

現地調査（現地踏査・ボーリング調査等）について

1. 現地調査の目的

現地調査は、調査対象地域の地質やその性状等を面的に把握することを目的に、必要なデータを現地にて取得するもので、主に現地踏査・ボーリング調査を実施するもの。今後、施設の設計・設置の検討を行うために、得られたデータと既往の文献の知見をもとに、地質・地下水解析を行う。

2. 現地調査の内容

①現地踏査

地形・地質の観察などを行い、地表に露出している地質の分布状況を把握するとともに、水源（水みち）等を把握する。

②ボーリング調査

ボーリングマシンにより、地盤を削孔し、土の硬度を調査するとともに、試料の採取を行う。

採取した試料の観察を行い、地質解析を実施する。また、削孔したボーリング孔を地下水観測井として仕上げ、地下水位・水中放射線量の観測を実施する。

3. 現地調査の状況

大熊町及び檜葉町におけるボーリング調査については、中間貯蔵施設の構造等を検討するために予定していたすべての掘進を終了した（大熊町：28孔、檜葉町：14孔）。現在、より詳細な地質解析や室内試験等を継続して実施中である。

4. 調査結果

大熊町の調査対象地域付近では、

- ① 地形と分布する主な地層との関係として、低地には沖積層（粘土やシルト等で構成されている堆積物）及び低位段丘堆積物（河川により運ばれた礫等）が、台地には中位段丘堆積物が、丘陵地には大年寺層が分布することを確認。
- ② 大年寺層の地質構造は、海側に 1° ～ 2° 程度で緩く傾斜しており、断層による地層の変位・変形がないことを確認。
- ③ 大年寺層は、塊状の砂質泥岩～泥質砂岩を主体とし、上部は細粒～

中粒の砂岩の薄層を挟在する泥岩優勢互層となっていることを確認。
また、風化はほとんどないことも確認。

④ 地下水位について

- ✓ 低地の沖積層や低位段丘堆積物中では地表付近に地下水位を確認。
- ✓ 中位段丘堆積物中では地表から3~4mの深さに地下水位を確認。
- ✓ 大年寺層中にもより深い位置に地下水位を確認。

檜葉町の調査対象地域付近では、

- ① 地形と分布する主な地層との関係として、低地には沖積層が分布することを確認。
- ② 大年寺層の地質構造は、海側に1°~2°程度で緩く傾斜しており、断層による地層の変位・変形がないことを確認。
- ③ 大年寺層は、大熊町とは異なり砂岩薄層が挟在しない均質な砂質泥岩~泥質砂岩となっていることを確認。また、風化はほとんどないことも確認。
- ④ 地下水位は、低地の沖積層の地表付近に地下水位を確認。

これまでの調査結果から大熊町、檜葉町について以下のとおり評価できる。

- ✓ 土壌貯蔵施設、廃棄物貯蔵施設は、低地、台地、丘陵地の下部に堅固な大年寺層が分布することから、設置することが可能である。
- ✓ 地下水は低地では被覆層の地表付近、台地では地表より被覆層の下部にある。施工時には被覆層の排除、完成時には水処理施設の設置により、地下水の影響なく施設を設置することが可能である。

土壌中の放射性セシウムの挙動特性の把握について

1 目的及び概要

中間貯蔵施設での除去土壌等の貯蔵に際しては、適切なモニタリング等の管理を行うとともに、公共用水域や地下水の汚染を防止することが必要である。このため、土壌からの放射性セシウムの溶出特性や、土壌の放射性セシウムの収着特性を把握した上で、安全な貯蔵の方法、及び施設の構造を検討することが必要である。

本検討会においては、これまで、土壌中の放射性セシウムの挙動特性について、環境影響を考慮した溶出試験結果及び調査候補地周辺の土壌の収着試験結果について中間報告を行ってきた。今回は、環境影響を考慮した土壌中の放射性セシウムの収着試験結果を報告するとともに、これまで報告した内容を総括する。

2 収着試験結果

中間貯蔵施設の現地調査に伴い採取した土壌に対する放射性セシウムの収着特性に係る以下の試験結果について報告する。

試験の項目	試験の概要
1. 土壌の収着試験 (前回報告分)	収着分配係数の測定方法（(社)日本原子力学会標準）に準拠して実施した収着特性試験により、土壌による放射性セシウムの収着特性を把握。【参考-1】
2. 環境影響を考慮した 土壌の収着試験	環境影響のうち影響が大きい以下の陽イオンが収着特性に及ぼす影響を把握。 <ul style="list-style-type: none">• 肥料や草木等の分解により生ずる陽イオン (NH_4^+、K^+)• 津波による塩分の陽イオン (Na^+)

2.1 試験試料について

中間貯蔵施設における貯蔵方式の検討や安全評価解析に活用するため、これまでに実施しているボーリング調査により採取された土壌を試料として収着特性試験を実施した。

2.2 環境影響を考慮した土壌中の放射性セシウムの収着特性

2.1の試料を用いて、以下の影響による収着特性の変化を把握するため、溶媒を変化させて収着試験を実施した。

- 肥料や草木等の分解により生ずる陽イオンの影響 (NH_4^+ 、 K^+)
- 津波による塩分の陽イオンの影響 (Na^+)

その結果、陽イオン (NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+) 濃度は溶出特性と同様に収着特性にも影響を与える項目であることがわかった。その影響の度合いは、表 2-1 に示すとおり。 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ の中でも NH_4^+ が最大の影響因子と考えられる。

表 2-1 共存陽イオンが放射性セシウムの収着特性に及ぼす影響

共存イオン	試験溶液		収着分配係数* (mL/g)		備考	
	共存イオン濃度		No.2 砂質シルト岩	No.10 中粒砂		
	(mol/L)	(mg/L)				
純水	—	—	1,100	820		
	1×10^{-4}	1.8	1,100	430	・除去土壌からの浸出液中の濃度 $9.7 \times 10^{-5} \sim 3.5 \times 10^{-4}$ (mol/L) [1.8~6.3(mg/L)]	
	1×10^{-3}	18	540	150		
	NH_4^+	1×10^{-2}	180	86	26	・作付水田土壌溶液中の濃度 $2 \times 10^{-4} \sim 6 \times 10^{-4}$ (mol/L) [3.6~10.8(mg/L)]
		1×10^{-1}	1,800	24	3	
1		18,000	3	0.7		
K^+	1×10^{-4}	3.9	1,100	590	・除去土壌からの浸出液中の濃度 $5.4 \times 10^{-4} \sim 9.0 \times 10^{-4}$ (mol/L) [21~35(mg/L)]	
	1×10^{-3}	39	700	220		
	1×10^{-2}	391	200	36	・作付水田土壌溶液中の濃度 $6 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-4}$ (mol/L) [2.3~7.8(mg/L)]	
	1×10^{-1}	3,910	27	5		
	1	39,100	3	0.9		
Na^+	5×10^{-3}	115	940	430	津波被害農地の調査実績では 海水濃度の1/10以下**	
	5×10^{-2}	1,150	460	210		
	5×10^{-1}	11,500	140	73	海水濃度相当	

*: 試験期間は7日間。

**：後藤他「東日本大震災における津波被災農地の塩害対策」(2011)の実績値より推定。

実環境中の NH_4^+ 濃度は、除去土壌からの浸出液中の濃度や作付水田土壌溶液中の濃度の実測値を踏まえ、 0.001mol/L (18mg/L) 程度以下であると考えられることから、 NH_4^+ 濃度を 0.001mol/L とした放射性セシウムの収着試験結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 共存アンモニウムイオンが放射性セシウムの収着特性に及ぼす影響

No.	採取深度 (m)	地質	性状	収着分配係数* (mL/g)		K_d 比 (②/①)	備考
				①: 純水	②: NH_4^+		
					1×10^{-3} (mol/L)		
1	5.35 ~ 5.45	砂質シルト岩	風化部	3,800	—	—	
2	6.50 ~ 6.90		未風化部	1,100	540	0.49	
3	4.90 ~ 5.45	シルト質極細粒砂岩	風化部	2,800	—	—	
4	5.60 ~ 6.00		未風化部	1,400	410	0.29	
5	6.80 ~ 7.22	シルト岩	風化部	7,000	—	—	大年寺層の代表的岩種
6	9.45 ~ 9.93		未風化部	3,100	—	—	
7	3.55 ~ 3.87		風化部	3,800	—	—	
8	6.42 ~ 7.45	シルト岩	未風化部	1,500	860	0.57	
9	4.61 ~ 5.00		風化部	1,300	—	—	
10	3.65 ~ 4.00	中粒砂	未風化部	820	150	0.18	
11	2.85 ~ 3.00	砂礫	未風化部	1,300	—	—	中位段丘堆積物
	3.80 ~ 4.00						

*: 試験期間は7日間。

試験結果によれば、放射性セシウムに対する土壌の収着分配係数 (K_d) は、共存アンモニウムイオンの影響により純水の試験結果と比べて約 18~57%に低下し、150~860mL/g となったが、依然として収着分配係数 (K_d) は大きな値であり、固相中の放射性セシウム濃度は液相中の放射性セシウム濃度に比べて卓越していることがわかる。よって、土壌にアンモニウムイオン濃度が高い水が浸透した場合においても、放射性セシウムは土壌の固相すなわち土壌粒子に高い割合で収着されると想定される。

3 土壌の放射性セシウムの溶出・収着特性のまとめ

① 土壌中の放射性セシウムの溶出特性試験【参考-2】

- ・ 純水環境下での溶出試験の結果、放射性セシウムの溶出はほとんど全ての試料において検出されず、土壌中の放射性セシウムの溶出特性は極めて低いことが確認された。
- ・ Cs-137 の放射能濃度が 360,000Bq/kg 程度の農地土壌において、溶出液中の Cs-137 の放射能濃度が検出下限値 (10.4~12.4Bq/L) を上回る値 (23Bq/L) を唯一示したが、溶出した放射性セシウムの割合を溶出率として評価すると 0.08%であった。

② 環境影響を考慮した土壌中の放射性セシウムの溶出特性試験

【参考-3、参考-4】

- ・ 環境影響を考慮した土壌中の放射性セシウムの溶出特性を把握する試験を行ったところ、一部の陽イオンが共存する環境下では、溶出が増加する傾向が見られたが、酸・アルカリ、農地等の除染の際に使用されることがある固化剤、腐植物質、温度変化の溶出特性への影響はほとんど見られなかった。
- ・ 共存する陽イオンの中で最も影響が大きいことが想定された NH_4^+ については、イオン濃度が高まるとともに放射性セシウムの溶出率が高くなる傾向が見られたが、30,000Bq/kg 程度以下の土壌では、 NH_4^+ の実環境で想定される上限側の濃度 (0.001mol/L) でも検出下限値未満となった。一方、放射性セシウムの濃度が高い土壌では、溶出液からセシウムの溶出が確認され、539,000Bq/kg の土壌では 135Bq/L 程度の溶出が認められた。

③ 土壌の放射性セシウムの収着特性

- ・ 調査候補地周辺で採取した土壌を用いた純水環境下での収着試験の結果、収着分配係数 (K_d) は、800~7,000mL/g であり、固相中の放射性セシウム濃度は液相中の放射性セシウム濃度に比べて卓越している。

④ 環境影響を考慮した土壌の放射性セシウムの収着特性

- ・ 放射性セシウムに対する土壌の収着分配係数 (K_d) は、共存アンモニウムイオンの影響により純水環境下での試験結果と比べて約 18~57%程

度に低下し、150～860mL/g となったが、依然として収着分配係数 (K_d) は大きな値であり、固相中の放射性セシウム濃度は液相中の放射性セシウム濃度に比べて卓越していることがわかる。

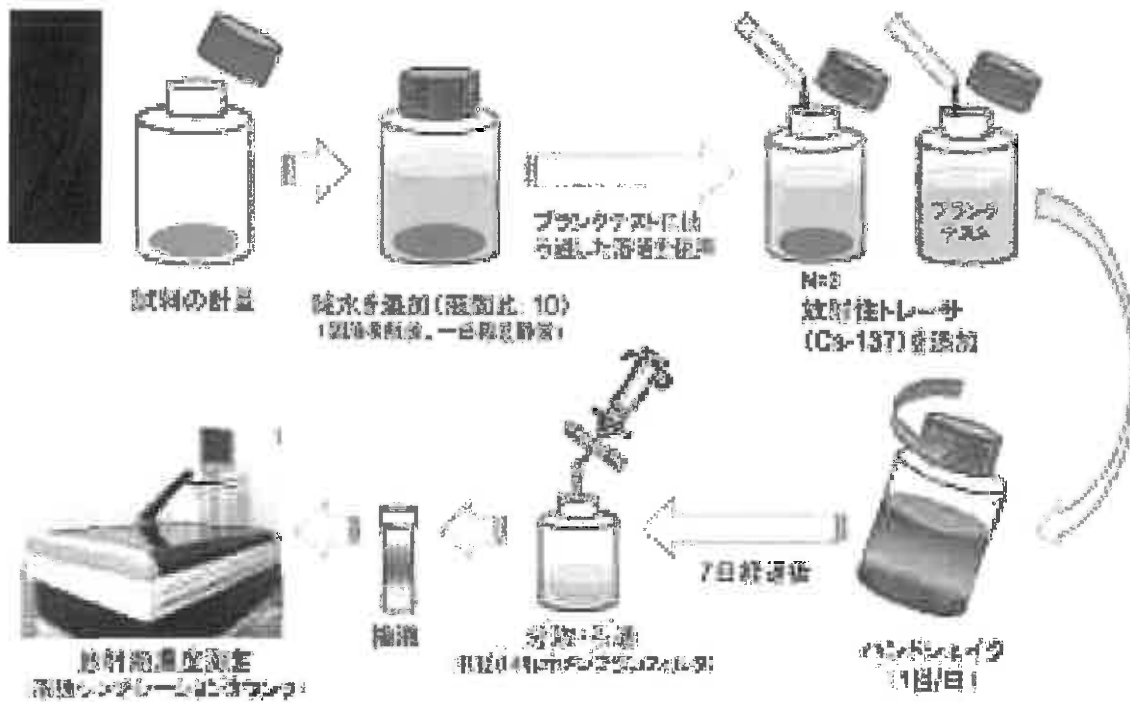
- ・ 土壤にアンモニウムイオン濃度が高い水が浸透した場合においても、放射性セシウムは土壤粒子に高い割合で収着されると想定される。

以上の結果を踏まえると、土壤貯蔵施設（I型）に貯蔵することを想定している 8,000Bq/kg 以下の土壤については、実環境を考慮した溶出試験において放射性セシウムが検出されていない土壤試料よりも十分放射性セシウム濃度が低く、公共の水域及び地下水の放射性セシウムによる汚染を生じさせるおそれがないと考えられる。

また、これらの溶出特性や収着特性の試験結果については、中間貯蔵施設の安全評価において用いるパラメータの設定に活用することとする（資料 6 参照）。

以上

【参考-1】 収着試験の検液の調製手順



収着分配係数 (K_d)

放射性セシウムの土壌等への収着 (sorption)* の程度を表す指標であり、土壌中の放射性セシウムの移行性を評価する上で重要な因子である。以下の式で定義される。

$$K_d (\text{mL/g}) = \frac{\text{固相中の放射性セシウム濃度 (Bq/g)}}{\text{液相中の放射性セシウム濃度 (Bq/mL)}}$$

$$= \frac{C_s}{C_L} = \frac{C_0 - C_i}{C_i} \times \frac{V}{M}$$

- ここで、 K_d : 収着分配係数 (mL/g)
- C_s : 固相中の放射性セシウム濃度 (Bq/g)
- C_L : 液相中の放射性セシウム濃度 (Bq/mL)
- C_0 : ブランクテストにおける放射性セシウム濃度 (Bq/mL)
- C_i : 固液混合試料における放射性セシウム濃度 (Bq/mL)
- V : 実験水 (液相) の体積 (mL)
- M : 固相の質量 (g)



* 「吸着 (adsorption): 液相から固相の表面に濃縮する現象」と「吸収 (absorption): 液相から固相の内部に浸入する現象」を区別せずに「収着 (sorption)」と呼ぶ。(収着分配係数の測定方法 (2006): 日本原子力学会)

【参考－２】 土壤中の放射性セシウムの溶出特性試験結果

土壌	採取時期	土壌分類(農地) 土質分類(宅地)	Cs-134 (Bq/kg乾土)	Cs-137 (Bq/kg乾土)	Cs合計 (Bq/kg乾土)	溶出試験(純水)	
						溶出液 Cs-134* (Bq/L)	溶出液 Cs-137* (Bq/L)
農地土壌－１	平成24年12月	褐色森林土(畑)	2,889	5,132	8,021	ND	ND
農地土壌－２	平成24年12月	黒ボク土(畑)	6,932	12,294	19,225	ND	ND
農地土壌－３	平成25年6月	灰色低地土(水田)	10,104	20,690	30,794	ND	ND
農地土壌－４	平成24年12月	多湿黒ボク土(水田)	19,235	33,834	53,069	ND	ND
農地土壌－５	平成25年6月	灰色低地土(水田)	22,666	46,601	69,267	ND	ND
農地土壌－６	平成24年12月	灰色低地土(水田)	50,166	87,949	138,115	ND	ND
農地土壌－７	平成24年12月	褐色森林土(樹園地)	59,525	104,762	164,287	ND	ND
農地土壌－８	平成25年5月	褐色低地土(水田)	177,848	361,227	539,076	ND	23(0.08%**)
宅地土壌－１	平成23年12月	砂質細粒土	683	1,311	1,994	ND	ND
宅地土壌－２	平成23年12月	砂質細粒土	1,348	2,416	3,764	ND	ND
宅地土壌－３	平成23年12月	砂質細粒土	2,592	4,615	7,207	ND	ND
宅地土壌－４	平成23年12月	砂質細粒土	3,365	6,134	9,500	ND	ND
宅地土壌－５	平成23年12月	砂質細粒土	4,028	7,359	11,387	ND	ND
宅地土壌－６	平成24年4月	砂質細粒土	4,018	7,596	11,614	ND	ND
宅地土壌－７	平成25年5月	礫まじり砂質細粒土	12,709	25,899	38,608	ND	ND
宅地土壌－８	平成25年5月	礫まじり砂質細粒土	103,731	209,803	313,534	ND	ND

: 中間貯蔵施設の現地調査に伴い採取した試料

*: 溶出液濃度の「ND」は、検出下限値(11.1~12.5Bq/L)未満であることを示す。
(測定条件:ゲルマニウム半導体検出器, 測定時間2000秒)

** : 溶出率

【参考－3】環境影響を考慮した土壤中の放射性セシウムの溶出特性試験結果

環境影響を考慮した土壤中の放射性セシウムの溶出特性試験を行った結果、放射性セシウム濃度の測定結果は以下の通り。

○酸・アルカリ，固化剤の影響（農地土壌－6 / 138, 115Bq/kg）

試験溶液		放射性Cs(134+137) 溶出濃度 [Bq/L]
項目	範囲	
初期pH	4	ND
	7	ND
	12	ND
固化剤 (MgO)	1 wt%	ND
	4 wt%	ND
	10 wt%	ND
固化剤 (CaO)	1 wt%	ND
	3 wt%	ND
	5 wt%	ND

- ・酸・アルカリの影響を考慮した条件では、すべて検出下限値未満であった。
- ・農地等の除染の際に使用されることがある固化剤の溶解を考慮した条件では、すべて検出下限値未満であった。

○フミン酸，温度の影響（農地土壌－6 / 138, 115Bq/kg）

試験溶液		放射性Cs(134+137) 溶出濃度 [Bq/L]
項目	範囲	
フミン酸	10 ppm	ND
	50 ppm	ND
	100 ppm	ND
温度	10 °C	ND
	25 °C	ND
	60 °C	41

- ・フミン酸影響を考慮した条件では、すべて検出下限値未満であった。
- ・温度を変化させる条件では、60°Cまで上昇させた場合に、わずかに溶出が見られた。

【参考－４】共存アンモニウムイオンを考慮した土壤中の放射性セシウムの溶出特性試験結果

土壌	土壌分類(農地) 土質分類(宅地)	Cs-134 (Bq/kg乾土)	Cs-137 (Bq/kg乾土)	Cs合計 (Bq/kg乾土)	NH ₄ ⁺ 濃度 1 × 10 ⁻³ (mol/L)		
					溶出液 Cs-134* (Bq/L)	溶出液 Cs-137* (Bq/L)	溶出液 Cs合計* (Bq/L)
宅地土壌－6	砂質細粒土	4,018	7,596	11,614	ND	ND	ND
農地土壌－3	灰色低地土(水田)	10,104	20,690	30,794	ND	ND	ND
宅地土壌－7	礫まじり砂質細粒土	12,709	25,899	38,608	18(1.6)	27(1.1)	45(1.3)
農地土壌－4	多湿黒ボク土(水田)	19,235	33,834	53,069	ND	26(1.4)	<37(<1.2)
農地土壌－5	灰色低地土(水田)	22,666	46,601	69,267	ND	ND	ND
農地土壌－7	褐色森林土(樹園地)	59,525	104,762	164,287	27(0.6)	53(0.7)	80(0.7)
宅地土壌－8	礫まじり砂質細粒土	103,731	209,803	313,534	27(0.3)	49(0.2)	76(0.3)
農地土壌－8	褐色低地土(水田)	177,848	361,227	539,076	41(0.3)	93(0.3)	135(0.3)

*: 溶出液濃度(Cs-134,137)欄の「ND」は、検出下限値(10.7～14.2Bq/L)未満であることを示す。
(測定条件:ゲルマニウム半導体検出器, 測定時間2000秒)
同欄()内には、溶出液濃度に対応する溶出率(%)を示す。

中間貯蔵施設に係る構造等について

1. 概要

- 中間貯蔵施設では、①除染に伴い発生した土壌等と②事故由来放射性物質（セシウム 134 及びセシウム 137 をいう。以下同じ。）の濃度が 10 万 Bq/kg を超える廃棄物を扱うこととしている。
- これらの事故由来放射性物質に汚染されたものを中間貯蔵施設において安全に扱うため、飛散・流出の防止、事故由来放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染防止並びに適切な遮へい措置等を当該施設が備えるべき基本要件として捉えつつ、放射性物質汚染対処特措法及び電離放射線障害防止規則に基づく基準を参考に、中間貯蔵施設に係る構造及び維持管理等の考え方を検討することとする。
- 前回の検討会においては、主に貯蔵施設（土壌貯蔵施設（I 型）、土壌貯蔵施設（II 型）、廃棄物貯蔵施設）の構造等に関する基本的考え方を示したが、本資料においては、当該貯蔵施設とともに貯蔵施設以外の施設についても基本的な考え方（構造面・維持管理面）を示す。

2. 構造に関する基本的考え方

(1) 土壌等を扱う貯蔵施設

- 土壌等を扱う貯蔵施設については、事故由来放射性物質の挙動に関する特性が廃棄物の場合と大きく異なると考えられる。中間貯蔵施設では、大量の土壌等を扱う必要があることも踏まえ、放射性物質汚染対処特措法及び電離放射線障害防止規則に基づく基準等を参考としつつ、その特性に適した構造等とすることが適切である。
- 従って、貯蔵施設については、土壌中の放射性セシウムの溶出特性や既存の知見を踏まえつつ、公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのない土壌等と、その他の土壌等について、構造を分類して貯蔵することを基本とする。（土壌貯蔵施設（I 型）、土壌貯蔵施設（II 型））
- 土壌貯蔵施設（I 型）への貯蔵対象の土壌等の放射能濃度の上限は、土壌中の放射性セシウムの挙動特性を踏まえつつ、一般公衆及び作業員の被ばくを防止し、安全性を確保する観点から 8,000Bq/kg とする。
- これについては、
 - ▶ これまで実施してきた土壌中の放射性セシウムの溶出特性試験の結果では、30,000Bq/kg 程度以下の放射能濃度を有する土壌については、最も土壌の溶出特性に影響を与えることが想定されるアンモニウムイオン

(NH₄⁺) が一定濃度で共存する場合においても、溶出液中の放射能濃度が検出下限値未満であったこと

- ▶ 作業員の被ばく線量が 1mSv/y を超えないという観点から定められている、放射性物質汚染対処特措法に基づく指定廃棄物の指定基準が 8,000Bq/kg であること
- ▶ 電離放射線障害防止規則において、事故由来放射性物質の濃度が 10,000Bq/kg を超えるものを扱う場合には、作業員が放射線障害防止のための措置を講じることとされていること

等を踏まえ、施設内における安全管理の観点や、より保守的な基準を採用するという観点から、8,000Bq/kg を採用したものである。

- なお、放射性セシウムの地下水移行シナリオを用いたモデル評価により、8,000Bq/kg の土壌等を土壌貯蔵施設（Ⅰ型）に貯蔵した場合の被ばく線量は 1mSv/y に比べて極めて低い値であることを確認している。
- 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）については、遮水対策として、底部・側部に遮水シート等（A タイプ）又は難透水性土壌層等（B タイプ）を施工する。遮水シート等や難透水性土壌層等の施工については、施設を設置する場所の地質が堅固な泥岩層等の場合には A タイプ、沖積層や砂泥互層等の場合には、必要に応じて地盤改良等の対策を講じた上で、比較的変形追随性を有する B タイプを採用するなど、現地の地質や地形への適用性を踏まえ、適切な遮水工を施す。
- 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）に貯蔵する土壌等は、事故由来放射性物質の濃度が 8,000Bq/kg 超の土壌等を基本とするが、8,000Bq/kg 以下の土壌等であっても、放射性物質以外の有害物質等に汚染されているおそれがある土壌等については、調査を実施し、汚染が確認された場合は土壌貯蔵施設（Ⅱ型）に貯蔵することとする。
- さらに、土壌貯蔵施設（Ⅰ型）及び土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の共通事項として、土壌等の貯蔵施設への搬入時には、土壌等の保有水等を効率的に排水して貯蔵中の構造的な安定性を保つため、底面及び側面に排水層を設置し、集排水管を用いて浸出水等の除去を行う。
- これらの施設形式ごとの放射性安全に係る主な構造・対策や現地の地盤や地形への適用性等については、別紙 1 のとおり。また、構造等のイメージについては、別紙 2 のとおり。

（2）事故由来放射性物質の濃度が 100,000Bq/kg を超える廃棄物の貯蔵施設

- 事故由来放射性物質の濃度が 100,000Bq/kg を超える廃棄物の貯蔵施設につ

いては、これまで事故由来放射性物質に汚染された廃棄物の処理について定められた、放射性物質汚染対処特措法に基づく基準に沿った構造等を基本とすることが適切である。

- 施設の放射性安全に係る主な構造・対策や現地の地質や地形への適用性等については、別紙1のとおり。また、構造等のイメージについては、別紙2のとおりであり、廃棄物の貯蔵期間全般にわたり、一般公衆及び作業員の被ばくを防止するため、遮へい効果を有する建屋に、放射性物質等の飛散・流出等を防止でき必要に応じた遮へい効果と耐久性を有する貯蔵容器（専用ドラム缶等）に入れた上で貯蔵する形式を基本とする。

※造成や樹木の伐採、中間貯蔵施設での減容化等により、100,000Bq/kg以下の廃棄物が発生することも想定されるところ、土壌等や廃棄物の扱いを参考として、中間貯蔵施設の敷地内において、その性状に応じて貯蔵することとする。

(3) 貯蔵施設以外の施設

① 受入・分別施設

- 受入・分別施設は中間貯蔵施設に搬入される土壌等や廃棄物の計量や放射線量の測定、搬入車両（ダンプ・トラック等）からの荷卸し、フレキシブルコンテナの破袋、可燃物・不燃物等の分別等の作業を行い、各貯蔵施設（土壌貯蔵施設（Ⅰ型）、土壌貯蔵施設（Ⅱ型）、廃棄物貯蔵施設）に貯蔵するものを適切に整理する施設である。
- 当該施設については、これらに必要な設備を設けることとし、飛散防止用テントの設置等を行い、土壌等や廃棄物の飛散・流出を防止する。

② 減容化施設

- 減容化施設は中間貯蔵施設に搬入された可燃物を焼却・減容化する施設である。
- 事故由来放射性物質に汚染された廃棄物の焼却については、放射性物質汚染対処特措法等に基づく基準が整備されていることから、これらの既存の基準を参考にすることを原則とする。
- 具体的には、廃棄物の飛散・流出を防止するために必要な構造とすることや、燃焼室については、燃焼ガスの温度が十分高温な状態（摂氏 800℃以上）で燃焼することができるものを設けること、事故由来放射性物質を除去する排ガス処理設備（バグフィルター等）を設けることとする。
- これまでの除染モデル事業や農林業系廃棄物の焼却実証事業等による

焼却試験の結果によれば、以下の表のように、バクフィルター通過後は、排ガス中の放射性セシウム濃度は極めて低い値又は検出下限値未満になっている。

表 排ガス中の放射性セシウム濃度について

事例	焼却前の試料の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	排ガス中の放射性セシウム濃度 (Bq/m ³)
A	24,000～91,000	1.31 以下
B	45,000～723,000	1.40 以下
C	20,100 以下 (平均 1,660)	検出下限値未満 (ND)
D	620	検出下限値未満 (ND)

出典：第3回中間貯蔵施設環境保全対策検討会資料3-1

③ その他の施設

- 覆土材料ストックヤードについては、土壌等の貯蔵の際に用いる覆土材料を適切に保管できるものとする。
- 管理棟については、平常時及び事故時において、適切に施設の管理を行うことができるよう、防災機能（耐震・防水等）を備えた構造とする。
- 研究等施設・情報公開センターについても、各種研究の実施・分析・評価や、国民等への情報公開を安全かつ適切に実施できる設備とする。
- 貯蔵施設以外の施設の概要や機能、設備等については、別紙3のとおり。

3. 維持管理に関する基本的考え方

(1) 土壌等を扱う貯蔵施設

- 搬入・定置中の飛散・流出防止のため、適切に覆土・シート掛け等を施す。また、散水装置による散水を実施する。
- 遮へい及び飛散・流出防止のため、厚さ 50cm 以上の最終覆土を施す。
- 土壌等の運搬のためにベルトコンベア等の設備を設置する際には、ベルトコンベアに飛散防止のための覆い等を取り付ける。
- 運搬車両からの飛散を防止するため、洗車場を設置し、必要に応じ貯蔵施設内からの車両の退場時に洗車を実施する。
- 土壌貯蔵施設（Ⅰ型）については、貯蔵施設への土壌等の搬入中は、必要に応じ施工面から地下水位を低下させる。また、貯蔵施設への土壌等の貯蔵中は、排水処理は必要ないが、多重防護の観点により、必要に応じ水処理施設を確保する。
- 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）については、貯蔵施設への土壌等の搬入中は、必要に

応じ施工面から地下水位を低下させる。また、貯蔵施設への土壌等の搬入中及び貯蔵中は、必要に応じ集排水管にて浸出水等の集水・排水を行う。集められた浸出水については、水処理施設にて適切に処理を行い、河川に放流する。

(2) 廃棄物貯蔵施設

- 放射性物質等の飛散・流出等を防止でき、必要に応じた遮へい効果と耐久性を有する貯蔵容器（専用ドラム缶等）にて、放射能濃度が 100,000Bq/kg を超える廃棄物を貯蔵する。その際、地震等による貯蔵容器の転落や破損等が生じないよう必要な措置・管理を行う。

(3) 貯蔵施設以外の施設

- 受入・分別施設については、定期的に各設備の機能検査等を実施し、施設の機能を維持する。
- 減容化施設についても、定期的に各設備の機能検査等を実施し、施設の機能を維持する。

(4) モニタリング

① 土壌等を扱う貯蔵施設

- 貯蔵施設への土壌等の搬入中は、施設周縁の空間線量率、地下水中の放射能濃度、及び水処理施設からの排水（放流水）の放射能濃度を測定する。
- 貯蔵施設への土壌等の貯蔵中は、施設周縁の空間線量率、地下水中の放射能濃度、及び必要に応じ水処理施設からの排水（放流水）の放射能濃度を測定する。

② 廃棄物貯蔵施設

- 貯蔵施設への廃棄物の搬入中及び貯蔵中は、施設内・施設周縁の空間線量率及び地下水中の放射能濃度を測定する。

③ 貯蔵施設以外の施設

- 受入・分別施設や減容化施設においては、施設周縁の空間線量率及び排ガス・排水等の放射能濃度を測定する。

なお、大気汚染物質及び水質汚濁物質等については、上記の各施設のモニタリングに加え、敷地境界におけるモニタリングを行うとともに、最大着地濃度地点等における測定も必要に応じ実施する。

3. 指針の策定

今後、以上の考え方を基に、中間貯蔵施設の各施設の構造や維持管理に関する指針を整備していく予定。

中間貯蔵施設に係る構造等について

分類	主要な貯蔵対象物 (括弧内は放射性セシウム濃度)	主な施設構造	現地適用地形・地質の パターン	放射線安全に関する主な対策	主なモニタリング項目 (ただし、下記の測定結果を評価・分析するため、搬入前のバックグラウンドの空間線量率、放射能濃度を把握)
土壌貯蔵施設Ⅰ型	8,000Bq/kg以下(※)の土壌等	施設の底面及び側面に 排水層を設置	低地部の全てのパターン	<p>【搬入中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 適切な覆土又はシート掛けによる飛散・流出防止 排水処理 <p>【貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 覆土による飛散・流出防止、外部被ばく防止 (・排水処理) 	<p>【搬入中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境放射線モニタリング：施設周縁の空間線量率及び地下水中放射能濃度。 排水モニタリング：放流水の放射能濃度。 <p>【貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境放射線モニタリング：施設周縁の空間線量率及び地下水中放射能濃度。 (・排水モニタリング(排水処理を行った場合)：放流水の放射能濃度。)
土壌貯蔵施設Ⅱ型	8,000Bq/kg超(※)の土壌等	底面及び側面に 遮水工を設置 〔遮水シート等 (Aタイプ) または 難透水性土壌層等 (Bタイプ)〕	<p>【遮水シート他】</p> <p>丘陵地 台地</p> <p>【難透水性土壌層等】</p> <p>台地 谷幅の広い低地 谷幅の狭い低地</p>	<p>【搬入中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 適切な覆土又はシート掛けによる飛散・流出防止 排水処理 <p>【貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 覆土による飛散・流出防止、外部被ばく防止、雨水浸透抑制 排水処理 	<p>【搬入中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境放射線モニタリング：施設周縁の空間線量率及び地下水中放射能濃度。 排水モニタリング：放流水の放射能濃度。 <p>【貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境放射線モニタリング：施設周縁の空間線量率及び地下水中放射能濃度。 排水モニタリング：放流水の放射能濃度。
廃棄物貯蔵施設	10万Bq/kg超の廃棄物	遮へい効果を有する建屋の設置、貯蔵容器(専用ドラム缶等)への封入	丘陵地 台地	<p>【搬入中及び貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 容器への封入による飛散・流出防止 建屋及び容器への封入による外部被ばく防止 	<p>【搬入中及び貯蔵中】</p> <ul style="list-style-type: none"> 環境放射線モニタリング：施設内、施設周縁の空間線量率及び地下水放射能濃度。

※ 土壌中の放射性セシウムの溶出特性試験結果及び既存の基準等を踏まえ、十分保守的な基準を採用した。

廃棄物貯蔵施設

適用地形・地質
丘陵地
台地

放射性セシウム濃度
10万Bq/kg超



1区画：貯蔵時、2区画：搬入作業時

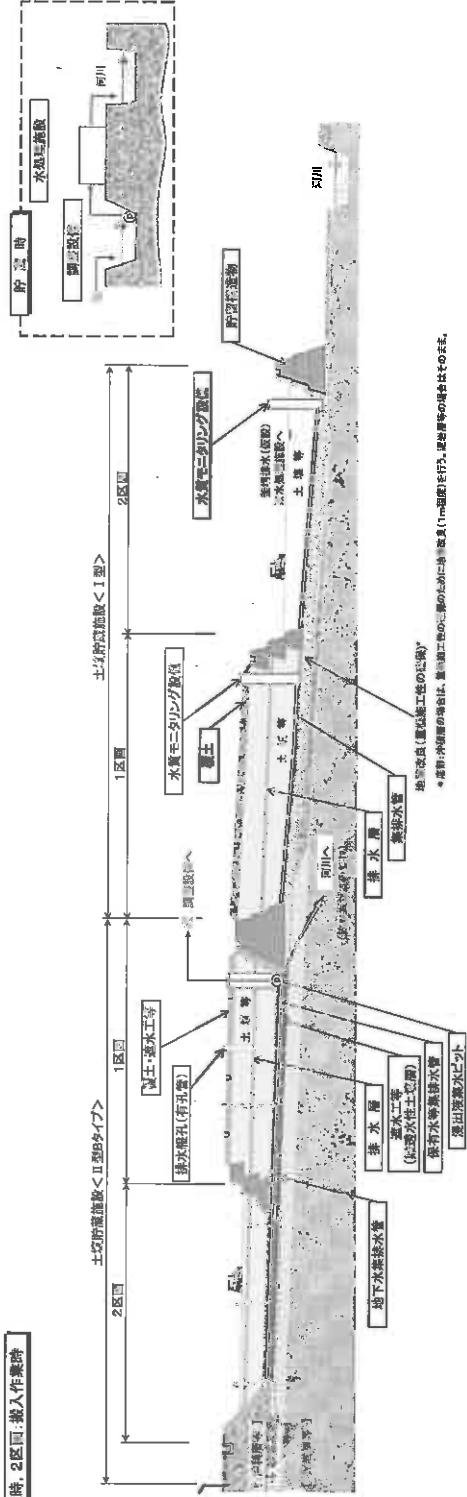
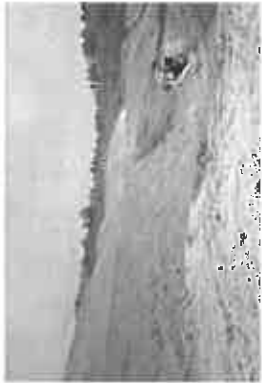








図 土坑貯蔵施設 (I型・II型Bタイプ) の構造断面イメージ

施設	機能	設備	検討課題
<p>受入・分別施設</p> <p>※荷卸施設・破袋場・分別施設・一時仮置場にテント等を設置</p>	<p>計量 線量測定 帳票管理</p> <p>荷卸し</p> <p>破袋</p> <p>分別</p> <p>搬出までの一時仮置</p>	<p>トラックスケール 線量測定器 管理室</p> <p>ベルトコンベアー クレーン</p> <p>破袋機</p> <p>破砕機 ベルトコンベアー 選別機</p> <p>一時仮置場</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質及び有害物質のモニタリング ・受入分別技術 (破袋・分別・一時仮置) ・車両の誘導方法
<p>減容化施設</p>	<p>減容化 (焼却)</p> <p>放射性物質除去</p> <p>飛散防止 遮へい</p> <p>焼却灰の固化 (必要に応じ)</p>	<p>焼却炉 冷却室 煙突</p> <p>排ガス処理設備</p> <p>貯蔵容器 (専用ドラム缶等)</p> <p>固化設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・空間線量率 ・排ガス ・放流水 <ul style="list-style-type: none"> ・冷却水の確保

※1 東京臨海副都心臨海副都心(有価プロック)公団等により
 ※2 兵庫県立放射線管理センター(有価東部プロック)公団等により

施設	機能	設備	検討課題
<p>覆土材料ストックヤード</p>  <p>覆土材料ストックヤードの例</p>	<p>覆土材料及び覆土補修材のストック</p>	<p>テント等</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ストック時の管理
<p>管理棟</p>  <p>管理棟（監視室）の例*4</p>  <p>管理棟（分析室）の例*5</p>	<p>工事管理 受入管理 運転管理 施設維持管理 モニタリング 警備等</p>	<p>事務室 監視室 休憩室 分析室等 モニタリング機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の設置及び連携した運営
<p>研究等施設</p>  <p>研究等施設の例①*6</p>  <p>研究等施設の例②*7</p>	<p>減容化技術開発 放射性物質の分離技術開発等</p>	<p>研究施設 実験装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究課題の選定・詳細設定 ・研究プロセスの策定 ・研究等に関する進捗管理
<p>情報公開センター</p>  <p>情報公開センターの例①*8</p>  <p>情報公開センターの例②*9</p>	<p>情報の一元的集約・管理 情報公開</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・情報の集約・管理手法 ・情報公開手法

*4 日本原子力研究開発機構環境科学研究所より
*5 京都府立総合環境センター公開資料より
*6 京都府立総合環境センター公開資料より
*7 京都府立総合環境センター公開資料より
*8 京都府立総合環境センター公開資料より
*9 京都府立総合環境センター公開資料より

中間貯蔵施設の地震動・津波に対する基本的な考え方

1. 地震動・津波の検討の進め方

- 調査対象地域（以下、対象地域という。）において起こり得る地震動・津波に対して、中間貯蔵施設の放射線安全を確保するために、具体的な地震動・津波を想定し、中間貯蔵施設の各施設の配置および設計に反映させる。
- 具体的な地震動・津波については、それぞれレベル1、レベル2の2段階の規模を設定する。レベル1については百年の間に1回程度発生すると考えられる地震動・津波、レベル2についてはこの地域で想定される最大規模の地震動・津波を設定する。
- 今後最新知見を反映させた検討を引き続き実施していく。

