



TRU廃棄物の埋設濃度上限値及び ウラン廃棄物のクリアランスレベルの検討

平成21年3月17日

安全研究審議会

日本原子力研究開発機構

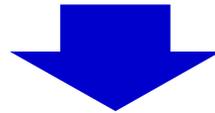
安全研究センター

廃棄物・廃止措置安全評価研究グループ

木村 英雄

1. TRU廃棄物の埋設濃度上限値の検討

【背景】 TRU廃棄物の一部は高レベル廃棄物とともに地層処分される（併置処分）との方針が策定されたため、地層処分と浅地中処分とを区分するための濃度上限値を設定し、特廃法、炉規法等の関連する法令を改定する必要があった。



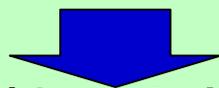
【目的・実施概要】

- ◆ TRU廃棄物の処分方法ごとの濃度上限値設定に必要な解析を行い、それらの基準値の算出結果を提示する。その際、新規知見を反映して従来の評価パラメータを見直し、併せて見直したパラメータ値に基づいて原子炉運転・解体廃棄物の濃度上限値も改定する。
- ◆ 廃棄物の特性、処分方法に応じた安全規制の考え方の策定のための判断材料を提供する。

※ 保安院受託事業「放射性廃棄物処分の長期的評価手法の調査」(2/2)の成果の一部

濃度上限値評価の考え方

浅地中処分の各埋設方式(トレンチ、ピット、余裕深度処分)における受け入れ基準となるため、我が国において一般的に想定される処分環境条件及び現実的な被ばく経路を設定する。

