

美浜1、2号炉廃止措置 審査資料	
資料番号	添付3-1 改2
提出年月日	2022年 1月17日

美浜発電所1号炉及び2号炉
平常時の周辺公衆の線量評価について

2022年 1月
関西電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 概要	1
3. 解体対象施設の推定放射能	1
4. 放射性気体廃棄物による実効線量の評価	5
4.1 放射性気体廃棄物の放出量評価	6
4.2 放射性気体廃棄物による実効線量	19
5. 放射性液体廃棄物による実効線量の評価	25
5.1 放射性液体廃棄物の放出量評価	26
5.2 放射性液体廃棄物による実効線量	31
6. 平常時における周辺公衆の線量	34
7. 放出管理目標値について	35

1. はじめに

本資料では、残存放射能調査結果並びに放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出量評価結果を踏まえ、「発電用原子炉廃止措置工事環境影響評価技術調査—環境影響評価パラメータ調査研究—（平成 18 年度経済産業省原子力安全・保安院 放射性廃棄物規制課委託調査、財団法人電力中央研究所）の添付 廃止措置工事環境影響評価ハンドブック（第3次版）」（以下「電中研ハンドブック」という。）に基づく、第2段階以降の放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による平常時における周辺公衆の受ける線量評価について説明する。

2. 概要

第2段階以降に発生する放射性気体廃棄物の主なものは、管理区域内設備の解体撤去に伴って発生する粒子状物質であり、第2段階以降に発生する放射性液体廃棄物は、管理区域の解体撤去等に伴い発生するキャビティドレン等及び洗浄排水である。

第2段階以降の平常時における周辺公衆の受ける線量は、管理区域内設備（解体対象施設）の解体撤去等に伴い発生する放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物を対象に評価する。

1号炉及び2号炉の線量評価結果は、第2段階は $3.2 \mu\text{Sv}/\text{y}$ 、第3段階の $3.7 \mu\text{Sv}/\text{y}$ であり、運転中の3号炉から放出される放射性物質による実効線量を加えると第3段階の $5.4 \mu\text{Sv}/\text{y}$ が最も高く、「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「線量評価指針」という。）に示される線量目標値年間 $50 \mu\text{Sv}$ を十分下回ることを確認した。

3. 解体対象施設の推定放射能

解体対象施設の解体撤去等に伴い発生する放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物は、解体対象施設の推定放射能を基に評価する。解体対象施設の推定放射能は、添付書類五「核燃料物質による汚染の分布とその評価方法に関する説明書」で評価した解

体対象施設の推定放射能に、運転中に発生し、使用済燃料貯蔵施設に貯蔵している使用済制御棒、使用済バーナブルポイズン及び使用済プラグングデバイス（以下「運転中廃棄物」という。）の推定放射能を加えたものとする。

第2段階及び第3段階の放出量評価には、それぞれの段階の開始時点である2022年4月1日及び2036年4月1日時点での推定放射能を用い、各段階中の減衰は考慮しない。第4段階で解体撤去する建屋等の放射能濃度は極めて低く無視する。

解体時期が第2段階から第3段階にわたっている設備（原子炉周辺設備及び運転中廃棄物）は、第2段階及び第3段階の各段階ですべての設備を解体撤去すると仮定し、第2段階及び第3段階それぞれの放出量として（重複して）評価する。ただし、原子炉周辺設備のうち、設備の解体撤去後に解体撤去を行うキャビティ壁等の原子炉格納容器内のコンクリート並びに原子炉補助建屋及び原子炉格納容器内の埋設ドレン配管については第3段階で解体するものとして評価する。

放出量評価上の解体撤去対象設備	解体撤去時期		備考
	第2段階	第3段階	
● 運転中廃棄物	○	○	重複
● 原子炉周辺設備（以下を除く。）	○	○	重複
・ 原子炉周辺設備（キャビティ壁等の原子炉格納容器内のコンクリート）	—	○	—
・ 原子炉周辺設備（原子炉補助建屋及び原子炉格納容器内の埋設ドレン配管）	—	○	—
● 原子炉領域	—	○	—

第2段階及び第3段階における推定放射能を第1表に示す。

第1表 解体対象施設の推定放射能 (1/2) (第2段階)

(単位 : Bq)

評価対象核種	推定放射能 A_{Ri}				
	1号炉		2号炉		
	放射化汚染	二次的な汚染	放射化汚染	二次的な汚染	
1	H-3	1.8×10^{13}	4.4×10^{10}	2.8×10^{13}	5.9×10^{10}
2	Be-10	1.7×10^7	4.8×10^1	2.6×10^7	7.8×10^1
3	C-14	2.5×10^{12}	1.4×10^{11}	4.3×10^{12}	2.6×10^{11}
4	S-35	2.7×10^5	0	1.6×10^6	0
5	Cl-36	6.2×10^9	3.4×10^4	9.8×10^9	6.2×10^4
6	Ca-41	1.2×10^9	1.2×10^2	2.0×10^9	1.9×10^2
7	Mn-54	4.0×10^{11}	1.1×10^7	5.5×10^{11}	4.2×10^7
8	Fe-55	1.1×10^{15}	1.9×10^{11}	1.8×10^{15}	3.7×10^{11}
9	Fe-59	8.4×10^5	0	5.8×10^6	0
10	Co-58	5.4×10^6	0	3.9×10^7	0
11	Co-60	2.3×10^{15}	2.5×10^{11}	3.5×10^{15}	4.3×10^{11}
12	Ni-59	5.9×10^{12}	7.1×10^9	9.9×10^{12}	1.0×10^{10}
13	Ni-63	7.6×10^{14}	7.8×10^{11}	1.3×10^{15}	1.1×10^{12}
14	Zn-65	2.5×10^9	0	3.8×10^9	0
15	Se-79	1.2×10^9	5.0×10^3	2.0×10^9	8.2×10^3
16	Sr-90	2.0×10^{10}	4.0×10^8	3.1×10^{10}	7.3×10^8
17	Zr-93	3.9×10^6	3.9×10^7	6.2×10^6	6.4×10^7
18	Nb-94	6.7×10^{10}	1.0×10^9	1.1×10^{11}	1.5×10^9
19	Mo-93	3.0×10^{10}	3.6×10^7	4.9×10^{10}	5.9×10^7
20	Tc-99	4.9×10^8	1.0×10^6	7.7×10^8	1.8×10^6
21	Ru-106	2.4×10^8	4.2×10^4	3.7×10^8	1.2×10^5
22	Ag-108m	4.3×10^{13}	0	5.6×10^{13}	0
23	Cd-113m	9.7×10^6	6.8×10^4	1.5×10^7	1.1×10^5
24	Sn-126	2.4×10^5	9.2×10^3	3.8×10^5	1.5×10^4
25	Sb-125	6.5×10^{11}	2.8×10^5	9.3×10^{11}	5.5×10^5
26	Te-125m	1.6×10^{11}	0	2.3×10^{11}	0
27	I-129	3.0×10^6	7.7×10^4	4.5×10^6	1.4×10^5
28	Cs-134	8.0×10^{13}	1.1×10^7	1.2×10^{14}	2.8×10^7
29	Cs-137	5.8×10^{11}	1.9×10^{10}	9.6×10^{11}	3.7×10^{10}
30	Ba-133	7.5×10^{10}	0	1.0×10^{11}	0
31	La-137	9.3×10^4	2.3×10^4	1.3×10^5	3.8×10^4
32	Ce-144	7.6×10^7	8.5×10^3	1.2×10^8	3.1×10^4
33	Pm-147	3.0×10^{11}	2.6×10^6	4.5×10^{11}	5.1×10^6
34	Sm-151	2.6×10^{10}	1.3×10^6	3.7×10^{10}	2.1×10^6
35	Eu-152	1.2×10^9	2.3×10^7	1.7×10^9	4.6×10^7
36	Eu-154	7.5×10^{11}	1.6×10^7	1.1×10^{12}	3.1×10^7
37	Ho-166m	1.1×10^{10}	1.5×10^1	1.4×10^{10}	2.5×10^1
38	Lu-176	5.1×10^4	0	6.9×10^4	0
39	Ir-192m	1.5×10^{10}	0	2.2×10^{10}	0
40	Pt-193	1.2×10^{12}	0	1.7×10^{12}	0
41	U-234	7.9×10^6	6.4×10^3	1.3×10^7	1.0×10^4
42	U-235	2.6×10^4	1.4×10^2	7.8×10^4	2.2×10^2
43	U-236	5.1×10^3	1.3×10^3	8.0×10^3	2.2×10^3
44	U-238	5.6×10^5	1.6×10^3	1.7×10^6	2.7×10^3
45	Np-237	1.0×10^4	1.5×10^3	1.6×10^4	2.5×10^3
46	Pu-238	2.1×10^8	9.4×10^6	3.4×10^8	1.6×10^7
47	Pu-239	1.2×10^8	4.5×10^8	1.9×10^8	8.3×10^8
48	Pu-240	2.3×10^8	1.8×10^6	3.5×10^8	2.9×10^6
49	Pu-241	3.5×10^{10}	1.4×10^8	5.4×10^{10}	2.3×10^8
50	Pu-242	7.7×10^5	9.2×10^3	1.2×10^6	1.5×10^4
51	Am-241	7.5×10^8	4.4×10^8	1.2×10^9	8.2×10^8
52	Am-242m	2.7×10^6	2.5×10^4	4.2×10^6	4.1×10^4
53	Am-243	7.8×10^6	1.0×10^5	1.2×10^7	1.7×10^5
54	Cm-242	2.2×10^6	6.8×10^0	3.5×10^6	5.2×10^1
55	Cm-244	6.4×10^8	5.1×10^6	1.0×10^9	8.5×10^6

