

特定原子力施設監視・評価検討会
(第117回)
資料 2 - 2

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（2025年度）

2025年4月30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。
- 2025年度版の分析計画の策定にあたっては、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及び特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合（以下、「1F技術会合」という）における議論の状況並びに最新の廃炉作業工程等を反映し、分析計画の更新を行った。また、これらのニーズに沿った分析を着実に進めるためには計画的・合理的な分析試料採取が重要であることから、試料採取に関する計画・実績や考え方についても整理した。

分析計画策定の範囲について

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（[2025～2034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。

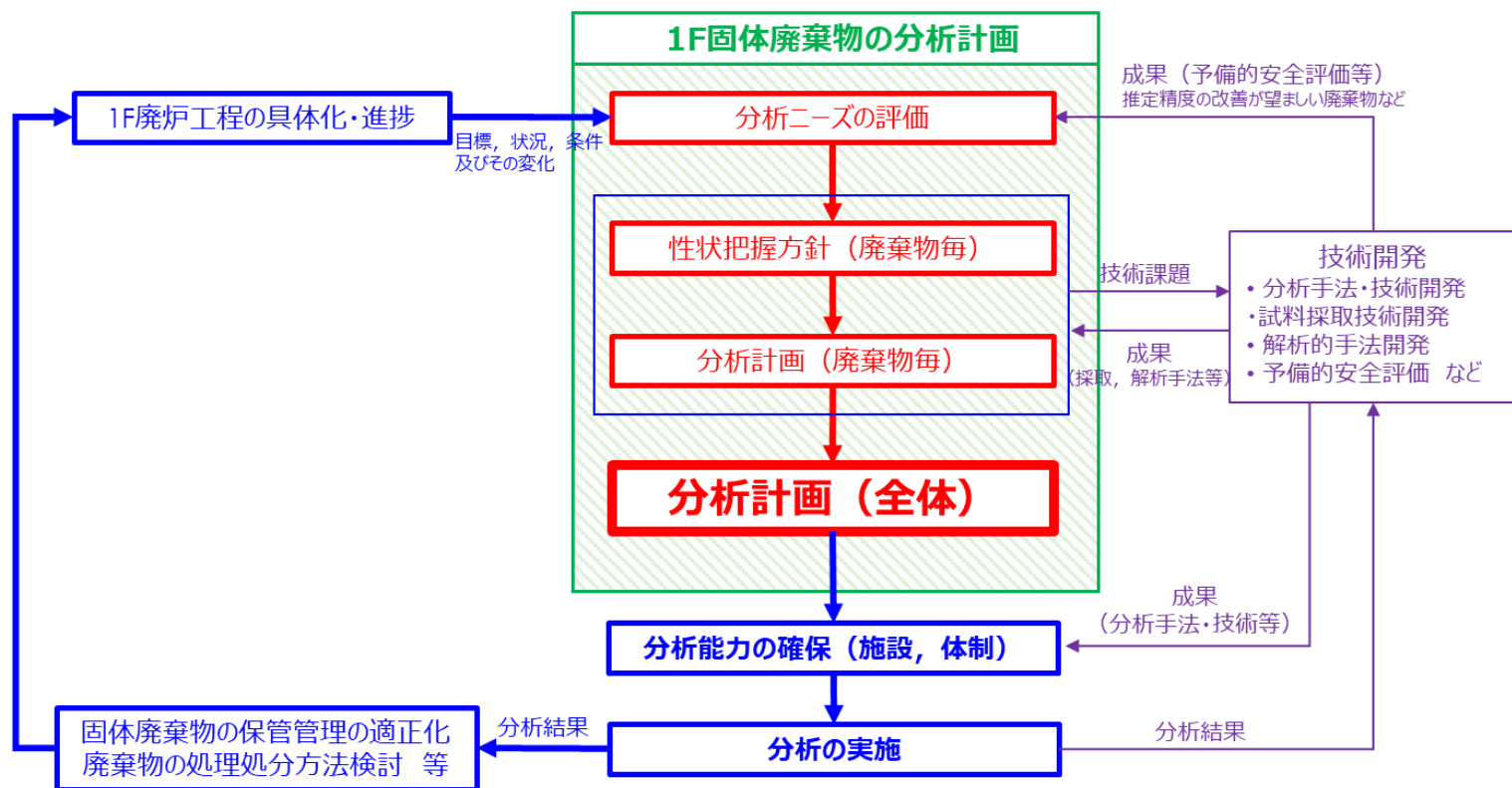


図 1F固体廃棄物の分析実施（分析計画更新）のフロー

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した。
- [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）。

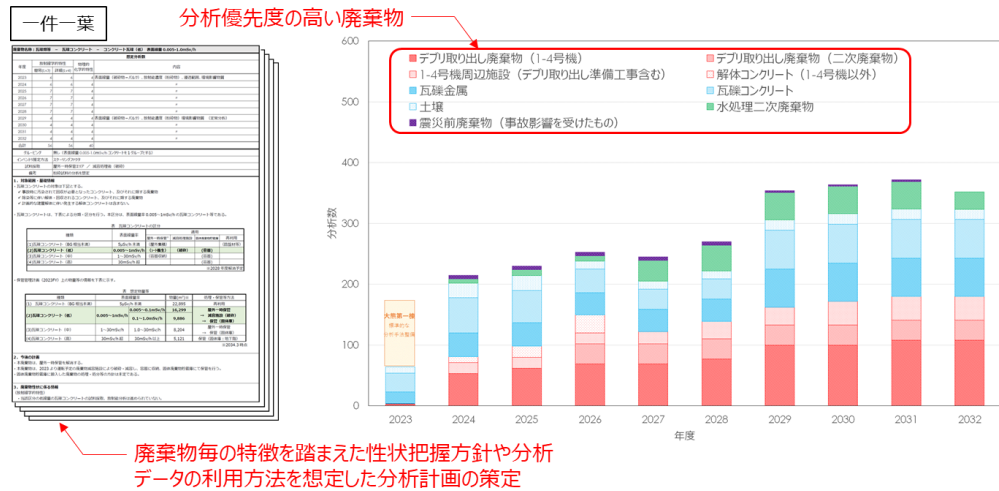
表 分析対象核種

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	○	

※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 1F 固体廃棄物分析における分析対象核種の選定について”を参照

2023年度版（初版）

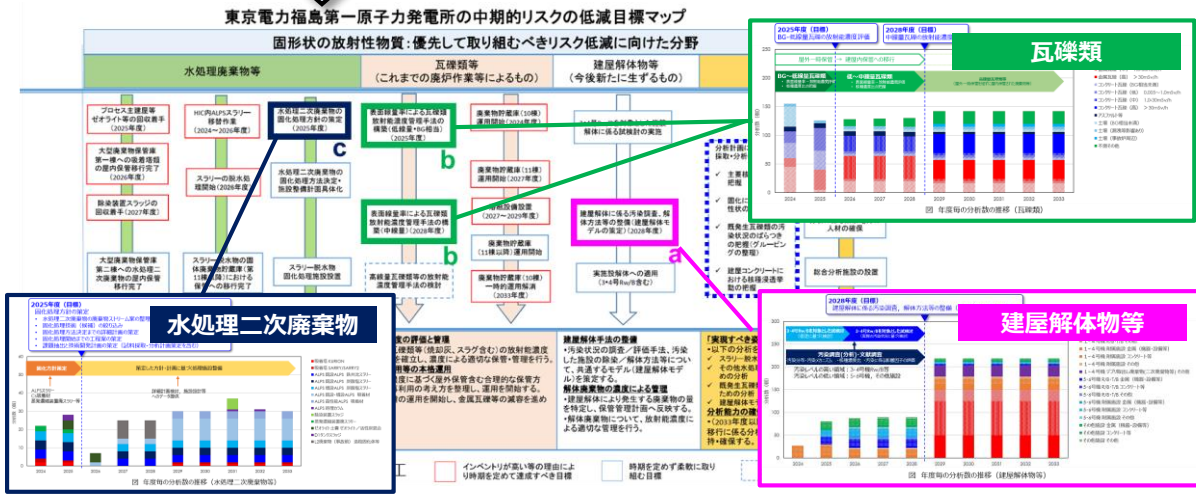
- 分析優先度の高い廃棄物を抽出。
- 廃棄物毎の分析ニーズ、性状把握方針及びそれらを踏まえた分析計画を策定（一件一葉）。
- 廃棄物毎の分析計画を統合し、分析数の年度展開を作成。



