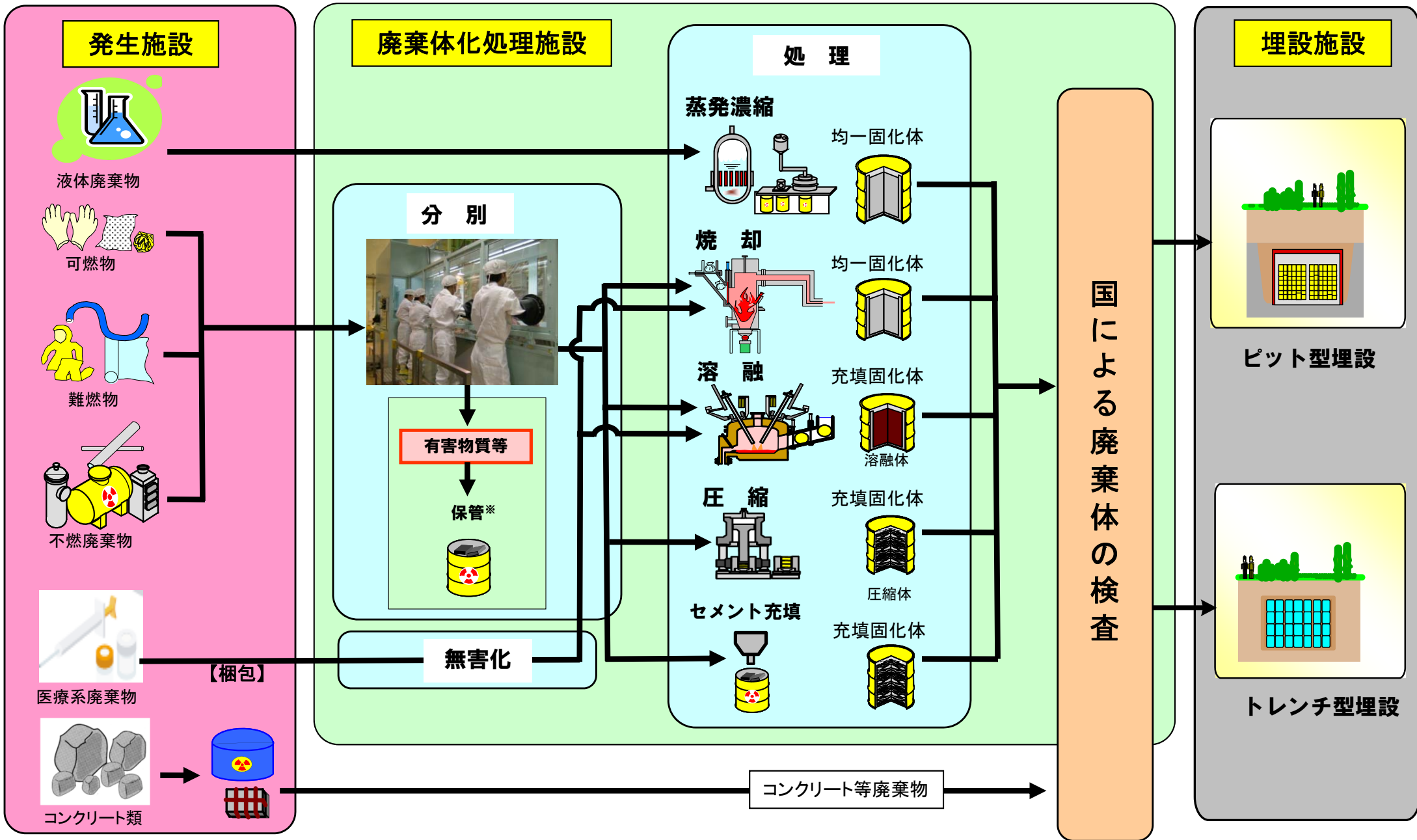


浅地中埋設処分施設の基本概念と 安全評価の考え方について

平成26年 2月27日(木)

原子力機構 埋設事業推進センター
設計技術課

① 放射性廃棄物の処理・処分



② 放射性廃棄物の処分方法

処分深度(目安)