(注) 2022年4月1日時点

第1表 解体対象施設の推定放射能 (2/2) (第3段階)

(単位 : Bq)

評価対象核種	推定放射能 A_{Ri}				
	1号炉		2号炉		
	放射化汚染	二次的な汚染	放射化汚染	二次的な汚染	
1	H-3	1.1×10^{14}	2.1×10^{10}	1.7×10^{14}	2.7×10^{10}
2	Be-10	6.7×10^7	5.1×10^1	7.4×10^7	8.2×10^1
3	C-14	3.9×10^{13}	1.5×10^{11}	3.6×10^{13}	2.7×10^{11}
4	S-35	0	0	0	0
5	Cl-36	5.1×10^{12}	3.6×10^4	2.5×10^{12}	6.4×10^4
6	Ca-41	6.8×10^{10}	1.3×10^2	5.6×10^{10}	2.0×10^2
7	Mn-54	1.6×10^7	1.4×10^2	4.1×10^7	5.2×10^2
8	Fe-55	5.0×10^{14}	5.9×10^9	7.6×10^{14}	1.1×10^{10}
9	Fe-59	0	0	0	0
10	Co-58	0	0	0	0
11	Co-60	4.6×10^{15}	4.4×10^{10}	8.3×10^{15}	7.3×10^{10}
12	Ni-59	1.3×10^{14}	7.8×10^9	1.6×10^{14}	1.1×10^{10}
13	Ni-63	1.4×10^{16}	7.9×10^{11}	1.9×10^{16}	1.1×10^{12}
14	Zn-65	2.8×10^3	0	7.7×10^3	0
15	Se-79	1.9×10^9	5.4×10^3	2.7×10^9	8.6×10^3
16	Sr-90	2.1×10^{10}	3.0×10^8	3.0×10^{10}	5.4×10^8
17	Zr-93	1.0×10^7	4.2×10^7	1.4×10^7	6.8×10^7
18	Nb-94	1.3×10^{11}	1.1×10^9	1.7×10^{11}	1.6×10^9
19	Mo-93	7.3×10^{11}	3.8×10^7	8.0×10^{11}	6.1×10^7
20	Tc-99	8.8×10^{10}	1.1×10^6	8.4×10^{10}	1.9×10^6
21	Ru-106	1.9×10^4	3.4×10^0	3.0×10^4	1.0×10^1
22	Ag-108m	4.4×10^{13}	0	5.6×10^{13}	0
23	Cd-113m	9.5×10^6	3.7×10^4	1.3×10^7	6.0×10^4
24	Sn-126	3.7×10^5	1.0×10^4	5.0×10^5	1.6×10^4
25	Sb-125	4.3×10^{10}	9.1×10^3	7.9×10^{10}	1.7×10^4
26	Te-125m	0	0	0	0
27	I-129	1.1×10^7	8.1×10^4	1.7×10^7	1.5×10^5
28	Cs-134	7.2×10^{11}	1.1×10^5	1.1×10^{12}	2.6×10^5
29	Cs-137	4.3×10^{11}	1.5×10^{10}	7.1×10^{11}	2.7×10^{10}
30	Ba-133	4.9×10^{10}	0	6.0×10^{10}	0
31	La-137	1.4×10^6	2.5×10^4	1.8×10^6	3.9×10^4
32	Ce-144	3.1×10^2	0	5.0×10^2	0
33	Pm-147	2.1×10^{10}	7.1×10^4	2.6×10^{10}	1.3×10^5
34	Sm-151	6.4×10^{11}	1.2×10^6	6.3×10^{11}	2.0×10^6
35	Eu-152	1.9×10^{12}	1.2×10^7	2.0×10^{12}	2.3×10^7
36	Eu-154	1.1×10^{12}	5.7×10^6	1.3×10^{12}	1.1×10^7
37	Ho-166m	1.1×10^{10}	1.6×10^1	1.5×10^{10}	2.6×10^1
38	Lu-176	1.6×10^5	0	1.9×10^5	0
39	Ir-192m	3.3×10^{11}	0	3.3×10^{11}	0
40	Pt-193	4.6×10^{12}	0	5.0×10^{12}	0
41	U-234	8.9×10^7	6.9×10^3	1.2×10^8	1.1×10^4
42	U-235	3.7×10^6	1.5×10^2	4.9×10^6	2.3×10^2
43	U-236	1.0×10^4	1.5×10^3	1.3×10^4	2.3×10^3
44	U-238	8.0×10^7	1.7×10^3	1.1×10^8	2.8×10^3
45	Np-237	1.9×10^4	1.6×10^3	2.3×10^4	2.6×10^3
46	Pu-238	1.2×10^9	9.1×10^6	9.9×10^8	1.5×10^7
47	Pu-239	2.6×10^8	4.8×10^8	2.9×10^8	8.5×10^8
48	Pu-240	3.6×10^8	1.9×10^6	4.4×10^8	3.1×10^6
49	Pu-241	2.9×10^{10}	7.6×10^7	3.5×10^{10}	1.2×10^8
50	Pu-242	2.2×10^6	9.9×10^3	2.2×10^6	1.6×10^4
51	Am-241	1.5×10^9	4.6×10^8	1.6×10^9	8.2×10^8
52	Am-242m	2.0×10^7	2.5×10^4	1.5×10^7	4.0×10^4
53	Am-243	3.0×10^7	1.1×10^5	3.1×10^7	1.8×10^5
54	Cm-242	0	0	0	0
55	Cm-244	3.6×10^9	3.2×10^6	4.9×10^9	5.2×10^6

(注) 2036年4月1日時点

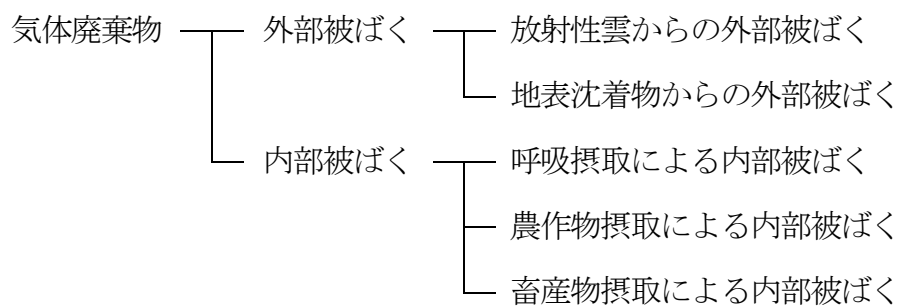
4. 放射性気体廃棄物による実効線量の評価

1号炉及び2号炉から発生する放射性気体廃棄物による実効線量は、第2段階及び第3段階における解体撤去をそれぞれ1年間で行い、放射性気体廃棄物が年間を通じて連続的に放出されるものとして評価する。

実効線量は、各段階における全被ばく経路のうち、実効線量の寄与が70%以上を占める被ばく経路について選定し評価する。

実効線量の評価に用いる核種は、選定した被ばく経路ごとに線量寄与の割合の合計が90%以上となる核種を選定する。

全被ばく経路を次に示す。また、各被ばく経路における線量評価は電中研ハンドブックに従って実施する。



4.1 放射性気体廃棄物の放出量評価

1号炉及び2号炉から発生する放射性気体廃棄物の主なものは、管理区域内設備の解体撤去に伴って発生する粒子状物質である。第1段階で評価対象としていた放射性希ガス（以下「希ガス」という。）については、ガス減衰タンクの放出、系統除染等の作業による主要な系統の開放等に伴い、既に大気中に放出されていることから、第2段階以降の放出量は無視する。

放射性よう素のうち、I-131及びI-133については、第1段階の時点で十分に減衰し、放出量は無視しており、第2段階以降についても同様に放出量は無視する。（廃止措置となった2017年度以降、希ガス、I-131及びI-133の放出実績は無い。）

なお、放射性よう素のうち、長半減期核種のI-129については、解体対象施設の残存放射能調査の評価対象核種（55核種）に含んでおり、管理区域内設備の解体撤去に伴って発生する放射性物質を含めて評価する。

第2段階以降の放射性気体廃棄物の放出量は、管理区域内設備の解体撤去に伴って発生する粒子状物質を対象とし、解体対象施設の推定放射能に、解体撤去に伴う放射性物質の気中移行割合を乗じ、汚染拡大防止囲いからの漏えい率並びに局所フィルタ及び建屋排気フィルタによる捕集効率を考慮して求める。

