

## 「2018年度バックエンド週末基礎講座」参加報告

伊藤歩夢\*1

バックエンド週末基礎講座は、広範な原子力のバックエンド分野に関する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主な目的とし、バックエンド部会の主催で2003年から年1回開催されている。

15回目を迎えた今回は、2018年11月3日(土)、4日(日)の2日間、北海道大学工学研究院フロンティア応用科学研究棟2階セミナー室2において開催された。講座には大学や企業などから61名(うち学生41名、事務局2名(北海道大学:渡辺先生、小崎先生)、解説者1名(福井大学:柳原先生)、講師5名(外国人4名、日本人1名))が参加し、リスクコミュニケーションに関する日本語の講義1件と外部講師による英語の講義4件が行われた。以下に本講座の概要について報告する。

11月3日(第1日目)

講義(日本語)「リスクコミュニケーション」

(吉田省子・北海道大学農学研究院)

- あなたのリスク観・わたしのリスク観  
リスクの定義が統治者の視点(工学者、医学者)と当事者の視点(非専門家)では異なり、前者は「危害の程度×生起確率」なのに対し、後者は「危害の程度+恐怖」であることが示された。そのため同じ危害に対して感じるリスクの大きさは多くの場合、研究者よりも一般人のほうが大きくなる。
- リスク問題をどう受け止めたらよいか  
リスク問題を眺める際、社会的・規範的次元、心理的次元、確率論的次元の三つの視点が重要である。客観的リスクと科学的リスクが一致しない以上、二者間のギャップの背景を考える必要がある。
- リスクコミュニケーション  
アメリカではリスクコミュニケーションの目的が時代を経るにつれて情報公開→説得→相互理解へと徐々に変化している。日本でも、関係者間の対立やわだかまりを解きほぐし、和解を進め、被害からの回復を促すツールとしてリスクコミュニケーションが用いられている。目的に応じて行うべきリスクコミュニケーションの形式や頻度は異なる。
- 「伝える」と「コミュニケーション」  
完全なリスク情報を伝えることがリスクの基本原則である。完全なリスク情報とは、1. リスクの性質、2. リスクが削減された場合に影響を受ける可能性がある便益、3. 代替案、4. リスクと便益に関する知識の不確実性、5. リスク管理上の問題である。これ

らの情報をイベントの主催者から参加者に一方的に伝えるのではなく、双方向性の議論ができる場にイベント自体をデザインする必要がある。

講座(英語) 1「Nuclear Decommissioning and Waste Management」(Colin Austin, Energy Solutions, USA)➤ Energy Solutions 社について

Energy Solutions 社は、電力会社から廃止措置を請け負う会社で、廃止措置における全責任を負う。原発の建設と解体では施工計画が異なり、経験に頼るところが大きい。そのため電力会社が個別で廃止措置を行う場合に比べて、経験の蓄積がある廃止措置専門の会社が行う方が廃止完了までの時間が短縮され、費用も節約できる。

➤ 廃止措置の工程と必要な設備

廃止措置には、燃料取り出し・建屋解体・燃料輸送・燃料や解体ゴミの埋立処分・環境修復等の工程があり、その際に必要となる設備や資材、人材などの調達もすべて Energy Solutions 社が行う。設備面では、水処理や化学除染のプラントのほか、解体ごみのリサイクル工場なども有しており、リサイクルされたコンクリート製品やドラム缶などは自社で使用している。

➤ 廃止措置の計画について

廃止措置を成功させるために重要なのは、廃止措置の完了を念頭に置いた廃棄物処分計画を立てることである。実際、廃止措置や廃炉跡地の環境修復にはマニュアルがなく、計画を行うのは非常に難しい。Energy Solutions 社では、廃炉や廃棄物処分の経験の蓄積、プロジェクト運営における問題点の予測、EVMS ツールの利用の3手法を組み合わせることで計画を行っている。

➤ ステークホルダーマネジメントの重要性

廃止措置で一番大きな問題となるのはテクニカルな部分ではなくマネジメントである。早い段階で、頻繁にステークホルダーとコミュニケーションをとり、オープンな関係を築くことが重要である。



