



## 除去土壌の処分基準及び概略安全評価について

2024年7月12日

環境省環境再生・資源循環局

# 福島県内除去土壌等の今後の処理について

## 除去土壌

(現状)

- ・ 中間貯蔵施設での保管

除去土壌の処分基準  
(中間処理)に規定  
の追加を検討

用途先の部材の条件に  
適合するよう、必要に  
応じ品質調整

再生利用

除去土壌の再生利用  
基準を検討 (再生利  
用WG)

減容技術や組合せ  
を評価・検討中

除去土壌の埋立処分  
基準を検討

埋立処分

## 廃棄物 (除染廃棄物由来の飛灰等)

(現状)

- ・ 中間貯蔵施設での保管

減容技術を評  
価・検討中

特定廃棄物の埋立  
処分基準を適用

埋立処分

特定廃棄物の処分基準  
(中間処理)を適用

## 除去土壌の減容処理基準について

- ✓ 除去土壌の減容処理を行う際には、放射性物質汚染対処特措法に基づき、除去土壌の処分基準（中間処理）が適用される。
- ✓ 現状の処分基準（中間処理）に規定されている飛散・流出防止や生活環境保全対策、敷地境界でのモニタリングに加え、今後の除去土壌の減容処理に備え、排水・排ガス等についての規定を追加すべく検討を行う。

### 【排水、排ガス等の濃度限度（案）】

○排ガス、排水等の排出口において事故由来放射性物質の濃度を監視することにより、事業場周辺の大気中又は事業場周辺の公共用水域の水中の事故由来放射性物質の三月間の平均濃度について、次の式により算定した値が一を超えないようにすること。

イ 大気中の事故由来放射性物質の濃度

$$\frac{{}^{134}\text{Csの濃度 (Bq/m}^3\text{)}}{20 \text{ (Bq/m}^3\text{)}} + \frac{{}^{137}\text{Csの濃度 (Bq/m}^3\text{)}}{30 \text{ (Bq/m}^3\text{)}}$$

ロ 公共用水域の水中の事故由来放射性物質の濃度

$$\frac{{}^{134}\text{Csの濃度 (Bq/L)}}{60 \text{ (Bq/L)}} + \frac{{}^{137}\text{Csの濃度 (Bq/L)}}{90 \text{ (Bq/L)}}$$

## 埋立処分基準の検討方針

※第3回技術WG資料6-3より抜粋、一部修正・追記

- 放射線防護の考え方（案）はの次頁の表のとおり。この考え方を踏まえて、放射性物質汚染対処特措法に基づく埋立処分基準の検討を進める。
- 最終処分の対象となるものは除染により生じた土壌（除去土壌）・廃棄物であることから、放射性物質汚染対処特措法の枠組みの中での取扱いを考えていくことが適当。その際、原子炉等規制法でのトレンチ処分、ピット処分の考え方も参考とする。
- 特定廃棄物については、既に特措法において埋立処分の基準が策定されているため、基本的にはこの基準に従うこととするが、減容により数千万～数億Bq/kgの廃棄物が生じた場合に、同様の基準で問題がないか、安全評価により確認を行う。
- 除去土壌については、これまでの除去土壌に関する溶出試験、中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設での浸出水データ、再生利用実証事業等におけるデータ、安全評価の結果等を踏まえ、埋立処分基準を検討する（除去土壌の放射能濃度についてはp5、溶出特性についてはp6参照）。

※放射線安全の観点での他法令との整合等については、今後関係機関とも調整。

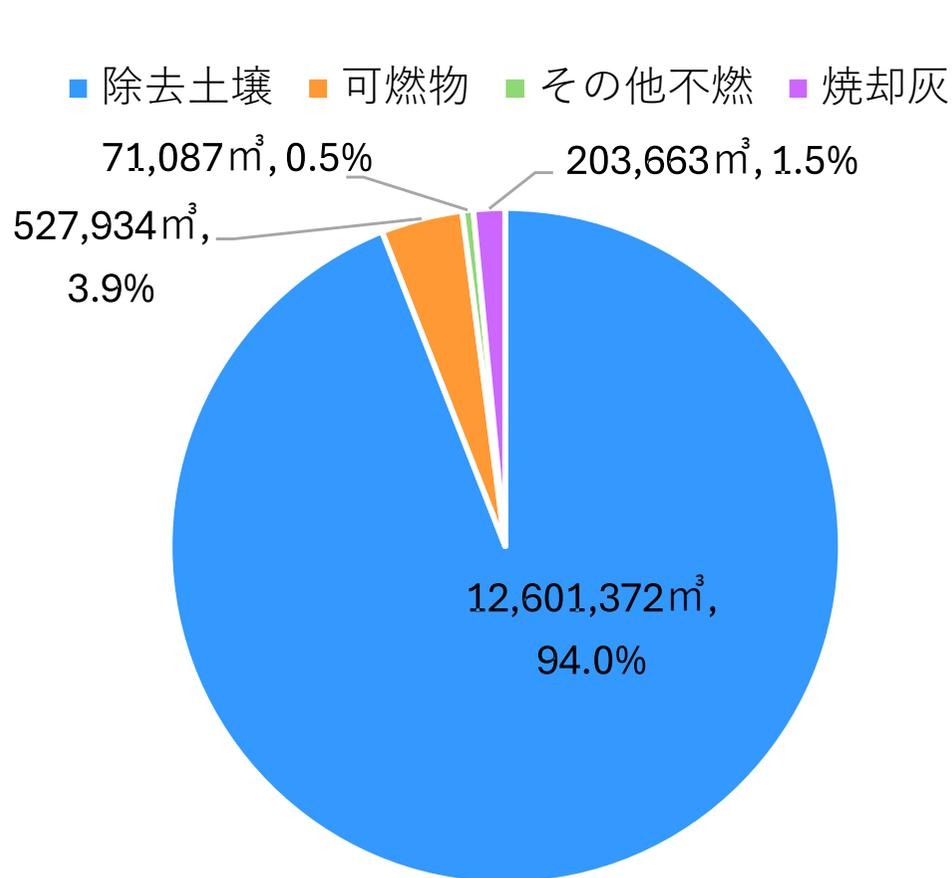
※第3回技術WG資料6-2より抜粋、一部追記

<p>一般公衆の追加被ばく (施工中、管理中)</p>	<p>1 mSv/年を超えないようにする。</p>
<p>作業者の追加被ばく (施工中)</p>	<p>電離則等を適用する。ただし、電離則等の適用外となる放射能濃度の除去土壌を扱う場合は、この限りではない。</p>
<p>濃度レベル</p>	<p>濃度レベルに応じた処分方法を適用する。</p>
<p>施設の設計による追加被ばく線量のさらなる低減 (管理中)</p>	<p>A L A R A (合理的に達成可能な限り被ばく線量を減らす)の考え方を踏まえ、覆土等の追加被ばく線量低減の措置を検討する。 ※施工中においても被ばく線量低減の措置を検討。</p>
<p>事故時等の被ばく</p>	<p>5mSv/eventを超えない (一般公衆)</p>

