

平成25年度実績概要

固体廃棄物の処理・処分に係る 研究開発

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

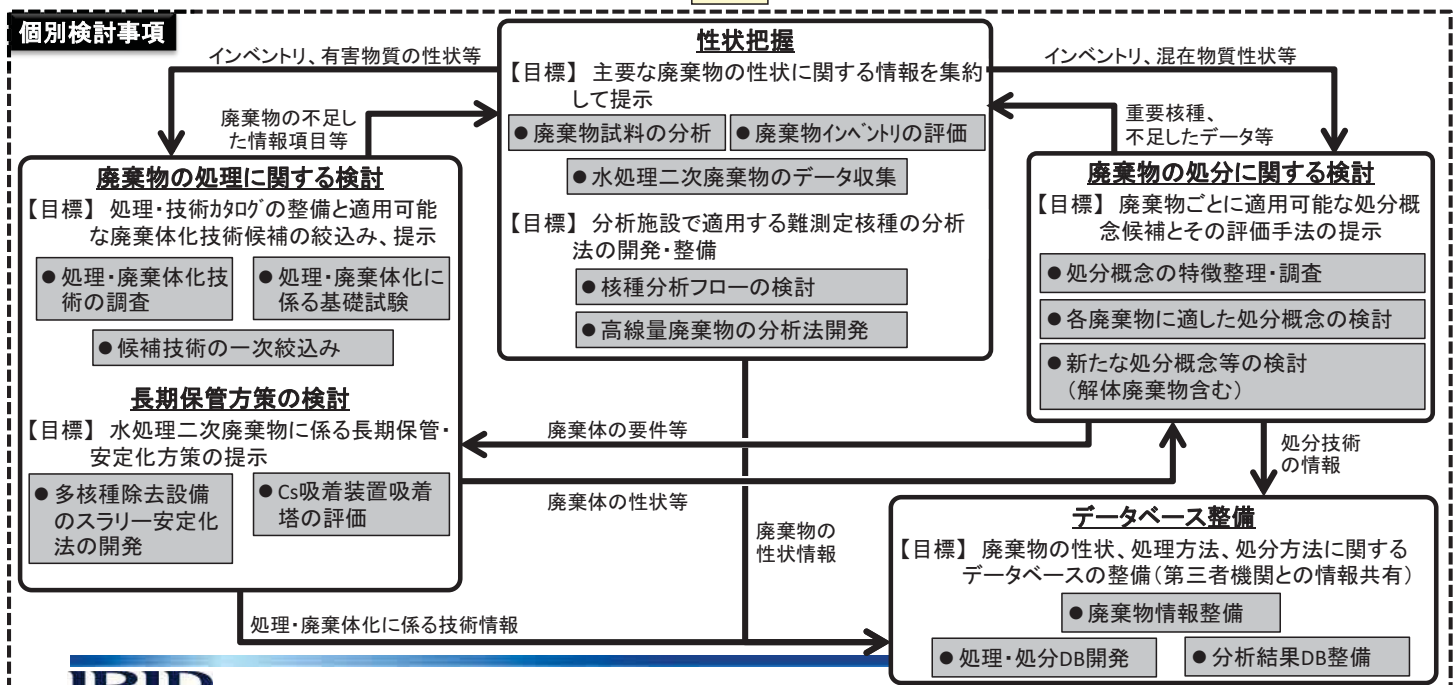
HP SW-1 廃棄物処理処分に係る基本的考え方の提示(2017年)
～廃棄物発生から処理処分までの廃棄物ストリーム候補の提示～

