

**JT-60 施設の改造に伴い発生するクリアランス対象物量の精査及びその物量が
第 2 次中間報告書のクリアランスレベルの暫定値の算出結果に与える影響評価について**

平成 22 年 8 月 5 日
日本原子力研究開発機構

1. はじめに

独) 日本原子力研究開発機構として JT-60 のクリアランス計画に基づき、クリアランス対象物の物量と評価対象核種につきまして精査致しましたので、その結果について報告致します。

2. JT-60 施設におけるクリアランス対象物量がクリアランスレベルの暫定値の算出結果に与える影響について

2. 1 JT-60 の改造に伴うクリアランス対象物の物量について

JT-60 の改造に伴う物量に関して、放射線安全規制検討会が取りまとめた第 2 次中間報告書の放射化物のうちクリアランス対象物の物量を算出する考え方を踏まえ、今回あらためて JT-60 の改造に伴い発生するクリアランス対象物の物量を材料毎に精査し、表 1 に示すとおりとなりましたので、報告致します。

表 1 JT-60 の改造に伴い発生する解体物量中の金属材料のクリアランス対象物量の内訳

施設／金属材料	鉄	ステンレス鋼	アルミニウム	銅
JT-60 改造に伴うクリアランス対象物量 (t)	3316	662	35	1112

表 1 にまとめた物量を考慮した場合、第 2 次中間報告書 (pp. 23-25) に示された表 3.4、3.5、3.6 は、第 2 次中間報告書の物量に関する考え方を踏まえると見直しが必要になるものと考えられます。

このため、独) 日本原子力研究開発機構では、自ら、放射化物に係るクリアランス対象物の物量が見直された場合について、第 2 次中間報告書のクリアランスレベルの暫定値の算出結果に与える影響について評価を行いました。

表 2 JT-60 施設のクリアランス物量を考慮した「第 2 次中間報告書の表 3-4」の見直しについて

表 3.4 国内の代表的な医療機関、研究機関等の放射線発生装置使用施設から発生する廃棄物の物量に関するアンケート調査の結果

			物量 (ton)					種類別発生量 (ton)															建屋物量 (ton)			
								低レベル廃棄物					クリアランスレベル以下の廃棄物					放射性廃棄物でない廃棄物								コンクリート量
			鉄	ステンレス鋼	アルミニウム	銅	鉛	鉄	ステンレス鋼	アルミニウム	銅	鉛	鉄	ステンレス鋼	アルミニウム	銅	鉛	鉄	ステンレス鋼	アルミニウム	銅	鉛	低レベル廃棄物	クリアランスレベル以下の廃棄物	放射性廃棄物でない廃棄物	
医療機関	直加線速装置	A 施設 6MeV 加速粒子：電子	7.49	0	0	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		B 施設 10MeV 加速粒子：電子	4.205	0.001	0.2	0.671	0.4	0	0	0	0	0	0.001	0	0.006	0	4.205	0	0.2	0.665	0.4	0	0	0	0	0
		C 施設 15MeV 加速粒子：電子	4.205	0.001	0.2	0.67	0.4	0.35	0.001	0	0.005	0	3.855	0	0.2	0.665	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	サイクロトロン	D 施設 7.5~18MeV 加速粒子：粒子	8.7	0.01	0.3	1.75	0	0.7	0	0.2	0.65	0	8	0.01	0.1	1.1	0	0	0	0	1.2	0	70	250	300	
研究機関	シンクロトロン	E 施設 8Gev 加速粒子：電子	4166	54.2	0	162.1	13	658.4	0.12	0	0.21	0	3166.6	2.08	0	61.89	0	341	52	0	100	13	0	0	145788	
		F 施設 12Gev 加速粒子：粒子	12298.5	555.3	0	1288.5	1.3	6799	221	0	496	0	4140	314	0	729	0	1359.5	5.3	0	3.5	1.3	36230	36380	73850	
	サイクロトロン	G 施設 400MeV 加速粒子：粒子	18040	1450	4.2	825	0	7940	1240	0.5	293	0	4300	87	1.5	361	0	5800	123	2.2	171	0	4340	6182	233896	
	プラズマ発生装置	K 施設 プラズマ発生装置 (JT-60)	3316	662	35	1112	0	0	0	0	0	0	3316	662	35	1112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
教育機関	サイクロトロン	H 施設 400MeV 加速粒子：粒子	2889	2.26	0	40	0	1075	0.9	0	5	0	850	0.7	0	7	0	964	0.66	0	28	0	4960	30740	87860	
	サイクロトロン	I 施設 90MeV 加速粒子：粒子	1077.65	8.071	0.4	2.379	0	217.6	3.3	0.08	0.9	0	79.57	3.73	0.32	1.47	0	20	1	0	0	0	556.7	2003.5	6825.5	
民間企業	サイクロトロン	J 施設 30MeV 加速粒子：粒子	147	0.9	8	26	4	147	0.9	8	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1322	2046	6796	

表 3 JT-60 施設のクリアランス物量を考慮した「第 2 次中間報告書の表 3-5」の見直しについて

表 3.5 放射線発生装置の使用等に伴い発生する放射化物のうち施設等の解体時に生ずるクリアランス対象物の物量について

クリアランス対象物の想定物量 (ton)													
区分	クリアランスの対象となる主な物品名		小規模施設				大規模施設						
			医療機関				研究機関			教育機関		民間企業	
			直線加速装置		サイクロトロン		シンクロトロン		サイクロトロン	プラズマ発生装置	サイクロトロン	サイクロトロン	サイクロトロン
			A 施設 6MeV 電子加速	B 施設 10MeV 電子加速	C 施設 15MeV 電子加速	D 施設 7.5~18MeV 粒子加速	E 施設 8GeV 電子加速	F 施設 12GeV 粒子加速	G 施設 400MeV 粒子加速	K 施設	H 施設 400MeV 粒子加速	I 施設 90MeV 粒子加速	J 施設 30MeV 粒子加速
金 属	鉄	電磁石、 鉄遮へい、 加速管他	0	0	3.855	<u>8</u>	3166.6	4140	<u>4300</u>	3316	850	79.57	0
	ステンレス鋼	真空ダクト、 真空ポンプ、 冷却水配管他	0	0.001	0	<u>0.01</u>	2.08	314	87	<u>662</u>	0.7	3.73	0
	アルミニウム	真空箱、配管他	0	0	<u>0.2</u>	0.1	0	0	1.5	<u>35</u>	0	0.32	0
	銅	電磁石コイル、 ケーブル他	0	0.006	0.665	<u>1.1</u>	61.89	729	361	<u>1112</u>	7	1.47	0
	鉛	鉛遮へい	0	0	<u>0.4</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
コンクリート			0	0	0	<u>250</u>	0	<u>36380</u>	6182	0	30740	2003.5	2046

