

令和5年度 国際原子力人材育成イニシアティブ事業  
シンポジウム(成果報告会)

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム  
(ANEC)

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

近畿大学原子力研究所  
若林源一郎



**ANEC**

ADVANCED NUCLEAR EDUCATION CONSORTIUM  
FOR THE FUTURE SOCIETY

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム

# 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

【実施機関】 京都大学、近畿大学、東海大学、東京都市大学、東北大学、名古屋大学、福井工業大学、福井大学

【協力機関】 大阪大学、九州大学、東京工業大学、長岡技術科学大学、北海道大学、早稲田大学、高専機構、JAEA、関西電力、日本原電、日本原子力産業協会、若狭湾エネルギー研究センター、NPO法人アトム未来の会

【目的】 わが国の原子力分野における人材育成機能の維持・充実に寄与することを目的として、本事業の参画機関が保有する原子炉施設・大型実験施設等を活用した実験・実習プログラムを整備し、参画大学等の学生に提供する。また、参画機関が持つ教育リソースを提供し、教育機能を補い合うための拠点を構築する。



## 実験・実習

### 原子炉・大型実験施設を中心とした実験・実習プログラム・教材を整備

- ① 原子炉実習(基礎・中級・上級コース)(近畿大・京都大・名古屋大)
- ② 信頼性工学・廃棄物計測実習(東京都市大)
- ③ 発電炉シミュレータ実習(東海大)
- ④ 高専生のための原子力実習(高専機構・近畿大・東海大)
- ⑤ 実験原子力総合実習(東北大)
- ⑥ 中性子照射済み材料実習(東北大)
- ⑦ 高専生のための原子力材料実習(東北大)
- ⑧ 放射性廃棄物分離分析実習
- ⑨ 廃止措置技術セミナー(福井大)
- ⑩ アイソトープ実習(福井大・福井工業大)
- ⑪ JAEA実習(福井大学・JAEA)
- ⑫ 原子力プラント体感実習研修(福井大・日本原電)



## 国際関係

### 参画機関が持つ国際研鑽の場を学生に提供

- ① 韓国・慶熙大学校原子炉実習(近畿大)
- ② IAEA原子力安全基準研修(東海大)
- ③ ベトナム交流セミナー(福井大)
- ④ オンタリオ工科大学との連携(福井工業大)
- ⑤ 若狭湾地区国際セミナーへの参加・プレススクールの検討(福井大・若狭湾エネルギー研究センター)
- ⑥ 原子炉実習(国際コース)(京都大・近畿大)

## 産学連携

### 産業界との連携によるインターンシップ参加促進

- ① 原子力業界探求セミナー(近畿大・原産協会)
- ② 原子力施設インターンシップ研修(福井大・福井工業大・関西電力)

## その他

- ① 「もんじゅ」サイト新研究炉における人材育成の検討(福井大)
- ② ANECホームページを活用した広報活動(東北大)

# 実験・実習(1)

## ① 原子炉実習

近畿大学原子炉(UTR-KINKI)及び京都大学臨界集合体(KUCA)を使った実習を3コース(基礎・中級・上級)に再編し、両研究炉を連携させた実習プログラムと体系的な実習教科書を整備。

### a) 基礎コース(近畿大学・京都大学)

主に原子力を専攻する学部学生を対象として、UTR-KINKIを用いた基礎的な原子炉物理、放射線計測に関する実習を開催。

### b) 中級コース(京都大学・近畿大学)

原子力を専攻する学部生及び学部で原子力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対象とした、原子炉物理の基礎を学ぶ短期集中型の実習。臨界体系の炉物理実験をUTR-KINKIで、天然ウランを用いた未臨界体系での炉物理実験をKUCAで実施。

### c) 上級コース(京都大学・名古屋大学・近畿大学)

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を用いた専門的な実習を実施。



### 臨界近接実験と検討

臨界近接実験  
燃料多量貯蔵の臨界に到達可能な燃料量、制御棒を徐々に引き抜いて臨界に近づける方法で臨界に近接した。  
・近接臨界の計算をし、近接臨界直前からの臨界位置の予測を更新した。

1. 燃料棒を一定割合 (SRM) の位置 (%) とし、制御棒を近接臨界としたときの臨界率を算出し、臨界となる燃料棒位置 (%) を算出。
2. また、求められた臨界率直前の燃料棒位置を制御棒の位置として近づける。

