

令和5年度

文部科学省

国際原子力人材育成イニシアティブ事業

原子力施設の廃止措置を統括する
グローバル人材の育成

成果報告書

令和6年3月

国立大学法人 東京大学

目 次

1. 事業の概要	1
1.1. 背景	1
1.2. 目的	1
1.3. 目的とする人材像	1
1.4. 事業の構想	2
2. 事業計画	3
2.1. 全体計画	3
2.2. 令和5年度の計画及び業務の実施方法	3
2.3. 体制	5
3. 令和5年度の成果	6
3.1. 戦略的観点を持つ廃止措置ゼネラリストの育成のための講義と実習	6
3.2. 廃止措置の国内実施状況視察（国内視察）	13
3.3. 海外の廃止措置状況視察及び現地技術者との議論及び情報交換（海外研修）	15
3.4. 事業の総括	18
4. 結言	23

1. 事業の概要

1.1. 背景

我が国では、原子力発電所だけでなく核燃料取扱施設、再処理施設などの多くの原子力施設の廃止措置が行われようとしている。しかしながら実績という点では欧米には及ばない。例えば、米国のザイオン原子力発電所やフランスのマルクール研究所の再処理工場などで既に廃止措置が完了している。技術的な側面だけでなく、戦略的な側面、すなわち、廃止措置に係る工学分野だけでなく社会科学分野についても今後多くのことを欧米から吸収していかなければならない。このために、工学分野と社会科学分野の両面で、自分たちの抱える課題を整理し、欧米の技術者との議論を通して良好事例を学び、それを国内の廃止措置に反映させていくスキルが不可欠である。このような人材の育成に対して社会からの強い要請があるが、これまで十分になされていない。

1.2. 目的

原子力施設の廃止措置は、30 から 40 年にわたる長期のプロジェクトである。このような長期間を通して要求される安全性及び事業の品質を維持していくためには、廃止措置の対象となる施設の「特徴」、廃止措置を取り巻く「環境」及び投入可能な「リソース」に対する俯瞰的な分析に基づき策定された戦略が不可欠である。さらに、これらの3項目の分析結果は廃止措置の期間を通して変化していくものであり、戦略には要求される安全性及び事業の品質を維持するための施策も、このような変化に適合させていく配慮がなされていなければならない。長期にわたる廃止措置のプロジェクト管理を確実にし、目標とする状態を達成し、廃止措置を完遂するためには、戦略的観点を持ってこれに取り組むことのできる人材が不可欠である。このような人材及び構築する戦略は法令の要求する廃止措置の計画と相まって、プロジェクトとしての廃止措置の必要十分条件を満すことになる。

原子力施設の廃止措置では、戦略的な観点を持って原子力施設の廃止措置を推進していくスキルを持つ人材、すなわち、廃止措置に係る技術的な側面に加え、原子力利用におけるバックエンド分野（廃止措置と廃棄物の処理処分）の社会における重要性及びそれが与える社会的影響を理解している者であり、海外の良好事例を積極的に取り入れ、効果的かつ効率的な廃止措置推進を可能とする人材の育成を、講義及び実習並びに現地視察を実施することを通して、人材育成プログラムを構築することを目的とした。

1.3. 目的とする人材像

本人材育成プログラムを通して育成する人材像（目的とする人材像）は、次のとおりである。

戦略的な観点を持って廃止措置を推進していくスキルを持つ人材、すなわち、廃止措置に係る技術的な側面に加え、原子力利用におけるバックエンド分野（廃止措置と廃棄物の処理処分）の社会における重要性及びそれが与える社会的影響を理解している者であり、海外の良好事例を積極的に取り入れ、効果的かつ効率的な廃止措置推進を可能とする人材

なお、ここでいう戦略的観点とは、特徴分析、環境分析及びリソース分析並びに変化の把握に

基づき廃止措置事業の最適化を図る観点を指す。

また、“効果的かつ効率的”とは、廃止措置の進捗に伴い変化する対象施設の状況に応じた施策を講ずることであり、グレーデッドアプローチを適用している状態を指す。この状態にあるとき投入される資源の適正な分配が達成され、安全性も良好な状態が維持される。

1.4. 事業の構想

廃止措置の段階は、運転又は供用の段階とは異なりその事業が社会に便益を与えることはない。“放射性廃棄物が不安定な状態で存在する”という社会的には負の状態であるものを解消していくということが事業の本質である。このような事業を遂行していくためには強い使命感が求められる。このためには、単なる“廃止措置の技術者”ではなく、廃止措置の社会的意義を理解した“廃止措置を技術的側面及び社会的側面の両面で統括する専門家”としての意識が必須となる。“目的”で掲げた人材育成プログラムは、このような人材像を具現化するものである。

上記を踏まえ、本課題では次のような講義及び実習並び現地視察を実施することを通して人材育成プログラムを構築する。

- ① 廃止措置の計画及び実施に係る技術的側面に関わること（講義）
- ② 戦略の構築に必須の3項目（特徴分析、環境分析、リソース分析）に係ること（講義、実習）
- ③ 状況の変化に対応するスキル（グレーデッドアプローチの適用）に係ること（講義、実習）
- ④ 原子力発電所又は核燃料サイクル施設などの廃止措置実施状況の視察（視察）
- ⑤ 海外の廃止措置の実施状況視察及び現地技術者との議論を通して課題解決を可能とするスキル習得（講義、実習、視察）

この他に、原子力全般に関わる知識を文系の学生又は理系であっても履修していない学生を対象として、原子力の基礎的な情報を提供する基礎研修を実施した。

た。

また、講義及び実習を、オンラインで行うことを目的としたカリキュラム及び教材の作成を行った。

日 程：令和5年8月23, 24, 25, 26日（4日間）オンラインで実施

参加者：9名（高専専攻科生1名、学部生2名、大学院生6名）

2) 廃止措置の国内実施状況視察（国内視察）

“廃止措置の現場”を体験することを目的として、廃止措置実施状況の現地視察を行った。

日 程：令和5年9月11日

参加者：8名（高専専攻科生1名、大学院生7名）

訪問先：日本原子力発電株式会社 敦賀発電所、敦賀総合研修センター

3) 海外の廃止措置状況視察及び現地技術者との議論及び情報交換（海外研修）

先行する海外の廃止措置の状況を視察し、良好事例を吸収するために海外の廃止措置実施施設を訪問し、視察並びに廃止措置の戦略に係る事項についての議論及び情報交換を実施した。

