日本原子力学会

あるべき姿に向け、現状の技術面、人材育成面での課題は何か、さらに、産官学を会員とする各学協会は何をすべきか、どのように各学協会は連携すべきか、これからのあるべき方向性や研究開発テーマは何か

2017年6月2日

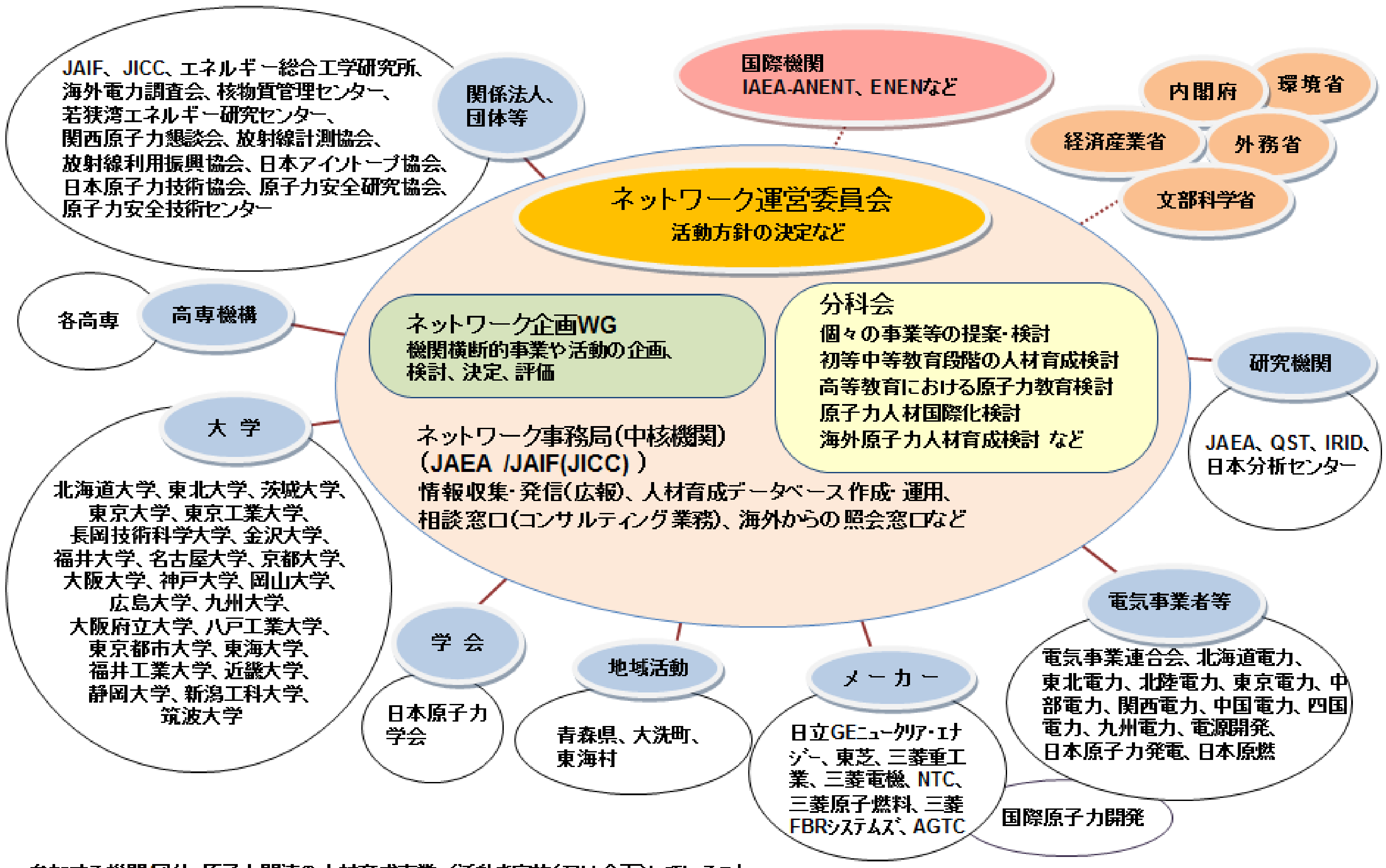
会長　上坂　充（東京大学）

今日の課題認識

1. 福島第一原発の廃炉、周辺地域の復興、被災住民の支援は、我が国の力の見せどころであり、学会も支援
2. 我が国の将来に必須の原子力への国民理解の改善のため、批判を恐れて臆することなく、学会も専門家として積極的に発信
   - 事故の教訓を反映した原発の再稼動（海外は停めずに安全強化）
   - 原子力の安定利用のため、核燃料サイクル、中間貯蔵、最終処分立地
   - 原子力比率を維持するため既設炉の供用期間延長と、新規原発の建設
3. 減少する教育研究資産の維持に向け、学会も発信
   - 大学の教育用原子炉の再稼動が遅れ、学生実験が不可能
   - 研究炉の再稼動も遅れ、種々の研究、材料開発、医療などに弊害
4. 少子高齢化・理科離れなど共通の原因であろうが、会員数の減少が続いており、これをくい止める方策に取り組む

