Cd-115m	3.30E-09	In-115m(1.0578E-04)	子孫核種に In-115 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
In-114m	4.10E-09	-	-
In-115	3.20E-08	-	-
Sn-113	7.60E-10	In-113m	-
Sn-119m	3.40E-10	-	-
Sn-121m	5.60E-10	Sn-121(7.760E-01)	-
Sn-123	2.10E-09	-	-
Sn-126	5.10E-09	Sb-126(1.4E-01), Sb-126m	子孫核種は Sb-126m であるが Sb-126m の子孫核種に Sb-126 があるためその2つを考慮した。
Sb-124	2.50E-09	-	-
Sb-125	1.30E-09	Te-125m(2.3136E-01)	-
Te-121m	2.70E-09	Te-121(8.86E-01)	-
Te-123	4.40E-09	-	-
Te-123m	1.40E-09	-	-
Te-125m	8.70E-10	-	-
Te-127m	2.50E-09	Te-127(9.760E-01)	-
Te-129m	3.00E-09	Te-129(6.3E-01)	子孫核種に I-129 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
I-125	1.50E-08	-	-
I-129	1.10E-07	-	-
Cs-134	1.90E-08	-	-
Cs-135	2.00E-09	-	-
Cs-137	1.30E-08	-	-
Ba-133	1.50E-09	-	-
La-137	8.10E-11	-	-
La-138	1.10E-09	-	-
Ce-139	2.60E-10	-	-
Ce-141	7.10E-10	-	-
Ce-144	5.30E-09	Pr-144	子孫核種に Nd-144 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Nd-144	4.10E-08	-	-

第2表 核種*i*の経口摂取による線量換算係数(3/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Pm-145	1.10E-10	-	-
Pm-146	9.00E-10	-	子孫核種に Sm-146 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Pm-147	2.60E-10	-	子孫核種に Sm-147 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Pm-148m	1.80E-09	Pm-148 (4.2E-02)	子孫核種に Sm-148 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Sm-145	2.10E-10	-	子孫核種に Pm-145 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Sm-146	5.40E-08	-	-
Sm-147	4.90E-08	-	-
Sm-148	4.30E-08	-	-
Sm-151	9.80E-11	-	-
Eu-149	1.00E-10	-	-
Eu-150	1.30E-09	-	-
Eu-152	1.40E-09	-	子孫核種に Gd-152 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Eu-154	2.00E-09	-	-
Eu-155	3.20E-10	-	-
Gd-152	4.10E-08	-	-
Gd-153	2.70E-10	-	-
Tb-157	3.40E-11	-	-
Tb-160	1.60E-09	-	-
Dy-159	1.00E-10	-	-
Ho-163	6.80E-12	-	-
Ho-166m	2.00E-09	-	-
Tm-170	1.30E-09	-	-
Tm-171	1.10E-10	-	-
Yb-169	7.10E-10	-	-
Lu-176	1.80E-09	-	-
Lu-177m	1.80E-09	Lu-177 (2.17E-01)	-
Hf-175	4.10E-10	-	-
Hf-181	1.10E-09	-	-
Hf-182	4.50E-09	Ta-182	-
Ta-180m	8.40E-10	-	Pub. 72 における Ta-180 の値(半減期から判断した。)
Ta-182	1.50E-09	-	-
W-181	7.60E-11	-	-
W-185	4.40E-10	-	-
W-188	3.50E-09	Re-188	-
Re-187	5.10E-12	-	-
Os-185	5.10E-10	-	-

第2表 核種*i*の経口摂取による線量換算係数(4/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Os-194	3.70E-09	Ir-194	-
Ir-192	1.40E-09	-	-
Ir-192m	1.70E-09	Ir-192	Ir-192mはPub.107ではIr-192nと記載されている(半減期から判断した。)
Ir-194m	2.10E-09	-	-
Pt-190	6.80E-09	-	-
Pt-193	3.10E-11	-	-
Hg-203	1.90E-09	-	「organic」の最大値を引用。
Tl-204	1.20E-09	-	-
Pb-205	2.80E-10	-	-
Pb-210	6.90E-07	Bi-210	-
Bi-208	1.20E-09	-	-
Bi-210m	1.50E-08	-	-
Po-210	1.20E-06	-	-
Ra-226	2.80E-07	Pb-214, Bi-214, Tl-210 (2.1E-04)	Pub.107の崩壊系列の図参照。
Ra-228	6.90E-07	Ac-228	-
Ac-227	1.20E-06	Th-227 (9.862E-01), Fr-223 (1.38E-02), Ra-223, Pb-211	-
Th-228	1.40E-07	Ra-224, Pb-212, Bi-212	-
Th-229	6.10E-07	Ra-225, Ac-225, Bi-213, Pb-209	-
Th-230	2.10E-07	-	-
Th-232	2.30E-07	-	-
Pa-231	7.10E-07	-	-
U-232	3.30E-07	-	-
U-233	5.10E-08	-	-
U-234	4.90E-08	-	-
U-235	4.70E-08	Th-231	-
U-236	4.70E-08	-	-
U-238	4.80E-08	Th-234, Pa-234	-
Np-235	5.30E-11	-	子孫核種にU-235, Pa-231があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Np-236	1.70E-08	Pa-232 (1.6E-03)	-
Np-237	1.10E-07	Pa-233	-
Pu-236	8.70E-08	-	-
Pu-237	1.00E-10	-	-
Pu-238	2.30E-07	-	-

第2表 核種*i*の経口摂取による線量換算係数(5/5)

核種	設定値 (Sv/Bq)	考慮する子孫核種	備考
Pu-239	2.50E-07	-	-
Pu-240	2.50E-07	-	-
Pu-241	4.80E-09	U-237(2.45E-05)	子孫核種には Am-241, Np-237 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Pu-242	2.40E-07	-	-
Pu-244	2.40E-07	U-240, Np-240(1.1E-03)	-
Am-241	2.00E-07	-	-
Am-242m	1.90E-07	Am-242, Np-238(4.5E-03)	-
Am-243	2.00E-07	Np-239	-
Cm-241	9.10E-10	-	-
Cm-242	1.20E-08	-	-
Cm-243	1.50E-07	-	-
Cm-244	1.20E-07	-	-
Cm-245	2.10E-07	-	-
Cm-246	2.10E-07	-	-
Cm-247	1.90E-07	Pu-243	-
Cm-248	7.70E-07	-	-
Cm-250	4.40E-06	Pu-246(1.8E-01), Bk-250(8.0E-02), Am-246m(1.8E-01)	-
Bk-249	9.70E-10	Am-245(1.45E-05)	子孫核種に Cf-249 があるが親核種より半減期が長いため考慮しない。
Cf-249	3.50E-07	-	-
Cf-250	1.60E-07	-	-
Cf-251	3.60E-07	-	-
Cf-252	9.00E-08	-	-
Cf-254	4.00E-07	-	-
Es-254	2.80E-08	Bk-250, Fm-254(1.74E-06)	-
Es-255	8.30E-09	Bk-251(8E-02), Fm-255(9.2E-01)	-

	名称	単位
パラメータ	核種 <i>i</i> の外部放射線に係る線量換算係数	[(Sv/h)/(Bq/kg)]
設定値	<p>第3表参照。 なお、評価条件の詳細については、添付「外部放射線に係る線量換算係数評価条件」参照。</p>	
設定根拠	<p>点減衰核積分コード QAD-CGGP2R*¹ を使用して計算した。計算モデルは、地表からの被ばくを近似するため、直径 200m、厚さ 2m の円板状線源を想定し、その中央表面から距離 1m の地点を評価点とした。地表の組成は JAERI-M6928*² の普通コンクリートを用いた。核種別換算係数算出に用いる各核種の壊変当たりの放出光子については、ORIGEN2 のライブラリ (18 群) を用いた。</p> <p>表内の考慮する子孫核種の括弧内には生成割合を記載した。ただし、生成割合が 0.99 以上は丸めて 1 とした。また、生成割合が 1 の場合は記載を省略した。</p>	
参考文献	<p>*1 : Yukio SAKAMOTO and Shun-ichi TANAKA (1990) : QAD-CGGP2 AND G33-GP2: REVISED VERSIONS OF QAD-CGGP AND G33-GP (CODES WITH THE CONVERSION FACTORS FROM EXPOSURE TO AMBIENT AND MAXIMUM DOSE EQUIVALENTS), JAERI-M 90-110</p> <p>*2 : 小山謹二、奥村芳弘、古田公人、宮坂駿一(1977) : 遮蔽材料の群定数 ; 中性子 100 群・ガンマ線 20 群・P5 近似、JAERI-M-6928</p>	

第3表 核種*i*の外部放射線に係る線量換算係数(1/4)

核種	設定値 (Sv/h)/(Bq/kg)	考慮する子孫核種
H-3	2.2E-20	-
Be-10	4.7E-14	-
C-14	7.0E-16	-
Na-22	6.3E-10	-
Si-32	8.3E-13	P-32
S-35	8.0E-16	-
Cl-36	1.3E-13	-
K-40	4.5E-11	-
Ca-41	0	-
Ca-45	3.6E-15	-
Sc-46	5.7E-10	-
V-49	9.5E-17	-
Mn-54	2.5E-10	-
Fe-55	1.8E-16	-
Fe-59	3.5E-10	-
Co-58	2.9E-10	-
Co-60	7.3E-10	-
Ni-59	4.9E-15	-
Ni-63	1.1E-17	-
Zn-65	1.7E-10	-
Se-75	7.8E-11	-
Se-79	9.8E-16	-
Rb-87	4.1E-15	-
Sr-85	1.6E-10	-
Sr-89	6.5E-13	-
Sr-90	1.7E-12	Y-90
Y-91	1.7E-12	-
Zr-93	3.2E-15	Nb-93m(9.75E-01)
Zr-95	4.8E-10	Nb-95, Nb-95m(1.0802E-02)
Nb-91	4.7E-13	-
Nb-92	4.3E-10	-
Nb-93m	3.3E-15	-
Nb-94	4.7E-10	-
Nb-95	2.4E-10	-
Mo-93	2.2E-14	Nb-93m(8.8E-01)
Tc-97	1.2E-15	-
Tc-97m	5.4E-14	-
Tc-98	4.0E-10	-
Tc-99	5.2E-15	-
Ru-103	1.6E-10	Rh-103m(9.8755E-01)
Ru-106	6.6E-11	Rh-106
Rh-102	1.3E-10	-
Pd-107	2.3E-19	-
Ag-108m	4.9E-10	Ag-108(8.7E-02)

第3表 核種*i*の外部放射線に係る線量換算係数(2/4)

核種	設定値 (Sv/h)/(Bq/kg)	考慮する子孫核種
Ag-110m	7.5E-10	Ag-110(1.36E-02)
Cd-109	1.5E-13	-
Cd-113	7.0E-15	-
Cd-113m	5.8E-14	-
Cd-115m	5.6E-12	In-115m(1.0578E-04)
In-114m	2.3E-11	In-114(9.675E-01)
In-115	2.7E-14	-
Sn-113	6.9E-11	In-113m
Sn-119m	1.3E-13	-
Sn-121m	1.0E-13	Sn-121(7.760E-01)
Sn-123	2.8E-12	-
Sn-126	6.0E-10	Sb-126(1.4E-01), Sb-126m
Sb-124	5.3E-10	-
Sb-125	1.3E-10	Te-125m(2.3136E-01)
Te-121m	1.9E-10	Te-121(8.86E-01)
Te-123	4.2E-16	-
Te-123m	4.7E-11	-
Te-125m	8.0E-13	-
Te-127m	1.4E-12	Te-127(9.760E-01)
Te-129m	1.9E-11	Te-129(6.3E-01)
I-125	5.8E-13	-
I-129	7.2E-13	-
Cs-134	4.7E-10	-
Cs-135	1.4E-15	-
Cs-137	1.7E-10	Ba-137m(9.4399E-01)
Ba-133	1.0E-10	-
La-137	8.0E-13	-
La-138	8.2E-11	-
Ce-139	4.6E-11	-
Ce-141	1.1E-11	-
Ce-144	1.4E-11	Pr-144, Pr-144m(9.7699E-03)
Nd-144	3.2E-18	-
Pm-145	1.2E-12	-
Pm-146	2.1E-10	-
Pm-147	2.7E-15	-
Pm-148m	5.8E-10	Pm-148(4.2E-02)
Sm-145	2.2E-12	-
Sm-146	3.2E-18	-
Sm-147	3.2E-18	-
Sm-148	3.2E-18	-
Sm-151	9.5E-17	-
Eu-149	9.9E-12	-
Eu-150	4.1E-10	-
Eu-152	3.3E-10	-

第3表 核種*i*の外部放射線に係る線量換算係数(3/4)

核種	設定値 (Sv/h)/(Bq/kg)	考慮する子孫核種
Eu-154	3.6E-10	-
Eu-155	1.4E-11	-
Gd-152	3.2E-18	-
Gd-153	1.0E-11	-
Tb-157	6.5E-12	-
Tb-160	3.0E-10	-
Dy-159	1.7E-12	-
Ho-163	0	-
Ho-166m	5.2E-10	-
Tm-170	5.7E-13	-
Tm-171	4.3E-14	-
Yb-169	6.0E-11	-
Lu-176	1.3E-10	-
Lu-177m	2.4E-10	Lu-177(2.17E-01)
Hf-175	8.7E-11	-
Hf-181	1.5E-10	-
Hf-182	4.1E-10	Ta-182
Ta-180m	0	-
Ta-182	3.6E-10	-
W-181	2.8E-12	-
W-185	1.7E-14	-
W-188	1.6E-11	Re-188
Re-187	0	-
Os-185	1.9E-10	-
Os-194	2.7E-11	Ir-194
Ir-192	2.2E-10	-
Ir-192m	2.2E-10	Ir-192
Ir-194m	6.6E-10	-
Pt-190	3.2E-18	-
Pt-193	2.4E-16	-
Hg-203	5.8E-11	-
Tl-204	1.3E-13	-
Pb-205	2.4E-16	-
Pb-210	4.0E-13	Bi-210, Hg-206(1.9E-08), Tl-206(1.339E-06)
Bi-208	7.3E-10	-
Bi-210m	3.1E-18	Tl-206
Po-210	2.5E-15	-
Ra-226	5.0E-10	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, At-218(2.0E-04), Tl-210(2.1E-04), Rn-218(2.0E-07)
Ra-228	2.7E-10	Ac-228
Ac-227	1.2E-10	Th-227(9.862E-01), Fr-223(1.38E-02), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211(2.76E-03), At-219(8.28E-07), Bi-215(8.0316E-07)

第3表 核種*i*の外部放射線に係る線量換算係数(4/4)

核種	設定値 (Sv/h)/(Bq/kg)	考慮する子孫核種
Th-228	4.5E-10	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212(6.406E-01), Tl-208(3.594E-01)
Th-229	9.3E-11	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213(9.791E-01), Pb-209, Tl-209(2.09E-02)
Th-230	9.0E-14	-
Th-232	3.8E-14	-
Pa-231	1.1E-11	-
U-232	6.3E-14	-
U-233	8.5E-14	-
U-234	2.7E-14	-
U-235	5.1E-11	Th-231
U-236	1.3E-14	-
U-238	7.5E-12	Th-234, Pa-234m, Pa-234(1.6E-03)
Np-235	2.8E-13	U-235m(3.9933E-03)
Np-236	2.3E-11	Pa-232(1.6E-03)
Np-237	6.7E-11	Pa-233
Pu-236	6.0E-15	-
Pu-237	1.0E-22	-
Pu-238	6.6E-15	-
Pu-239	1.5E-14	-
Pu-240	7.1E-15	-
Pu-241	1.4E-15	U-237(2.45E-05)
Pu-242	3.2E-14	-
Pu-244	9.9E-11	U-240, Np-240m, Np-240(1.1E-03)
Am-241	3.5E-12	-
Am-242m	4.6E-12	Am-242, Np-238(4.5E-03)
Am-243	6.2E-11	Np-239
Cm-241	3.2E-20	-
Cm-242	7.1E-15	-
Cm-243	3.8E-11	-
Cm-244	9.9E-15	-
Cm-245	2.5E-11	-
Cm-246	1.1E-12	-
Cm-247	9.6E-11	Pu-243
Cm-248	3.0E-10	-
Cm-250	2.2E-09	Pu-246(1.8E-01), Bk-250(8.0E-02), Am-246m(1.8E-01)
Bk-249	2.3E-16	Am-245(1.45E-05)
Cf-249	9.1E-11	-
Cf-250	2.7E-12	-
Cf-251	2.4E-11	-
Cf-252	1.1E-10	-
Cf-254	3.5E-09	-
Es-254	2.5E-10	Bk-250, Fm-254(1.74E-06)
Es-255	1.7E-12	Bk-251(8E-02), Fm-255(9.2E-01)

外部放射線に係る線量換算係数評価条件

1. 使用コード

点減衰核積分コード QAD-CGGP2R を使用した。QAD-CGGP2R は 3 次元の点減衰核(Point Kernel Ray Tracing)法により遮蔽体内でのガンマ線の透過を解析するためのコードである。

2. 計算モデル

地表からの被ばくを近似するため、直径 200m、厚さ 2m の円板状線源を想定し、その中央表面から距離 1m の地点を評価点とした。

3. QAD-CGGP2R 計算パラメータ

添付-第 1 図に主な評価条件を示す。コンクリートの元素組成は添付-第 1 表に示す JAERI-M6928 における普通コンクリートの組成を用いた。

4. 核種別換算係数の計算パラメータ

核種別換算係数算出に用いる各核種の壊変当たりの放出光子については、ORIGEN2 のライブラリ(18 群：添付-第 2 表)を用いた。

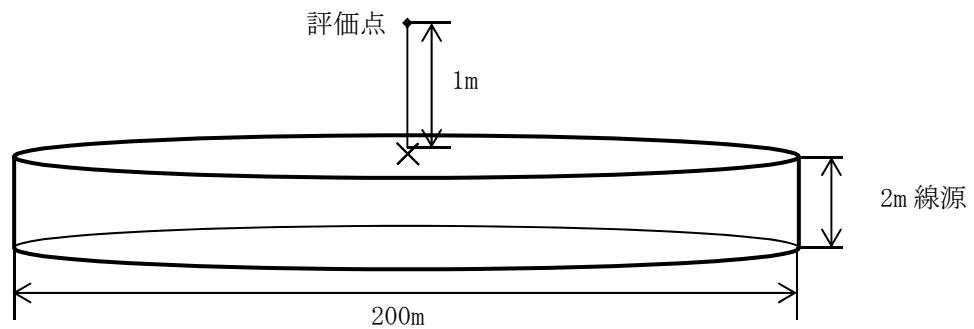
・線源及び覆土の設定

線源及び覆土の物質・密度	コンクリート・1.6g/cm ³
放射能	1Bq/cm ³
ガンマ線スペクトル	ORIGEN-2_18 群構造、各エネルギー1photon/dis

・メッシュ分割数

半径 r	0-1m	1-10m	10-100m	
	100 (1cm)	90 (10cm)	180 (50cm)	
中心角 φ	0-360°			
	36 (10°)			
高さ z	0-140cm	140-190cm	190-199cm	199-200cm
	70 (2cm)	50 (1cm)	90 (0.1cm)	100 (0.01cm)

・計算モデル



添付-第1図 主な評価条件

添付-第1表 JAERI-M6928における普通コンクリートの組成

元素	組成 (wt%)
H	4.160E-01
O	5.074E+01
Mg	1.150E-01
Al	4.460E-01
Si	3.861E+01
S	7.000E-02
Ca	6.869E+00
Fe	2.738E+00
計	100

添付-第2表 ORIGEN2におけるエネルギー群

エネルギー群 (MeV)
1.00E-02
2.50E-02
3.75E-02
5.75E-02
8.50E-02
1.25E-01
2.25E-01
3.75E-01
5.75E-01
8.50E-01
1.25E+00
1.75E+00
2.25E+00
2.75E+00
3.50E+00
5.00E+00
7.00E+00
9.50E+00

	名称	単位
パラメータ	3号廃棄物埋設施設における 埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数	[m ³ /kg]
設定値	第4表及び第5表参照	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・セメント系充填材(廃棄体及び埋設設備)、コンクリート、難透水性覆土、上部覆土及び鷹架層の分配係数の設定方法については、補足説明資料8「線量評価パラメータ-分配係数-」を参照。 ・セメント系充填材(廃棄体及び埋設設備)、コンクリート、難透水性覆土、上部覆土及び鷹架層の分配係数のうち、上記に記載がない元素はIAEA TRS No. 364*¹の文献値を用いる。 ・上記以外の場合は、上記の元素と化学的類似性を考慮し設定する。 ・灌漑土壌の分配係数については、文献値を用いる。IAEA TRS No. 364*¹の有機土に値がある元素は、それを設定値とし、それ以外の元素については、IAEA TECDOC-401*²、IAEA TECDOC-1000*³及びORNL-5786*⁴に示された値のうち最も大きいものを設定値とした。なお、灌漑土壌の分配係数は、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で同じ設定値を用いることから、第4表にのみ設定値を記載する。 ・Clについては、「塩素の土壌-農作物移行係数」*⁵から引用した。 	
参考文献	<p>*1 : INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364</p> <p>*2 : International Atomic Energy Agency (1987) : EXEMPTION OF RADIATION SOURCES AND PRACTICES FROM REGULATORY CONTROL, IAEA-TECDOC-401</p> <p>*3 : International Atomic Energy Agency (1998) : Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, IAEA-TECDOC-1000</p> <p>*4 : C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen and R. W. Shor (1984) : A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture, ORNL-5786</p> <p>*5 : 社団法人 日本原子力学会 2010年春の年会 : 塩素の土壌-農作物移行係数</p>	

第4表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体*j*の核種*i*の分配係数(最も可能性が高い設定)(1/3)

元素	埋設設備内の分配係数(m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の 分配係数 (m ³ /kg)	灌漑土壌の 分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙				
H	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be	2.0E-01	2.0E-01	3.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01	3.0E+00
C	5.0E-02	5.0E-02	5.0E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-04	1.0E-04	2.0E-03
Na	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01	1.0E+00
Si	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02	4.0E-01
S	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02	3.0E-02
Cl	5.0E-04	5.0E-04	8.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-03
K	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01	1.0E+00
Ca	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.1E-01
Sc	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	1.0E+00
V	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	1.0E+00
Mn	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	4.9E-01
Fe	2.0E-01	2.0E-01	3.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01	4.9E+00
Co	2.0E-01	2.0E-01	3.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01	9.9E-01
Ni	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.1E+00
Zn	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.6E+00
Se	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	7.4E-01	1.5E-01	1.5E-01	1.8E+00
Rb	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01	6.7E-01
Sr	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.5E-01
Y	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	4.0E+00
Zr	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	7.3E+00
Nb	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	2.0E+00
Mo	2.0E-02	2.0E-02	9.0E-03	0.0E+00	3.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	2.7E-02
Tc	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-03
Ru	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	4.0E-01	5.5E-02	5.5E-02	6.6E+01

第4表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体jの核種iの分配係数(最も可能性が高い設定)(2/3)

元素	埋設設備内の分配係数(m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の 分配係数 (m ³ /kg)	灌漑土壌の 分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙				
Rh	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02	6.0E-02
Pd	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02	6.7E-01
Ag	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01	1.5E+01
Cd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	8.1E-01
In	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	1.5E+00
Sn	2.5E-01	2.5E-01	2.5E-01	0.0E+00	6.7E-01	1.3E-01	1.3E-01	1.6E+00
Sb	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	5.4E-01
Te	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02	3.0E-01
I	1.0E-04	1.0E-04	3.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.7E-02
Cs	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01	2.7E-01
Ba	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	6.0E-02
La	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Ce	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	3.0E+00
Nd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Pm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.0E+00
Sm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	3.0E+00
Eu	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Gd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Tb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Dy	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Ho	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	3.0E+00
Tm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Yb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01
Lu	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.5E-01

第4表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体*j*の核種*i*の分配係数(最も可能性が高い設定)(3/3)

元素	埋設設備内の分配係数(m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の 分配係数 (m ³ /kg)	灌漑土壌の 分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙				
Hf	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	5.4E+00
Ta	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.0E+00
W	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-01
Re	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.5E-03
Os	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02	4.5E-01
Ir	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02	1.5E-01
Pt	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02	9.0E-02
Hg	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01
Tl	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.5E+00
Pb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	2.2E+01
Bi	2.0E+00	2.0E+00	6.0E-01	0.0E+00	5.0E-01	2.0E-02	2.0E-02	1.5E+00
Po	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01	6.6E+00
Ra	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	2.4E+00
Ac	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	5.4E+00
Th	4.0E-01	4.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02	8.9E+01
Pa	4.0E-01	4.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02	6.6E+00
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	9.0E-03	1.0E-03	1.0E-03	4.0E-01
Np	0.0E+00	0.0E+00	7.0E-03	0.0E+00	0.0E+00	9.0E-04	9.0E-04	1.2E+00
Pu	4.0E-01	4.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02	1.8E+00
Am	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.1E+02
Cm	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.2E+01
Bk	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.2E+01
Cf	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.2E+01
Es	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	0.0E+00	6.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.2E+01

第5表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体*j*の核種*i*の分配係数(最も厳しい設定)(1/3)

元素	埋設設備内の分配係数(m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙			
H	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01
C	5.0E-02	5.0E-02	5.0E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-04	1.0E-04
Na	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01
Si	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02
S	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02
Cl	5.0E-04	5.0E-04	8.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
K	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01
Ca	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01
Sc	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
V	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Mn	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Fe	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01
Co	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-03	0.0E+00	3.0E-03	1.0E-01	1.0E-01
Ni	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Zn	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Se	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	7.4E-01	1.5E-01	1.5E-01
Rb	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01
Sr	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01
Y	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Zr	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Nb	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Mo	2.0E-02	2.0E-02	9.0E-03	0.0E+00	3.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
Tc	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	4.0E-01	5.5E-02	5.5E-02

第5表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体*j*の核種*i*の分配係数(最も厳しい設定)(2/3)

元素	埋設設備内の分配係数(m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙			
Rh	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02
Pd	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02
Ag	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01
Cd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
In	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Sn	2.5E-01	2.5E-01	2.5E-01	0.0E+00	6.7E-01	1.3E-01	1.3E-01
Sb	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Te	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.0E+00	1.8E-01	3.3E-02	3.3E-02
I	1.0E-04	1.0E-04	3.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs	1.0E-01	1.0E-01	2.0E-02	0.0E+00	1.0E+00	9.0E-01	9.0E-01
Ba	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01
La	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Ce	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Nd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Pm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Sm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Eu	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Gd	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Tb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Dy	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Ho	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Tm	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Yb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Lu	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Hf	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02

第5表 3号廃棄物埋設施設における埋設設備内の媒体*j*の核種*i*の分配係数(最も厳しい設定)(3/3)

元素	埋設設備内の分配係数 (m ³ /kg)				難透水性覆土 の分配係数 (m ³ /kg)	上部覆土の 分配係数 (m ³ /kg)	鷹架層の分配係数 (m ³ /kg)
	廃棄体	充填モルタル	コンクリート	上部空隙			
Ta	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
W	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Re	2.0E-04	2.0E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Os	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02
Ir	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02
Pt	1.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	0.0E+00	2.7E-01	5.5E-02	5.5E-02
Hg	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Tl	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Pb	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Bi	1.0E-01	1.0E-01	3.0E-02	0.0E+00	1.0E-01	2.0E-02	2.0E-02
Po	9.0E-03	9.0E-03	1.0E-02	0.0E+00	7.0E-02	1.0E-01	1.0E-01
Ra	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-03	0.0E+00	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01
Ac	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01
Th	8.0E-02	8.0E-02	2.0E-02	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02
Pa	8.0E-02	8.0E-02	2.0E-02	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	9.0E-03	1.0E-03	1.0E-03
Np	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-03	0.0E+00	0.0E+00	9.0E-04	9.0E-04
Pu	8.0E-02	8.0E-02	2.0E-02	0.0E+00	3.0E-02	2.0E-02	2.0E-02
Am	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01
Cm	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01
Bk	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01
Cf	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01
Es	2.0E-02	2.0E-02	3.0E-02	0.0E+00	2.0E+00	1.0E-01	1.0E-01

	名称	単位																																				
パラメータ	水産物 m における核種 i の濃縮係数	[m ³ /kg]																																				
設定値	第6表参照																																					
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水産物の濃縮係数は、魚類(淡水魚及び海水魚)、無脊椎動物(淡水貝及び海水貝)について、文献1を基本とし、文献1にない場合は文献2～8の順、文献1～8にない場合は文献9の最大値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献10に、より大きい数値が示されている場合は、その数値を採用した。 ・ Cの淡水魚については、より実態に近い値を設定するため、文献値ではなく尾駁沼における現地測定値を用いた。 ・ 文献10の淡水魚のPuの数値は、他の文献と比較し1,000倍以上も大きいため、データの信頼性から考慮しないこととした。あわせて無脊椎動物に関しても採用しないこととした。 ・ C以外の核種に関しては、淡水魚及び海水魚のそれぞれのデータセットのうち、大きい方の値を魚類及び無脊椎動物における濃縮係数の設定値とした。 ・ 水産物の濃縮係数は固有の数値であり、最も可能性が高い設定と最も厳しい設定で共通の数値とする。 <table border="1" data-bbox="472 1198 1310 1760" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">文献No</th> <th style="width: 55%;">文献名</th> <th style="width: 30%;">優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>文献1</td> <td>IAEA SRS No. 19^{*1}</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>文献2</td> <td>IAEA SRS No. 44^{*2}</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>文献3</td> <td>IAEA TRS No. 422^{*3}</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>文献4</td> <td>IAEA TRS No. 364^{*4}</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>文献5</td> <td>IAEA SS No. 57^{*5}</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>文献6</td> <td>IAEA TRS No. 247^{*6}</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>文献7</td> <td>IAEA TECDOC-401^{*7}</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>文献8</td> <td>IAEA TECDOC-1000^{*8}</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">文献9</td> <td>NCRP No. 123^{*9}</td> <td rowspan="4">9</td> </tr> <tr> <td>UCRL-50564R1^{*10}</td> </tr> <tr> <td>NUREG/CR-3585^{*11}</td> </tr> <tr> <td>DOE/RW/88.083^{*12}</td> </tr> <tr> <td>文献10</td> <td>IAEA TRS No. 472^{*13}</td> <td>上記文献と比較し大きい場合採用</td> </tr> </tbody> </table>		文献No	文献名	優先順位	文献1	IAEA SRS No. 19 ^{*1}	1	文献2	IAEA SRS No. 44 ^{*2}	2	文献3	IAEA TRS No. 422 ^{*3}	3	文献4	IAEA TRS No. 364 ^{*4}	4	文献5	IAEA SS No. 57 ^{*5}	5	文献6	IAEA TRS No. 247 ^{*6}	6	文献7	IAEA TECDOC-401 ^{*7}	7	文献8	IAEA TECDOC-1000 ^{*8}	8	文献9	NCRP No. 123 ^{*9}	9	UCRL-50564R1 ^{*10}	NUREG/CR-3585 ^{*11}	DOE/RW/88.083 ^{*12}	文献10	IAEA TRS No. 472 ^{*13}	上記文献と比較し大きい場合採用
文献No	文献名	優先順位																																				
文献1	IAEA SRS No. 19 ^{*1}	1																																				
文献2	IAEA SRS No. 44 ^{*2}	2																																				
文献3	IAEA TRS No. 422 ^{*3}	3																																				
文献4	IAEA TRS No. 364 ^{*4}	4																																				
文献5	IAEA SS No. 57 ^{*5}	5																																				
文献6	IAEA TRS No. 247 ^{*6}	6																																				
文献7	IAEA TECDOC-401 ^{*7}	7																																				
文献8	IAEA TECDOC-1000 ^{*8}	8																																				
文献9	NCRP No. 123 ^{*9}	9																																				
	UCRL-50564R1 ^{*10}																																					
	NUREG/CR-3585 ^{*11}																																					
	DOE/RW/88.083 ^{*12}																																					
文献10	IAEA TRS No. 472 ^{*13}	上記文献と比較し大きい場合採用																																				

<p>参考文献</p>	<p>*1 : International Atomic Energy Agency (2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19</p> <p>*2 : International Atomic Energy Agency (2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No. 44</p> <p>*3 : International Atomic Energy Agency (2004) : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No. 422</p> <p>*4 : INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364</p> <p>*5 : International Atomic Energy Agency (1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No. 57</p> <p>*6 : International Atomic Energy Agency (1985) : Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No. 247</p> <p>*7 : International Atomic Energy Agency (1987) : EXEMPTION OF RADIATION SOURCES AND PRACTICES FROM REGULATORY CONTROL, IAEA-TECDOC-401</p> <p>*8 : International Atomic Energy Agency (1998) : Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, IAEA-TECDOC-1000</p> <p>*9 : National Council on Radiation Protection and Measurements (1996) : Screening Models for Releases of Radionuclides to Atmosphere, Surface Water, and Ground, NCRP Report No. 123</p> <p>*10 : Stanley E. Thompson, C. Ann Burton, Dorothy J. Quinn, Yook C. Ng (1972) : CONCENTRATION FACTORS OF CHEMICAL ELEMENTS IN EDIBLE AQUATIC ORGANISMS, UCRL-50564 Rev. 1</p> <p>*11 : O. I. Oztunali and G. W. Roles (1986) : De Minimis Waste Impacts Analysis Methodology, NUREG/CR-3585</p> <p>*12 : J. Ashton and T. J. Sumerling, Associated Nuclear Services, Epsom. (1988) : Biosphere Database for Assessments of Radioactive Waste Disposals (Edition 1), DOE/RW/88.083</p> <p>*13 : International Atomic Energy Agency (2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472</p>
-------------	---

第6表 水産物*m*における核種*i*の濃縮係数(1/4)

元素	水産物における濃縮係数(m ³ /kg)									
	魚類 (設定値)	淡水魚		海水魚		無脊椎 (設定値)	淡水貝		海水貝	
H	1.0E-03	1.0E-03	IAEA SRS No. 44	1.0E-03	IAEA TRS No. 422	1.0E-03	9.0E-04	UCRL-50564R1	1.0E-03	IAEA TRS 422 軟体
Be	2.0E-01	1.0E-01	IAEA TRS No. 364	2.0E-01	NCRP No. 123	2.0E-01	1.0E-02	UCRL-50564R1	2.0E-01	NCRP No. 123
C	8.4E+00	8.4E+00	現地測定値	2.0E+01	IAEA TRS No. 422	9.1E+00	9.1E+00	UCRL-50564R1	2.0E+01	IAEA TRS 422 軟体
Na	1.4E-01	1.4E-01	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E-04	IAEA SRS No. 19	2.0E-02	2.0E-02	IAEA SS No. 57	3.0E-04	IAEA SRS No. 19
Si	2.0E-02	2.0E-02	NCRP No. 123	1.0E-02	NCRP No. 123	3.3E-02	2.5E-02	UCRL-50564R1	3.3E-02	UCRL-50564R1
S	8.0E-01	8.0E-01	IAEA SRS No. 19	2.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	1.0E-01	IAEA SS No. 57	4.0E-03	IAEA SRS No. 19
Cl	1.0E+00	1.0E+00	IAEA SRS No. 44	6.0E-05	IAEA TRS No. 422	1.6E-01	1.6E-01	IAEA TRS No. 472	6.0E-05	IAEA TRS 422 甲殻
K	5.0E+00	4.0E+00	IAEA TRS No. 472 全身	5.0E+00	NCRP No. 123	5.0E+00	8.3E-01	UCRL-50564R1	5.0E+00	NCRP No. 123
Ca	1.0E+00	1.0E+00	IAEA SRS No. 44	2.0E-03	IAEA TRS No. 422	3.3E-01	3.3E-01	UCRL-50564R1	5.0E-03	IAEA TRS 422 甲殻
Sc	1.0E+00	9.3E-01	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E+00	IAEA TRS No. 422	1.0E+02	3.5E+00	IAEA TRS No. 472	1.0E+02	IAEA TRS 422 軟体
V	4.0E-01	2.9E-01	IAEA TRS No. 472 全身	4.0E-01	NCRP No. 123	3.0E+00	3.0E+00	UCRL-50564R1	5.0E-01	NCRP No. 123
Mn	4.5E-01	4.5E-01	IAEA TRS No. 472 全身	4.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+02	1.0E+02	IAEA SS No. 57	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Fe	3.0E+00	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	3.0E+00	IAEA SRS No. 19	3.0E+01	3.0E+00	IAEA SS No. 57	3.0E+01	IAEA SRS No. 19
Co	1.0E+00	4.0E-01	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	1.0E+01	1.0E+01	IAEA SS No. 57	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Ni	1.0E+00	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	2.0E+00	1.0E-01	IAEA SS No. 57	2.0E+00	IAEA SRS No. 19
Zn	4.7E+00	4.7E+00	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	5.0E+01	1.0E+01	IAEA SS No. 57	5.0E+01	IAEA SRS No. 19
Se	6.9E+00	6.9E+00	IAEA TRS No. 472 全身	6.0E+00	IAEA SRS No. 19	6.0E+00	5.7E-01	IAEA TRS No. 472	6.0E+00	IAEA SRS No. 19

第6表 水産物*m*における核種*i*の濃縮係数(2/4)

元素	水産物における濃縮係数(m ³ /kg)									
	魚類 (設定値)	淡水魚		海水魚		無脊椎 (設定値)	淡水貝		海水貝	
Rb	6.1E+00	6.1E+00	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	2.0E+00	2.0E+00	IAEA TRS No. 472	2.0E-02	IAEA SRS No. 19
Sr	1.9E-01	1.9E-01	IAEA TRS No. 472 全身	2.0E-03	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	3.0E-01	IAEA SS No. 57	2.0E-03	IAEA SRS No. 19
Y	4.0E-02	4.0E-02	IAEA TRS No. 472 筋肉	2.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	1.0E+00	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Zr	3.0E-01	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	2.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E+00	1.0E-01	IAEA SS No. 57	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Nb	3.0E-01	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	1.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Mo	2.7E-02	2.7E-02	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	1.0E-02	UCRL-50564R1	1.0E-01	IAEA SRS No. 19
Tc	3.0E-02	2.0E-02	IAEA SRS No. 19	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	2.6E-02	IAEA TRS No. 472	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Ru	5.5E-02	5.5E-02	IAEA TRS No. 472 筋肉	2.0E-03	IAEA SRS No. 19	2.0E+00	3.0E-01	IAEA SS No. 57	2.0E+00	IAEA SRS No. 19
Rh	1.0E-01	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	3.0E-01	UCRL-50564R1	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Pd	3.0E-01	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	3.0E-01	UCRL-50564R1	3.0E-01	IAEA SRS No. 19
Ag	5.0E-01	1.1E-01	IAEA TRS No. 472 全身	5.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+01	7.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E+01	IAEA SRS No. 19
Cd	1.0E+00	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	2.0E+01	2.0E+00	UCRL-50564R1	2.0E+01	IAEA SRS No. 19
In	1.0E+01	1.0E+01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	1.0E+01	1.0E+01	淡水魚と同じ	1.0E+01	IAEA SRS No. 19
Sn	5.0E+02	3.0E+00	IAEA SRS No. 44	5.0E+02	IAEA TRS No. 422	5.0E+02	1.0E+00	UCRL-50564R1	5.0E+02	IAEA TRS 422 軟体
Sb	4.0E-01	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	4.0E-01	IAEA SRS No. 19	4.0E-01	2.1E-01	IAEA TRS No. 472	4.0E-01	IAEA SRS No. 19
Te	1.0E+00	4.2E-01	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	6.0E+00	6.0E+00	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
I	6.5E-01	6.5E-01	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	4.0E-01	4.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E-02	IAEA SRS No. 19
Cs	1.0E+01	1.0E+01	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	1.0E+00	IAEA SS No. 57	3.0E-02	IAEA SRS No. 19

第6表 水産物*m*における核種*i*の濃縮係数(3/4)

元素	水産物における濃縮係数(m ³ /kg)									
	魚類 (設定値)	淡水魚		海水魚		無脊椎 (設定値)	淡水貝		海水貝	
Ba	4.7E-02	4.7E-02	IAEA TRS No. 472 全身	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	2.0E-01	2.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
La	3.7E-02	3.7E-02	IAEA TRS No. 472 筋肉	3.0E-02	IAEA SS No. 57	1.0E+00	1.0E+00	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SS No. 57
Ce	5.0E-02	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E+00	1.0E+00	IAEA SS No. 57	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Nd	1.0E-01	1.0E-01	IAEA TRS No. 364	1.0E-01	NCRP No. 123	1.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	1.0E+00	NCRP No. 123
Pm	5.0E-01	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-01	IAEA SRS No. 19	5.0E+00	1.0E+00	IAEA SS No. 57	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Sm	3.0E-01	2.5E-02	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	1.6E+00	IAEA TRS No. 472	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Eu	3.0E-01	1.5E-01	IAEA TRS No. 472 全身	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	7.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	7.0E+00	IAEA SRS No. 19
Gd	3.0E-01	3.0E-02	NCRP No. 123	3.0E-01	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Tb	7.5E-01	7.5E-01	IAEA TRS No. 472 全身	6.0E-02	IAEA TRS No. 422	3.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	3.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Dy	6.5E-01	6.5E-01	IAEA TRS No. 472 筋肉	3.0E-01	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Ho	3.0E-02	2.5E-02	IAEA SRS No. 44	3.0E-02	NCRP No. 123	1.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	1.0E+00	UCRL-50564R1
Tm	3.0E-01	2.5E-02	IAEA SRS No. 44	3.0E-01	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Yb	2.0E-01	2.0E-01	NCRP No. 123	2.0E-01	IAEA TRS No. 422	3.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	3.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Lu	2.5E-02	2.5E-02	NCRP No. 123	2.5E-02	NCRP No. 123	1.1E+00	1.1E+00	IAEA TRS No. 472	1.0E+00	NCRP No. 123
Hf	2.1E+00	2.1E+00	IAEA TRS No. 472 全身	5.0E-01	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	1.4E+00	IAEA TRS No. 472	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Ta	1.0E-01	1.0E-01	IAEA TRS No. 364	6.0E-02	IAEA TRS No. 422	7.0E+00	6.7E-01	UCRL-50564R1	7.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
W	9.0E-02	1.0E-02	IAEA TRS No. 364	9.0E-02	IAEA TRS No. 422	6.0E-01	1.0E-02	UCRL-50564R1	6.0E-01	IAEA TRS 422 軟体

第6表 水産物*m*における核種*i*の濃縮係数(4/4)

元素	水産物における濃縮係数(m ³ /kg)									
	魚類 (設定値)	淡水魚		海水魚		無脊椎 (設定値)	淡水貝		海水貝	
Re	1.2E+01	1.2E+01	NCRP No. 123	3.0E-02	NCRP No. 123	6.0E-02	6.0E-02	UCRL-50564R1	6.0E-02	UCRL-50564R1
Os	1.0E-01	3.5E-02	NCRP No. 123	1.0E-01	NCRP No. 123	2.0E+00	3.0E-01	UCRL-50564R1	2.0E+00	UCRL-50564R1
Ir	2.0E-02	1.0E-02	NCRP No. 123	2.0E-02	IAEA TRS No. 422	3.0E-01	3.0E-01	UCRL-50564R1	1.0E-01	IAEA TRS 422 軟体
Pt	1.0E-01	1.0E-02	IAEA SRS No. 44	1.0E-01	NCRP No. 123	2.0E+00	3.0E-01	UCRL-50564R1	2.0E+00	UCRL-50564R1
Hg	2.0E+01	6.1E+00	IAEA TRS No. 472 筋肉	2.0E+01	IAEA SRS No. 19	1.0E+02	1.0E+02	UCRL-50564R1	2.0E+01	IAEA SRS No. 19
Tl	5.0E+00	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	5.0E+00	IAEA SRS No. 19	1.5E+01	1.5E+01	UCRL-50564R1	5.0E+00	IAEA SRS No. 19
Pb	3.7E-01	3.7E-01	IAEA TRS No. 472 全身	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	1.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Bi	2.0E-02	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	2.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E+02	1.0E+02	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Po	2.0E+00	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	2.0E+00	IAEA SRS No. 19	5.0E+01	2.0E+01	IAEA SS No. 57	5.0E+01	IAEA SRS No. 19
Ra	5.0E-01	2.1E-01	IAEA TRS No. 472 全身	5.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	3.0E-01	IAEA SS No. 57	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Ac	5.0E-02	1.5E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Th	6.0E-01	1.9E-01	IAEA TRS No. 472 全身	6.0E-01	IAEA SRS No. 19	2.9E+00	2.9E+00	IAEA TRS No. 472	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
Pa	5.0E-02	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-01	1.0E-01	IAEA SS No. 57	5.0E-01	IAEA SRS No. 19
U	1.0E-02	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.7E-01	1.7E-01	IAEA TRS No. 472	3.0E-02	IAEA SRS No. 19
Np	3.0E-02	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	9.5E+00	9.5E+00	IAEA TRS No. 472	4.0E-01	IAEA SRS No. 19
Pu	4.0E-02	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	4.0E-02	IAEA SRS No. 19	3.0E+00	7.4E+00	IAEA TRS No. 472	3.0E+00	IAEA SRS No. 19
Am	2.4E-01	2.4E-01	IAEA TRS No. 472 筋肉	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	2.0E+01	2.4E+00	IAEA TRS No. 472	2.0E+01	IAEA SRS No. 19
Cm	5.0E-02	3.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	3.0E+01	9.5E+00	IAEA TRS No. 472	3.0E+01	IAEA SRS No. 19
Bk	1.0E-01	3.0E-02	IAEA SRS No. 44	1.0E-01	IAEA TRS No. 422	1.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	1.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Cf	1.0E-01	2.5E-02	IAEA SRS No. 44	1.0E-01	IAEA TRS No. 422	1.0E+00	1.0E+00	UCRL-50564R1	1.0E+00	IAEA TRS 422 軟体
Es	3.0E-02	3.0E-02	IAEA SRS No. 44	2.5E-02	NCRP No. 123	1.0E+00	1.0E-01	UCRL-50564R1	1.0E+00	NCRP No. 123

	名称	単位																																		
パラメータ	灌漑農産物への核種 <i>i</i> の移行係数 農耕農産物への核種 <i>i</i> の移行係数	[(Bq/kg-wet 農産物)/ (Bq/kg-dry 土壌)]																																		
設定値	第7表参照																																			
設定根拠	<p>■ 灌漑農産物(米)</p> <ul style="list-style-type: none"> 灌漑農産物(米)への移行係数は、文献1を基本とし、文献1にない場合は文献2～6の順、文献1～6にない場合は文献7～9の最大値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献10に、より大きい数値が示されている場合は、その数値を採用した。 文献1、文献10の数値はdry農産物の値が示されているため、文献1は乾燥重量86%を、文献10は文献11に記載のある米の含水率15.5%(乾燥重量84.5%)を使用して、wet農産物の重量に変換した。 灌漑農産物(米)への移行係数は固有の数値であり、各シナリオで共通の数値とする。 <table border="1"> <caption>灌漑農産物(米)の移行係数について参照する文献及び優先順位</caption> <thead> <tr> <th>文献No</th> <th>文献名</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>文献1</td> <td>IAEA TRS No. 364*¹</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>文献2</td> <td>IAEA SRS No. 19*²</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>文献3</td> <td>IAEA SRS No. 44*³</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>文献4</td> <td>IAEA SS No. 57*⁴</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>文献5</td> <td>IAEA TECDOC-401*⁵</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>文献6</td> <td>IAEA TECDOC-1000*⁶</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>文献7</td> <td>NUREG/CR-3585*⁷</td> <td rowspan="3">7</td> </tr> <tr> <td>文献8</td> <td>ORNL-5786*⁸</td> </tr> <tr> <td>文献9</td> <td>NCRP No. 129*⁹</td> </tr> <tr> <td>文献10</td> <td>IAEA TRS No. 472*¹⁰</td> <td>上記文献と比較し 大きい場合採用</td> </tr> <tr> <td>文献11</td> <td>日本食品標準成分表*¹¹</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>■ 農耕農産物(米以外)</p> <ul style="list-style-type: none"> 農耕農産物(米以外)への移行係数は、文献1を基本とし、文献1にない場合は文献2～6の順、文献1～6にない場合は文献7～9の最大値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献10に、より大きい数値が示されている場合は、その数値を採用した。 Niについては、国内データを参考にして文献9の数値を引用した。 文献10を根拠としている値に関しては、(平均値×(1-含水率))から値を算出し、最大値を設定値とした。 農耕農産物(米以外)への移行係数は固有の数値であり、各シナリオで共通の数値とする。 		文献No	文献名	優先順位	文献1	IAEA TRS No. 364* ¹	1	文献2	IAEA SRS No. 19* ²	2	文献3	IAEA SRS No. 44* ³	3	文献4	IAEA SS No. 57* ⁴	4	文献5	IAEA TECDOC-401* ⁵	5	文献6	IAEA TECDOC-1000* ⁶	6	文献7	NUREG/CR-3585* ⁷	7	文献8	ORNL-5786* ⁸	文献9	NCRP No. 129* ⁹	文献10	IAEA TRS No. 472* ¹⁰	上記文献と比較し 大きい場合採用	文献11	日本食品標準成分表* ¹¹	-
文献No	文献名	優先順位																																		
文献1	IAEA TRS No. 364* ¹	1																																		
文献2	IAEA SRS No. 19* ²	2																																		
文献3	IAEA SRS No. 44* ³	3																																		
文献4	IAEA SS No. 57* ⁴	4																																		
文献5	IAEA TECDOC-401* ⁵	5																																		
文献6	IAEA TECDOC-1000* ⁶	6																																		
文献7	NUREG/CR-3585* ⁷	7																																		
文献8	ORNL-5786* ⁸																																			
文献9	NCRP No. 129* ⁹																																			
文献10	IAEA TRS No. 472* ¹⁰	上記文献と比較し 大きい場合採用																																		
文献11	日本食品標準成分表* ¹¹	-																																		

農耕農産物(米以外)について参照する文献及び優先順位		
文献 No	文献名	優先順位
文献 1	IAEA TRS No. 19*2	1
文献 2	IAEA SRS No. 44*3	2
文献 3	IAEA SS No. 57*4	3
文献 4	IAEA SRS No. 364*1	4
文献 5	IAEA TECDOC-401*5	5
文献 6	IAEA TECDOC-1000*6	6
文献 7	NUREG/CR-3585*7	7
文献 8	ORNL-5786*8	
文献 9	NCRP No. 129*9	
文献 10	IAEA TRS No. 472*10	上記文献と比較し 大きい場合採用

