

## 福島第一原子力発電所で発生する廃棄物の 処理・処分に係る研究開発について

大和田仁\*1

福島第一事故廃棄物は、事故によりコントロールできない状態で発生したものであり、破損した燃料に由来した放射性核種を含んでいることや、事故直後の炉心冷却に用いた海水の成分を含む可能性があること、汚染のレベルが多岐にわたるその物量も大きいこと等、従来の原子力発電所で発生する放射性廃棄物とは異なる特徴がある。

「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」特別専門委員会では、東京電力㈱福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置に向けた作業に伴い発生する、事故由来の放射性物質で汚染された多種多様な材料に関して、発電所周辺の環境の改善も含めて廃止措置を円滑に進めるために、これら放射性物質で汚染された材料を適切に管理するのみならず、処理・処分を進めていく上で必要な研究開発課題およびその解決に向けた検討を行っている。本報告では、平成 24 年度および平成 25 年度の活動内容およびその成果について述べる。

**Keywords:** 日本原子力学会, 福島第一原子力発電所, 廃棄物, 処理, 処分, 技術開発

Characteristics of the waste in Fukushima-Daiichi NPP are quite different from ordinary radioactive wastes generated by the operation of NPP because those includes radioactive nuclides from the damaged fuels and are influenced by the saline water used for cooling. "Special Committee on the Processing and Disposal of Radioactive Waste Generated by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident" investigates the processing and disposal for various materials that was contaminated with the radioactive substance of the Fukushima-Daiichi NPP to pick the R&D issues. In this report, the activity contents and also the result in the FY2012 and FY2013 are discussed.

**Keywords:** AESJ, Fukushima-Daiichi NPP, waste, processing, disposal, Research and Development

### 1 特別専門委員会設立の趣旨

東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機は廃止措置に向けた作業が行われているが、事故由来の放射性核種で汚染された多種多様な物質が今後も作業に伴い発生する。廃止措置を円滑に進めるためには、これら放射性核種で汚染された物質を分別保管し、処理・処分を進めていく必要がある。また、それぞれのプロセスにおいて、汚染された物質の特徴とその後のプロセスにおける扱いを考慮して、次に進むか、何らかの措置を取るのかを判断し、最終的には汚染された物質からの放射線による人および環境への影響を安全に防護し、かつ処分する廃棄物量が適切に抑制されるよう、作業を進めていく必要がある。

本特別専門委員会は廃止措置の進展に貢献するため、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により発電所内で発生する放射性廃棄物の処理・処分を行う上で必要と思われる技術開発課題について検討を行うものである。

なお、これらの検討の結果は、発電所周辺の廃棄物の処理・処分方法の検討にも貢献しうるとともに、シビアアクシデントからの復旧対策の深化にも貢献しうるのである。

### 2 活動の目標

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（これらのうちには、廃棄物あるいは放射性廃棄物とされない可能性のあるものも含まれるが、これらを含めて、

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ることを活動の目標とした。

#### 2.1 中長期ロードマップとの関係

中長期ロードマップ[1]では、福島第一事故廃棄物の処分に向けた目標として、2017 年度(HP SW-1)および 2021 年度(HP-SW-2)にそれぞれ、「固体廃棄物の処理・処分に関する基本的な考え方の取りまとめ(2017 年度) 固体廃棄物の処理・処分に関する安全規制などの制度化に向けた検討の着手に資するため、基本的な考え方を取りまとめた報告書を作成する。」「固体廃棄物の処理・処分における安全性の見通し確認(2021 年度) 固体廃棄物の処理・処分に関して、技術的な成立性を踏まえた安全性の見通しを確認する。また、処理・処分に関する安全規制の枠組みを作るために必要な情報を整理する。」と記載している。本特別専門委員会では、2016 年度末までに、中間的な報告を取りまとめるために必要な情報の集約を、2020 年度末までに、福島第一事故廃棄物を安全に処理・処分するための技術的な見通しを評価した情報の集約を、それぞれ目標として活動することとした。

#### 2.2 評価項目

福島第一事故廃棄物を安全に処理・処分するための技術的な見通しを得るという最終目標を達成する上では、安全性を説明できる処理・処分概念の構築と処理・処分概念の実現可能性の確認が必要である。そのため、Fig. 1 に示す各指標に基づいてその達成度合いを評価することとした。

