

1F廃炉における分析計画の策定について (分析計画策定の進め方)

2022年9月12日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 1F廃炉における分析は、構内分析施設、茨城地区分析施設を活用しながら補助事業(IRID)・JAEAと分担して実施してきており、JAEA分析・研究施設第1棟(2022/6竣工)や第2棟・東京電力総合分析施設(計画中)など分析能力の強化を着実に進めている。
- 一方、廃棄物分析に関しては、当初より放射能濃度や物性などの性状把握を指向していたものの、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ったために表面線量率測定による区分に注力してきた。このため、性状把握を目的とした分析が計画的に行われてこなかったことから、今後の廃炉作業の進捗に合わせて廃棄物の管理区分を見直すためにも、下段の内容を網羅した戦略的な分析を実現するための計画を策定する。

廃炉進捗に伴う対応	内容
放射能濃度による廃棄物管理への移行	<ul style="list-style-type: none"> 全ての廃棄物について、下記を踏まえた放射能濃度管理への移行。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃棄物毎の特性に応じた合理的な安全対策等の検討に資するデータ取得 ✓ 処分・再利用に向けたデータ蓄積・管理（より幅広い放射性核種の濃度管理）
安全で安定的な保管管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> 保管時の廃棄物の挙動評価、及び適切な安全対策を検討し、長期にわたり閉じ込めを維持できる保管方法の検討のための廃棄物の物理的・化学的特性の把握。
試料採取・分析の高難度化対応	<ul style="list-style-type: none"> デブリ取り出しに伴う試料採取、分析難易度の高い試料の発生が予想されるため、対応できる技術、人材の整備の必要性。
体系的な試料採取・分析の実施	<ul style="list-style-type: none"> 代表性に配慮した体系的な試料採取・分析の実施。廃棄物毎の特性を踏まえた性状把握。

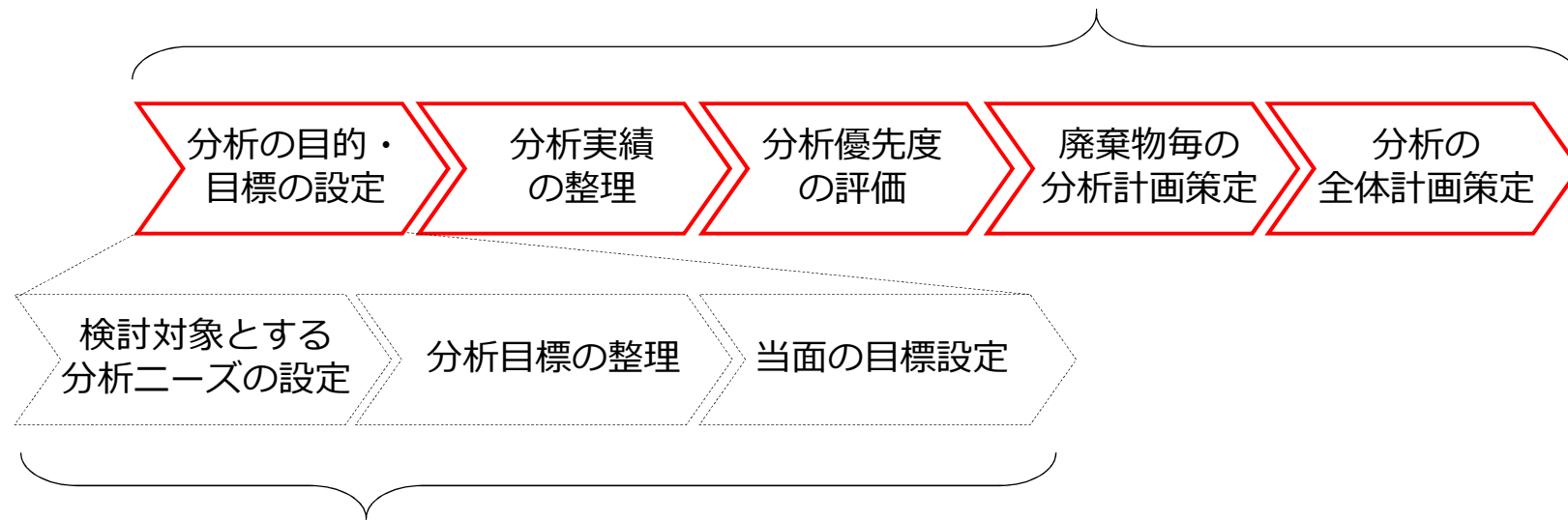
- 策定した分析計画に基づき、下記を実施する。

<ul style="list-style-type: none"> ◎分析計画に基づく、必要な分析施設の確保（整備）、リソース確保 ◎分析に係る技術課題の抽出、研究開発の実施 ◎関連機関間の協力体制構築と役割分担の明確化

■ 今回の説明範囲

- ①分析計画策定の進め方
- ②分析の目的・目標設定の考え方
- ③今後の説明スケジュール

①分析計画策定の進め方



②分析の目的・目標設定の考え方

1.分析計画策定の進め方

■ 分析計画策定の進め方

- 分析計画策定のフローを右図に示す。
- 分析の目的・目標を明確にした上で、廃棄物毎に個々の特徴を踏まえた合理的な分析計画の検討を行う。
- 分析進捗状況や保管管理上のリスク等を踏まえ、廃棄物毎に分析の優先度を設定する。