* 集計結果から、各材質でクリアランス対象汚染物の物量が最も大きい施設は、大規模施設においては研究機関の F 施設、G 施設及び K 施設で、小規模施設においては医療機関の C 施設及び D 施設でそれぞれ包含される。

表 4 JT-60 施設のクリアランス物量を考慮した「第 2 次中間報告書の表 3-6」の見直しについて

表 3.6 放射化物のクリアランス対象物のうち埋設処分、再利用、再使用の対象となるものとその物量について

クリアランス対象汚染物			評価経路				
区分	クリアランスの対象となる主な物品名		汚染物量 (ton)		埋設処分	再利用	再使用
			大規模施設*	小規模施設**			
金属	鉄	電磁石、鉄遮へい、加速管、電源他	4300	8	○ (電磁石、鉄遮へい、加速管他の一部)	○	○ (電源)
	ステンレス鋼	真空ダクト、真空ポンプ、冷却水配管他	662	0.01	○ (真空ダクト、冷却水配管の一部)	○	○ (真空ポンプ)
	アルミニウム	真空箱、配管他	35	0.2	○ (配管の一部)	○	—
	銅	電磁石コイル、ケーブル他	1112	1.1	○ (ケーブルの一部)	○	○ (ケーブル)
	鉛	鉛遮へい	0	0.4	—	○	—
	小計 (ton)		6109	9.71	/		/
コンクリート			36380	250	○ (一部)	○	—
合計 (ton)			42489	259.71	大規模施設：42489 小規模施設：259.31	/	

* : 研究機関等施設の推定量 (最大)

** : 医療機関施設の推定量 (最大)

2. 2 第2次中間報告書における評価のための物量設定について

第2次中間報告に示された金属物量とJT-60から発生が想定される金属物量について表2~4に示します。第2次中間報告書では、クリアランスの対象となる金属の物量は、調査対象である各施設において金属の種類別に最大物量を求め、それを合計して設定されています。例えば、第2次中間報告書で示された鉄の最大量は4300トン（G施設）で、JT-60からの発生想定量3316トンはこれを下回るため、評価に使用される鉄の物量は4300トンとなります。

また、ステンレス鋼、アルミニウム、銅、鉛についても同様の考え方に基づいて評価すると、表中の網掛け部分のステンレス鋼、アルミニウム、銅は、第2次中間報告書での設定値を上回ることが分かりました。

2. 3 物量の見直しにより影響が生じる経路とパラメータの確認について

埋設処分に係る経路と再利用・再使用に係る経路におけるパラメータの影響の範囲を表5に示します。影響が生じるかどうかの確認が必要と考えられる経路は、埋設処分に係る経路ではすべての経路、再利用・再使用経路では、金属再利用に係る金属スクラップの運搬に係る積み下ろし作業、運搬作業（以下、「積み込み・運搬作業」という。）と、運搬以外の作業等に係る経路（以下、「積み込み・運搬以外の作業」という。）です。金属再使用とコンクリート再利用に係る経路については影響がありません。

・埋設処分に係る経路で、物量に依存するパラメータは次の2つです。

- (1) 混合率
- (2) 廃棄物の総量

・再利用・再使用に係る経路では、次のとおりです。

積み込み・運搬作業の経路で物量に依存するパラメータは次の2つです。

- (3) 作業時間
- (4) 再利用される金属中のクリアランス対象物割合（積み下ろし作業、運搬作業）

・積み込み・運搬以外の作業の経路で物量に依存するパラメータは次の1つです。

- (5) 再利用される金属中のクリアランス対象物割合（積み下ろし作業、運搬作業以外）

表5 再利用・再使用に係る経路とパラメータの影響の範囲

経路		パラメータ	
埋設処分	全経路	・ 混合率	
	跡地利用、地下水移行	・ 廃棄物の総量	
再利用・再使用	金属再利用	金属スクラップの積み下ろし	
		金属スクラップの運搬	
	金属再利用製品の使用者（日常時、就業時）	スクラップ工場周辺居住者（日常時）	・ 作業時間
			・ 再利用される金属中のクリアランス対象物割合（積み下ろし作業、運搬作業）
	金属再使用	影響なし	
コンクリート再利用	影響なし		

また、JT-60の物量を考慮して設定したパラメータを表6に示します。

表6 JT-60の物量を考慮したパラメータ値

経路	パラメータ	第2次中間報告書 (選定値)	JT-60を反映した設定値
埋設処分	(1)混合率	0.4	0.35 → 0.4(設定値)
	(2)廃棄物の総量	120000	122439 → 120000(設定値)
再利用・再使用	(3)積み下ろし作業時間、運搬作業時間(金属再利用処理)	(470 →) 500	512 →520(設定値)
	(4)再利用される金属中のクリアランス対象物割合(積み下ろし作業、運搬作業)	0.5	0.5 →0.50(設定値)
	(5)再利用される金属中のクリアランス対象物割合(積み下ろし作業、運搬作業以外)	(0.12 →) 0.1	0.136→0.1(設定値)

