

東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた 固体廃棄物の分析計画（2026年度）

2026年3月26日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1F固体廃棄物の分析計画の策定について

- 福島第一原子力発電所における固体廃棄物の分析は当初より放射能濃度や物性などの性状把握を志向していたものの、廃棄物の保管管理を遂行するにあたり大量に発生する瓦礫類がフォールアウト汚染起因でありCsによる汚染が支配的であると考えられたため、表面線量率測定による区分に注力してきた。
- 一方、廃棄物の性状に応じた合理的な保管方法や再利用等の廃棄物対策を進めていくにあたり放射能濃度の把握・管理は不可欠であり、今後、放射能濃度による管理へ移行させていく必要がある。
- 戦略的に廃棄物の性状把握を進め、また、そのために必要な分析能力（分析施設、分析人材等）を確保するため、[2023年に「東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた固体廃棄物の分析計画」（以下、「分析計画」という）を策定した。](#)
- 以降、廃炉の進捗に伴う分析ニーズ・性状把握方針の変化等を反映し、[年度毎に分析計画の更新](#)を行っている。
- 2026年度版の分析計画の更新にあたっては、2025年度版の更新と同様に原子力規制庁より示された[“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”（以下、「リスクマップ」という）で設定された目標に対する検討状況を踏まえて分析ニーズを更新し、計画に反映した。](#)
- また、[固体廃棄物を対象とした分析施設の最新の整備工程](#)を、分析計画へ反映した。

分析計画策定の対象

- 分析計画の策定にあたっては、下記の特徴により分析の難易度・分析数ともに高い水準が要求され、分析施設に対する負荷が高いと考えられる[固体廃棄物の処理・処分方法の検討および保管管理の適正化](#)（放射能濃度等による管理への移行）[に向けた性状把握を目的とした分析](#)を対象とした（解体廃棄物の性状把握として、[解体前の建屋の汚染調査も対象に含む](#)）。
 - 廃棄物の種類が多く、性状が多様であること
 - 発生量が膨大であること
 - 評価対象とする核種・性状の幅が広いこと（保管管理，処理処分，再利用等への対応）
 - 分析における試料の前処理等に係る作業量が多いこと
- 燃料デブリ，ALPS処理水，事故調査等に関しては本分析計画の対象外とした。これらについては別途検討を実施し，分析能力の配分等について調整を行う。

分析計画を策定する期間

- 分析計画を策定する期間は，廃炉に係る作業や発生する廃棄物等を想定可能な期間として10年（[2026～2035年度](#)）とした。

分析計画の更新について

- 1F固体廃棄物の分析実施（分析計画更新）のフローを下図に示す。
- 分析計画は、廃炉に係る計画・工程を踏まえて抽出された分析ニーズを踏まえて具体化を図るものとしているが、廃炉進捗に伴い目標、状況、条件及び技術課題は変化することから、分析ニーズ及び性状把握方針、分析計画の見直しを柔軟に行い、分析計画の品質の向上・維持を図るものとしている。
- 廃棄物毎の直近の具体的な計画は適宜更新を行い、それらの更新内容を統合した全体計画を年度毎に整理する。

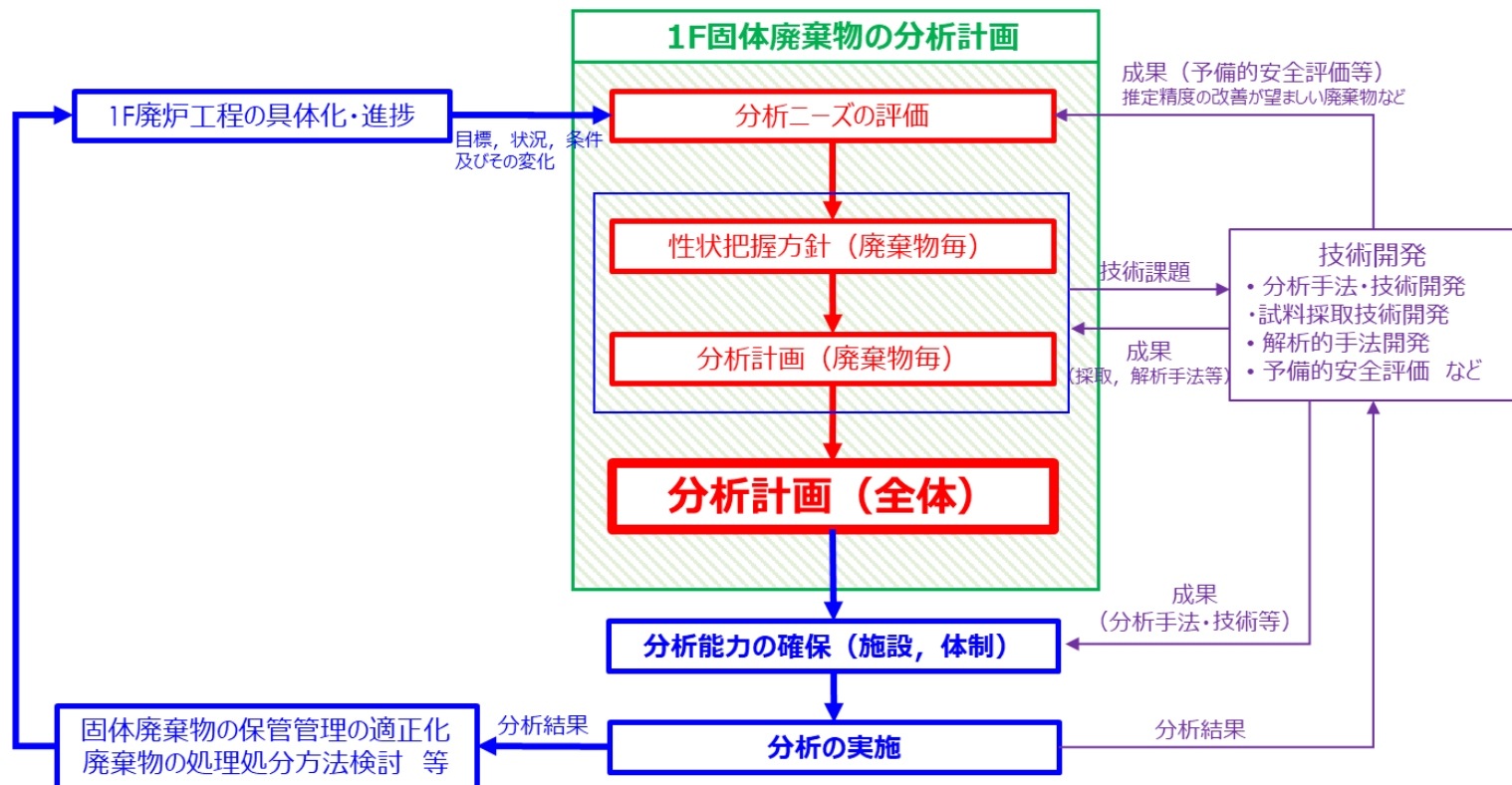


図 1F固体廃棄物の分析実施（分析計画更新）のフロー

分析対象核種について

- 固体廃棄物に対する分析対象核種を下記に示す。
- 分析対象として30核種を設定し、特に安全上の重要度の高い10核種について優先して分析を進めるものとした。
- なお、実際に分析を行う核種は、上記の設定を基本とした上で廃棄物毎の特性・分析ニーズ等を踏まえて個別に調整を行い決定する（例えば、再利用の可能性のある対象物は、再利用形態を考慮した分析対象核種を設定する）。

表 分析対象核種

核種	分析対象	優先核種	核種	分析対象	優先核種
H-3	○		Sb-125	○	
C-14	○	○	Sn-126	○	
Cl-36	○	○	I-129	○	○
Ca-41	○		Cs-137	○	○
Co-60	○	○	Eu-154	○	
Ni-63	○	○	U-234	○	
Se-79	○		U-235	○	
Sr-90	○	○	U-236	○	
Zr-93	○		U-238	○	
Mo-93	○		Np-237	○	
Nb-94	○		Pu-238	○	○
Tc-99	○	○	Pu-239	○	
Ru-106	○		Pu-240	○	
Pd-107	○		Am-241	○	○
Ag-108m	○		Cm-244	○	

※分析対象核種選定の詳細は、特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合第23回会合（2024/12/5）資料2-1を参照

- 固体廃棄物の分析計画は、2023年度から年度毎に策定・更新を行っている（前年度末に公表）。
- 2025年度版までの主な更新内容は下表のとおり。

表 これまでの主な更新内容

年度	内容
2023年度	• 分析優先度の高い廃棄物を抽出。 • 廃棄物毎の分析ニーズ，性状把握方針及びそれらを踏まえた分析計画を策定（一件一葉）。 • 廃棄物毎の分析計画を統合し，分析数の年度展開を作成。
2024年度	• 中期的リスクの低減目標マップにおける下記廃棄物に対する検討を優先して進めるものとし，検討に対応させる形で分析計画を更新。 ① 瓦礫類 ② 建屋解体物（解体廃棄物） ③ 水処理二次廃棄物
2025年度	• リスクマップ関連課題の検討進捗に伴う分析ニーズ更新 ✓ 検討の進捗に伴う分析ニーズの具体化・見直し ✓ JAEA分析・研究施設第1棟における分析ニーズ拡大に伴うリソース配分変更 ✓ 分析対象核種の選定 • 最新の廃炉作業工程の反映 ✓ 分析試料採取のタイミングの見直し

分析・試料採取の実績（2025年度）

- 分析計画（2025年度）において策定した分析数の年度展開は下記のとおり。
- 2025年度に実施する分析数として、94試料を想定した。

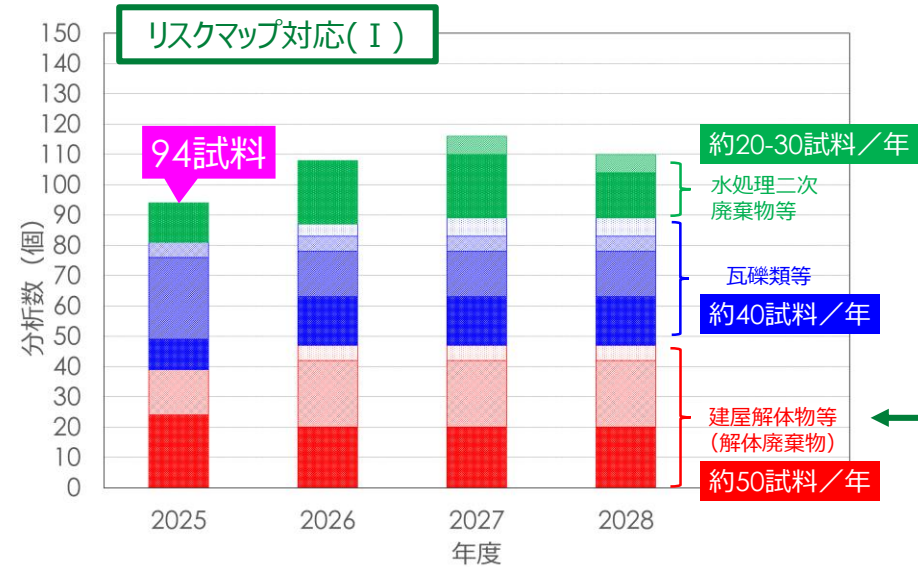


図 年度毎の分析数の推移（～2028年度）

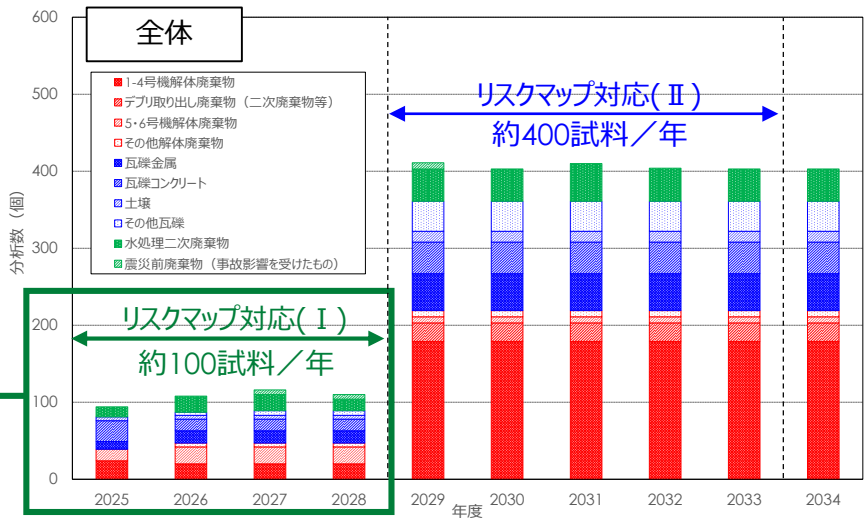


図 年度毎の分析数の推移（全体）

表 期間の説明

名称	期間	分析方針
リスクマップ対応(Ⅰ)	2028年度まで	- 策定する手法・手順・計画等のロジック構築に資する分析データの取得を進める - 例えば、廃棄物の基本的な性状・特徴、汚染機構の理解に資する分析データ等を取得する。
リスクマップ対応(Ⅱ)	2029～2033年度	- 上記成果に対する精度向上、信頼性担保に資する分析データの取得を進める。 - 例えば、性状の分布・不均一性に関する分析データ整備、エビデンスとして十分な分析数確保等を取得する。

