

水処理二次廃棄物等の固化処理方針策定について

2025年11月25日



東京電力ホールディングス株式会社

中期的リスクの低減目標マップ（固体廃棄物関係）

TEPCO

- 中期的リスクの低減目標マップ（固体廃棄物関係）を下記に示す。
- 本資料では、水処理廃棄物等に対して設定された目標への対応状況について報告する。

- a. 建屋解体物等 - 解体モデルケース検討
- b. 瓦礫類等 - 表面線量率による放射能濃度管理手法の構築
- c. 水処理廃棄物等 - 固化処理方針の策定

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ

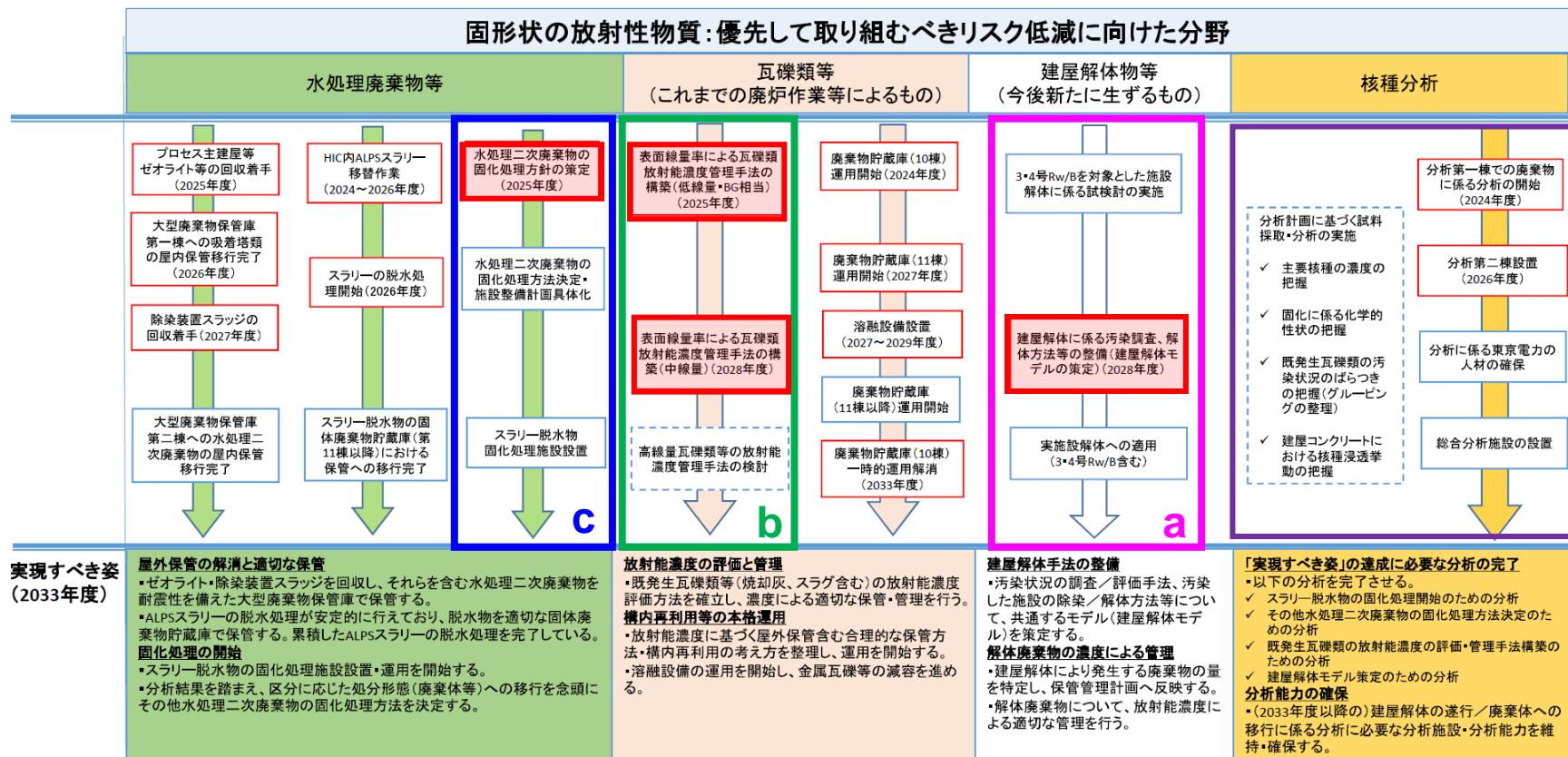
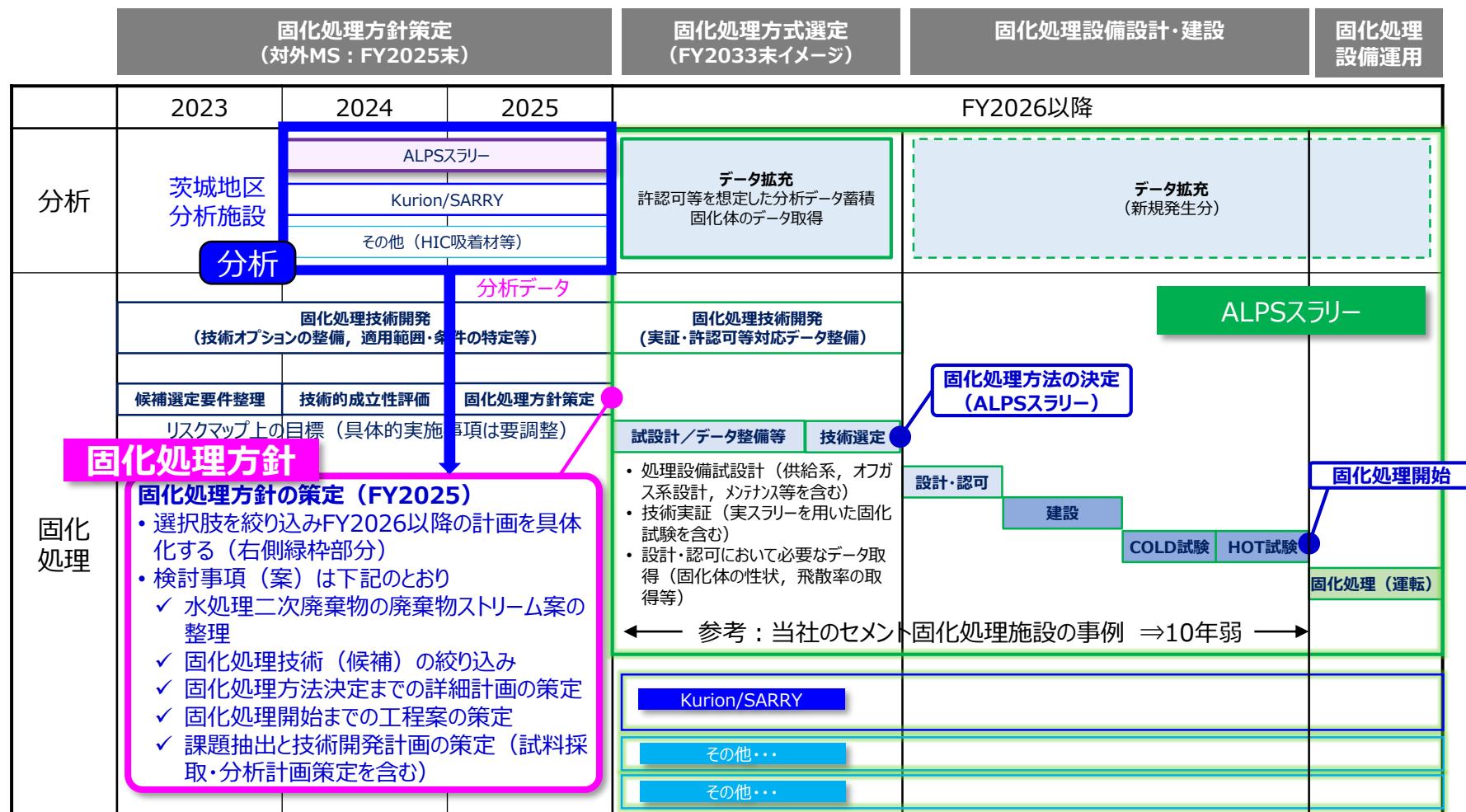


表 リスクマップで示された実現すべき姿と直近の目標について

項目名	対象廃棄物	実現すべき姿 (2033年度)	ねらい	直近の目標	
				目標内容	目標年度
a 解体モデルケース 検討	建屋解体物等 (将来の建屋解体に 伴い発生する廃棄物)	建屋解体手法の整備 ・汚染状況の調査／評価手 法, 汚染した施設の除染 ／解体方法等について, 共通するモデル（建屋解体 モデル）を策定する。	・汚染状況に応じた建屋解 体手法等を整備することで, 将来の建屋解体に伴い発 生する廃棄物量の抑制, 合理的な放射能濃度管理 を実現する。	・建屋解体に係る汚染調査・評価, 除染・解体, 廃棄物対策等に 関する一連の試験討を実施する。 ・試験討結果に基づき, 廃棄物 量の削減, 合理的な放射能濃 度管理を念頭に置いた建屋解体 手法の整備を行う。	2028
b 放射能濃度 評価手法の整備	瓦礫類等 (既発生の瓦礫等)	放射能濃度の評価と管理 ・既発生瓦礫等（焼却灰, スラグ含む）の放射能濃度 評価方法を確立し, 濃度 による適切な保管・管理を 行う。	・これまで表面線量率による 管理を行ってきた瓦礫類等 について, 放射能濃度管 理に移行させる。	・保管容器に収納された既発生の 瓦礫類を対象とした表面線量率 による放射能濃度評価手法を整 備する。	2028
c 固化処理方針の 策定	水処理二次廃棄物	固化処理の開始 ・スラリー脱水物の固化処理 施設設置・運用を開始する。 ・分析結果を踏まえ, 区分 に応じた処分形態（廃棄 物等）への移行を念頭にそ の他水処理二次廃棄物の 固化処理方法を決定する。	・ALPSスラリーをより安全で 安定的な形態での保管に 移行させる。 ・廃棄物ストリーム全体を俯 瞰した合理的な固化処理 方針を具体化する。	・水処理二次廃棄物の固化処理 に対する要件を明確化し, 固化 処理方針を策定する。 ・ALPSスラリーを中心に, 水処理 二次廃棄物全体を俯瞰して検 討を進める。	2025