日 程：令和5年10月29日～11月3日（6日間）

参加者：7名（高専専攻科生1名、学部生1名、大学院生5名）

訪問先：アメリカ・サンオノフレ原子力発電所、スリーマイル島原子力発電所2号機

内容の概略：事前課題調査、議論及び情報交換、現場視察、事後課題

事前実習をオンラインにおいて、10月に不定期で実施した。事前研修において、視察先の廃止措置に関する情報を学習するとともに、課題をとりまとめ、質問事項を現地にあらかじめ送付した。アメリカの廃止措置状況について、サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所2号機の視察を実施するとともに、現地技術者との議論及び情報交換を実施した。

なお、学生1名がサンオノフレ原子力発電所訪問後にインフルエンザにかかり、スリーマイル島原子力発電所2号機は訪問できずに帰国したが、サンオノフレ原子力発電所訪問により十分な成果を上げることができた。

4) 事業の総括

本年度実施事業全体の総括を行った。

コンソーシアムとの連携についても検討を行った。具体的には、本事業の応募等についてコンソーシアムにも情報共有するとともに、令和5年10月19日に実施されたコンソーシアム総会に資料を送付し、情報共有を実施した。

また、「原子力オープンキャンパス」（開催日：8/24、場所：近畿大学）に参加した。

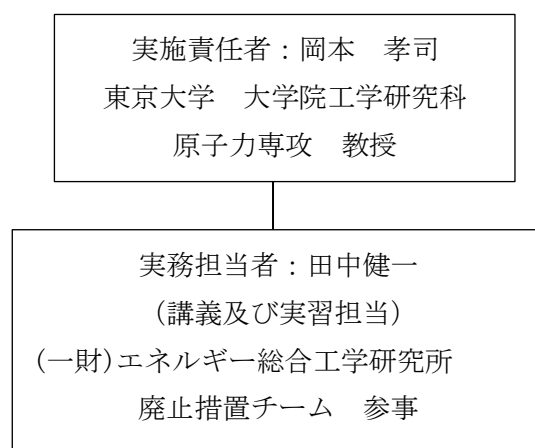
さらに、本事業に関する成果について、令和6年3月26日に、日本原子力学会春の大会において、令和4年度及び5年度海外研修に参加した学生4名より報告を行い、討論を行った。

表. 育成対象及び人数、効果等（実績）

実施項目	令和5年度 実施概要	育成 対象者	単位化 の予定 及び方 法	育 成 人 数	育成人数の内数					満足度・ 達成度・ 原子力興 味の評 価方法	その他（教材 やプログラ ムの他機 関での 利用数、 閲覧 数等）
					他 機 関	他 分 野	社 会 人	中 高 生	海外 渡航 者		
1) 講義 と実習	オンライン で講義と実 習	大学院生・ 学部生・ 高専生	なし	9	9	1	0	0	0	アンケート による	特になし
2) 国内 視察	国内廃止措 置現場を視 察	大学院生・ 高専生	なし	8	6	1	0	0	0	アンケート による	特になし
3) 海外 研修	海外廃止措 置現場で情 報交換	大学院生・ 学部生・高 専生	なし	7	6	1	0	0	7	アンケート による	特になし
4) 事業 の総括	事業総括及 び学会報告	大学院生	なし	4	3	1	0	0	0	アンケート による	特になし

2.3. 体制

実施体制を図 2.3-1 に示す。本事業は東京大学取り纏めのもと、協力機関として（一財）エネルギー総合工学研究所が参加した。



3. 令和5年度の成果

3.1. 戦略的観点を持つ廃止措置ゼネラリストの育成のための講義と実習

(1) 講義資料の作成と実施

ア) 講義資料の作成

本事業の目的とする人材育成のために、下記の教材を作成した。

① “廃止措置に必要な技術（対象施設の特性評価、除染技術、解体技術、安全管理、費用評価）に係ること”について

- ✓ 廃止措置の目的と概要
- ✓ 廃止措置の安全
- ✓ 放射性廃棄物の処理処分

② “戦略の構築に必須の3項目（特徴分析、環境分析、リソース分析）に係ること”について

- ✓ 廃止措置のプロジェクト管理
- ✓ 廃止措置の戦略
- ✓ 廃止措置で取り扱う情報

③ “状況の変化に対応するスキル（グレーデッドアプローチの適用）に係ること”について

- ✓ グレーデッドアプローチ

イ) 講義の実施

1) 講義及び実習の実施日時

講義及び実習を下記のとおり実施した。

令和5年 8月23日（水）、24日（木）、25日（金）、26日（土）の4日間

（実習を含む）

研修時間：午前9時から午後5時30分（昼休み：12:00～13:00）

2) 研修及び実習のスケジュール

研修及び実習のスケジュールは表3.2-1の通りとした。

表 3. 2-1 講義及び実習のスケジュール

	1日目 8月23日(水)	2日目 8月24日(木)	3日目 8月25日(金)	4日目 8月26日(土)
9:00-10:30	廃止措置の概要	プロジェクト管理	課題演習 グループ学習	課題演習 グループ学習
10:40-12:00	廃止措置の安全	廃止措置プロジェクト管理		
12:00-13:00				
13:00-14:30	廃止措置で 取り扱う情報	廃止措置の戦略	課題演習 グループ学習	課題演習 グループ学習
14:40-16:00	廃棄物の 処理処分	廃止措置の 最適化		
16:10-17:30	課題演習(1)	課題演習(2)		グループ学習 報告会

3) 研修案内及び事前研修課題

本事業で実施する研修（講義及び実習）の概略及び受講に関わる事項を周知するため、“研修案内及び事件研修課題”を作成し、研修生に事前送付した。研修案内及び事件研修課題の内容は次の通りである。

- ① 研修の目的
- ② 研修の概要
- ③ 研修及び実習のスケジュール
- ④ 研修及び実習内容の紹介

4) 事前課題

廃止措置の研修に先立ち“事前課題”も併せ送付した。事前課題は、研修で受講するものの理解をより深めるため、この事前課題を準備した。この事前課題は次の意図の下に実施するものとした。