参考文献	<p>*1 : INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No. 364</p> <p>*2 : International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19</p> <p>*3 : International Atomic Energy Agency(2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No. 44</p> <p>*4 : International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No. 57</p> <p>*5 : International Atomic Energy Agency(1987) : EXEMPTION OF RADIATION SOURCES AND PRACTICES FROM REGULATORY CONTROL, IAEA-TECDOC-401</p> <p>*6 : International Atomic Energy Agency(1998) : Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, IAEA-TECDOC-1000</p> <p>*7 : O. I. Oztunali and G. W. Roles(1986) : De Minimis Waste Impacts Analysis Methodology, NUREG/CR-3585</p> <p>*8 : C. F. Baes III, R. D. Sharp, A. L. Sjoreen and R. W. Shor(1984) : A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture, ORNL-5786</p> <p>*9 : National Council on Radiation Protection and Measurements (1999) : RECOMMENDED SCREENING LIMITS FOR CONTAMINATED SURFACE SOIL AND REVIEW OF FACTORS RELEVANT TO SITE-SPECIFIC STUDIES, NCRP Report No. 129</p> <p>*10 : International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472</p> <p>*11 : 文部科学省(平成 22 年) : 日本食品標準成分表</p>
------	--

第7表 農産物への核種*i*の移行係数(1/3)

元素	農産物への移行係数			
	米[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]		米以外[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]	
H	1.0E+00	IAEA SRS No. 44	1.0E+00	IAEA SRS No. 44
Be	4.0E-03	NCRP No. 129	1.0E-02	ORNL-5786(veg)
C	7.0E-01	IAEA SRS No. 44	7.0E-01	IAEA SRS No. 44
Na	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19
Si	7.0E-02	ORNL-5786(実種茎)	3.5E-01	ORNL-5786(veg)
S	6.0E-01	IAEA SRS No. 19	6.0E-01	IAEA SRS No. 19
Cl	5.0E+00	IAEA SRS No. 44	3.1E+01	IAEA TRS No. 472 最大
K	1.1E-01	IAEA TRS No. 472	6.5E-01	IAEA TRS No. 472 最大
Ca	3.5E-01	IAEA SRS No. 44	3.5E-01	IAEA SRS No. 44
Sc	2.0E-03	NCRP No. 129	6.0E-03	ORNL-5786(veg)
V	3.0E-03	ORNL-5786(実種茎)	5.5E-03	ORNL-5786(veg)
Mn	2.6E-01	IAEA TRS No. 364	3.9E+00	IAEA TRS No. 472 最大
Fe	1.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
Co	4.3E-03	IAEA TRS No. 472	8.0E-02	IAEA SRS No. 19
Ni	2.6E-02	IAEA TRS No. 364	5.0E-02	NCRP No. 129
Zn	1.4E+00	IAEA TRS No. 364	2.0E+00	IAEA SRS No. 19
Se	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	IAEA SRS No. 19
Rb	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	7.9E-01	IAEA TRS No. 472 最大
Sr	1.8E-01	IAEA TRS No. 364	1.2E+00	IAEA TRS No. 472 最大
Y	3.0E-03	IAEA SRS No. 19	3.0E-03	IAEA SRS No. 19
Zr	1.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
Nb	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.2E-02	IAEA TRS No. 472 最大
Mo	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	7.0E-01	IAEA TRS No. 472 最大
Tc	6.3E-01	IAEA TRS No. 364	1.6E+01	IAEA TRS No. 472 最大

第7表 農産物への核種*i*の移行係数(2/3)

元素	農産物への移行係数			
	米[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]		米以外[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]	
Ru	4.3E-03	IAEA TRS No. 364	5.0E-02	IAEA SRS No. 19
Rh	2.0E-01	IAEA SRS No. 19	2.0E-01	IAEA SRS No. 19
Pd	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	IAEA SRS No. 19
Ag	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-02	IAEA SRS No. 19
Cd	5.0E-01	IAEA SRS No. 19	7.7E-01	IAEA TRS No. 472 最大
In	3.0E-03	IAEA SRS No. 19	3.0E-03	IAEA SRS No. 19
Sn	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	IAEA SRS No. 19
Sb	1.0E-03	IAEA SRS No. 19	6.0E-03	IAEA TRS No. 472 最大
Te	1.0E+00	IAEA SRS No. 19	1.0E+00	IAEA SRS No. 19
I	2.0E-02	IAEA SRS No. 19	2.1E-02	IAEA TRS No. 472 最大
Cs	7.1E-02	IAEA TRS No. 364	4.0E-02	IAEA SRS No. 19
Ba	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19
La	3.0E-03	IAEA SRS No. 44	3.0E-03	IAEA SRS No. 44
Ce	5.0E-02	IAEA SRS No. 19	5.0E-02	IAEA SRS No. 19
Nd	4.0E-03	ORNL-5786(実種茎)	1.0E-02	ORNL-5786(veg)
Pm	2.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.4E-01	IAEA TRS No. 472 最大
Sm	4.0E-03	IAEA SRS No. 44	4.0E-03	IAEA SRS No. 44
Eu	2.0E-03	IAEA SRS No. 19	2.0E-03	IAEA SRS No. 19
Gd	4.0E-03	IAEA SRS No. 44	4.0E-03	IAEA SRS No. 44
Tb	4.0E-03	IAEA SRS No. 44	4.0E-03	IAEA SRS No. 44
Dy	4.0E-03	ORNL-5786(実種茎)	1.0E-02	ORNL-5786(veg)
Ho	4.0E-03	IAEA SRS No. 44	4.0E-03	IAEA SRS No. 44
Tm	3.0E-03	IAEA SRS No. 44	3.0E-03	IAEA SRS No. 44
Yb	4.0E-03	ORNL-5786(実種茎)	1.0E-02	ORNL-5786(veg)
Lu	4.0E-03	ORNL-5786(実種茎)	1.0E-02	ORNL-5786(veg)

第7表 農産物への核種*i*の移行係数(3/3)

元素	農産物への移行係数			
	米[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]		米以外[(Bq/kg-wet 農産物)/(Bq/kg-dry 土壌)]	
Hf	3.0E-03	NCRP No. 129	3.5E-03	ORNL-5786 (veg)
Ta	2.5E-03	ORNL-5786 (実種茎)	1.0E-02	ORNL-5786 (veg)
W	8.0E-01	NCRP No. 129	8.0E-01	NCRP No. 129
Re	3.5E-01	ORNL-5786 (実種茎)	1.5E+00	ORNL-5786 (veg)
Os	3.0E-02	NCRP No. 129	3.0E-02	NCRP No. 129
Ir	3.0E-02	NCRP No. 129	5.5E-02	ORNL-5786 (veg)
Pt	5.0E-01	IAEA SRS No. 44	5.0E-01	IAEA SRS No. 44
Hg	3.0E-01	IAEA SRS No. 19	3.0E-01	IAEA SRS No. 19
Tl	2.0E+00	IAEA SRS No. 19	2.0E+00	IAEA SRS No. 19
Pb	7.1E-03	IAEA TRS No. 472	2.0E-02	IAEA SRS No. 19
Bi	1.0E-01	IAEA SRS No. 19	1.0E-01	IAEA SRS No. 19
Po	1.1E-02	IAEA TRS No. 472	2.0E-03	IAEA SRS No. 19
Ra	7.4E-04	IAEA TRS No. 472	4.0E-02	IAEA SRS No. 19
Ac	1.0E-03	IAEA SRS No. 19	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
Th	1.4E-04	IAEA TRS No. 472	1.8E-03	IAEA TRS No. 472 最大
Pa	1.0E-02	IAEA SRS No. 19	1.0E-02	IAEA SRS No. 19
U	1.1E-03	IAEA TRS No. 364	1.3E-02	IAEA TRS No. 472 最大
Np	2.3E-03	IAEA TRS No. 364	4.0E-02	IAEA SRS No. 19
Pu	7.4E-06	IAEA TRS No. 364	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
Am	1.9E-05	IAEA TRS No. 364	2.0E-03	IAEA SRS No. 19
Cm	1.8E-05	IAEA TRS No. 364	1.0E-03	IAEA SRS No. 19
Bk	3.0E-03	IAEA SRS No. 44	3.0E-03	IAEA SRS No. 44
Cf	1.0E-02	IAEA SRS No. 44	1.0E-02	IAEA SRS No. 44
Es	3.0E-03	IAEA SRS No. 44	3.0E-03	IAEA SRS No. 44

	名称	単位
パラメータ	公衆 p の屋外労働作業中の核種 i の遮蔽係数 居住者の屋外における核種 i の遮蔽係数	[-]
設定値	建設作業労働者：第8表参照 建設作業労働者以外：全核種 1 居住者(屋外)：全核種 1	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核種の放射線のエネルギーを参考に設定する。具体的には、ICRP Pub. 107*1 で示されている photon の放出エネルギー(子孫核種を有する場合はそれらを含めた最大値)が、Cs-137 のそれよりも大きければ0.4、Np-237 よりも大きければ0.3、Am-241 よりも大きければ0.2、上記以外は0.02とした。 ・ Ta-180mについては、子孫核種である Ta-180 の値を用いた。 ・ 建設作業以外の屋外労働者については、建機等を利用しない作業を考慮し全核種1とした。 ・ 居住者についても全核種1とした。 ・ 表内の考慮する子孫核種の括弧内には生成割合を記載した。 	
参考文献	*1 : International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107	

第 8 表 建設作業労働時の核種*i*の遮蔽係数(1/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
H-3	0.02	-
Be-10	0.02	-
C-14	0.02	-
Na-22	0.4	-
Si-32	0.02	P-32(100%)
S-35	0.02	-
Cl-36	0.02	-
K-40	0.2	-
Ca-41	0.02	-
Ca-45	0.02	-
Sc-46	0.4	-
V-49	0.02	-
Mn-54	0.4	-
Fe-55	0.02	-
Fe-59	0.4	-
Co-58	0.4	-
Co-60	0.4	-
Ni-59	0.02	-
Ni-63	0.02	-
Zn-65	0.3	-
Se-75	0.3	-
Se-79	0.02	-
Rb-87	0.02	-
Sr-85	0.3	-
Sr-89	0.02	-
Sr-90	0.02	Y-90(100%)
Y-91	0.02	-
Zr-93	0.02	Nb-93m(97.50%)
Zr-95	0.4	Nb-95(98.92%+1.0802%*0.944), Nb-95m(1.0802%)
Nb-91	0.02	-
Nb-92	0.4	-
Nb-93m	0.02	-
Nb-94	0.4	-
Nb-95	0.4	-
Mo-93	0.02	Nb-93m(88.00%)
Tc-97	0.02	-
Tc-97m	0.02	-
Tc-98	0.4	-
Tc-99	0.02	-
Ru-103	0.3	Rh-103m(98.755%)
Ru-106	0.2	Rh-106(100%)
Rh-102	0.3	-
Pd-107	0.02	-

第8表 建設作業労働時の核種*i*の遮蔽係数(2/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Ag-108m	0.4	Ag-108(8.7%)
Ag-110m	0.4	Ag-110(1.36%)
Cd-109	0.02	-
Cd-113	0.02	-
Cd-113m	0.02	-
Cd-115m	0.2	In-115m(0.010578%)
In-114m	0.2	In-114(96.75%)
In-115	0.02	-
Sn-113	0.3	In-113m(99.998%)
Sn-119m	0.02	-
Sn-121m	0.02	Sn-121(77.60%)
Sn-123	0.02	-
Sn-126	0.4	Sb-126(14%), Sb-126m(100%)
Sb-124	0.4	-
Sb-125	0.3	Te-125m(23.136%)
Te-121m	0.3	Te-121(88.60%)
Te-123	0.02	-
Te-123m	0.2	-
Te-125m	0.2	-
Te-127m	0.02	Te-127(97.60%)
Te-129m	0.2	Te-129(63.00%)
I-125	0.2	-
I-129	0.02	-
Cs-134	0.4	-
Cs-135	0.02	-
Cs-137	0.3	Ba-137m(94.4%)
Ba-133	0.3	-
La-137	0.02	-
La-138	0.4	-
Ce-139	0.2	-
Ce-141	0.2	-
Ce-144	0.02	Pr-144(99.023%+0.97699%*0.9993), Pr-144m(0.97699%)
Nd-144	0.02	-
Pm-145	0.2	-
Pm-146	0.4	-
Pm-147	0.02	-
Pm-148m	0.4	Pm-148(4.2%)
Sm-145	0.2	-
Sm-146	0.02	-
Sm-147	0.02	-
Sm-148	0.02	-
Sm-151	0.02	-
Eu-149	0.2	-

第8表 建設作業労働時の核種*i*の遮蔽係数(3/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Eu-150	0.4	-
Eu-152	0.4	-
Eu-154	0.4	-
Eu-155	0.2	-
Gd-152	0.02	-
Gd-153	0.2	-
Tb-157	0.02	-
Tb-160	0.4	-
Dy-159	0.2	-
Ho-163	0.02	-
Ho-166m	0.4	-
Tm-170	0.02	-
Tm-171	0.02	-
Yb-169	0.3	-
Lu-176	0.3	-
Lu-177m	0.4	Lu-177(21.7%)
Hf-175	0.3	-
Hf-181	0.3	-
Hf-182	0.4	Ta-182(100%)
Ta-180m	0.2	-
Ta-182	0.4	-
W-181	0.2	-
W-185	0.02	-
W-188	0.2	Re-188(100%)
Re-187	0.02	-
Os-185	0.4	-
Os-194	0.2	Ir-194(100%)
Ir-192	0.4	-
Ir-192n	0.4	Ir-192(100%)
Ir-194m	0.4	-
Pt-190	0.02	-
Pt-193	0.02	-
Hg-203	0.3	-
Tl-204	0.02	-
Pb-205	0.02	-
Pb-210	0.2	Bi-210(100%), Hg-206(1.900E-06%), Tl-206(1.32E-04%)
Bi-208	0.4	-
Bi-210m	0.3	Tl-206(100%)
Po-210	0.02	-
Ra-226	0.4	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, At-218(0.02%), Tl-210(0.021%)
Ra-228	0.4	Ac-228
Ac-227	0.3	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223+

第8表 建設作業労働時の核種*i*の遮蔽係数(4/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Th-228	0.4	Ra-224+
Th-229	0.4	Ra-225+
Th-230	0.02	-
Th-232	0.02	-
Pa-231	0.2	-
U-232	0.02	-
U-233	0.02	-
U-234	0.02	-
U-235	0.2	Th-231 (100%)
U-236	0.02	-
U-238	0.4	Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0.16%)
Np-235	0.02	U-235m (0.39933%)
Np-236	0.4	Pa-232 (0.16%)
Np-237	0.2	Pa-233 (100%)
Pu-236	0.02	-
Pu-237	0.2	-
Pu-238	0.02	-
Pu-239	0.02	-
Pu-240	0.02	-
Pu-241	0.2	U-237 (0.0042%)
Pu-242	0.02	-
Pu-244	0.4	U-240, Np-240m, Np-240 (0.11%)
Am-241	0.02	-
Am-242m	0.3	Am-242 (99.55%), Np-238 (0.45%)
Am-243	0.2	Np-239 (100%)
Cm-241	0.3	-
Cm-242	0.02	-
Cm-243	0.2	-
Cm-244	0.02	-
Cm-245	0.2	-
Cm-246	0.02	-
Cm-247	0.3	Pu-243 (100%)
Cm-248	0.4	-
Cm-250	0.4	Pu-246 (18%), Bk-250 (8%)
Bk-249	0.2	Am-245 (0.00145%)
Cf-249	0.3	-
Cf-250	0.02	-
Cf-251	0.2	-
Cf-252	0.3	-
Cf-254	0.4	-
Es-254	0.4	Bk-250 (100%), Fm-254 (1.74E-04%)
Es-255	0.2	Bk-251 (8%), Fm-255 (92%)

	名称	単位
パラメータ	大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における核種 <i>i</i> の遮蔽係数	[-]
設定値	第9表参照	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模掘削の居住による被ばくについては、客土 10cm を考慮しているため、客土 10cm としたときの遮蔽係数から、核種の放射線のエネルギーを参考に設定した。 ・ ICRP. Pub. 107*1 で示されている photon の放出エネルギー(子孫核種を有する場合はそれらを含めた最大値)が、Cs-137 のそれよりも大きければ 0.3、Am-241 よりも大きければ 0.27、上記以外は 0.031 とした。 	
参考文献	*1 : International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107	

第9表 大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における遮蔽係数(1/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
H-3	0.031	-
Be-10	0.031	-
C-14	0.031	-
Na-22	0.3	-
Si-32	0.031	P-32(100%)
S-35	0.031	-
Cl-36	0.031	-
K-40	0.27	-
Ca-41	0.031	-
Ca-45	0.031	-
Sc-46	0.3	-
V-49	0.031	-
Mn-54	0.3	-
Fe-55	0.031	-
Fe-59	0.3	-
Co-58	0.3	-
Co-60	0.3	-
Ni-59	0.031	-
Ni-63	0.031	-
Zn-65	0.27	-
Se-75	0.27	-
Se-79	0.031	-
Rb-87	0.031	-
Sr-85	0.27	-
Sr-89	0.031	-
Sr-90	0.031	Y-90(100%)
Y-91	0.031	-
Zr-93	0.031	Nb-93m(97.50%)
Zr-95	0.3	Nb-95(98.92%+1.0802%*0.944), Nb-95m(1.0802%)
Nb-91	0.031	-
Nb-92	0.3	-
Nb-93m	0.031	-
Nb-94	0.3	-
Nb-95	0.3	-
Mo-93	0.031	Nb-93m(88.00%)
Tc-97	0.031	-
Tc-97m	0.031	-
Tc-98	0.3	-
Tc-99	0.031	-
Ru-103	0.27	Rh-103m(98.755%)
Ru-106	0.27	Rh-106(100%)
Rh-102	0.27	-
Pd-107	0.031	-

第9表 大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における遮蔽係数(2/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Ag-108m	0.3	Ag-108(8.7%)
Ag-110m	0.3	Ag-110(1.36%)
Cd-109	0.031	-
Cd-113	0.031	-
Cd-113m	0.031	-
Cd-115m	0.27	In-115m(0.010578%)
In-114m	0.27	In-114(96.75%)
In-115	0.031	-
Sn-113	0.27	In-113m(99.998%)
Sn-119m	0.031	-
Sn-121m	0.031	Sn-121(77.60%)
Sn-123	0.031	-
Sn-126	0.3	Sb-126(14%), Sb-126m(100%)
Sb-124	0.3	-
Sb-125	0.27	Te-125m(23.136%)
Te-121m	0.27	Te-121(88.60%)
Te-123	0.031	-
Te-123m	0.27	-
Te-125m	0.27	-
Te-127m	0.031	Te-127(97.60%)
Te-129m	0.27	Te-129(63.00%)
I-125	0.27	-
I-129	0.031	-
Cs-134	0.3	-
Cs-135	0.031	-
Cs-137	0.27	Ba-137m(94.4%)
Ba-133	0.27	-
La-137	0.031	-
La-138	0.3	-
Ce-139	0.27	-
Ce-141	0.27	-
Ce-144	0.031	Pr-144(99.023%+0.97699%*0.9993), Pr-144m(0.97699%)
Nd-144	0.031	-
Pm-145	0.27	-
Pm-146	0.3	-
Pm-147	0.031	-
Pm-148m	0.3	Pm-148(4.2%)
Sm-145	0.27	-
Sm-146	0.031	-
Sm-147	0.031	-
Sm-148	0.031	-
Sm-151	0.031	-
Eu-149	0.27	-

第9表 大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における遮蔽係数(3/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Eu-150	0.3	-
Eu-152	0.3	-
Eu-154	0.3	-
Eu-155	0.27	-
Gd-152	0.031	-
Gd-153	0.27	-
Tb-157	0.031	-
Tb-160	0.3	-
Dy-159	0.27	-
Ho-163	0.031	-
Ho-166m	0.3	-
Tm-170	0.031	-
Tm-171	0.031	-
Yb-169	0.27	-
Lu-176	0.27	-
Lu-177m	0.3	Lu-177(21.7%)
Hf-175	0.27	-
Hf-181	0.27	-
Hf-182	0.3	Ta-182(100%)
Ta-180m	0.27	子孫核種である Ta-180 の値
Ta-182	0.3	-
W-181	0.27	-
W-185	0.031	-
W-188	0.27	Re-188(100%)
Re-187	0.031	-
Os-185	0.3	-
Os-194	0.27	Ir-194(100%)
Ir-192	0.3	-
Ir-192n	0.3	Ir-192(100%)
Ir-194m	0.3	-
Pt-190	0.031	-
Pt-193	0.031	-
Hg-203	0.27	-
Tl-204	0.031	-
Pb-205	0.031	-
Pb-210	0.27	Bi-210(100%), Hg-206(1.900E-6%), Tl-206(1.32E-4%)
Bi-208	0.3	-
Bi-210m	0.27	Tl-206(100%)
Po-210	0.031	-
Ra-226	0.3	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, At-218(0.02%), Tl-210(0.021%)
Ra-228	0.3	Ac-228
Ac-227	0.27	Th-227(98.62%), Fr-223(1.38%), Ra-223+

第9表 大規模掘削により建設された建物の居住者の屋外における遮蔽係数(4/4)

核種	遮蔽係数[-]	考慮する子孫核種
Th-228	0.3	Ra-224+
Th-229	0.3	Ra-225+
Th-230	0.031	-
Th-232	0.031	-
Pa-231	0.27	-
U-232	0.031	-
U-233	0.031	-
U-234	0.031	-
U-235	0.27	Th-231(100%)
U-236	0.031	-
U-238	0.3	Th-234, Pa-234m, Pa-234(0.16%)
Np-235	0.031	U-235m(0.39933%)
Np-236	0.3	Pa-232(0.16%)
Np-237	0.27	Pa-233(100%)
Pu-236	0.031	-
Pu-237	0.27	-
Pu-238	0.031	-
Pu-239	0.031	-
Pu-240	0.031	-
Pu-241	0.27	U-237(0.0042%)
Pu-242	0.031	-
Pu-244	0.3	U-240, Np-240m, Np-240(0.11%)
Am-241	0.031	-
Am-242m	0.27	Am-242(99.55%), Np-238(0.45%)
Am-243	0.27	Np-239(100%)
Cm-241	0.27	-
Cm-242	0.031	-
Cm-243	0.27	-
Cm-244	0.031	-
Cm-245	0.27	-
Cm-246	0.031	-
Cm-247	0.27	Pu-243(100%)
Cm-248	0.3	-
Cm-250	0.3	Pu-246(18%), Bk-250(8%)
Bk-249	0.27	Am-245(0.00145%)
Cf-249	0.27	-
Cf-250	0.031	-
Cf-251	0.27	-
Cf-252	0.27	-
Cf-254	0.3	-
Es-254	0.3	Bk-250(100%), Fm-254(1.74E-04%)
Es-255	0.27	Bk-251(8%), Fm-255(92%)

	名称	単位
パラメータ	核種 <i>i</i> の半減期	[y]
設定値	第 10 表参照	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 半減期は、ICRP Pub. 107*1 の値を使用した。ただし、この文献に値がない核種については、ICRP Pub. 38*2 の値を使用した。 ・ なお、Ta-180m は、ICRP Pub. 107 には記載がない。また、ICRP Pub. 38 では半減期が 8.1 時間と極めて短い、Ta-180 であれば 1.0E+13 年である。このため、放射能量算出のベースとなる ORIGEN のデータコードにおける Ta-180m と対応するものが、ICRP Pub. 38 では Ta-180 であると判断して、Ta-180m の半減期は 1.0E+13 年と設定した。 ・ また、Ir-192m は、ICRP Pub. 107 では半減期が極めて短い、Ir-192n であれば 241 年である。このため、放射能量算出のベースとなる ORIGEN のデータコードにおける Ir-192m と対応するものが、ICRP Pub. 107 では Ir-192n であると判断して、Ir-192m の半減期は 241 年と設定した。 ・ 核種の分岐比については、ICRP Pub. 107 を基に設定した。(第 11 表に示す。) 	
参考文献	<p>*1 : International Commission on Radiological Protection (2008) : Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publication 107</p> <p>*2 : International Commission on Radiological Protection (1983) : Radionuclide Transformation; Energy and Intensity of Emissions, ICRP Publication 38</p>	

第10表 核種*i*の半減期(1/2)

放射性物質 の種類	半減期 (y)	放射性物質 の種類	半減期 (y)
H-3	1.23×10^1	Ag-108m	4.18×10^2
Be-10	1.51×10^6	Ag-110m	6.84×10^{-1}
C-14	5.70×10^3	Cd-109	1.26×10^0
Na-22	2.60×10^0	Cd-113	7.70×10^{15}
Si-32	1.32×10^2	Cd-113m	1.41×10^1
S-35	2.40×10^{-1}	Cd-115m	1.22×10^{-1}
Cl-36	3.01×10^5	In-114m	1.36×10^{-1}
K-40	1.25×10^9	In-115	4.41×10^{14}
Ca-41	1.02×10^5	Sn-113	3.15×10^{-1}
Ca-45	4.46×10^{-1}	Sn-119m	8.03×10^{-1}
Sc-46	2.30×10^{-1}	Sn-121m	4.39×10^1
V-49	9.04×10^{-1}	Sn-123	3.54×10^{-1}
Mn-54	8.55×10^{-1}	Sn-126	2.30×10^5
Fe-55	2.74×10^0	Sb-124	1.65×10^{-1}
Fe-59	1.22×10^{-1}	Sb-125	2.76×10^0
Co-58	1.94×10^{-1}	Te-121m	4.22×10^{-1}
Co-60	5.27×10^0	Te-123	6.00×10^{14}
Ni-59	1.01×10^5	Te-123m	3.27×10^{-1}
Ni-63	1.00×10^2	Te-125m	1.57×10^{-1}
Zn-65	6.69×10^{-1}	Te-127m	2.99×10^{-1}
Se-75	3.28×10^{-1}	Te-129m	9.21×10^{-2}
Se-79	2.95×10^5	I-125	1.63×10^{-1}
Rb-87	4.92×10^{10}	I-129	1.57×10^7
Sr-85	1.78×10^{-1}	Cs-134	2.06×10^0
Sr-89	1.38×10^{-1}	Cs-135	2.30×10^6
Sr-90	2.88×10^1	Cs-137	3.02×10^1
Y-91	1.60×10^{-1}	Ba-133	1.05×10^1
Zr-93	1.53×10^6	La-137	6.00×10^4
Zr-95	1.75×10^{-1}	La-138	1.02×10^{11}
Nb-91	6.80×10^2	Ce-139	3.77×10^{-1}
Nb-92	3.47×10^7	Ce-141	8.91×10^{-2}
Nb-93m	1.61×10^1	Ce-144	7.81×10^{-1}
Nb-94	2.03×10^4	Nd-144	2.29×10^{15}
Nb-95	9.59×10^{-2}	Pm-145	1.77×10^1
Mo-93	4.00×10^3	Pm-146	5.53×10^0
Tc-97	2.60×10^6	Pm-147	2.62×10^0
Tc-97m	2.47×10^{-1}	Pm-148m	1.13×10^{-1}
Tc-98	4.20×10^6	Sm-145	9.32×10^{-1}
Tc-99	2.11×10^5	Sm-146	1.03×10^8
Ru-103	1.08×10^{-1}	Sm-147	1.06×10^{11}
Ru-106	1.02×10^0	Sm-148	7.00×10^{15}
Rh-102	5.67×10^{-1}	Sm-151	9.00×10^1
Pd-107	6.50×10^6	Eu-149	2.55×10^{-1}

第10表 核種*i*の半減期(2/2)

放射性物質の種類	半減期(y)	放射性物質の種類	半減期(y)
Eu-150	3.69×10^1	Th-229 ^{*1}	7.34×10^3
Eu-152	1.35×10^1	Th-230 ^{*1}	7.54×10^4
Eu-154	8.59×10^0	Th-232 ^{*1}	1.41×10^{10}
Eu-155	4.76×10^0	Pa-231 ^{*1}	3.28×10^4
Gd-152	1.08×10^{14}	U-232 ^{*1}	6.89×10^1
Gd-153	6.59×10^{-1}	U-233 ^{*1}	1.59×10^5
Tb-157	7.10×10^1	U-234 ^{*1}	2.46×10^5
Tb-160	1.98×10^{-1}	U-235 ^{*1}	7.04×10^8
Dy-159	3.96×10^{-1}	U-236 ^{*1}	2.34×10^7
Ho-163	4.57×10^3	U-238 ^{*1}	4.47×10^9
Ho-166m	1.20×10^3	Np-235 ^{*1}	1.09×10^0
Tm-170	3.52×10^{-1}	Np-236 ^{*1}	1.54×10^5
Tm-171	1.92×10^0	Np-237 ^{*1}	2.14×10^6
Yb-169	8.77×10^{-2}	Pu-236 ^{*1}	2.86×10^0
Lu-176	3.85×10^{10}	Pu-237 ^{*1}	1.24×10^{-1}
Lu-177m	4.39×10^{-1}	Pu-238 ^{*1}	8.77×10^1
Hf-175	1.92×10^{-1}	Pu-239 ^{*1}	2.41×10^4
Hf-181	1.16×10^{-1}	Pu-240 ^{*1}	6.56×10^3
Hf-182	9.00×10^6	Pu-241 ^{*1}	1.44×10^1
Ta-180m	1.00×10^{13}	Pu-242 ^{*1}	3.75×10^5
Ta-182	3.14×10^{-1}	Pu-244 ^{*1}	8.00×10^7
W-181	3.32×10^{-1}	Am-241 ^{*1}	4.32×10^2
W-185	2.06×10^{-1}	Am-242m ^{*1}	1.41×10^2
W-188	1.91×10^{-1}	Am-243 ^{*1}	7.37×10^3
Re-187	4.12×10^{10}	Cm-241 ^{*1}	8.99×10^{-2}
Os-185	2.56×10^{-1}	Cm-242 ^{*1}	4.46×10^{-1}
Os-194	6.00×10^0	Cm-243 ^{*1}	2.91×10^1
Ir-192	2.02×10^{-1}	Cm-244 ^{*1}	1.81×10^1
Ir-192m	2.41×10^2	Cm-245 ^{*1}	8.50×10^3
Ir-194m	4.68×10^{-1}	Cm-246 ^{*1}	4.76×10^3
Pt-190	6.50×10^{11}	Cm-247 ^{*1}	1.56×10^7
Pt-193	5.00×10^1	Cm-248 ^{*1}	3.48×10^5
Hg-203	1.28×10^{-1}	Cm-250 ^{*1}	8.30×10^3
Tl-204	3.78×10^0	Bk-249 ^{*1}	9.04×10^{-1}
Pb-205	1.53×10^7	Cf-249 ^{*1}	3.51×10^2
Pb-210 ^{*1}	2.22×10^1	Cf-250 ^{*1}	1.31×10^1
Bi-208	3.68×10^5	Cf-251 ^{*1}	9.00×10^2
Bi-210m ^{*1}	3.04×10^6	Cf-252 ^{*1}	2.65×10^0
Po-210 ^{*1}	3.79×10^{-1}	Cf-254 ^{*1}	1.66×10^{-1}
Ra-226 ^{*1}	1.60×10^3	Es-254 ^{*1}	7.55×10^{-1}
Ra-228	5.75×10^0	Es-255 ^{*1}	1.09×10^{-1}
Ac-227 ^{*1}	2.18×10^1		
Th-228 ^{*1}	1.91×10^0		

第 11 表 核種*i*の核種分岐比(1/4)

核種	子孫核種 1	分岐比 1	子孫核種 2	分岐比 2	子孫核種 3	分岐比 3
H-3	-	-	-	-	-	-
Be-10	-	-	-	-	-	-
C-14	-	-	-	-	-	-
Na-22	-	-	-	-	-	-
Si-32	-	-	-	-	-	-
S-35	-	-	-	-	-	-
Cl-36	-	-	-	-	-	-
K-40	-	-	-	-	-	-
Ca-41	-	-	-	-	-	-
Ca-45	-	-	-	-	-	-
Sc-46	-	-	-	-	-	-
V-49	-	-	-	-	-	-
Mn-54	-	-	-	-	-	-
Fe-55	-	-	-	-	-	-
Fe-59	-	-	-	-	-	-
Co-58	-	-	-	-	-	-
Co-60	-	-	-	-	-	-
Ni-59	-	-	-	-	-	-
Ni-63	-	-	-	-	-	-
Zn-65	-	-	-	-	-	-
Se-75	-	-	-	-	-	-
Se-79	-	-	-	-	-	-
Rb-87	-	-	-	-	-	-
Sr-85	-	-	-	-	-	-
Sr-89	-	-	-	-	-	-
Sr-90	-	-	-	-	-	-
Y-91	-	-	-	-	-	-
Zr-93	-	-	-	-	-	-
Zr-95	-	-	-	-	-	-
Nb-91	-	-	-	-	-	-
Nb-92	-	-	-	-	-	-
Nb-93m	-	-	-	-	-	-
Nb-94	-	-	-	-	-	-
Nb-95	-	-	-	-	-	-
Mo-93	-	-	-	-	-	-
Tc-97	-	-	-	-	-	-
Tc-97m	-	-	-	-	-	-
Tc-98	-	-	-	-	-	-
Tc-99	-	-	-	-	-	-
Ru-103	-	-	-	-	-	-
Ru-106	-	-	-	-	-	-
Rh-102	-	-	-	-	-	-

第 11 表 核種*i*の核種分岐比(2/4)

核種	子孫核種 1	分岐比 1	子孫核種 2	分岐比 2	子孫核種 3	分岐比 3
Pd-107	-	-	-	-	-	-
Ag-108m	-	-	-	-	-	-
Ag-110m	-	-	-	-	-	-
Cd-109	-	-	-	-	-	-
Cd-113	-	-	-	-	-	-
Cd-113m	-	-	-	-	-	-
Cd-115m	-	-	-	-	-	-
In-114m	-	-	-	-	-	-
In-115	-	-	-	-	-	-
Sn-113	-	-	-	-	-	-
Sn-119m	-	-	-	-	-	-
Sn-121m	-	-	-	-	-	-
Sn-123	-	-	-	-	-	-
Sn-126	-	-	-	-	-	-
Sb-124	-	-	-	-	-	-
Sb-125	-	-	-	-	-	-
Te-121m	-	-	-	-	-	-
Te-123	-	-	-	-	-	-
Te-123m	-	-	-	-	-	-
Te-125m	-	-	-	-	-	-
Te-127m	-	-	-	-	-	-
Te-129m	-	-	-	-	-	-
I-125	-	-	-	-	-	-
I-129	-	-	-	-	-	-
Cs-134	-	-	-	-	-	-
Cs-135	-	-	-	-	-	-
Cs-137	-	-	-	-	-	-
Ba-133	-	-	-	-	-	-
La-137	-	-	-	-	-	-
La-138	-	-	-	-	-	-
Ce-139	-	-	-	-	-	-
Ce-141	-	-	-	-	-	-
Ce-144	-	-	-	-	-	-
Nd-144	-	-	-	-	-	-
Pm-145	-	-	-	-	-	-
Pm-146	-	-	-	-	-	-
Pm-147	-	-	-	-	-	-
Pm-148m	-	-	-	-	-	-
Sm-145	-	-	-	-	-	-
Sm-146	-	-	-	-	-	-
Sm-147	-	-	-	-	-	-
Sm-148	-	-	-	-	-	-
Sm-151	-	-	-	-	-	-

第 11 表 核種*i*の核種分岐比(3/4)

核種	子孫核種 1	分岐比 1	子孫核種 2	分岐比 2	子孫核種 3	分岐比 3
Eu-149	-	-	-	-	-	-
Eu-150	-	-	-	-	-	-
Eu-152	-	-	-	-	-	-
Eu-154	-	-	-	-	-	-
Eu-155	-	-	-	-	-	-
Gd-152	-	-	-	-	-	-
Gd-153	-	-	-	-	-	-
Tb-157	-	-	-	-	-	-
Tb-160	-	-	-	-	-	-
Dy-159	-	-	-	-	-	-
Ho-163	-	-	-	-	-	-
Ho-166m	-	-	-	-	-	-
Tm-170	-	-	-	-	-	-
Tm-171	-	-	-	-	-	-
Yb-169	-	-	-	-	-	-
Lu-176	-	-	-	-	-	-
Lu-177m	-	-	-	-	-	-
Hf-175	-	-	-	-	-	-
Hf-181	-	-	-	-	-	-
Hf-182	-	-	-	-	-	-
Ta-180m	-	-	-	-	-	-
Ta-182	-	-	-	-	-	-
W-181	-	-	-	-	-	-
W-185	-	-	-	-	-	-
W-188	-	-	-	-	-	-
Re-187	-	-	-	-	-	-
Os-185	-	-	-	-	-	-
Os-194	-	-	-	-	-	-
Ir-192	-	-	-	-	-	-
Ir-192m	-	-	-	-	-	-
Ir-194m	-	-	-	-	-	-
Pt-190	-	-	-	-	-	-
Pt-193	-	-	-	-	-	-
Hg-203	-	-	-	-	-	-
Tl-204	-	-	-	-	-	-
Pb-205	-	-	-	-	-	-
Pb-210	Po-210	1	-	-	-	-
Bi-208	-	-	-	-	-	-
Bi-210m	-	-	-	-	-	-
Po-210	-	-	-	-	-	-
Ra-226	Pb-210	1	-	-	-	-
Ra-228	Th-228	1	-	-	-	-
Ac-227	-	-	-	-	-	-

第 11 表 核種*i*の核種分岐比(4/4)

核種	子孫核種 1	分岐比 1	子孫核種 2	分岐比 2	子孫核種 3	分岐比 3
Th-228	-	-	-	-	-	-
Th-229	-	-	-	-	-	-
Th-230	Ra-226	1	-	-	-	-
Th-232	Ra-228	1	-	-	-	-
Pa-231	Ac-227	1	-	-	-	-
U-232	Th-228	1	-	-	-	-
U-233	Th-229	1	-	-	-	-
U-234	Th-230	1	-	-	-	-
U-235	Pa-231	1	-	-	-	-
U-236	Th-232	1	-	-	-	-
U-238	U-234	1	-	-	-	-
Np-235	U-235	0.9999733	Pa-231	0.000026	-	-
Np-236	U-236	0.873	Pu-236	0.125	U-232	0.0016
Np-237	U-233	1	-	-	-	-
Pu-236	U-232	1	-	-	-	-
Pu-237	Np-237	1	U-233	0.000042	-	-
Pu-238	U-234	1	-	-	-	-
Pu-239	U-235	1	-	-	-	-
Pu-240	U-236	1	-	-	-	-
Pu-241	Am-241	0.99998	Np-237	0.0000245	-	-
Pu-242	U-238	1	-	-	-	-
Pu-244	Pu-240	0.99879	-	-	-	-
Am-241	Np-237	1	-	-	-	-
Am-242m	Pu-242	0.1722	Cm-242	0.8233	Pu-238	0.0045
Am-243	Pu-239	1	-	-	-	-
Cm-241	Am-241	0.99	Pu-237	0.01	-	-
Cm-242	Pu-238	1	-	-	-	-
Cm-243	Am-243	0.0024	Pu-239	0.9976	-	-
Cm-244	Pu-240	1	-	-	-	-
Cm-245	Pu-241	1	-	-	-	-
Cm-246	Pu-242	0.99974	-	-	-	-
Cm-247	Am-243	1	-	-	-	-
Cm-248	Pu-244	0.9161	-	-	-	-
Cm-250	Cf-250	0.08	Cm-246	0.18	-	-
Bk-249	Cf-249	1	-	-	-	-
Cf-249	Cm-245	1	-	-	-	-
Cf-250	Cm-246	0.99923	-	-	-	-
Cf-251	Cm-247	1	-	-	-	-
Cf-252	Cm-248	0.96908	-	-	-	-
Cf-254	Cm-250	0.0031	-	-	-	-
Es-254	Cf-250	1	-	-	-	-
Es-255	Cf-251	1	-	-	-	-

以 上

1 号廃棄物埋設地の覆土工程を踏まえた
廃棄体の埋設条件の変更

目 次

1. はじめに	1
2. 廃棄体の埋設条件の変更について	1
3. 上記変更に伴う線量評価条件の見直しについて	1

1. はじめに

1号廃棄物埋設地の覆土工程については、既許可の時期(2027年12月)までに1群から6群の覆土を行い、7群及び8群は1群から6群の覆土の工事工程とは分離して操業を行い、操業完了後に覆土を行う。

本工程の成立のためには計画どおり廃棄体を埋設していく必要があることから、廃棄体種類の発生状況を踏まえて廃棄体の埋設条件を変更する。

2. 廃棄体の埋設条件の変更について

1号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体の埋設条件を、以下のとおり変更する(第1図参照)。

- ・1号6群の埋設設備に埋設する均質・均一固化体は、既許可と同様にセメントで固化した廃棄体(セメント固化体)の本数割合を1群ごとに80%以上、1基ごとに60%以上としていた。

しかし、至近のセメント固化体の発生状況を踏まえ、6群の埋設設備の5基のうち今後定置を行う2基については全ての種類の均質・均一固化体が埋設可能となるように本数割合の制限をなくすとともに、6群全体での本数割合を60%以上に変更する。

- ・1号7群の埋設設備5基のうち、1基の埋設設備に均質・均一固化体を埋設することとしていた。

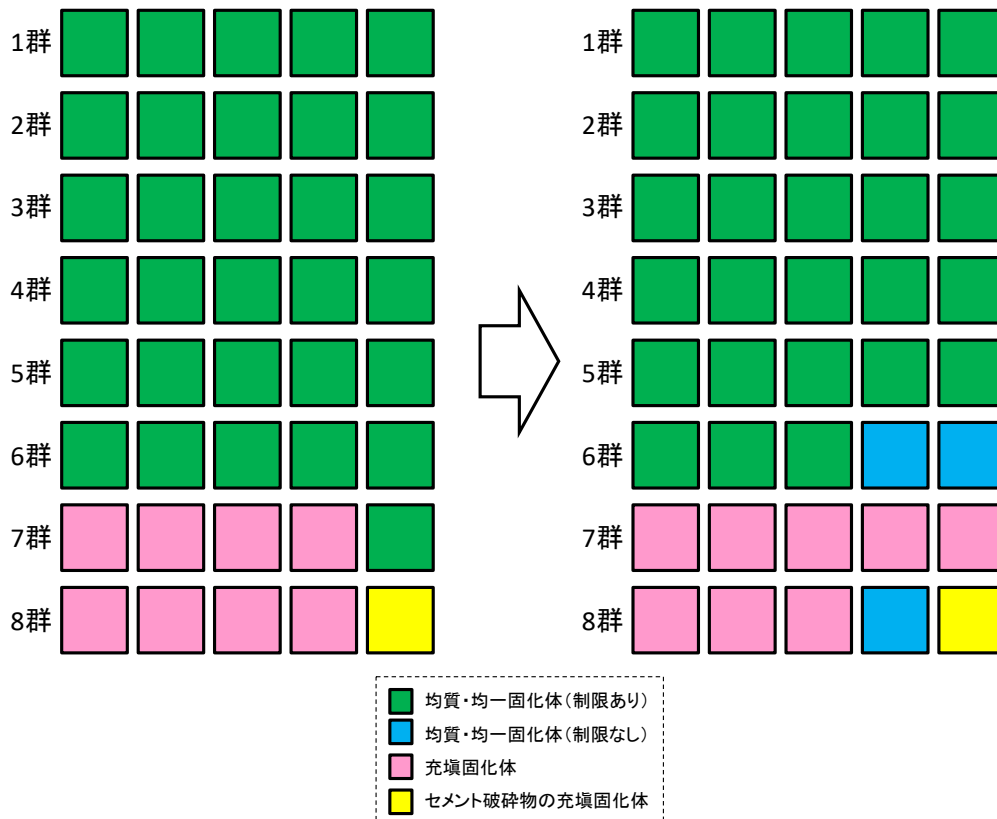
しかし、6群の覆土施工に際して7群の一部が覆土で覆われるため、覆土の工事工程に影響しないよう、7群には充填固化体の埋設を優先し、均質・均一固化体は8群のうち1基の埋設設備に埋設する。また、8群の1基の埋設設備に埋設する均質・均一固化体については、全ての種類の均質・均一固化体が埋設可能となるように本数割合の制限をなくす。

3. 上記変更に伴う線量評価条件の見直しについて

上記の廃棄体の埋設条件の変更に合わせて、線量評価の条件を第1表のとおり変更する。

なお、本変更に伴い見直した線量評価パラメータ及びそれを用いた線量評価結果については、補足説明資料9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」及び補足説明資料10「線量評価結果-経年変化グラフ-」を参照。

なお、本変更を踏まえても、線量は十分に小さく、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に定める線量基準を満足することを確認している。



第1図 条件変更後の1号埋設設備の埋設対象とする廃棄体の種類

第1表 変更する線量評価の条件

埋設設備	変更前	変更後	変更する線量評価パラメータ
1群から5群	セメント固化体の本数割合が80%以上	変更なし	<ul style="list-style-type: none"> 埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(廃棄体) (セメント固化体割合の乗率)
6群	同上	セメント固化体の本数割合が60%以上 (5基のうち2基の埋設設備は埋設制限なし)	
7群	4基：充填固化体 1基：均質・均一固化体	5基：充填固化体	<ul style="list-style-type: none"> 埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数(廃棄体) 埋設設備内の媒体 j の体積分率 核種が流入する鷹架層の地下水流向方向長さ
8群	4基：充填固化体 1基：セメント破砕物充填固化体 ^{*1}	3基：充填固化体 1基：均質・均一固化体(埋設制限なし) 1基：セメント破砕物の充填固化体	

*1：均質・均一固化体として製作されたセメント固化体を破砕し、セメント系充填材で一体に固型化した充填固化体(均質・均一固化体と放射エネルギーが同等の充填固化体)

以上

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十条 廃棄物埋設地のうち第四号

(廃止措置の開始後の評価)

線量評価結果

-経年変化グラフ-

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. はじめに	1
第1図 3号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果	2
第2図 1号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果	5
第3図 2号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果	8

1. はじめに

本資料は、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)」に示す線量評価結果の経年変化グラフを取りまとめたものである。1号、2号及び3号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果を第1図～第3図に示す。線量が最大となる時期は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地において、覆土完了後1,000年程度に現れており、状態設定を行う評価期間に対して適切である。

なお、第1図～第3図における数値中のEは、指数表記における基数の10を示す(例えば、1E+2は 1×10^2 を示す)。また、第1図～第3図における下線部の記載は、評価対象個人の線量の最大値を示す。

最も可能性が高い自然事象シナリオにおいては、事業所内の各廃棄物埋設地の重量を考慮しても最大線量は約 $4.6 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/y}$ であり、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(以下「許可基準規則解釈」という。)に示されている線量の $10 \mu\text{Sv/y}$ を超えない。被ばく経路として見た場合は水産物の摂取による線量の寄与が大きく、この被ばく経路への影響が大きいパラメータである埋設設備からの流出水量の最も多い1号廃棄物埋設地の線量が最大となっている。

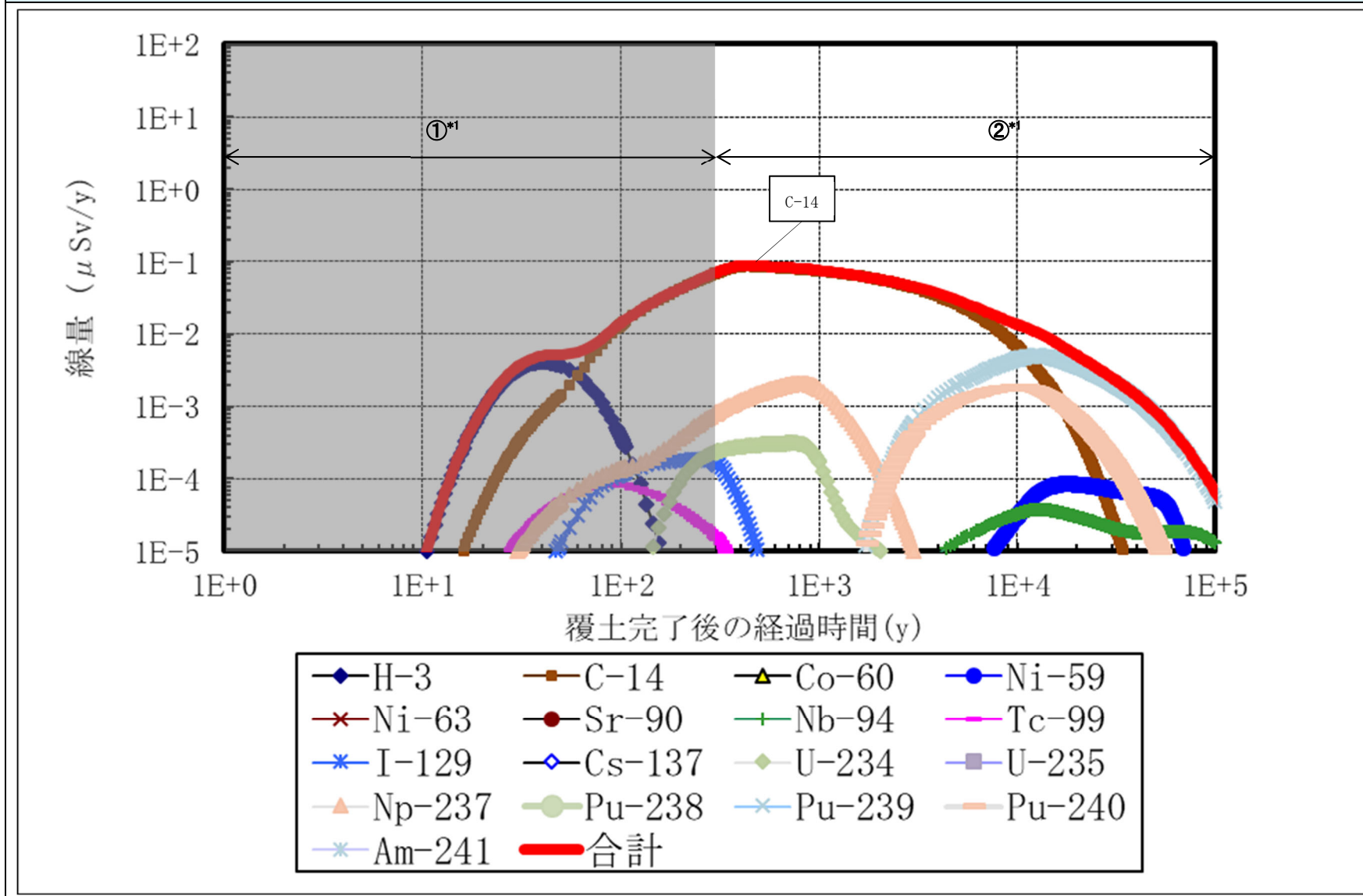
最も厳しい自然事象シナリオにおいては、事業所内の各廃棄物埋設地の重量を考慮しても最大線量は約 $1.1 \times 10^1 \mu\text{Sv/y}$ であり、許可基準規則解釈に示されている線量の $300 \mu\text{Sv/y}$ を超えない。被ばく経路として見た場合は水産物の摂取による線量の寄与が大きく、この被ばく経路への影響が大きいパラメータである埋設設備からの流出水量のが多く、本被ばく経路における線量寄与の高いC-14の人工バリア内の分配係数の低い2号廃棄物埋設地の線量が最大となっている。

