

原子力人材育成関係者協議会

原子力分野の人材に係る定量的分析結果
原子力人材育成ロードマップ（中間取り纏め）

報告書

平成20年 7月

社団法人 日本原子力産業協会

目 次

まえがき

1. 背景及び目的

1.1 原子力分野の人材を取巻く現状	1-1
1.2 人材育成協議会設置の背景	1-2
1.3 人材育成協議会の設置目的	1-3
1.4 人材育成協議会の位置付け	1-3

2. 原子力界における就職・採用及び人材基盤の状況

2.1 原子力専攻卒業者の就職状況	2-1
2.1.1 就職状況に関するデータ	2-1
2.1.2 就職状況の整理	2-2
2.1.3 就職状況の分析	2-2
2.2 高専卒業者の就職状況	2-8
2.3 電気事業者の採用状況	2-9
2.4 メーカーの採用状況	2-9
2.5 研究機関等の採用状況	2-10
2.6 電気事業者の人材基盤の状況	2-13
2.7 メーカーの人材基盤の状況	2-14
2.7.1 原産協会と電工会データの状況	2-14
2.7.2 原産データの整理と分析	2-14
2.7.3 電工会データの整理と分析	2-16
2.8 研究機関等の状況	2-18
2.8.1 日本原子力研究開発機構の状況	2-18
2.8.2 原子力安全基盤機構の状況	2-18
2.9 原子力人材に関する今後の調査	2-21

3. 長期予測	
3.1 長期予測方法の検討	3-1
3.1.1 基本的な考え方と条件	3-1
3.1.2 国内の原子力発電所の建設、運転中基数の想定	3-1
3.1.3 原子力技術者数の分析と人材需給将来予測に使用するデータ	3-2
3.1.4 海外原子力発電プラント運開基数の予測と技術者数予測への反映	3-9
3.1.5 新型炉等開発の効果	3-10
3.2 長期予測結果	3-12
3.2.1 技術者数予測結果	3-12
3.2.2 新規採用需要	3-16
3.2.3 原子力分野技術者の需給バランス	3-24
3.2.4 技術開発人材の確保	3-24
4. 海外の原子力人材基盤との比較	
4.1 人材の長期的傾向の日本と海外の比較	4-1
4.2 年齢構成の日本と海外の比較	4-6
4.3 人材対策の例	4-9
5. 原子力界における人材基盤に関する課題	
5.1 分析結果のまとめ	5-1
5.2 人材基盤の課題に対する対策の検討	5-4

6. 原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査	
6.1 調査の実施について	6-1
6.2 調査票	6-1
6.3 調査先の選定	6-1
6.4 調査結果について	6-2
6.5 調査において指摘された課題	6-2
6.5.1 小中学校、普通高校高	6-2
6.5.2 工業高校	6-3
6.5.3 高等専門学校	6-3
6.5.4 大学・大学院	6-3
6.5.5 行政機関、規制機関、研究機関	6-4
6.5.6 産業界	6-5
6.6 原子力人材に必要な資質等の分析	6-5
6.6.1 必要な資質について	6-5
6.6.2 必要な能力について	6-6
6.6.3 必要な知識・経験・技術	6-6
7. 原子力人材育成ロードマップとビジョン	
7.1 原子力に与えられた使命を果たすための人的側面からのあるべき姿の検討	7-1
7.1.1 原子力界が魅力的な存在となるには	7-3
7.1.2 原子力人材が育成されているには	7-3
7.1.3 原子力について国民の理解と信頼があるためには	7-3
7.2 原子力人材育成のための基本的取り組み	7-6
7.3 基本的取組の展開	7-6
7.3.1 夢/やりがい	7-8
7.3.2 人材育成	7-9
7.3.3 理解と信頼の獲得	7-11
7.4 原子力人材育成ロードマップ実現のための提言	7-13

あとがき

参考

- 参考 . 1 「原子力人材育成関係者協議会」名簿……………参考-1
- 参考 . 2 「原子力分野の人材に係る定量的分析作業会」名簿……………参考-2
- 参考 . 3 「原子力人材育成ロードマップ作業会」名簿……………参考-3
- 参考 . 4 「原子力人材育成関係者協議会」検討経過……………参考-4
- 参考 . 5 「原子力分野の人材に係る定量的分析作業会」検討経過……………参考-7
- 参考 . 6 「原子力人材育成ロードマップ作業会」検討経過……………参考-8
- 参考 . 7 原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査票……………参考-9
- 参考 . 8 提起された課題……………参考-31

まえがき

人材の育成は、国を始め産業の存亡を左右する重要な課題であるとともに、10年、20年と長期間を要する課題である。

原子力人材育成関係者協議会は、原子力分野の人材育成に関する中長期的課題について検討する場として平成19年9月に発足し、10件を超える課題が提起された。その中から重要度や他の課題への展開の必要性などを考慮して、先ず「原子力分野の人材に係る定量的分析」と「原子力人材育成ロードマップ」の2件の課題についてワーキンググループを設けて精力的に検討を進めて来た。

本書は、その「原子力分野の人材に係る定量的分析結果」と「原子力人材育成ロードマップ（中間取り纏め）」について報告するものである。

（参照 参考.8 提起された課題一覧）

原子力分野の人材に係る定量的分析については、ロードマップやビジョンの策定を含め、人材育成に関する様々な課題を検討し解決するための基礎的な資料として、必要不可欠なデータベースである。

そのため、大学等教育界と産業界、研究機関等における原子力分野に関する人材の規模、需要と供給などの定量的データを収集し、長期予測などの分析も実施して、本報告書の2章から5章に記載した。

また、エネルギー環境問題の核となる原子力分野における技術者、研究者、技能者等の人材育成においては、産官学の多くの関係者の協力が不可欠である。そのために、原子力分野の人材育成に関するロードマップやビジョンを策定し、関係者の認識を共有して、各関係者の取組の整合性を図るための指針が必要である。

指針となるロードマップやビジョンについては、その中間取り纏めとしての方向性を本報告書の6章と7章に記載した。

ロードマップやビジョンについてはまだ検討途上であり、今後も継続してより詳細な検討を行うこととなるが、定量的分析については検討が纏まったこと、他の課題によっては早期対応に向けて検討を開始できる状況にあることに鑑み、ここに報告書をまとめた。基礎データとして活用願いたい。

なお、現在提起されている他の課題については、今後のロードマップの検討に合わせて適宜、具体化、集約、変更、追加して順次検討を継続、開始する。

関係者のより一層の理解と協力を期待するものである。

1. 背景及び目的

1.1 原子力分野の人材を取巻く現状

科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、文部科学省は、2005年12月に「第3期科学技術基本計画(平成18～22年度)」をまとめた。我が国は高い教育水準による人材面での有利性を有していたが、近年の学力低下傾向や少子高齢化のもたらす人口構造変化に鑑みると、人材面の課題は深刻化していると述べている。また、科学技術力の基盤は人であり、日本における創造的な科学技術の将来は、我が国に生まれ、活躍する「人」の力如何にかかっている。我が国全体の政策の視点として、ハード面でのインフラ整備など「モノ」を優先する考え方から、科学技術や教育など競争力の根源である「人」に着目して投資する考え方に重点を移しつつあるとしている。また、若手研究者や女性研究者、さらには外国人研究者など、多様な個々人が意欲と能力を発揮できるよう根本的な対応に取り組む。科学技術活動の基盤となる施設・設備の整備・充実に当たっても、国の内外を問わず優秀な人材を惹きつけ、世界一流の人材を育てることを目指す。このような人に着目した取組は、我が国の科学技術力を長期的に向上させていくとともに、我が国に対する国際的な信頼感の醸成にも貢献するものであるとしている。これは、原子力の分野にも当てはまることである。

経済産業省は、2006年5月にエネルギーの安全保障やエネルギー環境問題の解決を核とした「新・国家エネルギー戦略」をまとめた。およそ50%ある石油依存度を、2030年までに40%を下回る水準とすることを目標に具体的計画に取り組むこととしている。

その為に、ブレない原子力政策として、発電電力量に占める原子力発電の比率を30～40%程度以上にするとともに、核燃料サイクル早期に確立し、高速増殖炉早期実用化に取り組むとする「原子力立国計画」を2006年8月にまとめた。

この「原子力立国計画」の中では、大量の代替炉の建設が開始される2030年前後までの間の技術・産業・人材の厚みの維持・強化が必要であること。20年ぶりに実施される次世代軽水炉の開発では官民一体となって進める必要であること。国際展開については世界市場で通用する規模と競争力を持った原子力産業とすべく体質を強化する必要があること。原子力を支える現場技能者、研究者・技術者の育成や大学・大学院等における人材育成が必要であることが記載されている。

原子力業界では、国内の状況としては、2030年の原子力プラントのリプレース時期までの間、高度経済成長期の建設ラッシュのような大きな需要の伸びは期待できないが、海外に眼を向けると、米国を初め中国やインド、ロシアなどにおいて、原子力プラントの建設の大きな需要が控えている。また、その建設に対して、日本の原子力業界の大き

な貢献が期待されている。

原子力産業界が積極的に海外展開を図るとともに、海外で蓄積した技術を国内の既設のプラントに還流することで、国内の需要低迷を埋めて余りある大きな発展が期待できる。

それを達成する為には、優秀な人材の確保、育成が不可欠であることは自明である。

大学・大学院では原子力を希望する学生の減少に伴い、学科の統合・名称変更等がなされ、幅広い教育・研究が志向された反面、原子力の専門教育・研究の希薄化が進み、産業界の求める人材とのミスマッチも懸念された。

一方、2008年3月卒業予定の大学生・大学院生を対象とする民間企業の求人総数は93.3万人とバブル期を上回る最高水準となり、大学進学率の上昇とともに増加し続けていた学生の民間企業就職希望者数は頭打ちの43.7万人となった。その結果、需給バランスである求人倍率は2.14倍となった。各業界とも、少ない人材の中から少しでも優秀な人材を確保しようと業界の存亡をかけた人材の奪い合いが起きている。

人材の育成は、10年、20年と長期間を要する課題である。原子力業界は、2030年頃の人材需要の急激な増加と、既に開始されつつある海外の原子力ルネッサンスに対する我が国の貢献のために、中長期的視野に立った計画的な人材確保及び人材育成が望まれる。

また、社内教育にとどまらず、小中高校生の時期のエネルギー環境教育に始まり、大学・大学院における原子力分野を含む専門的教育、企業に就職した後のOJT、OFF-JT、さらには団塊の世代の大量の退職を見据えた技術伝承など対象が非常に広い。産官学の関係者が業界の枠を超えて継続的に検討し、関係者が認識を共有して、各関係者の取組の整合性を図り、関連者が協力して対応することが必要である。

1.2 人材育成協議会設置の背景

平成19年度から文部科学省と経済産業省が実施している「原子力人材育成プログラム」を、より実効性の高いものにすることを目的に、平成18年度に開催された「原子力人材育成の在り方研究会」(座長：服部拓也 日本原子力産業協会副会長(当時)、以下「人材育成研究会」)においては、「原子力人材育成プログラム」の枠を超えた、中長期的課題についても幅広い検討が行われた。

また、日本原子力学会、学識経験者、原子力関連メーカーより、原子力分野の人材育成に関する中長期的課題について産官学で検討する場を常設すべきとの意見も複数出された。

原子力人材育成プログラムの枠を超えた中長期的課題については、更に詳細な実態の

把握、他の施策や様々な制度との関係の調査などが必要であるとの指摘もあった。

これらを受けて、原子力分野の人材育成について関係者が継続的に議論する場として、「原子力人材育成関係者協議会」(以下、「人材育成協議会」)を(社)日本原子力産業協会に設置する旨の提案が文部科学省及び経済産業省からなされ、人材育成研究会において了承された。

1.3 人材育成協議会の設置目的

「人材育成協議会」を(社)日本原子力産業協会に設置し、原子力分野の人材育成に関する中長期的課題について、産官学の関係者が業界の枠を超えて継続的に検討し、関係者が認識を共有して、各関係者の取組の整合性を図り、適宜関連する機関に提言等の働きかけを行うことを目的とする。

提言等は、国を含め各業界の課題として、メンバーが対応に取り組むことを期待する。

1.4 人材育成協議会の位置付け

日本における人材育成の横断的課題や業種・分野的課題について幅広く議論する場として、文部科学省と経済産業省が主催する「産学人材育成パートナーシップ(全体会議の共同議長：日本経団連榊原副会長、国立大学協会梶山副会長)」が2007年10月より開催されている。これは、全体会議と、化学、機械、材料、資源、情報処理、電気・電子、原子力、経営・管理人材、バイオの9分科会からなり、人材育成協議会は、原子力の分科会(原子力分科会代表者：原産協会服部理事長)として位置づけられている。

(2) 2004 年以降のデータ

2004 年度以降の原子力専攻等学生の就職状況については、原子力教員協議会を通じてデータの提供を依頼した。

2.1.2 就職状況の整理

1985 年度から、2006 年度における原子力専攻等卒業者の就職状況を、以下のように整理した。

(1) 就職状況の推移：全体

1985 年度から 2006 年度までの原子力専攻等全大学新卒者の就職状況を整理した結果を、図 2-2 に示す。同図には、原子力専攻等新卒者（学士、修士、博士）の就職状況の概要とともに、原子力関連企業、機関への就職率を示している。

(2) 就職状況の推移：国立大学

1985 年度から 2006 年度までの原子力専攻等大学新卒者（学士、修士、博士）のうち、国立大学の新卒者就職状況を整理した結果を、図 2-3 に示す。

(3) 就職状況の推移：私立大学

1985 年度から 2006 年度までの原子力専攻等大学新卒者（学士、修士、博士）のうち、私立大学の新卒者就職状況を整理した結果を、図 2-4 に示す。

2.1.3 就職状況の分析

(1) 就職者数の推移について

図 2-2 に示す原子力専攻等新卒者の就職者数は 1990 年代後半から減少したが、近年、再び増加傾向を示している。

(2) 国立大学と私立大学新卒者の就職状況の比較

就職者数では国立大学が私立より多く、また学部から大学院への進学率、原子力関連就職割合も高い。

(3) 原子力関連就職割合

原子力専攻等新卒者の原子力関連就職割合は、変動はあるものの 40%程度は維持している。これは、図 2-3 に示す国立大のみで見た場合においては、更に上昇する。

この就職状況は、今後原子力界における新卒採用の需要が高まった場合においても、現状の教育体制が維持されている限り供給余力が存在しているものと評価できる。

(4) 原子力関連就職先内訳

原子力関連就職先内訳（全体）を、図 2-6 に示す。2000 年度頃より、鉍工業への就職者数の減少が見られる。一方、電気事業者への就職者数は比較的安定している。また、鉍工業、電気事業者とも近年増加傾向であることが確認できる。

鉍工業の内訳について、図 2-7 に示している。鉍工業においては、50%程度が原子炉メーカーおよび関連企業に就職しており、この業界の採用状況が大きな意味を持っていることが見て取れる。

なお、ここで示した原子力専攻等新卒者の就職状況は、各新卒者の就職先を企業、組織名称で分類したものであり、以下のような点に注意を払う必要がある。

- ・ 個別に各大学の卒業者の就職先を原子力関係就職者（業種別）/原子力以外の就職者を振り分けて集計したものであり、多少でも原子力あるいは放射線機器、利用等に関連する就職先企業、機関は全て「原子力関係」とした。また、就職企業、機関名称のみで分類を行っていることから、原子力部門以外への配属者も含まれている。
- ・ “電力”には電気事業者各社の関連会社、“原子炉メーカー”には各社の関連会社を含む。

表 2-1 大学・大学院：原子力関連専攻一覧（2007年度）*〔エネ総研調べ〕

大学名	学 部	大学院
北海道大学	【工学部】 機械知能工学科	【工学研究科】 エネルギー環境システム専攻 量子理工学専攻
東北大学	【工学部】 機械知能・航空工学科 ・ 機械システムデザインコース ・ 量子サイエンスコース	【工学研究科】 量子エネルギー工学専攻
茨城大学		【理工学研究科】 応用粒子線科学専攻 機械工学専攻（動力エネルギーシステム）
筑波大学	【工学システム学類】 エネルギー工学主専攻	【システム情報工学研究科】 構造エネルギー工学専攻
東京大学	【工学部】 システム創成学科 ・ 環境・エネルギーシステムコース	【工学研究科】 システム量子工学専攻 原子力国際専攻 原子力専攻（専門職大学院）
東京工業大学		【理工学研究科】 原子核工学専攻
東京海洋大学	【海洋工学部】 海洋電子機械工学科	【海洋科学技術研究科】 海洋システム工学専攻
名古屋大学	【工学部】 物理工学科	【工学研究科】 マテリアル理工学専攻 量子工学専攻
福井大学		【工学研究科】 原子力・エネルギー安全工学専攻
京都大学	【工学部】 物理工学科 ・ 原子核工学サブコース	【工学研究科】 原子核工学専攻
大阪大学	【工学部】 環境・エネルギー工学科	【工学研究科】 環境・エネルギー工学専攻
神戸大学	【海事科学部】 マリンエンジニアリング課程	【海事科学研究科】 マリンエンジニアリング講座
九州大学	【工学部】 エネルギー科学科	【工学府】 エネルギー量子工学専攻 【総合理工学府】 先端エネルギー理工学専攻
武蔵工業大学	【工学部】 環境エネルギー工学科	【工学研究科】 エネルギー量子工学専攻
東海大学	【工学部】 エネルギー工学科	【工学研究科】 応用理学専攻 ・ 原子力工学コース
福井工業大学	【工学部】 原子力技術応用工学科	【工学研究科】 応用理化学専攻
近畿大学	【理工学部】 電気電子工学科 ・ エネルギー・環境コース	【総合理工学研究科】 物質系工学専攻

* 多少とも原子力関連の講座が存在する学科、専攻を網羅したもので、図 2-5 に示す学部・専攻数の集計と一致しない。

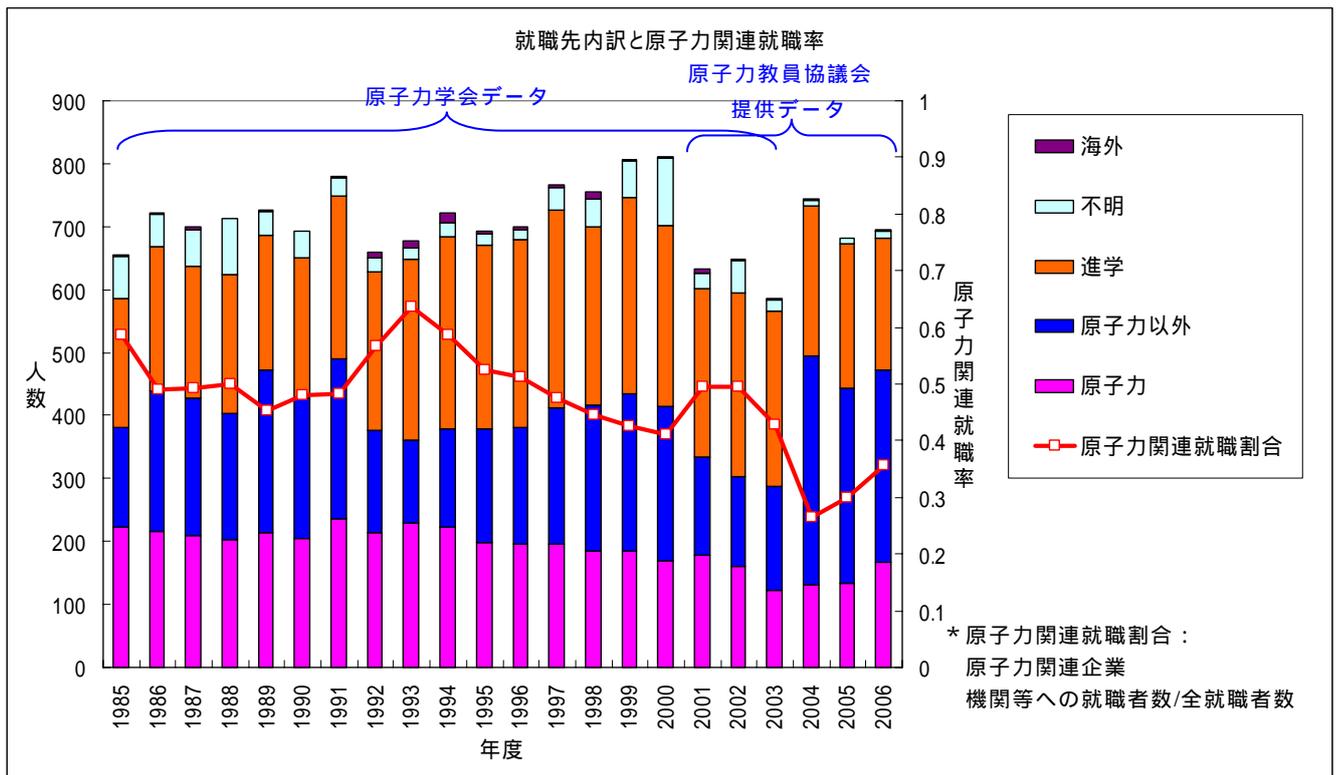


図 2-2 原子力専攻等学生の就職状況：全体

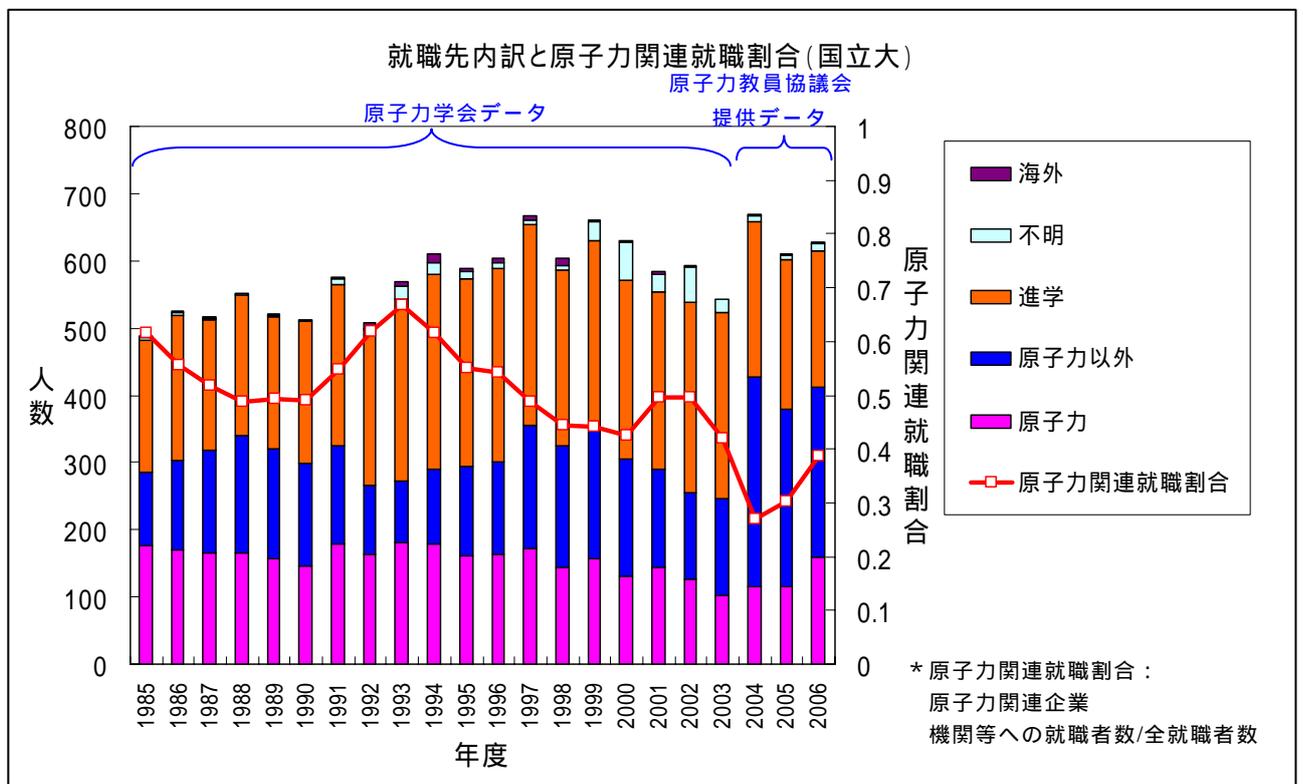


図 2-3 原子力専攻等学生の就職状況：国立大学

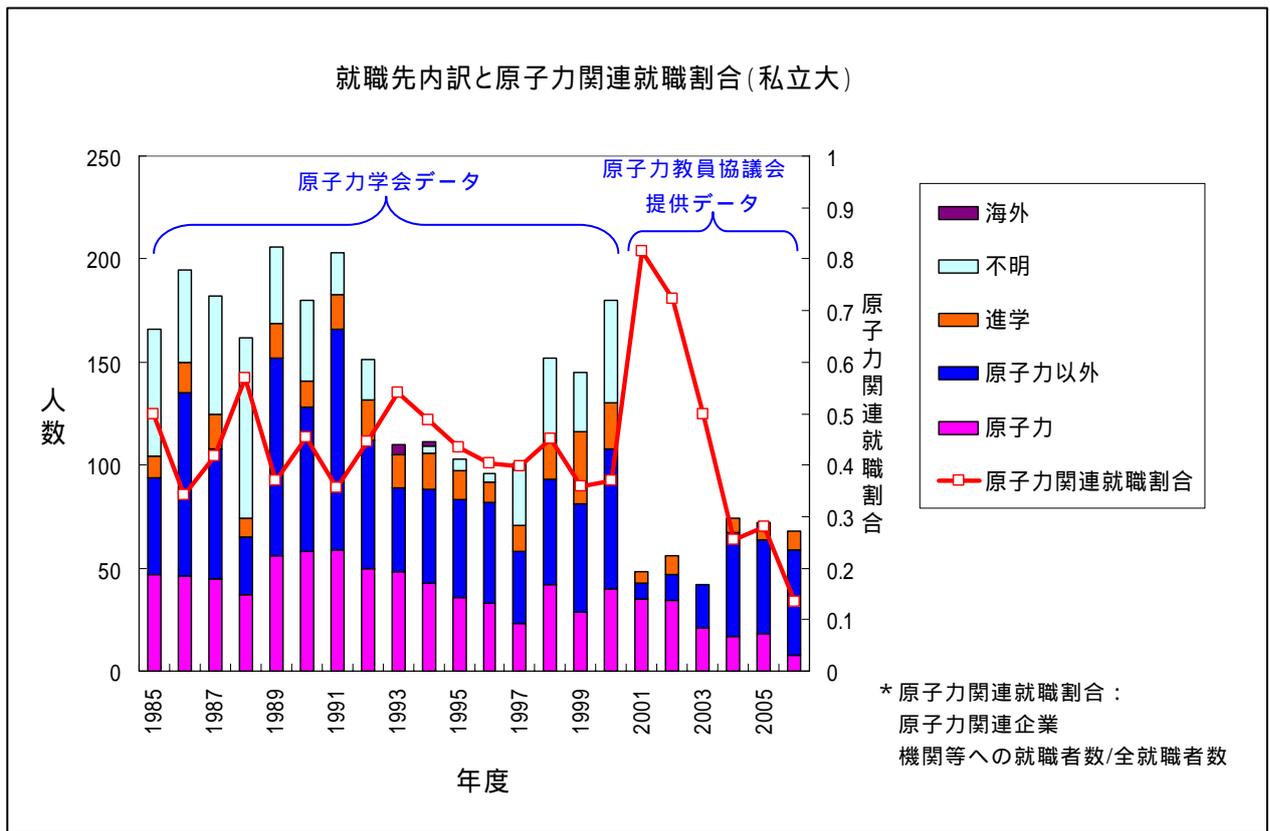


図 2-4 原子力専攻等学生の就職状況：私立大学

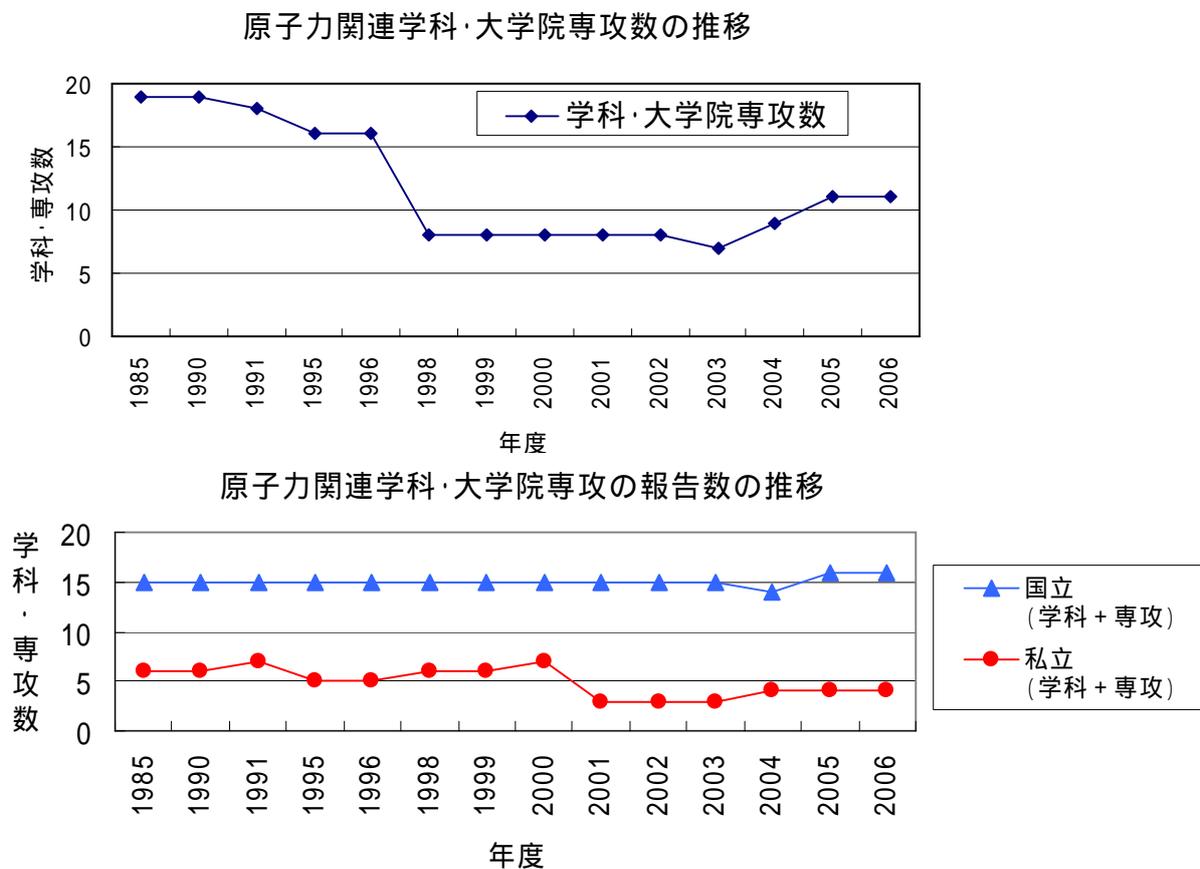


図 2-5 原子力専攻の学部・専攻数の推移と学生就職状況の報告数

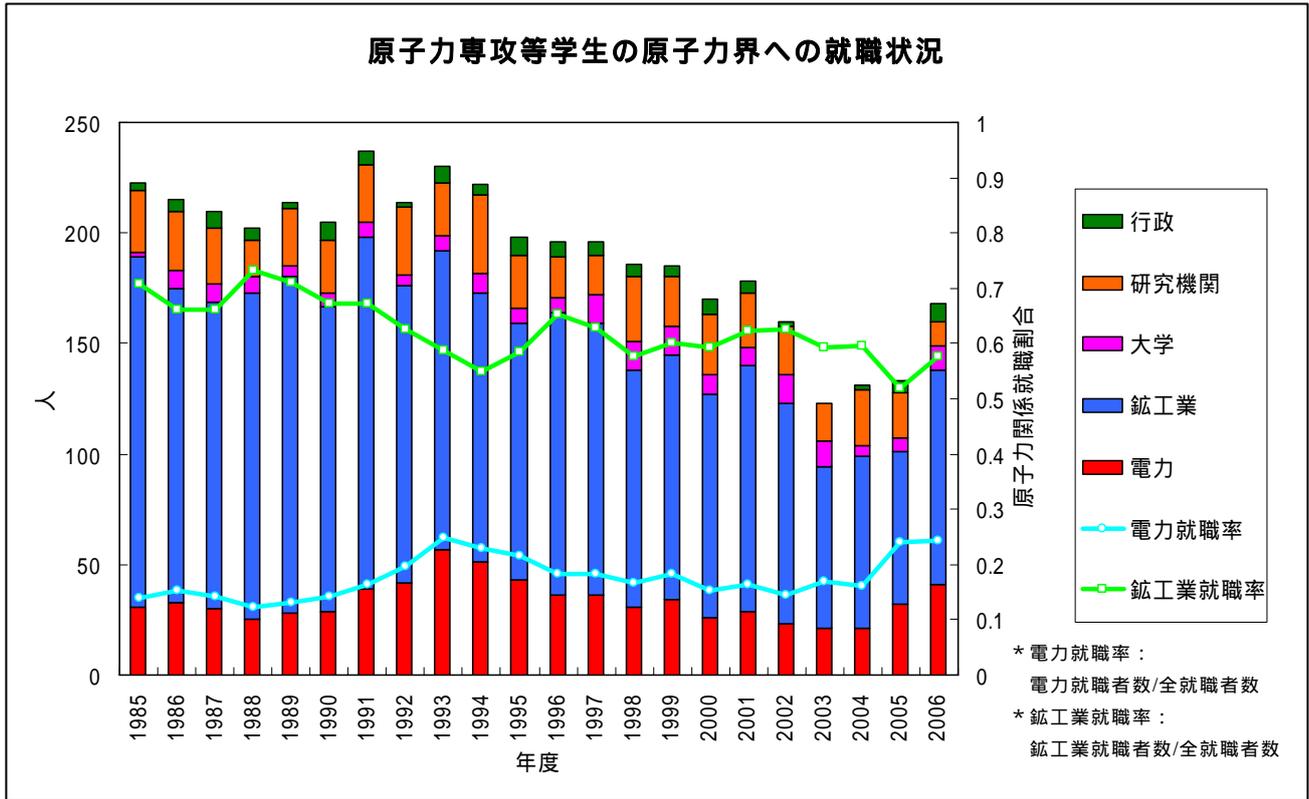


図 2-6 原子力関係就職先内訳：全体

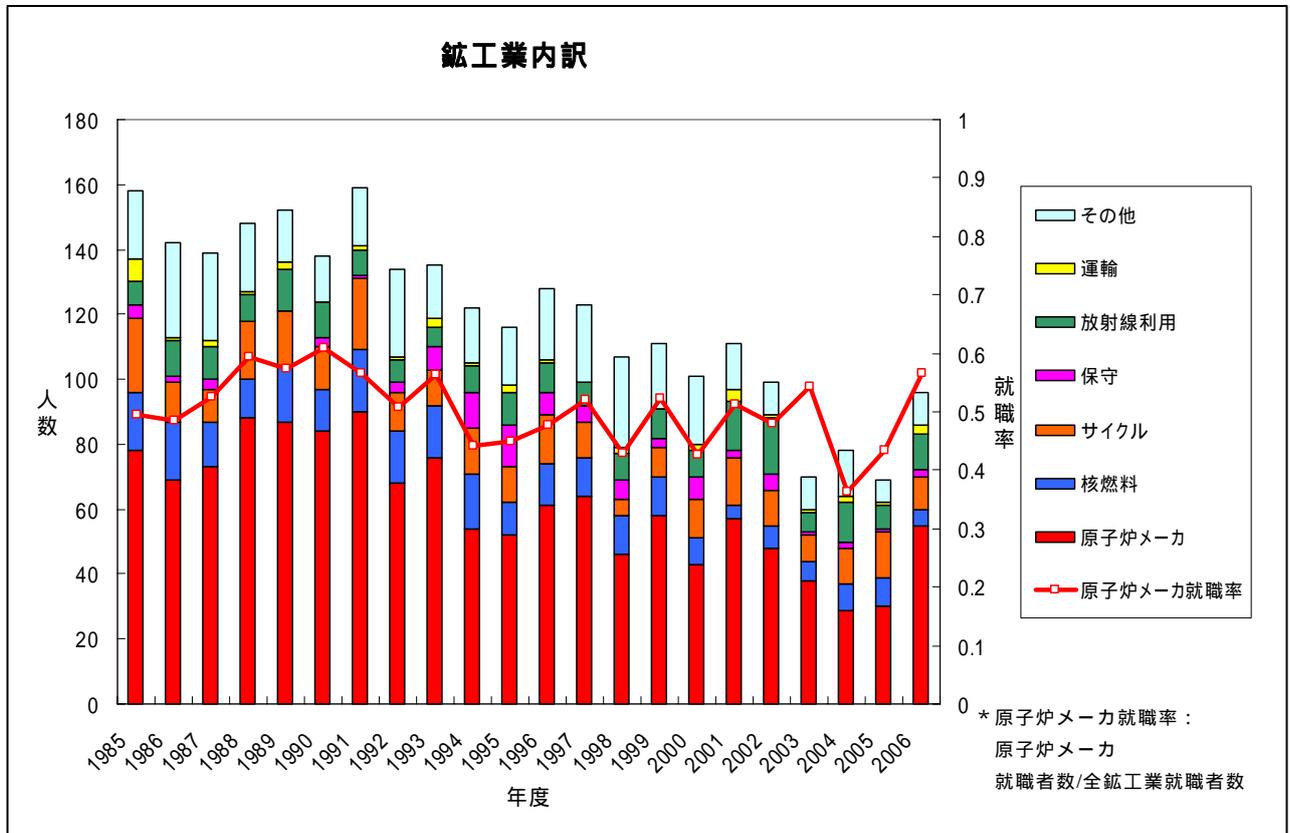


図 2-7 原子力関係就職先内訳：鈷工業

2.2 高専卒業生の就職状況

国立高専機構より提供されたデータに基づき、国立高専卒業生の原子力関連企業、機関への就職状況について整理、分析を行った。

国立高専卒業生（本科卒業生）のうち、原子力関連部門を有する企業、機関への就職者を整理した結果を、図 2-8～2-9 に示す。近年、原子力関連企業、機関への就職が増加傾向にあることが見て取れる。特に、電気事業者への就職者の増加が顕著である。この採用数の増加は、電力自由化の影響で新規採用を抑制してきた電気事業者が、技術力の維持、向上のため技術系職員採用を増やし、その一環として高専卒業生の採用も増加したものと考えられる。一方、鉱工業への就職先の内訳は、大部分が原子炉メーカーおよびその関連会社であり、ほぼ安定した就職者数となっている。

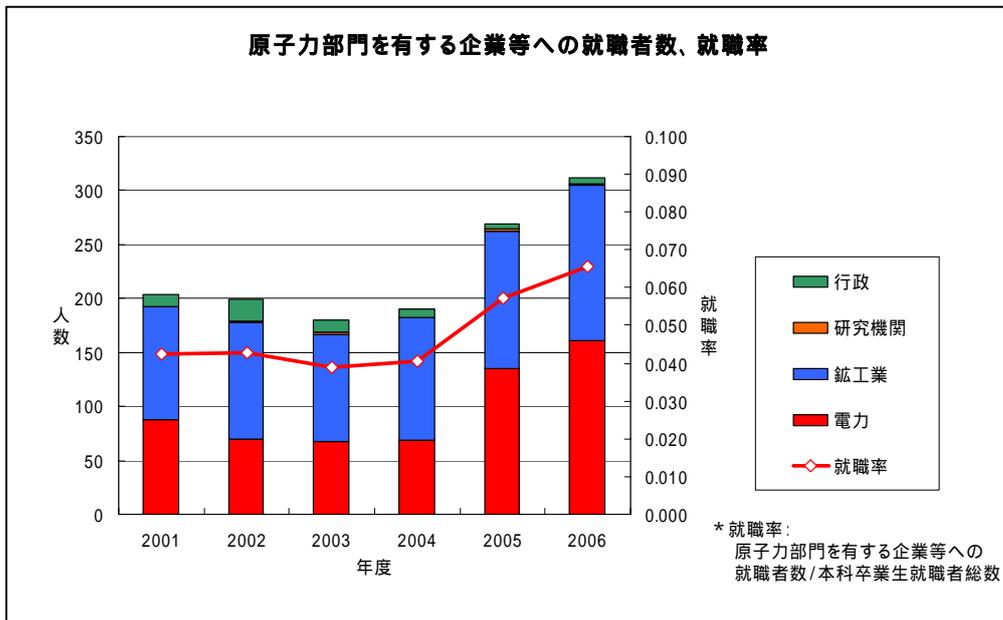


図 2-8 国立高専卒業生の原子力産業への就職状況

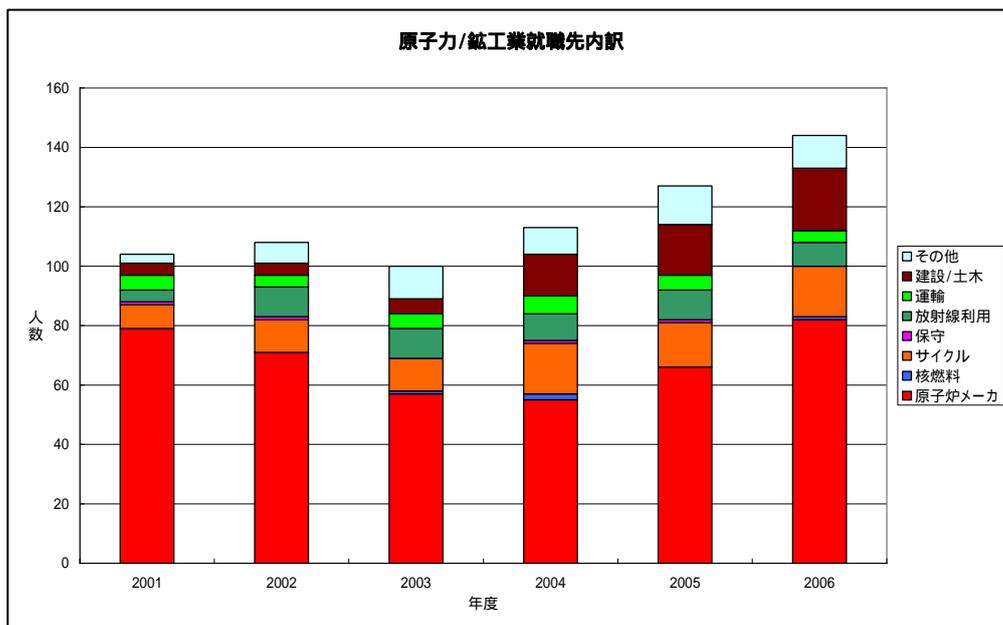


図 2-9 国立高専卒業生の原子力産業への就職状況：鉱工業内訳

2.3 電気事業者の採用状況

電気事業連合会を通じて得た電気事業者 11 社の原子力部門における最近 10 年間の技術系新卒採用状況に関するデータを整理し、図 2-10 に示す。

採用数は減少傾向を示してきたが、近年増加傾向に転じ、特に昨年度は大幅な採用数増加となっている。この中で、原子力分野（専攻）新卒者採用数はほぼ一定であり、減少/増加分は機械、電気分野（専攻）と高専卒採用者の変化分と考えることができる。

なお、近年における採用数の増加は、電力自由化の影響で新規採用を抑制してきた電気事業者が、技術力の維持、向上意識し、技術系職員採用を増加させたことに起因するものと考えられる。原子力専攻出身者はコアとなる人材と位置づけられているため、ほぼ毎年定常的に採用を行っている一方、現場技術力向上を図る観点から、機械、電気出身者の採用が増加したため、結果的に原子力専攻者の採用比率が低下している。

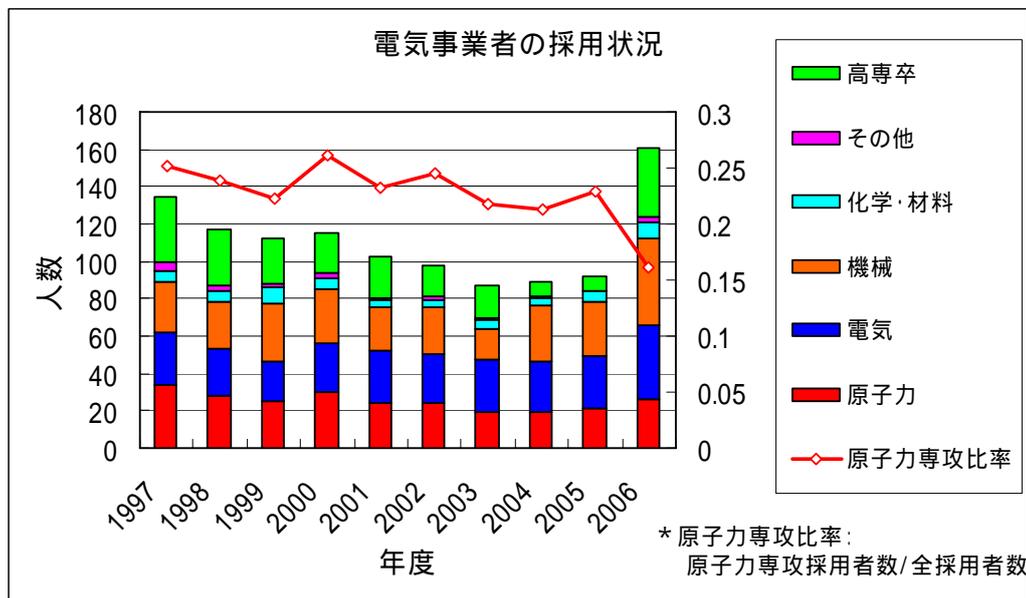


図 2-10 電気事業者原子力部門における採用状況

2.4 メーカーの採用状況

日本電機工業会を通じて得た、メーカー 6 社*原子力部門における最近 10 年間の技術系新卒採用状況に関するデータ整理し、図 2-11 に示す。

採用数は各年度で変動があるが、昨年度は大幅な採用数増加となっている。この中で、原子力分野（専攻）新卒者採用数、比率も一定ではないが、採用比率で 10% 前後となっている年度が多い。

なお、2003 年度において原子力専攻者の採用比率が上昇しているが、景気に応じた変動とともに新卒者採用が売り手市場になったことが変動要因として加わり、各年度の変動幅が大きくなったとも考えられる。

