

# 解説 記事

## 東北大学における原子炉廃止措置 基盤研究と人材育成への取り組み状況

東北大学 原子炉廃止措置基盤研究センター  
\* 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻  
\*\* 理事 (震災復興推進担当)

青木 孝行 \* Takayuki AOKI (センター支援室長、部門長)  
渡邊 豊 \* Yutaka WATANABE (センター長)  
新堀 雄一 \* Yuichi NIIBORI (センター部門長)  
原 信義 \*\* Nobuyoshi HARA

### 1. はじめに

平成 23 年に発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故から約 6 年が経過した現在、今後 30 年以上の長期に亘ることが予想されている同発電所 1～4 号機の廃止措置は、国家の威信を賭けた大事業として政府を筆頭とするオールジャパン体制で中長期ロードマップ [1] に基づき、懸命な努力がなされている。この世界にも前例の無い大きな課題 (技術的挑戦) を解決し、廃止措置を安全かつ着実に進めていくには、我が国の関連組織の総力を挙げた取り組みが必要となっている。

このような中、東北大学は「研究第一」「門戸開放」及び「実学尊重」の伝統的理念の下、「東日本大震災からの復興・新生の先導」を全学ビジョン (里見ビジョン [2]) に掲げ、その実現のために「福島第一原子力発電所の廃止措置への貢献」を最重要課題の一つとして平成 26 年度より廃止措置基盤研究・人材育成事業 [3] に取り組んでいる。本事業では、事故炉廃止措置に資する基盤研究並びに今後の原子炉廃止措置を担う若い技術者や研究者の育成に当たってきたが、平成 28 年 12 月 1 日、これまでの活動をさらに発展させ、我が国の基礎・基盤研究をリードするため、全学を横断した災害復興新生研究機構の構成組織として「原子炉廃止措置基盤研究センター」を設置し、学内の広範囲な学術と技術の結集による全学的な取り組みの推進を図ることで着実かつ安全な廃炉措置等に継続的に貢献する体制を整備した。

本稿では前述の廃止措置基盤研究・人材育成事業及び原子炉廃止措置基盤研究センターの概要を述べる。

### 2. 廃止措置基盤研究・人材育成事業の概要

本事業では、東北大学の伝統的な強みである材料分野のポテンシャルを活用すべく、工学系を中心とした広範な分野が連携した全学横断組織を形成し、さらに福島大

学及び福島高専の専門家の協力を得て、最優先すべき研究課題の中でも下記 2 つの課題に取り組んでいる (図 1)。

- (1) 格納容器・建屋等の健全性・信頼性確保のための基礎・基盤研究
- (2) 燃料デブリの処理と放射性廃棄物の処分に関する基礎・基盤研究

また、その基盤研究プラットフォームの上に大学院教育プログラムを構築して、長期にわたる安全な廃止措置をリードできる中核人材の育成を図っている。

#### 2.1 基盤研究の内容

東北大学では以下に示す内容の基盤研究及び人材育成に取り組んでいる。

- (1) 格納容器・建屋等の健全性・信頼性確保のための基礎・基盤研究

① 格納容器・注水配管など鋼構造物の防食と長期寿命予測技術 (図 2)

- a) 放射線下での劣化塗膜下の腐食速度と形態を推定できる数理モデルの開発 (格納容器の腐食減肉)
- b) 複合影響下での局部腐食発生・進展による強度低下推定モデルの開発 (炭素鋼配管の腐食減肉)
- c) 強度評価・検査・補修と連携した長期健全性維持方法の検討

② コンクリート構造物の長期性能評価技術 (図 3)

地震、爆発、海水、放射線等によるダメージを受けた福島第一原子力発電所の廃炉が完了するまでのコンクリート構造物の要求機能を維持できる構造性能健全性評価のための手法開発

- a) 将来の健全性予測も含めた精確な評価手法
  - コンクリート・鉄筋などの材料
  - 柱・梁・壁など構造部材
  - 建物全体
- b) 必要に応じた補修／補強の要否判定手法

