

原子力分野の人材育成について

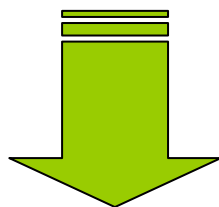


平成18年2月24日

文部科学省原子力計画課

「原子力政策大綱」において示された今後の原子力の研究・開発・利用の方向性

- 今後とも原子力は日本の総発電量の30～40%かそれ以上を占めるべき
- 2030年代の既存原子力発電施設の代替建設に向けて技術継承が必要
- 2050年までの高速増殖炉の商業化に向けた研究開発及び核融合研究開発その他の原子力の研究開発が必要
- 原子力に関する社会的信頼の回復に資するモラルの向上
- 国際競争力の維持・国際プロジェクトへの対応



原子力分野における人材育成・確保の必要

「原子力政策大綱」において示された 今後の原子力分野の人材育成の課題・方向

- 熟練工・団塊世代の退職、労働者の高齢化
- 原子力発電所の新規建設減少により運転保守管理業務主体に
- 職場の魅力向上
- 競争的資金の活用
- 今後の原子力分野の課題に対応できる人材の確保
- 国際競争力の維持
- 専門的人材の育成
- 大学における教育の充実
- 多様な人材の確保の要請
- 人材交流の推進
- 原子力産業と連携した人材育成
- 放射線分野における専門家の不足

今後の人材育成の課題・方向①

□ 熟練工・団塊世代の退職、労働者の高齢化

課題

- 熟練技術者の業務量が多すぎて、後継者の指導に当たれない。
- 国内の原子力発電所の新規建設が少なくなっている中、メーカーの人材及び技術力維持が不安。

対応例

- 熟練技術者などの作業ノウハウや過去の検討資料、関係図面等を技術データベースとして整備し、部門全体で活用。
- e-ラーニングによるトラブル事例学習等の訓練や、高度作業のノウハウをビジュアル化した教材による技術継承を検討。

※ 本ページ以下12ページまでの資料における「課題」及び「対応例」については、事務局が行った電力事業者・メーカー・大学研究者へのヒアリングから抽出したもの

今後の人材育成の課題・方向②

- 原子力発電所の新規建設減少により運転保守管理業務主体に

課題

- 保守・点検業務に従事する技術者は、原子力全体についてバランスよく理解していることが必要。そのような人材が高齢化している。
- 当分は国内の建設需要がないため、海外市場に出て行かなければ2030年代までの技術伝承や人材開発ができなくなる。また、その間の技術者の経験不足も不安。

対応例

- 原発の運転、保全関係の人員について、OJT教育、社内外研修機関での教育訓練により人材を育成し、社内技術認定制度、公的資格による力量確認を行っている。
- 保修員を関係会社へ出向させることにより、社員に現場を経験させて技術力・判断力の向上を図り、同時に関係会社へ管理ノウハウを移転している。

今後の人材育成の課題・方向③

□ 職場の魅力向上

課題

- 原子力が人気薄なのは、(原子力事故などの)社会的背景に加えて、地方勤務の多さや外部から見た仕事の不透明性が影響しているのではないか。
- 原子力産業が成熟するとともにフロンティア的要素がなくなってきたので、人材が集まらない。
- 企業独自の人材育成プランに基づき、体系的な人材育成プログラム・キャリアプランを確立して継続的な人材育成と技術の高度化を図るとともに、同時に安全文化、コンプライアンス、リーダーシップ等の人間形成面の教育が必要。
- 学位に見合うだけの給与面での待遇をし、原子力関係の専門性を評価すべき。

対応例

- 原子力関係の一連の不祥事の背景には、原子力部門の他部門との距離があると考えるので、他部門との交流を進めている。

今後の人材育成の課題・方向④

□ 競争的資金の活用

課題

- 国の競争的資金については、基礎基盤的研究テーマがどれだけ民間事業者が行う研究とマッチするか、知的財産権の自由度がどれだけあるか、が課題。
- 近年は電力会社との共同研究もなくなってきているので、国の競争的資金を積極的に活用しているが、民間事業者側の費用の持ち出しや課題選定の仕組みについて課題がある。
- 競争的資金によって仕組みが違うので、使いにくい。

