

放射性廃棄物処理・処分 スケジュール

分野名	廃炉中長期実行プラン2022 目標工程	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	10月	11月					12月			1月			2月			3月			4月			5月以降			備考
					30	6	13	20	27	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
●ガレキ等の屋外一時保管 解消（2028年度内）	●ガレキ等の屋外一時保管 解消（2028年度内）	保管管理計画	一時保管エリア の変更	(実績/予定) ・	設計																								
			雑固体廃棄物焼却設備	(実績) ・処理運転 (A・B系) (予定) ・処理運転 (A・B系) ・年次点検 (A・B系)	現行作業	[A系] 処理運転																							・2023年1月中旬よりB系、2月上旬よりA系について年次点検を実施予定（詳細工程調整中）
			増設雑固体廃棄物焼却設備	(実績) ・点検 ・処理運転 (予定) ・処理運転 ・電源停止 ・簡易点検	現行作業	点検																							・上位電源盤改造工事の影響により、増設雑固体廃棄物焼却設備への非常用系の電源供給が停止するため、当該期間は運転停止予定 ・2023年3月までに簡易点検を実施予定
			除染装置 (AREVA) スラッシュ	(実績) ・スラッシュ対処方法検討 ・建屋内線量低減 ・プロセス主建屋仮設構台の据付 (予定) ・スラッシュ対処方法検討 ・建屋内線量低減 ・プロセス主建屋仮設構台の据付、開口部設置	設計・設計	スラッシュ対処方法検討																							・2021年11月22日監視・評価検討会を踏まえ、閉じ込め機能に関する設計見直しを実施中 ・ダスト対策設計の追加により設計期間を変更 ・設計進捗を踏まえ設計期間を変更
			減容処理設備	(実績) ・壁設置工事 ・内装、設備工事（建築、機電） (予定) ・壁設置工事 ・内装、設備工事（建築、機電） ・外構工事 ・放管関係工事	現行作業	壁設置工事 内装、設備工事（建築、機電）																							・2023年5月完了予定 ・2023年5月：設備竣工
			固体廃棄物貯蔵庫第10棟	(実績) ・設計検討 ・地盤改良工事（10-A~C棟） (予定) ・設計検討 ・地盤改良工事（10-A~C棟） ・建築工事（10-A~C棟）	設計・設計	設計検討																							・2023年9月：10-A棟竣工（工程調整中） ・2024年1月：10-B棟竣工 ・2024年11月：10-C棟竣工 ・2021年2月13日の地震に関する影響評価を踏まえ、見直しを実施
			固体廃棄物貯蔵庫第11棟	(実績/予定) ・設計検討	設計・設計	設計検討																							・2021年2月13日の地震に関する影響評価を踏まえ、追加の耐震評価を実施予定
			大型廃棄物保管庫	(実績) ・設計検討 ・外壁工事 (予定) ・設計検討 ・外壁工事 ・クレーン設置工事	設計・設計	設計検討																							・2/13の地震に関する影響評価を踏まえ、2023年度竣工を目標に、見直しを実施
			スラリー安定化処理設備	(実績) ・安定化処理設備の設計方針検討 (予定) ・適用性、成定性確認 ・安定化処理設備の詳細設計検討 ・建屋現地工事	設計・設計	安定化処理設備の設計検討																							・2022年9月12日 第102回監視・評価検討会において示された「審査上の観点」を踏まえ、設計見直しを実施中

令和4年度開始廃炉・汚染水・処理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— (セシウム吸着塔からの吸着材採取技術の開発))

吸着材採取技術の開発状況と採取実施について

令和4年11月24日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構／株式会社アトックス

本資料は、令和4年度開始「廃炉・汚染水・処理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(セシウム吸着塔からの吸着材採取技術及び固体廃棄物の分別に係る汚染評価技術の開発))」の成果の一部と過年度の「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)」の成果の一部を含みます。

概要

- 福島第一原子力発電所（以下、1F）の水処理二次廃棄物（吸着材）の採取技術について、2016年度実施の概念設計から段階的に技術開発を実施し、昨年度は実機ベースの試料採取装置を製作した。
- 今年度は1Fで安全・確実な試料採取を実施するため、JAEA櫛葉遠隔技術開発センター（以下、NARREC）にて現場用に開発した付帯機器を組み合わせ、未使用のKURION・SARRY実吸着塔を用いて統合試験・習熟訓練を実施し、作業習熟、手順確認と改善を進めてきた。
- このたび準備が整ったことから、1F構内での実吸着材採取に向けた作業を実施する予定である。

セシウム吸着材採取技術の開発目的、期待される効果

■目的

- 福島第一で発生する固体廃棄物である水処理二次廃棄物(吸着材)の処理・処分方策の検討に向けて、セシウム吸着装置(以下、KURION), 第二セシウム吸着装置(以下、SARRY)の使用済吸着塔(図1, 表1)から吸着材試料を採取する技術開発を進めてきた。未使用吸着塔で性能を確認した上で、実際の使用済吸着塔から試料を採取する。

■期待される効果

- KURION・SARRYの使用済吸着塔から吸着材実試料の採取が可能となる。
- 実試料の分析により、水処理二次廃棄物の具体的な処理方法の検討に重要な基礎情報を得る。
- 廃棄物に含まれる処分上重要な核種の情報に基づき、将来的な処分計画の策定に資する。



a) KURION吸着塔



b) SARRY吸着塔

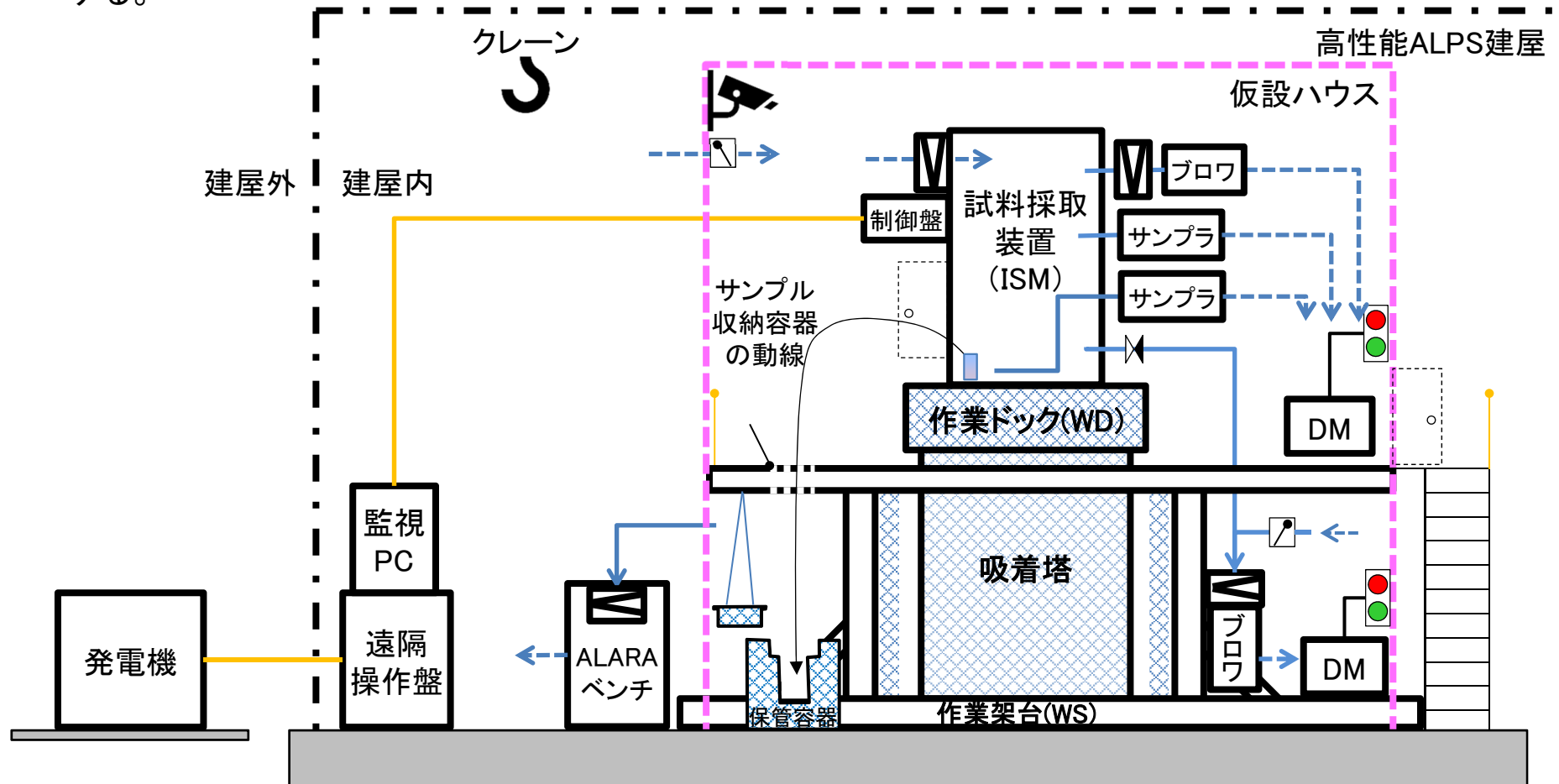
吸着塔外観

吸着塔概要

	KURION	SARRY
質量	約18 t	約25 t
外形	直径約1.4m 全高約2.8m	直径約1.4m 全高約3.6m

試料採取装置全体構成

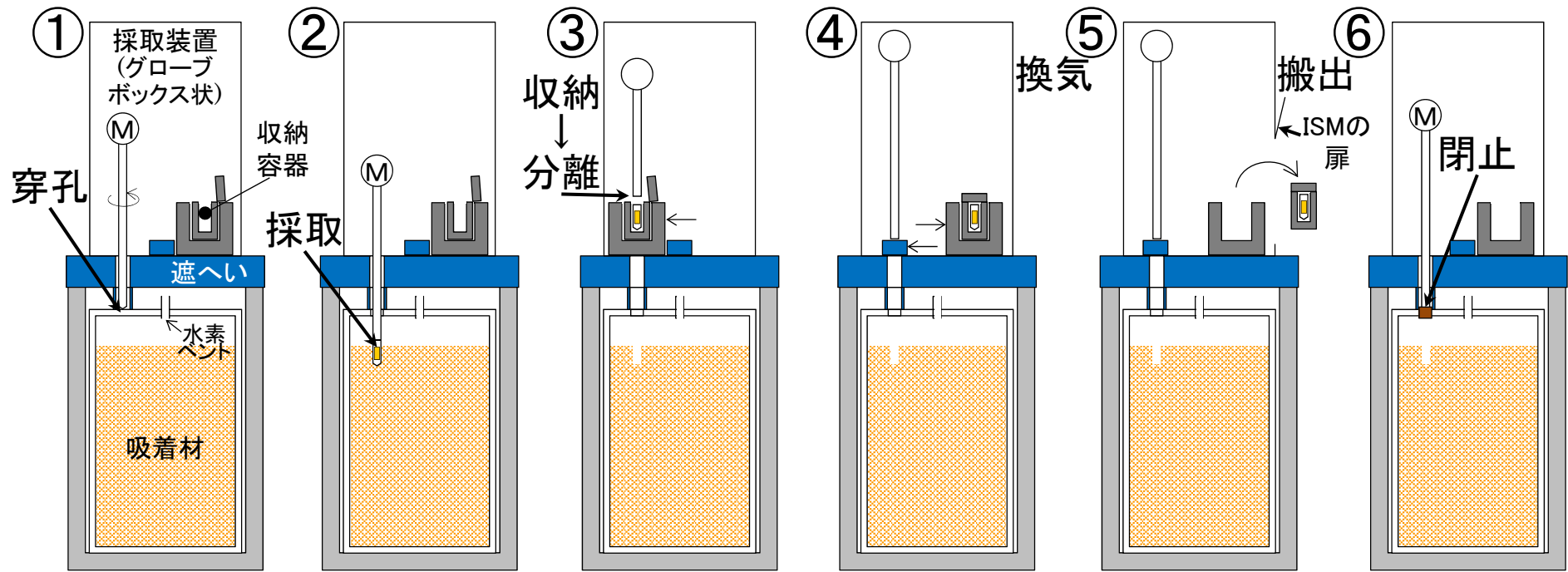
- グローブボックス状の試料採取装置に加え、仮設ハウス、各種フィルター付き換気系、ダストモニタを重層的に配置し、建屋内外へのダスト拡散を防止・監視し、また作業者の放射能取り込みを防止する。



