特集

国際廃炉研究開発機構 (IRID) の活動と学会連携

国際廃炉研究開発機構 山名 元

事故を起こした福島第一原子力発電所の廃炉の加速化とそれによる福島の早期復興は国民の願いである。しかし、類例のない大事故であるが故に問題を乗り越え、収束に役立つ技術面における課題は多い。この当面の緊急課題である福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術の研究開発に全力で取り組み、将来の廃止措置技術の基盤強化を視野に技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (IRID) は活動している。

本特集では、日本原子力学会「2014 年春の年会」の特別講演・報告のセッションにおいて、IRID から「福島第一原子力発電所の廃炉技術に関する研究開発の現状と課題」と題して行われた 5 編の講演(座長 東京大学大学院 田中知教授)に基づいて、活動内容を紹介する。

1. はじめに

東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下、福島第一)1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(以下、中長期ロードマップ)が、2011年12月16日に開かれた第22回原子力災害対策本部会議において決定された。この中長期ロードマップでは廃炉について「世界的にも例の極めて少ない難しい課題に挑戦することから、国内外の専門家及び産業界の英知を結集するとともに、柔軟かつ機動的な進め方を可能とする体制を整備する」とし、廃炉に向けた研究開発の推進体制、在り方に関する方向性が示された。

2012年12月に今の新しい政権が発足して、翌2013年2月8日に「東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議」が設置され、6月27日の会議で、廃炉を加速していくために、政府、東京電力に加えて、関係機関の長の参加を得て、現場の作業と研究開発の進捗管理を一体的に進めていくこととし、ロードマップの大きな見直しが行われた。その内容の特徴的なことは、号機ごとの状況を踏まえてスケジュールを見直し、これにより一部前倒しが検討されたこと。廃炉に係る作業に関する福島県内企業とのマッチングや意見交換の場の提供、地元企業の育成等による地域経済の活性化等、地元とのコミュニケーション強化を目的に「廃炉対策推進会議福島協議会」が設置されたこと。国際的な英知を結集する体制を本格的に整備することであった。

2013年8月1日に、経済産業大臣から技術研究組合法に基づく設立認可を取得し、技術研究組合 国際廃炉

研究開発機構 (IRID: International Research Institute for Decommissioning) を設立し、8月8日の設立総会を経て発足した。

2. IRID の特徴と体制

IRID は3つの大きな理念を掲げている。

一つめは、廃炉に関わる統合的なエンジニアリングを進めること。つまり、廃炉に関わる研究開発は分野を横断的に見ていかないと成功しない。二つめは、国際連携や国内との広い連携。つまり、世界的にも例の極めて少ない難しい課題に挑戦する覚悟をもって、世界中の英知を集めて取り組むということ。三つめは、人材育成や基盤的な部分の強化。福島第一1～4号機の廃炉は、30年、40年という長期の取り組みになるということである。

この理念のもとに、IRID は次のような特徴をもった組織である。

まず、独立した法人格を持つ共同研究組織であり、17法人が研究者や研究費、設備等を出し合って、統合的なエンジニアリングについて全体で調整、共同研究を行う。その成果を共同で管理し、相互に活用する。組合は17法人が集まって設立し、いくつかの条件はあるものの、原則的には組合員になりたい機関、思いを同じにする人たちは組合員として活動することができるという特徴を持っている。大学や試験研究独立研究法人、高専、地方公共団体、試験研究を主たる事業とする財団等が参加できることから、産学連携の器として活用できる。主務大臣に報告が義務付けられており、ホームページを使って広く情報を発信するので、組織運営の透明性、信頼性が高まる。技術研究組合法に基づいて会社の新設、組織変更、組織分割などで株式会社、合同会社を設立して研究成果を円滑に実用化することが可能である。現状、そのような会社設立の計画はないが、組織的に機動

The Current Activities of the International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID) and Perspectives on the Cooperative Relationship with the Atomic Energy Society of Japan (AESJ): Hajimu YAMANA.