(1) 解体撤去に伴う放射性物質の気中移行割合

気中移行割合は、解体方法に依存する飛散率と欠損割合とを乗じたものを用いる。

a. 飛散率

飛散率は、解体方法により異なり、電中研ハンドブックの値を基に設定する。今回の評価では、原子炉容器、タンク類、熱交換器、大口径配管（呼び径100A以上）等の解体に対して気中熱的切断、支持構造物及び運転中廃棄物の解体に対して水中機械的切断を用い、その他の金属設備の解体に対しては気中機械的切断を用いるものとする。原子炉領域の生体遮蔽コンクリートの解体については、気中機械的切断を用い、その他のコンクリートについては、機械的はつりで解体するものとする。

b. 欠損割合

解体撤去物は、ドラム缶又はそれより大きい容器に収納して保管することから、切断時の欠損割合が大きくなるドラム缶への収納を想定して、立方体形状の物は40cm角、平板形状の物は40cm四方、円筒形状（配管等）の物は40cm長に切断するものとする。

放射化汚染に対しては内面まで汚染していることから欠損容積割合とし、二次的な汚染に対しては表面的な汚染であることから欠損面積割合とする。

欠損割合は、切断工法に応じたカーフ幅（切代）を用いて、「欠損部分の容積（面積）（＝切断前の容積（面積）－切断後の容積（面積））」／「切断前の容積（面積）」として求める。

(a) カーフ幅

想定する切断工法に応じて設定するカーフ幅を以下に示す。

切断工法		カーフ幅
機械的切断	ダイヤモンドワイヤーソー	2cm
	バンドソー セーバーソー パイプカッター など	1cm
	プラズマアーク 酸素ガス など	1cm

(b) 各形状の欠損割合

各形状における欠損割合の評価イメージを第1図に、各形状のカーフ幅1cmと2cmのそれぞれの欠損容積割合と欠損面積割合を第2表に示す。

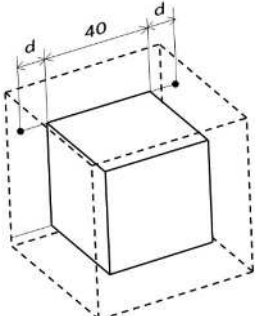
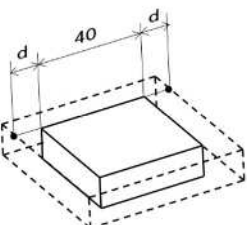
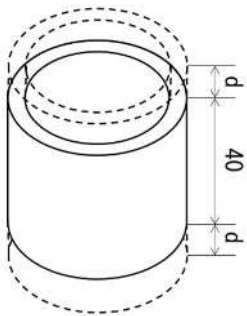
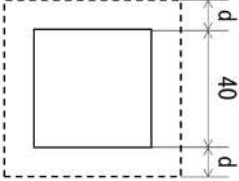
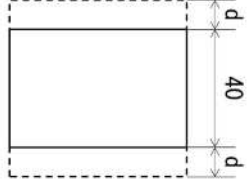
第2表に示すように、欠損割合は、カーフ幅1cm、2cmともに、立方体形状に解体する場合の欠損容積が最大になるため、評価に用いる欠損割合は、それらの値を基に、以下のとおり設定する。

カーフ幅	評価に用いる欠損割合 (%)
1cm	7.5
2cm	15

なお、コンクリート構造物の表面の機械的はつりに関しては、欠損面積割合を100%として評価する。

c. 気中移行割合

解体対象物における解体工法に応じ、a項で得た飛散率とb項で整理した欠損割合の組み合わせごとに、これらに乗じて得られる気中移行割合を第3表に示す。

	立方体	平板	円筒
容積			
面積	—		

d : カーブ幅の半分

注) 棒状の形状は平板モデルの4辺のうち2辺の切断を要しないものとみなすことができるので、欠損割合は平板モデル以下となることから評価形状としては想定していない。

第1図 各形状における欠損割合のイメージ図

第2表 各形状における欠損割合(1/2) (カーブ幅1cm)

形状	寸法 (cm)		区分	求め方	欠損割合 (%)
	解体前	解体後			
立方体	41×41×41	40×40×40	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $(41 \times 41 \times 41 - 40 \times 40 \times 40) \div (41 \times 41 \times 41)$	7.1
			面積	—	—
平板	41×41 厚さ t	40×40 厚さ t	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $(41 \times 41 \times t - 40 \times 40 \times t) \div (41 \times 41 \times t)$	4.8
			面積	解体前後の面積の差分÷解体前の面積 $(41 \times 41 - 40 \times 40) \div (41 \times 41)$	4.8
円筒	長さ41 外径 (半径) a 内径 (半径) b	長さ40 外径 (半径) a 内径 (半径) b	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $\{(\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 41 - (\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 40\} \div \{(\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 41\}$	2.4
			面積	解体前後の内面積の差分÷解体前の内面積 $(2 \times \pi \times b \times 41 - 2 \times \pi \times b \times 40) \div (2 \times \pi \times b \times 41)$	2.4

⇒カーブ幅が1cmの場合は、最大の欠損割合である7.1%を丸めて「7.5%」とする。

第2表 各形状における欠損割合(2/2) (カーブ幅2cm)

形状	寸法 (cm)		区分	求め方	欠損割合 (%)
	解体前	解体後			
立方体	42×42×42	40×40×40	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $(42 \times 42 \times 42 - 40 \times 40 \times 40) \div (42 \times 42 \times 42)$	13.6
			面積	—	—
平板	42×42 厚さ t	40×40 厚さ t	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $(42 \times 42 \times t - 40 \times 40 \times t) \div (42 \times 42 \times t)$	9.3
			面積	解体前後の面積の差分÷解体前の面積 $(42 \times 42 - 40 \times 40) \div (42 \times 42)$	9.3
円筒	長さ42 外径 (半径) a 内径 (半径) b	長さ40 外径 (半径) a 内径 (半径) b	容積	解体前後の容積の差分÷解体前の容積 $\{(\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 42 - (\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 40\} \div \{(\pi \times a^2 - \pi \times b^2) \times 42\}$	4.8
			面積	解体前後の内面積の差分÷解体前の内面積 $(2 \times \pi \times b \times 42 - 2 \times \pi \times b \times 40) \div (2 \times \pi \times b \times 42)$	4.8

⇒カーブ幅が2cmの場合は、最大の欠損割合である13.6%を丸めて「15%」とする。

第3表 放射性物質の気中移行割合（＝飛散率×欠損割合）

対象物		解体工法		飛散率 ^{※1} f _s (%)	欠損割合 f _L (%)	
二次的な汚染によるもの	金属	水中機械的切断		30	15	
		気中機械的切断		30	7.5	
		気中熱的切断		70	7.5	
	運転中廃棄物 ^{※2}	水中機械的切断		30	7.5	
放射化汚染によるもの	金属	水中機械的切断		2×10^{-5}	15	
		気中機械的切断		2×10^{-2}	7.5	
		気中熱的切断		11	7.5	
	コンクリート	気中機械的切断	H-3 以外		0.1	15
			H-3	ガス	6.8	15
				粒子	0.07	
		機械的はつり		20	100	
運転中廃棄物 ^{※2}	水中機械的切断		2×10^{-5}	7.5		

※1：出典 電中研ハンドブック（ただし、二次的な汚染によるものの水中機械的切断については、保守的に気中機械的切断の値を用いる。）

※2：使用済燃料棒、使用済バーナブルポイズン、使用済プラグインデバイス

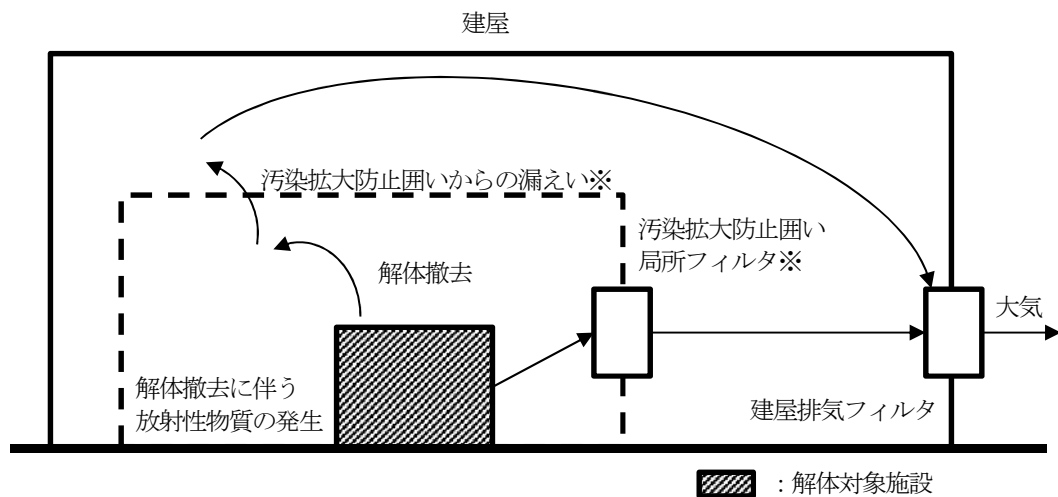
(2) 局所フィルタ及び建屋排気フィルタによる除去

解体撤去に伴い発生する放射性気体廃棄物は、建屋排気フィルタを通して排気する。解体撤去に伴い発生する放射性気体廃棄物の大気への移行フローのイメージを第2図に示す。

汚染されている設備の解体作業時には、適宜、汚染の程度に応じた汚染拡大防止囲い等の汚染拡大防止措置を講じるが、放出量評価上は最も保守的な条件として汚染拡大防止措置による除去は考慮せず、汚染拡大防止囲いからの漏えい率を1と設定する。ただし、高線量物である原子炉容器及び支持構造物の解体撤去時は、確実に汚染拡大防止措置を講じるため、汚染拡大防止囲いからの漏えい率を 5×10^{-3} と設定する。

