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]

機関横断的な人材育成事業「原子炉及び大型実験施設等を活用した持続的な原子力人材育成拠点の構築」

成果報告書

（令和６年度実施分）

令和７年３月

実施機関　学校法人 近畿大学

参画機関　国立大学法人 京都大学
国立大学法人 東海国立大学機構 名古屋大学
学校法人 東海大学
学校法人 五島育英会 東京都市大学

目　　次

1. 事業の概要 1

1.1. 背景 1

1.2. 目的 1

2. 事業計画 2

2.1. 全体計画 2

2.2. 令和６年度の計画及び業務の実施方法 8

2.3. 体制 10

3. 令和６年度の成果 10

3.1. 原子炉実習「基礎コース」 10

3.2. 原子炉実習「中級コース」 15

3.3. 原子炉実習「上級コース」 21

3.4. 実習教科書の整備 24

3.5. 高専生のための原子力実習 24

3.6. 廃棄物計測・信頼性工学実習 25

3.7. 発電炉シミュレータ実習 27

3.8. 慶熙大学校原子炉実習 28

3.9. 原子炉実習「国際コース」 31

3.10. IAEA 原子力安全基準研修 36

4. 結言 39

1. 事業の概要

1.1. 背景

原子力を専攻する学生が最低限学修するべき講義や実習の中で、原子炉を利用した学生実習は原子力分野特有の経験であり、座学で得た知識を実践して血肉化する現場として不可欠である。しかし国内で教育に供される原子炉のほとんどが廃止または運転停止中となり、特に大学が運用する原子炉は、近畿大学と京都大学が保有する三基の原子炉のみとなっている。中でも、近畿大学原子炉（UTR-KINKI）と京都大学臨界集合体（KUCA）は、従来から教育利用の面で特に大きな役割を担っており、これまで国内外の多くの大学の実習教育に活用されてきた。

しかしながら、両大学の原子炉はともに運転開始から数十年を経て高経年化が進んでいること、福島第一原子力発電所事故後に厳格化された規制要求による負担が年々増大していることなどから、教育利用の機会が縮小しつつあるのが現状である。そのためこれらの原子炉を効率的かつ有効に活用する取り組みが求められるが、これまで両大学の原子炉を連携させて効率的に運用する枠組は存在せず、それぞれが独自に実習コンテンツを開発、提供し、実習内容も必ずしも整理（棲み分け）がなされていなかった。また、これらの原子炉を利用する大学も、それぞれ独自の経緯でどちらか、または両方の原子炉を利用しており、教育ニーズに合わせて各原子炉の特長を有効に活用することは行われていなかった。したがって、各原子炉の特長を生かした実習コンテンツを体系的に整備・強化し、利用する大学の教育ニーズに合わせて利用を整理することで、貴重な原子力教育リソースである両大学原子炉の教育利用を一層有効的かつ効率的に行うことが可能となると考えられる。

さらに、UTR-KINKI と KUCA を教育・研究の両面で活用している大学は、各原子炉を中心に強力なユーザーコミュニティを形成している。これらの大学は、現在も多様な原子力教育リソース（講義、実習、実験施設、国際研鑽の場）を維持、保有している。多くの大学で原子力専門学科が廃止され、原子力基礎教育が希薄化し、原子力関連分野の教員が分散・減少しているため、単独の大学で一貫した原子力専門教育を行うことができる大学は減少しているが、これらの大学が特長ある教育リソースを相互に提供し、教育機能を補い合えば、原子炉の活用と合わせて各大学の原子力専門教育機能の強化に資すると考えられる。

1.2. 目的

本事業では、国内に残された貴重な原子力教育リソースである UTR-KINKI と KUCA を利用した実習を体系的に再構築・強化して利用者に提供する。また、両原子炉を利用する大学が持つ原子力教育リソースを相互に提供し合って教育機能を補い合い、原子力専門教育の強化と原子力産業界及び原子力アカデミアへの人材供給を目的とした教育拠点を形成する。

図 1 に本事業のコンセプト図を示す。

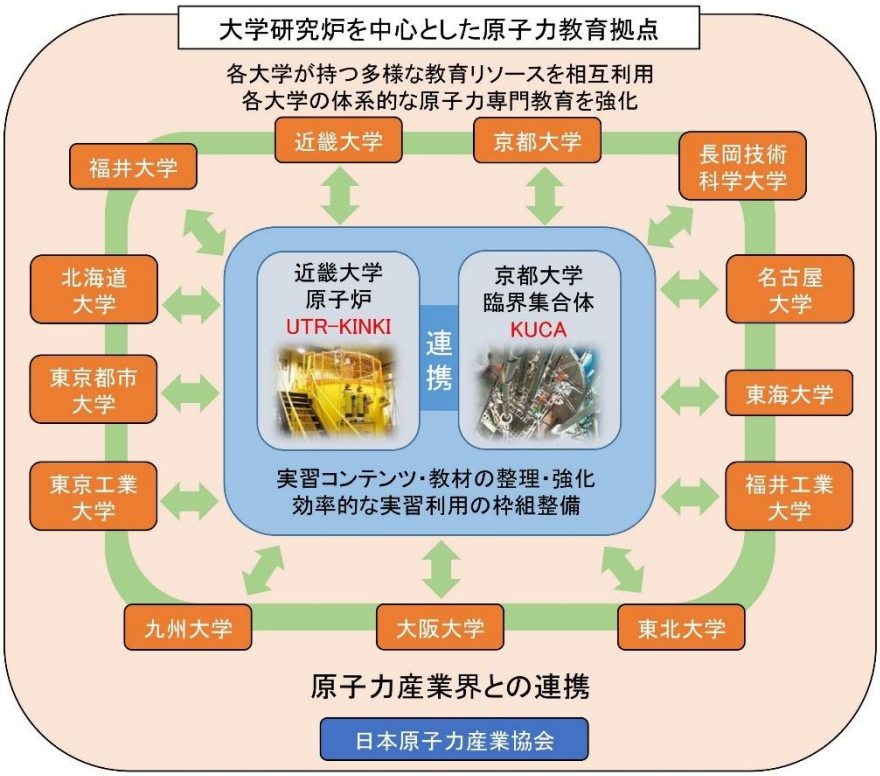

図 1.1　本事業のコンセプト図

2.　事業計画

2.1.　全体計画

本事業では、原子力を志望する学部生・大学院生を主な対象とし、二段階の人材育成体制を構築する。第一段階では、原子力工学の基礎的な知識と技能を幅広く身に付け、原子力産業界の基盤人材となる原子力ジェネラリストを育成し、第二段階では、基礎を身に付けた上で自らの専門分野を持ち、優れた技術力と深い学識を兼ね備えた人材（エース）となる原子力スペシャリストを育成する。また、参画機関がもつ国際的なネットワークを活用し、国際研鑽機会となるプログラムを提供し、学生のリーダーシップと国際コミュニケーション能力を養成するとともに、原子力産業界との連携によってインターンシップ等の情報を紹介し、学生に実務体験の機会を提供する。図 2 に本コンソーシアムにおける人材育成のスキームを示す。

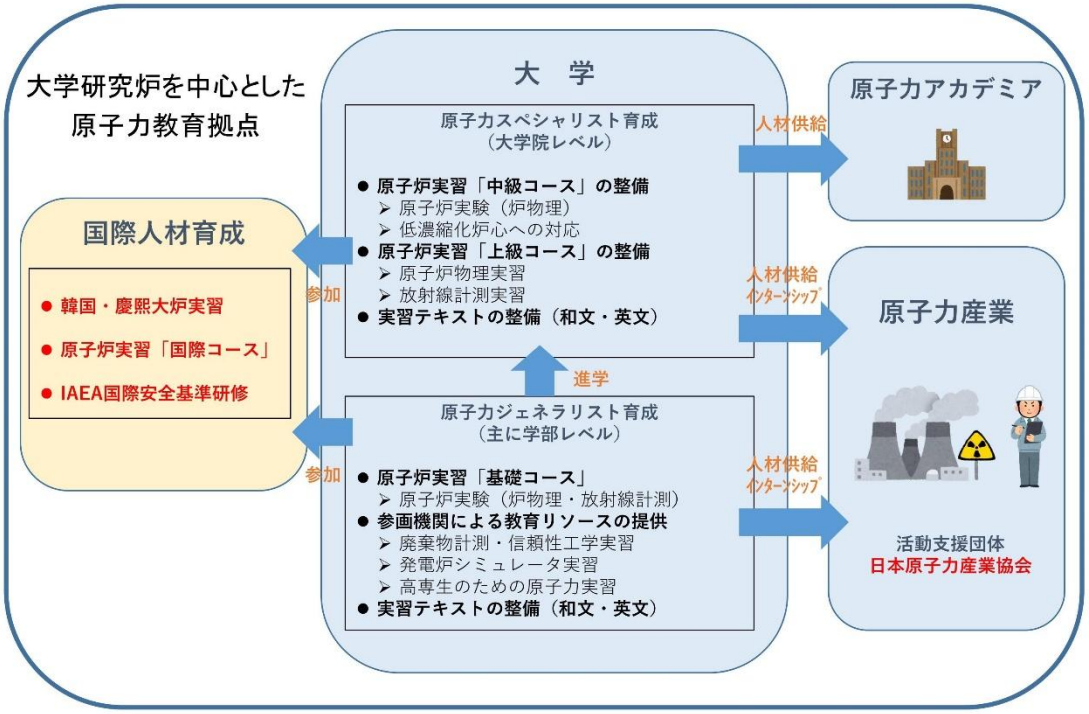

図 2.1　本事業における人材育成のスキーム図

本事業で提供するプログラムは次のとおりである。

(1) 原子炉実習

本事業では、UTR-KINKI と KUCA の連携により、原子炉を用いた実習を「基礎コース」、「中級コース」、「上級コース」として再編する。また、これらの実習プログラムで用いる教科書を体系的に整備する。

①　基礎コース

主に原子力を専攻する学部学生を対象として、UTR-KINKI を用いた原子炉実習「基礎コース」を整備し、原子力ジェネラリスト育成のために活用する。このコースでは、原子炉物理、放射線計測の基礎的な項目に関する実習を通じて、座学で得た知識を実物の原子炉施設で実践して理解を深めるとともに、原子力施設における運転管理や放射線管理の実務、規制・法令を有機的に理解させる。また、原子力技術の面白さを体験し、原子力技術への関心を高め、原子力分野への進学・就職意欲を確かなものとする。

これまでに近畿大学が提供してきた原子炉実習プログラムを「基礎コース」の実習プログラムとして提供し、参加大学からのニーズに応じて新たな実習プログラムを開発・追加する。

- **保安教育**：原子炉施設の利用に係る法令要求と注意事項（放射線管理と核セキュリティを含む）について講義する。また、施設の見学により、UTR-KINKI の構造と特性を理解させる。
- **原子炉運転実習**：学生が自ら原子炉を運転し、原子炉の起動から出力上昇、臨界、出力変更、自動運転、原子炉停止までの一連の操作を体験することを通じて、自ら行った操作に対する原子炉の応答、挙動を実感しながら運転管理の基礎を理解する。

- **制御棒校正**：炉周期法及び落下法により制御棒価値の測定を行い、原子炉の反応度制御について理解する。
- **臨界近接**：未臨界の炉心に 1 体ずつ燃料集合体を追加し、逆増倍率測定によって臨界質量を求める（燃料集合体を追加する代わりに、制御棒を徐々に引き抜く方法で実施する場合もある）。
- **原子炉内中性子束分布測定**：金箔等の標的物質を原子炉内に設置し、放射化法によって原子炉内の中性子束分布を調べる。放射化法による中性子束測定の原理を学ぶとともに、得られた分布を原子炉物理の観点から考察する。
- **空間線量率測定**：保安規定に基づき、原子炉運転中の空間線量率（γ線・中性子）を所定の位置で測定・記録しながら、放射線管理に用いるサーベイメータ等の取り扱いを学ぶ。
- **漏洩γ線測定**：高純度 Ge 半導体検出器を用いて、原子炉からの漏洩 γ 線を測定し、スペクトル分析によってγ線源核種の同定を行う。
- **放射化と半減期測定**：原子炉内でアルミ箔に中性子を照射して放射化させ、生成した Al-28 の半減期を GM 計数管で測定する。
- **中性子ラジオグラフィ**：参加学生が準備した被写体を X 線及び中性子線で撮影し、これらの透視画像から放射線と物質の相互作用について考察する。