今後の人材育成の課題・方向⑤

□ 今後の原子力分野の課題に対応できる人材の確保

課題

- 語学を含めた国際性のある人材が必要。
- エネルギー・環境セキュリティなど、専門分野(原子力)に留まらずに視野を広く持った人材が必要。
- 将来に向けた課題に挑戦的に取り組むことができる人材が必要。
- 対外的に説明能力のある技術系人材が必要。
- 電力自由化の時代に、競争力・突破力などを持った指導者が不足。
- 電力会社のニーズを前もって汲み取り、製品開発の過程でも活発に意見を出せるような提案型の人材が必要。

今後の人材育成の課題・方向⑥

□ 国際競争力の維持

課題

- 政府・企業・大学間の交流など、人材の流動性が必要。
- 給与など待遇の改善により、原子力関係の専門性を評価することが必要。

対応例

- 米国では、原子力訓練アカデミー等が中心となって、原発人員の体系的な教育訓練方策を確立・標準化している。
- 海外の会社に社員を派遣して一緒に仕事をさせ、経験をつませている。
- 英語の検定試験の受験を推奨している。

今後の人材育成の課題・方向⑦

□ 専門的人材の育成

課題

- 電力会社であれば、基礎的な学力保有者をOJTによって教育すれば足りるが、メーカーや研究所には、専門的な学力保有者が必要。
- 基礎研究よりも実学的な知識を身につけた学生が不足。
- 安全規制業務従事者には、技術も含めた原子力に関する幅広い知識が必要。

対応例

- 大学学部で理系の分野を学んだ後に、大学院において原子力を専門として学ぶのが望ましい。
- 企業が雇用を増やさないと、原子力を専攻する人材が増えない。
- 学位に見合うだけの給与面での待遇をし、原子力関係の専門性を評価すべき。

今後の人材育成の課題・方向⑧

□ 大学における教育の充実

課題

- 大学においては、教える内容と教官自身の研究内容がずれてきていることが問題。
- 原子力産業が成熟するとともにフロンティア的要素がなくなってきたので、人材が集まらない。
- 原子力分野での就職口がないため、大学の課程では、原子力について電気工学の一部としてなど広く薄く教えることとなり、専門性が身につかない。
- 基礎研究よりも実学的な知識を身につけた学生が不足。

対応例

- 専門職大学院は、原子力の基礎知識を総合的に身につけることのできる有意義な場。企業からの受入をもっと増やすべき。
- 原子力への正しい理解をもって進路を選んでもらうために、小学校段階からのエネルギー教育を考えるべき。
- 大学に優秀な学生を集めるためには、奨学金制度が必要。

今後の人材育成の課題・方向⑨

□ 多様な人材の確保の要請

課題

- 外国人については国内の留学生を主に雇用しているが、原子力分野の特殊性(核技術の移転に関する問題)なども考慮すると難しい面もある。
- 女性については積極的に活用したいと考えているが、結婚・出産等による休業があるので難しい。

対応例

- 若手は基本的に現場に配属してOJTで技能習得を図っている。
- 女性については、エンジニアリングやソフトを扱う業務、PA事業などに多く在籍している。

今後の人材育成の課題・方向⑩

□ 人材交流の推進

課題

- 政府・企業・大学間の交流など、人材の流動性が必要。

対応例

- 補修員を関係会社へ出向させることにより、社員に現場を経験させて技術力・判断力の向上を図り、同時に関係会社へ管理ノウハウを移転している。
- 海外の会社に社員を派遣して一緒に仕事をさせ、経験を積ませている。
- 火力発電の建設現場に原子力の人材を投入することによってプラントビジネスなどのノウハウを学ばせ、シナジー効果を期待している。

