

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所

第二種廃棄物埋設事業許可申請

廃棄物埋設施設への

グレーデッドアプローチの適用について

平成 30 年 2 月

日本原子力発電株式会社

本資料のうち ☐ は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

1. はじめに	1
2. 基本的考え方	3
3. 機能又は措置の喪失時の影響評価	3
3.1 移行抑制の機能喪失時の評価	3
3.2 遮蔽の機能喪失時の評価	24
3.3 飛散防止の措置喪失時の評価	34
3.4 参考文献	52
4. 機能又は措置の喪失時の影響評価結果	54
5. 廃棄物埋設施設の設計及び評価の考え方	55

1. はじめに

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請における第二種廃棄物埋設施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（以下「第二種埋設許可基準規則」という。）及び第二種廃棄物埋設施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「第二種埋設許可基準解釈」という。）への適合性については，実用発電用原子炉に対するガイド類及び新規制基準適合性審査を，適宜参考として行っている。

その中で，津波や地震の想定規模については，埋設施設のリスクの程度を踏まえ，第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈に明示されるグレード分けをした設定としている。

第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈への適合性評価に当たり，廃棄物埋設施設のリスクの程度を踏まえた合理的な設計とするため，試験研究用原子炉等に適用されている考え方^{※1}を参考とし，廃棄物埋設施設へのグレーデッドアプローチ^{※2}の適用について検討する。

※1：・試験研究用等原子炉施設への新規制基準の審査を踏まえた
グレーデッドアプローチ対応について（案）（平成 28 年 6
月 15 日 原子力規制委員会）

・核燃料施設等における竜巻・外部火災の影響による損傷の
防止に関する影響評価に係る審査ガイド（平成 28 年 11 月
30 日原子力規制委員会）

※2：「Fundamental Safety Principles, Safety Standards Series
No.SF-1（IAEA）」によれば，防護の最適化として「安全のため

に投入する資源及び規制の範囲と厳格さ並びにその適用は、放射線リスクの程度及びそれらの実用的な管理のしやすさに見合ったものでなければならない」とされており¹⁾、施設のリスクに応じた設計及び評価等を実施することである。

2. 基本的考え方

第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈では、廃棄物埋設施設としての「安全上重要な施設」は定義されていない。

そのため、廃棄物埋設施設のリスク評価を行い、公衆が受ける線量の評価値が、リスク評価につき 5mSv を超えないものを「安全上重要な施設を有しない施設」相当であると位置づけ、グレーデッドアプローチの適用対象施設と判断する。

3. 機能又は措置の喪失時の影響評価

廃棄物埋設施設のリスク評価として、廃棄物埋設施設に期待する機能又は廃棄物埋設施設に施す措置が喪失する状態を仮定する。

廃棄物埋設施設に期待する機能として、「移行抑制の機能」又は「遮蔽の機能」が喪失した場合のリスク評価を実施する。

また、廃棄物埋設施設に施す措置として、「放射性物質の飛散防止の措置」が喪失した場合のリスク評価を実施する。

3.1 移行抑制の機能喪失時の評価

移行抑制の機能とは、埋設された放射性廃棄物から漏出した放射性物質の生活圏への移行を抑制することで、放射性物質の移行を抑制することによる放射性物質の減衰を期待し、公衆が受ける線量を低くする機能である。

リスク評価として、放射性物質が地下水を経由して海に移行する被ばく経路において、移行抑制の機能が喪失した場合の評価を実施する。

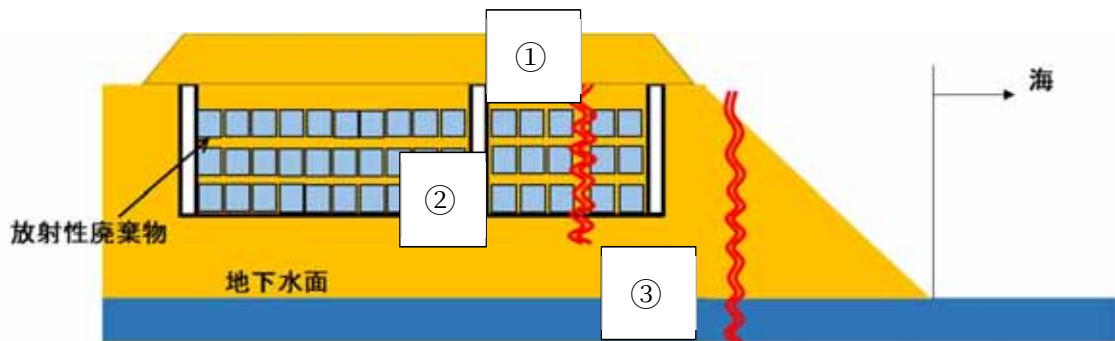
(1) 廃棄物埋設地の状態

廃棄物埋設地は 55 区画全ての埋設作業が終了した状態を想定する。

放射エネルギーは、評価開始まで漏出及び移行せずに、また、減衰しないものとして評価する。

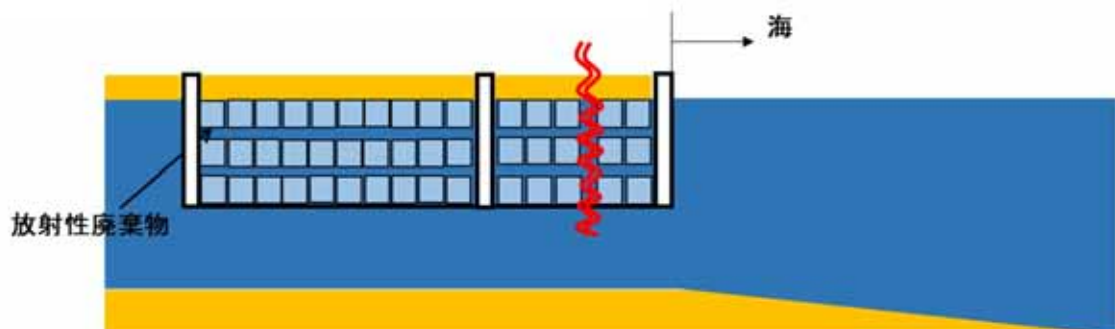
リスク評価の評価イメージを第 1 図に示す。

○ 管理期間終了後の評価概略図



部位	移行抑制の機能を期待する内容
①	降雨等による土砂の浸透水量の低減による放射性物質の移行量の減少
②	土砂への放射性物質の収着による移行遅延及び放射性物質の減衰
③	土壌への放射性物質の収着による移行遅延及び放射性物質の減衰
	地下水の移行による放射性物質の減衰
	土壌中での放射性物質の分子拡散による放射性物質濃度の変化

○ リスク評価概略図



No.	リスク評価における条件の変更
1	最上段の放射性廃棄物の上面まで地下水で浸漬した状態を想定し、常に放射性廃棄物が水に接する想定とする。
2	土砂及び土壌への放射性物質の収着を考慮しない想定とする。
3	廃棄物埋設地から海までは距離がない想定とする。
4	分子拡散を考慮しない想定とする。

第 1 図 リスク評価イメージ

(2) 評価式

被ばく線量評価については、東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請書(以下「事業許可申請書」という。)に記載した廃棄物埋設施設の廃止措置の開始以後(以下「管理期間終了後」という。)の評価と同様の評価式を用い、移行抑制の機能を期待する部位のパラメータを変更することで公衆が受ける線量を評価する。

廃棄物埋設地から移行する放射性物質の量、帯水層に移行する放射性物質の量及び海産物摂取による内部被ばくの量に分けて順次評価を行う。

a. 廃棄物埋設地から移行する放射性物質の量

放射性廃棄物に地下水が接触することにより、放射性廃棄物中の放射性物質が漏出する。漏出した放射性物質は、施設内の土砂に収着及び脱着されながら廃棄物埋設地外に移行していくことから以下により計算する。

時間 t における放射性核種 i の漏出量は、次式を用いて計算する。

$$A_D(t,i) = S_D \cdot V_D \cdot C_D(t,i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$A_D(t,i)$: 時間 t における放射性核種 i の漏出量 (Bq/y)

t : 廃棄物埋設後の経過時間 (y)

S_D : 廃棄物埋設地平面積 (m^2)

V_D : 年間浸透水量 ($\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{y})$)

$C_D(t,i)$: 時間 t における放射性核種 i の廃棄物埋設地内間隙水中濃度 (Bq/ m^3)

時間 t における放射性核種 i の廃棄物埋設地内間隙水中濃度は、次式を

用いて計算する。

$$S_D \cdot H_D \cdot R_D(i) \cdot \frac{dC_D(t,i)}{dt} = -S_D \cdot V_D \cdot C_D(t,i) + \eta(i) \cdot A_w(i) \cdot \exp(-(\lambda(i) + \eta(i)) \cdot t) - \lambda(i) \cdot S_D \cdot H_D \cdot R_D(i) \cdot C_D(t,i) \quad \dots\dots\dots (2)$$

- H_D : 廃棄物層深さ (m)
- $R_D(i)$: 廃棄物埋設地内の放射性核種 i の平均収着係数 (—)
- $\eta(i)$: 放射性核種 i の廃棄物からの溶出率 (1/y)
- $\lambda(i)$: 放射性核種 i の崩壊定数 (1/y) ; $=\ln 2/T_{1/2}(i)$
- $T_{1/2}(i)$: 放射性核種 i の半減期 (y)
- $A_w(i)$: 廃棄物受入れ時の放射性核種 i の総放射能量 (Bq)

廃棄物埋設地内の放射性核種 i の平均収着係数は、次式を用いて計算する。

$$R_D(i) = \sum_j P_D(j) \cdot (\varepsilon_D(j) + (1 - \varepsilon_D(j)) \cdot \rho_D(j) \cdot K_D(j,i)) \quad \dots\dots\dots (3)$$

- $P_D(j)$: 廃棄物埋設地内の媒体 j の体積割合 (—)
- $\varepsilon_D(j)$: 廃棄物埋設地内の媒体 j の間隙率 (—)
- $\rho_D(j)$: 廃棄物埋設地内の媒体 j の粒子密度 (kg/m³)
- $K_D(j,i)$: 廃棄物埋設地内の媒体 j の放射性核種 i の
収着分配係数 (m³/kg)

b. 帯水層に移行する放射性物質の量

本施設から漏出した放射性核種は、本施設の直下にある帯水層に流入し、帯水層内の土砂に収着及び脱着されながら地下水中を下流側へ移行していく。

帯水層に流れ込む面積は廃棄物埋設地の平面積と同一とし、帯水層の厚さは一定、土壌の間隙率及び密度は一樣と仮定する。また、地下水の流向

は東西方向に一樣なので、東西方向の 1 次元（以下「x 方向」とする。）の方向にのみ一定速度で流れているとし、x 方向の分散係数においては、分散を考慮せず分子拡散係数のみで設定する。

以上より、以下のように計算する。

地下水中の時間 t における放射性核種 i の濃度は、次式を用いて計算する。

$$\begin{aligned} \varepsilon_{GW} \cdot R_{GW}(i) \cdot \frac{\partial C_{GW}(x,t,i)}{\partial t} = & \varepsilon_{GW} \cdot D_X \cdot \frac{\partial^2 C_{GW}(x,t,i)}{\partial x^2} - V_{GW} \cdot \frac{\partial C_{GW}(x,t,i)}{\partial x} \\ & - \varepsilon_{GW} \cdot R_{GW}(i) \cdot \lambda(i) \cdot C_{GW}(x,t,i) + \frac{A_{GW}(x,t,i)}{L_D \cdot W_D \cdot H_{GW}} \end{aligned} \quad (4)$$

$C_{GW}(x,t,i)$: 時間 t , 位置 x における地下水中の放射性核種 i の濃度 (Bq / m³)

$R_{GW}(i)$: 放射性核種 i の帯水層遅延係数 (—)

ε_{GW} : 帯水層土壌の間隙率 (—)

D_X : x 方向の分散係数 (m²/y)

V_{GW} : 地下水流速 (ダルシー流速) (m/y)

$A_{GW}(x,t,i)$: 時間 t , 位置 x における帯水層への放射性核種 i の年間流入量 (Bq/y)

L_D : 廃棄物埋設地の長さ (m)

W_D : 廃棄物埋設地の幅 (m)

H_{GW} : 帯水層の厚さ (m)

帯水層の遅延係数は、次式を用いて計算する。

$$R_{GW}(i) = 1 + \frac{1 - \varepsilon_{GW}}{\varepsilon_{GW}} \cdot \rho_{GW} \cdot K_{GW}(i) \dots\dots\dots (5)$$

ρ_{GW} : 帯水層土壌の粒子密度 (kg/m³)

$K_{GW}(i)$: 帯水層土壌における放射性核種 i の収着分配係数 (m^3/kg)

x 方向の分散係数は、次式を用いて計算する。

$$D_X = D_{GW} \dots\dots\dots (6)$$

D_{GW} : 帯水層の分子拡散係数 (m^2/y)

帯水層への時間 t における放射性核種 i の年間流入量は、次式を用いて計算する。

$$A_{GW}(x, t, i) = \begin{cases} A_D(t, i) & (-L_D \leq x \leq 0) \\ 0 & (x < -L_D, 0 < x) \dots\dots\dots \end{cases} \quad (7)$$

c. 海産物摂取による内部被ばくの量

放射性物質は、帯水層から地下水を経由して海に移行し、海に移行した放射性物質は海産物に取り込まれると仮定する。放射性物質を取り込んだ海産物を摂取した場合に内部被ばくする可能性があるため、放射性物質ごとの海産物への濃縮割合や一般的な海産物の摂取量などをパラメータとして、以下のように計算する。

時間 t における海への放射性核種 i の移行量は、次式を用いて計算する。

$$A_{SW}(t, i) = W_D \cdot H_{GW} \cdot \left\{ V_{GW} \cdot C_{GW}(X_{SW}, t, i) - \varepsilon_{GW} \cdot D_X \cdot \frac{\partial C_{GW}(x, t, i)}{\partial x} \Big|_{x=X_{SW}} \right\} \cdot (8)$$

$A_{SW}(t, i)$: 時間 t における海への放射性核種 i の移行量
(Bq/y)

X_{SW} : 廃棄物埋設地下流端から海までの距離 (m)

時間 t における海水中的放射性核種 i の濃度は、次式を用いて計算する。

$$C_{SW}(t, i) = \frac{A_{SW}(t, i)}{V_{SW}} \dots\dots\dots (9)$$

$C_{SW}(t, i)$: 時間 t における海水中的放射性核種 i の濃度
(Bq/ m^3)

V_{SW} : 評価海域の海水交換水量 (m^3/y)

時間 t における海産物摂取による公衆の内部被ばく線量は、次式を用いて計算する。

$$D_{SWING}(t) = \sum_i \sum_m C_{SW}(t, i) \cdot R_{SW}(m, i) \cdot Q_{SW}(m) \cdot G_{SW}(m) \cdot D_{CFING}(i) \quad \cdot (10)$$

$D_{SWING}(t)$: 時間 t における海産物摂取に伴う内部被ばく線量 (Sv/y)

$R_{SW}(m, i)$: 放射性核種 i の海産物 m への濃縮係数 (m^3/kg)

$Q_{SW}(m)$: 海産物 m の年間摂取量 (kg/y)

$G_{SW}(m)$: 評価海域における海産物 m の市場係数 (—)

$D_{CFING}(i)$: 放射性核種 i の経口摂取内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

(3) 評価パラメータ

廃棄物埋設地に埋設した放射性廃棄物の放射エネルギーとして、事業許可申請書に記載した総放射エネルギーを用いて評価を行う。第1表に評価に使用する総放射エネルギーを示す。

リスク評価に使用するパラメータを第2表に示す。下線部で示すパラメータは、事業許可申請書の管理期間終了後の評価で用いるパラメータから変更した箇所を示す。

第 1 表 総放射能量

放射性物質の種類	総放射能量 (Bq)
H-3	1.4×10^{12}
C-14	1.2×10^{10}
Cl-36	4.6×10^{10}
Ca-41	3.4×10^9
Co-60	1.3×10^{11}
Ni-63	6.6×10^{10}
Sr-90	1.7×10^9
Cs-137	9.1×10^8
Eu-152	5.6×10^{10}
Eu-154	2.5×10^9
全 α	1.4×10^8

第 2 表 リスク評価における評価パラメータ

記号	パラメータ	数値	設定根拠等
S_D	廃棄物埋設地平面積 (m^2)		
V_D	年間浸透水量 ($\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{y})$)		
H_D	廃棄物層深さ (m)		
$\eta(i)$	放射性核種 i の廃棄物からの溶出率 ($1/\text{y}$)		
$T_{1/2}(i)$	放射性核種 i の半減期 (y)		
$P_D(j)$	廃棄物埋設地内の媒体 j の体積割合 (—)		

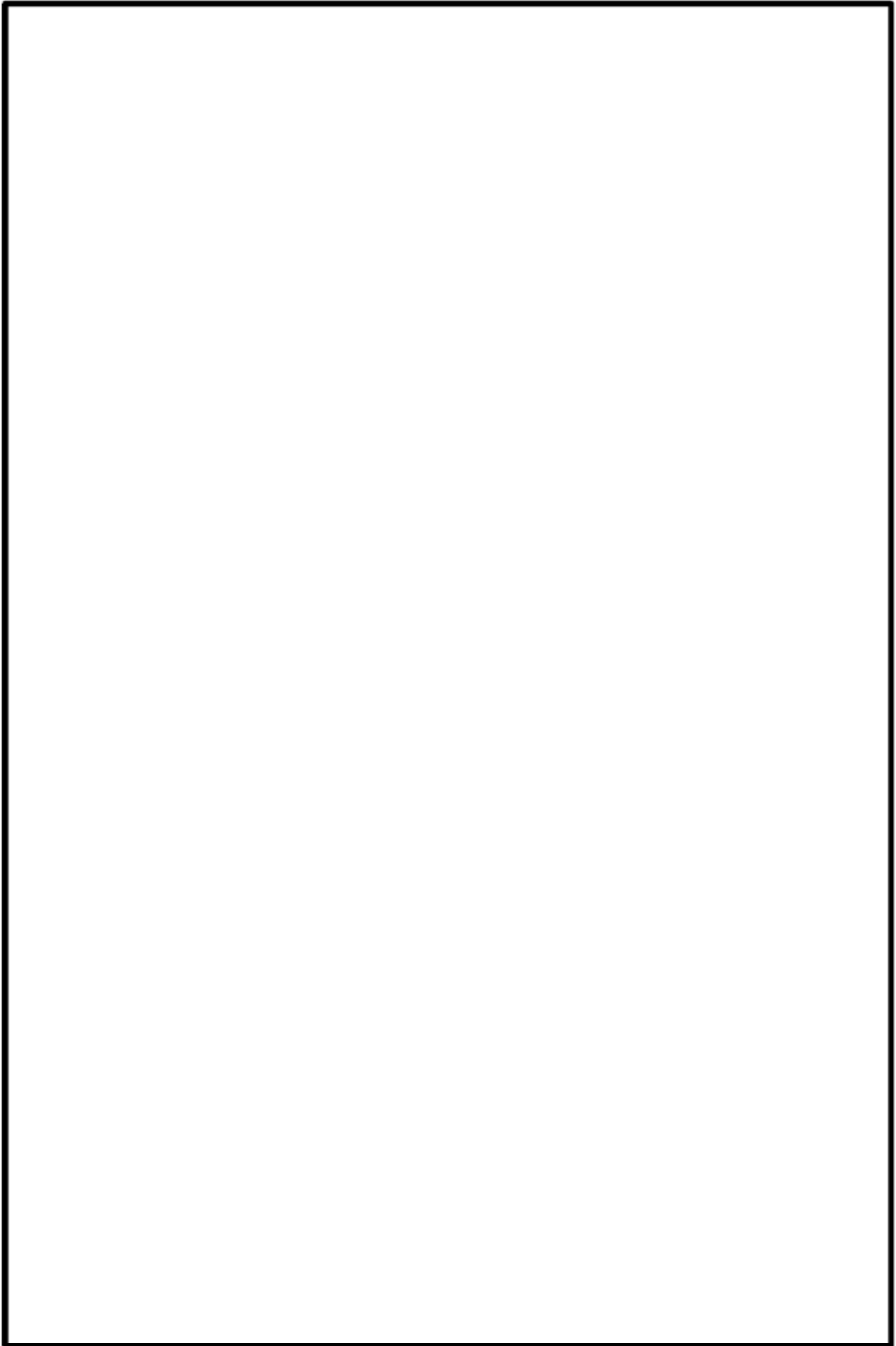
記号	パラメータ	数値	設定根拠等
$\varepsilon_D(j)$	廃棄物埋設地内の 媒体 j の間隙率 (—)		
$\rho_D(j)$	廃棄物埋設地内の 媒体 j の粒子密度 (kg/m ³)		
$K_D(j,i)$	廃棄物埋設地内の 媒体 j の放射性核 種 i の収着分配係 数 (m ³ /kg)		
ε_{GW}	帯水層土壌の間隙 率 (—)		
V_{GW}	地下水流速 (ダル シー流速) (m/y)		
L_D	廃棄物埋設地の長 さ (m)		
W_D	廃棄物埋設地の幅 (m)		
H_{GW}	帯水層の厚さ (m)		

