

除去土壌の最終処分場への埋立処分に係る線量評価について

株式会社三菱総合研究所

1. 目的

除去土壌の最終処分場への埋立処分に係る線量評価にあたっては、実際には、最終処分場固有の立地条件、形状等に基づき安全評価を実施する必要があるが、除去土壌を最終処分場に処分する場合に求められる施設要件等の要件を明確にするために、仮想的な埋設地の立地や形状等について仮定を置いたうえで（外部被ばく線量の評価条件等を保守的に設定）、評価経路毎の年間被ばく線量について評価を実施した。

災害廃棄物を最終処分することを想定した既存の評価手法等を参考にして、評価経路、ならびに、評価に必要となるパラメータを設定し、除去土壌等に含まれる放射性セシウム（Cs-134、および、Cs-137）、ならびに、全Cs（Cs-134とCs-137の存在割合を考慮した合計）について、単位濃度（1Bq/g）あたりの線量を計算するとともに、除去土壌等の処理ケースに応じた線量を計算した。

2. 最終処分の対象となる土壌の物量と処分場の形状

減容・再生利用技術開発戦略検討会（第9回）で示された除去土壌等の各処理ケースにおいて最終処分の対象となる土壌の物量等は、表1に示すように試算された。

表1 処理ケースに応じた最終処分する土壌の容積等

	最終処分の対象となる 土壌の容積[万m ³]	最終開始時の土壌の 平均放射能濃度 ^注 [Bq/kg]
ケース0	1,292	4,100
ケース1	142	27,052
ケース2	75	49,223

注) 中間貯蔵施設への運搬開始から30年の2045年4月の時点（最終処分場への埋設作業が終了する時点）での濃度に換算。

この結果を踏まえ、本検討において線量評価を実施する最終処分の対象となる土壌の容積およびその平均放射能濃度を表2の2ケースとした。

表2 本検討で想定した最終処分の対象となる土壌の容積および平均放射能濃度

	最終処分の対象となる 土壌の容積[万m ³]	最終開始時の土壌の 平均放射能濃度 ^注 [Bq/kg]
ケースA	75	50,000
ケースB	1,292	8,000

注) 中間貯蔵施設への運搬開始から30年の2045年4月の時点（最終処分場への埋設作業が終了する時点）での濃度に換算。

現時点で具体的な最終処分場の設置場所、条件が定まっていない。そのため、最終処分場の要件を検討するために、線量評価においては、埋設する場所を1箇所と限定し、さらに、埋設場

所の形状を矩形状とし、4.7m厚さで埋設すると想定した。その場合、上記の評価ケースでは、埋設地の形状は表3のように設定した。

表3 線量評価を実施する埋設地の形状

	埋設地面積 [万m ²]	埋設地の形状 (矩形)
ケースA	25	500m×500m
ケースB	289	1,700m×1,700m

3. 評価経路

最終処分場に土壌を埋設する際に考慮すべき事項および評価評価対象、放射性セシウムを含む物（線源）、放射性セシウムにより被ばくする対象者（対象者）、被ばくの形態（外部、吸入、経口）について、表4にまとめて示す。

表4 土壌の最終処分に係る評価経路

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

4. 評価概要

線量評価に当たっては、これまでの再生利用等における安全評価等での評価条件を参考にし、主な評価条件を以下のように設定した。

a) 共通

- ・ Cs-134とCs-137の存在割合は $2.42 \times 10^{-5} : 1$ とする。

東京電力福島第一原子力発電所事故直後にCs-134（半減期2.06年）とCs-137（半減期30.0年）の存在割合が1 : 1であったと仮定し、2045年（2015年の30年後）での存在比を計算した。