事前課題は、この研修で習得する重要な技能に関するものを取り扱っている。事前課題の目的の一つは、課題の回答を“作り出す”ことを求めるのではなく、研修を受講する前の段階における研修生の知識の範囲を明確にするものとして設定した。また、事前課題と向き合うことで個々の講義の中にある重要な事項を事前に知っておいてもらうことも目的の一つとした。すなわち、事前課題には、自分の現在を確認することと個々の講義の中で習得すべき事項の重要度を予め把握することを目的とした。

今年度から事前課題の形式は、対話型 AI (ChatGPT) を用いて課題を作成するものに変更した。事前課題の形式は次の通りとした。

- ✓ 研修生に事前に知っておいてほしい内容について対話型 AI (ChatGPT) に問い合わせる

答を得る。これを課題として使用する。

- ✓ 対話型 AI (ChatGPT) は国内の実情に照らすと明らかな誤り又は不正確な表現が相当数存在する。
- ✓ 研修生には、この対話型 AI (ChatGPT) の回答を読み、明らかな誤り又は不正確な表現を指摘し、正しい内容を答えることを求める。

以上のような課題にした場合、明らかな誤り又は不正確な表現があるものの研修に先立ち知っておいてほしい内容について知識を得ることは可能なる。その上で、明らかな誤り又は不正確な表現を見つけ出し、修正することで講義に先立って必要な知識を得ることを期待できる。

事前課題は次の内容とした。

事前課題 1 : 原子力発電所及び原子炉について ChatGPT に対して質問したところ次のような回答がありました。ただし、内容に不正確なところがあります。不正確なところを指摘して修正してください。

事前課題 2 : 原子力発電所の廃止措置について ChatGPT に質問したところ次のような回答がありました。ただし、内容に不正確なところがあります。不正確なところを指摘して修正してください。

事前課題 3 : 原子力発電所の廃止措置が抱える課題について ChatGPT に質問したところ次のような回答がありました。ただし、内容に不正確なところがあります。不正確なところを指摘して修正してください。

事前課題 4 : 国内では 24 基の原子力発電所が廃止措置をおこなっています。しかしながら、廃止措置で発生する低レベル廃棄物の処分の目処が立っていません。このままであると計画が遅延する恐れがあります。実際、日本原子力発電(株)東海発電所の廃止措置は、このために数回の計画変更を余儀なくされています。このような事態を避けるためにはどのようなことをすれば良いでしょうか。何をすれば良いか、それを実現するにはどうすべきかを考えてみてください。解答は、(1) すべきこと、(2) それをするための前提条件、(3) それをするために障害になりそうなこととその対応策の 3 項目について ChatGPT に質問したところ次のような回答がありました。ただし、内容に不正確なところがあります。不正確なところを指摘して修正してください。(この課題は、ステラテジー(戦略)の策定、及び、目的、目標の設定を理解するために研修(実習)の中で課題として皆で議論していただくこととなります。)

事前課題 5 : 事前課題 4 で ChatGPT が回答している 3 つの事項を実現するための戦略を、さらに ChatGPT に提案してもらいました。この提案について確認しておくべき事項、解決すべき課題を列記してください。

事前課題 6 : 自分自身、又は、身の回りの人に原子力発電所の廃止措置について疑問に思うこと、心配していることを聞き、研修前の段階での知識でその解答を考えてみてください(自分自身の場合は自問自答)。質問する相手は原子力に直接関わりのない人を選んでください。

(この課題は、ステークホルダとの関係を理解するために研修（実習）の中で課題として皆で議論していただくことになります。)

5) 研修及び実習でのデータ共有について

講義及び実習で用いる教材、事前及び事後課題の提出、及び、課題演習での情報共有には、本事業ように設定した Google drive の共有フォルダを使用した。

6) 事前、事後課題の採点

研修生から提出された事前及び事後課題の採点を行った。採点の方法は次の通りである。

- ・採点は、1点から3点の3段階で行う。
- ・事前課題については、2点を標準的な回答とし、これに満たないものを1点、これは超えると判断されるものに3点を与える。
- ・事後課題については、事前課題に研修受講によって得られた知識が付加されていると判断されるものを2点とし、事前課題と変わらない場合は1点、得られた知識にさらに独自の調査や考察などが見られるものに3点を与える。
- ・事前課題と事後課題の差異は、研修受講の成果と判断できる。このため事後課題の点数より事後課題の点数が上がった者には、点数の差分を加点することにした。例えば、事前課題が1点であったものが事後課題で3点であった場合、2点を加算するというものである。

(2) 実習資料の作成及び講義実施

ア) 実習資料の作成

実習は、グループ学習として実施した。グループ学習で用いた課題は、事前課題を用いた。実習実施時には、必要に応じて関係する資料の提供を行った。

イ) 実習の実施

実習は表1（再掲）のスケジュールのうち、次の通り実施した。

① 1日目 16:10-17:30 課題演習（1）

事前課題4をグループ実習として、研修生がそれぞれ取り組んできた事前課題をもとにして、グループごとの課題回答を取り纏め、グループごとに発表し、レビューを行った。

② 2日目 16:10-17:30 課題演習（2）

事前課題5をグループ実習として、研修生がそれぞれ取り組んできた事前課題をもとにして、グループごとの課題回答を取り纏め、グループごとに発表し、レビューを行った。

③ 3日目 グループ学習 9:00-17:30

4日目 グループ学習 9:00-16:00 成果報告会 16:00-17:30

事前課題6について、グループ学習で取り組み、グループごとに成果報告を行い、相互レビューを行った。

グループ学習は、研修生を2つのグループに分けて実施した。グループ学習では“X X X X”に関する戦略の構築”を行うこととし、プロジェクトマネジメントの手法と手順を用いて戦略の構築を行うことを課した。“X X X X”については、グループごとに各メンバーが事前課題6で検討してきた課題について話し合い、決定した。グループ学習として次のような課題を設定し、戦略の構築が行われた。