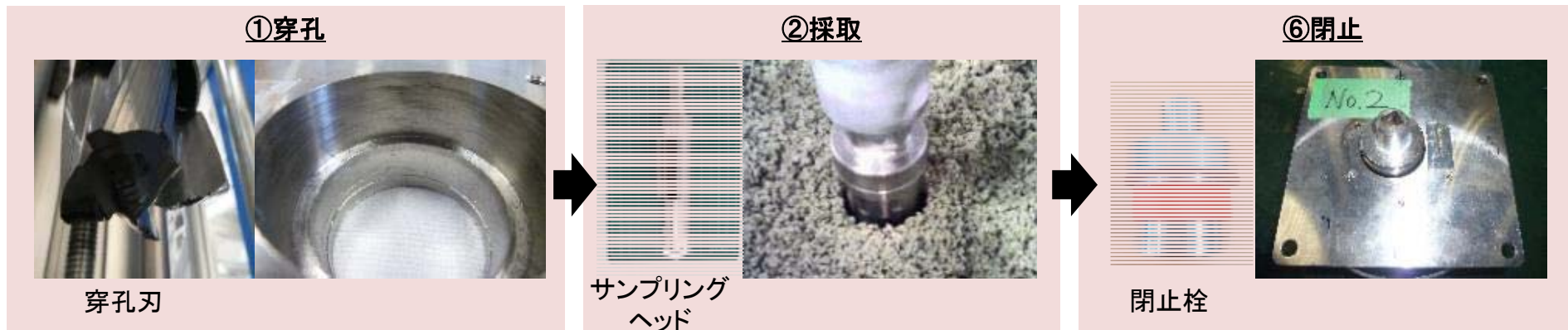
試料採取装置全体構成イメージ

注: DM: 可搬型連続ダストモニタ V: HEPAフィルタ
 (上図は東電HDの規制庁面談資料より)

吸着材採取のステップ



(上図は東電HDの規制庁面談資料を基に作成)



統合試験・習熟訓練

- 2022年9月末～10月末まで、実規模モックアップを構築可能なJAEA櫛葉遠隔技術開発センター（NARREC）にて、東電HDより貸与された未使用の実吸着塔3基を含めてすべての設備を統合した実規模モックアップ試験、構内作業従事予定者による習熟訓練を実施した。



試料採取環境の構築



KURION吸着塔

実吸着塔の遠隔設置



換気ユニットの換気風量確認



穿孔穴の内視鏡撮影



サンプリングヘッド

採取吸着材

実吸着塔から吸着材採取



閉止栓取付



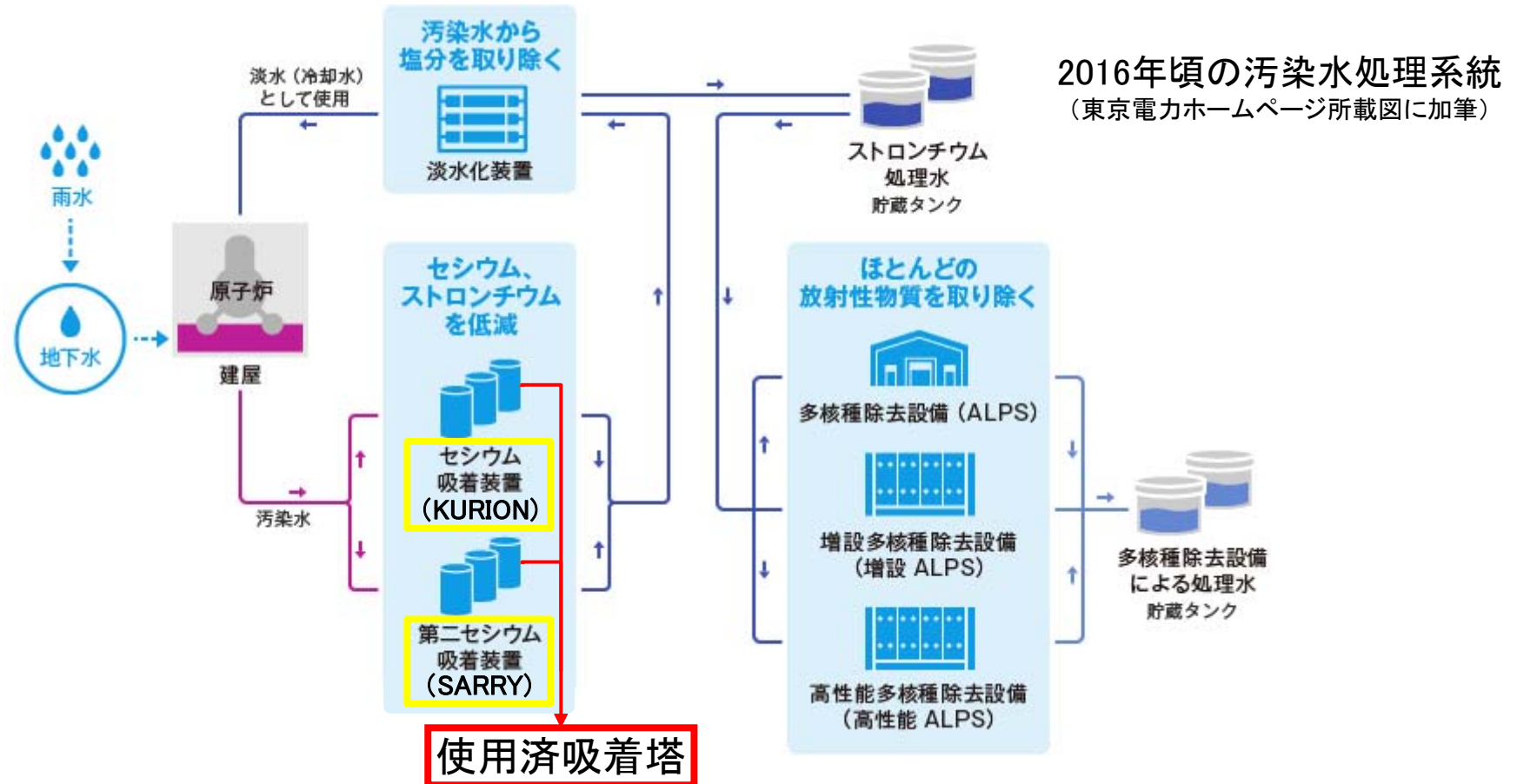
防護装備を着用しての習熟訓練

スケジュール

月	~9	10	11	12	1	2	3
➤ 統合試験・習熟訓練		■					
➤ 機材搬入・設置(構内)			■	■			
➤ オンサイトコールド試験					■		
➤ 試料採取(ホット)						■	
➤ 試料引渡し・片付け							■

【参考1】

採取対象とする使用済吸着塔



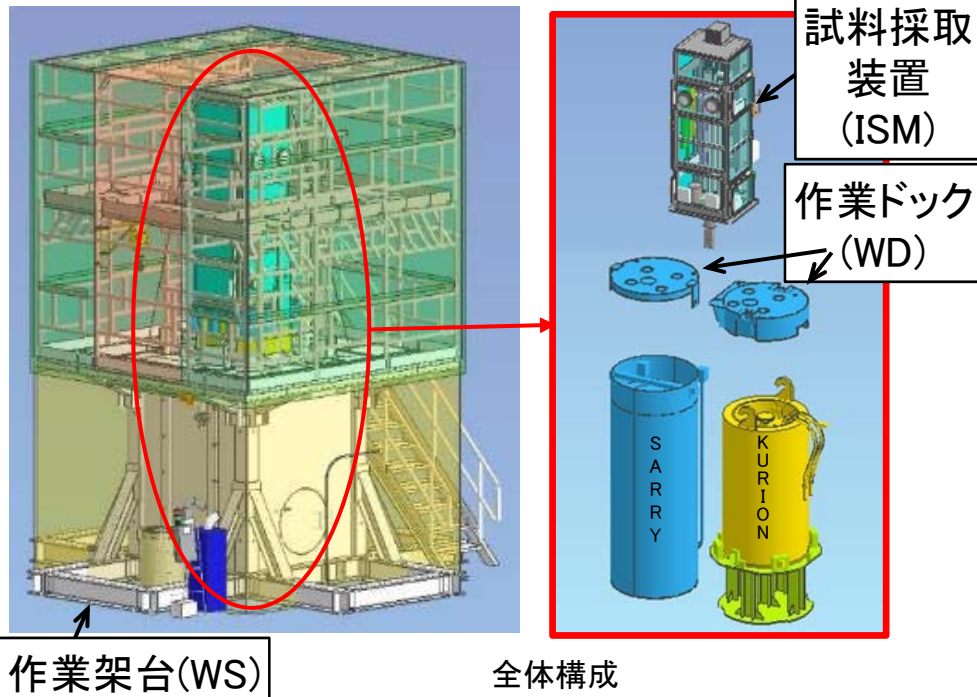
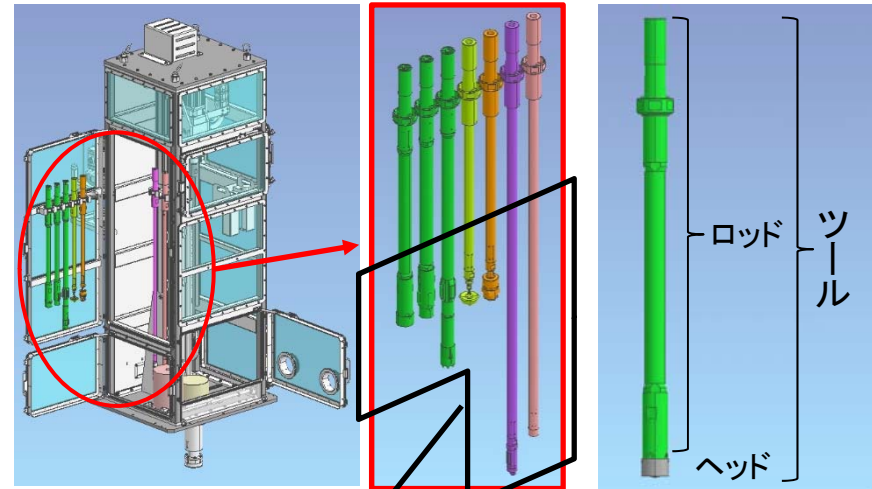
- 汚染水処理系統の最上段に位置し、Csのほぼ全量、Sr除去運転以降のSrのほぼ全量を捕捉しているKURION、SARRYの吸着材は、これまで採取・分析できていない
 - 吸着塔が吸着材を採取可能な構造となっていない
 - 高線量で作業者が容易に接近できない

【参考2】

試料採取装置の構成要素と機能

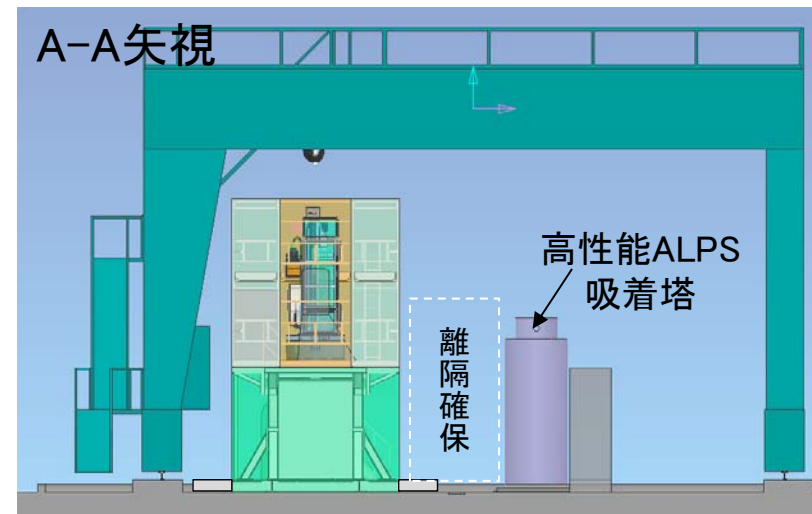
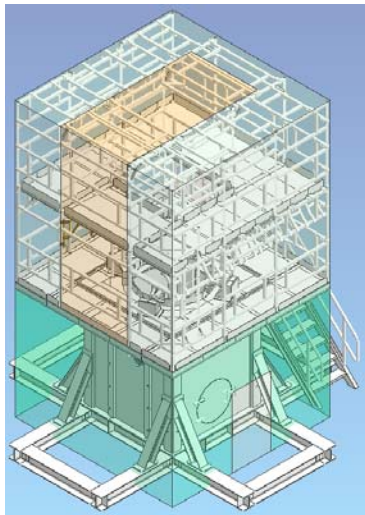
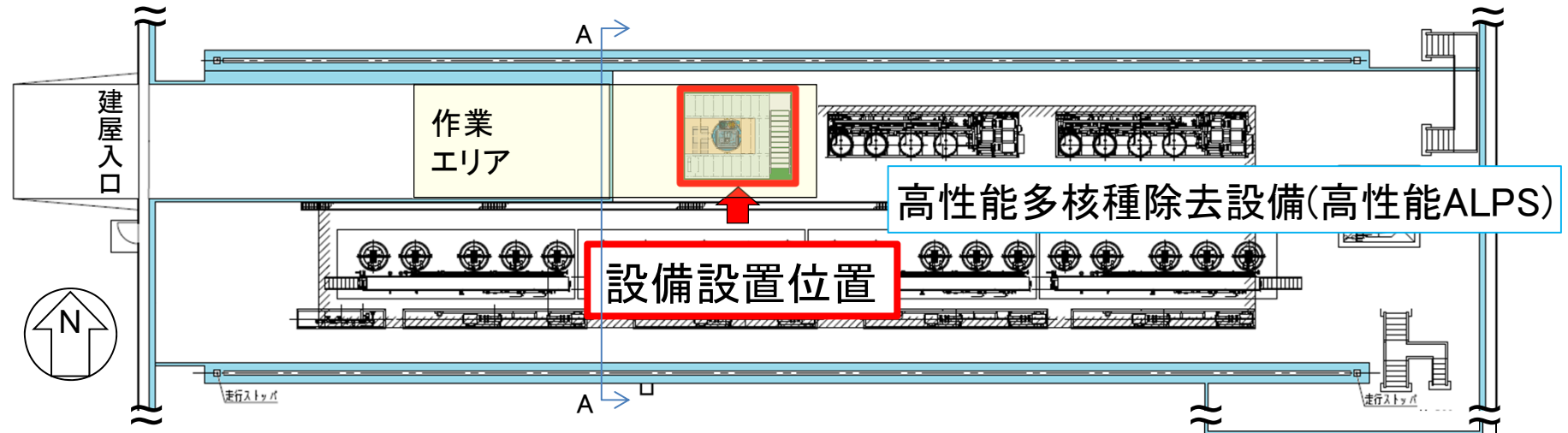
試料採取装置の構成要素と機能