今後の人材育成の課題・方向⑪

□ 原子力産業と連携した人材育成

課題

- 連携大学院制度は、教員が忙しすぎて連携がうまくいっていないのではないか。インターンシップについては、需給バランスやカリキュラムについて大学がフォローしていないのが問題。
- インターンシップの受け入れ時期について、学生と企業のタイミングが合わない。
- 大学教育においては理論研究的なカリキュラムが大部分を占めているが、現場技術の革新や研究成果の産業への適用の面で、産学の連携を進め、教育・研究を行うべき。

(参考)

民間事業者(電力会社)における人材確保・養成の例

- 原子力本部への採用に当たっては、電気、機械、原子力、化学の各分野からバランスの取れた人数を確保。
- 運転・補修・放射線管理・原子燃料管理の各技術分野における計画的な技術能力育成を目的としたキャリアプランを策定し、入社後一定期間は、全員が運転研修及び関連会社出向を通じて全ての技術分野の知識・技能の習得を図る。
- 原発の運転・保全関係の人員について、OJT及び社内外研修期間での教育訓令により育成を行い、社内技術認定制度・公的資格による力量を確認。
- 関係会社と一体となって補修業務に取り組み、相互に技術力を向上(補修員を関係会社に出向させ、現場作業の経験を積ませるとともに、管理ノウハウを関係会社へ移転する)。
- 協力会社従業員についても、社内研修機関での教育訓練機会を提供。
- 熟練技術者などの作業ノウハウや過去の検討資料、関係図面等を技術データベースとして整備し、部門全体で活用。
- e-ラーニングによるトラブル事例学習等の訓練や、高度作業のノウハウをビジュアル化した教材による技術継承を検討。

今後の人材育成の課題・方向⑫

□ 放射線分野における専門家の不足

課題

- 放射線医療分野専門家については、原子力の人材が医療に近づかざるを得ない。医者より地位が低いという状態が問題。
- 全国の大学で足並みをそろえて育成するためのプログラムを作るなど、まずは議論の場が必要。
- 原子力分野を履修しても医療分野へ進めるようすべき。

検討の方向性

- 今後必要とされる、専門的スキルとともに原子力全体を見渡す広い視野を持った人材を育成するためには、連携大学院制度などを活用し、大学院レベルにおける専門(技術)教育を充実することが重要。
- 大学における原子力に関する教育的施設が老朽していることに対する対策が必要。
- 専門職大学院を重点的に活用して社会人を受け入れ、原子力産業に携わる人材の再教育が重要。
- 原子力関係研究者の底辺拡大と原子力研究の活性化のため、競争的資金を積極的に活用することが必要。
- 原子力人材の経験と視野を広げるためには、研究機関・民間企業・行政などの間の人材交流を活発にするとともに、企業内でも他部門や現場との人材交流を進めることが必要。
- 原子力人材の育成のため、(独)日本原子力研究開発機構を中心とした施設・設備の活用及び各種研修の推進が必要。
- インターンシップ制度の効果的な活用のためには、プログラムの企画や学生と受入機関の間の総合調整を行うコーディネーターが必要。また、単位認定を行うなど、高等教育プログラムの中にインターンシップを位置づけて、明確な目的の下に知識と経験の融合を図っていくことが重要。

(独)日本原子力研究開発機構における人材育成(研修関連)

1. 目的

原子力研究、開発及び利用の持続的進展のため、原子力産業を支える中核的技術者や規制行政庁職員等の人材育成に貢献する。また、アジア地域を対象に原子力分野の人材育成に協力し、国際的な原子力平和利用の推進と安全の確保に貢献する。

JCO事故を契機に、原子力災害の対応に係る法律の制定、防災体制強化が図られてきており、対応に当たる国、地方自治体その他防災関係機関の関係者を対象とした研修・訓練等を行う。

