

「2015 年秋の大会」企画セッション報告

セッション名	「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会報告：バックエンド技術分野の大学における人材育成について
開催日時	平成 27 年 9 月 11 日(金)13:00～14:30
開催場所	静岡大学 静岡キャンパス F 会場(共通教育 A 棟 A202)
講演者	(座長)名古屋大学 井口哲夫 (講演)北海道大学 小崎完、東北大学 新堀雄一、福井大学 柳原敏
議 事	(座長)名古屋大学 井口教授から特別専門委員会の概要紹介(資料 1)のあと、講演者による大学におけるバックエンド人材育成事例の講演があった。引き続き行ったパネルディスカッションでは会場の事業者 3 名から意見があった。 <概要紹介> ・名古屋大学 井口哲夫 東京電力福島第一原子力発電所事故以降、大学の原子力系学科・専攻への志望学生や原子力系企業への就職希望者に顕著な減少傾向がみられる一方、今後バックエンド関連事業のニーズは確実に拡大していくことから、バックエンド関連分野の中・長期的な人材不足は現実のものとなりつつある状況である。 本委員会では「バックエンド分野における人材確保及び育成の方策」を課題の一つとして取り上げ、国内大学や海外の人材育成の事例について検討を行い、人材育成方策やインセンティブを強化する方策の検討を実施してきた。 そこで、本パネルディスカッションに関わる現況として、専門委員会報告書で情報提供をいただいた以下の3大学の意欲的かつ特色ある取組事例を紹介いただく。 <講演> ・北海道大学 小崎完 <u>「北海道大学におけるオープン教材を活用した原子力バックエンド教育」(資料 2)</u> 福島第一原子力発電所の事故直後から文部科学省の原子力人材育成補助事業(国際原子力人材イニシアティブ事業)として、原子力バックエンド分野の人材育成を実施している。 このうち、前事業(平成 23～25 年度)では、初級、中級、上級の3つのコースを設定し、講義、実験、福島県内での除染実習(フィールドワーク)、市民向け講座、国際セミナー、施設見学を実施した。前事業の受講生は延べ 1,371 名であった。また、オープン教材としてインターネットで公開した一部の講義には多数のアクセスがあり、「誰でも何処でも何時でも学べる」環境への高いニーズが明らかとなった。そこで、現事業(平成 26～28 年度)では、このオープン教材を積極的に取り入れた、基礎教育、専門教育および国際教育の3つから成る原子力バックエンド教育を実施してい

る。このうち、専門教育の講義としては、原子炉工学、廃炉工学、放射性廃棄物処分工学、環境放射能学の4科目を、また、基礎教育の講義としては、専門講義の4科目に放射線科学、放射線生物学、核燃料サイクル工学を加えて全部で7つの概論科目を設定し、現在これらを順次開講するとともに、オープン教材の作成・公開を進めている。さらに、講義と平行して、実験、フィールド実習、見学会を実施し、オープン教材と実習との組み合わせによる教育効果の向上と、国際セミナーならびに海外インターンシップの実施による国際性の涵養を目指している。

・東北大学 新堀雄一

「東北大学量子エネルギー工学専攻におけるバックエンドに関連するカリキュラム事例」(資料3)

東北大学量子エネルギー工学専攻では、機械知能・航空工学科の量子サインエスコース(定員34名)の学部教育を行っている。その中で、バックエンド分野に関連する科目として、学部3年生後期にバックエンド基礎(2単位)、学部4年生前期にバックエンド基礎実験(1単位)がある。前者は、バックエンド分野の概要に加え、性能評価の基礎となる移動現象論、化学反応工学および放射化学の基礎を教育している。また、バックエンド基礎実験では、非密封RI実験による鉱物への収着実験とCsとSrとのカラム分離実験を行い、併せてガスボンベの取り扱い、試料観察のためのSEMの扱い、グローブボックスの扱い、FT-IRの活用など、実験研究の流れが分かるような課題としている。これらの科目は、コースにおいて必修扱いであり、放射化学(3年生後期)、核環境工学(4年生後期)、実験Ⅱ(3年生後期)の放射化学実験と併せ、バックエンド分野の基盤となる教育となっている。

・福井大学 柳原敏

「福井大学におけるバックエンド対策に係る人材育成」(資料4)

原子力施設のプラントライフは、施設の設計、安全審査、建設、運転、廃止措置などにより構成されるが、その最終段階である廃止措置では、多くの低レベル放射性廃棄物が発生する。原子力の有効利用には、プラントライフ全般を俯瞰した教育が重要であるが、低レベル放射性廃棄物の処理処分や廃止措置はあまり触れられなかった領域である。福井大学では、原子力の総合的教育の必要性、また、若狭地区において幾つかの原子力発電所の廃止措置が進められることを背景に、廃止措置工学に係る基盤研究及び教育を実施している。