直近の目標に対する対応状況を報告

- 固化処理方針の策定について検討計画は下図のとおり
- 現時点では固化処理方法を決定するために必要な廃棄物の性状把握、固化技術に係る知見が不十分であることから、必要な分析、検討を進め、固化処理方針を策定するものとした

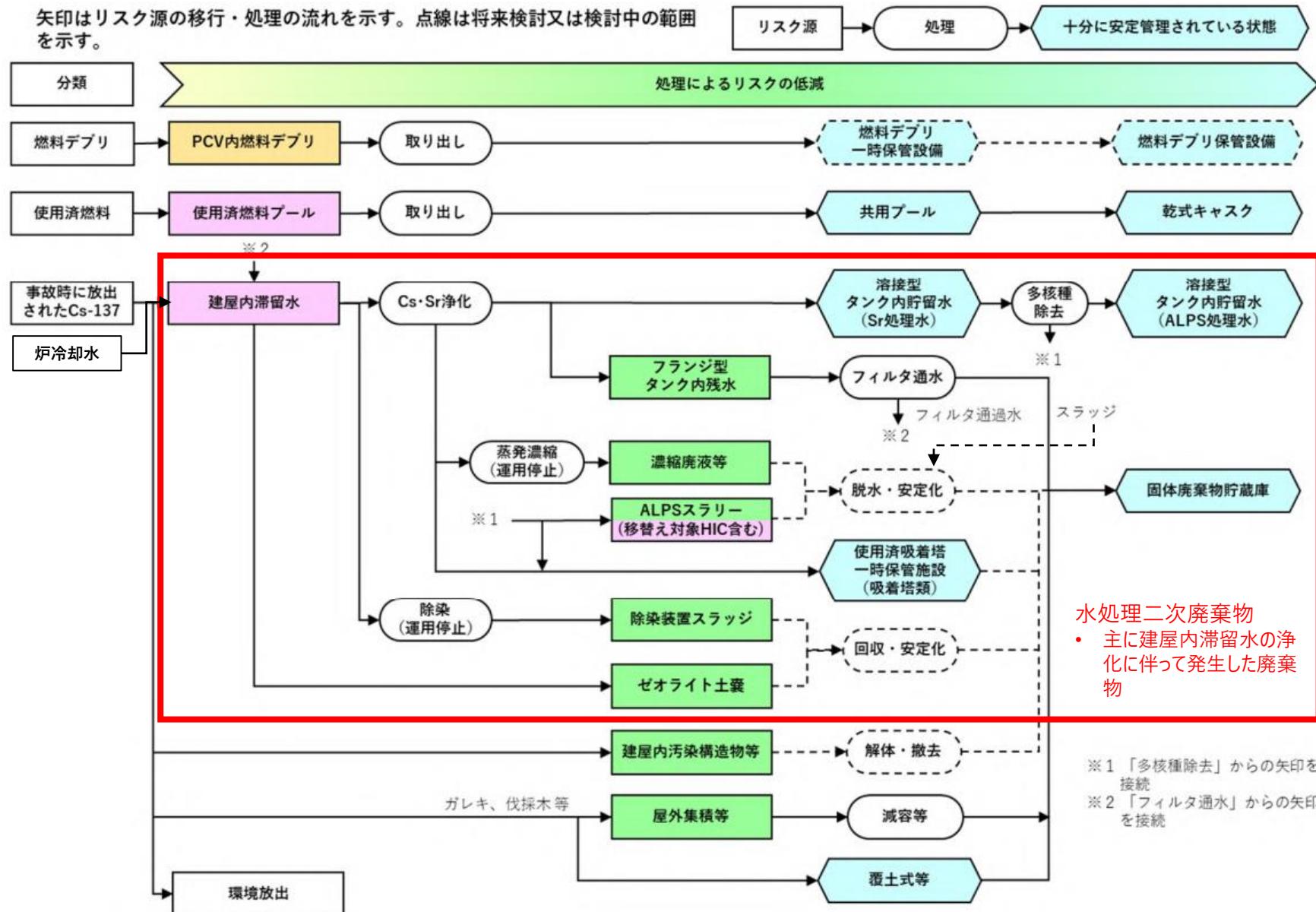


検討概要

水処理二次廃棄物

TEPCO

矢印はリスク源の移行・処理の流れを示す。点線は将来検討又は検討中の範囲を示す。



・ 固化の目的

廃棄物の長期的な保管に関わるリスクが、固化することで低減されること

- (1) 保管中に放射性物質を漏洩・飛散させない
- (2) 適切な容積にする（処理施設・廃棄体保管施設が過大にならない）
- (3) 廃棄体に求められる要件を満たす

・ 対応

✓ まず、漏洩・飛散の可能性を低減

➤ 脱水・乾燥と、容器収納との組み合わせ

- 特にスラリー・スラッジについては、脱水で減容し、保管量を低減

✓ 次に、更に手を加える必要のないように固化

➤ 固化方法は、固化への要求を想定し、適用可能な技術を選定し、選定した技術を様々な視点から比較検討して絞り込み、最終的に、想定した要求を満たすために更に手を加える必要のない形態に固化できる方法とする必要

- 適用可能な技術の選定には、廃棄物の性状（形状・構造・寸法・材質・化学組成、線量率、核種組成・濃度、物理的性状、など）の情報、性状に応じた検討が必要
- 比較検討の視点には、敷地の制約に伴い、対応可能な廃棄物の多さや減容性も含まれる
- 選定検討の前提となる固化への要求は、既存の要件を参考にして、想定する必要がある。特に、固化後の核種閉じ込め性の要求の有無など、既往の要求に含まれない事項についても、想定する必要がある

手順	実施事項	概要
1 性状を整理	<ul style="list-style-type: none"> 水処理二次廃棄物について、現状得られている分析データから、性状を整理 現状整理できた性状に基づいて、一般的な常温固化技術について、放射能濃度の観点と化学的特性の観点から、基本的な適用可能性を確認 	<ul style="list-style-type: none"> Sr-90, Cs-137, および一部の核種と廃棄物を除けば、概ね、ピット処分の濃度上限以下。ただし、廃棄物の分析データや評価を拡充して、詳しく確認していく必要がある。 放射能濃度が比較的高いセシウム吸着装置の二次廃棄物については常温固化を適用しにくい可能性がある。ALPSスラリー以下の廃棄物については常温固化も適用可能性を検討する余地がある。
2 要件を想定	<ul style="list-style-type: none"> 固化の目的と要件を想定 	<ul style="list-style-type: none"> 放射能・核種組成、化学性状、物理性状について要件を想定
3 各種技術の適用可能性を確認	<ul style="list-style-type: none"> 無固化、常温処理（セメント、AAM）、中温処理（リン酸セラミックス）、高温処理（ガラス化）について、想定要件への適用可能性を整理 	<ul style="list-style-type: none"> 検討対象とした技術は、性状に応じた制約はあるものの、想定要件に対応できる可能性がある。
4 技術選定の観点・課題・対応を整理	<ul style="list-style-type: none"> 技術選定の観点と課題を抽出し、課題への取り組み計画を整理 	<ul style="list-style-type: none"> 選択し得る処理の流れを想定 無固化、常温固化、中温固化、高温固化を組み合わせた処理フロー案を複数設定し、各案が成立するためには課題を抽出 設定した処理フロー案について、案毎に必要な施設規模を推定。固化技術の選択が施設規模に与える影響が大きいことを確認 案の絞り込みに整理が必要な事項を課題として整理
5 まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 固化方針（案）と、今後の進め方を整理 	<ul style="list-style-type: none"> 固化方針を整理。また、今後の検討事項を提示。

水処理二次廃棄物の性状

TEPCO

形態・性状	材質・化学形態	収納状態	核種の存在形態	核種・濃度
スラリー・スラッジ	炭酸塩, 鉄共沈, 硫酸バリウム・フェロシアン化鉄, 等	ピット, タンク, 容器	固相, 収着, 水溶液中のイオン	FP系, CP系とも存在し濃度も様々
吸着材	活性炭系, ゼオライト系, 珪チタン酸塩系, 珪砂, 高分子系	吸着塔, 容器	吸着材に収着, 残水中のイオン	FP系, CP系とも存在し濃度も様々

