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

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム［ANEC］

機関横断的な人材育成事業
核燃料サイクル及び核燃料取扱いに関する
実践的な原子力人材育成システムの構築

成果報告書

令和６年３月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目　　次

1.　事業の概要 1
1.1.　背景 1
1.2.　目的 1
2.　事業計画 1
2.1.　全体計画 1
2.2.　令和 5 年度の計画及び業務の実施方法 2
2.3.　体制 3
3.　令和 5 年度の成果 4
3.1.　マネジメント 4
3.2.　教育プログラム 4
4.　結言 13

1. 事業の概要

1.1. 背景

日本のエネルギー安全保障基盤の安定等、日本の国情に適う国策として核燃料サイクルの確立が必要であり、そのための技術開発が進められている。核燃料サイクルの技術開発の推進や核燃料サイクル施設の安定・安全運転のためには、核燃料サイクル技術に関する知識基盤や技術基盤、人材の維持・一層の強化が必要であり、このためには、プルトニウム(以下「Pu」という。)やウラン(以下「U」という。)をはじめとするアクチニド元素に関する知見（特性、照射挙動等）、取扱い技術（PuやUの閉じ込め、臨界管理、保障措置、放射線管理等）等、核燃料サイクルの基盤技術の継承を目的とした若手研究者・技術者の育成が重要である。また、大学における近年の原子力関係の分野ごとの科目数を比較すると核燃料サイクル分野の科目数の減少が顕著であり、この分野での人材育成基盤の底上げは重要な事項である。

1.2. 目的

本事業では将来、原子炉を除く核燃料サイクル事業（高速炉サイクル及び軽水炉サイクル）に係る研究開発や核燃料取扱施設の運転等に従事する可能性がある人材を育成している大学で核燃料サイクルに係る研究開発（特に核物質の取り扱いに係る研究開発）を実施している、または実施する予定の学生（学部 3 年生以上、修士、博士）を対象とした人材育成システムを構築する。本事業に参加した学生が、その後の大学での研究・開発等において、核燃料サイクルに関する知識や核物質の取扱いに係る経験を反映し、更に高度な研究・開発を継続して実施するとともに、卒業後にそれまでに蓄積した知識・経験を活用し、核燃料サイクル事業、原子力政策検討等において活躍する人材となることを目標としている。

また、本事業では原子炉を除く核燃料サイクルに関して、大学における座学中心の教育では体験のできない実際の施設の見学や核物質の取扱い、実際の核物質を使用した測定試験やそのデータの解析に関する実践的で体験型の教育を経験することで、核燃料取扱施設やそこで実施している研究開発及び運転業務について理解を深めることができるため、核燃料サイクル施設やエンジニアリングメーカ等での業務を将来の進路（就職先）として検討している学生に対して魅力のある事業になると考える。

2. 事業計画

2.1. 全体計画

日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所(以下「サイクル研」という。)では、Pu や U といった核物質を安全に取り扱う施設・設備を保有し、Pu や U をはじめとするアクチニド元素の特性や挙動に関する、基礎から応用までの幅広い知見を有している。

これらの資源を活用し、核物質の安全な取扱いに関する教育（以下「基礎教育プログラム」という。）を共通科目とし、それに加えて燃料特性・燃料設計技術、再処理技術、地層処分技術、保障措置技術といった専門的な教育（以下「専門教育プログラム」という。）を選択科目として座学及び実習を通じて教育する実験実習講座を確立し、学生を対象とした実践的な原子力人材育成システムを構築する。

また、本事業は、未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム（ANEC）の一部として活動を実施する。

本事業の全体計画図を図 2.1-1 に示す。

・令和 4 年度は教育プログラム案及びテキスト案の作成を行い、参画機関※のレビューを受ける。

・令和 5 年度～令和 7 年度は前年度に受けたレビュー結果を参考に教育プログラム及びテキストを修正し、作成した教育プログラムに則り試験運用として実験実習講座を開催する。令和 7 年度末までに、実験実習講座のアンケート結果及び参画機関によるレビュー結果を反映し、教育プログラムを確立する。

