

福島第一原子力発電所に必要な 分析施設の技術的検討

—中長期ロードマップのニーズへの対応—

平成24年2月27日

日本原子力研究開発機構

目次

- 中長期ロードマップのニーズの整理
- 各ニーズへの対応を考慮した施設・設備の整理
- 各ニーズに対する施設・設備のスケジュール
- 新規分析設備の概要
- 各ニーズに伴う放射能分析設備等の関連
- 課題、留意点
- 今後の進め方

中長期ロードマップのニーズの整理

- ◆ 福島第一原子力発電所第1～4号機の廃止措置等に向けた中長期の取り組みにおいて、ニーズが増加すると考えられる様々な放射性物質の分析を念頭に置き、東京電力(株)と協力して検討を実施。

(1) 水処理設備等の運転性能管理のための分析

- 設備の健全性確認のため、Cs、Sr、I等の個別核種及び全β、全α核種を福島第一、第二原子力発電所の分析設備で分析中。
- 今後新設する多核種分離設備などの稼働に伴い分析点数等の増加が見込まれる。

(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析

- 放射性廃棄物の処理・処分の検討を進めるためには廃棄物の性状分析が必要。

(3) 廃止措置関連研究開発に伴う分析

① 除染効果確認のための分析

- 除染効果の確認のための核種分析(主にCs、α、β核種)が必要。

② 実デブリの分析

- 本格的なデブリ取り出しに向けて、取出し機器開発、臨界管理、計量管理の方法の確立等が必要。
- 本格的なデブリ取り出しに当たっては工程管理及び計量管理のために大量のデブリの分析が必要。

③ 分析技術の開発等

- TRU核種を含有する放射性廃棄物の場合には、分析対象物の取扱い技術、分離抽出技術を中心に分析前の前処理技術開発が必要。

(4) サイト内環境試料分析

- サイト内及び近傍の環境回復及び回復後の変動を把握する環境モニタリングなどのために土壌、植生等の採取、分析を実施することが想定される。

(5) その他

- 将来的には、廃棄体化技術の開発やデブリ処分のための各種前処理技術開発等の小規模ホット試験等が必要になる可能性があるが、ニーズを確定するには現状では不確定要素が多く、検討を継続すべき。

各ニーズへの対応を考慮した施設・設備の整理

- ◆ 既存施設を最大限活用した上で各ニーズに対する施設、設備の対応を3つの方法に整理。

(1) 福島第一及び第二原子力発電所の分析設備を増強

増強は、分析設備の増設・増員で対応することを考える。

- 「(1) 水処理設備等の運転性能管理のための分析」
- 「(3) ① 除染効果確認のための分析」

(2) 新規分析施設を整備

- 「(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析」
⇒ 廃棄物性状把握のための定常的な分析
- 「(3) ① 除染効果確認のための分析」(今後検討)
- 「(3) ② 実デブリの分析」
⇒ 炉心からの本格取出しのための定常的な分析

(3) 日本原子力研究開発機構施設や民間分析所等既存施設を活用(当面)

- 「(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析」
⇒ 分析手法確立のための代表的な廃棄物の分析
- 「(3) ① 除染効果確認のための分析(汚染形態等の詳細分析)」
- 「(3) ② 実デブリの分析」
⇒ 性状把握や分析手法の確立を目的にPCV, RPV内調査に伴いサンプリングするデブリを分析
- 「(3) ③ 分析技術の開発」

各ニーズに対する施設、設備のスケジュール

各種分析設備	2012年～	2017年～	2032年～	
福島第一及び第二原子力発電所の分析設備増強	<ul style="list-style-type: none"> ●水処理施設等の運転性能管理のための分析 ●除染効果確認のための分析 	<p>福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の既存分析設備の増強</p>		
新規分析施設	<ul style="list-style-type: none"> ●廃棄物性状把握のための定常的な分析 ●除染効果確認のための分析 	<p>第Ⅰ期施設準備(設計/許認可/建設)</p>	<p>第Ⅰ期施設操業</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ●炉心からのデブリ本格取出しのための定常分析 	<p>基本設計 分析技術 開発成果</p>	<p>第Ⅱ期施設(増設)準備(設計/許認可/建設)</p> <p>本格的な要デブリ取出し</p>	<p>第Ⅱ期施設操業</p>
日本原子力研究開発機構施設(民間分析施設含む)活用	<ul style="list-style-type: none"> ●分析手法確立のための代表的な廃棄物の分析 ●除染効果の確認のための分析(汚染形態等の詳細分析) ●新增設設備で必要となる分析技術の開発 ●分析結果の信頼性向上のための分析 	<p>基本設計 分析マニユアル</p>	<p>分析結果の相互チェック</p>	<p>第Ⅲ期施設準備(設計/許認可/建設)</p>
	<p>※α系分析設備については、2008年からM棟を改造中</p>	<p>既存分析施設活用(第4研究棟、CPF、再処理施設、大洗施設、α系分析設備(M棟改造)、等)</p> <p>基本設計 条件</p>	<p>分析評価 手法</p>	<p>第Ⅳ期施設準備(設計/許認可/建設)</p>
	<p>PCVからのデブリサンプリング</p>	<p>RPVからのデブリサンプリング</p>	<p>既存ホットセル施設活用(CPF、等)</p>	