（地震動について）

- レベル1地震動に対しては、「明治三陸地震タイプ」と「塩屋埼沖地震」について地震動の比較を行い、より大きい地震動を対象地震動として設定する。レベル2地震動に対しては、「2011年東北地方太平洋沖地震（以降、3.11地震とする）」と「想定双葉断層地震¹⁾」について地震動の比較を行い、より大きい地震動を対象地震動として設定する。
- 各レベルで設定された対象地震について、工学的基盤での地震動を算定し、さらに地質調査等から得られた結果に基づき、表層地盤モデルを作成し、対象地域における地表面の地震動を算定する。

（津波について）

- レベル1津波に対しては、「明治三陸地震タイプ」において、津波の波源位置・走向を複数精査して、より大きい津波を対象津波として設定する。また「アウターライズ型地震²⁾」についても検討を行う。レベル2津波に対しては「3.11地震」による津波を対象津波として設定する。
 - 各レベルで設定された対象津波について、波源モデルを設定し、対象地点での津波高を算定する。レベル2津波については遡上領域も算定する。
 - 算定された地震動、津波高および遡上領域を、各施設の配置および設計に反映させる。
- 1) 想定双葉断層地震：双葉断層の一部が仮に活動した場合を想定した地震
 - 2) アウターライズ型地震：海溝外縁部で発生するプレート内部の地震

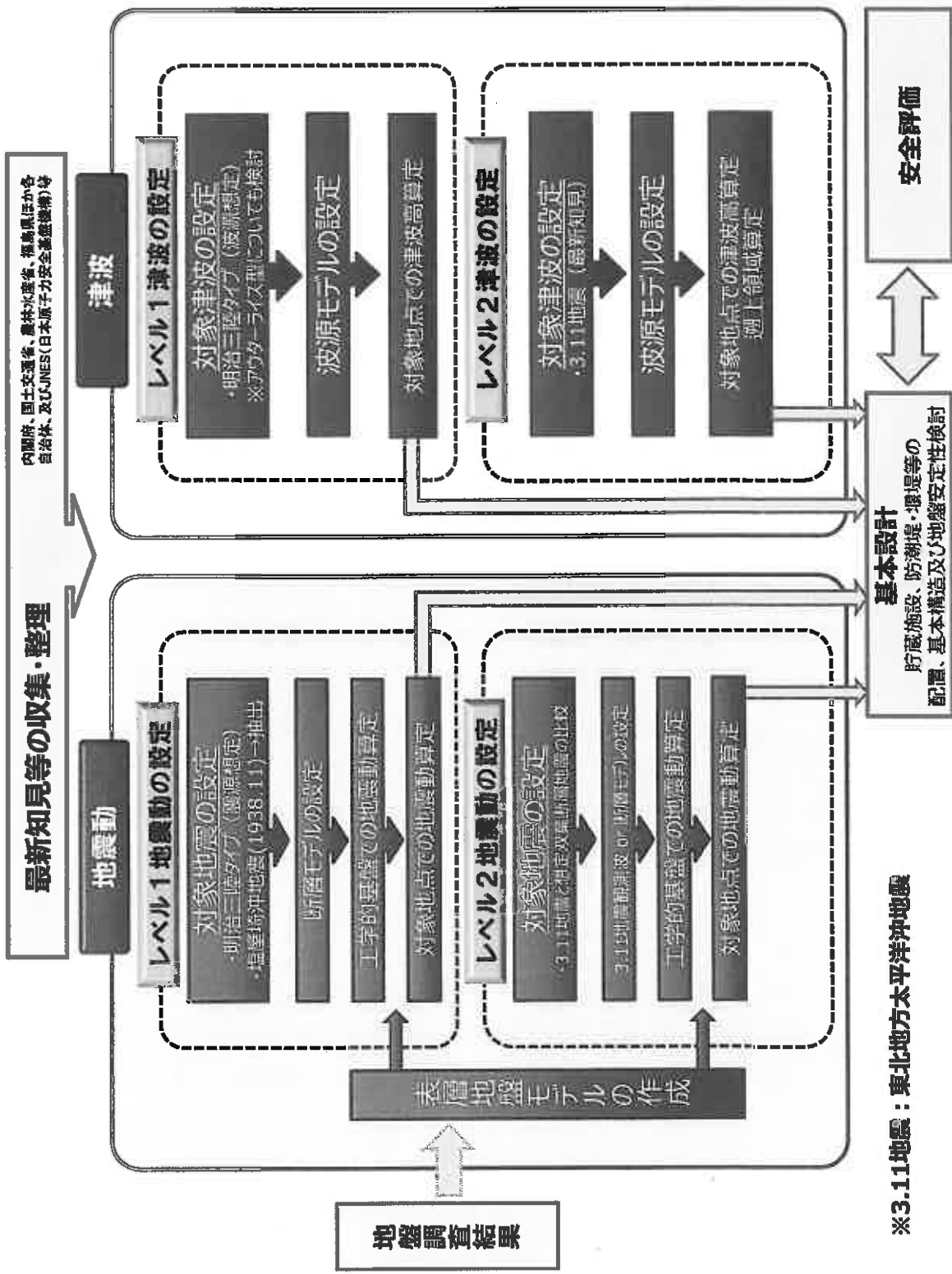


図1 検討フロー

2. レベル1地震動の設定

○レベル1地震動震源の設定

対象地域において影響が大きいと考えられる地震として、海溝型地震と内陸地殻内の活断層による地震が挙げられる。

海溝型地震については、対象地域において百年の間に1回程度発生すると考えられる地震の規模については、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄りにおいて103年に1回の割合でM8クラスの地震の発生が文献³⁾で示唆されていることから、この領域のプレート境界における「明治三陸地震タイプ (M 8.5)」と、同様に福島県沖において206年に1回の割合でM7クラスの地震の発生が示唆されていることから、施設への影響が大きいと考えられる「塩屋崎沖地震 (M7.7)」を選定した。

内陸地殻内の活断層については、対象地域に大きな影響を与えるとされる活断層の平均活動間隔は8千～1万2千年程度であった可能性が示唆されている^{4,5)}ことから、レベル1地震動の震源の対象から除外した。

- 3) 地震調査研究推進本部 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価 (第二版) (2011)
- 4) 地震調査研究推進本部 双葉断層の長期評価について (2005)
- 5) 地震調査研究推進本部 福島盆地西縁断層帯の長期評価について (2005)

○明治三陸地震タイプ

- 「明治三陸地震タイプ」は、施設への影響が大きくなる福島県東方沖約150kmのプレート境界付近を震源 (図2) に設定した。

○塩屋崎沖地震

- 「塩屋崎沖地震」は、1938年に福島県沖で計4回発生した地震であり、金谷ら⁶⁾の地震モデルによる地震動評価を比較して、施設への影響が大きい福島県東方沖約40kmを震源 (図2) に設定した。

- 6) 1938年塩屋崎沖地震群に対する震源の特性化と地震動評価 その1 特性化震源モデルの構築とスケーリングの検討 (2007)

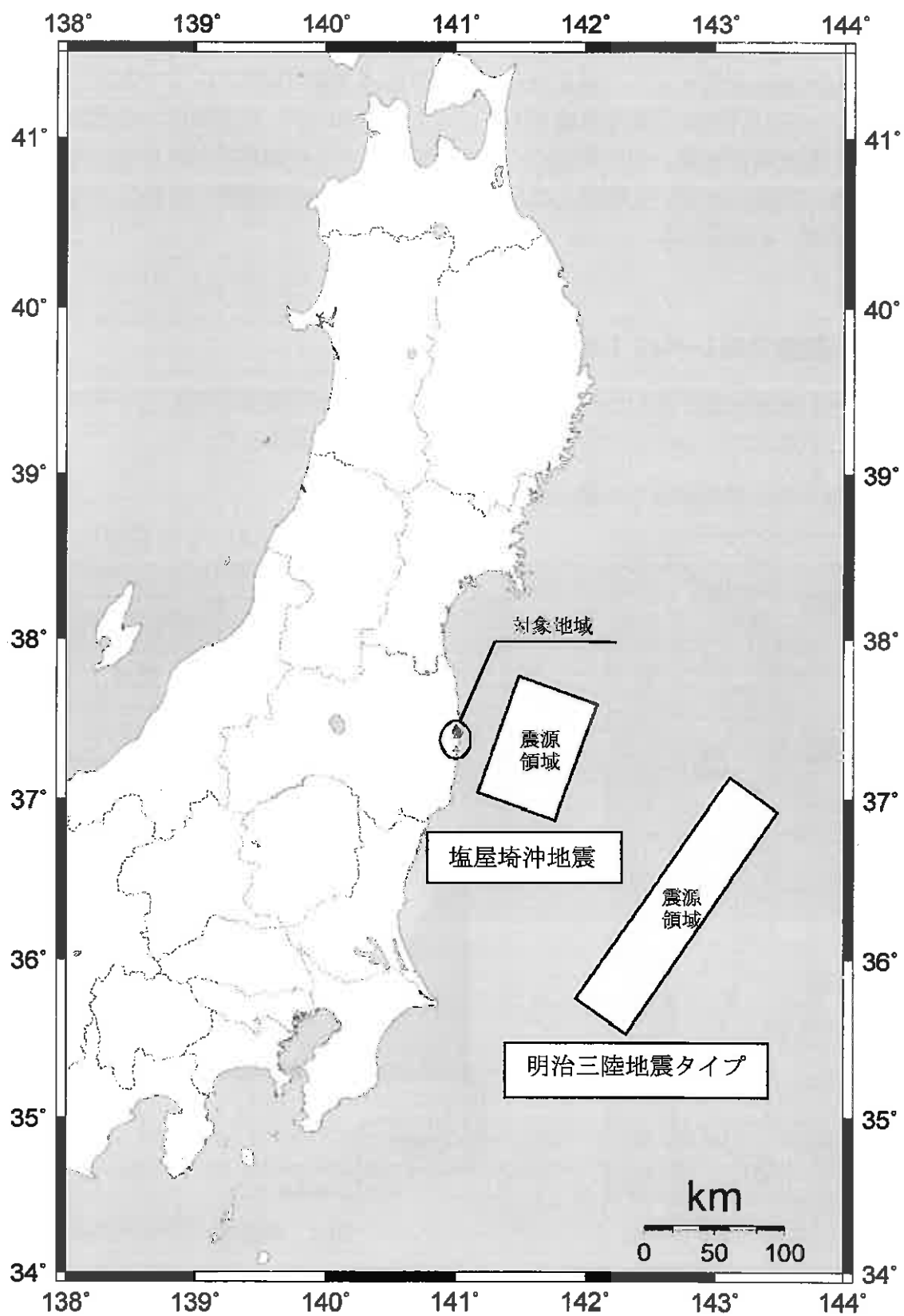


図2 明治三陸地震タイプおよび塩屋埼沖地震の地震モデル

○断層モデルの設定

- 「明治三陸沖地震タイプ (M 8.5)」と「塩屋埼沖地震 (M 7.7)」を比較すると、マグニチュードは「明治三陸沖地震タイプ」の方が大きいですが、対象地域から震源までの距離は「塩屋埼沖地震」の方が近い。そのため、どちらの地震が対象地域への影響が大きいか、経験式を用いて検討した。その結果、レベル1地震動の震源としては「塩屋埼沖地震」を設定した。

○工学的基盤でのレベル1地震動算定

- 汎用的に速度構造を示したデータ⁷⁾を基に工学的基盤位置を設定し、レベル1地震動から、代表地点における工学的基盤での最大加速度を算定した。
- 代表地点の工学的基盤での最大加速度を表1に示す。



図3 代表地点の位置図

表1 レベル1地震動の工学的基盤⁸⁾における最大加速度の一覧(単位:gal⁹⁾)

代表地点		最大加速度		
		南北	東西	上下
双葉町	①	374	410	344
大熊町	②	393	318	288
楢葉町	③	339	281	278

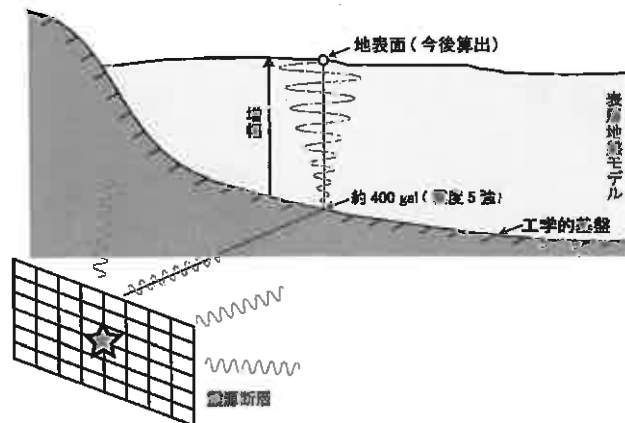


図4 地震動伝搬特性の概念図

工学的基盤で算定された地震動を震度に換算すると工学的基盤上で震度5強となる。この地震動が増幅されて地表面に伝わることから、実際の地表面での有感震度は震度5強以上となる(図4)。

- 7) 独立行政法人防災科学研究所 地震ハザードステーション
- 8) 工学的基盤: 構造物を設計するとき、地震動設定の基礎とする良好な地盤のこと。
- 9) gal: 地震動の大きさを「加速度」で表したもの。

○対象地域でのレベル1地震動算定

- 対象地域の工学的基盤における地震動結果と、地質調査結果等に基づいて作成する表層地盤モデルを用いて、対象地域での地表面の地震動を算定し、設計に反映する。

3. レベル2地震動の設定

○レベル2地震動震源の設定

- この地域で想定される最大規模の地震動の震源としては、過去最大の海溝型地震と思われる「3.11地震 (M9.0)」と、内陸地殻内地震で施設への影響が最も大きいと考えられる「想定双葉断層地震 (M7.6)」を対象とした。
- 「3.11地震」は、福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所における地震観測記録¹⁰⁾を参考に、工学的基盤の地震動を算定した。
- 「想定双葉断層地震」は、既存資料のうち施設への影響が最も大きい原子力安全委員会¹¹⁾で報告されている地震動評価結果を採用した。
- 上記2つの地震動評価を比較した結果、「3.11地震」の加速度が上回ったため、レベル2地震動の震源としては「3.11地震」を設定した。(図5)。
- なお、今後最新知見を反映させた検討を引き続き実施していく。

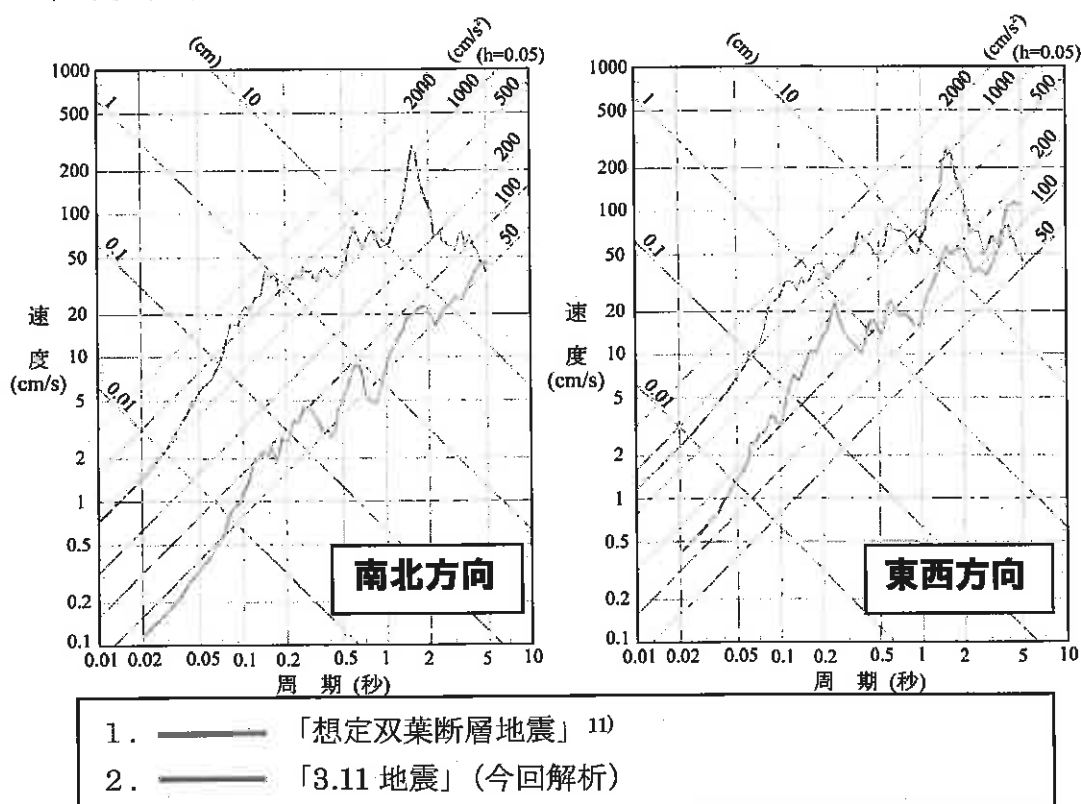


図5 「3.11地震」と「想定双葉断層地震」との
福島第一原子力発電所の工学的基盤における応答スペクトル比較

- 10) 日本地震工学会、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震において福島第一原子力発電所および福島第二原子力発電所で観測された強震観測記録等の強震データ記録 (CD 版)
- 11) 原子力安全委員会 地震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会 第 10 回 ワーキング・グループ1 「東京電力株式会社、福島第一原子力発電所福島第二原子力発電所基準地震動 Ss の策定について (コメント回答及び補足説明)」(2009)

○工学的基盤でのレベル 2 地震動算定

- 「3.11 地震」について、福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所における地震観測記録¹⁰⁾を参考に、代表地点における工学的基盤での地震動を算定した。
- 代表地点 (図 3) の工学的基盤での最大加速度を表 2 に示す。

表 2 レベル 2 地震動の工学的基盤における最大加速度の一覧
(単位: gal)

代表地点		最大加速度		
		南北	東西	上下
双葉町	①	437	645	389
大熊町	②	474	499	379
楢葉町	③	541	478	368

工学的基盤で算定された地震動を震度に換算すると工学的基盤上で震度 6 弱となる。この地震動が増幅されて地表面に伝わることから、実際の地表面での有感震度は震度 6 弱以上となる。

○対象地域でのレベル 2 地震動算定

- 対象地域の工学的基盤における地震動結果と、地質調査結果等に基づいて作成する表層地盤モデルを用いて、対象地域での地表面の地震動を算定し、設計に反映する。

4. レベル1津波高の設定

○レベル1津波波源の選定

対象地域において百年の間に1回程度発生すると考えられる津波の規模については、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄りにおいて103年に1回の割合でM8クラスの津波地震の発生が文献⁹⁾で示唆されていることから、この領域のプレート境界における「明治三陸地震タイプ (M8.5)」と、「3.11 地震」に起因して今後発生が想定される福島県沖の「アウターライズ型津波」を選定した。

○明治三陸地震タイプの津波

- 「明治三陸地震タイプ」の津波については、施設位置への影響が大きくなる福島県沖のプレート境界に①～④の位置に波源を移動させ検討した (図6)。
- その結果、波源位置③の津波が調査候補地周辺に最も影響を及ぼす位置と判明した (図7)。
- 更に、波源位置③において走向方向についても精査し、最大となる走向角に設定した。

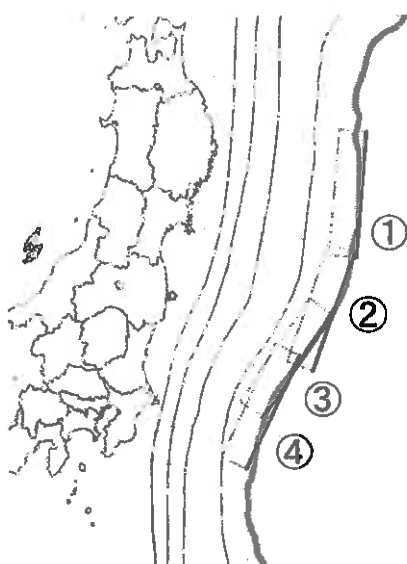


図6 レベル1津波波源位置の検討
(赤丸：評価地点)

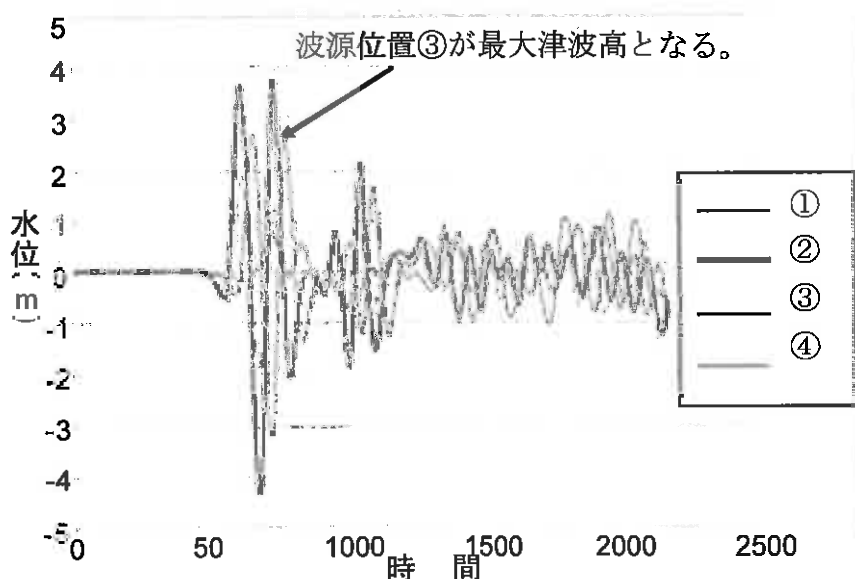


図7 評価地点における津波高

○アウターライズ型地震の津波

- 「アウターライズ型地震」津波については、波源設定等について確定的な知見がないため、「慶長三陸地震タイプ」の波源を福島県沖の海溝軸海側に設定した文献¹²⁾の結果を引用した。
- その結果では、福島第一原子力発電所南側において、T.P.¹³⁾ +13.4m が最大津波高とされている。
- なお、今後最新知見を反映させた検討を引き続き実施していく。

12) 原子力安全・保安院 地震・津波に関する意見聴取会（津波関係）第1回配布資料（「福島第一・福島第二原子力発電所におけるアウターライズ津波対策（東京電力株）」）

13) T.P.：東京湾平均海面

○波源モデルの設定

- 文献¹²⁾により示されている「アウターライズ型地震」による最大津波高の地点において、「明治三陸地震タイプ」による津波高と比較すると、「明治三陸地震タイプ」の津波高が大きいことから、レベル1津波の波源としては「明治三陸地震タイプ」の津波を設定した。

○対象領域でのレベル1津波高算定

「明治三陸地震タイプ」による対象領域での津波高を算定した（図8～10）。

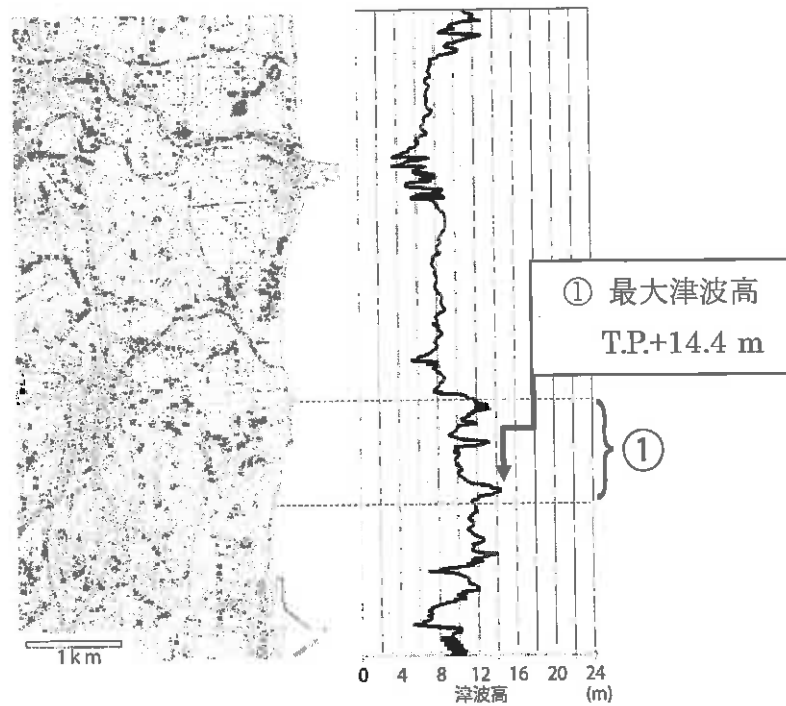


図8 双葉町沿岸部における「明治三陸地震タイプ」による津波高

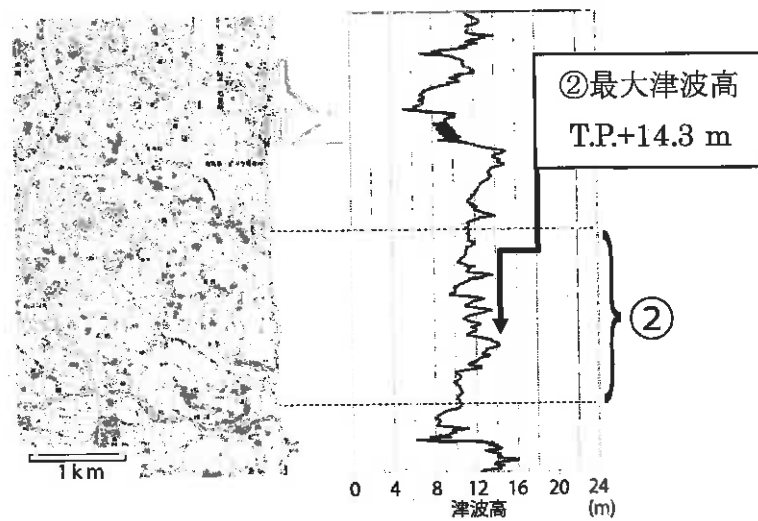


図9 大熊町沿岸部における「明治三陸地震タイプ」による津波高

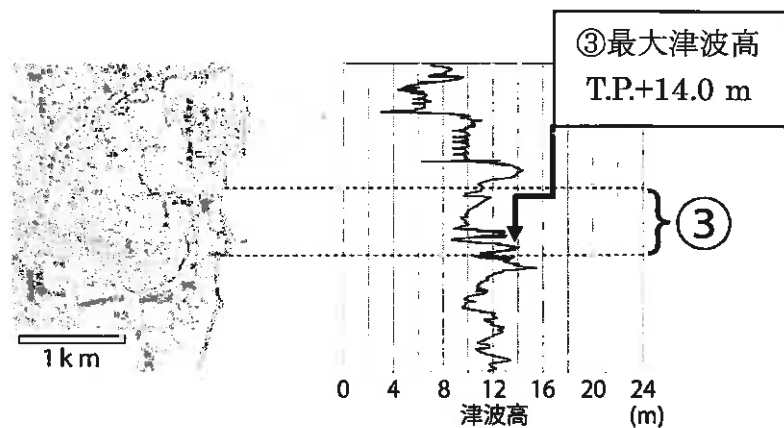


図 10 檜葉町沿岸部における明治三陸地震タイプによる津波高

- 対象地域の津波高としては、最大値を適用し、朔望平均満潮位¹⁴⁾を加算して「レベル 1 津波高」とした (表 3)。

表 3 レベル 1 津波高

領域		「明治三陸地震タイプ」 津波高 (T.P.)	レベル 1 津波高 (T.P.)
双葉町	①	14.4 m	15.0 m
大熊町	②	14.3 m	14.9 m
檜葉町	③	14.0 m	14.6 m

14) 朔望平均満潮位面：T.P. + 0.61 m

5. レベル2津波高の設定

○レベル2津波高の波源

- この地域で想定される最大規模の津波の波源としては、過去最大と思われる「3.11 地震」を対象とした。
- 「3.11 地震」津波の波源モデルとしては、対象地域に隣接する原子力発電所への影響検討を目的に作成された(独)原子力安全基盤機構の波源モデル¹⁵⁾を用いた(図11)。
- 最新のレベル2への対応の考え方として、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波を対象地点への影響が最も大きくなるように設定し、ハード面とソフト面の組み合わせで対応する考え方が示されている¹⁶⁾ことから、今回の検討ではそれに対応させ、裕度として地域特性の条件を厳しく考慮し、設定することとした。
- 従って、対象地域におけるレベル2津波については、今後最新知見を反映させた検討を引き続き実施していく。

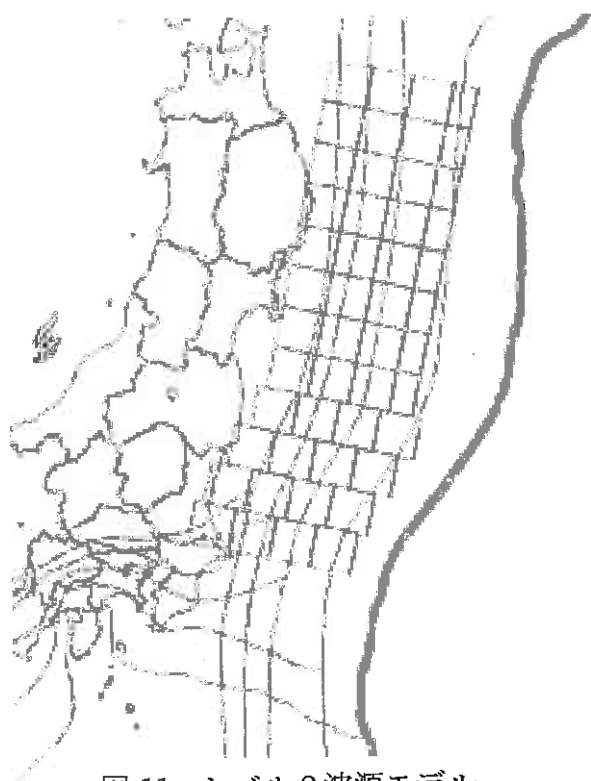


図11 レベル2波源モデル

- 15) 原子力事業者が実施した平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した津波の再現計算結果等に係るクロスチェック解析(2011)
- 16) 津波浸水想定の設定の手引き ver2.00 (国土交通省)

○レベル2 津波高及び遡上領域の設定の考え方

- 津波高の算定結果は、図 12～14 のとおりとなった。
- 算定された津波高は、双葉町沿岸域で T.P.+8.2 m～21.9 m、大熊町沿岸域で T.P.+6.0 m～21.9 m、楢葉町沿岸域で T.P.+10.6 m～21.3 m と高さに幅があり、河口部などの陸側に地形が開けている地区は津波高が低めに、海食崖が発達した地形では高めの傾向となった。これはこの地域の特性として沿岸部の地形が低地と崖地形が混在していることが起因しているものと思われる。
- 河口部付近を考えた場合、前項で設定したレベル1 津波に対応した防潮堤を構築する計画であることから、この付近の津波高は算定した津波高とは異なり、結果して海食崖地形と同様の傾向となることが想定される。
- ただし、遡上領域については、レベル1 津波対応の防潮堤の効果でその範囲が狭まると想定されるものの、不確実さを考慮し、防潮堤が構築されていない状態の原地形での遡上領域をレベル2 津波での遡上領域として設定した（図 15、図 16）。

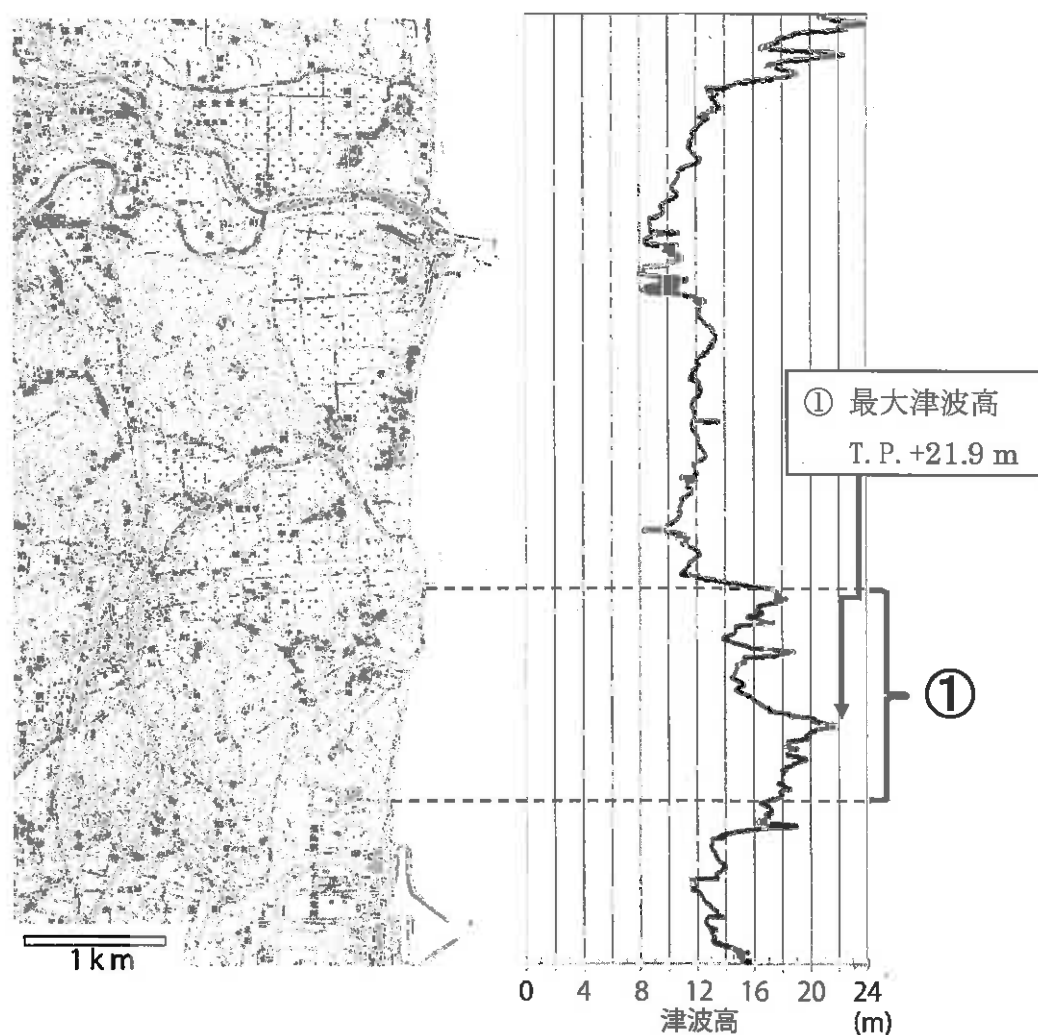


図 12 双葉町沿岸部における「3.11 地震」による津波高

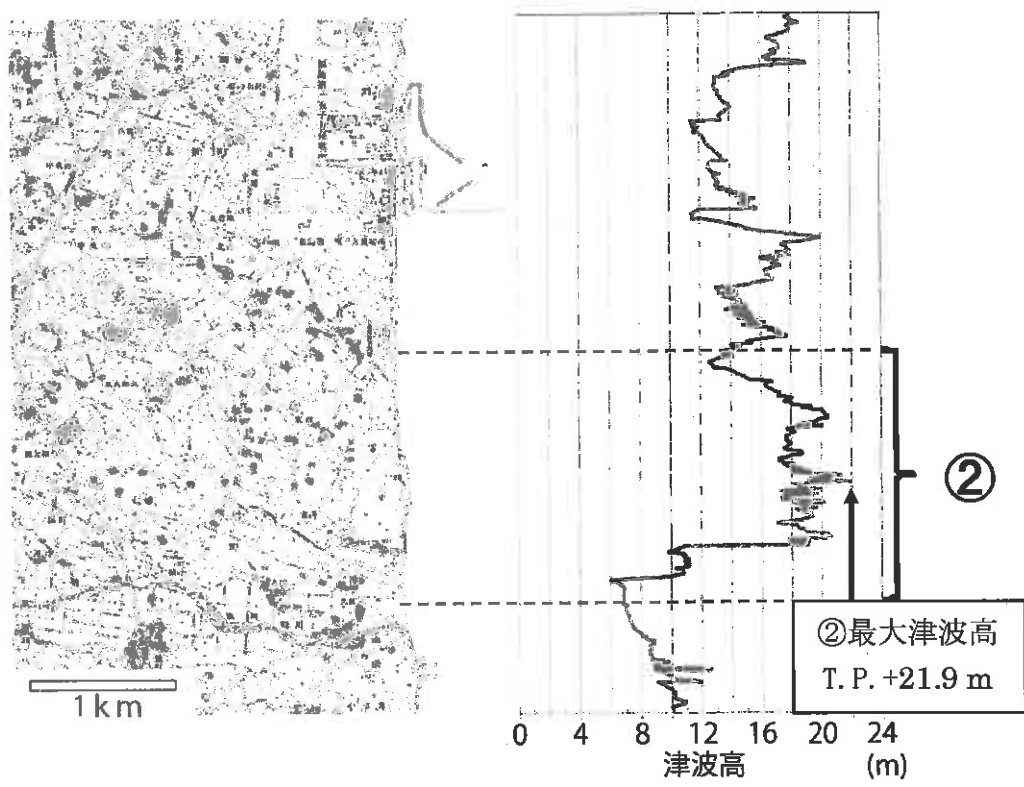


図 13 大熊町沿岸部における「3.11 地震」による津波高

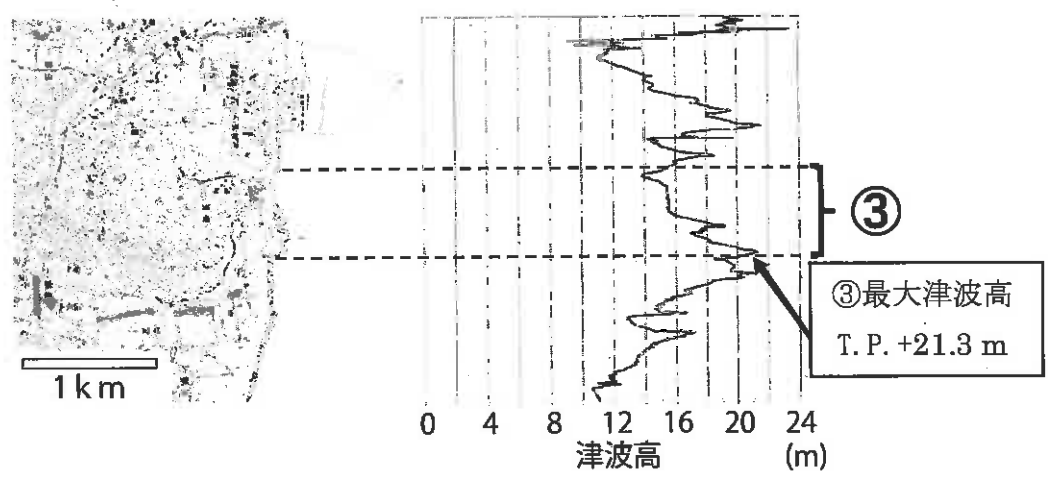


図 14 楢葉町沿岸部における「3.11 地震」による津波高

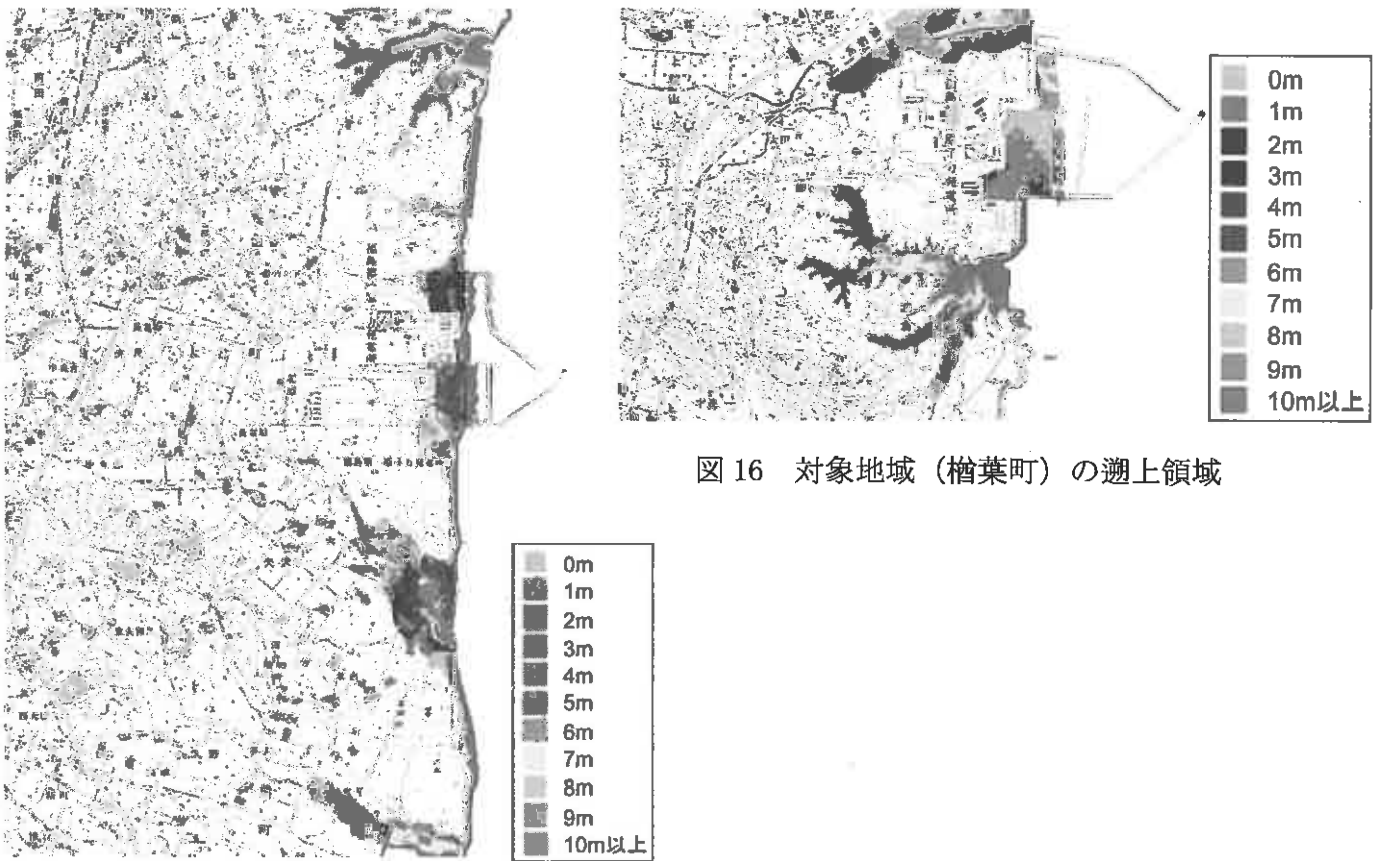


図 15 対象地域（双葉町、大熊町）の遡上領域

図 16 対象地域（檜葉町）の遡上領域

- 対象地域の津波高さとしては、海食崖部の津波高を適用し、その高さに朔望平均満潮位¹⁴⁾を加算して「レベル2津波高」とした（表4）。

表4 レベル2津波高

領域		「3.11地震」 津波高 (T.P.)	レベル2津波高 (T.P.)
双葉町	①	21.9 m	22.5 m
大熊町	②	21.9 m	22.5 m
檜葉町	③	21.3 m	21.9 m

