

除染装置スラッジおよび多核種除去設備スラリーの 安定化・固化処理の検討状況

2016年10月21日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 除染装置スラッジ

1-1. 除染装置の概要

1-2. スラッジの保管状況

1-3. スラッジの安定化・固化処理

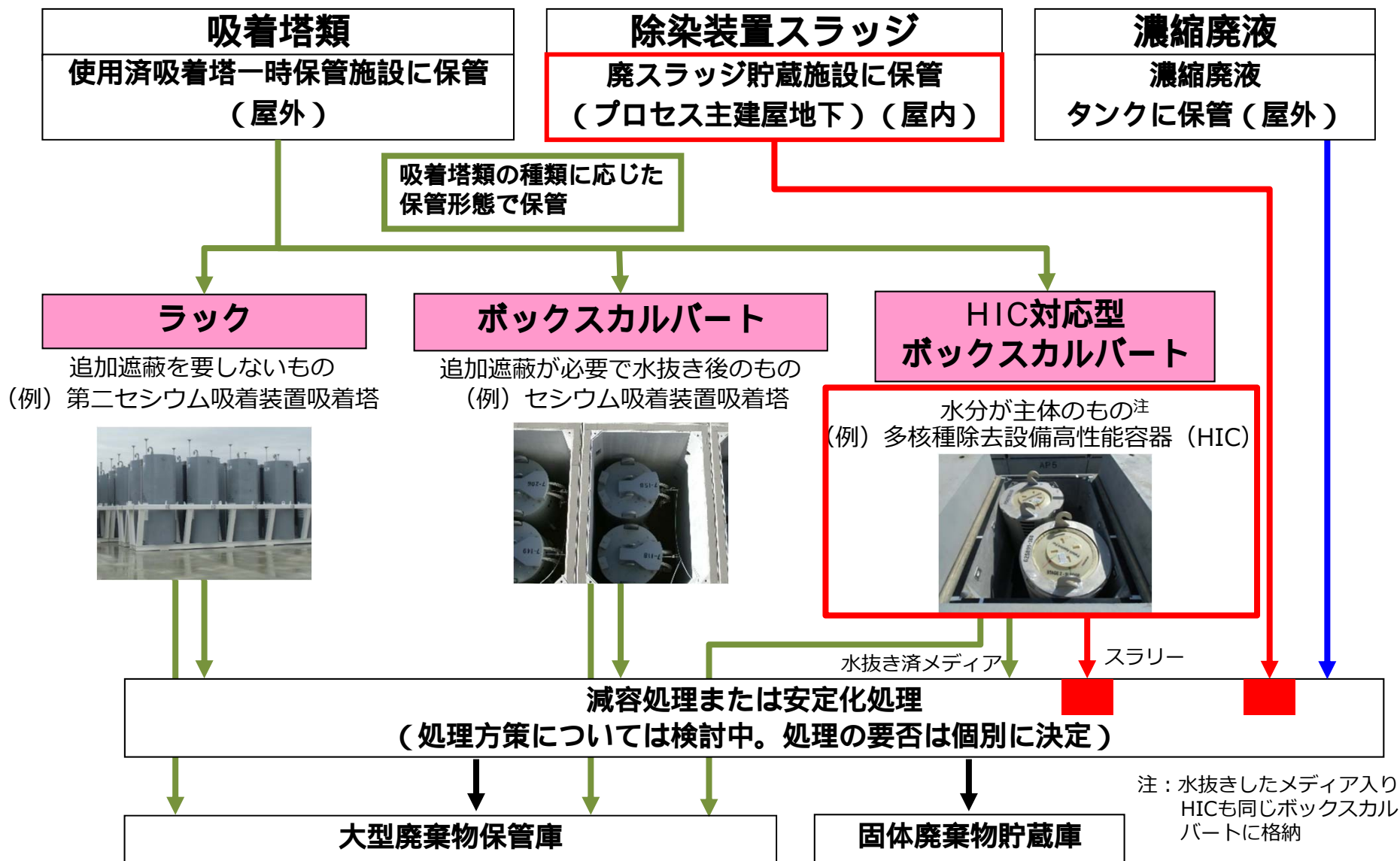
2. 多核種除去設備スラリー

2-1. 多核種除去設備の概要

2-2. スラリーの保管状況

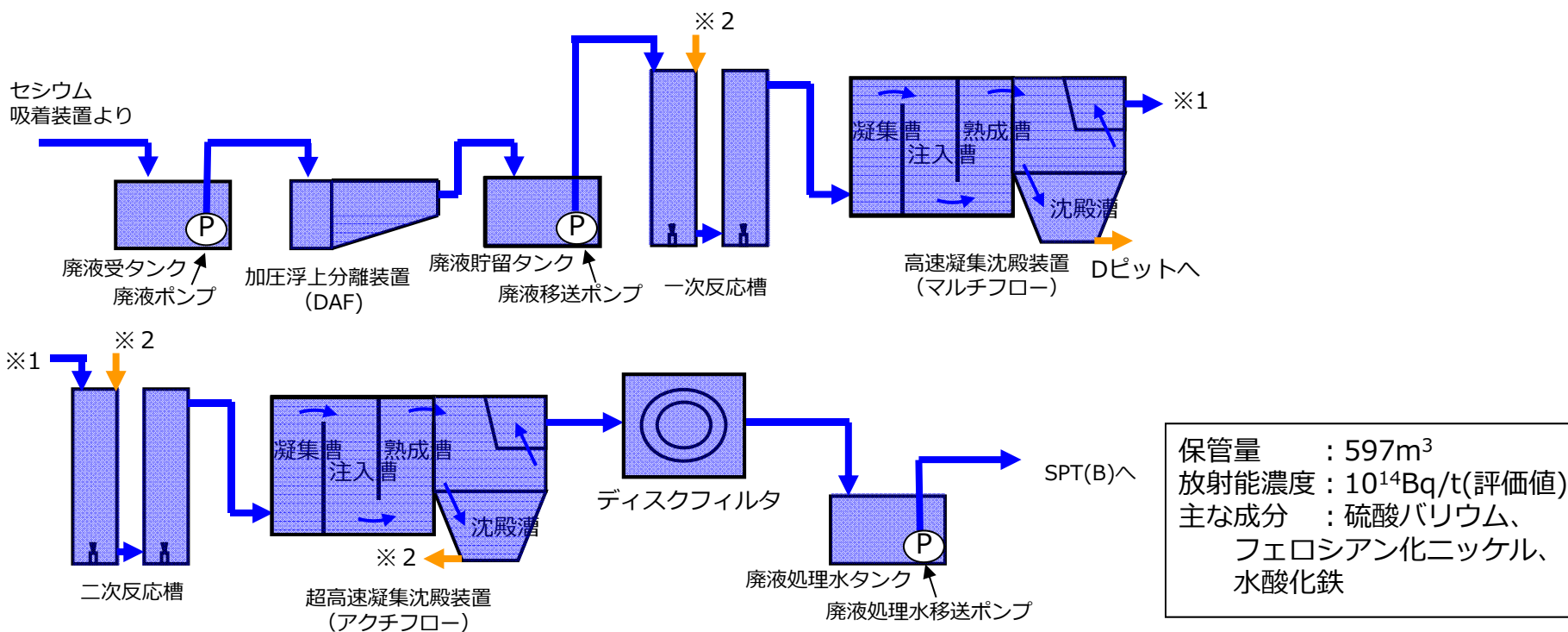
2-3. スラリーの安定化・固化処理

水処理二次廃棄物保管フロー（本日のご報告は赤表示部）



1-1. 除染装置の概要

