

原子力科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果②

令和3年2月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

原子力科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	山口 彰 (※)	東京大学大学院工学系研究科教授
主査代理	出光 一哉 (※)	九州大学大学院工学研究院教授
	伊藤 聡子	フリーキャスター
	高本 学	一般社団法人日本電機工業会専務理事
	小栗 慶之 (※)	東京工業大学科学技術創成研究院先導 原子力研究所教授
	早田 敦	電気事業連合会専務理事
	北田 孝典 (※)	大阪大学大学院工学研究科教授
	中島 健	京都大学複合原子力科学研究所教授
	新井 史朗	一般社団法人日本原子力産業協会理事長
	八木 絵香	大阪大学 CO デザインセンター教授
	遠藤 典子	慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート特任教授
	横山 広美	東京大学国際高等研究所カブリ数物連携 宇宙研究機構教授
	竹内 純子	NPO法人国際環境経済研究所理事・主席 研究員

(※) : 国際原子力人材育成イニシアティブにおける個別課題に参画し、利害関係を有するため、本評価には参画していない。

国際原子力人材育成イニシアティブの概要

1. 課題実施期間及び評価時期

課題実施期間：平成 22 年度～

評価時期：中間評価 平成 27 年度及び令和 2 年度

2. 研究開発概要・目的

原子力人材の育成・確保は、原子力の基盤を支え、より高度な安全性を追及し、原子力施設の安全確保や古い原子力発電所の廃炉を円滑に進めていく上で不可欠である。一方、原子力教育を行う講師や放射性物質等を扱える原子力施設は限定的であることから、産学官の関係機関が連携することによって、人材育成資源を有効に活用するとともに、企業や社会から求められる人材像をより適確に把握することによって、効果的・効率的に人材育成を行う。

具体的には、以下の項目について事業を実施した。

① 原子力人材育成ネットワークの構築

➢ 「機関横断的な人材育成事業」における個別課題の一つとして、JAEA 及び一般社団法人日本原子力産業協会が連携して運営を行う原子力人材育成ネットワークの構築を支援。（平成 22 年度から 24 年度、平成 27 年度に中間評価）

② 施設・設備の共同利用の促進事業

➢ 大学や研究機関、企業等が有する原子力施設等の共用により、当該施設を所有する機関のみならず外部の機関に向けて実験・実習の機会を広く提供することにより、人材育成を実施。（平成 22 年度から 24 年度、平成 27 年度に中間評価）

③ 機関横断的な人材育成事業

➢ 関係機関の連携によるネットワーク化を図るとともに、それぞれの機関が有する人材育成資源を持ち寄り集約的に実施することで効果的・効率的・戦略的な人材育成を実施。（平成 22 年度から継続中、平成 27 年度及び令和 2 年度に中間評価）

平成 22 年度～令和元年度

■期間：3 年

■対象機関：大学、民間企業、独立行政法人等

■補助額（H30 公募）：初年度は 2000 万円程度、次年度以降は前年度の交付額を超えない額

令和 2 年度～

■期間：7 年

■対象機関：大学、民間企業、独立行政法人等

■補助額（R2 公募）：初年度はフィージビリティスタディ（FS）として 1500 万円程度、FS 審査・評価後は年間最大 7000 万円程度

④ 復興対策特別人材育成事業

- 原子力災害への理解の促進や、プラントシミュレータを利用したシビアアクシデント演習等、原子力安全の一層の高度化を図る上で基盤となる安全・危機管理に係る人材育成を実施。（平成 24 年度から 27 年度、平成 27 年度及び令和 2 年度に中間評価）

3. 研究開発の必要性等

事前評価時（平成 22 年 8 月）に示された研究開発の必要性等

（1）必要性

世界的に原子力利用が拡大する中、我が国が国際競争力を維持・強化しつつ、原子力利用先進国として原子力安全確保や核不拡散等の分野で原子力新規導入国を支援するには、優れた人材が必要である。その一方、大学における原子力学科・専攻や研究用原子炉等が減少している中、我が国の原子力人材育成能力を質・量ともに強化するためには、産学官の関係機関連携を強化し、国内のリソースを有効活用しながら優れた人材育成プログラムを整備することが必要である。