フィルタによる捕集効率は、電中研ハンドブックの値を基に、粒子状物質については99%、金属の気中熱的切断時に想定されるC-14及びH-3、並びにコンクリートの機械的切断時に想定されるH-3の一部（ガス状）に対しては0%と設定する。

評価に用いる汚染拡大防止囲いからの漏えい率並びに局所フィルタ及び建屋排気フィルタの捕集効率を第4表に示す。



※原子炉容器及び支持構造物を除いて、汚染拡大防止囲い及び局所フィルタの効果は、評価上考慮しない。

第2図 解体撤去に伴い発生する放射性気体廃棄物の大気への移行フロー
(イメージ)

第4表 汚染拡大防止囲いからの漏えい率並びに局所フィルタ及び
建屋排気フィルタの捕集効率

パラメータ				漏えい率	捕集効率
r ₁	汚染拡大防止囲いからの 漏えい率	原子炉容器、 支持構造物		5×10 ⁻³	—
		上記以外		1	—
D _{F1}	汚染拡大防止囲い局所 フィルタの捕集効率 ※1	原子炉容器、	粒子状物質	—	0.99
		支持構造物	ガス状物質※2	—	0
D _{F2}	建屋排気フィルタの 捕集効率	粒子状物質		—	0.99
		ガス状物質※2		—	0

出典 電中研ハンドブック

※1：原子炉容器及び支持構造物のみ設定し、その他の設備については評価上含めない。

※2：金属の気中熱的切断時の H-3 及び C-14 並びにコンクリートの気中機械的切断時の H-3 の一部

(3) 放射性気体廃棄物の放出量

以上の計算によって求めた第2段階及び第3段階の放射性気体廃棄物の放出量を第5表に示す。

また、放出量の計算過程の一例を第6表に示す。

第5表 放射性気体廃棄物の放出量

(単位：Bq/y)

核種	第2段階			第3段階			
	1号炉	2号炉	合計	1号炉	2号炉	合計	
1	H-3	1.0×10 ⁹	1.4×10 ⁹	2.5×10 ⁹	1.2×10 ¹¹	2.3×10 ¹¹	3.5×10 ¹¹
2	Be-10	0	0	0	5.9×10 ¹	5.8×10 ¹	1.2×10 ²
3	C-14	2.6×10 ⁹	4.6×10 ⁹	7.2×10 ⁹	4.3×10 ⁹	6.2×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰
4	S-35	2.2×10 ¹	1.3×10 ²	1.6×10 ²	0	0	0
5	Cl-36	1.6×10 ¹	2.6×10 ¹	4.1×10 ¹	7.0×10 ⁴	1.2×10 ⁵	1.9×10 ⁵
6	Ca-41	0	0	0	3.8×10 ⁵	1.2×10 ⁵	5.0×10 ⁵
7	Mn-54	4.6×10 ³	1.7×10 ⁴	2.2×10 ⁴	0	0	0
8	Fe-55	7.8×10 ⁷	1.4×10 ⁸	2.2×10 ⁸	2.6×10 ⁷	3.1×10 ⁷	5.7×10 ⁷
9	Fe-59	6.9×10 ¹	4.7×10 ²	5.4×10 ²	0	0	0
10	Co-58	4.4×10 ²	3.2×10 ³	3.6×10 ³	0	0	0
11	Co-60	1.0×10 ⁸	1.6×10 ⁸	2.7×10 ⁸	3.5×10 ⁷	5.5×10 ⁷	9.0×10 ⁷
12	Ni-59	3.0×10 ⁶	4.0×10 ⁶	7.0×10 ⁶	3.6×10 ⁶	4.5×10 ⁶	8.1×10 ⁶
13	Ni-63	3.3×10 ⁸	4.5×10 ⁸	7.8×10 ⁸	3.5×10 ⁸	4.5×10 ⁸	8.1×10 ⁸
14	Zn-65	1.4×10 ¹	8.7×10 ¹	1.0×10 ²	0	0	0
15	Se-79	2.1×10 ⁰	3.2×10 ⁰	5.3×10 ⁰	1.8×10 ¹	1.8×10 ¹	3.6×10 ¹
16	Sr-90	1.4×10 ⁵	2.5×10 ⁵	3.8×10 ⁵	1.1×10 ⁵	1.8×10 ⁵	2.9×10 ⁵
17	Zr-93	1.5×10 ⁴	2.3×10 ⁴	3.8×10 ⁴	1.6×10 ⁴	2.4×10 ⁴	3.9×10 ⁴
18	Nb-94	4.0×10 ⁵	5.7×10 ⁵	9.8×10 ⁵	4.2×10 ⁵	5.9×10 ⁵	1.0×10 ⁶
19	Mo-93	1.3×10 ⁴	2.1×10 ⁴	3.4×10 ⁴	5.1×10 ⁴	6.6×10 ⁴	1.2×10 ⁵
20	Tc-99	3.5×10 ²	6.1×10 ²	9.6×10 ²	5.9×10 ³	7.3×10 ³	1.3×10 ⁴
21	Ru-106	1.7×10 ¹	4.7×10 ¹	6.5×10 ¹	0	0	0
22	Ag-108m	6.5×10 ³	8.4×10 ³	1.5×10 ⁴	6.1×10 ⁴	9.3×10 ⁴	1.5×10 ⁵
23	Cd-113m	2.6×10 ¹	4.1×10 ¹	6.7×10 ¹	1.4×10 ¹	2.1×10 ¹	3.5×10 ¹
24	Sn-126	3.5×10 ⁰	5.4×10 ⁰	8.9×10 ⁰	3.7×10 ⁰	5.6×10 ⁰	9.3×10 ⁰
25	Sb-125	2.2×10 ²	3.5×10 ²	5.7×10 ²	1.1×10 ³	1.4×10 ³	2.5×10 ³
26	Te-125m	2.5×10 ¹	3.5×10 ¹	6.0×10 ¹	0	0	0
27	I-129	2.5×10 ¹	4.7×10 ¹	7.2×10 ¹	3.5×10 ¹	5.5×10 ¹	8.9×10 ¹
28	Cs-134	2.0×10 ⁴	3.0×10 ⁴	5.1×10 ⁴	1.0×10 ³	9.5×10 ²	2.0×10 ³
29	Cs-137	6.4×10 ⁶	1.2×10 ⁷	1.8×10 ⁷	5.0×10 ⁶	9.0×10 ⁶	1.4×10 ⁷
30	Ba-133	2.1×10 ¹	2.2×10 ¹	4.3×10 ¹	3.1×10 ⁴	2.5×10 ⁴	5.6×10 ⁴
31	La-137	8.6×10 ⁰	1.3×10 ¹	2.2×10 ¹	1.2×10 ¹	1.5×10 ¹	2.7×10 ¹
32	Ce-144	3.5×10 ⁰	1.2×10 ¹	1.5×10 ¹	0	0	0
33	Pm-147	1.2×10 ³	2.1×10 ³	3.3×10 ³	1.6×10 ⁴	1.8×10 ⁴	3.4×10 ⁴
34	Sm-151	5.6×10 ²	7.9×10 ²	1.4×10 ³	8.1×10 ⁵	7.4×10 ⁵	1.5×10 ⁶
35	Eu-152	7.9×10 ³	1.5×10 ⁴	2.3×10 ⁴	1.2×10 ⁷	5.6×10 ⁶	1.7×10 ⁷
36	Eu-154	5.9×10 ³	1.1×10 ⁴	1.7×10 ⁴	6.1×10 ⁵	4.0×10 ⁵	1.0×10 ⁶
37	Ho-166m	1.7×10 ⁰	2.2×10 ⁰	3.9×10 ⁰	7.3×10 ²	4.7×10 ²	1.2×10 ³
38	Lu-176	0	1.5×10 ⁰	1.5×10 ⁰	1.3×10 ²	1.5×10 ²	2.8×10 ²
39	Ir-192m	2.7×10 ¹	2.0×10 ¹	4.7×10 ¹	5.4×10 ⁵	4.4×10 ⁵	9.7×10 ⁵
40	Pt-193	3.1×10 ²	3.4×10 ²	6.5×10 ²	4.5×10 ⁶	4.1×10 ⁶	8.6×10 ⁶
41	U-234	7.0×10 ⁰	1.0×10 ¹	1.7×10 ¹	1.1×10 ⁵	1.4×10 ⁵	2.5×10 ⁵
42	U-235	0	0	0	5.0×10 ³	6.7×10 ³	1.2×10 ⁴
43	U-236	0	0	0	0	0	0
44	U-238	5.2×10 ⁰	7.4×10 ⁰	1.3×10 ¹	1.1×10 ⁵	1.4×10 ⁵	2.5×10 ⁵
45	Np-237	0	0	0	0	0	0
46	Pu-238	3.5×10 ³	5.5×10 ³	9.1×10 ³	3.4×10 ³	5.1×10 ³	8.5×10 ³
47	Pu-239	1.5×10 ⁵	2.7×10 ⁵	4.2×10 ⁵	1.6×10 ⁵	2.8×10 ⁵	4.4×10 ⁵
48	Pu-240	6.7×10 ²	1.0×10 ³	1.7×10 ³	7.1×10 ²	1.1×10 ³	1.8×10 ³
49	Pu-241	5.3×10 ⁴	8.4×10 ⁴	1.4×10 ⁵	2.9×10 ⁴	4.4×10 ⁴	7.2×10 ⁴
50	Pu-242	3.5×10 ⁰	5.4×10 ⁰	8.8×10 ⁰	3.7×10 ⁰	5.6×10 ⁰	9.2×10 ⁰
51	Am-241	1.5×10 ⁵	2.7×10 ⁵	4.1×10 ⁵	1.5×10 ⁵	2.7×10 ⁵	4.3×10 ⁵
52	Am-242m	9.4×10 ⁰	1.5×10 ¹	2.4×10 ¹	9.3×10 ⁰	1.4×10 ¹	2.3×10 ¹
53	Am-243	3.6×10 ¹	5.9×10 ¹	9.5×10 ¹	3.9×10 ¹	6.1×10 ¹	1.0×10 ²
54	Cm-242	0	0	0	0	0	0
55	Cm-244	2.0×10 ³	3.1×10 ³	5.0×10 ³	1.2×10 ³	1.9×10 ³	3.1×10 ³