ネットワーク参加機関

原子力人材育成ネットワーク



参加する機関団体：原子力関連の人材育成事業／活動を実施（又は企画）していること。
Obligation 1) ネットワークに対し、原子力人材育成に係る情報を提供すること
Obligation 2) 連絡窓口を設けること

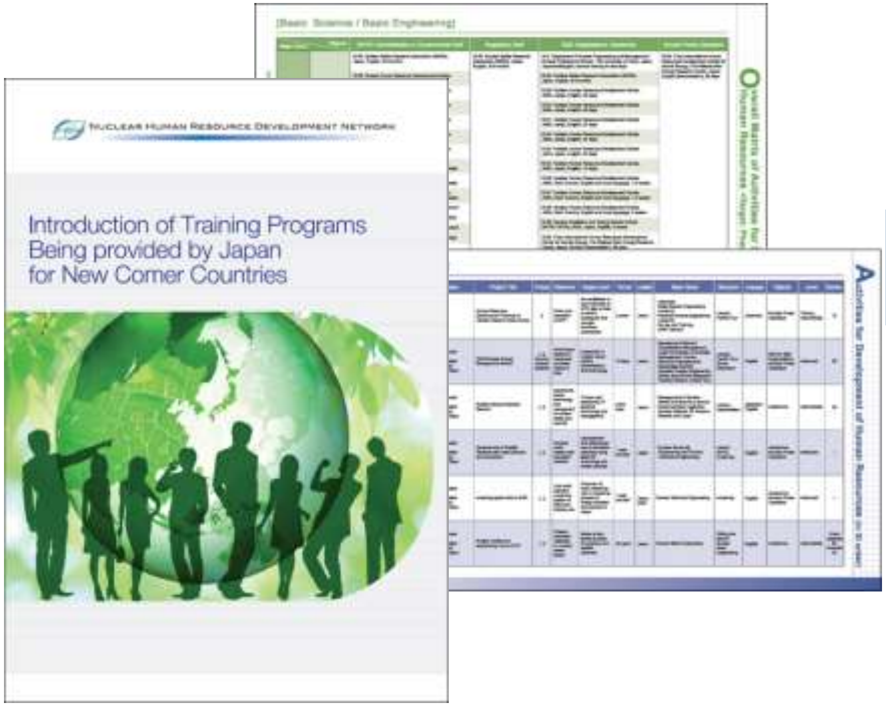
参加機関数　73機関
（平成29年4月20日現在）

人材育成分科会

○海外向け原子力発電実務者向け6週間研修コースを検討
・海外人材育成活動の提供内容、対象者別のマトリックスを作成した結果、実務者向けの研修が十分でないことが判明

○原子力新規導入国向けの原子力人材育成プログラムの作成

○IAEA共催セミナー等の関連活動



海外人材育成活動データベース作成

受入れ機関別

原子力人材育成プログラム

人材育成ロードマップ（抜粋）

（1）教育段階

赤枠は重要項目。一部はネットワーク分科会等で優先検討中。

項　目	内　容		０　１　２　３　４　５　６　７　８　９　１０・・　（年）
魅力の発信	エネルギー基本計画策定	官	▼策定　▼策定　▼策定　▼策定（3年毎）
	魅力、挑戦する姿の発信	産	挑戦する姿、魅力の発信
	人材需給動向調査	産　学	定期的人材需給動向調査と結果公表
一般教育教養教育（公正・公平な理解）	○科学的リテラシー養成	学	初等中等教育段階での理科教育
	○エネルギー環境教育	学	エネルギー・環境教育
	○教養教育	学	技術面以外の社会的、政治的側面等も含む原子力・放射線概論 リベラルアーツ（国際人としての素養）
	○技術者倫理	学	技術者倫理（安全文化）
原子力教育	○教授人材の確保	学	ポストの確保／処遇の改善 最先端の研究
	○カリキュラムの国際標準化（充実した基礎・基盤教育内容）	学	モデルカリキュラム作成 相当する科目の読み替え 標準カリキュラム実施
	○大学間連携／国際連携による効果的、効率的教育	学	基礎・基盤教育、実験・実習教育のための大学間連携 単位互換
	○教育・研究施設の維持施設の国際共同利用	学　官	教育・研究用実験・実習施設の維持・更新・新設
		学	教育・研究用実験・実習施設の国際共同利用の推進
産業界からの貢献	○施設見学、インターンシップ	産	施設見学・インターンシップ等原子力に触れる機会の実施