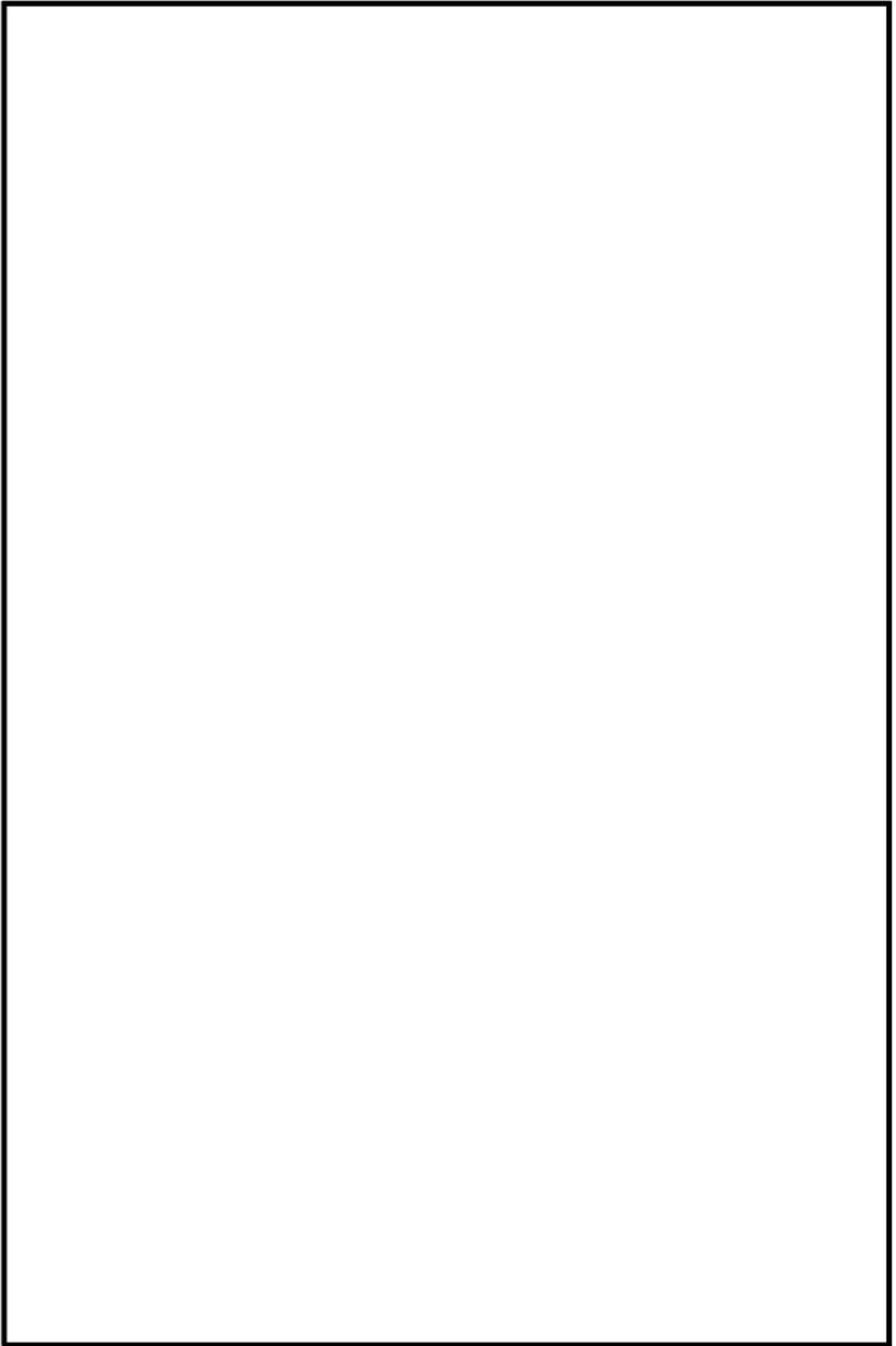
記号	パラメータ	数値	設定根拠等
ρ_{GW}	帯水層土壌の粒子密度 (kg/m^3)		
$K_{GW}(i)$	帯水層土壌における放射性核種 i の収着分配係数 (m^3/kg)		
D_{GW}	帯水層の分子拡散係数 (m^2/y)		
X_{SW}	廃棄物埋設地下流端から海までの距離 (m)		
V_{SW}	評価海域の海水交換水量 (m^3/y)		

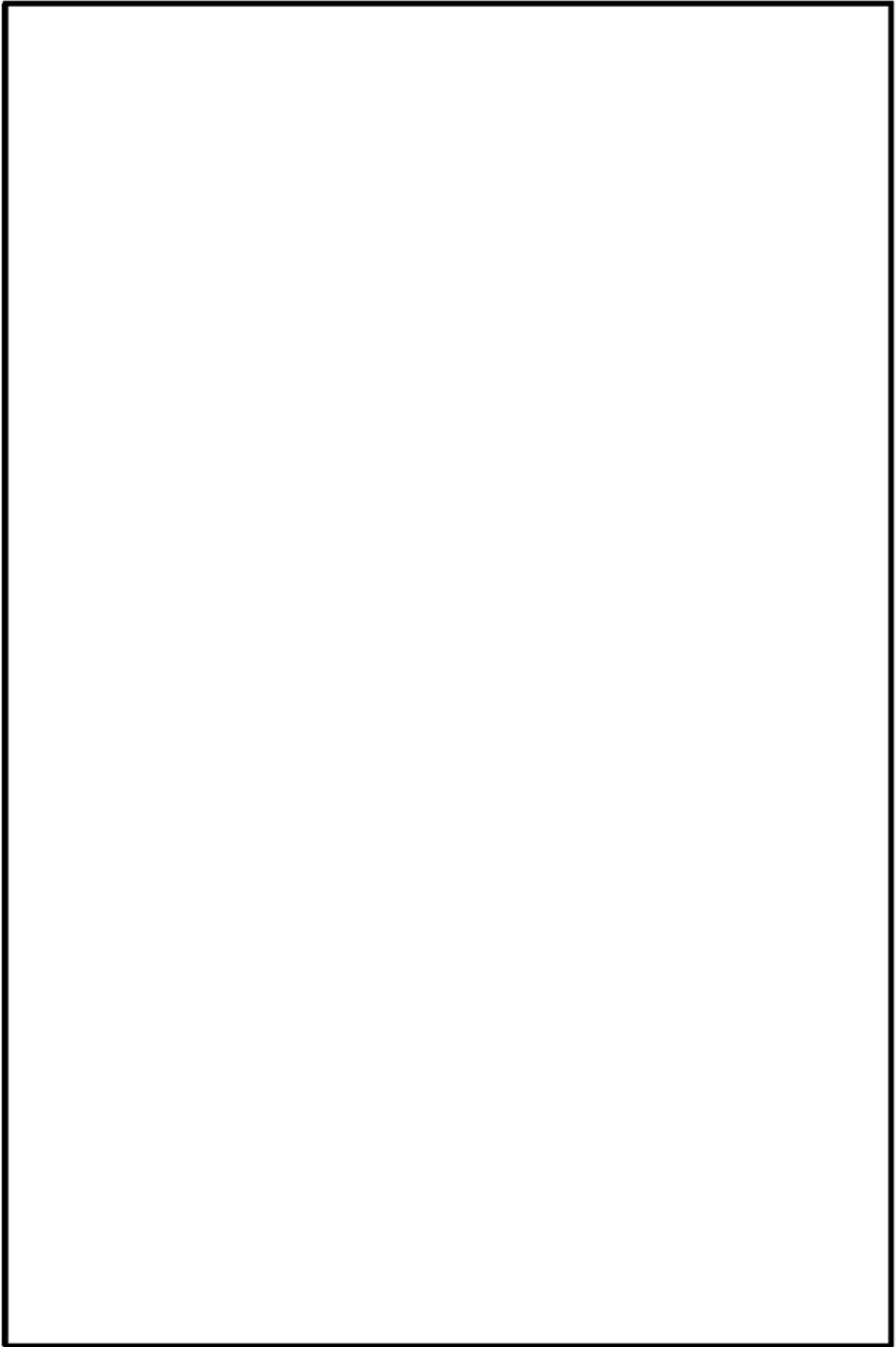
記号	パラメータ	数値	設定根拠等
$R_{sw}(m,i)$	放射性核種 i の 海産物 m への濃 縮係数 (m^3/kg)		

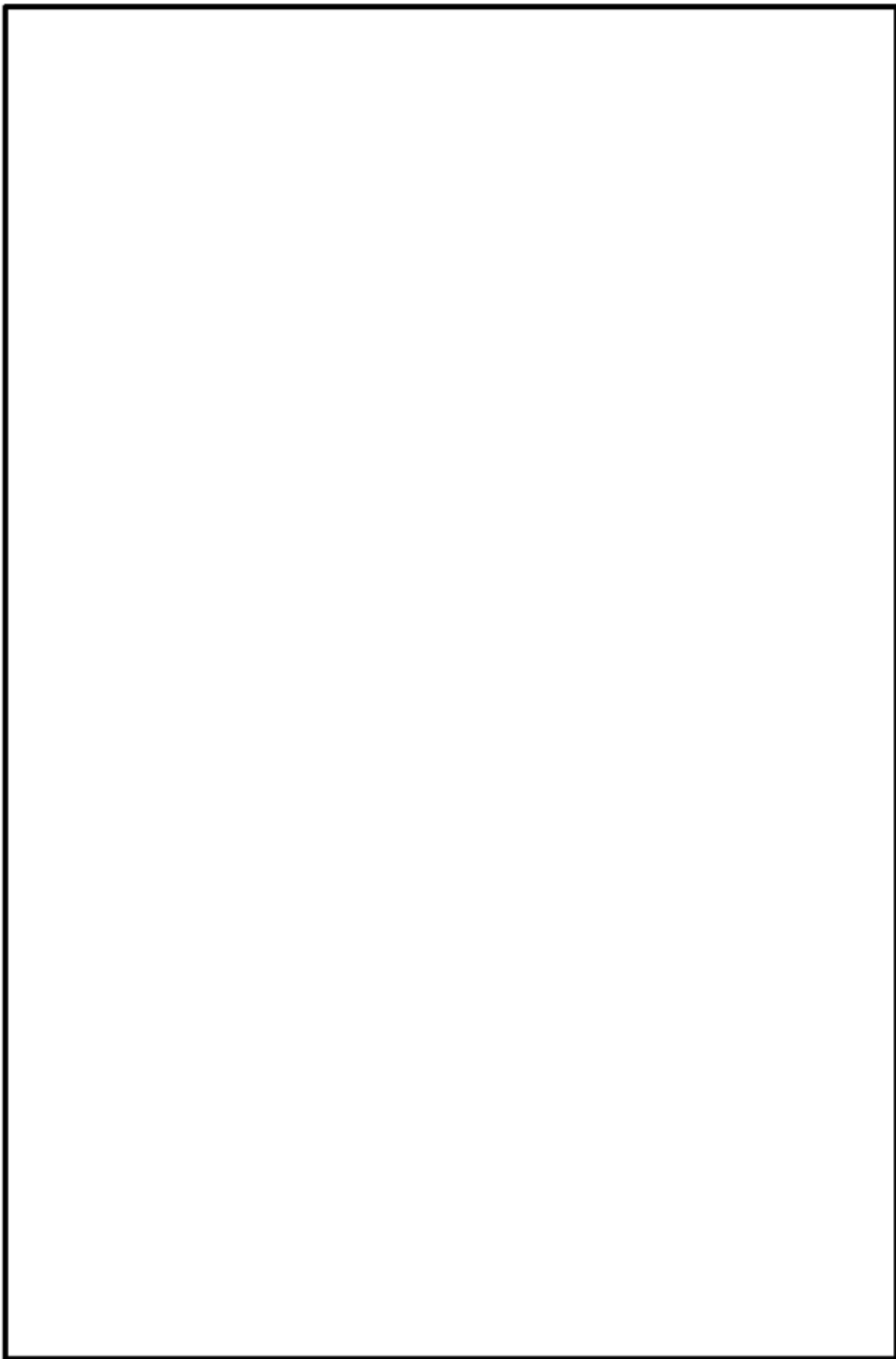
記号	パラメータ	数値	設定根拠等
$Q_{SW}(m)$	海産物 m の年間 摂取量 (kg/y)		
$G_{SW}(m)$	評価海域におけ る海産物 m の市 場係数 (－)		
$D_{CFING}(t)$	放射性核種 i の 経口摂取内部被 ばく線量換算係 数 (Sv/Bq)		

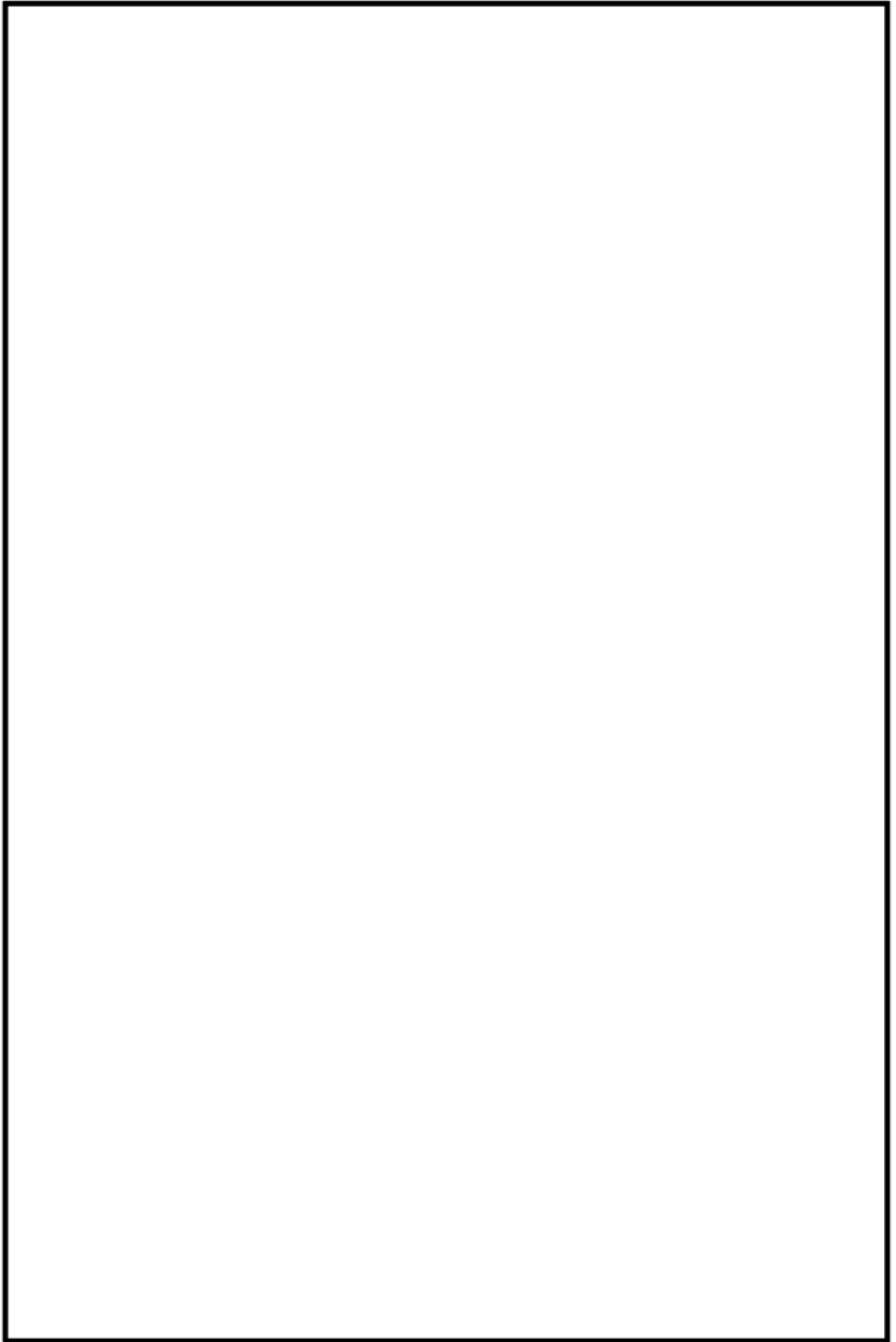
--

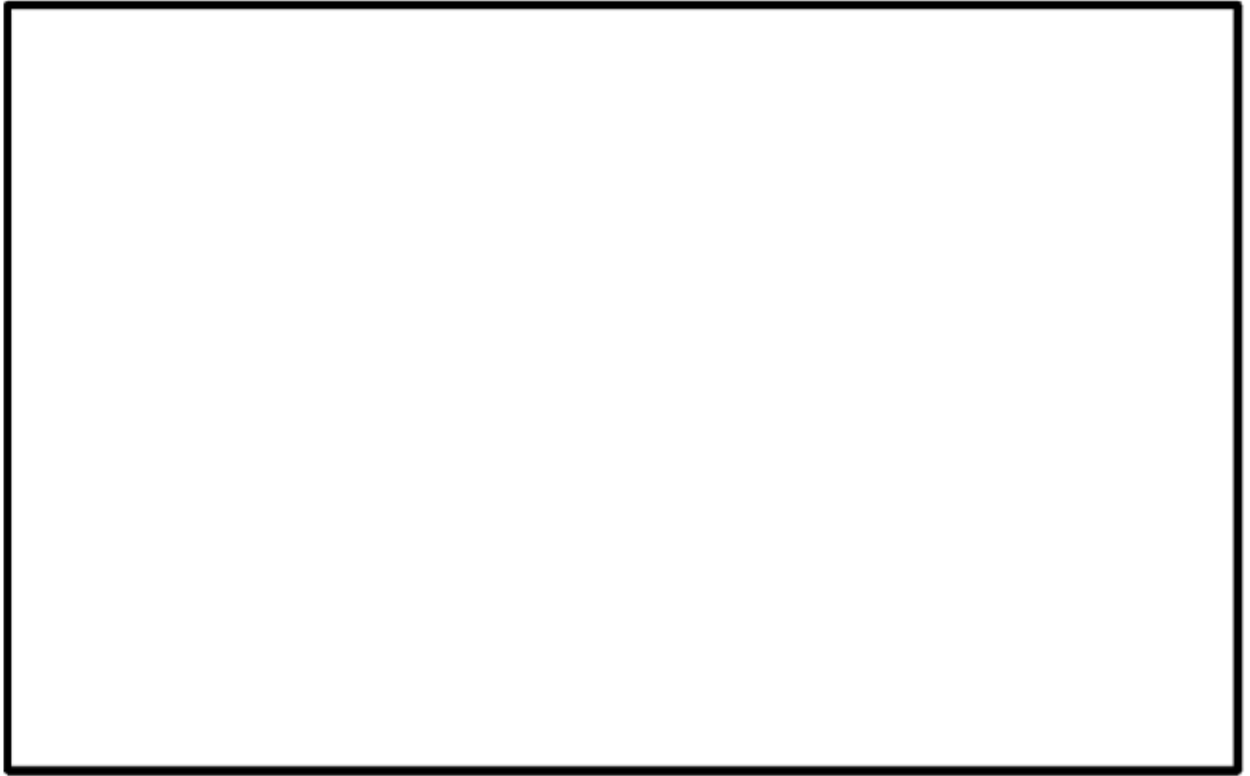












(4) 被ばく線量の評価結果

(2)の評価式，(3)の第1表及び第2表の評価パラメータを用いて評価を行った。

放射性物質が地下水を経由して海に移行する被ばく経路において，移行抑制の機能が喪失した場合のリスク評価を行った結果，約 0.11mSv/y となり，基準値 (5mSv) を下回った。