新規分析設備の概要

◆新規分析施設の施設構成

- 現時点で中長期の具体的ニーズを見通すことは不確実性が高いことから、当面必要な施設とデブリ等の高線量廃棄物を含む放射性廃棄物を取り扱うための遮へい機能を有する施設とは分けて設置することが妥当と考える。
- サイト内の放射性廃棄物やデブリが分析対象となることから、輸送などの問題を考えずに済むサイト内又はサイトに近接した場所に設置することが最適と考える。

① 第Ⅰ期施設(5年以上の準備期間後に操業)

- a) 建物、構築物
- 低線量物質を前処理、分析等で取り扱うグローブボックス、フードなどを設置するエリア
- b) 設備
- 分析前処理設備
 - 放射化学分析設備、質量分析設備

② 第Ⅱ期施設(デブリの本格取り出しの時期)

- a) 建物、構築物
- 高線量のデブリや放射性廃棄物を受け入れ、取り扱うための遮へい機能を有するエリア
- b) 設備
- デブリ分析、前処理試験装置
 - 廃棄体試験設備

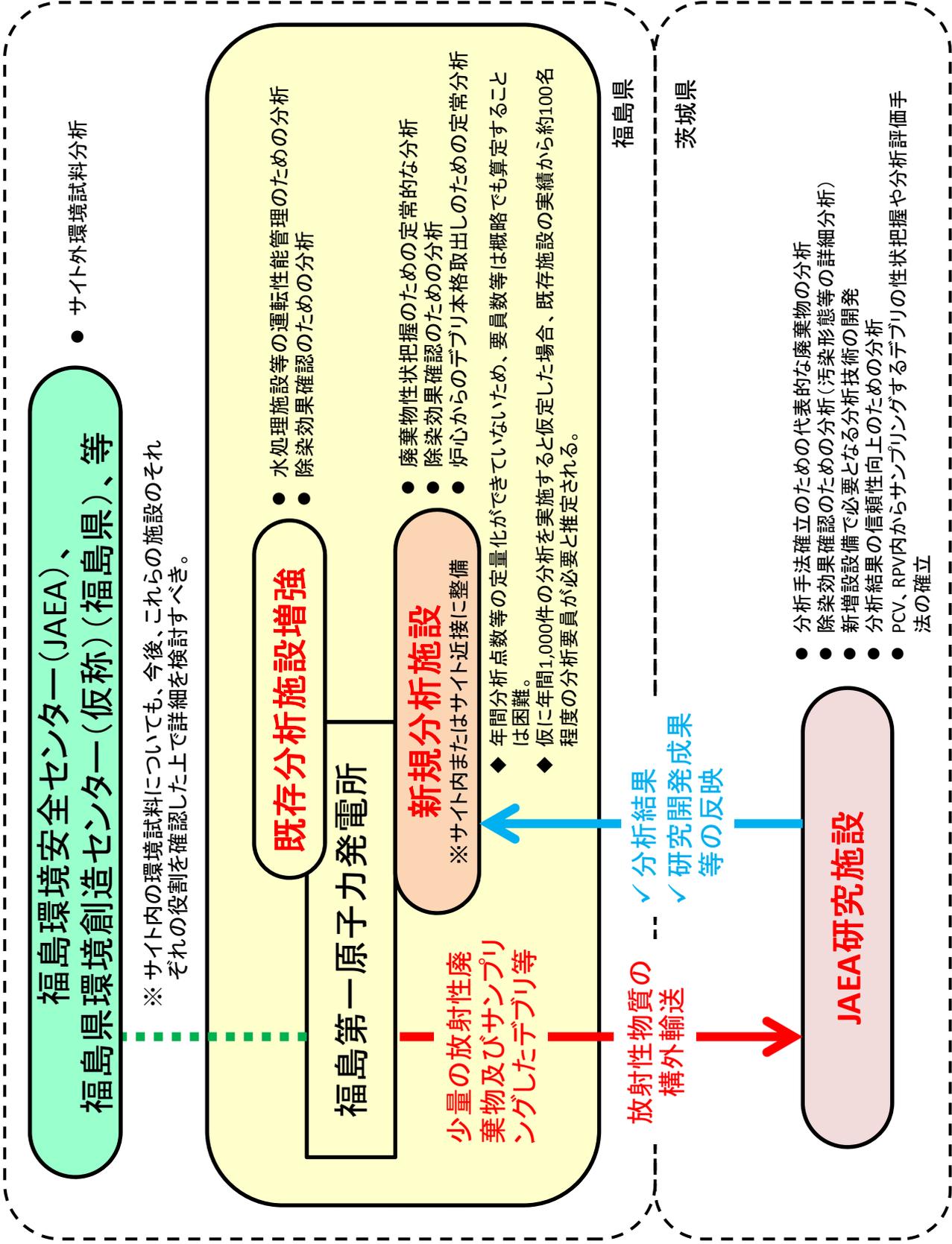
③ 共通施設(第Ⅰ期施設に合わせた時期、第Ⅱ期)