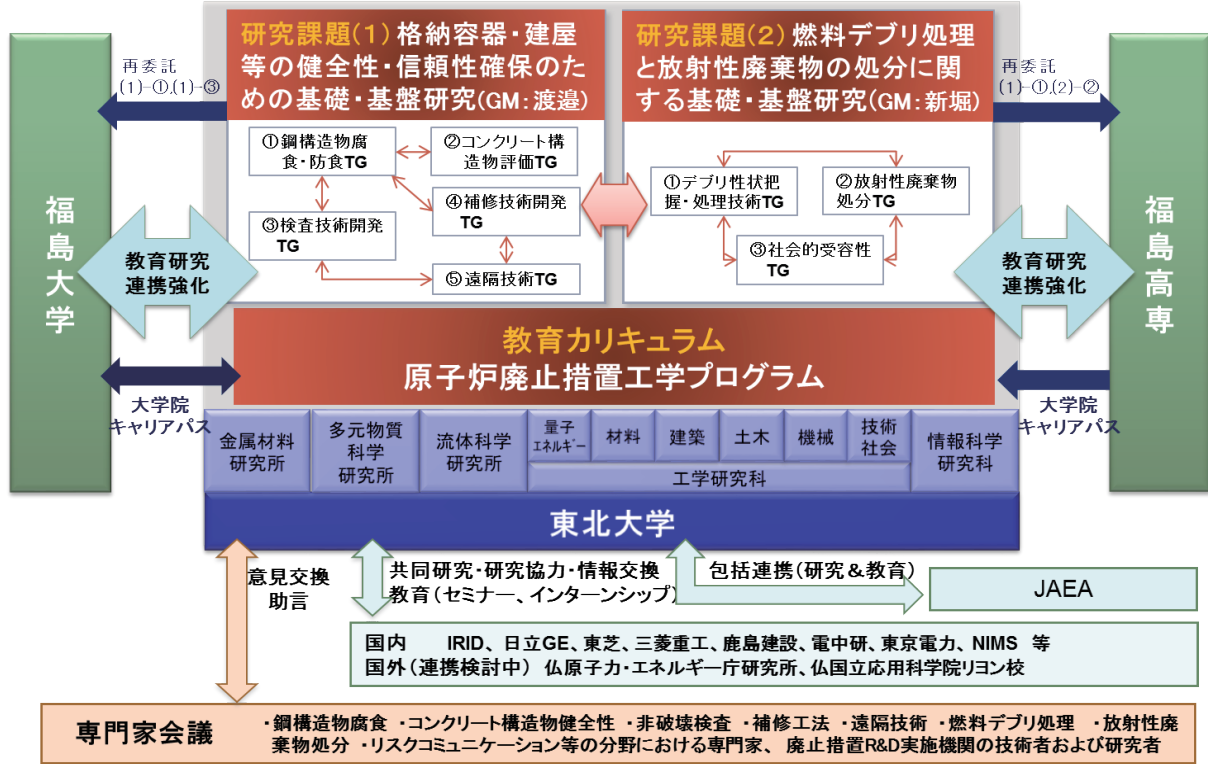


図1 原子炉廃止措置基盤研究・人材育成事業とその実施体制

**目標** 格納容器・注水配管などの防食と長期寿命予測技術の基盤構築

冷却・遮蔽のため水環境の維持が必須＝腐食リスクとの共存

- 放射線下での劣化塗膜下の腐食速度と形態を推定できる数理モデルの開発
- 複合影響下での局部腐食発生・進展による強度低下推定モデルの開発
- 強度評価・検査・補修と連携した長期健全性維持

**内容**

- 対象: 炭素鋼・低合金鋼
- 要求性能: ①腐食モードの予測(均一/局部・割れ) ②腐食進展速度の予測
- 特殊性: 多様・特殊な環境条件 温度、Cl濃度、pH、酸化剤(電位)、イオン種と濃度、流速、放射線、劣化塗膜
- 腐食機構・支配因子の解明⇒数理モデル化⇒時間的かつ空間的に網羅的な予測⇒検査との連携
- 腐食抑制剤の効果とリスクの評価、作用機構解明

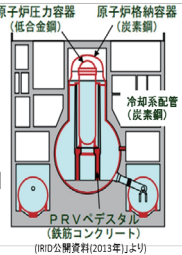


図2 腐食防食タスクグループの研究課題

- 遠隔操作に対応可能な非破壊検査技術 (図4)

格納容器や建屋等の重要部位に適用できる非破壊検査・モニタリング技術の基盤的開発

- 渦電流探傷 (ECT) を用いた探傷の予備的評価
- 電磁超音波 (EMAT) を用いた肉厚モニタリングの検討
- 構造材料を対象としたサブテラヘルツイメージングのための基盤的特性評価
- 遠隔操作に対応するための課題の検討

- 遠隔操作に対応可能な構造物補修技術 (図5)

