

分析体制構築に向けた取り組み状況について

2022年12月19日

東京電力ホールディングス株式会社

福島第一廃炉作業では、放射性物質の漏えいリスクや潜在ポテンシャル等から優先順位を決めて順次進めている。**これまでは、構内全域に亘る廃炉作業の安全確保や周辺環境への影響確認を優先し、 γ 線核種分析やトリチウムなどの主要核種の分析や全ベータ・全アルファなどのグロス情報（簡便で状況把握しやすい情報）を取得するための分析を中心に進めてきた。**また、廃棄物の処理処分に向けた基礎データの取得・分析・評価に関しては、国プロ等によりJAEAが中心となって進めている。

今後は、燃料デブリの取り出しや準備作業において、**アルファ核種やセシウム以外のF P核種が多様に存在する環境に徐々に近づいていくため、分析対象核種が拡大し、それに伴って分析の高度化・多様化、さらに高線量試料を取り扱うための設備の準備も必要**となる。また、廃棄物分析においても、これまでの処理処分に向けた分析に加えて、**長期保管や再使用／リサイクルも踏まえた廃棄物管理の適正化を進める必要がある**、これら検討においても同様に**分析の高度化が必要**となると想定している。

これら**分析需要の変化に柔軟に対応し、分析が原因で廃炉作業が停滞しないよう計画的に準備を進めていく**。特に、分析施設の建設や分析技術者の育成には時間を要するため、必要時期を明確にしたうえで進める。

2. 分析需要の変化について

2

廃炉作業の進捗に伴い、以下の需要が拡大すると想定している

- **極低濃度領域の需要拡大**：検出精度の向上【対応中】
 - ▶ A L P S 処理水、海水等の環境試料、生体試料（バイオアッセイ） 等
- **高線量領域の需要拡大**：放射線防護機能[遮蔽/閉じ込め 等]の拡充
 - ▶ 燃料デブリ/高線量瓦礫、使用済樹脂塔、スラリー/スラッジ、ゼオライト 等
- **物性調査・観察の需要拡大**：分析の多様化
 - ▶ 燃料デブリ/高線量瓦礫 等
- **評価核種拡大に伴う需要拡大**：分析の高度化
 - ▶ 燃料デブリ/高線量瓦礫、廃棄物全般、生体試料（バイオアッセイ） 等



