

原子力機構における廃棄物処理の加速に向けた検討状況

令和元年12月4日
日本原子力研究開発機構
バックエンド統括本部

1. 背景と目的①

【背景：安全規制制度の状況】

原子力規制委員会では、ピット処分及びトレンチ処分を対象とした第二種廃棄物埋設事業規則等の改正を実施している*。本改正により、これまで仕様規定として定められていた廃棄体（固型化材料や容器等）や埋設施設に関する告示が廃止され、多種多様な性状の放射性廃棄物に柔軟に対応できる廃棄体等の製作及び埋設施設の設置が可能となるものである。

*原子力規制委員会：第18回原子力規制委員会資料2 ピット処分およびトレンチ処分に係る規則等の改正案および改正案に対する意見募集の実施について、令和元年7月17日(2019)。

*原子力規制委員会：第33回原子力規制委員会資料1 ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について、令和元年10月2日(2019)。

1. ピット処分施設に対する要求性能の明確化

-従来-

ピット処分の埋設の終了までの間、外周仕切設備等を設置する方法等による放射性物質を限定された区画に閉じ込めること。(許可基準規則第10条)

- 閉じ込めの解釈がなかった。
- 外周仕切設備の具体的な仕様・施工方法が告示で規定されていた。

技術的細目を定める告示での記載例(外周仕切設備仕様)

一軸圧縮強度24.5N/mm²以上のコンクリート
厚さが25cm以上(内部仕切設備は15cm以上)

-今後-

(略)・・・外周仕切設備等を設置する方法、その他の方法により・・・放射性物質の漏出を防止する機能・・・(略)・・・を有すること。(許可基準規則第10条)

- 漏出を防止する方法として、地下水等の浸入を防止する構造その他の構造が相まって、漏えいしない状況(工学的に有意な漏洩がない)となることと規定。
- 外周仕切設備は、「利用可能な最善の技術で建設・施工技術によるものであること」となり、具体的な仕様・施工方法は削除。

1. 背景と目的②

2. 覆土等による廃棄物埋施設からの放射性物質の漏出を低減する機能

-従来-

- ピット、トレンチともに埋設終了後に埋設した物が容易に露出しないよう覆土することが規定されていた。
- 雨水や地下水の浸入を防ぐための覆土にかかる規定はない。

-今後-

- 廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有する、雨水や地下水の浸入を十分に抑制する覆土を規定。

3. 廃棄体に対する要求性能の明確化

-従来-

- 廃棄体の技術基準として、容器に封入する方法や固型化方法について、具体的な仕様が規定されていた。

技術的細目を定める告示での記載例

- 固型化材料の例
固型化材料はJISR5210若しくはJISR5211に定めるセメント又は同等以上の品質を有するセメント
- 容器の例
JISZ1600に定める金属製容器又は同等以上の強度及び密封性を有するもの

-今後-

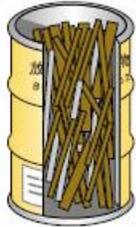
- 技術基準では要求性能(安全機能)を示し、具体的な仕様を廃止。
- 廃棄体の安全機能は、埋設前までの放射性物質の飛散防止・漏えい等の防止であることとし、規則には以下を規定。
 - ✓ 容器へ封入、固型化すること
 - ✓ 最大高さからの落下時の飛散、漏えい量が極めて少ないこと
- 具体的な廃棄体の受入基準は、事業者が保安規定に定める旨が規定された。

【本検討の目的】 このような埋設処分に係る規制制度改正を背景として、原子力機構での廃棄物処理の課題を整理し、処理処分を合理的かつ迅速に進める対策について検討した結果を取りまとめるものがある。

2. 検討対象廃棄物①(廃棄物の種類)

① タイプ I 廃棄物

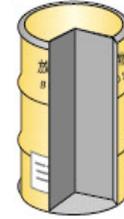
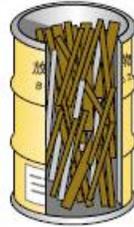
発電所廃棄物に適用されている廃棄体製作方法(健全性を損なう物質・有害物の除去、SF法等による放射能評価など)の適用が比較的容易と考えられるもの



検討対象

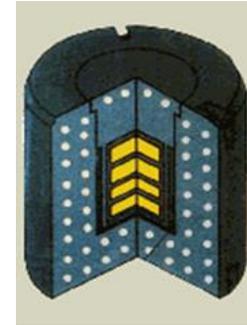
② タイプ II 廃棄物

複数の施設から発生した廃棄物を収納したもの並びにそれらの圧縮体または固化したもの。健全性を損なう物質・有害物の除去、放射能評価等に時間がかかる廃棄物が存在する。



③ タイプ III 廃棄物

過去に海洋投棄を前提に頑丈なコンクリート容器に収納した、比較的高線量の廃棄物



主な発生施設

廃棄物種類	主な発生施設					
	青森研究開発センター	原子力科学研究所	核燃料サイクル工学研究所	大洗研究所	敦賀事業本部	人形峠環境技術センター
タイプ I	原子炉施設(むつ)	原子炉施設(JPDR等) 照射後試験施設(ホットラボ等)	再処理施設 MOX製造施設 ウラン濃縮施設	全施設 (廃棄物が発生施設毎に管理されている最近のもの)	ふげん もんじゅ	精錬転換施設 濃縮工学施設 ウラン濃縮原型プラント
タイプ II		廃棄物処理場 全施設 (廃棄物が混合、圧縮されていた時期のもの)		全施設 (廃棄物が混合、圧縮されていた時期のもの)		
タイプ III		照射後試験施設 (ホットラボ等)		照射後試験施設 (MMF等) 原子炉施設 (JMTR等)		

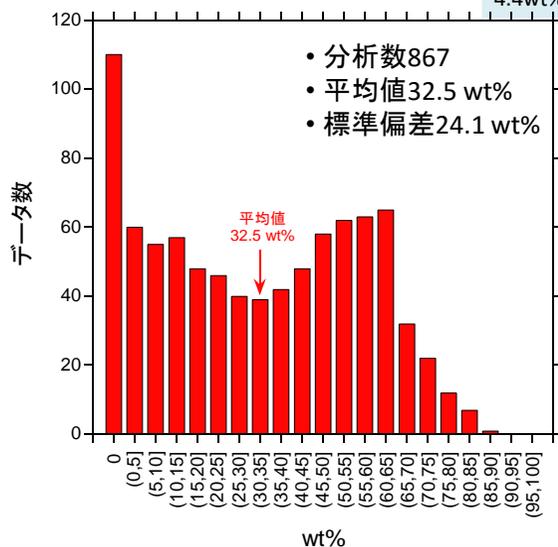
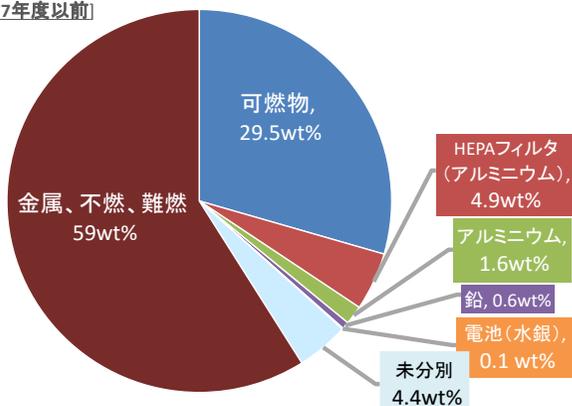
2. 検討対象廃棄物②(廃棄物中の内容物例)

● 原科研のタイプⅡ廃棄物中の平均重量割合(圧縮体)の例

平均可燃物割合: 約21.3wt%(約31.5vol%)/200Lドラム缶

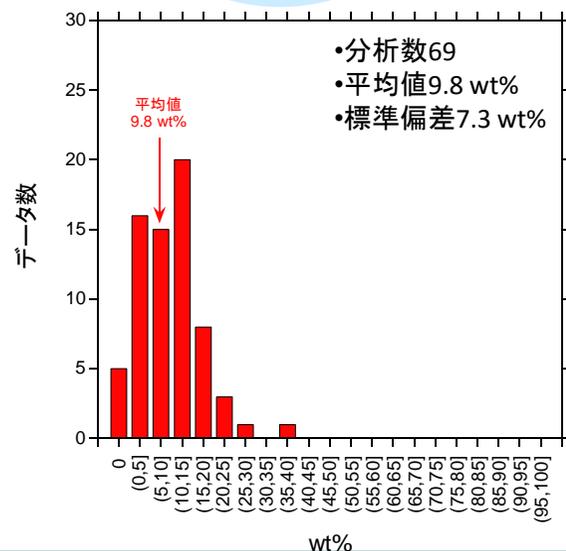
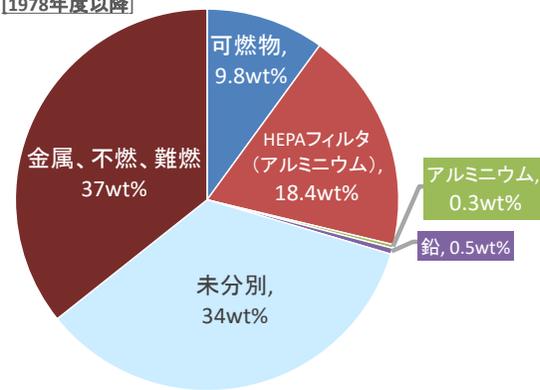
1977年度以前: 水分を含んだ紙、布類は「不燃物」として圧縮(ドラム缶本数: 14,891本のうち867本を調査)