・令和 8 年度以降は、本教育プログラムを本格運用させる。

※参画機関：令和 5 年度は福井大学、九州大学、東京都市大学、東京工業大学。

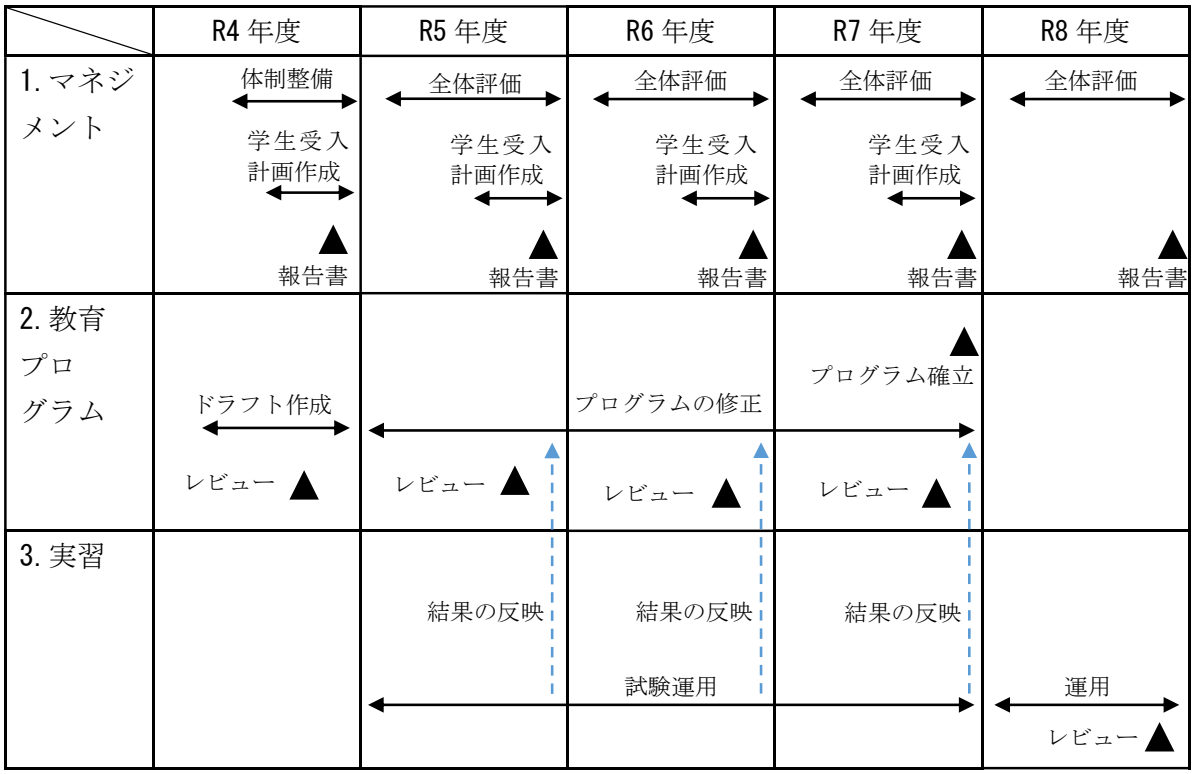

図 2.1-1　本事業の全体計画

2.2.　令和 5 年度の計画及び業務の実施方法

令和 5 年度は令和 4 年度に作成した教育プログラム及びテキストのドラフトに対して参画機関によりレビューしていただいた結果を反映して修正を行い、それらを用いて実験実習講座を開催する。当初は講座の開催を 1 回としていたが、参画機関より核燃料サイクルに興味を持った学生を育成する目的であれば、研究室配属前の学生に対する講座も検討すべきではないかとの意見を参考に、令和 5 年度は、核燃料サイクルの基礎分野に重点を置いた大学 3 年生向けの講座と専門知識をより深めるため核燃料サイクルの専門分野に重点を置いた研究室に配属している学生（大学 4 年生以上）を対象とした講座の 2 パターンを試験運用する。