* IHI、東芝、日立製作所、富士電機システムズ、三菱重工業、三菱電機（50 音順）

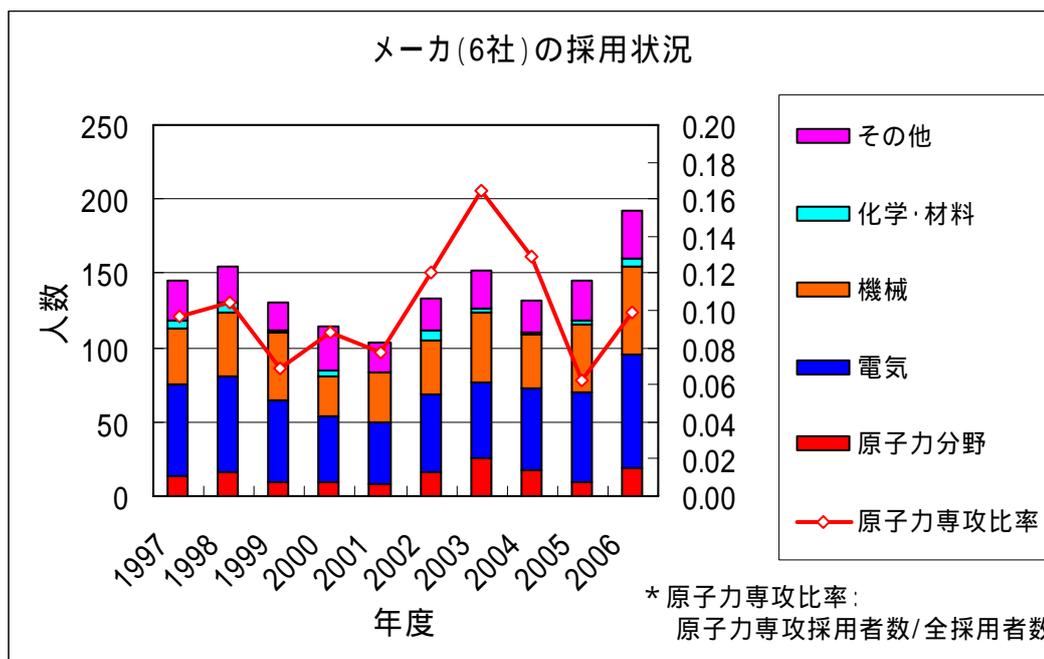


図 2-11 メーカー原子力部門における採用状況

2.5 研究機関等の採用状況

(1) 日本原子力研究開発機構の採用状況

日本原子力研究開発機構（以下、JAEA）から最近 3 年間の技術系職員採用状況に関するデータの提供を受け、整理した。

技術系正職員の採用状況を、図 2-12 に示す。この期間に限れば、原子力専攻出身者採用比率は約 35% から 15% 程度まで低下している。

また、技術系正職員の卒業課程の内訳を、図 2-13 に示す。変動があるが、博士採用者は 50% 前後、実数でも 30～40 人前後あり、原子力分野の我が国における博士の最大の受け皿となっている。

任期付職員の採用状況を、図 2-14 に示す。任期付職員においても、原子力専攻出身者採用比率は約 16% から 3% 程度まで低下している。任期付職員はほぼ全員が博士号取得者であり、上記の正職員と合わせ、博士の大きな受け皿となっている。

なお、原子力専攻出身者採用比率の低下は、JAEA における総人員数削減の中でプロジェクト指向の採用が行われた結果と考えられるが、例えば、システム量子工学が原子力に分類されていないなど、学科・学部大括り化の影響の可能性もある。

また、欧米、アジア諸国から、外国人研究員を 2004 年度に 9 名、2005 年度に 12 名、2006 年度に 8 名採用している。

(2) 原子力安全基盤機構の採用状況

原子力安全基盤機構（以下、JNES）から、職員の在席、採用状況に関するデータの提供を受けた。JNES では、図 2-15 に示すように中途採用も含め 10 名前後の職員を採用しており、今後も継続して採用を行っていく方針*である。

* インタビュー調査結果

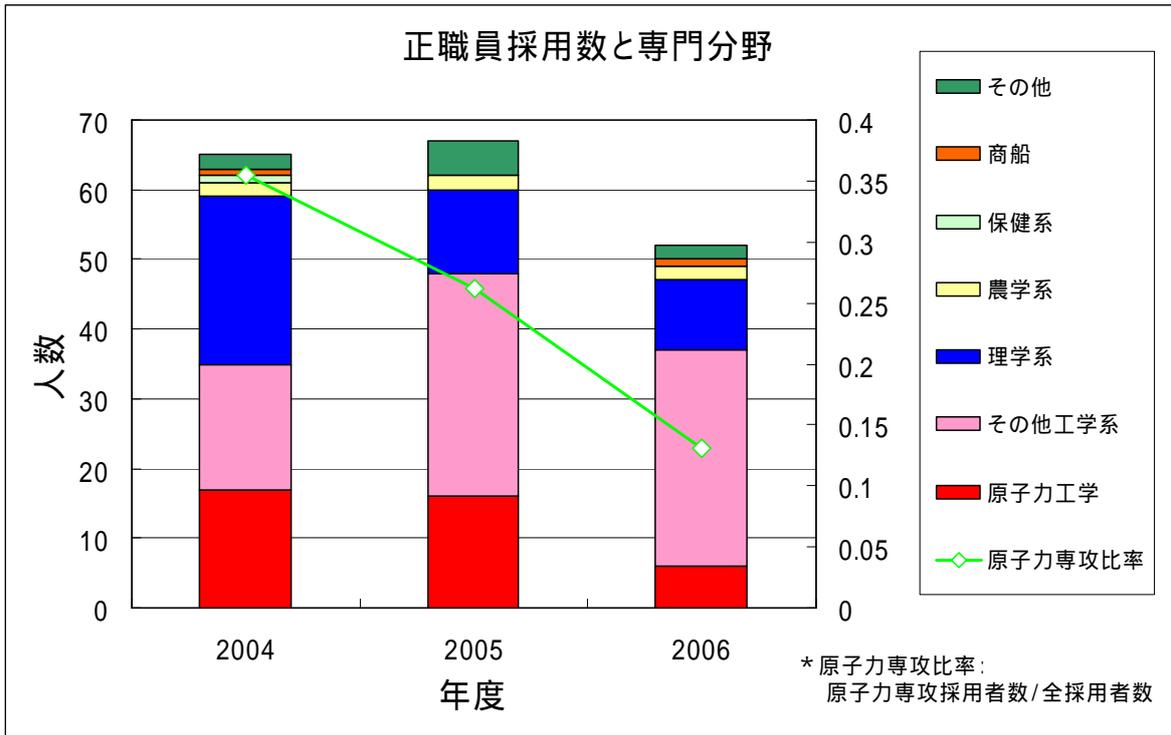


図 2-12 JAEA における正職員採用状況

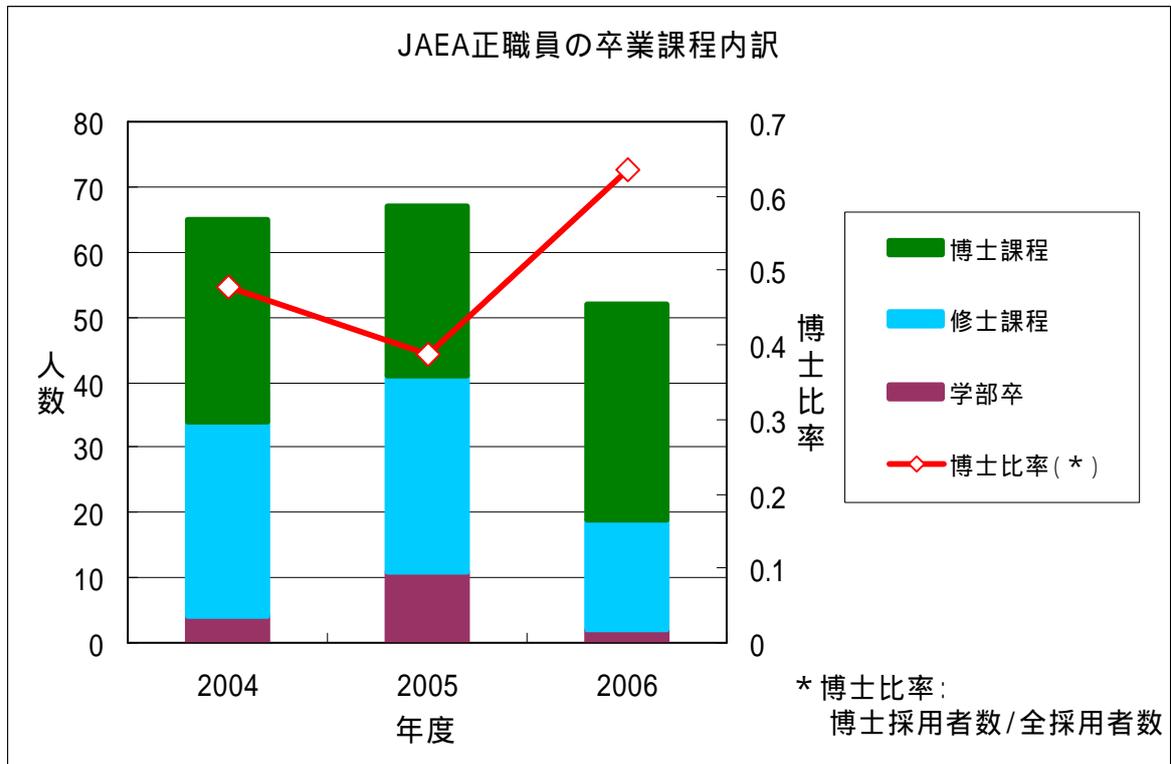


図 2-13 JAEA 採用正職員の卒業課程内訳

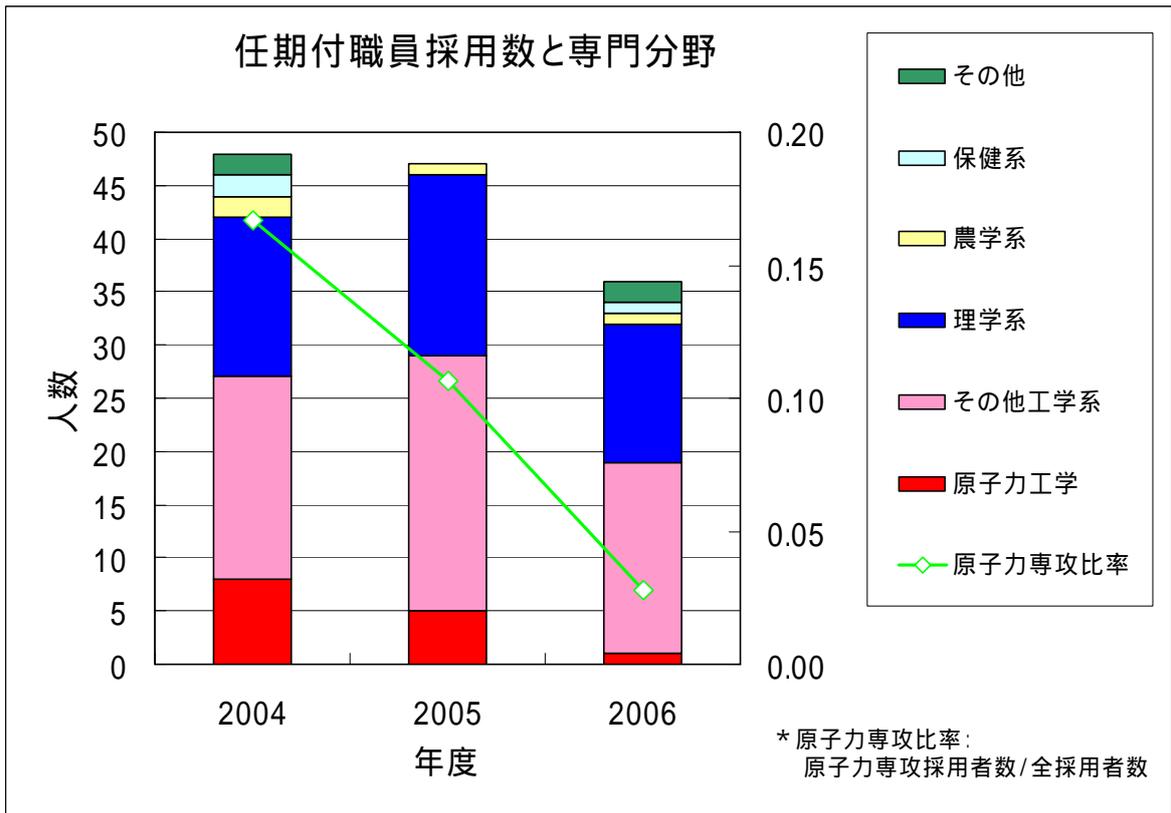


図 2-14 JAEA における任期付職員採用状況

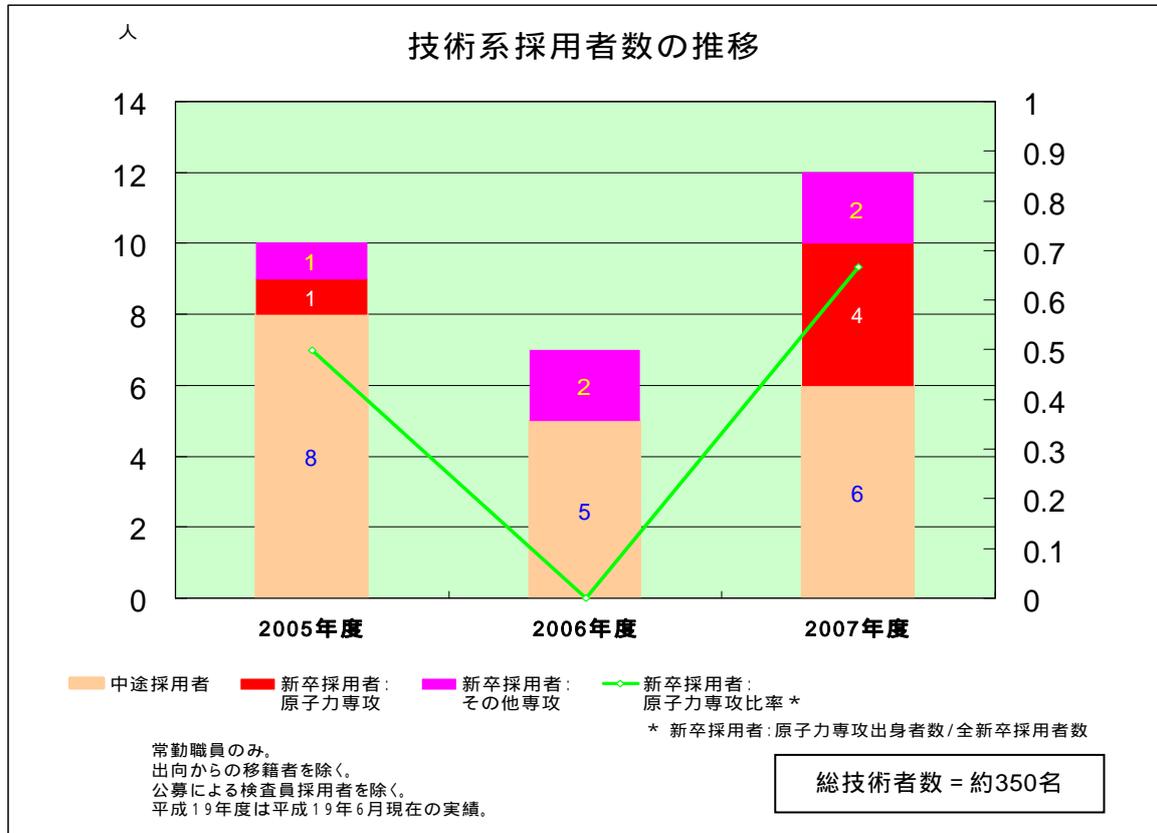


図 2-15 JNES における技術系職員採用状況
〔JNES 提供データより作成〕

2.6 電気事業者の人材基盤の状況

原産協会「原子力産業実態調査」[2-1]の原子力産業従事者数調査の電気事業者に関するデータを整理、分析した。図 2-16 および図 2-17 に、電気事業者（原子力部門）の技術者数の推移を示す。

これらの整理結果から、以下のような状況が見て取れる。

電気事業者（原子力部門）の技術者数合計は、増加している。（'85 年約 6,000 名、'06 年約 9,000 人）

技術者数の内訳としては「運転・保守」技術者が大きな部分を占め、技術者数合計の増加はほぼ「運転・保守」の増加の傾向と等しい。（'85 年約 3,000 名、'06 年約 6,000 人）

詳細に見ると、以下のように増加、減少あるいは一定数との傾向が見られる。

増加： 調査・計画・管理部門、運転・保守部門、核燃料部門、廃棄物処理処分
 減少： 研究者、設計・建設工事、
 ほぼ一定： 保健安全管理、R I・放射線利用

全体的な傾向としてまとめれば、建設プラント数の減少によって「設計・建設工事」部門は減少するものの、相対的に人員数が多い「運転・保守」部門技術者が運転中プラント数の増加により増加することにより、全体としては技術者数が漸増しているものと言える。

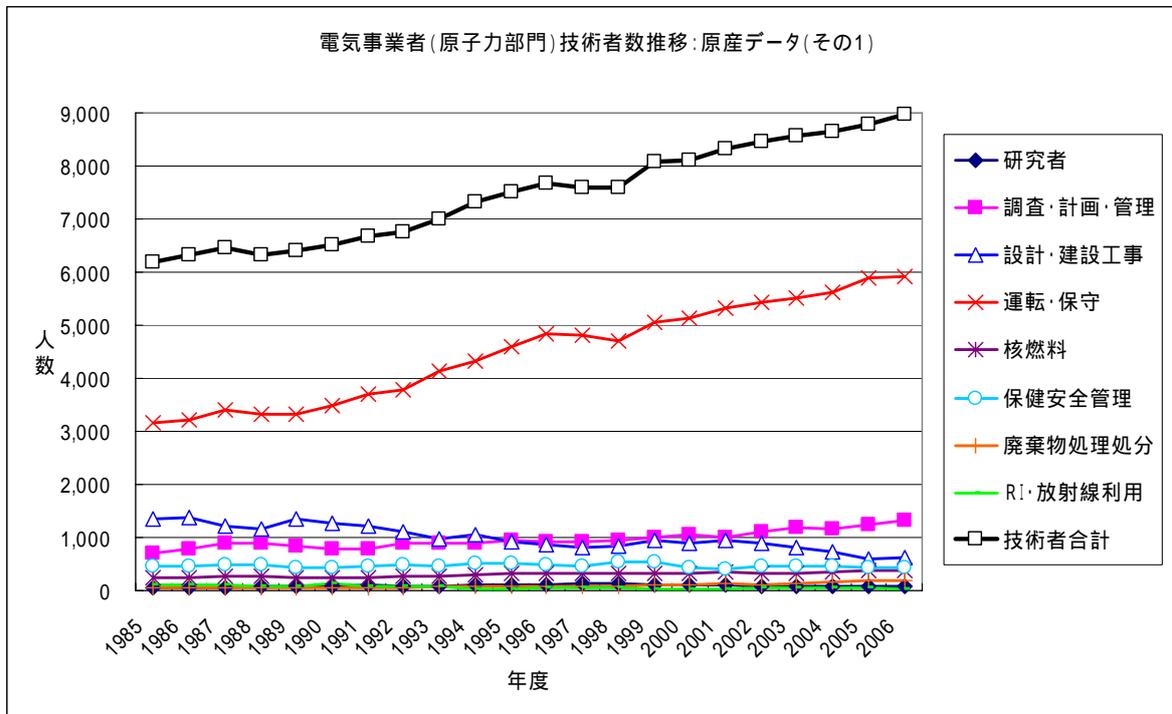


図 2-16 電気事業者における技術者数の推移：全体

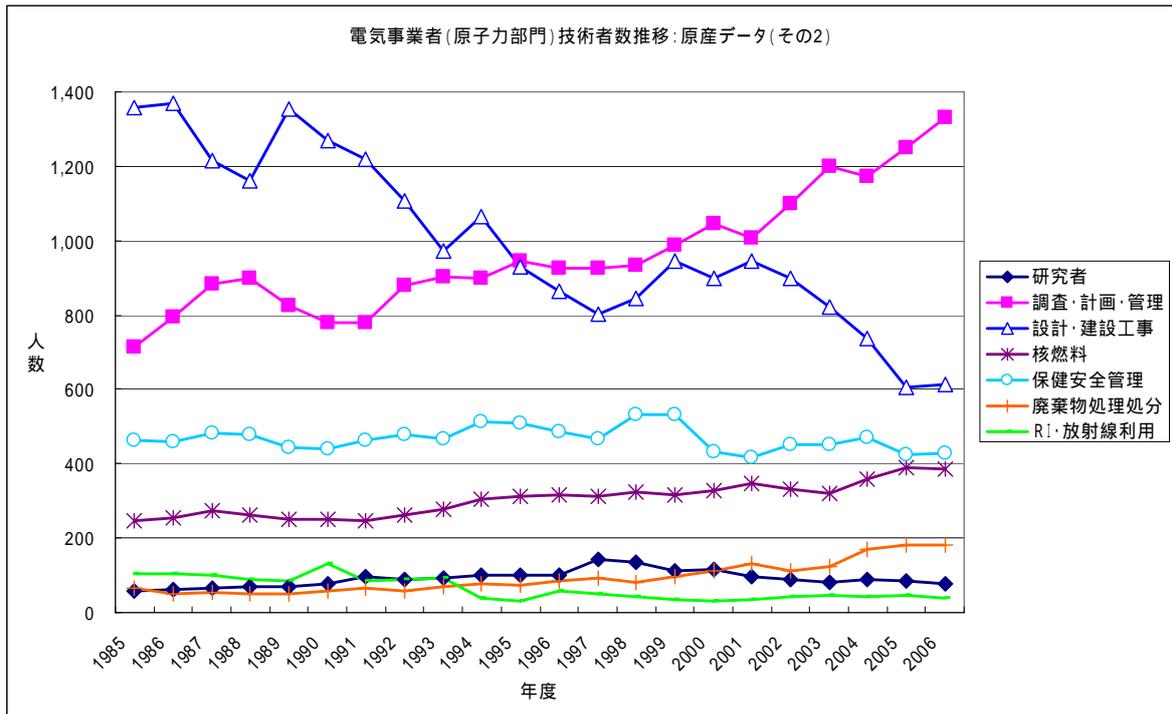


図 2-17 電気事業者における技術者数の推移：部分拡大

2.7 メーカーの人材基盤の状況

2.7.1 原産協会と電工会データの関係

メーカ等の技術者数に関しては原産協会/原産会議の“原子力産業実態調査”[2-1]と電工会調査データがあり、カバーしている範囲と、分類方法に違いがある。

原産協会のデータ収集対象は電工会データより広く、電工会収集対象企業はその一部である。

電気事業を除く、我が国の原子力産業の主要部を占める原子力発電プラントの設計・製造に直接関わる企業に関しては、電工会データでカバーされている。

原産協会と電工会のデータは、技術者の分類の仕方が異なる。

2.7.2 原産データの整理と分析

原産協会「原子力産業実態調査」の原子力産業従事者数調査の鉱工業に関するデータを整理、分析した。図 2-18 および図 2-19 に、鉱工業の技術者数の推移を示す。

これらの整理結果から、以下のような状況が見て取れる。

技術者全体では、変動はあるものの、ほぼ一定水準で推移。('06 年約 25,500 人) 研究者及び設計部門・原子炉機器製造部門の技術者は減少。特に研究者は激減。再処理・廃棄物処理処部門、その他部門の技術者は 90 年代後半に増加。機器据付け部門の技術者は建設中プラント数に沿った傾向で推移。サービス部門の技術者はプラント数増加に伴い増加傾向。

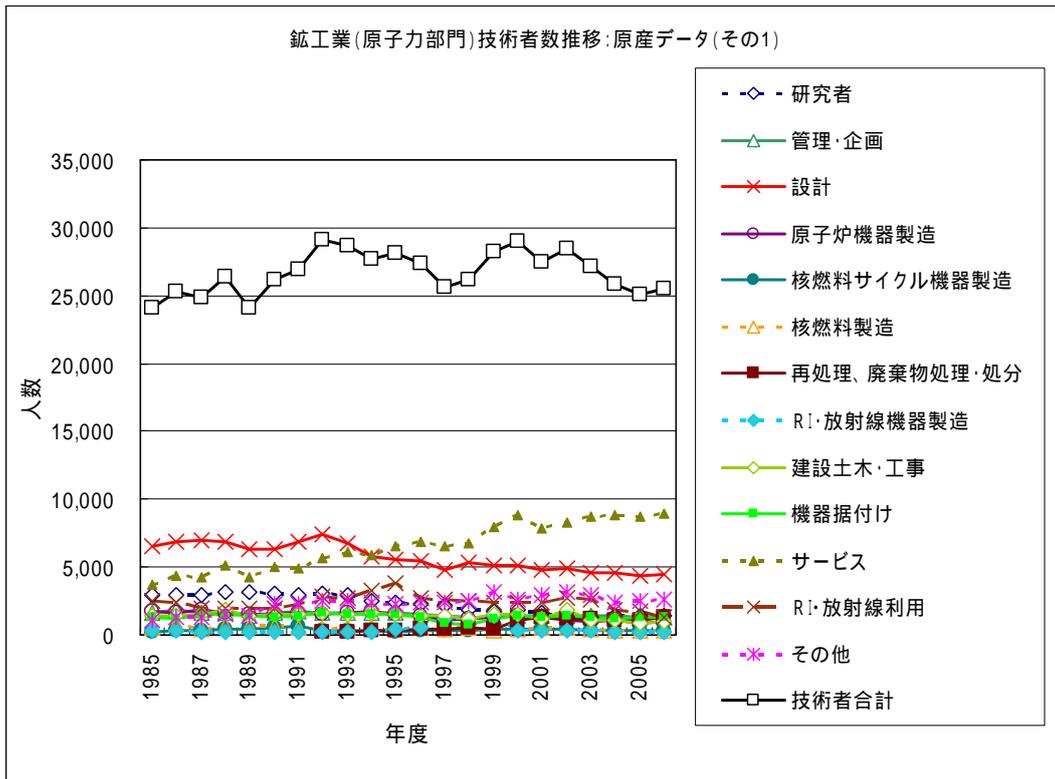


図 2-18 鈷工業における技術者数の推移：全体

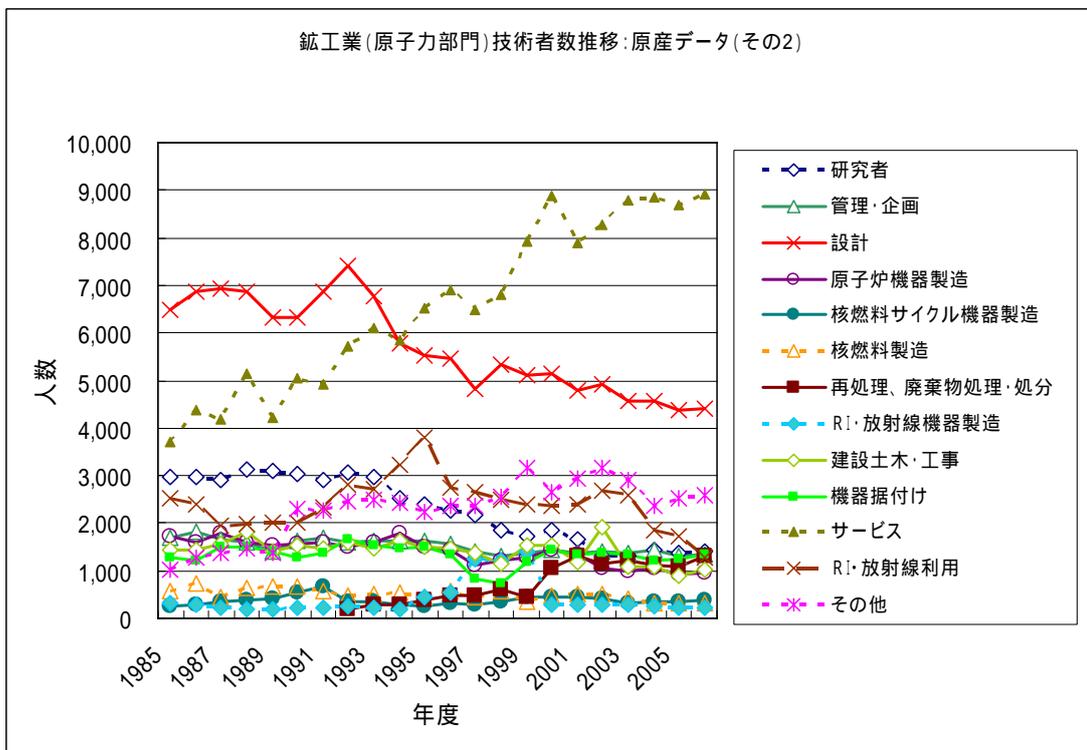


図 2-19 鈷工業における技術者数の推移：部分拡大

2.7.3 電工会データの整理と分析

電工会が継続的に調査を行っている原子力技術者数の推移について、非公開である詳細データの開示を受け、整理、分析を行った。また、電工会を通じて、メーカー6社*原子力部門における技術者の出身専攻分野を調査し、更なる分析を試みた。

* IHI、東芝、日立製作所、富士電機システムズ、三菱重工業、三菱電機（50音順）

(1) 部門別の推移

原子力技術者数（機種合計、職能別）の推移を、図2-20に示す。1990年代初頭をピークに各部門の技術者数が減少しているが、近年、横ばいあるいは上昇傾向に転じたように見られる。（ピーク時約15,000人，'06年約10,000人）

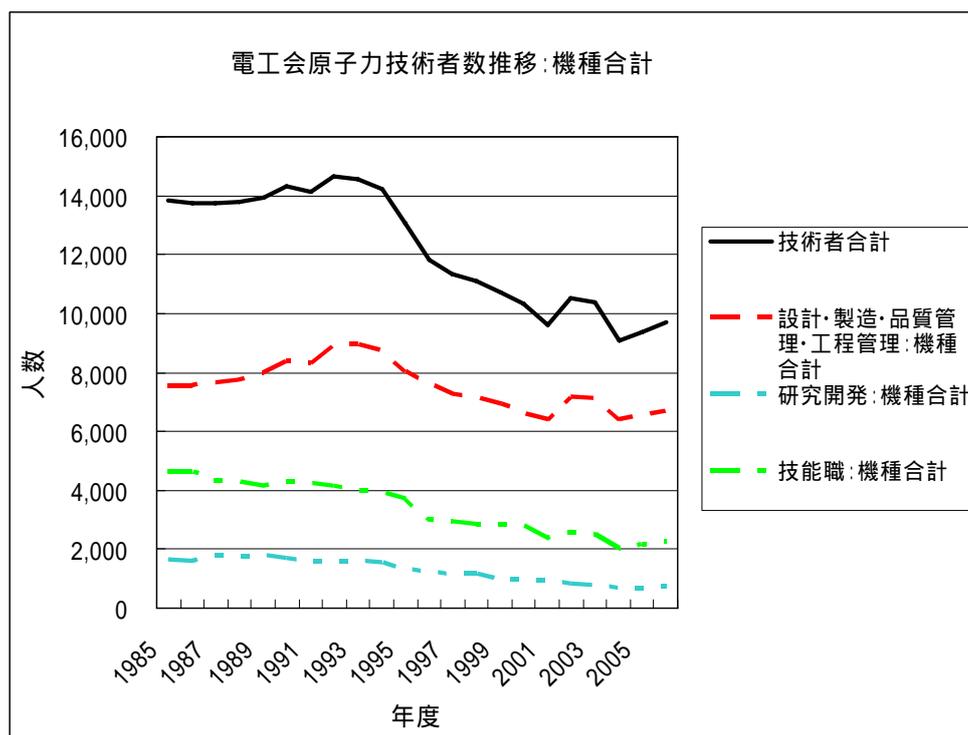


図 2-20 電工会部門別技術者数の推移

(2) 機種別の推移

電工会データによる原子力技術者数（職能合計、機種別）の推移を、図 2-21 に示す。原子炉一次系の減少が著しい（ピーク時 約 8,000 人、'06 年 約 5,000 人）。他の機種における技術者数も同様に減少しているが、近年は横ばい、あるいは上昇傾向に転じている。

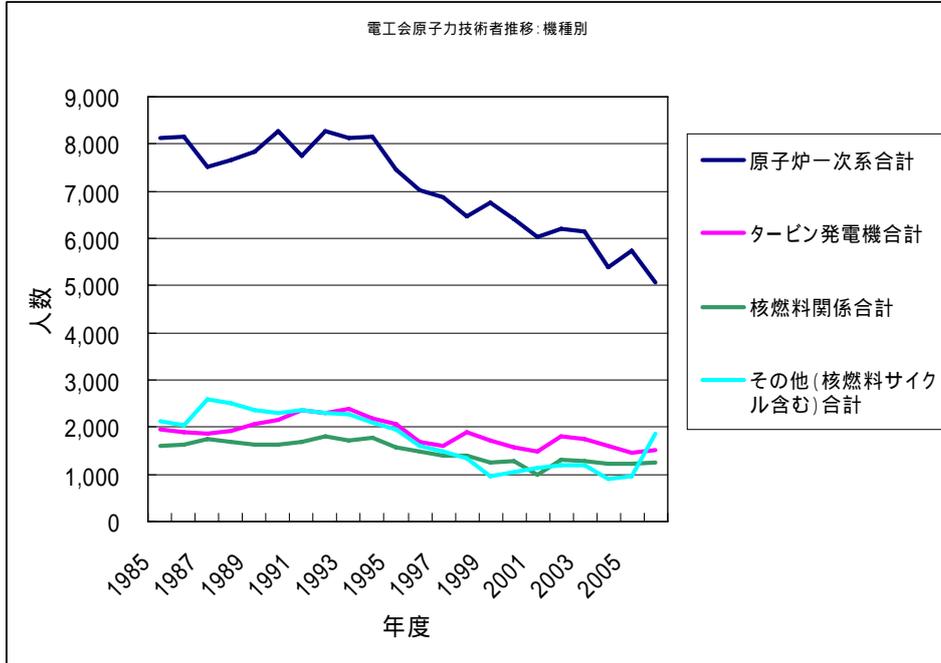


図 2-21 電工会機種別技術者数の推移

(3) 技術者の原子力専攻者分布

メーカー 6 社*における原子力専攻出身者の分布を、図 2-22 に示す。

原子力専攻出身技術者が在席する比率として「炉・核・安全（設計）」が高いが、絶対数は「機器・プラント（設計・製造）」が多い。なお、原子力専攻比率の平均値は、約 12%である。

* IHI、東芝、日立製作所、富士電機システムズ、三菱重工業、三菱電機（50 音順）

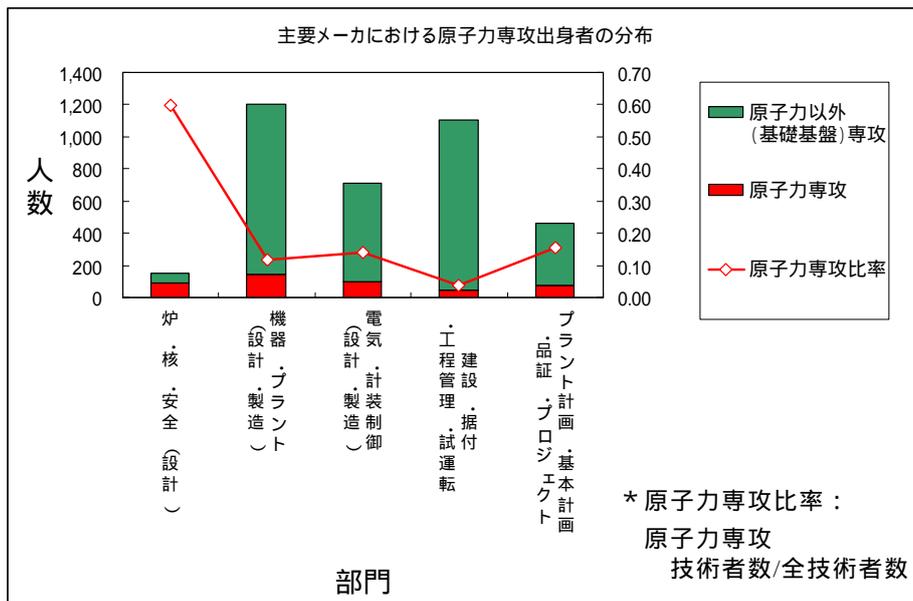


図 2-22 技術者の原子力専攻者分布

2.8 研究機関等の状況

2.8.1 日本原子力研究開発機構の状況

2005年10月に二法人統合により発足した日本原子力研究開発機構（以下、JAEA）は、2010年度までに「総人件費を対H17年度比5%減」の方針により、職員を継続的に減員させている。[2-2]（図2-23参照）しかし、これを大卒以上の研究系および技術系職員数で見た場合、図2-24に示すように、ここ10年間程度の範囲において横ばいあるいは若干増加している。

この研究系および技術系職員の出身専門分野は、大部分が工学系の出身者であり、理学系出身者を含めれば90%以上を占めている。

2.8.2 原子力安全基盤機構の状況

原子力安全基盤機構（以下、JNES）から、職員の在席、採用状況に関するデータにおの提供を受けた。2003年に発足した原子力安全基盤機構（以下、JNES）は、図2-25および図2-26に示すように原子力産業界からの出向者が多く、また年齢構成も高くなっている。

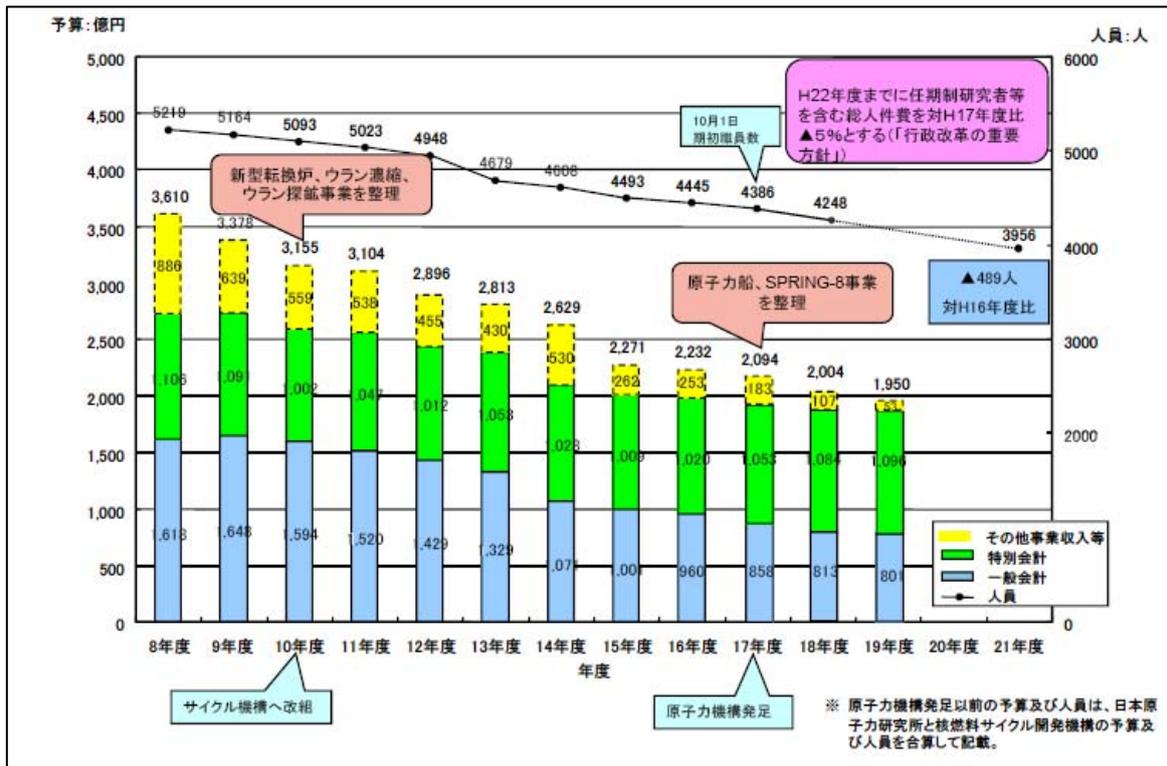


図 2-23 日本原子力研究開発機構人員数の推移[2-2]

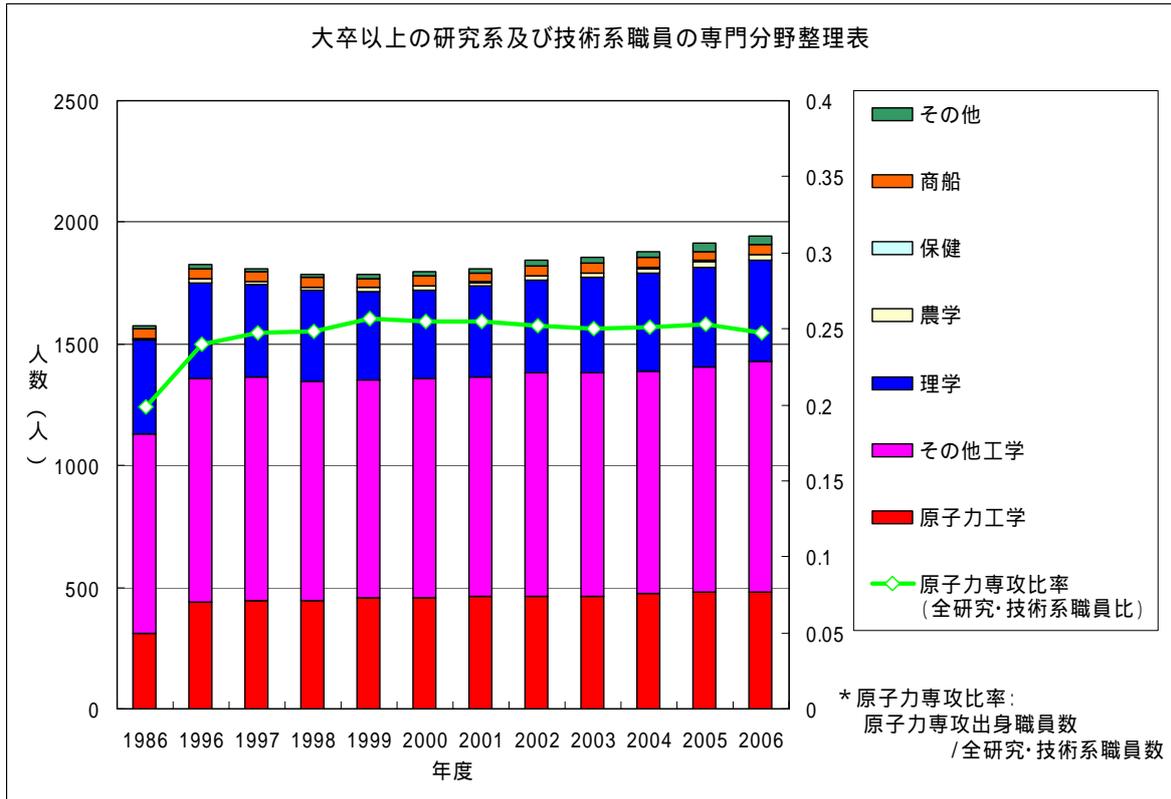


図 2-24 日本原子力研究開発機構職員：研究系、技術系職員の専門分野

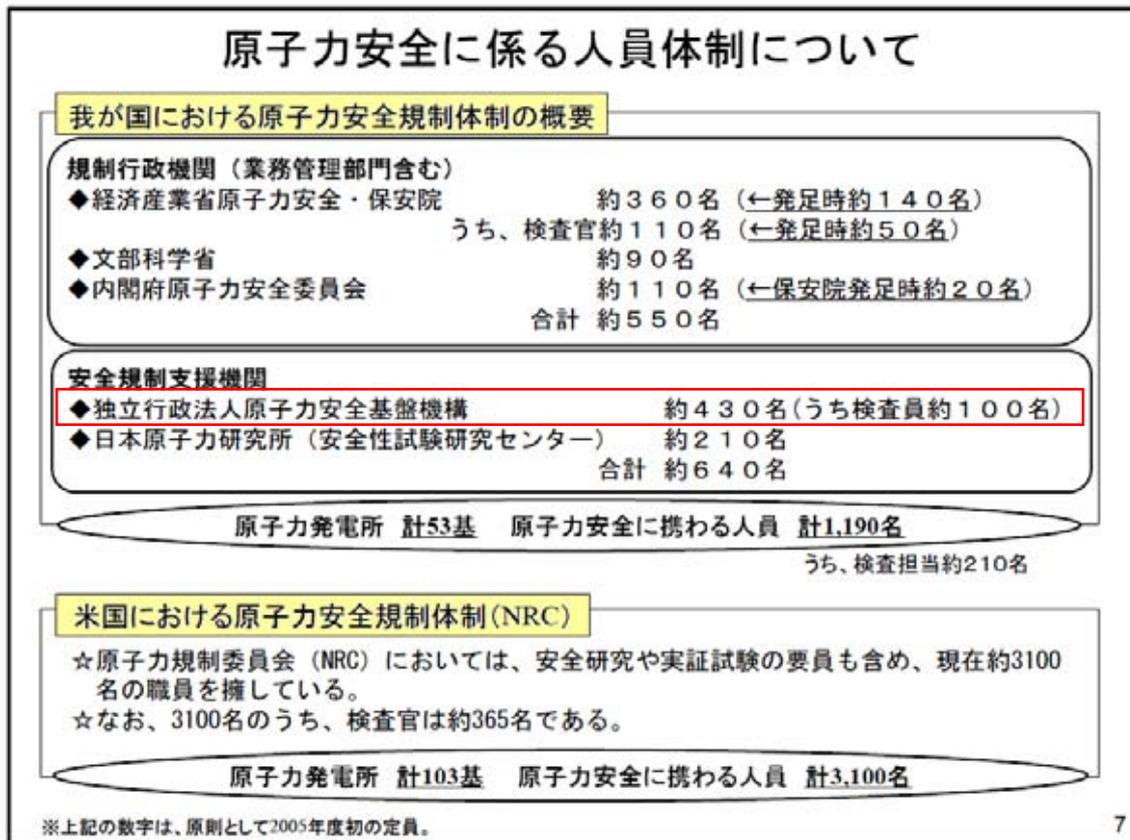
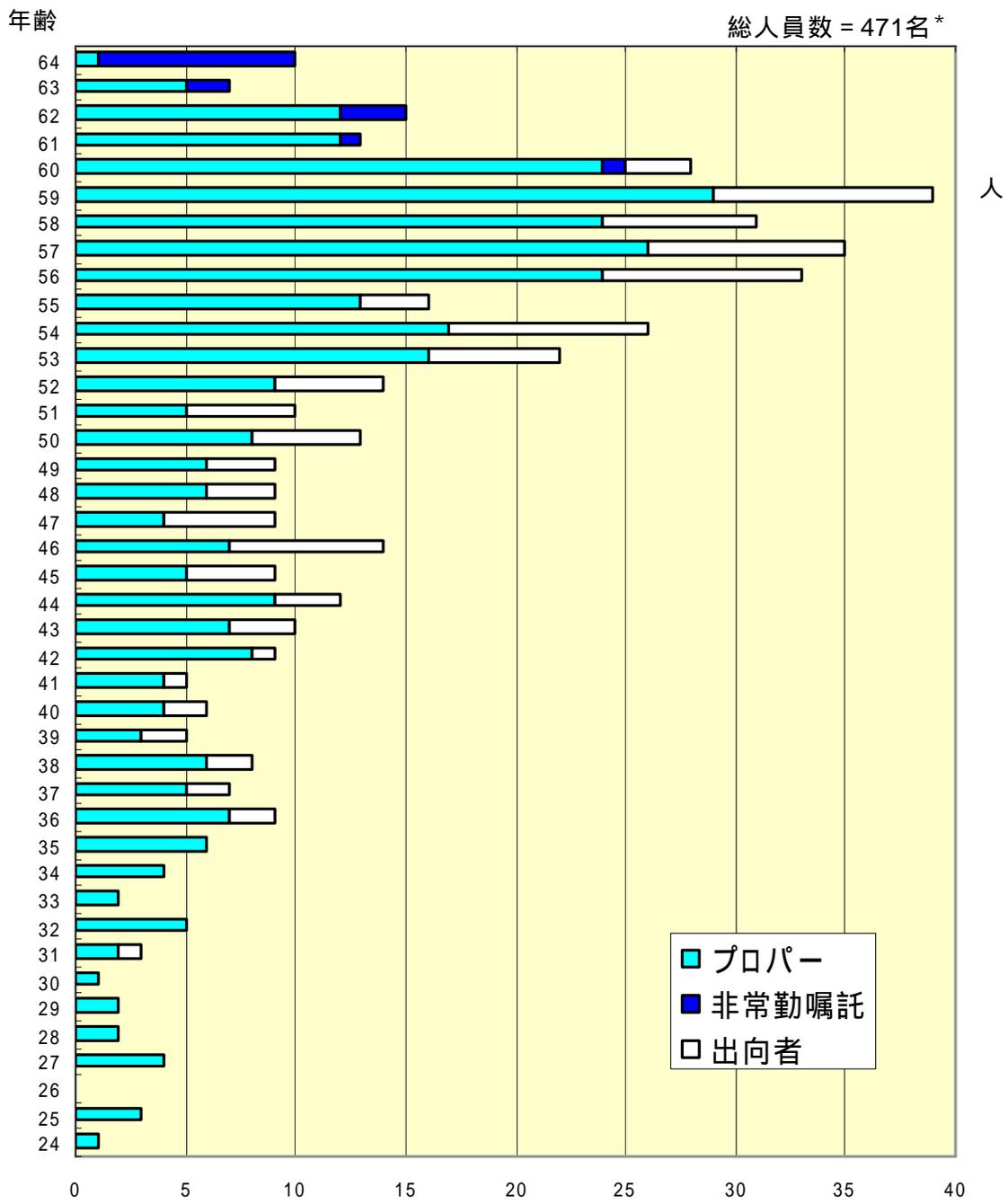