圧縮体の内容物の割合
[1977年度以前]



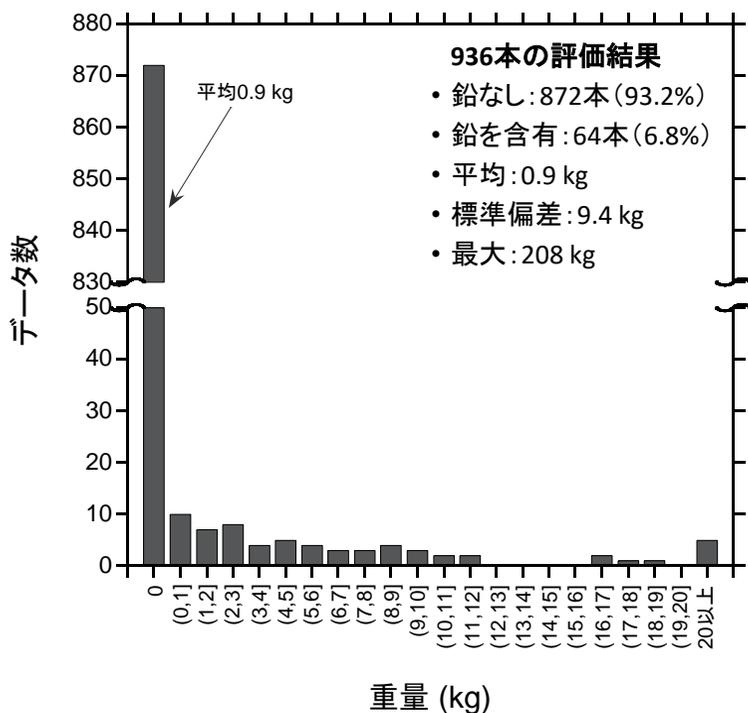
1978年度以降: 水分を含んだ紙、布は焼却処理(ドラム缶本数: 7,951本のうち69本を調査)

圧縮体の内容物の割合
[1978年度以降]

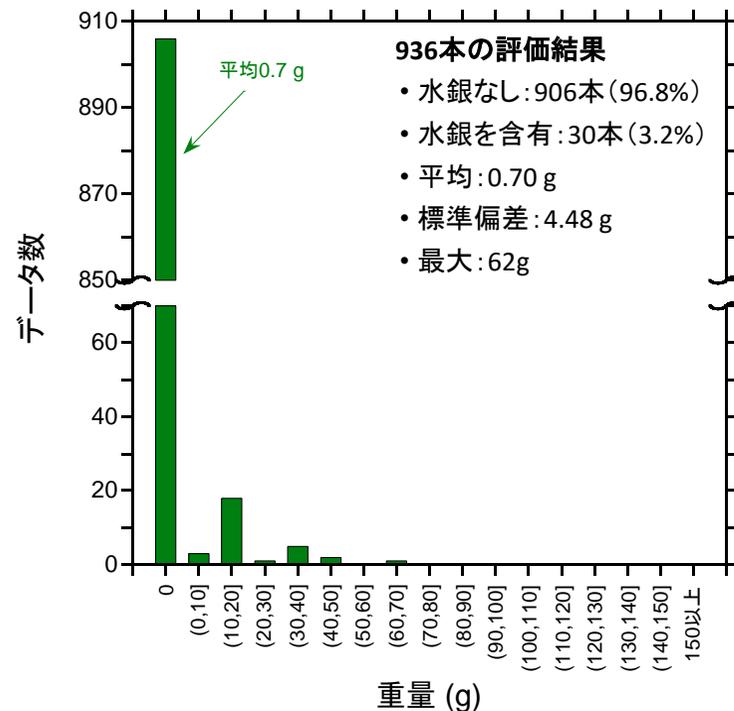


2. 検討対象廃棄物③(廃棄物中の内容物の分布)

【圧縮体中の鉛含有量】



【圧縮体中の水銀含有量】

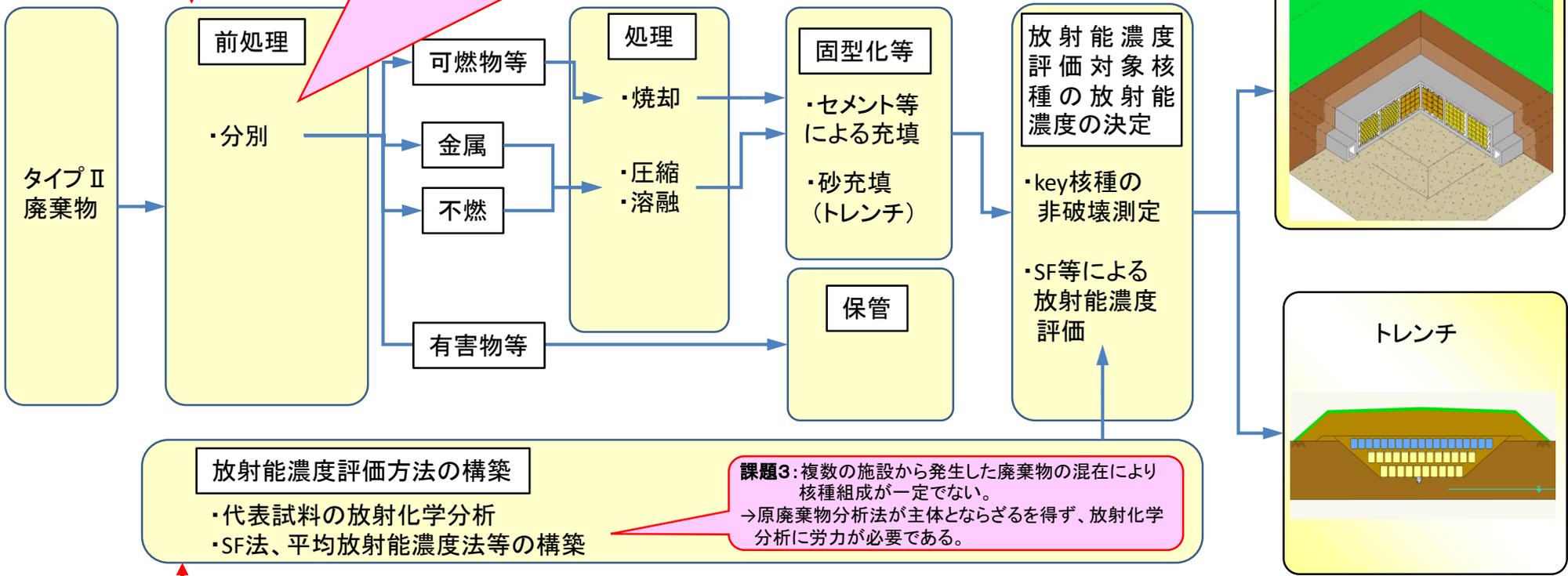


- 開缶数 : 約900本(200ドラム缶)
- 平均鉛含有量 : 約0.9kg/200ドラム缶
- 平均水銀(電池): 約0.0007kg/200ドラム缶

3. 廃棄物処理の状況と課題①

第二種埋設事業規則	廃棄物確認に関する運用要領(現状)
廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと	日本原燃(株)の事業許可申請書の添付書類では「焼却可能な可燃物は除去し、アルミニウム製品は除去又は鉄と熔融し、鉛製品は除去する」とされ、これらの処理について確認する。

課題1: 不燃物・可燃物の混在、及び圧縮、固型化されている廃棄物が多い。
 課題2: 有害物等も一部含まれる。
 → 分別に多大な労力と時間が必要である。



第二種埋設事業規則	廃棄物確認に関する運用要領(現状)
放射能濃度が申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと	放射能濃度評価対象核種の種類ごとの放射能濃度を放射化学分析等から予め設定されたSF法、平均放射能濃度法等を用いて評価し、最大放射能濃度を超えないことを確認する。

3. 廃棄物処理の状況と課題②(原科研の例)