（2）有効性

原子力人材育成ネットワークの構築により、我が国の人材育成施策を総合的に調整し、戦略的な人材育成の実施が可能となる。産学官の連携による原子力人材育成ネットワークを構築し、個別機関が有する施設、教員、カリキュラム等のリソースを有機的に連携・利用した人材育成により、高度で質の高い人材育成プログラムの実施が可能となる。また、原子力発電の新規導入国に対し人材育成面で支援をすることは、我が国の国際競争力向上に寄与する。

（3）効率性

大学の原子力学科・専攻や研究用原子炉等が減少している中、産学官の関係機関の連携を強化し、国内のリソースを有効活用するとともに、優れた人材育成プログラムを整備し共同利用することで、効率化が図れる。

中間評価時（平成 28 年 3 月）に示された研究開発の必要性等

（1）必要性

エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月）においても明記されているとおり、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉や原子力の安全性向上のため、人材の育成・確保の重要性は一層増しているところであるが、人材育成の現場は、教員や施設等の人材育成資源の面で多くの課題を抱えている。国としては、原子力を志望する学生の動向等の社会的な情勢や各機関の現場のニーズを踏まえながら長期的な視点に立ち、引き続き本事業を進めて行く必要がある。

（2）有効性

本事業の実施により、原子力人材育成ネットワークでの取組や産学官の連携を活用しながら、個別機関が有する教員や施設等の人材育成資源の有機的な連携・活用

を図ることで、高度で質の高い人材育成プログラムの実施や原子力利用先進国としての国際貢献が期待できる。

(3) 効率性

本事業の実施により、各機関が有する施設や教員、教育プログラム等の人材育成資源を有効活用することで、効率的な人材育成が図られる。なお、補助期間が終了した各個別課題においては、その後の取組の定着が課題である。

(4) 今後の研究開発の方向性

本事業は、各機関の独創的な人材育成の取組を支援するものとなっており、エネルギー基本計画等の政策に加え、人材育成を取巻く課題や各機関からのニーズを考慮の上、今後とも継続すべきである。また、原子力科学技術委員会 原子力人材育成作業部会では現在、原子力人材を取巻く現状や課題を踏まえた今後の原子力人材育成に係る政策の在り方について、調査・検討を進めているところであり、その結果や人材育成施策の継続性に関する検討を踏まえて、本事業の改善に適宜反映する必要がある。

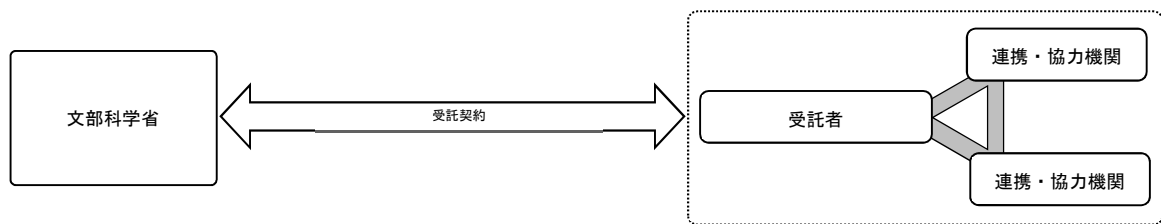
4. 予算（執行額）の変遷

年度	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
予算額（百万円）	355	299	208	208	205	228	229 (要求額)

