



JAEA-Review  
2008-030

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係る調査  
(受託研究)

Survey of Educational Curriculum for Nuclear Engineering of University in Japan  
(Contract Research)

佐藤 公一 加藤 浩 石川 文隆 長谷川 信  
中崎 正好\*

Koichi SATO, Hiroshi KATO, Fumitaka ISHIKAWA, Makoto HASEGAWA  
and Masayoshi NAKAZAKI\*

東海研究開発センター  
核燃料サイクル工学研究所  
サイクル工学試験部

Nuclear Cycle Engineering Department  
Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories  
Tokai Research and Development Center

September 2008

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,  
Japan Atomic Energy Agency  
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2008

## 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係る調査 (受託研究)

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所  
サイクル工学試験部

佐藤 公一、加藤 浩、石川 文隆<sup>+1</sup>、長谷川 信<sup>+2</sup>、中崎 正好\*

(2008年5月2日 受理)

日本原子力研究開発機構は、人材育成を目的とした原子力教育大学連携ネットワーク(旧称：連携大学院ネットワーク)の構築を目指し、平成17年度に金沢大学、東京工業大学、福井大学と「教育研究等に係る連携・協力推進協議会」を設置し、原子力教育大学連携ネットワーク構築に向けて検討を進めるとともに、合同学生実習を実施した。平成18年度は「原子力教育大学連携ネットワーク推進委員会」を設置し、教育カリキュラム、遠隔教育システム、実習機器の検討を進め、平成19年度4月に遠隔教育システムを使用した共通講座を開始するとともに学生実習を実施した。

本調査は、原子力教育大学連携ネットワーク構築に向けて、原子力関連講座を有する大学を対象に、大学が求める原子力教育の程度、他機関との連携、人材育成の取り組み等を分析する事により、各大学の原子力教育の現状を把握することで、各大学における原子力教育を行う上での課題、将来構想等を抽出し、今後の原子力教育大学連携ネットワークの構築に向けた基礎情報として資する為に実施した。

調査方法としては、WEB及び公開されているカリキュラムに基づき原子力関連講座を有する大学に送付し、回答をしてもらうアンケート方式をとった。主な調査項目として、原子力教育の実施に関する今後の方向性、他機関との連携に関する意識、原子力教育大学連携ネットワークが提供する共通講座・実習等に関する要望、人材育成に関する大学独自の取り組み等を取り上げ、これらの項目に対して多岐選択式及び記述式にて回答して頂いた。

その結果として、体系的な教育カリキュラムを維持・継続していく為に他機関との連携を希望する大学は約80%を占めており、原子力教育大学連携ネットワークへの参加については、学生実習、相互講師派遣、共通講座の順に要望が多いが、遠隔教育システムの設置に係る調整、講師派遣における学内の調整、実習地への移動旅費等の課題が挙げられた。また各大学の人材育成に関する取り組みとして、他機関との連携講座や招聘講師による授業の提供、国際的な視野を得る為の国際インターンシップや実務・現実問題への対応力を持った人材の育成等が挙げられた。以上の調査結果に基づき、今後ネットワークの構築に向けた検討を進めていきたい。

---

本報告書は財団法人 全日本地域研究交流協会が日本原子力研究開発機構との委託契約により実施した業務成果に関するものである。

核燃料サイクル工学研究所：〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33

+1 プルトニウム燃料技術開発センター 技術部

+2 環境技術管理部

\* 財団法人 全日本地域研究交流協会

**Survey of Educational Curriculum for Nuclear Engineering of University in Japan  
(Contract Research)**

Koichi SATO, Hiroshi KATO, Fumitaka ISHIKAWA<sup>+1</sup>, Makoto HASEGAWA<sup>+2</sup>  
and Masayoshi NAKAZAKI\*

Nuclear Cycle Engineering Department  
Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Tokai Research and Development Center  
Japan Atomic Energy Agency  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received May 2, 2008)

Japan Atomic Energy Agency has been advancing the construction of 'Japan Nuclear Education Network(JNEN)' aiming at the human resources development in the nuclear field since FY 2005, and executed the practical training for Nuclear Engineering in 2005~2007. JNEN started the common course for Kanazawa University, Tokyo Institute of Technology, and Fukui University by the remote educational system in FY 2007. In FY 2008, Ibaraki University and Okayama University are scheduled to participate in JNEN.

The purpose of the survey is to grasp the present status of educational curriculum for nuclear engineering of university in Japan, and to be helpful for our activities to extend JNEN in future.

The questionnaire survey of educational curriculum for nuclear engineering of seventeen universities in Japan was conducted about the future plan of education for nuclear engineering, cooperation with another organization, the request for cooperation with the related constitutions and for the lecture served by JNEN, and approach of universities for the human resources development etc.

The present survey leads to the following conclusions. About 80% of seventeen universities hope the cooperation with another university and related institutions to maintain and continue the educational curriculum of nuclear engineering systematically. Their universities request the practical training for nuclear engineering, the dispatch of lecturers each other, the remote educational system in case of participation. There are some problems of the correspondence with the remote educational system, the coordination to dispatch lecturers in each university, the traveling expenses to students and dispatched lecturers for participation in JNEN etc.

Keywords: Educational Curriculum, University, Nuclear Engineering

---

This work was performed by Japan Association for the Advancement of Research Cooperation under contract with Japan Atomic Energy Agency.

+1 Technical Administration Department, Plutonium Fuel Development Center

+2 Waste Management Department

\* Japan Association for the Advancement of Research Cooperation

目 次

1. 調査の目的 .....	1
2. 調査の概要 .....	1
2.1 調査内容 .....	1
2.2 実施体制 .....	2
3. 原子力関連の教育カリキュラムに係る調査 .....	3
3.1 原子力関連講座を有する大学院の教育体系 .....	3
3.2 原子力関連講座を有する大学院の教育目標 .....	4
3.3 原子力関連講座を有する大学院の教育カリキュラム構成 .....	8
4. 原子力関連の学生実習・実験に関わる調査 .....	12
4.1 原子力関連の学生実習・実験プログラム .....	12
4.2 原子力関連講座の大学院生研究プログラム .....	15
4.3 大学院生実験・研究における学外設備の利用状況 .....	20
5. 体系的な原子力教育に関するアンケート調査 .....	22
5.1 原子力に関わる体系的な教育の実施 .....	22
5.2 他大学・研究機関との原子力教育に関する連携の要望 .....	25
5.3 日本原子力研究開発機構の「連携大学院構想」への参加希望 .....	34
5.4 大学における原子力関連教育の独自の取組み .....	37
6. 原子力に関わる学部・大学院の学生数の推移と就職状況 .....	39
6.1 原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者数の推移 .....	39
6.2 原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者の進路 .....	41
6.3 人材需要と供給のアンバランスに関する大学側からの対応 .....	49
7. 原子力関連業界の変遷と人材育成に対する要望 .....	53
7.1 原子力業界の歴史的変遷と今後のシナリオ .....	53
7.2 原子力学会での分野別発表件数の推移からみる現状 .....	57
7.3 大学と産業界・研究機関との連携による人材育成 .....	61
8. まとめ .....	65
参考文献 .....	69
添付資料リスト .....	71

Contents

1. Objective .....	1
2. Methods of the survey .....	1
2.1 Survey items .....	1
2.2 Implementation structure .....	2
3 Survey of Educational Curriculum of Nuclear Engineering .....	3
3.1 Graduate School of Nuclear Engineering .....	3
3.2 Target of Education .....	4
3.3 Educational Curriculum of Nuclear Engineering .....	8
4. Survey on laboratory training and experimental study .....	12
4.1 Laboratory training for undergraduate student .....	12
4.2 Experimental study for graduate student- .....	15
4.3 Utilization of the apparatus outside of university .....	20
5. Questionnaire survey on structured approach of nuclear engineering .....	22
5.1 Structured approach of nuclear engineering .....	22
5.2 Collaboration with other universities and research institute .....	25
5.3 Request of the participation in collaborative graduate school .....	34
5.4 Unique educational program for nuclear engineering .....	37
6. Number of graduate and undergraduate students for nuclear engineering .....	39
6.1 Trend of the graduate and undergraduate students .....	39
6.2 Career options for graduate students .....	41
6.3 Response of university to the unbalance of job offer and job-hunter .....	49
7. Change of climate of the nuclear industries .....	53
7.1 Change of climate of the nuclear industries .....	53
7.2 Number of presentation at Atomic Energy Society of Japan .....	57
7.3 Human resource development by Cooperation with Universities and Industries .....	61
8. Conclusion .....	65
References .....	69
Attachments .....	71

表リスト

表 3.1-1	大学院工学系研究科の中での原子力教育体系のまとめ(その1)	6
表 3.1-2	大学院工学系研究科の中での原子力教育体系のまとめ(その2)	7
表 3.3-1	原子力関連講座を有する大学院の教育カリキュラムの特徴	8
表 3.3-3	大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ	10
表 4.1-1	原子炉等実習の実施状況(大学別)	12
表 4.1-2	原子炉等実習の実施状況(施設別)	14
表 4.2-1	平成 18 年度の大学院生の研究テーマ	15
表 4.3-1	修士論文テーマのうち学外設備の利用状況(大学別)	20
表 4.3-2	修士論文テーマのうち学外設備の利用状況(学外設備別)	21
表 5.1-1	原子力教育研究に関する教育カリキュラムの課題	24
表 5.2-3	大学別の民間企業との連携を希望する項目	27
表 5.2-5	大学別の公的機関との連携を希望する項目	29
表 5.2-7	大学別の他大学との連携を希望する項目	31
表 5.2-9	その他機関と連携を希望する項目	33
表 5.2-10	新たな連携の模索状況及び課題	33
表 5.4-2	各大学における独自の原子力関連教育の取組み事例	38
表 6.3-2	原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み事例(大学別)	50
表 6.3-4	原子力関連業界への就職支援に対する大学側からの要望(大学別)	52

図リスト

図 2.2-1	調査の実施体制	2
図 3.3-2	原子力に関わる大学院の教育体系	9
図 5.1-1	大学・大学院における原子力教育カリキュラムの実施に関する今後の方向性	22
図 5.2-1	他大学・研究機関との原子力教育に関する連携の要望	25
図 5.2-2	民間企業と連携を希望する項目	26
図 5.2-4	公的機関と連携を希望する項目	28
図 5.2-6	他大学と連携を希望する項目	30
図 5.2-8	他機関と連携を希望する項目	32
図 5.3-1	JAEA「連携大学院構想」への参加要望のまとめ	34
図 5.4-1	原子力教育に関する独自の取組みの方向性	37
図 6.1-1	原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者数の推移	39
図 6.2-1	学部卒業生の大学院への進学率	41
図 6.2-2	修士修了者の大学院への進学率	43
図 6.2-3	修士修了者の就職先の分布	45

図 6.2-4	博士課程修了生の原子力関連機関への就職状況	45
図 6.2-5	博士課程修了者の就職先の分布	47
図 6.3-1	原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み	49
図 6.3-3	原子力関連業界への就職支援に対する大学側からの要望	51
図 7.1-1	原子力関連大学と業界の歴史的変遷	56
図 7.2-1	原子力学会(春・秋)における発表件数	57
図 7.2-2	1980～1990 年における分野別の発表件数	58
図 7.2-3	1990～2000 年代における分野別の発表件数	58
図 7.2-4	第Ⅲ区分核分裂工学分野の発表件数の推移	59
図 7.2-5	第Ⅳ区分核燃料サイクルと材料分野の発表件数の推移	59
図 7.3-1	「原子力教育ネットワーク(Nes Net)」構想	62
図 7.3-2	大学における「原子力教育」の新たな方向性	63



## 1. 調査の目的

独立行政法人 日本原子力研究開発機構のミッションの重要な項目の一つとして「原子力の人材育成」が掲げられており、その具体的な推進活動の一環として「連携大学院ネットワーク」（現：「原子力教育大学連携ネットワーク」）の構築が進められている。本ネットワークによる教育活動を推進する上で、原子力教育の将来のあり方の具体化、効率・効果的な学生教育の手法について、システムの構築を進めることが重要である。これらの検討を進める上で、原子力関連講座を有する国内大学の教育の現状を把握するとともに、将来の原子力教育の方向性を探ることが不可欠である。（尚、平成19年度4月より「連携大学院ネットワーク」から「原子力教育大学連携ネットワーク」への名称の変更があり、文中に表記されている両者は同一のものである。）

本調査は、教育の現状ならびに教育の方向性を探ることを目的に、国内の主要な原子力講座を有する大学の教育カリキュラム、学生実習に関する調査、教育関係者へのアンケート調査を行うものである。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査内容

#### (1) 原子力関連の教育カリキュラムに係る調査

現在、各大学で行っている原子力関連講座について、以下に示す項目ごとに情報を調査するとともに、その傾向について整理を行なった。

- 1) 講座の名称
- 2) 受講対象学年及び授業時間
- 3) カリキュラム内容（講義、演習、実験・実習の区分を含む）
- 4) その他特記すべき内容

#### (2) 原子力関連の学生実習に係る調査

現在、各大学で行っている原子力関連の学生実習について、以下に示す項目ごとに情報を調査して、その傾向について整理を行なった。

- 1) 学生実習の名称
- 2) 学生実習を実施する場所、施設名（または設備）
- 3) 学生実習の対象及び人数
- 4) 学生実習の日数
- 5) 課題

#### (3) 原子力教育に関するアンケート調査

各大学における原子力教育を行う上で有する課題、また原子力教育を進める上での将来構想（方向性、役割、考え方等）についてアンケート調査を実施し現状を把握するとともに、合わせて各大学の原子力教育に係る意識について調査を実施した。このほか必要に応じて、大学関係者（学科長、専攻長等教育研究現場の責任者）、及び産業界等の学識経験者による懇話会等設置による意見収集、大学関係者へのヒアリング調査等を行なった。これらの情報をもとにデータの分析を行なった。

2.2 実施体制

調査の実施体制を図 2.2-1 に示す。

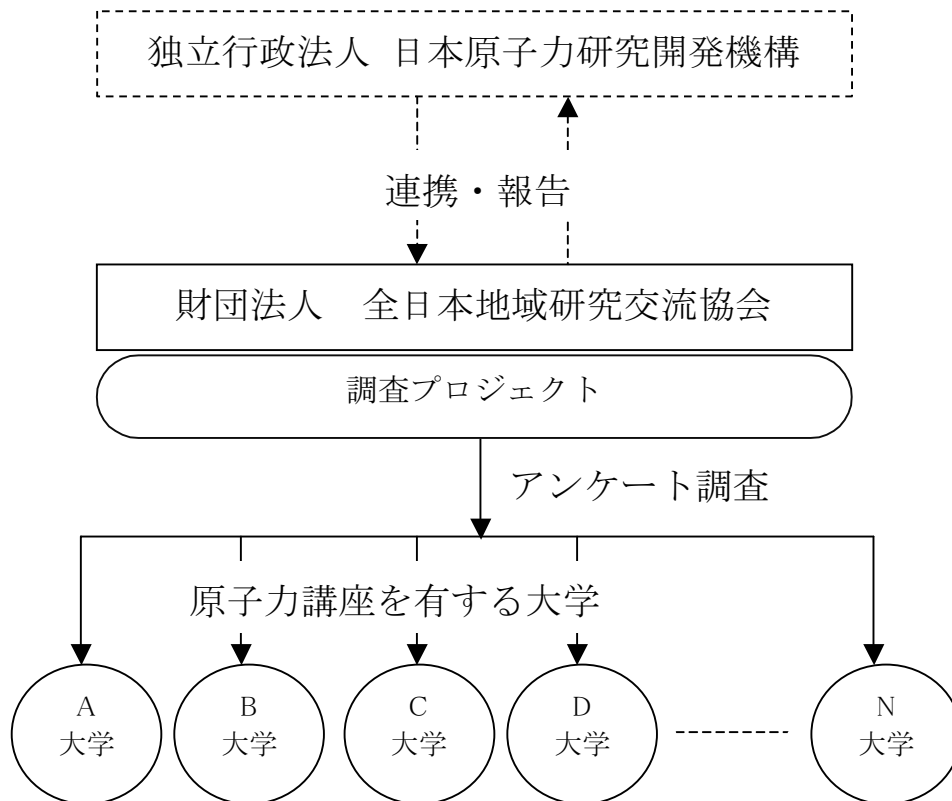


図 2.2-1 調査の実施体制

### 3. 原子力関連の教育カリキュラムに係る調査

#### 3.1 原子力関連講座を有する大学院の教育体系

1990年代からの大学院重点化に伴い、工学系の教育システムを各大学がそれぞれ改革してきており、その中で「原子力関連講座」もかなり様変わりをしてきている。本項では、WEB情報を収集し、工学系の教育体系の中で、原子力関連講座がどのような位置づけになっているかを調査した。

表 3.1-1～表 3.1-2 に調査結果のまとめ表を示す。

まず、工学部（理工学部）と大学院の原子力関連教育の組織をみると、大きく分けて、以下の教育組織体系に分かれる。

- ① 「学部→大学院」と繋がりを持つ教育組織  
（北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学、神戸大学、武蔵工業大学、東海大学、近畿大学）
- ② 学部とは独立した「大学院」を持つ教育組織  
（東京工業大学、茨城大学、福井大学）
- ③ 「学部」のみの教育組織  
（福井工業大学）

このうち、①の各大学の場合、我が国の原子力黎明期から「原子力に関わる技術者・研究者」の人材育成機関として機能し、学部と大学院を通して、一貫した原子力教育研究が行われてきた。これらの大学では、近年、大学院での研究重点化と相まって、学部を大きくくりにする再編が行われ、学部での基盤となる基礎教育の充実化を指向してきている。

また、①の原子力に関わる大学院の専攻では、2000年代中盤に入ってから最近までに、「原子力・原子核工学専攻」→「量子工学・量子エネルギー工学専攻」あるいは「環境・エネルギー工学専攻」「マテリアル工学専攻」という名前に専攻名称を変更している場合が多くみられる。これは、原子力発電が安定した主要電源になった現在、次世代の革新的技術に取組むイメージを強調して進学希望の学生受けを狙うと同時に、これまでの大学での原子力関連の基礎研究から新たに発展しつつある学際領域を大きくくりとしたものを、名称として採用しているためと思われる。

一方で、東京大学のように、大学で原子力以外の分野（例えば、機械工学、電気工学等）を学んで、原子力関連企業等に就職し、原子力関連技術開発や発電所の運転・保守等を担当してきた社会人経験者を対象に、原子力に関わる基盤技術の再教育を狙った専門職大学院「原子力専攻」の設置や、国際舞台での活躍が期待される人材を育てる「国際原子力専攻」設置など、国立大学の独法化以降、これまでの横並びの組織体系から離れ、業界ニーズを先取りした、独自性のある教育システムを戦略的に模索している大学も出てきた。

また、②の茨城大、福井大及び③の福井工業大学の場合のように、地域の原子力発電所や研究施設の集積を背景とし、「粒子線応用」や「原子力安全工学」「現場のエンジニア育成」に特化した、関連人材の育成を指向する、特徴のある大学院や学部学科が生まれてきている。

このように、大学院改革・学部改革と国立大学の独法化という大きな構造変化の波の中で、原子力に関わる教育も、魅力とそれぞれ特徴ある人材育成の仕組みが模索されている。

### 3.2 原子力関連講座を有する大学院の教育目標

ここでは、大学側がどのような人材を育てていくのかを見るため、大学院での教育の目標に示されるキーワードを抽出した。

- ① 学際領域・複合問題に対する幅広い思考能力のある人材
  - ・エネルギーと環境に対する双峰型の教育（北海道大学）
  - ・エネルギー・環境・材料という幅広い分野を横断的に包含する先駆的研究者や高度なエンジニア（名古屋大学）
  - ・環境とエネルギーに関するダブル・メジャー的な習得目標（大阪大学）
  - ・多様な環境問題とエネルギーの安定供給問題を柔軟に対応し解決することのできる高度専門技術者及び研究者（武蔵工業大）
  - ・学際領域を対象とした教育・研究（東京工業大学）
  - ・複合問題に対する多次元的な能力（九州大学）
- ② 未踏技術切り開く独創性を発揮する人材
  - ・独創的なリーダーシップを発揮できる人材（北海道大学）
  - ・革新を担う創造性と高い研究能力を有する人材育成（東北大学）
  - ・マイクロな現象とエネルギー生成の機構を理解し制御することにより社会に貢献する最先端の科学技術を開拓する人材（東北大学）
  - ・未踏領域を切り開く先駆者としての勇気を育成（東京工業大学）
  - ・課題に挑戦するとともに新しい科学技術領域の開拓を志向する技術者・研究者（九州大学）
- ③ 新たな産業を創出する人材・高度産業を支える人材
  - ・柔軟な思考力/構想力（北海道大学）
  - ・実学重視（東北大学）
  - ・最先端研究成果が新産業創出に直結する時代における新しいタイプの研究者・技術者養成（茨城大学）
  - ・高い倫理観を有する高度専門技術者（福井大学）
  - ・産業等の諸分野に常に新風を吹き込む人材（名古屋大学）
  - ・高度な専門職業人の養成（近畿大学）
  - ・社会の要請に応える人材の育成と高度の原子力工学技術者の育成（東海大学）
  - ・現場での確・柔軟に対応できる理性豊かな実践的エンジニア（福井工業大学）
- ④ システム統合力への戦略的発想のできる人材
  - ・マイクロの視点からの分析能力とシステムとしての戦略的思考能力を有する高度専門技術者・先端的研究者（京都大学）
- ⑤ 課題発見と課題解決能力を有する人材
  - ・遭遇する様々な問題を理解し、自らの頭で考え解決できる能力をもつ人材（東京大専門職大学院）
  - ・問題解決能力を持つ原子力専門家を育成（東京大専門職大学院）

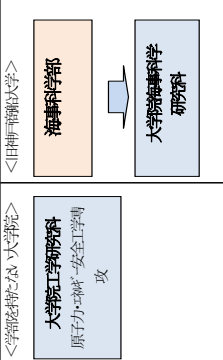
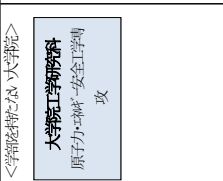
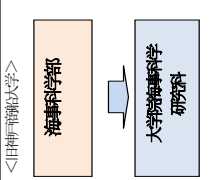
- ・国際的、多様な視点と問題解決能力を持つ創造性豊かな研究者・教育者・高度専門職業人（神戸大学）
  - ・社会人の実体験にもとづく講義やインターンシップを有効に利用して目的意識や問題解決能力の涵養（京都大学）
- ⑥ リーダシップの発揮できる人材
- ・独創的なリーダーシップを発揮できる人材（北海道大学）
  - ・プロジェクトリーダーとしての能力のある人材（名古屋大学）
  - ・ディスカッションやプレゼンテーション能力の養成（京都大学）
- ⑦ 国際性の涵養
- ・国際性の涵養（北海道大学・九州大学他）
  - ・海外への門戸開放（東北大学・東京工業大学）
  - ・国内はもとより国際舞台においても活躍できる人材（東京大学）

キーワードから抽出された人材育成の目標を大まかに整理すると、幅広い技術分野から成り立つ原子力技術に着目した学際領域・複合問題に対する幅広い思考能力を備えた人材、未踏技術を切り開く独創性を発揮する人材、新たな産業を創出する人材や高度産業を支える人材を育てることに主眼を置いていることがわかる。また、原子力として重要な大規模システム統合力への戦略的発想のできる人材、プロジェクトリーダーとしてリーダーシップの発揮できる人材や、産業界の視点から見ると重要な課題発見と課題解決能力を有する人材及び国際性を備えた人材育成が着目されていることがわかる。

表 3.1-1 大学院工学系研究科の中での原子力教育体系のまとめ(その1)

大学	改組	北橋道大学院工学部研究科 エネ研・環境工学専攻	東北大学大学院工学部研究科 量子エネ研・工学専攻	東京大学大学院工学部研究科 原子力/国際原子力専攻	東京工業大学大学院理工学 部研究科 原子核工学 専攻	名古屋大学大学院工学部研究科 マテリアル工学専攻	京都大学大学院工学部研究科 原子核工学専攻	大阪大学大学院工学部研究科 環境・エネ研・工学専攻	九州大学大学院工学部 エネ研・量子工学専攻	
		平成17年4月(2005年)	平成17年4月(1996年)	平成17年4月(2005年)	昭和62年(1987年)	—	—	平成17年(2005年)	平成12年(2000年)	
		工学部(H17年) 機械応用工学科 ●環境工学コース 他	工学部(H16年) 機械応用工学科 ●量子核工学コース 他	大学院工学部研究科 原子力専攻(1年間) 一般の大専攻	大学院理工学部研究科 原子核工学専攻	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部(H18年) 物理工学科 ●量子核工学コース (原子核工学専攻コース) 大学院工学部研究科 原子核工学専攻	工学部(H18年) 環境・エネ研・工学科 大学院工学部研究科 環境・エネ研・工学専攻	工学部 エネ研・工学科 大学院工学部 環境工学専攻	
		■双学位の教育により、幅広い視野と深い専門知識を修得 ■利敵的思考力/構想力/国際 能力の育成 ■国際化の推進 ■大学と社会との連携 ■研究者がリーダーシップを発 揮できる人材の育成	■研究第一主義 専門知識 実学重視を堅持 ■学会で動向を把握し、国際 を旨として、自ら考えて研 究を遂行し、将来の科学技 術の発展と革新を担うこ とができる創造と高い 研究能力を有する人材育 成 ■近年、高度な専門知識 を有する技術者育成 ■量子レベルのミクロな現 象とエネルギー生成の機 構を理解し、制御すること により社会に貢献する最 先端の科学技術者を輩出 する未来志向	■原子力利用のよび、で過 する様々な問題の理解 し、自らの手で考え解決 できる能力を身につけ、 すなわち、問題解決能力 を持つ原子力専門家を 育成することを目指す ■2年以上の専攻修了者へ の体系的な原子力教育を 提供 ■国際原子力専攻 ■国際原子力問題に関する原 子力工学部研究、教育を 推進し、国内でもより 国際社会においても活躍 できる人材を輩出	■原子力の学際性、大きな 学際性として創設 ■、様々な学科でも専門 教育を受けた者、これ 門を開き、学際性を 発揮し、学際性を 先駆的に取りこ める人材を育成 ■原子力およびその関連 分野の基礎知識と専門 知識を身につけた指導 者としての素養を蓄積 し、種々の学際性を切 脈貫通したの成果 を達成	■工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	■マイクロの視点から分 析能力を向上として の基礎知識を習得するこ とにより、そのシナジー効 果を發揮 ■グローバルな学習目 標に沿って、2つのプログ ラムを履修し、履修する教育 の質を向上させるため、 体系的なカリキュラムを 構築 ■行の能力を向上して エネルギーの育成を 図ると共に、企業など で活躍する社会人の 実践経験に基づく講義や ワークショップを有効に利 用して、目的意識や問 題解決能力の養成	■環境工学部 エネ研の双方が もつ人間的成長を促進 し、教育の質を向上 させることにより、そのシ ナジー効果を生み出すこ とを目的として、環境工 学専攻を創設 ■グローバルな学習目 標に沿って、2つのプログ ラムを履修し、履修する教育 の質を向上させるため、 体系的なカリキュラムを 構築 ■行の能力を向上して エネルギーの育成を 図ると共に、企業など で活躍する社会人の 実践経験に基づく講義や ワークショップを有効に利 用して、目的意識や問 題解決能力の養成	■教育プログラムの 推進、産学連携の強化 ■又、産学連携として協 力を図る3つの柱 ■又、産学連携として協 力を図る3つの柱 ■又、産学連携として協 力を図る3つの柱	■教育プログラムの 推進、産学連携の強化 ■又、産学連携として協 力を図る3つの柱 ■又、産学連携として協 力を図る3つの柱
		大学院工学部研究科 エネ研・環境工学専攻	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	工学部 物理工学科 ●量子核工学コース 他 大学院理工学部研究科 マテリアル理工学専攻 ●量子核工学コース 他	
		定員: 修士20名、博士5名	定員: 修士34名、博士15名	定員: 修士15名、国際原子力: 22名	定員: 修士16名、博士9名	定員: 修士24名	定員: 修士24名	定員: 修士24名	定員: 修士24名	
		■エネ研・生産・環境工学 ●原子工学部研究室 ●原子力安全工学部研究室 ●原子力環境工学部研究室 ■応用エネルギーシステム ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学	■先導原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学	■原子力工学部 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学 ●核燃料工学	■エネルギー工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学 ●原子核工学	■原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部	■原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部	■原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部	■原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部 ●原子核工学部	
		http://www.eng.tokai.ac.jp/ohkawa/energy/	http://www.cea.tokai.ac.jp/ohkawa/energy/	http://www.iaea.orst.ac.jp/professionals/department/infobox/	http://www.ri.titech.ac.jp/inf/	http://www.nsl.mpi.ac.jp/	http://www.nsl.mpi.ac.jp/	http://www.eng.osaka-u.ac.jp/	http://www.mn.kyushu-u.ac.jp/index.html	
		W	W	W	W	W	W	W	W	
		DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	

表 3.1.1-2 大学院工学系研究科の中での原子力教育体系のまとめ (その2)

大学	京都大学大学院工学研究科 応用粒子線科学専攻	福井大学大学院工学研究科 原子力・放射線安全工学専攻	神戸大学大学院科学研究科 マルゲンゴリアグ講座	武蔵工業大学大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻	東海大学大学院工学研究科 応用物理学専攻	福井工業大学工学部 原子力技術応用工学科	近畿大学大学院総合理工学部 物質工学専攻	
改組	平成16年(2004年)	平成16年(2004年)	平成19年(2007年)	平成15年(2003年)	昭和51年(1976年)	—	平成14年(2002年)	
原子力関連の教育組織	<p>＜学部を跨ぐ連携＞</p>  <p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>＜学部を跨ぐ連携＞</p>  <p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>＜学部を跨ぐ連携＞</p>  <p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>工学部 原子力安全工学科 エネルギー工学科</p> <p>→</p> <p>大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻</p>	<p>工学部 エネルギー工学科</p> <p>→</p> <p>大学院工学研究科 応用物理学専攻 (原子力工学専攻)</p>	<p>工学部(2006年) 原子力技術応用工学科</p>	<p>理工学部 電気電子工学 エネルギー環境コース</p> <p>大学院総合理工学研究科 物質工学専攻</p>	
大学院の特徴・教育目標等	<p>■建設中の大連環線加速器施設(PARC)をはじめ、総合原子力科学研究施設の構築を目的として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p> <p>■総合原子力科学の最先端研究を推進し、学際領域の融合を図る。原子力工学・放射線工学・環境工学・核エネルギー工学・原子力工学の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■幅広い分野と総合的知識を身につけた人材の育成 ■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●原子力工学専攻</li> <li>●核融合工学専攻</li> <li>●放射線工学専攻</li> <li>●原子力環境工学専攻</li> <li>●原子力工学専攻</li> </ul>	
講座・研究室等	<p>■放射線工学専攻</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●量子線科学講座</li> <li>●放射線工学講座</li> <li>●中性子線科学講座</li> <li>●核エネルギー科学講座</li> <li>●放射線工学講座</li> </ul>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>	<p>修士：2.5名</p> <p>■工学系のみならず、より幅広い学際領域の基礎的知識を基として、原子力・エネルギー分野の安全および学生を基礎とする専門的知識を身につける。専攻が持つ「安全工学」と「原子力工学」の連携による教育推進。</p>
参照 WEB	<p><a href="http://www.aip.hon.ihara.ki.ac.jp/">http://www.aip.hon.ihara.ki.ac.jp/</a></p>	<p><a href="http://www.tres.tokai-u.ac.jp/">http://www.tres.tokai-u.ac.jp/</a></p>	<p><a href="http://www.maritime.kobe-u.ac.jp/">http://www.maritime.kobe-u.ac.jp/</a></p>	<p><a href="http://www.nissai-tech.ac.jp/subject/09.html">http://www.nissai-tech.ac.jp/subject/09.html</a></p>	<p><a href="http://www.ais.kai.ac.jp/ai/ai.html">http://www.ais.kai.ac.jp/ai/ai.html</a></p>	<p><a href="http://www.daiit.ac.jp/first/index_03-05.html">http://www.daiit.ac.jp/first/index_03-05.html</a></p>	<p><a href="http://cepcl.cc.kinki.ac.jp/in/index.html">http://cepcl.cc.kinki.ac.jp/in/index.html</a></p>	

### 3.3 原子力関連講座を有する大学院の教育カリキュラム構成

原子力関連大学院の教育カリキュラムをWEBや公表資料をベースに調査した。その結果を表 3.3-1 に示す。大学により授業科目の名称等が若干異なっているが、数学、物理学、化学、生物学、基礎工学（原子力関連以外の工学分野）、原子力プラント、安全・リスク管理・法規、環境、プラズマ・核融合、ビーム発生・応用、物質科学、実験・実習、インターンシップ、その他の分野に分類して整理した。各大学ごとの詳細は、添付資料に示す。

それぞれの大学により差異がみられるが、原子力・原子核工学専攻（量子工学専攻）を有する大学の場合、原子力プラントに関わる基礎科目としては、炉物理・炉工学、放射線計測、遮蔽・防護・管理学、燃料・同位体分離・炉心管理、核燃料サイクル、原子力プラントシステム、原子炉設計・制御、原子力材料・構造健全性、原子炉熱工学・熱流動工学、革新炉・高速炉、廃棄物処理・バックエンド、及び安全・リスク管理等が提供されている（表 3.3-3 参照）。また、前項で見てきた様に、それぞれの大学で特徴ある講座構成をとっており、そのカリキュラムの特徴をまとめると以下の通りとなる。（表 3.3-1）。

表 3.3-1 原子力関連講座を有する大学院の教育カリキュラムの特徴

大学	大学院専攻	カリキュラムの特徴
北海道大	エネルギー環境システム工学専攻	・エネルギー変換、熱流体計測、エネルギー材料等原子力以外のエネルギー工学に関わる基礎科目を充実
東北大	量子エネルギー工学専攻	・数学・物理学・化学の基礎科目を充実 ・材料照射も含め材料関連科目を充実
東大	専門職大学院原子力専攻	・原子力プラントと安全リスク管理・法規に注力 ・実験・実習を充実
東工大	原子核工学専攻	・原子力・核融合・物質科学等全般的に網羅
名古屋大	マテリアル理工学専攻	・原子力関連を全般的に網羅 ・物質科学に関連する科目を充実
京大	原子核工学専攻	・原子力全般を網羅 ・原子炉工学実験所を利用した実験を充実
大阪大	環境・エネルギー工学専攻	・環境に関わる科目最も充実
九州大	エネルギー量子工学	・物理学・化学に関わる科目を充実 ・物質科学に関わる科目を充実
茨城大	応用粒子線科学専攻	・物理学・化学・生物学に関わる科目を充実 ・物質科学に関わる科目を充実
福井大	原子力・エネルギー安全工学専攻	・原子力プラント、安全・リスク管理・法規に関わる科目を充実



