

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「原子力人材の総合的育成にむけた原子力発電所立地機関の連携教育体制構築」

＜実施機関＞

福井大学附属国際原子力工学研究所

＜連携機関＞

福井工業高等専門学校、（公財）若狭湾エネルギー研究センター、日本原子力発電株式会社

＜実施期間・交付額＞

26年度16,732千円、27年度16,067千円、28年度10,788千円

＜当初計画＞

1. 目的・背景

原子力関連施設集積地である若狭湾地域の機関が連携し、若者の原子力への関心度向上、原子力系学生の育成強化、地域自治体・医療関係機関関係者とのコミュニケーションの強化について活動を推進し、継続的な人材育成体制を整える。また、高専、大学の学生に対して習熟度別段階に応じた一貫的な教育を実施することで原子力人材確保の裾野を拡大させる。これによって、国内人材育成拠点の一つとして貢献するとともに、原子力関連施設集積地における人材育成拠点形成を図る。

2. 実施計画

対象とする階層（高専、大学、大学院）及び狙い（原子力分野への誘い、原子力技術の統合的理解、など）ごとにテーマを設定し、原子力への導入から中核的教育そして高度な専門知識を習得できる一貫的なカリキュラムを用意する。

指導を行う教員についても、連携機関の相互交流を図ることで一貫的な教育の流れをもたせる。さらに、専門課程で原子力を専攻する大学院生等を、導入・中核レベルの人材育成に参画させ、自らの教育体験を通じて、継続的な自己研鑽や原子力分野外の同僚・若手に対するコミュニケーション能力の向上を図る。

（1）原子力分野導入カリキュラム

高専生や他分野大学生を対象とした「原子力体感スクール」、高専本科生・専攻科生を対象とした「原子力導入教育プログラム」を実施し、原子力に関心を持つ学生の増加を図る。

（2）原子力安全中核カリキュラム

原子力を指向する大学生、大学院生、高専専攻科生を対象として「原子力安全・危機管理スクール」を実施し、原子力安全・危機管理に関わる知識の向上を図る。

（3）原子力安全アドバンスカリキュラム

原子力を専攻する大学院生等を対象とした「高度プラントシミュレーター実習」を実施し、事故進展を理解した人材を育成する。

（4）先端原子力体感カリキュラム

原子力関連施設見学や先端研究セミナーを実施し、目的意識の醸成や原子力分野への興味拡大を図る。

（5）事業運営委員会

事業推進のため、連携機関が事業内容について議論する。

＜実施状況＞

福井大学と福井高専の教員が中心となり、日本原子力発電敦賀総合研修センター等の研修設備を有効活用し、高専生、大学生、大学院生のそれぞれの習熟度に応じたカリキュラムを構築・実施した。

（１）原子力分野導入カリキュラム

①原子力体感サマースクール（主として夏休み期間に実施）

原子力発電の原理や放射線・材料等に関する幅広い講義・実習等を通して様々な知見を習得し、原子力で活躍できる場の広さやおもしろさを体感させるため、原子力発電教育シミュレーター、沸騰実験、放射線計測、地震関係学習、燃材料に関する学習と原子力発電所等現場見学を実施した。

②原子力導入教育プログラム（年間を通じて実施）

福井高専における専門教育科目（電気・電子・情報・環境・建築・土木・機械・材料・生物）の中で、原子力発電・放射線との関わりについて講義や実習を通じて学び、原子力技術（安全・防災・危機管理・放射線）に対する視野を広める取り組みを実施した。福井大学教員と福井高専教員が協働で講義・実習内容を用意することで、福井高専の教員の多くが当該分野に関連する原子力の内容を講義・実験等に取り込むことができた。

（２）原子力安全中核カリキュラム

①原子力安全・危機管理スクール（主として夏休み期間に実施）

講義やシミュレーション実習、原子力関連施設の現場見学により、原子力安全・危機管理に重要である炉物理・熱流動現象、原子力防災における原子力人材の役割と連携の重要性、放射線の影響等について、東京電力福島第一原子力発電所の事故事例を踏まえながら理解を深める等の講義・実習を実施した。また、原子力専攻修士学生 TA を活用し、質問に応じさせ、彼らの理解深化にも取り組んだ。本事業によってミクロ・マクロ PC シミュレーターを整備した。