3. 取り組み課題

➤ **課題①：分析技術・分析人財の確保**

- ・ 分析技術者等、人的リソースの確保 ※下表の桃色背景箇所
- ・ 分析手法の開発【JAEAにて研究開発】

➤ **課題②：分析施設の整備**

- ・ 燃料デブリ等の高放射能レベル試料を取り扱い可能な施設・設備の整備

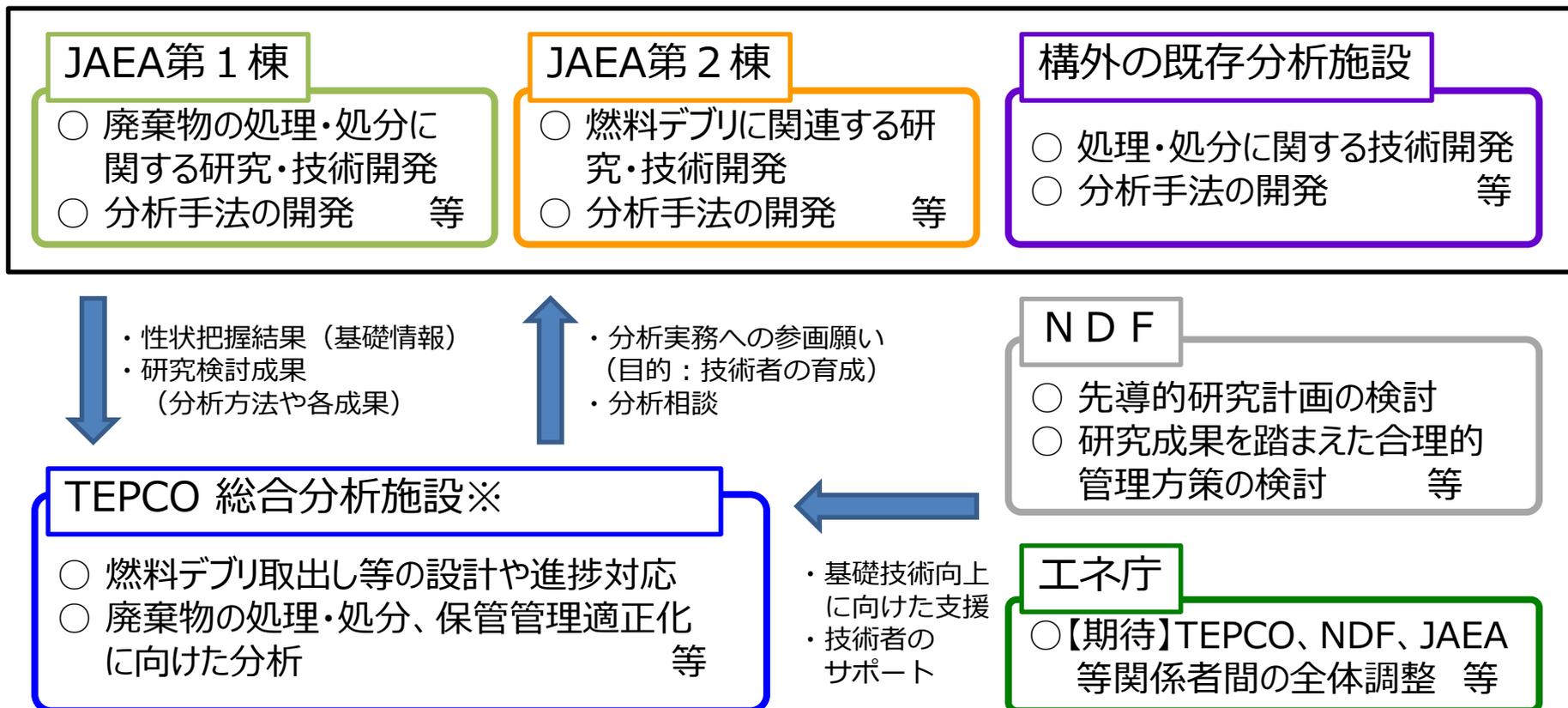
		東京電力		JAEA大熊	その他
		各種モニタリング等のルーチン分析 (簡便な方法)	燃料デブリや廃棄物等の高度な分析 (高度化、多様化)	燃料デブリや廃棄物等の高度な分析 (目的：研究開発)	茨城地区の各分析機関
放射能レベル ↑	燃料デブリ、PCV内瓦礫	準備中		準備中	技術者：○ 設備：○
	使用済樹脂、スラリーRB(PCV外)、TB/HTI/PMBの地下階等	技術者：○ 設備：○	準備中	技術者：○ 設備：○	
	TB/HTI/PMの地上階	準備中			※ただし、輸送やその他条件により制約あり
	屋外、1~4号各建屋以外の屋内、汚染水処理系統水、環境試料等		準備中		
	ALPS処理水 クリアランス				
	環境試料				
	生体試料(便・尿)				

4. デブリ分析及び廃棄物分析の分担

燃料デブリや多種多様で目つ多量な廃棄物を安全に取扱うため、性状把握等の基礎情報の取得や、取扱の各プロセスにおける工法検討・安全機能設計、処理処分に向けた研究開発・技術開発を国プロとして進めている。また、燃料デブリや廃棄物の分析方法・手順についても、国プロで先行して確立していく予定。

東京電力は、先行する国プロで開発した分析技術を活用し、現在検討中の分析計画を達成するよう分析を実行していく。

(社外分析機関)



※設置までの間、56号ラボでも実施可能な分析を行う

5-1. 分析組織と人財確保に向けた課題

- **分析組織**：分析評価者が方針を決め、分析技術者が計画・手順を策定し、分析作業者が実行。分析管理者が業務を管理する。
- **人財確保の課題**：高度な分析技術を要し、育成に時間を要する分析技術者の確保が重要課題。分析管理者／分析作業者は短期間で育成でき、計画的に要員確保していく（必要数は、分析計画に応じて見直す）