格納容器等の損傷部位の補修・補強、局所的な穴あき部の封止、防食被膜などの施工技術の開発

- コールドスプレー条件低エネルギー化技術の確立
- 鋼の水中摩擦攪拌接合 (FSW) 基本技術の開発
- 遠隔操作に対応するための課題の検討

- 廃止措置時のリスクに関する調査

- 廃止措置時における安全性と経済性の考え方整理
- 廃止措置時におけるリスク源の調査

(2) 燃料デブリの処理と放射性廃棄物の処分に関する基礎・基盤研究

- 燃料デブリーコンクリート系の相関係と放射性核種溶出挙動把握 (図6)

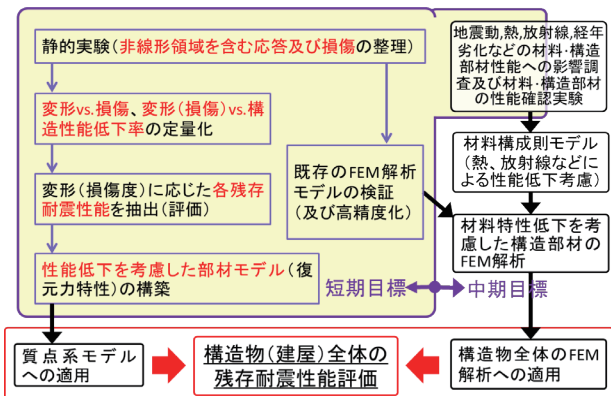


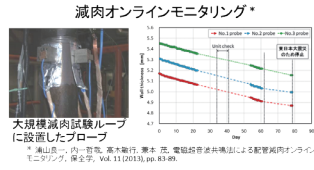
図3 コンクリート構造物評価タスクグループの研究課題

**目標** 非破壊検査による格納容器重要部位の長期健全性保証  
 安定冷却と放射性物質閉じ込めの為の**構造健全性**の観点から、**非破壊検査・モニタリング技術適用**の基礎的開発を行う。(遠隔操作の観点でのFS: TG(1)~(5)との協働)

**内容**

**手法1: 電磁超音波共鳴法**

- 共鳴法による高精度肉厚評価
- 接触媒質不要  
(高温多湿環境に適應)
- 粗い表面において送受信可能
- 適用例: 局所減肉懸念部位のモニタリング



**手法2: 電磁アレイプローブによる材料劣化・き裂検出**

- 適用例: 含水したサンドクッションによる格納容器外面の腐食検査
- 燃料プールのライナーの局部腐食検査・モニタリング
- 課題と解決方法: 対放射線性の評価 (JAEA高崎研との連携)
- 局所減肉の評価精度 (鋼構造物腐食・防食TGとの連携)
- プローブの設計 (福島大学との連携)

**手法3: テラヘルツ波を用いた非破壊検査**

- 金属に対する高い反射特性  
→ 金属表面状態(腐食等)の診断に
- 発振器・検出器ともに小型  
→ ロボット等への搭載、遠隔操作へ
- 適用例: 鉄筋コンクリートの構造健全性評価

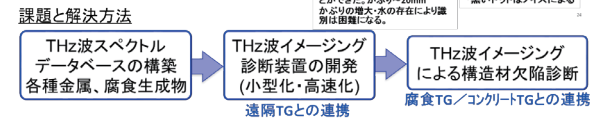
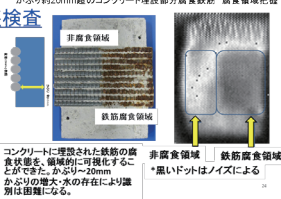


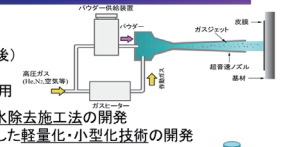
図4 検査技術開発タスクグループの研究課題

**目標** 損傷した格納容器等の補修・補強、局所的な穴あき部の封止、防食被覆などの施工技術の開発。遠隔操作の観点での設計とFS(TG⑤)との協働)

**内容**

**手法1: コールドスプレー(CS)**

- 粒子を固相のまま吹き付けて成膜する技術  
粒子温度: 100-200°C(ガス温度600°C前後)
- 火災、火花等の発生無し(防爆上有利)
- 欠陥補修/防食コーティング/遮蔽への応用
- 開発課題: 水中施工: 水中施工技術あるいは水除去施工法の開発  
遠隔操作: ロボットでの可搬を考慮した軽量化・小型化技術の開発



**手法2: 摩擦攪拌接合(FSW)**

- 非消耗の回転ツールを用いて被接合材を固相状態で攪拌し接合
- 金属を溶かすことなく接合。火花、ヒューム等の発生無し。
- 表面状態への依存性が小さい
- 開発課題: 鋼のFSWに適した安価で長寿命なツール材の開発  
接合部特性に及ぼす水中施工、錆び等の影響解明と最適化  
遠隔操作技術への展開