- ✓ グループ1：廃止措置に若手人材を呼び込む戦略的プラン
- ✓ グループ2：原子力施設由来の廃棄物を扱う新会社設立に関わる戦略

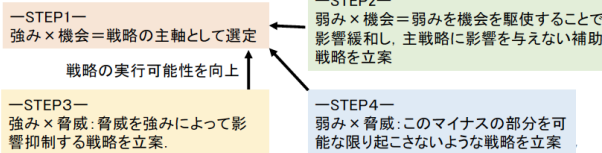
グループ学習は2日間という短期間ではあったが、プロジェクトマネジメントの手法と手順を適正に適用することによって質の高い成果が得られた。

クロスSWOT分析に基づく戦略の構築過程

AI,ロボット技術に関して

教育に関して

<p>内部要因 プログラム、研究者、エンジニア、専門家</p> <p>強み Strength 強みスコア: 25 豊富な技術的知識 豊富な人材の確保 人材の流動性が高い</p> <p>弱み Weakness 弱みスコア: 15 人材の確保に課題 人材の流動性が高い 人材の確保に課題</p>	<p>外部要因 企業、大学、政府、市民、投資家、ベンチャーキャピタル</p> <p>機会 Opportunity 強みスコア: 25 企業からの投資 政府からの補助金 市民からの寄付</p> <p>脅威 Threat 弱みスコア: 25 企業からの投資 政府からの補助金 市民からの寄付</p>	<p>内部要因 技術者、研究者、投資家、教育機関</p> <p>強み Strength 強みスコア: 25 豊富な技術的知識 豊富な人材の確保 人材の流動性が高い</p> <p>弱み Weakness 弱みスコア: 15 人材の確保に課題 人材の流動性が高い 人材の確保に課題</p>	<p>外部要因 企業、大学、政府、市民、投資家、ベンチャーキャピタル</p> <p>機会 Opportunity 強みスコア: 25 企業からの投資 政府からの補助金 市民からの寄付</p> <p>脅威 Threat 弱みスコア: 25 企業からの投資 政府からの補助金 市民からの寄付</p>
--	--	---	--



立案したAIに関する戦略

AI及びロボット技術を廃止措置現場で駆使するための戦略

- AI及びロボットが有する精度、効率、情報を駆使して、廃止措置の古典的な作業工程・意思決定を刷新する。(主戦略、強さ×機会)
- 国際間の英知を結集し、廃止措置に活用されるAI技術を革新する。(主戦略、強さ×機会)
- 一方で、廃止措置に係る人材が不足していることは、AIが有する作業の効率化等の強みを利用して、人工知能とロボット技術を利用して、一部の人材の需要を代替することで、上記戦略を達成する。(主戦略を補うための戦略、強み×脅威)
- AI及びロボットの適用は、法で規制されてくる場合がある。新技術の利点を活用し、信頼性を高め、法律上の許可を得る。(主戦略を補うための戦略、強み×脅威)
- AIは信頼性に課題を有している。英知を結集することにより、信頼度を高め、エラー発生率を減らし、より成熟した新しい技術で旧来の技術に取って代わる。(主戦略を補うための戦略、弱み×機会)
- 一技術の信頼性を向上させ、国際交流と技術共有を促進し、さらに技術を精進する。(主戦略を補うための戦略、弱み×機会)
- 一開発段階で技術の精度と信頼性を保証し、より完全な管理と実施モデルを構築し、人の管理と実施を代替する。(主戦略を補うための戦略、弱み×脅威)
- 一信頼度に影響を与えるエラーを防ぎ、信頼度を高めることで法的な許可を得る。(主戦略を補うための戦略、弱み×脅威)

立案した教育に関する戦略

実践的な教育による国際的視野を有する技術者育成プログラムの実施戦略

- 一座学のみならず国際交流、学会・シンポジウムを通じた実践的な教育の実施(強み×機会)
- 一若手が活躍することにフォーカスする教育(強み×機会)
- 一一方、国内教育及び実績の不足が問題となる。国際的な協力という機会を駆使することで、実績ある海外からの実践教育を得ることができ、補填することができる。(弱み×機会)
- 一原子力が有する負のイメージが戦略の妨げになる恐れがある。一方で、強みとして挙げられている教育水準向上を実施することにより、風評被害を抑制することにつながり、世間的なイメージを改善することが期待できる。(強み×脅威)
- 一実践的な教育プログラム、強みである国際交流、学会・シンポジウムを組み合わせることによって若手の興味を引くことができ、人材確保につながる。
- 一教育内容を充実させるため、教育者への採用方式を確立し、教育者の人材不足、教育の質向上。

図 3.2-1 グループ 1 が構築した “若手人材を呼び込む戦略”

クロスSWOT分析

	強み (Strength)	弱み (Weakness)
機会 (Opportunity)	<ul style="list-style-type: none"> 賛同する原子力発電所から独自の廃棄物処理の業務を受注できる (81) 原子力発電所由来のクリアランス以下の廃棄物を処分し地球環境に貢献する (81)。 南部鉄路と原子力発電所のコプラにより、地域特性を持った商品を提供する (81)。 原子力発電所由来のコンクリート資材を使った建造物で商機を得られる (81)。 スラッグの最終処分問題を解決する (81)。 	<ul style="list-style-type: none"> 競争他社と比較して価格乖離がある問題は、南部鉄路や安部忠雄設計のハイブランド化で解決を図る (81) 高い線量のスラッグが発生した場合は、発電プラント関係者と知恵をひねり処分方法を検討する (81) 工場立地問題は、電力会社に土地を借りるなどして解決を図る (54)。 従業員確保の問題は、南部鉄路等のハイブランドを活用し、優秀な人材を確保する (54)。
脅威 (Threat)	<ul style="list-style-type: none"> 反対派の妨害に対し、廃棄物一元処理を説得し協力者になってもらう (81)。 不買運動に対しては、コプラ関係者を通じ、その魅力を発信し理解を得る (81) 顧客不足・販売代理店不足は、さとするサイト、ふるなびサイト等をフル活用する (54) 出資者不足は、社会的重要性を説得し解決を図る (54)。 	<ul style="list-style-type: none"> 反対派や不買運動問題は、反対派の動きを電力会社や国・警察等から従業員にあらかじめ情報入手し、共有対応し、従業員のロイヤリティを確保する (54)。 価格劣位・出資者不在・販売代理店不在問題は、顧客や協力者を探す中で漸次的に解決を図る (54)。 スラッグ問題は、自社での解決を視野に入れた自治体への支援・連携も図る (54)。
<p>スクリーニングの理由 リスク登録簿：計54点以上 ただし影響度3以上。ステークホルダーの管理簿：影響度高以上。</p>		