- 2025年度に実施した分析は、[計画：94試料](#)に対して[実績：92試料](#)であった。概ね計画どおりに分析を進めることができた。
- 2025年度に予定していたPMBから採取したコンクリートコア（滞留水接触）の分析は、コアが高線量であることから切断・分割方法を検討しており、計画どおりに実施できなかった（2026年度の実施に変更）。

表 分析実績（2025年度）

対象		分析数		分析実施状況
		計画	実績	
建屋解体物	金属	5	3	・1号機原子炉建屋，SARRY配管
	コンクリート	26	22	・3号機Rw/Bを中心に建屋から採取したコンクリート ・PMBから採取したコンクリートコア（滞留水接触）の分析について，次年度以降に変更
	その他	0	4	・1号機原子炉建屋，2号機原子炉建屋（スミアろ紙：通常の分析とスミア分析の結果の比較を目的に実施）
瓦礫類	金属	25	0 (22)	・γ核種のみ実施（22試料） ・低濃度であったため，他核種の分析は優先度を下げて次年度以降に先送り
	コンクリート	20	35	・覆土式一時保管設備第1槽～第4槽
	その他	5	5	・H4タンクエリア土壌
水処理 二次廃棄物	KURION吸着材	0	1	・ハーシュライト ・一部核種（CI-36,I-129,C-14）の分析は次年度以降
	SARRY吸着材	2	1	・チャバサイト ・一部核種（CI-36,I-129,C-14）の分析は次年度以降
	ALPSスラリー （炭酸塩）	4	6	・脱水物2，上澄み水2を含む
	ALPSスラリー （鉄共沈）	2	5	・脱水物2，上澄み水1を含む
	濃縮廃液スラリー	2	3	
	D1タンクスラッジ	3	7	・タンク回収水1含む
合計		94	92	

試料採取実績（2025年度）

- 2025年度に実施した試料採取は、[計画：317試料](#)に対して[実績：367試料](#)であった。計画以上に試料採取を進めることができた。
- 滞留水に接触した建屋地下階からのコンクリートコアの採取は、作業エリアの空間線量率が高いため採取方法を検討中。

表 試料採取実績（2025年度）

対象		試料数		備考
		計画	実績	
建屋解体物	1-4号主要建屋・附属施設	36	33	・コンクリートコアは22本確保
瓦礫類	コンクリート	200	220	・覆土式一時保管施設の撤去を進めており、本年度は当該施設で保管していた瓦礫類を中心に試料採取を実施
	金属	30	40	
	その他		29	
水処理 二次廃棄物	ALPSスラリー（炭酸塩）	36	30	
	ALPSスラリー（鉄共沈）	12	12	
	EエリアD1タンクスラッジ	3	3	
合計		317	367	

固体廃棄物の分析計画（2026年度版）

- 2026年度版の分析計画の主な変更点を下表に示す。
- 2026年度版の分析計画の更新では、[リスクマップ上の目標に対する検討状況を踏まえて更新した分析ニーズ](#)及び[固体廃棄物を対象とした分析施設の最新の整備工程](#)を分析計画に反映した。

表 2026年度版の主な変更点

分類	変更内容
1. リスクマップ関連課題の検討進捗に伴う分析ニーズ更新	- リスクマップで示された固体廃棄物関連の課題のうち、中長期的な方針・計画策定に係るものについて検討の進捗に伴う分析ニーズの具体化・見直しを行い、分析計画に反映した。 a. 解体モデルケース検討 b. 瓦礫類の放射能濃度管理手法構築 c. 水処理二次廃棄物の固化処理方針の決定/施設整備計画具体化
2. 最新の廃炉作業工程の反映	- 最新の分析施設の整備工程を反映した。 ✓ 東京電力総合分析施設の設置工程の精査 ✓ JAEA分析・研究施設別棟の設置
3. その他	直近（2026年度）の作業計画の具体化に伴う調整及び分析実施箇所との調整

- (1) 東京電力総合分析施設の設置工程の精査
 - 2020年代後半を想定していた東京電力総合分析施設の運用開始時期を、2031年度末に設定。
- (2) JAEA分析・研究施設別棟の設置
 - ALPS処理水第三者分析を目的としたJAEA分析・研究施設別棟が設置される（2027年度中に竣工）。
 - ALPS処理水第三者分析の機能が別棟に移管されることで、JAEA分析・研究施設第1棟における固体廃棄物に対する分析能力の強化が図られる見込み。

表 分析施設の整備工程

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
東京電力							総合分析施設			
	5・6号機ラボ・化学分析棟									
JAEA	一部の機能を移管		固体廃棄物分析能力強化		JAEA分析・研究施設第 1 棟					
			JAEA分析・研究施設別棟（ALPS処理水第三者分析）							
			JAEA分析・研究施設第 2 棟							
1F構外	茨城地区分析施設									

■ : 主に固体廃棄物の分析を想定している施設
□ : 計画が具体化した箇所

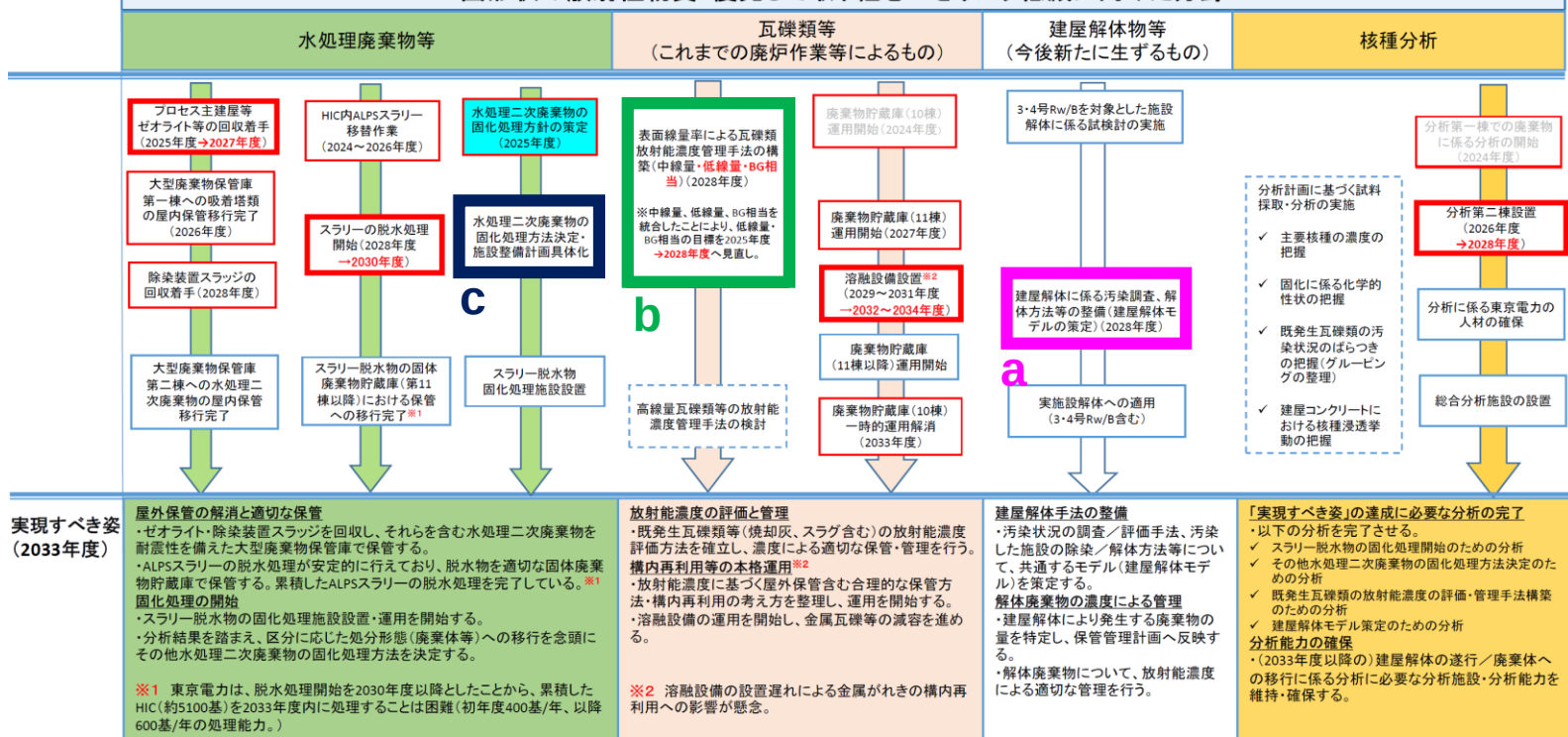
- ・ リスクマップにおける下表の廃棄物に対する検討に対応した分析を優先して進める。
- ・ それぞれの検討の進捗を踏まえて分析ニーズを見直し、分析計画を更新した。

表 当面優先して対応すべき課題

対象廃棄物	目標（課題）	備考
a 建屋解体物等	建屋解体に係る汚染調査、解体方法等の整備（解体モデルケース検討）	
b 瓦礫類等	瓦礫類の放射能濃度管理手法構築	中間目標の見直し
c 水処理二次廃棄物等	水処理二次廃棄物の固化処理方法の決定/施設整備計画具体化	固化処理方針策定に伴い目標変更

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

固形状の放射性物質：優先して取り組むべきリスク低減に向けた分野



※ 灰色の文字にて示す箇所は、既に終了した事項。

a. 建屋解体物等
(解体モデルケース検討)

- 解体モデルケース検討は、建屋解体に伴い発生する廃棄物の観点から合理的な建屋解体手法の整備を行うものである。発生量が膨大なコンクリートに着目し、3・4号機Rw/Bを対象に建屋解体に関する一連の試験検討を行い、その成果に基づき一般化した手法としてとりまとめる。
- 合理的な建屋解体を行うためには、建屋の汚染状態の推定が重要となる。コンクリート汚染に関する文献調査、試験、分析（汚染状態調査）により、コンクリートの汚染状態の評価方法を構築する。コンクリート中への核種の浸透挙動の評価を行うため、建屋からコンクリートコアを採取し、深さ方向の放射能濃度の分布の測定を行う。
- 2028年度までに3・4号機Rw/Bを対象とした試験検討結果に基づき、建屋解体手法を一旦とりまとめる。2029～2033年度に、より多くの追加分析データの蓄積を進め、多様な条件の実建屋への適用に向けた信頼性向上・精度向上を図っていく。