- 汚染水処理初期にセシウム吸着装置の後段に配置し、主にCs,Srを除去
 - 溶解したCs,Srを吸着させるとともに凝集沈殿を促進するため、セシウム吸着剤、凝集剤等を注入
 - 沈殿槽で沈殿したスラッジを反応槽に戻すことでスラッジを濃縮（汚染物質の粒径を拡大）した後、造粒固化体貯槽（D）（Dピット）へ排出
 - 2011年9月以降、運転を停止しており今後スラッジの発生予定はない



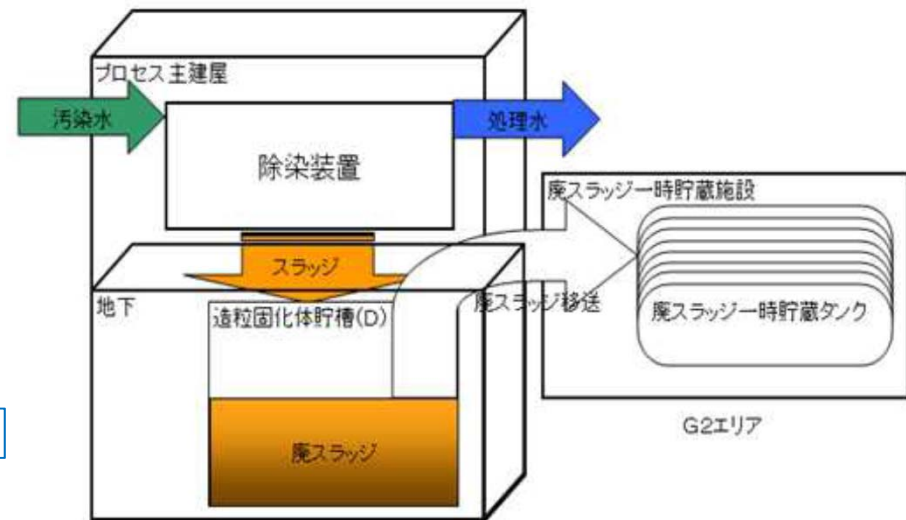
1-2. スラッジの保管状況

- 発生したスラッジは、プロセス主建屋地下のDピットに保管
- 除染装置の運転を継続していた場合、Dピットの保管容量にいずれ達するため、移送先として廃スラッジ一時保管施設を設置（現時点で移送は行っていない）