課題1、2のイメージ

(現状)可燃物・有害物等の分別除去を徹底し、廃棄物への混入ゼロを求めている。



内容物の除去



養生材の除去



目視確認による分別



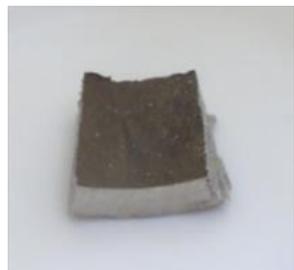
仕分け



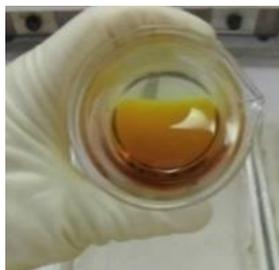
これらの作業に
5時間以上を要
している状況

課題3のイメージ

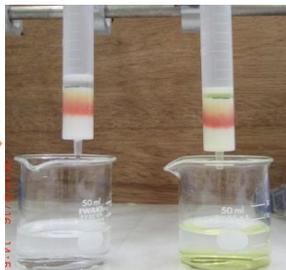
(現状)放射能濃度評価法を構築するために多数のサンプル分析が必要である。



廃棄物サンプル



溶液化



化学分離



測定



サンプル分析の
一連の作業に多く
の時間を要してい
る状況

4. 廃棄物処理の課題への対応案①

このような状況を踏まえ、機構では棄物の処理及び処分のプロセスを最適化し、**処理の加速やコストの大幅な低減を目指すため以下の課題に対する対策を検討中**である。

- ◆ **課題1:可燃物の分別除去作業を不要または軽減する対策**
- ◆ **課題2:有害物等の分別除去作業を不要または軽減する対策**
- ◆ **課題3:放射能濃度評価に必要なサンプル分析作業を軽減する対策**

本検討については、原子力規制委員会原子力機構バックエンド対策監視チームにおいてこれまで5回(3月28日*、4月18日*、5月20日、7月18日、9月26日)にわたり議論を実施。

*原子力規制委員会東海再処理施設等安全監視チームの中で報告

機構では本日ご説明する内容を取りまとめ、同チームに報告する予定。

5.可燃物分別の加速対策①(概要)

課題1:可燃物の分別除去対策の検討結果

①可燃物の分解に伴う事象の埋設施設への影響評価

⇒可燃物の分解により発生する可燃性のメタンガス発生量等は十分影響が低いことを確認した。

②トレンチ埋設施設への可燃物の受入基準の提示

⇒可燃物の分解による覆土等の陥没対策として、廃棄体中の可燃物の受入基準は約20%と設定した。

③トレンチ埋設施設構造の検討

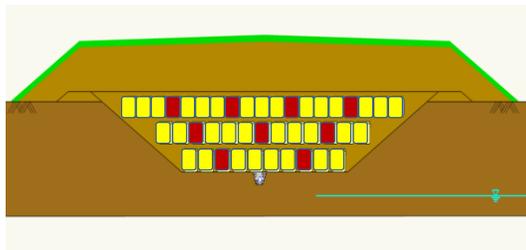
⇒可燃物の分解により発生するガス対策を施したトレンチ埋設施設構造を検討した(p.10参照)。

④可燃物の受入基準を担保するための対策による分別処理の軽減対策の検討

⇒原科研の廃棄物の内容物調査(p.4)から、一部の廃棄物は受入基準を超える可燃物を含む。

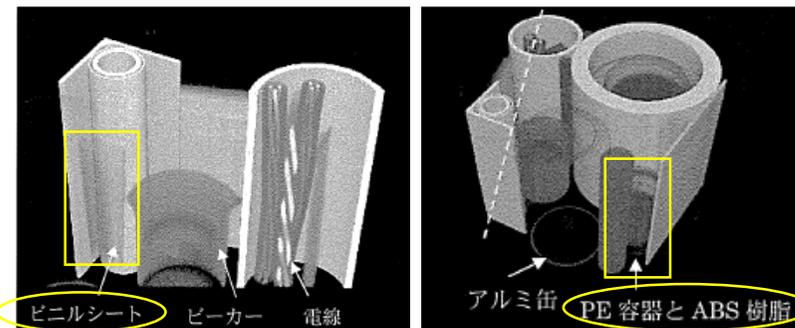
⇒平均可燃物量が混合埋設を前提とした埋設施設の受入基準以下であるかを非破壊検査等で評価する。

⇒受入基準を超える可燃物が含まれる場合には、埋設施設内で可燃物含有量の少ない廃棄体(解体で発生するコンクリート等)と混合埋設を行うことにより、可燃物割合の平均化を図り受入基準を担保することを検討する。



■ 分別済廃棄体
 (可燃物がほとんど入っていないもの)
■ タイプII 廃棄物廃棄体

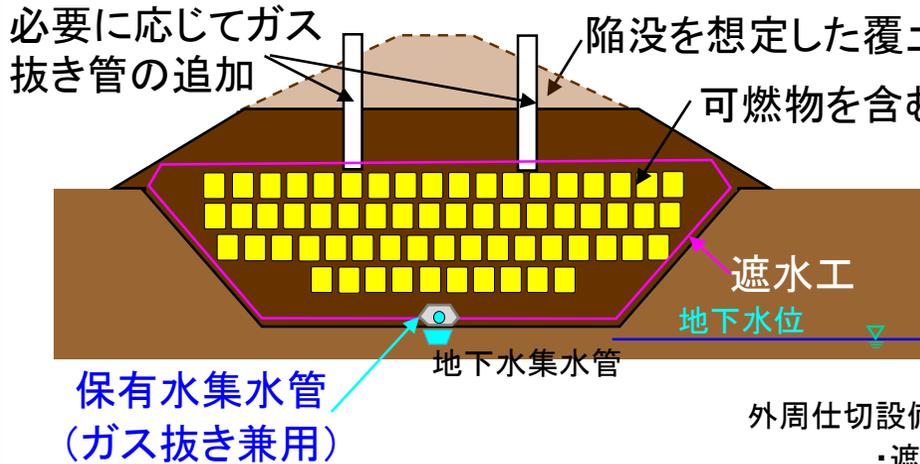
混合埋設のイメージ



高エネルギーX線CTによる可燃物検出のイメージ

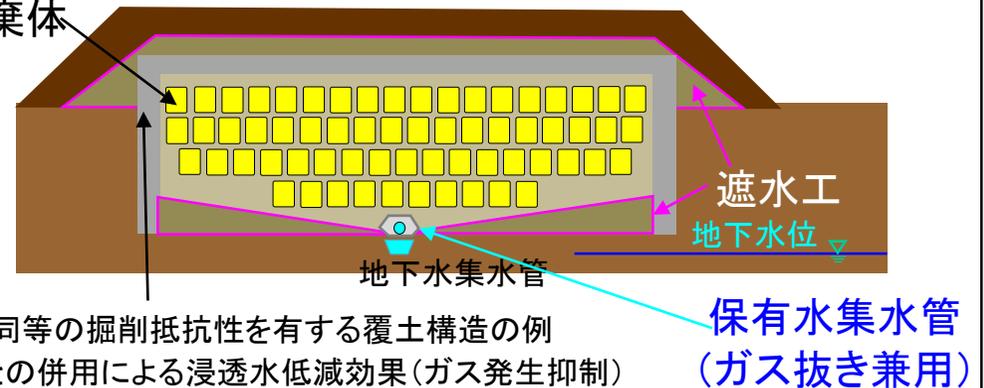
可燃物への対応を考慮したトレンチ埋設施設構造の例

陥没を想定した覆土を設置する場合



外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する覆土構造*を設置する場合

*鉄筋コンクリート板等を想定(コンクリートピットの上面のよう構造)



※ 廃掃法の最終処分場では2,000~3,000m²に1本のガス抜き管を設置する自主基準があり、同様の対策を行うことも想定される。可燃物の分解が終了すれば、ガス抜き管は撤去可能である。

1. トレンチ埋設施設として、可燃物を含む廃棄物を埋設処分する場合には、将来の陥没量を予め見込んだ覆土対策、及び必要に応じてガス抜き管の設置を行う(左図)。
2. トレンチ埋設施設として、外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する覆土構造を設置する場合(p.25参照)、陥没への対策とともに、浸透水低減効果を見込めるためガス発生そのものの抑制効果が期待できる(右図)。
3. また、トレンチ処分以外の処分方法も考えられる。
(2の対策の場合には、可燃物の受入基準も変わる可能性があるため必要に応じて今後検討する。)

6. 有害物等分別の加速対策①(概要)