2024年度版（更新）

- 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年度版（今回の更新）

- 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
- 最新の廃炉作業工程の反映

分析・試料採取の実績（2024年度）

- 2024年度版として策定した分析計画のうち、全体の分析数の年度展開を下図に示す。
- 2024年度は、約200試料の分析を想定していた。

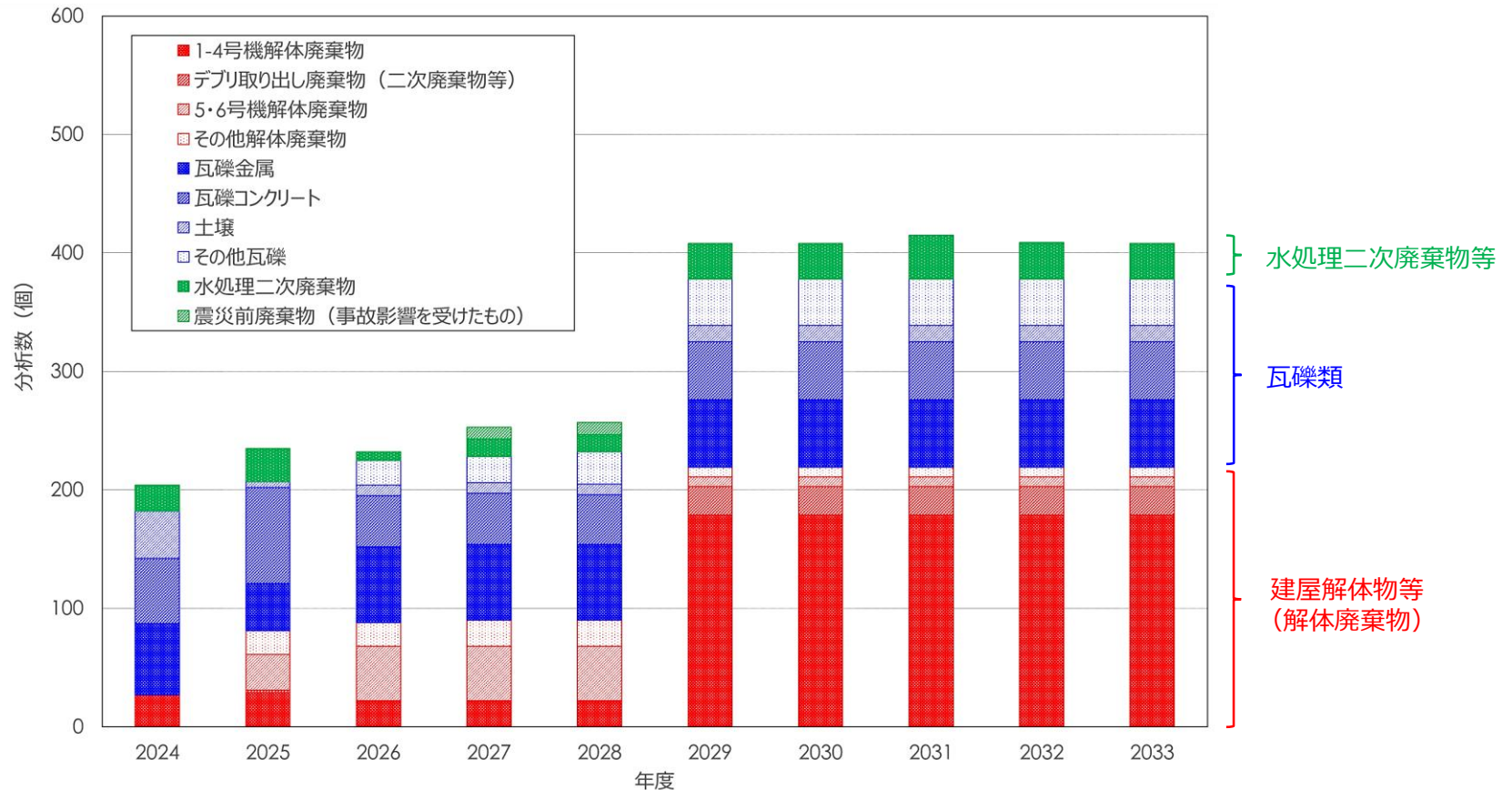


図 分析計画（2024年度版）分析数の年度展開

分析実績（2024年度）

- 1F固体廃棄物の2024年度の分析数の実績は、79試料となった（計画：204試料）。
- 減少した主な理由は、固体廃棄物以外の分析ニーズ（ALPS処理水の第三者分析等）にJAEA放射性物質分析・研究施設第1棟（以下、「JAEA第1棟」という）の分析能力を割り当てるため、[各課題に対する分析データの評価方針の見直しを行い、検討・評価に必要な分析数の削減を行った結果](#)である（各課題間での分析データの共有化、評価精度向上・信頼性担保を目的とした分析の実施時期の見直しなど）。

表 分析実績（2024年度）

対象		計画	実績			備考
			JAEA第1棟	茨城地区	合計	
建屋解体物	1-4号附属施設（コンクリート）	27	(γ10)	5	5	・コンクリートコアの処理方法の調整に時間を要したため減
瓦礫類	金属	60	(γ35)	5	5	・核種濃度比の評価方法の見直しに伴う減
	コンクリート	55	39	0	39	
	その他	40	12 (γ19)	0	12	
水処理 二次廃棄物	KURION吸着材	2	0	吸着材：1 工程水：8	9	・KURION/SARRY吸着材は現時点では年間2試料が上限 ・KURION(AGH)のI-129の分析を先行（実績数には含めていない）。
	SARRY吸着材	2	0	0	0	
	ALPSスラリー（炭酸塩）	10	1	5	6	・輸送時期変更に伴う減（作業点検により試料の回収が遅延）
	ALPSスラリー（鉄共沈）	5	1	2	3	
	濃縮廃液スラリー	3	0	0	0	
合計		204	53 (γ64)	26	79	

(γ)はγ核種の分析のみ実施

試料採取実績（2024年度）

- 1F固体廃棄物の2024年度の試料採取の実績は、346試料となった（計画：433試料）。
- 試料採取は廃炉の現場作業と連携しながら採取を進めているため、計画－実績で全体的に増減が生じているが、必要な分析試料の条件を具体化して採取を進めていることから、有用な試料の確保を進めることができていると考える。
- 採取した試料は適切に分析を実施するまでの間、適切に保管を行うものとし、分析試料の保管場所・保管方法の改善も進めていく。

表 試料採取実績（2024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	65	33	1・2号機T/Bの低線量エリアについて、適正箇所が多くなかったため採取数減少 - 昨年度に入手したコアの小割業務を追加したため、採取箇所減少
	5,6号主要建屋	24	16	
	その他	32	20	
瓦礫類	金属	120	179	- 減容処理設備によるコンクリートの減容を行わなかったことから、コンクリートの採取数が減少 - 減容処理設備で採取した金属試料には、ケーブル被覆やブラシなど、その他と重複する試料を含む
	コンクリート	176	46	
	その他	60	43	
水処理 二次廃棄物	ALPSスラリー（炭酸塩）	5	0	D1タンクスラッジは2025年度第1回試料輸送までに追加採取予定
	ALPSスラリー（鉄共沈）	5	8	
	EエリアD1タンクスラッジ	1	1	
	ゼオライト土嚢	1	0	
合計		433	346	

今後の対応・改善について

- 2024年度に実施した分析及び試料採取において、いくつかの問題が確認されており、今後の対応・改善について検討を行った。

表 確認された問題と今後の対応・改善について

確認された問題	今後の対応・改善
コンクリートコアの処理方法（深さ方向の分割等）の調整に時間を要しており、コンクリートコアの分析を進めることができなかった。	- 分析試料の加工・分取・前処理方法の検討及び実施方法の具体化，機材調達等について関係個所と調整を実施している。 - コンクリートコアに限らず，試料の加工・分取の方法については，時間に余裕をもって確認・調整を進めるものとしたい。
難測定核種（C-14やI-129等）の分析に時間を要しており，γ核種の分析のみに留まる試料が多かった。	- 難測定核種の分析の迅速化・合理化及びリソース配分の見直しを進めていく。 - 検出下限値の改善が望ましい核種もあるため，分析技術の開発や要求される検出下限値の評価の適正化など，多角的に検討を進めていく。
高線量エリアからの試料採取が容易でないことを再確認した。	- 高線量エリアからの合理的な試料採取方法・技術に関する調査・検討を進める。 - 下記により，必要な分析数の見直しを図る（過度な試料採取を減らす）。 ✓ 分析データの合理的な評価方法の検討 ✓ 必要となる分析データの精査 ✓ 簡易調査結果（表面線量率，スミア分析等）に基づく試料採取箇所の精査

固体廃棄物の分析計画（2025年度版）

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。
- JAEA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の必要性を踏まえ、固体廃棄物に関する各課題における分析データを用いた評価・検討方法の合理化による必要な分析数の見直しを図り、分析計画に反映した。

2. 最新の廃炉作業工程の反映

- 最新の廃炉作業工程を踏まえて分析試料採取のタイミングの見直しを図り、分析計画に反映した。

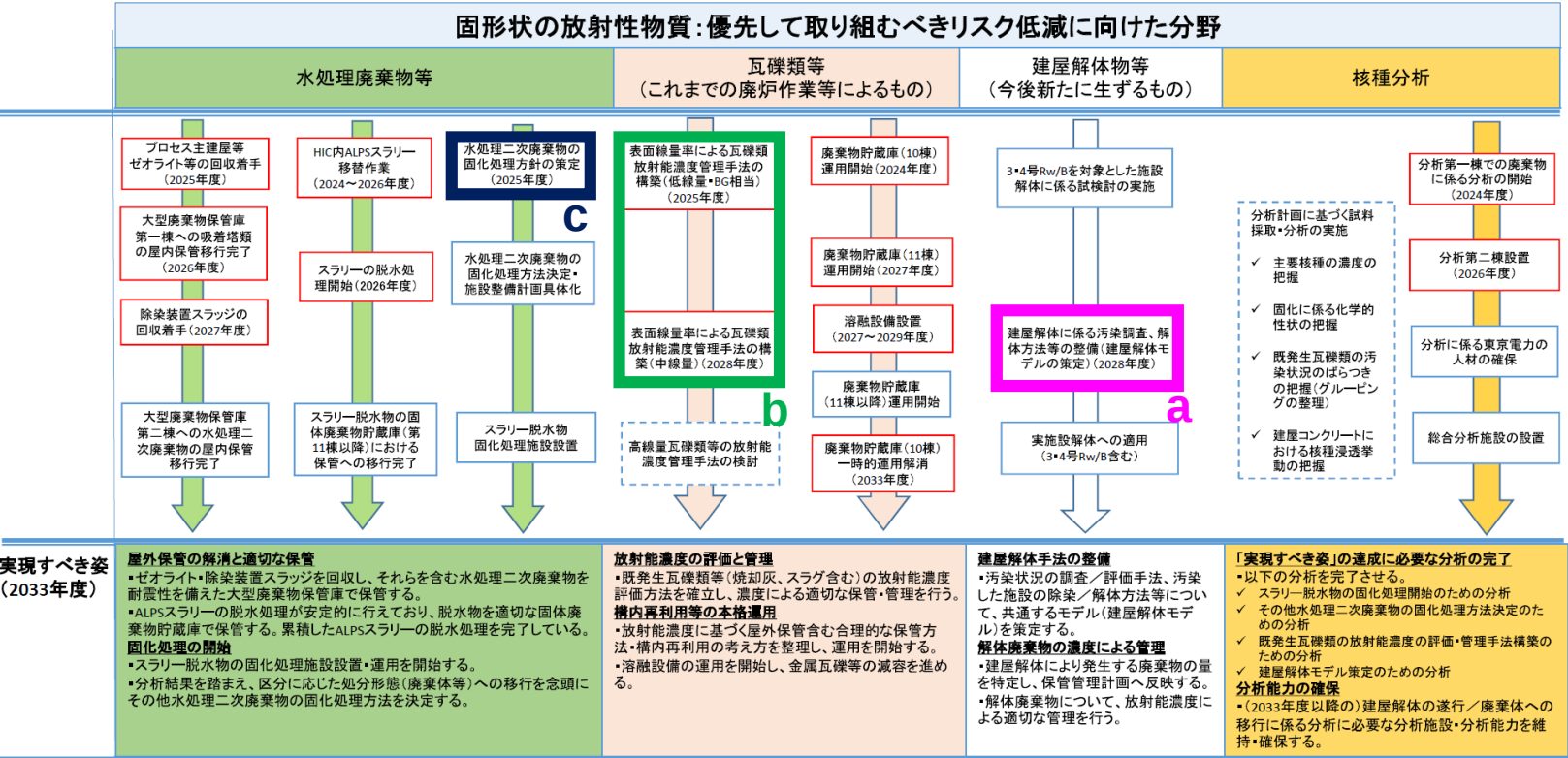
リスクマップ関連課題の検討進捗に伴う分析ニーズ更新

- 中期的リスクの低減目標マップにおける下表の廃棄物に対する検討を優先して進めるものとし、それぞれの検討の進捗により具体化した分析ニーズを反映し、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）	検討計画及び進捗状況
a	建屋解体物等	解体モデルケース検討	特定原子力施設監視評価検討会（第116回）において報告
b	瓦礫類等	瓦礫類の放射能濃度管理手法構築	
c	水処理二次廃棄物等	水処理二次廃棄物等の固化処理方針策定	

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



検討の進め方と分析の方針について

- リスクマップ関連課題は、下記に示した段階に分けて検討を進める（下表参照）。
リスクマップ対応(Ⅰ)：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）。
リスクマップ対応(Ⅱ)：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）。