6. 設計への反映

図 17 に貯蔵施設等の配置概念図を示す。

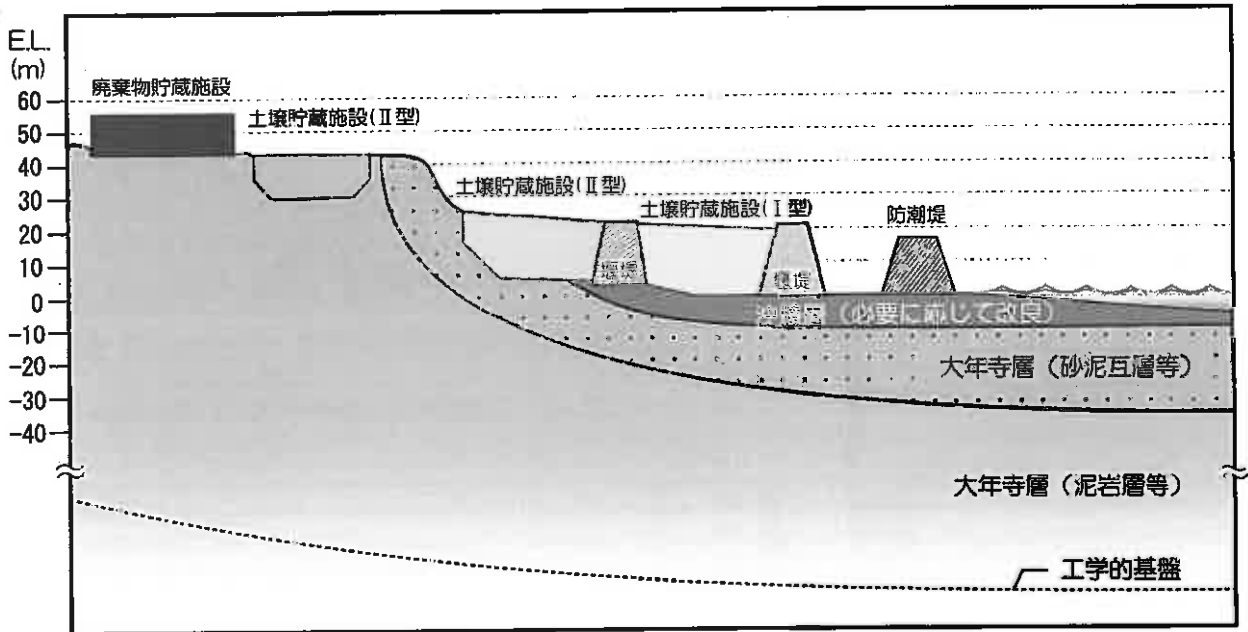


図 17 貯蔵施設等の配置概念図

(1) 地震動

① レベル1地震動（百年の間に1回程度発生すると考えられる地震動）

- レベル1地震動について、対象地域の代表地点の工学的基盤[※]での最大加速度を大熊地点、檜葉地点で算定した。今後、地表面での地震動を算定する。
- 算定する地表面のレベル1地震動に対して、設計により各構造物の地盤の安定性及び構造物の健全性を確保する。
- 必要に応じて、地盤については地盤改良、構造物については耐震設計等を行う。

※ 構造物を設計するとき、地震動設定の基礎とする良好な地盤のこと。

② レベル2地震動（この地域で想定される最大規模の地震動）

- レベル2地震動について、対象地域の代表地点の工学的基盤での最大加速度を大熊地点、檜葉地点で算定した。今後、地表面での地震動を算定する。
- 算定する地表面のレベル2地震動に対して、各構造物の機能を損なわない範囲で多少変位・変形は生じることがあっても、各構造物の地盤の安定性及び構造物の貯蔵機能を維持するよう設計する。
- 必要に応じて、地盤については地盤改良、構造物については耐震設計等を行う。
- 引き続き最新の知見を反映した地震動に対する評価を継続して実施していく。

(2) 津波

① レベル1 津波（百年の間に1回程度発生すると考えられる津波）

- レベル1 津波高について、対象地域の大熊地点、檜葉地点で算定した。
- レベル1 津波の発生については、施設の建設～貯蔵開始の期間内においても発生する可能性が否定できない。
- したがって、レベル1 津波については水処理施設や搬入道路に対しても、浸水を回避するため、施設の配置検討と防潮堤の設置が考えられる。
- 防潮堤については、今後、地元自治体の防災計画等を踏まえつつ、関係者と協議する。

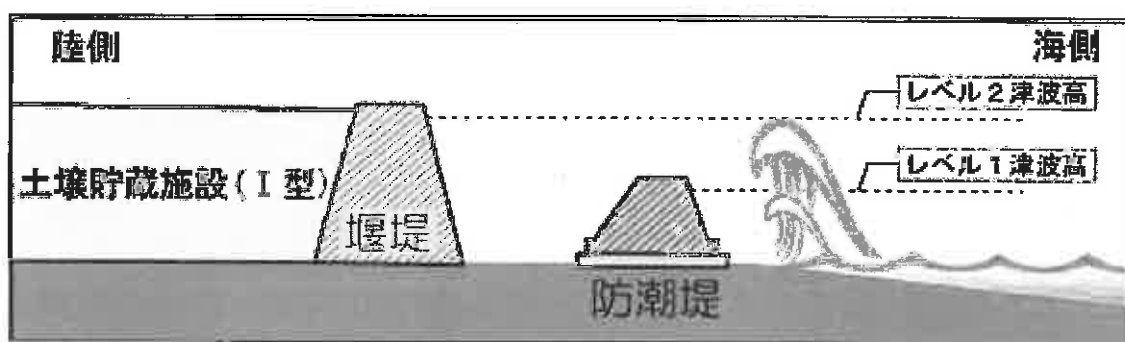


図18 津波高と防潮堤及び堰堤高さの考え方のイメージ

②レベル2津波（この地域で想定される最大規模の津波）

- レベル2津波高について、対象地域の大熊地点、檜葉地点で算定した。また、併せて遡上領域を算定した。
- レベル2津波の施設供用期間における発生頻度は極めて低い。
- レベル2津波高は、経験的・工学的に算定しているが、その想定を超える可能性も否定できないため、設計により過度に構造物に依存する対策には限界があると考える。
- したがって、構造物による対応に加え、遡上領域を考慮した施設の配置をすることにより公衆への放射線影響を最小限にとどめることとする。具体的には相対的に濃度が高い廃棄物等を貯蔵する「廃棄物貯蔵施設」や「土壌貯蔵施設（Ⅱ型）」については、レベル2津波の遡上領域を回避して設置する。
- また、貯蔵施設のうち最も海岸側に配置させる「土壌貯蔵施設（Ⅰ型）」については、レベル2の遡上高さに応じて余裕を持った高さの堰堤高を確保するとともに、補強工等（図19）により、貯蔵開始後はレベル2の津波にも対応した施設とする。
- レベル2津波については、ハード対策によって被害を可能な限り軽減させるとともに、遡上領域に作業員等がいることが想定されることから、防災マニュアルの整備、教育・訓練などを中心とするソフト対策について、今後関係者等と協議する。
- 一方で、水処理施設等については、レベル2津波による浸水範囲に入ることが想定されるが、水処理施設内の放射性セシウムを含む汚泥等が津波により流されにくい構造とするとともに、機能を確保するための代替策について検討する。なお、レベル2津波により水処理施設が万が一浸水した場合の影響についても念のため検討することとし、放射線安全に関する評価を実施することとする。

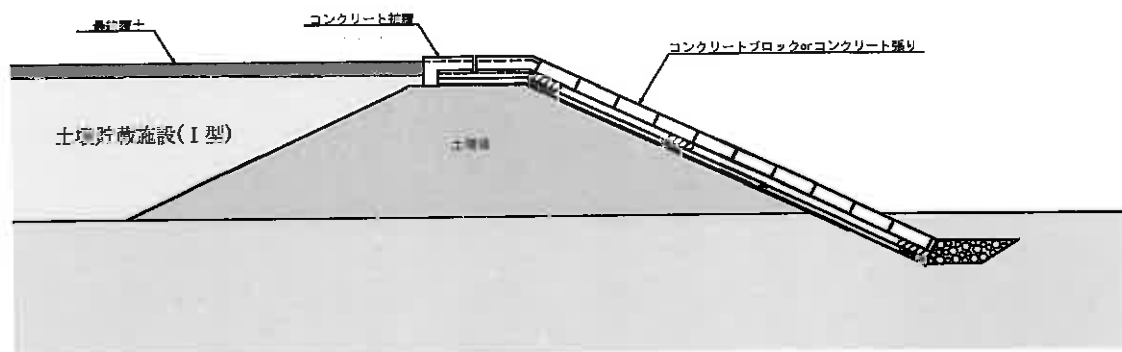


図19 堰堤断面図

表5 対策の概要

<p>レベル1地震動</p>	<p>設計により各構造物の地盤の安定性及び構造物の健全性を確保する。</p>
<p>レベル2地震動</p>	<p>各構造物の機能を損なわない範囲で多少変位・変形は生じることがあっても、各構造物の地盤の安定性及び構造物の貯蔵機能を維持するよう設計する。</p>
<p>レベル1津波</p>	<p>レベル1津波については水処理施設や搬入道路に対しても、浸水を回避するため、施設の配置検討と防潮堤の設置が考えられる。防潮堤については、今後、地元自治体の防災計画等を踏まえつつ、関係者と協議する。</p>
<p>レベル2津波</p>	<p>濃度が高い廃棄物等を貯蔵する「廃棄物貯蔵施設」や「土壌貯蔵施設（Ⅱ型）」については、レベル2津波の遡上領域を回避して設置する。また、貯蔵施設のうち最も海岸側に配置させる「土壌貯蔵施設（Ⅰ型）」については、レベル2の遡上高さに応じて余裕を持った高さの堰堤高を確保するとともに、補強工等により、貯蔵開始後はレベル2の津波にも対応した施設とする。</p> <p>一方で、水処理施設等については、レベル2津波による浸水範囲に入ることが想定されるが、水処理施設内の放射性セシウムを含む汚泥等が津波により流されにくい構造とするとともに、機能を確保するための代替策について検討する。</p>

中間貯蔵施設の概略安全評価について

2013年9月

環境省

目次 (案)

1. 概要	3
2. 検討方針	4
2.1 検討手順	4
2.2 評価シナリオ構築の考え方	6
2.3 モデル及びパラメータの考え方	6
3. 評価方法	8
3.1 シナリオ	8
3.2 モデルとパラメータ	16
4. 概略評価	49
4.1 受入・分別	49
4.2 減容化処理	50
4.3 搬入・定置	52
4.4 貯蔵	57
5. 結論	62
別添資料1 中間貯蔵施設の処理フロー	65
別添資料2 安全評価における Cs-134 及び Cs-137 以外の放射性核種の影響について	66
別添資料3 除去土壌等の溶出率及び収着分配係数の設定	77
別添資料4 除去土壌中における放射性セシウムを含んだコロイド生成の可能性について	79

1. 概要

本資料は、中間貯蔵施設の基本設計（構造・維持管理）の妥当性を確認するため、現時点の情報に基づき、中間貯蔵施設に係る平常時及び事故時における公衆の放射線被ばくを評価した結果を取りまとめたものである。

具体的には、現状の施設候補地の選定状況、施設の基本設計、除去土壌等の再推計結果、現地において採取した試料を用いた試験結果などを前提条件として利用し、安全側に立ち、一つの町に収容する貯蔵施設として、1,000万 m^3 を貯蔵する土壌貯蔵施設（I型）、1,000万 m^3 を貯蔵する土壌貯蔵施設（II型）、20万 m^3 を貯蔵する廃棄物貯蔵施設、受入・分別施設、減容化施設等が一通り敷地内に存在すると想定した中間貯蔵施設における基本設計（構造・維持管理）の安全性を評価した。まず、評価経路、モデル、パラメータを設定し、その上で、中間貯蔵施設で取り扱う除去土壌及び廃棄物に含まれる放射性物質による追加被ばく線量を計算し、中間貯蔵施設安全対策検討会において設定した基準値を満たすことを確認した。この結果、十分に安全側に立った前提においても、覆土等構造に係る方策及び搬入作業範囲の設定等維持管理に係る方策については、安全確保上適切なものであるものと評価される。今後、当該方策がしっかりと実現されるよう、適切な安全対策を立案・実施することが重要であると考えられる。今後、調査や設計の進捗に伴い、敷地境界・施設範囲等詳細な条件が明らかになる段階において、同様の手法で評価を行うこととする。

なお、今回、運搬に関する安全評価及び工事期間中の評価については行っていないが、これは、評価に必要な運搬計画、搬入の際の荷姿、造成工事のスケジュール、重機の稼働数等が定まっていないためである。今後、これらの条件の具体化を踏まえて、運搬行程及び工事期間中に係る安全評価を行うとともに、関連するモニタリングデータ等の蓄積、新知見の拡充等を踏まえ、必要に応じて安全評価の更新を行うことで、継続的に安全性の確認を行うものとする。

2. 検討方針

2.1 検討手順

本検討で実施する概略安全評価の基本条件を以下に示す。

- ・評価対象期間 : 貯蔵開始から 30 年後まで
- ・評価対象プロセス : 受入・分別～貯蔵まで^{※1}
- ・評価対象核種 : Cs-134、Cs-137^{※2}
- ・評価対象 : 公衆^{※3}
- ・評価シナリオ : 平常時の評価シナリオ、事故時の評価シナリオ
- ・被ばく線量の基準 : 平常時 → 追加 1mSv/y 以下
事故時 → 追加 5mSv/event 以下^{※4}

※1 運搬計画、搬入の際の荷姿等、運搬における被ばく線量の評価に必要な諸条件、造成工事のスケジュール、重機の稼働数等造成等、造成等の施工中における被ばく線量の評価に必要な諸条件については、現時点で定まっていない。このため、今後、これらの条件の具体化を踏まえて運搬行程に係る安全評価、造成等の施工に係る安全評価等、今回前提条件の不足により取り扱えなかった内容について、今後評価を行うものとする。

※2 放射性セシウム以外の放射性核種については、除去土壌等に含まれる放射能濃度としては十分に低いと考えられるが、念のため幅広い放射性核種を対象に保守的な簡易評価を実施し、影響の程度を把握するものとした。

※3 作業員の被ばく線量については、電離則、除染電離則等に基づき放射線管理を実施する。

※4 事故時の線量の基準は、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成 2 年 8 月 30 日、一部改訂 平成 13 年 3 月 29 日、原子力規制委員会決定）、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（平成 22 年 8 月 9 日、原子力安全委員会決定）等を参考に検討会において設定した。

（参考 1）発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（原子力規制委員会）（抄）

4. 2 事故

（略）

（5）周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと。

（略）

解説

（略）

ICRP の 1990 年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1 mSv を勧告しているが、特殊な状況においては、5 年間にわたる平均が年当たり 1 mSv を超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることもありうるとなっている。これは平常時の放射線被ばくについての考え方であるが、これを発生頻度が小さ

い「事故」の場合にも適用することとし、周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり 5 mSv を超えなければ「リスク」は小さいと判断する。なお、発生頻度が極めて小さい事故に対しては、実効線量の評価値が上記の値をある程度超えてもその「リスク」は小さいと判断できる。

(参考2) 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(原子力安全委員会)(抄)

5-2 事故時評価

技術的に見て想定される異常事象が発生するとした場合、公衆に対し、過度の放射線被ばくを及ぼさないこと。

(略)

解説

(略)

(4) 「公衆に対して、過度の放射線被ばくを及ぼさないこと」とは、事故等の発生頻度の兼ね合いを考慮して判断しようとするものであり、判断基準は、「公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」とするが、その具体的な運用は以下によるものとする。

ICRPの1990年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることもありうるとされている。これは平常時の放射線被ばくについての考え方であるが、これを発生頻度が小さい「事故」の場合にも適用することとし、周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければ「リスク」は小さいと判断する。

概略安全評価の検討手順を図2-1に示す。

以下に、それぞれの検討の考え方、方針を整理した。

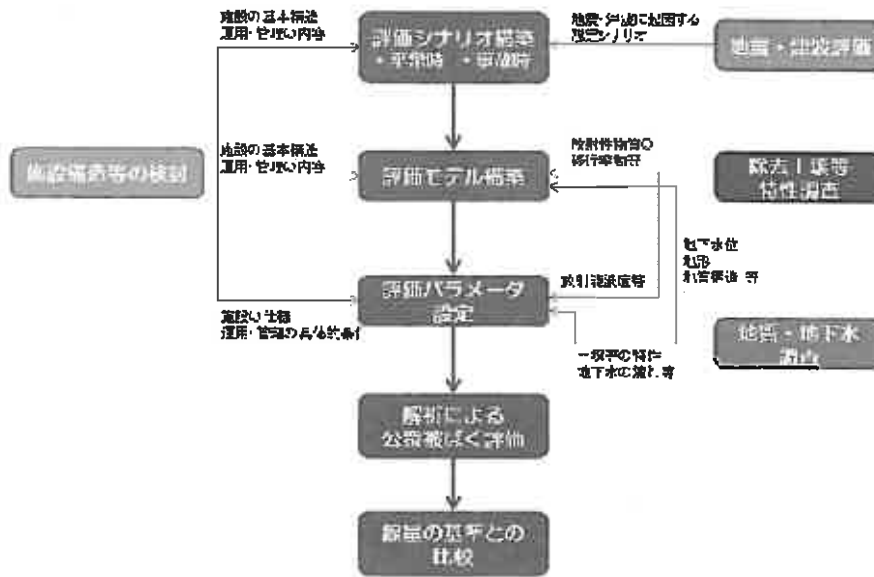


図 2-1 概略安全評価の検討手順

2.2 評価シナリオ構築の考え方

(1) 平常時の評価シナリオ

- ・平常時の評価シナリオの選定に当たっては、各施設が正常であり、放射線の遮へい、流出の防止、飛散の防止、公共水域及び地下水の汚染防止などの安全確保策が評価対象期間にわたって期待どおりに発揮することを想定する。
- ・想定される公衆への被ばく経路から、中間貯蔵施設の作業プロセス（受入・分別、減容化、搬入・定置、貯蔵）毎に代表的な評価経路を選定し、これを評価シナリオとして選定する。
- ・選定した評価シナリオに対する追加被ばく線量を計算し、追加被ばく線量が平常時の基準（1mSv/y以下）に適合するか否かを確認する。

(2) 事故時の評価シナリオ

- ・事故時の評価シナリオの選定に当たっては、適切な対策を講じることで事故を防止することを前提とするものの、それでもなお、事故が発生すると仮定した場合を想定する。
- ・ここでの事故とは、何らかの外的もしくは内的な起因事象により、放射線の遮へい、流出の防止、飛散の防止、公共水域及び地下水の汚染防止などの機能の喪失あるいは低下が生じた状態をいう。
- ・事故時の起因事象としては、地すべり、斜面崩壊、土石流、洪水、雪崩、地震、津波、火山噴火、陥没、大雨などの外的な自然事象及び火災や電源喪失などの事象を考慮する。施設候補地の選定及び施設設計によるこれらの事象に対する対応方針（例えば、斜面崩壊の危険性が高いエリアの回避、施設の耐震性確保等）及びそれぞれの事象によって生じる結果としての損傷範囲などの包含関係を踏まえて、事故シナリオを選定する。
- ・事故が発生した際に実施する対策（例えば、モニタリングも活用した破損等箇所の特定・補修、飛散・流出してしまった放射性物質の回収、除染等）も踏まえて評価シナリオの具体化を図る。
- ・選定した評価シナリオに対する追加被ばく線量を計算し、追加被ばく線量が事故時の基準（5mSv/event以下）に適合するか否かを確認する。

2.3 モデル及びパラメータの考え方

- ・現時点における調査結果、試験結果、施設の構造・仕様に基づき、現実的な範囲で保守性を持つように設定することを基本とする。
- ・評価パラメータの設定にあたっては、以下の報告書も参考とする。
 - ▶ 「福島県の浜通り及び中通り地方（避難区域及び計画的避難区域を除く）の災害廃棄物の処理・処分における放射性物質による影響の評価について」（平成23年6月19日、日本原子力研究開発機構 安全研究センター、第3回 災害廃棄物安全評価検討会 資料4）（以下、「災害廃棄物評価」という。）

- 「放射性物質を含む汚泥焼却灰等の処分に関する安全評価検討書」（平成 23 年 9 月、横浜市環境創造局・横浜市資源循環局）（以下、「横浜市評価」という。）
- 「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わる線量評価について」（平成 25 年 3 月 4 日、日本原子力研究開発機構 安全研究センター 廃棄物安全研究グループ、第 16 回 災害廃棄物安全評価検討会 参考資料 1）（以下、「指定廃棄物評価」という。）
- 「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」（原子力安全委員会・放射性廃棄物安全基準専門部会、平成 11 年 3 月 11 日）（以下、「原子炉クリアランス評価」という。）
- 「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」（原子力安全委員会、平成 16 年 12 月 16 日、平成 17 年 3 月 17 日一部訂正及び修正）（以下、「クリアランスレベル評価」という。）
- 「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」（文部科学省科学技術・学術政策局放射線安全規制検討会、平成 22 年 1 月 1 日（平成 24 年 3 月 一部訂正））（以下、「RI クリアランス評価」という。）
- 「日本原子力学会標準 AESJ-SC-F023：2012 浅地中ピット処分の安全評価手法」（2012）（以下、「浅地中ピット処分評価標準」という。）
- その他（IAEA や ICRP の文献等）

3. 評価方法

ここでは、評価方法として、シナリオ、用いるモデルとパラメータを示す。なお、評価対象者は公衆とし、成人及び子供（1～2歳。以下同じ。）を対象にそれぞれ計算した上で、計算値が高い方の値を評価結果とする。

3.1 シナリオ

各工程において想定される被ばく経路を整理し、評価経路としたものを以下に示す。

(1) 受入・分別

除去土壌等の受入・分別に伴う公衆の被ばくを評価する。被ばく経路として、以下の経路を想定した。

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態	
4-1-1	平常時	受入・分別施設 周辺居住	受入れた 除去土壌等	外部	
4-1-2	事故時	地震・火災等による 遮へい機能の喪失	受入・分別施設 周辺居住	受入れた 除去土壌等	外部
4-1-3		地震・火災等による 飛散防止機能の喪失	受入・分別施設 周辺居住	大気中へ飛散 した放射性物質	外部
4-1-4					吸入
4-1-5		津波・豪雨等による 除去土壌等の流出	受入・分別施設 周辺居住	水産物	経口

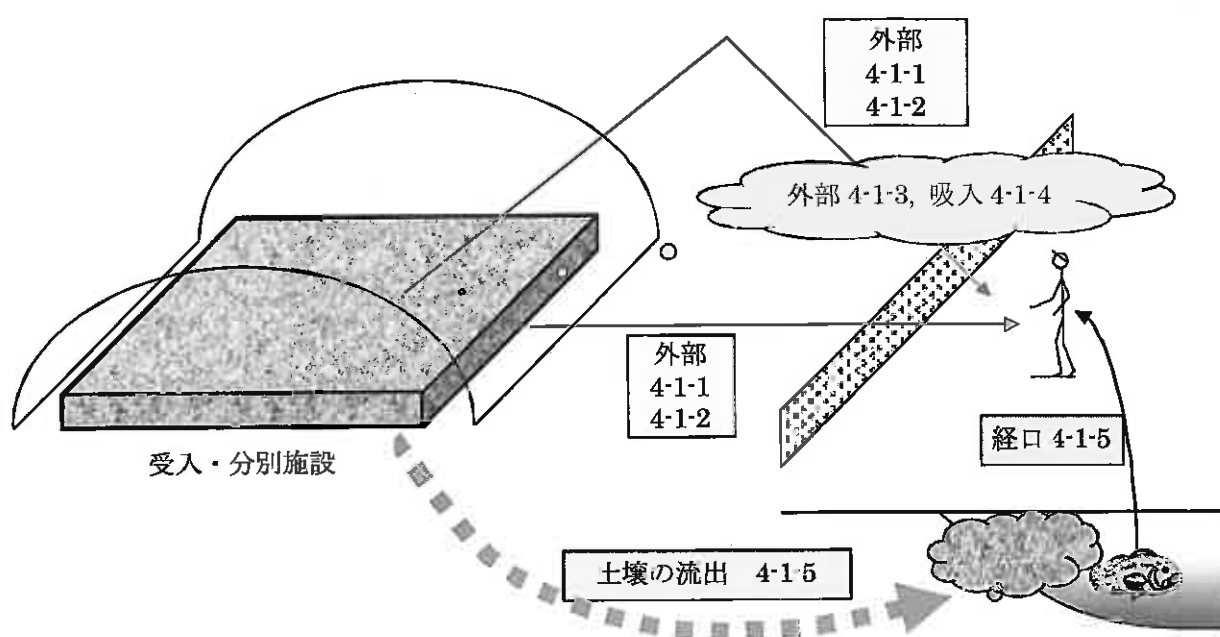


図 3-1 受入・分別の評価経路の概念図

(2) 減容化处理

除去土壤等に含まれる可燃物の減容化处理に伴う公衆の被ばくを評価する。被ばく経路として、以下の経路を想定した。

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態	
4-2-1	平常時	減容化施設 周辺居住	焼却炉から放出された 排気中の粉塵	外部	
4-2-2				吸入	
4-2-3			粉塵が沈着した土壤	外部	
4-2-4				吸入	
4-2-5			粉塵が沈着した土壤で 生産された農作物	経口	
4-2-6			粉塵が沈着した土壤で 生産された畜産物	経口	
4-2-7	事故時	地震・火災等による 遮へい機能の喪失	減容化施設 周辺居住	焼却灰	外部
4-2-8		地震・火災等による 飛散防止機能の喪失	減容化施設 周辺居住	大気中へ飛散 した放射性物質	外部
4-2-9					吸入

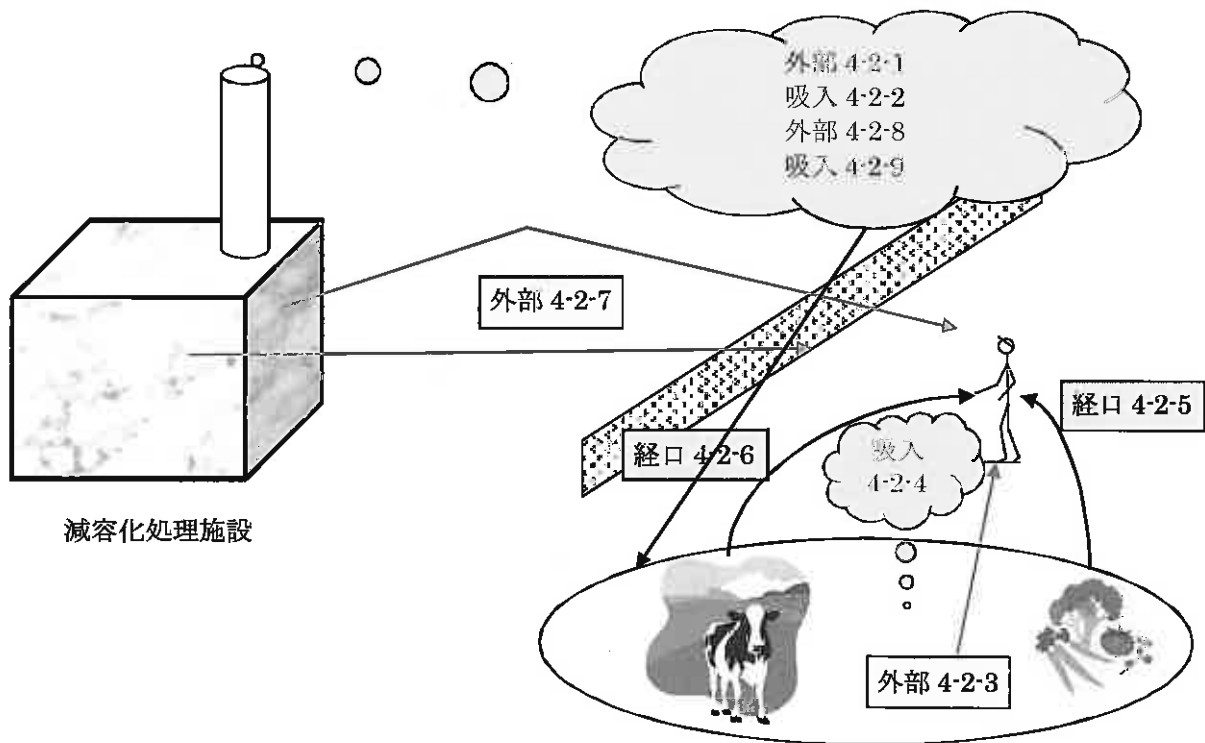


図 3-2 減容化处理の評価経路の概念図

(3) 搬入・定置

貯蔵施設への搬入・定置に伴う公衆の被ばくを評価する。被ばく経路として、施設の種別別に以下の経路を想定した。

a. 土壌貯蔵施設 I 型

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態
4-3-1	平常時	貯蔵施設周辺居住	定置中の除去土壌等	外部
4-3-2			浸出液処理設備からの放出(濃度限度以下)	吸入
4-3-3				経口
4-3-4	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-3-5		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-3-6		津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出	貯蔵施設周辺居住	吸入
4-3-7			水産物	経口

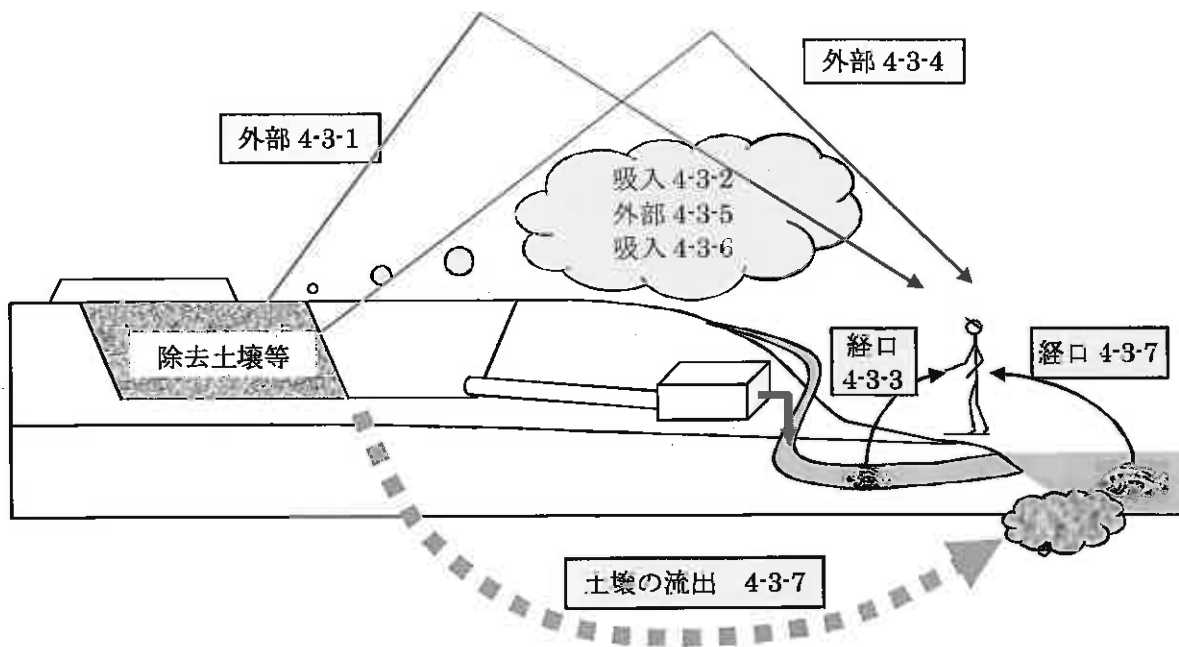


図 3-3 搬入・定置の評価経路の概念図 (土壌貯蔵施設 I 型)

b. 土壌貯蔵施設Ⅱ型

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態	
4-3-8	平常時	貯蔵施設周辺居住	定置中の除去土壌等	外部	
4-3-9			浸出液処理設備からの放出(濃度限度以下)	吸入	
4-3-10				経口	
4-3-11	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部	
4-3-12		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部	
4-3-13		津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出	貯蔵施設周辺居住	吸入	
4-3-14		地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	水産物	経口
4-3-15			貯蔵施設周辺居住	水産物	経口

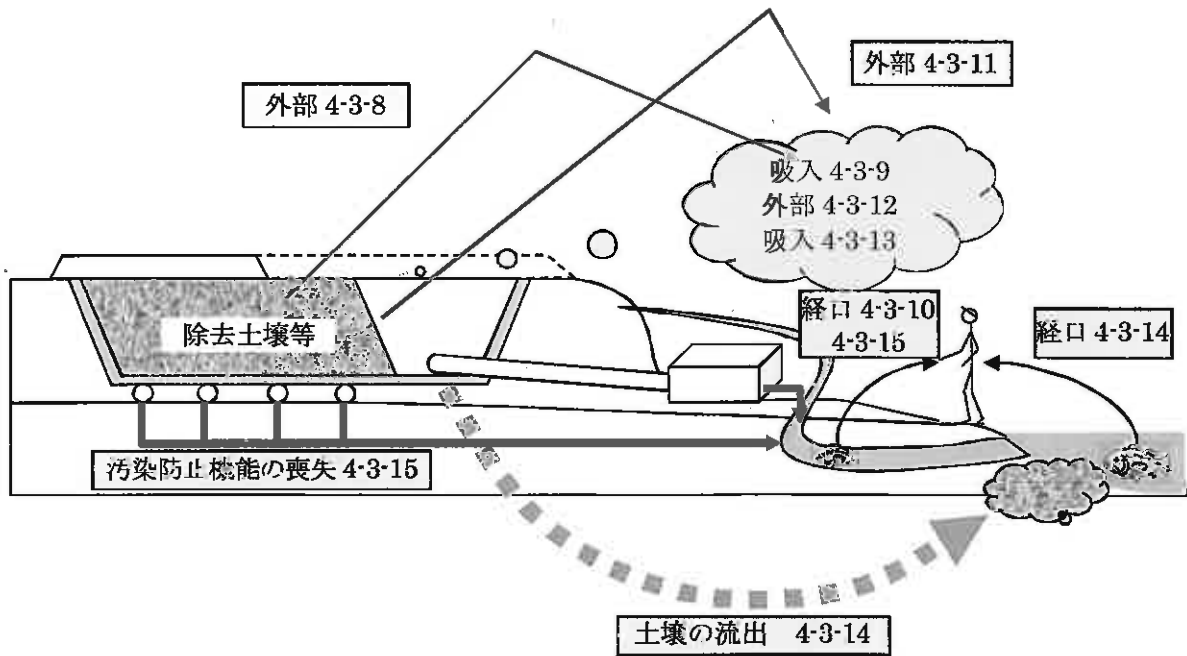


図3-4 搬入・定置の評価経路の概念図（土壌貯蔵施設Ⅱ型）

c. 廃棄物貯蔵施設

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態
4-3-16	平常時	貯蔵施設周辺居住		定置中の除去土壌等 外部
4-3-17	事故時	地震・火災等による 遮へい機能の喪失	貯蔵施設 周辺居住	定置中の 除去土壌等 外部
4-3-18		地震・火災等による 飛散防止機能の喪失	貯蔵施設 周辺居住	大気中へ飛散 した放射性物質 外部
4-3-19				吸入
4-3-20		地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止 機能の喪失	貯蔵施設 周辺居住	水産物 経口

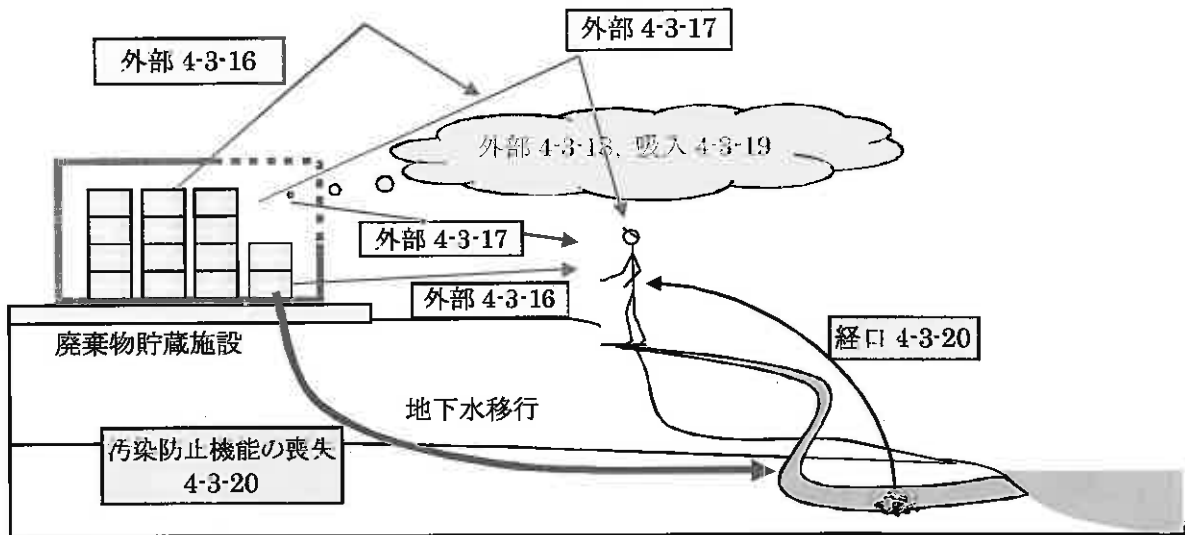


図 3-5 搬入・定置の評価経路の概念図 (廃棄物貯蔵施設)

(4) 貯蔵

中間貯蔵施設へ貯蔵中の除去土壌等からの公衆の被ばくを評価する。被ばく経路として、施設の種別別に以下の経路を想定している。

a. 土壌貯蔵施設 I 型

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態
4-4-1	平常時	貯蔵施設周辺居住	貯蔵中の除去土壌等	外部
4-4-2	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-4-3		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	大気中へ飛散した放射性物質	外部
4-4-4				吸入
4-4-5		津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出	貯蔵施設周辺居住	水産物