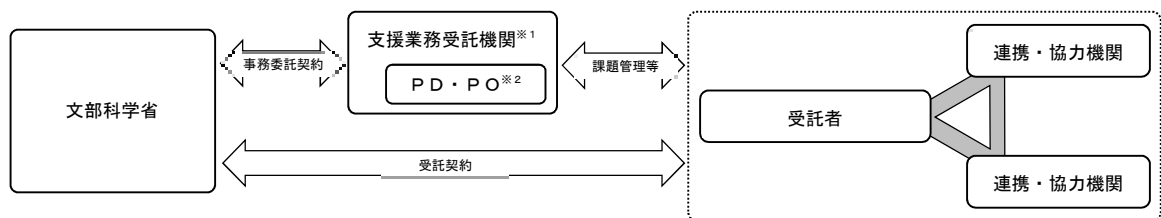
5. 課題実施機関・体制

大学、独立行政法人、公益社団・財団法人、民間企業等

<平成22年度～令和1年度 実施体制>



<令和2年度 課題実施機関・体制>



(※1) 原子力安全研究協会

(※2) 令和2年度よりPD・PO体制を導入

PD：山本 章夫（名古屋大学大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻教授）

PO：黒崎 健（京都大学複合原子力科学研究所教授）

6. その他

採択課題一覧（今回の中間評価の対象である平成27年度以降に実施していた課題）

平成25年度

代表機関	課題名
近畿大学	実践的技術能力と国際的視野育成を目指す原子炉実習プログラムの開発（復興対策特別人材育成事業）
日本原子力発電株式会社	原子力発電現場体感教育（復興対策特別人材育成事業）
東京大学	総合的な科学技術マネジメントのできる原子力人材育成プログラム（復興対策特別人材育成事業）
東京工業大学	国際原子力教育ネットワークによる戦略的原子力人材育成モデル事業（復興対策特別人材育成事業）
東北大学	原子炉安全性向上に資する実践的教育システムの構築～シミュレーション技術を活用した横断型新世代原子力人材の育成～（復興対策特別人材育成事業）
東海大学	原子力国際基準等を基盤とした多層的な国際人材育成
長岡技術科学大学	放射線利用施設を用いた実践的原子力技術者育成の高専・大学一貫教育
日本原子力発電株式会社	原子力産業分野におけるロボット技術を担う人材育成
九州大学	総合的原子力人材育成カリキュラムの開発～計算機シミュレーションを活用した実践的原子力実験・演習プログラムの整備～
三菱重工業株式会社	軽水炉プラント安全確保の体験的研修

平成26年度

代表機関	課題名
福井大学	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
北海道大学	オープン教材の作成・活用による実践的原子力バックエンド教育
日本原子力発電株式会社	理工系大学生のための原子力発電現場技術教育
国立高等専門学校機構	国立高等専門学校における原子力基礎工学分野での教育システムの確立
量子科学技術研究開発機構	機関連携による多面的放射線リスクマネジメント専門家育成

平成27年度

代表機関	課題名
東京学芸大学	教員養成系大学の特長を活かした高度原子力教育カリキュラムの開発
東京大学	安全かつ合理的な原子力発電所廃止措置計画及び実施のための人材育成
筑波大学	原子力災害による環境・生態系影響リスクマネジメント人材育成事業
大阪府立大学	大規模放射線施設を利用した人材育成
京都大学	京都大学原子炉実験所における原子炉実験教育の高度化のための基盤整備
若狭湾エネルギー研究センター	福井の原子力資源を活用した廃炉本格化時代に向けた人材の育成
福井工業大学	原子力に夢を持つ、廃炉を見据えた国際原子力技術者育成
原子力安全技術センター	高いレベルの放射線管理技術者キャリアアップ研修
東京都市大学	耐震原子力安全技術者育成のための実践的な教育体系の構築
東芝エネルギーシステムズ株式会社	企業大型施設における軽水炉燃料および耐震の安全性に関する実習
北海道大学	世界最高水準の安全性を実現するスーパーエンジニアの育成
日本原子力学会	文部科学省放射線副読本の理解を促進する学習システムの検討・整備

平成28年度

代表機関	課題名
東京工業大学	グローバル原子力人材育成ネットワークによる戦略的原子力教育モデル事業
日本アイソトープ協会	看護職の原子力・放射線教育のためのトレーナーズトレーニング
近畿大学	日韓の教育用原子炉を有効活用した国際原子力実習の開催
東北大学	放射性廃棄物処理・処分における分離・分析に関する教育
三菱重工業株式会社	PWR設計技術を基盤とした原子力人材の育成
福島大学	廃止措置への取組を当該地域として継続的に支えていくための人材育成事業