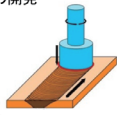


図5 補修技術開発タスクグループの研究課題

② 冠水環境におけるセメント系材料とウランとの相互作用の解明、閉じ込め性向上を目指した処分システムの提示 (図7)

③ 市民との対話に基づく社会的受容性醸成の実践

- 廃炉に関する市民の認識に関する基本調査
- 廃炉に関する市民との対話の実施

2.2 人材育成

(1) 原子炉廃止措置工学プログラムの構築

福島第一原子力発電所の原子炉廃止措置は、長期を要するプロジェクトであること、今後を長期的に展望すると、他の原子力発電所の原子炉廃止措置も継続的に実施されることになると予測されることから、原子炉廃止措置工学の教育を本学の恒常的な大学院教育プログラムと

**目標** 燃料デブリの性状把握と放射性核種の溶出挙動評価  
→ 廃止措置および放射性廃棄物処理・処分不可欠

**内容**

- 燃料デブリの生成と一次冷却水や注入水との接触 (熱膨張, 熱収縮の繰り返し)
- FP(核分裂生成物)およびU/TRUが溶解・微粒子等の生成
- 固体汚染物および汚染水の発生、処理・処分が必要

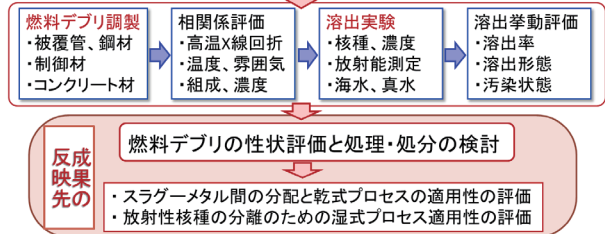


図6 デブリ性状把握・処理技術タスクグループの研究課題

**目標** 冠水環境におけるセメント系材料とウランとの相互作用の解明、閉じ込め性向上を目指した処分システムの提示

- 燃料デブリと格納容器内セメント系材料との接触
- デブリ燃料等の処分坑道の維持に多量のセメントが必要

**内容**

- ウラン核種と劣化したセメント系材料との着着分配係数の評価
- ラマン分光等を利用した着着の安定性とそのメカニズムの解明

- デブリの性状把握、処分システムの安全評価への寄与  
(当廃棄物の処分は、U, Pu, Am, Npなど長半減期核種を含み、1万年を超える範囲での安全評価が必要となる。オーバーパック、緩衝材に加え、劣化セメントとの相互作用の検討が不可欠。)

**年次計画**

- H26~29前半: 6価ウランを中心にセメント系材料との相互作用を冠水環境内において評価
- H29後半~30: 閉じ込め性の向上を目指した処分システムの提示

図7 放射性廃棄物処分タスクグループの研究課題

して位置づけるための検討・準備を初年度(平成26年度)に行った。

福島第一原子力発電所の原子炉廃止措置は、現場調査等が進むにしたがって状況が常に変化し、それに伴って現場工事工程も常に変化することが予測されるため、原子炉廃止措置に取り組む人材にはこのような変化に対する確かつ重層的に対応できる能力が要求される。このため、原子炉廃止措置工学プログラムの構築に当たっては、基盤研究への学生の主体的な参画を促し、下記能力を持つ中核人材を育成することを念頭にプログラム設計した(図8)。

- 原理・原則に立ち戻って課題解決を図る能力
- 課題の本質(幹と枝葉)を的確に見分ける能力
- 異分野専門家との高度コミュニケーション・協働能力

上記の検討結果を踏まえ、平成27年度から「原子炉廃止措置工学プログラム」を学生便覧に位置付け、正式に本プログラムを開設し、人材育成に当たっている。「原子炉廃止措置工学プログラム」は、研究課題の基礎を成す広範な分野の科目を系統的に配置したカリキュラムとなっている。博士課程前期(修士)は、座学20科目と廃止措置に向けた技術開発を行っている機関への国