### 3 活動内容

前述のように福島第一事故廃棄物は、これまでに経験のない特徴を有する廃棄物である。また、現時点までに得られている廃棄物の性状、今後発生するものも含めた物量等

Research and development of processing and disposal of the waste generated in the Fukushima-Daiichi nuclear power plant by Hitoshi OWADA (owada@rwm.or.jp)

\*1 (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター

Radioactive Waste Management Funding and Research Center

〒104-0052 東京都中央区月島 1-15-7

本稿は、日本原子力学会バックエンド部会第 30 回夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである

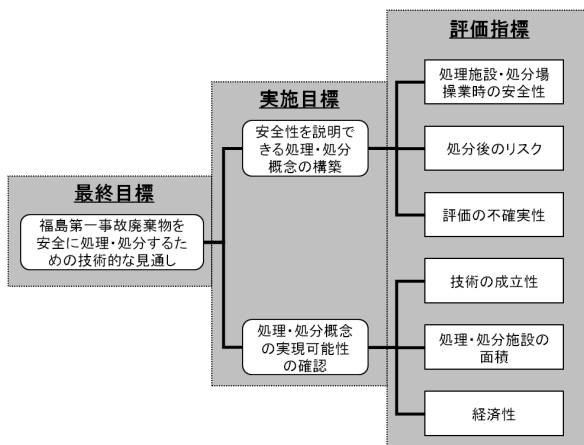


Fig. 1 Guideline of evaluation [2]

に関する情報は限定されており、その中で処理・処分の方策を検討していくことが求められている。

ここでは、その考え方の概要について述べる。

### 3.1 研究開発の進め方

Fig. 2 に、福島第一事故廃棄物に関する研究開発の状況と、通常の廃棄物との比較を示す。通常の廃棄物はコントロールされた状況で発生することから、その性状や物量等に関する情報があらかじめ存在する状態で処理および処分に関して検討することができるが、福島第一事故廃棄物については、それらがきわめて不足している。

今後、実廃棄物の分析結果の蓄積、発電所構内の廃棄物対策の進展等に伴って、廃棄物の性状や物量等に関する情報が蓄積されることによって、通常の廃棄物に近い形で処理および処分について検討を進められるようにしていくことが必要である。

そのためには、Fig. 3 に示すように廃棄物の性状評価の結果を受けて、適切な処理方法の検討を進めていくとともに、処理方法の検討過程で得られる、処理後の廃棄物に関する情報のフィードバックが必要である。

また、処分概念および安全評価の検討においては、そこから得られる情報を、適宜廃棄物の性状の把握や処理方法の検討にフィードバックし、効率的に進めることが必要である。

### 3.2 総合的な廃棄物対策の重要性

福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置に向けた作業はこれまでに経験のないものであり、ある作業を実施することにより、問題となるリスクを取り除くことができたとしても、その作業により発生した廃棄物を安全に保管、処理、処分できなければ、かえってリスクが増大してしまう恐れがある。

そのため、現時点では大きな不確実性を伴うということを確認しつつも、廃止措置等の作業を通じて発生する廃棄物の種類、発生量、発生時期を予測し取りまとめることが重要である。また、その廃棄物の発生予測を念頭に、廃棄物ストリームを総合的に検討し、廃止措置等を計画・実施していく必要がある。

本特別専門委員会では、①廃棄物の保管、②安全に保管するという観点、③廃棄物発生量の低減対策、および④処理・処分の検討のそれぞれについて、その課題を抽出した。

## 4 福島第一事故廃棄物の特徴

これまでに述べてきたように、福島第一事故廃棄物については、その性状の把握と、それに応じた処理、処分方策の検討、処分概念の検討とそれに併せた安全評価の検討の間を適宜フィードバックし、それぞれに情報を更新していくことが求められている。そこで、本委員会では、その時点で得られる公開情報に加え、東京電力株式会社、日本原子力研究開発機構の協力を得て、福島第一事故廃棄物の情報を集約した。