策定された戦略 (強み×機会)

策定された戦略 (脅威や弱みへの対応)



図 3.2-2 グループ 2 が構築した “新会社設立に関わる戦略”

(3) 参加者

研修生は、ホームページ(<https://hairo.net>)及び「受講生募集のお知らせ」により募集を行った。募集の告知は原子力学会のメーリングリストの他、個別に大学に案内を送付した。

この結果、11名の受講申し込みがあった。当日都合により参加できなくなった学生などがあり、下記の参加者9名(学部生2名、大学院生4名、高専生1名)が参加した。受講生は7名が工学系の所属であり、今年度始めて予定した文系の大学院生の申し込みがあった。

A	埼玉大学大学院人文社会科学部研究科経済経営学専攻，博士課程1年
B	東海大学院工学研究科応用理化学専攻原子力領域，修士1年
C	東海大学大学院工学研究科応用理科学専攻，修士1年!
D	東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系原子核工学コース修士2年
E	香川高等専門学校電子情報通信工学専攻科2年
F	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻博士3年
G	京都大学 エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 博士課程1年
H	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 修士課程2年

(4) 基礎研修

廃止措置を学ぶためには、原子力に関する基礎的な知識は不可欠である。そもそも廃止措置を行う対象がどのようなものであるかという知識なしに廃止措置に対する理解はあり得ない。このため、原子力を専門としていない学生に対して、研修前に基礎研修を実施している。この基礎研修では次の内容の講義を行なった。

- 1) 原子力とは
- 2) 原子力発電所
- 3) 放射能と放射線
- 4) 廃棄物の処理処分

日程：令和5年8月21日

参加者：4名(学部生2名、高専生1名、大学院生1名、オンラインで実施)

3.2. 廃止措置の国内実施状況視察（国内視察）

国内の廃止措置段階にある原子力施設に対して令和5年9月11日福井県敦賀市にある日本原子力発電（株）の視察を行った。

（1）日本原子力発電㈱ 敦賀発電所

廃止措置期間中の敦賀発電所1号機（BWR）の視察を行った。

国内施設の視察のスケジュールは下記のとおりである。視察先は次の通りである。

- 1) 敦賀発電所1号機 原子炉建屋（1,4,5階，地階），タービン建屋（1，3階）
- 2) ドラムヤード（固体廃棄物貯蔵庫）C棟

日 時	スケジュール	場 所	備 考
【9/10】 17:00	敦賀駅待合室集合	バス	夕食は事前に済ませるか弁当購入下さい。
17:10	敦賀駅⇒敦賀総合研修センター移動	バス	
17:50	敦賀総合研修センター宿泊棟チェックイン ① 宿泊手続き・諸注意 ②スケジュール 説明	宿泊棟 談話室	
【9/11】 7:30	朝 食 宿泊棟チェックアウト	宿泊棟 1F 食堂	
8:20	敦賀総合研修センター⇒原子力館 移動	バス	
9:00	発電所視察 ① 原子力館 入域手続き&概要説明(30) ② 敦賀発電所1号機 タービン建屋（3階，1階） 原子炉建屋（5階，4階，1階，地階）	PR 館 敦 1	身分証明確認 状況確認シート提出
12:00	原子力館視察 ・原子力館 クリアランス展示案内	原子力館	
12:15 (45)	昼 食（弁当）&休憩	原子力館	
13:00	発電所ご視察 ・ドラムヤード（固体廃棄物貯蔵庫）C棟	ドラムヤード	
14:00	発電所員との意見交換	原子力館	
14:50	原子力館⇒敦賀駅 移動 敦賀駅15:30着	バス	

(2) 参加者

A	埼玉大学大学院人文社会科学研究科経済経営学専攻，博士課程1年
B	東海大学院工学研究科応用理化学専攻原子力領域，修士1年
C	東海大学大学院工学研究科応用理科学専攻，修士1年!
D	東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系原子核工学コース修士2年
E	香川高等専門学校電子情報通信工学専攻科2年
F	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻修士2年
G	京都大学 エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 博士課程1年
H	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 修士課程2年

(3) アンケート

出席した学生に対してアンケートを実施した。アンケートの項目と結果の平均値は下記の通り。研修前後でおおむね前向きな回答を得た。

廃止措置に関する知識（の習得）については研修前が2.57，研修後が4.00となっており，研修の相応の効果があったものと判断できる。原子力を就職先，進学先に選択するかという問いに対しては，研修前後とも4.00であり，この研修に参加する学生らの原子力に対する関心の高さがうかがえる。また，講義及び実習についての評価並びに現地視察についての評価はともに5点（満点）でありも，大変高い評価を得ることができた。

(1) 廃止措置に関して研修(現地視察を含む)の前後の状況についてお聞きします。

a) 研修のまえの状況はどうでしたか

- ①ほとんど知識がない／②用語を知っている程度／
③理解をしているが部分もあるが、分からない部分がまだかなりある /
④一通り理解している／⑤内容を理解し、応用することができる

b) 研修を受けてどう変わりましたか

- ①ほとんど知識がない／②用語を知っている程度／
③理解をしているが部分もあるが、分からない部分がまだかなりある /
④一通り理解している／⑤内容を理解し、応用することができる

(2) 原子力に関して、研修(現地視察を含む)の前後の状況についてお聞きします。

a) 研修のまえの状況はどうでしたか

- 就職先、進学先として、原子力・放射線分野に
①関心を全くもっていない／②あまり関心を持っていない／
③ある程度関心を持った／④関心をもった／⑤非常に関心をもった

a) 研修をうけてどう変わりましたか

- 就職先、進学先として、原子力・放射線分野に
①関心を全くもっていない／②あまり関心を持っていない／
③ある程度関心を持った／④関心をもった／⑤非常に関心をもった

(3) 研修について満足度を教えてください。

a) 講義と実習(8/23-26)

①まったく満足していない／②あまり満足していない／③どちらともいえない

④概ね満足した／⑤満足した

a) 現地研修(9/11)