廃棄物管理戦略の検討

【目標】 廃棄物の発生、保管から処理・処分までの一連の取り扱い(廃棄物ストリーム)の候補を論拠とともに提示

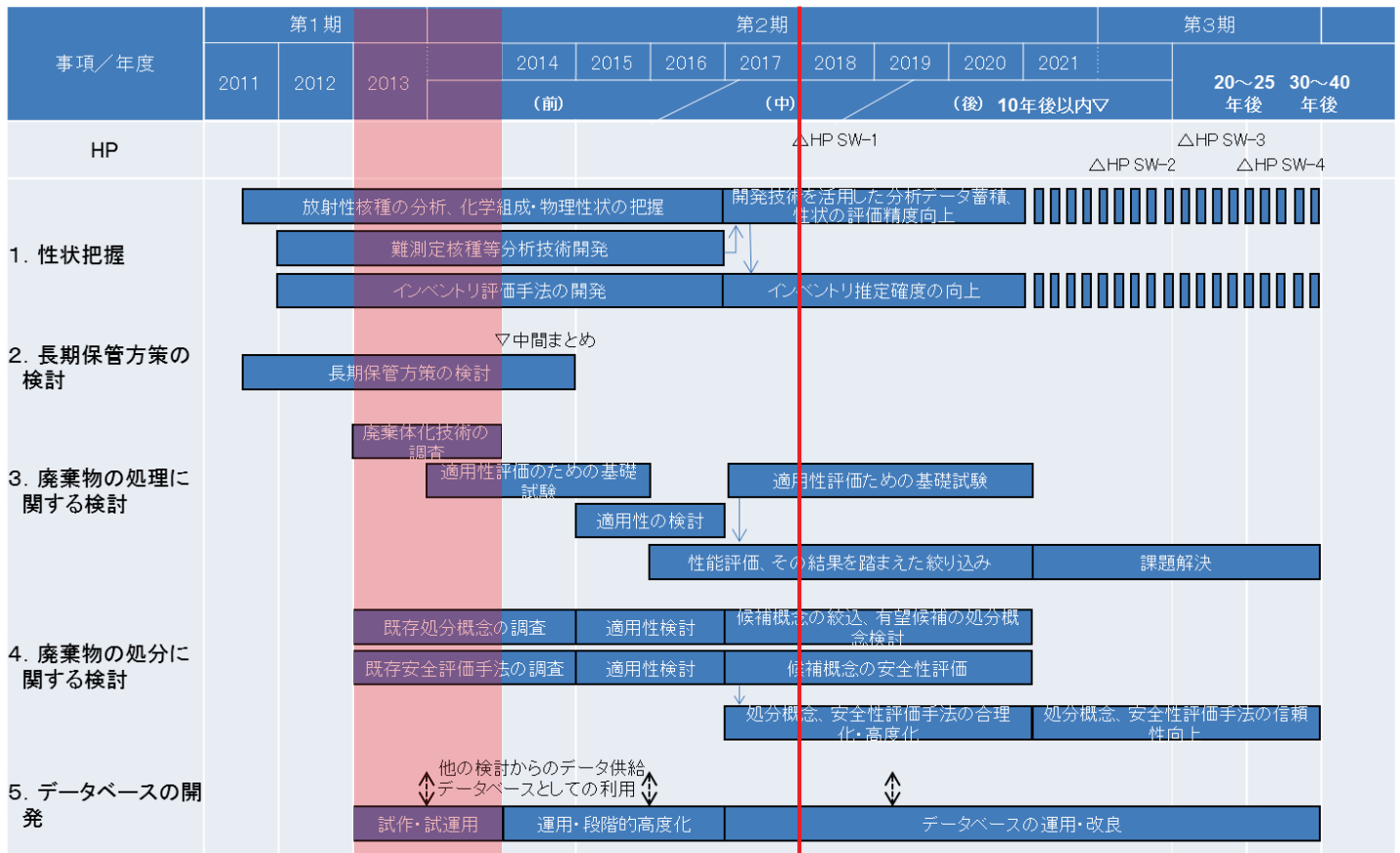
- 廃棄物ストリームの検討方針立案
- 個別検討における関連事項の抽出
- 廃棄物ストリーム候補の検討