また、FBRサイクル総合研修施設でのNa取扱、保守訓練や中央制御室を模したシミュレーター装置による運転訓練などの研修を行う。

2. 事業概要

- ① 東海研修センター（茨城県那珂郡東海村）
 - ・産業界、国、地方公共団体等のニーズを踏まえた研修事業
 - ・原子力分野の法定資格取得のための研修（原子炉主任技術者、核燃料取扱主任者等）
 - ・東京大学（原子力専攻）及び連携大学院制度への協力
 - ・インドネシア、タイ及びベトナムにおいて原子力分野の国際研修
- ② 原子力緊急時支援・研修センター（茨城県ひたちなか市）
 - ・原子力防災対策実践研修、オフサイトセンター機能班訓練等
 - ・自治体を中心とした活動が求められる初動段階における初動訓練等
- ③ 国際原子力情報・研修センター（福井県敦賀市）
 - ・高速炉技術研修、保守汎用技術研修
 - ・原子力研究交流制度（文部科学省）Na技術研修及び原子力関連業務従事者研修（若狭エネ研）FBR研修

3. 経緯と現状

- ① 東海研修センター（茨城県那珂郡東海村）
 - 昭和33年 ラジオアイントープ（RI）研修所を東京駒込に設置。RI基礎過程開講。
 - 昭和34年 原子炉研修所を東海研究所内に設置。高級課程及び一般課程開講。RI専門課程開講（昭和35年）。核燃料工学課程開講（昭和45年）。
 - 昭和50年 ラジオアイントープ研修所と原子炉研修所を統合。
 - 平成14年 東京研修センター閉所。
 - 平成15年 東海研修センターにRI・放射線技術者研修事業を統合。
 - 平成17年 日本原子力研究開発機構発足。旧サイクル機構の職員研修チームと統合。
- ② 原子力緊急時支援・研修センター（茨城県ひたちなか市）
 - 平成12年 原子力防災に係る危機管理講座等の研修を開始。FBRサイクル総合研修施設開所。
- ③ 国際原子力情報・研修センター（福井県敦賀市）
 - 平成13年 オフサイトセンターでの訓練を開始（体感訓練）。Na配管漏洩対応訓練開始。

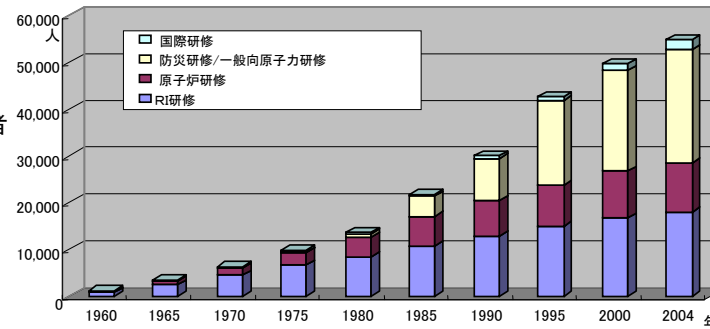
4. 今後の予定

原子力研修において、産業界、官界及び海外等からの要請に応え、適時、柔軟に研修コースを開設するなど、制度面（研修料金の設定、カリキュラムの編成、研修コースへの参加を随時公募するシステム等）の整備を進め、より実効性の高い研修・訓練を提供していく、

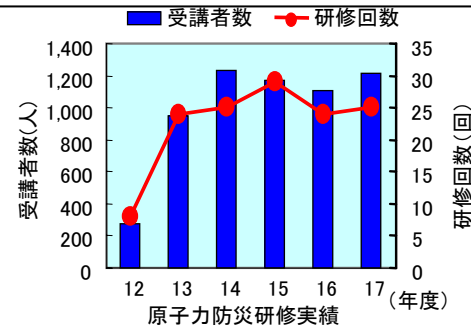
研修施設の概要等

① 東海研修センター（茨城県那珂郡東海村）

研修講義棟(左) 原子炉特研棟(右)