課題2: 有害物等の分別除去対策の検討結果

① トレンチ埋設施設構造の検討

⇒埋設施設内での有害物質の漏出低減性能を高度化した埋設施設構造を検討した(p.12参照)。

② トレンチ埋設施設への有害物等の受入基準の提示

⇒埋設施設内での有害物質の漏出低減性能を高度化した埋設施設に対する受入基準を試算した(p.12参照: 例えば、一例として鉛では約5kg/200Lドラム缶、水銀では約0.054kg/200Lドラム缶と試算)。

⇒アルミニウム及び鉄の腐食に伴う水素ガスの発生量を評価し、十分影響が低いため受入量の制限は不要であることを確認した。

③ 有害物等を含む廃棄物の分別処理の軽減対策の検討

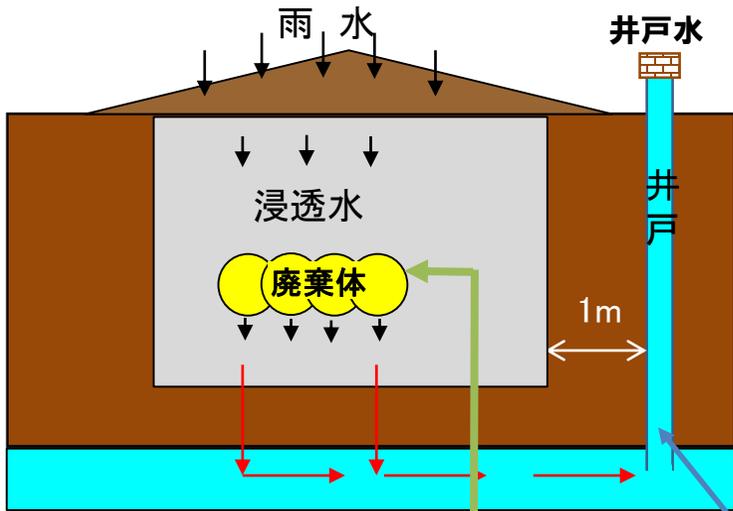
⇒最近の使用状況はPRTR法に基づき使用量が少ないことを確認済みであること、及び処理施設への廃棄物の受入手引きにより発生段階での分別対応済みであり、対策は不要である。

⇒しかし、過去の廃棄物の内容物の調査結果から平均値では受入基準を十分下回るものの、一部には受入基準を上回る廃棄物も保管されている(p.5参照)。

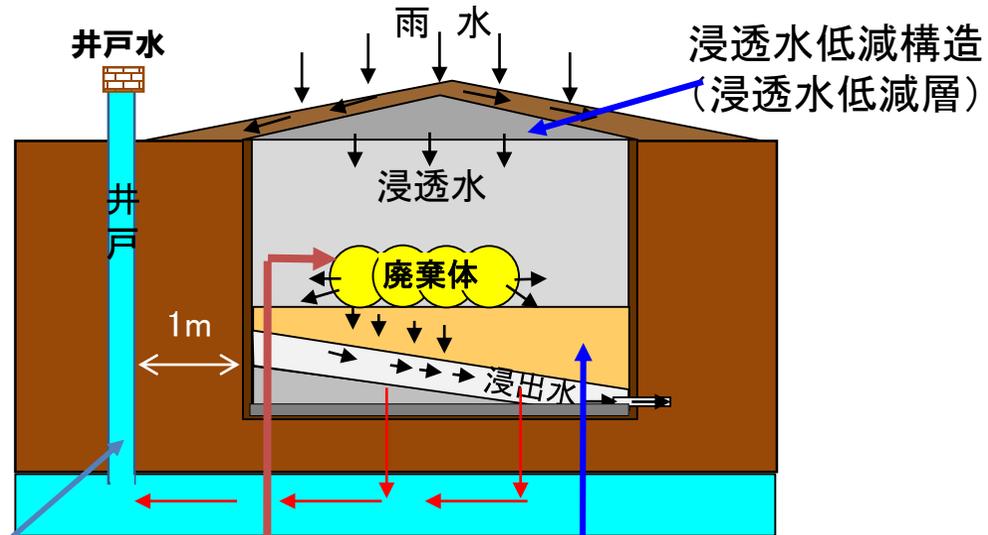
⇒環境対策を強化するため、塊状の有害物(鉛、水銀(乾電池など))については、廃棄物の保管記録、非破壊検査(p.13参照)を利用して、廃棄物中のこれらの物質の有無の確認を行い、有意な量が含まれる廃棄物を対象として分別処理を行うことを検討する。

6. 有害物等分別の加速対策②(受入基準の評価)

従来のトレンチ埋設施設構造



高度化したトレンチ埋設施設構造



廃棄物層からの浸出による井戸水中の有害物濃度 (mg/L) を算出

核種の漏出低減性能の高い
バリア材の設置
(核種収着層)

井戸水中の有害物濃度が環境基準*(mg/L)を超えない廃棄体中の有害物量を算出

200Lドラム缶1本あたり含有可能量の評価例

元素	含有可能量 (kg/本)	元素	含有可能量 (kg/本)
Pb	0.18	As	0.0014
Cd	0.053	Hg	0.00057
Cr	0.04		

環境基準*(mg/L)

元素	基準* (mg/L)	元素	基準* (mg/L)
Pb	0.01	As	0.01
Cd	0.003	Hg	0.0005
Cr	0.05		

200Lドラム缶1本あたり含有可能量の評価例

元素	含有可能量 (kg/本)	元素	含有可能量 (kg/本)
Pb	5	As	1.1
Cd	1.5	Hg	0.054
Cr	41		

トレンチ埋設施設: 200m × 40m × 4mの施設に200Lドラム缶5万本の廃棄物

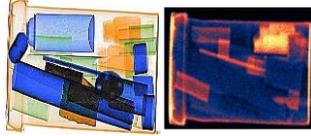
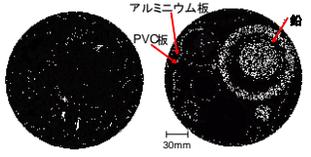
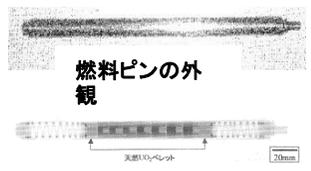
*「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令」別表第二を用いた。

トレンチ上部に浸透水量を1桁下げる浸透水低減層と下部に核種収着層30cmを設置した場合

6. 有害物等分別の加速対策③(非破壊検査技術の評価)

■ 主な非破壊検査技術

- 実測結果から、廃棄物中の平均含有量が受入基準を大きく下回っているが、一部には塊状の形態で受入を上回る廃棄物も存在
- 記録や非破壊検査により内容物の確認を行うことが必要

検査技術	イメージング画像	概要	特徴 (1:整備費、2:スピード、3:精度、 4:物質透過性、5:開発要素)
透過・後方散乱 X線ラジオグラフィ	 透過と後方散乱画像	100keV程度のX線を使用し、透過、後方散乱の二つのイメージングを同時に取得可能で、後方散乱情報を用いれば有機物も検出できる。但し、透過力が低いためドラム缶内容物の外側からの評価はできない。	1: ~2千万円 2: 10秒程度 3: 分類精度は低い 4: 物質透過性が低い(ドラム缶不可) 5: 基本的な技術は確立されている。
高エネルギー X線CT	 実物と断層画像	数MeVのX線を使用し、高い精度で内容物の密度分布を評価できる。密度差があれば軽金属(Al)、重金属(Cd、Pb、Feなど)、有機物の分類は可能である。但し元素の情報を見ているわけではなく、密度が近いものの分類はできない。	1: ~10億円(このほか、ハンドリング装置、耐荷重強化等が必要) 2: 70分程度(200Lドラム缶内の単三乾電池を検出しようとした場合) 3: 分類精度は高い 4: 物質透過性が高い(ドラム缶可) 5: 基本的な技術は確立されている。
中性子ラジオグラフィ・CT	 燃料ピンの外観 中性子イメージング像	パルス中性子(meV~MeV)を使用し、広いエネルギー領域でイメージング画像を取得できる。共鳴吸収を利用すれば元素(Pb、Cd、Cl、Al、Si、F)を選択的に見える。またX線よりも軽元素(H、C、N、O)に高感度であり、物質透過性も高い。	1: ~10億円 2: 20分程度(ラジオグラフィ+共鳴吸収) 3: 分類精度は高い 4: 物質透過性が高い(ドラム缶可) 5: 小型中性子源の開発が必要である。

検出対象物: 塊状の有害物等(鉛、水銀(乾電池、蛍光灯)、スプレー缶、容器に入った液体)

7. 放射能濃度評価の加速対策①(概要)