表 リスクマップ対応の検討の進め方・分析方針について

年度		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034~
段階		リスクマップ対応(Ⅰ)					リスクマップ対応(Ⅱ)					
建屋解体物・瓦礫類等	検討の進め方	基本となる手法・手順等の整備					精度向上・信頼性担保					
	分析の方針	・暫定的な手法・手順等の整備及びそれらのロジック構築に資する分析データの取得を進める。 ・分析データに基づき、 <u>廃棄物の基本的な性状、汚染機構の理解及び条件等の違いの影響による差異</u> について評価を進める。					・整備した <u>手法・手順の評価精度の向上及び信頼性担保</u> を図るため、分布・不均一性等に関する分析データの蓄積を進める。					
水処理二次廃棄物等	検討の進め方	固化处理方針策定 → 処理方策・計画検討 → 計画に基づく処理設備等整備（設計等） → 処理方策・計画検討（ALPSスラリー以外）										
	分析の方針	・ <u>固化处理技術の適用可否及び固化体要件の充足性等</u> の検討で必要となる基本性状の把握に係る分析を進める。 ・ <u>ALPSスラリーを優先</u> して分析データを取得する。処理設備等の設計着手に必要な分析データの整備を進める。					・ALPSスラリーについては、策定した計画に基づき <u>処理設備設計等で必要な分析データ</u> の取得を進める。 ・ALPSスラリー以外については、基本性状に係る分析を継続する。					

実現すべき姿の達成

- 当面の目標として、3・4号機廃棄物処理建屋(Rw/B)を対象とした建屋解体に係る一連の試検討を行い、2028年度までに廃棄物対策を念頭に置いた建屋解体手法等を取りまとめる。
- 分析データは「建屋の汚染分布等の体系的検討」で利用する。分析データに基づき建屋の汚染状態の体系的な整理を行い、概略的な建屋汚染推定手法を構築する。

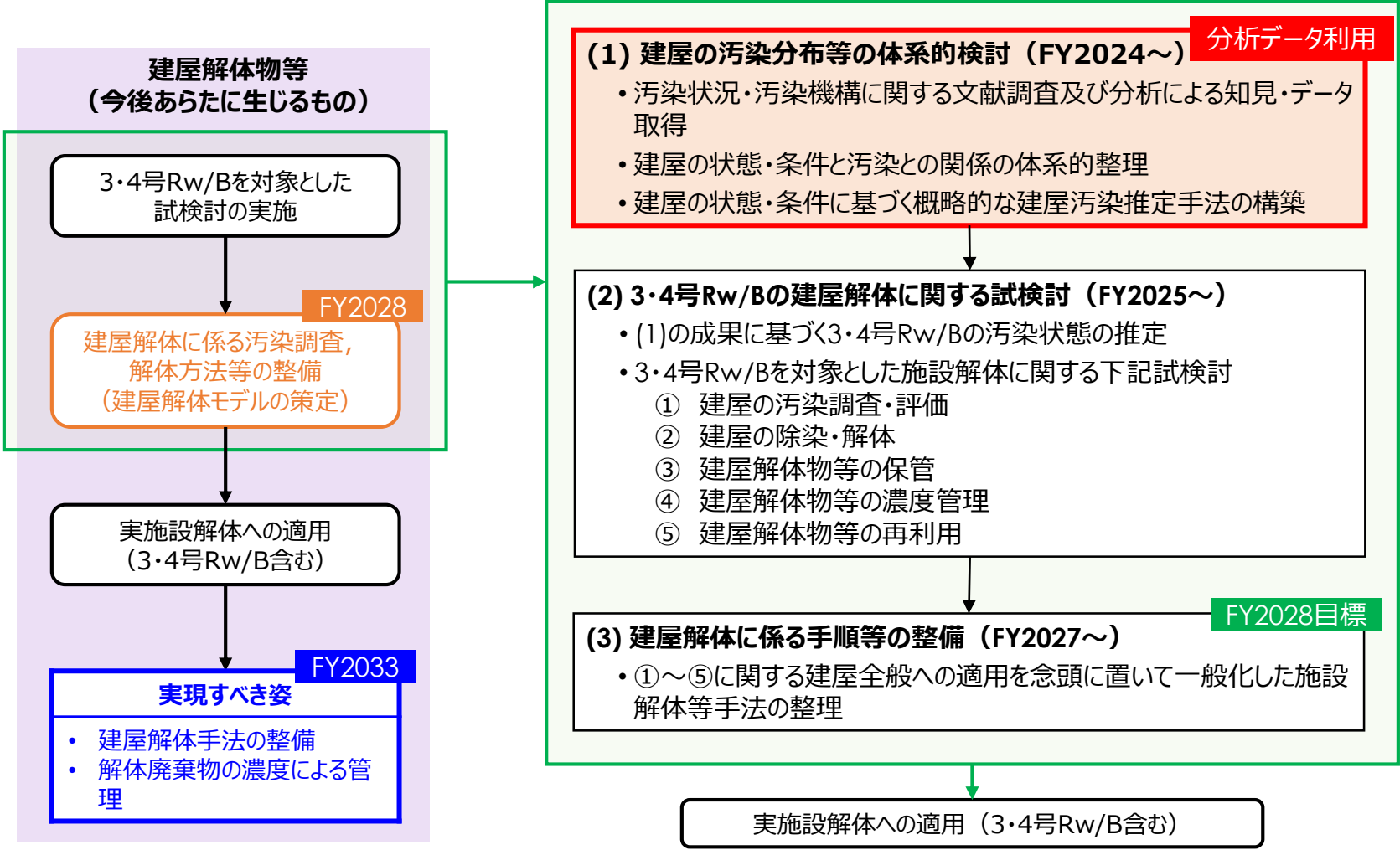


図 リスクマップ目標

図 解体モデルケース検討の流れ

1) 建屋の汚染状況・汚染機構に関する文献調査

- 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。
- 汚染に対する影響因子を抽出。汚染状態調査計画に反映。

2) 仮定に基づく予備検討

- 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
- 調査に基づき抽出した主要な影響因子
- 文献調査結果を踏まえて建屋の汚染状況を仮定。
 - 解体方法を仮設定し、妥当性確認または更新するための調査・分析における確認事項を具体化。

3) 建屋の汚染状態調査（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の蓄積を進める。



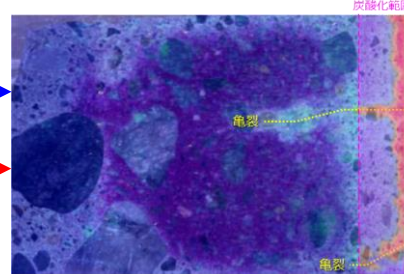
建屋汚染に関する知見（一般）

建屋汚染に関する知見（1F）

4) 建屋部位・条件毎の汚染状態推定方法の構築（アウトプット）

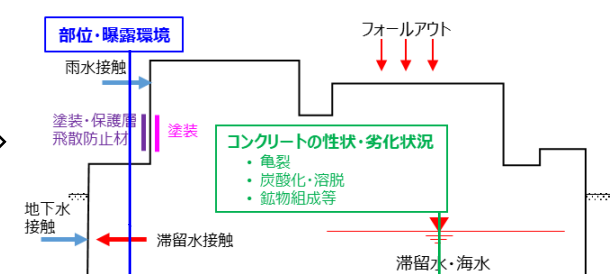
- 文献調査結果及び分析データより、建屋の部位、環境、コンクリートの性状・劣化状況等と汚染分布・汚染機構について体系的に整理を行う。
- 部位の条件に合わせた汚染状態の推定方法の構築を行う。

汚染分布・汚染機構の体系的整理



- 核種毎の分布・浸透状況
- 亀裂・炭酸化等の影響
- 水接触履歴の影響 等

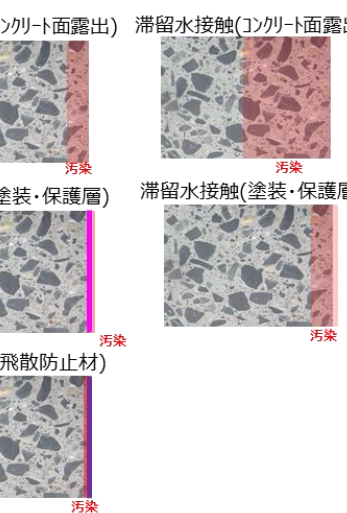
部位の条件に合わせた汚染状態の推定方法の構築



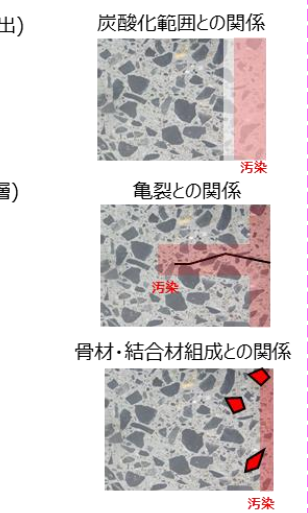
調査・分析の着目点

- 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
- 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
- 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