構成要素	機能
試料採取装置 (ISM)	作業ドック上部に本装置を設置し、KURION・SARRY両吸着塔のサンプリングに対応する、縦型ボール盤状の装置。「吸着塔の穿孔」、「試料の採取」、「穿孔部の閉止」のサンプリング一連作業を実施でき、グローブボックス状の機能を持つ。
作業ドック (WD)	採取装置を吸着塔に設置するための接続装置である。また、遮蔽機能を有し、吸着塔上部からの放射線を遮蔽する。
作業架台 (WS)	吸着塔を安定的に支持するとともに、試料採取装置周辺での作業床を確保するための専用架台。



ISMの専用ツール

【参考3】 1F構内での検証試験実施場所－高性能ALPS建屋



仮設ハウスで建屋内への汚染を防止

- ・吸着塔交換時はオレンジ部分を開閉
- ・開放前にダストレベル低確認、スミアを実施

高性能ALPS設備・クレーンとの離隔確保

- ・高性能ALPSの運転・吸着塔交換が可能な状態を維持
- ・床面に強固に固定し、既設設備への転倒・滑動を防止

【参考4】

総被ばく線量の見通し

■ 作業上考慮した線源

- ①常時線源：建屋内のBG、採取対象吸着塔
- ②作業ステップに応じた線源：
採取した試料、輸送容器に収納済みの試料

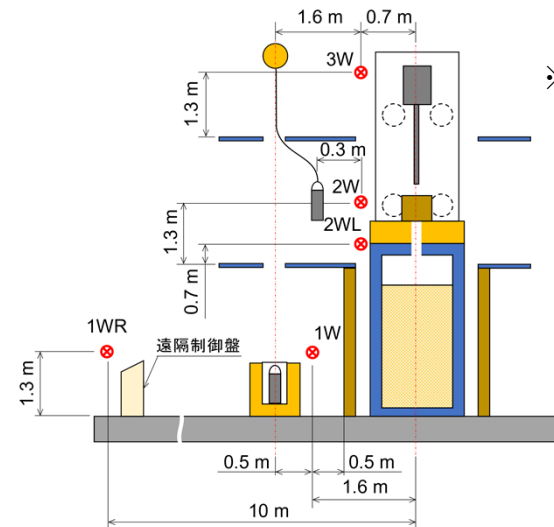
■ 被ばく線量評価手順

- ①本年3月に実施した吸着塔の表面線量再測定値等から、吸着塔毎の放射能を推定
- ②各作業ステップにおける作業員配置を考慮した評価点の線量率を解析
- ③作業手順・配置に応じて、線量率と計画した作業時間に作業係数を乗じ被ばく量を保守的に算出・積算→総被ばく線量を41.95人・mSvと評価(吸着塔8基相当)

■ 被ばく低減・取込み防止対策

試料入り収納容器を取出し、輸送容器に収納する作業ステップで作業員が線源に最も近づくので、作業員配置を線源との距離を確保できるよう計画。また訓練によって作業時間を短縮することで被ばくを低減させる。

仮設ハウス内に作業員が立ち入る前に、ダスト濃度異常なし、各部位の線量レベル想定内を確認できるよう機器を配置し、作業手順に反映。



※構築した解析モデルの種類

- 吸着塔周り
吸着塔種類、機器配置、穿孔有無等の差異ごと
- 採取試料周り
サンプリングヘッド収納状態の差異ごと
- 輸送容器周り
蓋開放状態(通常は閉)

被ばく評価点(赤丸)の例(一部)

1F構内での検証試験の被ばく評価結果

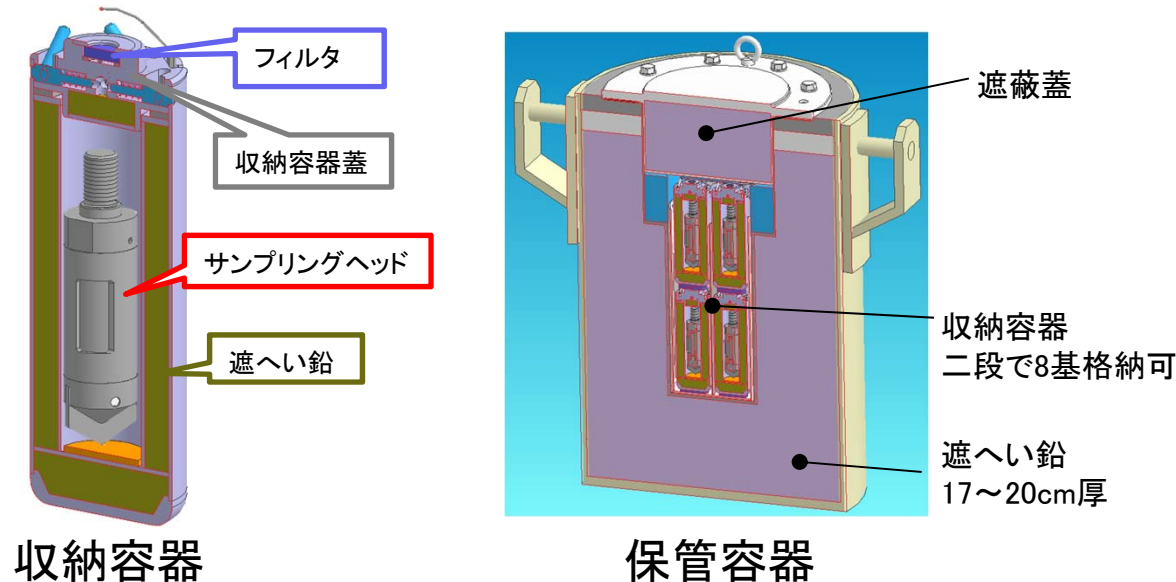
作業No.	作業手順	作業日数(日)	被ばく線量(人・mSv)
1	準備作業	10	1.71
2	コールド採取試験	13	2.84
3	試料採取(ホット)	—	—
3.1	KURION(5基)※	@7×5	28.81
3.2	装置の換装	(< 1)	0.16
3.3	SARRY(3基)※	@7×3	6.77
4	片付け、試料引渡し	15	1.66
総被ばく線量		(人・mSv)	41.95
【参考】想定全作業従事者数		(人)	16

※試料採取対象吸着塔数は今後の工程によって減る可能性がある

【参考5】

採取した吸着材試料の保管

- サンプルングヘッドの収納容器は作業床より下方に配置した保管容器に保管する
- 保管容器はA型輸送容器(下図)とし、採取期間中は仮設ハウス内に設置する。収納容器を最大8基格納できる
- 一連作業完了後、保管容器は輸送まで構内保管する
- 採取試料の輸送及び分析は2023年度以降の廃炉・汚染水・処理水対策事業にて実施する計画
- 保管容器からの内容物取出しは、分析施設のホットセル内で行う



廃棄物の性状把握に関する最近の成果 － 主要なリスク源の性状把握 －

2022年11月24日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

- これまでの成果
 - 固体廃棄物の廃棄物管理(性状把握、保管、処理、処分)に関する技術の確立を目指し、各分野の研究開発に取り組んでいる。
 - 性状把握は、瓦礫類や汚染水処理の二次廃棄物等の分析を行い、その性状を調べるとともに、分析手法やインベントリ推定などの手法を開発してきた(図1)。
 - 性状把握の成果は保管、処理及び処分の研究開発に提供し、それぞれで活用している。2021年度に示された処理・処分方策とその安全性に関する技術的見通しの策定に貢献した。
- 課題
 - 種々の対策に伴い重要度が変化するため、性状把握の優先度を見直しつつ対処する必要がある。

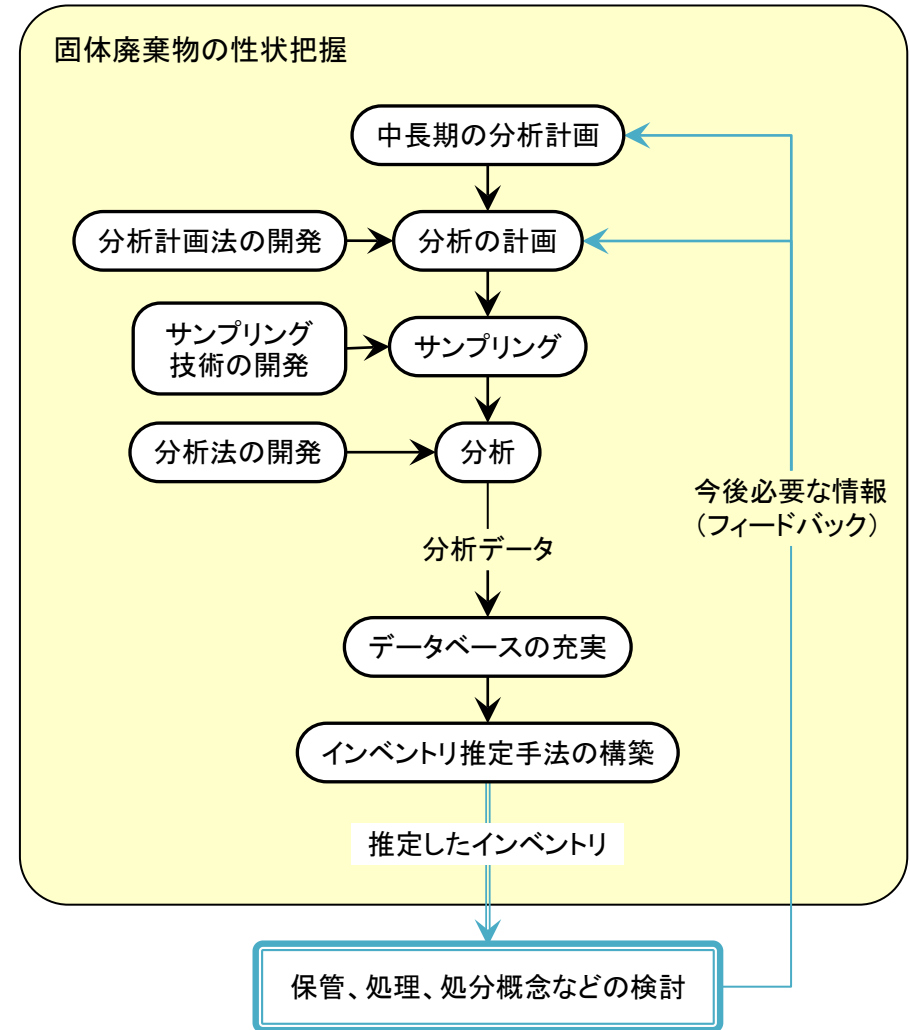
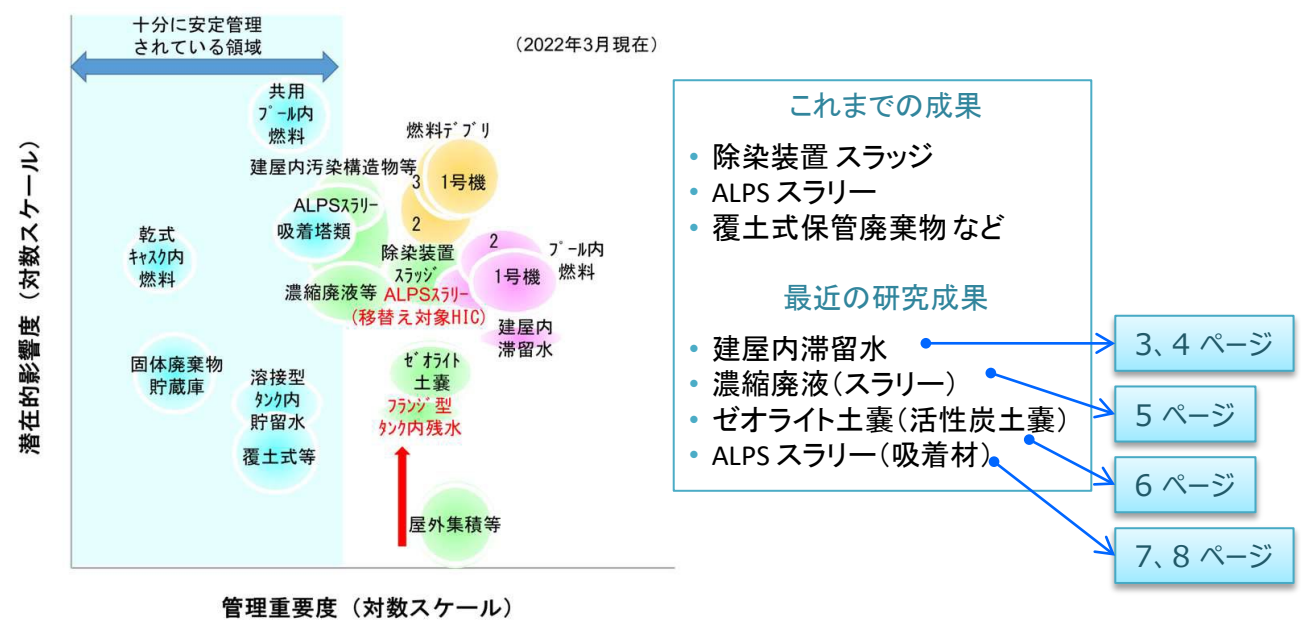