（３）原子力安全アドバンスカリキュラム

①高度プラントシミュレーター実習（主として春休み期間に実施）

東京電力福島第一原子力発電所の事故に関連した講義や教育用シミュレーターを活用した実習を通じて、原子力発電所における事故進展を把握し、事故進展の抑制手法についての考察を通して理解を深めることにより、原子力安全を先導する技術者・研究者を育成した。

（４）先端原子力体感カリキュラム

①先端原子力施設見学（３日コース）（夏休み期間に実施）

原子力に対する理解を深めるため、六ヶ所再処理工場、燃料貯蔵施設、大間原子力発電所建設現場の見学を実施した。

②先端原子力施設見学（１日コース）（夏休み期間に実施）

原子力発電所の安全対策の最前線を知るため中部電力浜岡原子力発電所の見学を実施した。

③原子力発電所施設見学（主として１２月に実施）

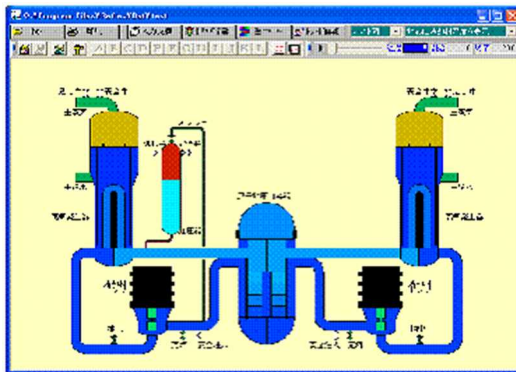
原子力発電所の施設見学を通じて、発電所における最新の安全対策を知るとともに、実際の装置類の大きさを体感し、原子力発電を身近なものとしてとらえるため、関西電力美浜原子力発電所を見学した。

④原子力セミナー（適宜実施）

原子力安全研究開発や防災、放射線計測技術等に関する最先端事例を紹介することにより、原子力の様々な側面である、原子力・放射線・防災・安全等への興味の幅を広げるセミナーを福井高専において実施した。

(5) 事業運営委員会（適宜実施）

事業推進のため、連携機関が事業内容について議論した。



整備したマクロシミュレーター画面
(4ループのPWRプラントの1系統について過渡解析が可能)



沸騰実習風景
(原子力体感スクールで実施した熱流動実験装置を用いた実習の様子)

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		
			26年度	27年度	28年度
1) 原子力分野導入カリキュラム	① 原子力体感サマースクール	高専生及び大学生	16名	30名	24名
	② 原子力導入教育プログラム	高専生及び高専専攻科生	761名	729名	725名
2) 原子力安全中核カリキュラム	① 原子力安全・危機管理スクール	大学生、大学院生、高専教員、高専生	10名	16名	13名
3) 原子力安全アドバンスカリキュラム	① 高度プラントシミュレーター実習	大学院生、大学生	6名	6名	4名
4) 先端原子力体感カリキュラム	① 先端原子力施設見学(3日コース)	高専生、大学生	—	5名	5名
	② 先端原子力施設見学(1日コース)	大学生、大学院生	—	18名	13名
	③ 原子力発電所施設見学	福井高専環境都市工学科5年生	26名	23名	18名
	④ 原子力セミナー	高専生(1年生200人は1)②と重複)	455名	376名	376名
		参加人数(実績)	1074名	1003名	978名

	(参考指標) 交付額/参加人数	16 千円/人	16 千円/人	11 千円/人
--	--------------------	------------	------------	------------

表2. 実施スケジュール（結果）

項目	26年度 (四半期毎)				27年度 (四半期毎)				28年度 (四半期毎)			
(1) ①原子力体感サマースクール				☐		☐				☐		
(1) ②原子力導入教育プログラム												
(2) ①原子力安全・危機管理スクール		☐				☐				☐		
(3) ①高度プラントシミュレーター実習				☐				☐				☐
(4) ①先端原子力施設見学(3日コース)						☐				☐		
(4) ②先端原子力施設見学(1日コース)						☐				☐		
(4) ③原子力発電所施設見学			☐				☐					☐
(4) ④原子力セミナー												
(5) 事業運営委員会			☐	☐		☐		☐				☐