更に、北海道大学では、産学連携・科学英語、東京工業大学では、ドキュメンテーション・プレゼンテーション・キャプテンシップ（指導力養成）、名古屋大学では、プレゼンテーション・コミュニケーション・チームアプローチによる実験、ベンチャービジネス論、九州大学では、産学連携・コミュニケーションなど社会との接点を求める特徴ある科目を提供している（表 3.3-3 参照）

また、これらのカリキュラムを基礎系・応用系・実務系の軸と物理系・化学系・生物系の軸で表すと、おおよそ下記の図 3.3-2 で表現され、かなり広範な学問・技術分野から成り立っている。すべての学問・技術分野に精通したスーパーマンを大学・大学院の教育課程で育てることは難しく、それぞれの分野の専門家と連携して「新たな技術革新を創造できる素地」すなわち、「基礎学力」と「問題の発見とその解決策を見いだせるポテンシャル」をもった人材をどのように養成していくかが課題となろう。

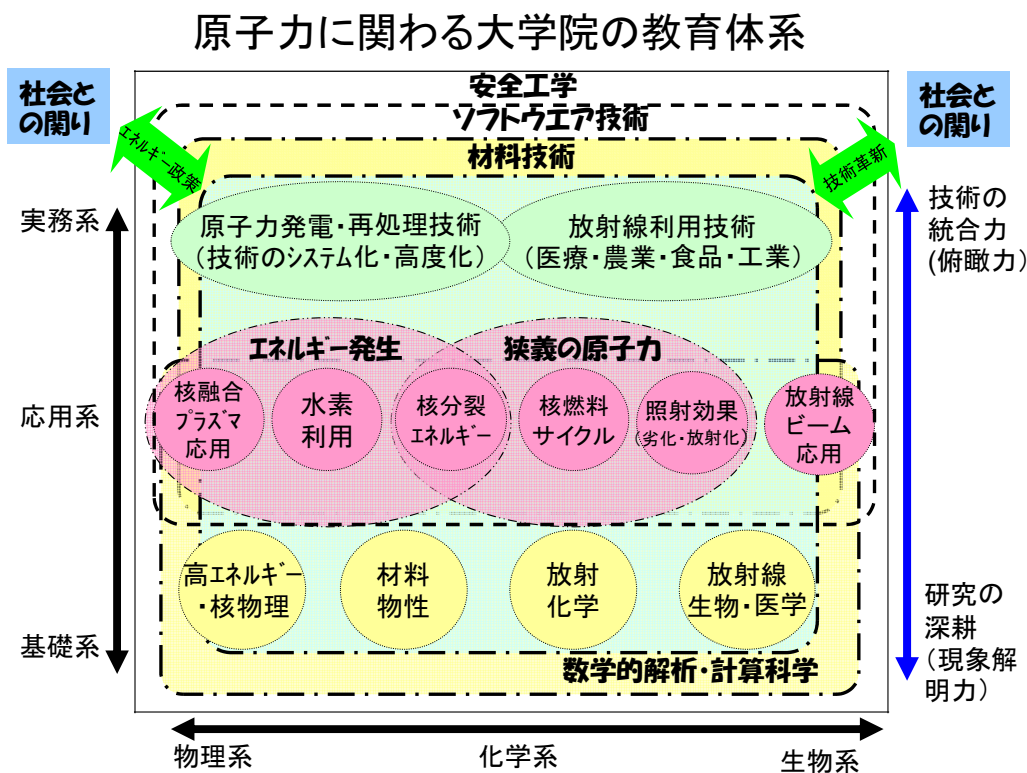


図 3.3-2 原子力に関わる大学院の教育体系

表 3.3-3 大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ (1/2)

表3.3-3 大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ (1/2)

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
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ィクス									●	
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・放射線物理学			●	●	●	●	●	●	●	●
放射線遮蔽工学・放射線防護・放射線管理			●	●	●	●	●	●	●	●
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	●		●	●	●	●	●	●	●	●
原子力システム・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			●	●	●	●	●	●	●	●
原子力保安工学			●	●	●	●	●	●	●	●
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・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			●	●	●		●	●	●	●

表 3.3-3 大学院原子力関連専攻 授業科目のまとめ (2/2)

表3.3-3 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				●			●		
	応用量子工学・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)				●					
物質科学	量子線構造解析							●		
	ナノ物質科学・原子カナノ材料物理学・先端マテリアル		●		●		●	●		
	環境エネルギー材料(量子化学・固体物性)									
	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(固体表面・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								●		
量子線結晶解析学								●		
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				●					
	原子力キャッチアップ実習				●					
	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770-1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										

4. 原子力関連の学生実習・実験に関わる調査

4.1 原子力関連の学生実習・実験プログラム

本項では、原子力関連の学生実習プログラムの内容を、各大学へのアンケート調査の結果から整理した。ここでは、学部学生・大学院生（修士）を対象にした原子炉実習あるいは原子力教育に関連して、試験研究炉、臨界集合体を利用している場合の利用目的、施設名、利用人数と頻度、実習を進める上での問題点について、平成18年度の最新データを調査した。調査結果のまとめを表4.1-1に示す。利用における要望としては、旅費の支給があがっている。

表 4.1-1 原子炉等実習の実施状況（大学別）

大学	利用目的		施設名称	実験・実習場所	年間使用		利用における 要望事項
	対象	実習・実験名			人数	日数	
北大	修士1年	院生実験	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	12	7	特に無し
	学部3年	学生実習	高速中性子源炉「弥生」	東大原子力専攻(東海)	30	1	特に無し
東北大	修士1年	臨界集合体を用いた実習	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	20	5	旅費の補助
	3年生	原子炉研修	高速中性子源炉「弥生」	東大原子力専攻(東海)	30	1	
	修士1年	ホットラボ研修	材料試験炉利用施設	東北大金研 量子エネルギー材料科学国際研究センター	5	5	
東大	学部学生	原子炉ビーム実習	東大原子炉「弥生」加速器	東大原子力専攻(東海)	35	7	
	修士1年	原子炉実習	JRR-4	日本原子力研究開発機構(東海)	15	5	
	学部学生	原子炉ビーム炉実習	東大弥生炉「弥生」加速器	東大原子力専攻(東海)	30	5	
東工大	修士1年	実習	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	12	5	
	修士1年	実習	TCA	日本原子力研究開発機構(東海)	10	5	
武蔵工大	修士1年	臨界集合体での大学院合同実験	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	3~4	5	旅費の支給
東海大	大学院	原子炉実験	高速中性子源炉「弥生」	東大原子力専攻(東海)	5	2	
	学部学生	原子炉実習	高速中性子源炉「弥生」	東大原子力専攻(東海)	3	3	
静岡大	博士	溶媒抽出関係	材料試験炉利用施設	東北大金研 量子エネルギー材料科学国際研究センター	2	3	
	学部・院生	照射	東京大学開放研究室	日本原子力研究開発機構(東海)	3	10	
	学部・院生	照射		京大原子炉実験所	7	15	
	学部・院生	14 MeV中性子照射		日本原子力研究機構	6	18	
福井大	修士1年	核燃料サイクル実習	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	9	4	
	修士2年	原子炉工学実験		日本原子力研究開発機構(東海・大洗)	15	5	
京大	学部4年	臨界集合体及び試験研究炉での実験	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	20	5	
	修士1年	試験研究炉での中性子応用実験	KUR等	京大原子炉実験所	15	5	
大阪大	修士1年	原子炉実習	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	5名	7日	
	修士1年	シミュレータ実習	もんじゅシミュレータ	日本原子力研究開発機構(白木)	4名	5日	
	学部4年	原子炉実習	近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	40名	2日	
近畿大	理工学部学生実習・電気電子工学科	理工学部学生実習・電気電子工学科	近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	80名	8	
	理工学部学生実習・生命科学科	理工学部学生実習・生命科学科	近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	90名	8	
	薬学部学生実習	薬学部学生実習	近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	160名	8	
	学部3年生	インターンシップ	原子力関連施設	日本原子力発電機、原子力発電訓練センター等	3	5-10	
神戸大	学部3年生	原子炉見学・運転実習(任意参加・単位外)	近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	8	2	
	修士1年	KUCA大学院生実験(任意参加・単位外)	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	2	5	
	学部学生	学生実験	近畿大学原子力研究所	近畿大学原子力研究所	10	2	学部学生の旅費の補助
九大	修士1年	大学院実験	京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	18	5	学生の旅費の補助

アンケートに回答した各大学の利用目的をみると、学部学生及び大学院生を対象に、原子炉を利用した原子炉実習・運転実習・原子炉実験のほか、ビーム・照射実験、ホットラボ研修、溶媒抽出実験、高速原型炉もんじゅのシミュレーター実習、原子力発電訓練センターでのインターンシップが主要なテーマである。また、規模としては各大学数名程度、もしくは20～30名程度の枠が多く、期間も1週間程度の実習・実験等を行っているところが多い。

表 4.1-2 に施設別の実施状況を示す。

東京大学大学院原子力専攻で維持管理している高速中性子源炉「弥生」では、東京大学の他、東海地域以北の北海道大学、東北大学、東海大学、静岡大学の学部学生や大学院生を対象にした原子炉・ビーム実習や照射試験が実施されている。

東北大学金属材料研究所の材料試験炉利用施設は、全国大学共同利用施設として照射試験に利用している。

京都大学原子炉実験所の臨界集合体 (KUCR) では、京都大学の他、北海道大学、東北大学、東京工業大学、武蔵工業大学、福井大学、大阪大学、神戸大学、九州大学等全国の大学の修士課程学生を対象にした原子炉実習として利用されている。ホームページで掲載されている大学院生向けの原子炉実習としては、下記のような1週間の日程で実習が行われている。

月曜日 登録手続き、見学、保安教育、コンパ  
 火曜日 臨界実験  
 水曜日 制御棒校正、中性子束分布 (照射)  
 木曜日 中性子束分布 (測定)、運転実習  
 金曜日 レポート提出、討論会  
 土曜日 片付け

近畿大学原子力研究所の原子炉では、近畿大学の理工学部の電気電子工学科や生命科学科、薬学部の学生実験の他、大阪大学、神戸大学、九州大学の学部学生向けの原子炉実験・実習を行っている。

その他、日本原子力研究開発機構の装置を利用した実験・実習としては、臨界実験装置 (TCA) での炉物理実験 (東京工業大学)、JRR-4 等による原子炉実習 (東京大学・福井大学)、中性子照射試験装置での照射試験 (静岡大学)、もんじゅシミュレーターによる運転 (大阪大学) などが行われている。

このように、原子炉や臨界試験装置のような大型設備は、各大学にて保有・維持することが難しく、原子力の講座を有する大学は、既存の装置を共同利用して原子力実習・実験を行っている。

表 4.1-2 原子炉等実習の実施状況（施設別）

施設名称	実験・実習場所	利用大学	利用目的		年間使用		利用人日
			対象	実習・実験名	人数	日数	
高速中性子源炉「弥生」	東大原子力専攻	北大	学部3年	学生実習	30	1	504人日
		東北大	3年生	原子炉研修	30	1	
		東海大	大学院	原子炉実験	5	2	
			学部	原子炉実習	3	3	
東大原子炉「弥生」・加速器	東大原子力専攻	東大	学部学生	原子炉ビーム実習	35	7	
			学部学生	原子炉ビーム炉実習	30	5	
東京大学開放研究室	日本原子力研究開発機構内	静岡大	学部・院生	照射	3	10	
(小計)					136	29	
材料試験炉利用施設	東北大金量子エネルギー材料科学国際研究センター	東北大	修士1年	ホットラボ研修	5	5	31人日
		静岡大	博士	溶媒抽出関係	2	3	
(小計)					7	8	
京都大学臨界集合体KUCA	京大原子炉実験所	北大	修士1年	院生実験	12	7	715人日
		東北大	修士1年	臨界集合体を用いた実習	20	5	
		東工大	修士1年	実習	12	5	
		武蔵工大	修士1年	臨界集合体での大学院合同実験	4	5	
		福井大	修士1年	核燃料サイクル実習	9	4	
		京大	学部4年	臨界集合体及び試験研究炉での実験	20	5	
		大阪大	修士1年	原子炉実習	5	7	
		神戸大	修士1年	KUCA大学院生実験(任意参加・単位外)	2	5	
KUR等	京大原子炉実験所	京大	修士1年	試験研究炉での中性子応用実験	15	5	
		静岡大	学部・院生	照射	7	15	
(小計)					124	68	
近畿大学原子炉	近畿大学原子力研究所	阪大	学部4年	原子炉実習	40	2	2,756人日
		近畿大	理工学部学生実習・電気電子工	理工学部学生実習・電気電子工学科	80	8	
		近畿大	理工学部学生実習・生命科学科	理工学部学生実習・生命科学科	90	8	
		近畿大	薬学部学生実習	薬学部学生実習	160	8	
		神戸大	学部3年生	原子炉見学・運転実習	8	2	
		九大	学部学生	学生実験	10	2	
(小計)					388	30	
TCA	日本原子力研究開発機構	東工大	修士1年	実習	10	5	328人日
JRR-4	日本原子力研究開発機構(東海)	東大	修士1年	原子炉実習	15	5	
中性子照射試験装置	日本原子力研究機構	静岡大	学部・院生	14 MeV中性子照射	6	18	
原子炉	日本原子力研究開発機構(東海・大洗)	福井大	修士2年	原子炉工学実験	15	5	
もんじゅシミュレータ	日本原子力研究開発機構(白木)	阪大	修士1年	シミュレータ実習	4	5	
(小計)					50	38	
原子力関連施設	日本原子力発電機、原子力発電訓練センタ等	神戸大	学部3年生	インターンシップ	3	5-10	30人日
(小計)					3	5-10	

4.2 原子力関連講座の大学院生研究プログラム

原子力に係る学科を有する大学として、大学院生の平成18年度の研究テーマ（狭義・広義の原子力）についてアンケート調査した結果を大学別、大まかな分野別にまとめた。（表 4.2-1）

表 4.2-1 平成18年度の大学院生の研究テーマ

＜修士論文研究テーマ＞		
大学	分野	研究テーマ名
北海道大学	線源	パラメトリックX線によるX線標準場の作成
	燃料・炉心特性	Th-Pu被覆粒子燃料を用いた小型PWRの超寿命化に関する研究
		PWRにおける特異値分解法を用いたノイズ分析法による減速材温度反応係数
		被覆管溶融を伴う金属燃料の噴出・分散・移動挙動
		教育用原子炉実験シミュレータの開発
	伝熱流動	単一円筒に衝突するガスジェットと周囲液体の流動挙動
		ブール沸騰における垂直伝熱面近傍の気液微細構造－サブクール度、傾斜角、流路間隙の影響－
		粒子状炉心金属デブリの水平狭小ギャップにおける冷却特性
	パケット	Na型モンモリロナイト中のC <sup>1-</sup> イオン及びHTOの拡散の塩濃度依存性
		圧密ペントナイトにおけるヘリウムの拡散係数の乾燥密度依存性
		ポルトランドセメントペーストとフライアッシュ入り低熱セメントペーストにおけるヘリウムの拡散挙動
東北大学	線源	数十MeV領域の強力擬似単色中性子源の開発とその応用に関する研究
	燃料・炉心特性	デジタル信号処理手法を用いたアクチニド核分裂断面積に関する実験的研究
		沸騰水型原子炉における高性能燃料集合体・制御棒の核設計に関する研究
		加速器駆動未臨界炉に対する動特性解析コードの改良とビーム変動事象の解析
	伝熱流動	繊維焼結ヒートシンクを用いた高熱負荷機器の除熱性能評価
		三層コーティングを用いたMHD圧力損失低減化技術の基礎研究
		高温超伝導ケーブルの実用的機械接合の開発
		溶融塩ブランケットの実現に向けた伝熱促進法の開発と最適除熱法の検討
	材料照射効果・物性評価	軽水炉用オーステナイトステンレス鋼の溶接補修後の微細組織発達に及ぼすヘリウムの影響
		プラズマ対向壁用タンガステンにおける高濃度ヘリウムによる表面損傷に関する基礎研究
		サイクロトロン照射を用いた低放射化構造材料の機械的特性に及ぼすヘリウムの影響評価
		イットリウム添加による核融合炉用低放射化バナジウム合金の機械的特性向上に関する研究
		原子力用鉄筋コンクリート構造体の低放射化設計に関する基礎研究
		MD法を用いた外部応力下におけるバナジウム合金中の点欠陥の安定性と拡散特性に関する研究
		片持ち梁型マイクロサンプルを用いた曲げ試験に関する研究
		マイクロイオンビームによる元素分析と材料加工のためのビーム走査システムの開発
	材料評価(金属材料)	低速陽電子ビームを用いたFe-Cu合金中の陽電子捕獲および拡散に関する研究
		非破壊的手法を用いた金属材料の残留応力測定の見直し
		構造健全性モニタリングのための電磁超音波・渦電流複合センサの開発
		磁性構造材料の電磁現象に基づく材質と劣化の非破壊評価
		渦電流探傷法に基づく応力腐食割れの評価
	パケット	固相共存下における過飽和ケイ酸の動的挙動
		熱量滴定法によるアクチノイドの錯生成エンタルピーの決定
		金属ガラスの機械的性質に及ぼす原子炉照射効果に関する研究
		劣化ウランの有効利用に関わるIII価アミド錯体およびフッ化物の構造と物性の研究
	安全・リスク評価	認知シミュレーションによる航空システムの信頼性評価に関する研究
		プラント状態監視保全支援システムに関する研究
		機能的MRIによるリスク認知に関する基礎研究
医療応用	サイクロトロンを用いたホウ素中性子捕捉療法用中性子場の設計とベンチマーク実験	
	粒子線治療のための体内3次元走査法の開発	
	マイクロPIXEを用いた3次元マイクロCTの高分解能化	
	超高空間分解能PETのための半導体位置敏感型検出器の開発	
	半導体PETのためのデジタルデータ収集システムの開発	
	CYRIC粒子線治療装置の体内吸収線量シミュレーションシステムの開発	

<修士論文研究テーマ>

大学	分野	研究テーマ名
筑波大学	構造材料	破壊力学解析によるITER真空容器の構造健全性評価
		ITERトロイダル磁場コイルの破壊力学解析
		電磁センサによる構造材の塑性変形挙動の検知
		融液成長複合材料の超高温環境下における高圧水蒸気劣化に関する研究
		強磁性形状記憶合金Fe-Pdコイルばねを用いたアクチュエータに関する研究
東京工業大学	線源	低エネルギーマルチビーム型H-RFQの設計
		高電圧ショートパルスを用いた小型フラッシュX線源の開発
	燃料 炉心特性	天然U-MA燃料の核拡散抵抗性に関する研究
		La-139の中性子捕獲反応断面積に関する研究
		Studies on Materials Corrosion and Core Neutronics for High Temperature Lead-Alloy Cooled Fast Reactor
		A Study on Molecular structures and Reactivities of Oxorhenium(V) Complexes for Radiopharmaceuticals
		原子炉可視化ソフトウェアの開発研究
		加速器駆動未臨界炉システム(ADS)における燃焼解析
		高速パルス炉心・未臨界熱中性子レーザーモジュール結合体系の核特性に関する研究
	伝熱流動	流速分布式と伝搬時間差式を用いたハイブリッド型超音波流量計に関する研究
		超音波パルスを用いた沸騰二相流の流動パターン認識
		ナトリウム冷却高速炉炉心燃料集合体局所閉塞時のサブチャンネル解析
		DSMC法を用いた回転円筒中希薄流体の解析
	バックエンド	二酸化炭素の臨界点近傍における伝熱特性の研究
		使用済燃料からの白金族元素回収に関する基礎研究
		イオン交換法による窒素同位体高濃縮に関する研究
	プラズマ	イオン液体中のウラニルイオンの電気化学的挙動に関する研究
		低速重イオン・プラズマ相互作用実験のための単一重イオンの高時間分解エネルギー損失測定
		マイクロ波放電窒素-酸素混合プラズマ中の窒素および酸素の解離度に関する基礎研究
		磁場トラップ膨張プラズマジェットによる再結合連続スペクトルの分光診断
		トカマクの負磁気シア放電における低ベータディスラプション
		Study on Multi-point Magnetic Polarimeter Using Photoelastic Modulator
		垂直軸型風車の高精度数値シミュレーション
	新エネルギー	酸化マグネシウム/水系ケミカルヒートポンプ用固定層型反応器の熱的特性
		中温排熱利用型ケミカルヒートポンプ用蓄熱材の開発
		二酸化炭素回収型燃料改質による水素製造に関する研究
	材料応用	大気圧非平衡プラズマによる液晶パネルからのインジウム回収プロセスの開発
		分子ナノ集積構造を利用した機能調和型光電変換材料に関する研究
	教育	科学教育における新たな視点の提案 - 科学技術と社会のよりよい関係構築を目指して -
武蔵工業大学	炉心特性	低濃度233U燃料を生成するプルトニウム燃焼炉の研究
		放射性廃棄物となる可能性のあるネプツニウムの有効利用
		MOX燃料を中心とした崩壊熱に関する系統的な解析
	年代測定	低アスペクト比核融合炉におけるブランケットの核設計
		古代鉄遺物中のU及びTh同位体の定量
	放射能	古鉄中に含有する微量元素の挙動に関する研究
		γ-γ同時計数法による放射能絶対測定に関する研究
東海大学	線源	小型中性子発生装置の製作と予備的考察
	核反応	誘電体破碎課程における核反応の研究
		近似粒子を用いた微粒子の分裂特性シミュレーション解析
	放射線応用	高エネルギー粒子による微粒子内部エネルギー変化と伝搬の動的解析
		X線マイクロビームによるp53発現のバイスタンダー効果の検証 ~Lindaneによるギャップジャンクション機能抑制の効果
		中性子を利用した古代エジプトガラス遺物の非破壊分析
		弥生炉による2次γ線スカイライン生成・伝播の過程解析
		重粒子線によるDNA酸化的損傷のLET依存性
	エアロゾル	酵母菌による放射線刺激効果に関する研究
		フィルタ上に捕集された海塩粒子の潮解による再飛散メカニズムの解明
		エアロゾルサンプリング用希釈器の性能評価に関する研究
		エアロゾルサンプリング配管内の粒子沈着に関する研究



<修士論文研究テーマ>

大学	分野	研究テーマ名
静岡大学	放射化学	ソフドナー配位子を用いた3価ランタノイドとアクチノイドイオンの溶媒抽出
		ヨウ化物イオンと3価ランタノイド及びアクチノイドイオンのとの相互作用
		亜鉛欠乏マウスの肝臓中の微量元素濃度および金属タンパク質の変化
		トリチウムβ線により水溶液中で誘発された脂質過酸化に対する茶カテキンの抑制機構の解明
		相転移および流動性から見た脂質膜と茶カテキンとの相互作用に関する研究
		高純度ボロン膜中に捕捉された水素同位体の脱離過程に関する速度論的研究
		ケイ酸リチウム中に中性子照射により生成したホットリチウムの放出と欠陥の消滅との相関に関する研究
		高エネルギートリチウムの化学的挙動に及ぼすボロン薄膜への炭素添加効果に関する研究
京都大学	線源	Cavity-QEDによる単一光子源
	量子線と物質の反応	Secondary electron emission from amino acids following keV electron irradiation
		イオン照射下に生成するtransientな欠陥を調べるための陽電子消滅その場計測システムの構築
		高速陽子線の液体分子線標的におけるエネルギー損失過程に関する研究
		有限ラーモア半径効果を取り入れた積分形誘電率による二次元波動伝播解析
		余剰次元モデルによる階層性問題の解決と陽子崩壊
		二重選別によるエンタングルメント純粋化
		フェムト秒X線回折法を用いた非平衡過渡現象の実時間観測
		固体メタンを用いたパルス冷中性子源の核特性解析
	伝熱流動	高時空間分解測定によるサブクール沸騰気泡の挙動に関する研究
		流下液膜の界面波構造と伝熱特性の相関性に関する研究
		マイクロバブルを含む気液二相流の流動特性に関する研究
	バックエンド	ガラス固化体の安全性能評価に関する研究
		還元抽出法を用いた乾式再処理プロセスの性能評価
		シリカガラス中に生成した照射欠陥の動的挙動
	材料科学・化学	銅におけるトリチウムインベントリに関する研究
		化合物半導体InSbの結晶育成とInSb放射線検出器の開発
		4価金属イオンの加水分解と錯生成に関する熱力学的研究
		非構造格子系MARSiに関する研究
	大阪大学	炉心特性
低減速軽水炉の転換比に対する予測精度の向上		
マイクロ炉物理に基づく動特性計算の高速化		
輸送理論に基づく高速炉におけるナトリウムボイド反応度の感度解析		
高速炉における3次元6角非均質輸送計算法の開発と増殖比評価		
伝熱流動		動的制御棒値測定法の補正に対する理論的研究
		液体リチウムジェット流の自由表面形状の直接計測
プラズマ		液体金属鉛ビスマス熱交換器における流動熱伝達特性の研究
		カスプ磁場中での電子の分布関数と減速特性
		運動量入射によるトカマクプラズマの挙動解析

<修士論文研究テーマ>

大学	分野	研究テーマ名
近畿大学	核反応	中性子源駆動未臨界原子炉体系における最小自乗逆動特性解析の高度化
		高速陽子・中性子に対する鉛およびビスマスの核反応断面積の解析
		TALYS-0.64による核分裂片質量分布の計算
		マルチモード核分裂理論による超ウラン核種の即発中性子数の計算
		中性子用位置検出器における位置ピーク分裂現象の解析
	崩壊	モンテカルロ法による励起核の崩壊過程のシミュレーション
		三朝温泉地域の <sup>222</sup> Rn濃度変動に関する研究
		リストデータ収集法を用いた放射線時系列データ構造の基礎研究
	監視	原子力施設の放射線監視における緊急時支援システムの開発
	機能性材料	Mg-炭素系材料の水素吸蔵・放出特性
		高レベル放射性廃棄物を熱源としたBi-Sb-Cu-Te合金の熱電特性と評価
		光透過流通式反応器による液相光触媒反応
		芳香族ニトロ化合物の水中光触媒還元反応
		シラン剤修飾課程を経る窒素ドーパ酸化チタンの合成とその可視光
		高バンドギャップ光触媒を用いた水中有機化合物の無機化および水素の生成
		ゼオライト層を有する酸化チタン複合体の吸着および光触媒特性
		アルミニウム上への銅合金めっき(Cu-Sn, Cu-Ni)の作製と物性評価
		水熱法によるアルミニウム上へのマンガン酸化物系触媒薄膜の作製と触媒能評価
	多糖類被覆白金ナノ粒子の合成とプロトン伝導性医用材料	
神戸大学	核変換重分析	重水素透過によるPd多層膜試料内での核変換とその分析
		イオンビーム誘起ラジカル密度とグラフト重合率の深さ方向分布に関する研究
		赤外線分光法による高分子飛跡検出器中潜在飛跡構造
		加速器分析法を用いたブランケット候補材としてのリチウム化合物の同位体比測定
	伝熱	増加熱入力のある水平平板発熱体におけるヘリウムガスの強制対流過渡熱伝達
九州大学	線源	150MeV FFAQシンクロトロンの開発
		400MeV陽子による荷電粒子生成反応に関する研究
		レーザーコンプトンγ線利用技術の研究
		各種無機シンチレータの中高エネルギー重粒子に対する発光応答の調査
		重イオン用RFQ線形加速器に関する研究
	核反応	原子核反応における反対称化の効果
		Pb-206に対する高エネルギー核データ評価に関する研究
		連続エネルギー中性子入射中性子生成断面積の測定に関する研究
	炉心特性	反跳型高エネルギー中性子検出器に関する研究
		偏長炉心体系超臨界圧水冷却炉の提案とその成立性の検討
		ニューラルネットワークを用いたPWR異常診断
	伝熱流動	ニューラルネットワークを用いた高温工学試験研究炉(HTTR)の反応度監視
		炉心損傷事故における燃料デブリの流動特性に関する研究
		粒子法に基づく多相流解析手法の開発
	バックエンド	炉心損傷事故における溶融金属の固化挙動に関する実験的研究
		アクチノイドターゲットを用いた数百MeV陽子入射反応の研究
	年代測定	低温吸着法による水素同位体分離濃縮
		年代測定のための加速器質量分析技術の開発
	医療応用	医療用重粒子線を用いた核反応実験のための検出器の開発
		医療用重粒子線入射によるフラグメント生成反応の研究
		FFAQ加速器を利用したホウ素中性子捕獲療法に関する研究
		高エネルギー加速器を利用したホウ素中性子捕獲療法のための中性子場に関する研究
	量子線分光	超伝導相転移温度計型マイクロカロリーメーターによる硬X線高精度分光に関する研究
		量子常誘電性を利用したマイクロカロリーメーターに関する研究
		極低温におけるシンチレーション光検出に関する研究
	機能性材料	電子線照射下における不純物ドーパα-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の電気伝導度「その場」測定
		FePtナノグラニューラ磁性薄膜の照射誘起構造変化

<博士論文研究テーマ>

大学	分野	研究テーマ名
東北大学	核特性	炉内中性子計測による加速器駆動未臨界原子炉の運転監視システムに関する研究
	核燃料サイクル	ウラン・レドックスフロー電池の基礎研究 ー有機溶液中におけるウラン(V)とウラン(III)の電解調製とその安定性ー
		高速炉燃料におけるアクチニド元素分析技術及び核変換特性に関する研究
		高アルカリブルームによる地層処分場周辺の空隙構造と透水性の変化に関する基礎的研究
	材料劣化	核破砕中性子源ターゲット用オーステナイトステンレス鋼の疲労特性に及ぼす照射効果
		原子炉圧力容器鋼およびそのモデル合金中のナノ析出物および照射欠陥の形成・発展過程に関する研究
		内部摩擦及び超音波吸収測定による軽水炉圧力容器鋼モデル合金の機械的特性の定量的評価法に関する研究
		運動転位と照射欠陥の相互作用の定量的評価に関する研究
	被爆	リアルタイム体内被曝線量計の開発
	核融合炉	核融合中性子プロファイラ高速計測のための中性子計数システムの開発 電極バイアスによるヘルカル系プラズマにおける閉じ込め改善モードへの遷移機構の解明
	東京工業大学	加速器
核燃料サイクル		Potential of High Flux Fusion Driven Blanket for Nuclear Spent Fuel Management
		PROLIFERATION RESISTANT PROPERTIES OF URANIUM AND TRANSURANIUM ISOTOPES AND THEIR MIXTURES
		Chromatographic Isotope Separation of Zinc
伝熱流動		NMRを用いた高アルカリ環境下におけるモンモリナイトの変質及び懸濁モンモリナイト中における分子拡散に関する研究
		Study on Characteristics of Gas-Liquid Flow Using Wire Mesh Tomography and Reflected Ultrasonic Intensity
プラズマ		Three-Dimensional Simulation of Single-Stage Turbomolecular Pump by Direct Simulation Monte Carlo Method
太陽エネルギー		DCパルス及びマイクロ波大気圧非平衡プラズマの分光診断と材料プロセスへの応用
プラズマ		溶融塩集熱器を用いるビームダウン太陽集光システムに関する研究
東海大	プラズマ	負イオンを用いた模擬ダイバータプラズマ制御に関する研究
静岡大	放射化学	三元系リチウム酸化物中に生成するホットリチウムの移行過程に関する研究
京都大学	伝熱流動	垂直流下液膜流の界面波構造と伝熱特性に関する数値解析的研究
	プラズマ	プラズマ回転と径方向電界を取り入れたトカマクプラズマの輸送シミュレーション
	医療応用	加速器を用いた $7\text{Li}(p,n)^7\text{Be}$ 反応のしきい値近傍中性子のホウ素中性子捕捉療法用照射システムの評価 ー治療プロトコルによる治療深さを指標にした中性子照射場の特性評価ー
大阪大学	炉心特性	非均質中性子輸送計算法の高度化に係る研究
		軽水炉核特性設計手法の研究
		核特性の高精度化
	炉心材料劣化	高燃焼度燃料被覆管の水素吸収挙動解析ならびに健全性評価 ジルカロイの一種腐食性及び水素吸収特性に及ぼす添加元素の影響
放射化学	クリプタンドを用いたストロンチウム同位体の化学分離 酵母DNAに対する電離放射線誘起突然変異に関する研究	
九州大学	加速器	150MeV FFAGシンクロトロンの高周波加速システムに関する研究
	炉特性	The Intelligence Technology Development of Monitoring System and Kinetic Parameter Determination for High Temperature Engineering Test Reactor
		高温工学試験研究炉 (HTTR) の核特性評価手法の改良に関する研究
	安全	炉心損傷事故における溶融金属の固化挙動と解析的モデル化手法に関する研究
	高エネルギー物理	レーザーコンプトン線の収量に関する研究
		ニュートリノ検出のための弱い相互作用に関する研究
		小型装置によるニュートリノ検出に関する研究
		連続エネルギー中性子源を利用した中性子入射中性子生成断面積の測定
		ホスウィッチ型高エネルギー中性子検出器に関する研究
	光核反応断面積の測定に関する研究	
	プラズマ	ガンマ線生成核反応を利用した燃焼プラズマ診断法

4.3 大学院生実験・研究における学外設備の利用状況

4.2 項で示した修士論文研究のうち、原子力（核分裂・核燃料サイクル）について実験研究を行うテーマを対象に、所属する大学以外の施設を利用した実験研究について調査した。特に、共同研究利用等の枠組み（共同利用、協力研究等）、年間の利用頻度（日数、人数）に関する平成18年度データを調査整理した。（表4.3-1）