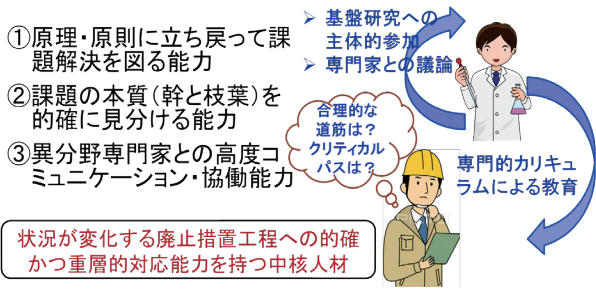


図 8 育成する人材の人間像

内外インターンシップ等を組み合わせた専門家養成カリキュラムを、博士課程後期は、より高度な専門科目に加えてリーダー論等の指導的人材育成のための科目を配置している。

本事業で研究補助を行うリサーチアシスタント(博士)または産学官連携研究員(修士)として雇用された大学院生は、研究への主体的参画と研究遂行能力の育成を図るとともに、原子炉廃止措置工学プログラムを履修することにより、各自の工学分野での専門性を高めながら原子炉廃止措置遂行のための技術的課題全般についての認識を深めることができる。また、別途行う本事業の専門家会議において各自のテーマの進捗、問題点、解決方策を報告し、国内外の専門家並びに原子炉廃止措置技術開発を行っている企業等の技術者等との議論を定期的に経験できる。これらの座学・研修を通じて、(i)常に原理・原則に立ち戻って課題解決を図り、(ii)課題の本

質(幹と枝葉)を的確に見極め、そして(iii)課題解決に向けて異分野の専門家と高度にコミュニケーションを図ることができる能力を涵養するプログラムとしている。

原子炉廃止措置工学プログラムにおける平成28年度「原子炉廃止措置工学概論」集中講義のスケジュールを表1に示す。

(2) 産学連携セミナーの実施

平成27年度は、セミナーシリーズ「大規模複雑システムのリスクを考える」と題して5回のシリーズで産学連携セミナーを企画し、実施した。

第1回セミナー「改めて原子力安全を考える」

- 講演「Dealing with Accidents in Commercial Nuclear Power Plants - Fukushima Daiichi D&D Project Experience」
- 講師:米国 MPR 社上級顧問 Dr. Douglas M. Chapin (米国工学アカデミー会員)
- 東京電力(株)福島第一廃止措置プロジェクトの International Expert Group 議長としての Dr. Chapin の経験を踏まえ、福島第一の廃止措置はどのように対応すべきか、日本の原子力界はどうあるべきかなどについて話を聞くとともに、同氏との質疑応答を通じて学んだ。

第2回セミナー「福島第一原子力発電所の炉心で何が起こったか」

- 講演「福島第一原子力発電所の炉心では何が起こった

表 1 「原子炉廃止措置工学概論」集中講義スケジュール(平成28年度)

	9月14日(水)	9月15日(木)	9月16日(金)	9月17日(土)
	8:50 - 9:05 開講趣旨説明 (東北大学:渡邊 豊)			
1限 (8:50-10:20)	9:05 - 10:35 リスクの概念と リスク評価・管理の基礎 (東北大学:高橋 信)	原子炉廃止措置への取り組み状況 (東海発電所の現場工事経験を踏まえて) (原電:宮前信彦)	腐食に及ぼす放射線影響 (JAEA:佐藤智徳)	原子力発電所の廃止措置における 遠隔技術の役割と適用技術 (東北大学:昆陽雅司)
2限 (10:30-12:00)	10:45 - 12:15 原子力発電所の概要と 安全管理、設備管理の考え方 (東北大学:青木孝行)	福島第一原子力発電所の 現状と今後の展望 (東京電力:齊藤慎二)	損傷したコンクリート構造物の 長期健全性評価の考え方 (東北大学:前田匡樹)	廃炉作業に伴うロボット技術の 開発と現場適用の状況 (東芝:露木 陽)
3限 (13:00-14:30)	13:15 - 14:45 我国におけるシビアアクシデント 対策の歴史と新規制基準要求 (東北電力:佐藤大輔)	福島第一の廃炉のための 技術戦略プラン (NDF 宮本拓人) ----- 福島第一の廃炉研究開発の 現状と課題 (IRID:桑原浩久)	TMI及びチェルノブイリの経験から 学ぶもの、福島へ反映できるもの (東北大学名誉教授:若林利男)	燃料デブリの特性把握と 処置について (JAEA:鷺谷忠博)
4限(14:40-16:10)	14:55 - 16:25 我国の原子炉廃止措置の現状と 重要施策のポイント (原子力デブリ研究会 佐藤忠道)	鋼構造物健全性確保における 腐食劣化評価の重要性と考え方 (東北大学:渡邊 豊)	燃料の固体化学と燃料デブリの基礎 (東北大学:佐藤修彰)	放射性廃棄物の処分 (東北大学:新堀雄一)

か」

- ・講師：元北海道大学教授 石川迪夫（元日本原子力技術協会 理事長）
- ・福島第一 1～3号機の事故時における炉内の現象に関する解説を聞くとともに、原子炉廃止措置研究で注意すべきことは何かなどについて同氏との質疑応答を通じて学んだ。