- ・ 全ての経路について、評価開始時期は2045年からとする。

b) 最終処分場への運搬に係る被ばく

- ・ 経路No.1,2（運搬経路周辺居住、公衆）ⁱ

- － 土壌の運搬作業について、運搬経路沿いの居住者に対する外部被ばくの評価を行う。線源の形状は、高さ1m、幅1m、長さ5mの直方体（フレコン5袋分相当）、かさ密度：1.6g/cm³とする。
- － 運搬経路沿いの居住者（子ども）は地上1mの位置において、荷台高さ1mトラック側方から3mの距離で被ばくすること、つまり1m×5mの面の底辺中央から3mの距離で被ばくすることを想定する。
- － 運搬経路沿いの居住者の被ばく時間は、運搬トラックが月に1,050台（40台/日）走行し、そのうちの半分のトラックが赤信号により停車している時間1分間に被ばくすると仮定し、105h/yとする。

c) 埋設作業中における埋設地からの被ばく

- ・ 経路No.3,5（処分場周辺居住、公衆）

- － 本経路では、処分場の周辺の居住として処分場境界直近の民家を想定する。線源は、埋設地全体を覆土する前の作業を想定したケースに対する評価を行う。なお、処分場周辺の地形を考慮しない平面と仮定して評価を行う。

【評価条件】

- ・ 埋設地の形状を矩形状に模擬し、その埋設厚さは4.7mとする。土壌の埋設が終了し、覆土による遮へいが無い状態とする。したがって、表3より、線源形状については、

$$500\text{m (長さ)} \times 500\text{m (幅)} \times 4.7\text{m (厚さ)} \quad [\text{ケースA}]$$

とし、参考として、

$$1,700\text{m (長さ)} \times 1,700\text{m (幅)} \times 4.7\text{m (厚さ)} \quad [\text{ケースB}]$$

の場合も評価する。

ⁱ 出典)「土地造成事業における再生資材の利用に係る線量評価について」(日本原子力研究開発機構、平成29年4月26日)を参考として設定

- ・ 評価地点までの距離（直近民家）

直近民家から埋設地の端までの最短水平距離：200mⁱⁱ

- ・ 評価時間

直近民家における居住時間は保守的に8,760時間/年とし、住居の遮へいによる効果は0.2とする。

d) 埋設地からの粉塵による被ばく

- ・ 経路No.4,6（処分場周辺での粉塵吸入、公衆）

ー 戸外、戸内におけるダスト濃度を、それぞれ、 $2.4E-5g/m^3$ 、 $1.0E-4g/m^3$ とする。居住者の居住時間のうち20%を戸外で過ごすとする。

e) 埋設地からの地下水移行ⁱ

- ・ 経路No.7～18（埋設後の周辺居住者、公衆）

【評価条件】

- ・ 全量埋立した場合を評価対象とする。
- ・ 浸透水量は、0.4m/yとする。

（クリアランスレベル評価で使用している日本の浸透水量の平均値。）

- ・ 埋設地の下端から井戸までの距離は200mとする。
- ・ 地下水流速（ダルシー流速）は、1m/yとする。

【評価体系】

- ・ 埋設した土壌からの漏洩率 η は、土壌からの核種の溶出が分配平衡に基づいて起こると仮定し、以下の式で算出する。

$$\eta = \frac{P}{H_w \times (\varepsilon_w + \rho_w \times Kd_w)}$$

ここで、

η	: 埋設材からの漏洩率 (1/y)
P	: 埋設材への降雨浸透水量 (m/y)
H_w	: 埋設材の厚さ (m)
ε_w	: 埋設材の空隙率 (-)
ρ_w	: 埋設材のかさ密度 (g/cm ³)
Kd_w	: 埋設材の分配係数 (mL/g)

である。

f) 埋設処分後における埋設地からの被ばく

ⁱⁱ 出典) JAEA-Technology 2010-043 「研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定」

・ 経路No.19-22（埋設地付近への一時立入り&周辺居住）

－ 本経路に対する評価対象場所、線源の条件、評価時間等は、経路 No.3,5 と同様とする。ただし、埋設処分後の評価であることから、処分する土壌の埋設作業が終了した状態を想定し、埋設領域の全てが土壌1mで覆土されているものとする。また、処分場周辺の地形は考慮せず平面と仮定する。

【評価条件】

- ・ 埋設地の形状を矩形状に模擬し、その埋設厚さは4.7mとする。土壌の埋設が終了し、その表面を土壌1mで覆われている状態とする。表3より、線源形状については、

500m（長さ）×500m（幅）×4.7m（厚さ） [ケースA]

とし、参考として、

1,700m（長さ）×1,700m（幅）×4.7m（厚さ） [ケースB]