国内人材の国際化分科会

〇各参加機関の関連する活動についての情報共有、支援・協力

- ・JAIFによる世界原子力大学夏の学校への派遣支援
- ・原子力国際人材養成コースの企画・検討及び実施（H27から受講料運営）
- ・原子力グローバル人材育成セミナー2015の開催（若エネ研、経産省受託）
- ・外務省JPOプログラム等の周知、IAEA在職経験者のセミナー等開催

〇IAEA原子力マネジメントスクールの開催に係る活動

- ・開催運営協力、カリキュラム、講師・研修生の派遣など

IAEA原子力エネルギーマネジメントスクールの開催

原子力エネルギーマネジメントスクール（H27年6月）

東大、原産協会、JICC、原子力機構が共同で日本側（開催地）ホスト

[対象者] 日本及びアジア等の若い技術者、研究者、規制担当官など

今年度も7月18日から開催（東京、福島）

原子力人材育成の課題と今後の対応

－原子力人材育成ロードマップの提案－

＜特に、国を挙げて戦略的に取組むべき重要事項＞

(1)　研究炉等大型教育・研究施設の維持

原子力を専攻する若い世代の基礎基盤となる実験・実習の機会の確保のために、我が国の保有する研究炉等の大型教育・研究施設の今後の有り方の検討、維持管理方法の見直しおよび更新等について、国の支援策の検討が必要

(2) 海外原子力人材育成の戦略的推進

海外からの要請に応え、また、今後の国際展開の本格化に備えるため、競合する他国に負けないよう多様な海外向け人材育成活動に一元的に戦略をもって取り組む必要があり、このため、国の協力な関与が必要

(3) 戦略的原子力人材育成のための司令塔の設立検討

我が国の原子力人材育成に係る国内外の活動の全体を俯瞰し、全体調整を図り、国際標準となる人材育成プログラムを確立できるような司令塔となる中核組織の設立の検討が必要

原子力人材育成戦略検討会議（H25,26）からの提言

１.研究炉等大型教育・研究施設の確保
（日本原子力学会研究炉役割提言検討分科会・核燃RI施設役割提言検討分科会、文科省作業部会）
2.海外原子力人材育成の戦略的推進
（海外人材育成分科会）
3.原子力人材育成の司令塔設立検討
（日本原子力産業協会）

教育（ Education ）と人材育成（Human Resource Development ）

「教育」と「人材育成」の違いに関する参考情報（インターネットより）

「教育」と「人材育成」とは、しばしば混同されて使われることも多い用語であるが、本来、その理念は異なるものであると考える。「教育」とは、教育基本法第一条に示されているとおり、「人格の完成を目指し、平和で民主的な国家及び社会の形成者として必要な資質を備えた心身ともに健康な国民の育成を期して」行われるものである。すなわち、どのような世情の中においても、良識と健康を兼ね備えた人物となることを目指して行われる営みであり、直接的に、特定分野の振興や経済活動への寄与といった事柄を目指して行われるものではない。

一方、「人材育成」とは、まさに、特定分野の振興や経済活動への寄与を期して行われるものである。具体的にはたとえば、情報通信技術の開発研究を行う研究者・技術者の育成、知的財産の管理・運用を行う専門家の育成などがこれにあたる。「人材育成」は、時代によって必要とされる人材が変化することに大きく影響を受けるものであり、恣意的な性格を有することが、「教育」とは大きく異なる。

http://culture-h.jp/hatadake-katsuyo/bun24.html

最近、「教育」と「人材育成」という言葉が混同されて使用されている。
「未来のリーダになるべき人材の育成」「企業の経営幹部となる人材育成」など、「人材」とはなんらかの目的に合致する人物のこと。
目的ありき。
一方、「教育」とは、その人の中に眠る生きる力を引き出すこと。
人物ありき。

http://blog.glam.jp/toshimasaota/2012/07/post-b955.html

世界の原子力界の、教育と人材育成、学位と資格

教育(Education)