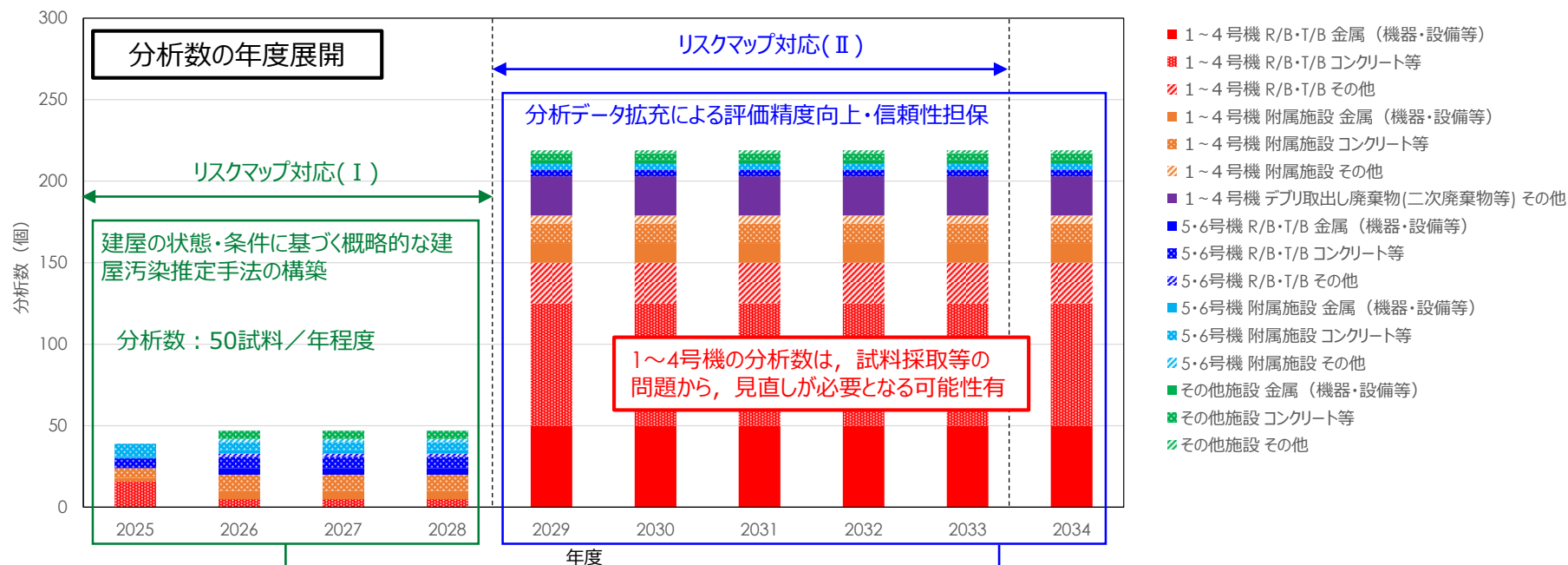
部位・曝露環境



コンクリートの性状・劣化状況



分析データに基づく検討：建屋の部位、環境、コンクリートの性状・劣化状況等と汚染分布・汚染機構について体系的に整理し、汚染状態の推定方法の構築を行う



リスクマップ対応（Ⅰ）の分析計画の考え方

・ 建屋の状態・条件に基づく概略的な建屋汚染推定手法の構築

- ✓ 建屋汚染に関する国内外の文献調査結果に基づき、建屋汚染に対する影響因子（部位・状態・環境など）を抽出し、その組み合わせのパターンを整理した(p.19)。影響因子と汚染状況の関係が評価できるように、パターンに対して網羅的に試料採取・分析を行うものとした。
- ✓ 試料はコンクリートコア（浸透状況評価）、はつり（平面的分布の把握）の形態で採取し、それぞれ汚染レベル・コンクリートの劣化状態等を変えてパターン毎に数試料の分析を行うものとした。
- ✓ コンクリートコアは、基質部に対する核種の浸透状況及び移行メカニズムを評価するため、深さ方向に5分割して分析を行うものと仮定した。
- ✓ 具体的な試料の採取箇所の選定は、実際の廃炉作業スケジュールや暫定的な分析結果を踏まえて柔軟に行う。

リスクマップ対応（Ⅱ）の分析計画の考え方

・ 分析データ拡充による評価精度向上・信頼性担保

- ✓ 廃炉作業に伴って取得される分析試料を対象に、各部位毎に一定数の定常的な分析を継続するものと仮定した。
- ✓ 1～4号機の原子炉建屋・タービン建屋（R/B・T/B）については、建屋全体を階層及び方角で区画し、区画ごとに一定の分析数を仮定した（試料採取等の問題から、見直しが必要となる可能性有）。

※ 2034年度は前年度の計画を継続するものと仮定した。

- 建屋の汚染に対する影響因子（部位・状態・環境など）の組合せ（汚染状況のパターン）を整理し、各因子の影響が評価できるように試料採取計画を策定した。
- 試料採取計画を踏まえ、実際の廃炉作業と連携を図り、試料採取を進めた。

表 建屋の汚染状況のパターン化及び分析試料採取状況（2024年度分）

No.	位置 (建屋部位)		a. 採取位置（曝露環境）			b. 表面状態		c. コンクリート性状	試料採取数		方針・着目点
			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	コア	はつり	
1	地上部	外壁	○						10	1	基本となる状態。 優先して試料採取を実施。
2			○			○		○	22	4	
3			○				○		2		
4			○			○	○	○	1		
5		建屋内									特に飛散防止材 下の核種残存状 況に着目。
6						○		○			
7	地下部	外壁			○				4	2	基本となる状態。 優先して試料採取を実施。
8		建屋内		○				○	2		
9				○		○			8	6	
								○			
7	地下部	外壁			○						試料採取におい て制約が多く、 採取方法につい て検討を進める。
8		建屋内		○				○			
9				○		○			1		
								○	3		

※網掛けは2024年度に試料採取を行った対象

- 当面の目標として、2028年度までに表面線量率による瓦礫類放射能濃度管理手法を構築する（30mSv/h以下）。
- 分析データは「Cs-137(キー核種)と他核種の放射能濃度比の整理」で利用する。分析データに基づき、Cs-137とその他の核種の核種濃度比の相関を評価する。

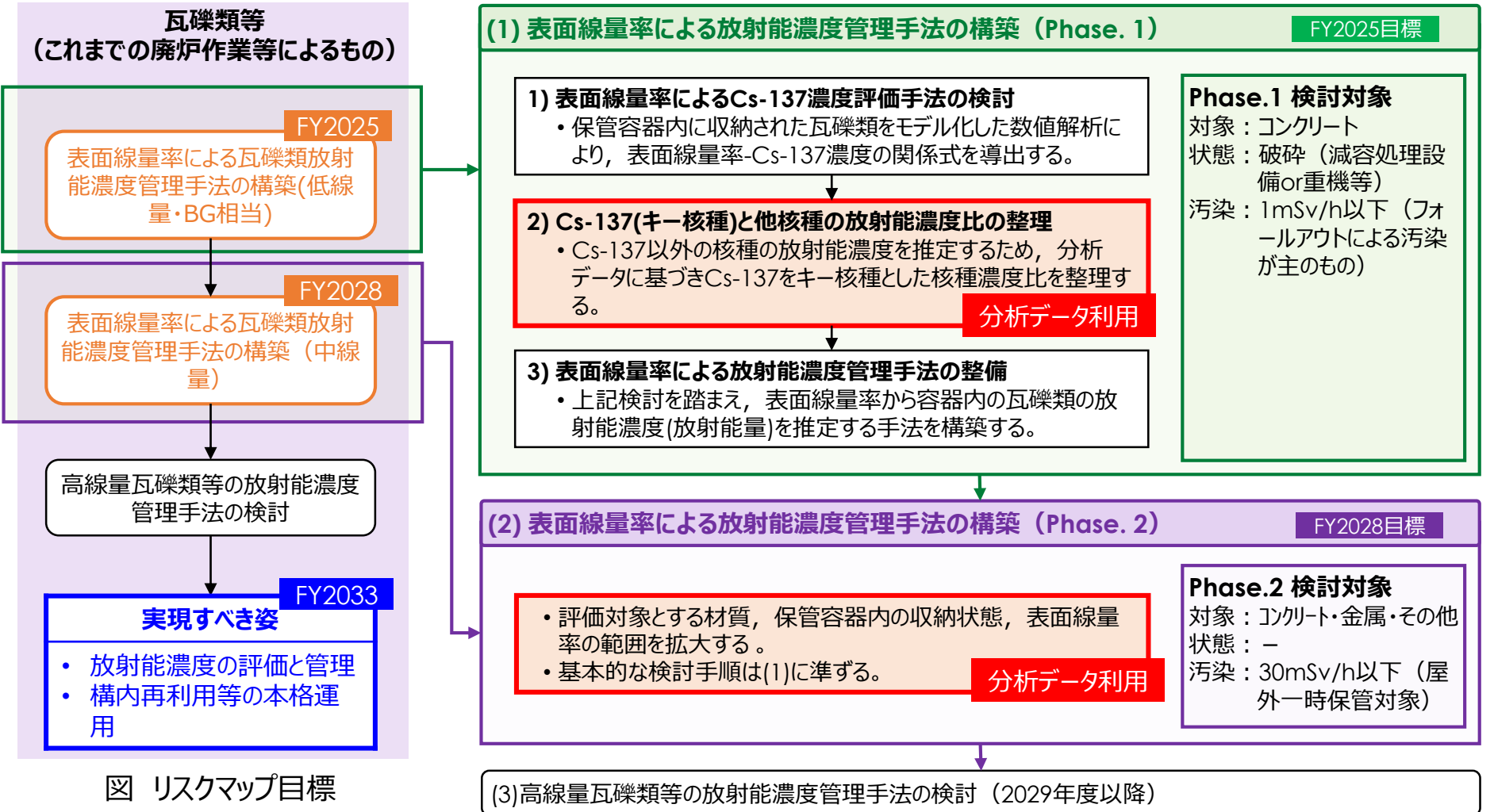


図 リスクマップ目標

図 瓦礫類の放射能濃度管理手法構築の検討の流れ

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。

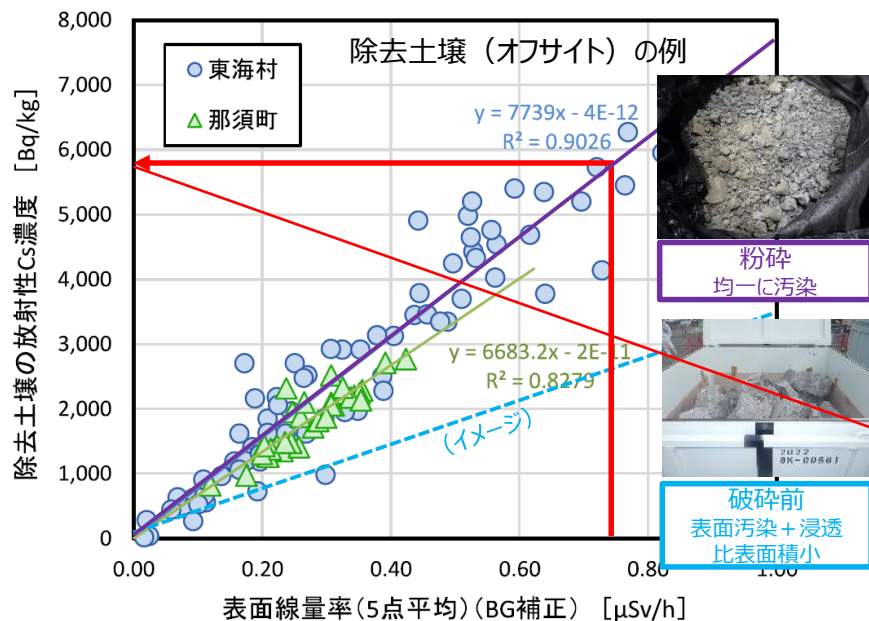


図 表面線量率 - Cs-137濃度の関係(イメージ)

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(キー核種)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。

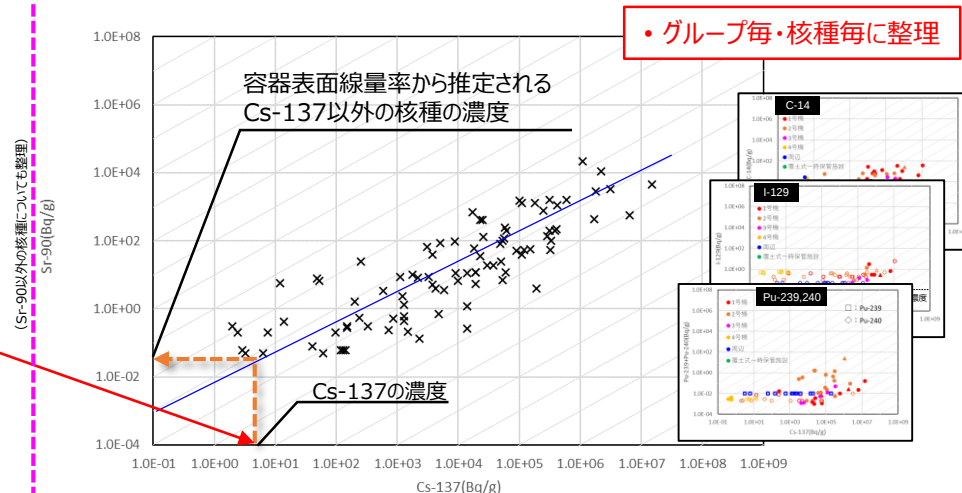


図 Cs-137濃度 - Sr-90濃度の関係(イメージ)