課題3: 放射能濃度評価対策の検討結果

- ① **トレンチ埋設施設での核種の漏出低減性能の高度化を図り被ばく線量の低減化を図る。**
⇒埋設施設内での核種の漏出低減性能を高度化した埋設施設の設置により、被ばく線量の低減を図ることが可能であることを確認した(p.15参照)。
- ② **低減化された線量に基づく放射能濃度評価対象核種の選定方法を検討し、放射能濃度評価対象核種の絞り込みを行う。**
⇒放射能濃度評価対象核種の選定に際して、これまでは、被ばく線量の大小にかかわらず最大値を示す核種とその最大値の1%以内の線量を示す核種が選定されている(相対評価)。
⇒しかし、十分低い線量を示す核種まで選定しなくても埋設施設の安全性は確保できるため、相対評価による選定に加え、一定の被ばく線量以下を示す核種は放射能濃度評価対象核種に選定しないとする絶対評価による選定方法の追加を提案する(p.16、p.17参照)。
- ③ **放射能濃度評価方法として放射化学分析サンプル数の削減を図る。**
⇒上記の放射能濃度評価対象核種の選定結果により、 α 核種、 β 核種の評価が不要になった場合には、非破壊測定による γ 核種の念のための測定を行う。
⇒ α 核種、 β 核種の評価が必要になった場合には、溶融均一化及び放射化学分析関連作業の削減・加速として、保守的な核種組成比等を利用した放射能濃度の評価を行う(p.18参照)。
- ④ **分析作業の労力削減を図る。**
⇒放射化学分析法の改良により分析作業の加速を図る(p.19参照)。

7. 放射能濃度評価の加速対策②

—埋設施設の核種の漏出低減性能の高度化—

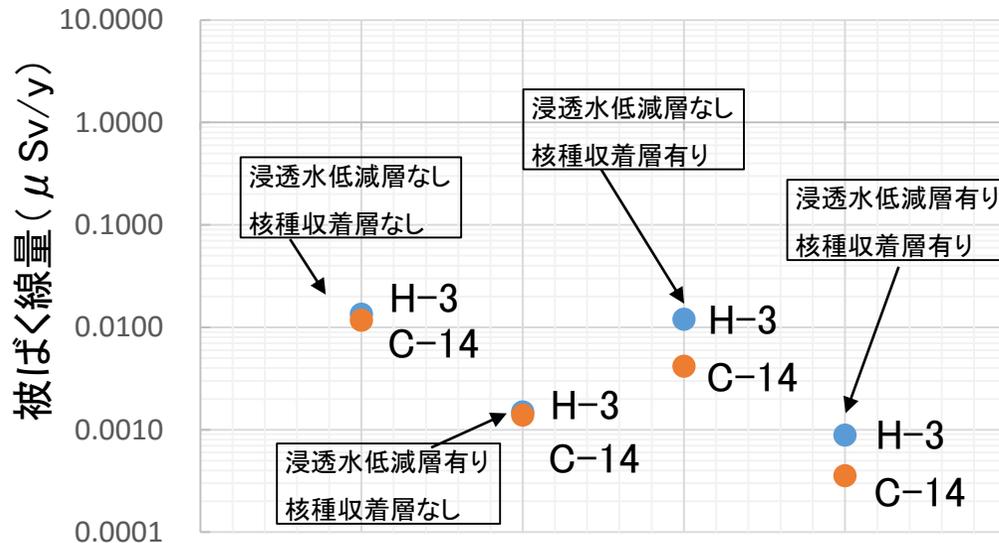
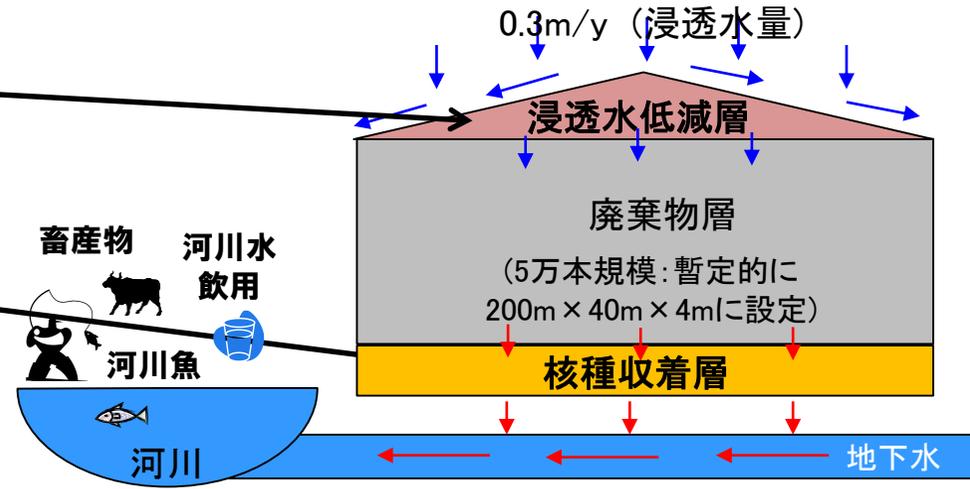
浸透水低減や核種の漏出低減性能の高度化、及び外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する覆土によるトレンチ埋設施設構造の高度化の例

● 浸透水低減構造等を有する構造

- ✓ 覆土の一部に遮水シートや粘土層を設置する等による浸透水低減効果
- ✓ 外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する覆土

● 核種の漏出低減性能の高いバリア材の設置

- ✓ C-14等の陰イオン系物質への収着性が期待できる無機材料等による移行抑制効果



河川水シナリオによる被ばく線量評価例

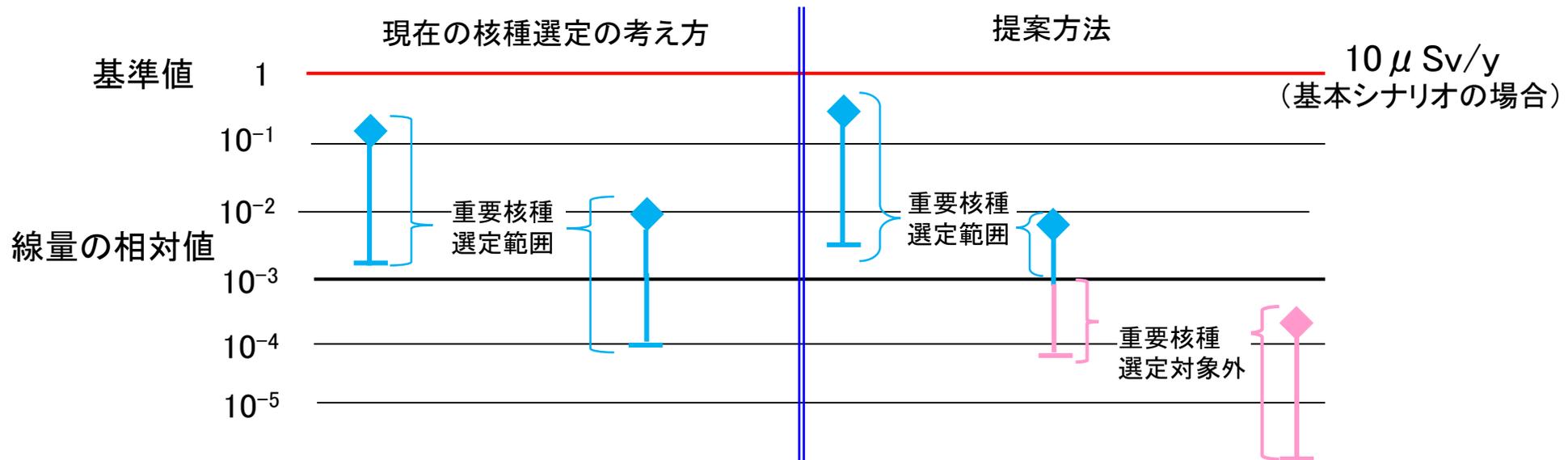
- 雨水が廃棄物層に浸透
- 廃棄物層中の放射性核種は浸透水とともに地下水へ移行
- 地下水から河川へ移行した放射性核種による被ばく
 - ⇒ 浸透水量を低減することで水とともに地下水へ移行する核種量を抑制し、被ばく線量を低減
 - ⇒ 核種収着層を設置することにより地下水へ移行する核種量を抑制し、被ばく線量を低減

7.放射能濃度評価の加速対策③

一対象核種の選定方法の提案

- 放射能濃度評価対象核種の選定に際しては、従来は最大線量を示す核種に対する線量の最大値の1%以内の線量を示す核種を選定しているが*、十分低い線量以下のみを示す核種まで選定しなくても安全性は確保できることから、放射能濃度評価対象核種の相対評価による選定に加え、絶対評価による選定方法を提案する。

*経済産業省原子力安全・保安院(2012):放射性廃棄物に含まれる放射性物質について(内規)



