

廃棄物埋設事業変更許可申請における主要な放射性物質の選定について

1. はじめに

2020 年 1 月 20 日に提出した「廃棄物埋設事業変更許可申請書の一部補正」における 1 号及び 2 号廃棄物埋設施設の主要な放射性物質は、埋設する廃棄体の性状が、これまでに 1 号及び 2 号廃棄物埋設施設に埋設している廃棄体(均質・均一固化体及び充填固化体)と同じであることから、主要な放射性物質は既許可申請と同じとしている。C1-36 は主要な放射性物質として選定していないが、「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、経済産業省)を踏まえ、これまでと同様に C1-36 の最大放射能濃度及び放射エネルギーの自主管理を継続することとしていた。

本補正内容に関し、C1-36 を主要な放射性物質として選定すべきとのご指摘を受けたことから、C1-36 の取り扱いに関する対応について整理した。

2. C1-36 に関する指摘事項について

ヒアリング(2020 年 7 月 15 日)において、以下のご指摘をいただいている。

項目	指摘事項
第 10 条 廃棄物埋設地	廃止措置開始前の平常時における公衆の「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」の線量評価の結果、線量が最大となる時期の線量約 $3.8 \mu\text{Sv/y}$ のうち C1-36 の線量は約 $1.0 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/y}$ であり、その寄与率は 1%以上となっている。『放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類について(内規)』(平成 24・03・22 原院第 1 号)において「選定された被ばく経路ごとに、当該放射性廃棄物中に含まれる全ての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 パーセント以上である放射性物質を、影響をもたらすことが予想される放射性物質

	として選定する。」と規定されていることから、C1-36 を、影響をもたらすことが予想される放射性物質として選定すること。
--	--

3. 指摘事項を踏まえた C1-36 の対応について

「第 10 条 廃棄物埋設地」における廃止措置の開始前の平常時の評価において、C1-36 放射エネルギーの設定条件によって、C1-36 の線量寄与が 1%未満となるケースはある*1ものの、補正申請における C1-36 放射エネルギーの設定条件においては、第 1 表に示すとおり、1 号廃棄物埋設施設において、C1-36 の線量寄与及び相対重要度が 1%以上であることから、C1-36 を主要な放射性物質として選定する。2 号廃棄物埋設施設及び 3 号廃棄物埋設施設については、C1-36 の放射エネルギーの多い廃棄体を埋設しないこと及び第 2 表に示す廃止措置の開始後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が 1%未満となることから、C1-36 を主要な放射性物質として選定しない。

*1:別紙(2020 年 8 月 26 日ヒアリング資料 2)に示すとおり、C1-36 放射エネルギーの裕度を見込まない設定とした場合には、1 号廃棄物埋設施設においても C1-36 の線量寄与及び相対重要度が 1%未満になることを確認している。

第 1 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	
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	—	—*1	—*1	—*1	約 3.5×10^{-6} (約 1.4×10^{-10})
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	—	—*1	—*1	—*1	約 1.7×10^{-2} (約 1.5×10^{-7})
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*2	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 6.3×10^{-6} 、 寄与率 約 0.001%)	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*3	約 1.8 (約 1.1×10^{-1} 、 相対重要度 約 5.71%)	約 1.3 (約 1.3×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.095%)	約 0.59 (約 6.6×10^{-6} 、 相対重要度 約 0.001%)	—
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	—	—*1	—*1	—*1	約 26 (—*4)

*1：管理建屋の寄与が含まれることから、廃棄物埋施設ごとではなく、廃棄物埋施設間の重畳を考慮した合計線量として評価する。

*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。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。