■ 前提条件

- 分析項目

表 分析計画策定の対象とする分析項目

分類	分析項目例
放射線学的特性	• 放射能濃度, 放射エネルギー, 表面線量率等
物理的・化学的特性	• 材質, 水分量, 力学特性, 化学組成, pH, Eh, 不純物, 環境影響物質等

• 考慮する分析施設（分析能力）

分析能力に係る検討（機能、容量等の確認）において想定する分析施設は下記とする。

- JAEA分析・研究施設第1棟
- 茨城地区分析施設
- 東電 既存分析施設
- 東電 総合分析施設（今後の設計に反映）

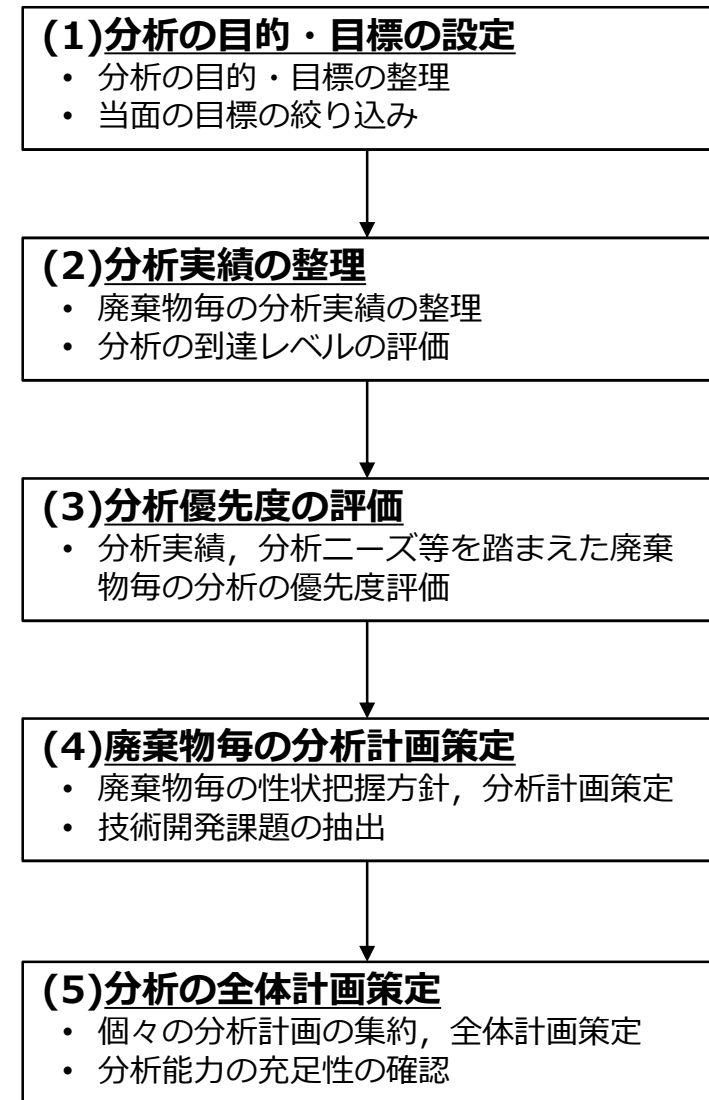


図 分析計画策定フロー

2.分析の目的・目標の設定

■ 分析の目的・目標設定の進め方

- 分析計画の策定にあたり、分析の目標を設定する（分析の目的と必要となる分析データの整理）。
- 検討手順を右図に示す。

■ 検討対象とする分析ニーズ

- 1F廃炉における主要な分析ニーズを下表に示す。
- 今回は、特に分析項目、分析数に対する要求水準が高い**処理処分、保管管理の2項目（廃棄物対策）**に注目する。
- 他の分析ニーズに関する計画は別途検討を進め、全体計画策定において調整・反映を行う。