- a) 建物、構築物
- 建屋閉じ込めの為の換気設備エリア(特に、入気により周辺の汚染を持ち込まないよう配慮が必要)
 - 廃棄物貯蔵、処理設備エリア
 - 施設制御エリア
 - その他ユーティリティー設備エリア
 - 排気筒
 - 物品搬入、入退域エリア(特に、外部から分析施設内部に汚染をもちこまないよう配慮が必要)
- b) 設備
- 換気設備
 - 電気設備(非常用発電機含む)
 - 廃棄物貯蔵、処理設備

◆新規分析設備の操業に必要な要件

- 年間分析点数等の定量化ができていないため、要員数等は概略でも算定することも困難。
- 仮に年間1,000件の分析を実施すると仮定した場合、既存施設の実績から約100名程度の分析要員が必要と推定される。

各ニーズに伴う放射能分析設備等の関連



課題、留意点

課題項目	留意点等
官民分担	それぞれ施設(増設、新設)の性格(定常作業、研究開発等)に応じて、施設の計画、建設、操業に係る官民の適切な役割分担を明確にしてからそれぞれプロジェクトの検討を開始する必要がある。
人材育成	新たに分析施設を整備する際には、分析技術を有する要員を確保する必要があり、技術習得のための人材育成が必須となる。そのために施設操業に先立ち要員育成のための教育、訓練を既存施設でのOJT教育を基に計画する必要がある。
規制法上の施設の位置づけ	原子炉等規制法上、本施設はサイト内に設置するのであれば原子炉施設(付属施設)又は使用施設、サイト外であれば使用施設の範疇とすることが妥当と思われる。
設置場所と試料の輸送	福島第一原子力発電所から離れた場所に分析施設を設置する場合、放射性物質の構外輸送に対する対策を追加検討する必要がある。
分析作業に伴う廃棄物と廃止措置	放射性物質の分析をすることで新たな放射性廃棄物も発生することからこれらの処理についても計画に組み込む必要がある。また、最終的には分析施設自体も寿命が来れば廃止措置することから、計画立案当初からこれらを考慮する必要がある。

今後の進め方

現時点ではニーズの洗い出し、定量化が不十分



福島第一原子力発電所第1～4号機の廃止措置等に向けた中長期の取り組みに必要な分析について、より具体的に検討するため、研究開発推進本部に所属する各ワーキングチームと中長期対策会議に関連する各分野に対して分析ニーズに関するアンケートを実施。

アンケート結果



以下の3つの対応方法に対して、より具体的に分析施設の能力、規模、必要時期等の概念構想をまとめる。

- 福島第一及び第二原子力発電所の分析設備の増強
- 新規分析施設を整備
- 日本原子力研究開発機構施設や民間分析所等既存施設を活用(当面)

※ 今後複数のニーズが順次明らかになることが予想されるため、次のステップに進む判断ができる適切な時期を設定して、計画をより詳細化して進める。

参考資料：分析及び試験等に関するニーズとその対応案(1/2)