実習期間は 1 回の実習につき 1 日～3 日とし、実習項目は各大学のカリキュラムや学生の履修状況に応じて選択する。

② 中級コース

学部で原子炉物理や放射線計測を専門とせずに大学院に進学した原子力系の大学院生を主な対象として、UTR-KINKI を用いた 2 泊 3 日の「中級コース」を整備する。

KUCAで行われている国内の原子力系の大学院生を対象にした全国大学院院生実験をベースとして、これに参加している大学とともに開発し、原子炉の仕組みや、臨界の理解、原子炉内における中性子の時間挙動への平易な理解を目標に、次のような実習項目を用意する。

- 臨界近接実験：核燃料の追加による臨界調整ではなく、制御棒を徐々に引き抜く方法によって臨界状態を達成し、臨界という現象の理解を促す。
- 制御棒校正実験：中性子の時間応答を監視することで得られる反応度（余剰反応度及び制御棒価値）を測定し、原子炉の時間変化の理解を促す。
- 原子炉運転実習：制御棒操作によって、臨界、未臨界及び超臨界の状態を直接体感し、併せて、原子炉の臨界調整から炉心内の中性子の挙動を直接確かめることを体験する。

2 泊 3 日コースにより、基幹分野を専門としない多くの大学院生の参加が見込まれる。実習参加にあたっては、実験への理解を促すため、実験参加に先立って「原子炉物理実験：京大出版会 2010 年発刊」に記載されている事前レポートの提出を求める。また、実験に向けた事前講義を各大学の若手教員が中心になって行うことで、授業スタイルの多様化やカリキュラムの改定などに柔軟に対応することを心掛ける。

③ 上級コース

原子炉物理と放射線計測を専門とする大学院生を対象として、UTR-KINKI と KUCA を用いた

原子炉実習「上級コース」を整備し、原子力スペシャリスト育成のために活用する。このコースでは、原子炉物理と放射線計測に関する高度かつ専門的な内容を含んだ実習を通じて、十分な基礎知識に基づいた上で、より挑戦的な課題に対処可能な高度な専門的知識の習得を目指し、自分自身で課題を抽出し主体的に解決できる能力を持った人材の育成を目指す。

令和 6 年度の本事業では、当該年度において臨界実験が可能な国内実験施設 UTR-KINKI を主な対象として、以下に挙げる実習プログラムを提供する。

- **保安教育**：基礎コースと同様に、原子炉施設の利用に係る法令要求と注意事項について講義する。また、施設の見学により、UTR-KINKI の構造と特性を理解させる。
- **臨界近接**：未臨界の UTR-KINKI 炉心において、制御棒を徐々に引き抜くことで、逆増倍率測定によって臨界となる制御棒位置を求める。さらに、限られた実験時間を有効利用するため、臨界近接実験で得られた測定データの再利用方法について検討する。
- **制御棒校正**：炉周期法、補償法、落下法だけでなく、臨界近接実験時に測定されたデータを再利用した中性子源増倍法の結果も組み合わせることで、制御棒反応度価値曲線を求める。
- **未臨界度測定法**：UTR-KINKI において実施可能な、炉雑音解析手法（Feynman-α 法）により未臨界度を測定する。
- **原子炉運転実習**：各上級コース実験のテーマについて、学生皆で議論した計画を達成できるように、原子炉の起動から出力上昇、臨界、出力変更、反応度調整、原子炉停止までの一連の操作を、学生自らの手で行う。この運転実習を通じて、各炉物理実験で要求される原子炉運転、運転時の原子炉挙動に関する専門的知識を深める。

実習期間は 1 回の実習につき 4 日とし、実習項目は、参加する各大学院生の理解度や、前年度までの実施結果を踏まえて、継続的に改良する。

④ 実習教科書の整備

これまで UTR-KINKI で用いられてきた実習資料（原理、実験手順、データシート等の教育資料を含む）に新たな記述を加えて、事業期間中に「基礎コース」の実習教科書として出版する。また、国際実習プログラムにも対応できるよう、英語版の教科書も作成する。

KUCA の全国大学院院生実験（1975 年から開講）で使用する実習教科書は、和文及び英文それぞれについて 2010 年に京大出版会から出版されており、これを「中級コース」の実習教科書として使用する予定である。しかしながら、KUCA で使われている核燃料（高濃縮ウラン燃料）は、数年以内に米国へ返送され、事業期間中に新たな核燃料である低濃縮ウラン燃料が導入される予定である。したがって、新たに導入が予定されている低濃縮ウラン燃料を用いた原子炉物理実験において、低濃縮ウラン燃料用の実習教科書の作成は喫緊の課題となっている。そこで、低濃縮ウラン燃料が導入されるまでの期間に、原子炉物理を専門とする全国の大学教員から構成されるワーキンググループを設置し、人材育成事業のカリキュラムにおいて必要とされる炉物理定数の確定と実験内容の再構築を行い、実習教科書の改訂を進める。

（2）教育リソースの活用

① 廃棄物計測・信頼性工学実習

東京都市大学では廃止措置中の研究炉 MITRR に比較的容易にアクセスできる環境にあるため、それを活用した、原子力施設の廃止措置の際に重要となる、放射性廃棄物計測実習を実施する。放射性廃棄物の取り扱い及び処分方法に関しては、様々な教科書が存在しているものの、実際に廃棄物の放射能量評価などを行うためには、放射線計測に関する知識が重要となる。そこで、MITRR 原子炉室において検出器によって廃棄物を測定することにより、廃棄物の定量方法などの知見の習得を目指す。また、併せて見学会などを実施し、研究施設における廃棄物の取り扱いに関する知識を深める。なお、これら廃棄物の安全な取り扱いは、原子力安全やリスクに関する知見がベースとして関わる。このため、原子力安全などの基本的な考え方の基礎となる信頼性工学の基礎実習を実施する。

② 発電炉シミュレータ実習

高専生・大学生・大学院生・社会人を対象とし、原子力発電所で異常・事故が発生した場合の原子力発電炉の挙動と対応策を理解するため、東海大学が所有するグラフィカルな原子力発電炉シミュレータ SARS を用いて実習を東海大学湘南キャンパスにて行う。本実習は 2 日間のプログラムとする。

（実習プログラム）

講義 1：原子力発電プラント PWR/BWR の構造と機能
講義 2：原子炉シミュレータ SARS の概要と機能
講義 3：発電炉の事故例と対応
実習 1：SARS の操作習熟
実習 2：PWR の事故解析と解析結果の考察
実習 3：BWR の事故解析と解析結果の考察

③ 高専生のための原子力実習

原子力技術に関心を持つ高専生を対象とした実習を行う。本実習は、令和 5 年度まで UTR-KINKI を用いた基礎的な原子炉物理・放射線計測に関する実習と東海大学の原子力発電炉シミュレータ SARS を用いた原子力発電炉の異常・事故時の挙動と対応策を理解する実習を組み合わせた実習を 5 日間のプログラムとして行っていたが、参加者数が少ないことや施設側の負担が大きいことから、令和 6 年度からは UTR-KINKI を用いた実習のみを行う。

実習は、原子炉実習「基礎コース」の中から選択した以下の基礎的な実習項目を 1 泊 2 日で行うプログラムとする。

- 保安教育
- 原子炉運転実習
- 放射化と半減期測定
- 空間線量率測定
- 中性子ラジオグラフィ

実習プログラムに関連する講義を必要に応じて提供する。

（3）国際人材育成

① 慶熙大学校原子炉実習

韓国・慶熙大学校原子炉センターが保有する原子炉施設（AGN-201K）を活用して、基礎的な原子炉物理実験、放射線計測実験に関する実習を 3 泊 4 日の合宿形式で実施する。実習に参加する学生は、主に原子炉実習「基礎コース」に参加した学生の中から意欲ある学生を選抜する。実習内容は次のとおりである。

- **保安教育**：原子炉施設の利用に係る法令要求と注意事項について学ぶ。また、施設の見学により、AGN-201K の構造と特性を理解する。
- **原子炉運転**：原子炉の出力変更運転を学生自ら行い、自ら行った操作に対する原子炉の応答、挙動を理解する。また、異なる出力で臨界にした原子炉の制御棒位置
- **臨界近接**：未臨界の炉心に正の反応度を持つ制御棒を少しずつ挿入し、増倍度測定によって臨界質量を求める。
- **原子炉内中性子束分布測定**：金線を原子炉内に設置し、放射化法によって原子炉内の中性子束分布を調べる。得られた分布を原子炉物理の観点から考察する。
- **温度係数と反射体効果の測定**：炉心の温度変化の前後、反射体（水、黒鉛）の交換の前後における臨界時制御棒位置の変化から、原子炉の温度係数と反射体効果を調べる。
- **プレゼンテーションとディスカッション**：実験データの分析結果を英語のプレゼンテーションとしてまとめて発表する。また、発表内容について英語で議論する。

指導は、原子炉センターのスタッフが主として行い、日本からの引率教員が補助する。また、ティーチング・アシスタントとして指導を補助する韓国人学生との共同作業や議論を通じて交流を深める。使用言語は全て英語とし、各実習の後に実験で得られたデータを英語のスライド資料にまとめ、英語でプレゼンテーションしてスタッフ・学生と英語で議論する時間を設ける。海外の原子炉施設において英語でコミュニケーションを取りながら外国人の講師・学生と作業に取り組み議論する経験は、将来の原子力技術者として国際的視野を養う上で貴重な経験となるものと期待する。

② 原子炉実習「国際コース」

KUCA では、2003 年から海外（主に韓国及び中国）向けの原子力人材育成事業の一環として、アジア炉物理実験（Reactor Physics Asia Experiment Program: RPHA-XP）を展開し、英語による講義及び配布資料の提供、英文テキスト（Nuclear Reactor Physics Experiments, Kyoto University Press, 2010）の配布などを通して、全国大学院院生実験の「国際コース」として運営してきた。本事業では、これまでの RPHA-XP を「国際コース」に改め、原子炉物理を専門とする韓国及び中国の大学院生に加えて、国内の同分野を専門とする大学院生も参加するプログラムを新たに開発する。

講義及び実験の運営は引き続き英語で行われるが、文部科学省が推進するアクティブ・ラーニングを積極的に取り入れ、メンバーシップ・トレーニングを目的としたグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワークに重点を置いたカリキュラムに変更する。特に、国内の学生のリーダーシップ・トレーニングを念頭に置いた実験の運営を心掛ける。また、若手教員の研鑽の場として、若手教員が英語で講義する機会を提供する。

「国際コース」は 4 泊 5 日コースとし、以下のようなカリキュラムを用意する。

- 臨界近接実験：核燃料の増加による臨界調整ではなく、制御棒を徐々に引き抜く方法によって臨界状態を達成する。
- 制御棒校正実験：中性子の時間応答を監視することで得られる反応度（余剰反応度及び制御棒価値）を測定し、原子炉の時間変化の理解を促す。
- 反応率分布測定実験：金線を用いた炉内の反応率分布の測定結果を提供し、実験結果の物理的意味や考察を重点的に議論する。
- 原子炉運転実習：原子炉の制御棒操作によって、臨界、未臨界及び超臨界の状態を直接体感し、併せて、原子炉の臨界調整から炉心内の中性子の挙動を直接確かめることを体験する。
- ラップアップ実習（リーダーシップ・トレーニング）：グループ・ディカッション及びグループ・ワークに基づいて実験結果を整理し、参加メンバーの中で指名された学生リーダーが全体の議論をリードする。英語による論点の集約や議論のまとめ方についてのリーダーシップ・トレーニングを行うが、その際、若手教員がディベートやディスカッションに参加し、補助的役割を担うようにする。

③ IAEA 原子力安全基準研修

本研修では、国際原子力機関 IAEA が定める原子力安全基準を中心に学ぶため、IAEA と国内の専門家が講義し、参加者(大学生・大学院生・高専生・社会人)が質疑・討論する。本研修は 4 日間のプログラムとし、東海大学品川キャンパスにて学内対面およびオンライン併用により実施する。

2.2. 令和６年度の計画及び業務の実施方法

(1) 原子炉実習「基礎コース」

令和 6 年度は、名古屋大学、福井大学、福井工業大学、東海大学、東京都市大学、東京大学、九州大学、東京都立大学、大阪大学の学生を対象として 9 回の実習を行う。

(2) 原子炉実習「中級コース」

令和 6 年度は、KUCA において天然ウランを用いた未臨界実験を行い、UTR-KINKI では臨界実験を行う。KUCA では東北大学、長岡技術科学大学、大阪大学および九州大学の大学院生を対象に 2 回の実習、UTR-KINKI では東北大学、長岡技術科学大学、東京科学大学、東京都市大学、近畿大学、福井大学および九州大学の大学院生を対象に 2 回の実習を行う。