①まったく満足していない／②あまり満足していない／③どちらともいえない ④概ね満足した／⑤満足した

質問項目	(1) 廃止措置		(2) 原子力		(3) 満足度	
	a)研修前	b)研修後	a)研修前	b)研修後	a)講義実習	b)現地研修
平均値	2.57	4.00	4.00	4.57	5.00	5.00

3.3 海外の廃止措置状況視察及び現地技術者との議論及び情報交換（海外研修）

(1) 準備研修

米国サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所の技術者との技術情報交換を行うための資料準備を行うための準備研修を実施した。準備研修は次の通り実施した。

9月22日 キックオフミーティング

キックオフミーティングでは、研修準備の進め方及びドンレイ原子力施設の解説を行った。

この内容を受けて研修生の議論を通して、サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所との議論テーマは8月に実施した実習のテーマと同じとした。

- ✓ 廃止措置に若手人材を呼び込む戦略的プラン

“Strategy for attracting Young Generation into Decommissioning Activity of Damaged Nuclear Power Plant.”

- ✓ 原子力施設由来の廃棄物を扱う新会社設立に関わる戦略

“A strategy for establishing a new company which handles extreme low-level waste originated from NFs”

この他に、次の資料を作成することにした。

- 1) 研修生の自己紹介

(2) 技術交換会議の準備

上記(1)で示した資料の作成と内容の議論のため、準備作業会をオンラインで実施した。オンラインによる作業会は、キックオフミーティング以降合計4回実施した。

また、この他に“LINE”のアカウントを作成し、研修生同士及び講師陣との不定期な情報交換をおこなった。

準備作業の成果として、次の3種類の資料を作成し、サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所に送付した。

1. “Strategy for attracting Young Generation into Decommissioning Activity of Damaged Nuclear Power Plant.”
2. “A strategy for establishing a new company which handles extreme low-level waste originated from NFs”
3. Self-Introduction

(3) 海外視察

10月29日から11月3日にかけて、米国サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所を訪問し、技術交換会議を実施した。会議のスケジュールは表3.3-1の通りである。

月日	行程	説明
10月29日(日)	東京→サンディエゴ	集合(移動)
10月30日(月)	SONG 訪問	・廃止措置状況の視察 ・技術情報交換会議
10月31日(火)	サンディエゴ→ハリスバーグ	(移動)
11月1日(水)	TMI2 訪問	・廃止措置状況の視察 ・技術情報交換会議
11月2日(木)	ハリスバーグ→	(移動)
11月3日(金)	→ 東京	帰国・解散

表 3.3-1 海外研修スケジュール

(4) 参加者

A	埼玉大学大学院人文社会科学部研究科経済経営学専攻，博士課程1年
B	東海大学院工学研究科応用理化学専攻原子力領域，修士1年
C	東海大学大学院工学研究科応用理学専攻，修士1年!
D	早稲田大学先進理工学部化学生命化学科、四年生
E	東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系原子核工学コース修士2年
F	香川高等専門学校電子情報通信工学専攻科2年
G	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻，博士課程3年



SONGS 技術情報交換会議



TMI-II 現地視察

3.4 事業の総括

本年度実施事業全体の総括を行った。今後に向けて改善事項を抽出した。

(1) 日本原子力学会における報告と討論

2024年3月26日に、近畿大学にて開催された日本原子力学会春の年会において、下記シリーズ発表を実施した。4名の学生に、令和4年度及び5年度の海外研修に関する報告と討論を実施した。

1F01-07 原子力施設の廃止措置を統括するグローバル人材の育成

- | | |
|----------------------------|----------|
| (1) 背景と目的 | 岡本(東大) |
| (2) 人材育成プログラムの概要 | 田中(エネ総研) |
| (3) 原子力事業者としての関与及び育成事業への期待 | 和佐(原電) |
| (4) TMI2 視察と議論より得られたもの | 横山(東大) |
| (5) SONGS 視察と議論より得られたもの | 瀧波(埼玉大) |
| (6) ドンレイ視察と議論より得られたもの(1) | 橋本(東工大) |
| (7) ドンレイ視察と議論より得られたもの(2) | 地井(東海大) |

約50名の参加者があり、活発な討論が行われた。主な議論は下記の通り。

- ◆ 廃止措置の地元との連携
- ◆ 海外ステークホルダーグループの意義
- ◆ 廃止措置に興味を持つ学生を増やす方法
- ◆ 文系学生への人材育成の重要性
- ◆ 人材育成事業を継続する事の重要性

研修の成果を報告書として提出するだけでなく、発表と討論を通じて、学生の中でより高い知として結集させることができたと考える。学会発表を行うことは、人材育成事業としても極めて有意義であることが確認できた。

(2) 経営学専攻学生の参加

本事業は、事業の目的で説明している通り、廃止措置の計画及び実施並びに放射性廃棄物の処理処分というバックエンド分野にプロジェクト管理の手法を導入し、廃止措置というプロジェクトを戦略的観点でとらえ、推進していく人材の育成を目指すものである。この研修をより効果的なものとするために、異種の混合を企画した。

従来、廃止措置に限らず原子力の研修では、原子力、機械、建築などを専攻する工学系の学生、院生を対象とし、実際の参加もほぼこの範囲に限られる。大学、高専の違いがあり、研修を通して、研修生同士の情報交換や交流があり、相互に刺激のあることは間違いないが、同類であることは変わらない。原子力の喫緊の課題であるバックエンド分野については、工学的な要素に加え、経営的な知識とセンスの習得が必至といえるであろう。知識について講義や実習である程度身につくものではあるが、センスについては同類が集まっても決して磨かれて

いくものではない。このために異種との交流が必要である。また、経営学を学ぶものが原子力の分野に触れることで、原子力にこれまでと違う効果も生まれてくるものと期待していた。

昨年度の総括で経営学専攻の学生、院生の参加を促す策として、“同類に近い異種”の交流から進めていく方策を検討していくこととしていた。今年度は1名ではあるが経営学科の大学院生の参加があった。普段の学業では交流することの少ない文系学生との交流は、工学系学生の良い刺激になったであろう。1名だけ参加した文系学生も同様であろう。