分析及び試験等の実施項目	中長期ロードマップのニーズ	ニーズへの対応案
(1) 水処理設備等の運転性能管理のための分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一、福島第二原子力発電所の分析設備でCs、Sr、I等の個別核種及び全β、全α核種を分析中。 ● 今後新設する多核種分離設備などの稼働に伴い分析点数等の増加が見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一、福島第二原子力発電所の既存分析設備の使用を基本とし、分析点数の増加に対しては、既存設備の増設・増員で対応する。
(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析 ① 当面の廃棄物の性状を把握するための分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射性廃棄物の処理・処分の検討には廃棄物の性状分析が必要。 ● 対象廃棄物の化学組成が従来の廃棄物よりも幅広く、分析手法自体に研究開発要素を伴う可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 当面は、日本原子力研究開発機構東海研究所の分析施設や民間の分析所等に少量の廃棄物を選び放射能分析を実施することが現実的と考える。 ● 併せてTRU核種を含有する廃棄物の放射能分析技術開発及びその実証を行うことも重要である。 ● 日本原子力研究開発機構の分析施設の能力では、分析対象となる試料すべてを分析することはできない。また、分析試料の輸送、分析に伴い発生する廃棄物の取り扱いなどに課題がある。 ● 線量率の比較的低い放射性廃棄物（TRU核種を含有する放射性廃棄物を含む）の性状把握のために、試験及び分析を実施するための分析・試験施設を新たに設置すべきと考えるが、設計、許認可、建設等の準備期間として概ね5年以上は必要となる。 ● デブリの本格取り出し時期は10年後のため、デブリを含む高線量の放射性廃棄物を分析するための前処理等を行う遮へい機能を有する施設は、その時期に合わせて増設することが効率的と考える。
② 廃棄体化処理前の運転管理上の分析 ③ 廃棄体の放射能濃度決定に必要な分析	<ul style="list-style-type: none"> ● HP5-4(20～25年後)までに研究開発及び廃棄体放射能濃度決定に必要な分析手法開発を完了。 ● HP5-4以降、開発した手法に基づき運転管理上の分析を実施。 	(今後検討)

参考資料：分析及び試験等に関するニーズとその対応案(2/2)

分析及び試験等の実施項目	中長期ロードマップのニーズ	ニーズへの対応案
<p>(3) 廃止措置関連研究開発に伴う分析</p> <p>① 除染効果確認のための分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 既に原子炉建屋内除染に係る研究は開始されている。 ● 原子炉建屋内除染の除染効果の確認のための核種分析(主にCs、α、β核種)が可能な分析設備が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直ちに必要とされるため、福島第一原子力発電所サイト内に簡易な分析設備を増設して対応すべきと考える。 ● 汚染形態等のより詳細な分析については、日本原子力研究開発機構の大洗及び東海の研究施設にて分析を実施することが適切と考える。 ● その後も施設の除染作業は継続され、増加する分析については、新規分析施設にて実施することも検討すべきと考える。
<p>② 実デブリの分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● HP3-5(10年後以内)の本格的なデブリ取り出しに向けて、臨界管理、計量管理の確立に向けた研究開発に伴う分析が必要。 ● 2018年頃予定のPCV内からサンプリングするデブリの分析は、日本原子力研究開発機構のホット施設で実施することを想定。 ● HP3-5以降(10年後以内)の本格的なデブリ取り出し時には工程管理及び計量管理から新たに遮へい機能を有する分析設備が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 5年後程度にPCVからサンプリングが予定されるデブリの分析については、日本原子力研究開発機構の分析施設やホット施設等を使うことが現実的と考える。 ● 10年後の本格的なデブリ取り出しに際しては(2)で示した高線量廃棄物を含む放射性廃棄物を取扱う施設で合わせて実デブリの分析等を行うことが効率的と考える。
<p>③ 分析技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 低線量の難測定核種の分析は、日本原子力研究開発機構が開発した簡易・迅速法を適用可能。 ● TRU核種を含有する放射性廃棄物に対する分析対象物取扱技術、分離抽出技術等の前処理技術開発が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 当面、日本原子力研究開発機構の施設を用いて、TRU核種を含有する放射性廃棄物を対象とした分析技術の実証試験を実施する。その結果を上記(2)の線量率の比較的低い放射性廃棄物(TRU核種を含有する放射性廃棄物を含む)を対象とした新たな分析設備の整備及び分析の実施に反映することが適切と考える。
<p>(4) サイト内環境試料分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 東京電力がサイト内、文部科学省原子力安全課が、サイト外土壌のサンプリング、分析を実施中。 ● 今後、サイト内及び近傍の環境回復及び回復後の変動を把握する環境モニタリングなどのために土壌、植生等の採取、分析を実施することが想定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト外の土壌等の環境試料分析については、これまで日本分析センター等民間分析機関にて実施してきたが、今後福島環境安全センター(日本原子力研究開発機構)、福島県環境創造センター(仮称)(福島県)等の構想で分析機能の充実が検討されている。サイト内の環境試料についても、今後、これらの施設のそれぞれの役割を確認した上で詳細を検討すべきと考える。

福島第一原子力発電所に必要な分析施設の技術的検討

- 中長期ロードマップのニーズへの対応 -

平成 24 年 2 月 27 日

日本原子力研究開発機構

1. はじめに

原子力委員会「東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会」の報告書において、「中長期的には、燃料デブリや放射性廃棄物の性状分析や処理試験等が様々な局面で必要になると考えられる。これらのニーズが発生するたびに、分析施設などへの試料の構外輸送を実施することは、現場作業の遅延に繋がる可能性が高いことから、福島第一原子力発電所の近傍にこれらの実施に必要な設備を設置するべきである。」と提言された。