これらの講座の受講者にアンケートを取り、講座の評価を行うとともに、講座の内容やアンケート結果について参画機関によりレビューをしていただき、次年度以降の講座へ反映させる。

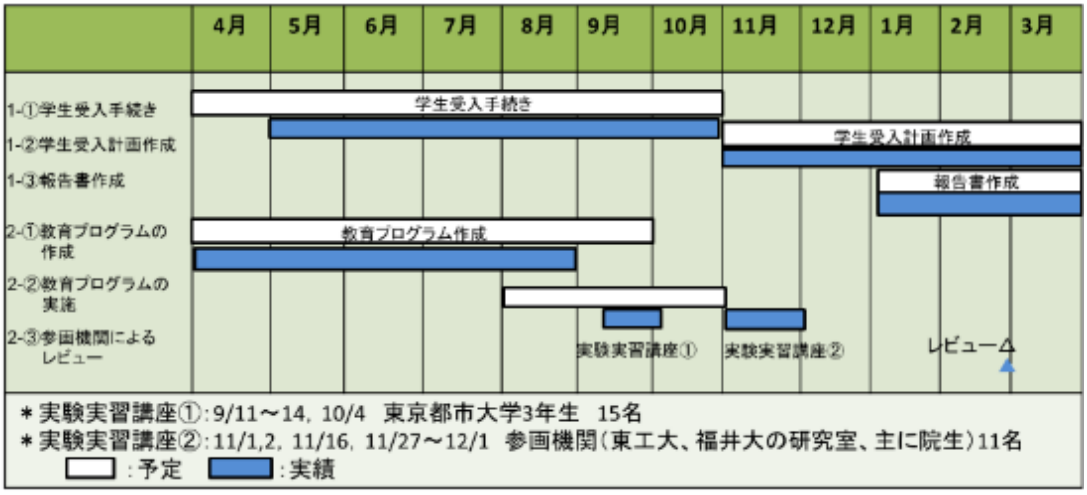

図 2.2-1　令和 5 年度の計画及び実績

2.3.　体制

令和 5 年度の実施体制を図　2.3-1　に示す。本実験実習講座では、サイクル研において実習内容に関する専門的知識が有り、かつ実習ができる設備等を有する課室をその分野の担当とする。担当課室はサイクル研内の複数の組織に跨るため、事務局を設置し、横断的な調整を行う。また、作成する教育プログラムやテキストについて、参画機関の先生方にアドバイザーとしてレビューをして頂き、そこで得たコメント等を踏まえて修正する。これより、専門分野の経験と知識及び施設を有するサイクル研と教育現場として実績のある大学の先生方の融合を図ることで強化された体制とする。