3.2 遮蔽の機能喪失時の評価

遮蔽の機能とは、廃棄物埋設地からの外部放射線による影響を遮蔽物等により低減することにより公衆が受ける線量を低くする機能である。

リスク評価として、54 区画の定置作業が終了し、55 区画目の定置作業中に遮蔽の機能が喪失した場合の評価を実施する。

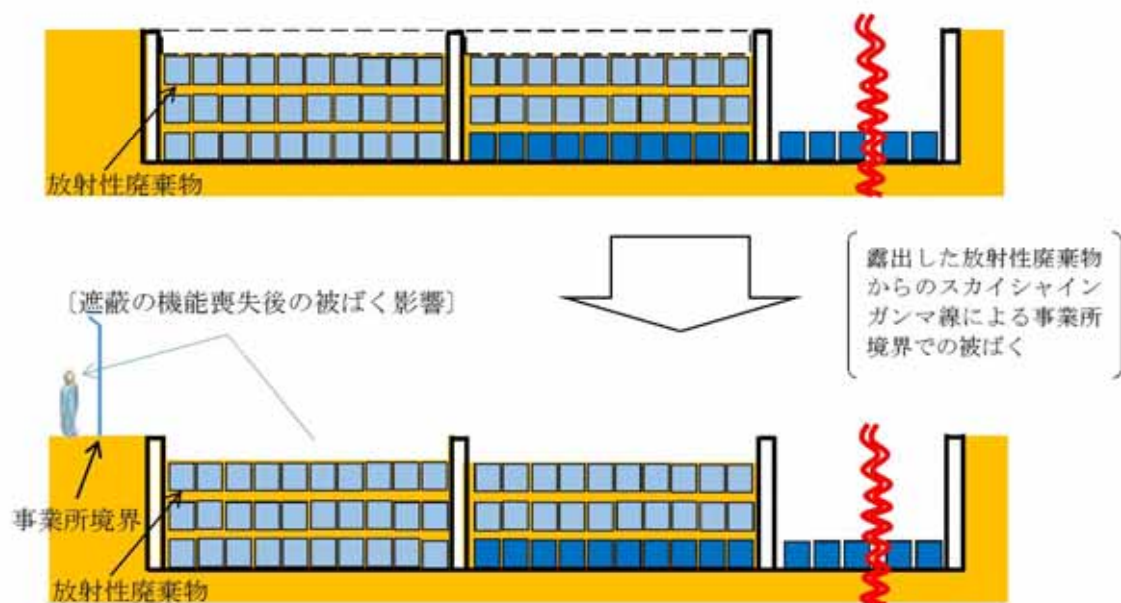
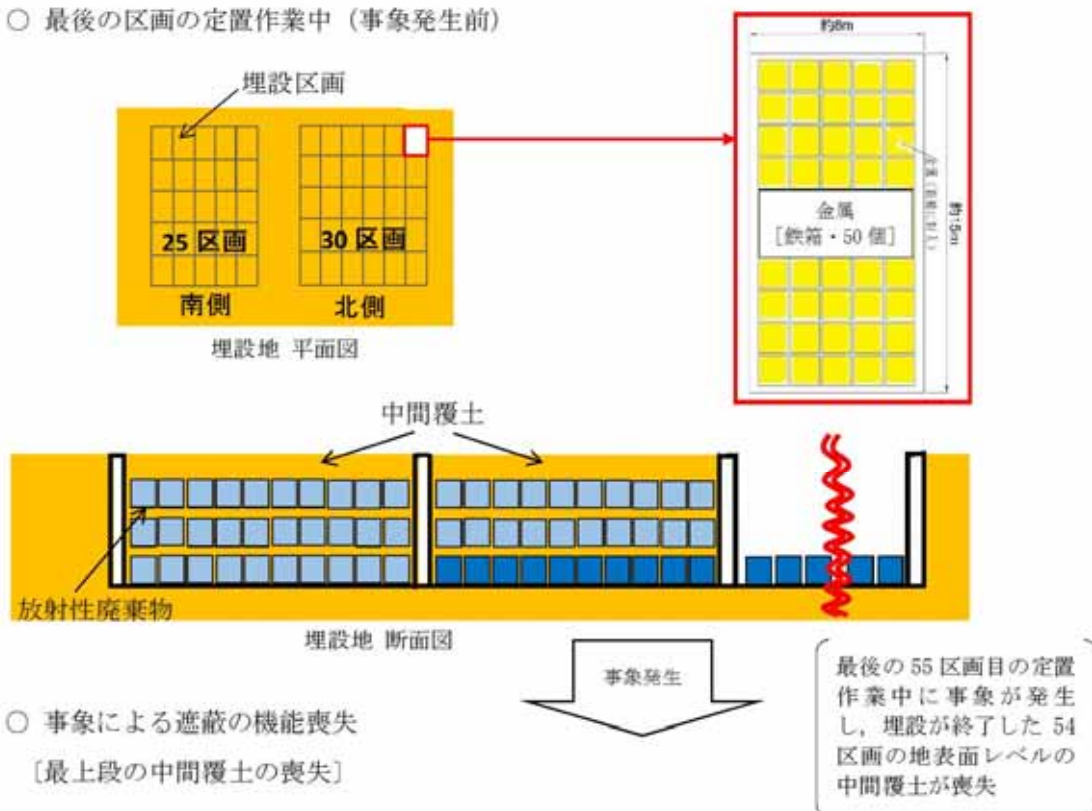
(1) 廃棄物埋設地の状態

埋設区画 55 区画のうち 54 区画の放射性廃棄物の定置作業が終了し、最後の 55 区画目の 1 段目（最下段）の定置作業中に事象が発生すると想定する。保守的に、最上段の中間覆土が終了した 54 区画の最上段の中間覆土が喪失した状態を想定する。

なお、表面線量率が $10 \mu\text{Sv/h}$ 以上で $300 \mu\text{Sv/h}$ 未満の放射性廃棄物（以下「 $300 \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物」という。）は埋設区画の最下段にのみ埋設するため、定置作業及び最上段の中間覆土が終了した 54 区画の最上段に定置される放射性廃棄物は表面線量率が $10 \mu\text{Sv/h}$ 未満の放射性廃棄物（以下「 $10 \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物」という。）が定置されており、最下段の定置作業中の 55 区画目には表面線量率が $300 \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物が定置されている状態を設定する。

リスク評価の評価イメージを第 2 図に示す。

○ 最後の区画の定置作業中（事象発生前）



第 2 図 リスク評価イメージ

(2) 埋設する放射性廃棄物の種類

金属（鉄箱）、コンクリートガラ（フレキシブルコンテナ）及びコンクリートブロック（プラスチックシート）の3種類とする。

(3) 遮蔽の機能喪失時の評価対象

最上段の中間覆土が喪失した場合、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により事業所境界で公衆が受ける線量を評価することが考えられるが、直接ガンマ線の評価は、放射性廃棄物からのガンマ線が評価対象者に直接到達する場合の被ばく線量を評価するものであることから、放射性廃棄物が地表面より上で取り扱われている状態を対象として評価することになり、本リスク評価では評価対象としない。

よって、遮蔽の機能喪失時の評価対象は、定置された放射性廃棄物からのスカイシャインガンマ線により事業所境界で公衆が受ける線量を評価することとする。

(4) 遮蔽の機能喪失時のスカイシャインガンマ線の状態設定

スカイシャインガンマ線の評価は、定置した放射性廃棄物を対象とし、線源となる放射性廃棄物の状態及び遮蔽となる放射性廃棄物と中間覆土の状態を設定して影響を評価する。

評価には事業許可申請書の平常時評価で用いた評価モデルを使用する。

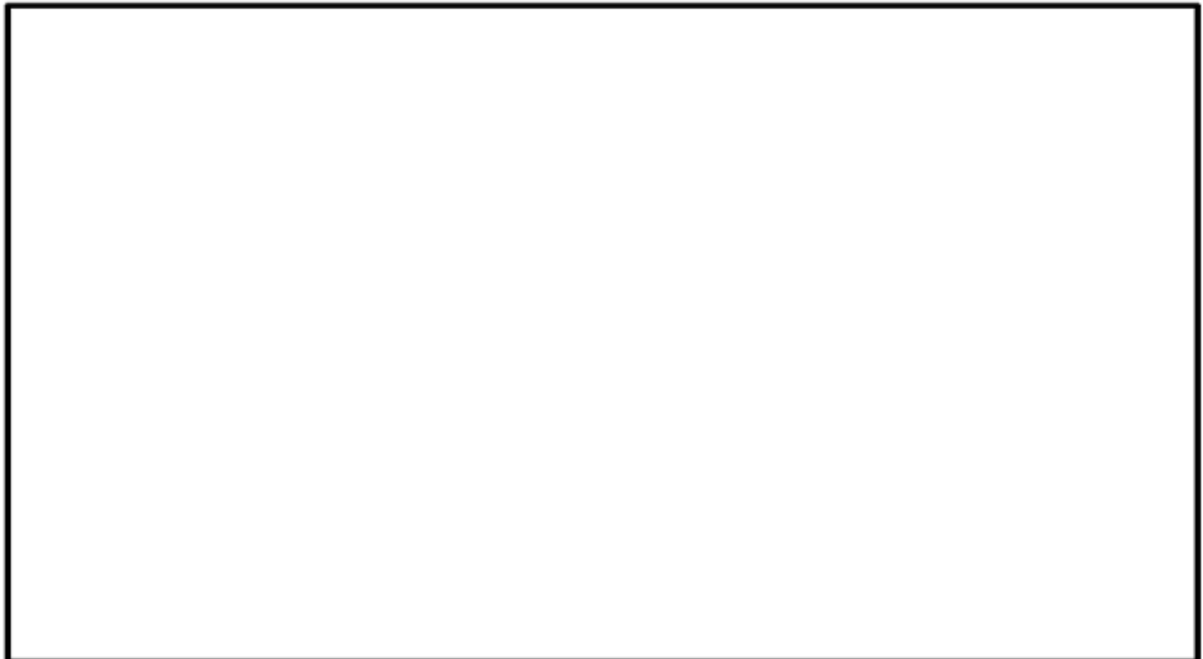
定置作業中の区画については $300 \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物を1区画1段分の定置が終了した状態を仮定し、公衆が受ける線量を評価する。

一方、遮蔽の機能が喪失した54区画については、1段目に定置

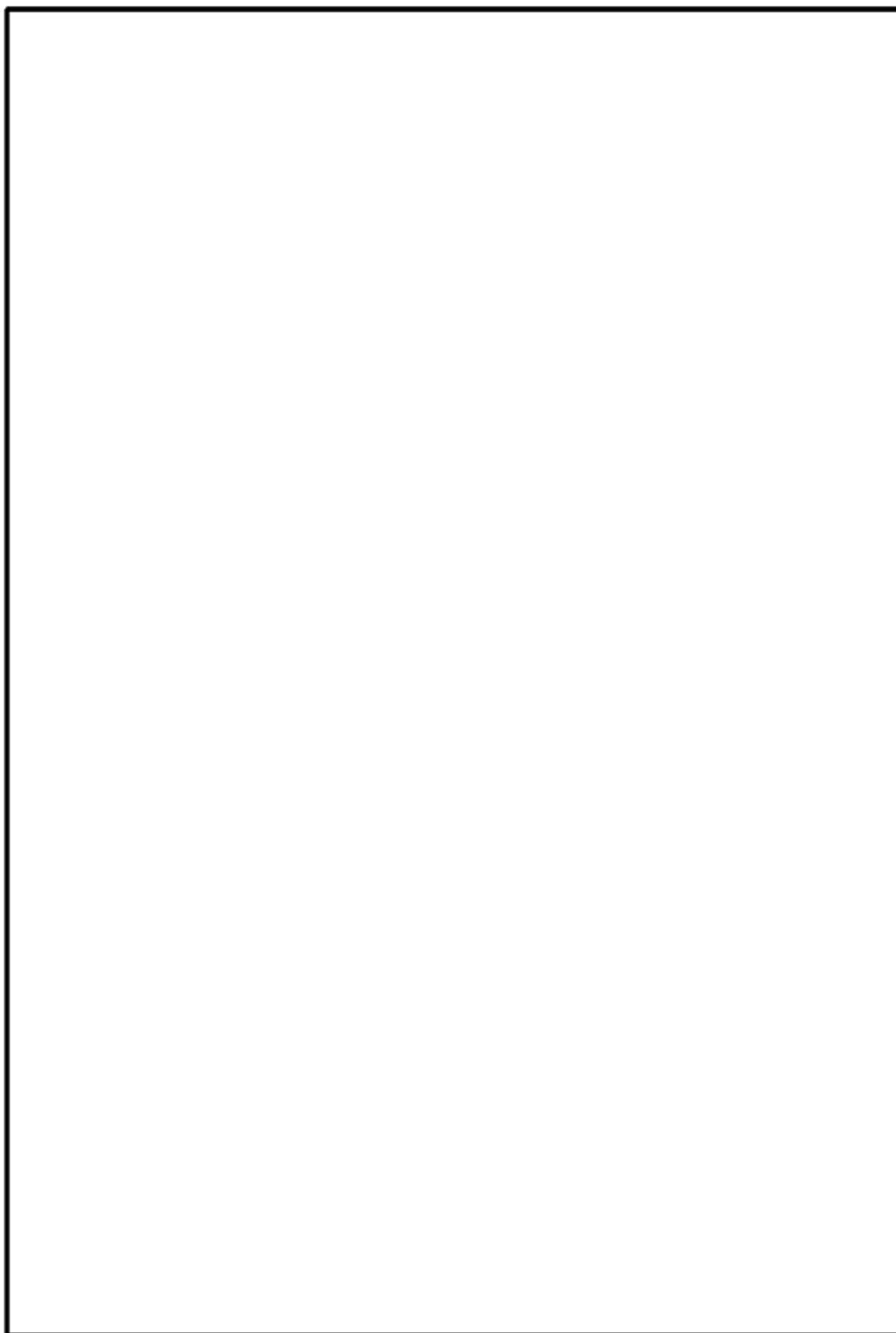
した放射性廃棄物，2 段目に定置した放射性廃棄物及び 3 段目に定置した放射性廃棄物からの影響により公衆が受ける線量を評価する。

以上により算出した線量を合計することで，遮蔽の機能喪失時の線量評価とする。

1 区画分の状態設定と 54 区画分の状態設定を第 3 図及び第 4 図に示す。



第 3 図 定置作業中の 1 区画分の状態設定



第 4 図 遮蔽の機能喪失時の 54 区画分の状態設定

(5) 単位放射能濃度当たりの被ばく線量

評価は単位放射能濃度 ($1\text{Bq}/\text{cm}^3$) にて、区画の地表面を結合点として、1次元輸送計算コード (ANISN) とガンマ線 1 回散乱計算コード (G33-GP2R) を組み合わせて計算する。

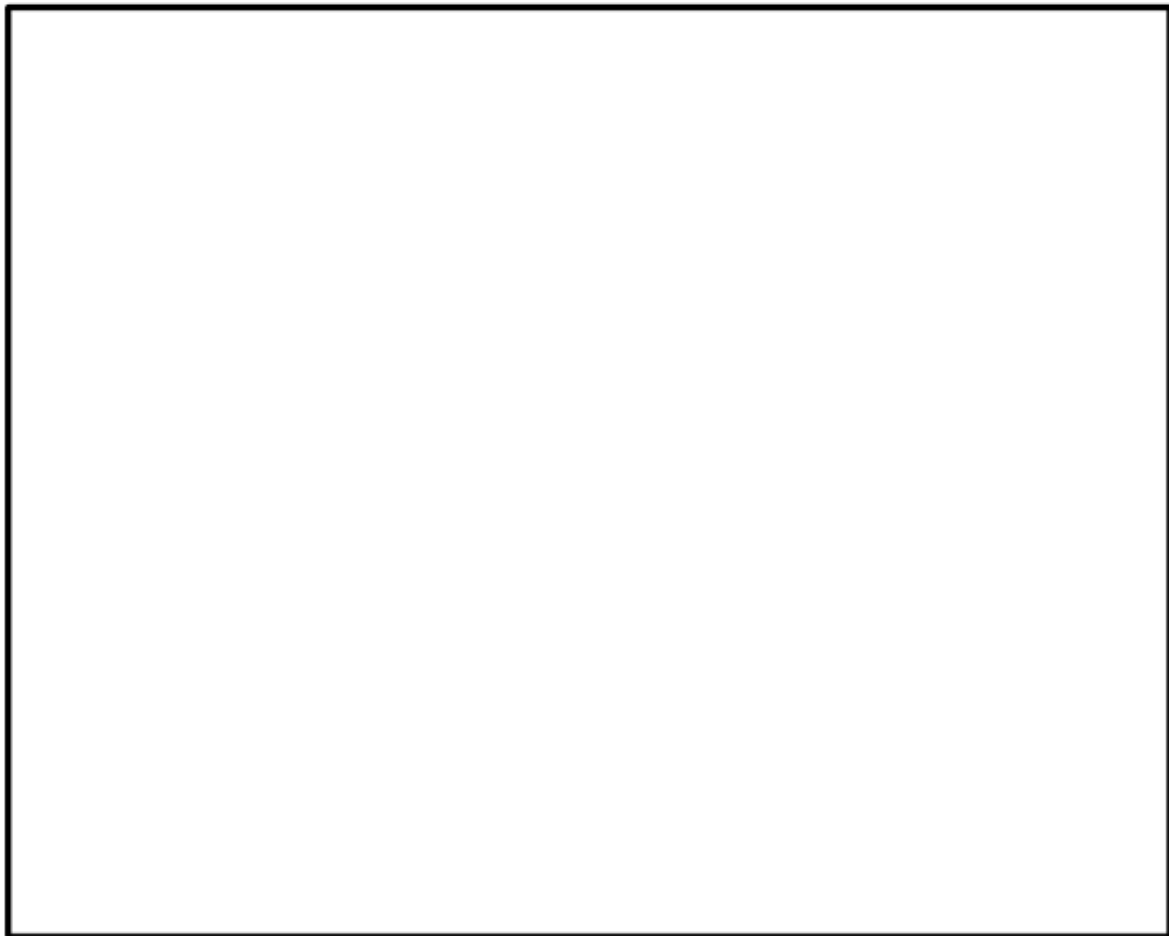
a. 計算に用いた計算コード及び計算方法

- (a) 区画の地表面におけるガンマ線の角度束を 1 次元輸送計算コード ANISN により算出する。
- (b) 区画の地表面を点線源の位置として、(a) で求めたガンマ線の角度束をガンマ線 1 回散乱計算コード G33-GP2R コードに入力し、単位面積あたりのスカイシャインガンマ線の実効線量率を算出する。
- (c) (b) で求めた単位面積あたりのスカイシャインガンマ線の実効線量率に散乱線の放出面積 (区画の底面積) を乗じてスカイシャインガンマ線の実効線量率を算出する。

b. 計算モデル

ANISN による計算モデルは、第 3 図及び第 4 図の状態設定図である。

G33-GP2R による 1 回散乱線の計算モデルを第 5 図に示す。



第 5 図 G33-GP2R による 1 回散乱線の計算モデル

c. 単位放射能濃度当たりの被ばく線量の計算結果

ANISN 及び G33-GP2R を組み合わせて計算した単位放射能濃度 ($1\text{Bq}/\text{cm}^3$) あたりの 1 区画からの被ばく線量を以下に示す。

(a) 金属

・ $10\ \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物

1 区画当たり，単位放射能濃度当たりの被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y})/(\text{Bq}/\text{cm}^3)$				
1 段目から	2 段目から	3 段目から	合計 (3 段分)	合計 (2 段目，3 段目)
1.12×10^{-3}	1.74×10^{-1}	8.18×10^{-1}	9.92×10^{-1}	9.91×10^{-1}

・ 300 μ Sv/h 廃棄物

1 区画当たり、単位放射能濃度当たりの被ばく線量 (μ Sv/y)/(Bq/cm ³)	
1 段目が 300 μ Sv/h 廃棄物 (2 段目、3 段目 10 μ Sv/h 廃棄物)	55 区画目の定置作業中
1.12×10^{-3}	8.06×10^{-1}

(b) コンクリートブロック

・ 10 μ Sv/h 廃棄物

1 区画当たり、単位放射能濃度当たりの被ばく線量 (μ Sv/y)/(Bq/cm ³)			
1 段目から	2 段目から	3 段目から	合計 (3 段分)
6.59×10^{-6}	7.04×10^{-2}	4.09×10^{-1}	4.80×10^{-1}

(c) コンクリートガラ

・ 10 μ Sv/h 廃棄物

1 区画当たり、単位放射能濃度当たりの被ばく線量 (μ Sv/y)/(Bq/cm ³)			
1 段目から	2 段目から	3 段目から	合計 (3 段分)
1.08×10^{-3}	1.43×10^{-1}	8.31×10^{-1}	9.75×10^{-1}

(6) 廃棄物の Co-60 濃度の算出

廃棄物の Co-60 濃度は、グループ (10 μ Sv/h 廃棄物, 300 μ Sv/h 廃棄物) ごとの放射能濃度 (Co-60 相当) と廃棄物層の廃棄物割合から算出する。

a. グループごとの放射能濃度 (Co-60 相当)

廃棄物種類		放射能濃度 (Bq/cm ³) (Co-60 濃度相当)
10 μ Sv/h 廃棄物	金属	
	コンクリートブロック	
	コンクリートガラ	
300 μ Sv/h 廃棄物	金属	

b. 廃棄物層の廃棄物割合の算出

廃棄物層の廃棄物割合は、廃棄物 1 個の内容積に 1 区画 1 段の廃棄物定置数を乗じ、1 区画 1 段の埋設体積で除した値である。

パラメータ	単位	金属	コンクリート ブロック	コンクリート ガラ
廃棄物 1 個の内容積	m ³			
1 区画 1 段の廃棄物定置数	個	50	128	60
1 区画の幅	m	15	15	15
1 区画の奥行	m	8	8	8
廃棄物層の高さ	m	1.085	0.90	0.80
廃棄物層の 廃棄物割合	-			

c. 廃棄物の Co-60 濃度の算出

10 μ Sv/h 廃棄物及び 300 μ Sv/h 廃棄物のグループごとの放射能濃度に廃棄物層の廃棄物割合を乗じて算出した値である。

廃棄物種類		放射能濃度 (Bq/cm ³) (Co-60 濃度相当)	廃棄物層の 廃棄物割合 (-)	廃棄物の Co-60 濃度 (Bq/cm ³)
10 μ Sv/h 廃棄物	金属			7.52×10^0
	コンクリート ブロック			1.83×10^1
	コンクリート ガラ			8.71×10^0
300 μ Sv/h 廃棄物	金属			2.28×10^2