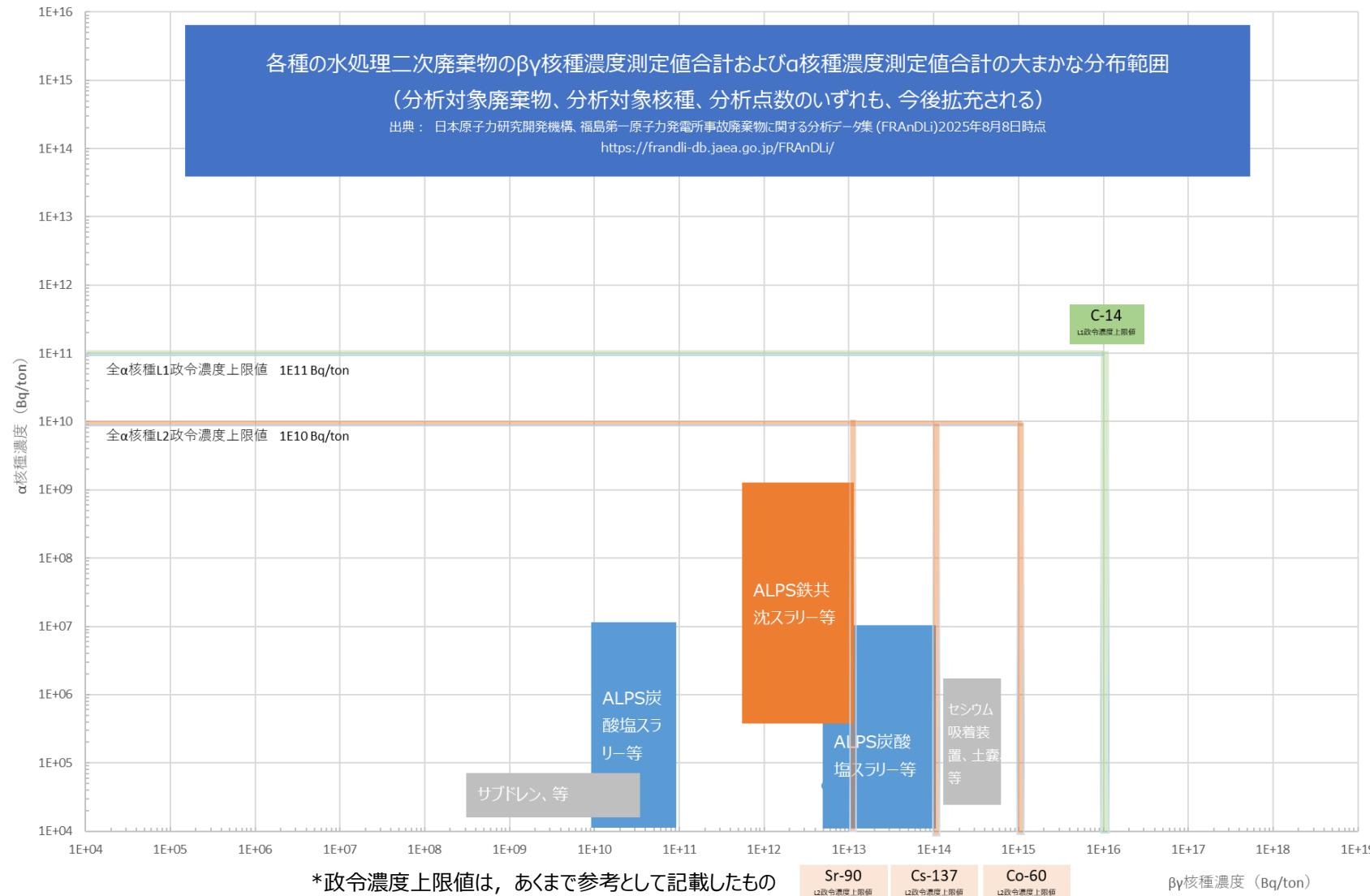
主な廃棄物	現状の概略物量	核種濃度の程度*（現状の分析値および暫定的評価値に基づく推定。更に分析・評価）		
		保管管理の線量に寄与	処分で考慮要	その他
		Sr-90, Cs-137, など	C-14, I-129, など	Co-60, α核種など
除染装置スラッジ	約37m ³	政令中深度程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
土嚢（ゼオライト, 活性炭）	約42トン (敷設量)	政令中深度程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
セシウム吸着装置 (Kurion, SARRY)	吸着塔約1,200本	政令中深度程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
濃縮廃液スラリー・スラッジ	約150m ³	政令中深度程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
ALPSスラリー（鉄共沈）	HIC約500本	政令ピット～中深度程度	政令ピット程度 (今後更に分析・評価)	政令ピット程度
ALPSスラリー（炭酸塩）	HIC約2,000本	政令ピット～中深度程度	政令ピット程度 (今後更に分析・評価)	政令ピット程度
ALPS吸着材（Cs, Sr）	HIC 約100本	政令ピット～中深度程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
ALPS吸着材（ヨウ素など）	HIC約450本	政令ピット程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
ALPS吸着材（その他）	HIC約50本	政令ピット程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度
サブドレン	吸着塔約70本	政令ピット程度	(今後分析・評価)	政令ピット程度

*「核種濃度の程度」は、政令濃度上限値を参照した場合の、濃度の程度

水処理二次廃棄物の性状 (βγ核種濃度測定値合計と全α濃度測定値合計値)

TEPCO

- 放射能濃度は、現状の分析結果、および全般的な傾向を見るためのインベントリ評価の結果からは、政令ピット程度から政令中深度程度までの範囲に概ね収まっている。



留意事項

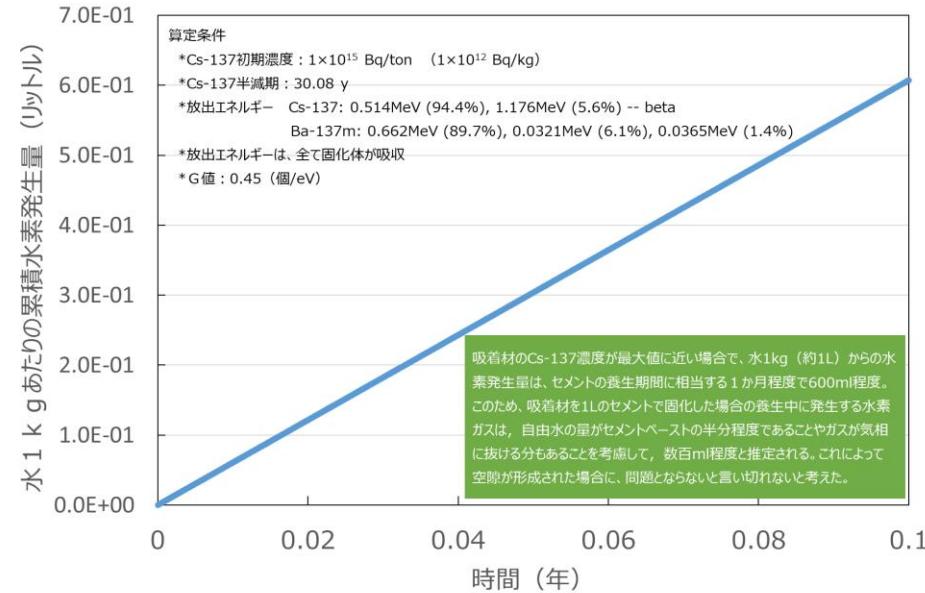
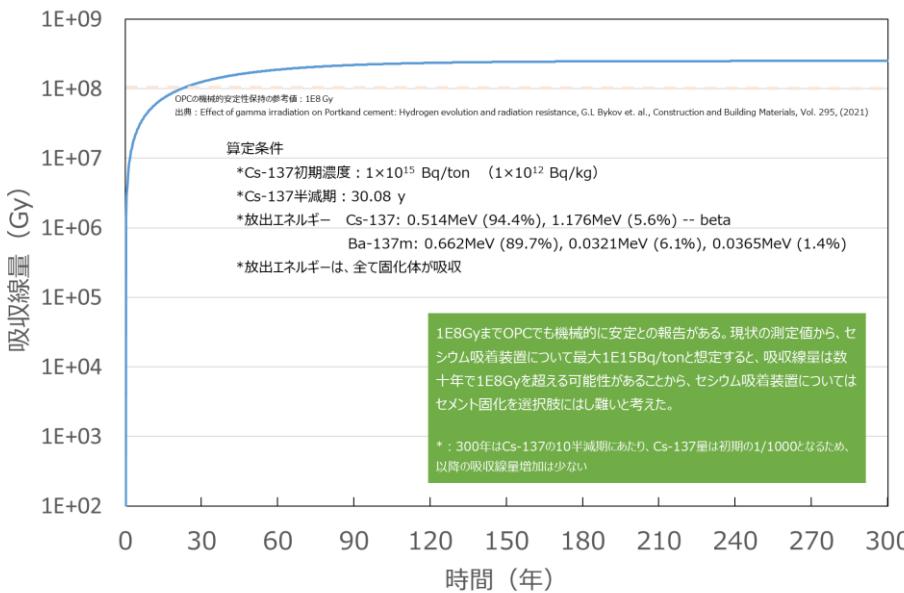
- ・ 全体に、分析測定値の拡充を図る必要がある。
- ・ 長半減期のβ核種（C-14, I-129, 等）については、特にデータの拡充が必要

現状の分析値および評価値に基づく特徴

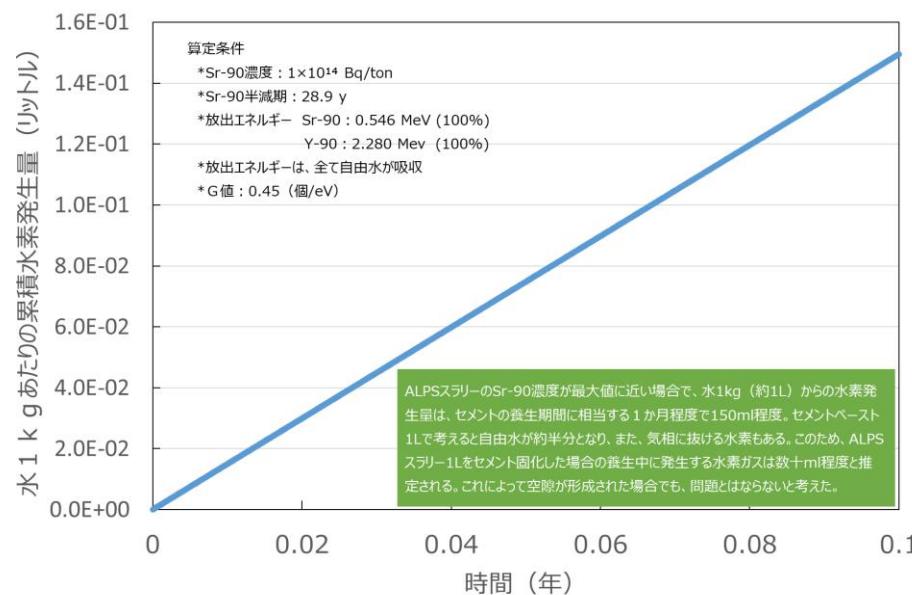
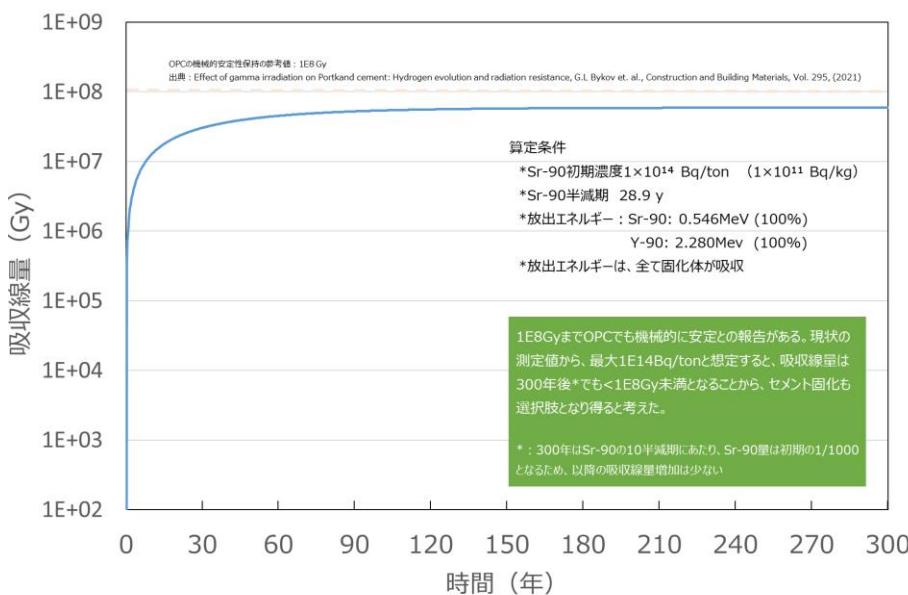
- ・ Sr-90, Cs-137, および一部の核種と廃棄物を除けば、概ね、ピットの政令濃度上限以下。
 - ・ 全ての核種が中深度の政令濃度上限以下
 - ・ ただし、廃棄物の分析データや評価を拡充して、詳しく確認していく必要がある。
- ✓ ALPS炭酸塩スラリーは、Sr-90濃度について概ね2つのグループに分かれるのか否かなど