平成29年度

代表機関	課題名
国立高等専門学校機構	国立高専における原子力分野のキャリアパス拡大に向けた人材育成の高度化
北海道大学	オープン教材の活用による原子力教育の受講機会拡大と質的向上

平成30年度

代表機関	課題名
東芝エネルギーシステムズ株式会社	軽水炉プラント、炉心燃料および燃料サイクルの安全技術に関する実習
東京大学	国際的視野を持つ廃止措置マネジメントエキスパート育成
福井工業大学	世界に通用する原子力プロフェッション育成
福島工業高等専門学校	グローバルな視点から原子力関連企業とバックエンド事業を理解する実践的人材育成
福井大学	原子力立地環境を生かした原子力人材育成ネットワークの強化
日立GEニュークリア・エナジー株式会社	原子炉および燃料に関するリスクとその制御を体得する研修

令和元年度

代表機関	課題名
若狭湾エネルギー研究センター	廃止措置最先端技術・知識の習得による原子力技術者の育成
東京工業大学	国際原子力人材育成大学連合ネットワークによる原子力教育基盤整備モデル事業
三菱重工株式会社	軽水炉プラント及び燃料に関する安全設計技術の体験的研修
筑波大学	原子力緊急時対応と放射性廃棄物処理・処分を支える高度人材育成事業
近畿大学	教育訓練用原子炉を有効活用するための実習システムの充実化
東北大学	大学の大型ホットラボを活用した放射性廃棄物分離分析・原子力材料に関する人材育成プログラム

令和2年度

代表機関	課題名
東京工業大学	原子力エネルギー高度人材育成統合拠点
東北大学	大型実験施設群を活用した実践的・持続的連携原子力教育カリキュラムの構築
北海道大学	機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築
福井大学	原子力技術の継承と継続的な人材育成を目指した福井県嶺南地域の国際原子力人材育成拠点形成
近畿大学	大学研究炉を中心とした原子力教育拠点の形成
国立高等専門学校機構	ネットワーク形成を通じた高専における原子力人材育成の高度化

中間評価票

(令和2年10月現在)

1. 課題名 国際原子力人材育成イニシアティブ

2. 研究開発計画との関係

施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進

大目標（概要）：原子力科学技術については、安全性・核セキュリティ・廃炉技術の高度化等の原子力の利用に資する研究開発を推進する。さらに、将来に向けた重要な技術である革新的技術の確立に向けた研究開発にも取り組む。

中目標（概要）：原子力に係る人材の育成・確保を通じ、原子力分野の研究・開発・利用の基盤整備を図る。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：原子力教育を行うことのできる講師や放射性物質等を扱うことのできる原子力施設は限定的であることから、社会環境の変化を踏まえ、産学官の関係機関が連携することにより、人材育成資源を有効に活用するとともに、企業や国際社会から求められる人材像をより適確に把握し、効果的・効率的・戦略的に人材育成を行うことを目的とする。

本課題が関係するアウトプット指標：

・ 課題件数（件）

年度	H27	H28	H29	H30	R1	R2
課題件数（合計）	27	22	19	15	15	18
内 新規採択課題数	12	6	2	6	6	6
内 継続課題数	15	16	17	9	9	12
新規採択課題採択倍率	1.6	1.6	4	2.6	1.3	1.8

本課題が関係するアウトカム指標：

・ 産学官の関係機関の連携により、効果的・効率的・戦略的に原子力人材を育成する。
実施課題における研修等の延べ受講者数（人）

年度	H27	H28	H29	H30	R1	R2
研修等の延べ受講者数	5,823	4,070	5,925	4,925	3,860	3,310 (見込み)

3. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

事業全体について

本事業では、企業や社会から求められる人材を的確に把握し、産学官の関係機関の連携によって人材育成資源を有効に活用して効果的・効率的・戦略的に人材育成を行う取り組みに対して、補助金の交付を行ってきた。また、成果物については、各実施機関のホームページ掲載や学会発表等を通じた積極的な公表を推奨している。