(2014年5月19日 受理)

第1図 国際廃炉研究開発機構の役割のイメージ

性が高い。

第1図にIRIDの取り組み体制を示す。プラントメーカー3社、日本原子力研究開発機構（以下、JAEA）、産業技術総合研究所（以下、産総研）、原子力発電を行っている電気事業者11社及び日本原燃の17法人で構成され、組合員の東京電力は福島第一の廃炉対策を進める主体であるので、ここと強くリンクして、廃炉に必要となる様々な研究開発を統合的にマネジメントしていこうというのがIRIDである。国際的な連携、国内関係機関との連携、研究開発成果は国のロードマップに反映し、廃炉計画・政策に反映させる位置づけにある。

IRIDの組織体制を第2図に示す。総会で運営方針を決定し、執行部としての理事会が運営を行う。その下で研究企画部が予算の計画を立て、研究推進部が研究全体の統合エンジニアリングを行う。研究推進部の下には、燃料デブリ取り出しグループ、炉内・燃料デブリ評価技術グループ、廃棄物処理技術グループを設けている。国際・連携協力部は、海外との連携、アカデミア等との連携を図る。海外との連携の面では福島第一の廃炉に有益な経験、知見を持った様々な専門家で構成された国際顧問及び国際エキスパートグループ（IEG）の2つのシステムを敷いている（第1表参照）。

同じく国内にも技術的な提言をもらう技術委員会を設

第2図 IRIDの組織体制

第1表 国際顧問・IEGメンバーリスト

◆国際顧問	IRID運営全体に対する助言
Mr. Lake H. Barrett (米国)	TMI事故時 NRC現地対策ディレクター
Dr. Adrian Simper (英国)	英国原子力廃止措置機関(NDA)理事
Mr. Luis E. Echavarri (スペイン)	経済協力開発機構 原子力機関 事務局長 (OECD/NEA)
◆国際エキスパート・グループ	技術的助言
Dr. Douglas Chapin (米国)	MPR社CEO、TMI事故収束・施設クリーンアップ
Dr. Rosa Yang (米国)	EPRI Senior Technical Executive、TMI 事故対応
Dr. Adrian Simper (英国)	(兼務) 英国原子力廃止措置機関(NDA)理事
Dr. Joel Pijzelman (フランス)	濃縮技術会社会長(元アレバ副社長)
Mr. Nikolai Steinberg (ウクライナ)	チェルノブイリ原発廃止措置戦略の策定
Dr. Anton Leshchenko (ロシア)	バクシュ原発の損傷燃料取出作業

第3図 研究開発プロジェクトの評価体制

けており、5名の委員に就任してもらっている（第3図）。この委員会の下にさらに専門部会をおいて、遠隔技術、健全性評価、デブリ性状、放射性廃棄物に関する専門分野の有識者から助言を得ている。

3. IRIDの当面の研究開発プロジェクト

将来の廃炉技術の基盤強化を視野に、当面の緊急課題である福島第一の廃炉に向けた研究開発に全力を尽くす

こととし、その研究開発分野の柱は次の3つである。

(1) 使用済み燃料プール燃料取り出し

4号機は昨年11月18日から取り出しが始まっている。1, 2, 3号機はこれからである。海水の注水、ガレキの落下等を受けた取り出し燃料を今後どのようにすれば健全に管理できるかを研究する必要がある。

(2) 燃料デブリの取り出し準備

溶け落ちている燃料デブリをどうやって取り出して、安全な状態に維持していくかが最大のテーマであり、一番大きなタスクになっている。

(3) 放射性廃棄物の処理・処分

福島第一から出てくる種々雑多、極めて特異な放射性廃棄物を最終的にどう処理し、しっかりした処分に持ち込むかは長期の取り組みを要する研究課題である。

平成25年度に行った研究開発プロジェクトの個別項目を第4図に示す。使用済み燃料プールからの取り出し燃料に関しては、長期健全性評価、再処理できるかどうかを含め損傷燃料等の処理方法の検討等について、組合員であるJAEAが取り組んでいる。

燃料デブリの取り出し準備に関しては、政府の補助金を活用して主にプラントメカ3社が、自らも費用を出して取り組んでおり、例えば、格納容器(PCV)の漏えい箇所を特定する、PCVを補修・止水する、建屋内を遠隔で除染し、PCVや圧力容器(RPV)の内部を調査する、RPV、PCVの長期健全性を評価する、過酷事故を模擬するための解析コードの高度化、炉内状況を把握す

第4図 2013年度の当面の研究開発プロジェクト

る、燃料デブリの再臨界という問題があり、これを研究することは非常に重要である。

燃料デブリの性状を模擬試験や海外情報等を反映して把握する研究、ならびに、放射性廃棄物の処理・処分では、汚染水を処理した時に出てくるゼオライトの吸着体や多核種除去設備から出てくるスラッジや吸着体などの2次廃棄物、瓦れきや伐採木を最終的にどうするかといった研究に関してはJAEAに依頼している。

4号機の使用済み燃料の取り出しが昨年11月18日に開始され、中長期ロードマップは現在第2期に入っている。燃料デブリの取り出しを早ければ2020年上期に始めたいという非常にチャレンジングな目標を設定しているが、研究開発は長期的視点で推進し、燃料デブリ取り出し準備の本格化に向けて多角的かつ重層的な工法・機器の開発を行い、廃棄物の処理処分、廃炉の在り方を見据えて着実な取り組みを行っている。