一方、福島第一原子力発電所第1～4号機の廃止措置等に向けた中長期の取り組みにおいて現場での対応や研究開発に対応できる新規施設の必要性が認識されている。そこで、これらの要求に対応できる新規施設の設置・運用について検討を実施した。

検討に当たっては放射性物質を扱う分析やホット試験に様々な経験を有する日本原子力研究開発機構と福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の分析の状況を把握している東京電力が協力して実施した。

2. 中長期ロードマップのニーズの整理

当面、福島第一原子力発電所第1～4号機の廃止措置等に向けた中長期の取り組みでニーズが増加すると考えられる様々な放射性物質の分析を念頭に検討を実施した。

(1) 水処理設備等の運転性能管理のための分析

現在設備の健全性確認のために Cs、Sr、I 等の個別核種及び全 β 、全 α 核種を福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の分析設備で分析している。今後新設する多核種分離設備などの稼働に伴い分析点数等の増加が見込まれる。なお、処理設備の能力を確認する等の目的で、一部滞留水中の難測定核種の分析を日本原子力研究開発機構の施設で実施している。

(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析

① 当面の廃棄物の性状を把握するための分析

滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等について放射性廃棄物の処理・処分

の検討を進めるためには廃棄物の性状分析が必要となる。分析対象となる廃棄物の化学組成が従来の廃棄物よりも幅広いため、分析手法自体に研究開発要素を伴う可能性がある。

②廃棄体化処理前の運転管理上の分析

廃棄体化方法が定まり、廃棄体製造設備が設置される中長期ロードマップ HP5-4(20～25 年後)までに手法を整備するための研究開発を完了する必要がある。また、HP5-4 以降、その開発された手法に基づき運転管理上の分析が実施される。

③廃棄体の放射能濃度決定に必要な分析

廃棄体が製造され搬出が開始される HP5-4 までに廃棄体の放射能濃度決定に必要な分析手法を開発する必要がある。また、HP5-4 以降、その開発された手法に基づき運転管理上の分析が実施される。

(3)廃止措置関連研究開発に伴う分析

①除染効果確認のための分析

既に原子炉建屋内除染に係る研究は始まっており、そこでの除染効果の確認のための核種分析(主に Cs、 α 、 β 核種)が必要でそれに対応可能な分析設備が必要。

②実デブリの分析

HP3-5(10 年後以内)の本格的なデブリ取り出しに向けて、取出し機器開発、臨界管理、計量管理の方法の確立等が必要であり、2018 年頃予定される PCV 内からサンプリングするデブリの分析は、日本原子力研究開発機構のホット施設に輸送して対応することが考えられる。

また、HP3-5 以降(10 年後以内)の本格的なデブリ取り出しに当たっては工程管理及び計量管理のために大量のデブリの分析が必要。

③分析技術の開発

放射性廃棄物を対象とした難測定核種の分析手法については、低線量の分析技術は、日本原子力研究開発機構が開発した簡易・迅速分析法を用いて分析することが可能であるが、TRU 核種を含有する放射性廃棄物の場合には、分析対象物の取扱い技術、分離抽出技術を中心に分析前の前処理技術開発が必要。

(4)サイト内環境試料分析

現在は、東京電力がサイト内、文部科学省原子力安全課が「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布状況等調査」の一環として、サイト外土壌をサンプリングし、東京電力や日本分析センター等民間の分析所にて分析を実施している。今後、サイト内及び近傍の環境回復及び回復後の変動を把握する環境モニタリングなどのために土壌、植

生等の採取、分析を実施することが想定される。

(5) その他

将来的には、以下の小規模ホット試験等が必要になる可能性があるが、ニーズを確定するには現状では不確定要素が多く、検討を継続すべきである。

- ① 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の廃棄体化技術を開発するための実廃棄物を用いた廃棄体製作試験(セメント固化等)及び物性データ取得(圧縮強度等)。
- ② 実デブリを用いたデブリ処分のための各種前処理技術開発。
- ③ 使用済燃料プールから取り出した燃料の健全性確認。

3. 各ニーズへの対応案(表-1、図-1、図-2参照)

(1) 水処理設備等の運転管理のための分析

現状の定常分析の延長であることから福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の既存分析設備の使用を基本とし、分析点数の増加に対しては、順次分析設備の増設・増員で対応することが効率的と考えられる。