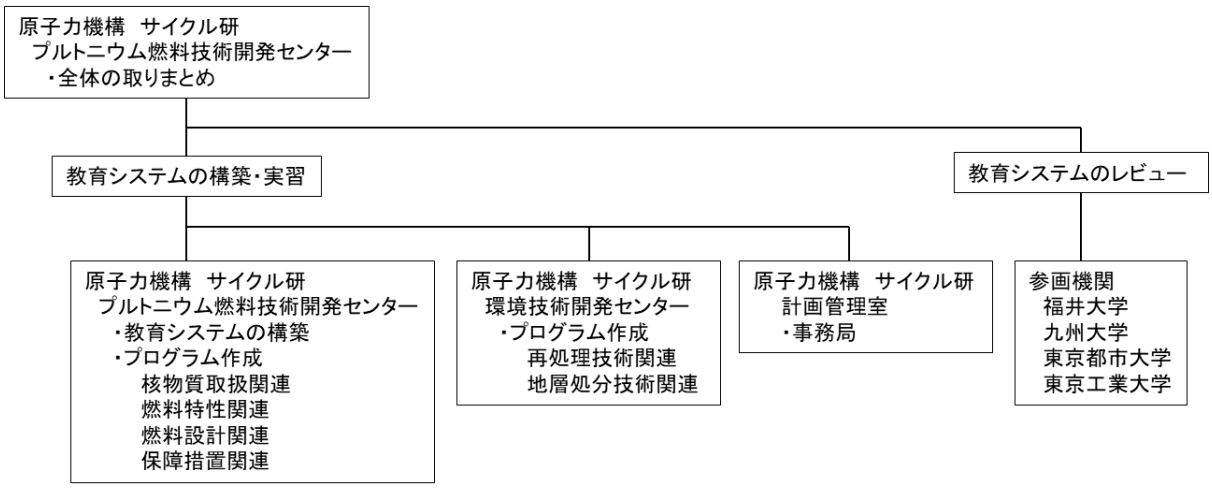

図 2.3-1　令和 5 年度の実施体制

3. 令和5年度の成果

3.1. マネジメント

① 体制整備

令和 4 年度は、実習をメインとするプログラムの構築を見据え、サイクル研内の実施体制を整備するとともに、核燃料サイクルの研究を専門とする大学の先生方にアドバイザーとして参画頂き、体制を強化しており、令和 5 年度も引き続きこの体制を維持した。令和 5 年度は、当機構が作成した教育プログラムや現場実習の実績について先生方にレビュー頂き、大学側の意見、要望を反映することで次年度以降のプログラムの内容を充実させた。

② 学生受入れ計画作成

令和 5 年度に学生を受け入れるため、大学及び学生側の都合と、サイクル研の運転計画（保安に係る点検、IAEA による査察等のスケジュール等）を元に実習が実施できる期間を設けるよう調整を図った。また、実施期間等について先生方のご意見を伺った結果、教育期間は長くても 2 週間程度（最長で 8 日間）とし、学生の興味や専門性(放射線管理手帳の有無等)に応じて受講するコースを選択できる教育プログラムとした。

③ 報告書

令和5年度の実施内容の成果を報告書にまとめた。

3.2. 教育プログラム

① 教育プログラムの作成

令和5年度に実施する教育プログラムを作成した。教育プログラムは、基礎教育プログラム(3 コース)と専門教育プログラム(5 コース)で構成し、受講する学生及び学生が所属する大学のニーズに合わせてコースを選択できるようにした。

基礎教育プログラムは核燃料サイクルの基礎、ウラン取扱の基礎、グローブボックス（以下「GB」という。）による核物質の取扱の基礎の 3 コースから成り、核燃料サイクルの基礎を受講後にウラン取扱の基礎又は GB による核物質の取扱の基礎を選択受講する。専門教育プログラムは再処理技術、燃料特性評価技術、燃料設計技術、保障措置・非破壊測定技術、及び地層処分技術の 5 コースから成り、いずれかのコースを選択受講する。基礎教育プログラムの核燃料サイクルの基礎は座学形式とし、それ以外のプログラムは実習形式とした。また、基礎教育プログラムのウラン取扱の基礎及び専門教育プログラムの再処理技術は、実際にウランを取り扱う実習とした。

② 教育プログラムの実施

令和5年度は作成した教育プログラムを基本として、試験的に2回の実験実習講座を開催した。

1 回目（実験実習講座①）は、令和 4 年度に参画機関の先生方から受けた「核燃料サイクルの内容を新鮮に感じ、かつ専攻分野が絞られる研究室を決める前の学部生を対象に行うことも考えるべきではないか」との意見を参考に、東京都市大の学部生（3 年生）を対象に実施した。