人為事象シナリオにおいては、廃棄物埋設地の偶発的な大規模掘削を行う建設業従事者の線量の最大値は約 $5.9 \times 10^{-3} \text{mSv/y}$ (1号廃棄物埋設地)、廃棄物埋設地の偶発的な大規模掘削によって発生する掘削残土上に居住する公衆(以下「居住者」という。)の線量の最大値は約 $4.2 \times 10^{-2} \text{mSv/y}$ (1号廃棄物埋設地)であり、許可基準規則解釈に示されている線量の 1mSv/y を超えない。被ばく経路として見た場合は農産物の摂取による線量の寄与が大きく、経路への線量の寄与は支配核種であるC-14及びC1-36の放射エネルギーに大きく依存しており、C-14及びC1-36の総放射エネルギーの大きい1号廃棄物埋設地の線量が大きいといった結果になっている。

最も可能性が高い自然事象シナリオ

居住者：線量評価結果 (約 8.8E-02 [μ Sv/y])

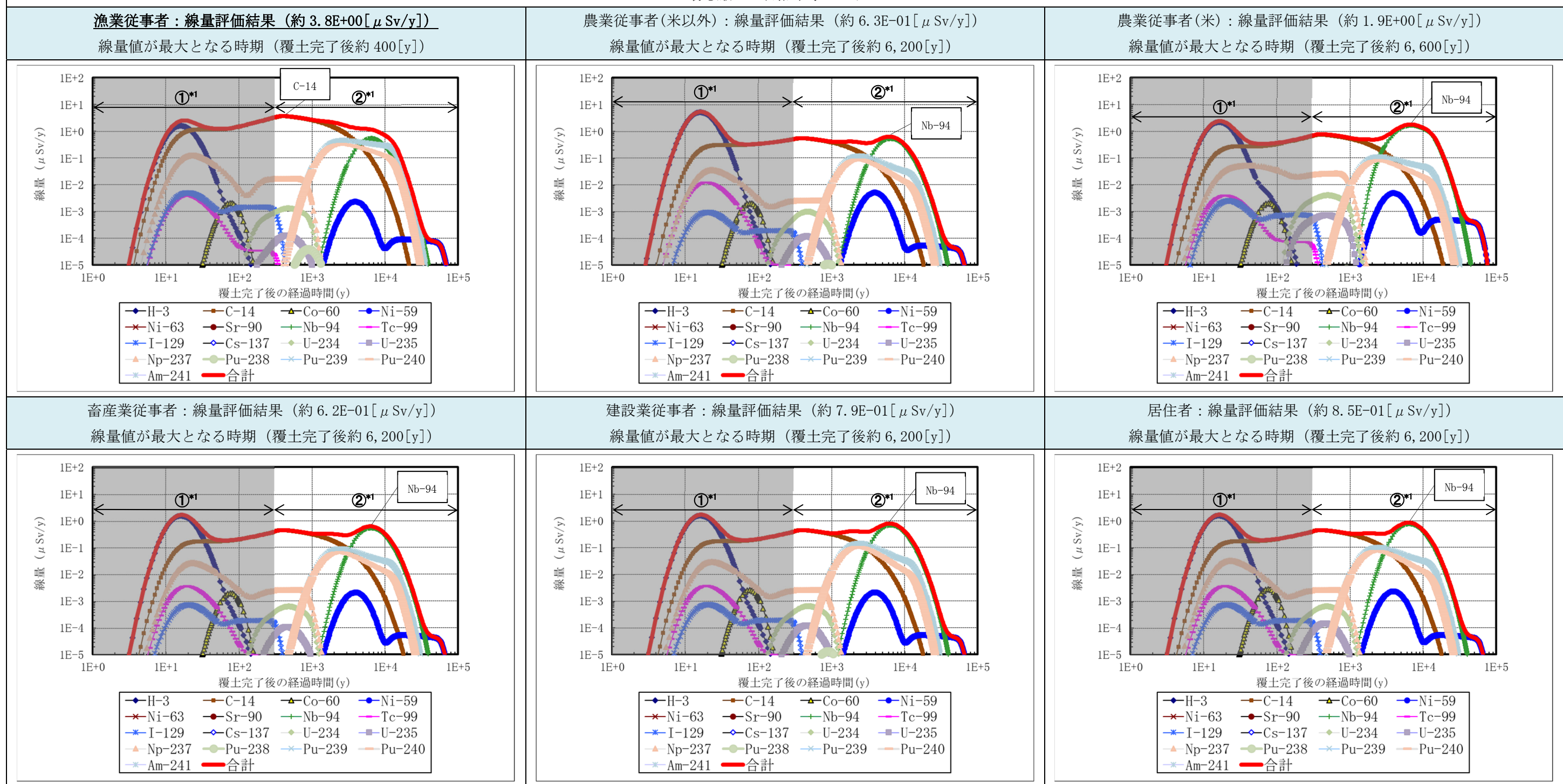
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 430[y])



*1: 各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①: 覆土完了後～廃止措置の開始前まで
 ②: 廃止措置の開始後～

第1図 3号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(1/3)

最も厳しい自然事象シナリオ

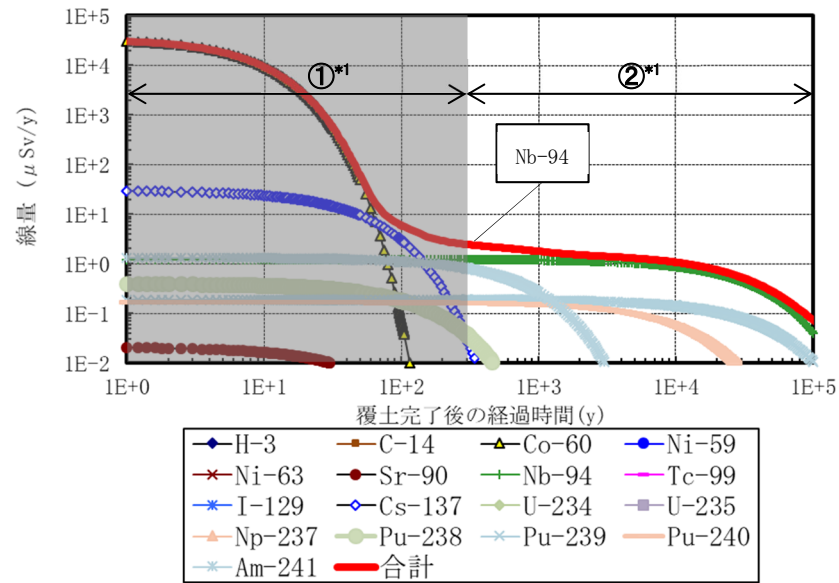


*1: 各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①: 覆土完了後～廃止措置の開始前まで
 ②: 廃止措置の開始後～

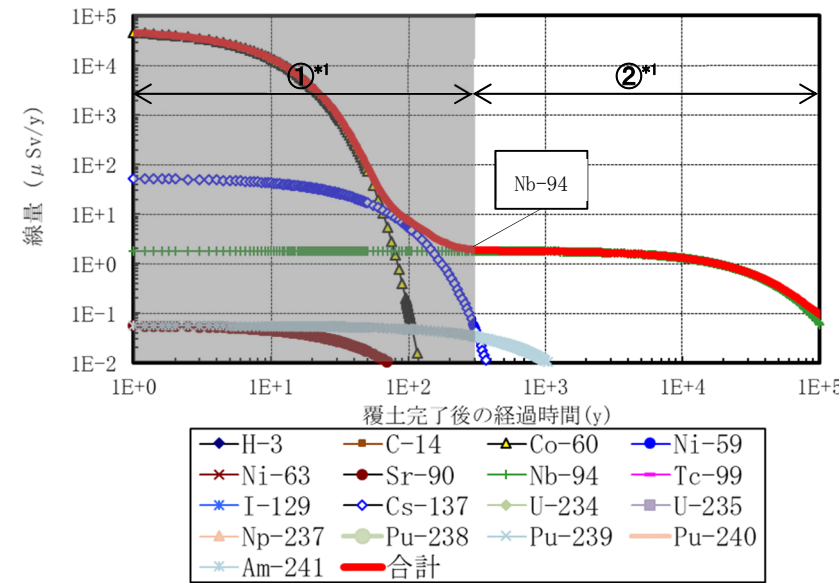
第1図 3号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(2/3)

人為事象シナリオ

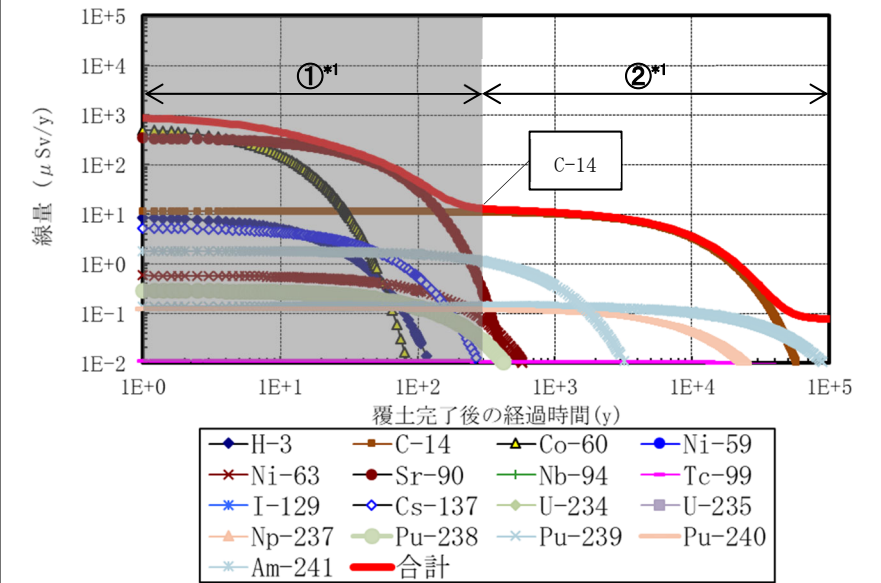
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による外部被ばく及び内部被ばく(建設業従事者)：
線量評価結果(約 2.5E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



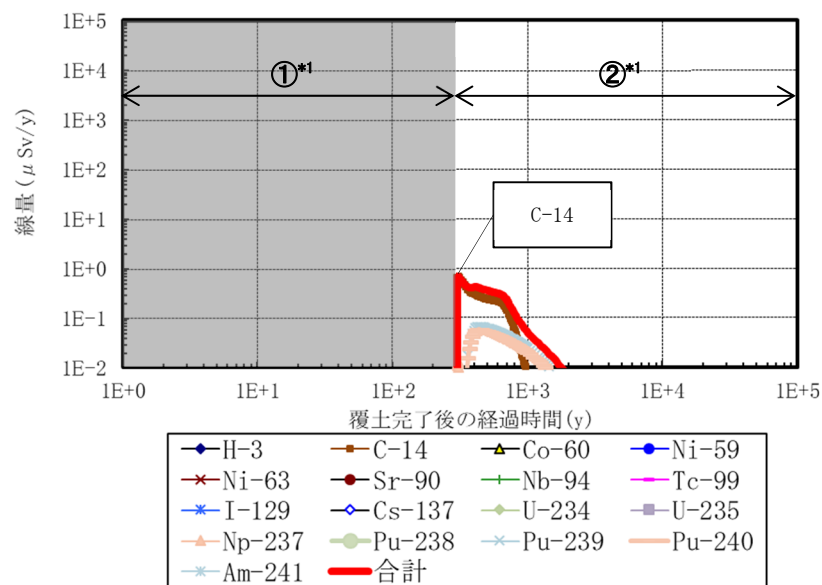
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上での居住による外部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 1.9E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



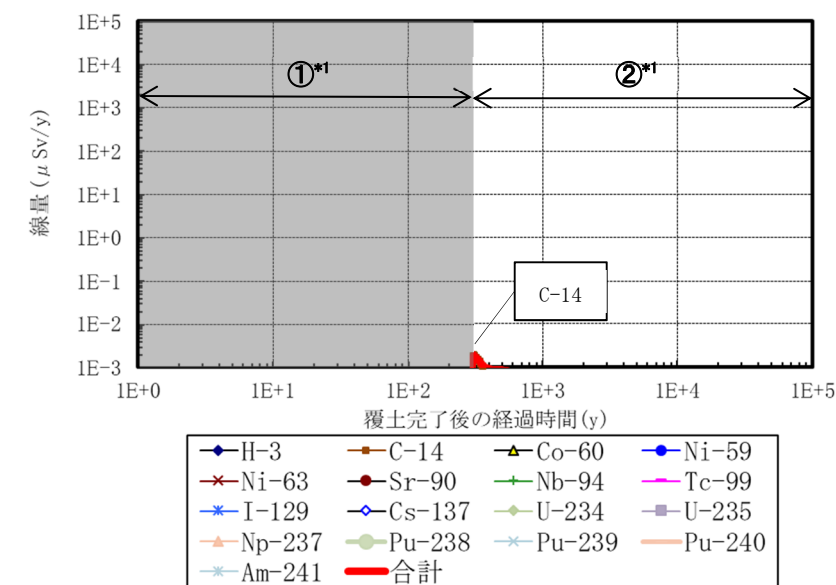
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上で生産される農耕農産物(家庭菜園)の摂取による内部被ばく(居住者)：線量評価結果(約 1.3E-02[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する尾駁沼中の水産物の摂取による内部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 6.8E-04[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 304[y])

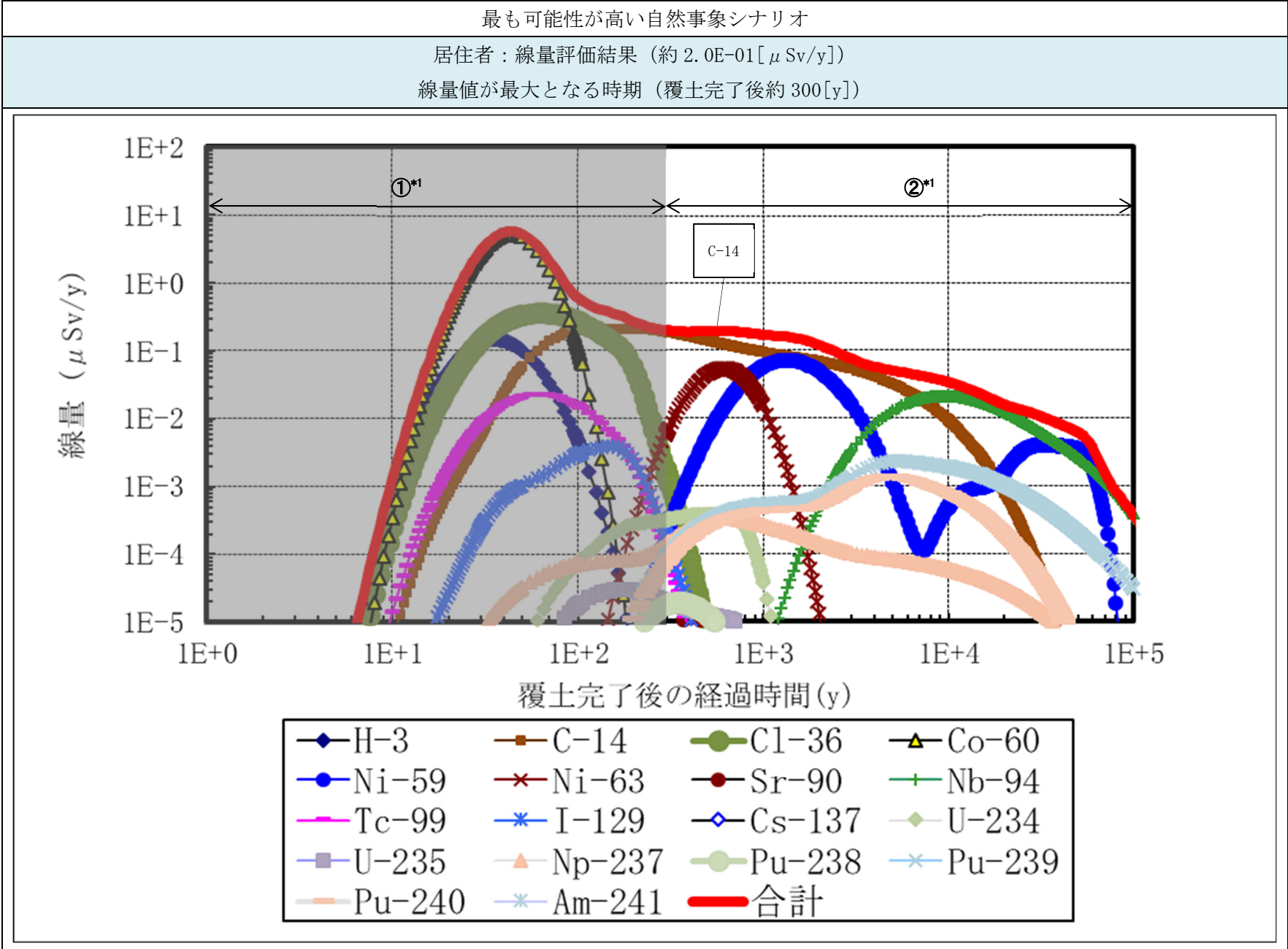


廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する沢の利用によって生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 2.0E-06[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 304[y])



*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
①:覆土完了後～廃止措置の開始前まで
②:廃止措置の開始後～

第1図 3号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(3/3)

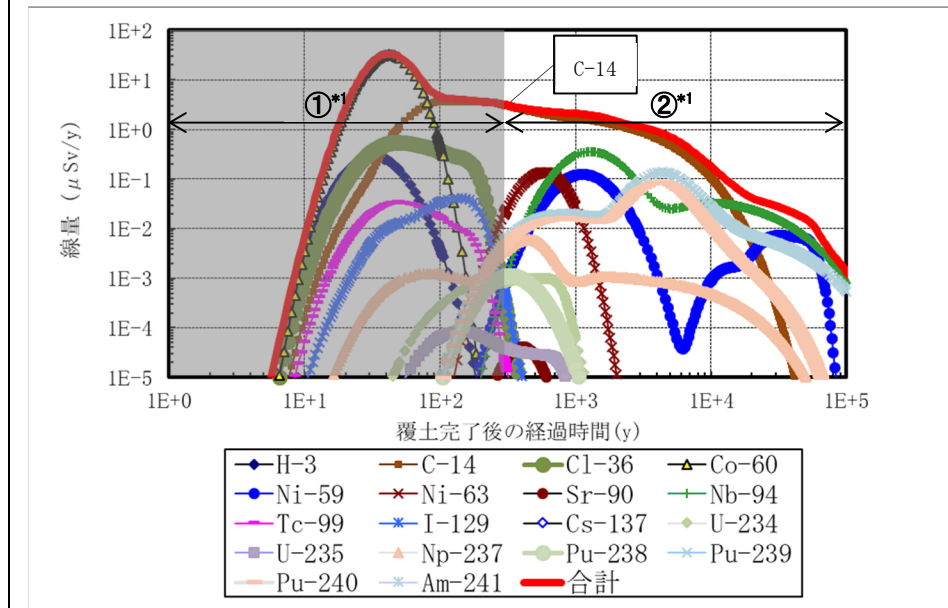


*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①：覆土完了後～廃止措置の開始前まで
 ②：廃止措置の開始後～

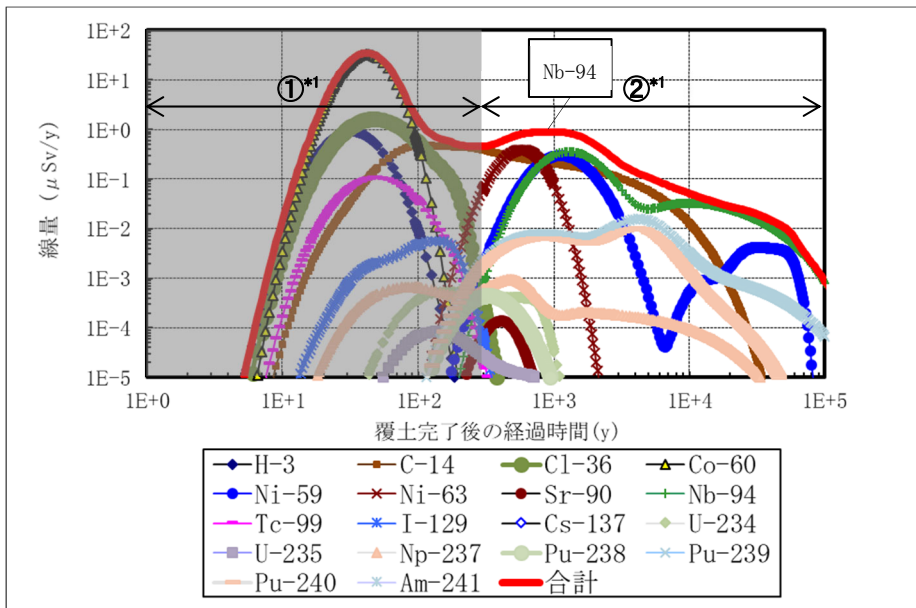
第2図 1号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(1/3)

最も厳しい自然事象シナリオ

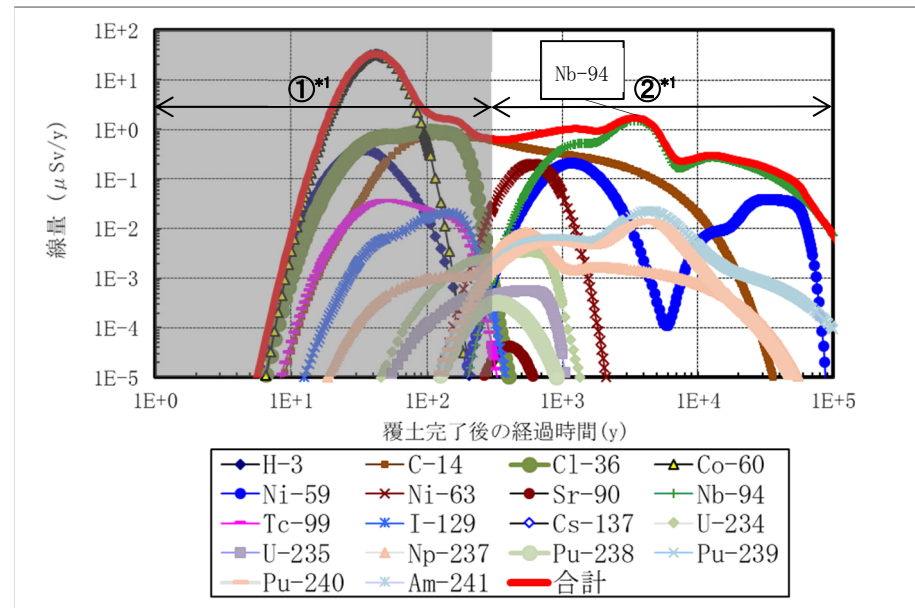
漁業従事者：線量評価結果 (約 3.3E+00[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 300[y])



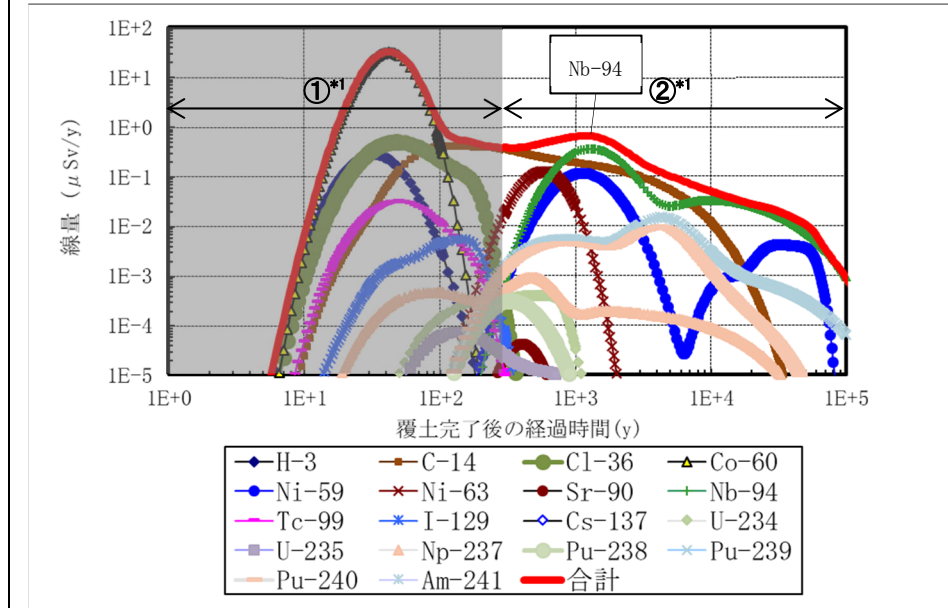
農業従事者(米以外)：線量評価結果 (約 8.9E-01[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 1,000[y])



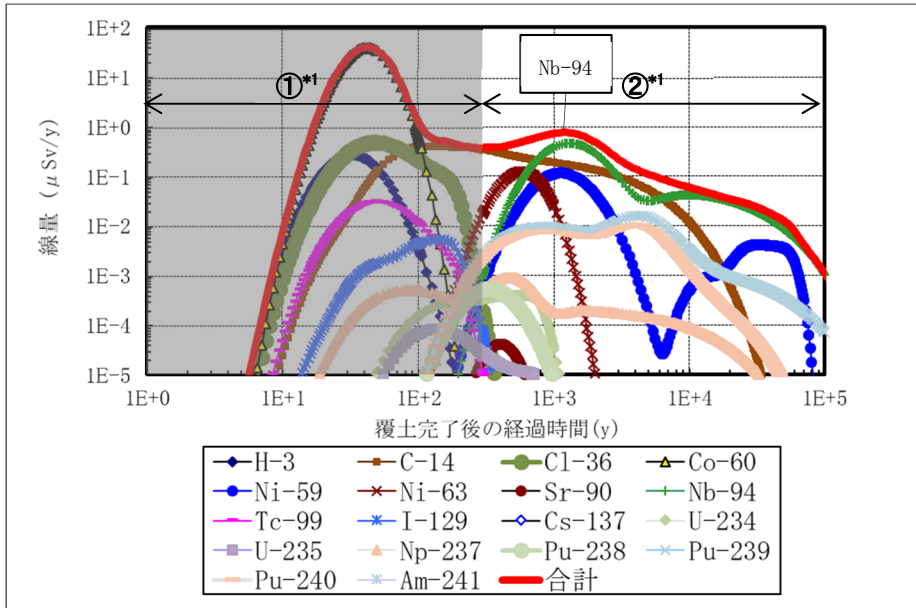
農業従事者(米)：線量評価結果 (約 1.8E+00[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 3,400[y])



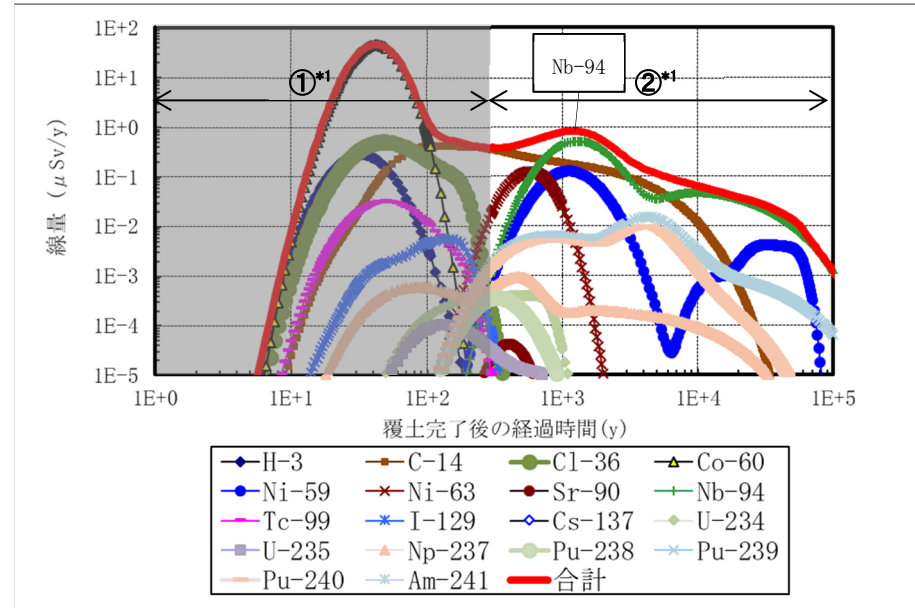
畜産業従事者：線量評価結果 (約 6.6E-01[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 1,150[y])



建設業従事者：線量評価結果 (約 7.7E-01[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 1,200[y])



居住者：線量評価結果 (約 8.2E-01[μ Sv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 1,200[y])

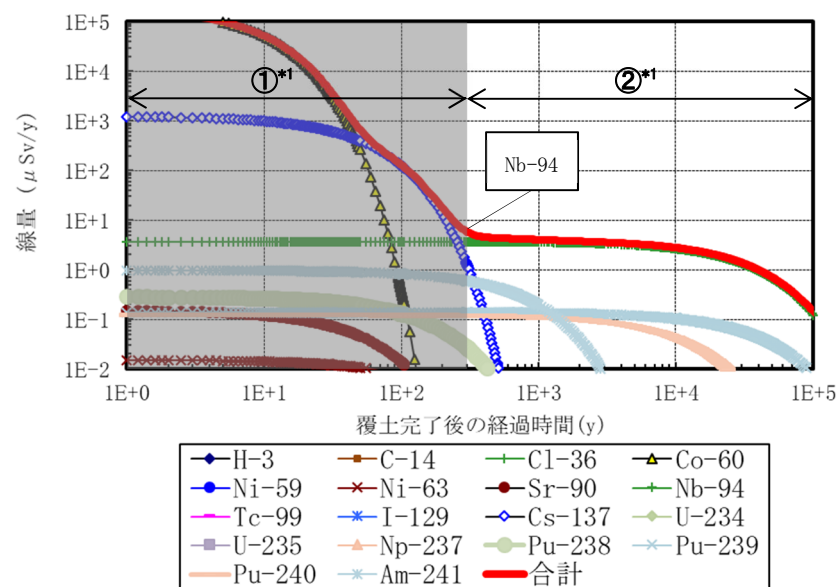


*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
①：覆土完了後～廃止措置の開始前まで
②：廃止措置の開始後～

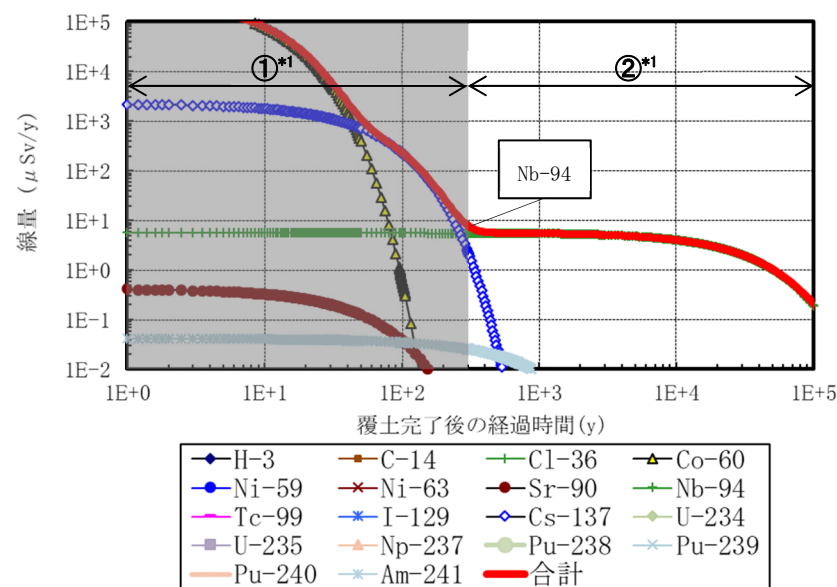
第2図 1号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(2/3)

人為事象シナリオ

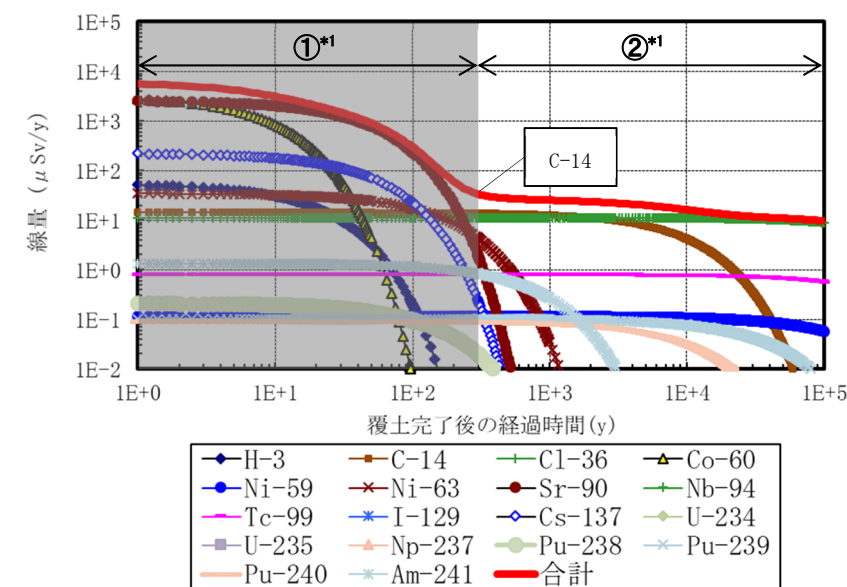
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による外部被ばく及び内部被ばく(建設業従事者)：
線量評価結果(約 5.9E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



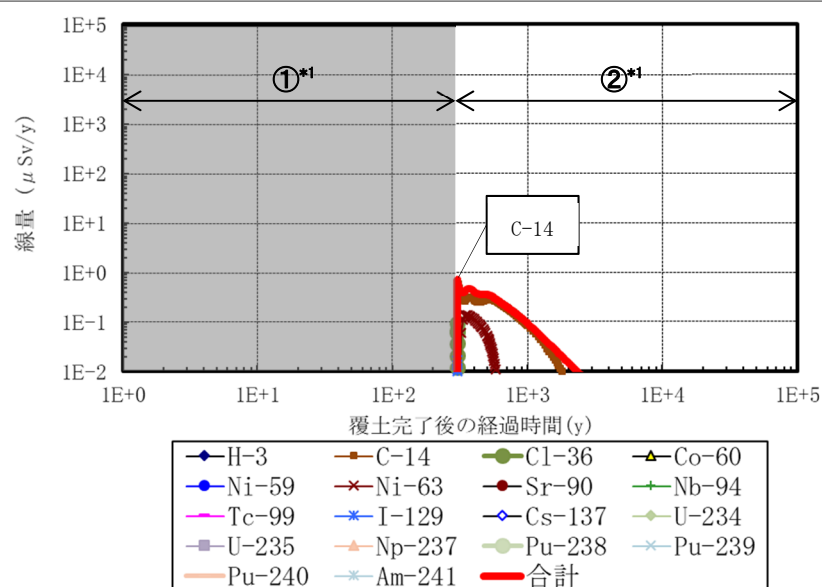
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上での居住による外部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 7.9E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



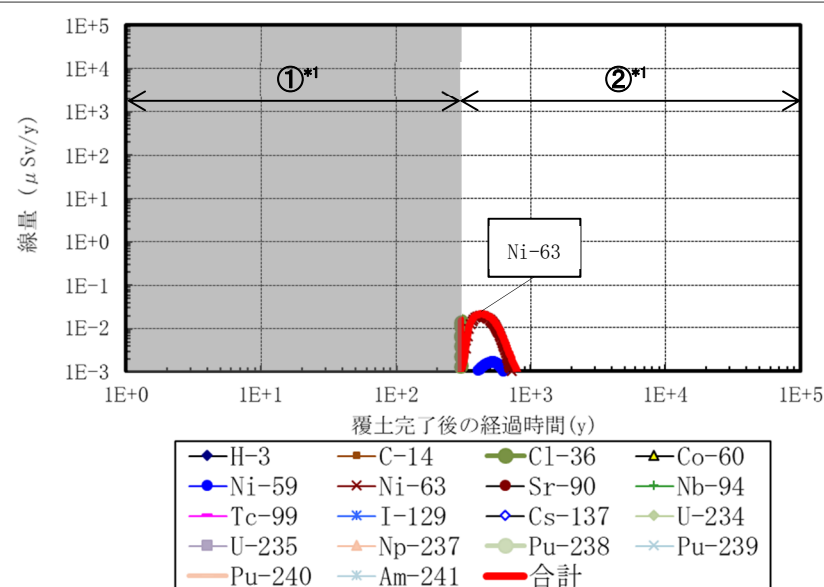
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上で生産される農耕農産物(家庭菜園)の摂取による内部被ばく(居住者)：線量評価結果(約 3.4E-02[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 300[y])



廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する尾駁沼中の水産物の摂取による内部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 7.1E-04[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 302[y])

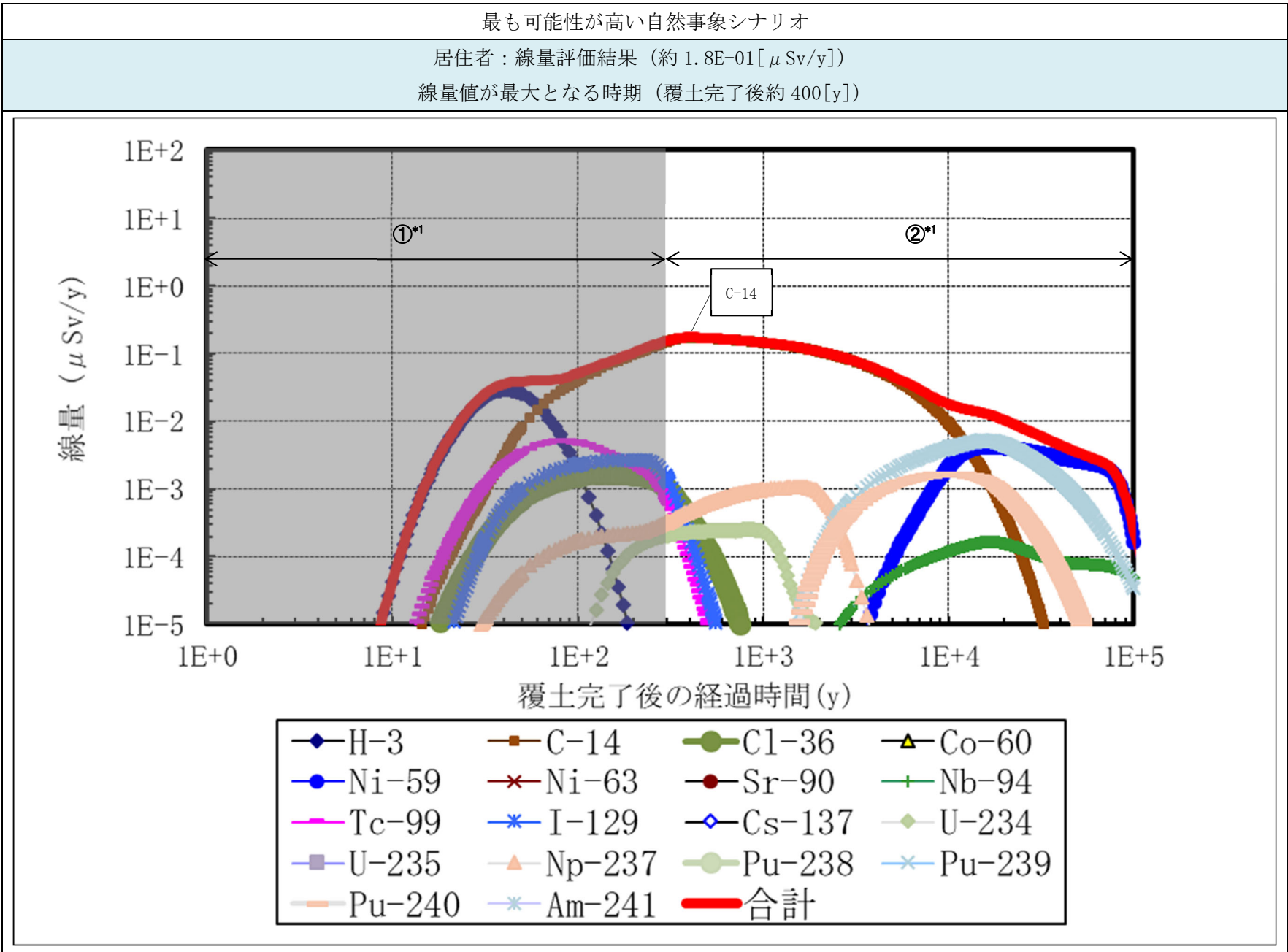


廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する沢の利用によって生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばく(居住者)：
線量評価結果(約 2.1E-05[mSv/y])
線量値が最大となる時期(覆土完了後約 430[y])



*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
①：覆土完了後～廃止措置の開始前まで
②：廃止措置の開始後～

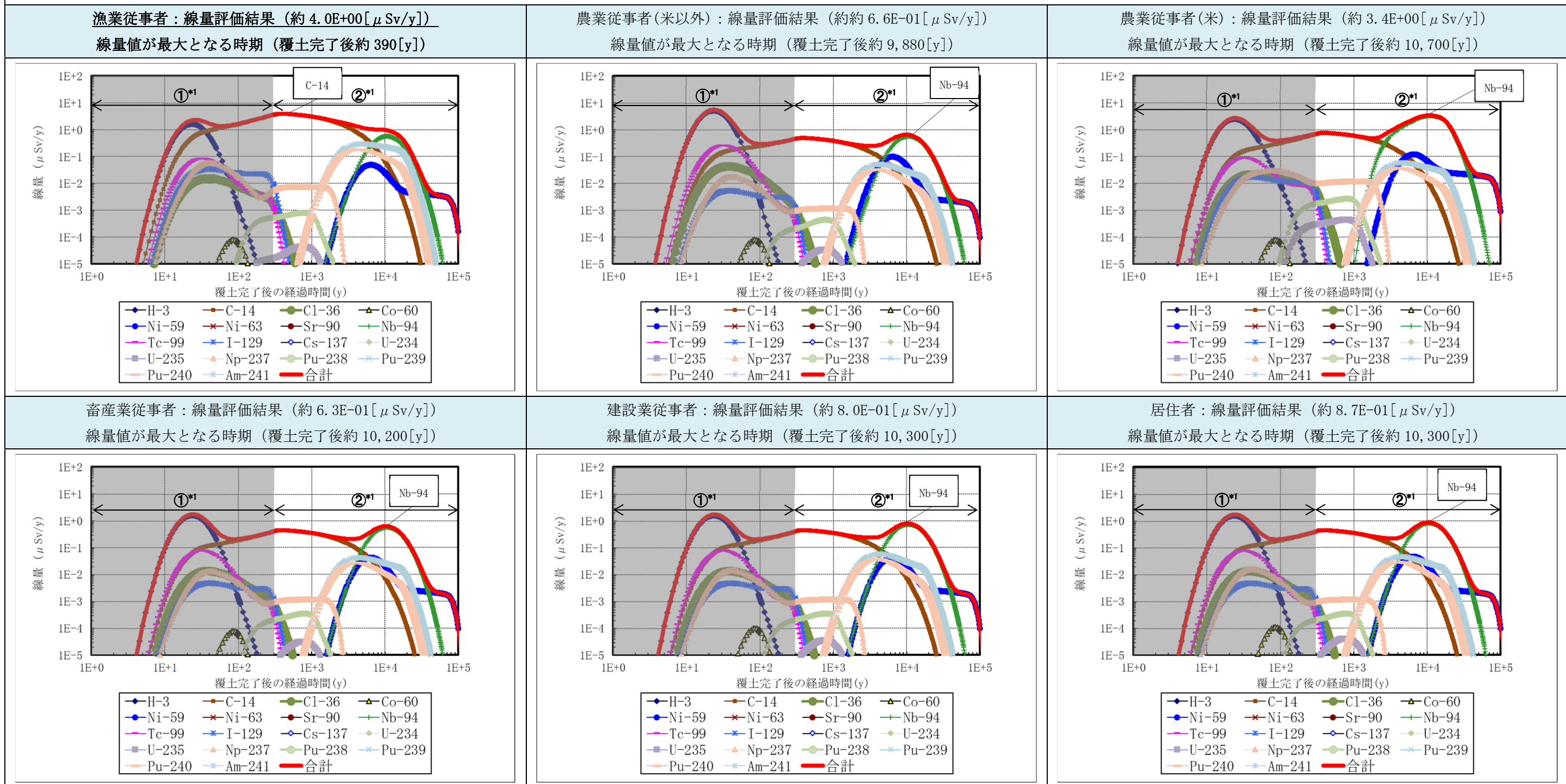
第2図 1号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(3/3)



*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①：覆土完了後～廃止措置の開始前まで
 ②：廃止措置の開始後～

第3図 2号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(1/3)

最も厳しい自然事象シナリオ

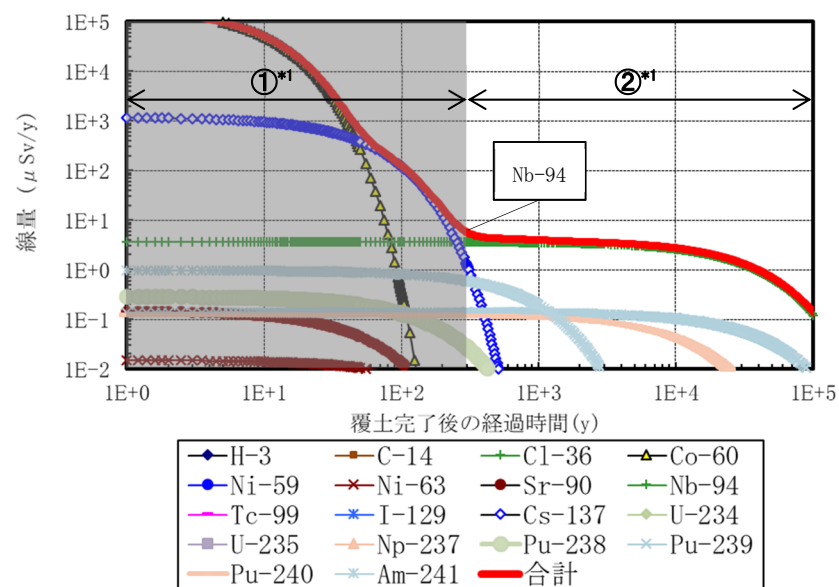


*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①: 覆土完了後～廃止措置の開始前まで
 ②: 廃止措置の開始後～

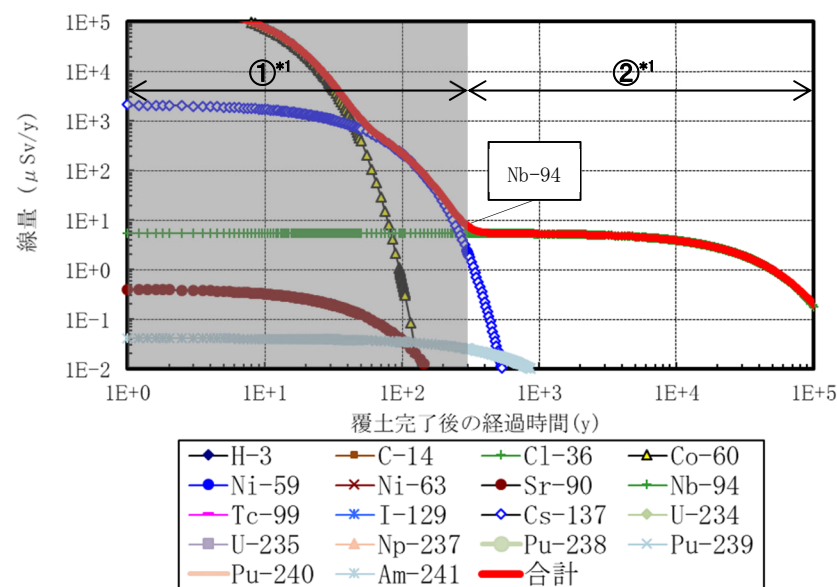
第3図 2号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(2/3)

人為事象シナリオ

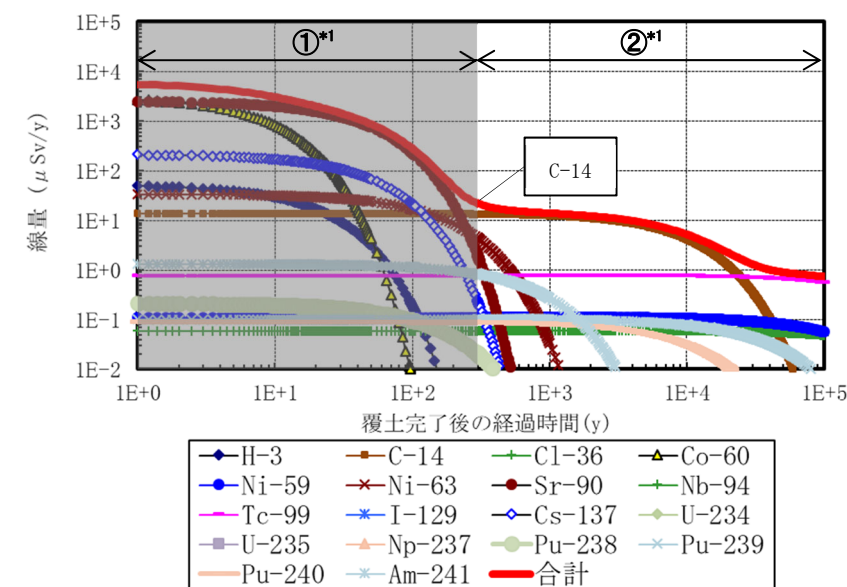
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による外部被ばく及び内部被ばく(建設業従事者) :
線量評価結果 (約 5.8E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 300[y])



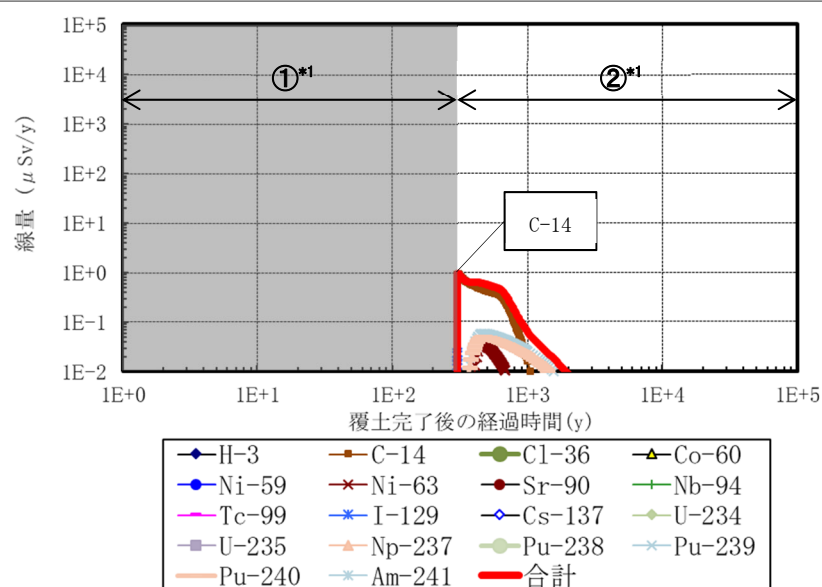
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上での居住による外部被ばく(居住者) :
線量評価結果 (約 7.7E-03[mSv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 300[y])