N
4
↑



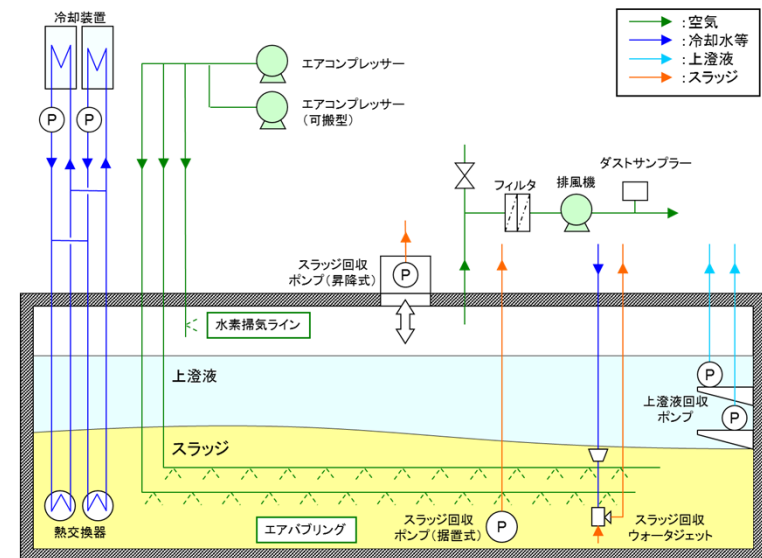
配置図



スラッジの保管イメージ

【参考】Dピットの概要

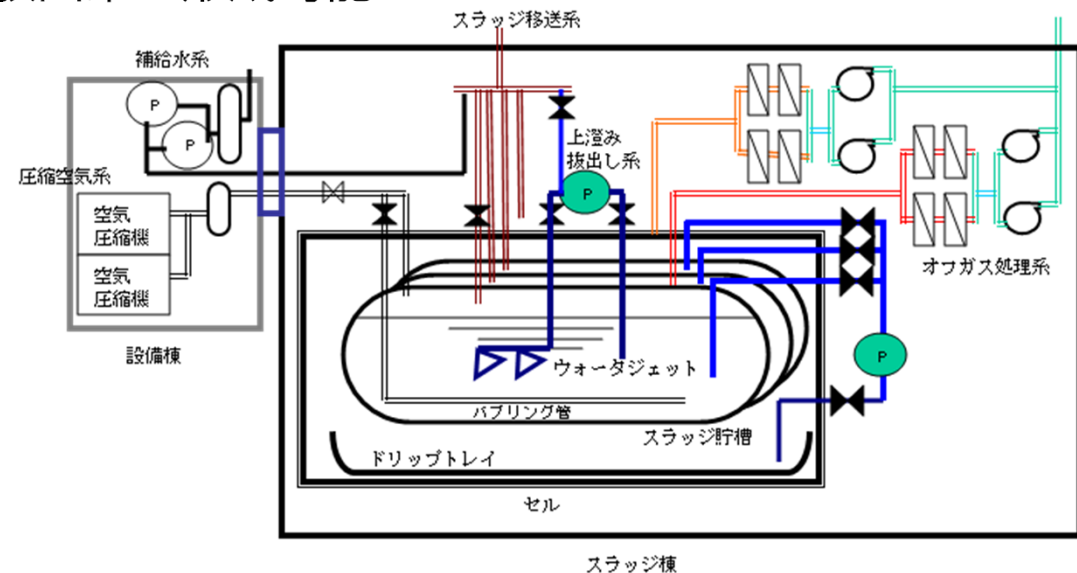
- 設置場所：プロセス主建屋地下（建屋壁 鉄筋コンクリート造 厚さ0.8m）
- 貯槽：構造：鉄筋コンクリート造（内面にコンクリート保護材を塗布） 厚さ1m
内寸：約10m×約10m×高さ約10m 保管容量：700m³
- 冷却系：貯槽内に熱交換器2基を設置し、屋外の冷却塔から冷却水を循環させ冷却可能（貯槽内の最高温度は35℃で、これまで冷却系の使用実績なし）
- 送気系：
 - 攪拌用：貯槽底部から30cmの高さに設置された4本の配管下面から空気を噴射、上昇時の循環流により攪拌
 - 送気のみバックアップ：送気バックアップコンプレッサー1台設置
- 排気系：HEPAフィルタを通して排気、2系統のうち常時1系統運転。非常用DGを接続。ダストサンプラを設置
- 移送系：貯槽底部にスラッジ回収用水中ポンプ1台設置。貯槽上部にスラッジ回収用兼スラッジ攪拌用昇降型ポンプを設置
- 監視：水位、温度