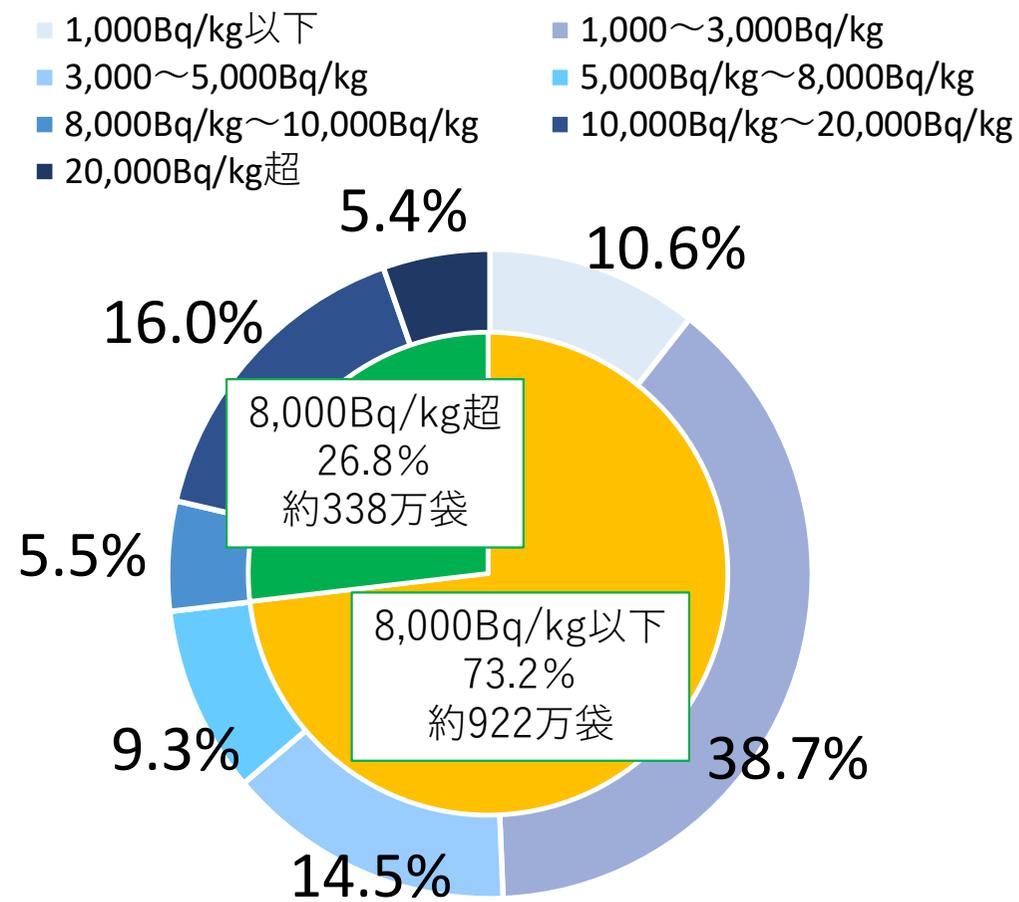
# 【参考】中間貯蔵施設に搬入した除去土壌等の種類と濃度の分布

※第5回技術WG資料3より抜粋

- 2023年度末までに搬入した除去土壌等のうち、土壌が94.0%であり、可燃物は3.9%、焼却灰1.5%である。
- 除去土壌について、搬出時に仮置場等で測定した表面線量率及び質量によって換算した放射能濃度の分布を見ると、8,000Bq/kg以下が73.2%を占めている。（中間貯蔵施設へ搬出時点の放射能濃度）



搬入した除去土壌等の割合  
(フレコン1袋 = 1 m³と仮定)



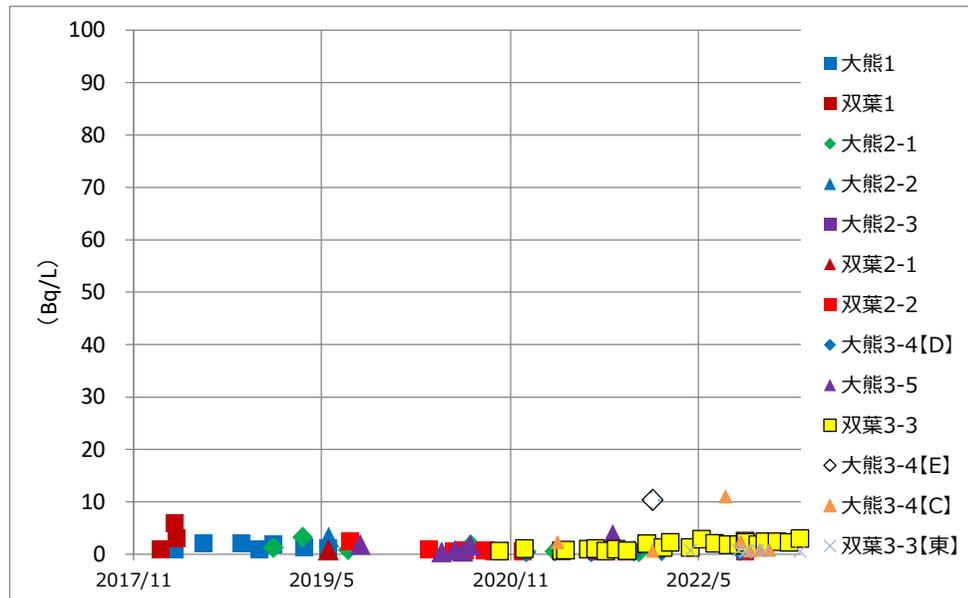
除去土壌の放射能濃度分布  
(フレコン袋ベース)

※四捨五入の関係で、合計は必ずしも100%とはならない。

## 【参考】除去土壌からの放射性セシウムの溶出特性について

※第3回技術WG資料6-1、第9回検討チーム会合資料1より抜粋・整理、追記

- 福島県内の除去土壌44サンプルの溶出試験結果において、放射性セシウムが検出されたのは2サンプルのみ（放射能濃度・溶出率はそれぞれ23Bq/L・0.08%、0.7Bq/L・0.12%）
- 中間貯蔵施設での土壌貯蔵施設における浸出水原水の放射能濃度は、排水基準を大きく下回っている。



※測定データの約75%（329のデータのうち、247のデータ）は検出下限値未満（検出下限値：0.5～1.0Bq/L程度）。検出されたデータ（82のデータ）のみをプロット。

図. 土壌貯蔵施設ごとの浸出水原水の放射性セシウム（Cs-137）濃度（2017/11～2023/2）

- 除去土壌の再生利用実証事業における盛土浸透水等について、モニタリングの結果、放射性セシウム濃度については、排水基準を大きく下回っていた。
- 福島県外で生じた除去土壌について、溶出試験の結果、放射性セシウムの溶出はほとんど見られず（最大4.6Bq/L）、埋立処分の実証試験においても浸透水中の放射能濃度は全て検出下限値未満であった。

- 除去土壌の埋立処分においては、放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれがない場合には、汚染することを防止するための特別な措置（遮水シートの敷設等）は要しないこととしてはどうか。
- 土壌中の放射性セシウムの大部分は鉱物の層間に固定され、移動しにくい状態にあることが、これまでに科学的知見として得られている。
- 除去土壌からの放射性セシウムの溶出特性については、p 6のとおり。
- 上記の知見のとおり、一般的な土壌であれば放射性セシウムは土壌に吸着・固定されるため、浸透水には出てこないと考えられるが、立地などに応じて更なる安全・安心のための対策として、埋立層の下部に一定の厚さの土壌層を確保することや雨水流入防止措置、災害時におけるモニタリング体制の構築等も有効と考えられる。
- 汚染を生じさせるおそれがないことの要件は、除去土壌の溶出試験の結果、溶出されないこと（検出下限値：10～20Bq/L）、又は8,000Bq/kg以下であること、としてはどうか。なお、要件に当たらない場合には、遮水工の設置等を行うこととしてはどうか。

- ・ 除去土壌等（減容したものを含む）の最終処分についての技術的検討のため、一定の仮定を置いた概略安全評価を行う。
- ・ ここでの最終処分場の構造や最終処分量・放射能濃度はあくまで概略安全評価を行うために仮設定したものであり、概略安全評価の結果や今後の技術的検討の成果を踏まえて見直しを行い、安全評価の更新を行う。
- ・ 今回の概略安全評価では、次頁のとおり3ケースの減容処理ケースを想定し、埋立処分期間中（運搬時含む）、管理期間中の安全評価を行う。
- ・ なお、最終処分に当たってのストロンチウムの被ばく影響を把握するため、念のため、ストロンチウムを対象核種として被ばく評価の試算を行った。

