

令和 6 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]

「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 年度実施分)

令和 7 年 3 月

実施機関 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 6 年度の計画及び業務の実施方法	2
2.3. 体制	3
3. 令和 6 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	15

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受講することで、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 6 年度は福井大学、九州大学、東京都市大学、東京科学大学、早稲田大学。

	R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度	R8 年度
1. マネジメント	体制整備 学生受入 計画作成 ▲ 報告書	全体評価 学生受入 計画作成 ▲ 報告書	全体評価 学生受入 計画作成 ▲ 報告書	全体評価 学生受入 計画作成 ▲ 報告書	全体評価 ▲ 報告書
2. 教育プログラム	ドラフト作成 ▲ レビュー	▲ レビュー	プログラムの修正 ▲ レビュー	▲ プログラム確立 ▲ レビュー	
3. 実習		結果の反映 ▲	結果の反映 ▲ 試験運用	結果の反映 ▲	▲ 運用 ▲ レビュー

図 2.1-1 本事業の全体計画

2.2. 令和 6 年度の計画及び業務の実施方法

令和 6 年度は令和 5 年度の教育プログラム及びテキス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。令和 5 年度と同じく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。令和6年度の計画及び実績を図2.2-1に示す。

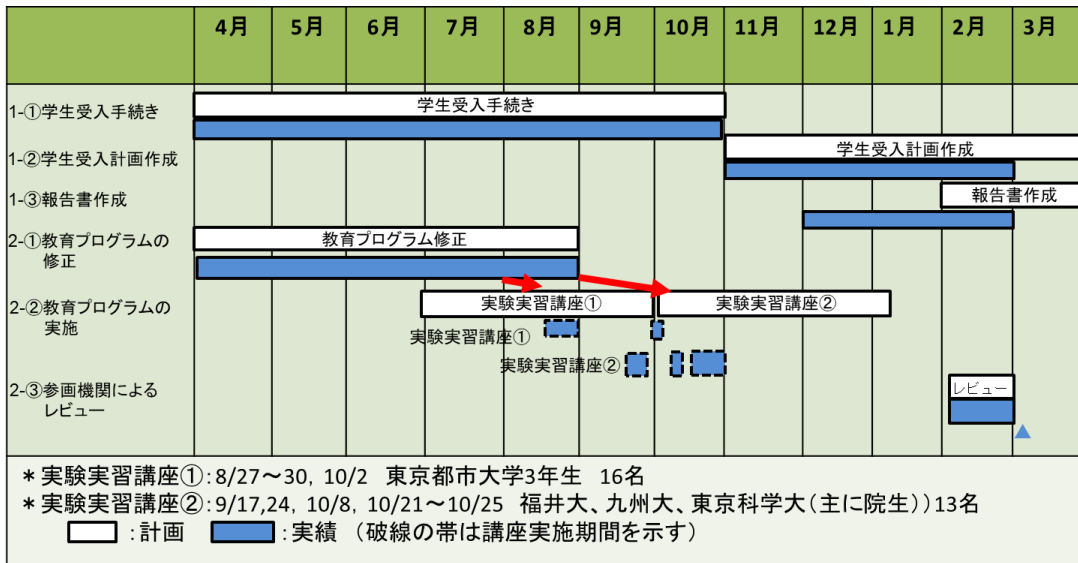


図 2.2-1 令和6年度の計画及び実績

2.3. 体制

令和6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部署をその分野の担当とする。担当部署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いただき、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。