Dピット系統構成概略図

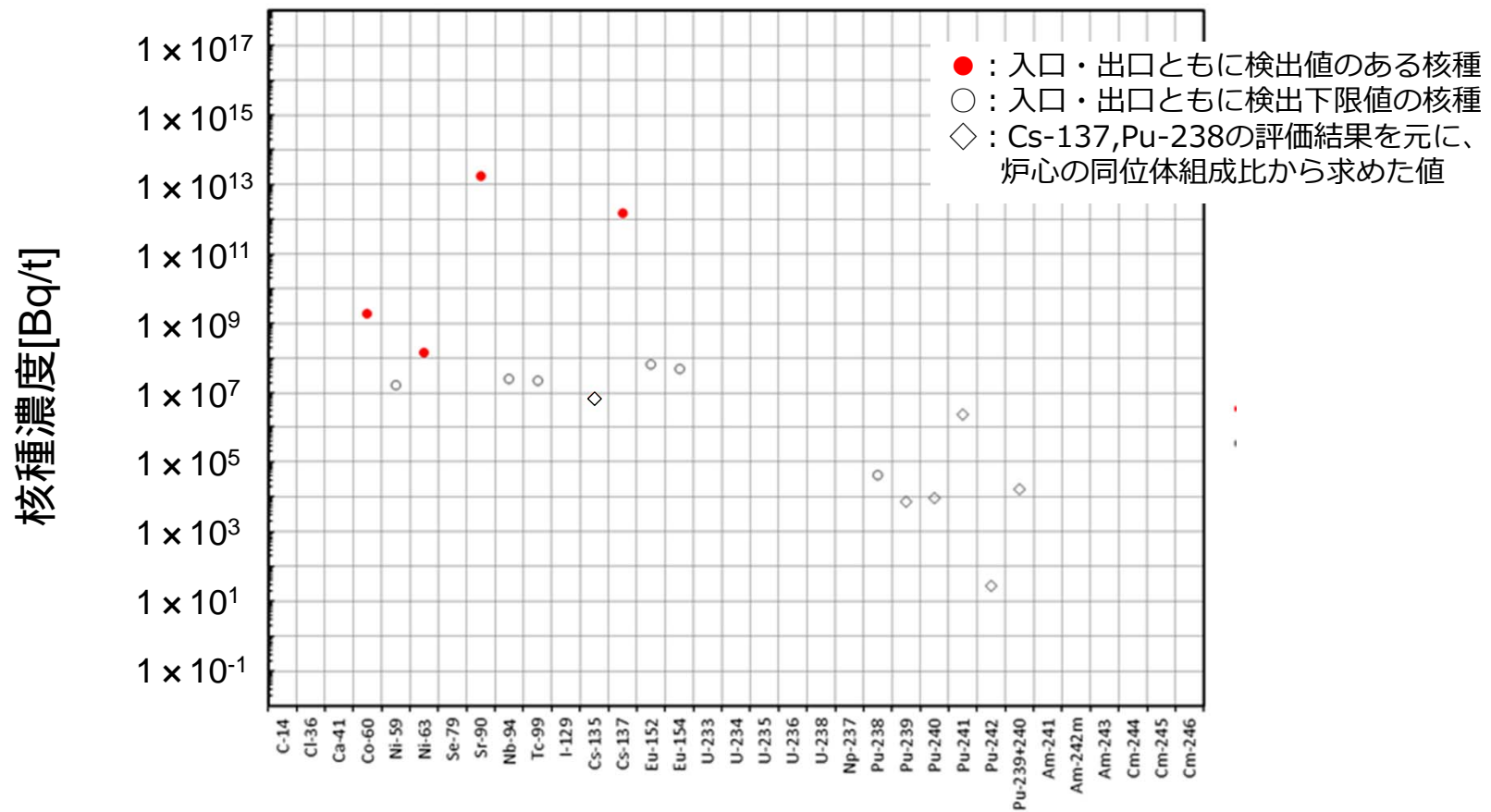
【参考】廃スラッジ一時保管施設の概要

- 設置場所： O.P.+35m盤（建屋壁 鉄筋コンクリート(PC)造 厚さ0.8m/1m)
- 貯槽：炭素鋼製横置きタンク(内面塗装なし) 厚さ25mm
100m³×8基（空重量41ton） 保管容量：720m³（90m³×8）
- 冷却系：建屋空調を利用した空冷のみ
- 送気系：
 - 攪拌系：2基の空気圧縮機を活用し、タンク毎に順次、攪拌
- 排気系：
 - 常用系：フィルタ付き排風機を2系統設置
 - 緊急時：トップベントによる放出系の形成可能
- 移送系：移送ポンプを設置
- 非常用：タンク間移送のためのポンプを設置
- タンク肉厚測定装置：設置
- 監視：水位、温度、漏えい検知



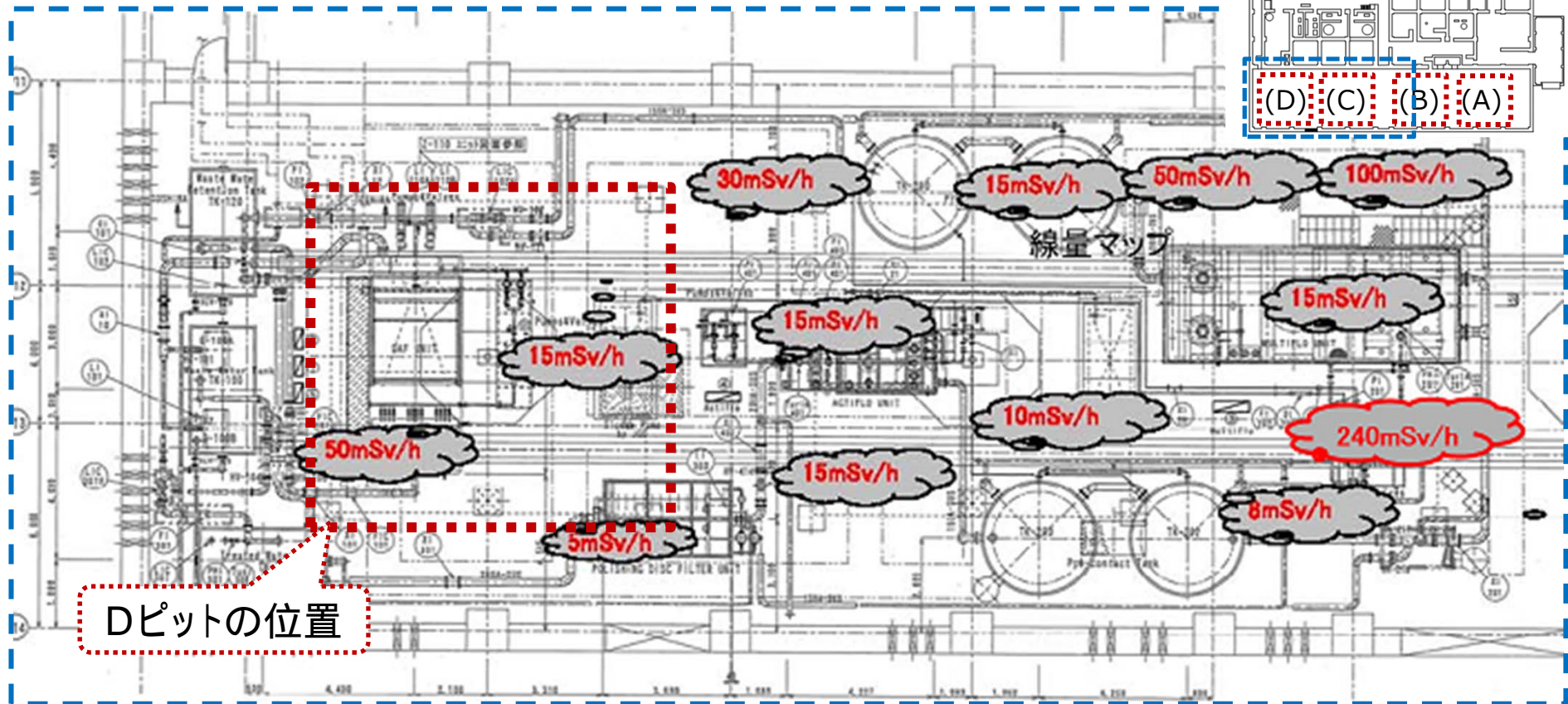
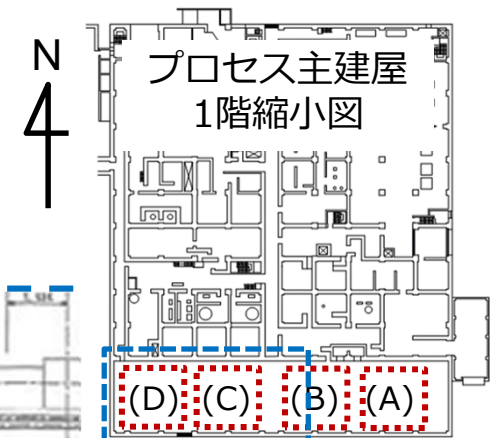
【参考】除染装置スラッジの放射能濃度評価