廃棄物	分析値がピットの政令濃度上限を超えた核種 (全ての核種が中深度の政令濃度上限未満)
<ul style="list-style-type: none"> ・ ALPS鉄共沈スラリー ・ ALPS炭酸塩スラリー（うち、線量率が比較的高いもの） ・ セシウム吸着装置 ・ 土嚢（ゼオライト、活性炭） ・ タンクスラッジ 	Sr-90
<ul style="list-style-type: none"> ・ セシウム吸着装置 ・ 土嚢（ゼオライト、活性炭） 	Cs-137
<ul style="list-style-type: none"> ・ 土嚢（ゼオライト、活性炭） ・ Kurion銀添着活性炭 	I-129

- セシウム吸着装置で特に放射能濃度が高いCs-137について、現状のデータから原廃棄物の最大の濃度を想定すると、セメントの機械的特性に数十年で影響が生じる可能性があると推定される。
- セメント固化の養生期間約1か月程度での水素ガスの発生は、セメント1Lあたり数百mlと推定され、固化の阻害とならないとは言い切れないと推定される。
- これから、**セシウム吸着装置の二次廃棄物についてはセメントなどを用いた常温固化を適用しにくい可能性がある。**
- 同等の放射能濃度の廃棄物について、分析データを増やし確認が必要（土嚢（ゼオライト、活性炭）、除染装置スラッジ、その他のスラッジ類）



- ALPSスラリーで濃度が高いSr-90は、原廃棄物の最大の濃度を想定した場合にセメントの機械的特性が時系列的に大きく変化しない程度と推定される。
- セメント固化の養生期間約1か月程度での水素ガスの発生は、セメント1Lあたり数十mLと推定され、固化の阻害となるとは考えにくい。
- このため、ALPSスラリーについてはセメントなどを用いた常温固化を検討する余地がある。ただし、実廃棄物などを用いた確認が必要と考える。
- 同等以下の放射能濃度の廃棄物について、分析データを増やし確認が必要
- 養生期間終了後の水素発生については、容器へのガスベント設置などの対策が必要となる可能性がある**



- 各廃棄物の発生に関するデータや廃棄物の分析データから、更に確認が必要

主な廃棄物	現状の概略物量	常温固化への放射能濃度の影響	
		(現状の分析値および暫定的評価値に基づく推定。更に分析・評価)	固化中の水素発生など ^{*1}
除染装置スラッジ	約37m ³	(要確認)	(要確認)
土嚢（ゼオライト、活性炭）	約42トン（敷設量）	(要確認)	(要確認)
セシウム吸着装置	吸着塔約1,200本	養生中の影響が懸念される	①低下がないと言い切れない ②水の放射線分解は生じ得る
濃縮廃液スラリー・スラッジ	約150m ³	(要確認)	(要確認)
ALPSスラリー（鉄共沈）	HIC約500本	特に問題は認められない	①特に問題は生じないと推定される ②水の放射線分解は生じ得る
ALPSスラリー（炭酸塩）	HIC約2,000本	特に問題は認められない	①特に問題は生じないと推定される ②水の放射線分解は生じ得る
ALPS吸着材（Cs, Sr）	HIC 約100本	(要確認)	(要確認)
ALPS吸着材（ヨウ素など）	HIC約450本	(要確認)	(要確認)
ALPS吸着材（その他）	HIC約50本	(要確認)	(要確認)
サブドレン	吸着塔約70本	(要確認)	(要確認)

*1 水素ガス発生量は自由水量の多寡を目安として推定できる見通しが、セメントペースト、モルタル、コンクリートのいずれについても得られているとの報告がある。

出典：日本原子力学会 ウィクリーウェビナー第11回 処理処分の科学・技術最前線 —セメント系材料の進展— 2022年2月17日、株式会社太平洋コンサルタント 芳賀和子

引用元：「令和2年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発報告書」（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター、（国研）日本原子力研究開発機構

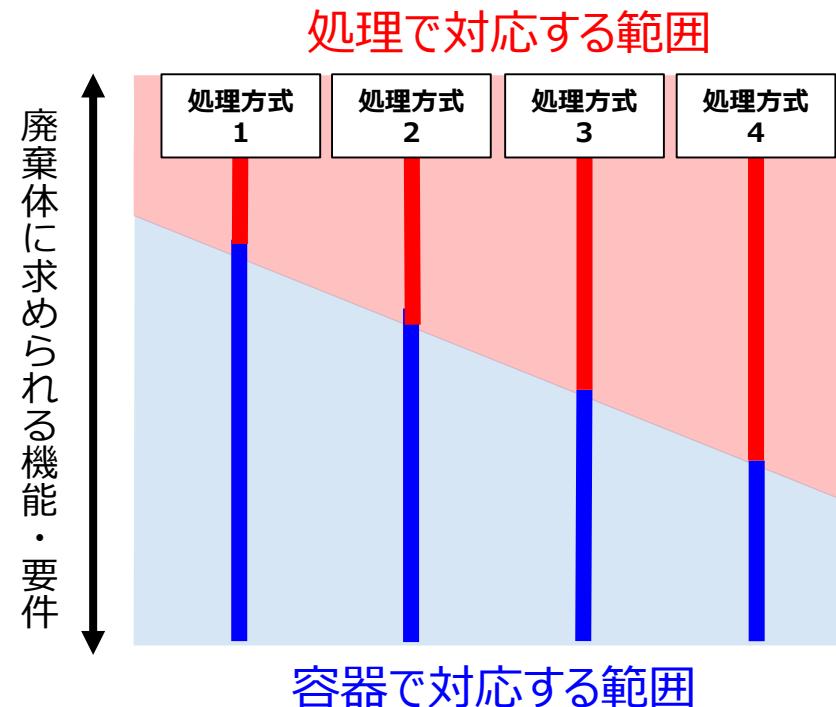
- 各廃棄物の生成に関するデータや廃棄物の分析データから、確認が必要
- 廃棄物の性状に応じて、固化に適した性状に整えるステップが必要となる可能性もあり得る

主な廃棄物	現状の概略物量	化学組成の影響		
		(現状の分析値および暫定的評価値に基づく推定。更に分析・評価)		
		固化処理の遅延など	固化後の変質・劣化	核種移行への影響
		Zn, B, など	塩類, pH, など	有機酸など
除染装置スラッジ	約37m ³	(要確認)	(要確認)	(要確認)
土嚢（ゼオライト, 活性炭）	約42トン（敷設量）	(要確認)	(要確認)	(要確認)
セシウム吸着装置	吸着塔約1,200本	—	—	—
濃縮廃液スラリー・スラッジ	約150m ³	(要確認)	(要確認)	(要確認)
ALPSスラリー（鉄共沈）	HIC約500本	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)
ALPSスラリー（炭酸塩）	HIC約2,000本	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)	特に問題は認められない (更に分析確認が必要)
ALPS吸着材（Cs, Sr）	HIC 約100本	(要確認)	(要確認)	(要確認)
ALPS吸着材（ヨウ素など）	HIC約450本	(要確認)	(要確認)	(要確認)
ALPS吸着材（その他）	HIC約50本	(要確認)	(要確認)	(要確認)
サブドレン	吸着塔約70本	(要確認)	(要確認)	(要確認)

観点	想定要件* (既往の事例を基にして想定)	処理技術の選定に関わる事項
放射能・核種組成	<ul style="list-style-type: none"> 核種組成、放射能量が決定できる 廃棄体の処分区分が決定できる 輸送・搬送・保管時の線量率制限に対応できる 	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象核種の放射能濃度を決定できる ✓廃棄物の分析データの蓄積と放射能濃度決定方法の検討が必要
化学性状	<ul style="list-style-type: none"> 有害・危険とみなされる物質を含まない 処理を阻害する物質を含まない 廃棄体の機能を劣化させる物質を含まない 廃棄体輸送時の安全性を評価するシナリオにおいて問題となる物質を含まない 処分の安全性を評価するシナリオにおいて問題となる物質を含まない 	<ul style="list-style-type: none"> 化学的有害物の埋設処分の技術的可能性 容器に水素ガス抜き機能を持たせることの可否 固化体の核種閉じ込め性の見込み方
物理性状	<ul style="list-style-type: none"> 保管容器の腐食が問題とならない 有害な空隙を含まない（処分施設の陥没回避） 形態、材質の性状が安定している 	<ul style="list-style-type: none"> 粉粒体を容器に封入した廃棄体の可否 有害な空隙の考え方（処分施設設計で決まる）

*要件を満たすことを、資機材の購買管理、廃棄体製作の工程管理、廃棄体の測定などによって確認が必要

- 固化体に求められる要件は、**固化物と容器との組み合わせ**で満たすことになる（下図）
- 技術選定にあたっての基本的な考え方は次のとおり
 - ✓ 検討対象技術は幅広く、無固化・常温・中温・高温処理の適用性を検討する
 - ✓ 要件を充足しうる範囲において、適切な処理を選定する
 - ✓ 研究開発、実証、設計、建設に必要な時間と負荷を考慮すると、**適用可能な対象物・対象量が多い固化方法が望ましい**