# 実験・実習(2)

## ② 信頼性工学・廃棄物計測実習(東京都市大学・近畿大学)

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および見学会を実施。

## ③ 発電炉シミュレータ実習(東海大学)

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を用いて実習を実施。

## ④ 高専生のための原子力実習(高専機構・近畿大学・東海大学)

高専生を対象として、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を用いて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実施。

# 実験・実習(3)

## ⑤-1 実験原子力総合実習[高専生対象](東北大学)

4.5 MVダイナミトロン加速器による加速器中性子源あるいは1MV重イオン加速器を活用した「中性子輸送挙動計測実習」、「放射線応用実習」、「原子炉材料照射実習」を組み合わせた実習を行った。計5名の高専生が参加した。実習後のアンケート結果によると、受講者の理解度については、大半が「良く理解できた」と「ほぼ理解できた」であった。また、実習中に設けた高専出身の大学院生との懇談や、研究室ツアーについても、「非常に有意義だった」との評価ならびに前向きなコメントが多かった。

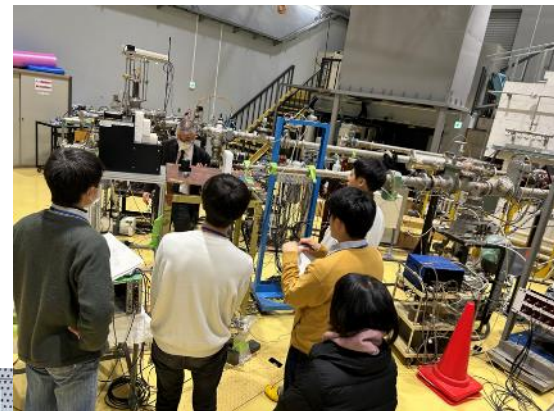
## ⑤-2 実験原子力総合実習[大学生・大学院生対象](東北大学)

上記実習に「PCTRAN実習(原子炉システムシミュレーション)」ならびに「RETRAN実習(原子炉熱流動シミュレーション)」を加え、内容を大学生以上向けにアレンジした実習を実施した。計5名の受講者が参加した。今年度は、従来の実習に加えて東北大学に整備中の次世代放射光施設(NanoTerasu(ナノテラス))の見学も実施した。実習後のアンケート結果によると、受講者の理解度については、大半が「良く理解できた」と「ほぼ理解できた」であり、実習テーマのレベル設定や担当教員の説明、TAのフォローなどについては適切であったと判断した。

# 実験原子力総合実習 [高専生対象]



# 実験原子力総合実習 [大学生・大学院生対象]



# 実験・実習(4)

## ⑥ 中性子照射済み材料実習(東北大学)

原子力分野を専攻する大学院生を対象として、中性子照射済みの放射化材料に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで実施。放射化試料の取り扱い、機械試験、ミクロ組織観察(透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど)などを行った。JAEAや東海第二原子力発電所など大型原子力施設の見学も行った。

## ⑦ 高専生のための原子力材料実習(東北大学)

高等専門学校学生を対象として、原子力材料全般に関する教育を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで実施。講義では、放射線やその管理の基礎、材料の基礎、原子力材料の特徴などを扱った。実習では、機械試験、ミクロ組織観察(透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど)などを扱った。JAEAや東海第二原子力発電所など大型原子力施設の見学も行った。

## ⑧ 放射性廃棄物分離分析実習(東北大学)

大学院生を対象として、放射性廃棄物分離分析に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで実施。化学実験操作、マニピュレーター操作、誘導結合プラズマ質量分析法を用いた難分析核種の同定と定量などを扱った。大学院生に加え、若手研究者(社会人)も受け入れた。