＜成果と評価＞

当初の目標通り、原子力発電立地地域の高等教育機関である福井大学と福井高専が連携し、関連機関の協力の下、原子力人材育成を推進する体制が構築された。特に福井高専の若手教員が機械・建築など各専門分野の中での原子力の関わりを理解し、授業科目の中に取り込むことが進んだことは原子力人材の継続的輩出の上で大きな成果と考えられる。また、福井大学においても高度な人材育成のためのツールの整備が進み原子力人材育成に係る機能強化が進んだ。

（１）原子力分野導入カリキュラム

①原子力体感サマースクール

機械・材料・生物・建築など様々な分野の学生に対する導入教育と実習を通じて、原子力分野の多様性を体感させることができた。ただし専門用語など初学者に難解な言葉を平易に説明することが改善のポイントとしてあげられる。触って、動かして、ということが興味の増加につながることを確認された。

②原子力導入教育プログラム

福井高専における専門教育科目（電気・電子・情報・環境・建築・土木・機械・材料・生物）の中に、原子力発電・放射線との関わりについて講義や実習を通じて学び、原子力技術（安全・防災・危機管理・放射線）に対する視野を広める内容を取り入れ、福井高専の教員がその講義等を実施することができるようになった。その結果、福井高専の教員のおよそ1/4の教員が原子力への理解を深め、高専での継続的な原子力教育体制が構築できた。

（２）原子力安全中核カリキュラム

①原子力安全・危機管理スクール

一人一人が条件を変えて過渡変化解析ができるPCシミュレーターを活用することで、学生の理解がさらに深まるカリキュラムができあがった。基礎事項の講義の後、プラントの事故進展をシミュレーターで理解し、防災の取り組み学習の流れによって安全に関する理解を深めることができた。また、本事業で整備したPCシミュレーターは今後の教育に活用できる。

（３）原子力安全アドバンスカリキュラム

①高度プラントシミュレーター実習

事業者の有する教育用シミュレーターを活用することによって、より詳細な事故の再現が可能であり、プラント挙動の理解深化ができた。

（４）先端原子力体感カリキュラム

①～③原子力施設見学

現場を見ることでそのスケール感や現場での取り組み状況を実感し、原子力発電の安全性向上と重要性への理解が深まった。多くの学生が現場見学に対する評価が高く実際に物を見るということも重要であると確認できた。

④原子力セミナー

学生に夢や希望を与える先端的取り組みを紹介することで、原子力分野への興味が高まった。

（５）事業運営委員会

連携機関が様々なアイデアを出し合い福井地域での連携強化につながった。特に、福井大学と福井高専の各教員レベルでの協働が進んだ。今後、就職先として原子力分野が対象となる地域の高専等と連携して、教員から原子力に対する理解を深めるネットワーク拡大が期待される。

（６）その他（評価項目に係る事項に対する考察 等）

１）受講生動向

受講生の原子力分野への就職等に関して、把握できたものについて以下に示す。

- ① 高専生：年間2、3名が電力会社に就職しているが、企業の求人が以前とあまり変化がない。ただし、以前本スクールに参加した学生が、福井大学に編入学し、大学院博士前期課程原子力専攻に入学後大学院博士後期課程（原子力分野）に進学するといった例が見られた。
- ② 大学学部生：福井大学のセミナー参加者はほぼ、原子力分野の大学院へ進学しており今後の原子力分野への就職が期待できる。一方、他大学の学部生は原子力工学科の学生がほとんどであり、他分野からの参加者はほとんどいない。
- ③ 大学院生：福井大学の参加者はほぼ、原子力分野（電力、メーカー、自治体、規制庁、システム、研究所、研修機関など）へ就職しており一部はそのまま博士後期課程へ進学している。

２）受講生等の評価

受講生からの評価は、概ね良好であるが、高専生及び学部学生に関しては専門的な用語や知識が必要なものも多く、理解するのが大変であったという声も少なからずあった。一方、大学院生については、各自が好みに設定して計算できるシミュレーター実習や福島事故の理解に役立つ大型シミュレーション実習に関して満足度が高かった。