表 4.3-1 修士論文テーマのうち学外設備の利用状況（大学別）

大学	実験研究テーマ	使用施設名称	設置場所 (研究の枠組み)	年間使用		利用における 要望事項
				人数	日数	
1 北海道大学	銻物に対するアクチノイド元素の吸着に与えるフミン酸の影響				20	
1 東北大学(金研)	応力腐食割れの非破壊評価		発電技研NDEセンター	1	10	旅費の予算化
2	劣化試験片の電磁非破壊評価	電力中央研究所	電力中央研究所	1	10	
1 東京工業大学	再処理の高度化に関する研究	研修センター	(独) 日本原子力研究開発機構	2	2	
2	鉛ビスマス合金中に生成されるポロニウムの挙動に関する研究	JRR-4	(独) 日本原子力研究開発機構	3	6	
1 武蔵工業大学	古鉄中に含有する微量元素の挙動	JRR-4	(独) 日本原子力研究開発機構	2	14	
1 東海大学	放射線発生施設周辺における放射線挙動分析のための測定と解析	高速中性子源炉「弥生」	東京大学大学院原子力専攻 (共同利用)	4	8	
2	低線量放射線照射による生体生理機能刺激効果に関する研究	高速中性子源炉「弥生」	東京大学大学院原子力専攻 (共同利用)	4	4	
3	低線量放射線照射による細胞損傷・修復機構と刺激効果に関する基礎研究	UTR-KINKI	近畿大学原子力研究所 (共同利用)	4	4	
4	中性子を利用した古代エジプトガラス遺物の非破壊分析	JRR-3M	(独) 日本原子力研究開発機構 (施設共用利用)	2	4	
5	古代エジプト遺物中微量元素の中性子放射化法による分析	UTR-KINKI	近畿大学原子力研究所 (共同利用)	4	4	
6	古代エジプト遺物中微量元素の高速中性子場利用による放射化分析	高速中性子源炉「弥生」	東京大学大学院原子力専攻 (共同利用)	4	4	
1 静岡大学	トリチウム増殖材料中のトリチウム挙動に関する研究	京都大学原子炉実験所	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	7	15	
2	トリチウム増殖材料中のトリチウム挙動に関する研究	(独) 日本原子力研究機構	(独) 日本原子力研究開発機構 (施設共用利用)	6	18	
3	核融合炉第一壁におけるトリチウム挙動	(独) 日本原子力研究機構	(独) 日本原子力研究開発機構 (共同研究)	9	12	
4	溶媒抽出	東北大金研大洗研究所	東北大金研大洗研究所 (共同研究)	2	3	
5	放射分析	(独) 日本原子力研究機構	(独) 日本原子力研究開発機構 (施設共用利用)	3	10	
1 京都大学	ガラス固化体の安全性能評価に関する研究	ESR	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	2	5	
2	4価金属イオンの加水分解と錯生成に関する熱力学的研究	ICP-MSなど	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	2	10	
3	シリカガラス中に生成した照射欠陥の動的挙動	ESR	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	2	5	
4	還元抽出法を用いた乾式再処理プロセスの性能評価	ICP-MSなど	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	4	20	
1 大阪大学	動的制御棒値測定法の補正に対する理論的研究	KTR	近畿大学原子炉研究所 (共同利用)	4	3	
1 九州大学	原子炉内中性子束分布の精密測定	近畿大学原子力研究所	近畿大学原子力研究所	10	2	
2	医療用重粒子線入射によるフラグメント生成反応の研究	HIMAC	放射線医学総合研究所	8	10	
3	400MeV陽子入射荷電粒子生成反応の研究	大阪大学核物理研究センター	大阪大学核物理研究センター	8	3	
4	アクチノイドターゲットを用いた数百MeV陽子入射反応の研究	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia	5	5	
5	150MeV FFAGシンクロトロンの開発	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー加速器研究機構	1	250	
6	照射済み固体ブランケット材からの増殖トリチウムの放出挙動	KUR	京都大学原子炉実験所	3	12	
7	液体ブランケット材からの中性子照射後のトリチウム放出挙動	KUR	京都大学原子炉実験所	3	6	
8	トリチウム取扱施設構造材料へのトリチウム汚染挙動及びその処理法の研究	(独) 日本原子力研究機構	(独) 日本原子力研究機構	4	8	

また、上記の外部機関での実験研究を、使用施設毎にまとめた表を表 4.3-2 に示す。外部機関としては、日本原子力研究開発機構の照射炉及び関連施設、東北大学金属材料研究所量子エネルギー材料科学国際研究センター（旧材料試験炉利用施設）、東京大学の高速中性子源炉「弥生」及び関連施設、京都大学原子炉実験所の原子炉及び関連施設、近畿大学原子力研究所の原子炉及び関連施設など照射炉の利用頻度が高い。

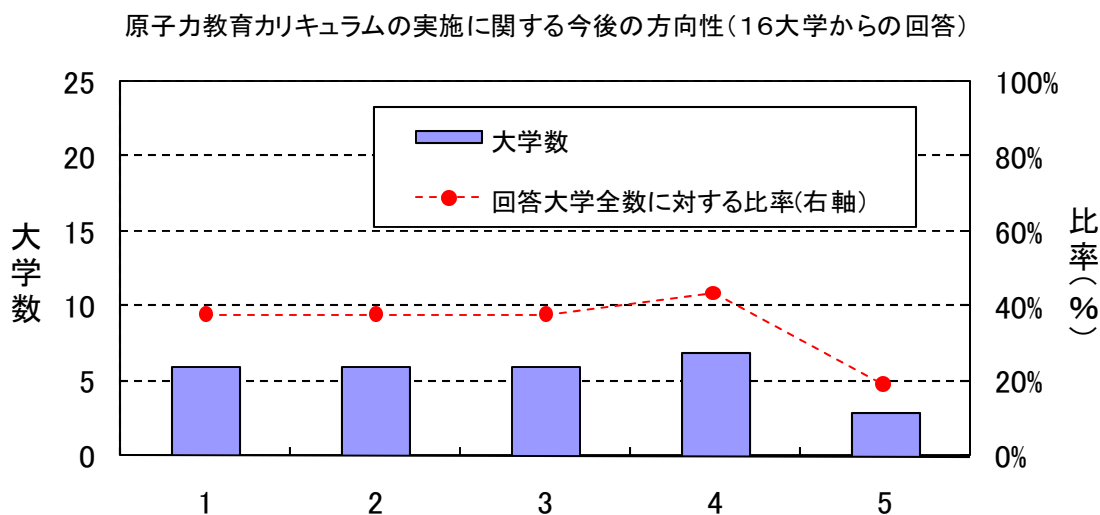
表 4.3-2 修士論文テーマのうち学外設備の利用状況（学外設備別）

使用施設名称	設置場所 (研究の枠組み)	利用大学	実験研究テーマ	年間使用		利用における 要望事項	
				人数	日数		
1	—	北海道大学	鉱物に対するアクチノイド元素の吸着に与えるフミン酸の影響		20		
1	(独)日本原子力研究開発機構	東京工業大学	再処理の高度化に関する研究	2	2		
2	(独)日本原子力研究開発機構	東京工業大学	鉛ビスマス合金中に生成されるポロニウムの挙動に関する研究	3	6		
3		武蔵工業大学	古鉄中に含有する微量元素の挙動	2	14		
4	(独)日本原子力研究開発機構 (施設共用利用)	東海大学	中性子を利用した古代エジプトガラス遺物の非破壊分析	2	4		
5	(独)日本原子力研究開発機構 (施設共用利用)	静岡大学	トリチウム増殖材料中のトリチウム挙動に関する研究	6	18		
6			核融合炉第一壁におけるトリチウム挙動	9	12		
7		放射分析	3	10			
8		九州大学	トリチウム取扱施設構造材料へのトリチウム汚染挙動及びその処理法の研究	4	8		
1	東北大金研大洗研究所	東北大金研大洗研究所 (共同研究)	静岡大学	溶媒抽出	2	3	
1	高速中性子源炉「弥生」	東京大学大学院原子力専攻 (共同利用)	東海大学	放射線発生施設周辺における放射線挙動分析のための測定と解析	4	8	
2				低線量放射線照射による生体生理機能刺激効果に関する研究	4	4	
3				古代エジプト遺物中微量元素の高速中性子場利用による放射化分析	4	4	
1	京都大学原子炉実験所	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	静岡大学	トリチウム増殖材料中のトリチウム挙動に関する研究	7	15	
2	ESR	京都大学原子炉実験所 (共同利用)	京都大学	ガラス固化体の安全性能評価に関する研究	2	5	
3				4価金属イオンの加水分解と錯生成に関する熱力学的研究	2	10	
4				シリカガラス中に生成した照射欠陥の動的挙動	2	5	
5				還元抽出法を用いた乾式再処理プロセスの性能評価	4	20	
6	KUR	京都大学原子炉実験所	九州大学	照射済み固体ブランケット材からの増殖トリチウムの放出挙動	3	12	
7				液体ブランケット材からの中性子照射後のトリチウム放出挙動	3	6	
1	UTR-KINKI	近畿大学原子力研究所 (共同利用)	東海大学	低線量放射線照射による細胞損傷・修復機構と刺激効果に関する基礎研究	4	4	
2				古代エジプト遺物中微量元素の中性子放射化法による分析	4	4	
3	KTR	近畿大学原子力研究所 (共同利用)	大阪大学	動的制御棒値測定法の補正に対する理論的研究	4	3	
4	近畿大学原子力研究所	近畿大学原子力研究所	九州大学	原子炉内中性子束分布の精密測定	10	2	
1	HIMAC	放射線医学総合研究所	九州大学	医療用重粒子線入射によるフラグメント生成反応の研究	8	10	
1	大阪大学核物理研究センター	大阪大学核物理研究センター	九州大学	400MeV陽子入射荷電粒子生成反応の研究	8	3	
1	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia	九州大学	アクチノイドターゲットを用いた数百MeV陽子入射反応の研究	5	5	
1	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー加速器研究機構	九州大学	150MeV FFAGシンクロトロンの開発	1	250	
1	—	発電研NDEセンター	東北大学 (金研)	応力腐食割れの非破壊評価	1	10	旅費の予算化
1	電力中央研究所	電力中央研究所	東北大学 (金研)	劣化試験片の電磁非破壊評価	1	10	

5. 体系的な原子力教育に関するアンケート調査

5.1 原子力に関わる体系的な教育の実施

大学・大学院における原子力（核分裂・核燃料サイクル等狭義の原子力）教育カリキュラムの実施に関する今後の方向性について、関連大学へのアンケート調査を行った。16 大学から回答を得、その結果を図 5.1-1 に示す。



- 1 原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、体系的な教育研究を本学の教員と設備にて継続実施可能である
- 2 原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、独自性のある教育プログラムを提供する計画であるが、体系的な教育研究を本学の教員と設備だけで継続することは困難であり、他の大学・研究機関との連携などを求めたい
- 3 原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、体系的な教育研究を本学の教員と設備のみでは継続は困難であるが、教育領域を絞った独自性のある教育プログラム(Ex.原子力危機管理教育に注力)を模索していきたい
- 4 これまでの原子力(核分裂・核燃料サイクル)の研究から派生・発展した多くの基盤・基礎技術を更に発展させるべく、幅広く、且つ、多様性に富む広義の原子力(量子ビーム応用、エネルギー環境、物質シミュレーション、医療工学学際など)として体系的な教育研究を模索していきたい
- 5 その他

図 5.1-1 大学・大学院における原子力教育カリキュラムの実施に関する今後の方向性（複数回答）

アンケート結果から見ると、回答した 16 大学のうち、約 40%の大学では、原子力（核分裂・核燃料サイクル）教育に対して、体系的な教育を各大学内で継続実施が可能と回答しているが、一方で、それぞれの大学内の組織での体系的な原子力教育の継続は困難であり、他大学や研究機関との連携を求めている大学も約 40%あることがわかった。

また、これまでの原子力（核分裂・核燃料サイクル）の研究から派生・発展した多くの基盤・基礎技術を更に発展させるべく、幅広く、且つ多様性に富む広義の原子力（量子ビーム応用、エネルギー環境、物質シミュレーション、医療工学学際など）として体系的な教育を模索している大学は、約 40%を超えている。

特徴的な連携としては、東京大学では、既に日本原子力研究開発機構と原子力専攻（専門職大学院）及び国際原子力専攻と協定を締結し、教育・研究における協力関係を構築している。

一方、近畿大学では、教員ならびに設備は有しているものの、電気電子工学科エネルギー・環境コースの枠内での教育のため、カリキュラムを原子力に特化することが難しいという現状があるとコメントしている。

その他の大学を含めて課題を整理したものを表 5.1-1 に示す。

表 5.1- 1 原子力教育研究に関する教育カリキュラムの課題

大学名	原子力関連大学院・学部	原子力教育研究(核分裂・核燃料サイクル)に関する教育カリキュラムの課題
北海道大学	工学研究科量子理工学専攻	学生実験に関し教職員、特に実験担当の職員数の減少、高齢化の中でTAの役割が大きくなっている。旧来に比べて、教育環境は悪化傾向にあり、大きな課題と考えている。
東北大学	工学研究科量子エネルギー工学専攻	学部専門教育科目の中の原子力教育に関する基礎的な科目と、大学院における専門科目を組み合わせ、国家試験である「放射線取扱主任者」「原子炉主任者」を目指す上で必要な科目を指定し、それぞれ「放射線取扱主任者コース」「原子炉主任者コース」としている。ただし、これらは資格取得のために必要な講義の明示であって、自動的な資格取得ではない。 京大炉を使った原子炉実習(修士)、金研大洗でのホットラボ研修(修士)、東大弥生炉での運転実習(3年生)などの実習と連携したカリキュラムとしている。
東北大学	金属材料研究所 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター	大学院修士を対象とした大洗夏の学校の実施。社会人Dr.を対象とした特別授業の実施。 夏の学校の特徴は、様々な専攻の多くの学生に対して、原子力に関連した材料研究の基礎から先端に至る内容を主に2~3名の少人数グループによる実習を通して理解してもらうことにある。そのためには、多くの科目をバラバラに実習して学生に待ち時間を与えないことが必要であり、科目の数に等しい指導員の確保が必要になる。一方、3~5日目の照射後試験については、選択性にして少数科目に絞り十分な時間をとって実習したいとの要望がある。その要望に応えるためには、受け入れ可能な学生数を大幅に少なくしなければならないとともに、実習科目の間で学生の希望に大きな差が現れること、また研究の幅を広げるために専門とは異なる多くの科目の実習を希望する学生の方が多いことへの対応など、難しい問題がある。おそらくプログラムを見直した上で別の期間にもう一度この種の学校を開くことが必要であり、年に2回の開催が要望される理由の一つはここにある。また、留学生が参加できるように英語での講義・実習指導を求める声もある。現状では多くの制約のために年1回の開催とし、参加資格者は日本語を理解可能な学生としているが、国際研究センターとしていずれこれらの要望に応えることが必要になるものと思われる。
筑波大学	システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻	本専攻は、機械・建築・防災・土木・航空宇宙・原子力・電機・環境・エネルギー各工学科の融合体であり、原子力はその一部となっている。 原子力を専門とする教員数が少なく、原子力を志向する大学院生も少ない。一方、原子力固有の放射線や核分裂に関する科目がないため、全般に手薄である。
茨城大学		連携教員(原子力研究開発機構)による講義を2本開講(「原子力基礎特論」「エネルギーサイクルシステム特論」)している
東京工業大学	理工学研究科(原子炉工学研究所)原子核工学専攻	2年間の修士課程のみで(学部との繋がりがなしで)原子核工学の全体の教育と修士論文の研究を行うことが、難しくなっている。炉物理に関する実験は京大のプログラムにのせていただいて、大変助かっているが、RIや核燃料を扱う実験が、大学の施設では困難になってきている。標準コース以外に、国際コースや、日本人学生が取る他のコースなど、教育メニューが増え、学生も教員もかなりお忙しい。法人化した後の管理業務でも教員は忙しい。
立教大学	原子力研究所	当初の原子力研究所の設置目的は達成され、現在は研究所廃止措置中。
東海大学		2007年度大学院カリキュラムの変更について2005年度4月より、連合大学院(東海大学、九州東海大学、北海道東海大学の三大学)博士課程の設置に伴い、従来の専攻は修士課程のみとなり、今後ますますの学科との連携が重要視されてきた。現在の最も関連する学科は、旧学科の原子力工学科と応用物理学科より編成され、エネルギー工学専攻を経て、2006年度より新設されたエネルギー工学科であるが、本専攻との連続性が薄く、学部教育との関連性を持たせた新カリキュラムの編成が要求された。そのため、学部教育との連続性を保つため、科目の統合並びに新設により、「エネルギー」、「材料・物性」、「資源・環境」の3分野に科目を均等にグループ配分した。また、学部の中学(高校)の第一種教員免許状の取得が可能であることが大きな魅力となっており、今後の大学院生の教員採用が有利となる可能性があるため、理科専修教員免許状の取得にも対応可能なカリキュラム編成とした。国際化の対応として、英語教育については、当大学外国語教育センターの共通開講科目(English Presentation for Engineers)と合わせ、専攻独自開講の英語科目(Lectures on Nuclear Energy)を設け、強化を図っていく。さらに、インターシップ制度を取り入れ、現在実施されている「独立行政法人日本原子力研究開発機構 夏期休暇実習生派遣(約1ヶ月)」等を対象として展開し、社会との連携を伴っていく。
静岡大学	理学研究科放射科学コース 理学部放射化学研究施設	放射化学Ⅰ、放射化学Ⅱ、放射線計測・管理学概論、放射線管理実習を実施中。
福井大学	工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻	学生の専門知識につて、本専攻は独立専攻であるため、学内からの進学者であってもバックグラウンドは多様で、原子力を専門に学んだ学部生に比べ、基礎的知識に乏しいと考えられるので核分裂や核燃料サイクルに関する原子力本体の講義において、高度なレベルまで習得させることは困難かもしれない。教員の専門性については、教員の多くもバックグラウンドは多様で、現在のところ原子力本体の講義については原子力機構や原子力安全システム(株)の方々の協力を仰いでいる。
大阪大学	工学研究科環境エネルギー工学専攻	座学中心の教育カリキュラムでは、どうしても実践的な教育が不足するので、現場で第一线にたつた人の講義を学生に聞かせたい。また、大学単独では原子炉施設の維持運営が困難であるため、施設見学や施設を用いた実習の場を学外において確保する必要がある。「原子力実習」では、現在3つのプログラムが並行して走っているが、そのうち2つについては、学生の旅費・滞在費が自費扱いとなっており、経済的負担が大きい。
近畿大学	総合理工学研究科物質系工学専攻	物質系工学専攻原子エネルギー工学の部分として実施



## 5.2 他大学・研究機関との原子力教育に関する連携の要望

原子力（核分裂・核燃料サイクル等狭義の原子力）について、他大学や研究機関と連携して体系的な大学・大学院教育カリキュラムを維持・継続していく際に、今後、連携を期待する項目を調査した。図 5.2-1 に示すように、民間企業と連携、公的機関と連携、他大学との連携を希望する大学は、それぞれ約 80%（回答大学 16 大学の内）を占めることがわかった。以下、各項目への要望について述べる。

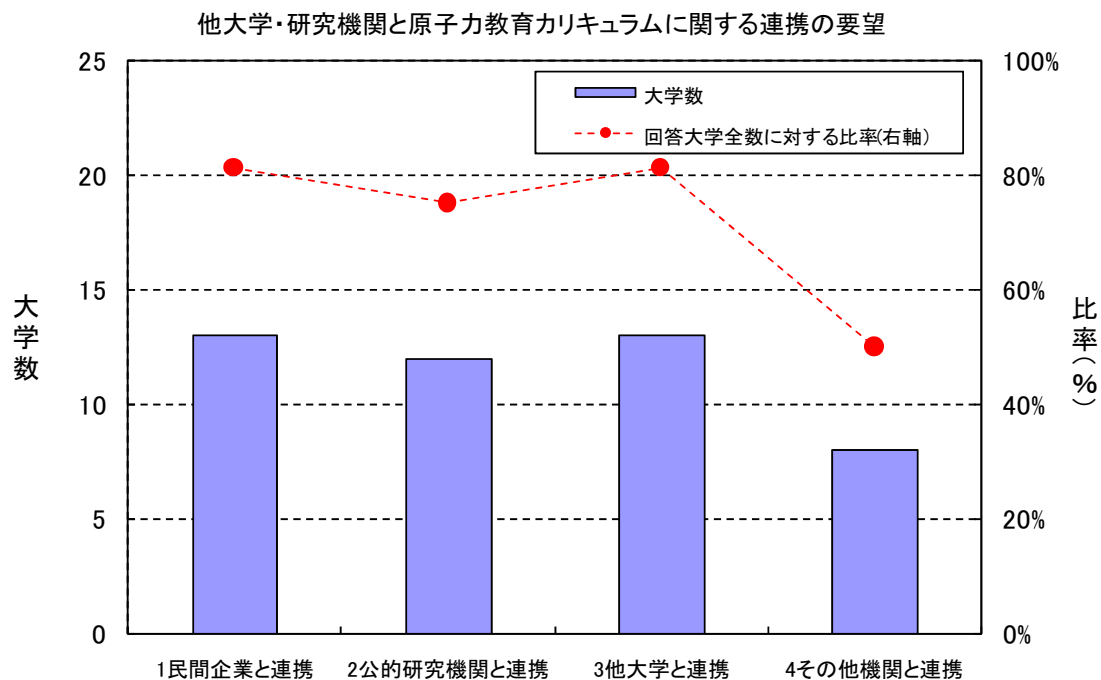


図 5.2-1 他大学・研究機関との原子力教育に関する連携の要望

(1) 民間企業との連携

民間企業との連携を希望する項目としては、図 5.2-2 に示すように、インターンシップ（原子炉運転実習を含む）や原子力発電所見学が最も多く、その他、専門講師派遣・放射線利用技術の紹介、原子力発電所プラントの課題や情報提供への要望がある。また、各大学別の民間との連携を希望する項目を表 5.2-3 に示す。

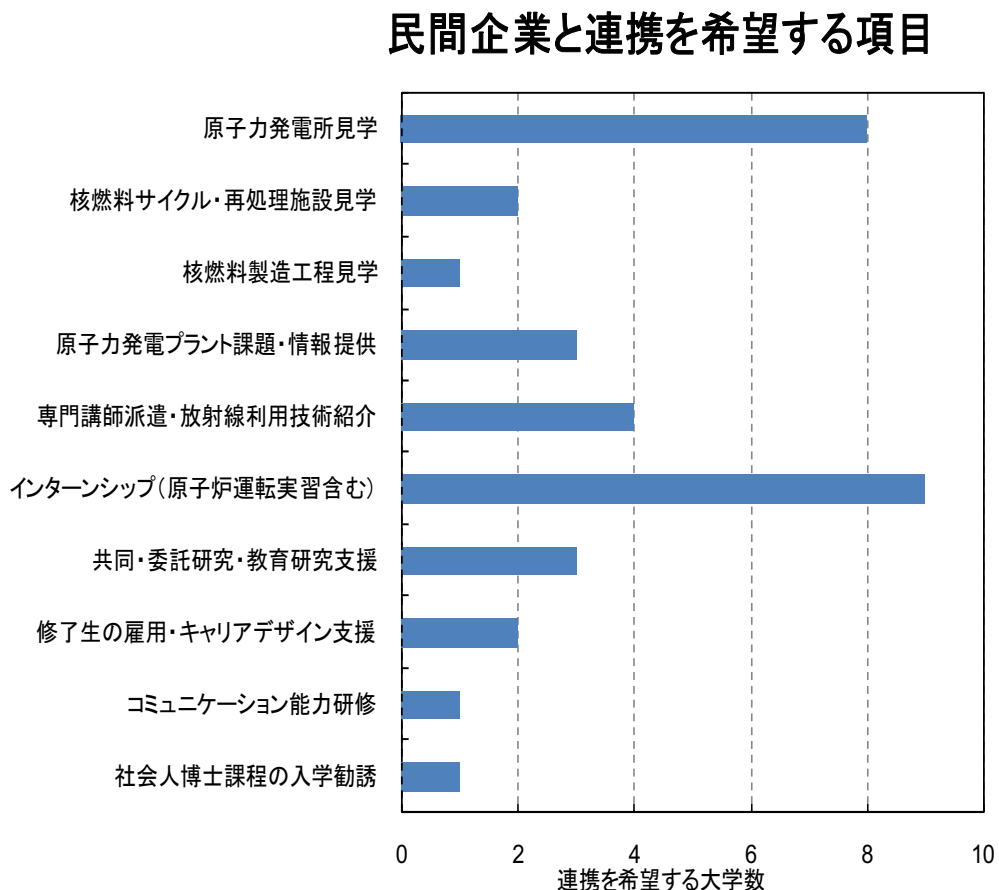


図 5.2-2 民間企業と連携を希望する項目

表 5.2-3 大学別の民間企業との連携を希望する項目

北海道大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北電の泊原発については、適宜見学会を実施している。(今後も続ける)</li> <li>・インターンシップの充実(電力会社、企業)を期待する</li> </ul>
八戸工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力関連科目の非常勤講師の継続的な派遣</li> </ul>
東北大学 (量子エネルギー工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電用原子力プラントの見学 (電力会社)</li> <li>・核燃料の再処理プラントなど核燃料サイクル施設の見学 (日本原燃)</li> </ul>
東北大学 (流体研)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電用原子力プラントにおける研究開発課題の情報提供 (電力会社)</li> </ul>
茨城大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターンシップの受け入れ</li> </ul>
筑波大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力会社やメーカーとのインターンシップ</li> <li>・共同研究の強化</li> </ul>
東京工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所見学、研修センターでの研修 (電力会社)</li> <li>・インターンシップ (電力、メーカー)</li> <li>・特別講義等への専門家派遣 (電力、メーカー)</li> </ul>
武蔵工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉燃料製造工程の見学 (燃料製造会社)</li> <li>・発電用原子力プラントの見学 (電力会社)</li> <li>・原子炉運転実習 (民間企業・JAEA)</li> <li>・技能訓練センター (電力会社)</li> </ul>
東海大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所システムの見学 (電力会社)</li> <li>・加速器・非破壊分析施設等、放射線利用技術の紹介</li> <li>・インターンシップ (RI 取扱企業)</li> </ul>
静岡大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電用原子力プラントの見学 (電力会社)</li> <li>・再処理プラントの見学 (原燃)</li> </ul>
福井大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電用原子力プラントの見学 (電力会社)</li> <li>・共同研究、委託研究、奨学寄附金等による教育研究の支援</li> <li>・社員 (再) 教育のための学生としての派遣</li> <li>・インターンシップ等による学生の受け入れ及び修了生の雇用</li> </ul>
大阪大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業界のニーズについて学生に話してもらい、キャリアデザインに反映 (集中講義など)</li> <li>・実務に即したテクニカル・スキルの習得 (インターンシップ制度の実施)</li> <li>・立場の異なる人とのコミュニケーション能力の習得 (同上)</li> </ul>
近畿大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現場における技術伝承 (原子力は実学であり、理論ばかりではなく、実規模のプラントの設計から運転・管理までの現場の経験、技術について知ることは重要である。)</li> </ul>
神戸大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電用原子力プラントの見学 (電力会社)</li> </ul>
九州大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターンシップの受け入れ</li> <li>・共同研究、委託研究</li> <li>・社会人博士課程への入学の勧誘</li> </ul>

(2) 公的機関との連携

公的機関との連携を希望する項目としては、図 5.2-4 に示すように、原子炉・放射線利用施設を利用した共同研究・実験、原子炉実験・運転実習、PIE(Post Irradiation Examination)施設での教育、サマースクール、特別講義への講師派遣、実験施設見学等への要望が強い。

また、各大学別の公的機関との連携を希望する項目を表 5.2-5 に示す。

### 公的研究機関と連携を希望する項目

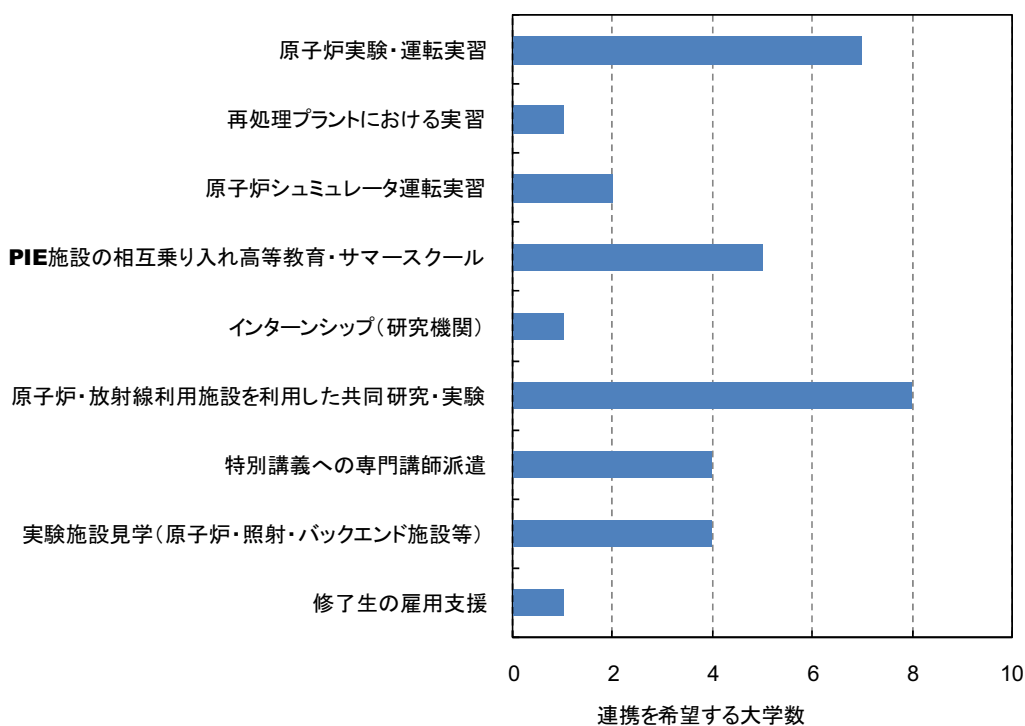


図 5.2-4 公的機関と連携を希望する項目

表 5.2-5 大学別の公的機関との連携を希望する項目

北海道大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性が出てくるなら非常勤講師などの形で実施する。</li> <li>・非密封線源、RI、ウランを扱う実験等（JAEA）を期待する。</li> </ul>
東北大学 (量子エネルギー工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉照射材料・燃料の照射後試験施設の見学（JAEA）</li> </ul>
東北大学 (流体研)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来の原子力プラントにおける研究開発課題の情報提供（JAEA）</li> </ul>
東北大学 (金材研)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PIE 施設の相互乗入れによる高等実施教育（JAEA）</li> <li>・原子炉見学、シミュレーターによる模擬運転の経験（JAEA）</li> </ul>
茨城大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力基礎論講義・核物質取扱い実験・放射線計測実験</li> </ul>
筑波大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験施設の見学</li> <li>・共同研究の強化</li> </ul>
東京工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターンシップ（研究機関）</li> <li>・特別講義等への専門家派遣（研究機関）</li> </ul>
武蔵工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・照射済み燃料の分析実習とデータの解析並びに核燃料再処理化学の講義（JAEA）</li> <li>・原子炉運転実習や特性測定実験（JAEA）</li> <li>・放射化分析や医療照射及び照射実験に関わる研究（JAEA）</li> </ul>
東海大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉等、放射線利用施設の共同利用、実習利用（JAEA）</li> </ul>
静岡大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉を用いた照射実験等（JAEA）</li> <li>・再処理プラントにおける実習（JAEA）</li> </ul>
福井大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉を用いた実習、講義</li> <li>・学位取得希望者の大学への派遣、修了生の雇用</li> <li>・共同研究等を通じた予算獲得の協力体制の構築</li> </ul>
大阪大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究・教育用原子炉を用いた実習（「常陽」など）</li> <li>・原子炉シミュレーターを用いた運転実習（「もんじゅ」シミュレーターなど）</li> <li>・サマースチューデントの受け入れ</li> <li>・講師派遣(保障措置、廃棄物、廃炉技術などの分野で、恒常的に講義を担当してほしい)</li> </ul>
近畿大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教育より研究的な側面が強いが、若狭湾エネルギー研究センターの実験設備を活用させて頂き、実験的研究のデータ取得に広がりを持たせる。</li> </ul>
神戸大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉実験（JAEA）</li> <li>・バックエンド関連施設見学</li> </ul>
九州大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉を用いた炉物理、放射線計測実験等（JAEA）</li> </ul>

(3) 他大学との連携

他大学との連携を希望する項目としては、図 5.2-6 に示すように、原子炉（炉物理）実験・運転実習、非常勤講師の相互派遣が多い。また、他大学からの専門家による講義の要望として具体的に上がっているテーマとしては、炉化学、放射線、バックエンド工学、高速炉安全工学、リスクマネジメントや技術者倫理等である。また、各大学別の他大学との連携を希望する項目を表 5.2-7 に示す。