# 概略安全評価におけるケース分けの概要

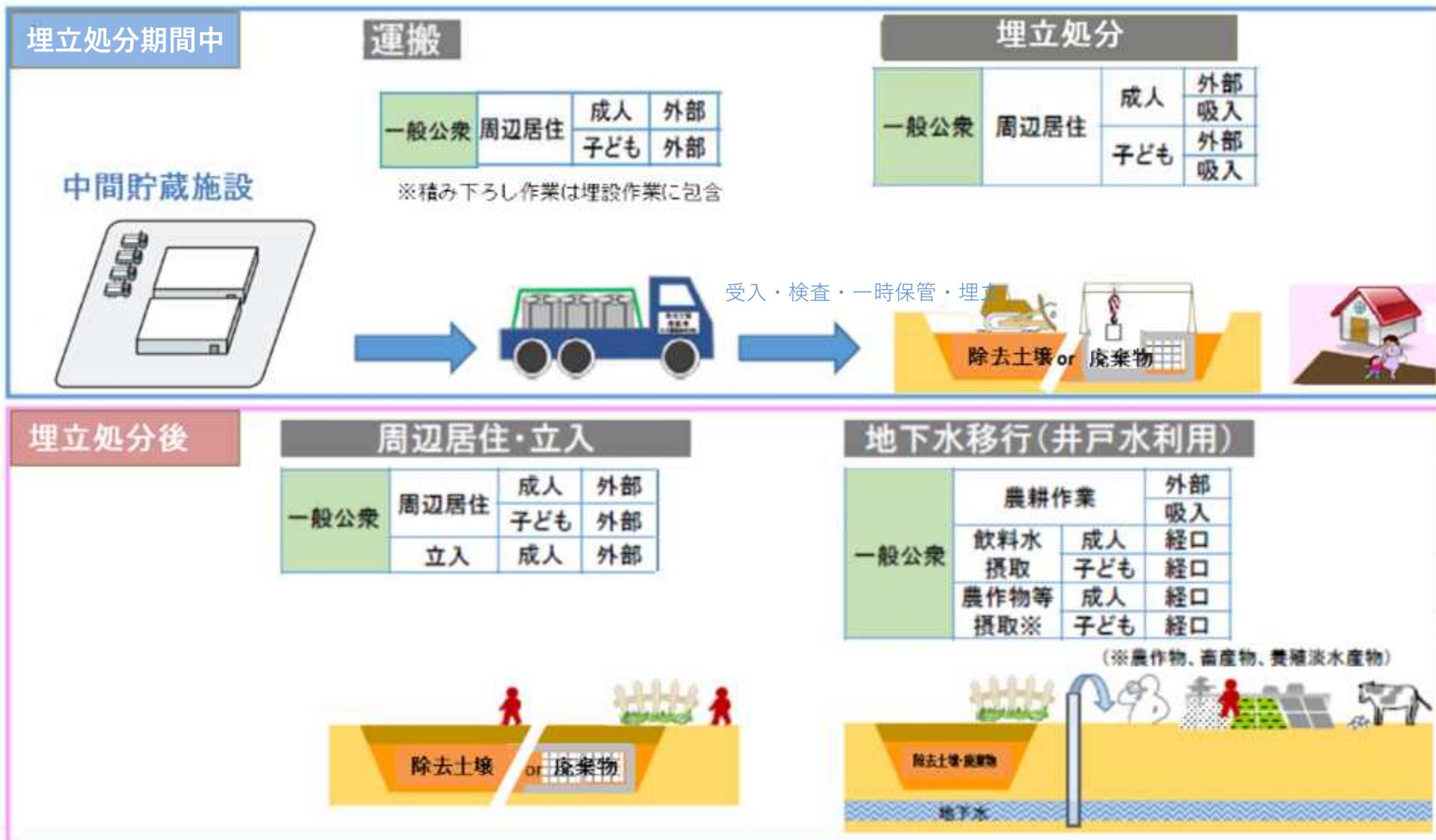
	ケース1	ケース2	ケース3
減容処理方法	分級処理	分級処理 + 熱処理	分級処理 + 熱処理 + 飛灰洗浄
処分対象物	土壌	廃棄物 (セメント固型化物)	廃棄物 (セメント固型化物)
処分場タイプ	安定型処分場相当	遮断型処分場相当	遮断型処分場相当
処分場容量 (m <sup>3</sup> )	1,000,000	250,000	2,500
処分場の大きさ 横幅 × 縦幅 × 高さ (高さ) (m)	約320 × 約320 × 10	200 × 250 × 5	20 × 25 × 5
処分対象物の割合 (充填率)	1	0.67	0.67
平均放射能濃度 (Bq/kg)	約3万	約15万	約2,800万
容器による遮へい効果	考慮せず	考慮せず	遮へい係数0.01と仮定

※ここでの最終処分場の構造や最終処分量・放射能濃度はあくまで概略安全評価を行うために仮設定したものであり、概略安全評価の結果や今後の技術的検討の成果を踏まえて見直しを行い、安全評価の更新を行う。

# 概略安全評価における評価経路について【通常時】

No	評価対象		線源	対象者	被ばく形態	
1	最終処分場への 運搬	運搬経路周辺居住	除去土壌／廃棄物	公衆（成人）	外部	
2				公衆（子ども）	外部	
3	埋立処分期間中	埋立地周辺居住	除去土壌／廃棄物	公衆（成人）	外部	
4					粉塵吸入	
5				公衆（子ども）	外部	
6					粉塵吸入	
7	埋立処分後の雨水浸透による核種の移行 (地下水移行)	飲料水摂取	井戸水	公衆（成人）	経口	
8				公衆（子ども）	経口	
9		農耕作業	井戸水で灌漑した土壌	農耕作業者 (公衆)	外部	
10					粉塵吸入	
11		農作物摂取	灌漑した土壌で 生産された農作物	公衆（成人）	経口	
12				公衆（子ども）	経口	
13		畜産物摂取	灌漑した土壌で 生産された畜産物	公衆（成人）	経口	
14				公衆（子ども）	経口	
15		畜産物摂取	井戸水で飼育された 畜産物	公衆（成人）	経口	
16				公衆（子ども）	経口	
17		養殖淡水産物摂取	井戸水で養殖された 淡水産物	公衆（成人）	経口	
18				公衆（子ども）	経口	
19		埋立処分後	埋立地周辺居住	埋立された 除去土壌／廃棄物	公衆（成人）	外部
20					公衆（子ども）	外部
21	埋立地への一時立入り		埋立された 除去土壌／廃棄物	公衆（成人）	外部	

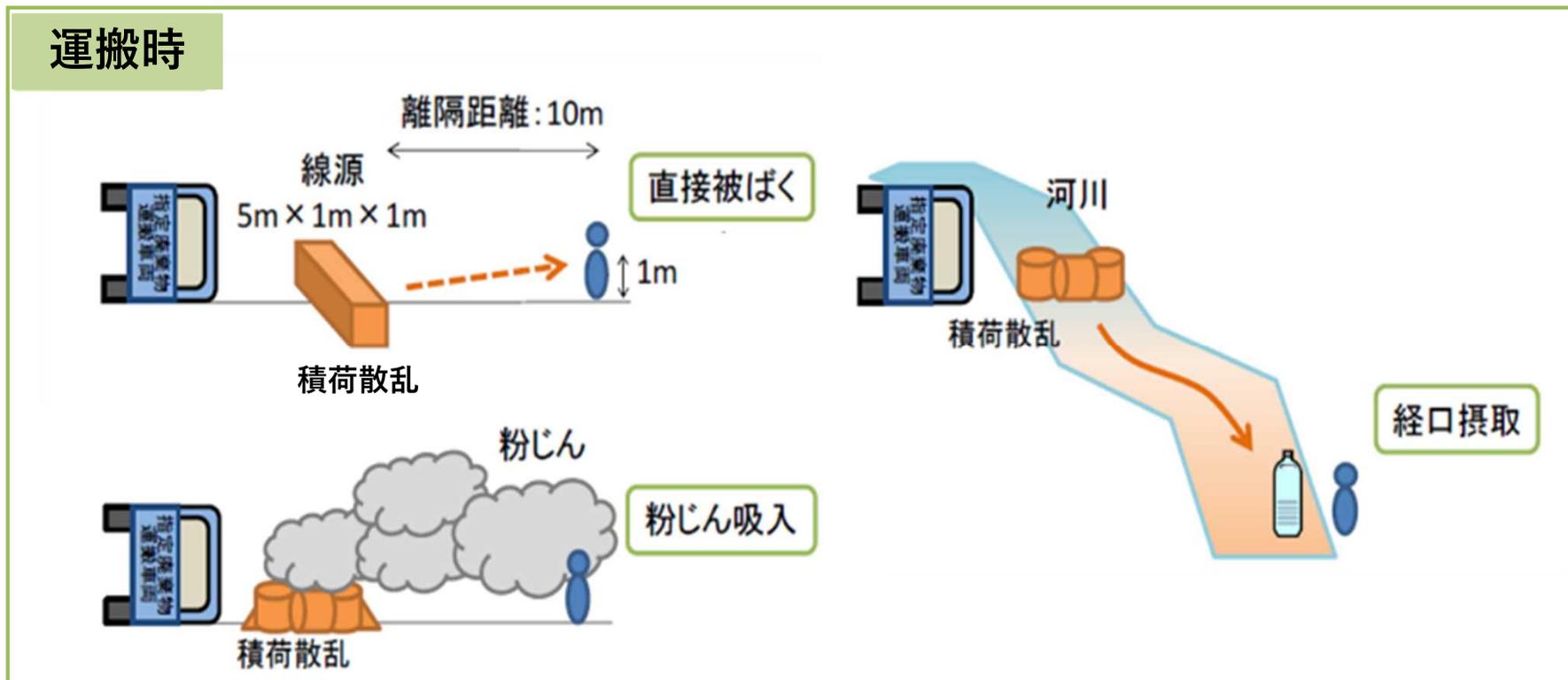
# (参考) 概略安全評価における評価経路について【通常時】



# 概略安全評価における評価経路について【事故時】

No	評価対象	線源	対象者	被ばく形態	備考
1	運搬時の事故	道路に落下した廃棄物等	公衆（成人）	外部	評価地点は、運搬車周辺とする。
2			公衆（子ども）		
3			公衆（成人）	粉塵吸入	
3	河川水摂取	河川に落下した廃棄物等	公衆（成人）	経口摂取	
			公衆（子ども）		