- 処理装置の入口・出口水の分析結果を用いたIRID/JAEAによる評価
- セシウム吸着装置の後段に配置されたため、Sr-90の濃度が高い
- 高線量で採取が難しいため、実スラッジの分析は未実施



【参考】除染装置設置エリアの空間線量率

除染装置が設置されているプロセス主建屋 1 階の南西部は、運転初期トラブル時等の汚染により高線量となっている



1-3. スラッジの安定化・固化処理の検討状況

安定化処理

- 除染装置スラッジの安定化・固化処理技術の技術調査、ならびに技術の適用性評価を実施中
 - 国内外の原子力業界あるいは他産業におけるスラッジの脱水・乾燥処理技術、固化技術について調査
 - 調査した技術について、適用可能性について比較評価を実施。実現までの課題を整理

固化処理

- セシウム吸着装置の吸着材など水処理二次廃棄物と同様に、研究開発にて国内外で実績のある固化技術の基礎試験を実施し、模擬スラッジを固化出来ることを確認
 - 固化条件によっては、固化体に含まれる水の放射線分解による水素発生、フェロシアン化物の分解によるシアンが発生が懸念（シアンへの対策として加熱を検討）

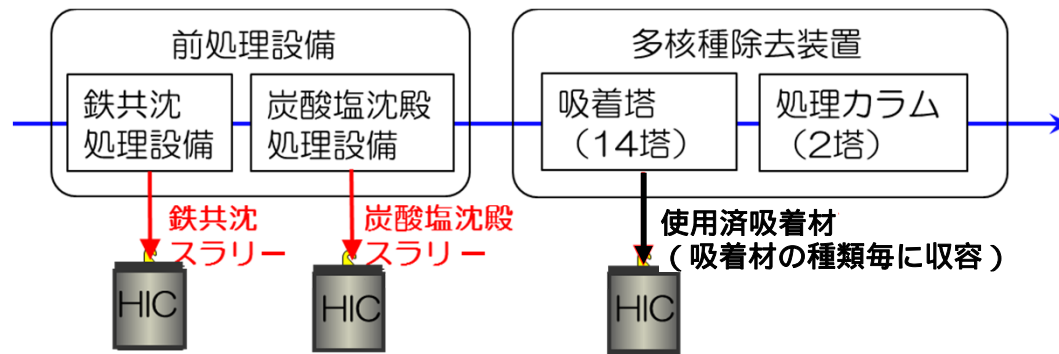


加熱後スラッジのセメント固化体
(左：充填率40%、右：充填率50%)

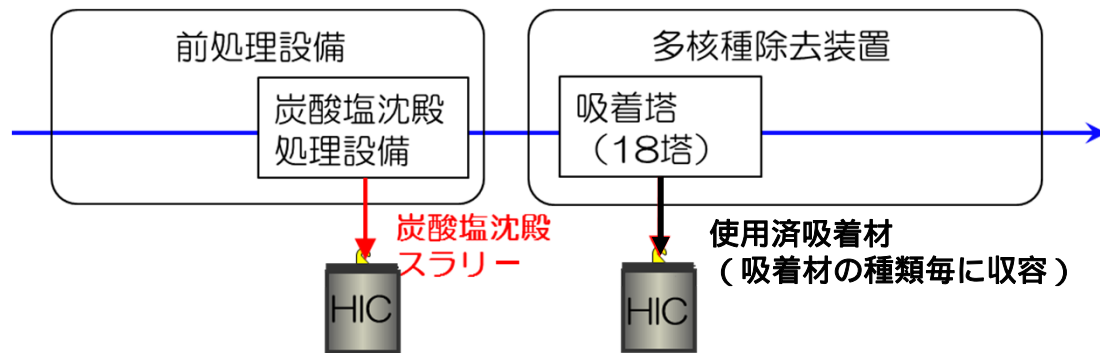
2-1. 多核種除去設備の概要

- 前処理設備、多核種除去装置の順に汚染水を処理し、62種類の放射性物質を除去
 - 前処理設備での沈殿処理により、スラリーが発生
 - スラリーは高性能容器（HIC）へ排出
 - HICは使用済セシウム吸着塔一時保管施設に保管