廃棄物情報、各種技術情報、技術絞り込み・処分概念等に係る前提及び考え方、課題等



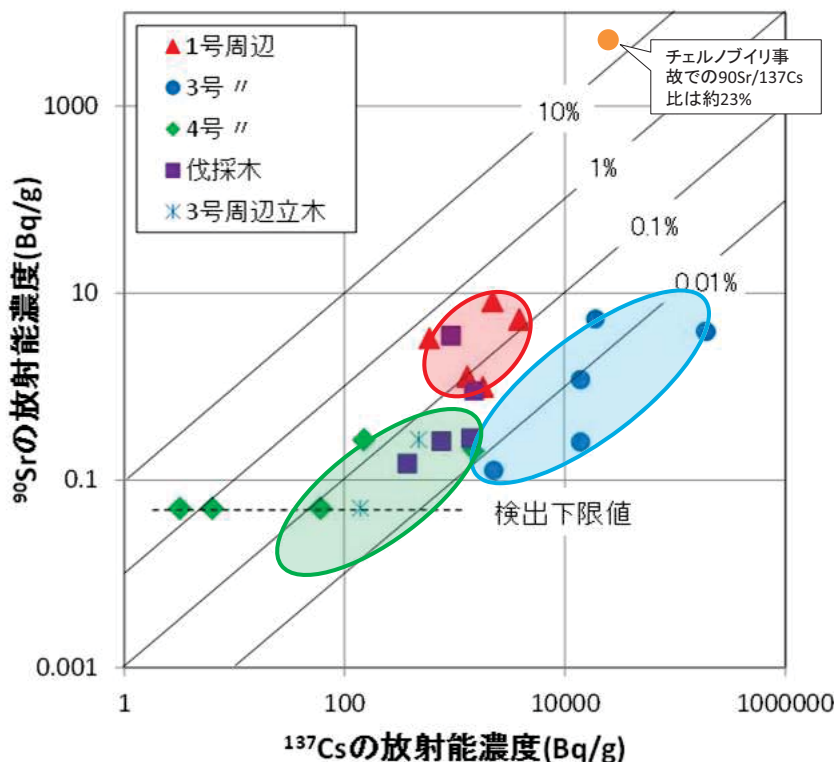
固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

中長期ロードマップ



性状把握

廃棄物のインベントリ評価：瓦礫等における¹³⁷Csと⁹⁰Sr放射能濃度の関係

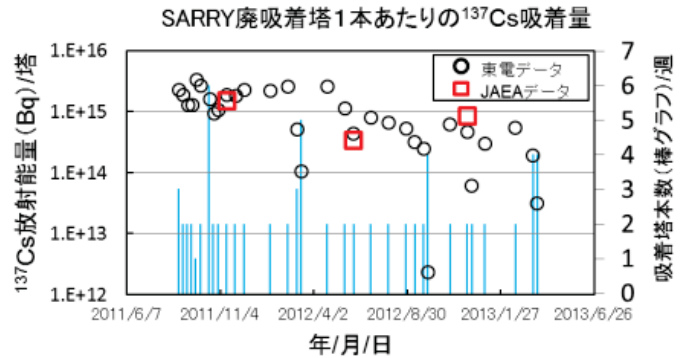
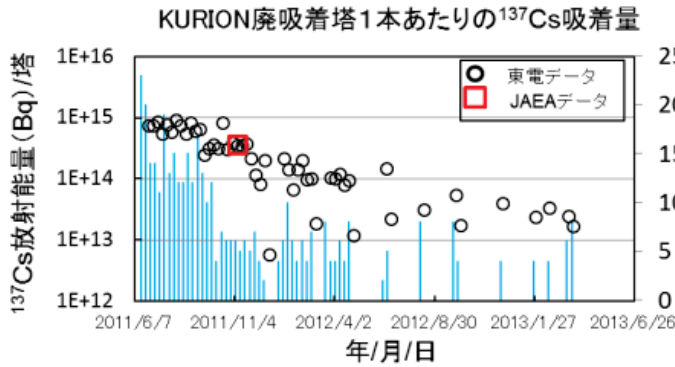


- 汚染水、伐採木、ガレキ等51試料の放射能等を分析
- ⁹⁰Sr/¹³⁷Cs比は、ガレキと伐採木において、大きな差がなく、0.002~0.62%の範囲であった。
- **ガレキ・伐採木の¹³⁷Cs濃度と⁹⁰Sr濃度の間には比例関係の傾向が見られる。**
- **ガレキは採取場所や試料で傾向が異なる。**現時点ではデータ数が少ないため、今後、データの蓄積を継続して双方の相関の精度を向上する。
- チェルノブイリ事故で発生した廃棄物⁹⁰Sr/¹³⁷Cs比(約23%)は燃料中の組成に近い比であり、事故進展の違いが廃棄物中の¹³⁷Csと⁹⁰Srの比に反映されていると考えられる。