ここでは、個別の廃棄物の特徴については本特別専門委員会の報告書[2][3]を参照頂くこととして省略し、その概略について述べる。

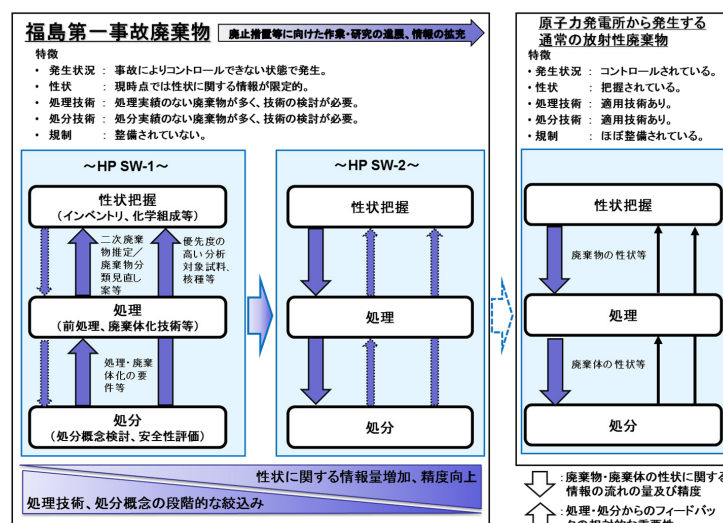


Fig. 2 Policy of research and development on the disposal of the waste from the Fukushima-Daiichi Accident (conceptual rendering) [3]

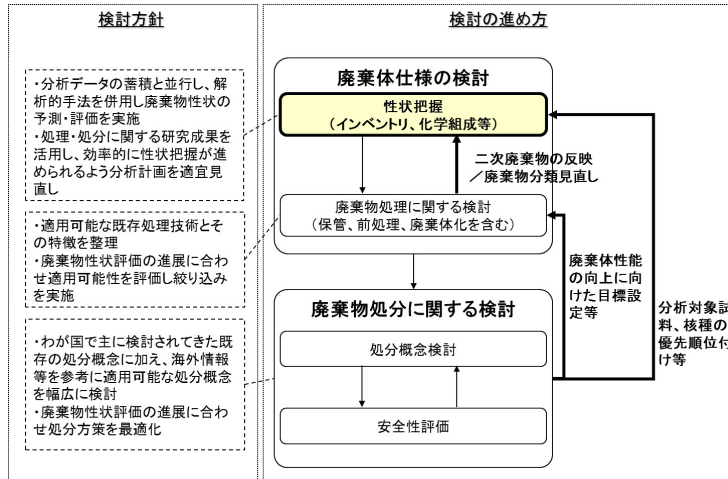


Fig. 3 Way of advancing research and development [2]

#### 4.1 廃棄物の分類

福島第一事故廃棄物をその発生の起源および特徴から、Fig. 4 に示すとおり、①瓦礫／伐採木等、②燃料デブリ／解体廃棄物および③汚染水処理二次廃棄物に分類した。

#### 4.2 福島第一事故廃棄物の発生状況

Fig. 5 に平成 26 年 2 月の福島第一事故廃棄物の発生状況を示す。各廃棄物は分類・分別されて発電所構内に保管されている。また、その物量は日々変動しており、常に最新の情報を入手し、把握することが必要である。

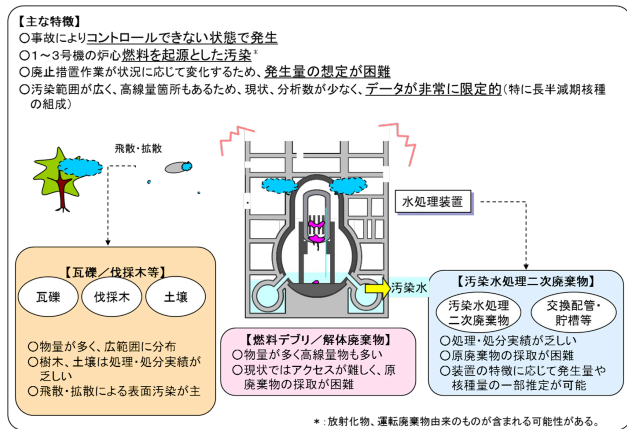


Fig. 4 Features of the waste from the Fukushima Daiichi Accident [3]

#### 福島第一事故廃棄物の発生状況

主な廃棄物種類	発生量
汚染水処理水	約42万 m <sup>3</sup>
水処理二次廃棄物 (セシウム吸着塔)	約560 本
スラッジ	約600m <sup>3</sup>
高性能容器 (HIC)	190 基
ガレキ	69,000m <sup>3</sup>
伐採木	78,000 m <sup>3</sup>
タンクエリア土壌	615 m <sup>3</sup>