組織イメージ	役割・機能要素	現体制 ▲	追加分 ▲
 分析評価者	分析方針策定 <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃炉作業の理解 ・ 安全や工法等の情報の理解 	1名	1名
 分析技術者	分析手順／計画の策定 <ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	4名 (ルーチン3名、 バイオアッセイ1名)	重要課題 2～5名 (廃棄物2名、デブリ2名、 バイオアッセイ1名)
 分析管理者	分析作業監理と分析データ管理 <ul style="list-style-type: none"> ・ 委託監理 ・ データ管理 	16名	5～10名程度
 分析作業者	分析作業 <ul style="list-style-type: none"> ・ 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 	96名 (概ねルーチン分析。一部、 震災以前からの難測定分 析の経験者を含む)	分析計画に応じて見直す 20～30名程度 (廃棄物分析20名、 デブリ分析10名)

分析物量によらない

分析物量に応じて

■ 分析技術者の力量と必要人数の考え方

- 放射能分析だけなら少なくとも1人必要
- 燃料デブリ等においては、放射能分析の知識の他、核物質防護／保障措置の知識、物性・観察技術等の専門技能が必要
- バイオアッセイにおいては、線量評価の知識も必要な上、医療との連携も必要になる可能性がある

➡ **廃棄物分析、燃料デブリ分析、バイオアッセイの3分野で技術者を確保。**
 また、技術伝承を踏まえて複数名確保する

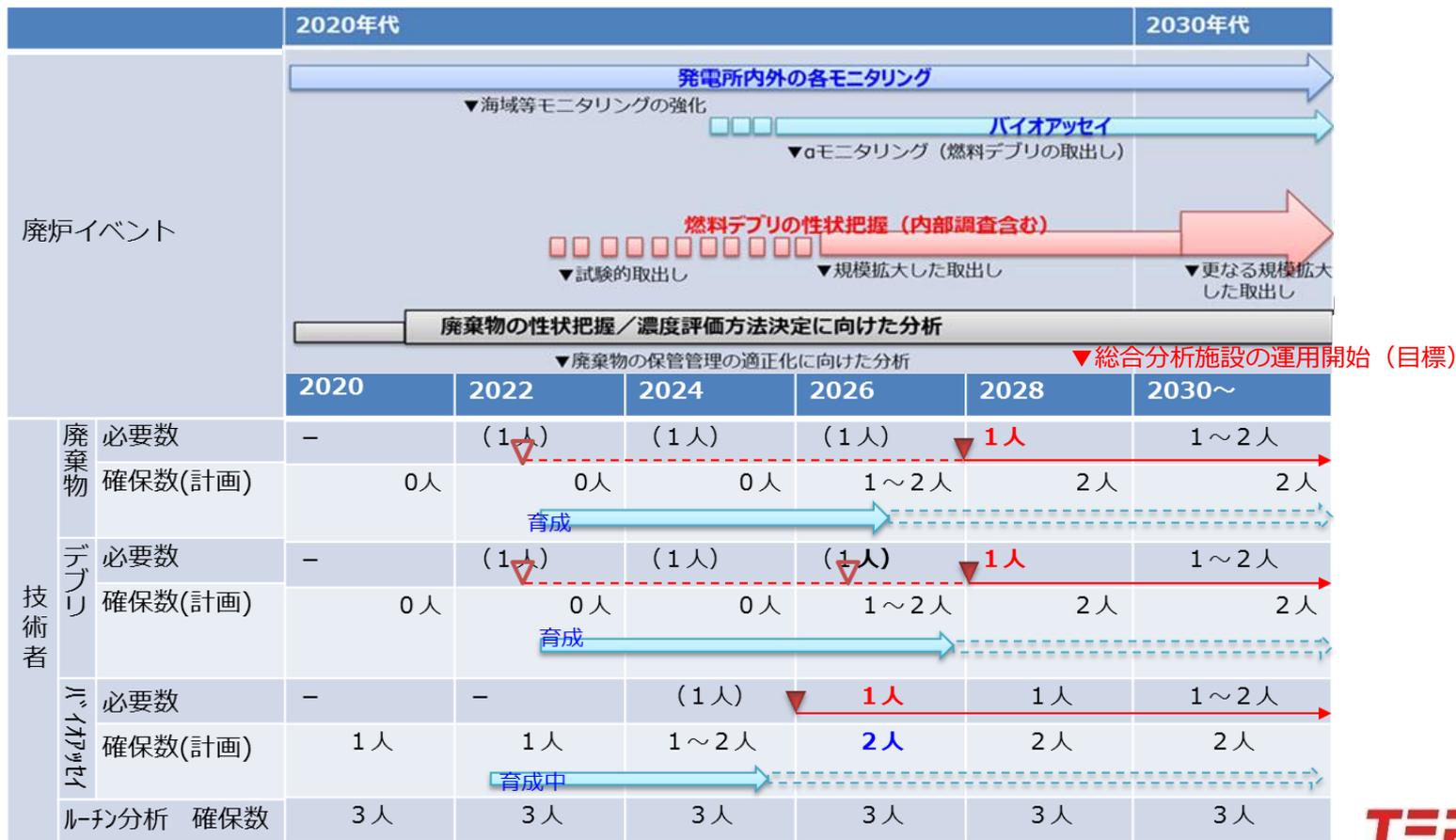
力量	廃棄物分析	燃料デブリ分析	バイオアッセイ	【参考】簡便な方法によるルーチン分析
放射能分析	○	○	○	△
物性分析・ 観察技術	—	○	—	—
保障措置	—	○	○	—
線量評価	—	—	○	—