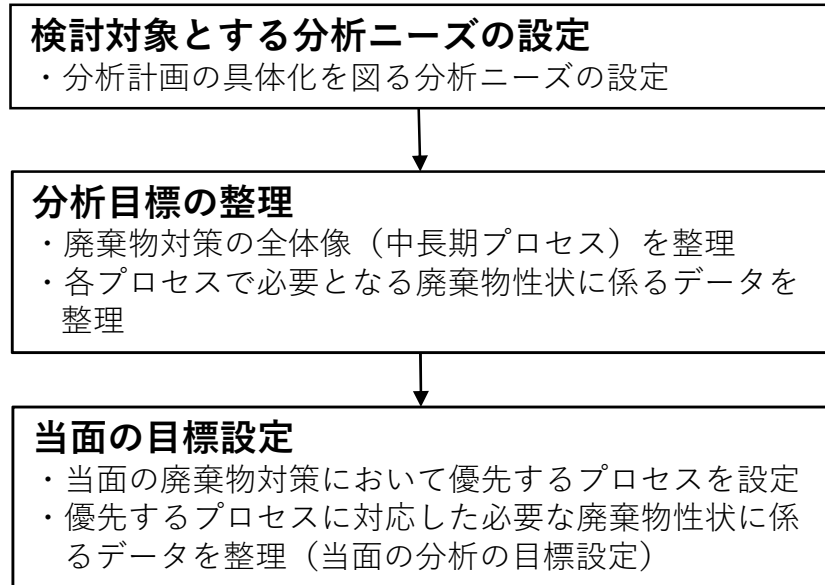


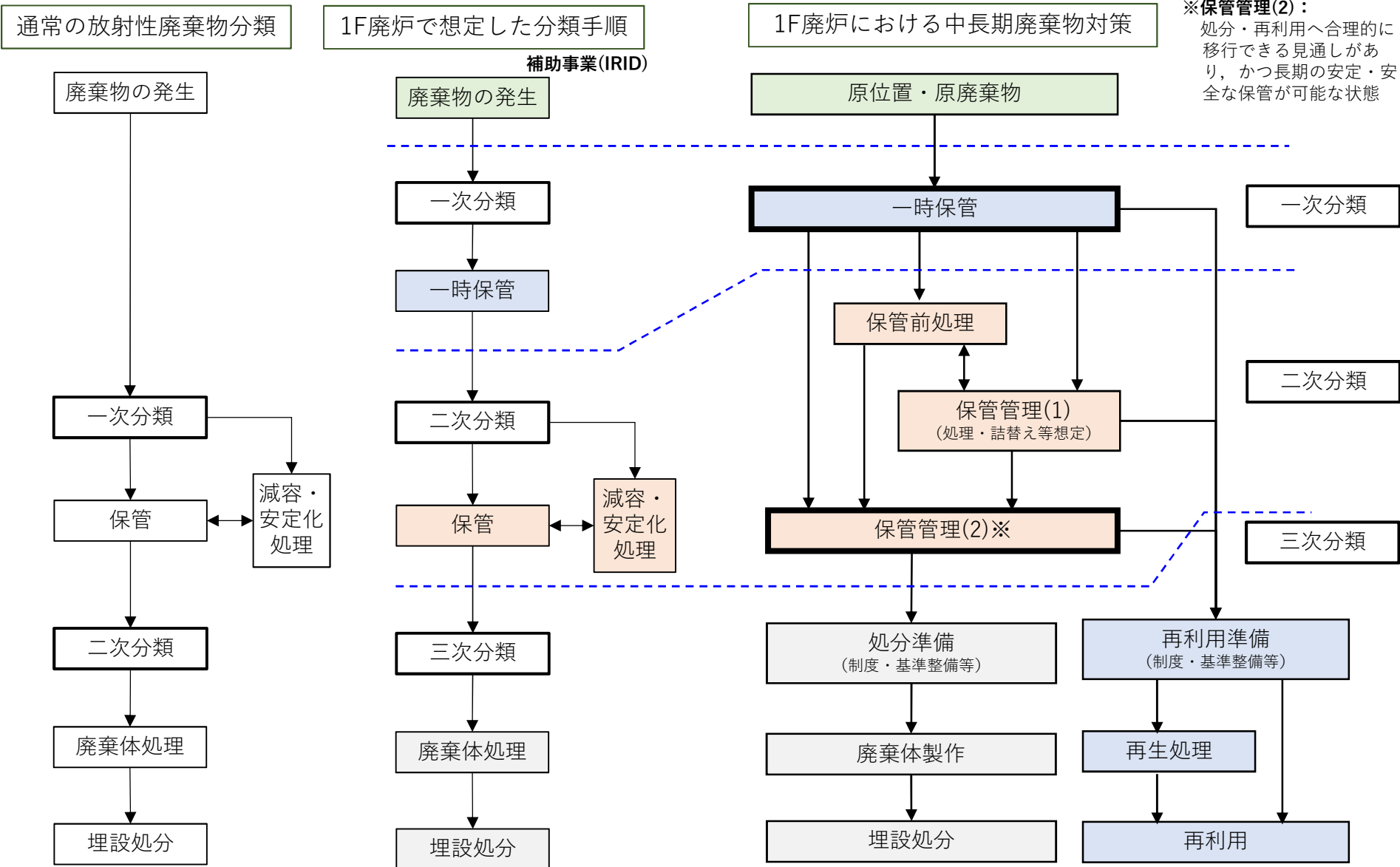
図 分析の目的・目標設定の進め方

表 主要な分析ニーズと今回の検討範囲

主要な分析ニーズ	今回の検討における扱い
廃棄物の処理処分方法検討に向けた性状把握に関する分析ニーズ※	【検討対象】 ※再利用含む
固体廃棄物の保管管理の適正化に関する分析ニーズ	【検討対象】
燃料デブリの性状把握に関する分析ニーズ	【別途検討】 ⇒ JAEA分析・研究施設第2棟で対応
事故調査に関する分析ニーズ	【別途検討】 ⇒ 別途計画検討, 反映
設備設計に資する分析ニーズ（燃料デブリ等）	（上記に包含）
線量評価に資する分析ニーズ（バイオアッセイ）	【別途検討】 ⇒ 構内に分析機能を構築予定
ALPS処理水に関する分析ニーズ	構内既存施設等で対応
海水や地下水等のモニタリングや保安管理を目的とする分析（ルチン分析）	構内既存施設等で対応

