

廃炉作業における 分析環境整備の検討状況

2019年3月18日

東京電力ホールディングス株式会社
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. 分析事項の整理
2. 分析施設の概要
3. 要員検討状況
4. 今後の取組み

1. 作業目的による分析事項の整理

放射性物質分析・研究施設
構外の既設分析施設 など

1F分析施設

- プラント管理
 - ・ALPS等水処理設備管理
 - ・5・6号機管理
 - ・設備不具合対応

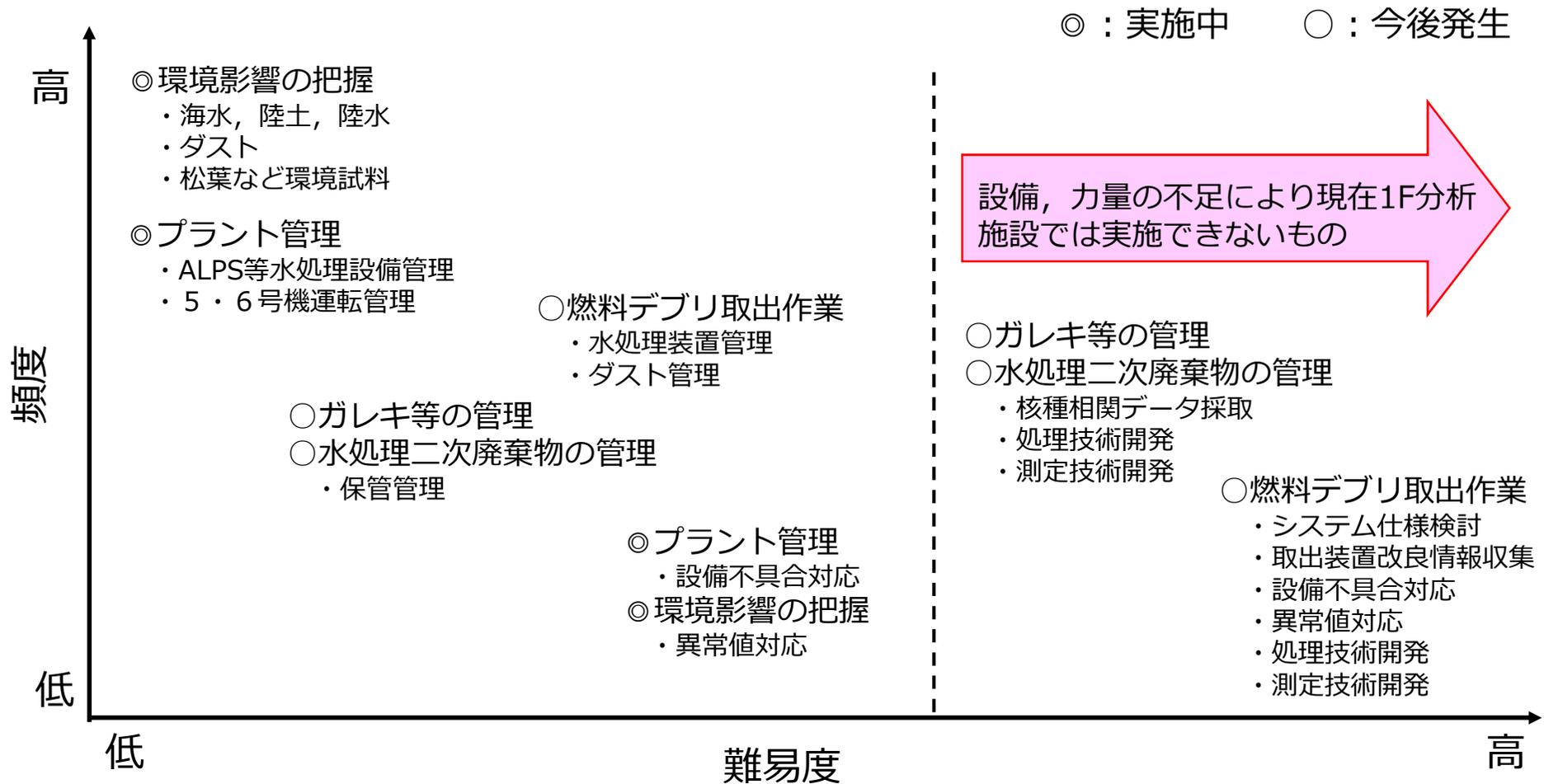
- 環境影響の把握
 - ・海水, 陸土, 陸水
 - ・松葉など環境試料
 - ・ダスト
 - ・異常値対応