の場合も評価する。

- ・ 覆土厚は1mとする。
- ・ 評価地点までの距離（直近民家）

直近民家から埋設地の端までの最短水平距離：200m

- ・ 評価時間

直近民家における居住時間は保守的に8,760時間/年とし、住居の遮へいによる効果は0.2とする。

5. 評価パラメータ

線量評価に用いるパラメータを表5から表14に示す。

表5 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧（土壌の運搬）ⁱ

経路 No.	名称	単位	選定値	選定根拠	
1,2	被ばく中の減衰期間	y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮することとした。	
1,2	外部被ばくに対する線量換算係数（運搬経路周辺居住）	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	2.4E-02	以下の条件で、QAD-CGGP2R コード ⁱⁱⁱ により算出した。 線源の形状：高さ1m、幅1m、長さ5mの直方体 線源のかさ密度：2.0g/cm ³ 評価点：1.0m×5.0mの底辺中央から3.0m なお、子どもの外部被ばく線量換算係数は成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		8.6E-03	
1,2	運搬経路沿いの居住における線源に対する希釈係数	—	1	運搬トラックには、表面に核種が付着した状態の指定廃棄物のみが積まれているものとし、線源に対する希釈は保守的に1とした。	

ⁱⁱⁱ 出典) Yukio SAKAMOTO, Shun-ichi TANAKA, QAD-CGGP2 AND G33-GP2 : REVISED VERSION OF QAD-CGGP AND G33-GP, JAERI-M 90-M-110, 1990.

1,2	運搬経路沿いの居住者の被ばく時間	h/y	105	災害廃棄物安全評価検討回（第9回）資料11-2「災害廃棄物等の処理・処分のシナリオに対する線量評価結果の整理」に示された考え方を踏襲。運搬トラックが月に1,050台走行し、そのうちの半分のトラックが赤信号により停車している時間1分の間に被ばくとすると仮定し、105h/yとした。
-----	------------------	-----	-----	---

表6 土壌の最終処分に係る評価経路パラメーター一覧

(埋設作業中における埋設地周辺居住)ⁱ

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
3-6	被ばく中の減衰期間		y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮することとした。
3-6	土壌に対する希釈係数		—	1	埋設地に処分されるものは、すべて土壌とした。
3-6	住居までの距離		m	200	現段階で具体的なシナリオが想定できないため、他の評価事例等（JAEA-Technology 2010-043「研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定」）を参考に例示として設定した。
3,5	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数（ケースA、現場周辺居住）	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	1.0E-02	以下の条件からEGS4コード ^{iv} により算出した。 線源の形状：厚さ4.7m、幅500m、長さ500mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0g/cm ³ 遮へい体なし 評価点：住居 なお、子どもの外被ばく線量換算係数は、成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		3.7E-03	
3,5	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数（ケースB、現場周辺居住）	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	1.5E-02	以下の条件からEGS4コードにより算出した。 線源の形状：厚さ4.7m、幅1,700m、長さ1,700mの直方体（土壌） 線源のかさ密度：2.0g/cm ³ 遮へい体なし 評価点：住居 なお、子どもの外被ばく線量換算係数は、成人の計算値を1.3倍した。
		Cs-137		3.1E-03	
3-6	年間居住時間		h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず埋設地周辺で居住しているとした。
3,5	遮へい係数		—	0.2	IAEA-TECDOC-401から、居住時間の20%を戸外で過ごすとして仮定した。

^{iv} 出典) W. R. Nelson, H. Hirayama, D. W. O. Rogers, SLAC-265 (Stanford University, Stanford, 1985)