図1 固体廃棄物の性状把握の流れ

- 主要なリスク源では廃棄物も重要な管理対象とされており、優先度の高いものから分析、性状把握を進めてきた(図1)。
- 最近では、建屋内滞留水、濃縮廃液スラリー、ゼオライト及び活性炭土嚢、ALPS スラリー及び吸着材を分析し、得られたデータの一部は東京電力により利用されている(図2)。本報では主要なリスク源に関する最近の成果を報告する。



【参考】 3号MSIV室の燃料の核種等価分析について TEPCO

■ 既報に引、高濃縮燃料分析、各燃料中の核種成分を詳細に分析実施。
 ■ 燃料中の核種成分を詳細に分析実施して、(注1) 燃料中の核種成分を、燃料中の核種成分を燃料中の核種成分に換算して示す(注2)。

燃料	核種	核種	核種	核種	核種	核種	核種	核種	核種
燃料	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
	U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244
U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	Am-243	Am-244	

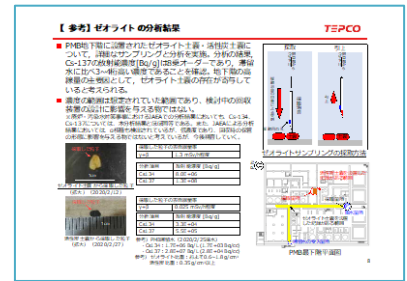


図2 東京電力によるデータ引用の事例 (上;滞留水²、下;ゼオライト土嚢³)

*1 原子力損害賠償・廃炉等支援機構, “東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2022,” 2022年10月11日. *2 東京電力ホールディングス株式会社, “建屋滞留水処理等の進捗状況について,” 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第100回), 令和4年3月31日. *3 東京電力ホールディングス株式会社, “HTIIにおける地下階環境調査の結果について,” 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第91回), 令和3年6月24日.

- 建屋地下の滞留水やタンク汚染水の水量低減対策に伴い、汚染水と接していた部分の汚染状態の把握が重要である。2及び3号機滞留水、タンク汚染水等に含まれる固体分(スラッジ)を分析した。
- 成果として以下の知見を得ており、 α 核種を含むスラッジの除去の具体化に反映されている*¹。
 - － 汚染水に含まれる固体は、10 μm フィルタによりほとんどの粒子が回収され(図1)、これに α 核種が含まれている(表1)。 α 核種は鉄を主成分とする粒子に含まれる(図2)。

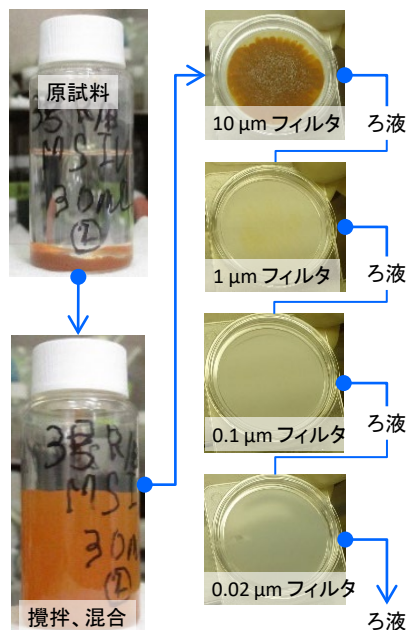


図1 3号機滞留水の分級操作

表1 3号機滞留水試料の含む固体への核種の物質収支*

フィルタ	粒子 (g)	U-238	Pu-238	Am-241	Cs-137
10 μm	0.036	99.83%	99.97%	99.97%	26.3%
1 μm	ND	0.014%	0.026%	0.023%	0.17%
0.1 μm	ND	0.018%	0.005%	0.004%	0.05%
0.02 μm	ND	0.11%	<0.0003%	<0.0008%	0.13%
ろ液		0.020%	<0.0009%	<0.003%	73.4%

* 採取日 2021年7月13日に補正し、定量値の合計を100%として計算した。端数が合わない場合がある。

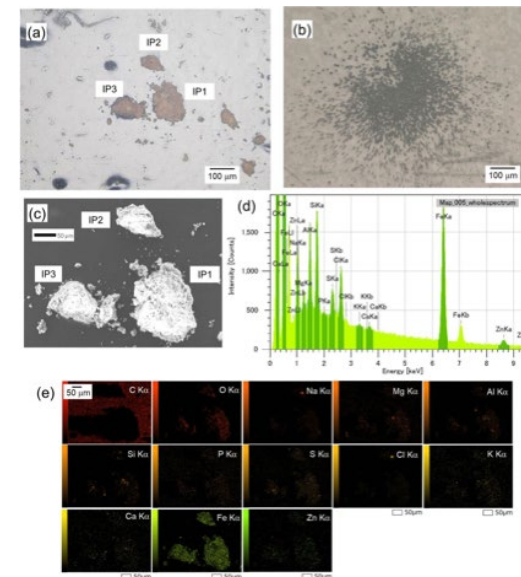


図2 α トラック法により同定した α 核種を含む鉄粒子の例*²

*¹ 東京電力ホールディングス株式会社, “建屋滞留水処理等の進捗状況について,” 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第100回), 令和4年3月31日.

*² T. Yomogida. et al., “Analysis of particles containing alpha-emitters in stagnant water at torus room of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station’s Unit 2 reactor,” Scientific Reports, 12, 7191 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11334-1>

- α核種を含む鉄粒子とともに、大きさが μm オーダーのウラン粒子が含有される(図1)。
- 貯留タンク内に発生したスラッジは、原子炉建屋滞留水に似た組成の粒子を含む(図2)。処理水タンクスラッジも酸化鉄が主成分であり(図3)、塩化物粒子が共存する。

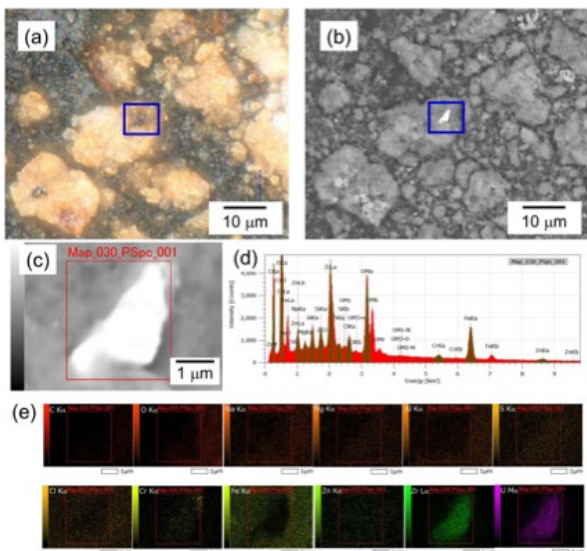


図1 SEM-EDX分析により同定したU粒子の例*1

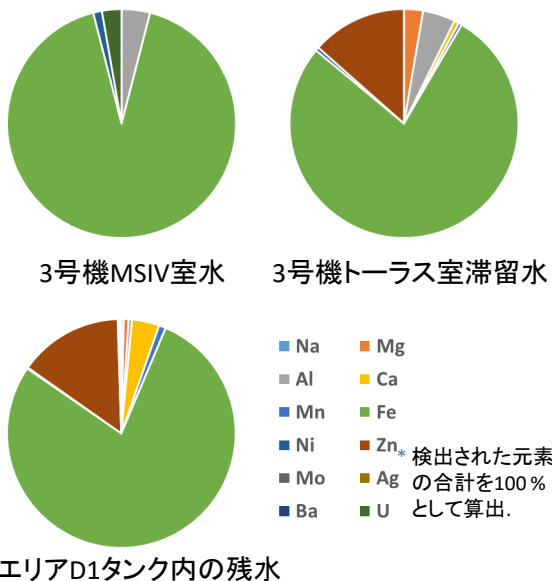
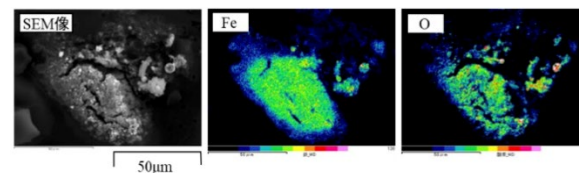
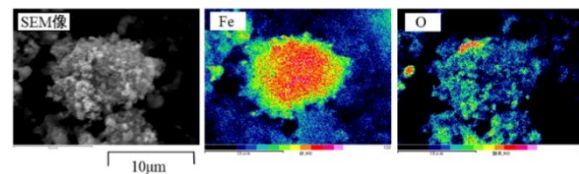


図2 孔径10 μm フィルタ回収物の元素組成*2



G3-A1 タンクのスラッジ



G3-A5 タンクのスラッジ

図3 貯留タンク内スラッジのSEM像及びWDXマッピング像*3

*1 T. Yomogida et al., "Analysis of particles containing alpha-emitters in stagnant water at torus of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station's Unit 2 reactor," Scientific Reports, 12, 7191 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11334-1>

*2 東京電力ホールディングス株式会社, "建屋滞留水処理等の進捗状況について," 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第100回), 令和4年3月31日.

*3 山口 祐加子 ほか, "福島第一原子力発電所の貯留タンク内スラッジの調査に係る分析," 日本原子力学会「2022年秋の大会」.