中長期ロードマップにおいては、TMIでの燃料デブリ取り出しと同様の「冠水法」を取り出し工法の基本に置いている(第5図)。PCVの漏えい箇所を特定、遠隔で補修、止水し、オペレーションフロアまで冠水させ、炉内からの放射線を遮蔽する。そして長い遠隔ハンドリングの装置で、炉内に手を伸ばして燃料デブリ等を回収、収納、保管していく。並行して、冠水法が困難な事態を想定してデブリ取り出しの代替工法、例えば気中でデブリを取り出す、横からアクセスして取り出す等、様々な方法を探る目的で、既に国内外に技術情報の提供を依頼し、世界中から約200件の技術提案を得ている。今後、代替工法に関しても概念検討、実用化検討を行い、間断なく廃炉が進むよう取り組んでいる。

4. 基盤研究の推進と人材育成、学会連携

中長期的な人材育成・確保を図るため国内の大学・研究機関・日本原子力学会等と連携しつつ、基盤研究を推進したいと考えている。廃炉に関わる研究開発・人材育成の拠点化プロジェクトの計画があり、日本の中に、出来るだけ広く、廃止措置に関わる研究、人材育成をやってもらえる大学や研究機関を中核拠点と位置付けて取り

第5図 燃料デブリ作業取り出し作業イメージ

第6図 福島第一廃炉関連の発表件数推移

組んでいくというプロジェクトである。その少し先走ったものとして、文部科学省の協力を得て、昨年9月から本年1月まで、関東、福島、東北、西日本、中部、北陸で全9回のワークショップを開催してきた。非常に強い興味を持っていただき、技術的なアイデアを持っている国内の先生方と今後も強い連携を結んでいくのがIRIDの目標である。

第6図は、福島第一の廃炉に関するテーマで、「2011年春の年会」以降、「2014年春の年会」まで原子力学会の年会・大会でどのような研究発表があったかを調査、整理したものである。大震災後の「2011年秋の大会」では20件であったが、「2014年春の年会」までに単調に増加し、この春は多くの分野のセッションにわたって145件が発表されている。それだけ福島第一の廃炉が非常に重要なテーマと捉えられ、真剣に取り組んで頂いていることが分かる。例えば、廃棄物処理、保健物理、環境科学、伝熱流動、廃止措置のセッション辺りは非常に多くなっている。IRIDはできるだけ多くの知見を集めたいと考えており、統一的な研究発表の場を創設できれば良いが145件を統合することは困難である。したがって、従来の個別分野で発表するパターンを続けることになるが、例えば総合講演・報告など、多様な分野の研究者、技術者が一堂に会して、分野横断的にディスカッションをする場を設けたい。

日本原子力学会では、福島第一の廃炉に向けて、課題の抽出と専門性を生かした検討を俯瞰的視点で行い、併せて、学会内における関連する活動情報の集約・共有化を図る目的で「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会」を設置した。IRIDはこの検討委員会と強い連携を取っていきたいと考えている。例えば、廃止措置を進める際に

どうリスクを低減していくかのリスク戦略は非常に重要である。学会の先生方の専門知識でそのリスク低減の考え方を提示してもらうことはIRIDにとって非常に有益である。さらに、現在、福島第一は特定原子力施設として緊急的な安全措置を要求される施設である。廃止措置を進めていくには必ず安全規制が必要になる。学会が積極的に福島第一の廃炉に関わる規制の在り方、考え方を育ててくれることを望んでいる。

5. おわりに

過酷事故後のプラントの廃炉は、世界にも例はなく極めて難しい技術課題が山積しており、これらの課題を解決するためには、現在視野に入りつつある先端研究のみならず「未踏領域へのチャレンジ」も必要となる。IRIDは、将来の廃炉技術の基盤強化を視野に、福島第一原子力発電所の廃炉作業に向けて必要となる研究開発を効果的・効率的に進めるとともに、中長期的な視点での人材育成・確保に取り組んでいる。日本原子力学会の福島第一原子力発電所廃炉検討委員会をはじめ、統一的なディスカッションの場、研究発表の場を通じて、各技術分野における福島第一廃炉関係の基礎基盤研究、人材育成へ関心が高まることを期待している。このことから、IRIDは、毎年日本原子力学会「秋の大会」で総合講演等を通じて活動報告を行うこととする。

著者紹介

山名 元（やまな・はじめ）

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構、京都大学原子炉実験所（専門分野）アクチニド化学、核燃料サイクル工学