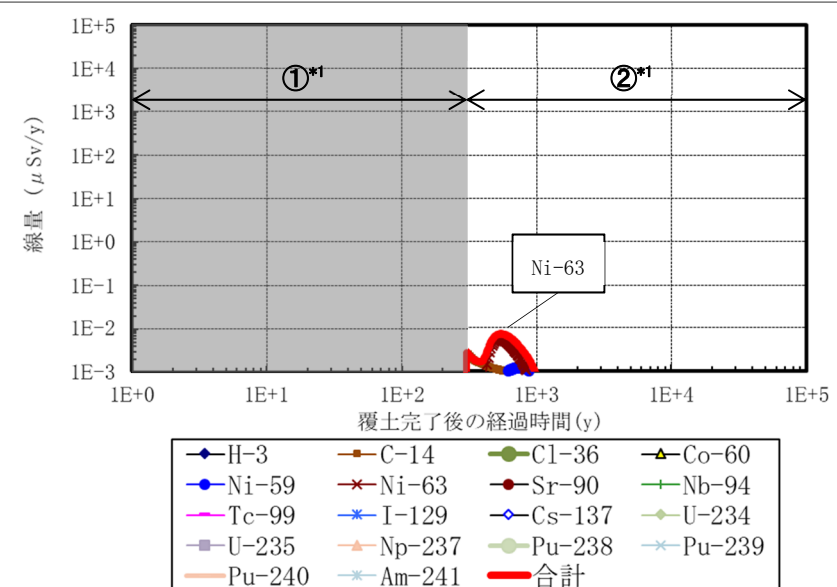
廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業によって発生する土壌上で生産される農耕農産物(家庭菜園)の摂取による内部被ばく(居住者) : 線量評価結果 (約 2.2E-02[mSv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 300[y])



廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する尾鰭沼中の水産物の摂取による内部被ばく(居住者) :
線量評価結果 (約 9.4E-04[mSv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 304[y])



廃棄物埋設地における地下数階を有する建物の建設作業による覆土の低透水性機能喪失後の廃棄物埋設地から漏出する放射性物質が移行する沢の利用によって生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばく(居住者) :
線量評価結果 (約 7.2E-06[mSv/y])
線量値が最大となる時期 (覆土完了後約 545[y])



*1:各凡例の意味は以下に示すとおり。
① : 覆土完了後～廃止措置の開始前まで
② : 廃止措置の開始後～

第3図 2号廃棄物埋設地における各シナリオの線量評価結果(3/3)

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十一条 放射線管理施設

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十一条及びその解釈	1
2. 設計対象設備	1
3. 許可基準規則への適合性のための設計方針	1
(1) 廃棄物埋設施設の特徴	1
(2) 放射線管理施設に係る設計方針	1
4. 許可基準規則への適合性説明	2
(1) 管理区域の設定	2
(2) 個人被ばく管理等	2
(3) 外部放射線に係る線量当量率等の監視及び測定	3
(4) 空気中の放射性物質濃度、放射性物質の表面密度の監視及び測定	3
(5) 異常時の放射線監視	3
(6) 線量当量率等の情報の表示	3
(7) その他	3

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十一条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(放射線管理施設) 第十一条 事業所には、次に掲げるところにより、放射線管理施設を設けなければならない。 一 放射線から放射線業務従事者を防護するため、線量を監視し、及び管理する設備を設けること。 二 放射線から放射線業務従事者を防護するため、必要な情報を適切な場所に表示する設備を設けること。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第 11 条 (放射線管理施設) 1 第 11 条に規定する「放射線管理施設」とは、放射線被ばくを監視及び管理するため、放射線業務従事者の出入管理、汚染管理、除染等を行う施設並びに放射線業務従事者等の個人被ばく管理に必要な線量計等の機器をいう。 2 第 2 号に規定する「必要な情報を適切な場所に表示する」とは、管理区域における放射線量、空気中の放射性物質の濃度及び床面等の放射性物質の表面密度を、管理区域に立ち入る者が安全に認識できる場所に表示することをいう。

2. 設計対象設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)第十一条での設計対象設備は、濃縮・埋設事業所に設置する放射線管理施設とする。

3. 許可基準規則への適合性のための設計方針

(1) 廃棄物埋設施設の特徴

廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)における放射線管理の観点から考慮すべき特徴は以下のとおりである。

- (i) 本施設で取り扱う廃棄体は、実用発電用原子炉の運転及び本施設の操業に伴って付随的に発生する放射性廃棄物をセメント、アスファルト又は不飽和ポリエステルで固型化したもの並びに固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で容器に固型化したものであり、放射能濃度が低い特徴があり、放出される放射線はガンマ線が主体である。
- (ii) 廃棄体の取扱いに当たっては、その容器を開放しない。
- (iii) 埋設設備の排水・監視設備からの排水には、放射性物質が含まれる可能性がある。

(2) 放射線管理施設に係る設計方針

許可基準規則第十一条(放射線管理施設)の設計方針として、放射線業務従事者を放射線から防護するために線量を監視及び管理する並びに必要な情報を適切な場所に表示する放射線管理施設を設ける。放射線管理施設の設備は第 1 表に示すとおりであり、1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設施設で共用する。このうち、ダストサンプラ、ゲート、シャワー、標識及び表示板を除く設備は「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成 10 年 10 月 8 日付け、10 安(廃規)第 49 号を

もって事業変更許可) (以下「既許可」という。)から変更がない設備(以下「既許可設備」という。)であり、新規に配備する設備ではない。また、ダストサンプラ、ゲート、シャワー、標識及び表示板は、既許可では記載がないが設置している設備(以下「既設設備」という。)であるため、新規に配備する設備ではない。

第1表 放射線管理施設の設備及び主要な機器の種類

設備	主要な機器
個人管理用測定設備	個人線量当量測定器*1
放射線監視・測定設備	ダストサンプラ*2 放射線サーベイ機器*1 エリアモニタ*1*3 排気用モニタ*1*3
試料分析関係設備	放射能測定装置*1
出入管理設備	ゲート*2
除染設備	シャワー*2
表示設備	標識*2 表示板*2
放射線管理設備	モニタリングポイント(積算線量計)*1*4 モニタリングポスト*4
その他の設備	気象観測機器*1*4 放射能観測車*4

*1：既許可設備

*2：既設設備

*3：低レベル廃棄物管理建屋に関する放射線管理施設

*4：ウラン濃縮工場と共用

4. 許可基準規則への適合性説明

本施設において、以下のとおり放射線業務従事者及び放射線業務従事者以外の者であって管理区域に一時的に立ち入る者(以下「一時立入者」という。)を放射線から防護するため、管理区域を設定するとともに、放射線管理施設を設けることで、許可基準規則第十一条(放射線管理施設)へ適合していることを確認する。

(1) 管理区域の設定

廃棄物埋設地等において、一時的に管理区域に係る基準を超えるおそれのある区域は、一時的な管理区域を設定する。

(2) 個人被ばく管理等

放射線業務従事者及び一時立入者の外部被ばくに係る線量当量を測定するため、個人線量当量測定器を設ける。管理区域への出入管理を行うため、低レベル廃棄物管理建屋(以下「管理建屋」という。)にゲートを設ける。

なお、個人線量当量測定器は既許可設備であるため、新規に配備する設備ではない。また、

ゲートは既設設備であるため、新規に配備する設備ではない。

さらに、汚染管理及び汚染発生時の除染を行うため、放射線サーベイ機器及びシャワーを設ける。

なお、放射線サーベイ機器は既許可設備であるため、新規に配備する設備ではない。また、シャワーは既設設備であるため、新規に配備する設備ではない。

(3) 外部放射線に係る線量当量率等の監視及び測定

外部放射線に係る線量当量率及び線量当量を監視及び測定するため、放射線サーベイ機器を設ける。廃棄物埋設地等に管理区域を設定する場合は、放射線サーベイ機器によって外部放射線に係る線量当量率を監視及び測定する。空間線量率を測定するためにエリアモニタを設ける。

なお、放射線サーベイ機器及びエリアモニタは既許可設備であるため、新規に配備する設備ではない。

(4) 空気中の放射性物質濃度、放射性物質の表面密度の監視及び測定

空気中の放射性物質濃度を監視及び測定するため、ダストサンプラ及び放射能測定装置を設ける。管理建屋の排気口における放射性物質の濃度を監視及び測定するため、排気用モニタを設ける。作業区域等の表面の放射性物質の密度を監視及び測定するため、放射線サーベイ機器を設ける。

なお、放射能測定装置、放射線サーベイ機器及び排気用モニタは既許可設備であるため、新規に配備する設備ではない。また、ダストサンプラは既設設備であるため、新規に配備する設備ではない。

(5) 異常時の放射線監視

異常時には、適切な場所において、空気中の放射性物質濃度及び外部放射線に係る線量当量率を監視及び測定することによって、対応策の検討に活用する。

(6) 線量当量率等の情報の表示

廃棄物埋設地等に管理区域を設定する場合には、壁、柵等の区画物によって区画するほか、外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度及び放射性物質の表面密度の基準により区域区分し、管理区域である旨及び区域区分の状況を示す標識を管理区域の出入り口付近の目につきやすい箇所に設ける。

また、管理区域の設定範囲を表示するとともに、外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度及び放射性物質の表面密度の基準による区域区分の状況を表示するため表示板を管理建屋のゲート付近に設ける。

なお、標識及び表示板は既設設備であるため、新規に配備する設備ではない。

(7) その他

周辺監視区域境界付近における外部放射線に係る線量当量を測定するため、モニタリングポイント(積算線量計)(ウラン濃縮工場と共用)を設ける。また、濃縮・埋設事業所敷地内の気象状況を観測するため、気象観測機器(ウラン濃縮工場と共用)を設ける。

モニタリングポスト(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、既設)及び放射能観測車(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、既設)は、敷地内で異常が発生した際に必要なデータを取得するため、ウラン濃縮工場と共用する。

なお、モニタリングポイント(積算線量計)及び気象観測機器は既許可設備であるため、新規に配備する設備ではない。

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十二条 監視測定設備

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十二条及びその解釈	1
2. 設計対象設備	3
(1) 許可基準規則第十二条第一号に基づく監視測定設備	3
(2) 許可基準規則第十二条第二号に基づく監視測定設備	3
(3) 許可基準規則第十二条第三号に基づく監視測定設備	3
3. 許可基準規則への適合のための設計方針	4
(1) 廃棄物埋設施設の特徴	4
(2) 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備.....	4
(3) 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備.....	5
(4) 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備.....	5
4. 許可基準規則への適合性説明	6
(1) 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備.....	6
(2) 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備.....	8
(3) 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備.....	9
(4) その他の主要な事項.....	12
(5) 監視及び測定.....	13

添付資料 1 第十二条 監視測定設備 第三号 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視及び測定の考え方

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十二条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(監視測定設備) 第十二条 事業所には、次に掲げる事項を監視し、及び測定し、並びに必要な情報(第二号に掲げる事項に係るものに限る。)を適切な場所に表示できる設備を設けなければならない。 一 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量 二 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量 三 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第12条(監視測定設備) 1 第1号に規定する「廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量」を監視し、及び測定できる設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。 一 ピット処分に係る廃棄物埋設施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間にあっては廃棄物埋設地の限定された区域から漏えいする放射性物質の濃度又は線量を、埋設の終了から廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量を、それぞれ監視及び測定できる設計であること。 2 前項の設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。 一 測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で監視及び測定ができる性能を有し、かつ、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものであること。 二 廃止措置の開始以降において設備を設置した場所を経由した放射性物質の異常な漏えいが生じるおそれがある場合は、異常な漏えいが生じないよう当該設備の解体及び埋戻しを行うことができるものであること。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

- 3 第 2 号に規定する「事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量」を監視し、及び測定できる設備は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による周辺環境における放射線量並びに操業に伴い周辺環境に放出される放射性物質の濃度等を監視及び測定できる設計であること。

- 4 第 3 号に規定する「地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況」を監視し、及び測定できる設備は、事業規則第 19 条の 2 に規定する定期的な評価等に必要データを取得するため、人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに影響を及ぼす地下水の状況等の監視及び測定項目を選定し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、監視及び測定できる設計であること。ただし、実際の環境と類似した環境下での原位置試験等の間接的な方法により人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに影響を及ぼす地下水の状況等のデータを取得できる場合は当該方法によることができる。

2. 設計対象設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下「許可基準規則」という。)第十二条の設計対象設備は、濃縮・埋設事業所(以下「事業所」という。)に設置する監視測定設備とする。

(1) 許可基準規則第十二条第一号に基づく監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間における設計対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備である。また、覆土完了から廃止措置の開始までの間における設計対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備である。

(2) 許可基準規則第十二条第二号に基づく監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間における設計対象は、周辺監視区域の境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備である。

なお、周辺監視区域を廃止した後は、事業所内の監視測定設備を利用する。許可基準規則第十二条第二号に基づく監視測定設備は、3号廃棄物埋設施設の増設に伴う濃度及び線量の監視及び測定の方法及び場所について、「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)(以下「既許可」という。)から変更がない。

(3) 許可基準規則第十二条第三号に基づく監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間における設計対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地における放射性物質の漏出を防止する機能(以下「漏出防止機能」という。)に関係する地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備である。覆土完了から廃止措置の開始までの間における設計対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地における廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能(以下これらをあわせて「移行抑制機能」という。)に関係する地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備である。

3. 許可基準規則への適合のための設計方針

(1) 廃棄物埋設施設の特徴

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設における監視及び測定の見点から考慮すべき特徴は以下のとおりである。

- (i) 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設で取り扱う廃棄物は、実用発電用原子炉の運転及び1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の操業に伴って付随的に発生する放射性廃棄物をセメント、アスファルト又は不飽和ポリエステルで固型化したもの並びに固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で容器に固型化したもので、その容器が損傷しない限り、放射性物質は漏えいすることはない。
- (ii) 廃棄物の取扱いに当たっては、その容器を開放しない。
- (iii) 埋設設備のうち外周仕切設備、セメント系充填材、覆い及び内部防水(1号7,8群及び3号)並びに排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において漏出防止機能を有する設計とする。
- (iv) 埋設設備及び覆土は、覆土完了から廃止措置の開始までにおいて、移行抑制機能を有する設計とする。

(2) 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間にあつては、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)から、覆土完了から廃止措置の開始までの間にあつては、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいを監視及び測定する設備を設置する。

(i) 排水中の放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)から採取した排水中の放射性物質の濃度及び線量を測定できる設備を有する設計とする。

(ii) 地下水中の放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

覆土完了から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地近傍(地下水流向の下流側)の地下水採取孔から採取した地下水中の放射性物質の濃度及び線量を測定できる設備を有する設計とする(設置位置及び深度の考え方は「添付資料1 参考資料2 2. 地下水採取孔及び地下水位測定孔における監視及び測定」参照)。

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、周辺監視区域境界付近における地下水中の放射性物質を監視及び測定できる設備を有する設計とする。

(3) 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、事業所及びその境界付近における廃棄物埋設地からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の放射線量並びに操業に伴い周辺環境に放出される放射性物質の濃度及び線量を監視及び測定する設備を、事業所内及び周辺監視区域境界付近に設置する。

(i) 周辺監視区域境界付近における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の放射線量の監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、周辺監視区域境界付近における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量を監視及び測定できる設備を有する設計とする。

(ii) 排気中の放射性物質の濃度の監視測定設備

低レベル廃棄物管理建屋から放出する気体廃棄物中の放射性物質の濃度を監視及び測定できる設備を有する設計とする。

(iii) 排水中の放射性物質の濃度の監視測定設備

低レベル廃棄物管理建屋から放出する液体廃棄物中の放射性物質の濃度を監視及び測定できる設備を有する設計とする。

(iv) 放射性物質の濃度及び線量の表示

公衆を放射線から防護するため、事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を低レベル廃棄物管理建屋内に表示する設計とする。

(4) 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備

事業所には、「核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」第 19 条の 2 に規定する「廃棄物埋設施設の定期的な評価等」（以下「定期的な評価等」という。）に必要なデータを取得するため、人工バリア及び天然バリアの漏出防止機能及び移行抑制機能並びに移行抑制機能に影響を及ぼす廃棄物埋設地及びその周囲の状況を対象として監視及び測定する設備を設置する。

地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備の設計方針について、以下に示すとともに、その詳細を添付資料 1 に示す。

(i) 漏出防止機能に関する監視測定設備

埋設設備の漏出防止機能が維持されていることを確認するため、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、排水・監視設備からの排水量並びに排水中に含まれる放射性物質の濃度及び線量を監視及び測定できる設備を有する設計とする。

(ii) 移行抑制機能に関する監視測定設備

廃棄物埋設地の移行抑制機能が維持されていることを確認するため、覆土完了から廃止措置の開始までの間において、人工バリア及び天然バリアの収着性及び低透水性の変化を監視及び測定できる設備を有する設計とする。各バリアの損傷を防止する観点から、廃棄物埋設地の近傍で埋設設備と同程度の深度に供試体を埋設し、状態の変化を確認する類似環境下での原位置試験を行うとともに、必要に応じそれを補完する室内試験を実施できる設計とする。

4. 許可基準規則への適合性説明

(1) 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備を第 1 表に示す。

第1表 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

監視測定対象	監視測定場所	監視測定設備
排水中の放射性物質の濃度及び線量	廃棄物埋設地	排水・監視設備
	低レベル廃棄物管理建屋	放射能測定装置*2
		放射線サーベイ機器*2
地下水中の放射性物質の濃度及び線量	廃棄物埋設地近傍	地下水採取孔
	周辺監視区域境界付近	地下水採取孔*1
	低レベル廃棄物管理建屋	放射能測定装置*2
		放射線サーベイ機器*2

*1：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用。

*2：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、既設。

(i) 排水中の放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、埋設設備からの放射性物質の漏えいを監視するため、廃棄物埋設地に排水・監視設備を設置し、低レベル廃棄物管理建屋に放射能測定装置（Ge 半導体波高分析装置及び液体シンチレーションカウンタ）（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用）及び放射線サーベイ機器（線量当量率サーベイメータ）（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用）を設置する。ここで、放射性物質の濃度を測定する対象核種は、主要な放射性物質のうち移行しやすさ及び測定のしやすさの観点から H-3、Co-60、Cs-137 とする。

(ii) 地下水中の放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいを監視するため、廃棄物埋設地近傍（地下水流向の下流側）及び周辺監視区域境界付近に地下水採取孔を設置し、（設置位置の考え方は「添付資料1 参考資料2 2. 地下水採取孔及び地下水位測定孔における監視及び測定」参照）。低レベル廃棄物管理建屋に放射能測定装置（Ge 半導体波高分析装置及び液体シンチレーションカウンタ）（1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用）

及び放射線サーベイ機器(線量当量率サーベイメータ)(1号、2号及び3号廃棄物埋施設設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。ここで、放射性物質の濃度を測定する対象核種は、状況に応じて設定する。

(2) 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備を第2表に示す。

第2表 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備

監視測定対象	監視測定場所	監視測定設備
直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線	周辺監視区域 境界付近	モニタリングポイント (積算線量計)*1,2
排気中の放射性物質の濃度	低レベル廃棄物 管理建屋	排気用モニタ*1
		放射能測定装置*1
排水中の放射性物質の濃度	低レベル廃棄物 管理建屋	放射能測定装置*1

*1: 1号、2号及び3号廃棄物埋施設設共用、既設。

*2: ウラン濃縮工場と共用。

(i) 周辺監視区域境界付近における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の放射線量の監視測定設備

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、周辺監視区域境界付近における線量を監視するため、周辺監視区域境界付近にモニタリングポイント(積算線量計)(1号、2号及び3号廃棄物埋施設設共用、放射線管理施設と兼用)を設置し、ウラン濃縮工場と共用する。

また、周辺監視区域を廃止した後は、事業所内の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の放射線量を監視及び測定する設備を利用する。

敷地境界については既許可と同じ範囲であり、外部被ばくによる線量の評価点に変更がなく、3号廃棄物埋設地の地下水流向は1号及び2号と同様である。

(ii) 排気中の放射性物質の濃度の監視測定設備

低レベル廃棄物管理建屋から放出する気体廃棄物中の放射性物質の濃度を監視及

び測定するため、排気用モニタ(1号、2号及び3号廃棄物埋施設共用、放射線管理施設と兼用)及び放射能測定装置(Ge 半導体波高分析装置及び液体シンチレーションカウンタ)(1号、2号及び3号廃棄物埋施設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。

(iii) 排水中の放射性物質の濃度の監視測定設備

低レベル廃棄物管理建屋から放出する液体廃棄物中の放射性物質の濃度を監視及び測定するため、放射能測定装置(Ge 半導体波高分析装置及び液体シンチレーションカウンタ)(1号、2号及び3号廃棄物埋施設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。

(iv) 放射性物質の濃度及び線量の表示

公衆を放射線から防護するため、事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を表示する設備を低レベル廃棄物管理建屋内に設置する。

(3) 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備

地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備を第3表に示すとともに、その詳細を添付資料1に示す。

第3表 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備

関係する機能	監視測定時期	監視測定項目	監視測定場所	監視測定設備
漏出防止機能	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	排水中の放射性物質の濃度及び線量	廃棄物埋設地	排水・監視設備
			低レベル廃棄物管理建屋	放射能測定装置*2 放射線サーベイ機器*2
		排水量	廃棄物埋設地	排水・監視設備
移行抑制機能	覆土完了から廃止措置の開始まで	地下水の水位 (地下水流動場)	周辺監視区域 境界付近	地下水位測定孔*1
		地下水の水質	廃棄物埋設地 近傍	地下水採取孔
			低レベル廃棄物管理建屋等	水質の分析装置*1
		地下水の水位 (覆土内地下水位)	廃棄物埋設地	地下水位測定孔
		地下水の水位 (動水勾配)	廃棄物埋設地 近傍	地下水位測定孔
		金属の膨張量 (廃棄体)	—*3	—*3
		分配係数並びに分配係数に関連する間隙率及び密度 (廃棄体及び埋設設備)		
透水係数並びに透水係数に関連する間隙率及び密度 (難透水性覆土及び下部覆土)				

*1：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用。

*2：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、既設。

*3：模擬試験体を埋設した廃棄物埋設地の類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験によって確認を行う。

(i) 漏出防止機能に関する監視測定設備

漏出防止機能の監視及び測定は、許可基準規則第十二条第一号の要求に従って実施する人工バリアである埋設設備から漏えいする放射性物質の濃度及び必要に応じて線量

の監視及び測定によって、その機能が維持されているかどうかの確認を行うことが可能である。また排水・監視設備からの排水量も漏出防止機能の維持に関連する。

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、埋設設備の漏出防止機能が維持されていることを確認するため、廃棄物埋設地に排水・監視設備を設置し、低レベル廃棄物管理建屋に放射能測定装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)及び放射線サーベイ機器(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。

(ii) 移行抑制機能に関する監視測定設備

覆土完了から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地の移行抑制機能が維持されていることを確認するため、人工バリア及び天然バリアの収着性及び低透水性の変化を監視及び測定する設備を有する設計とする。ただし、覆土完了後において、各バリアを直接測定すること及び試験体を直接採取することは、バリアの損傷(移行抑制機能の損失)が懸念されるため、各バリアの損傷を防止する観点から、廃棄物埋設地の近傍で埋設設備と同程度の深度に供試体を埋設し、状態の変化を確認する類似環境下での原位試験を行うとともに、必要に応じそれを補完する室内試験を実施する。この方法により、人工バリア及び天然バリアを直接測定すること並びに人工バリア及び天然バリアから試験体を直接採取することによるバリアの損傷(移行抑制機能の損失)を防ぐことができる。監視及び測定の対象とする項目は、廃棄物埋設地の安全性を確認する観点から、線量評価パラメータのうち線量への感度が大きく、有意に変化が生じ得る可能性があるもの並びにこれらに関係する種々の影響因子及び前提条件から選定する。具体的な監視及び測定項目は、金属の膨張量(廃棄体)、分配係数並びに分配係数に関連する間隙率及び密度(廃棄体及び埋設設備)、透水係数並びに透水係数に関連する間隙率及び密度(難透水性覆土及び下部覆土)とする。移行抑制機能に影響を及ぼす廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備のため、廃棄物埋設地、廃棄物埋設地近傍(地下水流向の上流及び下流)及び周辺監視区域境界付近に地下水位測定孔並びに廃棄物埋設地近傍(地下水流向の下流)に地下水採取孔を設置する。また、低レベル廃棄物管理建屋等に水質の分析装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用)を設置する。(設置位置及び深度の考え方は「添付資料1 参考資料2 2.地下水採取孔及び地下水位測定孔における監視及び測定」参照)。

周辺監視区域境界付近に設置する地下水位測定孔は、1号、2号及び3号廃棄物埋設

施設で共用する。具体的な監視及び測定項目は、地下水の水位（地下水流動場、覆土内地下水位、動水勾配）及び地下水の水質とする。

(4) その他の主要な事項

(i) 監視測定設備における留意事項

監視測定設備は、「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」（昭和53年9月29日原子力委員会決定）に示されている測定下限濃度、測定頻度及び放射能計測方法を参考とする。廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定では、公衆に放射線障害が生じるおそれのある放射性物質の異常な漏えいの有無を判断するために、測定された放射性物質の濃度が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（平成30年6月8日原子力規制委員会告示第4号）（以下「線量告示」という。）に定められた周辺監視区域外の水中の濃度限度に対して十分に小さい（1/100程度）値以上となった場合に監視強化を行う。廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定において、放射性物質の濃度の測定は屋内で実施することを考慮し、監視測定設備は、実用上必要な精度として、「線量告示」に定められた周辺監視区域外の水中の濃度限度に対して100分の1程度の測定できる性能を目安に、この監視強化の判断を行うことができるような目標検出限界値を有した設計とする。また、測定期間が長期にわたることから、必要に応じて測定設備の更新を行う。

また、廃棄物埋設地及び廃棄物埋設地近傍に設置する地下水採取孔及び地下水位測定孔は移行抑制機能を著しく損なわない設計とする。移行抑制機能を著しく損なわない設計とは、これらを設置することにより、難透水性覆土、下部覆土又は岩盤（鷹架層）の主要な移行抑制機能である低透水性に著しい影響が生じず、廃棄物埋設地内への地下水浸入量の増加及び放射性物質の生活環境への移行の促進が生じないこととする。

監視及び測定は、必要に応じて、定期的な評価の結果に基づいて見直す。

(ii) 監視測定設備を設置した場所を経由した放射性物質の漏えいの対策

廃止措置の開始後に監視測定設備を設置した場所を経由した放射性物質の異常な漏えいが生じない対策として、覆土が完了し、排水・監視設備による監視及び測定が終了した後に、有害な空隙が残らないよう点検路（1号及び2号廃棄物埋設地）及び点検管（3号廃棄物埋設地）の解体及び埋戻しを行う。点検管は、鉄筋コンクリート製の点検室及

び点検室と地表を連絡する鋼管部により構成され、鋼管部については、埋設設備の上方向で難透水性覆土及び下部覆土内を貫通する箇所を解体し、有害な空隙が残らないよう埋戻しを行う。また、点検路は鉄筋コンクリート製であり、埋設設備の周囲に水平方向に配置し、地表と連絡するための鉛直方向の立坑を設置するが、立坑については、埋設設備の上方向で難透水性覆土及び下部覆土内を貫通する箇所を解体し、有害な空隙が残らないように埋戻しを行う。同様に、廃棄物埋設地及び廃棄物埋設地近傍に設置する地下水採取孔及び地下水位測定孔による監視及び測定が終了した後に、有害な空隙が残らないように、それぞれの孔内の埋戻しを行う。

(5) 監視及び測定

(i) 廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度の監視及び測定

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間は、排水・監視設備からの排水中における放射性物質の濃度及び必要に応じて線量の測定により、埋設設備外への放射性物質の漏えいがないことを監視し、埋設設備からの放射性物質の公衆に放射線障害が生じるおそれのある異常な漏えいがあったと認められる場合には、速やかに埋設設備の修復その他の放射性物質の異常な漏えいを防止するために必要に応じて適切な措置を講ずる。

覆土完了から廃止措置の開始までの間は、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいを監視し、必要に応じて放射性物質の移行抑制機能を回復するための適切な措置を講ずる。

地下水採取は、地下水採取孔から地下水を定期的に採取し、地下水中の放射性物質の濃度を測定し、「線量告示」に示されている周辺監視区域外における水中の濃度限度以下であることを確認する。

(ii) 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定

周辺監視区域境界付近における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の放射線量の監視及び測定を行い、公衆の受ける線量が、線量告示に定められた周辺監視区域外の線量限度以下であることを確認する。

(iii) 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視及び測定

定期的な評価等に必要データを取得するため、人工バリア及び天然バリアの漏出防止機能及び移行抑制機能並びに移行抑制機能に影響を及ぼす廃棄物埋設地及びその地下水の状況等を監視及び測定し、必要に応じて廃棄物埋設地の保全のための措置を講ずる。

る。

監視及び測定の詳細については、添付資料 1 に示す。

(iv) 監視測定設備の設置箇所

廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備として、排水・監視設備、廃棄物埋設地の地下水採取孔、放射能測定装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)及び放射線サーベイ機器(線量当量率サーベイメータ)(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。また、周辺監視区域境界付近における地下水中の放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備として、周辺監視区域境界付近の地下水採取孔(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用)、放射能測定装置及び放射線サーベイ機器(線量当量率サーベイメータ)を設置する。ここで、放射能測定装置は、外部電源から受電する設備であり、放射線サーベイ機器はバッテリーを内蔵している機器である。

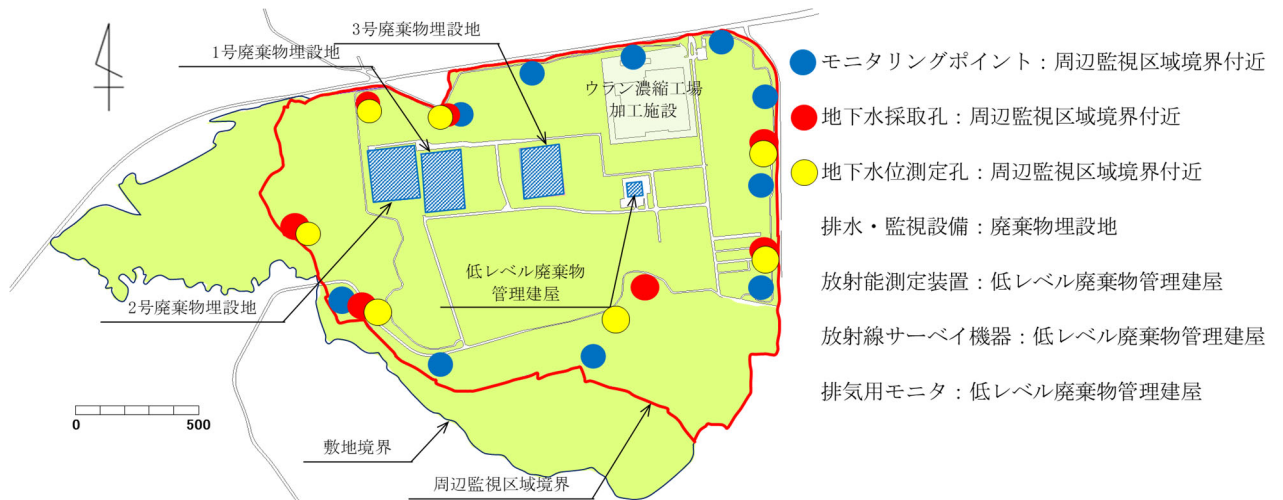
事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量の監視測定設備として、周辺監視区域境界付近にモニタリングポイント(積算線量計)(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)、低レベル廃棄物管理建屋に排気用モニタ(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)及び放射能測定装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)を設置する。また、事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を表示する設備(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用)を低レベル廃棄物管理建屋内に設置する。ここで、排気用モニタ及び放射能測定装置は、外部電源から受電する設備であり、モニタリングポイントはバッテリーを内蔵している機器である。

地下水の水位その他廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備として、排水・監視設備、廃棄物埋設地及び廃棄物埋設地近傍の地下水水位測定孔、周辺監視区域境界付近の地下水水位測定孔(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用)、廃棄物埋設地近傍の地下水採取孔、放射能測定装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)、放射線サーベイ機器(線量当量率サーベイメータ)(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、放射線管理施設と兼用)及び水質の分析装置(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用)を設置する。ここで、放射能測定装置及び水質の分析装置は、外部電源から受電する設備であり、放射線サーベイ機器はバッテリーを内蔵している機器である。

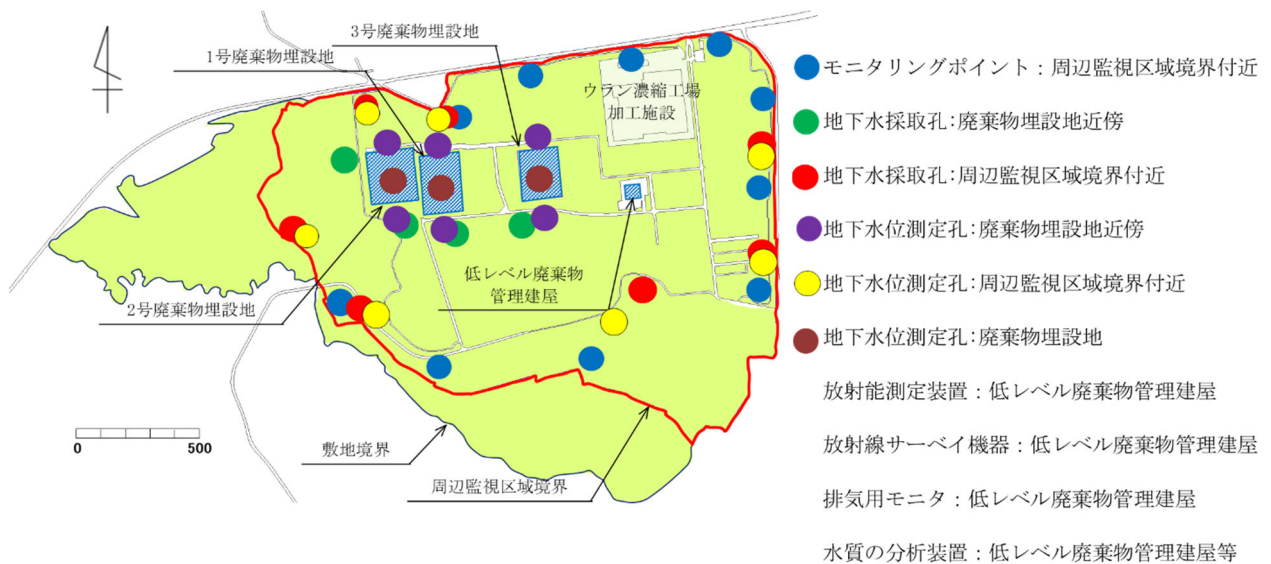
監視測定設備の設置箇所の概略図を第1図及び第2図に示す。

地下水採取孔の深さは以下の考えに基づいて、数 m～数 10m とする。

- ・地下水の採取対象層を第四紀層と岩盤（鷹架層）とし、それぞれの地層の地下水を採取できる深さとすること
- ・埋設設備を経由した地下水の移行経路に該当する深さとすること
- ・地下水中の放射性物質の濃度を分析する上で必要な水量を確保できる深さとすること



第1図 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の監視測定設備の設置箇所概略図（埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで）



第2図 1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の監視測定設備の設置箇所概略図（覆土完了から廃止措置の開始まで）

第十二条 監視測定設備

第三号 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視及び測定の考え方

目 次

1. 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視目的	1
2. 漏出防止機能に関する監視	5
(1) 監視及び測定的位置付け	5
(2) 監視及び測定の対象とする項目及び方法	5
3. 移行抑制機能に関する監視	6
(1) 監視及び測定的位置付け	6
(2) 監視及び測定の方法	9
(3) 各バリアの移行抑制機能と状態設定との関係	10
(4) 監視及び測定の対象とする項目及び方法	11
参考資料 1 線量評価パラメータと影響因子及び前提条件との関係	
参考資料 2 移行抑制機能の監視及び測定の具体的な方法の例	
参考資料 3 1号及び2号廃棄物埋設地の各バリア材の機能喪失を想定した線量評価結果	

1. 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視目的

「核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」第十九条の二に規定する「廃棄物埋設施設の定期的な評価等」（以下「定期的な評価等」という。）に必要なデータを取得するため、人工バリア及び天然バリアの安全機能に係る地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況を監視及び測定するための設備を設ける。

地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視及び測定については、許可基準規則第十条第一号及び第三号に対して設計した廃棄物埋設地の状態に対して安全機能が維持されているかどうか、また、許可基準規則第十条第四号において評価した廃棄物埋設地が、廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるかどうかについて、人工バリア及び天然バリアに対して以下の2つの安全機能を対象として監視及び測定をする。

- ・埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間における人工バリアである埋設設備の漏出防止機能*1(廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)からの放射性物質の漏出を防止する機能)
- ・覆土完了から廃止措置の開始までの間における人工バリア及び天然バリアの移行抑制機能(廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減及び生活環境への移行を抑制する機能)

監視の目的等を第1表の監視及び測定の概要に示す。第1表では、関連する許可基準規則第十二条第一号及び第二号に関する、漏えいの監視及び事業所境界付近の線量等の監視もあわせて整理した。また、廃棄物埋設地及びその周囲の状況を測定し、定期的な評価等をする上で、必要な情報の収集についても整理した。

第1表 監視及び測定の概要(1/3)

目的	機能	時期	場所	監視及び測定対象	説明
(1) 漏えいの監視 (許可基準規則第十二条第一号関連) 設計上意図していない放射性物質の漏えいがないことの監視	漏出防止	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)	排水・監視設備からの排水中の放射性物質の濃度、排水量及び線量	排水・監視設備の排水があった場合、その排水中の放射性物質の濃度及び排水量を測定し、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)からの異常な漏えいがないことを確認する。また、必要に応じて線量の測定を行う。
	移行抑制	覆土完了から廃止措置の開始まで	廃棄物埋設地近傍及び周辺監視区域境界付近	地下水中の放射性物質の濃度及び線量	セメント系材料のひび割れによる透水性能は、覆土完了直後に最終劣化状態の砂程度になるとしていること等、性能評価上は実際よりも早く放射性物質の移行が生じる仮定としており、設計の想定を超える漏えいは考え難いが、覆土完了後に廃棄物埋設地近傍及び周辺監視区域境界付近の地下水中の放射性物質の濃度を測定し確認する。また、必要に応じて線量の測定を行う。
(2) 事業所境界付近の線量等の監視 (許可基準規則第十二条第二号関連) 公衆の放射線防護	漏出防止 遮蔽 移行抑制	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始まで	周辺監視区域境界付近及び低レベル廃棄物管理建屋	廃棄物埋設地からの移行を含め、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による放射線量並びに放出される放射性物質の濃度及び放出量	平常時における以下の線量及び放射性物質の濃度を測定し確認する。 ・廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による放射線量 ・低レベル廃棄物管理建屋から周辺環境に放出される気体廃棄物及び液体廃棄物中の放射性物質の濃度

第1表 監視及び測定の概要 (2/3)

目的	機能	時期	場所	監視及び測定対象	説明
(3-1) 廃棄物埋設地及びその周囲の状況 (許可基準規則第十二条第三号関連) 漏出防止機能を定期的な評価等で確認するための情報収集	漏出防止	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)	排水・監視設備からの排水中の放射性物質の濃度、排水量及び線量	排水・監視設備からの排水があった場合、その排水中の放射性物質の濃度及び排水量を測定し、廃棄物埋設地の限定された区域(埋設設備)から放射性物質が漏えいしていない状況(工学的に有意な漏えいがない状況)を確認し、漏出防止機能を評価する。また、必要に応じて線量の測定を行う。

第1表 監視及び測定の概要(3/3)

目的	機能	時期	場所	監視及び測定対象	説明
<p>(3-2) 廃棄物埋設地及びその周囲の状況 (許可基準規則第十二条第三号関連) 廃止措置の開始までに、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しを定期的な評価等で確認するための情報収集</p>	<p>移行抑制</p>	<p>覆土完了から廃止措置の開始まで</p>	<p>廃棄物埋設地 必要に応じ敷地内(廃棄物埋設地の類似環境下含む)、室内</p>	<p>人工バリア、天然バリアの状態の測定 (測定項目は、移行抑制機能への影響度合い、測定の実現性から判断して設定)</p>	<p>廃止措置終了直後に人為事象で掘削により放射性物質が地表に移動したと仮定した評価の結果においても 10(μ Sv/y)前後であり、自然事象は緩慢な事象であることから、廃止措置の開始までに、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しの蓋然性は高く、この見通しの確認のための監視の必要性は低い。</p> <p>設計の想定を超える漏えいが起こっていないことは、漏えい監視で確認できる。</p> <p>一方で管理期間が長いことから、新たな知見で廃止措置の開始以降の長期状態設定が見直しできる可能性はある。廃止措置の開始までに、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しの結論へは影響しない可能性が高いが、当初の状態設定がより現実的に見直される可能性があるものは、バリアの状態の監視及び測定を行う。</p> <p>監視及び測定項目は、線量評価への影響が大きく、有意に変化が生じ得る可能性があるもので、測定により状態設定の精度向上が見込まれるものから、できるだけ測定する効果のあるものを選定する。線量評価への影響は、全ての廃棄物が埋設されて総放射線量が確定し、かつ覆土が完成し、人工バリアの初期性能が確定した段階で決まることから、測定項目や測定期間、頻度は、定期的な評価等で都度見直す。</p>

2. 漏出防止機能に関する監視及び測定

(1) 監視及び測定の位置付け

漏出防止機能の監視及び測定は、許可基準規則第十二条第一号の要求に従って実施する、人工バリアである埋設設備から漏えいする放射性物質の濃度及び線量の監視及び測定によって、その機能が維持されているかどうかの確認を行うことが可能である。

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間、人工バリアの漏出防止機能が維持されていることについて確認するため、排水・監視設備からの排水量及び排水中に含まれる放射性物質の濃度及び必要に応じて線量を監視及び測定をする。

(2) 監視及び測定の対象とする項目及び方法

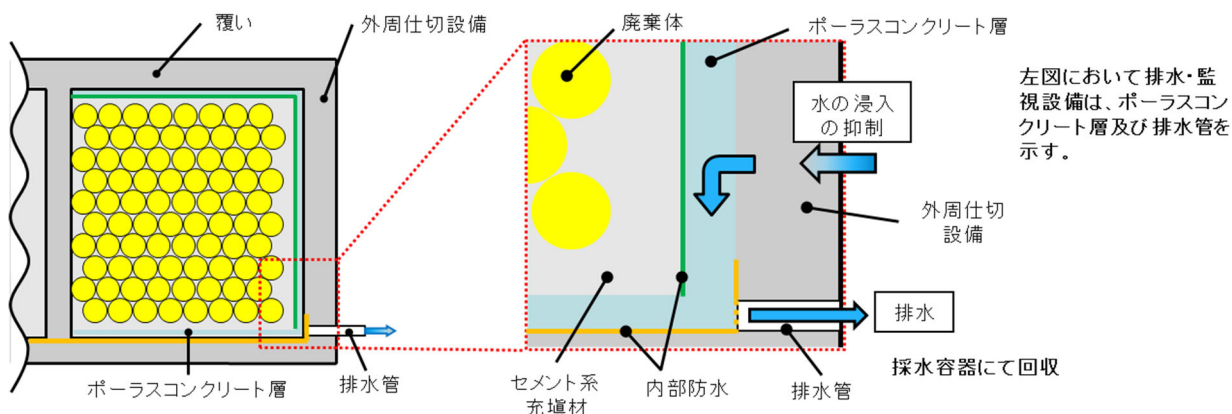
排水・監視設備からの排水量の監視及び測定は、排水管からの水を一時的に貯留し、回収するための採水容器を設置し、この採水容器に貯留された水の量を確認することによって行う設計とする。

また、排水・監視設備からの排水中に含まれる放射性物質の濃度の監視及び測定は、排水管からの水を貯留した採水容器を放射能測定装置の設置場所まで運搬し、放射能測定装置を用いて排水中の放射性物質の濃度*1を確認することによって行う設計とする。

監視及び測定の頻度は、想定される排水量を基に設定する。

漏出防止機能のイメージ図を第1図に示す。

*1:放射性物質の濃度の測定対象核種は、主要な放射性物質のうち移行しやすさ及び測定のしやすさの観点から H-3、Co-60 及び Cs-137 とする。



第1図 漏出防止機能のイメージ図*1

*1:内部仕切設備直下の内部防水は、選定された防水材・工法に応じて施工範囲を決定する。

3. 移行抑制機能に関する監視及び測定

(1) 監視及び測定の位置付け

人工バリア及び天然バリアの移行抑制機能の監視及び測定は、以下に示す 1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設地の設計・評価の状況を踏まえ、廃棄物埋設地のバリア機能に影響を与える廃棄物埋設地の様々な状態変化の監視及び測定結果から予測されるバリア機能の変化が、線量評価上(状態設定上)で想定している変化の範囲内であることについて確認することを目的とする。監視及び測定の対象とする項目は、廃棄物埋設地の安全性を確認する観点から、線量評価パラメータのうち線量への感度が大きく、有意に変化が生じ得る可能性があるものから選定する。さらに、これらに係る種々の影響因子及び前提条件からも選定する。

1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設地は地表に近い位置に設置されることから、廃止措置の開始後における人為事象の影響を評価している。1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設地の人為事象における影響は、廃止措置の開始直後に廃棄体を含む廃棄物埋設地を直接掘削し、地表に放射性物質が移動すると仮定した評価においても $10 \mu\text{Sv/y}$ 前後の線量評価結果である。そのため、放射性物質の移行がより緩慢である自然現象によって生じる線量は、最も可能性が高い自然事象シナリオの $10 \mu\text{Sv/y}$ 、最も厳しい自然事象シナリオの $300 \mu\text{Sv/y}$ を下回る蓋然性は高いと考えられる。

また、廃止措置の開始までの期間における放射性物質の減衰によって、公衆に放射線障害を及ぼすリスクは十分に小さくなるものである。「参考資料 1 第 5 表 3 号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果」に 3 号廃棄物埋設地の最も可能性が高い自然事象シナリオにおける居住者を対象とした廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータの線量感度を確認した結果を示す。線量感度の大きいバリア機能(線量評価パラメータ)を対象に、最も可能性が高い自然事象シナリオの評価に対してバリア機能の喪失を仮定した評価においても、線量は $300 \mu\text{Sv/y}$ を超えず、安全性を著しく損なうものではない(第 2 表及び第 2 図参照)。

これらのことから、廃止措置の開始までに、廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しについて、監視及び測定で確認する必要性は低い設計となっている。

しかし、事業の長期性を考え、上記の選定の考え方で選定した項目に対して、廃棄

物理設地の様々な状態変化の監視及び測定(データを拡充するための測定や直接測定できない場合は、廃棄物理設地の類似環境下(以下「類似環境下」という。)での測定を含む。)を実施することにより、バリア機能の変化が線量評価上(状態設定上)で想定している変化と相違あるか確認できる設計とする。さらに、事業許可時点の線量評価に対して、監視及び測定によるデータも含めた最新知見を反映し、長期予測の不確実性を低減する(信頼性向上)ことも考慮する。

第2表 各バリア材の機能喪失を仮定した3号廃棄物理設地の線量評価結果

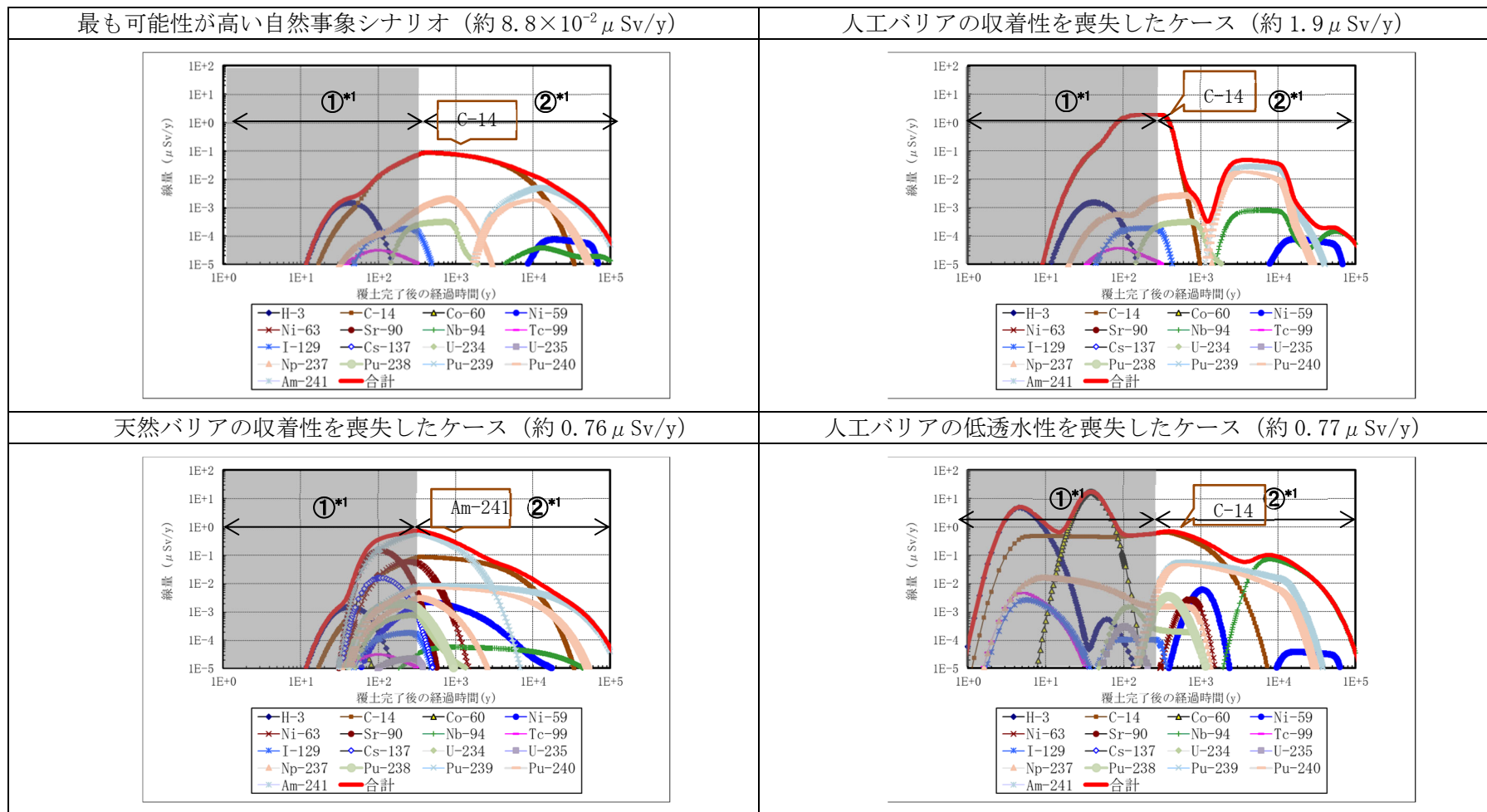
考慮した状態設定	状態設定に基づく線量評価パラメータ設定値		設定の考え方	線量(μ Sv/y) (居住者*1)	
人工バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	廃棄体(m ³ /kg)	全核種 0	人工バリアの収着性を無視したケースとして、覆土完了時点から分配平衡領域の分配係数を全核種 0m ³ /kg と設定する。	約 1.9 支配核種：C-14
		充填モルタル(m ³ /kg)	全核種 0		
		コンクリート(m ³ /kg)	全核種 0		
天然バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	岩盤(鷹架層) (m ³ /kg)	全核種 0	天然バリアの化学的遅延機能は無視したケースとして、覆土完了時点から鷹架層の分配係数を全核種 0m ³ /kg と設定する。	約 0.76 支配核種：Am-241*2
人工バリアの低透水性を喪失したケース*3*4		埋設設備から覆土への流出水量(m ³ /y)	5,200	人工バリアの低透水性を無視したケースとして、覆土完了時点から各バリアの透水係数を最も厳しい自然事象シナリオの設定(1.5×10 ⁻⁸ m/s)よりも更に厳しい設定(1.0×10 ⁻⁷ m/s)とする。*3	約 0.77 支配核種：C-14
		埋設設備から鷹架層への流出水量(m ³ /y)	6,200		
最も可能性が高い自然事象シナリオ		-	-	-	約 8.8×10 ⁻² 支配核種：C-14