表 建屋解体物等のリスクマップ目標に対する検討工程

分析データ必要

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
検討工程	建屋の汚染評価手法の検討		ブラッシュアップ (高線量領域等)								
	↓										
	建屋解体に関する試験検討 (3・4号機Rw/B対象)										
	↓				建屋解体手法の整備 (暫定版)				建屋解体手法の整備 (ブラッシュアップ)		
			建屋解体手法の構築 (成果の一般化)		追加分析データ取得 (試験的な建屋解体等) 建屋解体手法のブラッシュアップ					実際の建屋解体への 適用 (適宜)	

リスクマップ対応(Ⅰ)

リスクマップ対応(Ⅱ)

1. 文献調査

- 国内外の文献調査により、コンクリートの汚染分布・汚染機構に関する知見を収集を実施。
- 汚染に対する影響因子を抽出。汚染状態調査計画、試験計画に反映。

調査に基づき抽出した主要な影響因子

a) ウェザリング影響	b) 滞留水接触
c) 地下水接触	d) 塗装・保護層
e) 飛散防止材	f) 亀裂
g) 炭酸化・溶脱	h) 骨材・結合材組成

2. 汚染状態調査（試料採取・分析）

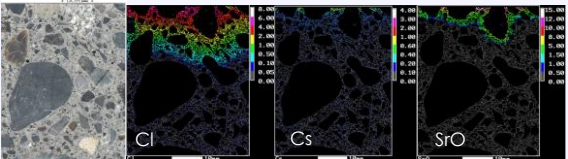
- 汚染に対する影響因子を踏まえた試料採取・分析計画を策定し、1F建屋の汚染分布・汚染機構に関する分析データを蓄積。



コンクリートコアの採取・分析

3. 試験

- コンクリート汚染に関する試験を実施（これまでコンクリート浸透試験、粗骨材への核種吸着試験等を実施）



試験の例（コンクリート浸透試験）

文献調査結果

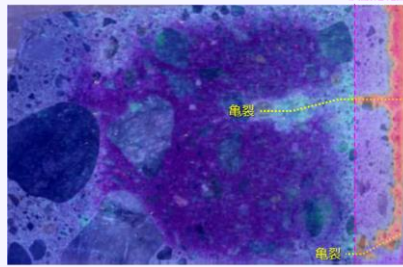
分析データ

試験結果

4. 汚染評価手法の構築

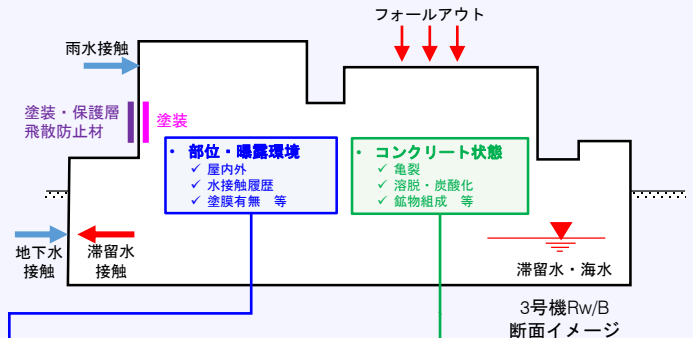
- 文献調査結果、分析データ、試験結果より、建屋の部位・曝露環境及びコンクリートの状態（鉱物組成、劣化状態等）と汚染分布・汚染機構について体系的に整理を行う。
- 建屋の部位毎の環境・状況に合わせた汚染状態の推定方法の構築**を行う。

汚染分布・汚染機構の体系的整理



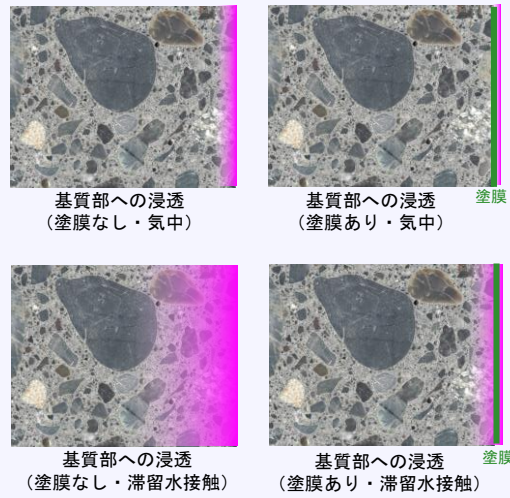
炭酸化範囲
亀裂

部位の条件に合わせた汚染状態の推定方法の構築



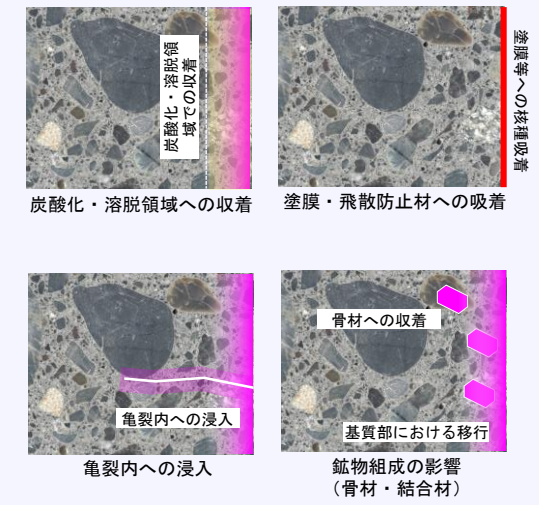
雨水接触
塗装・保護層
飛散防止材
塗装
部位・曝露環境
✓ 屋内外
✓ 水接触履歴
✓ 塗膜有無 等
コンクリート状態
✓ 亀裂
✓ 溶脱・炭酸化
✓ 鉱物組成 等
フォールアウト
滞留水・海水
3号機Rw/B 断面イメージ
滞留水接触
地下水接触

部位・曝露環境の影響（イメージ）



基質部への浸透（塗膜なし・気中）
基質部への浸透（塗膜あり・気中）
塗膜
基質部への浸透（塗膜なし・滞留水接触）
基質部への浸透（塗膜あり・滞留水接触）
塗膜

コンクリートの状態の影響（イメージ）



炭酸化・溶脱領域への吸着
塗膜・飛散防止材への吸着
炭酸化・溶脱領域での吸着
骨材への吸着
基質部における移行
亀裂内への浸入
亀裂内への浸入

図 建屋の汚染評価手法の構築の検討手順

- 汚染状態に影響する条件の組合せをパターン化し（下表参照），文献調査及び分析結果に基づきパターン毎に汚染機構の整理及び汚染状態の評価方法の検討を行う。
- 試料採取・分析はパターンに対して網羅的に実施するものとし，コンクリートコアを採取して深さ方向に分割して分析を行う。
- 2024年度に分析における着目点を抽出しており，分析による確認を進めていく。

表 評価ケースの設定(条件の組み合わせ)

部位		×	塗装		×	環境条件		×	その他	
1	建屋 外壁		地上部	A		塗膜・保護層あり	(i)		乾燥	・亀裂 ・炭酸化・中性化 ・飛散防止材 ・汚染経路（フォールアウト，エアロゾル，滞留水，震災前汚染等） ・乾湿繰り返し ・その他の影響因子
2							地下部		(ii)	
3	建屋内壁		B	塗膜・保護層なし		(iii)			雨水接触	
						(iv)	滞留水接触			
				(v)	地下水接触					

表 建屋汚染調査（分析）における主な着目点

分類	着目点
採取位置 曝露環境	• 雨水接触による放射能濃度及び核種濃度比の変化の傾向 • 滞留水との接触条件（放射能濃度・接触時間等）と核種毎の浸透深さの関係 • 乾湿を繰り返した場合の核種毎の浸透深さの関係
表面状態	• 塗装・保護層による核種浸透抑制効果の確認 • 塗装・保護層及び飛散防止材への核種吸着の確認 • 飛散防止材による雨水による核種移行抑制効果の確認，核種濃度比の変化の傾向確認
性状・ 劣化状態	• 亀裂内での核種毎の分布傾向の確認 • 炭酸化，溶脱領域における核種毎の浸透深さ（分布）の確認 • 粗骨材への核種吸着状況の確認 • 細骨材，結合材の組成の違いによる核種浸透挙動への影響確認

- ・ 建屋からの試料採取状況を下表に整理した。2025年度は3・4号機Rw/Bを中心に、コンクリートコア、はつり試料の採取を行った。
- ・ 地上部については、設定したパターンに対して網羅的に試料採取を進めることができる。
- ・ 地下部については、滞留水接触により作業環境の空間線量率が高いことから、試料採取の方法を検討中である。

表 建屋からの試料採取状況

位置 (建屋部位)		条件						試料採取数 () は2025年度採取数	
		採取位置 (曝露環境)			表面状態		劣化状態	コンクリートコア	はつり
		雨水接触	滞留水接触	地下水接触	塗装・保護層	飛散防止材	亀裂		
地上部	外壁	○						6	1
		○					○	4 (4)	2 (2)
		○			○			23	7
		○			○		○	2	
		○				○		2	
		○				○	○	2	1
		○			○	○		3	1
		○			○	○	○	2	
	建屋内							15 (6)	8 (3)
							○	6 (4)	2 (2)
					○			18 (4)	8 (2)
					○		○	6 (4)	3 (2)
地下部	外壁			○					
				○			○		
	建屋内		○					1	
			○				○		
			○		○			3	
			○		○		○		

建屋解体物に対する分析計画（分析ニーズ及び考え方）

- 解体モデルケース検討の工程に対応した期間毎の分析ニーズ及び考え方を下表に整理した。

表 建屋解体物等のリスクマップ検討工程（上段）に対する分析ニーズ（下段）

分析データ必要

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
検討工程	建屋の汚染評価手法の検討		ブラッシュアップ (高線量領域等)									
	建屋解体に関する試検討 (3・4号機Rw/B対象)											
	↓				建屋解体手法の整備 (暫定版)				建屋解体手法の整備 (ブラッシュアップ)			
	建屋解体手法の構築 (成果の一般化)				追加分析データ取得 (試験的な建屋解体等) 建屋解体手法のブラッシュアップ					実際の建屋解体への適用 (適宜)		
分析ニーズ	建屋コンクリート地上階				継続取得→解体手法のブラッシュアップ・エビデンス強化							
	建屋コンクリート地下階				継続取得→解体手法のブラッシュアップ・エビデンス強化							
					総合分析施設運転開始 →				将来の建屋解体に向けた汚染調査			
考え方	- 建屋状態をパターン化し、パターン毎の汚染機構・汚染状態の確認・評価を目的とした試料採取・分析を進める。 - 分析は建屋から採取したコンクリートコア及びはつり試料を対象に実施する。汚染浸透状況を確認するため、コンクリートコアは深さ方向に分割して分析を行う。 3・4号機Rw/Bを優先して実施する。まずは試料採取が容易な地上階を先行させ、汚染レベルの高い地下階に対象をシフトさせていく。				- 実際の建屋解体への適用に向け、建屋汚染に関する取得データを継続的に取得し、建屋解体手法のブラッシュアップ、技術的エビデンスの補強を進める。 - 東京電力総合分析施設運転開始後に、調査対象とする建屋の範囲を拡大する (1～4号機R/B・T/B対象)。					定常的な分析のみ継続実施と仮定。		

2025年度版からの主な変更点

- ・ 解体モデルケース検討状況等を踏まえた分析数の調整
- ・ 東京電力総合分析施設の整備計画の反映
- ・ 直近（2026年度）の作業計画の具体化に伴う調整
- ・ 2034年度以降の分析数の見直し（2033年度分析数のリポート設定としていたため）

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
分析ニーズ	・ 建屋状態18パターン×コア5分割+αで、約100試料の分析を想定				・ 建屋全体を階層・方角で区画し、区画毎に一定の分析数を仮定							
	建屋コンクリート地上階				継続取得→解体手法のブラッシュアップ・エビデンス強化							
	建屋コンクリート地下階				継続取得→解体手法のブラッシュアップ・エビデンス強化							
					将来の建屋解体に向けた汚染調査							
	・ 総合分析施設運転開始から、建屋汚染調査について、1～4号機を加速											