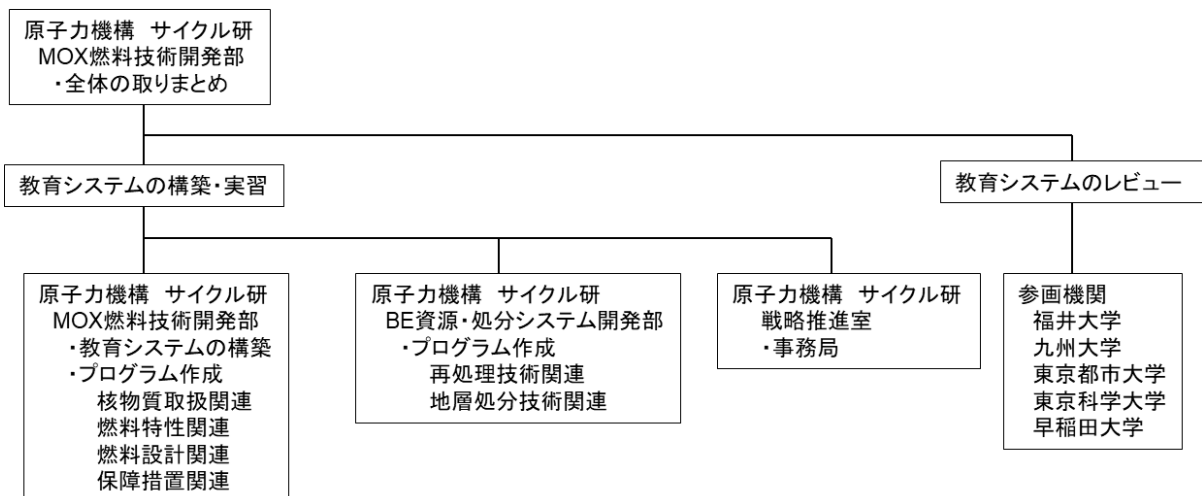


図 2.3-1 令和6年度の実施体制

3. 令和6年度の成果

3.1. マネジメント

① 体制整備

令和6年度は、令和5年度に引き続き、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参画機関の先生方にレビューをいただき、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。

また、令和6年度より参画機関に早稲田大学を加え、教育プログラム構築に向け体制強化を図った。

② 学生受入れ計画作成

令和7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、令和5年度に引き続き、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6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 教育プログラムの修正

令和6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ている。

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Uを取り扱う実習とした。

② 教育プログラムの実施

令和6年度は作成した教育プログラムを基本として、令和5年度に引き続き試験的に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、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、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6年8月27日(火)～30日(金)、10月2日(水)

実施場所：サイクル研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 16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U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(6名)、保障措置・非破壊測定技術(2名)、地層処分技術(8名)を選択して実施した。

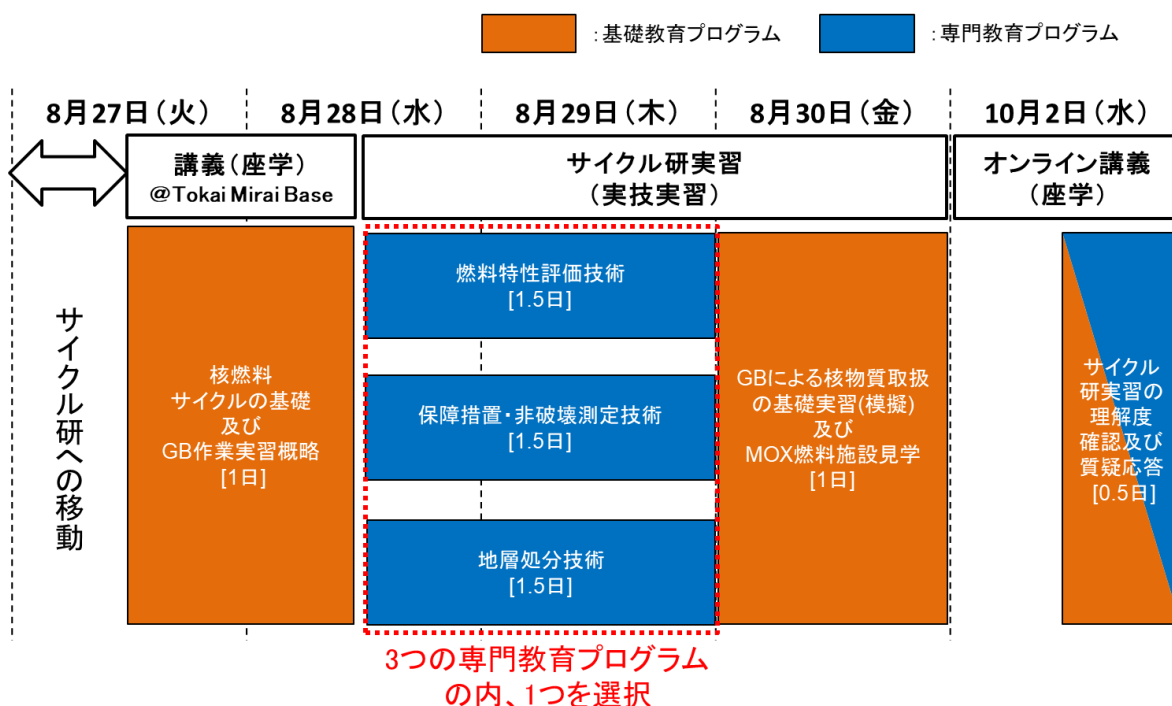


図 3.2-1 実験実習講座(大学3年生向け)で実施した教育プログラム

受講した学生の反応

本講座を受講した16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。

- ・現場でないと分からないことがたくさんあり、体験することの重要性を感じた。
- ・夏期休暇実習などでじっくり学びたいと思った。
- ・自分の成長が感じられる実習であった。
- ・実習を通して原子力業界の雰囲気を知ることができた。

