

## 福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

## 1F 廃炉に向けた技術開発の現状

Progress of R&amp;D for the decommissioning of The Fukushima Daiichi NPP

## (2) 英知事業の取り組み

## (2) Efforts of Decommissioning for the Nuclear Energy Science &amp; Technology and Human Resource Development Project

\*田川 明広<sup>1</sup><sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構

## 1. 英知事業とは

## 1-1. 背景

東京電力福島第一原子力発電所（以下、「1F」という。）事故から10年が経過し、原子炉やサイト内の状態は安定しつつも、内部調査によって格納容器内の状況が少しずつわかり始めたところである。30年以上かかる廃炉作業を着実に進めるには、リスクを低減し、安全を確保する必要がある、そのために、多くの英知と新たな知見を結集する必要がある。

また、長期に亘る廃炉を完遂させるには、廃炉を担う人材育成が重要であり、日本及び世界の英知を結集して、この難関に取り組む必要がある。

文部科学省では、「東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の加速プラン（平成26年6月文部科学省）」等を踏まえ、平成27年度から「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」（以下、「英知事業」という。）を立ち上げ、「戦略的原子力共同研究プログラム」、「廃炉加速化研究プログラム」及び「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」を推進していた。

一方、日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）では、平成27年に廃炉国際共同研究センター（現、廃炉環境国際共同研究開発センター（以下、「CLADS」という。))を組織し、平成29年4月の避難区域解除を機にCLADSの中核拠点である「国際共同研究棟」を富岡町に開所した。これまで、文部科学省が実施してきた英知事業は、CLADSにその英知を結集すべく、平成30年度新規採択分より、段階的にCLADSに移管してきた。CLADSは、研究機関として中心的な役割を担いながら、結集した英知による1F廃炉現場への実装を担う役割、研究人材を育成する役割を遂げる様々な取り組みを実施してきた。

平成30年度に採択した課題は、昨年度で当初研究期間の3年間を終え、英知事業としても一つの節目を迎えたことから、本報では、これまでの取り組み、並びに、その成果を報告する。

## 1-2. CLADSの目指す姿

CLADSは、1F廃炉に関する世界との連携を行うハブ(HUB)を目指した組織である。国内の他の研究機関や大学などと連携して研究を進めることで、廃炉に必要な基礎基盤研究のネットワークを形成し、長期的な廃炉に必要な人材の確保を図る。

1Fの廃炉は、今まで人類が経験した事の無い、困難でチャレンジングなものである。この経験を世界と共有しながら、人類に貢献する事を目的としている。

## 1-3. 研究プログラム

英知事業は、①原子力学全体を支えるような基礎・基盤研究を行う「共通基盤型原子力研究プログラム」、②1F廃炉の課題を解決するための「課題解決型廃炉研究プログラム」、③二国間の協力により研究を進める「国際協力型廃炉研究プログラム」、④研究人材を実効的な研究を通じて育成する「研究人材育成型廃炉研究プログラム」の4つの研究プログラムに再編している[1]。

これにより、令和3年度採択段階でJAEAとの間で48の研究代表、再委託を含めた延べ149のアカデミア

等との連携を図っている（令和3年7月20日現在）（図1）。

また、令和元年度から開始した研究人材育成型廃炉研究プログラムでは、JAEAにおけるクロスアポイントメント制度、博士研究員制度等を活用して、大学とJAEAの間に“連携ラボ”と呼ばれる共同研究室を構築し、緊密に連携して研究を行っている。

CLADSでは、得られた成果、知見を元に1F廃炉ニーズを解決する方策を検討し、東京電力等にソリューションを提案する活動を行うことで、より実効的な廃炉課題へのアプローチを行っている。



図1 英知事業によるアカデミア等との連携状況（令和3年7月20日現在）

## 2. 基礎・基盤研究と廃炉ニーズをマッチングさせる取り組み

### 2-1. 基礎・基盤研究の全体マップ

廃炉の研究は、汚染水除去からはじまり、遠隔操作技術、燃料デブリの特性、デブリ取出し手法、放射性微粒子拡散防止、水素管理、放射性廃棄物処理・処分、放射線計測、耐放射線機器、社会的合意形成など、極めて幅広い分野に及ぶ。それぞれの研究が、さまざまにリンクしており、原子力だけではなく、土木から化学、機械、電気など、ほとんどの工学分野にまたがっている。

このため、CLADSでは、廃炉研究の「基礎・基盤研究の全体マップ（以下、マップという。）」を取りまとめてホームページで公開している（図2）。ホームページでは、それぞれの研究領域をクリックすると、より詳細なニーズが示され、関連する研究がリストアップされる。