(3) 原子炉実習「上級コース」

令和 6 年度は、北海道大学、東北大学、東海大学、名古屋大学などの大学院生を対象として、年 1 回の実習を行う。ここで、実習当日に臨むにあたって、実験に参加する他大学の学生一同が受講し、十分な知識を習得することができるよう、双方向型の遠隔講義形式による事前講義・演習カリキュラムを構築する。

（4）原子炉実習教科書の整備

令和 6 年度は、KUCA の低濃縮化に対応した実習教科書の執筆のための準備として、教科書の構成、執筆内容、執筆者と役割分担を決定し、執筆にとりかかる。令和 6 年度末までに和文および英文の内容を執筆し、校正等の作業を経て教科書を整備する。

（5）廃棄物計測・信頼性工学実習

既存の原子力発電所の経年対策や廃止措置における安全性や信頼性に関する実習として、信頼性工学の基礎実習と、廃止措置の際に重要となる放射性廃棄物の計測に関する実習を実施する。また、研究所における廃棄物取り扱いの実際を見学するため、日本原子力研究開発機構（大洗）の廃棄物施設見学会を実施する。

（6）発電炉シミュレータ実習

令和 6 年度の 9 月上旬に 1 回（2 日間）東海大学湘南キャンパスにて行い、高専生・大学生・大学院生・社会人を対象として、参加者を募集する。

（7）高専生のための原子力実習

令和 5 年度に続き、令和 6 年度も 1 回開催する。実習は、高専生の夏休み期間に合わせて 8 月下旬に近畿大学原子力研究所にて開催する。参加者は高専機構を通じて募集する。

（8）慶熙大学校原子炉実習

慶熙大学校が保有する教育用原子炉（AGN-201K）を使った国際色豊かな原子炉実習を 1 回開催する。使用言語は英語とし、原子炉物理・中性子計測に関する基礎的な実習を通じて国際コミュニケーション能力を養成する。

（9）原子炉実習「国際コース」

原子炉物理を専攻する海外の大学院生及び国内大学の若手教員・大学院生を対象として、KUCA および UTR-KINKI を使った原子炉物理実習（KUCA：未臨界実験、UTR-KINKI：臨界実験）を開催する。使用言語は英語とし、原子炉物理に関する基礎的な知識と実験技術を習得するとともに、国際コミュニケーション能力を養成する。

令和 6 年度については、海外からの主な参加者である韓国および中国の大学院生と国内の大学院生を対象に、7 月には KUCA で、12 月には UTR-KINKI でそれぞれ開催する。

（10）IAEA 原子力安全基準研修

本研修を令和 7 年 3 月に 1 回（4 日間）、東海大学品川キャンパスにて学内対面およびオンライン併用により行う。参加者対象は大学院生・大学生・高専生・社会人とし、本研修は全て英語で行われるため、国外からの参加も認める。学生はオンラインによる参加を標準とするが、希望者は対面でも参加可とする。

2.3. 体制

本事業の実施体制を図 2.3-1 に示す。本事業は、近畿大学の取りまとめの下、各人材育成プログラムを主催する大学が事業参画機関と連携しながら事業を進める。令和 3 年度の ANEC 発足後は、図中の実験・実習関連プログラムは ANEC の「実験・実習グループ会議（取りまとめ：近畿大学）」、国際関係プログラムは「国際グループ会議（取りまとめ：東京工業大学）」に参画して活動する。また、近畿大学と京都大学は、ANEC の企画運営会議に参加し、ANEC における議論や活動方針を他の参画機関に連絡・共有する。

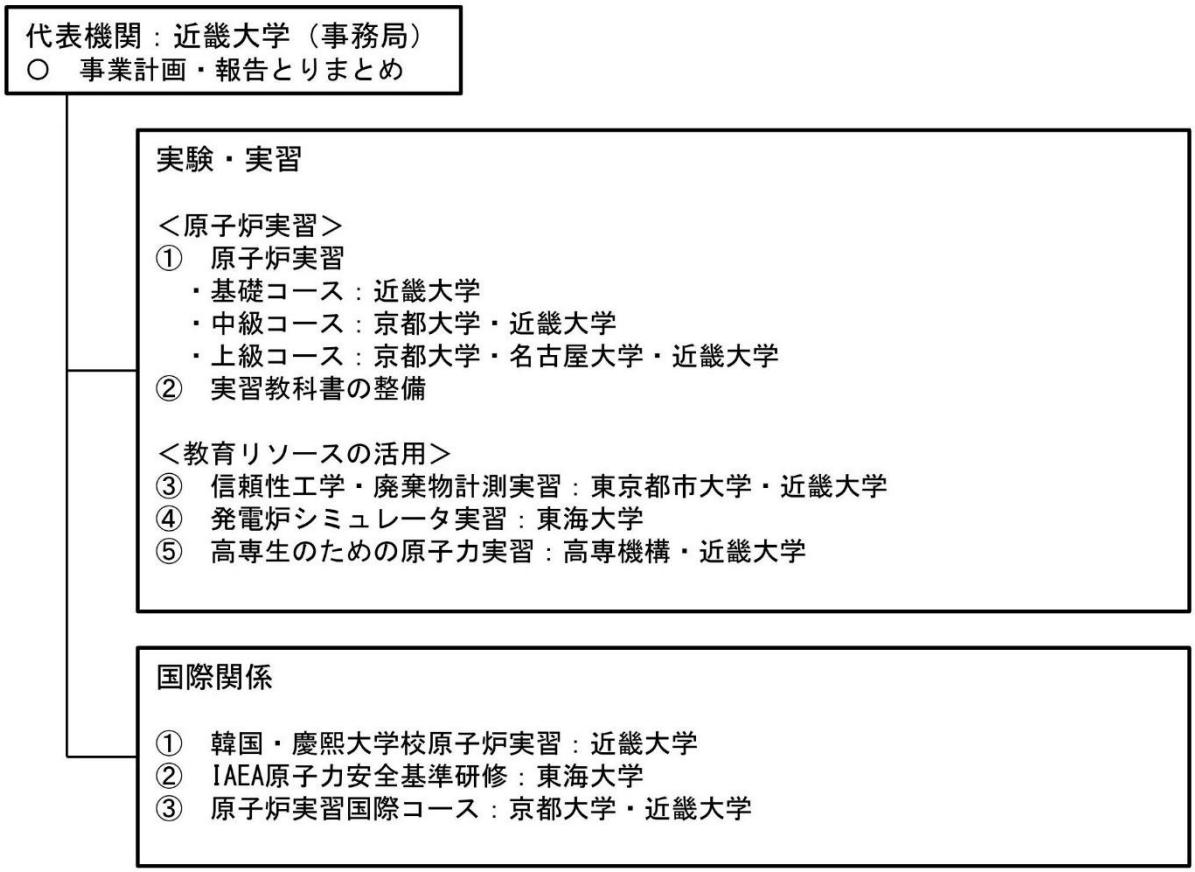

図 2.3-1　本事業の実施体制図

3.　令和６年度の成果

3.1.　原子炉実習「基礎コース」

令和 6 年度は 9 回の実習を開催した。表 3.1-1 に「基礎コース」の開催日と参加人数を示す。

実習項目は、以下の項目から参加学生の履修状況等を考慮して選択し、1 日（日帰り）～2 泊 3 日のスケジュールで実習を開催した。

・保安教育
・原子炉施設の見学
・原子炉運転実習（起動前点検、起動操作、出力変更操作、定格出力運転、停止操作）

・臨界近接
・制御棒校正
・原子炉内中性子束分布測定
・放射化と半減期測定
・中性子ラジオグラフィ
・空間線量率測定
・漏洩γ線測定
・BF_3 カウンタによる中性子測定

「BF_3 カウンタによる中性子測定」は、東京都立大学からの参加者が主に医療系の学生であったため、中性子測定に重点を置いたプログラムを開発する中で令和 3 年度から新たに実習プログラムとして追加したものである。

令和 6 年度も UTR-KINKI を活用した実習により、原子炉物理や放射線計測に関する基本的な実験だけでなく、保安教育や原子炉運転を通じて運転管理や放射線管理に関する実践的教育を行うことができた。また、実習の前後でアンケートを行って実習内容の理解度について調査した。表 3.1-2 に調査の結果を示す。結果としてすべての項目で実習後に平均点が増加しており、参加学生の理解が進んだことが分かった。さらに、原子力・放射線分野への進学・就職意欲について実習前後で評価した結果を表 3.1-3 に示す。東京都立大学、大阪大学の 2 校については、実習参加後に平均点がわずかに下がったが、全体としては原子力・放射線分野への進学・就職意欲が高まったことが分かった。実習参加に対する満足度も表 3.1-4 に示すように高いことが示された。

参加者からの感想としては、原子炉の運転や放射線の測定を実際に体験することによって、座学では得られない貴重な経験を通じて知識を深めることができたという意見が多く寄せられた。自らの手で原子炉を操作できたことに感動したという声も多く、進学や就職の視野が広がったという意見もあった。一方で、自らの勉強不足を感じ、基礎知識の重要性を認識した学生もおり、今後の学習意欲の向上が期待できる。全体として、実習は非常に有意義なものであり、原子力分野への興味を深めるきっかけとなったことが伺え、また今後の学習や進路選択に活かしていきたいという意欲的な声が多く、期待通りの成果を得ることができたと考えられる。表 3.1-5 に参加学生の主な感想を示す。

なお、東海大学は原子力工学科が廃止されたため、令和 6 年度からは広く理工系分野の学生を対象として、原子力への興味・関心を喚起する初学者向けの内容の実習を行った。

表 3.1-1　原子炉実習「基礎コース」の開催日と参加人数

回	実施日	高等専門学校・大学	参加者数		
			学部生	大学院生	合計
1	6 月 24 日～25 日	名古屋大学	16 名	2 名	18 名
2	7 月 2 日～3 日	福井大学	9 名	1 名	10 名
3	8 月 5 日～6 日	福井工業大学	12 名	0 名	12 名
4	8 月 26 日～27 日	東海大学	11 名	0 名	11 名
5	9 月 4 日～6 日	東京都市大学	30 名	0 名	30 名

6	9 月 9 日	東京大学	0 名	5 名*	5 名
7	9 月 24 日～25 日	九州大学	16 名	2 名	18 名
8	9 月 26 日～27 日	東京都立大学	5 名	10 名	15 名
9	10 月 16 日	大阪大学	4 名	0 名	4 名
合計			108 名	20 名	128 名

* 研究生 1 名を含む。

表 3.1-2 実習前後の理解度の評価結果

1：ほとんど知識がない、2：用語を知っている程度、3：理解している部分もあるが分からない部分もかなりある、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

項目	実習前 平均点	実習後 平均点	増減
原子炉の構成要素とその役割について	2.5	3.8	+1.3
原子炉の運転操作について	1.8	3.7	+1.9
原子炉の臨界について	2.9	4.1	+1.1
即発中性子と遅発中性子について	2.5	3.8	+1.3
制御棒校正について	2.3	3.6	+1.3
放射化法による中性子測定について	2.4	4.1	+1.7
放射化と半減期測定について	2.1	4.2	+2.1
Ge 半導体検出器による γ 線スペクトル測定について	2.5	4.0	+1.5
GM 計数管の取り扱い A について	2.4	4.1	+1.7
原子炉運転中の空間線量率測定について	2.1	3.8	+1.7
中性子ラジオグラフィについて	1.8	4.0	+2.2
BF3 カウンタによる中性子測定の原理について	3.1	4.1	+1.0
BF3 カウンタによる中性子測定における壁効果について	2.8	3.8	+1.0
中性子測定における減速材の役割について	3.3	4.2	+0.9

表 3.1-3 実習前後の原子力分野への進学・就職意欲の評価結果

就職・進学先としての原子力・放射線分野について
1：関心をまったくもっていない、2：あまり関心をもっていない、3：ある程度関心をもっている、
4：関心をもっている、5：非常に関心をもっている

大学	名古屋	福井	福井 工業	高専＋ 東海	東京 都市	東京	九州	東京 都立	大阪	平均
実習前 平均点	2.8	4.3	3.4	3.5	3.5	3.5	3.3	4.0	4.0	3.6
実習後 平均点	3.4	4.5	3.8	4.0	4.2	3.7	3.7	3.8	3.3	3.8
増減	+0.6	+0.2	+0.3	+0.5	+0.7	+0.2	+0.4	-0.2	-0.8	+0.2