図 2-25 原子力安全に係る人員体制（JNES 人員数）[2-3]

2007.4.1 (実績)



* 技術者数：約 350 名

図 2-26 原子力安全基盤機構の人員構成

2.9 原子力人材に関する今後の調査

ここに示した「原子力界における就職・採用及び人材基盤の状況」の調査結果は、原子力人材の維持、育成に係わる重要な基礎資料である。

このような調査を継続していくことにより、原子力人材に係わる状況とその変化を正確に把握し、的確な方策の検討が可能となる。また、施策の効果の把握等にも有用と考えられる。

(社)日本原子力産業協会においては、既に原子力産業実態調査の一環として原子力関係従事者の調査を実施し、毎年報告されている。また、日本電機工業会においては、JEMA 原子力統計の一部として原子力従事者のデータが収集され、概要が公開されている。

今回の調査を踏まえ、以下のような原子力人材に関するデータについても、継続して調査することが望まれる。

今後望まれる調査内容

- ・ 定点観測として、以下の内容を毎年調査し、データを取りまとめる
- ・ 5年ごとに整理し、原子力界に配布

データと依頼先：

(1) 原子力関連大学就職先調査（就職先ごとの人数）

各大学 ----- 原子力学会 大学原子力教員協議会へ継続依頼

原子力卒業生の基準を大学間で共有ことが大切 - 教育委員会で検討

高専機構 ----- 継続依頼

(2) 原子力界採用内訳調査

電気事業者 ----- 電事連へ継続調査依頼（11社*）

メーカー ----- 電工会へ継続調査依頼（6社*）

〔分類：原子力、機械、電気、化学・材料、その他〕

JAEA ----- 継続調査依頼〔独自の分類**〕

JNES ----- 継続依頼〔独自の分類〕

(3) 産業界内部技術者分類調査

メーカー ----- 電工会へ継続調査依頼（6社*、原子力専攻者の分布）

JAEA ----- 継続調査依頼〔独自の分類**〕

JNES ----- 継続依頼〔独自の分類〕

(4) JEMA 原子力統計の原子力従事者データ

電工会へ、非公開である詳細データの継続開示依頼

(5) 原産協会・原子力産業実態調査データ

* 個々のデータが分からないよう配慮し、統計結果のみを公開する。

** 文部科学省の学校系統分類表に基づく分類

参考文献

- [2-1] 「原子力産業実態調査」報告書（1985年度～2006年度），日本原子力産業会議および日本原子力産業協会
- [2-2] 原子力機構の人材戦略について（経営顧問会議資料），日本原子力研究開発機構，2007年11月5日
- [2-3] 規制行政を考える～原子力安全規制～，JNES市民講座・東京大学特別講義，2005年11月19日

3. 長期予測

3.1 長期予測方法の検討

3.1.1 基本的な考え方と条件

以下の基本的な考え方と条件に基づいて、将来必要となる原子力分野の技術者数の予測方法等を検討した。

技術者数予測においては、原子力産業(電気事業者および鉱工業)を対象とするが、人材需給バランス検討に際しては研究機関等も考慮する。

原子力産業技術者数予測に際して考慮する事項

- ・ 国内の原子力発電所の建設、運転
- ・ 海外原子力発電プラントの我が国メーカーによる受注
- ・ 新型炉等(次世代軽水炉、高速増殖炉サイクル)の開発

原子力産業技術者数予測方法

- ・ 原子力産業協会、日本電機工業会で継続調査されている原子力産業における技術者数データと原子力発電プラント建設、運転実績との関連性を確認し、今後の国内原子力発電所の建設、運転中基数等の見通しから、電気事業者および鉱工業の技術者数を予測する。
- ・ 海外原子力発電プラントの我が国メーカーによる受注については、国内原子力発電所の建設と同様の手法で、鉱工業技術者予測数に反映する。
- ・ 新型炉等(次世代軽水炉、高速増殖炉サイクル)の開発に必要な技術者数(増加分)は、過去の調査データから推測する。

人材需給バランス検討方法

- ・ 原子力産業における新規採用需要は、技術者数予測から推定する。
- ・ 研究機関等(日本原子力研究開発機構および原子力安全基盤機構)の新規採用需要は、採用実績から推定する。
- ・ 現状における原子力工学専攻等出身者の就職状況と新規採用需要の推定値を比較評価し、原子力工学専攻等出身者の人材需給バランスを評価する。

3.1.2 国内の原子力発電所の建設、運転中基数の想定

我が国の2030年までの原子力発電所の建設、運転基数、発電設備容量等を見通したデータは存在していない。従って、ここでは「原子力人材育成の在り方研究会」(2006年12月1日)において電気事業者から示された「原子力発電所の建設・運転基数(イメージ)」[3-1]を基に、国内の原子力発電所の建設、運転中基数等を想定する。

本分析に当たっては、同資料に示された考え方を踏襲し、各年度毎の国内の設計中、建設中プラント基数等を求めている。(図3-1)

原子力立国計画を参考とした仮定：

原子炉の寿命は60年、建設期間は2010年以降4年

2030年までの新增設は単機容量130万kWe、2030年以降のリプレイスは単機容量150万kWeクラスの原子炉を導入すると仮定

2010年から2030年までは、2030年に58GWeとなるよう、4年毎に1基ずつ導入すると仮定

本検討における仮定：
設計期間は4年

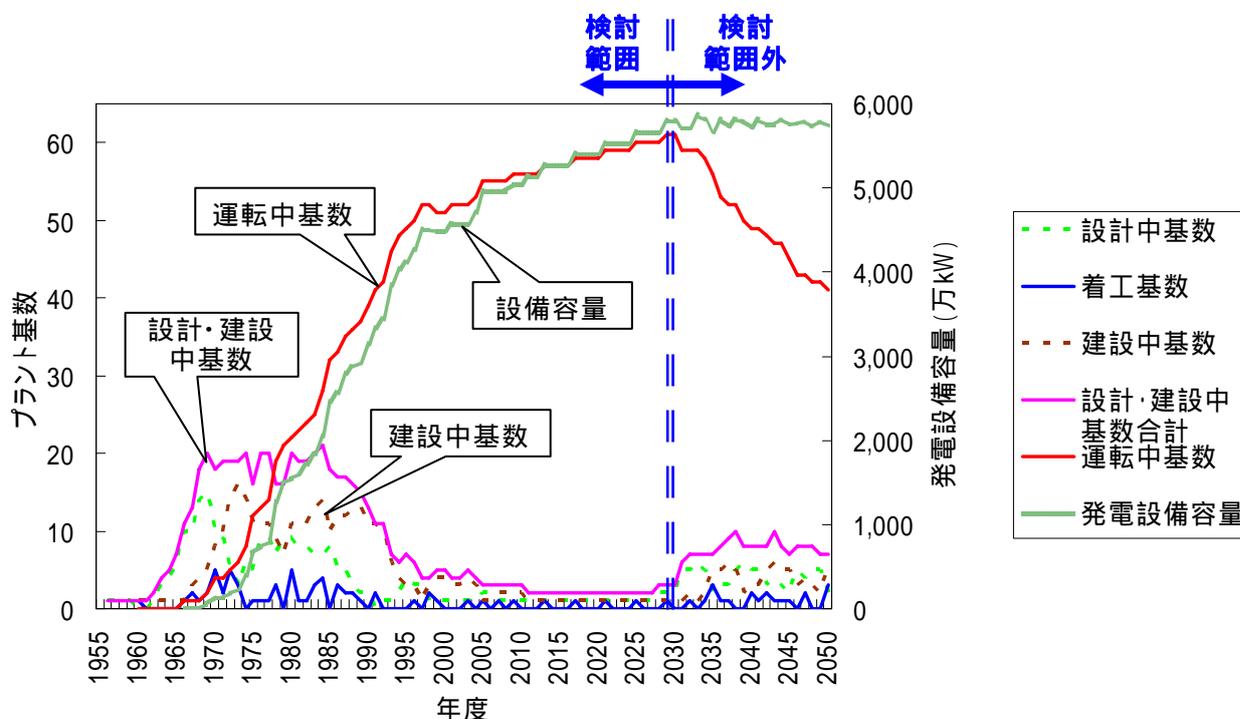


図 3-1 原子力発電プラント建設の実績と今後の見通し（エネ総研作成）

3.1.3 原子力技術者数の分析と人材需給将来予測に使用するデータ

原産協会による「原子力産業実態調査」及び電工会による「原子力関係統計資料調査」における原子力産業における技術者数を分析し、軽水炉プラント建設数などに基づく人材需給将来予測のベースとなるデータを検討した。

なお、ここで使用する各年度の建設、設計、運転中基数等は、上記 3.1.2 項で示した整理結果をベースとし、当該年度を中心に5年間の平均値を用いている。

(1) 電気事業者（原子力部門）の技術者数に関する検討

原産協会「原子力産業実態調査」における電気事業者の従事者データを用い、技術者数実績値と軽水炉プラント建設数などとの関連性を分析した。

部門別技術者数（実数）の推移（図 3-2 参照）

増加傾向：運転・保守、調査・計画・管理、核燃料、廃棄物処理処分

減少傾向：設計・建設工事

ほぼ一定：研究者、保健安全管理、RI・放射線利用（90年代初頭減少後、ほぼ一定）

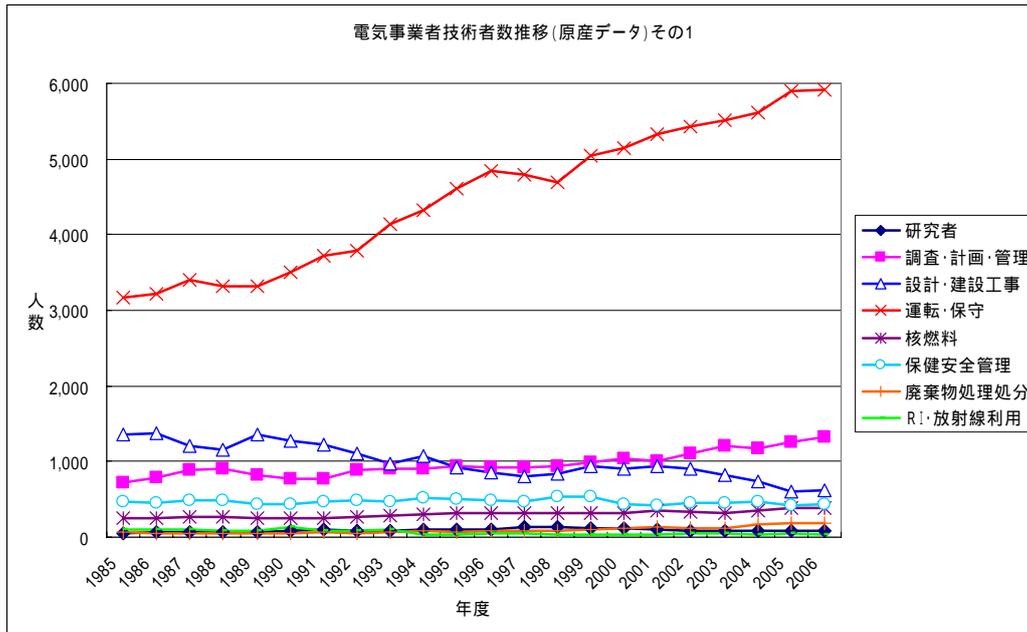


図 3-2 原産データ(電気事業者)の部門別技術者数の推移

増加傾向を示す各部門のプラント数との関係

運転中基数基当りの技術者数を求め、その傾向を把握した。(図 3-3 参照)

各部門の運転中プラント 1 基当りの従事者数は、ほぼ一定の変動幅に収まっているものと考えられる。

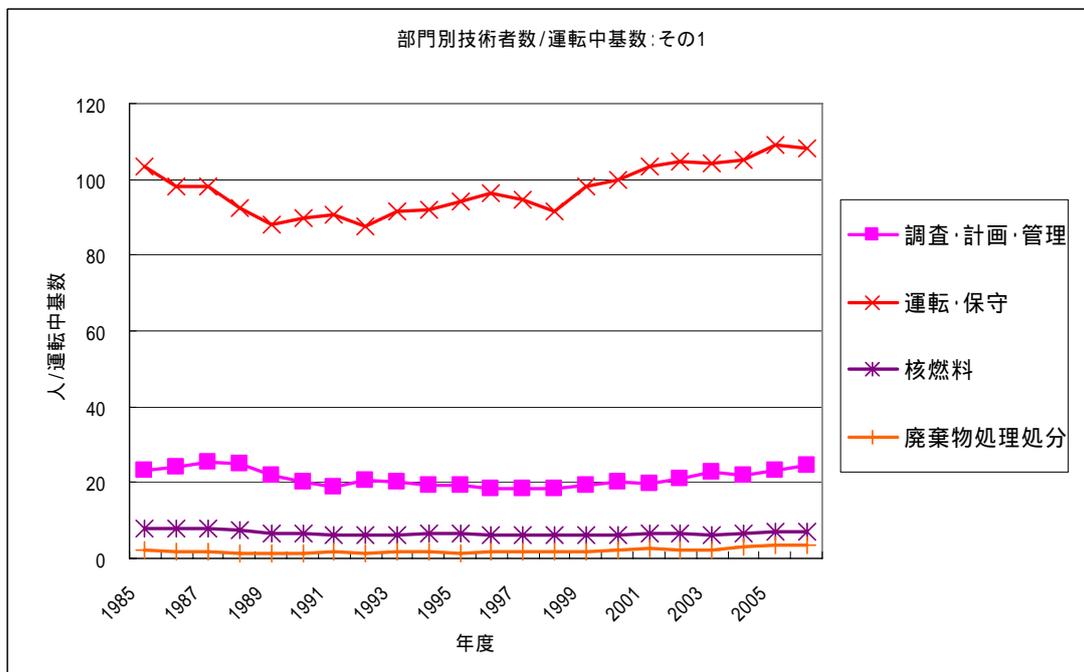


図 3-3 運転中基数当り部門別技術者数の推移〔運転・保守部門ほか〕

減少傾向を示す設計・建設工事部門のプラント数との関係（図 3-4 参照）

建設中基数あるいは設計・建設中基数 1 基当りの技術者数を求め、その傾向を把握した。

建設中基数あるいは設計・建設中基数に対して、技術者数が明確な形で相関関係を有しているとの関係は得られない。しかし、ここ 10 年程度の期間に限れば、設計・建設工事部門の設計・建設中プラント 1 基当りの技術者数は、ほぼ一定の変動幅に収まっているものと考えられる。

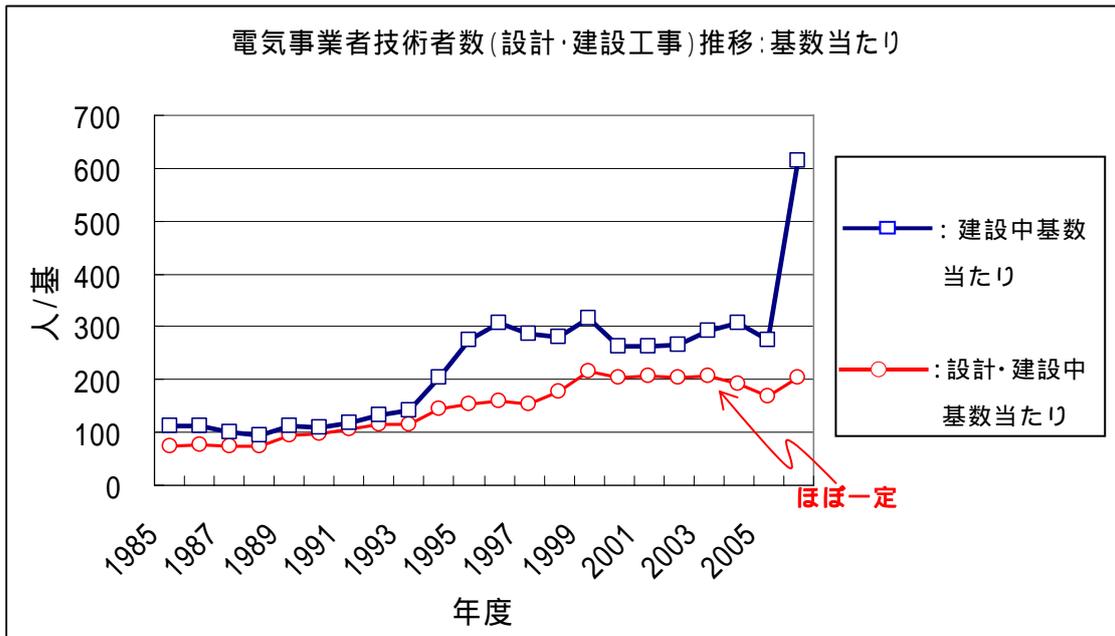


図 3-4 建設中基数あるいは設計・建設中基数当たり
部門別技術者数の推移〔設計・建設工事部門〕

将来予測に用いるデータ

前項までの分析結果を受け、電気事業者の技術者数の将来予測に用いるデータは、以下の通りとする。基となる技術者数（実数）は、全て直近の 2006 年データを使用した。

表 3-1 電気事業者の技術者将来予測に使用するデータ

電気事業者	部門名	関連性	採用データ	データの説明
	研究者	一定	79.0 人	実数
	調査、計画、管理	運転中基数	24.4 人/基	実数/運転中基数
	設計、建設工事	設計・建設中基数	204.7 人/基	実数/設計・建設中基数
	運転、保守	運転中基数	108.2 人/基	実数/運転中基数
	核燃料	運転中基数	7.0 人/基	実数/運転中基数
	保健安全管理	一定	428.0 人	実数
	廃棄物処理処分	運転中基数	3.3 人/基	実数/運転中基数
	RI・放射線利用	一定	39.0 人	実数

(2) 鈾工業（原子力部門）の技術者数に関する検討

原子力産業・鈾工業に関しては原産協会と電工会データがあり、まず、この2つのデータの関係を整理した後、必要な分析を行った。

原産協会と電工会データの関係

以下のように、原産協会と電工会データのカバーしている範囲と、分類方法の違いがある。したがって、軽水炉プラント設計、建設等との関連を見る上では電工会データを主体とし、補助的に原産協会データを使用することが適切と判断した。

- ・ 原産協会のデータ収集対象は、電工会データより広い。
- ・ 我が国の原子力産業の主要部を占める軽水炉発電プラントの設計・製造に直接関わる企業に関しては、電工会データでカバーされている。
- ・ 電工会データの方が分類が詳細で、軽水炉プラント設計、建設等との関連を見る上で取り扱いやすい。

電工会データに関する検討

a. 全体概要（2.7.3 項参照）

機種別技術者数の推移を見ると、軽水炉プラント建設数の減少などを反映して、特に原子炉一次系の減少が著しい。（図 3-5 参照）他の機種における技術者数も同様に減少しているが、近年は横ばい、あるいは上昇傾向に転じている。

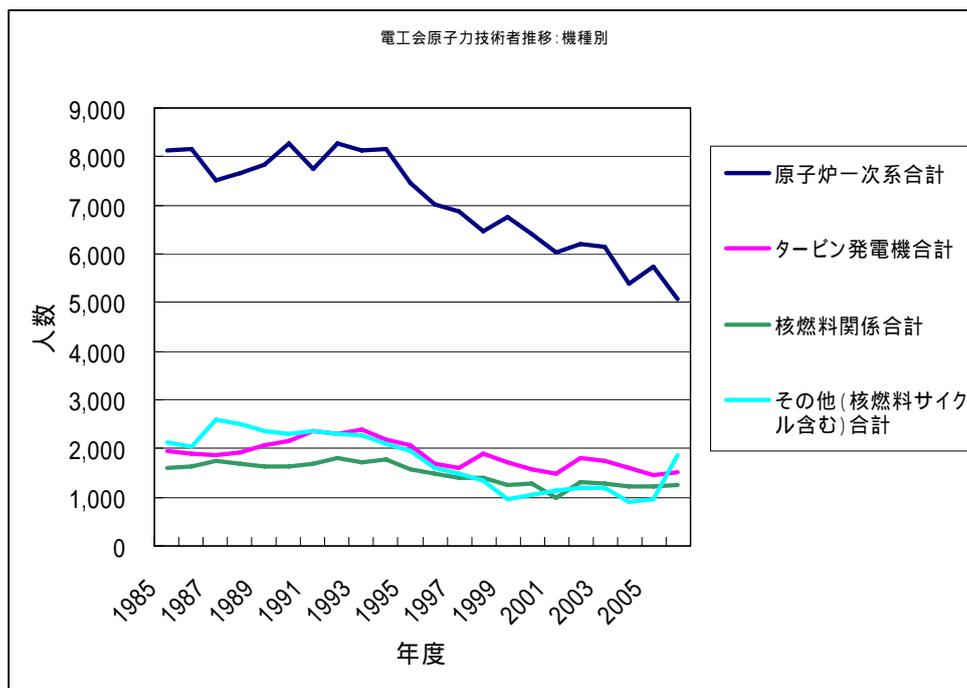


図 3-5 電工会技術者数の推移：機種別

b. 機種別推移軽水炉建設、運転中基数等への依存性

原子炉一次系について、軽水炉の建設等に係わる依存性を確認した。

設計基数、建設中基数あるいは設計・建設中基数に対して、原子炉一次系技術者数が明確な形で相関関係を有しているとの関係は得られない。しかし、ここ 10 年程度の期間に限れば、原子炉一次系の設計・建設中プラント 1 基当りの技術者数は、ほぼ一定の変動幅に収まっているものと考えられる。

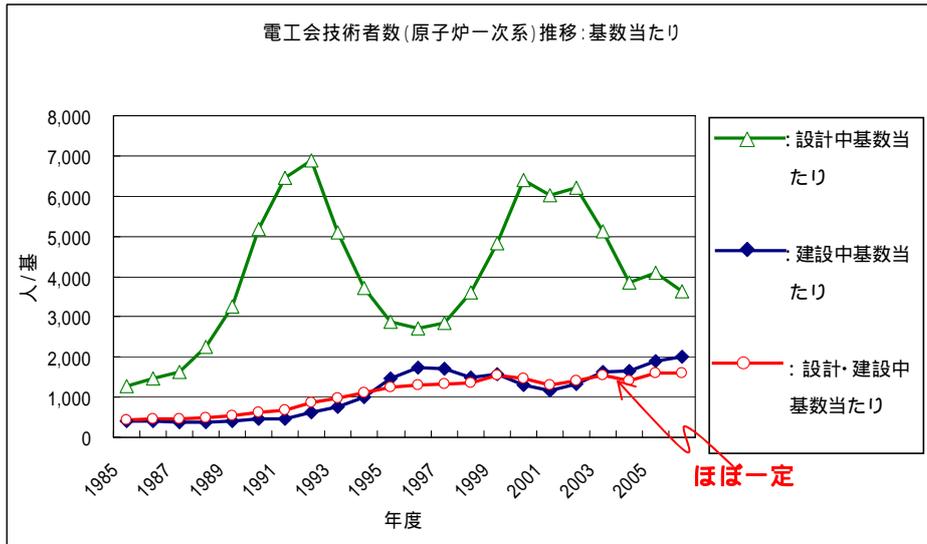


図 3-6 電工会機種別技術者数：設計基数への依存性

原産協会データの分析

a. 全体概要（2.7.2 項参照）

鉱工業技術者数推移の概要を、図 3-7 に示す。技術者全体の数は、変動があるものの一定の傾向を示してはいない。部門別には、以下のような傾向にある。

増加傾向：サービス、その他

減少傾向：研究者、設計、原子炉機器製造、建設土木・工事、機器据付け

ほぼ一定：管理・企画、核燃料サイクル機器製造、再処理・廃棄物処理処分（最近の 5～6 年程度）、核燃料製造、RI・放射線機器製造

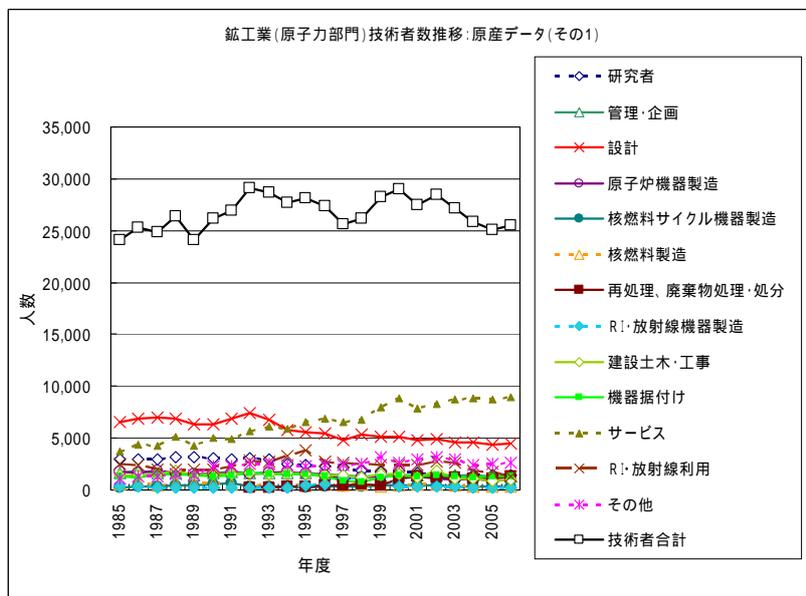


図 3-7 鉱工業技術者数の推移

b. 増加傾向を示す各部門のプラント数との関係

運転中基数 1 基当りの技術者数を求め、その傾向を把握した。

図 3-8 に示すように、各部門の運転中プラント 1 基当りの技術者数は、ほぼ一定の変動幅に収まっているものと考えられる。

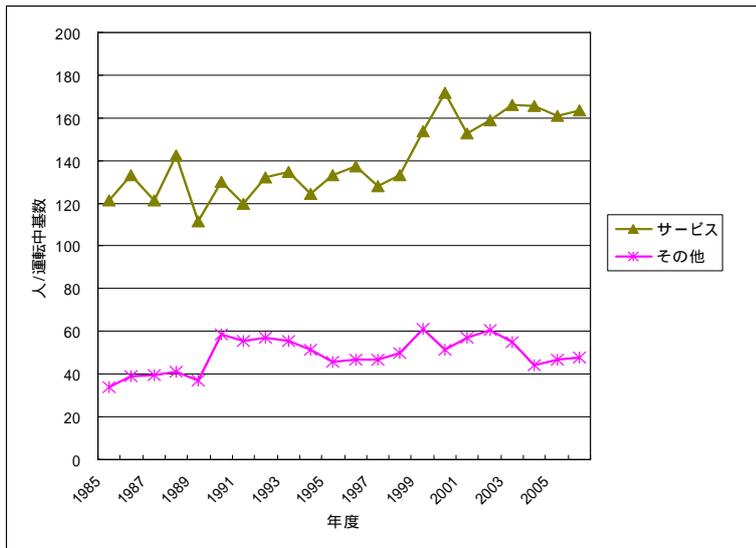


図 3-8 運転中基数当り部門別技術者数の推移〔サービス、その他部門〕

c. 減少傾向を示す各部門のプラント数との関係

設計・建設中基数基当りの技術者数を求め、その傾向を把握した。

図 3-9 に示すように、設計・建設基数に対して技術者数が明確な形で相関関係を有しているとの関係は得られないが、ここ 10 年程度の期間に限れば、減少傾向を示す「設計」を除く各部門（研究者、原子炉機器製造、建設土木・工事、機器据付け）の建設プラント 1 基当りの技術者数は、ほぼ一定の変動幅に収まっているものと考えられる。

但し、「設計」、「研究者」、「原子炉機器製造」に関しては、相当する電工会データの分析結果を参照することとする。

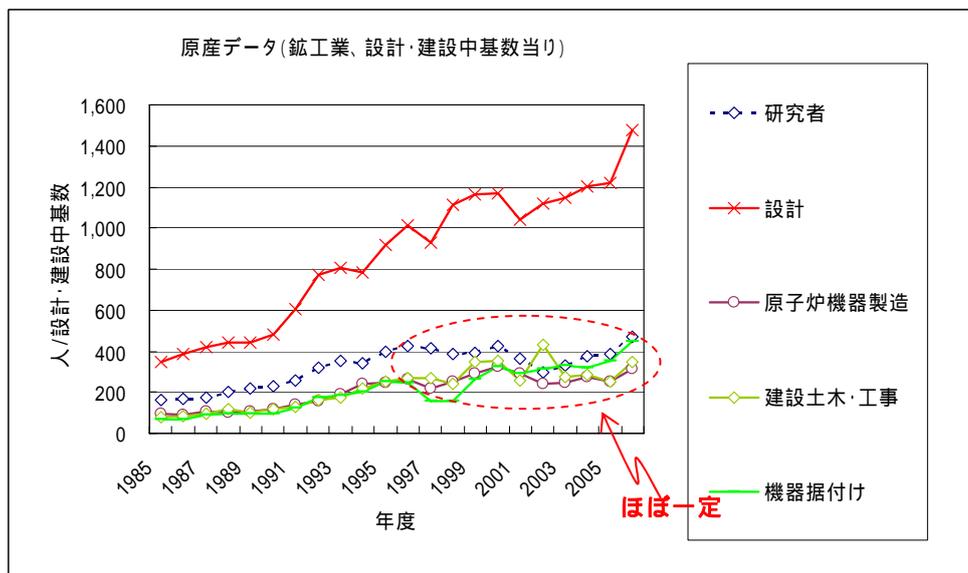


図 3-9 設計・建設中基数当り部門別技術者数の推移

将来予測に用いるデータ

電工会および原産協会のデータ分析結果を受け、将来予測に使用するデータを以下のように考えることとする。

- a. 原子力関連産業の主要部を占める原子力発電プラントの設計・製造に直接関わる企業に関しては、電工会データをベースとして考える。
- b. 電工会データに関しては、分析結果から、技術者数の軽水炉プラント建設基数との関係をつぎのように考える。
- ・ 原子炉一次系の技術者数は、軽水炉プラントの設計・建設基数に比例する。
 - ・ タービン発電機、核燃料、その他（核燃料サイクルを含む）の技術者数は、軽水炉プラントの建設基数等に係わらず一定とする。
- c. 原産協会データに関しては、つぎのように考える。
- ・ 建設土木・工事および機器据付け部門に関しては、軽水炉プラントの設計・建設中基数に比例する。（但し、国内プラントのみ）
 - ・ サービスおよびその他部門に関しては、軽水炉運転中基数に比例する。
 - ・ それ以外に関しては、〔原産協会データ技術者数（建設土木・工事、機器据付、サービス部門、その他部門を除く） - 電工会データ技術者数〕を一定と考える。

以上の検討結果により、鈹工業の技術者数の将来予測に用いるデータは、表 3-2 のとおりとする。

表 3-2 鈹工業の技術者将来予測に使用するデータ

	部 門 名 (ベースデータ)	関連性	採用データ	データの説明
鈹工業	原子炉一次系 (電工会)	設計・建設中基数	1692.3 人/基	実数/設計・建設基数
	タービン発電機 (電工会)	一定	1,523.0 人	実数
	核燃料 (電工会)	一定	1,245.0 人	実数
	その他(核燃料サイ クルを含む) (電工会)	一定	1,856.0 人	実数
	建設土木・工事 (原産協会)	設計・建設中基数	344.7 人/基	実数/設計・建設基数
	機器据付け (原産協会)	設計・建設中基数	445.3 人/基	実数/設計・建設基数
	サービス (原産協会)	運転中基数	163.4 人/基	実数/運転中基数
	その他 (原産協会)	運転中基数	47.6 人/基	実数/運転中基数
	原産協会技術者数 (建設土木・工事/ 機器据付/サービス /その他部門を除 く) - 電工会技術 者数	一定	1,904.0 人	実数

3.1.4 海外原子力発電プラント運転基数の予測と技術者数予測への反映

IAEA（国際原子力機関）による2030年までの世界の原子力発電設備規模の予測（"Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030 2007 Edition", July 2007）[3-2]に基づき、将来の軽水炉建設基数を求めた。

増加発電容量の原子力発電プラント建設基数への換算は1GWe/基とし、各年の運転開始基数は各年の増加発電容量を換算した発電プラント運転開始基数を平均して求めている。本検討においては、この平均値を基に徐々に設備容量が増加するものと仮定し、技術者数予測の想定データとした。この結果を、図3-10に示す。

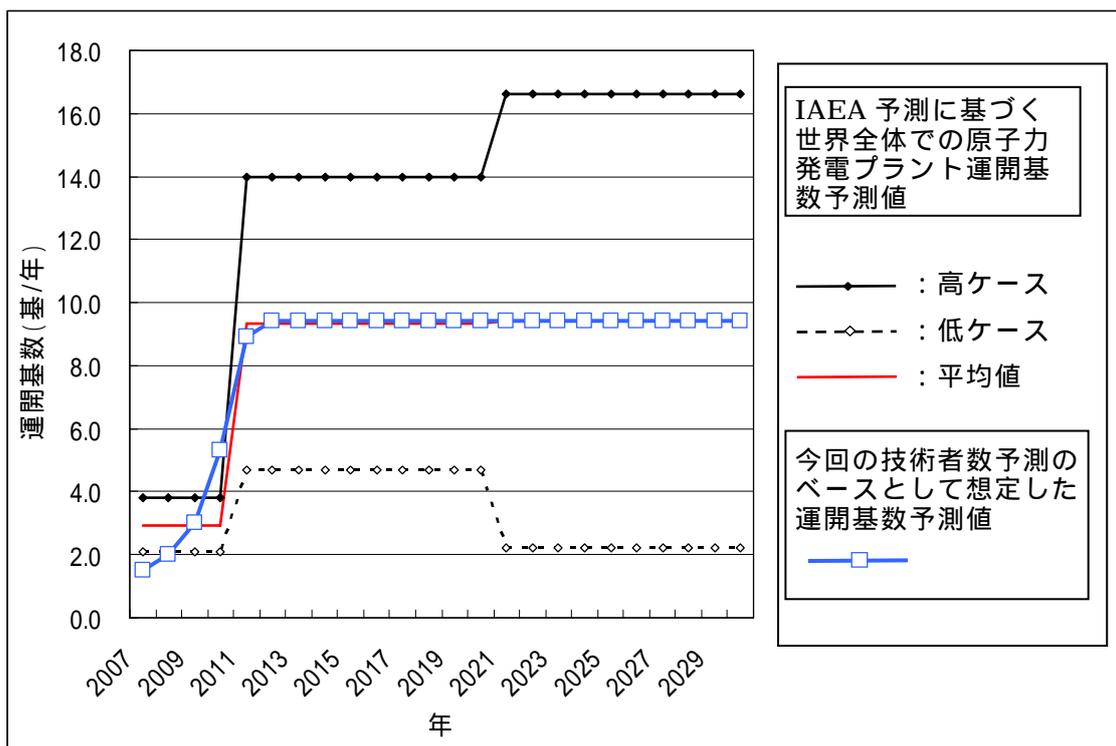


図3-10 世界全体での原子力発電プラント運転基数予測

「想定」は人材予測計算のベースとするもので、2010/2020/2030 各年の増加設備容量を維持したまま、建設基数が徐々に増加すると仮定。

なお、我が国原子力産業の技術者数の将来予測において、海外の軽水炉建設基数と我が国原子炉メーカー受注規模に関しては、以下のような考え方で反映を行う。

海外プラント受注に伴う技術者需要の反映は、原子炉メーカー等（電工会相当）の範囲のみとする。

海外の軽水炉建設基数は、世界全体での原子力発電プラント運転基数から国内運転基数を差し引いた数値を基に計算する。

我が国原子炉メーカー受注規模は、海外の軽水炉建設基数に係数を掛けて、幾つかのケースを想定する。（ホール・プラント換算の国内生産分）

- 低ケース : 我が国原子炉メーカー受注規模 = 5%
- レファレンス・ケース : 我が国原子炉メーカー受注規模 = 10%
- 高ケース : 我が国原子炉メーカー受注規模 = 15%

近年の海外市場の状況を勘案し、2010年運開プラントまでは我が国メーカーの受注は無く、2011～2015年に段階的に上記規模まで受注を拡大する。

レファレンス・ケースにおける例(図3-11参照): ~2010年運開プラント = 受注無し、2011年運開プラント = 受注規模2%、2012～2015年運開プラント = 受注規模2%ずつ段階的に拡大、2015年以降 = 受注規模10%

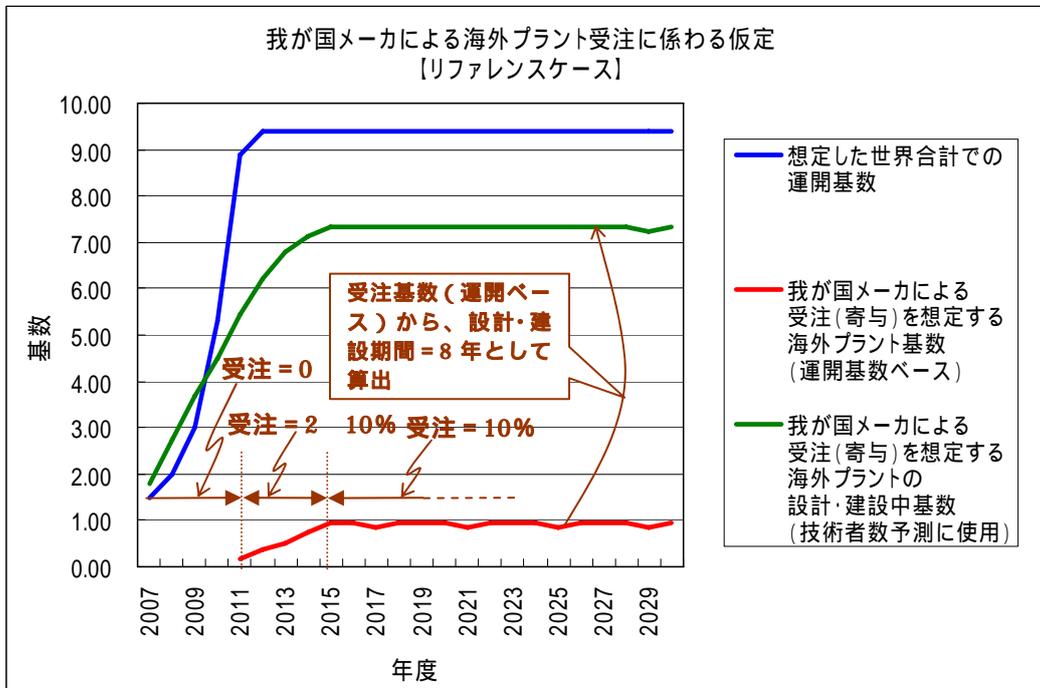


図 3-11 海外プラント受注に係わる仮定 (リファレンス・ケース)

3.1.5 新型炉等開発の効果

図 3-12 に示す開発工程を想定し、新型炉等の開発に伴う要員を以下のように考慮する。

次世代軽水炉開発に伴う人材

2008年度開始の次世代軽水炉開発[3-3]による人材需要に対する効果は、2016年度運転開始の軽水炉 0.25 基相当とし、鉍工業の「原子炉一次系」部門の技術者が増加するものとする。

高速増殖炉サイクルの開発に伴う人材

文部科学省の「原子力分野の研究開発に関する委員会」において2015年までの研究開発計画を作成するにあたり想定されたロードマップ[4-4]を参考に、以下のように開発要員が増員されるものとした。

高速増殖実証炉：高速増殖炉実証炉の着工(2021年度と想定)までに、現状から過去のFBR技術者数ピーク人員数に相当するまで増加するものとする。(600名/14年)

燃料サイクル実証施設：燃料サイクル実証施設の着工（2026年度と想定）までに、現状から過去の燃料サイクル技術者数ピーク人員数に相当するまで増加するものとする。（400名/19年）

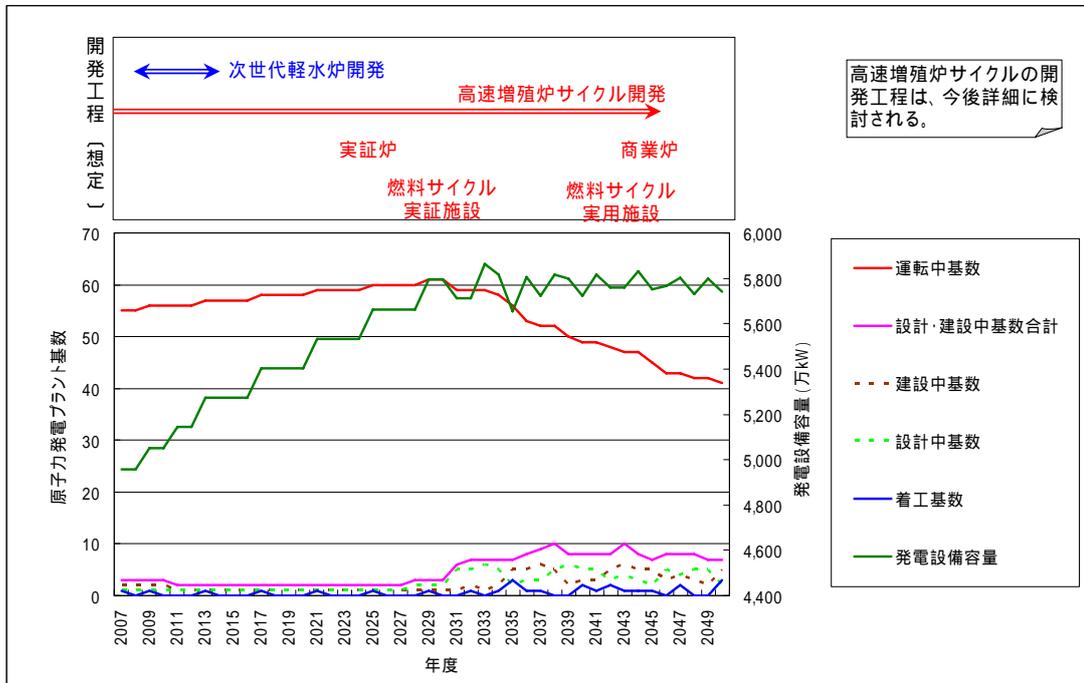


図 3-12 新型炉等開発に係わる仮定

3.2 長期予測結果

3.2.1 技術者数予測結果

(1) 電気事業者

「設計・建設工事」部門はプラント建設数に応じて2020年代後半まで減少、その後増加に転じる。全体的には、運転中基数の増加を反映して、「運転・保守」部門等の技術者数増加により2030年に向け漸増傾向をとるものと考えられる。