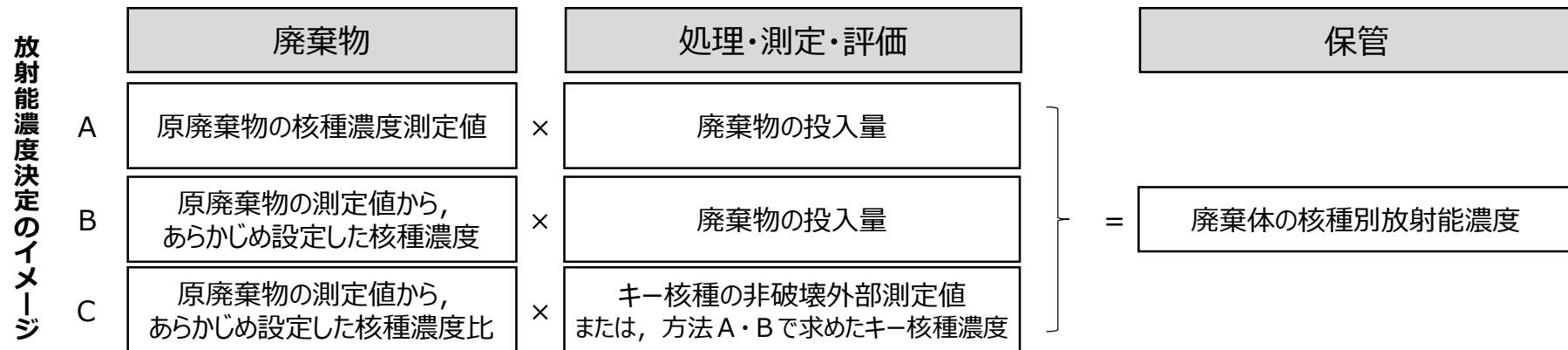
UK NDA, WPS/220/01, Waste Package Specification and Guidance Documentation: Specification for Waste Packages Containing Low Heat Generating Waste: Part C – Fundamental Requirements, March 2020, Figure 7を参考に作図

*圧縮を組み合わせる場合もあり得る

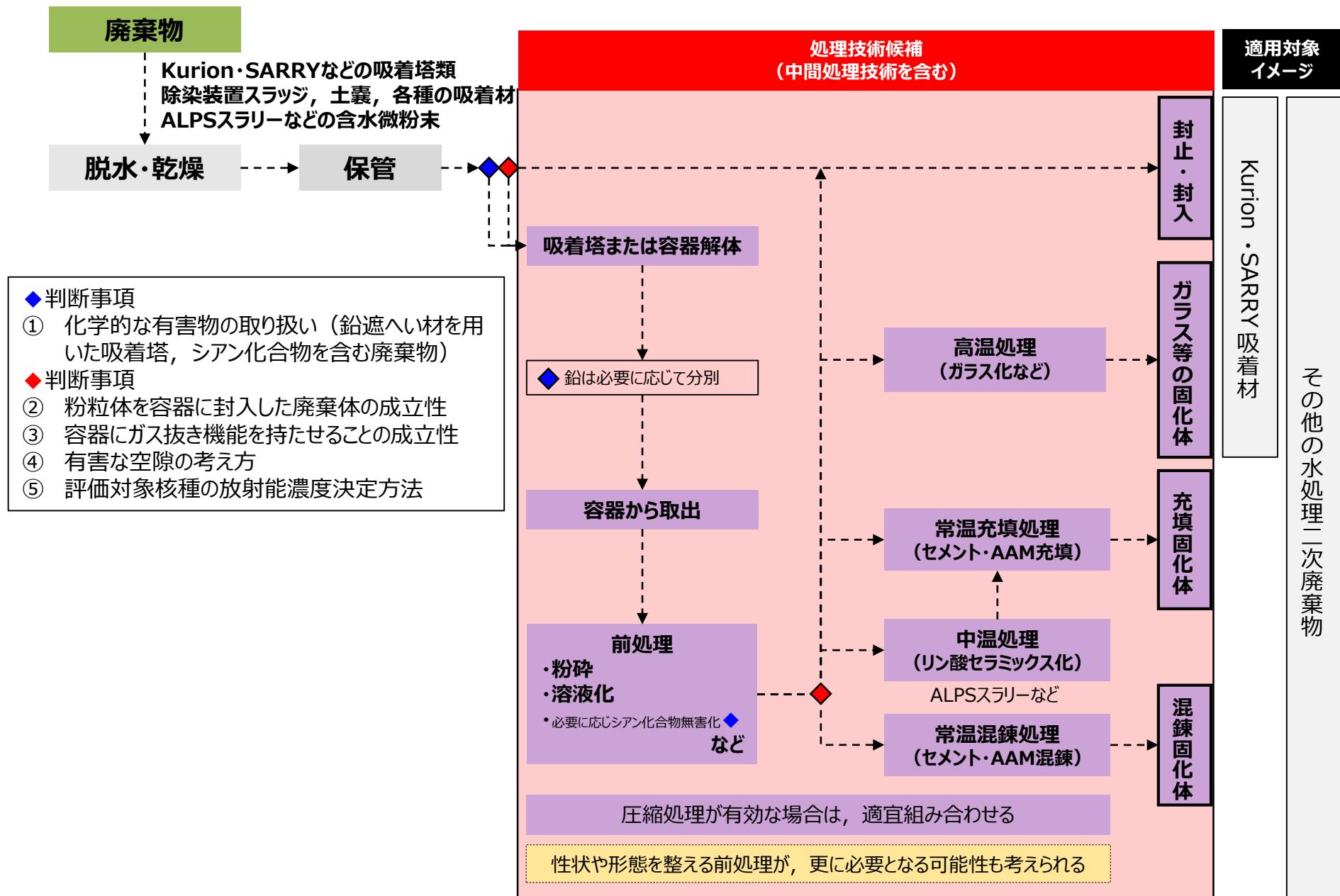
固化への要求事項（想定）	処理技術*	処理技術適用可能性の検討状況
<p>*固化体として想定している2つの姿</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 廃棄物を容器に封入した形態 2. 廃棄物を容器と一体になるように固型化した形態 <p>放射能・核種組成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体の処分区分を決定できる ・放射能インベントリを決定できる（評価対象核種の濃度を決定できる） ・線量率制限に対応できる <p>化学性状</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保管にあたって有害・危険とみなされる物質が含まれない ・処理を阻害する物質を含まない ・廃棄体の機能を劣化させる物質を含まない ・廃棄体輸送時の安全性を評価するシナリオにおいて問題となる物質を含まない ・処分の安全性を評価するシナリオにおいて問題となる物質を含まない <p>物理性状</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保管容器の腐食が問題とならない ・有害な空隙を含まない（処分施設の陥没回避） ・形態、材質の性状が安定している 	<p>容器に封入（無固化）</p> <p>常温処理（セメント、AAM、他）</p> <p>中温処理（リン酸セラミックス）</p> <p>高温処理（ガラス化）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・放射能・核種組成については、廃棄物の分析結果を基にして、既往の方法で評価可能と考える ・化学性状については、容器の腐食対策が必要 ・物理性状については、水などの放射線分解に伴う水素発生の影響をガスケットなどで緩和すること、容器内の空隙の処分時の影響は処分施設と相互に対策して回避するなど、技術的 possibility はあるものと考える <ul style="list-style-type: none"> ・放射能・核種組成については、廃棄物の分析結果を基にして、既往の方法で評価可能と考える ・化学性状については、水処理二次廃棄物の固化を阻害するような濃度の成分は、現時点では、急結に関わるもの以外は問題とならないと推定している。分析・評価を更に進める。 ・物理性状については、放射線分解の影響などから形態や強度が変化する可能性が想定される。このため、放射能濃度が高い場合には適用は難しいと推定している <ul style="list-style-type: none"> ・放射能・核種組成については、処理時の核種の挙動が常温処理と同様と推定されるため、既往の方法で評価可能と考える ・化学性状については、検討中。ただし、適用対象は常温固化よりも広くないと推定している ・物理性状については、母材に水が含まれない無機物であるため、大きな問題ないと推定している <ul style="list-style-type: none"> ・放射能・核種組成については、処理時の核種の挙動が常温処理と異なるため、挙動についてのデータの積み上げが必要。低レベル廃棄物の溶融で採用された方法を参考にするなどして評価可能と考える ・化学性状については、常温処理と同様。 ・物理性状については、母材に水が含まれない無機物および金属であるため、大きな問題ないと推定している

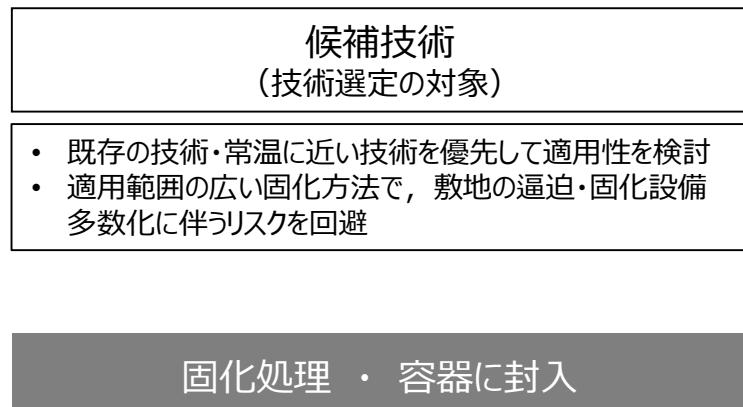
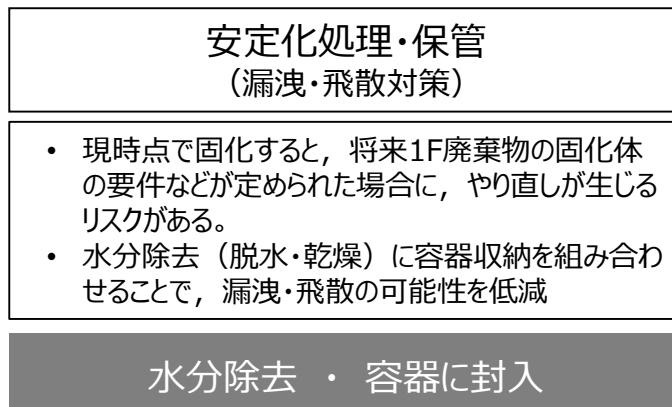
- 廃棄物の性状、および処理に伴う核種の挙動を反映して、測定・評価について検討が必要

まず、評価対象核種を定めることが必要。処理に伴う核種組成の変化を考慮して、廃棄物毎・核種毎に、原廃棄物法・核種濃度比法・平均放射能濃度法等を使い分け、測定系を含めて、廃棄体の核種濃度決定方法を定めることとなる。

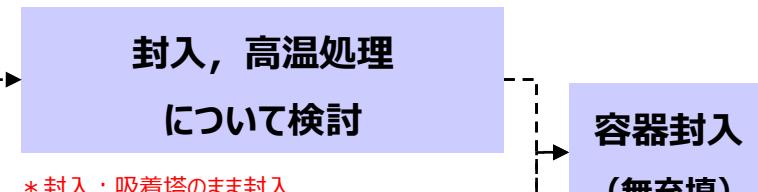
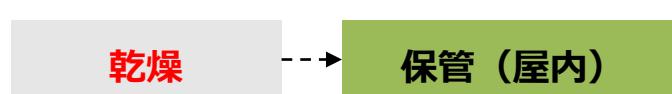