② 原子力緊急時支援・研修センター（茨城県ひたちなか市）



③ 国際原子力情報・研修センター（福井県敦賀市）



(独)日本原子力研究開発機構における産学官との連携, 成果の普及・活用

- 産学官との連携の強化を図り、社会のニーズを踏まえた研究開発を実施する。
- 研究成果の発信機能を強化し、社会への還元を図る。
- 機構の保有する施設設備を外部の広範な利用に供する。



原子カシステム研究開発事業について

平成18年度予算額 百万円 (平成17年度予算額 12,145百万円)

目的

革新的原子カシステム(原子炉、再処理、燃料加工)の実現に資するため、競争的研究資金制度を適用した提案型公募事業を実施。

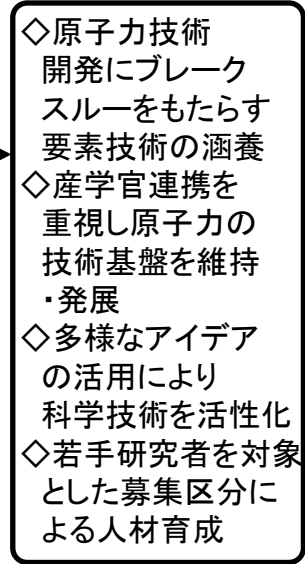
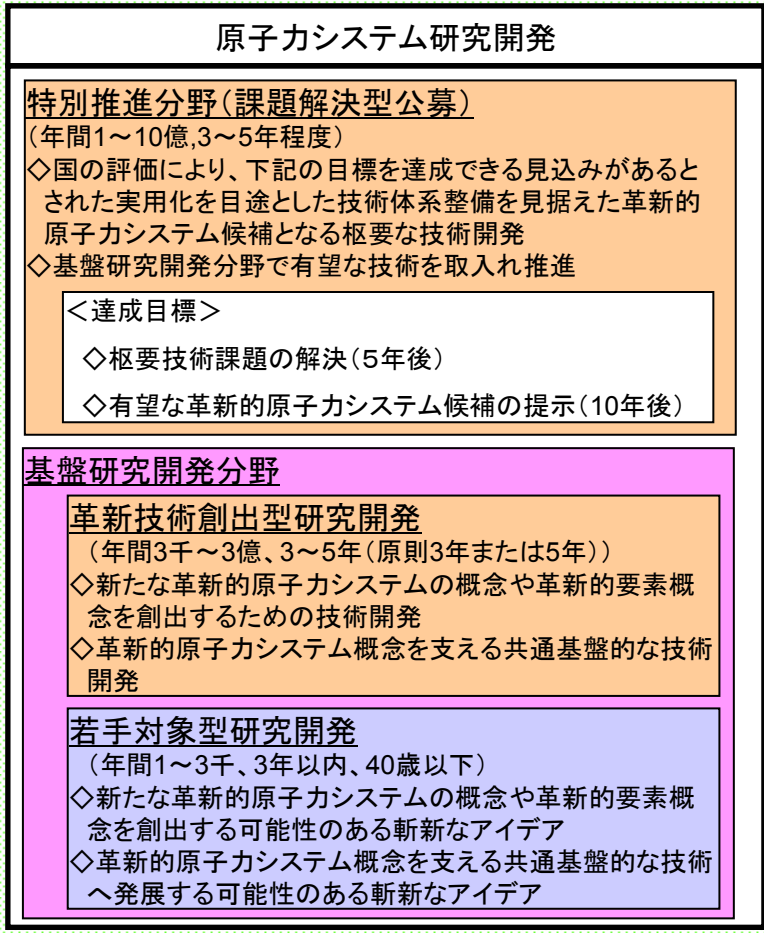
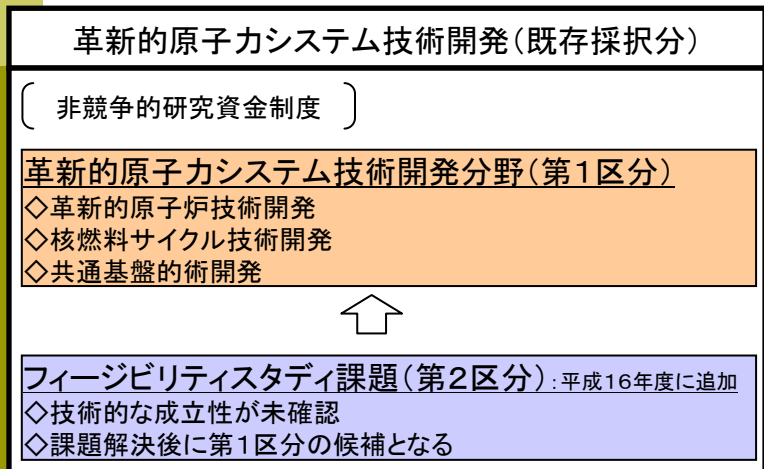
- ◇原子力技術開発にブレークスルーをもたらす要素技術の涵養
- ◇産学官連携を重視し原子力の技術基盤を維持・発展
- ◇多様なアイデアの活用により科学技術を活性化
- ◇若手研究者を対象とした募集区分による人材育成