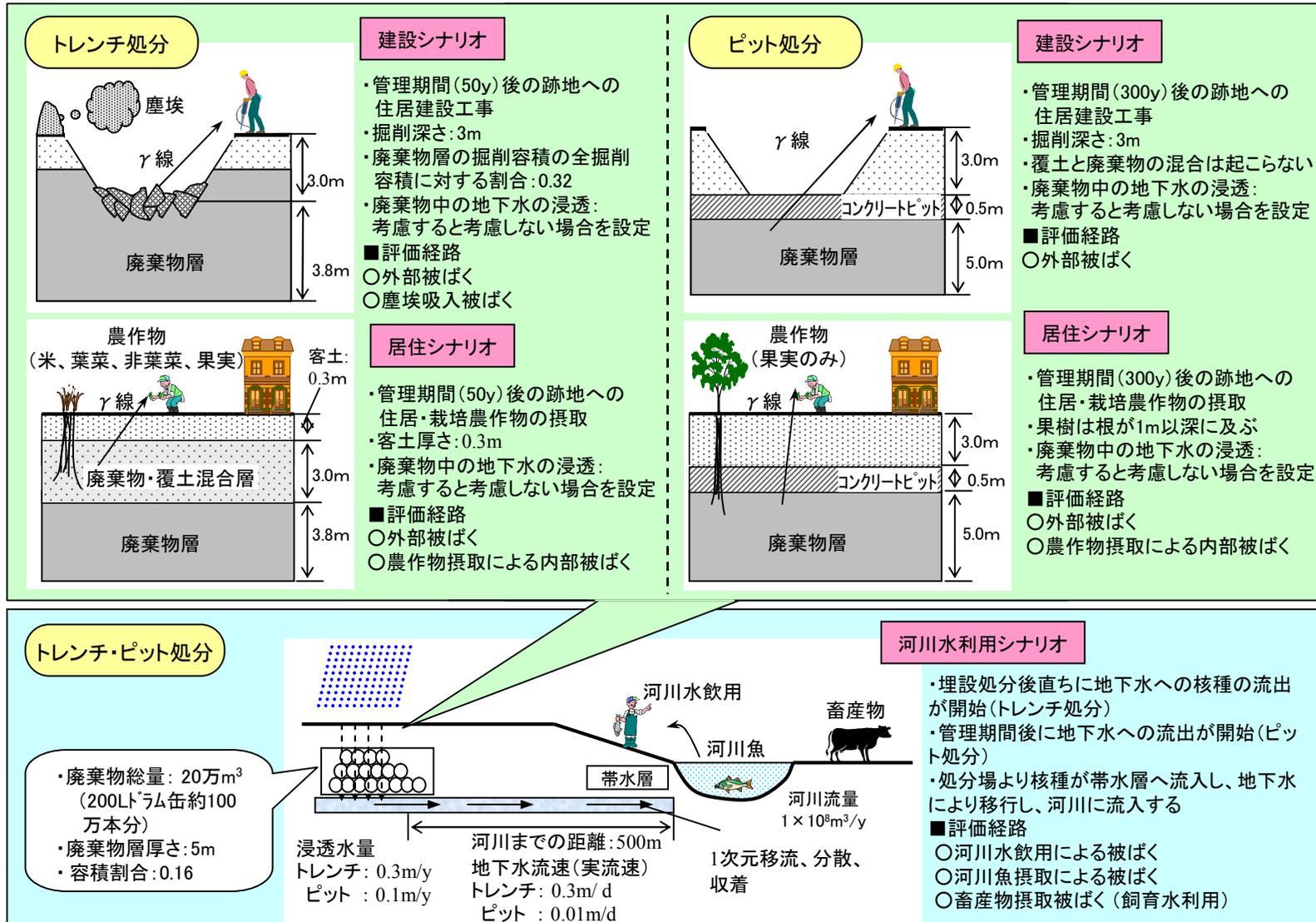


- ・井戸水経路等のサイト特性に大きく依存する被ばく経路は考慮しない。
- ・発生廃棄物核種濃度のばらつきを考慮して、濃度上限値は $10 \mu\text{Sv/y}$ 相当濃度の100倍(β γ 核種)及び10倍(α 核種)とする。
- ・余裕深度処分では、ピット処分よりは隔離性が高く、人間侵入が発生しにくい埋設深度(50~100m程度)を想定