表7 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧

(埋設地からの粉塵による被ばく)ⁱ

経路 No.	名称	単位	選定値	選定根拠
4,6	最終処分場周辺空气中居住ダスト濃度	g/m ³	2.4E-05	「管理型最終処分場への10 万Bq/kg 以下の指定廃棄物の埋立処分に係る線量評価について」（平成25年3月4日、日本原子力研究開発機構）に基づき、戸外及び戸内におけるダスト濃度（戸外：1E-4 (g/m ³) 及び戸内：5E-06 (g/m ³)）より、居住者が居住時間の20%を戸外で過ごすとして仮定し、重みを付けて平均した。
4,6	微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）	—	4	IAEA Safety Reports Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数を使用した。
4	居住者の呼吸量（成人）	m ³ /h	0.96	ICRP Publ.23で示されている標準人の1日の呼吸量の数値2.3×10 ⁴ (L/d)を基に算定した。
6	居住者の呼吸量（子ども）	m ³ /h	0.22	IAEA Safety Reports Series No.44に示された1～2歳の居住者の呼吸率として示されている値を採用した。
4.6	沈着速度	m/y	3.15E+5	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（原子力安全委員会、平成元年3月27日）において示された値（1cm/s）を基に選定した。
4.6	ダストの地表面への沈着割合	—	1	保守的に全て沈着すると設定した。
4.6	沈着した放射性核種のうち残存する割合	—	0.5	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」（原子力安全委員会、平成元年3月27日）

表8 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧（地下水移行 1 / 5）ⁱ

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
7-18	被ばく中の減衰期間		y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮することとした。
7-18	ケース A	埋設地の幅	m	500	現段階で具体的なシナリオが想定できないため、他の評価事例等を参考に例示として設定した。
7-18		埋設地の長さ	m	500	
7-18		埋設厚さ	m	4.7	
7-18		覆土厚さ	m	1.0	
7-18	ケース B	埋設地の幅	m	1,700	ケース A の参考として設定した。
7-18		埋設地の長さ	m	1,700	
7-18		埋設厚さ	m	4.7	
7-18		覆土厚さ	m	1.0	
7-18	埋設材の空隙率		—	0.25	土壌の真密度（2.5～2.6g/cm ³ ）と当該埋設材のかさ密度（2.0g/cm ³ ）から導出。
7-18	埋設材のかさ密度		g/cm ³	2.0	土壌を締め固めた場合の密度の最大値2.0g/cm ³ とした。
7-18	Cs の埋設材の分配係数		mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（有機土壌、砂）
7-18	Cs の帯水層土壌の分配係数		mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（砂）
7-18	浸透水量（埋設地）		m/y	0.4	クリアランスレベル評価で使用している。日本の浸透水量の平均値である0.4とした。
7-18	帯水層厚さ		m	3	IAEA-TECDOC-401に示された値を用いた。

表9 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧（地下水移行 2 / 5）ⁱ

経路 No.	名称	単位	選定値	選定根拠
7-18	地下水流速（ダルシー流速）	m/y	1	「新版地下水調査法」（山本荘毅、古院書院、1983年）
7-18	帯水層空隙率	—	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971年）
7-18	帯水層土壌密度	g/cm ³	2.6	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982年）
7-18	地下水流方向の分散長	m	0	保守的に選定した。
7-18	地下水流方向の分散係数	m ² /y	0	保守的に選定した。
7-18	処分場下流端から井戸までの距離	m	0	保守的に選定した。
7-18	井戸水の混合割合	—	0.33	「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会編、(株)建設産業調査会、1979年）
7	人の年間飲料水摂取量（成人）	m ³ /y	0.61	ICRP Publ.23の標準人の値を参考に、1日の摂取量を1.65Lとして算定した。
8	人の年間飲料水摂取量（子ども）	m ³ /y	0.1	IAEA Safety Reports Series No.44に示された値を用いた。
9-14	Csの農耕土壌の分配係数	mL/g	2.7E+02	IAEA TRS No.364（有機土壌）
19-14	灌漑水量（畑、牧草地）	m ³ /m ² /y	1.2	「日本の農業用水」（農業水利研究会編、(株)地球社、1980年）に示された畑地に対する平均単位用水量4mm/dと年間灌漑日数300日程度に基づいて選定した。
9-14	土壌水分飽和度（畑、牧草地）	—	0.2	（「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」（放射線安全規制検討会、文部科学省、平成24年3月一部訂正）
9-14	土壌実効表面密度	kg/m ²	240	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値を用いた。
9-14	灌漑土壌真密度	g/cm ³	2.60	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982年）に示された砂の粒子密度を基に選定した。
9-14	実効土壌深さ	cm	15	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109に示された値を用いた。
9-14	放射性核種の土壌残留係数	—	1	保守的に、全ての灌漑水中の放射性核種が土壌に残留するものとした。
9-14	灌漑土壌空隙率	—	0.3	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971年）
9,10	農耕作業による年間作業時間	h/y	500	跡地利用シナリオの農耕作業の時間と同一に選定した。