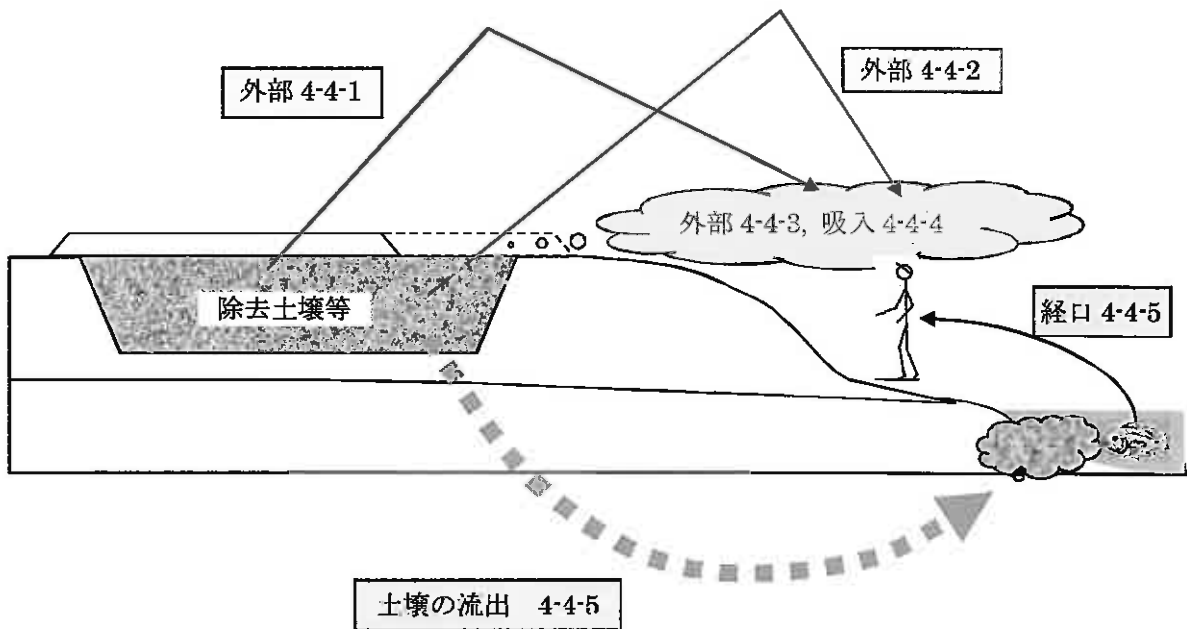


図 3-6 貯蔵中の評価経路の概念図（土壌貯蔵施設 I 型）

b. 土壌貯蔵施設Ⅱ型

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態
4-4-6	平常時	貯蔵施設周辺居住	貯蔵中の除去土壌等	外部
4-4-7			浸出液処理設備からの放出 (濃度限度以下)	経口
4-4-8	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-4-9		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-4-10		津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出	貯蔵施設周辺居住	吸入
4-4-11			貯蔵施設周辺居住	水産物
4-4-12		地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	水産物

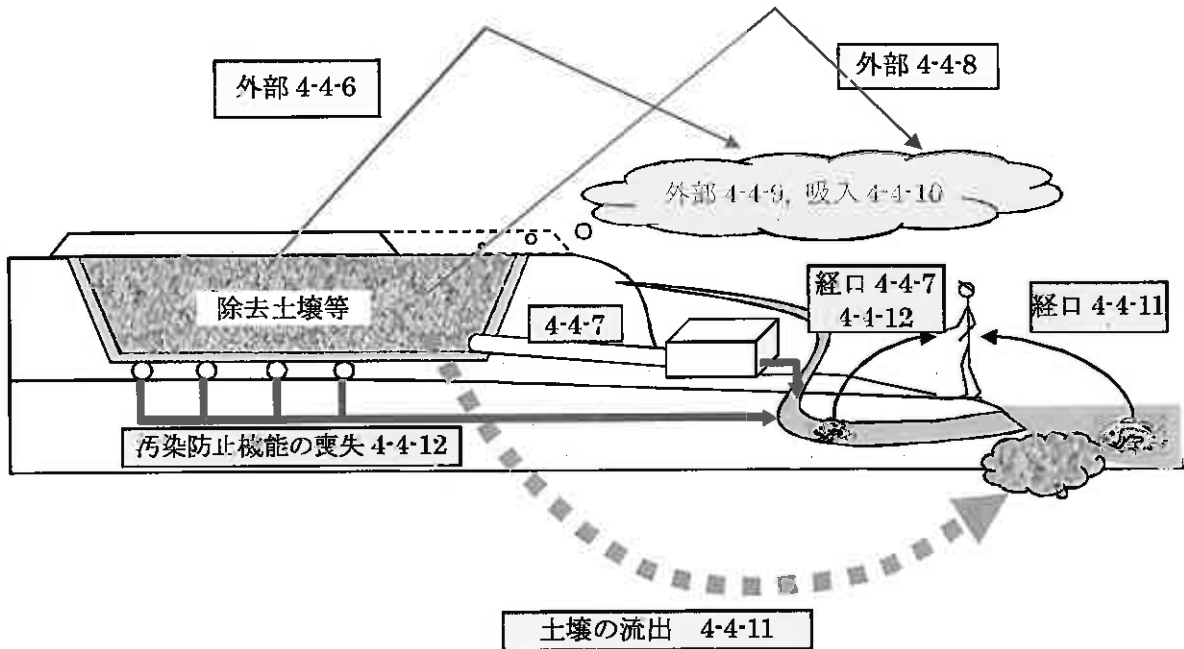


図 3-7 貯蔵中の評価経路の概念図 (土壌貯蔵施設Ⅱ型)

c. 廃棄物貯蔵施設

経路 No.	具体的な行為		線源	被ばく形態
4-4-13	平常時	貯蔵施設周辺居住	貯蔵中の除去土壌等	外部
4-4-14	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	貯蔵施設周辺居住	外部
4-4-15		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	大気中へ飛散した放射性物質	外部
4-4-16				吸入
4-4-17		地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失	水産物	経口

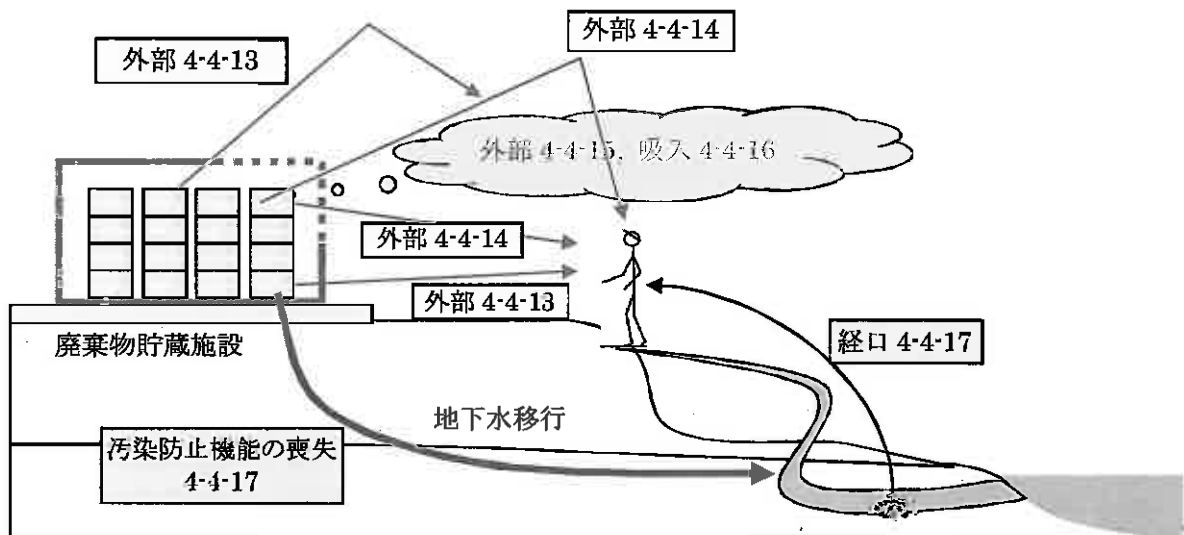


図 3-8 貯蔵中の評価経路の概念図 (廃棄物貯蔵施設)

3.2 モデルとパラメータ

(1) 受入・分別

a. 平常時（除去土壌からの外部被ばく）（4-1-1）

外部被ばくとしては、除去土壌等からの直接被ばくとスカイシャインによる被ばくが考えられるが、ここでは両経路の被ばくを合算して評価する。評価式については、RI クリアランス評価を参考に設定した以下の式(1)を用いる。

$$D_{ext}(i) = C_A(i) \cdot S_0 \cdot t_0 \cdot DF_{ext}(i) \quad (1)$$

$D_{ext}(i)$: 放射性核種 i による外部被ばく線量（平常時： $\mu\text{Sv/y}$, 事故時： $\mu\text{Sv/事故}$ ）

$C_A(i)$: 除去土壌等の中の放射性核種 i の濃度（ Bq/kg ）

S_0 : 外部被ばくに対する遮へい係数（－）

t_0 : 被ばく時間（平常時： h/y , 事故時： h/事故 ）

$DF_{ext}(i)$: 放射性核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数（ $(\mu\text{Sv/h})/(\text{Bq/kg})$ ）

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	1.25E+4	Cs-134とCs-137の合計濃度を5万Bq/kg*と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		3.75E+4	
外部被ばくに対する遮へい係数（平常時）		-	0.6	1日のうち、屋内滞在時（16時間）の遮へい効果（遮へい係数：0.4）を考慮して設定した。
被ばく時間（年間居住時間）		h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数（直接線及びスカイシャイン）		$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.1(1))。

*：安全対策検討会第二回資料4より、以下の計算に基づき放射能濃度を設定した（以下同じ。）。

$$(8,000\text{Bq/kg} \times 1,200 \text{万 m}^3 + 10 \text{万 Bq/kg} \times 900 \text{万 m}^3 + 200 \text{万 Bq/kg} \times 2 \text{万 m}^3) / 2,102 \text{万 m}^3 = 4.93 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$$

b. 事故時（地震・火災等による遮へい機能喪失、除去土壌からの外部被ばく）（4-1-2）

4-1-1と同様に、式(1)を用いて評価を行う。事故を想定し、遮へい係数と被ばく時間を見直す。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	1.25E+4	Cs-134とCs-137の合計濃度を5万Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		3.75E+4	
外部被ばくに対する遮へい係数（事故時）		-	0.6	1日のうち、屋内滞在時（16時間）の遮へい効果（遮へい係数：0.4）を考慮して設定した。
被ばく時間（事故時）		h/事故	720	事故処理に要する時間を30日と想定した。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
外部被ばくに対する線量換算係数(直接線及びスカイシヤイン)	μSv/h per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.1(1))。

c. 事故時(地震・火災等による飛散防止機能喪失、大気中へ飛散した放射性物質による外部被ばく)
(4.1-3)

地震や火災等による飛散防止機能の喪失を想定し、放射性物質を含むプルームによる外部被ばくを想定する。ここでは火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。RI クリアランス評価を参考に設定した評価式を以下に示す。

$$D_{ext}(i) = Q_A(i) \cdot (\chi/Q) \cdot t_0 \cdot DF_{ext,sub}(i) \quad (2)$$

$$Q_A(i) = \frac{C_A(i) \cdot W_w \cdot R_{Cs}}{t_0 \cdot 3600} \quad (3)$$

$D_{ext}(i)$: 放射性核種 i による外部被ばく線量 (平常時: μSv/y, 事故時: μSv/事故)

$Q_A(i)$: 火災により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)

(χ/Q) : 大気中相対濃度 (s/m³)

t_0 : 被ばく時間 (平常時: h/y, 事故時: h/事故)

$DF_{ext,sub}(i)$: 放射性核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 ((μSv/h)/(Bq/m³))

$C_A(i)$: 除去土壌等の中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

W_w : 火災により燃焼する廃棄物等の重量 (kg)

R_{Cs} : 火災におけるセシウムの排気への移行率 (-)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠		
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	1.25E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 5 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。	
	Cs-137				3.75E+4
大気中相対濃度	s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.1(1))。		
被ばく時間(火災発生から鎮火まで)	h/事故	24	事故処理に要する時間を 1 日と想定した。		
火災により燃焼する廃棄物等の重量	kg	施設毎に設定	施設に内在する土壌/廃棄物の物量の 1/10 を設定する(4.1(1))。		
火災におけるセシウムの排気への移行率	-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定とした。		
外部被ばくに対する線量換算係数(プルーム)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/m ³	2.51E-04	RI クリアランス評価で設定されているプルームに対する換算係数の値を用いた。 Cs-134 : 2.20E+0(Sv/y)/(Bq/cm ³) Cs-137 : 7.96E-1(Sv/y)/(Bq/cm ³) なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を 1.3 倍した値を設定した。
		Cs-137			
	子ども	Cs-134	3.26E-04		
		Cs-137	1.18E-04		

d. 事故時（地震・火災等による遮へい機能喪失、大気中へ飛散した放射性物質による吸入被ばく）
 (4-1-4)

地震・火災等による遮へい機能の喪失を想定し、放射性物質を含むプルームの吸入被ばくを想定する。ここでは火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。RI クリアランス評価を参考に設定した吸入被ばくの評価式を以下に示す。 $Q_A(i)$ は式(3)により設定する。

$$D_{inh}(i) = Q_A(i) \cdot (\chi/Q) \cdot B_0 \cdot t_0 \cdot DF_{inh}(i) \quad (4)$$

$D_{inh}(i)$: 放射性核種 i による吸入被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

$Q_A(i)$: 作業により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)

(χ/Q) : 大気中相対濃度 (s/m^3)

B_0 : 呼吸率 (m^3/h)

t_0 : 被ばく時間（火災発生から鎮火まで） (h/事故)

$DF_{inh}(i)$: 放射性核種 i の吸入被ばくに対する線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	1.25E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 5 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		3.75E+4	
大気中相対濃度		s/m^3	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.1(1))。
被ばく時間（火災発生から鎮火まで）		h/事故	24	事故処理に要する時間を 1 日間と想定した。
火災により燃焼する廃棄物等の重量		kg	施設毎に設定	施設内の除去土壌等の物量から、1/10 が影響を受けると設定した (4.1(1))。
火災におけるセシウムの排気への移行率		-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定とした。
呼吸率	成人	m^3/h	0.96	ICRP Publ.23 で示されている数値（標準人の 1 日の呼吸量 $2.3\text{E}+4 \text{ L/d}$ ）を基に設定した。
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 に示されている値（1-2 歳児の居住者の呼吸率）を設定した。
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども（1 歳児）の吸入による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	4.6E-03	
	子ども	Cs-134	7.3E-03	
		Cs-137	5.4E-03	

e. 事故時（津波・豪雨等による除去土壌等の流出、水産物経口摂取による内部被ばく） (4-1-5)

津波・豪雨等により施設内の除去土壌等が海へ流出し、海水中に移行した放射性物質が海産物へ移行したものを摂取することによる被ばくを評価する。

放出された放射性物質を含む海産物の経口摂取による内部被ばくの評価モデルは浅地中ピット処分

評価標準を参考に設定した、以下の式によって表すことができる。

$$D_{ing}(i) = \sum_j (C_{SW}(i) \cdot CF_S(i, j) \cdot M_S(j) \cdot G_S(j) \cdot DF_{ing}(i))$$

$$C_{SW}(i) = \frac{R_{SW}(i)}{Q_{SW}} \quad (5)$$

$$R_{SW}(i) = W_S \cdot C_A(i)$$

- $D_{ing}(i)$: 放射性核種 i による海産物の経口摂取による被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)
 $C_{SW}(i)$: 放射性核種 i の海水中の濃度 (Bq/m^3)
 $R_{SW}(i)$: 放射性核種 i の海洋への放出量 (Bq)
 W_S : 津波・豪雨等により海洋へ移行する除去土壌等の放出量 (kg)
 $C_A(i)$: 除去土壌等の中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)
 Q_{SW} : 海洋における希釈水量 (m^3)
 $CF_S(i, j)$: 放射性核種 i の海産物 j への濃縮係数 (m^3/kg)
 $M_S(j)$: 海産物 j の年間摂取量 (kg/y)
 $G_S(j)$: 海産物 j の市場希釈係数 (-)
 $DF_{ing}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取による内部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠	
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	1.25E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 5 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137	Bq/kg	3.75E+4	
津波・豪雨等により海洋へ移行する除去土壌等の放出量	kg	施設毎に設定	施設に内在する土壌/廃棄物の物量から、1/10 が流出することを設定した (4.1(1))。	
海洋における希釈水量	m^3	8.0E+09	「理科年表 平成 9 年」に記載された国内主要地点の平均大潮期における潮流の最小値 0.5 ノット (0.255m/s)、混合面積 1,000 m^2 (安全側) より 1 年間の流量を設定した。	
セシウムの海産魚類への濃縮係数	m^3/kg	0.03	「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について」に示された海水に対する濃縮係数を設定した。	
セシウムの海産無脊椎動物への濃縮係数	m^3/kg	0.02		
セシウムの海藻類への濃縮係数	m^3/kg	0.02		
海産魚類の摂取量	kg/y	15.8	「平成 8 年版国民栄養の現状」における平成 6 年の 1 人当たりの摂取量より設定した。	
海産無脊椎動物の摂取量	kg/y	8.1	魚類: 43.2 g/d (生魚) 無脊椎動物: 22.0 g/d (いか、たこ、かに、貝類)	
海藻類の摂取量	kg/y	2.2	藻類: 5.8 g/d (海藻類) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の 0.47 倍とした。	
海産魚類、海産無脊椎動物、海藻類の市場希釈係数	-	1	保守的に、希釈を考慮しないこととした。	

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども（1歳児）の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

(2) 減容化処理

a. 平常時（焼却炉から放出された排気中の粉塵による外部被ばく）（4.2-1）

排気に含まれる放射性核種が移行したプルームによる外部被ばくを想定する。被ばく線量は式(2)を用いて評価する。その際、 $Q_A(i)$ はRIクリアランス評価を参考に設定した以下の式により設定する。

$$Q_A(i) = C_A(i) \cdot W_w \cdot R_{Cs} \quad (6)$$

$Q_A(i)$: 減容化処理により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)

$C_A(i)$: 除去土壌等の中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

W_w : 除去土壌等の焼却処理量 (kg/s)

R_{Cs} : 焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (-)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度（焼却灰）	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料4に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
被ばく時間（年間居住時間）		h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力から設定した (4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率（平常時）		-	0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・熔融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50% とした。集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9% 以上捕集) より 99% とした。排気への移行率 = 焼却飛灰へのセシウムの分配率 × (1 - 集塵効率)
外部被ばくに対する線量換算係数（プルーム）	成人	Cs-134	2.51E-04	クリアランス評価で設定されているプルームに対する換算係数の値を用いた。 Cs-134 : 2.20E+0(Sv/y)/(Bq/cm ³) Cs-137 : 7.96E-1(Sv/y)/(Bq/cm ³) なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を 1.3 倍した値を設定した。
		Cs-137	9.09E-05	
	子ども	Cs-134	3.26E-04	
		Cs-137	1.18E-04	

b. 平常時（焼却炉から放出された排気中の粉塵による吸入被ばく）（4-2-2）

排気に含まれる放射性核種が移行したブルームによる吸入被ばくを想定する。被ばく線量は式(4)を用いて評価する。その際、 $Q_A(i)$ は式(6)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度(焼却灰)	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
被ばく時間 (年間居住時間)		h/y	8,760	保守的に、1 年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した (4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (平常時)			0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・熔融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50%とした。 集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9%以上捕集) より 99%とした。 排気への移行率=焼却飛灰へのセシウムの分配率×(1-集塵効率)
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23 で示されている数値 (標準人の 1 日の呼吸量 2.3E+4 L/d) を基に設定した。
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 (1-2 歳児の居住者の呼吸率) に示されている値を使用した。
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1 歳児) の吸入による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	4.6E-03	
	子ども	Cs-134	7.3E-03	
		Cs-137	5.4E-03	

c. 平常時（粉塵が沈着した土壌による外部被ばく）（4-2-3）

粒子が沈着した土壌からの外部被ばくについては、RI クリアランス評価を参考に設定した以下の式で評価を行う。 $Q_A(i)$ については、式(6)を用いて評価する。

$$D_{ext}(i) = C_{SA}(i) \cdot S_0 \cdot t_0 \cdot DF_{ext}(i) \quad (7)$$

$$C_{SA}(i) = Q_A(i) \cdot (\chi/Q) \cdot V_g \cdot \frac{f_1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda_0}) / P \quad (8)$$

$D_{ext}(i)$: 放射性核種 i による外部被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

$C_{SA}(i)$: 地表近傍における放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

- S_0 : 外部被ばくに対する遮へい係数 (—)
 t_0 : 被ばく時間 (h/y)
 $Q_A(i)$: 減容化処理により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)
 (χ/Q) : 大気中相対濃度 (s/m^3)
 V_g : 放出粒子の沈着速度 (m/y)
 f_1 : 放射性核種の土壌残留係数 (—)
 λ : 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y)
 T_0 : 核種放出期間 (y)
 P : 土壌実効表面密度 (kg/m^2)
 $DF_{ex}(i)$: 放射性核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 ($(\mu Sv/h)/(Bq/kg)$)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度 (焼却灰)	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m^3	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
被ばく時間 (年間居住時間)		h/y	8,760	保守的に、1 年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した (4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (平常時)		-	0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・溶融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50%とした。集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9%以上捕集) より 99%とした。排気への移行率=焼却飛灰へのセシウムの分配率×(1-集塵効率)
外部被ばくに対する遮へい係数 (平常時)		-	0.2	IAEA TECDOC-401 を参考に居住者は居住時間の 20%を戸外で過ごすとして仮定し、その間は遮蔽を考慮しないが、屋内に居る間は、建物により完全に遮へいされるとした。
外部被ばくに対する線量換算係数 (粉塵が沈着した土壌)	成人	Cs-134	4.7E-04	以下の条件で計算された換算係数を設定した。なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を 1.3 倍した値を設定した。 線源の形状：高さ 10m、半径 500m の円柱 線源のかさ密度：2.0g/cm ³ 評価点：円面の中心から 1m
		Cs-137	1.7E-04	
	子ども	Cs-134	6.11E-04	
		Cs-137	2.21E-04	

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
放出粒子の沈着速度	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」に示された値を基に設定した。
放射性セシウムの崩壊定数	Cs-134	0.336	ICRP Publ.107の半減期より設定した。
	Cs-137	0.023	
核種放出期間	y	3	可燃物の処理に3年程度要するものと設定した。
土壌実効表面密度	kg/m ²	240	U.S. NRC Regulatory Guide 1.109において、地表近傍の土壌の表面汚染密度から重量汚染密度への換算に使用している値を設定した。深さ15cmの乾燥重量を想定している。

d. 平常時（粉塵が沈着した土壌による吸入被ばく）（4-2-4）

土壌起源の粉塵を吸入した場合の線量をRIクリアランス評価を参考に設定した以下の式で評価する。地表近傍における放射性核種 $C_{SA}(i)$ の濃度は式(8)により設定する。また、 $Q_A(i)$ については、式(6)を用いて評価する。

$$D_{inh}(i) = C_{SA}(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_0 \cdot t_0 \cdot DF_{inh}(i) \quad (9)$$

$D_{inh}(i)$: 放射性核種 i による吸入被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

$C_{SA}(i)$: 地表近傍における放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

C_{dust} : 空气中ダスト濃度 (kg/m^3)

$f_{dust,inh}$: 微粒子への放射性物質の濃縮係数 (吸入摂取) (—)

B_0 : 呼吸率 (m^3/h)

t_0 : 被ばく時間 (h/y)

$DF_{inh}(i)$: 放射性核種 i の吸入被ばくに対する線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度 (焼却灰)	Cs-134	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137	1.5E+6	
大気中相対濃度	s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
被ばく時間 (年間居住時間)	h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
廃棄物等の焼却処理量	kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した (4.2(1))。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (平常時)			0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・熔融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50%とした。 集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9%以上捕集) より 99%とした。 排気への移行率=焼却飛灰へのセシウムの分配率×(1-集塵効率)
放出粒子の沈着速度		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」に示された値を基に設定した。
放射性セシウムの崩壊定数	Cs-134	1/y	0.336	ICRP Publ.107の半減期より設定した。
	Cs-137		0.023	
核種放出期間		y	3	可燃物の処理に3年程度要するものと設定した。
土壌実効表面密度		kg/m ²	240	U.S. NRC Regulatory Guide 1.109において、地表近傍の土壌の表面汚染密度から重量汚染密度への換算に使用している値を設定した。深さ15cmの乾燥重量を想定している。
空气中ダスト濃度		kg/m ³	6E-09	IAEA TECDOC-401で提案されている、居住時のダスト濃度を設定した。TECDOC-401では、ダスト濃度を屋外：1E-8(kg/m ³)、屋内：5E-9(kg/m ³)と設定し、1日の20%を屋外で過ごすと仮定した上で6E-9(kg/m ³)を設定している。
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を使用した。IAEA SRS-No.44では精錬時のダストについては1~70、他の材質については4を使用している。
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている数値 (標準人の1日の呼吸量 2.3E+4 L/d) を基に設定した。
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 (1-2歳児の居住者の呼吸率) に示されている値を使用した。
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども (1歳児) の吸入による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	4.6E-03	
	子ども	Cs-134	7.3E-03	
		Cs-137	5.4E-03	

e. 平常時 (粉塵が沈着した土壌で生産された農作物摂取による被ばく) (4-2-5)

粒子が沈着した農作物 (葉菜) 摂取による被ばくについては、「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」を参考に設定した以下の式で評価を行う。 $Q_A(i)$ については、式(6)を用いて評価する。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot f_1 \cdot f_d \cdot M_V \cdot DF_{inh}(i) \quad (10)$$

$$C_V(i) = Q_A(i) \cdot (\chi/Q) \cdot \left(\frac{V_g(1-e^{-\lambda_r t})}{\lambda_{eff} \cdot \rho} + \frac{V_g \cdot B(1-e^{-\lambda_r t_0})}{\lambda_r \cdot P} \right) \quad (11)$$

$$\lambda_{eff} = \lambda_r + \lambda_v \quad (12)$$

$D_{ing}(i)$: 放射性核種 i による経口摂取被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

- $C_V(i)$: 葉菜中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)
 f_1 : 葉菜の栽培期間年間比 (—)
 f_d : 洗浄による粒子状物質の残存率 (—)
 M_V : 葉菜の年間摂取量 (kg/y)
 $DF_{ing}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取被ばくに対する線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)
 $Q_A(i)$: 減容化処理により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)
 (χ/Q) : 大気中相対濃度 (s/m^3)
 V_g : 放出粒子の沈着速度 (m/y)
 λ_{eff} : 粒子状物質の葉菜上実効減衰定数 (1/y)
 λ_r : 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y)
 λ_w : weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数 (1/y)
 ρ : 栽培密度 (kg/m^2)
 B : セシウムの土壌から農作物への移行係数 ($(\text{Bq/kg-wet})/(\text{Bq/kg})$)
 P : 土壌実効表面密度 (kg/m^2)
 t_1 : 農作物 (葉菜) 栽培期間 (y)
 t_0 : 核種放出期間 (y)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度 (焼却灰)	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度 (平常時及び事故時)		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した (4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (平常時)			0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・熔融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50%とした。集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9%以上捕集) より 99%とした。排気への移行率=焼却飛灰へのセシウムの分配率×(1-集塵効率)
放出粒子の沈着速度		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」に示された値を基に設定した。
放射性セシウムの崩壊定	Cs-134	1/y	0.336	ICRP Publ.107 の半減期より設定した。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
数	Cs-137		0.023	
核種放出期間		y	3	可燃物の処理に3年程度要するものと設定した。
土壌実効表面密度		kg/m ²	240	U.S. NRC Regulatory Guide 1.109において、地表近傍の土壌の表面汚染密度から重量汚染密度への換算に使用している値を設定した。深さ15cmの乾燥重量を想定している。
農作物(葉菜)栽培期間年間比		-	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」に示された値を基に設定した。
調理前洗浄等による粒子状物質の残留比		-	1	
農作物(葉菜)の摂取量	成人	kg/y	12	
	子ども		5	
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	
農作物(葉菜)栽培密度		kg/m ²	2.3	
農作物(葉菜)栽培期間		y	0.164	
セシウムの土壌から農作物への移行係数		Bq/kg-wet per Bq/kg	5.7E-02	IAEA TRS No.364の農作物の値を用いた。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども(1歳児)の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

f. 平常時(粉塵が沈着した土壌で生産された畜産物摂取による被ばく)(4-2-6)

粒子が沈着した土壌で生産した飼料により飼育された畜産物摂取による被ばくについては、「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」を参考に設定した以下の式で評価を行う。 $Q_A(i)$ については、式(6)を用いて評価する。

$$D_{ing}(i, j) = C_L(i, j) \cdot f_L(j) \cdot M_L(j) \cdot DF_{inh}(i) \quad (13)$$

$$C_L(i, j) = C_{vf}(i) \cdot M_{vf}(j) \cdot T_L(i, j) \cdot f_{vf}(j) \quad (14)$$

$$C_{vf}(i) = Q_A(i) \cdot (\chi/Q) \cdot \left(\frac{V_g(1 - e^{-\lambda_{eff}t})}{\lambda_{eff} \cdot \rho} + \frac{V_g \cdot B_f(1 - e^{-\lambda_0 t})}{\lambda_0 \cdot P} \right) \quad (15)$$

$D_{ing}(i, j)$: 畜産物 j の摂取における放射性核種 i による経口摂取被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

$C_L(i, j)$: 畜産物 j の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

$f_L(j)$: 畜産物 j の市場希釈係数 (-)

$M_L(j)$: 畜産物 j の年間摂取量 (kg/y or L/y)

$DF_{inh}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取被ばくに対する線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

$C_{vf}(i)$: 飼料中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

$M_{vf}(j)$: 畜産物 j の飼料摂取量 (kg/d)

$T_L(i, j)$: 放射性核種 i の飼料から畜産物 j への移行係数 (d/kg or d/L)

- $f_{vj}(j)$: 畜産物 j に対する放射性物質を含む飼料の混合割合 (—)
 $Q_A(i)$: 減容化処理により大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)
 (χ/Q) : 大気中相対濃度 (s/m^3)
 V_g : 放出粒子の沈着速度 (m/y)
 λ_{eff} : 粒子状物質の飼料上実効減衰定数 (1/y)
 λ_r : 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y)
 λ_w : weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数 (1/y)
 ρ : 飼料栽培密度 (kg/m^2)
 B_f : セシウムの土壌から飼料への移行係数 ((Bq/kg-wet)/(Bq/kg))
 P : 土壌実効表面密度 (kg/m^2)
 t_1 : 飼料栽培期間 (y)
 t_0 : 核種放出期間 (y)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度 (焼却灰)	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後の Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度 (平常時及び事故時)		s/m^3	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.2(1))。
廃棄物等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した (4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率 (平常時)		-	0.005	焼却飛灰へのセシウムの分配率は、「焼却・溶融実処理プロセスにおける希少金属等 54 元素の分配と変動」より、50%とした。 集塵効率については、減容装置の仕様 (99.9%以上捕集) より 99%とした。 排気への移行率 = 焼却飛灰へのセシウムの分配率 \times (1 - 集塵効率)
放出粒子の沈着速度		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」に示された値を基に設定した。
放射性セシウムの崩壊定数	Cs-134	1/y	0.336	ICRP Publ.107 の半減期より設定した。
	Cs-137		0.023	
核種放出期間		y	3	可燃物の処理に 3 年程度要するものと設定した。
土壌実効表面密度		kg/m^2	240	U.S. NRC Regulatory Guide 1.109 において、地表近傍の土壌の表面汚染密度から重量汚染密度への換算に使用している値を設定した。深さ 15cm の乾燥重量を想定している。
飼料混合割合		-	1	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数		l/y	18.08	一般公衆の線量評価について」に示された値を基に設定した。
飼料栽培密度		kg/m ²	2.3	
飼料栽培期間		y	0.164	
セシウムの土壌から農作物（飼料）への移行係数		Bq/kg-dry per Bq/kg	5.3E-01	IAEA TRS No.364 の牧草の値を用いた。
飼料の摂取量（肉牛）		kg-dry/d	7.2	IAEA TRS No.364 において示された、畜産物種類ごとの乾燥飼料摂取量を設定した。
飼料の摂取量（乳牛）		kg-dry/d	16.1	
飼料の摂取量（豚）		kg-dry/d	2.4	
飼料の摂取量（鶏）		kg-dry/d	0.07	
セシウムの飼料から畜産物（肉牛）への移行係数		d/kg	5.0E-02	IAEA TRS No.364 において示された、セシウムに対する飼料から畜産物への移行係数を設定した。
セシウムの飼料から畜産物（牛乳）への移行係数		d/L	7.9E-03	
セシウムの飼料から畜産物（豚）への移行係数		d/kg	2.4E-01	
セシウムの飼料から畜産物（鶏肉）への移行係数		d/kg	1.0E+01	
セシウムの飼料から畜産物（鶏卵）への移行係数		d/kg	4.0E-01	
畜産物（肉牛）の摂取量	成人	kg/y	8	成人：「平成8年版国民栄養の現状」 子ども：「平成9年版国民栄養の現状」 により設定した。
	子ども		3	
畜産物（牛乳）の摂取量	成人	L/y	44	
	子ども		29	
畜産物（豚）の摂取量	成人	kg/y	9	
	子ども		4	
畜産物（鶏肉）の摂取量	成人	kg/y	7	
	子ども		5	
畜産物（鶏卵）の摂取量	成人	kg/y	16	
	子ども		10	
市場希釈係数		-	1	市場希釈を考慮しない設定とした。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども（1歳児）の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

g. 事故時（地震・火災等による遮へい機能喪失、焼却後残渣からの外部被ばく）（4-2-7）

地震・火災等により焼却炉周辺が損傷し、焼却灰が露呈したことを想定し、式(1)を用いて評価を行う。評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度（焼却灰）	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
外部被ばくに対する遮へい係数（事故時）		-	0.6	1 日のうち、屋内滞在時（16 時間）の遮へい効果（遮へい係数：0.4）を考慮して設定した。

被ばく時間（事故時）	h/事故	720	事故処理に要する時間を30日と想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数（直接線及びスカイシャイン）	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.2(1))。

h. 事故時（地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質による外部被ばく）（4-2-8）

地震・火災等により排気中のセシウム除去機能が喪失した場合の排気のプルームによる外部被ばくを想定する。被ばく線量の評価モデルとパラメータは4-2-1に基づくこととし、被ばく時間及び焼却処理におけるセシウムの排気への移行率を変更することで評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度（焼却灰）	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後のCs-134とCs-137の合計濃度を200万Bq/kgと設定した。焼却前の濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料4に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.2(1))。
被ばく時間（事故時）		h/事故	24	事故処理に要する時間を1日と想定した。
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した(4.2(1))。
焼却処理におけるセシウムの排気への移行率（事故時）		-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定とした。
外部被ばくに対する線量換算係数（プルーム）	成人	Cs-134	2.51E-04	RIクリアランス評価で設定されているプルームに対する換算係数の値を用いた。なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を1.3倍した値を設定した。 Cs-134 : 2.20E+0(Sv/y)/(Bq/cm ³) Cs-137 : 7.96E-1(Sv/y)/(Bq/cm ³)
		Cs-137	9.09E-05	
	子ども	Cs-134	3.26E-04	
		Cs-137	1.18E-04	

i. 事故時（地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質による吸入被ばく）（4-2-9）

地震・火災等により排気中のセシウム除去機能が喪失した場合の排気のプルームによる吸入被ばくを想定する。被ばく線量の評価モデルとパラメータは4-2-2に基づくこととし、被ばく時間及び焼却処理におけるセシウムの排気への移行率を変更することで評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度（焼却灰）	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	焼却後のCs-134とCs-137の合計濃度を200万Bq/kgと設定した。焼却前の濃度については、第

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠	
	Cs-137		1.5E+6	二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料4に基づき、設定。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、煙突高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する(4.2(1))。	
被ばく時間(事故時)		h/事故	24	事故処理に要する時間を1日と想定した。	
除去土壌等の焼却処理量		kg/d	施設毎に設定	焼却処理施設の処理能力より設定した(4.2(1))。	
焼却処理によるセシウムの排気への移行率(事故時)		-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定とした。	
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている数値(標準人の1日の呼吸量2.3E+4 L/d)を基に設定した。	
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44(1-2歳児の居住者の呼吸率)に示されている値を使用した。	
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	μSv/Bq	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども(1歳児)の吸入による被ばく換算係数を設定した。
			Cs-137	4.6E-03	
	子ども		Cs-134	7.3E-03	
			Cs-137	5.4E-03	

(3) 搬入・定置

a. 平常時(定置中の除去土壌等による外部被ばく)(4-3-1, 4-3-8, 4-3-16)

外部被ばくとしては、除去土壌等からの直接被ばくとスカイシャインによる被ばくが考えられるが、ここでは両経路における被ばくの重量を考慮して評価する。どちらの被ばくについても、式(1)を用いて評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設(I型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134とCs-137の合計濃度を8,000Bq/kg(受入上限濃度)と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設(II型)	Cs-134	2.5E+4	Cs-134とCs-137の合計濃度を10万Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	7.5E+4	
	土壌貯蔵施設(覆土)	Cs-134	3.0E+1	Cs-134とCs-137の合計濃度を120Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	9.0E+1	
廃棄物貯蔵施設	Cs-134	5.0E+5	Cs-134とCs-137の合計濃度を200万Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後	

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
	Cs-137		1.5E+6	の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
外部被ばくに対する遮へい係数 (平常時)		-	0.6	1 日のうち、屋内滞在時 (16 時間) の遮へい効果 (遮へい係数: 0.4) を考慮して設定した。
被ばく時間 (年間居住時間)		h/y	8,760	保守的に、1 年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数 (直接線及びスカイシャイン)		μSv/h per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.3(1))。

b. 平常時 (定置中の除去土壌等による吸入被ばく) (4-3-2, 4-3-9)

吸入被ばくとして、施設より発生した除去土壌等起源のダストが風により周辺居住者まで移行することを想定する。吸入被ばくの評価は式(4)を用いて評価する。ただし、 $Q_A(i)$ (大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)) については、RI クリアランス評価を参考に設定した以下の式を用いて評価する。なお、廃棄物貯蔵施設については、容器に収納したまま搬入・定置を行うことから、本経路は評価しない。

$$Q_A(i) = C_A(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot W \cdot H \quad (16)$$

- $Q_A(i)$: 大気中に放出される放射性核種 i の量 (Bq/s)
 $C_A(i)$: 除去土壌等の中の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)
 C_{dust} : 空气中ダスト濃度 (kg/m^3)
 $f_{dust,inh}$: 微粒子への放射性物質の濃縮係数 (吸入摂取) (-)
 W : ダスト放出幅 (m)
 H : ダスト有効高さ (m)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I 型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II 型)	Cs-134	2.5E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 10 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	7.5E+4	
被ばく時間 (年間居住時間)		h/y	8,760	保守的に、1 年間絶えず施設周辺で居住することを想定した。
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.3(1))。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
空气中ダスト濃度 (平常時)		kg/m ³	5E-07	IAEA-TECDOC-401 の焼却炉運転員シナリオの計算例で使用されている値を採用した。
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を使用した。IAEA SRS-No.44 では精錬時のダストについては1~70、他の材質については4を使用している。
ダスト放出幅		m	施設毎に設定	開口部の長さを設定した (4.3(1))。
ダスト有効高さ		m	3	NUREG CR-3585 において、処分場へ投入した未梱包廃棄物からの大気中への飛散評価で使用されている mixing height の値を使用した。
風速		m/s	2	災害廃棄物評価と同じ値とした。
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23 で示されている数値 (標準人の1日の呼吸量 2.3E+4 L/d) を基に設定した。
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 (1-2歳児の居住者の呼吸率) に示されている値を使用した。
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1歳児) の吸入による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	4.6E-03	
	子ども	Cs-134	7.3E-03	
		Cs-137	5.4E-03	

c. 平常時 (浸出液処理設備からの排水による水産物摂取被ばく) (4-3-3, 4-3-10)

浸出液処理設備から放出される水は、濃度限度以下に処理される。そこで、濃度限度以下の放射性物質が含まれる放出水が河川に流入し、河川水産物を摂取することを想定する。浅地中ピット処分評価標準を参考に設定した以下の式で評価を行う。

$$D_{RFing} = \sum_j (C_{RW}(i) \cdot CF_R(i, j) \cdot M_R(j) \cdot G_R(j) \cdot DCF_{ing}(i)) \quad (17)$$

$$C_{RW}(i) = \frac{C_{dW}(i) \cdot Q_{dW}}{Q_{RW}}$$

$D_{RFing}(i)$: 河川産物の経口摂取による放射性核種 i の被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

$C_{RW}(i)$: 放射性核種 i の河川水中の濃度 (Bq/m^3)

$C_{dW}(i)$: 放射性核種 i の放出水中の濃度 (Bq/m^3)

Q_{dW} : 放出水量 (m^3/y)

Q_{RW} : 河川流量 (m^3/y)

$CF_R(i, j)$: 河川産物 j への濃縮係数 (m^3/kg)

$M_R(j)$: 河川産物 j の年間摂取量 (kg/y)

$G_R(j)$: 河川産物 j の市場希釈係数 (-)