(7) 被ばく線量の評価結果

埋設区画 55 区画のうち 54 区画の放射性廃棄物の定置作業が終了し、最後の 55 区画目の 1 段目（最下段）の定置作業中に遮蔽の機能が喪失する事象を想定し評価を行った結果、定置済みの放射性廃棄物からのスカイシャインガンマ線により事業所境界の公衆

が受ける線量は約 0.66mSv/y となり, 基準値(5mSv)を下回った。
評価結果を第 4 表に示す。

第 4 表 被ばく線量の評価結果

廃棄物種類等				被ばく線量 ($\mu\text{Sv/y}$)
10 $\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物	52 区画 (3 段分)	①	金属	3.88×10^2
		②	コンクリートブロック	4.42×10^2
		③	コンクリートガラ	4.56×10^2
10 $\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物 + 300 $\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物	2 区画	④	金属	1.54×10^1
300 $\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物	1 区画	⑤	金属	1.82×10^2
55 区画		③ + ④ + ⑤		6.54×10^2

3.3 飛散防止の措置喪失時の評価

放射性物質の飛散防止の措置とは、埋設する放射性廃棄物から放射性物質が空気中に飛散することを防止することにより公衆が受ける線量を低くする措置である。

リスク評価として、54 区画の定置作業が終了し、55 区画の定置作業中に飛散防止の措置が喪失した場合の評価を実施する。

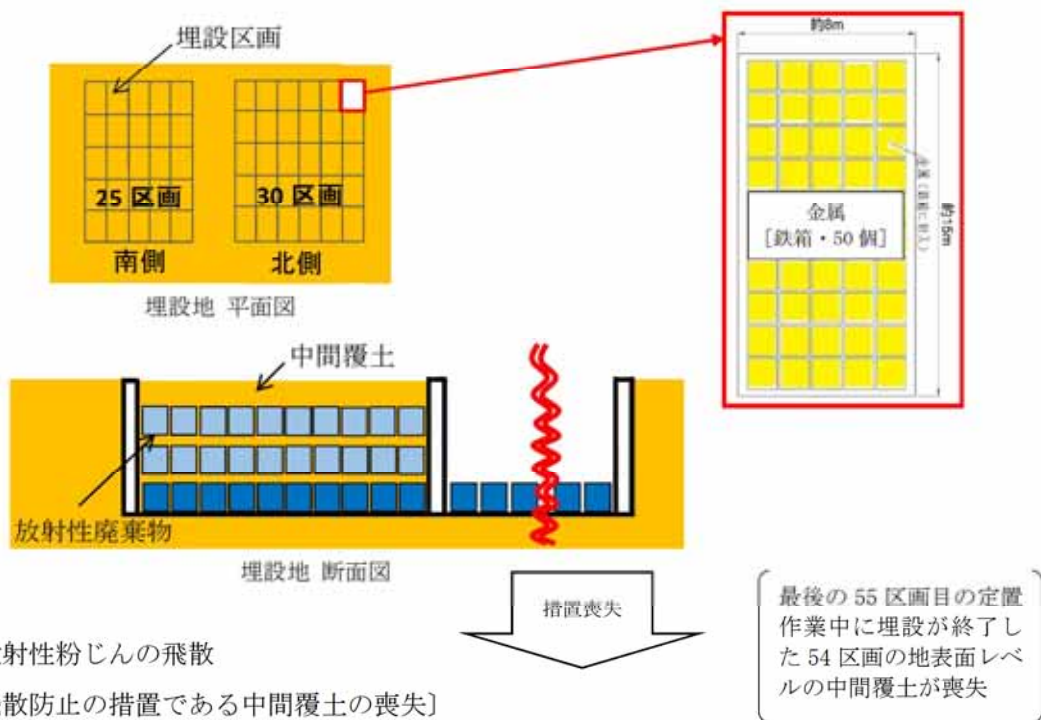
(1) 廃棄物埋設地の状態

埋設区画 55 区画のうち 54 区画の放射性廃棄物の定置作業が終了し、最後の 55 区画目の 1 段目（最下段）の定置作業中に放射性物質の飛散防止の措置が喪失すると想定する。保守的に、最上段の中間覆土が終了した 54 区画の最上段の中間覆土が喪失した状態を想定する。

なお、 $300\ \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物は埋設区画の最下段にのみ埋設するため、定置作業及び最上段の中間覆土が終了した 54 区画の最上段に定置される放射性廃棄物は $10\ \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物が定置されており、最下段の定置作業中の 55 区画目には $300\ \mu\text{Sv/h}$ 廃棄物が定置されている状態を設定する。

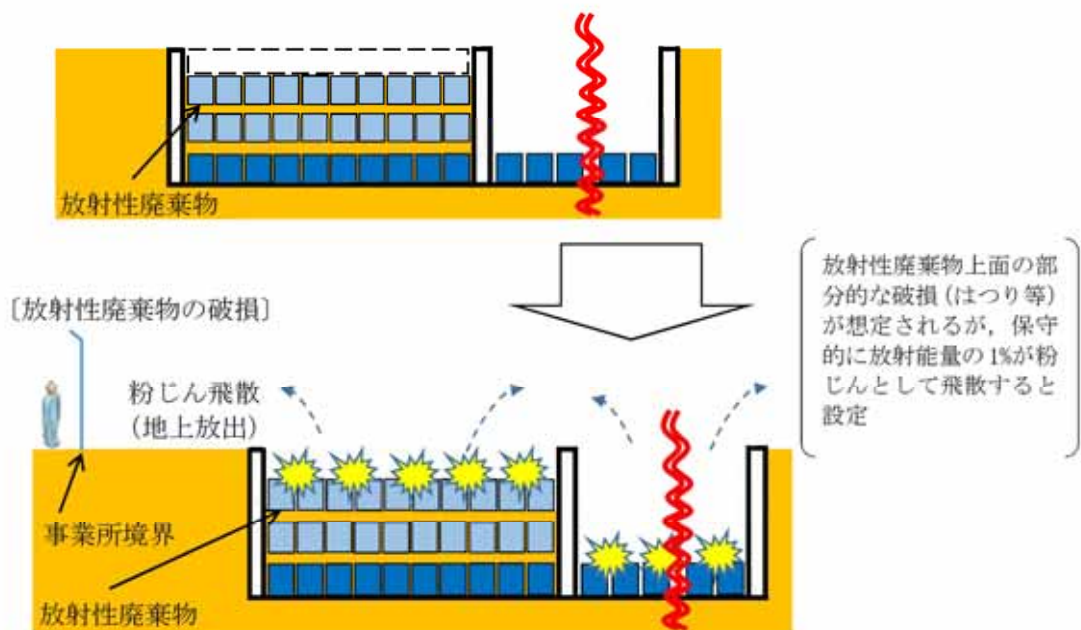
リスク評価イメージを第 6 図に示す。

○ 最後の区画の定置作業中



○ 放射性粉じんの飛散

[飛散防止の措置である中間覆土の喪失]



第 6 図 リスク評価イメージ

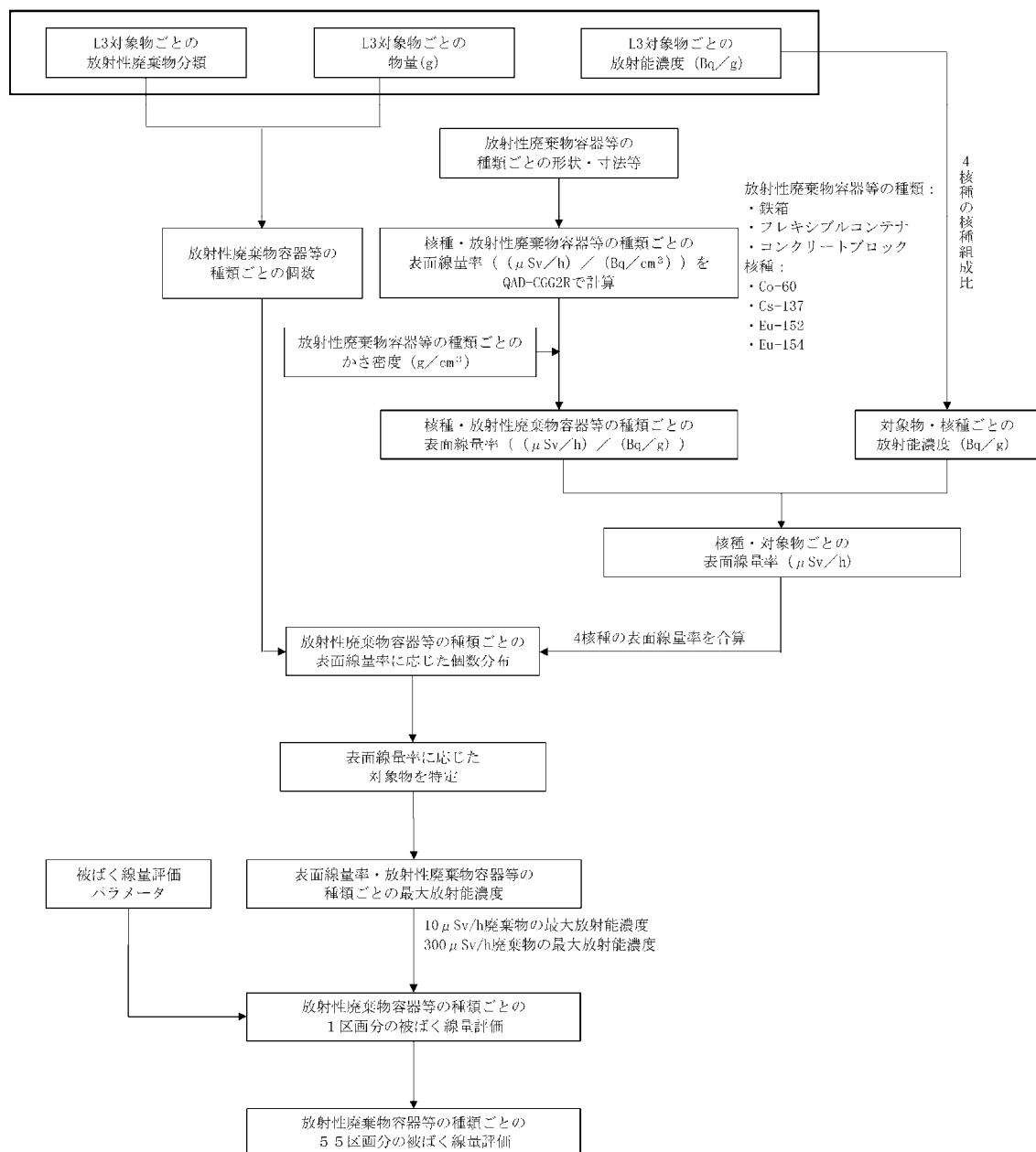
(2) 埋設する放射性廃棄物の種類

金属（鉄箱）、コンクリートガラ（フレキシブルコンテナ）、コンクリートブロック（プラスチックシート）の3種類とする。

(3) 放射性廃棄物の破損状況

放射性廃棄物の表面付近のみがはつられると考え、保守的に放射エネルギーの1%が粉じんとして飛散したと設定する。

線量評価について、第7図に評価フローを示す。



：「東海発電所廃止措置計画認可申請書」（平成25年3月8日認可）において評価

第 7 図 線量評価フロー

(4) 評価式

放射性廃棄物の表面付近のみがはつられ、保守的に放射エネルギーの1%が粉じんとして飛散した場合における事業所境界の空气中的放射性核種の濃度は次式で計算した。

$$C_B(i) = C_{WM}(i) \cdot W_W \cdot N_B \cdot R_B / T_{BD} \cdot (\chi/Q) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$C_B(i)$: 事業所境界の空気中の放射性核種 i の濃度 (Bq/m³)

$C_{WM}(i)$: 表面線量率ごとの廃棄物中の放射性核種 i の最大放射能濃度 (Bq/kg)

W_W : 放射性廃棄物 1 個当たりの重量 (kg)

N_B : 破損する放射性廃棄物の個数 (—)

R_B : 放射性廃棄物から粉じんが発生する割合 (—)

T_{BD} : 粉じんが放出される時間 (s)

χ/Q : 相対濃度 (s/m³)

次に、事象発生時に事業所境界に人が留まっている場合、その人が飛散した放射性核種の吸入により被ばくした線量については、式 (1) で求めた空気中の放射性核種の濃度を用いて次式で計算した。

$$D_{BINH} = \sum_i C_B(i) \cdot B_B \cdot T_B \cdot D_{CFINH}(i) \quad \dots\dots\dots (2)$$

D_{BINH} : 廃棄物破損時の放射性核種の吸入による内部被ばく線量 (Sv)

B_B : 評価対象者の呼吸量 (m³/h)

T_B : 粉じんの吸入時間 (h)

$D_{CFINH}(i)$: 放射性核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

(5) 評価パラメータ

a. 表面線量率ごとの放射性廃棄物中の最大放射能濃度の設定 ($C_{WM}(i)$)

10 μSv/h 廃棄物及び 300 μSv/h 廃棄物のそれぞれの最大放射能濃度を設定した。なお、最大放射能濃度の設定については、「東海発電所廃止措置計画認可申請書」(平成 25 年 3 月 8 日認可)に基づいて、ト

レンチ処分対象機器等（以下「L3 対象物」という。）ごとに評価した放射性廃棄物の分類、物量及び放射能濃度（原子炉停止 20 年後に減衰補正）を用いた。

(a) L3 対象物ごとの放射性廃棄物の分類及び物量を用いて、放射性廃棄物の分類ごとの放射性廃棄物容器等の種類及び個数を設定した。結果を第 5 表に示す。

(b) 放射性廃棄物容器等の種類ごとの表面線量率は、放射性廃棄物に含まれる放射性核種のうち、表面線量率に寄与する主な γ 線源である Co-60, Cs-137, Eu-152 及び Eu-154 の 4 核種ごとに鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの各放射性廃棄物 1 個の表面線量率を点減衰核積分法コード QAD-CGGP2R を用いて計算した。表面線量率の計算モデルを第 8 図に示す。

計算した鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの各放射性廃棄物 1 個の核種ごとの表面線量率 ($(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/cm}^3)$) の結果を第 6 表に示す。

(c) 鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの各放射性廃棄物 1 個の表面線量率 ($(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/cm}^3)$) とそれぞれの放射性廃棄物のかさ密度 (g/cm^3) を用いて、4 核種ごとの「単位濃度当たりの表面線量率 ($(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/g})$)」を算出した。算出した結果を第 7 表に示す。

(d) 表面線量率に寄与する γ 線源 4 核種のそれぞれの組成比を用いて算出した L3 対象物ごとの放射能濃度 (Bq/g) に第 6 表の単位濃度当たりの表面線量率 ($(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/g})$) を掛けて、L3 対象物ごとの 4 核種それぞれの表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) を以下に示す式を用いて算出した。

L3 対象物ごと 4 核種ごとの表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)

= L3 対象物ごと 4 核種ごとの放射能濃度 (Bq/g) $\times$

4 核種ごとの単位濃度当たりの表面線量率

$((\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq/g}))$

L3 対象物ごとに 4 核種の表面線量率を合算して、L3 対象物ごとの表面線量率を算出した。算出した L3 対象物ごとの表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) 及び第 5 表を用いて鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの表面線量率に応じた放射性廃棄物の個数分布を作成した。表面線量率に応じた放射性廃棄物の個数分布を第 8 表に示す。

(e) 以上により、表面線量率に応じた L3 対象物を特定し、 $10\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物及び $300\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物の最大放射能濃度 (Bq/g) を算出した。算出結果を第 9 表に示す。なお、最大放射能濃度は、組成比を用いて、評価対象核種 (11 核種) ごとの最大放射能濃度を算出した。

b. その他の評価パラメータ

a. で算出した最大放射能濃度以外の評価パラメータを第 10 表に示す。

(6) 被ばく線量の評価結果

(4) の評価式、第 9 表及び第 10 表の評価パラメータを用いて評価を行った。

1 区画分の最上段に埋設されている $10\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物が中間覆土がない状態で放射性廃棄物の一部 (放射エネルギーの 1%) を放射性粉じんとして飛散した時の被ばく線量を放射性廃棄物容器等の種類ごとに評価した結果、1 区画分の被ばく線量が最も高い放射性廃棄

物容器等の種類はフレキシブルコンテナ（コンクリートガラ）で約 0.0025mSv となり，54 区画分で約 0.13mSv となった。また，最後の 1 区画分（55 区画目）の 300 μ Sv/h 廃棄物の飛散防止の措置喪失時の被ばく線量は，約 0.0012mSv となり，これらを合算して 55 区画分の合計値は約 0.14mSv となり，基準値（5mSv）を下回った。評価結果を第 11 表に示す。

第 5 表 放射性廃棄物の分類ごとの放射性廃棄物容器等の
種類及び個数

放射性廃棄物の分類	放射性廃棄物容器等の種類	個数※
汚染金属ガス系	鉄箱	
汚染金属廃液系	鉄箱	
放射化金属	鉄箱	
放射化金属＋汚染金属ガス系	鉄箱	
汚染コンクリートガス系	フレキシブルコンテナ	
汚染コンクリート廃液系	フレキシブルコンテナ	
放射化コンクリート	プラスチックシート	

※:L3 対象物ごとの重量(ton)と放射性廃棄物 1 個当たりの重量(ton)

より算出

・鉄箱：

・フレキシブルコンテナ：

・プラスチックシート：

第 6 表 4 核種ごとの表面線量率

単位：((μ Sv/h) / (Bq/cm³))

核種	鉄箱	フレキシブル コンテナ	プラスチック シート
Co-60	7.804E-01	7.173E-01	3.615E-01
Cs-137	1.412E-01	1.489E-01	7.325E-02
Eu-152	3.328E-01	3.277E-01	1.633E-01
Eu-154	3.824E-01	3.686E-01	1.841E-01

第 7 表 放射性廃棄物容器等の種類ごとの単位濃度当たりの
表面線量率

		鉄箱	フレキシブル コンテナ	プラスチック シート
密度 (g/cm ³)※ 1				
充填率 (-)※ 2				
かさ密度 (g/cm ³)※ 3				
単位濃度当たり の表面線量率 ((μ Sv/h) / (Bq/ g))	Co-60	7.913E-01	8.249E-01	8.315E-01
	Cs-137	1.432E-01	1.712E-01	1.685E-01
	Eu-152	3.375E-01	3.769E-01	3.756E-01
	Eu-154	3.878E-01	4.239E-01	4.234E-01

※1：第 10 表 注) 1 に示す。

※2：第 10 表 注) 1 に示す。

※3：

第 8 表 表面線量率に応じた個数分布

表面線量率 (μ Sv/ h)	鉄箱 (個)	フレキシブル コンテナ (個)	プラスチック シート (個)
0～0.1			
0.1～0.3			
0.3～1			
1～3			
3～10			
10～30			
30～100			
100～300			
合 計			