*1：被ばく経路に関しては、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける全ての被ばく経路を対象とした。本資料に記載した居住者は、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける評価対象個人である。

*2：最も可能性が高い自然事象シナリオの支配核種である C-14 は、天然バリアの収着性(分配係数)が小さいことから、支配核種は天然バリアの収着性(分配係数)の大きい Am-241 に変わっている。

*3：人工バリアの低透水性の喪失したケースとして、難透水性覆土及び下部覆土の膨潤性が損なわれ、細粒分が残留する状態を想定し、透水係数を 1.0×10⁻⁷m/s と設定する。

*4：本ケースの埋設設備から上部覆土への流出水量及び埋設設備から鷹架層への流出水量は、設定した透水係数を基に2次元地下水浸透流解析(第十条 廃棄物理設地のうち第四号 (廃止措置の開始後の評価) 補足説明資料 7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照)により算出を行った。最も可能性が高い自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 10m³/y、1,100m³/y、最も厳しい自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 990m³/y、2,800m³/y である。



第2図 各バリア材の機能喪失を仮定した3号廃棄物埋設地の線量評価グラフ

*1: 各凡例の意味は以下に示すとおり。
 ①: 覆土完了～廃止措置の開始前まで
 ②: 廃止措置の開始後～

(2) 監視及び測定の方法

監視及び測定の方法は、廃棄物埋設地を直接的に監視するものと、類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による要素試験に大別される。廃棄物埋設地の移行抑制機能の観点からは、難透水性覆土の低透水性と、各バリアの収着性が線量への感度も大きく重要である(第2表及び第3表参照)。これらの機能を直接監視及び測定するためには、各バリアを用いた透水試験又は分配係数試験によって測定する必要がある。しかし、覆土完了後において、各バリアを直接測定すること及び試験体を直接採取することは、バリアの損傷(移行抑制機能の損失)が懸念されることから、状態変化を直接的に監視することは実質不可能である。したがって、類似環境下での原位置試験を行うとともに、必要に応じてそれを補完する室内試験を実施し、人工バリア及び天然バリアの収着性及び低透水性に影響を及ぼす地下水の水位及び水質の変化を確認することによって、これら移行抑制機能の変化を確認できる設計とする。

第3表 各バリアに期待する移行抑制機能と線量評価パラメータ

バリア	移行抑制機能	移行抑制機能の内容	線量評価パラメータ
セメント系材料 (廃棄体固化材、埋設設備)	収着性	セメント系材料、難透水性覆土、上部覆土及び岩盤(鷹架層)の収着性を期待することにより、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えい量を低減し、移行を遅延させる。 基本的に収着性が大きい方が移行抑制効果は大きい、土地(土壌)の利用が想定される場合は、収着性が小さい方が線量低減に寄与する場合もある。	<ul style="list-style-type: none"> ・分配係数 ・体積・厚さ ・間隙率 ・粒子密度
難透水性覆土			
上部覆土			
岩盤(鷹架層)			
難透水性覆土	低透水性	ベントナイト混合土を用いた難透水性覆土及び下部覆土に対して低透水性を期待することにより、施設通過流量(施設への浸入水量及び施設上部並びに生活環境への地下水の流出)を低減させる。 岩盤(鷹架層)の低透水性によって、廃棄物埋設地への地下水浸入量の低減を期待するとともに、生活環境までの移行遅延を期待する。	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設設備から覆土への流出水量 ・覆土内地下水流量(希釈) ・覆土の地下水流速 ・埋設設備から岩盤(鷹架層)への流出水量 ・岩盤(鷹架層)の地下水流速
下部覆土			
岩盤(鷹架層)			

(3) 各バリアの移行抑制機能と状態設定との関係

移行抑制機能の状態設定として、難透水性覆土の透水性は、セメント系材料や廃棄体の成分による化学的変質と、金属の腐食膨張による力学的変形の影響を受ける。また、各バリアの収着性は、セメント系材料や廃棄体の成分による化学的変質の影響を受ける。

(i) 難透水性覆土の透水性への影響及びその対応

難透水性覆土の透水性に対する化学的変質の影響は、地化学解析コード(PHREEQC-TRANS)により予測しており、管理期間において、埋設設備に接する難透水性覆土の一部は変質する結果となっている(第3図)。

監視によりこの変質状況を確認することで、長期の状態設定の妥当性を検討できる可能性はあるため、監視の対象項目の一つと考える。ただし、この解析は、埋設設備が覆土完了直後から砂程度の透水性となっているという仮定のもとで、難透水性覆土に供給される影響物質の量を想定していること等、難透水性覆土の変質が早く進む条件としている。このことから、監視により得られた情報が、解析で予測された状態の範囲内か否かを確認するだけで、化学的変質の予測の妥当性が判断できるという単純なものではない。管理期間内の変化は緩慢で、この間の監視では、その後の長期予測の不確実性に対する低減に直接寄与できない可能性もあるが、監視の知見とあわせて考察し、事業許可時点の線量評価に反映する最新知見の一つの材料にすることは可能と考えられる。

難透水性覆土の透水性に対する力学的変形の影響は、金属の腐食膨張量より予測する。埋設している金属廃棄物には複数の金属種類が含まれているが、予測においては、埋設している金属種類のうち、最も埋設重量割合と腐食膨張量の大きい炭素鋼を代表とし、代表金属が速やかに腐食し、膨張すると評価している。管理期間内において金属の腐食による埋設設備の膨張量を直接監視しても、膨張変形は緩慢で、この間の監視では、その後の長期の予測の不確実性の低減に直接寄与できない可能性もあるが、監視の知見とあわせて考察し、事業許可時点の線量評価に反映する最新知見の一つの材料にすることは可能と考えられる。

(ii) 各バリアの収着性への影響及びその対応

各バリアの収着性は、収着性に影響する物質による性能低下を、現時点の知見に基づき、覆土完了直後から生じるものと設定している。今後、初期の特性のデータを充実するとともに、長期の性能は、収着性に影響する物質による性能の変化に関するデータを必要に応じて充実させることとする。管理期間における状態変化は緩慢で、この間の監視では、その後の長期予測の不確実性の低減に直接寄与できない可能性もあるが、管理期間内に収着性を監視により確認し、事業許可時点の線量評価を最新の知見で見直すことの一つの材料とすることは可能と考えられる。

管理期間内における実際の人工バリアの収着性の変化は緩慢で、線量評価上(状態設定

上)で想定している変化の範囲を超えることは考え難いものの、その変化を監視することで廃棄物埋設地の安全性が維持されているかを確認できる設計とする。また、この間の監視では、その後の長期予測の不確実性の低減に直接寄与できない可能性もあるが、管理期間内の状況を監視により確認し、事業許可時点の線量評価に反映する最新知見の一つの材料にする。

(4) 監視及び測定の対象とする項目及び方法

監視及び測定の対象とする項目は、廃棄物埋設地の安全性を確認する観点から、線量評価パラメータのうち線量への感度が大きく、有意に変化が生じ得る可能性があるものとする。また、これらのパラメータの設定については、第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）補足説明資料9「線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」に示す。

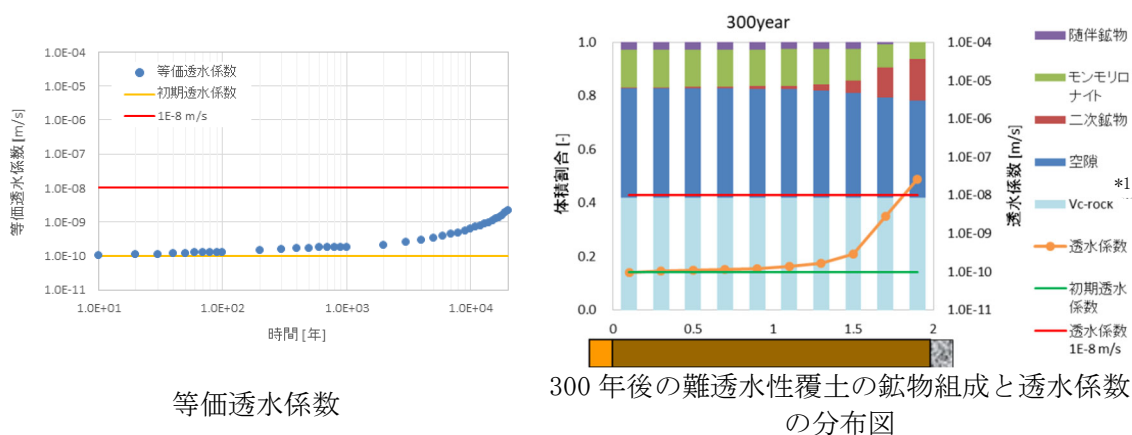
なお、廃棄物埋設地の状態変化の評価で考慮した種々の影響因子及び前提条件も対象とする。

これらの監視及び測定的项目は、設計時点の線量評価に基づいて選定するが、埋設した実績の放射エネルギー及び施設建設時の設備や覆土の初期性能によって感度のあるパラメータや重要な影響因子及び前提条件が変わる可能性があることから、覆土完了した時点で選定することが合理的である。線量感度のあるパラメータについては、埋設した実績の放射エネルギー及び施設建設時の設備や覆土の初期性能が確定した時点で、最も可能性が高い自然事象シナリオを対象とした廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータ全てに関して、網羅的に感度解析を行うことにより見直す。線量評価パラメータと種々の影響因子及び前提条件との関係を参考資料1に示す。

覆土の初期の透水性や収着性は、施設確認の際の試験(代替指標での確認を含む)から確認できる。覆土の地下水面の位置や廃棄物埋設地近傍の動水勾配は、廃棄物埋設地近傍の地下水位観測孔による監視から確認できる。

しかし、管理期間内における実際の変化は緩慢であり、廃棄物埋設地近傍では有効な情報は得られないと考えられることから、バリア機能の変化に関する監視は、基本的に類似環境下での要素試験になると考えられる。類似環境下での試験は、実際の廃棄物埋設地とスケールが異なり、要素的な試験となる場合が多い。要素試験とすることで、例えば難透水性覆土への化学的影響のように、実環境下での施設ではすぐに変化が開始しないものを早い段階から変化を開始できる利点もある。いずれにしても、類似環境下での試験のスケール、環境下での状態変化の予測解析と測定結果を比較し、実際の施設の状態変化のモデルやパラメータの見直しに組み込むことを効果的に行う必要があり、埋設した実績の放射エネルギー及び施設建設時の設備や覆土の初期性能が固まる段階までに計画を具体化する。さらに、これらの監視及び測定的项目や監視及び測定の頻度は、定期的な評価の際に、最新の知見に基づき見直す。

現時点の知見に基づき、監視及び測定の項目を、第3図の状態変化の評価、施設確認等との関係で抽出し、監視及び測定の概要について具体的に整理したものを第4表及び参考資料2に示す。第4表において、監視及び測定を行う項目について、灰色で塗りつぶして示した。



第3図 1号廃棄物埋設地の解析結果（ケース②）*2

（第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価） 補足説明資料5「廃棄物埋設地の状態設定-状態変化の評価(化学的影響)-」を参照）

*1：Vc_rock：化学反応に寄与しない固相

*2：ケース②とは難透水性覆土中の拡散挙動を単純なモデルとした場合のことである。

第4表 監視及び測定の項目(1/7)

■ : 監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、 線量評価への感度	事業変更許可申請、 確認での扱い	監視及び測定での扱い
漏えい監視	—	—	—	監視及び測定を行う（許可基準規則第十二条第一号関連）。 参考資料2 2. 地下水採取孔による監視及び測定
事業所境界付近の線量等の監視	—	—	—	監視及び測定を行う（許可基準規則第十二条第二号連）。 参考資料2 2. 地下水採取孔による監視及び測定
地盤	透水係数 移行距離	施設通過流量と放射性物質の移行時間に関係し、評価への感度は大きくない。評価上の移行距離 20(m)～30(m)に対し実際の分布は広い。	事業変更許可申請時点までの調査で確認する。	(監視及び測定は行わない) 線量評価への影響は大きくないが、裕度を持った設定としており、監視及び測定は不要。
	分配係数	線量評価の影響は大きくは無く、長期における化学影響範囲は限定的である。	事業変更許可申請時点までの試験結果により設定する。	(監視及び測定は行わない) 天然バリアの収着性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはなく(第2表)、線量への感度は人工バリアに比べて小さく、化学的影響範囲は限定的であることから、監視及び測定は不要。
	支持力、変形	支持地盤の変形により人工バリアが大きく変形、破壊した場合は状態設定への影響がある。	事業変更許可申請時点までの調査で岩盤(鷹架層)の支持力が十分にあることを確認し、施設確認時に支持地盤が岩盤(鷹架層)であることを確認する。	(監視及び測定は行わない) 事業許可及び施設確認の時点で十分に余裕があることを確認できることから、監視及び測定は不要。

第4表 監視及び測定項目(2/7)

:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、 線量評価への感度	事業変更許可申請、 確認での扱い	監視及び測定での扱い
地下水	上部覆土の地下水面位置	線量評価シナリオにおいて、上部覆土表面に地下水面が常時達していないことを前提としている。	施設確認では確認しない。	線量評価の前提であることから、覆土完成後、覆土内の地下水面位置を確認する。 参考資料2 2. 地下水採取孔による監視及び測定
	施設から漏えいした放射性物質の移行先	主に南側の沢方向に流れるとしているが、全量北に流れるとしても、線量評価結果は大きくならない。	施設確認では確認しない。	線量評価の値への影響はないが評価の前提であることから、覆土完成後、廃棄物埋設地近傍の地下水面位置を確認することで流動方向を確認する。 参考資料2 2. 地下水採取孔による監視及び測定
	施設通過流量	線量評価への感度が大きい。 参考資料1 第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果	事業変更許可申請では、施設、人工バリア、天然バリアの透水係数と、天然バリアの動水勾配より計算で求める。地下流量の直接測定は困難である。	(直接的な監視及び測定は行わない) 通過流量の直接監視はしないが、各バリアの透水係数と、地下水位の観測に基づく動水勾配より計算で確認する。

第4表 監視及び測定項目(3/7)

☐:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、線量評価への感度	事業変更許可申請、確認での扱い	監視及び測定での扱い
廃棄体	放射エネルギー	線量への感度は大きい。	廃棄体確認及び施設確認により実績の放射エネルギーが確定する。	(監視及び測定は行わない) 廃棄体確認及び施設確認で確定するため、監視及び測定は不要
	廃棄物中の金属量	金属腐食膨張による施設の膨張量により、難透水性覆土等の透水係数の力学的影響があれば、施設通過流量が増え、線量が増加する。しかし、現在想定している大きな膨張量でも、透水係数の力学的影響はない。	理論上廃棄体に入れることができる最大の金属量で評価しており、廃棄体確認でも確認対象としていない。	(監視及び測定は行わない) 廃棄体確認対象ではないが、廃棄体の充填材を除いた廃棄物重量のデータより、金属の実績重量は確定することから、定期的な評価等に反映させることは可能。
	金属の膨張量	線量への感度が大きい。	事業変更許可申請では、膨張量が大きくなるような腐食生成物ができるとしている。施設確認では確認しない。	難透水性覆土の低透水性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはないが(第2表)、施設通過流量の線量への感度が大きいことから、監視及び測定を行う。また、腐食による金属の膨張の進行は緩慢であり、類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験により行う。 参考資料1 2. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子、参考資料2 3. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定
	分配係数	参考資料1 第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果	事業変更許可申請時に有機物等の分配係数に与える環境の影響を考慮した試験等により小さく設定する。	廃棄体(固型化材)の収着性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはないが(第2表)、分配係数は線量への感度が大きいことから、監視及び測定を行う。有機物等の環境が分配係数に与える影響について、データを充実させる。 参考資料1 2. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子、参考資料2 3. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定

第4表 監視及び測定項目(4/7)

:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、 線量評価への感度	事業変更許可申請、 確認での扱い	監視及び測定での扱い
埋設設備	長期透水係数	線量への感度が大きい施設通過流量に関する。鉄筋の腐食膨張や廃棄体の膨張、陥没によりひび割れが生じ透水係数が大きくなっていくが、現象が複雑で透水係数の時間変化状態を設定することは困難なため、覆土完了直後から最終的な状態である砂程度の透水性になったとして評価している。	長期の状態であり、施設確認では確認できない。	(監視及び測定は行わない) 埋設設備の透水係数の時間変化を実施設で確認することは不可能。当初から砂程度の透水性の設定としていることから、監視及び測定は不要。
	分配係数	線量への感度が大きい。 参考資料1 第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果	事業変更許可申請時に有機物等の分配係数に与える環境の影響を考慮した試験、セメント水和物の溶脱影響の考慮等により小さく設定する。	埋設設備の収着性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはないが(第2表)、分配係数は線量への感度が大きいことから、分配係数並びに関連する間隙率及び密度の監視及び測定を行う。 有機物等の環境が分配係数に与える影響について、データを充実させる。 管理期間内に設備からCa等が溶出する可能性があり、別途行うCaの溶脱試験でCaの溶脱が認められた場合は、Caが溶脱した試料を用いて分配係数の監視及び測定を行う。 参考資料1 2. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子、参考資料2 3. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補充する室内試験による監視及び測定

第4表 監視及び測定項目(5/7)

:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、 線量評価への感度	事業変更許可申請、 確認での扱い	監視及び測定での扱い
難透水性 覆土	セメント系材 料からのCa等 の溶脱の間接 的評価	セメント系材料からのCa 等の溶脱により難透水性覆 土が化学変質し透水係数が 大きくなると、線量への感 度が大きい施設通過流量に 影響する。	施設確認では、セメント 系材料からのCa等の溶脱 の直接確認は困難。	<p>難透水性覆土の低透水性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはないが(第2表)、施設通過流量の線量への感度が大きいことから、透水係数並びに関連する間隙率及び密度の監視及び測定を行う。</p> <p>管理期間内に設備からCa等が溶出する可能性がある。</p> <p>線量評価では、設備が覆土完了直後から砂程度の透水性に劣化し、Ca等が難透水性覆土に供給されやすい環境を前提としており、実際に管理期間内の変質は緩慢であると推定する。Ca等の溶脱状況は設備からサンプルを採って分析する必要があるが、バリアの損傷を伴うため、実施設ではなく、類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験で行う。</p> <p>参考資料1 2. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子、参考資料2.3. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定</p>

第4表 監視及び測定の項目(6/7)

:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、線量評価への感度	事業変更許可申請、確認での扱い	監視及び測定での扱い
難透水性覆土	初期透水係数	線量への感度が大きい施設通過流量に関係する。難透水性覆土の透水係数が大きくなった場合、施設通過流量が増える。埋設設備の膨張等による難透水性覆土の透水係数は、	施設確認で初期の透水係数と、長期の性能の前提となる覆土の仕様を確認する。透水係数の空間的ばらつきは、施工方法、品質管理方法で確認する。	(監視及び測定は行わない) 施設確認で確定するため、監視及び測定は不要。
	長期透水係数	力学的影響をほとんど受けない。化学的影響は小さいが化学的変質はする可能性がある。	施設確認では、長期の透水係数は直接確認できない。	難透水性覆土の低透水性の喪失を仮定したとしても著しく安全性を損なうことはないが(第2表)、施設通過流量の線量への感度が大きいことから、難透水性覆土の透水係数並びに関連する間隙率及び密度の監視及び測定を行う。難透水性覆土全体が飽和する前は、透水係数の空間的分布にばらつきが見られるが、放射性物質の移行の観点からは、移行経路が完全に水で満たされておらず、移行量は制限されることから問題ないとする。設備から溶出するCa等による変質が管理期間内に起こる可能性がある。ただし、設備が覆土完了直後から砂程度の透水性に劣化し、Ca等が難透水性覆土に供給されやすい環境を前提としており、実際に管理期間内の変質は緩慢なものになる。変質状況は難透水性覆土からサンプルを採って分析する必要があるが、バリアの損傷を伴うため、実施ではなく、類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験で行う。 参考資料1 2. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子、参考資料2 3. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定

第4表 監視及び測定項目(7/7)

■:監視及び測定を行う

部位等	項目	状態設定、 線量評価への感度	事業変更許可申請、 確認での扱い	監視及び測定での扱い
難透水性覆土	分配係数	線量への感度は低い。 参考資料1 第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果	事業変更許可申請時に有機物等の分配係数に与える環境の影響を考慮した試験等により小さく設定する。	(監視及び測定は行わない) 線量への感度が低いため、監視及び測定は不要。
下部覆土	初期透水係数	線量への感度が大きい施設通過流量に関係する。下部覆土の透水係数が大きくなった場合、施設通過流量が増える。	施設確認で初期の透水係数と、長期の性能の前提となる覆土の仕様を確認する。	(監視及び測定は行わない) 施設確認で確定するため、監視及び測定は不要。
	長期透水係数	下部覆土の透水係数に対する力学的影響及び化学的影響は小さい。	—	力学的影響及び化学的影響がほとんどないが、施設通過流量の線量への感度は大きく、難透水性覆土及び下部覆土全体の透水性を確認する観点から、下部覆土の透水係数並びに関連する間隙率及び密度の監視及び測定を行う。変質状況は下部覆土からサンプルを採って分析する必要があるが、バリアの損傷を伴うため、実施設ではなく、類似環境下の原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験で行う。
上部覆土	初期透水係数	線量への感度は低い。	施設確認では確認しない。	(監視及び測定は行わない) 線量への感度が低いため、監視及び測定は不要。
	長期透水係数		—	(監視及び測定は行わない) 線量への感度が低いため、監視及び測定は不要。
	分配係数	線量への感度は低い。 参考資料1 第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果	施設確認では確認しない。	(監視及び測定は行わない) 線量への感度が低いため、監視及び測定は不要。

線量評価パラメータと影響因子及び
前提条件との関係

目 次

1. はじめに.....	1
2. 移行抑制機能と線量評価パラメータの関係について.....	2
3. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子.....	3

1. はじめに

移行抑制機能に関する監視及び測定の項目を選定するため、人工バリア及び天然バリアの各部材に期待する移行抑制機能と線量評価パラメータの関係、線量評価パラメータの関連特性とその影響因子並びに線量への感度を整理する。

2. 移行抑制機能と線量評価パラメータの関係について

線量評価において埋設設備内の核種 i の間隙水中濃度は以下の式を用いて評価しており、収着性を示す分配係数のほか、埋設設備の分配平衡体積、間隙率及び粒子密度が人工バリアである埋設設備内の核種 i の間隙水中濃度を決定するパラメータである。

$$C_{ww}(0, i) = \frac{A_0(i)}{\varepsilon \cdot Rf(i) \cdot V_{meq}}$$

$$\varepsilon \cdot Rf(i) = \sum_j (P(j) \cdot \varepsilon(j) \cdot Rf(i, j))$$

$C_{ww}(0, i)$: 埋設設備内の覆土完了直後における核種 i の間隙水中濃度 (Bq/m³)

$A_0(i)$: 核種 i の総放射エネルギー (Bq)

$P(j)$: 埋設設備内の媒体 j の体積分率 (-)

$\varepsilon(j)$: 埋設設備内の媒体 j の間隙率 (-)

$Rf(i, j)$: 埋設設備内の媒体 j の核種 i の遅延係数 (-) ;

$$= 1 + \frac{1 - \varepsilon(j)}{\varepsilon(j)} \cdot \rho(j) \cdot Kd(i, j)$$

$\rho(j)$: 埋設設備内の媒体 j の粒子密度 (kg/m³)

$Kd(i, j)$: 埋設設備内の媒体 j の核種 i の分配係数 (m³/kg)

V_{meq} : 分配平衡となる埋設設備の体積 (m³)

また、埋設設備から鷹架層への核種 i の漏出量は以下の式を用いて評価しており、人工バリアである覆土及び天然バリアである鷹架層の透水係数、動水勾配によって設定される流出水量が、埋設設備からの核種 i の漏出量を決定するパラメータである。

$$S_g(t, i) = Q_{go}(t) \cdot C_{ww}(t, i)$$

t : 覆土完了以後の経過時間 (y)

$S_g(t, i)$: 埋設設備から鷹架層への核種 i の漏出量 (Bq/y)

$Q_{go}(t)$: 埋設設備から鷹架層への流出水量 (m³/y)

$C_{ww}(t, i)$: 埋設設備内の時刻 t における核種 i の間隙水中濃度 (Bq/m³)

添付資料 1 「3. (4) 監視及び測定の対象とする項目及び方法」の第 3 表「各バリアに期

待する移行抑制機能と線量評価パラメータ」に関連した重要パラメータである「埋設設備から岩盤(鷹架層)又は上部覆土への流出水量」、「各バリア材料の分配係数」に与える影響事象は、比較的緩慢に生じる廃棄物埋設地の周辺環境の変化によるものが主なものであり、短期間に著しくバリア機能が変化することは考え難い。

したがって、廃棄物埋設地近傍の変化を評価するために、地下水の水質(放射性物質の濃度含む)及び温度、流入出水量及び流速の変化を確認することが考えられる。

線量評価パラメータの透水係数から求められる流出水量及び分配係数に与える代表的な影響事象としては、地下水との反応による各バリア材・間隙水の変化が考えられる。

しかし、覆土完了後において、人工バリア及び天然バリアより材料を直接採取することは、バリアを損傷することになり、移行抑制機能の損失が懸念されるため、状態変化を直接的に評価することは実質不可能である。したがって、「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」について(22 安委決第 24 号平成 22 年 8 月 9 日原子力安全委員会決定)に基づき、類似環境下での原位置試験及びそれを補完する室内試験を行い、人工バリア及び天然バリアの機能(収着性、低透水性)の変化を確認することが考えられる。

3. 移行抑制機能における線量評価パラメータとその影響因子

第 1 表及び第 2 表に長期状態において収着性及び低透水性に影響を及ぼす要因の抽出例を、第 3 表及び第 4 表に各材料の要求機能に対する項目関連性を示す。

添付資料 1「3. (4)監視及び測定の対象とする項目及び方法」の第 3 表「各バリアに期待する移行抑制機能と線量評価パラメータ」に示す線量評価パラメータと第 1 表及び第 2 表の影響要因の抽出例について、第 3 表及び第 4 表を踏まえ、その関係性を整理する。第 1 図に長期状態における各種影響要因の関係例を示す。これらを踏まえ類似環境下での原位置試験及びそれを補完する室内試験に対する監視及び測定の項目候補を抽出する。

第 2 図に長期状態における各種影響要因と監視項目、監視設備の関係例を示す。

線量評価パラメータの感度解析の一例として、第 5 表に 3 号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果を示す。これより、分配係数と地下水流入量において線量評価感度が高い結果となっている。

第 1 表 長期状態において収着性に影響を及ぼす要因の抽出（例）

項目	長期状態における影響要因		影響機構	
分配 係数	セメント系 材料特性の 変化	化学的影 響	セメント水和物の 溶脱、二次鉱物の生 成	地下水によりセメント水和物の溶解 や地下水成分との反応による二次鉱 物の生成により空隙構造が変化する。
			廃棄体に含まれる 硫酸塩による二次 鉱物の生成	廃棄体に含まれる硫酸塩とセメント 水和物の反応により二次鉱物が生成 し、空隙構造が変化する。
			有機物	セルロースはアルカリ性の環境下 において分解し、生成したイソサッカ リン酸と放射性物質が錯体を形成し、 収着性に影響する。
		力学的影 響	セメント水和物の 溶脱	地下水によりセメント水和物の溶解 により空隙構造が変化し、剛性、強度 が低下する。
廃棄体に含まれる 硫酸塩による二次 鉱物の生成			廃棄体に含まれる硫酸塩とセメント 水和物の反応により二次鉱物が生成 され、セメント系材料にひび割れが発 生する。	
ベントナイ ト系材料特 性の変化	化学的影 響	モンモリロナイト、 随伴鉱物の溶解、二 次鉱物の生成	セメント系材料からの高アルカリ性 の間隙水によるベントナイト構成材 料の溶解による空隙の増加。溶解成 分と地下水成分が反応し二次鉱物が 沈殿する。	

第 2 表 長期状態において低透水性に影響を及ぼす要因の抽出（例）

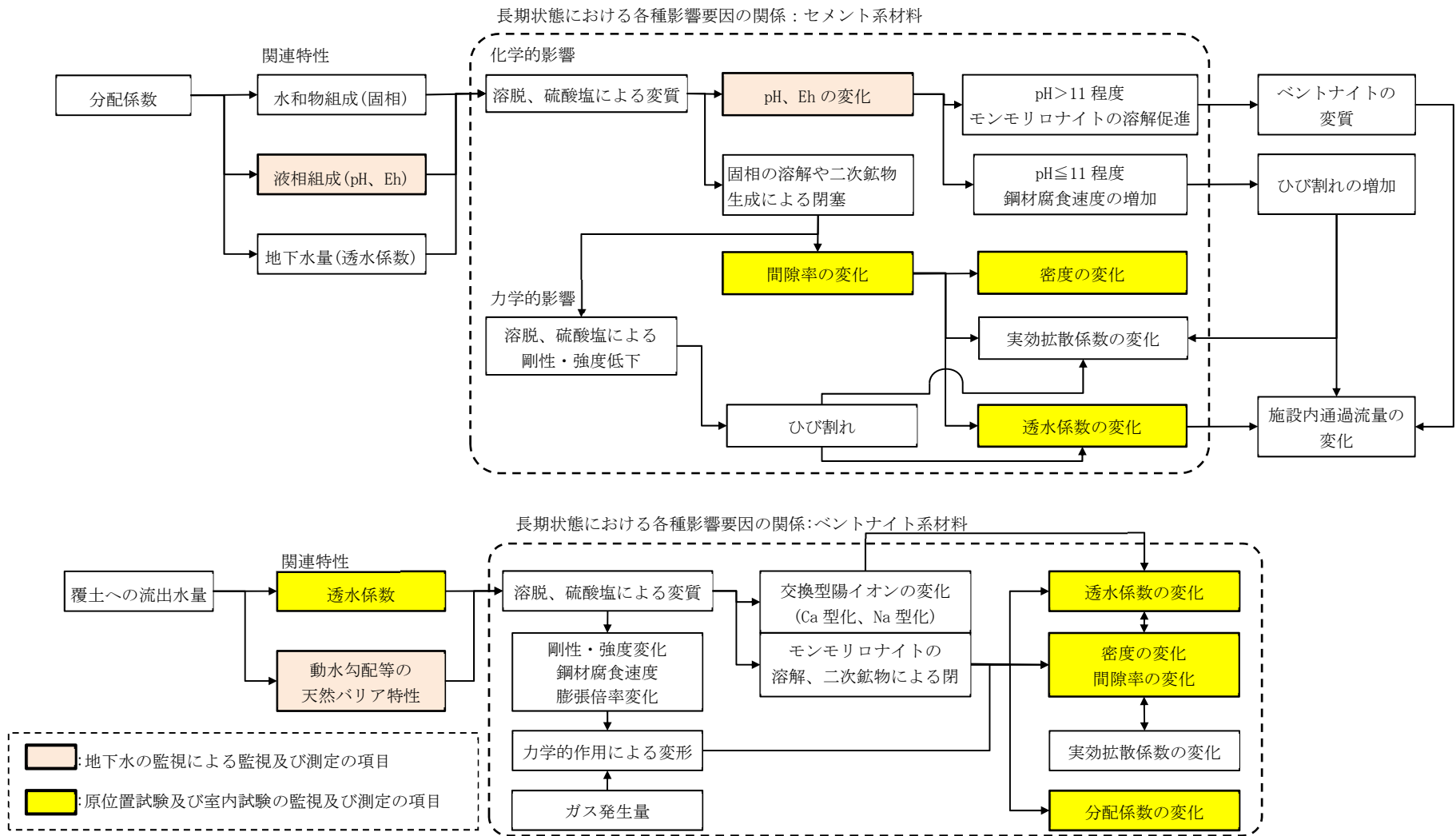
項目	長期状態における影響要因		影響機構	
透水 係数	ベントナイト 特性の変化	化学的影 響	交換性陽イオン の変化	セメント系材料からの高カルシウム 濃度の間隙水によるベントナイトの Ca 型化する。
			廃棄体中のほう 酸塩、硫酸塩など の可溶性塩影響	可溶性塩影響により、空隙特性(空隙 率、空隙構造)が変化するとともに、 膨潤性能が低下する。また、陥没に よる覆土の変形する。
	有効粘土密度 の変化	力学的影 響	金属の腐食	金属の腐食膨張により、覆土に、厚さ の減少及び変位に伴う透水性が変化 した領域の発生する。
		化学的影 響	モンモリロナイト の溶解、随伴鉱 物の溶解、二次 鉱物の生成	セメント系材料からの高アルカリ性 の間隙水によるベントナイト構成材 料の溶解に伴う密度低下する。溶解成 分と地下水成分などが反応して二次 鉱物が沈殿する。
短絡経路の形 成	力学的影 響	ガス発生	廃棄体の腐食などにより発生したガ スによる覆土の破過が生じ、低密度部 を形成する。	

第3表 セメント系材料の要求機能に対する項目関連性

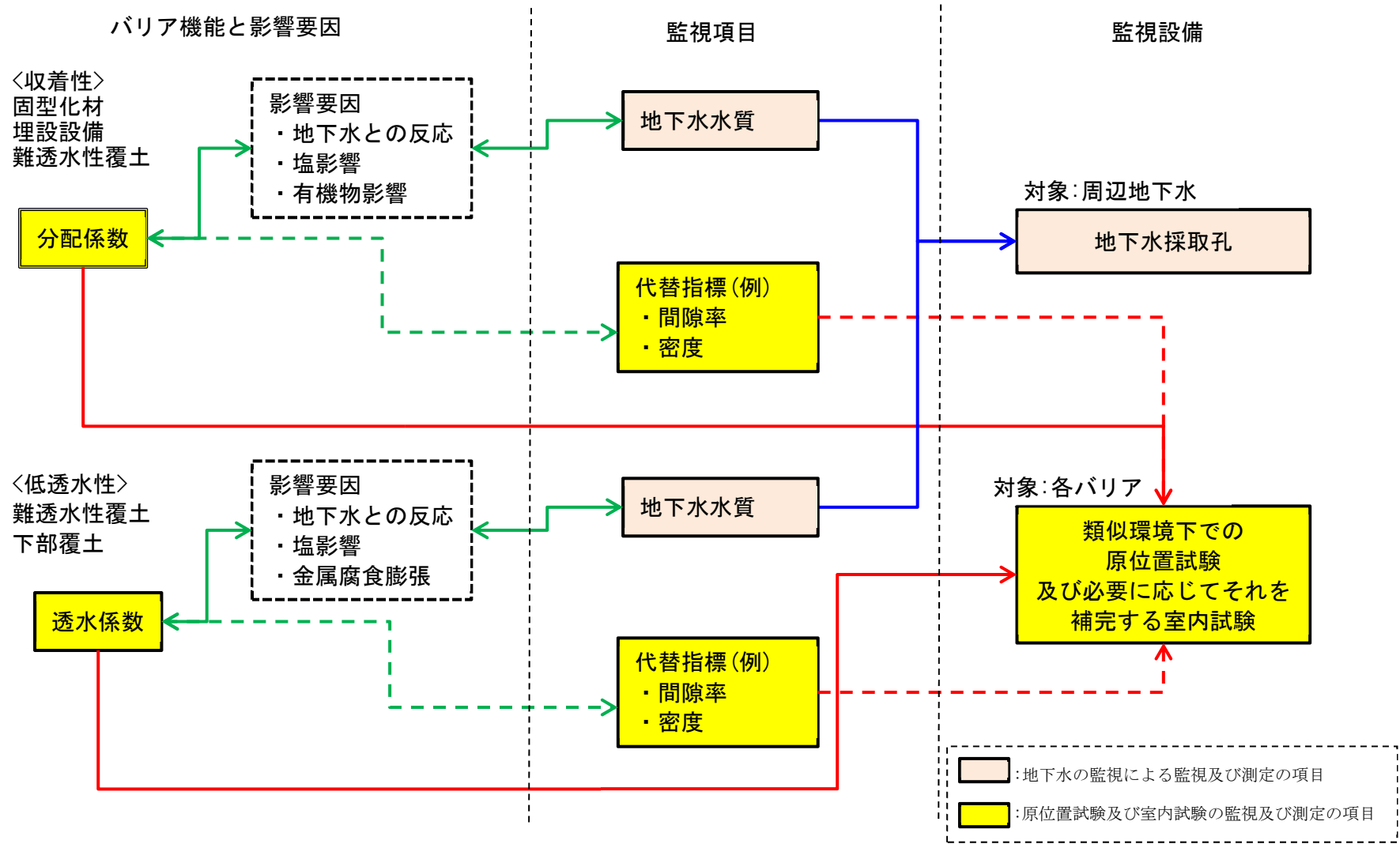
項目	長期において変化する項目		化学的環境要因
	代表的な項目	関連する項目	
透水係数	間隙率	密度	pH
拡散係数	ひび割れ	強度、剛性	固相組成（鉱物組成）
分配係数	間隙率	密度	pH Eh 固相組成（鉱物組成）

第4表 ベントナイト系材料の要求機能に対する項目関連性

項目	長期において変化する項目		化学的環境要因
	代表的な項目	関連する項目	
透水係数	間隙率	密度	pH
拡散係数	モンモリロナイト量	強度、剛性	固相組成
分配係数		交換性陽イオン量	pH Eh 固相組成（鉱物組成）



第1図 長期状態における各種影響要因の関係(例)



第2図 長期状態における各種影響要因と監視項目、監視設備の関係(例)

第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果(1/2)*1

考慮した状態設定	状態設定に基づく 線量評価パラメータ設定値		設定の考え方	居住者*2の 被ばく線量(μ Sv/y) (支配核種)
人工バリアの収着性を喪失したケース	廃棄体の分配係数(m^3/kg)	全核種 0	人工バリアの収着性を無視したケースとして、覆土完了時点から分配平衡領域の分配係数を全核種 $0m^3/kg$ と設定する。	約 1.9 (C-14)
	充填モルタルの分配係数(m^3/kg)	全核種 0		
	コンクリートの分配係数(m^3/kg)	全核種 0		
天然バリアの収着性を喪失したケース	難透水性覆土の分配係数(m^3/kg)	全核種 0	覆土完了時点から難透水性覆土の分配係数を全核種 $0m^3/kg$ と設定する。	約 0.14 (C-14)
	上部覆土の分配係数(m^3/kg)	全核種 0	覆土完了時点から上部覆土の分配係数を全核種 $0(m^3/kg)$ と設定する。	約 8.7×10^{-2} (C-14)
	岩盤(鷹架層)の分配係数(m^3/kg)	全核種 0	覆土完了時点から鷹架層の分配係数を全核種 $0m^3/kg$ と設定する。	約 0.76 (Am-241)*3
人工バリアの低透水性を喪失したケース *4*5	埋設設備から上部覆土への流出水量(m^3/y)	5,200	人工バリアの低透水性を無視したケースとして、覆土完了時点から各バリアの透水係数を最も厳しい自然事象シナリオの設定($1.5 \times 10^{-8}m/s$)よりも厳しい設定($1.0 \times 10^{-7}m/s$)とする。	約 0.77 (C-14)
	埋設設備から鷹架層への流出水量(m^3/y)	6,200		
天然バリアの低透水性が喪失したケース	上部覆土の地下水流速(m/y)	100	廃棄物埋設地周囲の動水勾配を10倍として設定する。なお、上部覆土には低透水性を期待していない。	約 8.7×10^{-2} (C-14)
	鷹架層の地下水流速(m/y)	3	鷹架層の透水性が著しく変化することは想定されないため、廃棄物埋設地周囲の動水勾配を最も可能性が高い設定の10倍として設定する。	約 9.1×10^{-2} (C-14)

第5表 3号廃棄物埋設地の放射性物質の移行挙動に係る線量評価パラメータにおける感度解析結果(2/2)

考慮した状態設定	状態設定に基づく 線量評価パラメータ設定値		設定の考え方	居住者*2の 被ばく線量(μ Sv/y) (支配核種)
人工バリアの拡散性を 喪失したケース	難透水性覆土の実効拡散係数(m^2/s)	2.0×10^{-9}	自由水中の拡散係数を参考に設定する。 なお、難透水性覆土には低拡散性を期待 していない。	約 0.15 (C-14)
天然バリアの移行距離 を喪失したケース	核種が流入する鷹架層下流端から尾 駁沼又は河川又は沢までの評価上の 距離(m)	0	移行時間が短くなるよう、廃棄物埋設地 下流端から尾駁沼、河川又は沢までの距 離を 0m と設定する。	約 8.8×10^{-2} (C-14)
	核種が流入する上部覆土の地下水流 向方向長さ(m)	1	移行時間が短くなるよう、上部覆土への 核種の流出範囲を 1m と設定する。	約 8.7×10^{-2} (C-14)
	核種が流入する鷹架層の地下水流向 方向長さ(m)	1	移行時間が短くなるよう、鷹架層への核 種の流出範囲を 1m と設定する。	約 9.1×10^{-2} (C-14)
【参考】 最も可能性が高い自然 事象シナリオ	—		—	約 8.8×10^{-2} (C-14)

*1:最も可能性が高い自然事象シナリオと比較して線量感度が5倍以上を目安に、表内をハッチングしている。

*2:被ばく経路に関しては、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける全ての被ばく経路を対象とした。本資料に記載した居住者は、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける評価対象個人である。

*3:最も可能性が高い自然事象シナリオの支配核種であるC-14は天然バリアの収着性(分配係数)が小さいことから、支配核種は天然バリアの収着性(分配係数)の大きいAm-241に変わっている。

*4:人工バリアの低透水性の喪失したケースとして、難透水性覆土及び下部覆土の膨潤性が損なわれ、細粒分が残留する状態を想定し、透水係数を $1.0 \times 10^{-7}m/s$ と設定する。

*5:本ケースの埋設設備から上部覆土への流出水量及び埋設設備から鷹架層への流出水量は、設定した透水係数を基に2次元地下水浸透流解析第十条(廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)補足説明資料7「線量評価パラメータ-埋設設備からの流出水量-」を参照)により算出を行った。最も可能性が高い自然事象シナリオの設定値はそれぞれ $10m^3/y$ 、 $1,100m^3/y$ 、最も厳しい自然事象シナリオの設定値はそれぞれ $990m^3/y$ 、 $2,800m^3/y$ である。

移行抑制機能の
監視及び測定具体的な方法の例

目 次

1. はじめに.....	1
2. 監視及び測定について.....	2
(1) 監視測定設備の構成.....	2
(2) 監視及び測定の項目.....	4
3. 地下水採取孔及び地下水位採取孔における監視及び測定.....	7
(1) 人工バリアの収着性及び環境条件の監視及び測定.....	7
(2) 天然バリア環境条件の監視及び測定.....	11
4. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定.....	21
(1) 人工バリアの収着性の監視及び測定の項目.....	21
(2) 人工バリアの低透水性の監視及び測定の項目.....	23

1. はじめに

移行抑制機能に関する監視及び測定の具体的な方法の案を整理する。

2. 監視及び測定について

(1) 監視測定設備の構成

定期的な評価等で将来のバリア機能（移行抑制機能）の初期性能からの経年的変化が、想定している変化の範囲内であることを確認するために、以下を対象として監視及び測定を行う。

- ・ 廃棄物埋設地周囲に放射性物質の異常な漏えいがないことを監視及び測定する。
- ・ 廃棄物埋設地周囲の地下水流れに異常な変化がないことを監視及び測定する。
- ・ 廃棄物埋設地周囲の地下水成分の異常な変化がないことを監視及び測定する。
- ・ 埋設設備、覆土の状態変化を監視及び測定する。

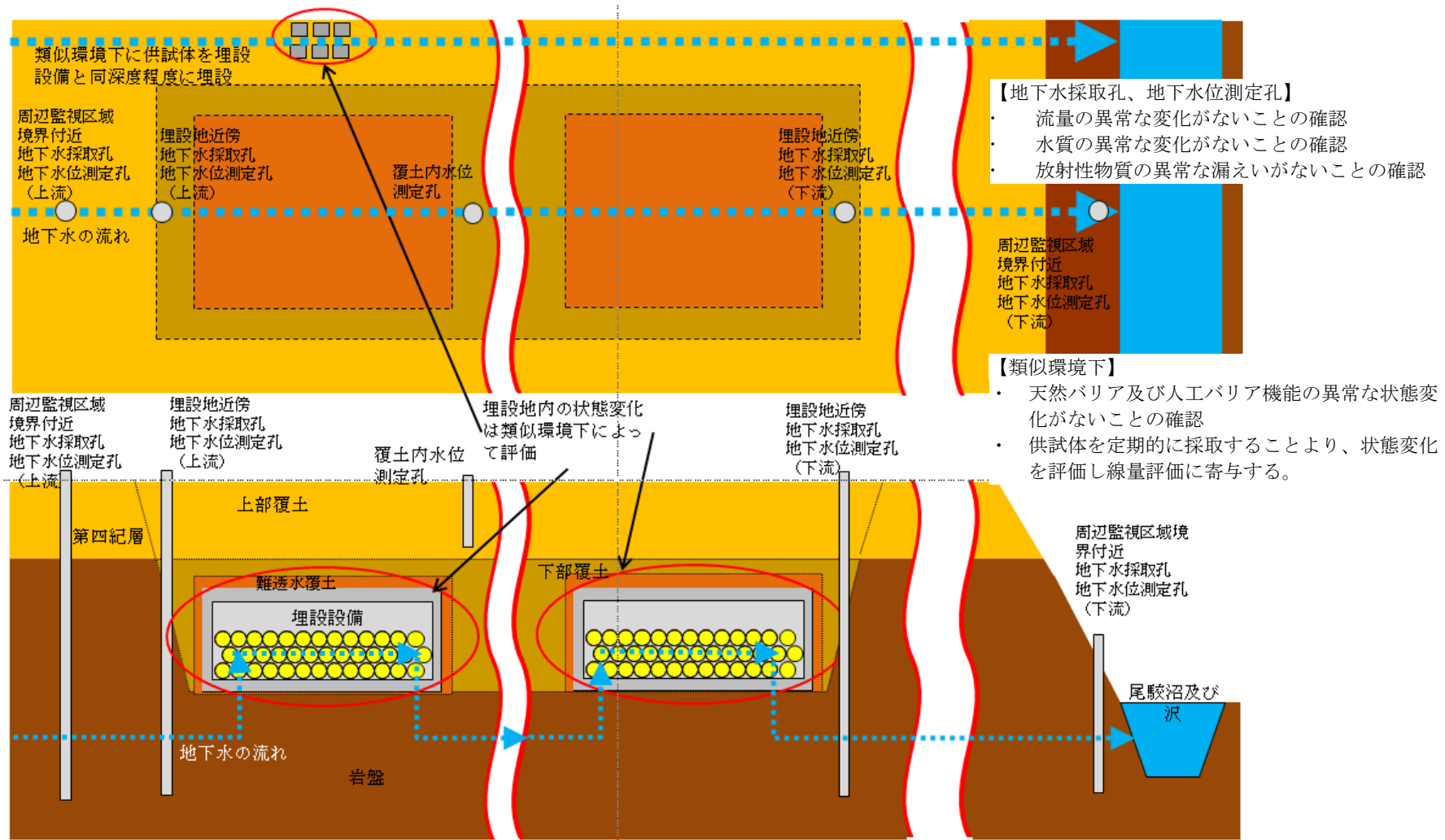
上記のうち、廃棄物埋設地周囲の放射性物質の異常な漏えい及び地下水については、地下水採取孔及び地下水位測定孔を用いて監視及び測定を行う。埋設設備及び覆土の状態変化は、下記に示す理由から直接的に測定が困難なため、類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験により、監視及び測定する。

- ・ 埋設設備及び覆土をボーリングや開削により直接サンプリングして測定することで、バリア機能を損傷する可能性がある。
- ・ 埋設設備及び覆土に計器を直接埋め込み測定することは、バリア機能を損傷する可能性があること及び、廃止措置の開始までの長期間測定することが不可能である。ただし、上部覆土及び岩盤（鷹架層）については、以下の理由により監視は行わない。
- ・ 上部覆土の収着性については、分配係数の線量評価への感度が低いため、監視及び測定は行わない。
- ・ 岩盤（鷹架層）の収着性及び低透水性は、評価上の移行距離 20m に対し実際の分布は広く、化学的に影響を受けるとしてもその範囲は限定的で力学的にも安定していることから、監視は行わない。

廃棄物埋設地と類似した環境とするために、以下の事項を考慮する。

- ・ 廃棄物埋設地の近傍で埋設設備と同程度の深度に供試体を埋設することで、地下水環境（水理、化学）及び、有効拘束圧（力学）を再現する。
- ・ 類似環境下での原位置試験の測定結果を補完するための室内試験を必要に応じて行う。
- ・ 各廃棄物埋設地の類似環境下で 1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設地からの影響を受けない場所に設置する。（候補地は廃棄物埋設地の北側とする。）

地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況の監視測定設備の例のイメージを第 1 図に示す。



第1図 監視測定設備の例のイメージ

(2) 監視及び測定の項目

監視及び測定の項目は、人工バリア及び天然バリアの各部材に期待する移行抑制機能と評価パラメータの関係及び評価パラメータの関連特性、関連パラメータ及び影響因子を整理し、長期状態評価結果を踏まえて設定する（参考資料 1 線量評価パラメータと影響因子及び前提条件との関係を参照）。設定に当たっては、線量評価への感度があるものを基本とし、廃止措置の開始までの間での状態の変化の想定に応じ、監視及び測定頻度を定め、定期的な評価で、監視及び測定項目と頻度は必要に応じて見直す。