(2) 滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析

当面は、日本原子力研究開発機構東海研究所の分析施設や民間の分析所等に少量の廃棄物を運び放射能分析を実施することが現実的と考えられる。また、併せて TRU 核種を含有する廃棄物の放射能分析技術開発及びその実証を行うことも重要である。ただし、日本原子力研究開発機構の分析施設の能力では、分析対象となる試料すべてを分析することはできない。また、分析試料の輸送、分析に伴い発生する廃棄物の取り扱いなどに課題がある。

その上で、線量率の比較的低い放射性廃棄物(TRU 核種を含有する放射性廃棄物を含む)の性状把握のために、試験及び分析を実施するための分析・試験施設を新たに設置するべきと考えるが、設計、許認可、建設等の準備期間として概ね5年以上は必要となる。また、デブリの本格的な取り出し時期は10年後のため、デブリを含む高線量の放射性廃棄物の前処理等を行う遮へい機能を有する施設は、その時期に合わせて増設することが効率的と考える。(3) 廃止措置関連研究開発に伴う分析

① 除染効果確認のための分析

直ちに必要とされるため、福島第一原子力発電所サイト内に簡易な分析設備を増設して対応するべきと考える。また、汚染形態等により詳細な分析については、日本原子力研究開発機構の大洗及び東海の研究施設

にて分析を実施することが適切と考える。その後も施設の除染作業は継続されるため、増加する分析については、新規分析施設にて実施することも検討すべきと考える。

②実デブリの分析

5年後程度にPCVからサンプリングが予定されるデブリの分析については、日本原子力研究開発機構の分析施設やホット施設等を使うことが現実的と考える。

10年後の本格的なデブリ取り出しに際しては(2)で示した高線量廃棄物を含む放射性廃棄物を取扱う施設で合わせて実デブリの分析等を行うことが効率的と考える。

③分析技術の開発

当面、日本原子力研究開発機構の施設を用いて、TRU 核種を含有する放射性廃棄物を対象とした分析技術の実証試験を実施する。その結果を上記(2)の線量率の比較的低い放射性廃棄物(TRU 核種を含有する放射性廃棄物を含む)を対象とした新たな分析設備の整備及び分析の実施に反映することが適切と考える。

(4)サイト内環境試料分析

サイト外の土壌等の環境試料分析については、これまで日本分析センター等民間分析機関にて実施してきたが、今後、福島環境安全センター(日本原子力研究開発機構)、福島県環境創造センター(仮称)(福島県)等の構想で分析機能の充実が検討されている。サイト内の環境試料についても、今後、これらの施設のそれぞれの役割を確認した上で詳細を検討すべきと考える。

4. 施設の概念

4.1 各ニーズに対する施設、設備の整理

基本的には既存の施設を最大限活用した上で各ニーズに対する施設、設備対応を整理すると、以下の通りとなる。

○福島第一及び第二原子力発電所の分析設備を増強

増強については、分析設備の増設・増員で対応することを考える。

- 「(1)水処理設備等の運転性能管理のための分析」
- 「(3)①除染効果確認のための分析」

○新規分析施設を整備

- 「(2)①～③滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析」:廃棄物性状把握のための定常的な分析
- 「(3)①除染効果確認のための分析」(今後検討)
- 「(3)②実デブリの分析」:炉心からの本格取出しのための定常的な分析

- 当面日本原子力研究開発機構施設や民間分析所等既存施設を活用
 - 「(2)滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析」:分析手法確立のための代表的な廃棄物の分析
 - 「(3)①除染効果確認のための分析(汚染形態等の詳細分析)」
 - 「(3)②実デブリの分析」:性状把握や分析手法の確立を目的にPCV, RPV内調査に伴いサンプリングするデブリを分析
 - 「(3)③分析技術の開発」

また、新增施設で必要となる分析技術の開発、あるいは将来の廃棄体製作に係る分析技術の開発、分析結果の信頼性向上等のためにも今後も日本原子力研究開発機構等の既存施設を有効に活用することが効果的と考える。

4.2 新規分析設備の概要

新規施設に求められる建物、構築物及び設備の概略は以下の通り。

なお、現時点で中長期の具体的なニーズを見通すことは不確実性が高いことから、当面必要な施設とデブリを含む高線量の放射性廃棄物を取り扱うための遮へい機能を有する施設とは時期を分けて設置することが適切と考える。

(1) 設置場所

サイト内の放射性廃棄物やデブリが分析対象となることから、輸送などの問題を考えずに済むサイト内又はサイトに近接した場所に設置することが最適と考える。

(2) 第Ⅰ期施設(5年以上の準備期間後に操業)

①建物、構築物

- 低線量物質を前処理、分析等で取り扱うグローブボックス、フードなどを設置するエリア

②設備

- 分析前処理設備
- 放射化学分析設備、質量分析設備

(3) 第Ⅱ期施設(デブリの本格取り出しの時期)