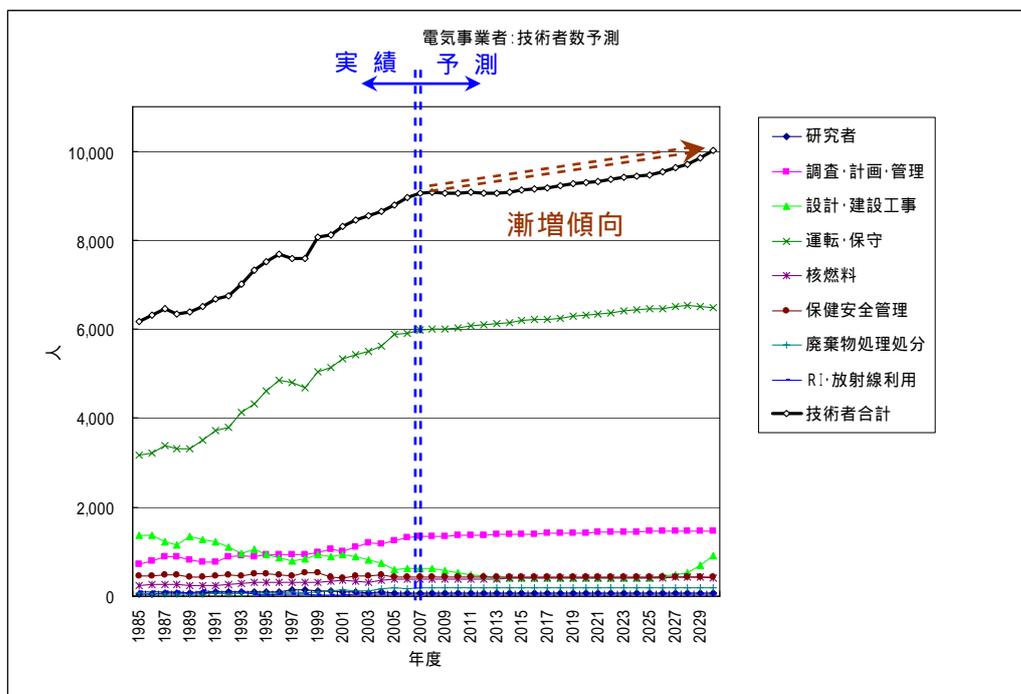


図 3-13 電気事業者における技術者数予測結果

(2) 鉱工業

原子炉メーカー等（電工会相当）

原子炉メーカー等（電工会相当）技術者数予測結果〔国内分のみ〕:

原子炉メーカー等が主体と考えられる電工会のデータをベースとし、国内プラント建設計画等のみを考慮した場合の予測結果を図 3-14 に示す。

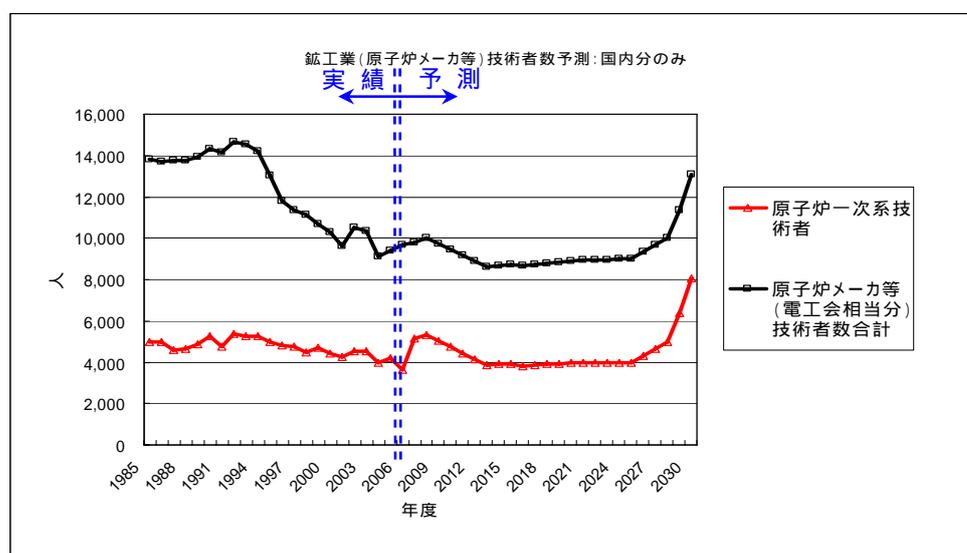


図 3-14 原子炉メーカー等（電工会相当）技術者数予測結果〔国内分のみ〕

原子炉メーカー等（電工会相当）技術者数予測結果〔海外分を含む〕：

我が国の原子炉メーカーの海外プラント受注量をパラメトリック*に仮定した場合の予測結果を、図 3-15 に示す。

* 3.1.4 項に記載したように、以下の仮定を置いている。

低ケース ： 我が国原子炉メーカー受注規模 = 5%

レファレンス・ケース ： 我が国原子炉メーカー受注規模 = 10%

高ケース ： 我が国原子炉メーカー受注規模 = 15%

（いずれのケースにおいても、2010 年運開プラントまでは我が国メーカーの受注は無く、2011～2015 年に受注規模を段階的に想定するレベルにまで拡大するものとした。）

ここで、今後の原子力発電プラント市場における競争状況を考慮し、仮に我が国メーカーが国内生産分として海外プラントの 10%を受注した場合をレファレンスケース、5%を低ケース、15%を高ケースと想定*する。この場合、原子炉メーカー等の技術者数は、1990 年代前半のピーク数を超える増加が見込まれることとなる。

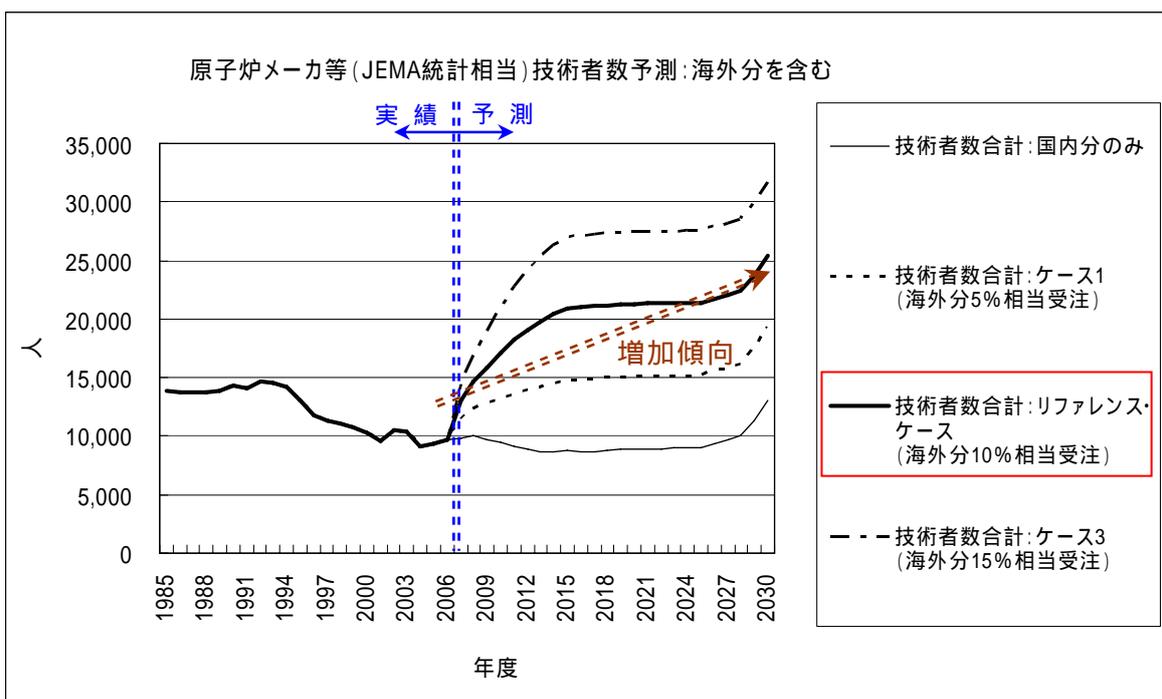


図 3-15 原子炉メーカー等（電工会相当）技術者数予測結果〔海外分：ケーススタディ〕

全鉱工業

「サービス」部門等を加え、原産協会調査の鉱工業の全体に対応する技術者数は、
図 3-16 に示すように想定される。

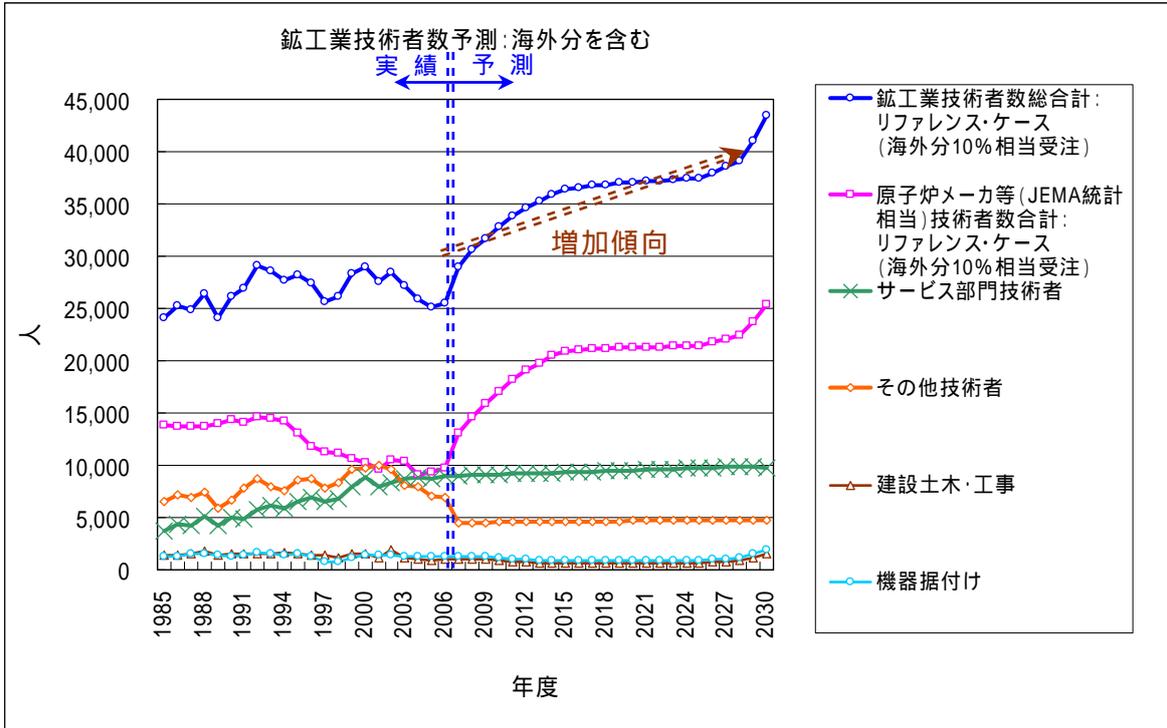


図 3-16 全鉱工業における技術者数予測結果

(3) 全原子力産業

電気事業者および鉱工業を合わせた全原子力産業で見した場合においても、リファレンスケースにおいては技術者数の増加が見込まれる。

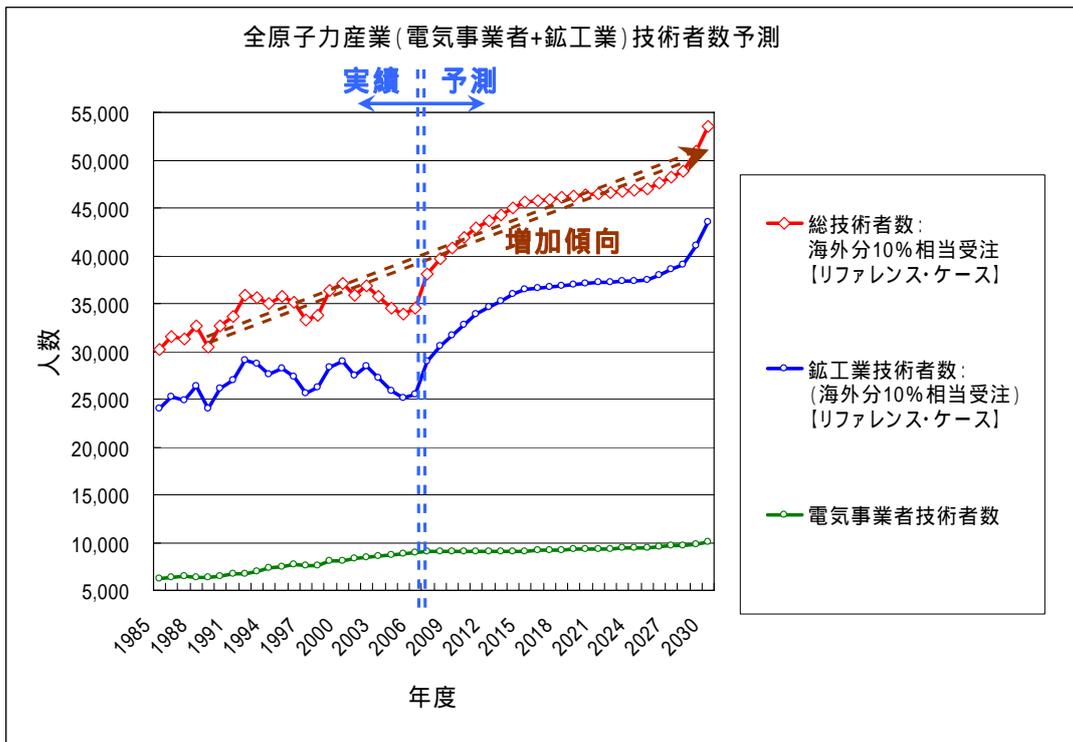


図 3-17 全原子力産業における技術者数予測結果

(4) 原子力界全体の予測と研究開発に必要な人員数

上記(3)で示した原子力産業における技術者数予測結果をベースに、JAEA、JNESの技術者、研究者数*を加え、我が国原子力界全体*の技術者、研究者数の予測を行った。

* 2006年度時点における技術者、研究者数が、将来も維持されるものとしている。

** JAEA、JNES以外の研究機関、大学等については、ここでは算入していない。

図3-18に、我が国原子力界全体の技術者、研究者数予測結果を示す。ここでは、原子力産業における研究者、今後の技術開発に従事する技術者数を切り分け、JAEAの研究者、技術者と合わせ、今後我が国で必要となる技術開発に必要な人員の予測結果を示している。

おおよそ、原子力界全体の技術者、研究者数の1割程度(3,000~5,000)が研究・技術開発に携わるものと考えられる。

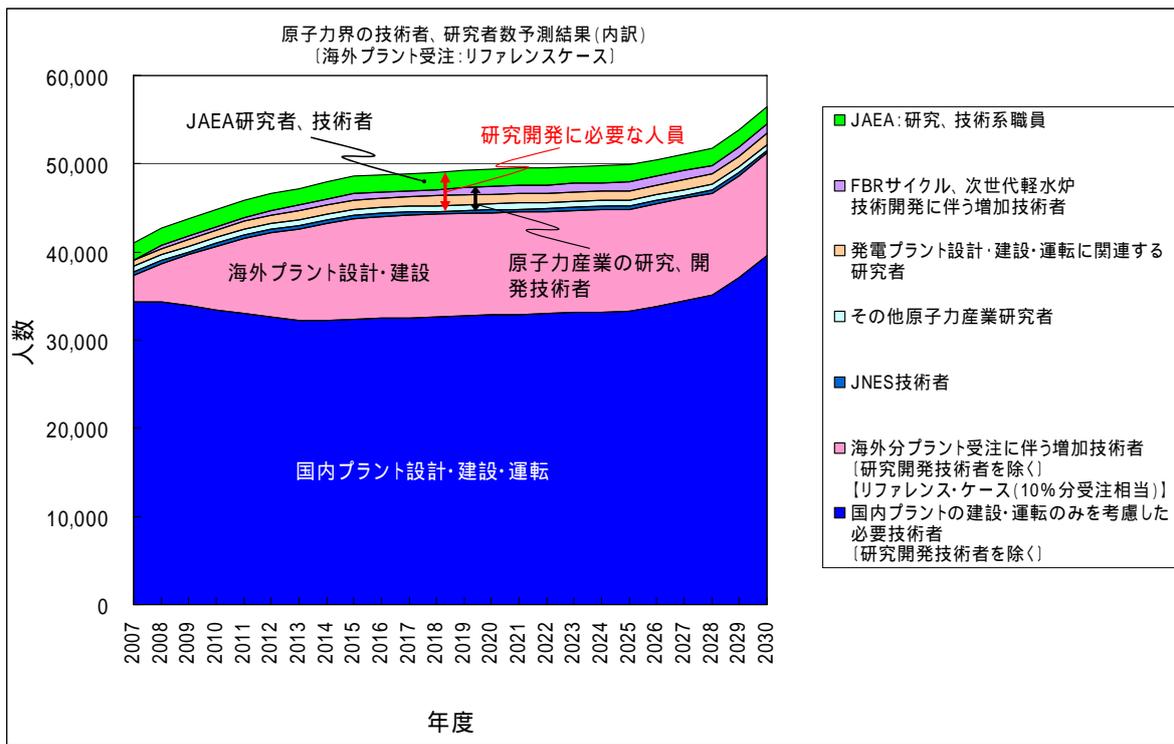


図3-18 我が国原子力界における技術者、研究者数予測結果

3.2.2 新規採用需要

将来の原子力技術者需要を予測するためには、原子力産業界における技術者数予測から新規採用者数を推定した。

なお、高専卒業者新規採用数の推定については、データがそろっている電気事業者においてのみ検討を加えた。

(1) 電気事業者

採用動向

2.3 項に示した電気事業者の近年の新卒者採用状況から考えると、以下のように考えられる。

- ・ 全技術者数の増員が、必ずしも新規採用増加には結びついていない。
- ・ 2006 年度には新規採用数が大幅に増加している。
- ・ 新規採用者の出身専攻分野の比率は、比較的安定している。

新規採用数の予測方法

上記採用動向を踏まえ、電気事業者の技術者数予測結果から以下のように新規採用数を推定する。

- ・ 全技術者数に対する新規採用技術者数の比（新規採用比率）の新卒者採用状況調査期間（1997～2006 年度）における平均値を用い、技術者数予測結果から新規採用数を推定する。（図 3-19 参照）
- ・ 原子力専攻新規採用者数については、新規採用数推定値から新卒者採用状況調査期間（1997～2006 年度）における原子力専攻比率の平均値を用いて推定する。
- ・ 他の専攻等に関しても同様の手法を採用する。

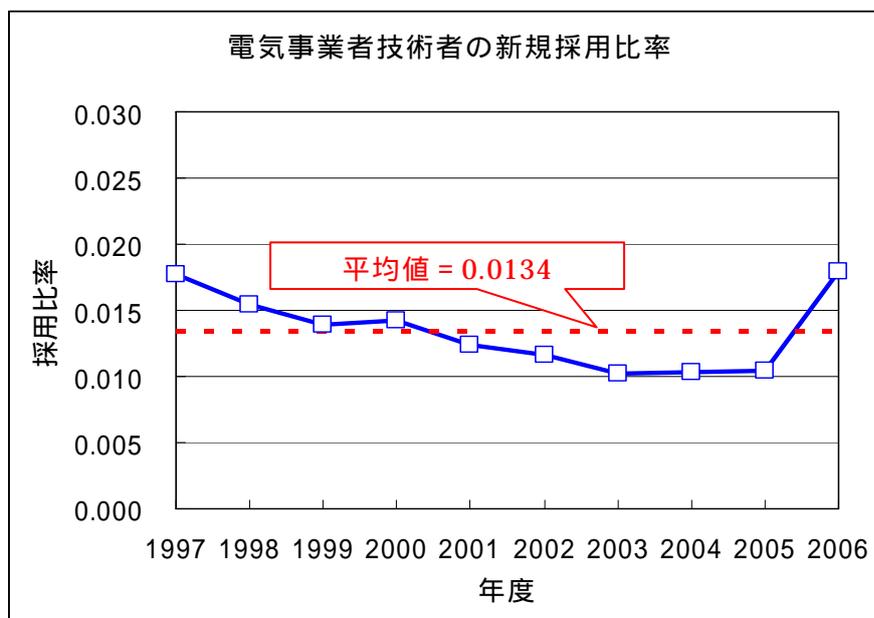


図 3-19 電気事業者における採用比率の推移

新規採用数の予測結果

図 3-20 に、電気事業者における新規採用数の予測結果を示す。

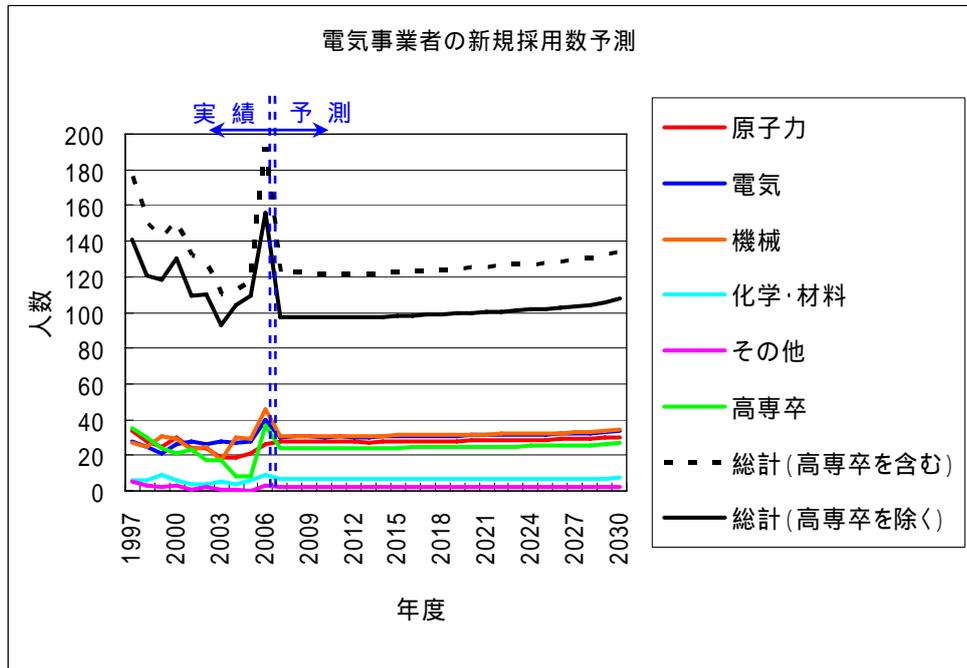


図 3-20 電気事業者における新規採用数の予測結果

(2) 原子炉メーカー等

採用動向

2.4 項に示した原子炉メーカー等の近年の新卒者採用状況から考えると、以下のよう
に考えられる。

- ・ 比較的安定した新規採用比率で推移しているが、2006 年度には新規採用数が大幅に増加している。
- ・ 新規採用者の出身専攻分野の比率は、比較の変動が大きい。

新規採用数の予測方法

上記採用動向を踏まえ、原子炉メーカー等の技術者数予測結果から以下のように新規採用数を推定する。

- ・ 全技術者数に対する新規採用技術者数の比(新規採用比率)の新卒者採用状況調査期間(1997~2006 年度)における平均値を用い、技術者数予測結果から新規採用数を推定する。(図 3-21 参照)
- ・ 原子力専攻新規採用者数については、新規採用数推定値から新卒者採用状況調査期間(1997~2006 年度)における原子力専攻比率の平均値を用いて推定する。
- ・ 他の専攻等に関しても同様の手法を採用する。

新規採用数の予測結果

図 3-22 に、原子炉メーカー等における新規採用数の予測結果を示す。

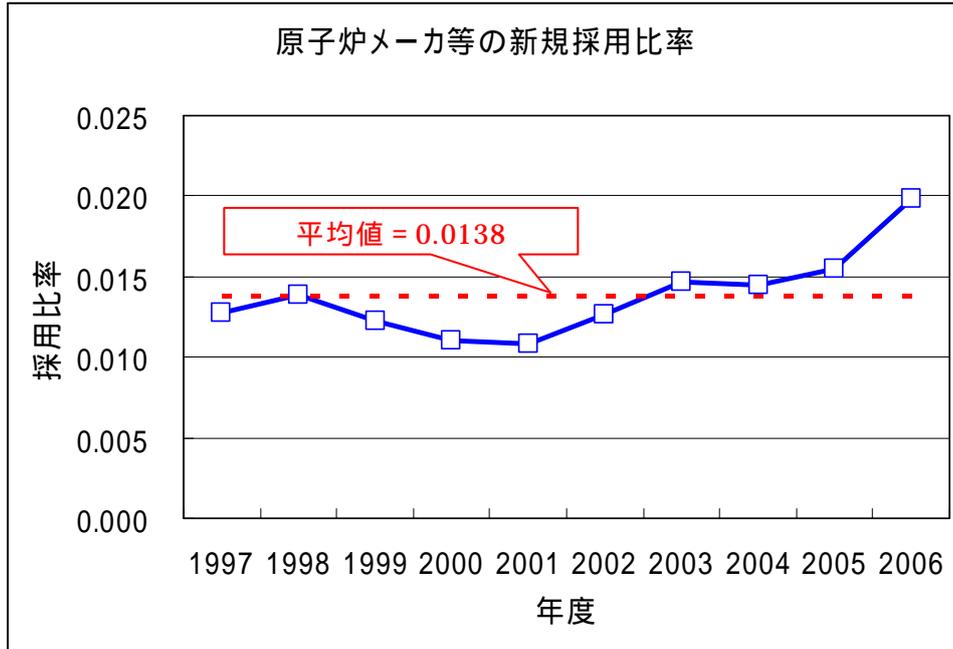


図 3-21 原子炉メーカー等における採用比率の推移

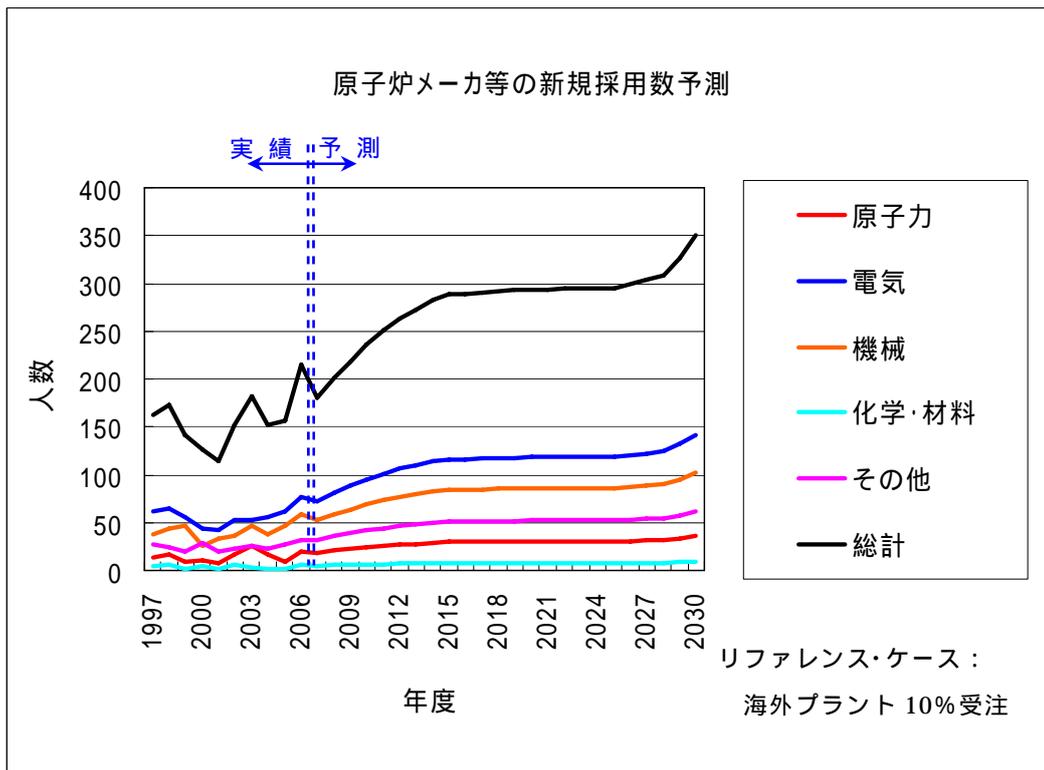


図 3-22 原子炉メーカー等における新規採用数の予測結果

(3) 全鉱工業

原産協会調査における鉱工業に対応した、技術者の新規採用に関するデータはない。従って、原子炉メーカー等における採用状況を参考として、以下のように、新規採用数を推定した。

新規採用数の予測方法

- ・ 原子炉メーカー等における全技術者数に対する新規採用技術者数の比（新規採用比率）の平均値を準用し、技術者数予測結果から新規採用数を推定する。
- ・ 原子力専攻比率に関しても、原子炉メーカー等における平均値を準用して推定する。

新規採用数の予測結果

図 3-23 に、全鉱工業における新規採用数の予測結果を示す。

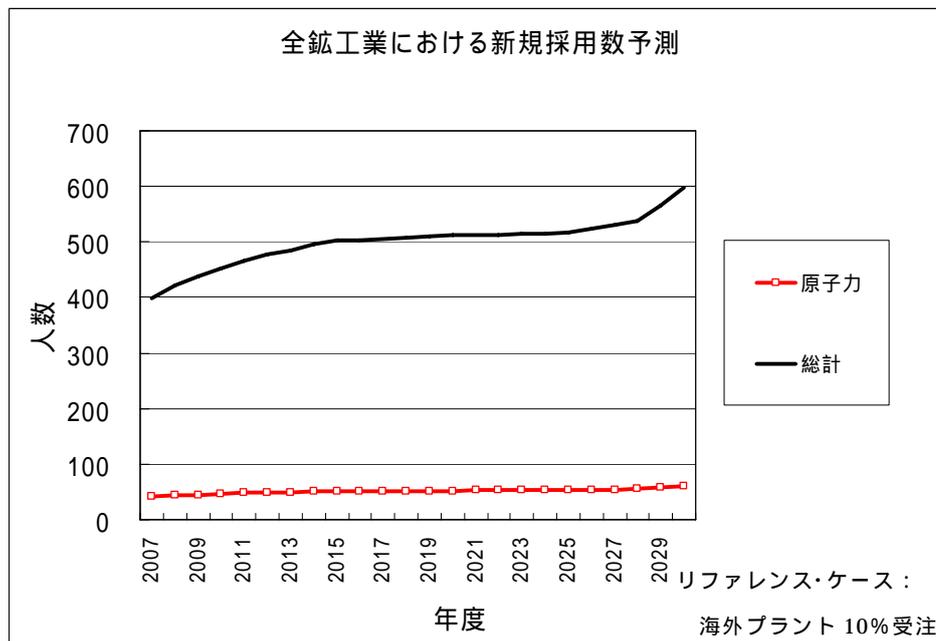


図 3-23 全鉱工業における新規採用数の予測結果

(4) 研究機関等

2.5 項に示した研究機関等の近年の新卒者採用状況を踏まえ、以下のように新規採用数を推定した。

新規採用数の予測方法

- ・ 対象としては、日本原子力研究開発機構（JAEA）および原子力安全基盤機構（JNES）を考える。
- ・ 今後の採用方針、定員の変更などを見通すことは困難であり、2.5 項に示した 3 年間の採用実績の平均値が 2030 年度まで維持されるものとした。
- ・ JAEA においては、正職員に加え任期付職員を対象とする。JNES においては、対象を新卒採用者のみとした。

新規採用数の予測結果

図 3-24 に、研究機関等における新規採用数の予測結果を示す。

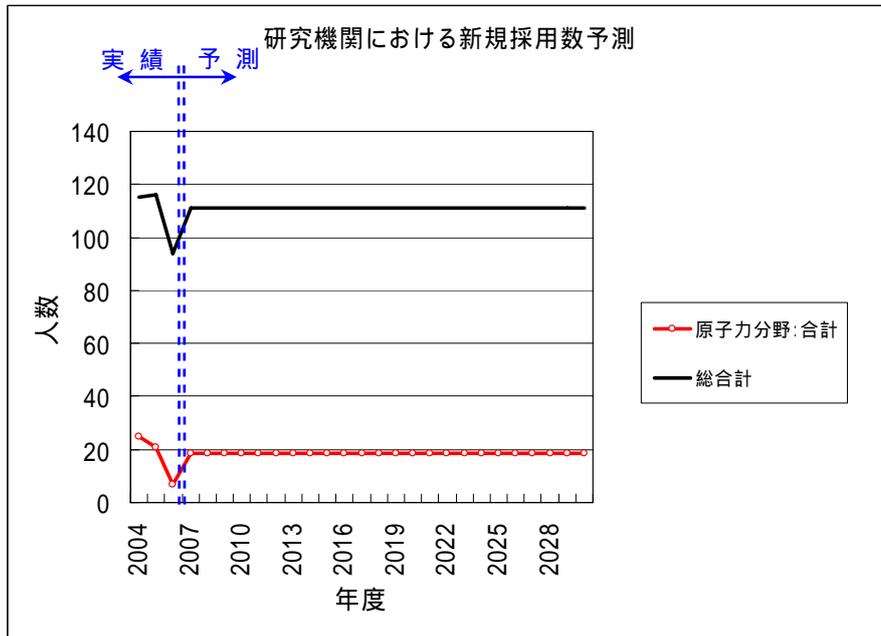


図 3-24 研究機関等における新規採用数の予測結果

(5) 我が国原子力界全体

(1) ~ (4)に示した検討結果を基に、我が国原子力界全体（原子力産業 + 研究機関等）での新規技術系採用総数および原子力専攻等採用者数を図 3-25、図 3-26 のようにまとめた。

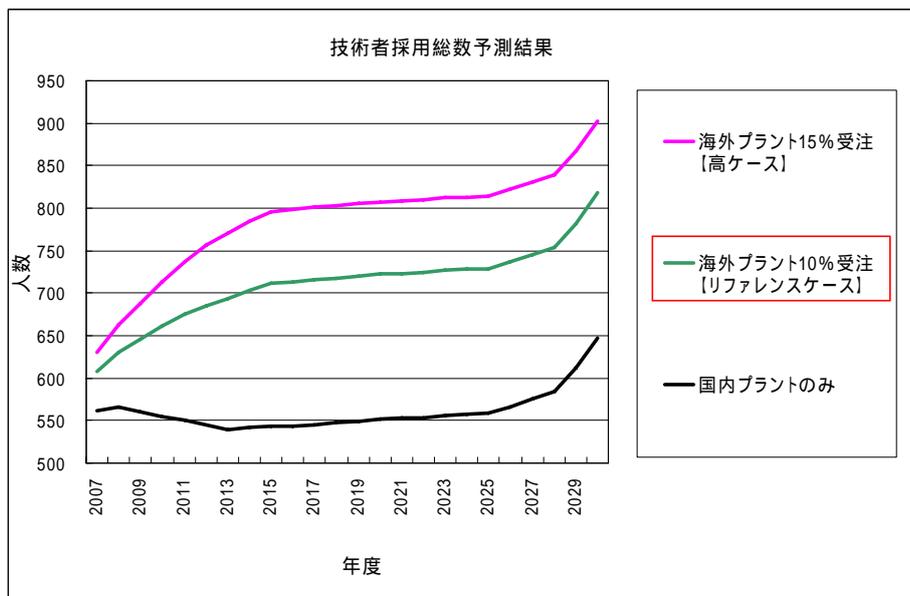


図 3-25 我が国原子力界全体での新規採用数の予測結果（技術系採用総数）

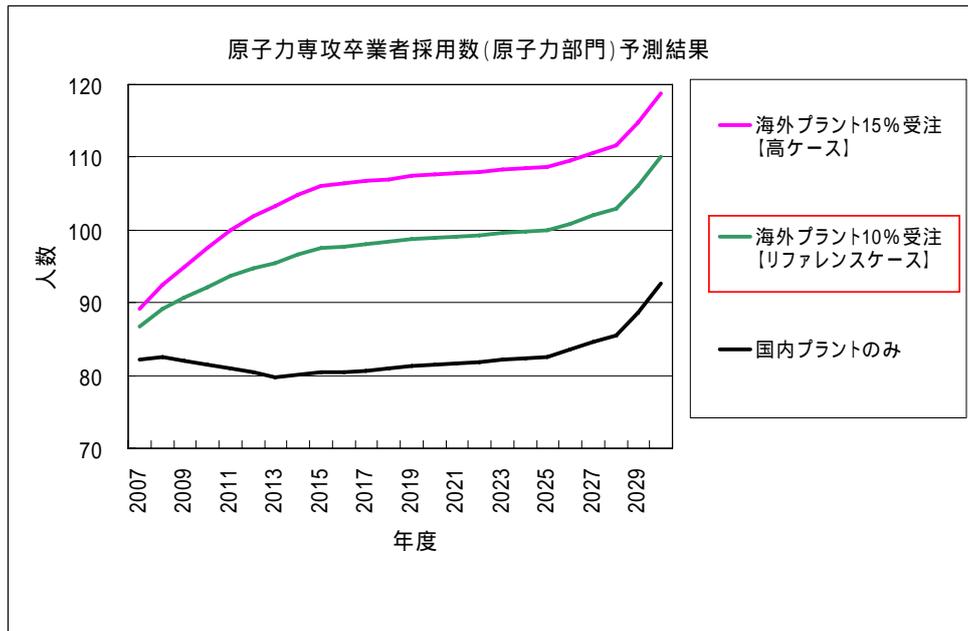


図 3-26 我が国原子力界全体での原子力専攻新規採用数の予測結果
(原子力部門の原子力専攻採用数)

なお、原子力産業の原子力専攻等採用者数については原子力部門への配属比率*を考慮して原子力部門の採用数(実需要)に加え、総採用数も算出した。(図 3-27 参照)

* 原子力専攻等採用者の原子力部門への配属比率については、直近の実績値としてメーカー 6 社において 86.2%であり、本予測においては原子力産業全体に準用した。

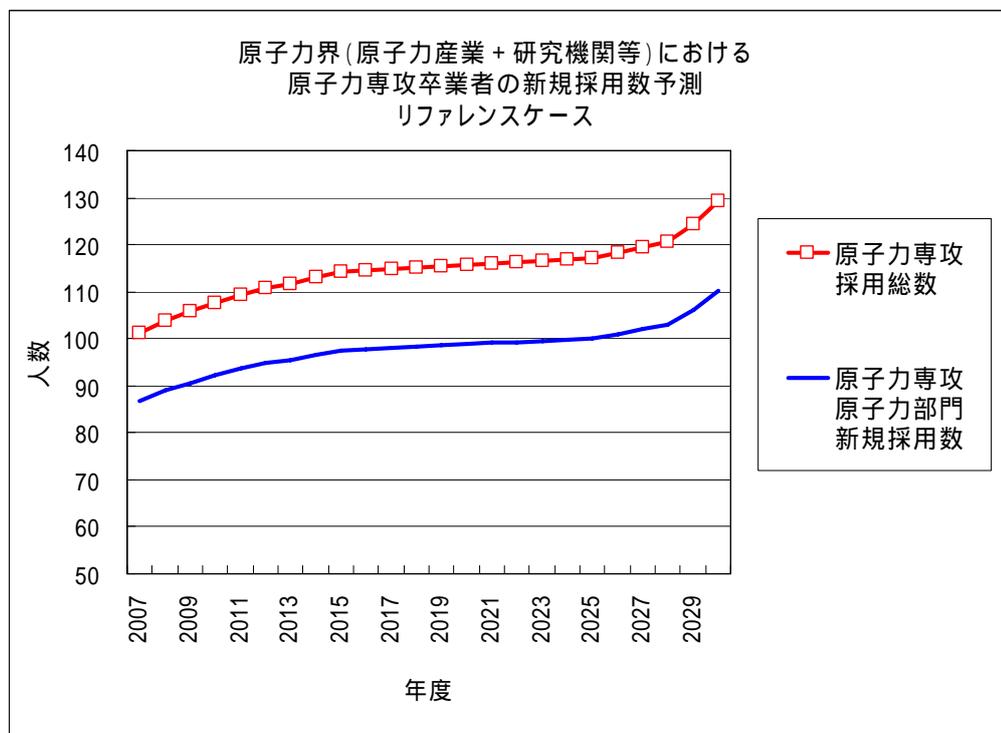


図 3-27 我が国原子力界全体での原子力専攻新規採用数の予測結果
(原子力部門以外への配属も考慮した総数：リファレンスケース)

2030年までを見通した新規技術者（学卒者以上）採用総数（リファレンスケース：我が国メーカーが海外プラントの10%相当を受注と仮定）は、700～900名/年程度、原子力専攻等卒業者は原子力部門の採用数（実需要）で100名/年前後、原子力部門以外への配置等を考慮した場合において、100～130名/年程度と考えられる。

(6) 原子力専攻卒業生新規採用数の予測結果に関する考察

上記(5)で示すように、原子力専攻等卒業生の今後の新規採用数の予測結果は、原子力部門以外への配置等を考慮した場合においても、100～130名/年程度と考えられる。一方、図2-2等に示した大学側の原子力専攻等卒業生就職データ（いわゆる出口調査）によれば、原子力関連企業、機関への就職者は、1990年代前半までは毎年200名程度であり、1990年代後半から減少後、再び就職者数が増加する傾向を示している。

これらの数値は、実績と将来予測という以上に開きがある。この差異が生じた原因としては、以下のような理由が考えられる。

- ・ 図2-2等に示した原子力専攻等卒業生就職データは、個別に各大学の卒業生の就職先を原子力関係就職者（業種別）/原子力以外の就職者を振り分けて集計したものであり、多少でも原子力あるいは放射線機器、利用等に関連する就職先企業、機関は全て「原子力関係」とした。また、就職企業、機関名称のみで分類を行っていることから、原子力部門以外への配属者も含まれている。

一方、図3-25～27に示す新規採用数の予測は、基本的に原産協会のデータに基礎をおくものであり、原産協会データが各企業、機関の原子力部門のみを対象としていること、また図2-2等に示した原子力専攻等卒業生の原子力関係就職先（企業、機関）の全てカバーしているとは言えないことから、限定された範囲での予測結果となっている。

- ・ 図3-25～27の予測においては、電気事業者（11社）およびメーカー（6社）の新規採用実績数と専攻別内訳の数値を拡大して適用することにより、原子力産業における新規採用数と専攻別内訳の推定を行っている。また、JAEAの新規採用数、専攻別内訳については、直近3カ年の実績をベースに、同規模の採用が維持されるものと考えた。

一方、表2-1に示すように、近年、大学における学科・専攻の大括り化、名称変更などにより、「原子力専攻」の定義が曖昧となっており、採用実績に示される「原子力専攻」の区分と、図2-2等に示した「原子力専攻等」卒業生の定義が一致していない（図2-2等に示した「原子力専攻等」卒業生の対象が、図3-25～27の予測における「原子力専攻」より広い）可能性がある。〔例：JAEAの在席研究者・技術者および新規採用者の専攻別分類では学校基本調査（文部科学省）の学校系統分類表に従っており、表2-1に示される範囲と比較して、より限定された範囲が「原子力専攻」に該当している。〕

- ・ 原子力専攻等卒業生の原子力部門以外への配属については、電気事業者（11社）およびメーカー（6社）の実績値を原子力産業全体に拡大して適用しているが、こ

れ以外の企業等において原子力部門以外への配属比率が高い可能性がある。

このような事情を勘案し、図 2-2 等に示した原子力専攻等卒業生就職データに対応した今後の新規採用数の推定を試みた。推定に当たっては、以下のような考えに依った。

- ・ (5)までの新規採用数予測と同様の方法により求められた新規採用数と原子力専攻等卒業生就職データ(実績値)を比較し、補正係数を求める。(補正係数 2.1)
- ・ 図 3-26 に示す原子力専攻新規採用数予測結果に補正係数を掛け、原子力専攻等卒業生就職データ(いわゆる出口調査)に対応した原子力専攻等卒業生の新規採用数予測数を求める。
- ・ ここで求めた原子力専攻等卒業生の新規採用数予測数には、原子力関連企業、機関の原子力部門以外への新規採用数も含まれるものと考えられが、原子力部門における新規採用数予測をそのまま拡大して適用する。

これらの考えに基づき推定した、原子力専攻等卒業生就職データ(いわゆる出口調査)に対応した原子力専攻等卒業生の新規採用数予測結果を、図 3-28 に示す。図 3-26 に示した結果と比較すると、ほぼ倍の値となっている。

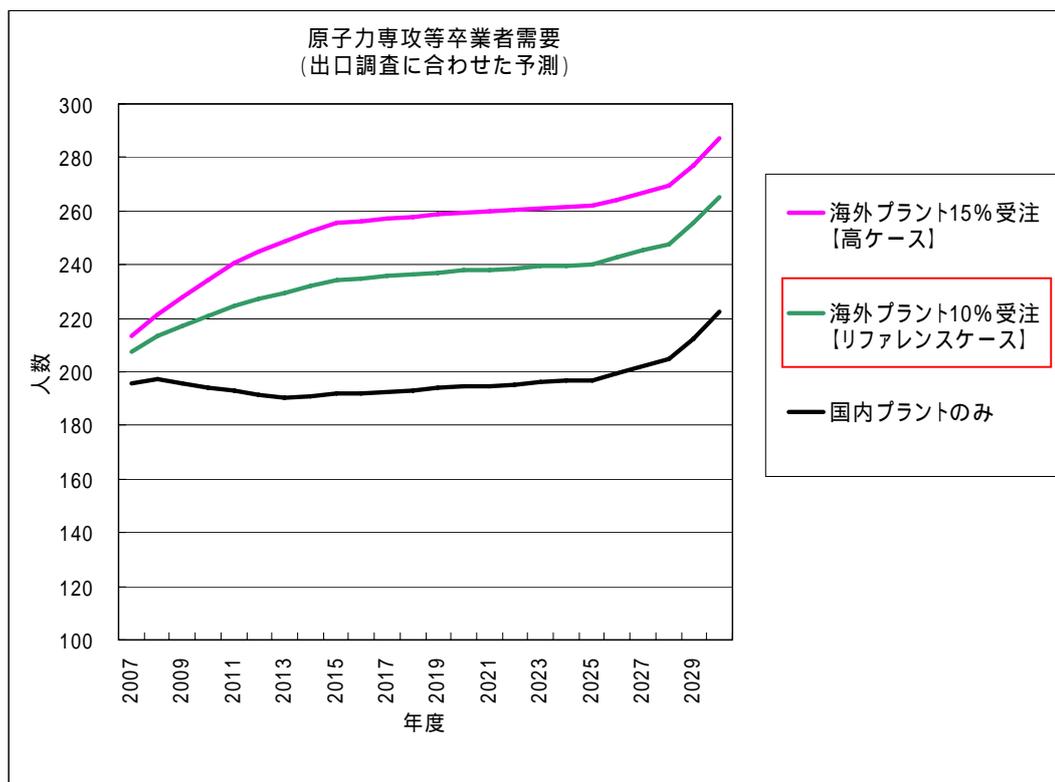


図 3-28 原子力専攻等卒業生の新規採用数の予測
(出口調査に合わせた予測)

3.2.3 原子力分野技術者の需給バランス

2030年度までの我が国原子力界における人材需要を推定した。このうち、原子力専攻出身者のリファレンスケース(我が国メーカーが海外プラントの10%相当を受注と仮定)における新規採用需要は、(対象が広がっていると考えられる)原子力専攻等卒業生就職データ(いわゆる出口調査)に対応した原子力専攻等卒業生の新規採用数予測結果によっても、年間200~270名程度と予想される。

今後も現状以上の原子力専攻等の教育体制と規模が維持されるとの前提に立ち、2006年度における原子力専攻等新卒者の就職総数と原子力関連機関、企業等への就職率が40%程度であることを考慮すれば、我が国原子力界における200~270名程度の人材需要には、数値だけ考えれば十分に対応可能な範囲であると考えられる。

