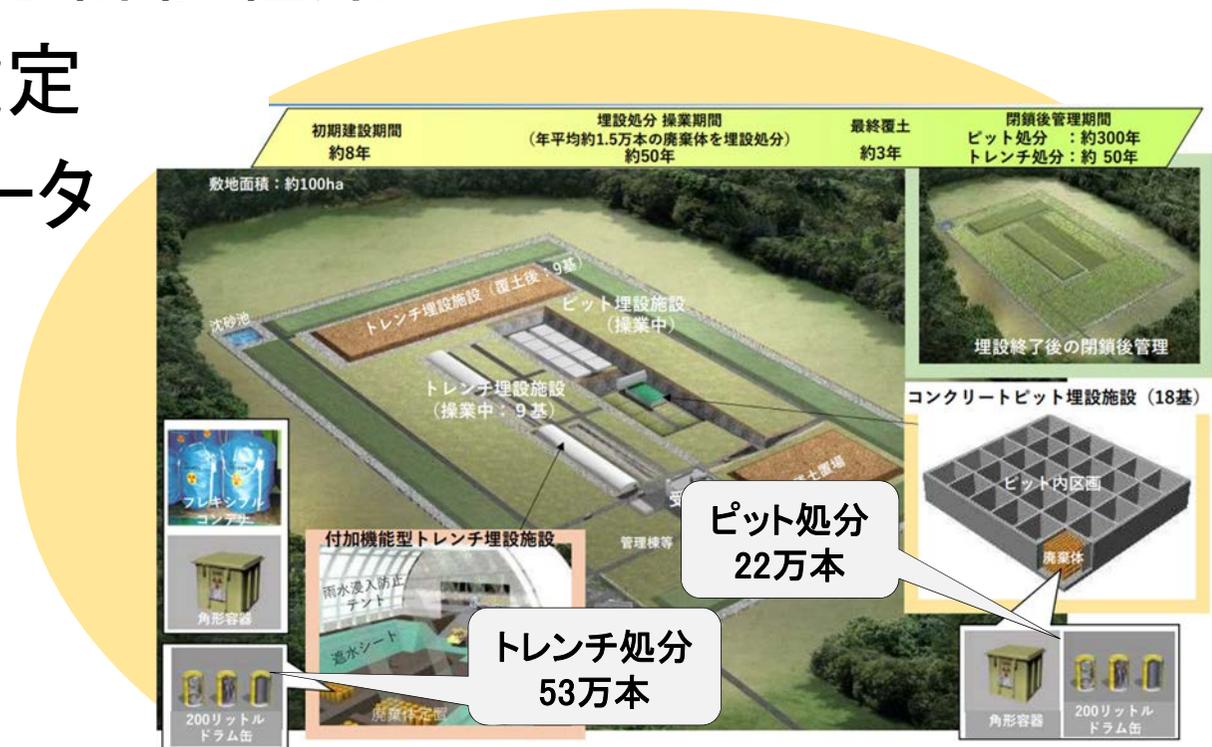


研究施設等廃棄物のピット処分における 基準線量相当濃度の試算

令和4年9月8日

日本原子力研究開発機構 埋設事業センター
佐久間 康太、菅谷敏克、阿部大智、坂井章浩

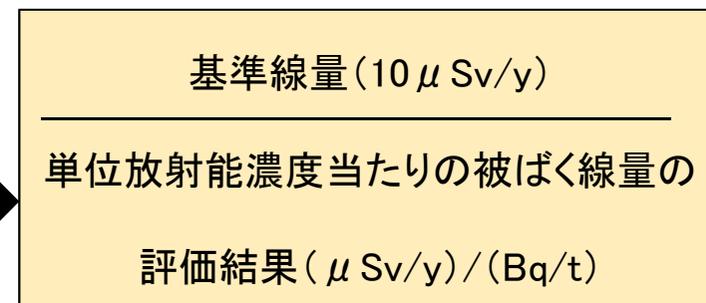
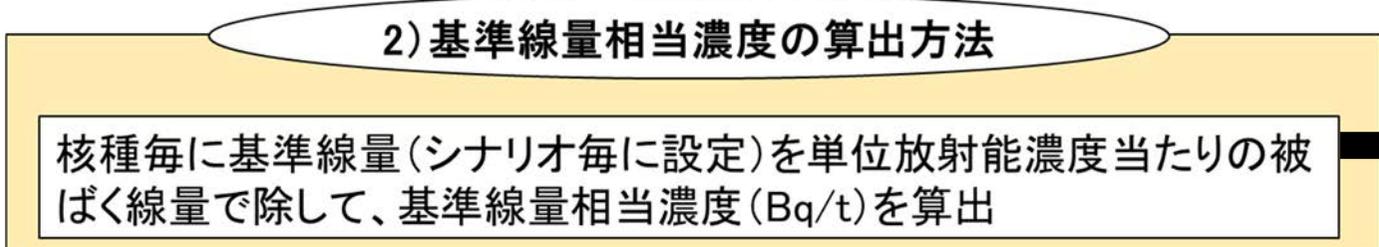