汚染水処理水、水処理二次廃棄物 H26年2月5日時点  
ガレキ、伐採木：H26年1月末時点

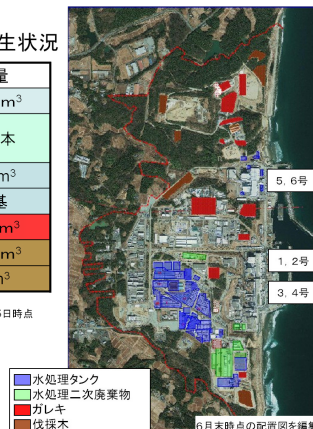


Fig. 5 Situation of the occurrence of the waste [4,5]

#### 4.3 事故廃棄物情報の集約

本特別専門委員会では、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得ることに資するため、処理・処分の検討に重要となる福島第一事故廃棄物の関連する様ざまな情報を関係者が共有できるように整備・管理することを目的として福島第一事故廃棄物の情報を収集、整理することとし、報告書の別冊として、「福島第一事故廃棄物情報」[4]を取りまとめた。

集約する情報の内容は、関係者が福島第一事故廃棄物を理解する上で必要とする技術情報または、それらに関連する情報、それらを支える情報等を対象とした。これら対象とする情報の項目を既存の資料（福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ[1]、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～研究開発課題の抽出と解決に向けた考え方～報告書[2]、東京電力公開資料および廃棄物対策推進会議事務局会合資料等[5]）等を参照して抽出し、分類整理した。

#### 5 研究開発課題に関する検討

平成 24 年度特別専門委員会では、福島第一事故廃棄物の処理・処分に係わる研究開発課題を幅広く抽出し、解決に向けての対策案を検討した。平成 25 年度においては、同委員会にて、研究開発の基本的な考え方を改めて整理し（2 章）、現段階での現場状況を考慮した上で「福島第一事故廃棄物情報」を取りまとめた。

ここではそれらの結果を踏まえ、幅広く抽出された研究開発課題に効率的・効果的に対処していくために課題を再整理し、優先的に考慮すべき事項を①従来の廃棄物との相違、②利用可能な情報の制約、③他の課題の解決に不可欠な情報の提供、④課題の解決に要するリードタイムの確保、⑤新規技術の必要性、および⑥現場状況への対応の各観点で取りまとめた。

抽出された課題は、考慮すべき事項がそれぞれの研究開発で共通的なものが多いことに着目し、研究開発の基本的な考え方に沿い、「性状把握」、「処理」、「処分」と、これらを俯瞰する「廃棄物ストリーム」に分けて整理した。

## 6 研究開発全体計画案

研究開発課題の検討で抽出した課題をもとに、中長期ロードマップ[1]に示された各ホールドポイントまでに実施すべき R&D を、性状把握、処理、および処分の項目ごとに取りまとめた。

### おわりに

福島第一原子力発電所における作業や廃棄物管理の状況、処理・処分に向けた研究開発の状況を調査し、関連する多くの学問分野の専門家の知見を結集して評価するとともに、福島第一事故廃棄物の特徴を踏まえた処理・処分の安全性の観点から整理し分析することにより、特に重点的に取り組むべき事項を包括的に検討し取りまとめを行った。

### 謝辞

「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」特別専門委員会の設置に当たってご協力いただいた学会事務局ならびに企画委員の皆様、多くの情報をご提供いただいた東京電力株式会社ならびに日本原子力研究開発機構の皆様、短期間で多くの審議にご尽力いただいた朽山主査始め委員の皆様にここに謝意を表します。

### 参考文献

- [1] 原子力災害対策本部, 東京電力福島第一原子力発電所廃炉推進対策会議:福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃炉措置等に向けた中長期ロードマップ 平成 25 年 6 月 27 日 (2013).
- [2] 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: 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～研究開発課題の抽出と解決に向けた考え方～ (2013).
- [3] 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: 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 平成 25 年度報告書～廃棄物情報の整理と課題解決に向けた考慮事項～ (2014).
- [4] 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: 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 別冊 福島第一事故廃棄物情報 (2014).
- [5] たとえば 東京電力株式会社, 「ガレキ・伐採木の管理状況 (H26.1.31 時点)」,  
[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140227/140227\\_02xx.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140227/140227_02xx.pdf)