表10 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧（地下水移行 3/5）ⁱ

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
9	外部被ばくに対する線量換算係数 (農耕作業時：灌漑土壌からの外部被ばく)	Cs-134	μ Sv/h per Bq/g	4.7E-01	従来のクリアランスレベル評価で設定されている換算係数を設定した。条件は以下のとおりである。 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 以上の条件でQAD-CGGP2Rコードにより算出した。
		Cs-137		1.7E-01	
9	農耕作業時の遮へい係数		—	1	保守的に遮へいを考慮しない。
10	農耕作業時の空气中ダスト濃度		g/m ³	5E-04	NUREG/CR-3585に示されたOPEN DUMP時及びIAEA-TECDOC-401に示された埋設処分場での埋立作業時における空气中ダスト濃度を採用した。
10	農耕作業者の呼吸量		m ³ /h	1.2	ICRP Publ.23で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値20L/minを算定した。
10	微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）		—	4	IAEA Safety Reports Series No.44に示された吸入可能な粒子の濃縮係数を使用した。
11-14	灌漑水年間生育期間		d	60	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された葉菜に関する栽培期間の値(60d/y)を使用した。
11-14	農作物（葉菜、牧草）の栽培密度		kg/m ²	2.3	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成元年3月27日）
11-14	放射性核種の農作物（葉菜、牧草）表面への沈着割合		—	1	保守的に全ての放射性核種が、農作物表面へ沈着するとした。
11-14	weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数		1/y	18.08	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価における一般公衆の線量評価について」に基づき、weathering half-lifeを14日として計算した。
11,12	農作物の市場係数		—	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
11,12	農作物の輸送時間		d	0	保守的に、生産された農作物を直ちに消費する人を評価対象とした。
11,12	灌漑水量（田）		m ³ /m ² /y	2.4	「日本の農業用水」（農業水利研究会、(株)地球社、1980年）に示された水田に対する平均単位用水量24mm/dと水田の年間湛水期間100日程度に基づいて選定した。
11,12	土壌水分飽和度（田）		—	1	田の土壌水分飽和度は、水田を想定しており、1と選定した。
11,12	Cs の米への移行係数		Bq/g-wet per Bq/g	7.1E-02	IAEA TRS No.364（シリアル）
11,12	Cs の葉菜、非葉菜、果実への移行係数		Bq/g-wet Per Bq/g	5.7E-02	IAEA TRS No.364（ジャガイモ）
11	農作物の年間摂取量（成人）	米	kg/y	71	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）
		葉菜		12	
		非葉菜		45	
		果実		22	

表11 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧（地下水移行 4 / 5）ⁱ

経路 No.	名称		単位	選定値	選定根拠
12	農作物の年間摂取量（子ども）	米	kg/y	25	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年）
		葉菜		5	
		非葉菜		23	
		果実		22	
13-16	Cs の畜産物への移行係数	牛肉	d/kg	5.0E-02	IAEA TRS No.364に示された値を用いた。
		豚肉		2.4E-01	
		鶏肉		1.0E+01	
		鶏卵		4.0E-01	
		牛乳	d/L	7.9E-03	
13-16	畜産物の市場係数		—	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
13-16	畜産物の輸送時間		d	0	保守的に、生産された畜産物を直ちに消費する人を評価対象とした。
13-16	放射性核種を含む飼料の混合割合		—	1	保守的に、放射性核種を含む飼料のみで家畜を飼育するとした。
13,16	Cs の飼料への移行係数		Bq/g-dry per Bq/g	5.3E-01	IAEA TRS No.364（牧草）
13,14	家畜の飼料摂取量	肉牛	kg-dry/d	7.2	IAEA-TRS-No.364において示された値を使用した。
		乳牛		16.1	
		豚		2.4	
		鶏		0.07	
13,14	畜産物の年間摂取量（成人）	牛肉	kg/y	8	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）
		豚肉		9	
		鶏肉		7	
		鶏卵		16	
		牛乳	L/y	44	
14,16	畜産物の年間摂取量（子ども）	牛肉	kg/y	3	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年）
		豚肉		4	
		鶏肉		5	
		鶏卵		10	
		牛乳	L/y	29	

