

放射性廃棄物の処理・処分にに関する研究開発計画

1. はじめに

福島第一原子力発電所敷地内で一時的に保管されている放射性核種により汚染された物質並びに、今後の廃止措置作業に伴い将来的に発生する放射性核種により汚染された物質（以下、「福島第一事故廃棄物」という）を安全に処理・処分するための技術的な見通しを得るのに必要な研究開発計画について取りまとめた。計画の策定に当たっては「福島第一原子力発電所事故により発生する放射性廃棄物の処理・処分報告書～研究開発課題の抽出と解決に向けた考え方～」（平成 25 年 3 月、日本原子力学会「福島第一原子力発電所事故により発生する放射性廃棄物の処理・処分」特別専門委員会、以下、「特別専門委員会報告書」という）を参考にしている。

2. 概要

(1) 基本方針

「福島第一事故廃棄物に関する処理・処分の安全性の見通しを得る上では、廃棄物処理方法や処分概念についてあらかじめ幅広く評価し、廃棄物性状把握の進展に応じて絞り込んでいくことにより、できるだけ早期に安全性の見通しを得るべく、効率的・効果的に研究開発を進めていく。」との特別専門委員会報告書で示された基本的な考え方に従い研究開発計画を立案する。基本方針の概要を図 1 に示す。

検討に際しては、性状把握、処理方法、処分方法の各々の検討で得られた情報を他の検討に効率的に反映できるような仕組み・体制を構築する。また、研究開発の進捗に応じて得られた結果に基づき、適宜計画を見直し、効率化を図っていく。

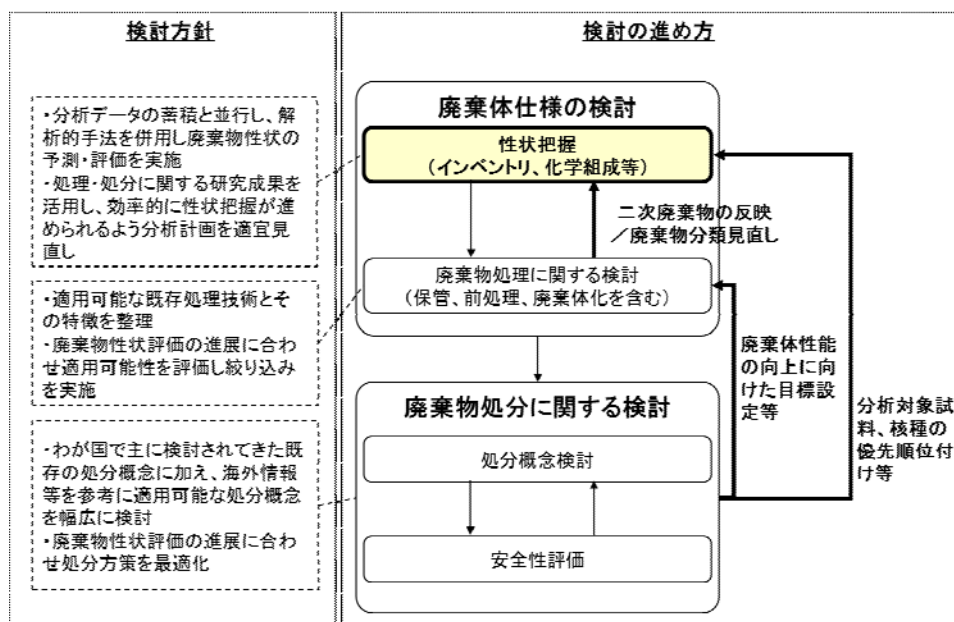


図 1 研究開発の進め方に関する基本方針

(2) 全体計画

基本的に研究計画は特別専門委員会報告書に従う。ただし、特別専門委員会報告書では、水処理二次廃棄物、瓦礫等廃棄物、燃料デブリ、解体廃棄物に分けて研究開発計画を整理しているが、各々の研究開発には共通項も多いことから、研究開発を進めるに当たっては効率化の観点から、廃棄物の種類毎ではなく、図1に従い、「性状把握」、「処理に関する検討」、「処分に関する検討」に分けて実施する。全体計画を表1に示す。