	方法例	適用のイメージ	廃棄物側の検討	測定・評価側の検討
A	原廃棄物法	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の放射能濃度定量値と固化時の廃棄物投入量から、放射能濃度を算定 	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象核種 廃棄物分析値の代表性 ✓ 一体毎に分析するものの、採取元の廃棄物の均質性などの担保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 定量方法 定量下限値
B	平均放射能濃度法	<ul style="list-style-type: none"> 放射能濃度設定値と、固化体製作時の廃棄物投入量とから、放射能濃度を算定 	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象核種 評価対象核種の分析値 	<ul style="list-style-type: none"> 評価に用いる核種濃度の設定 (分析値を統計的な手法などで設定)
C	核種濃度比法 (スケーリング ファクタ法)	<ul style="list-style-type: none"> キー核種を定量 キー核種濃度と核種濃度比から、難測定核種の濃度を算定 	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象核種 評価対象核種の分析値 核種濃度比 	<ul style="list-style-type: none"> キー核種 キー核種濃度の測定方法 ✓ 非破壊外部測定の場合 <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体の形状、寸法、材質、密度、核種分布のモデル化 放射線のエネルギーと線量率について、シミュレーション評価・検証





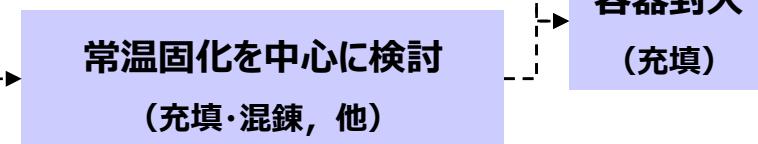
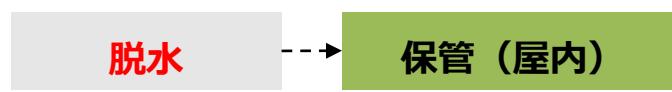
Kurion・SARRYなどの吸着塔類



- * 封入：吸着塔のまま封入
- * 中温処理も適用の可能性はあり得る
- * 圧縮処理が有効な場合は、適宜組み合わせる
- * 遮蔽鉛への対応の整理などが必要

ALPSスラリーなどの含水微粉末

除染装置スラッジ、土壌、各種の吸着材

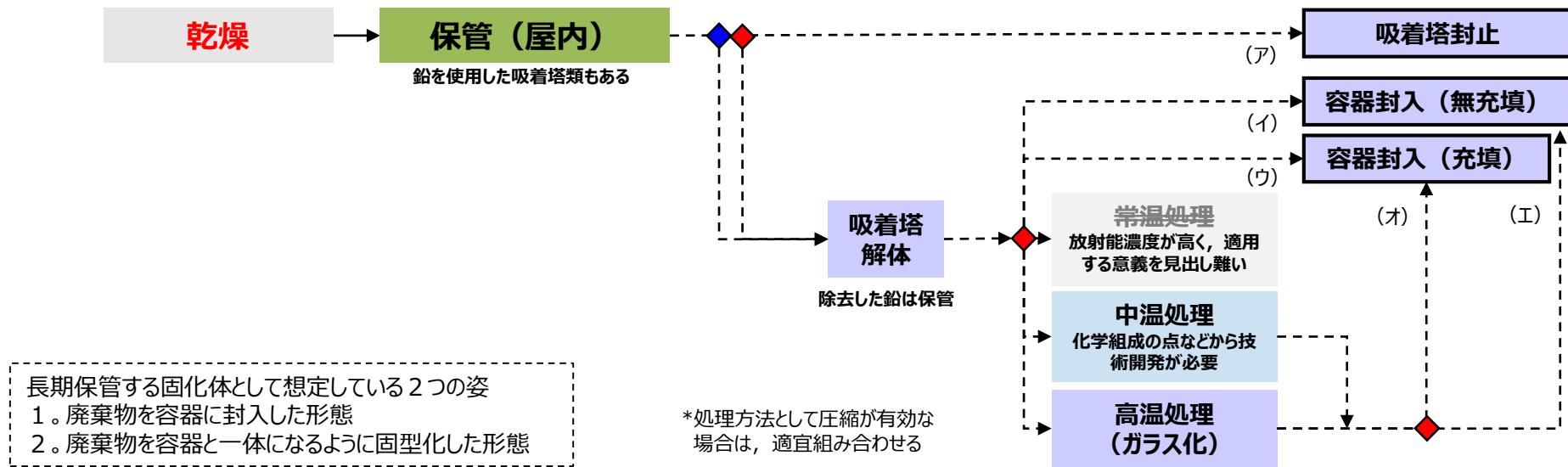


- * 中温・高温処理技術の研究開発も実施中
- * 圧縮処理が有効な場合は、適宜組み合わせる
- * 封入：回収容器のまま封入も検討対象
- * 化学的有害物について考慮が必要な廃棄物もある

Kurion・SARRYなどの吸着塔類

- 現時点では、封入、中温処理、高温処理が候補技術となりうると考える
- 候補技術を用いた固化プロセスは複数考えられる。整理が必要な事項の検討を進めて選択肢を具体化し、比較評価する必要がある

(ア、イ、ウ、エ、オの順に、より高度な処理工程になる方向)



◆ 整理が必要な事項

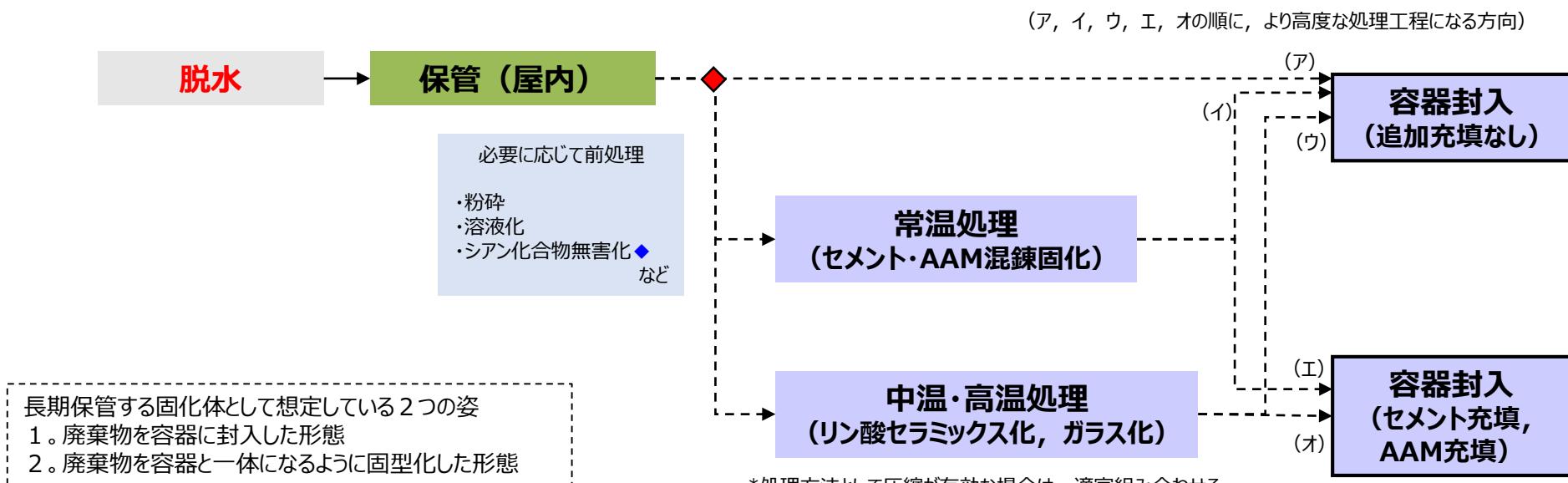
- 化学的有害物（遮蔽用鉛の取り扱い）

◆ 整理が必要な事項

- 粉粒体を封入した廃棄体の成立性
- 水素ガスポート付き容器の成立性
- 放射能濃度の決定方法（廃棄物の放射能に関する性状を調査している段階）
- 有害な空隙の考え方（処分施設を検討する段階ではなく、具体的には検討が難しい）

その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, 等)

- 現時点では、検討対象とした技術は、いずれも候補技術となりうると考える
- 候補技術を用いた固化プロセスは複数考えられる。整理が必要な事項の検討を進めて選択肢を具体化し、比較評価する必要がある



◆ 整理が必要な事項

- 化学的有害物 (シアノ化合物の取り扱い)

◆ 整理が必要な事項

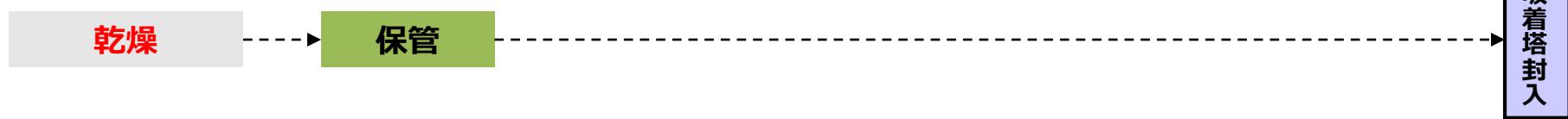
- 粉粒体を封入した廃棄体の成立性
- 水素ガスポート付き容器の成立性
- 放射能濃度の決定方法 (廃棄物の放射能に関する性状を調査している段階)
- 有害な空隙の考え方 (処分施設を検討する段階ではなく、具体的には検討が難しい)