表6から、埋設処分経路で物量に依存するパラメータに対しては、JT-60の物量を考慮しても第2次中間報告の選定値と同じ値となることが分かりました。

また、再利用・再使用経路の積み込み・運搬作業以外の作業に対する経路で影響を受ける(5)再利用される金属中のクリアランス対象物割合の選定値0.1は選定値根拠に示されている以下の根拠から、十分に保守的な想定値であると言えるため、JT-60の物量を考慮した場合においても、この値の変更は必要ないものと考えます。

目的とする製品の品質に応じて、金属スクラップの使用される割合が決定され、スクラップ金属100%ですべての製品が製造されることはない。例えば、原子炉で使用されている炭素鋼中のCrの含有量は0.2~0.5%であるが、「鉄リサイクル事業のマニュアルブック」((社)日本鉄リサイクル工業会、1997)によれば、普通炭素鋼では、鋼を硬化させるので、0.1%以上は望ましくないとされている。

以上に述べたように、クリアランスされた金属材料は、再利用製品に加工されるまでの間に、大量の放射性核種を含まない金属スクラップと混合する可能性があり、その割合を0.1と選定した。

積み込み・運搬作業に対する経路で影響を受ける(3)作業時間については選定値を超えるため、値の変更を行った場合の影響を評価しました。

2. 4 パラメータ変更の影響

JT-60 からの発生物量を考慮して、上記表 6 に記載した積込み・運搬作業に対する作業時間：520 h と再利用される金属中のクリアランス対象物割合を 0.5 と設定した場合のクリアランスレベルへの影響について評価を行いました。

設定条件：作業時間 520 (h/y)、クリアランス対象物割合 0.50（作業時間のみ変更）

上記設定条件に対する結果を表 7 に示します。表 7 は、JT-60 の物量に伴う金属再利用に関する経路の目安線量相当濃度とクリアランスレベルとの比較を示しています。なお、金属再利用に関する経路の中で、積込み・運搬作業の経路に対する目安線量相当濃度が最小となる核種は、Fe-55、Ni-59、Ni-63 の 3 核種であるので、この作業時間のようなパラメータの影響は、この 3 核種のみが受けることとなります。

表 7 に示したように、JT-60 の物量を考慮したことによる影響は、第 2 次中間報告書で示されたクリアランスレベルに影響を与えないことを確認しました。

表7 物量の増加に伴うクリアランスレベルの試算結果と影響の有無

評価対象 再利用形態 再利用品分類 再利用処理工程 再利用品又は 被ばく形態 被ばく者 核種\経路No.	再利用・再使用経路の結果に対する変化			第2次中間報告書で示したクリアランスレベル		クリアランスレベルへの影響 (B)における影響		
	再利用・再使用経路のNo.1~No.6とNo.10~No.24の経路での最小値(Bq/g) (A)	(A)の経路	作業時間 520(h/y) かつ再利用される金属中のクリアランス対象物割合が0.50の場合の濃度(A)の変化 (B)= (A) × [500/520] × [0.50/0.50]	現在提示しているクリアランスレベル(Bq/g) (C)	決定経路 ((C)に対する経路)			
1	H-3	7.8E+02	周辺居住-農作物摂取(子ども)	7.8E+02	6.7E+01	跡地(農作物)(子ども)	影響なし	
2	Be-7	5.5E+02	周辺居住-粉塵吸入(子ども)	5.5E+02	2.0E+01	操業(埋立-外部)	影響なし	
3	C-14	1.4E+02	周辺居住-農作物摂取(子ども)	1.4E+02	5.3E+00	地下水(養殖淡水産物)(子ども)	影響なし	
4	Na-22	5.2E-01	スラグ駐車場	5.2E-01	1.0E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
5	Cl-36	1.3E+01	周辺居住-農作物摂取(子ども)	1.3E+01	3.4E-01	地下水(飼料畜産物)(子ども)	影響なし	
6	Ca-41	4.7E+03	周辺居住-農作物摂取(子ども)	4.7E+03	1.0E+02	地下水(農作物)(子ども)	影響なし	
7	Ca-45	6.0E+02	周辺居住-農作物摂取(子ども)	6.0E+02	6.0E+02	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	影響なし	
8	Sc-46	7.7E+00	スクラップ溶融・鋳造-外部	7.7E+00	3.4E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
9	Ti-44	1.9E-01	スラグ駐車場	1.9E-01	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
10	Mn-54	6.7E+00	NC旋盤	6.7E+00	3.7E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
11	Fe-55	6.9E+03	スクラップ輸送-積み下ろし(直接経口)	6.6E+03	4.3E+03	操業(積み下ろし)(直接経口)	影響なし	
12	Fe-59	2.3E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	2.3E+01	1.0E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
13	Co-56	4.6E+00	スクラップ溶融・鋳造-外部	4.6E+00	2.1E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
14	Co-57	8.5E+01	金属再利用-船舶	8.5E+01	2.6E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
15	Co-58	1.9E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	1.9E+01	8.0E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
16	Co-60	8.2E-01	NC旋盤	8.2E-01	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
17	Ni-59	3.2E+04	スクラップ輸送-積み下ろし(直接経口)	3.1E+04	3.6E+01	地下水(農作物)(子ども)	影響なし	
18	Ni-63	1.3E+04	スクラップ輸送-積み下ろし(直接経口)	1.3E+04	1.4E+02	跡地(農作物)(子ども)	影響なし	
19	Zn-65	1.3E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	1.3E+01	6.0E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
20	Ag-110m	6.7E-01	スラグ駐車場	6.7E-01	1.2E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
21	Sn-113	6.0E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	6.0E+01	1.9E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
22	Sb-124	1.2E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	1.2E+01	5.1E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
23	Sb-125	6.1E+00	金属再利用-船舶	6.1E+00	5.6E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
24	Te-123m	3.4E+01	スクラップ周辺居住-農作物摂取(子ども)	3.4E+01	3.5E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
25	Cs-134	4.3E-01	スラグ駐車場	4.3E-01	1.6E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
26	Cs-137	7.5E-01	スラグ駐車場	7.5E-01	2.9E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
27	Ba-133	1.2E+00	スラグ駐車場	1.2E+00	5.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
28	Ce-139	4.4E+01	スラグ駐車場	4.4E+01	3.2E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
29	Eu-152	4.1E-01	スラグ駐車場	4.1E-01	1.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
30	Eu-154	3.9E-01	スラグ駐車場	3.9E-01	1.4E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	影響なし	
31	Tb-160	1.7E+01	スクラップ溶融・鋳造-外部	1.7E+01	6.9E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
32	Ta-182	9.9E+00	スクラップ溶融・鋳造-外部	9.9E+00	4.2E-01	操業(埋立-外部)	影響なし	
33	Au-195	6.7E+01	スラグ駐車場	6.7E+01	6.9E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	
34	Hg-203	9.8E+01	スクラップ周辺居住-農作物摂取(子ども)	9.8E+01	4.6E+00	操業(埋立-外部)	影響なし	