新事業の特色

- ◇競争的研究資金制度の適用
 - 独立した配分機関による配分を検討
 - PD・POを設置する
 - 技術的観点からの厳正評価
 - 間接経費による措置を進める

今後望まれる革新的原子カシステムの方向

- ◇安全確保のしくみがわかりやすい (シンプル、人的要素の排除)
- ◇燃料を極力無駄にしない高効率燃料利用 (高効率熱、高速中性子の利用)
- ◇放射性廃棄物排出の大幅削減 (再処理等)



〔平成20年度に既採択課題終了〕

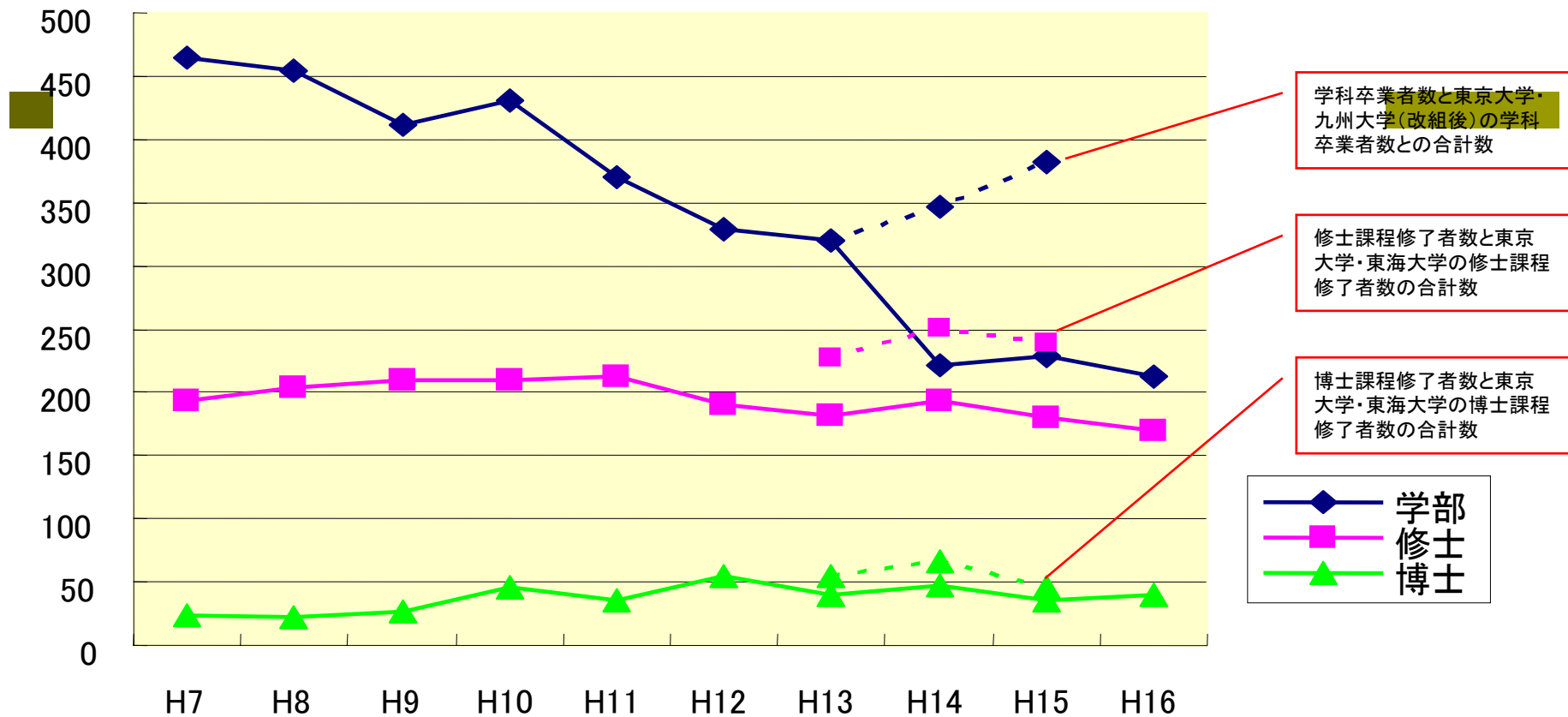
(参考)