5-2. 【補足】 分析技術者の力量

力量項目	力量説明	廃棄物	デブリ	バイオアッセイ
放射能分析				
加工技術(切出)	試料分取を機械的に行う技術	○	○	—
溶解・浸出技術	固形試料を液化するための技術	○	○	○
分離・精製技術	評価対象核種を抽出するための技術	○	○	○
形成技術	計測可能な形状に形成する技術	○	○	○
計測原理	評価核種を効率的に定量するための技術	○	○	○
物性分析・観察技術				
加工技術	観察可能な形状に加工する技術	—	○	—
物性知識	硬度や応力、密度等の物性の基礎知識	—	○	—
計測原理	効率的に評価するための技術	—	○	—
保障措置				
保障措置の考え	規制物質に関する知識全般（法令含）	—	○	○
核的制限	安全に取り扱うための制限値の理解	—	○	—
計量管理	計量管理方法の理解	—	○	○
線量評価				
預託線量計算	実効線量評価方法の理解	—	—	○
被ばく影響	被ばく量に応じた人体影響の理解	—	—	○

5-3. 分析技術者の必要時期と確保に向けた考え方 8

- 廃棄物／燃料デブリの分析、バイオアッセイを東京電力として開始する1年前（図中▼）までに確保する。ただし、分析を開始する前（図中▽）においても、廃棄物の分析計画立案や燃料デブリの試験的取出し時期にも確保することが望ましいため、早期に育成を開始したい。
- 廃棄物／燃料デブリの分析技術者の確保については、万全を期すため、育成と並行して**キャリア採用も進めつつ、JAEAからの技術サポート、エネ庁／NDFからの支援にも期待したい**
- なお、バイオアッセイの技術者は、すでに確保済み



5-4. 分析評価者／技術者の確保に向けた今後の取り組み 9

■分析評価者

- 分析の知識を有し、廃炉作業全体の理解している者から選定

■分析技術者

- 力量を具体化するとともに技術者候補を選定。また、キャリア採用も並行して進める
- 分析技術者の育成プログラムを検討し、2023年度から育成開始

育成方針：国プロ等の分析実務に参加し、分析手順／原理の他、ノウハウ含めて、実務経験を通じて育成する

	2022年 11月	12月	2023年 1月	2月	3月	4月～	
分析評価者 －選定	—————						
分析技術者							
－力量の具体化	—————						
－候補者の選定		—————					
－育成計画策定・実行		計画	—————				実行
－候補者の追加選定						—————	
－キャリア採用						—————	

