

国際原子力人材育成イニシアティブ事業成果報告書

＜課題名＞

機関横断的な人材育成事業「安全かつ合理的な原子力発電所廃止措置計画及び実施のための人材育成」

＜実施機関＞

東京大学大学院工学系研究科 原子力専攻

＜連携機関＞

(一財)エネルギー総合工学研究所, 日本原子力発電(株)

＜実施期間・交付額＞

27年度19, 454千円、28年度16, 483千円、29年度13, 842千円

＜当初計画＞

1. 目的・背景

計画的に営業運転を終了し廃止措置に移行する原子力発電所の安全かつ合理的な廃止措置計画の立案及び実施が可能な人材を育成する。

東海原子力発電所、浜岡原子力発電所1, 2号機に続き、5基の原子力発電プラントの廃止措置が決定された。廃止措置は、原子力発電所のライフサイクルの最終段階で行われ、実施期間は30～40年を要し、費用は数百億円におよぶ。期間について言えば、運転期間にほぼ匹敵する長さであることから、本業務の本質を理解した技術者の計画的かつ継続的な供給が必要となる。本業務では、安全かつ合理的な廃止措置計画を立案していくための知識、技能等を、座学を通して習得すると共に、原子力発電所実機のシミュレータ演習を行い、廃止措置を行う原子力発電所のライフサイクル全体を理解させたうえで、廃止措置の現場における研修を通して廃止措置実施の経験をすることで、廃止措置の準備から実施そして終了までを担当していくプロジェクトマネジメント（技術だけでなく、要員管理、コスト管理等も含む）能力を持つ技術者、さらには、将来的に廃止措置の監督を行う者（廃止措置主任者）となりうる資質を有する人材を育成する。

2. 実施計画

安全かつ合理的で社会的に受容される廃止措置の計画立案及び実施を担当していくことを可能とする力量や廃止措置計画をプロジェクトマネジメントできる技術者、さらには、将来的に監督を行う者（廃止措置主任者）となりうる資質を有する人材を育成することを目的として、机上研修及び現場研修（実習）のカリキュラム及び教材の整備を行う。初年度は机上研修のカリキュラムと教材を作成し、学生（大学院生を含む）を対象とした集合研修を実施する。2年目は、机上研修の実績に基づき初年度の成果であるカリキュラムと教材の改訂を行うと共に、若手社会人向けのカリキュラムと教材の整備を行う。また、現場研修（実習）のカリキュラム及び教材の整備を行い、学生と若手社会人を対象として集合研修を実施する。3年目（最終年度）は、2年目までの実績を踏まえ、机上研修及び現場研修（実習）のブラッシュアップを行うと共に、目標とする人材育成のために用いる教材を完成させる。

（1）机上研修

安全かつ合理的な廃止措置計画を立案していくための知識、技能等の習得を目標として下記事項を含むカリキュラムを構築し、必要な教材を作成する。

- ① リスクコミュニケーション
- ② プロジェクトマネジメントガイド
- ③ 廃止措置の概要・廃止措置の法令等
- ④ 廃止措置実施工事概要

- ⑤ 放射性廃棄物の処理及び管理
- ⑥ 安全確保対策

なお、①から⑦は、学生向けの研修として整備した。社会人向けには①から③を概要版とした原子力の前提を理解している者向けの教材とする。

また、研修の中で実際に廃止措置を実施中の発電所の視察を行う計画とする。

(2) 現場研修（実習）

廃止措置の現場を想定した実習カリキュラムと教材の整備を行う。実習では、机上研修で習得した知識を前提に、廃止措置の現場で実際に発生した事象に対するシミュレーション実習をグループ研修の形式で実施する。シミュレーション研修の成果は、廃止措置の現場で業務を行う技術者の講評を得ること及び意見交換を行うことを通して模擬的な現場体験を実現する。現場研修は、学生、若手社会人共に同じカリキュラムと教材とする。