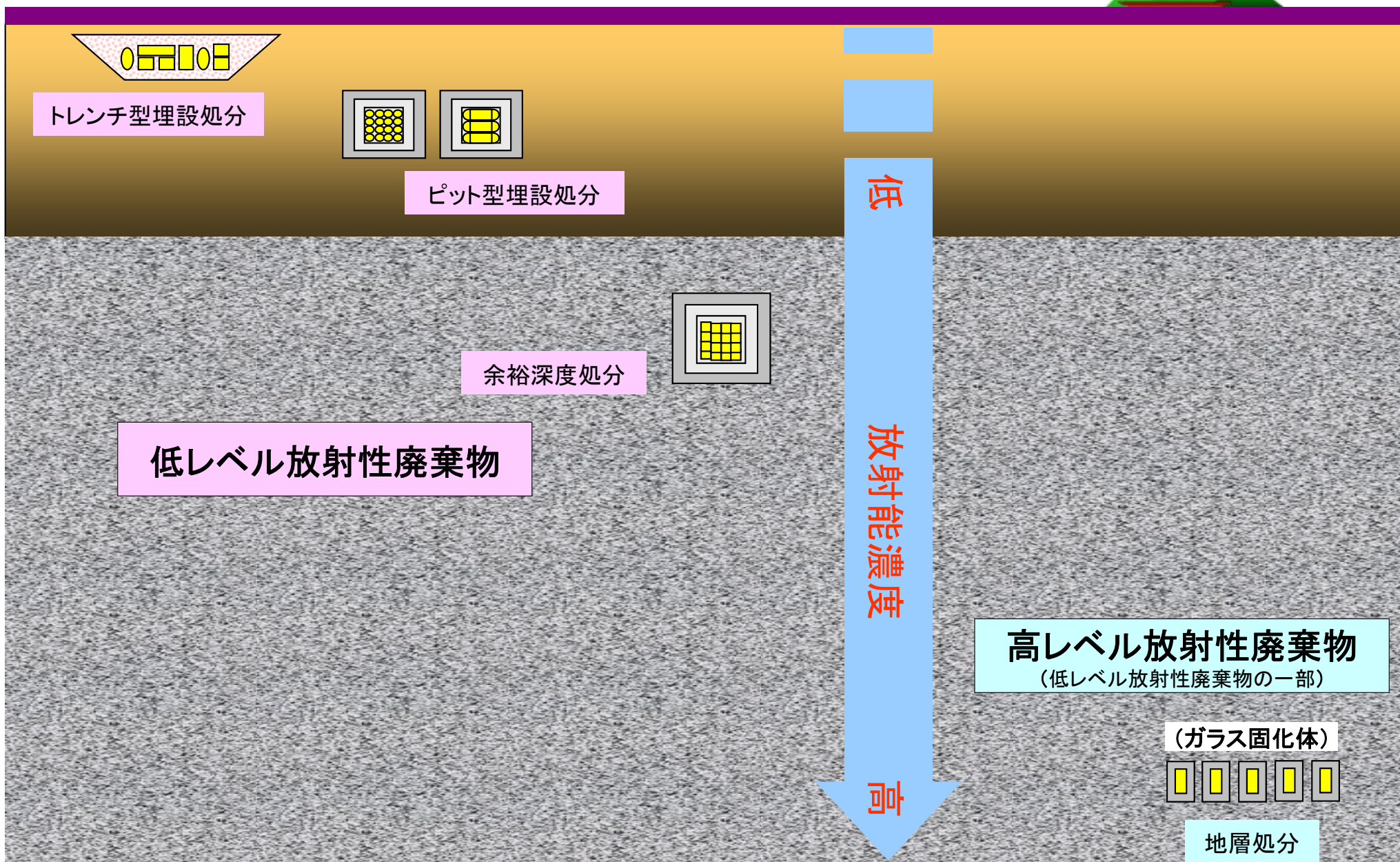
地表

50m

100m

200m

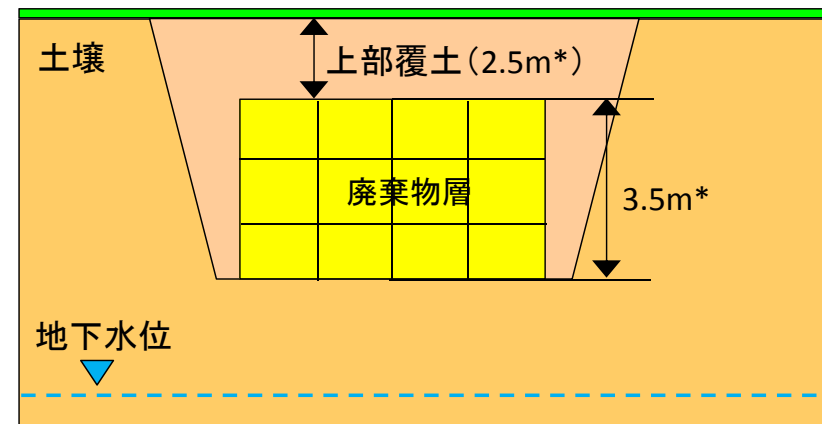
300m



③-1 浅地中処分施設概念 -トレンチ処分施設-

- 放射能濃度の極めて低い廃棄物を対象とし、コンクリートピット等の人工バリアを設置しない処分施設。
- 地下水に放射性廃棄物が直接接触しないように地下水位より上部に施設を設置し、廃棄物の周囲に土砂等を充填し、上部に覆土を敷設。
- 原子力機構の原子力科学研究所において、動力試験炉JPDRの解体により発生したコンクリート等廃棄物のトレンチ処分を実施。現在埋設作業を終了し、埋設地の管理を実施(保全段階)。

トレンチ処分施設のイメージ図



* 原子力機構の埋設施設の例



廃棄物埋設用トレンチ外観及び雨水浸入防止用テント(定置開始前)



フレキシブルコンテナ封入廃棄物の定置作業状況

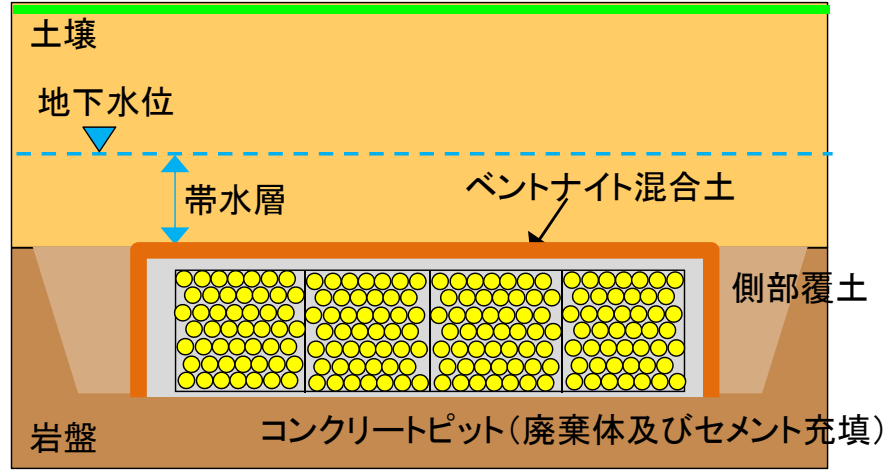


廃棄物埋設地(保全段階)