第3回セミナー「原子力産業と他産業のリスク管理の違いを考える」

- ・講演「化学プラントにおけるリスク管理の考え方 ～リスク管理のポイントは何か？～」
- ・講師：旭化成ケミカルズ（株）中原 正大
- ・化学プラントの経年劣化を考慮したリスク管理の方法等についての話を聞くとともに、原子力発電所と化学プラントのリスク管理の考え方の違いについて、同氏との質疑応答を通じて学んだ。

第4回セミナー「原子炉廃止措置研究は如何にあるべきか」

- ・講演「Materials research concerning decommissioning of nuclear plants」
- ・講師：仏 CEA（仏原子力庁） Dr. Damien Feron
- ・フランス原子力・代替エネルギー庁（CEA）の研究部門のディレクターである Dr. Feron に CEA の第2、第3及び第4世代の原子炉に関する研究、放射性廃棄物保管に関する研究及び廃止措置に関する研究について話を聞き、同氏との質疑応答を通じて原子炉廃止措置研究に如何に取り組めばよいかなどについて学んだ。

第5回セミナー「放射性廃棄物処分のために求められる研究とは」

- ・講演「Examples of ongoing chemistry research applied to a nuclear waste repository」
- ・講師：米国ロスアラモス国立研究所 Dr. Jean-Francois Lucchini
- ・放射能毒性の高いアクチノイドを含む廃棄物を処分するために求められる研究とはどのようなものか？米国で現在進められている、核兵器開発により生じた廃棄物の地層処分プロジェクトのメンバーである、Dr. Lucchini との質疑応答を通して学んだ。

### (3) 原子炉施設の現地調査

本事業には、原子力を専攻する量子エネルギー工学専攻を中心に、材料、機械、建築、土木、技術社会システム、情報科学などの幅広い専門分野の専攻の人材が参画している。このため、原子力関係の知識を十分に持っていない、あるいは原子炉施設等を訪問したことのない若手研

究者や学生が一定数存在する。そこで、「原子力発電所は巨大システムであり、発電所建屋や主要機器などがどのようなものか」を体感できる機会を提供するため、平成27年度は原子炉建屋の中心部深く立ち入りが可能な日本原子力発電(株)東海第二発電所を、また隣接する原子炉廃止措置中の東海発電所を調査した。この機会に合わせて、隣接する日本原子力研究開発機構の原子力科学研究所を調査した。本研究所には米国 TMI 原子力発電所の事故後、炉心から取り出された燃料デブリが保管されていることから燃料デブリを直接観察するとともに、事故時の炉心損傷シミュレーション解析の結果や燃料デブリの分析・試験方法等について学んだ。一方、平成26年度に原子力発電所を訪問した経験のある学生については、福島第一原子力発電所が現在どのような状況にあるかをつぶさに確認し、所員や作業員が働く様子を見る機会を提供するため、同発電所を調査した。また、上記とは別に平成27年度は原子力災害への対応力強化を目的に設立された日本原子力発電(株)の「原子力緊急事態支援センター」を調査した。

### (4) 人材育成における産学連携と機関間連携

「原子炉廃止措置工学概論」を始めとして「原子炉廃止措置工学プログラム」への講師派遣、学生による原子力発電所等の原子炉施設の現地調査、廃止措置関連の研究開発現場および福島第一原子力発電所などでのインターンシップ、専門家会議での討議などに対して産業界ならびに行政機関からの多大なご支援とご協力を頂いている。さらに、平成27年度には、本学の提案をきっかけに、人材育成を目的とした学生研究発表会である「次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス」が開催され、廃止措置に関する工学を学ぶ全国の学生及び産業界の専門家との交流も促進された。この会議は毎年持ち回りで開催されることとなった [4]。

## 3. 原子炉廃止措置基盤研究センターの概要

前述のように、東北大学では全学横断組織として「原子炉廃止措置基盤研究センター」を設置した。以下に本センターの概要を述べる。

### 3.1 センターの設置目的と実施体制

本センターは、東京電力株式会社福島第一原子力発電所における原子炉の安全かつ着実な廃止措置に資する基盤技術の研究開発及び原子炉の廃止措置等に関する基盤研究を行うことにより、東日本大震災からの復興及び我が国の原子力分野における国際競争力の強化に寄与することをその設置目的としている（図9）。今後は廃止措

置リスク管理技術研究部門ならびに放射性廃棄物処理・処分技術研究部門の二部門制（図 10）により、福島第一原子力発電所の安全な廃炉に資する基礎研究と基盤技術開発を主たるテーマとしながら、研究成果を通常炉廃止措置技術へ展開することにも取り組んでいく予定である。