性状把握

廃棄物のインベントリ評価：セシウム吸着塔のインベントリ評価

JAEA及び東京電力が分析したデータをもとに2011/6/19～2013/4/2の間に発生したセシウム吸着塔を対象に1本当たりの¹³⁷Cs吸着量と吸着量レベルの分布を評価



セシウム吸着塔の¹³⁷Cs吸着量

	KURION	SARRY
総吸着量 (Bq)	1.68×10^{17}	7.95×10^{16}
一本当たり平均 (Bq/本)	3.96×10^{14}	1.02×10^{15}

吸着量レベルの分布

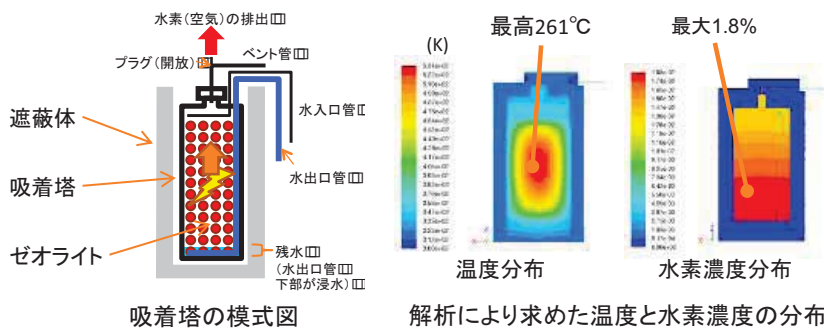
吸着量レベル (Bq)	KURION吸着塔 (本)	SARRY吸着塔 (本)
10 ¹⁵ 以上 10 ¹⁶ 未満	0	34
10 ¹⁴ 以上 10 ¹⁵ 未満	319	34
10 ¹³ 以上 10 ¹⁴ 未満	103	6
10 ¹² 以上 10 ¹³ 未満	2	4
合計	424	78

- **ピット処分濃度上限(推奨値)を超える可能性**
⇒減容処理による濃縮効果及び廃棄体化時の充てん量等を考慮した処理方法の検討が必要

長期保管方策の検討

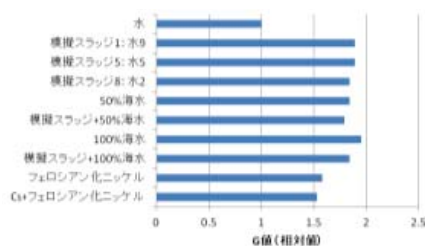
セシウム吸着塔とスラッジの保管における安全に関する検討

セシウム吸着塔での水素生成、材料の腐食



- 吸着塔内のセシウムの分布、水分量等を設定し水素濃度を評価した結果、**水素濃度は爆発下限に至らないものと評価された。**
- 材料(ステンレス鋼)の腐食に関しては、**ゼオライトが共存することにより局部腐食のリスクが大幅に低下することが判明した。**
- H26年度以降、上記のリスク低減機構の解明など**局部腐食に関する詳細なリスク評価を実施し、長期保管の安全性について確認する。**

スラッジ保管容器の水素等生成、材料の腐食



種々の条件について求めた水素生成の収率(相対的なG値)

γ線照射試験の様子 (HCNの生成に関し6MGyを照射)

- 水素の生成は、スラッジの共存により増加する傾向があるが、換気により爆発下限値(4%)以下となり、**安全対策に問題はない。**
- シアン化水素 (HCN) は10年間保管相当(6MGy)の照射でも気相中に検出されず。
- 攪拌が停止した場合でも、**約50日後に外気温に対して+20°Cで平衡となり、フェロシアン化物の分解温度(250~280°C)には達しない。**
- 得られた腐食速度は**設計と同じオーダーの範囲であった***。

* 海水飛沫帯の50°Cで想定される腐食速度0.25mm/yを考慮して容器厚さは2.5cmと設定されている。(福島第一原子力発電所1~4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書別紙)