他大学と連携を希望する項目

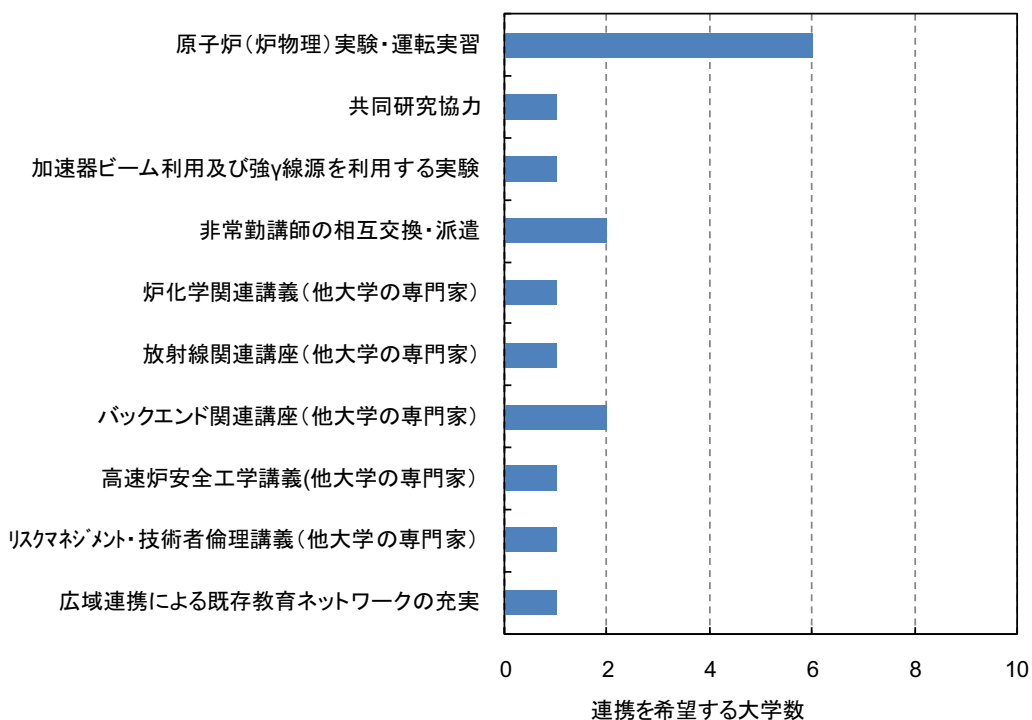


図 5.2-6 他大学と連携を希望する項目

表 5.2-7 大学別の他大学との連携を希望する項目

東北大学 (量子エネルギー工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉運転実習(東大弥生炉、京大炉)</li> </ul>
茨城大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術者倫理</li> <li>・リスクマネジメント講義 (他大学の専門家)</li> </ul>
東京工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックエンド関連講座 (他大学の専門家)</li> <li>・放射線関連講座 (他大学の専門家)</li> </ul>
武蔵工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速炉安全工学 (東工大/原子炉工学研究所)</li> <li>・KUCA 臨界集合体を用いる炉物理実験 (京都大学原子炉実験所)</li> <li>・加速器ビーム利用及び強<math>\gamma</math>線源を利用する実験 (東工大/原子炉工学研究所)</li> </ul>
東海大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉物理学 (教育用・研究用原子炉を有する大学等)</li> </ul>
静岡大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックエンド関連講義 (他大学の専門家)</li> <li>・炉化学関連講義 (他大学の専門家)</li> <li>・放射線管理実習における交流 (本学と他大学)</li> </ul>
福井大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉を用いた実習 (例 京大)</li> <li>・共同研究や講義の協力</li> </ul>
大阪大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究・教育用原子炉を用いた実習 (京大炉、近大炉)</li> <li>・原子力立地県における人材育成に、講師派遣などで協力したい</li> </ul>
近畿大学	<p>・近畿大学原子力研究所は、原子炉を全国の大学の研究者に共同研究のために開放している。この運営管理は大阪大学により行われている。また、この共同研究の枠内で、大阪大、神戸大、名古屋大、九州大、徳島大の一部の学生に原子炉実習を行っている。これらの現在すでにあるネットワークからさらに発展した、教育・研究の連携をはかる方法を模索している。</p>
神戸大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期的には連携に興味あり</li> </ul>
九州大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常勤講師の相互交換</li> </ul>

(4) その他の機関との連携

その他の機関との連携を希望する項目としては、図 5.2-8 に示すように、原子力・エネルギー法規、原子力政策の講義に対する要望が強い。また、各大学別の他大学との連携を希望する項目を表 5.2-9 に示す。

その他の機関と連携を希望する項目

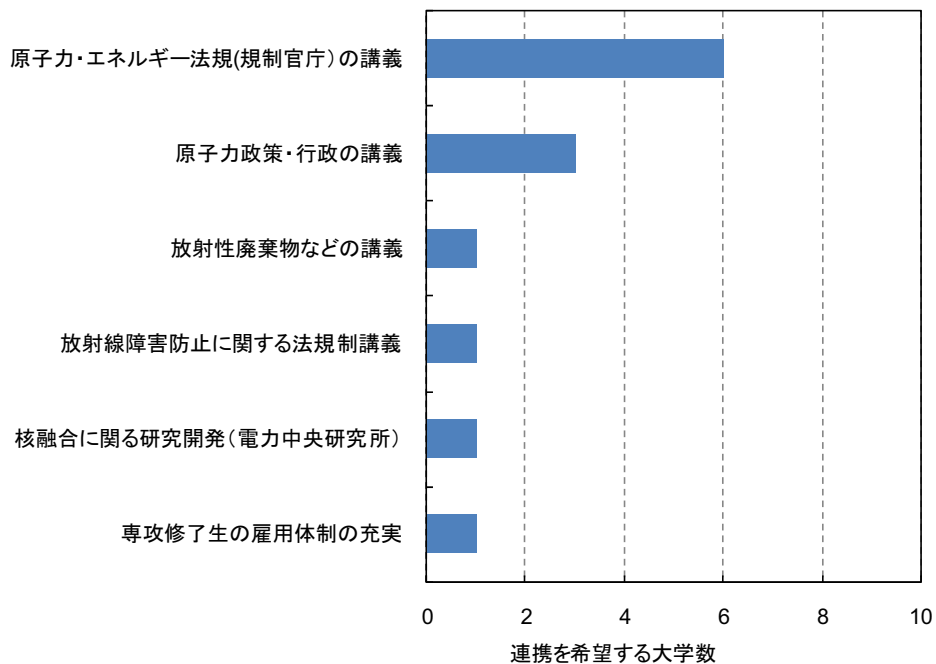


図 5.2-8 他機関と連携を希望する項目



表 5.2-9 その他機関と連携を希望する項目

北海道大学	・必要性が出てくるなら非常勤講師などの形で実施する。
東北大学 (量子エネルギー工学)	・原子力法規(規制官庁)
東京工業大学	・原子力・エネルギー法規 (規制官庁)
武蔵工業大学	・原子力・エネルギー法規 (規制官庁) ・原子力エネルギー政策 (官庁) ・核融合に関わる研究開発 (電中研)
東海大学	・原子力・エネルギー法規 (規制官庁) ・日本アイソトープ協会 ・講師の派遣 ((財) 日本原子力文化振興財団、JAEA 等)
静岡大学	・放射線障害防止に関する法規 (規制官庁)
福井大学	・専攻修了生の雇用体制の充実 (行政) ・原子力行政に関連した講義 (行政)
大阪大学	・講師派遣(原子力法規、原子力政策、放射性廃棄物などの分野で、恒常的に講義を担当してほしい)
九州大学	・原子力・エネルギー法規 (規制官庁) の講義

(5) 新たな連携の模索と課題

表 5.2-10 新たな連携の模索状況及び課題

八戸工業大学	青森県東部の唯一の工業大学として、一般的な機械工学科のカリキュラムの中での原子力教育の適切な重み、取り上げ方について模索中
東京大学	講義・実験実習・演習・インターンシップ・見学などにおいて、連携は既に実施中である。
静岡大学	本学は基本的に理学系であるので放射線・放射能に関する基礎教育を中心に教育を進めているため、原子力工学的教育を強化するために他大学・他機関との連携を図る必要性を感じている。逆に、本学で進めている充実した放射線・放射能に関連した教育体制は、工学系原子力教育においてやもすれば疎かになりがちな放射線・放射能に関する基礎教育を補完的に提供できるものとする。
福井大学	本専攻は現在のところ、原子力本体の部分の教育研究体制が弱いと、学外機関の協力を得ているところである。
京都大学	教育研究施設等の利用については、従来以上に共同利用が必要になると考えられる。
近畿大学	近畿大学原子力研究所は、原子炉を全国の大学の研究者に共同研究のために開放している。この運営管理は大阪大学により行われている。また、この共同研究の枠内で、大阪大、神戸大、名古屋大、九州大、徳島大の一部の学生に原子炉実習を行っている。これらの現在すでにあるネットワークからさらに発展した、教育・研究の連携をはかる方法を模索している。

5.3 日本原子力研究開発機構の「連携大学院構想」への参加希望

日本原子力研究開発機構では、機構の設備と専門家人材を活用した「連携大学院構想」を計画している（添付に示す）が、連携大学院構想への参加の仕方についての具体的要望をアンケート調査した。そのまとめを図 5.3-1 に示す。現在計画している「連携大学院構想」では、遠隔講義、夏季実習、相互講師派遣が提供する主要なサービスであり、大学側からの参加希望は、夏季実習、相互講師派遣、遠隔講義の順に要望が強く、それぞれ 50% から 70% 程度の大学でこれらに参加したいとの希望があることがわかった。

一方、東京大学では、大学院改革により、専門職大学院原子力専攻及び国際原子力専攻を新たに立ち上げ、日本原子力研究開発機構との協定による連携を始めており、この「連携大学院構想」には興味なしと回答している。

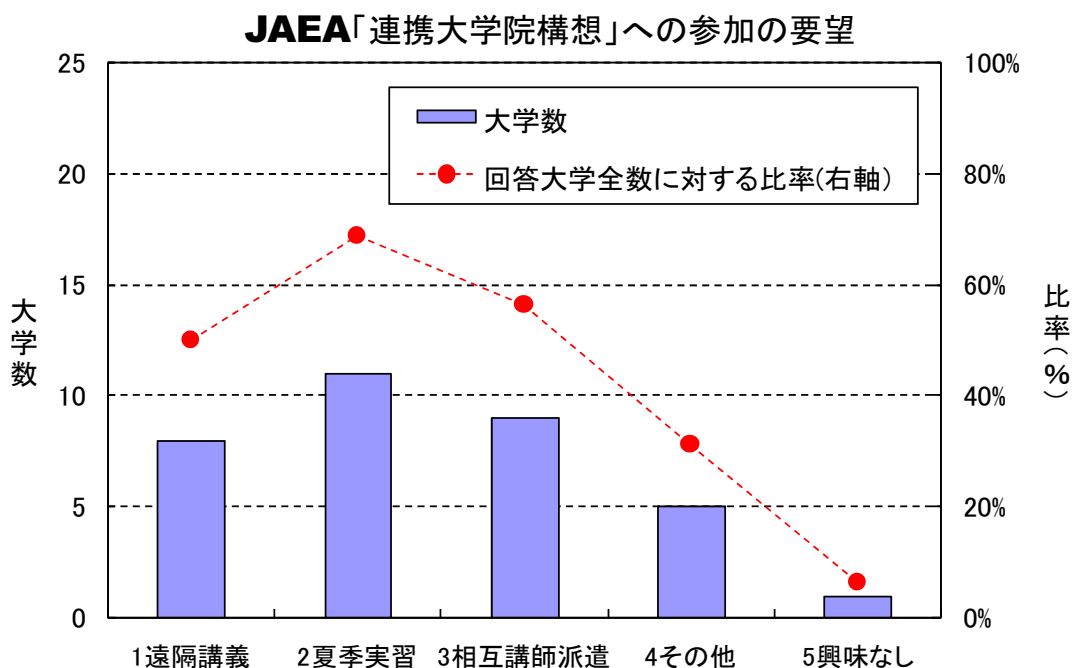


図 5.3-1 JAEA「連携大学院構想」への参加要望のまとめ

(1) 連携大学院ネットワークに係わる遠隔講義

連携大学院ネットワークに係わる遠隔講義に対する各大学の要望や課題を下記に整理した。特に、遠隔講義での連携を希望する大学では、今後ハード面での学内のネットワークとの整合性を確認していく必要があることがわかった。

東北大学 (流体研)	講義の配信はすぐには難しいと思いますが、原子力に関する課題を研究する学生に聴講させたい。
茨城大学	十分なコンテンツが今のところ無く、配信は当面無理であるが、受講希望者がいれば受講を希望する。遠隔講義のハードの設置に際しては、学内のネットワークとの関連を検討する必要がある。
東海大学	講義の配信は当面は無理と思われるが、受講を検討していきたい。
静岡大学	遠隔講義のハードの設置に際しては、学内のネットワークとの関連を検討する必要があるが、受講、講義の配信を検討したい。
大阪大学	当学の IT 講義室や中之島センターなどの既存のハードや施設を活かして、遠隔講義を実施することを検討中である。
神戸大学	将来的には参加に興味あり
九州大学	遠隔講義のハードの設置に際しては、学内のネットワークとの関連を検討する必要があるが、受講、講義の配信を検討したい。

(2) 連携大学院に係わる夏季実習

連携大学院に係わる夏季実習への参加に対する各大学の要望や課題を下記に整理した。夏季実習は、有意義であり希望者にぜひ参加させたいとの希望があるものの、旅費をどう工面するかが課題であるとしている。

筑波大学	夏季実習に際し、学生の旅費等の配分できれば、参加を希望する。
茨城大学	原子力工学に関する体系的な教育カリキュラムを作り実施できるようになったら、ぜひ参加したい。
東京工業大学	参加したいが、カリキュラム上の制約がある。
武蔵工業大学	夏季実習に際し、学生の旅費等の調整があるが、参加を希望する。従来からこの制度を利用して多大な研究成果をあげている実績があり、今後も多いに利用したい。
東海大学	夏季実習には参加を希望したい。(旅費等の検討)
静岡大学	夏季実習に際し、学生の旅費等の調整があるが、参加を希望する。
福井大学	夏季実習に際し、学生の旅費等の調整があるが、参加を希望する。
大阪大学	「常陽」を用いた夏季実習に興味があり、実施を検討中であるが、連携大学院ネットワークに参加するかどうかについては未定である。
近畿大学	カリキュラム、旅費の関係から、全員が参加可能であるかどうかは不確定な面があるが、原子力機構のような組織・設備が整った環境での実習は有意義であると考えている。
神戸大学	将来的には参加に興味あり。
九州大学	夏季実習に際し、学生の旅費等の調整があるが、参加を希望する。

(3) 連携大学院の相互講師派遣

連携大学院の相互講師派遣に対する各大学の要望や課題を下記に整理した。相互派遣に関しては、参加を希望するものの、学内の調整、講師の旅費が問題となることがわかった。

茨城大学	今は十分な受け皿がないが、原子力工学に関する体系的な教育カリキュラムを作り、実施できるようになったら、ぜひ参加したい。
武蔵工業大学	派遣する場合、学内の調整が必要となるが、派遣してもらうものについては問題無い。参加を希望する。
東海大学	講師の派遣について問題はないと思われる。話題性、興味性を考慮し、参加を希望する。
静岡大学	学内の調整が必要となるが、講師の相互派遣を積極的に検討したい。ただし、講師の旅費検討の余地はある。
福井大学	どのような問題があるか、調査が必要。
大阪大学	「夏季実習」に参加する場合は、相互講師派遣に参加する予定である。
神戸大学	将来的には参加に興味あり
九州大学	派遣する場合、学内の調整が必要となるが、派遣してもらうものについては、問題無い。参加を希望する。

(4) その他の要望等

その他自由意見を見る限り、この様な連携大学院構想への参加を希望する大学が比較的多いが、一方では、大学内での調整や今後の動向を踏まえて教育研究設備を検討していくとしている。

八戸工業大学	青森県東部の唯一の工業大学として、一般的な機械工学科のカリキュラムの中での原子力教育の適切な重み、取り上げ方について模索中。
東北大学 (量子エレクトロニクス)	専攻の研究室ごとの研究教育の活動方針と一致するものがあれば研究室単位で、専攻全体として加わる計画はない。
東北大学 (金材研)	短・中期的には、本センターの中期目標を基に教育活動の充実を図りたいが、長期的な視野に立った場合、本調査は1つのあり方を示すものと理解する。
武蔵工業大学	本学としても、連携大学院制度があり、相互にメリットがある場合には、この制度を結んで大いに活用したい。
東海大学	本学科内において、有志による原子力教育の今後のあり方を模索中で、その一環として「原子力技術コース」の開設に向けた準備を検討中である。連携大学院ネットワークには現在検討中の要素と重複する点も多く、可能であるならば、原子力を特化コースとして開講する学部も参加できるような機会があれば与えられれば、情報収集のため参加したい。
京都大学	教育研究設備等の利用については、今後の動向を踏まえて検討する。

5.4 大学における原子力関連教育の独自の取組み

原子力に係る学科・専攻を有する大学に対して、原子力教育に関する独自の取組みについて、アンケート調査した。その結果のまとめを図 5.4-1 に示す。大学の教育研究の進展に向け、他機関との連携講座や招聘講師による高いレベルの授業提供、国際的な視野を広げるための国際インターンシップや海外大学との交流の他に、実務・現実問題への対応力（課題発見と解決能力の醸成）やリーダーシップやチームアプローチ醸成に向けた取組みが特徴的である。これらの取組みは、産業界からの要請を踏まえた取組みと理解できるが、将来産業界をリードしていく人材育成を、具体的にどの様に進めていくか、教育の質の向上に向け PDCA サイクル（Plan, Do, Check, Action）を廻しつつ、より効果的な取組みを、産業界と積極的に連携して模索していくことが重要であろう。

尚、大学における独自の取組み事例を表 5.4-2 に示す。

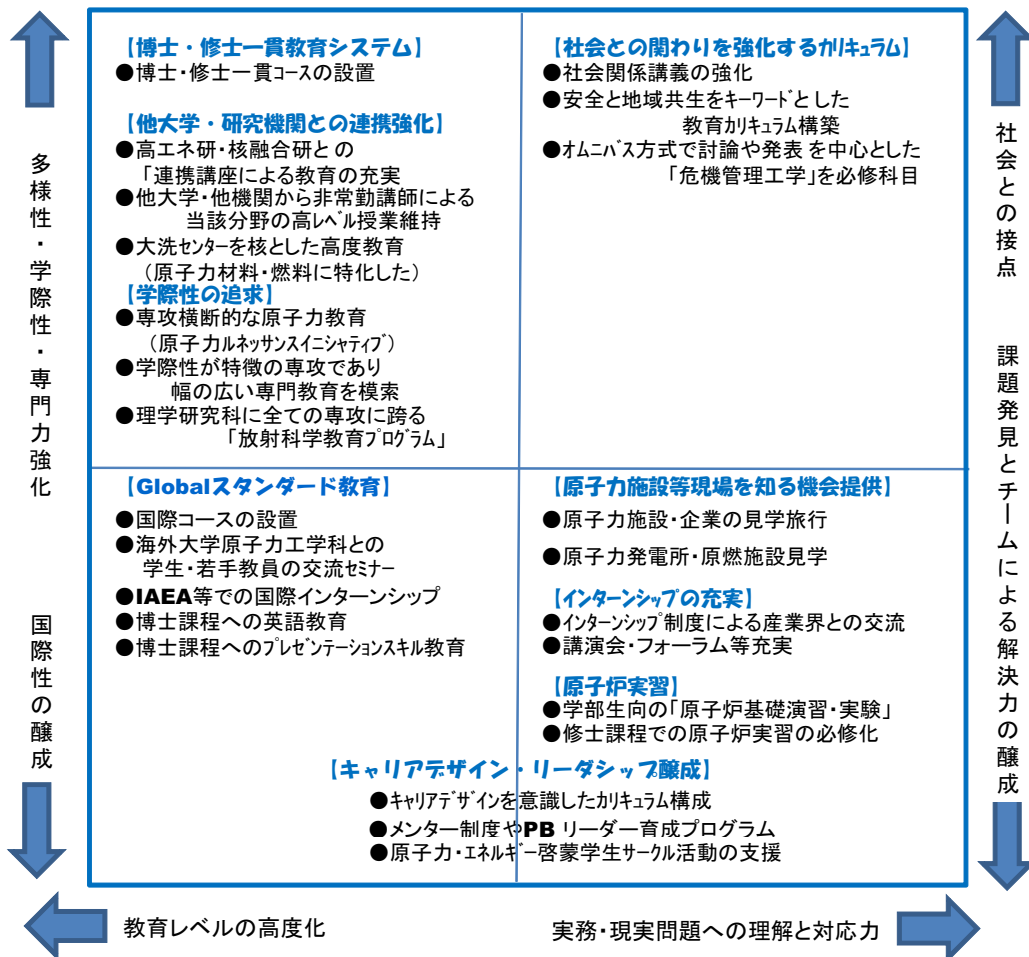


図 5.4-1 原子力教育に関する独自の取組みの方向性

表 5.4-2 各大学における独自の原子力関連教育の取組み事例

北海道大学	量子理工学専攻の量子ビーム工学講座及びプラズマ理工学講座、エネルギー環境システム専攻のエネルギー生産・環境システム（原子力工学）講座の3講座が原子力関連であり、高エネルギー研や核融合科学研の連携講座をつくり、教育を充実している。
八戸工業大学	本学は「原子力に係わる学科・専攻を保有する大学」ではありません。青森県東部の唯一の工業大学であり、日本原燃㈱を始めとする原子力関連企業に継続的に卒業生を採用頂いています。このことから、一般的な機械工学科のカリキュラムの中での原子力教育の適切な重み、取り上げ方について模索中である。
東北大学 (量子エネルギー工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3年生の見学旅行における原子力施設・企業の工場見学、東大弥生炉での原子炉実習</li> <li>・修士課程学生の京大炉での実習または金研大洗施設実習の必修化</li> <li>・学科・専攻としての女川または東通発電所、日本原燃六ヶ所村の見学会の企画 等</li> <li>・海外の大学の原子力工学科の学生と若手教員の交流事業(H18年度・カリフォルニア大学バークレー校訪問とセミナー開催など)</li> <li>・原子力についての講演会活動、フォーラムなどの実施</li> </ul>
東北大学 (金材研)	茨城大洗地区に立地する大洗センターを核とした高度教育（原子力材料・燃料に特化した）の実施
筑波大学	本専攻は、従来の機械・建築・土木・航空宇宙・原子力・電気・の各工学の融合であり、学際性が特色となっている。このため、幅広い知識を有する専門教育が模索できる。
東京工業大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子核工学専攻だけの取組みではないが、国際コースや、博士修士一貫コース</li> <li>・IAEA 等での国際インターンシップ</li> <li>・社会関係講義の強化</li> <li>・博士課程学生への、プレゼンテーションスキル、英語教育</li> </ul>
武蔵工業大学	他大学・他機関から専門家の方々を非常勤講師として招聘し、当該分野の講義を担当して頂き、高レベルかつ、高密度の授業（教育）を実施している。
東海大学	現在、エネルギー工学科内に「原子力技術者の養成」を明確に打ち出した「原子力技術コース」を開設するための作業グループを設け、検討が進行中である。
静岡大学	理学研究科に全ての専攻に跨る『放射科学教育プログラム』を実施し、各専門に加えて、放射科学の基礎的機知識を取得した研究者・職業人の育成を進めている。
福井大学	安全と共生をキーワードとして、ヒューマンインターフェイス論、地域防災システム、共生基盤計画論等をカリキュラムに取り入れている。オムニバス形式で、討論や発表中心の講義「危機管理工学」を必修科目としている。
京都大学	学部4回生に「原子炉基礎演習・実験」を配当している。
大阪大学	本学では、実践力を高める教育目標に掲げており、低学年から個々の学生のキャリアデザインを意識したカリキュラム構成を取っている。これに関連して、文科省の「魅力ある大学院イニシアティブ」プログラムの一環として、メンター制度やPBリーダー育成プログラムを実施している。また、昨年度から専攻横断的な原子力教育を実現するための母体として、原子カルネッサンスイニシアティブを発足させた。この他、インターンシップ制度を活用し、学生と産業界の交流促進に積極的に取り組んでいる。
近畿大学	学生サークル（NEDE: Network of the Educational Demonstration about Energy）原子力発電をはじめとする、現在の発電方式や新エネルギーの自給現状及び、それらの環境への影響などエネルギーに関しての幅広い知識を身につけていくことを目的に活動。また学生が制作した各種発電模型を用いて展示、実演、小・中学校へのエネルギーに関する出前授業などを実施。
神戸大学	学科・専攻の中で原子力工学は中核的分野ではないため、原子力実習等を自由参加制で行っている。

## 6. 原子力に関わる学部・大学院の学生数の推移と就職状況

### 6.1 原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者数の推移

これまでの日本原子力学会での調査データを踏まえ、原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者数の推移を、新たなデータを追加した上で調査した。そのまとめを図 6.1-1 に示す。

年度毎の学部卒業生の推移を見ると、1960 年代の原子力黎明期から 1975 年頃まで年間の卒業生が約 500 人弱まで増え続け、それ以降は、ほぼ同一水準を維持してきたことがわかる。また、2000 年以降は、学部の再編により大きなくくりでの組織を指向して組織変更しているため、はっきりとしたデータ収集と区分が難しく不確定な要素が多いが、おおよそ 300 人規模まで減少していると想定される。また、大学院修士修了者の推移も同様に、1975 年代まで年間約 180 人程度の修了生を出すような単調増加が続き、その後約 10 年間（1985 年代まで）はほぼ同一水準であったが、その後 2000 年まで、再度増加傾向となっており、約 300 人弱の規模となった。2000 年以降は、減少傾向にあるように見えるが、原子力関連組織が学際領域への組織拡張や収集データの不確実性から 200~250 人規模で推移していると想定される。更に、博士課程修了者も 2000 年頃には、年間約 50 人規模まで拡大したが、それ以降若干減少している傾向にある。我が国全体で、これまで原子力関連の学部卒業生累積数は、約 16,000 人を超え、また、修士修了者は、7,000 人を超え、博士修了者は 1,000 人を超えている。

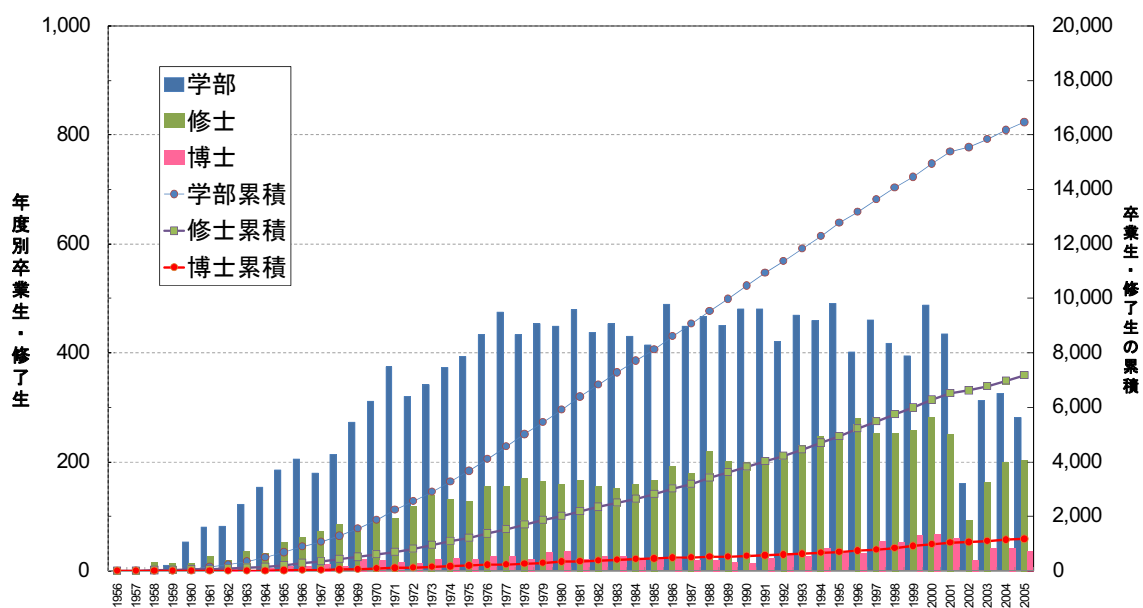


図 6.1-1 原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者数の推移

This is a blank page.



## 6.2 原子力に関わる学部・大学院の卒業生・修了者の進路

### (1) 学部卒業生の大学院への進学率

これまでの原子力学会での調査データを基に、最近のデータを補完しつつ、学部卒業生の大学院への進学率を調査した。そのまとめを図 6.2-1 に示す。研究規模の大きい大学（北大・東北大・東大・東工大・名大・京大・阪大・九大）の場合、約 80%以上の学部卒業生が大学院に進学する。また、その他の旧国立大学の場合は約 30%、私立大学では、約 10~20%の学生が大学院に進学する状況にあることがわかった。尚、2001 年度以降は、私立大学とその他の旧国立大学のデータを取得できないため、記載していない。

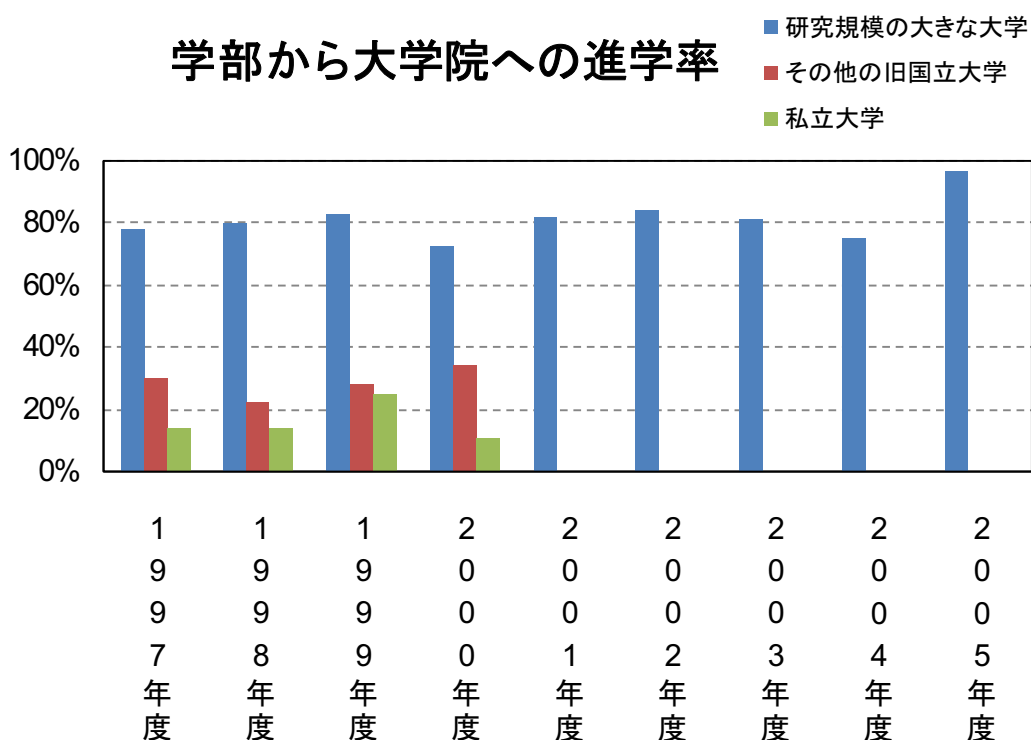


図 6.2-1 学部卒業生の大学院への進学率

### (2) 修士修了者の博士課程への進学と原子力関連機関への就職

ここでは、これまでの日本原子力学会の調査で、就職先に関して比較的データの揃っている研究規模の大きな大学を対象に、大学院修士修了生の博士課程への進学と原子力関連機関への就職の状況を整理した。その結果を図 6.2-2 に示す。

修士課程修了者全員に対する博士課程への進学率を見ると、ここ 10 年間、約 20%程度で、ほぼ横ばいに推移していたが、近年では 20%弱に減少している傾向にある。

また、修士修了者で就職者全員に対する原子力関連機関（ここでは、原子力研究機関、電力会社とその関連企業、原子力プラントメーカ、原子力コンポーネントや核燃料メーカ、原子力関係財団・独法等幅広く捉えた）は、約 30~40%弱でほぼ横ばいに推移していたが、

This is a blank page.

2004 年以降、再び上昇傾向にあることがわかった。

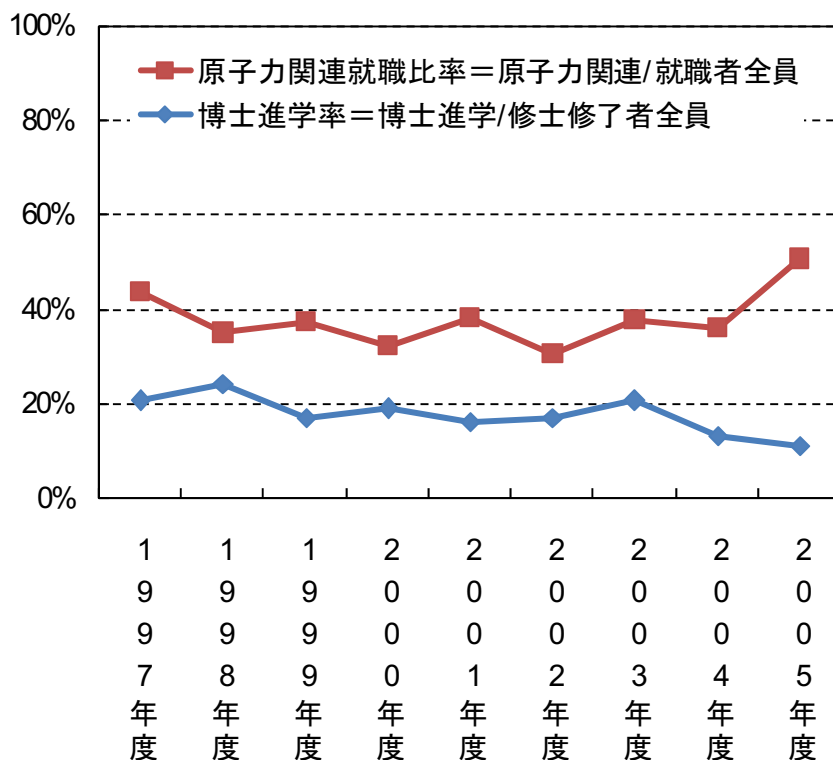


図 6.2-2 修士修了者の大学院への進学率

また、博士課程進学および研究生を除く、就職者を対象に、就職先として、原子力研究機関（日本原子力研究開発機構、放射線総合医学研究所、高エネルギー加速器研究機構、電力中央研究所等）、電力会社（電力会社と日本原燃株式会社）、原子力プラントメーカー（日立、東芝、三菱重工）、原子力機器・医療機器メーカー・ソフト関連企業（IHI・川崎重工・富士電機・三菱電機・電力会社の関連会社等）、その他一般企業、中央官庁・原子力以外の独立法人（科学技術振興機構等）、地方公務員・教員、原子力財団・機構等に分類して整理した。図 6.2-3 より、10～15%は電力会社に、10～15%はプラントメーカーに、5～10%は原子力機器・医療機器メーカーやソフト関連企業に就職している。一方、就職者の 60%程度は原子力以外の一般企業に就職していることもわかった。

This is a blank page.