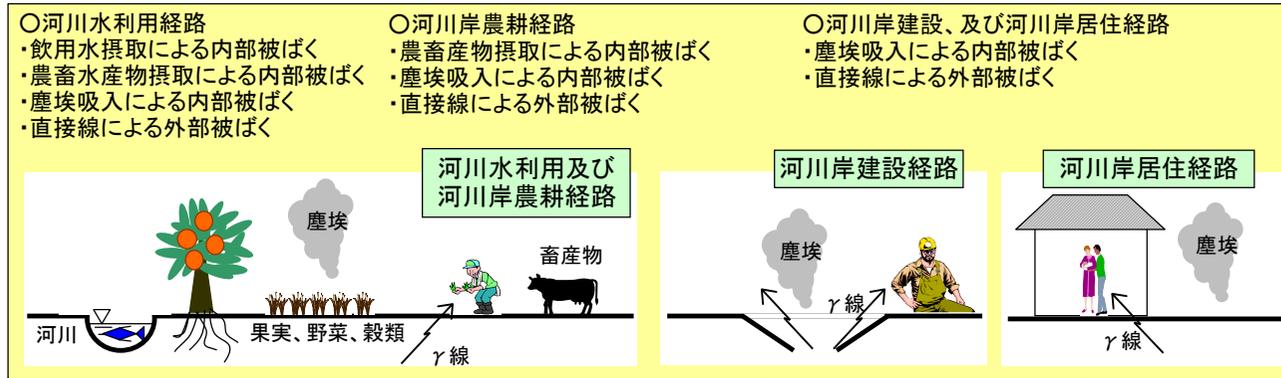
濃度上限値評価の概要

トレンチ処分、ピット処分、余裕深度処分の濃度上限値を試算

トレンチ処分・ピット処分評価の概念図



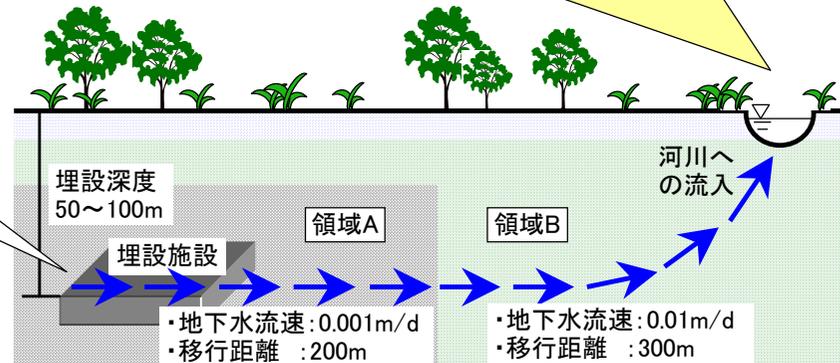
濃度上限値評価の概要



地下水移行シナリオ

- ・廃棄物総量: 4万 m^3
 (200L \times 缶約20万本分)
- ・廃棄物層厚さ: 5m
- ・容積割合: 0.2

余裕深度処分 評価の概念図



主な解析の条件

- ・処分場の立地・設計に関するパラメータは現行の政令評価における既往値を使用
- ・半減期、線量換算係数、農畜産物への移行係数などは最新の知見を反映
- ・ウラン・TRU廃棄物(66核種)を対象
- ・崩壊連鎖により生成・累積する子孫核種の影響を考慮
- ・JAEAにて開発した総合安全評価コードGSAGCL2を使用

トレンチ処分・ピット処分の濃度上限値評価結果

TRU廃棄物のトレンチ処分・ピット処分で想定される廃棄物中の平均放射能濃度(D)と本解析での基準線量相当濃度(C)により計算される相対重要度(D/C)

	各埋設処分方式における対象廃棄物のD/C					
	トレンチ処分			ピット処分		
	①原子炉 廃棄物	②サイクル 廃棄物	①+②	①原子炉 廃棄物	②サイクル 廃棄物	①+②
1桁目	Sr-90	Sr-90	Sr-90	C-14	Pu-241 Tc-99 Sr-90 Am-241 Pu-240	Pu-241 Tc-99 Sr-90
2桁目	Cs-137	Cs-137	Cs-137	Pu-241 Pu-240 Sr-90 Tc-99 Pu-239	Cs-137 Pu-239 Pu-238 Nb-94 Ni-63 C-14 I-129	C-14 Pu-240 Am-241 Pu-239 Cs-137 Pu-238 Ni-63 Nb-94
3桁目	Eu-152 H-3 C-14 Co-60			Pu-238 Cs-137 Ni-63 Am-241 Ca-41 Co-60	Co-60 Cl-36 Np-237 Am-242m U-238 Am-243 U-234 Sn-126 Cm-244 Mo-93	I-129 Co-60 Cl-36 U-238 Np-237 Am-242m Am-243 Ca-41 U-234