3. JT-60 施設における材料組成の違いによる評価核種の選定への影響について

上述した JT-60 のクリアランス対象物量を踏まえ、JT-60 の改造で発生するクリアランス対象物のうち磁場コイルに使用されている鉄鋼（インコネル）、ステンレス鋼、アルミニウム及び銅の組成を考慮したクリアランスの評価対象核種に係る検討を行いました。

JT-60 の磁場コイルに使用されている銅の中に含まれる銀の含有量は約 0.2%と設定されており（以下、「銀入り銅」と呼ぶ）、加速器施設とは異なっています（大型加速器施設の場合はほぼ純銅が使用されています）。また、鉄鋼（インコネル）は Nb を 3.6%程度含みます。

今回、放射化計算による対象核種を再度精査しました結果、第2次中間報告書と同様に JT-60 の運転停止後 1 年目に相当する放射化に係る評価結果では、銀入り銅の場合、Ag-110m の (D/C)⁽⁴⁾ が最大となり、Ag-108m（銀の放射化により発生、半減期：418 y）の (D/C) が Ag-110m の (D/C) の 3 桁下になることが確認されました。

また、鉄鋼（インコネル）の場合、Co-60 の (D/C) が最大となり、Nb の放射化により Nb-93m（半減期：16.13 y）及び Nb-94（半減期：20300 y）が 3 桁下になることが確認されました。

このため、「第2次中間報告書」における放射化物に係るクリアランスレベルを算出する対象核種の選定の考え方を踏まえ、Nb-93m、Nb-94 及び Ag-108m の 3 核種について、クリアランスレベルの暫定値の算出を実施致しましたので、報告致します。

加速器施設での評価核種の選定に当たっては、最大となる核種に対して 4 桁下までを評価核種として選定している事から、銀入り銅及び鉄鋼（インコネル）の放射化におけるクリアランスレベル評価の対象核種として、Nb-93m、Nb-94 及び Ag-108m を追加し、そのクリアランスレベルを計算しました。

表 8 JT-60 の金属対象物の評価対象核種の相対比

(D/C)/(D/C)max の比	最大核種	1 桁	2 桁	3 桁	4 桁
鉄(炭素鋼)	Co-60	Mn-54	—	Zn-65, Cs-134	Fe-55, Co-58
(インコネル)	Co-60	—	Co-58, Co-57	Nb-93m, Nb-94, Mn-54	Ni-63
ステンレス鋼	Co-60	—	Mn-54	Co-58 Zn-65	Co-57, Cs-134, Ag-110m
アルミニウム	Mn-54	—	Co-60	—	Fe-55 Ni-63
銅(銀入り銅)	Ag-110m	Co-60	—	Ag-108m, Ni-63	—

(4) : D/C は、核種の生成量 (D) と RS-G-1.7 の値 (C) との比。

3. 1 パラメータの選定

核種・元素に依存しない基本的な評価パラメータについては、第2次中間報告書における放射化物に対する値を選定しました。

元素依存パラメータについては以下の通り選定しました。

- Nbについては「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」で対象となっている元素であり、表9に示す通り選定しました。
- Agについては、既にAg-110mが対象核種であり、第2次中間報告書で示された通りです。

Nb-93m、Nb-94、Ag-108mの核種依存パラメータについては、第2次中間報告書と同じ選定手順・計算手法に従い、表10から表12に示す通りに選定しました。

3. 2 計算結果

3核種を追加した放射化物に対するクリアランスレベルの暫定値の算出結果は、表13及び表14に示す通りとなりました。

第2次中間報告書では、「大規模施設に係るクリアランスレベルと小規模施設に係るクリアランスレベルとの算出結果を比較したところ、選定した全ての核種において、最も厳しい値となるクリアランスレベルは、大規模施設の方であり、小規模施設に係るクリアランスレベルに対して常に低い値であり、大規模施設に係るクリアランスレベルを採用すれば、発生装置の解体において、どのように放射化物がクリアランスされても常に保守側の結果が得られることを確認した」と記載されており（pp. 133）、追加した3核種についても同様の傾向となることを確認しました。

一方、国際的なクリアランスレベルとの比較については以下の通りの結果となりました。

① Nb-94 及び Ag-108m について

Nb-94 及び Ag-108m については、大規模施設のクリアランスレベルの暫定値と IAEA RS-G-1.7 の計算値（以下、「RS-G-1.7 の計算値」とします）との比率が0.1～10の範囲にあり、両者はほぼ同等であることを確認しました。

② Nb-93m について

Nb-93m については、大規模施設のクリアランスレベルの暫定値と RS-G-1.7 の計算値との比率が約1100倍となりました。その理由について以下の通り考察します。

Nb-93m は、外部被ばく及び吸入による内部被ばくよりも経口摂取による被ばくの影響が大きいですが、農作物・畜産物への移行係数は比較的小さい核種です。そのため、今回の計算では、直接経口摂取に係る経路が決定経路となり、RS-G-1.7 では飲料水摂取経路を考慮している地下水シナリオが決定シナリオとなっています。