表 3.1-4 実習の満足度評価

今回の実習の満足度について
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

大学	名古屋	福井	福井 工業	高専＋ 東海	東京 都市	東京	九州	東京 都立	大阪	平均
満足度 平均点	4.7	4.7	4.4	4.7	4.8	4.7	4.7	5.0	5.0	4.7

表 3.1-5 実習参加者の主な感想

運転が複雑で繊細な作業で面白かった。原子力分野を就職の視野に入れたいとおもった。（名古屋大）
原子炉の遅発中性子の挙動を実際に見れてよかった。制御棒の少しの違いによって超臨界か臨界か未臨界かになるため、微調整が大変だった。炉の実習は他ではできない体験であり、理論だけではイメージしにくいことも身をもって学ぶことができたのでよかった。（名古屋大）
原子力を学ぶ学生として、実際に原子炉に触れるというのは今後原子力に関わっていくという自覚を持って学習に当たる上で非常にためになった。講義やシミュレーションでは味わえない貴重な体験ができ、非常に有意義だった。（名古屋大）
原子炉の燃料を直接見る機会はほとんどないので、見ることができたのが非常に良かった。（名古屋大）
机上で学ぶ事が大半であり、実測値を用いた計算などは行った事がなかったので、とても新鮮であり、印象に残る実習となった。一緒に参加した仲間や教授との親交も深まり、色々な話を聞いたり話したりすることもできたので、大変満足している。（福井大）
原子炉をまさか本当に自分の手で運転できると思ってなかったので本当に良い経験になりました。反応度についての理解が甘かったかなと思ったので改めて学習したいと思いました。数式でしか知らなかったことを実際に見れて本当に良い経験になりました。（福井大）
私は今、原子炉物理と原子力材料の分野で悩んでいるので、両方とも確実に学習し自分の進路を見極めていきたいと思います。（福井大）
今まで講義や資料などでしか触れることのなかった原子炉技術を、実際に運転や実験を通じて学ぶことができ、新鮮さを感じると同時にさらに理解を深めることができました。また、実験のデータ整理の際、自身の理解が追い付いていない部分に後から気づくことがあったため、実験中にはもっと積極的に質問などをしていくべきだったと反省しました。（福井大）
原子炉の運転時の稼働手順や管理などの部分で不十分な理解の部分があるので、その点について学習しなおしたいと感じている。（福井大）
わからないところなどがあったら分かりやすく説明もしてくれるので、原子力の知識がない人でも理解できる内容だと思いました。（福井工大）
思ったよりも直感的な操作で扱いやすく、それでいて遅発中性子が追いついてくる様子がわかったり、時々刻々の出力変化が目でわかるなど、実際にやってみないと分からないことがわかってよかったです。（福井工大）
原子炉、原子力に関わる物理学などを積極的に学んでいきたいと思います。（高専＋東海大）
実際に原子炉に触れ、総合工学的な要素を強く感じました。一方でその背景にある基礎的な物理現象を考えるとことはとても興味深く、またこれから勉強していく上での大きな刺激になったように感じます。（高専＋東海大）
特に印象に残ったのは、実際に原子炉を操作する際の慎重さと正確さが求められる点です。講義で学んだ理論が現場でどのように応用されるかを実感できたことが、大きな収穫でした。また、質問するタイミングを逃したり、細かい部分で理解が曖昧なまま進んでしまったこともあり、今後は積極的に質問する姿勢を持ちたいと思います。（高専＋東海大）
燃料の入っている原子炉を覗くという通常では不可能な体験や、実際に原子炉を運転することができて大変良い経験を積むことができました。（東京都市大）
本物の原子炉に触れることができて感動しました。貴重な体験ができて原子力分野により興味が湧きました。（東京都市大）
1W の出力であるのに臨界状態を制御すること、運転を行うための手順は非常に複雑であり、今回の実習を通して実際の発電用原子炉での安全性や仕組みがさらに複雑で大規模なものであることが理解出来た。また、原子炉はどうなっているのかを実際に線量測定を行いつつ見学することで、燃料棒や減速材の仕組み等とても分かりやすかった。今後は積極的に、イメージのしづらい原子力の分野についても学習していきたいと考えました。（東京都市大）
即発中性子の働きは知識としてあったが実際のデータの変動を確認することができ大いに理解が深くなった感じた。また、原子炉運転の始まりから終わりまでの体験やコントロールしている機材がアナログな理由を知ることができてとても良かった。（東京都市大）
もっと原子炉運転についての予習をすれば理解がより深まったと思い少し後悔している。（東京都市大）
原子炉のリスクマネジメントに関して、より論理的に考えられるようになったと思います。（東京大）
原子炉の運転、運転中の実験はどちらも初めてで非常に興味深かったです。実習は原理等の座学から原子炉の運転、放射線計測、原子炉の利用に至るまで広く網羅されており、一つの大きな流れとして多くを学ぶことができました。（東京大）
今後脱炭素を進めていく上で（個人的には）必須と思う原子力エネルギー、特に原子力発電で用いる核分裂反応＆原子炉について学ぶ上で、全体像が一目で見える近大炉は非常に学びやすかったです。特に、原子炉が運転中であっても人間が近づいて線量を測定でき、複数箇所で実際に計測値を見ることで位置関係等による線量の違いが可視化されて見えたところが興味深かったです。（東京大）
実際に原子炉を間近に見れる貴重な経験であった。将来の進路として原子力発電に携わることも考えていたが、さらに興味を持つことができた。（九州大）
原子炉についての理解がかなり深まったと実感できる 2 日間になりました。特に原子炉運転実習では制御棒を使ってどのように原子炉をコントロールしているのか、これまで理論でしか聞いてこなかったものを体験することができ、原子炉

で何が行われているのか身をもって体験できて面白かったです。また、先生方とも深く交流することができ、学業面でもその他の面でも本当に自分の糧になる実習でした。（九州大）
原子炉という普段触れることが出来ないものについて学ぶことができた。制御棒を動かし臨界状態へコントロールすることはとても印象に残った。質量欠損についてなど興味のある分野についての話も聞けてよかったと感じた。（九州大）
原子炉の運転を通して、原子炉の運転をするにはさまざまな条件を満たさなければ必ず止まってしまうこと、異常があればアラームやスクラムが生じることについて詳しく知ることができた。このことから、少なくとも近大の原子炉においては、危険な状態になるということがないのだと感じた。また、中性子束の測定においては、検出器の使い方だけでなく、MCA の使い方やピーク効率など授業で知ることが難しい点について、詳しい説明があって大変勉強になった。（九州大）
BF3 カウンタの実習で減速材の配置によるカウントの変化を見た際、中性子の挙動の複雑さを改めて実感できた。（東京都立大）
ヒューマンエラーが起こらないような工夫がたくさんあったことが印象に残った。（東京都立大）
原子炉の構造や、中性子束の計測、減速材などの知識を増やすことができてよかったです。（東京都立大）
実際に原子炉を運転するという機会がすごく貴重なものであり、このような機会をいただいたことに感謝いたします。その上で考察を重ねることにより、普段のシミュレーションだけでは見えにくかったことが可視化される感覚がありました。知識が深まったように思います。また、プラント操作や数値読み取りなどは単純に面白かったです。（大阪大）
作業のようなものを想定して参加したが、理論的なことも丁寧に説明してもらえて勉強になった。また実際に制御盤に触れることで原子炉運転のイメージが明確になった。原子炉物理を学ぶ学生にとってはとても有意義なプログラムだと思う。（大阪大）
自分も原子力分野を学ぶ人間として勉強になることがかなりあったので今後に活かしていきたい。知識が不十分なところもよく分かったのでこれからもっと熱心に勉強しようという意欲を湧かせてくれるようなところだった。（大阪大）
実験を通して今までの知識が結びついて現象の理解をより深めることが出来た。原子炉実験をする機会は中々ないため、貴重な体験を得たと思う。実験の中で、まだまだ勉強不足な点をたくさん発見出来たため、今回得たデータなど活用し、より理解を深めたい。（大阪大）

図 3.1-1　原子炉運転実習（1）

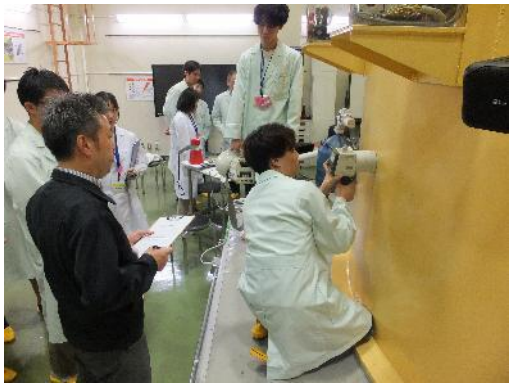

図 3.1-2　空間線量率測定

図 3.1-3　漏洩γ線測定

図 3.1-4　原子炉運転実習（2）

3.2. 原子炉実習「中級コース」

令和 6 年度は、KUCA において天然ウランを用いた未臨界実験を行い、UTR-KINKI において臨界実験を行った。表 3.2-1 に実習の開催日と参加人数を示す。

表 3.2-1　原子炉実習「中級コース」の開催日と参加人数

回	実施日	大学		参加者数
KUCA				
1	6 月 24～27 日	学部生	京都大学	4
1	7 月 1 日～3 日	大学院生	東北大学	6
			長岡技術科学大学	6
2	7 月 3 日～5 日		大阪大学	4
			九州大学	5
			合計	25
UTR-KINKI				
1	6 月 17 日～19 日	大学院生	東北大学	4
			福井大学	4
			近畿大学	4
2	6 月 19 日～21 日		長岡技術科学大学	3
			東京科学大学	3
			東京都市大学	4
			合計	22
合計				47

KUCA において天然ウランを用いた未臨界体系における実験項目は以下の通りである。

- 保安教育
- KUCA の見学
- 未臨界体系における中性子増倍
- 反応率分布測定
- ウラン濃縮度測定（学部生のみ）

UTR-KINKI における臨界実験での実験項目は以下の通りである。

- 保安教育
- 原子炉施設の見学
- 原子炉運転実習
- 臨界近接
- 制御棒校正

令和 6 年度における KUCA での実習後のアンケート（表 3.2-2）の結果、以下のような感想が得られた。

（学部生）

- あまりハードなスケジュールじゃなかったので、5 日間なんとかやり遂げられて良かったです。

- 実際に装置を使って実験することで原子炉や中性子について理解がし易かったです。
- 事前課題や実験、実験レポートを通してかなり理解が進んだ。1 週間高密度で課題に関して考察したので、この実験に行った甲斐があると思う。討論会は自分が考えていなかった部分を教授に指定されて、さらに考えが深まった。
- 実際に原子炉を自分の目で見て、授業を受けるだけでは理解できなかったことが理解できるようになった。特に防犯の観点から KUCA の写真撮影ができない部分などがあり、行ってみないとわからない原子炉の授業としては受けて良かったと感じた。

(大学院生)

- 普段はシミュレーションがほとんどで、実際の現象をイメージすることが難しかった。しかし、今回は実際に自らで実験を行い測定を経験したことで、これまでの学習内容に具体的なイメージを持てるようになったので、非常に有意義な経験をさせて頂いたと思う。
- 実際に手を動かしたり、目の前で見ることで机の上では考えなかったことを考えることもあり非常に勉強になりました。ありがとうございました。
- 今回研究用原子炉を使った実験という貴重な体験が出来てとても楽しかったです。実際の実験結果に対する考察の落としどころを見つけられなかったことは今後に向けた大きな反省点です。また、データの扱い方に関しては今後自分たちが修論などでおこなう実験に活かせることがあると思いました。こういった原子力関連の実験は今後の原子力展開を考えると必要不可欠であり、現在濃縮燃料が元の国に返却されている状況ですが、再び臨界実験ができるように国が率先して法など整備してくれたら良いなと思います。3 日間ありがとうございました。
- 事前に講義があり、理解を深めてから実験をすることで、考えながら実験をすることが出来た。皆さんと協力して実験することができ、いい経験となった。
- 班の方が優秀な方ばかりで助かりました。
- 計測がメインだと感じた。検出器や体系をより詳しく見たかった。
- 臨界集合体や燃料など日頃の実験ではなかなか見ることができないものを見学させて頂いたうえに、その実験装置を使い炉物理の実験を行えたことは研究生活において非常に有意義であったと思います。また、他大学の学生と意向を交換する機会や KUCA の先生方からの説明を頂ける機会はなかなかないので、そこも大変有意義であったと考えます。
- 初日に学生たちでご飯に行ける機会があり、それが今回の討論会の議論の準備に役立てたのかなと思います。原子炉を直接見学できる機会は、貴重であり、有意義な時間を過ごせました。ありがとうございました。
- In 照射の実験ではグループ内で役割をあらかじめ決めておかないと混乱すると感じた。特にデータ分析についてはデータをあとは入力するだけの状態にしておく必要があると感じた。また、今年は実験のスケジュールが変わったということもあり、班で議論する時間はある程度あったので、その点は非常に良かったと感じた。
- アイスブレイクが重要であると感じた。また計算コードなどを自由に使える環境の提供も可能であれば望ましいと感じた。
- 昨年後半から原子力の研究室と一緒にゼミをやることになり、理解できない部分が多かったため、今回の実験や事前講義を通して理解を深めることができてよかったです。 アン