- 原子力工学関係の課程 卒業学生数
- 大学における原子力工学関係の学科・専攻等(平成17年度)
- 大学・大学院への原子力関係課程の新設、奨学金、寄附講座、インターンシップ
- 国立・私立大学が有する研究用原子炉等
- 連携大学院方式による協力の現状(例)

原子力工学関係の課程 卒業学生数

- 原子力関係学部の卒業生数は、学科の統合や学科の名称変更などにより、減少(注)。
 - 修士課程の修了者はほぼ200人程度、博士課程の修了者は微増の傾向が見られる。
- (注)原子力関係の学科・専攻の改組の結果(参考参照)、実際以上に減少傾向が表れているものの、改組後の学科の卒業生数と合わせると、下げ止まりが見られる。

原子力工学課程 卒業学生数



大学における原子力関係学科・専攻等(平成17年度)

(1) 学部レベル

原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称(設置時期)
北海道大学	工学部	原子工学科(S42)
福井工業大学	工学部	原子力技術応用工学科(H17)

学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称(設置時期)	学科の名称(設置時期)
東北大学※	工学部	機械知能・航空工学科(H16)	原子核工学科(S37)
東京大学※	工学部	システム創成学科環境・エネルギーシステムコース(H12)	システム量子工学科(H5) 原子力工学科(S35)
東海大学※	工学部	応用理学科エネルギー工学専攻(H13)	原子力工学科(S38)
名古屋大学	工学部	物理工学科量子エネルギー工学コース(H5)	原子核工学科(S41)
京都大学	工学部	物理工学科エネルギー理工学コース原子核工学サブコース(H6)	原子核工学科(S33)
大阪大学	工学部	電子情報エネルギー工学科エネルギー量子工学コース(H16)	原子力工学科(S37)
近畿大学※	理工学部	電気電子工学科エネルギー工学コース(H14)	原子炉工学科(S36)
九州大学※	工学部	エネルギー科学科(H10)	応用原子核工学科(S42)

(2) 大学院レベル

原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称(設置時期)
東京工業大学	理工学研究科	原子核工学専攻(S32)
京都大学	工学研究科	原子核工学専攻(S32)
大阪大学	工学研究科	原子力工学専攻(S32)
茨城大学	理工学研究科	応用粒子線科学専攻(H16)
福井大学	工学研究科	原子力・エネルギー安全工学専攻(H16)
東京大学	工学系研究科	原子力専攻(専門職大学院)(H17) 原子力国際専攻(H17)