前回の中間評価では、原子力科学技術委員会原子力人材育成作業部会の検討を踏まえ、事業の改善を図る必要性について指摘がなされた。原子力科学技術委員会原子力人材育成作業部会の議論については、平成31年度以降は、同原子力研究開発・基盤・人材作業部会に引き継がれ、以下の視点から、改善の方向性についての検討が行われた。

- ・我が国全体として、原子力分野の人材育成機能を維持・充実することが重要。
- ・一方、現行事業の成果・達成目標については、実習・育成対象とする人数に重点が置かれており、採択課題の実施が一過性のイベント開催となる傾向にあり、補助期間終了後に機関が自立的に事業を継続することが困難な要因となっている。
- ・現行事業では個々の課題の進捗を十分に確認・管理する体制が整備されていない。

上記を踏まえ、令和2年度からは事業スキームを大幅に見直した。まず、我が国全体として原子力分野の人材育成機能を維持・充実していくため、人材育成や組織体制の強化に向けて、産業界や他分野との連携・融合等を含めた幅広い観点から、複数の機関が連携した中長期的な取組（補助期間は7年間）を支援することとした。また、課題の管理については、プログラムディレクター（PD）、プログラムオフィサー（PO）による進捗確認、指導をすることとした。7年間の補助期間中に、複数の機関が連携してコンソーシアムを形成し、以下の人材育成機能の中核拠点を形成し、補助期間終了後も自立的・持続的な人材育成を推進する拠点を構築することを目指すこととした。

- ①構成機関の相互補完による体系的な専門教育カリキュラムの構築や、講義・実習の高度化・国際化
- ②原子力施設や大型実験施設等を有する機関及びこれらの施設の所属する立地地域の原子力教育の充実への寄与
- ③国際機関や海外の大学との組織的連携による国際研鑽機会の付与
- ④産業界や他分野との連携・融合の促進

個別課題の進捗状況

個別課題の採択にあたっては、審査評価委員会において書類審査及びヒアリング審査を行い、提案課題を採択している。平成27年度（前回中間評価年度）～令和2年度の公募での合計採択件数は38件であり、教育機関（大学、高専）を中心に幅広い機関における人材育成の取組を支援しているところである。

- ・教育機関（大学、高専）……………28件
- ・メーカ……………5件
- ・研究機関等……………5件（合計 38件）

※補助期間を1年間としたフィージビリティスタディを含む。

また、平成27年度以前の採択課題について、平成27年度以降継続して実施している課題は15件である。

上記の53件の個別課題において、海外機関も含めた多くの協力機関とも連携の上、研究施設における実習の実施や教育プログラムの整備・共有が行われており、原子力分野を含めた幅広い理工系分野の大学生や高等専門学校生等の参加実績を上げていることから、当初の目的である産学官の関係機関の連携や各機関が有する人材育成資源の整備・有効活用が着実に進んでいるといえる。

平成27年度からの公募の平均倍率は2.2倍程度あり、競争性のある環境の下で、優れた課題を採択することができている。また、課題終了時にも、最終的な成果に対して外部有識者で構成される審査委員会により事後評価を実施しており、その評価結果は公表されている。https://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/gensi/1339050.htm

（2）各観点の再評価

<必要性>

○評価項目

国費を用いた人材育成として意義

○評価基準

国や社会のニーズに適合しているか、国が関与する必要性・緊急性はあるか

原子力分野の人材確保の必要性については、これまで様々な提言がなされている。最近では、エネルギー基本計画（平成30年7月閣議決定）が、原子力関連技術のイノベーションを促進することが求められ、このためには、「産学官の垣根を超えた人材・技術・産業基盤の強化を進める」ことが重要であると指摘している。また、令和元年度の原子力白書では「原子力分野を担う人材の育成」が特集され、原子力分野の維持・発展のためには、研究開発を行う人材の育成や確保を図ることが必要であることや優秀な人材を輩出する好循環を構築することが重要であることを指摘している。