2 回目（実験実習講座②）は当初の計画通り、参画機関（研究室に配属している学生：主として院生）を対象に実施した。

1）実験実習講座①

本講座は、研究室配属前の大学 3 年生を対象として核燃料サイクルの基礎分野に重点を置いた実験実習講座とした。

実施期間：令和 5 年 9 月 11 日(月)～14 日(木)、10 月 4 日(水)

実施場所：日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所内及びオンライン講座

受講者　：東京都市大学理工学部原子力安全工学科　3 年生　15 名

なお、東京都市大学の担当教官との調整により、教育プログラムはウランの取扱いを行わず、また専門コースの中から燃料特性評価技術（4 名）、保障措置・非破壊測定技術（3 名）、地層処分技術（8 名）を選択して実施した。

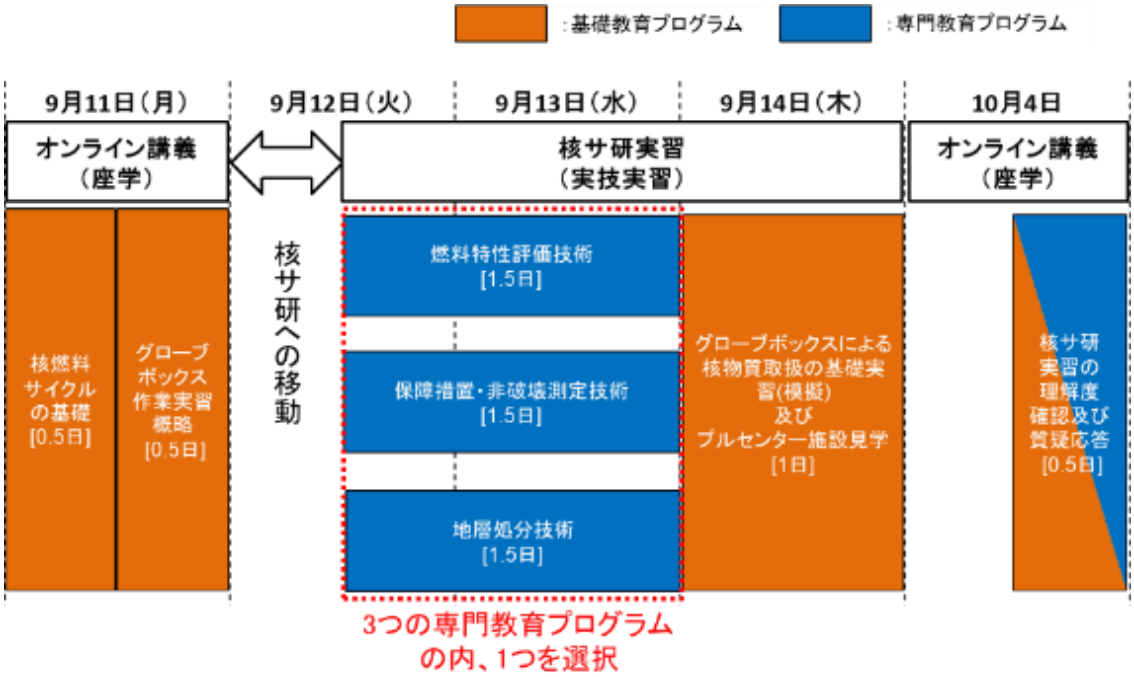

図 3.2-1　実験実習講座（大学 3 年生向け）で実施した教育プログラム

受講した学生の反応

本講座を受講した 15 名に対して「大変満足」、「満足」、「やや不満」、「不満足」の 4 段階で満足度のアンケートを実施した結果、学生全員が、本講座について「満足」以上との感想であった。（図 3.2-2 参照）また、以下のような学生の意見感想があった。

・インターンシップに参加してみようと思った。
・同様な実習講座などあれば参加したいと思った。
・原子力の業界へ就職したい気持ちが強くなった。
・実習・見学を通して座学では得られない経験ができた。