(注) 端数処理のため合計値が一致しないことがある。

第6表 放射性気体廃棄物の放出量の一例 (1/2)

主な設備 (設置場所)	放射能 レベル 別区分	汚染の 種類	核種の例 ^{※1}	放射能濃度 (Bq/t)	重量 (t)	インベントリ (Bq)	解体 工法	飛散率 (%)	欠損割合 (%)	汚染拡大防 止囲いから の漏えい率	汚染拡大防止囲 い局所フィルタ の捕集効率	建屋排気 フィルタの 捕集効率		放出量 (Bq)		
												[A]	[B]		[C]	[D]
—	—	—	—	—	—	$A \times B / 100 \times C / 100 \times \{ D + (1 - D) \times (1 - E) \} \times (1 - F) = \text{放出量}$										
支持構造物 (原子炉領域)	L1~L3	二次的 放射化	Co-60	1.1×10 ⁸	102.5	1.2×10 ¹⁰	水中 機械的 切断	30	15	5×10 ⁻³	0.99	0.99	0.99	7.8×10 ⁴		
			Co-60	2.6×10 ¹⁴		2.7×10 ¹⁶		2×10 ⁻⁵						1.2×10 ⁵		
充てんポンプ (原子炉周辺設備)	L3	二次的	Co-60	1.2×10 ⁷	11.1	1.3×10 ⁸	気中 機械的 切断	30	7.5	1	— ^{※2}	0.99	0.99	3.0×10 ⁴		
			Co-60	2.4×10 ⁸		1.4×10 ¹⁰		30						7.5	1	— ^{※2}
一次冷却材配管 (原子炉周辺設備)	L2	二次的 放射化	Co-60	3.6×10 ⁹	61.0	2.2×10 ¹¹	気中 機械的 切断	2×10 ⁻²	7.5	1	— ^{※2}	0.99	0.99	3.3×10 ⁴		
			H-3	3.7×10 ⁴		8.8×10 ⁶		70						0	0	0
原子炉容器 (原子炉領域)	L2~L3	二次的	C-14	5.1×10 ⁵	242.0	1.2×10 ⁸	気中 熱的 切断	70	7.5	5×10 ⁻³	0.99	0.99	0.99	6.5×10 ⁶		
			Co-60	1.6×10 ⁷		3.8×10 ⁹		70						0.99	0.99	3.0×10 ⁴
			H-3	3.3×10 ¹⁰		7.9×10 ¹²		11						0	0	6.5×10 ¹⁰
			C-14	6.6×10 ⁸		1.6×10 ¹¹		11						0	0	1.3×10 ⁹
			Co-60	3.6×10 ¹¹		8.7×10 ¹³		11						0.99	0.99	1.1×10 ⁸
体積制御タンク (原子炉周辺設備)	L2	二次的	H-3	4.0×10 ⁷	1.4	5.7×10 ⁷	気中 熱的 切断	70	7.5	1	— ^{※2}	0	0	3.0×10 ⁶		
			C-14	1.4×10 ⁸		2.1×10 ⁸		70						1.1×10 ⁷		
			Co-60	1.5×10 ⁸		2.1×10 ⁸		70						1.1×10 ⁵		

※1：全55核種について計算しているが、代表核種について記載

※2：汚染拡大防止囲いの設置を考慮していないため、漏えい率は「1」とし、局所フィルタの捕集効率を「—」としている。

第6表 放射性気体廃棄物の放出量の一例 (2/2)

主な設備 (設置場所)	放射能 レベル 別区分	汚染の 種類	核種の例※1	放射能濃度 (Bq/t)	重量 (t)	インベントリ (Bq)	解体 工法	飛散率 (%)	欠損割合 (%)	汚染拡大防 止囲いから の漏えい率	汚染拡大防 止囲い の捕集効率	建屋閉気 フィルタの 捕集効率	放出量 (Bq)
—	—	—	—	—	—	$A \times B/100 \times C/100 \times \{ D + (1-D) \times (1-E) \} \times (1-F) = \text{放出量}$							
使用済制御棒 (原子炉周辺設備)	L1	放射化	Co-60	5.3×10^{13}	3.1	1.6×10^{14}	水中 機械的 切断	2×10^{-5}	7.5	1	—※2	0.99	2.4×10^4
	L2~L3	放射化	H-3	1.8×10^{10}	1,144	2.0×10^{13}	気中 機械的 切断	6.8 (ガス状)	15	1	—	0	2.1×10^{11}
Co-60			3.5×10^8	0.07				0.99					2.1×10^7
キャビテイ壁 (原子炉周辺設備)	L3~CL	放射化	Co-60	2.5×10^4	1,006	4.0×10^{11}	機械的 はつり	0.1	100	1	—※2	0.99	5.1×10^4

※1：全55核種について計算しているが、代表核種について記載

※2：汚染拡大防止囲いの設置を考慮していないため、漏えい率は「1」とし、局所フィルタの捕集効率を「—」としている。

4.2 放射性気体廃棄物による実効線量

4.2.1 放射性気体廃棄物による実効線量評価の条件

1号炉及び2号炉の放射性気体廃棄物による周辺公衆の受ける実効線量は、第2段階及び第3段階の解体撤去をそれぞれ1年間で行い、解体撤去によって発生する放射性気体廃棄物が年間を通じて連続的に地上から放出されるものとして評価する。

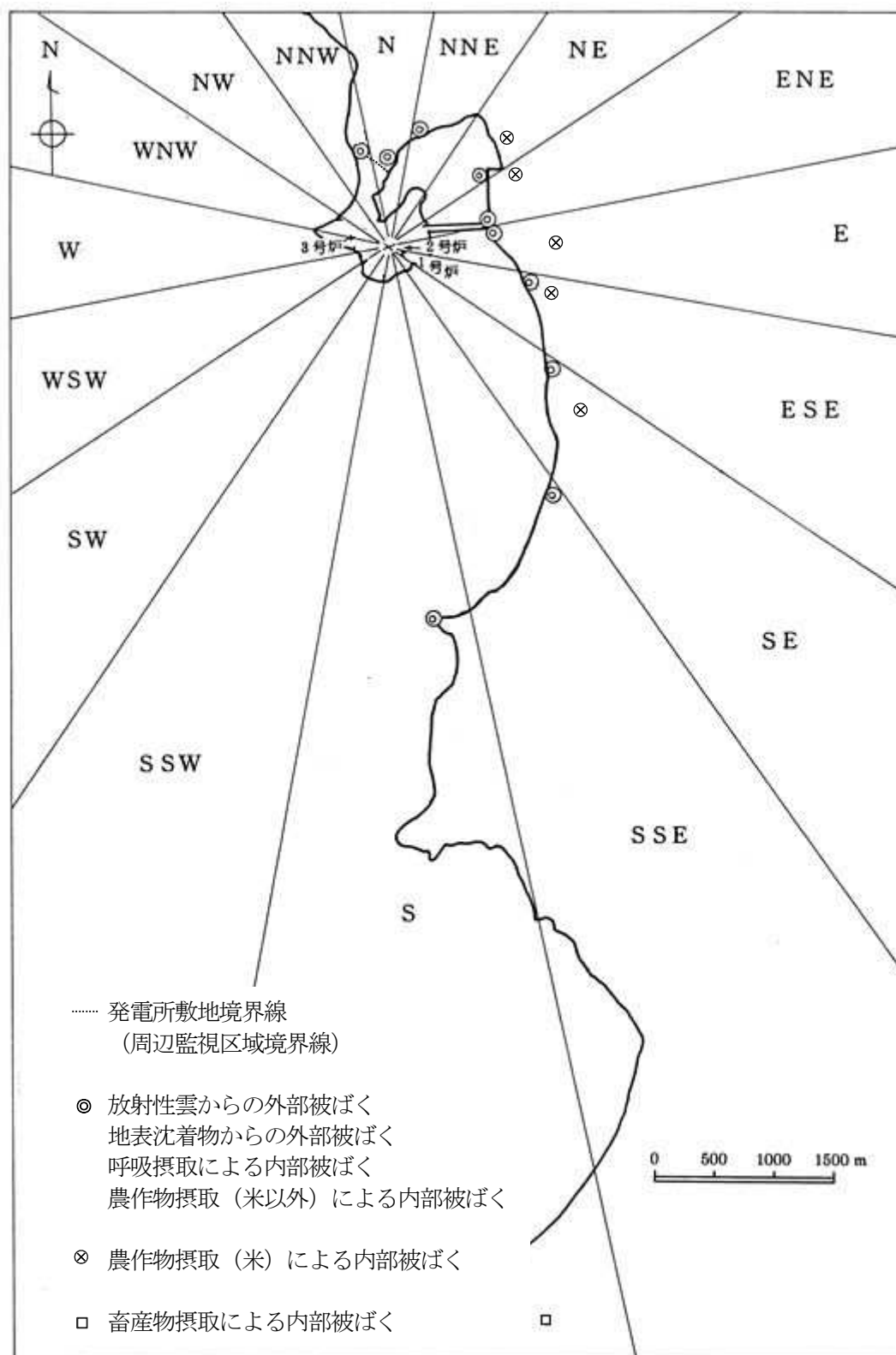
評価地点は、将来の集落の形成を考慮し、2号炉を中心として16方位に分割したうちの陸側10方位の敷地境界外とし、評価地点の相対濃度 (χ/Q) 又は相対線量 (D/Q) を求め、着目方位及びその隣接方位の寄与を考慮し、最大となる地点の値で評価する。敷地境界における相対濃度及び相対線量を第7表に示す。