○ 性状把握

核種分析等によりデータの蓄積を行うが、HP5-1までに得られる試料数に限りがあることから、「燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発」にて実施される事故進展評価に基づく解析的な手法によりインベントリ及びその他の性状を評価する。HP5-2に向けては、蓄積した試料分析結果に基づき解析的な手法に基づく評価の精度向上を図る。



○ 処理に関する検討

HP5-1に向けて、国内外の事例を参考に、適用可能性のある処理技術を広範囲に調査する。また、必要に応じて基礎試験を行い、処理技術の適用性評価を行う。HP5-2に向けては、性状把握結果を踏まえて、適用技術の絞り込みを行う。有望な廃棄体化技術については必要に応じて長期試験を行い処分の安全性を評価する上で必要な情報を収集する。

○ 処分に関する検討

HP5-1に向けて、国内外の事例を参考に、候補処分概念を広範囲に調査する。また、性状把握や廃棄物処理方法の検討結果を踏まえ、処分概念と安全評価手法の適用性について評価する。さらに、評価結果に基づき、評価の精度向上等に必要な研究開発項目を抽出し以降の計画に反映する。HP5-2に向けては、性状把握や廃棄物処理方法の検討の進捗に基づき、福島第一事故廃棄物の特徴を踏まえた処分に関する安全性の見通しを示す。

表1 放射性廃棄物処理・処分に関する研究開発全体計画

項目	第1期			第2期						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. 性状把握		分析手法・計画の確立				HP5-1 廃棄物の性状に応じた 既存処分概念への適応 性の確認				HP5-2 廃棄物の処理・処分 における安全性の 見直し確認
2. 放射性廃棄物の処理に関する検討		候補処理技術の調査				廃棄物性状の評価精度向上				
3. 放射性廃棄物の処分に関する検討		処分概念の調査				実分析結果に基づく性状把握				
		安全評価手法の調査				性状把握結果を処 理、処分検討に反映				性状把握結果を処 理、処分検討に反映
						候補技術の絞り込み、課題抽出				
						適用性評価のための長期試験				
						適用性の検討				
						処分安全性に関する検 討結果を性状把握や処理 に関する検討に反映				
						候補概念の絞り込み				
						安全性の評価				
						適用性の検討				
						成果のまとめ 				成果のまとめ 

3. 研究開発計画

特別専門委員会報告書では、廃棄物毎に課題、対策、目標、スケジュールを検討し、研究開発計画にまとめているが、2章と同様に「性状把握」、「処理に関する検討」、「処分に関する検討」に分類するとともに、水処理二次廃棄物に特有の「長期保管評価」を追加して研究開発計画を検討する。

(1) 水処理二次廃棄物の長期保管評価（表2、表3）

廃ゼオライト、スラッジといった高線量の廃棄物からは、水の放射線分解により水素ガスが発生する、材料の腐食に影響を与える塩類を含む廃棄物や化学組成が十分わかっていない廃棄物が含まれているといった課題があるため、保管中の水素安全対策、保管容器寿命、廃棄物の物理的・化学的安定性等の評価を行って保管方法の妥当性、適用期間を確認するとともに、必要に応じて新たな長期保管方策を検討する。

(2) 放射性廃棄物の性状把握（表4、表5）

処理・処分の検討に重要な放射性核種、化学組成、物理的性状等に関する情報が少ない、汚染レベルのばらつきが大きい、廃棄物の物量が多いといった課題があるため、廃棄物の分析と並行して解析的手法等を利用して少ない分析データでもインベントリを評価できる方法を開発する。また、難測定核種分析法の開発や高線量試料の採取、輸送、分析方法の検討・開発を行い、種々の分析ニーズに対応する。