分析データに基づく検討：Cs-137をキー核種とした核種濃度比の整理を実施

3) 表面線量率による放射能濃度管理手法の整備

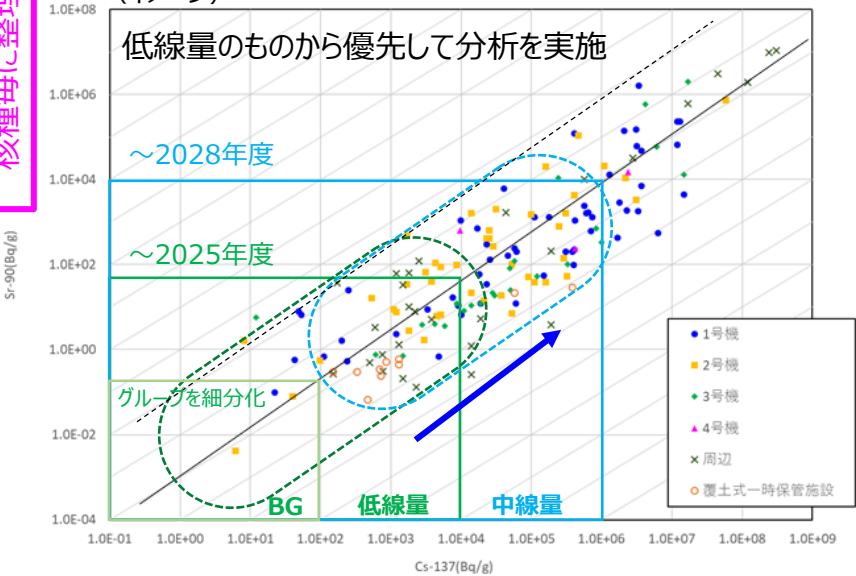
- 表面線量率から保管容器内の瓦礫類の放射能濃度（放射能量）を推定する手法を構築する。
- 予備的安全評価に基づき、安全確保の観点から許容可能なバラツキ・不均一性の検討を行う。
- 表面線量率の具体的な測定方法・手順の具体化を図る。

- 現状の分析能力及び今後の見通しを踏まえ、核種濃度比の評価方針を下記のとおり見直した。
 - ✓ JAEA第1棟の役割の拡大（ALPS処理水第三者分析等）を踏まえ、評価方法の合理化による必要な分析数の見直しを図った。
 - ✓ 低線量領域（BG相当）の評価にあたり、一部の核種の検出下限値が十分でない可能性があったため、まずは高線量側からの外挿により評価を行うものとした。
 - ✓ 上記の方針を踏まえ、評価単位とするグループのCs-137濃度を幅広の設定とし、また、建屋解体物の核種濃度比の分析データを取り込んで核種毎の相関性の評価を行うものとした。
 - ✓ コンクリートの評価を先行させるが、材料毎の評価の切り分けの必要性を確認するため、金属・その他の分析データとの比較も実施する。

核種毎に整理

変更前

(イメージ)



核種毎に整理

変更後

(イメージ)

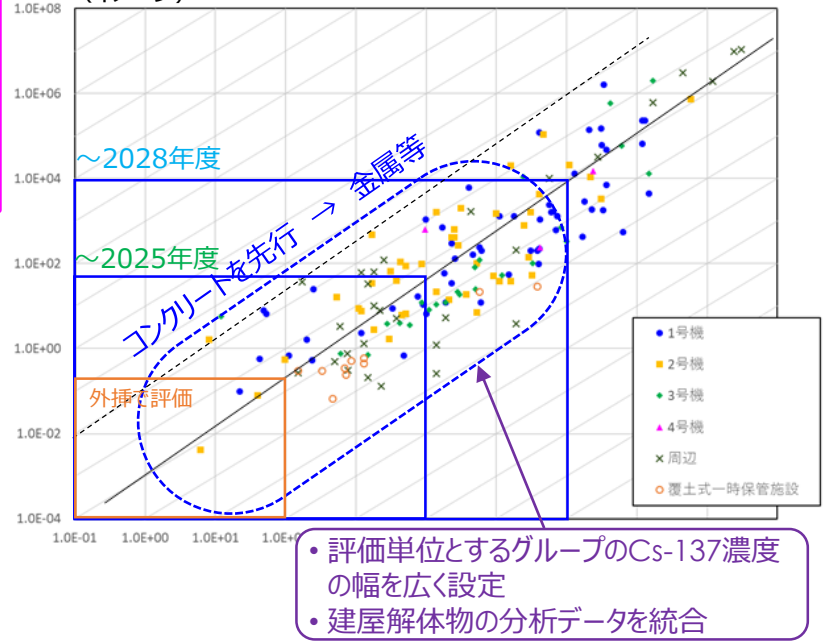
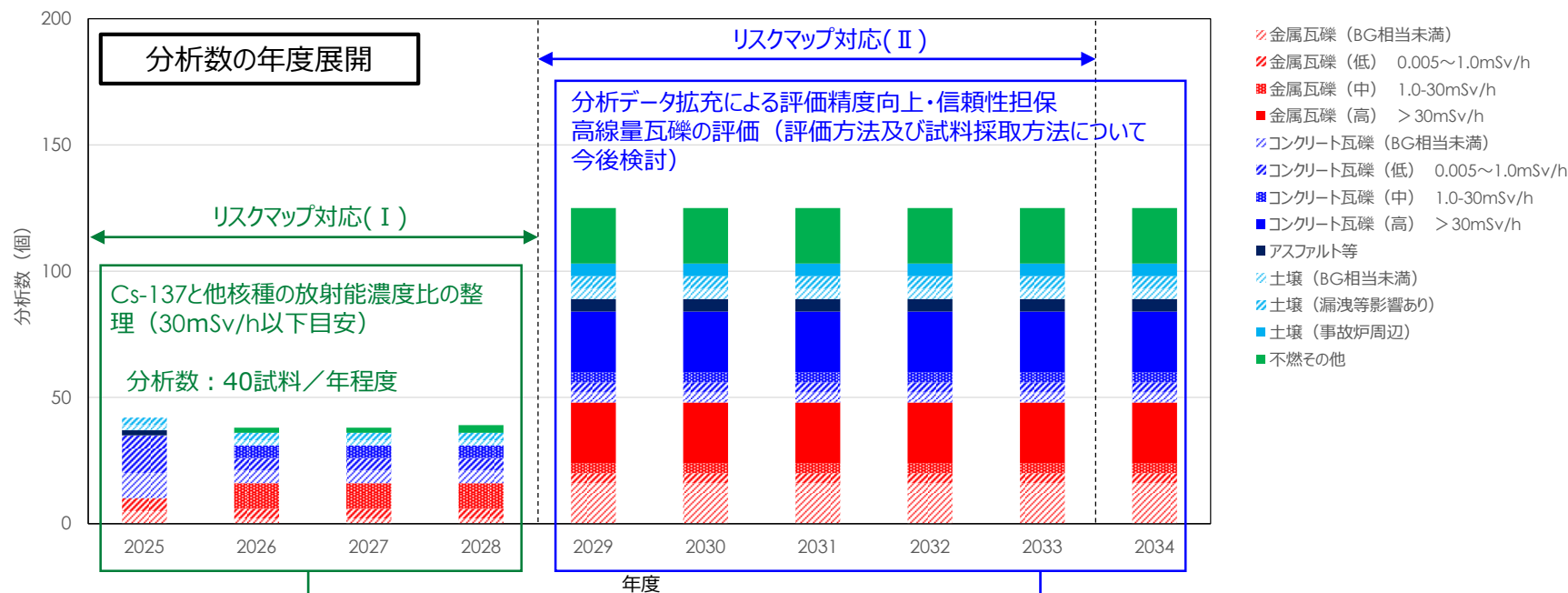


図 核種濃度比の評価方針の見直し



リスクマップ対応（Ⅰ）の分析計画の考え方

- ・ Cs-137と他核種の放射能濃度比の整理（30mSv/h以下目安）
 - ✓ 廃棄物の材質，発生から保管までの履歴，表面線量率，分析データ等に基づき，核種濃度比の評価単位とするグループを設定する。
 - ✓ 既往のスケーリングファクタ評価において概ねばらつきが収束するデータ数を参考に，30～40試料／グループを目安に分析数を設定する。
 - ✓ 仮にコンクリートに対して4グループの評価を行うものと仮定し，2028年度までに必要な分析数として140試料を想定した。
 - ✓ 建屋解体物のコンクリートコア（表面部分のみ）及びはつりの約70試料分の分析データを統合して評価するものとし，瓦礫類（コンクリート）の分析数を約70試料に設定した。
 - ✓ 金属も同程度の分析数を想定した。土壌，その他（不燃・難燃物等）はコンクリート・金属の核種濃度比と比較評価を行うものと仮定し，数試料／年の分析を想定した。

リスクマップ対応（Ⅱ）の分析計画の考え方

- ・ 分析データ拡充による評価精度向上・信頼性担保
 - ✓ 定常分析によるデータ蓄積を進めるものと仮定（廃棄物毎に一定数を割り当て）
- ・ 高線量瓦礫の評価
 - ✓ 2029年度以降に，高線量瓦礫の検討に着手する（評価方法及び試料採取方法について今後検討）。
 - ✓ 非破壊測定技術等の適用も想定し，技術開発及び開発に必要な分析データの取得を進める。

※ 2034年度は前年度の計画を継続するものと仮定した。

- 水処理二次廃棄物等については、2025年度までに固化処理方針を策定し、以降、固化処理方法の決定、施設整備計画の具体化を進めていく。保管におけるリスクが高いALPSスラリーの検討を優先して進める。
- 分析データは、固化処理技術の適用性確認、適用可能性のある技術の絞り込み等において利用する。