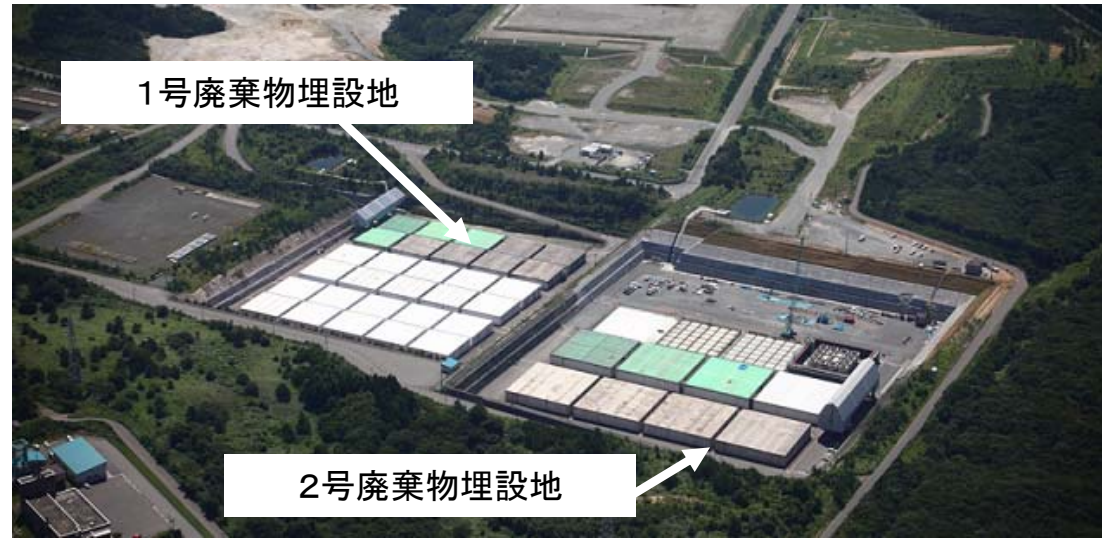
③-2 浅地中処分施設概念 -コンクリートピット処分施設-

- 低レベル放射性廃棄物を容器に固型化して廃棄体とし、コンクリートピットに処分する方法。
- 放射性物質の移行を抑制するため、ピット全体が透水性の低い岩盤内となるように設置。
- コンクリートピット内はセメント系材料で充填され、側部と上面に透水性の小さいベントナイト混合土層を設置。
- 発電所廃棄物のうち、ピット処分対象の廃棄物については、日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センターにて、処分が実施されている。

コンクリートピット処分施設のイメージ

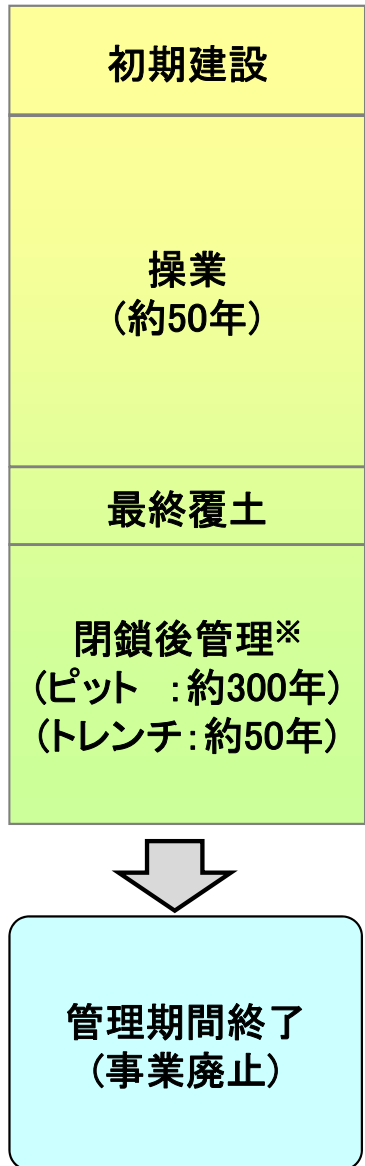


日本原燃(株)低レベル放射性廃棄物埋設センターのコンクリートピット処分施設



原子力委員会 新大綱策定会議 (第5回) (平成23年3月8日)
資料第3-1号「放射性廃棄物の処理・処分を巡る取組の現状について」より引用

④ 浅地中処分施設の安全評価



作業・管理期間中の評価

処分施設の管理(作業)期間中において、事業所(周辺監視区域)境界上の最大となる地点で、一般公衆が受ける線量を評価し、線量目標値以下であることを確認

【例:コンクリートピット施設からのスカイシャイン線量の評価】

線量基準 : 1mSv/y ※
線量目標値: 50 μSv/y ※

管理期間終了後の評価

管理期間終了後、埋設地及び周辺において、一般公衆が受けると想定される線量を評価し、管理期間終了後の線量のめやす値以下であることを確認

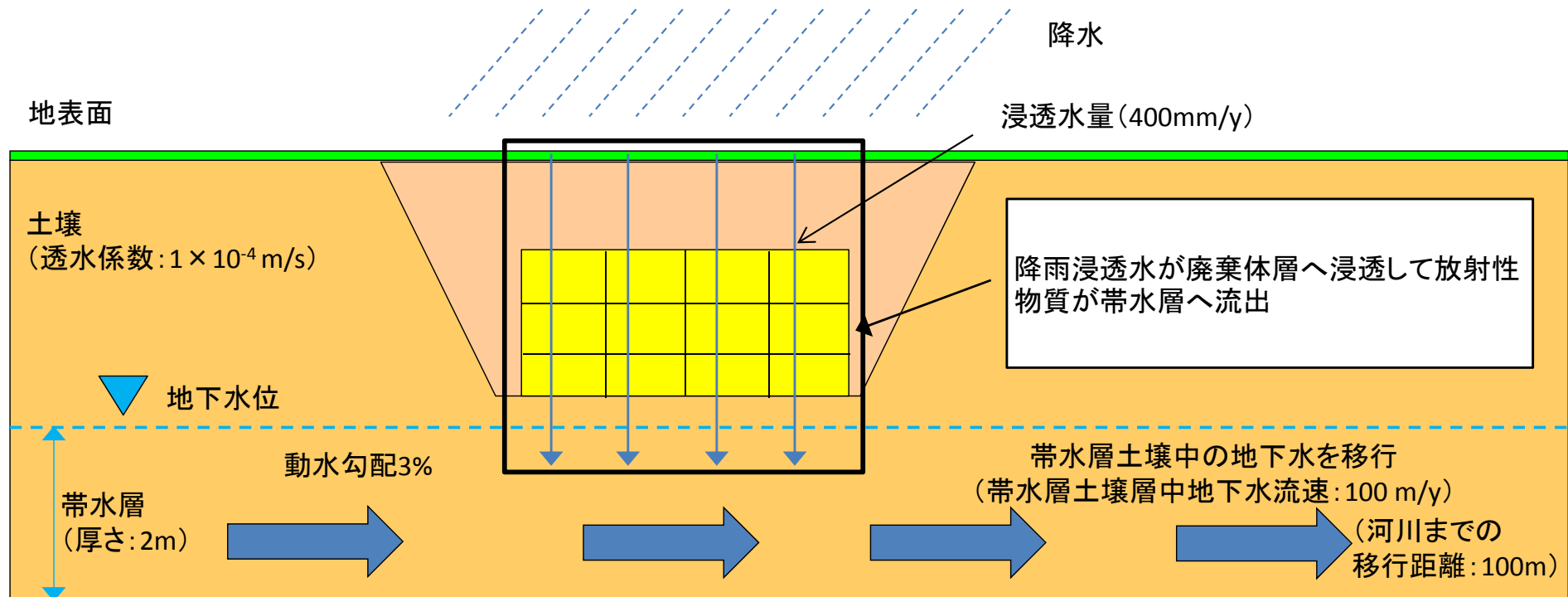
線量めやす値
基本シナリオ (確からしい想定に基づくシナリオ)
: 10 μSv/y ※
変動シナリオ (周辺環境や埋設施設の変動を想定したシナリオ)
: 300 μSv/y ※
等