しかし前項に示したように、我が国メーカーによる海外プラント受注規模の拡大に伴い、必要新規採用技術者数も増加することも予想されるため、今後の状況の推移を見極め、必要に応じて教育体制の強化を図るなど、柔軟な対応を図ることが必要である。

なお、本検討においては短期的な需給については考慮せず、定常的な人材需要についてのみ推定を行っている。原子炉メーカー等における海外プラント受注に伴う急激に技術者の増強を必要とするような状況への対応としては、新卒者採用を増やすことももちろんであるが、短期的な戦力化の必要性から、シニアの活用、中途採用、他部門からの配置転換が主体になるものと考えられる。

3.2.4 技術開発人材の確保

我が国の原子力技術開発は、今後世界をリードしていくことが求められており、優秀な技術開発人材の確保も重要な課題である。2007~2030年の期間において、図3-18に示されるように、全技術者数の1割(3,000~5,000名)程度の研究者あるいは開発に携わる技術者が必要と見込まれ、単に技術者数の充足だけでなく、質的な向上も重要な課題である。

参考文献：

- [3-1] 「原子力人材育成の在り方研究会」調査報告書（平成 18 年度 大学・大学院等における原子力人材育成の在り方調査），日本原子力産業協会，2007 年 3 月
- [3-2] Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030 2007 Edition ，IAEA（国際原子力機関），July 2007.
- [3-3] 世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の開発について，経済産業省プレス発表，2007 年 9 月 12 日
- [3-4] 高速増殖炉サイクルの研究開発方針について，文部科学省 研究開発局，2006 年 11 月 2 日

4. 海外の原子力人材基盤との比較

4.1 人材の長期的傾向の日本と海外の比較

原子力業界のこれからの趨勢を把握するために、日本と米国の原子力の創成期からの約 50 年に亘るプラント建設状況とそれともなう人材の定量的な状況の推移を調査した。またフランスについては、情報が米国ほど得られないが様々なデータを収集した。

まず、人材動向が安定しているフランスでは、原子力が国策であり、また CEA にしる EDF にしる Areva にしる半国策会社であり、原子力人員計画は安定した状況を示している。当然、採用も安定しているものと考えられる。

仏原子力庁（CEA）は、1945 年に設立された商工業を行う公的機関で、2006 年現在で 15,332 人の常勤従業員を擁する。民生原子力分野の研究開発、国防関連技術開発、基礎研究等を遂行する国の機関である。CEA の従業員数の推移を図 4-1 に示す[4-1]。設立後、順調に従業員数を伸ばし、1968 年には最高数の 31,000 人までほぼ線形的に増加したが、その後、1970 年～1980 年にかけて、COGEMA 等の CEA 子会社設立に伴い、従業員数は大幅に減少し、1980 年時点で約 18,000 人まで急激に減少している。1998 年には 16,000 人程度になり、2000 年代に入ってから、15,000～15,300 人程度の幅で安定的に推移している。

EDF の総雇用者数は、以下のように安定的に推移し、最近は増加してきている[4-2]。

1990 年	119,831 名	1994 年	117,507 名	1995 年	116,805 名
1996 年	116,918 名	1997 年	116,462 名	2005 年	161,560 名

Areva 再編前の旧 Framatome 社と旧 COGEMA 社の雇用状況について示す。Framatome 社の雇用者数の推移のデータを図 4-2 に示すが、安定していると言える。原子力計画の実施は、原子力部門以外の産業全体の雇用を創出し、また技術開発の面でも他の産業界へ応用できる技術が開発された。同社での雇用が 1 に対して、納入会社と請負企業は平均 1.5 の雇用があったとされる。

COGEMA 時代の 1997 年時点で、雇用者数は 18,629 名、またラ・アーク再処理工場の従業員数は 3,130 名、また下請け企業の従業員が 4,000 名ほどいたとされる。

Areva 再編後の従業員数の実績は、以下に示すように増加の一途であり、2008 年には一万二千人を越え、この 3 年で倍増するものと予想している[4-3]。

2005 年	5,900 名	2006 年	8,600 名	2007 年	11,500 名
--------	---------	--------	---------	--------	----------

図 4-3 には米国の人材関連データを、論文[4-4]や ANS からの聞き取りなどから、〔原子力(ANS)会員数 + 原子力関係学科・専攻数〕としてまとめた。

米国では、大学における最初の原子力工学講座は、原子力発電所の建設に先駆け 1950 年代半ばに設置された。1960 年～1975 年にかけては、原子力発電産業の成長に伴って、原子力工学教育は拡大した。特に、1968 年頃に着工基数が 20 基を越すピークを迎え、

それに対応して原子力関係学科・専攻は一気に増えた。その後 1979 年の TMI 事故以降新規プラント計画がなくなったために、1970 年代後半以降になると、原子力発電炉の発注数減少、見通しより低めの電力需要の伸び、更には現行の規制環境による経済面への悪影響がもとで、教育インフラは縮小の一途を辿る。

米国の原子力学会である ANS の会員数は、その後も学会の努力もあり漸増傾向を続けてきたが、1995 年頃からさすがに維持できず急激に減少している。

プラント建設が計画されるとその時点から建設に先駆け大学では講座もできまた ANS でもわかるように技術系の人材も増えはじめている。また全体の傾向を見ると、建設基数に依存して人員が増減することから、新規建設計画の重要性が分かる。

日本の人材関連データの論文[4-5]や原子力学会からの聞き取りなどから、〔原子力学会員数 + 原子力関係学科・専攻数 + 学生数〕として図 4 - 4 にまとめた。

日本においても米国並みに建設ラッシュがあり、1973 年頃に建設基数が 20 基近くまでなるピークを迎えそれ以降も建設が続き、1993 年以降減少傾向が見られるものの、今でも建設は継続されている。それに対応し、かなり先んじて原子力関係学科・専攻は増え続け、その後 15 年くらい維持し続けたが、建設基数の減少、大学の講座の大括り化、などが要因となって減少している。技術者総数で見ても、1980 年くらいまでは急激に増加しそれ以降も漸増していたが、建設基数の減少、電力自由化、などの要因によりここ数年減少傾向にある。原子力学会の会員（専門家）数で見ると、原子力産業の盛況につれ安定的に増えてきたが、最近は技術者総数と同様に減少傾向にある。このまま建設基数の減少が続けば、いずれ米国の二の舞となるものと予想される。

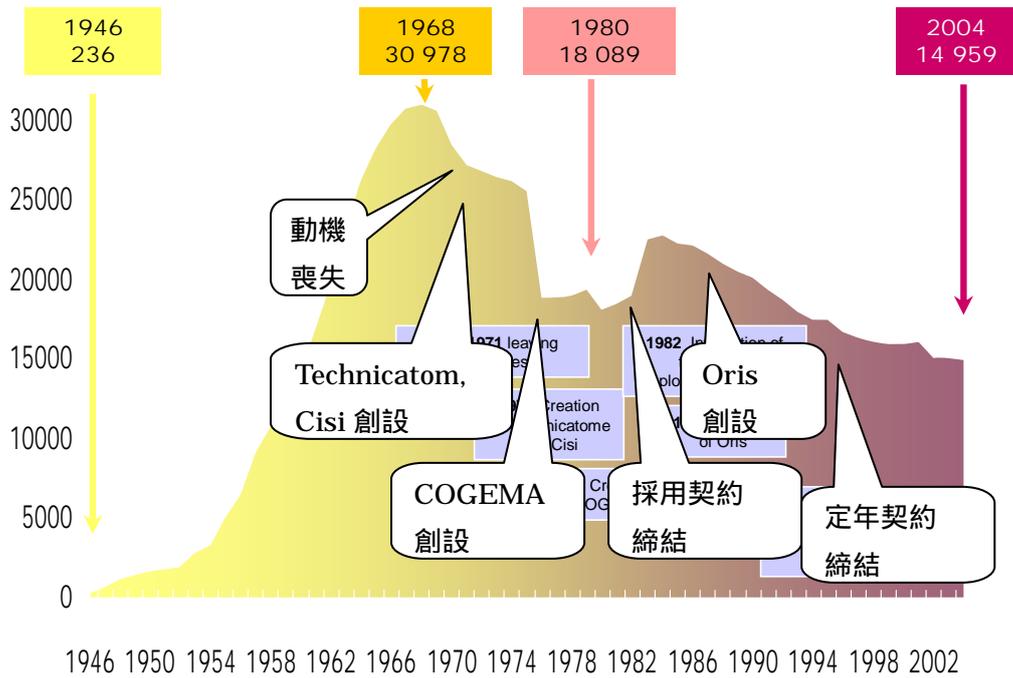


図 4-1 仏原子力庁（CEA）の従業員数の推移[4-1]

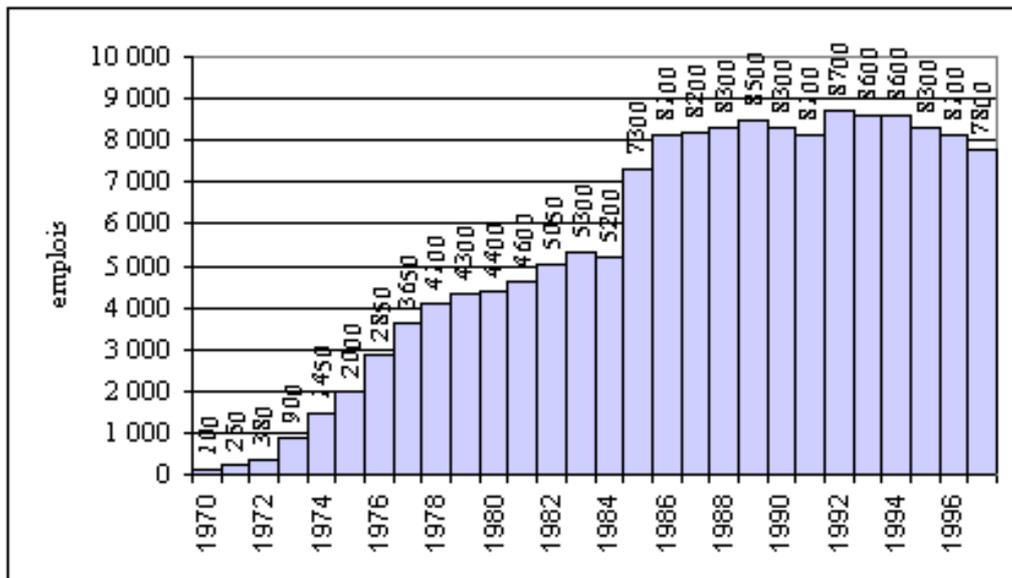
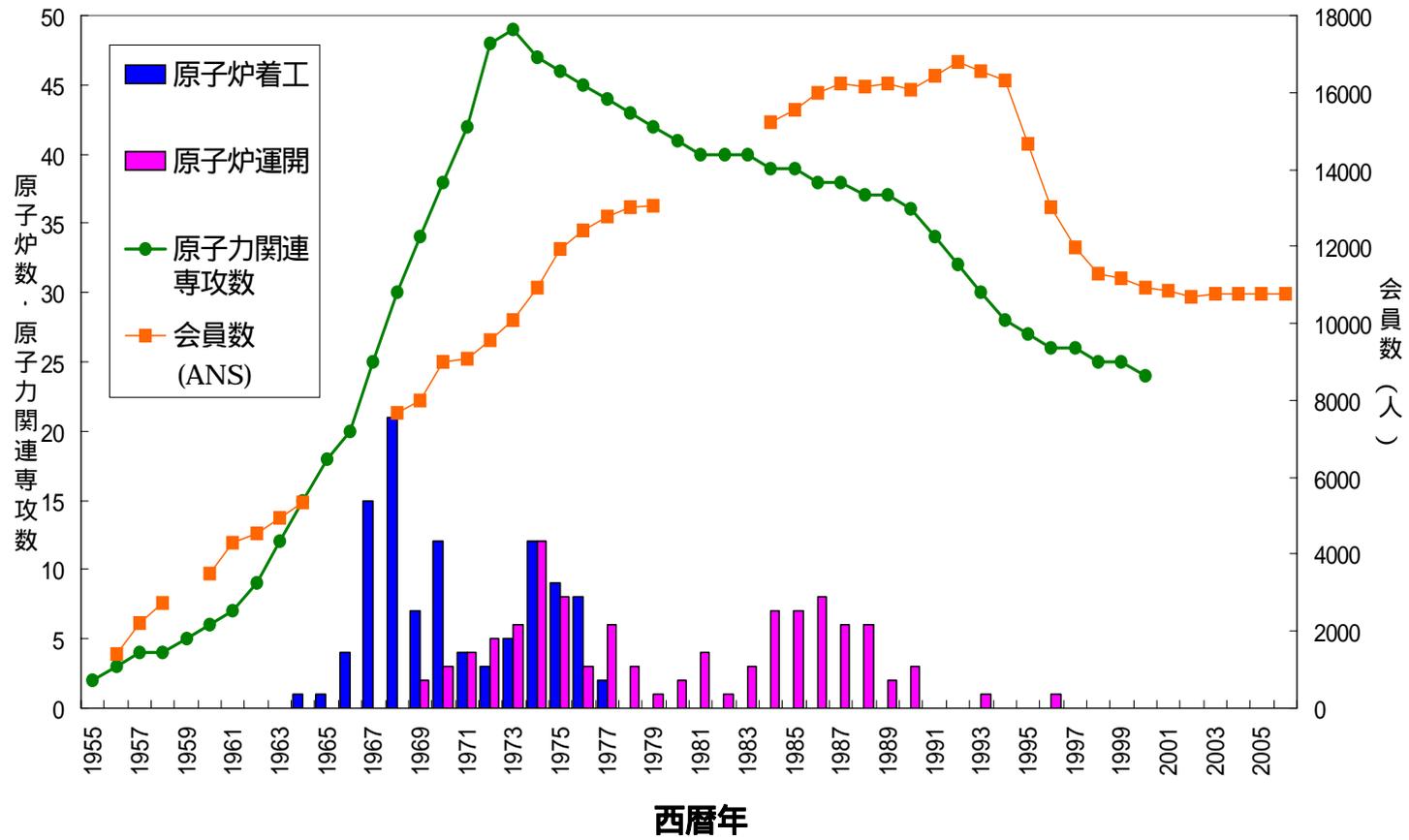


図 4-2 仏 Framatome 社の従業員数推移[4-1]

人材関連データ(米国)



(出典： C, Goodnight[4-4]および ANS より直接入手した資料により作成)

図 4-3 米国の大学における原子力関連専攻数と原子力学会(ANS)会員数推移

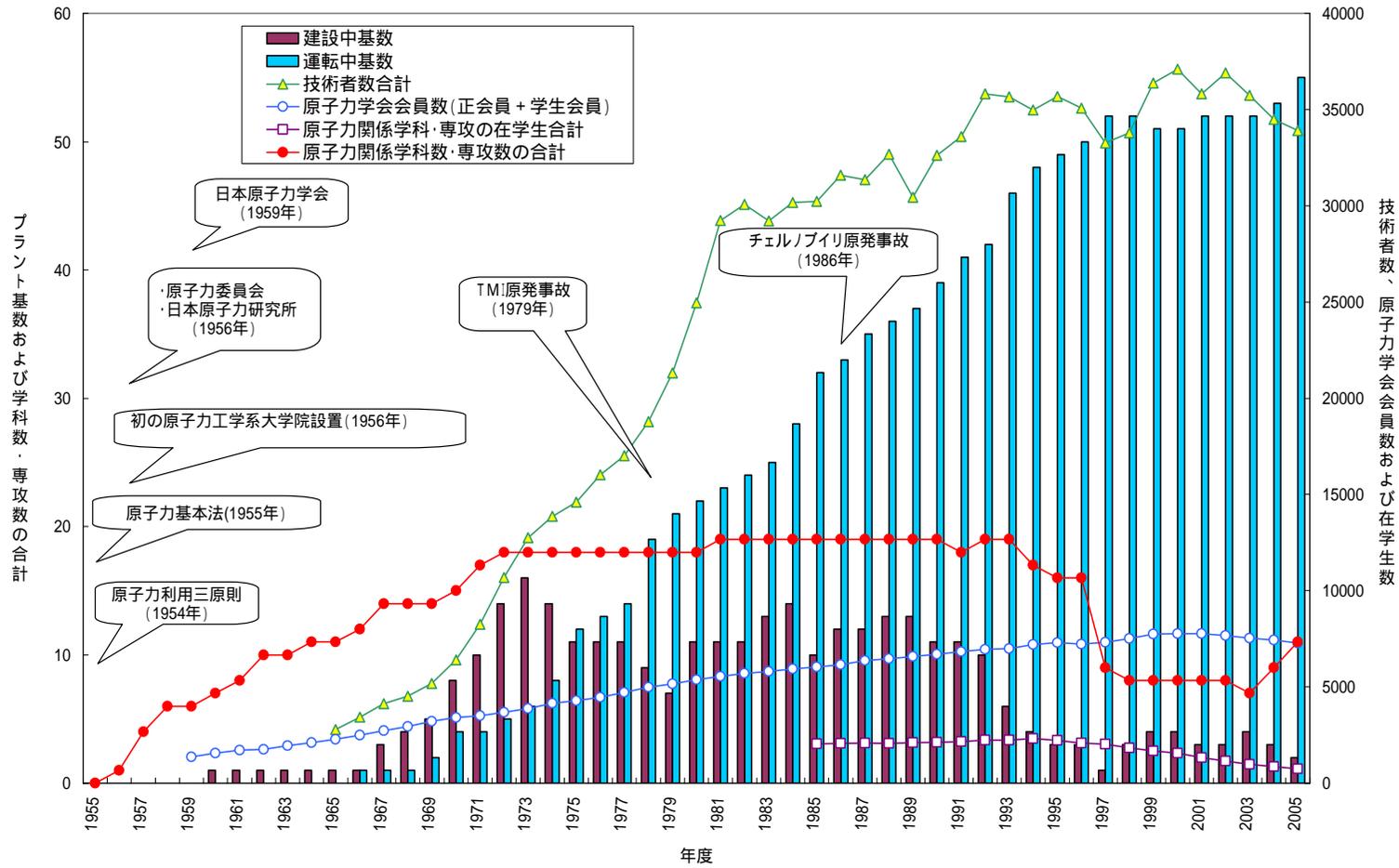


図 4-4 日本の人材関連データ (出典: FNCA 資料[4-5], 日本原子力学会、原産産業実態調査、日本原子力学会「2006 春の年会」資料より)

4.2 年齢構成の日本と海外の比較

原子力専門家の高齢化が、問題として認識されつつあるが、その実態を様々な分野ごとの年齢構成から検討する。

図 4-5 には、OECD が 1998 年にまとめた各国の原子力教職員の年齢のうち代表例を年齢分布と平均年齢として示す。教職員で見ても、日本と米国が顕著に高齢化していることが分かる。トルコは、原子力プラントの建設が計画されているために、若手人材が育ちつつある。またフランスは、各技術者の計画的採用とともに、教職員も計画的に若手が育っているものと考えられる。

図 4-6 の米国の原子力人材調査結果は、“NEI Work Force Survey (May 2004) ” の分析結果を整理したものである。若手が少し増加傾向にあるが、40 歳代の人材が減少し 50 歳台以上の人材が増加し、高齢化が進んでいる様子が見える。

図 4-7 で日本原子力学会会員の年齢分布を見てみると、2001 年から 2006 年の 5 年間で、50 歳代以下が減少し 56 歳以上が増加する傾向が見られ、年齢構成が 5 歳分程度そのまま高齢化していることが分かる。

図 4-8 には、日本の原子力メーカーの原子力部門の技術系従業員の年齢分布の時間的な推移を示す。1992 年から 2001 年そして 2005 年までの 15 年間で、徐々にではあるが高齢化が進み、年齢構成がそのまま 5 歳分程度ではあるが高齢化していることが分かる。

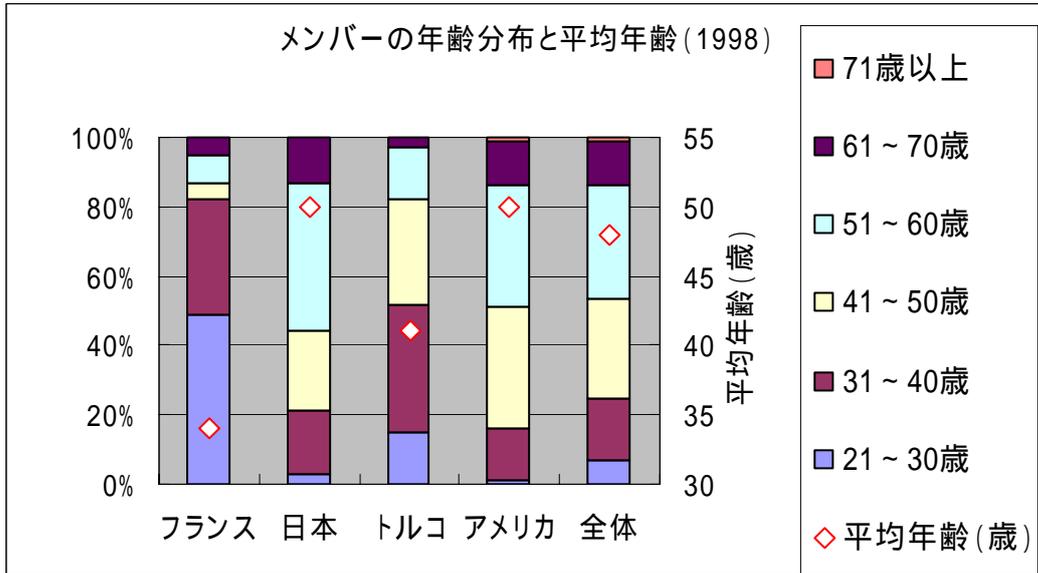


図 4-5 原子力教職員の年齢分布と平均年齢 (OECD、1998)

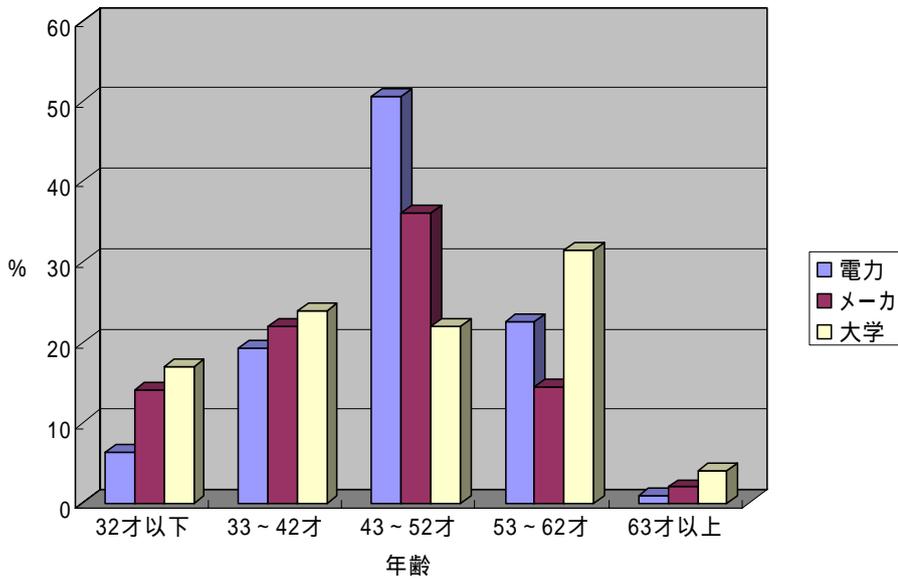


図 4-6 米国の原子力人材調査結果
(“NEI Work Force Survey (May 2004)”の結果をエネ総研が整理)

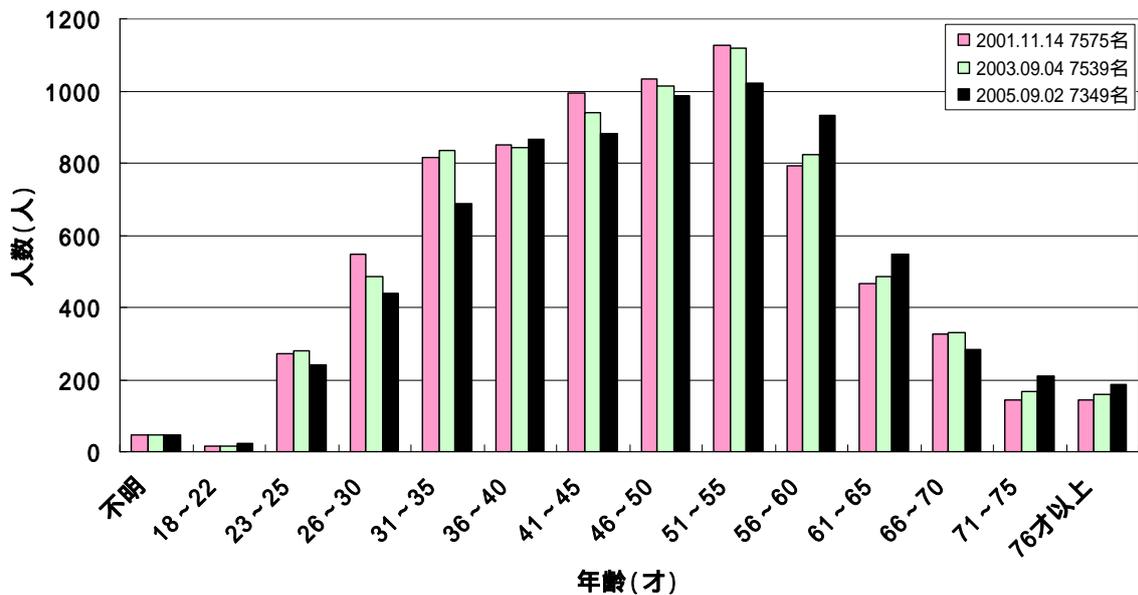


図 4-7 日本原子力学会会員の年齢分布(会員増強 WG の活動、06 年 3 月 24 日、河原暲)

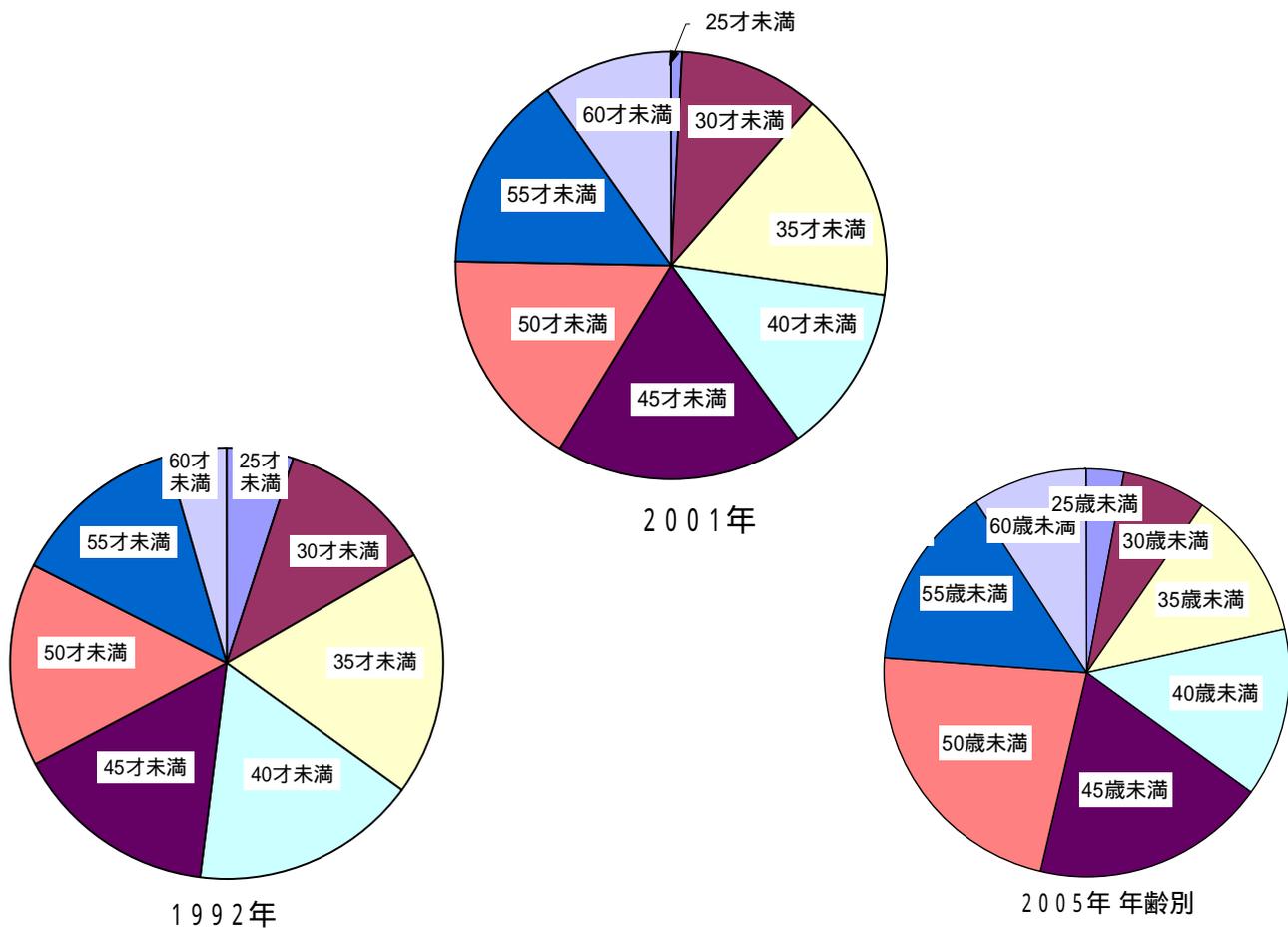


図 4-8 原子力メーカーの原子力部門における技術系従業員の年齢構成の推移

4.3 人材対策の例

フランスの原子力分野の高等教育体制は他国に比べて確立されていると言えよう。同国の原子力産業の安定した基盤は、この原子力教育を背景にしたものであると言っても過言ではない。

フランスの原子力教育では、フランス国立原子力科学技術機構（INSTN）が重要な役割を占めている。フランスの大学には原子力関連学科や専攻がないため、他の専門学科を卒業した学生が INSTN において原子力の専門教育（大学院相当）を受けるといった形態をとっている。修士コースは、研究者向けと専門職向けの2つのコースに区分されているが、各コースの学生の就職に至るまでの流れを図 4-9 に示す。

INSTN を卒業した後の就職先は保証され、原子力にかかわるキャリアパスになっている点は極めて特徴的で、原子力産業の人材確保の上で合理的なシステムが形成されている。

一方、米国では最近リプレースの時期に来ており、あらたに原子力カルネサンスとして、人材需要が高まってきている。米国の原子力人材の高齢化状況と人材需要の対策として、原子力協会(NEI) は 2011 年までに原子力業界として 9 万人もの新たな人材が必要として、図 4-10 に示すようにその需要を公開している。また、図に記したように政府機関であるエネルギー省(DOE)も原子力規制局(NRC)も新たな政策を打ち出している。このため、人材が原子力業界に集まってきている模様である[4-3]。NRC では、最近では毎年 400 名くらいを新規採用している。

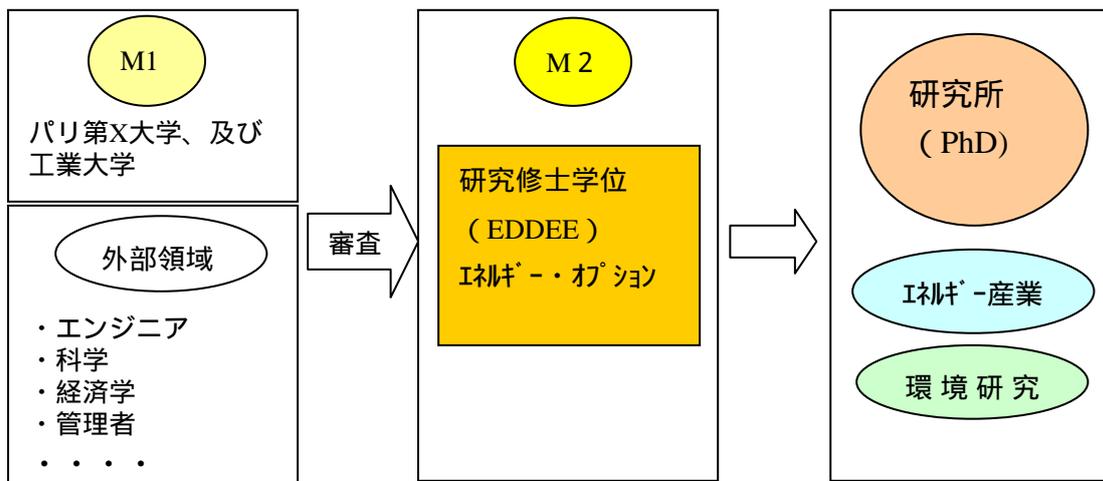
最近、特に 1999 年以降になって、米国政府によるエネルギー基盤の再建政策の後押しを受け、大学に向けての DOE 原子力局の予算が上向き傾向になってきたため、例えば学部学生の原子力工学への入学者数も復活の兆しを見せている（図 4-11 参照）[4-6]。また、最近（1998～2006 年）の DOE 原子力局の大学の研究炉インフラ・教育支援予算の推移と原子力工学関連学位取得数の年度推移も図にまとめて示すが、同様の傾向が示されている。

図 4-12 に米国労働省による米国労働者の給与を示すが、米国 700 職種中、原子力技術者は 36 位であり（給与の高い職種は、順に外科医、会社役員、パイロット、弁護士、等）全職種の平均が 4 万ドルに対しその倍以上の 9 万ドルの年俸であることが分かる。これから、人材確保の要因としては、大学への予算措置と原子力界のニーズの提示に加え、原子力の技術者の給与体系が全国的に見て他職種と比べても高額であることが挙げられる。

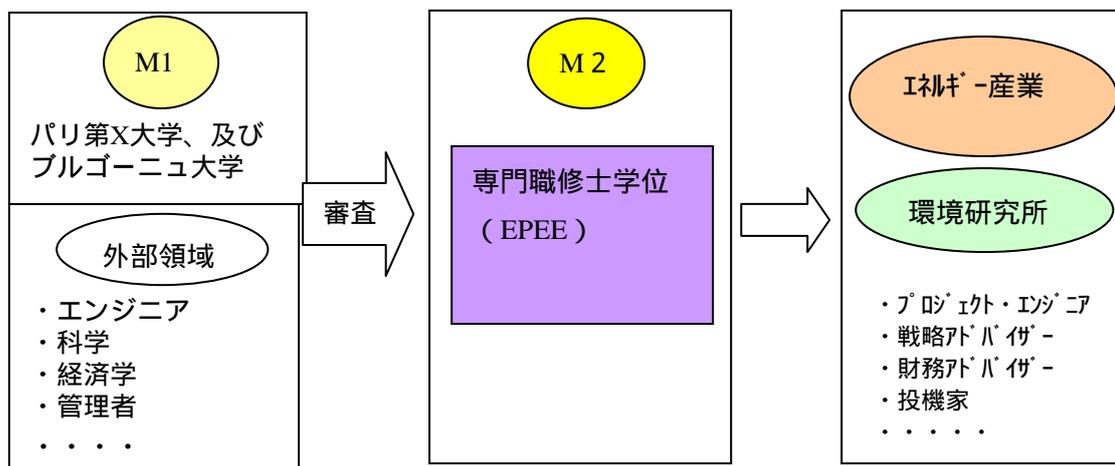
大学に予算があり産業界にニーズがあり技術者の給与が高ければ、有能な人材は集めることができるものと考えられる。

参考文献

- [4-1] 駐日フランス大使館と（財）エネルギー総合工学研究所とのパーソナル・コミュニケーションにより得た情報
- [4-2] EDF GROUP ANNUAL REPORT 2005
- [4-3] 第41回原産年次大会 「原子カルネッサンスは本物か」
- [4-4] C., Goodnight, "Overcoming The Challenges of The Aging Nuclear Workforce & Knowledge Transfer", WNA Annual Symposium 2006, September 2006.
- [4-5] A., Kawahara, " Human Resources Development in Nuclear Industry - Japanese Experiment ", Tokyo FNCA Symposium 2007, September 2007.
- [4-6] Nathalie Popiolek, "Master's Degree in Energy and Environment Economics Research
- [4-7] L.B. Bienhoff, "The Future of the Nuclear Workforce: The Government's Role," Washington Internship for Students of Engineering – American Nuclear Society (ANS), Summer 2003.
- [4-8] "Nuclear Engineering Enrollments and Degrees Survey, 2006 Data," Oak Ridge Institute for Science and Education, No. 60, 2007.

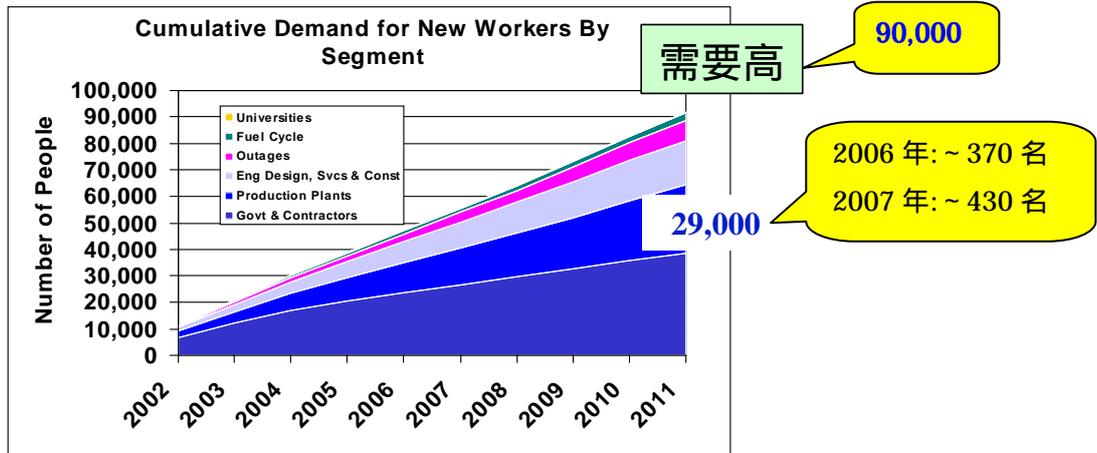


研究職



専門職

図 4-9 INSTN 研究・専門職修士課程のリクルート・コース[4-5]



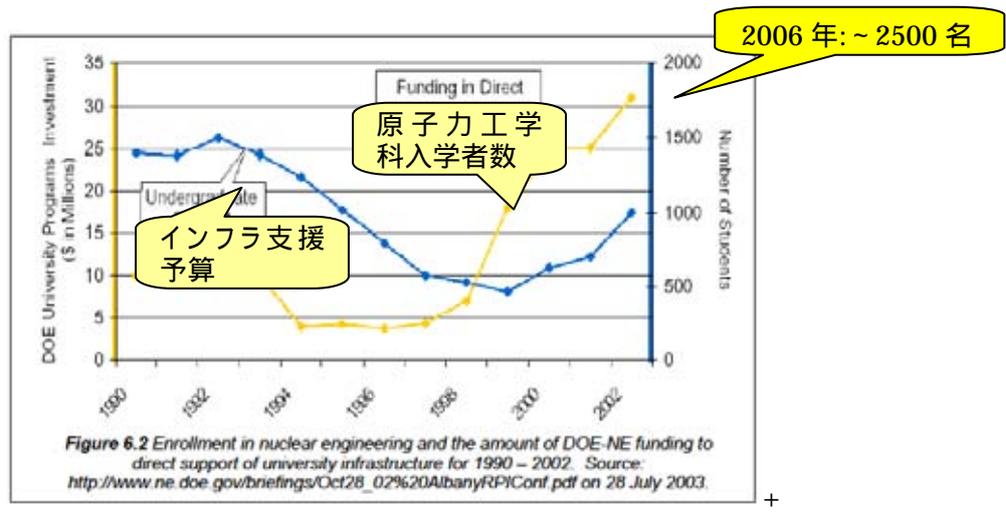
原子力関連の人材需要予測

Angelina S. Howard (Executive Vice President
NEI) ,Conference on Nuclear Training and
Education August 20, 2002

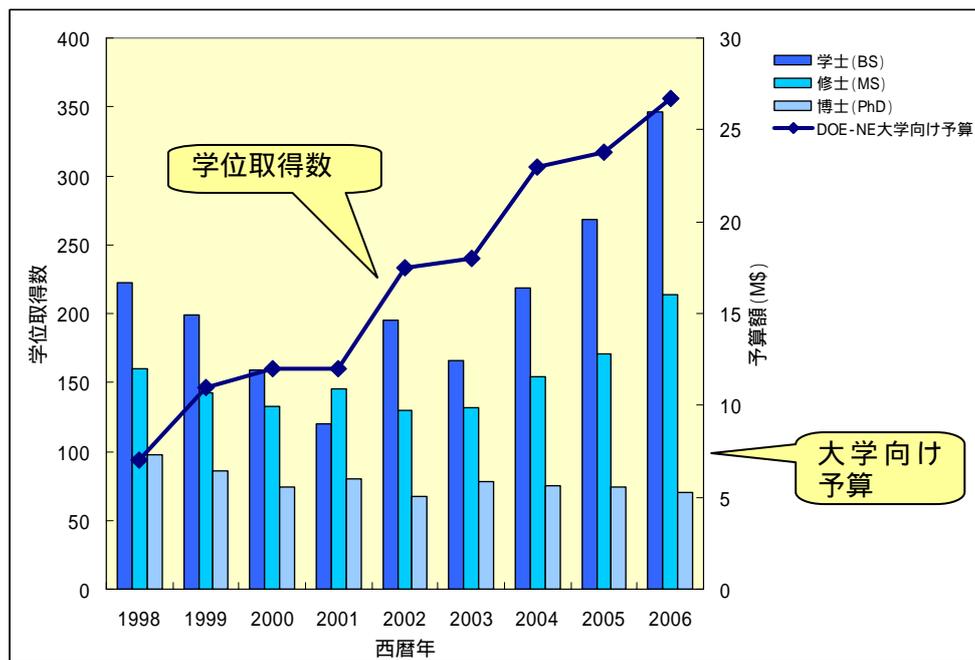
- DOE
- ・大学の所有の研究炉に対する教育基盤の整理
 - ・原子力工学研究補助金
 - ・DOEと産業界の共同原子力工学補助金 等
- NRC
- ・有能な人材の採用(有能人材の優遇、奨学金、インターンシップ制度、他)
 - ・再雇用、退職猶予制度
 - ・既雇用者の外部での再学習 等

政府機関の施策

図 4-10 米国の原子力人材の状況と対策

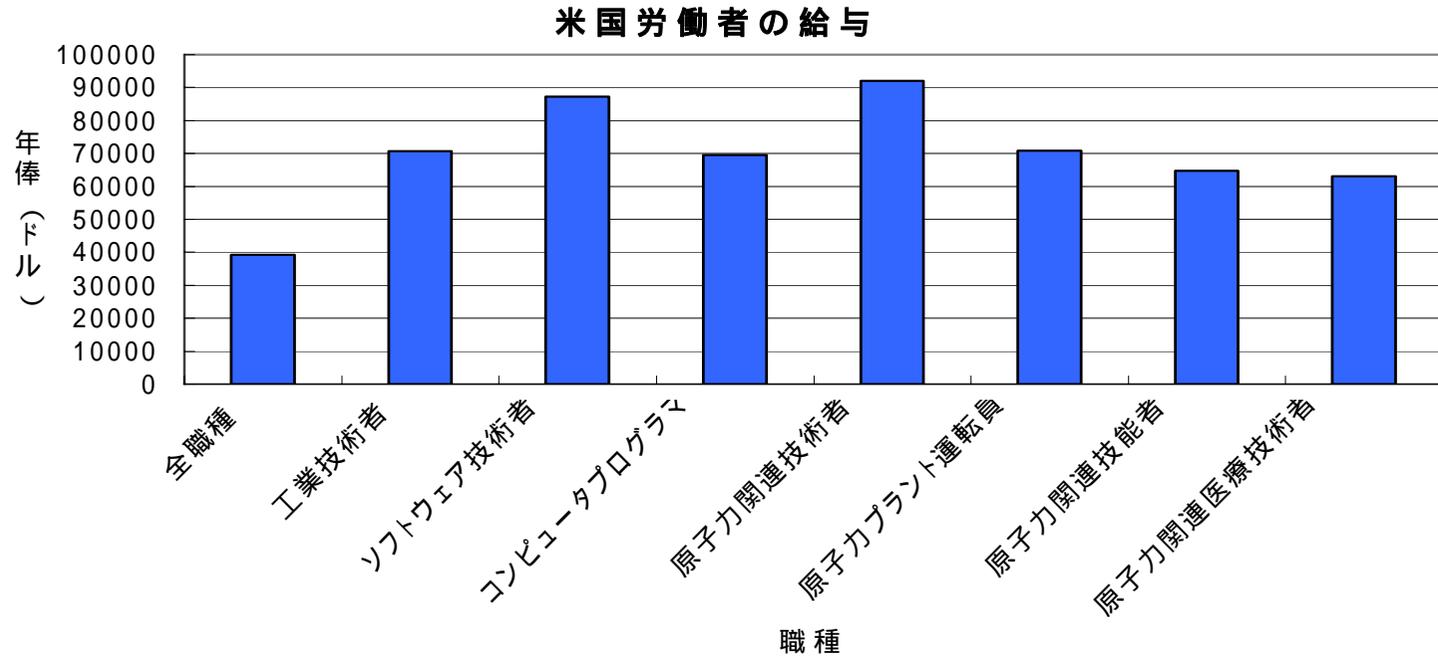


原子力工学科入学者数と DOE 原子力局の大学インフラへの直接支援予算の推移 (1992 ~ 2002 年) [4-6]



原子力工学学位取得数と DOE 原子力局の大学向け予算の推移 (1998 ~ 2006 年) [4-7]

図 4-11 米国の DOE 原子力局の大学向け予算の効果



(出典: 2008年度米国労働省統計)

	全職種	工業技術者	ソフトウェア技術者	コンピュータプログラマ	原子力技術者	プラント運転員	技能者	医療技術者
雇用者数(人)	132604980	198340	329060	69500	14870	3750	6400	19270

図 4-12 米国労働者の給与と原子力技術者の位置づけ

5. 原子力界における人材基盤に関する課題

本調査研究では、海外文献調査、定量的な分析、各界のインタビュー、などに基づき、様々な調査を実施してきた。その分析結果の概要を 5.1 節にまとめ、その課題を 5.2 節で議論する。

