

## 「第47回技術士の夕べ」レジュメ

日 時：2015年11月20日（金）18:00～20:00  
 場 所：日本技術士会荻手第2ビル5階AB会議室（⇔近畿本部とWeb中継）  
 講演者：藤田玲子氏（国立研究開発法人 科学技術振興機構 革新的研究開発推進プログラム  
 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」プログラム・マネージャー）  
 演 題：「原子力技術の信頼性を回復するには」  
 進 行：園田 幹事  
 参加者：55名（近畿本部13名、講師1名を含む）

## 1. はじめに

司会から講演者の略歴と演題の紹介があった。講演者は1983年に株式会社東芝に入社して乾式再処理に関する研究開発業務に従事し、2012年には同社の電力・社会システム技術開発センターの首席技監を務め、この分野の世界的権威として活躍されてきた。2014年には科学技術振興機構のImPACTプログラム・マネージャーに就任され現在に至る。福島県除染アドバイザーとしても精力的に活動され、一般社団法人日本原子力学会の前学会長としても知られている。

講演では、1F事故の顛末から、福島の再生・復興、新しい研究分野の構築、原子力の人材育成、技術士を目指す若い方々へと、幅広い視点から原子力技術の信頼性を回復するために我々がなすべきことについて提言をいただいた。

## 2. 講演の概要

## ・事故の顛末

東北地方太平洋沖地震が起こった時には、東北から北関東の太平洋側で12基の原子力施設が運転中だった。このうちの9基は無事に自動停止しているが、海外ではこの事実はまだ知られておらず、事故を起こした3基がセンセーショナルに報じられた。福島第一原子力発電所(1F)には設計基準を超える津波が到達し、緊急停止機能は動作したものの、冷やす、閉じ込める、という安全機能を喪失した。

## ・原子力技術の信頼性を回復するには？

## 一福島の再生・復興

福島事故は何故防げなかったか原因を見逃した事業者と国が責任を取ること

チェルノブイリと同じレベル7の事故を起こしたのに、国も事業者も責任をとっていない。大きな事故は、主因が1つでも防ぐことが可能な手段は複数ある。チェルノブイリ事故の後、IAEAは深層防護の考え方を提唱した。第1層から第3層までは異常や事故の発生を防止するための設計、



第4層は過酷事故の影響を緩和する対策、第5層は周辺住民が被る被害を最小限に抑える対策であり、過酷事故にそなえて周辺住民の避難計画づくりを提言した。

アメリカでは原子力発電所をシステムとしてとらえ、確率論的安全評価(PRA)という方法で総合的なリスク評価を進めてきた。アメリカ原子力規制委員会(NRC)は周辺住民の避難計画を稼働の前提条件にしている。9.11同時多発テロのあと米政府は全電源喪失対策を原子力事業者に求め、他の国々も同様の対策を行った。ヨーロッパの原子力プラントにはフィルターベントが備わっている。

一方、日本では安全対策を見直す機会が何度かあったが、主導的な学者が否定的な見解を示したことで、独善に陥って対応してこなかった。PRAは安全規制に取り入れられなかった。複数の非常用電源が同時に長時間にわたって機能喪失することはないとして、規制当局は対策を講じなかった。住民の避難計画が定められていることを、原子力発電所を運転するための前提条件にしなかった。このため、深層防護の第4層以降のコンセプトである「事故の拡大を防ぎ、周辺住民の被害を最小限にする」が無視されたかたちとなった。1990年代の後半には、電力業界は電力自由化の圧力から軽水炉の安全を支えてきた電力共研を急速に縮小した。これらの結果、1Fでは地震動で原子炉は緊急停止したものの、津波(溢水)による全電源喪失のために工学的設備では異常の拡大を緩和できず、燃料溶融と放射性物質の環境への放出に至った。今からでも遅くはないので、国と事業者は謝罪すべきであり、それが原子力再生の第一歩となる。

#### 原子力関係者が事故の大きさを認識して福島の再生・復興に協力すること

原子力関係者はオフサイトの状況を見てほしい。現在も10万人以上が避難していて、放射線の直接の影響ではないが、避難後に1000人以上の方が亡くなっている。仮置き場、仮設住宅、除染作業、帰還困難区域など、オフサイトの状況を見れば、再稼働のみに固執できないはず。帰還するかどうかについても、人によって大きな違いが出てきている。年配者は故郷への帰還を希望するケースが多いが、若い人は雇用がある都市に生活基盤ができて帰還しないケースが増えているなど、いずれの場合でも手厚くサポートすべき。再稼働を優先する関係者も多いが、複眼的な目を持って対処することが必要である。