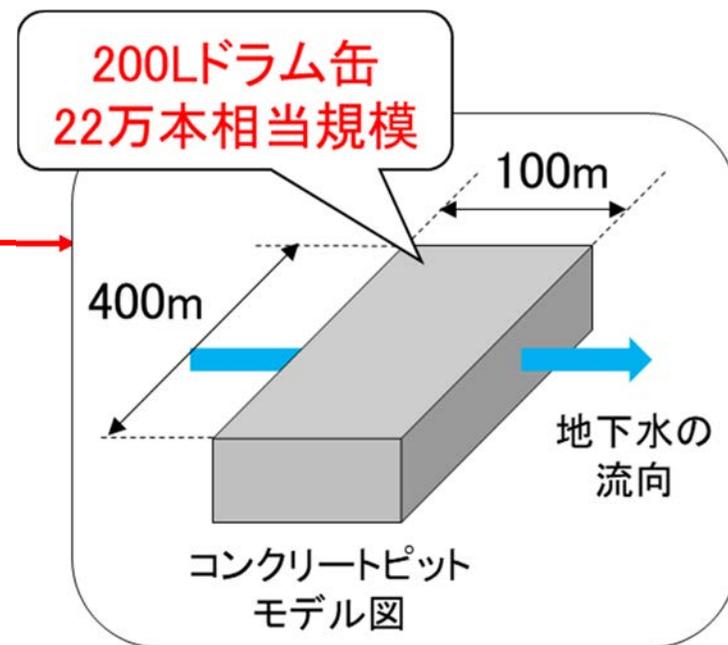
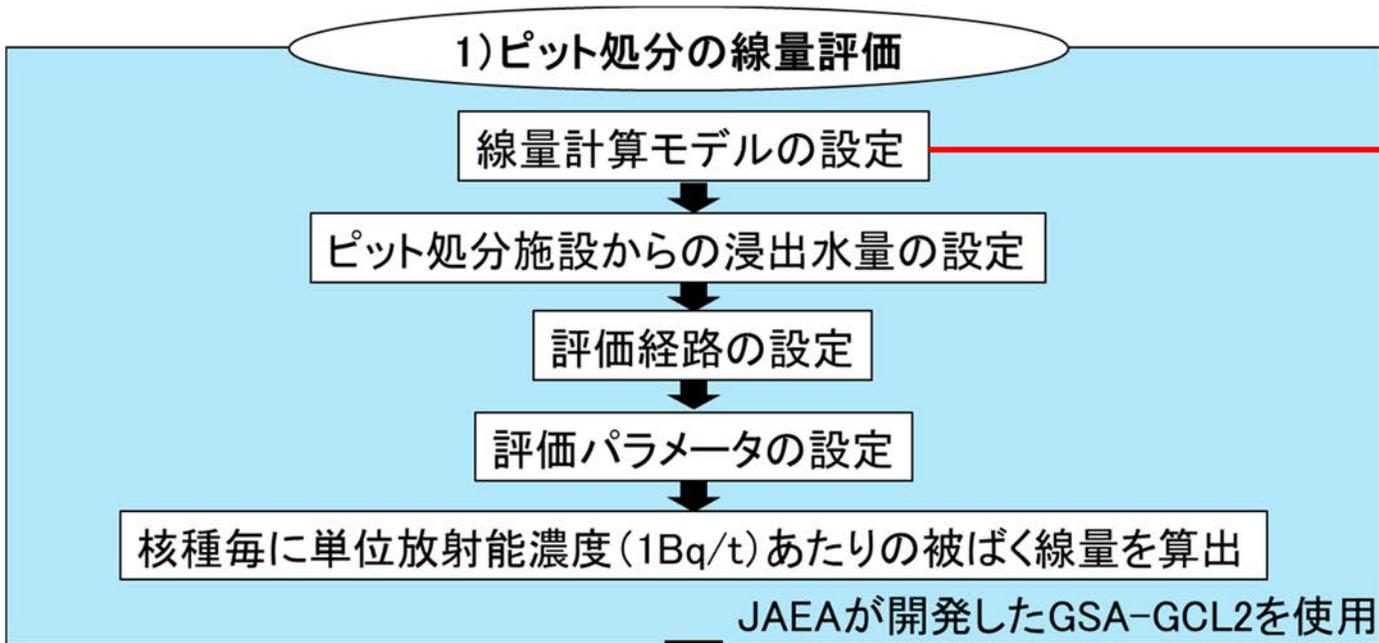
- 1 試算の概要
- 2 評価方法
 - 2-1 基準線量相当濃度の算出方法
 - 2-2 線量計算モデル及び評価経路
 - 2-3 核種移行経路の設定
 - 2-4 核種の主なパラメータ
- 3 評価結果
- 4 まとめ