今回の計算においても、飲料水摂取経路を含めた地下水移行シナリオを評価していますが、Nbについては地下水中の核種移行に関するパラメータの設定に違いがあります。

RS-G-1.7 では、分配係数モデルを使用し、核種移行過程における全ての媒体のNbの分配係数を0と保守的に設定しています（土壌への収着がなく全て液層に存在するとしてい

る)。

一方、今回の計算では、第2次中間報告書に基づいて、処分場からの核種の流出量を計算するモデルとして放出係数モデルを採用し、土壌中の核種移行に関するパラメータについては表9に示す通りに選定しています。すなわち、RS-G-1.7の設定よりも核種が移行しにくいために、水中の核種濃度がRS-G-1.7よりも低くなる条件となったためと考えられます。

なお、今回の計算で採用した数値は、原子力安全委員会における検討において国際的な文献から取得したものであり、代表的であると考えられます。

3.3 その他

確率論的解析の評価対象核種は、(D/C)が1桁となる核種を対象核種として選定しています。Ag-108m、Nb-93m および Nb-94 は(D/C)が3桁の核種であることから、放射化物に係る確率論的解析の評価対象核種の対象とはならないものと考えます。

表 9 Nb の元素依存パラメータ選定値

パラメータ	単位	選定値	出典等
放出係数	—	3.0E-02	化学的性質の類似性から Co と同一に選定[1] (分配係数に換算すると 17 mL/g)
帯水層土壌の分配係数	mL/g	1.6E+02	[2] (砂)
農耕土壌の分配係数	mL/g	2.0E+03	[2] (有機土)
米への移行係数	Bq/g-wet per Bq/g	1.0E-02	[3]
米以外 (葉菜、非葉菜、果実) への移行係数	Bq/g-wet per Bq/g	4.3E-03	[2] (えんどう豆)
飼料への移行係数	Bq/g-dry per Bq/g	5.0E-02	[2] (油菜)
牛乳への移行係数	d/L	4.1E-07	[2]
牛肉への移行係数	d/kg	3.0E-07	[2]
豚肉への移行係数	d/kg	2.0E-04	[2]
鶏肉への移行係数	d/kg	3.0E-04	[2]
鶏卵への移行係数	d/kg	1.0E-03	[2]
魚類への濃縮係数	L/kg	3.0E+02	[2]
インゴットへ移行割合	—	1.0E+00	[4]
スラグへの移行割合	—	1.0E-01	[4]
ダストへの移行割合	—	1.0E-02	[4]

[1] : 主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて

[2] : IAEA TRS No. 364

[3] : IAEA S. S. No. 57

[4] : IAEA S. S. No. 111-P-1.1

表 10 Nb-93m の核種依存パラメータに対する選定値

パラメータ		単位	選定値	出典等		
半減期		y	1.61E+01	[1]		
内部被ばく 線量係数	作業者	吸入	8.6E-10	[2]		
		経口	1.2E-10			
	成人	吸入	5.1E-10	[3]		
		経口	1.2E-10			
	子ども	吸入	2.4E-09			
		経口	9.1E-10			
皮膚被ばく 線量係数	β 線 (4mg/cm ²)		Sv/h per Bq/cm ²		0.0E+00	[4]
	γ 線 (7mg/cm ²)				1.1E-10	[5]
外部被ばく 線量換算係数	埋設処分 シナリオ	積み下ろし、運搬	μ Sv/h per Bq/g	4.0E-08	[6]	
		埋立、跡地利用、 地下水移行		3.3E-06		
	再利用 シナリオ	冷蔵庫		1.1E-07		
		ベッド		6.8E-07		
		鉄筋		8.3E-23		
		壁材等		3.1E-06		
		積み下ろし		1.7E-08		
		運搬		1.1E-08		
		前処理作業		4.3E-09		
		溶融鑄造作業		5.9E-08		
		加工作業		4.9E-08		
		トラック		2.7E-07		
		オートバイ		4.1E-07		
		船舶		2.5E-07		
		机		1.2E-06		
		NC 旋盤		2.3E-07		
		再使用品 (電源)		4.6E-07		
		スラグ駐車場		1.8E-06		
		コンクリート処理		7.6E-07		
		コンクリート駐車場		1.8E-06		

[1] : Table of Isotopes 8th Edition

[2] : ICRP Publication 68

[3] : ICRP Publication 72

[4] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び "Kocher et al., Health Physics Vol. 53 No. 2"

[5] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び CEA-R-5441

[6] : JAEA-Data/Code 2008-001 と同一の手法で QAD-CGGP2R コードにより計算

表 11 Nb-94 の核種依存パラメータに対する選定値

パラメータ		単位	選定値	出典等	
半減期		y	2.03E+04	[1]	
内部被ばく 線量係数	作業者	吸入	2.5E-08	[2]	
		経口	1.7E-09		
	成人	吸入	1.1E-08	[3]	
		経口	1.7E-09		
	子ども	吸入	3.7E-08		
		経口	9.7E-09		
皮膚被ばく 線量係数	β 線 (4mg/cm ²)		Sv/h per Bq/cm ²	2.2E-06	[4]
	γ 線 (7mg/cm ²)			9.5E-08	[5]
外部被ばく 線量換算係数	埋設処分 シナリオ	積み下ろし、運搬	μ Sv/h per Bq/g	1.2E-01	[6]
		埋立、跡地利用、 地下水移行		4.7E-01	
	再利用 シナリオ	冷蔵庫		1.0E-02	
		ベッド		1.5E-02	
		鉄筋		5.9E-03	
		壁材等		5.0E-01	
		積み下ろし		9.3E-03	
		運搬		8.1E-03	
		前処理作業		2.2E-03	
		溶融鑄造作業		3.2E-02	
		加工作業		2.6E-02	
		トラック		1.7E-02	
		オートバイ		3.3E-02	
		船舶		9.2E-02	
		机		4.4E-02	
		NC 旋盤		9.3E-02	
		再使用品 (電源)		6.6E-02	
		スラグ駐車場		1.5E-01	
		コンクリート処理		5.8E-02	
コンクリート駐車場	1.5E-01				

