

## 「2019年度バックエンド週末基礎講座」参加報告

大平早希\*

本講座は、放射性廃棄物の処理処分などのバックエンドに関連する広範な分野について、基礎的な知識を身につけるとともに、参加者相互の交流の機会を提供することを目的として年1回開催されている。2019年度は、10月19日（土）、20日（日）の2日間、岐阜県多治見市のヤマカまなびパーク（多治見市学習館）において開催された。講座には大学や企業などから31名が参加し、6件の講義とグループディスカッションが行われた。

また、講座の前には、希望者を対象に、岐阜県瑞浪市の瑞浪超深地層研究所(国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター)の地下坑道見学会が併催され、19名が参加した。

以下に見学会と本講座の概要について報告する。

## 10月19日（第1日目）

## 深度500m研究地下坑道見学

まず、地上施設にて瑞浪超深地層研究所の概要、地質状況、現在までの成果等の説明を受けた。現在進められている研究開発は、1. 地下坑道における工学的対策技術の開発、2. 物質移動モデル化技術の開発、3. 坑道埋め戻し技術の開発である。

続いて、安全装備を着用し、深度500m研究坑道を見学した。坑道では、閉鎖後を想定し、地質環境の変化の観測や、その回復過程を確認するための再冠水試験などの説明を受けた。再冠水試験では、水により閉鎖した坑道付近の地下水の水圧を観測することで割れ目が存在する不均質な環境で水圧はどのように回復するのか、坑道に閉じ込められた酸化の地下水は還元状態になるのか、地下水が滞留する状態でセメント材料により岩盤中の水質はどう変化するのかなど、坑道閉鎖時の周辺岩盤の力学・水理・化学環境



写真1 再冠水試験の止水壁（深度500m地下坑道）

変化の観測に必要な調査解析技術の開発が行われている。

最後に、坑道の建設、維持に係る地上施設を見学し、掘削機械やエレベーターなどの巻上設備、排水処理施設について説明を受けた。掘削機械や巻上設備はとて大きく、機械や設備から大規模な研究施設であることを再認識した。排水処理施設では、日々放出される湧水に含まれるフッ素とホウ素を、凝集剤やイオン交換樹脂などを利用して環境基準よりも低い濃度まで下げるとともに、pHを中性にする処理が行われ、河川に水を放流している。



写真2 地下坑道見学会の参加者ともぐら博士

## 講座1

## 「核燃料サイクルとバックエンドの基礎」

(バックエンド副会長 電力中央研究所 杉山大輔氏)

## ➤ バックエンドとは？

広義では核燃料が発電に利用された後の工程（使用済核燃料再処理など）すべてが対象であり、狭義では放射性廃棄物処分についてである。核燃料が発電に利用された後の工程すべてが対象となるので、対象となる学術・技術の分野の幅が広く、一つの専門分野ではカバーできない。例えば、地層処分では、地質環境条件の把握・評価に地質学・地下水学、施設の設計・建設に土木工学・地盤工学、放射性核種の溶出・拡散・収着に溶液化学・化学工学・界面化学など関連する分野が多岐にわたる。

## ➤ 核燃料サイクルの概観

日本の一次エネルギー国内消費量は、現在も化石燃料が主役であり、消費量は増加している。エネルギーの多様性の視点に基づく原子力発電の重要性、核燃料サイクルの基礎事項として軽水炉LWRサイクル、高速炉FBRサイクルについて説明された。

## ➤ バックエンドの基礎

放射性廃棄物の分類、原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物、廃棄物処分の要件、各放射性廃棄物の処分概要、世界の事例、クリアランス制度、放射性廃棄物処分の長期安全性評価（核種移行解析等）について説明された。

Report on the weekend basic course for Division of Nuclear Fuel Cycle and Environment in fiscal year 2019 by Saki OHIRA (ohira.saki@jaea.go.jp)

\*1 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 安全研究・防災支援部門安全研究センター 環境安全研究ディビジョン 廃棄物安全研究グループ Waste Safety Research Group, Environmental Safety Research Division, Nuclear Safety Research Center, Sector of Nuclear Safety Research and Emergency Preparedness, Japan Atomic Energy Agency 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方2番地4