濃縮廃液(スラリー)

- 汚染水を蒸発濃縮した際に発生したスラリーの安定化処理法を検討するために、保管容器(ブルータンク)から得られた試料を分析した(図1)。
- 得られた成果は、安定化に向けた脱水処理の適用検討に利用されている。
 - スラリーは Mg と Ca 塩を主成分とし(図2)、数 μm の大きさの粒子を主体とする(図3、個数基準)ことから、ALPS 炭酸塩スラリーに類似しているものと考えられる。放射性核種は ^{90}Sr が支配的である(表1)。



1Fでの小分け操作



LI-CW-S3-1

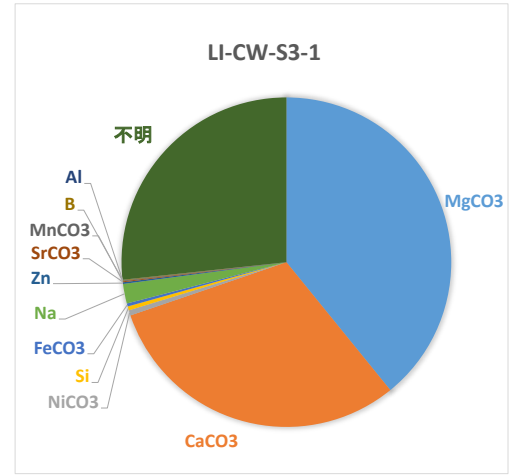


図2 濃縮廃液スラリーの組成
(ブルータンクBスラリー、化合物は推定であり、異なる化学形であり、またその混合物である可能性がある)

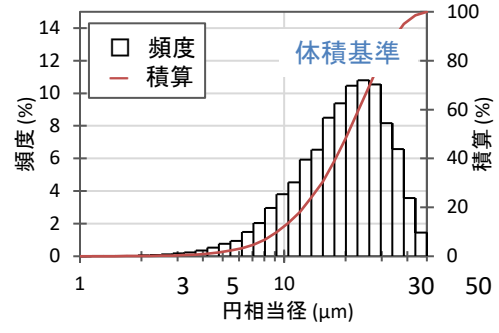
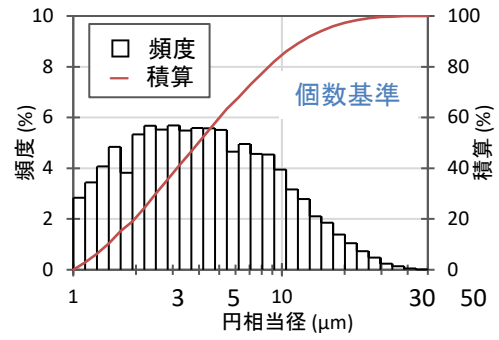


図3 濃縮廃液スラリー試料の粒径分布(ブルータンクBスラリー)

表1 濃縮廃液スラリー試料(ブルータンクB)の放射性核種組成*

核種	放射能濃度 (%)
^{54}Mn	<0.7%
^{60}Co	0.026%
^{94}Nb	<0.0004%
^{137}Cs	0.0006%
^{152}Eu	<0.003%
^{125}Sb	0.047%
^{90}Sr	99.9%
^{238}Pu	<0.00000007%
$^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$	<0.00000008%
^{241}Am	<0.0000003%
^{244}Cm	<0.0000002%

* 2011年3月11日に補正、定量値の合計を100%として計算した。端数が合わない場合がある。

図1 濃縮廃液スラリー試料の外観(ブルータンクB, 11 g, 28.5 mSv/h)

- 土嚢に充填し建屋地下に投入された2種類の吸着材(ゼオライト、活性炭)について、取り出しと廃棄物管理の観点から各試料を分析した(図1)。
- 得られた成果は、土嚢の回収方法の検討、安定保管の検討に利用されている*1。
 - ゼオライトは放射性Csのために線量率が高く、あらかじめCsを除去するための方法を開発し適用した(図2)。ゼオライトは¹³⁷Cs、活性炭は⁹⁰Srと¹³⁷Csがそれぞれ主な核種である(表1)。ゼオライトの種類はクリノプチロライトとみられる(図3)。



ゼオライト(11粒、0.10 g、2.1 mSv/h)



活性炭(2.0 g, γ:0.07 mSv/h, βγ:1.4 mSv/h)

図1 試料の外観

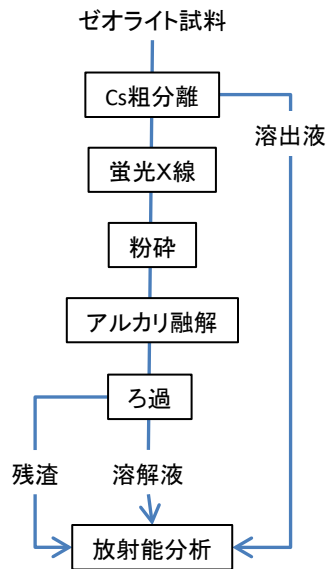


図2 ゼオライトの分析フロー

表1 土嚢中のゼオライトと活性炭の放射性核種組成*

核種	放射能濃度 (%)	
	ゼオライト	活性炭
⁵⁴ Mn	ND	<0.005%
⁶⁰ Co	ND	0.087%
⁹⁴ Nb	ND	<0.002%
¹³⁴ Cs	5.3%	2.9%
¹³⁷ Cs	87.8%	46.8%
¹⁵² Eu	ND	<0.003%
¹²⁵ Sb	ND	0.068%
⁹⁰ Sr	6.9%	50.2%
²³⁸ Pu	ND	0.0001%
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	ND	0.00005%
²⁴¹ Am	0.00000015%	0.0005%
²⁴⁴ Cm	ND	0.0002%

* 採取日(ゼオライトは2020年2月12日、活性炭は2020年2月27日)に補正し、定量値の合計を100%として計算した。端数が合わない場合がある。

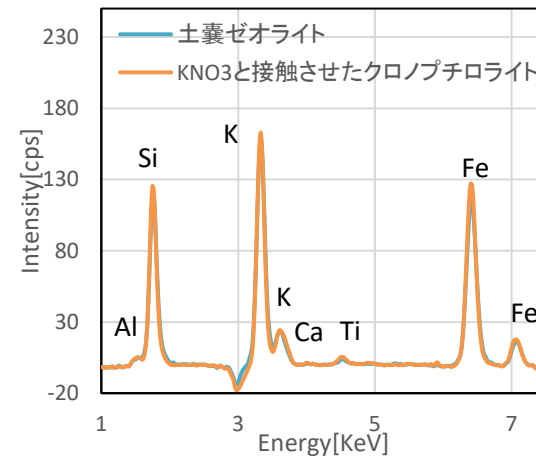


図3 ゼオライトの蛍光X線測定データ(ゼオライトとクリノプチロライトの比較、Cs粗分離処理を模擬したもの)

*1 東京電力ホールディングス株式会社, “HTIにおける地下階環境調査の結果について,” 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議(第91回), 令和3年6月24日。

- 多核種除去設備 (ALPS) の使用済み吸着材は容器に収納し、保管されている。使用済み吸着材(チタン酸塩など4種類)の放射能を分析した(図1)。
- 得られた成果は、処分などの検討における含有放射能量の推定に利用する。
 - あらかじめそれぞれの分析法を開発して適用した。
 - 吸着材が含む主要な核種は、チタン酸塩が ^{90}Sr 、樹脂系1と樹脂系2が ^{106}Ru 、フェロシアン化合物が ^{137}Cs であった(表1)。各吸着材が主な対象核種を除去しており、相互に補完している。

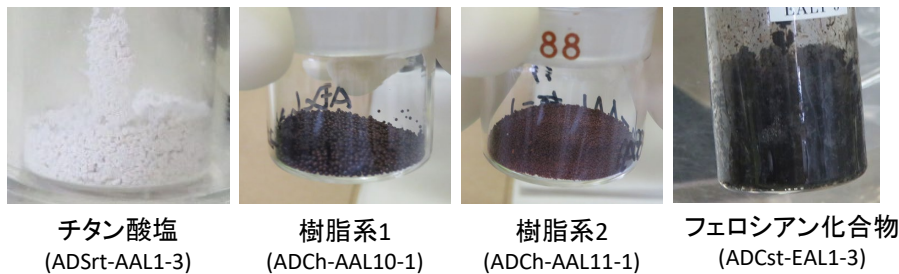


図1 吸着材試料の外観

表1 ALPS 吸着材の放射性核種組成*

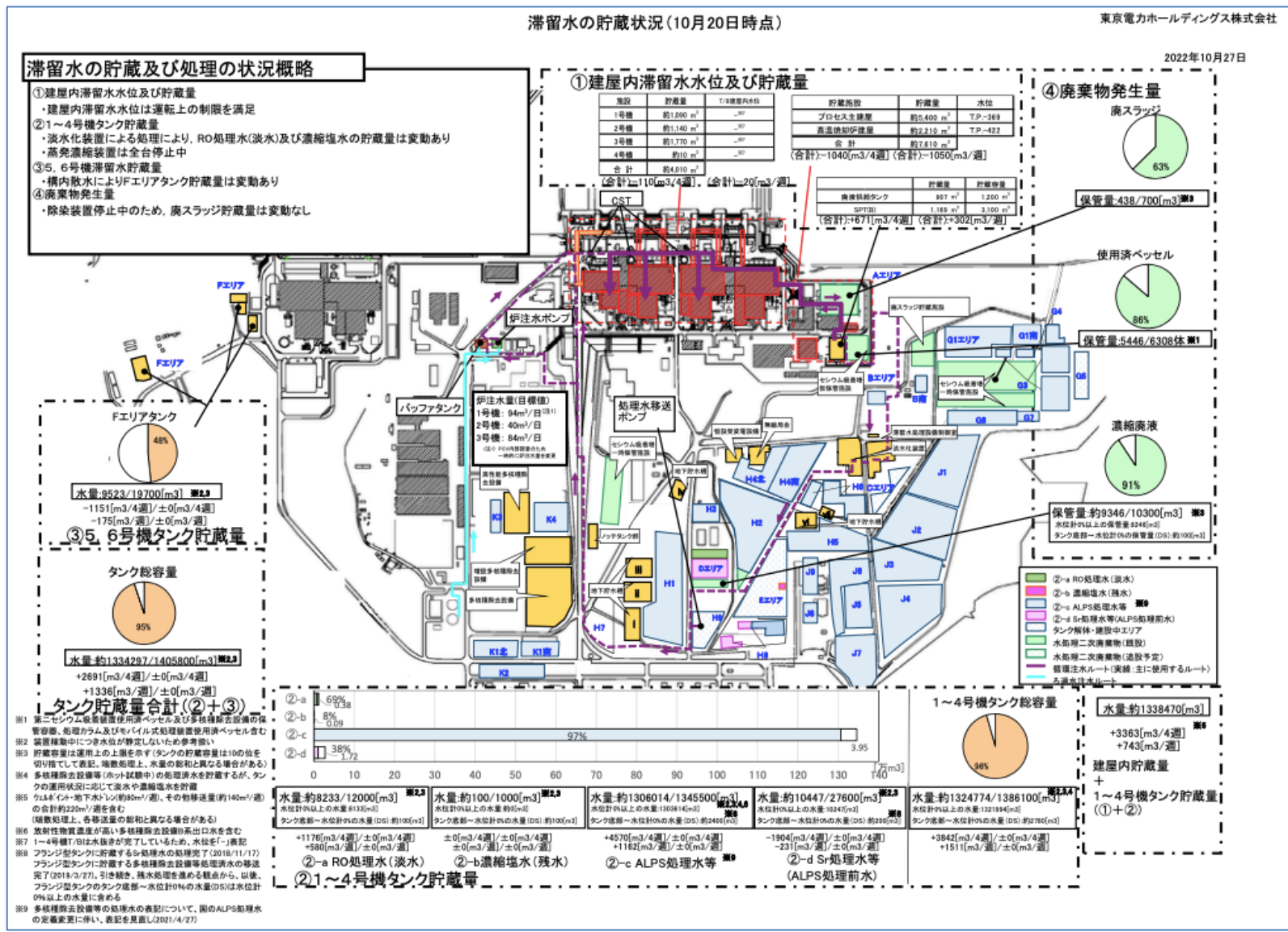
核種	チタン酸塩 (ADSrt-AAL1-3)	樹脂系1 (ADCh-AAL10-1)	樹脂系2 (ADCh-AAL11-1)	フェロシアン化合物 (ADCst-EAL1-3)
^{54}Mn	ND	<2%	<0.3%	<6%
^{60}Co	ND	1.1%	0.26%	0.03%
^{94}Nb	ND	<0.003%	<0.0006%	<0.0008%
^{106}Ru	ND	97.8%	99.4%	<58%
^{125}Sb	0.012%	0.60%	0.06%	3.6%
^{134}Cs	0.001%	0.27%	0.15%	48.9%
^{137}Cs	0.001%	0.26%	0.14%	47.5%
^{152}Eu	ND	<0.02%	<0.002%	<0.005%
^{154}Eu	ND	<0.009%	<0.002%	<0.003%
^{90}Sr	99.99%	<0.09%	0.006%	<0.008%
^{238}Pu	<0.0000002%	<0.002%	<0.00006%	<0.00002%
$^{239+240}\text{Pu}$	<0.00000008%	<0.002%	<0.00008%	<0.00003%
^{241}Am	<.0000002%	<0.002%	<0.0001%	<0.00003%
^{244}Cm	<.0000002%	<0.002%	<0.00008%	<0.00003%
主な除去対象核種*1,*2	Sr (M^{2+})	Ru, 負電荷コロイド	Ru	Cs

* 2011年3月11日に補正し、定量値の合計を100%として計算した。端数が合わない場合がある。

*1 東京電力, “福島第一原子力発電所 多核種除去設備(ALPS) の概要等,” 平成25年4月3日.

