

バックエンド分野における人材確保 及び育成の方策

一般社団法人 日本原子力学会

「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の
低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会

目 次

1. はじめに	1
2. 原子力人材確保及び育成の現状認識	2
2.1 原子力人材の育成に係わる動向	2
2.2 低レベル放射性廃棄物の処理処分技術等の分野における専門技術分野の技術体系	8
2.3 東電福島第一原発事故後に要望される人材	9
3. バックエンド分野の人材育成の事例	10
3.1 バックエンド分野に関するこれまでの専門教育の取組み	10
3.2 バックエンド分野の人材育成に関する取組み	10
3.3 海外のバックエンド分野に関する人材育成の事例	28
3.4 バックエンド分野の人材育成の事例のまとめ	41
4. バックエンド分野の人材確保・育成のために取り組んでいくべき方向性	42
5. まとめ	44
6. 参考資料	45
6.1 大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ	45
6.2 国の原子力人材育成プログラムに関する公募事業の採択機関とテーマ	47
6.3 IAEA 報告書のバックエンド分野の人材育成の概要	56
委員会活動	69

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の処理処分については、東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、「東電福島第一原発事故」という）以降、事故に由来する放射性物質で汚染された廃棄物等の課題もあり、今後の展開が不透明となっている。一方、原子力政策の如何にかかわらず、低レベル放射性廃棄物の処理処分については着実に進めていく必要がある。

今後、バックエンド関連の事業全体が拡大していくことは明らかであり、人材不足への懸念から継続的な育成と確保が求められている。したがって、この分野における人材育成方策とともに、この分野に従事するインセンティブを強化する方策について検討することが重要であると認識されている。

そこで、日本原子力学会「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会では、「バックエンド分野における人材確保及び育成の方策」を課題の一つとして取り上げ、平成 25 年度より検討を行ってきたところである。（平成 25 年度は、研究専門委員会として検討を実施）。本報告書は、低レベル放射性廃棄物の処理処分に関する分野を主な対象としている。低レベル放射性廃棄物の処理処分に関する分野に限定した例は、少ないため、バックエンド分野全般に広げた調査としている。

本報告書は、平成 25 年度から平成 26 年度に渡り検討された「バックエンド分野における人材確保及び育成の方策」に関して、国内大学や海外のバックエンド分野の人材育成の取組状況について調査するとともに、バックエンド分野に従事するインセンティブを強化する方策を取り纏めたものである。

2. 原子力人材確保及び育成の現状認識

2.1 原子力人材の育成に係わる動向

(1) これまでの原子力人材の育成動向の認識

これまでの原子力人材の育成動向は¹

○原子力産業の低迷や職業・研究対象としても魅力が乏しいとのイメージから学生が減少傾向にある。

○熟練技術者の退職、原子力産業の国際展開等の観点から若手技術者・研究者の質・量の確保が必要である。

○原子力工学科の他学科との統合による原子力専門教育が希薄化し、実験実習の機会も減少している。

○大学における原子力の教員・資金が減少し、また、施設・設備の老朽化等教育基盤が沈下している。

○大学・研究機関における基礎基盤技術分野の若手研究者の空洞化が起きている。(研究者の IT、ナノテク等の先端分野への移行)

と認識されている。

また、原子力関係学科・専攻の在学生数の推移をみると、図 2.1(1)-1 に示すとおり、平成 7 年（1995 年）頃をピークに、減少傾向に転じている。修士・博士過程の学生数は、それほど変わらないが、学部学生数が大きく減少していることがわかる。²

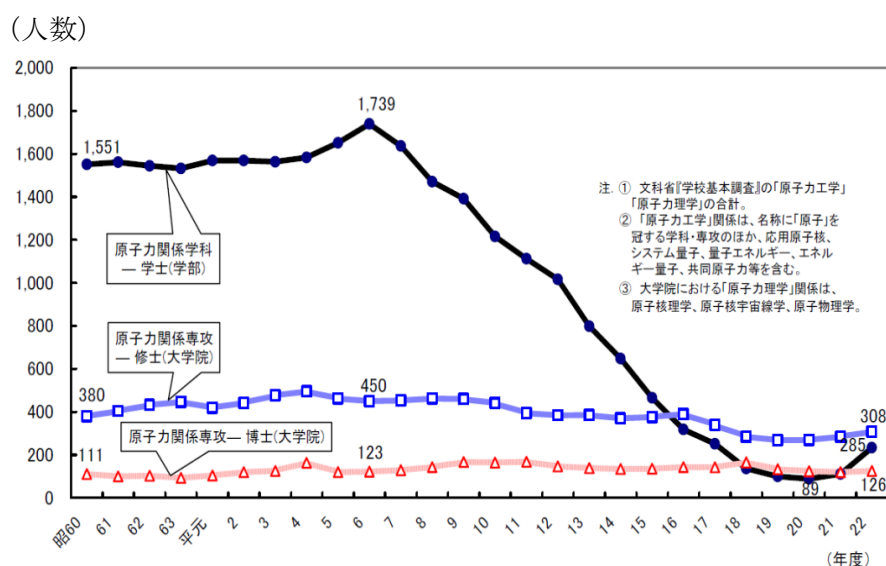


図 2.1(1)-1 原子力関係学科・専攻の在学生数の推移

¹ 文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会 原子力基盤強化作業部会 平成 21 年 4 月 24 日等より抜粋

² <http://eic.obunsha.co.jp/resource/viewpoint-pdf/20110801.pdf> から引用

このような背景のもと、平成22年に原子力人材育成関係者協議会から、以下の提言がなされた³。

- 理系、特に工学系への進学者を増やすための初等中等教育への取組の強化
- 原子力の必要性、安全性等の正確な知識の教育、伝達
- 原子力の技術、研究、産業等の魅力、将来性を社会、特に若い世代に伝達し、学生の進路選択に際し原子力への志向性を向上
- 原子力専門教育の体系再構築と充実強化
- 国際人材の養成
- 原子力新規導入国への国際展開に対応する人材育成体制の整備
- 原子力分野の技術継承の仕組みの確立
- 人材育成活動の機能に応じたネットワーク化やその中心となってコーディネート、コントロールするハブ設立の推進
- 我が国の原子力人材育成の体系化と可視化
- 原子力人材育成を戦略的に進めるための中核的恒常機関（原子力人材育成全体のハブ）の設立

(2) 原子力人材ネットワークの形成

上記の様な背景を踏まえ、官民による「原子力人材ネットワーク」⁴ が構築された。これは、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構という。）及び日本原子力産業協会が中核的な組織として、各参加機関及び既存の個別の原子力人材育成関連事業との情報共有、相互協力を行う他、機関横断的な人材育成活動の企画・運営、その他、人材育成に関する事業を行うものとして設立された。

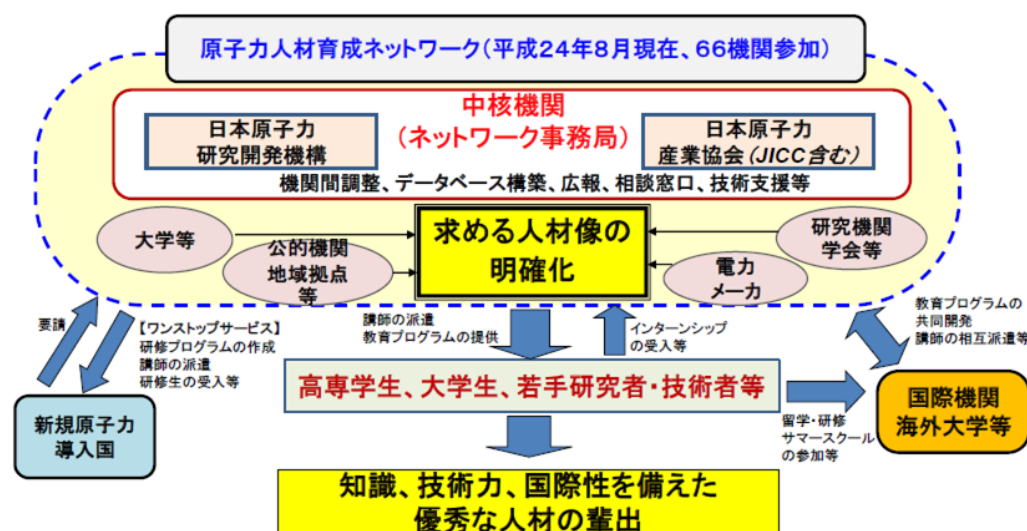


図 2.1(2)-1 原子力人材育成ネットワーク

³ 原子力人材育成関係者協議会報告書（平成22年4月）より抜粋

⁴ 第45回原子力委員会資料（平成24年10月）より抜粋、追記

(3) 原子力機構における人材育成

原子力機構では、人材育成に関して、複数の大学が連携して（ネットワークを介して）相互に補完して原子力教育を行うカリキュラム等の支援を行う仕組み及び大学と連携して大学院を構築して人材育成を行う2つの仕組みを推進してきている。

①原子力教育大学連携ネットワーク

将来の原子力技術を担う若手の人材育成の推進、原子力に関する研究者及び技術者の養成等のために、以下の取組を実施するものである。具体的には、

○原子力人材育成に係る教育研究プログラムの開発

○相互の連携・協力による連携教育カリキュラムの実施

○座学で得られた知識を確実に身に付けるための学生実習プログラムの実施

などで構成され、東京工業大学、福井大学、金沢大学、茨城大学、岡山大学、大阪大学が参加している。

②連携大学院

一方、連携大学院では、

○共同研究、受託研究等の実施

○人材の育成

○研究者等の交流

○両機関が保有する研究施設、設備の相互利用

○両機関が合意したその他の連携協力活動

を行う事として、東京大学と連携大学院の仕組みを構築してきている。

(4) 大学における原子力人材育成の取組（原子力関係学科等の設置状況）

近年の原子力に関連する学部・大学院の設置状況は、以下に示す様に、原子力ルネサンスに伴い新たに増設される傾向にあった。

【学部設置】

①福井工業大学 原子力技術応用工学科（平成17年度設立）

②東海大学 原子力工学科（平成22年度にエネルギー工学科より名称変更）

【大学院設置】

①福井大学大学院 工学研究科独立専攻原子力エネルギー安全工学専攻（平成16年度設立）

②茨城大学大学院 理工学研究科応用粒子線科学専攻（平成16年度設立）

③東京大学大学院 工学系研究科原子力国際専攻（平成17年度設立）

④東京大学大学院 工学系研究科原子力専攻（専門職大学院、1年制）（平成17年度設立）

⑤福井大学 附属国際原子力工学研究所（平成22年度設立）

⑥東京都市大学・早稲田大学共同大学院 共同原子力専攻（平成22年度設立）

⑦長岡技術科学大学大学院 工学研究科原子力システム安全工学専攻（平成24年度設立）

(5) 国の原子力人材育成プログラムに係る公募事業

文部科学省及び経済産業省における原子力人材育成に係る支援事業が、平成19年度から22年度にかけて、実施されてきた。そのプログラムを以下に示す。

【文部科学省事業】

○原子力研究促進プログラム	}	平成19～22年度 100件
○原子力研究基盤整備プログラム		
○原子力教授人材充実プログラム		
○原子力コア人材育成プログラム		

○国際原子力人材育成イニシアティブ事業

【経済産業省事業】

○原子力教育支援プログラム	}	平成19～22年度 92件
○チャレンジ原子力体感プログラム		
○原子力の基盤技術分野強化プログラム		
○原子力総合技術プログラム		
○国際原子力人材プログラム		
○原子力地域人材プログラム		

○安全性向上原子力人材育成事業

(6) 東電福島第一原発事故以降の原子力人材育成⁵

東電福島第一原発事故以降の原子力人材育成については、原子力の安全や東電福島第一原発事故への対応に係る専門家の重要性が増している。一方で、原子力を志望する学生・若手研究者は減少傾向にある中、優秀な原子力人材を育成・確保していくためには、原子力を魅力ある分野として政策上位置づけていくことが必要である。

東電福島第一原発事故への対応に必要な人材の育成に当たっては、原子力機構のこれまでの経験や既存施設の活用も含め、必要な育成プログラムを検討することが必要である。

大学等においても、東電福島第一原発事故により顕在化した新たな課題や安全性の向上に向けて、必要な基礎教育や専門教育の在り方を検討し、専門的人材を継続的に輩出していくことが期待される。

原子力を志望する学生・若手研究者が今後のキャリアパスを描きながら、やりがいを持って学習・研究に取り組み、育成される人材が国内外の多様な機関で活躍できるよう、産学官連携による人材育成の取組を強化していくことが必要である。

(7) 東電福島第一原発事故前後の学生の動向⁶

⁵ 第47回原子力委員会資料 文部科学省（平成24年10月）より抜粋

図 2.1(7)-1 に東電福島第一原発事故前後の学生の動向を示す。25年度の志願者数を見ると、前年度に比べて、トータルでも約 0.7 割減となっている。また、25年度の入学者数も、昨年度に比べて、トータルで減少となっている。東電福島第一原発事故の影響は、大学院進学時よりも大学進学時の進路選択に大きく影響したと推察される。今後、学生数の減少により、原子力界全般の弱体化が懸念される。

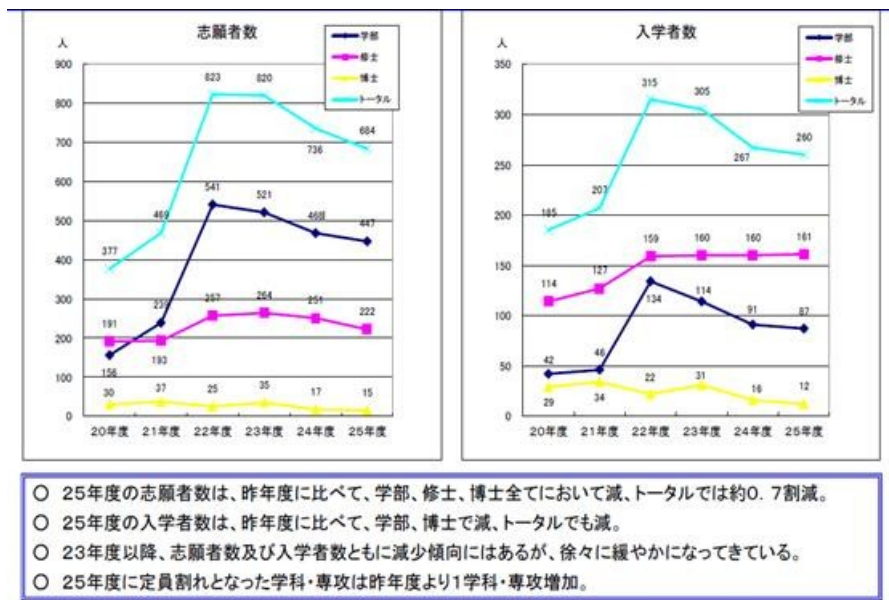


図 2.1(7)-1 東電福島第一原発事故前後の学生の動向

図 2.1(7)-2 に合同企業説明会「原子力産業セミナー」の参加者数の推移を示す。東電福島第一原発事故後、参加学生は激減している。特に、他の産業への就職も可能な電気・機械系の減少が著しく、この状況が続くと、原子力産業の技術維持が難しくなり、国全体の損失にもつながりかねないと判断される。

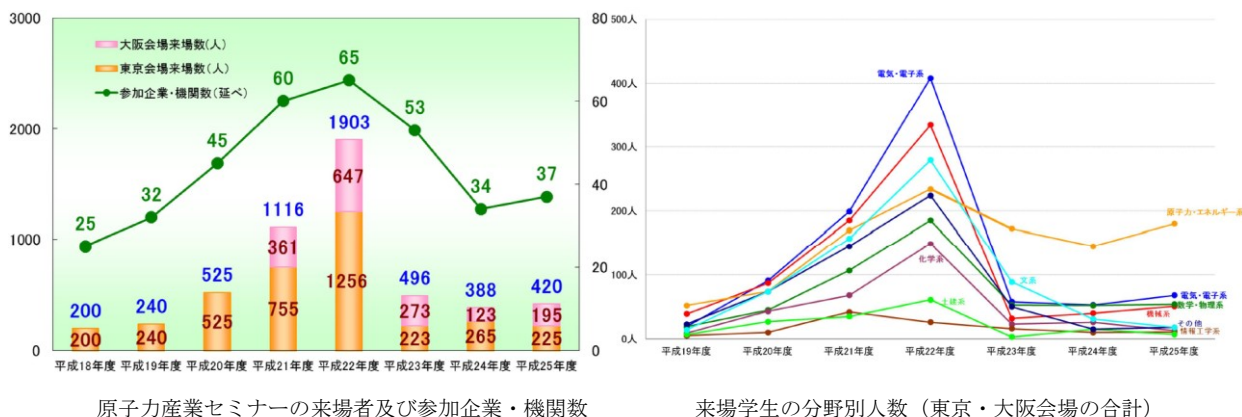


図 2.1(7)-2 合同企業説明会「原子力産業セミナー」の参加者数の推移

(8) 東電福島第一原発事故以降の取り組むべき人材育成⁷

「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について（見解）」原子力委員会（平成 24 年 11 月）には以下のように述べられている。

○東電福島第一原発事故の教訓を踏まえた原子力教育の取組

原子力人材を必要とする機関と協力し、今後は原子力発電、廃炉、廃棄物管理、除染といった分野において高度な技術と高い安全意識を持った人材ニーズが増加すると予測されることを踏まえて、標準的な原子力教育プログラムの在り方や、どのようなプログラムを新しく用意するべきか等の検討を急ぐことが期待される。

○教育機関における原子力学習機会の整備への取組

今後は廃炉措置を含むバックエンドの取組を企画推進する人材が求められることを踏まえて、都市工学、環境工学、社会基盤工学等のコースにおいて一部の講義・演習を原子力工学のカリキュラムで置き換えるコースの提供も検討されて良い。

○原子力分野の業務に従事するインセンティブの強化の取組

優れた若手人材が原子力分野に関心を持つような、魅力的かつ挑戦的な課題に立ち向かう研究開発プロジェクトの企画・推進についても検討すべきである。

原子力政策の如何にかかわらず、今後低レベル放射性廃棄物の処理処分をはじめとしてバックエンド関連の事業全体が拡大していくことは明らかであり、バックエンド分野にかかわる人材不足への懸念から継続的な育成と確保が求められている。

東電福島第一原発事故により顕在化した新たな課題や安全性の向上に向けて、必要な基礎教育や専門教育の在り方を検討し、専門的人材を継続的に輩出していくことが期待されている。

原子力(バックエンド分野)を志望する学生・若手研究者が今後のキャリアパスを描きながら、やりがいを持って学習・研究に取組み、育成される人材が国内外の多様な機関で活躍できるよう、産学官連携による人材育成の取組を強化していくことが求められている。

⁷ 「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について（見解）」 原子力委員会（平成 24 年 11 月）より抜粋、追記

2.2 低レベル放射性廃棄物の処理処分技術等の分野における専門技術分野の技術体系

今後必要となる低レベル放射性廃棄物の処理処分技術等の分野に係わる人材が携わるであろう技術について、以下に示す。

(1) 低レベル放射性廃棄物の処理技術

- キャラクタライゼーション（放射能非破壊測定、インベントリ評価）
- 前処理としての、物理除染・化学除染等
- 液体、固体廃棄物の減容化处理
- 廃棄物からの放射性核種の除去
- セメント、アスファルト、プラスチックによる固化等

(2) 低レベル放射性廃棄物の処分技術

- 人工バリア、天然バリア等の状態変化に関する評価技術
- 核種移行・線量評価手法開発
- セメント系・ベントナイト系材料の拡散係数等のパラメータの整備等

(3) 廃止措置

- 放射能の計測・測定・分析
- 解体システムエンジニアリング
- 解体前除染（金属構造物・コンクリート構造物）
- 解体撤去（金属機器の切断、コンクリート構造物の切削・破碎）
- 解体後の除染（金属機器、コンクリート）
- 解体に伴う遠隔技術、エンジニアリング等

2.3 東電福島第一原発事故後に要望される人材⁸

今後は原子力発電、廃炉、廃棄物管理、除染といった分野において高度な技術と高い安全意識を持った人材ニーズが増加すると予想されることを踏まえて、標準的な原子力教育プログラムの在り方や、どのようなプログラムを新しく用意すべきか等の検討を急ぐことが期待される。

今回の事故では、原子力施設に要請される不測の事態への備えの不足、なかでも頻度の十分低い巨大な自然災害への備えの不足、過酷事故の発生防止や事故影響緩和対策を頑健性のあるものにする努力の不足、また、自然災害と同時に発生する緊急事態への対応能力の不備が深刻な事態をもたらしたこと、事故の進展過程が報じられる状況において、教育・研究に携わる者による社会に対する客観的な情報の発信力が弱かったことが指摘されている。

また、この背景には安全確保に対する責任感の欠如、倫理教育の欠陥があったのではないかと指摘もある。

一般に、工学は科学の知見に基づき、多方面の工学技術を組み合わせて安全性やその他の制約条件を十分に踏まえて社会のニーズに応える装置や取組を産み出すが、こうして産み出された装置や取組は、政治、経済、社会、環境等の分野で人々の生活に対して様々な影響を与える。これから強化が求められることになる廃炉措置等を含むバックエンドの取組や除染の取組などは、今、福島の実地で経験されているように多くの学問分野の知見を踏まえてなされるものであり、こうした影響が特に強く多様であるという特徴を有する。

そこで、原子力の研究、開発及び利用に携わる者には、様々な学問分野の専門家と共同して社会のニーズに応えるシステムを統合していく能力、強い倫理観に基づき不測の事態が発生した場合にも重大な悪影響が生じないように責任をもって対処できる能力、グローバル社会への多様な影響に関してタイムリーに情報発信できる能力が求められる。

⁸「原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について（見解）」原子力委員会（平成24年11月）より抜粋、追記

3. バックエンド分野の人材育成の事例

本項では、バックエンド分野の人材育成の事例について、これまでの専門教育や今後の専門教育計画を調査した。

3.1 バックエンド分野に関するこれまでの専門教育の取組み

原子力関連の専攻を有する大学院のカリキュラム（平成18年度）⁹ を見る限り、参考資料6.1章に示す様に、バックエンドに係るカリキュラムとしては、主として核燃料サイクル工学関連の科目である。この調査では、低レベル放射性廃棄物の処理処分等に特化した科目はなかった。