*4：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。

第2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

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 ^{*3}	
確からしい自然事象シナリオ	線量の最大値 ^{*1}	約 1.8 (約 2.0×10^{-3} 、 寄与率 約 0.112%)	約 1.7 (約 8.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.054%)	約 0.80 (約 7.2×10^{-6} 、 寄与率 約 0.001%)	約 4.2 (約 2.9×10^{-3} 、 寄与率 約 0.069%)
	最重要核種の線量の最大値 ^{*2}	約 1.7 (約 6.1×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.356%)	約 1.6 (約 8.4×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.526%)	約 0.79 (約 6.4×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.008%)	—
厳しい自然事象シナリオ	線量の最大値 ^{*1}	約 5.2 (約 6.2×10^{-10} 、 寄与率 約 0.000%)	約 8.3 (約 0.000、 寄与率 約 0.000%)	約 25 (約 0.000、 寄与率 約 0.000%)	約 30 (約 6.2×10^{-10} 、 寄与率 約 0.000%)
	最重要核種の線量の最大値 ^{*2}	約 4.2 (約 9.5×10^{-4} 、 相対重要度 約 0.023%)	約 5.4 (約 6.0×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.111%)	約 14 (約 4.6×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.000%)	—
人為事象シナリオ	線量の最大値 ^{*1}	約 7.9 (約 1.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.002%)	約 7.7 (約 3.8×10^{-6} 、 寄与率 約 0.000%)	約 2.5 (約 1.3×10^{-8} 、 寄与率 約 0.000%)	—
	最重要核種の線量の最大値 ^{*2}	約 5.6 (約 1.9×10^{-4} 、 相対重要度 約 0.003%)	約 5.5 (約 4.1×10^{-6} 、 相対重要度 約 0.000%)	約 1.9 (約 3.3×10^{-8} 、 相対重要度 約 0.000%)	—

*1：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。

*2：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。

*3：本評価においては主要な放射性物質の選定に用いた C1-36 の放射エネルギーの 10 倍の値 ($4.8 \times 10^6\text{Bq}$) を用いて線量評価を行った。

以上

各廃棄物埋設地における埋設実績を考慮した現実的な放射エネルギー設定をした場合の
C1-36 の線量寄与及び相対重要度について

1. はじめに

本資料は、各廃棄物埋設地における埋設実績を考慮した現実的な放射エネルギーの設定及び現実的な放射エネルギーを用いた場合の各廃棄物埋設地における線量評価結果並びにそれに対する C1-36 の線量寄与及び相対重要度を取りまとめたものである。

2. 現実的な放射エネルギーの設定

線量評価に用いる C1-36 の放射エネルギーは、2016 年 3 月末までの 1 号及び 2 号廃棄物埋設地の埋設実績に基づいて放射エネルギーを積算し、その積算値に対して今後の放射エネルギーの変動に対する裕度を考慮した設定としている。具体的には、既に埋設済みの埋設設備も含め、1 号廃棄物埋設地に埋設する均質・均一固化体は積算値の 10 倍、充填固化体は 5 倍(重量が 2 号及び 3 号廃棄物埋設施設の半分であることを考慮)した値を、2 号廃棄物埋設地に埋設する充填固化体は 10 倍した値を用いている。

よって、現状の C1-36 の放射エネルギーは、今後埋設する埋設設備に加え、既に埋設済みの埋設設備についても裕度を考慮した設定としており、十分な保守性を有した値となっている。これを踏まえ、既に大部分が埋設済みである 1 号埋設設備の 1 群から 6 群については、前述の裕度を考慮せず、C1-36 の放射エネルギーとして埋設実績に基づく放射エネルギーの積算値を用いる。また、C1-36 の放射エネルギーの裕度を考慮しないことに伴い、C1-36 の線量寄与及び相対重要度を過小評価することを防ぐため、C1-36 以外の放射エネルギーを埋設実績に基づき設定する。さらに、今後埋設を行う 1 号埋設設備の 7 群及び 8 群のうち均質・均一固化体については、C1-36 を多く含む GCR 廃棄体を埋設しないことを考慮し、C1-36 の放射エネルギーの裕度を 5 倍で設定する。

前述のとおり設定した現実的な放射エネルギーに基づき、1 号廃棄物埋設地における線量の評価を行う。第 1 表に 1 号廃棄物埋設地における線量の評価に用いる放射性物質の組成及び総放射エネルギーを示す。また、参考として、第 2 表に現状の線量の評価に用いる放射性物質の組成及び総放射エネルギーを示す。

また、2 号廃棄物埋設地については、埋設実績を踏まえた現実的な放射エネルギーの設定は可能であるものの、現状の放射エネルギーを用いた場合でも C1-36 の線量寄与は 1%未満であ

る。よって、2号廃棄物埋設地については、現実的な放射エネルギーに基づく線量の評価は行わない。

なお、3号廃棄物埋設地について、C1-36の相対重要度は1%未満であるが、C1-36の線量寄与を評価するため、本評価ではC1-36の放射エネルギーを主要な放射性物質の選定に用いた放射エネルギーの10倍の値($4.8 \times 10^6 \text{Bq}$)に設定し、線量の評価を行う。