放射性物質が処分施設から地下水へ浸出し、その放射性物質による周辺環境における線量評価、埋設地を利用することにより埋設地に残存する放射性物質からの線量評価を実施する。

※ 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の解釈(制定平成25年11月27日原管廃発第1311277号原子力規制委員会決定)

⑤-1 トレンチ処分施設からの流出・移行モデル概念

コンクリート施設の安全評価モデル

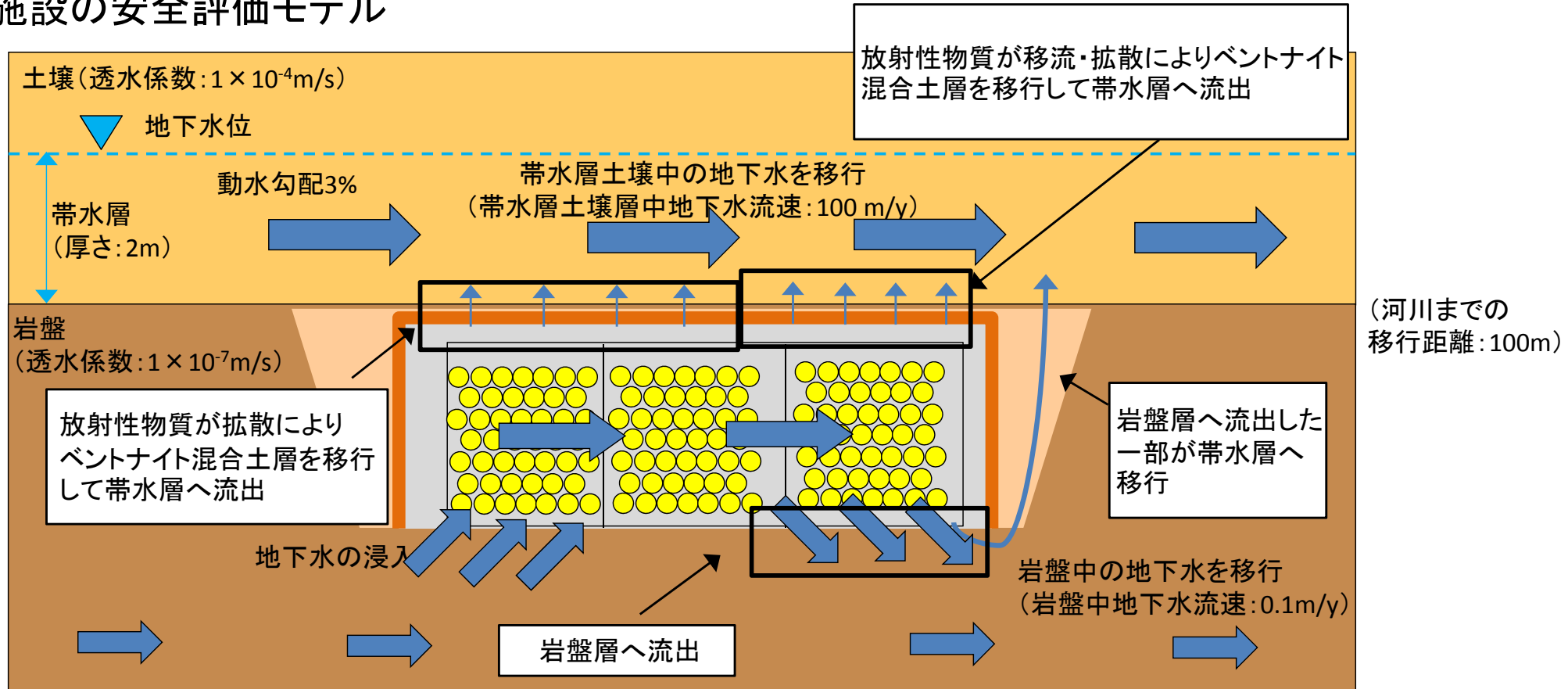


- 降雨浸透水がトレンチ施設に浸入し、放射性物質は、トレンチ施設内の土壌と浸透水の分配平衡により浸透水中を移行し、トレンチ施設下方の帯水層に流出するモデル
- 帯水層土壌中の放射性物質の移行計算は、既設の埋設施設の安全評価で用いられている一次元の移流による評価式を用いて評価

※ 図中の透水係数等のパラメータは、天澤ら「研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計」JAEA-Technology 2012-031(2012)で設定した我が国の一般的な環境条件より引用