上記は意見感想の一部であるが、他に講座運営の改善に係る意見があったものの、概ね前向きな意見であった。

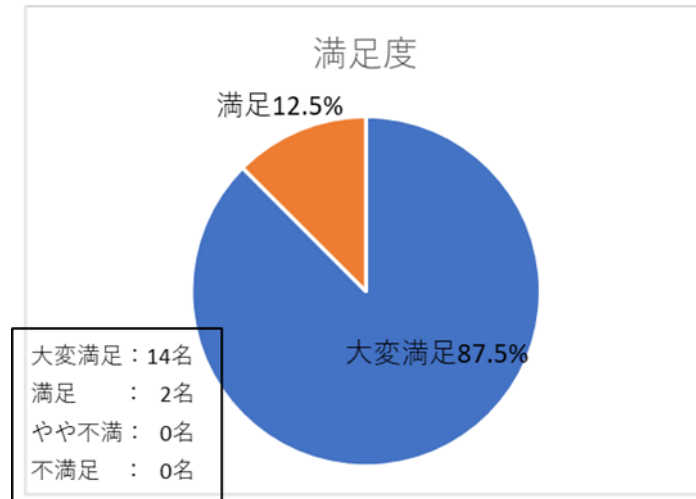


図 3.2-2 受講生へのアンケート結果（満足度）

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 施設見学①



写真 3.2-2 地層処分技術 施設見学②



写真 3.2-3 地層処分技術 座学風景



写真 3.2-4 地層処分技術 実習風景



写真 3.2-5 燃料特性評価技術 施設見学①



写真 3.2-6 燃料特性評価技術 施設見学②



写真 3.2-7 燃料特性評価技術 実習風景①



写真 3.2-8 燃料特性評価技術 実習風景②



写真 3.2-9 保障措置・非破壊測定技術
施設見学①



写真 3.2-10 保障措置・非破壊測定技術
施設見学②



写真 3.2-11 保障措置・非破壊測定技術
実習風景



写真 3.2-12 保障措置・非破壊測定技術
座学風景



写真 3.2-13 MOX 燃料施設見学風景①



写真 3.2-14 MOX 燃料施設見学風景②



写真 3.2-15 MOX 燃料施設見学風景③



写真 3.2-16 MOX 燃料施設見学風景④



写真 3.2-17 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景①



写真 3.2-18 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景②

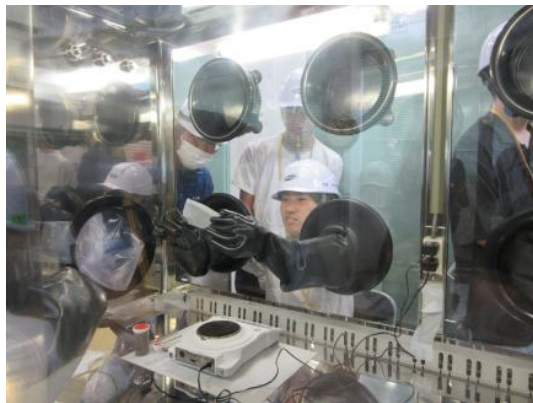


写真 3.2-19 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景③



写真 3.2-20 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景④

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6年9月17日、24日、10月8日（火）、21日（月）～25日（金）

実施場所：サイクル研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 13名

九州大学大学院生	2名
東京科学大学大学院生	3名
福井大学 4年生	3名
福井大学大学院生	5名

教育カリキュラムを図 3.2-3 に示す。

なお、令和5年度に実施したレビューにて、参画機関の先生方より院生を対象と

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とのご意見をいただいております、以下の改善を図った。

- ・受講者の理解度を見つつ、状況に応じてより専門的な内容も含めた講義とした。
- ・学生と機構職員の意見交換の場を設け、実験実習講座の各講師と研究開発の現状など自由に意見交換できるようにした。
- ・講座の定員は令和5年度と同じ10名としたが、受講者の希望を聞きながら適切に専門教育プログラムを振り分けることで13名の受講者を受入れた。

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2名
福井大学4年生 2名
- ・GBによる核物質の取扱の基礎実習（模擬）：計7名
九州大学大学院生 2名、東京科学大学大学院生 3名、
福井大学4年生 2名
(昨年度に本講座を受講者した4名は免除としている)

【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：2名
九州大学大学院生 2名
- ・燃料設計技術：計5名
東京科学大学大学院生 2名、福井大学大学院生 2名、
福井大学4年生 1名
- ・保障措置・非破壊測定技術：4名
東京科学大学大学院生 1名、福井大学大学院生 3名
- ・地層処分技術：1名
福井大学4年生 1名