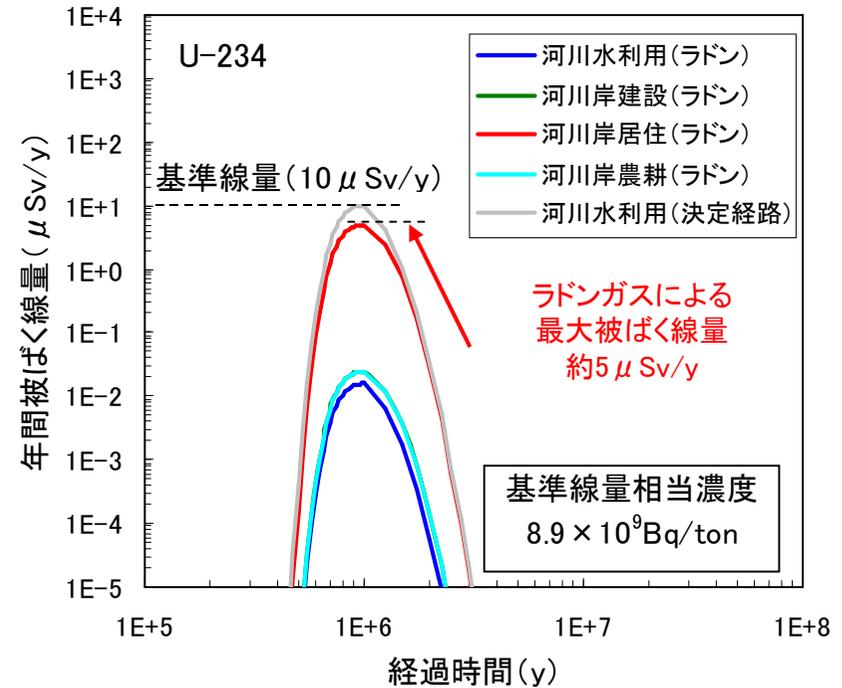
余裕深度処分濃度上限値評価結果

TRU廃棄物の**余裕深度処分**で想定される廃棄物中の平均放射能濃度(D)と本解析での基準線量相当濃度(C)により計算される**相対重要度(D/C)**

	対象廃棄物のD/C		
	原子炉廃棄物	サイクル廃棄物	原子炉廃棄物+ サイクル廃棄物
1桁目	Cl-36	U-238 Pu-238	Cl-36 U-238 Pu-238
2桁目	C-14	Pu-241 Cl-36 I-129 U-235 Np-237 Pu-239 U-234 Tc-99 Am-241 Zr-93	Pu-241 C-14 I-129 U-235 Np-237 Tc-99 U-234 Pu-239 Am-241 Zr-93
3桁目	Tc-99	Sn-126 C-14 Pu-240 Am-242m	Sn-126 Am-242m

↑
現行の政令評価の選
定核種と変わりはない

↑
TRU廃棄物に特徴的な核
種の相対重要度が高くなる



U-234を基準線量相当濃度により余裕深度処分した場合における、各経路のラドンガス吸入被ばく線量の経時変化

ラドンガス吸入による線量は基準線量を越えず、余裕深度処分の地下水移行のシナリオではラドンガス吸入被ばくの影響は顕著では無いことが示唆された

各処分方式における濃度上限値

核種	濃度上限値の推奨値 (Bq/ton)		
	トレンチ処分	ピット処分	余裕深度処分
C-14	—	1E+11	1E+16
Cl-36	—	—	1E+13
Co-60	1E+10	1E+15	—
Ni-63	—	1E+13	—
Sr-90	1E+07	1E+13	—
Tc-99	—	1E+09	1E+14
I-129	—	—	1E+12
Cs-137	1E+08	1E+14	—
α核種*	—	1E+10	1E+11

(*) α核種の濃度上限値は、ピット処分においてAm-241、余裕深度処分においてNp-237に対する値である。

第一種廃棄物: 余裕深度処分の濃度上限値を超えるもの、地層処分対象
 第二種廃棄物: 第一種廃棄物以外のもの

本解析結果は、原子力安全委員会報告書「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 平成19年5月21日」及びこれを受けた原子炉等規制法、特廃法の改定に反映された。

2. ウラン廃棄物のクリアランスレベルの検討

【背景】 ウラン廃棄物は原子力委員会で処分方策の検討は実施されたものの（平成12年度）、その後の検討は進んでいない状況にある。その原因としては、①子孫核種のビルドアップ、②評価期間が極めて長期、③天然賦存核種である、④子孫核種にラドンが発生などがあげられる。