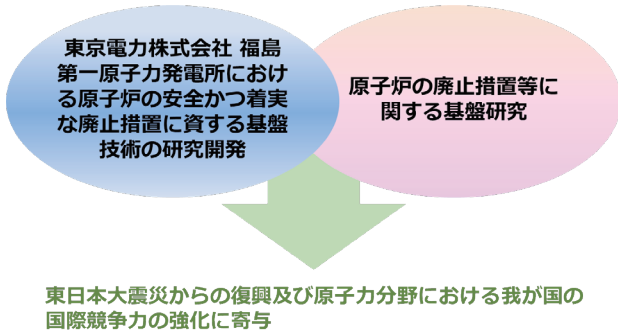


図 9 原子炉廃止措置基盤研究センターの設置目的

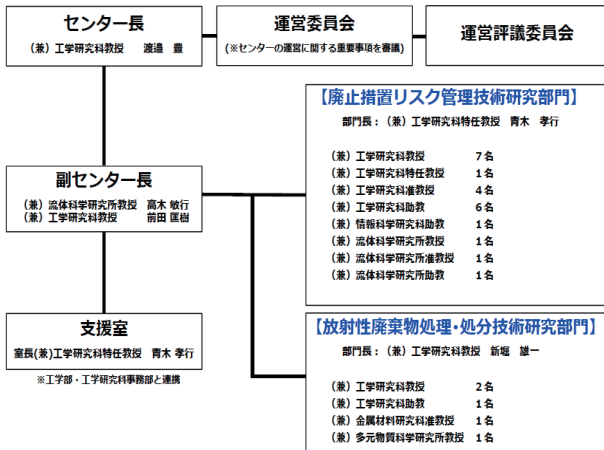


図 10 原子炉廃止措置基盤研究センターの実施体制

### 3.2 今後センターが取り組む基盤研究

福島第一原子力発電所 1～3号機のような過酷事故炉では事故によって炉心溶融が発生し、溶融した燃料は原子炉压力容器を貫通して格納容器内に落下していること、事故時の高温高圧で格納容器が、水素爆発で原子炉建屋が損傷していることを想定する必要がある。過酷事故炉の廃炉は、あらゆる面で通常炉の廃炉と条件が異なる（表 2）。このような状態では原子炉建屋内は高放射線量率と事故で発生した瓦礫で接近することが容易でなく、原子炉压力容器や格納容器、原子炉建屋の内部状況は不明な点が多いまま、慎重に現場作業を進め、そ

の進捗とともに想定外の事象が処々に発現する可能性がある。

このような困難な状況の中で廃止措置活動を積極的に進めていくには、廃止措置全体を俯瞰し、戦略的な方針の下に効率的効果的な方法で活動を進めていく必要がある。また、このようなプロジェクトを成功裏に完結するには、その成否を決定するパフォーマンス指標である「安全性」と「経済性」の観点からリスクを分析評価し優先順位を明確にするなど、多角的かつ本質的な検討と一貫したアプローチが求められる。

まず、廃止措置の前提になるのが、主要設備・構造物の健全性の維持である。長期の廃止措置期間全体に亘って主要設備・構造物の健全性を維持するためには、クリティカル部位・機能の抽出、長期健全性予測、検査、補修を組み合わせた戦略的検討が必要である（表 2）。並行して、燃料デブリ取出しを達成可能な限り迅速確実に実施するためには、戦略的アプローチとともに、一步一步進める廃止措置活動の各ステップにおいて必要不可欠な情報は何かを徹底して追求する手法を取る必要がある（図 11）。

事故炉の廃止措置は、リスクの合理的段階的低減事業であり、現在の高リスク状態を、まずは安全に管理された状態へ、そして最終的には管理しなくても安全な状態を目指した工学的なチャレンジである。過酷事故炉の廃炉は、大変厳しい条件の下で危険源を取り除いていく成功シナリオを見つけ、そのために必要な技術を開発していくことが求められる。