(3) 事前、事後課題実施の徹底と質の向上

この事業は、参加した学生、院生の大学で、単位認定されるわけではない、すなわち、この研修への参加は、まったく参加する学生、院生の自主的な行為であり、参加について何らかの強制力やインセンティブがある訳ではない。

廃止措置をはじめとする原子力のバックエンド分野へ関心を持つ学生、院生は少なくなく、学業との調整ができれば参加したいという者は多い。実施時期を長期の休暇に設定することは一つの解決策ではあると考え、今年度は、海外研修の準備を除きその時期に実施することにした。

また、これに併せ、実際の研修に先立ち実施する事前課題、また、研修終了後に知識の定着を目的とする事後課題の実施方法について全面的な見直しを行なった。

昨年までの事前課題では、取り組むべき課題について必要な解説を併せて送付しているが、学生、院生のバックグラウンドの違いにより、課題に取り組むための情報として充分であったかについては確認できていない。実際に提出されたものを見ると玉石混交では言い表せないようなレベルの差が発生してしまっている。また、事前課題を見て研修の受講を躊躇し、結局、受講しない者もいた。

このような点を改善するために、事前の知識として知っていてももらいたい事項について例文を、対話型 AI(ChatGPT)を用いて作成し、この例文を読み、国内の実情に照らし合わせた場合に明らかな誤りで開くところ及び/又は不正確なところを指摘させ、修正することを求める形式とした。例文には誤りや不正確な部分があるにしても、研修で学ぶべきことを事前に知ることができること、及び、誤りや不正確なところを探し修正しようとすることで自分が理解できていないところを把握できることなどから、昨年までの研修に比べ効果は上ったものと判断している。実際、提出された事前課題は昨年までのものと比して研修生間のばらつきが小さくなり、回答の質も向上していた。

➤ 研修生の感想（原文のまま）

- ✓ 最近では、検索をする代わりに ChatGPT に聞くことも多くなっていたので、改めて文献や参考資料で調べる良い機会になった。
- ✓ 廃止措置に関する問題について ChatGPT が答えた文章を修正するという課題は初めてであり、とても面白い内容であった。しかし、先生方が指摘された細かい違いに気づくことができず、とても難しかった。課題を踏まえて、廃止措置に対する理解を深めることができ、とても良かったです。
- ✓ 最近話題に上がることの多い ChatGPT に原子力発電や廃止措置、廃止措置の課題について

質問し、その回答から不正確なところを指摘する課題はこれまでにない画期的な内容であったと思う。内容については概ね正しいと思っても若干の間違いがあったり、微妙な表現の違いがあるなどよく調べないとわからないような問もあり、自身の原子力発電所や廃止措置に関する知識の習得と復習のよい機会となった。また、8月に実施された講義の中での課題演習で回答の確認を行ったときには私が思っていた以上に間違いがあり ChatGPT の不正確さについても気づかされ、利用する場合は自身でよく確認しながら使用しなければならないと感じた。

(4) 海外研修（サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所）

海外研修については、現地訪問を行うことができた。現地でのディスカッションや現地で廃止措置の状況を体験する事の重要性を改めて確認した。以下に、学生からの感想を記す。

1) 研修生の意見, 感想 (原文のまま)

ア) SONGS について

- ✓ 現場では廃棄物が貨物列車に積まれている場面を実際に見せていただくことができた。広大な廃止措置の現場だからこそ、ルーチンワークの諸作業がシンプルになっているのを感じた。例えば、笛を1, 2回吹くことで、北方向, 南方向に汽車が動くよう指示する等。
- ✓ 現場視察では、建屋の海側部分がごっそりと取り除かれており、廃止措置現場のスムーズさを感じた。あのような大胆な廃止措置戦略を日本が取ることができれば、もっと廃止措置がスムーズになると感じた。
- ✓ SONGS での研修で驚かされたことは、廃止措置の開始から一度も計画が変更されずに進んでいるということだ。鉄道が敷設されており、廃棄物の運搬のために用いられていたが、その敷設する場所などについては、廃止措置が開始される際に全て決定され、そのまま全て進行されているという。これは、「途中で計画を変更すると、ある人には伝わるかもしれないが、そのほかの人々に伝わらなかったときに、問題が発生する。多くの人々が関わる原子力発電所だからこそ、そんなことは行えない。」なるべく計画の変更を嫌う彼らは日本とは真逆だと感じた。
- ✓ 現地の発電所の解体はかなり進んでおり、発生した廃棄物についても鉄道を用いて運搬しているところが日本との大きな違いだと感じた。また、過去に見学した福島第一原子力発電所や敦賀原発などの現場と比較して通路や空き地にゴミや工具が置かれていることや作業員の服装が軽装であること、敷地内に入る際に入口に警備員などがおらず、受付でも日本のように厳重な身分確認を行わないなど、セキュリティに関する違いを感じた。
- ・アメリカでは安全性は勿論のこと、効率的に進めるための技術が確立されていた。
- ・原子力発電所の金属リサイクルが注目すべき動きだとの意見が得られた。そのなかで、アメリカでの受け入れ可能性については、アメリカにおいて発電所由来の金属を活用したビジネスモデルは成り立つ可能性が高いという結論に至った。
- ✓ 日本から用意して行ったプレゼンテーションはとても緊張したが、とても良い経験をするようになった。そもそも、アメリカ人の方に向けてプレゼンをする機会を持ったことがな

かったため、自分の英語が相手に伝わっているのか、またどの程度にスピードで話すべきなのかがわからなかった。質疑応答・議論の時間には、逆に現地技術者の英語を聞きとらなければならない、かなり苦戦した。横山さんや他の研修生曰く、私の解釈に間違っていた箇所が多くあったようで、きっと現地技術者の皆さんを困らせてしまったようであった。次回、このような研修に呼んでいた際には、もっと会話をうまくすることができるよう、英語の勉強を頑張ろうと思った瞬間だった。