@大学・院

人材育成

(Human Resource

Development) by ネットワーク

学位（学士、修士、博士）

資格（原子炉主任技術者、

核燃料取扱主任者、技術士

（すでに国際標準、土木分野

では国際認知、業務に必須 ））

- 教育は教養要素含め大学・院でなされ、称号は学位（学士、修士、博士）
- 原子力エネルギー・発電の事業に特化した人材育成は、日本の大学の教育と1対1対応でない。
- 特にアメリカ、日本、中国、韓国の一般大学院は研究的であり、修士論文、博士論文にエフォートのそれぞれ50%,80%を費やす。日本では工学部で半年程度卒業論文に費やす。

欧州教育制度のチューニング
ボローニャ・プロセスへの大学の貢献

Tuning Educational Structures in Europe
Universities' contribution to the Bologna process: An introduction
Julia González and Robert Wagenaar
フリア・ゴンサレス/ローベルト・ワーヘナール【編著】
深堀聰子/竹中亨【訳】（明石書店）

ボローニャ・プロセスとは、欧州高等教育の国際通用性を高めることを目的として、欧州各国によって1999年より手掛けられてきた高等教育改革である。

ボローニャ・プロセスでは、学生の学習時間にもとづいて単位数を算定する欧州単位互換・累積制度および3段階の学位サイクル・システムの導入をとおして、大学間の制度的調和をはかることがめざされている。

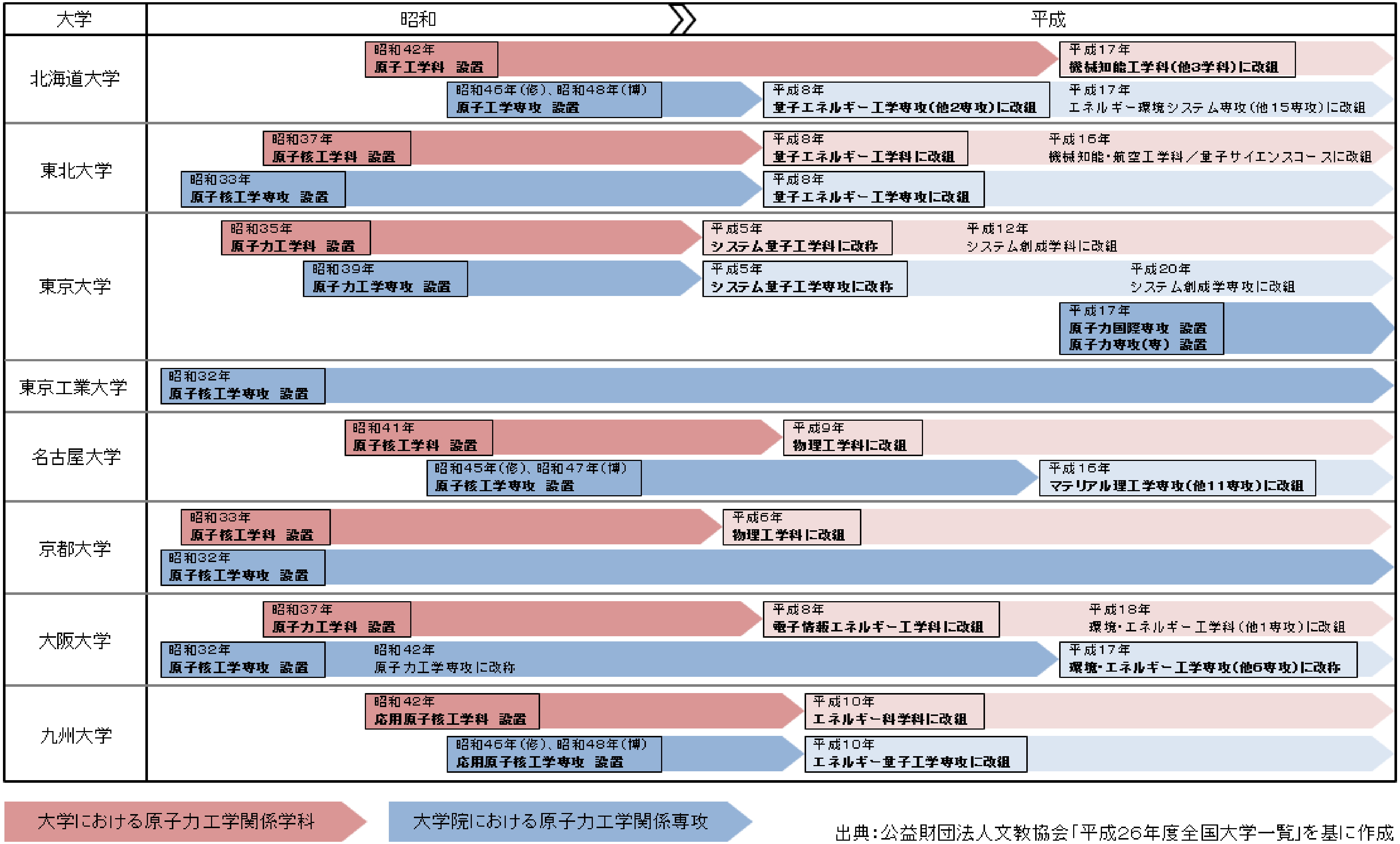
チューニングは、この枠組のなかで、コンピテンスと学習成果にもとづいて教育プログラムを設計することで、大学の多様性と自律性を損なうことなく、改革を実質化させることが可能であるという立場をとり、その具体的な方法を提示している。