3.2 バックエンド分野の人材育成に関する取組み

大学等の教育機関における原子力学習機会整備への取組を調査した。

（1）岡山大学における人材育成の事例

地球温暖化問題の観点から、世界的には近年、原子力発電の必要性が再認識されている。一方、東日本大震災に起因した東電福島第一原発事故により、原子力設備の更なる安全性確保の施策が求められると同時に、放射性廃棄物の処理・処分が大きな課題となっている。東電福島第一原発事故の後処理には数十年に渡る事業が想定されるが、我が国では放射線科学と原子力工学の基礎知識を有し、放射性廃棄物処理・処分に従事する技術者が不足している。住民の放射線影響評価と健康管理、除染作業者の安全管理、放射性廃棄物処理・処分、原子力施設など大規模プラントの耐災化等の分野に人材の継続的な育成が急務である。

これらの課題を解決するために、岡山大学では文部科学省・大学機能強化戦略経費による「原子力施設耐災化と放射性廃棄物処理・処分・除染に係わる教育・研究拠点」プロジェクトを H25 年 4 月よりスタートさせている。（図 3.2(1)-1 参照）

内外の協力体制を図 3.2(1)-2 に示す。また、当該プロジェクトの一環として「耐災安全・安心センター」を設立する計画（図 3.2(1)-3 参照）であり、国際原子力機関（IAEA）や原子力機構等の内外機関と協働した施設耐災化及び放射性廃棄物に関する研究と国際水準の人材を育成する事としている。

本センターでは、H26 年 4 月にスタートし、大学院コース「原子力と社会の安心・安全プログラム」、集中コース「施設耐災化と放射性廃棄物処理・処分国際研究研修プログラム」を整備している。大学院プログラムでは、前期課程で 20～30 人、後期課程で 5 人程度の学生を募集するとともに、集中コースでは各授業科目で国内外の原子力関連企業、教育・研究機関から 15 人程度の研修生を募集する。

⁹ 原子力関連講座を有する国内大学の教育カリキュラム及び教育実習にかかわる調査
日本原子力研究開発機構、2008

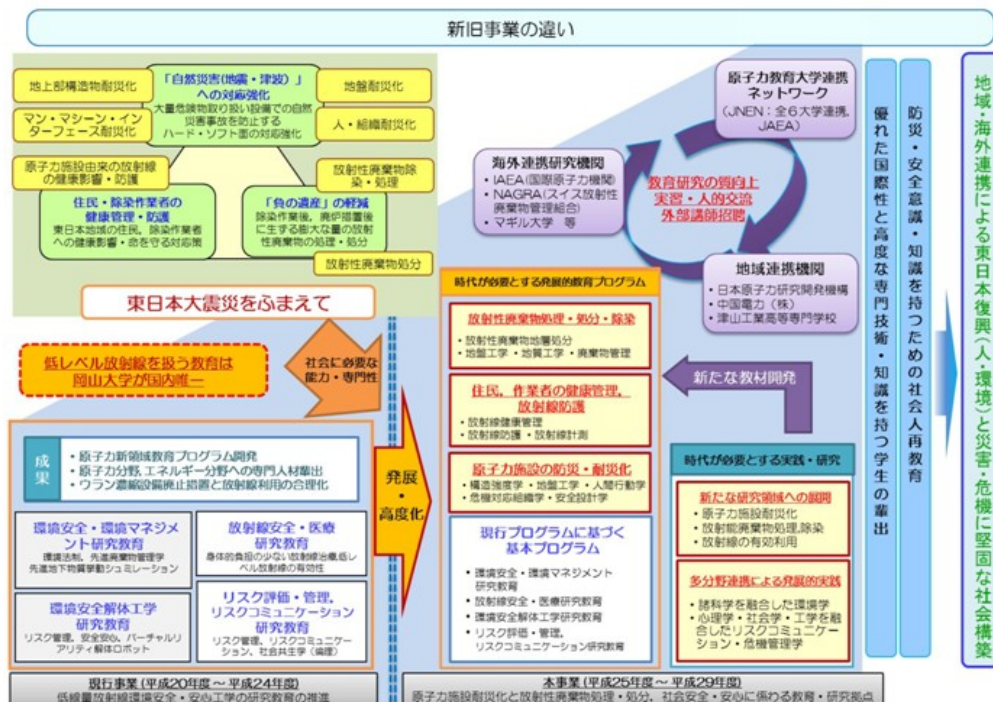


図 3.2(1)-1 原子力施設耐震化と放射性廃棄物処理・処分・除染に係わる教育・研究拠点

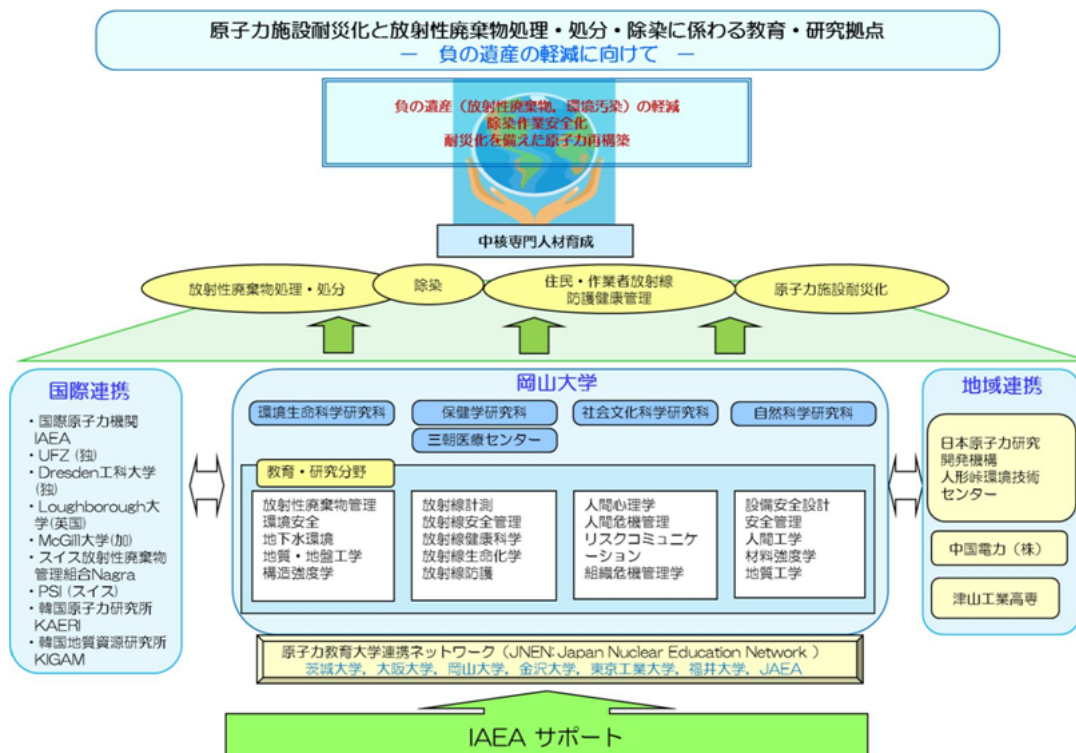


図 3.2(1)-2 教育・研究拠点における国内外の機関との連携

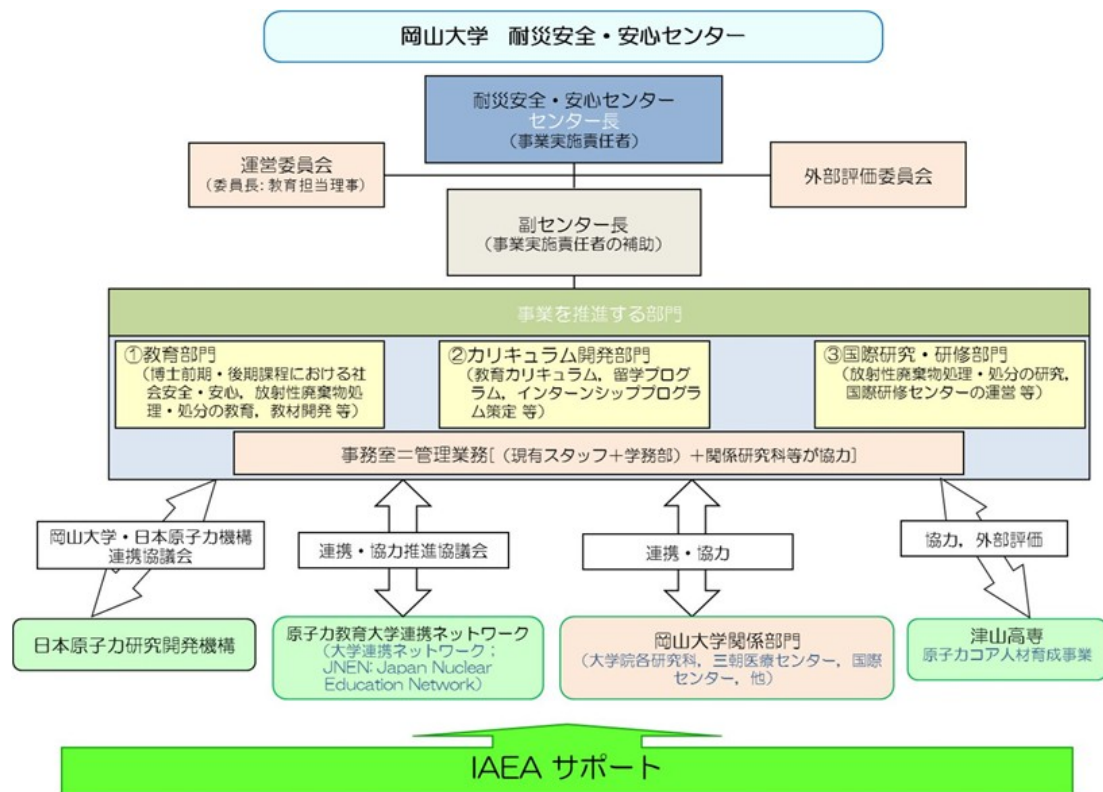


図 3.2(1)-3 岡山大学 耐震安全・安心センター構想

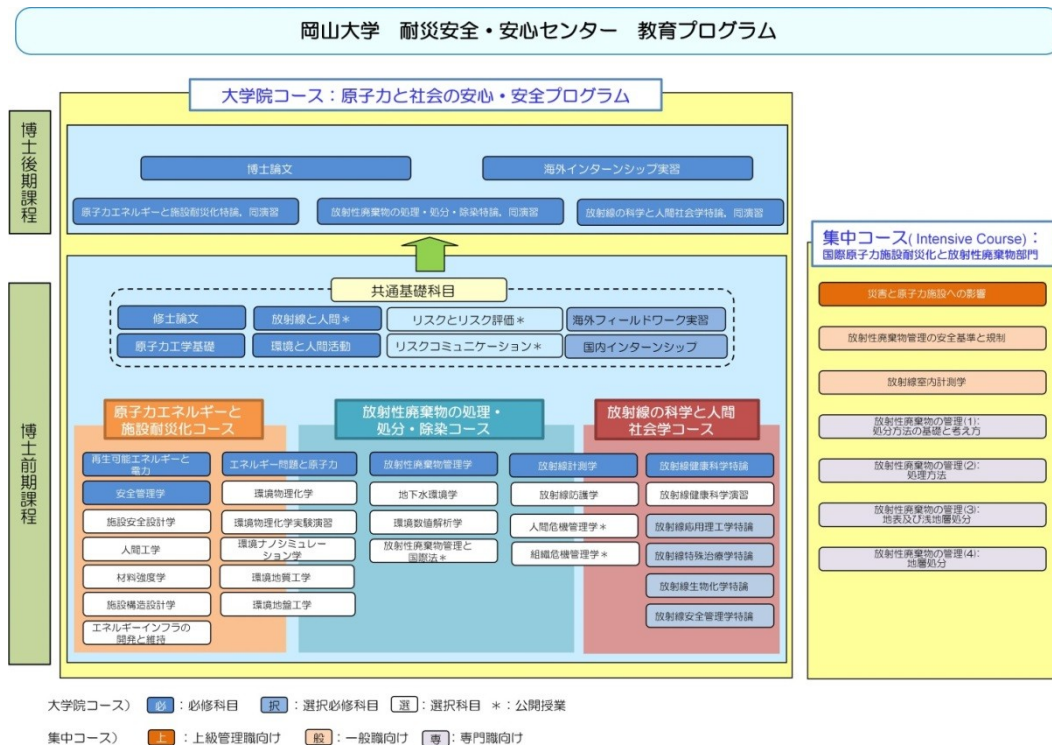


図 3.2(1)-4 耐震安全・安心センターの教育プログラム構成

科目（それぞれ、1.5 時間 x 15 回）としては、以下が準備される計画である。

表 3.2(1)・1 放射性廃棄物の処理処分に関する教育カリキュラム

1	災害と原子力施設への影響 Disasters and their impact on nuclear facilities (Executive course)	東北大震災と津波の被害以来、災害の管理に秀でた日本のような国でさえも、広域に渡る多重な災害に対しては打ち勝つことができないと判った。大都市圏で膨張し続ける人口は、自然災害に対するリスクを増大させ、世界的な関心事となっている。自然災害の評価は、特に都市部における高い人口密度を維持するために、人間活動に伴って新規に立ち現れる展開（例えば、地球温暖化とそれを解決するための地球工学）によって複雑さを増し、高度に相互依存した状況を現出している。本科目では、災害管理の全体像を描くと共に、原子力産業における話題を特に取り上げる。
2	放射性廃棄物管理の安全基準と規制 Safety standards and regulation for radwaste management (Generalist course)	この科目は、安全基準と規制の哲学と概念を包括的に把握することを意図している。国際原子力機関（IAEA）は、世界的な原子力安全と放射線安全を希求しており、その安全原則出版物は、「現在及び将来の人と環境を放射線リスクから防護しなければならない」と述べている。放射性廃棄物の分野でこの原則を達成するためには、安全基準と規制が不可欠となる。そこで、本科目では、人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護するための高いレベルの安全を構成する際の土台となる国際的なコンセンサスを反映している IAEA 安全基準、並びに関連する一連の国際放射線防護委員会（ICRP）勧告を強調する。とりわけ、この科目では、放射線防護、安全に対する行政上、法令上及び規制上の枠組み、放射性廃棄物の処分前管理、放射性廃棄物の処分及び、マネジメントシステムに関する IAEA の主要な安全要件を詳述することになる。また、線量/リスク基準とそれらの意味合いを考慮の上、規制除外、規制免除及びクリアランス等の実用的な側面も扱うことになる。さらに、NORM 残渣と放射性物質で汚染された物質の管理の様な課題を、解決すべき混乱した課題を理解するために明らかにすることになる。
3	放射線計測学 Radiation measurement (Generalist course)	放射能及び放射線の適切な計測、評価、解析力を習得し、それらの環境中の動態を理解する。同時に、法令や安全取扱を学ぶことで、放射線防護についての理解を深める。
4	放射性廃棄物の管理(1):処分方法の基礎と考え方 Radwaste management (1): Concept and fundamentals (Professional course)	「我ら共有の未来 Our Common Future」を実現するためには、福島第一発電所事故という重大事故を経験したとしても、原子力の利用を避けて通ることはできないであろう。また、原子力利用の是非はあるにしても、放射性廃棄物を適切に管理することは関係者全ての願いである。 本科目では、放射性廃棄物の出所と特性、処分の選択肢と環境条件、処分場の選定と設計、サイトの特性評価法、地質学的要点、工学バリアの性能、安全評価について解説する。日本に関する話題としては、福島除染と修復に関する話題を取り上げる。 本科目は地層処分については概説をするに止め、日本における処分環境条件を含め、詳細については科目 6 及び 7 で取り上げる。
5	放射性廃棄物の管理(2):処理方法 Radwaste management (2): Predisposal (Professional course)	放射性廃棄物は多くの排出源があり、自然の鉱石から高熱を発生する使用済み燃料まで範囲が広い。これら様々な廃棄物は、前処理、処理、加工、貯蔵の過程を経て、各種の廃棄物毎に定まった方式で分類される。各々は些細ではあるが重要な問題、すなわち、廃棄物の出所、前処理、処理と調整、移送、利害関係者への影響についても、受講者がより広い観点に立つことができるように、話題に取り上げられる。更には、今日的に最も問題となっている米国スーパーファンド（汚染除去）対処地点やチェルノブイリ、福島についても検証する。 受講生は放射性廃棄物処理に関する広い知識を得ると共に、具体的な対処方法を学ぶことになる。本科目は、実際の放射性廃棄物処理で出会う困難な問題に対して各自が対処できるように、演習を含めて講義が組み立ててある。
6	放射性廃棄物の管理(3):地表及び浅地層処分 Radwaste management (3): Near surface disposal (Professional course)	放射性廃棄物の浅地層処分には、放射性物質利用の最初期からの長い歴史がある。過去の失敗から学んで、現在の処分施設は多重バリアを有しており、洗練された計測と長期に渡る組織的な管理を行っている。そうではあっても、低レベル放射性廃棄物でも長寿命核種を含んでおり、施設閉鎖後数千年に渡る安全評価が必要である。日本に関しては、福島地域の修復事業から発生する廃棄物が問題である。多様な廃棄物が含まれており、一時・中間貯蔵の手続きについて、本科目では講究する。
7	放射性廃棄物の管理(4):地層処分 Radwaste management (4): Geological disposal (Professional course)	地層処分は、専門家には長寿命の放射性廃棄物を安全に取扱うために最も安全な方法であると考えられているが、未だ原子力利用におけるアキレスの踵となっており、反対派は未解決または解決できない問題としている。本科目では、公衆の理解を得るための社会政治学的な考慮を含め、地層処分の現状に関する理解を深める。また、処分地選定におけるボランティア方式についても講究する。

(2) 福井大学における人材育成の事例

福井大学における廃止措置の基礎・基盤研究と人材育成の考え方を図 3.2(2)-1 と図 3.2(2)-2 に示す。ここでは、廃止措置の体系化に向けては、研究と人材育成を関連づけて進めていく事が重要としている。

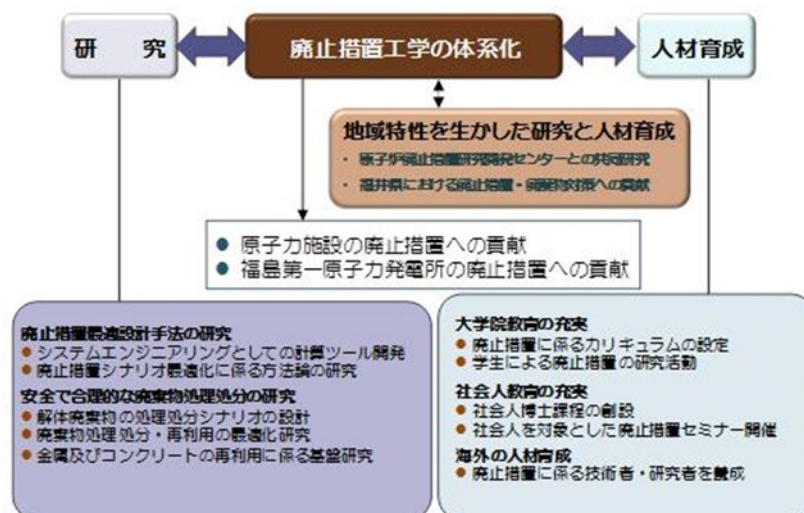


図 3.2(2)-1 廃止措置の最適設計及び放射性廃棄物対策に係る人材育成プログラムの開発

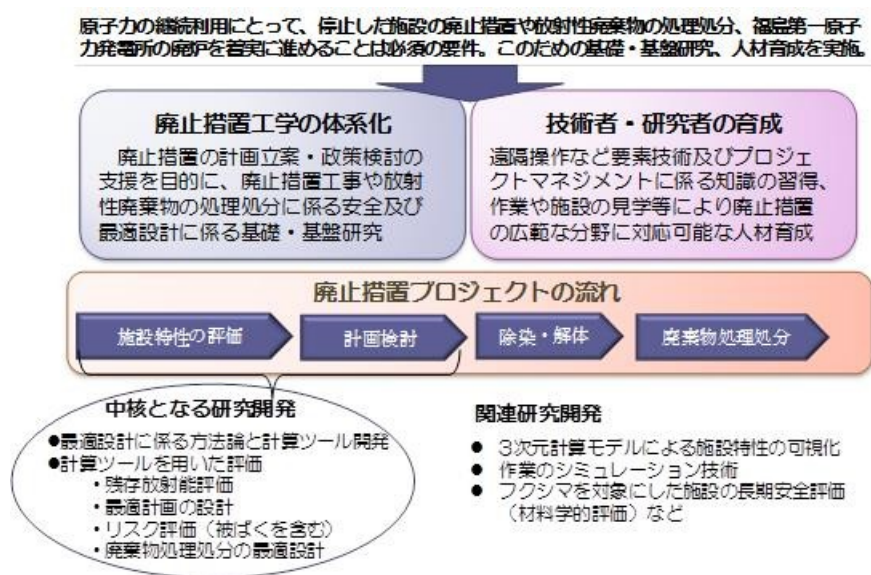


図 3.2(2)-2 福井大学における廃止措置の基礎・基盤研究と人材育成の考え方

福井大学では、大学院工学研究科において博士前期課程の学生を対象に「廃止措置工学」の講義（15 コマ）を実施している。講義では、廃止措置に係る概念などとともに実務に係る教育（施設見学を含む）を重視している。

(3) 文部科学省の原子力人材育成支援制度の受託大学の動向

参考資料 6.2 章に示すように、文部科学省及び経済産業省では「原子力人材育成」に関連して、公募事業として教育プログラム等への支援が行われてきた。国際原子力人材育成イニシアティブ事業の一環として、北海道大学大学院エネルギー環境システム部門・量子理工学部部門では、平成 23～25 年度に、バックエンドを含む環境放射能に関連する教育プログラムを開発・実施した。さらに平成 26 年度からは新たに 3 ヶ年の予定でバックエンド教育に関するオープン教材の開発を含む教育プログラムを進めている。ここではその概要を紹介する。

①多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成（H23～25 年度）

本事業では、原子力工学分野のみならず、環境科学、放射化学、保健物理学、獣医学、農学などの多分野の視点から環境放射能の諸課題を学ぶための講義、研修（見学会）、実験の場を設けるとともに、最新の知見を学ぶ国際セミナーを開催した。また、科学技術コミュニケーションの向上を図る講義および研修（市民向け講座）に加えて、実際に環境修復を行う上での諸課題を学ぶフィールドワークを実施した。

これらの活動を通して、環境修復や放射性廃棄物の処理・処分などを深く理解した人材ならびにそれらの分野において将来国際的に活躍する人材を育成する事を狙ったものである。