- ガレキ等の管理：ガレキ類, 建屋解体に伴う建材, 伐採木など
- 水処理二次廃棄物の管理
 - ・核種相関データ採取
 - ・測定技術開発
 - ・処理技術開発
 - ・保管管理

- 燃料デブリ取出作業
 - ・測定技術開発
 - ・処理技術開発
 - ・取出装置改良情報収集
 - ・水処理装置管理
 - ・ダスト管理
 - ・保障措置／計量管理※
 - ・システム仕様検討
 - ・設備不具合対応
 - ・異常値対応

※分析での実施は未定

1. 分析事項の整理



→ 設備, 力量に課題があり, 分析環境の整備, および力量向上が必要な事項が今後発生する。

【参考】想定される分析項目例

分析項目	対応項目	可否
水質 (pH, DO, イオン種, SS)	燃料デブリ取出し作業	○
γ核種組成	ガレキ等 水処理二次廃棄物 燃料デブリ取出し作業	○
Sr-90	ガレキ等 水処理二次廃棄物 燃料デブリ取出し作業	○
全α	燃料デブリ取出し作業	○
難測定核種	ガレキ等 水処理二次廃棄物	× 設備：化学分離装置 力量：化学分離・測定技術
α核種組成	燃料デブリ取出し作業（異常値 対応、システム仕様検討）	× 設備：トレーサー物質, 化学分離装置 力量：化学分離・測定技術
化学組成	ガレキ等 水処理二次廃棄物 燃料デブリ取出し作業（異常値 対応、設備不具合対応）	× 設備：SEM, EDS, XRD等 力量：測定・解析技術
粒径分布	燃料デブリ取出し作業	○

※燃料デブリ取出作業に伴う分析は、小規模取出し時の分析（水、懸濁物）をイメージ
実施可としている分析についても、内部取り込みに対する防護対策を講じる必要がある。

2. 分析施設の概要：東京電力1F

対 象	場 所	分析装置名	主な用途	分析数量実績 (件/年)
建屋滞留水 モニタリング試料 (地下水等) ALPS入口水 など	5,6号 ホットラボ	Ge半導体検出装置	γ核種	約50,000
		α線自動測定装置	全α	
		低バックガスフロー計数装置	全β/Sr-89/Sr-90	
		β線自動測定装置	全β	
		β核種分析装置	Sr-89/Sr-90	
		ストロンチウム分析装置	Sr-89/Sr-90	
		液体シンチレーション計数装置	トリチウム/C-14/Ni-63/Cd-113m	
		α核種分析装置	α核種 (定性のみ)	
		ICP-MS	Sr-90 (対象試料限定) I-129/Tc-99	
堰内雨水 魚・土壌(前処理)	環境管理棟※	ICP-MS	Sr-90 (対象試料限定)	約100
モニタリング試料 (海水等) (地下水バイパス, サブ ドレン浄化水) ALPS出口水 (最終段) 排水試料 など	化学分析棟	Ge半導体検出装置	γ核種	約25,000
		α線自動測定装置	全α	
		低バックガスフロー計数装置	全β/Sr-89/Sr-90	
		β核種分析装置	Sr-89/Sr-90	
		低バック 液体シンチレーション計数装置	トリチウム/C-14/Ni-63/Cd-113m	
		α核種分析装置	α核種 (定性のみ)	
		ICP-MS	I-129/Tc-99	

※ 環境管理棟は、給排気設備や建物の老朽化のため、分析機能を2019年4月より5,6号ホットラボと化学分析棟へ移管する予定

2. 分析施設の概要：放射性物質分析・研究施設 第1棟

【対象】 低中線量のガレキ類，焼却灰，水処理二次廃棄物等

分析項目	分析装置名	主な用途
放射能分析	アルファ線スペクトロメータ	アルファ核種
	液体シンチレーションカウンタ，ガスフローカウンタ	ベータ核種
	ガンマ線スペクトロメータ	ガンマ核種
	ガンマ線測定装置（NaI（T I）シンチレーション検出器）	分離確認用
元素分析	誘導結合プラズマ発光分光分析装置（ICP-AES）	微量金属元素
	誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）	アクチニド核種等
塩分濃度分析	イオンクロマトグラフ	塩素等
表面分析	卓上顕微鏡（SEM-EDX），デジタルマイクロスコープ	試料の表面観察
機械的特性	引張・圧縮試験装置	構造材料の応力評価
比表面・粒度分布	比表面積測定装置	粉体の比表面測定
	粒度分布測定装置	粉体の粒度分布測定