(3) 放射性廃棄物の処理に関する検討（表6、表7）

処理の検討に重要な放射性核種、化学組成、物理的性状等に関する情報が少ない、処理実績のない廃棄物を大量に含む、廃棄物の物量が多いといった課題があるため、国内外の技術を広範囲に調査・整理する。また、性状把握の進展に合わせ、既存技術の適用可能性を評価し、候補技術を絞り込んでいく。候補技術の評価、絞り込みに際しては、必要に応じて基礎試験、ホット施設を使用した長期試験等を実施する。なお、燃料デブリの処理については燃料デブリ取り出し準備分野で取り組んでいるところであるが、放射性廃棄物の処理・処分分野では、処分の安全性の観点から燃料デブリの処理の必要性や、処理が必要な場合の要件について検討する。

(4) 放射性廃棄物の処分に関する検討（表8、表9）

処分の検討に重要な放射性核種、化学組成、物理的性状等に関する情報が少ない、処分実績のない廃棄物を大量に含む、廃棄物の物量が多いといった課題があるため、国内外の処分概念、安全評価手法を広範囲に調査・整理し、適用性を検討する。また、性状把握等の進展に合わせ、概括的な評価からより詳細な評価へと段階的に進展させる。さらに、必要に応じて新たな処分概念や安全評価手法の合理化・高度化を検討する。

表2 「水処理二次廃棄物の長期保管評価」に関する課題、対策、HP 必要情報

課題	対策	HP5-1に必要な情報	HP5-2に必要な情報
<水処理二次廃棄物> ・高線量による水素ガス発生 ・長期保管安全性の評価に必要な化学組成、物理的性状、放射性核種等に関する情報が少ない	<ul style="list-style-type: none"> 保管中の水素ガス発生量の評価、水素安全対策の妥当性の評価 保管容器の寿命評価 廃棄物の物理的・化学的安定性の評価 評価結果に応じた対策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の保管方法の妥当性、適用期間 (必要に応じて) 新たな長期保管方策の検討 	なし (HP5-1 までに終了)

表3 「水処理二次廃棄物の長期保管評価」研究開発ロードマップ


項目	第1期			第2期							
	2012	2013	2014	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
水処理二次廃棄物の長期保管評価							HP5-1 廃棄物の性状に応じた既存処分概念への適応性の確認				HP5-2 廃棄物の処理・処分における安全性の見通しの確認
	現行保管方法の評価										
	(必要に応じて) 新たな長期保管方策の検討										
	成果のまとめ 										

表4 「放射性廃棄物の性状把握」に関する課題、対策、HP 必要情報

課題	対策	HP5-1に必要な情報	HP5-2に必要な情報
<p><共通></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 処理・処分の検討に重要な放射性核種、化学組成、物理的性状等に関する情報が少ない ・ 汚染レベルのばらつきが大きい <p><水処理二次廃棄物、燃料デブリ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高線量(廃ゼオライト、スラッジ) <p><ガレキ/伐採木等、解体廃棄物></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 物量が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射性核種、化学組成、物理的性状等の分析によりデータを蓄積 ・ 分析と解析的手法を組み合わせたインベントリ評価方法の開発 ・ 処理・処分に関する研究成果を活用した、効率的な性状把握を進めるための分析計画の適宜見直し ・ 難測定核種分析方法の開発 ・ 高線量試料の採取、輸送、分析方法の検討・開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の放射性核種、化学組成、物理的性状等データ(概略) ・ 確度が十分ではないインベントリの推定及び確度の推定 ・ 難測定核種分析フロー ・ 高線量試料の採取、輸送、分析方法の検討結果 ・ 燃料デブリについては、文献調査や解析的手法による性状の推定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蓄積された廃棄物の放射性核種、化学組成、物理的性状等データ ・ 確度を向上させたインベントリの推定 ・ インベントリの確度・不均質性の推定 ・ 燃料デブリについては、分析データと解析的手法による性状の推定



表5 「放射性廃棄物の性状把握」研究開発ロードマップ

項目	第1期			第2期							
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
放射性廃棄物の性状把握							HP5-1 廃棄物の性状に応じた既存処分概念への適応性の確認				HP5-2 廃棄物の処理・処分における安全性の見通しの確認
			放射性核種の分析								
			化学組成、物理的性状の把握					開発した分析技術を活用した分析データ蓄積			
			難測定核種等分析技術開発					廃棄物性状把握の精度向上			
			分析と解析的手法を組み合わせたインベントリ評価手法開発					インベントリ推定確度の向上			
							成果のまとめ 				成果のまとめ 