ケートには理解している部分もあるがわからない部分もたくさんある選択肢を選んだ項目が多いですが、今回の実験を通してわからない部分が見えてきたので、良い機会でした。ありがとうございました。

- 3 日間ありがとうございました。 これまでに大学で学んだ理論について実験を行うことで、より理解を深めることができました。また、まだまだ足りない部分が多いので、引き続き大学で学習を進めていこうと思います。
- 実際に実験を行うことで、講義やレポートで学ぶ内容を実際に経験し、より深く理解することができた。また、その内容を他の大学の人と議論することによって新しい気づきを得ることができた。
- KUCA を使って実験を行ったことはすごく貴重で有意義な経験でした。ホテルに泊まらせていただけたことで、ラウンジを使って長い時間を他の実習生と過ごすことができました。そして多くのコミュニケーションを他の実習生と取ることで、様々な考えを出し合い深めて、討論会に臨むことができたと思います。
- 各大学ごとで用意されていた実験結果記録用エクセルファイルの記録様式がバラバラだったので、統一してデータをまとめやすくしたい。もっと教科書読んだほうが実験目的や、過去の原子炉物理実験の追体験をしている感覚が掴みやすくて良いと思う。
- 先輩方から、実験の時間が長かったため、その分考察のための時間を確保できず思うように考えられたかったと聞いていたが、スケジュールの変更があったのか十分時間が与えられ、考察の良し悪しに関わらず、時間をかけて議論を行えたのがよかった。

UTR-KINKI での実習後のアンケートでは、実習後のアンケート（表 3.2-2）の結果、以下のような感想が得られた。

- 普段解析しかしていなかったので、実際の炉に触れるのはいい経験になりました。
- 初日の UTR-KINKI を解説してくださった方が早口すぎて聞き取れず困った。全体的には親身に教えてくださる方々ばかりでとても良いプログラムだったと思う。
- 発表資料作りの時間がもう少し余裕あるといいなと感じた。それ以外は素晴らしかった。
- 普段座学だけでは理解しづらい現象を、実際の実験をすることでとてもよく理解できました。ぜひ今後とも続けていただき、原子力人材育成に寄与していって欲しいと思います。とても有意義な時間でした。ありがとうございました。
- 原子炉物理学を事前に学習しておくことで、学んだ数式の妥当性が実験を通して確認できます。原子炉物理学に対する理解がよりクリアになり、原子炉内で何が起きているのかということを理論的に説明することができるようになります。また、他大学の学生さんたちがどれだけ勉強しているのか、どれだけ意欲的なのかということがいい刺激になり、自分の研究の糧になります。
- ありがとうございました。原子炉を実際に見たことがなかったので、非常にいい経験になりました。
- 期間的に 3 日間が丁度よくダレることなく、好奇心も楽しみも続いた。 授業で原子炉物理を学ぶことはどこの大学でも出来るが、実習を交えながらできるのは近畿大学の強みだ

と痛感した。机で式だけ追っていても全く身につかないが、実験しながらその都度説明され、理解を深められるこの機会が本当に有り難く、非常に身になる 3 日間でした。

- 原子炉物理を現実の物理現象と結びつける非常に貴重な体験だった。また、観測技術やその工夫をしなければ、原子炉物理の理論と結びつけられないという理解も促進された。事前講義時点で、実験で得られるデータの事例の提示があるとよりイメージがしやすいと思った。
- 電力会社の原子力部門に就職する私にとって、自分の手で実験的に制御棒を動かし、時にはスクラムもさせてもらえるという経験は非常に有意義であり、発電用原子炉では絶対に出来ない研究用原子炉の価値を感じる実習となりました。
- 説明、サポート体制などが優れており、学生が実験に集中できる環境であった。
- 今回の実習を通して、理論式で表される物理現象を実際の原子炉を用いて確認でき、とても興味深く面白かった。また、他大学の方々との交流を通して情報交換ができたこともとても刺激になり、大変貴重な経験になった。
- 実際の原子炉を操作しながら実験を行うことで、普段の授業ではなかなかイメージできなかったことがイメージできるようになりました。
- 原子炉を実際に動かすという貴重な経験ができたことはもちろんのこと、同じ原子力分野を学ぶ同世代の人たちとコミュニケーションをとり一緒に考えることができて非常にためになる実験になったと思う。
- 実際にパソコン上でデータとして扱っていた実験を実際の現場で自分たちの手を動かして身をもって体感することでより理解を深めることができた。
- 実際に原子炉の運転を行い、原子炉からのデータを得るという経験がとても良い刺激になりました。座学で学んだ内容と実際の原子炉の挙動は完全に一致するわけではない事を学び、その要因について考察することで炉物理についてとても理解を深めることができました。 また実習で出会った他大学、他専門分野の人と交流し、議論を行いながら課題に取り組むことで、様々な視点から炉物理について学ぶことができました。この実習の価値は原子炉を実際に運転して学ぶことができることと、様々な人と交流することで多角的に炉物理を学ぶことができることにあると思います。 是非来年も開催していただきたいです。
- 座学で学んだことを、実験を通して実際の数値やグラフとして捉えることが出来て、非常に有意義な時間を過ごすことが出来た。
- とても密度の濃い実験ができ、とても充実した 3 日間だったので、とても良い経験になりました。また他大学の方との交流も出来、これから仲間になるであろう人と交流をもてて良かったです。
- 実際の原子炉を操作し様々な実験項目の実習を行うことで実験に対する理解が深まり、事前講義および実験前の講義と併せてわかりやすい内容になった。実験結果を用いて炉物理パラメータに関する議論を行い、実験中に原子炉での中性子の挙動を観察することで原子炉の仕組みや炉物理への理解を深めることができた。グループワークや討論会が非常に有意義であったこと、そして、実際の原子炉を運転操作できたことは貴重な体験であったという意見が多くみられた。

表 3.2-2　原子炉実習「中級コース」の育成の定量効果（事前、事後のアンケート結果）

2024年（R6年度）「中級コース」アンケート結果（達成度結果）

KUCA（学部生：原子力専攻）

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前	受講後
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	平均点	平均点
放射線	0	0	3	1	0	0	0	1	2	1	3.3	4.0
中性子束	0	2	1	1	0	0	0	1	3	0	2.8	3.8
中性子増倍	0	3	1	0	0	0	0	1	3	0	2.3	3.8
反応率	0	3	1	0	0	0	0	2	1	1	2.3	3.8
臨界および未臨界	0	3	1	0	0	0	0	2	1	1	2.3	3.8
中性子の計測方法	1	1	2	0	0	0	0	1	2	1	2.3	4.0
ウラン濃縮度	1	2	1	0	0	0	0	1	2	1	2.0	4.0
原子力への興味＊	0	0	2	2	0	0	0	3	1	0	3.5	3.3
実験への期待＊＊	0	0	1	3	0	0	0	0	2	2	3.8	4.5

KUCA（大学院生）

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前	受講後
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	平均点	平均点
放射線	0	4	15	2	0	0	0	7	13	1	2.9	3.7
中性子束	3	1	13	4	0	0	1	6	11	3	2.9	3.8
中性子増倍	1	3	15	2	0	1	0	5	10	5	2.9	3.9
反応率	2	2	14	3	0	1	0	4	11	5	2.9	3.9
臨界および未臨界	1	3	11	6	0	1	0	3	10	7	3.0	4.0
中性子の計測方法	1	6	12	2	0	0	1	3	12	5	2.7	4.0
原子力への興味＊	0	0	4	12	5	0	0	4	6	11	4.0	4.3
実験への期待＊＊	0	0	1	14	6	0	0	0	6	15	4.2	4.7

UTR-KINKI（大学院生）

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前	受講後
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	平均点	平均点
中性子束	1	3	12	6	0	0	1	1	14	6	3.0	4.1
中性子の増倍	1	3	10	8	0	0	0	2	13	7	3.1	4.2
臨界および未臨界	1	2	14	5	0	0	0	3	9	10	3.0	4.3
余剰反応度	2	6	9	5	0	0	0	1	15	6	2.8	4.2
制御棒価値	2	5	10	5	0	0	0	3	13	6	2.8	4.1
即発中性子	1	4	12	5	0	0	0	2	12	8	3.0	4.3
遅発中性子	1	4	12	5	0	0	0	3	9	10	3.0	4.3
原子炉の運転操作	2	7	8	4	1	0	0	1	11	10	2.8	4.4
原子力への興味＊	0	0	1	10	11	0	0	1	8	13	4.5	4.5
実験への期待＊＊	0	0	0	8	14	0	0	0	3	19	4.6	4.9

1．ほとんど知識がない
2．用語を知っている程度
3．理解している部分もあるが、わからない部分もかなりある
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

＊ 1．関心を全く持っていない
2．あまり関心を持っていない
3．ある程度関心を持っている
4．関心を持っている
5．非常に関心を持っている

＊＊ 1．全く期待（前）/満足（後）いていない
2．あまり期待（前）/満足（後）していない
3．どちらでもない
4．概ね期待（前）/満足（後）した
5．期待（前）/満足（後）した

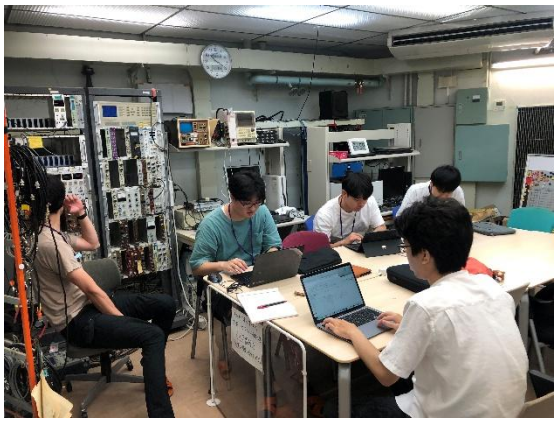

図 3.2-1　KUCA での中性子増倍測定の様子。

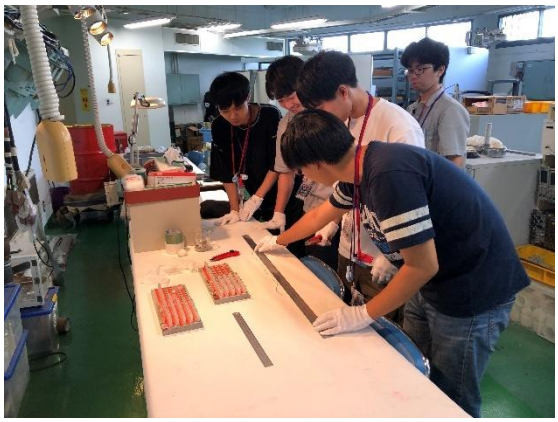

図 3.2-2　KUCA における反応率測定の様子。

図 3.2-3　UTR-KINKI でのプレゼンの様子。

図 3.2-4　UTR-KINKI での修了式の様子。

3. 3.　原子炉実習「上級コース」

上級コース実習では、原子炉物理または放射線計測を専門とする大学院生を主な対象として、課題解決型の原子炉物理実習を実施している。令和 6 年度の上級コース実習についても、令和 5 年度までに開発した実習プログラムやテキストを活用することで、上級コース実習に向けた遠隔