第1表 線量の評価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(現実的設定)*2

放射性物質の種類	1号廃棄物埋設地 総放射エネルギー(Bq)				
	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	2.7×10^{12}	1.5×10^{12}	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}	
C-14	2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}	
C1-36	2.8×10^9	2.3×10^5	4.6×10^8	4.6×10^8	
Co-60	2.4×10^{13}	1.5×10^{13}	2.8×10^{13}	2.8×10^{13}	
Ni-59	2.5×10^{11}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}	
Ni-63	2.7×10^{13}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}	
Sr-90	7.0×10^{11}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}	
Nb-94	7.7×10^9	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8	
Tc-99	1.2×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8	
I-129	9.5×10^6	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6	
Cs-137	1.4×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}	
全 α *1	U-234	1.3×10^8	2.3×10^7	5.7×10^6	5.7×10^6
	U-235	4.3×10^6	7.6×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5
	Np-237	4.6×10^7	8.1×10^6	2.0×10^6	2.0×10^6
	Pu-238	5.1×10^{10}	9.0×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9
	Pu-239	2.2×10^{10}	3.9×10^9	9.9×10^8	9.9×10^8
	Pu-240	2.0×10^{10}	3.5×10^9	8.7×10^8	8.7×10^8
	Am-241	1.8×10^{11}	3.2×10^{10}	8.1×10^9	8.1×10^9

*1: 各 α 核種の全 α に占める放射エネルギーの割合の経年変化を、炉型、燃焼度ごとに算定し、その最大値を考慮して、線量の計算に用いる総放射エネルギーを設定する。

*2: 赤枠は放射エネルギーの変更箇所を示す。

第2表 線量の評価に用いる廃棄体中の放射性物質の組成及び総放射能量(現状)

放射性物質の種類		1号廃棄物埋設地 総放射能量(Bq)			
		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}
C-14		2.5×10^{12}	1.9×10^{11}	8.4×10^{10}	8.4×10^{10}
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}
Ni-59		2.6×10^{12}	4.9×10^9	8.7×10^{10}	8.7×10^{10}
Ni-63		3.3×10^{14}	5.4×10^{11}	1.1×10^{13}	1.1×10^{13}
Sr-90		5.0×10^{12}	6.5×10^{10}	1.7×10^{11}	1.7×10^{11}
Nb-94		2.5×10^{10}	7.9×10^8	8.3×10^8	8.3×10^8
Tc-99		5.6×10^9	7.2×10^6	1.9×10^8	1.9×10^8
I-129		8.3×10^7	8.1×10^5	2.8×10^6	2.8×10^6
Cs-137		3.1×10^{13}	7.1×10^{10}	1.0×10^{12}	1.0×10^{12}
全 α *1	U-234	1.7×10^8	2.3×10^7	5.7×10^6	5.7×10^6
	U-235	5.6×10^6	7.6×10^5	1.9×10^5	1.9×10^5
	Np-237	6.0×10^7	8.1×10^6	2.0×10^6	2.0×10^6
	Pu-238	6.6×10^{10}	9.0×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9
	Pu-239	2.9×10^{10}	3.9×10^9	9.9×10^8	9.9×10^8
	Pu-240	2.6×10^{10}	3.5×10^9	8.7×10^8	8.7×10^8
	Am-241	2.4×10^{11}	3.2×10^{10}	8.1×10^9	8.1×10^9

*1：各 α 核種の全 α に占める放射能量の割合の経年変化を、炉型、燃焼度ごとに算定し、その最大値を考慮して、線量の計算に用いる総放射能量を設定する。

3. 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て、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。第3表に廃止措置の開始前の平常時の線量評価結果を示す。

ただし、「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」、「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」及び「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」については、放射エネルギーの変更に前でも C1-36 の寄与が極めて小さい(約 0.004%以下)又は C1-36 の寄与がないこと、また、放射エネルギーを現実的に設定することにより放射エネルギーは小さくなることから評価しない。