また、原子力研究開発・基盤・人材作業部会の検討においても、原子力安全の確保や更なる向上とイノベーションの促進という観点を図るためには、グローバルな視野を持ち、新しい知を創造し、多様な者と共創しつつ、課題解決へ向け挑戦することができる優れた人材の育成が必要不可欠との認識が示されている。一方、原子力に係る学部・学科の改組等により、原子力分野の人材育成機能が脆弱化する中で、緩やかな協力の下で個別の大学等が人材育成を行うという従来 of 体制を越え、今後は、我が国全体として原子力分野の人材育成機能を維持・充実していくことが課題となっていると結論づけられている。

以上のことから、本事業の「必要性」は、引き続き高いと評価できる。

<有効性>

○評価項目

機関横断的な人材の養成

○評価基準

本課題で採択した個別課題における研修等の延べ受講者数、事後評価において、計画通りの成果が挙げられ、又は見込まれるとされた A 評価以上の課題の件数割合

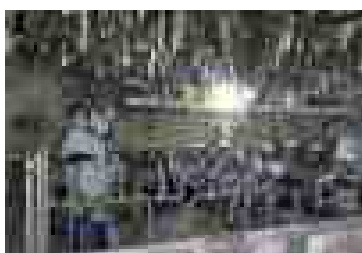
各個別課題で多様な人材育成プログラムを実施しており、多様な学習機会を学生に提供できたと評価できる。

【個別課題の例】

○ グローバル原子力人材育成ネットワークによる戦略的原子力教育モデル事業

(H28～H30 東京工業大学)

原子力教育・研究に携わる国内 18 大学の連携の下、平成 22 年度より構築してきた「国際原子力人材育成大学連合ネットワーク」を発展させ、「国際原子力基礎教育 TV セミナー」や「実践的原子力安全教育道場（研修）」、海外大学への学生派遣などを実施。



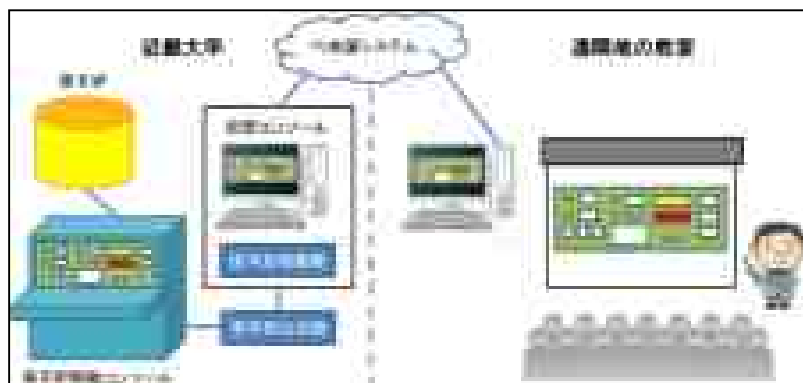
圧力容器下の見学
(福島第2原子力発電所4号機)



学生の研究紹介

○ 教育訓練用原子炉を有効活用するための実習システムの充実化 (R1～R3 近畿大学)

近畿大学原子炉を活用した原子炉実習を開催するとともに、テレビ会議システムを活用した原子炉遠隔実習システムを整備。韓国・慶熙大学校原子炉センターと連携して国際的な原子炉実習を開催。



原子炉遠隔実習システムの整備

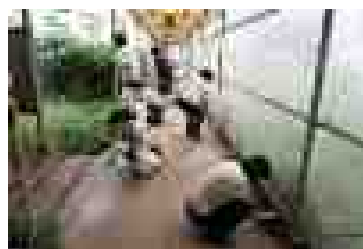
○ 看護職の原子力・放射線教育のためのトレーナーズトレーニング

(H28～H30 公益社団法人日本アイソトープ協会)