なお、畜産物摂取による内部被ばくについては、現存する牧草地のうちで年平均地上空気中濃度が最大となる地点の値を用いる。また、農作物摂取のうち、米摂取による内部被ばくについては、現存する水田及び休耕田のうちで年平均地上空気中濃度が最大となる地点の値を用いる。畜産物摂取に関する相対濃度を第8表、農作物摂取(米)に関する相対濃度を第9表に示す。

それぞれの評価地点を第3図に示す。

相対濃度及び相対線量は「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づいて評価する。

評価に使用する気象データは、第1段階と同様に美浜発電所の敷地における1年間の気象観測値(2011年4月から2012年3月まで)を使用する。



第3図 線量評価地点

第7表 (1/2) 敷地境界における相対濃度 (χ/Q)

着目方位 ^{※1}	距離 ^{※1} (m)	放出高さ	相対濃度 (s/m ³)	
			1号炉	2号炉
N	700	地上放出	6.8×10^{-6}	7.7×10^{-6}
NNE	870		4.8×10^{-6}	2.2×10^{-6}
NE	940		1.4×10^{-6}	1.3×10^{-6}
ENE	790		3.0×10^{-6}	2.5×10^{-6}
E	810		2.9×10^{-6}	3.0×10^{-6}
ESE	1,090		2.1×10^{-6}	1.6×10^{-6}
SE	1,530		1.1×10^{-6}	9.8×10^{-7}
SSE	2,370		5.7×10^{-7}	5.3×10^{-7}
S	3,080		1.1×10^{-6}	1.0×10^{-6}
NNW	750		9.1×10^{-6}	1.1×10^{-5}

※1：方位・距離は2号炉からの方位・距離を示す。

第7表 (2/2) 敷地境界における相対線量 (D/Q)

着目方位 ^{※1}	距離 ^{※1} (m)	放出高さ	相対線量 ^{※2} (Gy/Bq/MeV)	
			1号炉	2号炉
N	700	地上放出	1.3×10^{-19}	1.4×10^{-19}
NNE	870		9.4×10^{-20}	4.4×10^{-20}
NE	940		3.0×10^{-20}	2.8×10^{-20}
ENE	790		5.8×10^{-20}	5.0×10^{-20}
E	810		5.6×10^{-20}	6.3×10^{-20}
ESE	1,090		4.7×10^{-20}	3.9×10^{-20}
SE	1,530		2.9×10^{-20}	2.6×10^{-20}
SSE	2,370		1.6×10^{-20}	1.6×10^{-20}
S	3,080		3.0×10^{-20}	2.9×10^{-20}
NNW	750		1.7×10^{-19}	1.9×10^{-19}

※1：方位・距離は2号炉からの方位・距離を示す。

※2：D/Qは γ 線エネルギーを1 MeVとして計算した。

第8表 畜産物摂取に関する相対濃度 (χ/Q)

着目方位 ^{※1}	距離 ^{※1} (m)	放出高さ	相対濃度 (s/m ³)	
			1号炉	2号炉
S	約9,200	地上放出	2.0×10^{-7}	1.9×10^{-7}

※1：方位・距離は2号炉からの方位・距離を示す。

第9表 農作物摂取（米）に関する相対濃度 (χ/Q)

着目方位 ^{※1}	距離 ^{※1} (m)	放出高さ	相対濃度 (s/m ³)	
			1号炉	2号炉
NE	1,200	地上放出	9.3×10^{-7}	8.7×10^{-7}
ENE	1,100		1.6×10^{-6}	1.4×10^{-6}
E	1,490		1.1×10^{-6}	1.0×10^{-6}
ESE	1,300		1.5×10^{-6}	1.2×10^{-6}
SE	2,400		4.9×10^{-7}	4.5×10^{-7}

※1：方位・距離は2号炉からの方位・距離を示す。

4.2.2 放射性気体廃棄物による実効線量評価の結果

各段階における全被ばく経路に対する被ばく経路ごとの実効線量の寄与を第10表に示す。70%以上となる被ばく経路として、第2段階では「地表沈着物からの外部被ばく」及び「呼吸摂取による内部被ばく」、第3段階では「呼吸摂取による内部被ばく」及び「農作物摂取による内部被ばく」を評価対象経路として選定する。

選定した評価対象経路の核種ごとの実効線量寄与の合計が90%以上となる核種は第11表に示すとおりである。

なお、放出管理の観点から、第3段階においては粒子状物質として測定が容易なCo-60を評価対象核種に追加する。

1号炉及び2号炉から放出される放射性気体廃棄物から周辺公衆の受ける実効線量は、第2段階で約 $8.1 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$ 、第3段階で約 $5.0 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$ である。

第10表 全被ばく経路に対する被ばく経路ごとの寄与

被ばく経路	第2段階		第3段階	
	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
放射性雲からの 外部被ばく	9.8×10^{-5}	0	3.7×10^{-5}	0
地表沈着物からの 外部被ばく	5.7×10^{-1}	59	2.2×10^{-1}	29
呼吸摂取による 内部被ばく	2.7×10^{-1}	27	3.0×10^{-1}	40
農作物摂取による 内部被ばく	1.4×10^{-1}	14	2.4×10^{-1}	31
畜産物摂取による 内部被ばく	8.9×10^{-4}	0	2.0×10^{-3}	0
合計 (全被ばく経路)	9.7×10^{-1}	100	7.5×10^{-1}	100

: 各段階における評価する被ばく経路

第11表 評価する被ばく経路における核種ごとの寄与

第2段階

評価する核種	評価する被ばく経路	地表沈着物からの外部被ばく		呼吸摂取による内部被ばく	
		実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
Co-60		5.6×10^{-1}	98	2.2×10^{-2}	8
Pu-239		—	—	1.3×10^{-1}	49
Am-241		—	—	1.1×10^{-1}	39
合計 (評価する核種)		5.6×10^{-1}	98	2.6×10^{-1}	96
合計 (55核種)		5.7×10^{-1}	100	2.7×10^{-1}	100

第3段階

評価する核種	評価する被ばく経路	呼吸摂取による内部被ばく		農作物摂取による内部被ばく	
		実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
H-3		2.5×10^{-2}	8	6.4×10^{-2}	28
C-14		—	—	1.5×10^{-1}	63
Co-60		7.2×10^{-3}	2	6.5×10^{-3}	3
Pu-239		1.4×10^{-1}	46	—	—
Am-241		1.1×10^{-1}	36	—	—
合計 (評価する核種)		2.8×10^{-1}	93	2.2×10^{-1}	94
合計 (55核種)		3.0×10^{-1}	100	2.4×10^{-1}	100

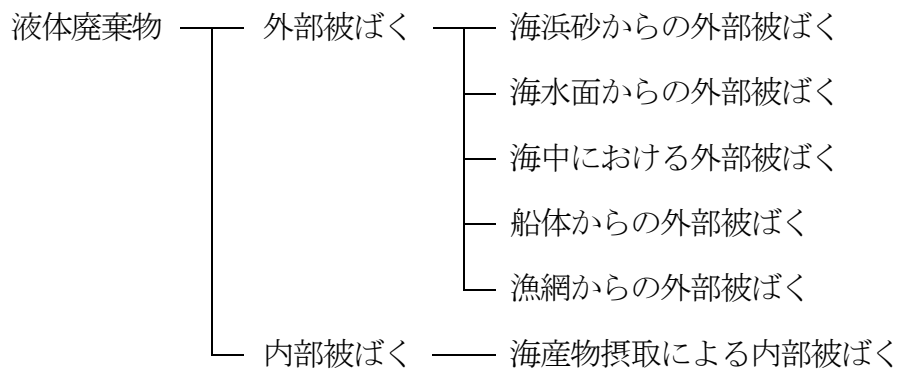
5. 放射性液体廃棄物による実効線量の評価

1号炉及び2号炉から発生する放射性液体廃棄物による実効線量は、第2段階及び第3段階における解体撤去をそれぞれ1年間で行い、放射性液体廃棄物が年間を通じて連続的に放出されるものとして評価する。