# 実験・実習(5)

## つるが原子力セミナー

- ⑨ 廃止措置技術セミナー(福井大学):人工数や費用、放射性廃棄物の管理等を考慮した原子力施設内の機器の解体作業計画について検討・立案をグループに分かれて実施。JAEAスマデコ施設ではMR・VR技術を体験。これらを通じて、廃止措置における作業工程やその計画作成を総合的に学んだ。
- ⑩ アイソトープ実習(福井大学・福井工業大学):福井工業大学アイソトープ研究所において非密封線源を用いた実習を通して、加速器施設や研究炉において生じる放射性物質等の正しい取り扱いを理解。
- ⑪ JAEA実習(福井大学・日本原子力研究開発機構):高速炉機器の設計、運転、解体、洗浄の安全性や効率に関係する材料表面とナトリウムの濡れ性について基礎的な知見を実験により習得するナトリウムと材料の濡れ性に関する実習、産業界で多く利用され物を壊さずに欠陥の状態を把握できる非破壊検査法のひとつである超音波検査法について基礎と試験体を用いた実習を行う非破壊検査技術に関する実習、原子炉施設の廃止措置時の構造物解体に適用される飛散物の少ないレーザー技術について、大出力レーザーを用いた溶断の体験と計算機による解析を行うレーザー溶断メカニズムに関する実習を行った。
- ⑫ 原子力プラント体感実習研修(福井大学・日本原電):プラント主要設備の概要、事故の解析・シビアアクシデントの概要と対策について原子力発電教育シミュレータを用いた体感学習と水と蒸気の実習装置を用いて沸騰実験等を行った。

# 国際関係(1)

## ① 韓国・慶熙大学校原子炉実習(近畿大学)

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開催。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した。



## ② IAEA原子力安全基準研修(東海大学)

国際原子力機関(IAEA)による原子力安全基準を中心に学ぶ研修を学内対面とオンライン併用で行った。IAEAの専門家などが講義し、参加者(学生・社会人)は質疑・討論を行った。学生はオンライン参加を標準とするが、希望者は学内対面でも参加。

## ③ ベトナム交流セミナー(福井大学)

Web等により、EPU(Electric Power University)、CEPC(Central Electric Power College)他ベトナムの機関とセミナーを行い、日越の学生及び教員の交流を通して留学生の獲得を図った。

# 国際関係(2)

## ④ オンタリオ工科大学等との連携(福井工業大学)

オンタリオ工科大学教員等により、カナダにおける原子力に関する取り組みに関して、学部生・大学院生を対象としたセミナーを行った。さらに、オンタリオ工科大学を窓口として海外の大学、企業、研究機関、行政等との連携を検討した。

## ⑤ 敦賀地区国際セミナーへの参加・プレスクールの検討(福井大学・若狭湾エネルギー研究センター)

若狭湾エネルギー研究センター等の行う様々な国際セミナー等へ日本人学生の参加を促し、またそれに向けたIAEA研究炉セミナーや原子力発電導入国向け研修事業のプレスクールについて検討した。

## ⑥ 原子炉実習「国際コース」(京都大学・近畿大学)

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、UTR-KINKIを使った原子炉物理実習を開催。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。

# 産学連携

## ① 原子力業界探求セミナーの開催(近畿大学・日本原子力産業協会)

原子力産業界の支援を得て、原子力関連企業の技術者・研究者が学生と交流するための行事として原子力業界探求セミナーをオンラインで開催。セミナーを通じて、参画機関へのインターンシップ情報等を提供し、学生に原子力分野への進路選択を促した。

## ② 原子力施設インターンシップ研修(福井大学・福井工業大学・関西電力)

原子力発電所の設備、安全対策、保守管理等の講義及び関西電力(株)美浜1、2号機タービン建屋廃止措置及び大飯発電所の構内見学、高浜原子力研修センターでの燃料取換クレーン操作体験、原子力安全システム研究所及び日本原子力発電(株)敦賀総合研修センターにおける実習等の研修を実施し、現場での作業の実態を知ることにより原子力に係る仕事の内容を理解。

原子力施設インターンシップ研修は2回開催し、第1回は福井県内外学生を対象に開催し、原子力施設での実習等を3日間「つるが原子力セミナー」として実施。第2回は、12月頃に福井県内学生を中心に2日間実施。

# その他

## ① 「もんじゅ」サイト新研究炉における人材育成の検討(福井大学)

「もんじゅ」サイトに建設が予定されている新研究炉についての情報を共有しながら、人材育成への活用について議論(別途JAEA・京都大学・福井大学が受託されている公募事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」と連携して進めた)。

## ② ANEC ホームページを活用した広報活動(東北大学)

本事業で実施する実習等の魅力をアピールするためのコンテンツを作成し、ANEC ホームページを通じて発信した。前年度に引き続き、各種イベントに連動した記事を作成し、HPに掲載した。またオンライン教材群についても、リンクをHPに整備した。

<https://anec-in.com/>