見学については、大部分の学生が良かったと感じており、現物を見ることがモチベーション

の向上につながる結果となっている。

一方、参加機関からの評価としては、高専の各学科でそれぞれ原子力に関する内容を、開講科目の一部として実施することで各教員の原子力に関する理解が進み、これまで一部の教員のみが頑張っていた状況から複数の教員が取り組む状況に変わった。特に若手教員の中で原子力に関する関心が高まった。

<今後の事業計画・展開>

本事業で整備したシミュレーターや講義資料等の資産を活用して福井大学と福井高専で継続的な原子力教育を実施するとともに、原子力発電所立地地域の高専での原子力教育の拡充に向けた取り組みを推進する。

(1) 既存取り組みの高度化

スクール等の内容が若干高度であり、放射線や原子力に関する基礎知識が無いと理解が難しいという反省を元に、特に高専低学年や学部低学年における放射線、原子力基礎知識の内容を含んだカリキュラムの構築が必要である。今後、対象者ごとによりわかりやすいカリキュラムを構築する必要がある。また、原子力分野への引きよせには就職先のイメージができることも重要との理解から、学修だけでなく現場やそこで働く人との交流を通じてより自分の将来が見える取り組みの充実を検討する。

(2) 原子力立地地域高等教育機関への展開

夏休み期間や春休み期間においては他スクールも同時開催されており、原子力ネットワークを通じての受講生募集ではなかなか他分野からの受講生獲得と原子力分野への参入には至りにくいことが参加者ののび悩みからも示されてきたので、より着実にアプローチが可能で、継続的に原子力人材育成活動ができるよう立地近隣高専と立地地域大学他学科学生への取り組みを充実させることを検討する。

<整備した設備・機器>

(1) ミクロマクロ PC シミュレーター 1 式（平成 26～28 年度整備、約 20 百万円）

パソコンで、一人一人が様々な条件で炉心・燃料・熱流動の状況をシミュレーション計算できるプログラムを整備した。

(2) 木造住宅倒壊模型（平成 26 年度整備、約 42 万円）

地震による建造物の倒壊について理解するために、建物の骨組みを様々な組み合わせた模型を整備した。

<その他特記すべき事項>

特になし。

<参考資料>

(1) 添付資料

- 1) PC シミュレーターテキスト（縮刷）
- 2) 高専実習テキスト例(放射線検出器作製実験)

(2) 事業成果の公開事例、関連する文献

- 1) 日本原子力学会 2015 年春の年会、2015 年 3 月 20－22 日、茨城大学（茨城県日立市）、原子力発電部会セッション、「福井大学における原子力人材育成」にて取り組みを発表した。

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。）	本事業によって、福井県内の高等教育機関と原子力関連機関との間の連携関係が構築され、当初の目標を達成できた。
②特記すべき成果	原子力教育を専門とする学科のない福井高専においては、これまで、原子力／放射線教育に関わる教員は若干名で、専門的な知識を持つ教員は1名であった。福井大学との連携により専門性の高い原子力教育を提供できる環境を構築することができ、78名の常勤教員のうちおよそ4分の1に当たる19名の教員がそれぞれの専門分野における原子力関連内容の教授が可能となった。
③事業の継続状況・定着状況	福井高専における講義における原子力関連の内容を教授することについては継続的に実施する体制が整った。しかしながら、消耗品費等を必要とする内容については補助金の打ち切りによって休止中である。一方、福井大学においては、整備したシミュレーターを用いた学生実験等をカリキュラムに取り込み継続実施をする予定である。一方、外部設備を用いた実習については現在別途外部資金の導入を検討中。
④成果の公開・共有の状況	日本原子力学会2015年春の年会、2015年3月20－22日、茨城大学（茨城県日立市）、7. 原子力発電部会セッション、「福井大学における原子力人材育成」にて取り組みを発表した。
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	福井高専の参加学生は事業中に35名（約9％）が電力会社等の原子力関連企業に就職した。本事業によって、電力の原子力事業部や廃止措置事業を志望する学生が増加してきた。 福井大学での本事業参加者は、学部生であれば原子力系の大学院への進学を、大学院生は95％が原子力関連団体へ就職している（39名中31名が原子力系に就職、7名が原子力博士後期課程に進学。）