実効線量の計算は、各段階における全被ばく経路の実効線量を評価し、実効線量の寄与が70%以上を占める被ばく経路について選定する。

実効線量の評価に用いる核種は、各段階における選定した被ばく経路ごとに線量寄与の割合の合計が90%以上となる核種を選定する。

全被ばく経路を次に示す。また、各被ばく経路における線量評価は電中研ハンドブックに従う。



5.1 放射性液体廃棄物の放出量評価

1号炉及び2号炉から放出される放射性液体廃棄物の主なものは、管理区域内設備の水中解体に伴い発生するキャビティドレン及び機器ドレン、並びに、管理区域内設備の気中解体及び性能維持施設の設備点検等に伴い発生する機器ドレン、格納容器床ドレン、補助建屋床ドレン、薬品ドレン及び洗浄排水である。ただし、管理区域内設備の気中解体及び性能維持施設の設備点検等に伴い発生する放射性液体廃棄物については、原子炉運転中に発生したトリチウムを除き、管理区域内設備の水中解体に伴い発生する放射性液体廃棄物と比べて無視できる程度^{※1}である。

したがって、放射性液体廃棄物による線量については、管理区域内設備の水中解体に伴い発生する放射性液体廃棄物を評価対象とする。また、原子炉運転中に発生し、施設内のタンク水等（燃料取替用水タンク、使用済燃料ピット及び1次系純水タンク）に多く残存しているトリチウムについても、第2段階及び第3段階の各段階に重複して放出されるものとして評価対象に加える。各段階の放出量として加えるトリチウムの量を第12表に示す。

※1：「水中解体に伴い発生する放射性液体廃棄物の放出量（第2段階及び第3段階のCo-60評価値の合計）」の約 1.1×10^8 Bqに比べ、「気中解体及び性能維持施設の設備点検等に伴い発生する放射性液体廃棄物の放出量（施設内のタンク水等に含まれているCo-60測定値から評価した量の合計）」は約 3.1×10^4 Bq（水中解体の1/3000以下）であり無視できる。

第12表 残存しているタンク水等のトリチウム量

(単位：Bq)

段階	1号炉	2号炉	合計
第2段階 (2022年4月1日)	6.8×10^{12}	1.1×10^{13}	1.7×10^{13}
第3段階 (2036年4月1日)	3.1×10^{12}	4.9×10^{12}	7.9×10^{12}

解体対象施設の推定放射能は、「3. 解体対象施設の推定放射能」で示した第2段階及び第3段階の開始時点での値を用いる。

解体撤去に伴う放出量は、解体対象施設の推定放射能に、解体撤去に伴う放射性物質の水中浮遊物発生割合を乗じて、放射性液体廃棄物処理の除染係数を考慮して評価を行う。

(1) 水中浮遊物発生割合

水中浮遊物発生割合は、解体方法に依存する液中移行率と欠損割合とを乗じたものを用いる。

a. 液中移行率

液中移行率を計算する対象は、水中で切断を行う支持構造物及び運転中廃棄物の解体であり、液中移行率は、電中研ハンドブックを参考に設定する。

b. 欠損割合

欠損割合の考え方は、4.1(1)b(b)と同様な考え方で設定する。

(2) 放射性液体廃棄物処理設備による除去

解体に伴い発生する放射性液体廃棄物は、放射性液体廃棄物処理を行うことから、除染係数を設定する。評価に用いる除染係数を第13表に示す。

なお、トリチウムについては、放射性液体廃棄物処理設備では除去できないものとして、除染係数を1として評価する。

第13表 放射性液体廃棄物処理時の除染係数

パラメータ	DF
放射性液体廃棄物処理による除染係数 (DF)	1.0×10^5

出典 電中研ハンドブック

(3) 放射性液体廃棄物の放出量

第2段階及び第3段階の放射性液体廃棄物の放出量を第14表に示す。

また、放出量の計算過程の一例を第15表に示す。

第14表 放射性液体廃棄物の放出量

(単位：Bq/y)

核種			第2段階			第3段階		
			1号炉	2号炉	合計	1号炉	2号炉	合計
1	H-3	タンク等※1	6.8×10^{12}	1.1×10^{13}	1.7×10^{13}	3.1×10^{12}	4.9×10^{12}	7.9×10^{12}
		解体	6.9×10^9	1.0×10^{10}	1.7×10^{10}	7.3×10^{10}	1.0×10^{11}	1.7×10^{11}
2	Be-10	0	0	0	0	0	0	
3	C-14	9.5×10^3	1.6×10^4	2.6×10^4	2.8×10^5	2.5×10^5	5.3×10^5	
4	S-35	0	0	0	0	0	0	
5	Cl-36	2.3×10^1	3.7×10^1	6.0×10^1	3.8×10^4	1.8×10^4	5.6×10^4	
6	Ca-41	4.6×10^0	7.7×10^0	1.2×10^1	2.4×10^2	2.1×10^2	4.5×10^2	
7	Mn-54	1.5×10^3	2.1×10^3	3.6×10^3	0	0	0	
8	Fe-55	4.3×10^6	6.6×10^6	1.1×10^7	3.5×10^6	5.4×10^6	8.8×10^6	
9	Fe-59	0	0	0	0	0	0	
10	Co-58	0	0	0	0	0	0	
11	Co-60	8.7×10^6	1.3×10^7	2.2×10^7	3.3×10^7	6.0×10^7	9.3×10^7	
12	Ni-59	2.2×10^4	3.7×10^4	5.9×10^4	9.3×10^5	1.1×10^6	2.1×10^6	
13	Ni-63	2.8×10^6	4.8×10^6	7.6×10^6	1.0×10^8	1.3×10^8	2.4×10^8	
14	Zn-65	9.6×10^0	1.4×10^1	2.4×10^1	0	0	0	
15	Se-79	4.7×10^0	7.4×10^0	1.2×10^1	9.2×10^0	1.3×10^1	2.2×10^1	
16	Sr-90	7.4×10^1	1.2×10^2	1.9×10^2	1.1×10^2	1.4×10^2	2.5×10^2	
17	Zr-93	0	0	0	1.7×10^0	2.1×10^0	3.8×10^0	
18	Nb-94	2.5×10^2	4.1×10^2	6.7×10^2	8.0×10^2	9.3×10^2	1.7×10^3	
19	Mo-93	1.1×10^2	1.8×10^2	2.9×10^2	5.2×10^3	5.5×10^3	1.1×10^4	
20	Tc-99	1.8×10^0	2.9×10^0	4.7×10^0	6.2×10^2	5.9×10^2	1.2×10^3	
21	Ru-106	0	1.4×10^0	1.4×10^0	0	0	0	
22	Ag-108m	1.6×10^5	2.1×10^5	3.7×10^5	1.7×10^5	2.1×10^5	3.9×10^5	
23	Cd-113m	0	0	0	0	0	0	
24	Sn-126	0	0	0	0	0	0	
25	Sb-125	2.5×10^3	3.5×10^3	5.9×10^3	2.4×10^2	4.8×10^2	7.3×10^2	
26	Te-125m	6.0×10^2	8.5×10^2	1.4×10^3	0	0	0	
27	I-129	0	0	0	0	0	0	
28	Cs-134	3.0×10^5	4.4×10^5	7.4×10^5	2.7×10^3	4.0×10^3	6.7×10^3	
29	Cs-137	2.2×10^3	3.6×10^3	5.8×10^3	1.7×10^3	2.7×10^3	4.4×10^3	
30	Ba-133	2.8×10^2	3.8×10^2	6.6×10^2	1.2×10^2	1.7×10^2	2.9×10^2	
31	La-137	0	0	0	0	0	0	
32	Ce-144	0	0	0	0	0	0	
33	Pm-147	1.1×10^3	1.7×10^3	2.8×10^3	3.0×10^1	4.5×10^1	7.5×10^1	
34	Sm-151	9.5×10^1	1.4×10^2	2.3×10^2	2.5×10^2	2.8×10^2	5.2×10^2	
35	Eu-152	4.0×10^0	6.2×10^0	1.0×10^1	6.1×10^2	5.8×10^2	1.2×10^3	
36	Eu-154	2.8×10^3	4.1×10^3	6.9×10^3	6.0×10^3	6.6×10^3	1.3×10^4	
37	Ho-166m	4.1×10^1	5.4×10^1	9.4×10^1	4.4×10^1	5.7×10^1	1.0×10^2	
38	Lu-176	0	0	0	0	0	0	
39	Ir-192m	5.6×10^1	8.2×10^1	1.4×10^2	5.8×10^1	8.4×10^1	1.4×10^2	
40	Pt-193	4.6×10^3	6.4×10^3	1.1×10^4	5.7×10^3	8.4×10^3	1.4×10^4	
41	U-234	0	0	0	0	0	0	
42	U-235	0	0	0	0	0	0	
43	U-236	0	0	0	0	0	0	
44	U-238	0	0	0	0	0	0	
45	Np-237	0	0	0	0	0	0	
46	Pu-238	0	1.3×10^0	1.3×10^0	8.8×10^0	6.8×10^0	1.6×10^1	
47	Pu-239	0	0	0	1.4×10^0	1.3×10^0	2.7×10^0	
48	Pu-240	0	1.3×10^0	1.3×10^0	2.0×10^0	2.1×10^0	4.0×10^0	
49	Pu-241	1.3×10^2	2.0×10^2	3.3×10^2	1.6×10^2	1.6×10^2	3.2×10^2	
50	Pu-242	0	0	0	0	0	0	
51	Am-241	2.8×10^0	4.4×10^0	7.3×10^0	8.7×10^0	7.9×10^0	1.7×10^1	
52	Am-242m	0	0	0	0	0	0	
53	Am-243	0	0	0	0	0	0	
54	Cm-242	0	0	0	0	0	0	
55	Cm-244	2.4×10^0	3.8×10^0	6.2×10^0	2.6×10^1	3.5×10^1	6.1×10^1	