2.分析の目的・目標の設定

■性状把握における廃棄物分類と中長期廃棄物対策プロセス



2.分析の目的・目標の設定

■分析目標の整理

- 各プロセスで必要となる廃棄物性状に関する情報（分析目標）の概要を下表に整理する。

表 各プロセスで必要となる廃棄物性状に関する情報（分析目標）

レベル	プロセス	処分		再利用			
		放射線学的特性	物理的・化学的特性	放射線学的特性	物理的・化学的特性		
一次分類	0 原位置・原廃棄物						
	1 一時保管					③線量率	③材料種類
二次分類	2 保管前処理 ↓ 保管管理(1) (処理・詰替え等想定)	①平常時・事故時シナリオにおける支配核種のインベントリ（最大放射能濃度・放射能量）	①施設設計に資する性状（材質，形状，質量，水分量他）				
	3 保管管理(2)					①保管時挙動評価に資する性状（化学組成，力学特性，不純物他）	
三次分類	4 処分準備（制度・基準整備等） ↓ 再生準備（制度・基準整備等）	②処分概念検討，基準策定等に資するインベントリ（解析的評価+実測）	②埋設時挙動評価に資する性状（地下環境下） ②環境影響物質等	②用途検討，基準策定，検査方法構築等に資するインベントリ等	②環境影響物質等		
	5 廃棄体製作 ↓ 埋設処分 再生処理 ↓ 再利用	①申請放射能量設定 ③廃棄確認対応（SFエビデンス等） ①施設確認対応（詳細設計用データ）	①処分施設設計条件 ③廃棄確認対応（制限物質等） ①施設確認対応（詳細設計用データ）	③検認	③検認		

凡例（使用目的）

- ①設計・評価
- ②基準等の策定
- ③基準適合性確認

2.分析の目的・目標の設定

■ 当面の分析目標の設定

- 当面の廃棄物対策において優先するプロセスとして“保管管理(2)”、“再利用”を設定し、これらに必要な廃棄物性状に係る情報に対応する分析を当面の目標として設定した（下表）。
- 将来、保管において処分・再利用に移行できる状態を維持するため、廃棄物ストリーム※を構築して保管管理(2)の検討にフィードバックを図るものとする。よって、保管管理(2)の検討に処分準備の一部検討（廃棄物ストリーム構築）を含める。

表 当面の分析の目標範囲

廃棄物対策上の目標	レベル	プロセス	① 安全、安定した保管管理への移行		② 再利用	
			放射線学的特性	物理的・化学的特性	放射線学的特性	物理的・化学的特性
	0	原位置・原廃棄物				
	1	一時保管	③線量率	③材料種類	凡例（使用目的） ①設計・評価 ②基準等の策定 ③基準適合性確認 同左	
	2	保管前処理 ↓ 保管管理(1) (処理・詰替え等想定)	①平常時・事故時シナリオにおける支配核種のインベントリ（最大放射能濃度・放射能量）	①施設設計に資する性状（材質、形状、質量、水分量他）		
	3	保管管理(2)		①保管時挙動評価に資する性状（化学組成、力学特性、不純物他）		
	4 <small>当面の到達目標</small>	処分準備 (制度・基準整備等) ↓ 廃棄体製作 ↓ 埋設処分	②処分概念検討，基準策定等に資するインベントリ（解析の評価+実測）	②埋設時挙動評価に資する性状（地下環境下） ②環境影響物質等	②用途検討，基準策定，検査方法構築等に資するインベントリ等	②環境影響物質等
	5	再生処理 ↓ 再利用	①申請放射能量設定 ③廃棄確認対応（SFエビデンス等） ①施設確認対応（詳細設計用データ）	①処分施設設計条件 ③廃棄確認対応（制限物質等） ①施設確認対（詳細設計用データ）	③検認	③検認

保管管理(2)
 ・処分・再利用までの安全、安定的な廃棄物の保管の実施

↑
フィードバック

廃棄物ストリーム※構築
 ・廃棄体要件
 ・廃棄物処理方法等

再利用（一時保管→再利用）
 ・保管対象とする廃棄物量の削減

※廃棄物ストリーム：廃棄物の発生・保管から処理・処分までの一連の廃棄物の取り扱い

3.分析実績整理／優先度評価



■各廃棄物の分析優先度評価の方法

- ・ 廃棄物毎の分析実績，分析の到達レベル，分析優先度評価を下記形式（表）で整理を行う。

表 廃棄物毎の分析実績，分析優先度評価整理表のイメージ

No.	廃棄物種類			発生状況 /管理状況	放射線学的特性 物理的・化学的 環境影響 物質等 その他	分析実績										分析優先度					分析に係る 技術開発課題 ○：重要課題有					
	種類	内訳	試料採取 状況			放射線学的特性					物理的・化学的 特性					データ整備 ニーズ	保管負荷 (リスク・物量)	既存技術・制度 適合性	発生時期 ×：FY2022まで未 発生	分析優先度 (最高3点)						
						表面 線量 (μSv/h)	放射 能濃 度 (Bq/g)	放射 能濃 度 (Bq/g)	放射 能濃 度 (Bq/g)	放射 能濃 度 (Bq/g)	0	1	2	3	4							0	1	2	3	4
1	1	デブリ取り出し／解体廃棄物 1号（事故炉躯体）																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; width: 25%;"> <p style="text-align: center; background-color: blue; color: white; margin: 0;">廃棄物種類 (種類，内訳，発生状況・管理状況)</p> </div> <div style="border: 2px solid gray; padding: 5px; width: 25%;"> <p style="text-align: center; background-color: gray; color: white; margin: 0;">分析実績</p> </div> <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; width: 25%;"> <p style="text-align: center; background-color: green; color: white; margin: 0;">分析の到達レベル</p> <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物対策プロセスを5段階に区分（p.6のレベル0～4） 廃棄物の発生・管理状況と分析の到達レベルを表示 ⇒早期実施ニーズ有無を判断 </div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: 25%;"> <p style="text-align: center; background-color: red; color: white; margin: 0;">分析優先度評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 分析優先度を最高3点で評価 3～2点の廃棄物について、個別に分析計画検討(p.9) </div> </div>																										
2	2	格納容器（金属）		9																						
2	3	格納容器（コンクリート）		9																						
2	2	瓦礫コンクリート																								
1	1	回収瓦礫（コンクリート） 30mSv/h超		2																				2		○
2	2	回収瓦礫（コンクリート） 5μ～30mSv/h		1→2																				2		○
3	3	回収瓦礫（コンクリート） 5μSv/h未満		4																				3		○
3	1	水処理二次廃棄物 取着塔①（キュリウム）																								
1	1	KURION		1→2																				3		○
2	2	SARRY		1→2																				3		○
3	3	SARRY-2		1→2																				3		○