$DCF_{ing}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取による内部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放出水量		m ³ /y	施設毎に設定	施設面積及び降雨浸透量等を基に設定した(4.3.(1))。
セシウムの放出水中の濃度	Cs-134	Bq/m ³	0.02	濃度限度(Cs-134:60Bq/L、Cs-137:90Bq/L)及びCs-134:Cs-137比1:3(事故時1:1を仮定した場合の2015年1月時点)より、ΣD/C=1となる濃度を設定した。
	Cs-137		0.06	
河川流量		m ³ /y	施設毎に設定	施設近傍の河川流量より設定した(4.3.(1))。
セシウムの河川魚類への濃縮係数		m ³ /kg	2	魚類:IAEA TRS No.364 無脊椎動物:IAEA S.S. No.57
セシウムの河川無脊椎動物への濃縮係数		m ³ /kg	1	により設定した。
河川魚類の摂取量		kg/y	0.6	「日本の統計1997年版」に示された値に基づき、下記により設定した。 魚類:平成6年内水面漁業による魚類の漁獲量(62,870ton)÷日本の人口(1.2億)
河川無脊椎動物の摂取量		kg/y	0.25	無脊椎動物:平成6年内水面漁業による貝類及びその他の水産動物の漁獲量(24,775+4,571ton)÷日本の人口(1.2億) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の0.47倍とした。
河川魚類、河川無脊椎動物の市場希釈係数		-	1	市場希釈を考慮しない設定とした。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども(1歳児)の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

- d. 事故時(地震・火災等による遮へい機能の喪失、定置中の除去土壌等による外部被ばく)(4-3-4, 4-3-11, 4-3-17)

遮へい機能喪失時の外部被ばくを想定する。被ばく線量は式(1)を用いて評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設(I型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134とCs-137の合計濃度を8,000Bq/kg(受入上限濃度)と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設(II型)	Cs-134	2.5E+4	
		Cs-137	7.5E+4	
	廃棄物貯蔵施設	Cs-134	5.0E+5	
		Cs-137	1.5E+6	

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
外部被ばくに対する遮へい係数 (事故時)	-	0.6	1日のうち、屋内滞在時 (16時間) の遮へい効果 (遮へい係数: 0.4) を考慮して設定した。
被ばく時間 (事故時)	h/事故	720	事故処理に要する時間を30日と想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数 (直接線及びスカイシャイン)	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状・密度、遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.3(1))。

e. 事故時 (地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質からの外部被ばく) (4-3-5, 4-3-12, 4-3-18)

火災や落下事故等により発生した、放射性物質を含むプルームによる外部被ばくを想定する。定置される土壌や廃棄物に可燃物はほとんど含まれていないが、ここでは保守的に火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。評価は式(2)、(3)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134とCs-137の合計濃度を8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II型)	Cs-134	2.5E+4	
		Cs-137	7.5E+4	
	廃棄物貯蔵施設	Cs-134	5.0E+5	
		Cs-137	1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.3(1))。
被ばく時間 (火災発生から鎮火まで)		h/事故	24	事故処理に要する時間を1日と想定した。
燃焼する廃棄物等の重量		kg	施設毎に設定	施設に内在する土壌/廃棄物の物量等より設定した (4.3(1))。
火災におけるセシウムの排気への移行率		-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定としたとした。
外部被ばくに対する線量換算係数 (プルーム)	成人	Cs-134	2.51E-04	RIクリアランス評価で設定されているプルームに対する換算係数の値を用いた。 Cs-134: $2.20\text{E}+0(\text{Sv/y})/(\text{Bq/cm}^3)$ Cs-137: $7.96\text{E}-1(\text{Sv/y})/(\text{Bq/cm}^3)$ なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を1.3倍した値を設定した。
		Cs-137	9.09E-05	
	子ども	Cs-134	3.26E-04	
		Cs-137	1.18E-04	

- f. 事故時（地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質からの吸入被ばく）（4-3-6, 4-3-13, 4-3-19）

火災や落下事故等により発生した、放射性物質を含むプルームによる外部被ばくを想定する。ここでは火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。評価は式(3)、(4)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称			単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I型)	Cs-134	Bq/kg	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137		6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II型)	Cs-134		2.5E+4	
		Cs-137		7.5E+4	
	廃棄物貯蔵施設	Cs-134		5.0E+5	
		Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度			s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.3(1))。
被ばく時間 (火災発生から鎮火まで)			h/事故	24	事故処理に要する時間を 1 日と想定した。
燃焼する廃棄物等の重量			kg	施設毎に設定	施設に内在する土壌/廃棄物の物量等より設定した (4.3(1))。
火災におけるセシウムの排気への移行率			-	1	セシウムの全量が排気に移行する設定とした。
呼吸率	成人		m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23 で示されている数値 (標準人の 1 日の呼吸量 2.3E+4 L/d) を基に設定した。
	子ども			0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 (1-2 歳児の居住者の呼吸率) に示されている値を使用した。
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	μSv/Bq	6.6E-03	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1 歳児) の吸入による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137		4.6E-03	
	子ども	Cs-134		7.3E-03	
		Cs-137		5.4E-03	

- g. 事故時（津波・豪雨等による除去土壌等の流出、水産物摂取による被ばく）（4-3-7, 4-3-14）

津波により搬入・定置時の除去土壌等が海へ流出し、海水中に移行した放射性物質が海産物へ移行したものを摂取することによる被ばくを評価する。

放出された放射性物質を含む海産物の経口摂取による内部被ばくの評価は式(5)を用いて行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称			単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I型)	Cs-134	Bq/kg	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137		6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II型)	Cs-134		2.5E+4	
		Cs-137		7.5E+4	
津波・豪雨等により海洋へ移行する除去土壌等の放出量			kg	施設毎に設定	施設に貯蔵される除去土壌等の量と、津波における移行率等から設定した (4.3(1))。
海洋における希釈水量			m ³	8.0E+09	「理科年表 平成 9 年」に記載された国内主要地点の平均大潮期における潮流の最小値 0.5 ノット (0.255m/s)、混合面積 1,000m ² (安全側) より 1 年間の流量を設定した。
セシウムの海産魚類への濃縮係数			m ³ /kg	0.03	「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について」に示された海水に対する濃縮係数を設定した。
セシウムの海産無脊椎動物への濃縮係数			m ³ /kg	0.02	
セシウムの海藻類への濃縮係数			m ³ /kg	0.02	
海産魚類の摂取量			kg/y	15.8	「平成 8 年版国民栄養の現状」における平成 6 年の 1 人当たりの摂取量より設定した。 魚類：43.2 g/d (生魚) 無脊椎動物：22.0 g/d (いか、たこ、かに、貝類) 藻類：5.8 g/d (海藻類) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の 0.47 倍とした。
海産無脊椎動物の摂取量			kg/y	8.1	
海藻類の摂取量			kg/y	2.2	
海産魚類、海産無脊椎動物、海藻類の市場希釈係数			-	1	希釈を考慮しない設定とした。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	μSv/Bq	1.9E-02	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1 歳児) の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137		1.3E-02	
	子ども	Cs-134		1.6E-02	
		Cs-137		1.2E-02	

- h. 事故時 (地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失、水産物摂取による被ばく) (4-3-15, 4-3-20)

搬入・定置中における土壌貯蔵施設 (II 型) 及び廃棄物貯蔵施設においては、公共用水域及び地下水の汚染防止機能として、施設下部の遮水工が有効であるが、ここでは、施設下部の遮水工が損傷した場合の被ばくを評価する。なお、土壌貯蔵施設 (I 型) については、公共の水域及び地下水の汚染に対して特別な対策を必要としない土壌を対象とするものであることから、ここでは評価経路に含めていない。

(i) 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）（4-3-15）

土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の汚染防止機能の喪失の状況としては、浸出水等の集水機能と遮水工の一部が損傷し、地下水に放射性物質が移行することを想定する。

上記の状態における土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の施設概念を図3-9に示す。遮水工の外側には地下水集水管が設置されており、集水された地下水は河川に移行することから、漏出水は集水管経由で河川へ移行する経路を想定する。

この概念に対して、評価を行うための解析モデルを図3-10に示す。

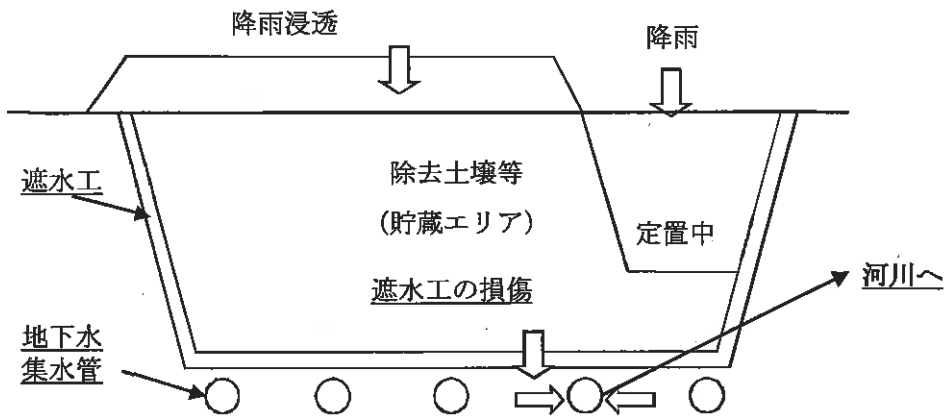


図 3-9 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の搬入定置中の概念図

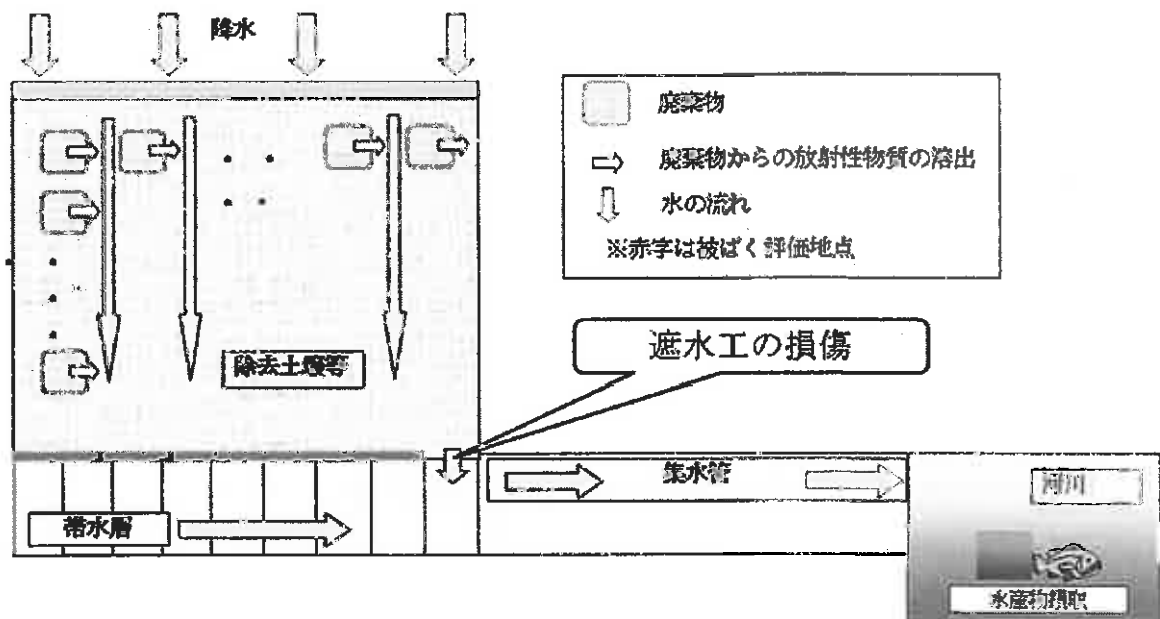


図 3-10 土壌貯蔵施設Ⅱ型の移行解析モデル

このモデルを元に、汎用シミュレーションソフトウェア GoldSim により移行解析を実施し、線量評価を行った。評価は各領域を複数のセルに分割し、以下に示す RI クリアランス評価及び浅地中ピット処分評価標準を参考に設定した一次元移流分散方程式により、放射性物質の移行を評価する。施設内の間隙水中の初期濃度は式(18)の $C_{WW}(i)$ を用いる。

$$C_{WW}(i) = C_{AW}(i) \cdot f_d(i) \frac{\rho}{\varepsilon s + \rho K_d(i)} \quad (18)$$

$$\varepsilon R_f(i) \frac{\partial C_w(x,t,i)}{\partial t} = D_e \frac{\partial^2 C_w(x,t,i)}{\partial x^2} - U \frac{\partial C_w(x,t,i)}{\partial x} - \lambda(i) \varepsilon R_f(i) C_w(x,t,i) \quad (19)$$

$$R_f(i) = 1 + \frac{\rho}{\varepsilon s} K_d(i) \quad (20)$$

$$C_{RW}(t,i) = \frac{S_A}{Q_{RW}} \left(D_e \frac{\partial C_w(x,t,i)}{\partial x} \Big|_{x=L} - U C_w(L,t,i) \right) \quad (21)$$

$C_w(x,t,i)$: 位置 x 時間 t における放射性核種 i の間隙水中濃度 (Bq/m³)

$C_{RW}(t,i)$: 放射性核種 i の河川水中の濃度 (Bq/m³)

$C_{AW}(i)$: 除去土壌等の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)

$C_{WW}(i)$: 放射性核種 i の除去土壌初期間隙水中の濃度 (Bq/m³)

$f_d(i)$: 放射性核種 i の溶出率 (-)

s : 間隙の水分飽和度 (-)

ε : 間隙率 (-)

ρ : かさ密度 (kg/m³)

$K_d(i)$: 放射性核種 i に対する取着分配係数 (m³/kg)

S_A : 帯水層の断面積 (m²)

Q_{RW} : 河川流量 (m³/y)

$R_f(i)$: 放射性核種 i の遅延係数 (-)

D_e : 実効分散係数 (m²/y) ; = $\varepsilon D_0 + \alpha_L U$

D_0 : 自由水中の拡散係数 (m²/y)

α_L : 分散長 (m)

$\lambda(i)$: 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y)

U : ダルシー流速 (m/y) ; = 透水係数 (m/y) × 動水勾配 (-)

L : 河川までの移行距離 (m)

線量評価は式(17)の $C_{RW}(i)$ の代わりに $C_{RW}(t,i)$ を用いて行う。

地下水移行評価に使用したパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
セシウムの特出率	-	施設毎に設定	溶出試験結果等に基づき設定した(4.3(1))。
除去土壌等への浸入水量	m ³ /y	施設毎に設定	施設面積、降雨浸透量及び遮水工による減少を考慮し設定した(4.3(1))。
地下水の動水勾配	-	施設毎に設定	地質/水文調査等により設定した(4.3(1))。
帯水層の透水係数	m/s	施設毎に設定	地質/水文調査等により設定した(4.3(1))。
自由水中の拡散係数	m ² /s	2E-09	化学便覧改訂第4版に記載されている水の自己拡散係数15°C(1.751E-9)と25°C(2.275 E-9)の平均値を設定した。
除去土壌等の分配係数	m ³ /kg	施設毎に設定	分配試験結果や文献値等を用いて設定した(4.3(1))。
帯水層の分配係数	m ³ /kg	施設毎に設定	分配試験結果や文献値等を用いて設定した(4.3(1))。
除去土壌等の体積	m ³	施設毎に設定	施設形状より設定した(4.3(1))。
除去土壌等のかさ密度	kg/m ³	1,600	災害廃棄物評価で使用されている値。
除去土壌等の間隙率	-	0.38	粒子密度を帯水層と同じ値(2,600kg/m ³)として設定。飽和度0.5と仮定。(暫定値)
除去土壌等中の分散長	m	施設毎に設定	除去土壌等厚さの10分の1を設定した(4.3(1))。
帯水層の断面積	m ²	施設毎に設定	地質/水文調査結果や、浸透水量と地下水流速から設定した。(4.3(1))
帯水層のかさ密度	kg/m ³	1,820	災害廃棄物評価やクリアランスレベル報告書における帯水層土壌粒子密度(2,600kg/m ³)と間隙率(0.3)より設定した。
帯水層の間隙率	-	0.3	災害廃棄物評価やクリアランスレベル報告書における帯水層土壌間隙率より設定した。
帯水層中の分散長	m	施設毎に設定	帯水層の移行距離の1/10を目安に設定した(4.3(1))。
施設下部の移行距離	m	施設毎に設定	施設の長さや、集水管の間隔、施設と集水管の位置関係より設定した(4.3(1))。
河川までの移行距離	m	施設毎に設定	集水管の設置深さと施設の位置関係を考慮して設定した(4.3(1))。
河川水流量	m ³ /y	施設毎に設定	施設近傍の河川流量より設定した(4.3(1))。

また、上記以外に評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	2.5E+4	Cs-134とCs-137の合計濃度を10万Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		7.5E+4	
セシウムへの河川魚類への濃縮係数		m ³ /kg	2	魚類：IAEA TRS No.364 無脊椎動物：IAEA S.S. No.57 により設定した。
セシウムへの河川無脊椎動物への濃縮係数		m ³ /kg	1	
河川魚類の摂取量		kg/y	0.6	「日本の統計1997年版」に示された値に基づき、下記により設定した。 魚類：平成6年内水面漁業による魚類の漁獲量(62,870ton)÷日本の人口(1.2億) 無脊椎動物：平成6年内水面漁業による貝類及びその他の水産動物の漁獲量(24,775+4,571ton)÷日本の人口(1.2億) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の0.47倍とした。
河川無脊椎動物の摂取量		kg/y	0.25	
河川魚類、河川無脊椎動物の市場希釈係数			1	希釈を考慮しない設定とした。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども(1歳児)の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

(ii) 廃棄物貯蔵施設 (4-3-20)

廃棄物貯蔵施設は雨水浸入防止能力を持つ建屋内に容器(ドラム缶等)に収納した状態で貯蔵されるため、通常は雨水や地下水とは接触しない。そのため、汚染防止機能の喪失として以下の状況を想定する。

- ① 地震や機器の落下等により、保管中の容器が破損し、一部の廃棄物が容器外に放出される。
- ② さらに、建屋の損傷により建屋内に浸入した雨水に容器外に放出された廃棄物中の放射性核種が溶解し、地下水を経て河川に移行する。

溶解した放射性核種は速やかに帯水層に移行するものとし、帯水層中の核種移行と河川水中の濃度は式(19)～式(21)を用いて評価し、被ばく線量は式(17)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータは(i) 土壌貯蔵施設(Ⅱ型)と大部分同じであり、このシナリオに固有のパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
地下水へ移行する放射性核種量		Bq	施設毎に設定	廃棄物の濃度、廃棄物の貯蔵量、破損する廃棄物の割合等から設定した (4.3(1))。
河川までの移行距離		m	施設毎に設定	施設近傍の河川までの距離を設定した (4.3(1))。
帯水層の分配係数		m ³ /kg	施設毎に設定	焼却灰の溶出成分を考慮して設定した (4.3(1))。
帯水層の分散長		m	施設毎に設定	施設近傍の河川までの距離を考慮して設定した (4.3(1))。

(4) 貯蔵

a. 平常時（貯蔵中の除去土壌等による外部被ばく）(4-4-1, 4-4-6, 4-4-13)

他の評価同様、式(1)を用いて評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg(受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II型)	Cs-134	2.5E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 10 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	7.5E+4	
	土壌貯蔵施設 (覆土)	Cs-134	3.0E+1	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 120Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	9.0E+1	
	廃棄物貯蔵施設	Cs-134	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	1.5E+6	
外部被ばくに対する遮へい係数 (平常時)		-	0.6	1 日のうち、屋内滞在時 (16 時間) の遮へい効果 (遮へい係数: 0.4) を考慮して設定した。
被ばく時間 (年間居住時間)		h/y	8,760	24 時間に 365 日 を乗じた値を保守的に設定した。
外部被ばくに対する線量換算係数 (直接線及びスカイシャイン)		µSv/h per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.4(1))。

b. 平常時（浸出液処理設備からの放出による水産物摂取被ばく）(4-4-7)

浸出液処理設備から放出される水は、濃度限度以下に処理される。そのため、それらの放出水が河川に流入し、河川水産物を摂取することを想定する。線量評価は式(17)を用いて行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
セシウム の 放 出 水 中 の 濃 度	Cs-134	Bq/m ³	0.02	濃度限度 (Cs-134 : 60Bq/L、Cs-137 : 90Bq/L) 及び Cs-134:Cs-137 比 1:3 (事故時 1:1 を仮定した場合の 2015 年 1 月時点) より、 $\Sigma D/C = 1$ となる濃度を設定した。
	Cs-137		0.06	
放出水量		m ³ /y	施設毎に設定	施設面積及び降雨浸透量、遮水工による低減率等を基に設定した (4.4(1))。
河川流量		m ³ /y	施設毎に設定	施設近傍の河川流量より設定した (4.4(1))。
セシウム の 河 川 魚 類 へ の 濃 縮 係 数		m ³ /kg	2	魚類 : IAEA TRS No.364 無脊椎動物 : IAEA S.S. No.57
セシウム の 河 川 無 脊 椎 動 物 へ の 濃 縮 係 数		m ³ /kg	1	により設定した。
河川魚類の摂取量		kg/y	0.6	「日本の統計 1997 年版」に示された値に基づき、下記により設定した。 魚類 : 平成 6 年内水面漁業による魚類の漁獲量 (62,870ton) ÷ 日本人口 (1.2 億)
河川無脊椎動物の摂取量		kg/y	0.25	無脊椎動物 : 平成 6 年内水面漁業による貝類及びその他の水産動物の漁獲量 (24,775+4,571ton) ÷ 日本人口 (1.2 億) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の 0.47 倍とした。
河川魚類、河川無脊椎動物の市場希釈係数			1	希釈を考慮しない設定とした。
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1 歳児) の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

- c. 事故時 (地震・火災等による遮へい機能の喪失、貯蔵中の除去土壌等による外部被ばく) (4-4-2, 4-4-8, 4-4-14)

地震・火災等により覆土や建屋に亀裂等が生じ、遮へい機能が喪失することを想定する。他の外部被ばく評価と同様に、式(1)を用いて評価を行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I 型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設 (II 型)	Cs-134	2.5E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 10 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	7.5E+4	
	廃棄物貯蔵施設	Cs-134	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	1.5E+6	

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
外部被ばくに対する遮へい係数（平常時）	-	0.6	1日のうち、屋内滞在時（16時間）の遮へい効果（遮へい係数：0.4）を考慮して設定した。
被ばく時間	h/y	720	事故処理に要する時間を30日と想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数（直接線及びスカイシャイン）	$\mu\text{Sv/h}$ per Bq/kg	施設毎に設定	線源の形状、密度や遮へい物の密度・厚さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する（4.4(1)）。

d. 事故時（地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質による外部被ばく）（4-4-3, 4-4-9, 4-4-15）

(i) 土壌貯蔵施設（I型・II型）（4-4-3, 4-4-9）

貯蔵中の土壌に可燃物はほとんど含まれていないことから、ここでは地震等により覆土の飛散防止機能が喪失し、露呈した土壌起源のダストが風により周辺居住者まで移行することを想定する。被ばくの評価は式(2)及び式(16)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠	
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設（I型）	Cs-134	2.0E+3	Cs-134とCs-137の合計濃度を8,000Bq/kg（受入上限濃度）と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	
	土壌貯蔵施設（II型）	Cs-134	2.5E+4	
		Cs-137	7.5E+4	
大気中相対濃度	s/m^3	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する（4.4(1)）。	
風速	m/s	2	災害廃棄物評価と同じ値とした。	
空気中ダスト濃度	kg/m^3	5E-07	IAEA-TECDOC-401の焼却炉運転員シナリオの計算例で使用されている値を採用した。	
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を使用した。IAEA SRS-No.44では精錬時のダストについては1~70、他の材質については4を使用している。	
ダスト放出幅	m	施設毎に設定	敷地境界から見て覆土されていない最大幅を元に設定した（4.4(1)）。	
ダスト有効高さ	m	3	NUREG CR-3585において、処分場へ投入した未梱包廃棄物からの大気中への飛散評価で使用されているmixing heightの値を使用した。	
被ばく時間（事故時）	h	720	事故処理に要する時間を30日と想定した。	
外部被ばくに対する線量換算係数（ブルーム）	成人	Cs-134	2.51E-04	RIクリアランス評価で設定されているブルームに対する換算係数の値を用いた。 Cs-134：2.20E+0(Sv/y)/(Bq/cm ³) Cs-137：7.96E-1(Sv/y)/(Bq/cm ³)
		Cs-137	9.09E-05	
	子ども	Cs-134	3.26E-04	

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
	Cs-137		1.18E-04	なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を1.3倍した値を設定した。

(ii) 廃棄物貯蔵施設 (4-4-15)

火災や落下事故等により発生した、放射性物質を含むプルームによる外部被ばくを想定する。貯蔵される廃棄物に可燃物はほとんど含まれていないが、ここでは保守的に火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。評価は式(2)、(3)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくプルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.4(1))。
火災により燃焼する廃棄物等の重量		kg	施設毎に設定	容器が破損する廃棄物量と、飛散率から設定した (4.4(1))。
被ばく時間 (火災発生から鎮火まで)		h/事故	24	事故処理に要する時間を 1 日と想定した。
外部被ばくに対する線量換算係数 (プルーム)	成人	Cs-134	2.51E-04	RI クリアランス評価で設定されているプルームに対する換算係数の値を用いた。 Cs-134 : 2.20E+0(Sv/y)/(Bq/cm ³) Cs-137 : 7.96E-1(Sv/y)/(Bq/cm ³) なお、子どもの換算係数は、成人の換算係数を1.3倍した値を設定した。
		Cs-137	9.09E-05	
	子ども	Cs-134	3.26E-04	
		Cs-137	1.18E-04	

e. 事故時 (地震・火災等による飛散防止機能の喪失、大気中へ飛散した放射性物質からの吸入被ばく) (4-4-4, 4-4-10, 4-4-16)

d.と同様に地震等により覆土や建屋の飛散防止機能が喪失し、発生したダストが移行することによる吸入被ばくを想定する。

(i) 土壌貯蔵施設 (I型・II型) (4-4-4, 4-4-10)

覆土が失われた場合を想定し、露呈した土壌起源のダストが風により周辺居住者まで移行することを想定する。被ばくの評価は式(4)及び式(16)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設 (I型)	Cs-134	2.0E+3	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 8,000Bq/kg (受入上限濃度) と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
		Cs-137	6.0E+3	

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠	
土壌貯蔵施設 (Ⅱ型)	Cs-134		2.5E+4	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 10 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。	
	Cs-137		7.5E+4		
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.4(1))。	
風速		m/s	2	災害廃棄物評価と同じ値とした。	
除去土壌等の近傍の空气中ダスト濃度 (平常時)		kg/m ³	5E-07	IAEA-TECDOC 401 の焼却炉運転員シナリオの計算例で使用されている値を採用した。	
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を使用した。IAEA SRS-No.44 では精錬時のダストについては 1~70、他の材質については 4 を使用している。	
ダスト放出幅		m	施設毎に設定	敷地境界から見て覆土されていない最大幅を元に設定した (4.4(1))。	
ダスト有効高さ		m	3	NUREG CR-3585 において、処分場へ投入した未梱包廃棄物からの大気中への飛散評価で使用されている mixing height の値を使用した。	
被ばく時間 (事故時)		h/事故	720	事故処理に要する時間を 30 日と想定した。	
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23 で示されている数値 (標準人の 1 日の呼吸量 2.3E+4 L/d) を基に設定した。	
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44 (1-2 歳児の居住者の呼吸率) に示されている値を使用した。	
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	μSv/Bq	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども (1 歳児) の吸入による被ばく換算係数を設定した。
			Cs-137	4.6E-03	
	子ども		Cs-134	7.3E-03	
			Cs-137	5.4E-03	

(ii) 廃棄物貯蔵施設 (4-4-16)

火災や落下事故等により発生した、放射性物質を含むブルームによる外部被ばくを想定する。貯蔵される土壌や廃棄物に可燃物はほとんど含まれていないが、ここでは保守的に火災による放射性物質の大気中への移行を想定した。被ばく線量は式(3)及び式(4)を用いて評価する。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
大気中相対濃度		s/m ³	施設毎に設定	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、大気安定度、平均風速、放出高さ、評価地点までの距離等をパラメータとして計算する (4.4(1))。

火災により燃焼する廃棄物量		kg	施設毎に設定	容器が破損する廃棄物量と、飛散率から設定した(4.4(1))。	
被ばく時間(火災発生から鎮火まで)		h/事故	24	事故処理に要する時間を1日と想定した。	
呼吸率	成人	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている数値(標準人の1日の呼吸量2.3E+4 L/d)を基に設定した。	
	子ども		0.22	IAEA Safety Reports Series No.44(1-2歳児の居住者の呼吸率)に示されている値を使用した。	
吸入被ばくに対する線量換算係数	成人	μSv/Bq	Cs-134	6.6E-03	ICRP Publ.72で示された、一般公衆の成人及び子ども(1歳児)の吸入による被ばく換算係数を設定した。
			Cs-137	4.6E-03	
	子ども		Cs-134	7.3E-03	
			Cs-137	5.4E-03	

f. 事故時(津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出、水産物摂取による被ばく)(4-4-5, 4-4-11)

津波により貯蔵中の除去土壌等の一部が海へ流出し、海水中に移行した放射性物質が海産物へ移行したものを摂取することによる被ばくを評価する。

放出された放射性物質を含む海産物の経口摂取による内部被ばくの評価は式(5)を用いて行う。

評価に使用するパラメータを以下に示す。

パラメータ名称			単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	土壌貯蔵施設(I型)	Cs-134	Bq/kg	2.0E+3	Cs-134とCs-137の合計濃度を8,000Bq/kg(受入上限濃度)と設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
		Cs-137		6.0E+3	
	土壌貯蔵施設(II型)	Cs-134		2.5E+4	
		Cs-137		7.5E+4	
津波・豪雨等により海洋へ移行する除去土壌等の放出量			kg	施設毎に設定	施設に貯蔵される除去土壌等の量と、津波における移行率等から設定した(4.4(1))。
海洋における希釈水量			m ³	8.0E+09	「理科年表 平成9年」に記載された国内主要地点の平均大潮期における潮流の最小値0.5ノット(0.25m/s)、混合面積1,000m ² (安全側)より1年間の流量を設定した。
セシウムの海産魚類への濃縮係数			m ³ /kg	0.03	「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について」に示された濃縮係数を設定した。
セシウムの海産無脊椎動物への濃縮係数			m ³ /kg	0.02	
セシウムの海藻類への濃縮係数			m ³ /kg	0.02	
海産魚類の摂取量			kg/y	15.8	「平成8年版国民栄養の現状」における平成6年の1人当たりの摂取量より設定した。
海産無脊椎動物の摂取量			kg/y	8.1	魚類: 43.2 g/d(生魚) 無脊椎動物: 22.0 g/d(いか、たこ、かに、貝類)
海藻類の摂取量			kg/y	2.2	藻類: 5.8 g/d(海藻類) 子どもの摂取量については、クリアランスレベル評価に従い、成人の0.47倍とした。
海産魚類、海産無脊椎動物、海藻類の市場希釈係数			-	1	希釈を考慮しない設定とした。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
経口被ばくに対する線量換算係数	成人	Cs-134	1.9E-02	ICRP Publ.72 で示された、一般公衆の成人及び子ども（1歳児）の経口摂取による被ばく換算係数を設定した。
		Cs-137	1.3E-02	
	子ども	Cs-134	1.6E-02	
		Cs-137	1.2E-02	

g. 事故時（地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失、水産物摂取）（4-4-12, 4-4-17）

貯蔵中における各土壌貯蔵施設及び廃棄物貯蔵施設においては、公共用水域及び地下水の汚染防止機能として、施設下部の遮水工が損傷した場合の被ばくを評価する。

(i) 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）（4-4-12）

土壌貯蔵施設Ⅱ型の場合には、上面に遮水工等、側面・底面に遮水工が敷設される。平常時は、遮水工により施設下部に漏出しないことが想定されるものの、ここでは、遮水工の一部が損傷し、地下水中に放射性物質が移行することを想定した評価を行う。

上記の状態における土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の施設概念を図 3-11 に示す。遮水工の外側には地下水集水管が設置されており、集水された地下水は河川へ移行することから、漏出水は集水管経由で河川へ移行する経路を想定する。

評価モデル及びパラメータは、(3) 搬入・定置 h. 事故時（地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失、水産物摂取による被ばく）と同様である。

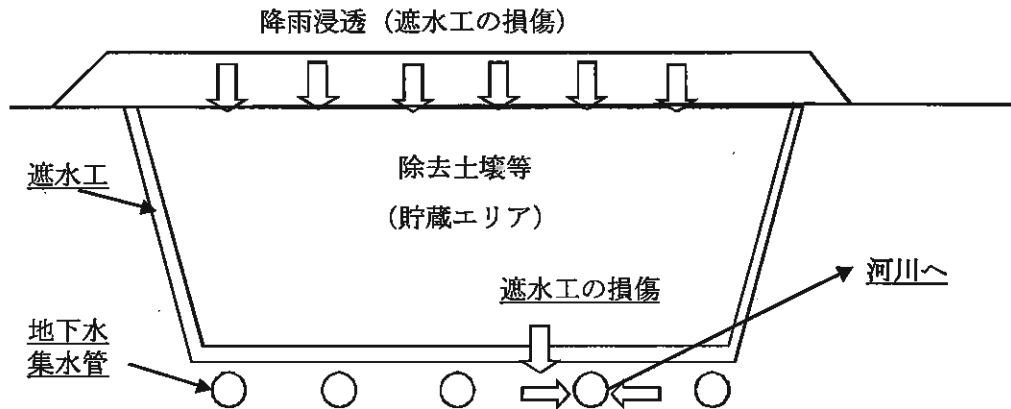


図 3-11 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）の貯蔵中の概念図

(ii) 廃棄物貯蔵施設（4-4-17）

廃棄物貯蔵施設は雨水浸入防止能力を持つ建屋内に容器（ドラム缶等）に収納した状態で貯蔵されるため、通常は雨水や地下水とは接触しない。そのため、4-3-20 同様に以下の状況を想定する。

- ① 地震や機器の落下等により、保管中の容器が破損し、一部の廃棄物が容器外に放出される。
- ② さらに、建屋の損傷により建屋内に浸入した雨水に容器外に放出された廃棄物中の放射性核種が溶解し、地下水を経て河川に移行する。

評価モデル及びパラメータは、(3) 搬入・定置 h. 事故時（地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失、水産物摂取による被ばく）(ii) 廃棄物貯蔵施設と同様である。

4. 概略評価

中間貯蔵施設の基本設計（構造・維持管理）の妥当性を放射線安全の観点から確認するために、公衆に対する施設設置による追加被ばく線量について評価を実施した。現時点では、施設ごとの貯蔵量、濃度、施設境界、敷地境界等が不明確な状況にあるため、安全側に立ち、一つの町に収容する貯蔵施設として、1,000万m³を貯蔵する土壌貯蔵施設（I型）、1,000万m³を貯蔵する土壌貯蔵施設（II型）、20万m³を貯蔵する廃棄物貯蔵施設、受入・分別施設、減容化施設等が一通り敷地内に存在すると想定した中間貯蔵施設における基本設計（構造・維持管理）の安全性を評価した。

4.1 受入・分別

(1) 施設固有のパラメータ

a. 外部被ばくパラメータ

外部被ばくに対する線量換算係数について、設定値を以下に示す。スカイシャインについては、ANISN 及び G33 コードを用いて計算した。直接線については、QAD-CGGP2R コードにより計算した。なお、成人の算出結果を1.3倍することにより子どもの換算係数とした。

経路 No.	評価対象		単位	設定値	設定根拠（計算条件）
4-1-1 4-1-2	受入・分別施設 （平常時） （スカイシャイン）	成人	Cs-134	1.0E-06	線源の形状：上面 200m×200m、深さ 2m 線源の密度：1.6g/cm ³ 評価点：上面の辺の中央から 300m
			Cs-137	3.9E-07	
		子ども	Cs-134	1.3E-06	
			Cs-137	5.1E-07	
4-1-2	受入・分別施設 （平常時） （直接線）	成人	Cs-134	6.2E-08	線源の形状：200m×2m×2mの直方体 線源の密度：1.6g/cm ³ 評価点：200m×2mの面心から 300m
			Cs-137	2.1E-08	
		子ども	Cs-134	8.1E-08	
			Cs-137	2.8E-08	

b. 大気中の核種移行に関するパラメータ

(i) 大気中相対濃度 χ/Q

大気中相対濃度 χ/Q (s/m³)について、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、評価した結果を以下に示す。大気安定度 B、風速 2.0m/s として評価した。風速は、気象庁の過去の気象データより、福島県の全県の平均風速（2.0m/s）の値を用いた。

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-1-3 4-1-4	受入・分別施設 （飛散防止機能の喪失）	s/m ³	1.22E-4	施設から施設境界までの距離を 300m とし、飛散防止機能の喪失時に発生する粉塵の放出幅及び放出点の高さを保守的に 0m と設定した。

(ii) 火災により燃焼する土壌等の物量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-1-3 4-1-4	受入・分別施設 (飛散防止機能の喪失)	kg	1.28E+7	200m×200m×2mの土壌のうち、1/10が火災により影響を受けることを想定した。かさ密度を1,600kg/m ³ とした。

c. 津波・豪雨等による除去土壌等の流出に関するパラメータ

(i) 海へ流出する土壌等の重量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-1-5	受入・分別施設	kg	1.28E+7	面積：4E+4m ² (設定値)、高さ：2m (設定値)、かさ密度1,600kg/m ³ (災害廃棄物評価)の1/10が流出すると想定した。

(2) 評価結果

受入・分別施設に対する評価結果を以下に示す。

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)			
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計	
4-1-1	平常時	受入れた除去土壌等	外部	1.1E-01	9.1E-02	2.0E-01	
4-1-2	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	受入れた除去土壌等	外部	8.7E-03	7.5E-03	1.6E-02
4-1-3		地震・火災等による	大気中へ飛散した放射性物質	外部	1.9E-03	1.8E-03	3.7E-03
4-1-4		飛散防止機能の喪失		吸入	7.2E-02	3.4E-02	1.1E-01
4-1-5		津波・豪雨等による除去土壌等の流出	水産物	経口	5.3E-04	2.6E-04	7.9E-04

4.2 減容化処理

(1) 施設固有のパラメータ

a. 外部被ばくパラメータ

外部被ばくに対する線量換算係数について、設定値を以下に示す。スカイシャインについては、ANISN 及び G33 コードを用いて計算した。直接線については、QAD-CGGP2R コードにより計算した。なお、成人の算出結果を1.3倍することにより子どもの換算係数とした。

経路 No.	評価対象		単位	設定値	設定根拠 (計算条件)	
4-2-7	減容化施設 (遮へい機能の喪失) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	6.1E-08	線源の形状：上面の幅 50m、奥行き 20m、 深さ 2m 線源の密度：2.0g/cm ³ 評価点：上面の辺 (50m) の中央から 300m	
			Cs-137	2.4E-08		
		子ども	Cs-134	8.0E-08		
			Cs-137	3.2E-08		
	減容化施設 (遮へい機能の喪失) (直接線)	成人	Cs-134	3.3E-08		線源の形状：50m×2m×2mの直方体 線源の密度：2.0g/cm ³ 評価点：50m×2mの面心から 300m
			Cs-137	1.1E-08		
		子ども	Cs-134	4.3E-08		

			Cs-137		1.5E-08	
--	--	--	--------	--	---------	--

b. 大気中の核種移行に関するパラメータ

(i) 大気中相対濃度 γ/Q

大気中相対濃度 γ/Q (s/m^3)について、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、評価した結果を以下に示す。大気安定度 B、風速 2.0m/s として評価した。風速は、気象庁の過去の気象データより、福島県の全県の平均風速 (2.0m/s) の値を用いた。

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-2-1 ~ 4-2-6 4-2-8 4-2-9	減容化施設 (平常時及び飛散防止機能の喪失)	s/m^3	1.71E-5	施設から施設境界までの距離：300m、煙突高さ：59m より、評価地点を地上 1m として評価した。

(ii) 焼却する可燃物の物量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-2-1 ~ 4-2-6 4-2-8 4-2-9	減容化施設 (平常時及び飛散防止機能の喪失)	kg/d	6.0E+5	減容化施設の処理能力 600ton/d と設定した。

(2) 評価結果

減容化処理施設に対する評価結果を以下に示す。

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)			
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計	
4-2-1	平常時	焼却炉から放出された排気中の粉塵	外部	2.8E-05	2.5E-05	5.3E-05	
4-2-2			吸入	1.0E-03	4.9E-04	1.5E-03	
4-2-3		粉塵が沈着した土壌	外部	3.9E-02	2.4E-02	6.3E-02	
4-2-4			吸入	9.4E-08	2.9E-08	1.2E-07	
4-2-5		粉塵が沈着した土壌で生産された農作物	経口	1.5E-02	7.3E-03	2.3E-02	
4-2-6		粉塵が沈着した土壌で生産された畜産物	経口	6.1E-02	2.7E-02	8.8E-02	
4-2-7	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	焼却灰	外部	3.0E-02	2.7E-02	5.7E-02
4-2-8			大気中へ飛散した放射性物質	外部	1.5E-05	1.4E-05	2.9E-05
4-2-9		飛散防止機能の喪失	吸入	5.7E-04	2.7E-04	8.4E-04	

4.3 搬入・定置

(1) 施設固有のパラメータ

a. 外部被ばくパラメータ

外部被ばくに対する線量換算係数について、設定値を以下に示す。スカイシャインについては、ANISN 及び G33 コードを用いて計算した。直接線については、QAD-CGGP2R コードにより計算した。なお、成人の算出結果を1.3倍することにより子どもの換算係数とした。