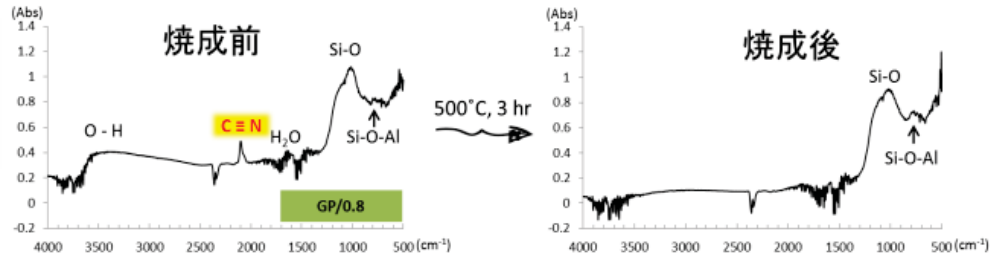
廃棄物の処理に関する検討

処理・廃棄体化基礎試験(例:スラッジ)

水処理二次廃棄物に含まれるフェロシアン化物は、無害化、安定化が必要である一方で、分解に伴い遊離するセシウムを固定化することも満足する処理方法を検討する必要あり。

シアンの無害化、セシウムの不溶化・不揮発化、といった観点からジオポリマーを用いた処理方法に着目。

FT-IR分析結果より、焼成により、フェロシアン化物はほぼ完全に分解した。

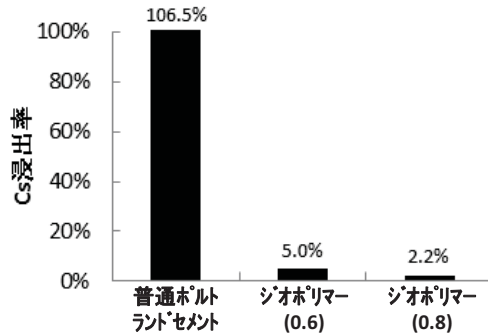


ジオポリマー

- 主にアルミニウムとケイ素で構成されるアモルファス状の無機系材料
- フィラー(フライアッシュ(FA)等)とアルカリ活性剤(水ガラス、水酸化ナトリウム等)を混練・養生することで作製する



焼成後試料のセシウム浸出率



焼成後の固化物中のセシウム残存量を測定した結果、セシウム量は焼成前後でほぼ同量であり、セシウムが固化物中に留まっている。

セシウムを吸着したフェロシアン化物の処理技術にジオポリマーを適用することは高い有用性を持つことが示された。

廃棄物の処分にに関する検討

各廃棄物に適した処分概念の検討: 処分システムの応答特性の把握(燃料デブリ地層処分)

地層処分システムの応答特性に基づく主要な影響因子の抽出とその影響の把握(解析解による予察)

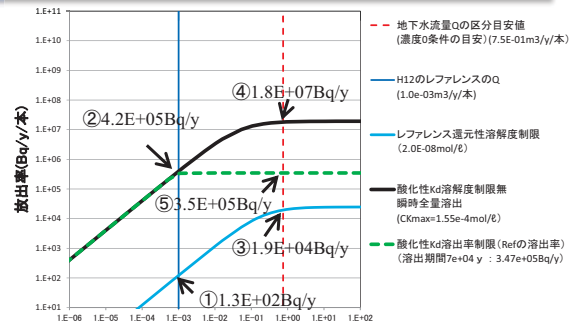
- ① 人工バリアの安全評価に影響を与える主たる因子
⇒地下水流量, (インベントリ・溶解度), 拡散性, 吸着性
- ② 各因子変動による安全評価結果(線量)への影響の予察

【条件例】

- 対象核種: Np-237(酸化還元で鋭敏、線量への影響が大きい核種)
設定した因子の変動範囲
- ・地下環境条件: 地層及び余裕深度処分を包含
 - ・廃棄体条件: ガラス固化体〜瞬時溶出

【結果例(HLV地層処分システムとの比較)】

- 酸化・還元条件の変動による核種放出率は最大約3000倍(②/①)増加
- 地下水流速条件の変動による核種放出率は最大約150倍(③/①)増加(流速は天然バリア中での核種滞在時間にも影響)・・・など