第 9 表 設定した表面線量率ごとの最大放射能濃度

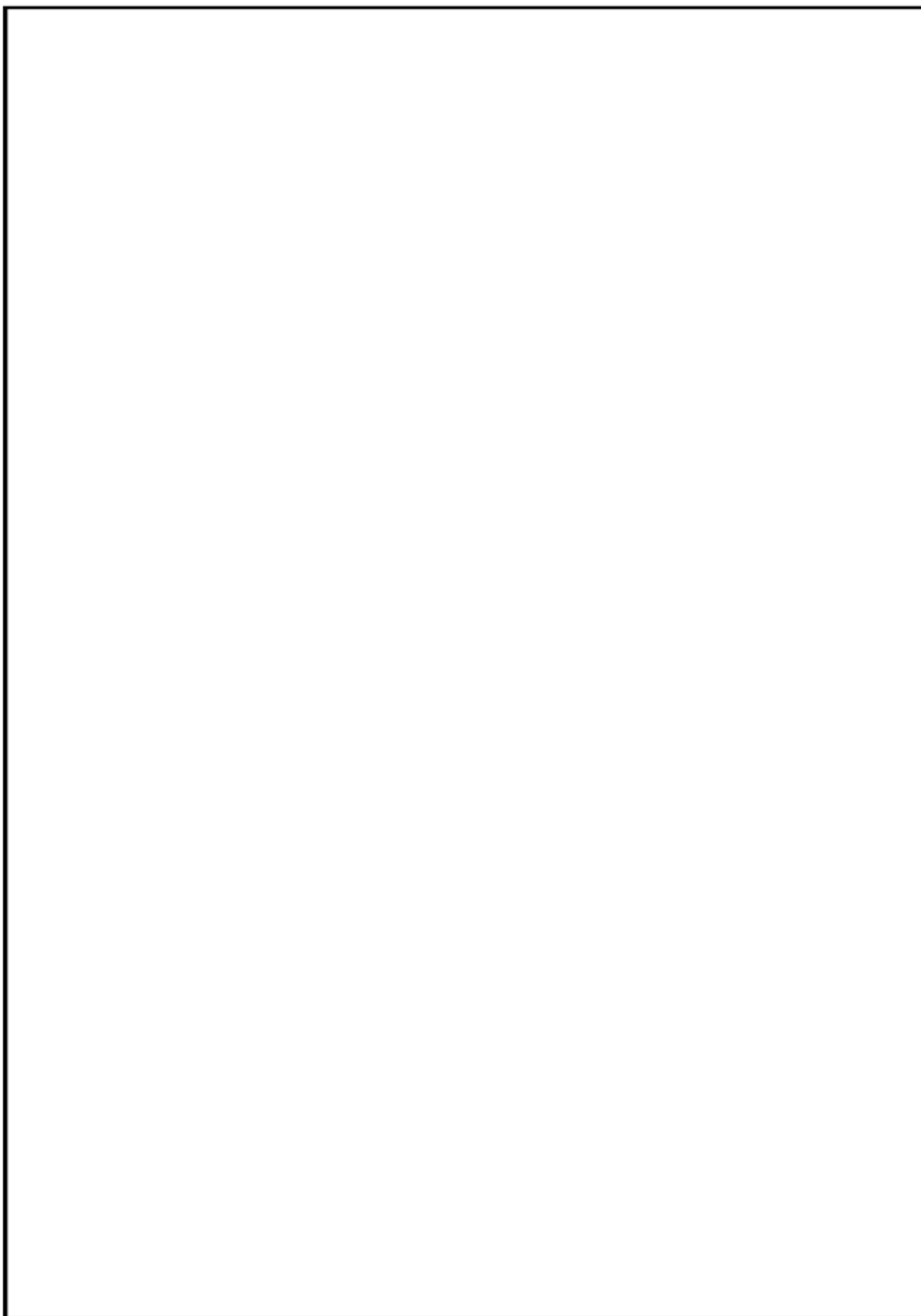
単位：Bq/g

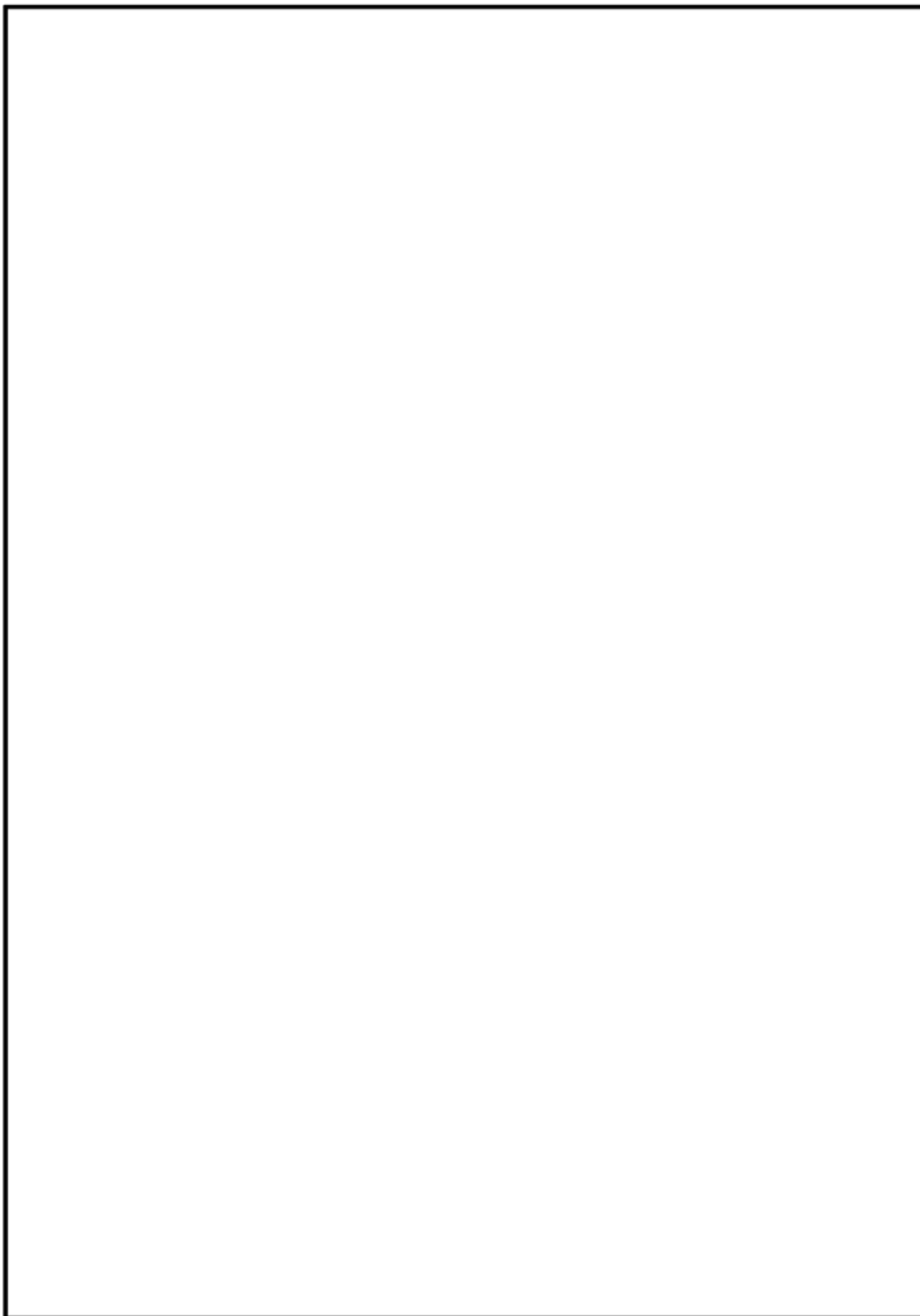
	10 μ Sv/h 廃棄物			300 μ Sv/h 廃棄物		
	鉄箱	フレキシブル コンテナ	プラスチック シート	鉄箱	フレキシブル コンテナ※	プラスチック シート※
H-3	8.0E+01	2.0E+00	3.0E+02	2.0E+02	—	—
C-14	5.0E+00	2.0E-01	1.0E+00	3.0E+00	—	—
Cl-36	1.0E+02	1.0E+02	1.0E+02	1.0E+02	—	—
Ca-41	8.0E-03	5.0E-03	2.0E+00	2.0E-03	—	—
Co-60	2.0E+01	2.0E-01	4.0E+00	8.0E+02	—	—
Ni-63	2.0E+01	3.0E-01	4.0E-01	3.0E+02	—	—
Sr-90	4.0E+00	3.0E-01	2.0E-03	6.0E-01	—	—
Cs-137	2.0E+00	4.0E-01	3.0E-03	7.0E-01	—	—
Eu-152	5.0E-02	7.0E-02	3.0E+01	4.0E+00	—	—
Eu-154	2.0E-02	3.0E-03	9.0E-01	3.0E-01	—	—
全 α	2.0E-01	4.0E-01	3.0E-03	7.0E-03	—	—

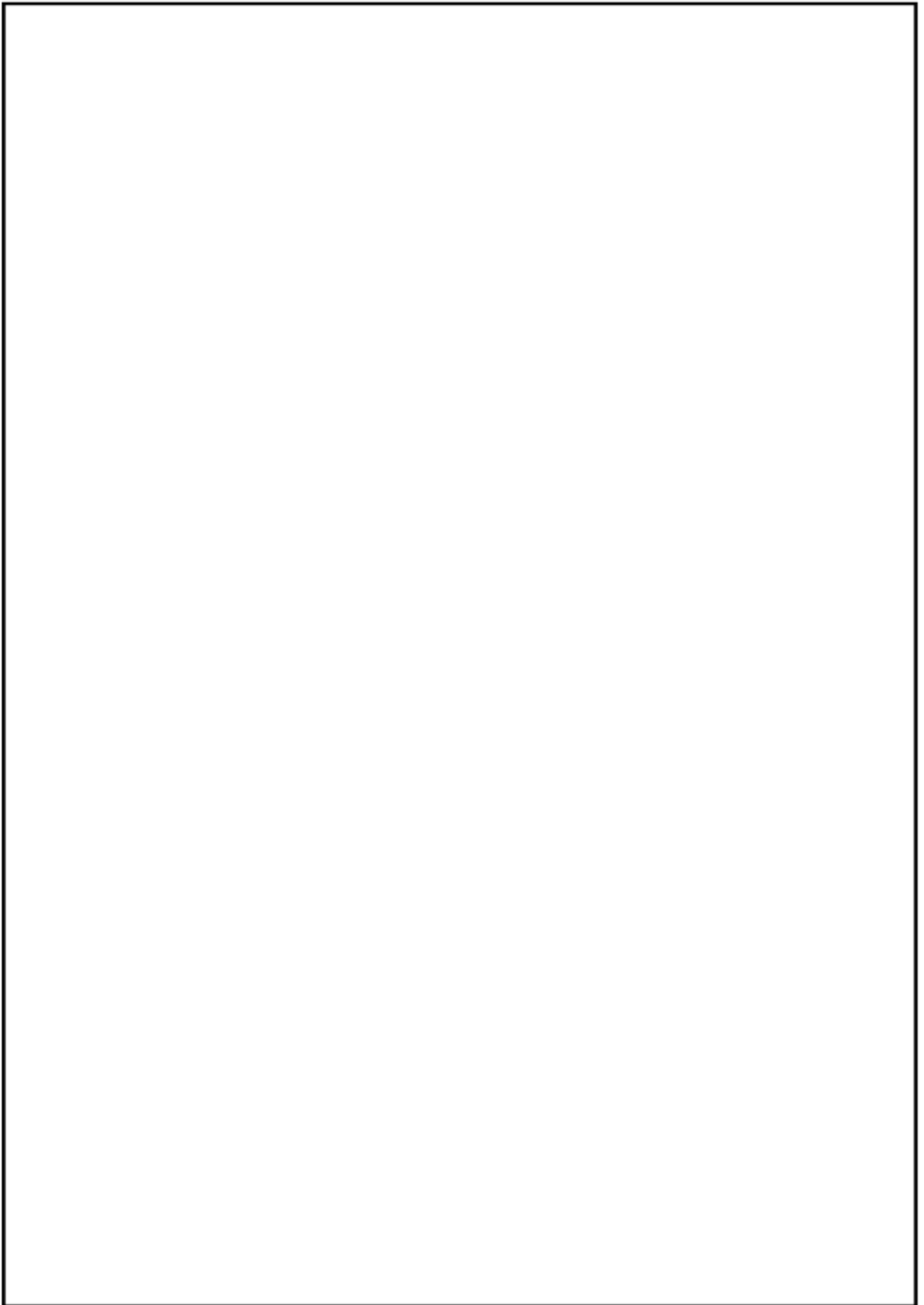
※：対象となる放射性廃棄物がない。

第 10 表 最大放射能濃度以外の評価パラメータ

記号	パラメータ	数値	設定根拠等
W_w	放射性廃棄物 1 個 当たりの重量 (kg)		
N_B	破損する放射性廃 棄物の個数 (—)		
R_B	放射性廃棄物から 粉じんの発生する 割合 (—)		
T_{BD}	粉じんが放出 さ れる時間 (s)		
χ/Q	相対濃度 (s/m ³)		
B_B	評価対象者の 呼 吸量 (m ³ /h)		
T_B	粉じんの吸入 時 間 (h)		
$D_{CFINH}(i)$	放射性核種 i の吸入 内部被ばく線量換 算係数 (Sv/Bq)		





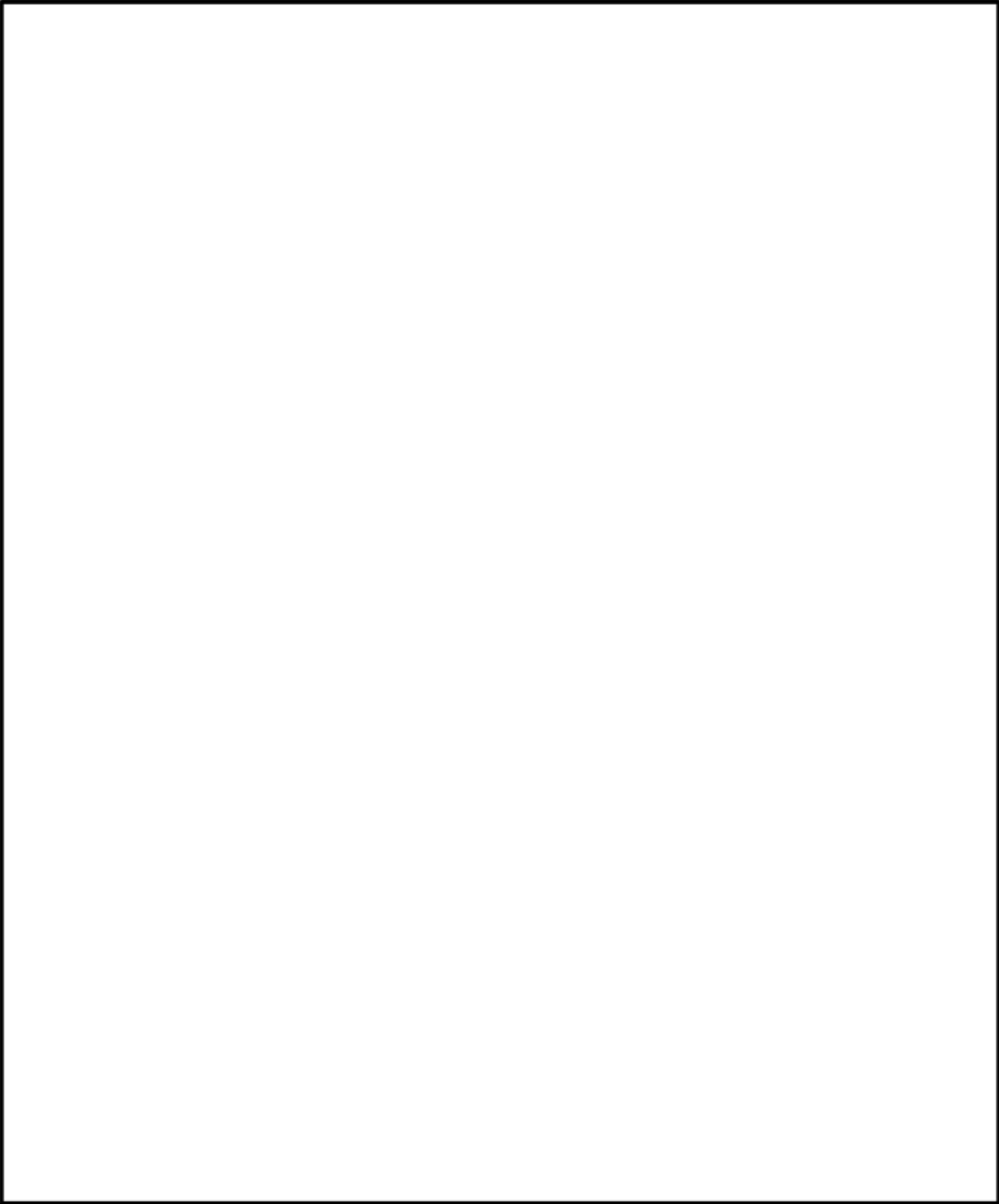


第 11 表 飛散防止の措置喪失時の被ばく線量評価結果

単位：mSv

表面線量率	区画		放射性廃棄物容器等の 種類	被ばく線量
10 μ Sv/h 廃棄物	1 区画	①	鉄箱	1.4E-03
		②	フレキシブルコンテナ	2.5E-03
		③	プラスチックシート	6.1E-04
	54 区画	④ (①×54)	鉄箱	7.4E-02
		⑤ (②×54)	フレキシブルコンテナ	1.3E-01
		⑥ (③×54)	プラスチックシート	3.3E-02
300 μ Sv/h 廃棄物	1 区画 (⑦)		鉄箱	1.2E-03
55 区画		⑤＋⑦	フレキシブルコンテナ ＋鉄箱	1.4E-01 [※]

※ 55 区画分の線量は 54 区画分の最大線量である⑤と 300 μ Sv/h 廃棄物の線量である⑦（1 区画分）を合算した値とした。



○線源条件

各放射性廃棄物の形状・寸法、物質組成と密度等を使用する。線源の放射能濃度は単位濃度（ $1\text{Bq}/\text{cm}^3$ ）とする。

第8図 表面線量率の計算モデル

3.4 参考文献

- 1) 独立行政法人 原子力安全基盤機構「IAEA 安全基準 基本安全原則（日本語翻訳版）」（2008 年 12 月）
- 2) Masakazu NAMEKAWA, Tokio FUKAHORI eds. (2012) : Tables of Nuclear Data(JENDL/TND-2012), JAEA-Data/Code 2012-014
- 3) International Atomic Energy Agency (2004) : Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, IAEA TECHNICAL REPORTS SERIES No.422
- 4) International Atomic Energy Agency (2001) : Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, IAEA Safety Reports Series No.19
- 5) International Atomic Energy Agency (1982) : Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, Exposures of Critical Groups, IAEA Safety Series No.57
- 6) 小山謹二・奥村芳弘・古田公人・宮坂駿一（1977）：遮蔽材量の群定数，JAERI-M-6928
- 7) 福田雅明（1980）：沿岸海域の海洋拡散の研究，JAERI-M8730
- 8) 日本原子力研究所（1964）：保健物理部の活動 No.7, JAERI 5014
- 9) 日本原子力研究所（1965）：保健物理安全管理部の活動 No.8, JAERI 5015
- 10) 水産庁東海区水産研究所・社団法人日本水産資源保護協会（1970）：茨城県東海村周辺の海洋調査 調査結果 （中間報告）
- 11) 厚生労働省（2014 年）：平成 24 年 国民健康・栄養調査報告
- 12) International Commission on Radiological Protection (1995) : Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of

Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation
Dose Coefficients, ICRP Publication 72

- 13) 日本原子力研究所「極低レベル固体廃棄物合理的処分安全性実証試験報告書（平成 10 年度科学技術庁委託事業）」（平成 11 年）
- 14) 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針の付録Ⅱ」（平成 13 年 3 月 29 日 原子力安全委員会）

4. 機能又は措置の喪失時の影響評価結果

廃棄物埋設施設に期待する機能である「移行抑制の機能」又は「遮蔽の機能」が喪失した場合のリスク評価及び廃棄物埋設施設に施す措置である「放射性物質の飛散防止の措置」が喪失した場合のリスク評価を実施した結果を第 12 表に示す。

廃棄物埋設施設は、廃棄物埋設施設に期待する機能又は廃棄物埋設施設に施す措置が喪失したとしてもリスク評価結果は 5mSv を超えず、「安全上重要な施設を有しない施設」相当である。

第 12 表 機能又は措置の喪失時の影響評価結果

	評価結果
移行抑制の機能	0.11mSv/y
遮蔽の機能	0.66mSv/y
飛散防止の措置	0.14mSv/回

5. 廃棄物埋設施設の設計及び評価の考え方

(1) 設計の考え方

廃棄物埋設施設に埋設する放射性廃棄物は放射性物質濃度が低く、静的な固体状物質である。そのため、廃棄物埋設施設に期待する機能又は廃棄物埋設施設に施す措置を喪失させた場合の極端なケースを仮定しても、グレーデッドアプローチの適用の基準値である 5mSv を大きく下回り、廃棄物埋設施設で行う埋設処分は公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがない処分形態であることがわかる。

廃棄物埋設施設の施設設計は、公衆に対して過度な放射線被ばくを及ぼすおそれがない処分形態であることを踏まえて、施設を防護するための過度な施設を設置するのではなく、施設が損傷した場合に修復するとの運用を含めた施設設計を行うことが妥当であると考ええる。

なお、施設設計にあたっては、公衆に対して放射線被ばくのリスクを低減する観点から、リスク評価で仮定した状態ではなく、以下の設計を実施する。

- 埋設区画に定置した放射性廃棄物間の間隙及び放射性廃棄物と仕切板間の間隙に土砂を充填する。
- 埋設区画に放射性廃棄物を複数段設置する際に、1 段ごとに 0.2m 以上の中間覆土を施工する。
- 埋設区画の最上段の中間覆土は 0.5m 以上となるように施工する。
- 全埋設区画への放射性廃棄物の定置作業が終了後に、2m 以上の最終覆土を施工する。