【人材育成の対象】

○原子力分野の研究者・技術者・教員

○国/地方公務員・分析/報道機関職員

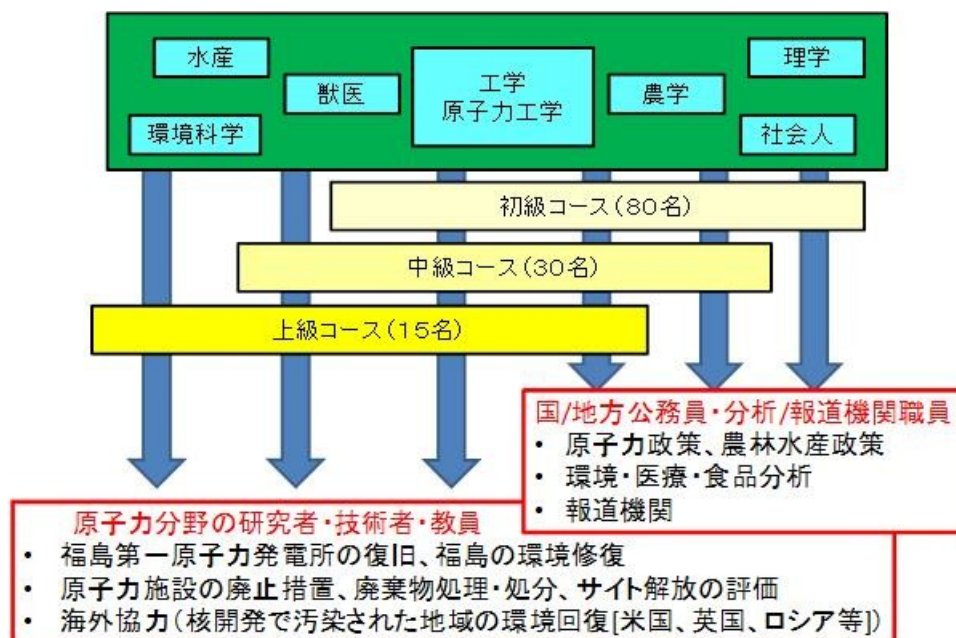


図 3.2(3)-1 人材育成のプログラムの対象

【人材育成事業講義・実験等内容】

人材育成事業の講義・実験等の内容を以下に示す。上級コースでは、環境修復、放射性廃棄物の処分に関する講義ならびに、除染実習などに特徴がある。

表 3.2(3)-1 人材育成事業の講義・実験等の内容

コース		(受講) 日数	概要	予定人数 (／年)
初級	講義	1.5	原子力工学概論、基礎放射化学、放射線生物学	80
中級	講義	2.5	放射線計測学、環境放射能測定	30
	実験	2	放射線計測基礎、食品中の放射能測定、空間放射線量測定	30
上級	講義	1.5	環境修復、放射性廃棄物処分、科学技術コミュニケーション	15
	実験	2	放射線防護法、非密封RI実験(収着、除染、化学分離)	15
	除染実習	6	福島でのフィールドワーク	15
	市民向け講座	2	市民向け講座	50
その他	見学	1	施設見学会 (泊原発、幌延深地層研究所)	40
	国際セミナー	1	国際セミナー (国内外講師 10名)	50

【除染実習の概要】

以下に除染実習の概要を示す。

- ・ **実習地**
 - － 福島県飯舘村あいの沢地区「村民の森」
- ・ **参加学生(15名[H24年度]、16名[H25年度])**
- ・ **スタッフ(約15名)**
- ・ **提供した資材**
 - － スコップ、鍬、鎌、放射線防護資材、GPS、サーベイメーター等
 - － Ge、NaIスペクトロメーター、イメージングプレート(福島大)
- ・ **提供した資料**
 - － 現地航空写真、現地写真、現地周辺の地形図、地質図、植生図など
 - － 除染などの措置に係るガイドライン(環境省)
 - 除染業務に係る技術指針(福島県生活環境部)
 - 飯舘村復興計画
 - EURANOS除染技術データシート(原子力学会クリーンアップ分科会)など

図 3.2(3)-2 除染実習 (フィールドワーク) 概要

【除染実習のスケジュール】

以下に除染実習のスケジュール（平成 25 年度実施）を示す。

1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
移動	調査準備 (福島大)	移動	試料前処理 放射能測定 除染計画策定 (福島大)	移動	放射能測定 データ整理 評価検討 (福島大)
		10:30-12:30 現地測定 試料採取		10:30-12:30 現地除染	
		12:30-14:30 昼食		12:30-14:30 昼食	総合討論 (福島大)
		14:30-16:30 現地測定 試料採取		14:30-16:30 現地除染 除染後測定	
		移動		移動	
オリエンテーション (ホテル会議室)	ミーティング (ホテル会議室)	ミーティング (ホテル会議室)	ミーティング (ホテル会議室)	ミーティング (ホテル会議室)	

図 3.2(3)-3 除染実習のスケジュール

【人材育成事業講義・実験等内容】

以下に人材育成事業講義・実験等の状況を示す。



図 3.2(3)-4 人材育成事業講義・実験等内容

【オープン教材化（H25 年度）】

講義、国際セミナーの講演の一部をビデオに収録し、著作権処理後にインターネットにて無料で一般公開した。「誰でも何処でも何時でも（何時までも）学べる環境」を構築した結果、インターネットを介した多数の聴講（1,458 件[H25.8～H26.9]）が継続的にあった。



図 3.2(3)-5 オープン教材化の一例（北大・OCW ホームページ）

【オープン教材の教育効果（現状と展開）】

初級コースの講義が、文科省補助事業「大学間連携による多様で質の高い教養科目の開発と共有」のモデル教材に選定され、北海道内 6 大学向け教養科目として制作し、平成 27 年度から活用する予定である。また、同講義が米国の MOOC（大規模公開オンライン講座）公開サービス（edX）のコンテンツとして、2015 年春より開講することとなった。

● 訪問者総数: 7,326 件
(H25.8～H26.9 末)

再生総数: 1,458 件
(H25.8～H26.9 末)

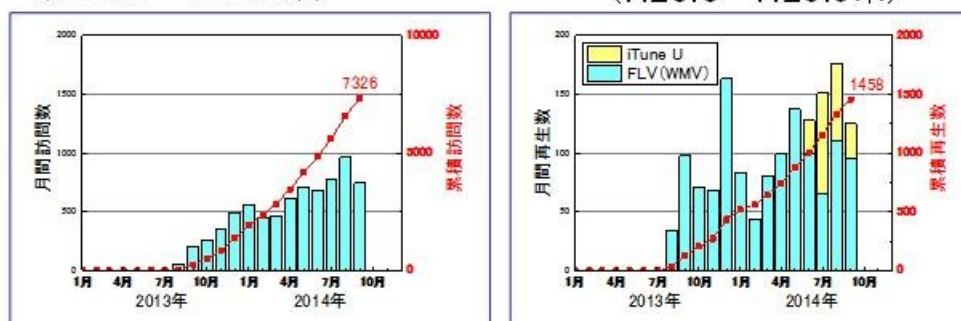


図 3.2(3)-6 オープン教材の教育効果（現状と展開）

②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（H26～28 年度）

【目標とする人材】

- ・原子炉廃止措置や放射性廃棄物処分についての技術および知識を十分に持ち、
- ・それを現場にて適用できるスキルを有し、
- ・さらに廃止措置や放射性廃棄物処分の諸課題を理解して、その対策を検討・立案できる、
- ・国際性豊かな原子力バックエンド分野の人材育成を目標とする。

【本事業の目標】

オープン教材を作成・活用することで

- 若い世代（高校生、進路あるいは研究テーマ決定を控えた学部生等）に魅力的な分野としてアピールする。
- バックエンド分野に不可欠な多様な専門学問分野を継続的に教育する体制を構築する。
- 社会的、経済的な要素を含む意思決定・合意形成についての知識・スキルを学び、また、国際性の涵養が図れる教育プログラムを提供する。

【原子力バックエンド教育の概要】

以下に原子力バックエンド教育の概要を示す。

	原子炉工学	廃炉工学	放射性分廃工棄物	環境放射能学	放射線科学	放射線生物学	核燃料サイクル工
・基礎教育（講義、実験）	○	○	○	○	○	○	○
・専門教育（講義、実験、フィールド実習、見学会）	○	○	○	○			
・国際教育（国際セミナー、海外インターンシップ）		○	○	○			
最新の研究知見、海外における事例、法制度・行政手続き、リスクコミュニケーションなど							

図 3.2(3)-7 原子力バックエンド教育の概要

【人材育成プログラムの概要】

以下に人材育成プログラムの概要を示す。

	実験（2日間）		
	講義	実験（2日間）	
基礎教育	①原子炉工学概論 ②廃炉工学概論 ③放射性廃棄物処分工学概論 ④環境放射能学概論 ⑤放射線科学概論 ⑥放射線生物学概論 ⑦核燃料サイクル工学概論	①放射線計測実験 ・霧箱による放射線の可視化 ・各種サーベイメーターの使用法 ・遮蔽実験 ②放射能測定実験 ・NaIシンチレーション検出器、ゲルマニウム半導体検出器による核種同定 ・環境試料採取・前処理方法（動植物、海産物、土壌、氷雪・融雪水、地下水の分析法）	
	①原子炉工学 ②廃炉工学 ③放射性廃棄物処分工学 ④環境放射能学	①非密封RI実験 ・RI汚染物の除染実験 ・核種分離法（ベータ核種の抽出） ・土壌中の放射性核種の移行実験（収着・拡散実験） ・放射性核種の植物への移行実験	①環境放射線測定実習 ・GPSによる位置測定、各種サーベイメーターによる線量測定とその結果の整理 ②環境試料採取・分析実習 ・土壌、地下水、動植物等の採取と分析 ③環境修復評価実習 ・除染評価コードによる分析
専門教育	見学会（1～2箇所／年）		
	①JAEA・原子炉廃止措置研究センター（福井県敦賀市）〔初年度〕 ②低レベル放射性廃棄物埋設センター（青森県六ヶ所村）〔次年度〕 ③日本原子力発電・東海1号炉（茨城県東海村）〔次年度〕 ④幌延深地層研究センター（北海道幌延町）〔最終年度〕 *東京電力福島第一原子力発電所（福島県大熊町）〔可能であれば〕		
国際教育	国際セミナー		海外インターンシップ
	①海外の専門家による講義 ・原子炉廃止措置、除染、環境放射能、放射性廃棄物処分等 ②グループディスカッション ・小グループに分かれて学生と専門家が議論を行う		①学生派遣 ・専門科目を受講した大学院生（3名／年）を海外に派遣 ・国際教育WGおよび海外の専門家から構成される選考委員会にて派遣学生を選抜 ・帰国後に成果報告会を実施し事後評価を行う（3月）

図 3.2(3)-8 人材育成プログラムの概要

【主として対象とする人材及び育成する人数】

表 3.2(3)-2 対象とする人材及び育成する人数

実施項目	対象とする人材	各年度に育成する人数			合計
		平成26	平成27	平成28	
基礎教育・講義	学部 高専生 社会人	30	30	OCW	75+ OCW
基礎教育・実験		(15)*	(15)*	15*	
専門教育・講義	学部 高専生 大学院生 社会人	15	15	OCW	40+ OCW
専門教育・実験		準備	(10)*	10*	
専門教育・フィールド実習		準備	(10)*	(10)*	
専門教育・見学		(10)	(10)	(10)	
国際教育・国際セミナー		35 (=50-15)	35 (=50-15)	35 (=50-15)	
国際セミナー・海外インターンシップ	大学院生	準備	(3)*	(3)*	(6)
合計		80	80+ OCW	60+ OCW	220+ OCW

*: 講義またはOCWを受講している学生を対象とする。

【放射性廃棄物工学のカリキュラム（案）】

以下に放射性廃棄物工学のカリキュラム（案）を示す。

表 3.2(3)-3 放射性廃棄物の処分工学のカリキュラム（案）

		①原子炉工学	②廃炉工学	③放射性廃棄物処分工学	④環境放射能学	⑤放射線科学	⑥放射線生物学	⑦核燃料サイクル工学
基礎教育	概論I	原子炉の仕組み	廃炉工学のニーズ、求められる技術開発	放射性廃棄物の種類と発生量、処分の基本的な考え方、社会的な重要性	身の回りの人工および天然放射性核種	放射化学の基礎（放射性核種、壊変形式）	外部被ばくの影響と評価	フロントエンド（燃料製造まで）
	概論II	原子力利用の未来	放射能インベントリ、除染、放射性廃棄物	放射性廃棄物の処分方法と安全評価、必要な技術開発	放射性廃棄物に由来する放射性核種と環境安全評価	放射線と物質の相互作用	内部被ばくの影響と評価	バックエンド（再処理、ガラス固化、MOX燃料）
専門教育	1	中性子と原子核との相互作用と核分裂反応	原子力利用と環境問題	放射性廃棄物の種類	大気			
	2	核分裂連鎖反応と臨界	廃止措置の概念	クリアランス	海洋			
	3	中性子の減速過程	廃止措置技術	放射性廃棄物の処理	表層水			
	4	原子炉の動特性	廃止措置費用	低レベル放射性廃棄物処分	土壌			
	5	軽水炉プラントシステム（PWR）	安全規制の解除	高レベル放射性廃棄物の地層処分	森林			
	6	気液二相流と沸騰遷移	廃炉からの放射性廃棄物	ガラス固化体の溶解速度	農耕地			
	7	軽水炉プラントシステム（BWR）	廃止措置の世界動向	核種移行モデルと関連の研究例	陸上動植物			
	8	軽水炉の安全設計	わが国の取り組み（ふげん、浜岡、東海）	安全評価	魚介類			
	9	核燃料の燃焼	わが国の取り組み（ふげん、浜岡、東海）	リスクコミュニケーション	フィールド調査法			
	10	高速炉プラントシステム	福島第一原子力発電所の廃炉	世界の動向	各種原発事故と環境放射能研究			
	11	反応度事故	環境修復	深地層研究施設での研究開発	世界の動向：環境モデリング			
	12	次世代軽水炉		消滅処理の可能性				
	13	福島事故の概要						
	14							
	15							

(4) その他の大学におけるバックエンド分野の教育カリキュラム

①東北大学量子エネルギー工学専攻におけるバックエンドに関連するカリキュラム事例

東北大学では、機械知能・航空工学科の量子サイエンスコース(定員 34 名)の学部教育を行っている。その中で、バックエンド分野に関連する科目として、学部 3 年生の後期にはバックエンド基礎(2 単位)、学部 4 年生の前期にバックエンド基礎実験(1 単位)がある。前者は、バックエンド分野の概要に加え、性能評価の基礎となる移動現象論、化学反応工学および放射化学の基礎を教育している。また、バックエンド基礎実験では、非密封 RI 実験による鉍物への収着実験、Cs と Sr とのカラム分離実験を行い、併せてガスボンベの取り扱い、試料観察のための SEM の扱い、グローブボックスの扱い、FT-IR の活用など、実験研究の流れが分かるような課題としている。これらの科目は、コースにおいて必修扱いであり、放射化学(3 年生後期)、核環境工学(4 年生後期)、実験 II(3 年生後期)の放射化学実験と併せ、バックエンド分野の基盤となる教育となっている。



バックエンド基礎実験の様子(東北大)

②名古屋大学マテリアル理工学専攻・量子エネルギー工学分野におけるバックエンド関連のカリキュラム事例

名古屋大学では、物理工学科 2 年次より量子エネルギー工学コース(定員 40 名)の中で、原子力・放射線に関する学部教育を行っている。その中で、バックエンド分野に関連する科目として、学部 2 年次後期に「移動現象論(2 単位、必修)」と学部 3 年次後期に、「原子燃料サイクル工学(2 単位、選択必修)」が開講されており、原子炉中での原子燃料の燃焼、使用済燃料の再処理、放射性廃棄物の処理・処分等の原子燃料サイクルにおけるプロセス・システムの理工学の基礎と要素技術の導入的な専門教育が行われている。ただし、この講義の中で、低レベル放射性廃棄物、高レベル放射性廃棄物、廃止措置等に関わる授業は概ね 3 回(全 15 回中)程度に留まっている。また、学部 2 年次後期から 3 年次前・後期に渡って必修の学生実験・演習の中に、バックエンド関連の基礎技術の理解に繋がる化学反応実験や非密封 RI 実験が盛り込まれている。

一方、大学院では、マテリアル理工学専攻・量子エネルギー工学分野の主専攻科目として、「エネルギー材料プロセス工学(2 単位、選択)」が開講されている。この講義の名称は、原子力関連の専門教育の内容を想起させないが、前半は原子燃料サイクルのプロセス

解析、後半は放射性廃棄物管理の技術各論から構成されており、廃棄体の作製プロセス、廃棄物処理プロセスの安全管理、廃棄物処分の性能評価から廃棄物処理・処分プロセスの研究開発現況やリスク管理とコミュニケーション等のトピックスまで包含する授業や演習が行われている。バックエンド関連の共通的な大学院実験・演習としては、平成 24～26 年度に名古屋大学が事業代表者として実施した復興対策特別人材育成事業「機関横断的連携による原子力安全性・核セキュリティ・危機管理高等教育の実施」の中で、全国の原子力関連専攻・学科の大学院生等を対象に、名古屋大学核燃料管理施設で保管・管理されている核燃料や極低レベルウラン廃棄物の γ 線／軟 X 線スペクトロメトリーやレーザー分光を行う測定実習の実験系とマニュアルが整備されている。

(5) 原子力機構における原子力教育の支援状況¹⁰

①原子力教育連携ネットワーク¹¹

原子力教育大学連携ネットワーク活動（以下、「大学連携ネットワーク」という）は、平成 17 年度に東京工業大学、金沢大学及び福井大学の 3 大学と原子力機構の 4 者間にて締結した「教育研究等に係る連携・協力推進協議会設置に関する覚書」に基づき、機構の中期目標にあるとおり「大学等への人的協力や保有施設の共用を通じて、機構と複数の大学等とが相互補完しながら人材育成を行う連携大学院ネットを構築すること」に向けて、核燃料サイクル工学研究所を中心に大学連携ネットワーク活動を開始した。

平成 18 年度は、ネットワーク構築に向けた環境を整備するため、新規の講座開設等に向けて検討を進め、平成 19 年度は、整備した遠隔教育システムを利用して、東京工業大学、金沢大学、福井大学の 3 大学間で制作した共通講座（前期 1 科目、後期 1 科目）を新規に開設、開講した。大学連携ネットワーク活動は、上述の共通講座の他、放射線計測技術や核燃料サイクル技術を中心とした核燃料サイクル実習を平成 17 年度より継続して実施している。本ネットワークは、複数の連携大学院教育のネットワーク化という試みから、当初、連携大学院ネットワークと称していたが、活動の対象範囲を拡大できるように、平成 19 年には、名称を「原子力教育大学連携ネットワーク（Japan Nuclear Education Network(JNEN)）」と称している。

平成 20 年 3 月には、3 大学に加え、茨城大学及び岡山大学の 2 大学と覚書を結び、機構と 5 大学の 6 者間で大学連携ネットワーク活動を展開し、また、平成 21 年度からは大阪大学が追加で参画することとなり、これまでの実績及び成果を踏まえ、また大阪大学が参画する機に併せて「機構及び大学が緊密な連携・協力により、学術及び科学技術の発展に寄与するための教育研究並びに人材育成の一層の充実を図ることを目的とする」新たな協定を 7 者間で平成 21 年 3 月 27 日に締結した。この協定では、

- (1) 原子力人材育成に係る教育研究プログラムに関すること、
- (2) 相互の連携・協力による連携教育カリキュラムの実施に関すること、
- (3) 学生実習等の実施に伴う施設・設備の相互利用に関すること、
- (4) 有識者の招へい、シンポジウム、講演会等の開催に関すること

などの活動内容が挙げられ、これら 4 事項を中心にした協力を円滑に推進するため「連携・協力推進協議会」を設置し、6 大学と原子力機構の 7 者間での共同運営という体制で進めている。

また、平成 21 年度から平成 22 年度にかけて、本協議会の下に「大学連携ネットワーク将来構想分科会」を設置し、実施体制や活動内容の将来性検討など、本ネットワークの将来性と多機関に渡る活動の方向性等の議論の結果を平成 23 年 5 月に協議会へ報告し活動を終了した。

¹⁰ http://nutec.jaea.go.jp/university_cooperation.html 原子力機構 人材育成センター

¹¹ 原子力人材育成センターの活動（平成 23 年度）JAEA-Review 2013-021

その後、平成 23 年 10 月に「大学連携ネットワーク企画・調整分科会」を設置し、大学連携ネットワーク活動全般、更に原子力人材育成に係る情報共有及び企画・調整等の検討を行い、検討結果は必要に応じて協議会へ提案を行っている。大学連携ネットワークは、当初、核燃料サイクル工学研究所で開始した経緯により、原子力機構第一期中期計画までは、核燃料サイクル工学研究所が中心に実施していたが、第二期中期計画から、即ち平成 22 年度から運営主体は、事業推進部門の原子力人材育成センターとなり、同センターが連携・協力推進協議会等の運営を行っている。核燃料サイクル工学研究所はこれまで全国規模で展開している遠隔教育システムの基幹設置箇所として、システムの運営・整備、また、核燃料サイクル実習を主担当することとなっており、両組織協力のもと一体的に運営している。平成 23 年度は、定期的に連携・協力推進協議会を開催し、活動計画等を議論するとともに、活動計画に基づき、連携教育カリキュラム等を実施した。

遠隔教育システムを活用した共通講座については、前期科目「原子力工学基礎 (I) : 放射線・原子核に係る科目」、後期科目「原子力工学基礎 (II) : 核燃料サイクルに係る科目」を開講し、計約 300 名が受講した。また平成 22 年度に開設した集中講座、「環境と人間活動 : 低炭素社会の構築に向けて」を岡山大学津島キャンパスにて 8 月に約一週間の講座を開催し、22 名の学生が受講した。学生実習については、冬期実習を核燃料サイクル工学研究所中心に実施し、13 名の学生が受講した。共通講座、集中講座及び実習のいずれも大学及び学生には概ね評価を得ており、次年度も連携・協力推進協議会での協議の上、連携教育カリキュラム等を計画及び実施するとともに、今後とも 7 者の参画機関において、協力を一層緊密にし、原子力人材育成に向けて教育内容の充実化や多様化を図っていく予定である。

平成 22 年度に設立された原子力人材育成ネットワークの一部として、東京工業大学が主幹している「国際原子力人材育成大学連合ネットの構築とモデル事業の実施事業」では、全国規模でのセミナーが開催され、本セミナーでは大学連携ネットワークで整備、構築している遠隔教育システムの基幹部分を活用しており、原子力人材育成ネットワーク活動に一役を担っている。