イ) TMI-II について

- ✓ まずサイト全般が写真撮影可能であったことにとっても驚いた。TMI のワンスルー型 PWR の模型を見せていただいた。模型を使うことで全体概要を掴むことができたし、いまだに格納容器底部に高線量領域が残存していることが印象的であった。冷却塔が残されていることが印象的であった。
- ✓ 解体撤去にかかる遠隔操縦などのモックアップも備えられており、作業者が訓練する現場が整えられていると感じた。
- ✓ 午前中はプラントの見学であり、はじめに解体の手順、複雑な箇所等の説明を模型を用いて解説していただいた。その後、実際に使用されていた中央制御室の見学を行った。ここでは、当時の写真や建屋の製図も掲示されており、当時の様子をうかがえた。加えて、事故の詳細を説明していただいた。また、遠隔操作のロボットが多くあり、改めて廃止措置事業は原子力分野のみならず総合的な技術が必要不可欠だと実感した。
- ✓ 遠隔で作業を行うスペースが設けられており、ゲーム機のようなコントローラーとボタンが机に埋め込まれていた。日本にもこのような技術に強い企業が存在するので取り入れるべきだと思う。
- ✓ 滞在先からスリーマイルに向かう途中、大きな冷却塔を遠くから見る事ができた。教科書では見たことがあった景色を間近で見ることができ、嬉しかった反面、歴史上の事実として扱っていたものが、急に「自分ごと」になったような気がして、少し変な気分になった。TMI のプラント敷地内は、SONGS よりも整頓されている印象を受けた。”事故があった原子炉”だからこそ、2 度と過ちを繰り返さぬように、従業員の意識が再徹底されているのか？と解釈した。
- ✓ 現地技術者との討論は極めて有用なものであった。今回は若い世代を上手く廃止措置に呼び込むことを対象としたが、アメリカでも同様に廃止措置への関心は薄くなっており、その中で上手く廃止措置に人材を呼び込むための TMI ならではの取り組みなどを紹介していただいたことが印象的だった。
- ✓ 廃止措置の技術的な教育だけでなく、社会科学に関する教育も同等以上に扱っていることが印象的であった。特に、歴史学が参画し、世代を超えてこの事故を伝承しようとしていることが極めて印象的であった。
- ✓ 廃止措置のように非常に魅力的でない現場だからこそ、長期的に活躍できるし、若者は活躍できるフィールドがたくさんあるとむしろポジティブに考えていることが極めて印象的であった。
- ✓ 日本と同じように廃止措置に関する認知度はアメリカ国民にも低いと伺った。しかし、日本と異なり廃止措置を含めて原子力発電のサイクルの一つであるという認識より、廃止措置は

別であると考えるものが少ないからだという意見があった。私もこのプロジェクトの参加前ではこのような認識が少なからずもあったので、この問題は廃止措置の認知度を上げる手掛かりになると思う。

- ✓ 廃止措置の魅力について、今日明日で変わる様変わりする問題を一つ一つ解決していくことやまだまだ廃止措置をする原発はたくさんあり、競争率も低いため職として安定していると伺った。確かに職が安定しているという点は魅力的であるが、認知度が無いため、競争率が低いところが皮肉めいている。

(5) まとめ

- コンソーシアムとの連携についても検討を行った。具体的には、本事業の応募等についてコンソーシアムにも情報共有するとともに、令和5年10月19日に実施されたコンソーシアム総会に資料を送付し、情報共有を実施した。
- 「原子力オープンキャンパス」（開催日：8/24、場所：近畿大学）に参加した。
- 戦略的観点を持つ廃止措置ゼネラリストの育成のための教材を作成し、講義と実習をおこなった。また、習得すべき事項の重要度を把握し、得られた知識の定着を目的として事前課題及び事後課題を研修生に課した。
- 原子力発電所及び廃止措置の現場を実際に視察することで、廃止措置に係る知識の深層理解を図った。
- サンオノフレ原子力発電所及びスリーマイル島原子力発電所を視察する海外研修により、海外の廃止措置現場を知るとともに、課題についてディスカッションを実施した。
- 研修生に対してアンケートを実施した。3年間の結果は以下の通りであるが、研修生の満足度は高いものであった。

	令和3年度	令和4年度	令和5年度
研修実習満足度：	4.80	4.80	5.00
国内視察満足度：	4.83	5.00	5.00

*アンケート評点は5点満点

4. 結言

今年度、米国海外研修のアテンドをしてくださったエネジーソリューション社のコリン・オースティン氏は、廃止措置で重要なことはマネジメントであると常々主張されている。廃止措置に必要なものは技術開発ではなく、既存の資源（人、もの、金、情報）をいかに活用していくかであるとも言っている。このような廃止措置に対する考え方の徹底によってエネジーソリューション社は廃止措置をビジネスとして整理させ、十分な利潤をあげているのであろう。

翻って日本国内の実情を見れば、国情（国民感情、規制の状況、廃棄物処分の課題など）の違いを差し引いても決して廃止措置が合理的に進められているとは言えない。このような状況の改善の一つとして、次代を担う若手人材に“廃止措置はどう進めるべきか”を正しく理解してもらうことがある。

本事業はこのような実情を踏まえ“廃止措置におけるマネジメント”への深層理解の醸成を目指し3年間かけてその研修システムの構築と若手人材の育成を行ってきた。この3年間の取り組みの成果を以下に記す。

- ✓ 廃止措置という事業の特徴を踏まえ、その活動を適切に推進するための廃止措置プロジェクトマネジメントに関する研修システムを構築した。
- ✓ 廃止措置プロジェクトを合理的に計画し、円滑に遂行していくためには廃止措置プロジェクトを取り巻く外部及び内部要因を正確に把握して、最適な戦略を構築することが不可欠である。このような戦略の構築の手法について ISO21500 に準拠した手順の習得を可能にする研修システムを策定し、学生に対してそれを適用することでその有効性を確認した。
- ✓ ISO21500 の手法を廃止措置の特徴に合わせて適正に適用することにより、初学の者であっても 3.2 (2) 図 3.2-1 及び 2 に示すような品質の高いプロジェクト戦略の策定が短期間で可能になることの実証ができた。
- ✓ 研修による知識習得の効果を高めるための手順として、事前課題、講義、実習、事後課題、国内の廃止措置現場の視察及び海外の視察（海外の良好事例を現地で直接体験すること）の順で進めていくやり方を確立し、この有効性について研修を通して確認した。
- ✓ 事前課題、講義及び実習を通して得られた知識を定着させ、かつ、深層理解とするためには国内外の廃止措置の現場を視察することが極めて重要であり、効果があることを本研修によって実証した。