研究施設等廃棄物
に含まれる可能性
のある半減期30日
以上の核種は220
核種

全ての核種の線量が
基準線量の1/1,000以
下であれば、基準線
量を超えることはない。

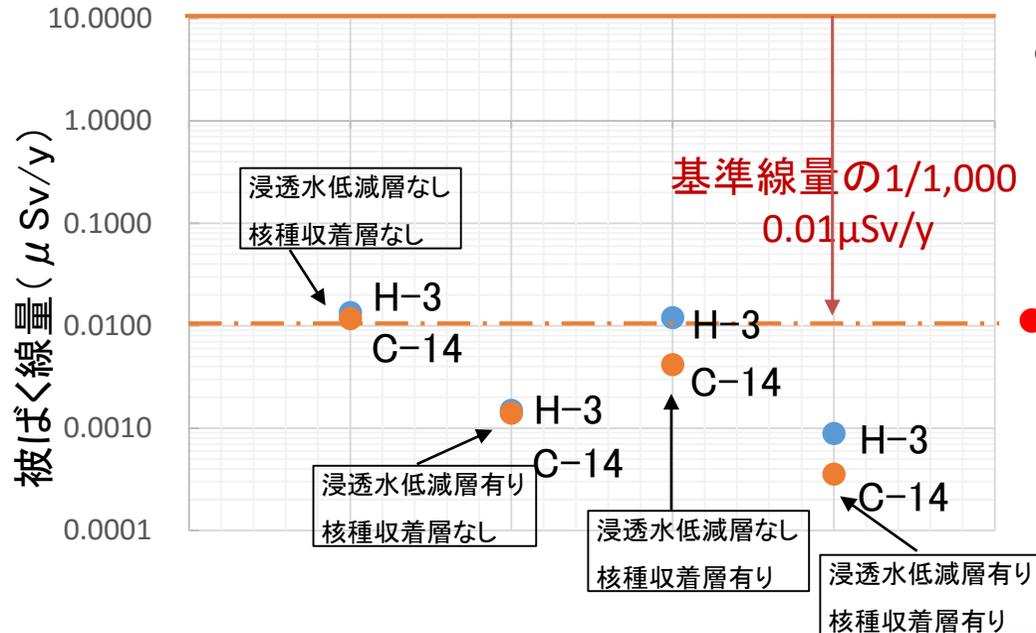
放射能濃度評価対象核種の選定の
下限を基準線量の1/1,000とし、こ
れ以下の核種は放射能濃度評価対
象核種として選定しない。

基本シナリオの場合: $10 \mu\text{Sv/y} \times 1/1,000 \times 220 = 2.2 \mu\text{Sv/y} < 10 \mu\text{Sv/y}$

7. 放射能濃度評価の加速対策④

—対象核種の選定結果の例—

地下水シナリオ(河川を経由した被ばく線量等)での放射能濃度評価対象核種の選定例



- 従来の相対評価に従うと、被ばく線量の絶対値に関わらず最大被ばく線量を示すH-3とその被ばく線量の1%以内の線量を示すC-14が放射能評価対象核種として選定される



- 基準線量(10 μSv/y)の1/1,000以下を放射能評価対象核種として選定しない方策(絶対評価)とし、埋設施設構造の高度化を図ることによりH-3、C-14の被ばく線量が0.01 μSv/y以下となるため、H-3、C-14が放射能濃度評価対象核種の選定外となる

- 第二種埋設事業規則の上限値核種(トレンチ)であるCo-60, Sr-90, Cs-137に放射能濃度評価対象核種を限定できる可能性
- ただし、実際の埋設施設を設置する場所の環境条件(雨水浸透水量や地下水流速等)及び埋設対象廃棄体中に含まれる放射性核種の種類と放射能濃度に依存する

7. 放射能濃度評価の加速対策⑤

—放射能濃度評価方法の検討—

■ α 核種、 β 核種の評価が不要な場合

- 絶対評価による選定方法を用いて廃棄体の放射能濃度評価が不要になった場合には、非破壊測定による γ 核種の念のための測定を行う。

■ α 核種、 β 核種の評価が必要な場合

- これまで設定していた「溶融均一化＋放射化学分析」から、非破壊測定等の合理的な方法へ移行するための検討を進める。

(1) 基本的な考え方

- 原科研全体の廃棄物を包含できる保守的な核種組成比を設定し、 γ 線を放出するkey核種の非破壊測定と保守的な核種組成から放射能濃度評価を行う。
- 保守的な核種組成は、廃棄物全体のインベントリの主要な部分を占める施設の核種組成比から設定する。
- 分けて扱った方がよい(核種組成比を変えたほうがよい)廃棄物が出てきた場合には、いくつかの廃棄物グループに分けるなど、評価法を見直す。

(2) 更なる安全の確保

- 保守的な核種組成比に問題がないことを確認するため、一部廃棄物のサンプル分析を行う。
- 保管されていたRIが廃棄物に混入していることが想定されるため、非破壊検査(X線CT等)により密封線源、RIを封入した容器等を検出し、除去する。

7. 放射能濃度評価の加速対策⑥

—放射能分析の自動化開発例—

分析の基本操作

- ① 試料溶解
- ② 分取、分注
- ③ 試薬添加
- ④ ろ過
- ⑤ 加熱
- ⑥ 定容操作
- ⑦ 精製分画

Ni-63分離スキーム



自動分離システム

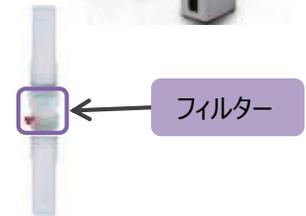
- ① マイクロ波加熱による連続溶解



- ②、③、⑥ 分注、定容



- ④ ろ過



- ⑤ 加熱濃縮・蒸発乾固



- ⑦ 精製・分画



分離作業	回収率(%)
自動化装置	90±3 (n=3)
分析技術者 (経験年数30年)	87±2 (n=3)

- ◆ 熟練者と同等の回収率を確認 (分析精度向上に寄与)。
- ◆ 処理時間短縮の効果については、今後評価を行う予定。

8. まとめの方向①

—課題と対策—

■ これまでの検討状況

課題	検討状況
課題1: 可燃物の分別除去の対策	可燃物を含む廃棄体は、可燃物をほとんど含まない廃棄体との混合埋設を行い、埋設施設内での平均可燃物割合を一定以下とすることにより、分別なしで処分可能との見通しを得た。
課題2: 有害物等の分別除去の対策	埋設施設の環境条件に依存するが、一定の受入基準の提示が可能であるとの見通しを得た。記録及び非破壊検査による廃棄物容器の内容物の確認を行い、有害物が含まれている比較的少数の廃棄物容器のみを分別することにより受入基準以下とできるとの見通しを得た。
課題3: 放射能濃度評価の対策	埋設施設の環境条件に依存するが、トレンチの設計対応によりC-14等の難測定核種が放射能濃度評価対象核種として選定不要とできる方策を提案した*。 これまで想定していた熔融均一化した廃棄物の破壊分析による評価から、γ線非破壊測定と多様な廃棄物をカバーする保守的な核種組成比を用いる評価へ変更する。今後、評価法構築に必要なデータの収集を進める。

*第二種埋設事業規則で、ピット処分及びトレンチ処分の濃度上限値が規定されている核種の放射能濃度の評価は必要。
 トレンチ(Co-60, Sr-90, Cs-137)、ピット(C-14, Co-60, Ni-63, Sr-90, Tc-99, Cs-137, α核種)

■ 廃棄物処理の加速に向けた対応

- 検討結果に基づき、埋設施設の性能の高度化、非破壊検査装置等を利用した廃棄体確認等の具体化を進め、より合理的かつ安全な処理処分システムを実現していく。
- 今回の検討結果にとどまらず、今後もさらなる加速を目指した検討を進めていく。