経路 No.	評価対象		単位	設定値	設定根拠 (計算条件)	
4-3-1 4-3-8	土壌貯蔵施設 (I型・II型:搬入・定置時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	1.1E-07	線源の形状: 上面 200m×200m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m	
			Cs-137	3.9E-08		
		子ども	Cs-134	1.4E-07		
			Cs-137	5.1E-08		
4-3-1 4-3-8	土壌貯蔵施設 (覆土:搬入・定置時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	4.1E-07	線源の形状: 上面 1,420m×1,420m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m	
			Cs-137	1.4E-07		
		子ども	Cs-134	5.4E-07		
			Cs-137	1.8E-07		
4-3-4 4-3-11	土壌貯蔵施設 (I型・II型:搬入・定置時) (遮へい機能の喪失) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	4.1E-07	線源の形状: 上面 1,420m×1,420m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m	
			Cs-137	1.4E-07		
		子ども	Cs-134	5.4E-07		
			Cs-137	1.8E-07		
4-3-16	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	4.8E-10	線源の形状: 上面 100m×100m、深さ 2m 線源の密度: 2.0g/cm ³ 上部遮へい厚さ: 30cm 上部遮へい密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m	
			Cs-137	1.3E-10		
		子ども	Cs-134	6.2E-10		
			Cs-137	1.7E-10		
	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (直接線)	成人	Cs-134	2.0E-10		線源の形状: 100m×2m×4m の直方体 線源の密度: 2.0g/cm ³ 遮へい厚さ: 30cm 遮へい密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 100m×4m の線源の面心から 500m
			Cs-137	5.1E-11		
		子ども	Cs-134	2.6E-10		
			Cs-137	6.7E-11		
4-3-17	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (遮へい機能の喪失) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	4.2E-08	線源の形状: 上面 100m×100m、深さ 2m 線源の密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m	
			Cs-137	1.5E-08		
		子ども	Cs-134	5.4E-08		
			Cs-137	2.0E-08		
	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (遮へい機能の喪失) (直接線)	成人	Cs-134	6.7E-09		線源の形状: 100m×2m×4m の直方体 線源の密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 100m×4m の面心から 500m
			Cs-137	2.2E-09		
		子ども	Cs-134	8.6E-09		
			Cs-137	2.8E-09		

b. 大気中の核種移行に関するパラメータ

(i) 大気中相対濃度 χ/Q

大気中相対濃度 $\chi/Q(s/m^3)$ について、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、評価した結果を以下に示す。大気安定度 B、風速 2.0m/s として評価した。風速は、気象庁の過去の気象データより、福島県の全県の平均風速 (2.0m/s) の値を用いた。

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-2 4-3-5 4-3-6	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時)	s/m ³	1.58E-5	開口部を 1 辺 200m、施設境界までの距離を 500m と設定した。
4-3-9 4-3-12 4-3-13	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時)	s/m ³	1.58E-5	開口部を 1 辺 200m、施設境界までの距離を 500m と設定した。
4-3-18 4-3-19	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時)	s/m ³	4.40E-5	施設から施設境界までの距離を 500m とし、飛散防止機能の喪失時に発生する粉塵の放出幅及び放出点の高さを保守的に 0m と設定した。

(ii) 火災により燃焼する土壌等の物量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-5 4-3-6	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時) (飛散防止機能喪失)	kg	3.2E+7	開口部最大面積 4E+4m ² 、土壌厚さ 5m (設定値)、かさ密度 1,600kg/m ³ (災害廃棄物評価) の 1/10 が地上部の火災により影響を受けることを想定
4-3-12 4-3-13	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時) (飛散防止機能喪失)	kg	3.2E+7	同上
4-3-18 4-3-19	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (飛散防止機能喪失)	kg	1.07E+4	1 施設に貯蔵される廃棄物 (8,910m ³) が火災の影響を受けるとした。廃棄物のかさ密度: 1,200kg/m ³ (第 2 回検討会資料 4)、容器からの放出率 (0.1% : NUREG/CR-1963 における爆発/航空機事故時の廃棄体飛散率) とした。

(iii) ダスト放出幅

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-2	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時)	m	200	開口部の長さを設定した。
4-3-9	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時)	m	200	開口部の長さを設定した。

c. 津波・豪雨等による除去土壌等の流出に関するパラメータ

(i) 海へ流出する土壌等の重量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-7 4-3-14	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時)	kg	1.6E+9	貯蔵量: 1E+7 m ³ (設定値) かさ密度 1,600kg/m ³ (災害廃棄物評価) の 1/10 が流出すると想定した。

(ii) 施設からの放水量 (地下浸透量)

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-3	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時)	m ³ /y	5.26E+5	水処理設備の容量 (1,440m ³ /d) により設定。
4-3-10	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時)	m ³ /y	5.26E+5	水処理設備の容量 (1,440m ³ /d) により設定。
4-3-15	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時及び貯蔵時) (地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止機能 の喪失)	m ³ /y	8.0E+4	面積: 2E+6m ² (設定値)、降雨浸透水量: 0.4m/y 及び上部遮水工による低減率: 0.1 より設定。 地下水中に漏出。

(iii) 河川流量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-3-3	土壌貯蔵施設 I 型 (搬入・定置時)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。
4-3-10	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。
4-3-15	土壌貯蔵施設 II 型 (搬入・定置時) (地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止機能 の喪失)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。
4-3-20	廃棄物貯蔵施設 (搬入・定置時) (地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止機能 の喪失)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。

d. 地下水移行評価に使用するパラメータ

(i) 土壌貯蔵施設 II 型 (4-3-15)

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
溶出率	-	1%	溶出試験結果より、保守的に設定した。
地下水の動水勾配	-	0.05	動水勾配が地層の勾配に等しいと仮定して、大年寺層の海側の傾斜 (1° -2°) から丸めを考慮し保守的に設定した。
帯水層の透水係数	m/s	1E-5	地下水ハンドブックにおける「きれいな砂利まじりの砂に対する透水係数の値」及び「極微粒砂に対する透水係数の概略値」に基づき設定した。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
除去土壌等の分配係数	m ³ /kg	0	保守的に設定した。
帯水層の分配係数	m ³ /kg	1	分配試験結果より設定した。
除去土壌等の体積	m ³	1.0E+7	貯蔵量(1,414m×1,414m×5m)
除去土壌等への浸入水量	m ³ /y	8.0E+4	面積：2E+6m ² (設定値)、降雨浸透水量：0.4m/y 及び上部遮水工による低減率：0.1より設定。
帯水層の断面積	m ²	5,074	除去土壌等への浸入水量 / (地下水の動水勾配×帯水層の透水係数) で設定。
帯水層中の分散長	m	0.1	帯水層の移行距離の1/10と設定した。
施設下部の移行距離	m	49	集水管の間隔、施設と集水管の位置関係より設定した。
河川までの移行距離	m	1	集水管の設置深さを考慮して設定した。

(ii) 廃棄物貯蔵施設 (4-3-20)

廃棄物貯蔵施設から地下水に移行する放射性核種量は、廃棄物中の放射性核種濃度、1施設に貯蔵される廃棄物量、廃棄物(焼却灰)のかさ密度、事故時に容器外に放出される割合から以下のように算出した。

- ・ 廃棄物貯蔵施設から地下水に移行する放射性核種量(Bq)
 - = 廃棄物中の放射性核種濃度(Bq/kg)
 - × 8,910(m³) : 1施設に貯蔵される廃棄物量(設定値)
 - × 1,200(kg/m³) : 廃棄物(焼却灰)のかさ密度(第2回検討会資料4)
 - × 0.1 : 事故時に容器外に放出される割合(全体の10%を想定)
- その他のパラメータを以下に示す。

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	Cs-134とCs-137の合計濃度を200万Bq/kgと設定した。福島第一原子力発電所事故直後のCs-134とCs-137の存在割合を1:1と仮定し、2015年1月時点の組成とした。
	Cs-137		
帯水層の分配係数	m ³ /kg	0.1	分配試験結果に焼却灰の溶出成分を考慮し設定した。
帯水層中の分散長	m	5	移行距離の1/10と設定した。
河川までの移行距離	m	50	設定値(河川までの距離)

(2) 評価結果

搬入・定置中の貯蔵施設に対する評価結果を以下に示す。

a. 土壌貯蔵施設 (I型)

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)		
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計
4-3-1	平常時	定置中の除去土壌等	外部	1.7E-03	1.6E-03	3.3E-03
4-3-2			吸入	8.8E-06	4.2E-06	1.3E-05
4-3-3		浸出液処理設備からの放出 (濃度限度以下)	経口	5.9E-02	2.9E-02	8.8E-02

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)		
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計
4-3-4	事故時 地震・火災等による 遮へい機能の喪失	定置中の 除去土壌等	外部	4.7E-04	4.7E-04	9.4E-04
4-3-5			外部	1.0E-04	9.2E-05	1.9E-04
4-3-6		大気中へ飛散した 放射性物質	吸入	3.7E-03	1.8E-03	5.5E-03
4-3-7	貯蔵施設周辺居住 (津波・豪雨等による海への流出)	水産物	経口	1.1E-02	5.2E-03	1.6E-02

b. 土壌貯蔵施設 (II型)

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)		
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計
4-3-8	平常時	定置中の 除去土壌等	外部	2.0E-02	1.9E-02	3.9E-02
4-3-9			吸入	1.1E-04	5.3E-05	1.6E-04
4-3-10		浸出液処理設備 からの放出 (濃度限度以下)	経口	5.9E-02	2.9E-02	8.8E-02
4-3-11	事故時 地震・火災等による 遮へい機能の喪失	定置中の 除去土壌等	外部	5.9E-03	5.8E-03	1.2E-02
4-3-12			外部	1.2E-03	1.1E-03	2.4E-03
4-3-13		大気中へ飛散した 放射性物質	吸入	4.7E-02	2.2E-02	6.9E-02
4-3-14	貯蔵施設周辺居住 (津波による海への流出)	水産物	経口	1.3E-01	6.5E-02	2.0E-01
4-3-15	地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止機能の喪失	水産物	経口	2.1E-07	<1E-10	2.1E-07

c. 廃棄物貯蔵施設

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)		
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計
4-3-16	平常時	定置中の 除去土壌等	外部	1.9E-03	2.3E-03	4.2E-03
4-3-17	事故時 地震・火災等による 遮へい機能の喪失	定置中の 除去土壌等	外部	1.4E-02	1.4E-02	2.8E-02
4-3-18			外部	2.3E-05	2.1E-05	4.5E-05
4-3-19		大気中へ飛散した 放射性物質	吸入	8.7E-04	4.1E-04	1.3E-03
4-3-20	地震等による公共用水域 及び地下水の汚染防止機能の喪失	水産物	経口	<1E-10	<1E-10	<1E-10

4.4 貯蔵

(1) 施設固有パラメータ

a. 外部被ばくパラメータ

外部被ばくに対する線量換算係数について、設定値を以下に示す。スカイシャインについては、ANISN 及び G33 コードを用いて計算した。直接線については、QAD-CGGP2R コードにより計算した。なお、成人の算出結果を 1.3 倍することにより子どもの換算係数とした。

経路 No.	評価対象		単位	設定値	設定根拠 (計算条件)	
4-4-1 4-4-6	土壌貯蔵施設 (I型・II型:貯蔵時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	1.1E-09	線源の形状: 上面 1,420m×1,420m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 覆土厚さ: 50cm 覆土の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m
			Cs-137		2.5E-10	
		子ども	Cs-134		1.4E-09	
			Cs-137		3.2E-10	
4-4-1 4-4-6	土壌貯蔵施設 (覆土:貯蔵時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	4.1E-07	線源の形状: 上面 1,420m×1,420m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m
			Cs-137		1.4E-07	
		子ども	Cs-134		5.4E-07	
			Cs-137		1.8E-07	
4-4-2 4-4-8	土壌貯蔵施設 (I型・II型:貯蔵時) (遮へい機能の喪失) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	4.1E-07	線源の形状: 上面 1,420m×1,420m、深さ 2m 線源の密度: 1.6g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m
			Cs-137		1.4E-07	
		子ども	Cs-134		5.4E-07	
			Cs-137		1.8E-07	
4-4-13	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	4.8E-10	線源の形状: 上面 100m×100m、深さ 2m 線源の密度: 2.0g/cm ³ 上部遮へい厚さ: 30cm 上部遮へい密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m
			Cs-137		1.3E-10	
		子ども	Cs-134		6.2E-10	
			Cs-137		1.7E-10	
	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (直接線)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	2.0E-10	線源の形状: 100m×2m×4m の直方体 線源の密度: 2.0g/cm ³ 遮へい厚さ: 30cm 遮へい密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 100m×4m の線源の面心から 500m
			Cs-137		5.1E-11	
		子ども	Cs-134		2.6E-10	
			Cs-137		6.7E-11	
4-4-14	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (遮へい機能の喪失) (スカイシャイン)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	4.2E-08	線源の形状: 上面 100m×100m、深さ 2m 線源の密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 上面の辺の中央から 500m
			Cs-137		1.5E-08	
		子ども	Cs-134		5.4E-08	
			Cs-137		2.0E-08	
	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (遮へい機能の喪失) (直接線)	成人	Cs-134	μSv/h per Bq/kg	6.7E-09	線源の形状: 100m×2m×4m の直方体 線源の密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 100m×4m の面心から 500m
			Cs-137		2.2E-09	
		子ども	Cs-134		8.6E-09	
			Cs-137		2.8E-09	

b. 大気中の核種移行に関するパラメータ

(i) 大気中相対濃度 χ/Q

大気中相対濃度 χ/Q (s/m³)について、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づくブルーム式を用い、評価した結果を以下に示す。大気安定度 B、風速 2.0m/s として評価した。風速は、気象庁の過去の気象データより、福島県の全県の平均風速 (2.0m/s) の値を用いた。

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-3 4-4-4	土壌貯蔵施設 I 型 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	s/m ³	2.23E-6	施設面積 2E+6m ² 敷地境界までの距離 500m より、開口部を正方形近似し (1 辺 1,414m) 設定した (ダスト放出側と同じ幅とした)。
4-4-9 4-4-10	土壌貯蔵施設 II 型 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	s/m ³	2.23E-6	施設面積 2E+6m ² 敷地境界までの距離 500m より、開口部を正方形近似し (1 辺 1,414m) 設定した (ダスト放出側と同じ幅とした)。
4-4-15 4-4-16	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	s/m ³	4.40E-5	施設から施設境界までの距離を 500m とし、飛散防止機能の喪失時に発生する粉塵の放出幅及び放出点の高さを保守的に 0m と設定した。

(ii) 火災により燃焼する土壌等の物量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-15 4-4-16	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	kg	1.07E+4	1 施設に貯蔵される廃棄物 (8,910m ³) が火災の影響を受けるとした。廃棄物のかさ密度: 1,200kg/m ³ (第 2 回検討会資料 4)、容器からの放出率 (0.1%: NUREG/CR-1963 における爆発/航空機事故時の廃棄体飛散率) とした。

(iii) ダスト放出幅

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-3 4-4-4	土壌貯蔵施設 I 型 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	m	1,414	施設面積 2E+6m ² を正方形近似し (1 辺 1,414m) 設定した。
4-4-9 4-4-10	土壌貯蔵施設 II 型 (貯蔵時) (飛散防止機能喪失)	m	1,414	同上

c. 津波・豪雨等による除去土壌等の流出に関するパラメータ

(i) 海へ流出する土壌等の重量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-5	土壌貯蔵施設 I 型 (貯蔵時)	kg	1.6E+9	貯蔵量: 1E+7 m ³ (設定値) かさ密度 1,600kg/m ³ (災害廃棄物評価) の 1/10 が流出すると想定した。
4-4-11	土壌貯蔵施設 II 型 (貯蔵時)	kg	1.6E+9	貯蔵量: 1E+7 m ³ (設定値) かさ密度 1,600kg/m ³ (災害廃棄物評価) の 1/10 が流出すると想定した。

(ii) 施設からの放出水量 (地下浸透量)

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-7	土壌貯蔵施設Ⅱ型 (貯蔵時)	m ³ /y	8.0E+3	面積：2E+6m ² (設定値)、降雨浸透水量：0.4m/y 及び上部遮水工による低減率：0.01 より設定。 処理設備を経て河川へ放出。
4-4-12	土壌貯蔵施設Ⅱ型 (貯蔵時) (地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失)	m ³ /y	8.0E+4	面積：2E+6m ² (設定値)、降雨浸透水量：0.4m/y 及び上部遮水工による低減率：0.1 より設定。 地下水中に漏出。

(iii) 河川流量

経路 No.	評価対象	単位	設定値	設定根拠
4-4-7	土壌貯蔵施設Ⅱ型 (貯蔵時)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。
4-4-12	土壌貯蔵施設Ⅱ型 (貯蔵時) (地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。
4-4-17	廃棄物貯蔵施設 (貯蔵時) (地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失)	m ³ /y	1E+7	現地調査による値を設定。

d. 地下水移行評価に使用するパラメータ

(i) 土壌貯蔵施設Ⅱ型 (4-4-12)

パラメータ名称	単位	設定値	設定根拠
溶出率	-	1%	溶出試験結果より、保守的に設定した。
地下水の動水勾配	-	0.05	動水勾配が地層の勾配に等しいと仮定して、大年寺層の海側の傾斜 (1° -2°) から丸めを考慮し保守的に設定した。
帯水層の透水係数	m/s	1E-5	地下水ハンドブックにおける「きれいな砂利まじりの砂に対する透水係数の値」及び「極微粒砂に対する透水係数の概略値」に基づき設定した。
除去土壌等の分配係数	m ³ /kg	0	保守的に設定した。
帯水層の分配係数	m ³ /kg	1	分配試験結果より設定した。
除去土壌等の体積	m ³	1.0E+7	貯蔵量 (1,414m×1,414m×5m)
除去土壌等への浸入水量	m ³ /y	8.0E+4	面積：2E+6m ² (設定値)、降雨浸透水量：0.4m/y 及び上部遮水工による低減率：0.1 より設定。
帯水層の断面積	m ²	5,074	除去土壌等への浸入水量 / (地下水の動水勾配×帯水層の透水係数) で設定。
帯水層中の分散長	m	0.1	帯水層の移行距離の 1/10 と設定した。
施設下部の移行距離	m	49	集水管の間隔、施設と集水管の位置関係より設定した。
河川までの移行距離	m	1	集水管の設置深さを考慮して設定した。

(ii) 廃棄物貯蔵施設 (4-4-17)

搬入・定置時 (4-3-20) と同様に、廃棄物貯蔵施設から地下水に移行する放射性核種量は、廃棄物中の放射性核種濃度、1施設に貯蔵される廃棄物量、廃棄物 (焼却灰) のかさ密度、事故時に容器外に放出される割合から以下のように算出した。

- ・ 廃棄物貯蔵施設から地下水に移行する放射性核種量(Bq)
 - = 廃棄物中の放射性核種濃度(Bq/kg)
 - × 8,910(m³) : 1施設に貯蔵される廃棄物量 (設定値)
 - × 1,200(kg/m³) : 廃棄物 (焼却灰) のかさ密度 (第2回検討会資料4)
 - × 0.1 : 事故時に容器外に放出される割合 (全体の10%を想定)
- その他のパラメータを以下に示す。

パラメータ名称		単位	設定値	設定根拠
放射性核種の濃度	Cs-134	Bq/kg	5.0E+5	Cs-134 と Cs-137 の合計濃度を 200 万 Bq/kg と設定した。福島第一原子力発電所事故直後の Cs-134 と Cs-137 の存在割合を 1:1 と仮定し、2015 年 1 月時点の組成とした。
	Cs-137		1.5E+6	
帯水層の分配係数		m ³ /kg	0.1	分配試験結果に焼却灰の溶出成分を考慮し設定した。
帯水層中の分散長		m	5	移行距離の 1/10 と設定した。
河川までの移行距離		m	50	設定値 (河川までの距離)

(2) 評価結果

貯蔵中における評価結果を以下に示す。

a. 土壌貯蔵施設 (I型)

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)		
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計
4-4-1	平常時	貯蔵中の除去土壌等	外部	9.6E-05	1.0E-04	2.0E-04
4-4-2	地震・火災等による 遮へい機能の喪失	貯蔵中の除去土壌等	外部	4.7E-04	4.7E-04	9.4E-04
4-4-3			外部	2.0E-08	1.8E-08	3.8E-08
4-4-4		大気中へ飛散した放射性物質	吸入	7.3E-07	3.5E-07	1.1E-06
4-4-5	貯蔵施設周辺居住 (津波による海への流出)	水産物	経口	1.1E-02	5.2E-03	1.6E-02

b. 土壌貯蔵施設（Ⅱ型）

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)			
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計	
4-4-6	平常時	貯蔵中の除去土壌等	外部	2.1E-04	2.7E-04	4.8E-04	
4-4-7		浸出液処理設備からの放出 (濃度限度以下)	経口	9.0E-04	4.4E-04	1.3E-03	
4-4-8	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	外部	5.9E-03	5.8E-03	1.2E-02	
4-4-9		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	大気中へ飛散した放射性物質	外部	2.4E-07	2.2E-07	4.6E-07
4-4-10			吸入	9.0E-06	4.3E-06	1.3E-05	
4-4-11		貯蔵施設周辺居住 (津波による海への流出)	水産物	経口	1.3E-01	6.5E-02	2.0E-01
4-4-12		地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失	水産物	経口	2.1E-07	<1E-10	2.1E-07

c. 廃棄物貯蔵施設

経路 No.	具体的な行為	線源	被ばく形態	線量評価結果 (平常時:mSv/y, 事故時:mSv/event)			
				Cs-137	Cs-134	Cs 合計	
4-4-13	平常時	貯蔵中の除去土壌等	外部	1.9E-03	2.3E-03	4.2E-03	
4-4-14	事故時	地震・火災等による遮へい機能の喪失	外部	1.4E-02	1.4E-02	2.8E-02	
4-4-15		地震・火災等による飛散防止機能の喪失	大気中へ飛散した放射性物質	外部	2.3E-05	2.1E-05	4.5E-05
4-4-16			吸入	8.7E-04	4.1E-04	1.3E-03	
4-4-17		地震等による公共用水域及び地下水の汚染防止機能の喪失	水産物	経口	<1E-10	<1E-10	<1E-10

5. 結論

中間貯蔵施設の基本設計（構造・維持管理）の妥当性を放射線安全の観点から確認するために、公衆に対する施設設置による追加被ばく線量について評価を実施した。現時点では、施設ごとの貯蔵量、濃度、施設境界、敷地境界等が不明確な状況にあるため、安全側に立ち、一つの町に収容する貯蔵施設として、1,000万 m^3 を貯蔵する土壌貯蔵施設（I型）、1,000万立米を貯蔵する土壌貯蔵施設（II型）、20万 m^3 を貯蔵する廃棄物貯蔵施設、受入・分別施設、減容化施設等が一通り敷地内に存在すると想定した中間貯蔵施設における基本設計（構造・維持管理）の安全性を評価した。

評価結果の解釈に当たっては、今回計算を行った個別のシナリオから、平常時又は事故時に同一の個人が受け得る被ばく量を算出し、本検討会で被ばく線量の基準として設定した平常時 1mSv/y 又は事故時 5mSv/event と比較することとする。敷地境界等が確定していない現時点においては、公衆が居住し得る場所が不確定なため、安全側に立って考え得る全ての重ね合わせを足し合わせて試算する。

具体的には、

- ① 平常時について、本来は、ある居住地を仮定して各貯蔵施設等からの距離等を勘案し、被ばくの可能性がある線源からの寄与をその距離等に応じて足し合わせる事となる。これに対し、今回は、敷地範囲等が確定していないため、貯蔵施設や減容化施設等全ての施設について、それぞれの施設の最近傍に居住地があると仮定した場合に、それぞれの居住者が受ける被ばく線量を、単純に合計するという安全側に立った試算を行った。

その結果、追加被ばく線量は 0.60mSv/y と算定され、 1mSv/y という本検討会で設定した被ばく線量の基準を満たした。

- ② 事故シナリオについては、本来であれば施設の配置等から同時に発生する蓋然性が高い事象（沿岸部における地震・津波、可燃物が存在する地点における地震・火災等）を想定し、各事象による被ばく線量を足し合わせる事となる。これに対し、今回は、敷地境界等が確定していないため、一つの施設で発生し得る全ての事故シナリオによる被ばく線量（地震、火災、津波、洪水等に伴う直接被ばく線量及び水産物等を経由した経口摂取による被ばく線量）に加え、他の全ての施設における事故シナリオのうち居住地点に関わらず影響を与える可能性があるシナリオ（水産物等を経由した経口摂取）について被ばく線量を合計するという安全側に立った試算を行い、最大の被ばく線量となるケースを評価することとした。

その結果、最大となるケースは追加被ばく線量 0.53mSv/event （土壌貯蔵施設II型における全ての事故シナリオによる被ばく線量+その他の施設における事故シナリオのうち、経口摂取による被ばく線量）となり、 5mSv/event という本検討会で設定した被ばく線量の基準を満たした。

なお、当該 0.53mSv/event には、資料4において言及した対策を執った上でなお念のため、津波・豪雨等による浸出液・除去土壌等の流出等により、土壌貯蔵施設（I型）に貯蔵中の土壌等のうち100

万 m^3 が流出し、それを水産物経由で公衆が経口摂取する（シナリオ4-3-7）という、安全側に立った状況を仮定して評価を行った場合の評価結果（追加被ばく線量 0.016 mSv/event）が含まれる。

以上からは、上記のとおり十分に安全側に立った前提においても、覆土等構造に係る方策及び搬入作業範囲の設定等維持管理に係る方策については、安全確保上適切なものであるものと評価される。今後、当該方策がしっかりと実現されるよう、適切な安全対策を立案・実施することが重要であると考えられる。今後、調査や設計の進捗に伴い、敷地境界・施設範囲等詳細な条件が明らかになる段階において、同様の手法で評価を行うこととする。

なお、今回、運搬に関する安全評価及び工事期間中の評価については行っていないが、これは、評価に必要な運搬計画、搬入の際の荷姿、造成工事のスケジュール、重機の稼働数等が定まっていないためである。今後、これらの条件の具体化を踏まえて、運搬行程及び工事期間中に係る安全評価を行うとともに、関連するモニタリングデータ等の蓄積、新知見の拡充等を踏まえ、必要に応じて安全評価の更新を行うことで、継続的に安全性の確認を行うものとする。

別添資料集

別添資料 2：安全評価における Cs-134 及び Cs-137 以外の放射性核種の影響について

1. 概要

東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中へ放出された放射性核種については、今後の被ばく線量評価や除染対策において、セシウム 134、137 の沈着量に着目していくことが適切であることが示されており（文部科学省 平成 23 年 9 月 30 日）、中間貯蔵施設の検討においてもセシウム 134、137 が重要な核種であると考えられる。

一方、上記検討における条件設定は必ずしも中間貯蔵施設の条件を包含したものではないことから、念のため、中間貯蔵施設の特徴を踏まえ、他の核種の安全評価における考慮の必要性について確認が必要であると考えられる。

本資料では、分布状況の調査結果や核種の特性を踏まえ、セシウム 134、137 以外の核種について、放射線安全評価における影響の有無について、簡易的な安全評価により検討した結果を示す。

2. セシウム以外の放射性核種の調査状況について

これまで実施されたセシウム以外の核種を含む調査の概要を別紙 1 に示す。セシウム以外の核種についても検出されているものの、その濃度は非常に低い結果となっている。ただし、これらの調査では、調査対象とした核種や範囲が限られているため、この結果だけから中間貯蔵施設で対象とする核種を設定することは難しい。そのため、本検討では、中間貯蔵施設の特徴や評価経路の観点から、核種の取扱いを整理することとした。

3. 検討方針について

安全評価において考慮する核種については、貯蔵対象物の種類と被ばく経路毎に、表 1 に示す方針で検討を行うものとする。土壌に対する経口摂取（地下水）についてのみ簡易評価によって他の核種の影響を評価するものとし、それ以外は既存の方針を踏襲する。それぞれの考え方を以下に示す。

表 1 検討方針

貯蔵対象物	外部被ばく	内部被ばく	
		吸入	経口摂取（地下水移行）
土壌	既存方針を適用可能 (Cs-134、Cs-137)	既存方針を適用可能 (Cs-134、Cs-137)	簡易評価により確認
廃棄物 (焼却灰)	既存方針を適用可能 (Cs-134、Cs-137)	既存方針を適用可能 (Cs-134、Cs-137)	既存方針を適用可能 (Cs-134、Cs-137)

(1) 外部被ばく及び吸入による被ばく

1) 土壌

- ・核種の分布状況調査では、土壌濃度マップの作成を目的として、ガンマ線放出核種、プルトニウム、ストロンチウムに対する土壌沈着量が測定された（文部科学省 平成 23 年 9 月 30 日）。
- ・さらに、調査で検出された核種（ストロンチウム、プルトニウム等）に対して、IAEA が提案している緊急事態時の被ばく評価方法（IAEA-TECDOC-1162）に定められた換算係数を用いて、沈着量の最高値が検出された箇所に留まる際の 50 年間積算実効線量（土壌からの再浮遊に由来する吸入被ばく、及び土壌からの外部被ばく線量の積算値）が算出されている。その結果、Cs-134 及び Cs-137 に比べて、その他の核種の線量は非常に小さいことが確認された（総合科学技術会議 科学技術政策担当大臣等政務三役と総合科学技術会議有識者議員との会合、資料文-1、平成 24 年 3 月 15 日、文部科学省 原子力災害対策支援本部・農林水産省 農林水産技術会議事務局）。
- ・外部被ばく及び吸入被ばくの評価結果は、主に各核種の放射能濃度に依存する。従って、セシウム以外の核種の影響評価に当たっては、セシウムに対する各核種の相対的な濃度が問題となるが、中間貯蔵施設で取り扱う除去土壌は、上記検討で想定した土壌中と同様の比率でセシウム以外の核種を含有すると考えられることから、上記の検討結果を適用することが可能であり、Cs-134 及び Cs-137 に着目することが適切であると考えられる。

2) 廃棄物（焼却灰）

- ・焼却灰に関しては、焼却に伴う核種の移行割合の違いから飛灰・主灰で放射性核種の構成比が変わっている可能性があるものの、ある程度の単位の廃棄物を均して考えると土壌に近い構成比になると考えられることから、上記と同様の方針とする。

(2) 経口摂取による被ばく（地下水移行）

1) 土壌

- ・地下水を経由する経口摂取による被ばくについては、以下に示す中間貯蔵施設の特徴を踏まえると、放射能濃度が低い場合でも有意な影響を生じる可能性が否定できないことから、簡易評価を実施して、影響の有無・程度を確認するものとする。
 - ▶ 地下水移行シナリオでは核種の総量が結果に影響するため、既存の仮置場や最終処分場に比べて極めて貯蔵量の多い中間貯蔵施設では、放射能濃度が低い放射性核種でも結果に対して有意に影響する可能性があること
 - ▶ セシウムに比べて溶出及び土壌中を移行しやすい核種が選択的に環境へ移行し、影響を生じるおそれがあること

2) 廃棄物（焼却灰）

- ・廃棄物（焼却灰）は、廃棄物貯蔵施設において容器に密閉した状態で保管を行う予定である。廃棄物貯蔵施設における放射性物質の漏出は事故時において容器損傷等が生じた場合に想定されるが、焼却灰の放射能濃度は土壌に比べて高いものの、貯蔵対象とする量が少なく、また、事故時において貯蔵している全ての容器が損傷することは考えにくいいため、万が一、漏出が生じた場合でも放出される放射性物質の総量は多くないと予想される。
- ・そのため、土壌のように放射能濃度の低い核種が安全評価の結果に有意に影響を及ぼす可能性は考えにくい。また、総放射エネルギーの点からは土壌の検討条件に包含することもできることから、廃棄物（焼却灰）について簡易評価は不要と考える。

4. 簡易評価による確認（経口摂取）

(1) 簡易評価の手順

土壌に対する地下水を経由した経口摂取におけるセシウム以外の放射性核種の影響について、以下の手順で簡易的な評価を行う。

Step1: 「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」（原子力安全委員会、平成19年5月21日）において濃度上限値が設定された重要核種、及び事故廃棄物の処理処分方策の検討にあたり以下の観点から分析対象とした核種（「福島第一発電所構内で採取したガレキ、伐採木の放射能分析」、日本原子力研究開発機構、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議／事務局会議（第1回）、平成25年3月28日）を抽出する。

- ① 揮発性の高い、核分裂生成物（FP）及び放射化生成物（CP）核種
- ② 安全評価上重要となる TRU 核種
- ③ CP 核種のうち γ 線核種

Step2: 抽出した核種に対して、以下の考え方にに基づき相対的な放射能濃度を設定する。

- ① 調査データが存在する核種については、その調査データと Cs-137 の調査データとの比率を算出し、放射能濃度を設定する。
- ② 調査データが存在しない核種については、まず、燃料中の放射能濃度の評価値（JAEA Data/Code 2012-018）に事故時の元素別放出率（NUREG-1465）を乗じることで大気中への濃度を推定し、その推定値と Cs-137 の試算値（原子力安全保安院、平成23年6月6日）との比率を算出する。さらに、その比率に Cs-137 濃度を乗じることで放射能濃度を設定する。

Step3: 濃度を設定した核種に対して、土壌中の核種が帯水層を通じて河川に流出することを仮定し、保守的なモデル・パラメータを設定する。

Step4: 設定したモデル・パラメータに基づき、被ばく線量を算出する。

(2) 簡易評価の結果

Step1 及び Step2 の結果を表 2 に、Step3 の結果を図 1、表 3、別紙 2 に示す。また、Step4 (評価結果) を表 5 に示す。

表 4 から、Cs-134 及び Cs-137 以外の核種については、絶対値として $1 \mu\text{Sv/y}$ オーダーと低いことがわかる。従って、本評価で保守的な想定をしていることを勘案すれば、これらセシウム以外の核種が有意に影響する可能性は考えにくい。

表 2 抽出した核種と設定した放射能濃度

No.	核種*	半減期(y)	土壌** (Bq/kg)	備考
1	H-3	12.32	$2.25 \times 10^{+3}$	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
2	C-14	5,700	4.51×10^{-1}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
3	Co-60	5.2713	7.84×10^{-2}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
4	Ni-63	100.1	3.44×10^{-1}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
5	Se-79	295,000	4.17×10^{-2}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
6	Sr-90	28.79	$5.00 \times 10^{+1}$	分布状況調査 ¹⁾²⁾ から比率を算出して設定した。
7	Nb-94	20,300	1.67×10^{-6}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
8	Tc-99	211,100	7.64×10^{-1}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
9	I-129	1.57×10^7	1.73×10^{-1}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
10	Eu-152	13.537	4.65×10^{-2}	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
11	Eu-154	8.593	$4.78 \times 10^{+1}$	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
12	Pu-238	87.7	1.00×10^{-1}	分布状況調査 ¹⁾²⁾ から比率を算出して設定した。
13	Pu-239	24,110	1.68×10^{-2}	分布状況調査 ¹⁾²⁾ から比率を算出して設定した。
14	Pu-240	6,564	1.68×10^{-2}	分布状況調査 ¹⁾²⁾ から比率を算出して設定した。
15	Am-241	432.2	$2.60 \times 10^{+0}$	Step2 ②の推定値に基づき設定した。
16	Cm-244	18.1	$1.44 \times 10^{+1}$	Step2 ②の推定値に基づき設定した。

* : Cl-36 については、燃料中の放射能濃度の評価値(JAEA Data/Code 2012-018)がゼロとなっていたため、除外した。

** : Cs-137 濃度については、第二回中間貯蔵施設安全対策検討会資料 4 に基づき、平均的な放射能濃度として 50,000 万 Bq/kg を仮定した。 $(8,000\text{Bq/kg} \times 1,200 \text{ 万 m}^3 + 10 \text{ 万 Bq/kg} \times 900 \text{ 万 m}^3 + 200 \text{ 万 Bq/kg} \times 2 \text{ 万 m}^3) / 2102 \text{ 万 m}^3 = 4.93 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$

- 1) : 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果」の簡略版について、平成 24 年 3 月 15 日、文部科学省 原子力災害対策支援本部・農林水産省 農林水産技術会議事務局
 2) : 福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第二次分布状況等に関する調査研究、平成 25 年 3 月 1 日、日本原子力研究開発機構 福島技術本部

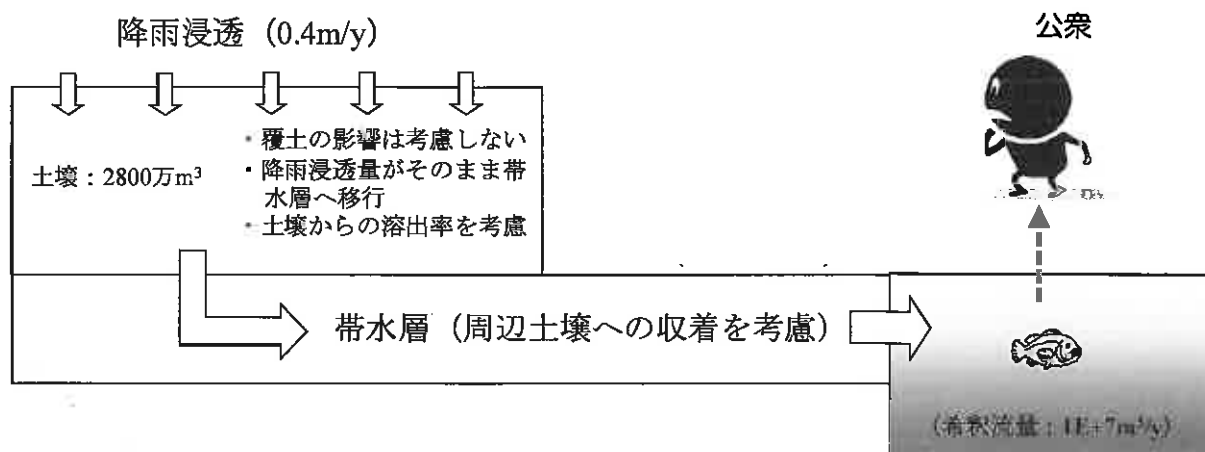


図1 概念図

表3 核種共通のパラメータ

パラメータ	単位	値	備考
土壤等の放射能濃度	Bq/kg	核種毎	表2参照
土壤等からの溶出率	%	核種毎	別紙2参照
収着分配係数 (土壤等)	mL/g	核種毎	別紙2参照
収着分配係数 (帯水層土壤)	mL/g	核種毎	別紙2参照
浸透量	m/y	0.4	覆土の影響を保守的に考慮しないこととして、地下水ハンドブック ³⁾ による一般的な浸透量を設定した。
浸透水量	m ³ /y	7.46×10 ⁵	上部面積(1,000m×1,867m)に浸透量(0.4m/y)を乗じて設定した。
土壤等の粒子密度	kg/m ³	2,600	クリアランスレベル報告書 ¹⁾²⁾ における値(砂の土粒子の真密度)を設定した。
土壤等の間隙率	-	0.3	クリアランスレベル報告書 ¹⁾²⁾ における値(砂層に対する有効空隙率)を設定した。
土壤等の水分飽和度	-	0.5	間隙の半分が水分で飽和すると仮定した(帯水層は飽和度1を設定)。
希釈流量	m ³ /y	1.00×10 ⁷	現地調査による値を設定。
水産物摂取量	kg/y	1	クリアランスレベル報告書 ¹⁾²⁾ における淡水魚(0.6)及び淡水無脊椎動物(0.25)の値から設定した。
濃縮係数	m ³ /kg	核種毎	別紙2参照
線量換算係数	mSv/Bq	核種毎	別紙2参照
帯水層の透水係数	m/s	1.00×10 ⁻⁵	地下水ハンドブック ³⁾ における「きれいな砂利まじりの砂に対する透水係数の値」及び「極微粒砂に対する透水係数の概略値」に基づき設定した。
帯水層の動水勾配	-	0.05	動水勾配が地層の勾配に等しいと仮定して、大年寺層の海側の傾斜(1°-2°)から保守的に設定した。
帯水層の長さ (移行距離)	m	10	保守的な設定値

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」(原子力安全委員会・放射性廃棄物安全基準専門部会、平成11年3月11日)

2)「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」(原子力安全委員会、平成16年12月16日、平成17年3月17日一部訂正及び修正)

3)改訂地下水ハンドブック(建設産業調査会、平成11年)

表4 追加被ばく線量の算出結果 (mSv/y)

No.	核種	被ばく線量
1	H-3	3.6×10^{-5}
2	C-14	3.5×10^{-3}
3	Co-60	1.1×10^{-10}
4	Ni-63	3.9×10^{-10}
5	Se-79	1.2×10^{-7}
6	Sr-90	3.9×10^{-3}
7	Nb-94	$<1.0 \times 10^{-10}$
8	Tc-99	7.6×10^{-6}
9	I-129	3.1×10^{-4}
10	Eu-152	$<1.0 \times 10^{-10}$
11	Eu-154	$<1.0 \times 10^{-10}$
12	Pu-238	6.9×10^{-9}
13	Pu-239	1.7×10^{-7}
14	Pu-240	1.6×10^{-7}
15	Am-241	1.4×10^{-7}
16	Cm-244	$<1.0 \times 10^{-10}$