*2 東京電力, “福島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について,” 平成26年12月2日.

- 主なリスク源とされる種々の廃棄物の分析を行い、以下のことを明らかにした。
 - 建屋内滞留水等が床面で接するスラッジに含まれる α 核種について、ろ過処理の有効性、粒子の性状(酸化鉄、ウラン)を明らかにした。これは汚染水の α 核種除染設備の検討に役立てられている。
 - 汚染水の蒸発濃縮によって発生した濃縮廃液スラリーは、ALPS スラリーの性状に類似していることを見出した。これは濃縮廃液スラリーの安定化(脱水)処理方法の検討に役立てられている。
 - ゼオライト及び活性炭土嚢の汚染核種組成を求めた。現在進められている取り出しの準備に利用されている。
 - ALPS スラリーについて新たに基礎的な物性データ(せん断応力など)を得、現在進められている安定化(脱水)処理の検討に活用されるものと期待される。ALPS 吸着材(チタン酸塩など4種類)の放射性核種組成のデータは、それぞれの処分技術の検討に利用される。
- 今後、放射性物質分析・研究施設第1棟を活用して分析を加速し、廃棄物性状の不確実性を低減するよう継続して取り組むとともに技術開発を促進する。



*1 東京電力ホールディングス株式会社, “福島第一原子力発電所 プラント関連パラメータ,” 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合 / 事務局会議 (第106回), 令和4年10月27日.

- 廃炉・汚染水対策事業において求めた分析データ等を廃棄物や廃炉のプロジェクトで利用するため、廃棄物の含有放射エネルギーを中心に収録する分析データのデータベース“FRAnDLi” (Fukushima Daiichi Radwaste Analytical Data Library) を構築、公開している (図1)。
 - <https://frandli-db.jaea.go.jp/FRAnDLi/>
- 物質と分析項目を指定してデータを検索し (図2)、その結果を表示、ダウンロードできる (図3)。

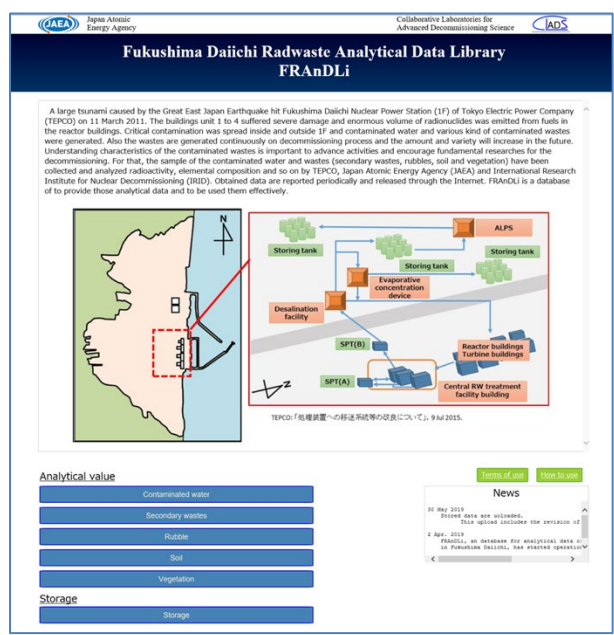


図1 トップページ (英語版の例)

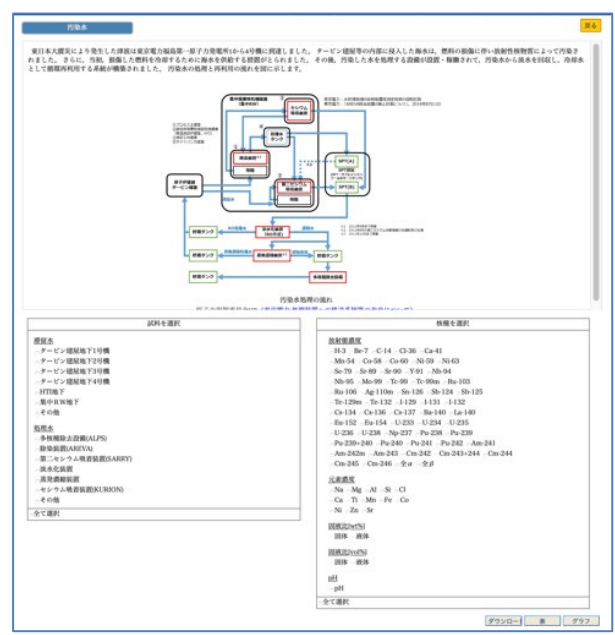


図2 データ検索の画面



図3 検索結果の表示 (表とプロットの例)

瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の管理状況(2022.10.31時点)

分類	保管場所	保管容量 ^{※1}	保管量 ^{※1}	前回集約からの増減 ^{※2} 2022.9.30 - 2022.10.31	エリア 占有率	保管量/保管容量 ^{※1} (割合)	トピックス			
瓦礫類	屋外集積 (0.1mSv/h以下)	A	13,800 m ³	2,200 m ³	0 m ³	16%	237,000 / 266,300 (89%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な増減理由 エリア整理のための移動(エリアC) エリア整理のための移動(エリアP1) フランジタンク除染作業(エリアAA) 1~4号機建屋周辺関連工事(エリアe) 		
		B	5,300 m ³	5,300 m ³	0 m ³	100%				
		C	67,000 m ³	66,400 m ³	微減 m ³	99%				
		F2	6,400 m ³	6,400 m ³	0 m ³	99%				
		J	6,300 m ³	6,200 m ³	0 m ³	99%				
		N	9,700 m ³	9,600 m ³	0 m ³	99%				
		O	44,100 m ³	44,000 m ³	0 m ³	100%				
		P1	62,700 m ³	60,900 m ³	-700 m ³	97%				
		U	800 m ³	700 m ³	0 m ³	100%				
		V	6,000 m ³	6,000 m ³	0 m ³	100%				
	AA	36,400 m ³	21,800 m ³	微増 m ³	60%					
	d	1,200 m ³	1,200 m ³	0 m ³	100%					
	e	6,700 m ³	6,200 m ³	+100 m ³	94%					
	シート養生 (0.1~1mSv/h)	D	2,700 m ³	2,600 m ³	0 m ³	97%			47,500 / 50,700 (94%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な増減理由 エリア整理のための移動(エリアP2) エリア整理のための移動(エリアm)
		E1	15,400 m ³	14,700 m ³	0 m ³	95%				
P2		6,700 m ³	5,800 m ³	微減 m ³	86%					
W		11,600 m ³	10,500 m ³	0 m ³	91%					
X		7,900 m ³	7,700 m ³	0 m ³	97%					
m		3,100 m ³	2,900 m ³	-100 m ³	96%					
覆土式一時保管施設、容器 (1~30mSv/h)	n	3,300 m ³	3,300 m ³	0 m ³	100%	16,700 / 17,900 (93%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な増減理由 エリア整理のための移動(エリアE2) エリア整理のための移動、1~4号機建屋周辺関連工事(エリアF1) 			
	L	16,000 m ³	16,000 m ³	0 m ³	100%					
	F2 ^{※3}	1,200 m ³	600 m ³	微減 m ³	51%					
固体廃棄物貯蔵庫	F1	700 m ³	0 m ³	微増 m ³	6%	28,200 / 39,600 (71%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な増減理由 エリア整理のための移動、1~4号機建屋周辺関連工事 			
	固体廃棄物貯蔵庫 ^{※3}	39,600 m ³	28,200 m ³	微増 m ³	71%					
合計(ガレキ)		374,400 m ³	329,400 m ³	-700 m ³	88%					
伐採木	屋外集積 (幹・根・枝・葉)	G	40,000 m ³	29,700 m ³	-1,500 m ³	74%	90,600 / 134,000 (68%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な増減理由 増設雑固体廃棄物焼却設備による焼却(エリアG) 		
		H	43,000 m ³	31,700 m ³	0 m ³	74%				
		M	45,000 m ³	27,000 m ³	微減 m ³	60%				
		V	6,000 m ³	2,100 m ³	微増 m ³	35%				
	一時保管槽 (枝・葉)	G	29,700 m ³	26,200 m ³	0 m ³	88%	37,300 / 41,600 (90%)			
T	11,900 m ³	11,100 m ³	0 m ³	94%						
合計(伐採木)		175,600 m ³	127,900 m ³	-1,600 m ³	73%					
保護衣	屋外集積	52,500 m ³	22,000 m ³	-2,700 m ³	42%	22,000 / 52,500 (42%)	<ul style="list-style-type: none"> 使用済保護衣等焼却量： 11,714 t (2022年10月末累積) 焼却灰・プラスト材のドラム缶相当数： 3,491 本 (2022年10月末累積) 焼却灰は固体廃棄物貯蔵庫9棟2階に放射性廃棄物として保管 			
	合計(使用済保護衣等)		52,500 m ³	22,000 m ³	-2,700 m ³	42%				

※1 端数処理で100m³未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある

※2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは50m³未満の増減を示す

※3 水処理二次廃棄物(小型フィルタ等)を含む

仮設集積の管理状況(2022.10.31時点)

分類	場所	保管容量※1	保管量※1	前回集約からの増減※2 2022.9.30 - 2022.10.31	エリア 占有率	保管量/保管容量※1 (割合)	トピックス
仮設集積	①	2,200 m ³	2,200 m ³	0 m ³	100%	55,200 / 72,800 (76%)	①：木材等を破碎し減容を図るための仮設集積 ②：可燃物等を圧縮し減容を図るための仮設集積 ③～⑤：一時保管エリアとして設定するため、実施計画の変更認可申請申請中 ⑥：2023年3月末までに移動して解消する
	②	2,000 m ³	1,900 m ³	-100 m ³	93%		
	③	2,000 m ³	2,000 m ³	0 m ³	98%		
	④	44,800 m ³	38,300 m ³	+2,900 m ³	85%		
	⑤	18,800 m ³	8,700 m ³	+800 m ³	46%		
	⑥	3,000 m ³	2,200 m ³	-800 m ³	73%		

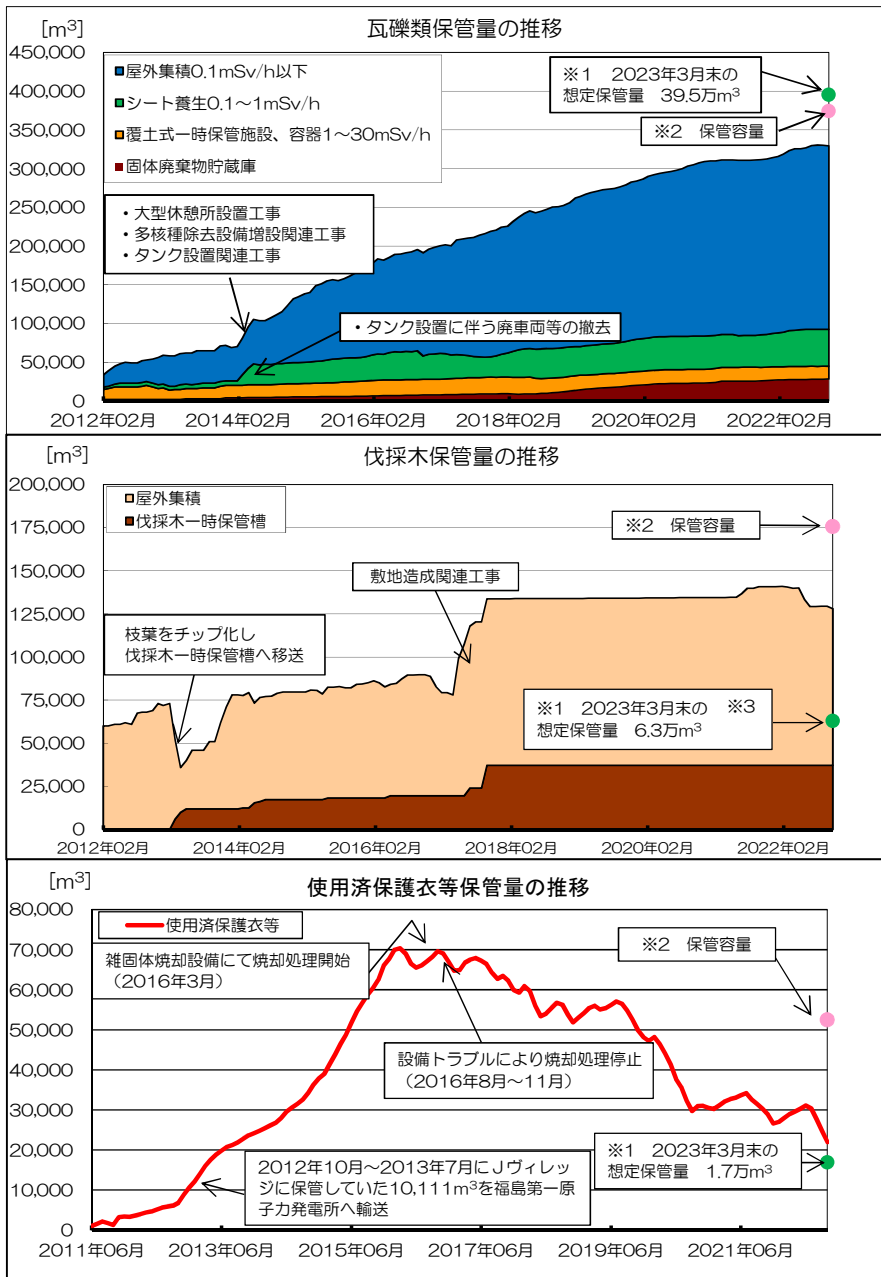
※1 端数処理で100m³未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある

※2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは50m³未満の増減を示す

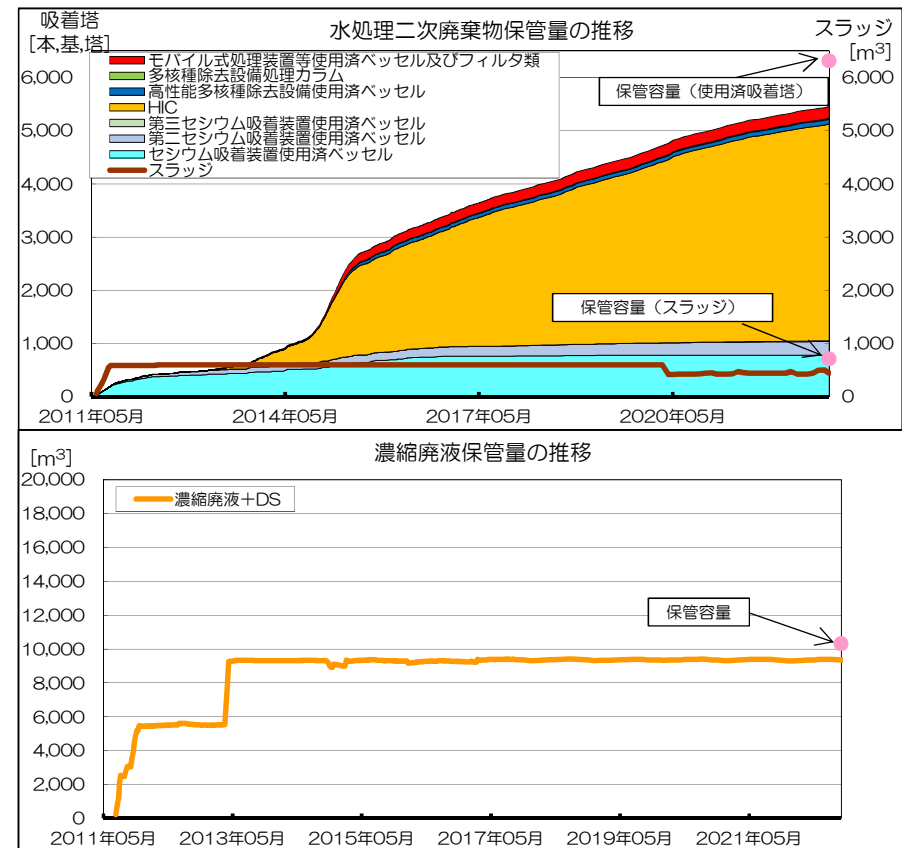
水処理二次廃棄物の管理状況(2022.11.3時点)

分類	保管場所	種類	保管量	前回集約からの増減 2022.10.6 - 2022.11.3	保管量/保管容量 (割合)	トピックス	
水処理 二次 廃棄物	使用済吸着塔 保管施設	セシウム吸着装置使用済ベッセル	779 本	0 本	5,453 / 6,308 (86%)		
		第二セシウム吸着装置使用済ベッセル	254 本	0 本			
		第三セシウム吸着装置使用済ベッセル	13 本	0 本			
		多核種除去設備等保管容器	既設	2,007 基			+10 基
			増設	2,070 基			+10 基
		高性能多核種除去設備使用済ベッセル	高性能	91 本			0 本
		多核種除去設備処理カラム	既設	17 塔			0 塔
	モバイル式処理装置等使用済ベッセル及びフィルタ類		222 本	+1 本			
廃スラッジ 貯蔵施設	廃スラッジ	437 m ³	-62 m ³	437 / 700 (62%)	・造粒固化体貯槽(D)周辺の除染作業を実施中		
濃縮廃液タンク	濃縮廃液	9,345 m ³	-23 m ³	9,345 / 10,300 (91%)	・タンク水位の変動は、計器精度±1%の誤差範囲内(現場パトロール異常なし) ・水位計0%以上の保管量： 9,245 m ³ ・タンク底部～水位計の保管量(DS)： 約 100 m ³		

瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の管理状況(2022.10.31時点)



水処理二次廃棄物の管理状況(2022.11.3時点)



※1 瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の保管量(想定)は、実施計画(2022年10月27日認可)の予測値を示す。
 ※2 瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の保管容量は、運用上の上限を示す。
 ※3 増設雑固体廃棄物焼却設備の竣工遅れに伴い見直し予定

福島第一原子力発電所 増設雑固体廃棄物焼却設備の状況について

TEPCO

2022年11月24日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 増設雑固体廃棄物焼却設備の状況

- 6月10日より停止していた増設雑固体廃棄物焼却設備について、不具合の点検・修理が完了し、10月17日から運転を再開。
- 運転再開後の10月23日に、排ガス冷却器灰排出機の過負荷を示す警報が発生。
- 機器の予防保全の観点から、10月27日に焼却を停止し、排ガス冷却器底部及び排ガス冷却器灰排出機の点検を実施。
- 点検の結果、排ガス冷却器の灰排出シュートが詰まり、排ガス冷却器底部に灰が堆積したことが過負荷の原因と判明。
- 6月10日停止の原因となった泥状の灰がシュート下部に残存・付着しており、10月17日からの運転で生じた灰が徐々にシュートに堆積・閉塞に至ったと推定。
- シューートの詰まり除去及び灰排出機の点検を行い、11月7日より運転を再開。
(以上、2.参照)
- 11月16日の計画停止(上位電源の改造)まで安定して焼却を実施。12月上旬より焼却再開予定。

2. 排ガス冷却器灰排出機の過負荷に関する原因と対策について

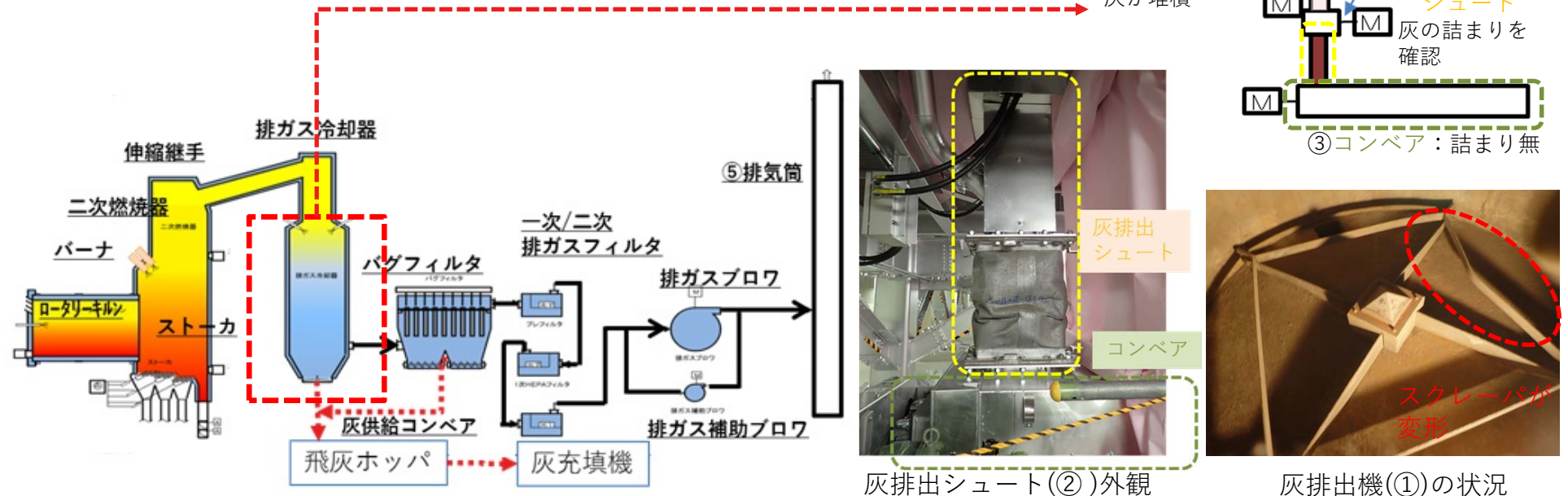
2.1 排ガス冷却器灰排出機の過負荷に関する原因と点検結果

【事象・経緯】

- 10/17に運転を再開した増設焼却炉において、10/23に排ガス冷却器灰排出機の過負荷を示す警報が動作し、排出機が停止。
- 動作確認後に同機器の運転を再開したが、その後同警報が再発することから、予防保全の観点から10/27に焼却を停止し、点検を実施。

【過負荷の原因・点検結果】

- 点検の結果、排ガス冷却器の灰排出シュートが詰まり、排ガス冷却器底部に灰が堆積したことが過負荷の原因と判明。
- シュートの詰まり除去および灰排出機の点検を実施し、灰を掻き出すスクレーパに一部変形を確認したが、排ガス冷却器底部との干渉や電動機の電流値等に異常はなく、当面は運転可能と判断。(変形したスクレーパは現停止期間中に交換する)



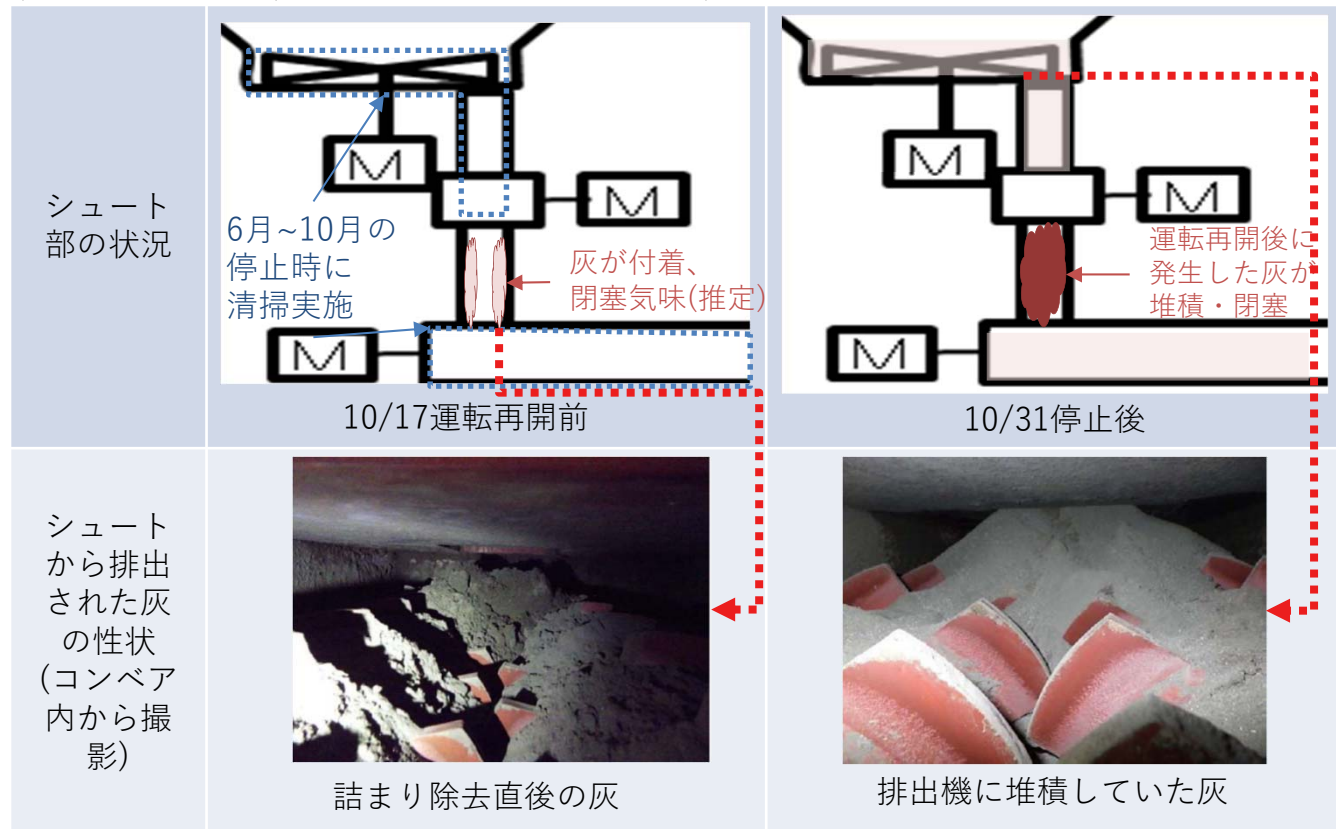
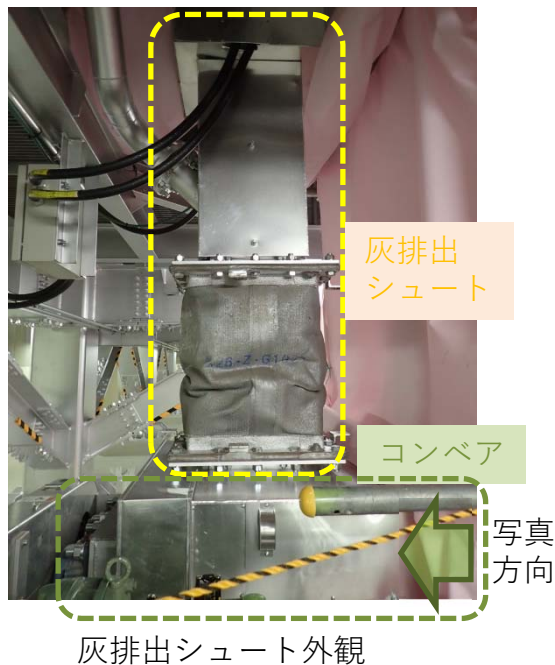
2.2 排ガス冷却器灰排出機の過負荷に対する対策