②連携大学院

原子力機構では、20 に至る大学等の組織と教育研究に係る協力協定等を締結し、原子力機構職員を客員教授等として派遣するとともに、その客員教授等のもとに、大学院生を学生研究生として受入れ、大学での教育を支援している。

本協力には、原子力分野における専門職大学院として発足した東京大学大学院原子力専攻へ年間を通じた講義や実験・実習、各大学での要望に応じて原子力機構における実験・実習を実施するものも含まれている。



実験・実習の風景



講義の風景



遠隔講義の風景

図 3.2(5)-1 原子力機構における大学教育の支援状況



図 3.2(5)-2 原子力機構における原子力教育大学連携ネットワーク活動

連携教育カリキュラム 共通講座(前期・後期)実施例

☆前期: 放射線・原子核に係る科目(2単位相当)
4月～7月 金曜日 13:10～14:40
受講生総数: 約150名前後(受講登録者数)
内訳: 金沢大10名前後、東工大10名前後、
福井大30名前後、茨城大70名前後、
岡山大学10名前後、大阪大20名前後

☆後期: 核燃料サイクルに係る科目(2単位相当)
10月～翌年2月 金曜日13:10～14:40
受講生総数: 約50名(受講登録者数)
内訳: 金沢大10名前後、東工大10名前後、
福井大10名前後、茨城大10名前後、
岡山大学10名前後、大阪大10名前後

○東工大特別講義○
共通講座終了後15:00～16:30
前期: 原子核工学
後期: 放射線生物学・医学

福井大



金沢大



図 3.2(5)-3 原子力機構における原子力教育大学連携ネットワークによる教育カリキュラム

3.3 海外のバックエンド分野に関する人材育成の事例

(1) 英国の大学におけるバックエンド関連人材育成

①英国の大学の学部教育（学士）の原子力・バックエンド取組に係るトピックス

一般的に、学生は1、2年次に一般的な学問分野を学び、3年次に原子力関係を学ぶ。3年次には原子力エネルギーと原子力化学工学、4年次には原子力熱流動、炉物理および原子力材料などの教育を受ける。

学部で原子力コースを設置している大学は、ランカスター大学の原子力工学、王立ロンドン大学での機械工学科、化学工学科などで、2009年からマンチェスター大学では機械工学と原子力工学の学位の交換を可能にし、2010年から3、4年次の学生は機械工学でも原子力工学への登録を可能にしている。

放射性廃棄物の安全管理（MRWS）プログラムには、多くの地質学や地球物理の卒業生を必要とし、現在以下に示す26校が原子力関係の技術に追加してそれらの科目を教えている。

Aberystwyth	Aberdeen	Birmingham	Bristol
Cambridge	Camborne School of Mines	Cardiff	Durham
Edinburgh	Imperial College London	Keele	Lancaster
Leeds	Leicester	Liverpool	Manchester
Newcastle	Open	Oxford	Portsmouth
Plymouth	Royal Holloway	Sheffield	Southampton
St Andrew's	University College London		

ランカスター大学では廃止措置を中心にした分野の学位を取得できる。原子力施設の廃止措置、原子力プロジェクト管理等、原子力関係技術の学位が取得可能となっている。

レーク大学、ブリグワーター大学やウエストフィールド研究所などにも提供して西カンブリア地方の廃止措置(シンクレイポイントなど)の専門家育成の為の第2世代の原子力技術の訓練を実施している。

②バックエンドに関連した大学院教育（主要な大学での修士認定コース）

○University of Birmingham

- ・原子炉の物理と技術に関する修士（MSc：Physics and Technology of Nuclear Reactors）
- ・医療と放射線物理の修士（MSc：Medical and Radiation Physics）
- ・放射性廃棄物の管理と廃止措置における学位と称号認定

○University of Central Lancashire (UCLan)

- ・エネルギーと環境に関する学位(主に廃止措置)を設定

○Lancaster University（2年間にわたるパートタイム）

- ・廃止措置とクリーンアップの修士
- ・安全工学の修士

○Liverpool University

- ・放射線計測とモデル化についての修士
- ・廃棄物の監視と廃止措置についての修士資格認定

○Sheffield University

- ・原子力環境科学と技術の修士

○University of Surrey

- ・放射線と環境保護の修士
- ・放射線検出と計測の修士

③主要大学の原子力分野への研究者の配置状況

原子力分野での取り組み概要（PhD 以上の研究者と教官の数）を以下の表に示す。

表 3.3(1)-1 英国の主要大学の原子力分野への研究者の配置状況

大学名	燃料	原子炉	使用済み燃料	廃棄物	廃止措置	核融合	その他
The University of Manchester	14	19	39	42	4	11	24
University of Birmingham	0	11	3	9	2	2	0
Open University	0	20	0	0	0	0	0
University of Liverpool	0	19	0	1	0	0	16
University of Central Lancashire	0	0	3	2	1	0	10
The University of Bristol	4	20	5	10	0	0	11
The University of Cambridge	3	8	4	5	0	0	4
Cardiff University	0	0	2	4	0	0	9
Huddersfield University	0	4	0	3	1	1	1
Imperial College London	9	35	30	32	1	50	72
The University of Lancaster	0	0	9	11	9	2	8
The University of Leeds	0	5	1	12	2	—	3
Loughborough University	0	0	4	13	0	0	4
The University of Oxford	0	31	0	1	0	31	0
The University of Sheffield	1	6	2	32	0	1	2
Strathclyde University	0	5	1	5	7	4	4

(2) マンチェスター大学の原子力教育の事例

①大学の概要

英国でのランクは第3位。大学は4つの学部とそれを構成する20のアカデミックスクール、多くの専門的な研究所を有し、ダルトン原子力研究所は世界的に有名な大きな研究施設である。

世界的にも名高いとされる原子力産業向けの技術開発と原子力研究について評価され、女王記念賞(Queen's Anniversary Prize)を受賞した。

○学部コース

3年制の原子力工学士と4年制の工学修士が、機械工学科(原子力工学)で取得可能である。化学修士と物理学修士プログラムが放射線化学センターや原子力物理研究グループにも設けられている。主要なコースは、炉物理、炉化学、熱流動、熱力学、燃料材料等の基礎的なものである。

○大学院コース

原子力技術教育コンソーシアムに属する11の組織(主に大学)を纏めて、修士レベルの訓練をし、原子力科学と技術の修士を育成しており、現在76人が登録している。燃料、原子炉、廃棄物・廃止措置、核融合等に分けてシラバスを発行し、それに沿って教育を行っている。

○大学院博士コース

博士課程では以下のようなプログラムを準備している。

- ・ 核分裂研究科学技術に関する博士課程学生訓練センターでセフィールド大学と共同して50名のPhD学生を育成している。プロジェクトの範囲は原子力工学、材料、廃止措置、廃棄物処分にわたる広い範囲である。
- ・ 原子力工学博士課程学生訓練プログラムはインペリアル大学等と共同して、55名の学生を訓練している。このプログラムの目的は、優秀な若い原子力研究者に原子力産業界の企業と協力して、原子力産業界において要職につくように教育することである。訓練では産業界の研究開発環境での作業も経験することになっている。
- ・ 原子力産業界の現在または将来のリーダーへの幹部レベルの訓練としてはExecEdプログラムが用意されている。

②マンチェスター大学ダルトン原子力研究所におけるバックエンド研究

○ダルトン原子力研究所(DCF)について

燃料サイクル全体にわたる研究を展開している研究所であり、大学と企業の協力により、基礎研究から応用研究まで幅広く取り組んでいる所に特徴がある。また、世界的に通用する放射線応用科学や原子力廃止措置工学の専門家を送り出している。ダルトンカンブリア施設も運営し、国内外の原子力研究に寄与している。企業に対し、原子炉物理や工学の課題を解決するための学術的な支援をめざし、研究の分野は原子力施設の廃止措置や放射線廃棄物の管理に関する事項が中心となっている。廃止措置と英国の公的な

原子力施設のクリーンアップは、数 10 億ポンド（数千億円）のプログラムで、今後数十年以上にわたって取り組む技術的にも工学的にも挑戦的な課題である。研究分野は、放射化学、材料の物理や放射線の影響、廃止措置の工学、および廃棄物の管理に関する事項をカバーしている。

○代表的な研究の概要

(a)廃止措置技術

- ・遠隔操作機器のマニピュレータや移動装置の開発
- ・半自動システムの能力向上と原子力環境下での能力の実証
- ・危険な施設の画像化及び定量的な幾何学的寸法データの取得と解析
- ・廃止措置進捗状況の把握のカギとなる技術の同定と開発（プロジェクト管理とエンジニアリング）

(b)除染技術

- ・溶解物やコロイド状の放射性核種と固形材料の相互作用に対する物理的、化学的な側面
- ・施設の除染
- ・現在の処理法における方法論の新たな廃棄物の処理プロセスへの適用性と新たなアプローチの開発
- ・溶液や廃水中におけるコロイドの挙動の分子スケールでの理解と除染条件

○代表的な個別研究

(a)廃止措置エンジニアリング

研究分野は廃止措置と廃棄物処理の戦略を含み、汚染／除染、遠隔技術、廃棄物／廃水処理、廃棄物のモデル化とキャラクターゼーションなどから構成される。

(b)埋設処分にかかるモデル化

工学的なバリアの損傷や破損について機械的、化学的、放射線的、熱的および生物学的な効果を加味したモデルを開発している。

(c)ロボット

空中、水中、地上を移動する自走車両の研究を実施している。

(d)放射化学

環境放射線化学、廃棄物の処分及びアクチナイド化学の研究を実施している。

(e)放射線照射効果

PVC への放射線効果、炭化水素高分子や有機物の劣化、水とセメントシステムの放射線化学、水素発生、塩水の放射線分解、放射線誘因腐食などの研究を実施している。

(f)材料腐食、寿命予測

③大学院でのバックエンド関係の研究プログラム（抜粋）

- NE01 原子力施設の廃止措置と環境修復技術：有害な金属を含むといったような問題を含む中レベル放射性廃棄物の封じ込めのためのリン酸マグネシウムセメントを使用した新しいセメント固化システムの性能に関する研究で、特に廃棄物中にあるウランの閉じ込め性能を調べている。
- NE14 原子力用グラファイトの照射による微視的な構造と性質の変化
- NE20 Pu を含有する廃棄物及び残渣の固定化のためのプロセス開発
- NE21 セラフィールドのガラス固化施設におけるダストスクラバーの信頼性の改善
- NE31 照射済みグラファイト廃棄物：長期間処分の観点からの放射性核種の放出に関する解析とモデリング
- NE34 原子力に対する公衆の受容
- NE37 廃止措置技術の開発と運用の安全確保：廃止措置作業者のリスク評価とリスク回避のための手法の研究。特にリスク回避のための技術手段とコスト評価を遠隔機器導入と人力の場合における差などで比較。
- NE40 統合的廃棄物管理のアルゴリズムの一般化した数値シミュレーション：廃止措置のコストは全英で、70B ポンド、世界では 400B ポンドといわれ、政治的・経済的な課題でもある。多くのデータから数値的なシミュレーションを行い、発生から処分まで統合化した廃止措置の手続きを評価する。
- NE97 放射性廃棄物の電気化学的なブレイクダウンの研究：Arvia 社の特許で、放射性の有機物（油など）を含んだスラッジについて、有機物を分解するセルを使って処理する。この方法では、独自の吸着剤により液体廃棄物から有機物を吸着し、吸着剤に電流を通すことにより電気化学的な酸化反応を起こさせ、有機物を分解する。そのあとに吸着剤を再生する。
- NE107 POCO(PostOperationalCleanOut)廃棄物のガラス固化における低ナトリウムガラスフリットの開発
- NE114 核燃料サイクル廃棄物の効果的な固定のためにスラッジの最適なブレンド法の研究：セラフィールドにおけるセメント固化において、通常のポルトランドセメント中に熔融スラグを混ぜて強化した経験から、この手法を一般的な土木関係にも適用する研究
- NE117 燃料貯蔵プール内の藻の制御に関する研究

(3) 英国バーミンガム大学のバックエンドに関する修士課程のシラバスの例¹²

ここでは、バーミンガム大学修士課程、モジュール名称：廃止措置と廃棄物管理（Nuclear Decommissioning and Waste Management）におけるシラバスを調査した。バーミンガム大学の廃止措置と廃棄物管理の修士教育のモジュールの内容は、以下の8項目から構成されている。

①放射線と計測

【狙い】

電離放射線と物質の相互作用について、放射線の検出法、信号の処理、線量の評価の概念、放射線の生物学的な影響に基づく放射線防護についての知識の習得が目的である。

【学習の成果】

○知識や理解の活用

放射線のタイプ、放射線の原理と崩壊の原理、物質と電離放射線の相互作用、検出器の動作原理、種々の放射線に対する検出法の差、線量の決定への影響因子、統計的な放射線影響の基礎、国内的・国際的な規制、放射線防護の基礎、などの分野で活動が可能となる。

○その他の能力の育成

- ・特別な目的に適切な放射線監視と検出を目指した検出システムの設計
- ・放射線源の特徴と防護の戦略策定
- ・線量率の計算
- ・ICT 基礎知識の活用による工学的判断

【講義などの展開】

- ・24 時間講義（計算機技術、および実例演習を含む）

②燃料サイクルと放射線遮蔽

【狙い】

燃料サイクルに関連した原子核反応についての基礎知識、現在運転中の原子炉システムの長所と短所、原子力発電の経済性、原子力燃料サイクルの危険性と各段階での基礎化学、放射線取扱施設の適切な遮蔽方法の設計法、主要な核種の化学（崩壊形式、化学形、発生源など）および廃棄物と環境問題、などの知識の習得が目的である。

【学習の成果】

○知識や理解の活用

放射性廃棄物の発生源と種類、主要な放射性核種の化学、燃料サイクルのフロント・バックエンドに関する安全と環境影響に関するすべてのプロセス、ウラン鉱石から燃料製造までの物理と化学、燃料、減速材、冷却材、格納容器などの設計を含めた原子炉の

¹² バーミンガム大学工学部のホームページから

種類、および放射線遮蔽、などの知識の活用が可能である。

○その他の能力の育成

- ・放射線源への適切な遮蔽設計
- ・遮蔽計算
- ・ICT 基礎知識の活用による工学的判断

【講義などの展開】

- ・24 時間講義（計算機技術、および実例演習）

③放射性廃棄物の処理、保管、および処分

【狙い】

この分野での将来の専門的な技術者の養成をするために必要な理論と応用の知識を与えるもので、廃棄物の形と分類、廃棄物の処理とプロセス、封入法と技術、廃棄物管理と保管、地中埋設、などの知識の習得が目的である。さらにこれらのトピックスはケーススタディを通して問題を解決する方式を考える。

【学習の成果】

○知識や理解の活用

廃棄物とのタイプと種類および関係する毒性、廃棄物の分類、処理、貯蔵と廃棄物の管理、廃棄物管理の環境影響、規制や政策、サイト選定問題などに活用可能である。

○その他の能力の育成

- ・廃棄物量推定計算
- ・特別プロジェクトの応用、ケーススタディによる知識と理解の増強、危険性の確認と回避法、関係する規則と政策立案、など
- ・廃棄物処理の知識と理解、処理と封入技術と廃棄物管理の技術、管理の戦略
- ・地下埋設と多重障壁の建設と安全な埋戻し技術の基本的理解
- ・廃棄物中の核種の移行の化学的なシミュレーションコードの議論
- ・ICT 基礎知識の活用による工学的判断

【講義などの展開】

- ・24 時間講義（計算機技術、および実例演習を含む）

④廃止措置と環境管理

【狙い】

理論的、応用のきく知識を将来に使えるように準備するもので、原子力の環境への影響、サイトの監視の戦略と方法、環境影響とリスク評価、環境原則のサイト廃止措置への適用、廃止措置の戦略と技術、修復方式、地下水リスク評価とモデル化、など知識を習得し、ケーススタディを通して問題解決の訓練もかねて行う。

【学習の成果】

○知識や理解の活用

放射性廃棄物の発生源とタイプ、原子力燃料サイクルの安全性と環境影響の被害、廃止措置と廃棄物の環境影響、放射線被ばく・環境・リスク評価、被害の同定と減災、法律と政策、サイト調査法、水利地質学的リスク評価と地下水のモデル化、などの技術分野に活用可能である。

○その他の能力の育成

- ・特別プロジェクトやケーススタディにより知識や理解の増進対象は、環境、リスク、安全と線量評価、災害の同定と低減、規制と政策、などである。
- ・廃止措置や再生戦略や技術をプロジェクトへの適用
- ・プロジェクト適用時には評論的な思考、数学的視点、ICT 能力、事業や経営の知識の展開

【講義などの展開】

- ・48 時間講義と計算機実習、演習、など

⑤政策、規則および経営管理

【狙い】

廃棄物や廃止措置の規制枠組みや政策内容を理解し、プログラム管理の実践に役立てることを目的として、英国政府の政策や規則、および国際的な規制の枠組みなどを習得する。具体的には廃棄物の処分、廃止措置、土地修復、などについて、公衆の関与と規制の枠組みの説明手法や、プロジェクトの管理・財務などを具体的な対象として扱う。学習は、演習やサイト訪問により実際に展開している事業について体験し政策や規制の改善の課題についても学ぶ。

【学習の成果】

○知識や理解の活用

廃止措置や廃棄物の管理についての社会・政治的な影響、主要な法令や政策の視点、公衆への規制枠組みや政策に対する説明責任や公衆の参加の役割、財務やプロジェクトの評価を含んだプロジェクト管理の基本、リスク管理の基本、プロジェクト管理での災害の評価と低減策、などの分野に活用可能である。

○その他の能力の育成

- ・特別のプロジェクトの管理についての理解や知識の活用
- ・特別なプロジェクトにおける規則や法律の要求事項に対する知識や理解の活用
- ・論理的な思考、時間管理、事業的・経営的な思考、数学的・ICT 知識などの活用

【講義などの展開】

- ・48 時間の講義、演習、サイト見学

⑥実習、実験、計算機実習 A

【狙い】

実地的な職業的、企業人としてのスキルを身に着ける教育で、演習によって学生が知識や理解を応用して技術者の道を歩むための進路設計が出来るように導くものでもある。このモジュールは以下の3つの方法により実施する。

- ・物理学的研究所での実習：放射線の性質について学び放射性廃棄物のキャラクタライゼーションや放射線遮蔽選定のための原理を放射線検出実験などを通して取得する。
- ・材料や化学分析研究所での実習：X線分析器、化学分析器などを使った基礎実験などにより、各種の分析手法を習得する。
- ・解析・計算機利用実習：シミュレーション手法、原子模型などにより現在エネルギー分野に使われている材料などの性能評価実習を行う

【学習の成果】

○知識や理解の活用

実習を通して、多くの種類の放射線検出器の選択が放射線の種類に応じて可能になることを経験しそれを基礎に、廃棄物の種類を把握するための検出系の選択も出来るようになる。また物理分析なども併用しての廃棄物の分類などを展開し、計算機シミュレーションの活用で、遮蔽材料やその寸法などの選定が可能になる。

○その他の能力の育成

- ・化学分析の結果を解釈し翻訳する能力
- ・遮蔽計算や被ばく計算が可能
- ・専門的な報告書の作成：科学的な報告書を目的、方法、対応、計測、分析及び結論を実験計画に合わせて論理的にまとめる素養の育成
- ・計算機や数学的な分析の実践結果を目的、シミュレーションやモデル化の方法論、計算結果、想定した状況との比較などを論理的にまとめる素養の育成
- ・チームワーク、論理的思考、時間管理、数学、ICT、人的交流のスキルの醸成

【講義などの展開】

- ・52時間の講義および実験（計算機実験を含む）

⑦実習、実験、計算機実習 B

【狙い】

実際に専門家となり企業で活躍する能力を発揮するためのもので、講義などにより得た知識や理解した内容を実習を通じて実際の技術活動を実践するものである。これは4つのコースから構成され、その内容は、材料と分析研究所での実習、計算機や解析手法を用いた実習、ケーススタディなどによる演習、サイト見学である。

材料と分析研究室実験クラスでは固相から液相の分析法を学びX線回折や蛍光分析装置、光学顕微鏡などを使う。

計算機と解析実習は水利地質学的リスク分析と地下水のモデル化についての知識と理解を持たせることに役立つ。

ケーススタディ演習は学生に廃棄物管理と廃止措置の知識と理解、廃棄物の保管管理と処分の理解と知識、規制と管理の理解と知識のまとめでもある。具体的には1日のワークショップで、演習シナリオを紹介し、その中で詳細な初期的な計画を立案し、参加者の前で報告する。ワークショップの後で、学生はシナリオに基づく技術の活動の計画を個別に準備し、これを実践している機関の中で、学生はデータ解析と報告書作成を行う。このことは、企業での技術活動の能力の向上に役立つものである。

【学習の成果】

- ・分析技術によりデータの分析とデータ解釈の能力
- ・廃止措置、廃棄物と環境の管理、廃棄物の処理と処分、規制と特別のプロジェクトやケーススタディの管理、についての知識や理解が進み応用する能力
- ・水利地質学リスクや地下水モデルの文脈から実用化に向けた知識や理解の水利地質学概念モデルの開発への応用能力
- ・専門家の作成する報告書を異なった書式（技術、科学、パブリックコミュニケーションなど）で作成する手順を習得できることや計算機や数学的なシミュレーションのモデル化の結果を報告書にまとめ上げ、かつ技術的な提案書の作成を実践できる能力
- ・チーム作業の実践、論理的な思考、時間管理、経営・管理能力、数学や計算機能力、報告力(書類や会話)、人間関係の形成

【講義などの展開】

- ・48時間の研究室実習、計算機実習と1日のワークショップおよびサイト見学

⑧研究プロジェクト

【狙い】

このモジュールでは原子力企業、または、および物理宇宙原子力研究所で自分自身で研究を行う。技術の内容はプロジェクト選択により決めて、上記7つのモジュールからの選択か将来学生が役立つと認められた内容のプロジェクトの中からで選択する。

学生はこのプロジェクトに対して短い発表とプロジェクトレポートを作成することになっている。

【学習の成果】

- ・原子力企業において遭遇する課題の研究を推進する能力養成
- ・理解や知識および問題解決力を実際の課題に適用できる機会
- ・技術研究の計画や実践の体験
- ・データの解釈、分析、収集などの能力のプレゼンテーション
- ・学術団体や企業で活用できる専門家の標準的な技術報告書の作成能力