※災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料11-2「災害廃棄物等の処理・処分のシナリオに対する線量評価結果の整理」を参考に設定



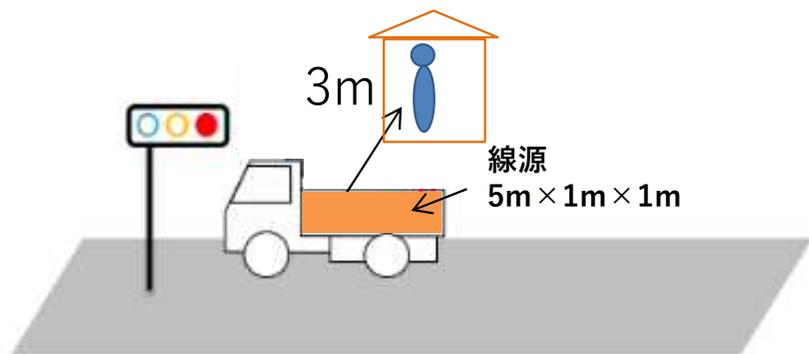
# 概略安全評価結果（運搬時の評価） < 経路：通常時No.1~2、事故時No.1~3 >

## 通常時

- 特定廃棄物での評価\*を参照。
- ケース3廃吸着材固化体（2,800万Bq/kg）は輸送基準（容器表面 2 mSv/h, 1m点で0.1mSv/h）を超えるため、遮へい容器に封入されるものとする。（鋼鉄製～10cm肉厚→遮へい係数0.01）

通常時

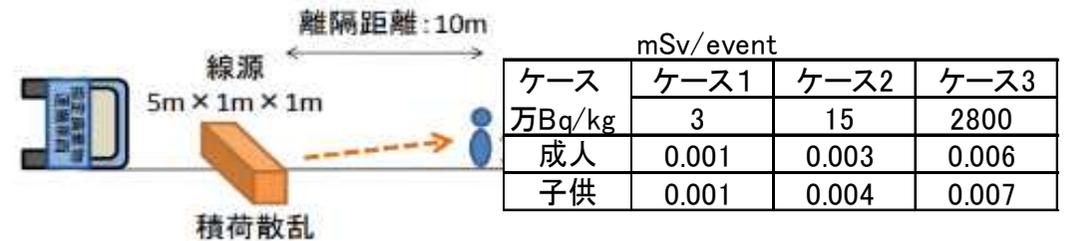
評価経路 \ 万Bq/kg	mSv/y		
	ケース1	ケース2	ケース3
	3	15	2800
周辺居住者外部（成人）	0.01	0.06	0.12
周辺居住者外部（子供）	0.02	0.08	0.16



- ・ 運搬車両一時停止による年間被ばく時間：105hr/y
- ・ 屋内にいる時間帯（16時間/日）は木造家屋による遮へい0.4を考慮

## 事故時

- 特定廃棄物での評価を参照するが、ケース3廃吸着材固化体（2,800万Bq/kg）は頑強な遮へい容器に封入されているため、損壊・粉塵飛散・河川流出は想定しない（以下のシナリオ1のみ）。



- ・ シナリオ1：積荷からの外部被ばく



- ・ シナリオ2：飛散・漏洩による粉塵吸入（ケース3遮へい容器破損は想定しない）

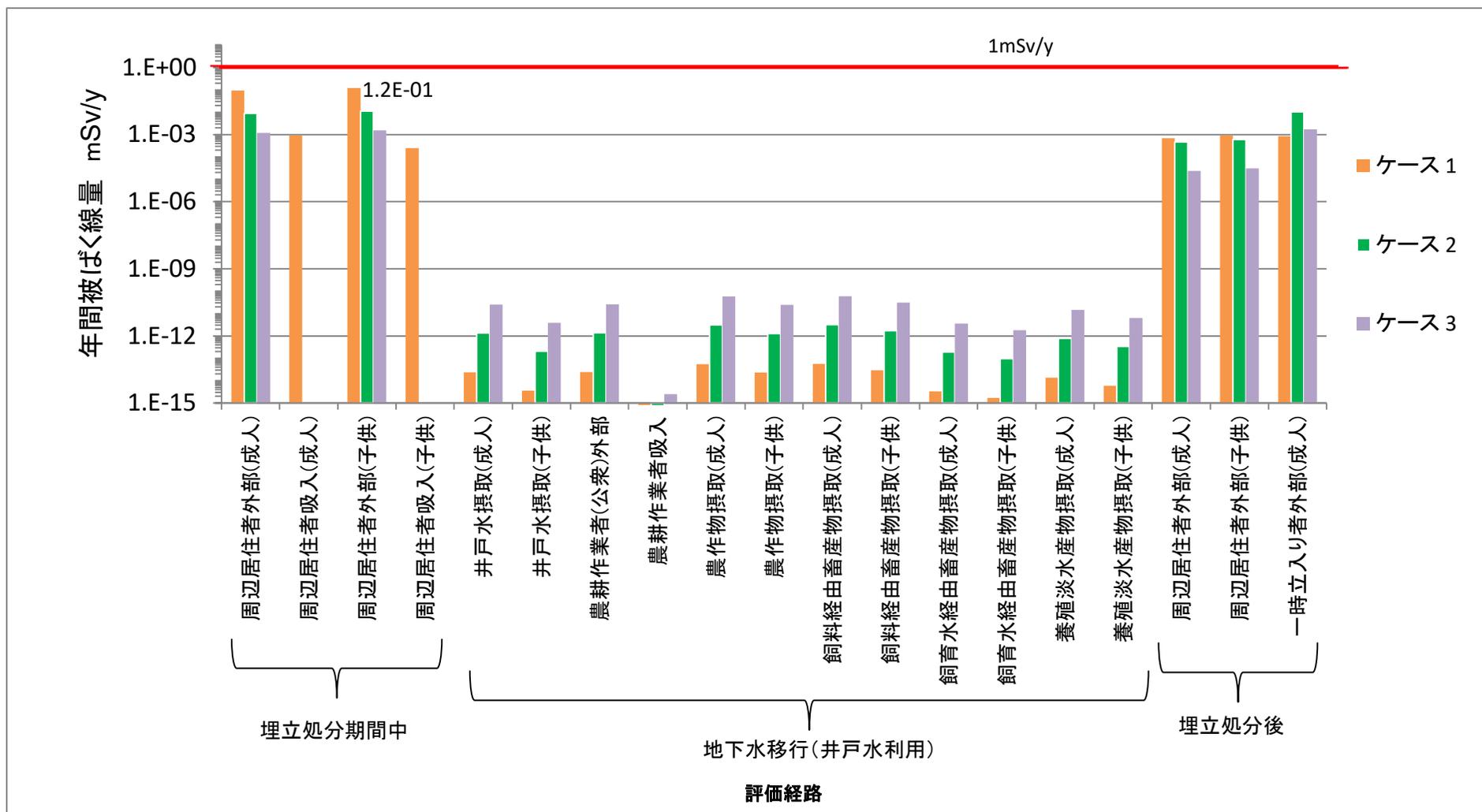


- ・ シナリオ3：河川への漏出による飲料摂取（ケース3遮へい容器破損は想定しない）

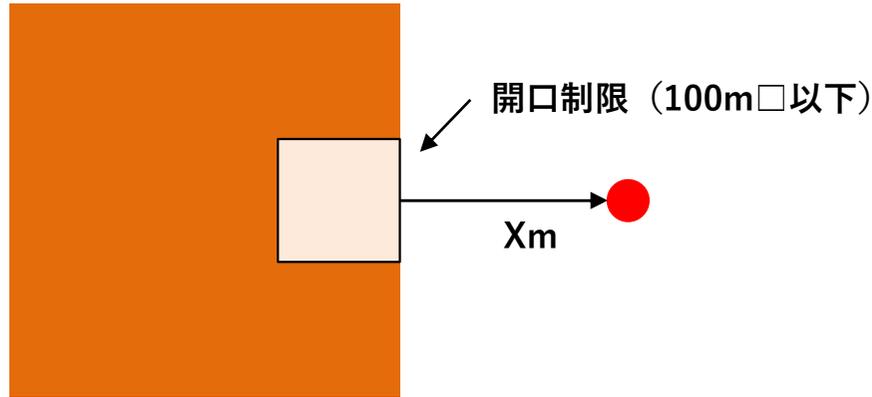
\* JAEA：10万Bq/kg以下の指定廃棄物運搬時の事故に係る線量評価について（平成25年9月24日）