上記は意見感想の一部であるが、学生の意見感想の大多数は前向きな意見であった。

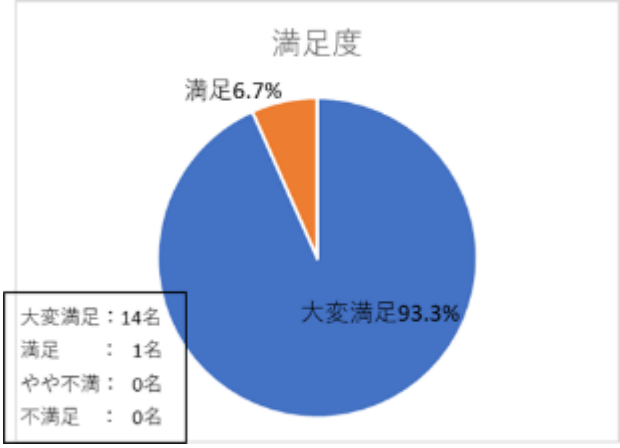

図 3.2-2　受講生へのアンケート結果（満足度）

なお、本講座の受講者には、東京都市大学において特別講義として単位が付与された。

写真 3.2-1　地層処分技術　実習風景①

写真 3.2-2　地層処分技術　実習風景②

写真 3.2-3　燃料特性評価技術　実習風景①

写真 3.2-4　燃料特性評価技術　実習風景②

写真 3.2-5　保障措置・非破壊測定技術
実習風景①

写真 3.2-6　保障措置・非破壊測定技術
実習風景②

写真 3.2-7　核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景①

写真 3.2-8　核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景②

写真 3.2-9　核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景③

写真 3.2－10　プルセンター施設見学風景①

写真 3.2－11　プルセンター施設見学風景②

写真 3.2-12　プルセンター施設見学風景③

２）実験実習講座②

本講座は、参画機関の研究室に配属している学生（主に院生）を対象としてより専門性の高い実験実習講座とした。

実施期間：令和 5 年 11 月 1 日(水)～2 日（木）、16 日(木)、27 日(月)～12 月 1 日(金)