【詰まりの推定原因】

- 6月10日停止時の原因となった泥状の灰がシュート下部に残存・付着しており、10月17日からの運転で生じた灰が徐々に堆積・閉塞に至ったと推定。

【対策】

- シュートの詰まり除去・清掃を行い、詰まりが無いことを目視確認する。
- 運転時にコンベア覗き窓から灰の性状を適宜確認する。(6月に確認された泥状の灰に対しては対策済み。詳細は参考参照)
- 詰まりの早期検知のため、シュートの表面線量を当面確認し、兆候が確認された際は打診による解消を試みる。

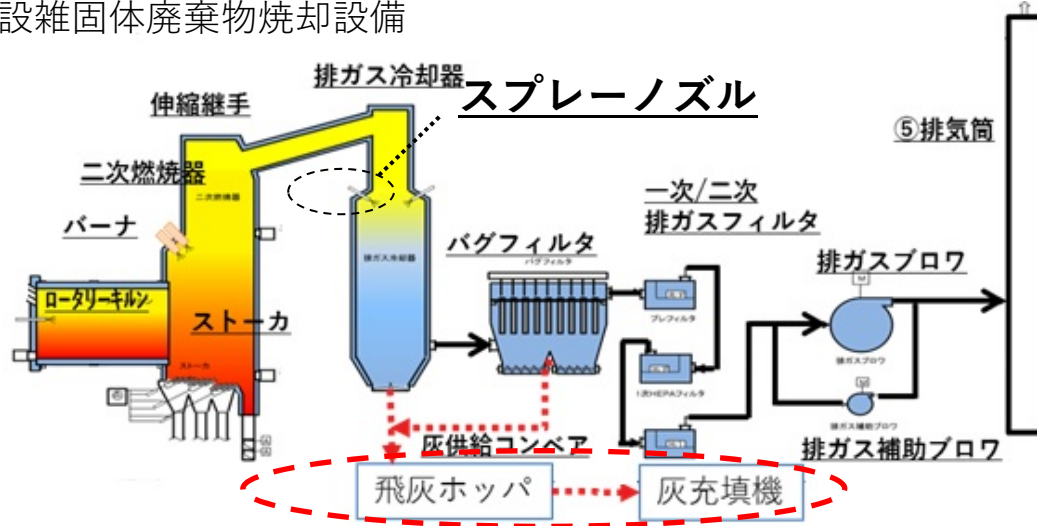


以下、参考資料

6月に発生した灰取り出し系統における水分の確認事象
に関する原因と対策

【参考】 飛灰ホッパ内の様子と原因調査状況

増設雑固体廃棄物焼却設備



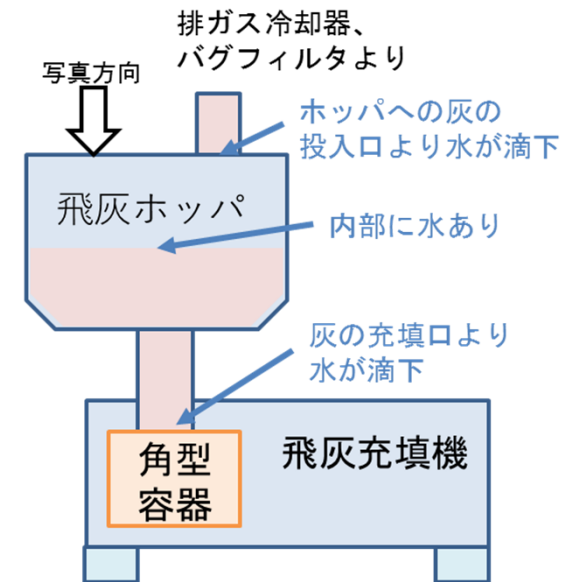
飛灰ホッパ内の様子

飛灰ホッパ内の様子

- 灰と水分が攪拌され、泥状になっていた(右上写真参照)

原因調査状況

- 現場調査結果から、排ガス冷却器スプレーの不具合によるものと推定し、調査
 - 排ガス冷却器底部および排ガス冷却器から発生した灰の供給コンベア内部に、湿潤した灰を確認。
 - 一方、バグフィルタで発生した灰の供給コンベア内部の灰は乾燥していることを確認。
 - スプレーノズルの外観や噴霧試験は異常なし。
- 炉内温度変化に対して追従する排ガススプレー水の供給量が過剰となったためと推定。

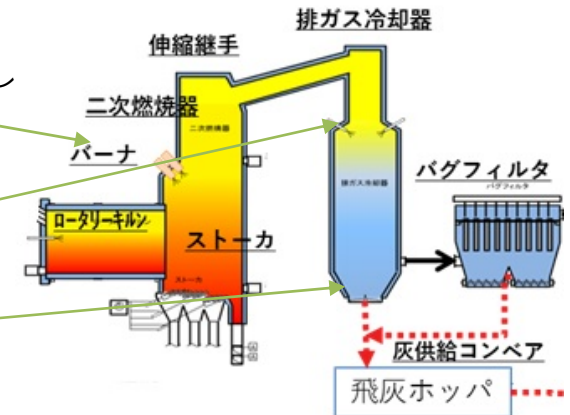


飛灰ホッパ及び飛灰充填機の模式図

【参考】 灰の取り出し系統での水分確認事象の調査結果および対策

■ 推定メカニズム

- ▶ 伐採木の熱量不足により、二次燃焼器バーナは発停を繰り返し（バーナ起動：855℃、停止：920℃、温度設定値：930℃）
- ▶ バーナ停止により、排ガス冷却器入口熱量が減少。
- ▶ スプレー水量調整弁が絞り始めるが、制御上、必要開度まで時間を要し、供給量が過剰となる。
- ▶ 繰り返しにより、蒸発しきれない水分が底部に蓄積、湿潤。

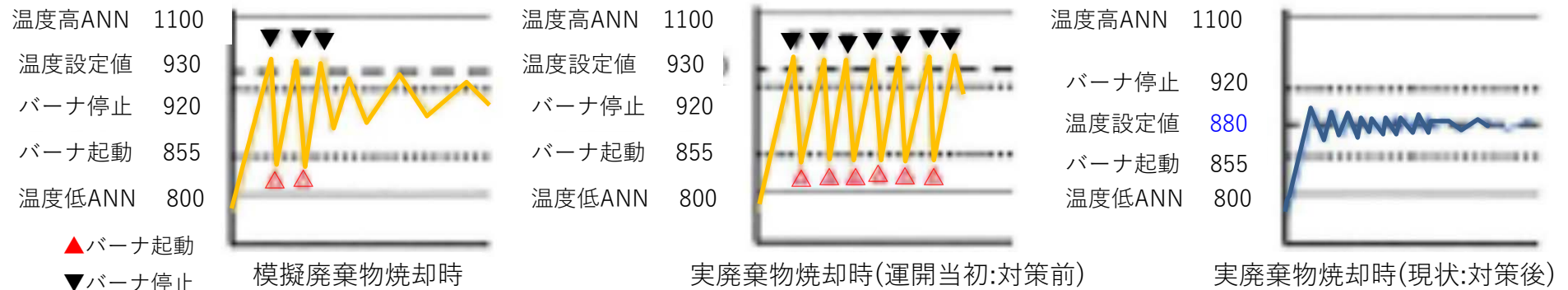


■ 対策および運転後の状況

- ▶ 二次燃焼器バーナの起動・停止回数が少なくなるよう、温度設定値を下表の通り変更。運転再開後の二次燃焼器温度は約880℃で制御されており、有意な変動はない。
- ▶ 焼却再開後はコンベアに設けた覗き窓から灰の状態を確認し、スプレーの調整を実施。

	温度設定値	設定根拠
現状	930℃	昇温後にバーナが自動停止し、廃棄物熱量のみで自燃運転できるようにバーナ停止温度よりも温度設定値を高く設定
変更後	880℃	バーナ停止温度(920℃)よりも温度設定値を低くし、停止回数を減少させる

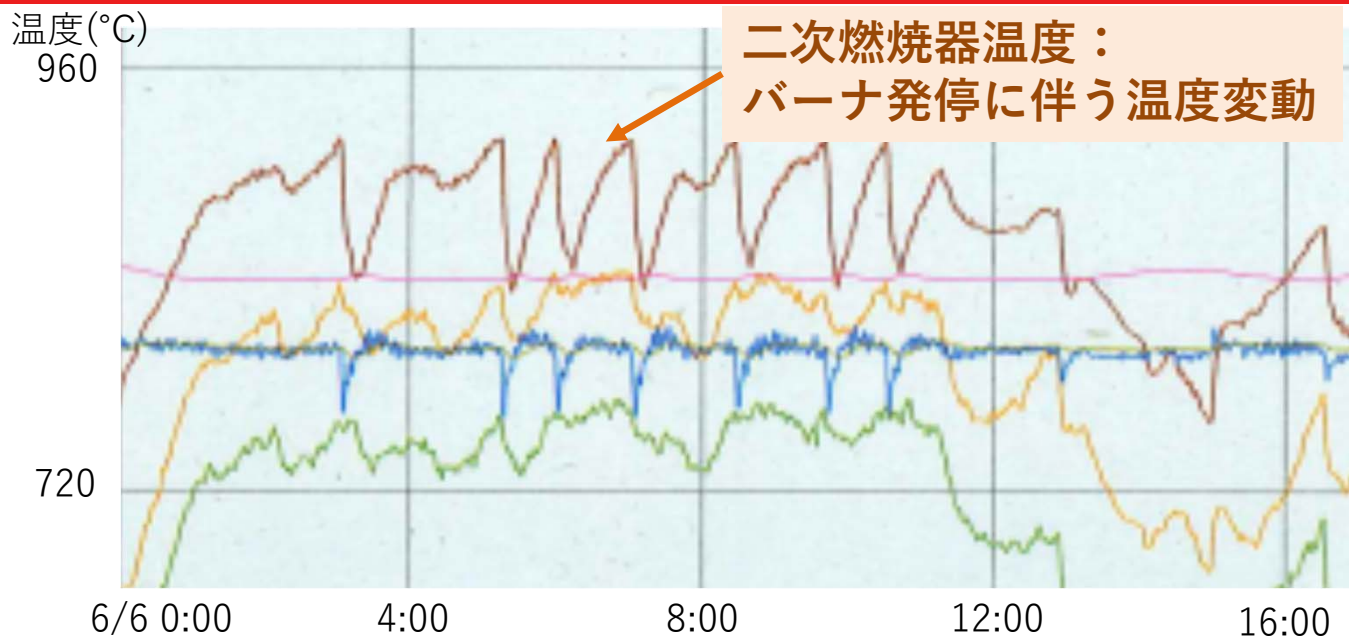
二次燃焼器温度 (°C)



【参考】 灰の取り出し系統での水分確認事象の調査結果および対策

2022年10月27日
事務局会議資料抜粋

■ 対策前の運転状態



■ 対策後の運転状態