		: 基礎教育プログラム		: 専門教育プログラム	
9月17,24日	10月8日	10月21,22日	10月23日～10月25日		
オンライン講義 ウラン取扱基礎 希望者のみ受講	オンライン講義 (座学)	サイクル研実習 (実技実習)			
放射線業務従事者教育、ウラン取扱の基礎及び再処理技術(教育)[2日] ※ウラン取扱の基礎受講者のみ受講。ウラン取扱の基礎(実習)を受講する方は必須	核燃料サイクルの基礎(座学)[1日]	ウラン取扱の基礎(実習)[2日]	再処理技術[2日] ※再処理技術(専門実習プログラム)受講の場合は、ウラン取扱の基礎の受講必須		
電離則に基づく特別教育(使用施設共通課程)の受講が必要な学生についてはe-ラーニング(3時間)を実施		GBによる核物質の取扱の基礎実習(模擬)[0.5日] ※他、0.5日でMOX燃料施設見学予定のため、全体としては「1日」のスケジュールとなる	燃料特性評価技術[3日]	燃料設計技術[3日]	
			保障措置・非破壊測定技術[3日]		
			地層処分技術[2日]		

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 13 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。

- ・実際にウラン溶液を使った実験はとても興味深かった
- ・実習や見学によって、大学での研究や計算のイメージが明確になった
- ・核燃料サイクルの理解が深まり、原子力の中の位置づけを知ることができた
- ・論文や学会発表等で使用されている機器を見ることができて良かった
- ・核燃料に関して重点的に学んだことが無かったので新鮮だった。
- ・今後の就職活動をする上で参考になった。

上記は意見感想の一部であるが、概ね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。

- ・燃料特性の分野は物性や熱の話も面白かったが、燃料棒の形状による出力の違いなどについても学びたかった。
- ・決まった数値の入力が多かったため、検討しながらの入力も行ってみたいと思った。
- ・最終日はデータ処理にもう少し時間が欲しかった。全員で結果を基に議論する時間があれば、さらに理解度が上がると思う。
- ・線源を使った実習をもっとやって欲しい。
- ・他の実習にも興味があったので、知る機会があれば良いと思った。

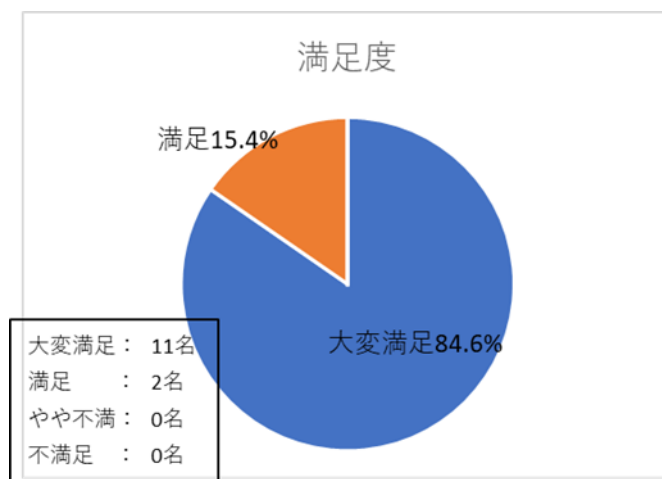


図 3.2-4 受講生へのアンケート結果（満足度）



写真 3.2-21 MOX 燃料施設見学風景①



写真 3.2-22 MOX 燃料施設見学風景②



写真 3.2-23 MOX 燃料施設見学風景③



写真 3.2-24 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景①



写真 3.2-25 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景②



写真 3.2-26 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景③



写真 3.2-27 核物質取扱の基礎実習（模擬）
実習風景④



写真 3.2-28 ウラン取扱の基礎実習
風景（試料調製）



写真 3.2-29 再処理技術実習風景



写真 3.2-30 燃料特性評価技術実習風景



写真 3.2-31 燃料設計評価実習風景①



写真 3.2-32 燃料設計評価実習風景②



写真 3.2-33 保障措置・非破壊測定
技術実習①



写真 3.2-34 保障措置・非破壊測定
技術実習②



写真 3.2-35 地層処分技術 座学風景



写真 3.2-36 地層処分技術 実習風景



写真 3.2-37 意見交換会風景①



写真 3.2-38 意見交換会風景②

③ 参画機関によるレビュー

令和6年度の実績及び令和7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、意見をいただいた。令和6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。また、令和5年度に比べ改善が図られ充実した講座内容となっていたとの評価を受けた。一方で、受講申し込み手続きに必要な書類等を事前に明示すると良い、院生向けの講座では実習に重きを置いた講座とした方が良いなど、建設的なご意見をいただいた。

以上の意見については、令和7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. 結言

本事業は、令和5年度に2回実施した実験実習講座の受講者のアンケート結果及び参画機関の先生方によるレビューの結果を受け、教育プログラム及びテキストを修正した後、これらを用いて令和6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、受講生の知識向上や

興味増進が見られることから、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実習に重きを置いて欲しいとの増加の要望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、受講者の募集を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年度より募集方法の多角化を進めていくこととする。また、教育プログラムを令和7年度中に確立させ、テキストの公開に向けた手続きを進めることとする。

以 上