[1] : JAERI-Data/Code 96-003

[2] : ICRP Publication 68

[3] : ICRP Publication 72

[4] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び "Kocher et al., Health Physics Vol. 53 No. 2"

[5] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び CEA-R-5441

[6] : JAEA-Data/Code 2008-001 と同一の手法で QAD-CGGP2R コードにより計算

表 12 Ag-108m の核種依存パラメータに対する選定値

パラメータ		単位	選定値	出典等	
半減期		y	4.18E+02	[1]	
内部被ばく 線量係数	作業者	吸入	1.9E-08	[2]	
		経口	2.3E-09		
	成人	吸入	7.4E-09	[3]	
		経口	2.3E-09		
	子ども	吸入	2.7E-08		
		経口	1.1E-08		
皮膚被ばく 線量係数	β 線 (4mg/cm ²)		Sv/h per Bq/cm ²	2.8E-07	[4]
	γ 線 (7mg/cm ²)			N. A.	[5]
外部被ばく 線量換算係数	埋設処分 シナリオ	積み下ろし、運搬	μ Sv/h per Bq/g	1.3E-01	[6]
		埋立、跡地利用、 地下水移行		4.9E-01	
	再利用 シナリオ	冷蔵庫		1.1E-02	
		ベッド		1.5E-02	
		鉄筋		5.8E-03	
		壁材等		5.0E-01	
		積み下ろし		8.9E-03	
		運搬		7.8E-03	
		前処理作業		2.1E-03	
		溶融鑄造作業		3.0E-02	
		加工作業		2.5E-02	
		トラック		1.8E-02	
		オートバイ		3.4E-02	
		船舶		9.4E-02	
		机		4.7E-02	
		NC 旋盤		9.2E-02	
		再使用品 (電源)		7.0E-02	
		スラグ駐車場		1.6E-01	
		コンクリート処理		6.0E-02	
		コンクリート駐車場		1.6E-01	

※短半減期子孫核種の Ag-108 の値を含めている (分岐比 0.089)

N. A. : 文献に値がない。

[1] : Table of Isotopes 8th Edition

[2] : ICRP Publication 68

[3] : ICRP Publication 72

[4] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び "Kocher et al., Health Physics Vol. 53 No.2"