(注) 端数処理のため合計値が一致しないことがある。

※1：原子炉運転中に発生し、施設内のタンク水等（燃料取替用水タンク、使用済燃料ピット及び1次系純水タンク）に残存しているもの

第15表 放射性液体廃棄物の放出量の一例

主な設備 ① 設置場所	放射能 レベル 別区分	汚染の 種類	核種の例 ^{※1}	放射能濃度 (Bq/t)	重量 (t)	インベントリ (Bq)	解体工法	液中移行率 (%)	放射能液体廃棄 物処理時の除染 係数		放出量 (Bq)
									[G]	[H]	
—	—	—	—	—	—	$A \times G/100 \times H/100 \times 1/I = \text{放出量}$					
支持構造物 (原子炉領域)	L1~L3	二次的	H-3	2.6×10^5	102.5	2.7×10^7	水中 機械的 切断	100 (水)	15	1	4.1×10^6
			Co-60	1.1×10^8		100		1.7×10^4			
		H-3	2.0×10^{12}	0.5 (水)		1		1.5×10^{11}			
		Co-60	2.6×10^{14}	0.5		2.0×10^8					
使用済制御棒 (原子炉周辺設備)	L1	放射化	H-3	1.4×10^{12}	3.1	4.4×10^{12}	水中 機械的 切断	0.5 (水)	7.5	1	1.6×10^9
			Co-60	5.3×10^{13}		0.5		6.1×10^5			

※1：全55核種について計算しているが、代表核種について記載

5.2 放射性液体廃棄物による実効線量

5.2.1 放射性液体廃棄物による実効線量評価の条件

解体撤去に伴い発生する放射性液体廃棄物が年間を通じて連続的に放出されるものとして評価する。

実効線量を計算する海水中の放射性物質の濃度は、1号炉及び2号炉からの年間放出量を年間約 $1.54 \times 10^7 \text{ m}^3$ （2号炉の海水ポンプ1台相当）で除した濃度とし、前面海域での拡散による希釈効果は考慮しない。

5.2.2 放射性液体廃棄物による実効線量評価の結果

各段階における全被ばく経路に対する被ばく経路ごとの寄与は第16表に示すとおりであり、70%以上を占める被ばく経路は、第2段階では「海産物摂取による内部被ばく」、第3段階では「海産物摂取による内部被ばく」及び「海浜砂からの外部被ばく」を評価対象として選定する。

選定した被ばく経路において、各段階の線量寄与の合計が90%以上となる核種は第17表に示すとおりである。

なお、第2段階においては、放出管理の観点から、粒子状物質として測定が容易なCo-60を評価対象核種に追加する。

1号炉及び2号炉から放出される放射性液体廃棄物から周辺公衆の受ける実効線量は、第2段階で約 $2.4 \mu \text{ Sv/y}$ 、第3段階で約 $3.2 \mu \text{ Sv/y}$ である。

第 16 表 全被ばく経路に対する被ばく経路ごとの寄与

被ばく経路	第 2 段階		第 3 段階	
	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
海浜砂からの 外部被ばく	3.4×10^{-1}	11	1.5×10^0	33
海水面からの 外部被ばく	2.2×10^{-3}	0	8.8×10^{-3}	0
海中における 外部被ばく	2.0×10^{-4}	0	8.2×10^{-4}	0
船体からの 外部被ばく	6.1×10^{-3}	0	8.3×10^{-3}	0
漁網からの 外部被ばく	2.8×10^{-1}	9	1.2×10^0	26
海産物摂取による 内部被ばく	2.4×10^0	79	1.8×10^0	40
合計 (全被ばく経路)	3.0×10^0	100	4.4×10^0	100

: 各段階における評価する被ばく経路

第17表 評価する被ばく経路における核種ごとの寄与

第2段階

評価する 核種	評価する 被ばく経路	海産物摂取による 内部被ばく	
		実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
H-3		2.0×10^0	83
Fe-55		2.5×10^{-1}	10
Co-60		1.4×10^{-1}	6
合計 (評価する核種)		2.4×10^0	99
合計 (55核種)		2.4×10^0	100

第3段階

評価する 核種	評価する 被ばく経路	海浜砂からの 外部被ばく		海産物摂取による 内部被ばく	
		実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)	実効線量 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)	寄与 (%)
H-3		—	—	9.3×10^{-1}	52
Fe-55		—	—	2.0×10^{-1}	11
Co-60		1.5×10^0	100	5.9×10^{-1}	33
合計 (評価する核種)		1.5×10^0	100	1.8×10^0	97
合計 (55核種)		1.5×10^0	100	1.8×10^0	100

6. 平常時における周辺公衆の線量

第2段階以降における1号炉及び2号炉の放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量、並びに3号炉「原子炉設置許可申請書 添付書類九」における放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量を合算した線量評価結果を第18表に示す。

1号炉、2号炉及び3号炉から放出される放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による実効線量の合計が最大となるのは、第3段階の年間約 $5.4 \mu\text{Sv}$ となり、線量評価指針に示される線量目標値年間 $50 \mu\text{Sv}$ を十分下回る。

第18表 平常時における放出放射性物質に起因する周辺公衆の受ける線量評価結果

(単位： $\mu\text{Sv}/\text{y}$)

項目	実効線量						
	1号炉及び2号炉合算			3号炉	1号炉、2号炉及び3号炉合算		
	第2段階	第3段階	第4段階		第2段階	第3段階	第4段階
放射性気体廃棄物中の希ガスによる実効線量	—	—	—	約1.3	約1.3	約1.3	約1.3
放射性気体廃棄物中の放射性粒子状物質による実効線量	約 8.1×10^{-1}	約 5.0×10^{-1}	—	—	約 8.1×10^{-1}	約 5.0×10^{-1}	—
放射性液体廃棄物中の放射性物質(よう素除く)による実効線量	約2.4	約3.2	—	約2.1	約2.4	約3.2	約2.1
放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物中のよう素による実効線量	—	—	—	約 4.5×10^{-1}	約 4.5×10^{-1}	約 4.5×10^{-1}	約 4.5×10^{-1}
合計	約3.2	約3.7	—	約3.8	約4.9	約5.4	約3.8
線量目標値	—			—	50		

7. 放出管理目標値について

平常時における周辺公衆の線量評価に用いる核種の年間放出量から、第2段階及び第3段階の放出管理目標値（1号炉及び2号炉合算）を設定し、これを超えないように努める。

これまで美浜発電所の放射性気体廃棄物における放出管理目標値については、希ガス及び放射性よう素（I-131及びI-133）について1～3号炉の合計で設定していたが、1号炉及び2号炉の第2段階以降は希ガス及び放射性よう素（I-131及びI-133）の放出がなく、主な放出は解体撤去に伴う粒子状物質になることから、放出管理目標値を1号炉及び2号炉と3号炉とでそれぞれ別に設定する。1号炉及び2号炉の放出管理目標値の対象核種は、粒子状物質のうち、計測が容易で、核種同定が速やかにできるCo-60とする。

また、放射性液体廃棄物における放出管理目標値についても、1号炉及び2号炉の第2段階以降に発生する液体廃棄物が、解体撤去に伴い発生するドレン水等であり、3号炉とは評価上の対象核種が異なるため、放出管理目標値を1号炉及び2号炉と3号炉とでそれぞれ別に設定する。1号炉及び2号炉の放出管理目標値の対象核種は、粒子状物質のうち、計測が容易で、核種同定が速やかにできるCo-60とする。また、H-3について、従来どおり、放出管理の基準値を設定する。

第2段階及び第3段階の1号炉及び2号炉の放出管理目標値を第19表に、放出管理の基準値を第20表に示す。

第19表 1号炉及び2号炉の放出管理目標値

(単位：Bq/y)

項目	第2段階	第3段階
放射性気体廃棄物 (粒子状物質 Co-60)	2.6×10^8	8.9×10^7
放射性液体廃棄物 (Co-60)	2.1×10^7	9.3×10^7

第20表 1号炉及び2号炉の放出管理の基準値

(単位：Bq/y)

項目	第2段階	第3段階
放射性液体廃棄物 (H-3)	1.7×10^{13}	8.1×10^{12}