参考資料①

参考資料②

参考資料③

参考資料④

4.廃棄物毎の分析計画策定



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	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		
	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	5. 分析計画 ・具体の分析計画案 ・具体の分析数は表右下欄に記載	
		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（解析的手法, 安全評価による注目核種等）等	年度	分析数	内容・備考
	2023		
	2024		
	2025		
	2026		
	2027	10年間の分析数・分析内容を記載	
	2028		
	2029		
	2030		
	2031		
2032			

5.分析の全体計画策定

■ 分析の全体計画策定

- **廃棄物毎の分析計画を統合し、全体計画を策定する。** 策定した計画は、分析施設の機能・容量等の充足性の確認（課題抽出）、今後整備予定の分析施設の設計に反映する。また、計画に応じた分析員の確保、計画・評価ができる分析技術者の育成・配置等の検討にも資する。
- **分析優先度に応じて、優先枠と調整枠を割り当てる。** 分析計画は最新の知見に基づき適宜更新を行うものであり、分析計画更新や突発的な分析ニーズ発生に対して、**調整枠をバッファとして活用**し、確実に分析を進める。

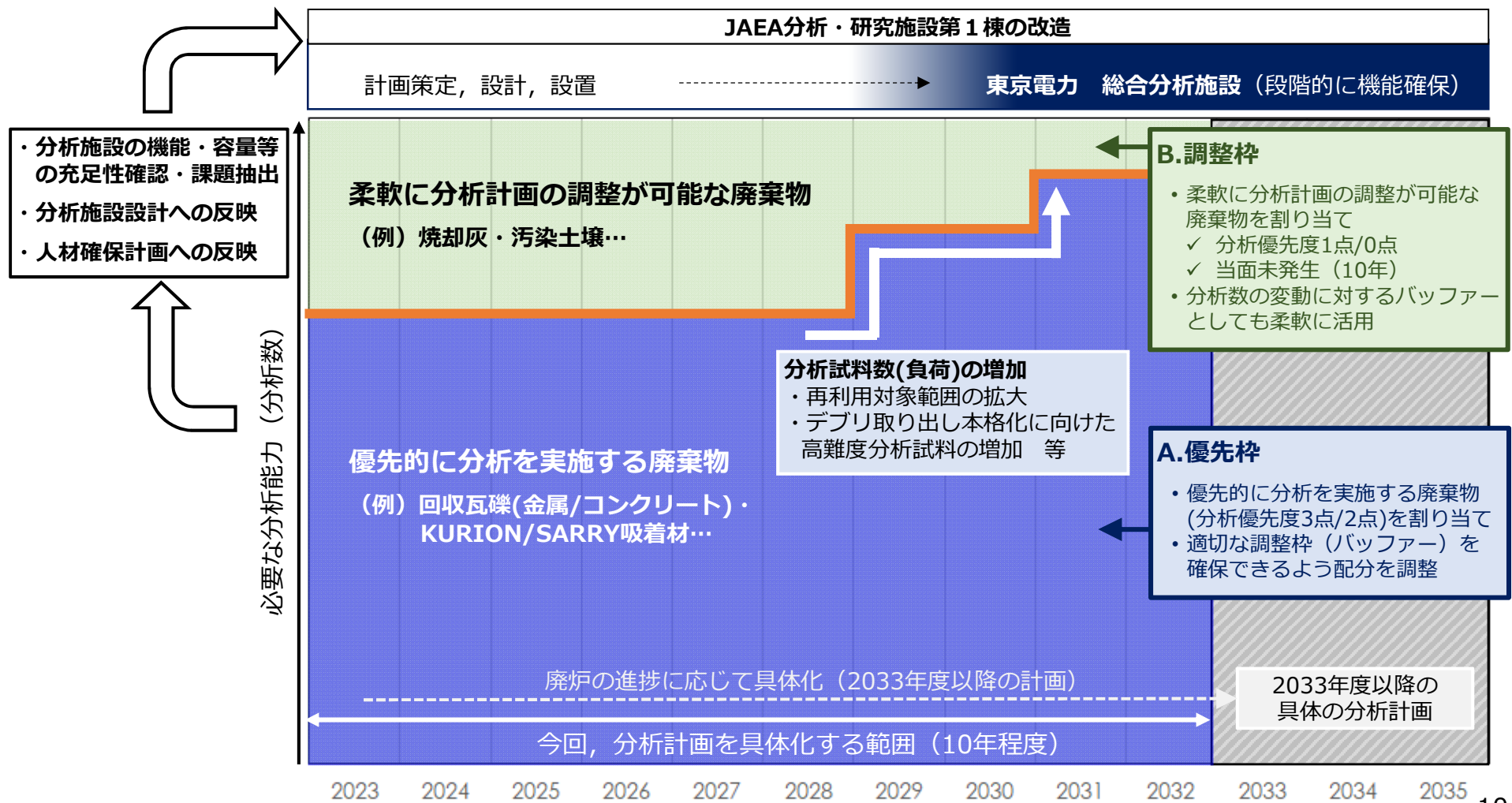


図 分析の全体計画策定の考え方

- 分析計画を策定し、今後の分析能力確保、リソース確保、課題対応等の検討に資する。
- 分析計画の策定にあたっては、「保管管理」「再利用」に着目し、当面の分析の目標設定を行う。
- 廃棄物毎に分析実績、分析の到達レベル、分析の優先度を評価し、分析優先度の高い廃棄物の性状把握方針、分析計画の具体化を図る。
- 廃棄物毎の分析計画を統合し、全体計画を策定する。年度内を目標に検討を進める。

6. 今後の説明スケジュール

回	内容	時期
今回 報告	<ul style="list-style-type: none">分析計画策定の進め方目的・目標設定の考え方	2022年9月
次回 以降	<ul style="list-style-type: none">分析実績整理の結果分析優先度の評価結果廃棄物毎の性状把握方針・分析計画全体分析計画の提示（上記成果を統合した10年間の分析計画）分析能力確保の見通し，計画	2022年度内 ・経過報告 ・最終報告

※全体のブラッシュアップは、一連の検討を通じて継続して実施する。

※具体的な回数，スケジュールは今後調整させていただきたい。

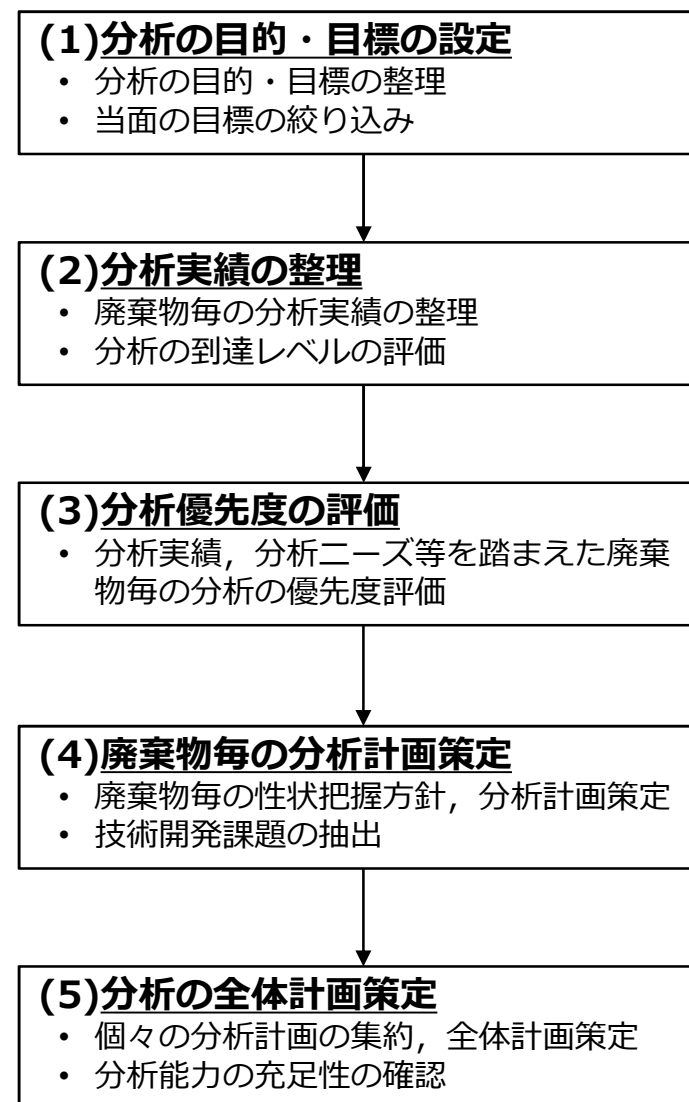


図 分析計画策定フロー

以上

参考資料③：分析実績整理（分析の到達レベル）

■各廃棄物の分析の到達レベル

- 廃棄物毎の発生状況・管理状況，及び分析の実施状況をp.6に示した目標の段階（プロセス）と対応させ，下記の形で整理する。
- ■と□が重複しない廃棄物は，分析の優先度を上げる。