1 試算の概要

- JAEAは、JAEA及び国内の研究施設等から発生する研究施設等廃棄物の埋設事業（トレンチ処分、ピット処分）の実施主体となっている。
- 埋設事業では、廃棄体の放射能濃度の受入基準を決め、廃棄物発生者に示す必要がある。
- 受入基準の決定に向けて、ピット処分において2種類の線量計算モデルで被ばく線量評価を行い、その結果から、廃棄物に含まれる可能性のある220核種について**基準線量相当濃度**（基準線量相当となる時の廃棄体の放射能濃度）を試算した結果を報告する。

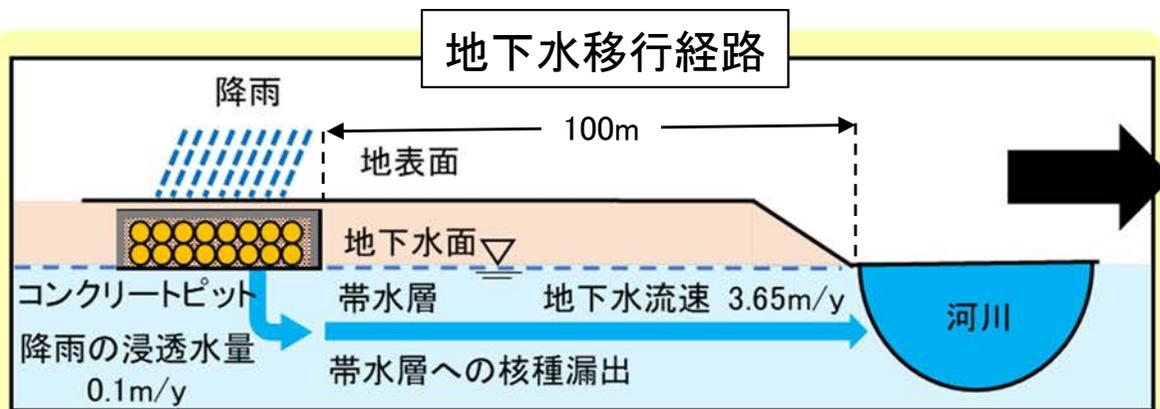
基準線量相当濃度算出の進め方



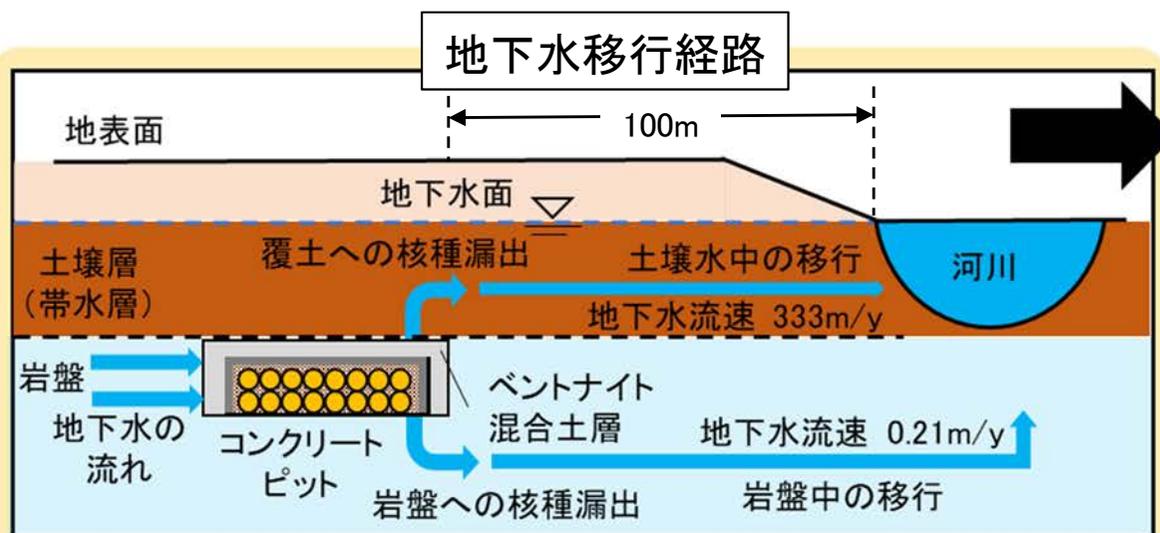
- ピット処分の廃止措置開始後の線量評価では、許可基準規則の解釈※に示された自然事象シナリオにおける最も可能性が高いシナリオと最も厳しいシナリオ、人為事象シナリオを評価する必要がある。
- 本日の報告では、最も可能性が高いシナリオ(10 μ Sv/y)における評価結果を説明する。

線量計算モデル

①地下水面上位設置モデル ※1



②地下水面下位設置モデル ※2

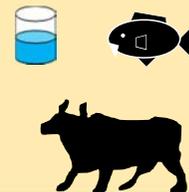


評価経路

河川利用経路

○河川水利用経路

- ・飲料水利用
- ・河川産物摂取
- ・畜産物摂取(飼育水利用)



○灌漑水利用経路

- ・農耕作業(土壤直接線・土壤吸入)
- ・農作物摂取



○河川岸利用経路

○建設経路

- ・建設作業(土壤直接線・土壤吸入)



○居住経路

- ・居住(土壤直接線・土壤吸入)



○農耕作業経路

- ・農耕作業(土壤直接線・土壤吸入)
- ・農作物摂取
- ・畜産物摂取



※1 菅谷敏克ほか, 研究施設等廃棄物の浅地中処分のための基準線量相当濃度の検討(その1), JAEA-Technology2021-004, (2021).