【展開】

プロジェクト推進に当たっては、個人学習、指導者との対話、口頭報告を内部スタッフに行うこと、サイト見学、技術会議報告（学会報告）などを義務つけている。

(4) IAEA・OECD レポートに見るバックエンド人材育成¹³

①IAEA・OECD レポートに見るバックエンド人材育成のポイント

人材育成のポイントを国内外の社会、経済環境、政策、変化と対応させて、対応・制度設計の対応をまとめると表 3.3(4)-1 の様になり、国や原子力業界において人材育成に向けた制度設計が動き出している様子がわかる。特に、産学官の連携の重要性が認識されている。

表 3.3(4)-1 バックエンドの人材育成の制度設計

項 目	社会・経済環境、政策の変化	海外の人材育成に関する対応・制度設計	我が国の人材育成に関する対応・制度設計
科学技術人材	・科学・技術不信からの脱却 ・雇用促進のための人材育成 ・グローバル化に対応した人材育成 ・技術立国による国際競争力強化	・認証制度の改善(ABET の Engineering Criteria 2000) ・EU は 1999 年に制定されたボローニアプロセス(人的資源の流動化と大学制度改革)を発展させ 2006 に ENAEE)設立	・新成長戦略による人材育成 ・科学技術会議から「人材育成と活用」答申公表(2004 年) ・JABEE の創設(1999 年) ・APEC エンジニア認定マニュアル制定(2000 年)
原子力人材	・OECD 非加盟国の原子力活用 ・原子力先進国の原子力ルネサンス ・東電福島第一原発事故の影響による脱原子力 ・プラント事業者の国際的再編	・国際機関での分野別人材育成プログラム策定(OECD NEA、IAEA2000 年、EC 委員会) ・国際学術ネットワークの編成(ENEN、ANET、WNU 他多数) ・政府・機関支援による企業・大学・研究所連携	・原子力・放射線技術士制定(原子力学会、技術士会 2004 年) ・教育カリキュラム調査と教科書作成(原子力学会 2007 年) ・原子力人材協議会設立(原産協会 2008 年) ・産学人材育成パートナーシップ設立(2007 年)
バックエンド人材	・遺産的廃棄物処理 ・汚染土壌修復 ・ルネサンスに伴う発電所のスクラップアンドビルトの加速 ・東電福島第一原発事故の国際的な対応 ・脱原子力に伴う廃止措置・廃棄物管理 ・40 年超原子炉の廃止検討	・英国での廃止措置公的組織設立(NDA 2005 年) ・廃止措置・廃棄物管理のための人材育成ニーズと実践例の整理(2008 年、IAEA、OECD) ・産・官・学の連携枠組み構築(EU 諸国)	・原子力委員会の東電福島第一原発事故対応と人材育成への見解 ・産・官・学連携による東電福島第一原発事故対応体制とロードマップ作成

¹³ DECOMMISSIONING OF NUCLEAR FACILITIES: TRAINING AND HUMAN RESOURCE CONSIDERATIONS (IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NG-T-2.3, 2008)

②育成すべき人材像と人材育成の方策

○育成すべき人材としては、以下に示す人材像が大切である。

分 類	育成すべき能力やスキルなど
知識面	事実・原則・理論・実践を総合した知識
スキル面	任務を実行し問題を解決する能力
コンピテンス（力量）	状況に適応する能力

原子力に関する専門能力を持つ高度な人材の育成（教育）と同時に、現場での技術者・作業員（訓練）を含めた作業員への原子力に関連するトレーニングまで、幅広く人材育成を推進していく事が鍵となる。

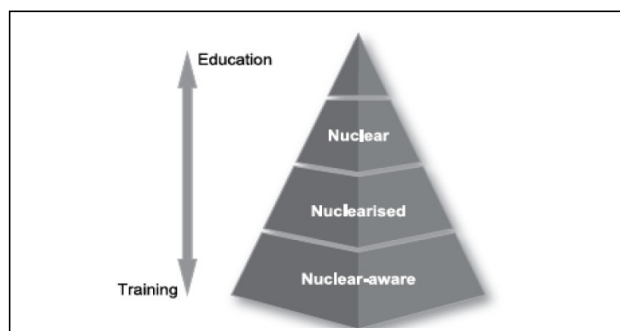


図 3.3(4)-1 原子力教育と関連研修の関係

この様な、総合的・体系的な人材育成を推進する為には、人材育成のニーズの明確化、原子力人材の教育・研修プログラムの設計、人材育成プログラムの開発、効果の測定と評価という、所謂 PDCA（Plan、Do、Check、Action）サイクルを廻す仕掛けとして推進していく事の重要性が認識されている。

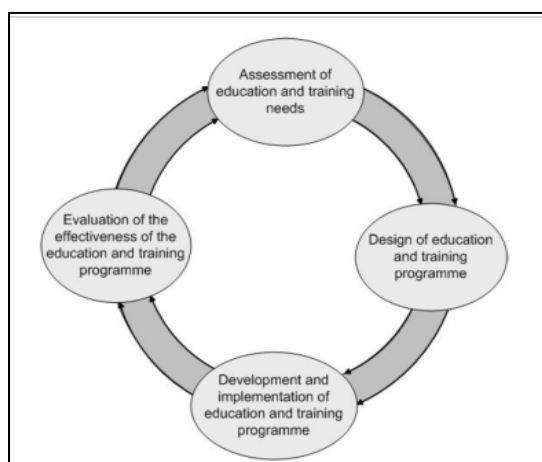


図 3.3(4)-2 原子力人材の教育・研修プログラムの PDCA サイクル

具体的な人材育成に向けた方策としては、政府機関がポリシーと予算化を行い、その上で大学などの専門機関及び実務に係る専門学校などが協力しつつ、現場での知識やスキル教育を行い、現場の作業者を育成する仕組みが提言されている。

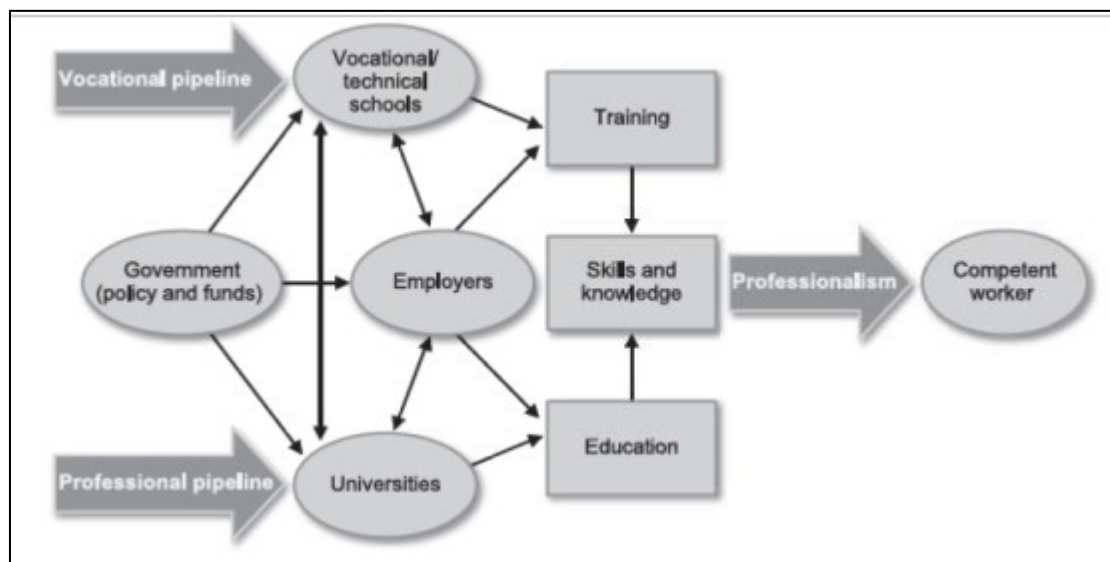


図 3.3(4)-3 原子力専門家の教育プログラムとテクニシヤンの
研修プログラム策定の考え方

3.4 バックエンド分野の人材育成の事例のまとめ

ここでは、これまで本委員会にて、紹介された事例を中心に、バックエンド分野の人材育成の特徴を整理して纏めた。

(1) バックエンド分野に関する新たな教育プログラム構築の動き

国内の大学では、岡山大学と福井大学において、バックエンドに係る専門技術者の教育が示された。対象者は、学部学生や大学院（修士・博士）課程の学生である。

岡山大学では、主要なカリキュラムとして、放射線の計測、放射性廃棄物の管理、放射性廃棄物の処理・処分に注力しており、受講後のポテンシャルとしては、バックエンド分野の専門知識を持った人材を育成する事としている。

福井大学では、平成 26 年度から博士前期課程の学生を対象としたカリキュラム「廃止措置工学」が開始された。このカリキュラムには、実際の施設の見学や廃止措置に係るプロジェクトマネジメントなどが含まれ、実務を重視した教育に重点が置かれている。

一方、北海道大学でも、文部科学省のカリキュラム策定の支援制度を活用して、教育カリキュラムの策定に注力しており、対象者は、高専、大学学部学生、大学院学生ばかりではなく、社会人の教育も兼ねて教育プログラムの構築をしている。主要なカリキュラムとしては、原子炉工学、廃炉工学、放射線計測、放射性廃棄物の処分、実際に環境修復を行う上での諸課題を学ぶフィールドワークなど、学術面と実務面の両者を兼ねたプログラムを指向している。

(2) 海外の大学等にみるバックエンド分野に関する教育・研修状況

海外の事例として、英国マンチェスター大学では、放射線応用科学や原子力廃止措置の専門家を育成する学部・大学院のコースが設けられており、既にこの分野でグローバルに活用する人材を多数育ててきている。ここでは、原子力技術教育コンソーシアムに属する 11 の組織（主に大学）を纏めて、修士レベルの教育を実施している。具体的なカリキュラムとしては、原子力施設の廃止措置と環境修復技術、原子力に対する公衆の受容、廃止措置技術の開発と運用の安全確保、廃止措置のエンジニアリングなどが実施されている。

また、英国バーミンガム大学でも、修士課程として、廃止措置と廃棄物管理に関するモジュール（コース）が設けられている。ここでのカリキュラムとしては、放射線と計測、核燃料サイクルと放射線遮蔽、放射性廃棄物の処理・保管及び処分、廃止措置と環境管理、政策・規制及び経営管理、実習や実験、計算機実習、研究プロジェクトなどが組まれている。

また、IAEA・OECD のレポートによると、原子力に関する専門能力を持つ高度な人材の育成と同時に、現場での技術者や作業員に対する教育や訓練、原子力に関連するトレーニングなど幅広い人材育成の推進が重要であると認識されている。

4. バックエンド分野の人材確保・育成のために取り組んでいくべき方向性

(1) 課題の抽出と整理

我が国のバックエンド分野の人材確保・育成の課題について整理した結果、表 4-1 に示す様に、技術分野としての魅力の欠如、教育プログラムとして十分な整備がなされていない、バックエンド分野を学んだ学生の受け皿が十分用意されていない、バックエンド分野の研究者・教育者などの人材が不足しているなどが課題として抽出された。

表 4-1 課題の抽出

(1) 魅力の欠如

処分に対して一般に関心が低く、放射性廃棄物に対しては負のイメージがある。若い世代はバックエンド分野に「夢」が見いだせず、大学側は論文にならない研究は排除する傾向があるため、学生も集まらない。また、雇用の受け皿である事業者側は、継続的に人材確保・育成する十分なインセンティブがなく、やりがいのアピールが不十分である。

(2) 教育プログラムの整備

バックエンド個々の技術ではなく、処理処分を実施する上で必要な技術全般を俯瞰できるプロジェクトエンジニアの育成が必要であるが、体系的な教育システムができていない。大学や高専では、一貫性のある教育カリキュラムや教科書など適当な教材が不足している。

(3) 雇用の受け皿

産業界と連携して、バックエンド分野を学んだ学生の雇用の受け皿を用意する。その上で、魅力ある職場を構築し、技術者としての将来像を明確に示す必要がある。一方、受け入れる事業者側には、長期的な雇用の見通しがなく、多くの人材を必要としていない。

(4) 人材不足

研究者・技術者だけでなく、教育者側の人材も不足している。バックエンド分野だけでなく、原子力全体で人材が不足気味である。

(2) 取り組んでいくべき方向性

上記で抽出された課題を解決すべき方向性としては、表 4-2 に示す様に、雇用の確保、初等・中等教育での理解促進、高等教育機関におけるバックエンド分野の充実、バックエンド分野における現場教育の実施、教育プログラムの整備が重要な対応であると認識された。

表 4-2 今後取り組んでいくべき方向性

No	分類	施策
1	雇用の確保	・バックエンド分野の就職先を安定的に確保し、若手が安心して当該分野に参画できる体制を構築する。 ・長期的に安定した職業であることの国や業界による保証 ・国や関係機関からのバックエンド分野の発注量増大が必要 ・会社幹部への社外有力者からの重要性説明。(社内の担当者をフォローするような) ・継続的な業務発注。(工事、R&D)
2	初等教育	・小学校から、資源小国日本における準国産エネルギーとしての原子力の重要性や、その廃棄物問題が国民全体の問題である事、社会奉仕、社会貢献の精神を養う。 ・義務教育段階での社会科学教育(放射性廃棄物の発生の必然性・国民生活への寄与、その処理処分の環境保全における必要性、国家・地域・子孫への貢献) ・学生に対して放射性廃棄物処理処分のより詳細な教育(高レベル・低レベルの違いを含めて)。
3	高等教育	・バックエンド分野は、総合工学であり、原子力工学、土木工学、化学工学、材料工学に加え、放射化学、地球科学などの多岐にわたる知見を必要とするため、個別の研究に加え、基礎となる教育とそれを展開する力を養成する。 ・大学にバックエンドを一貫して学べるバックエンド講座を創設すべき。 ・バックエンドは種々の技術の集積であり、現状の大学のカリキュラムを充実すれば良いと考える。
4	現場教育	・処分場の安全管理についての人材は、特に多くは必要ない。異常時の緊急措置対応能力は必要となる。むしろ、廃棄体の製造・確認において最新技術が適用できるように発生現場、処理現場(廃棄体製造)、処分場(長期安全)についての教育が必要である。 ・安全な職場を保つための教育
5	教育プログラムの整備	・IAEAの廃棄物部門のIAEAプログラムを参考に、標準的な教育プログラムを作る ・例えば、原子力施設全般を把握しているJAEA、電力が中心となってプロジェクトエンジニアリング講座を開設する。

(3) 今後の方策

我が国のバックエンド分野の人材を確保し、バックエンド分野に従事する魅力を強化する方策としてまとめると、以下の様に言及される。

○東電福島第一原発事故以降における原子力への依存度を必要最小限にするという方針の下、今後の原子力発電に係わる計画が明確で無い状況においては、原子力に関わろうとする人材は減少すると思われる。また、メーカ等についても、営利がその第一義的な目的であることから、計画が不透明な状況においては原子力に関わる人材を積極的に確保・育成することはない。その結果、原子力に関わる人的基盤、技術的基盤及び産業基盤は、TMI原発事故以降の米国がそうであったように、次第に失われていくと思われる。したがって、国による維持すべき原子力の規模を含めた長期的ビジョンの策定が原子力に関わる必要な人材を確保する上で最も重要なことである。

○これから社会に出て働こうとする人にとっては、仕事があるかどうか大きな問題であることを考えれば、廃炉を進めやすくする会計関連制度の策定やバックエンドに関わる技術開発予算等の増額を通して国、電力会社、研究機関等からのバックエンド分野に係わる発注増による雇用創出を図ることが重要である。

○原子力を知らない人が原子力に興味を持つことはないことから、初等・中等教育において、資源小国日本における準国産エネルギーとしての原子力発電の重要性や放射線・RIが様々なことに利用されていること、その結果として発生する放射性廃棄物が国民全体の問題であること、及び放射性廃棄物を含めた原子力システムに係わる全般的な教育を行うことが将来の人材を確保する上で必要である。

○バックエンドに係わる人材を確保・育成するためには、バックエンド分野は総合工学であることから、高等教育におけるバックエンド分野の効果的なカリキュラムを検討するとともに、高専や大学等にバックエンドについて一貫して学べるバックエンド講座を設けることが重要である。また、バックエンド全体を通してどのような技術のニーズがあり、どの程度の技術レベルにあるのかについて技術の体系的な整理を行うことにより、新たな研究分野を同定し、バックエンド分野の魅力を発掘することも重要である。

○原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分に関わるプロジェクトを推進するにあたっては、プロジェクトを企画立案・統括する人材の他に、現実的なプロジェクトとして現場作業を進める人材が必要であり、実際のプロジェクトが開始された後には、後者の人材を如何に確保するかが重要である。現場作業を進める人材については、土木、電気、機械等の原子力以外を専門とする人材も必要であり、高専や大学の教養学部等におけるバックエンドに関わる教育や情報提供が重要である。

5. まとめ

「バックエンド分野における人材確保及び育成の方策」に関して、国内大学や海外のバックエンド分野の人材育成の取組状況について調査した結果、以下のことがわかった。

- (1) 我が国の原子力発電を中長期的視点で見た場合、どのような将来方向が提示されても、バックエンド分野の人材の必要性和その確保は重要な課題として認識される。特に、東電福島第一原発事故以来、廃炉の計画を着実に推進する事が明確になった為、中長期的な視点で、人材の確保と育成への取組を検討することを着実に進めていく事が肝要である。
- (2) 我が国の大学の中では、岡山大学や福井大学においてバックエンド分野の専門人材を育成する為の大学院のカリキュラムが検討され始めた。
- (3) また、これまで、文部科学省や経済産業省の原子力教育支援プログラムとして、北海道大学等において、バックエンド分野の教育カリキュラムの充実が図られている。

ここでは、バックエンド分野の大学・大学院のカリキュラムばかりではなく、高等専門学校や一般社会人の教育にも適用するカリキュラムを指向している。

- (4) 英国の大学の事例として、マンチェスター大学ダルトン原子力研究所におけるバックエンド研究が着眼された。この大学のダルトン原子力研究所（DCF）では、燃料サイクル全体にわたる研究を展開しており、大学と企業の協力により、基礎研究から応用研究まで幅広く取り組んでいる所に特徴がある。また、世界的に通用する放射線応用科学や原子力廃止措置工学の専門家を送り出している。企業に対し、原子炉物理や工学の課題を解決するための学術的な支援をめざし、研究の分野は原子力施設の廃止措置や放射線廃棄物の管理に関する事項が中心となっている。研究分野は、放射化学、材料の物理や放射線の影響、廃止措置の工学、および廃棄物の管理に関する事項をカバーしている。
- (5) この様な国内外の事例を踏まえつつ、バックエンド分野の人材確保・育成の課題について整理した結果、技術分野としての魅力の欠如、教育プログラムとして十分な整備がなされていない、バックエンド分野を学んだ学生の受け皿が十分用意されていない、バックエンド分野の研究者・教育者などの人材が不足しているなどが課題として抽出された。

また、その対応策としては、関連人材の雇用機会の確保、初等教育からの原子力教育、高等教育におけるバックエンド分野の専門家育成の為のカリキュラム構築、バックエンド事業を推進する為の現場の作業員の研修、教育プログラムの構築などが重要な項目として抽出された。

- (6) また、今後、我が国のバックエンド分野の人材を確保し、バックエンド分野に従事する魅力度を強化する方策を纏めた。

6. 参考資料

6.1 大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ（1/2）（平成１８年度調査⁹⁾

授業科目		北大	東北大	東大	東工大	名大	京大	阪大	九大	茨城大	福井大
		エネルギー環境システム工学専攻	量子エネルギー工学専攻	専門職大学院 原子力専攻	原子核工学専攻	マテリアル理工学専攻	原子核工学専攻	環境・エネルギー工学専攻	エネルギー量子工学専攻	応用粒子線科学専攻	原子力・エネルギー安全工学専攻
数 学	数値解析学		●								
	応用偏微分方程式		●								
	応用解析学		●								
	応用代数・幾何学		●								
物 理 学	固体力学		●								
	熱科学・工学		●								
	統計熱力学	●									
	流体力学	●	●								
	量子力学・統計力学・場の量子論・多体系の量子論		●				●		●	●	
	固体物理・応用物性論		●						●	●	
	原子核物理・核反応・放射線物理・核科学				●	●			●	●	
	高エネルギー核反応論・高エネルギー物理				●				●	●	
	プラズマ科学				●						
	物理フラクチュオマティクス論		●								
	液晶物理学								●		
	複雑系科学								●		
	物理機器計測学								●		
	物性実験物理学								●		
	物理シミュレーション									●	
	陽電子科学論									●	
	粒子ビーム科学・量子ビーム科学		●						●	●	
化 学	核・放射化学・放射線化学				●					●	
	材料化学・エネルギー材料化学・新エネルギー化学		●			●		●			
	固体電子論								●		
	材料・界面物性学		●								
生 物 学	分子生物学									●	
	構造生物学									●	
	システム生物学									●	
	タンパク質結晶成長学									●	
	バイオインフォマテックス									●	
基 礎 工 学	エネルギー変換工学・エネルギー物理・エネルギー科学(量子工学)	●	●		●	●	●		●		
	エネルギー科学(問題)・エネルギーサイクルシステム論					●				●	
	電力システム(発電・送電システム)				●						
	システム制御工学		●								
	計算機科学・計算物理学		●		●						
	燃料生産変換工学(代替燃料、水素等)	●									
	エネルギー変換材料						●				
	熱システム工学(各種燃機関)	●									
	熱輸送学(伝熱・熱輸送)	●									
	燃焼学				●						
	流体情報科学・エネルギー計測学(流体・温度計測と画像処理)	●									
	光計測工学									●	
	エネルギー材料(原子力・燃料・太陽電池材料)	●									
	エコマテリアル論									●	
	機械強度設計学									●	
	材料加工学									●	
原 子 力 プ ラ ン ト	原子炉物理・理論・中性子・原子核工学	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	原子核と放射線計測・放射線計測工学・放射線物理工学			●		●	●	●	●	●	●
	放射線遮蔽工学・放射線防護・放射線管理学			●		●	●	●	●		
	同位体分離・原子力燃料(核材料)・管理工学(炉心・燃料管理)	●		●	●	●	●	●	●		
	核燃料サイクル工学・燃料サイクル材料プロセス	●		●	●	●	●	●	●		
	原子カシステム・プラント工学			●	●	●			●		●
	原子炉設計工学・原子炉制御・量子制御工学			●	●	●	●	●	●		●
	原子力材料力学・構造工学・構造健全性評価			●		●			●		●
	原子力熱工学・熱流動工学・昆相流工学・輸送現象論			●	●	●	●		●		●
	原子力材料科学・核エネルギーシステム材料学・材料照射工学	●	●		●		●		●		●
	放射線場評価学		●								
	低放射化システム設計		●								
	革新炉工学・先進量子エネルギー工学		●		●						
	高速炉構造工学										●
	放射性物質輸送工学				●						
	バックエンド・核燃料分離・廃棄物管理		●	●	●	●					
	アクチノイド物性工学		●								
	原子力保全工学			●							
安 全 ・ リ ス ク 管 理 ・ 法 規	原子力安全工学・安全解析(リスク解析)	●	●	●	●			●	●		●
	放射線安全学・保健物理・生体情報安全工学			●		●		●	●		
	原子力危機管理学・リスクマネジメント・リスク情報科学			●				●		●	●
	リスク認知とコミュニケーション			●				●			
	情報・メディア・コミュニケーション論			●				●			
	ヒューマンマネジメント・ヒューマンインターフェイス			●							●
	コミュニケーション/リスク管理・ヒューマンマネジメント演習			●							●
	原子力関係法規・法工学		●	●	●						●
	原子力法規演習			●							
	技術倫理・技術者倫理・原子科学と倫理			●	●					●	
	社会的責任				●						
	地域防災システム										●
	共生基盤計画論										●