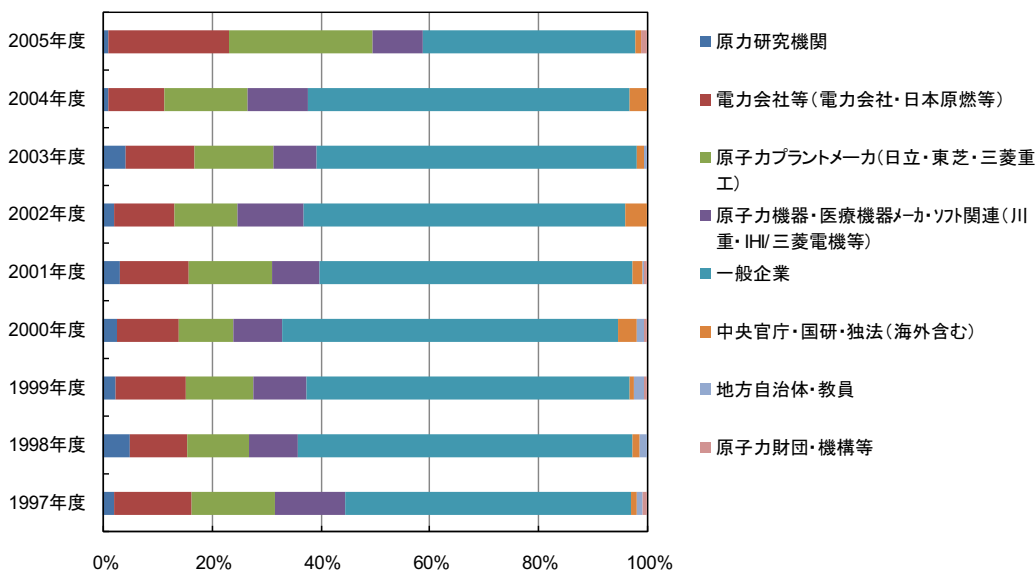


図 6.2-3 修士修了者の就職先の分布

(3) 博士課程修了生の原子力関連機関への就職

ここでは、研究規模の大きな大学を対象に、博士課程修了生の原子力関連機関への就職状況について、(2)項と同様な分類で調査した。図 6.2-4 に調査結果を示す。博士課程修了者全員に対する大学での研究者や原子力関連研究機関への研究者として就職した者は 20～40%を占め、2000 年度以降増加の傾向が見られる。また、原子力関連企業への就職は、約 20%となっている。

博士課程修了者の進路

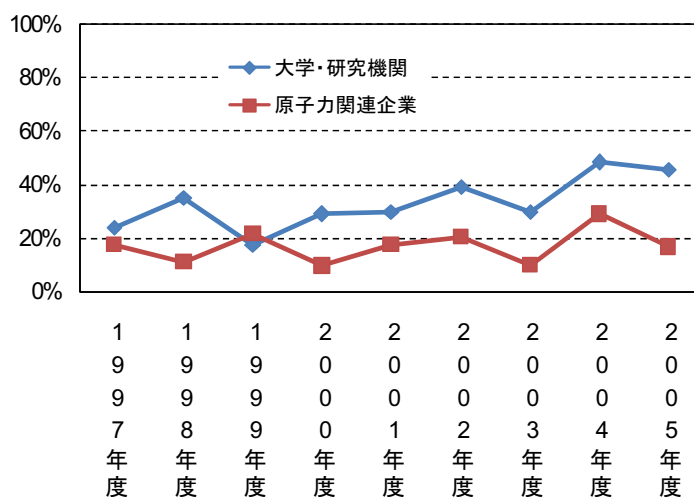


図 6.2-4 博士課程修了生の原子力関連機関への就職状況

This is a blank page.

また、就職先の分布を図 6.2-5 に示す。大学・原子力関連研究機関への就職する比率が最も多く 10～20%、地方自治体の研究機関や病院への就職も 10～20%、次いで就職先として多いのが、原子力プラントメーカーである。

特徴的なのが、ポスドクや研究生として大学に残るのが 40%程度あり、博士課程修了者が就業機会を得ることの困難さが浮き彫りになっている。このような現状のため、産業界への要望として、大学院博士課程修了者の採用枠を増やしてほしいというものが強い。

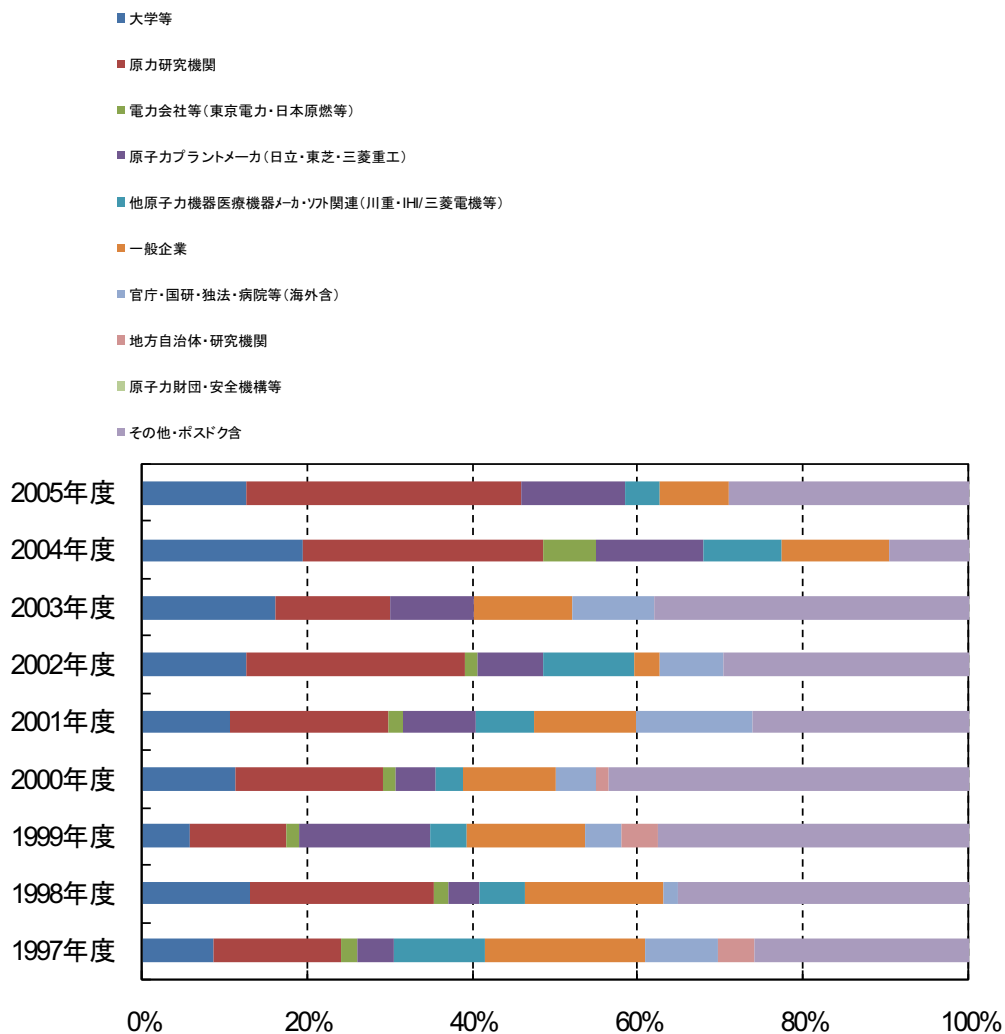


図 6.2-5 博士課程修了者の就職先の分布

This is a blank page.



6.3 人材需要と供給のアンバランスに関する大学側からの対応

(1) 原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み

卒業生の原子力関連業界への就職について、人材需要と供給のアンバランスが問題であると指摘されているが、大学側からどのような対応が試みられているのかをアンケート調査した。調査の結果を図 6.3-1 に纏めた。大学側からの対応としては、基礎学問をしっかり学ぶ機会や体系的に学ぶ機会を提供する事他、実務・現実問題への対応力の醸成という観点から、質と量の問題は別にしても、実体験を重視し、企業研究者との対話やインターンシップなどを通して現場を知る機会を増やし、また、自らの言葉で語れる学生の育成など現場主義への回帰現象が始まっていると言える。

また、各大学別の取組み状況を表 6.3-2 に示す。

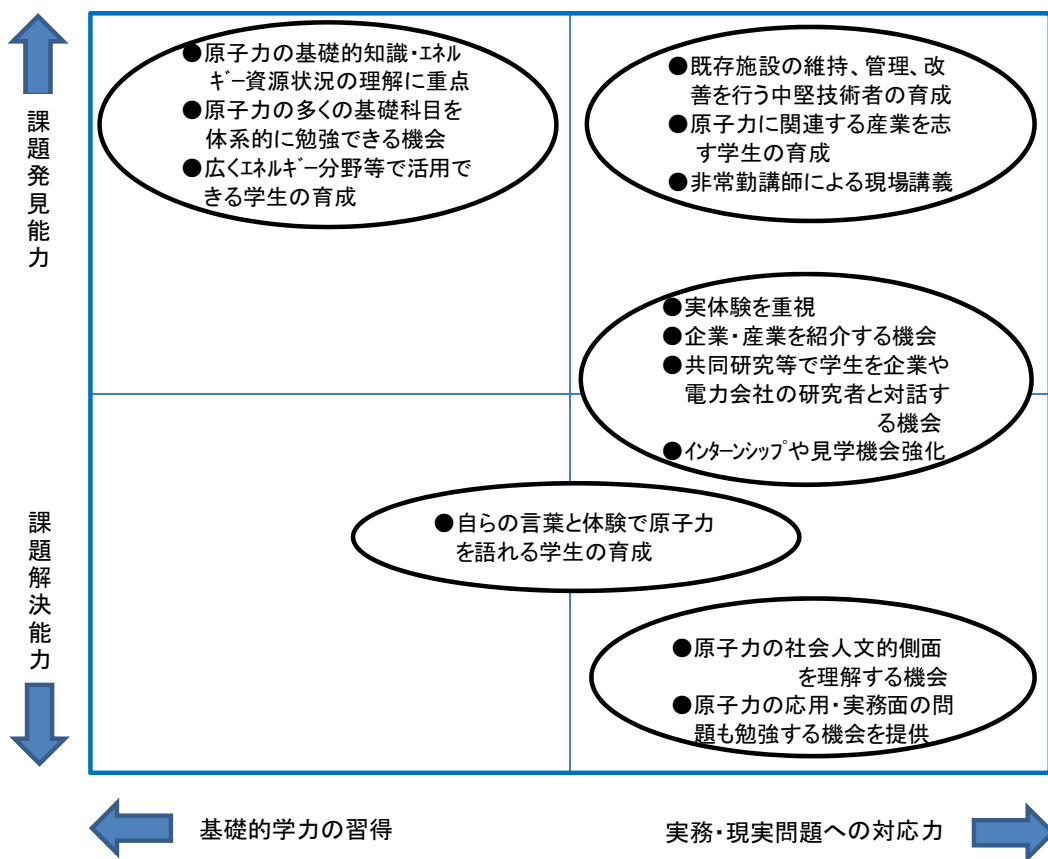


図 6.3-1 原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み

表 6.3-2 原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み事例（大学別）

北海道大学	卒業生の 1/3 は原子力関連企業に就職している。原子力関連企業から求人があれば応募するが、必ずしも原子力関連企業への就職は希望していない。
八戸工業大学	原子力技術のような総合的な技術について、本学は基礎研究、新技術の開発等に取り組む研究者、技術者の輩出というよりは、既存施設の維持、管理、改善を行う中堅技術者の育成を中心目標としている。そのような職種での求人に対しては例年十分にお応えできていない。原子力技術の重要性の啓蒙、原子力技術への信頼の維持が大切だと考える。
東北大学 (量子エネルギー工学)	講義や研修などで原子力に関する基礎的な知識と世界のエネルギー・資源の状況を良く理解させ、さらに見学会や実習などを通じた放射線や放射性同位元素、核燃料、原子炉について実体験により、自らの言葉と体験で原子力を語れる学生を育て、原子力に関連する産業を志す学生を育てる。
東北大学 (流体科学研究所)	原子力に係わる企業や電力会社には希望が多い。共同研究等で学生を企業や電力会社の研究者と対話する機会を多く作るようにしている。
筑波大学	学際性を有することから、原子力以外の産業分野に進む。
東京大学	原子力の多くの基礎科目を体系的に勉強しそれを体得した卒業生を育成することが最も重要。さらに原子力の社会人文的側面を理解し、原子力の応用・実務面の問題も勉強した学生を輩出し、業界の期待にこたえたい。インターンシップなどはそれらの基礎を身につけたうえで、受けると効果が発揮されると考える。
東京工業大学	学生の関心を原子力産業に向けさせるため、企業・産業を紹介するなどの時間を作る。
武蔵工業大学	原子力業界（公的機関を含む）との共同研究や実験実習（インターンシップや見学）を強化し、学生が産業界の内容を直接知る機会を増やす。原子力業界は、積極的に学生の受入れ姿勢を示していただきたい。可能ならば、奨学金（貸与）制度を設けたい。
東海大学	まず、原子力関連企業が、明確に「原子力技術者」を求め、かつ、優遇する、というメッセージが学生に伝わる必要があると考える。その為には、企業側がどのような人材を求めているのか、大学側が社会の要求にどう応えていけるのか、相互の関係をより明瞭にすることが重要です。具体的には、原子力関連業界との大学との共同研究を促進強化し、学生がニーズを把握するためのインターンシップ制度を充実することを望む。
福井大学	長期インターンシップをカリキュラムに取り入れる（H.19 年度より） それに先駆け、一部の企業において 1 週間程度の実習を実施していただいている。 専攻では、原子力のみならず、広くエネルギー分野等で活用できる学生の育成を念頭においている。
京都大学	アンバランスは少ないので、特に対応していない。（関係分野の動向等については、従来から、学外の非常勤講師による講義を行っている。）
大阪大学	純粋な原子力業界への就職は、数年前から全体の 1/3～1/2 で推移しており、残りの 2/3～1/2 は原子力の枠内からスピノフした新分野に就職している。
近畿大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力に限らず、大学で専攻した分野とは異なる業種への就職も少なくない現状がある。</li> <li>・必ずしも自分の専門に限る必要がない場合もあるが、原子力分野においては大学あるいは大学院で学んだ専門教育が社会において生かせる分野である。</li> <li>・これからのことを、教育の中で、学生に自覚させることは重要であると考えている。</li> <li>・企業側への要望は大学側の課題でもある。</li> </ul>

(2) 原子力関連業界への就職支援に対する産業界への要望

原子力に係る学科を有する大学に対し、卒業生の原子力関連業界への就職支援について、産業界への要望としてどのようなものがあるかアンケート調査を行った。その結果のまとめを図 6.3-3 に示す。企業との共同研究の強化、インターンシップの受入れ制度の拡充、博士採用機会の増加の要望が強い。また、各大学別の要望を表 6.3-4 に示す。

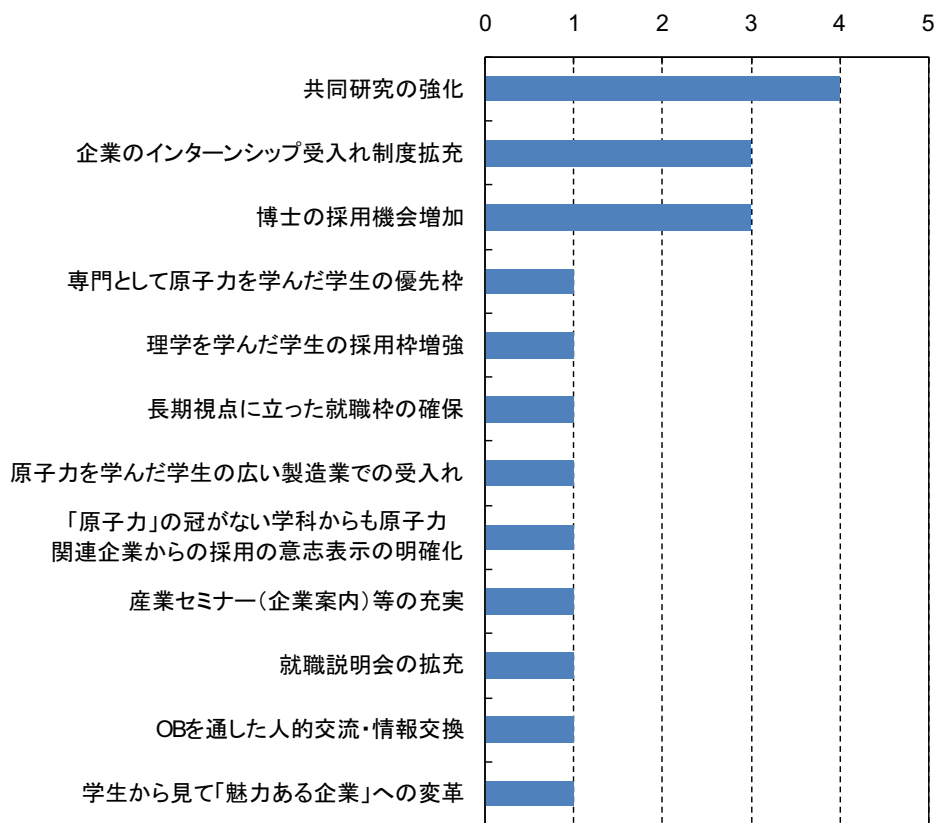


図 6.3-3 原子力関連業界への就職支援に対する大学側からの要望

表 6.3-4 原子力関連業界への就職支援に対する大学側からの要望（大学別）

北海道大学	求人枠が増えない限り、難しい。
八戸工業大学	本学は「原子力に係る学科・専攻を保有する大学」ではありません。
東北大学 (量子エネルギー工学)	共同研究の強化、就職説明会などでの OB などを通じた人的交流と情報交換の促進など
東北大学 (流体科学研究所)	博士課程修了者の就職の可能性を増やして欲しい。
筑波大学	企業のインターンシップ受入制度の拡充、共同研究の強化。
東京工業大学	学生から見た「魅力ある」企業 大学との共同研究推進 博士修了者の採用
武蔵工業大学	原子力業界は、積極的に学生の受入れ姿勢を示す方策として ・企業のインターンシップ受入制度の拡充 ・共同研究の強化 ・就職説明会、案内（産業セミナー）等の充実
東海大学	まず、原子力を専門に学んだ学生を、枠を提示してでも優先的に採用して頂きたい。企業と学生の思惑の不一致を防ぐため、インターンシップ制度の充実を望む。
静岡大学	電力を含む原子力関連業界は基本的に工学系の卒業生しか念頭においていないが、原子力産業の基盤強化の観点からは理学系卒業生の採用を今後考えていくべきである。
福井大学	修了生を幅広い分野で受け入れて頂きたい。 (原子力、電力のみならず、電機、機械関連その他の製造業、行政、研究機関他)
京都大学	博士後期課程修了者の就職
大阪大学	長期的視点に立ち、安定的に就職枠が確保されることが重要と考える。
近畿大学	・大学入学時での学科の選択は、就職先（つまり、大学の出口）が高校生に見えているか否かに依るところが大きい（教育すべき人材確保の問題）。 ・その人材を育てて社会に送り出すことが大学のひとつの役割であるが、原子力関連学科の学生は自分を原子力が専門と言いあぐねる側面がある。 ・原子力関連企業が、「原子力」の名前を冠しない学科の卒業生も、広く原子力の専門家として採用の枠があることを今以上に示して頂けるとありがたい。

## 7. 原子力関連業界の変遷と人材育成に対する要望

### 7.1 原子力業界の歴史的変遷と今後のシナリオ

本項では、原子力に関わる黎明期から今日に至る歴史的経緯を大学、研究機関、プラントメーカー、電力事業者を対比させ、業界の構造的変化に対応してどのような変遷をたどってきたかを振り返る。また、今後、環境因子を踏まえ、原子力業界としてどのような人材が必要とされるかを考察してみる。

1960年～1970年代は、プラントメーカーが米国からの軽水炉の導入を積極的に進めた時代であり、この国産化に向けた人材を供給する位置づけで、大学でも原子力関連学部卒業生や修士修了者を排出し続けた。この時代は、エネルギー源としての原子力を今後の基幹電源とすべく、国や産業界あげて勢力的に計画推進した時代である。

その後、1980年代に入り、改良型軽水炉を日米で共同開発すべく、産業界主導で事業化開発が行われ、多様な専門性を有する人材がこの開発に投入された。同時に、高速炉や燃料サイクルのプロジェクト開発も国主導で行われ、新たな人材が投入されてきた。一方、大学側では、これらのプロジェクトに携わる若手の技術者供給基地としての機能の他に、次世代と目された核融合の研究に傾注した時代でもある。

東欧の崩壊に伴うグローバル化の1990年代には、我が国では、バブル崩壊に伴いあらゆる産業が不況という時代を迎え、コンバインドサイクルとの競合も含め軽水炉の建設ニーズの先送り、原子力発電所のコストダウン要求が強くなり、新規プラントの建設から、軽水炉の炉内構造物や蒸気発生器など大型構造物の現地交換など保守・補修が重要な技術課題となった。

この課題に対して、放射線遮蔽技術などの原子力本来の技術だけでなく、材料工学、機械工学、電気工学などが基礎学問となるメンテナンス中心の総合エンジニアリング技術を有する人材が要望されており、人材のミスマッチの問題が指摘され始めた。

また、次世代の技術開発に向け「高速炉」「高温ガス炉」「燃料サイクル」「大強度陽子加速器」など大型プロジェクト計画とその技術開発が進められてきてはいるものの、これらの開発プロジェクトの遅延などが重なり、プロジェクトに必要な人材の需要と供給の関係から見て、供給過剰な状況になっている。

更に、昨今の原子力事故やデータ捏造などの不祥事との兼ね合いで、原子力産業の将来性や発展に対する不透明感が強まり、学生の原子力工学科に対する人気が低調し、大学における原子力教育の危機が懸念されてきた。

このような閉塞感の漂う中、産業界からは新しい原子力のパラダイム創設に向け、既存の教育インフラとIT技術の活用による最少投資での最大教育効果を目指した「原子力教育ネットワーク (Nes Net)」の創設が提言された。これは、大学・研究機関・産業界で実施している既存教育機能を中心に新たな教育機能として「ネットワークで結合した教育システムモデル」である。この構想の中では、産業界としての最大の課題は、団塊の世代の大量退職への対応としての技術継承であるが、一方で、大学にも、新たなフロンティアを開拓する研究展開と原子力教育の希薄化に対する大学側の積極的な行動を期待している。具体的な大学教育へは、下記項目が提言されている。

- 研究教育活動の基盤強化
- 原子力イノベーション研究
- 社会が求める人材育成
- 知識の伝承
- 研究機関との連携強化

こうした要請に呼応し、大学としての原子力教育システムの再構築に向け、既存インフラを利活用しつつ、新たな、そして最もドラスティックな改革を進めてきているのが東京大学ではないだろうか。

一方、ここにきて、産業界の現況をみると、2000年代初頭以降まで続いてきた我が国の景気低迷に対応した原子力産業界でのリストラクチャリングの効果や2007年から始まった団塊の世代の大量退職により次世代の技術者へのノウハウ・技術伝承が危惧される中、近年の世界政治・経済問題とリンクしたエネルギーセキュリティーに対する大きな環境変化により、我が国の原子力産業界にも明るい見通しが出てきた。

この環境因子としては、

- ・国際政治経済を巻き込んだエネルギー源の世界的な囲い込み及び原油価格の高騰を背景とした世界的な原子力回帰の動きが現実味を帯びてきた
  - ・環境問題・核不拡散に対応した原子力開発の国際的な共同開発・管理の政府間枠組み構築の動きが活発化してきた
  - ・これまで20年間、技術導入から地道な技術の国産化・建設・運転を継続してきた我が国の原子力技術（日本の製造技術）の競争力が国際的に比較優位の立場にあると認知されつつある
  - ・我が国の原子力産業界が技術導入・国産化から脱皮し、本格的な海外進出に向け、海外現地企業の買収（M&A）や事業統合等新たな戦略的動きが顕著となってきた
- などが大きなドライバーとなり、原子力産業の復活の兆しが出てきた。

このような背景を考慮すると、今後は、

- (1) グローバルな視点でプロジェクトを推進・マネジメントできる人材
- (2) 次世代の新たな革新的プロジェクトを創造・推進できる人材
- (3) これまでの日本の原子力村社会から脱皮し、グローバルな指標での技術者倫理や社会との接点を大切にしてコミュニケーション・交渉できる人材
- (4) 技術者等の採用基準がグローバルスタンダード化され、その多様な人種構成のプロジェクトチームの中でリーダーシップを発揮できる人材

などが、従来の技術導入からグローバル市場で競争優位を発揮する時代に呼応して我が国の原子力産業界に必要とされる重要な資質である。

一方、企業論理からすると、早急なグローバル市場化の波の中で、原子力事業の拡張を指向するとなると、即戦力となる国際プロジェクトマネジメントができる人材がほしいというのが本音であり、このためには、東京大学の専門職大学院原子力専攻の様な企業人の再教育システムは有益となるだろう。

また、中長期的視点で見ると、原子力産業界の人材は、グローバルな人材市場から多数採用

される時代（海外現地で海外の大学を卒業した優秀な人材を採用）が到来する中で、我が国の大学は、原子力産業の明日を担うべく国際的に通用する次世代の技術者・リーダをどのように育成すべきかを戦略的に考えていくことが重要であろう。

# 原子力人材育成の歴史とマクロ環境因子

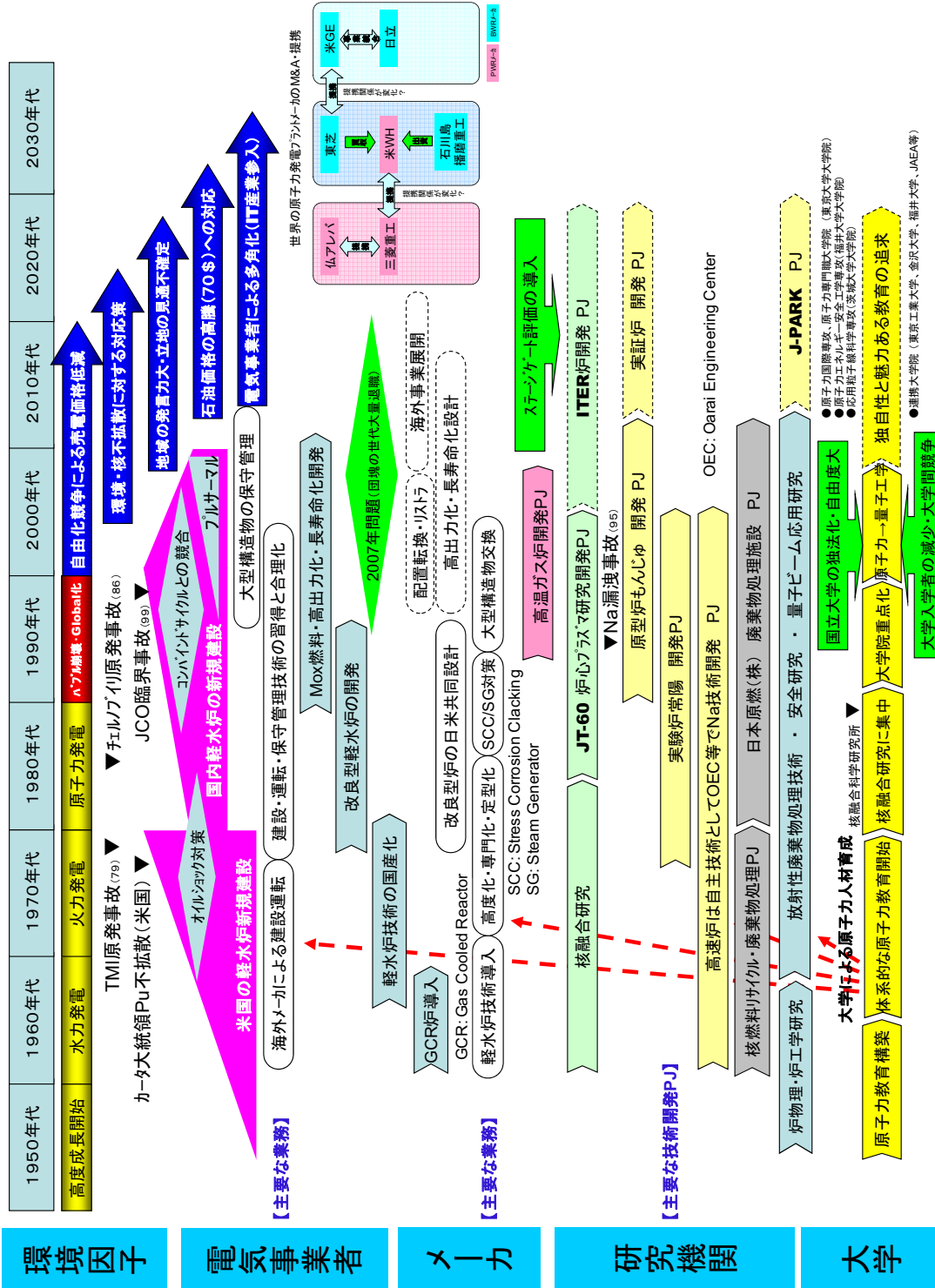


図 7.1-1 原子力関連大学と業界の歴史の変遷



## 7.2 原子力学会での分野別発表件数の推移からみる現状

本項では、これまでの原子力学会での分野別の発表件数の推移から、次世代技術の注目度とその方向性を見ることにした。

### (1) 原子力学会での発表件数の推移

原子力学会での発表件数の推移をみると、図 7.2-1 に示すように、春と秋の学会それぞれほぼ同数の発表件数で推移しており、1965年から1995年頃まで単調増加の傾向であったが、1995年代以降ほぼ1500件/年で同数である。また、近年若干減少の傾向がみられる。

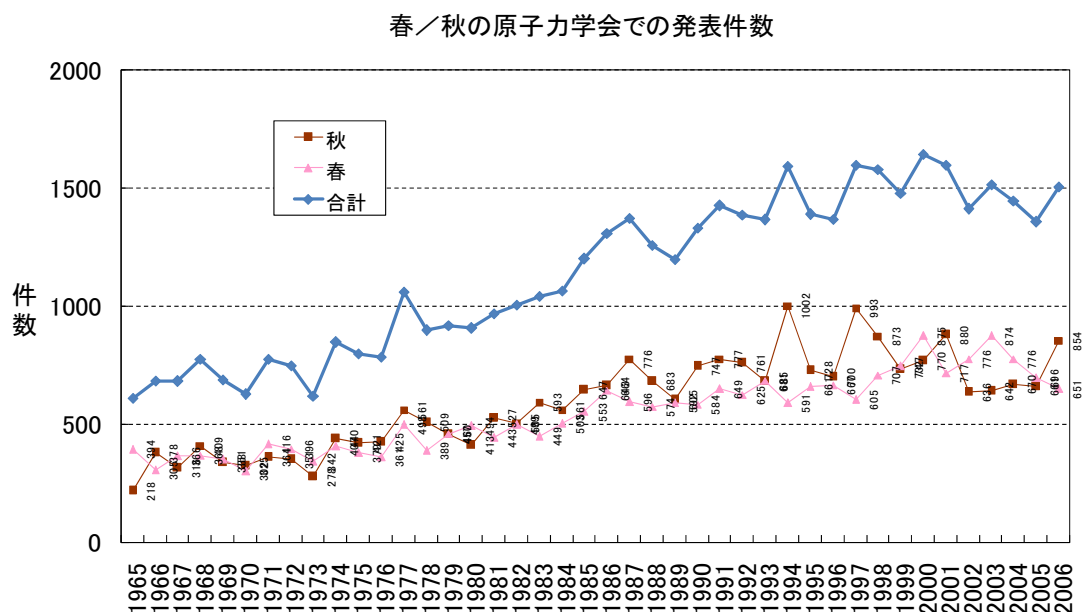


図 7.2-1 原子力学会（春・秋）における発表件数

### (2) 分野別の発表件数

図 7.2-2 に 1980～1990 年における分野別の発表件数を示す。この時代は、炉物理・炉工学の分野の発表が最も多く、また、発表件数も増加している。また、化学・化学工学分野の発表件数の増加が見られる。図 7.2-3 に示すように、1990～2000 年代では、核分裂工学・核燃料サイクル分野では、ほぼ様な推移であるが、放射線工学と加速器・ビーム科学分野及び核融合工学分野の発表が多少減少傾向にある。一方、保健物理と環境科学分野では、発表件数の絶対数は少ないが、増加傾向が見られる。また、1990 年代後半から総論が増加しているが、ここでは、原子力教育や社会との接点に向けた模索が開始されてきている。

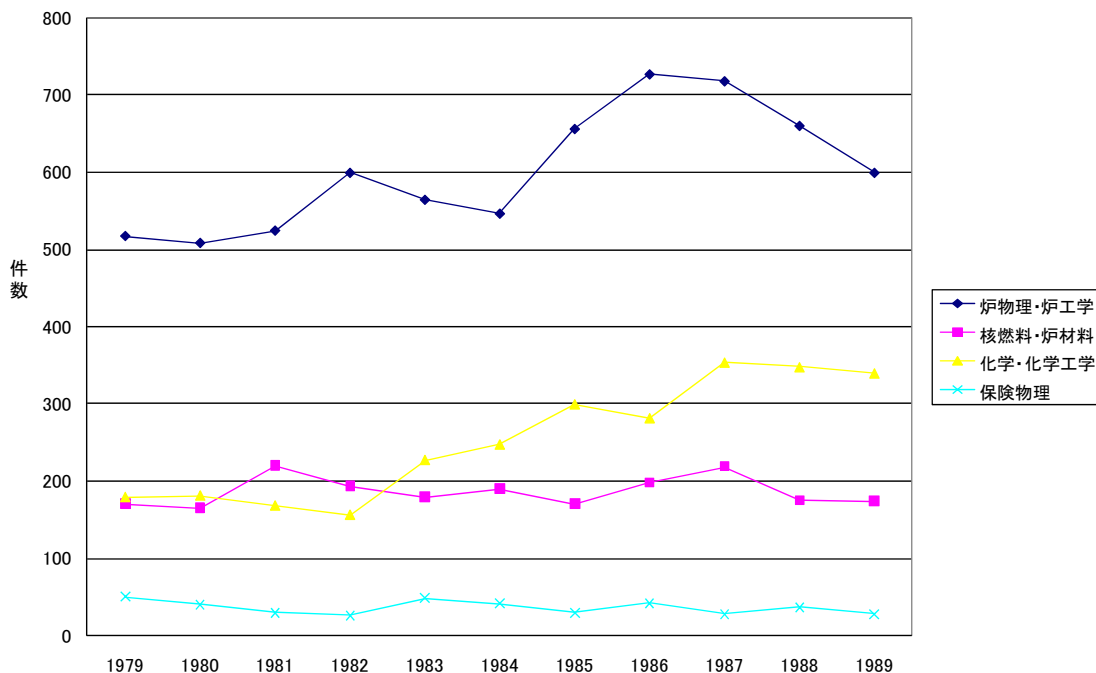


図 7.2-2 1980~1990 年における分野別の発表件数

原子力学会での分野別発表件数(春・秋合計)