⑤-2 コンクリートピット処分施設からの流出・移行モデル概念

ピット施設の安全評価モデル

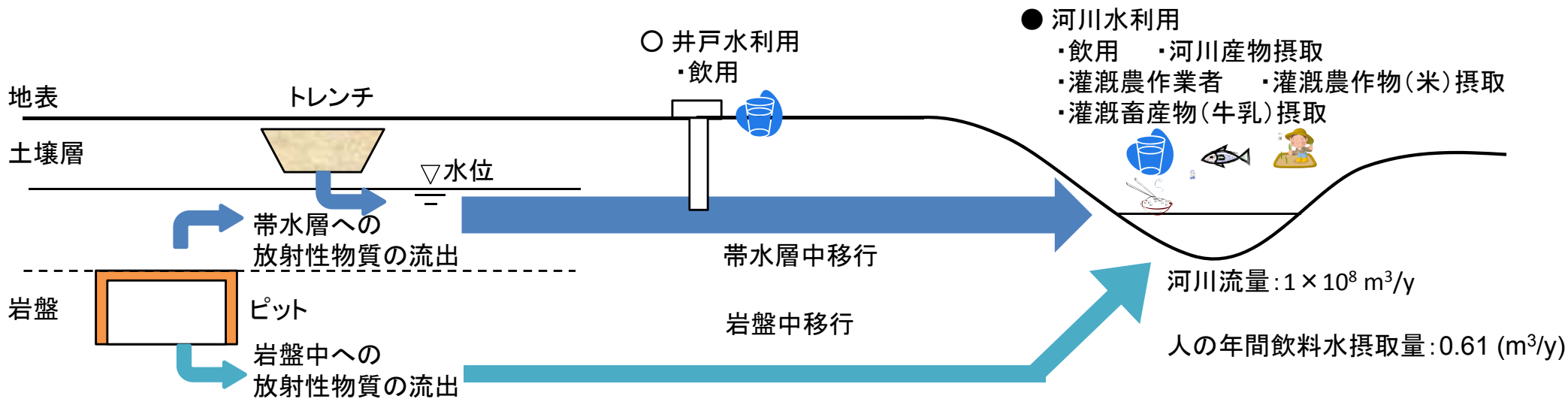


- ピット内に地下水が浸入し、放射性物質が地下水とセメント系材料の分配平衡により、浸入水へ移行
- 放射性物質はピット内から移流により岩盤へ流出、またはピット内から地下水流の下流側のベントナイト混合土層内を移流及び拡散により通過して帯水層へ流出
- 地下水流の上流側のベントナイト混合土層では、地下水の移流量が非常に小さいと考えられ、放射性物質は拡散により帯水層へ流出
- ピット施設内から岩盤層へ流出した放射性物質の一部が、地下水の移行に伴い帯水層へ移行することを考慮
- 帯水層土壌中・岩盤中の放射性物質の移行計算は、既設の埋設施設の安全評価で用いられている一次元の移流による評価式を用いて評価

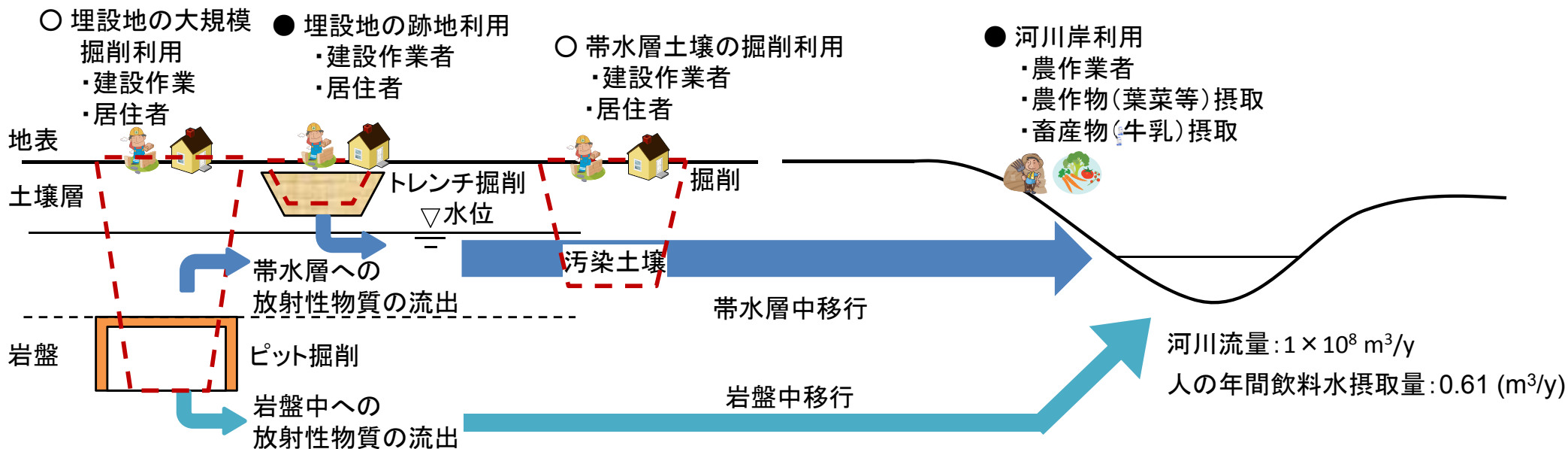
※ 図中の透水係数等のパラメータは、天澤ら「研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計」JAEA-Technology 2012-031(2012)で設定した我が国の一般的な環境条件より引用

⑥ 線量評価シナリオの概念図

地下水移行シナリオ ●基本シナリオ ○変動シナリオ



土地利用シナリオ ●基本シナリオ ○変動シナリオ



※ 図中の透水係数等のパラメータは、天澤ら「研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計」JAEA-Technology 2012-031(2012)で設定した我が国の一般的な環境条件より引用

⑦-1 H-3の線量評価結果(研究施設等廃棄物浅地中処分施設の事例)

計算条件

		トレンチ施設	ピット施設	備考
放射能濃度(Bq/g)		100	10,000	設定値。
放射能(Bq)		1.4E+13	7.2E+14	放射能の算出方法を参照。
廃棄体総量	本数(本)	3.8E+05	2.2E+05	JAEA-Technology 2012-031より引用。200Lドラム缶の本数。
	体積(m ³)	7.6E+04	4.4E+04	JAEA-Technology 2012-031より引用。
	重量(ton)	1.5E+05	1.2E+05	JAEA-Technology 2012-031より引用。
分配係数	土壌(m ³ /kg)	0	0	JAEA-Technology 2012-031より引用。
	岩盤(m ³ /kg)	0	0	JAEA-Technology 2012-031より引用。

放射能の算出方法

	①放射能濃度(Bq/g)	②施設:密度(kg/m ³)	③廃棄体:体積(m ³)	④施設:空隙率(-)	⑤放射能(Bq)
トレンチ施設	100	2,600	7.6E+04	0.30	1.4E+13
ピット施設	10,000	2,500	4.4E+04	0.35	7.2E+14

算出式: ① × ② × ③ × (1-④) = ⑤

基本シナリオ(めやす線量: 10 μSv/y)