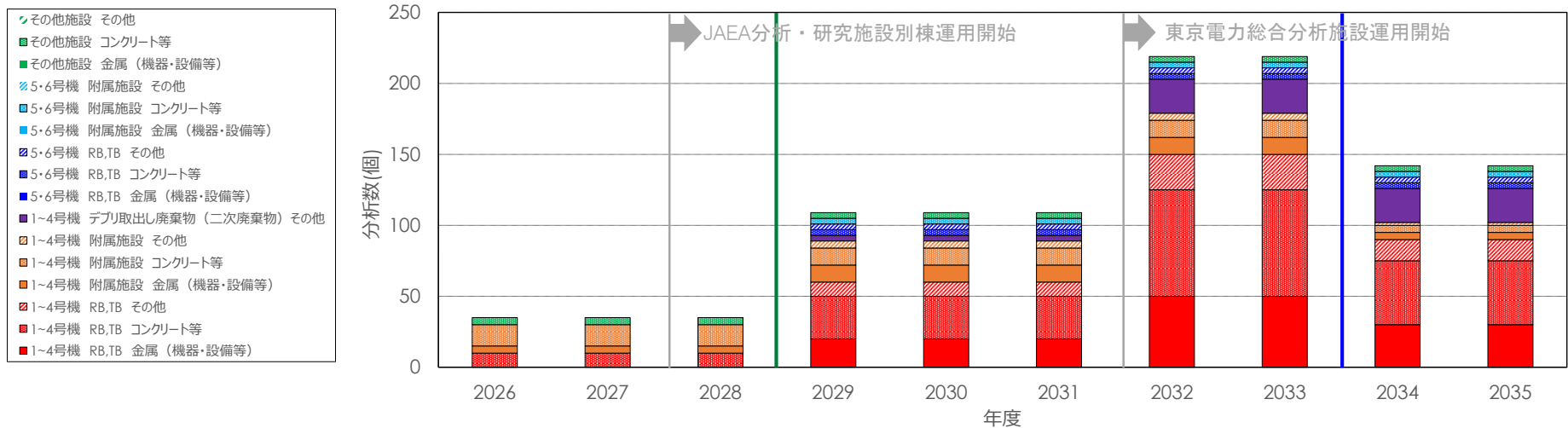


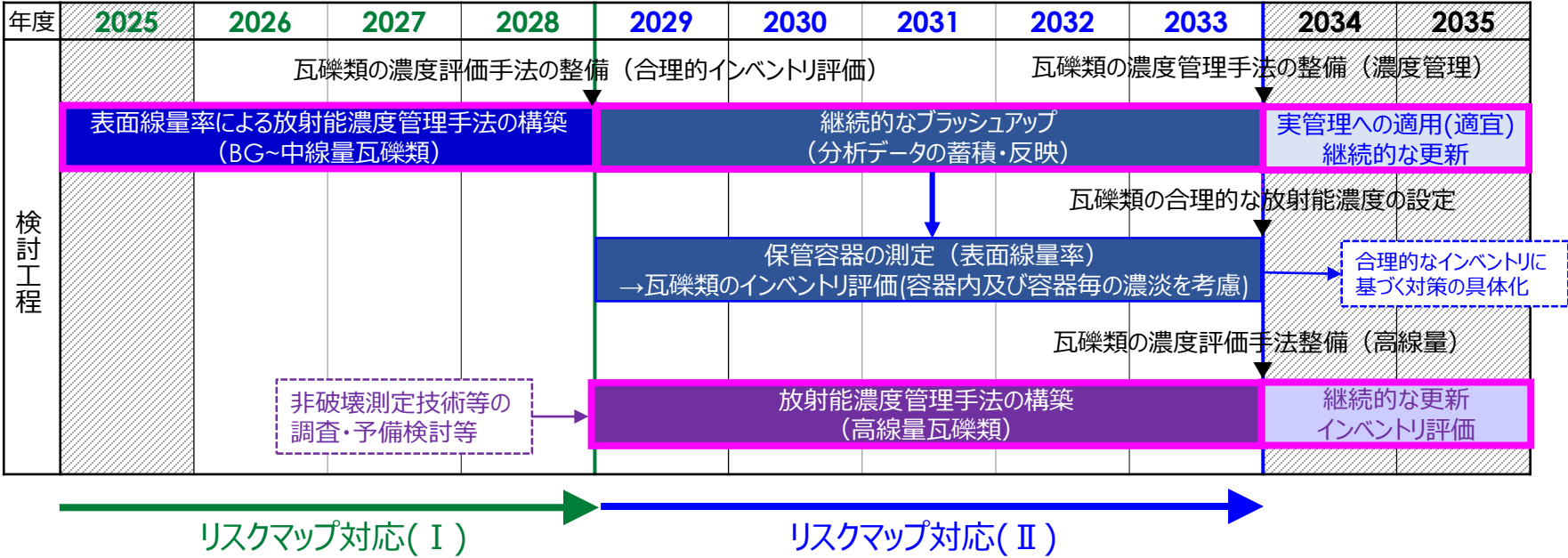
図 建屋解体物に関する分析計画（年度展開）

b. 瓦礫類等
(瓦礫類の放射能濃度管理手法構築)

- 瓦礫類の放射能濃度管理手法の構築では、保管容器に収納された既発生の瓦礫類を対象に、容器の表面線量率から瓦礫類の放射能濃度を評価・管理する手法の構築を行うものである。
- 容器の表面線量率からCs-137濃度を推定し、Cs-137をキー核種とした核種濃度比の評価により、他の核種の放射能濃度を推定する。分析データは、主に「Cs-137をキー核種とした核種濃度比の評価」において必要となる。
- 2028年度まではBG～中線量の瓦礫類（屋外一時保管対象）を対象に、瓦礫類の合理的な放射能濃度の設定を目的とした評価手法の構築を目指す。2029年度以降は、個体毎の濃度管理への適用を念頭に、継続的な分析データの蓄積によるブラッシュアップを行う。
- 高線量瓦礫類の分析は2029年度以降に着手する想定とした。個体差が大きいことが予想されることから、非破壊測定技術の適用を念頭に検討を進める。

表 瓦礫類のリスクマップ目標に対する検討工程

分析データ必要



1. 表面線量率によるCs-137濃度評価手法の検討

- 保管容器内に収納された瓦礫類をモデル化した数値解析により、表面線量率-Cs-137濃度の関係式を導出する。
- 容器への収納状況、汚染分布等の様々なバラツキ・不均一性の影響を評価し、合理的かつ保守的な濃度評価方法を検討する。

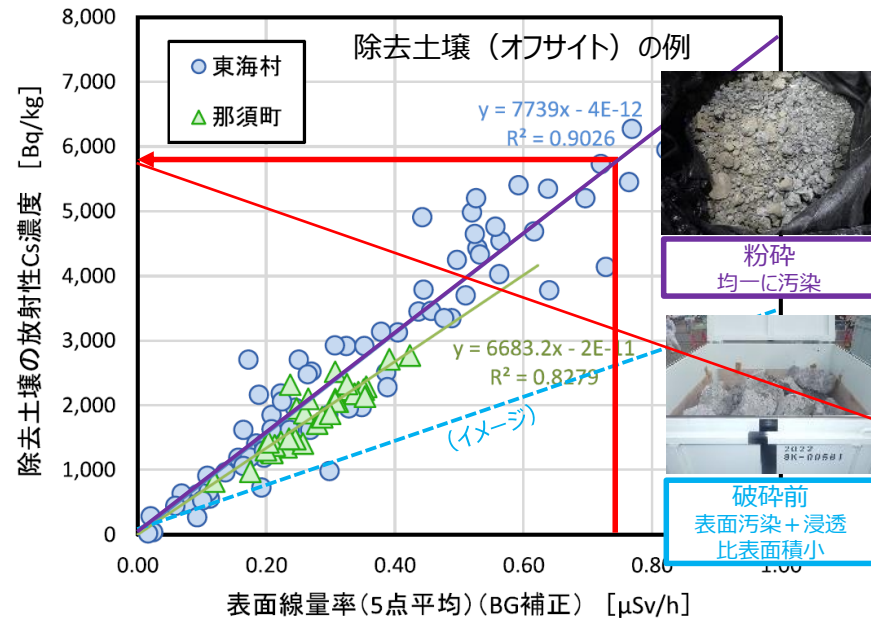


図 表面線量率-Cs-137濃度の関係(イメージ)

表面線量率測定による放射能濃度の推計について
(環境省環境再生・資源循環局,2020) より抜粋・加工

2. Cs-137と他核種の放射能濃度比の整理

- Cs-137以外の核種の放射能濃度を推定するため、分析データに基づきCs-137をキー核種とした核種濃度比を整理する。
- 試料採取・分析を進め、分析データに基づき汚染傾向の類似性によるグルーピング及び核種毎の濃度評価方法の検討を行う。
- なお、構築した濃度評価方法は、継続的に分析データ収集を進め精度向上を図っていく。

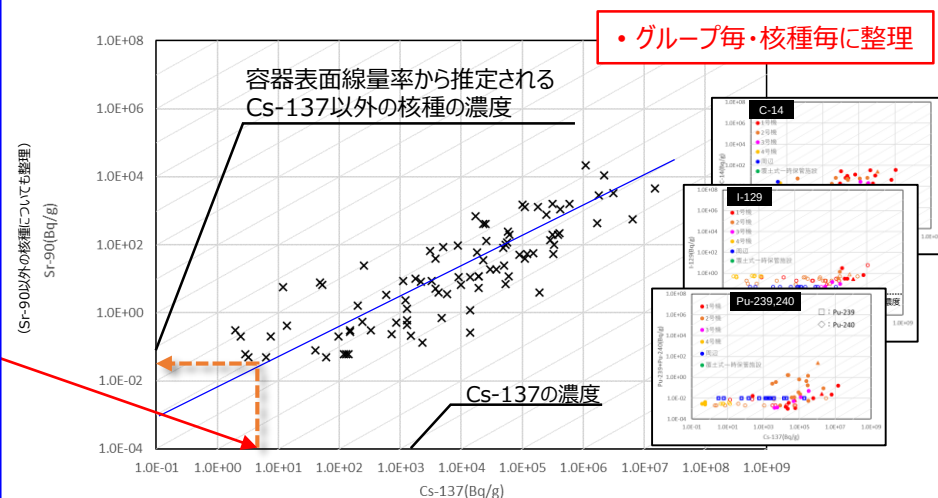


図 Cs-137濃度-Sr-90濃度の関係(イメージ)

3. 表面線量率による放射能濃度管理手法の構築

- 表面線量率から保管容器内の瓦礫類の放射能濃度(放射能量)を推定する手法を構築する。
- 予備的安全評価に基づき、安全確保の観点から許容可能なバラツキ・不均一性の検討を行う。
- 表面線量率の具体的な測定方法・手順の具体化を図る。

- 分析データに基づき、評価対象核種（目標30核種／優先10核種）のCs-137をキー核種とした核種濃度比を評価する（瓦礫類の分析データに加え、建屋解体物の分析データも統合）。
- 一部の核種について検出下限値が十分でない可能性があることから、当面の対応として低濃度領域については高濃度側からの外挿により評価を行う。
- 建屋解体物の分析データの有効活用及び瓦礫類の種類・状態の多様性に起因する不確かさの幅の低減を図るため、コンクリートを対象とした評価を先行させる。