地下水流量(Q: m³/y)
地層処分システムの応答特性評価例
(Np-237の地下水流速に対する核種放出率)

予察結果から、数値解析コードによる評価ケース(36ケース)を設定

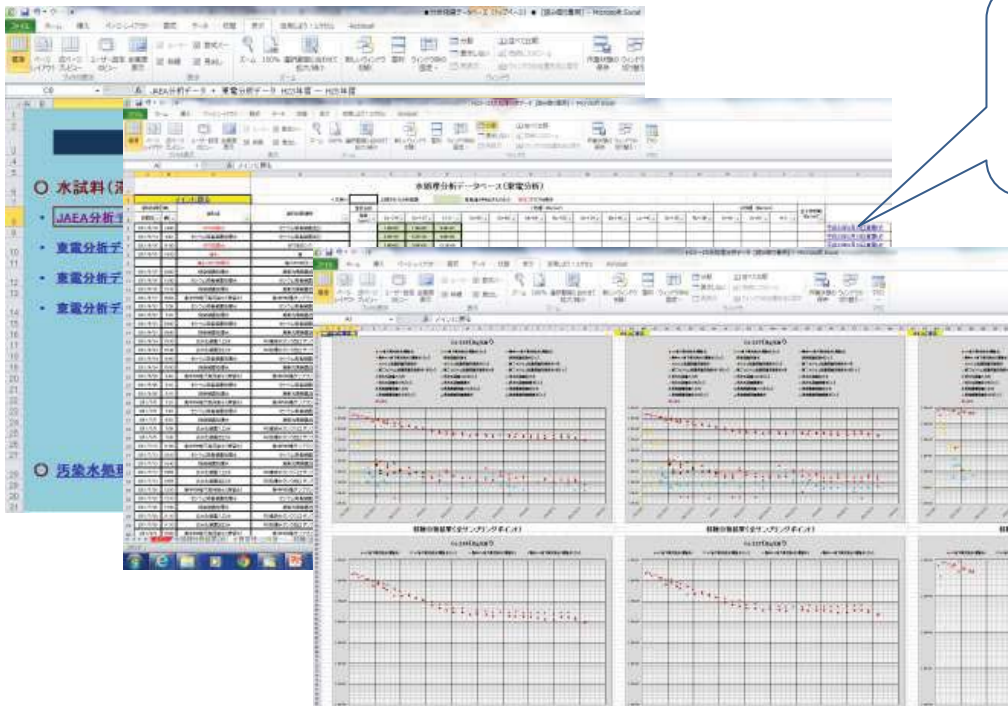
因子変動による安全性への影響と支配核種の変化の確認(数値解析コードによる評価)

燃料デブリを地層処分した場合の感度解析の結果		最大線量(μ Sv/y)	支配核種
ケース 1-1	レファレンス条件(低透水性環境, 還元性環境)	5.7×10^{-5}	I-129, Cs-135, Th-229
ケース4-1	最悪条件(高透水性環境, 酸化性環境)	1.2×10^1	Pu-239, Pu-240, Pu-242
ケース3-1-2	中間条件	1.9×10^{-2}	I-129, C-14, Se-79

- 想定される処分システム(処分深度、バリア性能等)により、線量の幅は5~6桁で変動
- 各因子を保守的な仮定を最大限組み合わせたケース(4-1)であっても、最大線量は 10μ Sv/y程度
- 比較的半減期が短いTRU核種ほど、高透水性で酸化性の環境になるほど、安全性に大きな影響を与える
⇒ 支配核種のインベントリの高精度な把握、因子に影響を与える共存物質の混在状況の把握が重要

データベースの開発

関係者間での情報共有を目的とし、廃棄物の処理・処分検討の基盤となる廃棄物の性状分析に関わる情報やデータ(性状の把握やインベントリ評価等に必要となる実試料の分析に係る情報やデータ)を整備



- データが比較的揃っている水分析の結果を対象としたデータベース(水分析結果データベース)を構築し、試運用を開始(関係者にCD配布)
- 分析データのトレンドグラフも格納
- 参照データ元のシートも格納