また、公衆に対して放射線被ばくのリスクを低減する観点から、廃棄物埋設施設の運用として以下を定める。

- 放射性廃棄物の定置作業は埋設区画 1 区画ごとに実施する。

- 300 $\mu\text{Sv/h}$ 廃棄物は埋設区画の最下段にのみ埋設する。
- 悪天候や近隣工場等での事故が発生した場合は、埋設作業を行わない。
- 悪天候や近隣工場等での事故が発生した後は、施設の点検を行い、放射性廃棄物間の間隙に充填した土砂、放射性廃棄物と仕切板間の間隙に充填した土砂、中間覆土及び最終覆土が損傷した場合、修復を行う。

(2) 評価の考え方

第二種埋設許可基準規則第6条への適合性を議論するための外部事象の想定規模については、公衆に対して放射線被ばくのリスクが低いことを踏まえて、敷地及びその周辺における過去の記録を勘案し、敷地及びその周辺の平均的な状態を元に評価を行う。

具体的に自然現象として想定する規模については、気象庁によってその地点の気候を表す代表値として用いられる平年値を元に、平年値の期間での最大値等を用いて評価を行う。

なお、廃棄物埋設施設に埋設する放射性廃棄物は、容器等に封入又は梱包したものを埋設するとともに、「(1)設計の考え方」で示す施設設計及び運用を行うことで、飛散防止の措置を図ることとする。

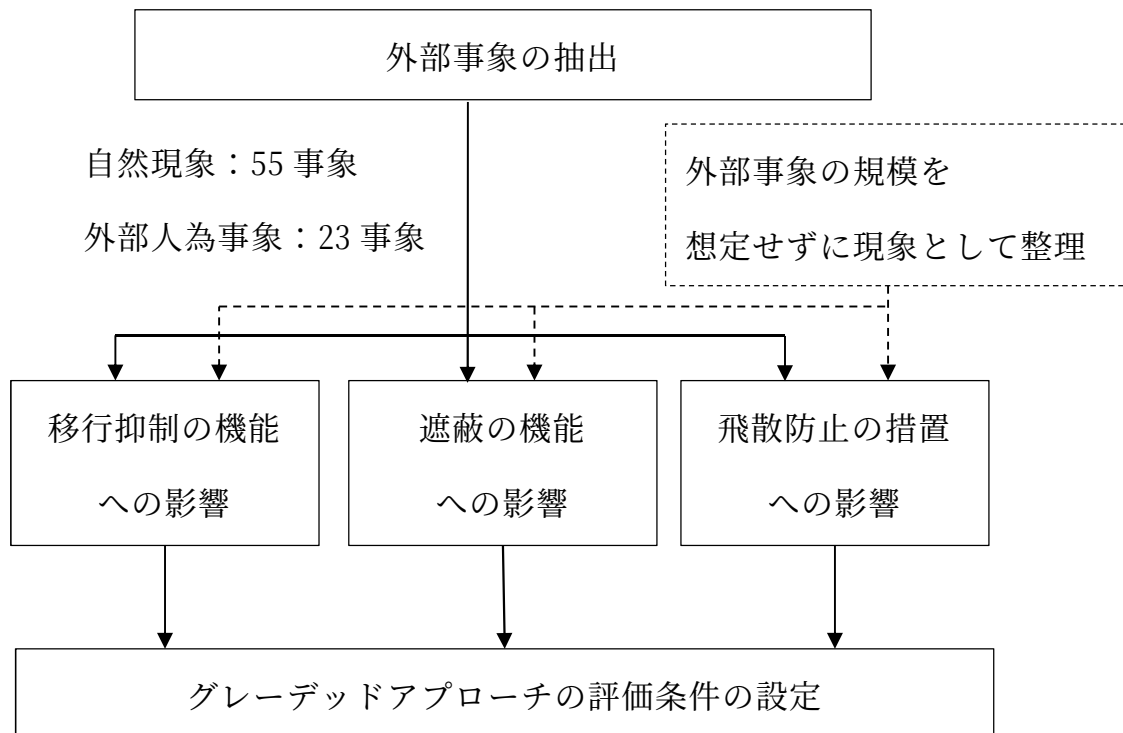
以上

添付資料 1. グレーデッドアプローチ評価の事象網羅性について

1. グレーデッドアプローチ評価の想定条件と外部事象による影響の関係性

廃棄物埋設施設のグレーデッドアプローチとして実施するリスク評価の評価条件は、各外部事象の規模を想定せずに事象による現象が廃棄物埋設施設に期待する機能又は廃棄物埋設施設に施す措置への影響を考慮して決定する。

リスク評価の評価条件の設定に係わるフローを図1に示す。



第1図 リスク評価の評価条件設定のフロー図

1.1 各外部事象によるリスク評価として考えられる条件の整理

外部事象として抽出した自然現象 55 事象及び外部人為事象 23 事象に対して、事象規模を想定せずに、廃棄物埋設施設に期待する機能である「移行抑制の機能」及び「遮蔽の機能」並びに廃棄物埋設施設に施す措置である「放射性物質の飛散防止の措置」への影響を整理した結果を第 1 表及び第 2 表に示す。

(1) 移行抑制の機能への影響の整理結果

事象規模を想定せずに、各外部事象による廃棄物埋設施設の「移行抑制の機能」への影響を整理した結果、「移行抑制の機能」への影響としては、「水の流入量の増加（放射性物質の移行媒体の増加）」、「土砂又は土壌の収着性能の低下」及び「移行距離の短縮」が挙げられる。

(2) 遮蔽の機能への影響の整理結果

事象規模を想定せずに、各事象による廃棄物埋設施設の「遮蔽の機能」への影響を整理した結果、「覆土の喪失」が挙げられる。

(3) 飛散防止の措置への影響の整理結果

事象規模を想定せずに、各事象による廃棄物埋設施設の「飛散防止の措置」への影響を整理した結果、「覆土の喪失」及び「放射性物質の容器等（フレキシブルコンテナ及びプラスチックシート）の破損」が挙げられる。

第 1 表 規模を設定しない自然現象による影響

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
1-1	地震	第二種埋設許可基準規則第 6 条対象外		
1-2	津波	第二種埋設許可基準規則第 6 条対象外		
1-3	洪水	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬による放射性物質の移行媒体の増加
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-4	風（台風）	移行抑制	○	土砂の流出又は飛散による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出又は飛散
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出又は飛散
1-5	竜巻	移行抑制	○	土砂の飛散による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の飛散
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の飛散
1-6	凍結	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-7	降水	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-8	積雪	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-9	落雷	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	廃棄物へ落雷することによる容器等の破損
1-10	地すべり	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	地すべりによる廃棄物の露出
		飛散防止	○	地すべりによる廃棄物の露出
1-11	火山の影響	移行抑制	○	降下火砕物による土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-12	地形及び陸水の変化	移行抑制	○	地下水位の上昇に伴う廃棄物の浸漬による放射性物質の移行媒体の増加
		遮蔽	○	地形変化による廃棄物の露出
		飛散防止	○	地形変化による廃棄物の露出

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
1-13	生物学的事象	移行抑制	○	小動物等によって水道が作られることによる移行媒体の増加
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の擾乱
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の擾乱
1-14	森林火災	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの溶融又は燃焼
1-15	極高温	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-16	ひょう・あられ	移行抑制	×	
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の損傷
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の損傷
1-17	濃霧	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-18	霜・白霜	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-19	干ばつ	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-20	砂嵐（塩を含む嵐）	移行抑制	×	
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の飛散
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の飛散
1-21	隕石	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-22	雪崩	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-23	満潮	移行抑制	○	移行距離（海までの距離）の短縮
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-24	ハリケーン	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の飛散
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の飛散

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
1-25	湖又は河川 の水位上昇	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬に伴う放射性物質の 移行媒体の増加
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-26	高潮	移行抑制	○	移行距離（海までの距離）の短縮
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-27	湖又は河川 の水位低下	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-28	波浪・高波	移行抑制	○	移行距離（海までの距離）の短縮
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-29	海岸侵食	移行抑制	○	移行距離（海までの距離）の短縮
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-30	河川の流路 変更	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬に伴う放射性物質の 移行媒体の増加
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
1-31	静振	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-32	土壌の収 縮・膨張	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-33	草原火災	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチック シートの溶融又は燃焼
1-34	太陽フレ ア，磁気嵐	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-35	陥没・地盤 沈下・地割 れ	移行抑制	○	陥没・地盤沈下に伴う廃棄物の地下水ま での沈降による収着性能の低下
		遮蔽	○	陥没・地盤沈下による廃棄物の露出
		飛散防止	○	陥没・地盤沈下による廃棄物の露出

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
1-36	泥湧出	移行抑制	○	陥没・地盤沈下に伴う廃棄物の地下水までの沈降による収着性能の低下
		遮蔽	○	陥没・地盤沈下による廃棄物の露出
		飛散防止	○	陥没・地盤沈下による廃棄物の露出
1-37	土砂崩れ (山崩れ, がけ崩れ)	移行抑制	×	
		遮蔽	○	土砂崩れ等による廃棄物の露出
		飛散防止	○	土砂崩れ等による廃棄物の露出
1-38	毒性ガス	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-39	水蒸気	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-40	土石流	移行抑制	×	
		遮蔽	○	土石流による廃棄物の露出
		飛散防止	○	土石流による廃棄物の露出
1-41	極限的な圧力（気圧高低）	移行抑制	○	土砂の飛散による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の飛散
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の飛散
1-42	海水面高	移行抑制	○	移行距離（海までの距離）の短縮
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-43	海水面低	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-44	高温水（海水温高）	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-45	低温水（海水温低）	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-46	地下水による地すべり	移行抑制	○	陥没・地盤沈下に伴う廃棄物の地下水までの沈降による収着性能の低下
		遮蔽	○	地すべりによる廃棄物の露出
		飛散防止	○	地すべりによる廃棄物の露出
1-47	動物	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-48	カルスト	移行抑制	○	土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
1-49	地下水による侵食	移行抑制	○	地下水侵食に伴う廃棄物の地下水までの沈降による収着性能の低下
		遮蔽	○	地下水侵食による廃棄物の露出
		飛散防止	○	地下水侵食による廃棄物の露出
1-50	氷結	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-51	氷晶	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-52	氷壁	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-53	水中の有機物	移行抑制	○	微生物による土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-54	塩害	移行抑制	○	土中塩濃度の増加による土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
1-55	もや	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	

第 2 表 規模を設定しない外部人為事象による影響

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
2-1	飛来物（航空機落下等）	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
2-2	ダムの崩壊	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬に伴う放射性物質の移行媒体の増加
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
2-3	爆発	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの溶融又は燃焼
2-4	近隣工場等の火災	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの溶融又は燃焼
2-5	有毒ガス	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-6	電磁的障害	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-7	パイプライン事故	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの溶融又は燃焼
2-8	産業施設又は軍事施設の事故	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートの溶融又は燃焼
2-9	運搬事故（化学物質流出含む）	移行抑制	○	土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-10	サイト内貯蔵の化学物質の流出	移行抑制	○	土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
2-11	タービンミ サイル	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
2-12	自動車又は 船舶の爆発	移行抑制	×	
		遮蔽	○	爆風に伴う遮蔽の機能を期待する覆土の 飛散
		飛散防止	○	爆風に伴う飛散防止の措置である覆土の 飛散 フレキシブルコンテナ及びプラスチック シートの溶融又は燃焼
2-13	船舶の衝突 (船舶事 故)	移行抑制	×	
		遮蔽	○	爆風に伴う遮蔽の機能を期待する覆土の 飛散
		飛散防止	○	爆風に伴う飛散防止の措置である覆土の 飛散 フレキシブルコンテナ及びプラスチック シートの溶融又は燃焼
2-14	他のユニッ トからの火 災	移行抑制	×	
		遮蔽	×	
		飛散防止	○	フレキシブルコンテナ及びプラスチック シートの溶融又は燃焼
2-15	水中の化学 物質	移行抑制	○	土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-16	サイト外で の化学物質 の流出	移行抑制	○	土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-17	他ユニット からの内部 溢水	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬に伴う放射性物質の 移行媒体の増加
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	
2-18	人工衛星の 落下	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
2-19	船舶からの 固体又は液 体放出	移行抑制	○	土砂及び土壌の収着性能の低下
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	

No.	事象	機能 又は 措置	影響の 有無	機能又は措置に与える影響の内容
2-20	軍事活動によるミサイル	故意による事象のため、第二種埋設許可基準規則第6条対象外		
2-21	掘削活動	事業者による管理が行われるため第6条対象外		
2-22	他ユニットからのミサイル	移行抑制	○	土砂の流出による収着性能の低下
		遮蔽	○	遮蔽の機能を期待する覆土の流出
		飛散防止	○	飛散防止の措置である覆土の流出
2-23	内部溢水	移行抑制	○	廃棄物埋設地の浸漬に伴う放射性物質の移行媒体の増加
		遮蔽	×	
		飛散防止	×	

1.2 グレーデッドアプローチの評価条件の設定

廃棄物埋設施設へのグレーデッドアプローチを適用するためのリスク評価として実施する評価条件は、「1.1 各外部事象によるリスク評価として考えられる条件の整理」で示す、各外部事象による「移行抑制の機能」、「遮蔽の機能」及び「飛散防止の措置」への影響を踏まえて以下のとおり設定する。

(1) 移行抑制の機能

全ての区画の放射性廃棄物の埋設作業が終了した状態において、移行抑制の機能として期待する、土砂での降雨等の浸透水量の低減による放射性物質の移行量の減少、土砂及び土壌での放射性物質の収着による移行遅延及び放射性物質の減衰、海までの距離での地下水の移行による放射性物質の減衰及び土壌中での放射性物質の分子拡散による放射性物質濃度の変化が喪失した場合を仮定して放射性物質が海へ移行し公衆が受ける被ばく線量の評価を実施する。

(2) 遮蔽の機能

54区画の埋設区画が埋設済みで最後の1区画1段目の放射性廃棄

物の定置が終了した状態から、埋設済みの 54 区画全ての最上段の中間覆土が喪失し、放射性廃棄物が露出した状態が 1 年間継続すると仮定した場合のスカイシャインガンマ線により公衆が受ける被ばく線量の評価を実施する。

(3) 飛散防止の措置

54 区画の埋設区画が埋設済みで最後の 1 区画 1 段目の放射性廃棄物の定置が終了した状態から、埋設済みの 54 区画全ての最上段の中間覆土が喪失することを仮定し、加えて露出した放射性廃棄物に含まれる放射エネルギーの 1% が放射性粉じんとして飛散した場合の公衆が受ける被ばく線量の評価を実施する。

以 上

添付資料 2. 「移行抑制の機能」及び「遮蔽の機能」に対する
各外部事象の想定規模について

1. 外部事象の想定規模の考え方

1.1 自然現象の想定規模の考え方

第二種埋設許可基準解釈第 6 条第 1 項では、以下のとおり想定される自然現象は、「廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的・技術的知見に基づいたもの」であることが記載されている。

第二種埋設許可基準解釈第 6 条第 1 項記載事項

- 1 第 1 項に規定する「想定される自然現象」とは、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的・技術的知見に基づき、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、地形及び陸水の変化、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。

廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の自然環境の最新の科学的・技術的知見として、気象庁が公表する気象観測データの平年値又は平年値を算出する期間の極値を用いて自然現象の規模を想定する。

平年値とは、西暦年の 1 位が 1 の年から数えて、連続する 30 年間について算出した累年平均値であり、10 年ごとに更新される値である。現在の平年値は 1981 年から 2010 年の気象観測データから算出されている。

平年値は、その時々気象や天候を評価する基準として利用されるとともに、その地点の気候を表す値として用いられるものである。

また、平年値の統計期間の長さについては古くから議論が重ねられ、1935 年に世界気象機関（WMO）の前身である国際気象機関（IMO）の

会議で 30 年間を平年値の統計期間とすることが勧告され、1956 年に、10 年ごとに計算しなおすことが WMO により勧告され、現在に至っている。

以上から、平年値はその地域の自然環境を表す、科学的・技術的にも妥当な情報であると考ええる。

なお、想定規模をもとに廃棄物埋設施設への自然現象の影響を評価する際には、適時、平年値を算出する期間の極値を用いて評価を行う。

1.2 外部人為事象の想定規模の考え方

第二種埋設許可基準解釈第 6 条第 2 項では、以下のとおり想定される外部人為事象は、「敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるもの」であることが記載されている。

第二種埋設許可基準解釈第 6 条第 2 項記載事項 2 第 2 項に規定する「廃棄物埋設施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、電磁的障害等をいう。なお、上記「航空機落下」については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下の評価基準について」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定））等に基づき、防護設計の要否について確認すること。近隣工場における事故については、その工場における事故の影響が、廃棄物埋設施設の安全性を損なうことがないことを確認すること。

そのため、敷地及び敷地周辺の状況をもとに想定規模を設定する。

2. 外部事象の想定規模の整理

「1.外部事象の想定規模の考え方」で示す考え方をもとに設定した自然現象の想定規模を第1表，外部人為事象の想定規模を第2表に示す。

第1表 自然現象の想定規模

No.	事象	想定規模
1-1	地震	・第6条対象ではない
1-2	津波	・第6条対象ではない
1-3	洪水	・洪水浸水想定区域図（計画規模）（久慈川流域の48時間総雨量235mmに伴う洪水）
1-4	風（台風）	・風速の平年値 2.2m/s ・平年値期間の日最大瞬間風速 36.3m/s ・年間降水量の平年値 1353.8mm ・平年値期間の日最大1時間降水量 63.5mm
1-5	竜巻	・フジタスケールのF1竜巻（49m/s）
1-6	凍結	・年平均気温の平年値 13.6℃ ・平年値期間の日最低気温 -11.0℃
1-7	降水	・年間降水量の平年値 1353.8mm ・平年値期間の日最大1時間降水量 63.5mm
1-8	積雪	・積雪の深さの合計の平年値 16cm ・平年値期間の月最深積雪 27cm
1-9	落雷	・雷日数の平年値 16.7日
1-10	地すべり	・土砂災害を起こすような急傾斜地崩壊危険箇所は存在しない ・地すべりを起こすような地形は存在しない
1-11	火山の影響	・降下火砕物の堆積厚さ 50cm
1-12	地形及び陸水の変化	・地形：50年での隆起量約3cm，侵食量約0.5cm ・陸水：地下水位は約10年の調査でT.P.約+1.4m～T.P.約+2.6mで安定
1-13	生物学的事象	・廃棄物埋設地では小動物の影響はない
1-14	森林火災	・廃棄物埋設地西側に保安林が広がっている
1-15	極高温	・平均気温の平年値 13.6℃ ・平年値期間の日最高気温 38.4℃
1-16	ひょう・あられ	・2007年から2016年の期間のひょうの最大の大きさは直径約30mm
1-17	濃霧	・霧日数の平年値 36.4日
1-18	霜・白霜	・平均気温の平年値 13.6℃ ・平年値期間の日最低気温 -11℃
1-19	干ばつ	・平均気温の平年値は 13.6℃ ・平年値期間の日最高気温は 38.4℃ ・年間降水量の平年値 1353.8mm ・平年値期間の日最大1時間降水量は 63.5mm

No.	事象	想定規模
1-20	砂嵐 (塩を含む嵐)	・ 1990 年（観測開始）～2010 年の間に砂嵐が観測された記録はない ・ 砂嵐が発生するような砂漠はない
1-21	隕石	・ 隕石等が衝突する可能性は極めて低い
1-22	雪崩	・ 降雪の深さの合計の平年値 16cm ・ 月最深積雪は 27 cm ・ 雪崩が発生するような急傾斜は存在しない
1-23	満潮	・ 茨城港日立港区の最高潮位 T.P. +1.46m
1-24	ハリケーン	・ ハリケーンが発生する地域ではない
1-25	湖又は河川の水位上昇	・ 廃棄物埋設地の周辺に湖はない ・ 北側約 2km に久慈川が位置している ・ 久慈川の水位上昇の規模は洪水と同等である
1-26	高潮	・ 茨城港日立港区の最高潮位 T.P. +1.46m
1-27	湖又は河川の水位低下	・ 廃棄物埋設地の周辺に湖はない ・ 北側約 2km に久慈川が位置している
1-28	波浪・高波	・ 茨城港日立港区の最高潮位 T.P. +1.46m
1-29	海岸侵食	・ 海までの距離約 400m ・ 東海村沿岸は一般公共海岸区域であり、侵食が顕著な海岸ではない
1-30	河川の流路変更	・ 北側約 2km に久慈川が位置している ・ 久慈川水系河川整備基本方針が定められ、計画的に河川整備が行われており流路変更はない
1-31	静振	・ 第四紀火山で最も近いものでも敷地から約 90km 離れている
1-32	土壌の収縮・膨張	・ 廃棄物埋設地は砂丘砂層に設置する ・ 平均気温の平年値 13.6℃ ・ 平年値期間の日最高気温 38.4℃ ・ 平年値期間の日最低気温 -11℃ ・ 砂の性質として、膨張率が小さく、日常的な温度の範囲における収縮・膨張による体積変化は少ない
1-33	草原火災	・ 周辺に草原はない
1-34	太陽フレア，磁気嵐	・ 太陽フレア，磁気嵐の影響を受ける設備は無い
1-35	陥没・地盤沈下・地割れ	・ 敷地の設置地盤の極限鉛直支持力度は，施設の自重及び操業時の荷重から算出した接地圧に対し 20.4 の安全率を有している ・ 設置地盤の単位面積当たりのせん断抵抗力は，敷地の自重及び操業時の荷重から算出した静的地震力が作用した場合の設置地盤の単位面積当たりのせん断力に対し 2.4 の安全率を有している
1-36	泥湧出	・ 廃棄物埋設地の地盤の液状化判定の結果，埋設地中心付近において，FL 値（安全率）が 1.0 以上となっている
1-37	土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ）	・ 土砂崩れが発生するような急傾斜地形，山，がけはない