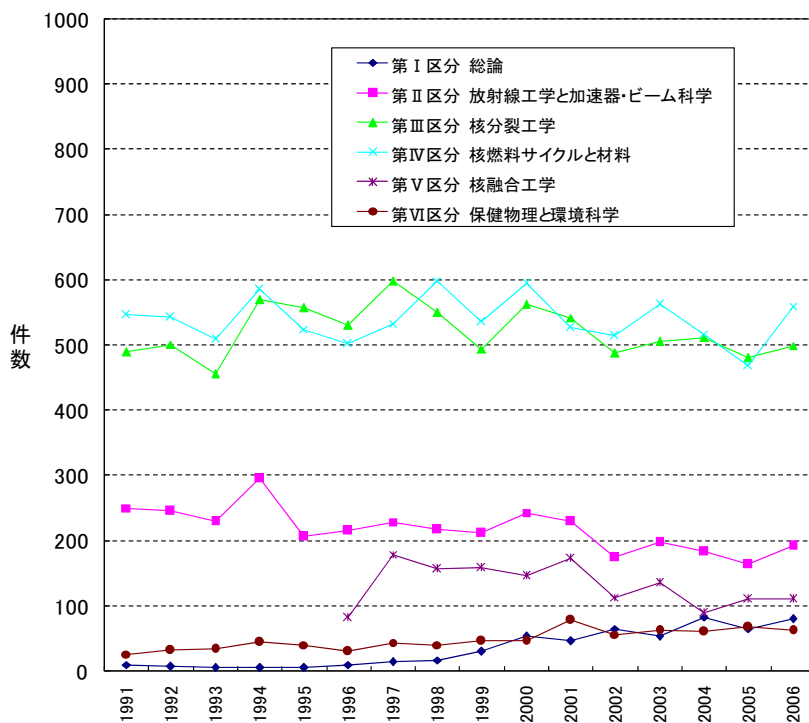


図 7.2-3 1990~2000 年代における分野別の発表件数

また、1990年代以降の第Ⅲ区分の核分裂工学および第Ⅳ区分の核燃料サイクルと材料を更に詳細分類して、発表件数の推移を見た。図 7.2-4～図 7.2-5 に詳細分野別の発表件数の推移を示す。第Ⅲ区分の核分裂工学分野では、新型炉・核設計・消滅処理の分野の発表が1995年以降極端に増加しており、この分野の関心の高いことを示している。第Ⅳ区分の核燃料サイクルと材料分野では、燃料再処理と放射性廃棄物処分と環境、炉材料に関わる発表が増加しており、この核燃料サイクル（Mox燃料・FBR燃料）とプラントの長寿命化に向けた開発等が積極的に推進されていることを示している。

第Ⅲ区分 核分裂工学

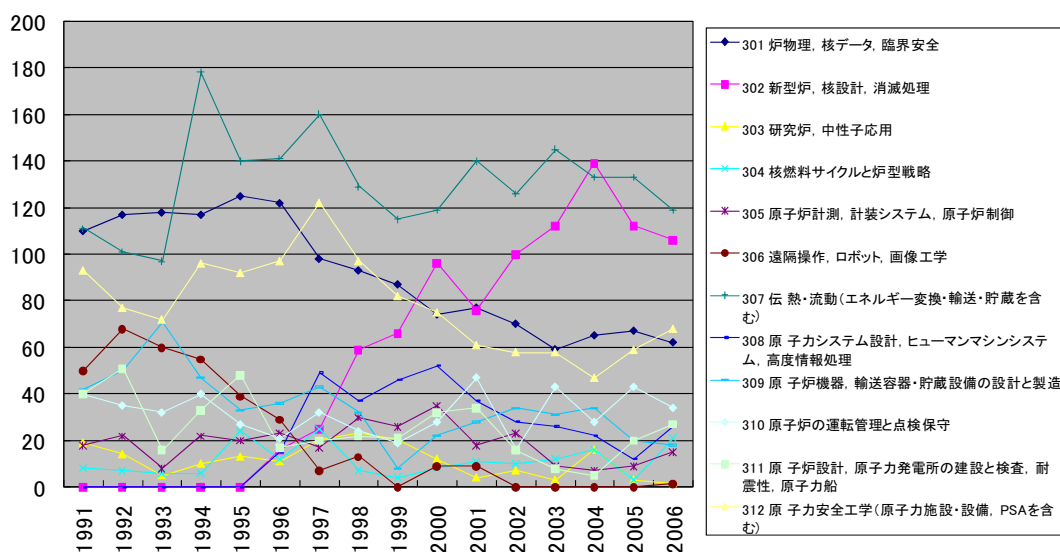


図 7.2-4 第Ⅲ区分核分裂工学分野の発表件数の推移

第Ⅳ区分 核燃料サイクルと材料

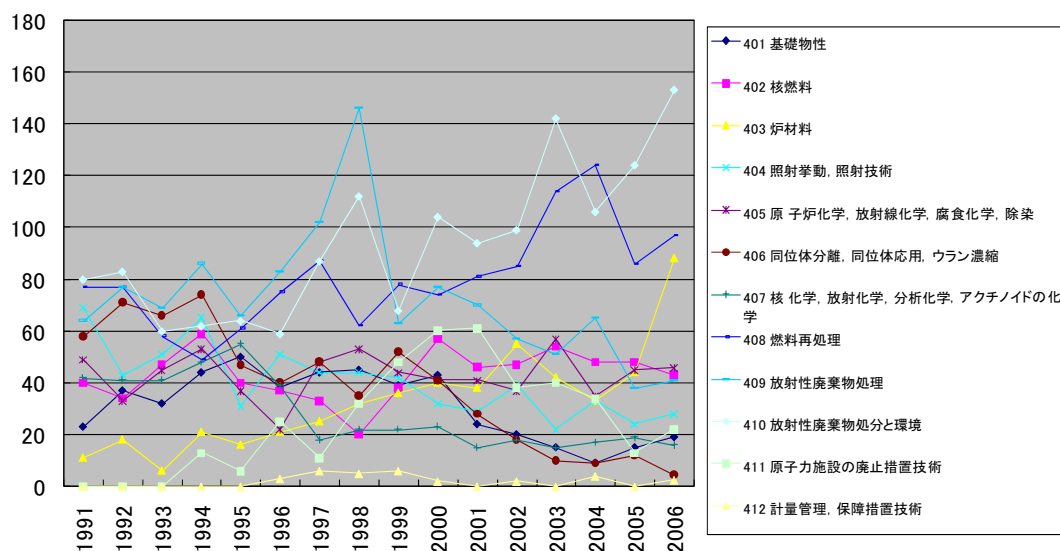


図 7.2-5 第Ⅳ区分核燃料サイクルと材料分野の発表件数の推移

This is a blank page.

### 7.3 大学と産業界・研究機関との連携による人材育成

#### (1) 原子力教育に関する新たな動き

これまで行政、原子力産業界、研究機関・大学も参加して、原子力人材の確保と育成に向けた検討がなされてきている。

特に、産業界からは新しい原子力のパラダイム創設に向け、既存の教育インフラと IT 技術の活用による最少投資での最大教育効果を目指した「原子力教育ネットワーク (Nes Net)」の創設が提言された。その構想を図 7.3-1 に示す。

産業界側では、団塊の世代の大量退職に基づく技術・技能伝承として「教育訓練情報センター (企業や研究機関の教育情報を相互に公開・利活用)」や「補修技能訓練センター」の創設の必要性が言及されているが、これは現実的な原子力産業界の経営課題 (経済的合理性を考慮した保守・補修要員の確保と技能伝承) への早急な対応として必要なことである。現在は、WEB による教育ネットワークが構築され、運用されている。

また、大学・研究機関側では、「連携大学院構想」の実現を検討し、産業界側と大学・研究機関側で、補完・連携しあいながら、基幹技術者を育成していくコースを創設するという構想である。この中で、産業界からの要望として、

- 現状技術の高度化、新技術への挑戦、新領域への挑戦等魅力ある産業創出に向けた研究者・技術者の育成
- 大学と日本原子力研究開発機構の連携・役割分担推進
- 産業界・国・自治体等のニーズを踏まえたエンジニアの実務教育 (ビジネススクール) の機能補完
- 日本原子力研究開発機構と大学をコアとした運営主体の検討が言及されている。

このような背景のもと、3章で見てきた様に、それぞれの大学でも原子力に関する教育体系の見直しが行われ、産業界を強く意識し、関連機関との連携を強化した「東京大学専門職大学院原子力専攻・国際原子力専攻」や地域の原子力機関や自治体との連携を模索した「茨城大学大学院理工学研究科応用粒子線専攻」「福井大学大学院工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻」「福井工業大学工学部原子力技術応用工学科」などが発足した。また、旧来の原子力工学は、狭義の原子力から発展する、新たな領域の開拓を目指して模索し、一方で、狭義の原子力に関わる特徴ある教育の方向性を模索している段階にあると言える。(図 7.3-2 参照)

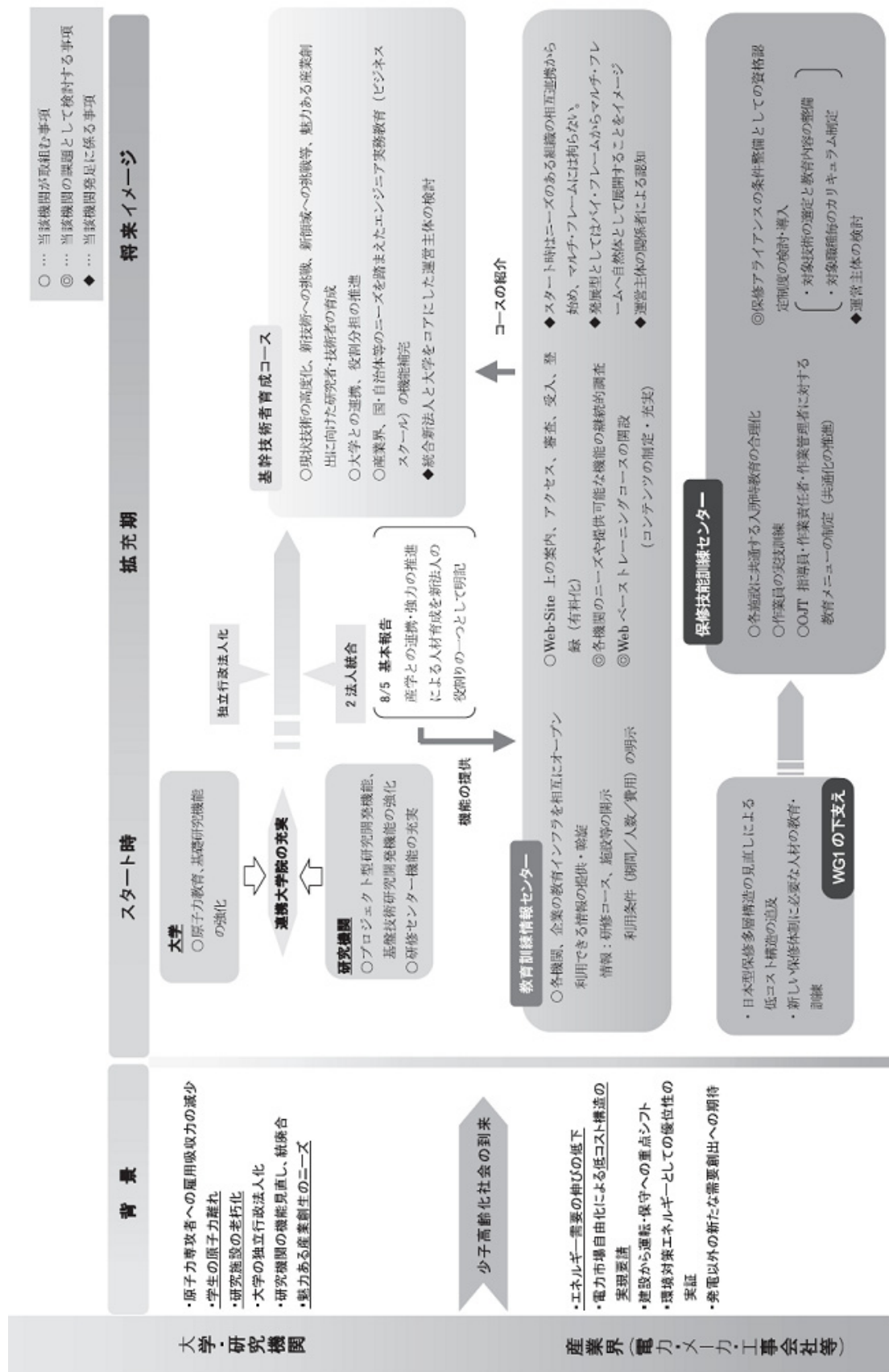


図 7.3-1 「原子力教育ネットワーク (Nes Net)」 構想

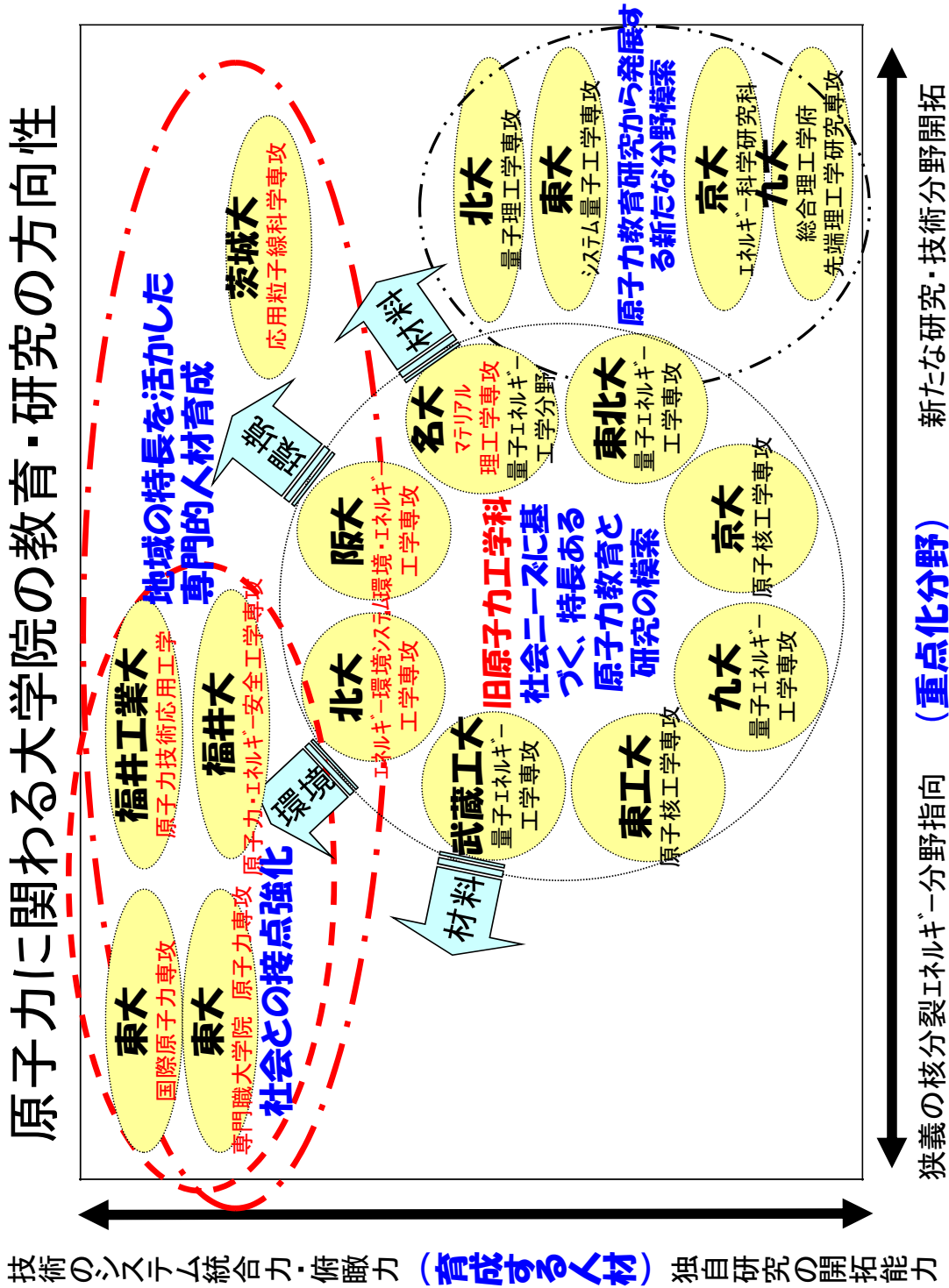


図 7.3-2 大学における「原子力教育」の新たな方向性

(2) 産学連携による人材育成

ここでは(1)項の産業界の動きや今回のアンケート調査及び大学のカリキュラム調査を踏まえつつ、原子力という総合エンジニアリング並びに国際的な枠組みの中でプロジェクト推進していく実践的な若手人材（主として大学院生）を育成するという視点で、具体的な産学連携を活用した人材育成方策例（案）を抽出した。尚、ここでは、大学や研究機関の研究者育成というよりは、産業界等のニーズを踏まえた人材育成に着目した。

① 研究開発プロジェクトへの大学院生の参加機会の提供

原子力の技術開発は大規模プロジェクト的な技術開発であり、その実践的なリーダーシップ素養を身に付ける上で、単に、現場見学などの機会提供ではなく、目的を持ち、企画段階から技術開発の推進への参加、その結果の分析と発表まで行う様なプロジェクトに、プロジェクトチームの一員として参加する機会を提供できないだろうか。たとえば、

- ・ 原子力発電プラントの運転データの解析  
（もんじゅ・高温ガス炉・軽水炉等）
- ・ 研究機関・大学・企業等との共同研究プロジェクトへの参加
- ・ 世界的共同開発プロジェクトへの参加 等

② 原子力開発コンテストの実施と海外研修ツアー賞金の提供

ロボットコンテストのようなコンテストプロジェクトへ大学院生がチームで参加し、競いあい切磋琢磨する機会の提供ができないだろうか。また、この場合の賞金は、海外の原子力機関への研修参加等のインセンティブを与えるのが望ましい。たとえば、

- ・ 原子力発電所の炉心臨界条件の予測解析
- ・ 固有の安全炉概念のアイディアコンテスト
- ・ 対テロ対策原子力プラント概念設計 等

③ 企業や研究機関からの調査受託研究

企業や研究機関からの受託研究を企画段階から指導教官とペアで参加し、研究の推進と結果の報告まで（入口から出口まで）通して実行する。たとえば、これまで企業が各大学への奨学寄付金として出している資金を利用して「寄付者」と相談したプロジェクト研究に格上げして、実践的な研究を推進する能力を養う。

また、このような受託研究を推進する過程で、「顧客満足度と相手に伝わることを意識した報告書を作成する」訓練を行うことが望ましいと思われる。



8. まとめ

原子力関連講座を有する大学を対象に、大学院の教育カリキュラム、原子力関連の学生実習・実験についてWEB等既存資料やアンケートから調査すると共に、各大学における現在原子力教育を行う上で有する課題、また原子力教育を進める上で将来構想についてアンケートによる調査を実施し、現状を把握すると共に、併せて各大学の原子力教育に係る意識について調査を実施した。

(1) 原子力関連教育カリキュラム

- ① 北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、九州大学、茨城大学、福井大学を対象に、各大学で行っている原子力関連カリキュラムについて、その内容（講義、演習、実験・実習等の区分を含む）を調査整理した。
- ② 原子力・原子核工学専攻（量子工学専攻）を有する大学の場合、原子力プラントに関わる基礎科目として、炉物理・炉工学、放射線計測、遮蔽・防護・管理学、燃料・同位体分離・炉心管理、核燃料サイクル、原子力プラントシステム、原子炉設計・制御、原子力材料・構造健全性、原子炉熱工学・熱流動工学、革新炉・高速炉、廃棄物処理・バックエンド、及び安全・リスク管理等が提供されている。

大学	大学院専攻	カリキュラムの特徴
北海道大	エネルギー環境システム工学専攻	・エネルギー変換、熱流体計測、エネルギー材料等原子力以外のエネルギー工学に関わる基礎科目を充実
東北大	量子エネルギー工学専攻	・数学・物理学・化学の基礎科目を充実 ・材料照射も含め材料関連科目を充実
東大	専門職大学院原子力専攻	・原子力プラントと安全リスク管理・法規に注力 ・実験・実習を充実
東工大	原子核工学専攻	・原子力・核融合・物質科学等全般的に網羅
名古屋大	マテリアル理工学専攻	・原子力関連を全般的に網羅 ・物質科学に関連する科目を充実
京都大	原子核工学専攻	・原子力全般を網羅 ・原子炉工学実験所を利用した実験を充実
大阪大	環境・エネルギー工学専攻	・環境に関わる科目最も充実
九州大	エネルギー量子工学	・物理学・化学に関わる科目を充実 ・物質科学に関わる科目を充実
茨城大	応用粒子線科学専攻	・物理学・化学・生物学に関わる科目を充実 ・物質科学に関わる科目を充実
福井大	原子力・エネルギー安全工学専攻	・原子力プラント、安全・リスク管理・法規に関わる科目を充実

(2) 原子力関連の学生実験・実習に係る調査

現在、各大学で行っている原子力関連の学生実習について、学生実習の名称、学生実習を実施する場所、施設、人数と期間の情報をアンケート調査を実施して、その傾向について整理を行った。

① 原子炉実習・実験

- ・ 東京大学大学院原子力専攻で維持管理している高速中性子源炉「弥生」は、東京大学の他、東海地域以北の北海道大学、東北大学、東海大学、静岡大学の学部学生や大学院生を対象にした原子炉・ビーム実習や照射試験に利用されている。
- ・ 東北大学金属材料研究所の材料試験炉利用施設は、全国大学共同利用施設として照射試験に利用している。
- ・ 京都大学原子炉実験所の臨界集合体（KUCR）は、京都大学の他、北海道大学、東北大学、東京工業大学、武蔵工業大学、福井大学、大阪大学、神戸大学、九州大学等全国の大学の修士課程学生を対象にした原子炉実習として利用されている。
- ・ 近畿大学原子力研究所の原子炉は、近畿大学の理工学部の電気電子工学科や生命科学科、薬学部の学生実験の他、大阪大学、神戸大学、九州大学の学部学生向けの原子炉実験・実習に利用されている。
- ・ その他、日本原子力研究開発機構の装置を利用した実験・実習としては、臨界実験装置（TCA）での炉物理実験（東京工業大学）、JRR-4 等による原子炉実習（東京大学・福井大学）、中性子照射試験装置での照射試験（静岡大学）、もんじゅシミュレータによる運転（大阪大学）などが行われている。

② 大学院生の実験研究における学外設備の利用状況

原子力（核分裂・核燃料サイクル）について実験的研究を行う修士論文研究テーマを対象に、所属する大学以外の施設の利用状況を調査した結果、

- ・ 日本原子力研究開発機構の照射炉及び関連施設
- ・ 東北大学金属研究所の照射・分析装置
- ・ 東京大学の高速中性子源炉「弥生」及び関連施設
- ・ 京都大学原子炉実験所の原子炉及び関連施設
- ・ 近畿大学原子力研究所の原子炉及び関連施設など照射炉の利用頻度が高い。

(3) 体系的な原子力教育に関する調査

① 原子力に関わる体系的な教育の実施

アンケート回答した 16 大学のうち、約 40%の大学では、原子力（核分裂・核燃料サイクル）教育に対して、体系的な教育を各大学内で継続的に実施することは可能と答えているが、一方で、それぞれの大学内の組織での体系的な原子力教育の継続は困難であり他大学や研究機関との連携を求めている大学も約 40%あることがわかった。また、これまでの原子力(核分裂・核燃料サイクル)の研究から派生・発展した多くの基盤・基礎技術を更に発展させるべく、幅広く、且つ、多様性に富む広義の原子力（量

子ビーム応用、エネルギー環境、物質シミュレーション、医療工学学際など)として体系的な教育研究を模索している大学も、約40%を超えている。

② 他大学・研究機関との原子力教育に関する連携の要望

原子力(核分裂・核燃料サイクル等狭義の原子力)について、他大学や研究機関と連携して体系的な大学・大学院教育カリキュラムを維持・継続していく際に、今後連携を期待する項目を調査した。連携の希望を見ると、民間企業と連携、公的機関と連携、他大学と連携したい大学は、ほぼ80%(回答大学16大学の内)を占める。

・民間企業との連携

インターンシップ(原子炉運転実習を含む)や原子力発電所見学が最も多く、その他、専門講師派遣・放射線利用技術の紹介、原子力発電所プラントの課題や情報提供への要望がある。

・公的機関との連携

原子炉・放射線利用施設を利用した共同研究・実験、原子炉実験・実習、照射・照射後の試験施設での教育、サマースクール、特別講義への講師派遣、実験施設見学等への要望が多い。

・他大学との連携

原子炉(炉物理)実験・運転実習、非常勤講師の相互派遣の要望が多い。また、他大学からの専門家による講義の要望として、炉化学、放射線、バックエンド工学、高速炉安全工学、リスクマネジメントや技術者倫理等である。

・その他の機関との連携

原子力・エネルギー法規、原子力政策の講義に対する要望が多い。

(4) 日本原子力研究開発機構の「連携大学院構想」への参加希望

日本原子力研究開発機構では、機構の設備と専門人材を活用した「連携大学院構想」を計画しているが、大学側へ参加の仕方についての具体的要望をアンケート調査した。

① この「連携大学院構想」では、遠隔講義、夏季実習、相互講師派遣が提供する主要なサービスであり、大学側からの参加希望は、夏季実習、相互講師派遣、遠隔講義の順に要望が強く、それぞれ50%から70%程度の大学でこれらに参加したいとの希望があることがわかった。

② 遠隔講義での連携を希望する大学では、今後ハード面でのネットワークとの整合性を確認していく必要があることがわかった。

③ 夏季実習は、有意義であり希望者にぜひ参加させたいとの希望があるものの、課題としては旅費をどう工面するかがある。

④ 相互講師派遣に関しては、参加を希望するものの、学内の調整や講師の旅費等が課題となることがわかった。

(5) 原子力教育に関する独自の取組み

原子力教育に関する大学の独自の取組みに関し、アンケート調査をした結果、大学の教育研究の進展に向け、他機関との連携講座や招聘講師による高いレベルの授業提供、国際的な視野を広げるための国際インターンシップや海外大学との交流の他に、実務・現実問

題への対応力（課題発見と解決能力の醸成）やリーダーシップやチームアプローチ醸成に向けた取組みが抽出された。

(6) 原子力関連業界への就職に対する大学側の取組み

卒業生の原子力関連業界への就職について、人材需要と供給のアンバランスが問題であると指摘されているが、大学側からどのような対応を試みているかアンケート調査した結果、基礎学問をしっかりと学ぶ機会や体系的に学ぶ機会を提供することの他、実務・現実問題への対応力の醸成という観点から、質と量の問題は別にしても、現場を知る機会を増やし、自らの言葉で原子力を語れる学生の育成など、現場を重視した教育の提供が始まっていると言える。

(7) 原子力関連業界への就職支援に対する産業界への要望

卒業生の原子力関連業界への就職支援について、産業界への要望としてどのようなものがあるかアンケート調査を行った結果、企業との共同研究の強化、インターンシップの受け入れ制度の拡充への要望が多く、また、規模の大きい大学からは博士課程修了者の採用機会を増やしてほしいとの要望が多い。

(8) 大学と産業界・研究機関との連携による人材育成

これまで行政、産業界、研究機関・大学も参加して、原子力人材の確保と育成に向けた検討がなされ、産業界側で、新しい原子力のパラダイム創設に向け、既存の教育インフラとIT技術の活用による「原子力教育ネットワーク」が創設された。一方、日本原子力研究開発機構では、設備と専門人材を活用した「連携大学院構想」を計画し、大学との連携を模索してきている。「社会との接点を大切にする」「将来国際プロジェクトを担う」人材を育てる為には、**Project by Project** で人は育つという教訓から、大学院の若い学生に、「産業界と連携協働してプロジェクト研究開発を推進する場」の提供を検討すべきであろう。

参考文献

- (1) 大学の原子力工学研究教育 設備等検討特別専門委員会 報告書  
(平成 15 年 3 月 日本原子力学会)
- (2) 特集 大学における原子力学教育の再構築 (日本原子力学会誌, Vol.47, No.5 (2005))  
東北大学 北村正晴, 茨城大学 友田 陽, 日本原子力研究所 田中 俊一,  
東京大学 班目春樹, 田中 知, 日本原子力発電(株) 新田隆司,  
三菱重工業(株) 澤田 隆, 福井大学 福井 卓雄, 福井工業大学 岩本多實,  
原子力安全システム研究所 木村逸郎, 京都大学 代谷誠治, 森山裕丈,  
九州大学 石橋建二, パーデュュー大学 石井 護
- (3) 北海道大学ホームページ <http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/eneenv/>
- (4) 東北大学ホームページ <http://www.qse.tohoku.ac.jp/overview/>
- (5) 東京大学ホームページ <http://www.nuclear.jp/professional/>  
<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/info/department/n/ndex.html>
- (6) 東京工業大学ホームページ <http://www.nr.titech.ac.jp/graduate/>
- (7) 名古屋大学ホームページ <http://www.nucl.nagoya-u.ac.jp/>
- (8) 京都大学ホームページ <http://www.nucleng.kyoto-u.ac.jp/>
- (9) 大阪大学ホームページ [http://www.env.eng.osaka-u.ac.jp/senko/index/index\\_home.htm](http://www.env.eng.osaka-u.ac.jp/senko/index/index_home.htm)
- (10) 九州大学ホームページ <http://www.qpn.kyushu-u.ac.jp/gs/index-j.html>
- (11) 茨城大学ホームページ <http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/>
- (12) 福井大学ホームページ <http://www.npes.fukui-u.ac.jp/>
- (13) 神戸大学ホームページ <http://www.maritime.kobe-u.ac.jp/>
- (14) 武蔵工業大学ホームページ [http://www.musashi-tech.ac.jp/subject/04\\_grad\\_school/eq.html](http://www.musashi-tech.ac.jp/subject/04_grad_school/eq.html)
- (15) 東海大学ホームページ <http://www.u-tokai.ac.jp/daigakuin/kou/ouyourigaku/index.html>
- (16) 福井工業大学ホームページ [http://www.fukui-ut.ac.jp/f-set/index\\_03-05.html](http://www.fukui-ut.ac.jp/f-set/index_03-05.html)
- (17) 近畿大学ホームページ <http://ccpc01.cc.kindai.ac.jp/in/INDEX.HTM>

This is a blank page.

# 添付資料リスト

添付Ⅰ．アンケート回答者

添付Ⅱ．原子力関連講座を有する大学院の教育カリキュラム

添付Ⅲ．アンケート様式

添付Ⅳ．連携大学院ネットワーク構想

This is a blank page.