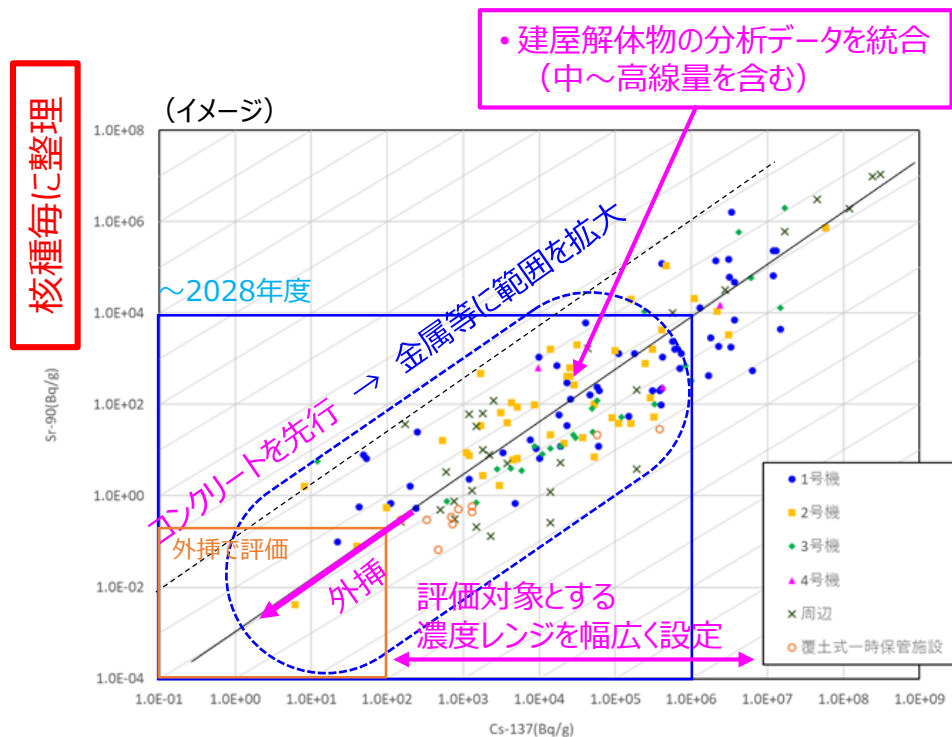


図 Cs-137をキー核種とした核種濃度比の評価

核種濃度比の評価について（分析データの取得状況）

- コンクリートの分析結果について、Cs-137に対する核種濃度比として整理したグラフを下図に示す（Cl-36は全データNDであったため省略）。青が2025年度、緑が2024年度取得したデータである（2026/3/23時点の公開データに基づく整理であり、2025年度取得分は今後更に追加予定）。
- 2024・2025年度に取得したデータについては、Cs-137に対するSr-90濃度のバラツキが小さく、良い相関を示している。
- 全体的に検出下限値以下のデータが多く、核種濃度比の評価に対して有効なデータが少ない。安全評価において線量寄与率の高い核種については、検出下限値の改善が望ましい。

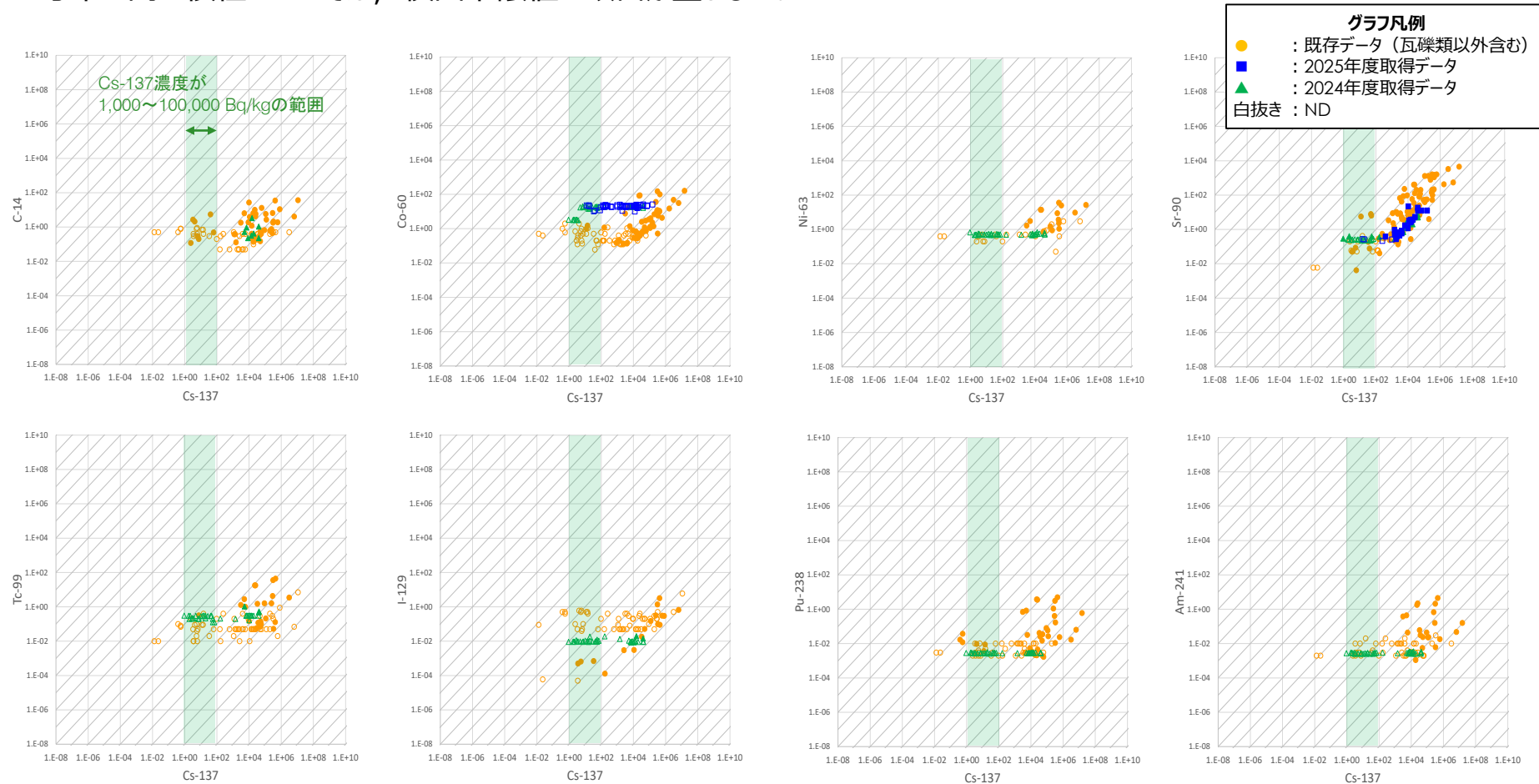


図 8 コンクリートの分析結果（核種濃度比）

単位：Bq/g （一部、Bq/cm³混在）

瓦礫類に対する分析計画（分析ニーズ及び考え方）

- 瓦礫類の放射能濃度管理手法の構築の工程に対応した期間毎の分析ニーズ及び考え方を下表に整理した。

表 瓦礫類等のリスクマップ検討工程（上段）に対する分析ニーズ（下段）

分析データ必要

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
検討工程			瓦礫類の濃度評価手法の整備（合理的インベントリ評価）				瓦礫類の濃度管理手法の整備（濃度管理）				
	表面線量率による放射能濃度管理手法の構築（BG～中線量瓦礫類）				継続的なブラッシュアップ（分析データの蓄積・反映）				実管理への適用(適宜) 継続的な更新		
									瓦礫類の合理的な放射能濃度の設定		
					保管容器の測定（表面線量率） →瓦礫類のインベントリ評価(容器内及び容器毎の濃度を考慮)				合理的なインベントリに基づく対策の具体化		
									瓦礫類の濃度評価手法整備（高線量）		
			非破壊測定技術等の調査・予備検討等		放射能濃度管理手法の構築（高線量瓦礫類）				継続的な更新 インベントリ評価		
分析ニーズ	コンクリート			(継続取得：バラツキ・不均一性等に関するデータ拡充)							
	金属・その他材料				(継続取得：バラツキ・不均一性等に関するデータ拡充)						
					高線量瓦礫類					(継続取得)	
考え方	・ 2028年度に瓦礫類の濃度評価手法（高線量除く）の整備を目指し、核種濃度比の評価を目的とした分析データの蓄積を進める。 ・ 建屋解体物と分析データ統合を念頭に、まずはコンクリートの分析を先行させ、他材料へ対象を拡大していく。				・ 2029～2033年度は、瓦礫類の合理的な放射能濃度の設定を目指して構築した手法を用いた瓦礫類のインベントリ評価を進めるとともに、並行して保管容器毎の放射能濃度管理への適用を想定した評価手法のブラッシュアップを継続する。 ・ 高線量瓦礫類の分析を開始する。個体差が大きい可能性があることを勘案し、非破壊測定技術の適用を念頭に分析計画を策定する。					・ 定常分析のみ考慮。実務を通して、試料採取・分析→手法のブラッシュアップを継続する。	

2025年度版からの主な変更点

- ・ 瓦礫類の放射能濃度評価手法の検討状況等を踏まえた分析数の調整
- ・ 直近（2026年度）の作業計画の具体化に伴う調整
- ・ 2034年度以降の分析数の変更（2033年度分析数のリポートの見直し）

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
分析ニーズ	・コンクリートについて、4グループ想定×35試料×2（建屋解体物データ統合）=70試料（2028年度までの合計）を想定。				・2029年度以降は、核種濃度比の評価方法に関する根拠データの蓄積を図る。コンクリート・金属等ともに年間50試料程度の分析を想定。					(定常分析)	
	コンクリート			(継続取得：バラツキ・不均一性等に関するデータ拡充)							
	金属・その他材料				(継続取得：バラツキ・不均一性等に関するデータ拡充)						
	・金属等について、コンクリートと同程度の分析数を想定。				高線量瓦礫類					(継続取得)	
					・非破壊測定技術検証を目的に、年間4試料の分析・試料採取を想定（検証方法に応じて見直しを図る）。					(定常分析)	