[5] : IAEA Safety Reports Series No. 44 及び CEA-R-5441

[6] : JAEA-Data/Code 2008-001 と同一の手法で QAD-CGGP2R コードにより計算

表 13 大規模施設において発生する放射化物に関するクリアランスレベルの算出結果

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属/コンクリート		金属		コンクリート						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
1	H-3	6.7E+01	跡地(農作物)(子ども)	7.8E+02	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	3.1E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	6.7E+01	跡地(農作物)(子ども)	H-3	3.0E+01	2.2
2	Be-7	2.0E+01	操業(埋立-外部)	9.8E+01	再利用(再使用品-外部)	6.6E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.0E+01	操業(埋立-外部)	Be-7	1.9E+01	1.1
3	C-14	5.3E+00	地下水(養殖淡水産物)(子ども)	1.4E+02	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	2.2E+03	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	5.3E+00	地下水(養殖淡水産物)(子ども)	C-14	1.7E+00	3.1
4	Na-22	1.1E-01	操業(埋立-外部)	5.2E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	1.0E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.0E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	Na-22	3.9E-02	2.7
5	Cl-36	3.4E-01	地下水(飼料畜産物)(子ども)	1.3E+01	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	6.7E+02	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	3.4E-01	地下水(飼料畜産物)(子ども)	Cl-36	4.7E-01	0.73
6	Ca-41	1.0E+02	地下水(農作物)(子ども)	4.7E+03	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	4.3E+03	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	1.0E+02	地下水(農作物)(子ども)	Ca-41	8.1E+01	1.3
7	Ca-45	3.2E+03	操業(積み下ろし)(直接経口)	6.0E+02	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	3.0E+03	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	6.0E+02	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	Ca-45	7.8E+01	7.7
8	Sc-46	3.4E-01	操業(埋立-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	1.1E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	3.4E-01	操業(埋立-外部)	Sc-46	2.5E-01	1.4
9	Ti-44	9.4E-02	操業(埋立-外部)	1.9E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	Ti-44	---	---
10	Mn-54	3.7E-01	操業(埋立-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	6.1E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	3.7E-01	操業(埋立-外部)	Mn-54	1.5E-01	2.5
11	Fe-55	4.3E+03	操業(積み下ろし)(直接経口)	6.9E+03	再利用(積み下ろし)(直接経口)	4.3E+03	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	4.3E+03	操業(積み下ろし)(直接経口)	Fe-55	1.0E+03	4.2
12	Fe-59	1.0E+00	操業(埋立-外部)	5.8E+00	再利用(再使用品-外部)	3.3E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	1.0E+00	操業(埋立-外部)	Fe-59	9.5E-01	1.1
13	Co-56	2.1E-01	操業(埋立-外部)	1.3E+00	再利用(再使用品-外部)	6.5E-01	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.1E-01	操業(埋立-外部)	Co-56	1.4E-01	1.5
14	Co-57	2.6E+00	操業(埋立-外部)	2.8E+01	再利用(再使用品-外部)	8.3E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	2.6E+00	操業(埋立-外部)	Co-57	1.8E+00	1.5
15	Co-58	8.0E-01	操業(埋立-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	2.6E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	8.0E-01	操業(埋立-外部)	Co-58	6.6E-01	1.2
16	Co-60	9.1E-02	操業(埋立-外部)	5.3E-01	再利用(再使用品-外部)	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	7.3E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	Co-60	3.1E-02	2.3
17	Ni-59	3.6E+01	地下水(農作物)(子ども)	3.2E+04	再利用(積み下ろし)(直接経口)	9.6E+03	再利用(壁材-外部)(子ども)	3.6E+01	地下水(農作物)(子ども)	Ni-59	1.4E+02	0.25
18	Ni-63	1.4E+02	跡地(農作物)(子ども)	1.3E+04	再利用(積み下ろし)(直接経口)	8.4E+03	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	1.4E+02	跡地(農作物)(子ども)	Ni-63	5.9E+01	2.3
19	Zn-65	6.0E-01	操業(埋立-外部)	3.4E+00	再利用(再使用品-外部)	1.2E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	6.0E-01	操業(埋立-外部)	Zn-65	2.6E-01	2.3
20	Nb-93m	4.9E+03	跡地(居住-子ども)(直接経口)	1.7E+04	再利用(積み下ろし)(直接経口)	1.1E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	4.9E+03	跡地(居住-子ども)(直接経口)	Nb-93m	4.7E+00	1100
21	Nb-94	1.3E-01	操業(埋立-外部)	7.6E-01	再利用(再使用品-外部)	9.9E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	9.9E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	Nb-94	4.4E-02	2.3
22	Ag-108m	1.3E-01	操業(埋立-外部)	2.5E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	9.9E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	9.9E-02	再利用(壁材-外部)(子ども)	Ag-108m	4.4E-02	2.3
23	Ag-110m	1.2E-01	操業(埋立-外部)	6.7E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	2.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.2E-01	操業(埋立-外部)	Ag-110m	5.3E-02	2.3
24	Sn-113	1.9E+00	操業(埋立-外部)	1.0E+01	再利用(再使用品-外部)	6.7E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	1.9E+00	操業(埋立-外部)	Sn-113	1.3E+00	1.5
25	Sb-124	5.1E-01	操業(埋立-外部)	2.9E+00	再利用(再使用品-外部)	1.6E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	5.1E-01	操業(埋立-外部)	Sb-124	3.8E-01	1.4
26	Sb-125	5.6E-01	操業(埋立-外部)	3.0E+00	再利用(再使用品-外部)	5.7E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.6E-01	操業(埋立-外部)	Sb-125	2.0E-01	2.7
27	Te-123m	3.5E+00	操業(埋立-外部)	3.2E+01	再利用(再使用品-外部)	1.5E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	3.5E+00	操業(埋立-外部)	Te-123m	3.0E+00	1.2
28	Cs-134	1.6E-01	操業(埋立-外部)	4.3E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	1.7E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.6E-01	操業(埋立-外部)	Cs-134	5.7E-02	2.8
29	Cs-137	3.7E-01	操業(埋立-外部)	7.5E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	2.9E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	2.9E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	Cs-137	1.2E-01	2.4
30	Ba-133	5.7E-01	操業(埋立-外部)	1.2E+00	再利用(スラグ駐車場-外部)	5.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	Ba-133	2.3E-01	2.4
31	Ce-139	3.2E+00	操業(埋立-外部)	3.0E+01	再利用(再使用品-外部)	1.3E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	3.2E+00	操業(埋立-外部)	Ce-139	2.4E+00	1.3
32	Eu-152	1.9E-01	操業(埋立-外部)	4.1E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	1.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.5E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	Eu-152	6.6E-02	2.3
33	Eu-154	1.8E-01	操業(埋立-外部)	3.9E-01	再利用(スラグ駐車場-外部)	1.4E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.4E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	Eu-154	6.0E-02	2.4
34	Tb-160	6.9E-01	操業(埋立-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	2.2E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	6.9E-01	操業(埋立-外部)	Tb-160	5.6E-01	1.2
35	Ta-182	4.2E-01	操業(埋立-外部)	2.6E+00	再利用(再使用品-外部)	1.4E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	4.2E-01	操業(埋立-外部)	Ta-182	2.6E-01	1.6
36	Au-195	6.9E+00	操業(埋立-外部)	6.7E+01	再利用(スラグ駐車場-外部)	4.0E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	6.9E+00	操業(埋立-外部)	Au-195	---	---
37	Hg-203	4.6E+00	操業(埋立-外部)	2.4E+01	再利用(再使用品-外部)	1.7E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	4.6E+00	操業(埋立-外部)	Hg-203	5.7E+00	0.80