シナリオ	評価経路	被ばく形態	被ばく線量(μSv/y)		
			トレンチ	ピット	
地下水シナリオ	河川水利用	飲用	経口摂取	8.2E-01	1.3E-01
		河川産物摂取	経口摂取	8.1E-04	1.3E-04
		灌漑農業者	外部・吸入	2.2E-07	3.5E-08
		灌漑農作物(米)摂取	経口摂取	6.7E-02	1.1E-02
		灌漑畜産物(牛乳)摂取	経口摂取	4.5E-01	7.0E-02
土地利用シナリオ	河川岸利用	農業者	外部・吸入	2.6E-07	4.1E-08
		農作物(葉菜等)摂取	経口摂取	8.8E-03	1.4E-03
		畜産物(牛乳)摂取	経口摂取	1.2E-02	1.9E-03
	埋設地の掘削利用	建設作業	外部・吸入	6.1E-06	
		居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	外部・吸入・経口摂取	4.1E-02	

※ 河川水利用と河川岸利用の評価経路では、放射性物質が施設閉鎖後から地下水中に移行を開始することを想定し、施設閉鎖後からの最大線量、埋設地の利用の評価経路は、管理期間終了後(トレンチ50年、ピット300年)からの最大線量として評価。

変動シナリオ(めやす線量: 300 μSv/y)

シナリオ	評価経路	被ばく形態	被ばく線量(μSv/y)		
			トレンチ	ピット	
地下水シナリオ	井戸水飲用	飲用	経口摂取	1.4E-05	3.9E-07
土地利用シナリオ	埋設地の大規模掘削利用	建設作業	外部・吸入	2.2E-05	1.7E-09
		居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	外部・吸入・経口摂取	1.5E-01	1.1E-05
	帯水層土壌の掘削利用	建設業者	外部・吸入	—	—
		居住者(農作物(葉菜等)摂取を含む)	外部・吸入・経口摂取	1.4E-08	—

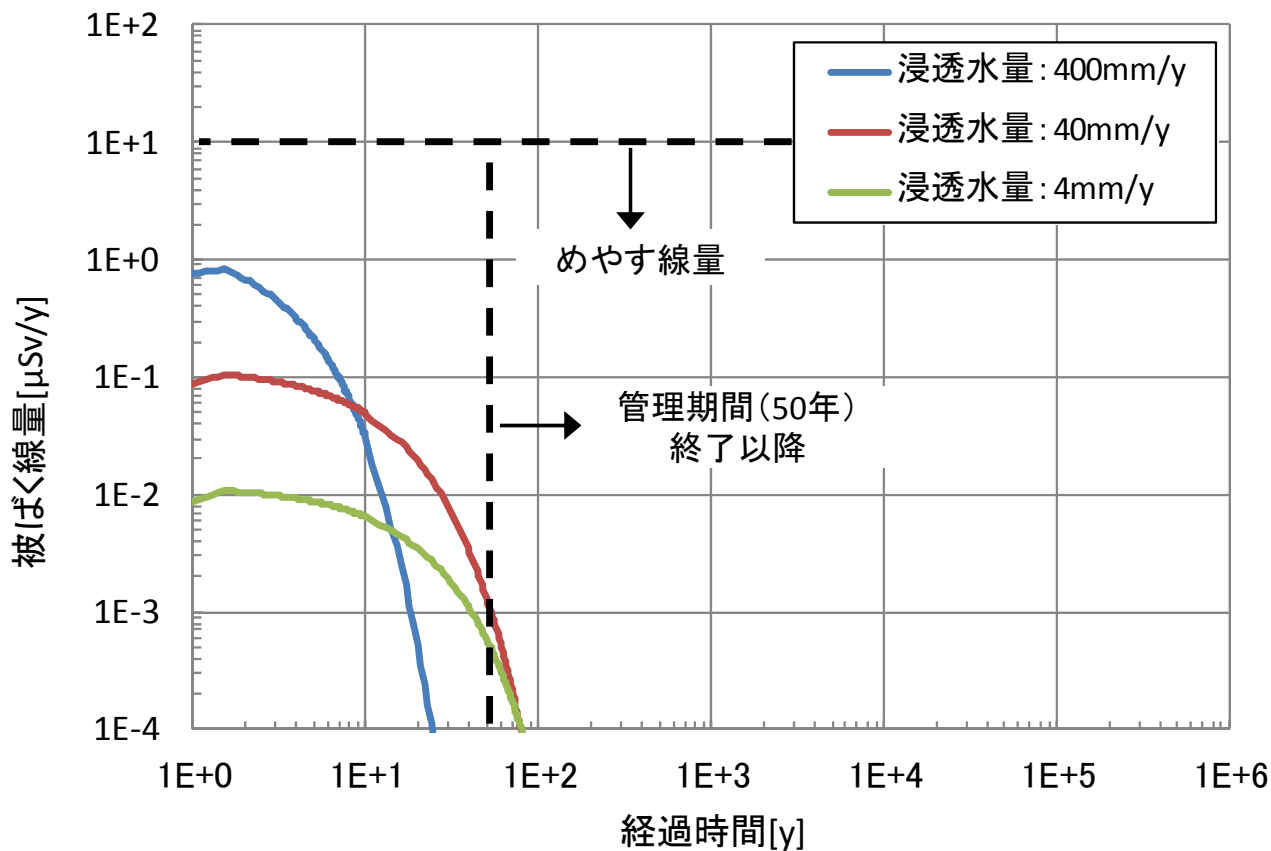
※ 上記の移行経路は、埋設地及び近傍の地下水を利用する経路であることから、管理期間終了後(トレンチ50年、ピット300年)からの最大線量として評価。「—」は1×10⁻¹⁰μSv/y以下であることを示す。