世界での原子力系学部・修士・博士課程での講義と研究

	学部4年生	大学院	
		修士課程	博士課程
ヨーロッパ	講義のみ	ほぼ講義のみ	研究
イギリス	講義のみ	ほぼ講義のみ	研究
アメリカ	講義のみ	講義のみ	研究
日本	講義(~50%) +卒業論文研究 (~50%)	講義(~40%)＋修士論文研究(~60%) 講義(100%)(専門職大学院)	講義(~20%)+博士論文(~80%)
韓国	講義+卒業論文研究	講義+修士論文研究 講義のみ(KINGS)	講義+博士論文
中国	講義+卒業論文研究	講義+修士論文研究	講義+博士論文

主な国立大学における原子力関係学科・専攻の設立変遷

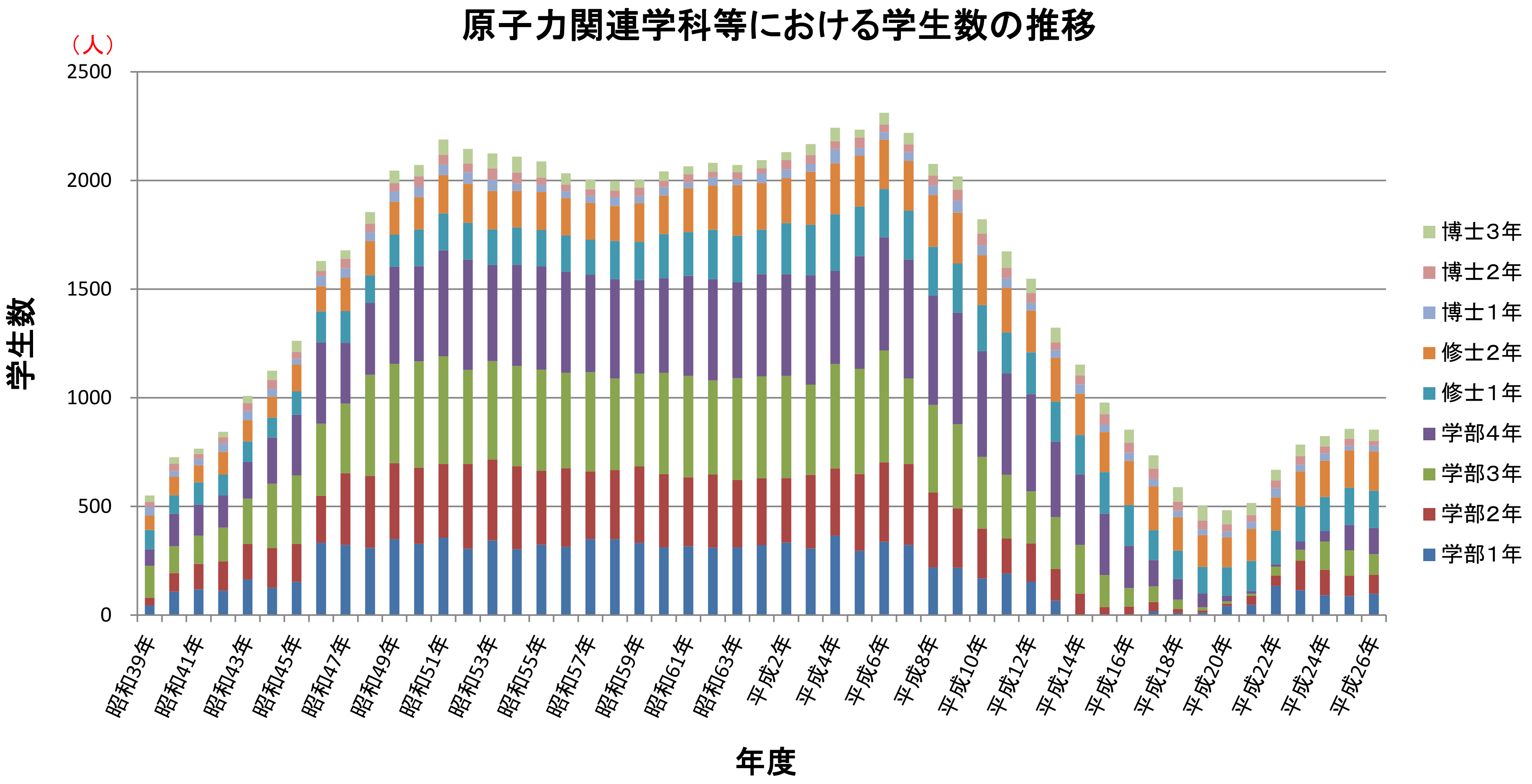
資料３－１
科学技術・学術審議会　研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力人材育成作業部会（第１回）
平成27年７月７日