マップは、ニーズにより1F廃炉全体を俯瞰しているが、そのすべてに研究リソースを投じられるものではない。そこで、マップの各ニーズ項目について以下の指標により機構内外の専門家による評価を実施し、ニーズに対して重要度評価を行い、その重要度を色分けして表示することで、何が重要であるか一目でわかるようにしている。

重要度は、縦軸に「1F廃止措置へのインパクト」横軸に「より基礎的・原理的な研究が求められるか否か」とし、4象限に分け、それぞれの象限を「応用・実用研究開発により課題解決につながる（赤色評価）」「基礎基盤研究の追求により課題解決につながる（青色評価）」「基礎基盤研究により知見が蓄積される（黄色評価）」「基礎基盤研究により将来的に知見が得られる可能性がある（白色評価）」として色分けし、それぞれの間層はグラデーション表記している（図3）。アカデミアが最も解決すべきは、1F廃炉へのインパクトがあり、基礎基盤研究が求められる青色評価となる。赤色評価は、応用研究、実用化研究に近い研究分野となり事業者やメーカーが開発する研究領域に近い。これらの色分けを行ったマップは、1F廃炉の進捗に合わせ、毎年更新する予定である。

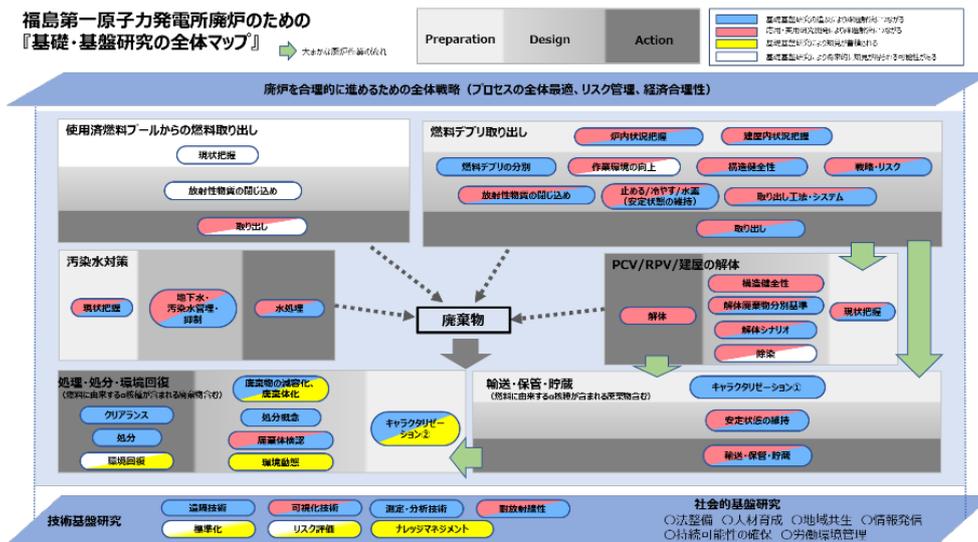


図2 基礎・基盤研究の全体マップ (2021年版) [2]

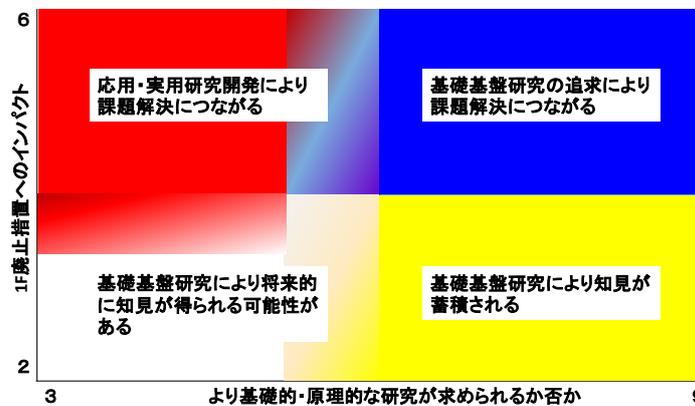


図3 重要度評価指標

今後、マップの精度を高めるとともに、ニーズにマッチングするシーズの提供を行う仕掛けとしていきたいと構想している。そのためには、ニーズ側、シーズ側お互いに2つのことを求めたい。1つ目は、ニーズ側はニーズを全て臆することなく公表していくことである。どうしても、こんなことができないのか？と問われるネガティブな捉えられ方を意識するがあまり、ニーズを全て公表しない場合には、非効率な研究開発とならざるを得なくなる。2つ目は、シーズ側は、現場ニーズにしっかりと適用させる研究を実施することである。研究者として、どうしても最先端を追い求めたくなることもあろうが、現場適用には効率性やコストも重要な要素である。また、使い勝手が悪いものは、結局使えないものともなりかねない。このニーズとシーズのマッチングを行うためのツールとしてマップの活用を期待している。