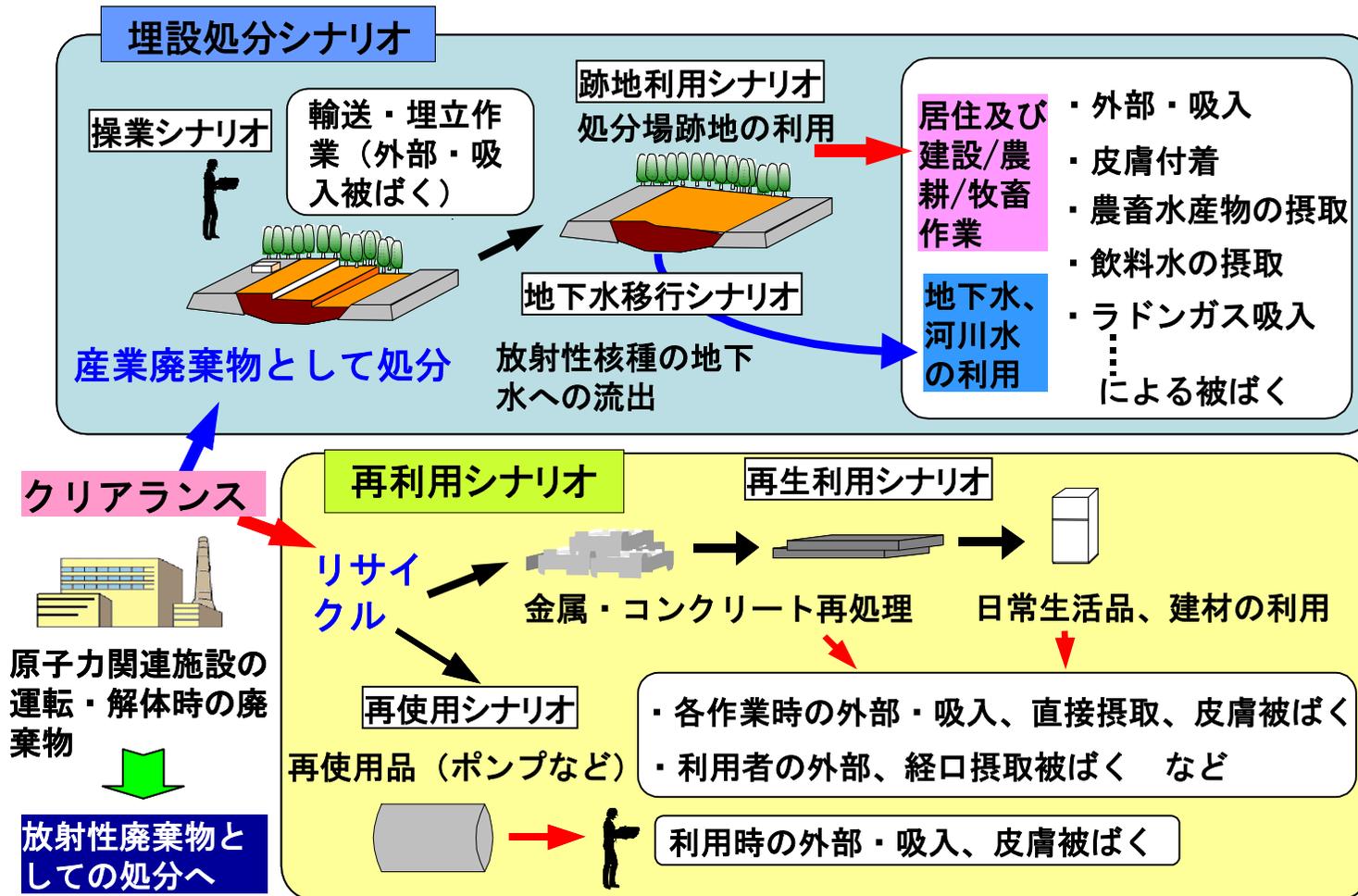
一方、IAEAのクリアランスレベルRS-G-1.7では、ウランの天然賦存性を考慮して、1Bq/gが提唱されている。



【目的・実施概要】

- ◆ ウラン廃棄物処分の安全規制の検討の発端として、まずIAEAの基準が存在するウラン廃棄物のクリアランスレベルを検討する。
- ◆ IAEAのクリアランスレベルRS-G-1.7 との整合性(10 μ Sv/y相当濃度を我が国の条件に基づいて試算)。
- ◆ 原子炉等のクリアランスレベル評価に準拠して、評価パラメータ設定。

クリアランスレベル検討における評価シナリオ



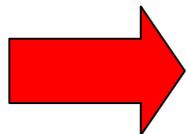
2. ウラン廃棄物のクリアランスレベル評価

◆IAEA RS-G-1.7に示された放射能濃度値1Bq/gに対する被ばく線量計算

- ・ウラン取扱施設のクリアランスの線量影響の把握が目的
- ・JAEAにて開発したPASCLR2コード使用
- ・U-234、U-235、U-238(1Bq/g)を対象
- ・国際的な評価パラメータ設定との整合性も検討(IAEA SS No.44)
- ・長期的評価の観点から、現実的に処分場からの核種漏洩を考慮
 廃棄体からの浸出率データである放出係数
 廃棄体の劣化を考慮、核種が流出しやすい条件(砂に対する分配係数)