出典：公益財団法人文教協会「平成26年度全国大学一覧」を基に作成

学校基本統計における学生動向（２）

原子力工学関連の学科等における学生数は、平成６年度をピークに減少し、近年はほぼ横ばいにて推移



※学校基本統計の学科系統分類表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計。

原子力工学関係（大　学）…原子（力）核工学、原子力工学、原子炉工学、原子工学、応用原子核工学、システム量子工学、量子エネルギー工学、原子力技術応用工学、原子力安全工学

原子力理学関係（大学院）…原子核理学、原子核宇宙線学、原子物理学

原子力工学関係（大学院）…原子核工学、原子力工学、原子工学、応用原子核工学、量子エネルギー工学、エネルギー量子工学、原子力・エネルギー安全工学、共同原子力、原子力システム安全工学、量子放射線系

出典：文部科学省「学校基本統計」を基に作成

日本と欧州の原子力の教育と研究

		日本	欧米
小中高		講義	広い教養教育
学部		受験(勉学のPeak) 講義	厳しい講義
大学院	修士	（一般）講義・研究(Peak)　（専門職）厳しい講義	厳しい講義 (勉学のPeak)
	博士	講義・研究（最近学生減）	研究(Peak)

類似性

IAEA原子力エネルギーマネージメントスクール
（原子力人材育成ネットワーク運営）
マネージメント・国際性・ネットワーク作り

主要大学毎のトップマネージメントスクール
マネージメント・国際性・ネットワーク作り

東京大学大学院工学系研究科
原子力専攻(専門職大学院)

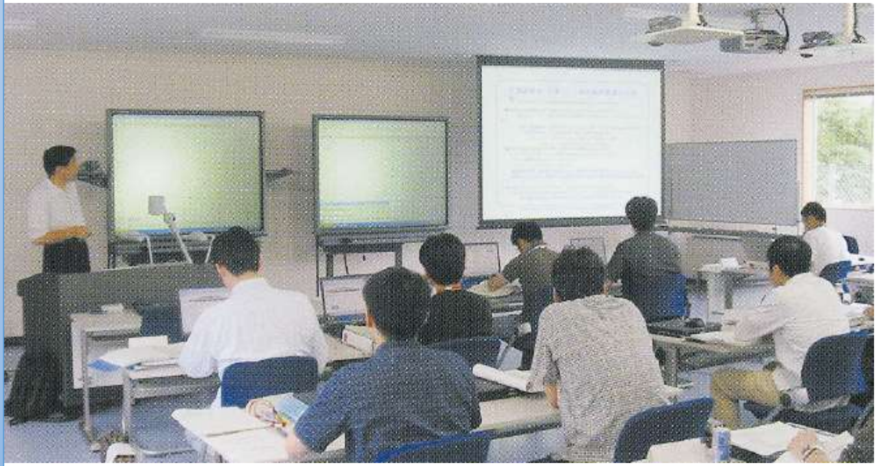
学生

●定員:15名

●言語:日本語

●在校生のほとんどは、電力、メーカー、規制庁、業界、研究機関からの派遣

●学部からも若干名



教員

● 東大:5教授、5准教授

● 客員教員:5(原子力研究開発機構等)