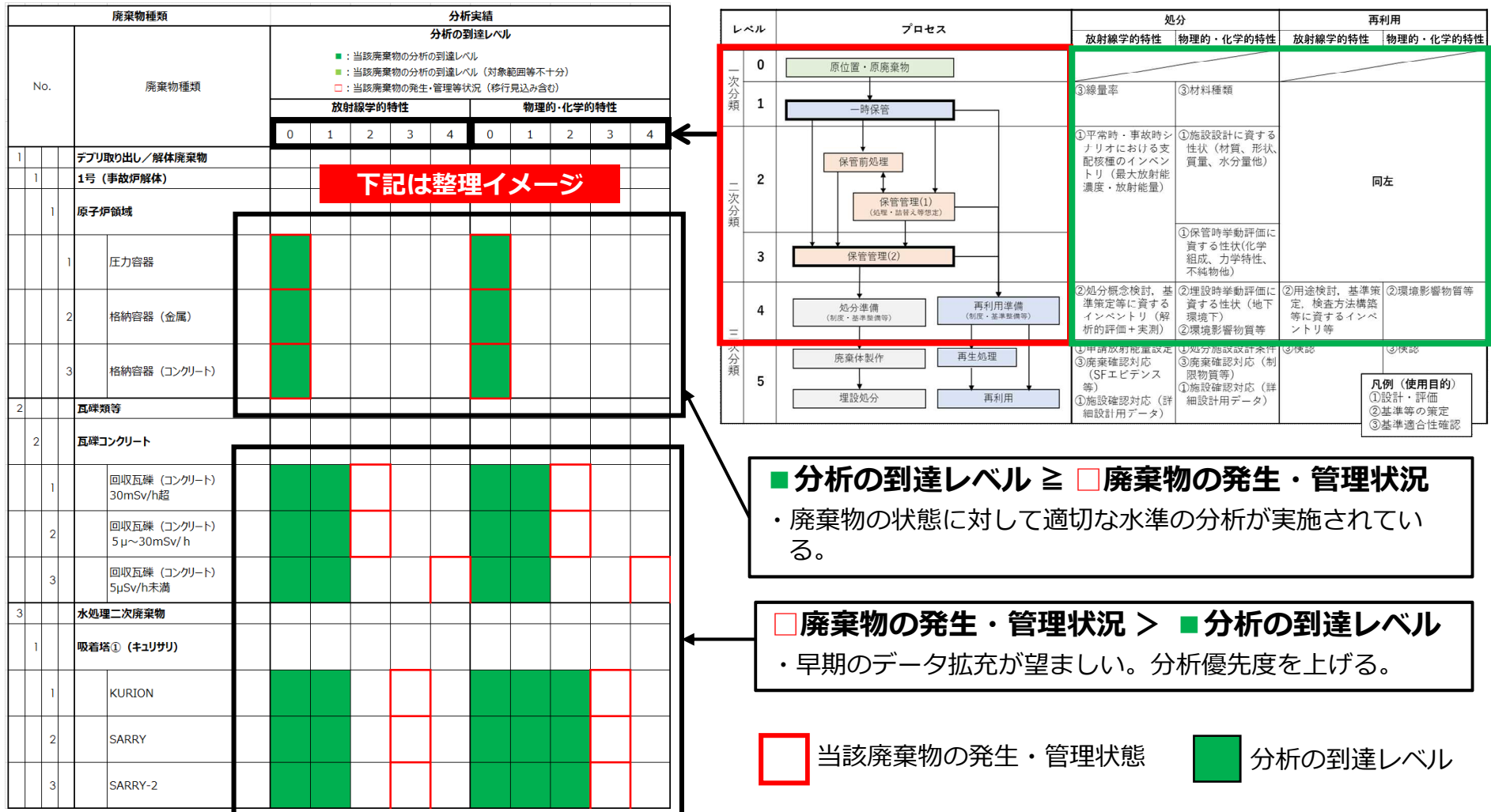


図 分析の到達レベルの整理方法

参考資料④：分析優先度評価

■ 分析優先度の評価方法

- 分析優先度の評価方法・評価指標を下表に示す。
- 分析優先度は、下表 i ~ iii の指標により0~3点の4段階で評価を行う
- iv 発生タイミングについて、2032年度までに発生見込みのない廃棄物は、分析優先度とは無関係に優先枠から外す。
- 分析に係る技術課題の整理を実施する。分析に係る重要な技術開発課題を有する場合には、技術開発計画も含めて計画を策定する。

分析優先度評価

表 分析優先度の評価方法、評価指標

評価項目		優先度設定の考え方	対象	点数 (最大3点)
i	データ整備二ーズ	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の発生管理状況に対して分析データ取得が遅れている廃棄物の分析優先度を上げる。 	<ul style="list-style-type: none"> 参考資料④の評価において、廃棄物の発生・管理状況> 分析の到達レベルとなった廃棄物 	優先度評価【+1】
ii	保管負荷 (リスク・物量) 廃棄物ストリーム検討の必要性高	<ul style="list-style-type: none"> 保管時の負荷が高い廃棄物は、廃棄物ストリームを整備し、安定化・減容等の処理方法策定、保管時対策を具体化を急ぐ観点から分析優先度を上げる。 	<ul style="list-style-type: none"> リスク高 (高線量, 高濃度, 高流動性, 飛散性, 化学的不安定さ等) 保管時の負担大 (物量が膨大な廃棄物) 	優先度評価【+1】
iii	既存技術・制度の適合性 制度整備・技術開発の必要性高	<ul style="list-style-type: none"> 既存廃棄物と類似性が低いものは、制度整備、技術開発が必要になる可能性がある。 議論の骨格となる廃棄物ストリーム構築、課題抽出を図るため、分析優先度を上げる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の廃棄物等と類似性が低い廃棄物 (インベントリ・材料等。1F独自性の強い廃棄物。) 	優先度評価【+1】
iv	発生タイミング	<ul style="list-style-type: none"> 2032年度まで発生見込みのない廃棄物の分析の緊急性は低いと判断。分析優先度評価の点数に抛らず優先枠から除外する。 	<ul style="list-style-type: none"> 発生状況・管理状況が「9:未発生 (2033年度以降発生/発生時期未定) である廃棄物 	点数に抛らず【優先枠除外】
分析に係る技術開発課題有無		<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物毎に分析に係る技術課題の有無について評価を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 分析に係る重要な技術開発課題を有する廃棄物 	技術開発と合わせて計画策定