表12 土壌の最終処分に係る評価経路パラメーター一覧（地下水移行 5 / 5）ⁱ

経路 No.	名称	単位	選定値	選定根拠
15,16	家畜の飼育水摂取量	肉牛	50	PNL-3209に示された値を用いた。
		乳牛	60	
		豚	10	
		鶏	0.3	
17,18	養殖淡水産物の地下水利用率	—	0.25	「日本の水資源（平成19年版）」（国土庁長官官房水資源部編、大蔵省印刷局、2008年）より選定した。
17,18	Cs の魚類への濃縮係数	L/kg	2.0E+03	IAEA TRS No.364に示された値を用いた。
17,18	養殖淡水産物の市場係数	—	1	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。
17,18	養殖淡水産物の輸送時間	d	0	保守的に、養殖された淡水産物を直ちに消費する人を評価対象とした。
17	養殖淡水産物（魚類）の年間摂取量（成人）	kg/y	0.7	「日本の統計1997年版」に記載されている平成6年の内水面養殖業の生産量の内、魚類の生産量の合計値76,579トンをもとに人口1億2千万人で除して算出した。
18	養殖淡水産物（魚類）の年間摂取量（子ども）	kg/y	0.33	全年齢の魚介類合計摂取量の平均値(96.9g/日)と1-6歳の平均値(45.7g/日)の比(0.47)を成人の年間摂取量0.7kg/年に乗じた0.33kg/年を算出した。

表13 土壌の最終処分に係る評価経路パラメータ一覧

(埋設処分後における埋設地一時立入り&周辺居住) ⁱ

経路 No.	名称	単位	選定値	選定根拠
19-22	被ばく中の減衰期間	y	1	IAEA RS-G-1.7では、各評価経路について被ばく期間（1年）の減衰を考慮しており、本試算でも被ばく期間（1年）中の放射能の減衰を考慮することとした。
19-22	土壌に対する希釈係数	—	1	埋設地に処分されるものは、すべて土壌とした。
19,20	住居までの距離	m	200	現段階で具体的なシナリオが想定できないため、他の評価事例等（JAEA-Technology 2010-043 「研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定」）を参考に例示として設定した。
19,20	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数 （ケースA、埋設地周辺）	Cs-134	8.5E-07	埋設地への人が一時立ち入ることが想定される場所として、埋設地の中央を想定した。また、周辺の居住箇所として埋設地から200m離れた位置直近民家を想定した。また、処分場周辺の地形を考慮せず平面と仮定した評価を行う。 線源の形状として、埋設地の形状を矩形形状（500m×500m×4.7m）に模擬した。覆土厚は1mとした。 上記の計算条件からEGS4コードにより線量換算係数を算出し、計算結果を1.3倍することにより子どもの換算係数とした。
		Cs-137	1.1E-07	
19,20	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数 （ケースA、埋設地中央）	Cs-134	1.5E-06	
		Cs-137	3.0E-07	
21,22	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数 （ケースB、埋設地周辺）	Cs-134	1.0E-08	
		Cs-137	5.9E-10	
21,22	埋設地からの外部被ばくに対する線量換算係数 （ケースB、埋設地中央）	Cs-134	3.8E-07	
		Cs-137	1.6E-07	
21,22	年間滞在時間（埋設地中央）	h/y	400	1日1時間、埋設地中央に滞在すると仮定すると年間365時間。この値をまとめて400時間/年とした。
19,20	年間居住時間	h/y	8,760	保守的に、1年間絶えず埋設地周辺で居住しているとした。
19,20	遮へい係数	—	0.2	IAEA-TECDOC-401から、居住時間の20%を戸外で過ごすとして仮定した。
19-22	埋設地への処分が開始されるまでの期間	y	0	最終処分が終了する時期を2045年4月として、この時期を基準とした。