講義「廃止措置工学」は前期博士課程の学生を対象にし(15コマ2単位)、バックエンド対策に係る教育の主要な部分である。本講義では、廃止措置が多種の技術や方法論を総合して進められるものであることを考慮し、プロジェクトマネジメント、システム工学、費用評価など、これまで原子力に係る教育ではあまり取り扱ってこなかった分野を取り入れるとともに、施設見学などを含め、実務に対応できる人材の育成を目指している。

他方、平成26年度には、文部科学省の公募事業「廃止措置等基盤研究・人材育成

プログラム」に FS(フィージビリティスタディ)として採択され、本事業の一部として、福井大学及び他大学の学生を対象にした廃止措置セミナー、福島第一原子力発電所やふげん発電所の見学などを実施した。最近の原子力をめぐる様々な課題についての講義、討議、施設見学により、バックエンド対策に係る重要性や研究・技術開発の魅力などの認識向上に取り組んだ。

<パネルディスカッション>

議論のポイント

バックエンド分野を指向する学生の気運が揚りつつある現在、大学等で実施すべきこれからのバックエンド分野の教育カリキュラムと当該分野の受入側企業(や社会)の欲する人材像の整合性(あるいはギャップ)について意見交換をしたい。

主な意見

(電気事業連合会 平井様)

バックエンド分野の国の政策上の位置づけがあいまいだと感じている。高レベル廃棄物に関しては国がやっていて重要性も認識されている。一方、低レベル廃棄物に関しては必ずや発生するもので、なかには相当長期にわたる安全性の確保が必要となるものがあるにもかかわらず、そこは事業者が頑張りなさいということになっていて国の関与が明確になっていない。これについてはアピールしておきたい。

人材育成については幅広い。ひとつは個々の必要な知見をしっかりと見極める研究者の人材育成、そしてそれを応用して事業に結び付けていくマネジメントを含めた人材育成がある。そこで、事業者として大学から出していただく人材育成としてどういったものが相応しいかというところの意見を述べさせていただく。

バックエンドについての廃棄物処分の大きな問題は、長期に渡る評価が必要である。フロントエンドと比べると技術でしっかり説明して問題ないことを技術的に押し込むことがなかなか難しい。従前はそこをリスク論として説明していたが、3.11 の福島原発事故以降リスク論という響きは大変悪くなった。リスク論でもなく、ここまでしっかり手当して頑張っているから受容できる内容だと社会とコミュニケーションしながら続けなければならないということに非常に難しさがあると思っている。

今回の先生方の発表で、小崎先生の公開講座を含めて一緒にやっていることや、新堀先生の公衆と国民との対話などコミュニケーション力のテーマが重要だと思っている。研究をしていくためには境界条件をしっかりと決めてその中で何がどうなっていくことが重要なのかはわかっているが、廃棄物は境界条件を決めるのが難しく、国民に理解してもらうことを考えると、いかにラフな境界条件に対してもある程度タフな成果が得られるにはどういう研究対象を設定すべきか、あるいはどういう機能を備えるべきなのか等に留意していただいて、進めて頂くことも必要なのかと思っている。

廃炉に関しては、作る側と違って壊しながら進めていく、しかも壊しながらいいながら、中に放射性物質を内包した状態で壊していくので、それらが出ないようにし

なければならない。学校で習ったことを現場の中で如何にいろいろなことに気を巡らせて、もしこうなったらどうなのだろうとの想像力が重要であり、そういった想像力を惹起できる人材育成をしていただきたい。

●バックエンドでは、はっきりしない問題を扱うことが多い。問題には、いわゆる Well-defined な問題と Poor-defined な問題があり、前者はしっかりした境界条件を基に上手に解けるが、後者になった瞬間によく分からなくなってしまう。タフな学生を育てていけないといけないと思う。(新堀)

●廃止措置の部分で想像性のある人材が必要ということでまさにそう思う。運転は同じ繰り返しでそれをどう安全にやっていくか。廃止措置はプロジェクトであり、最終目標に向かってどう進むかということ。プロジェクトマネジメントが非常に大切になる。プロジェクトマネジメントを基礎から教えていきたい。(柳原)

(日本原燃(株) 大石様)

放射性廃棄物の埋設の将来の安全性を如何に説明していくかが重要となっている。そのために長期の気候変動から周辺の地形変動や人工バリアがどういう物性をもっているかそういういったところをすべてひっくるめて考えて、どの点が埋設にとって重要なポイントになって、その対策をとるためにどういうことを考えるかを検討している。

人材としては、自分の分野をもっていることが重要だが、様々な分野を総合的にとらえて、その中で何が重要か優劣を判断して、その上でどういう対策をとっていくかの検討を出来る能力も重要と認識している。大学への人材の要望としては、原子力の基礎知識を幅広くしっかりやっていただいた上で、色々なところからの意見を吸収して何が重要かを見つけ出せる能力を出して、そういう素養を育てていただけると有り難いと思う。