(3) 海外研修

机上研修及び実習に参加した受講生から成績の優秀な者を選抜し、廃止措置が先行する海外の原子力施設の視察を行い、現地の技術者と情報交換を行う。情報交換では、研修生の各人が1件ずつ課題を担当し、プレゼンテーションの準備を行った上で、現地で情報交換を行い、その結果を報告書にまとめる。

<実施状況>

本事業では、3年間をかけて「安全かつ合理的な原子力発電所廃止措置計画及び実施のための人材育成」に必要なカリキュラムと教材の整備を行い、その有効性について机上研修と実習行って検証し、完全を行った。3年間にわたる実施状況は次の通りである。

(1) 初年度（平成27年度）

① 机上研修教材の整備

机上研修での知識習得の効果向上のため事前課題を作成し、研修実施前に研修生に送付し、事前の提出を求めた。また、机上研修のために次の教材を整備した。

- 1) 廃止措置の概要
- 2) 廃止措置関連法令
- 3) 放射能評価
- 4) 除染解体工事
- 5) 廃棄物の処理処分
- 6) 安全評価

② 机上研修の実施

日本原子力発電(株)の東海総合研修センター及び敦賀総合研修センターを利用して、合宿形式の集合研修を実施した。この研修では、①で示した教材による研修の他、原子力発電所に関する知識習得のため、両研修センターがそれぞれ所有する訓練用運転シミュレータで、原子力発電所の仕組みを学ぶ研修も行った。また、東海の研修では、日本原子力発電(株) 東海発電所、敦賀の研修では JAEA のふげん発電所の廃止措置状況を視察した。

③ 海外研修

東海及び敦賀の両方の研修生の中から事前課題及び事後課題の成績優秀者を選抜し、フランス CAE マルクール原子力施設及びスペインホセカブレラ発電所の廃止措置状況の視察を行うと共に、技術者との情報交換を行った。情報交換にあたっては、事前課題として訪問先の調査を

行い、下記課題について、プレゼンテーション資料を英語で作成することを事前課題として課した。

- 1) 廃止措置の状況
- 2) 除染方法の特徴
- 3) 解体方法の特徴
- 4) 廃棄物の処理処分

これらの項目について調査結果を報告書にまとめる事後課題を課した。

(2) 2年目(28年度)

① 机上研修の教材の整備

前年度の机上研修の実績を反映し、事前課題及び机上研修の改訂を行った。主な改定の理由は次の通りである。

- ・ 講義の内容としてふさわしくないもの、冗長な内容のものの削除
- ・ 講義内容の難易度の調整
- ・ 図表の更新
- ・ 新規知見の追加
- ・ 誤記、誤字などの修正

また、若手社会人を対象とした机上研修のための教材を(1)①に示し、上記改訂を行ったものを用いて整備した。ここでは、社会人として既に習得済であると判断される事項についての削除とより実務的な内容の追加を行った。

② 机上研修の実施

(2)①の教材を用いて、学生及び若手社会人を対象として以下の通り研修を実施した。

<学生対象>

敦賀総合研修センター開催 3日間の合宿研修

<社会人対象>

東京大学開催 2日間の通い研修

③ 現場研修(実習)教材の作成

現場を想定した実務研修のため以下の教材を作成した。

- 1) 放射能インベントリ評価
- 2) 廃止措置の安全対策(火災対策)

④ 現場研修(実習)の実施

(2)③で作成した教材を用いて、東海総合研修センターにおいて合宿形式の研修を、が鵜性対象に1回、若手社会人対象に2回実施した。実習の成果は、最終日に日本原子力発電の社員に対して発表を行い、講評をいただく共に情報交流を行った。

⑤ 海外研修

初年度と同様に研修生を選抜し、海外研修を実施した。2年目は英国セラフィールド原子力

施設とドイツのグライフスバルド発電所の廃止措置状況の視察を行い、現地技術者と情報交換を行った。また、マンチェスター大学ドルトン校で廃止措置を学ぶ院生との情報交換も行った。これら内容は事後課題として報告書にまとめ提出することを課した。