大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ (2/2)

授業科目		北大	東北大	東大	東工大	名大	京大	阪大	九大	茨城大	福井大
		エネルギー環境システム工学専攻	量子エネルギー工学専攻	専門職大学院 原子力専攻	原子核工学専攻	マテリアル理工学専攻	原子核工学専攻	環境・エネルギー工学専攻	エネルギー量子工学専攻	応用粒子線科学専攻	原子力・エネルギー安全工学専攻
環境	グローバルセキュリティ科学				●						
	地球環境とエネルギーシステム・エネルギー環境	●	●		●	●			●		●
	ライフサイクルアセスメント・環境技術政策	●	●								
	現代社会と技術・先端科学論				●					●	
	環境計画論							●			
	資源循環利用システム学特論							●			
	産業環境マネジメント論							●			
	共生都市環境論							●			
	共生環境デザイン論							●			
	共生空間構成論							●			
	需要端エネルギーシステム工学							●			
	熱環境システム特論							●			
	環境動態学特論							●			
	環境モデリング学特論							●			
	生物環境工学特論							●			
	水質管理工学特論							●			
	地球代謝循環学							●			
	環境バイオプロセス							●			
	先端環境材料学特論							●			
プラズマ・核融合	プラズマ物理学・プラズマ工学基礎				●					●	
	核融合プラズマ工学				●		●		●		
	電磁解析演習								●		
	核融合炉電磁流体工学		●								
	核融合炉材料工学		●								
	プラズマ計測工学		●								
	核融合炉工学				●			●			
	プラズマ発生・制御学									●	
ビーム発生・応用	量子ビーム・粒子ビームシステム工学・先進中性子源工学		●		●		●		●		
	量子ビーム計測工学・粒子線計測・量子線照射分析					●			●		●
	加速器とその応用				●				●		
	応用量子医学・放射線の医療・先端利用・放射線生物医学		●		●		●		●		
	加速器保健物理学		●								
	放射線利用・量子反応工学			●							●
	高密度エネルギー変換工学(レーザー)				●						
物質科学	量子線構造解析								●		
	ナノ物質科学・原子力ナノ材料物理学・先端マテリアル		●		●		●		●		
	環境エネルギー材料(量子化学・個体物性)					●					
	先端エネルギー源材料(量子ビームと材料創生)					●					
	量子ビーム物性工学(個体表面・界面の物性評価制御)					●			●		
	エネルギー機能材料(量子ビームによる物性評価)					●					
	高エネルギー電子分光・エックス線/中性子分光					●				●	
	エネルギー材料デバイス(プラズマと材料)					●					
	新工業素材論						●				
	中性子タンパク質構造解析学									●	
	中性子材料強度物性学									●	
	中性子機能性材料学									●	
	粒子線結晶解析学									●	
実験・実習	原子力・原子炉(原子核工学)実験・実習	●	●	●	●	●	●	●	●		●
	・放射線計測実験、放射線防護実験			●							
	・TCA、NUCEF			●							
	・核燃料サイクル実験、廃棄物管理実験			●							
	・プラントシミュレータ実習			●							
	・緊急時計画・防災実習			●							
	・原子炉実習(運転、動特性)			●							
	・原子炉管理実習(検査・点検実習)			●							
	中性子応用実験						●				
	原子力安全・特別実験										●
	先端理工学実験(提案型独創実験)					●					
	応用粒子線科学特別実験									●	
インターンシップ	インターンシップ実習			●							
	インターンシップ研修		●								
	原子核工学国際インターンシップ				●						
	学外実習(協力企業内での研究開発業務従事)										
	研究インターンシップ(企業との共同研究推進)					●					
その他	産学官連携	●							●		
	ドキュメンテーション・スキル				●						
	プレゼンテーション・スキル				●	●					
	原子力キャプテンシップ実習				●						
	健康管理特論				●						
	コミュニケーション・科学技術コミュニケーション					●			●		
	高度総合工学創造実験(チームアプローチによる自主研究)					●					
	ベンチャービジネス論(大学の研究成果の事業化)					●					
	高度科学技術英語・科学英語表現	●									
	科学英語コミュニケーション										

6.2 国の原子力人材育成プログラムに関する公募事業の採択機関とテーマ

6.2.1 文部科学省事業

■ 平成26年度採択課題

1) 国際原子力人材育成イニシアティブ事業【6件】

(1件当たり 初年度:2,000万程度、次年度以降:前年度の交付額を超えない額、3年間)

将来の原子力分野を担う人材の育成や世界の原子力安全の向上に資する人材育成活動を通じた国内の人材育成機能を強化する取組

機関名	提案事業概要
独立行政法人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
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
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
独立行政法人放射線医学総合研究所	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
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
大阪府立大学	大規模放射線施設を利用した人材育成(FS)

参考:

応募件数 14件

(注)補助金交付の調整次第では、課題の採択取消しもあり得る。

■ 平成25年度採択課題

1) 国際原子力人材育成イニシアティブ事業【5件】

(1件当たり 初年度:2,000万程度、次年度以降:前年度の交付額を超えない額、3年間)

将来の原子力分野を担う人材の育成や世界の原子力安全の向上に資する人材育成活動を通じた国内の人材育成機能を強化する取組

機関名	提案事業概要
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
日本原子力発電株式会社	原子力発電現場体感教育
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
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
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-

参考:

応募件数 10件

■ 平成24年度採択課題

1) 国際原子力人材育成イニシアティブ事業【14件】

(1件当たり 初年度:2,000万程度、次年度以降:前年度の交付額を超えない額、3年間)

将来の原子力分野を担う人材の育成や世界の原子力安全の向上に資する人材育成活動を通じた国内の人材育成機能を強化する取組

機関名	提案事業概要
放射線利用振興協会	教育現場の放射線危機管理能力向上のための人材育成
名古屋大学	機関横断的連携による原子力安全性・核セキュリティ・危機管理高等教育の実施
東京大学	シミュレータと実験の融合による原子力安全エキスパート養成
北海道大学	国際舞台で活躍できる原子力ヤング・エリート人材育成
長岡技術科学大学	原子力発電リスク認識のための中学・高専・大学院高度連携教育
京都大学	「被ばくの瞬間から生涯」を見渡す放射線生物・医学の学際教育
福井工業大学	地域の原子力安全を守る原子力安全クリエータ育成
京都大学	京都大学原子炉実験所における包括的原子力安全基盤教育
東芝	軽水炉の炉心および耐震の安全性に関する公募型実習
原子力安全技術センター	リスクコミュニケーターの人材育成に向けた研修
大阪府立大学	地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成
函館工業高等専門学校	地域の食を守る意識をモチベーションとする放射線教育(FS)
国立高等専門学校機構	産学官連携による国際的な原子力安全確保・防災・危機管理人材の育成(FS)
原子力安全技術センター	原子力災害復興の輸送に対応する人材育成システムの構築(FS)

参考:

応募件数 21件

2) 原子力研究基盤整備プログラム【3件】

(1件当たり 1年目:3,000~5,000万円程度×2~3事業程度(新規募集)、2年目以降:1年目の7割程度、3年間)

わが国における原子力教育研究拠点の整備を図る取組み

機関名	提案事業概要
京都大学	京都大学原子炉実験所における原子力教育研究基盤の整備
東京工業大学	カリキュラム充実による原子力大学院教育基盤の整備
東京大学	国際舞台で活躍出来る原子力グローバルリーダー教育プログラム

参考:

応募件数 大学0件 高専0件

※【実施件数】 大学:H22継続3件

■ 平成23年度採択課題

1) **国際原子力人材育成イニシアティブ事業【6件】**

(1件当たり 初年度:2,000万程度、次年度以降:前年度の交付額を超えない額、3年間)

将来の原子力分野を担う人材の育成や世界の原子力安全の向上に資する人材育成活動を通じた国内の人材育成機能を強化する取組

機関名	提案事業概要
北海道大学	多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成
若エネ研(福井大共同提案)	福井の人材育成機能等を活用した原子力の安全・国際協力に資する人材育成
原子力機構	放射性物質・放射線取扱への正しい理解を持った若手教育者の育成
国立高等専門学校機構	機関連携による防災・安全教育を重視した実践的原子力基礎技術者育成の実施
東京工業大学	機関横断的連携による原子力安全性・核セキュリティ・危機管理教育の実施(FS)
放射線利用振興協会	原子力発電所事故時の児童・生徒の安全確保のためのシステム構築(FS)

参考: 応募件数 13件

2) **原子力研究基盤整備プログラム【3件】**

(1件当たり 1年目:3,000～5,000万円程度×2～3事業程度(新規募集)、2年目以降:1年目の7割程度、3年間)

わが国における原子力教育研究拠点の整備を図る取組み

機関名	提案事業概要
京都大学	京都大学原子炉実験所における原子力教育研究基盤の整備
東京工業大学	カリキュラム充実による原子力大学院教育基盤の整備
東京大学	国際舞台で活躍出来る原子力グローバルリーダー教育プログラム

参考: 応募件数 大学0件 高専0件
※【実施件数】 大学:H22継続3件

3) **原子力研究促進プログラム【7件】**

(1件当たり 1年目:150～200万円程度×7事業程度(新規募集)、2年目:1年目の7割程度、2年間)

原子力の基礎的知識を有し、将来、原子力発電所や試験研究炉に関連する運転・保守・製造・建設等の現場で活躍する技術者、技能者及び監督者等となる人材の育成に係る取組

機関名	提案事業概要
熊本高等専門学校	講義や放射線測定実験の体験型教育等による原子力人材の育成
富山高専専門学校	専門レベルを考慮した全学科を対象とする原子力人材育成プログラム
阿南工業高等専門学校	四国内の高等専門学校と企業の連携に基づく原子力人材育成
茨城大学	地域連携を生かした原子力導入教育と大学院実習教育の実践
東海大学	原子力マイスター育成のための実務と教育のブリッジプログラム
石川工業高等専門学校	地元原子力関連企業の協力による継続的な原子力教育の実施
福井工業高等専門学校	現場研修とものづくり実践による原子力・放射線基礎教育

参考: 応募件数 大学0件 高専0件
※【実施件数】 大学:H22継続2件。 / 高専:H22継続5件。

4) **原子力コア人材育成プログラム【4件】**

(1件当たり 1年目:1,000～1,500万円程度、2年目以降:1年目の7割程度、2年間)

地域の原子力産業との連携や特定の分野の重点化など、大学等の特色を踏まえた取組み

機関名	提案事業概要
早稲田大学	理工学術院の特色を踏まえた原子力教育プログラムの開発整備
静岡大学	原子力安全を支える原子力・放射線専門家育成プログラム
八戸工業高等専門学校	地域資源を活かした原子力人材育成プログラム
東北大学	実践的保全工学の理解に基づく学際的人材育成教育システムの構築

参考: 応募件数 大学0件 高専0件
※【実施件数】 大学:H22新規3件 / 高専:H22新規1件

■ 平成22年度採択課題

1) **国際原子力人材育成イニシアティブ事業【12件】**

(1件当たり 初年度: 2,000万程度、次年度以降: 前年度の交付額を超えない額、3年間)

将来の原子力分野を担う人材の育成や世界の原子力安全の向上に資する人材育成活動を通じた国内の人材育成機能を強化する取組

機関名	提案事業概要
東京工業大学	国際原子力人材育成大学連合ネットの構築とモデル事業の実施
原子力機構	日本アクチノイドネットワークによる原子力人材育成
原子力機構	原子力人材育成ネットワークの構築、整備及び運営
東京大学	大学連携型核安全セキュリティ・グローバルプロフェッショナルコース
原子力機構	最先端研究基盤JMTR及び関連施設を用いた研修講座の新設
京都大学	京都大学原子炉実験所における全国共同利用の促進
東芝	高専や大学・企業連携による臨界実験装置NCAを利用した炉物理実習
放医研	放射線影響・防護ならびに医療分野における総合的人材育成
国立高等専門学校機構	機関連携による実践的原子力基礎技術者育成のフィージビリティスタディの実施(FS)
福井大学	北陸・中京・関西圏を中心とした大学連携による次世代原子力人材育成(FS)
若エネ研	福井における原子力人材育成機能を活用した国際人材育成。ネットワークの構築とプログラムの開発(FS)
近畿大学	原子力の利用と管理の考え方を包括的に理解するための実習研修会(FS)

参考: 応募件数 18件

2) **原子力研究基盤整備プログラム【3件】**

(1件当たり 1年目: 3,000～5,000万円程度×2～3事業程度(新規募集)、2年目以降: 1年目の7割程度、3年間)

原子力の体系的かつ高度な知識・技術を有する、将来、我が国の原子力界を先導する研究者・技術者等となる人材の育成を行う教育研究基盤の整備。

機関名	提案事業概要
京都大学	京都大学原子炉実験所における原子力教育研究基盤の整備
東京工業大学	カリキュラム充実による原子力大学院教育基盤の整備
東京大学	国際舞台で活躍出来る原子力グローバルリーダー教育プログラム

参考: 応募件数 大学5件 高専0件

3) **原子力研究促進プログラム【7件】**

(1件当たり 1年目: 150～200万円程度×7事業程度(新規募集)、2年目: 1年目の7割程度、2年間)

原子力の基礎的知識を有し、将来、原子力発電所や試験研究炉に関連する運転・保守・製造・建設等の現場で活躍する技術者、技能者及び監督者等となる人材の育成に係る取組

機関名	提案事業概要
熊本高等専門学校	講義や放射線測定実験の体験型教育等による原子力人材の育成
富山高専専門学校	専門レベルを考慮した全学科を対象とする原子力人材育成プログラム
阿南工業高等専門学校	四国内の高等専門学校と企業の連携に基づく原子力人材育成
茨城大学	地域連携を生かした原子力導入教育と大学院実習教育の実践
東海大学	原子力マイスター育成のための実務と教育のブリッジプログラム
石川工業高等専門学校	地元原子力関連企業の協力による継続的な原子力教育の実施
福井工業高等専門学校	現場研修とものづくり実践による原子力・放射線基礎教育

参考: 応募件数 大学7件 高専9件

4) **原子力コア人材育成プログラム【9件】**

(1件当たり大学700万円程度、2年間)

地域や大学の特色を踏まえた教育研究の重点化

機関名	提案事業概要
釧路工業高等専門学校	原子力マインドを育てる実践型原子力・放射線教育プログラム
呉工業高専専門学校	ものづくり教育をベースとした原子力人材育成プロジェクト
東京学芸大学	小・中学校教員養成課程のための原子力教育用カリキュラムと教材の開発およびその活用
長岡技術科学大学	基盤的工学知識とコミュニケーション能力を兼ね備えた原子力システム安全・保全工学技術者育成プログラム構築
津山工業高等専門学校	地域連携・早期一貫教育による低線量放射線・原子力に関わる実践的コア人材育成
早稲田大学	理工学術院の特色を踏まえた原子力教育プログラムの開発整備
静岡大学	原子力安全を支える原子力・放射線専門家育成プログラム
八戸工業高等専門学校	地域資源を活かした原子力人材育成プログラム
東北大学	実践的保全工学の理解に基づく学際的人材育成教育システムの構築

参考: 応募件数 大学7件 高専3件

※【実施件数】 大学: H22新規3件。H21継続2件。 / 高専: H22新規1件。H21継続3件。

■ 平成21年度採択課題

1) 原子力研究基盤整備プログラム【3件】

(1件当たり3,300万円程度、3年間)

原子力に関する研究・教育ポテンシャルの高い大学院の原子力関係専攻における研究基盤の整備に係る事業

機関名	提案事業概要
東北大学	大学所有のRI施設における計測・分析装置を強化充実して核燃料サイクル関連の学生実験を強化することにより、六ヶ所サイトのニーズに答える戦略的な教育研究活動を一層推進し、先進/バックエンド研究を展開。
京都大学	教育目的で使用する中性子線源の開発のための施設整備。JRR-4、HANARO(韓国原子力研究所)を含むKUR以外の施設・設備での研究・教育の推進。外国人研究者招聘による国際的研究・教育拠点整備。
東京大学	原子力教育カリキュラムの充実(実験、実習を含む)。外部講師による講義の実施。国際的視野を有する教育の充実。原子力の長期ニーズに即したカリキュラム内容の改善・向上。高度原子力技術者としての質とスキルの向上を修了後にも継続して実施できる環境の整備。

参考: 応募件数 大学0件 高専0件
※【実施件数】 H21新規0件。H19継続のみ。

2) 原子力研究促進プログラム【17件】

(1件当たり150万円程度、1年間)

学生の実習・実験等体験型教育に関する取組み

機関名	提案事業概要
富山工業高等専門学校	学生の自立的な取り組みによる放射線計測システムの開発と大学での研究実習
山梨大学	大学共通教育における放射線・原子力リテラシー教育の展開
東海大学	原子力系技術者育成のための放射線取扱研修プログラム
武蔵工業大学 (現 東京都市大学)	大学生のための霧箱を活用した放射線学習プログラムの開発
広島商船高等専門学校	商船高専生のための原子力教育
福井工業高等専門学校	高専生のもつくり教育としての中・高生用放射線教育教材の試作開発
木更津工業高等専門学校	一般特別研究「放射線の物理学」における原子力研究の促進
茨城工業高等専門学校	低学年の学生に対する放射線・エネルギー・原子力への興味の喚起および、高学年の学生のインターンシップや研究活動を通じた原子力分野の専門教育
福井工業大学	学生が組み立てる原子燃料サイクルの実践的教育
石川工業高等専門学校	地元原子力発電所と協力した原子力教育と学生による啓蒙活動の実施
八代工業高等専門学校 (現 熊本高等専門学校)	霧箱による体験学習や実験・講義を通じた放射線・原子力教育の実施
名古屋大学	高度中性子工学実験実習プログラム
一関工業高等専門学校	段階的な体験的学習を通じた原子力産業の基礎的理解と問題点を含めた放射線安全の理解に対する教育プログラム
福島工業高等専門学校	高専・大学・産業界連携による実習・卒業研究体験型教育の促進
山形大学	原子力安全利用のための体験型放射線学習プログラムの構築
詫間電波工業高等専門学校 (現 香川高等専門学校)	新居浜・詫間電波高専の連携による、持続的に地域の原子力産業・人材育成に貢献することを目的とした学生主体の研究体制づくり〜ジグソー式開発手法導入と地元高専出身の原子力技術者らとの交流支援を通して〜
福井大学	地域社会との協働による原子力の社会化を促す人材育成プロジェクト

参考: 応募件数 大学9件 高専13件

3) 原子力コア人材育成プログラム【14件】

(1件当たり大学700万円程度、2年間)

地域や大学の特色を踏まえた教育研究の重点化

機関名	提案事業概要
東海大学	高校大学連携による「萌芽段階」と「進展段階」にある学生教育のための中核的教員人材養成およびリカレントプログラムの作成
福井工業大学	放射線安全専門職育成プログラム開発
東北大学	実践的保全工学を担う持続的人材育成研究教育コースの構築
九州大学	核燃料サイクル工学に関する実験・演習の充実
茨城大学	地域連携を生かした原子力人材育成大学院教育プログラムと学部における原子力導入教育の整備と実践
八戸工業高等専門学校	連峰型原子力人材育成プログラム in あおもり
北海道大学	フルサーマル・長サイクル運転対応燃料炉心管理の中核人材の育成
茨城大学	原子力コア人材育成のための理学部教育プログラムの確立
武蔵工業大学 (現 東京都市大学)	実践的原子力技術者育成のための教育体系の整備
路工業高等専門学校	原子力マインドを育てる実践型原子力・放射線教育プログラム
呉工業高専専門学校	ものづくり教育をベースとした原子力人材育成プロジェクト
東京学芸大学	小・中学校教員養成課程のための原子力教育用カリキュラムと教材の開発およびその活用
長岡技術科学大学	基盤的工学知識とコミュニケーション能力を兼ね備えた原子力システム安全・保全工学技術者育成プログラム構築
津山工業高等専門学校	地域連携・早期一貫教育による低線量放射線・原子力に関わる実践的コア人材育成

参考: 応募件数 大学3件 高専5件
※【実施件数】 大学:H21新規2件。H20継続8件。 / 高専:H21新規3件。H20継続1件。

■ 平成20年度採択課題

1) 原子力研究基盤整備プログラム【3件】

(1件当たり3,300万円程度、3年間)

原子力に関する研究・教育ポテンシャルの高い大学院に集中投資し、原子力研究教育拠点の整備を支援。

機関名	提案事業概要
東北大学	核燃料サイクル関連技術の教育研究基盤の整備－六ヶ所サイトのニーズに応える戦略的な教育研究活動の一層の推進と先進バックエンド研究の展開
京都大学	京都大学原子炉実験所における原子力研究環境の整備
東京大学	原子力専攻と日本原子力研究開発機構などとの教育連携による原子力教育カリキュラムの充実等

参考： 応募件数 大学0件 高専0件
※大学：H20の応募0件。H19継続のみ。

2) 原子力研究促進プログラム【11件】

(1件当たり150万円程度、1年間)

将来原子力産業に携わる者の育成のため、学生の主体的な実習・実験を通じた課題発見・解決型の教育や、原子力産業への学生の興味関心を促すような取組、教員の質の維持・向上及び教育体制の充実等の取組を重点的に支援。