表14 土壌の最終処分に係る評価経路パラメーター一覧（内部被ばく線量係数）

内部被ばく線量係数(Sv/Bq)						
放射性核種	作業者(ICRP Publ.68)		一般公衆(ICRP Publ.72)			
	吸入	経口	吸入		経口	
			成人	子ども	成人	子ども
Cs-134	9.6E-09	1.9E-08	6.6E-09	7.3E-09	1.9E-08	1.6E-08
Cs-137	6.7E-09	1.3E-08	4.6E-09	5.4E-09	1.3E-08	1.2E-08

6. 放射性物質による影響の評価結果

表15から表18に、各評価経路のCs-134及びCs-137の単位濃度（1Bq/g）あたりの年間被ばく線量を評価した結果を示す。また、埋設が完了した時点での存在比（Cs-134/Cs-137=2.42×10⁻⁵）を用いて、全Cs（Cs-134とCs-137の合計）による単位濃度（1Bq/kg）あたりの年間被ばく線量に換算した値とともに、基準線量に相当する被ばく線量になる土壌の平均放射能濃度を示す。さらに、埋設した土壌の平均放射能濃度での年間被ばく線量の評価結果もこれらの表にあわせて示す。

年間被ばく線量は、埋設作業中における周辺居住者（子ども）の外部被ばくの経路が最大で0.25mSv/yとなり、特措法基本方針に基づき、運搬時及び埋立時における周辺住民の追加被ばく線量が1 mSv/yを超えないことを確認した。

しかしながら、本検討は除去土壌を最終処分場に処分する場合に求められる施設要件等の要件を明確にするために、仮想的な埋設地の立地や形状等について仮定を置いたうえで評価を実施したものであり、除去土壌の最終処分場への埋立処分に係る線量評価にあたっては、実際には、最終処分場固有の立地条件、形状等に基づき安全評価を実施するべきであることに留意する必要がある。

表15 評価結果（土壌の運搬に係る周辺居住者）

No.	経路略称	単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量[mSv/y per Bq/g]			1mSv/y相当濃度[Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]	
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		ケースA	ケースB
						濃度 50,000Bq/kg	濃度 8,000Bq/kg
1	運搬経路周辺居住者外部(成人)	2.1E-03	8.9E-04	8.9E-04	1.1E+06	7.1E-03	4.5E-02
2	運搬経路周辺居住者外部(子ども)	2.7E-03	1.2E-03	1.2E-03	8.6E+05	9.3E-03	5.8E-02

表16 評価結果（埋設作業中における最終処分場周辺居住者）

ケースA（濃度50,000Bq/kg）

No.	経路略称	単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			1mSv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
3	周辺居住者外部(成人)	8.9E-03	3.8E-03	3.8E-03	2.6E+05	1.9E-01
4	周辺居住者吸入(成人)	9.4E-05	7.6E-05	7.6E-05	1.3E+07	3.8E-03
5	周辺居住者外部(子ども)	1.2E-02	5.0E-03	5.0E-03	2.0E+05	2.5E-01
6	周辺居住者吸入(子ども)	2.4E-05	2.1E-05	2.1E-05	4.9E+07	1.0E-03

ケースB (濃度8,000Bq/kg)

No.	経路略称	単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			1mSv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
3	周辺居住者外部(成人)	1.3E-02	3.3E-03	3.3E-03	3.1E+05	2.6E-02
4	周辺居住者吸入(成人)	9.4E-05	7.6E-05	7.6E-05	1.3E+07	6.1E-04
5	周辺居住者外部(子ども)	1.7E-02	4.2E-03	4.2E-02	2.4E+05	3.4E-02
6	周辺居住者吸入(子ども)	2.4E-05	2.1E-05	2.1E-05	4.9E+07	1.6E-04

表17 評価結果 (地下水移行)

ケースA (濃度50,000Bq/kg)