講義形式の事前講義（図 3.3-1）をリアルタイムで実施することとした。なお、令和 6 年度の改善点として、参加学生間で議論をしながら主体的に当日の実験を実施することができるように、上級コース実習開始直前の事前講義後半において、zoom のブレイクアウトルーム機能を活用して、実験当日のグループごとに分かれて実験当日の役割分担などについて議論する時間を事前に設けることとした。上述した改善に伴って、参加学生全員がリアルタイムで参加可能な事前講義の時間も限られるため、一部の演習（Feynman-α 法による処理プログラムの作成演習）については、Google Colaboratory を活用したオンデマンド型の演習教材として取り組んでもらう形に変更し、実験開始直前の事前講義前半にプログラム作成時の不明点などについて質疑応答で解説する方式とした（図 3.3-2）。

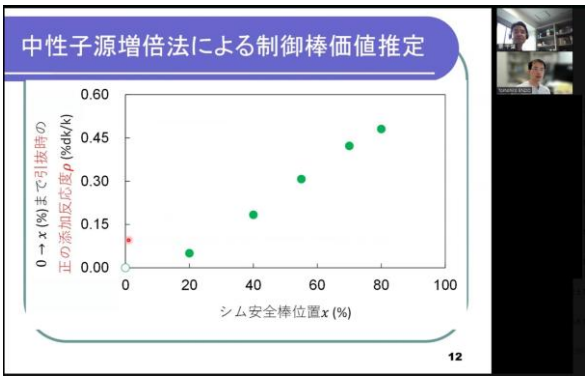

図 3.3-1　遠隔講義形式の事前講義風景

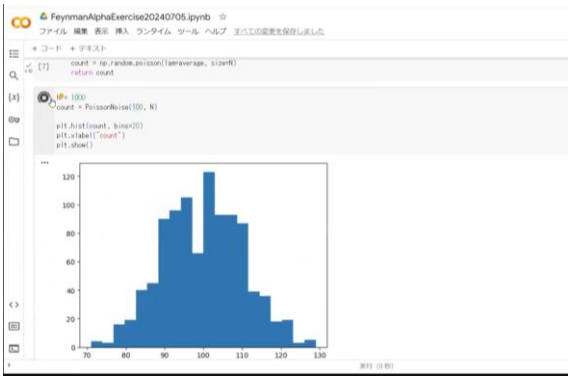

図 3.3-2　Google Colaboratory を活用したオンデマンド型教材

遠隔講義形式の事前講義を実施した後、UTR-KINKI における上級コース実習を開催した。令和 6 年度の上級コース実習の開催日および参加人数を表 3.3-1 に示す。ここで、4 日間のスケジュールで実施した上級コース実習項目は以下のとおりである。

- 保安教育、原子炉見学（1 日目午前）
- 臨界近接（1 日目午後）
- 制御棒校正：落下法、炉周期法（2 日目）
- 未臨界度測定：Feynman-α 法（3 日目）
- 討論会、実験レポート作成（4 日目）

なお、上級コース実習では、以下で挙げる 2 つの実験内容が特記事項となっている。

(1) 中性子源増倍法による制御棒価値測定：1 日目午後に測定した臨界近接実験時の中性子計数率のデータを再利用し、中性子源増倍法により各制御棒位置における負の反応度を推定した。

(2) 逆増倍法と原子炉雑音測定を組み合わせた未臨界度測定：制御棒パターンを変えた複数の未臨界体系に対して計数率および Feynman-α 法により即発中性子減衰定数αを測定した後、逆計数率曲線に基づいて臨界時の即発中性子減衰定数$\alpha_{\mathrm{crit}} = \beta_{\mathrm{eff}}/\Lambda$を推定することで、Simmons-King 法により各体系の未臨界度を推定した。

表 3.3-1　原子炉実習「上級コース」の開催日と参加人数

実施日	大学	参加者数
		大学院生
7 月 9 日～12 日	北海道大学	5
	東北大学	1
	東海大学	2
	名古屋大学	4
合計		12

上級コースの実習後に実施した、アンケートの自由記載欄に回答された参加した大学院生の感想の例は、以下のとおりであった。

- 原子炉の実験解析に習熟することができた。限られた実験データから様々な物理パラメータを計算できることを知り、意義深い時間となった。
- 実際に原子炉を操作して各種データを取得し、そのデータの解析を行うことで内容への理解が大きく深まった。事前講義では最終レポートで必要となる内容を取り扱っていたため最終レポートを書く際の助けとなった。
- 事前講義では、実験に必要な知識や考え方を広く勉強でき、原子炉物理に関する理解が深まった。実際の実験では、炉雑音の測定方法やデータ収集について詳しく知ることができて良かった。考察、議論する上で、誤差評価がとても大切であると感じた。教育用原子炉の運転操作や解析を通して、商業用原子炉の運転や挙動の違いについて、興味を持った。
- 事前講義は、実際の実験において重要な内容が詰め込まれており、非常に有意義な講義でした。実験では、制御棒価値や未臨界度など、原子力の安全利用において重要なパラメータの推定方法だけでなく、原子炉の起動、操作、運転時の注意点も学ぶことができました。このような貴重な機会は滅多に得られるものではないため、今回学んだ内容を今後の研究や就職後に役立てていきたいと考えています。
- 事前講義はわかりやすく、課題も実習に繋がり理解しやすい内容でした。課題はフィードバックが返って来るのが良かったです。実習当日も手厚いサポートで全体的にとても良い講義でした。
- 事前講義のおかげで実験をスムーズに行うことができたが、実際に実験炉を動かしてみて初めて自分たちがやりたい実験が時間的、ルール的に可能なのかどうかという気付きもあって全体として深い学びになった。

また、上級コースの実習前後に実施した 6 項目の内容に対する理解度に関するアンケート結果を表 3.3-2 に示す。表 3.3-2 から分かるように、上級コースの事前講義および実習の実施により、参加した大学院生の理解度を高めることができた。ただし、⑤原子炉からの雑音データの活用、⑥原子炉における中性子の計測及びデータ処理の項目については、他項目と比べて理解度の向上が低い結果であった。アンケートの自由記載欄に記載された上級コース実習プログラムの改善に関連する内容に基づくと、Python プログラミング経験が無い参加学生にとっては Feynman-α 法による処理プログラム作成演習の難易度が高く、オンデマンド型の教材の方式による処理プログラ

ムの作成演習を主とした指導では理解を十分に促すことができなかったためであると考えた。

以上より、原子炉物理実験に関する参加学生の理解を深める上で本実習が有効である点を確認するとともに、学生の理解度に応じて本実習プログラムを継続的に改良し続けることの重要性を再認識できた。

表 3.3-2　原子炉実習「上級コース」の育成の定量効果（事前、事後のアンケート結果）

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前 平均点	受講後 平均点
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
①未臨界状態の原子炉の振る舞い	1	2	7	2	0	0	0	2	7	3	2.8	4.1
②臨界状態及び臨界近傍の原子炉の振る舞い	2	2	5	3	0	0	0	3	7	2	2.8	3.9
③原子炉の臨界近接操作	5	1	4	2	0	0	0	2	5	5	2.3	4.3
④制御棒反応度価値の校正方法	6	0	6	0	0	0	0	3	6	3	2.0	4.0
⑤原子炉からの雑音データの活用	5	4	2	0	1	0	0	8	3	1	2.0	3.4
⑥原子炉における中性子の計測及びデータ処理	4	3	5	0	0	1	0	5	5	1	2.1	3.4

3.4.　実習教科書の整備

KUCA の低濃縮化に対応した実習教科書について、教科書の構成、執筆内容、執筆者と役割分担を決め、英文教科書については執筆および校正が終了し、図 3.4-1 のように Open Access 書籍として出版された。また、和文教科書については執筆が終了した。

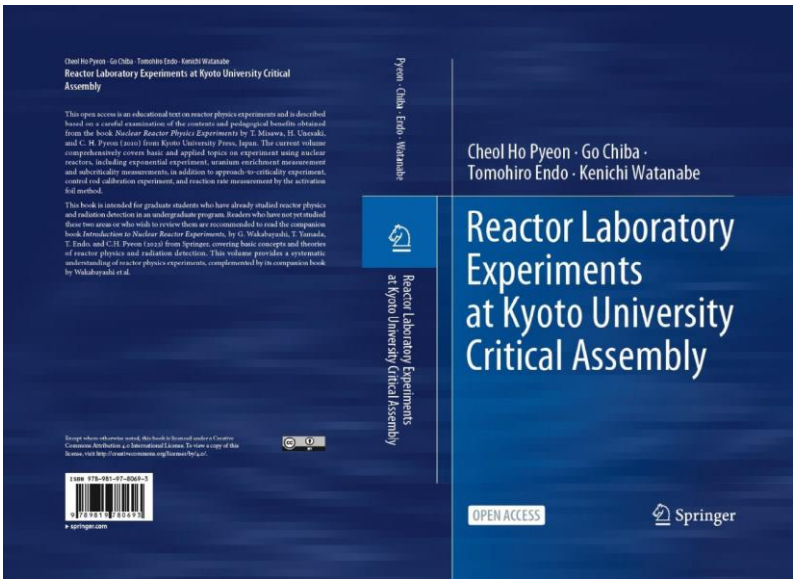

図 3.4-1　KUCA の英文教科書（https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-97-8070-9）

3.5.　高専生のための原子力実習

令和 6 年度は近畿大学において 1 泊 2 日の実習を開催した。参加者が少ないため、原子炉実習「基礎コース」のうち、初学者向けの内容を行う東海大学の実習と合同で実施した。表 3.5-1 に実習の開催日と参加者数を示す。

表 3.5-1　高専生のための原子力実習の開催日と参加者数

実施日	学校	参加者数	合計
8 月 25～26 日	長岡工業高等専門学校	1 名	5 名
	木更津工業高等専門学校	1 名	
	岐阜工業高等専門学校	1 名	
	和歌山工業高等専門学校	1 名	
	宇部工業高等専門学校	1 名	

実習スケジュールを表 3.5-2 に示す。

表 3.5-2　実習スケジュール

日	時間	内容
8 月 26 日（月）	13:00-13:10	開会挨拶・事務連絡
	13:10-13:40	【講義】保安教育
	13:40-13:50	休憩
	13:50-14:40	原子炉見学
	14:40-17:00	【実習】原子炉運転・空間線量率測定
8 月 27 日（火）	9:30-12:00	【実習】アルミ箔の放射化と半減期測定
	12:00-13:00	昼食
	13:00-14:30	【実験】中性子ラジオグラフィ
	14:30-15:00	修了証授与・閉会挨拶

実習アンケートの結果や感想は、3-1 で東海大学の実習と合わせて示しているが、実習内容の理解度は全ての項目で上がっていることが分かった。また、原子力・放射線分野への就職・進学意欲が高まり、実習に対する満足度も高かった。

図 3.5-3　原子炉運転実習

図 3.5-4　半減期測定の様子

3.6.　廃棄物計測・信頼性工学実習

令和 6 年度は信頼性工学の基礎実習、放射性廃棄物計測に関する実習を行った。また見学会を

実施した。

表 3.6-1 令和 6 年度の施行スケジュール

	実施日	参加人数	備考
信頼性工学基礎実習 1 回目	令和 6 年 9 月 9、10 日	17 人	9 日 9 人、10 日 8 人
信頼性工学基礎実習 2 回目	令和 6 年 12 月 25 日	5 人	大阪大学から 1 名参加
廃棄物計測実習 1 回目	令和 6 年 9 月 9、10 日	17 人	9 日 8 人、10 日 9 人
廃棄物計測実習 2 回目	令和 6 年 12 月 27 日	5 人	大阪大学から 1 名参加
見学会	令和 6 年 12 月 26 日	21 人	大阪大学から 1 名参加

- 信頼性工学基礎実習

実習は 9 月及び 12 月の 2 回にわたり東京都市大学の王禅寺キャンパス原子力研究所にて実施した。各回とも実施内容は共通であり、実習は前半が主に統計処理であり、後半が信頼性評価という内容で実施した。前半の統計処理は人口動態のデータより平均寿命や各年齢における死亡率などのパラメータを計算する内容であり、後半の信頼性評価は，直列システムや並列システムの信頼度の評価手法を学び、これを踏まえて、これらを組み合わせた複雑系の信頼度を評価した。

- 放射性廃棄物計測実習

計測実習も 9 月及び 12 月の 2 回にわたり東京都市大学の王禅寺キャンパス原子力研究所にて実施した。各回とも内容は共通であり、午前は講義として、放射性廃棄物の分類やその取扱いに関する日本の現状、HPGe 検出器によるガンマ線計測、最低検出限界量などの放射性廃棄物と放射線計測に関する講義を行った。午後は東京都市大学王禅寺キャンパス原子力研究所の炉室にて、HPGe 半導体検出器を用いて、実際にガンマ線計測の実施と、黒鉛サンプルを用いて放射性物質濃度の評価を行った。