【分析数量】 200試料／年

- ・低レベル（ $\leq 1\text{mSv/h}$ ）および中レベル（ $\leq 1\text{Sv/h}$ ）の合計として200試料/年を想定※
- ・総分析試料数量 = （分類数 = 86） \times （SF設定に必要な1分類当たりの分析試料数 = 40） = 3,440試料
- ・分析期間等を加味して年間分析試料数を算出
 $(3,440 - 210) / (20\text{年} - 3\text{年}) = 190\text{試料} / \text{年}$

※ 第3回特定原子力施設廃棄物規制検討会(2016/3/17)資料2-2

2. 分析施設の概要：放射性物質分析・研究施設 第2棟

【対象】 燃料デブリ等

【成果の反映先】	⑤	④	③	②	①
① 臨界安全の確認					
② 取出し作業時の線量、ガス挙動の把握					
③ 保管にあたっての安全確認・評価					
④ 取出し工法へのフィードバック					
⑤ 廃棄物処理・処分方策の検討					
【第2棟の分析項目】					
線量率		○		○	
核種インベントリ, 組成	○		○	○	○
形状, 化学形態, 表面状態		○			
寸法 (粒径)		○			
密度 (空隙率)			○		
硬さ, じん性		○			
熱伝導率, 熱拡散率	○				
組成 (塩分濃度, SUS等含有率)	○	○	○		
有機物含有量	○		○		
含水率			○		○
水素発生量			○		
加熱時FP放出挙動	○		○	○	

【分析数量】 12試料／年

・ 炉内を燃料デブリの性状が異なると考えられる9区域に区分し、それぞれから8点採取：72試料／基
 (参考：TMI-2採取試料数＝約50試料)

・ 3基分の総試料数を20年にわたり分析 72試料／基×3基×110%※／20年＝約12試料／年 ※裕度：10%

3. 分析体制

- 分析に係る要員は、「分析評価者」と「分析作業者」に大別
 - 分析評価者：分析目的の把握、適切な分析方法を立案、分析結果の評価を実施
 - ・・・東電社員/JAEAプロパー職員または職員相当
 - 分析作業者：現場で分析作業に従事
 - ・・・外部人材を積極的に活用
- 分析に係る具体的体制の計画（JAEA体制は検討案であり、組織構造・規模は変更の可能性あり）
 - 東電_分析評価グループ（約100名）
 - ✓ 分析目的の把握、適切な分析方法を立案、分析結果の評価
 - ✓ 分析作業は外部人材を活用
 - JAEA_分析評価課：第1棟運用開始時に設置
 - ✓ 分析目的の把握、適切な分析方法を立案、分析結果の評価
 - JAEA_分析課：第1棟運用開始時に設置（第2棟運用開始時に2課制に分割）
 - ✓ 分析作業の実施
 - JAEA_分析管理準備室：第2棟運用開始後廃止
 - ✓ プロパー職員等の事前準備（教育等）
- 第2棟運用開始時点で、JAEAは東電等からの協力を得ながら110～130名規模の組織を想定

廃炉作業の進展に伴い相互に調整

- ・分析対象
- ・分析時期
- ・分析方法

3. 要員能力 (1/2)

- 分析評価者の能力

- 分析業務の俯瞰的な位置付けができる能力
- 廃炉プロジェクトを俯瞰し、廃炉の進捗状況を理解したうえで分析課題の意義、必要性を正しく判断する能力
- 廃炉プロジェクト側から要求される分析事項を正しく判断し、要求に適合した分析計画、分析方法を立案、マニュアル化する能力
- 分析結果の評価に関連して、実施した分析作業員が十分なスキルを有しており、正しい手順で、正しく構成された装置、標準物質を用いて分析を実施したことを確認、評価する能力

- 分析作業者の能力

- 分析に係る基本的な事項を理解する能力
- 分析マニュアルの分析・化学的な意味を正しく理解するための知識等
- 実際に分析作業を実施する能力
- 分析結果の品質を判断できる能力

3. 要員能力 (2/2)

- 「分析評価者」「分析作業者」の共通能力
 - 放射化学分析、ICP-MS分析に必要な知識、技能
 - 試料採取及び前処理に必要な知識、技能
 - 廃液や二次廃棄物の発生量低減に係る意識、知識
 - 作業実施に係る能力
 - ✓ 安全確保を確実にする能力
 - ✓ 標準物質（校正標準）の調製に係る能力
 - ✓ 化学的事項に関する知識
 - ✓ 放射化学分析に必要な知識
 - ✓ 分析の信頼性の確保に係る知識
 - ✓ 統計的な考察に係る知見