# 概略安全評価結果（埋立処分期間中、埋立処分後の評価） < 経路：通常時No.3~21 >

処分場の埋立処分期間中及び埋立処分後の周辺居住者の年間被ばく線量は、埋立処分期間中における周辺居住者（子供）の外部被ばく経路が最大でも0.12mSv/y程度となり、いずれのケースも処分場周辺居住者の被ばく線量は1 mSv/yを十分に下回る（処分場所から周辺居住者までの距離を50m、埋立処分期間中に開口面積の制限を行う、とした場合）



ケース1 320m×320m（約3万Bq/kg）



外部被ばく線量 mSv/y<sup>※3</sup>

土壌 <sup>※1</sup>	距離Xm	10m	50m
3万 Bq/kg	全開口（参考）	0.54(0.70) <sup>※4</sup>	0.23(0.30)
	開口制限 <sup>※2</sup>	0.30(0.39)	0.09(0.12)
	覆土後	0.001(0.0013)	0.001(0.0013)

※1 土壌濃度：2025年時点、処分評価時点：2035年、充填効率：1

※2 開口制限：100m×100m。開口時間：昼夜24時間/日

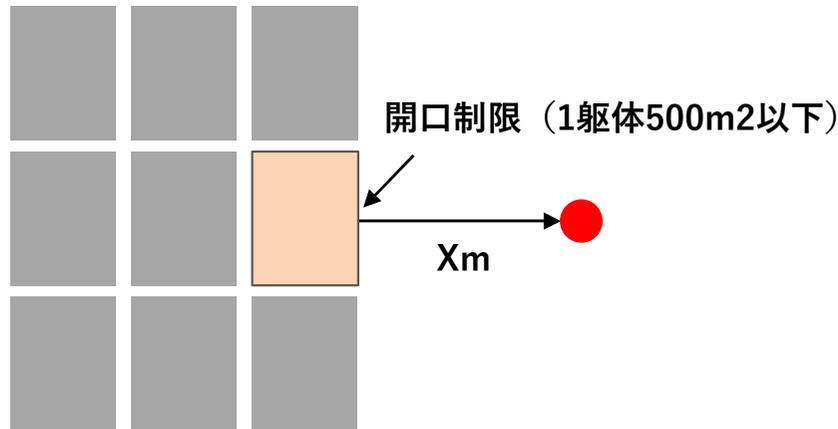
※3 周辺公衆（成人）の被ばく時間：8760時間/年、遮蔽係数：0.2

※4（ ）内数値は子どもの被ばく線量

外部被ばく線量 mSv/y<sup>※3</sup>

ケース2

200m×250m  
（約15万 Bq/kg）



廃棄物 <sup>※1</sup>	距離Xm	10m	50m
15万 Bq/kg	全開口（参考）	0.40(0.52) <sup>※4</sup>	0.18(0.234)
	開口制限 <sup>※2</sup>	0.08(0.104)	0.01(0.013)
	覆土後	0.001(0.0013)	0.0002(0.00026)

※1 土壌濃度：2025年時点、処分評価時点：2035年、充填効率：0.67

※2 開口制限：1躯体25×20m、開口時間：日中8時間/日

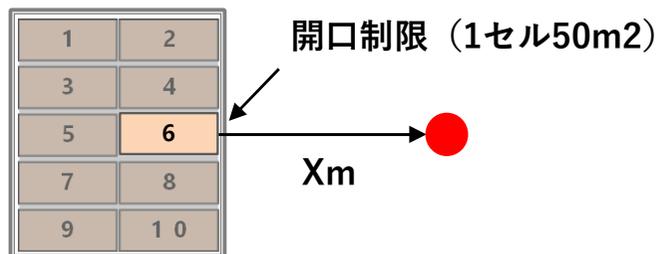
※3 周辺公衆（成人）の被ばく時間：8760時間/年、遮蔽係数：0.2

※4（ ）内数値は子どもの被ばく線量

外部被ばく線量 mSv/y<sup>※3</sup>

ケース3

20m×25m  
（約2,800万 Bq/kg）



廃棄物 <sup>※1</sup>	距離Xm	10m	50m
2,800万 Bq/kg	全開口（参考）	0.07(0.091) <sup>※4</sup>	0.01(0.013)
	開口制限 <sup>※2</sup>	0.02(0.026)	0.001(0.0013)
	覆土後	0.00004(0.000052)	0.00001(0.000013)

※1 廃棄物濃度：2025年時点、処分評価時点：2035年、充填効率：0.67

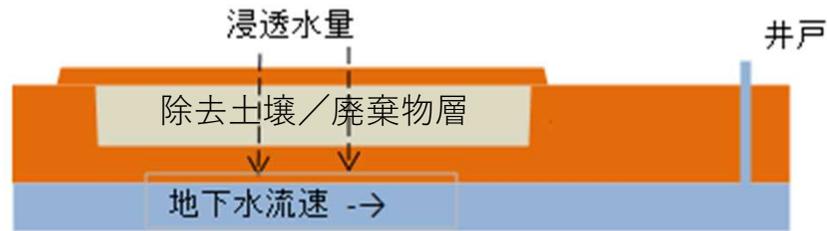
容器遮蔽係数：0.01（鋼製容器厚さ～10cm程度を想定）

※2 開口制限：1セル10×5m、開口時間：日中8時間/日

※3 周辺公衆（成人）の被ばく時間：8760時間/年、遮蔽係数：0.2

※4（ ）内数値は子どもの被ばく線量

ケース1～3について、地下水移行（井戸水利用）による周辺公衆への被ばく線量を評価した（ケース2、3については、遮断型相当（コンクリート構造）の処分場を想定しているが、クラックが生じて地下水へ移行することを想定して評価を実施）。



【評価条件】

- 処分評価時点；2035年
- 地下水流速は1 m/y \* と設定
- 浸透水量は安定型相当0.4m/y \*、遮断型相当0.1m/y \* と設定
- セメント分配係数は2.5mL/g（指定廃評価を踏襲）
- 分配係数モデルを適用

$$\eta = \frac{P}{H \cdot (\varepsilon + \rho \cdot (1 - \varepsilon) \cdot Kd)}$$

η：除去土壌/廃棄物層からの浸出率(1/y)  
 P：除去土壌/廃棄物層への降雨浸透水量(m/y)  
 H：除去土壌/廃棄物層の厚さ(m)  
 ε：除去土壌/廃棄物層の空隙率(-)  
 ρ：除去土壌/廃棄物層のかさ密度(g/cm<sup>3</sup>)  
 Kd：除去土壌/廃棄物層の分配係数(mL/g)