参考資料⑤：必要な分析データ例（放射線学的特性）

必要な分析データ

1

各施設の設計・評価

実測値（最大を推定）

- 実測値に基づき、施設設計において想定する放射能濃度・放射エネルギーの最大値を設定する。 基準適合性は記録確認で対応可。
- 解析的手法は開発段階であることから、当面は補助的な位置付けとする。
- 再利用については実廃棄物に関するデータ蓄積が重要。基準上限付近の廃棄物の実測データの蓄積を進める。

2

基準等検討／廃棄物ストリーム検討（処分準備）

- 解析的手法の適用を想定（実測も併用）
- PDCAを回しながら信頼性向上を図っていく（下記のイメージ）

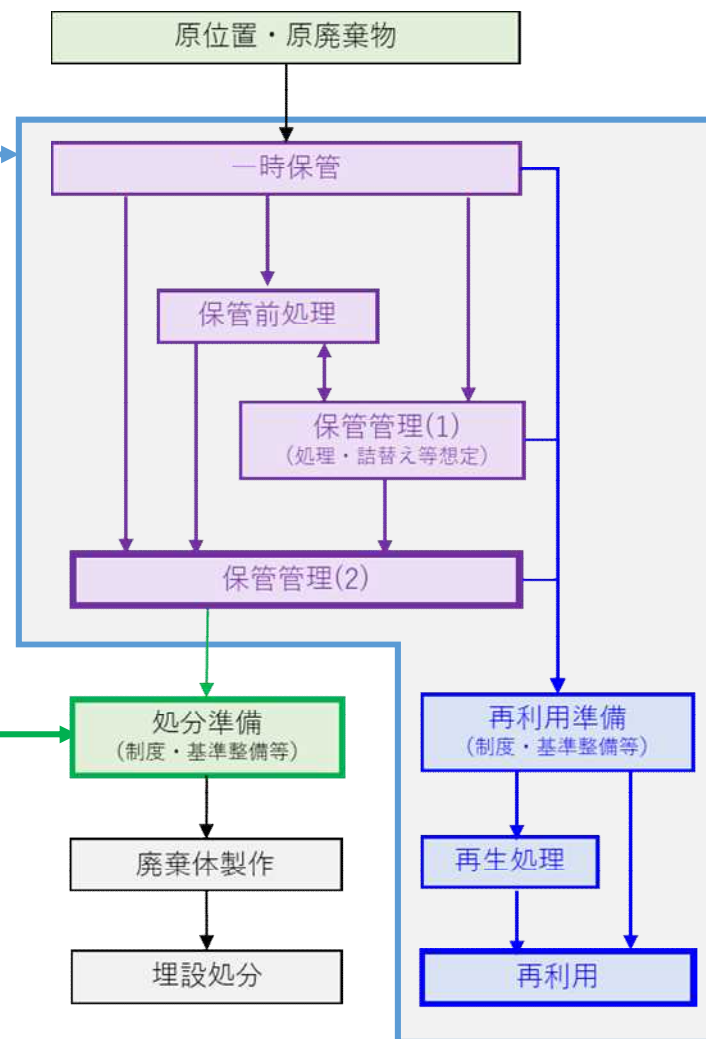
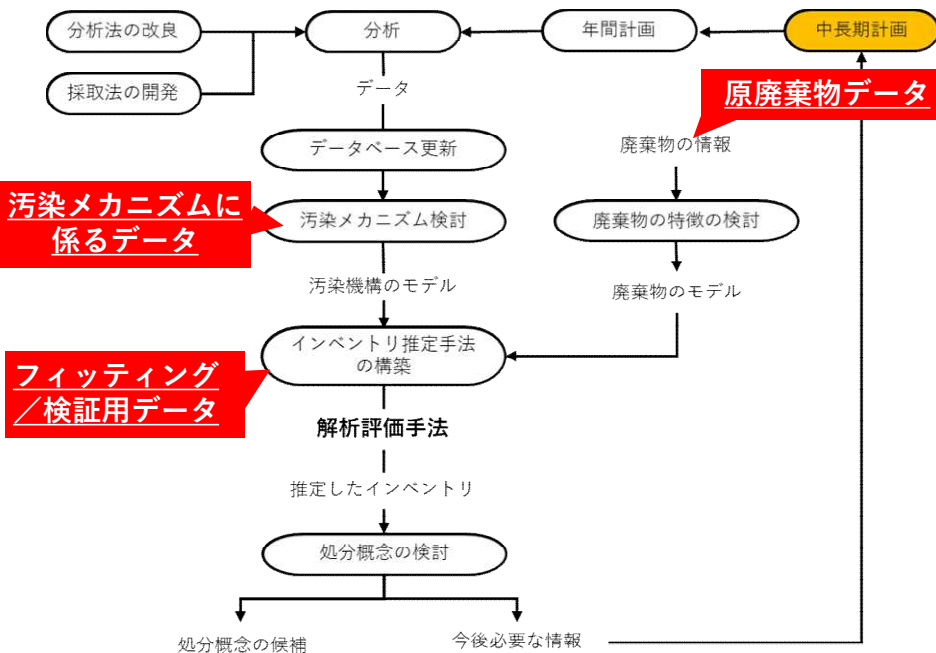


図 1F廃棄物対策の中長期プロセスのフロー

参考資料⑥：必要な分析データ例（物理的・化学的特性） TEPCO