多核種除去設備系統図



増設多核種除去設備系統図



2016/10/6時点の保管HIC数[基]

多核種除去設備	: 1,229
うち、鉄共沈スラリー	: 319
炭酸塩沈殿スラリー	: 820
増設多核種除去設備	: 919
うち、炭酸塩沈殿スラリー	: 836



鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー

2-2. スラリーの保管状況

- HICは、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二・第三施設）に保管
 - 設置場所：約O.P.+35m
 - 保管容量：4,192基
 - 水分の多い内容物を含むHICを一時保管するため、コンクリートによる遮蔽及び水密化による漏えい拡大防止を実施
- 2015年4月にHIC上蓋にたまり水を発見したため、スラリー充填水位の低下やHIC内の上澄み水の抜き取り、HICの点検を継続
- 2015年11月以降、新たなたまり水は確認されていない



(外観)



(鋼製補強体内部)

HIC



(外観)

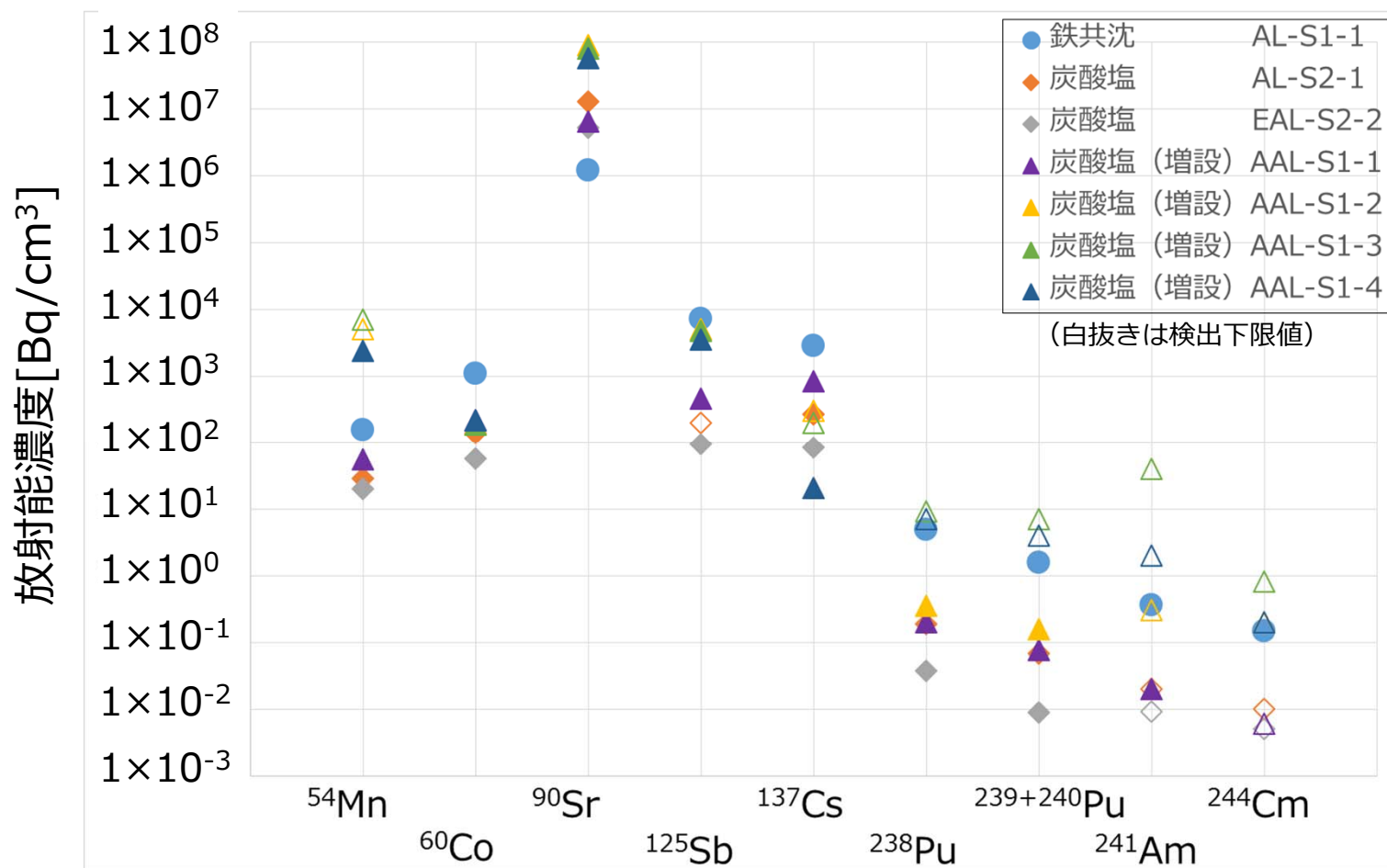
使用済セシウム吸着塔一時保管施設
(第二施設)



(コンクリート蓋設置前)

【参考】スラリーの放射能濃度

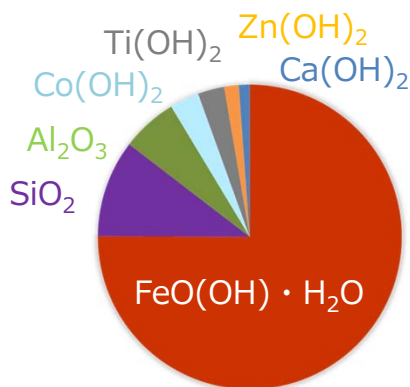
- IRID/JAEAにより、7試料の分析を実施
 - 放射能濃度はSr-90が最大で、他の核種より2～3桁以上高い