【評価結果】

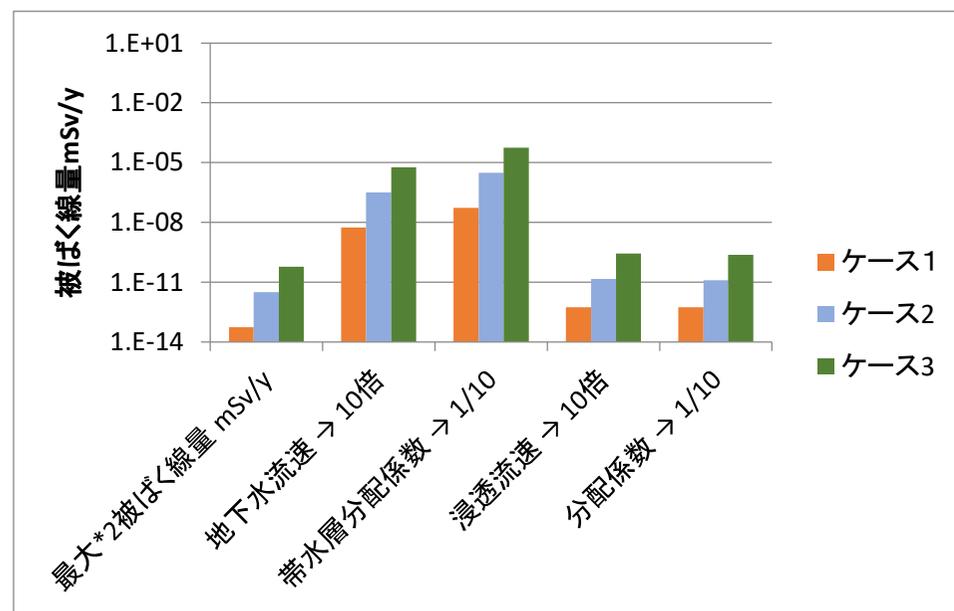
条件	ケース1	ケース2	ケース3
処分対象物	土壌	廃棄物（セメント固型化物）	
処分場容量 m <sup>3</sup>	1,000,000	250,000	2,500
処分場タイプ	安定型相当	遮断型相当	
横幅 m	320	200	20
縦幅 m	320	250	25
深さ m	10	5	5
処分対象物の割合（充填率）	1	0.67	
除去土壌/廃棄物層浸透流速 m/y	0.4	0.1	
除去土壌/廃棄物層分配係数* <sup>1</sup> mL/g	270	2.5	
地下水流速 m/y	1		
地下水移行シナリオにおける最大* <sup>2</sup> 被ばく線量 mSv/y	5.6E-14	3.2E-12	6.0E-11

※1 分配係数モデル  
 （除去土壌/廃棄物中の核種は除去土壌/廃棄物層内で瞬時に分配平衡になると仮定したモデル）  
 ※2 農畜産物摂取（成人）シナリオ

\* 「低レベル放射性固化廃棄物の埋立処分の濃度上限値について（原子力安全委員会）」を参照

- 地下水移行シナリオの評価について、立地場所の地質環境条件によって変動する可能性のあるパラメータの感度解析を行った。
- 具体的には、地下水流速、帯水層分配係数、浸透流速、除去土壌／廃棄物層の分配係数について、パラメータを変動させた。この結果、被ばく線量に変化は見られたが、いずれの場合も年間追加被ばく線量は1mSvを大きく下回った。

条件		ケース1	ケース2	ケース3	
基本 ケース	処分対象物	土壌	廃棄物（セメント固型化物）		
	処分場容量 万m <sup>3</sup>	100	25	0.25	
	処分場タイプ	安定型相当	遮断型相当		
	横幅 m	320	200	20	
	縦幅 m	320	250	25	
	深さ m	10	5	5	
	処分対象物の割合（充填率）	1	0.67		
	除去土壌/廃棄物層浸透流速 m/y	0.4	0.1		
	除去土壌/廃棄物層分配係数 <sup>※1</sup> mL/g	270	2.5		
	地下水流速 m/y	1			
	帯水層分配係数 mL/g	270			
地下水移行シナリオにおける最大 <sup>※2</sup> 被ばく線量 mSv/y	5.6E-14	3.2E-12	6.0E-11		
変動 ケース	地下水流速 → 10倍	5.5E-09	3.2E-07	5.9E-06	
	帯水層分配係数 → 1/10	5.4E-08	3.1E-06	5.7E-05	
	浸透流速 → 10倍	5.4E-13	1.5E-11	2.8E-10	
	除去土壌/廃棄物層の分配係数 → 1/10	5.4E-13	1.3E-11	2.4E-10	



※1 分配係数モデル

（除去土壌／廃棄物中の核種は除去土壌/廃棄物層内で瞬時に分配平行になると仮定したモデル）

※2 最大被ばく経路：農畜産物摂取(成人)シナリオ

# 評価パラメーター一覧表（埋立処分期間中の周辺公衆の外部被ばく）

評価対象		パラメータ	単位	選定値	設定根拠	
埋立処分 期間中	埋立地周辺居住 (外部被ばく)	被ばく中の減衰期間	y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮。	
		ケース1 埋立地からの外部被ばく線量換算係数	Cs-137	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	2.15E-03	MCNP計算コードにより算出。 線源形状：除去土壌層320m×320m×10mH、 除去土壌層開口部：100m□、 評価地点：埋立地縁から50m
		ケース2 埋立地からの外部被ばく線量換算係数	Cs-137	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	2.36E-04	MCNP計算コードにより算出。 線源形状：廃棄物層200m×250m×10mH、 廃棄物層開口制限：1 躯体20m×25m開口、 評価地点：埋立地縁から50m
		ケース3 埋立地からの外部被ばく線量換算係数	Cs-137	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.36E-05	MCNP計算コードにより算出。 線源形状：廃棄物層20m×25m×10mH、 廃棄物層開口制限：1 セル5m×10m開口、 評価地点：埋立地縁から50m
		年間居住期間		h/y	8,760	保守的に1年間絶えず埋立地周辺で居住。
		遮へい係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401

# 評価パラメーター一覧表（埋立処分期間中における周辺公衆の粉塵吸入）

評価対象		パラメータ	単位	選定値	設定根拠
埋立処分 期間中	埋立地周辺居住 (粉塵吸入)	埋立地周辺空气中 ダスト濃度	g/m <sup>3</sup>	2.4E-05	「管理型最終処分場への10万Bq/kg以下の指定廃棄物の埋立処分に係る線量評価について」(JAEA,平成25年3月4日)に基づき、戸外及び戸内におけるダスト濃度(戸外:1E-4(g/m <sup>3</sup> )及び戸内:5E-06(g/m <sup>3</sup> ))より、居住者が居住時間の20%を戸外で過ごすとは仮定(重み付け平均値)
		微粒子への放射性物質の 濃度係数(吸入摂取)	-	4	IAEA Safety Reports Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数。
		居住者の呼吸量(成人)	m <sup>3</sup> /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている標準人の1日の呼吸量の数値2.3×10 <sup>4</sup> (L/d)を基に算定された値。
		居住者の呼吸量(子ども)	m <sup>3</sup> /h	0.22	IAEA Safety Reports Series No.44に示された1～2歳の居住者の呼吸率として示されている値。
		沈着速度	m/y	3.15E+05	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」(原子力安全委員会、平成元年3月27日)において示された値(1cm/s)。
		ダストの地表面への沈着 割合	-	1	保守的に全て沈着すると仮定。
		沈着した放射性核種のうち 残存する割合	-	0.5	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」(原子力安全委員会、平成元年3月27日)。

# 評価パラメーター一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠
地下水移行 (井戸水利用)	ソース ターム	ケース1	埋立地幅	M	320	埋立地寸法は、除去土壌/廃棄物層の寸法
			埋立地縦幅	M	320	
			埋立地深さ	m	10	
		ケース2	埋立地幅	m	200	
			埋立地縦幅	m	250	
			埋立地深さ	m	5	
		ケース3	埋立地幅	m	20	
			埋立地縦幅	m	25	
			埋立地深さ	m	5	
	コンクリート蓋厚（遮断型相当）		cm	35	コンクリート蓋厚は特措法の遮断型相当処分時の厚さを参照、覆土厚は廃棄物処分場の覆土厚を参照	
	覆土厚		cm	50		
	除去土壌/廃棄物量の処分場容量に対する割合	安定型相当	%	100	安定型相当は撒き均し充填を想定し保守的に100%と設定。遮断型相当は指定廃棄物遮断型施設の廃棄物層の体積分率67.2%を参照。（暫定）	
		遮断型相当		67		
	除去土壌/廃棄物層のかさ密度	安定型相当	g/cm <sup>3</sup>	1.5		
遮断型相当		2				
除去土壌/廃棄物層の空隙率	安定型相当	-	0.42	真密度 2.6g/cm <sup>3</sup> （盛土実証事業データ中間値；第11回戦略検討会）とかさ密度 1.5g/cm <sup>3</sup> から算定		
	遮断型相当		0.19			第2次TRUレポートに示されたセメントモルタルに対する値（管理型最終処分場への10万Bq/kg以下の指定廃棄物の埋立処分に係る線量評価について（JAEA））を踏襲