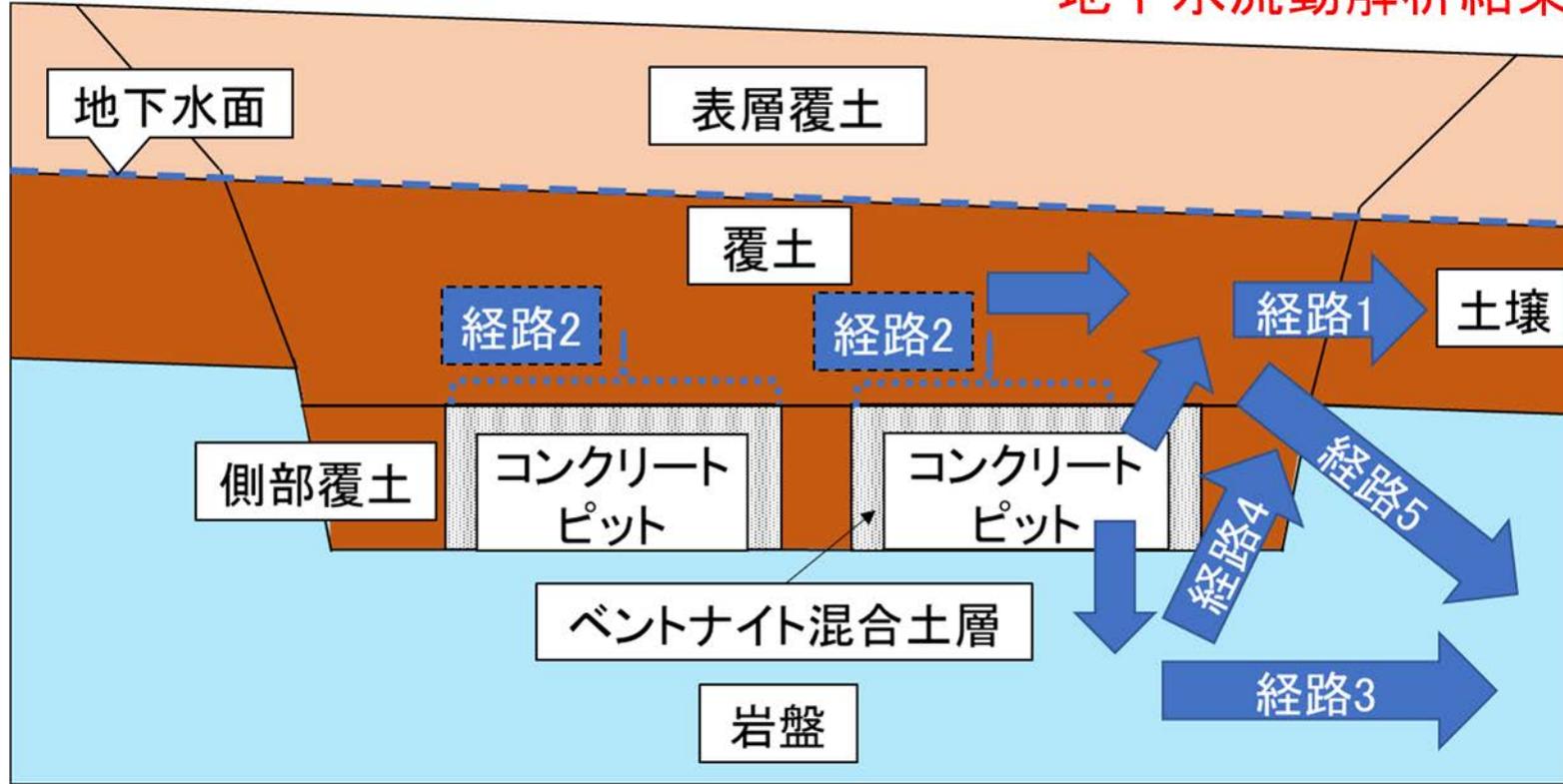
※2 佐久間康太ほか, 研究施設等廃棄物の浅地中処分のための基準線量相当濃度の検討(その2), JAEA-Technology2022-013, (2022).