## 添付 I. アンケート回答者

本調査にあたり、アンケートにご回答頂きました下記の皆様に感謝申し上げます。

(敬称略)

No.	大学名	専攻名
1	北海道大学	工学研究科量子理工学専攻
	北海道大学	工学研究科エネルギー環境システム専攻
2	八戸工業大学	工学研究科機械・生物化学専攻
3-①	東北大学	工学研究科量子エネルギー工学専攻
3-②	東北大学	流体科学研究所
3-③	東北大学	金属材料研究所 附属量子エネルギー 材料科学国際研究センター
4	茨城大学	理工学研究科 応用粒子線科学専攻
5	筑波大学	システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻
6	東京大学	工学系研究科原子力専攻／原子力国際専攻
7	東京工業大学	理工学研究科原子核工学専攻 (原子炉工学研究所)
8	武蔵工業大学	工学研究科エネルギー量子工学専攻
9	立教大学	原子力研究所
10	東海大学	工学研究科応用理学専攻
11	静岡大学	理学研究科放射科学コース
12	福井大学	工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻
13	京都大学	工学研究科原子核工学専攻
14	大阪大学	工学研究科環境エネルギー工学専攻
15	近畿大学	総合理工学研究科物質系工学専攻
16	神戸大学	海事科学研究科海事科学専攻
17	九州大学	エネルギー量子工学専攻

## 添付Ⅱ． 大学別の大学院教育カリキュラム

○北海道大学 大学院工学研究科 エネルギー環境システム専攻	… 1
○北海道大学 大学院工学研究科 量子理工学専攻	… 2
○東北大学 大学院工学研究科 エネルギー量子工学専攻	… 3
○東京大学 大学院工学系研究科 原子力国際専攻	… 4
○東京大学 専門職大学院 原子力専攻	… 5
○東京工業大学 大学院理工学研究科 原子核工学専攻	… 6
○京都大学 工学研究科 原子核工学専攻	… 7
○京都大学 エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻	… 8
○京都大学 エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻	… 9
○京都大学 エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻	… 10
○大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	… 11
○九州大学 大学院工学府 エネルギー量子工学専攻	… 12
○茨城大学 大学院理工学研究科 応用粒子線科学専攻	… 13
○福井大学 工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻	… 14

カリキュラム	大学	北海道大学					
		大学院工学研究科					
		エネルギー環境システム専攻					
		<a href="http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/syllabus/#123">http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/syllabus/#123</a>					
		<a href="http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/eneenv/curriculum/index.html">http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/eneenv/curriculum/index.html</a>					
分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師		
<b>【物理】</b>							
<b>統計熱力学特論</b>							
流体力学特論(乱流)		○		2			
<b>【化学】</b>							
<b>【原子炉・燃料サイクル】</b>							
<b>エネルギー変換工学特論</b>							
原子炉物理特論		○		2			
エネルギーシステム管理工学特論(炉心・燃料管理)		○		2			
核燃料サイクル特論(ウラン濃縮、再処理、廃棄物処理)		○		2			
エネルギー材料特論(原子力・燃料・太陽電池材料)		○		2			
エネルギーシステム安全工学特論(原子炉の安全性)		○		2			
<b>【核以外のエネルギー】</b>							
燃料生産変換工学特論(代替燃料、水素等)		○		2			
熱システム工学特論(各種燃機関)		○		2			
熱輸送学特論(伝熱・熱輸送)		○		2			
流体情報科学特論(流体計測と画像処理)		○		2			
エネルギー計測学特論(温度、ガス濃度計測)		○		2			
<b>【環境・安全・許認可等】</b>							
<b>ライフサイクルアセスメント特論</b>							
エネルギー環境工学特論(環境、コンパクトサイクル、FC等)		○		2			
<b>【演習】</b>							
<b>エネルギー環境システム特別演習</b>							
<b>【実験・実習及び研究】</b>							
原子炉特別実験(京大原子炉実験所)		○		2			
エネルギー環境システム特別研究第一							
エネルギー環境システム特別研究第二							
<b>【特別講義・専攻共通】</b>							
インターシップ第一		○		1	○		
インターシップ第二		○		2			
産学官連携工学特別講義		○		2			
高度科学技術英語		○		2			

カリキュラム	大学	北海道大学				
		大学院工学研究科				
		量子理工学専攻				
		<a href="http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/syllabus/#123">http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/syllabus/#123</a>				
		<a href="http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/quaneng/index.html">http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/quaneng/index.html</a>				
分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【プラズマ応用・核融合】</b>						
電磁流体力学持論	副専修	○		2		
プラズマプロセス工学持論	副専修	○		2		
核融合プラズマ科学持論	副専修	○		2	(集中講義)	
波動工学持論(レーザ)	主専修	○		2		
数理解析学持論	主専修	○		2		
画像工学持論(光センサー、CT、核磁気共鳴)	副専修	○		2		
宇宙プラズマ科学概論	副専修	○		2		
<b>【応用量子ビーム】</b>						
原子物理学持論	主専修	○		2		
高エネルギー粒子科学持論	主専修	○		2		
加速器科学持論	主専修	○		2		
医療ビーム理工学持論	副専修	○		2		
ビーム医療工学概論	副専修	○		2		
粒子反応科学持論	副専修	○		2		
エネルギー量子科学概論	副専修	○		2		
<b>【ナノ材料科学】</b>						
エネルギー変換材料持論		○		2		
中性子マテリアル解析持論	副専修	○		2		
表面ナノ科学持論	副専修	○		2		
量子計測工学持論	副専修	○		2		
Advanced Materials for Energy Conversion	副専修	○		2		
ナノ物質計測概論	副専修	○		2		
<b>【原子炉実験】</b>						
原子炉特別実験(京都大学原子炉実験所)		○		2		
<b>【演習・研究】</b>						
量子理工学特別演習	主専修	○	●	10		
量子理工学特別研究第一	主専修	○	●	2		
量子理工学特別研究第一	主専修	○	●	8		

カリキュラム	大学	東北大				
		大学院工学研究科				
		エネルギー量子工学専攻				
		東北大学院工学研究科学生便覧				
	分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【数学・計算機科学】</b>	基盤	○				
数値解析学	基盤	○				
応用偏微分方程式	基盤	○				
応用解析学						
応用代数学・幾何学	専門	○				
計算機科学	基盤	○				
<b>【物理】</b>						
基盤流体力学	基盤	○				
応用流体力学	基盤	○				
固体力学	基盤	○				
熱科学・工学	基盤	○				
固体物理	基盤	○				
量子・統計力学	基盤	○				
粒子ビーム科学	基盤	○				
物理フラクチュオマティクス論	専門	○				
<b>【化学】</b>						
材料化学	基盤	○				
材料・界面物性学	基盤	○				
放射線場評価学	専門	○				
<b>【原子炉・核燃料サイクル】</b>						
システム制御工学	基盤	○				
エネルギー物理工学教育	専門	○				
先進量子エネルギー工学	専門	○				
実験原子力システム工学	専門	○				
中性子デバイス工学	専門	○				
低放射化システム設計	専門	○				
核燃料分離工学	専門	○				
アクチノイド物性工学	専門	○				
材料照射工学	専門	○				
核エネルギーシステム材料学	専門	○				
原子力ナノ材料物理学	専門	○				
<b>【環境・安全・許認可等】</b>						
エネルギーフロー環境工学	専門	○				
核エネルギーシステム安全工学	専門	○				
環境技術政策論	専門	○				
<b>【プラズマ応用・核融合】</b>						
核融合炉電磁流体工学	専門	○				
核融合炉材料工学	専門	○				
プラズマ計測工学	専門	○				
<b>【量子ビーム応用】</b>						
粒子ビームシステム工学	専門	○				
応用量子医工学	専門	○				
加速器保健物理学	専門	○				

カリキュラム	大学	東北大				
		大学院工学研究科				
		エネルギー量子工学専攻				
		東北大学院工学研究科学生便覧				
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位
<b>【セミナー・特別講義】</b>						
インターンシップ研修	専門	○				
量子エネルギー工学特別講義A	専門	○				
量子エネルギー工学特別研修A	専門	○				
先進原子核工学セミナー	専門	○				
原子核システム安全工学セミナー	専門	○				
エネルギー物理工学セミナー	専門	○				
粒子ビーム工学セミナー	専門	○				
エネルギー材料工学セミナー	専門	○				
エネルギー化学工学セミナー	専門	○				
量子物性工学セミナー	専門	○				
加速器放射線工学セミナー	専門	○				
<b>【修士研修】</b>						
量子エネルギー工学修士研修	専門	○		○	8	

カリキュラム 大学	東京大学					
	大学院工学系研究科					
	原子力国際専攻					
	<a href="http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/modules/tinyd3/index.php?id=2">http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/modules/tinyd3/index.php?id=2</a>					
分類	国際公務員 コース	エネルギー コース	物質材料 コース	医学物理 コース	非常勤講師	
<b>【原子力エネルギー・材料】</b>						
原子力先進エネルギー特論及び演習	○	○				
先進原子力工学特論1		○				
先進原子力工学特論2				○		
先進モデリング特論		○				
先進シミュレーション特論			○			
先進放射線物理化学特論及び演習			○	○		
先進原子力材料特論及び演習	○		○			
<b>【量子ビーム応用】</b>						
先進放射線ビーム利用特論				○		
量子ビーム発生工学特論及び演習				○		
量子ビーム医用工学特論			○	○		
ビーム分析特論			○	○		
先進放射線リスク特論	○			○		
<b>【政策・プロジェクト】</b>						
原子力政策特論	○	○	○	○		
国際保障措置特論	○	○				
原子力国際プロジェクト特論	○	○	○	○		
<b>【特別講義・演習】</b>						
先進原子力特別講義第1	○		○	○		
先進原子力特別講義第2	○					
先進原子力特別講義第3	○	○				
先進原子力工学演習第1	○	○	○	○		
先進原子力工学演習第2	○	○	○	○		
プレゼンテーション技法1	○		○	○		
プレゼンテーション技法2	○		○	○		
<b>【実験】</b>						
先進原子力工学特別実験第1	○	○	○	○		
先進原子力工学特別実験第2	○	○	○	○		
<b>【インターネット講義】</b>						
原子力マネジメント特論	○	○	○			
原子炉物理学		○				
核燃料サイクル工学	○	○	○			
廃棄物管理工学	○		○			
原子核と放射線計測	○			○		
原子力プラント工学		○	○			
原子炉設計		○				
原子力熱流動工学		○				
原子力構造工学		○				
原子力燃料材料学		○	○			
放射線安全学				○		
放射線遮蔽				○		
原子力安全工学		○	○			
原子力保全工学		○	○			
原子力危機管理工学	○	○	○			
リスク認知とコミュニケーション	○	○		○		
ヒューマンマネジメント	○	○	○	○		
放射線利用	○		○	○		
原子力法規	○	○		○		
<b>原子力特別講義</b>						

カリキュラム	大学	東京大学 専門職大学院 原子力専攻					
		<a href="http://www.nuclear.jp/professional/">http://www.nuclear.jp/professional/</a>					
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【原子力基礎】</b>							
原子炉物理学	原子力基礎	○					
原子炉物理演習	演習	○					
原子核と放射線計測	原子力基礎	○					
原子力熱流動工学	原子力基礎	○					
原子力構造工学	原子力基礎	○					
材料力学/原子力構造力学演習	演習	○					
原子力燃料材料学	原子力基礎	○					
核燃料サイクル工学	原子力基礎	○					
原子力燃料材料/核燃料サイクル工学演習	演習	○					
放射線安全学	原子力基礎	○					
放射線安全学/放射線計測演習	演習	○					
原子力法規	原子力基礎	○					
<b>【原子力プラント実務】</b>							
原子力プラント工学	原子力実務基礎	○					
伝熱流動/原子力プラント工学演習	演習	○					
原子炉設計	展開先端	○					
炉心設計演習	演習	○					
放射線遮蔽	展開先端	○					
放射線遮蔽演習	演習	○					
原子力保全工学	原子力実務基礎	○					
保全工学演習	演習	○					
廃棄物管理工学	原子力実務基礎	○					
廃棄物工学演習	演習	○					
原子力特別講義	原子力実務隣接	○					
放射線利用	展開先端	○					
原子力安全工学	原子力実務基礎	○					
原子力安全工学/安全解析演習	演習	○					
原子力危機管理学	展開先端	○					
リスク認知とコミュニケーション	原子力実務隣接	○					
ヒューマンマネジメント	原子力実務隣接	○					
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	演習	○					
法工学	原子力実務隣接	○					
原子力法規演習	演習	○					
技術倫理演習	演習	○					
原子力総合演習	演習	○					
<b>【実験・実習】</b>							
原子力実験・実習1	実験・実習	○					
原子力実験・実習2	実験・実習	○					
インターンシップ実習	実験・実習	○					
原子炉実習・原子炉管理実習	実験・実習	○					
(内容)・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)							



カリキュラム * 英語での教育	大学	東工大 大学院理工学研究科 原子核工学専攻 <a href="http://www.nr.titech.ac.jp/Graduate/Japanes">http://www.nr.titech.ac.jp/Graduate/Japanes</a>					
		修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
		<b>【物理】</b>					
		原子核物理学第一(素粒子理論と実験)	○			2	
原子核物理学第二(原子核物理の最近動向)	○			2			
原子核反応・放射線(原子核物理・放射線物理)	○			2			
核物理基礎*(核反応)	○			2			
プラズマ科学*	○			2			
計算物理工学	○			2			
<b>【化学】</b>							
核・放射化学	○			2			
核化学と放射線科学*	○			2			
<b>【原子炉・燃料サイクル】</b>							
原子炉理論	○			2			
放射線遮蔽工学	○			1			
核燃料・材料工学	○			2			
燃料サイクル工学	○			2			
原子力システム工学	○			2			
原子力エネルギーシステム論*	○			2			
原子炉設計工学	○			2			
原子力熱工学(炉心熱工学)	○			2			
原子力熱流体工学*(伝熱)	○			2			
原子力材料科学*	○			2			
原子力設計工学演習	○			2			
革新炉工学特論	○			2			
電力システム*	○			2			
放射性物質輸送工学	○			1			
バックエンド工学	○			2			
<b>【環境・安全・許認可等】</b>							
原子力安全工学	○			2			
原子炉安全論*	○			2			
燃焼学特論	○			2			
グローバルセキュリティ科学	○			2			
地球環境とエネルギーシステム	○			2			
エネルギーシステムと環境*	○			2			
現代社会と技術	○			2			
原子力関係法規	○			1	○		
<b>【プラズマ応用・核融合】</b>							
プラズマ工学基礎	○			2			
核融合プラズマ工学	○			2			
核融合炉工学	○			2			
<b>【ビーム粒子応用】</b>							
量子ビーム工学	○			2			
高密度エネルギー 変換工学	○			2			
ナノ物質科学	○			2			
加速器とその応用*	○			2			
放射線の医療・先端利用	○			1			

カリキュラム * 英語での教育	大学	東工大				
		大学院理工学研究科				
		原子核工学専攻				
		<a href="http://www.nr.titech.ac.jp/Graduate/Japanes">http://www.nr.titech.ac.jp/Graduate/Japanes</a>				
		修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【実験・実習】</b>						
原子核工学実験(京大・原子力開発機構・東北大の施設利用)		○			2	○
原子核工学創造実習		○			2	
原子核工学特別演習第一		○			1	
同 第二		○			1	
原子核工学講究第一		○		●	1	
同 第二		○		●	1	
同 第三		○		●	1	
同 第四		○		●	1	
同 第五			○	●	2	
同 第六			○	●	2	
同 第七			○	●	2	
同 第八			○	●	2	
同 第九			○	●	2	
同 第十			○	●	2	
<b>【特別講義等】</b>						
原子核工学特別講義第一		○			1	○
同 第二		○			1	○
原子核工学国際インターシッパ第一			○		2	○
同 第二			○		2	○
同 第三			○		2	○
同 第四			○		2	○
同 第五			○		2	○
同 第六			○		2	○
同 第七			○		2	○
同 第八			○		2	○
原子核工学インターシッパ第一		○			1	○
同 第二		○			1	○
同 第三		○			1	○
同 第四		○			1	○
健康管理特論		○			2	
COE-INES トクメンテーション・スキル			○		1	○
COE-INES プレゼンテーション・スキル第一			○		1	○
COE-INES プレゼンテーション・スキル第二			○		1	○
COE-INES 原子力キャプテンシッパ実習第一			○		2	
COE-INES 原子力キャプテンシッパ実習第二		○			1	
COE-INES 統合原子力学特論			○		2	
COE-INES 総合エネルギーキャプテンシッパ実習第一			○		2	
COE-INES 総合エネルギーキャプテンシッパ実習第二			○		2	
COE-INES 総合エネルギー学特論			○		2	
COE-INES 技術者倫理		○			1	○
COE-INES 社会的責任		○			1	

カリキュラム	大学	京都大				
		工学研究科				
		原子核工学専攻				
		平成18年度大学院学修要覧				
分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【物理】</b>						
場の量子論	○					
量子科学1	○					
量子科学2	○					
先端マテリアルサイエンス通論	○					
放射線物理工学	○					
<b>【原子核エネルギー】</b>						
原子核工学特論	○					
核燃料サイクル工学	○					
核エネルギー変換工学	○					
先進中性子源工学1	○					
先進中性子源工学2	○					
量子制御工学1	○					
量子制御工学2	○					
核材料工学	○					
新工業素材特論	○					
混相流工学	○					
放射線生物医学	○					
核融合プラズマ工学	○					
<b>【セミナー】</b>						
原子核工学セミナーA	○					
原子核工学セミナーB	○					
<b>【実験・実習】</b>						
中性子応用実験	○					
原子核工学特別実験及び実習第一(修士論文)	○			●		
原子核工学特別実験及び実習第二(修士論文)	○			●		

カリキュラム 大学	京都大					
	エネルギー科学研究科					
	エネルギー基礎科学専攻					
	平成18年度大学院学修要覧					
	分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【物理】</b>						
エネルギー基礎科学通論	B群	○				
X線結晶学	B群	○				
電磁流体物理学	B群	○				
応用数値物理学	B群	○				
超伝導物理学	B群	○				
流体物性概論	B群	○				
<b>【化学】</b>						
エネルギー物理化学	B群	○				
エネルギー固体化学基礎論	B群	○				
固体電気化学	B群	○				
<b>【プラズマ】</b>						
プラズマ粒子統計・シミュレーション学	B群	○				
プラズマ計測学	B群	○				
プラズマ物理運動論	B群	○				
非中性プラズマ物性論	B群	○				
核融合プラズマ工学	B群	○				
高温プラズマ物理学	B群	○				
プラズマ加熱学	B群	○				
<b>【光利用化学・環境】</b>						
光利用化学	B群	○				
触媒機能化学論	B群	○				
環境適合型エネルギーシステム論	B群	○				
<b>【中性子利用】</b>						
中性子媒介システム	B群	○				
原子炉実験概論	B群	○				
<b>【先進エネルギー】</b>						
先進エネルギー生成学	B群	○				
エネルギー輸送工学	B群	○				
エネルギープロセス工学	B群	○				
先進エネルギー技術論	B群	○				
<b>【特別研究・セミナー】</b>						
エネルギー基礎科学 学外研究プロジェクト	B群	○				
特別基礎科目1	B群	○				
特別基礎科目2	B群	○				
エネルギー科学特別セミナー	他専攻	○				
<b>【実験・演習】</b>						
エネルギー基礎科学特別実験及び演習第1	A群	○				
エネルギー基礎科学特別実験及び演習第2	A群	○				
エネルギー基礎科学特別実験及び演習第3	A群	○				
エネルギー基礎科学特別実験及び演習第4	A群	○				
研究論文	A群	○		●		

カリキュラム	大学	京都大					
		エネルギー科学研究科					
		エネルギー変換科学専攻					
		引用データ:平成18年度大学院学修要覧					
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【物理・化学】</b>							
エネルギー変換基礎通論	B群	○					
速度過程論	B群	○					
<b>【熱機関・エネルギー】</b>							
連続体熱力学	B群	○					
熱機関学	B群	○					
熱エネルギーシステム設計	B群	○					
熱焼理工学	B群	○					
排気処理プロセス論	B群	○					
<b>【材料強度】</b>							
システム強度論	B群	○					
システム保全科学	B群	○					
先進材料の力学	B群	○					
塑性力学	B群	○					
弾性波動論	B群	○					
<b>【エネルギー変換】</b>							
核融合エネルギー基礎	B群	○					
先進エネルギーシステム論	B群	○					
粒子線エネルギー変換	B群	○					
電磁エネルギー変換	B群	○					
機能エネルギー変換材料	B群	○					
エネルギー変換材料学	B群	○					
先進エネルギー変換論	B群	○					
エネルギー機器設計力学	B群	○					
バイオエネルギー変換論	B群	○					
<b>【特別研究・セミナー】</b>							
エネルギー変換科学 学外研究プロジェクト	B群	○					
特別基礎科目1	B群	○					
特別基礎科目2	B群	○					
エネルギー科学特別セミナー	他専攻	○					
<b>【実験・実習】</b>							
エネルギー変換科学 特別実験及び演習第1	A群	○					
エネルギー変換科学 特別実験及び演習第2	A群	○					
エネルギー変換科学 特別実験及び演習第3	A群	○					
エネルギー変換科学 特別実験及び演習第4	A群	○					
研究論文	A群	○			●		

カリキュラム	大学	京都大				
		エネルギー科学研究科				
		エネルギー応用科学専攻				
		平成18年度大学院学修要覧				
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位
<b>【物理・化学】</b>						
エネルギー応用科学通論	B群	○				
エネルギー応用科学特論	B群	○				
熱化学	B群	○				
計算物理	B群	○				
物理化学特論	B群	○				
<b>【固体物理・材料加工プロセス】</b>						
集積回路論	B群	○				
薄膜ナノデバイス論	B群	○				
電力高密度利用工学	B群	○				
材料プロセッシング	B群	○				
エネルギー材料学	B群	○				
数値加工プロセス	B群	○				
エネルギー機能変換材料	B群	○				
環境調和型プロセス学	B群	○				
<b>【各種エネルギー利用】</b>						
熱流体工学	B群	○				
資源エネルギーシステム論	B群	○				
海洋資源エネルギー論	B群	○				
宇宙資源エネルギー論	B群	○				
光量子エネルギー論	B群	○				
電磁エネルギー学	B群	○				
エネルギー有効利用論	B群	○				
先進エネルギー論	B群	○				
未利用エネルギー開発学	B群	○				
<b>【特別研究・セミナー】</b>						
エネルギー応用科学 学外研究プロジェクト	B群	○				
特別基礎科目1	B群	○				
特別基礎科目2	B群	○				
エネルギー科学特別セミナー	他専攻	○				
<b>【実験・実習】</b>						
エネルギー応用科学特別実験及び演習第1	A群	○				
エネルギー応用科学特別実験及び演習第2	A群	○				
エネルギー応用科学特別実験及び演習第3	A群	○				
エネルギー応用科学特別実験及び演習第4	A群	○				
研究論文	A群	○		●		

カリキュラム	大学	大阪大学					
		大学院工学研究科					
		環境・エネルギー工学専攻					
		<a href="http://www.eng.osaka-u.ac.jp/ja/current_s_s/information_gs/pdf/108.pdf">http://www.eng.osaka-u.ac.jp/ja/current_s_s/information_gs/pdf/108.pdf</a>					
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【環境】</b>							
環境計画論		○					
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		○					
情報・メディア・コミュニケーション論		○					
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		○					
資源循環利用システム学特論		○					
<b>【原子力】</b>							
原子炉物理学		○					
原子炉工学		○					
原子炉燃料材料		○					
燃料サイクル		○					
炉制御		○					
放射線管理学		○					
放射線計測学		○					
中性子工学		○					
安全工学		○					
<b>【新エネルギー変換】</b>							
新エネルギー化学		○					
エネルギー変換材料		○					
<b>【リスク管理】</b>							
リスクマネジメント論		○					
リスクコミュニケーション論		○					
リスク解析		○					

カリキュラム	大学	九州大					
		大学院工学府					
		エネルギー量子工学専攻					
		学府履修の手引き					
	分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【基礎物理】</b>							
量子物理学	高	○			2		
原子核反応論	先	○			2		
応用原子核物理学(原子核反応)	高	○			1		
粒子線情報分析学(粒子線計測)	高	○			2		
高エネルギー核反応論	高	○			2		
液晶物理学Ⅰ	高	○			1		
液晶物理学Ⅱ	高	○			1		
固体電子論Ⅰ	高	○			1		
固体電子論Ⅱ	高	○			1		
複雑系科学	先	○			2		
物理機器計測学	先	○			2		
統計物理学	先	○			2		
応用物性論	先	○			2		
物性実験物理学Ⅰ	広	○			1		
物性実験物理学Ⅱ	広	○			1		
量子ビーム科学	広	○			2		
<b>【原子炉・燃料サイクル工学】</b>							
エネルギー量子工学基礎	広	○			2		
エネルギー量子工学特別演習	広	○			1		
核燃料工学Ⅰ	高	○			1		
核燃料工学Ⅱ	高	○			1		
核燃料サイクル工学	先	○			2		
原子力システム工学Ⅰ	高	○			1		
原子力システム工学Ⅱ	高	○			1		
エネルギー変換輸送論Ⅰ	高	○			1		
エネルギー変換輸送論Ⅱ	高	○			1		
原子力移動現象論	高	○			2		
エネルギー混相流体工学	先	○			2		
エネルギー環境素材工学(金属酸化物の不定比性)	高	○			2		
エネルギーシステム材料科学Ⅰ	高	○			1		
エネルギーシステム材料科学Ⅱ	高	○			1		
量子線計測学Ⅰ	高	○			1		
量子線計測学Ⅱ	高	○			1		
物性基礎工学	広	○			2		
<b>【環境・安全・許認可等】</b>							
量子線安全工学	先	○			2		
原子力安全工学	広	○			2		
エネルギー環境システム学	先	○			2		
<b>【プラズマ工学・核融合炉】</b>							
電磁解析演習	広	○			1		
核融合プラズマ科学	先	○			2		
核融合炉基礎工学	高	○			2		
<b>【ビーム粒子応用工学】</b>							
応用生体システム学	高	○			2		
加速器工学	先	○			2		
量子線照射分析学	先	○			2		
量子線応用物性学	先	○			2		
量子線構造解析学	先	○			2		
量子線医療応用	広	○			1		



カリキュラム	大学	九州大					
		大学院工学府					
		エネルギー量子工学専攻					
		学府履修の手引き					
	分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【演習】</b>							
原子核・量子線工学研究計画演習A	広	○			2		
原子核・量子線工学研究計画演習B	広	○			2		
核エネルギーシステム学研究計画演習A	広	○			2		
核エネルギーシステム学研究計画演習B	広	○			2		
核エネルギーシステム学研究計画演習C	広	○			2		
エネルギー物質科学研究計画演習A	広	○			2		
エネルギー物質科学研究計画演習B	広	○			2		
エネルギー物質科学研究計画演習C	広	○			2		
応用物理学研究計画演習A	広	○			2		
応用物理学研究計画演習B	広	○			2		
応用物理学研究計画演習C	広	○			2		
核エネルギーシステム学発表演習A	広	○			2		
核エネルギーシステム学発表演習B	広	○			2		
核エネルギーシステム学発表演習C	広	○			2		
エネルギー物質科学発表演習A	広	○			2		
エネルギー物質科学発表演習B	広	○			2		
エネルギー物質科学発表演習C	広	○			2		
応用物理学発表演習A	広	○			2		
応用物理学発表演習B	広	○			2		
応用物理学発表演習C	広	○			2		
産学連携演習	広	○			2		
<b>【特別講義等】</b>							
科学技術コミュニケーション	広	○			1		
原子核・量子線工学特別講義Ⅰ	広	○			1		
原子核・量子線工学特別講義Ⅱ	広	○			1		
核エネルギーシステム学特別講義Ⅰ	広	○			1		
核エネルギーシステム学特別講義Ⅱ	広	○			1		
応用物理学特別講義Ⅰ	広	○			1		
応用物理学特別講義Ⅱ	広	○			1		
エネルギー物質科学特別講義Ⅰ	広	○			1		
エネルギー物質科学特別講義Ⅱ	広	○			1		
<b>【実験・実習】</b>							
原子炉物理学特論および実験(KUR)	先	○			2		
材料科学実験	広	○			1		
原子核・量子線工学実験A	能	○			2		
原子核・量子線工学実験B	能	○			2		
核エネルギーシステム学実験A	能	○			2		
核エネルギーシステム学実験B	能	○			2		
核エネルギーシステム学実験C	能	○			2		
エネルギー物質科学実験A	能	○			2		
エネルギー物質科学実験B	能	○			2		
エネルギー物質科学実験C	能	○			2		
応用物理学実験A	能	○			2		
応用物理学実験B	能	○			2		
応用物理学実験C	能	○			2		

カリキュラム	大学	茨城大学					
		大学院理工学研究科					
		応用粒子線科学専攻					
		<a href="http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/lectures.html">http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/lectures.html</a>					
	分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【博士課程前期課程】</b>							
<b>【基礎】</b>							
粒子線科学入門	基礎	○		○	2		
原子科学と倫理	基礎	○		○	2		
<b>【量子基礎科学】</b>							
多体系の量子論特論	専門	○					
核科学基礎特論	専門	○					
基礎量子力学特論	専門	○					
高エネルギー物理学特論	専門	○					
粒子線科学特論	専門	○					
X線・中性子分光特論	専門	○					
<b>【構造生物学】</b>							
中性子タンパク質構造解析学特論	専門	○					
タンパク質結晶成長学特論	専門	○					
分子生物学特論	専門	○					
構造生物学特論	専門	○					
システム生物学特論	専門	○					
バイオインフォマテックス特論	専門	○					
<b>【中性子材料科学】</b>							
中性子材料強度物性学特論	専門	○					
エコマテリアル特論	専門	○					
中性子機能性材料学特論	専門	○					
粒子線結晶解析学特論	専門	○					
機械強度設計学特論	専門	○					
材料加工学特論	専門	○					
<b>【エネルギー・リスク情報科学】</b>							
プラズマ物理学特論	専門	○					
プラズマ発生・制御学特論	専門	○					
エネルギー・プラズマ科学特論	専門	○					
リスク情報科学特論	専門	○					
物理シミュレーション特論	専門	○					
光計測工学特論	専門	○					
<b>【基礎原子力科学】</b>							
陽電子科学特論	専門	○					
放射線化学特論	専門	○					
放射線工学基礎	専門	○					
放射線工学特論	専門	○					
原子力基礎特論	専門	○					
エネルギーサイクルシステム特論	専門	○					
<b>【総合特別講義】</b>							
先端科学特論	専門	○					
<b>【特別実験及び特別演習】</b>							
応用粒子線科学特別実験Ⅰ		○		●	2		
応用粒子線科学特別実験Ⅱ		○		●	2		
応用粒子線科学特別実験Ⅲ		○		●	2		
応用粒子線科学特別実験Ⅳ		○		●	2		

カリキュラム	大学	茨城大学					
		大学院理工学研究科					
		応用粒子線科学専攻					
		<a href="http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/lectures.html">http://www.appl-beam.ibaraki.ac.jp/lectures.html</a>					
		分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師
<b>【博士課程後期課程】</b>		講義A	必修	2単位以上(主任指導教官による授業科目)			
		講義B	選択	2単位以上(専攻内の専門科目の中から選択。他専攻または認定された他大学の大学院において開設している授業科目でも可。)			
核物理特講				○			
結晶化学特講				○			
ニュートリノ物理学特講				○			
中性子生物機能解析学特講				○			
生体分子科学特講				○			
生体高分子科学特講				○			
材料設計学特講				○			
固体物性学特講				○			
固体力学特講				○			
プラズマ特性特講				○			
プラズマプロセス工学特講				○			
リスク管理学特講				○			
感性工学特講				○			
環境負荷低減原子カシステム特講				○			
放射線工学特講				○			
陽電子科学特講				○			
<b>【総合特別講義】</b>							
先端科学特講				○			
<b>【特別実験、特別実習及び特別演習】</b>				○	●	2	
応用粒子線科学特別実験				○	●	2	
応用粒子線科学特別実習				○	●	2	
応用粒子線科学特別演習				○	●	2	

カリキュラム	大学	福井大学				
		工学研究科				
		原子力・エネルギー安全工学専攻				
		<a href="http://www.npes.fukui-u.ac.jp/cntnts/deptintrdot.html">http://www.npes.fukui-u.ac.jp/cntnts/deptintrdot.html</a>				
分類	修士課程	博士課程	必修	単位	非常勤講師	
<b>【専攻共通Ⅰ】</b>						
科学英語コミュニケーション	○					
科学英語表現	○					
<b>【専攻共通Ⅱ】</b>						
原子力危機管理工学	○		●	2		
原子力・エネルギー法規	○					
原子核工学	○					
原子炉工学	○					
原子炉工学実験	○					
原子力・エネルギー安全工学特別講義第1	○					
原子力・エネルギー安全工学特別講義第2	○					
原子力・エネルギー安全創成演習	○		●	6		
原子力・エネルギー安全特別実験	○		●	4		
<b>【原子力安全工学】</b>						
原子力プラント健全性評価工学	○					
原子力プラント材料強度評価工学	○					
ヒューマンインタフェース論	○					
生体情報安全工学	○					
<b>【地域共生】</b>						
地域防災システム	○					
共生基盤計画論	○					
放射線計測Ⅰ	○					
放射線計測Ⅱ	○					
量子反応工学	○					
量子計測工学	○					
<b>【発電安全工学】</b>						
原子炉材料学	○					
原子炉設計工学	○					
原子炉熱工学	○					
<b>【フロントシステム安全工学】</b>						
エネルギー環境概論	○					
原子炉プラント工学	○					
高速炉構造工学	○					

添付Ⅲ. アンケート調査様式

This is a blank page.