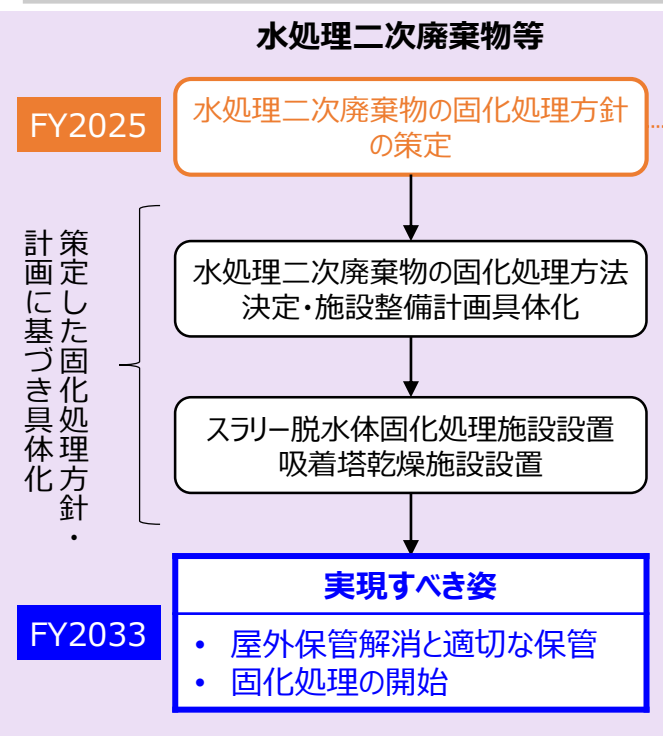
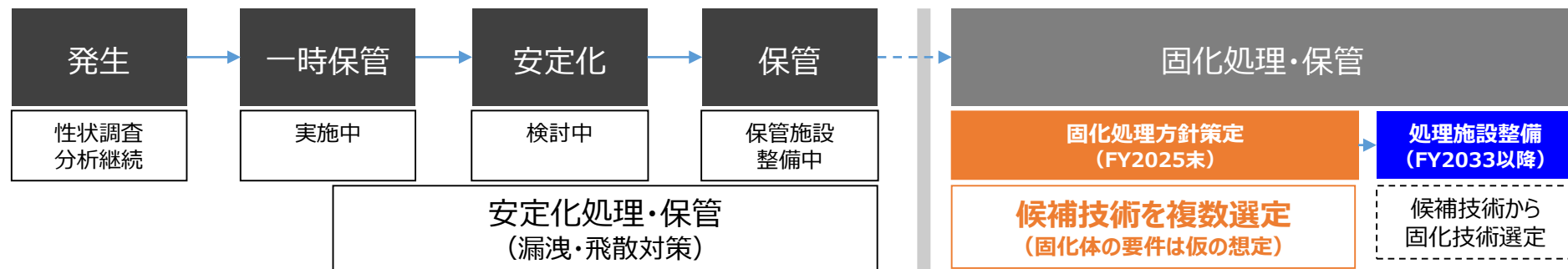
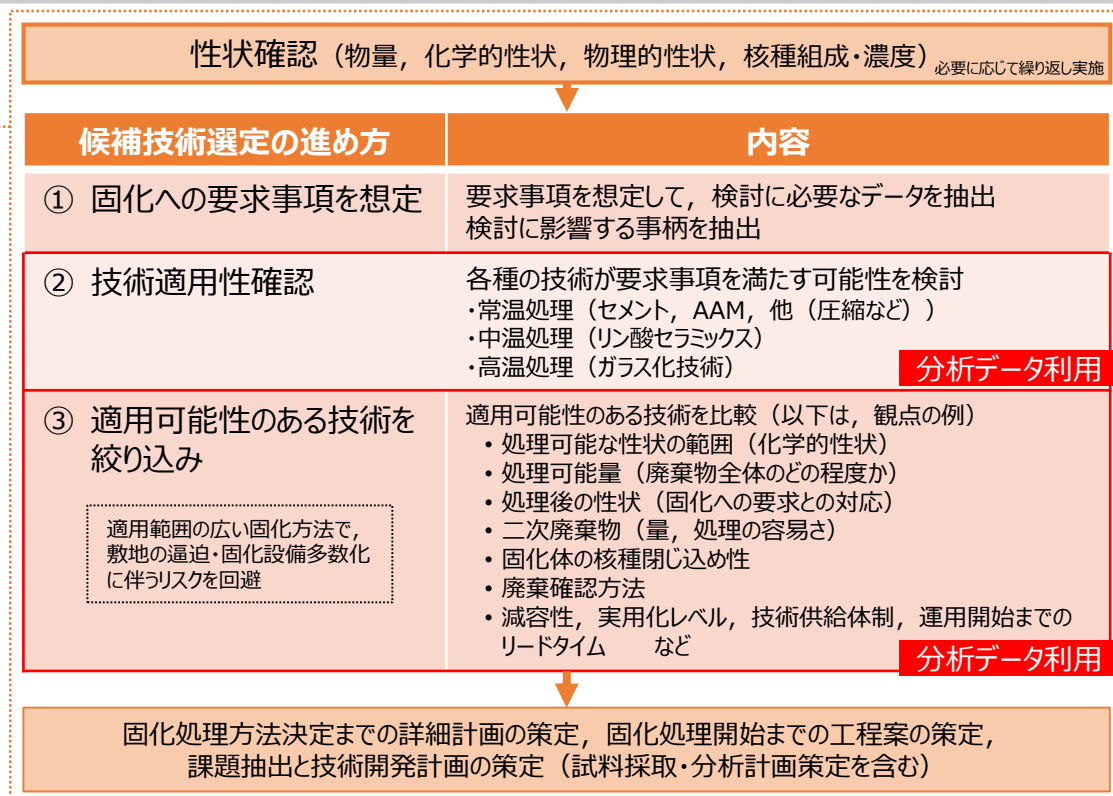


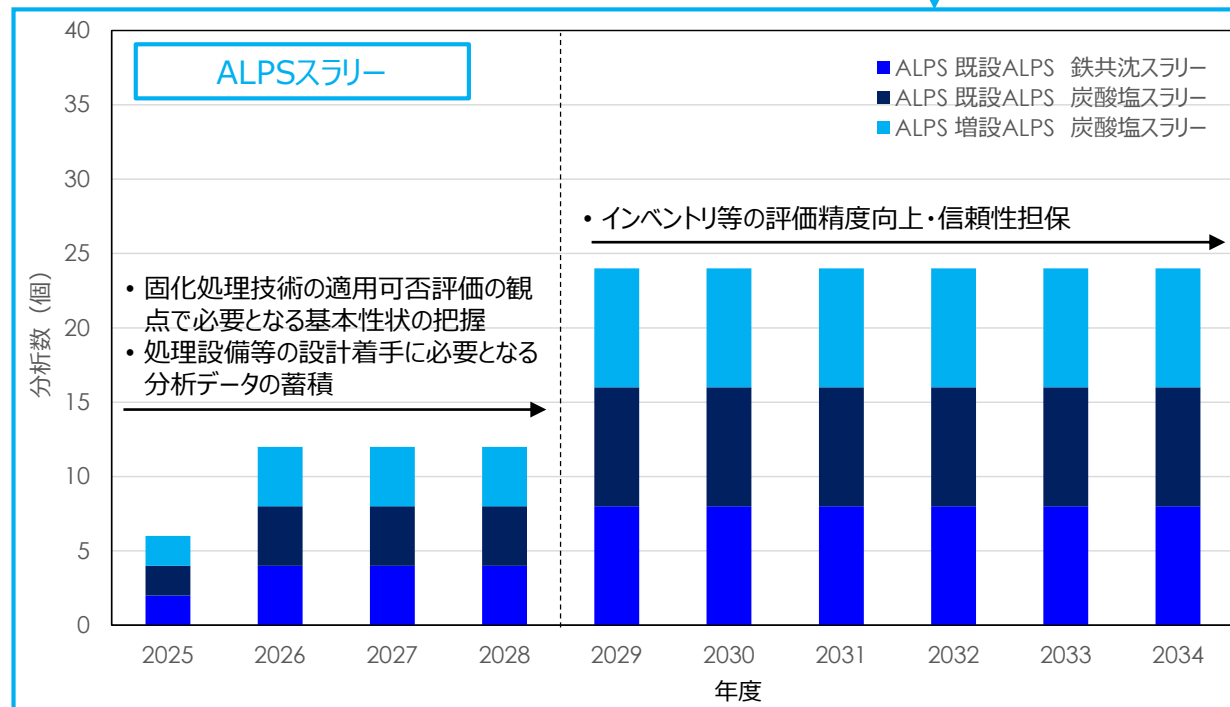
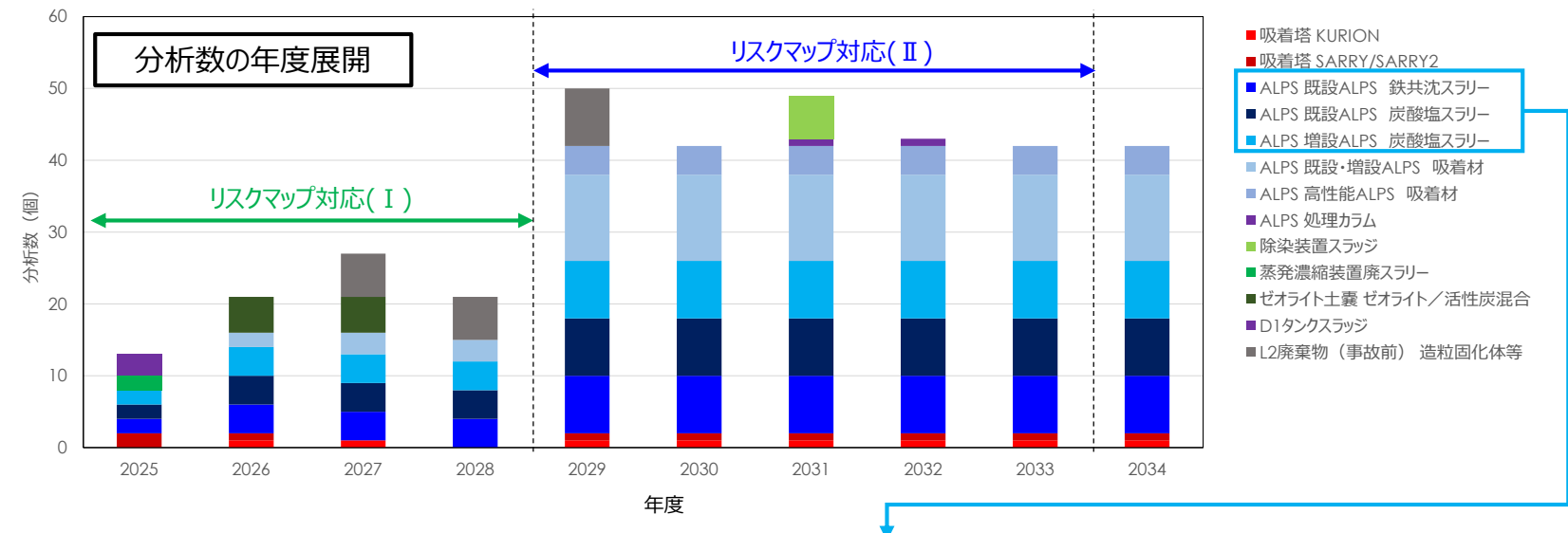
図 リスクマップ目標



- ・ 固化に対する要求事項を想定して、検討に必要な分析データ項目を抽出した。

表 固化処理技術の適用可否評価の観点で必要な分析データ

観点	固化への要求事項（想定）	処理の適用性検討に必要なデータ項目
放射能・核種組成	・ 核種組成，放射エネルギーが決定できる ・ 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	・ 難測定核種濃度（C-14，I-129，など） ・ 線量率の大半を占める核種の濃度 ・ 各核種の濃度の相関性
化学性状	・ 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	・ 共通の事項 ✓ 含水割合・固形分濃度，化学組成（固相，液相），pH（液相） ・ セメント固化への影響などに関連して着目する事項 ✓ 塩化物イオン（固化阻害） ✓ 硫酸イオン（体積膨張） ✓ B（固化遅延） ✓ Na・K（炭酸塩形態で処理中に急結） ✓ Mg／Ca比（埋設後の安定性） ✓ pH（固化阻害） ✓ 有機物量（固化遅延），など ・ 高温固化への影響などに関連して着目する事項 ✓ 塩化物，他の塩類（相分離） ✓ ガラス形成成分（融点変動，相分離など） ✓ 金属元素（金属層形成など） ・ 圧縮，無固化などに関連して着目する事項 ✓ 有機物の有無（長期的影響），など
物理性状	・ 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	・ 比重，粒度分布，粘度（混練・混合への影響） ・ 固化物の比重，機械的強度，空隙率 など