各部材における監視及び測定項目の関係を第 1 表に示す。また、監視及び測定項目は第 2 表に示すように整理される。

類似環境下での原位置試験例イメージを第 2 図に示す。

第 1 表 各部材における監視及び測定項目の関係^{*1}

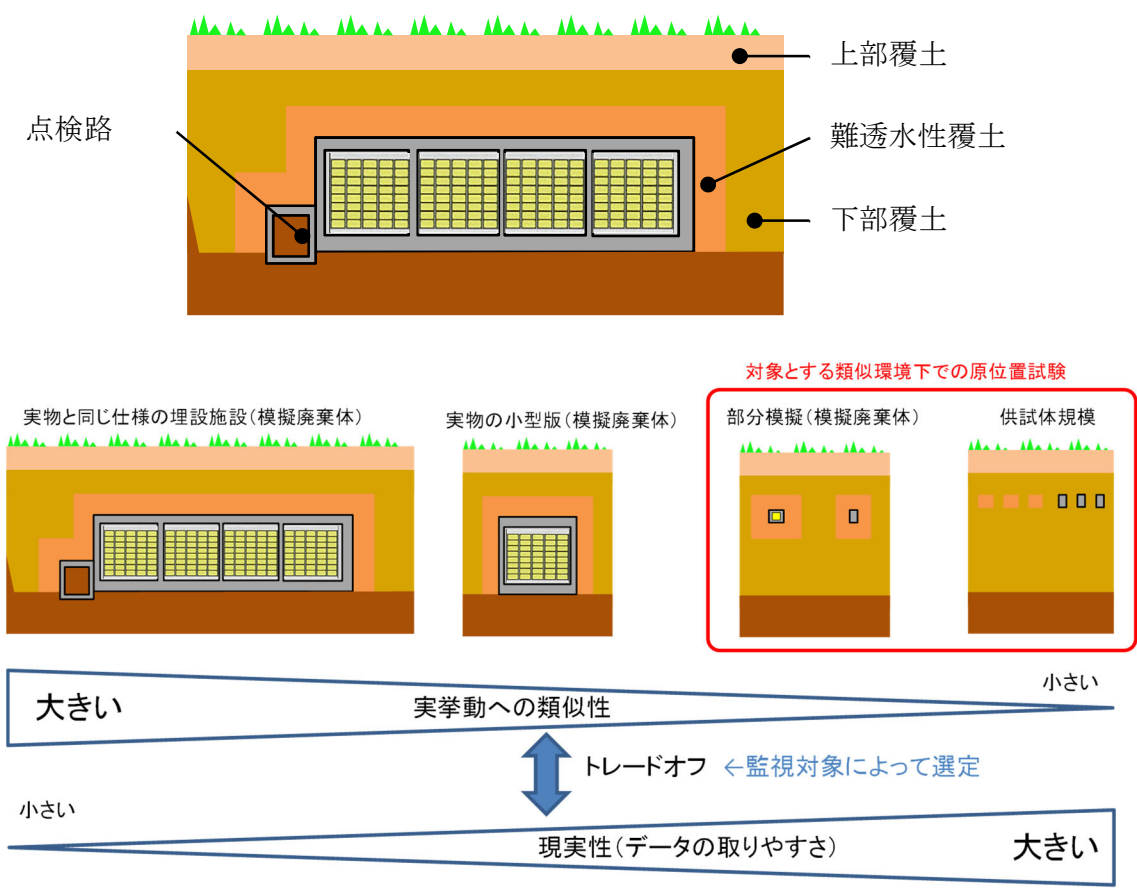
バリア	部材	技術要件	影響要因	監視及び測定項目	監視測定設備
人工バリア、 天然バリア	廃棄物埋設 施設全体	収着性 低透水性	地下水との反応 塩影響 金属腐食膨張	放射性物質の濃度	地下水採取孔
				地下水の水質	
				地下水の水位(地下水 流動場，覆土内地下 水位，動水勾配)	地下水位測定孔
人工バリア	セメント系 材料 (廃棄体固 型化材、埋 設設備)	収着性	地下水との反応 塩影響 有機物影響	分配係数	類似環境下での 原位置試験及び 必要に応じてそ れを補完する室 内試験
				間隙率	
				密度	
人工バリア	難透水性覆 土 下部覆土	低透水性	地下水との反応 塩影響 金属腐食膨張	透水係数	
				間隙率	
				密度	

*1:収着性や低透水性に関する各部材の体積や厚さは、初期性能時点で確認する。

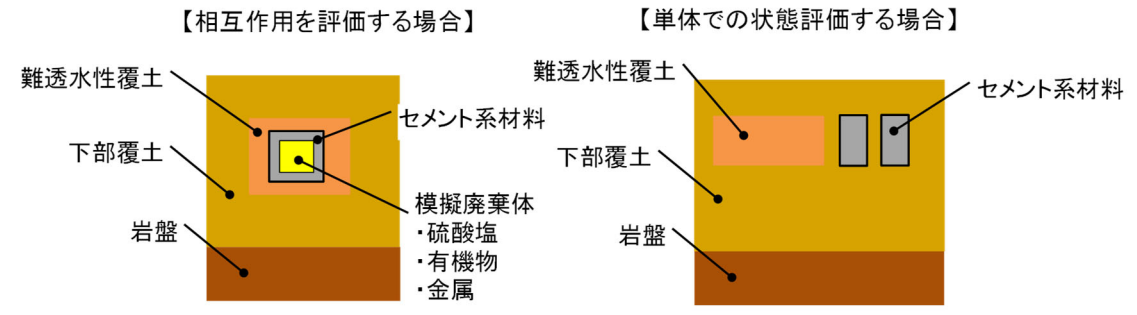
第2表 監視及び測定の項目の概要

関係する機能		監視及び測定項目	設置場所	監視測定設備	監視頻度
移行抑制 機能	収着性 低透水性	地下水の水位(地下水流動場)	周辺監視区域境界 付近	地下水水位測定孔	1年に1回 を基本とし、監視及 び測定の状態等により 必要に応じて見直す。
		地下水の水質	廃棄物埋設地近傍	地下水採取孔	
			低レベル廃棄物管 理建屋等	水質の分析装置	
		地下水の水位(覆土内地下水位)	廃棄物埋設地	地下水水位測定孔	
	地下水の水位(動水勾配)	廃棄物埋設地近傍	地下水水位測定孔		
	低透水性	金属の膨張量(廃棄体)	—*1	—*1	10年に1 回を基本とし、監視及 び測定の状態等により 必要に応じて見直す。
	収着性	分配係数並びに分配係数に関連 する間隙率及び密度(廃棄体及び 埋設設備)			
低透水性	透水係数並びに透水係数に関連 する間隙率及び密度(難透水性覆 土及び下部覆土)				

*1: 模擬試験体を埋設した廃棄物埋設地の類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験によって確認を行う。



類似環境での大型原位置試験体の設置は現実的でないため、質量比一定とした小型原位置試験体を目的に応じて設置する。



目的に応じて小型の原位置試験体を設置する。

第2図 類似環境下での原位置試験例イメージ

3. 地下水採取孔及び地下水位測定孔における監視及び測定

(1) 人工バリアの収着性及び環境条件の監視

人工バリアの収着性に影響する埋設設備付近の地下水の水質(放射性物質の濃度含む)を監視及び測定し、廃棄物埋設地から流出する地下水の化学環境の変化を確認する。

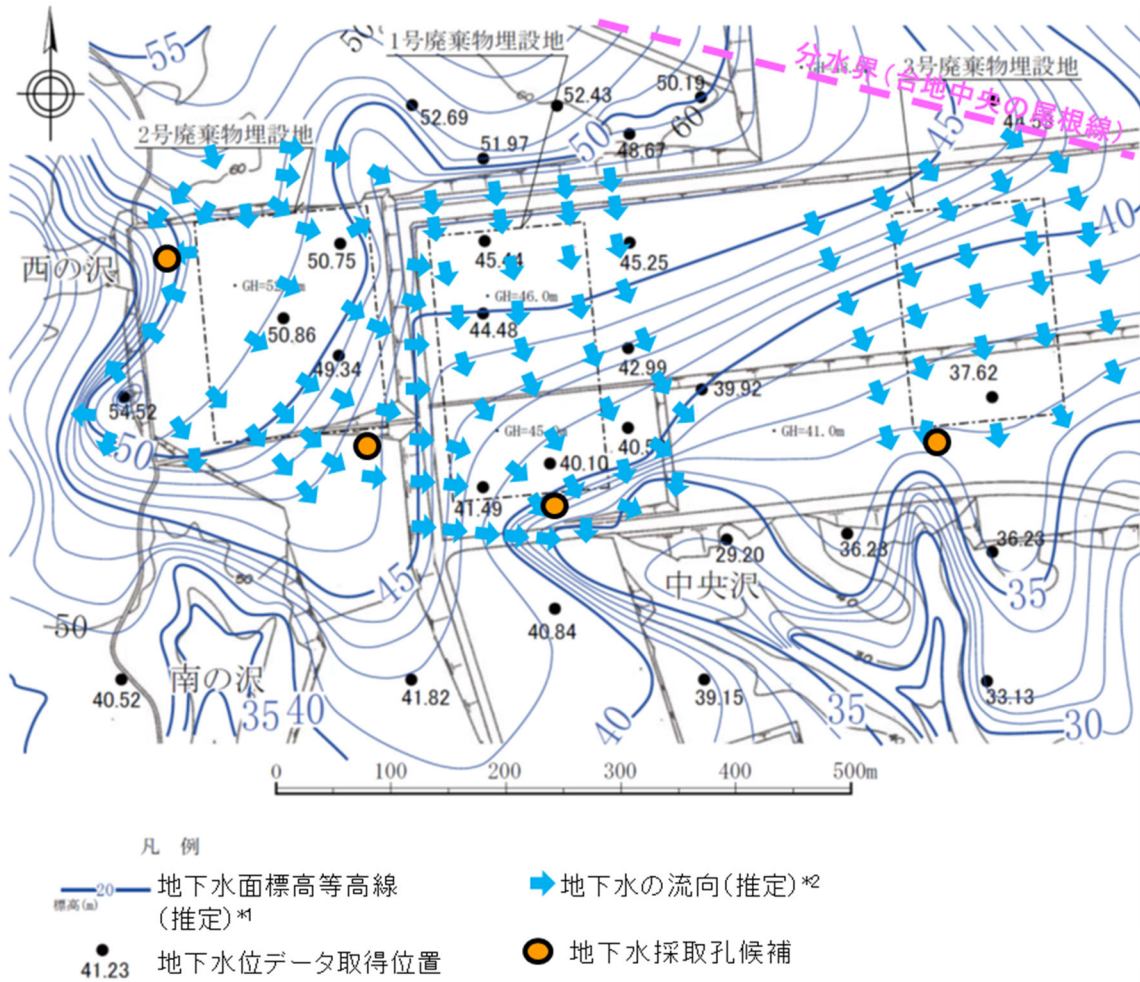
監視方法、監視及び測定期間、地下水採取孔の位置・深さ、測定方法、監視及び測定頻度、測定精度について第3表及び第3図に示す。

また、水質分析項目は、環境変化の確認を行う観点で、現状の地下水の水質分析項目と同様に、マグネシウムイオン、カルシウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン、塩化物イオン、溶存鉄、pH及び電気伝導度とする。水質分析方法は、日本産業規格(JIS)に準じるものとする。(第4表参照)

第3表 人工バリアの収着性に関する監視及び測定のおえ方*1

項目	おえ方
監視方法	地下水の水質分析は、廃棄物埋設地に地下水採取孔を設けて地下水を採取及び運搬し、室内において採取した地下水を対象に一般的な水質分析項目(マグネシウムイオン、カルシウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン、塩化物イオン、溶存鉄、pH及び電気伝導度)について行う。 放射性物質の濃度の測定対象核種は、状況に応じて設定する。
監視及び測定期間	覆土完了から廃止措置の開始までの間
地下水採取孔の位置	地下水採取孔は、埋設設備を経由した地下水の水質を確認することから、埋設設備より流出する地下水流向から、沢方向の流れを想定した上で、地下水の下流側とする。また、埋設設備を経由した地下水の水質が周りの影響をできるだけ受けない埋設設備付近とする。2号埋設設備においては西の沢への流れも考慮し、西の沢への流れも確認できる地下水採取孔を設置するものとする。
地下水採取孔の深さ	地下水採取孔の深さは、水質分析に必要な水量を確保できる深さ及び埋設設備を経由した地下水の移行経路に該当する深さとする。
測定方法	地下水の採取は、ベアラを利用する。 地下水の水質分析は、日本産業規格に準拠する。
監視及び測定頻度	監視及び測定頻度は廃棄物埋設地内で予想される地下水の流速を参考に設定する。
測定精度	測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で測定できる性能を有する測定設備を用いる。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の項目、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。



*1：地下水面標高等高線は、覆土完了後の地形に最も近いと想定される敷地造成後の1990年6月の地下水位測定データを基に地形形状を勘案して作成した。

*2：地下水の流向は、地下水面標高等高線と直角の方向に地下水面標高が大きい方から小さい方の向きに矢印を引いた。

第3図 廃棄物埋設地付近の地下水採取孔候補

第 4 表 水質分析方法

水質分析項目	分析方法	単位
マグネシウムイオン (Mg^{2+})	JIS K 0102-2013 51.2 に定めるフレイム原子吸 光法	mg/L
カルシウムイオン (Ca^{2+})	JIS K 0102-2013 50.2 に定めるフレイム原子吸 光法	mg/L
ナトリウムイオン (Na^+)	JIS K 0102-2013 48.2 に定めるフレイム原子吸 光法	mg/L
カリウムイオン(K^+)	JIS K 0102-2013 49.2 に定めるフレイム原子吸 光法	mg/L
硫酸イオン(SO_4^{2-})	JIS K 0102-2013 41.3 に定めるイオンクロマト グラフ法	mg/L
炭酸水素イオン (HCO_3^-)	JIS K 0101-1998 13.1 に定める酸消費量	mg/L
塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102-2013 35.3 に定めるイオンクロマト グラフ法	mg/L
溶存鉄(T-Fe)	JIS K 0102-2013 57.2 に定めるフレイム原子吸 光法	mg/L
pH	JIS Z 8802-2011 に定める pH 測定方法	-
電気伝導率	JIS K 0102-2013 13 に定める電気伝導率試験方 法	mS/m

(2) 天然バリア環境条件の監視及び測定

埋設設備付近の天然バリアの地下水の流向、動水勾配、地下水位を監視及び測定し、廃棄物埋設地の地下水流入、流出量の変化を確認する。以下、次のことについて説明する。

- (i) 敷地の地下水の流向を確認するための地下水位の監視及び測定
- (ii) 廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位の監視及び測定
- (iii) 覆土内水位の監視及び測定

(i) 敷地の地下水の流向を確認するための地下水位の監視及び測定

敷地の地下水の流向の大局的な傾向は、掘削工事等の局所的な地形変更及び地下水位変動によって変わらないこと並びに周辺監視区域境界付近の地下水面標高と地形面標高の等高線形状が調和的なことである。

また、敷地全体の地下水の流向が北側に向かっても線量評価上問題ないが、将来においても敷地の地下水の流向の大局的な傾向が変わらず、主に南側に流れていることを確認することを目的とし、敷地全体の地下水位並びに廃棄物埋設地周囲の地下水位及び全水頭を監視及び測定するものとする。

敷地の地下水の流向は、以下の2つの観点で確認する。

a. 敷地全体の地下水の流向

線量評価の前提条件である敷地全体の地下水の流向は、敷地全体の地下水面分布の変化を監視及び測定することによって求めることができることから、周辺監視区域境界付近に地下水位測定孔を設置するものとする。

監視方法、監視及び測定期間、監視頻度、地下水位測定孔の位置・深さ、測定方法、測定頻度及び測定精度について第5表及び第4図に示す。

第5表 敷地の地下水の流向を確認するための地下水位の監視及び測定の方法*1

項目	考え方
監視方法	敷地の地下水の流向を確認する方法は、周辺監視区域境界付近の地下水流れの上流域や地下水が集水されやすい台地内開析谷付近において地下水位測定孔を設け、測定した地下水位が既往データの変動範囲にあるかを確認することにより行う。
監視及び測定期間	覆土完了から廃止措置の開始までの間とする。
監視頻度	敷地の地下水の流向を確認するための地下水位の監視頻度は、季節変動の影響を評価できるように1年に1回とする。
地下水位測定孔の位置	地下水流動場が敷地の地形と調和的であることから、敷地外でかん養された地下水が敷地内に流入してくる敷地境界付近及び降雨雪により台地にかん養された地下水が集水しやすい台地内の開析谷付近を選定する。
地下水位測定孔の深さ	降雨等による地下水位の変動を考慮しても測定できる深さとする。
測定方法	触針式水位計を用いて、地下水面と地下水位測定孔の管頭の距離を測定し、測定した距離と管頭標高から、地下水面の標高を計算により求める。
測定頻度	事業規則*2 第十三条の要求及び地下水位の季節変動を考慮して設定する。
測定精度	測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で測定できる性能を有する監視設備及び測定設備を用いる。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の項目、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。

*2: 事業規則: 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則。



凡例

- : ①降雨雪により台地にかん養された地下水が集水しやすい台地内の開析谷付近
- : ②敷地外でかん養された地下水が敷地内に流入する敷地境界付近
- : 地下水位測定孔(既設)
- : 地下水の流向(推定)*2

*1: 敷地造成前の1986年6月の地下水位測定データを基に地形形状を勘案して作成した。

*2: 地下水の流向は、地下水面標高等高線と直角の方向に地下水面標高が大きい方から小さい方の向きに矢印を引いた。

第4図 周辺監視区域境界付近の地下水位測定孔候補

b. 廃棄物埋設地設置地盤付近の流向

廃棄物埋設地の北～北東側には、東－西方向～西北西－東南東方向の台地の中央に尾根線が分布し、基本的にはこの尾根線よりも北側では主に北へ、南側では主に南へ地下水が流れていると考える。

3号廃棄物埋設地は、台地中央の尾根線に近く、その南側に位置する。3号廃棄物埋設地北側で測定した地下水の全水頭測定値は孔間の全水頭の差が少ない箇所もあるが、地下水は主に南に向かっていることを確認する。

監視方法、監視及び測定期間、監視頻度、地下水位及び全水頭測定孔の位置・深さ、測定方法、測定頻度及び測定精度について第6表及び第5図に示す。

第6表 廃棄物埋設地設置地盤付近の流向を確認するための
地下水位及び全水頭の監視及び測定の考え方(1/2)*1

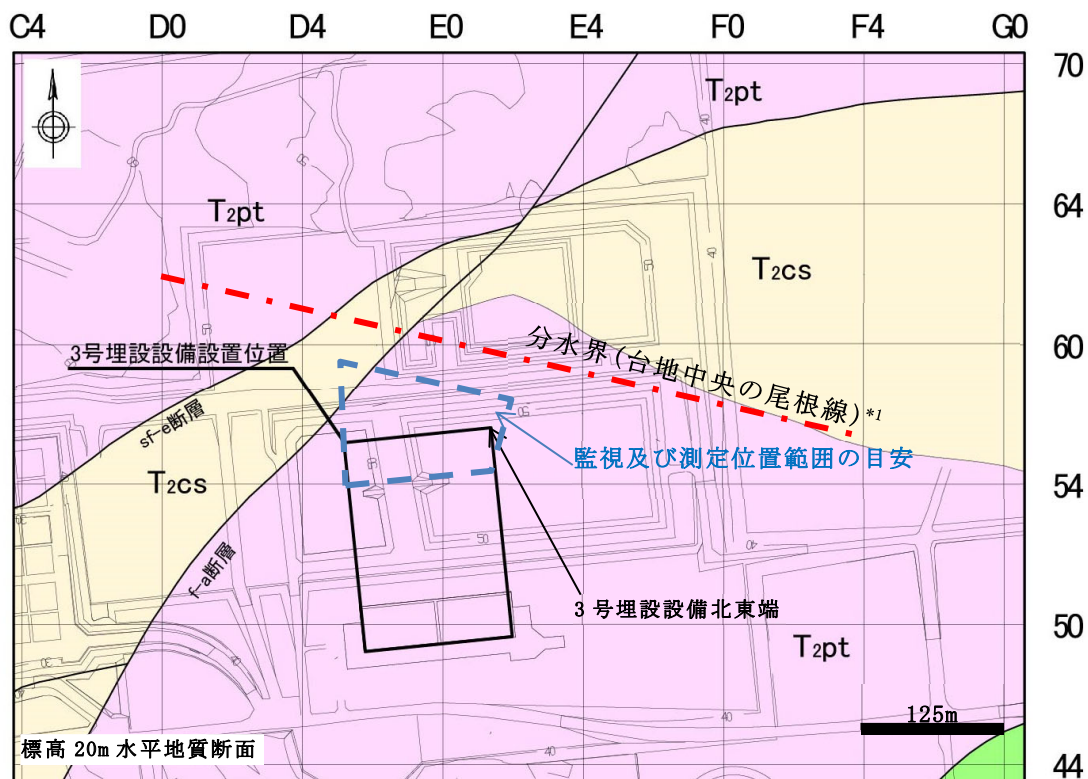
項目	考え方
監視方法	埋設設備から放射性物質が地下水を媒体に移行するシナリオを考える上で3号廃棄物埋設地付近における地下水の流向(主に南側に流れていること)を確認するため、3号廃棄物埋設地付近において以下のデータを取得する。 ① 3号埋設設備付近の地下水位 ② 3号埋設設備設置地盤標高付近の全水頭 なお、地盤中の地下水の流れは、複数地点の地下水位(若しくは全水頭)の大きさを比較することで確認できる。
監視及び測定期間	覆土完了後において今後人為的な地下水位(若しくは全水頭)の低下を引き起こさない時期から廃止措置の開始までの間とする。 なお、定期的評価等の結果により必要に応じ期間を見直すものとする。
監視頻度	廃棄物埋設地設置地盤付近の流向を確認するための地下水位及び全水頭の監視頻度は、季節変動の影響を評価できるように1年に1回とする。
地下水位及び全水頭測定孔の位置	3号廃棄物埋設地付近における地下水の流向の監視目的は、3号埋設設備を通過した地下水が3号廃棄物埋設地の主に南側に流れていることの確認にあることから、監視位置は、以下の点を考慮して第5図に示す監視位置範囲を目安に地下水位及び全水頭測定孔を設置する。 ・台地中央の尾根線の南側であること ・3号廃棄物埋設地の北側であること ・主流向方向を四方位程度で確認できる箇所数及び配置とすること

第 6 表 廃棄物埋設地設置地盤付近の流向を確認するための

地下水位及び全水頭の監視及び測定の実施方法(2/2)*1

項目	考え方
地下水位及び全水頭測定孔の深さ	地下水位測定孔は、降雨等による地下水位の変動を考慮しても測定できる深さとする。全水頭測定孔は、埋設設備設置地盤標高付近の全水頭を測定できる深さとする。
測定方法	触針式水位計を用いて、地下水面と地下水位又は全水頭測定孔の管頭の距離を測定し、測定した距離と管頭標高から、地下水面の標高を計算により求める。
測定頻度	測定頻度は、3号埋設設備付近の地下水位及び3号埋設設備設置地盤標高付近の全水頭の時間変化と地下水の流向の傾向を把握できるように設定する。 また、3号埋設設備付近の地下水位及び3号埋設設備設置地盤標高付近の全水頭は、敷地内の降雨や融雪によってかん養される水量の影響を受けている。よって測定頻度は、気象観測の降水量や積雪深の最小観測頻度と同じ時間当たり1回とする。
測定精度	測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で測定できる性能を有する測定設備を用いる。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の実施方法、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。



凡例

- fl 盛土
- T2ps 軽石混り砂岩層
- T2pt 軽石凝灰岩層
- T2cs 粗粒砂岩層
- 断層
- 地質境界線

第 5 図 3 号廃棄物埋設地付近における地下水の流向の監視及び測定位置の考え方^{*2}

*1: 第 1 図の分水界(台地中央の尾根線)をトレースした。

*2: 全水頭を地下水標高に置き換えることにより、地下水の流向の監視にも適用できる。

(ii) 廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位の監視及び測定

廃棄物埋設地の動水勾配は、線量評価の前提であり、廃棄物埋設地の地下水流れの上流側と下流側の地下水位を測定することで求めることができるため、廃棄物埋設地に地下水位測定孔を設置する。

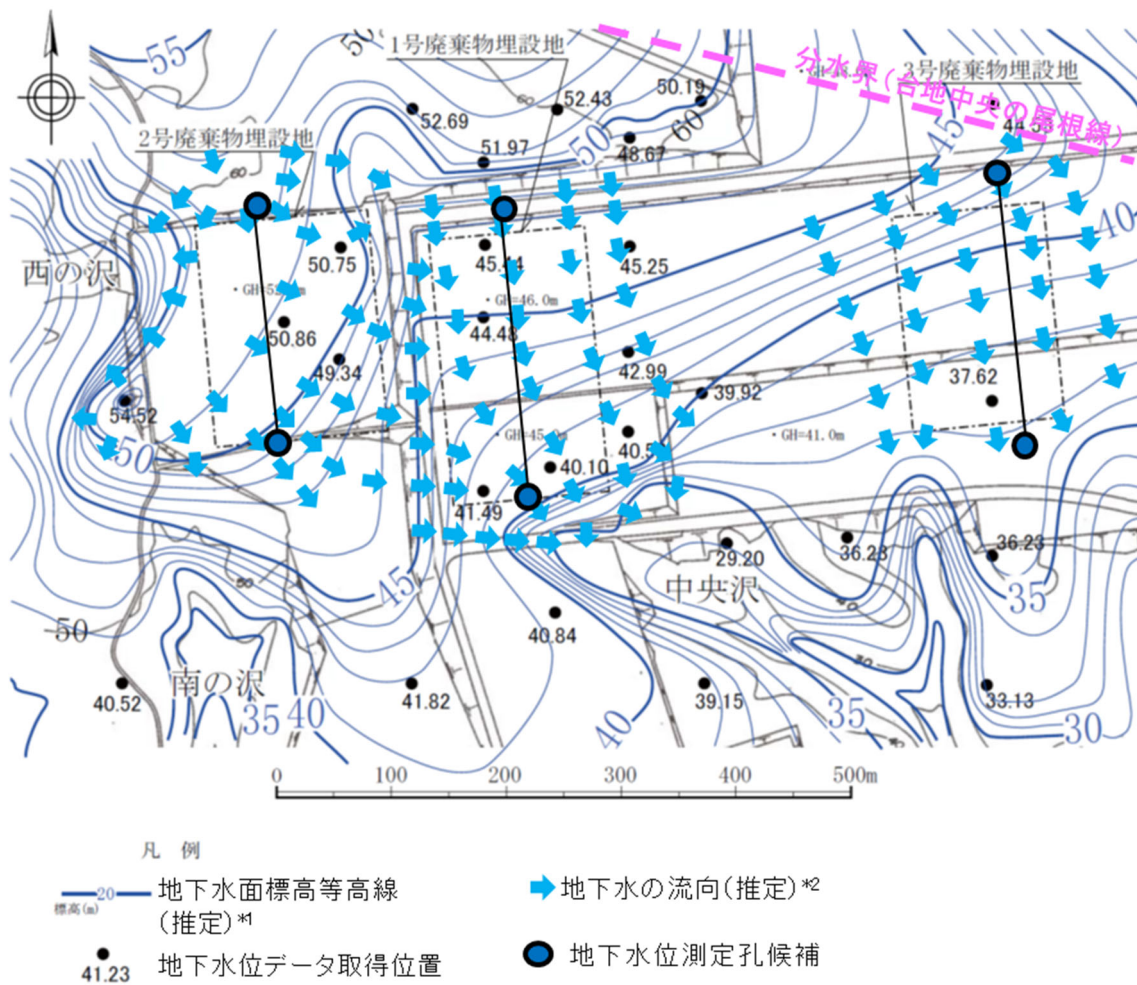
監視方法、監視及び測定期間、監視頻度、地下水位測定孔の位置・深さ、測定方法、監視頻度、測定精度について第7表及び第6図に示す。

第7表 廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位の監視及び測定の考え方^{*1}

項目	考え方
監視方法	廃棄物埋設地付近の地下水流れの上流側と下流側の地下水位の差と距離から動水勾配を求め、敷地全体の平均的な動水勾配と比較検討して想定外事象の有無を確認する。
監視及び測定期間	覆土完了から廃止措置の開始までの間とする。
監視頻度	廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位の監視頻度は、季節変動の影響を評価できるように1年に1回とする。
地下水位測定孔の位置	廃棄物埋設地における地下水の動水勾配を確認することから、廃棄物埋設地付近の地下水流れの上流側と下流側とする。
地下水位測定孔の深さ	覆土後の再冠水や降雨等による地下水位の変動を考慮しても測定できる深さとする。
測定方法	触針式水位計を用いて、地下水面と地下水位測定孔の管頭の距離を測定し、測定した距離と管頭標高から、地下水面の標高を計算により求める。
測定頻度	事業規則 ^{*2} の第十三条の要求及び地下水位の季節変動を考慮して設定する。
測定精度	測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で測定できる性能を有する測定設備を用いる。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の項目、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。

*2: 事業規則：核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則。



*1：地下水面標高等高線は、覆土完了後の地形に最も近いと想定される敷地造成後の1990年6月の地下水位測定データを基に地形形状を勘案して作成した。

*2：地下水の流向は、地下水面標高等高線と直角の方向に地下水面標高が大きい方から小さい方の向きに矢印を引いた。

第6図 廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位測定孔候補

(iii) 覆土内水位の監視及び測定

覆土内水位は、線量評価の前提であり、廃棄物埋設地の覆土施工範囲の地下水位を測定することで求めることができるため、廃棄物埋設地の覆土施工範囲に地下水位測定孔を設置する。

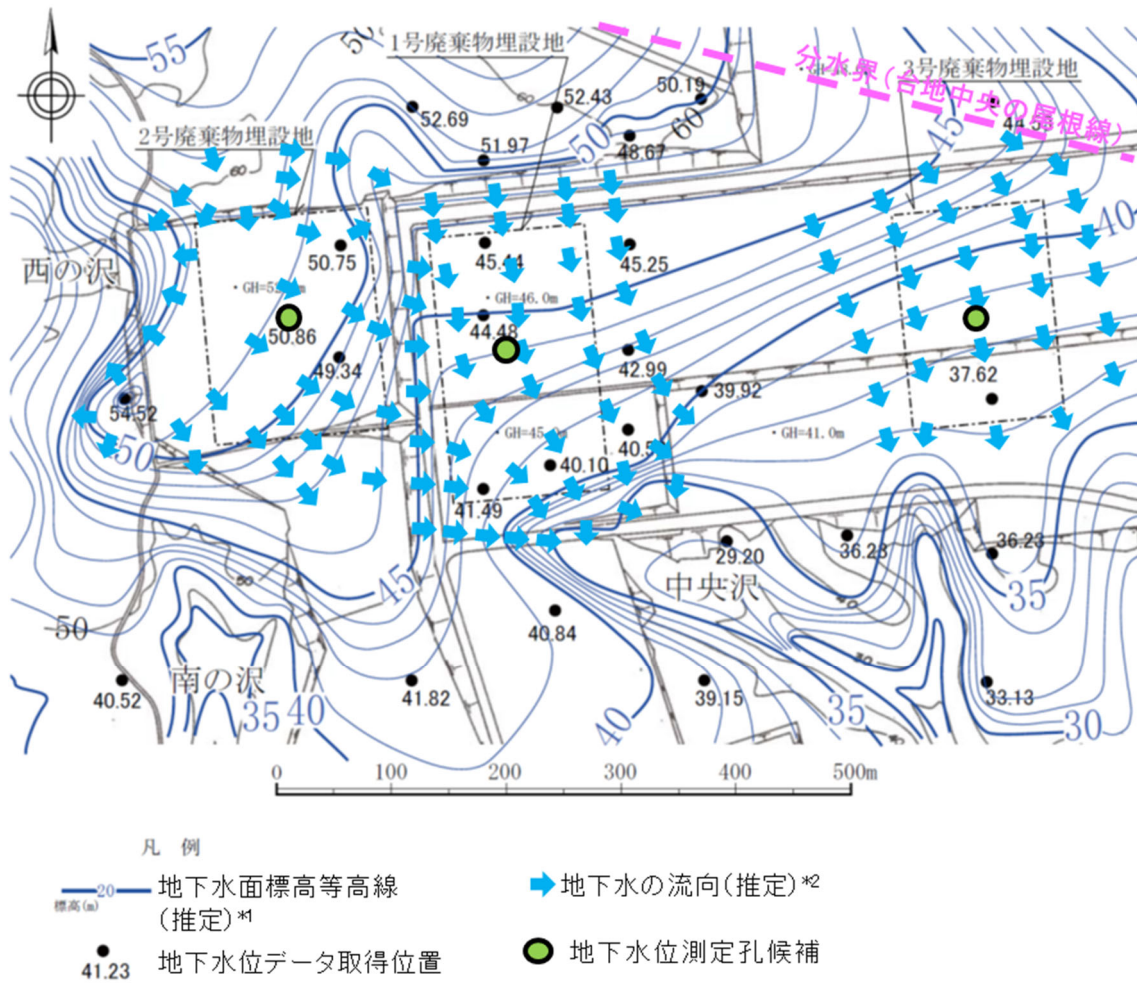
監視方法、監視及び測定期間、監視頻度、地下水位測定孔の位置・深さ、測定方法、測定頻度、測定精度について第8表及び第7図に示す。

第8表 覆土内水位を確認するための地下水位の監視の考え方^{*1}

項目	考え方
監視方法	覆土完了後に上部覆土内に地下水位測定孔を設け、地下水位を測定し、覆土内土壌の水浸範囲・覆土内地下水流量を求める前提とした覆土内地下水位が季節変動を考慮して想定される範囲にあるかを確認することにより行う。
監視及び測定期間	覆土完了から廃止措置の開始までの間とする。
監視頻度	廃棄物埋設地の動水勾配を確認するための地下水位の監視頻度は、季節変動の影響を評価できるように1年に1回とする。
地下水位測定孔の位置	廃棄物埋設地の覆土施工範囲とする。
地下水位測定孔の深さ	覆土後の再冠水や降雨等による地下水位の変動を考慮しても測定できる深さとする。また、下部覆土を損傷しない深さとする。
測定方法	触針式水位計を用いて、地下水面と地下水位測定孔の管頭の距離を測定し、測定した距離と管頭標高から、地下水面の標高を計算により求める。
測定頻度	事業規則 ^{*2} の第十三条の要求及び地下水位の季節変動を考慮して設定する。
測定精度	測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で測定できる性能を有する測定設備を用いる。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の項目、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。

*2: 事業規則: 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則。



*1:地下水面標高等高線は、覆土後の地形に最も近いと想定される敷地造成後の1990年6月の地下水位測定データを基に地形形状を勘案して作成した。

*2:地下水の流向は、地下水面標高等高線と直角の方向に地下水面標高が大きい方から小さい方の向きに矢印を引いた。

第7図 覆土内水位を確認するための地下水位測定孔候補

4. 類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験による監視及び測定

類似環境下での原位置試験及び必要に応じてそれを補完する室内試験を実施し、人工バリアの収着性及び低透水性の変化を確認する。第9表に人工バリアの収着性、低透水性に関する監視及び測定の考え方を示す。

第9表 人工バリアの収着性、低透水性に関する監視及び測定の考え方*1

項目	考え方
監視方法	各部材の特性及び影響要因を考慮した供試体を製作し、類似環境下に埋設する。埋設した供試体を定期的に回収し、各測定を行い各バリアの状態変化を評価する。
監視及び測定期間	覆土完了から廃止措置の開始までの間。
位置	埋設設備の環境と類似させるために、廃棄物埋設地近傍で各バリア材と同程度の深度に供試体を埋設する。
測定方法	埋設した供試体を回収し、室内試験を実施する。各試験方法は、ISO規格、日本産業規格の他、原子力学会、地盤工学会基準等、各学会基準に準拠する。規格、基準がないものについては、試験結果の妥当性を評価する。
監視及び測定頻度	長期状態評価を踏まえて、覆土完了後から必要な頻度で実施する。

*1: 定期的な評価等の結果に基づき、監視及び測定の項目、監視測定設備やその位置、頻度等は、必要に応じ見直す。

(1) 人工バリアの収着性の監視及び測定の項目

人工バリアの収着性に対する各部材の監視及び測定の項目と影響要因を第10表に示す。類似環境下に埋設する供試体及び周辺材料は、各影響要因を考慮した構成とする。第11表に人工バリアの収着性に対する測定項目の試験方法を示す。

第 10 表 人工バリアの収着性に対する各部材の
監視及び測定的项目と影響要因

部材	監視及び測定的项目	影響要因
セメント系材料 (廃棄体固型化 材、埋設設備)	分配係数	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水によりセメント水和物の溶解や地下水成分との反応による二次鉱物の生成により空隙構造が変化する。 ・廃棄体に含まれる硫酸塩とセメント水和物の反応によりエトリンガイト等が生成し空隙構造が変化する。 ・廃棄体に含まれる有機物(セルロース)はアルカリ性の環境下において分解し、生成したイソサッカリン酸の放射性物質が錯体を形成し、収着性に影響する。
	間隙率	
	密度	

第 11 表 収着性に対する測定項目の試験方法*1

試験項目	試験方法	備考
分配係数 (セメント系材料)	収着分配係数の測定方法—浅地中処分のバリア材を対象としたバッチ法の基本手順(AESJ-SC-F003:2002)	-
間隙率 (セメント系材料)	水銀圧入法による土及び岩の細孔体積及び細孔体積分布の測定に関する標準試験方法(ASTM D44404-84(1998)e1)	廃棄体固型化材は除く
密度 (セメント系材料)	Concrete, hardened -- Determination of density ISO 6275:1982 又は、体積及び重量測定からの算定による。	

*1:なお、試験方法は、実施環境及び実態に応じて見直すものとする。

(2) 人工バリアの低透水性の監視及び測定の項目

人工バリアの低透水性に対する各部材の監視及び測定項目と影響要因を第 12 表に示す。類似環境下に埋設する供試体及び周辺材料は、各影響要因を考慮する。第 13 表に人工バリアの低透水性に対する測定項目の試験方法を示す。

第 12 表 人工バリアの低透水性に対する各部材の監視及び測定項目と影響要因

部材	監視及び測定項目	影響要因
難透水性覆土	透水係数	<ul style="list-style-type: none"> 可溶性塩影響により、空隙特性(空隙率、空隙構造)が変化するとともに、膨潤性能が低下する。 セメント系材料からの高アルカリ性の間隙水により、ベントナイト構成材料の溶解に伴う密度低下が生じる。溶解成分と地下水成分等が反応して二次鉱物が沈殿する。
	間隙率	
	密度	

第 13 表 人工バリアの低透水性に対する測定項目の試験方法*1

試験項目	試験方法	備考
透水係数	低透水性材料の透水試験方法(JGS 0312-2018)	-
間隙率	砂置換法による土の密度試験方法(JIS A 1214)	-
密度	土の含水比試験方法(JIS A 1203) 土粒子の密度試験方法(JIS A 1202) ベントナイト等のメチレンブルー吸着量の測定方法(JIS Z 2451)	-

*1:試験方法は、実施環境及び実態に応じて見直すものとする。

1号及び2号廃棄物埋設地の各バリア材の機能 喪失を想定した線量評価結果

1. はじめに

「添付資料 1 第 4 表 監視及び測定項目」に示した線量に感度のある項目について、1 号及び 2 号廃棄物埋設地においても監視及び測定項目を追加する必要がないことを確認するため、3 号廃棄物埋設地と同様に各バリア材の機能喪失を仮定した 1 号及び 2 号廃棄物埋設地の線量評価結果を整理する。(第 1 表及び第 2 表参照)

第1表 各バリア材の機能喪失を仮定した1号廃棄物埋設地の線量評価結果

考慮した状態設定	状態設定に基づく線量評価パラメータ設定値		設定の考え方	線量(μ Sv/y) (居住者*1)	
人工バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	廃棄体(m ³ /kg)	全核種 0	人工バリアの収着性を無視したケースとして、覆土完了時点から分配平衡領域の分配係数を全核種 0(m ³ /kg)と設定する。	約 0.71 支配核種：C-14
		充填モルタル(m ³ /kg)	全核種 0		
		コンクリート(m ³ /kg)	全核種 0		
天然バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	岩盤(鷹架層)(m ³ /kg)	全核種 0	天然バリアの化学的遅延機能は無視したケースとして、覆土完了時点から鷹架層の分配係数を全核種 0m ³ /kgと設定する。	約 14 支配核種：Ni-63*2
人工バリアの低透水性を喪失したケース*3*4		埋設設備から覆土への流出水量(m ³ /y)	5,300	人工バリアの低透水性を無視したケースとして、覆土完了時点から各バリアの透水係数を最も厳しい自然事象シナリオの設定(1.5×10 ⁻⁸ m/s)よりも更に厳しい設定(1.0×10 ⁻⁷ m/s)とする。*3	約 41 支配核種：Ni-63
		埋設設備から鷹架層への流出水量(m ³ /y)	11,000		
最も可能性が高い自然事象シナリオ		-	-	-	約 0.20 支配核種：C-14

*1：被ばく経路に関しては、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける全ての被ばく経路を対象とした。

*2：最も可能性が高い自然事象シナリオの支配核種である C-14 は天然バリアの収着性(分配係数)が小さいことから、支配核種は放射エネルギーの大きい Ni-63 に変わっている。

*3：人工バリアの低透水性の喪失したケースとして、難透水性覆土及び下部覆土の膨潤性が損なわれ、細粒分が残留する状態を想定し、透水係数を 1.0×10⁻⁷m/s と設定する。

*4：本ケースの埋設設備から覆土への流出水量及び埋設設備から鷹架層への流出水量は、設定した透水係数を基に2次元地下水浸透流解析により算出を行った。最も可能性の高い自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 160m³/y、2,500m³/y、最も厳しい自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 250m³/y、3,600m³/y である。

第2表 各バリア材の機能喪失を仮定した2号廃棄物埋設地の線量評価結果

考慮した状態設定	状態設定に基づく線量評価パラメータ設定値		設定の考え方	線量(μ Sv/y) (居住者*1)	
人工バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	廃棄体(m ³ /kg)	全核種 0	人工バリアの収着性を無視したケースとして、覆土完了時点から分配平衡領域の分配係数を全核種 0m ³ /kg と設定する。	約 3.0 支配核種：C-14
		充填モルタル(m ³ /kg)	全核種 0		
		コンクリート(m ³ /kg)	全核種 0		
天然バリアの収着性を喪失したケース	分配係数	岩盤(鷹架層)(m ³ /kg)	全核種 0	天然バリアの化学的遅延機能は無視したケースとして、覆土完了時点から鷹架層の分配係数を全核種 0m ³ /kg と設定する。	約 7.2 支配核種：Ni-63*2
人工バリアの低透水性を喪失したケース*3*4		埋設設備から覆土への流出水量(m ³ /y)	3,000	人工バリアの低透水性を無視したケースとして、覆土完了時点から各バリアの透水係数を最も厳しい自然事象シナリオの設定(1.5×10 ⁻⁸ m/s)よりも更に厳しい設定(1.0×10 ⁻⁷ m/s)とする。*3	約 0.67 支配核種：C-14
		埋設設備から鷹架層への流出水量(m ³ /y)	3,900		
最も可能性が高い自然事象シナリオ		-	-	-	約 0.18 支配核種：C-14

*1：被ばく経路に関しては、最も可能性が高い自然事象シナリオにおける全ての被ばく経路を対象とした。

*2：最も可能性が高い自然事象シナリオの支配核種である C-14 は天然バリアの収着性(分配係数)が小さいことから、支配核種は放射エネルギーの大きい Ni-63 に変わっている。

*3：人工バリアの低透水性の喪失したケースとして、難透水性覆土及び下部覆土の膨潤性が損なわれ、細粒分が残留する状態を想定し、透水係数を 1.0×10⁻⁷m/s と設定する。

*4：本ケースの埋設設備から覆土への流出水量及び埋設設備から鷹架層への流出水量は、設定した透水係数を基に2次元地下水浸透流解析により算出を行った。最も可能性が高い自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 40m³/y、1,700m³/y、最も厳しい自然事象シナリオの設定値はそれぞれ 630m³/y、2,300m³/y である。

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十三条 廃棄施設

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十三条及びその解釈	1
2. 評価対象設備	1
3. 許可基準規則への適合のための設計方針	1
4. 許可基準規則への適合性説明	2
(1) 廃棄物埋設施設において発生する放射性廃棄物	2
(2) 放射性廃棄物の発生量及び放射エネルギーの設定	5
(3) 廃棄施設	11
(4) 線量評価	16

添付資料 1 放射性物質を含む排水量及び放射性物質の濃度の算出

添付資料 2 線量評価におけるパラメーター一覧

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十三条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(廃棄施設) 第十三条 廃棄物埋設施設には、周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、必要に応じて、廃棄物埋設施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設（放射性廃棄物を保管廃棄する施設を除く。）を設けなければならない。 2 廃棄物埋設施設には、十分な容量を有する放射性廃棄物を保管廃棄する施設を設けなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第13条(廃棄施設) 1 第1項の「周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減」については、平常時に周辺環境に対して放出される放射性物質による公衆の受ける線量が、第8条第1項に規定する「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びブスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量」及び第10条第1号及び第2号に規定する「廃棄物埋設地の外への放射性物質」の移行により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、ALARAの考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト/年以下であること。 2 第2項については、放射性廃棄物の保管廃棄施設は、廃棄物埋設施設から発生する放射性廃棄物を保管廃棄する容量が十分であるとともに、放射性物質による汚染の拡大防止を考慮して設計されていること。 3 第1項及び第2項に規定する「保管廃棄する施設」とは、事業規則第2条第1項第2号りに規定する廃気槽、廃液槽及び保管廃棄施設をいう。

2. 評価対象設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第十三条の評価対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設施設で共用する廃棄施設とする。

3. 許可基準規則への適合のための設計方針

気体廃棄物の廃棄施設は、気体廃棄物の放射能濃度が周辺監視区域外における空气中の濃度限度を大きく下回り、空气中の濃度限度を超えることは想定されないため、気体廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設及び保管廃棄する施設は設置しない。

液体廃棄物の廃棄施設は、周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する施設を設ける。

固体廃棄物処理設備は、液体廃棄物処理設備で発生する使用済樹脂、作業に伴って発生する固体状の廃棄物等をドラム缶に固型化する能力を有する設計とする。また、保管廃棄施設は、発生する固体廃棄物を保管廃棄するのに十分な容量を有する設計とする。

平常時における周辺環境に対して放出される放射性物質による公衆の受ける線量が、廃棄物埋設地からの放射性物質の移行による公衆の受ける線量及び本施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による公衆の受ける線量を含め、実効線量で $50 \mu\text{Sv/y}$ 以下となる設計とする。

4. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第十三条（廃棄施設）への適合性について確認した結果を以下にまとめる。

(1) 本施設において発生する放射性廃棄物

(i) 本施設の特徴

本施設で取り扱う廃棄体は、実用発電用原子炉の運転に伴い発生する放射性廃棄物をセメント系充填材等で容器に固型化したものであり、放射能濃度が低い特徴がある。また、廃棄体の取扱いに当たっては、その容器を開放しないことを踏まえ、本施設から発生する可能性のある放射性廃棄物を設定する。

なお、操業開始からこれまでの間、放射性廃棄物が発生した実績はない。

(ii) 本施設において発生する放射性廃棄物

a. 廃棄体の受入れから定置、充填、覆い設置までの間

放射性廃棄物の受入施設は、放射性物質の飛散を防止する設計とすることから、放射性物質が漏えいすることはない。また、廃棄体の検査の過程において、廃棄体に異常が確認された場合、汚染の除去に伴い、固体廃棄物や液体廃棄物が発生する可能性があるものの、多量に発生することは想定されない。

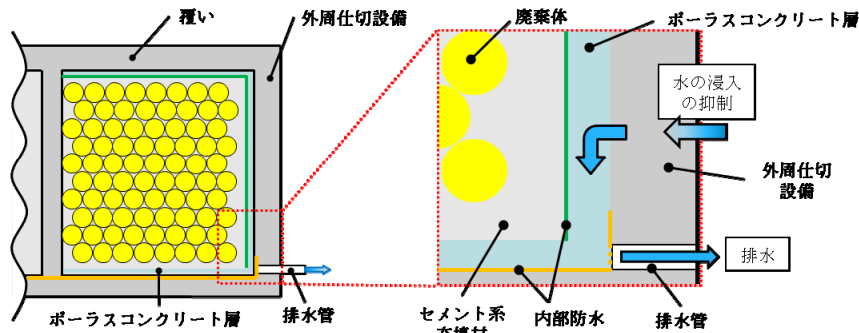
b. 覆い設置から覆土完了までの間

埋設設備は放射性物質の漏出を防止するため、雨水及び地下水と廃棄体との接触を抑制する設計としている。具体的には、第1図に示すように、外周仕切設備等により水の浸入を抑制するとともに、ポーラスコンクリート層を設け、排水するよう設計している。また、ポーラスコンクリート層で排水されずに区画内に水が浸入した場合でも、水と廃棄体との接触を抑制するため、埋設設備内をセメント系充填材で充填している。

1号及び2号埋設設備では、至近5年で1号埋設設備にて最大で $0.6\text{m}^3/\text{y}/1$ 基の排水が認められたが、これまで排水から放射性物質が検出されたことはない。

また、覆土開始からは、周囲の地下水が上昇する可能性があるが、浸入した水が廃棄体へ接触することを防止するために適切に排水する管理を行い、放射性物質を含む排水が発生する可能性を低減する。

ただし、通常時における放射性物質を含む排水の発生を考慮し、廃棄施設を設ける。



* 1 : 内部仕切設備直下の内部防水は、選定された防水材・工法に応じて施工範囲を決定する。

第 1 図 埋設設備への水の浸入を抑制する設計

c. 覆土完了から廃止措置の開始までの間

覆土完了から廃止措置の開始までの間は、1号、2号及び3号廃棄物埋設地近傍に地下水採取孔を設け、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏えいを監視する。

覆土完了後の廃棄物埋設地近傍における地下水中の放射性物質の濃度は、覆土完了後の線量評価より推定される。廃棄物埋設地近傍の井戸水を直接飲用する「井戸水の飲用による内部被ばく」における地下水中の放射性物質の濃度は、廃止措置の開始までの間において、最も移行しやすいH-3について、3号廃棄物埋設地： $2.9 \times 10^0 \text{Bq/cm}^3$ 、1号廃棄物埋設地： $3.2 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$ 、2号廃棄物埋設地： $2.5 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$ であり、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（以下「線量告示」という。）に示される周辺監視区域外の水中の濃度限度($6.0 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$)を下回る。ここで、評価では埋設設備からの放射性物質の漏出が覆土完了直後から開始し、放射性物質の拡がりがなく、廃棄物埋設地近傍の井戸に全量移行することを考慮しており、地下水中の放射性物質の濃度はより小さくなると想定される。