(3) 3年目（最終年度）

① 机上研修及び現場研修（実習）の教材の改訂

研修及び実習の実績を踏まえて、教材の改訂を行った。机上研修については、新規知見の追加が主な改訂内容である。実習については、時間内に課題が終了するために必要な情報の追加が主な改訂内容である。

② 机上研修及び現場研修（実習）の実施

下記の通り研修を実施した。

<学生対象>

机上研修 敦賀総合研修センター開催

現場研修 東海総合研修センター開催

<社会人対象>

机上研修 東京大学開催

現場研修 東京大学開催

③ 海外研修

初年度と同様に研修生を選抜し、海外研修を実施した。3年目は米国の3箇所の廃止措置中の原子力発電所（ソングス、ラクロッセ、ザイオン）と廃棄物処理場（クライブ）の視察と現地技術者との情報交換を行った。また、米国の廃止措置専門会社であるエナジーソリューション社を訪問し、廃止措置の進め方に関する議論を行った。



スペイン・ホセカブレラ原子力発電所 (H27 年度)
廃止措置現場を視察する学生参加者



アメリカ・ラクロス原子力発電所 (H29 年度)
格納容器内解体準備作業現場を視察

表 1. 育成対象及び人数（結果）

実施項目	実施プログラム	育成対象者	育成人数		
			27年度	28年度	29年度
(1) 机上研修	机上研修	学生	21	23	12
	机上研修	若手社会人	(未実施)	27	16
2) 現場研修	実習	学生	(未実施)	13	9
	実習	若手社会人	(未実施)	26	12
3) 海外研修	施設視察及び情報交換	学生	フランス、 スペイン 8	英国、 ドイツ 8	米国 8
		若手社会人	0	1*	0
		参加人数（実績）	29 名	98 名	57 名
		（参考指標） 交付額/参加人数	19,454/29 千円/人	16,483/98 千円/人	13,841/57 千円/人

※社会人の参加は、自費負担とした。

表 2. 実施スケジュール（結果）

項目	27年度 (四半期毎)				28年度 (四半期毎)				29年度 (四半期毎)			
① 机上研修教材の作成と改訂			←									→
② 現場研修（実習）教材の作成と実習					←							→
③ 机上研修の実施			☐ 2回		☐ 学生	☐ 社会人			☐ 学生	☐ 社会人		
④ 現場研修（実習）の実施						☐ 学生	☐ 社会人 2回			☐ 学生	☐ 社会人	
⑤ 海外研修の実施				☐			☐				☐	

＜成果と評価＞

本事業を事業において「原子力工学全般にわたりバランスよく知識を有する者であって、廃止措置の特徴を理解した廃止措置マインドを持った技術者を目標とする。」を目的として、以下の事項を実施してきた。

- ① 研修カリキュラムと教材の整備
- ② 机上研修及び現場研修（実習）の実施遣
- ③ 海外の廃止措置状況の視察と情報交換技術の習得

- ① 教材の作成を通して廃止措置全般にわたる知識の集約を行うことができた。今後、ここで作成した教材や研修プログラムを活用して廃止措置に係る体系的な教育が可能になる。
- ② 学生及び社会人を対象とした研修を実施したことで、廃止措置の技術的側面及び事業としての側面において、一般にどの程度の認知度であるかの把握ができた。研修資料はこの知見に基づき年度ごと改訂を行ってきた。また、この知見に基づき廃止措置の初学者への研修の要点が明らかになった。
- ③ 学生の海外研修を実施したことで、学生らが海外の廃止措置の実情と我が国との違いを認識しただけでなく、原子力を取り巻く環境の違いについても知見を得ている。海外研修に参加した学生らのうち数人は既に原子力関連の官庁や企業に就職しており、この知見をもとにした活躍が期待される。