2021年版のマップは、令和2年4月に公表された、廃炉中長期実行プラン2020等の最新知見を取り込み、東京電力の現場担当者として1つ1つのニーズをひざ詰めで議論して取りまとめたものである。是非、研究を進める際には、自らの研究シーズがどのニーズを解決するものであるのか確認いただきたい。

2-2. 研究フォローへの取り組み

CLADSでは、専門家が集い議論する福島リサーチカンファレンス(以下、「FRC」という。)を定期的開催している。英知事業関連も同様にFRCとして開催し、研究開始直後にニーズ側と意見交換を行い、より現場ニーズを把握した研究実施が可能となる活動とともに、英国や露国との間では募集前にシーズのマッチングを二国間共催で開催することで研究者間の連携を強める活動を行っている。

研究開始直後にニーズ側との意見交換を通じて得られたコメントに対して、CLADSでは、JAEAプログラ

ムオフィサー（以下、「J-PO」という。）が研究者に寄り添った研究フォローを実施する体制を構築している。J-PO 制度は令和 2 年度から試行的に開始した制度であり、今後も不断の改善を通じて、研究者が研究を実施しやすい環境を整えていく。

また、時々刻々と変化する廃炉ニーズに対して柔軟に対応できるように、英知事業のプログラムオフィサー（以下、「PO」という。）の権限を強化し、研究実施の途中であっても計画の変更や予算の増額等を行える体制を構築することで、1F 廃炉現場の状況やニーズの変化に応じた研究を実施できるようにしている。

### 3. 研究人材育成の取り組み

#### 3-1. 若手研究者参画への取り組み

英知事業では、30 年以上つづく 1F 廃炉に研究者を継続的に輩出できるように、課題解決を中心的に担える若手研究者の参画のために様々な若手研究者参画の取り組みを行っている。

若手研究者には、若手プログラムや各プログラムの中で研究責任者を担う仕掛けを取り入れている。また、博士課程の学生には CLADS に滞在して研究を実施し、日本学術振興会特別研究員 DC1 相当の研究奨励金を支給できる制度を活用している。また、学生全般に次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス（以下、「NDEC」という。）に参加し、自身の研究成果を発表する機会、廃炉現場の声を聴く機会を提供している。

また、国際的な連携とし、OECD/NEA の The Nuclear Education, Skills and Technology Framework（以下、「NEST」という。）を通じて、国内外の研究者を派遣、招聘し数か月滞在しながら研究を実施できる制度も行っている。残念ながら、コロナ禍により令和 2 年度は中止となったが、今後も継続的に実施していく予定である。

#### 3-2. 遠隔操作技術者育成の取り組み

CLADS では、遠隔操作技術者育成の取り組みとして「廃炉創造ロボコン」を開催している。令和 2 年度はコロナ禍によりリモート開催となったが、最優秀賞を受賞した福島高専チームはすべての課題をクリアするまでに至った成果を収めた。

さらに、優秀な成績を収めた参加機関との間で民間企業と実際の研究連携に発展しているケースも報告されている。

### 4. 廃炉への実装事例

研究成果がニーズ関係者に触れる機会が増えるほど、研究成果を廃炉現場に実装できる機会が増える。

過去の英知事業では、得られた成果報告書は刊行物として国会図書館に収蔵されていたが、手軽に閲覧することはできなかった。そのため、CLADS では、報告された報告書については、JAEA レポート形式に取りまとめ、ホームページ[3]で公開、国会図書館に収蔵することで、より多くのニーズ関係者、研究者の目に触れるようにしている。

また、大学からのプレス発表等も行われている。マップの中でも報告書をリンクすることでニーズとそれに応じた研究成果に触れる機会を増やしている。このような活動を通じ、ニーズ側からの問い合わせが増加している。平成 30 年度に採択した東北大学の研究成果についても同様にニーズ側から問い合わせがあり、令和 3 年 6 月に 1F2 号機の原子炉ウェル調査に利用され、その成果が経済産業省の廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合で報告されている（図 5）。

英知事業では、このような良好事例を積み重ねられるために、今後もニーズ側との連携を強めていく。