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠
地下水移行 (井戸水利用)	帯水層	Csの除去土壌/廃棄物層の分配係数	土壌系	mL/g	270	IAEA TRS No.364（有機土壌、砂）。 （再生利用における追加被ばく線量評価等を踏襲）
			セメント系		2.5	TRU-2 レポート に示されたセメントモルタルに対するCs の分配係数の値を設定（指定廃棄物埋立処分評価を踏襲）
		Srの除去土壌/廃棄物層の分配係数	土壌系	mL/g	50	TRU-2 レポート に示された土壌に対するSr の分配係数の値を設定
			セメント系		1.3	TRU-2 レポート に示されたセメントモルタルに対するSr の分配係数の値を設定
		除去土壌/廃棄物層の浸透水量	安定型相当	m/y	0.4	安定型相当については、クリアランスレベル評価で使用している日本の浸透水量の平均値400mm（地下水ハンドブック）を設定。 遮断型相当については、「低レベル放射性固化廃棄物の埋立処分の濃度上限値について（原子力安全委員会）」に基づき設定。
			遮断型相当		0.1	
	帯水層厚さ		m	3	IAEA-TECDOC-401に示された値。	
	帯水層空隙率		-	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会1971年）（IAEA-TECDOC-401で示されている値と同）。	
	地下水流速（ダルシー流速）		m/y	1	「低レベル放射性固化廃棄物の埋立処分の濃度上限値について（原子力安全委員会）」における地下水実流速0.01m/d相当。	
	地下水流方向の分散長		m	0	保守的に設定。	
	帯水層密度		g/cm <sup>3</sup>	2.6	「土質工学ハンドブック」に示された砂の土粒子の真密度を基に設定。	
	Csの帯水層土壌の分配係数		mL/g	270	IAEA TRS No.364（砂）。 （再生利用における追加被ばく線量評価等を踏襲）	
	Srの帯水層土壌の分配係数		mL/g	50	TRU-2 レポート に示された土壌に対するSr の分配係数の値を設定	
	井戸水 摂取	被ばく中の減衰期間		y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮。
		埋立地下流端から井戸までの距離		m	50	産廃処分場の立地基準（居住敷地境界から50～100m）を参照
		井戸水の混合割合		-	0.33	「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会編、(株)建設産業調査会、1979年）
		人の年間飲料水摂取量（成人）		m <sup>3</sup> /y	0.61	ICRP Publ.23の標準人の値を参考に、1日の摂取量を1.65Lとして算定された値。
		人の年間飲料水摂取量（子供）		m <sup>3</sup> /y	0.1	IAEA Safety Reports Series No.44に示された値。

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ	単位	選定値	設定根拠
地下水移行 (井戸水 利用)	灌漑土壤	Csの農耕土壤の分配係数	mL/g	270	IAEA TRS No.364（有機土壤）。
		Srの農耕土壤の分配係数	mL/g	150	IAEA TRS No.364（有機土壤）。
		灌漑水量（畑、牧草地）	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /y	1.2	「日本の農業用水」（農業水利研究会編、(株)地球社、1980年）に示された畑地に対する平均単位用水量4mm/dと年間灌漑日数300日程度に基づいて設定された値。
		土壤水分飽和度（畑、牧草地）	—	0.2	（「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」（放射線安全規制検討会、文部科学省、平成24年3月一部訂正）
		土壤実効表面密度	kg/m <sup>2</sup>	240	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値。
		灌漑土壤真密度	g/cm <sup>3</sup>	2.6	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982年）に示された砂の粒子密度。
		実効土壤深さ	cm	15	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値。
		放射性核種の土壤残留係数	—	1	保守的にすべての灌漑水中の放射性核種が土壤に残留すると仮定。
		灌漑土壤空隙率	—	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971年）
		灌漑水年間生育期間	d	60	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について(平成元年3月27日（平成13年3月29日一部改訂))」に示された葉菜に関する栽培期間の値（60d/y）。
		農作物（葉菜、牧草）の栽培密度	kg/m <sup>2</sup>	2.3	「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(平成元年3月27日（平成13年3月29日一部改訂))」に示された値（2.3kg/m <sup>2</sup> ）。なお、IAEA SRS No.44では、1.5kg/m <sup>2</sup> としている。
		放射性核種の農作物表面（葉菜、牧草）への沈着割合	-	1	保守的に全ての放射性核種が農作物表面へ沈着すると仮定。
weathering効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	1/y	18.08	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価における一般公衆の線量評価について」に基づき、weathering half-lifeを14日として計算された値。		

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠	
地下水移行 (井戸水利用)	農耕作業外部被ばく	年間作業時間		h/y	500	跡地利用シナリオの農耕作業の時間と同一に設定。	
		遮へい係数		-	1	保守的に遮へいを考慮しない。	
		外部被ばくに対する線量換算係数	Cs-137	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/g	1.7E-01	クリアランスレベル評価で設定されている換算係数。 これは以下の条件の下、QAD-CGGP2Rコードにより算出された値。 線源の形状：高さ10m、半径500mの円柱、線源のかさ密度：2.0g/cm <sup>3</sup>	
			Sr-90		2.2E-09		
	農耕作業塵埃吸入	作業時のダスト濃度		g/m <sup>3</sup>	5E-04		NUREG/CR-3585に示されたOPEN DUMP時及びIAEA-TECDOC-401に示された埋立処分場での埋立作業時における空气中ダスト濃度。
		作業者の呼吸量		m <sup>3</sup> /h	1.2		ICRP Publ.23で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量20L/minに基づく値。
		微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）		-	4	IAEA Safety Report Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数。	
	農作物摂取	農作物の輸送時間		d	0	保守的に、生産された農作物を直ちに消費する人を評価対象。	
		農作物の経根吸収係数		-	1	保守的に経根吸収係数を1に設定。	
		農作物の年間摂取量（成人）	米	kg/y	71	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）	
			葉菜		12		
			非葉菜		45		
			果実		22		
		農作物の年間摂取量（子ども）	米	kg/y	29	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年）	
			葉菜		3		
	非葉菜		23				
果実	22						

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠	
地下水移行 (井戸水利用)		米への移行係数	Cs	Bq/g-wet per Bq/g	7.1E-02	IAEA TRS No.364 (シリアル)	
			Sr		1.80E-01		
		葉菜、非葉菜、果実 への移行係数	Cs		5.7E-02	IAEA TRS No.364 (ジャガイモ)	
			Sr		5.5E-02		
		農作物の市場係数			-	1	自給自足を考慮して、最も保守的に設定。
	畜産物 摂取	放射性核種を含む飼料の 混合割合		—	1	保守的に、放射性核種を含む飼料のみで家畜 を飼育すると仮定。	
		飼料への移行係数	Cs	Bq/g-dry per Bq/g	5.30E-01	IAEA TRS No.364(牧草)	
			Sr		1.70E+00		
		家畜の飼料摂 取量	肉牛	kg-dry/d	7.2	IAEA TRS No.364において示された値に基づ き設定された値。	
			乳牛		16.1		
			豚		2.4		
			鶏		0.07		
		家畜の飼育水 摂取量	肉牛	L/d	50	PNL-3209に示された値。	
			乳牛		60		
			豚		10		
			鶏		0.3		
		畜産物の年間 摂取量 (成 人)	牛肉	kg/y	8	「平成8年版 国民栄養の現状」(厚生省保 健医療局健康増進栄養課監修)に記載されて いる1日当たりの摂取量を年間摂取量に換算 して設定された値。	
	豚肉		9				
鶏肉	7						
鶏卵	16						
牛乳	L/y		44				
畜産物の年間 摂取量 (こど も)	牛肉	kg/y	3	「平成9年版国民栄養の現状」(厚生省保健 医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、 1997年)			
	豚肉		4				
	鶏肉		3				
	鶏卵		10				
	牛乳	L/y	29				