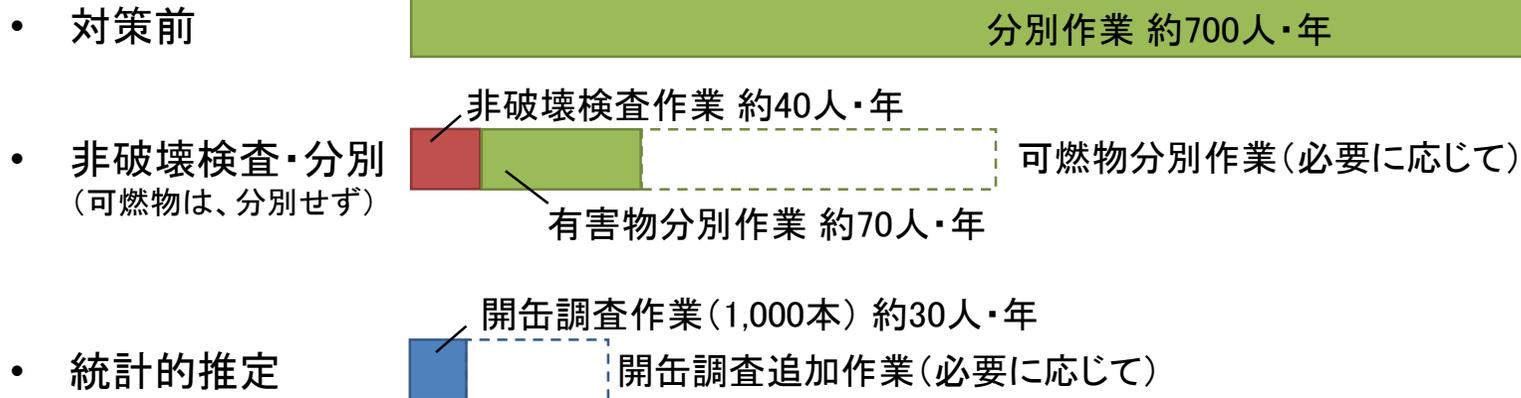
8. まとめの方角②

—処理加速効果の概略評価—

■ 対策による処理加速の効果(可燃物・有害物等分別)

- 原科研の圧縮体を例に処理加速対策の効果の簡単な評価を行った。
- 評価は、設定条件に基づいたものであり、対策検討の進展により大きく変わる可能性がある。

可燃物・有害物等分別作業に必要な人工数(イメージ)



● 主な設定条件

- 処理対象廃棄物数量 : 約2.3万本(200Lドラム缶換算)
- 現状での分別作業 : 作業員6人で1本/日
- 非破壊検査装置の測定時間: 70分(最新型X線CT装置)
- 分別対象廃棄物検出割合 : 鉛6.8%、電池3.2% (開缶調査結果より設定)

■ 廃棄物処理の加速に関する対応案

- 埋設施設:

廃棄物処理の加速に向けた対策に関する検討結果を埋設施設設計へ反映する。
(可燃物・有害物等の受入、放射能濃度評価対象核種の絞り込み)

- 廃棄体製作:

技術確立に必要な分析データの取得、評価法の検討を計画的に進める。
(記録の収集・分析、 γ 線スペクトル測定、放射化学分析等)
外部資金等を利用して技術開発を進める。
(統計的評価、自動分別技術の開発)

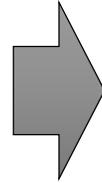
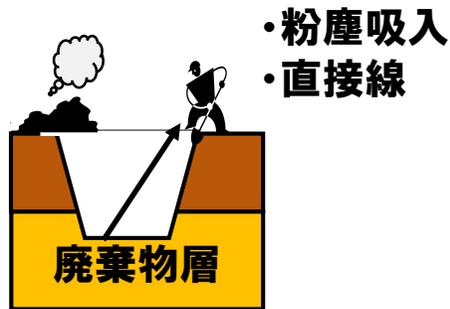
参考資料

時期 報告事項	対策 分類	1. 検討目的	2. 検討対象廃棄物	3. 課題と対応案整理	4. 可燃物分別の加速 5. 有害物等分別の加速	6. 放射能濃度評価の加速
5月20日 (第1回) ・対象廃棄物 ・課題と対応案	全体	・検討目的	・廃棄物の性状に 基づく分類と 対象廃棄物の整理	・可燃物、有害物、 放射能濃度評価 への対応案整理		
7月18日 (第2回) ・検討状況	埋設処分 対策					・重要核種の選定方法
	廃棄体化 処理対策				・非破壊検査法(調査結果)	・記録の利用(調査結果) ・分析法の改良
9月26日 (第3回) ・検討状況	埋設処分 対策				・廃棄体の受入基準 ・埋設処分施設追加機能	
	廃棄体化 処理対策				・代表サンプリングによる評価法	・代表サンプリング、記録等の利用
	調査		・可燃物、有害物等 開缶調査結果(中 間報告)			
1月以降 ・検討結果のま とめ	調査		・可燃物、有害物等 開缶調査結果			
	まとめ				・検討結果のまとめ	・検討結果のまとめ

-従来-

- ① 基本シナリオ 10 μ Sv/年以下
- ② 変動シナリオ 300 μ Sv/年以下
- ③ 上記以外の自然事象及び人為事象シナリオ

・例えば、ピット及びトレンチともに、以下のような人為事象に係るシナリオは、1mSv/年



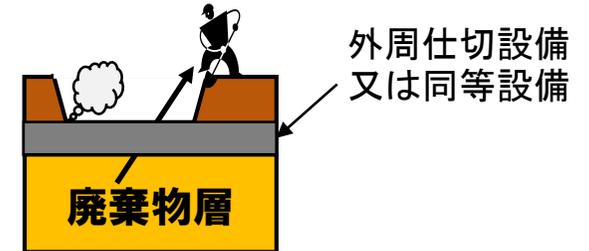
-今後-

自然事象シナリオ

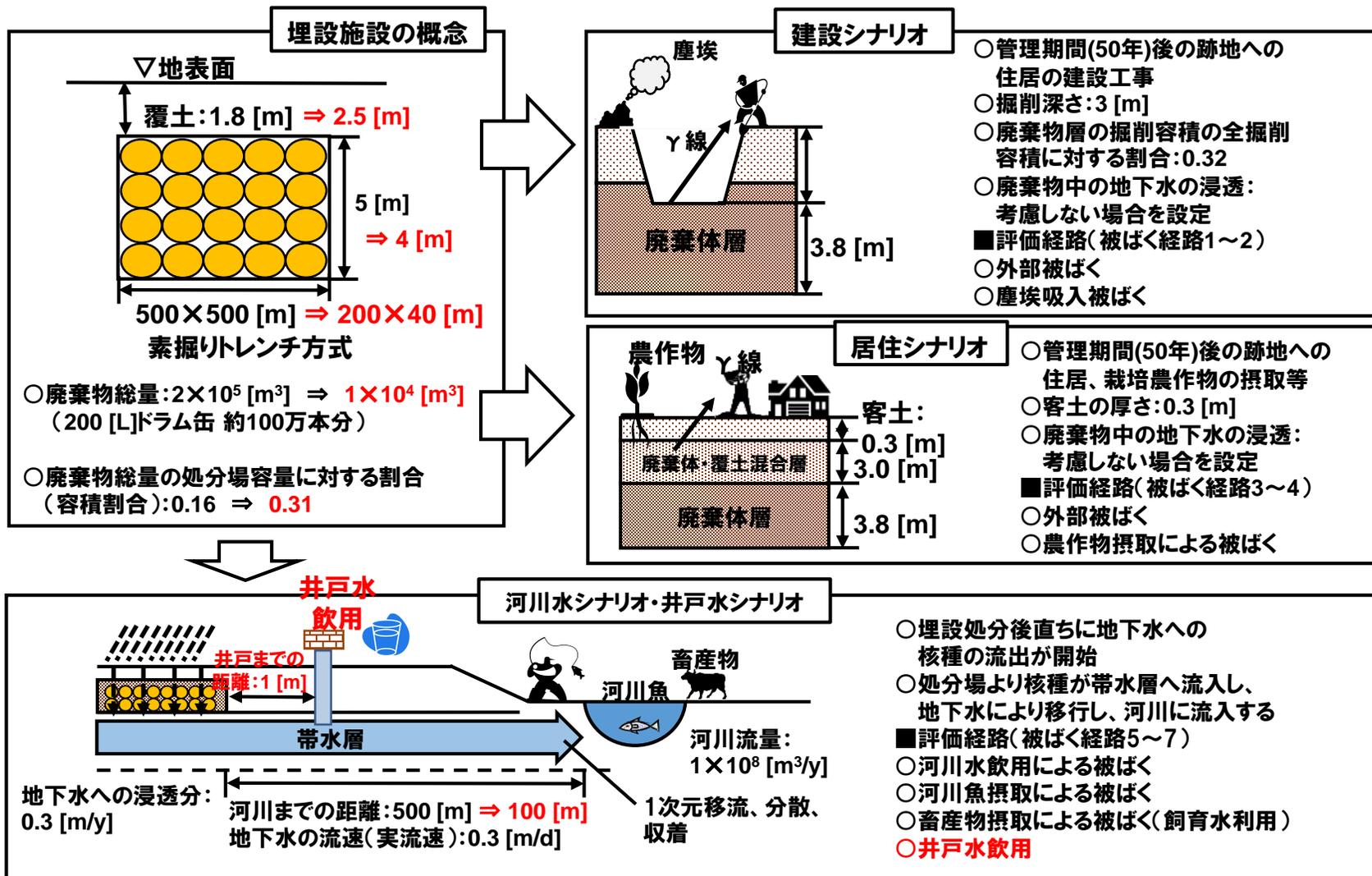
- ① 確からしいシナリオ 10 μ Sv/年以下
- ② 厳しいシナリオ 300 μ Sv/年以下