## 講座 2

## 「地質環境の長期安定性」

(日本原子力研究開発機構 小松哲也氏)

- 地層処分と安全確保の考え方  
地層処分の長期的な安全性への対策には、長期にわたって安定な地質環境を選定すること（サイト選定）、また想定される自然現象の変動を見込んだ処分施設的设计施工および長期的な安全性評価の実施（工学的対策）が必要である。なお、安定した地質環境は変化しない地質環境とイコールではない。
- 日本列島の地質環境の特徴  
日本列島は湿潤変動帯 (Tectonically active and intensely denuded region) に区分され、260 万年前からは、氷期、間氷期のサイクルという全球的な気候変動をしており、大部分の期間が氷期（低海面）である。地層処分では考慮すべき自然現象として、隆起・侵食（気候・海面変動）、火山・熱水活動・地熱、地震活動・断層活動について紹介された。
- 地質学的現象の将来予測の方法論  
将来予測には、過去から現在までの変動履歴を検討し、その傾向を将来に延長（外挿）して予測する外挿法が有効である。外挿法による予測可能期間を知るためには、現在のネオテクトニクスでの地殻変動の一樣継続性がどの地域でいつ頃成立したか検討が必要である。日本の活断層の活動開始時期から、一樣継続性が成立したのは数十万年前（中期更新世）以降と予測されている。
- 地質環境の長期安定性評価において必要な視点  
評価には、自然現象が地質環境の特性に与える影響の範囲や程度、それらの変動速度（応答時間）を定性的、定量的に理解する必要がある。地質環境を考える際に重要な視点は、自然は複数の自然現象が相互に関係して成立していること、自然現象に対する地質環境の応答性は、地域固有の「癖」を持つことである。研究領域をまたぐ自然現象データの取得とそれらの統合による自然現象の時間・空間的整理が重要である。

10月20日（第2日目）

## 講座 3

## 「地層処分の工学技術および性能評価研究」

(日本原子力研究開発機構 平野史生氏)

- 地層処分の安全確保の考え方  
放射線安全や一般労働安全の確保などの処分場閉鎖前の安全性（操業安全性）、適切なサイト選定、工学的対策、長期間の安全性の評価などの処分場閉鎖後の安全性（長期安全性）を考慮し、人類が経験したことのない評価期間において安全性を確保する必要がある。
- 工学的技術  
安全性を実現するための信頼性の高い人工バリア並びに処分施設的设计要件を提示し、それらが現実的な工学技術によって合理的に構築できることを示す。再冠水時の人工バリア挙動評価、熱-水-応力-化学

(THMC) 連成挙動解析や試験坑道での人工バリア性能確認試験について紹介された。

- 性能評価  
地層処分の特徴を考慮すれば、（一般的な構造物のように）試作品による実験を積み重ね、その安全性を直接確認することは不可能である。そこで将来の状態を想像し、それを定量的に表現するモデルを開発し、それらを用いて予測解析することによって安全性を確認すること（安全評価）が必要である。地層処分システムに期待する主な安全機能について説明された。
- 最近の研究開発事例の紹介  
使用済核燃料の直接処分に関する研究について紹介された。長期的な状態変遷を保守的に想定した処分後の臨界解析例が報告された。



写真 3 講座の様子

## 講座 4

## 「地層処分事業の進め方」

(原子力発電環境整備機構 高橋美昭氏)

- わが国の地層処分において考慮すべき要件  
科学的特性マップは地域の科学的な特性を確定的に示すものではない。処分場所の適正の確認のためには、最終処分法に基づく三段階の処分地選定調査（文献調査、概要調査、精密調査）を NUMO が行い、調査結果を詳細に検討・評価することが必要である。
- 安全確保の基本的考え方  
適切なサイト選定、および安全裕度を持たせた処分場を設計した後、将来の放射線影響を予測する安全評価を実施して安全性を確保する。国際的に共通な問題点として、長期の安全確保、安全性の評価手法、説明性の継続的改善が挙げられる。そのため、セーフティケースが国際的に用いられ、NUMO は包括的技術報告書を作成した。
- 対話・コミュニケーション・技術マネジメント  
地層処分の安全性を説明するための取り組みとして、ステークホルダー（一般の方、専門家など）とディスカッション、ディベートなど様々な対話・コミュニケーション手段で意見交換・情報提供を行う。技術マネジメントとして、各分野における技術者間のサイト地質調査・評価、処分場の設計、安全評価の密接な連携