5.1 分析結果のまとめ

(1) 各種人材データの分析

産業界の人材データの分析のもととなる主要なデータソースは、原産協会が昭和 34 年から毎年実施している「原子力産業実態調査」であり、最新の 2006 年データは 48 回の調査となる。それに加え、産業界のご協力により多くのデータを提供いただき、また様々なデータソースや情報で不足を補った。原子力部門の技術系従業員の 1985 年から 2006 年の 20 年以上にわたる時間推移では、総技術者数こそ電力では増加傾向、鉱工業ではほぼ横ばいと傾向が異なるものの、電力、鉱工業とも、建設プラント数の減少に伴い研究者や設計者が減少し、稼働プラント数の増加に伴い運転保守やサービス部門の人数が増加している。このような構造の変化さらには最近の海外建設プラント建設計画の急速な立ち上がりに伴い、原子力部門の再構築、技術者の再配置、人員増強などにより技術者の能力の活用が図られている。

また、原子力学会や大学原子力教員協議会のご協力もいただき、原子力関連学科の就職では 40% ほどの学生が原子力関係の企業に就職しており、そして産業界で見ても原子力関連学科から 20% 近くを採用しており、建設プラント数の減少にもかかわらず（2006 年に増加傾向にはあるが）ここ十年ほど安定して推移している。また、企業内の原子力事業各分野で、原子力系学生が分布して中核部分を占めていることもことが分かった。

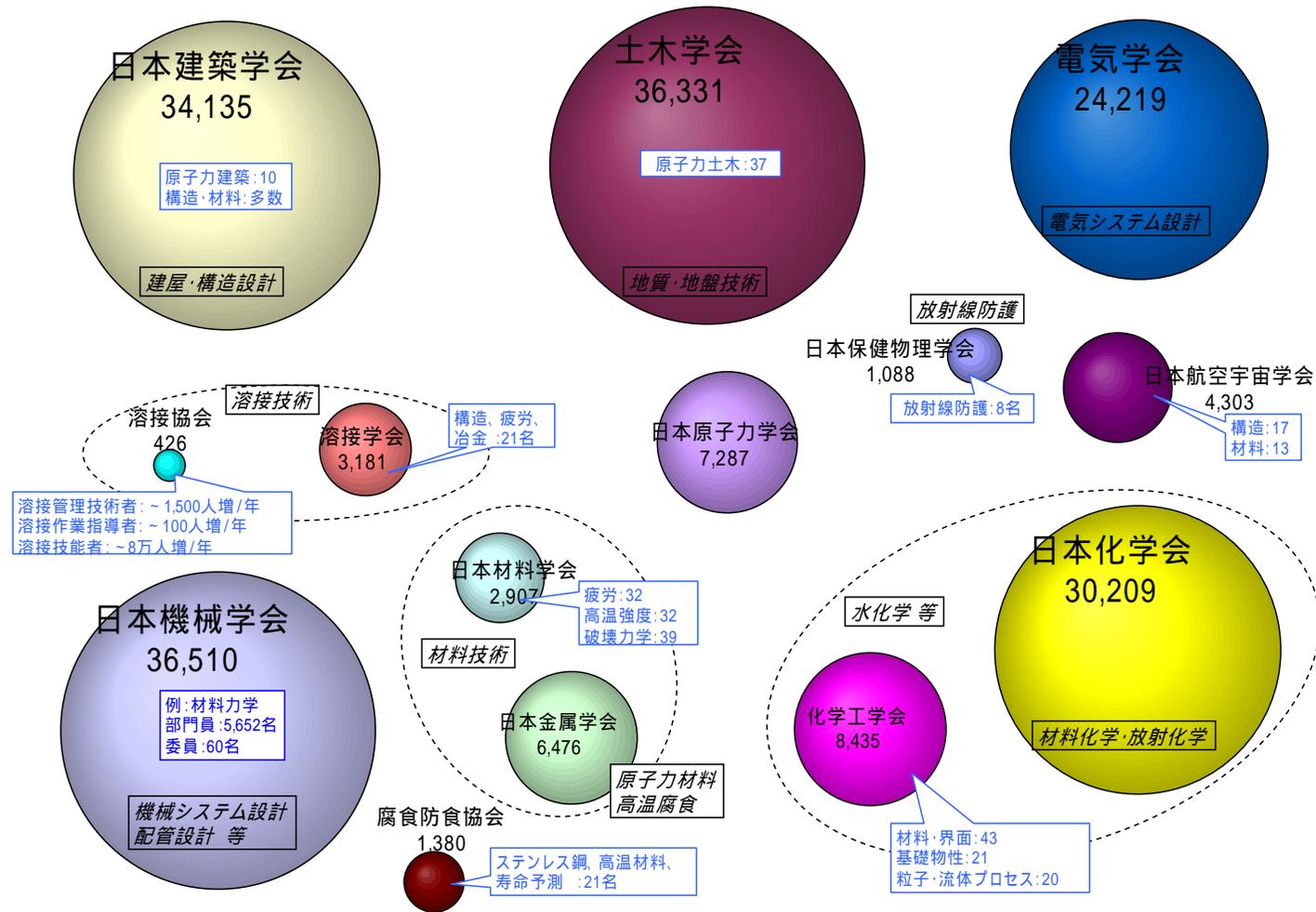
(2) 将来の人材状況の予測

先の各種人材データの分析データや結果を用いて、1990 年から 2030 年の 40 年間で、実績とそれからの予測として繋いでみた。現在が人材問題の端境期にあり、今後は、国内需要のみを考えれば、しばらくは人材要求に多くは望めないが、その後のプラントリブレース時期には人材要求が増えるなど波が出てくるものと予想される。しかし、産業界は海外の原子力建設の中核を担うことが世界的に期待されており、積極的に海外展開を図ることにより、この人材課題を乗り切るどころか更なる発展が期待できる。例えば、「世界のプラント建設において日本の技術者の寄与が需要の 1 割」と想定すると、今後の原子力技術者の需要は年々増加するものと期待される。

(3) 人材基盤の状況- 原子力産業人材要求の視点-

原子力産業は、多くの他分野からの技術的な支援の上に成立している。その状況を学協会の

人数から見ても、図 5-1「原子力産業に関連する潜在人材のイメージ」に示すように、多数の専門家人材が存在していることが分かる。また、当然のことながら若手研究者や学生も多数ひかえている。要求を明確化し、人材ニーズの長期展望と原子力の重要性を発信し、他分野との連携を進めていくことが重要である。そのためにも、原子力界の人材も、原子力の専門知識だけでなく多くの他分野の最新動向を知識として持っているように、間口を広げておくことが望まれる。いずれにしても、原子力業界の三すくみの状態と閉鎖性を取り除くことと原子力産業の安全性の徹底が先決であろう。



図の大きさは、人数に比例、黒字数値： 正会員 + 学生会員の人数、青字数値： 専門家の人数（統計時期は不定）

図 5-1 原子力産業に関連する潜在人材のイメージ

5.2 人材基盤の課題に対する対策の検討

人材基盤の課題に対する対策を明確にするには、以下の5項目を順に検討し、課題を明確化し、そこから対策を抽出するプロセスが必要である。さらにその結果を原子力業界はもとより他分野へも広く提言することが重要であると考えられる。

(1) 全体方針の検討

(a) ロードマップ作成の方針

「将来計画が不明確なために、頑張れない状況にある」の認識でロードマップの作成が必要とされる。原子力立国計画があり、次世代軽水炉開発やFBR開発が行われており、国も予算をつけているが、2030年、2050年という通常の産業活動と比較すると遠すぎる将来の計画となっていることが、「夜明け前」の一番の寒さを感じさせ、頑張れない状況を作っているとの指摘があった。

ロードマップには、以下のように近々の具体的な計画と遠い将来を見越した夢のある計画の両方をリンクした形で盛り込むべきである。そして、必要技術と人材育成のロードマップだけで無くそれに必要な教育システムの作成計画を作ることが望まれる。また、作成したロードマップを各方面へ周知徹底する必要もあろう。

- 国際展開、国際協調の予想、課題、人材のあり方
- 保守・保守分野の将来展望や人材課題
- 2030年の次世代型軽水炉実現に向けての人材課題、計画
- 2050年のFBRサイクル実現に向けての人材課題、計画

しかし、そのための背景として、原子力業界の閉鎖性を除き、外部との対話の姿勢を進めていくことが先決である。

(b) 人材育成対策の方針

「2030年のリプレース時期の原子力ルネサンスまで技術を維持する」の覚悟で、以下のような項目を明確化して人材育成対策を立案することが肝要である。すなわち、国際化により海外のルネサンスを日本へ取り込みつつ、日本のルネサンスへの備えを図る「夜明け前」の時期と考え、人材維持や育成を検討すべきである。それがあれば、積極的に海外展開を図って大幅な人材要求が発生しても、十分に対応可能であろう。

- それまでの人材の減少と高齢化および技術開発力低下に対する、人材育成、技術継承の課題、あり方（学生、研究者、専門家）
- 要は、残すべき技術やそのレベルや人材とは何かを明確化すること
- 大学、産業界、官界のそれぞれが期待する人材像

- 産学連携の人材育成の将来像
- 研究機関、他学科(学生、基礎工学専門家)の役割、期待、協調のあり方

(2) 技術継承として残すべき技術

技術継承や人材維持を検討するうえで、まずは残すべき技術は何かを明らかにすることが要求される。以下の3つの技術が残すべき重要技術として挙げられた。

- 原子力のコア技術：炉物理、核物理、放射線
- 基礎・基盤技術：材料・腐食・溶接、構造、燃料、熱水力、振動、耐震、蒸気タービン、等
- プロジェクト技術：研究開発、プロジェクトマネジメント、要素技術とプラント技術を繋ぐ技術

原子力のコア技術については、そのための教育・研究炉の必要が指摘された。また、総合工学である原子力工学として、他の学科との連携を図るうえで学際のための技術も持つべきとの指摘もあった。基盤となる要素技術については、主に機械系であるが、技術の低下が危ぶまれており、何らかの対策が期待されている。メーカから強い危機感が提示されたプロジェクトマネジメント、プロジェクト管理技術については、実務を通じて獲得、維持、継承していかなければならない重要な技術であり、新たな国家レベルのプロジェクトへの期待がある。

それ以外に現状の大学教育で危ぶまれている重要な基礎技術として、実験の技術が多くの専門家から指摘された。その内容としては、装置作成技術、実験遂行技術、計装技術、分析技術などが挙げられる。そのためにも、施設の効率的運用が必要であり、施設老朽化対策の支援も期待されている。

現時点における個別的な課題に対する技術としては、産業界として保修の体系化、高経年化対策、安全管理高度化、等が必要と考えられており、大学の専門家の支援が望まれている。

(3) 人材維持として残すべき人材、能力の要件

技術継承や人材維持を検討するうえで、次には残すべき人材、能力とは何かを明らかにすることが要求される。

(a) 人材に必要な能力と人数

技術管理者(マネージャ)、研究者、技術者、技能者のそれぞれに必須の能力の定義と人数の把握がまず必要とされる。当然のことながら、教育者にも必須の能力と定義が必要である。

- マネジメント力、システム力- プロジェクト経験、幅広い知識
- 研究開発力- 方法論の知識、深く狭い知識
- 設計力 対象に対する知識、ノウハウ
- 匠の力 技能、ノウハウ

(b) 人材の専門性

人材の専門性への期待として、T字型、 字形などが考えられている。まず基礎技術を身に付けたうえで、研究者には研究開発力、技術者には産業応用力を習得することが理想の型と考えられている。

(4) 技術を残す方策

上記により、人材要件や残す技術が明確になると、次に検討すべき課題は、それを残す方策は何かである。以下のような対策案が抽出された。

- ナリッジマネジメント：教科書（コアカリキュラムの）作成、規格基準（基礎・基盤そのもの）の重要視（評価システム、支援）、基礎・基盤や教育の評価システム、マニュアル化、シニア活用
- 長期的な研究開発プロジェクト：次世代型軽水炉、FBR、先進的放射線利用
- 技術者を尊重する風土の醸成：報奨制度、給与体系
- 残すべき技術への長期的支援：研究施設整備、長期の研究支援
- 原子力研修センター（JAEA）、専門職大学院の活用
- 大学教育での連携強化：原子力学科大学間連携、大学内学科間連携、産学連携

(5) 長期的人材要求の明確化

以上の検討に基づき、長期的人材要求を明確化することが大切である。そして人材要求を「原子力は社会を支え、地球環境を守る基幹技術」とのメッセージとともに外部に発信することが、最終的な目標となる。地球温暖化や化石資源枯渇の解決策として、原子力のエネルギー・地球環境問題における役割は明らかであるが、それを明確に発信することが重要である。

(a) 技術ロードマップ

まず技術ロードマップとして、夢のある将来を見渡す全体像を提示することが先決である。

- 次世代軽水炉，FBR， Gen. IV，海外展開，核融合，先進的放射線利用
- エネルギー・地球環境問題における原子力の役割の提示
- 原子力信頼性確保の道筋の提示

(b) 人材ロードマップ

次に人材ロードマップとして、以下のような長期的人材要求（技術課題）を明確にし、他分野や基礎教育分野へ発信することが必要である。長期予測によれば、人材要求に対して数値的には対応可能であると分かったので、その質的な課題を明確化することが必要である。学生に対しては、原子力専攻はもちろんとして、機械や電機の専門性への期待の大きさも提示すべきであろう。

- 世界をリードする原子炉開発能力-技術力とプロジェクト力

- 成熟技術の必要性の提示：構造、材料、腐食、溶接、、、
- 成熟技術、基盤技術の対応方針の提示：技術継承講座、、、
- 新たな（安全）研究課題の抽出と提示：高経年化、高燃焼度化、、、
- 物作り技量維持の場の設定
- グローバルな人材、社会学系人材

さらに、原子力分野に限らず一般的な人材課題として、キャリアパスの明確化、選択の自由度や尤度、雇用率の確保、技術者の社会的な評価制度(処遇，報酬，社会的な認知)等を、整備することも大切である。

以上、課題と対策を述べてきたが、以下は各機関の課題と対策として整理してみる。

各種データ分析とインタビュー結果や過去の知見を、図 5-2「人材の現状：課題と対策」としてまとめる。様々な機関で過不足や高齢化が進み、人材の流動化や人材育成や技術継承が必要とされることが分かる。また大学と産業界側との間に、専門性に対する認識のギャップがあることが、明らかとなった。

その課題を時間的推移として整理すると、図 5-3 の「人材に係る長期課題への対応イメージ」のようになり、若手研究者やシニアの活用が期待される。また、長期的視点に立った技術ロードマップ作成とそれに基づく人材育成が必要である。さらには、この人材課題を乗り切るためには、産業界が積極的に海外展開を図る（例えば、世界のプラント建設において、日本の技術者の寄与が需要の1割、と想定）こと、またそれを外部に発信していくこと、が望まれる。

各機関の役割分担は、以下のように考えることができる。もちろん、産官学が協力して実施すべきことは論を俟たない。なお、米国の原子力技術者に対する高い報酬、ニーズの公開、NRC,DOE など政府機関の資金的支援などの教育政策、また仏国の研究・技術者の計画的採用、専門大学院のキャリアパスの確立、など外国に参考となる方策がある。

- 産官学： 原子力の環境・エネルギーへの寄与の認識、原子力技術・人材ロードマップの提示、高性能・高品質・世界標準の原子力技術確立へ向け研究開発、大学生のみならず、小中高校生も含めたエネルギー教育、キャリアパスの明示、原子力技術者の高い評価
- 電力： 大型リプレースの早期化や化石から原子力へのシフトの明確化、定常的研究を維持する仕組み
- メーカー： 他電源に勝る原子力システム提案と開発、グローバル企業化による海外展開の活発化
- 大学： 原子力技術の確立、原子力基礎工学・基盤技術の維持
- 研究機関： FBR サイクル技術開発、原子力基礎・先進的研究、量子ビーム、核融合研究
- 官： 次世代軽水炉等のナショナルプロジェクト、海外展開支援、国際化のための大学

支援、規格・基準の支援

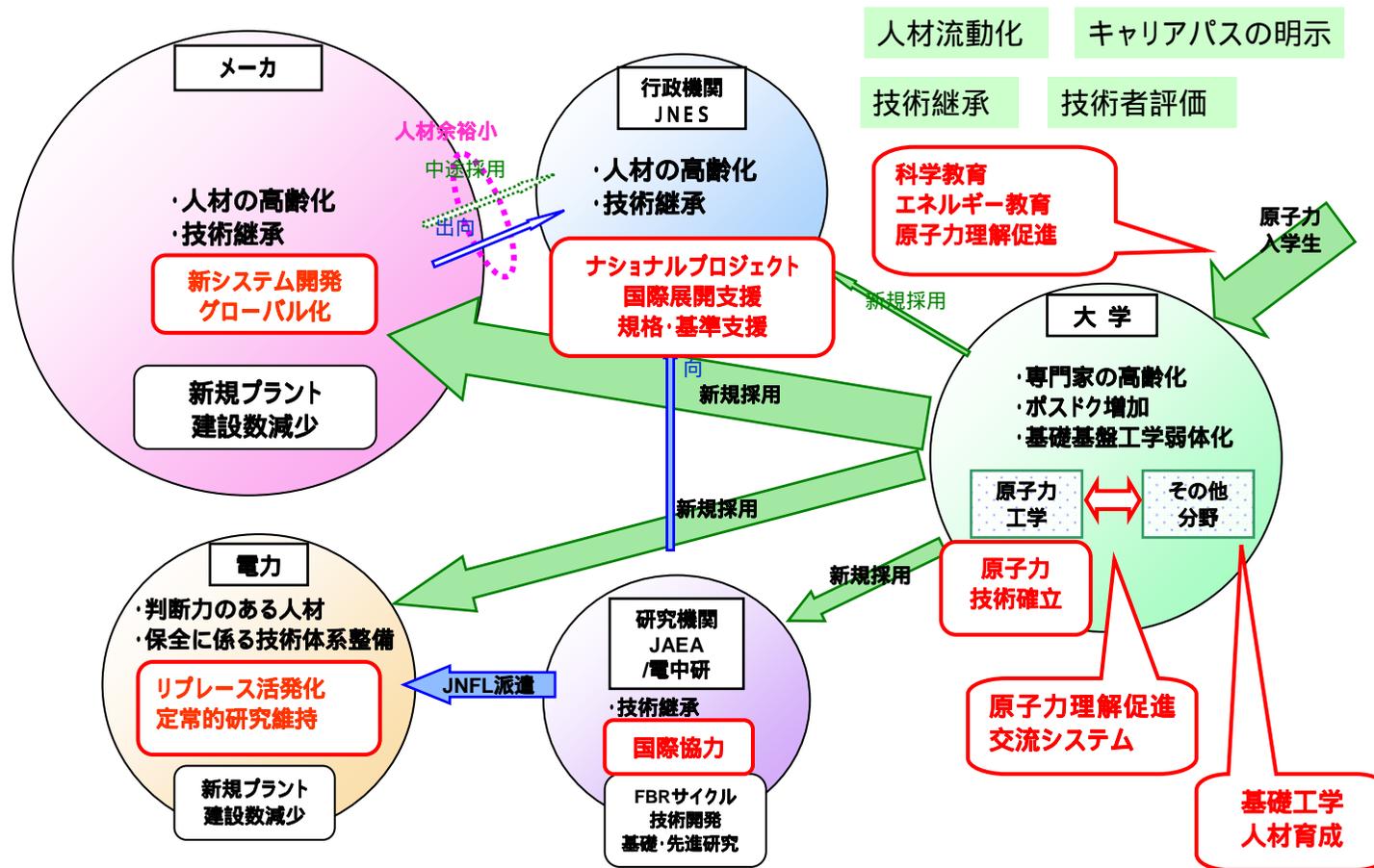


図 5-2 人材の現状：課題と対策

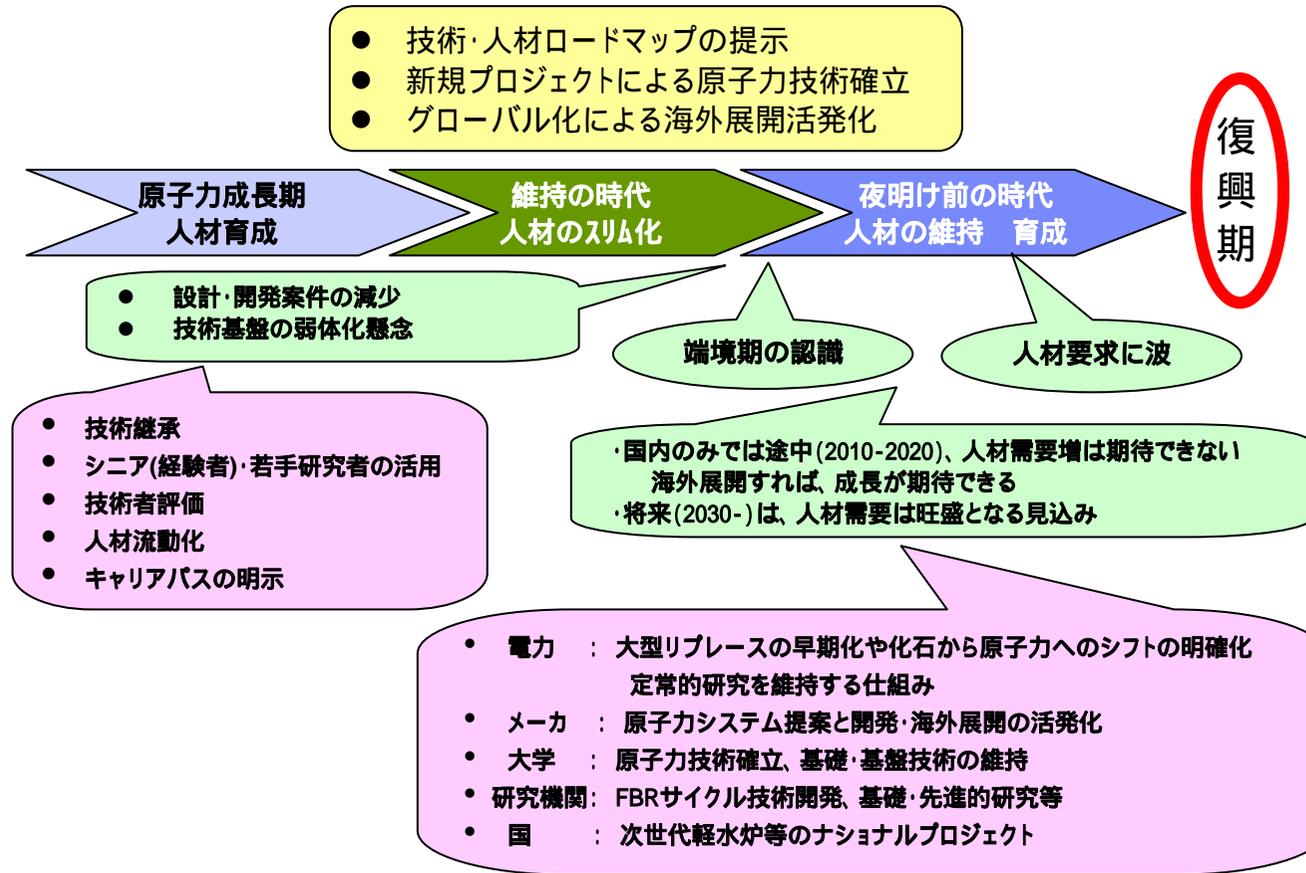


図 5-3 人材に係る長期課題への対応イメージ

6. 原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査

6.1 調査の実施について

国、大学、研究機関、メーカー、電力会社の実務者からなる作業会（原子力人材育成ロードマップWG）（以下、WG）では、ロードマップを検討するにあたって、WGのみならず、原子力界以外をも含む幅広い層から人材育成についての意見を参考とすべく、調査を実施した。

調査は、調査票を用いるアンケート方式および面談調査を適宜組み合わせ実施した。

6.2 調査票（参考資料-7 参照）

調査に用いる調査票は、人材育成に関する意見を幅広く聴取できるよう、(1)人材育成にかかる問題点、原因、対策、のほか、(2)現在、原子力界が負の循環に陥り、人材育成にマイナスの状況になっているのではないかとの認識から、これを正の循環に変革するための条件、(3)人材に求められる資質とその養成方法、および、(4)社会や一般市民から原子力界を見た場合の人材育成の課題、についてもあわせて尋ねることとした。

なお、人材の資質の調査では、人材を、教育者、研究者、規制者、技術者、技能者、コミュニケーターに分類し、人材に必要な資質、能力、知識・経験・技量に分けて調査した。

6.3 調査先の選定

調査先を選定するに当たっては、作業期間、調査の人的負担等を考慮し、まずは教育界 50 件、産業界 50 件、行政機関・研究機関等の原子力関係機関 50 件の計 150 件以上の意見を収集することを目標とした。

教育界については、小学校、中学校、高等学校、高等専門学校、大学・大学院の教員を対象とした。小中高校では、各 10 件程度を目標とし、立地地域と立地地域以外を区分するとともに、高等学校は、普通高校と工業高校の両方を調査した。高等専門学校については、国立高等専門学校機構に調査を依頼した。大学・大学院については、原子力関係学科・専攻のほか、原子力界として必要な機械、電気、材料、化学、土木、放射線等の学科・専攻についても調査した。原子力関係学科・専攻の調査については、原子力学会の原子力大学教員協議会に調査を依頼した。博物館・科学館についての調査は文部科学省に依頼した。

行政機関・研究機関等の原子力関係機関については、できる限り主要機関を網羅するよう努めた。

産業界については、原子力産業協会の会員企業の主要な業種として、プラントメーカー、ゼネコン、商社、燃料加工メーカー、材料メーカー、エンジニアリング会社、設備ベンダー、放射線計測器メーカー、保守・工事会社および電気事業に分類し調査した。プラントメーカーは主要 3 社、電気事業は 10 社を調査した。その他の業種については、各業種 2 社を選定し、調査した。プラントメーカー 3 社については、設計、製造、調達など部門毎の調査を行った。日本原燃を含めた電気事業者については、電気事業連合会に調査を依頼した。

このほか、原子力産業界以外の状況について把握するため、鉄鋼メーカー、先端材料メーカー、航空、通信などの会社およびマスメディアについても調査を行った。

原子力に直接関係のある調査先については調査票の送付、回収による調査を行い、原子力に関係の深くない調査先は直接訪問し、調査票に面談を併用して調査を行った。

6.4 調査結果について

2007年12月より2008年3月まで調査を実施した。

回答が得られたのは、小学校8、中学校5、高等学校12、高等専門学校3、大学・大学院29、科学館・博物館1、行政・規制機関7、研究機関・関係機関21、産業界64、メディア3の計153件である。当初の目標である教育界、産業界、行政機関・研究機関等原子力関係機関各50件の調査はほぼ達成できた。

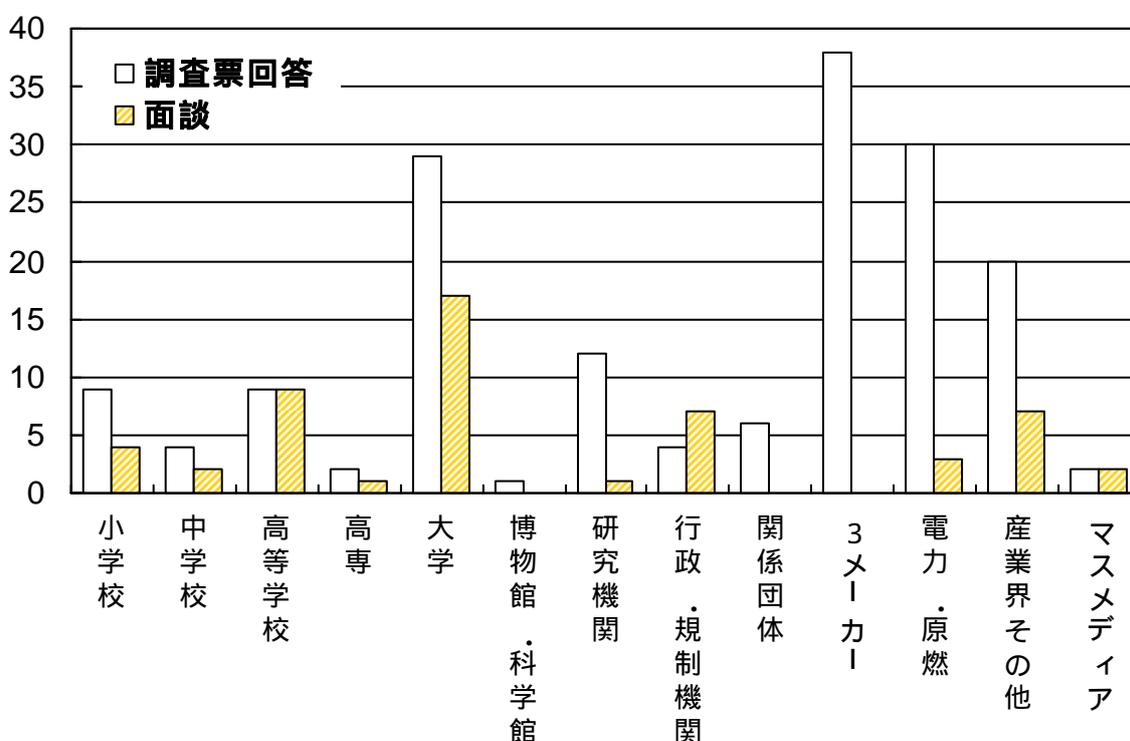


図 6-1 原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査状況

6.5 調査において指摘された課題

以下に調査において指摘された課題の主要なものを調査先毎に紹介する。

6.5.1 小中学校、普通高校

- ・理科の学習時間の削減もあり、児童・生徒の理科離れが言われている。
- ・児童・生徒は、集中力に乏しく、難しいことはすぐあきらめてしまう傾向がある。十

分な基礎学力が身につけられず、成長するほど好奇心が失われていく。

- ・教員は多忙で、十分な教材研究を行う余裕がなくなっている。
- ・おなじテーマについて繰り返し教え、理解を深めていくような授業の組み立てができなくなっている。
- ・偏差値により進学する学校の振り分けが行われている。
- ・高学歴志向から工業高校への進学は敬遠されがちとなっている。
- ・詰め込み教育に対する社会的な批判から、学ぶ内容が上級学校に先送りされる傾向がある。原子力はこの先送りの範疇に入っている。
- ・普通高校では大学進学が最優先課題であり、大学入試に出題されないものは学習しない。
- ・いわゆる進学校においては理系離れの声は聞かれない。
- ・全般的に原子力への関心は低い。
- ・総合的学習の時間を利用してエネルギー環境教育が行われている小中学校では原子力について学ぶ可能性がある。
- ・エネルギー環境教育は、学習指導要領に明確な位置づけがなく、また、認知されてまだ日が浅いため、その重要性を理解する教員は少ない。
- ・教員は、原子力について体系的に学ぶ機会が乏しい。日ごろの原子力発電所の事故や不祥事の報道から、原子力についてネガティブな考えを持ちがちである。
- ・原子力のように賛否両論あるものは、教えることを避ける傾向にある。
- ・興味や関心をもたせるため、体験学習が有効であるが、小学校での体験学習はほとんどの場合水道事業が選択されている。

6.5.2 工業高校

- ・少子化と高学歴志向の両方の影響を受け、工業高校入学者が減少している。
- ・工業高校では、資格取得をインセンティブにして学習効果を挙げる教育が行われている。
- ・優秀な工業高校卒業生に対する産業界からの求人は多い。

6.5.3 高等専門学校

- ・1校の定員と原子力が極めて専門的であることとの関係、また、原子力分野の専門知識を有し、授業を行える教員が極めて限られることもあり、原子力については、特定の授業科目の中の一部として数時間程度の授業がある程度である。
- ・高専生は優秀であり、モノづくりへの関心も高いことから、高専生に対する産業界からの期待は高く、幅広い産業分野に進出している。
- ・最近では、大半の高専生は5年で就職せずに、大学や専攻科に進学している。

6.5.4 大学・大学院

- ・入学時点では、まだ将来の進路を明確に考えていない学生が多い。
- ・学部段階では、学科の大括り化の結果、講義科目の範囲が広がっており、特定の専門科目の内容は薄くならざるを得ない。

- ・学生の人気は時代とともに変わり、それにつられて学科の栄枯盛衰が繰り返される。
- ・大学では、一般の会社の経営手法が大きく取り入れられるようになり、経営的に成り立たない学科は冷遇され、予算やポストは削減される。特に、私立大学の場合は、この傾向が顕著であり、学科の維持には入学者の確保と卒業生の就職先の確保が必須である。
- ・教員は任期制となり、短期的な研究業績を上げることが最優先せざるを得なくなっている。このため、教育や国の審議会や専門部会への参加、民間規格・基準策定などの社会貢献活動に若い教員が参加しにくくなっている。
- ・原子力産業界では、実務を通じた人材育成が主であり、博士課程修了者への期待は大きくない。大学院重点化の大学では博士課程の学生数充足が求められており、博士課程の学生について産業界と大学のミスマッチが生じている。

6.5.4-1 原子力関係学科・専攻

- ・原子力の将来がよく見えず、原子力界の魅力もわからないため、原子力関係学科の人気は低下し、原子力関係学科に進学する学生の学力レベルは低下している。
- ・学科の大括り化により、原子力を専門とする学生でも原子力の基礎を学ばずに社会に出る場合がある。
- ・学生の人気を高め、優秀な学生を集めるため、学生に魅力的と感じられるような学科や講座の名前に変更することが行われている。その場合、名前の変更に応じて研究対象範囲が広がることになり、原子力以外の分野を包含することになる。その結果、将来的には原子力を離れた別の講座に変質してしまう可能性もある。
- ・人気の低下とポストの削減が相俟って原子力を教えるために必要な専門分野の教員が揃わなくなってくる可能性が高い。また、各大学で原子力の個別専門分野毎の教員を揃える余裕がなくなっている。
- ・研究用原子炉を用いた実験・実習は原子力を専攻する学生にとって非常に有益だが、利用できる施設が限られており、実験・実習の機会は少ない。

6.5.4-2 原子力関係以外の学科・専攻

- ・原子力を専攻する学生以外の学生は原子力界を成熟産業とみなしており、原子力発電所の事故や不祥事の報道の影響もあって、原子力に対してマイナスのイメージを持つ場合が多い。
- ・電気などの他の工学系学科でも、原子力と同様、学生人気の低下による問題を抱えている。原子力と同様に学生の人気を高めるため、より魅力的と感じられる学科や講座の名前を変更することが行われている。
- ・分野によっては、すでに教員や研究者の人材が不足している。

6.5.5 行政機関、規制機関、研究機関

- ・規制機関の場合、人事ローテーションが早く、専門家が育ちにくい。職務を通じて専門知識を得る機会が減っている。
- ・定員の問題から、重点的、効率的な業務の進め方が必要である。

- ・いくつかの分野で研究者の不足が指摘されている。

6.5.6 産業界

- ・事故や不祥事が繰り返されることにより社会には原子力界に対しての不安感があり、また、原子力産業が成熟産業とみなされることもあって、職業としての魅力を感じられず、人材が集まりにくくなっている。
- ・企業は、好不況により採用を変化させ、また、仕事量の減少により配置転換を行うが、これは長期的な人材育成、技術の維持・継承面から見るとマイナスである。
- ・原子力発電所の建設は、人材育成には極めて有効であるが、現在、建設中のプラントは少ない。

6.5.6-1 電気事業

- ・業務上のどんな失敗でも許されなくなっており人材育成にとってはマイナスの影響がある。
- ・現在は人材の充足ができているが、将来的にも人材を確保し続けられるか危惧がある。

6.5.6-2 メーカー、工事会社等

- ・国内では新規建設プラントが少なくなっているが、一方では、欧米での原子力ルネサンスがあり、国内の原子力プラントメーカーは、国際展開への取り組みの強化が必要となっている。
- ・原子力産業で大きな役割を果たしている中小メーカーや保守・工事専門会社の人材確保が極めて困難になっている。
- ・さらに、原子力界では厳格な品質管理やトラブル発生時の昼夜を問わない対応が求められるため、中小メーカーにとっては、原子力向け機器を扱うことが会社のステータスではなく、会社の経営上のリスク、障害と見られ、原子力から撤退する例も見られる。

6.6 原子力人材に必要な資質等の分析

調査票を用いたアンケート調査において、教育者、研究者、規制者、技術者、技能者、コミュニケーター、それぞれについて、資質、能力、知識・経験・技術の各要素について優先順位第3位までを選択する方法で必要な資質等についての回答を得た。

6.6.1 必要な資質について

原子力人材に必要な資質については、教育者は熱意と責任感・使命感、研究者は探究心、規制者は責任感・使命感とバランス感覚、公平性・公正性、技術者および技能者は責任感・使命感、コミュニケーターは熱意と責任感・使命感、バランス感覚、公平性、公正性、となった。

人材それぞれに要求される資質は異なっている。

6.6.2 必要な能力について

能力については、教育者は指導力、研究者は想像力・発想力、規制者は論理的思考力と判断力、技術者は論理的思考力と工学的センス、技能者は判断力と観察力、工学的センス、コミュニケーターは対話力と説明力、となった。

能力についてもそれぞれの人材に要求されるものは異なっている。

6.6.3 必要な知識・経験・技術について

知識・経験・技術については、教育者は基礎知識と専門知識、研究者は専門知識、規制者は科学的リテラシーと基礎知識、専門知識、技術者は専門知識、技能者は実務経験と技量・技能、コミュニケーターは科学的リテラシーと基礎知識、国語力、となった。