そのため、廃棄物埋設地近傍の地下水採取孔から採取する地下水中の放射性物質の濃度は「線量告示」に示される周辺監視区域外の水中の濃度限度を超えることが想定されなく、放射性廃棄物を処理する設備は必要としない。なお、採取した地下水は排水口から放出する。

また、放射性物質の濃度の上昇は瞬時に生じるものではなく、放射性物質の漏えいの監視を継続し、異常な漏えいの兆候を確認することにより、放射性物質の異常な漏えいを防止するために必要な措置を行う。

(iii) 排水・監視設備からの排水を起因として発生する放射性廃棄物

排水・監視設備からの排水を起因として発生する放射性廃棄物は以下に示すとおりである。

a. 排水・監視設備からの排水状況の監視及び排水の分析

排水・監視設備からの排水は、排水管ごとに採取容器に貯水し、原則として1回/週の頻度で排水状況を監視する。

採取した排水について、含まれる放射性物質の濃度を測定する。測定の結果、放出管理目標値を超える濃度の放射性物質が検出された場合は、放出管理目標値を満足するように液体廃棄物処理設備で処理する。また、分析時には容器の洗浄を行うことから、廃液が発

生ずる。この廃液は、液体廃棄物処理設備で処理する。

b. 液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物処理設備

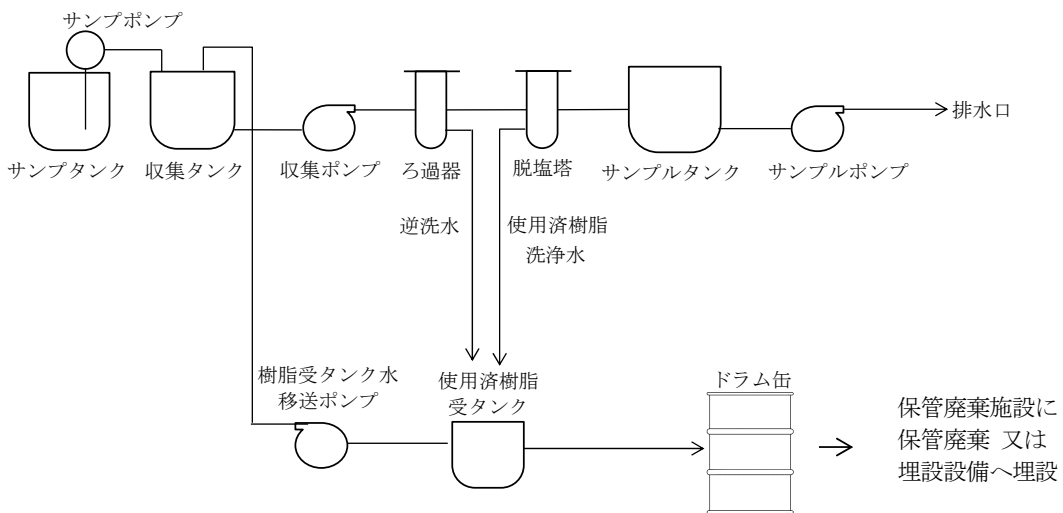
液体廃棄物処理設備は、発生する液体廃棄物に対し十分な容量の収集タンク、ろ過装置、サンプルタンク等により構成する。これらにより周辺環境へ放出する液体廃棄物の放射性物質の濃度を適切に低減する。また、配管等は漏えいし難い構造としているが、液体廃棄物の外部への万一の漏出を防止するため、液体廃棄物処理設備を設置する区画等にせきを設ける等必要な対策を講ずる。なお、液体廃棄物の放出は、バッチごとに電動ポンプにより移送を行う設計とする。これにより停電時に放出されることはない。

廃液は、サンプルタンクに収集した後、サンプルポンプにより収集タンクへ移送する。その後、必要に応じて収集ポンプにより、ろ過、脱塩の処理を行い、サンプルタンクに移送し貯留する。サンプルタンクに貯留した廃液は、水質分析を行い、放出管理目標値を満足していることを確認後、他の一般排水とともに排水口より放出する。

液体廃棄物処理設備のろ過器逆洗水、脱塩塔使用済樹脂及び脱塩塔の洗浄水は、使用済樹脂受タンクに移送し貯留する。使用済樹脂受タンクでは、ろ過器のスラッジ及び使用済樹脂を沈殿させ、上澄水（使用済樹脂受タンクデカント水）は、樹脂受タンク水移送ポンプにより収集タンクに移送し、液体廃棄物として処理する。

使用済樹脂受タンクにおいて沈殿させたスラッジ及び使用済樹脂は、水と分離し、ドラム缶に入れ、セメント固化する。固化が終了したドラム缶は、保管廃棄施設に保管廃棄又は埋設設備に埋設する。

第2図に液体廃棄物及び固体廃棄物処理系統概略図を示す。



第2図 液体廃棄物及び固体廃棄物処理系統概略図

c. 点検・保修作業

液体廃棄物処理設備のろ過器のフィルタモジュール、換気空調設備のフィルタの取替を行うことにより、ろ過器のフィルタモジュール、換気空調設備のフィルタが固体廃棄物として発生する。また、点検・保修作業に伴い、手洗い水等の雑廃液、ウエス、ゴム手袋等の雑固体廃棄物が発生する。

d. 気中への移行

排水の分析作業等において、放射性物質が空気に移行することにより気体廃棄物が発生する。

(2) 放射性廃棄物の発生量及び放射エネルギーの設定

(i) 放射性物質を含む排水量及び放射性物質の濃度

埋設設備は雨水及び地下水と廃棄体の接触を抑制し、放射性物質の漏出を防止する設計としており、排水・監視設備からの排水に放射性物質が含まれる可能性は低く、これまで放射性物質が検出されたことはない。

ここでは、放射性廃棄物の発生量及び放射エネルギーの設定のため、各埋設設備の排水管のうち 1 箇所の排水管からの排水に放射性物質が含まれるものとして、放射性物質を含む排水量を、埋設設備の覆い、側壁、底版の各面よりポーラスコンクリート層へ浸入する水量より設定した。また、排水中の放射性物質の濃度は線量告示に示される周辺監視区域外の水中の濃度限度を基に設定した。放射性物質を含む排水量及び放射性物質の濃度を第 1 表に示す。また、これらの算出について添付資料 1 に示す。

なお、放射性物質を含む排水量の設定値は至近 5 年で観測された埋設設備 1 基の排水量の最大値 ($0.6\text{m}^3/\text{y} \div 365 \text{日} \div 2 \text{箇所} \approx 0.8\text{L}$) を包含するとともに、放射性物質の濃度についても包含する設定となっている。

第 1 表 放射性物質を含む排水量及び放射性物質の濃度

埋設設備	放射性物質を含む排水の 1 日当たりの排水量	放射性物質の濃度
3 号埋設設備	13.7L	H-3 : 6.7 Bq/cm ³ H-3 以外 : 2.7 Bq/cm ³
1 号埋設設備	2.4L	
2 号埋設設備	4.3L	
合計	20.4L ^{*1}	

*1: $20.4\text{L}/\text{d} \times 365\text{d} = 7446\text{L}/\text{y} \approx 8\text{m}^3/\text{y}$

(ii) 年間当たりの放射性廃棄物の発生量

a. 前提条件

放射性廃棄物の発生量の算出のための前提条件を第 2 表に示す。

<排水分析の頻度>

排水・監視設備の排水管 1 箇所からの排水量は、3 号埋設設備 : 13.7L/日、1 号埋設設備 : 2.4L/日、2 号埋設設備 : 4.3L/日とした。1 週間当たりの排水量は、3 号埋設設備 : 約 96L/週、1 号埋設設備 : 約 17L/週、2 号埋設設備 : 約 30L/週となり、20L の容器での排水の回収を前提とすると、排水分析の頻度は 3 号埋設設備では 7 回/週、1 号埋設設備では 1 回/週、2 号埋設設備では 2 回/週となる。また、排水分析の際の洗浄水は 1 回当たり 10L 使用すると想定する。

<液体廃棄物処理設備の樹脂等の取替頻度>

液体廃棄物処理設備の脱塩塔樹脂、ろ過器フィルタモジュールの取替は50m³の液体廃棄物を処理した際に必要となるが、1回/年での取替とする。また、換気空調設備のフィルタは1回/6年での取替とする。

<点検・保守に伴い発生する放射性廃棄物>

排水分析や液体廃棄物処理設備及び換気空調設備等の点検・保守に伴い発生する雑廃液については1人当たり10L、雑固体廃棄物については1人当たり0.2kg発生すると想定し、入域延べ人数に応じた量が発生するとする。

<入域延べ人数>

第3表に入域延べ人数の算出結果を示す。入域延べ人数は600人/年とする。

第2表 放射性廃棄物発生量の算出のための前提条件

項目	数量	備考
排水分析	10 回/週	3 号:7 回/週、1 号:1 回/週、 2 号:2 回/週
洗浄水	10L/回	
使用済樹脂受タンクデカント水	2m ³ /年	50m ³ 処理で発生する量
脱塩塔樹脂の取替	1 回/年	・脱塩塔樹脂：63.4kg (dry) ・ろ過器フィルタモジュール :3 モジュール
ろ過器フィルタモジュールの取替	1 回/年	
換気空調設備フィルタの取替	1 回/6 年	フィルタ重量 216kg
雑廃液	10L×入域延べ人数	
雑固体廃棄物	0.2kg×入域延べ人数	

第3表 入域延べ人数の算出結果

項目	数量	入域延べ人数	備考
排水分析	1 人/回	520 人/年	1 人/回×10 回/週×52 週/年
脱塩塔樹脂の取替・処理 (セメント固化含む)	3 日×5 人/回	15 人/年	3 日×5 人/回×1 回/年
ろ過器フィルタモジュールの 取替	3 日×5 人/回	15 人/年	3 日×5 人/回×1 回/年
換気空調設備フィルタの取替	3 日×5 人/回	3 人/年	3 日×5 人/回×1 回/6 年
合計		553 人/年	600 人/年とする

b. 液体廃棄物の年間発生量

本施設において発生すると想定される液体廃棄物は、排水・監視設備からの排水及び排水の分析において付随的に発生する洗浄水、使用済樹脂受タンクデカント水のほか、設備・機器の点検、保守により発生する雑廃液である。a. の前提条件にて、液体廃棄物の年間推定最大発生量は、第4表のとおり 22m³ となる。

第4表 液体廃棄物の年間発生量

項目	年間発生量 (m ³)	備考
液-1 排水・監視設備からの排水	8	20.4L×365 日
液-2 洗浄水	6	10 回/週×52 週×10L
液-3 使用済樹脂受タンクデカント水	2	
液-4 雑廃液	6	10L×入域延べ人数 600 人
合計	22	

c. 固体廃棄物の年間発生量

本施設において発生すると想定される固体廃棄物は、液体廃棄物処理設備の脱塩等から発生する使用済樹脂及び液体廃棄物処理設備のろ過器の逆洗により発生するスラッジ並びに本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体状の廃棄物（液体廃棄物処理設備のろ過器フィルタモジュール、換気空調設備のフィルタ及びその他雑固体廃棄物）である。これらの固体廃棄物のうち、使用済樹脂及びスラッジは、固体廃棄物処理設備によりドラム缶にセメントで固型化し、保管廃棄施設に保管廃棄又は事業所内の埋設設備に埋設する。また、本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体状の廃棄物は、固体廃棄物として保管廃棄する。a. の前提条件にて、これらの固体廃棄物の年間発生予想量を第5表のとおり算出すると200Lドラム缶換算で約7本となる。

固体廃棄物のうち、使用済樹脂をセメントで固化した4本は埋設設備に埋設又は保管廃棄施設に保管廃棄し、その他の3本は保管廃棄施設に保管廃棄する。

第5表 固体廃棄物の年間発生予想量

項目	処理	年間発生予想量		備考	
		発生量	200L ドラム缶		
固-1	使用済樹脂	セメント 固化	63.4kg(dry)	4本	ドラム缶1本当たりに充填可能な量は17kg(dry)
固-2	ろ過器フィルタモジュール	ドラム缶 封入	3モジュール	0.3本	ドラム缶1本当たりに封入可能な量は10モジュール
固-3	換気空調設備 フィルタ	ドラム缶 封入	36kg	1.2本	216kg÷6年=36kg ドラム缶1本当たりに封入可能な量は30kg
固-4	雑固体廃棄物	ドラム缶 封入	120kg	1.5本	0.2kg×入域延べ人数600人 ドラム缶1本当たりに封入可能な量は80kg
合計				7本	

d. 固体廃棄物の保管廃棄

廃棄物埋設施設ではこれまで液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物処理設備を使用した実績はない。一方、今後、これらの設備を使用した際には、機器の交換に伴って、タンク類、ポンプ類、配管類等の比較的大型の放射性廃棄物が発生する可能性がある。

本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体状の廃棄物のうち、ドラム缶に収納可能なものは、可燃性及び不燃性の廃棄物に区別して難燃性の袋等に梱包することにより放射性物質の飛散を防止する措置を講じて、鋼製のドラム缶に封入して保管廃棄する。

ドラム缶に収納不可能な大型のものは、難燃性シートの二重包装等により放射性物質の

飛散を防止する措置を講じ、保管廃棄する。

固体廃棄物を保管廃棄する場合は、以下の措置を講ずる。

- ・建物の遮蔽効果が期待できる低レベル廃棄物管理建屋(以下「管理建屋」という。)に保管廃棄する。
- ・廃棄物の種類及び廃棄物に含まれる放射性物質の数量を記録する。また、廃棄物を容器に封入した場合には、容器の数量及び比重並びに廃棄の日時、場所及び方法を記録する。
- ・放射性廃棄物を示す標識をつけ、記録と照合できる整理番号を付して管理する。
- ・保管廃棄施設には、目につきやすい場所に管理上の注意事項を掲示するとともに、柵等の区画物によって区画する。

(iii) 放射エネルギーの設定

a. 気体廃棄物に含まれる放射エネルギーの設定

気体廃棄物は、排水・監視設備から回収する排水の分析作業における空気への移行によるものが主であり、気中へ移行する放射性物質の割合を以下のとおり設定する。

$$\text{気中へ移行する放射性物質の割合} = \text{飛散率} \times \text{状態係数} \times \text{取扱係数}$$

ここで、状態係数は粉末状(×10)、液状(×1)、塊状(×0.1)のうち液状とし、取扱係数は加熱(×100)、化学反応等(×10)、一般的操作(×1)、静置(×0.1)のうち一般的操作の値とした。

換気空調設備のフィルタによる除染を見込まないものとし、第6表のとおり気体廃棄物の年間推定最大放出放射エネルギーを設定する。

なお、合計の放射エネルギーは有効数字二桁目を切り上げて設定する。

第6表 気体廃棄物の年間推定最大放出放射エネルギー

項目	核種	放射能濃度 (Bq/m ³)	排水発生量 (m ³)	飛散率*1	状態係数*1	取扱係数*1	放射エネルギー (Bq)
気中への移行	H-3	6.7×10 ⁶	8	1×10 ⁻³	1	1	5.4×10 ⁴
	H-3 以外	2.7×10 ⁶		1×10 ⁻⁴	1	1	2.2×10 ³

*1:放射性物質の種々の取扱条件での飛散率の概算法(高田茂ほか、日本アイソトープ協会、1983)

合計	核種	放射エネルギー (Bq)
	H-3	6×10 ⁴
	H-3 以外	3×10 ³

b. 液体廃棄物に含まれる放射エネルギーの設定

本施設で発生する液体廃棄物は液体廃棄物処理設備で処理した後に放出するが、液体廃棄物処理系での除染を見込まないものとし、第7表に示すとおり液体廃棄物の年間推定最大放出放射エネルギーを設定する。

ここで、洗浄水に放射性物質は含まれず、使用済樹脂受タンクデカント水及び雑廃液は、機器等に付着した放射性物質が移行することを想定し設定する。

なお、合計の放射エネルギーは有効数字二桁目を切り上げて設定する。

第7表 液体廃棄物の年間推定最大放出放射能

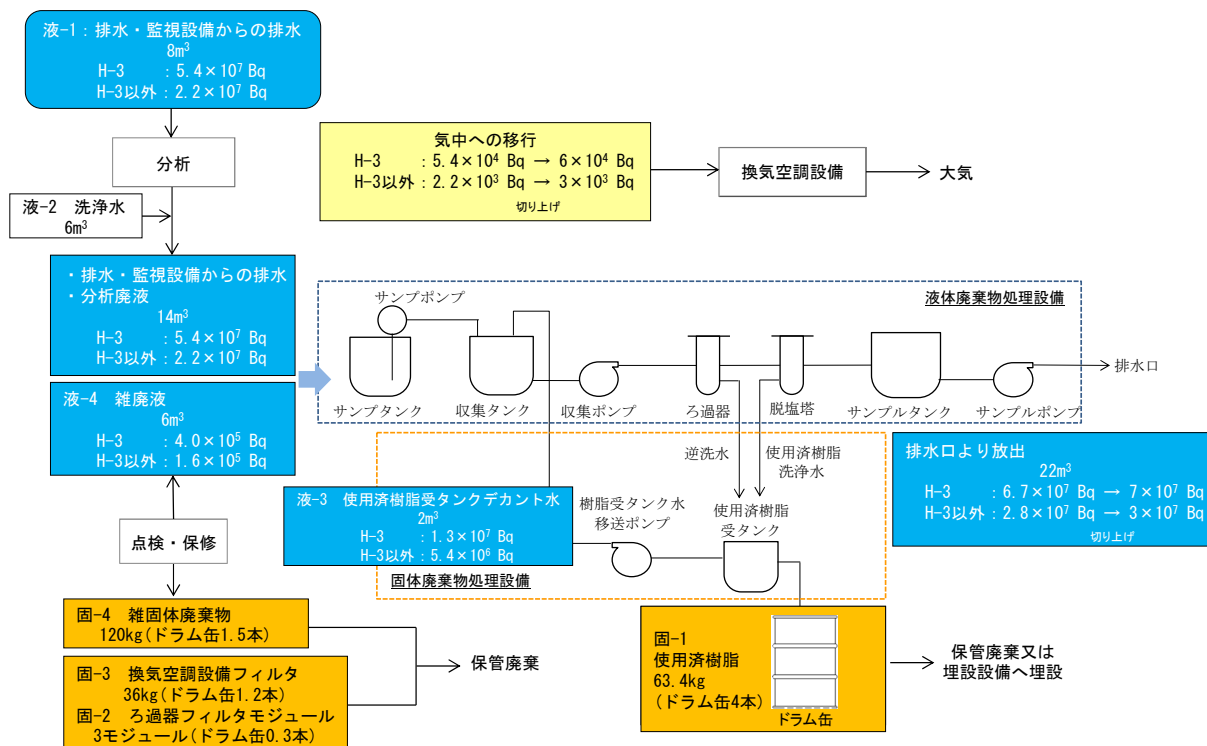
項目		核種	放射能濃度の設定方法	放射能濃度 (Bq/m ³)	発生量 (m ³)	放射能 (Bq)
液-1	排水・監視設備からの排水	H-3	排水の放射能濃度	6.7×10^6	8	5.4×10^7
		H-3 以外	相当	2.7×10^6		2.2×10^7
液-2	洗浄水	H-3	-	0	6	0
		H-3 以外		0		0
液-3	使用済樹脂受タンクデカント水	H-3	排水の放射能濃度	6.7×10^6	2	1.3×10^7
		H-3 以外	相当	2.7×10^6		5.4×10^6
液-4	雑廃液	H-3	混入率 1%*1	6.7×10^4	6	4.0×10^5
		H-3 以外		2.7×10^4		1.6×10^5
合計放射能		H-3	-	-	22	6.7×10^7
		H-3 以外	-	-		2.8×10^7

*1: 排気・排水に係る放射性同位元素濃度管理ガイドライン ((社)日本医学放射線学会ほか、2001)

合計	核種	放射能 (Bq)
	H-3	7×10^7
	H-3 以外	3×10^7

(iv) まとめ

年間当たりの放射性廃棄物の発生量及び放射能の設定を第3図に示す。



第3図 年間当たりの放射性廃棄物の発生量及び放射能の設定

(3) 廃棄施設

(i) 気体廃棄物の廃棄施設(既設共用)

気体廃棄物の廃棄施設は、本施設において発生すると想定される気体廃棄物の放射能濃度として、周辺監視区域外における空気中の濃度限度を大きく下回り、空気中の濃度限度を超えることは想定されず、気体廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設及び保管廃棄する施設は設置しない。また、濃度限度以下の気体廃棄物を排気口から放出する。

a. 構造

該当なし

b. 主要な設備及び機器の種類

該当なし

c. 廃棄物の処理能力

該当なし

d. 廃気槽の最大保管廃棄能力

該当なし

e. 排気口の位置

排気口の位置は、管理建屋屋上とする。

f. 許可基準規則への適合性について

本施設において発生すると想定される気体廃棄物は、排水・監視設備から回収する排水の分析等の作業において発生する廃棄物である。

本施設で取り扱う廃棄物は、放射能濃度が低い特徴があり、排水・監視設備から回収する排水中に含まれる放射性物質の濃度は低いものと想定される。また、「(2) (iii) a. 気体廃棄物に含まれる放射エネルギーの設定」に示すように、分析等の作業に伴って空気に移行する放射性物質の割合は $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-4}$ と十分小さく、気体廃棄物の年間推定最大放出放射エネルギーは、H-3 について $6 \times 10^4 \text{Bq}$ 、H-3 以外について $3 \times 10^3 \text{Bq}$ と見積もっている。ここで、年間推定最大放出放射エネルギーを換気空調設備の交換空気量(約 $1 \times 10^{12} \text{cm}^3/3$ ヶ月)で除することにより求めた空気中の放射性物質の濃度は、周辺監視区域外における空気中の濃度限度を大きく下回り(例えば H-3 については、濃度限度に対して約 1×10^{-6} 倍)、空気中の濃度限度を超えることは想定されず、気体廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設及び保管廃棄する施設は設置しないことから、既許可からの変更はない。

なお、操業中は、換気空調設備の排気口において、排気中の放射性物質濃度が「線量告示」に定める周辺監視区域外における空気中の濃度限度を十分下回ることを確認する。

(ii) 液体廃棄物の廃棄施設(既設共用)

液体廃棄物の廃棄施設は、周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、本施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する施設を設ける。

a. 構造

液体廃棄物処理設備は、附属施設において分析等の作業の際に発生する廃液及び排水・監視設備からの排水並びに設備・機器の点検、保守により発生する廃液を集水し、必要に応じて過等の処理を行った後、放射性物質の濃度が「線量告示」に定める周辺監視区域外の濃度限度を十分下回ることを確認して、事業所外へ放出できる構造とする。また、濃度濃度以下の液体廃棄物を排水口から放出する。

b. 主要な設備及び機器の種類

主要な設備及び機器の種類並びに設置場所は、第8表のとおりである。

第8表 主要な設備及び機器の種類並びに設置場所（液体廃棄物処理設備）

主要な設備	主要な機器	設置場所
液体廃棄物処理設備 (1号、2号及び3号 廃棄物処理施設共 用、既設)	<ul style="list-style-type: none"> ・収集タンク 1基(容量 3m³) ・ろ過装置 一式(能力 1m³/h) <li style="padding-left: 20px;">ろ過器 (中空糸膜式) <li style="padding-left: 20px;">脱塩塔 ・サンプルタンク 1基(容量 3m³) 	管理建屋

これらにより周辺環境へ放出する液体廃棄物の放射性物質の濃度を適切に低減する。また、配管等は漏えいし難い構造としているが、液体廃棄物の外部への万一の漏出を防止するため、液体廃棄物処理設備を設置する区画等にせきを設ける等(床及び壁の一部を樹脂塗装とする、ドレン配管を設ける) 必要な対策を講ずる。

c. 廃棄物の処理能力

液体廃棄物処理設備の処理能力は、3時間で1バッチ、3m³とする。

なお、本施設において発生すると想定される液体廃棄物の量は、液体廃棄物処理設備の処理能力に対して十分小さく、廃液槽は設置しない。

d. 廃液槽の最大保管廃棄能力

該当なし

e. 排水口の位置

排水口の位置は、管理建屋南側約1kmの尾駮沼に接する地点とする。

f. 許可基準規則への適合性について

本施設には液体廃棄物の廃棄施設として、本施設において発生する液体廃棄物について、ろ過等の処理を行い、周辺監視区域境界における水中の濃度を十分に低減できる能力を有する液体廃棄物処理設備を設ける。

本施設において発生すると想定される液体廃棄物は、排水・監視設備からの排水及び排水の分析において付随的に発生する廃液並びに設備・機器の点検、保守により発生する廃液であり、第2表及び第3表の条件で算出した年間推定最大発生量は第4表に示すとおり22m³である。

なお、ここでは、1週間当たり1回の処理を想定する。

排水・監視設備からの排水は、保守的な前提で評価した1日当たりの最大排水量0.02m³が毎日発生すると想定し、1週間当たりでは0.14m³となる。

排水の分析において付随的に発生する廃液には、排水分析の際の洗浄水及び排水分析の作業に伴って発生する雑廃液がある。それぞれの発生量は1週間当たりで0.1m³ずつと想定し合計で0.2m³となる。

設備・機器の点検、保守により発生する廃液には脱塩塔樹脂の取替・処理及びろ過器フィルタモジュールの取替に伴って発生する雑廃液、使用済樹脂受タンクデカント水及び換気空調設備フィルタの取替に伴って発生する雑廃液がある。1年に1回の頻度で実施する脱塩塔

樹脂の取替・処理及びろ過器フィルタモジュールの取替に伴って発生する雑廃液の発生量は、3日間の作業に伴って発生する雑廃液の量をそれぞれ0.15m³ずつと想定し、合計で0.3m³となる。これにあわせて、使用済樹脂受タンクデカント水2m³が発生する。また、6年に1回の頻度で実施する換気空調設備フィルタの取替を同時に実施することを想定すると、3日間の作業に伴って発生する雑廃液の発生量は0.15m³となり、設備・機器の点検、保守により発生する廃液の発生量は2.45m³となる。

以上から、1週間当たりにおいて、連続的に発生すると想定される排水・監視設備からの排水(0.14m³)及び排水の分析において付随的に発生する廃液(0.2m³)と1年に1回程度発生すると想定される設備・機器の点検、保守により発生する廃液(2.45m³)が、同時に発生する場合は液体廃棄物の最大の発生量(約2.8m³)となるが、発生量は収集タンクの容量である3m³以下であること、液体廃棄物処理設備の処理能力は1日当たり3時間で1バッチ3m³であることから、十分な処理能力を有する。

以上から、液体廃棄物の廃棄施設は既許可からの変更はない。

(iii) 固体廃棄物の廃棄施設 (既設共用)

固体廃棄物処理設備は、本施設において発生する可能性がある固体廃棄物として、液体廃棄物処理設備で発生する使用済樹脂、作業に伴って発生する固体状の廃棄物等をドラム缶に固型化する能力を有する設備とする。

保管廃棄施設は、発生する固体廃棄物を保管廃棄するのに十分な容量を有する設備を設ける。また、保管廃棄施設で保管廃棄する放射性廃棄物は固体廃棄物のみであり、固体廃棄物は、保管廃棄施設での放射性物質による汚染の拡大を防止するため、ドラム缶に固型化する等の放射性物質の飛散を防止する措置を講じて保管廃棄する。

固体廃棄物の廃棄施設は、以下のとおりとする。

a. 構造

本施設において発生する可能性がある固体廃棄物は、液体廃棄物処理設備の脱塩塔から発生する使用済樹脂及び液体廃棄物処理設備のろ過器の逆洗により発生するスラッジ並びに本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体状の廃棄物である。固体廃棄物処理設備は、液体廃棄物処理設備から発生する使用済樹脂等をドラム缶にセメントで固型化できる構造とする。

また、作業等に伴って発生する固体状の廃棄物をドラム缶に詰めた後、管理建屋内に保管廃棄できる構造とする。保管廃棄施設の配置図を第4図に示す。

b. 主要な設備及び機器の種類

主要な設備及び機器の種類並びに設置場所は、第9表のとおりである。

第9表 主要な設備及び機器の種類並びに設置場所（固体廃棄物処理設備）

主要な設備	主要な機器	設置場所
固体廃棄物処理設備 (1号、2号及び3号 廃棄物処理施設共 用、既設)	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済樹脂受タンク 1基(容量 2m³) ・固化装置(インドラムミキサ等) 一式(能力 3h/バッチ) 	管理建屋

c. 廃棄物の処理能力

固体廃棄物処理設備は、液体廃棄物処理設備で発生する使用済樹脂等をドラム缶に固型化するのに十分対処できるものとする。

d. 保管廃棄施設の最大保管廃棄能力

最大保管廃棄能力は、200Lドラム缶80本である。

e. その他

本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体廃棄物のうち、ドラム缶の容器に収納可能なものは、放射性物質が飛散しないように、可燃性及び不燃性の廃棄物に区別して難燃性の袋等に梱包することにより放射性物質の飛散を防止する措置を講じて、鋼製のドラム缶の容器に封入する。ドラム缶の容器は4本入りのボックスパレットに入れ、4本×10区画×2段で保管廃棄する。

ドラム缶の容器に収納不可能な大型のものは、必要に応じて切断等を行い、難燃性シートの二重包装等により放射性物質の飛散を防止する措置を講じ、保管廃棄する。

f. 許可基準規則への適合性について

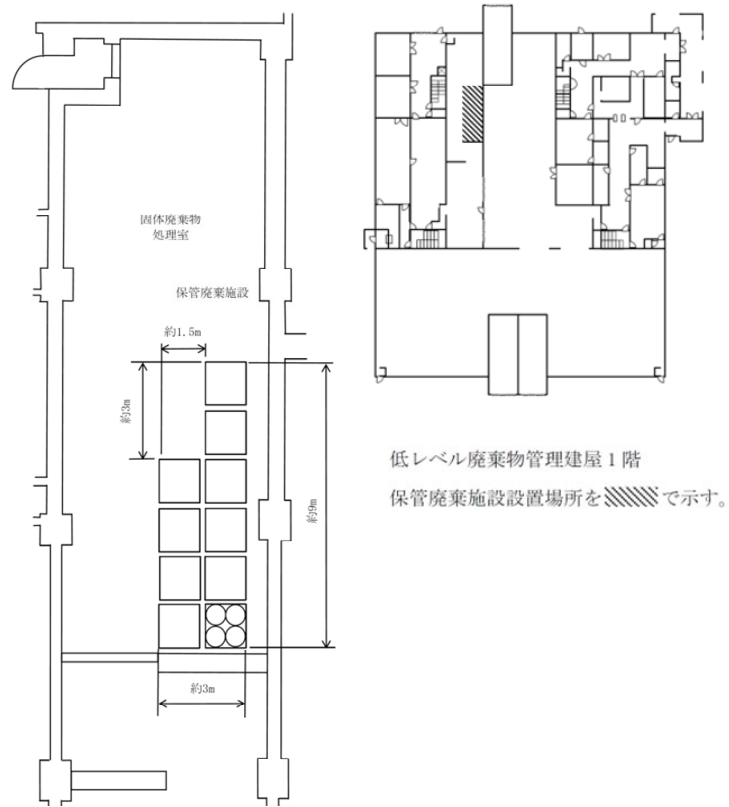
本施設には固体廃棄物の廃棄施設として、液体廃棄物処理設備で発生する使用済樹脂等をドラム缶に固型化するのに十分対処できる処理能力を有する固体廃棄物処理設備を設ける。また、本施設で発生する固体廃棄物を保管廃棄する保管廃棄施設を設ける。

本施設において発生すると想定される固体廃棄物は、液体廃棄物処理設備の脱塩塔から発生する使用済樹脂及び液体廃棄物処理設備のろ過器の逆洗により発生するスラッジ並びに本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体状の廃棄物であり、これらの年間推定最大発生量は200Lドラム缶換算で約7本である。保管廃棄施設の最大保管廃棄能力は200Lドラム缶80本であり、十分な容量を有する。

なお、2020年度末時点での保管廃棄数量は0本である。

保管廃棄施設で保管廃棄する放射性廃棄物は固体廃棄物のみであり、放射性物質の流出による汚染拡大のおそれはない。また、固体廃棄物のうち、使用済樹脂等はドラム缶に固型化すること、本施設の操業に伴う作業及び設備・機器の点検、保守により発生する固体廃棄物はドラム缶に固型化する等の放射性物質の飛散を防止する措置を講じて保管廃棄することから、放射性物質の飛散による汚染の拡大のおそれはない。

以上から、固体廃棄物の廃棄施設は既許可からの変更はなく、1号、2号及び3号廃棄物処理施設共用とする。



第4図 保管廃棄施設の配置図

(4) 線量評価

平常時における本施設から環境への放射性物質の放出については、第6表及び第7表に示した気体廃棄物及び液体廃棄物の放出を対象とし、公衆の受ける線量の評価を行う。また、線量評価に使用したパラメータを添付資料2に示す。

(i) 気体廃棄物の放出による線量評価

a. 評価条件

排気口から放出する気体廃棄物中の放射性物質が大気中を移行し、それを吸入摂取することによる内部被ばくは、敷地境界外に居住する人を対象として、(1)式を用いて評価する。

なお、気体廃棄物の大気放出に関連したその他の線量評価シナリオの線量は、いずれも吸入摂取と同等又は十分に小さく、気体廃棄物の放出量も小さいことから吸入摂取で評価する。

$$D_{inh} = \sum_i \{Q(i) \cdot (\chi/Q) \cdot I_{inh} \cdot DCF_{inh}(i)\} \quad (1)$$

D_{inh} : 吸入摂取による線量(Sv/y)

$Q(i)$: 排気口から放出する気体廃棄物中の核種 i の量(Bq/y)

χ/Q : 相対濃度(h/m³)

I_{inh} : 呼吸率(m³/h)

$DCF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入摂取による線量換算係数(Sv/Bq)

b. 評価結果

公衆の受ける線量は、約 $3.5 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/y}$ となる。

(ii) 液体廃棄物の放出による線量評価

a. 評価条件

排水口から放出する液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駱沼の水産物の摂取による内部被ばくは、食生活が標準的である人で、尾駱沼の水産物を摂取する人を対象として、(2)式を用いて評価する。評価においては、保守的に漁業従事者の市場希釈係数を用いる。

$$D_{aq}(p, t) = \sum_i \left(\sum_m \{C_s(i) \cdot CF_{aq}(i, m) \cdot M_{aq}(m) \cdot f_{aq}(p, m) \cdot DCF_{ing}(i)\} \right) \quad (2)$$

$D_{aq}(p, t)$: 尾駱沼水中の水産物の摂取による線量(Sv/y)

$C_s(i)$: 尾駱沼水中の核種 i の濃度(Bq/m³)

$CF_{aq}(i, m)$: 水産物 m における核種 i の濃縮係数(m³/kg)

$M_{aq}(m)$: 水産物 m の摂取量(kg/y)

$f_{aq}(p, m)$: 被ばく者 p の水産物 m の市場希釈係数(-) ; 1とした。

$DCF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取による線量換算係数(Sv/Bq)

$$C_s(i) = \frac{F(i)}{Q_{s0}} \quad (3)$$

$F(i)$: 放出する液体廃棄物中の核種 i の量(Bq/y)

Q_{s0} : 尾駱沼の交換水量(m³/y)

b. 評価結果

公衆の受ける線量は、約 $1.7 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/y}$ となる。

(iii) 線量評価のまとめ

敷地境界付近における公衆の受ける線量が最大となる線量評価シナリオは、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間において、本施設に一時貯蔵及び埋設する廃棄体中に含まれる放射性物質からの外部被ばくであり、各廃棄物埋設地からの寄与を考慮した線量は約 $23 \mu\text{Sv/y}$ (第八条で評価) である。また、覆土完了から廃止措置の開始までの間において、地下水中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばくであり、各廃棄物埋設地からの寄与を考慮した線量は約 $3.8 \mu\text{Sv/y}$ (第十条で評価) である。

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、考慮する線量評価シナリオは、排気口から放出する気体廃棄物中の放射性物質の吸入摂取による内部被ばく及び排水口から放出する液体廃棄物中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばくであるが、これらの線量は約 $3.5 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/y}$ 、約 $1.7 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/y}$ であり、十分に小さい。

埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの期間は、埋設設備により漏出防止機能を有することから、地下水中の放射性物質が移行する尾駁沼の水産物摂取による内部被ばくは発生しない。

覆土完了から廃止措置の開始までの期間は、十分な厚さの覆土があるため、難透水性覆土及び下部覆土の厚さの最小値となる埋設設備から 4m の位置で評価を行っても、約 $1.0 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$ (3号廃棄物埋設施設) であることから、十分小さい値である。さらに1号及び2号廃棄物埋設施設に対しても同様に評価を行った結果として約 $1.0 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ であり、重畳したとしても対象位置が離れていることから、周辺監視区域の廃止後に敷地内へ立ち入る人を考慮しても外部被ばく線量影響は無視できる。

以上より、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了までの間にあっては公衆の受ける各廃棄物埋設地からの寄与を考慮した合計線量は約 $23 \mu\text{Sv/y}$ 、覆土完了から廃止措置の開始までの間にあっては公衆の受ける各廃棄物埋設地からの寄与を考慮した合計線量は約 $3.8 \mu\text{Sv/y}$ となり、本施設は、公衆に対して合理的に達成できる限り十分に低い線量となる施設設計となっている。

放射性物質を含む排水量及び
放射性物質の濃度の算出

目 次

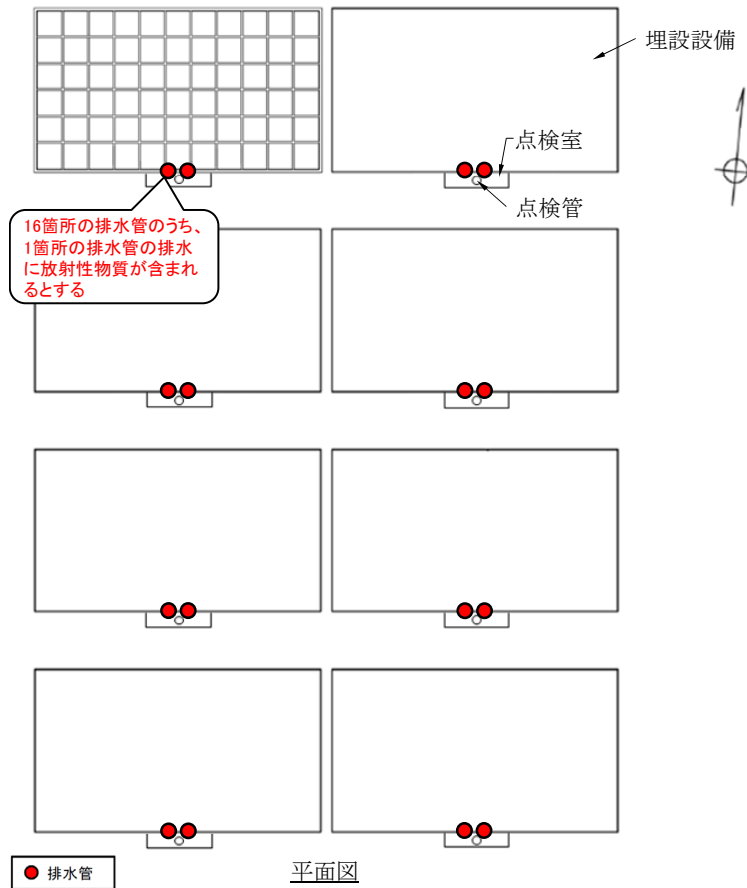
1. はじめに	1
2. 排水・監視設備からの排水量の設定	2
(1) 前提条件	2
(2) 排水・監視設備からの排水量の算出	2
3. 排水中の放射能濃度の設定	6

1. はじめに

埋設設備は雨水及び地下水と廃棄体の接触を抑制し、放射性物質の漏出を防止する設計としており、排水・監視設備からの排水に放射性物質が含まれる可能性は低く、これまで放射性物質が検出されたことはない。

ただし、通常時において放射性物質を含む排水の発生を考慮し、以下を仮定して、放射性物質を含む排水量及び排水中の放射性物質の濃度の設定を行う。

埋設設備に定置した廃棄体からの放射性物質の流出は、埋設設備1基の1区画から発生することを想定する。ここで、埋設設備のポーラスコンクリート層は内部で分割しており、どのエリアからの排水かを特定できるように設計していることから、第1図に示すように埋設設備の排水管のうち1箇所からの排水に放射性物質が含まれるものとして、その排水量と排水中の放射性物質の濃度を設定する。



第1図 排水・監視設備及び排水管の設置箇所 (3号埋設設備の例)

2. 排水・監視設備からの排水量の設定

(1) 前提条件

廃棄施設の設計として、3号埋設設備の排水量の算出のため、1号及び2号埋設設備の申請時における年間想定排水量の考え方と同様に、以下の前提条件により排水・監視設備からの排水量を算出する。

- ・排水量の評価として、覆土完了時の地下水位が高い位置の状態を仮定する。
- ・難透水性覆土の寄与を見込むことで埋設設備内の浸入水量は少なくなることから、難透水性覆土の寄与は見込まずに、コンクリートの透水係数により、埋設設備内に水が流入することを想定し、動水勾配は、コンクリートピット外部表面と内部表面（水圧 0）の差から算出する。

(2) 排水・監視設備からの排水量の算出

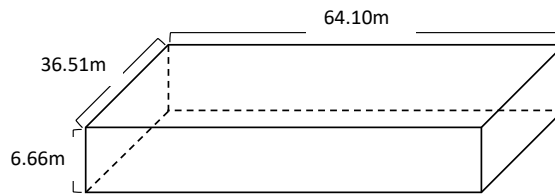
埋設設備内のポーラスコンクリート層からの排水量（=ポーラスコンクリート層への浸入水量）の計算は以下の式により行う。

$$Q = K \times i \times S$$

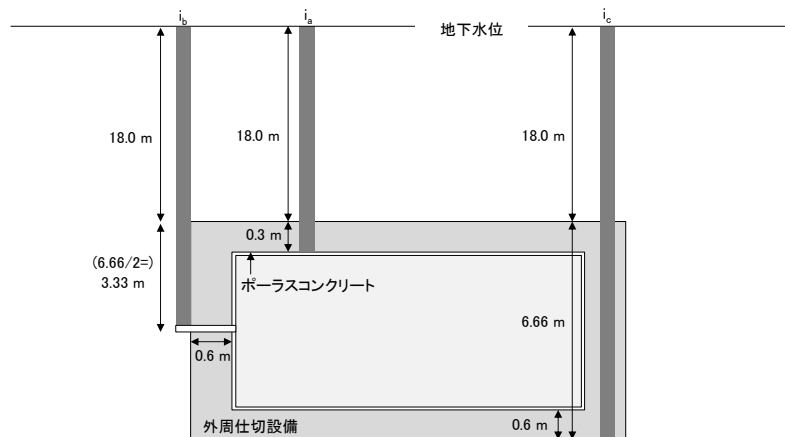
ここで、 Q は浸入水量(m^3/s)、 K はコンクリートの透水係数(m/s)、 i は動水勾配(-)、 S は浸入する水が通過する面積(m^2)である。

(i) 3号埋設設備

第2図及び第3図に従い3号埋設設備の浸入水量を求める。



第2図 3号埋設設備の外寸法



第3図 動水勾配の考え方 (3号埋設設備)

a. 覆いからの浸入水量

$$K_{a3} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{a3} = (\text{外部の水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (18.0 + 0.3 - 0) / 0.3 = 61.0$$

$$S_{a3} = 36.51 \times 64.10 = 2.34 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、覆いからの浸入水量 Q_{a3} は、

$$Q_{a3} = K_{a3} \times i_{a3} \times S_{a3} = 1.0 \times 10^{-12} \times 61.0 \times 2.34 \times 10^3 = 1.43 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

b. 側壁からの浸入水量

$$K_{b3} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{b3} = (\text{側壁の中央に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (18.0 + 6.66/2 - 0) / 0.6 = 35.6$$

$$S_{b3} = (36.51 + 64.10) \times 6.66 \times 2 = 1.34 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、側壁からの浸入水量 Q_{b3} は、

$$Q_{b3} = K_{b3} \times i_{b3} \times S_{b3} = 1.0 \times 10^{-12} \times 35.6 \times 1.34 \times 10^3 = 4.77 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

c. 底版からの浸入水量

$$K_{c3} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{c3} = (\text{底版の下面に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (18.0 + 6.66 - 0) / 0.6 = 41.1$$

$$S_{c3} = 36.51 \times 64.10 = 2.34 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、底版からの浸入水量 Q_{c3} は、

$$Q_{c3} = K_{c3} \times i_{c3} \times S_{c3} = 1.0 \times 10^{-12} \times 41.1 \times 2.34 \times 10^3 = 9.62 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

d. 埋設設備 1 基の年間浸入水量

$$Q_3 = Q_{a3} + Q_{b3} + Q_{c3}$$

$$= 1.43 \times 10^{-7} + 4.77 \times 10^{-8} + 9.62 \times 10^{-8} = 2.87 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基} = 9.05 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基}$$

e. 排水・監視設備 1 箇所からの 1 日当たりの排水量

3 号埋設設備は 8 基あるため、

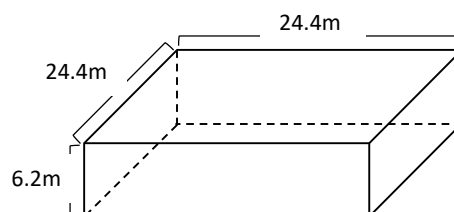
$$9.05 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基} \times 8 \text{ 基} \doteq 80 \text{ m}^3/\text{y}$$

排水・監視設備の排水管は埋設設備 1 基当たり 2 箇所、8 基で 16 箇所あるため、排水・監視設備の排水管 1 箇所からの 1 日当たりの排水量は以下のとおりとなる。

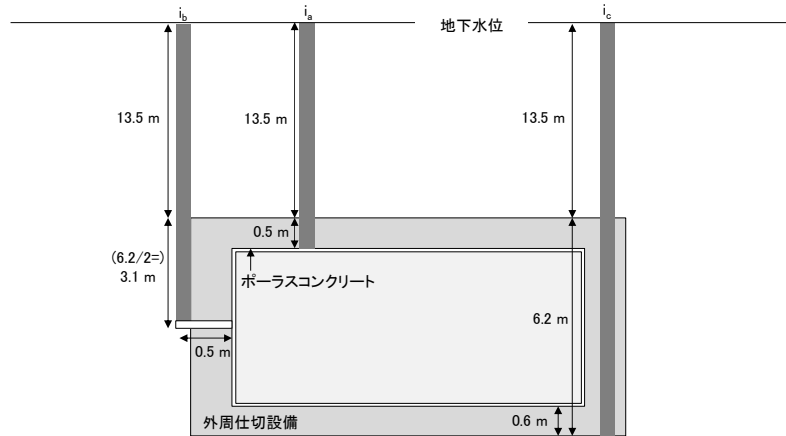
$$80 \text{ m}^3/\text{y} \div 16 \text{ 箇所} \div 365 \text{ d} = 13.7 \text{ L/d}$$

(ii) 1 号埋設設備

第 4 図及び第 5 図に従い 1 号埋設設備の浸入水量を求める。



第 4 図 1 号埋設設備の外寸法



第5図 動水勾配の考え方 (1号埋設設備)

a. 覆いからの浸入水量

$$K_{a1} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{a1} = (\text{外部の水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.5 + 0.5 - 0) / 0.5 = 28.0$$

$$S_{a1} = 24.4 \times 24.4 = 5.95 \times 10^2 \text{ m}^2$$

したがって、覆いからの浸入水量 Q_{a1} は、

$$Q_{a1} = K_{a1} \times i_{a1} \times S_{a1} = 1.0 \times 10^{-12} \times 28.0 \times 5.95 \times 10^2 = 1.67 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

b. 側壁からの浸入水量

$$K_{b1} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{b1} = (\text{側壁の中央に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.5 + 6.2/2 - 0) / 0.5 = 33.2$$

$$S_{b1} = 24.4 \times 6.2 \times 4 = 6.05 \times 10^2 \text{ m}^2$$

したがって、側壁からの浸入水量 Q_{b1} は、

$$Q_{b1} = K_{b1} \times i_{b1} \times S_{b1} = 1.0 \times 10^{-12} \times 33.2 \times 6.05 \times 10^2 = 2.01 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

c. 底版からの浸入水量

$$K_{c1} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{c1} = (\text{底版の下面に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.5 + 6.2 - 0) / 0.6 = 32.8$$

$$S_{c1} = 24.4 \times 24.4 = 5.95 \times 10^2 \text{ m}^2$$

したがって、底版からの浸入水量 Q_{c1} は、

$$Q_{c1} = K_{c1} \times i_{c1} \times S_{c1} = 1.0 \times 10^{-12} \times 32.8 \times 5.95 \times 10^2 = 1.95 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

d. 埋設設備1基の年間浸入水量

$$Q_I = Q_{a1} + Q_{b1} + Q_{c1}$$

$$= 1.67 \times 10^{-8} + 2.01 \times 10^{-8} + 1.95 \times 10^{-8} = 5.63 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基} = 1.78 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基}$$

e. 排水・監視設備1箇所からの1日当たりの排水量

1号埋設設備は40基あるため、

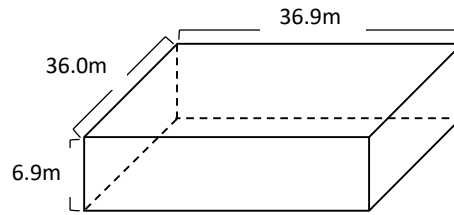
$$1.78 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基} \times 40 \text{ 基} \doteq 71 \text{ m}^3/\text{y}$$

排水・監視設備の排水管は埋設設備1基当たり2箇所、40基で80箇所あるため、排水・監視設備の排水管1箇所からの1日当たりの排水量は以下のとおりとなる。

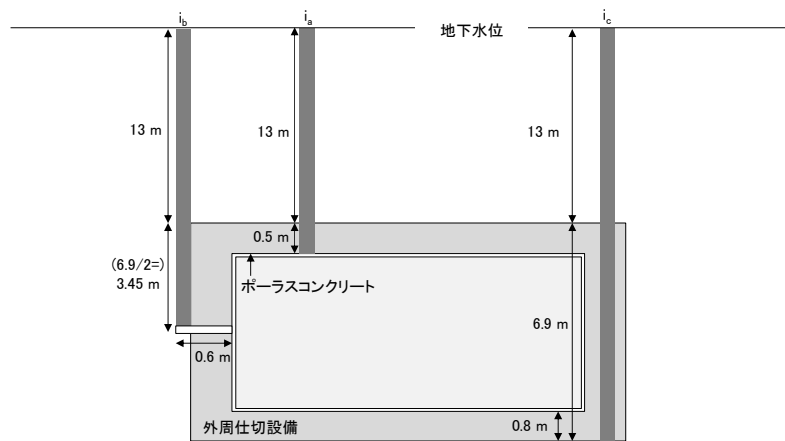
$$71 \text{ m}^3/\text{y} \div 80 \text{ 箇所} \div 365 \text{ d} = 2.4 \text{ L}/\text{d}$$