写真1 講師と講座参加者の集合写真

Report on the weekend basic course for Division of Nuclear Fuel Cycle and Environment in fiscal year 2018 by Ayumu ITO (ito.ayumu@ad-hzm.co.jp)

\*1 (株)安藤・間 技術本部 原子力部

Nuclear Power Department, Technology Division, Hazama Ando Corporation

〒305-0822 茨城県つくば市蒔間 515-1

**講座 (英語) 2****「High level waste: management and evolution in repository site」****(Tomo Suzuki, IMT Atlantique, France)**

- **高レベル放射性廃棄物処分計画 (使用済み核燃料)**  
スウェーデンの場合、高レベル放射性廃棄物は KBS-3 と呼ばれる多重バリアシステムを用いて地下 400-500m の地層中に処分することが検討されている。地下は還元的環境で放射性核種は移行しにくいとされている。将来的に多重バリアの機能が低下し、燃料棒に達した地下水が放射線分解されると過酸化水素が生成し、地下環境の一部が酸化環境になる可能性がある。その際、核種は移行しやすくなるが、それらが地表に達する際には、人間の生活圏の空間線量に与える影響は非常に小さい。
- **高レベル放射性廃棄物の処分工程 (ガラス固化体)**  
核分裂物質は非常に多くの放射性核種で構成されており、複雑な化学組成と物理構造になっている。そのためガラス固化体にするまで多段階の処理を行う必要がある。その工程を写真やアニメーションにより説明していただいた。ガラス固化をすることで様々な放射性核種が酸素と共有結合やイオン結合し、核種がバリア外に移行しにくくなる。
- **クローズドサイクルのメリット**  
使用済みの核燃料は再処理することで全体量の 96% を再利用できる。そのため廃棄物量を減らすことができ、発電コストも節約できる。また再処理を行った場合と行わなかった場合では、総放射線量の減衰は前者の方が早い。

**講義 (英語) 3****「地層処分と地質環境の長期安定性」****(Marc Aertsens, SCK・CEN, Belgium)**

- **SCK・CEN について**  
ベルギーでは ONDRAF・NIRAS, EURIDICE, SCK・CEN の三つの研究機関で放射性廃棄物処分の安全性と耐久性が研究されている。EURIDICE は世界で最も早く地下にトンネルを掘って地層処分の研究を始めた機関である。SCK・CEN は、1952 年にベルギーの原子力研究機関として設立され、1974 年から放射性廃棄物処理の研究をスタートした。
- **ベルギーでの低レベル放射性廃棄物処分**  
かつて低レベル放射性廃棄物は海洋投棄されていたが、2006 年に地表に埋め立て処分を行うことが連邦政府により決められた。当初、候補地として挙げられた 98 のサイトで処分地は決まらなかった。その後、すでに廃棄物が置かれていた研究機関の近くの Desseel サイトに処分することが決定した。他国と比べて近隣に人口密度の高い街が存在することが特徴である。そのためパートナーシップを結ぶまでに多くの対話がなされてきた。
- **ベルギーでの高レベル放射性廃棄物処分**  
高レベル放射性廃棄物の処分地は決定していないが、

Boom Clay と呼ばれる主にイライトとスメクタイトで構成された粘土層中に処分することが検討されている。Boom Clay の地層はベルギー北部に分布し、厚さは 100m 以下である。高レベル放射性廃棄物はスーパーコンテナコンセプトと呼ばれる多重バリア構造物中に処分する計画である。また、同一の施設に中レベルの放射性廃棄物も処分するという特徴がある。