学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称(設置時期)	学科の名称(設置時期)
北海道大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻(H8)	原子工学専攻(S46)
東北大学※	工学研究科	量子エネルギー工学専攻(H8)	原子核工学専攻(S33)
武蔵工業大学	工学研究科	エネルギー量子工学専攻(H14)	原子力工学専攻(S56)
東京大学※	工学系研究科	システム量子工学専攻(H5)	原子力工学専攻(S39)
東海大学※	工学研究科	応用理学専攻(H8)	原子力工学専攻(S31)
名古屋大学	工学研究科	量子工学専攻(H16) エネルギー理工学専攻(H16)	原子核工学専攻(S45)
九州大学	工学府	エネルギー量子工学専攻(H10)	応用原子核工学専攻(S46)

(注) ※については、資料において原子力工学課程としてカウントされていない。

国立・私立大学が有する研究用原子炉等

	大学名	研究所名	研究用原子炉名	熱出力	運転開始年	所在地	現状
国立	京都	原子炉 実験所	京都大炉 (KUR)	5 MW	昭和39年	大阪府泉南郡熊 取町	運転
			KUCA (臨界実験装置)	0.1 KW	昭和49年	大阪府泉南町熊 取町	運転
	東京	工学系研 究科附属 原子力工 学研究施 設	東京大炉 (弥生)	2 KW	昭和47年	茨城県那珂郡東 海村	運転
私立	立教	原子力 研究所	立教大炉	100 KW	昭和36年	神奈川県横須賀 市長坂	解体中
	武蔵工業	原子力 研究所	武蔵工大炉	100 KW	昭和38年	神奈川県川崎市 王禅寺	解体中
	近畿	原子力 研究所	近畿大炉	1 W	昭和36年	大阪府東大阪市 小若江	運転

連携大学院制度による協力の現状

	大学	研究科・専攻	講座
日本原子力研究開発機構	筑波大学	数理物質科学研究科 物理学専攻	原子核加速器物理、核融合・プラズマ物理
		システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	構造エネルギー工学
	東京工業大学	総合理工学研究科 創造エネルギー専攻	核融合、レーザー科学
		理工学研究科 原子核工学専攻	革新炉工学
	東北大学	理学研究科 化学専攻	重元素化学
		理学研究科 物理学専攻	アクチノイド物理学、加速器科学
	茨城大学	理工学研究科 機械工学専攻／生産科学専攻	動力エネルギーシステム
		理工学研究科 地球生命環境科学専攻／宇宙地球システム科学専攻	放射線科学
		理工学研究科 応用粒子線科学専攻	基礎原子力科学
	宇都宮大学	工学研究科 エネルギー環境科学専攻	応用エネルギー科学
	兵庫県立大学 (姫路工業大学)	理学研究科 物質科学専攻 物質構造制御学部門	表面界面物性学
	群馬大学	工学研究科 材料工学専攻／物質工学専攻	先端機能材料
		工学研究科 応用科学専攻／物質工学専攻	環境保全化学
		医学系研究科 医科学専攻 代謝機能制御系	生体機能解析学
	岡山大学	自然科学研究科 数理電子科学専攻	数理光量子化学
	京都産業大学	理学研究科 物理学専攻	光量子科学
金沢大学	自然科学研究科 物質科学専攻	深部地質環境科学	
東京工業大学	理工学研究科 原子核工学専攻	バックエンド工学	
福井大学	工学研究科(独立専攻) 原子力・エネルギー安全工学専攻	プラントシステム安全工学	
放射線医学総合研究所	千葉大学	自然科学研究科	生物エネルギー様式論
			放射エネルギー物性論・作用論・様態論
			細胞動態学
		医学薬学教育部(医学薬学府)及び大学院医学研究部(研究院)	放射線防御機能講座
	東京工業大学	総合理工学研究科	エネルギー創造
	東邦大学	理学研究科	生物学専攻
物理学専攻			
		生物分子科学専攻	
東京理科大学	理学研究科及び基礎工学研究科	物理学専攻	