これも、それぞれの人材に要求されるものは異なっている。

調査の結果は各人材に必要な特性をよく表していると考えられ、今回の調査においても再確認できた。

調査の結果を図に示す

なお、ひとつの項目に3本の棒グラフが示されているが、左から優先順位1位、2位、3位として選択されたことを示す。

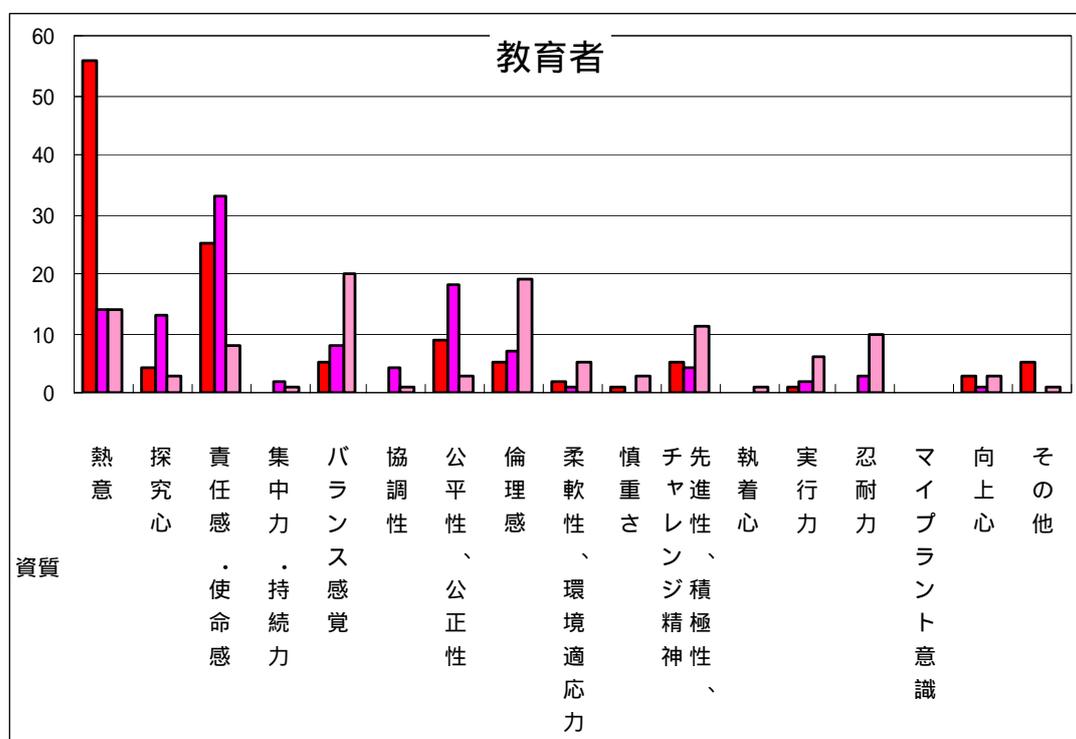


図 6-2-1 教育者に必要とされる資質

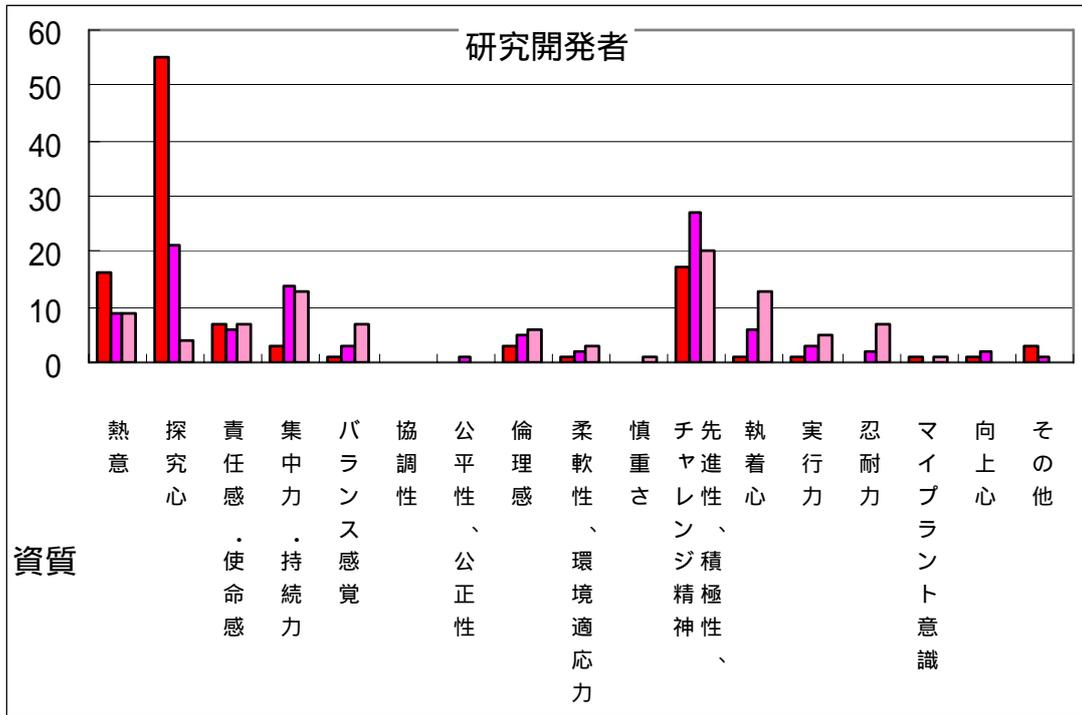


図 6-2-2 研究開発者に必要とされる資質

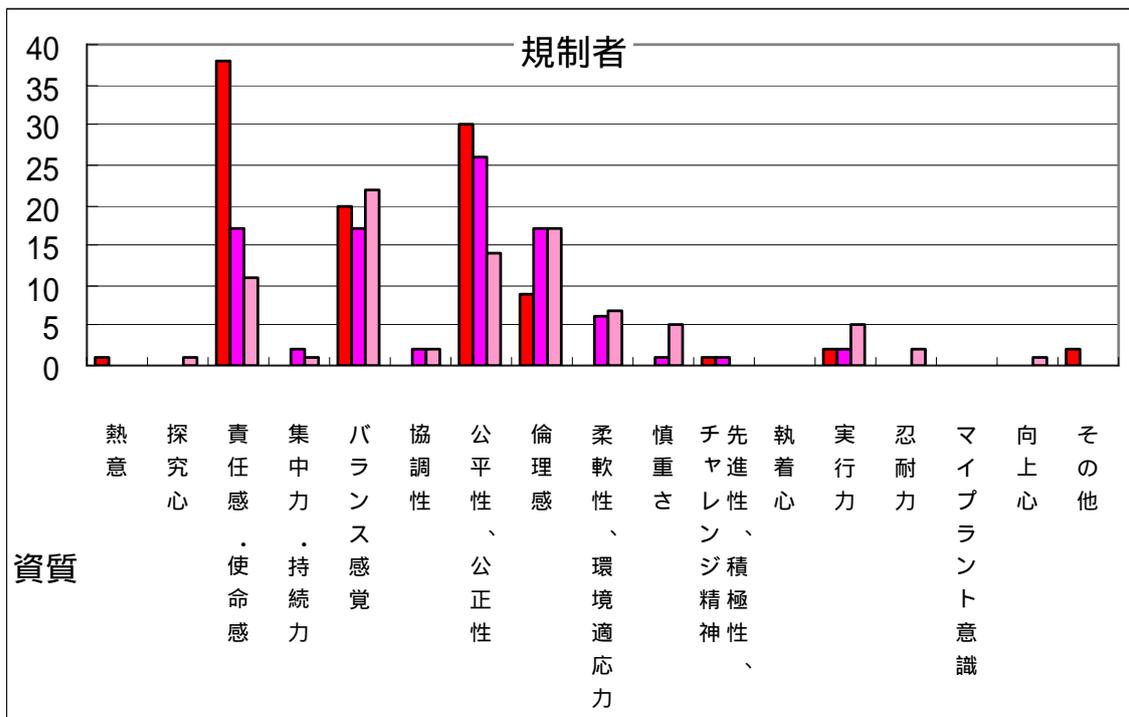


図 6-2-3 規制者に必要とされる資質

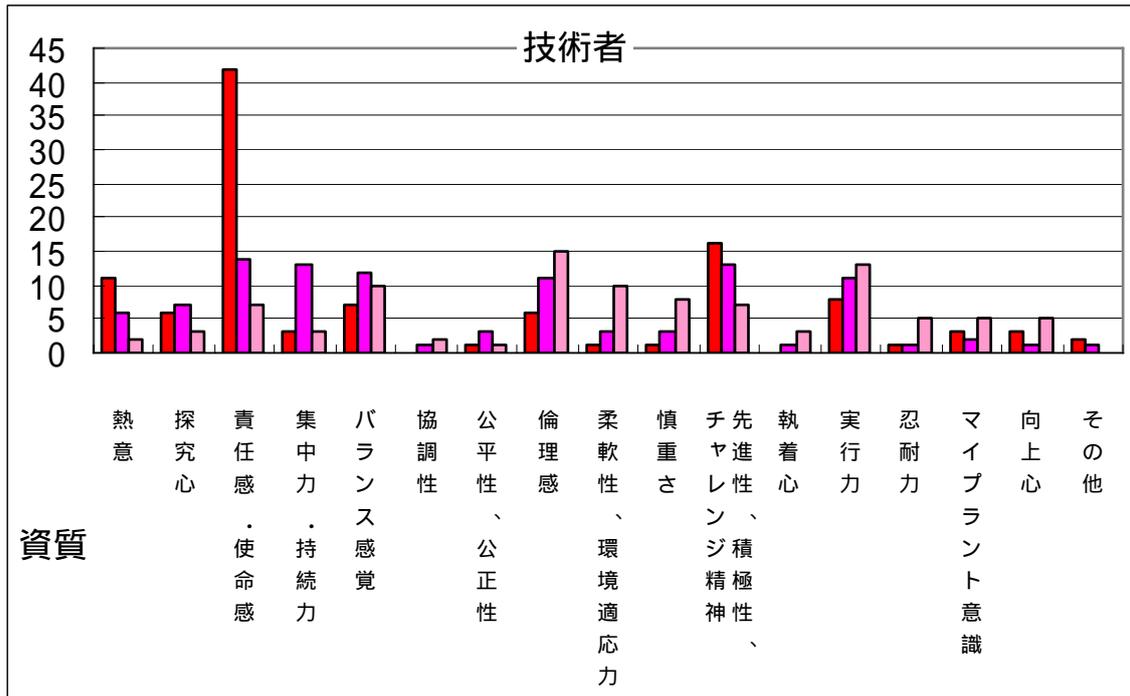


図 6-2-4 技術者に必要とされる資質

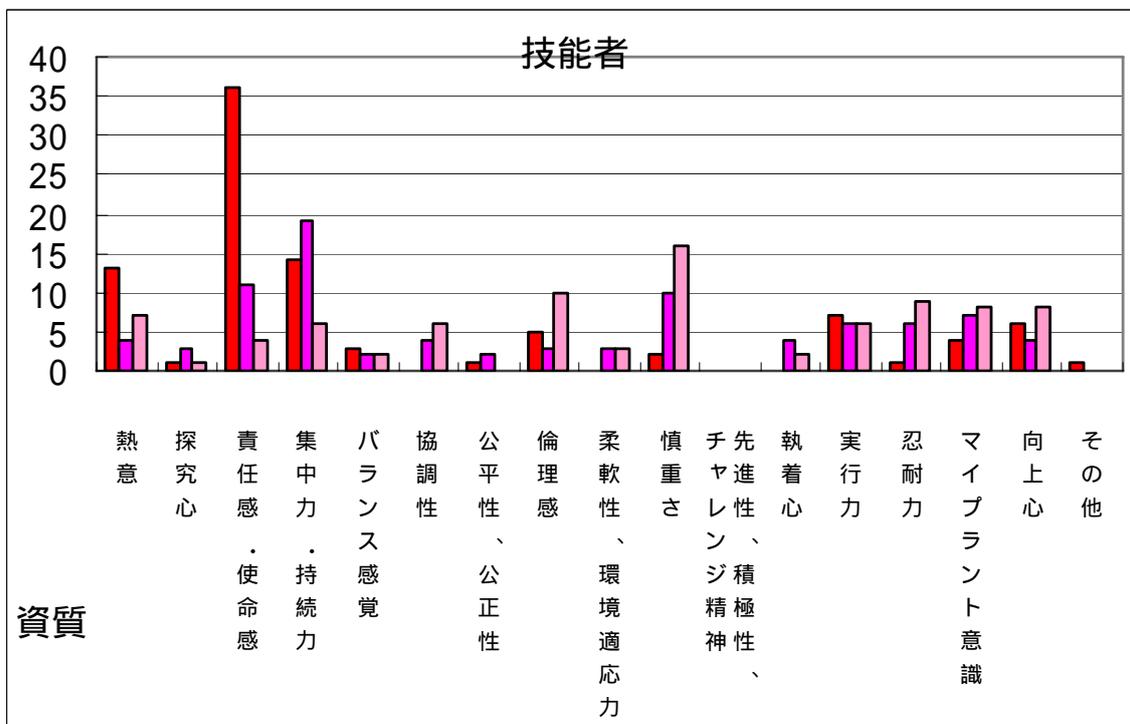


図 6-2-5 技能者に必要とされる資質

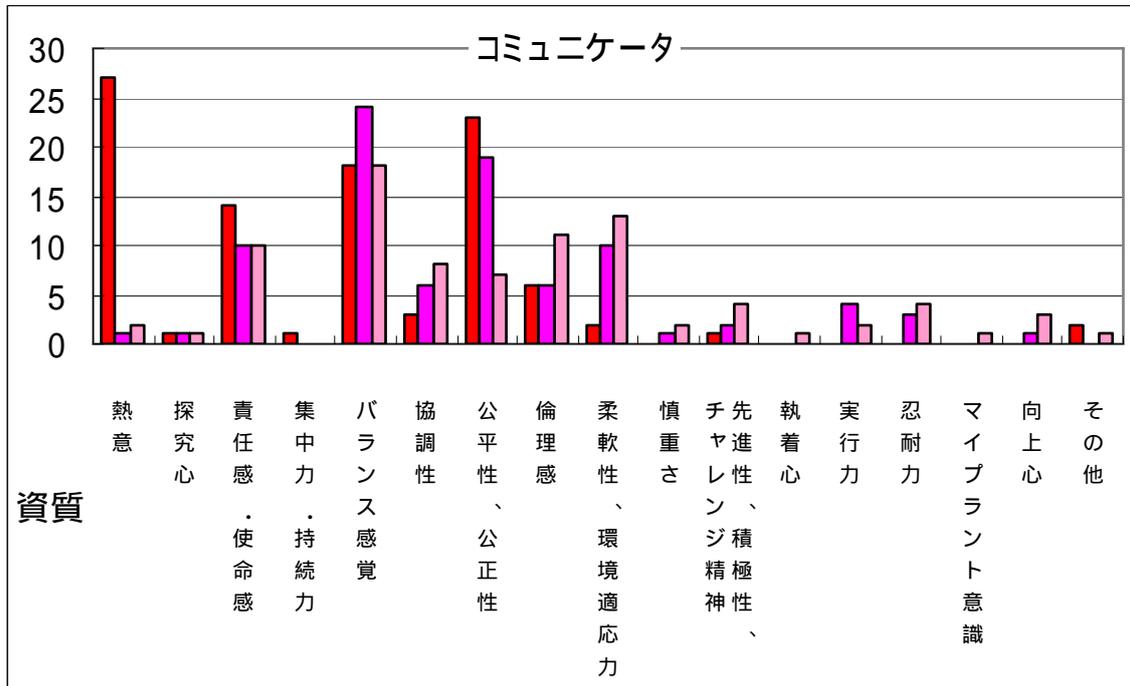


図 6-2-6 コミュニケーターに必要とされる資質

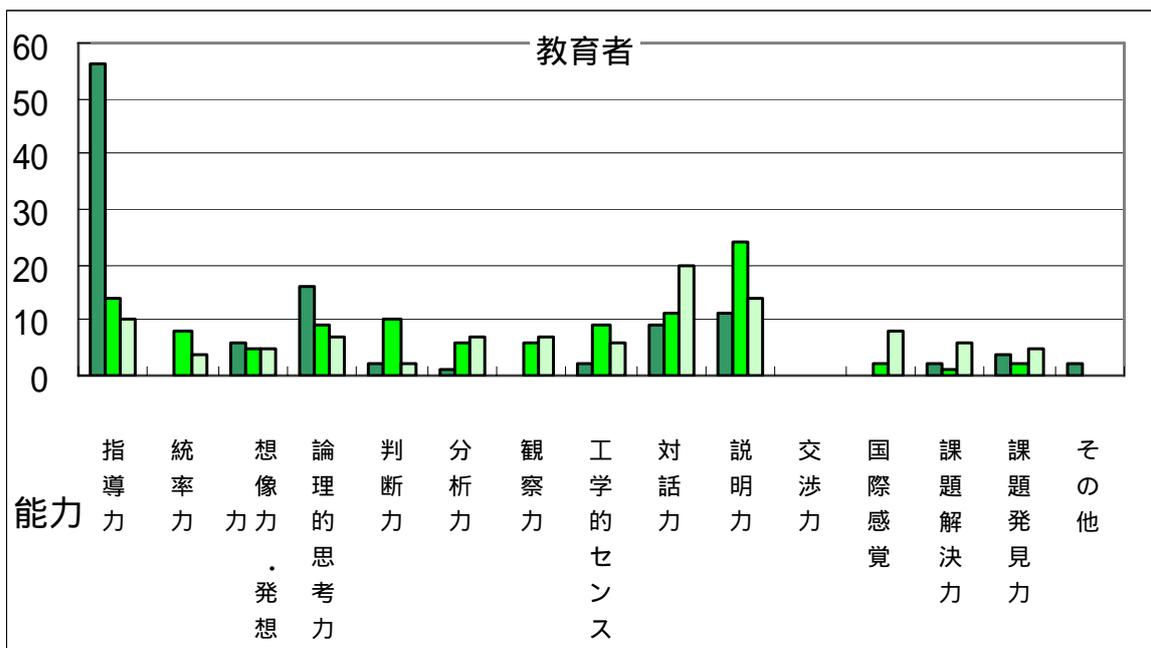


図 6-3-1 教育者に必要とされる能力

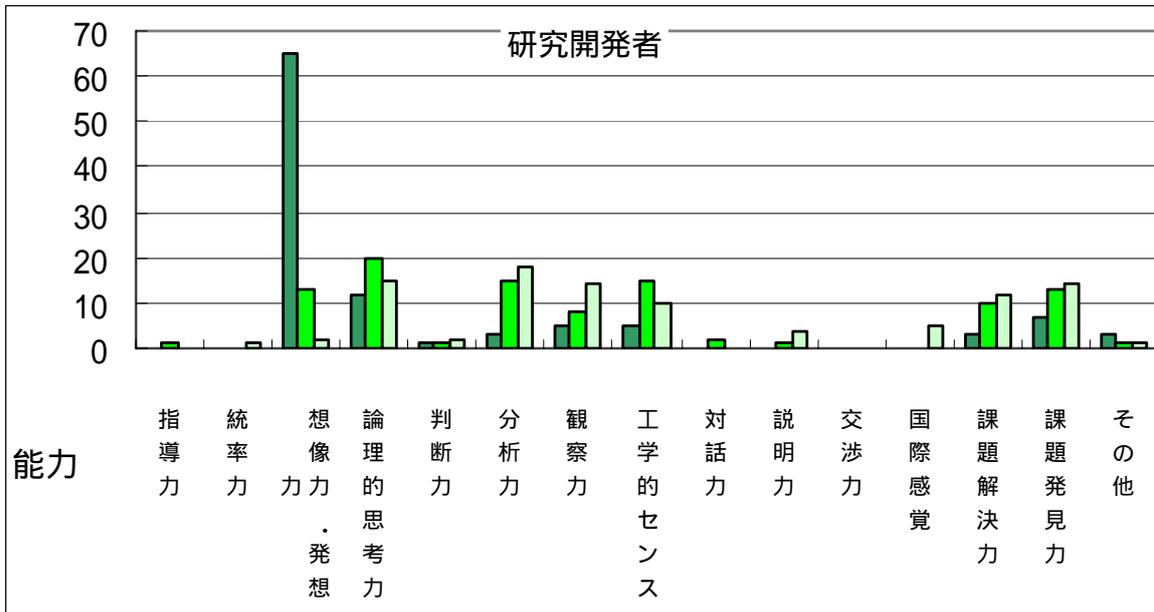


図 6-3-2 研究開発者に必要とされる能力

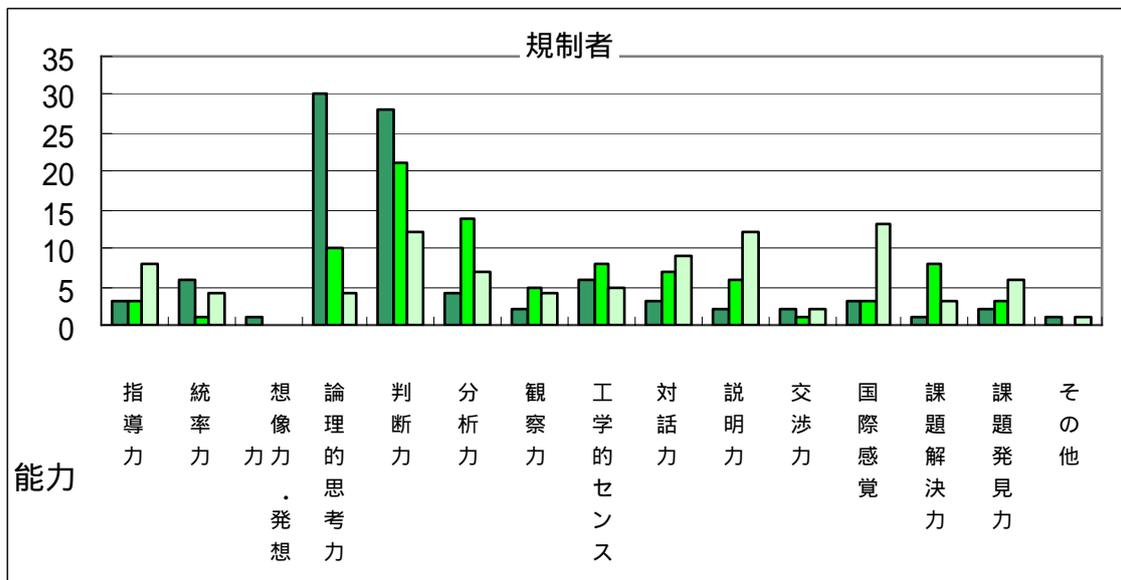


図 6-3-3 規制者に必要とされる能力

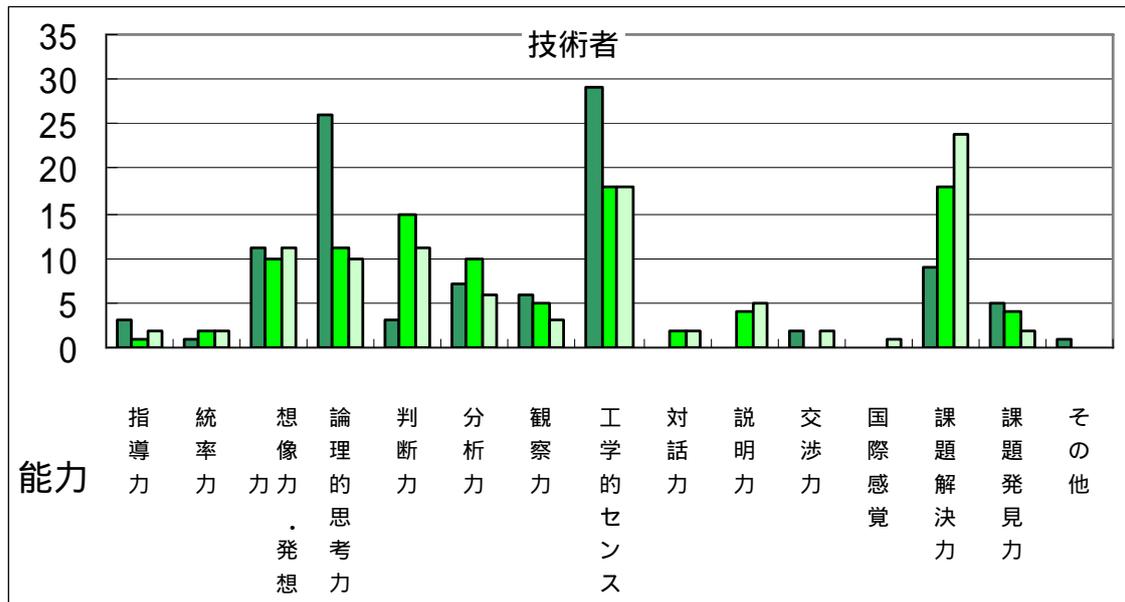


図 6-3-4 技術者に必要とされる能力

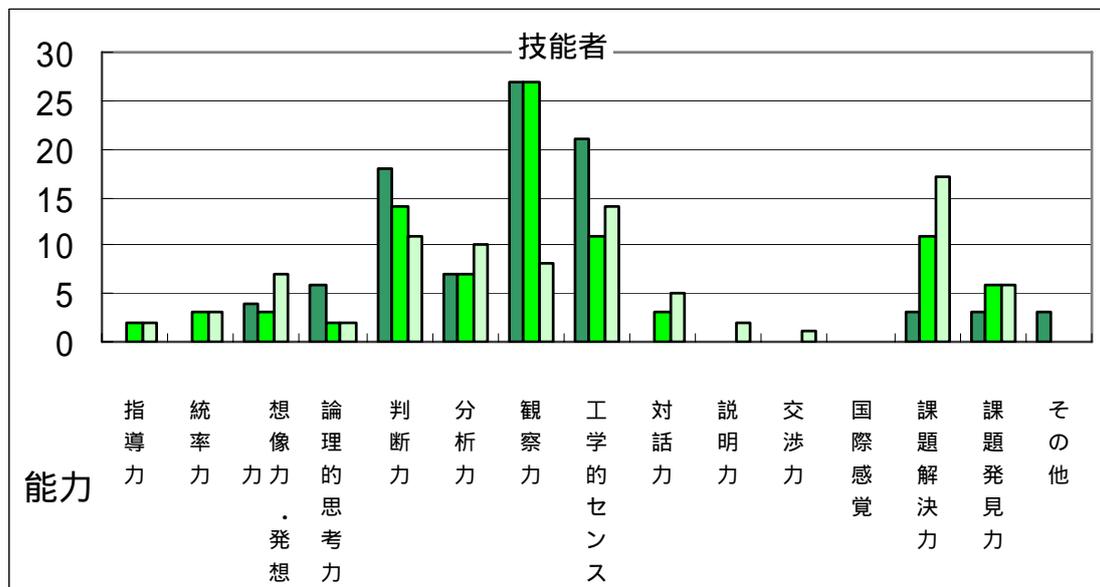


図 6-3-5 技能者に必要とされる能力

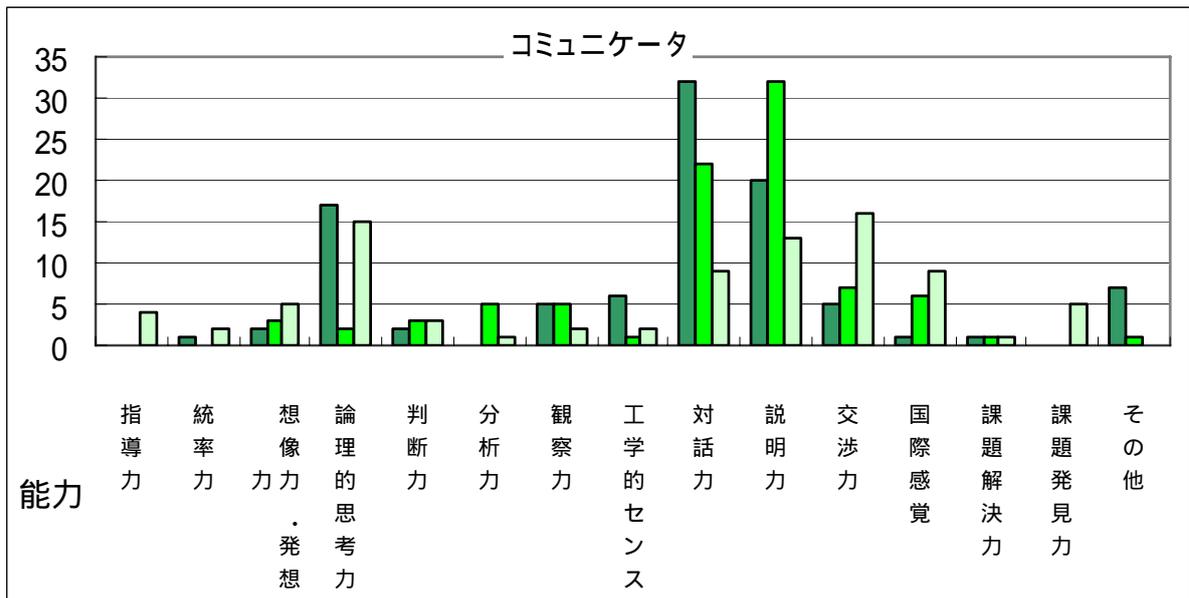


図 6-3-6 コミュニケーターに必要とされる能力

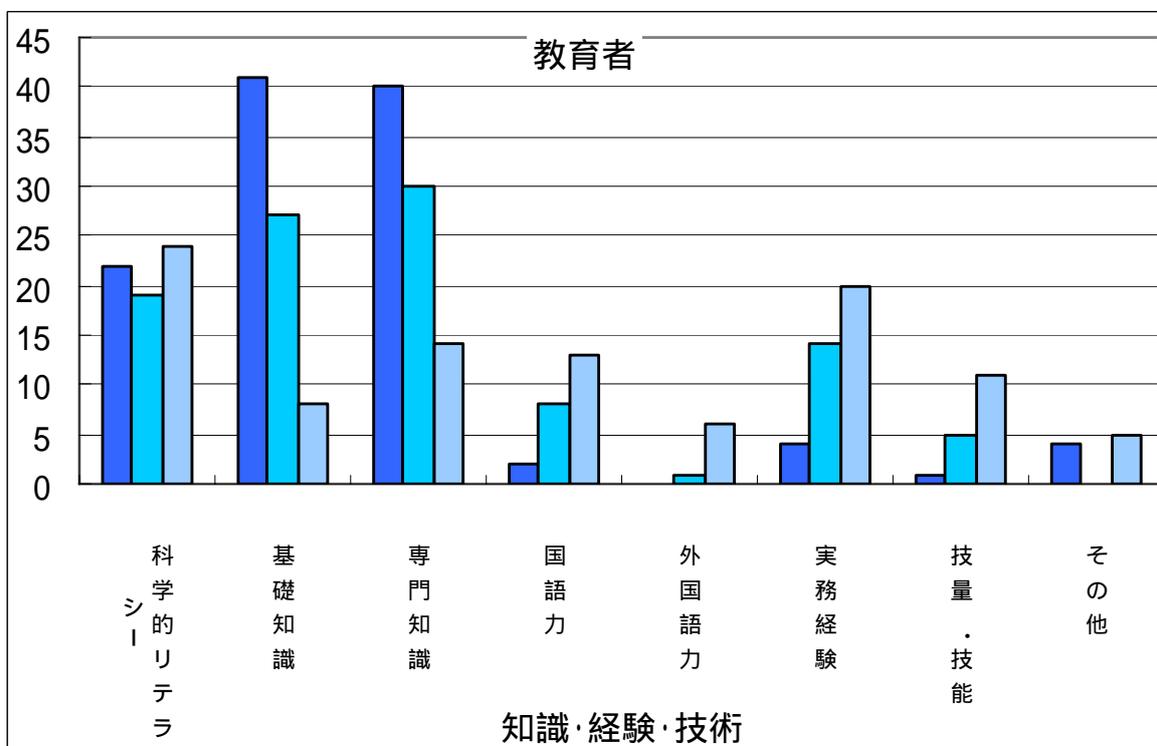


図 6-4-1 教育者に必要とされる知識・経験・技術

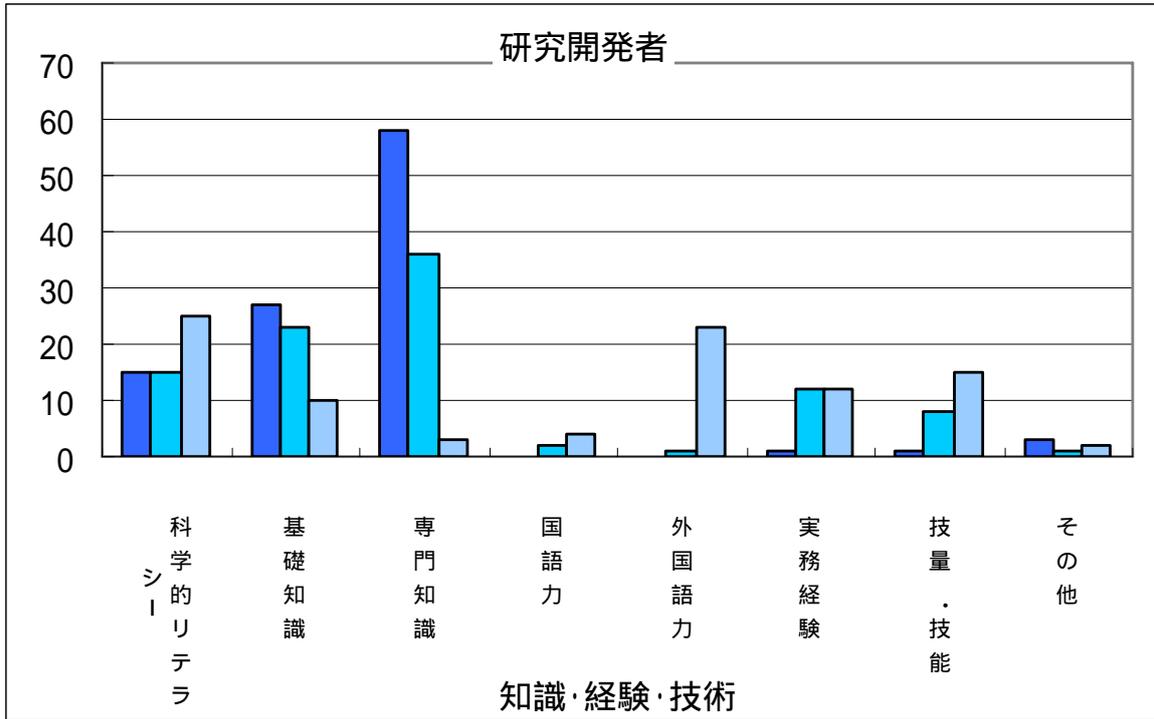


図 6-4-2 研究開発者に必要とされる知識・経験・技術

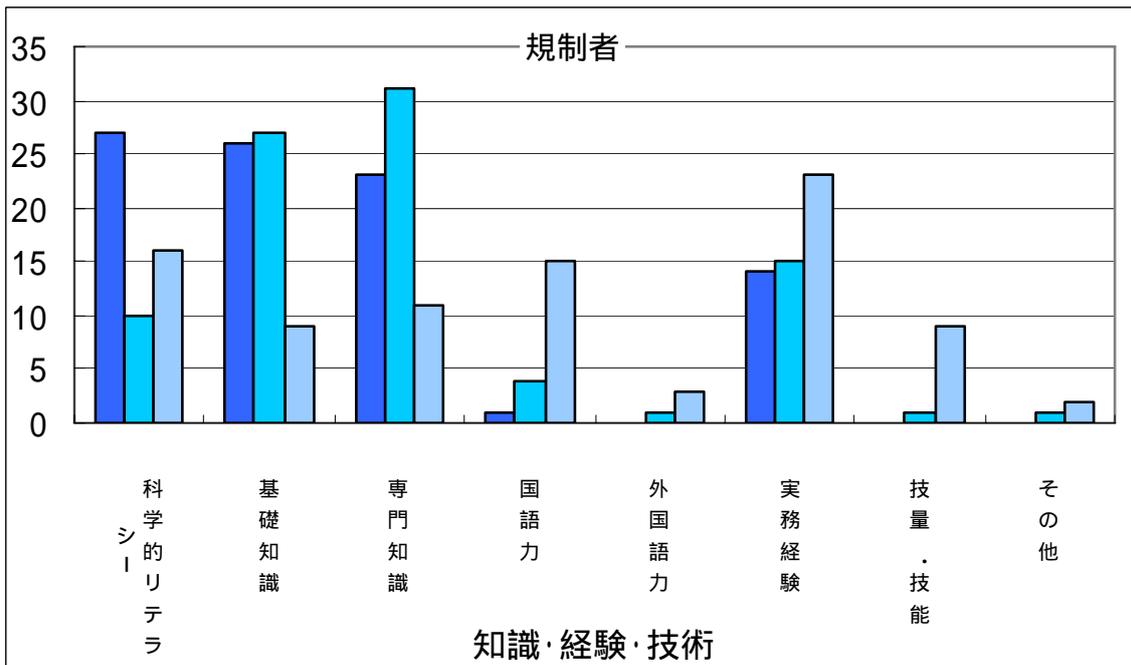


図 6-4-3 規制者に必要とされる知識・経験・技術

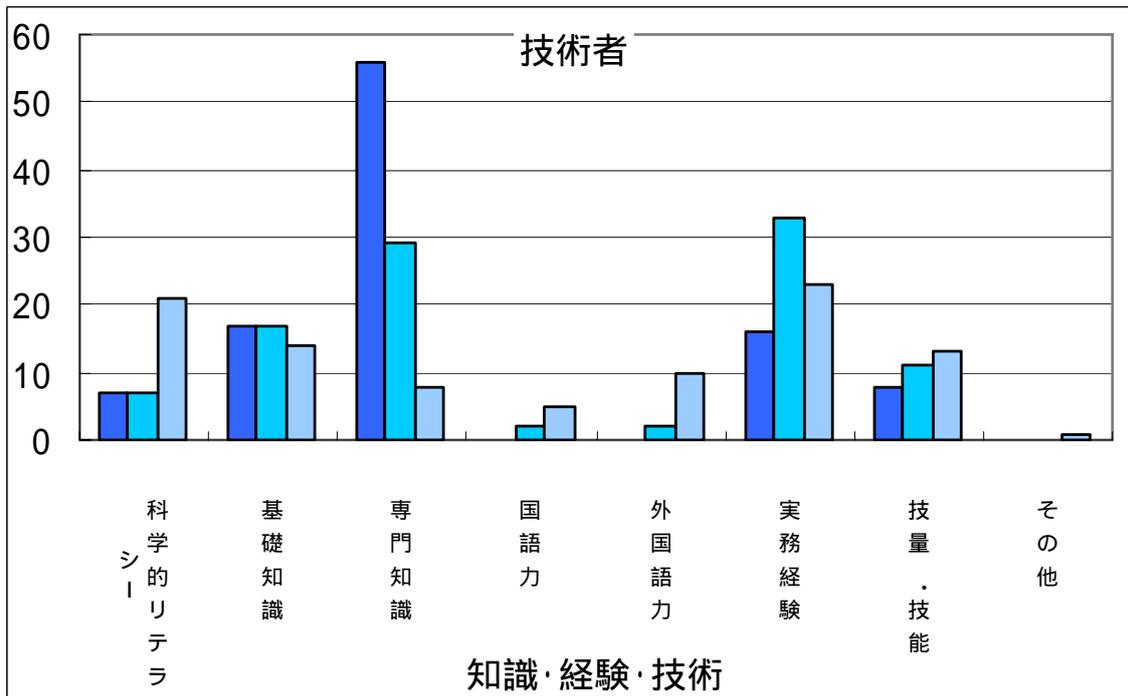


図 6-4-4 技術者に必要とされる知識・経験・技術

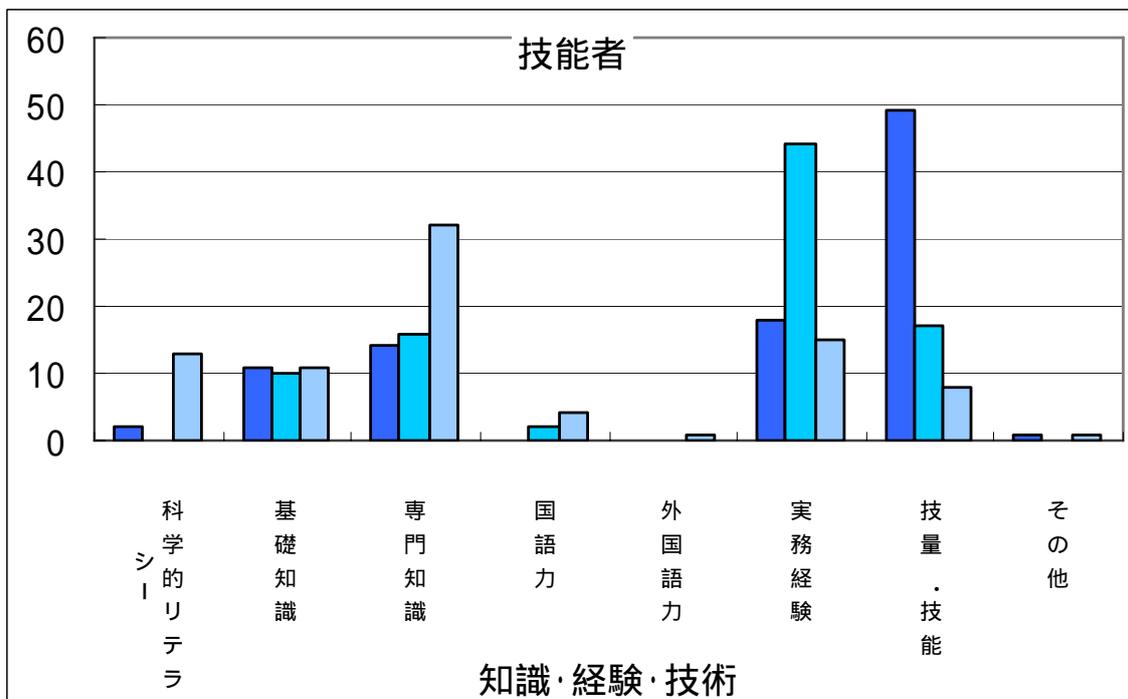


図 6-4-5 技能者に必要とされる知識・経験・技術

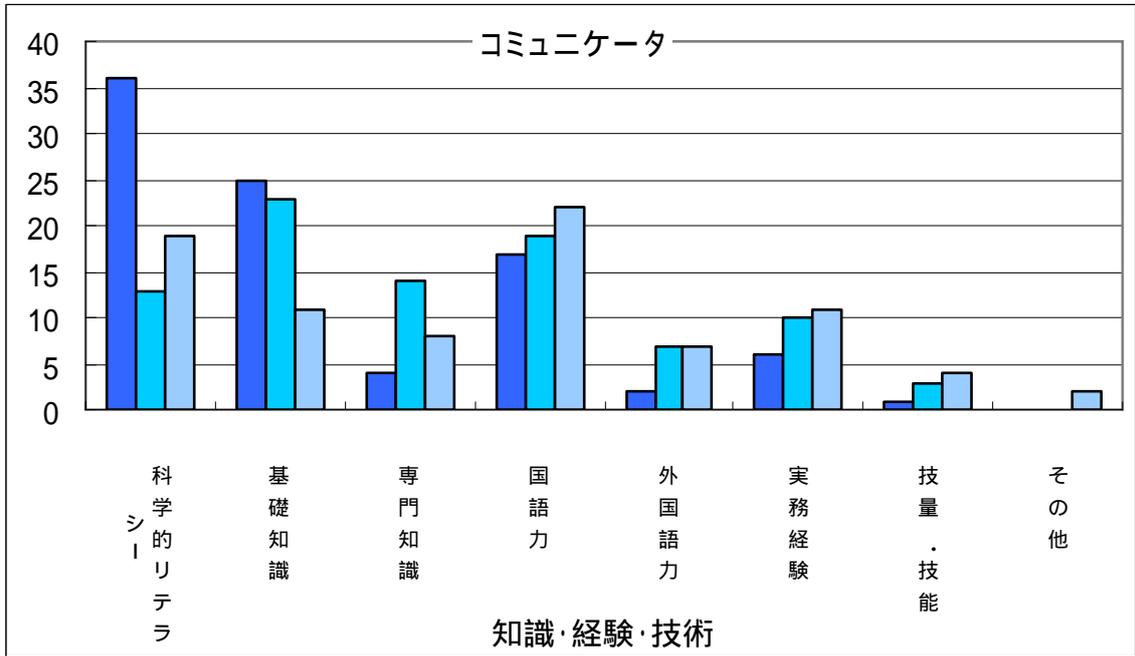


図 6-4-6 コミュニケーターに必要とされる知識・経験・技術

7. 原子力人材育成ロードマップへの展開

7.1 原子力に与えられた使命を果たすための人的側面からのあるべき姿の検討

図 7-1 に原子力人材育成ロードマップ検討のための活動をフロー図として示す。

原子力人材育成における解決すべき課題、問題点を把握するため、調査結果に基づき、原子力人材育成の現状を連関図として展開した。(図 7-2 参照)

次いで、原子力人材が育成され、原子力の科学技術が継承・発展し、原子力に与えられた使命が果たされる状態を「あるべき姿」として設定した。原子力人材育成とは、「あるべき姿」を満足させるため現状の課題を解決する継続的活動であり、その一連の活動を展開したものが原子力人材育成ロードマップである。

原子力人材育成活動のフロー

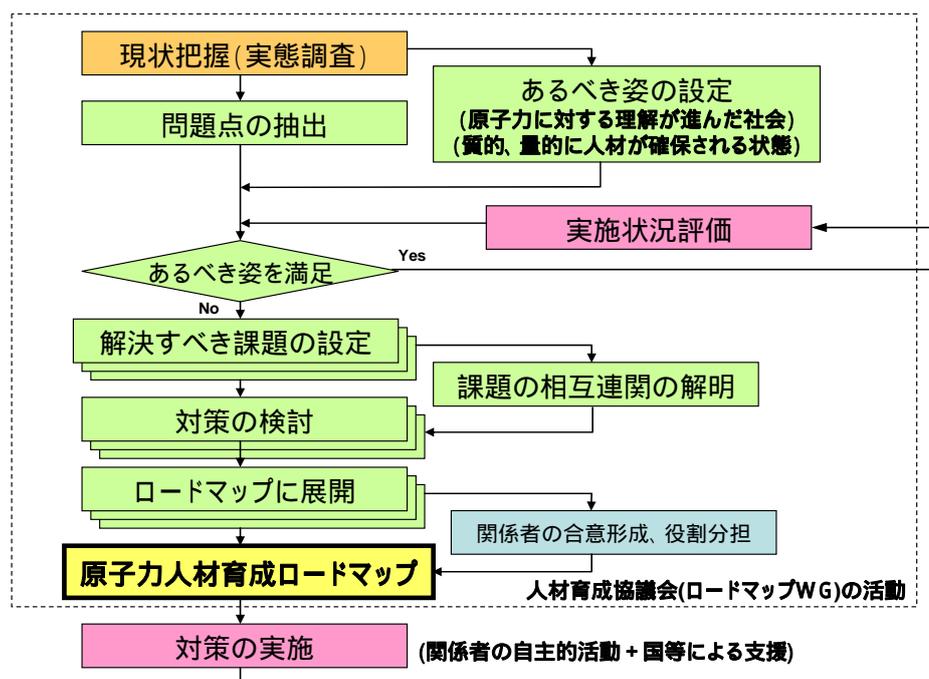


図 7-1 人材育成ロードマップ検討のフロー

問題点を解決し「あるべき姿」を満足させる活動の検討において、「原子力界に必要な人材を育成する活動」は自明と言えるが、そのほかに、「原子力界そのものが人材、特に、将来の原子力界を担う若い世代を引き付けるに足る魅力的存在である」こと、さらに、「原子力についての社会的な理解と信頼」も「あるべき姿」の達成に必要であることが主要命題として抽出された。特に、人材育成の場合においても、まず「原

そこで、これらの3つの命題それぞれを満足するための課題を調査結果から抽出し、展開した。

7.1.1 原子力界が魅力的な存在となるには

原子力の科学技術や物づくりを担う人材にとって、物事の本質に向かったの探究心や物事を成し遂げる使命感、責任感を持っていることが重要である。こうした資質は、研究開発やプロジェクトの実施などにより育成されるが、研究開発予算の先細りやプロジェクトを経験する機会は減少しており、また、繰り返される事故やトラブル、不適切な行為などにより社会には原子力界に対する根強い批判がある。

こうした状況を改善し、原子力界に魅力を感じてもらえるため必要なことの第1の要素としては、原子力界に将来性があることである。将来に夢があれば、若者は原子力界を選択肢として考えることができるだろう。また、第2の要素は、現在の原子力界が活気にあふれていることである。原子力界の人間が生き生きと研究に、業務に取り組んでいる状況があれば、原子力界は魅力的に見えるはずである。さらに、第3の要素としては、社会的に信頼され尊敬されていることである。原子力界が社会に貢献していることが自他共に認められることである。

7.1.2 原子力人材が育成されているには

原子力は、原子力固有の科学技術のみならず、機械、電気・電子、材料、化学、土木、建築などさまざまな科学技術の集積であり、原子力界には幅広い人材が必要である。

そこで、原子力界に必要な人材の育成のステップとして必要なことは、まず第1に基礎教育段階において科学や工学についての基礎が身についていることである。第2には、基礎の上に必要な専門知識や技術についての教育が必要である。第3には、基礎や専門を身につけた人材が原子力界を志望し、参画してもらうことである。第4には、原子力界に参画した人材が、研究開発や実務を通して科学技術や技量を身につけ、その結果として原子力に関する科学的探究や技術が継承・発展していくことである。また、中長期的な社会環境の変化を踏まえた対処についても考慮する必要がある。

7.1.3 原子力について国民の理解と信頼があるためには

原子力は、原子核の壊変やそれに伴い放出されるエネルギーや放射線を利用するものであり、一方で高密度のエネルギーの取り出しを可能にし、他方では医学、農業、工業などのさまざまな分野において広く放射線を利用していくと同時に、安全面、セキュリティ面への十二分な配慮を要求するものである。エネルギーの安定供給の確保や地球温暖化問題に対処するためには、原子力のエネルギー利用の拡大が不可欠である。

そこで、安全の確保を大前提に、国民に原子力の必要性、安全性、信頼性、有用性が理解され、信頼されることが必要となる。また、その前提として、国民に科学的リテラシーが必要であることは論をまたない。

これらを図 7-3 に「原子力人材育成にとってのあるべき姿」として整理し、図 7-3-1 ~ 図 7-3-2 において個々の具体的課題に展開した。

原子力人材育成にとってのあるべき姿

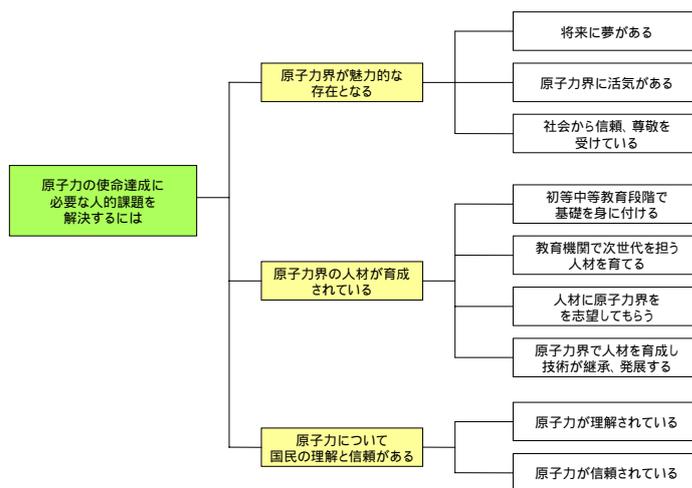


図 7-3 原子力人材育成にとってのあるべき姿

あるべき姿を達成するための課題設定【その 1】

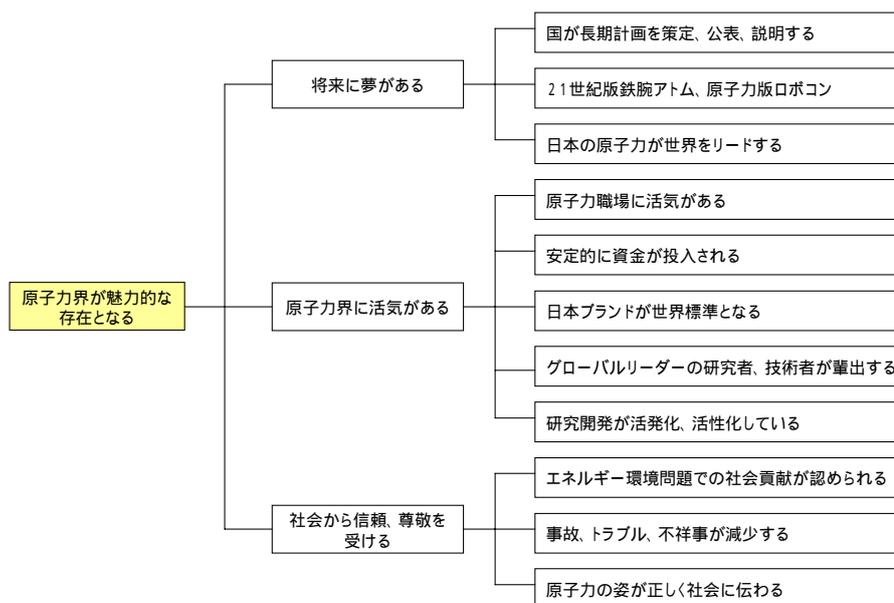


図 7-3-1 課題設定 その1 (魅力的な存在となる)

課題設定【その2】

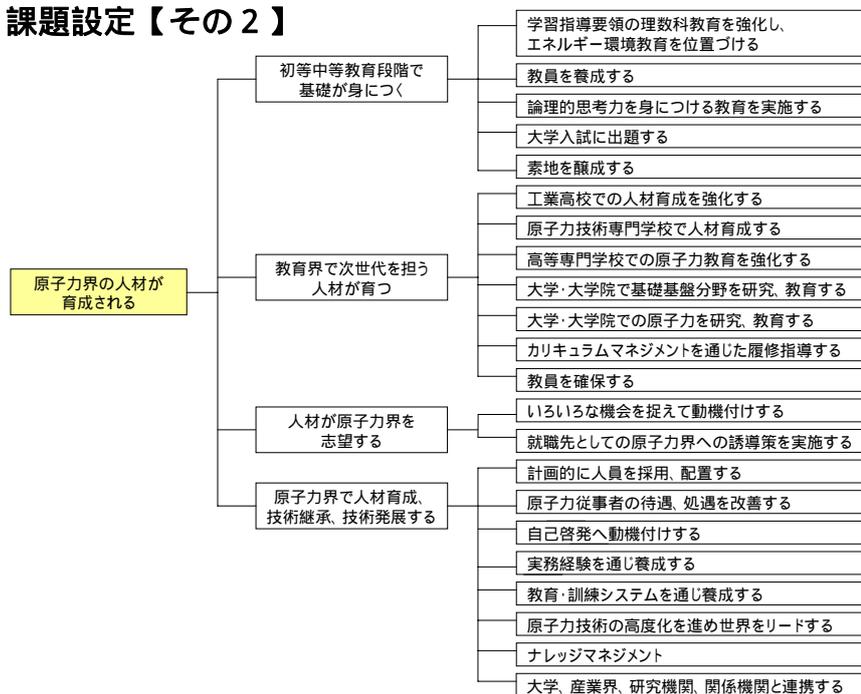


図 7-3-2 課題設定 その2 (人材の育成)