分析計画策定の考え方：ALPSスラリー

- ・ ～2028年度
 - ✓ 固化処理方針策定及び候補技術の絞り込み並びに処理設備等の設計着手に必要となるALPSスラリーの基本性状の把握を進める。
 - ✓ HICから分析試料の採取を行う。また、汚染水処理の工程水も分析対象とする（処理前後の差分より評価）。
 - ✓ 具体の考え方は次項参照
- ・ 2029年度以降
 - ✓ 脱水処理ラインから採取した試料の分析を進める。
 - ✓ 分布・不均一性について評価を行い、放射能濃度及び物理的・化学的性状の評価の精度向上・信頼性担保を図る。

- 2025年度までは、特に下記について分析データの補強を図っていく。
 - ✓ 放射能濃度：C-14, I-129, 等の長半減期核種, α核種, など
 - ✓ 化学組成・物理性状：固化に影響する物質の有無（塩化物イオン, 硫酸イオン等）, 処理可能な性状の範囲, 埋設環境下での安定性評価に資する事柄
- 候補技術の絞り込みでは、**固化に影響する因子（化学成分など）**の有無, 設備の補器類（排ガス系など）への影響, 二次廃棄物などへの対応の見通しなどを確認する。ALPSの処理対象では、固化に影響する可能性がある海水起源の塩類などが時系列的に増す方向ではないことから、現状のスラリーおよび処理対象水のデータに基づく推定評価と数点の追加分析に注力することで、確認可能と考える
- **その先の技術選定**については、固化物の検認（核種組成・濃度など）方法, 固化にあたっての減容性や二次廃棄物への対応, 設備規模と内容（廃棄物のハンドリングや被ばく対策も考慮した設計）などを検討する必要がある。このため、検討に必要なデータを積み上げていく必要がある。

ALPSスラリー 分析計画（状況を反映して見直し, 更新する）

	分析数（仮）：試料準備数と分析施設対応可能数とで調整し見直す								
	～2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
マイルストーン（仮）	▼分析計画策定			▼固化方針策定（候補技術の絞り込み）			▼固化技術選定 ▼固化施設設計開始		
				複数候補の技術実証等			技術選定・設計検討		
炭酸塩スラリー（既設）	5	2	2	4	4	4	8	8	8
鉄共沈スラリー（既設）	5	2	2	4	4	4	8	8	8
炭酸塩スラリー（増設）	8	2	2	4	4	4	8	8	8
合計	18	6	6	12	12	12	24	24	24

HICからの採取
（安定化処理（脱水）前のスラリー）

安定化処理ラインからの採取
（固化前の廃棄物）

最新の廃炉作業工程の反映

- 最新の廃炉作業工程を反映し，分析実施時期を見直した。
- 主な反映事項は下記のとおり。

表 廃炉作業工程変更に伴う更新箇所（主な反映事項）

対象物	変更理由	変更内容
ALPSスラリー	脱水処理開始時期の変更に伴う試料採取時期の見直し	- ALPSスラリーの分析については，試料採取の容易性の観点からフィルタプレスによる脱水プロセスからの試料採取を計画している。 <u>これに対し，ALPSスラリーの脱水処理開始が2028年度末に変更</u>となったことから，脱水プロセスから採取した試料の分析について2027年度開始から2029年度開始に変更した。 - また，上記変更を踏まえ，2028年度以前の計画についても見直しを行った。
PMB床材 ボーリングコア	ゼオライト土嚢回収に関する施工順番の変更による試料採取時期の見直し	- ゼオライト土嚢回収に向けた準備工事において，プロセス主建屋の滞留水に接触していた床材のサンプリングを計画。 <u>ゼオライト土嚢の回収はPMB→HTI建屋の順で計画されていたが，HTI建屋→PMBと順番変更</u>となったため，PMBからの試料採取の時期が当初想定よりも遅れた（コンクリートコア入手は2024年度内に完了）。 - コアの入手が遅れたことから，分析を2025年度の実施に変更した。
SARRY配管	バルブブラック交換工事の工程変更による試料採取時期の見直し	- 滞留水に接触した金属の汚染状態を確認するため，分析試料として交換したSARRY配管の入手を計画していた。 <u>作業点検などにより交換工事の工程が変更</u>となったため，試料採取時期が想定よりも遅れた（配管の入手は2024年度内に完了）。 - 試料採取が遅れたことから，分析を2025年度の実施に変更した。

分析計画（全体）

2025年度分析計画について（分析数の年度展開）

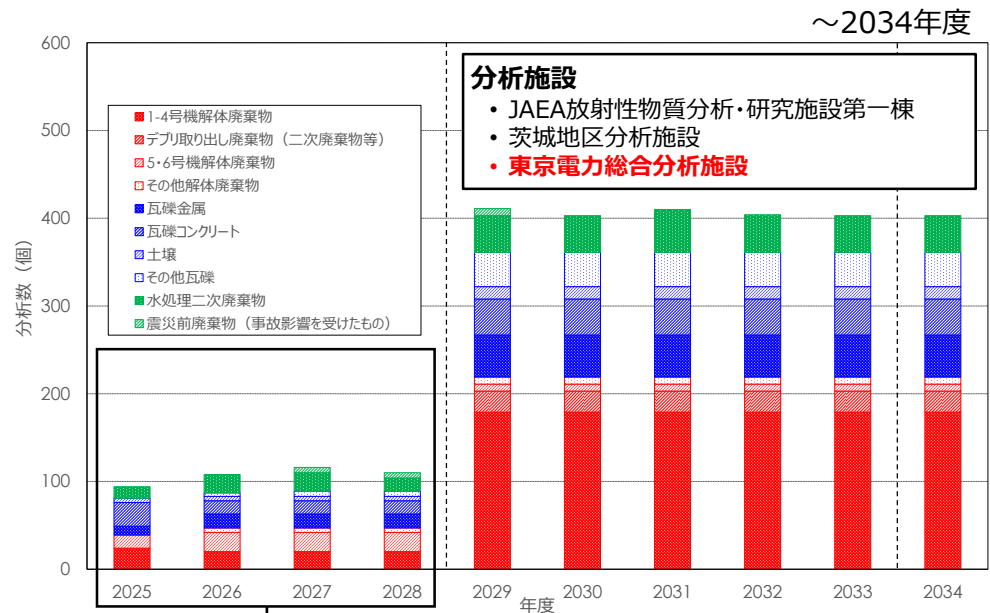


表 段階毎の分析数

対象	分析数
リスクマップ対応(Ⅰ)	約100試料／年
リスクマップ対応(Ⅱ)	約400試料／年

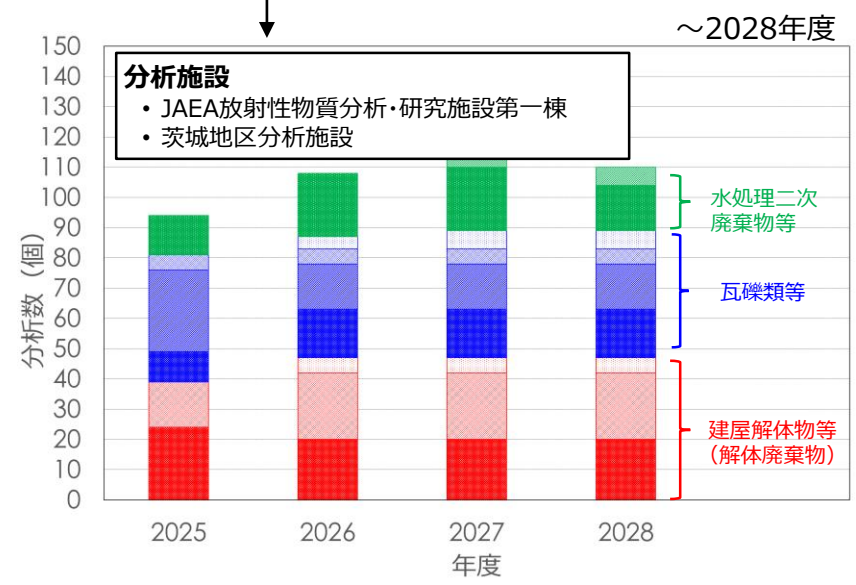


表 対象廃棄物毎の分析数 リスクマップ対応(Ⅰ)