(例 1) 整理事項の想定に応じた選択例

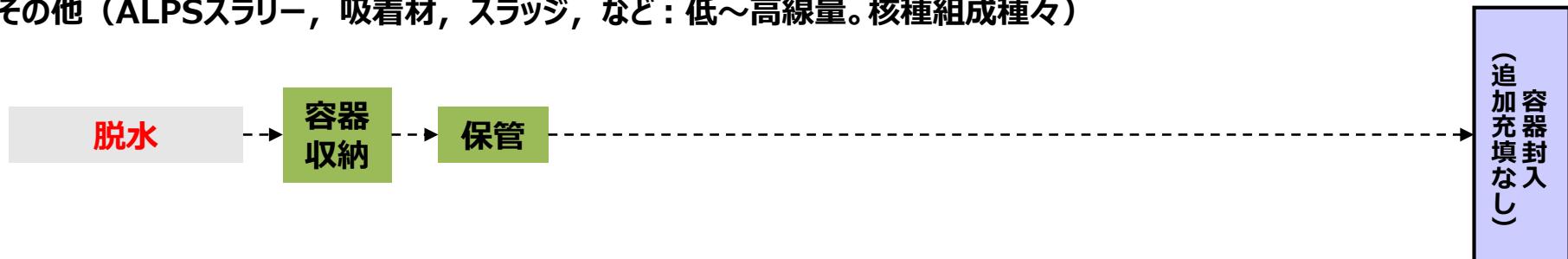
容器に封入

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	成立する	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられる	水分対策の要否
④	有害な空隙	問題とならない	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	廃棄体形態に応じる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)



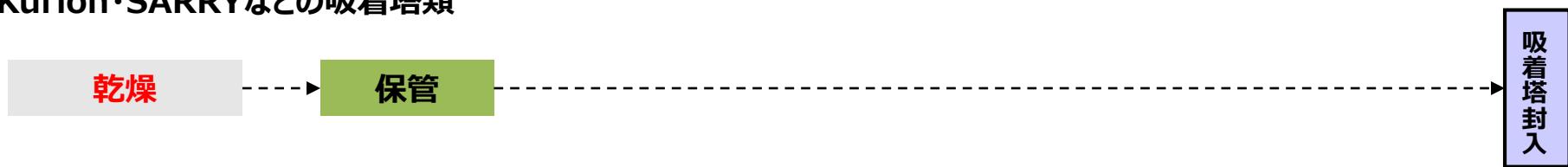
処理方法として圧縮が有効な場合は、適宜組み合わせる

(例2) 整理事項の想定に応じた選択例2

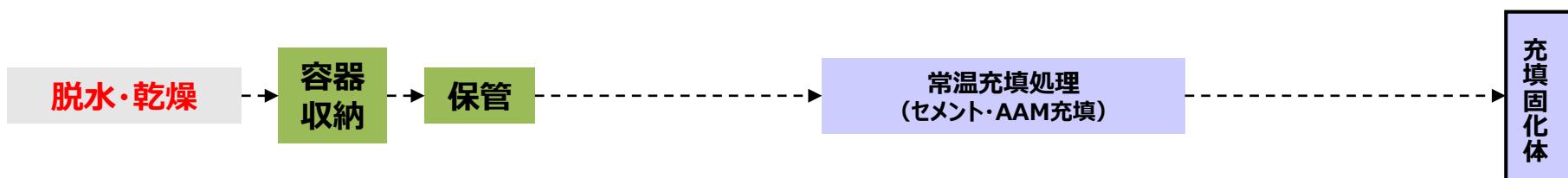
Kurion・SARRYなどの吸着材は封入。その他は常温充填固化

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	安定な吸着材で成立する	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられる	水分対策の要否
④	有害な空隙	空隙は少ない方が望ましい	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	廃棄体形態に応じる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)



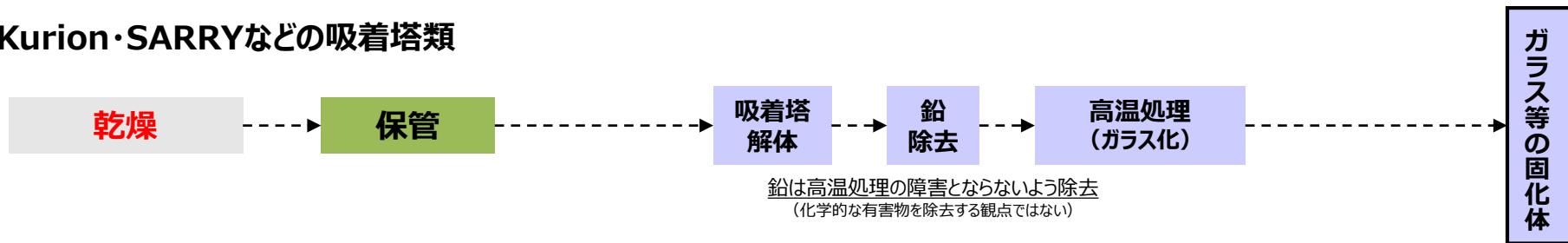
処理方法として圧縮が有効な場合は、適宜組み合わせる

(例3) 整理事項の想定に応じた選択例

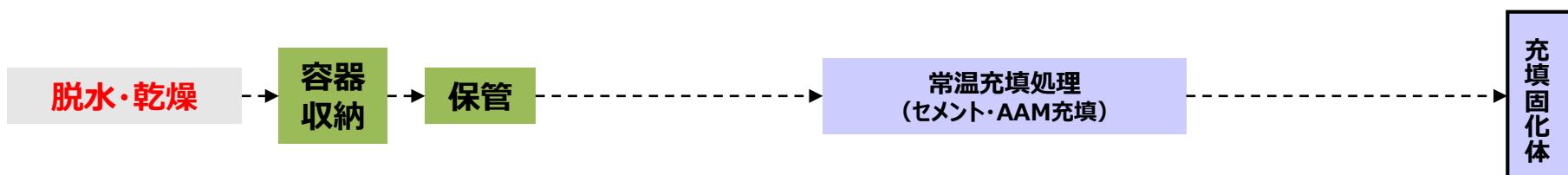
Kurion・SARRYなどの吸着材はガラス固化。スラリーなどについて常温充填固化

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	成立しない	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられる	水分対策の要否
④	有害な空隙	空隙は少ない方が望ましい	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	廃棄体形態に応じる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)



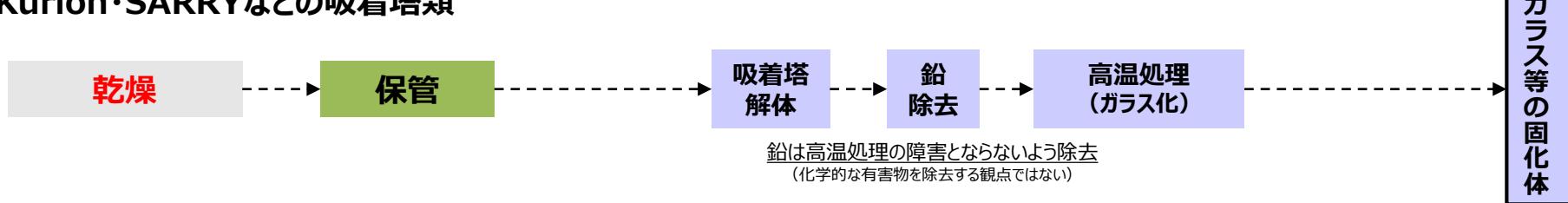
処理方法として圧縮が有効な場合は、適宜組み合わせる

(例4) 整理事項の想定に応じた選択例

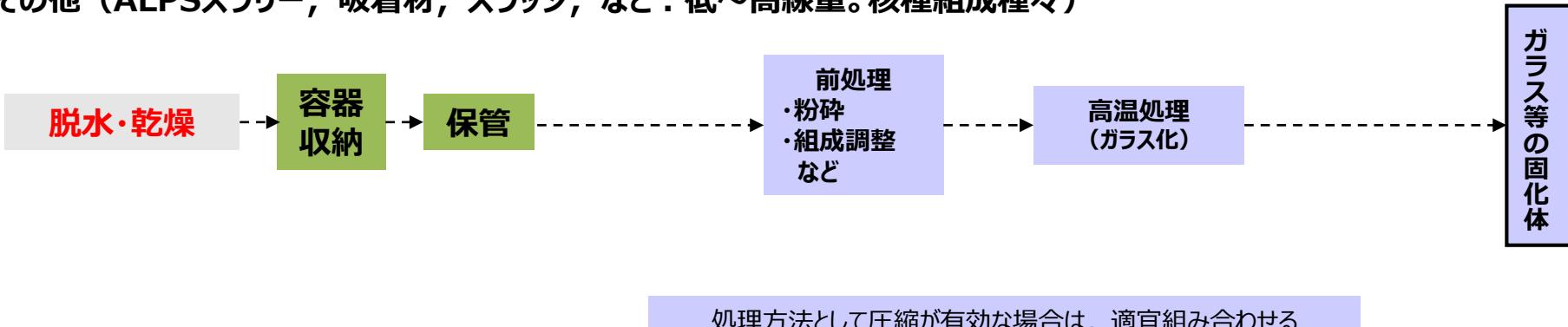
基本的に高温処理

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	成立しない	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられない	水分対策の要否
④	有害な空隙	空隙は少ない方が望ましい	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	廃棄体形態に応じる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)

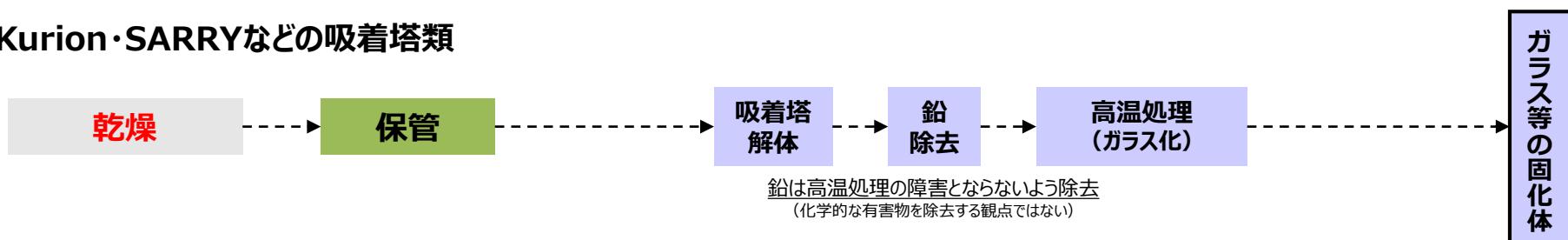


(例 5) 整理事項の想定に応じた選択例

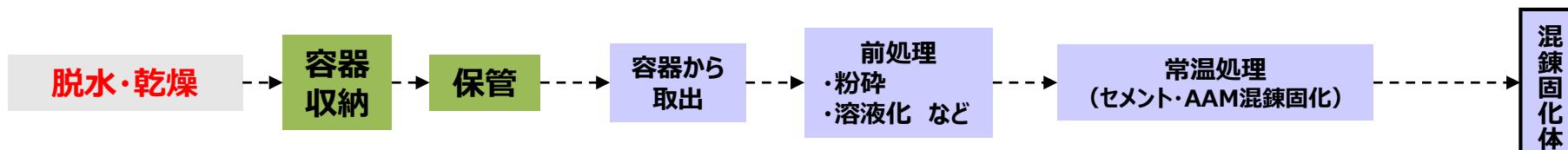
Kurion・SARRYなどの吸着材はガラス固化。スラリーなどについて混練で均一・均質固化