①建物、構築物

- 高線量のデブリや放射性廃棄物を受け入れ、取り扱うための遮へい機能を有するエリア

②設備

- デブリ分析、前処理試験装置
- 廃棄体試験設備

(4) 共通施設(第Ⅰ期施設に合わせた時期、第Ⅱ期)

①建物、構築物

- 建屋閉じ込めのための換気設備エリア(特に、入気により周辺の汚染を持ち込まないように配慮が必要)
- 廃棄物貯蔵、処理設備エリア
- 施設制御エリア
- その他ユーティリティー設備エリア
- 排気筒
- 物品搬入、入退域エリア(特に、外部から分析施設内部に汚染をもちこまないよう配慮が必要)

②設備

- 換気設備
- 電気設備(非常用発電機含む)
- 廃棄物貯蔵、処理設備

年間分析点数等の定量化ができていないため、要員数等は概略でも算定することはできない。仮に年間1,000件の分析を実施すると仮定した場合、既存施設の実績から約100名程度の分析要員が必要と推定される。

5. 課題、留意点

①官民分担

それぞれの施設(増設、新設)の性格(定常作業、研究開発等)に応じて、施設の計画、建設、操業に係る官民の適切な役割分担を明確にしてからそれぞれのプロジェクトの検討を開始する必要がある。

②人材育成

新たに分析施設を整備する際には、分析技術を有する要員を確保する必要があり、技術習得のための人材育成が必須となる。そのために施設操業に先立ち要員育成のための教育、訓練を既存施設でのOJT教育を基に計画する必要がある。

③規制法上の施設の位置づけ

原子炉等規制法上、本施設はサイト内に設置するのであれば原子炉施設(付属施設)又は使用施設、サイト外であれば使用施設の範疇とすることが妥当と思われる。

④設置場所と試料の輸送

福島第一原子力発電所から離れた場所に分析施設を設置する場合、放射性物質の構外輸送に対する対策を追加検討する必要がある。

⑤分析作業に伴う廃棄物と廃止措置

放射性物質の分析をすることで新たな放射性廃棄物も発生することからこれらの処理についても計画に組み込む必要がある。また、最終的には分析施設自体も寿命が来れば廃止措置することから、計画立案当初からこれらを考慮する必要がある。

6. 今後の進め方

ニーズの洗い出し、定量化がまだ不足していることから福島第一原子力発電所第1～4号機の廃止措置等に向けた中長期の取り組みに必要な分析についてより具体的に検討するため、研究開発推進本部に所属する各ワーキングチームと中長期対策会議に関連する各分野に対して分析ニーズに関するアンケートを実施している。その結果を踏まえて、より具体的に分析施設の能力、規模、必要時期等の概念構想をまとめる。

なお、今後複数のニーズが順次明らかになることが予想されるため、次のステップに進む判断ができる適切な時期を設定して、計画をより詳細化して進めることとする。

以上

表一 1 分析及び試験等に関するニーズとその対応案(1/2)

分析及び試験等の実施項目	中長期ロードマップのニーズ	ニーズへの対応案
(1)水処理設備等の運転性能管理のための分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一、福島第二原子力発電所の分析設備でCs、Sr、I等の個別核種及び全β、全α核種を分析中。 ● 今後新設する多核種分離設備などの稼働に伴い分析点数等の増加が見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一、福島第二原子力発電所の既存分析設備の使用を基本とし、分析点数の増加に対しては、既存設備の増設・増員で対応する。
(2)滞留水処理二次廃棄物、ガレキ等の放射性廃棄物特定のための放射能分析 ①当面の廃棄物の性状を把握するための分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射性廃棄物の処理・処分検討には廃棄物の性状分析が必要。 ● 対象廃棄物の化学組成が従来の廃棄物よりも幅広く、分析手法自体に研究開発要素を伴う可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 当面は、日本原子力研究開発機構東海研究所の分析施設や民間の分析所等に少量の廃棄物を運び放射能分析を実施することが現実的と考える。 ● 併せてTRU核種を含有する廃棄物の放射能分析技術開発及びひその実証を行うことも重要である。 ● 日本原子力研究開発機構の分析施設の能力では、分析対象となる試料すべてを分析することはできない。また、分析試料の輸送、分析に伴い発生する廃棄物の取り扱いなどに課題がある。 ● 線量率の比較的低い放射性廃棄物(TRU核種を含有する放射性廃棄物を含む)の性状把握のために、試験及び分析を実施するための分析・試験施設を新たに設置するべきと考え、設計、許認可、建設等の準備期間として概ね5年以上は必要となる。 ● デブリの本格取り出し時期は10年後のため、デブリを含む高線量の放射性廃棄物を分析するための前処理等を行う遮へい機能を有する施設は、その時期に合わせて増設することが効率的と考える。
②廃棄体化処理前の運転管理上の分析 ③廃棄体の放射能濃度決定に必要な分析	<ul style="list-style-type: none"> ● HP5-4(20~25年後)までに研究開発及び廃棄体放射能濃度決定に必要な分析手法開発を完了。 ● HP5-4以降、開発した手法に基づき運転管理上の分析を実施。 	(今後検討)