●非常勤講師:37, 特別講義講師:17, 実験指導者:~20

●合計:~100

国家資格

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

原子力修士

（専門職）

原子炉主任技術者

原子炉の安全運転と管理

年度	総合格者	卒業生	%
2006	21	7	33
2007	18	4	22
2008	19	10	53
2009	22	9	41
2010	23	6	26
2011	19	12	63
2012	20	5	25
2013	26	8	31
2014	19	6	32

核燃料取扱主任者

核燃料の加工・製造・再処理

年度	総合格者	卒業生	%
2006	40	13	33
2007	27	12	44
2008	29	12	41
2009	17	14	82
2010	11	9	82
2011	24	14	58
2012	16	14	88
2013	13	7	54
2014	22	17	77

2つの国家資格の認証を受けた卒業生は

炉主任の場合、法規以外の学科目試験が免除。面接は受ける。

核取の場合、法規以外の学科目試験が免除。

課題と問題提起

原子力安全文化（WANO/INPO）

個人の安全に対する取り組みと責任

経営層の安全に対する取り組みと責任

マネジメントシステムの構築

個人の教育

- 大学・大学院で理工学・リテラシー
- 若いうちになんでもいいから海外に出る
- 継続的研鑽の必要性
- 大学院での社会人教育
  ~30歳で原子力専攻（専門職大学院）

経営層の教育

- 継続的研鑽の必要性
- 大学院での社会人教育
  ~35歳でマネジメント学
  海外にてマネジメント学も習得

若手会員の活性化と増員活動

- **課題**
  - 正会員の減少（約100人減／年）と構成人員の高齢化
  - YGN（**Young Generation Network,**若手）活動が一部の地域や人に限定

    ⇒<u>将来を担う若手会員の活性化と増員が重要</u>
- **対応策**
  - YGN組織強化
    - ✓年齢枠拡大（35歳以下⇒40歳未満）
    - ✓地域への広がり⇒8支部に連絡員の設置
    - ✓運営委員拡大⇒各種母体から選出（理事からの働きかけ）
  - YGN活動の活性化・・・予算の増額により、従来活動に加え、下記を実施
    - ✓ トピックスを決め、若手の勉強会／討論会の実施（1回／2か月）
    - ✓ グローバル人材の育成に向けた活動

      －ICAPP(*1)（2017@日本）にて若手の国際交流会等運営

      －IYNC(*2) 2020の日本誘致活動

(*1) The International Congress on the Advances in Nuclear Power Plants

(*2) International Youth Nuclear Congress

CPD活用への期待

- 自らのレベルアップで安全性向上に貢献する努力を視える化
  - ✓「私自身が育成対象」という謙虚さの証
  - ✓ 信頼できる原子力技術者・研究者の証
- 信頼獲得をけん引するリーダーを育成
  - ✓ CPDポイントによる資格付与
- 組織としての活用
  - ✓ 人材育成計画・人事考課に活用
  - ✓ 組織としての技術集積度、人材マップの視える化

原子力人材育成ネットワークにも徐々に活用を呼びかけ（今後）

「学会」が仕組を設けて活動支援

- 教育、研究、技術、社会のすべてと接点
- 学際的領域（地震、津波、土木・・・）にも
学協会と連携

(公社)日本工学会CPD協議会、CPDWGに参画して活動中

学協会連絡会のポータルサイト（トップページ）

ANFURD
Academic Network contributing to Fukushima Reconstruction and Reactor Decommissioning

福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会

Academic Network contributing to Fukushima Reconstruction and Reactor Decommissioning

参画学協会

エネルギー・資源学会	日本機械学会	日本農芸化学会
化学工学会	日本技術士会	日本保健物理学会
核物質管理学会日本支部	日本気象学会	日本物理学会
環境放射能除染学会	日本原子力学会	日本放射化学会
計測自動制御学会	日本コンクリート工学会	日本放射線影響学会
資源・素材学会	日本混相流学会	日本保全学会
地盤工学会	日本地震学会	日本ロボット学会
土木学会	日本地震工学会	廃棄物資源循環学会
日本アイソトープ協会	日本水産学会	腐食防食学会
日本応用地質学会	日本電気協会	プラズマ・核融合学会
日本海洋学会	日本土壌肥料学会	レーザー学会