2 評価方法

2-3 核種移行経路の設定

ピット処分施設の断面図(地下水面上位設置モデル)

地下水流動解析結果※を基に設定



核種移行経路	核種の移行	浸出水量(m ³ /y)
経路1	覆土に移流・拡散	139
経路2	覆土に拡散のみ	0
経路3	岩盤に移流	650
経路4	岩盤に移流→覆土に移流	150
経路5	覆土に移流・拡散→岩盤に移流	0

※ 長尾理那ほか, 様々な施設設計条件におけるコンクリートピット施設からの浸出水量の算出, JAEA-Technology2021-009, (2021).

2 評価方法

2-4 核種の主なパラメータ

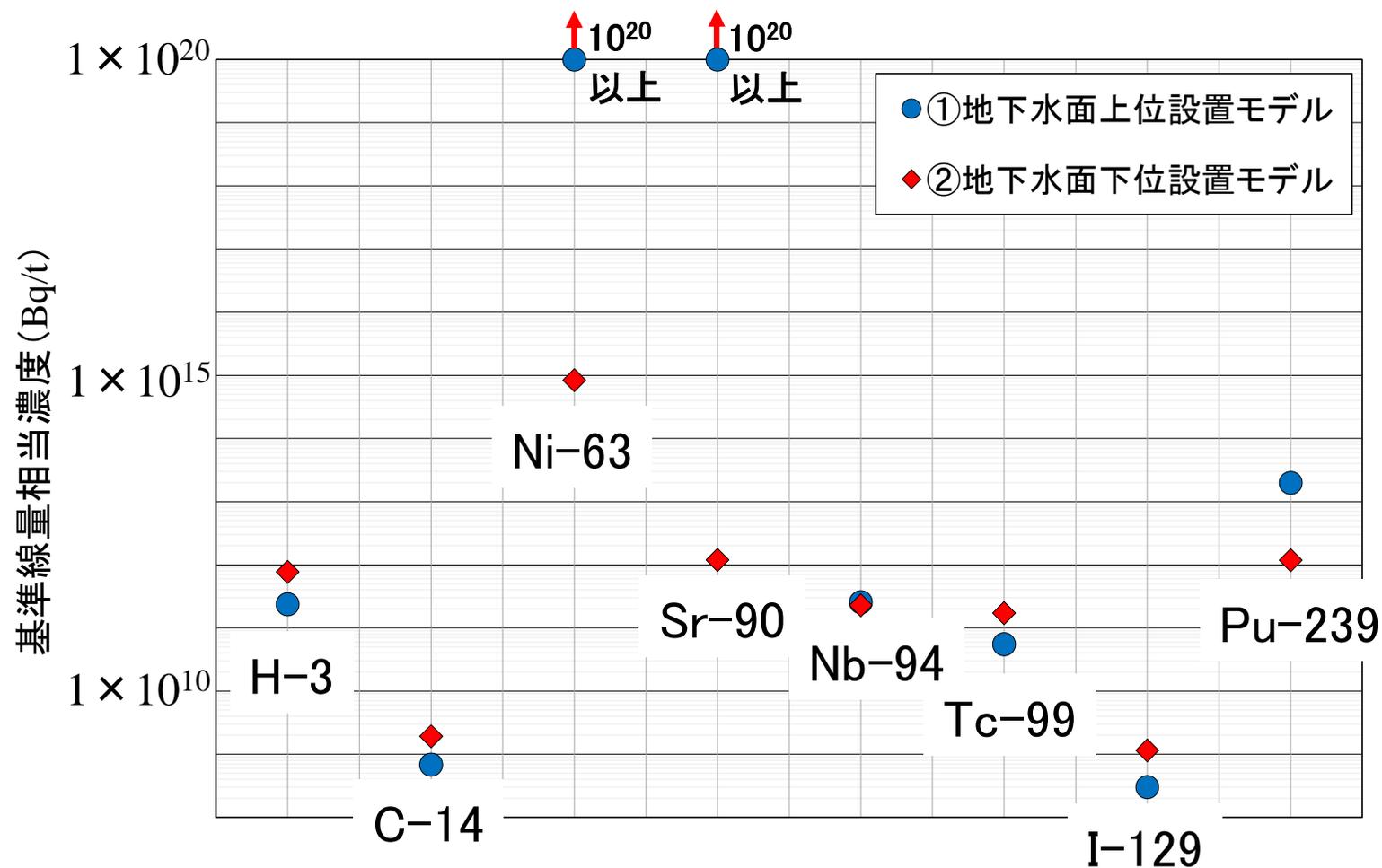
ピット処分で被ばく線量への寄与の大きい核種の主要なパラメータ一覧

核種	半減期 (y)	廃棄体層の収着分配係数 (m ³ /kg)	ベントナイト混合土層の収着分配係数 (m ³ /kg)	帯水層・岩盤の収着分配係数 (m ³ /kg)	外部被ばく線量換算係数 (μSv/h per Bq/g)	内部被ばく(経口)線量換算係数 (Sv/Bq)	魚の濃縮係数 (L/kg)
H-3	1.2×10^1	0	0	0	0	4.2×10^{-11}	1.0×10^0
C-14	5.7×10^3	4.85×10^{-3}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-2}	0	5.8×10^{-10}	5.0×10^4
Ni-63	1.0×10^2	1.65×10^{-2}	5.0×10^{-3}	1.0×10^{-1}	0	1.5×10^{-10}	1.0×10^2
Sr-90	2.9×10^1	1.65×10^{-2}	1.0×10^{-4}	5.0×10^{-2}	2.2×10^{-9}	3.1×10^{-8}	6.0×10^1
Nb-94	2.0×10^4	1.65×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	4.7×10^{-1}	1.7×10^{-9}	3.0×10^2
Tc-99	2.1×10^5	4.85×10^{-3}	0	1.0×10^{-2}	1.5×10^{-7}	6.4×10^{-10}	2.0×10^1
I-129	1.6×10^7	4.85×10^{-3}	0	1.0×10^{-2}	7.2×10^{-4}	1.1×10^{-7}	4.0×10^1
Pu-239	2.4×10^4	1.67×10^0	5.0×10^{-1}	1.0×10^0	1.5×10^{-5}	2.3×10^{-7}	3.0×10^1

- C-14は、他の核種に比べ分配係数は低いとともに、魚への濃縮係数が高い。
- Nb-94は、半減期が比較的長く、外部被ばく線量換算係数が他の核種に比べかなり高い。
- I-129は半減期が非常に長く、ベントナイト混合土層での収着は期待できない(分配係数は0)。また、内部被ばく(経口摂取)線量換算係数が比較的高い。