No.	事象	想定規模
1-38	毒性ガス	・火山ガスにより発生する事象であるが、周辺に火山はない ・火山ガスが滞留するような地形条件ではない
1-39	水蒸気	・火山ガスにより発生する事象であるが、周辺に火山はない ・水蒸気が滞留するような地形条件ではない
1-40	土石流	・土石流を発生させるような地形は認められない
1-41	極限的な圧力 (気圧高低)	・ダウンバーストが事象として考えられ、突風をともなう事象のため竜巻と同等
1-42	海水面高	・茨城港日立港区の最高潮位 T.P. +1.46m
1-43	海水面低	・海水を利用する設備ない ・海までの距離約 400m
1-44	高温水（海水 温高）	・海水を利用する設備ない。 ・海までの距離約 400m
1-45	低温水（海水 温低）	・廃棄物埋設地では、海水を利用する設備ない。 ・海までの距離約 400m
1-46	地下水による 地すべり	・地すべりを起こすような地形は存在しない
1-47	動物	・廃棄物埋設地では小動物の影響はない
1-48	カルスト	・カルスト地形ではない
1-49	地下水による 侵食	・地盤を侵食するような地下水脈はない
1-50	氷結	・年平均気温の平年値 13.6℃ ・平年値期間の日最低気温 -11.0℃
1-51	氷晶	・年平均気温の平年値 13.6℃ ・平年値期間の日最低気温 -11.0℃
1-52	氷壁	・年平均気温の平年値は 13.6℃ ・平年値期間の日最低気温は -11.0℃ ・海水は発生せず、流水の到着事例はない
1-53	水中の有機物	・地下水と接しないように地下水面より上に定置する
1-54	塩害	・塩害の影響はない
1-55	もや	・もやによる影響はない

第 2 表 外部人為事象の想定規模

No.	事象	想定規模
2-1	飛来物（航空機落下等）	・落下確率は、防護設計の要否を判断する基準（ 10^{-7} 回／年）を超えない
2-2	ダム の 崩 壊	・廃棄物埋設地の北側に久慈川が位置しており、その支川である山田川の上流約 30km にダムが存在
2-3	爆発	・石油コンビナート等は、廃棄物埋設地から約 50km 以上の距離がある ・高圧ガス貯蔵施設は、廃棄物埋設地から約 1,500m の距離がある ・東海及び東海第二に、水素貯槽が設置
2-4	近隣工場等の火災	・石油コンビナート等は、廃棄物埋設地から約 50km 以上の距離がある ・東海及び東海第二に、屋外危険物タンクが設置
2-5	有毒ガス	・石油コンビナート等の有毒物質を貯蔵する固定施設はなく、陸上輸送等の可動施設についても、廃棄物埋設地は幹線道路には面していない ・東海及び東海第二に、屋外危険物タンクが設置
2-6	電磁的障害	・電磁的障害により誤作動を生じる設備はない
2-7	パイプライン事故	・最も近いパイプラインは LNG 基地内のパイプラインであり、廃棄物埋設地から約 1.5 km の距離がある
2-8	産業施設又は軍事施設の事故	・産業施設の事故は、近隣工場等の火災と同様の事象である ・軍事施設はない
2-9	運搬事故（化学物質流出含む）	・廃棄物埋設地は幹線道路から約 150m、鉄道路線から約 2km、海から約 400m 離れている
2-10	サイト内貯蔵の化学物質の流出	・敷地及びその周辺には化学物質を貯蔵する施設はない
2-11	タービンミサイル	・廃棄物埋設施設にはタービン施設はない
2-12	自動車又は船舶の爆発	・廃棄物埋設地は幹線道路から約 150m、鉄道路線から約 2km、海から約 400m 離れている
2-13	船 舶 の 衝 突（船舶事故）	・海からの距離約 400m
2-14	他のユニットからの火災	・同じ敷地内に東海発電所及び東海第二発電所が設置されている
2-15	水中の化学物質	・敷地及びその周辺には化学物質を貯蔵する施設はない
2-16	サイト外での化学物質の流出	・敷地及びその周辺には石油コンビナート等の大規模な有害物質を貯蔵する固定施設はない

No.	事象	想定規模
2-17	他ユニットからの内部溢水	・ 同じ敷地内に東海発電所及び東海第二発電所が設置されている
2-18	人工衛星の落下	・ 人工衛星等が落下する可能性は極めて低い
2-19	船舶からの固体又は液体放出	・ 海からの距離約 400m
2-20	軍事活動によるミサイル	・ 故意による外部人為事象であるため考慮の対象外とする
2-21	掘削活動	・ 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始の日から廃止措置の開始の日の前日までの間において、掘削活動等の跡地利用は、事業者により管理できる
2-22	他ユニットからのミサイル	・ 同じ敷地内の東海第二発電所に設置される蒸気タービンと廃棄物埋設地の距離は約 500m 離れている ・ 東海第二発電所におけるタービンミサイルによる損傷確率は、判断基準を下回る
2-23	内部溢水	・ 廃棄物埋設地で内部溢水を発生するような水を使用する設備等はない

3. グレーデッドアプローチの評価事象との関係性

3.1 外部事象による移行抑制の機能又は遮蔽の機能への影響評価

「2.外部事象の想定規模の整理」で整理した事象ごとの想定規模を踏まえて、移行抑制の機能及び遮蔽の機能への影響の可能性を整理する。自然現象による移行抑制の機能及び遮蔽の機能への影響の可能性がある事象及びその内容を第3表に示す。移行抑制の機能及び遮蔽の機能として期待する部位は、廃棄物埋設地の状態により異なることから、埋設段階と保全段階でそれぞれ整理を行う。

なお、外部人為事象による移行抑制の機能及び遮蔽の機能への影響の可能性のある事象は抽出されなかった。

自然現象により移行抑制の機能の低下の可能性のある事象としては、風（台風）、竜巻が抽出された。これらの事象の影響としては、土砂への収着性能の低下及び浸透水量の増加による移行抑制の機能の低下が挙げられる。

また、自然現象により遮蔽の機能の低下の可能性のある事象としては、風（台風）及び竜巻が抽出された。これらの事象の影響としては、遮蔽となる中間覆土及び最終覆土の一部喪失が挙げられる。

第3表 自然現象による移行抑制の機能及び遮蔽の機能への影響の可能性

No.	事象	埋設段階		保全段階	
		移行抑制の機能への影響の可能性	遮蔽の機能への影響の可能性	移行抑制の機能への影響の可能性	遮蔽の機能への影響の可能性
1-4	風 (台風)	非常に強い風（日最大瞬間風速）では、移行抑制の機能を期待する土砂※の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	非常に強い風（日最大瞬間風速）では、中間覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	非常に強い風（日最大瞬間風速）では、最終覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	非常に強い風（日最大瞬間風速）では、最終覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。
1-5	竜巻	移行抑制の機能を期待する土砂※の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	中間覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	最終覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。	最終覆土の一部が飛散し、移行抑制の機能が低下する可能性がある。

※ 中間覆土（最上段は除く）、放射性廃棄物間の空隙に充填した土砂及び放射性廃棄物と仕切板間の空隙に充填し

た土砂

3.2 グレーデッドアプローチの評価の想定規模との比較

廃棄物埋施設へのグレーデッドアプローチの適用のために実施した「移行抑制の機能」喪失及び「遮蔽の機能」喪失を仮定したリスク評価と、外部事象の想定規模を考慮した場合の「移行抑制の機能」及び「遮蔽の機能」への影響の程度を比較する。

(1) 移行抑制の機能に対するリスク評価との比較

リスク評価では、全ての区画の放射性廃棄物の埋設作業が終了した状態において、移行抑制の機能として期待する、土砂での降雨等の浸透水量の低減による放射性物質の移行量の減少、土砂及び土壌での放射性物質の収着による移行遅延及び放射性物質の減衰、海までの距離での地下水の移行による放射性物質の減衰及び土壌中での放射性物質の分子拡散による放射性物質濃度の変化が喪失した場合を仮定して放射性物質が海へ移行し公衆が受ける被ばく線量を評価している。

一方で、外部事象の想定規模から考えられる事象としては、強風又は竜巻による土砂への収着性能の低下及び浸透水量の増加による移行抑制の機能の低下のみであり、リスク評価は十分に過大な評価を実施していると考ええる。

(2) 遮蔽の機能に対するリスク評価との比較

リスク評価では、54区画の埋設区画が埋設済みで最後の1区画1段目の放射性廃棄物の定置が終了した状態から、埋設済みの54区画全ての最上段の中間覆土が喪失し、放射性廃棄物が露出した状態が1年間継続すると仮定した場合のスカイシャインガンマ線により公衆が受ける被ばく線量を評価している。

一方で、外部事象の想定規模から考えられる事象としては、強風

又は竜巻による遮蔽となる中間覆土及び最終覆土の一部喪失のみであり、リスク評価は十分に過大な評価を実施していると考ええる。

以上より、外部事象の想定規模から考えられる「移行抑制の機能」及び「遮蔽の機能」への影響はグレーデッドアプローチの適用のために実施したリスク評価に包含される。

以 上

添付資料 3. 「飛散防止の措置」に対する各外部事象の想定規模について

1. 想定規模の考え方

第二種埋設許可基準解釈第 8 条第 1 項で「平常時」の状態をもとに評価を行うことから、第二種埋設許可基準規則第 8 条は「平常時」が対象であると考ええる。

そのため、平常時として考えられる状態を整理したうえで、想定規模を設定する。

なお、対象とする事象は、第二種埋設許可基準規則第 6 条において個別評価の対象とした自然現象 12 事象及び外部人為事象 6 事象を対象とする。

2. 平常時として考えられる事象の選定

対象とする自然現象及び外部人為事象のうち、平常時に発生が考えられる事象を選定する。

2.1 選定の考え方

(1) 自然現象

気象庁では、大雨や暴風などによって発生する災害の防止・軽減のため、気象警報・注意報や気象情報などの防災気象情報を発表している。これらの情報は防災関係機関の活動や住民の安全確保行動の判断を支援するため、災害に結びつくような激しい現象が予想される数日前から気象情報を発表し、その後の危険度の高まりに応じて注意報、警報、特別警報を段階的に発表している。対象となる現象や災害の内容によって、第 1 表に示すとおり 6 種類の特別警報、7 種類の警報及び 16 種類の注意報が発表される。また、主な注意情

報についても合わせてします。

これらの発表は、通常とは異なる状態を示し、平常時には発生しないものであることから、注意報の発表基準が平常時と平常時とは異なる状態の境界の上限値であると考ええる。

また、過去の気象情報をもとに、敷地周辺の自然現象の規模の発生頻度を整理し、累積出現頻度を確認することで、敷地周辺の平常時として考えられる状態を設定する。

第 1 表 特別警報，警報，注意報の種類

分類	種類
特別警報	大雨（土砂災害，浸水害）
	暴風
	暴風雪
	大雪
	波浪
	高潮
警報	大雨（土砂災害，浸水害）
	洪水
	暴風
	暴風雪
	大雪
	波浪
	高潮
注意報	大雨
	洪水
	強風
	風雪
	大雪
	波浪
	高潮
	雷
	融雪
	濃霧
	乾燥
	なだれ
	低温
	霜

分類	種類
主な注意情報	着氷
	着雪
	竜巻注意情報
	高温注意情報

(2) 外部人為事象

外部人為事象は、人為によって事象が発生することから、基本的には平常時には発生せず、発生する場合は事故相当であると考えられる。そのため、外部人為事象を平常時に発生する事象として選定しない。

2.2 事象ごとの評価

「2.1 選定の考え方」で示す考え方をもとに自然現象を個別に評価する。

(1) 洪水

洪水の可能性がある場合は、洪水注意報が発表されることから、平常時において洪水は発生しないと判断する。

なお、東海村における洪水注意報の対象となる河川は新川と久慈川である。

(2) 風（台風）

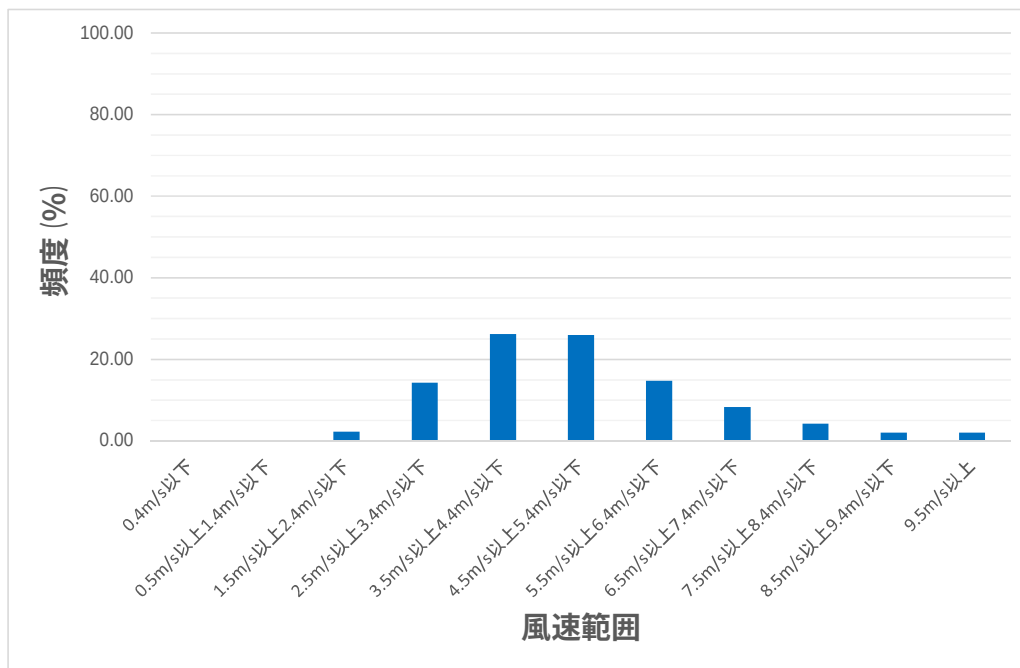
風については、強風注意報が発表されることから、平常時において強風注意報の基準である 12m/s （平均風速）以上の風は発生しないと判断する。

なお、水戸地方気象台の過去の気象データもとに最大平均風速の出現頻度及び累積出現頻度を整理した結果を第1図及び第2図に示す。

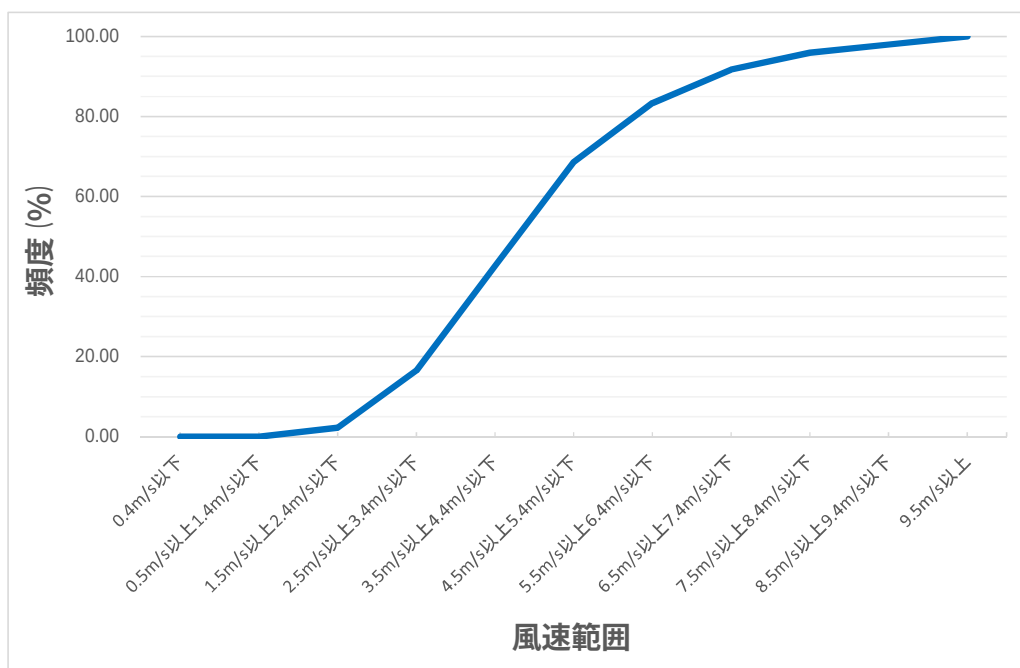
整理結果から分かるように、 8.4m/s 以下の平均風速が全体の95%を占めており、 8.5m/s 以上の平均風速は極稀の発生となることから、平常時の平均風速を 8.4m/s と設定する。

また、台風については、風と雨の複合事象であり、台風に伴い強風注意報又は大雨注意報等が発表されることから、平常時には発生しないと判断する。

なお、気象庁によると関東地方の台風接近数の平年値は3.1回／年であり、発生頻度からも平常的に発生する事象ではない。



第 1 図 日最大平均風速の出現頻度



第 2 図 日最大平均風速の累積出現頻度

(3) 竜巻

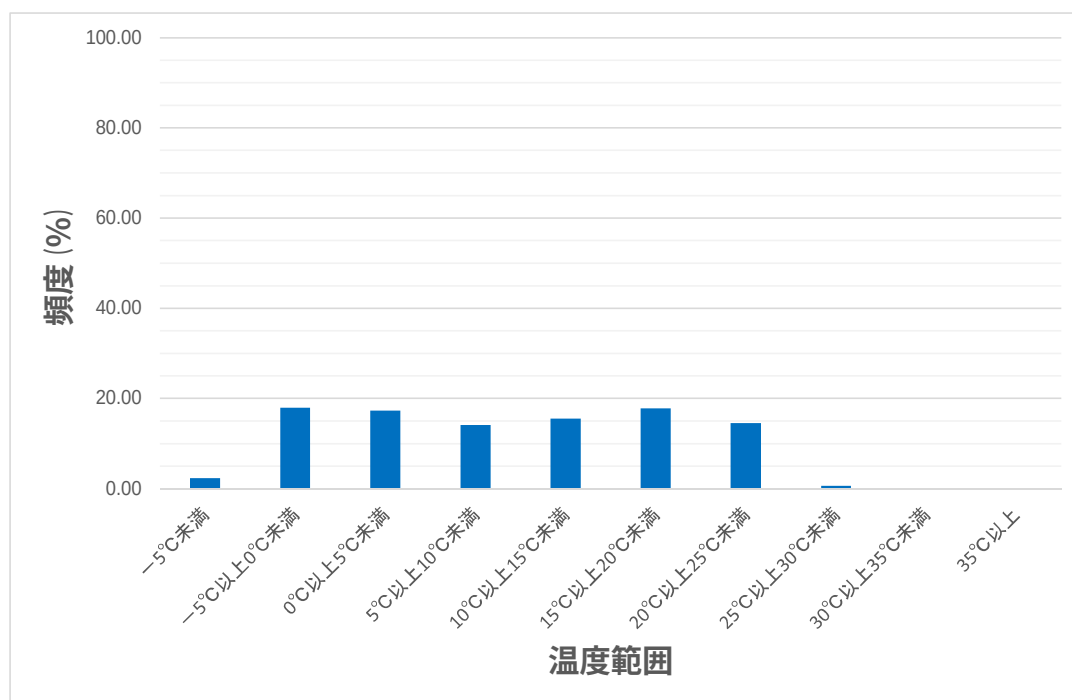
竜巻については、竜巻注意情報が発表される事象であり、平常時には発生しないと判断する。なお、竜巻は激しい突風等が発生する事象であり、強風注意報の発表基準を上回る風速となると考えられることから平常時には発生しないと判断する。