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠	
地下水移行 (井戸水利用)	畜産物への 移行係数	牛肉	Cs	d/kg	5.0E-02	IAEA TRS No.364において示された値。	
			Sr		8.0E-03		
		豚肉	Cs		2.4E-01		
			Sr		4.0E-02		
		鶏肉	Cs		1.0E+01		
			Sr		8.0E-02		
		鶏卵	Cs		4.0E-01		
			Sr		2.0E-01		
		牛乳	Cs		d/L		7.9E-03
			Sr		2.8E-03		
	畜産物の市場係数		-	1	自給自足を考慮して最も保守的な値を設定。		
	淡水産物 摂取	淡水産物の地下水利用率		-	0.25	「日本の水質源（平成19年度版）」に記載された2005年データでは、養魚用水使用量の地下水利用率は24.9%であるため、地下水利用率として0.25を設定。	
		淡水産物（魚類）の年間摂取量（成人）		kg/y	0.7	「日本の統計1997年版」に記載されている平成6年の内水面養殖業の生産量の内、魚類の生産量の合計値76,579トンをもとに人口1億2千万人で除して算出。	
		淡水産物（魚類）の年間摂取量（子ども）		kg/y	0.33	全年齢の魚介類合計摂取量の平均値(96.9g/日)と1-6歳の平均値(45.7g/日)の比(0.47)を成人の年間摂取量0.7kg/年に乗じた0.33kg/年を算出。	
		魚類への濃縮係数	Cs	L/kg	2.0E+03	IAEA TRS No.364において示された値に基づき設定。	
Sr			6.00E+01				
淡水産物の市場係数		-	1	自給自足を考慮して最も保守的な値を設定。			

# 評価パラメータ一覧表（埋立処分後の地下水移行）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠	
地下水移行 (井戸水利用)	畜産物への 移行係数	牛肉	Cs	d/kg	5.0E-02	IAEA TRS No.364において示された値。	
			Sr		8.0E-03		
		豚肉	Cs		2.4E-01		
			Sr		4.0E-02		
		鶏肉	Cs		1.0E+01		
			Sr		8.0E-02		
		鶏卵	Cs		4.0E-01		
			Sr		2.0E-01		
		牛乳	Cs		d/L		7.9E-03
			Sr		2.8E-03		
	畜産物の市場係数		-	1	自給自足を考慮して最も保守的な値を設定。		
	淡水産物 摂取	淡水産物の地下水利用率		-	0.25	「日本の水質源（平成19年度版）」に記載された2005年データでは、養魚用水使用量の地下水利用率は24.9%であるため、地下水利用率として0.25を設定。	
		淡水産物（魚類）の年間摂取量（成人）		kg/y	0.7	「日本の統計1997年版」に記載されている平成6年の内水面養殖業の生産量の内、魚類の生産量の合計値76,579トンをもとに人口1億2千万人で除して算出。	
		淡水産物（魚類）の年間摂取量（子ども）		kg/y	0.33	全年齢の魚介類合計摂取量の平均値(96.9g/日)と1-6歳の平均値(45.7g/日)の比(0.47)を成人の年間摂取量0.7kg/年に乗じた0.33kg/年を算出。	
		魚類への濃縮係数	Cs	L/kg	2.0E+03	IAEA TRS No.364において示された値に基づき設定。	
Sr			6.00E+01				
淡水産物の市場係数		-	1	自給自足を考慮して最も保守的な値を設定。			

# 評価パラメータ一覧表（運搬経路周辺公衆の外部被ばく）

評価対象		パラメータ		単位	選定値	設定根拠
運搬	運搬経路周辺居住（外部被ばく）	被ばく中の減衰期間		y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮。
		外部被ばく線量換算係数（運搬経路周辺居住）	Cs-137	$\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	8.6E-3	JAEA「管理型最終処分場への10万Bq/kg以下の指定廃棄物の埋立処分に係る線量評価について」におけるQAD計算値を踏襲。
		運搬経路沿いの居住者の被ばく時間		h/y	105	災害廃棄物安全評価検討会（第9回）資料11-2「災害廃棄物等の処理・処分のシナリオに対する線量評価結果の整理」に示された考え方を踏襲。運搬トラックが月に1,050台走行し、そのうちの半分のトラックが赤信号により停車している時間1分間に被ばくするものとする。

内部被ばく線量係数(Sv/Bq)						
放射性核種	作業者(ICRP Publ.68)		一般公衆(ICRP Publ.72)			
	吸入	経口	吸入		経口	
			成人	子ども	成人	子ども
Cs134	9.60E-09	1.90E-08	6.60E-09	7.30E-09	1.90E-08	1.60E-08
Cs137	6.70E-09	1.30E-08	4.60E-09	5.40E-09	1.30E-08	1.20E-08
Sr90	7.90E-08	3.10E-08	3.80E-08	1.20E-07	3.10E-08	9.30E-08

# 【参考】Sr90の被ばく線量評価（ケース1）

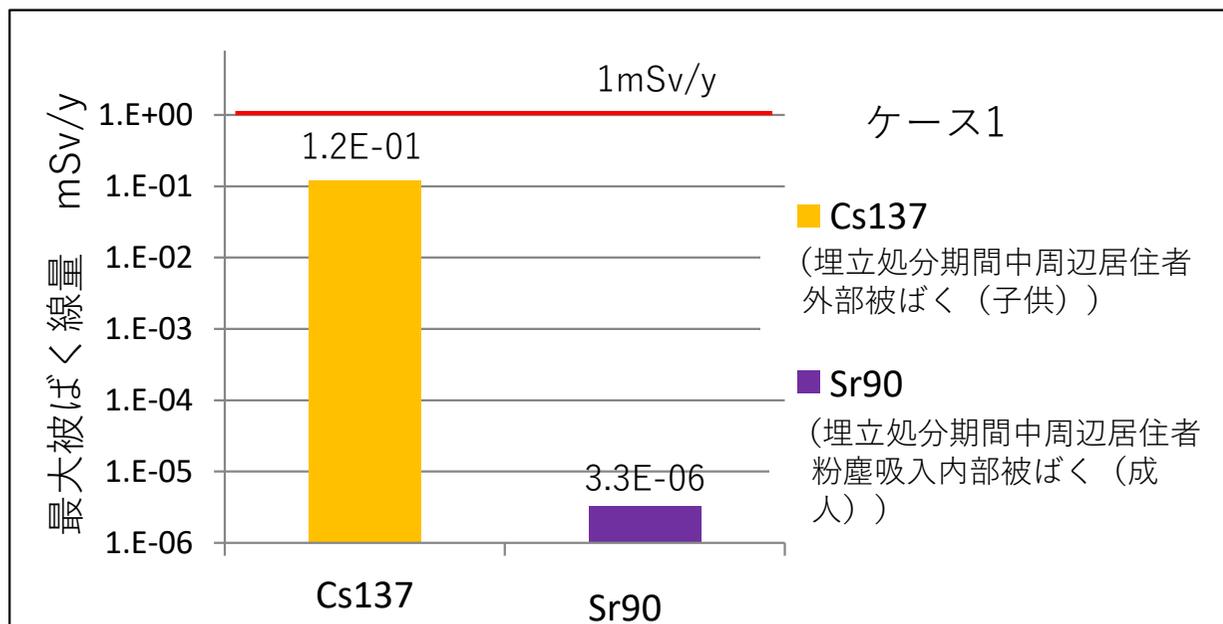
- ・第5回技術WGにおいて、「Cs137の濃度が数万Bq/kg程度以上となった場合、Sr90の濃度が高くなる（この場合のSr90の濃度はCs137濃度の概ね1/1000以下）という事故後調査の結果を踏まえ、減容処理等によりCs137の放射能濃度が高くなる可能性を考慮して、Sr90の影響確認を今後行う。」としていた。
- ・このため、Sr90の被ばく影響について、環境省のこれまでの測定結果も踏まえつつ試算を行った（p 9のケース1について試算）。
- ・この結果、Srによる被ばく線量は、全評価経路（埋立処分期間中、井戸水利用、埋設処分後）のうち、埋立処分期間中周辺居住者粉塵吸入内部被ばく（成人）が最大で $3.3 \times 10^{-6}$ （0.0000033）mSv/yであり、Cs137の最大被ばく線量0.12mSv/y(埋立処分期間中周辺居住者外部被ばく（子供））に比べて4桁以上小さいレベルとなった。

## 【計算条件】

評価対象	ケース1	
	Cs	Sr
廃棄物種類	土壌	
放射能濃度 Bq/kg at2025	約30,000	13.5 *
処分場タイプ	安定型相当	
処分場容量 万m3	100	
横幅 m	320	
縦幅 m	320	
深さ m	10	
充填率	1	

\*環境省の測定結果を踏まえて設定

## 【計算結果】



放射性核種	内部被ばく線量係数(Sv/Bq)					
	作業者(ICRP Publ.68)		一般公衆(ICRP Publ.72)			
	吸入	経口	吸入		経口	
成人			子ども	成人	子ども	
Cs137	6.70E-09	1.30E-08	4.60E-09	5.40E-09	1.30E-08	1.20E-08
Sr90	7.90E-08	3.10E-08	3.80E-08	1.20E-07	3.10E-08	9.30E-08