等が紹介された。

運営などが挙げられる。

## 講座 5

### 「低レベル放射性廃棄物に関する検討・実施状況」

(日本原燃株式会社 瀬間義大氏)

- 新規制基準  
2013年の新規制基準では、第二種廃棄物埋設に関して、主に管理要求では定期的な評価、廃棄物埋設地の保全について、設計要求では廃止措置計画認可について見直しを実施された。
- 浅地中ピット処分の検討状況  
日本原燃において操業中であるピット処分施設では埋設地周辺における断層、火山、津波について検討を行い、施設に影響が及ばないことを確認した。長期間の安全評価に関しては最も起こりうる基本シナリオ、不確かさを含めた最も厳しい条件である変動シナリオ、それ以外の自然現象、人為事象に係るシナリオのそれぞれについて評価を実施した。また、定期的に安全評価を更新することも必要である。
- 中深度処分の検討状況  
日本原燃では中深度処分の検討のために実際に調査坑を掘削して地質環境調査を実施し、地質分布より火山や活断層がないこと、地下水調査より流速が遅いことや腐食成分が少ないこと、地盤調査により安定した空洞を構築可能であることを確認した。

## 講座 6

### 「原子力施設の廃止措置における現状と課題」

(日本原子力発電株式会社 吉田望氏)

- 廃止措置の概要  
廃止措置（解体、廃棄物処理・処分、サイト解放）の遂行により、規制しなくてもよい状態へ復す。
- 日本の廃止措置の状況と方針  
我が国の商業用原子力発電所としては平成13年12月に日本原子力発電東海原子力発電所が初めて廃止措置に着手した。現在、廃止措置中の原子力発電プラントは14基である。廃止措置の基本方針は、原子炉運転終了後できるだけ早く解体撤去すること、原子炉施設の廃止措置から生じる放射性物質として扱う必要のない資材を再利用すること等である。
- 廃止措置の計画と技術  
廃止措置計画立案には残放射能および汚染分布評価（放射能インベントリ評価）がまず必要で、その後、安全評価・施設解体・廃棄物処分等の廃止措置計画を立案し、国の認可を受ける。廃止措置の実施には、機械・電気・土木・放射線技術など施設の特性に合わせた既存技術を組み合わせ、様々な分野の人々の協力を実施する。
- わが国における廃止措置の課題  
廃止措置を安全、着実にかつ、合理的に実施することは、事業者だけでなく、地元の方や国民にとっても重要である。合理的な廃止措置に必要な要素として、運転・保守を行う事業者による廃止措置のカルチャーとマインドを持つ組織と要員等の育成、合理的な規制と

## グループディスカッション

### 「バックエンド対策を進めるために必要なものは何か」

講師を含めて3つのグループに分かれてテーマについて討議を行った。各グループからは、不確実性を少なくすること、多岐にわたる分野間の組織内外で積極的にコミュニケーションを図り連携をとること、“地球温暖化”という言葉と同様に、一般の人に“地層処分”の言葉を定着させ目を向けてもらうことなどの意見が出た。全体を通して、バックエンドは専門性が多岐にわたる分野であるため、対策を進めるためにはバックエンドに関係する各分野間の連携が重要であることが挙げられた。



写真4 グループディスカッション風景

## 感想

本講座を通して、バックエンドは専門性が多岐にわたる分野であることを再認識しました。また本講座は、専門家である講師の方々からバックエンドに関する基礎的な内容や、最新の事業・研究内容などについての講義を聴講するだけでなく、講師や受講者同士など様々な方と交流する中でも、自分の視野を広げることができ、とても有意義でした。この参加記が、来年度以降の多数の参加のきっかけになっていただければ幸いです。最後に、本講座の受講機会を提供いただいた、事務局の皆様大変感謝申し上げます。