No.	経路略称	単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			10 μ Sv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
7	飲料水摂取(成人)	4.6E-18	3.3E-06	3.3E-06	3.0E+06	1.7E-06
8	飲料水摂取(子ども)	6.4E-19	5.1E-07	5.1E-07	2.0E+07	2.6E-07
9	地下水利用農耕作業外部	9.8E-19	3.5E-06	3.5E-06	2.9E+06	1.8E-06
10	地下水利用農耕作業吸入	4.8E-23	3.3E-10	3.3E-10	3.0E+10	1.7E-10
11	地下水利用農作物摂取(成人)	3.3E-18	8.0E-06	8.0E-06	1.3E+06	4.0E-06
12	地下水利用農作物摂取(子ども)	1.2E-18	3.4E-06	3.4E-06	2.9E+06	1.7E-06
13	飼料経由畜産物摂取(成人)	4.4E-18	8.0E-06	8.0E-06	1.3E+06	4.0E-06
14	飼料経由畜産物摂取(子ども)	2.1E-18	4.2E-06	4.2E-06	2.4E+06	2.1E-06
15	飼育水経由畜産物摂取(成人)	6.4E-18	4.7E-07	4.7E-07	2.1E+07	2.4E-07
16	飼育水経由畜産物摂取(子ども)	3.0E-19	2.4E-07	2.4E-07	4.2E+07	1.2E-07
17	養殖淡水産物摂取(成人)	2.7E-18	1.9E-06	1.9E-06	5.2E+06	9.6E-07
18	養殖淡水産物摂取(子ども)	1.0E-18	8.8E-07	8.8E-07	1.1E+07	4.4E-07

ケースB (濃度8,000Bq/kg)

No.	経路略称	単位土壌中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			10 μ Sv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
7	飲料水摂取(成人)	1.6E-17	1.1E-05	1.1E-05	8.8E+05	9.1E-07
8	飲料水摂取(子ども)	2.2E-18	1.7E-06	1.7E-06	5.8E+06	1.4E-07
9	地下水利用農耕作業外部	3.3E-18	1.2E-05	1.2E-05	8.4E+05	9.5E-07
10	地下水利用農耕作業吸入	1.6E-22	1.1E-09	1.1E-09	8.8E+09	9.1E-11
11	地下水利用農作物摂取(成人)	1.1E-17	2.7E-05	2.7E-05	3.7E+05	2.2E-06
12	地下水利用農作物摂取(子ども)	4.0E-18	1.2E-05	1.2E-05	8.6E+05	9.3E-07
13	飼料経由畜産物摂取(成人)	1.5E-17	2.7E-05	2.7E-05	3.7E+05	2.2E-06
14	飼料経由畜産物摂取(子ども)	7.2E-18	1.4E-05	1.4E-05	7.0E+05	1.1E-06
15	飼育水経由畜産物摂取(成人)	2.2E-18	1.6E-06	1.6E-06	6.3E+06	1.3E-07
16	飼育水経由畜産物摂取(子ども)	1.0E-18	8.1E-07	8.1E-07	1.2E+07	6.5E-08
17	養殖淡水産物摂取(成人)	9.0E-18	6.5E-06	6.5E-06	1.5E+06	5.2E-07
18	養殖淡水産物摂取(子ども)	3.5E-18	3.0E-06	3.0E-06	3.4E+06	2.4E-07

表18 評価結果（埋設処分後における最終処分場周辺居住者&一時立入）

ケースA（濃度50,000Bq/kg）

No.	経路略称	単位土壤中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			10 μ Sv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
19	周辺居住者外部(成人)	1.3E-06	1.9E-07	1.9E-07	5.2E+07	9.5E-06
20	周辺居住者外部(子ども)	1.6E-06	2.5E-07	2.5E-07	4.0E+07	1.2E-05
21	利用者外部(成人)	5.2E-07	1.2E-07	1.2E-07	8.3E+07	6.0E-06
22	利用者外部(子ども)	6.7E-07	1.6E-07	1.6E-07	6.4E+07	7.8E-06

ケースB（濃度8,000Bq/kg）

No.	経路略称	単位土壤中濃度あたりの年間被ばく線量 [mSv/y per Bq/g]			10 μ Sv/y相当濃度 [Bq/kg]	年間被ばく線量 [mSv/y]
		Cs-134	Cs-137	Cs合計		
19	周辺居住者外部(成人)	1.5E-08	1.0E-09	1.0E-09	9.8E+08	5.1E-08
20	周辺居住者外部(子ども)	2.0E-08	1.3E-09	1.3E-09	7.5E+08	6.7E-08
21	利用者外部(成人)	1.3E-07	6.1E-08	6.1E-08	1.6E+08	4.9E-07
22	利用者外部(子ども)	1.7E-07	8.0E-08	8.0E-08	1.3E+08	6.4E-07

以上