第3表 廃止措置の開始前の平常時の線量評価結果

線量評価シナリオ	種類	線量 ($\mu\text{Sv/y}$)			評価結果の重量
		1号	2号	3号 ^{*3}	
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	線量の最大値 ^{*1}	約 1.8 (約 2.3×10^{-3} 、 寄与率 約 0.128%)	約 1.3 (約 9.2×10^{-4} 、 寄与率 約 0.071%)	約 0.59 (約 6.3×10^{-6} 、 寄与率 約 0.001%)	約 3.7 (約 3.2×10^{-3} 、 寄与率 約 0.086%)
	最重要核種の線量の最大値 ^{*2}	約 1.8 (約 1.1×10^{-2} 、 相対重要度 約 0.583%)	約 1.3 (約 1.3×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.095%)	約 0.59 (約 6.6×10^{-6} 、 相対重要度 約 0.001%)	-

*1: 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。

*2: 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。

*3: 3号廃棄物埋設施設については、本申請において主要な放射性物質として選定されなかったため、申請放射エネルギーとして記載していない。ただし、本評価においては主要な放射性物質の選定に用いた C1-36 の放射エネルギーの 10 倍の値 ($4.8 \times 10^6\text{Bq}$) を用いて線量

評価を行った。

(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。

しかし、異常時の評価については、放射エネルギーの変更前でも C1-36 の寄与が極めて小さい(約 0.001%以下)こと、また、放射エネルギーを現実的に設定することにより放射エネルギーは小さくなることから評価しない。

(3) 廃止措置の開始後に係る安全評価

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を評価する。第 4 表に廃止措置の開始後における各シナリオの線量評価結果を示す。

第4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 (μ 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*3	
確からしい 自然事象シナリオ	線量の最大値*1	約 1.8 (約 2.0×10^{-4} 、 寄与率 約 0.011%)	約 1.7 (約 8.8×10^{-4} 、 寄与率 約 0.054%)	約 0.80 (約 7.2×10^{-6} 、 寄与率 約 0.001%)	約 4.2 (約 1.1×10^{-3} 、 寄与率 約 0.026%)
	最重要核種の線量の最大値*2	約 1.7 (約 6.2×10^{-4} 、 相対重要度 約 0.037%)	約 1.6 (約 8.4×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.526%)	約 0.79 (約 6.4×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.008%)	—
厳しい 自然事象シナリオ	線量の最大値*1	約 4.8 (約 4.1×10^{-5} 、 寄与率 約 0.000%)	約 8.3 (約 0.000、 寄与率 約 0.000%)	約 25 (約 0.000、 寄与率 約 0.000%)	約 30 (約 4.1×10^{-5} 、 寄与率 約 0.000%)
	最重要核種の線量の最大値*2	約 4.2 (約 9.8×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.002%)	約 5.4 (約 6.0×10^{-3} 、 相対重要度 約 0.111%)	約 14 (約 4.6×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.000%)	—
人為事象シナリオ	線量の最大値*1	約 2.8 (約 1.8×10^{-5} 、 寄与率 約 0.000%)	約 7.7 (約 3.8×10^{-6} 、 寄与率 約 0.000%)	約 2.5 (約 1.3×10^{-8} 、 寄与率 約 0.000%)	—
	最重要核種の線量の最大値*2	約 1.7 (約 1.9×10^{-5} 、 相対重要度 約 0.001%)	約 5.5 (約 4.1×10^{-6} 、 相対重要度 約 0.000%)	約 1.9 (約 3.3×10^{-8} 、 相対重要度 約 0.000%)	—

*1: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。

*2: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。

*3:3号廃棄物埋設施設については、本申請において主要な放射性物質として選定されなかったため、申請放射能量として記載されていない。ただし、本評価においては主要な放射性物質の選定に用いたC1-36の放射能量の10倍の値(4.8×10^6 Bq)を用いて線

量評価を行った。

4. まとめ

1号廃棄物埋設地について、C1-36の放射エネルギーを現実的な裕度設定の考え方で設定し、線量評価を行った。1号廃棄物埋設地については、放射エネルギーを現実的に設定することで、C1-36の線量寄与及び相対重要度は1%未満となることを確認した。

また、2号廃棄物埋設地については、C1-36の放射エネルギーの裕度設定を見直さなくとも、C1-36の線量寄与及び相対重要度が1%未満となることを確認した。

なお、3号廃棄物埋設地について、C1-36の放射エネルギーを主要な放射性物質の選定に用いた放射エネルギーの10倍の値に設定し、線量評価を行った。この場合においても、C1-36の線量寄与及び相対重要度が1%未満となる。

以上