(4) 凍結

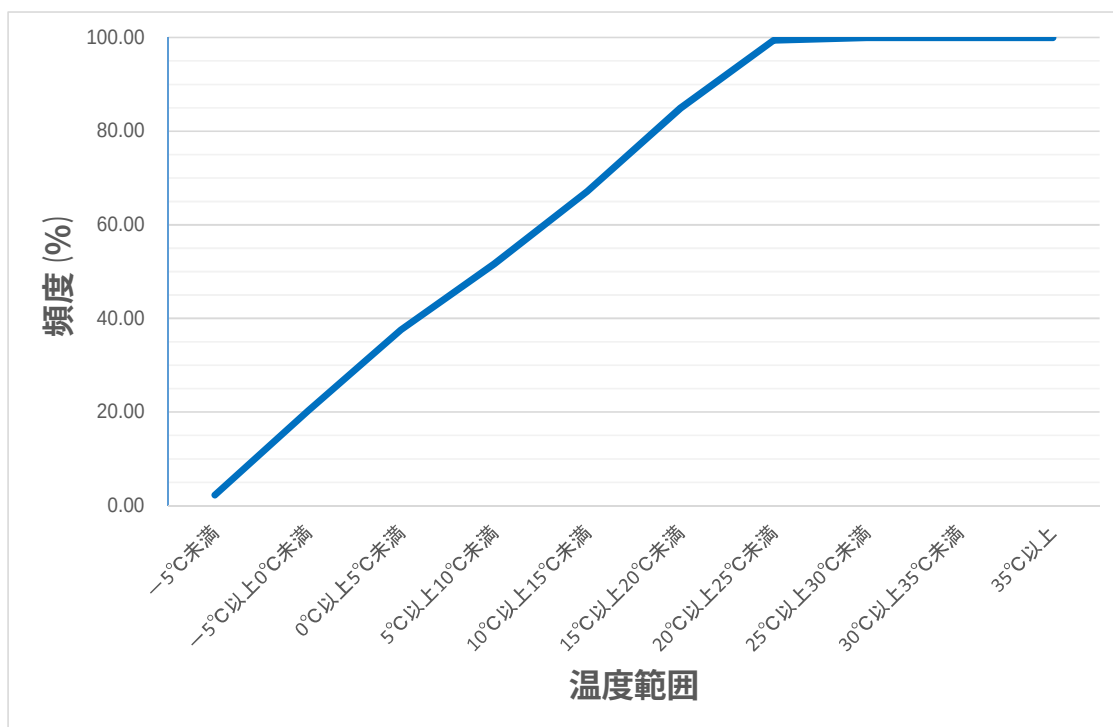
凍結については、低温注意報が発表されることから、低温注意報の基準値である最低気温 -7°C 以下（冬季）を下回る低温は平常時には発生しないと判断する。

なお、水戸地方気象台の過去の気象データもとに日最低気温の出現頻度及び累積出現頻度を整理した結果を第3図及び第4図に示す。

整理結果から分かるように、日最低気温が -5°C 未満となるのは全体の5%未満であり、最低気温が -5°C 以下となるのは極稀の発生となることから、平常時の最低気温と -5°C と設定する。



第3図 日最低気温の出現頻度



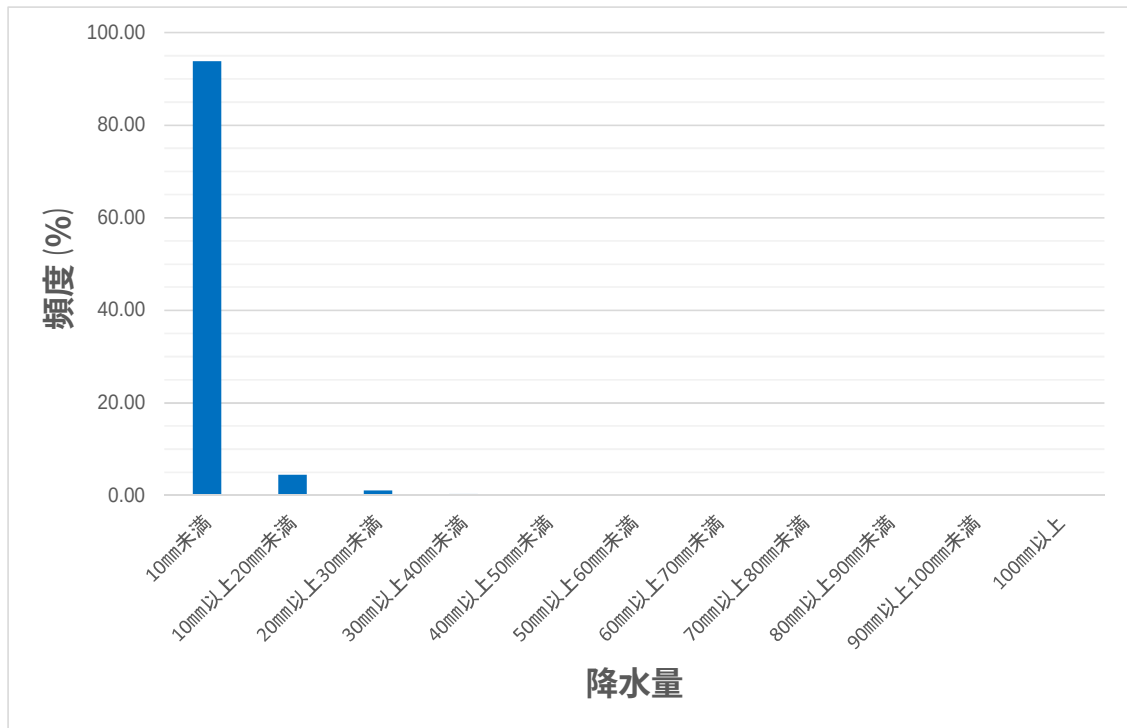
第 4 図 日最低気温の累積出現頻度

(5) 降水

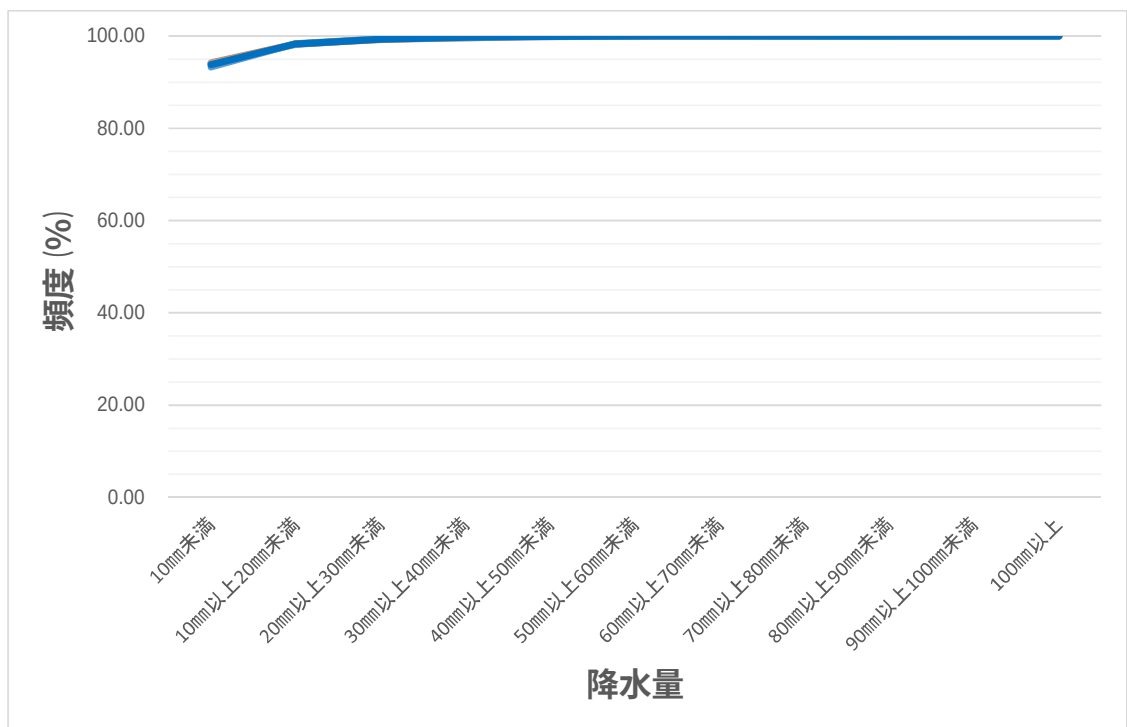
降水については、大雨注意報が発表されることから、大雨注意報の基準値未満の降水は平常時には発生しないと判断する。ただし、大雨注意報の基準値は、土壌雨量指数及び表面雨量指数で設定されており、降水量の基準値は判断できないことから、水戸地方気象台の過去の気象データもとに降水量（日最大 1 時間降水量）の出現頻度及び累積出現頻度を整理した結果から基準値を設定する。

降水量（日最大 1 時間降水量）の出現頻度及び累積出現頻度を整理した結果を第 5 図及び第 6 図に示す。

整理結果から分かるように、降水量（日最大 1 時間降水量）が 20 mm 未満が全体の 95% 以上を占めており、平常時の降水量（日最大 1 時間降水量）と 20mm と設定する。



第 5 図 降水量（日最大 1 時間降水量）の出現頻度



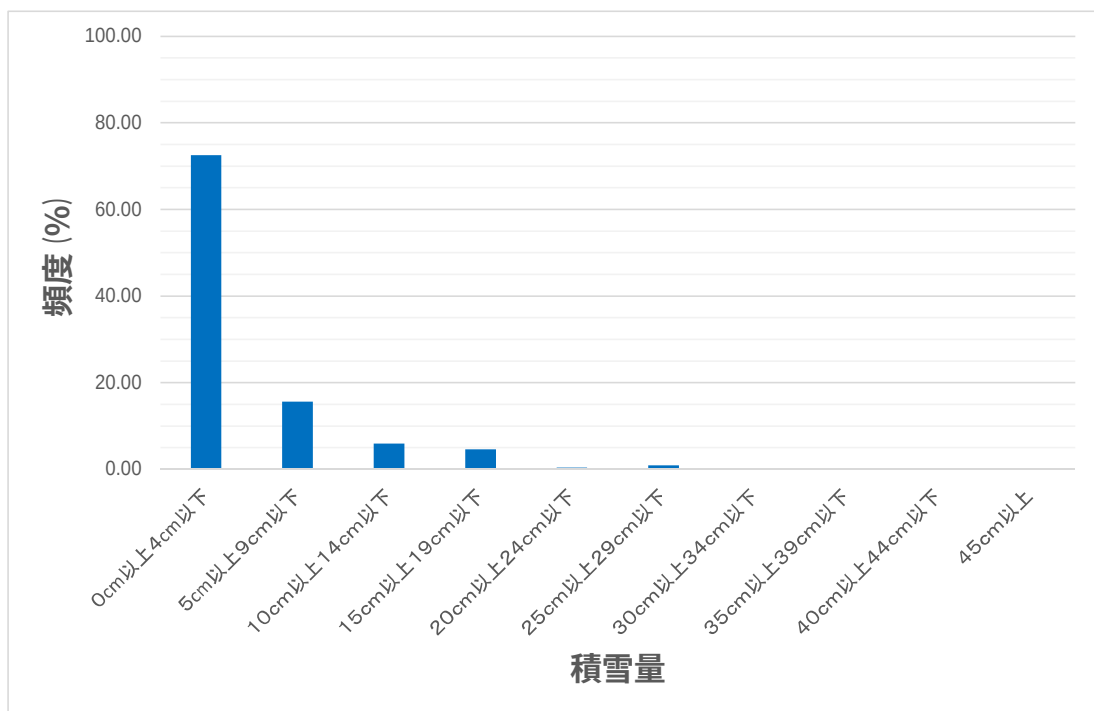
第 6 図 降水量（日最大 1 時間降水量）の累積出現頻度

(6) 積雪

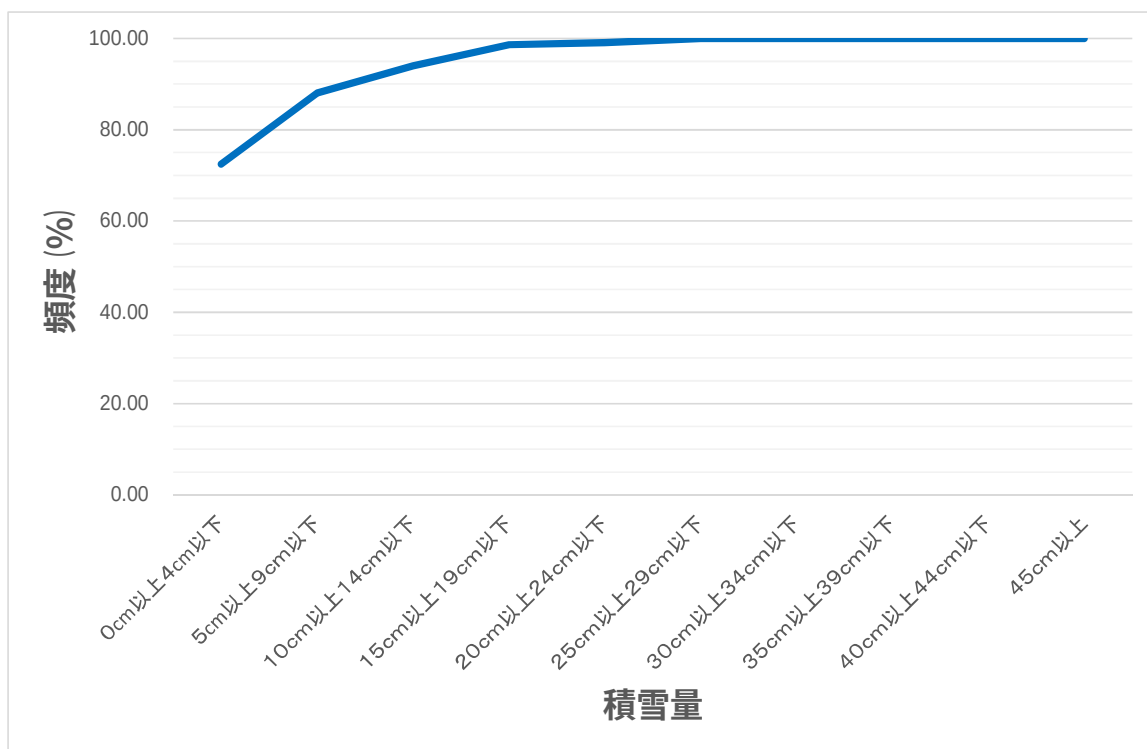
積雪については、大雪注意報が発表されることから、大雪注意報の基準値である 12 時間降雪の深さ 5 cmを上回る積雪は平常時では発生しないと判断する。

なお、水戸地方気象台の過去の気象データもとに日最深積雪の出現頻度及び累積出現頻度を整理した結果を第 7 図及び第 8 図に示す。

整理結果から分かるように、日最深積雪が 4 cm以下の結果が全体の 70%を占める。ただし、他の事象で比較した出現頻度に比べて低い結果であるが、これは 30 年間で約 200 回の降雪しか記録されていないことから出現頻度が低くなった結果である。積雪の発生頻度が低い地域において、5cm を上回る積雪となるのは極稀となり、平常時の日最深積雪を 4 cmと設定する。



第 7 図 日最深積雪の出現頻度



第 8 図 日最深積雪の累積出現頻度

(7) 落雷

落雷については、落雷等により被害が予想される場合に落雷注意報が発表されることから、平常時では落雷等により被害が発生しないと判断する。

(8) 地すべり

地すべりについては、敷地及び敷地周辺に地すべりや崖崩れ等が発生する地形がないことから、平常時では発生しない事象であると判断する。

なお、一般的に地すべり等は豪雨や長雨の後に発生する可能性が高まる事象であり、それらの状況を考慮して大雨注意報が発表される。

(9) 火山の影響

火山の影響については、平常的に降下火砕物が堆積する地域ではないことから、平常時では発生しない事象であると判断する。

(10) 地形及び陸水の変化

地形及び陸水の変化については、地形及び陸水が劇的に変化する地域ではないことから、平常時では発生しない事象であると判断する。

(11) 生物学的事象

生物学的事象については、廃棄物埋設施設に影響を及ぼす小動物等はいないことから、平常時では発生しない事象であると判断する。

(12) 森林火災

森林火災については、消防庁の消防白書によると林野火災の発生原因は順に、たき火、火入れ、放火、たばこ及び火あそびとなっており、人為的な要因によって発生していることから、平常時では発生しないと判断する。

2.3 平常時の外部事象の想定規模の設定

「2.1 選定の考え方」及び「2.2 事象ごとの評価」を踏まえた平常時の外部事象の想定規模を第2表に示す。

第2表 平常時の外部事象の想定規模

事象	想定規模
洪水	平常時では発生しない。
風	平均風速 8.4m/s
台風	平常時では発生しない。
竜巻	平常時では発生しない。
凍結	最低気温 -5℃
降水	降水量（日最大1時間降水量）20 mm
積雪	日最深積雪 4 cm
落雷	平常時では発生しない。
地滑り	平常時では発生しない。
火山の影響	平常時では発生しない。
地形及び陸水の変化	平常時では発生しない。
生物学的事象	平常時では発生しない。
森林火災	平常時では発生しない。
航空機落下	平常時では発生しない。
ダムの崩壊	平常時では発生しない。
爆発	平常時では発生しない。
近隣工場等の火災	平常時では発生しない。
有毒ガス	平常時では発生しない。
電磁的障害	平常時では発生しない。

3. グレーデッドアプローチ評価との関係性

廃棄物埋施設へのグレーデッドアプローチとして実施したリスク評価のうち、平常時に求められる「放射性物質の飛散防止の措置」については、より現実的な評価を実施する上での状態設定として、「2.3 平常時の外部事象の想定規模の設定」を用いる。

3.1 平常時の外部事象による放射性物質の飛散防止の措置への影響評価

「放射性物質の飛散防止の措置」への影響を確認する事象は風、凍結、降水及び積雪である。各事象について個別に影響を確認する。

(1) 風

評価を行う風の規模は 8.4m/s であり、この風により放射性物質の飛散防止の措置である最上段の中間覆土の飛散発生の可能性があることから、最終段の中間覆土については、平常時の自然事象による土壌の浸食から防護するため、中間覆土の地表面に防護措置（シート敷設、碎石敷均し等）を施すため、中間覆土が飛散するおそれはない。

また、埋設作業中の埋設トレンチに定置した放射性廃棄物は鉄箱又はフレキシブルコンテナに封入並びにプラスチックシートに梱包された状態で定置を行うことで放射性物質が容易に飛散しない状態とする。 8.4m/s で飛来するものとして周辺の砂又は小枝等が考えられるが、鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートが破損することは考えられないことから、放射性物質の飛散防止の措置は損なわれない。

(2) 凍結

凍結の影響として、凍上が考えられるが、廃棄物埋設地及びその周辺は砂丘砂層であり、凍上の発生は考えられないため影響はない。

(3) 降水

評価を行う降雨の規模は 20 mm／時間であり、この降雨に伴う表面水により埋設済みの埋設区画の放射性物質の飛散防止の措置である最上段の中間覆土又は最終覆土の流出発生の有無を評価した。

評価の結果中間覆土が受ける表面水の抵抗（以下「摩擦速度」という。）と流出を開始する抵抗（以下「限界摩擦速度」という。）を比較した結果、摩擦速度が限界摩擦速度を上回らないため、中間覆土が流出するおそれはない。

また、埋設作業中の埋設トレンチに定置した放射性廃棄物は鉄箱又はフレキシブルコンテナに封入並びにプラスチックシートに梱包された状態で定置を行うことで放射性物質が容易に飛散しない状態とする。降雨により、鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートが破損することは考えられないことから、放射性物質の飛散防止の措置は損なわれない。

(4) 積雪

評価を行う積雪の規模は 4cm／日であり、この積雪後の融雪水により埋設済みの埋設区画の放射性物質の飛散防止の措置である最上段の中間覆土又は最終覆土の流出することはないため、放射性物質の飛散防止の措置は損なわれない。

（融雪水による土砂の流出に対する影響としては、雪解けによる水の流れは降水による水の流れよりも小さくなるため、降水の評価に包含される。）

また、埋設作業中の埋設トレンチに定置した放射性廃棄物は鉄箱

又はフレキシブルコンテナに封入並びにプラスチックシートに梱包された状態で定置を行うことで放射性物質が容易に飛散しない状態とする。積雪又は積雪後の融雪水により、鉄箱、フレキシブルコンテナ及びプラスチックシートが破損することは考えられないことから、放射性物質の飛散防止の措置は損なわれない。

3.2 グレーデッドアプローチの評価の想定規模との比較

廃棄物埋設施設へのグレーデッドアプローチの適用のために実施した「放射性物質の飛散防止の措置」喪失を仮定したリスク評価と、平常時の状態を考慮した場合の「放射性物質の飛散防止の措置」への影響の程度を比較する。

リスク評価では、54区画の埋設区画が埋設済みで最後の1区画1段目の放射性廃棄物の定置が終了した状態から、埋設済みの54区画全ての最上段の中間覆土が喪失することを仮定し、加えて露出した放射性廃棄物に含まれる放射エネルギーの1%が放射性粉じんとして飛散した場合の公衆が受ける被ばく線量を評価している。

一方で、平常時において、飛散防止の措置が損なわれる事象はないため、リスク評価は十分に過大な評価を実施していると考えられる。

以上より、平常時の想定規模は考慮した「放射性物質の飛散防止の措置」への影響はグレーデッドアプローチの適用のために実施したリスク評価に含まれる。

以 上