**写真 2 講義の様子****11 月 4 日 (第 2 日目)****講義 4****「Subsurface Remediation of Radionuclides」****(Jim Szecsody, PNNL, USA)**

- **原位置における環境修復の概念**  
土壌の環境修復では汚染源の除去やカプセル化の技術が用いられる。地下水の浄化方法としては汲み上げた地下水の浄水処理が用いられる。これらの技術は適用可能範囲が限られていたり、長期間の処理が不可欠で費用が高かったりするデメリットがある。その反面、原位置での汚染物質の固定化技術では、汚染されたサイトごとに最適な設計が可能で、比較的短期間で環境修復が完了する。その後も継続的にモニタリングすることで安全性を保障できる。
- **原位置における地球科学的固定化技術**  
地球科学的固定化技術で主に用いられる化学反応は吸着や沈殿、またはその両方である。これらを効果的に作用させるためには汚染物質や土壌構成鉱物、地下水の組成などの同定が不可欠である。またサイトの地形や地下水の流速などの情報も重要である。これらの情報をもとに地球科学モデリングなどのソフトウェアを用いて設計を行い、バッチ試験で効果を確かめる。効果が認められた際には、試験のスケールを少しずつ大きくしていき、最終的には原位置で試験を行う。
- **事例紹介**  
ストロンチウムで地下水が汚染されたハンフォードサイトでは、リン酸カルシウムを地下水に注入してアパタイトを生成し、その表面にストロンチウムを吸着させることで地下水を浄化した。ウランで地下水が汚染されたサイトでも、同様にポリリン酸塩を添加することで、地下水を浄化した。実際に固定化を行うときは、汚染の低減は可能だが 0 にはできないという例が

あるため、事前にステークホルダーとよく話し合う必要がある。

### グループディスカッション

#### 「セミナー講師とのフリーディスカッション」

受講者は関心のある講義テーマごとに講師を含めた4つのグループに分かれ、講義内容への質問・コメントや講師に事前に提示してもらった重要事項についてのディスカッションを行った。私が参加した Jim 先生のグループでは、実験手法や解析手法に関するものから試験時の地元住民とのリスクコミュニケーションや経済性に関するものまで非常に様々な質問・コメントが交わされた。小グループでのフリーディスカッションという形式もあり、講義内容に深く踏み込んだ議論ができた。

今後、バックエンド業界の研究者には、技術の開発力と同時に説明力が必要不可欠であると感じた。

バックエンドに関するセミナーの多くが国内でのバックエンド政策について参加者に知ってもらうことが趣旨となっているが、本講座は他国の事例を知り、そのメリット・デメリットについてディスカッションすることで、改めて国内のバックエンド政策について考える良い機会となった。英語による講座だったこともあり、留学生の参加が多く、ディスカッションにより留学生の母国のエネルギー政策について知れたことも思わぬ収穫であった。英語主体による講座の開催は、企画・運営が難しいと思われるが、このような貴重な機会を提供していただいた事務局の皆様には、心より感謝申し上げます。



写真3 グループディスカッションの様子

### グループディスカッション・プレゼンテーション

#### 「リスクコミュニケーションを考える」

受講者は関心のある講義テーマごとに4~5人のグループを作り、グループごとにリスクコミュニケーションについてのディスカッションとプレゼンテーションの作成を行った。プレゼンテーション課題は、グループごとに講義内容に係わる〈背景〉を設定し、〈誰が〉〈誰に〉〈どんな内容〉を〈どのようにして伝えるか〉をまとめるというものであった。準備時間や発表時間が制限されていた中で、各グループが活発に議論を行い、発表の際にはそれぞれのグループの特色がよく出ていた。その中で共通していたことは、知識のある側が一般の人々の気持ちになって資料を作成し、一方的にならないような伝え方をするというものであり、吉田先生の講義で学んだ重要事項を反映した発表となっていた。

### 感想

本講座で強く感じたことは、技術の横展開の重要性である。五人の講師の講義で、他分野や他国などの事例から非常に多くのことを学ぶことができた。他分野や他国の専門家と接点を作ること自体が難しいが、このような講座をきっかけに今後も情報共有や共同研究ができると相互にメリットがあると思う。

リスクコミュニケーションを考えることも本講座の大きなキーワードであった。リスクコミュニケーションのやり方次第でステークホルダーとの関係性は良くも悪くもな