(iii) 2号埋設設備

第6図及び第7図に従い2号埋設設備の浸入水量を求める。



第6図 2号埋設設備の外寸法



第7図 動水勾配の考え方 (2号埋設設備)

a. 覆いからの浸入水量

$$K_{a2} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{a2} = (\text{外部の水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.0 + 0.5 - 0) / 0.5 = 27.0$$

$$S_{a2} = 36.0 \times 36.9 = 1.33 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、覆いからの浸入水量 Q_{a2} は、

$$Q_{a2} = K_{a2} \times i_{a2} \times S_{a2} = 1.0 \times 10^{-12} \times 27.0 \times 1.33 \times 10^3 = 3.59 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

b. 側壁からの浸入水量

$$K_{b2} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{b2} = (\text{側壁の中央に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.0 + 6.9/2 - 0) / 0.6 = 27.4$$

$$S_{b2} = (36.0 + 36.9) \times 6.9 \times 2 = 1.01 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、側壁からの浸入水量 Q_{b2} は、

$$Q_{b2} = K_{b2} \times i_{b2} \times S_{b2} = 1.0 \times 10^{-12} \times 27.4 \times 1.01 \times 10^3 = 2.77 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

c. 底版からの浸入水量

$$K_{c2} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$i_{c2} = (\text{底版の下面に働く水頭} - \text{内部の水頭}) / (\text{通過距離}) = (13.0 + 6.9 - 0) / 0.8 = 24.9$$

$$S_{c2} = 36.0 \times 36.9 = 1.33 \times 10^3 \text{ m}^2$$

したがって、底版からの浸入水量 Q_{c2} は、

$$Q_{c2} = K_{c2} \times i_{c2} \times S_{c2} = 1.0 \times 10^{-12} \times 24.9 \times 1.33 \times 10^3 = 3.31 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基}$$

d. 埋設設備 1 基の年間浸入水量

$$Q_2 = Q_{a2} + Q_{b2} + Q_{c2}$$

$$= 3.59 \times 10^{-8} + 2.77 \times 10^{-8} + 3.31 \times 10^{-8} = 9.67 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{基} = 3.05 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基}$$

e. 排水・監視設備 1 箇所からの 1 日当たりの排水量

2 号埋設設備は 16 基あるため、

$$3.05 \text{ m}^3/\text{y}/\text{基} \times 16 \text{ 基} \approx 50 \text{ m}^3/\text{y}$$

排水・監視設備の排水管は埋設設備 1 基当たり 2 箇所、16 基で 32 箇所あるため、排水・監視設備の排水管 1 箇所からの 1 日当たりの排水量は以下のとおりとなる。

$$50 \text{ m}^3/\text{y} \div 32 \text{ 箇所} \div 365 \text{ d} = 4.3 \text{ L}/\text{d}$$

3. 排水中の放射能濃度の設定

埋設設備は、覆土完了までの間、放射性物質の漏出を防止するため、雨水及び地下水と廃棄体の接触を抑制する設計としている。具体的には、外周仕切設備等により水の浸入を抑制し、廃棄体はセメント系充填材で覆うことにより浸入した水と廃棄体の接触防止を図っている。また、廃棄体は放射性廃棄物を容器に固型化したものであり、内部に水が容易に浸入し放射性物質が漏えいすることは想定されない。

したがって、排水・監視設備からの排水に放射性物質が含まれる可能性は低く、また、含まれたと仮定した場合でもその濃度は低いものになると想定されることから、線量評価に当たっては、排水・監視設備からの排水に含まれる放射性物質は各核種の放射エネルギーのうち最も高い値である Co-60 が線量告示に示される周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下「線量告示濃度」という。）相当含まれる想定とする。また、 α 核種については、Am-241 ($5 \times 10^{-3} \text{ Bq}/\text{cm}^3$)、Pu-238 ($4 \times 10^{-3} \text{ Bq}/\text{cm}^3$)、全 α ($2 \times 10^{-4} \text{ Bq}/\text{cm}^3$) の線量告示濃度を比較し、最も高い値である Am-241 の値とする。

また、その他の核種は、各核種の放射エネルギーを基に、下式により算出する。

$$\text{放射能濃度 (Bq}/\text{cm}^3) = \text{線量告示濃度 (Bq}/\text{cm}^3) \times \text{Co-60 を 1 とした場合の割合}$$

$$\text{Co-60 を 1 とした場合の割合} = \text{各核種の放射エネルギー (Bq)} \div \text{Co-60 の放射エネルギー (Bq)}$$

想定する放射能濃度は、各埋設設備について計算した値（第 1 表から第 5 表）のうち、最も高い値になる 1 号放射エネルギー（1 群から 6 群）（第 2 表）で計算した値として以下のとおりとする。

$$\text{H-3} \quad : \quad 6.7 \text{ Bq}/\text{cm}^3$$

$$\text{H-3 以外} \quad : \quad 2.7 \text{ Bq}/\text{cm}^3$$

第1表 3号埋設設備の放射能濃度

核種	線量告示濃度 (Bq/cm ³)	3号放射能量		放射能濃度 (Bq/cm ³)
		(Bq)	割合	
H-3	6×10 ¹	1.5×10 ¹³	1.00×10 ⁻¹	6.0×10 ⁰
C-14	2×10 ⁰	2.0×10 ¹²	1.33×10 ⁻²	2.7×10 ⁻²
Co-60	2×10 ⁻¹	1.5×10 ¹⁴	1	2.0×10 ⁻¹
Ni-59	1×10 ¹	5.0×10 ¹⁰	3.33×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻³
Ni-63	6×10 ⁰	5.5×10 ¹²	3.67×10 ⁻²	2.2×10 ⁻¹
Sr-90	3×10 ⁻²	6.7×10 ¹¹	4.47×10 ⁻³	1.3×10 ⁻⁴
Nb-94	5×10 ⁻¹	8.1×10 ⁹	5.40×10 ⁻⁵	2.7×10 ⁻⁵
Tc-99	1×10 ⁰	7.4×10 ⁷	4.93×10 ⁻⁷	4.9×10 ⁻⁷
I-129	9×10 ⁻³	8.3×10 ⁶	5.53×10 ⁻⁸	5.0×10 ⁻¹⁰
Cs-137	9×10 ⁻²	7.3×10 ¹¹	4.87×10 ⁻³	4.4×10 ⁻⁴
α	5×10 ⁻³	2.3×10 ¹¹	1.53×10 ⁻³	7.7×10 ⁻⁶

(H-3 以外
の合計)

4.6×10⁻¹

第2表 1号埋設設備の放射能濃度 (1群から6群 均質・均一固化体)

核種	線量告示濃度 (Bq/cm ³)	1号放射能量 1群から6群 均質・均一固化体		放射能濃度 (Bq/cm ³)
		(Bq)	割合	
H-3	6×10 ¹	9.2×10 ¹³	1.11×10 ⁻¹	6.7×10 ⁰
C-14	2×10 ⁰	2.5×10 ¹²	3.01×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³
Cl-36	9×10 ⁻¹	2.8×10 ¹⁰	3.37×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵
Co-60	2×10 ⁻¹	8.3×10 ¹⁴	1	2.0×10 ⁻¹
Ni-59	1×10 ¹	2.6×10 ¹²	3.13×10 ⁻³	3.1×10 ⁻²
Ni-63	6×10 ⁰	3.3×10 ¹⁴	3.98×10 ⁻¹	2.4×10 ⁰
Sr-90	3×10 ⁻²	5.0×10 ¹²	6.02×10 ⁻³	1.8×10 ⁻⁴
Nb-94	5×10 ⁻¹	2.5×10 ¹⁰	3.01×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵
Tc-99	1×10 ⁰	5.6×10 ⁹	6.75×10 ⁻⁶	6.7×10 ⁻⁶
I-129	9×10 ⁻³	8.3×10 ⁷	1.00×10 ⁻⁷	9.0×10 ⁻¹⁰
Cs-137	9×10 ⁻²	3.1×10 ¹³	3.73×10 ⁻²	3.4×10 ⁻³
α	5×10 ⁻³	1.7×10 ¹¹	2.05×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁶

(H-3 以外
の合計)

2.7×10⁰

第3表 1号埋設設備の放射能濃度 (7,8群 充填固化体)

核種	線量告示濃度 (Bq/cm ³)	1号放射能 7,8群 充填固化体		放射能濃度 (Bq/cm ³)	
		(Bq)	割合		
H-3	6×10 ¹	1.5×10 ¹²	1.00×10 ⁻¹	6.0×10 ⁰	
C-14	2×10 ⁰	1.9×10 ¹¹	1.27×10 ⁻²	2.5×10 ⁻²	(H-3 以外 の合計) 4.5×10 ⁻¹
Cl-36	9×10 ⁻¹	2.3×10 ⁵	1.53×10 ⁻⁸	1.4×10 ⁻⁸	
Co-60	2×10 ⁻¹	1.5×10 ¹³	1	2.0×10 ⁻¹	
Ni-59	1×10 ¹	4.9×10 ⁹	3.27×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻³	
Ni-63	6×10 ⁰	5.4×10 ¹¹	3.60×10 ⁻²	2.2×10 ⁻¹	
Sr-90	3×10 ⁻²	6.5×10 ¹⁰	4.33×10 ⁻³	1.3×10 ⁻⁴	
Nb-94	5×10 ⁻¹	7.9×10 ⁸	5.27×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁵	
Tc-99	1×10 ⁰	7.2×10 ⁶	4.80×10 ⁻⁷	4.8×10 ⁻⁷	
I-129	9×10 ⁻³	8.1×10 ⁵	5.40×10 ⁻⁸	4.9×10 ⁻¹⁰	
Cs-137	9×10 ⁻²	7.1×10 ¹⁰	4.73×10 ⁻³	4.3×10 ⁻⁴	
α	5×10 ⁻³	2.3×10 ¹⁰	1.53×10 ⁻³	7.7×10 ⁻⁶	

第4表 1号埋設設備の放射能濃度 (8群 均質・均一固化体及びセメント破砕物充填固化体)

核種	線量告示濃度 (Bq/cm ³)	1号放射能 8群 均質・均一固化体及び セメント破砕物充填固化体		放射能濃度 (Bq/cm ³)	
		(Bq)	割合		
H-3	6×10 ¹	6.2×10 ¹²	1.11×10 ⁻¹	6.6×10 ⁰	
C-14	2×10 ⁰	1.7×10 ¹¹	3.00×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	(H-3 以外 の合計) 2.6×10 ⁰
Cl-36	9×10 ⁻¹	1.8×10 ⁹	3.29×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	
Co-60	2×10 ⁻¹	5.6×10 ¹³	1	2.0×10 ⁻¹	
Ni-59	1×10 ¹	1.7×10 ¹¹	3.11×10 ⁻³	3.1×10 ⁻²	
Ni-63	6×10 ⁰	2.2×10 ¹³	3.93×10 ⁻¹	2.4×10 ⁰	
Sr-90	3×10 ⁻²	3.4×10 ¹¹	6.07×10 ⁻³	1.8×10 ⁻⁴	
Nb-94	5×10 ⁻¹	1.7×10 ⁹	2.96×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵	
Tc-99	1×10 ⁰	3.8×10 ⁸	6.79×10 ⁻⁶	6.8×10 ⁻⁶	
I-129	9×10 ⁻³	5.6×10 ⁶	1.00×10 ⁻⁷	9.0×10 ⁻¹⁰	
Cs-137	9×10 ⁻²	2.0×10 ¹²	3.57×10 ⁻²	3.2×10 ⁻³	
α	5×10 ⁻³	1.2×10 ¹⁰	2.07×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁶	

第5表 2号埋設設備の放射能濃度

核種	線量告示濃度 (Bq/cm ³)	2号放射能		放射能濃度 (Bq/cm ³)
		(Bq)	割合	
H-3	6×10^1	1.2×10^{14}	1.09×10^{-1}	6.5×10^0
C-14	2×10^0	3.3×10^{12}	3.00×10^{-3}	6.0×10^{-3}
Cl-36	9×10^{-1}	8.0×10^8	7.27×10^{-7}	6.5×10^{-7}
Co-60	2×10^{-1}	1.1×10^{15}	1	2.0×10^{-1}
Ni-59	1×10^1	3.4×10^{12}	3.09×10^{-3}	3.1×10^{-2}
Ni-63	6×10^0	4.4×10^{14}	4.00×10^{-1}	2.4×10^0
Sr-90	3×10^{-2}	6.6×10^{12}	6.00×10^{-3}	1.8×10^{-4}
Nb-94	5×10^{-1}	3.3×10^{10}	3.00×10^{-5}	1.5×10^{-5}
Tc-99	1×10^0	7.4×10^9	6.73×10^{-6}	6.7×10^{-6}
I-129	9×10^{-3}	1.1×10^8	1.00×10^{-7}	9.0×10^{-10}
Cs-137	9×10^{-2}	4.0×10^{13}	3.64×10^{-2}	3.3×10^{-3}
α	5×10^{-3}	2.3×10^{11}	2.09×10^{-4}	1.0×10^{-6}

(H-3 以外
の合計)

2.7×10^0

線量評価におけるパラメータ一覧

第1表 平常時の線量評価に用いるパラメータ

パラメータ名	頁番号
呼吸率	2
核種 i の吸入摂取による線量換算係数	3
尾駁沼の交換水量	4
水産物 m における核種 i の濃縮係数(魚類)	5
水産物 m における核種 i の濃縮係数(無脊椎動物)	7
水産物 m の摂取量	9
核種 i の経口摂取による線量換算係数	10
相対濃度	11

パラメータ	名 称		単 位				
	呼吸率		[m ³ /h]				
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時				
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>設定値</th> <th>既申請値*1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.93</td> <td>0.96</td> </tr> </tbody> </table>			設定値	既申請値*1	0.93	0.96
設定値	既申請値*1						
0.93	0.96						
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ICRP Pub. 89⁽¹⁾に示されている成人男性の1日の平均呼吸率から、次式により求めた値を保守側に切り上げて設定した。 $22.2\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} = 0.925\text{m}^3/\text{h}$ $\approx 0.93\text{m}^3/\text{h}$ 呼吸率は、個人ごとにある程度変動すると考えられる。しかし、上記文献に基づく、1日の平均呼吸率は成人男性で22.2m³/d、成人女性で18.2m³/dであり、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されない。 						
備考	*1: 参考として、平成10年10月8日付け10安(廃規)第49号をもって事業変更の許可を受けた廃棄物埋設事業変更許可申請書の値(以下「既申請値」という。)を記載する。なお、3号廃棄物埋設施設は比較対象として2号廃棄物埋設施設の既申請値を記載する。						
文献	(1) International Commission on Radiological Protection(2002):Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, ICRP Publication 89						

パラメータ	名 称			単 位																																																				
	核種 <i>i</i> の吸入摂取による線量換算係数			[Sv/Bq]																																																				
区分	<input checked="" type="checkbox"/> 共通	<input type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時																																																					
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した 子孫核種等 (生成割合)</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td>4.5×10^{-11}</td> <td>-</td> <td>1.7×10^{-11}</td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td>2.0×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>5.6×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>Cl-36</td> <td>7.3×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td>1.0×10^{-8}</td> <td>-</td> <td>4.1×10^{-8}</td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td>1.3×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>3.6×10^{-10}</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>4.8×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>8.4×10^{-10}</td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td>3.8×10^{-8}</td> <td>Y-90 (100%)</td> <td>3.4×10^{-7}</td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td>1.1×10^{-8}</td> <td>-</td> <td>9.0×10^{-8}</td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td>4.0×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>2.0×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td>3.6×10^{-8}</td> <td>-</td> <td>4.7×10^{-8}</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>4.6×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>8.7×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>全 α</td> <td>5.0×10^{-5}</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値	H-3	4.5×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}	C-14	2.0×10^{-9}	-	5.6×10^{-9}	Cl-36	7.3×10^{-9}	-	-	Co-60	1.0×10^{-8}	-	4.1×10^{-8}	Ni-59	1.3×10^{-10}	-	3.6×10^{-10}	Ni-63	4.8×10^{-10}	-	8.4×10^{-10}	Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90 (100%)	3.4×10^{-7}	Nb-94	1.1×10^{-8}	-	9.0×10^{-8}	Tc-99	4.0×10^{-9}	-	2.0×10^{-9}	I-129	3.6×10^{-8}	-	4.7×10^{-8}	Cs-137	4.6×10^{-9}	-	8.7×10^{-9}	全 α	5.0×10^{-5}	-	-
核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値																																																					
H-3	4.5×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}																																																					
C-14	2.0×10^{-9}	-	5.6×10^{-9}																																																					
Cl-36	7.3×10^{-9}	-	-																																																					
Co-60	1.0×10^{-8}	-	4.1×10^{-8}																																																					
Ni-59	1.3×10^{-10}	-	3.6×10^{-10}																																																					
Ni-63	4.8×10^{-10}	-	8.4×10^{-10}																																																					
Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90 (100%)	3.4×10^{-7}																																																					
Nb-94	1.1×10^{-8}	-	9.0×10^{-8}																																																					
Tc-99	4.0×10^{-9}	-	2.0×10^{-9}																																																					
I-129	3.6×10^{-8}	-	4.7×10^{-8}																																																					
Cs-137	4.6×10^{-9}	-	8.7×10^{-9}																																																					
全 α	5.0×10^{-5}	-	-																																																					
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に信頼性の高い ICRP の文献(ICRP Pub. 72⁽¹⁾、ICRP Pub. 68⁽²⁾)を参照した。 ICRP Pub. 68 は作業員への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、ICRP Pub. 72 が適している。 ICRP Pub. 72 には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうちの成人(Adult)の数値で、肺での吸収型が不明な場合の推奨値が示されている核種はその数値を、推奨値が示されていない核種は最大の数値を引用した。また、経口摂取と同様に、短半減期の子孫核種のうち、ICRP Pub. 72 に示されている核種の寄与を考慮している。 子孫核種に関して、短半減期の子孫核種のうち、ICRP Pub. 72 に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、ICRP Pub. 72 に示されていない子孫核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。 全 α 核種の線量換算係数は、組成比の大きい Pu-239(線量換算係数 5.0×10^{-5}) と Am-241(線量換算係数 4.2×10^{-5}) のうち高い方(Pu-239)の値を設定値とした。 																																																							
備考																																																								
文献	<p>(1) International Commission on Radiological Protection(1996): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>(2) International Commission on Radiological Protection(1994):Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68</p>																																																							

パラメータ	名 称			単 位
	尾駁沼の交換水量			[m ³ /y]
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時	
設定値	1.3×10 ⁷			
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)」の「補足説明資料1 地質環境に係る長期変動事象」を参照。 			
備考				
文献				

パラメータ	名 称					単 位																
	水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(魚類)					[m ³ /kg]																
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時																			
設定値	元素	設定値	淡水魚		海水魚		既申請値															
			設定値	根拠資料	設定値	根拠資料																
	H	1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	文献(2)	1.0×10 ⁻³	文献(3)	1.0×10 ⁻³															
	C	8.4×10 ⁰	8.4×10 ⁰	現地値	2.0×10 ¹	文献(3)	4.6×10 ⁰															
	Cl	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	文献(2)	6.0×10 ⁻⁵	文献(3)	-															
	Co	1.0×10 ⁰	4.0×10 ⁻¹	文献(7)	1.0×10 ⁰	文献(1)	3.0×10 ⁻¹															
	Ni	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(1)	1.0×10 ⁰	文献(1)	5.0×10 ⁻¹															
	Sr	1.9×10 ⁻¹	1.9×10 ⁻¹	文献(7)	2.0×10 ⁻³	文献(1)	6.0×10 ⁻²															
	Nb	3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	文献(1)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻¹															
	Tc	3.0×10 ⁻²	2.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	2.0×10 ⁻²															
	I	6.5×10 ⁻¹	6.5×10 ⁻¹	文献(7)	1.0×10 ⁻²	文献(1)	4.0×10 ⁻²															
	Cs	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	文献(1)	1.0×10 ⁻¹	文献(1)	2.0×10 ⁰															
全α	2.4×10 ⁻¹	2.4×10 ⁻¹	文献(7)	5.0×10 ⁻²	文献(1)	3.0×10 ⁻²																
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 淡水魚及び海水魚の濃縮係数は、文献(1)～文献(6)の順で数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献である文献(7)に、より大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 Cの淡水魚については、水産物摂取に伴う被ばく経路における線量支配核種であることを考慮し、より実態に近い値を設定するため、尾駸沼における代表的な水産物であるワカサギの濃縮係数を調査結果より算出した。 Puの文献(7)の数値については、他の文献と比較すると数値が1,000倍以上も大きいこと、元データとして引用している参考文献群との繋がりが把握できないこと、データ数が3点と少ないこと、食用魚ではなく飼料魚を対象としたものであることからデータの信頼性が乏しいと判断し、考慮しないこととした。 淡水魚、海水魚のそれぞれのデータセットのうち、大きい方の値を設定値とした。ただし、Cについては、現地値を採用した。 全αの値については、組成比の大きいAm-241及びPu-239の値のうち、高い方の値で代表した。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>文献 No.</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>文献(1)</td><td>1</td></tr> <tr><td>文献(2)</td><td>2</td></tr> <tr><td>文献(3)</td><td>3</td></tr> <tr><td>文献(4)</td><td>4</td></tr> <tr><td>文献(5)</td><td>5</td></tr> <tr><td>文献(6)</td><td>6</td></tr> <tr><td>文献(7)</td><td>文献(1)～(6)より大きい場合採用</td></tr> </tbody> </table>						文献 No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	5	文献(6)	6	文献(7)	文献(1)～(6)より大きい場合採用
文献 No.	優先順位																					
文献(1)	1																					
文献(2)	2																					
文献(3)	3																					
文献(4)	4																					
文献(5)	5																					
文献(6)	6																					
文献(7)	文献(1)～(6)より大きい場合採用																					
備考																						

文献	<ul style="list-style-type: none"> (1) International Atomic Energy Agency(2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No.19 (2) International Atomic Energy Agency(2005) : Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44 (3) International Atomic Energy Agency(2004) : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No.422 (4) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No.364 (5) International Atomic Energy Agency(1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57 (6) International Atomic Energy Agency (1985) : Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No.247 (7) International Atomic Energy Agency(2010) : Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472
----	--

パラメータ	名 称					単 位																		
	水産物 <i>m</i> における核種 <i>i</i> の濃縮係数(無脊椎動物)					[m ³ /kg]																		
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時																					
設定値	元素	設定値	淡水貝		海水無脊椎動物		既申請値																	
			設定値	根拠資料	設定値	根拠資料																		
	H	1.0×10 ⁻³	9.0×10 ⁻⁴	文献(7)	1.0×10 ⁻³	文献(3)	1.0×10 ⁻³																	
	C	9.1×10 ⁰	9.1×10 ⁰	文献(7)	2.0×10 ¹	文献(3)	9.1×10 ⁰																	
	Cl	1.6×10 ⁻¹	1.6×10 ⁻¹	文献(7)	6.0×10 ⁻⁵	文献(3)	-																	
	Co	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	文献(5)	5.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ¹																	
	Ni	2.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	2.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁻¹																	
	Sr	3.0×10 ⁻¹	3.0×10 ⁻¹	文献(5)	2.0×10 ⁻³	文献(1)	3.0×10 ⁻¹																	
	Nb	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁰																	
	Tc	1.0×10 ⁰	2.6×10 ⁻²	文献(8)	1.0×10 ⁰	文献(1)	1.0×10 ⁰																	
	I	4.0×10 ⁻¹	4.0×10 ⁻¹	文献(5)	1.0×10 ⁻²	文献(1)	4.0×10 ⁻¹																	
	Cs	1.0×10 ⁰	1.0×10 ⁰	文献(5)	3.0×10 ⁻²	文献(1)	1.0×10 ⁰																	
全α	2.0×10 ¹	2.4×10 ⁰	文献(8)	2.0×10 ¹	文献(1)	2.0×10 ⁰																		
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 淡水貝及び海水無脊椎動物の濃縮係数は、文献(1)～文献(7)の順で数値を引用した。ただし、これらの文献よりも新しい文献である文献(8)に、より大きい数値が示されている核種については、その数値を引用した。 Puの文献(8)の数値については、他の文献と比較すると数値が過度に大きいこと、また、元データとして引用している参考文献群との繋がりが把握できないことからデータの信頼性が乏しいと判断し、考慮しないこととした。 淡水貝、海水無脊椎動物のそれぞれのデータセットのうち、大きい方の数値を使用した。ただし、Cについては、尾駁沼において漁獲される主な貝類がしじみであることから、淡水貝の数値を設定値とした。 なお、しじみは淡水性又は汽水性のものがあるが、汽水性のものでも尾駁沼のように塩分濃度が高い場合は生息しない。しじみが生息する場合は淡水又は汽水性でも塩分濃度が低い場合となるため、海水無脊椎動物ではなく淡水貝の数値を採用した。 全αの値については、組成比の大きいAm-241及びPu-239の値のうち、高い方の値で代表した。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>文献No.</th> <th>優先順位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>文献(1)</td><td>1</td></tr> <tr><td>文献(2)</td><td>2</td></tr> <tr><td>文献(3)</td><td>3</td></tr> <tr><td>文献(4)</td><td>4</td></tr> <tr><td>文献(5)</td><td>5</td></tr> <tr><td>文献(6)</td><td>6</td></tr> <tr><td>文献(7)</td><td>7</td></tr> <tr><td>文献(8)</td><td>文献(1)～(7)より大きい場合採用</td></tr> </tbody> </table>						文献No.	優先順位	文献(1)	1	文献(2)	2	文献(3)	3	文献(4)	4	文献(5)	5	文献(6)	6	文献(7)	7	文献(8)	文献(1)～(7)より大きい場合採用
文献No.	優先順位																							
文献(1)	1																							
文献(2)	2																							
文献(3)	3																							
文献(4)	4																							
文献(5)	5																							
文献(6)	6																							
文献(7)	7																							
文献(8)	文献(1)～(7)より大きい場合採用																							
備考																								

文献	<p>(1) International Atomic Energy Agency(2001): Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No.19</p> <p>(2) International Atomic Energy Agency(2005): Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No.44</p> <p>(3) International Atomic Energy Agency(2004): Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No.422</p> <p>(4) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY(1994): Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments, TECHNICAL REPORTS SERIES No.364</p> <p>(5) International Atomic Energy Agency(1982): Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides form Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57</p> <p>(6) International Atomic Energy Agency (1985): Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment, IAEA Technical Reports Series No.247</p> <p>(7) Stanley E. Thompson, C. Ann Burton, Dorothy J. Quinn, Yook C. Ng(1972): CONCENTRATION FACTORS OF CHEMICAL ELEMENTS IN EDIBLE AQUATIC ORGANISMS, UCRL-50564 Rev.1</p> <p>(8) International Atomic Energy Agency(2010): Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No.472</p>
----	--

パラメータ	名 称		単 位									
	水産物 <i>m</i> の摂取量		[kg/y]									
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時									
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>魚類</td> <td>5.7</td> <td>9.2</td> </tr> <tr> <td>無脊椎動物</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>				設定値	既申請値	魚類	5.7	9.2	無脊椎動物	1.4	1.1
	設定値	既申請値										
魚類	5.7	9.2										
無脊椎動物	1.4	1.1										
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・六ヶ所村周辺の食品摂取量調査⁽¹⁾に基づき設定した。 魚類 : $15.4\text{g/d} \times 365\text{d/y} \div 3 = 5.7\text{kg/y}$ 無脊椎動物 : $3.6\text{g/d} \times 365\text{d/y} \div 8 = 1.4\text{kg/y}$ ・調査概要 実施期間 : 平成 22 年度(季節別に 4 回実施) 調査方法 : 六ヶ所村及び周辺地域(東通村、横浜町、野辺地町、東北町及び三沢市)から、各市町村約 10 世帯の合計 60 世帯を抽出し、摂取した食品の種類と量について聞き取り調査を実施した。(放医研方式) 業態別として漁業、農業、酪農(畜産)及び自営・勤労(会社員)を選定した。 集計 : 平均は調査地域の業態別世帯比を考慮して導出。 ・水産物の摂取量として、上記文献から採用する値は、漁業従事者の摂取量と平均の摂取量を比較し、線量が厳しくなるよう、保守側に高い方を設定値とした。 ・水産物の摂取量は、上記文献で示すように調査世帯の生活様式によってある程度変動すると考えられるものの、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されない。 											
備考												
文献	(1) 財団法人 環境科学技術研究所(平成 23 年) : 平成 22 年度 排出放射能環境分布調査報告書											

パラメータ	名 称			単 位																																																				
	核種 <i>i</i> の経口摂取による線量換算係数			[Sv/Bq]																																																				
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時																																																					
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>設定値</th> <th>考慮した 子孫核種等 (生成割合)</th> <th>既申請値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H-3</td> <td>4.2×10^{-11}</td> <td>-</td> <td>1.7×10^{-11}</td> </tr> <tr> <td>C-14</td> <td>5.8×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>5.6×10^{-10}</td> </tr> <tr> <td>Cl-36</td> <td>9.3×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td>3.4×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>7.0×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>Ni-59</td> <td>6.3×10^{-11}</td> <td>-</td> <td>5.5×10^{-11}</td> </tr> <tr> <td>Ni-63</td> <td>1.5×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>1.5×10^{-10}</td> </tr> <tr> <td>Sr-90</td> <td>3.1×10^{-8}</td> <td>Y-90 (100%)</td> <td>3.6×10^{-8}</td> </tr> <tr> <td>Nb-94</td> <td>1.7×10^{-9}</td> <td>-</td> <td>1.5×10^{-9}</td> </tr> <tr> <td>Tc-99</td> <td>6.4×10^{-10}</td> <td>-</td> <td>3.4×10^{-10}</td> </tr> <tr> <td>I-129</td> <td>1.1×10^{-7}</td> <td>-</td> <td>7.4×10^{-7}</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>1.3×10^{-8}</td> <td>-</td> <td>1.4×10^{-8}</td> </tr> <tr> <td>全α</td> <td>2.5×10^{-7}</td> <td>-</td> <td>9.7×10^{-7}</td> </tr> </tbody> </table>				核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値	H-3	4.2×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}	C-14	5.8×10^{-10}	-	5.6×10^{-10}	Cl-36	9.3×10^{-10}	-	-	Co-60	3.4×10^{-9}	-	7.0×10^{-9}	Ni-59	6.3×10^{-11}	-	5.5×10^{-11}	Ni-63	1.5×10^{-10}	-	1.5×10^{-10}	Sr-90	3.1×10^{-8}	Y-90 (100%)	3.6×10^{-8}	Nb-94	1.7×10^{-9}	-	1.5×10^{-9}	Tc-99	6.4×10^{-10}	-	3.4×10^{-10}	I-129	1.1×10^{-7}	-	7.4×10^{-7}	Cs-137	1.3×10^{-8}	-	1.4×10^{-8}	全 α	2.5×10^{-7}	-	9.7×10^{-7}
核種	設定値	考慮した 子孫核種等 (生成割合)	既申請値																																																					
H-3	4.2×10^{-11}	-	1.7×10^{-11}																																																					
C-14	5.8×10^{-10}	-	5.6×10^{-10}																																																					
Cl-36	9.3×10^{-10}	-	-																																																					
Co-60	3.4×10^{-9}	-	7.0×10^{-9}																																																					
Ni-59	6.3×10^{-11}	-	5.5×10^{-11}																																																					
Ni-63	1.5×10^{-10}	-	1.5×10^{-10}																																																					
Sr-90	3.1×10^{-8}	Y-90 (100%)	3.6×10^{-8}																																																					
Nb-94	1.7×10^{-9}	-	1.5×10^{-9}																																																					
Tc-99	6.4×10^{-10}	-	3.4×10^{-10}																																																					
I-129	1.1×10^{-7}	-	7.4×10^{-7}																																																					
Cs-137	1.3×10^{-8}	-	1.4×10^{-8}																																																					
全 α	2.5×10^{-7}	-	9.7×10^{-7}																																																					
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に信頼性の高いICRPの文献(ICRP Pub. 72⁽¹⁾、ICRP Pub. 68⁽²⁾)を参照した。 ICRP Pub. 68は作業員への被ばくに関するデータであり、今回の評価は一般公衆の被ばくに対するものであるため、ICRP Pub. 72が適している。 ICRP Pub. 72には一般公衆の年齢別線量係数が示されているが、このうちの成人(Adult)の数値を引用した。 子孫核種に関して、短半減期の子孫核種のうち、ICRP Pub. 72に示されている核種については、生成割合を考慮して親核種の線量換算係数に足し合わせた。ただし、ICRP Pub. 72に示されていない子孫核種については、親核種に記載された線量換算係数の数値をそのまま使用した。 全αの線量換算係数は、組成比の大きいPu-239(線量換算係数 2.5×10^{-7})とAm-241(線量換算係数 2.0×10^{-7})のうち高い方(Pu-239)の値を設定値とした。 																																																							
備考																																																								
文献	<p>(1) International Commission on Radiological Protection(1996): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>(2) International Commission on Radiological Protection (1994): Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 68</p>																																																							

パラメータ	名 称			単 位				
	相対濃度			[s/m ³]				
区分	<input type="checkbox"/> 共通	<input checked="" type="checkbox"/> 平常時	<input type="checkbox"/> 異常時					
設定値	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>低レベル廃棄物管理建屋</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2.1×10⁻³</td> </tr> </tbody> </table>				低レベル廃棄物管理建屋	設定値		2.1×10 ⁻³
低レベル廃棄物管理建屋	設定値							
	2.1×10 ⁻³							
設定根拠	<p>保守的な気象条件(大気安定度 F 及び風速 1m/s)において、文献⁽¹⁾に基づき以下のとおり設定する。</p> $\chi/Q(s/m^3) = \frac{\exp(-Y^2/2\sigma_y^2)}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \left[\exp\left(\frac{-(Z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(\frac{-(Z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$ $= 2.079 \times 10^{-3} (s/m^3)$ <p>ここで、$\sigma_y = 0.67775 \theta_{0.1} \cdot (5 - \log X) \cdot X$ $\sigma_z = \sigma_1 \cdot X^{(a_1+a_2 \log X + a_3 (\log X)^2)}$</p> <p>パラメータの設定値については、気象指針⁽¹⁾に示されている条件等から、以下の保守的な拡散条件を採用し、設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 大気安定度 : F 型 [指針の最も大気拡散の効果が小さい大気の状態] ($\theta_{0.1}=10$、$\sigma_1=13.8$、$a_1=0.6582$、$a_2=-0.1227$、$a_3=0.0$) ・ 風速(U) : 1m/s [指針に準拠した保守的な静穏時の風速] ・ 放出源の有効高さ : 0m(H=0、Z=0) [最も保守的な数値] ・ 評価点 : 風下約 500m(X=0.5km、Y=0km) X、Yともに km の数値を代入する。[低レベル廃棄物管理建屋から敷地境界までの最短距離から保守的側(短く)に設定] 							
備考								
文献	(1) 原子力安全委員会(平成 13 年): 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針							

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十四条 予備電源

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十四条及びその解釈	1
2. 廃棄物埋設施の安全機能について	1
3. 設計対象設備	2
4. 予備電源の設計方針	2
5. 許可基準規則への適合性説明	2

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十四条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(予備電源) 第十四条 安全機能を有する施設（その安全機能を維持するために電気の供給が必要なものに限る。）には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他必要な設備に使用することができる予備電源を設けなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第14条 (予備電源) 1 第14条に規定する「予備電源」とは、停電等の外部電源系の機能喪失時に、監視、警報、通信連絡等に必要設備・機器を作動するために十分な容量及び信頼性のある常設の予備電源をいう。なお、予備電源については、廃棄物埋設施設における事故・異常発生時において緊急を要する事態が想定されない場合は、仮設電源（可搬型）によることができる。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能を有する施設の安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、**廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能（以下「漏出防止機能」という。）、「放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能（以下「移行抑制機能」という。）及び「遮蔽機能」とする。これらの安全機能を有する施設は、埋設設備（漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能）、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層（漏出防止機能）及び覆土（移行抑制機能及び遮蔽機能）である。**

また、**安全機能を維持すべき期間は、次表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、移行抑制機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。**

第1表 安全機能を維持すべき期間

安全機能	安全機能を維持すべき期間	
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了*1まで	覆土完了*1から廃止措置の開始まで
漏出防止機能	○	-
移行抑制機能	-	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する

-：考慮しない

*1：覆土完了の時点を埋設の終了とする。

3. 設計対象設備

本施設の設計対象設備のうち安全機能を有する施設として、1号廃棄物埋設施設は埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設は覆土、3号廃棄物埋設施設は埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土である。

4. 予備電源の設計方針

本施設の安全機能は静的な設備・機器で確保しており、電源の喪失による安全機能への影響はなく、監視測定設備、通信連絡設備及び警報装置で予備電源の確保が必要な設備はないことから、予備電源に関する設計は不要とする。

5. 許可基準規則への適合性説明

本施設の安全機能は、静的な設備・機器で確保しており、安全機能を維持する上で電源の供給が必要な設備はない。

なお、監視測定設備である放射能測定装置は、経過観察を行うための設備であり、外部電源喪失の際は、外部電源復旧後の対応が可能であることと、その他の監視測定設備は、外部電源が喪失するような緊急を要する事態の対応として、バッテリーを内蔵した放射線サーベイ機器である。加えて、通信連絡設備及び警報装置に係る電源は、外部電源が喪失するような緊急を要する事態の対応として、バッテリー等を備えることとし、ファクシミリ装置については、ウラン濃縮工場の非常用電源設備から供給する。

さらに、外部電源を必要とする設備として廃棄体を取り扱う一時貯蔵天井クレーン、払い出し天井クレーン及び埋設クレーンは、外部電源が喪失した場合でも、吊上状態を維持する保持機能を設けていることから、輸送容器や廃棄体の落下に至ることはない。加えて、液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物処理設備の空気作動弁及び電磁弁は、フェイルセーフとなる設計としており、外部電源が喪失した場合でも、液体廃棄物及び固体廃棄物の漏えいや放出につながるおそれはない。

なお、廃棄物埋設地への降水及び流入する地下水の処理のために設置する排水ポンプは、電源が喪失しても排水・監視設備の排水管の弁を閉弁することで、本施設からの放射性物質の漏出を抑えることができるため、常時機能維持が必要な動的機器ではない。

以上のことから、予備電源の設計方針は上記を踏まえ、本施設には許可基準規則第十四条（予備電源）の安全機能を有する施設（その安全機能を維持するために電気の供給が必要なものに限る。）に該当する施設はない。

以上より、予備電源に関する設計は不要とする。

廃棄物埋設施設における
許可基準規則への適合性について

第十五条 通信連絡設備等

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十五条及びその解釈.....	1
2. 設計対象設備	1
3. 許可基準規則への適合性のための設計方針	1
4. 許可基準規則への適合性説明	1
(1) 通信連絡設備について	2
(2) 警報装置について	2
(3) 安全避難通路について	4

参考資料 ページング設備の電源構成について

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第十五条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(通信連絡設備等) 第十五条 事業所には、廃棄物埋設施設に異常が発生した場合において事業所内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び通信連絡設備を設けなければならない。 2 事業所には、廃棄物埋設施設に異常が発生した場合において事業所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、通信連絡設備を設けなければならない。 3 廃棄物埋設施設には、事業所内の人々の退避のための設備を設けなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第15条 (通信連絡設備等) 1 第1項に規定する「通信連絡設備」とは、事業所内各所への作業又は退避の指示等の連絡を、ブザー鳴動等により行うことができる装置及び音声により行うことができる設備をいう。なお、廃棄物埋設地については、必ずしも警報装置を設けることを要しない。 2 第2項に規定する「通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる」とは、事業所外必要箇所への異常の発生等に係る連絡を音声により行うことができる通信連絡設備を使用できることをいう。 3 第1項及び第2項に規定する「通信連絡設備」は、必要に応じて、それぞれ異なる手段により通信連絡できるものであること。 4 第3項に規定する「事業所内の人々の退避のための設備」とは、通常の照明用電源喪失時においても機能する避難用の照明及び単純、明確かつ永続的な標識を付けた安全避難通路をいう。なお、避難用の照明については、廃棄物埋設施設における異常発生時において緊急を要する事態が想定されない場合は、可搬型の仮設照明によることができる。

2. 設計対象設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第十五条での設計対象は、1号、2号及び3号廃棄物埋設施設で共用する附属施設のうち低レベル廃棄物管理建屋（以下「管理建屋」という。）、1号、2号及び3号廃棄物埋設地に設置する通信連絡設備等とする。

3. 許可基準規則への適合性のための設計方針

許可基準規則第十五条（通信連絡設備等）の設計方針として、**事業所には、廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）に異常が発生した場合において事業所内外へ通信連絡ができるよう通信連絡設備を設け、サイレンを鳴動させることができるよう警報装置を設ける。さらに、本施設には、事業所内の人々の退避のための設備を設ける。事業所外への通信連絡設備はウラン濃縮工場と共用する。**

4. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第十五条（通信連絡設備等）への適合性について確認した結果を以下にまとめる。

(1) 通信連絡設備について

事業所には、異常が発生した場合において事業所内の管理建屋、1号、2号及び3号廃棄物埋施設へ通信連絡を行う所内通信連絡設備及び事業所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡を行う所外通信連絡設備を設置する。通信連絡設備について第1表に示す。

通信連絡設備は、1号、2号及び3号廃棄物埋施設で共用するが、一部(1号及び2号廃棄物埋施設)のページング設備は管理建屋、1号及び2号廃棄物埋設地に既に設置しており新たに配備するものではない。3号廃棄物埋設地のページング設備は新たに設置する。なお、管理建屋、1号、2号及び3号廃棄物埋施設の通信連絡設備は、「廃棄物埋設事業変更許可申請書」(平成10年10月8日付け、10安(廃規)第49号をもって事業変更許可)では記載がないが設置している設備(以下「既設設備」という。)である。

(i) 所内通信連絡設備

所内通信連絡設備は、本施設に異常が発生した場合において、事業所内にいる人に対し退避又は作業指示の連絡を行うための機能を有し、事業所内の各所(管理建屋、1号、2号及び3号廃棄物埋施設)の者へ音声により連絡を行うことができる設計とし、ページング設備、所内携帯電話、業務用無線設備(アナログ式)及び業務用無線設備(デジタル式)の異なる通信回線を使用することにより、多様性を確保するとともに、複数の設備を設置する。

(ii) 所外通信連絡設備

所外通信連絡設備は、本施設に異常が発生した場合において、事業所外の通信連絡を行う必要がある場所と音声により通信連絡ができる設計とし、緊急時電話回線、ファクシミリ装置、携帯電話及び衛星電話の異なる通信回線を使用することにより、多様性を確保するとともに、複数の設備をウラン濃縮工場と共用する。

ファクシミリ装置は音声による通信連絡を行わない装置である。

(iii) 外部電源喪失時の供給電源

通信連絡設備は、外部電源が喪失するような緊急を要する事態の対応としては、バッテリー等を備えることとし、ファクシミリ装置については、ウラン濃縮工場の非常用電源設備から供給する。

(2) 警報装置について

管理建屋内へ警報装置を設置し、サイレンを鳴動させることができる設計とし、サイレンを鳴動させるスイッチは制御室に設置する。警報装置は、外部電源が喪失するような緊急を要する事態の対応としては、バッテリーを備える。警報装置を第2表に示す。

なお、警報装置は1号、2号及び3号廃棄物埋施設で共用するとともに、既設設備であるため、新規に設置する設備ではない。

第1表 通信連絡設備

種類	設置場所又は配布先	外部電源喪失時の 供給電源	通信 回線	
所内通信連絡設備	ページング設備*1	管理建屋、1号、2号及び3号廃棄物埋設地に通話装置、スピーカを設置	バッテリー	有線
	所内携帯電話*2	個人配布	バッテリー	無線
	業務用無線設備*2 (アナログ式)	非常時対策組織の各班、本部及び現場指揮者の活動場所、組数を考慮した数量を管理建屋及び事務所に、固有回線で独立した無線設備を設置	バッテリー	無線
	業務用無線設備*2 (デジタル式)	非常時対策組織の各班、本部及び現場指揮者の活動場所、組数を考慮した数量を管理建屋及び事務所に、固有回線で独立した無線設備を設置	バッテリー	無線
所外通信連絡設備	緊急時電話回線*2,3	事業部対策本部室の本部、各班に各1台以上設置	電気通信事業者の局舎より供給	有線
	ファクシミリ装置 *2,3	事業部対策本部室に複数台設置	非常用電源設備 (コンセントに供給)	有線
	携帯電話*2,3	非常時対策組織の本部、班長の人数分を個人配布	バッテリー	無線
	衛星電話*2,3	事業部対策本部室に複数台設置	バッテリー	無線

*1：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、一部既設。

*2：1号、2号及び3号廃棄物埋設施設共用、既設。

*3：ウラン濃縮工場と共用。

第2表 警報装置

種類	設置場所	外部電源喪失時の 供給電源	回線
警報装置	管理建屋に設置	バッテリー	有線

(3) 安全避難通路について

(i) 管理建屋における安全避難通路

管理建屋には、災害時において、管理建屋内から屋外へ安全に人が退避するため、「建築基準法」に準拠し、人の立ち入る区域から出口までの通路、階段を安全避難通路として設置する。

また、安全避難通路には、「建築基準法」に準拠し、外部電源喪失時に機能する非常用照明設備を設置するとともに、「消防法」に準拠し、単純、明確かつ永続的な避難方向を明示した標識（通路誘導標識*1）を設置する。

なお、管理建屋は、1号、2号及び3号廃棄物埋施設共用とし、既設設備であるため、新規に設置する設備ではない。

(ii) 廃棄物埋設地における安全避難通路

a. 覆土開始まで

廃棄物埋設地には、災害時において、人の安全な退避のため、廃棄物埋設地内の道路を安全避難通路として設置する。安全避難通路には、単純、明確かつ永続的な避難方向を明示した標識（災害種別避難誘導標識システム*2等に用いる矢印方向）を設置するとともに安全避難通路は十分な幅が確保でき、避難に際して緊急を要する事態は想定されないため、廃棄物埋設地には、可搬型照明を災害時に速やかに使用可能となるよう埋設クレーンへ設置する。廃棄物埋設地における安全避難通路について第1図に示す。

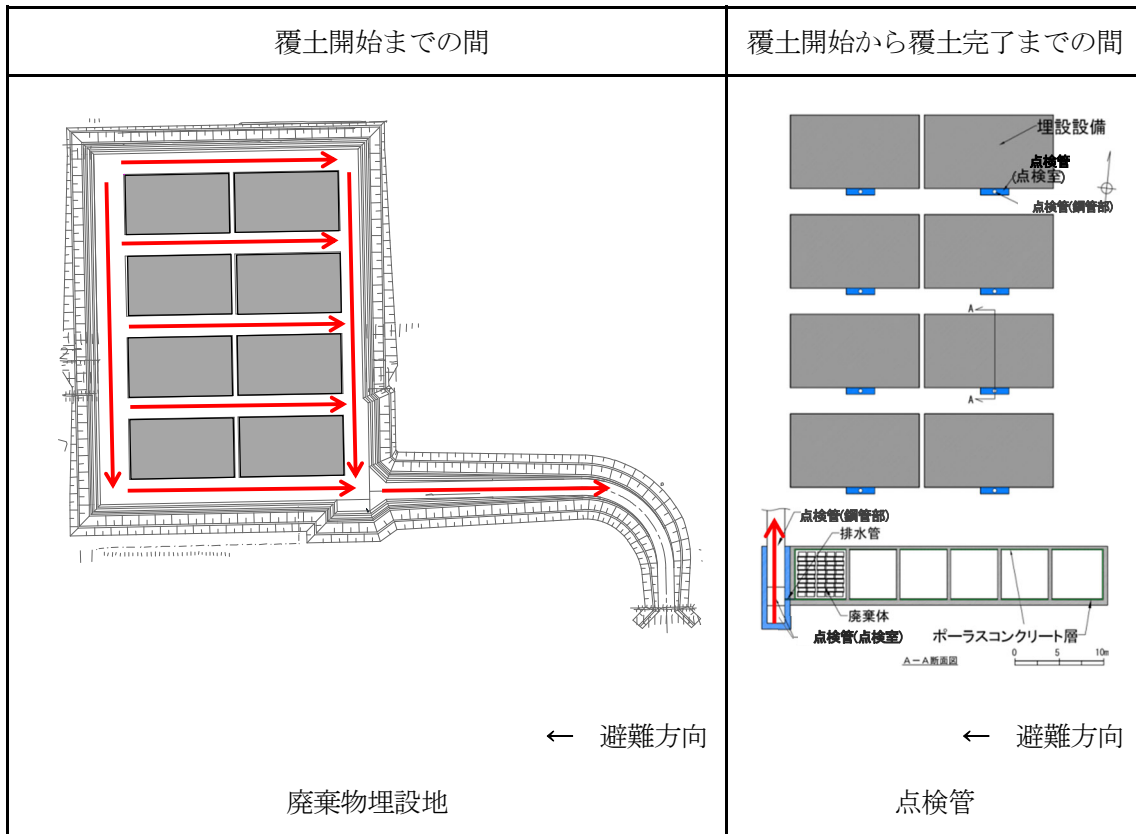
b. 覆土開始から覆土完了までの間

廃棄物埋設地に設置する点検路（1号及び2号廃棄物埋施設）及び点検管（3号廃棄物埋施設）には、災害時において、人の安全な退避のため、安全避難通路を設置する。

安全避難通路には、外部電源喪失時に機能する非常用照明及び単純、明確かつ永続的な避難方向を明示した標識（通路誘導標識*1等）を設置する。点検管における安全避難通路について第1図に示す。

*1：誘導灯及び誘導標識の基準（昭和四十八年消防庁告示第十三号）

*2：JIS Z 9098 「災害種別避難誘導標識システム」



第1図 廃棄物埋設地及び点検管における安全避難通路 (例)

ペーjing設備の電源構成について

1. はじめに

非常時におけるページング設備及び警報装置の非常用電源設備の必要性について整理する。

2. ページング設備の用途

ページング設備及び警報装置について、通常時では、必要な情報を廃棄物埋設地全域及び管理建屋内へ連絡すること。さらに、非常時では、初動対応としてページング設備の警報装置にて警報を発報することとともに、廃棄物埋設地及び管理建屋から避難場所への誘導をすること。

3. 電源構成

管理建屋内から管理建屋及び各廃棄物埋設地に供給する構成としている。

4. 非常時のページング設備の運用について

非常時の初動対応として現場への警報を発報すること及び避難場所への誘導となることから初動対応に必要であり、外部電源が喪失した場合であってもバッテリーで30分間維持することで初動対応については対応可能である。（建築基準法の非常用照明のバッテリー要求は30分。）また、事後の対応については、無線機で現場対応が可能である。

5. まとめ

ページング装置及び警報装置には非常用電源設備を設置しなくとも、非常時の初動対応に必要な容量を確保できることからバッテリーのみで十分対応できる。