3 評価結果 河川水利用経路

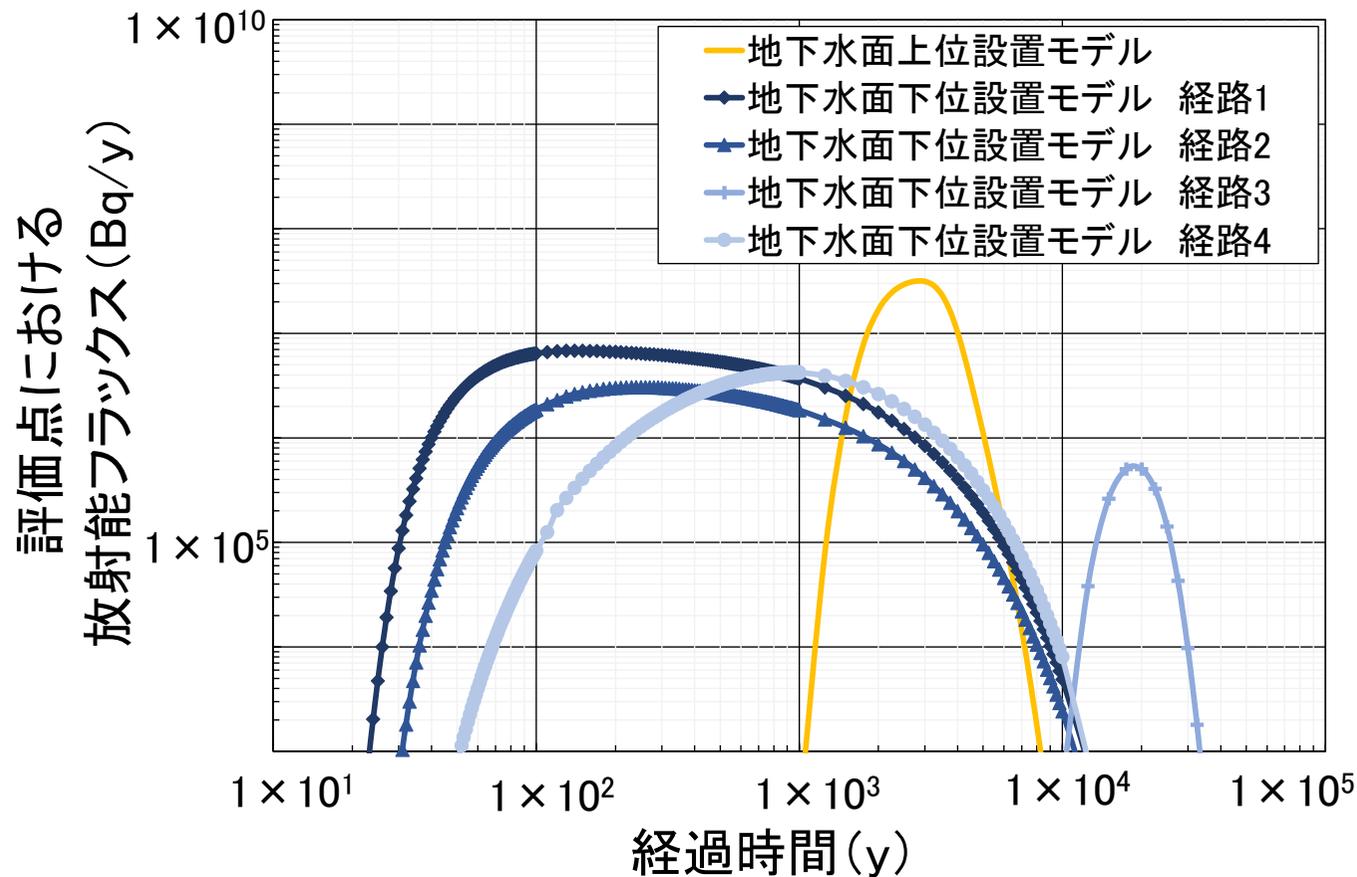
河川水利用経路における基準線量相当濃度



- C-14とI-129の基準線量相当濃度が低い結果となった。
- Ni-63及びSr-90は地下水面上位設置モデルと地下水面下位設置モデルで結果に大きな差 (Ni-63: 5桁以上、Sr-90: 8桁以上) がみられた。

3 評価結果 C-14の評価結果の分析

C-14の核種移行経路毎の評価点における放射能フラックスの経時変化



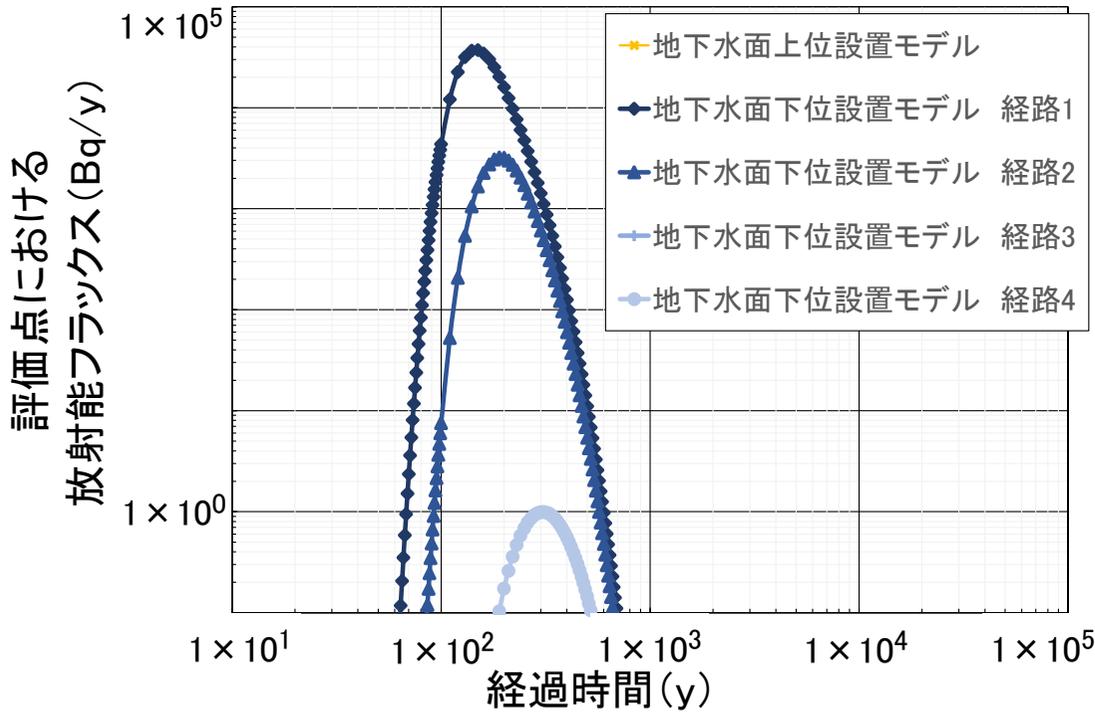
放射能フラックスに線量換算係数を乗じて、被ばく線量を算出するため、放射能フラックスのグラフの形は被ばく線量と同じになる

- 地下水上位設置モデルでは、核種移行経路が1経路である。
- 地下水面下位設置モデルでは、地下水流速の速い土壌層(核種移行経路1,2,4)と地下水流速の遅い岩盤(核種移行経路3)を評価しており、放射能がおよそ500年とおよそ2万年の2つのピークに分散している。

3 評価結果

Sr-90の評価結果の分析

Sr-90の核種移行経路毎の評価点における放射能フラックスの経時変化



Sr-90の評価点までの移行時間

Sr-90の移行時間 (半減期 約30年)		移行経路 の実流速V (m/y)	100m移行 する時間 (y)
地下水面上位 設置モデル	帯水層	3.65	8.34×10^3
地下水面下位 設置モデル	土壌層	333	9.14×10^1
	岩盤	0.21	1.45×10^5

- 地下水面上位設置モデルでは、評価点到達前に放射能が十分に減衰することで、基準線量相当濃度が 1×10^{20} Bq/t以上の大きな値となった。
- 地下水面下位設置モデルでは、土壌層(核種移行経路1,2,4)の地下水流速が速いため、十分に放射能が減衰する前に評価点に到達し、基準線量相当濃度が 1.1×10^{12} Bq/tとなった。