3. 要員確保計画

- 「分析評価者」の確保にあたり、以下を実施・検討
 - 新規採用し、事前に必要な能力を習得
 - JAEAでは既存施設の経験者を活用、または既存分析施設でのOJT等により確保
 - ※ 既存施設におけるJAEAのOJTは平成27年より以下で実施

JAEAにおけるOJT実績（施設or部署）の例

1	原子力科学研究所 燃料試験施設
2	原子力科学研究所 バックエンド研究施設(BECKY)
3	原子力科学研究所バックエンド技術開発建家
4	核燃料サイクル工学研究所 東海再処理工場(TRP)
5	核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料技術開発センター
6	核燃料サイクル工学研究所放射線管理部環境監視課
7	大洗研究所 照射燃料集合体試験施設 (FMF)
8	廃炉国際共同研究センター廃棄物処理処分ディビジョン

- 「分析作業者」は外部人材を契約により確保
 - 必要な能力がある要員を有する企業と契約できるよう、当該契約における仕様書において、必要な能力を具体化

【参考】 要員能力の例

分析の要素操作	必要な知識	必要な技能
①固体試料の溶解	各種の溶解反応の溶液化学的理解、試料の特性に適合した溶剤・融剤の選択に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 不溶解性成分も含めて分析試料を完全溶解（あるいは部分溶解）・溶液化する専門的技能 使用する溶剤等に適した材質の容器、器具を選択し、使用する一般的技能
②試料採取	分析試料から、分析目的に適合した最適な分取方法で試料（代表サンプル）を採取するために必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 種々の方法、器具類を用いて試料を採取する一般的技能 天秤、ピペット、ピペッター等の取り扱い等に関する一般的技能
③試薬添加	試薬添加の溶液化学、分析化学的意味の理解、化学反応、試薬等の取り扱いにおける危険性の理解に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 危険な試薬等を安全に取り扱う一般的技能 化学反応の暴走などの不測の事態に適切に対応することができる専門的技能
④定容、希釈操作	希釈の必要性、留意点等の理解に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 器具類の選定、取り扱い等に関する一般的技能
⑤固相抽出分離、イオン交換分離	固相抽出、イオン交換分離の溶液化学、分析化学的原理、クロマトグラムの分離過程の理解に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 固相抽出、イオン交換などの実作業の経験に基づく専門的技能
⑥ろ過	沈殿等のろ過物の成因、粒子径、溶解度などの溶液化学的特性の理解に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> ろ過器具の取り扱い等に関する一般的技能
⑦加熱濃縮、蒸発・乾固	加熱時の溶存成分の挙動の理解に必要な知識	<ul style="list-style-type: none"> 加熱時の突沸の回避対策に関する一般的技能 乾固物の完全回収を可能にする一般的技能
全操作に共通する事項	溶液中のイオン等の成分の濃度計算、分析の操作ブランクに関する知識	<ul style="list-style-type: none"> 溶液中の成分の濃度の計算に必要な一般的技能 分析操作中の他成分（元素、核種等）の汚染を抑制するための専門的技能 操作中に異常があった場合に、それに瞬時に気づき、それぞれの事象に応じた迅速な対応ができる技能

- 上記に加え、対象の線量等に応じた作業エリア（コンクリートセル、鉄セル、グローブボックス、フード等）における作業についての技能（コンクリートセル、鉄セルに有ってはマニプレータ操作、グローブボックスにおいてはグローブ越しの操作、試料等の搬出・搬入操作（バッグイン・バッグアウト等））等が要求される。

4. 今後の取組み

- 環境影響把握やプラント管理のために、東京電力 1F設備で分析を行うとともに、原子炉内に投入した装置の付着物の分析など、**技術的に難易度の高い分析を中心に構外の分析施設の協力**を得て対応。
- 今後、ガレキ等や水処理二次廃棄物の分析及び燃料デブリ取り出しに伴う燃料デブリの分析が必要になってくるが、**技術的に難易度が高いこともあり、東京電力だけでは対応できないため、東京電力とJAEAの協力が必要**。
- 東京電力とJAEAの協力は、協定や覚書を結んだうえで既に開始しており、今後燃料デブリ取り出し方法の検討が具体化していく中で、必要な分析等が更に具体化してくる。そうした検討結果も踏まえながら、**必要な分析が十分にできるように、協力内容の検討を引き続き進めていく**。
- 放射性分析・研究施設の運用開始に向けて、**確実に必要な要員を確保**する。
- JAEA、東京電力ともに下記の取組みを継続することにより、**一層の分析体制や能力の向上**を図っていく。

設備：必要な機器等を精査したうえで、順次導入していく。

人材：水化学技術（水質管理、分析技術等）に長けた経験者によるOJTや専門機関への派遣により力量を付与していく。