※ 上記の計算条件の一部は、天澤ら「研究施設等廃棄物浅地中処分施設概念設計」JAEA-Technology 2012-031(2012)に基づいて設定

⑦-2 H-3の検討(1):トレンチ処分施設

トレンチ処分施設から河川に流出したH-3を人が飲用した場合の線量

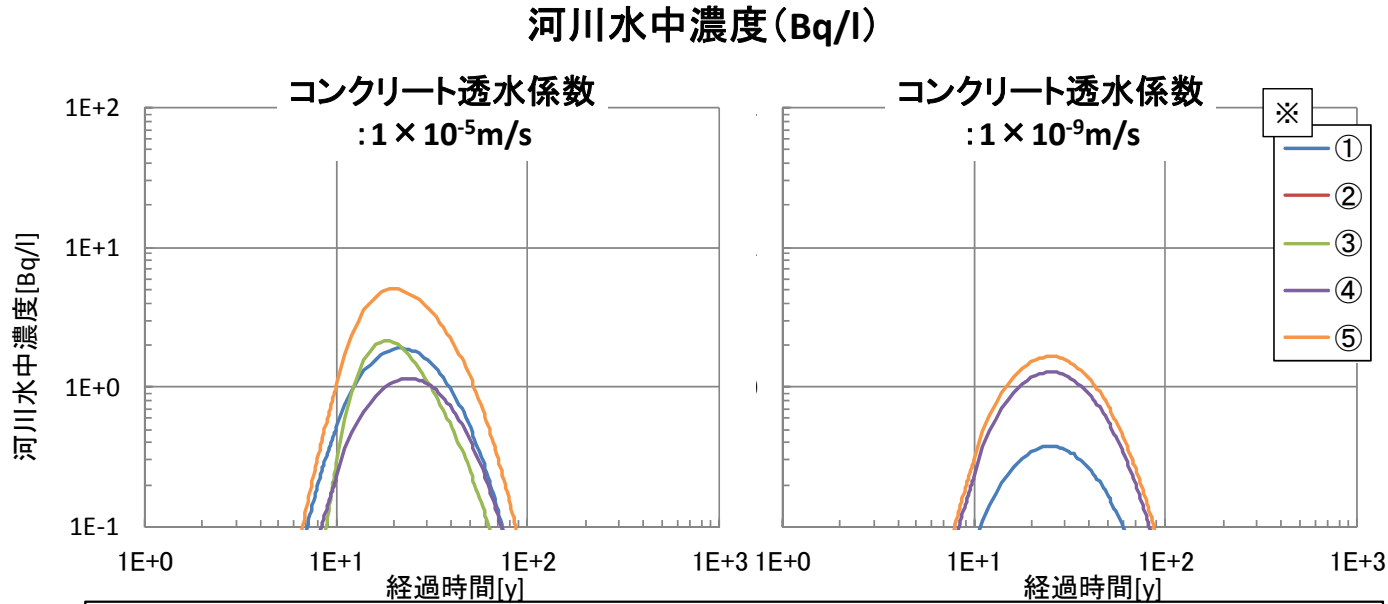
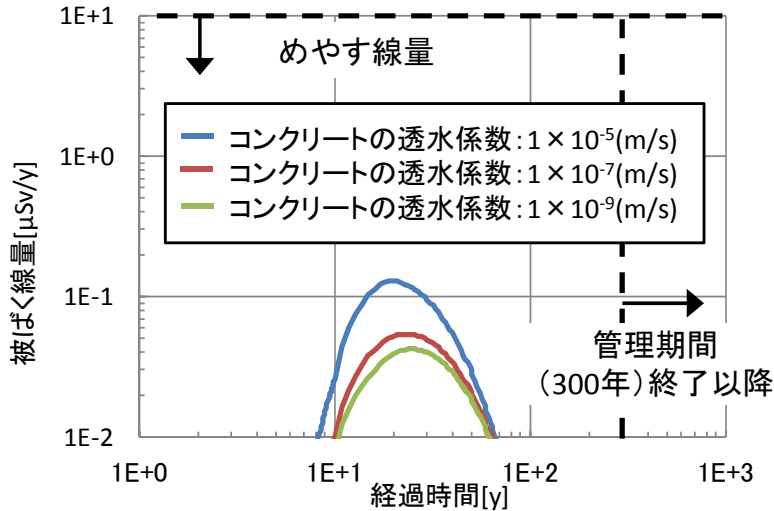
- 廃棄体層への浸透水量(降水量から蒸発散量差し引いた量)を一般的な値400mm/y に設定
- 上部に遮水シートや粘土層を設置した場合として、浸透水量を1/10、1/100に想定したケースも試算



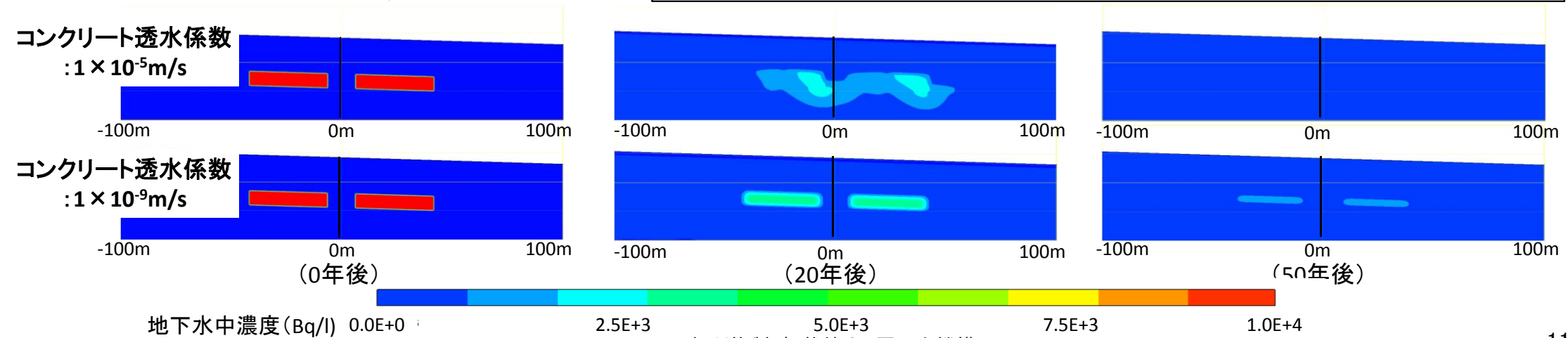
⑦-3 H-3の検討(2):ピット施設

ピット施設のコンクリートの劣化状態を考慮して、透水係数を 1×10^{-5} 、 1×10^{-7} 及び 1×10^{-9} m/s を設定した場合における地下水移行シナリオ(河川水飲用経路)の被ばく線量を試算

	最大線量 (μ Sv/y)
コンクリート透水係数: 1×10^{-5} m/s	1.3E-01
コンクリート透水係数: 1×10^{-7} m/s	5.4E-02
コンクリート透水係数: 1×10^{-9} m/s	4.2E-02