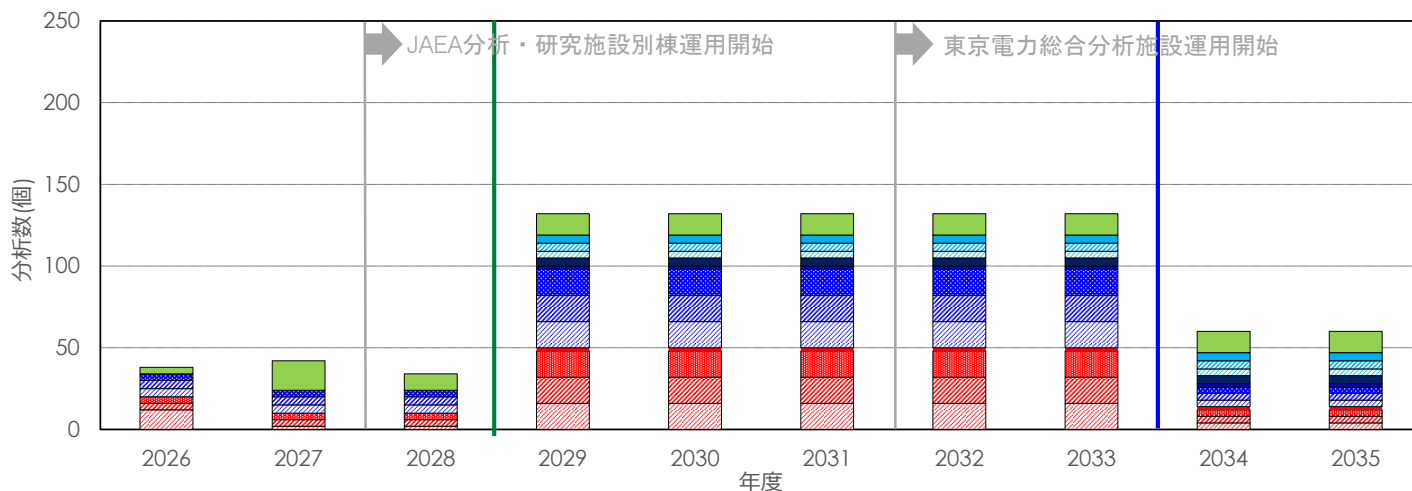
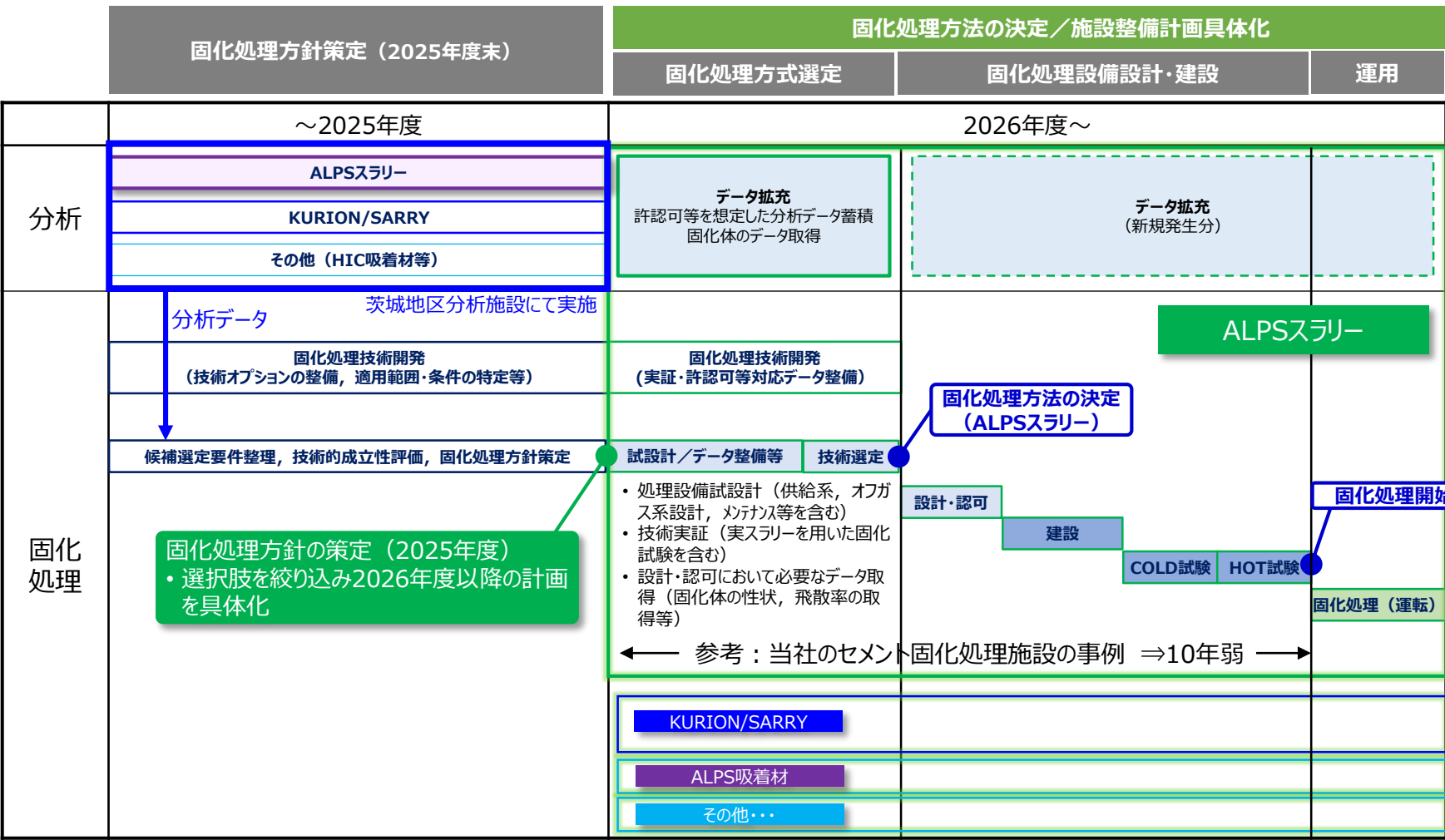


図 瓦礫類に関する分析計画（年度展開）

c.水処理二次廃棄物等
(固化処理方法の決定／施設整備計画具体化)

- 水処理二次廃棄物の固化処理方法の決定／施設整備計画具体化の検討工程は下図のとおり。
- 2025年度にALPSスラリーを中心とした水処理二次廃棄物の固化処理方針※を策定した。
- 今後、各廃棄物の固化処理方法の決定に必要な分析データの取得を進めるとともに、ALPSスラリーについては施設整備計画の具体化に向けた分析データの整備を進めていく。



- 分析結果に基づく主要な水処理二次廃棄物の放射能濃度分布について、下図に示した。
- 浅地中ピット処分と中深度処分の境界付近に位置する廃棄物が多く、必要な処分深度は処理方法に依存する可能性がある。
- 廃棄物性状に対して合理的な固化処理方法を設定するにあたっては、放射能濃度のバラツキを含めた分析データの拡充が必要である。

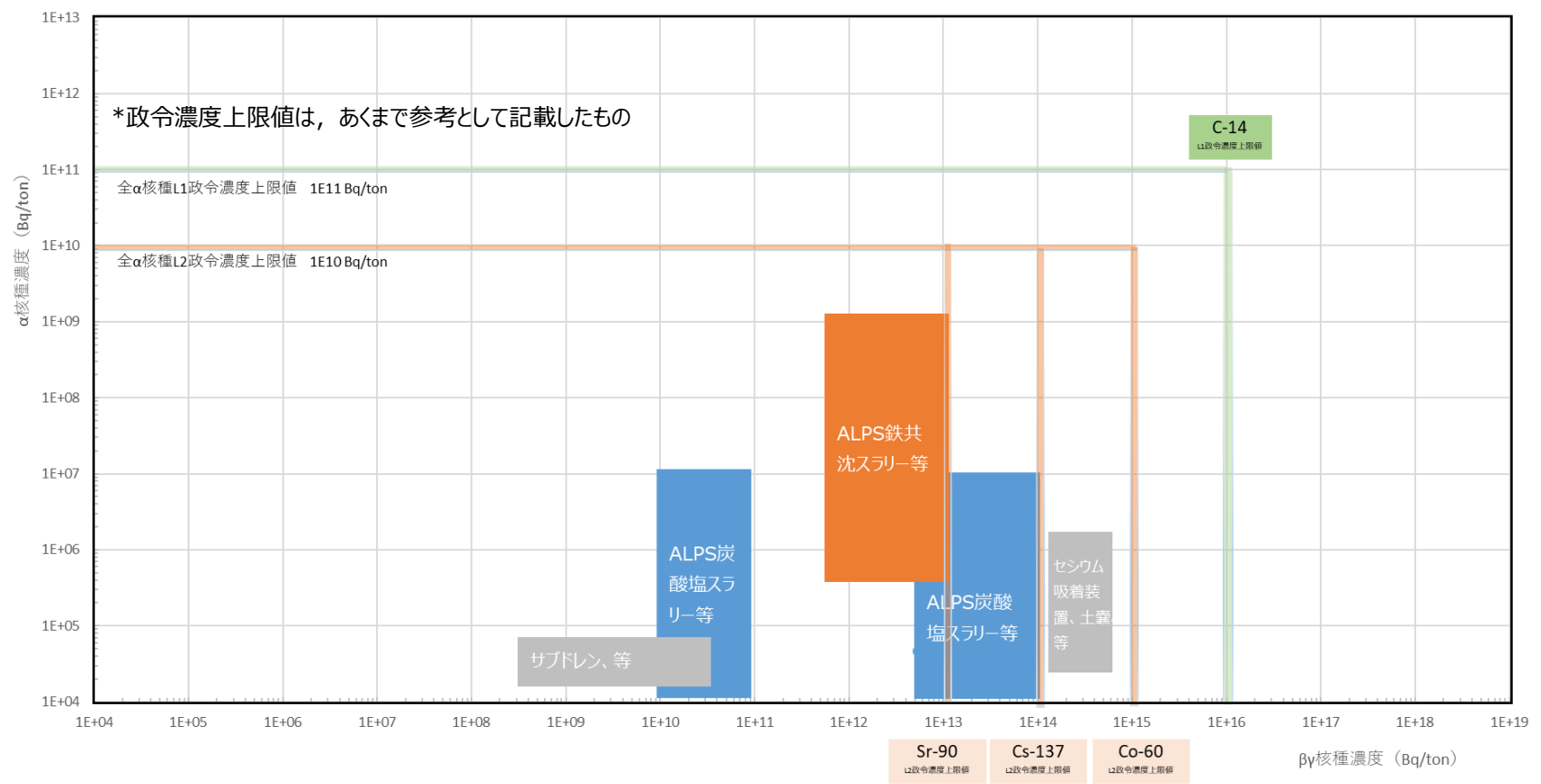


図 主要な水処理二次廃棄物の放射能濃度分布

固化処理方針の検討（化学組成に関する分析）

- ・ 固化処理方針策定における分析結果に基づく化学組成に関する評価結果を下表に示す。
- ・ ALPSスラリーに関しては、化学組成が問題となる可能性が低いことを確認した。
- ・ 他の水処理二次廃棄物については、今後、分析による化学的性状の把握・評価が必要である。

表 分析結果を踏まえた固化処理への影響評価（化学組成1/2）

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）		
		固化中の水素発生など ^{*1}	固化後の機械的強度の低下	固化後の水素発生 ^{*1}
除染装置スラッジ	約37m ³	（要確認）	（要確認）	（要確認）
土壌（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	養生中の影響が懸念される	低下がないと言い切れない	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）	（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	問題は生じないと推定される	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	問題は生じないと推定される	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）	（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）
^{*1} 水素発生量は自由水量の吸着塔毎として推定できる見通しが、（要確認）セメントペースト、モルタル、コンクリートのいずれでも得られているとの報告がある。（要確認）				

出典：日本原子力学会ウィークリーセミナー第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ツ 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

表 分析結果を踏まえた固化処理への影響評価（化学組成2/2）

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）
土壌（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	常温固化が難しい可能性を否定できない	常温固化が難しい可能性を否定できない	（温固化が難しい可能性を否定できない）
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	問題は認められない（更に分析確認）	問題は認められない（更に分析確認）	問題は認められない（更に分析確認）
ALPSスラリー（炭酸塩）	HIC約2,000本	問題は認められない（更に分析確認）	問題は認められない（更に分析確認）	問題は認められない（更に分析確認）
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）

水処理二次廃棄物に対する分析計画（分析ニーズ及び考え方） TEPCO

・ 解体モデルケース検討の工程に対応した期間毎の分析ニーズ及び考え方を，下表に整理した。

表 水処理二次廃棄物のリスクマップ検討工程（上段）に対する分析ニーズ（下段

分析データ必要

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
検討工程	ALPSスラリー										
	固化処理方針の策定		固化処理方法の決定（ストリーム構築）								
	固化処理方針検討	固化処理方法の検討（ストリーム構築等）			詳細な技術的検討，試設計等					実機整備に向けた対応	
	その他の水処理二次廃棄物										
	固化処理方針の策定				固化処理方法の決定（ストリーム構築）						
	固化処理方針検討	固化処理方法の検討（ストリーム構築等）								技術的検討，試設計	
分析ニーズ	ALPSスラリー										
					▼ALPSスラリー脱水開始（2030年度以降）						
	ALPSスラリー（主にHICからの採取・分析）					ALPSスラリー（主に安定化設備からの採取・分析）					
考え方	・ 固化処理候補技術の絞り込み，処理設備等の概念検討などに必要となる分析を中心に実施する。				・ 許認可対応，設備設計等に向けて分析データの拡充を図る。 ・ 固化体の核種濃度決定，物理的・化学的性状の評価など，前処理に伴う核種濃度などの変化を評価できる分析も実施。					・ 実設備の整備に向けて，継続的に分析を実施	
分析ニーズ	その他の水処理二次廃棄物										
			▼ゼオライト土壌容器封入作業開始（2027年度後半）								
			▼除染装置スラッジ回収開始（2028年度以降）								
	その他の水処理二次廃棄物										
考え方	・ 固化処理候補技術の絞り込み，処理設備等の概念検討などに必要となる分析を中心に実施する。 ・ 試料採取・分析は，廃棄物毎の作業・工事計画等を踏まえて合理的なタイミングで分析試料を採取し，分析を実施する。									・ 実設備の整備に向けて，継続的に分析を実施	