看護養成課程に携わる教員や保健師に対して放射線看護に関する教育プログラムを整備・実施し、放射線看護の教育に携わることのできる教員等を育成。



トレーナーズトレーニング研修（講義）



放射線測定器を用いた自然放射線の測定

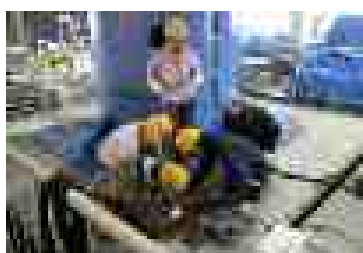


移動型X線撮影装置の利用時の防護方策

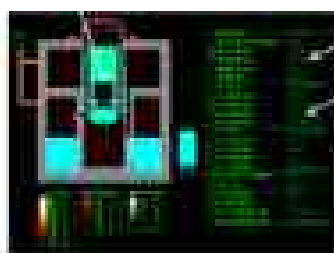
○ 軽水炉プラント、炉心燃料および燃料サイクルの安全技術に関する実習

(H30～R2 東芝エネルギーシステムズ)

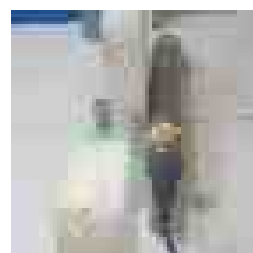
原子力発電の全体システムを統合されたシステムとして理解でき、現場ごとの差異にも適切に対応できる人材を育成することを目的として、大学生等に対して、炉物理実習コース、耐震実習コース、プラント・燃料サイクル実習コースを提供。



耐震実習



シミュレータ実習



炉物理実習

また、各採択課題の事後評価結果は以下のとおりであり、それぞれの教育プログラムの有効性や効率性についても外部有識者から一定の評価がなされている。

年度	H27	H28	H29	H30
総課題件数	10	5	11	6
内 A 評価以上の課題件数	7	3	6	6
A 評価以上の課題件数割合	70%	60%	55%	100%

さらに、令和2年度以降は、複数の機関が連携してコンソーシアムを形成することにより、より効果的に各教育機関の人材育成機能の共有や補完を図ることとしている。

以上のことから、本事業の「有効性」は高いと評価できる。

<効率性>

○評価項目

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の向上方策の妥当性

○評価基準

人材養成をより効率的かつ効果的に実施するための方策はとられているか

事業の実施に当たっては、外部有識者による評価に基づいて、優れた提案の採択を行っている。また、事業終了後には当初の目標が達成できたか等を評価する事後評価を実施している。さらに、令和2年度からは、外部有識者によるFS評価や中間評価を実施する予定であるとともに、PD・POによる各課題のヒアリングや各課題が参加するワークショップが実施されており、進捗管理を強化している。

以上のことから、事業の「効率性」を確保できていると評価できる。

(3) 科学技術基本計画等への貢献状況

第5期科学技術基本計画では、第3章(1)①の中で、「原子力の利用に資する研究開発の推進」を掲げている。また、第4章では、「科学技術イノベーションを支える人材力を徹底的に強化する」ことの必要性が指摘されている。

本事業は、原子力に係る多様な人材の育成を産学官が連携して進める事業であり、科学技術基本計画に貢献する事業であると判断できる。

(4) 今後の研究開発の方向性

本課題は(継続)、「中止」、「方向転換」する(いずれかに丸をつける)。

理由：原子力分野の人材育成の必要性は引き続き高く、本事業の寄与に期待するところは大きい。令和2年度には、事業スキームを大きく変え、我が国全体として原子力分野の人材育成機能を維持・充実を図るため、複数の機関によるコンソーシアムの形成に着手したところである。この方向性については、人材育成を取巻く課題や大学等のニーズにあったものと評価できる。今後は、この目標が達成できるよう着実に事業を進めるとともに、多様な人材養成ニーズに対応していくことも期待される。なお、これまでアウトカム指標としてきた研修等の延べ受講者数以外にも、事業の成果を評価するために適切な指標が考えられる。育成された人材や取組の定着等を評価するための方策についての検討も求めたい。

(5) その他

※ 研究開発を進める上での留意事項(倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応)等を記載する。