6-1. 分析管理者／作業者の確保に向けた取り組み 10

■ 分析管理者／分析作業者の確保に向けた考え方

- 分析作業者は、分析技術者が策定した手順に従い、現場での分析作業を担う
- 分析管理者は、分析計画の履行や分析結果の品質、データ管理を担う
- 分析管理者と分析作業員は、**分析計画（分析物量）に依存**する
- **分析手順を理解した上で分析の実務を遂行し、必要に応じて異常を検知することが求められる**（数か月単位で育成が可能）
- 一部作業員においては**マニピレータ等の専用ツールの操作技能が必要となるが、主に燃料デブリ分析等が対象**（1年程度で育成が可能）

分析計画に応じて、分析管理者／分析作業者の人数を確保できるよう、必要人数を年度展開しながら計画的に準備を進め、分析計画の見直しに応じて計画も再考する

■ 分析管理者／分析作業者の必要規模の確認について

- 短期間で育成可能なものの、必要規模が大きくなると課題となってしまう
- **今後、現在策定中の廃棄物分析の計画に合わせて、必要規模感の評価を行う**

（取扱量の制約を受ける燃料デブリに比べて、分析物量が大きくなりうる廃棄物の分析計画に合わせて規模感を確認する）

6-2. 分析計画策定の取り組み状況 (1/2)

廃棄物分析の優先度を決めて、廃棄物毎の分析計画（個別）を策定し、それを取りまとめて全体物量を算定予定。現状は、（3）分析優先度の評価を行っている状況

(1)分析の目的・目標の設定

- ・ 分析の目的・目標の整理
- ・ 当面の目標の絞り込み

(2)分析実績の整理

- ・ 廃棄物毎の分析実績の整理
- ・ 分析の到達レベルの評価

(3)分析優先度の評価

- ・ 分析実績，分析ニーズ等を踏まえた廃棄物毎の分析の優先度評価

(4)廃棄物毎の分析計画策定

- ・ 廃棄物毎の性状把握方針，分析計画策定
- ・ 技術開発課題の抽出

(5)分析の全体計画策定

- ・ 個々の分析計画の集約，全体計画策定
- ・ 分析能力の充足性の確認

表 廃棄物毎の分析計画策定（様式案）

廃棄物名称		分析優先度【X】																																	
1. 分析ニーズ ・ 分析の目的・目標の整理 ・ 分析データ整備ニーズ 等	2. 発生・管理状況／今後の計画 ・ 廃棄物の基礎情報 ・ 廃棄物の発生状況，発生見込み ・ 現在の保管管理状況 ・ 今後の処理計画，保管管理計画 等	4. 性状把握方針 ・ 性状把握の基本方針 ・ 性状把握方針を踏まえた分析計画策定の考え方，方針 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 性状把握方針 「廃棄物に関する情報」に基づき，個々の特性を踏まえた性状把握方針（分析，解析，予備的安全評価の組合わせ等）を設定する。 </div>																																	
		5. 分析計画 ・ 具体的分析計画案 ・ 具体的分析数は表右下欄に記載 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> 分析計画・技術開発計画 </div>																																	
		6. 技術課題 ・ 試料採取，分析，データ処理方法等に係る技術課題 ・ 技術課題に対する対応方針，計画																																	
3. 廃棄物性状に係る情報 ・ 既往の分析実績（放射学的特性，物理的・化学的特性） ・ 補助事業成果（解析の手法，安全評価による注目核種等）等		<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>分析数</th> <th>内容・備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2023</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2024</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2025</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2026</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2027</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2028</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2029</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2030</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2031</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2032</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> 10年間の分析数・分析内容を記載 </div>	年度	分析数	内容・備考	2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029			2030			2031			2032		
年度	分析数	内容・備考																																	
2023																																			
2024																																			
2025																																			
2026																																			
2027																																			
2028																																			
2029																																			
2030																																			
2031																																			
2032																																			

6-3. 分析計画策定の取り組み状況 (2/2)

- ・ 廃棄物毎の分析計画を統合・調整し、必要な分析能力の年度展開を作成。
- ・ 必要な分析能力の年度展開から、分析管理者・分析作業者の必要数を推定し、要員計画に反映

分析体制・リソース検討



- ・ 必要な分析能力を踏まえ、分析管理者、分析作業者を確保

分析数に依存しない

分析数に依存

必要な分析能力 (分析数)