表 14 小規模施設において発生する放射化物に関するクリアランスレベルの算出結果

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属/コンクリート		金属		コンクリート						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
1	H-3	1.3E+03	跡地(農作物)(子ども)	3.9E+05	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	4.1E+05	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	1.3E+03	跡地(農作物)(子ども)	H-3	3.0E+01	44
2	Be-7	3.9E+02	操業(埋立-外部)	9.8E+01	再利用(再使用品-外部)	8.7E+02	再利用(コンクリート再処理-外部)	9.8E+01	再利用(再使用品-外部)	Be-7	1.9E+01	5.3
3	C-14	2.1E+02	地下水(養殖淡水産物)(子ども)	7.0E+04	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	2.9E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	2.1E+02	地下水(養殖淡水産物)(子ども)	C-14	1.7E+00	120
4	Na-22	2.2E+00	操業(埋立-外部)	6.5E-01	再利用(再使用品-外部)	1.4E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	6.5E-01	再利用(再使用品-外部)	Na-22	3.9E-02	17
5	Cl-36	7.2E+00	跡地(畜産物)(子ども)	6.7E+03	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	9.0E+03	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	7.2E+00	跡地(畜産物)(子ども)	Cl-36	4.7E-01	15
6	Ca-41	2.8E+03	跡地(農作物)(子ども)	1.7E+06	再利用(積み下ろし)(直接経口)	5.7E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	2.8E+03	跡地(農作物)(子ども)	Ca-41	8.1E+01	35
7	Ca-45	6.5E+04	操業(積み下ろし)(直接経口)	3.0E+05	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	4.0E+04	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	4.0E+04	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	Ca-45	7.8E+01	510
8	Sc-46	6.8E+00	操業(埋立-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	1.4E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	Sc-46	2.5E-01	7.9
9	Ti-44									Ti-44		
10	Mn-54	7.4E+00	操業(埋立-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	8.2E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	Mn-54	1.5E-01	13
11	Fe-55	8.6E+04	操業(積み下ろし)(直接経口)	1.7E+06	再利用(積み下ろし)(直接経口)	5.7E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	5.7E+04	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	Fe-55	1.0E+03	57
12	Fe-59	2.1E+01	操業(埋立-外部)	5.8E+00	再利用(再使用品-外部)	4.4E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	5.8E+00	再利用(再使用品-外部)	Fe-59	9.5E-01	6.2
13	Co-56	4.1E+00	操業(埋立-外部)	1.3E+00	再利用(再使用品-外部)	8.7E+00	再利用(コンクリート再処理-外部)	1.3E+00	再利用(再使用品-外部)	Co-56	1.4E-01	9.3
14	Co-57	5.2E+01	操業(埋立-外部)	2.8E+01	再利用(再使用品-外部)	1.1E+02	再利用(壁材-外部)(子ども)	2.8E+01	再利用(再使用品-外部)	Co-57	1.8E+00	16
15	Co-58	1.6E+01	操業(埋立-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	3.4E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	Co-58	6.6E-01	6.4
16	Co-60	1.8E+00	操業(埋立-外部)	5.3E-01	再利用(再使用品-外部)	9.7E-01	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.3E-01	再利用(再使用品-外部)	Co-60	3.1E-02	17
17	Ni-59	1.8E+03	地下水(農作物)(子ども)	6.5E+04	再利用(再使用品-外部)	1.3E+05	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.8E+03	地下水(農作物)(子ども)	Ni-59	1.4E+02	12
18	Ni-63	2.7E+03	跡地(農作物)(子ども)	3.3E+06	再利用(積み下ろし)(直接経口)	1.1E+05	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	2.7E+03	跡地(農作物)(子ども)	Ni-63	5.9E+01	46
19	Zn-65	1.2E+01	操業(埋立-外部)	3.4E+00	再利用(再使用品-外部)	1.6E+01	再利用(壁材-外部)(子ども)	3.4E+00	再利用(再使用品-外部)	Zn-65	2.6E-01	13
20	Nb-93m	9.9E+04	跡地(居住-子ども)(直接経口)	1.1E+05	再利用(再使用品-外部)	1.4E+05	再利用(コンクリート再処理)(直接経口)	9.9E+04	跡地(居住-子ども)(直接経口)	Nb-93m	4.7E+00	21000
21	Nb-94	2.7E+00	操業(埋立-外部)	7.6E-01	再利用(再使用品-外部)	1.3E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	7.6E-01	再利用(再使用品-外部)	Nb-94	4.4E-02	17
22	Ag-108m	2.6E+00	操業(埋立-外部)	7.1E-01	再利用(再使用品-外部)	1.3E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	7.1E-01	再利用(再使用品-外部)	Ag-108m	4.4E-02	16
23	Ag-110m	2.5E+00	操業(埋立-外部)	7.1E-01	再利用(再使用品-外部)	3.3E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	7.1E-01	再利用(再使用品-外部)	Ag-110m	5.3E-02	13
24	Sn-113	3.9E+01	操業(埋立-外部)	1.0E+01	再利用(再使用品-外部)	8.9E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	1.0E+01	再利用(再使用品-外部)	Sn-113	1.3E+00	8.0
25	Sb-124	1.0E+01	操業(埋立-外部)	2.9E+00	再利用(再使用品-外部)	2.2E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.9E+00	再利用(再使用品-外部)	Sb-124	3.8E-01	7.5
26	Sb-125	1.1E+01	操業(埋立-外部)	3.0E+00	再利用(再使用品-外部)	7.7E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	3.0E+00	再利用(再使用品-外部)	Sb-125	2.0E-01	15
27	Te-123m	7.0E+01	操業(埋立-外部)	3.2E+01	再利用(再使用品-外部)	2.0E+02	再利用(コンクリート再処理-外部)	3.2E+01	再利用(再使用品-外部)	Te-123m	3.0E+00	11
28	Cs-134	3.2E+00	操業(埋立-外部)	8.2E-01	再利用(再使用品-外部)	2.2E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	8.2E-01	再利用(再使用品-外部)	Cs-134	5.7E-02	14
29	Cs-137	7.5E+00	操業(埋立-外部)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	3.9E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	2.0E+00	再利用(再使用品-外部)	Cs-137	1.2E-01	17
30	Ba-133	1.1E+01	操業(埋立-外部)	3.7E+00	再利用(再使用品-外部)	7.3E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	3.7E+00	再利用(再使用品-外部)	Ba-133	2.3E-01	16
31	Ce-139	6.3E+01	操業(埋立-外部)	3.0E+01	再利用(再使用品-外部)	1.8E+02	再利用(コンクリート再処理-外部)	3.0E+01	再利用(再使用品-外部)	Ce-139	2.4E+00	13
32	Eu-152	3.9E+00	操業(埋立-外部)	1.1E+00	再利用(再使用品-外部)	2.0E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.1E+00	再利用(再使用品-外部)	Eu-152	6.6E-02	17
33	Eu-154	3.6E+00	操業(埋立-外部)	1.1E+00	再利用(再使用品-外部)	1.9E+00	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.1E+00	再利用(再使用品-外部)	Eu-154	6.0E-02	19
34	Tb-160	1.4E+01	操業(埋立-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	3.0E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	4.2E+00	再利用(再使用品-外部)	Tb-160	5.6E-01	7.5
35	Ta-182	8.4E+00	操業(埋立-外部)	2.6E+00	再利用(再使用品-外部)	1.8E+01	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.6E+00	再利用(再使用品-外部)	Ta-182	2.6E-01	10
36	Au-195									Au-195		
37	Hg-203	9.2E+01	操業(埋立-外部)	2.4E+01	再利用(再使用品-外部)	2.3E+02	再利用(コンクリート再処理-外部)	2.4E+01	再利用(再使用品-外部)	Hg-203	5.7E+00	4.2