5. まとめ

- ・セシウム 134、137 以外の放射性核種が影響する可能性が否定できない膨大な量の放射性物質を扱う施設を対象とした地下水経由の経口摂取による被ばくについて、幅広い放射性核種を対象とした保守的な簡易評価を実施し、影響の程度について確認を行った。
- ・評価の結果、セシウム 134、137 以外の放射性核種による公衆の追加被ばく線量は十分に低い値となり、安全確保の観点から有意な影響はないものと考えられる。
- ・なお、除去土壌中のセシウム 134、137 以外の放射性物質の混入状況等についてはデータが十分でないため、今後、除去土壌等に含まれる放射性物質に関する調査、情報収集及び実運用における測定、モニタリング等を通じてデータの整備を進めるとともに、必要に応じて安全評価の更新及び適切な措置の実施等を行うものとする。

以上

別紙 1：放射性セシウム以外の核種を含めた分布状況調査事例

調査箇所	調査内容	調査方法	測定場所・範囲	実施時期	結果の概要
調査者 文部科学省	γ線放出核種 (Cs-134, Cs-137, I-131)の土壌沈着量の測定	Ge半導体検出器	採取した約11,000個の土壌試料	平成23年6月6日～7月8日	Cs-134, Cs-137, I-131の沈着量マップを作成された。 Cs-134, Cs-137の沈着量と空間変動性には一定の相関があることが確認された。 I-131の沈着量については、IFから南方に位置する調査箇所はIFから北方に位置する調査箇所よりも高くなる傾向が確認されている。IF北方はIF南方の約1.5倍、IF南方はIF北方の約0.5倍の沈着量であった。IF南方はIF北方に比べて、IF南方沿岸部では、IF北方と同様に沈着している傾向が確認されている。IF北方はIF南方に比べて、IF南方沿岸部では、IF北方と同様に沈着している傾向が確認されている。IF南方はIF北方に比べて、IF南方沿岸部では、IF北方と同様に沈着している傾向が確認されている。IF南方はIF北方に比べて、IF南方沿岸部では、IF北方と同様に沈着している傾向が確認されている。
調査者 文部科学省	代表的なアルファ線放射体であるプルトニウム238, 239+240の沈着量の測定	文部科学省放射能測定法シリーズ(プルトニウム分析法)	福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	平成23年	○福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○プルトニウム238, 239+240の沈着量は、ほぼ全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○プルトニウム238, 239+240の沈着量は、ほぼ全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料
調査者 農林水産省	宮城県、福島県、栃木県、群馬県、茨城県及び千葉県農産物生産における放射性セシウム濃度の測定	Ge半導体検出器 (食品時に使用する食品の放射性セシウム濃度の測定に用いた Ge半導体検出器)	○宮城県においては平成23年7月15～23日に51地点で、福島県においては5月23日～8月6日に201地点、茨城県においては7月1～15日に44地点、栃木県においては6月20～24日に34地点、群馬県においては7月29日に5地点、千葉県においては7月1～15日に20地点で測定を行った。 ○また、これらの結果に加えて、茨城県で4月1日に調査した14地点、福島県で4月1～5日に調査した18地点、茨城県で4月1～5日に調査した14地点、群馬県で4月2日に調査した8地点、千葉県で4月2日に調査した10地点の結果も検定分析の結果に用いた。これらの結果は以下の表に示す。	○福島県では、土壌中の放射性セシウム濃度は24～2,215Bq/kgで、福島県では、福島県内全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○茨城県では、土壌中の放射性セシウム濃度は24～2,215Bq/kgで、茨城県では、茨城県内全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○栃木県では、土壌中の放射性セシウム濃度は24～2,215Bq/kgで、栃木県では、栃木県内全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○群馬県では、土壌中の放射性セシウム濃度は24～2,215Bq/kgで、群馬県では、群馬県内全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○千葉県では、土壌中の放射性セシウム濃度は24～2,215Bq/kgで、千葉県では、千葉県内全域にわたって、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	
調査者 農林水産省	γ線放出核種 (Cs-134, Cs-137, I-131, Te-129m, Ag-110m)の土壌沈着量の測定	Ge半導体検出器 (食品時に使用する食品の放射性セシウム濃度の測定に用いた Ge半導体検出器)	東日本全域における空間線量率が0.2μSv/h以上の地域を中心(福島県を含む1都10県)	平成23年12月13日から平成24年5月29日	○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料
調査者 農林水産省	福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	Ge半導体検出器 (食品時に使用する食品の放射性セシウム濃度の測定に用いた Ge半導体検出器)	福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	平成23年	○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料
調査者 農林水産省	福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	Ge半導体検出器 (食品時に使用する食品の放射性セシウム濃度の測定に用いた Ge半導体検出器)	福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料	平成23年	○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料 ○今回の調査では、半導体検出器を用いた測定により、福島第一原発から100km圏内及びその圏外の福島県の約2,200の調査箇所のうち、100箇所(各箇所1g)で採取された土壌試料

評価に用いた数式及び核種依存パラメータ

$$H_{fish}(i) = C_{rw}(i) \cdot C_f(i) \cdot Q_f \cdot D_{ing}(i) \dots\dots\dots(1)$$

$H_{fish}(i)$: 水産物の1年間摂取による放射性核種 i の預託実効線量(mSv/y)

$$C_{rw}(i) = \frac{C_{ww}(i) \cdot Q_w}{Q_r} e^{-\lambda(i)T_0(i)} \dots\dots\dots(2)$$

$C_{rw}(i)$: 河川水中放射性核種 i の濃度 (Bq/m³)

$$C_{ww}(i) = C_w(i) \cdot \eta(i) \frac{(1-\varepsilon)\rho}{(K_d(i) \cdot (1-\varepsilon)\rho + \varepsilon \cdot s)} \dots\dots\dots(3)$$

$C_{ww}(i)$: 放射性核種 i の間隙水中濃度 (土壌) (Bq/m³)

$$T_d(i) = T_0 R_f(i) \dots\dots\dots(4)$$

$T_d(i)$: 放射性核種 i の移行時間 (y)

$$R_f(i) = 1 + \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon \cdot s} \rho K_d(i) \dots\dots\dots(5)$$

$R_f(i)$: 除去土壌等及び周辺土壌の放射性核種 i の遅延係数 (-)

$$T_0(i) = \frac{L}{k \cdot I / \varepsilon} \dots\dots\dots(6)$$

T_0 : 地下水の移行時間 (y)

$C_{rw}(i)$: 河川水中放射性核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_f(i)$: 放射性核種 i の水産物への濃縮係数 (m ³ /kg)
Q_f	: 淡水魚摂取量 (kg/y)
$D_{ing}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取被ばく線量換算係数(mSv/Bq)
Q_w	: 貯蔵層への降雨浸透水量 (m ³ /y)
Q_r	: 希釈流量 (m ³ /y)
$\lambda(i)$: 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y)
$C_w(i)$: 除去土壌等の放射性核種 i の濃度 (Bq/kg)
$\eta(i)$: 除去土壌等の放射性核種 i の溶出率(-)
$K_d(i)$: 除去土壌等及び周辺土壌の放射性核種 i の吸着分配係数 (m ³ /kg)
ρ	: 除去土壌等及び周辺土壌の粒子密度 (kg/m ³)
ε	: 除去土壌等及び周辺土壌の間隙率 (-)
s	: 除去土壌等間隙の水分飽和度 (-)
L	: 帯水層の距離 (m)
k	: 帯水層の透水係数 (m/y)
I	: 帯水層の動水勾配 (-)

表 1

No.	核種	半減期 (y)	溶出率(-)			分配係数 (m ³ /kg)	
			除去土壌 等	除去土壌 等	帯水層	備考	
1	H-3	1.2E+01	100%	0.0E+00	0.0E+00	・帯水層は IAEA TD-401 に基づき設定した。 ・除去土壌等は IAEA TD-401 から、NH ₄ ⁺ の影響を考慮して、1/10 の値を設定した。	
2	C-14	5.7E+03	100%	2.0E-04	2.0E-03		
3	Co-60	5.3E+00	100%	6.0E-03	6.0E-02	・帯水層は IAEA TRS No.364(砂)に基づき設定した。 ・除去土壌等は IAEA TRS No.364(砂)から、NH ₄ ⁺ の影響を考慮して、1/10 の値を設定した。	
4	Ni-63	1.0E+02	100%	4.0E-02	4.0E-01		
5	Se-79	3.0E+05	100%	1.5E-02	1.5E-01		
6	Sr-90	2.9E+01	100%	1.3E-03	1.3E-02		
7	Nb-94	2.0E+04	100%	1.6E-02	1.6E-01		
8	Tc-99	2.1E+05	100%	1.4E-05	1.4E-04		
9	I-129	1.6E+07	100%	1.0E-04	1.0E-03		
10	Eu-152	1.4E+01	100%	6.5E-02	6.5E-01	・帯水層は ORNL-5786 に基づき設定した。 ・除去土壌等は ORNL-5786 から、NH ₄ ⁺ の影響を考慮して、1/10 の値を設定した。	
11	Eu-154	8.6E+00	100%	6.5E-02	6.5E-01		
12	Pu-238	8.8E+01	100%	5.4E-02	5.4E-01	・帯水層は IAEA TRS No.364(砂)に基づき設定した。 ・除去土壌等は IAEA TRS No.364(砂)から、NH ₄ ⁺ の影響を考慮して、1/10 の値を設定した。	
13	Pu-239	2.4E+04	100%	5.4E-02	5.4E-01		
14	Pu-240	6.6E+03	100%	5.4E-02	5.4E-01		
15	Am-241	4.3E+02	100%	2.0E-01	2.0E+00		
16	Cm-244	1.8E+01	100%	4.0E-01	4.0E+00		

表 2

No.	核種	濃縮係数(m ³ /kg)		線量換算係数(mSv/Bq)	
		魚類	備考	経口	備考
1	H-3	1.0E-03	IAEA SRS No.44	1.8E-08	IAEA TECDOC-1162
2	C-14	5.0E+01	IAEA SRS No.44	5.8E-07	IAEA TECDOC-1162
3	Co-60	3.0E-01	IAEA SRS No.19	3.4E-06	IAEA TECDOC-1162
4	Ni-63	1.0E-01	IAEA SRS No.19	1.5E-07	IAEA TECDOC-1162
5	Se-79	2.0E-01	IAEA SRS No.19	2.9E-06	ICRP Publ.72
6	Sr-90	7.5E-02	IAEA SRS No.19	2.8E-05	IAEA TECDOC-1162
7	Nb-94	3.0E-01	IAEA SRS No.19	1.7E-06	IAEA TECDOC-1162
8	Tc-99	2.0E-02	IAEA SRS No.19	6.4E-07	IAEA TECDOC-1162
9	I-129	4.0E-02	IAEA SRS No.19	1.1E-04	IAEA TECDOC-1162
10	Eu-152	5.0E-02	IAEA SRS No.19	1.4E-06	IAEA TECDOC-1162
11	Eu-154	5.0E-02	IAEA SRS No.19	2.0E-06	IAEA TECDOC-1162
12	Pu-238	3.0E-02	IAEA SRS No.19	2.3E-04	IAEA TECDOC-1162
13	Pu-239	3.0E-02	IAEA SRS No.19	2.5E-04	IAEA TECDOC-1162
14	Pu-240	3.0E-02	IAEA SRS No.19	2.5E-04	IAEA TECDOC-1162
15	Am-241	3.0E-02	IAEA SRS No.19	2.0E-04	IAEA TECDOC-1162
16	Cm-244	3.0E-02	IAEA SRS No.19	1.2E-04	IAEA TECDOC-1162

別添資料 3 : 除去土壌等の溶出率及び収着分配係数の設定

1. 除去土壌の溶出率の設定

アンモニウムイオン (NH₄⁺) 共存環境下における溶出試験の結果を表 1 に示す。結果は以下のとおり。

- ・ 30000Bq/kg 程度までの低濃度の資料では、アンモニウムイオン影響下においても溶出試験結果は検出下限値未満である。
- ・ 全体的な傾向としては、放射能濃度が高いほど溶出率は低下傾向となるが、溶出量は増加する。

表 1 共存アンモニウムイオンが溶出特性に及ぼす影響

土壌	土壌分類(農地) 土質分類(宅地)	Cs-134 (Bq/kg乾土)	Cs-137 (Bq/kg乾土)	Cs合計 (Bq/kg乾土)	NH ₄ ⁺ 濃度 1 × 10 ⁻³ (mol/L)		
					溶出液 Cs-134* (Bq/L)	溶出液 Cs-137* (Bq/L)	溶出液 Cs合計* (Bq/L)
宅地土壌-6	砂質細粒土	4,018	7,596	11,614	ND	ND	ND
農地土壌-3	灰色低地土(水田)	10,104	20,690	30,794	ND	ND	ND
宅地土壌-7	礫まじり砂質細粒土	12,709	25,899	38,608	18(1.6)	27(1.1)	45(1.3)
農地土壌-4	多湿黒ボク土(水田)	19,235	33,834	53,069	ND	26(1.4)	<37(<1.2)
農地土壌-5	灰色低地土(水田)	22,666	46,601	69,267	ND	ND	ND
農地土壌-7	褐色森林土(樹園地)	59,525	104,762	164,287	27(0.6)	53(0.7)	80(0.7)
宅地土壌-8	礫まじり砂質細粒土	103,731	209,803	313,534	27(0.3)	49(0.2)	76(0.3)
農地土壌-8	褐色低地土(水田)	177,848	361,227	539,076	41(0.3)	93(0.3)	135(0.3)

*: 溶出液濃度(Cs-134,137)欄の「ND」は、検出下限値(10.7~14.2Bq/L)未満であることを示す。
(測定条件:ゲルマニウム半導体検出器, 測定時間2000秒)
同欄()内には、溶出液濃度に対応する溶出率(%)を示す。

上記の結果を踏まえ、安全評価のパラメータとして以下のとおり設定する。

表 2 安全評価における土壌層の溶出率の設定値

施設	想定 放射能濃度	対応する濃度での溶出試験結果		溶出率 設定値	備考
		溶出量	溶出率		
土壌貯蔵施設 (I型)	8,000Bq/kg 以下	N. D. (10~20Bq/L)	2.5~5.0%未満	5%	溶出量 10 ~ 20Bq/L に相当 する溶出率
土壌貯蔵施設 (II型)	8,000Bq/kg 超 (10万 Bq/kg 程度で代表)	N. D. (10~20Bq/L) ~80Bq/L	0.3~0.7%	1%	保守的に、10 万 Bq/kg 程度 を想定

2. 収着分配係数の設定

- ・中間貯蔵施設における貯蔵方式の検討や安全評価解析に活用するため、これまでに実施しているボーリング調査により採取された土壌を試料として収着特性試験を実施した。結果を表3に示す。

表3 ボーリング調査により採取された土壌の収着試験結果

No.	採取深度 (m)	地質	性状	収着分配係数* (mL/g)		K _d 比 (2/1)	備考
				①:純水	②: NH ₄ ⁺ 1×10 ⁻² (mol/L)		
1	5.35 ~ 5.45	砂質シルト岩	風化部	3,800	—	—	
2	6.50 ~ 6.90		未風化部	1,100	540	0.49	
3	4.90 ~ 5.45	シルト質極細粒砂岩	風化部	2,800	—	—	
4	5.60 ~ 6.00		未風化部	1,400	410	0.29	
5	6.80 ~ 7.22	シルト岩	風化部	7,000	—	—	大年寺層の代表的岩種
6	9.45 ~ 9.93		未風化部	3,100	—	—	
7	3.55 ~ 3.87	シルト岩	風化部	3,800	—	—	
8	6.42 ~ 7.45		未風化部	1,500	860	0.57	
9	4.61 ~ 5.00	シルト岩	未風化部	1,300	—	—	
10	3.65 ~ 4.00	中粒砂	未風化部	820	150	0.18	
11	2.85 ~ 3.00 3.80 ~ 4.00	砂礫	未風化部	1,300	—	—	中位段丘堆積物

*:試験期間は7日間。

上記の結果を踏まえ、既存知見やアンモニウムイオンが収着分配係数に与える影響も勘案し、安全評価のパラメータとして以下のとおり設定する。

表4 安全評価における土壌層の溶出率の設定値

施設	収着分配試験の結果 (平均)	収着分配係数の設定値	備考
難透水層 (土壌貯蔵施設II型)	603mL/g	100 mL/g	NH ₄ ⁺ の影響を考慮した大年寺層未風化部の試験結果 (No. 2, 4, 8) 及び IAEA-TECDOC-1616 (別表参照) を参照して設定した。
周辺土壌	1,580 mL/g	1,000 mL/g	大年寺層細粒砂岩及び中位段丘堆積物の中粒砂、砂礫の試験結果 (No. 3, 4, 10, 11) 、及び IAEA-TECDOC-1616 を参照して設定した。

別添資料 4 : 除去土壤中における放射性セシウムを含んだコロイド生成の可能性について

ここでは、除去土壤からの放射性セシウムを含むコロイド生成の有無・程度の確認を目的に、ろ過の方法（孔径）が異なる、 $0.45\mu\text{m}$ メンブランによるろ過、及び限外ろ過（分画分子量（MWC0）10,000；約2nm）による2つの収着バッチ試験を実施した。その上で、 $0.45\mu\text{m}$ メンブランによるろ過をかけたバッチ（図1のN1）と、限外ろ過をかけたバッチ（図1のN2）の液相中放射能濃度を比較することで、コロイドの形態で存在する放射性セシウムの量について評価を行った。結果を表1に示す。

その結果、コロイドが安定化して浮遊しやすい純水での試験においても液相中の放射能濃度に有意な変化は見られず、土壤間隙水中に放射性セシウムを含んだコロイドはほとんど発生しなかったものと考えられる。中間貯蔵施設の除去土壤層中においては、有機物腐食の影響などによりイオン強度が強く、本試験における化学環境よりもコロイドが安定化しにくいことを踏まえれば、実環境においてコロイドが放射性セシウムの移行に有意な影響を与える可能性は低いと考えられる。

なお、実施施設の化学環境は予測が難しく不確実性も残るため、今後も、コロイドに係わる知見の集中や実機における間隙水中のコロイドの生成状況のモニタリングなどによりデータの蓄積を進めるものとする。

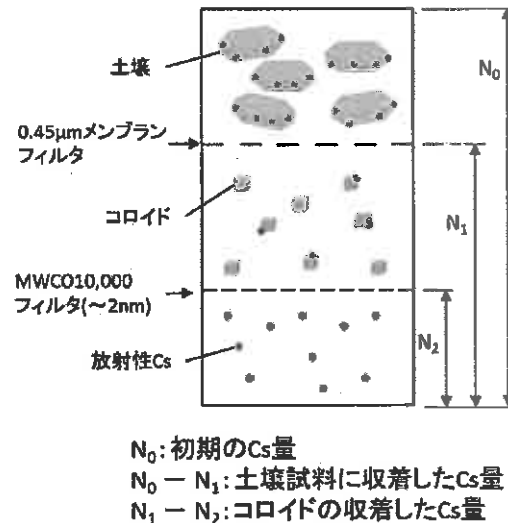


図1 コロイド影響を確認するための放射能濃度比較のイメージ

表1 試験結果

土壌試料	液相中放射能濃度(cpm/ml)				全体に対するコロイドの割合	
	ブランク	MBろ過後	限外ろ過後	コロイド状Cs量		
農地-6 (灰色低地土)	8182.8	±40.5	60 ±3.5	64.4 ±3.6	-4.4 ±5.0	-0.05% ±0.06%
			62.6 ±3.5	68.8 ±3.7	-6.2 ±5.1	-0.08% ±0.06%
			70 ±3.7	73 ±3.8	-3 ±5.3	-0.04% ±0.07%
			61.6 ±3.5	64 ±3.6	-2.4 ±5.0	-0.03% ±0.06%
農地-1 (褐色森林土)	7561.6	±38.9	30 ±2.4	47.2 ±3.1	-17.2 ±3.9	-0.23% ±0.05%
			33.4 ±2.6	36.6 ±2.7	-3.2 ±3.7	-0.04% ±0.05%
			39.87 ±2.8	41.6 ±2.9	-1.93 ±4.0	-0.03% ±0.05%
			32.4 ±2.5	32.6 ±2.6	-0.2 ±3.6	0.00% ±0.05%
農地-4 (多湿黒ボク土)	8175.2	±40.4	35.4 ±2.7	33.2 ±2.6	2.2 ±3.7	0.03% ±0.05%
			30.8 ±2.5	32.2 ±2.5	-1.4 ±3.5	-0.02% ±0.04%
			32.4 ±2.5	37 ±2.7	-4.6 ±3.7	-0.06% ±0.05%
			32.6 ±2.6	32.2 ±2.5	0.4 ±3.6	0.00% ±0.04%
農地-2 (黒ボク土)	8005.8	±40.0	58.6 ±3.4	59.8 ±3.5	-1.2 ±4.9	-0.01% ±0.06%
			19.6 ±2.0	22.2 ±2.1	-2.6 ±2.9	-0.03% ±0.04%
			20.6 ±2.0	19.4 ±2.0	1.2 ±2.8	0.01% ±0.04%
			20.6 ±2.0	15 ±1.7	5.6 ±2.7	0.07% ±0.03%
農地-7 (褐色森林土)	7147.2	±37.8	37 ±2.7	35.6 ±2.7	1.4 ±3.8	0.02% ±0.05%
			25.2 ±2.2	21.2 ±2.1	4 ±3.0	0.06% ±0.04%
			28.2 ±2.4	22 ±2.1	6.2 ±3.2	0.09% ±0.04%
			35.2 ±2.7	23 ±2.1	12.2 ±3.4	0.17% ±0.05%

中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬の基本的な考え方について

中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬の基本的な考え方については、除去土壌等の発生量や仮置場の状況等について調査を行い、基本的事項の整理を行うと共に、運搬計画の策定及び運搬実施にあたっての基本的考え方を取りまとめた。

1. 基本的事項の整理

(1) 運搬対象物及び発生量

運搬対象物は、福島県内の除染計画に基づく除去土壌等及び10万Bq/kgを超える廃棄物としている。

除去土壌等については、推計発生量を、可燃物を全量焼却した後の推計量の最大値である、2,197万 m^3 （表7-1）とし、これに加え、次に掲げる定量的な推計が困難な要素（分野）及び10万Bq/kgを超える廃棄物の発生量を考慮すると、2,800万 m^3 程度と想定される。

なお、除去土壌等の単位体積重量を平均1.25 t/m^3 程度と仮定すると、重量では3,500万 t 程度と想定される。

（これは、福島県全域で1年間に発生する一般廃棄物と産業廃棄物の合計量（年間912万 t （平成23年 福島県廃棄物処理計画より））の約3.5年分に相当する量となる。）

- 帰還困難区域の除染
- 現在の除染計画終了後の追加的な除染
- 家屋の解体
- 追加的な森林除染 等

表 7-1 除染計画区域からの除去土壌等の推計発生量

	除染特別地域 (万 m ³)		除染実施区域 (万 m ³)		合計 (万 m ³)	
	土壌等	可燃物	土壌等	可燃物	土壌等	可燃物
●原発生量						
住居・施設等	69～98	24～33	728～800	14	797～898	38～47
田	336～504	57～76	150～154	24～25	628～872	130～173
畑	124～186	23～30				
牧草地・果樹園等	18～28	26～42	(住居・施設等を含む)		49～196	157～544
森林(生活圏)	49～196	157～544				
その他	34～49	1	28	9	62～77	10
小計	629～1,061	287～725	906～982	47～48	1,535～2,043	334～773
合計	917～1,786		953～1,029		1,870～2,815	
●減容化後発生量(可燃物20%になると仮定)						
小計	629～1,061	57～145	906～982	9～10	1,535～2,043	67～155
合計	686～1,206		915～991		1,601～2,197	

※端数処理により、表中の数字の合計が合わない場合がある。

(2) 除去土壌等の放射能濃度

除去土壌等の放射能濃度は、除染実施区域(市町村による除染地域)において除染が未実施の区域における除去土壌等の放射性セシウム濃度の推計方法を精緻化する等により、再推計した結果、8,000Bq/kg以下の量は約1,006万m³、8,000Bq/kg超10万Bq/kg以下の量は約1,035万m³、10万Bq/kg超の量は1万m³と推計される。

なお、これまでの検討と同様、可燃物の放射能濃度については、データが十分に得られていないため、推計を行っていない。

(3) 除去土壌等の発生地及び運搬先

除去土壌等の発生地については、現時点では除染特別地域(旧警戒区域・計画的避難区域)及び除染実施区域の存在する福島県内の47市町村(図7-1)と想定する。

また、除去土壌等の運搬先については、双葉町、大熊町、楡葉町と想定する。



図 7-1 除染特別地域及び除染実施区域

(4) 仮置場設置状況

特別除染地域及び除染実施区域の存在する福島県内の 47 市町村において、除染実施計画に基づく仮置場が設置されているのは、平成 25 年 4 月 30 日現在で、38 市町村、設置数は 413 箇所となっている（福島県調べ）。

運搬に関する仮置場状況把握のため、約 20 箇所の仮置場を選定して、現地状況調査を実施し、仮置場へのアクセス道路等の状況について確認したところ、山林、農地、工業用地、住宅地郊外等、様々な場所に設置されているが、中でも山林に設置されているものは、幹線道路から仮置場までのアクセス道路が狭隘なものとなっており、例えば 10t ダンプ/トラックによる運搬は不可能な場所があるものと考えられる（図 7-2）。



図 7-2 仮置場へのアクセス道路の状況 (例)

2. 中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬の基本方針

中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬については、過去に例を見ない大量の土壌等の運搬であり、且つ、当該土壌等には放射性物質が含まれているものであることから、次のような点を基本方針とし、総合的に検討していく必要がある。

- ① 運搬中及び積卸し中の安全対策(交通安全対策を含む。)に万全を尽くすこと。
- ② できる限り早期に除去土壌等の運搬を開始し、且つ、短期間に完了すべきであること。
- ③ 中間貯蔵施設への運搬量を極力少なくするために減容化に係る技術の開発状況等も踏まえ、減容化を進めること。
- ④ 除去土壌等の管理の安全性を高める観点から、放射能濃度が高い減容化後の焼却灰や除去土壌等、早期に設置された仮置場の除去土壌等から運搬することについて具体策を検討すること。
- ⑤ 住民の健康及び生活環境並びに一般交通に対する影響を最小化すること。特に、生活環境及び一般交通から、除去土壌等の運搬を可能な限り空間的及び時間的に隔離すること。
- ⑥ できる限り大容量の輸送設備を使用すること。比較的長距離の輸送には鉄道貨物の利用とも比較し検討すること。
- ⑦ 道路の整備状況(路側帯も含めた幅員、勾配、線形、沿道状況等)について、十分に調査の上、除去土壌等の運搬を行うために適切な道路を明確にすること。
- ⑧ 既存道路を最大限活用するとともに、特に運搬量が集中し一般交通に支障が生じる区間については、道路の補強・改良等の必要性を検討すること。また、常磐自動車道の早期全面開通が非常に重要であること。
- ⑨ 運搬に実施に当たっては、ITS 技術等を活用し、運搬全体の綿密な管理を行うこと。

今後、上記の基本方針に基づき、国内外の参考事例を十分に調査の上、道路や運輸、安全管理に関する専門家、関係する道路管理者及び交通管理者からの助言を得つつ早急に検討する。

このため、今後の中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬に係る検討については、速やかに専門家等による検討の場を設け、可及的速やかに一定の取りまとめを行うこととする。

3. 今後の検討事項と進め方

2に示した中間貯蔵施設への除去土壌等の運搬の基本方針に基づき、以下の事項を踏まえつつ、具体的な運搬について、道路や運輸、安全管理に関する専門家、関係する道路管理者及び交通管理者等からの助言を得つつ、検討していく。

(1) 運搬中及び積卸し中の安全対策（交通安全対策を含む）について

運搬すべき除去土壌等は放射性物質を含んでいるものであることから、運搬中及び積卸し中の作業従事者の安全確保の観点から、少なくとも以下について検討する必要がある。

① 運搬荷姿

例えば、除去土壌であれば、フレキシブルコンテナ、シート梱包による運送車両への直積みが考えられ、放射能濃度の高い焼却灰においては、コンテナ等の容器の使用も考えられる。

また、現在、仮置場に保管されている除去土壌等のフレキシブルコンテナ等の容器も様々な仕様のもが用いられている状況にあり、除去土壌等の飛散・流出防止や放射線対策の観点から、どのような運搬荷姿がよいか検討する必要がある（図7-3）。



耐候性フレキシブルコンテナ(クロス型、1回利用)



耐候性フレキシブルコンテナ(ランニング型、複数回利用)

図7-3 仮置場におけるフレキシブルコンテナの使用状況

② 交通事故防止策

運搬車両の交通事故防止のため、交通事故発生状況を勘案した、運搬ルート
の検討、運行管理システム、作業従事者の安全運転の励行等の研修・育成方法
について検討する必要がある。

③ 万一の交通事故発生時の対応策

万一、運搬車両に係る交通事故が発生した場合については、事故発生を即時
に把握する運行管理システムや、事故現場での除去土壌の飛散・流出防止措置
を始めとする迅速な応急措置のために必要な対策について検討する必要があ
る。

(2) 運搬の早期化・短期化対策について

できる限り早期から、且つ、短期間に除去土壌等の運搬を完了させる観点から、
少なくとも以下について検討する必要がある。

① 運搬対象となる除去土壌等の発生量及び性状

除染に伴って生じる除去土壌等は、除染特別地域では平成 25 年 8 月現在、
約 61 万 m³ が発生しており、一方、除染実施区域では平成 25 年 3 月現在、約
48 万 m³ が発生しているものと推測される。これを仮置きした後、中間貯蔵施
設に搬入することとなるが、今後、個々の市町村の状況に応じ、復興の動きと
連携した除染が推進されていくとともに、中間貯蔵施設の設置工程等は今後検
討されることとなる（図 7-4）。

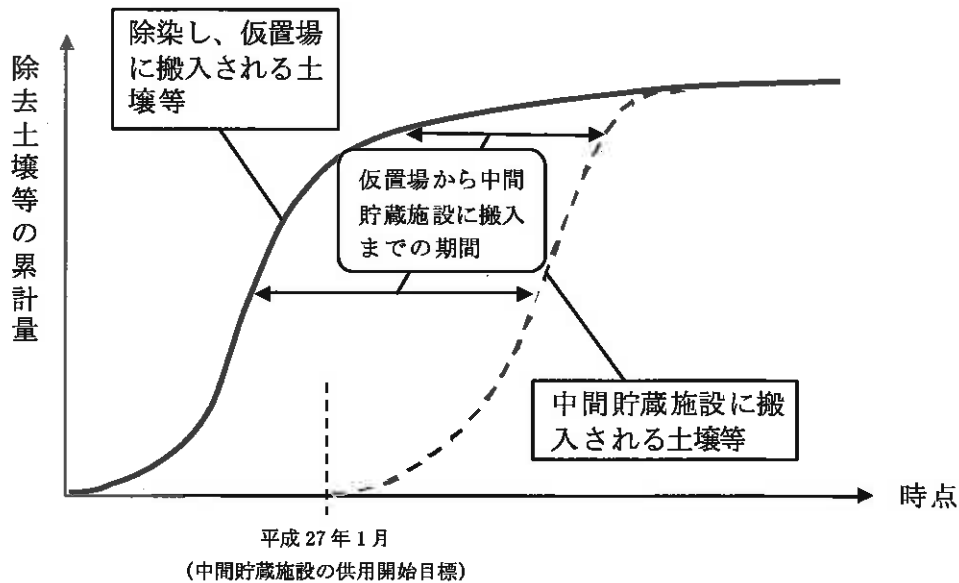


図 7-4 除去土壌等が中間貯蔵施設に搬出されるまでの期間に係るイメージ図
 (すべての土壌等が一度に搬出される訳ではなく、除染及び中間貯蔵施設整備の進捗状況に応じて順次搬出される)

このため、現時点では、運搬対象となる除去土壌等については、全体量を一定の仮定をもった推計値として把握しているが、実際の除去土壌等の分別種類ごとの発生量や放射能濃度等の性状について、これらに係る最新の情報を常に把握する必要がある。

② 可燃物の減容化に関する検討

除染等に伴って発生する可燃物については、焼却等による減容化を経て中間貯蔵施設へ運搬することにより、運搬量を大きく減少させることが可能となるとともに、腐敗などによる性状の変化も防止できる。一方、その焼却灰の放射能濃度は濃縮され、運搬における被ばく防止についてより慎重な対応が必要となる。

このため、これを踏まえた現実的な減容化可能量を勘案した運搬ルート等を設定するとともに、減容化に係る技術の開発状況についての情報収集を行う

必要がある。

③ 仮置場の設置状況及び管理状況に応じた運搬

除去土壌等の運搬の出発地となる仮置場の設置状況及び当該仮置場で保管されている除去土壌等の量、分別状況、保管箇所の把握等の情報については、仮置場によって大きく異なる状況にあることを確認している。また、仮置場からの除去土壌等の搬出に当たっては、運搬車両への積込作業に必要なスペースの有無、幹線道路へのアクセス道路の状況も考慮しなければならず、これらに係る最新の情報を常に把握する必要がある。

④ 仮置場からの除去土壌等の搬出方法

仮置場は福島県内の様々な場所に分散されて設置されていることから、様々な性状の除去土壌等が福島県内に分散して存在している状況にあり、これを中間貯蔵施設へ運搬し、一元的・集中的に管理することを迅速に行い、貯蔵の安全性をさらに高める観点から、放射能濃度が高い減容化後の焼却灰や除去土壌等や早期設置された仮置場の除去土壌等、あるいはその性状が精緻に管理されている除去土壌等から優先的に運搬することについての具体的な方策を検討する必要がある。

⑤ 運搬中継施設の必要性の検討

仮置場と幹線道路を結ぶアクセス道路については、山林に設置された仮置場では狭小な道路となっている事例も確認されていることから、運搬の安全確保を図りつつ、早期化・短期化を図るには、運搬中継施設を設置し、仮置場からの中継施設までの比較的小規模な運搬手法と、中継施設から中間貯蔵施設までの大規模運搬手法との連結の必要性について検討する必要がある。

⑥ 運搬車両のスクリーニング等

中間貯蔵施設において荷卸しを行った運搬車両のスクリーニング等を確実に
に行い、運搬中の放射線安全に万全を期すとともに、これを効率的に実施する
ための措置について検討する必要がある。

(3) 住民の健康及び生活環境並びに一般交通に対する影響の最小化対策について

運搬に係る作業員等への被ばく影響の管理・低減はもとより、運搬ルート
の沿道の住民の健康や生活環境、一般交通に対して、除去土壌等の運搬による影響を
最小化する観点から、少なくとも以下について検討する必要がある。

① 被ばく防止策

運搬及び積卸し作業員はもとより、運搬ルートの沿道の住民、除去土壌等の
運搬車両に併走する一般交通の運転者及び高速道路の料金所の職員等の被ば
く防止を図るための対策として、運搬設備や荷姿に係る放射線遮へい対策、沿
道住民等の被ばく線量を考慮した運搬ルート、運搬時間帯の選定や沿道の放射
線モニタリングの必要性について検討する必要がある。

② 生活環境への影響防止策

運搬車両による排気ガスや騒音、振動等の生活環境への影響を把握しつつ、
適切な環境保全策について検討する必要がある。

③ 除去土壌等の運搬の空間的隔離策

人口集中地区や小中学校等周辺の道路を通過しない運搬ルートの選定や、高
速道路・自動車専用道路を積極的に活用する運搬ルートの選定について検討す
るとともに、道路の専用的な利用方策の必要性についても検討する必要がある。

④ 除去土壌等の運搬の時間的隔離策

適切な運搬時間帯について検討するとともに、時間的な道路の専用的な利用方策の必要性についても検討する必要がある。

(4) 運搬設備の大型化

運搬設備の選定に当たっては、渋滞の発生等の一般交通への影響を極力回避すること、短期間に大量の除去土壌等を運搬することなどの観点から、少なくとも以下について検討する必要がある。

① 運搬設備の選定

運搬設備は、可能な限り大型のものを用いることについて検討する必要がある。

道路を通行できる車両について、総重量については、高速道路又は道路管理者が指定した道路では25t以下、その他の一般道路については20t（積載物を考慮した場合、10tダンプ／トラック相当）以下とされている。しかしながら、専用道路の確保が可能であればより大型の運搬車両を用いることもできること、また、許可を取得することにより、重量物を積載した車両制限を超える特殊車両が通行可能な事例もあることから、これらの可能性についても検討する必要がある。

なお、比較的長距離の輸送に当たっては鉄道貨物の利用とも比較し、検討する必要がある。

想定し得る運搬設備を表7-2に示す。

表 7-2 運搬設備について

	車体寸法(m)		1回当たり 運搬可能量		備考
	長さ	幅	重量(t)	容積(m ³)	
4tダンプ	5.35	2.19	3.8	3	幅員の狭い道路での通行が可能
10tダンプ	7.71	2.49	9.4	7	一般道の通行上限(普通自動車)
20ftコンテナ用セミトレーラー	12.45	2.49	11.6	9	指定道路通行上限(大型特殊自動車)
25tダンプ	7.40	3.38	25	20	特別な環境下での運行が必要 (例: NEXCO 東日本圏央道建設工事、 宇部興産専用道路)
ダブルストレーラー	29.00程度	2.5~2.6	80	64	
鉄道貨物	総延長 300程度	—	487.5	390	13両編成と仮定。 15(m ³ /コンテナ)×2(コンテナ/両)×13両

② 運搬設備の調達方策

仮に、2,200万 m³ の除去土壌等を、3年間（1年間の稼働日数を250日間として、合計750日間）で運搬すると、1日当たりの往復回数を2~3回、運搬車両を10tダンプ/トラックと仮定すれば、必要な運搬車両台数は1,500台~2,000台程度になるものと考えられる。

この場合、福島県内における10tダンプの車両登録台数は2,329台（H23.3現在調べ）であることから、必要車両台数は最大でその約8割強に相当する。

また、既往の事例として、東日本大震災により発生した災害廃棄物の処理において、宮城県の災害廃棄物処理受託業務で調達されたダンプは、平成25年8月時点で1,000台程度であり、東京国際空港（羽田空港）D滑走路建設時の埋立工事においては、千葉県産山砂の陸上運搬（千葉県南西部に位置する複数の山砂採取場から木更津港等の内房港湾施設まで、運搬距離10-40km程度）が行われ、1日あたり最大で延べ7,580台のダンプにより、3年間で約2,600万 m³ の運搬が行われた実績がある。

いずれにせよ、運搬車両の調達は、今回の運搬を実施する上で、非常に重要な要素であり、調達方策について検討する必要がある。

(5) 輸送ルートを選定

上記の記載した検討課題に加え、運搬ルートを選定する観点から、少なくとも以下について検討する必要がある。

① 道路の整備状況の把握

福島県内の道路について、路側帯も含めた幅員、勾配、線形、沿道状況等について、さらには、人口が集中する市街地や小中学校等周辺を通過する道路等、運搬ルートを選定において、影響要因となる事項について、十分に調査を行い把握する必要がある。

なお、冬期の道路状況を把握するとともに冬期運搬に必要な対策について検討する必要がある。

② 交通への配慮

運搬開始時期における一般交通状況を、福島県内の交通量調査等により把握しつつ、浜通地方を中心とした工事計画・道路利用計画に関する情報の収集や調整を行うとともに、これらに配慮した運搬方法について検討・評価を行う。

③ 運搬量の集中区間における対策

②の交通量の把握の結果、運搬量が集中し一般交通に支障が生じる区間についての必要な対策を検討する必要がある。

(6) 運搬管理

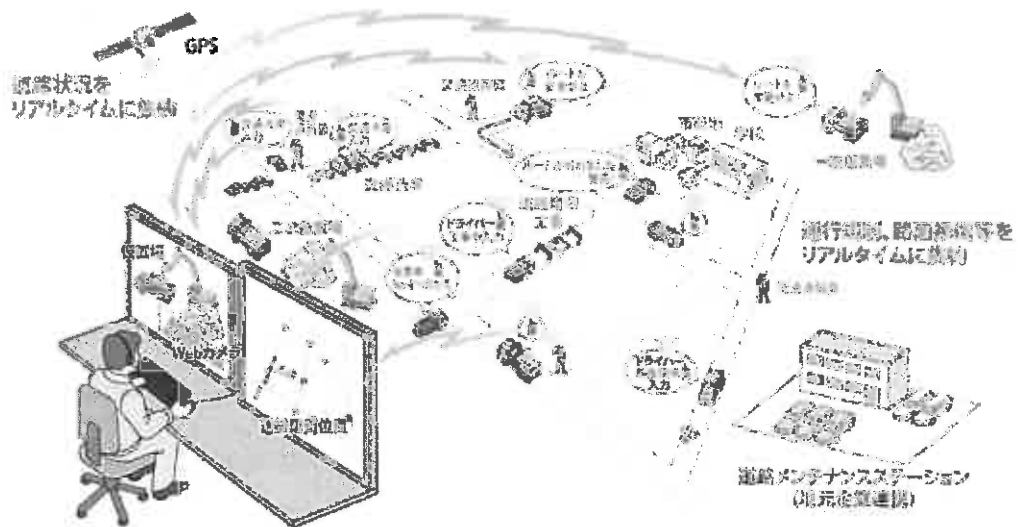
運搬全体を適切に管理する観点から、ITS 技術等を用いた運搬管理体制の既存事例を把握しつつ、管理体制の構築について検討する必要がある。

