

『2017年度バックエンド週末基礎講座』参加報告

梅原隆司*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。第14回目を迎えた今回は、2017年11月11日（土）、12日（日）の2日間、京都大学吉田キャンパスにおいて開催された。講座には大学や企業などから40名が参加し、7件の講義とグループディスカッションが行われた。

以下に本講座の概要について報告する。

11月11日（第1日目）

講座1

「核燃料サイクルとバックエンドの基礎」 (バックエンド副部会長 大和田 仁氏)

・バックエンドと使用済み燃料の再処理の意義

バックエンド分野は核燃料が発電に利用された後の工程全てが対象であり、対象となる学術・技術の分野の幅が広く一つの専門分野、一つの工業分野ではカバーできないという特徴を有する。また、使用済み燃料の再処理は燃料資源を増やすことが出来る方法であり、高速増殖炉を用いた核燃料サイクルのエネルギー効率は、軽水炉でウラン燃料をワンスルーで消費する場合と比較して約50倍となる。

・日本及び世界のエネルギーの現状

日本では2012年以降、発電量に占める化石燃料依存度が約9割となっている。2013年時点で先進諸国の中で最大のエネルギー輸入依存度であり、発電燃料費は2010年度から2013年度にかけて4.1兆円増加している。

世界のエネルギーの現状の一例として、ドイツの電力政策における再生エネルギーの固定価格買取制度が紹介された。2000年から導入された制度により再生エネルギー比率が30%に達した一方で、電力料金が上昇、電力供給が不安定となる弊害が出ている。

・核燃料サイクルとバックエンドの基礎

核燃料サイクルの基礎事項として軽水炉LWRサイクルと高速炉FBRサイクルの基礎と特徴が説明された。また、核燃料サイクルにおける放射性廃棄物の特性とその処分方法に関し、高レベル放射性廃棄物と地層処分を主に説明された。

講座2

「原子力発電所の廃止措置における現状と課題」

(日本原子力発電株 岩田 竹広氏)

・廃止措置とは

IAEAの定義によると、廃止措置とは、施設から規制の一部または全部を取り除くことを可能とする、行政上及び技術上の措置のことを指すとの説明があった。また、その必要性、遠隔操作を主体とした方式の概要についての紹介があった。

・原子力発電所の廃止措置の現状

世界では恒久停止プラントが164基あり、約1/4のプラントが廃止措置の段階に入っている。そのうち、現時点で廃止措置を完了したプラントは17基となっている。国内においては、研究炉（動力試験炉：JPDR）の解体実施例と発電炉（東海発電所：GCR）の解体工事の例がある一方、国内で運転を停止した原子力発電所は11基となっている。これらの廃止措置は施設の特性に合わせた既存技術の組合せをベースとし、様々な分野の人々の協力のもとに実施。

・我が国における廃止措置制度

日本の現行廃止措置関連制度の概要について、原子炉の設置から廃止までを炉規制法に基づく事業規制の中で規定していること、廃止措置は事業者の義務であること等が紹介された。また、海外の商業炉廃止措置制度との比較（関連機関、資金制度、中低レベル放射性廃棄物処分システム等）に関する紹介があった。

・我が国の廃止措置の課題

合理的な廃止措置の課題（必要な要素）として、廃止措置カルチャーのマインドを持つ組織と要員の育成、使用済燃料と撤去物等の搬出先&終了確認、廃止措置資金と会計制度、及び合理的な規制と運用の4要素についての紹介と解決への提言があった。



写真 講義の様子

Report on the weekend basic course for Division of Nuclear Fuel Cycle and Environment in Fiscal year 2017 by Ryuji Umebara (umebara.ryuji@genanshin.jp)

*1 一般社団法人 原子力安全推進協会 技術運営部 放射線・化学G

Japan Nuclear Safety Institute, Technical Support Department Radiation Protection & Chemistry G

〒108-0014 東京都港区芝5-36-7

講座 3**「低レベル放射性廃棄物処分に関する状況」**

(日本原燃㈱ 長谷川 優介氏)

・廃棄物分類と処分方法

低レベル放射性廃棄物の分類 (L1, L2, L3) と、それぞれの処分方法 (中深度処分、ピット処分、トレンチ処分) についての紹介。また、処分施設のバリア性能の違いについても紹介があった。

・新規制基準

ピット処分とトレンチ処分を対象とした新規制基準 (「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造、及び設備の基準に関する規則」) の適用の考え方について、各条文毎に要求事項と従来規制からの要求事項の変更有無に関する説明があった。

・浅地中ピット処分の検討状況

日本原燃㈱にて操業中であるピット処分施設の概要、操業状況、及び埋設対象廃棄物 (均質・均一固化体、充てん固化体) 等に関する紹介があった。

また、長期間の安定性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、人為事象に係わるシナリオに基づいて評価を実施。なお安全評価は設計段階だけでなく、複数の段階で見直しをする必要があり、10年毎の更新も必要との説明があった。

・余裕深度処分の検討状況

日本原燃㈱では余裕深度処分の検討のために調査坑を掘削して地質環境 (地下水流速、地盤、地質等) 調査や試験 (人工バリア施工性確認試験、地下空洞型処分施設性能確認試験) により、地下に安定した大規模な空洞を構築できることを確認したとの説明があった。

11月12日 (第2日目)**講座 4****「地層処分と地質環境の長期安定性」**

(日本原子力研究開発機構 雜賀 敦氏)