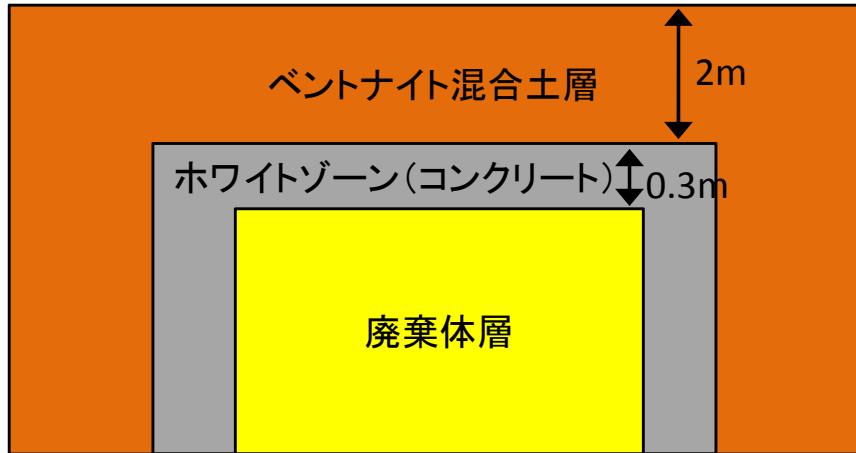


※ ①ベントナイト混合土層から土壌層へ移行(移流+拡散) ②岩盤層へ移行(移流)
 ③岩盤層から土壌層へ移行(移流) ④ベントナイト混合土層から土壌層へ移行(拡散)
 ⑤ ①から④の合計



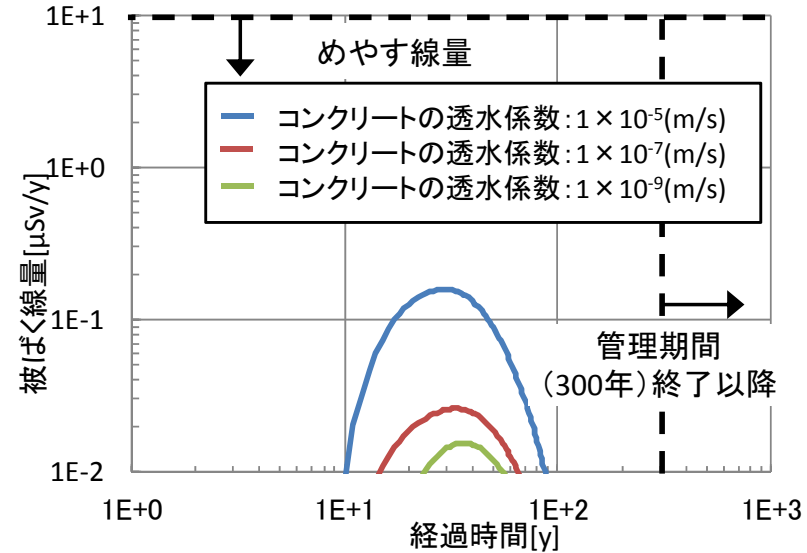
⑦-3 H-3の検討(3):ピット施設

ピット施設内にホワイトゾーンを設置した場合の地下水移行シナリオ (河川水飲用経路)の被ばく線量を試算

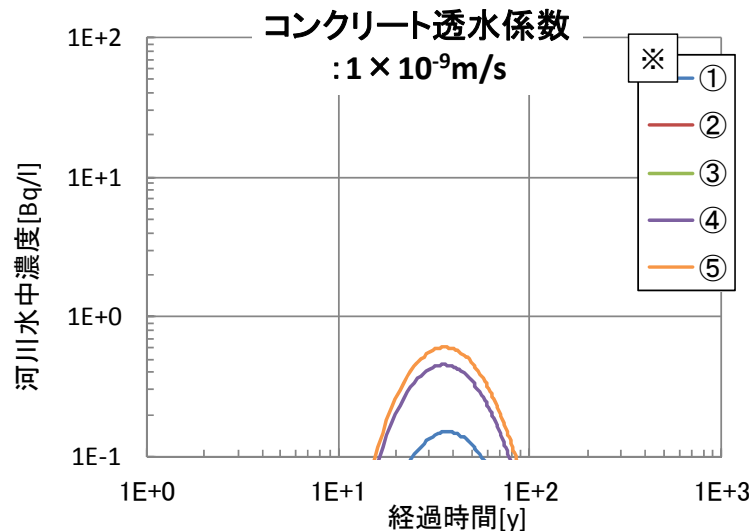
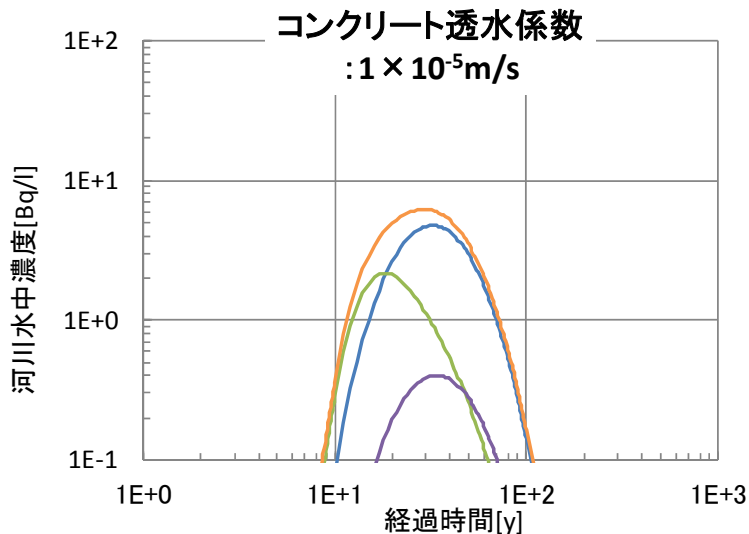


ベントナイト混合土中の拡散係数 : $3 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$
 ホワイトゾーン(コンクリート)中の拡散係数 : $3 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$
 廃棄体層中の拡散係数 : $3 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$

ホワイトゾーン(コンクリート)の設置した場合の被ばく線量



河川水中濃度 (Bq/l)



- ※
- ① ベントナイト混合土層から土壌層へ移行 (移流+拡散)
 - ② 岩盤層へ移行 (移流)
 - ③ 岩盤層から土壌層へ移行 (移流)
 - ④ ベントナイト混合土層から土壌層へ移行 (拡散)
 - ⑤ ①から④の合計