機関名	提案事業概要
東海大学	原子力系技術者育成のための放射線取扱研修プログラム
福井工業大学	学生が組み立てる原子燃料サイクルの実践的教育
山形大学	原子力安全利用のための体験型放射線学習プログラムの構築
静岡大学	学生課題創成型放射線管理実習プログラム
東京工業大学	大学院学生によるわかりやすい一般向け原子力・放射線教材の開発
富山工業高等専門学校	学生の自立的な取り組みによる放射線計測システムの開発と大学での研究実習
石川工業高等専門学校	実践的技術者養成を目指した地元原子力発電所との協同教育体制の構築
福井工業高等専門学校	体験学習を組み込んだ原子力・放射線基礎教育の促進
松江工業高等専門学校	体験学習を通じた実践的原子力人材の育成
八代工業高等専門学校	実験・講義を通じた放射線・原子力教育の実施、および地域連携活動等による原子力等の基礎知識・情報の提供
茨城工業高等専門学校	原子力発電所に隣接する高専における低学年の学生に対する原子力・放射線への興味の喚起・涵養と、上級生に対する原子力分野の専門教育の実施

参考： 応募件数 大学15件 高専13件

3) 原子力コア人材育成プログラム【12件】

(1件当たり1,000万円程度、2年間)

原子炉物理学等の特定の分野に教育研究を重点化させる取組みや、地域との連携による教育研究の活性化など、地域や大学等の特色を発揮し、原子力分野に係る体系的な知識を有し、中核的に活躍しうる人材を養成する取組みを支援。

機関名	提案事業概要
東海大学	高校大学連携による「萌芽段階」と「進展段階」にある学生教育のための中核的教員人材養成およびリカレントプログラムの作成
福井工業大学	放射線安全専門職育成プログラム開発
東北大学	実践的保全工学を担う持続的人材育成研究教育コースの構築
九州大学	核燃料サイクル工学に関する実験・演習の充実ける原子力導入教育の整備と実践
茨城大学	地域連携を生かした原子力人材育成大学院教育プログラムと学部における原子力導入教育の整備と実践
	原子力コア人材育成のための理学部教育プログラムの確立
北海道大学	ブルサーマル・長サイクル運転対応燃料炉心管理の中核人材の育成
武蔵工業大学	実践的原子力技術者育成のための教育体系の整備
八戸工業高等専門学校	連峰型原子力人材育成プログラム in あおもり

参考： 応募件数 大学15件 高専3件

<条件付き採択>

機関名	提案事業概要
福井大学	安全と共生を支える文理融合・地域協働の原子力人材育成プロジェクト
弘前大学	原子力を理解し支える機械技術者養成のための材料工学教育
呉工業高等専門学校	ものづくり教育をベースとした原子力人材育成プロジェクト

(注)「条件付き採択」課題については、提案された計画の実現可能性を高めるための調査・検討を単年度事業として実施するものとして採択する。

■ 平成19年度採択課題

1) 原子力研究基盤整備プログラム【3件】

(1件当たり5,000万円程度、3年間)

大学院の原子力関係学部等における、ポテンシャルを活かした研究基盤整備に関する意欲的な取組みを支援。

機関名	提案事業概要
東北大学	大学所有のR1施設における計測・分析装置を強化充実して核燃料サイクル関連の学生実験を強化することにより、六ヶ所サイトのニーズに答える戦略的な教育研究活動を一層推進し、先進バックエンド研究を展開。
京都大学	教育目的で使用する中性子線源の開発のための施設整備。JRR-4、HANARO(韓国原子力研究所)を含むKUR以外の施設・設備での研究・教育の推進。外国人研究者招聘による国際的研究・教育拠点整備。

6.2.2 経済産業省事業

■ 平成26年度採択課題

1) 安全性向上原子力人材育成委託事業（1年間）

原子力発電所の維持管理や運転、廃止措置等について安全確保しつつ適切に実施していく為、原子力人材や技術の維持・向上を図る。
※平成26年11月現在公募結果未発表

■ 平成25年度採択課題

1) 安全性向上原子力人材育成委託事業【8件】（1年間）

原子力発電所の維持管理や運転、廃止措置等について安全確保しつつ適切に実施していく為、原子力人材や技術の維持・向上を図る。

機関名	提案事業概要
四国電力株式会社	
日本原子力発電株式会社	
独立行政法人国立高等専門学校機構福井工業高等専門学校	
八戸工業大学	
東北大学	
公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター	
公益財団法人原子力安全技術センター	
独立行政法人日本原子力研究開発機構	

■ 平成24年度採択課題

1) 原子力人材育成プログラム補助事業【6件】

（1件当たり約5,000万円以内、補助率2/3、補助額 約3,300万円以内（補助金）、1年間）

講師招聘によるセミナーや講義の開催、カリキュラム・教材の開発、研究炉・原子力発電所等での実践的教育、国内外の研究機関でのインターンシップ

機関名	提案事業概要
福井工業専門学校	
静岡大学	
東京大学	
八戸工業大学	
東北大学	
(株)東芝	

2) 原子力関係人材育成事業【3件】

（1件当たり850万円以内（委託費）、1年間）

①モデル事業、②地域の関連企業が広く参加する事業、③事業への参加企業等による協力体制が確保されている事業、④原子力の技術者OB等のシニア技術者を活用した事業

機関名	提案事業概要
(財)若狭湾エネルギー研究センター	
関西電力(株)関西電力能力開発センター	
新潟工科大学	

■ 平成23年度採択課題

1) 原子力人材育成プログラム補助事業【6件】

（1件当たり約5,000万円以内、補助率2/3、補助額 約3,300万円以内（補助金）、1年間）

講師招聘によるセミナーや講義の開催、カリキュラム・教材の開発、研究炉・原子力発電所等での実践的教育、国内外の研究機関でのインターンシップ

機関名	提案事業概要
福井工業専門学校	
静岡大学	
東京大学	
八戸工業大学	
東北大学	
(株)東芝	

2) 原子力関係人材育成事業【3件】

（1件当たり850万円以内（委託費）、1年間）

①モデル事業、②地域の関連企業が広く参加する事業、③事業への参加企業等による協力体制が確保されている事業、④原子力の技術者OB等のシニア技術者を活用した事業

機関名	提案事業概要
(財)若狭湾エネルギー研究センター	
関西電力(株)関西電力能力開発センター	
新潟工科大学	

■ 平成22年度採択課題

1) 原子力の基盤技術分野強化プログラム【3件】

(1件当たり2,250万円程度、3年間)

原子力を支える基盤技術分野(構造強度、材料強度、腐食・物性等)における研究活動

機関名	提案事業概要
京都大学	生体影響に視点を置いた新しい放射線防護体系の構築に関する技術開発
北海道大学	原子力施設用配管の耐震尤度評価法と耐震性向上技術に関する開発
横浜国立大学	局部減肉配管の耐震性評価と再稼働条件の明確化に向けた技術開発

参考: 応募件数 大学1件 高専0件
※【実施件数】 大学: H20継続2件、H19継続1件。

2) 原子力総合技術プログラム【7件】

(1件当たり2,300万円程度、1年間)

大学間のネットワークによる連携したカリキュラムの構築・実施、教科書・演習の作成、教育研究炉等での実習教育、原子力関連企業等でのインターンシップ

機関名	提案事業概要
近畿大学	近大原子炉を用いた実験実習と原子炉実習に基づく教育システムの整備
東京都市大学	総合的・実践的教育のためのカリキュラム開発及び実験実習等
京都大学	全国の学部学生・大学院生を対象とする原子炉・原子力実験
室蘭工業大学	拠点ネットワーク活用による原子力材料人材育成プログラムの強化
東京工業大学	核燃料サイクル工学の実践的教育システムの構築
九州大学	問題解決能力を育てる原子力総合教育カリキュラムの構築
北海道大学	大学と企業の研究設備を活用した炉心伝熱流動実習教育と教材作成

参考: 応募件数 大学15件 高専0件

3) 国際原子力人材プログラム【2件】

(1件当たり1,500万円程度、1年間)

国外での長期インターンシップ、国内における外国人による原子力分野の授業、国際人材育成のためのカリキュラム作成、国際人材育成のための教科書作成

機関名	提案事業概要
東京工業大学	国際原子力人材育成ネットワーク基盤の構築
東京大学	英語版『原子力教科書シリーズ』の作成

参考: 応募件数 大学4件 高専0件

4) 原子力地域人材プログラム【4件】

(1件当たり1,200万円程度、1年間)

原子力関連企業等でのインターンシップ、原子力基礎教育及び実践教育のための産業界等からの講師招聘、立地地域の大学等の特色をいかしたカリキュラムの開発

機関名	提案事業概要
福井工業高等専門学校	高専の一貫教育体制に即した原子力関連教育の実践
福島工業高等専門学校	高専・大学・企業・自治体との複合型連携体験学習による原子力人材育成
八戸工業大学	エネルギー拠点としての地域に根ざした原子力基盤人材育成計画
福井大学	平成22年度 敦賀「原子力」夏の大学

参考: 応募件数 大学5件 高専2件

■ 平成21年度採択課題

1) 原子力の基盤技術分野強化プログラム【8件】

(1件当たり2,250万円程度、3年間)

原子力を支える基盤技術分野(構造強度、材料強度、腐食・物性等)における研究活動

機関名	提案事業概要
東京大学	蒸気乾燥器の流体関連振動に関する技術開発
東京大学	機構論に立脚したより安全なハフニウム板型制御棒の開発
京都大学	圧力容器溶接部の健全性評価法の規格・基準化に関する技術開発
大阪大学	ステンレス鋼レーザー溶接部の高信頼性化に関する研究
東北大学	高Ni合金の高温水中SCC※機構解明と耐SCC成分設計に関する基礎的研究 ※SCC(応力腐食割れ)
京都大学	生体影響に視点を置いた新しい放射線防護体系の構築に関する技術開発
北海道大学	原子力施設用配管の耐震尤度評価法と耐震性向上技術に関する開発
横浜国立大学	局部減肉配管の耐震性評価と再稼働条件の明確化に向けた技術開発

参考: 応募件数 大学0件 高専0件
※【実施件数】 大学: H21新規0件、H20継続2件、H19継続6件。

2) 原子力教育支援プログラム【8件】

(1件当たり1,450万円程度、1年間)

教材開発、講師招聘、学生同士の協力を促進する授業の充実、カリキュラム開発

機関名	提案事業概要
九州大学	原子炉物理及び放射線計測・安全学に関する実験演習と補助教材の開発
東京工業大学	実践的核燃料サイクル工学実験教育カリキュラムの構築

■ 平成20年度採択課題

1) 原子力の基盤技術分野強化プログラム【8件】

(1件当たり2,000万円程度、3年間)

材料腐食、溶接、流体等、原子力を支える基盤の技術分野において、産業界の参画やニーズ提示のもとで、大学で行われる研究開発を支援。

※20年度採択分(2課題)は2年間継続

機関名	提案事業概要
東京大学	蒸気乾燥器の流体関連振動に関する技術開発
東京大学	機構論に立脚したより安全なハフニウム板型制御棒の開発
京都大学	圧力容器溶接部の健全性評価法の規格・標準化に関する技術開発
大阪大学	ステンレス鋼レーザー溶接部の高信頼性化に関する研究
東北大学	高Ni合金の高温水中SCC※機構解明と耐SCC成分設計に関する基礎的研究 ※SCC(応力腐食割れ)
京都大学	生体影響に視点を置いた新しい放射線防護体系の構築に関する技術開発
北海道大学	原子力施設用配管の耐震尤度評価法と耐震性向上技術に関する開発
横浜国立大学	局部減肉配管の耐震性評価と再稼働条件の明確化に向けた技術開発

参考: 応募件数 大学13件 高専0件
※【実施件数】 大学: H20新規2件。H19継続6件。

2) 原子力教育支援プログラム【10件】

(1件当たり1,450万円程度、1年間)

大学、大学院、高専において、産業界等の外部の人材育成ニーズやポテンシャルも取り込みつつ、専攻や講座等の新設、既存専攻のカリキュラムの充実、学生同士の協力を促進する授業の充実を図る取組を支援。

機関名	提案事業概要
愛媛大学	放射線および放射能について正しく理解促進を図るための教育プログラムの開発
武蔵工業大学	原子力安全工学科の新設にかかる教育体系プログラム整備
京都大学	学生用実習・実験テキストおよび教員・大学院生の実験・実習指導要領書の開発
大阪大学	原子力実践教育システムの構築、教育用シミュレータの開発・利用、インターネット原子炉シミュレーションシステムの整備
東京工業大学	核燃料サイクル工学実験を通じたカリキュラムの改善および充実
福井工業大学	放射線コミュニケーション育成の実践的カリキュラム開発および講師または高学年生による低学年生への教育
九州大学	原子炉物理・放射線計測および安全学に関する実験・演習の充実
室蘭工業大学	原子力発電システムの生産・保全に係る教育プログラムの構築
東京大学	原子力専攻科目の体系的教科書教材の作成およびラーニングアドバイザーによる教育
北海道大学	初等炉物理教材の開発、放射線理解促進のための技術習得、保全工学基礎強化プログラムの開発

参考: 応募件数 大学12件 高専1件

3) チャレンジ原子力体感プログラム【10件】

(1件当たり900万円程度、1年間)

大学、大学院、高専の学生が実習を通じて実践的な技術を習得するとともに、原子力産業や研究現場の実態と魅力を知る機会の充実を図るため、大学などの教育研究炉を活用した実践的な実習教育や、研究機関、学会、海外機関のプログラム等を活用したインターンシップ等への旅費を含めた参加費への支援。

機関名	提案事業概要
大阪大学	原子力国際インターンシップ、原子力メンター制度、原子力PB リーダー養成制度、原子力実習教育の実施
東北大学	生きた原子力を体感するための統合・実践研修プログラムの実施
東京大学	原子力関連施設における見学、実験・実習および海外大学におけるサマースクール等の集中講義への参加
京都大学	全国共同利用研究所である京都大学原子炉実験所の施設を利用した、京都大学を含む全国12 大学における実験教育の実施
東京工業大学	研究炉を用いた原子炉物理の実験・実習、国際インターンシップおよび、日本原子力学会の大会への学生派遣等
近畿大学	近畿大学の原子炉を利用した原子炉運転等の体験、実践型の実習、研修会の実施
武蔵工業大学	原子炉運転実習、原子力産業施設見学、日本原子力学会への学生派遣
福井大学	原子力関連知識・技術実習の場である「敦賀原子力夏の大学」の実施
八戸工業大学	原子力発電所、再処理施設等での研修及び実習、研究施設における材料試験等の実習、また各実習に関する事前学習の実施
函館工業高等専門学校	原子力産業企業等の施設見学、インターンシップの実施

参考: 応募件数 大学14件 高専1件

■ 平成19年度採択課題

1) 原子力の基盤技術分野強化プログラム【6件】

(1件当たり2,000万円程度、3年間)

原子力プラント開発や信頼性確保に欠かせなく、かつ研究後継者の人材育成という観点から必要とされている原子力を支える基盤技術分野(構造強度、材料強度、腐食・物性、溶接、熱・流体・振動)に対し、重点的に支援。

機関名	提案事業概要
東京大学	蒸気乾燥器の流体関連振動に関する技術開発
東京大学	機構論に立脚したより安全なハフニウム板型制御棒の開発
京都大学	圧力容器溶接部の健全性評価法の規格・基準化に関する技術開発
大阪大学	ステンレス鋼レーザー溶接部の高信頼性化に関する研究
東北大学	高Ni合金の高温水中SCC※機構解明と耐SCC成分設計に関する基礎的研究 ※SCC：応力腐食割れ
京都大学	生体影響に視点を置いた新しい放射線防護体系の構築に関する技術開発
参考:	応募件数 大学30件 高専0件

2) 原子力教育支援プログラム【5件】

(1件当たり1,450万円程度、1年間)

大学、大学院、高専において、産業界等の外部の人材育成ニーズやポテンシャルも取り込みつつ、専攻や講座等の新設、既存専攻のカリキュラムの充実を図る取組を支援。

機関名	提案事業概要
九州大学	「中性子の減速・拡散」や「中性子と物質の相互作用」などの原子炉物理・放射線計測実験演習及び関連する補助教材の開発。
東京大学	炉工学と核燃料サイクル工学の実践的な理解を図るための原子力専攻科目の教科書教材の作成など。
大阪大学	原子力実践教育コースのカリキュラムを構築するための基幹、実践教育の講義、原子炉シミュレータを用いた仮想実習及び教育用原子炉を用いた原子炉実習等。
東京工業大学	研究炉を用いた炉物理・炉工学実験カリキュラム及び核燃料サイクルの各工程に関する実験を通じての実践的な実習カリキュラムの構築。
北海道大学	炉物理実習教材、保全工学基礎強化プログラムの開発及び放射線計測やリスクの理解促進等。
参考:	応募件数 大学16件 高専2件

3) チャレンジ原子力体感プログラム【11件】

(1件当たり900万円程度、1年間)

大学、大学院、高専の学生が実習を通じて実践的な技術を習得するとともに、原子力産業や研究現場の実態と魅力を知る機会の充実を図るため、大学などの教育研究炉を活用した実践的な実習教育や、研究機関、学会、海外機関のプログラム等を活用したインターンシップ等への旅費を含めた参加費への支援。

機関名	提案事業概要
東海大学	放射線の基礎知識・技術に関する講義、原子力施設の見学会、炉物理等の基礎理論実験の実施。
近畿大学	近畿大学を含む西日本を中心とした大学の学生を対象とした、近畿大学の原子炉を利用した原子炉運転等の実習及び研修会を開催。
東京大学	原子力発電所などのプラントの見学。研究機関が所有する大型施設を利用した実験・実習。電力会社の教育訓練施設を利用した実務的保修・保全実習、プラントシミュレーター実習等の体験教育。
京都大学	京都大学を含む全国数十大学に対して、全国共同利用研究所である京都大学原子炉実験所の施設を利用した実験教育。
大阪大学	原子力関連施設見学及び原子力国際インターンシップ。
武蔵工業大学	研究炉等を用いた原子炉運転実習等。
東京工業大学	研究炉を用いた原子炉物理の基礎実験・実習。国際インターンシップ。日本原子力学会の大会への学生派遣等。
東京大学	海外大学におけるサマースクール等の集中講義への参加。
東北大学	原子力産業分野の実態の理解、原子炉基礎知識の習得、材料照射実験を体験させるとともに、実プラントに対する体験実習等。
福井大学	原子力関連知識・技術実習の場である「敦賀原子力夏の大学」の実施。
八戸工業大学	原子力発電所、再処理施設等での研修及び実習。研究施設における材料試験等の実習。

備考: 東京大学については、研修・実習等の内容の見直しにより1本化することが適当

参考: 東海大学、武蔵工業大学、八戸工業大学については、研修・実習等の内容を見直すことが適当

応募件数 大学15件 高専0件

6.3 IAEA 報告書のバックエンド分野（廃止措置を中心）の人材育成の概要¹³

（１） 報告書の目的

廃止措置を実施する上での人材育成の参考となる事例や提言を以下の視点からまとめた。

- ✧ 廃止措置の対象である施設に関連した組織人、外注先、および市民、などの安全確保の強化
- ✧ 放射線被ばくの低減
- ✧ 廃止措置の期間短縮
- ✧ 廃止措置作業や放射線安全リスクの低減
- ✧ 必要経費の削減
- ✧ 廃止措置のプロジェクトを含んだ原子力施設の総合管理の効率化

（２） この資料を利用する対象者

- ✧ 施設の運営組織の管理者
- ✧ 廃止措置プロジェクトの管理者
- ✧ 原子力施設の人材関係担当者
- ✧ 原子力施設の教育担当者
- ✧ 規制行政担当官
- ✧ 教育訓練機関のスタッフ
- ✧ 廃止措置のプロジェクトを支える、訓練計画、訓練機器開発担当者
- ✧ 廃止措置プロジェクトでの人的活用を促進する担当者および管理者
- ✧ 原子力施設や廃止措置に関連した統合的な管理をする担当者

(3) プラント運転と廃止措置訓練への要求事項の違い¹⁴

プラント運転	廃止措置	訓練での変化の要点	具体的な要求事項の例
施設の運転期間内での構造物を信頼した行動	解体のために臨時に敷設された構造物を利用した活動	個別の作業内容や達成度を「目的に合致した行動」として設定	・注文製作による格納構造物の取扱い作業 ・永久的な消火施設、格納施設、隔離施設から応急的な施設への組み換えを D&D に先立って行う作業の計画
運転に適応した安全管理	個別の廃止措置作業に応じた安全管理	個別の作業と作業連携に注目	・多くのグループ作業が同時進行するための災害分析 ・通常作業や災害時の作業手順の構築 (D&D 作業中の確実な作業の実施)
目的は生産管理	目的はプロジェクト達成管理	プロジェクト管理と「完遂文化」	承認されたプロジェクトの予算とプログラムの達成
ルーチン作業は永年雇用で実施	短期雇用、再雇用は不確定	安全管理課題に関連した人的因子の重要性に注目	・安全文化に加えて、モチベーションや熱中することへの要求 ・D&D の期間中を含めて長期間の雇用(40 年間)の要求
安定的な要求とマッチした供給可能な人材プール	安定雇用が少なく、流動性の高い下請け構造	信頼性のあるコンピテンスを持った人材の確保と下請け管理の向上	・下請け企業従業員へ元請のコンピテンスを保持させる構造
運転規則の開発と実践	規制対象の変化への対応	同時進行している作業についての規制の変化	・長期の歴史的な規制と運用時のみの規制 (自然な活動を D&D に対する一般的な規制にする)
顕著なものは被ばくリスク	放射線リスクより労働災害リスクが大きいことを認識	労働災害と放射線リスクの両者を正確に混ぜあわせた認識	・技能者の放射性汚染物質の解体スキルから多様な廃止措置のスキル育成の訓練 ・廃止措置の確実な設計と確実な保全活動 (D&D での、切断、足場組立、リグ作業、火災防止)
システムの機能に着	材料と放射能イ	廃棄物のカテゴリー分	・廃棄物の隔離、廃棄

¹⁴ Organization and Management for Decommissioning of Large Nuclear Facilities, Technical Report Series No.399, IAEA, Vienna (2000).が原典