研究施設での放射性廃棄物取り扱いの実態を見学するため、12 月に貸切バスにより日本原子力研究開発機構（大洗）の廃棄物関連施設（α 固体貯蔵施設、α 固体処理棟、固体廃棄物減容処理施設）の見学会を行った。

図 3.6-1　信頼性工学実習 1 回目の最初の講義の様子

図 3.6-2　放射性廃棄物計測実習 2 回目において黒鉛を炉室にて測定している様子

図 3.6-3　見学会における朝の集合の様子

図 3.6-4　見学会集合写真

- 実習アンケート結果

実習実施後、Microsoft Forms を通じてアンケートを行った。1 回目参加者 6 名、2 回目参加者４名の合計 10 名の回答があった。

信頼性工学基礎実習に関しては、難易度は「普通」が 6 名「やや易しかった」「やや難しかった」が 2 名ずつであった。今年度の難易度はちょうど良かったと考えられる。また有用性の項目では、「受講して有益だった」と「やや有益だった」と答えた学生が合わせて 7 名であり、「普通」と答えた 3 名と合わせて考えると、有益であると受講生は判断していると考えられる。

廃棄物計測実習に関しては、難易度は「普通」の回答が最も多かったものの、「やや易しかった」が 2 名おり、易しかったと答えた学生がいた前年度に比べ難易度は適正化していると考えられる。また有用性の項目では、「受講して有益だった」との回答が 7 名、「やや有益だった」2 名、「普通」1 名との回答があり、受講生としては有益であると判断していると考えられる。

見学会に関しては、自由記載欄に「JAEA の見学に関して、もう少し時間があれば良かったと感じた」「バス 1 台での見学はスケジュール的に難しいと感じました」「1 日の実習時間を長めにとってもう少し内容を拡充させても良いと思った。JAEA 見学会も他の施設なども見てみたい」「OWTF に関して印象に残った。また、それぞれの考え方やアプローチの仕方が異なると感じました」「大学ではできない貴重な経験ができて勉強になりました」との意見が寄せられており、見学時間の短さに若干不満を持っている学生が見受けられた結果となった。また、全体として、「3 日目の講義を経て 2 日目の見学が良かった気がします」との意見もあり、実施スケジュールの検討を行っていきたい。

3. 7.　発電炉シミュレータ実習

令和 6 年度には、令和 5 年度までに改良したプログラムを用いて、SARS による実習を東海大学湘南キャンパスにて対面で令和 6 年 9 月 3～4 日（2 日間）に行った。令和 6 年度の実習スケジュールと参加者数を表 3.7-1、表 3.7-2 に、本実習中の状況を図 3.7 に、それぞれ示す。本実習で事故解析は、加圧水型原子炉 PWR（Pressurized Water Reactor）の冷却水喪失事故（LOCA: Loss of

Coolant Accident）を、沸騰水型原子炉 BWR（Boiling Water Reactor）の全電源喪失事故（SBO: Station Black Out）を、それぞれ対象とした。PWR で LOCA が発生した後に非常用冷却装置（高圧注入系・蓄圧注入系・低圧注入系）が作動・不作動した場合の燃料被覆管温度の差異、BWR で運転サイクル初期（BOC）と末期（EOC）に SBO が発生した場合の炉心損傷の差異について理解が深められた。参加した大学院生と高専 3 年生で年齢と基礎知識に差はあったが、大学院生が質疑応答などで本実習を活性化した。実習終了後に行ったアンケート調査の結果、「参加者の満足度は平均 5（満点 5）」であった。

表 3.7-1　発電炉シミュレータ実習のスケジュール

日付	時間	プログラム
令和 6 年 9 月 3 日（火）	9:30- 12:30	講義 1：原子力発電プラント PWR/BWR の構造と機能 講義 2：原子炉シミュレータ SARS の概要と機能
	12:30-13:30	昼休
	13:30-17:00	実習 1：SARS の操作習熟 実習 2：PWR の事故解析と解析結果の考察
令和 6 年 9 月 4 日（水）	9:30-12:30	実習 3：BWR の事故解析と解析結果の考察
	12:30-13:30	昼休
	13:30-16:30	講義 3：発電炉の事故例と対応 まとめ

表 3.7-2　発電炉シミュレータ実習の参加者数（高専生・大学院生）

実施場所	参加機関	参加者数	計
東海大学湘南キャンパス	長岡技術科学大学大学院	1 名	4 名
	岐阜大学大学院	1 名	
	舞鶴工業高専	2 名	

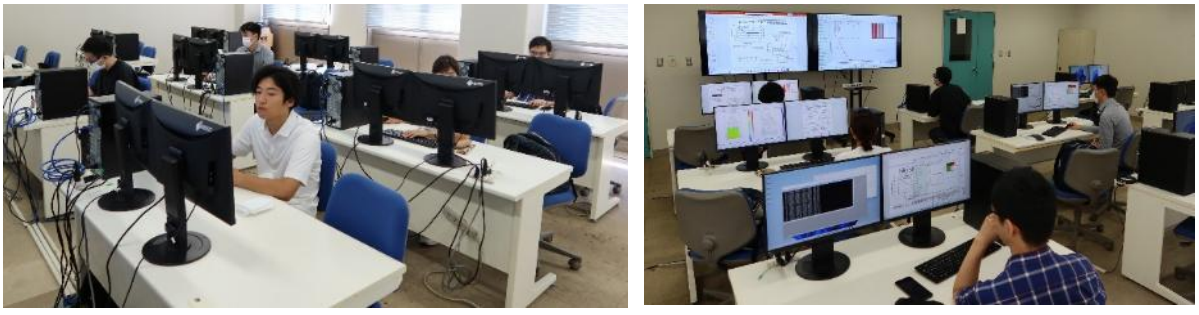

図 3.7　SARS を用いた実習の状況

3.8.　慶熙大学校原子炉実習

令和 6 年度は予定通り夏季に実習を開催することができた。表 3.8-1 に実習開催日と参加人数を示す。今回の参加者は、全員が以前に国内の原子炉実習に参加したことがある経験者であった。

表 3.8-1　慶熙大学校原子炉実習の開催日と参加人数

実施日	大学	参加者数		
		学部生	大学院生	合計
令和 6 年 8 月 6 日～9 日	近畿大学	－	6 名	6 名
	名古屋大学	4 名	1 名	5 名
	東海大学	－	2 名	2 名
合計		4 名	9 名	13 名

実習項目は次のとおりである。

- 保安教育
- 原子炉運転
- 原子炉内中性子束分布測定
- 臨界近接
- 温度係数と反射体効果の測定
- プレゼンテーションとディスカッション

実習指導・講義等は全て英語で行い、必要に応じて日本語でサポートした。
表 3.8-2 に令和 6 年度の実習スケジュールを示す。

表 3.8-2　令和 6 年度の実習スケジュール

日	時間	内容
8 月 6 日（火）	午前	日本各地から仁川空港へ移動（飛行機）
	13:30-15:00	仁川空港から慶熙大学校へ移動（貸切バス）
	15:00-16:00	開校式・施設紹介
	16:00-17:00	保安教育
	17:00-18:00	自由時間
	18:00-20:00	歓迎会
8 月 7 日（水）	9:00-10:00	講義①　原子炉運転と臨界
	10:00-12:00	実習①　原子炉運転実習
	12:00-14:00	昼食
	14:00-15:00	講義②　放射化法による中性子測定
	15:00-17:00	実習②　原子炉内の熱中性子束分布測定
	17:00-	実験データのまとめ・プレゼンテーションの準備
8 月 8 日（木）	9:00-10:00	プレゼンテーションと議論
	10:00-11:00	講義③　臨界質量の測定
	11:00-13:00	実習③　臨界近接実験
	13:00-14:00	昼食

	14:00-15:00	講義④　温度フィードバックと反射体効果
	15:00-17:00	実習④　温度係数と反射体効果の測定
	17:00-	実験データのまとめ・プレゼンテーションの準備
8 月 9 日（金）	9:00-10:00	プレゼンテーションと議論
	10:00-11:00	閉校式
	11:00-14:00	自由時間
	14:00-16:00	慶熙大学校から仁川空港へ移動（貸切バス）
	16:00-	仁川空港から日本各地へ移動（飛行機）

実習後のアンケートの結果、原子炉運転を面白かったと感じた学生が多く、難易度に関してはすべての実習項目で適切な難易度であった。また、有益度について尋ねた質問では、すべての実習項目についてとても有益であるとの結果が得られた。実習についての感想では、海外の原子炉施設においても基本構成や放射線防護の考え方が同じであることを確認できたこと、AGN-201K 特有の特性（制御棒が燃料であり、燃料の増減で反応度制御を行うことなど）が興味深かったという感想や原子炉の基本要素（燃料・減速材・反射材・遮蔽材）について理解が深まったこと、自分の英語力の不足を痛感し、国際的な場でのコミュニケーションの重要性を認識したことなどが述べられていた。表 3.8-3 に実習参加者の主な感想を示す。

慶熙大学校の原子炉施設は、日本からの距離が近く利便性が高い場所にありながら、国際的な環境で実習を行う場として極めて有効であり、国際交流と人脈形成の観点も含め、これからも本実習を国際人材育成に活かしていきたい。

表 3.8-3　実習参加者の主な感想

英語でのコミュニケーションは非常に困難であり、自分の言いたいことを伝えるのが難しいと感じた。
英語でも原稿に頼らず話せるようになりたいと感じた。
今回の実習で特に印象に残ったのは、原子炉の制御方法についてです。日本の商用原子炉や近大炉では制御棒を用いて中性子を吸収しますが、AGN-201 では制御棒により炉心内のウラン燃料の量を増減させる点に非常に興味を惹かれました。原子炉の燃料、減速材、反射材、遮蔽材といった基本的な構成要素が揃っていれば、様々な方法で原子炉を制御できることを理解しました。
今回の実習での反省点は、自分の英語力の不足です。実習を通じて、英語が国際的な場での重要なコミュニケーションツールであることを痛感しました。実習中は、現地の先生方や TA の方と積極的に交流することで、国際的な場での英会話を学ぶことができましたが、今後も英語の学習にさらに力を入れたいと考えています。
今の自分の英語力が把握できた。

図 3.8-1　慶熙大学校原子炉の運転

図 3.8-2　臨界近接実験

3.9.　原子炉実習「国際コース」

原子力を専攻する海外の大学院生、及び国内の大学の若手教員・大学院生を対象として、KUCA および UTR-KINKI を使った原子炉物理実習を開催した。使用言語は英語とし、原子炉物理に関する基礎的な知識と実験技術を習得するとともに、国際コミュニケーション能力を養成した。京都大学は、受講前の事前講義をリモートで行い、実験を開始する前の講義および実験の運営を担当した。

表 3.9-1　原子炉実習「国際コース」の開催日と参加人数

実施場所	実施日	参加者数
京都大学	7 月 23 日～25 日	慶熙大学校：　大学院生 4 名 ソウル大学校：　大学院生 4 名 韓国科学技術院：大学院生 3 名 蔚山科学技術院：大学院生 2 名 北海道大学：　大学院生 1 名 京都大学：　大学院生 1 名 北海道大学：　若手教員 1 名
近畿大学	12 月 17 日～20 日	慶熙大学校：　大学院生 2 名 ソウル大学校：　大学院生 2 名 韓国科学技術院：大学院生 2 名 蔚山科学技術院：大学院生 2 名 浦項工科大学校：大学院生 2 名 清華大学：　大学院生 2 名 上海交通大学：　大学院生 2 名 京都大学：　大学院生 1 名 長岡技科大学：　若手教員 1 名 大阪大学：　若手教員 1 名
	合計	33 名

KUCA において行った実験項目は以下の通りである。

- 未臨界体系における中性子増倍
- 反応率分布測定
- ウラン濃縮度測定

UTR-KINKI において行った実験項目は以下の通りである。

- 臨界近接
- 制御棒校正
- 未臨界度測定
- 運転実習

実習前後のアンケート結果より、KUCA においては以下のような感想が得られた。

- 理論学習に多くの時間を割き、加えてKUCA での実験を通して実験内容についての理解が大いに深まった。
- 実験に参加できたことがとても大きな経験であり、とてもよく準備された価値のある実験であると思った。
- 原子力工学の基礎である指数実験に参加できたことはとても貴重な経験であり、グループメンバーとの議論と交流は今後の研究ネットワークの構築に大いに役立った。
- 専門的な内容を英語で話す機会に恵まれ、指数実験についてゆっくり時間を掛けて考える良い機会であった。可能であれば、検出器の性能評価と実験との関連を説明し、同じ実験を複数回行うことで、さらに理解が深まるのではという提案があった。