廃棄物毎の具体的な分析数、分析内容、技術課題等

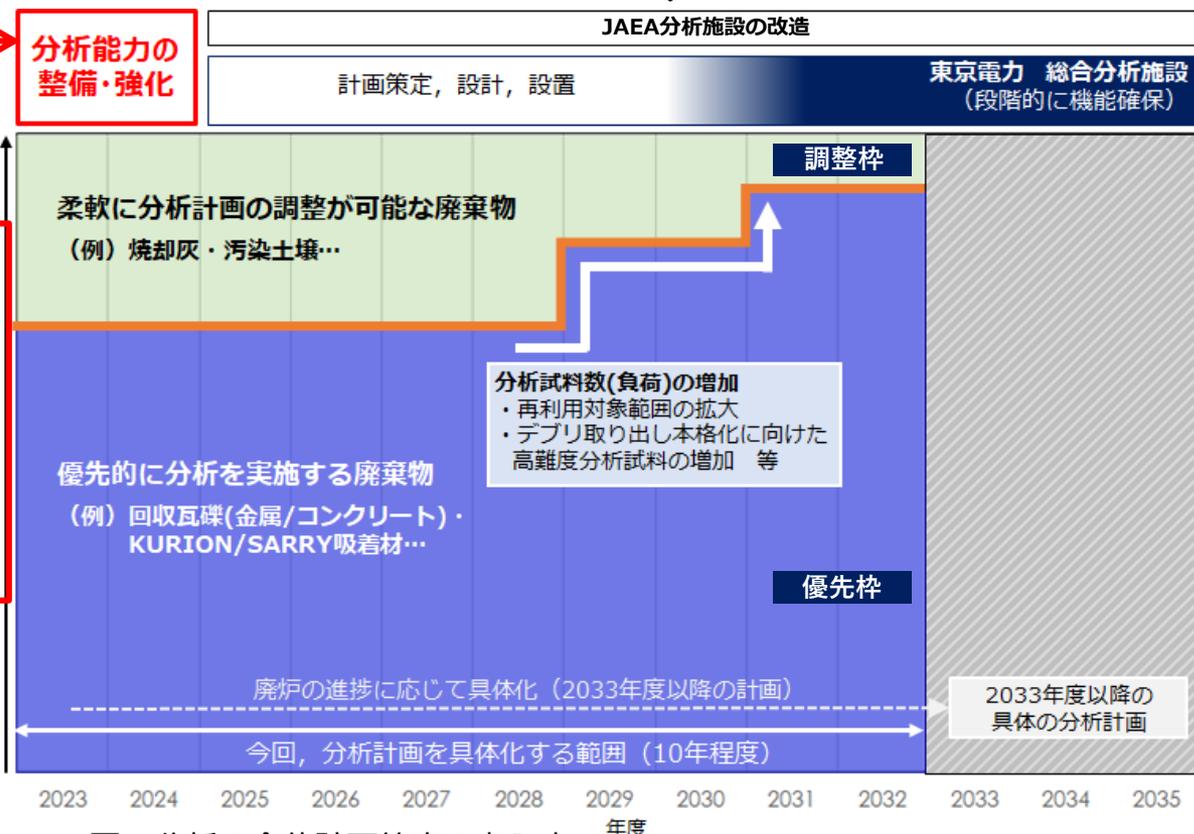
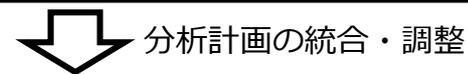


図 分析の全体計画策定の考え方

検討スケジュール, 及び進捗状況

項目	2022年				2023年		
	9	10	11	12	1	2	3
(1)分析の目的・目標の設定 ・分析の目的・目標の整理 ・当面の目標の絞り込み	■						
(2)分析実績の整理 ・廃棄物毎の分析実績の整理 ・分析の到達レベルの評価		■					
(3)分析優先度の評価 ・分析実績, 分析ニーズ等を踏まえた廃棄物毎の分析の優先度評価			■				
(4)廃棄物毎の分析計画策定 ・廃棄物毎の性状把握方針, 分析計画策定 ・技術開発課題の抽出					■		
(5)分析の全体計画策定 ・個々の分析計画の集約, 全体計画策定 ・分析能力の充足性の確認						■	

分析需要の変化に対応するため、施設の整備を段階的に進めている