表8 「放射性廃棄物の処分に関する検討」についての課題、対策、HP 必要情報

課題	対策	HP5-1に必要な情報	HP5-2に必要な情報
<p><共通></p> <ul style="list-style-type: none"> 処分の検討に重要な放射性核種、化学組成、物理的性状等に関する情報が少ない 処分実績のない廃棄物を大量に含む<ガレキ/伐採木等、解体廃棄物> 物量が多い 	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の処分概念、安全評価手法を調査・整理し、適用性を検討 性状把握等の進捗に合わせ、概括的なものからより詳細なものへ進展 必要に応じて新たな処分概念を検討 燃料デブリについては、処分後の保障措置/核セキュリティ確保の検討も実施 	<ul style="list-style-type: none"> インベントリ評価や廃棄体化技術候補の評価を踏まえた、既存の処分概念、安全評価手法の適用範囲の検討結果 燃料デブリの処分における核物質管理方法 	<ul style="list-style-type: none"> 処理・処分フロー案と廃棄体情報 既存の処分概念、安全評価手法の適用あるいは合理化・高度化（特に不確実性評価、確率論的評価）を反映した、処分概念の技術的成立性と安全性の見通し

表9 「放射性廃棄物の処分に関する検討」研究開発ロードマップ

項目	第1期		第2期								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
放射性廃棄物の処分に関する検討						HP5-1 廃棄物の性状に応じた既存処分概念への適応性の確認					HP5-2 廃棄物の処理・処分における安全性の見通しの確認
		既存処分概念の調査（広範囲）		想定する条件への適用性検討			候補となる処分概念の整理と有望候補の絞り込み				
		既存安全評価手法の調査（広範囲）		想定する条件への適用性検討（感度解析等）			処分概念候補に対する安全性の評価（不確実性評価、確率論的評価等）				
				処分後の保障措置/核セキュリティ確保			処分概念、安全評価手法の合理化・高度化				
						データベースの開発（運用、更新、構築等）					
							成果のまとめ 				成果のまとめ 

4. 研究開発の推進に向けた対策

研究開発が長期に及ぶことを念頭に、国内外の叡智を結集する観点、及び、研究に従事する人材を確保していく観点から下記の対策を取る。

- ・ 原子力学会特別専門委員会における検討を継続的に実施し、研究成果の共有、評価、計画の改訂を行っていくとともに、その成果は原子力学会をはじめとする関連学会に発信する。
- ・ OECD/NEA や IAEA 等の国際機関との協力関係を強化し、研究開発計画へのアドバイスを受ける等の取り組みを検討する。
- ・ 日本原子力研究開発機構、電力中央研究所、原子力環境整備・資金管理センター等、国内の放射性廃棄物に関連する研究機関の連携を強化する。
- ・ 大学や海外研究機関との連携を強化し、研究開発プロジェクトの一部を共同研究化する等の措置を検討する。
- ・ 廃棄物処理技術を有するメーカー等の知見を集約・管理する。
- ・ 情報共有化のためのデータベースの構築を進める。
- ・ 研究推進に不可欠な研究開発拠点の設置に向けた検討に際し、必要な機能を提示する。

5. おわりに

平成 25 年度の研究開発計画は中長期ロードマップに記載された計画に基づき整理しているが、具体的な内容の見直しに際しては、本計画を念頭に行っている。また、研究開発の効率化、進捗の透明性の確保の観点から、中長期ロードマップの見直しに際しては、本計画に基づく見直しについても検討する。

なお、中長期ロードマップの見直しは、平成 25 年 3 月 7 日に開催された廃炉対策推進会議資料「研究開発に関する取組の強化」で示された方針に基づく必要がある。そのため、他分野との関連性・整合性も踏まえた検討の中で、本計画を変更する必要性が生じる可能性があるが、その場合は本計画の改訂を行う。

以上