Ni-63(半減期100年)も半減期と核種移行経路毎の評価点までの移行時間の関係により両モデルの結果に大きな差が生じた。

3 評価結果

ピット処分の暫定の基準線量相当濃度の検討

- 基準線量相当濃度は、廃棄物の処分区分の振り分けと、重要核種の選定に用いる。
- 重要核種は、評価経路毎に選定することが示されていることから、評価経路毎の基準線量相当濃度を設定する。
- 現在設置場所が決まっていないため、廃棄物発生者に対して分かりやすい受入基準を示すため、地下水面上位設置モデルと地下水面下位設置モデルの評価結果の厳しい方の値を暫定的な基準線量相当濃度とした。

河川利用経路における暫定的な基準線量相当濃度

核種	河川利用経路				
	河川水利用 経路	灌漑水利用 経路	河川岸利用経路		
			建設経路	居住経路	農耕作業経路
	(Bq/t) (1.0×10^{20} 以上は“—”)				
H-3	2.4×10^{11}	1.5×10^{12}	3.0×10^{18}	1.7×10^{19}	2.8×10^{12}
C-14	6.8×10^8	6.3×10^{11}	8.4×10^{16}	1.5×10^{17}	6.6×10^{11}
Ni-63	9.5×10^{13} (*)	1.6×10^{14} (*)	6.3×10^{16} (*)	4.2×10^{17} (*)	6.1×10^{13} (*)
Sr-90	1.1×10^{12} (*)	2.5×10^{11} (*)	6.4×10^{15} (*)	8.2×10^{16} (*)	1.0×10^{11} (*)
Nb-94	2.3×10^{11} (*)	1.2×10^9	1.8×10^9 (*)	8.5×10^9 (*)	8.9×10^8 (*)
Tc-99	5.5×10^{10}	6.3×10^{10}	1.3×10^{16}	6.8×10^{16}	9.9×10^{10}
I-129	3.0×10^8	1.4×10^9	4.1×10^{12}	4.6×10^{14}	2.5×10^9
Pu-239	9.8×10^{11} (*)	4.1×10^{12} (*)	9.2×10^{12} (*)	3.6×10^{13} (*)	6.4×10^{12} (*)

(*)は地下水面下位設置モデルでの評価結果

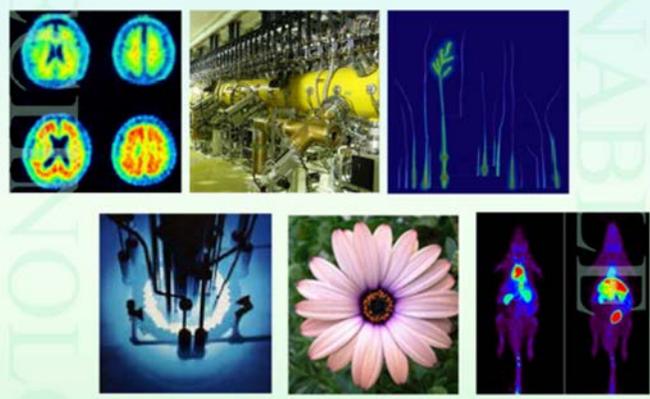
4 まとめ

- 本試算は、廃棄物発生者に受入基準を示すため、2種類の線量計算モデルにより、被ばく線量評価を実施し、ピット処分における暫定的な基準線量相当濃度を試算した。
- 将来的に、埋設施設の設置環境条件と施設設計を反映して被ばく線量評価を行うことにより、最終的な基準線量相当濃度を設定する計画である。
- それまでの間、被ばく線量の低減に寄与する設計パラメータの整備等の施設設計に向けた準備を進める。

ご清聴ありがとうございました。

To the Future / JAEA

研究や医療などから発生する
放射性廃棄物の埋設をめざして
～持続可能な原子力の研究や放射線利用のために～



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

埋設事業センター パンフレット
(総合受付にて配布中)

JAEA 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
バックエンド統括本部
埋設事業センター

JAEAトップ > バックエンド統括本部トップ > リンク集

Twitter icon | サイト内検索

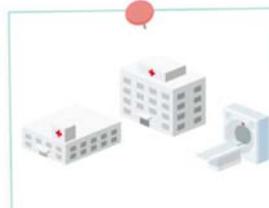
埋設事業の紹介 | 埋設処分の安全性 | よくあるご質問 | お問い合わせ



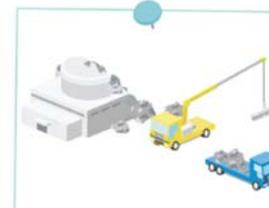
研究機関や医療機関から放射能が低い廃棄物が発生しています。



大学・研究所での研究



病院での検査・治療



試験・研究用原子炉等の解体
(原子力発電所を除く)

原子力機構はこれらの廃棄物の埋設処分に取り組んでいます。

埋設事業センター ホームページ
(4月にリニューアル)
<https://www.jaea.go.jp/04/maisetsu/>