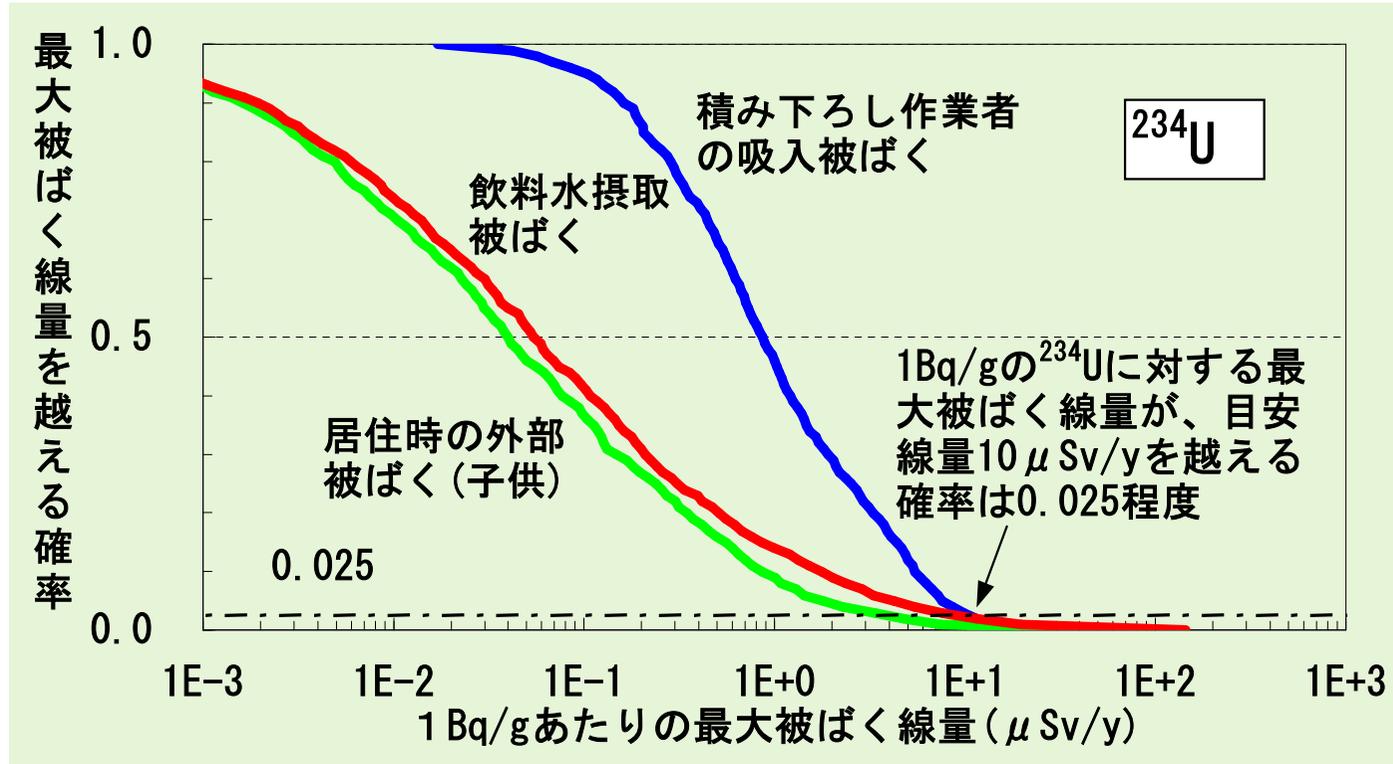
ケース	核種漏洩に係る元素依存パラメータ	U-234		U-235		U-238		天然ウラン	
		最大線量(μSv/y)	決定経路	最大線量(μSv/y)	決定経路	最大線量(μSv/y)	決定経路	最大線量(μSv/y)	決定経路
A1	放出係数	11	積み下ろし-吸入	17	跡地建設-吸入	9.6	積み下ろし-吸入	22	積み下ろし-吸入
A2	分配係数	11	積み下ろし-吸入	12	積み下ろし-吸入	9.6	積み下ろし-吸入	22	積み下ろし-吸入

線量が10 μSv/y以上の結果 網掛けなしは、線量が10 μSv/y未満



数 μSv/y～20 μSv/y程度の線量(10 μSv/yオーダーの線量結果)であることを確認

確率論的解析による妥当性の確認(パラメータのばらつきの影響)



評価パラメータのばらつきが最大線量に与える影響を把握するための解析結果例(^{234}U)
 ^{234}U のクリアランスレベル1Bq/gを想定した場合、評価パラメータのばらつきの影響を見込んだとしても、最大線量がクリアランスレベルの目安線量 $10\mu\text{Sv/y}$ を越える確率は0.025程度と低いことがわかる。



本解析結果の反映

原子力安全委員会におけるウラン廃棄物のクリアランスレベル検討
(平成20年～検討中)

金属の再利用を想定したクリアランスレベル

- ・発生する解体廃棄物の性状及び物量から判断
- ・埋設に伴う長期的な影響評価を除外できる
(資源のリサイクルによりウラン濃度は徐々に低下)
- ・IAEAのクリアランスレベルRS-G-1.7 との整合性