【参考】

1. 運搬管理に関する事例

① 災害廃棄物処理事業（宮城県石巻ブロックでの事例）

東日本大震災に伴う災害廃棄物の運搬にあたり、GPS 機能の搭載したタブレット端末を用いた運行管理システムにより、交通状況や交通量の変動に対応している。ダンプの位置をリアルタイムに把握し、交通状況に応じてルート変更等をダンプに直接指示している。

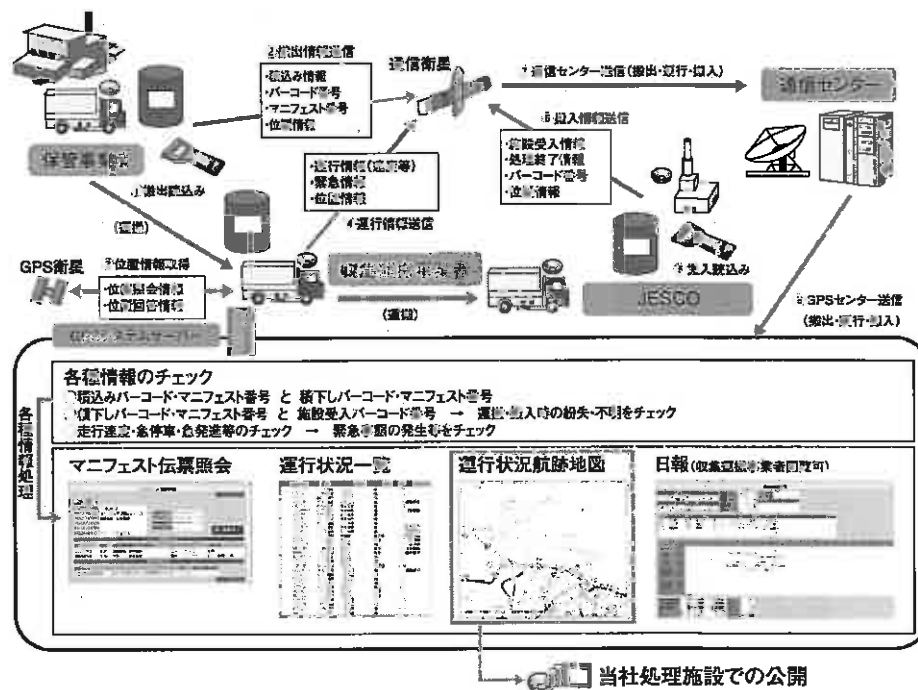


図参-1 運行管理システムの概要

[宮城県ホームページから抜粋]

② PCB 廃棄物処理事業（日本環境安全事業(株)（JESCO）での事例）

PCB 廃棄物の処理にあたっては、PCB が有毒であることから、安全・確実に処理を進めるため、収集・運搬においては、GPS を用いて、何処にどの PCB 廃棄物が運搬されているのか確認できる運行管理が行われている。



図参-2 PCB 廃棄物収集・運搬における運行管理システムの概要

[日本環境安全事業(株) 環境報告書 2012 から抜粋]

2. 大量運搬に関する事例

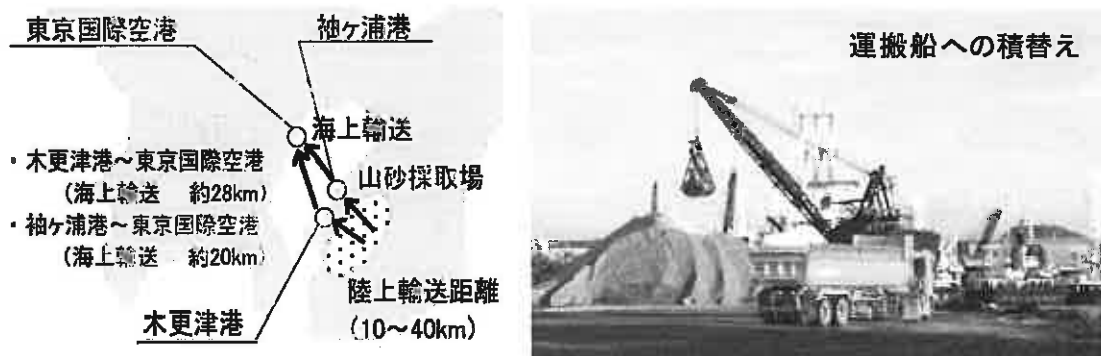
(1) 東京国際空港(羽田空港)再拡張事業(D滑走路建設工事)における山砂の運搬

① 工事概要

本事例は、国土交通省が実施したD滑走路島(総延長3,120m)の新設工事(平成19年3月着工、平成22年10月供用開始)において、埋立部(延長2030m)の埋立用材として千葉県産山砂約2,600万 m^3 を運搬したものである。

千葉県南東部8地区の採取場から採取された山砂を、千葉県内房の港湾施設(木更津港、袖ヶ浦港 他)まで陸上運搬(運搬距離:10~40km程度)した後、運搬船への積替えを経て、東京国際空港に海上運搬したものである。

陸上運搬はダンプにより実施され、平成19年5月開始、平成22年2月に完了した(図参-3 運搬工事の概要)。



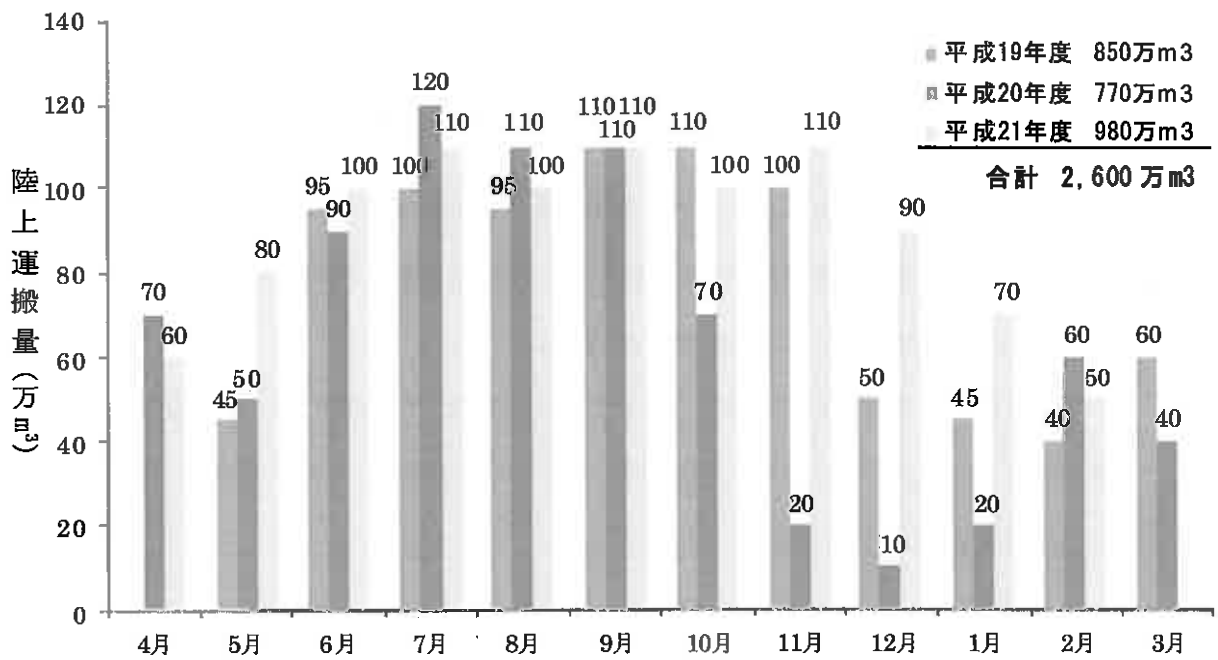
図参-3 千葉県産山砂運搬工事の概要

[国土交通省ホームページより抜粋]

② 運搬実績

陸上運搬量の実績は図参-4に示すとおりであり、空港における埋立工事の進捗段階(地盤改良・護岸築造・埋立)により月次の運搬量は変動するものの、3年間の年間運搬量は概ね800万 m^3 から1,000万 m^3 で推移している。

運搬に要したダンプは、平成20年度、護岸築造工事ピーク時に、日当たり最大延台数が7,580台となり、運搬時間は概ね6時から19時であり、日曜日は運搬休止とされた。



図参-4 陸上運搬実績

[データ提供：国土交通省]

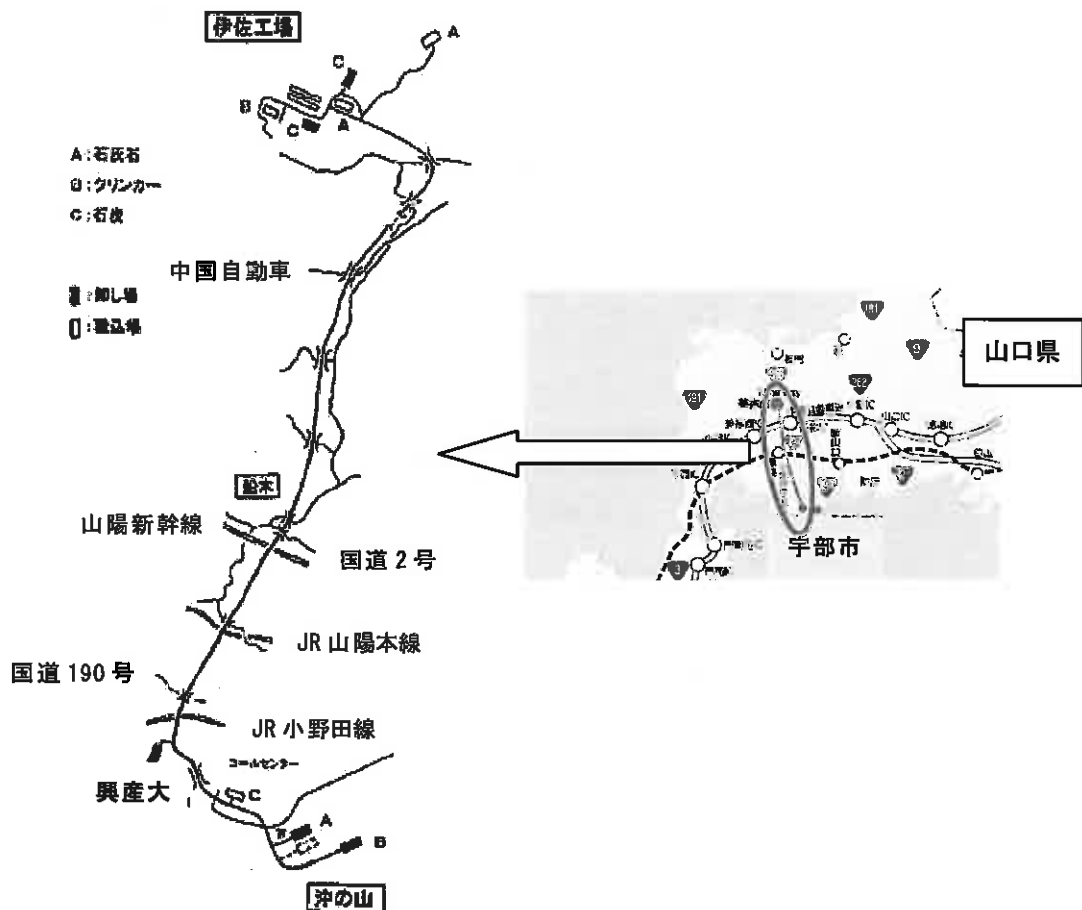
なお、ダンプ運搬量の平準化を目的として、木更津・袖ヶ浦地区における公共岸壁周辺に、約 56 万 m^3 をストック可能な用地が確保された。

3. 大規模運搬設備に関する事例

参考として、大型車両を用いた大規模・一括輸送の既往事例として、山口県におけるセメント事業の原料・中間材等の運搬（以下、(株)宇部興産の事例）、及び千葉県における高速道路建設の掘削土の運搬（以下、圏央道の事例）について、関係者への聞き取り及び現地視察による調査結果を整理する。

(1) (株)宇部興産の事例（専用道を活用した大量・一括輸送）

本事例は、(株)宇部興産におけるセメント製造事業において、石灰石鉱山（美弥市伊佐）から宇部工場・宇部港（宇部市沖の山・宇部市西沖）まで石灰石を、伊佐工場（美弥市伊佐）から宇部工場までクリンカーを、宇部港から伊佐工場まで石炭を輸送するものである（図参-5）。



図参-5 宇部興産専用道路

安定的な輸送の確保による工場稼働の安定化・効率化を目的に、当初採用していた国鉄の貨物輸送が単線であること、ストライキが頻発したこと等から、輸送力が限界となったため、専用道路・大型貨物車両の輸送を計画・実施している。

① 大型車両の適用

使用している大型車両は、80t積ダブルストレーラーであり、主な仕様は図参-6のとおりである。

なお、ダブルストレーラーは、国内においては一般道での走行は不能であり、専用道のみを通行する。



ダブルストレーラー（ケンワース製）

メーカー	トラクター	いすゞ
	トレーラー	KENWORTH(ケンワース)
積載量	80t(40t×2)	
全幅	2.5～2.6m	
全高	3.6m(トレーラー)	
連結全長	29m前後	
重量	トラクター	10.1t(ケンワース)
	トレーラー(2両)	28.1t(ケンワース)
馬力/排気量	550PS/14,800cc	
耐久性	寿命	8年(実績)
	走行距離	160万km(実績)

図参-6 ダブルストレーラーの概要

伊佐工場と宇部工場とを結ぶ専用道 33km により、年間 1,000 万 t 程度の石灰等の運搬を、所有するダブルストレーラー 35 台、1 日あたり走行台数 約 650 台（往復）^{*}により輸送している。10t ダンプ等のその他の運搬車両、その他の認可を受けた車両を含めた総通行台数は、1 日当たり 1,500～2,000 台（往復）程度となっている。

^{*}1 日あたり平均稼働台数 32.5 台、15 時間稼働。1 日 10 往復程度（32.5 台×10×2 往復=650）

② 専用道の整備

伊佐工場と宇部工場とを結ぶ延長 33 km について、道路構造令に基づく 1 種 3 級相当

(高速道路・地方部相当)の専用道(橋梁(興産大橋)1,020mを含む)を整備・活用している。工事概要及び道路概要は図参-7のとおり。



左：道路部 片側2車線(一部1車線)
右：興産大橋

工事概要	工期	道路	昭和43年3月～昭和52年5月 9年3か月(用地取得含む)
		興産大橋	昭和55年6月～昭和57年2月 1年9か月
	投資額	道路	180億円(用地費含む)
		興産大橋	120億円
設備概要	道路規格		1種3級 制限速度 70km/h※
	総延長		33km (内、興産大橋 1,020m)
	線形	勾配※	3%(道路部) 6%(橋梁部)
		最小回転半径	400m

(参考)ダブルストレーラー 軸荷重 16t

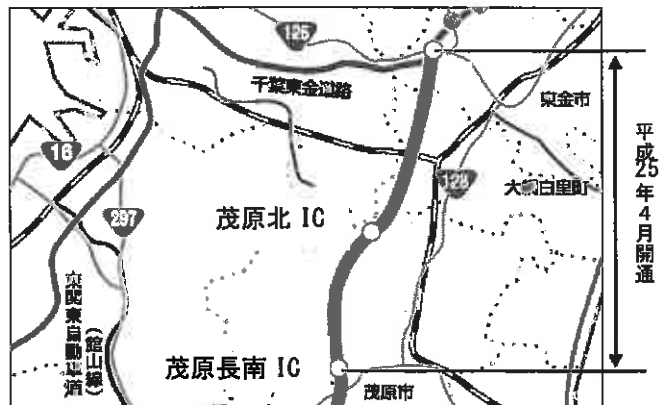
※ 3%勾配で約30km/h、6%勾配で約15km/hまで減速

図参-7 専用道路の概要

(2) 圏央道の事例（工事現場内における大量・一括輸送）

本事例は、NEXCO 東日本・圏央道、千葉県内の土工事における、切土箇所（茂原北）から盛土箇所（茂原長南）への掘削土の運搬について大型車両（25t 級ダンプ）を活用したものであり、東日本大震災の復旧に伴い、10t ダンプの調達に困難となったことから、工程確保の目的で請負業者の工夫により実施

（図参-8 参照）。



図参-8 圏央道建設工事区間

① 大型車両の適用

使用した大型車両は、25t 級ダンプトラックであり、切土箇所（茂原北）と盛土箇所（茂原長南）間について、掘削土総量約 230 万 m^3 を、圏央道本線（工事区間）約 10km を活用して運搬した。

運搬期間は約 1.5 か年であり、月間運搬量は最大で 30 万 m^3 程度となっている。

② 使用道路

輸送に用いた道路は、圏央道本線の工事箇所であり、工事用の専用道路となる。通行する構造物の健全性確認・確保（必要に応じ補強対策実施）して運用した。



図参-9 工事状況写真

[提供：NEXCO 東日本]

中間貯蔵施設に係る安全の確保策(管理・運営面)の考え方

1. 概要

中間貯蔵施設に係る管理・運営面からの安全確保については、関係法令の遵守を徹底し、地域の方々や中間貯蔵施設で働くの方々について万全の安全確保を図りつつ行うこととする。本資料では、中間貯蔵施設に係る安全の確保策(管理・運営面)について、①安全な操業(平常時及び緊急時)、②地域の方々をはじめとする主体とのコミュニケーション・情報公開、③研究開発等への取組について、基本的な考え方を示す。

2. 安全な操業

中間貯蔵施設の管理・運営については、環境省が責任を持って行うこととし、平常時及び緊急時における中間貯蔵施設の安全な操業を確保するものとする。

(1) 平常時

安全な操業を行うために、関係法令の遵守の徹底や保安全般に関わる規定・マニュアル類を整備し、施設内設備等の的確な運転・操作を行うとともに、これらの規定等に基づき作業従事者の教育・研修・訓練を行い、事故やトラブルの発生防止に努める。また、施設の安全操業を確保するために求められる人材やその規模・専門性等を踏まえ、十分な運営体制の整備を図る。

保安全般に関わる規定・マニュアル類等に記載する内容としては以下の事項が考えられる。

① 保安管理体制

保安のための組織、業務実施体制、職位・職務とその責任及び権限等

② 運転管理

年間・月間運転計画の作成、操作手順・方法を定めた運転管理マニュアルの作成とそれに基づく的確な運転操作、運転管理記録の作成・保管等

③ 放射線管理

管理区域の設定や出入管理、作業環境の管理、被ばく管理、施設見学者・視察者に対する被ばく管理と結果報告等

④ 施設維持管理

日常・定期点検計画の作成と点検実施、点検記録の保管、補修・更新計画の作成と実施、補修・更新記録の保管等

⑤ 施設や周辺環境のモニタリング

施設の運転状況の常時監視、定期的な環境のモニタリング等

⑥ 環境・品質マネジメント

マネジメントシステムの確立・実施・維持・継続的改善・評価とそのため
の文書管理・記録、内部監査等

⑦ 教育・研修・訓練

各種マニュアルの整備、導入時及び定期的・継続的な教育・研修・訓練の計
画的実施、教育・研修・訓練設備の整備、指導的技術者の養成等

⑧ 労働安全・健康管理

作業実態に応じた適切な保護具の着用、作業従事者に対する医学的検査の実
施、専門家による健康面談、救急体制の整備等

⑨ その他

施設の警備・防犯体制の整備、防火上必要な管理者・組織の整備等

(2) 緊急時の対応

想定される緊急時に対する十分な対応策をあらかじめ検討する。具体的な対応策
については、事業の施工計画、操業計画が決定した段階で、想定される緊急時のシ
ナリオを網羅的に抽出した上で、それぞれの対応策を十分に検討し、整理しておく。

① 緊急時の分類

緊急時は以下のとおり分類し、それぞれに応じた対応を定めておく。

- (a) 異常事態の発生：平常操業時の環境のモニタリングや施設の運転等にお
いて、予め設定した管理目標値を超える、計器の軽微な操作ミスなどの異
常が発生した場合
- (b) 緊急事態の発生：地震、津波、風水害等の自然災害や停電、事故等の施
設の安全機能に影響を及ぼすおそれのある異常事態を超える事態が発生し
た場合

② 対応の内容

(a) 緊急時の対応

除去土壌等の定置段階や貯蔵管理段階等における起こりうる緊急時の様々
なシナリオを想定し、発生する事象の重大性により区分し、段階的な対応・
対策を立案する。これらをマニュアル等に反映して、作業従事者に教育・研

修・訓練する。

○ 異常事態における対応

透明性や対応の迅速性を確保する観点から、関係者への連絡、専門家の指導・助言の下での原因の究明、改善策の検討及び実施、改善効果の検証を行う。また、関係者への連絡体制、関係機関への報告手順、応急措置、詳細な環境のモニタリング、専門家による指導等の一連の対応について必要な手順、確認のルール等をあらかじめ定める。

○ 緊急事態における対応

緊急事態として想定される事項（主なものは地震、津波、洪水、停電、事故（交通事故を含む）等）を定め、想定されるシナリオを抽出し、それらの事態が発生したときの施設の状態、安全上の支障等の具体的な可能性について十分に検討を行い、想定される事故とその被害の程度に応じた対応について具体的な内容を整理しておく。あわせて、一連の対応について必要な手順、確認のルール等を定めておく。具体的には、被害状況の把握、対応の優先順位の整理、対策本部の設置・運営、消防や警察、医療機関等を含む関係機関への連絡体制・報告手順、応急措置等について対応を定める。

(b) 事故後の対応（事故原因の究明・再発防止等）

事故の収束確認及び被害状況の把握後、事故原因の究明、再発防止対策の検討・実践、環境のモニタリングを実施する。

(c) 情報公開・広報・その他

事故が発生した場合の各段階における情報公開、地元自治体も含む地域の方々・報道機関等への対応について、その方法及び留意事項を定めておく。その際には、事故の状況、原因、対応について、早く、正確な情報を公開することを基本とする。

(d) 教育・研修・訓練

想定される事故とその対応等についての研修・訓練を計画的・定期的に実施する。

3. 地域の方々をはじめとする主体とのコミュニケーション・情報公開

(1) 基本事項

① 基本的な姿勢（継続性、双方向性、透明性、信頼性）

- (a) 地域の方々をはじめとする主体とのコミュニケーションや情報公開を積極的に図り、中間貯蔵施設に対する懸念や不安等に対して的確に対応し、信頼関係を構築することを第一に、施設の管理・運営を行う。
- (b) 具体的な取組の検討に当たっては、施設の設置を検討している地域の多くは帰還困難区域に指定され帰還の時期等が不明確な状況にあるなど、特別な考慮が必要な面があるため、地域の実情、工事の進捗状況、中間貯蔵施設の運営状況等を考慮し、地域の方々をはじめとする関係者の声を聞きながら進める。
- (c) 中間貯蔵施設事業の安全性及び必要性について、地域の方々や地元自治体等をはじめ、広く国民全体の理解を得るために、関係者とのコミュニケーションや情報公開を進めるとともに、継続的な理解の増進と信頼性の確保を図る。
- (d) 情報公開にあたっては、情報を受け取る方々の多様な価値観やニーズを踏まえつつ、事業に関係する方々との相談を十分に行いながら、分かりやすい情報（例えば、安全確保のための取組、土壌や廃棄物が自然環境や社会環境に及ぼす影響等）の発信・説明に努める。なお、情報を受け取る方々の状況にあわせて、情報の発信・説明手法の多様化を図る。
- (e) 情報提供が一方的なものとならないよう、情報共有・共通認識に基づき、双方向性を意識した情報公開（簡素で敷居の低い問い合わせの案内、意見の募集・回答）となるよう努める。
- (f) また、ネガティブな情報も積極的かつ迅速・誠実に発信し、事業の透明性及び信頼性を確保する。

② 体制

- (a) 事業に関する懸念や不安に対して的確に応じられるよう、コミュニケーションや情報公開のための施設面の整備のみならず、広報・コミュニケーションを担当する部署を設け、そこに専門スタッフを設置する等の人材面も含めた十分な運営体制の整備を図る。
- (b) コミュニケーションや情報公開に係る人材育成を推進し、例えば、現場等で地域の方々をはじめとする主体とのコミュニケーションの担い手となる者をコミュニケーターとして育成するなどの体制の充実を図る。

(2) 透明性・信頼性・客観性の確保策等

① 施設内外における情報公開の実施

(a) 情報公開センターの設置

- 情報を一元的に集約・管理するとともに、情報発信の拠点となる情報公開センターを設置する。施設内には、施設見学者等の理解を促進するためのプレゼンテーションルームや一般の方々が安全に見学できるように必要な見学設備等を設置する。
- センターでは、安全な運営・管理や中間貯蔵施設において起こり得るリスクとその際の対応等施設の安全面に加えて、中間貯蔵施設の役割と必要性、このような施設が必要となった経緯等についても学べるようにする。具体的には、単に中間貯蔵施設に関する情報の発信と受信の機能にとどまるのではなく、東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質による汚染除去のための大規模な除染工事、除染に伴い生じる膨大な土壌や廃棄物のための中間貯蔵施設が必要になった経緯、発災後の経緯、状況、現状等について、分かり易く展示する。
- 中間貯蔵施設に対する御意見・御要望を幅広く受け付ける専用窓口を設置する。
- このほか、情報公開センターで取り扱う情報としては、以下のものが考えられる。
 - ・施設の運営情報（施設の運転状況、貯蔵状況・種類、貯蔵総量等）
 - ・施設の改修・点検情報
 - ・事故情報
 - ・収集運搬関連情報（運搬経路、仮置場の位置図等）
 - ・モニタリング情報（モニタリングポイント位置図、モニタリング項目、モニタリング結果等）等

(b) インターネットによる情報公開

- インターネットを活用してホームページにて、上述した中間貯蔵施設に係る各種の情報を広く提供する。
- リアルタイムデータとして、モニタリングポストの空間線量率を常時表示する。また、現地にカメラを設置し、ホームページで公開する。

(c) 定期的なお知らせの配布や年報の発行等による情報発信

- 定期的なお知らせなどの発行・配布を通じて、施設の運営や操業状況

等について情報提供する。

○ また、中間貯蔵施設事業の成果や各種データ等を取りまとめて、広く国内・海外に情報発信する。

② 地域の方々、地元自治体等への定期的な見学会・報告会等のあり方

(a) 施設見学に訪れる方々が安全かつ分りやすく見学できるよう適切な見学ルートを整備するとともに、定期的な見学会を開催する。

(b) 事業の進捗状況や周辺環境への影響等について、地域の方々や地元自治体等に対しての定期的な報告会を開催し、相互理解や事業の円滑な運営を図る。

(c) 他地域・海外からの視察受入れを積極的に行う。

(d) 安全・安心の確保のための取組に関する説明会やシンポジウムの開催、広報活動を積極的に行う。

③ 住民参加型を指向した各種委員会のあり方

(a) 専門家委員会

学識経験者により構成された検討委員会を設置し、環境のモニタリングデータ、減容化技術等について、専門的助言等をいただく。

(b) 地域委員会

地域の方々にも御参画いただき、施設運営や情報公開のあり方等について御意見・御要望をいただくとともにこれらを反映した事業に対するきめ細かな助言及び評価を行うことができる体制を整備する。

④ 地元自治体等との連携について

中間貯蔵施設事業に関する報告、事故時等における連絡体制の整備等を含む安全に関する事項について地元自治体等と共有する。

4. 研究開発等への取組

研究開発等の施設を設置し、安全確保を大前提に廃棄物量の低減、合理的な最終処分の実施及び事業の安全性の向上に係る研究開発を進める。また、研究開発成果等を世界に向けて発信するとともに、国内外の有益な知見等を取り入れ、的確な事業実施に資する。

<取組の具体例>

- ・最終処分に向けた除去土壌等の減容化技術の開発・実証
- ・放射性物質の効果的な分離技術の研究開発・実証
- ・モニタリング手法の改善
- ・関係技術に関する最新の知見を国内外より収集
- ・現場経験に基づき最先端の技術的知見を分析・活用し、中間貯蔵施設のみならず様々な場面で活躍できる指導的技術者の養成
- ・国際機関等に対する研究開発成果等の情報発信と諸外国の知見を反映した的確な事業の推進 等

中間貯蔵施設における放射線安全に関するモニタリングの検討方針について

1. 基本方針

- 中間貯蔵施設において必要と考えられるモニタリングの目的・種類は多様であるが、主要なモニタリングについては大きくは以下に分類できる。

表-1 モニタリングの種類

分類	目的
環境放射線モニタリング	中間貯蔵施設に起因する追加的な環境への放射線影響の把握を行う。
排気・排水モニタリング (放出管理)	施設からの公共の水域に放出する排水、排ガスの放射能濃度の確認を行う。
作業環境モニタリング (作業員の被ばく管理)	作業員の安全を確保するため、作業場の放射線量、汚染状況等の確認を行う。
環境保全のための放射性物質以外に関するモニタリング	ダイオキシンなど、放射性物質以外の有害物質に関するモニタリングを行う。
設計・評価の妥当性確認を目的としたモニタリング	施設の健全性及び設計・安全評価の妥当性の確認のため、施設・設備等の状態の変化の確認を行う。
安心のためのモニタリング	周辺の住民の方々のニーズ等を踏まえ、安心を得ることを目的に実施する。

- 環境放射線モニタリング及び排気・排水モニタリングは、「放射性物質汚染対処特措法施行規則」及び「電離放射線障害防止規則」に準ずることを原則とする（表-2、表-3 参照）。これらの規則に照らして施設毎に想定される中間貯蔵施設におけるモニタリング項目の案を表-4 に示す。
- 作業環境モニタリングは、作業員の被ばく管理の観点からの作業場の空間放射線や表面汚染の測定を行うものであり、電離放射線障害防止規則に基づき実施する。
- 環境保全のための放射性物質以外に関するモニタリングも実施するが、これについては中間貯蔵施設環境保全対策検討会で検討する（本資料は放射線安全に関するものに限定する）。
- 上記の他に、設計・評価の妥当性確認を目的としたモニタリングや安心感の醸成を目的としたモニタリングも必要であるが、これらは今後、施設の具体化に伴い生じる課題などに対応して実施内容を検討する必要がある。

2. 具体化にあたっての留意事項

- ・ 中間貯蔵施設では、敷地内に線源が広域に分散して存在し、また事業進展に伴いその範囲も変化することから、常設のモニタリング設備に加え、可搬式線量計やモニタリングカーなど移動可能な測定設備を活用するものとする。
- ・ モニタリングについて、バックグラウンドの影響を考慮しつつ実施する必要があることも想定される。

以上

表-3 電離放射線障害防止規則 モニタリング関係箇所

基準	条	項	号	対象	場所	時期(回数)、注記等			
第二章 管理区域並びに線量の限度及び測定 (管理区域の明示等)	第三条	第1項	第一号	放射線の量 管理区域の設定	外部放射線と空気中の放射線量の累積量の合計が三月間につき1.3mSvを超えるおそれのある区域				
			第二号	放射能濃度(表面汚染) 管理区域の設定	放射性物質の表面密度が限度の十分の一(アルファ線を放出しない放射性同位元素は4Bq/cm ² 、アルファ線を放出する放射性同位元素は0.4Bq/cm ²)を超えるおそれのある区域				
	第八条	第1項		放射線の量 (従事者)	管理区域内	外部被ばくによる線量及び内部被ばくによる線量を測定しなければならぬ			
第3項			放射線の量 (従事者)	管理区域内	外部被ばくによる線量の測定は放射線測定器を装着させて行う				
第四章 汚染の防止、第一節 放射性物質(事故由来放射性物質を除く。)に係る汚染の防止 (放射性物質がこぼれたとき等の措置) (放射性物質取扱作業室内の汚染検査等) (汚染除去用具等の汚染検査) (退去者の汚染検査) (持出し物品の汚染検査) (容器) (保護具)	第二節 事故由来放射性物質に係る汚染の防止	第1項	第二十八条	放射能濃度(表面汚染)	放射性物質がこぼれる等により汚染が生じた場所	都度			
			第二十九条	放射能濃度(表面汚染) 放射性物質取扱作業室内の天井、床、壁、設備等	放射性物質取扱作業室内の天井、床、壁、設備等	一月を超えない期間			
			第三十条	放射能濃度(表面汚染) 汚染除去用具等	放射性物質がこぼれる等により汚染が生じた場所または放射性物質取扱作業室	都度			
			第三十一条	放射能濃度(表面汚染) 放射線計測者	管理区域出口の汚染検査場所	都度			
			第三十二条	放射能濃度(表面汚染) 持出し物品	管理区域出口の汚染検査場所	都度			
			第三十七条	放射能濃度(表面汚染) 一センチメートル線量当量率 放射性物質の保管、貯蔵、運搬、保管廃棄、廃棄のための容器	管理区域外	都度 容器表面で2mSv/h以下 容器の表面から一メートルの距離で0.1mSv/h以下			
			第三十八条	放射能濃度(表面汚染)	汚染のおそれのある区域	都度			
			第四章 汚染の防止、(除染特別地域等における特別)	第十	第1項	第四十一条	放射能濃度(表面汚染)	埋立施設の境界	一月を超えない期間 除染特別地域等に設置された処分事業場で除去土壌の埋立を行う場合において、容器を用いない場合に実施
						第四十二条	放射線の量	事故発生場所	事故時 実効線量が15ミリシーベルトを超えるおそれのある区域からの回避
			第七章 作業環境測定	第五十三条	第1項		放射線の量	管理区域に該当する部分、放射性物質取扱作業室 事故由来廃棄物等取扱施設、令別表第二第七号に掲げる業務を行う作業場	一回/一月以内(条件により六月以内)ごとに、外部放射線による線量当量率又は線量当量を放射線測定器を用いて測定
							放射線の量	管理区域	一回/一月以内(条件により六月以内)ごとに、外部放射線による線量当量率又は線量当量を放射線測定器を用いて測定
							放射線の量	放射能濃度(表面汚染) 空気中の放射性物質の濃度	令別表第二第七号に掲げる業務を行う作業場 事故由来廃棄物等取扱施設 空気中の放射性物質の濃度を一月以内ごとに一回、定期的に、放射線測定器を用いて測定

表-4 既存の法令を踏まえ施設毎に想定されるモニタリング項目 (案)

区分		環境放射線モニタリング (測定位置)			排気・排水モニタリング (測定位置)		
目的		中間貯蔵施設に起因する追加的な環境への放射線影響の把握を行う。					施設からの公共水域に放出する排水、排ガスの放射線量の確認を行う。
対象施設		空間線量率	地下水中の放射線量	表面汚染	排ガス	放流水	
受入・分別施設	測定項目	施設周縁	—	—	排気口	排水口	
	減容化施設	施設周縁	—	—	排気口	排水口	
土壌貯蔵施設 (I型)	搬入中	施設周縁	施設周縁 (観測井) 地下水集排水管	施設境界	—	排水口	
	貯蔵中	施設周縁	施設周縁 (観測井)	—	—	—	
土壌貯蔵施設 (II型)	搬入中	施設周縁	施設周縁 (観測井) 地下水集排水管	施設境界	—	排水口 (水処理施設)	
	貯蔵中	施設周縁	施設周縁 (観測井) 地下水集排水管	—	—	排水口 (水処理施設)	
廃棄物貯蔵施設	搬入中	施設周縁	—	—	—	—	
	貯蔵中	施設周縁	—	—	—	—	
備考		<ul style="list-style-type: none"> ・上記測定結果を解釈するためにバックグラウンドの空間線量率、放射線量率、及び気象、地下水等のモニタリングが必要 					

“一” は、放射性物質汚染対処特措法施行規則及び電離放射線障害防止規則で要求事項となっていない項目

中間貯蔵施設における自然災害に対する考え方について

文献調査及びこれまででの地質調査結果を踏まえ、調査候補地及びその周辺において発生することが想定されない災害（陥没、雪崩など）は除いた上で、考慮すべき事項を抽出し、各災害に対する対応方針（配置、設計、運用のいずれで対応するか）、候補地の状況及び配置・設計・運用での対応、配置・設計・運用等の方針（設計等で考慮する場合の考え方）について、下表に整理した。

区分	対応方針	候補地の状況及び配置・設計・運用での対応	配置・設計・運用等の方針（設計等で考慮する場合の考え方）
1) 地すべり・斜面崩壊	設計で対応	<p>候補地およびその周辺は、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所、地すべり防止区域に該当していない。</p> <p>夫沢川の南側に認められる緩斜面に表層地すべりの可能性が指摘されているが、地質調査の結果、高さの異なる段丘面を反映した地形であり、表層滑りではないことを確認した。</p> <p>ただし、候補地およびその周辺には、急傾斜地があること、除染・工事等により土地を大きく改変することから、設計で対応する。</p>	<p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査結果及び施工後の斜面形状を踏まえ地すべり・斜面崩壊が想定される場所には、擁壁工・のり面保護工等の対策を施す。

区分	対応方針	候補地の状況及び 配置・設計・運用での対応	配置・設計・運用等の方針（設計等で考慮する場合の考え方）
2)土石流・洪水等	設計・運用で対応	<p>候補地およびその周辺は、土石流危険区域、土石流危険渓流に該当していない。</p> <p>候補地及びその周辺を含む浜通り地方において、過去に洪水の発生履歴がある。また、除染・工事等により土壌を大きく改良し、雨水流出量の増加が想定される。</p> <p>豪雨、台風については、どの地域においても発生する可能性がある。</p> <p>以上のことから、設計・運用で対応する。</p>	<p>○土石流対策</p> <p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地の改変による雨水流出量の増加により、下流河川に影響がある場合は、福島県が定めている「宅地造成等開発行為に伴う防災対策取扱い要綱」等に基づいて防災調整池等を設置する。 <p>【運用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水警報等の状況を確認しつつ、土石流のおそれがある場合は作業を中止する。 <p>○洪水・雨水対策</p> <p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地の改変による雨水流出量の増加により、下流河川に影響がある場合は、福島県が定めている「宅地造成等開発行為に伴う防災対策取扱い要綱」等に基づいて防災調整池等を設置する。 ・貯蔵施設からの浸出液については、過去15年間の年降水量の最大値（2,234mm）・月間降水量の最大値（634mm）である平成18年の降水量（年降水量は70年確率相当）を用いた水収支計算を実施し、水処理設備、調整設備の規模を定める。 <p>【運用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水警報等の状況を確認しつつ、作業を中止する。 ・定置した土壌等が豪雨により流出しないように、事前に覆土等を施す。 ・万一、設計降水量を超える降水があった場合や集中豪雨が発生した場合は、貯蔵地内に浸出液を一時的に貯水できる（降雨500mmまで許容できるよう堰堤を構築）構造とする。 <p>※集中豪雨：狭い範囲に数時間にわたり強く降り、100mmから数百mmの雨量をもたらす雨（気象庁）</p> <p>〔参考：過去最大1時間降水量 153mm（千葉県）〕</p> <p>○風対策</p> <p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風の影響に対して、建築基準法による風圧力を考慮するなど、構造物に応じて適切に考慮する。 <p>【運用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壌貯蔵施設は、台風・竜巻等の発生時は搬入・定置作業を行わない。 ・また、台風情報等により影響を受けると判断されると判断される場合は、定置した土壌等が風により飛散しないように、事前に覆土等を施す。

区分	対応方針	候補地の状況及び配置・設計・運用での対応	配置・設計・運用等の方針（設計等で考慮する場合の考え方）
3)地震（活断層及びその周辺）	配置・設計で対応	<p>近傍の活断層として、双葉断層がある。候補地からは20km以上の距離があることから、活断層については考慮しない。</p> <p>ただし、地震動については、配置・設計で対応する。</p> <p>【資料7参照】</p>	<p>放射能濃度が比較的高いものを扱う施設は、地震時等に安定的である強固な地盤を有する丘陵部、台地部等に配置する。</p> <p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> レベル1地震動に対しては、地震によって施設としての健全性を損なわない耐震性能とする。 レベル2地震動に対しては、土壌・廃棄物貯蔵施設については貯蔵機能を維持、水処理設備について一部損傷を許容するものの、短期間で機能が回復出来る耐震性能とする。
4)津波	配置・設計で対応	<p>候補地及びその周辺には東北太平洋沖地震の津波による津波浸水区域があることから、配置・設計で対応する。</p> <p>高潮の潮位は、津波による津波高よりも低いことから、津波対策に包含される。</p> <p>【資料7参照】</p>	<p>放射能濃度が比較的高いものを扱う施設は、津波浸水域等を考慮して丘陵部、台地部等に配置する。</p> <p>【設計】</p> <ul style="list-style-type: none"> レベル1津波に対しては、防潮堤の設置等により施設としての健全性を損なわない性能とする。 レベル2津波に対しては、土壌・廃棄物貯蔵施設については健全性を維持、水処理設備について一部浸水を許容するものの、短期間で機能が回復出来る耐震性能とする。