原子力学会は2012年6月に「福島特別プロジェクト」を立ち上げた。住民と国・環境省のインターフェイスとして、正確でわかりやすく独立な立場から、福島の再生・復興のサポートを行ってきた。これまでに、地域住民の方々との対話会や相談会の開催、除染や放射線と健康影響に関するシンポジウムの開催、環境省と福島県が運営する「除染情報プラザ」への専門家の派遣、JA相馬と協力した稲作支援、などの活動を行ってきた。収穫した米の放射能は全数検査しており、精確に測定した結果、セシウムの移行係数は最大でも1%以下で、米にはほとんど移行していないことが確認できた。JAふくしまとコラボして農作物の販売を行っており、今後は東京などの消費地に展開して風評被害の払拭を図りたい。

#### 一新しい分野の構築

##### 原子力技術はゼロリセットされたと認識して新たな技術の開発や新しい分野の研究を開始すること

原子力学会の中に「社会と共存する魅力的な軽水炉の展望」調査専門委員会を発足させ、若手を中心に安全性を高めた軽水炉のコンセプトの創出活動を開始した。日本は原子力プラントという完成したかたちで原子力技術を輸入したので、基礎研究が弱いという欠点がある。このため、若手による新たな基礎づくりを目指している。

手前味噌になるが、新しい分野の研究として進めているImPACTプログラム「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」について紹介する。発電所を止めても放射性廃棄物は残るので、この処分は避けて通れない。NUMOにしっかりやってほしいが、我々の世代で解決できる方法を見つけたい。放射能がなければ有用な元素がある。マイナーアクチノイドの研究は進められているが、長寿命の廃棄物は地層処分しかないとされているので、新たな核変換パスを見つけて高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化をめざす。過去のオメガプロジェクトでは原子炉を

使ったが、ImPACT では加速器を使う。

原子炉から出る高レベル放射性廃棄物には、レアメタルなどの有用元素が多く含まれていて比較的簡単に回収できるが、放射能があるために利用できない。長半減期の同位体だけを分離することが困難なので、加速器を使って同位体分離をしないで回収するプロセスを構築する。近年、理研のRI ビームファクトリや J-PARC など世界最高性能の加速器が完成して効率的に放射性元素のデータを取得できるようになったこと、優れた核反応シミュレーションソフト FHITS や評価済みの核反応データベース JENDL を利用することで、世界初の核変換システムの開発が可能になった。本プログラムは5つのプロジェクトから構成され、プロジェクト1で分離回収、プロジェクト2で核変換の新たなパス、プロジェクト3でシミュレーション、プロジェクト4で核変換システムと要素技術を開発する。プロジェクト5ではプロセスの概念検討を行う。回収率90%以上、核変換率90%以上を目標としている。今後の取り組みとして、ビーム電流の飛躍的向上と計測手段の開発、核物理と原子力工学の融合、開発初期からのメーカ参加で推進する。原点に戻って論理的な思考が重要である。

### 一原子力の人材育成

原子力分野の人材育成のあり方を根本的に見直すこと：福島事故以前の人材育成のどこを変えるべきか？

事故を起こしたのは技術的に古いプラントで、新しいプラントは事故に至っていないから、技術を変える必要がないといった意見がある。外からみたら、何も変わっておらず、原子力カマラの論理から抜け出せていない。これを生み出した原子力業界の人材育成は何だということになる。



国の原子力の研究予算は大部分が JAEA に投じられている。JAEA は人件費や施設の維持のための固定費が多く、材料費などの研究費に回っていない。ライン管理者が多く、専門職の研究者は少なく、必要な研究開発に十分な投資ができていない。

大学関係では先生が国の審議会の主査や委員になり、学生の指導に十分な時間がとれていない。すべての研究炉が再稼働できておらず、原子力を専攻する学生が放射性物質を扱わないで就職することになる。新規制基準では研究炉でも商用炉並みの基準が求められ、実態に合わない対策を求められる部分が多い。研究炉を動かせる教員の不足も問題で、学生の指導もできなくなる。産学は協力して窮状を訴える必要がある。

今後もプラントは運転を続けてゆくので、人材育成に力を入れている韓国や中国から人材を求めなければならなくなるかも知れない。原子力発電の割合は全電源の 20~22%と設定されているが、既存プラントの供用期間延長だけでは対応が難しくなるので、やはり新しいプラントが必要になってくる。現在は 1F の廃炉に予算を投入し過ぎている。2030 年に安全に原子力プラントを動かすために、若い世代がニーズを考え、新しい研究を創出しなければならない。最悪のケースを想定して、リカバリーの方法を準備する。良い仕事をし、評価のために仕事をしない。評価はついてくるものである。技術者は自分の仕事で世界的権威を目指して欲しい。

#### ・技術士を目指す若い方々へ

1F事故から何を学んだか。水素爆発を防ぎ得た数々の局面があったが、深層防護のコンセプトを受け入れなかった。人災だからといって技術を見直さないのは怠慢である。真摯に反省し、自分の仕事を俯瞰して立ち位置を考え、出口を見据えて地道に自分の仕事に励むことが大切。日本では基礎研究がなされなかったのが、基礎から見直すこと。原子力ムラから脱却し、他分野の研究者と積極的に交流する。中国や韓国の若手研究者に学ぶところも多い。