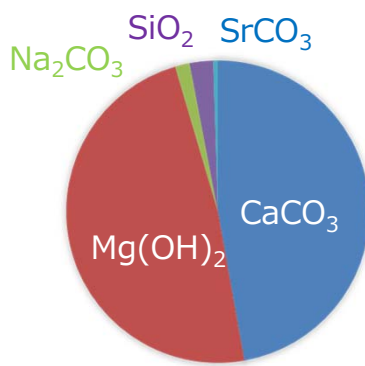
【参考】スラリーの主な成分、含水率等

	鉄共沈スラリー	炭酸塩沈殿スラリー
主な成分 (下図参照)	FeO(OH)・H ₂ O, 遷移金属(Co,Zn,Ti)の共沈物	CaCO ₃ ,Mg(OH) ₂
含水率[wt%]	90	76.4~91.9
粒径 [μm] ※1	15~16※2	8.6~15.2
粘度[mPa・s]	2,580※2	1,420※2

※1：体積を基準とした粒径分布の中央値、※2：実スラリーで測定出来ていないため模擬スラリーのデータ

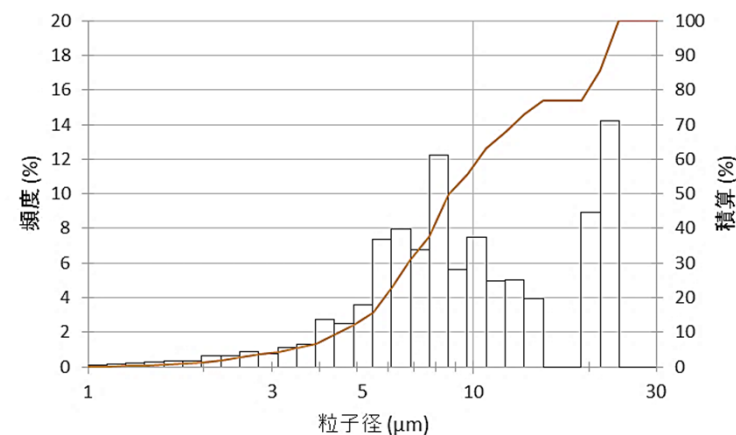


鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー
(AAL-S1-2の例)

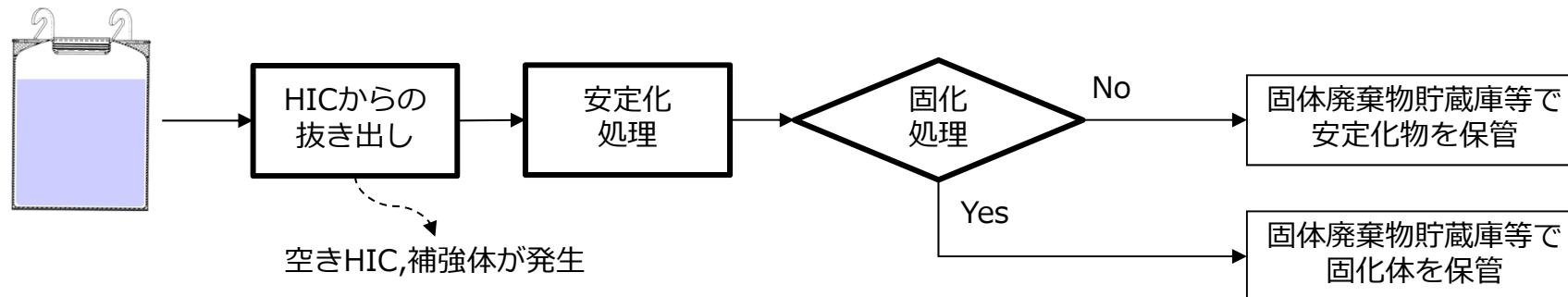
元素分析結果
(推定した物質の重量比)



炭酸塩沈殿スラリーの粒径分布
(AAL-S1-2の例)

2-3. スラリーの安定化・固化処理


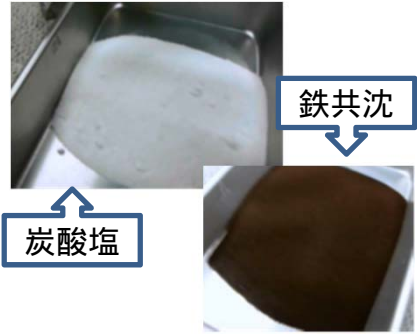


- スラリーは、含水率が高く漏えいするリスクがあるため、脱水して含水率を下げ、漏えいしにくい形態へ処理（安定化処理）することをIRIDの研究開発で実施している
- 現場への適用を目指し、弊社も協調して検討を行っている



- 次スライド以降に安定化処理の検討状況を示す
 - 安定化処理の適用性評価結果
 - HICからの抜き出し、空きHICの洗浄
 - 安定化処理装置の飛散抑制、被ばく低減対策
 - 安定化物の保管方法
 - 固化技術の適用性、必要性

2-3-1. スラリー安定化処理の検討状況

- スラリーの性状、遠隔操作性、処理速度を考慮し、乾燥・ろ過・遠心分離の3種類の処理技術を選定し、模擬スラリーによる適用試験を実施
- 乾燥・ろ過について安定化処理の成立性を見通しを得た（遠心分離では分離性能が不十分で適用が困難なことを確認）