実施場所：日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所内及びオンライン講座

受講者　：参画機関の研究室に配属している学生　11 名

東京工業大学大学院生　5 名

福井大学　4 年生　　2 名

福井大学大学院生　　4 名

教育カリキュラムを図 3.2-3 に示す。

なお、基礎教育プログラム及び専門教育プログラムのコース別の受講人数は以下の通り。

【基礎教育プログラム】

・ウラン取扱の基礎（実習）：計 3 名

福井大学 4 年生　2 名、福井大学大学院生　1 名

・GB による核物質の取扱の基礎実習（模擬）：計 8 名

東京工業大学大学院生　5 名、福井大学大学院生　3 名

【専門教育プログラム】

・再処理技術　：1 名

福井大学 4 年生 1 名

・燃料特性評価技術　：計 3 名

福井大学 4 年生 1 名、福井大学大学院生　2 名

・燃料設計技術　：計 3 名

東京工業大学大学院生　1 名、福井大学大学院生　2 名

・保障措置・非破壊測定技術　：4 名

東京工業大学大学院生　4 名

・地層処分技術　：0 名

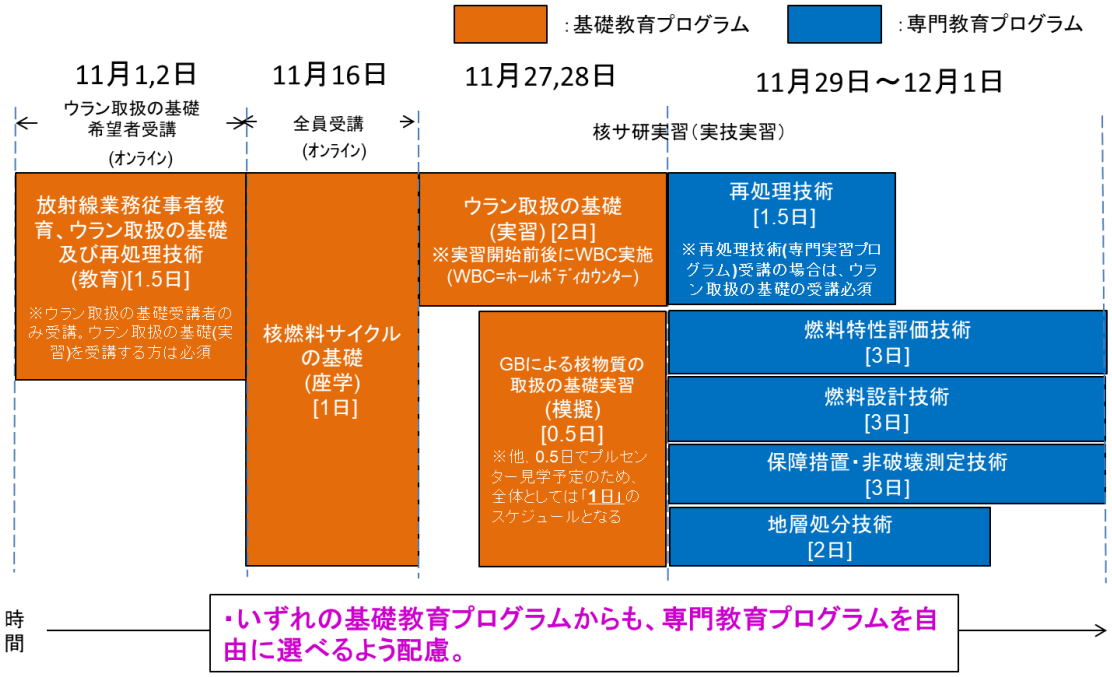

図 3.2-3　実験実習講座（研究室に配属している学生）で実施した教育プログラム

受講した学生の反応

本講座を受講した 11 名に対して実験実習講座①と同様に満足度のアンケートを実施した結果、学生全員が、本講座について「満足」以上との感想であった。（図 3.2-4 参照）また、以下のような学生の意見感想があった。

・ウランを扱う実験を見ることができて良かった

・実験実習では大学ではできないような経験ができた
・原子力業界に就職したいので燃料に関する知識や解析・評価の進め方などとても参考になった
・実際に現場で仕事している人から様々な知識を得ることができて貴重な体験ができた
・原子力の分野で活躍したい学生は本講座を一度体験した方が良いと思った