目した運転	ンベントリに着目した作業	けと最小化する課題に注目した作業	物の管理、環境影響評価の訓練 ・予防と緩和のための保全のルーチン化 (D&D 期間中の大量の液体・固体廃棄物の除去と管理)
繰り返し作業	一回限りの作業	一回限りの作業への集中	・通常のモックアップの利用 ・運転中の条件と同じルーチン作業管理をすると同時に、D&D の進展に合わせて作業を管理してゆく
なじみの深い作業環境	不確定な環境	作業前の準備、作業安全分析とリスク評価へ重点的に取り組む	・安全管理を最悪のシナリオを前提にした手法の利用 ・安定的な運転法の設計と確認評価法の確立
ありそうもないが高レベルの放射線や高度汚染地域への短時間の立ち入り	高レベル放射線場や汚染場所でのルーチン作業	被ばく管理の課題へ注目	・長時間のエアラインスーツ着用による作業、および放射線作業管理のスキル教育 ・SG の伝熱管修理を利用して、D&D 作業時の被ばくを推定
サイト外への材料搬出のルーチン作業	サイト外への大量の材料搬出	危険材料の管理と材料管理のスキル醸成	・環境評価訓練と材料の移転手続 ・低レベル放射性廃棄物の搬出スキル (グローブボックスの D&D における Pu 残留や排気システム、システムフラッシング時の大量の液体排出の処理問題など)
かなりの量の安定同位体	放射性同位体レベルの時間的な変化	放射線管理業務に着目	・放射性物質の多様性や強度分布の変化を訓練により能力拡大
30~40 年間使う運転訓練プログラム	数年間利用の訓練プログラム	放射線及び労働災害対応の変化	・D&D の間の個人的な訓練プログラムの構築
初期的な訓練プログラムを月単位や年単位で策定	初期的な訓練計画は日単位または週単位で決める	独特な作業とルーチン的な作業の同時進行	・D&D 期間中の新規参加者の個人的な訓練プログラムの開発

(4) 教育訓練の対象者と教育訓練内容の特徴

- ✧ 利害関係者：廃止措置の戦略に影響を与える人々。
- ✧ 高級管理者：専門的な素養と豊富な経験に加え廃止措置のプロセスなどを正確に理解することを促進させる。プラント運転時から停止、廃止措置への移行、廃止措置プロジェクト管理、特別な施設の理解、などの詳細を学ぶ。
- ✧ 許認可行政：行政官の教育は、従来の経験や廃止措置への関わりにもよるが、規制は幅広い知識や経験が要求されるために廃止措置許認可が開始される前に特別な廃止措置の知識を蓄えておく必要がある。
- ✧ 市民や地域住民：通常は廃止措置の安全や環境影響についての情報はメディアや展示館、ウェブ、などを通して得ているが特別な訓練組織を通じて学んではない。立地地域の一部の人々がテーマをえらび教育を受けたいという希望が出ることもある。
- ✧ マスメディア(新聞報道機関)：セミナーやマネージャー向きの訓練コースを通じて学習することもある。
- ✧ 廃止措置関係者：管理者、専門家、および労働者に分けられて、教育訓練も標準的に扱う。
- ✧ 管理者：技術系と非技術系の2つに分けられ、訓練はそれぞれに応じて実施される。
- ✧ 専門家：廃止措置技術のすべてにわたっての訓練を受ける。
- ✧ 労働者：作業内容に沿った教育訓練を受ける。下請けの作業者はこのカテゴリーで元請労働者の指導を受ける。規制と標準化行政：廃止措置は規制行政の役割が大きいプロジェクトであるが、従来の建設の規制行政に追加して廃止措置について教育をするという構造。この規制や標準化は3つのエリアについて整理している。
- ✧ 運転中の規制：運転中プラントの規制は重要で教育訓練もそれに伴って充実され、これらは廃止措置の段階の初期の対応についても含まれる。その例は使用済み燃料の管理の段階が双方の橋渡しになっている。この間の教育訓練は運転中のものと同じである。
- ✧ 放射線防護規制：運転中から廃止措置に入っても共通に扱える規制や標準で、サイトの内外での被ばくの管理に必要な内容であり、労働者には重要な教育項目でもある。
- ✧ 事業・労働安全規制：企業活動にとって特別な規制や標準の教育訓練である。放射線障害以外の作業安全にかかわる訓練で火災や落下事故などの防止が対象である。

(5) 専門家と廃止措置の訓練のニーズと訓練内容

廃止措置の管理者や専門スタッフ(エンジニア、保健物理学者、化学系技術者、環境担当者、産業安全管理者、技術支援スタッフ、など)の教育のニーズは、以前の廃止措置に関係した経験に依存し、訓練に要求されるコースやセミナーは以下の4項目に集約される。

- 監理と監督のスキル：モチベーションを与え、達成度を上げるための特別なコースで、内容は人材管理課題や、管理者として従業員のコンピテンスの育成が要求される。
- プロジェクト計画を含んだ管理：管理と監督のスタッフの教育はプロジェクト管理と計

画に集約され、安全確保の上で重要な項目である。多くの国々では多岐のコースが準備され、中でもプロジェクト管理を教育の中心としている。また IAEA はこの支援も行っている。

- 廃止措置方法：多くの管理者や専門スタッフは廃止措置の経験は少ない。そのため、規制課題、廃止措置計画、廃止措置技術、などを学ぶ必要がある。このための枠組みも多く考えられている。
- 施設および作業に特化した訓練：作業の機能に応じて、管理者や監督者は作業者と同じ訓練を受ける。これは放射線安全や労働安全が中心である。

(詳細は、参考資料参照のこと。)

(6) 管理者や専門家の教育訓練カリキュラムの例

(ア) IAEA が提示している廃止措置の管理者や専門技術者の訓練コースの例。

(発電の経験があり、廃止措置の経験がない国などを想定して、廃止措置を行っている国(地域)で行う訓練コースの例)

◆ 第1日目

- ・ 会合の開会、コースの概要、規則や宿泊のルールなどの説明
- ・ 出席者の詳細な紹介、所属の発電所の廃止措置の動向や指導者の動向についての発表
- ・ 廃止措置の規制のプロセス
- ・ 規制と許認可の例

◆ 第2日目

- ・ 廃止措置の事前と詳細な計画プロセス
- ・ 廃止措置の計画の準備と関係書類および記録の保存
- ・ 停止後の発電所の放射線のキャラクタライゼーション
- ・ キャラクタライゼーション、戦略、戦略インフラおよび実際の廃止措置の経験 (ケーススタディ)

◆ 第3日目

- ・ IAEA の発電所廃止措置の安全指針
- ・ 発電所の廃止措置の費用算出の例
- ・ 廃止措置の戦略の評価と選択
- ・ 廃止措置の経験 (ケーススタディ 1)
- ・ 財源確保の構造

◆ 第4日目

- ・ IAEA の廃棄物管理の指針、汚染物質の規制外の処理、廃止措置の健康影響や安全対策
- ・ 廃止措置と解体の具体的な課題

◆ 第5日

- ・ 原子炉の見学
- ・ 発電所の廃止措置 (ケーススタディ 2)

- ・ 円卓討議
- ・ 原子力研究施設の見学
- ◆ 第 6 日
 - ・ 各国の廃止措置の計画や経験
 - ・ 燃料搬出と関連課題
 - ・ 廃止措置プロジェクトの組織と管理
 - ・ 技術ビデオ（発電所の廃止措置に関する I A E A 貸与品）
- ◆ 第 7 日
 - ・ 運転プラントの廃止措置への移行
 - ・ 発電所廃止措置へのロボットの活用
 - ・ 廃止措置技術の一部としての除染技術
 - ・ 廃棄物の量と性質の評価法
- ◆ 第 8 日
 - ・ 解体技術
 - ・ 廃棄物の管理と処分
 - ・ 現在の廃止措置の課題とクリアランス物の扱い問題
 - ・ 廃止措置における保守のしやすさの要求に対応した安全隔離
- ◆ 第 9 日
 - ・ 廃止措置の準備や実施のための訓練要求
 - ・ サイトや建物の最終的な姿の調査結果、プロジェクトの最終報告書、許認可の最終段階、などの紹介
 - ・ 廃止措置対象施設の見学
- ◆ 第 10 日
 - ・ 廃止措置に向けた討論会
 - ・ 円卓討論
 - ・ コースの評価、ブレインストーミング、閉会の挨拶
 - ・ コースの終了

(イ) 英国における廃止措置と廃棄物管理の訓練コースの例

企業、大学、研究機関での教育訓練を、以下の3項目を能力養成のために設定している。

✧ 放射線防護

- ・それぞれの放射線と生物影響について明確にする
- ・放射線被ばくにおける部位別にウエイトをつける手法の理解と実践
- ・リスク評価における決定論的な手法と統計的手法の差の理解
- ・放射線防護の原則と実際の理解
- ・放射線の生物学的影響の細胞学的（遺伝的あるいは肉体的影響）な理解

✧ 原子力施設の廃止措置

- ・原子力発電所の廃止措置のステージごとの作業の明確化と、非原子炉や原子力潜水艦の廃止措置の内容の明確化
- ・国内、EU 圏、国際的な廃止措置の規制の把握と明確化
- ・環境影響評価（Environmental Impact Assessment（EIA））の実践と報告書の作成
- ・サイトや施設の廃止措置に要求される放射線源分布などの把握を計測や化学的なサンプリング技術により実施する手法
- ・ALARP 原則を満たすような戦略の策定や理解
- ・廃止措置に付加される改善手法の理解
- ・廃止措置作業における放射線や作業安全などの適切な理解
- ・解体技術を規制の範囲や経済性を考慮して実施

✧ 放射性廃棄物の管理

- ・英国と IAEA の廃棄物分類とその有効性の提示
- ・英国のすべての廃棄物の規制について提示し、クリアランスレベルなどを官庁に提示し、国際的な条約や協定書などを理解
- ・廃棄物の処理やコンディショニング方法や特徴についての理解
- ・廃棄物の保管や輸送について、放射線安全の視点から議論
- ・廃棄物の処分方法に、特に低レベル放射性廃棄物の処分について理解
- ・政府管理下の遺産的な廃棄物に対する NDA の取り組みを理解

(7) 廃止措置作業者の訓練のニーズと訓練コースの例

➤ 作業者の範囲

- ・運転員
- ・技能者(放射線防護や化学的な技術)
- ・保全作業者（電気、機械、計測制御、関係）
- ・工員（溶接工、配管工、大工、など）
- ・上記の作業者の現場監督

➤ 一般的な教育コースの内容例

- ・一般雇用者の放射線安全、労働安全、火災安全、非常時の計画
- ・放射線従事者の安全訓練
- ・防護マスク（全面、半面、自発呼吸器）訓練
- ・エアラインスーツ訓練
- ・電気安全訓練
- ・封じ込め技術訓練
- ・クレーン、ホイスト、柱組立（リグ組立）訓練
- ・防火訓練
- ・フォークリフト安全訓練
- ・人的行動の基本的な知識についての訓練（ハウ・レン・ソウ？）
- ・自己および仲間内のチェック
- ・プロジェクト評価と作業前確認
- ・増力機の利用（ジャッキ、滑車、・・・）
- ・手動操作
- ・応急手当の基礎
- ・高所作業
- ・化学/危険物の取扱い

これらの標準的な訓練の他、D&D（除染と廃止措置）として訓練を行っている例もあり、米国では、政府の所有しているサイトの廃止措置に携わる作業者には 24 時間から 40 時間程度の廃棄物処理の訓練が求められ、定期的に反復訓練が義務づけられている。

また英国では職業教育プログラムを導入し、労働者が廃止措置の現場を移動すること（流動化）に対応している。この対応は廃止措置に対して、国全体で共通の国立職業人標準を定め、職業人として廃止措置のコンピテンスを確認する認定試験（口頭試問やペーパーテスト）により評価されている。この制度を National Vocational Qualification (NVQ) in Nuclear Decommissioning と呼んでいる。

（８） 廃止措置の訓練に対する効率化と効果の向上のための行動

- ENTRAC : IAEA が開発した Electronic Nuclear Training Catalog (ENTRAC) は訓練の方法の収集、提供、情報や材料の保管を行うことが出来るシステムである。廃止措置の個人的な訓練についての IAEA の出版物がインターネットのサイト <http://entrac.iaea.org> からアクセスできる。
- IAEA のパイロットプロジェクト : IAEA が集めた国際的な研究炉の廃止措置についてのプロジェクトについての情報を収集した結果を評価したものである、世界には 200 基以上の研究炉が停止している。この研究炉の廃止に必要な教育・訓練についての情報の収集と交換について述べている。IAEA のウェブサイトからアクセスできる。

- OECD-NEA-CPD : OECD NEA の国際廃止措置共同プログラム (International Co-operative Programme on Decommissioning CPD) で廃止措置についての安全性、経済性と良好な環境対応についての作業をしている。
- RADWASTE : 廃止措置の刊行物のリストを作成し、<http://www.radwaste.org> で廃止措置の技術だけではなく、管理者、専門家、労働者の教育訓練についても教訓が整理されている。
- EUNDETRAF (European Nuclear Decommissioning Training Facility) : ヨーロッパの廃止措置の知識を広め、共有するための訓練コースを保有している。このコースには管理者、技術者、放射線管理者、などを対象にしている。
- 訓練資料の配布 : 多くの作業員に対して資料を提供するもので、放射線防護資料などが代表的な訓練材料である。米国の DOE や ANL からの資料などが有名である。また IAEA から放射線防護の資料の提供もある。
- 2 国間協定 : 廃止措置を含め原子力関係の作業員や技術者の訓練情報を 2 国間協定により提供されている。

(9) 専門家と廃止措置の訓練のニーズと訓練内容

次表に高級管理者に保持すべきコンピテンス（能力）についての詳細を示す。この内容は、昇格人選、新規採用、育成、などに使うことが出来る内容を整理したものである。

NO	必要とされるコンピテンスの内容
プロジェクト管理と技術的なコンピテンス	
1	管理全体のビジョンと複雑な廃止措置の方針（政策）の策定
2	運転から廃止措置への移行への組織編成への戦略的なビジョン策定
3	組織の文化、価値、倫理、などの構築を管理者の役割として実践
4	管理の変革
5	人材の効果的な管理
6	人材の再評価の実践、モチベーション向上、安全風土の醸成
7	個人教育の実践管理、再教育と評価、SAT に基づく基本的な行動管理者の役割と責任
8	統合的管理システム
9	管理の高度化（一貫した管理への統合）
10	廃止措置プロジェクトの主要な要素の知識（過程、活動、インタフェース、等）
11	放射線や化学物質による災害発生上の課題と対応などのニーズなどの理解
12	廃止措置と解体の基本的な事項の設定と課題整理
13	廃棄物管理の基本的な事項と課題整理
14	廃止措置に影響を与える使用済み燃料の管理と課題
15	リスク評価の基礎、リスク管理とリスク発信による意思決定
16	プロジェクト管理の基礎（リスク評価を含むすべての重要な事項）
17	キイとなる段階の識別と成果の創出をさせる構想力
18	プログラム管理の基本（WBSや Earned Value Reporting など）
19	廃止措置の計画の基礎（現在の廃止措置の課題など）
20	サイト閉鎖の最終的な姿を構想するコンピテンス
21	廃止措置プロジェクトのコスト評価とコスト削減の素養
22	調達の見点と予備品の考察
23	柔軟性の評価
24	下請けの管理と下請けの能力確認
25	評価(自己評価、独立評価、管理システムレビュー、など)
26	安全管理の基礎（方針、組織の課題、計画、監視、レビューと監査）と安全文化の醸成
27	保健物理と放射線防護、個人と企業の安全、安全作業環境の構築、被ばく低減（ALARA）
28	作業安全分析
29	事故と無災害道具（フェールセーフ機器）

3 0	環境安全の基礎
3 1	施設の保全課題と方針決定の知識、監視と調査、施設を配置管理からみた改善、
3 2	作業場所および個人と組織の行動の改善、成果の評価、行動の差異、改善行動、 および改善プログラムの制定
3 3	プラント（サイト）の歴史の知識
3 4	廃止措置の知識管理の基礎（知識の保持や移転）、情報管理と記録の保存の主課 題の知識
3 5	廃止措置に使える情報技術の知識に関する基礎
3 6	機密や保障措置の主要な課題、管理者の機密管理や保障措置行為の適切な確認
規制に関連したコンピテンス	
3 7	主要な規制要求事項に関する知識
3 8	許認可の課題についての知識
3 9	安全解析の報告書の作成と主課題の摘出
4 0	危機管理の基礎（危機管理計画、計画の管理者の責務、危機対応動作、異常事 態発生と報告、など）
統治、財源、および事業リスクに関する課題	
4 1	労働法規と課題、訓練上の問題の対応、作業グループ間の抗争対応
4 2	経営計画、財源管理、と会計の基礎
4 3	社会的な影響の極小化課題知識
個人のインセンティブアップおよび教育・研修	
4 4	リーダーシップ
4 5	戦略的思考
4 6	達成する成果
4 7	対話のスキル（目的を組織内で共有すること、聴取スキル、従業員との対話、 討論の活性化、会議の効率化、など）
4 8	意思決定と問題解決スキル
4 9	時間管理
5 0	合意と協議
5 1	纏める力と効果的な発表のスキル
5 2	ステークホルダーとの関係
5 3	経営感覚(出費管理と安全管理のバランス構築)
5 4	人材開発
5 5	安全要求に対する効果的なインセンティブの基礎の構築
5 6	従業員の一層の能力向上策の基礎
5 7	個人的な性格付け（知能、正直さ、忠誠心、倫理観、ユーモアセンス、想像力、 ストレス耐性、柔軟性、正義感、などなど）

5 8	特別な技術的コンピテンス（廃止措置全般、放射線インベントリー、固定化技術、臨界安全、など）
語学のスキル	
5 9	プロジェクトを推進するために必要な外国語スキル（会話、情報収集、国際会議参加、海外出張、対応など）

また企業の中には高齢化により新人を確保し、次世代経営にそなえた教育も必要にしている。これを政府が支援をする仕組みもできていて、英国では「原子力技術教育連合体（Nuclear Technology Education Consortium（NTEC））」を設立し、そこでは大学卒業生の技術スキルのニーズなどについてのまとめも行っている。ヨーロッパでは廃止措置の大学教育として、スペインや英国で技能者から高度の技術者の育成のための教育コースを設定している。

（*Examples of typical training courses-Decommissioning and environmental remediation-North Highland College）

これらの要求に対して設定している代表的な管理者と専門技術者の育成のコースのIAEA加盟国での典型的な例を以下の表に示す。

コースの内容	目的類型
プロジェクト管理/計画/偶発事故分析	一般的な管理スキル
時間管理	一般的な管理スキル
交渉	一般的な管理スキル
活動の仕様と偶発事故	技術的な問題
動機づけ/指導力	一般的な管理スキル
プラントの構成/施設の運転	技術的な問題
施設の技術的な仕様と監視要求	技術的な問題
事故時の対応	技術的な問題
人間挙動の基礎	一般的な管理スキル
観察と指導	一般的な管理スキル
プロジェクトのレビューと作業前の確認	一般的な管理スキル
コミュニケーションのスキル	一般的な管理スキル
危機管理	技術的な問題
記録と報告書の管理	技術的な問題
人間の活動管理	一般的な管理スキル
廃止措置への法律や規則	技術的な問題
材料の管理：属性、要求仕様、代替の処理、など	技術的な問題
高レベル RP、ALARA、および JHA 概念	技術的な問題

廃止措置技術	技術的な問題
廃止措置に先行した使用済み燃料管理	技術的な問題
放射線のキャラクタライゼーション	技術的な問題
プロジェクトリスク管理	技術的な問題
安全評価	技術的な問題
コストと財源	一般的な管理スキル

委員会活動

「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」

特別専門委員会

委員名簿

(順不同、敬称略)

主査 幹事	井口 哲夫	名古屋大学
	菊池 孝	(公財) 原子力バックエンド推進センター
委員	金子 悟	日本原燃株式会社 (第1回委員会まで)
	佐々木 泰	日本原燃株式会社 (第2回委員会から)
	池田 泰久	東京工業大学
	市川 康明	岡山大学
	出光 一哉	九州大学
	榎戸 裕二	(公財) 原子力バックエンド推進センター
	大江 俊昭	東海大学
	大場 恭子	東京工業大学
	奥津 一夫	鹿島建設株式会社 (第2回委員会から)
	勝田 忠広	明治大学
	小崎 完	北海道大学
	坂下 章	三菱重工業株式会社 (第2回委員会から)
	高橋 邦明	(独) 日本原子力研究開発機構
	土 宏之	清水建設株式会社 (第2回委員会から)
	朽山 修	(公財) 原子力安全研究協会
	新堀 雄一	東北大学
	長谷川 信	(独) 日本原子力研究開発機構
	加藤 和之	日本原燃株式会社 (第2回委員会まで)
	古谷 誠	日本原燃株式会社 (第3回委員会から)
	棕木 敦	日揮株式会社 (第2回委員会から)
	柳原 敏	福井大学
	山本 修一	株式会社大林組
	吉田 憲正	株式会社東芝

「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」
特別専門委員会

活動記録

第1回委員会 平成26年6月18日

- (1) 放射能濃度の低いウランを含む廃棄物のトレンチ処分の安全評価について
- (2) 低レベル放射性廃棄物処理処分技術の体系化に関する検討課題について
- (3) 低レベル放射性廃棄物処理処分の推進のための理解活動等に関する検討課題について
- (4) バックエンド分野における人材確保および育成の方策に関する検討課題について

第2回委員会 平成26年9月1日

- (1) 低レベル放射性廃棄物の処分にかかわる新規規制基準への対応、およびウラン廃棄物の処理処分を進めるための合理的な規制の在り方の検討について
- (2) バックエンド分野における人材確保及び育成の方策に関する検討課題について
- (3) 低レベル放射性廃棄物処理処分の推進のための理解活動等に関する検討課題について

第3回委員会 平成26年10月23日

- (1) ウラン廃棄物処分の考え方 中間報告書（案）について
- (2) 低レベル放射性廃棄物処理処分の推進のための理解活動等に関する検討課題について
- (3) バックエンド分野における人材確保及び育成の方策に関する検討課題について

第4回委員会 平成26年12月18日

- (1) バックエンド分野における人材確保及び育成の方策に関する検討課題について
- (2) 低レベル放射性廃棄物処理処分技術の体系化に関する検討課題について
- (3) 低レベル放射性廃棄物処理処分のための理解活動等に関する検討課題について

第5回委員会 平成27年1月22日

- (1) ウランを含む廃棄物処分の考え方について
- (2) 低レベル放射性廃棄物処理処分技術の体系化等に関する検討課題について
- (3) 低レベル放射性廃棄物処理処分の推進のための理解活動等に関する検討課題について
- (4) バックエンド分野における人材確保及び育成の方策に関する検討課題について