私の研究開発の進め方を紹介する。研究は50%成功すれば良いと考えるが、研究の成否にかかわらず、結果を報告書や特許や論文の形にして残すことは必須である。筋のよくない技術はモノにならない。本質を見抜き、原理をどこまで応用できるかを見通すこと。学会活動はボランティア精神で貢献して欲しい。研究者・技術者として最も大切なことは、論理的な思考力をもって、地道な仕事で結果を形に残し、最後まであきらめないことである。技術として大切なことは、シンプルイズベスト、基礎が重要で、現場主義を忘れないで取り組んで欲しい。

### 3. 質疑応答

Q)JAEAでは施設管理にかかる固定費が高く、研究開発に必要な材料費を圧迫しているとのこと指摘があった。これに関しては、H9年に動燃(当時)の再処理施設で火災爆発事故があったときに、研究者は研究に重きを置き過ぎて現場の安全管理が疎かになったとの反省があること、新規規制基準への対応など現場の対応能力向上のためにさらに費用が必要な状況にある。固定費が高くなったというより、そもそも研究費に十分な予算が投じられない仕組みが問題だと認識している。(原子力・放射線部会員)

A)仕組みの問題もあると思うが、施設の廃棄と新設のスピードが遅い。材料費は少なくとも施設管理に係る人件費が多すぎる。多くの優秀な人材が入っているにも関わらず、研究費にあてることができないために、研究を行えない状況となっている。同じ国立研究開発法人である理化学研究所と比較しても、よりいっそうの効率化が必要。管理者と研究者の評価基準を分けて、スリム化しないといけない。予算が削減されていく状況では、戦略的に研究テーマを取捨選択していくことが重要だと思う。

Q)原子力安全委員長と保安院のやり取りの説明の中で、自由化への圧力で電力業界は軽水炉の安全研究を支えた「電力共研」を急速に減少とあるが、他の業界では自由化のために安全研究が縮小されるとは考えにくい。これは原子力業界特有のことか。(金属部会員)

A)かつては原子力の安全研究の多くが電力共研で進められていた。電力会社の研究予算が回復するとは考えにくいので、内容がオープンになってしまうが、国の公募研究などを活用してゆくことを考えなければならない。

Q)安全研究とはシビア・アクシデントのことを意味しているのか。(原子力・放射線部会員)

A)そのとおり。

Q)講演では現場主義と若手重視がキーワードになっていた。原子力学会では学生とのコミュニケーションとしてどのような取り組みをしているか。(近畿本部)

A)年2回の学会の企画セッションや各支部の活動の中で、学生と実際の研究者や事業者のコミュニケーションを図る取り組みを行っている。

Q)日本の原子力関連の研究や運転プラントが減ってきており、日本のポテンシャルの低下が懸念される。一方、中国の原子力分野の伸びは著しいが、中国の研究者は理論に走って発電所などの現場に興味を示さない傾向がある。中国が何か失敗をすれば日本は影響を免れない。この危険性をどう考えるか。(近畿本部 衛生工学)

A)震災後に日中韓の原子力学会メンバーが集まる機会があり、もし中国で原子力事故が起こると偏西風によって日韓に影響が及ぶので、北東アジア全体で対処しなければならないといったことを話し合った。しかし、今の日本は廃炉研究に偏重しており、もっと安全研究に注力しなければならない。近年、韓国のポテンシャルは高くなってきているが、やはり日本がしっかりしなければいけない。

Q-1)かつては安全研究が多くなされていたとのことだが、本来の原子炉の安全性に関わらないものも多数あった。安全性を高めた軽水炉のコンセプト創出などは若手の育成には良いが、新しい研究には別のリスクもある。具体的にどうすべきか。

A-1)新しい研究は、若い人が夢を持てるようにという意味が大きい。1Fの事故以降は廃炉研究に偏っているので、本来の安全研究に注力できるように見直さなければならない。

Q-2)福島特別プロジェクトは良い活動にもかかわらずあまり表に出ない。シンポジウムも成果が見えにくい。オフサイトに出向いて人と接する機会を持てば考え方が変わると思う。技術士会としてどう取り組むべきか。(原子力・放射線部会員)

A-2)オフサイトの市町村に相談員を置く制度があり、原子力学会ではシニアに依頼しようとしているが、適任者がなかなか見つからない。福島に頻繁に通う必要があること、専門家であるがゆえに上から目線と受け取られがちであること、直接的な被害を受けている地域では原子力の関係者というだけで拒否反応があることなど、難しい点が多い。原子力学会が間に入ってサポートしようとしているので、福島の再生復興のための人材発掘に技術士会の協力をお願いしたい。

#### 4. 最後に

講師から「福島の市町村の相談員に派遣する人材を求めているので、後日改めて技術士会に協力をお願いしたい」との申し出があった。原子力・放射線部会のメンバーにはオフサイト支援活動に参加している者も多く、期待に沿えるよう協力していきたいと司会から回答した。