平成 18 年 12 月吉日

原子力分野の人材育成に係るアンケートについてのお願い

日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所  
 連携大学院ネットワーク 事務局

前略

平素から日本原子力研究開発機構の活動について、多大なご支援・ご協力を頂き、誠にありがとうございます。

さて、日本原子力研究開発機構では、原子力の人材育成を重要なミッションとして、大学等との連携を図りながら進めているところであります。そのプログラムの一つである「連携大学院ネットワーク」については、今年度から新しい原子力教育の模索として当機構と連携大学院を締結している大学と連携大学院ネットワークを試行的に開始したところであります。また、本ネットワークにつきまして、既に、平成 18 年 9 月に北海道大学で開催された原子力学会(以下、「学会」という。)秋の大会の教育委員会セッションにて概要を紹介させて頂いております。本ネットワークは、主に参加大学との遠隔講義を介した共通カリキュラム、夏季実習、相互講師派遣をベースにしたプログラムで構成する予定ですが、この検討の基礎となる最新の情報を把握した上で、今後の展開に資する必要があると考えております。このため、大学側の最新の情報を把握するために、アンケート調査を行いたくご協力賜りますようお願いいたします。

本アンケート調査にあたり、機構と各大学による原子力教育について、どのようなニーズがあるか検討を行っております。既に学会で調査した「大学の原子力工学研究教育設備等検討特別専門委員会報告書(平成 15 年 3 月)」等を活用しながら検討を進めることとしております。この報告書については、大学最新の情報として整理したいと考えておりますので、合わせてご回答頂ければと考えております。

なお、皆様からのアンケート結果につきましては、ご回答頂きました方々に後日ご報告させて頂きます。以上の主旨をご理解頂き、アンケート調査にご協力賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

ご送付文書：本アンケート依頼文書 及び Microsoft Word /Excel 文書 (Digital 文書) 一式  
 アンケートの回答要領：次葉のアンケートにご記載の上、下記窓口まで E-mail にてご回答をお願い致します。

アンケート取り纏め窓口：(財) 全日本地域研究交流協会 中崎正好・石井民子

(Tel : 03-3831-5911、E-Mail アンケート回答先：[genshiryoku-kyoiku@jarec.or.jp](mailto:genshiryoku-kyoiku@jarec.or.jp))

回答期限：平成 19 年 1 月 31 日 (水)

ご不明の点につきましては、下記担当にご連絡お願い致します。

担当：日本原子力研究開発機構 連携大学院ネットワーク 事務局 石川文隆

(Tel : 029-282-1111(代)、内線 60112、E-Mail：[ishikawa.fumitaka@jaea.go.jp](mailto:ishikawa.fumitaka@jaea.go.jp))

<アンケート>

国の原子力政策大綱の中で、原子力の産業利用推進や基盤技術強化において、大学・大学院等における人材育成は重要な政策であり、今後とも充実を図っていく旨謳われております。一方で、近年の原子力産業界の低迷に伴う原子力分野への就職率の低下や研究対象としての魅力に乏しいとのイメージが先行し、学生における原子力分野の人気が低下し、優秀な学生を集め難くなっている状況にあるのではないかと懸念がある事も事実であります。このため、原子力学会では、原子力分野への人材育成・確保について総合的な検討を進めるにあたり、大学の教育研究現場の責任者（学科長・専攻長等）の方々に率直なご意見等をお伺いさせて頂きたいと思っております。

ご回答者名を記載お願いします。必要に応じて、ヒアリング調査もお願いすることとします。

貴大学名				●●大学
原子力関連大学院研究科名	●●研究科	専攻名	●●	
原子力関連学部名	●●学部	学科名	●●	
アンケート 回答者氏名	専攻長・学科長 ●●●●	連絡先	TEL	
			E-mail	



【Q1】貴大学・大学院における原子力（核分裂・核燃料サイクル等狭義の原子力）教育カリキュラムの実施に関する今後の方向性についてチェックマーク（レ）を記載してください。

【貴大学での原子力教育カリキュラムの実施について】		(レ)チェック欄
1	原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、体系的な教育研究を本学の教員と設備にて継続実施可能である	
2	原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、独自性のある教育プログラムを提供する計画であるが、体系的な教育研究を本学の教員と設備だけで継続することは困難であり、他の大学・研究機関との連携などを求めたい。	
3	原子力(核分裂・核燃料サイクル)教育に対し、体系的な教育研究を本学の教員と設備のみでは継続は困難であるが、教育領域を絞った独自性のある教育プログラム（Ex.原子力危機管理教育に注力）を模索していきたい。	
4	これまでの原子力(核分裂・核燃料サイクル)の研究から派生・発展した多くの基盤・基礎技術を更に発展させるべく、幅広く、且つ、多様性に富む広義の原子力（量子ビーム応用、エネルギー環境、物質シミュレーション、医療工学学際など）として体系的な教育研究を模索していきたい。	
5	その他（ ）	

【Q2】貴大学の**大学院修士課程**で、原子力教育研究(核分裂・核燃料サイクル)に関して、現状どのような教育カリキュラムを実施していますか？ カリキュラムの内容を教えてください。

カリキュラムに関する資料を添付下さい。 または、WEBアドレス を教えてください。 (WEBアドレス： )
<上記の教育カリキュラムを実施する上での具体的な課題をお書きください。>



【Q4】日本原子力研究開発機構では、機構の設備と専門家人材を活用した「**連携大学院構想(添付に示す)**」を計画しておりますが、連携大学院構想への参加の仕方についての具体的要望を以下に記載ください。

【連携大学院構想について】		(レ)チェック欄
連携大学院構想への参加の仕方についての具体的要望を以下に記載ください。		
1	<p>連携大学院ネットワークに係る<b>遠隔講義</b><sup>*1</sup>に参加したい。</p> <p>&lt;参加を希望される場合で、制約条件等があれば以下に記載ください。&gt;</p> <p>例：①講義の配信は当面無理であるが、受講を希望する。                  ②遠隔講義のハードの設置に際しては、学内のネットワークとの関連を検討する必要があるが、受講、講義の配信を検討したい。</p>	
2	<p>連携大学院ネットワークに係る<b>夏季実習</b><sup>*2</sup>に参加したい。</p> <p>&lt;参加を希望される場合で、制約条件等があれば以下に記載ください。&gt;</p> <p>例：夏季実習に際し、学生の旅費等の調整があるが、参加を希望する。</p>	
3	<p>連携大学院ネットワークの<b>相互講師派遣</b><sup>*3</sup>に参加したい。</p> <p>&lt;参加を希望される場合で、制約条件等があれば以下に記載ください。&gt;</p> <p>例：派遣する場合、学内の調整が必要となるが、派遣してもらうものについては、問題無い。参加を希望する。</p>	
4	<p><b>その他の要望</b></p>	
5	<p>連携大学院ネットワークについては<b>関心がない</b>。</p>	

\*1～3の実績等については、参考資料を参照願います。

【Q5】貴大学の原子力に係る学部・大学院専攻に関して、**学生定員数及び卒業・修了者数（単位取得者数）**についてご回答願います。**添付資料1の Excel フォーム**でご回答願います。また、組織の変遷等を備考欄にご記入下さい。なお、組織改組により前回のアンケート調査から学部・大学院専攻の研究範囲が拡大している場合には、狭義の原子力分野に係る定員等をご記載願います。

（大学院専攻名：●●大学大学院工学研究科●●専攻）

年度	学部		修士		博士		備考
	入学定員	卒業者数	入学定員	終了者数	入学定員	終了者数	
H15							
H16							
H17							

【Q6】原子力に係る学科・専攻を保有する大学として、**貴大学における原子力教育に関する独自の取組み**についてご記載願います。

**【自由記載欄】**

<例：魅力ある教育研究の模索（海外大学とのインターシップ制度など国際的に通用する教育）>

【Q7】貴大学の原子力に係る学部・大学院専攻に関して、**卒業・修了者の就職先**についてご回答願います。**添付資料2の Excel フォーム**でご回答願います。なお、組織改組により前回のアンケート調査から学部・大学院専攻の研究範囲が拡大している場合には、狭義の原子力分野に係る定員等をご記載願います。

（大学院専攻名：●●大学大学院工学研究科●●専攻）

年度	学部卒		修士終了		博士終了		備考
	就職先	人数	就職先	人数	就職先	人数	
H15	●会社	○名	●会社	○名	●研究所	○名	
H16							
H17							

【Q8】卒業生の原子力関連業界への就職について、人材需要と供給のアンバランスが問題であると指摘されていますが、**貴専攻科として（大学側から）どのような対応**をお考えでしょうか。下記に記載ください。

**【自由記載欄】**

＜例：原子力業界との共同研究を強化し、学生の産業界へのインターンシップ制度を増やす＞

【Q9】原子力に係る学科を保有する大学として、卒業生の原子力関連業界への就職支援について、**産業界への要望としてどのようなもの**がありますか。下記に記載ください。

**【自由記載欄】**

＜例：企業のインターンシップ受入制度の拡充、研究成果の報告会の開催、共同研究の強化等＞

【Q10】原子力に係る学科を保有する大学として、**大学院生の平成18年度の研究テーマ**（狭義・広義の原子力）としては、どのようなものがありますか。**添付資料3のExcel**フォームでご回答をお願いします。尚、既存リスト・学位論文発表会プログラム等があれば、添付して頂くだけで結構です。

**＜修士論文研究テーマ＞**

No	研究テーマ名	指導教官名
1		
2		
3		

**＜博士論文研究テーマ＞**

No	研究テーマ名	指導教官名
1		
2		
3		

【Q11】 Q10にご提示頂きました修士論文研究のうち、**原子力（核分裂・核燃料サイクル）について実験的研究を行うテーマ**に関してお尋ねします。このうち**自分の所属する大学以外での実験研究**について、例えば、大学共同利用研究所、放射線医学総合研究所、日本原子力研究開発機構などを利用しているものがあれば教えて下さい。利用の枠組み、年間の利用頻度（回数と日数）、人数（共同利用、協力研究等）も教えて下さい。**添付資料4のExcelフォーム**でご回答お願いします。平成15年3月原子力学会調査報告書でお答え頂いているデータを記載しておりますので、平成18年度の最新データに見直ししてください。

No	実験研究テーマ名	使用施設名称	設置場所 (研究の枠組み)	年間利用		利用における 要望事項
				人数	日数	
1	超寿命核種固定用セラミックスの中性子損傷評価	材料試験炉 高速実験炉常陽	日本原子力研究開発機構 (全国大学共同利用)	1人	5日	
2						

【Q12】 **学部学生・大学院生（修士）を対象にした原子炉実習あるいは原子力教育に関連して、試験研究炉、臨界集合体を利用している場合**の利用目的、施設名、利用人数と頻度、実習を進める上で  
の問題点についてお尋ねします。**添付資料5のExcelフォーム**でご回答お願いします。平成15年3月原子力学会調査報告書でお答え頂いているデータを記載しておりますので、平成18年度の最新データに見直ししてください。

No	利用目的		施設名称	実験・実習場所	年間利用		利用における 要望事項
	対象	実習・実験名			人数	日数	
1	修士1年	原子炉実習	京大 KUCA	京大原子炉工学実験所	12名	7日	
2	修士1年	原子炉実習	TCA	日本原子力研究開発機構東海	15名	5日	
3	修士1年	シュミュレータ実習	常陽シュミュレータ	日本原子力研究開発機構大洗	13名	5日	

【Q13】 その他、今後の原子力人材育成についてお気づきの点等ございましたら、以下の自由記載欄にご意見を記載願います。

**【自由記載欄】**

ご回答ありがとうございました。

以上

添付Ⅳ. 連携大学院ネットワーク構想

This is a blank page.

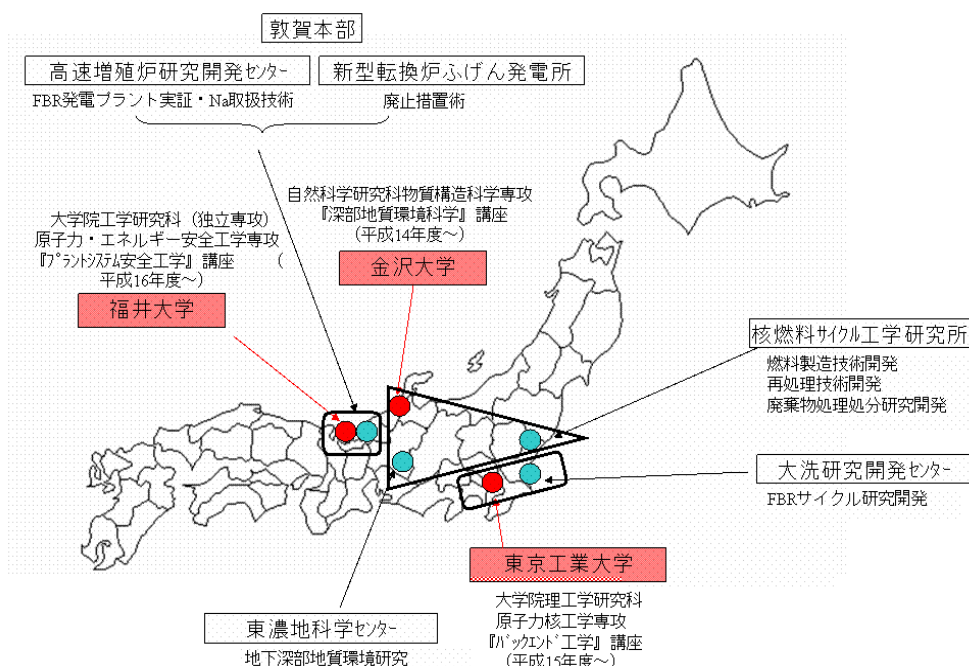


# 連携大学院を活用した原子力人材育成

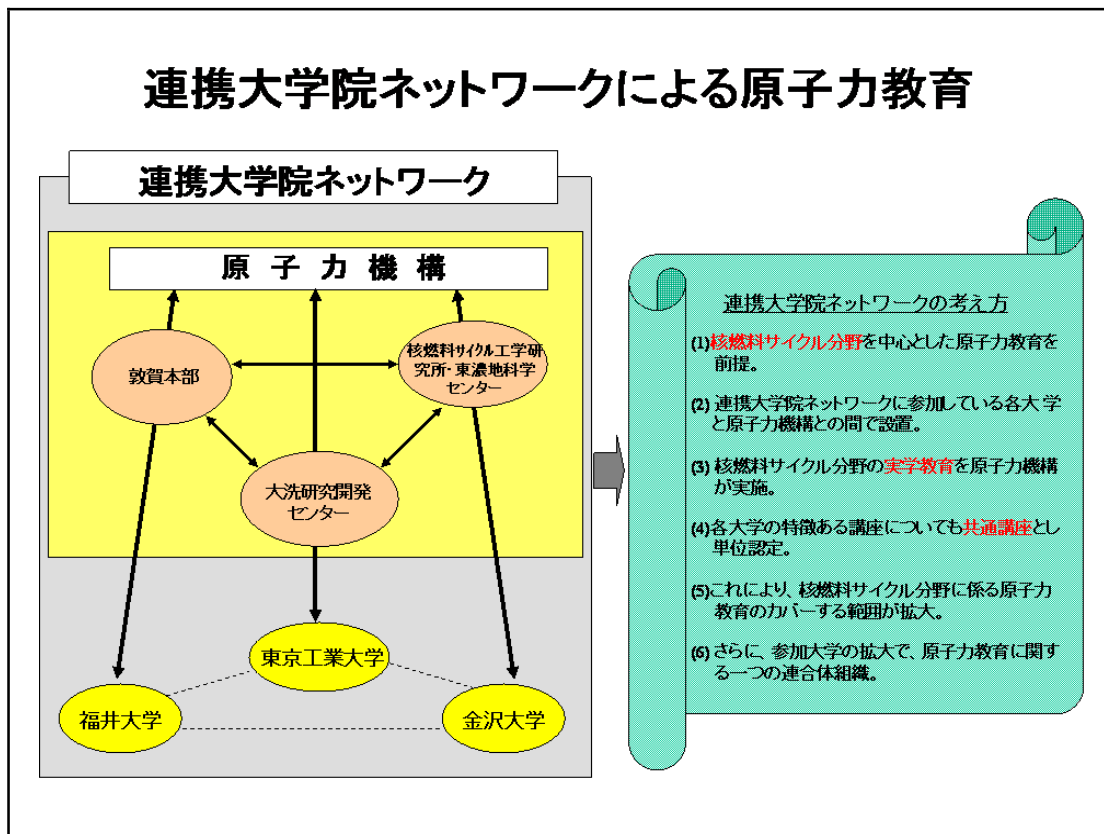
## — 連携大学院ネットワーク —

独立行政法人  
日本原子力研究開発機構

### 連携大学院ネットワーク協議会の参加大学と原子力機構の拠点



## 連携大学院ネットワークによる原子力教育



## 連携大学院ネットワーク活動の理念

### 1. 総合力のある人材育成プログラムの構築

各大学には特徴のある教育プログラムを有しているが、ネットワーク等の連携強化により相互補完を行い、総合力のある原子力人材育成へ貢献する。

### 2. 様々な分野に対応できる能力開発プログラムの構築

原子力研究だけではなく、様々な研究分野で専門知識以外の広い教養、柔軟な思考、社会とのインターフェース等の能力を育成するプログラムの開発を行う。

### 3. 原子力技術を支える技術者の養成

総合科学技術としての原子力技術を支える研究者・技術者の養成を行う。

### 4. 実学を重視した教育プログラムの構築

大学の人材育成の中に、原子力機構が有する施設を活用した教育プログラムを導入することで、実学を重視した人材育成に貢献する。

## 連携大学院ネットワークの当面の計画

1. 連携大学院ネットワークで実施する共通講座の設定。
2. 連携大学院ネットワーク参加大学間に専用の遠隔教育システムの設置。
3. 原子力機構で実施する学生実習プログラムの開発。
4. 連携大学院ネットワークの連携・協力の強化。

## 共 通 講 座

ネットワーク参加大学で共通となる講座を共同開発し、遠隔教育システムにて共通講座を開設する。

- ◆各大学における単位認定の方法  
⇒各大学の制度の中で当面運用。
- ◆共通講座のライブ配信の時間設定  
⇒金曜午後に設定。
- ◆開設する共通講座  
⇒「放射線に係る講座(仮題)」、「地層処分等に係る講座(仮題)」を3大学共通講座として開設。その他講座の開設は継続検討。
- ◆コンテンツの準備  
⇒共通講座の標準化及びコンテンツ化を検討。
- ◆共通講座の教官  
⇒講義内容により分担。

○放射線に係る科目(仮題)

講義単位	講義テーマ名	講義項目	講義内容
1コマ	放射線・放射能の基礎について	・核・放射化学の基礎	a)核・放射化学の礎、b)放射化学史、c)宇宙と放射線、d)原子力への展開
2コマ		・放射能の基礎	a)放射能、b)放射性核変系列
3コマ		・放射線の基礎	a)電離性放射線、b)放射線の種類、c)放射線の発生、d)単位
4コマ	放射線・核科学について	・放射線計測	a)放射線測定の方法、b)放射線検出器、c)放射線計測データの解析法
5コマ		・放射能と環境	a)線量と線量率、b)自然放射線、c)放射能の環境挙動、d)放射線生物学、e)放射線防護
6コマ		・原子核の基礎的性質①	a) 原子質量と原子核の結合エネルギー、 b) 原子核の安定性、 c)原子核の大きさ
7コマ		・原子核の基礎的性質②	a) 原子核の量子力学的性質、 b) 原子核のモデル、 c) 原子核から素粒子へ
8コマ		・核反応①	a) 低エネルギー核反応、 b) 高エネルギー核反応、 c) 重イオン核反応、 d) 光核反応
9コマ	原子核反応について	・核反応②	a)核データの測定、b)核データの誤差、c)核データの利用
10コマ		・核分裂	a) 核分裂障壁、 b) 自発核分裂、 c) 荷電粒子誘起核分裂、 d) 核分裂片の質量分布と電荷分布、 e) 核分裂片の運動エネルギー分布
11コマ		・超アクチノイド元素の合成と化学的性質	a) 重元素合成法、 b) 熱い核融合と冷たい核融合、 c) 単一原子化学、 d) 超アクチノイド元素の化学(気相)、 e) 超アクチノイド元素の化学(液相)
12コマ	核燃料サイクルの基礎化学について	・アクチノイドの化学と分離	a)アクチノイド及びマイナーアクチノイドの溶液化学、b)ホットアトムケミストリー、c)溶媒抽出の基礎、d)基礎再処理プロセス化学
13コマ		・核分裂生成物、RIの化学と分離、利用	a)核分裂生成物の溶液化学、b)RIの分離・製造、核医学・理工学利用
14コマ		・同位体科学	a)同位体効果、b)同位体分離化学、c)トリチウム化学(核融合化学)
15コマ	レポートガイダンス	放射線科学全般	

○地層処分等に係る科目(仮題)

講義単位	講義テーマ名	講義項目	講義内容
1コマ	エネルギー環境概論	エネルギー問題	化石燃料エネルギーの枯渇と環境、人口問題について、現状を解説する。また、世界的な経済成長と人類の豊かさを生活を得るために、省エネルギー、再生可能エネルギー、原子力エネルギーなどの取組むべき課題について解説し、エネルギーに関する問題意識を醸成する。
2コマ		日本のエネルギー政策	原子力委員会から出された「原子力政策大綱」、資源エネルギー庁より出された「エネルギー基本計画」及び総合科学技術会議より出された「科学技術基本計画」について解説し、日本のエネルギー政策を理解する。
3コマ	バックエンド工学	核燃料サイクル論、炉工学概論	核燃料サイクル、原子力の仕組み、構成、放射性廃棄物、高濃縮燃料
4コマ		再処理プロセスの化学と工学	再処理の意義、溶媒抽出の基礎理論、アクチノイド(U, Pu, Np)及び核分裂生成物(Tc)の基礎分配特性及び分配挙動、初歩PUREX工学、放射性廃棄物
5コマ	深地層科学	地層処分システム論	放射性廃棄物管理に関する基本的概念や地層処分システムの科学、安全評価の方法論について紹介する。
6コマ		日本列島のネオテクトニクスと地質環境の長期安定性	地層処分システムの安全評価に際して考慮すべき自然現象を理解するとともに、最新の研究成果を紹介する。
7コマ		深地層の研究施設と地質環境調査評価技術	深地層の研究施設や地下深部の地質環境(深部地質環境)の実体を解る調査・評価手法を解説する。
8コマ		地層処分の安全評価技術①	核燃料サイクル施設から発生する放射性廃棄物と、それらの地層処分について安全評価の方法と評価に求められる情報について解説する。
9コマ		地層処分の安全評価技術②	地層処分の安全評価の事例を紹介するとともに、その信頼性の検証についても解説する。また、地層処分に関する最新の話題について触れつつ、安全評価の今後の課題について解説する。
10コマ	分離変換利用工学	核種分離技術	分離変換の意義、高レベル廃液の特性、MA(Am,Gm)及びFP(Cs, Sr)の分離化学の基礎、精製技術
11コマ		分離利用技術の最先端(新分離・利用技術)	有用核種の分離/変換/利用概念、希少金属FP、発熱性FPの分離利用技術、ロンパ・CISにおける先端的分離研究
12コマ		核変換研究の基礎	核変換の歴史、多様な核変換の原理及び研究基盤を支える核データ研究について解説する。
13コマ	核変換工学	高濃縮PII加速器を用いた放射性廃棄物種の核変換システムについて解説する。	
14コマ	エネルギー環境概論	世界のエネルギー政策	世界各国のエネルギー政策の最新情報を解説し、世界のエネルギー事情を理解する。
15コマ	レポートガイダンス		

## 遠隔教育システム

ネットワーク参加大学及び機構間に双方向型の遠隔教育システムを設置し、当面はライブにて共通講座を配信する。また、学習効果を上げるためのE-ラーニングシステムも順次整備する。

### ◆遠隔教育システムの回線

⇒fair wallを経由しない専用回線を利用。

### ◆コンテンツのライブライリー化と管理方法

⇒コンテンツの管理及び著作権などの課題を検討。

### ◆ライブ講義及びE-ラーニングの両機能の整理

⇒当面はライブ講義を実施。時期を見てE-ラーニング機能を追加。

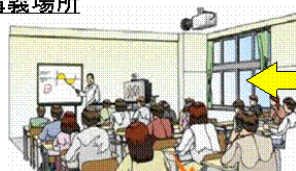
### ◆参加大学増加に対応したシステムの拡張性

⇒将来6~8大学が同時にライブ講義を行える環境を考慮。

## 基本システム：講義イメージ

### ライブ

講義場所



・各拠点へリアルタイムで配信  
・質疑応答の実施

各拠点

A拠点

B拠点

C拠点

・6拠点間での映像の相互配信を基本とする。いずれも講義会場となり得る。

### オンデマンド

自宅学習



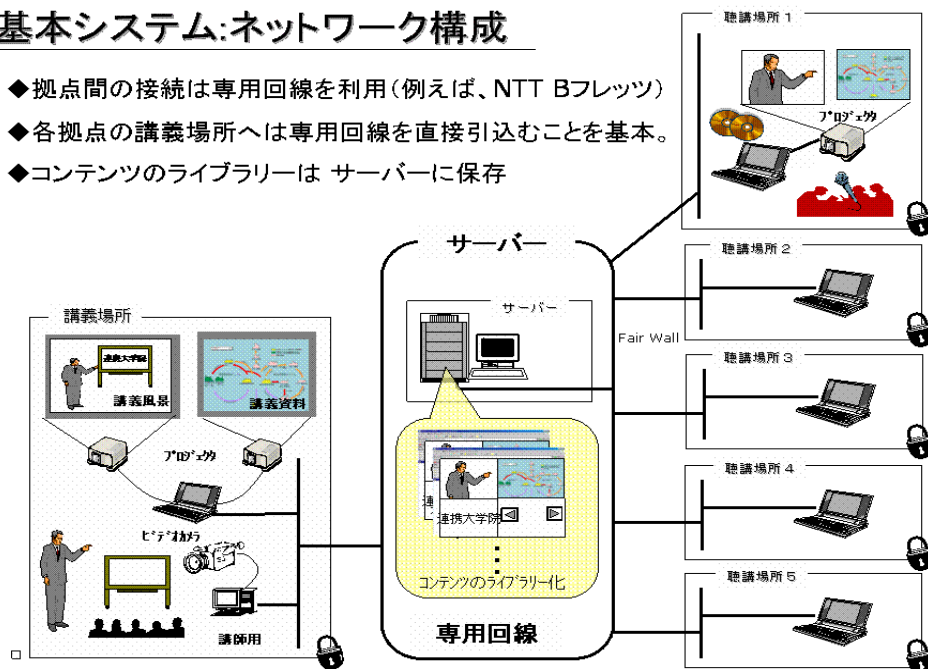
インターネット



・蓄積されたコンテンツをサーバにアクセスして、復習等に活用。

## 基本システム:ネットワーク構成

- ◆拠点間の接続は専用回線を利用(例えば、NTT Bフレックス)
- ◆各拠点の講義場所へは専用回線を直接引込むことを基本。
- ◆コンテンツのライブラリーは サーバーに保存



## 学生実習プログラム

原子力機構で実施する学生実習プログラム(主に核燃料サイクル関連実習)を、ネットワーク参加大学で共通講義として開発する。

- ◆共通講座としての学生実習プログラム
  - ⇒放射線計測、ウラン取扱実習も考慮した実習プログラム編成。レベルにより複数コース設定も検討。
- ◆放射線従事者に指定講習
  - ⇒遠隔講義システムを利用して放射線従事者教育を実施し、実習時間の有効活用・充実化を検討。
- ◆学生実習時期と期間
  - ⇒夏季実習は5日間で実施。時期は8下旬月又は9月上旬。
- ◆学生実習用機材の整備
  - ⇒実習プログラムの充実化のため実習機材整備も検討。

## 学 生 実 習 の 目 的

- 大学で体験が難しくなっている核燃料  
サイクル関連実習  
⇒出来る限り五感で体験できるプログラム
- 「パンフレットの世界」から「実物の世界」へ  
⇒からだ全体で感じる施設体感プログラム
- 原子力機構の若手研究者との懇談  
⇒職場の雰囲気を肌で感じるプログラム
- ネットワークに参加する複数大学による交流  
⇒学生同士の有効な情報交換の場

### 夏季実習実績

○平成17年8月1日～5日

第1回合同学生実習の開催(福井大学、金沢大学M1 17名参加)

○平成18年6月26日～31日

第2回合同学生実習の開催(福井大学、金沢大学、静岡大学M1,M2 18名参加)

平成18年度連携大学院ネットワーク夏季学生実習プログラム

平成18年6月1日  
日本原子力研究開発機構

6月26日(月)	6月27日(火)	6月28日(水)	6月29日(木)	6月30日(金)
9:00 放射線安全と除染技術概論 10:30 実物除染実習 11:10 除染実習 12:00 除染実習	9:00 放射線安全と除染技術概論 9:15 高速増殖炉の概要について 10:30 高速増殖炉「高橋」の原子炉システム 11:10 除染実習 12:00 除染実習	9:00 放射線安全と除染技術概論 9:15 高速増殖炉の概要について 10:30 高速増殖炉「高橋」の原子炉システム 11:10 除染実習 12:00 除染実習	9:00 放射線安全と除染技術概論 9:15 高速増殖炉の概要について 10:30 高速増殖炉「高橋」の原子炉システム 11:10 除染実習 12:00 除染実習	9:00 中核子利用概論 10:30 中核子利用概論 12:00 中核子利用概論
12:15 昼食 13:00 実習に伴う注意事項説明 14:30 実習内容等の説明	13:00 実習に伴う注意事項説明 14:30 実習内容等の説明	13:00 実習に伴う注意事項説明 14:30 実習内容等の説明	13:00 実習に伴う注意事項説明 14:30 実習内容等の説明	13:00 実習に伴う注意事項説明 14:30 実習内容等の説明
14:30 施設見学 15:00 施設見学	14:30 施設見学 15:00 施設見学	14:30 施設見学 15:00 施設見学	14:30 施設見学 15:00 施設見学	14:30 施設見学 15:00 施設見学
16:00 燃料サイクル工学概論 17:20 燃料サイクル工学概論	16:00 燃料サイクル工学概論 17:20 燃料サイクル工学概論	16:00 燃料サイクル工学概論 17:20 燃料サイクル工学概論	16:00 燃料サイクル工学概論 17:20 燃料サイクル工学概論	16:00 燃料サイクル工学概論 17:20 燃料サイクル工学概論
17:40 宿泊に伴う注意事項説明 18:20 懇談会 18:30 懇談会 21:00 懇談会	17:40 宿泊に伴う注意事項説明 18:20 懇談会 18:30 懇談会 21:00 懇談会	17:40 宿泊に伴う注意事項説明 18:20 懇談会 18:30 懇談会 21:00 懇談会	17:40 宿泊に伴う注意事項説明 18:20 懇談会 18:30 懇談会 21:00 懇談会	17:40 宿泊に伴う注意事項説明 18:20 懇談会 18:30 懇談会 21:00 懇談会

注)スケジュール及び施設見学場所は変更する場合があります。

## 連携大学院ネットワークの連携・協力の強化

連携大学院ネットワークを着実に進展させるために、原子力機構としての役割、大学間のプログラム整備を推進する。

### ◆ネットワークに参加する大学の拡大

⇒協議会非参加の連携大学院も含め、本件の説明を展開。

### ◆教官の相互派遣による特別講演。(最新の原子力情報等)

⇒連携教官による3大学相互派遣による講義を計画(10月～2月)。

○平成18年10月26日 東京工業大学「放射性廃棄物の地層処分の考え方と研究の現況」

○平成18年11月 6日 福井大学「核燃料バックエンドにおける核種分離技術の新展開」

○平成19年2月予定 金沢大学「エネルギー環境概論」

### ◆教官派遣による集中講義の開設。(大学独自に設けていない講義)

⇒検討中

## ま と め

### ネットワーク化による原子力教育実施の試み

- 核燃料サイクル分野を中心とした人材育成の貢献
- 機構保有施設の活用及び人的協力(実学の提供)
- ネットワーク拡大による原子力教育の拡充
- 参加大学の特徴を生かしたネットワーク化
- 国及び学会等の原子力人材育成プログラムとの連携



# 国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	毎メートル	m <sup>-1</sup>
密度 (質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
質量体積 (比体積)	立法メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
(物質量の) 濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率	(数の) 1	1

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 <sup>24</sup>	ヨタ	Y	10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>21</sup>	ゼタ	Z	10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>18</sup>	エクサ	E	10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>15</sup>	ペタ	P	10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>12</sup>	テラ	T	10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>9</sup>	ギガ	G	10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>6</sup>	メガ	M	10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>3</sup>	キロ	k	10 <sup>-18</sup>	アト	a
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h	10 <sup>-21</sup>	ゼプト	z
10 <sup>1</sup>	デカ	da	10 <sup>-24</sup>	ヨクト	y

表3. 固有の名称とその独自の記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(a)</sup>	rad		m <sup>-1</sup> ・m <sup>1</sup> =1 <sup>(b)</sup>
立体角	ステラジアン <sup>(a)</sup>	sr <sup>(c)</sup>		m <sup>2</sup> ・m <sup>-2</sup> =1 <sup>(b)</sup>
周波数	ヘルツ	Hz		s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N		m <sup>1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N・m	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
工率, 放射束	ワット	W	J/s	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup>
電荷, 電気量	クーロン	C		s <sup>1</sup> ・A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> ・A <sup>-1</sup>
静電容量	ファラド	F	C/V	m <sup>-2</sup> ・kg <sup>-1</sup> ・s <sup>4</sup> ・A <sup>2</sup>
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> ・A <sup>-2</sup>
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m <sup>-2</sup> ・kg <sup>-1</sup> ・s <sup>3</sup> ・A <sup>2</sup>
磁束	ウェーバ	Wb	V・s	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・A <sup>-1</sup>
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・A <sup>-1</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・A <sup>-2</sup>
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(d)</sup>	°C		K
光束流	ルーメン	lm	cd・sr <sup>(c)</sup>	m <sup>2</sup> ・m <sup>-2</sup> ・cd=cd
照射 (放射性核種の) 放射能	ベクレル	Bq	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> ・m <sup>-1</sup> ・cd=m <sup>2</sup> ・cd
吸収線量, 質量エネルギー一分与, カーマ線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量, 組織線量当量	グレイ	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> ・s <sup>-2</sup>
	シーベルト	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> ・s <sup>-2</sup>

- (a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なった性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときにいくつかの用例は表4に示されている。
- (b) 実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号“1”は明示されない。
- (c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号srを単位の表し方の中にそのまま維持している。
- (d) この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘力のモーメント	ニュートンメートル	Pa・s	m <sup>1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-1</sup>
表面張力	ニュートン毎メートル	N・m	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
角速度	ラジアン毎秒	N/m	kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s	m <sup>1</sup> ・m <sup>-1</sup> ・s <sup>-1</sup> =s <sup>-1</sup>
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	rad/s <sup>2</sup>	m <sup>1</sup> ・m <sup>-1</sup> ・s <sup>-2</sup> =s <sup>-2</sup>
熱容量, エントロピー	ジュール毎キログラム	W/m <sup>2</sup>	kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup>
質量熱容量 (比熱容量), 質量エンタルピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/K	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・K <sup>-1</sup>
質量エンタルピー (比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/(kg・K)	m <sup>2</sup> ・s <sup>-2</sup> ・K <sup>-1</sup>
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	J/kg	m <sup>2</sup> ・s <sup>-2</sup> ・K <sup>-1</sup>
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	W/(m・K)	m <sup>1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> ・K <sup>-1</sup>
電界の強さ	ボルト毎メートル	J/m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup>
体積電荷	クーロン毎立方メートル	V/m	m <sup>1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> ・A <sup>-1</sup>
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> ・s <sup>1</sup> ・A
誘電率	ファラド毎メートル	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> ・s <sup>1</sup> ・A
透磁率	ヘンリー毎メートル	F/m	m <sup>-3</sup> ・kg <sup>-1</sup> ・s <sup>4</sup> ・A <sup>2</sup>
モルエンタルピー	ジュール毎モル	H/m	m <sup>1</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・A <sup>-2</sup>
モルエンタルピー	ジュール毎モル毎ケルビン	J/mol	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・mol <sup>-1</sup>
モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol・K)	m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-2</sup> ・K <sup>-1</sup> ・mol <sup>-1</sup>
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg <sup>-1</sup> ・s <sup>1</sup> ・A
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	m <sup>2</sup> ・s <sup>-3</sup>
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m <sup>4</sup> ・m <sup>-2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> =m <sup>2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup>
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> ・sr)	m <sup>2</sup> ・m <sup>-2</sup> ・kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup> =kg <sup>1</sup> ・s <sup>-3</sup>

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	''	1''=(1/60)'=(π/648000) rad
リットル	l, L	1 l=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1 t=10 <sup>3</sup> kg
ネーパ	Np	1 Np=1
ベル	B	1 B=(1/2) ln10 (Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位でSI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.60217733(49)×10 <sup>-19</sup> J
統一原子質量単位	u	1 u=1.6605402(10)×10 <sup>-27</sup> kg
天文単位	ua	1 ua=1.49597870691(30)×10 <sup>11</sup> m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	海里	1 海里=1852m
ノット	ノット	1 ノット=1 海里毎時=(1852/3600)m/s
アール	a	1 a=1 dam <sup>2</sup> =10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10 <sup>5</sup> Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10 <sup>-10</sup> m
バール	b	1 b=100fm <sup>2</sup> =10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ボアズ	P	1 P=1 dyn・s/cm <sup>2</sup> =0.1Pa・s
ストークス	St	1 St=1cm <sup>2</sup> /s=10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
ガウス	G	1 G ≡ 10 <sup>4</sup> T
エルステッド	Oe	1 Oe ≡ (1000/4π) A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx ≡ 10 <sup>-8</sup> Wb
スチルブ	sb	1 sb=1cd/cm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
ホト	ph	1 ph=10 <sup>4</sup> lx
ガル	Gal	1 Gal=1cm/s <sup>2</sup> =10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>

表10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
X線単位	X	1 X unit=1.002×10 <sup>-4</sup> nm
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
ジャンスキー	Jy	1 Jy=10 <sup>-26</sup> W・m <sup>-2</sup> ・Hz <sup>-1</sup>
フェルミ	fm	1 fermi=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット		1 metric carat = 200 mg = 2×10 <sup>-4</sup> kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m