水処理二次廃棄物等に対する分析計画（分析数）

2025年度版からの主な変更点

- 2025年度版の分析計画から大きな変更はなし
- 直近（2026年度）の作業計画の具体化に伴う調整

年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
分析ニーズ	・既設ALPS炭酸塩、既設ALPS鉄共沈、増設ALPS炭酸塩について、それぞれ年間4試料を想定。				・既設ALPS炭酸塩、既設ALPS鉄共沈、増設ALPS炭酸塩について、それぞれ年間8試料を想定。 ・脱水処理開始後は、処理ラインからの試料採取に切り替える。							
										(継続分析)		
						▼ALPSスラリー脱水開始（2030年度以降）						
	ALPSスラリー（主にHICからの採取・分析）					ALPSスラリー（主に安定化設備からの採取・分析）						
	・廃棄物毎に、物量、想定放射能濃度、試料採取の容易性、合理的な試料採取のタイミング等を踏まえて個別に設定。										(継続分析)	
						▼ゼオライト土嚢容器封入作業開始（2027年度後半） ▼除染装置スラッジ回収開始（2028年度以降）						
	その他の水処理二次廃棄物											

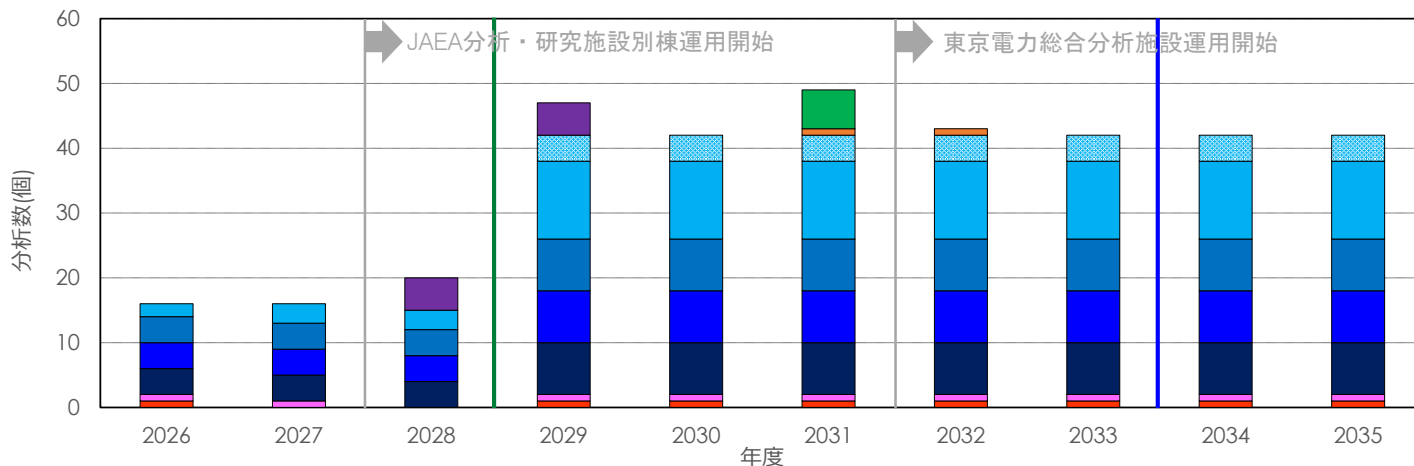
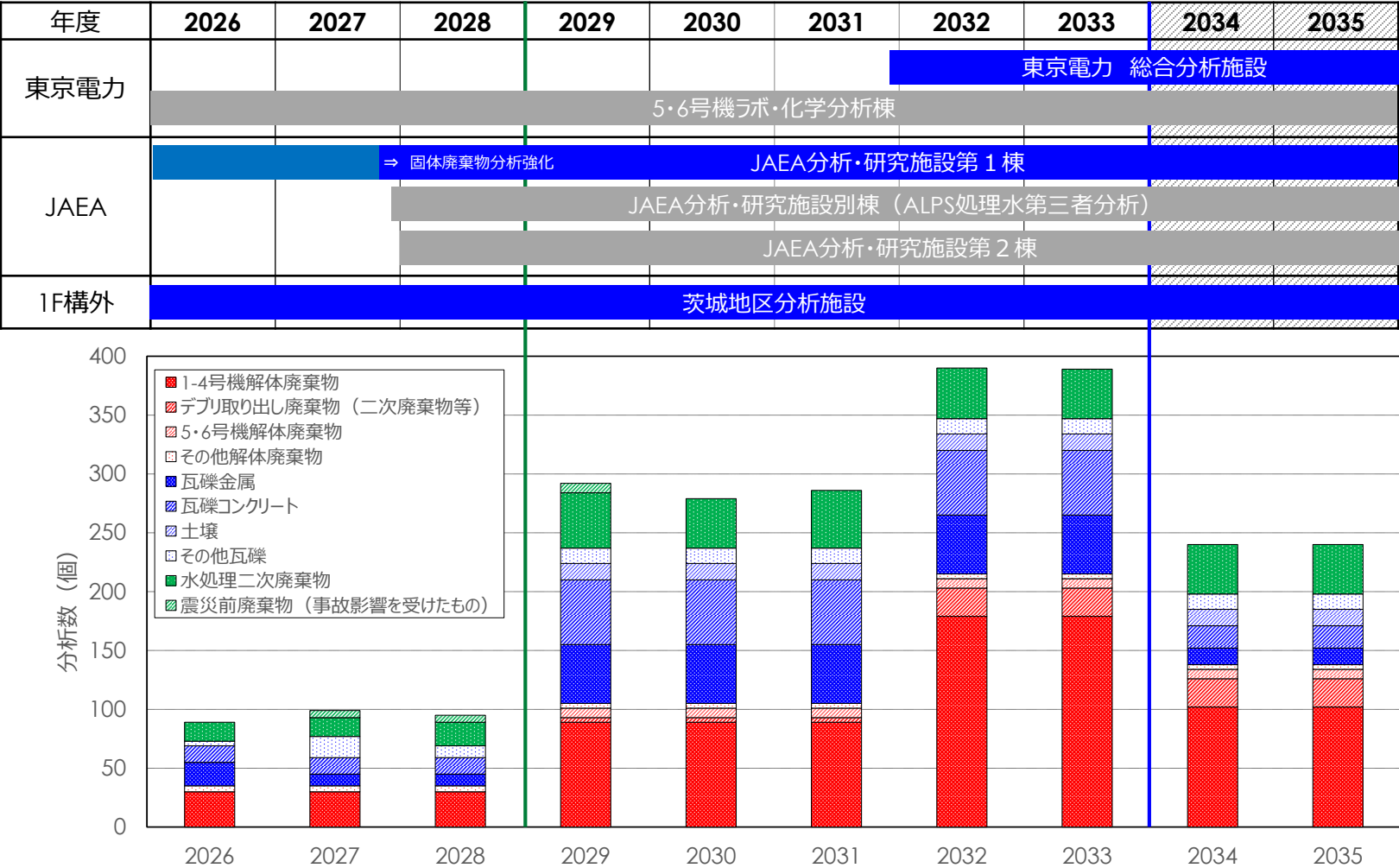


図 水処理二次廃棄物等に関する分析計画（年度展開）

分析計画（全体）

- 2026～2035年度の分析数の年度展開を下図に示す。
- 2034年度以降は分析数に余力があるが、デブリ取り出し準備工事関連等の分析に割り充てていく。今後、工事計画の具体化に合わせて分析数を設定し、分析計画を更新する。



- 固体廃棄物の分析に係る主な課題・対応方針を下記に整理する。

表 固体廃棄物の分析に係る主な課題・対応方針

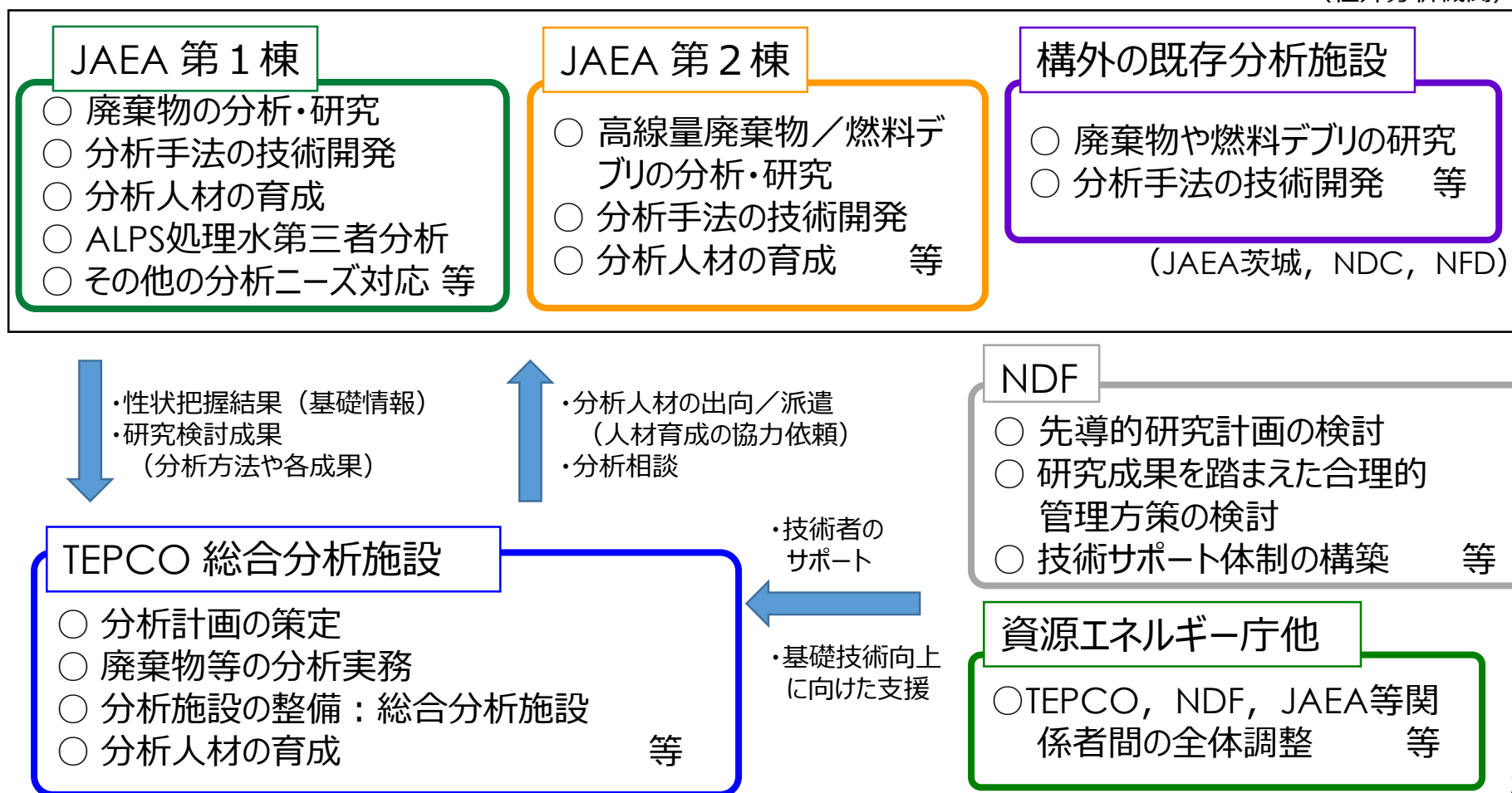
課題	課題内容	対応方針
分析試料の加工・採取 設備の確保	• 分析試料の切断・分割等の加工は、1 F 構内に分析試料加工のための施設・設備を有していないため、採取作業の延長として個別対応としている。 • 処理手順が規定されていないため、分析試料としての品質の問題が懸念される。 • 高線量の試料の加工について、対応できない可能性がある。	• 試料加工（コンクリートコア等）のための作業エリア確保、設備・機材の調達 • 試料加工（コンクリートコア等）に関する手順書等の整備 • JAEA分析・研究施設第一棟のパネルハウスの利用
高線量エリアからの 試料採取	• 滞留水に接触した建屋地下階、事故炉原子炉領域周辺など領域から試料採取について、作業員被ばくの問題から難易度が高く、試料の入手が難しい。 • 現状は、他の廃炉作業（工事）と連携して試料を入手している。	• 作業員の被ばく低減を念頭に置いた分析試料採取技術・手法の開発・検討 • 目的を踏まえた必要試料数の合理化 • NRAスミヤ試料の分析結果の活用（採取場所の絞り込み等）
比較的線量の高い試料の 分析能力の強化 （1mSv/h以上）	• 現在、表面線量率1mSv/h以上の試料の分析は茨城地区で行う必要があるため、分析数が制限されている。 • 茨城地区までの分析試料の構外輸送の負担が大きい。	• 東京電力総合分析施設、JAEA分析・研究施設第一棟による対応 • 目的を踏まえた必要試料数の合理化
検出下限値の改善	• 瓦礫類の多くの分析結果が検出下限値未満となっている。有効な分析結果を増やしたい。 • 特に安全評価において感度の高い核種については、より低い濃度の有効な分析データの整備が望ましい。	• 分析方法の改良 • AMS（加速器質量分析法）の適用
分析データの公開	• 一部の分析結果について、データ受領・公開まで長い時間を要しており、個別課題の検討にタイムリーに反映できていなかった。	• 調整により改善（2～3か月に短縮見込み）