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	成立しない	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられる	水分対策の要否
④	有害な空隙	空隙は少ない方が望ましい	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	固化物の均一・均質性が求められる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)



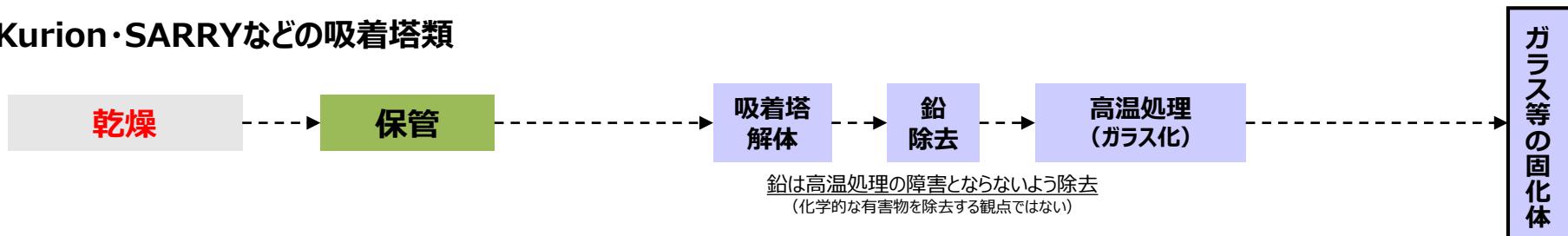
処理方法として圧縮が有効な場合は、適宜組み合わせる

(例6) 整理事項の想定に応じた選択例

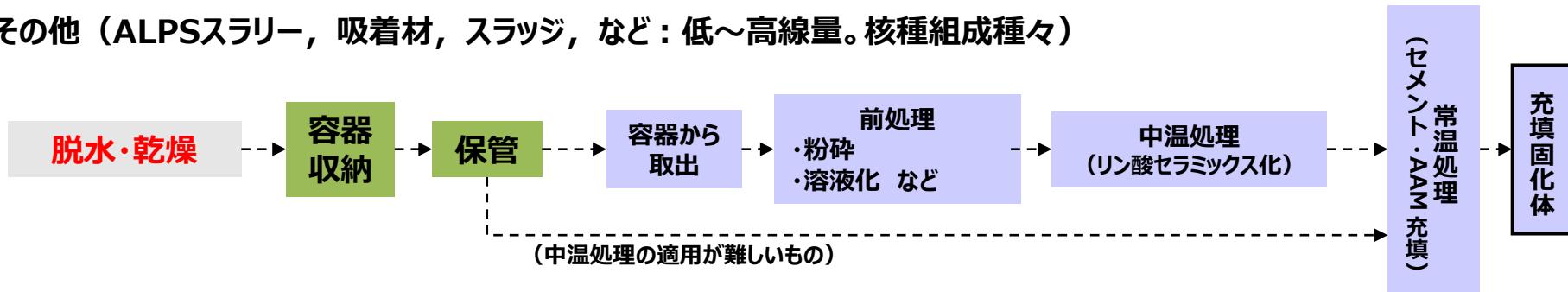
Kurion・SARRYなどの吸着材はガラス固化, ALPSスラリーを中温固化+常温充填, その他を常温充填

番号	整理が必要な事項	個々の事項への対応	備考
①	化学的な有害物の取り扱い	追加処理不要	鉛, シアン化合物への対応
②	粉粒体を容器に封入した廃棄体	成立しない	固型化の要否
③	容器に水素ガス抜き機能	持たせられる	水分対策の要否
④	有害な空隙	空隙は少ない方が望ましい	処分施設に応じるため定量化は困難
⑤	評価対象核種の放射能濃度決定方法	廃棄体の段階で確認可能	廃棄体形態に応じる

Kurion・SARRYなどの吸着塔類



その他 (ALPSスラリー, 吸着材, スラッジ, など: 低~高線量。核種組成種々)



処理方法として圧縮が有効な場合は、適宜組み合わせる

固化の選択例および想定される施設

- 固化処理方法は施設規模にも影響する。固化処理方法は、**水処理二次廃棄物全体**を俯瞰して適切に対応できるよう選定していく必要がある。（下表は、検討のイメージを示すために、例を挙げたもの。）

選択例		廃棄物	Kurion・SARRY吸着塔類 (超高線量。材質は安定)	ALPSスラリー、吸着材、スラッジ、など (低～高線量。核種組成種々)
1	・ 封入	①吸着塔の封止のための施設		②廃棄物容器の封止のための施設
2	・ Kurion・SARRY吸着材 は封入 ・ その他は常温充填固化	①吸着塔の封止のための施設		②スラリーなどの廃棄物の充填固化施設 a.充填材調製施設（セメントモルタルやAAMの調製） b.スラリー容器の蓋開け・充填材充填施設 c.充填後の養生・保管施設
3	・ Kurion・SARRY吸着材 は高温固化 ・ その他は常温充填固化	①吸着塔類の高温固化施設 a.吸着塔の解体施設（解体、分別、吸着材回収） b.吸着材の前処理施設（ガラス化組成の調整など） c.高温処理施設 d.高温処理固化体保管施設		②スラリーなどの廃棄物の充填固化施設 a.充填材調製施設（セメントモルタルやAAMの調製） b.スラリー容器の蓋開け・充填材充填施設 c.充填後の養生・保管施設
4	・ 高温固化に共通化	①吸着塔類の高温固化施設 a.吸着塔の解体施設（解体、分別、吸着材回収） b.吸着材の前処理施設（ガラス化組成の調整など） c.高温処理施設 d.高温処理固化体保管施設		②スラリーなどの廃棄物の高温固化施設 a.吸着塔の解体施設（解体、分別、吸着材回収） b.吸着材の前処理施設（ガラス化組成の調整など） c.高温処理施設 d.高温処理固化体保管施設
5	・ Kurion・SARRY吸着材 は高温固化 ・ その他は常温混練固化 (均一・均質化)	①吸着塔類の高温固化施設 a.吸着塔の解体施設（解体、分別、吸着材回収） b.吸着材の前処理施設（ガラス化組成の調整など） c.高温処理施設 d.高温処理固化体保管施設		②スラリーなどの廃棄物の混練固化施設 a.スラリー容器の蓋開け・内容物回収施設 b.廃棄物の前処理施設 c.固化材料調製施設（セメントモルタルやAAMの調製） d.前処理後の廃棄物と固化材料の混練施設 e.混練後の養生・保管施設
6	・ 吸着材は高温固化 ・ ALPSスラリー中温固化 ・ その他は常温充填固化	①吸着塔類の高温固化施設 a.吸着塔の解体施設（解体、分別、吸着材回収） b.吸着材の前処理施設（ガラス化組成の調整など） c.高温処理施設 d.高温処理固化体保管施設		②ALPSスラリーの中温固化施設 a.スラリー容器の蓋開け・内容物回収施設 b.廃棄物の前処理施設・中温処理施設（圧縮含む） c.充填材料調製施設（セメントモルタルやAAMの調製） d.前処理後の廃棄物容器への充填材充填施設 e.混練後の養生・保管施設 ③充填固化施設 a.充填材調製施設（セメントモルタルやAAMの調製） b.廃棄物容器の蓋開け・充填材充填施設 c.充填後の養生・保管施設
他	・ 他也検討	同左		同左

必要となる施設・設備 ↓ 多

*ここでは、二次廃棄物に対応する施設は含まない

- **水処理二次廃棄物固化の目的は、現時点では次のとおり。**
 - 放射性物質を漏洩・飛散させない形で保管する、適切な容積にする、廃棄体に求められる要件を満たす。
- **固化処理方法は、容器に封入する方法、また、容器に固型化する方法から選定する。**
 - 放射能濃度の影響の観点から、検討を進める意義がある固化処理方法の例は、次表のとおり。

廃棄物	固化方法のイメージ	容器に封入	容器に固型化
セシウム吸着装置吸着材など、特に線量率が高いもの	吸着塔を封止する方法、吸着塔をオーバーパックする方法、など	吸着塔から吸着材を回収し、回収した吸着材を高温処理し、高温処理後の固化物を適切な容器に封入する方法、など	
その他の水処理二次廃棄物	そのまま容器に封入する方法、処理後の固化物を容器に封入する方法、など	そのまま容器に収納して充填固化する方法、処理後の固化物を容器に収納して充填固化する方法、など。処理には、常温処理、中温処理、高温処理がある	

- **固化処理方法は、水処理二次廃棄物全体について適切な方法となるよう、必要な事柄への対応を明確にしながら絞り込み、また、技術的比較の観点を整理し、選定していく。**
- **固化処理方法選定においては、次を前提とする。**
 - 要件を満たす固化体を製作できる。適用可能な廃棄物の種類と物量が多い。運用が簡素。

1. 固化処理方式選定に影響がある事項について整理を進める。下記に例示する。

- 粉粒体を容器に封入した廃棄体の成立性
 - ・ 粉粒体の性状, 核種組成, 核種の存在形態などに応じた, 容器への要求仕様の明確化
 - 廃棄体容器の水素ガス抜き機能の可能性
 - ・ ガス抜き機能への要求仕様の明確化
 - ・ 容器のガス抜き機能の海外実績（ベントフィルタ, 多孔性の材料での充填, など）の, 国内での適用可能性検討
 - 化学的有害物の取り扱い
 - ・ 鉛遮へい材, シアン化合物を含む吸着材などの, 分別・前処理（必要性を含め）
 - 放射能濃度決定方法
 - ・ 評価対象核種, および適用可能な方法の候補を選定。分析データを基に適用性を検討
 - ・ 固化方式との関係も検討（固化後の密度の影響, 処理に伴う核種組成変化, など）
- ※ なお, 要件の目安とするレベルの設定に処分に関連する情報も必要な, 核種閉じ込め性, 有害な空隙などについては, 考え方や検討の進め方を整理していく。

2. 候補となり得る複数の処理の流れについて, 概略の設備規模などを想定していく
3. これらの検討状況を反映して, 固化処理方法の候補を絞り込んでいく

以上