上記は意見感想の一部であるが、受講生の意見感想の大多数は前向きな意見であった。

一方、以下のような今後改善していくべき内容の意見もあった。

・テキストは妥当であったが実習の時間が足りないと感じたところがある
・一部理解するのに時間がかかる部分がある
・実習の中身が分からずコースの選択に苦労した

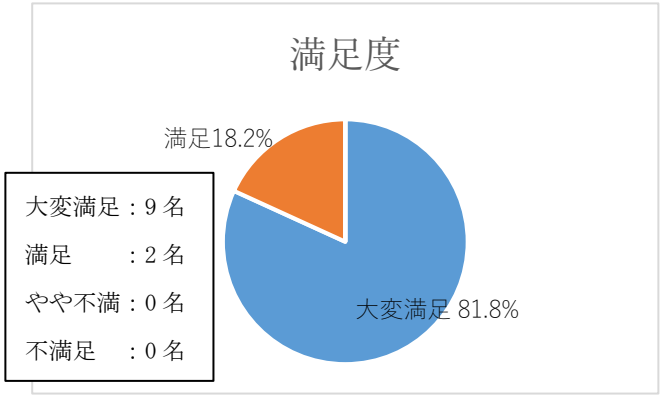

図 3.2-4　　受講生へのアンケート結果（満足度）

写真 3.2-13　プルセンター施設見学風景①

写真 3.2-14　プルセンター施設見学風景②

写真 3.2-15　プルセンター施設見学風景③

写真 3.2-16　核物質取扱の基礎実習
風景（模擬）①

写真 3.2-17　核物質取扱の基礎実習
風景（模擬）②

写真 3.2-18　核物質取扱の基礎実習
風景（模擬）③

写真 3.2-19　核物質取扱の基礎実習
風景（模擬）④

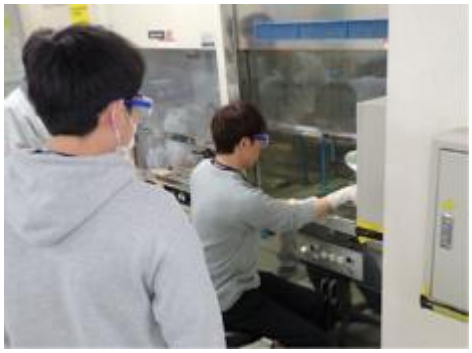

写真 3.2-20　ウラン取扱の基礎実習
風景（模擬）①

写真 3.2-21　ウラン取扱の基礎実習
風景②

写真 3.2-22　燃料特性評価技術
実習風景①

写真 3.2-23　燃料特性評価技術
実習風景②

写真 3.2-24　燃料設計評価実習風景①

写真 3.2-25　燃料設計評価実習風景②

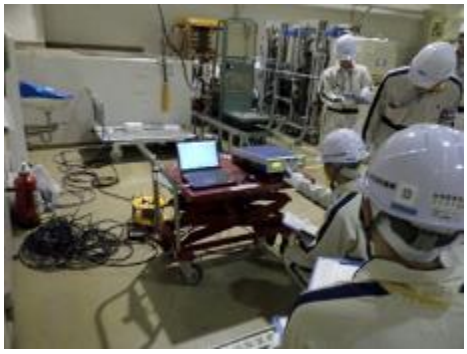

写真 3.2-26　保障措置・非破壊測定
技術実習①

写真 3.2-27　保障措置・非破壊測定
技術実習②

写真 3.2-28　保障措置・非破壊測定技術実習③

③ 参画機関によるレビュー

令和5年度の実績及び令和6年度の事業計画について参画機関の先生方からレビューを受け、意見を頂いた。令和5年度に実施した2回の実験実習講座は当初の目的を満足する成果を得たと評価された。一方で、院生を対象とする講義では内容を更に深めた方が良い、学生と機構職員の意見交換の場を設けると学生が興味を持ちやすい、講座の定員は可能な限り増やして欲しいなど、建設的なご意見を頂いた。

また、今後の進め方として、ANEC オープン教材の利用を進めることなどご理解を得たが、学生が個別に教材を見る場合は理解度を確認する術が必要とのご意見を頂いた。

以上の意見については、令和6年度以降に実施する講座に反映すべく、プログラムの改善や関係機関との調整を進めていく。

④ 外部への発信

令和5年9月6日に名古屋大学東山キャンパスで開催された原子力学会2023年秋の大会の企画セッション「優秀な人材を核燃料分野に集めるには？」にて、パネルディスカッションのパネラーとして参加し、本事業の概要説明を行うとともに、今後の核燃料分野の人材確保について議論した。

4. 結言

本事業は令和4年度から開始して作成した教育プログラム及びテキストを用いて、令和5年度に2回の実験実習講座を開催した。それらの講座の受講生によるアンケートの結果、全員が「満足」または「大変満足」と回答しており、受講生の意見も大部分が前向きな意見であったことから、十分な成果を得たものと考えている。

一方、講座の開催に係るアナウンスなどに要望があったこと、参画機関によるレビューでは主に院生向けの講座では専門性を深めることを考えるべきとの意見もあったことを参考に、次年度以降の講座へ反映させていく。

また、将来的には本事業は参画機関だけでなく全国の原子力を学ぶ学生に対して広く募集をかけることも核燃料サイクルの人材育成に不可欠であることから、令和7年度を目標に参加枠の拡大、募集方法の多角化を進めていくこととする。

以　上