イベント

- 2016/11/1　JST福島廃炉関連委員会成果報告会　【地盤工学会】
- 2016/11/29-30　福島廃炉関連委員会・福島第一発電所視察　【地盤工学会】
- 2016/12/22　「福島第一原子力発電所の廃止措置への貢献を目指す『廃炉地盤工学』」に関する講演会　【地盤工学会】

新着情報

- 2016年08月25日 日本原子力学会「除染・帰還・復興に関する見解」

論点１．我が国において、基盤技術の技術レベルや研究開発は、産業界、大学、公的研究機関の各々でどのようになっているか。

現状

・知識/技術基盤：総合科学技術である原子力に対して、エネルギー利用技術、中性子等放射線利用技術の個々の分野に於いて高い水準を維持している研究があるものの、網羅的に基盤技術が充実していない。研究炉の長期停止等により、これらの施設を必要とする基盤技術の維持・向上が十分に図れていない。
・施設基盤：研究炉等が新規制基準に対応中であり、再稼働ができていない。施設の長期停止により、若手技術者等にとって経験が積めない。施設の設計及び運転に関する技術や経験の継承ができない。また、研究施設全体が老朽化し、一部は陳腐化している状況である。
・人材基盤：全体を俯瞰することができる人材が不足している

課題

・知識/技術基盤：技術の維持発展の観点では、十分に網羅的に対応できていない。また、個別分野では高い専門レベルにあるものの、網羅性を補うような応用力がやや不足。研究炉等を必要とする基盤技術の維持・向上
・施設基盤：研究炉等の早期再稼働。実経験を積む機会が無い（施設の停止、新施設建設がない）。技術や経験を継承できる中堅人材の不足(若すぎる、あるいは未経験者に継承は困難)。研究施設全体の見直しとそのスクラップ＆ビルド。
・人材基盤：全体を俯瞰することができる人材の確保

対策

・知識/技術基盤：網羅性を鑑み、様々な分野での専門性を有する人材の確保
・施設基盤：早期再稼働及び研究施設廃止措置計画の実施。OBの活用。次期施設の検討。
・人材基盤：応用力を有する人材の育成と全体を俯瞰することができる人材の育成

論点2．あるべき姿に向け、現状の技術面、人材育成面での課題は何か、さらに、産官学を会員とする各学協会は何をすべきか、どのように各学協会は連携すべきか、これからのあるべき方向性や研究開発テーマは何か。

課題

知識/技術基盤：たとえば、軽水炉及び高速炉等の炉型にかかわらず、専門性に加え、応用力を有する人材の育成
施設基盤：RIや核燃料物質を取扱う技術の継承やそれらを取り扱う施設の維持管理の継続。
人材基盤：全体を俯瞰することができる人材の育成

対策

知識/技術基盤：知識の体系化と保存。技術の継承。網羅的にするために、個別分野での応用力の育成
施設基盤：早期再稼働及び研究施設廃止措置計画（スクラップ＆ビルド）の実施。次期施設の検討。
・人材基盤：全体を俯瞰することができる人材の育成

提言

・網羅的基盤技術の充足化
・将来を見据えたオールジャパンでの原子力利用に係る人材の育成
・オールジャパンで将来を見据えた施設の統廃合・役割分担・拠点化
（研究用施設（炉、核燃・RI取扱施設）は、同じものが多数建設される事はなく、ひとつひとつが目的に応じたオーダーメイドの性格が強い。一方、その中でも共通する技術要素はあることから、それらを分類、整理し、活用可能なものは活用することによって、コストや労力の削減、知識や技術の共有を図る。）
（我が国の中核的原子力研究開発施設（研究炉、核燃料・RI使用施設）の維持・整備による教育・研究開発の場の提供と、大学等による基礎的研究から、実用化・社会貢献までの研究開発過程を網羅する研究開発の中核的役割を維持・向上を図る）

教育と研究に関する課題の整理

①研究炉に関わる課題は何か？

規制対応、安全対策、燃料管理

②核燃・RI施設に関わる課題は何か？

老朽化対策、規制対応、安全管理

③学部・大学院教育に関わる課題とは何か？

専攻分野、カリキュラム、学生実験

④拠点とネットワークの構築と新たな取り組み

一例として、革新的かつ合理的な核セキュリティ強化など

夢のある研究開発プロジェクト（新研究炉（がん治療も可能）、

放射線治療、JST-Impactプログラム（核変換）、廃炉ロボット等