表一 1 分析及び試験等に関するニーズとその対応案(2/2)

分析及び試験等の実施項目	中長期ロードマップのニーズ	ニーズへの対応案
<p>(3) 廃止措置関連研究開発に伴う分析</p> <p>① 除染効果確認のための分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 既に原子炉建屋内除染に係る研究は開始されている。 ● 原子炉建屋内除染の除染効果の確認のための核種分析(主に Cs、α、β 核種)が可能な分析設備が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直ちに必要とされるため、福島第一原子力発電所サイト内に簡易な分析設備を増設して対応すべきと考える。 ● 汚染形態等のより詳細な分析については、日本原子力研究開発機構の大洗及び東海の研究施設にて分析を実施することが適切と考える。 ● その後も施設の除染作業は継続され、増加する分析については、新規分析施設にて実施することも検討すべきと考える。
<p>② 実デブリの分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● HP3-5(10 年後以内)の本格的なデブリ取り出しに向けて、臨界管理、計量管理の確立に向けた研究開発に伴う分析が必要。 ● 2018 年頃予定の PCV 内からサンプリングするデブリの分析は、日本原子力研究開発機構のホット施設で実施することを想定。 ● HP3-5 以降(10 年後以内)の本格的なデブリ取り出し時には工程管理及び計量管理から新たに遮へい機能を有する分析設備が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 年後程度に PCV からサンプリングが予定されるデブリの分析については、日本原子力研究開発機構の分析施設やホット施設等を使うことが現実的と考える。 ● 10 年後の本格的なデブリ取り出しに際しては(2)で示した高線量廃棄物を含む放射性廃棄物を取扱う施設で合わせて実デブリの分析等を行うことが効率的と考える。
<p>③ 分析技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 低線量の難測定核種の分析は、日本原子力研究開発機構が開発した簡易・迅速法を適用可能。 ● TRU 核種を含有する放射性廃棄物に対する分析対象物取扱い技術、分離抽出技術等の前処理技術開発が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 当面、日本原子力研究開発機構の施設を用いて、TRU 核種を含有する放射性廃棄物を対象とした分析技術の実証試験を実施する。その結果を上記(2)の線量率の比較的低い放射性廃棄物(TRU 核種を含有する放射性廃棄物を含む)を対象とした新たな分析設備の整備及び分析の実施に反映することが適切と考える。
<p>(4) サイト内環境試料分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 東京電力がサイト内、文部科学省原子力安全課が、サイト外土壌のサンプリング、分析を実施中。 ● 今後、サイト内及び近傍の環境回復及び回復後の変動を把握する環境モニタリングなどのために土壌、植生等の採取、分析を実施することが想定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト外の土壌等の環境試料分析については、これまで日本分析センター等民間分析機関にて実施してきたが、今後福島環境安全センター(日本原子力研究開発機構)、福島県環境創造センター(仮称)(福島県)等の構想で分析機能の充実が検討されている。サイト内の環境試料についても、今後、これらの施設のそれぞれの役割を確認した上で詳細を検討すべきと考える。

図一 各ニーズに対する設備対応

各種分析設備	2012年～	2017年～	2032年～
福島第一及び第二原子力発電所の分析設備増強	福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の既存分析設備の増強		
新規分析施設	<p>第Ⅰ期施設準備(設計/許認可/建設)</p> <p>基本設計 分析技術 開発成果</p> <p>第Ⅱ期施設(増設)準備 (設計/許認可/建設)</p> <p>分析指針、 分析マニュアル</p> <p>分析結果の 相互チェック</p> <p>第Ⅰ期施設操業</p> <p>本格的な実デブリ取出し</p> <p>第Ⅱ期施設操業</p>		
日本原子力研究開発機構施設(民間分析施設含む)活用	<p>既存分析施設活用(第4研究棟、CPF、再処理施設、大洗施設、α系分析設備(M棟改造)、等)</p> <p>基本設計 条件</p> <p>分析評価 手法</p> <p>PCVからのデブリサンプリング</p> <p>RPVからのデブリサンプリング</p> <p>既存ホットセル施設活用(CPF、等)</p> <p>※α系分析設備については、2008年からM棟を改造中</p>		

図-2 各ニーズに伴う放射能分析設備等の関連