人為事象シナリオ

- ・ピット処分では、1mSy/y
- ・トレンチであっても、外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備を設置すれば、1mSv/年も可能
- ・掘削抵抗性を有する設備がないトレンチでは、300 μ Sv/年



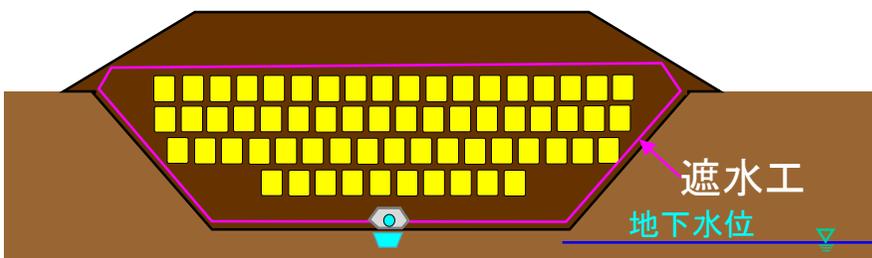
埋設施設の安全評価シナリオの設定



跡地利用シナリオでの対象核種の選定結果の例

通常の覆土を設置

- 埋設地の跡地への住居建設による被ばく
- 外部被ばく、塵埃吸入被ばく



【放射能濃度評価対象核種(相対評価)】 (μSv/y)

核種	対策前	
	基本	
	跡地建設	跡地居住
H-3	—	1.80E-01
Cl-36	—	2.40E-02
Co-60	1.80E-01	6.00E-02
Ni-63	—	2.00E-02
Sr-90	—	6.10E+00
Tc-99	—	1.10E-01
Ag-108m	1.80E-02	—
Cs-137	4.50E-01	1.80E-01
Eu-152	1.20E-01	3.00E-02
Am-241	3.30E-02	1.20E-02

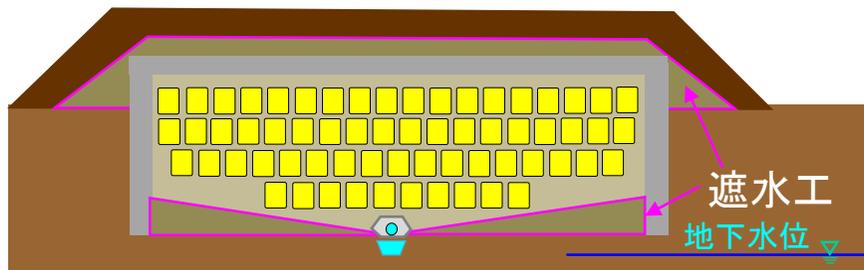
最大線量

最大線量の1%以上

「—」は、1.0E-20 以下を示す。

外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する覆土構造の設置

- 建設発見: コンクリート板上部まで覆土を掘削し、コンクリート板の遮へいを考慮した建設作業者の外部被ばく
- 跡地居住シナリオ: コンクリート板、覆土による遮蔽を考慮した居住者の外部被ばく



【放射能濃度評価対象核種(絶対評価)】 (μSv/y)

核種	技術的対策			
	基本		人為	
	建設発見	跡地利用	底面まで建設	底面まで居住
			—	—
H-3	—	—	1.40E-06	6.90E-01
Cl-36	—	—	9.10E-06	9.60E-02
Co-60	5.80E-04	4.00E-14	6.70E-01	2.40E-01
Ni-63	—	—	7.20E-05	7.90E-02
Sr-90	—	—	3.70E-04	2.40E+01
Tc-99	—	—	2.30E-06	4.30E-01
Ag-108m	1.20E-05	—	7.20E-02	1.90E-02
Cs-137	3.40E-04	6.30E-18	1.80E+00	6.90E-01
Eu-152	2.70E-04	2.80E-14	4.50E-01	1.10E-01
Am-241	7.30E-15	—	1.30E-01	4.70E-02

* 放射能濃度評価対象核種は、絶対評価として以下の線量以上となる核種から選定する。

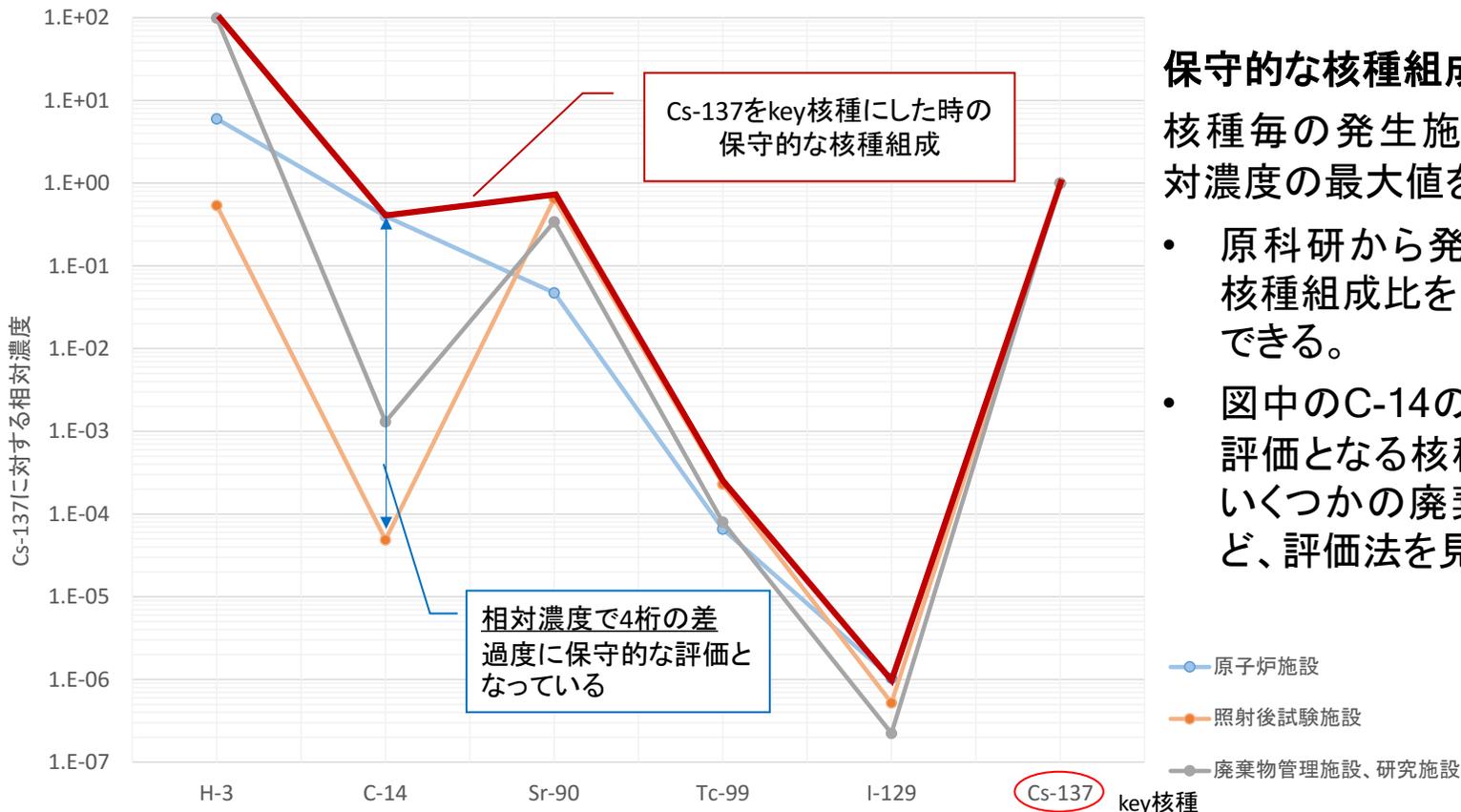
基本シナリオ : 0.01μSv/y (10μSv/yの1/1,000)

人為事象シナリオ : 1μSv/y (1mSv/yの1/1,000)

保守的な核種組成比の検討例

- α 核種、 β 核種の評価が必要になった場合に、保守的な核種組成比を利用した放射能濃度の評価を行う場合の検討例を以下の図に示す。
- 原子力科学研究所で保管中の廃棄物に対し、1つのkey核種と放射能濃度の関係を試算したもの。

原科研ピット処分対象廃棄物：key核種Cs-137



保守的な核種組成比(赤線):

核種毎の発生施設のCs-137に対する相対濃度の最大値を結んだ包絡線

- 原科研から発生する全ての廃棄物の核種組成比を1つの核種組成比で設定できる。
- 図中のC-14のように、過度に保守的な評価となる核種が発生する場合には、いくつかの廃棄物グループに分けるなど、評価法を見直す。