選定技術	処理装置例	原理・特徴	安定化物
円盤加熱乾燥式	<p>「CDドライヤ」による処理</p>  <p>回転</p> <p>安定化物排出</p> <p>スラリー供給口</p> <p>スクレーパ部</p>	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加熱した円盤面にスラリーを塗布し、円盤を回転させ、固定式スクレーパで円盤表面の安定化物を剥離し粉末状で排出 ○分離水は蒸気として排出 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒径に関係なく処理可能 ・塗布にあたって粘度調整が必要 	 <p>鉄共沈</p> <p>炭酸塩</p> <p>含水率：5%未満</p>
加圧圧搾ろ過式	<p>「フィルタプレス」による処理</p>  <p>フィルタプレス機ろ布部</p> <p>スラリー加圧ろ過・圧搾部</p> <p>安定化物排出</p>	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加圧しながらスラリーをろ過したのち、さらに圧搾を行う。安定化物は装置下部から固形板状で排出 ○分離水はろ布洗浄水とともに回収 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚泥処理において多数実績あり ・大量処理が可能 	 <p>鉄共沈</p> <p>炭酸塩</p> <p>含水率：50%程度</p>

2-3-2. スラリー安定化処理の今後の検討内容

- HICからの抜き出し、空きHICの洗浄
 - スラリーは粘性が高いため、HICからの抜き出し作業と、空きHICの洗浄について、模擬スラリーを用いて実現性の確認試験を行う計画
(洗浄後のHICならびに補強体は、今後新設する減容処理設備での破碎や焼却を想定)
 - 試験により、スラリー抜き取り取りの可否、残留スラリー量等を確認する

- 安定化処理装置の飛散抑制・被ばく低減対策
 - スラリーの分析により得られた放射能濃度を用いて、安定化処理装置に求められる飛散抑制や作業員の被ばく低減対策について検討。具体的な対策は概念設計で評価する

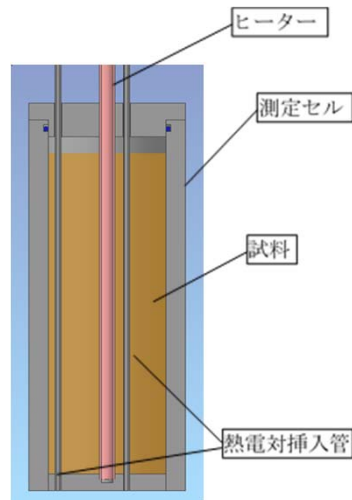
- 安定化物の保管方法
 - 安定化物を保管する容器を検討するにあたり、水素ガスの発生、含水率の変化、崩壊熱による発熱を検討。具体的な保管容器の例は概念設計で評価する (参考 熱伝導率の評価)

【参考】スラリー安定化物の熱伝導率の評価

- 長期間保管する際の発熱量を評価するため、模擬スラリーの安定化物を用いて有効熱伝導率を評価
 - 円筒容器に安定化物を充填し、ヒータで加熱して径方向2点の温度を測定
 - 加熱量と温度の関係から有効熱伝導率を算出

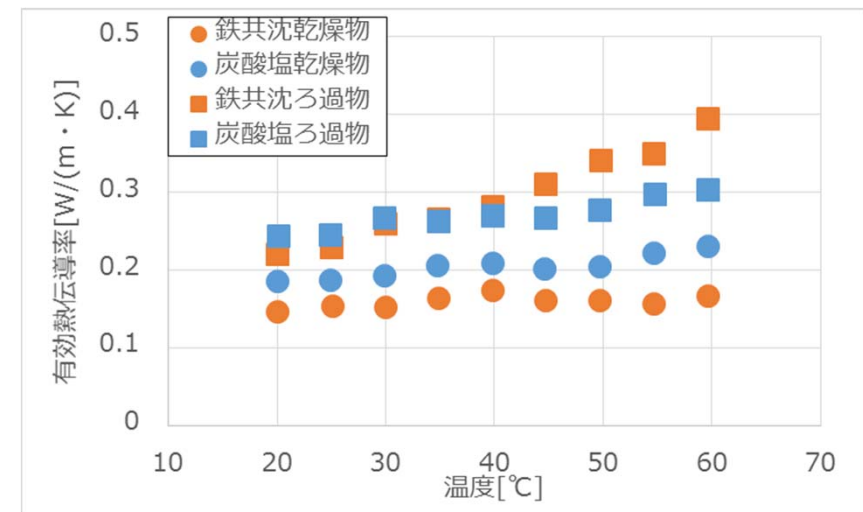


(炭酸塩沈殿スラリー乾燥物の例)



(断面図)

温度測定の様子







有効熱伝導率評価結果

- 試験から得られた有効熱伝導率を用いて保管中の崩壊熱による温度上昇を評価し、適切な保管容器を選定する

2-3-3. スラリー固化処理の検討状況

- 固化技術の適用性、必要性
 - 模擬スラリーを用いて、二種類のセメント、およびジオポリマーについて固化試験を実施し、固化可能なことが確認されている

固化材	普通ポルトランドセメント	高炉スラグセメント	ジオポリマー
鉄共沈スラリー			
炭酸塩沈殿スラリー			

スラリー脱水物の混練固化体作製例（充填率40%）

- 固化の有無については、安定化物の長期保管時の安全性や保管物量、処分への影響を考慮し検討していく

2-3-4. スラリー安定化・固化処理に関する今後の予定 **TEPCO**

- 安定化処理について、引き続きIRIDの研究開発と協調して検討を進める
 - 2016年9月～12月：
スラリー抜き出し・空きHICの洗浄確認試験
 - 2016年10月～2017年3月：
安定化処理装置の概念設計

- 概念設計の結果を踏まえ、弊社で現場への導入に向けた検討を進めていく

注) 本資料中におけるIRIDの成果とは、以下の研究・開発における成果を示す。
○平成25年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（事故廃棄物処理・処分技術の開発）」
○平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発）」