以上を念頭に本センターでは下記の基盤研究に取り組む予定である。

表 2 事故炉廃止措置の特異性：通常炉との条件比較

比較項目	通常炉	事故炉	備考
1 設備全般の状態 ・本設備(機/電/制/建屋) ・換気、照明、揚重設備等のユーティリティ	正常 使用可能	全般的にダメージあり* 多くが使用不可	*ダメージの種類、範囲、程度が不明な場合が多いと考えられる。
2 安全機能			
停止機能	燃料搬出後は機能不要	炉心崩壊/機能喪失、制御操作不可 燃料及びデブリ回収まで未臨界制御要	事故炉は「再臨界」が放射能外部放出へ直結。 「冷却機能喪失」も同様。
冷却機能	燃料搬出後は機能不要	一部仮設、信頼性確保対策	
閉込機能	継続維持	一部劣化(放射性物質の外部漏えい懸念)	
3 燃料/デブリ/デブリ等のハザードの所在と管理	特定の箇所限定 管理下にある	広範囲に散在する 十分な管理下でない	特にT/BにもTRU、FPが散在
4 高線量率区域	特定の箇所	広範囲	
5 高汚染区域	特定の箇所限定	ほぼ全域が汚染	
6 瓦礫・障害物	ない	瓦礫・障害物がある箇所が多い	
7 現場への接近性	容易	高線量率、瓦礫等で容易でない 漏えい、火災、溢水などの事故対応が難しい (通常よりも影響度が大きい)	事故炉廃止措置の 際立った特徴の一つ
8 廃炉シナリオ	設備状態に不明な点がないので廃炉手順が明確	廃炉手順が明確でないので、想定外の発見が多くある可能性がある 各ステップで複数の選択肢の準備が必要	シナリオ決定要素(デブリ位置・量、PCV健全性等)
9 リスク管理	廃炉シナリオ、手順が明確なので、リスク予測評価が可能	各作業ステップにおける設備状態/条件が不明な部分があり、保守的仮定をせざるを得ない	

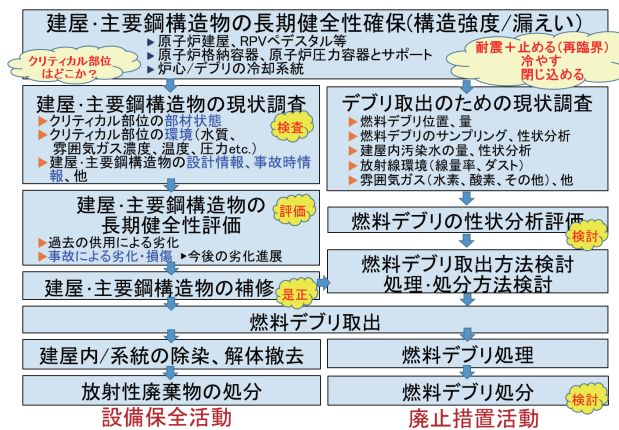


図 11 事故炉廃止措置の検討プロセス

- [2] 里見ビジョン (<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/vision/01/vision02/>)
- [3] 文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の採択事業として「廃止措置のための格納容器・建屋等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する基盤研究および中核人材育成プログラム」実施中 (<http://dec.tohoku.ac.jp/>)
- [4] 東北大学「原子炉廃止措置基盤研究・人材育成事業」ホームページ [http://dec.tohoku.ac.jp/news/news.html?news\\_id=32](http://dec.tohoku.ac.jp/news/news.html?news_id=32)

- (1) 文部科学省「廃止措置基盤研究・人材育成等強化プログラム」採択事業（現在実施中）ならびに廃炉に関連する他の政府系事業
- (2) 廃止措置に関する国内外機関からの受託研究、共同研究
- (3) その他、廃止措置に関する研究

(平成 29 年 1 月 16 日)

#### 4. 結言

本報告は、東北大学が有する研究ポテンシャルと人材育成実績を活用して、被災地域に立地する総合大学としての使命を果たすべく開始した廃止措置等基盤研究・人材育成プログラムと平成 28 年 12 月 1 日に東北大学内に設置された原子炉廃止措置基盤研究センターの概要を紹介したものである。

今後も福島第一原子力発電所の廃止措置に貢献すべく、基盤研究及び人材育成に積極的に取り組んでいく予定である。

#### 謝辞

本報告の一部は、「文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「廃止措置のための格納容器・建屋等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する基盤研究及び中核人材育成プログラム」の成果に基づいたものである。

#### 参考文献

- [1] 東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ (<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20160317.pdf>)

#### 著者紹介



著者：青木 孝行  
所属：東北大学大学院工学研究科  
量子エネルギー工学専攻  
専門分野：保全学、保全工学



著者：渡邊 豊  
所属：東北大学大学院工学研究科  
量子エネルギー工学専攻  
専門分野：保全工学、環境強度学



著者：新堀 雄一  
所属：東北大学大学院工学研究科  
量子エネルギー工学専攻  
専門分野：バックエンド工学、  
原子力地質工学



著者：原 信義  
所属：東北大学大学院工学研究科  
量子エネルギー工学専攻  
専門分野：腐食防食学、  
表面処理工学