・我が国における地層処分の安全確保の考え方

環太平洋変動帯に位置し、噴火・地震など地殻変動が活発な我が国の地質環境の特徴を踏まえ、自然現象による人間環境への接近 (接近シナリオ) 及び自然現象による地下水の変化 (変動シナリオ) 考慮した、地層処分への長期的な安全性への影響を評価する。

・地層処分において考慮すべき自然現象とその特徴

考慮すべき自然現象として火山、地震、断層、地熱、水質、隆起、沈降などの特徴とその影響について紹介があった。

・処分場のサイト選定や安定性の検討に際して考慮すべき時間スケールと将来予測の考え方

地質学的現象の将来予測の方法として、外挿法、類推法、確率論、及びシミュレーションが紹介され、プレート運動の枠組みで生じる永続性がある現象には、外挿法が特に有効との説明があった。

・地球環境の長期安定性に関する研究開発の現状

将来、火山・熱水活動が新たに発生する潜在的リスクを回避するためには、地殻構造を予め確認していくことが重要であり、調査技術の開発・体系化として、高空間分解能イメージング技術として地震波トモグラフィ、地磁気・地電流法の紹介があった。

講座 5**「地層処分の工学技術及び性能評価研究」**

(日本原子力研究開発機構 石寺 孝充氏)

・地層処分における安全確保の考え方

処分場閉鎖後の安全性は数万年以上という経験や実験によって安全性を評価することが不可能な長期間であり、地層処分に特有なものとして考慮する必要がある。基本的には、安定な地質環境に適切な工学的対策を施すことにより、地質環境が本来有する隔離性と多重の対策 (天然の地層+人工バリア) による閉じ込めにより安全性を確保するとの説明があった。

・地層処分の工学技術

人工バリアの設計基準の例としてオーバーパックの厚さは、耐圧上必要な厚さと放射線の遮蔽に必要な厚さに予測最大腐食量を考慮して決定されているとの説明があった。

・地層処分の性能評価

長期挙動を理解して、シナリオ構築、データ整備とともに定量評価可能なモデルを開発して、それらを用いて予測解析することによって安全性を評価。また、天然バリア中の核種移行の解析モデルを設定し評価する。現象の評価例として、コロイド影響を考慮した解析結果例の紹介があった。

講座 6**「性能評価研究の例(溶解度・吸着研究)」**

(京都大学 小林 大志氏)

・地層処分安全評価における核種移行モデルの概念

核種移行モデルの概要について説明があり、人工バリアである緩衝材 (ベントナイト) や天然バリアである岩石中での核種の移行挙動を把握する上で、間隙水/地下水中での核種の溶解度や緩衝材/岩石への核種の吸着は、移行遅延を支配する重要な現象とのこと。

・深層地下水のアクトノイドイオンの濃度

幌延及び瑞浪深部地下水中の Th, U 濃度は還元性雰囲気を反映した極めて低濃度で存在し、熱力学計算結果は Th 及び U が 4 値の結晶性酸化物のような溶解度に低い制限固相と平衡状態にあることを示唆したとの説明があった。

・バッチ法における花崗岩成分への Cs 吸着分配係数の測定と解釈

各鉱物のパラメータ収束値で計算した吸着分配係数 Kd 値と、花崗岩の実験 Kd 値が一致し、様々な組成の花崗岩に対する Cs イオンの Kd 値をモデルにより予測可能な見込みを得た。今後は実際の地質環境に対するパラメータ設定に向けて、データベース整備・信頼性向上をはかっていくとの説明があった。

講義7

「地層処分に係る安全確保の考え方」

(原子力発電環境整備機構 三枝 博光氏)

・地層処分の対象となる放射性廃棄物

地層処分の対象としては、非常に長期間、高い放射能を持続する「高レベル放射性廃棄物」、低レベル放射性廃棄物のうち半減期の長い核種が一定以上含まれるために放射能の減衰が遅い「地層処分相当低レベル放射性廃棄物」がある。高レベル放射性廃棄物は、使用済燃料の再処理過程で分離されて残る、放射能の高い廃液をガラス原料に混ぜ合わせて固めたもの。地層処分相当低レベル放射性廃棄物は放射能が一定レベル以上のものであり、例としては排気フィルタ、ハル・エンドピースがある。

・地層処分の基本コンセプト

地層処分の場となる地下深部には、隔離機能（人間が容易に近づくことができない）、閉じ込め機能（酸素が少なく、ものが変化しにくい、また、ものの動きが非常に遅い）という、地層処分に必要な特徴を兼備しており、安全性を高める人工バリアを施して廃棄体を埋設することにより、多重バリアを構成するとの説明があった。

・安全確保の考え方

埋設後、数万年以上の長期間にわたって考慮すべきリスク要因として、隔離機能に関してはマグマの貫入、隆起・侵食、鉱物資源の探査があり、閉じ込め機能に関しては熱水や酸性地下水の流入、断層のずれ等があり、立地・設計により対応していくことになる。また、リスク要因に対応した立地や設計によって、安全が確保されていることを解析やモニタリングによって確認していくとの説明があった。

・科学的特性マップの概要

地層処分についての国民理解促進を目的に、科学的・客観的に関連データを整理し、国の新方針の下、専門家の検討を重ねて要件基準を確定した。具体的には、好ましくない範囲の要件・基準として、火山・火成活動、断層活動、隆起・侵食、地熱活動、火山性熱水・深部流体、軟弱な地盤、火碎流等の影響、鉱物資源を、好ましい範囲の要件・基準としては輸送を選定した。