UTR-KINKI におけるコースでは、以下のようにまとめることができる。

- グループごとに運転実習に割いた時間に不公平感があり、もう少し原子炉を運転する機会を増やしてほしかった。
- 非常に良く練られたプログラムであり、プログラムの期間、スケジュールおよび内容は原子炉物理実験を理解するのに適切であった。教員による実験前の講義とラップアップは非常に効果的であった。
- 参加する前の事前学習の重要性を実感し、特に理論学習の準備をすべきであったと反省した。

表 3.9-2　原子炉実習「国際コース：KUCA」のスケジュール

Reactor Physics Asia Experiment Program in 2024 Fundamental (RPHA-XP: αXP2024 Fundamental)
(with ANEC International Course in 2024 by MEXT @KURNS)

	7/22 (Mon)	7/23 (Tue)	7/24 (Wed)	7/25 (Thu)	7/26 (Fri)
8					
		8:30 Join (@Main gate)	8:30 Join (@Main gate)	8:30 Join (@Main gate)	
9		9:30 - 11:30 Opening session Safety regulation Technical tour @KUCA	9:30 - 10:00 Wrap-up meeting	9:30 - 11:00 Presentation	
10			10:00 - 10:30 Lecutre #3 Reaction rate		
			10:30 - 12:00 Experiment #3 Reaction rate	11:00 - 12:00 Report writing	
11		11:30 - 12:00 Lecure #1 Exponential exp.			
12		12:00 - 13:00 Lunch	12:00 - 13:00 Lunch	12:00 - 13:00 Lunch	
13		13:00 - 15:00 Experiment #1 Exponential exp.	13:00 - 14:00 Wrap-up meeting (Data sharing with all)	13:00 - 16:00 Report writing	
14			14:00 - 17:00 Preparation of presentation Report writing		
15		15:00 - 15:30 Break		16:00 Due time of report	
		15:30 - 16:00 Lecure #2 U enrichment		16:00 - 17:00 Closing	
16		16:00 - 17:00 Experiment #2 U enrichment			
17		17:00 - 17:30 Break	17:00 - Last Report writing		
		17:30 -18:00 Wrap-up meeting (Data sharing with all)			
18	18:00 Arrive at Hotel (Super Hotel in Kumatori)	18:00 - Last Report writing			

表 3.9-3　原子炉実習「国際コース：UTR-KINKI」のスケジュール

Reactor **Ph**ysics **A**sia E**x**periment **P**rogram in 2024 General (RPHA-XP: αXP2024 General)
(with ANEC International Course in 2024 by MEXT @ Kindai University)

	12/16 (Mon)	12/17 (Tue)	12/18 (Wed)	12/19 (Thu)	12/20 (Fri)
8					
		9:00 Join (@Guest house)	9:00 Join (@Guest house)	9:00 Join (@Guest house)	9:00 Join (@Guest house)
9		9:30 - 10:00 Lecture #1 Reactor operation	9:30 - 10:00 Lecture #3 Control rod calibration	9:00 - 12:30 Preparation of presentation Report writing	9:00 - 11:30 Report writing
10		10:00 - 10:30 Safety regulation	10:00 - 12:30 Experiment #3 Control rod calibration		
		10:30 - 12:30 UTR tour Experiment #1 Reactor operation			
11					11:30 (Due time) Report to Prof. Pyeon
					11:30 - 12:00 Closing session
12		12:30 - 13:30 Lunch	12:30 - 13:30 Lunch	12:30 - 13:30 Lunch	
13		13:30 - 14:30 Lecture #2 Approach to criticality	13:30 - 14:30 Lecture #4 Subcriticality	13:30 - 16:00 Presentation (Data sharing with all)	
14		14:30 - 17:00 Experiment #2 Approach to criticality	14:30 - 16:00 Experiment #4 Subcriticality		
15					
16			Break	16:00 - Last Report writing	
			16:30 - 17:30 Wrap-up meeting (Data sharing with all)		
17		Break			
		17:30 -18:30 Wrap-up meeting (Data sharing with all)	17:30 - Last Report writing		
18	18:00 - 18:30 Opening session (Guest house)	18:30 - Last Report writing			

表 3.9-4　原子炉実習「国際コース」の育成の定量効果（事前、事後のアンケート結果）

2024年（R6年度）「国際コース」アンケート結果（達成度結果）

KUCA (Fundamental)

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前	受講後
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	平均点	平均点
放射線	0	0	8	2	6	0	0	1	4	11	3.9	4.6
中性子束	0	0	7	1	8	0	0	1	3	12	4.1	4.7
中性子増倍	0	1	6	2	7	0	0	1	4	11	3.9	4.6
反応率	0	0	6	3	7	0	0	1	4	11	4.1	4.6
臨界および未臨界	0	2	4	3	7	0	0	1	5	10	3.9	4.6
中性子の計測方法	1	1	9	3	2	0	0	1	3	12	3.3	4.7
ウラン濃縮度	3	2	10	0	1	0	0	1	4	11	2.6	4.6
原子力への興味＊	0	0	3	8	5	0	0	0	7	9	4.1	4.6
実験への期待＊＊	0	0	3	6	7	0	0	0	3	13	4.3	4.8

UTR-KINKI (General)

項目＼理解度	受講前					受講後					受講前	受講後
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	平均点	平均点
中性子束	1	2	5	4	3	0	2	2	4	7	3.4	4.1
中性子スペクトル	1	2	5	2	5	0	2	2	4	7	3.5	4.1
中性子増倍	0	3	4	5	3	0	1	1	4	9	3.5	4.4
臨界および未臨界	0	1	6	5	3	0	1	1	4	9	3.7	4.4
余剰反応度	2	2	2	8	3	0	1	2	6	6	3.9	4.1
制御棒価値	0	4	6	2	3	0	2	1	5	7	3.3	4.1
即発中性子	1	2	6	3	3	0	1	2	4	8	3.3	4.3
遅発中性子	1	2	6	3	3	0	1	2	4	8	3.3	4.3
未臨界度	1	3	7	1	3	0	1	1	6	7	3.1	4.3
即発跳躍	2	3	5	2	3	1	1	1	5	7	3.1	4.1
随伴中性子束	5	4	3	0	3	2	3	3	3	4	2.5	3.3
原子炉の運転	3	7	3	1	1	0	2	0	5	8	2.3	4.3
原子力への興味＊	0	0	4	6	5	0	1	1	4	9	4.1	4.4
実験への期待＊＊	0	0	2	7	6	0	0	1	3	11	4.3	4.7

1．ほとんど知識がない
2．用語を知っている程度
3．理解している部分もあるが、わからない部分もかなりある
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

＊ 1．関心を全く持っていない
2．あまり関心を持っていない
3．ある程度関心を持っている
4．関心を持っている
5．非常に関心を持っている

＊＊ 1．全く期待（前）/満足（後）いていない
2．あまり期待（前）/満足（後）していない
3．どちらでもない
4．概ね期待（前）/満足（後）した
5．期待（前）/満足（後）した

図 3.9-1　KUCA での実験の様子

図 3.9-2　KUCA での実験の様子

図 3.9-3　UTR-KINKI での講義の様子

図 3.9-4　UTR-KINKI での実験の様子

3.10. IAEA 原子力安全基準研修

令和 5 年度 3 月に開催した「令和 5 年度 IAEA 原子力安全基準研修」で配布した各セッション資料を IAEA との協議に基づき、令和 6 年度 6 月から東海大学国際原子力研究所ウェブサイトにて掲載した。本資料は自由な閲覧・保存が許可されている。

【　URL　】　https://www.u-tokai.ac.jp/education-research/research-centers/global-research-institute-of-nuclear-energy/iaea-traning-course/

令和 6 年度には国際原子力機関 IAEA および国内の専門家(原子力規制庁、東海大学)を講師として原子力安全基準を中心に学ぶ研修を、東海大学品川キャンパスにて学内対面およびオンライン併用で令和 7 年 3 月 17 日～21 日（4 日間：20 日は休日）に実施した。使用言語は英語とし、講義資料などを事前に配布した。令和 6 年度の研修スケジュールと参加者数を表 3.10-1、表 3.10-2 に、本研修中の状況を図 3.10 に、それぞれ示す。本研修には大学 9 名、一般 38 名が参加し、そのうち 18 名が国外（アジア）から参加した。学内対面参加者数は 12 名、オンライン参加者数は 35 名で、オンライン参加者が対面参加者を上回った。各講義終了後に質疑応答を設け、講師と参加者で議論が行われた。今回から毎日の最終講義の後に自由討論の時間を設け、当日の講義のまとめとしたため、参加者の理解と認識が深められた。研修終了後に行ったアンケート調査の結果,「本研修に満足した 100%」、「講義内容が役立った 95%」であった。

表 3.10-1　令和 6 年度 IAEA 原子力安全基準研修のスケジュール

日付	プログラム
令和 7 年 3 月 17 日（月）	1. Safety Standards, Safety Fundamentals (SF-1), IAEA 2. NSS-OUI (Including Q & A), IAEA 3. Leadership and Management for Safety (GSR Part 2), IAEA 4. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (GSR Part 3), IAEA Q & A
令和 7 年 3 月 18 日（火）	5. Site Evaluation for Nuclear Installations (SSR-1), IAEA 6. Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (SSG-9 Rev. 1), IAEA 7. Safety of Nuclear Power Plants: Design (SSR-2/1 Rev.1) and other relevant IAEA publications, IAEA 8. Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation (SSR-2/2 Rev.1), IAEA Q & A
令和 7 年 3 月 19 日（水）	9. Safety Assessment for Facilities and Activities (GSR Part 4 Rev.1) & Accident Management Programmes for Nuclear Power Plants (SSG-54), IAEA 10. Deterministic Safety Analysis (SSG-2 Rev.1) and Probabilistic Safety Assessment (SSG-3 Rev.1, SSG-4), IAEA 11. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency (GSR Part 7) and Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency (GSG-11), IAEA 12. Overview of Nuclear Regulatory Inspection Program, NRA Q & A
令和 7 年 3 月 14 日（金）	13. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations and the IAEA Safety Standards at Tokai University, Tokai University Q & A

表 3.10-2　令和 6 年度 IAEA 原子力安全基準研修の参加人数と内訳

参加機関	参加者数	計
北海道大学	3 名	9 名
東京科学大学	1 名	
東海大学	4 名	
九州産業大学	1 名	
社会人	国内 20 名 国外 18 名	38 名

図 3.10　令和 6 年度 IAEA 原子力安全基準研修の状況

4. 結言

本事業では、国内に残された貴重な原子炉施設である UTR-KINKI と KUCA を利用した実習を連携させ、体系的に再編・強化するとともに、両原子炉施設を利用する大学がもつ原子力教育リソースを相互に提供して教育機能を補い合う拠点を形成した。令和 6 年度も前年度に続き、当初計画していた事業を全面的に展開することができた。

令和 3 年度から始まった KUCA の低濃縮化による運転停止は令和 6 年度も続き、KUCA を利用した臨界実験は引き続き実施できない状況であったが、本事業の枠組みにより UTR-KINKI を用いて代替実習を実施し、実習教育を継続することができた。また、KUCA においては、天然ウランの未臨界体系を用いた実習を原子炉実習中級コースの一部として実施した。UTR-KINKI では、これまでに整備した和文・英文の実習教科書を活用し、基礎コース、中級コース、上級コースに再編された原子炉実習を計画通りに実施することができた。

教育リソースの活用としては、東京都市大学が提供する「廃棄物計測・信頼性工学実習」、東海大学が提供する「発電炉シミュレータ実習」、高専機構・近畿大学が開催する「高専生のための原子力実習」を計画通り実施した。

国際人材育成としては、「慶熙大学校原子炉実習」、「IAEA 国際基準研修」及び「原子炉実習国際コース」を計画通り実施した。

次年度以降も本事業で開発した教育プログラムを継続的に改善・発展させ、原子力専門教育の強化と原子力産業界及び原子力アカデミアへの人材供給に貢献していきたい。