パワーポイント資料中の狭義、広義でどういう人材が欲しいかについて、狭義の「技術開発よりも廃炉の着実な実施に必要な実務のできる人材」が欲しいか？について、処分事業なので廃止措置とは視点が違うかもしれないが、一般的に両方必要だと思っている。広義の「原子力サイクルシステム全体の理解と技術開発のできる人材」を育成すべきというのは、ご指摘のとおり。処分を進める上で、サイクルを分かっていないと適切な検討ができない。処分事業をやるものとしてはサイクル全体を俯瞰してどういうものがあるかご提案したいと思っている。フロントエンドの方とか、処分以外のバックエンドの方にとってもサイクル全体の中でどういう立ち位置であるか、埋設というのは廃棄物としてどういったものが出てくるのか、どういう処理をしたらより処分がしやすくなるような廃棄物が出せるか、そういったところを気にかけていただけるとより相互作用が生まれてサイクル全体としてもいいシステムになって行くのではないかと考えている。

●オープン教材には色々な活用方法がある。例えば、人材育成の入門版を、一般市民の方にも分かっていただくような内容とすることで、処分事業についての市民の理解もかなり進むのではないかと思う。とくに、大学のような公平な第三者が教材として提供することがコンテンツへの信頼性を高めることになると思う。一方、オープン教材によって社会人の方の専門性を深めるのに役立つケースもあるだろう。実際、英語版の環境放射能の MOOC(大規模公開オンライン講座)の公開では、海外のプラント建設現場で現地の人々への放射線教育に使えないか問い合わせがあった。このように、オープン教材には、コンテンツの幅を広げる方向と、専門性を深めていく方向がある。一方、ディスカッションや実験の必要性に留意することが重要。オープン教材を活用しつつ、実学の部分は別の機会にきちっとやっていく、そういう形に今後の教育は変わっていくのではないかと考える。(小崎)

(原子力損害賠償・廃炉等支援機構 舟木様)

三点お伺いできればと思う。

一つは3大学なりオールジャパンで大学教育の取り組みを協力して実施していただければ良いと思う。北海道大学の環境放射能を中心とした一般の方の関心を引き付ける社会問題化した事故後の取り組みに対しオープン教材を使う例、東北大学では専門分野に特化して人材を組み合わせ技術者を育てる例、柳原先生のプロジェクトマネジメントを含めた実学的な例、それぞれの特色的な取り組みをオールジャパンで横展開していくことで技術を補い合えるのではないか。

二つ目は大学の中の学際的な教育の枠組みをさらに広げることができないか。バックエンドについてネガティブな印象がある中、ポジティブな面をどう捉えて教育・人材育成に生かすか考えなければいけない。ポジティブな面を考えると技術面では、リスク評価を組み合わせた工学であること。社会との関係、コミュニケーションの話、地域との共生、さらに経済、雇用との関係も含めて、社会的なインパクト、人文学的な学術分野も大変大きな課題だと思う。もっと学際的な取り組みを各大学で広げるためにはどうしたらいいか伺いたい。

三つ目は将来のビジョンについて、今後どういった人材が必要か議論を深めていくことはどうか。国も原子力政策の方向を議論してきているが例えば、20年後にどれだけ原子力発電所の廃止措置があるのか、福島第一原発の廃炉に向けた状況はどうなっているのか、廃棄物関連施設(低レベル、高レベル)がどの程度の規模が必要なのか、廃炉解体廃棄物がどれくらい出るのかなどを試算して、施設の規模、プロジェクトマネジメント、そこで働く人材、のイメージを共有して、それをひとつの目安として大学間同士が人材育成に連携・協力する。また、企業側もそれを意識しながら必要な教育をともに考えていく。こういった取り組みをしていくのがよい。本来国において議論を主導いただくのが良いのかもしれないが、まず、大学、研究機関で試算して提案していただくのが良いと思うがいかがか。

●オールジャパン体制ということは非常に重要だと思う。オープン教材については

比較的やりやすい、できやすい環境になるかと思う。実際、現時点でも柳原先生に講義をいただいて収録して教材としてオープンにしており、これからも多くの先生に助けただけだと思っている。MOOC が広がってくると大学の垣根が下がってくると言われている。そういう方向で頑張っていくのも一つの手かと思う。(小崎)

●バックエンド、廃止措置、放射性廃棄物処理処分はマイナスなイメージなのだが、中身は面白い。プロジェクトマネジメントや放射性廃棄物処分の安全評価では、社会科学的な課題も含まれ中身は非常に面白いのでそれをどうやって宣伝していったらいいのか、そこがこれからのバックエンドに対する学生を引き付けるポイントだと思う。何かいい方法はないか。(柳原)

●色々な分野の方が来られるが、原子力の分野以外の方はある意味遠慮される部分がある。たとえば、原子力以外の分野の方は、各分野についての技術提供を行うが、放射能、放射線の話については考えがあっても遠慮される。原子力側の方が、課題を俯瞰して、しっかり、こういう分野が重要だ、そこには機械の人が、土木の人が必要だと大きな声で発信していかなければいけない。そういうようなリーダーシップを発揮する人材も育てていかなければいけない。仲間を増やし、学際的な課題に取り組むといったアグレッシブさを有する人材が重要だと思っている。(新堀)