対象	分析数
建屋解体物等	約50試料／年
瓦礫類等	約40試料／年
水処理二次廃棄物等	約20～30試料／年

2025年度分析計画について（分析数の年度展開）

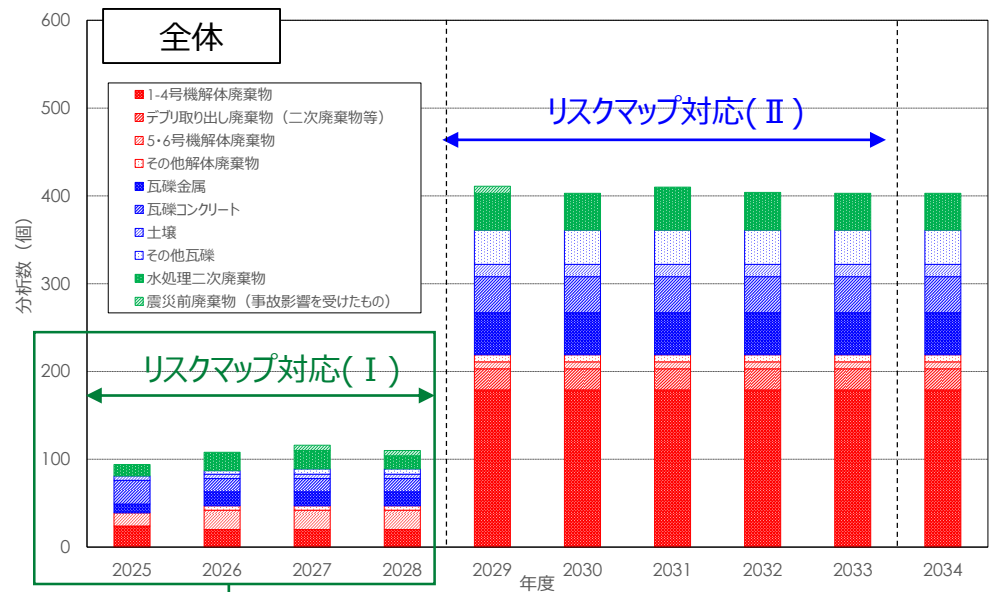


表 段階毎の分析数

対象	分析数
リスクマップ対応(Ⅰ)	約100試料／年
リスクマップ対応(Ⅱ)	約400試料／年

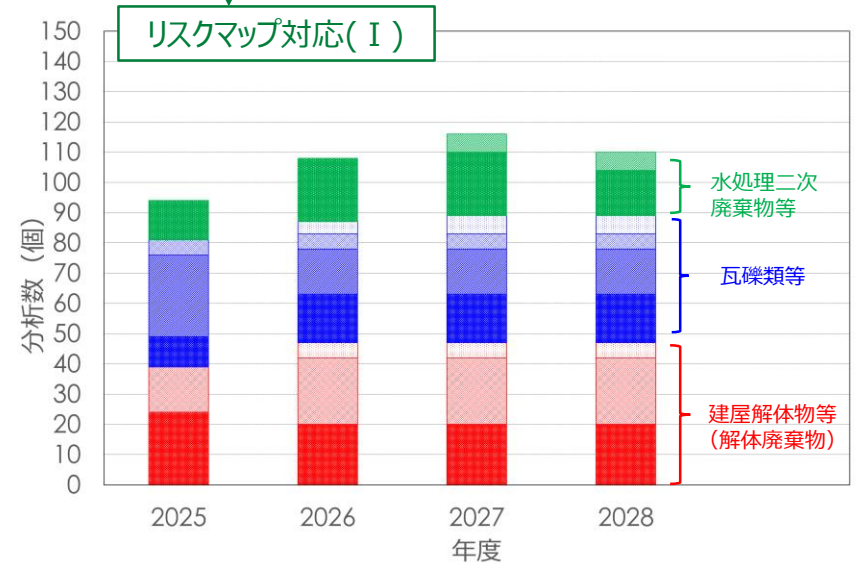


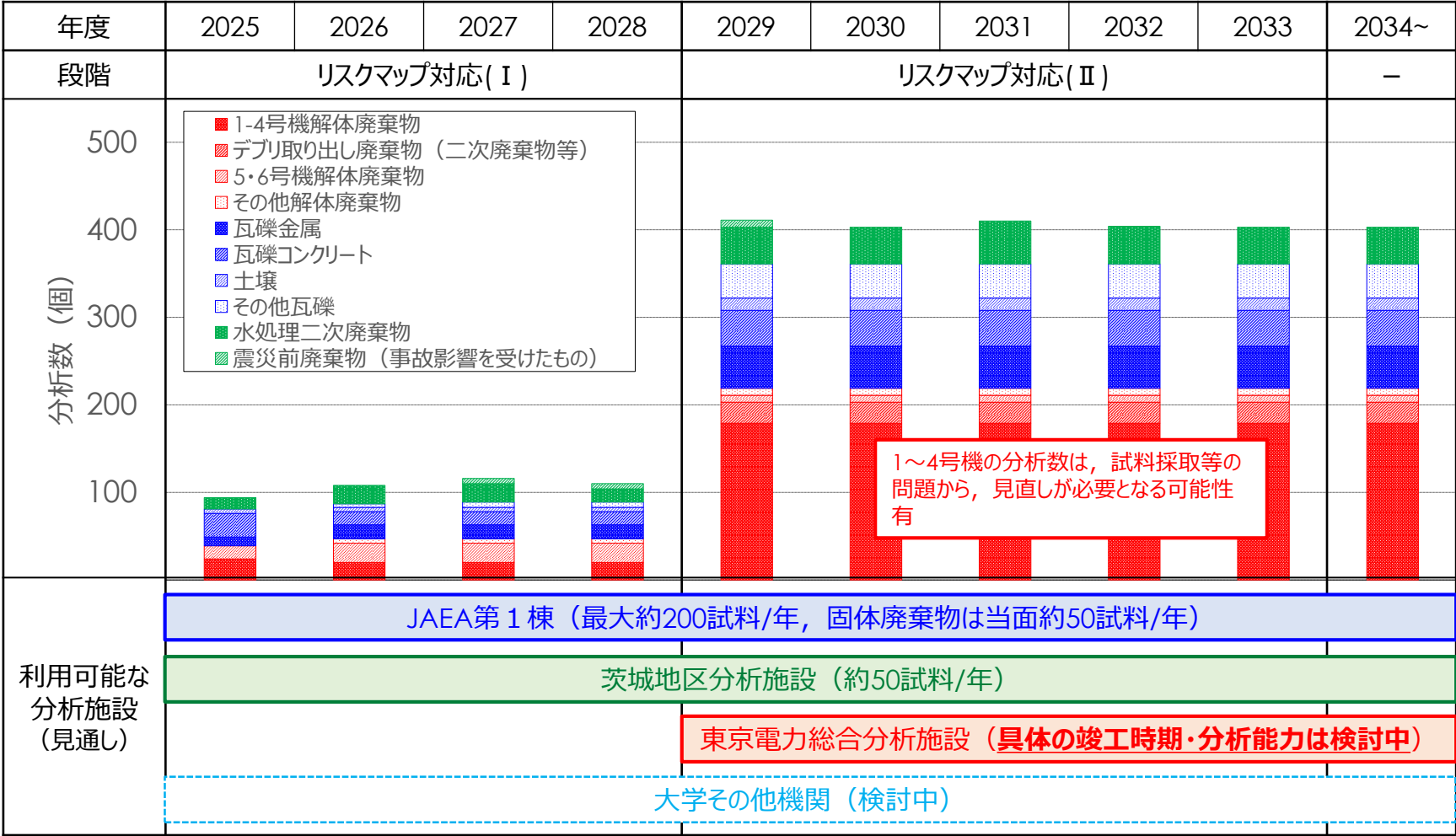
表 対象廃棄物毎の分析数 リスクマップ対応(Ⅰ)

対象	分析数
建屋解体物等	約50試料／年
瓦礫類等	約40試料／年
水処理二次廃棄物等	約20～30試料／年

図 年度毎の分析数の推移 リスクマップ対応(Ⅰ)

- 下表に、固体廃棄物の分析に利用可能な分析施設（分析能力）の見通しを示す。
- リスクマップ対応(Ⅱ)の段階における必要な分析数の増加に対応するため、既存分析施設の改善及び東京電力総合分析施設による分析能力の強化を図っていく。

表 利用可能な分析施設の見通し

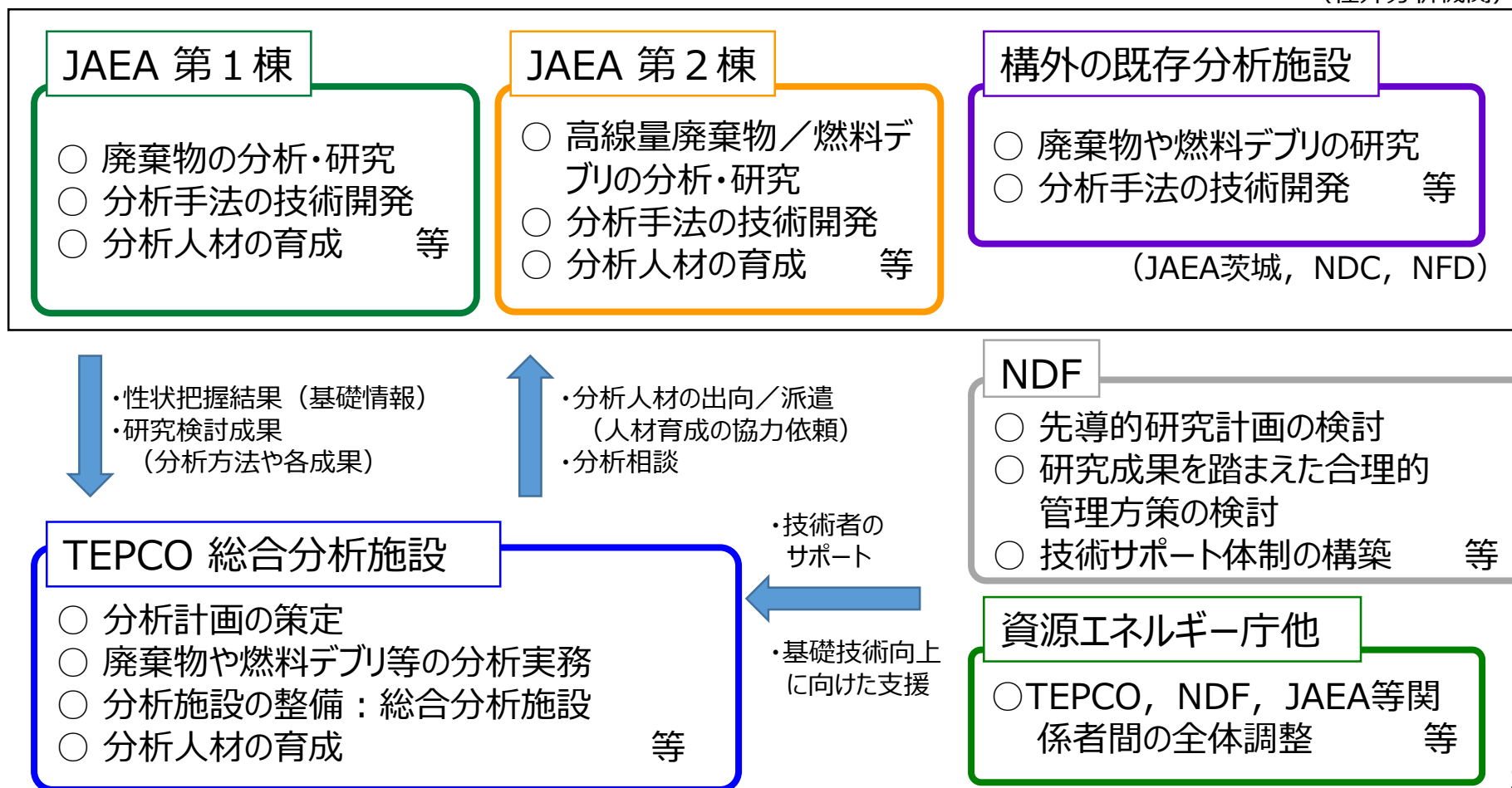


分析体制の構築・強化について

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分析作業者：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。

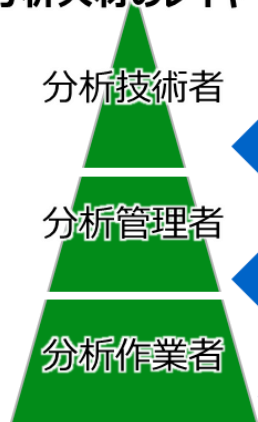
■JAEAの取り組み

- 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者）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
- 分析作業者の教育研修

■ 東京電力の取り組み

- 廃棄物や燃料デブリを対象とし、総合分析施設の設計を検討中。2020年代後半の竣工を目指す。

■ JAEAの取り組み

- 第1棟にて整備してきた標準的な分析手法の適用対象範囲を拡大。分析業務量の増加にも対応出来るよう、分析能力の拡充、分析手法の合理化等の検討を進める。
- JAEA放射性物質分析・研究施設第2棟について、2024年12月に実施計画変更の認可、2025年3月に関係自治体の事前了解を受領した。準備ができ次第、工事を着工予定。



図 JAEA放射性物質分析・研究施設

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や検出下限値の設定など，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。

E N D