＜今後の事業計画・展開＞

- ① 本研修期間に、新たに原子力発電所の廃止措置計画が認可されている。現在では国内の原子力発電所の20%強が廃止措置段階となっており、廃止措置は原子力産業の1つの事業としての位置を占めるようになった。本研修では「事業（ビジネス）としての廃止措置」の視点について十分な反映ができているとはいいがたい。
→上記課題に対応するため、本事業を補完する位置づけをもつ「事業（ビジネス）としての廃止措置」の研修プログラムを開発する必要がある。
- ② 本研修では、国際的な動向についても可能な範囲で取り入れるようにしてきたが、欧米の実績を十分に紹介し、その利点欠点を検証する研修内容にはなっていなかった。
→上記課題については、海外の事例について、国内の実情を踏まえた視点からの検証を行った内の研修を企画する必要がある。この場合、講義の形式より研修生によるグループ研修の形式が効果的である。
- ③ 成果①に関連して、本研修を通して整備した教材等について、有効に活用する環境整備が急務である。

＜整備した設備・機器＞

（１）机上研修教材一式

下記内容の教材を整備した。

- 1) 事前課題
- 2) 廃止措置の概要
- 3) 廃止措置関連法令
- 4) 放射能評価
- 5) 除染解体工事
- 6) 廃棄物の処理処分
- 7) 安全評価

（２）現場研修（実習）教材一式

下記内容の教材を整備した。

- 1) 放射能インベントリ評価
- 2) 廃止措置の安全対策（火災対策）

＜その他特記すべき事項＞

2018 年 3 月に開催された、原子力学会廃止措置分科会主催の廃止措置ワークショップにおいて、本人材育成事業の海外研修に参加した 5 名の学生から、「学生たちが見た海外の廃止措置」に関する講演を実施した。

＜参考資料＞

(1) 添付資料

「学生たちが見た海外の廃止措置」について

(2) 事業成果の公開事例、関連する文献)

該当なし。

評価項目に係る事項について

①課題の達成度（採択時の審査評価委員会所見への対応を含む。）	当初目的である、廃止措置に係る教育カリキュラムを構築する事が出来た。さらに、学生及び若手社会人に対して、机上研修及び現場実習を実施し、廃止措置に関するスペシャリストを多数養成する事が出来た。 採択時に、国際的な舞台で事業成果を活かすことが期待されるとの所見に対し、海外視察を実施し、3年間で24名の学生が海外の廃止措置現場を経験した。2018年3月に実施された原子力学会廃止措置分科会主催の廃止措置ワークショップにおいて、5名の学生から海外視察に関する報告をいただき、高い評価を得た。 また、採択時所見として、学生と現場の技術者との交流を推奨された。研修は合宿形式で実施し、発表会は、廃止措置の現場の技術者の方々にも参加いただく事で、交流を推進する事が出来た。 以上のように当初の目的を達成するとともに、より進んだ成果を挙げる事が出来た。
②特記すべき成果	廃止措置主任者を目的とした研修カリキュラムを構築する事が出来た。また、多くの学生・社会人に対して研修を実施し、スペシャリストを多数養成した。 採択時コメントを元に海外研修を実施し、多くの学生に海外の廃止措置現場を経験させる事が出来た。単に訪問するだけではなく、海外の技術者と議論をすることで、より理解を深める事が出来た。海外研修の成果は、廃止措置ワークショップで学生により紹介された。
③事業の継続状況・定着状況	廃止措置事業を展開しようとしている企業から研修実施の依頼があり、対応をしている。研修を実施した企業は次の通りである。 ・ 新日鐵シビル ・ ATOX ・ 大林組
④成果の公開・共有の状況	開発したカリキュラム及び教材については、事業実施者で取りまとめている。必要に応じて提供を行う予定である。
⑤参加した学生数、原子力関係機関への就職状況、公的資格取得者数	学生数 延べ102名、若手社会人 延べ82名（合計延べ184名） 就職状況 研修に参加した学生の内就職状況の確認の取れている者は以下の通りである。 官庁：3名（規制庁，経済産業省） 電力会社及びその関連会社：4名 研究機関：2名 メーカー等：4名 なお、この他に現時点で大学院在学中も多数いる。