分析体制の構築・強化について

廃棄物分析の体制について

- 分析体制の構築に一定の期間を要するため、当面の間、JAEA等の社外分析機関の協力を得ながら廃棄物分析を進める。
- NDFからの技術支援や資源エネルギー庁・JAEAによる育成支援を受けるなどオールジャパン体制で取り組んでいる。

(社外分析機関)



■東京電力の取り組み

- ①分析技術者：社外分析機関に派遣し、分析の実務を通じたOJTを通じて順次、育成中。2025年度から1F分析施設内で手順の検証ならびに反復訓練を開始する。
- ②分析管理者および③分析作業員：新規／キャリア採用等により、計画通り増員中。ALPS処理水の分析や、JAEA第1棟における廃棄物分析等の実務を通じた継続的な訓練により人材を育成中。

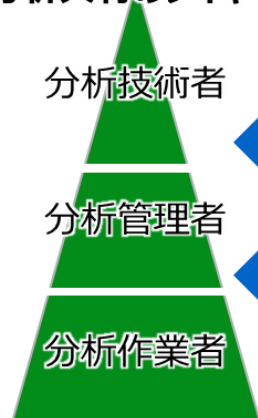
■JAEAの取り組み

- JAEA第1棟において分析人材（職員の分析管理者と請負の分析作業員）の育成を進めている。
- 中長期的な視点に基づき、大学などとの連携による分析技術ネットワークを形成し、新たな分析手法の開発とともに、それらを通じて若手人材を育成するなど、高度な人材育成に取り組んでいる。

■NDFの取り組み

- 東京電力の分析を技術面で支援するため、分析調整会議及び分析サポートチームの1つとして燃料デブリ分析の評価検討作業会を組織している。
- ISO規格に則った分析信頼性の確保のため、技量確認用試料の作製方法を検討中。

分析人材のレイヤー



役割・スキル

分析手順の策定

- 放射化学/計測原理の知識
- 物性・観察、保障措置の知識
- 線量評価の知識

育成・確保

作業監理と分析データ管理

- 調達管理/作業管理
- データ管理/品質管理

育成・確保

分析作業

- 分析手順の理解、設備/装置の操作スキル
- 放射線防護の知識

育成・確保、裾野を広げる

人材育成・確保に向けた取組

- 東京電力、JAEAと協力して作業計画、分析計画の策定
- 分析サポートチームの活用
- 研究開発の場に将来を担う若手の参加機会の拡充
- 東電分析候補者をJAEA大熊第1棟の研究開発へ派遣
- 分析サポートチームの活用
- 研究開発の場に将来を担う若手の参加機会の拡充
- 固形試料、高線量試料の分析トレーニング
- 分析作業員の教育研修

■ 東京電力の取り組み

- 廃棄物を対象とした総合分析施設の設計を検討中。2030年代前半の竣工を目指す。

■ JAEAの取り組み

- 燃料デブリ等を対象としたJAEA放射性物質分析・研究施設第2棟について，2025年3月末より建設工事中。2028年4月竣工に向けて建設工事を安全に進める。
- JAEA放射性物質分析・研究施設第1棟で実施しているALPS処理水の第三者分析を長期間安定的に実施するための施設としてJAEA放射性物質分析・研究施設別棟の設計を検討中。2027年度中の竣工を目指す。

JAEA第1棟
2022年6月竣工

JAEA第2棟
建設工事中（2025年3月～）



図 JAEA放射性物質分析・研究施設(イメージ)

その他，分析を着実に実施していくための枠組み整備

- 廃棄物の分析目的に応じた分析対象核種の設定など，具体的な分析業務への落とし込みを東京電力，JAEAが協力して行っており，分析計画やそれを踏まえたJAEAの業務計画の見直しに反映する予定。
- 2025年度以降の試料採取・分析を行う施設の確保，試料の輸送などに関わる工程全体の調整を実施。引き続き，分析と各廃炉作業との連携体制と機能の強化を行う。

以下，参考

参考：分析対象核種の抽出

分析対象核種の抽出

①放射線防護の対象

- ICRP Pub.107を参照し、**1252核種**を抽出

②半減期による除外

- 半減期 $T_{1/2} \geq 1\text{y}$ の**138核種**を抽出（半減期1年未満の核種を除外）

③既存文献に基づく抽出

- 既存の放射性廃棄物に関する文書（規制関連文書、事業許可申請書、技術レポート）において、重要核種・主要核種として挙げられた**38核種**を抽出

④補助事業における予備的安全評価

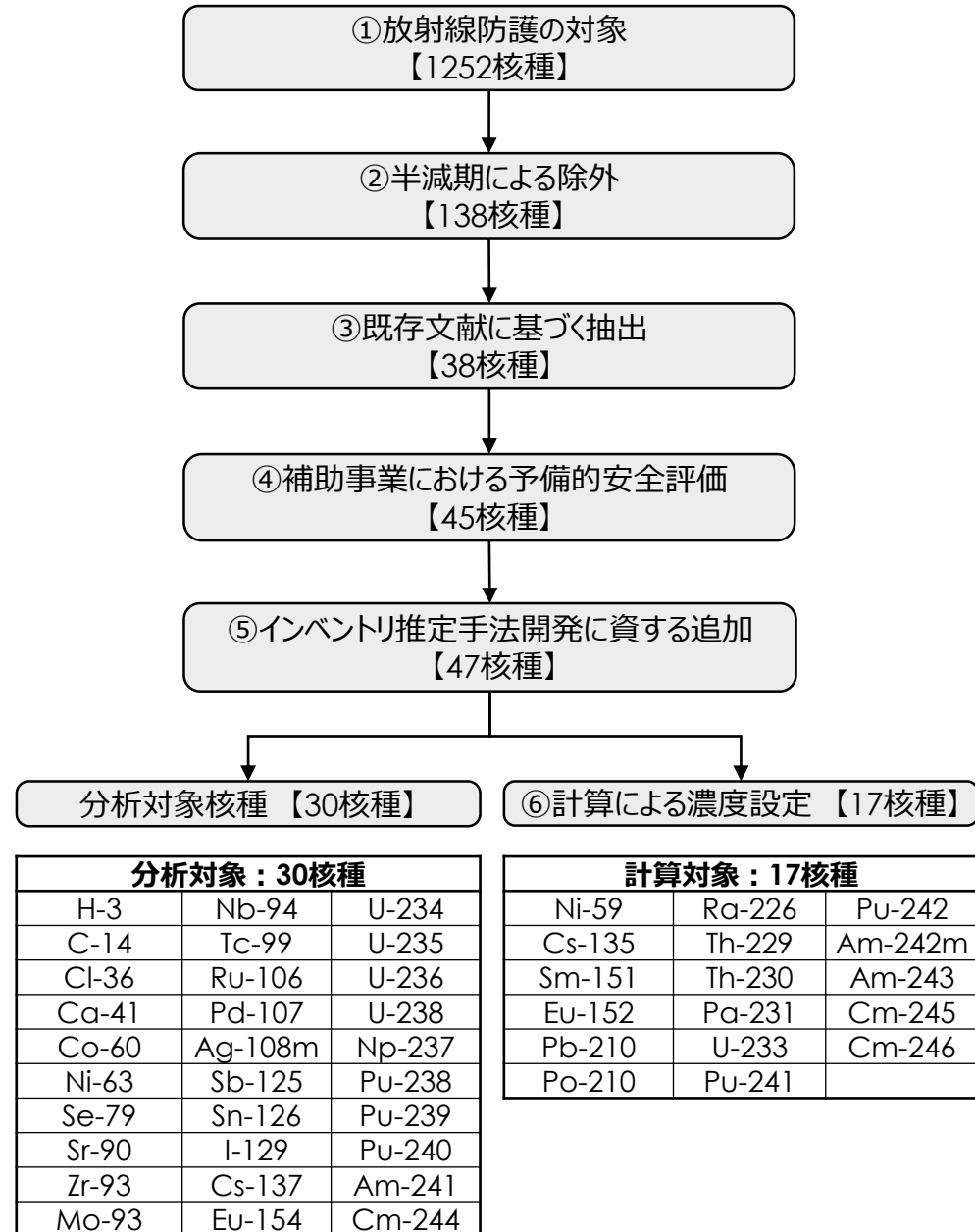
- 補助事業において実施された1F廃棄物に関する予備的安全評価結果（パラメータスタディ）を踏まえて**7核種**を追加し、**45核種**を抽出

⑤インベントリ推定手法開発に資する追加

- 核種移行挙動の評価を目的に、Csに次ぐ揮発性を有する γ 核種であるRu-106、Sb-125の**2核種**（移行挙動が確認しやすい核種）を追加し、**評価対象核種：47核種を選定**

⑥計算による濃度設定

- 同位体や平衡計算により推定可能な核種（17核種）は計算で対応するものとし、**分析対象核種：30核種を選定**



- JAEA分析・研究施設第一棟では、分析対象核種を5つのグループに分け、段階的に実施するものとしている（下表参照）。
- 分析の実績数は、グループDまで分析が到達したものをカウントした。

表 段階毎の分析対象核種

段階的に分析を実施

Gr.	分析対象核種	分析方法 (定量, 回収率測定)	備考
A	Co-60, Cs-137 , (Mn-54, Nb-94, Ru-106, Ag-108m, Sb-125, Eu-152, Eu-154)	γ線スペクトロメトリ	• 化学分離が不要。 • Cs-137による汚染程度(有無)の把握。 • Gr.B 以降の検出の可能性の判断に必須。
B	Sr-90	β線計測	• 試料を溶解し、溶液から化学分離して定量する。 • 試料全体の汚染レベルの把握。 • Gr.C 以降の検出の可能性の判断に必須。
C	Ni-63	β線計測	• 試料を溶解し、溶液から化学分離して定量する。 • 濃度が低いため長時間の測定が必要。 • 格納容器内からの影響の程度把握に必要。 • Gr.A～C の分析により試料の大まかな特徴が可能となると考え、Gr.D以降の核種の濃度レベルの推定に必要。
	U同位体	ICP-MS	
	Pu-238 , Pu-239+240, Am-241 , Cm-244	α線スペクトロメトリ	
D	Cl-36, Tc-99 , Ca-41	β線計測	• 試料を溶解し、溶液から化学分離して定量する。 • 単離方法が複雑であり、また、濃度が低いため長時間の測定が必要。
	Se-79, Zr-93, Mo-93, Pd-107, Sn-126, I-129 , Np-237	ICP-MS	
	Mn-54, Nb-94, Ru-106, Ag-108m, Sb-125, Eu-152, Eu-154	γ線スペクトロメトリ	
E	H-3, C-14	β線計測	• 揮発性の高さ、分離方法の複雑さから処理件数を多くするのが難しい核種。 • H-3 は瓦礫については優先度が低い。

以上