課題設定【その3】

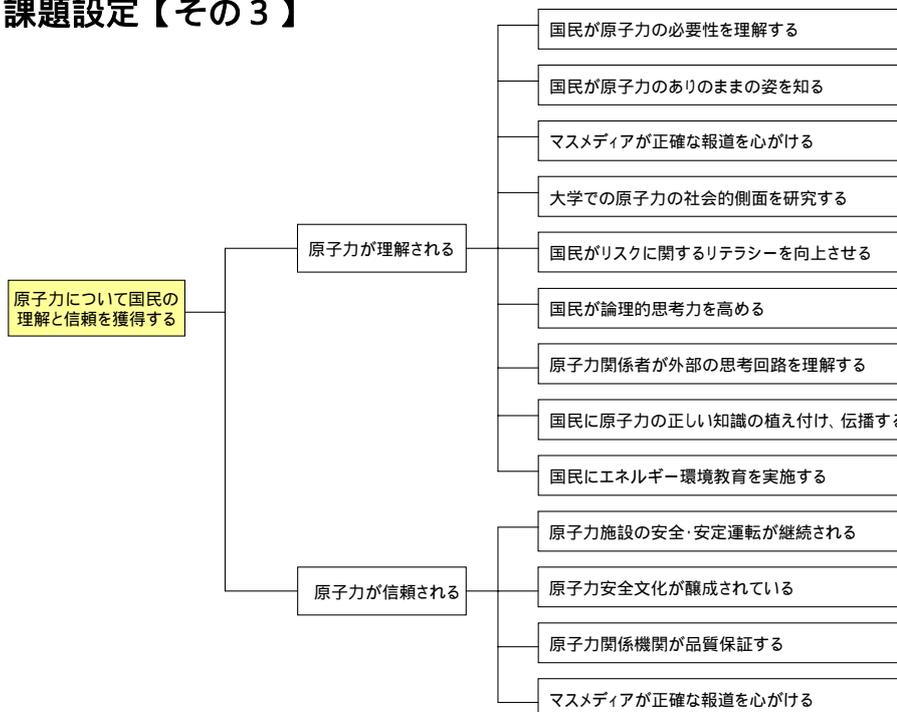


図 7-3-3 課題設定 その3 (社会の理解と信頼)

7.2 原子力人材育成のための基本的取組

抽出された個別課題について、現状と取組むべき方向を検討し、評価と対策の検討を行った。

個別課題についての現状および取組むべき方向として指摘された内容は、今回の人材育成ロードマップ作成のために行った調査から導き出したものであり、基本的な取組姿勢から個別具体的な対策の実施まで、さまざまなレベルのものが混在したものとなった。このため、評価と対策の検討においては、

- (1) 夢/やりがい
- (2) 人材育成
- (3) 理解と信頼

の3つの基本的取組の柱を設定して、内容を評価、再整理し、人材育成の視点から実施すべき対策を検討した。

原子力人材育成の展開

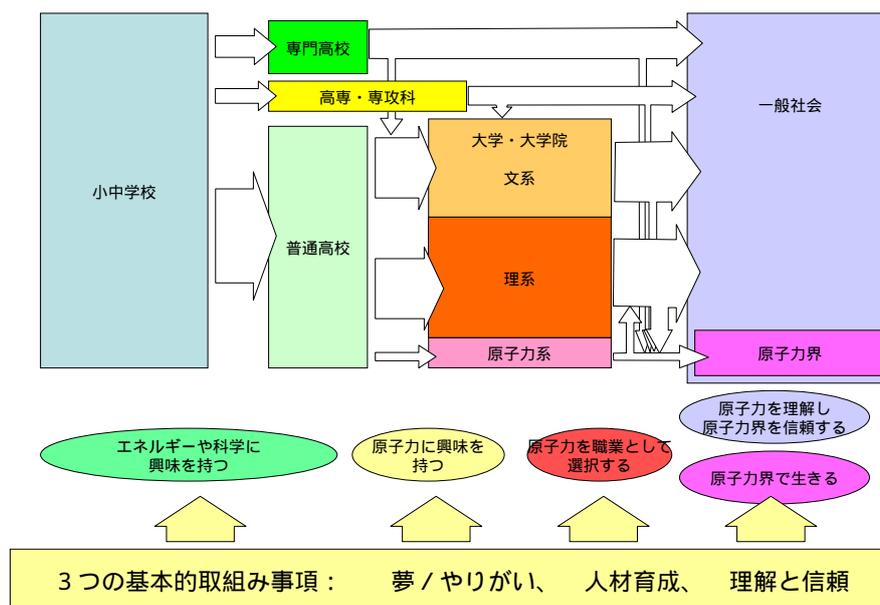


図7-4 人材育成のねらいと基本的取組

7.3 基本的取組の展開

具体的な展開の前段として、3つの柱に対して求められる主要要件を調査結果から抽出した。

- (1) 夢/やりがい

原子力は将来に向かって発展を続ける

原子力は科学的、工学的な興味をそそられる存在と認められる
原子力が社会に貢献するものであると認められる

(2) 人材育成

エネルギーや科学に対する興味が育成される。
原子力界に必要な科学や工学に関する基礎教育がなされる。
原子力界を志向する動機付けがなされる。
原子力に関する科学的探求や技術の維持、継承、発展を支える人材が育成される
(原子力界における研究者、技術者、技能者の育成)

(3) 理解と信頼

科学的リテラシーが醸成される。(社会に原子力についての一定の理解がある。)
原子力の必要性、安全性、信頼性、有用性が理解されるために必要な情報提供が
なされる。
原子力界に対する信頼感が醸成される。

これらの各要件を、

- (1) 短期的に(直ちに)(今後1~3年程度)具体的な取組に着手できるもの
基本的には、関係各機関が自主的あるいは連携して取組むものであるが、更に、効果的、効率的、体系的に取り組むために推進組織を設置し検討することを提案したい。
- (2) 中期的に(3~10年程度)取組むことが必要で、さらなる検討を要するもの
別途推進組織を設置するなどして取組むことを提案したい。
- (3) 長期的に(10年以上)取組むことが必要で、ビジョンとして提案するものに展開し、具体的な対策を検討した。

具体的対策の抽出に当たっては、調査結果の評価から、

情報伝達に関する対策
教育カリキュラムに関する対策
体験学習に関する対策
インフラ整備に関する対策
教育システムに関する対策
教育研究開発連携に関する対策
国際人材育成に関する対策

の7点を念頭に置き、対策をとりまとめた。

なお、対策の実施においては、「適切なベンチマークを行い、活動の質を高めていくこと」及び「効果を検証し、継続的改善に努めていくこと」が重要である。

7.3.1 夢/やりがい

夢ややりがいの創出そのものは、しかるべき国の機関や原子力界の各セクターそれぞれの自主的主体的あるいは連携協力した努力によるものであり、まずはそれぞれのセクター自身がそれぞれの活動を着実に進めることが重要である。

人材育成の観点からは、こうした夢ややりがいを次の原子力界を担う若い世代や社会に伝達していくことが活動の中心と位置づけられる。

(1) 当面の（短期的な）取組み

原子力は将来に向かって発展を続ける

- ・ 原子力の将来性は原子力政策大綱、原子力立国計画などで示され、国策として約束されている。
- ・ 原子力ビジョン懇談会報告書等においても地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大が提言され、将来的にも重要なエネルギーであるとの位置づけがなされている。
- ・ 国内原子炉メーカーが国際展開活動を強化している。
- ・ 医学、工業、農業等の分野での放射線利用が発展を続けており、既に経済規模としてエネルギー利用分野と同程度となっている。

原子力の社会貢献

- ・ 原子力発電所の安全・安定運転と稼働率の向上により、エネルギーセキュリティや地球温暖化問題に対し貢献している。
- ・ 原子力ビジョン懇談会報告書等においても地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大が提言され、将来的にも重要なエネルギーであるとの位置づけがなされている。
- ・ 地球温暖化対策の手段（京都議定書のクリーン開発メカニズム）としての原子力の位置づけについて議論されている。

(2) 中期的な取組み

原子力は将来に向かって発展を続ける

- ・ 国際機関、原子力施設の輸出等により日本の原子力界の人々が国際的に活躍する
 - ・ 世界標準を獲得できる次世代軽水炉を開発する
 - ・ 日本の原子力産業が世界をリードする
- など、原子力は将来性や国際性を備えた産業である。

原子力が社会に貢献する存在であると認められる

- ・ 原子力界の研究者、技術者、技能者の社会的貢献が認知される

(3) ビジョンとしての提案提示

原子力は将来性に向かって発展を続ける

- ・ 持続的发展の中でエネルギー安定供給確保と地球環境問題に対応した社会の実現のため2050年前に商業ベースでの高速増殖炉の導入を目指して開発を行う
- ・ 放射線を利用した先進的科学研究開発を継続する
- ・ 22世紀以降のエネルギー源としての核融合の実現に向け研究開発を継続するなど、先進的な技術開発分野があり、これらを支える高度な研究者のニーズがある。

したがって、人材育成の観点からは、これらの短中長期的な取組についての展望を広く次ぎの原子力界を支える若い世代や一般社会に伝え、若い世代や一般社会がそれを理解し、共通の認識としてもらうことが必要であり、産学官が連携し、情報を発信、浸透させていくよう活動することが必要である。

国際的に活躍する人材の育成については、別に設置されるWGにおいて検討される予定である。なお、このWGでは、アジア等の人材を対象とした国際研修の戦略についても検討されることとなっている。

次世代軽水炉開発については、国の支援を得て、原子力産業界が取り組みを進めており、着実に進めることが重要である。

7.3.2 人材育成

次の原子力界を担う若い世代の育成、原子力界内の人材の育成には、本節の冒頭に示した7つの視点すべてを踏まえた対応が必要である。

(1) 当面の（短期的な）取組み

若い世代にエネルギーや科学、工学に対する興味が発達される。

- ・ 小中高校の教員にエネルギー環境問題についての継続的研修を行う
- ・ 小中学生にエネルギー環境教育を実施する
- ・ 若い世代に原子力の原理や技術に対し興味を誘起し、関心を高めるため、体験、実験などの参加型の各種イベントを開催する。
- ・ 放射線に関する理解からエネルギー利用まで幅広く理解させるための科学実験のメニューや体験・実験施設、機材を用意しオープンスクールや各種イベントなどにおいて利用できるようにする。科学実験メニューや体験・実験に必要な施設、機材、模型等の整備を検討するための調査研究が必要である。
- ・ 活動を支援するため産業界、研究機関等は講師派遣、施設見学会を行う。

若い世代に原子力界に必要な科学、工学についての基礎教育がなされる。

- ・ 原子力系学生・院生の専門的理解を深めるため、実験、実習を充実する。
- ・ 教育研究用原子力施設、講座をオープン化する
- ・ 教育に必要な教育用原子力施設、教材、マニュアル、テキスト類などのハードソフト両面のインフラを整備する。
- ・ 上記の活動を支援するため産業界、研究機関等は講師派遣、施設見学会、説明会を行う。
- ・ 国の原子力教育に係る予算が継続的に確保されている
- ・ 活動を効果的、効率的に実施するためには、産学官が連携するとともに、司令塔となる推進組織が必要である。

若い世代に原子力界を志向する動機付けがなされる。

- ・ 高専生や原子力以外の工学系学生・院生に原子力への関心を高めるため、原子力や放射線の基礎についての講義を実施する
- ・ 産業界、研究機関等は、講師派遣、施設見学会、説明会等を行う。

原子力界内部で、科学的探求や技術の維持、継承、発展を支える人材が育成される

- ・ 原子力界において研究開発やプロジェクトを着実に推進する。
- ・ 世界をリードする研究開発を行い、国際的人材を育成する

原子力界内部で、人材に動機付けがなされる

- ・ 研究者、技術者、技能者に、やりがいや達成感を持ってもらうため、種々の機会を捉えた表彰制度を学協会などの種々の団体が実施し、原子力界が支援する。

(2) 中期的な取組み

若い世代に、エネルギーや科学、工学に対する興味が育成される。

- ・ エネルギーや科学、工学について関心の高い教員を養成する。
- ・ エネルギー環境教育を全国に展開する。

若い世代に、原子力界に必要な科学、工学についての基礎教育がなされる。

- ・ 原子力現場技術者(技能者)を養成する教育機関の有効性について検討する。
- ・ 現在の原子力政策大綱や原子力立国計画のような国の原子力に関する基本的な方針において原子力の人材育成の重要性を言及し、国の原子力教育予算が継続的に確保される。

若い世代に、原子力界を志向する動機付けがなされる。

- ・ 研究資金を確保し、社会的注目度の高い研究開発を実施する

原子力界内部で、科学的探求や技術の維持、継承、発展を支える人材が育成される

- ・ 研究用原子力施設を整備する
- ・ 次世代軽水炉開発、高速増殖炉実用化研究開発を推進する。
- ・ 放射線利用の先進的研究開発を実施する
- ・ プラント建設の実務経験が共有できる仕組みを整備する

(3) ビジョンとしての提案

若い世代に、原子力界に必要な科学、工学について実験・実習を通じた教育がなされる。

- ・ 教育研究用原子力施設の充実を目指す
- 原子力に関する科学的探求が維持、継承、発展している
- ・ 研究用原子力施設の充実を目指す
 - ・ 高速増殖炉サイクルシステムなど次世代原子力エネルギーシステムの開発を推進する。
 - ・ 放射線を利用した先進的科学技術研究開発を推進する。
 - ・ 核融合研究を推進する

したがって、原子力界は、各セクターそれぞれが自主的、主体的に行っている人材育成活動が基本であることを十分認識した上で、ベンチマークや連携により、一層の効果的、効率的な人材育成活動や人材育成支援となるよう努めていくことが必要である。

教育に必要な教育用原子力施設、教材、マニュアル、テキスト類などのハードソフト両面のインフラを整備することが必要である。

既に、文部科学省の教育プログラムや文部科学省、経済産業省共同の原子力人材育成プログラムなどにおいて種々の支援の取組がなされており、国はこうした取組を継続実施するとともに、有効性を検証し、継続的改善を進めていくことが必要である。

7.3.3 理解と信頼の獲得

(1) 当面の取組

原子力の必要性、安全性、信頼性、有用性が理解されるに必要な情報提供がなされる。

- ・ 安全・安定運転を継続する
- ・ 原子力施設の安全・安定運転に必要な技術開発と保全が実施される。
- ・ 情報を積極的に公開する
- ・ マスメディアが原子力の夢や社会貢献を報道する
- ・ 一般社会への情報伝達を円滑にするための原子力コミュニケータを養成する
- ・ IT技術/マスメディアを活用した情報提供を行う。

原子力界に対する信頼感が醸成される。

- ・ 原子力界で安全文化が醸成されている。
- ・ 原子力施設の安全・安定運転が継続している。
- ・ 原子力コミュニケーターが顔の見える対応をする
- ・ 原子力施設の見学、体験学習の機会を充実する

(2) 中期的な取組

原子力の必要性、安全性、信頼性、有用性が理解されるに必要な情報提供がなされる。

- ・ 世界のエネルギー問題・環境問題への貢献プログラムを構築する

原子力に対する理解を社会が共有する

- ・ 若年層へのエネルギー教育が定着する

(3) ビジョンとしての提示

原子力に対する理解を社会が共有する

- ・ エネルギーセキュリティ、環境負荷低減、コスト競争力など総合的な視点から原子力が認められた社会が形成される

したがって、原子力界は、各セクターそれぞれが自主的あるいは連携協力して行っている安全・安定運転、技術開発、保全、安全文化に関する活動の継続的改善を進めていくことが必要であり、人材育成の観点からは、こうした活動の状況を社会に伝達していくことが必要である。また、伝達した結果の理解と信頼の獲得における効果を把握し、伝達活動を継続的に改善していくことが必要である。

原子力人材育成ロードマップへの展開



図7-5 ロードマップへの展開

7.4 原子力人材育成ロードマップ実現のための提言

以上のように原子力人材育成に係る課題を3つの基本的取組と時間軸に基づき整理、集約した。これらの対策を具体的なロードマップに展開し、実現していくため、以下を提言する。

(1)「原子力の将来に関する夢 / やりがい」については、今後、持続的発展の中でエネルギー安定供給確保と地球環境問題に対応できる社会となる必要があり、その社会において、原子力は原子力に与えられた必要不可欠な役割を果たしていく必要があり、その役割を果たすためには、原子力開発の将来展望として次世代軽水炉やFBR開発計画、さらに将来の夢としての核融合研究開発や放射線を利用した先進的科学研究開発を進めていく必要があること、わが国の原子力産業が保有する機器製造技術は世界のトップクラスにあり、わが国の原子力産業が今後の世界の原子力界の発展において果たすべき役割を踏まえて国際展開、国際貢献が進められていくことなど職業としてのやりがいのあること、原子力は、エネルギーセキュリティや地球温暖化問題に対し有用かつ重要なエネルギーとして既に認められていること、などを示すことが必要である。また、原子力の安全性、稼働実績を示すことも重要であり、現状の活動を充実強化していくとともに、社会、若年層、学生などの一般の人々にも適切、

かつ、継続的に情報を伝えていくことが必要である。

従って、原子力の夢や現状の理解促進のため、伝えるべき情報の質と量を確保し、伝える相手に確実に伝達していくことが必要であり、各セクターそれぞれが現在実施している活動の有効性、効率性を高めるため、情報伝達の仕組み作りを検討する組織（情報伝達の仕組み作り検討会（仮称））の設置を提言する。

(2)「次の時代の原子力界を担う人材育成」には、科学、工学に関する基礎および専門教育が基本であることは言うまでもない。また、原子力界内部の研究者、技術者、技能者については、絶えず自己の能力を磨き、自己啓発を怠らない意欲を維持することが必要である。

そこで、教育段階においては、理数科教育の強化や小中学校でのエネルギー環境教育の標準カリキュラム設定、社会的側面を含むエネルギー環境教育の全面的な導入、技術者・技能者など職業人についての理解を促進する教育の実施、理科教員の養成、教員のエネルギー問題に対する理解促進、高等専門学校での原子力・放射線基礎教育の導入、大学の教養科目としての原子力・放射線概論の導入など、原子力に関係した幅広い教育プログラムの導入、充実が求められる。

既に文部科学省において実施されている種々の教育プログラムや文部科学省と経済産業省が共同実施している原子力人材育成プログラムでは、様々な形でこうした取組がなされているが、選択と集中によるより一層の効果的、効率的な実施を要望する。

更に、原子力の科学技術に対し若い世代の共感を呼び起こし、若い世代に原子力界に参画する意欲を持ってもらい、また、実務に携わっている研究者、技術者、技能者などの取組意欲を維持向上させることも必要である。このため、原子力版ロボコンの開催による技術創出体験や実務者に対する表彰制度など種々の啓発方策を検討し、実施する必要がある。

原子力界としてこれらの人材育成方策を促進するため、体験や学習に係るプログラム開発を具体化し、支援する受け皿作りの検討が必要であり、そのための組織（体験・学習仕組み作り検討会（仮称））の設置を提言する。

この検討会では、体験・学習のための施設整備、講師派遣、教材作成などについて、産学官が連携した教育支援のシステム作りや、産業界にとって必須の基礎的分野についての教育研究が継続できるシステム作りなどについても検討を行うことが必要である。

(3)「社会の理解と信頼の獲得」のためには、(1)に示した原子力の果たすべき役割について社会の共通認識が醸成されることが必要である。原子力界としては、各セクターそれぞれが、現在実施中の活動を継続するとともに、更に、活動の有効性を高めるため、産学官が連携し、科学的リテラシー向上や原子力の安全性、信頼性、必要性、

有用性、などの情報伝達と、体験などの実施を通して社会に働きかける必要がある。そのため、これら実施に必要な仕組みなど支援の受け皿作りの検討が必要であり、前述の情報伝達の仕組み作り検討会（仮称）および、体験・学習仕組み作り検討会（仮称）において、これらの検討をあわせて行うことを提言する。

表 7-1 原子力人材育成に係る課題と対策

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
. 原子力界が魅力的になるには			
1 .将来に夢がある	(- 1 - 1) 国による長期研究開発計画の策定、公表、説明	<p>原子力界の発展性を示す 原子力長期計画 / 原子力政策大綱、次世代軽水炉、F B R など新技術開発計画、技術戦略マップなどが取りまとめられ、公表されている。 原子力の多面的な利用（理学的側面、放射線利用など）を示すことも</p>	<p>情報伝達の実施強化 既に国や関係機関において実施されている。 原子力界へこれから参画しようとする若い世代や社会に原子力の将来の姿を伝えていく工夫、検討と実践は重要。</p>
	(- 1 - 2) 21世紀版鉄腕アトム、原子力版ロボットコンテスト	<p>(新規) ・文科省が数学オリンピックや物理オリンピックなど国際科学技術コンテストの支援を行っている。</p>	<p>体験学習の強化拡大 原子力もつ科学的・工学的魅力について更に検討 原子力分野のロボコンとは何か、また、具体化できるかについて検討する価値がある。 若い世代への啓発効果が期待できる。実施可能な取組みとしては実験や体験学習を強化拡大することが必要。実現すれば効果は大きい。 実験や体験学習について、メニューを整理し、提案することは有意義。実施は各セクターの判断に基づくもの。</p>
	(- 1 - 3) 日本の原子力界が世界をリードする	<p>(新規) 原子力のものづくりでは世界をリードしているとの自負あり。 (主としてメーカーや研究機関)</p>	<p>情報伝達の実施 産業界の取組み強化が望まれる。また、産業界の活動状況を社会に伝えていくことが必要。 人材育成の観点からは、技能者のやりがいにとって重要。</p>
	(- 1 - 4) 原子力の社会貢献の姿が見える	<p>地球温暖化対策（京都議定書でのクリーン開発メカニズム（C D M））の手段として原子力を位置づける</p>	<p>情報伝達の実施強化 国の活動が実を結び、地球温暖化対策として原子力が有効なもので</p>

		IPCCやサミットの中で位置づけ 原子力委員会にて活動中	あると社会に浸透、認識されることが必要。
(- 1 - 5) 原子力の将来性 や夢が伝えられる		マスメディアが原子力の夢を繰り返し伝える 原子力の夢を語る本やビデオが出版される。 原子力界から夢を語りかける	情報伝達 の実施強化 若い世代や社会に伝えていくことが重要。 情報の質と量の確保、伝達の仕組みが必要 - 1 - 1 ~ - 1 - 4 のまとめ としての夢の伝達の方法を示す

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
2 .原子力界に活気がある	(- 2 - 1) 原子力職場に活気がある	<p>関係者が誇りをもって働いている姿が見える 協力会社を含め継続的な雇用は確保されている 地域の水準より恵まれた処遇がされている 教育、医療、文化的刺激などの地域格差への対応策が必要 キャリアパスが見える 科学的合理的規制が実現できていること 科学的合理的規制体系になっている 審査、検査が適正に実施されている 検査の在り方検討会等別に検討が実施されている。 安全・安定運転の継続 自主保安体制の継続的改善 労働安全の確保、作業環境の改善 すべての基本として産業界が継続的に取り組んでいる。 過去、原産会議基盤強化委員会人材小委で検討</p>	<p>情報伝達の実施強化 産学官の夫々の分野において原子力の魅力創出に努力することが前提として必要。 人材育成の観点からはこうした活動の状況を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。 情報伝達の質と量、伝達の仕組みが必要。</p>
	(- 2 - 2) 原子力分野へ安定的に資金が投入される	<p>電力会社が原子力発電所を新設する 電力需給、経営判断、立地点の了解等種々の要因が絡むもので一概に言えない 国が原子力発電所新設のための事業環境を整備 既に原子力立国計画に制度的支援策あり 研究開発が継続的に実施される 民間の原子力研究開発予算は減少傾向 最近になって一部に見直し増加の動きも 国が研究開発を支援する F B R 実用化研究など着実に進めるための環境整備、努力の基本 国の原子力予算は減少しつつあり、選択と集中が必要</p>	<p>情報伝達 全般的には原子力委員会の機能や各界における取組に期待 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に継続して情報伝達していくことが必要。</p> <p>原子力開発ニーズは人材育成及び管理の基本的要件であり、着実な研究開発やプロジェクト実施などが極めて重要となる。</p>
	(- 2 - 3) 日本ブランドが国際標準を獲得する	(新規) 国内規格・基準の国際化対応 国際規格、基準制定への技術者派遣	情報伝達 の実施 次世代軽水炉の開発において国内規格・基準の国際化について検討する

	<p>国際展開 国レベルでの原子力プラントの売り込み（海外展開支援） 既にあるレベルで国が海外市場へ展開する企業を適切に支援中 国際機関での活躍</p>	<p>予定。メーカーの国際展開に期待 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。 国際人材WGでの検討</p>
<p>（ - 2 - 4 ）グローバルリーダーとなりうる技術者、研究者が輩出している</p>	<p>国際学会、国際機関、国際標準制定等の場で、日本が世界をリードして行くことを戦略的に検討する必要あり。</p>	<p>情報伝達の実施 原子力界が活性化し、国際的に活躍できる人材が輩出し、そうした姿が若い世代に伝わる必要がある。 国際人材WGでの検討</p>
<p>（ - 2 - 5 ）研究開発が活性化、活発化している</p>	<p>原子力に対する研究開発投資の増加 新型炉、新社会インフラ研究開発</p>	<p>情報伝達の実施 - 2 - 1、 - 2 - 2に同じ 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。</p>
<p>（ - 2 - 6 ）国際貢献</p>	<p>近隣アジア諸国を対象とした原子力人材育成を支援</p>	<p>情報伝達の実施 - 2 - 1、 - 2 - 2に同じ 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。 国際人材WGでの検討</p>

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
3. 社会から信頼、尊敬を受ける	(- 3 - 1) エネルギー環境問題での社会貢献		情報伝達 の実施強化 - 2 - 1、 - 2 - 2に同じ 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。
	(- 3 - 2) 事故、トラブル、不祥事の減少		情報伝達 の実施 - 2 - 1、 - 2 - 2に同じ 各セクターにおいて自ら為すべきことがきちんと為されていることが大前提 人材育成の観点では、活動実績を若い世代や社会に情報伝達していくことが必要。
	(- 3 - 3) 原子力界の姿が正しく社会に伝わる	前向きな報道 一般社会向けの原子力のPR ・原子力がエネルギーセキュリティと地球温暖化防止の切り札であること ・様々なメディアが取り上げてもらえるよう適切な情報提供、公開 ・原子力コミュニケーターの育成 社会経済生産性本部、原子力文化振興財団などの活動 原子力産業協会の役割でもあり	情報伝達 の実施強化 情報の質と量を確保し、伝達に工夫する。加えて、効果の把握も必要。 - 1、 - 2と共通する事柄。 人材育成においては、 - 3 - 1や - 3 - 2が社会に浸透させるにあたってどのように伝達すれば良いかの課題をまず検討することが必要。

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
. 原子力界の人材を育成するには			
1. 初等中等教育段階において基礎を身に付けてもらうには	(- 1 - 1) 学習指導要領に理数科科目の位置づけ強化、エネルギー環境教育の位置づけ	<p>学習指導要領での理数科科目の位置づけを強化 カリキュラムや教科書の内容の検討</p> <p>理数科教育強化は既に謳われている</p> <p>学習指導要領にエネルギー環境教育を位置づける 共通カリキュラムの設定、科学的側面の理解：量子、原子について高校までに学習すること、社会的側面の理解など</p> <p>小中学校を通じたエネルギー・環境教育標準カリキュラムの確立 エネルギー環境教育を初等教育に位置づけるため文科省、都道府県教育委員会に働きかける</p> <p>カリキュラム確立のための産学官連携、原子力界の協力 金融、食育、IT、防災等、現代社会に生きていくため様々な教育が必要であり、その中でエネルギー・環境教育が適切に位置づけられるよう原子力界として活動していく</p> <p>エネルギー・環境教育標準カリキュラムの確立の一環として教員に対しエネルギー教育を実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国の予算の継続 ・都道府県教育委員会の理解獲得 ・産学官、学会の協力関係の確立 ・日本エネルギー環境教育学会と連携 <p>技術者の重要性・地位の向上。職業の大切さについての教育（国語の教材、道徳、総合の時間）</p> <p>既に「キャリア教育」についての報告あり、文科省では「キャリア教育実践プロジェクト」（平成19年度：232百万円）等により実施中</p>	<p>教育プログラムの整備</p> <p>学習指導要領の役割にとどまらず教育現場での実践を目指す。 理数科教育強化は継続することが必要。</p> <p>文部科学省の学習指導要領にこだわらずエネルギー環境教育の確立を目指す。 重要性を共通認識し、実施に必要な環境整備、実施に当たった必要な支援、実施後の効果把握と反映などが行える仕組み作りが必要。 何を目標に置き、どのように推進するか、既存の仕組みで何が不足かを含め検討するWGの設置を提言。</p> <p>キャリア教育プログラム実施中。継続実施が必要</p> <p>文科省に継続実施を要望 産業界や学協会からの支援・協力およびその効果についてのチェック&フォローする仕組みが必要。</p> <p>こうした教育プログラムについて、教育現場まで浸透させるとともに、質や量の適切性を検討し、また、結果を評価し反映させる仕組みが必要。 新たに設置するWGで検討</p>

<p>(- 1 - 2) 教員の養成</p>	<p>理科教員の養成</p> <ul style="list-style-type: none"> 理科好きな小学校教員の養成、中学校理科教員の養成、高校物理教員の確保と養成など <p>文科省では、「理数系教員指導力向上研修」(平成20年度:198百万円)「コア・サイエンス・ティーチャー養成プログラム(仮称)」(平成21年度要求で検討中)等多くの施策を展開中</p> <p>小中高校教諭志望者に対してエネルギー教育を実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> 大学全学共通科目の中におく(エネルギー、放射線)、教員免許状取得の必須科目とする、教職大学院の科目として置くなど 大学に要望したり、大学が自主的に科目を設けられるよう、原子力界として協力する <p>教員に対しエネルギー教育を継続実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> 教員免許更新の講習内容に置く <p>種々の教員研修制度があるが、エネルギー関係では年間2千名程度の教職員対象の「原子力体験セミナー」あり</p> <ul style="list-style-type: none"> 大学からの支援(大学教員による講義、実験、実習など) 教育訓練制度の整備、見学会の実施、相談窓口等サポート体制の整備、実験してみよう支援センター? / 理科の先生のための相談窓口等サポート体制の整備など <p>科学技術振興機構(JST)では理科教育支援に関する調査研究を行う「理科教育支援センター」を平成19年9月に立ち上げ。また、学校教員対象に教材提供等を行う「理科ねっとわーく」を運用中。また、原子力教育情報提供支援サイト「あとみん」あり。</p>	<p>教育プログラムの整備</p> <p>文科省に継続実施を要望</p> <p>大学設置基準が緩和されており、必須科目でなければ学生の履修は期待薄だが、原子力界として協力する価値は高い</p> <p>エネルギー環境教育確立の一環 検討を行う仕組みづくりが必要</p> <p>文科省に継続実施を要望 より実効性を高める方向に検討 地道にエネルギー環境教育の必要性、重要性を認識する現場の教員の数を増やすことは重要。既存の計画に対し、数量的な目標を立てて推進を支援する必要がある</p> <p>文科省に継続実施を要望 検討の仕組みづくりが必要</p> <p>産業界や学協会からの支援・協力し、その効果についてのチェック&フォローも必要。</p>
--------------------------	---	---

<p>(- 1 - 3) 論理的思考力を身につけられる教育(理数科教育、科学的リテラシー教育)を実施する</p>	<p>体験・実験施設の整備 科学博物館内に原子力発電の紹介ブース設置 原子力・放射線、エネルギー環境問題にかかるコンペ等積極的参加型体験学習の実施 エネルギーと生活に係る事例紹介と「実体験」できる施設の開設 北の丸科学技術館をはじめ、各地域に原子力発電紹介コーナーあり。状況の変化に応じた展示替えも実施。 課外特別授業(学校選抜等)による理科教育の強化 文科省：スーパーサイエンスハイスクール (平成20年度：14億82百万円) オープンキャンパスの実施(大学の紹介) 90%以上の大学で実施中</p> <p>原子力界からの支援(講師派遣、教材提供、施設見学) 原子力界による支援のネットワーク化 ・産業界からの教育に対する支援は、関係機関がそれぞれ独自に行っており、支援の方法、内容も多様な状況。この支援をより効果的なものとするため、支援のネットワーク化を検討する。</p>	<p>教育インフラの整備、体験・学習、支援。 有効な対策であり体験・実験施設の整備充実が必要。</p> <p>教育システム 実施中</p> <p>文科省に継続実施を要望 実施中(継続実施が必要)</p> <p>産業界からの支援 短期的実施可能 産業界からの支援の一環。積極的に展開すべき課題。産業界は学協会等と連携した支援のネットワーク化の検討が必要。</p> <p>有効性を検証し、推進する仕組みが必要、</p>
<p>(- 1 - 4) 大学入試で原子核/原子力を出題する</p>	<p>原子核物理の問題の出題 高校の物理で量子、原子を取り上げるよう、原子力に関する問題を大学入試に出題してもらえるような働きかけ</p>	<p>大学入試は大学の自主的な判断。ゆとり教育の中で、AO入試や推薦により大学生の学力低下が問題。単に入試に出題されればいいものではなくかつ実現は極めて困難 エネルギー問題として原子力の効能を考えさせることぐらいか。</p>

<p>(- 1 - 5) 素地の醸成</p>	<p>「原子力」という言葉に触れる機会を多く作る (CM、広報)</p> <p>学習指導要領で位置づけるための原子力に対する社会の理解・合意形成</p> <p>小学生版「ニュートン」の刊行</p> <p>学研の「科学」の発行部数はかつての1 / 10程度に落ち込み 科学の読み物は多く刊行されているが、定期刊行物では「子供の科学」など極少数・・・</p> <p>エネルギーと生活に係る理解を深める企画</p>	<p>情報伝達の実施</p> <p>原子力を若い世代に伝える活動の一環</p> <p>情報伝達の質、量、効果についての検討が必要。 産業界や学協会が支援・協力し、その効果についてのチェック&フォローも必要</p>
--------------------------	--	---

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
2.教育機関で次世代を担う人材を育てるには	(- 2 - 1) 工業高校での人材育成を強化	<p>原子力・放射線基礎教育の実施 文科省では、目指せスペシャリスト(「スーパー専門高校」) (平成20年度:120百万円)、原子力・エネルギー教育支援事業交付金(平成19年度:483百万円)</p> <p>資格取得をインセンティブにした教育 就職をインセンティブにした生徒募集 原子力界からの講師派遣、施設見学への協力</p>	<p>教育インフラの整備。体験・学習実施中 カリキュラム 文科省に継続実施を要望</p> <p>産業界からの支援 今後、工業高校に関する実態を調査し、対応を検討することが必要。</p>
	(- 2 - 2) 高卒後入学する原子力技術専門学校(技能者養成)による人材育成	<p>(新規) 産業界が共同で原子力技術専門学校を設立する 原子力技術専門学校卒業者に就職を斡旋する</p>	<p>十分ニーズを調査して、産学官で検討することが必要。 企業内学校はすでに衰退している産業が多い。</p>
	(- 2 - 3) 高等専門学校での原子力教育を強化する	<p>原子力・放射線基礎教育の実施</p> <p>原子力を教えられる教員の養成</p> <p>原子力界からの講師派遣、施設見学への協力 原子力人材育成プログラムでは、複数の高専から提案あり</p>	<p>教育インフラの整備。体験・学習教育システム</p> <p>高専での原子力教育について、講師派遣、施設見学などへの支援が必要</p> <p>現行の、原子力人材育成プログラムの実態と効果について把握し、必要があれば、更なる対応を検討する。</p>

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
	<p>(- 2 - 4) 大学・大学院で基礎・基盤分野の研究・教育を維持、継承する</p>	<p>全学共通科目（教養科目）として原子力概論を講義 対象：原子力系学科以外の工学部、工学部以外の理系学部、人文科学、社会科学系学部 原子力人材育成プログラムでは、一部大学から放射線教育についての提案あり 原子力への理解の裾野を広げる教育活動の展開 ・高専、大学教養課程で、原子力の基礎、放射線の基礎、原子力と社会、原子力と環境等の基礎講座の開設 ・講座開設のためのカリキュラムの作成、教科書の作成、教員の養成、原子力界からの講師派遣。 ・施設見学等の協力 放射線影響への研究費の配分 文科省では、原子力試験研究費を大学にも開放した「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ（平成20年度：5.1億円）」で若干大学の原子力基礎研究に資金が流れることを期待。 保全、高経年化分野への十分な研究費の配分 耐震分野</p>	<p>教育インフラの整備。体験・学習の一環、カリキュラム 原子力人材育成プログラムの展開として実施を検討</p> <p>現状のプログラムに加え、原子力基礎教育を充実強化する必要がある 学部レベルでは大括り化により講義内容が薄くならざるを得ず、大学院レベルでは講義が専門的過ぎて全体を俯瞰できなくなっていることを解消する必要あり</p> <p>基礎・基盤分野における原子力人材育成プログラムの効果を検証し、現行プログラムの継承・発展等を検討する。 基礎的な研究・教育テーマについては、産学官が集まり検討するシステムが必要。</p>

項目	課題	取り組むべき方向/現状	評価と対策
	<p>(- 2 - 5) 大学・大学院で原子力研究・教育を維持、継承する</p>	<p>実際の現場でのニーズに基づいた研究開発と成果の社会還元を示すことによる動機付け 産業界、研究機関、関係機関との共同研究 産業界、研究機関、関係機関からのデータ提供 産業界、研究機関、関係機関との人材交流 文科省は、原子力システム研究開発（平成20年度59億円）、原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ（平成20年度5.1億円）で共同研究活性化を狙う 原子力の社会的側面についての研究 放射年度：5.1億円）で線利用・応用を通じた社会貢献概論の講義 経済論の講義 原子力の国際政治における位置付けの講義 リスク論やコミュニケーションの講義 「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」は社会学研究も対象 世界をリードする原子力研究を行い国際的人材を育成する 先進的な原子炉、燃料サイクルの研究で世界をリードする 基盤技術分野の研究で世界をリードする 国際規格、基準制定に積極的に参加し世界標準をリードする IAEA等の国際機関等でリーダーシップを取れる人材を送り込む IAEA等の国際機関、WNU、欧米の研究機関、大学等へ学生、若手研究者を派遣する 近隣アジア諸国を中心とする発展途上国の原子力教育へ協力し、研究者、技術者、学生の研修を戦略的に実施する。 国際的に注目され世界をリードする研究開発拠点を戦略的に作って行く 国、大学、産業界が連携して国際的人材の育成 今後、国際機関、海外の大学、産業界の状況の調査、ベンチマークを行い、国際的原子力人材として要求される資質、能力、経験、量的要求等を明確にし、どのようにして育成し</p>	<p>教育研究インフラの整備。体験・学習の一環 継続実施が必要 国、産業界、大学、研究機関、産業界の連携を図るための情報交換の仕組みづくりが必要。 継続実施が必要 国際人材 人材育成協議会においてWGを設置して検討することが確定済み</p>

て行くかを検討する。

講座名の維持

大学・大学院、大学・研究機関の間の連携

研究炉等を利用した実験、実習の充実、教材の充実
研究炉の維持

産業界、研究機関、関係機関との連携
講師派遣、教材提供、施設見学

開発プロジェクトへの大学の参画 〃に統合
原子力の教育研究部門全体でのポスト確保、人事的配慮

大学の主体的判断とならざるを得ない。

連携 実施中

人材や設備の効率的な活用に有効。継続実施が必要。

インフラ、**連携**

短中長期的に実施すべき

原子力人材育成プログラムにて支援。継続実施が必要。

P D C Aを回し継続的に改善する仕組みが必要。

支援

短期的に実施可

産業界からの支援の一環

現状のプログラムに加え、原子力基礎教育を充実強化する必要がある

学部レベルでは大括り化により講義内容が薄くならざるを得ず、大学院レベルでは講義が専門的過ぎて全体を俯瞰できなくなっていることを解消する必要あり

原子力分野における原子力人材育成プログラムの効果を検証し、現行プログラムの継承・発展等を検討する。

基礎的な研究・教育テーマについては、産学官が集まり検討するシス

			テムが必要であり、その具体化を提言。
	(- 2 - 6) カリキュラムマネジメントを通じた履修指導を行う	<p>大学 1、2 年次に利用可能な全大学共通カリキュラムの構築。 大学 3、4 年次での基礎基盤分野や原子力専門教育カリキュラムの再構築 他の学科との交流（エネルギーや技術者倫理） 将来社会像（炭素エネルギーサイクルから水素エネルギーサイクルへの移行）関連のカリキュラム</p>	<p>個別大学の自主的判断。 カリキュラムを充実し、外部からの支援を含め体系的に管理が行える仕組み作りが必要。</p>
	(- 2 - 7) 研究・教育の維持・継承に必要な教員を確保する	<p>研究以外についての業績も評価する 教育貢献の評価 担当講義時間 研究者の教育評価を実施する大学は増加している （平成 16 年度 28% 平成 17 年度：36%） 学会での研究の評価（学会賞などの受賞実績）、社会的貢献、 大学に対する貢献などを評価するシステムが作られてきている 社会貢献の評価 規格・基準作り 国の審議会、専門部会への参画 文科省、経産省の境界問題の解消 原子力や関連する基礎基盤分野の研究・教育に対する財政的支援 原子力関係専攻における原子力研究・教育への財政的支援 国による支援 「原子力人材育成プログラム」 「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」 産業界、研究機関、関係機関による支援 教員ポスト確保のための支援 寄附講座 研究費支援 研究費使途の緩和</p>	<p>教育研究インフラの整備 実態として研究以外の業績も評価される方向にある 人材育成につながる重要なポイントとして各セクターが価値観を共有することが必要 教育の現場へ反映できるようにするための仕組みづくりが必要</p> <p>連携・支援 継続実施が必要 現在の原子力人材育成プログラム以後の平成 22 年度から、各大学が自立的にプログラムを維持・継続できるか、新たな支援策を検討し、大学側にインセンティブを与える必要があるかについて検討要。</p>

		<p>博士課程進学者確保のための誘導策 博士取得後のキャリアパスの提示 奨学金 基礎基盤分野の専攻における研究・教育への財政的支援 国による支援 産業界、研究機関、関係機関による支援 原子力関係専攻と原子力以外の他専攻や他機関と連携した 原子力研究・教育への財政的支援 国による支援 産業界、研究機関、関係機関による支援 産学共同で戦略を考えるシステムの整備 大学の経営上原子力や基礎基盤分野に投資してもよいと思える環境作り 財政的貢献（外部資金の獲得） 学生の人気（原子力界が魅力的であること）</p>	<p>原子力人材育成プログラムの効果を検証し、現行プログラムの継承・発展等を検討する。 産学官が集まり検討するシステムが必要。</p>
--	--	--	---

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
3.人材に原子力界を志望してもらうには	(- 3 - 1) いろいろな機会を捉えての動機付け	<p>インターンシップ (短期間実習)</p> <p>冠講座 (原子力やエネルギーに関する寄付講座)</p> <p>産業界、研究機関、関係機関からの講師派遣 (エネルギー教育、産業、研究紹介) そのための紹介機関の設立</p> <p>産業界、研究機関、関係機関からの教材の提供</p> <p>学会レベルで標準教育プログラム</p> <p>施設見学会の実施</p>	<p>情報伝達の実施、体験、支援。 継続実施が必要 産業界からの支援について検討することが必要で、新たなWGによる検討を提言</p> <p>体験 若い世代に原子力界に参画するよう促す情報提供 体験する機会として有効であり、拡大していくことを新たな仕組みの中で検討することが必要。 原子力人材育成、人材供給への効果を検証することが必要。</p> <p>連携 産業界からの支援策</p> <p>連携</p> <p>支援</p> <p>体験</p>
	(- 3 - 2) 就職先としての原子力界への誘導策の実施	<p>人材確保の為の原子力産業による合同就職説明会 他産業の説明会実施時期と平仄を合わせ適切な時期に適切な量を提供する (説明会であって就職活動とはしない)</p>	<p>情報伝達の実施、継続実施、強化が必要 若い世代に原子力界に参画するよう促す情報提供 産業界からの支援について検討することが必要</p> <p>学生が、就職先を決めるプロセス、時期、動機、参考情報、等を調査し、原子力産業界に誘導するには何が重要かを理解することが必要。</p>

		<p>地元採用枠 人材確保の為に原子力産業PR展示会（学会、大学・高専・工業高校を廻るキャラバン） 人材確保の為に発電所や工場、研究所見学会の実施 原子力に進む利点（将来の職，給料 etc）を明確に示す 他研究機関（海外を含む）との協力関係の紹介 産業界と教育界の意見交換、意思疎通のための常設の場の設定</p>	<p>原産協会は「原子力産業セミナー」を実施中。</p> <p>大学に加え、いろいろな学協会の学生部門、NPO法人への情報提供（量と質）を工夫する 原子力界の現状を伝達するプロセスとして対応を検討する</p>
--	--	---	---

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
4. 原子力界において人材育成、技術継承がなされるには	(- 4 - 1) 計画的人員の採用、配置	定常的な採用の維持	情報伝達 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 4 - 2) 原子力従事者の処遇、待遇改善	原子力従事者の処遇・待遇改善	情報伝達 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 4 - 3) 自己啓発への動機付けを行う	PR、技術者オリンピック、ロボコン・プロコンなどの企画、ベスト下請けオブザイヤー賞?等 米国NEIでは年次大会において極めて実務的な内容で年毎に数十件の表彰を行っており、現場第一線技術者の励みとなっている。 新しいことへの挑戦の姿勢	体験 原子力版技能オリンピックや表彰制度は、技能者にとってのやりがいの創出につながる可能性あり。
	(- 4 - 4) 実務経験を通じた養成	実務機会の共有 活発な研究開発	体験 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 4 - 5) 教育・訓練システムを通じた人材育成	教育・訓練システムの整備 Off-JT 研修施設の確保、維持、活用 シニアの活用 資格制度の利用 技能認定、資格認定制度	体験 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 4 - 6) 原子力技術の高度化を進め世界をリードする	高経年化対策、次世代軽水炉開発、新型炉開発、基礎基盤研究などを推進する 日本ブランドが国際標準を獲得する 国内規格・基準の国際化対応 国際規格、基準制定への技術者派遣 国際展開 国レベルでの原子力プラントの売り込み(海外展開支援) 国が海外市場へ展開する企業を適切に支援	情報伝達 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する

	グローバルリーダーとなりうる技術者、研究者を輩出する 国、大学、産業界の連携	
(- 4 - 7) ナレッジマネジメント	<p>マニュアル、テキスト類の整備 技術の標準化 失敗に学ぶ、経験の共有化と伝承 ナレッジマネジメントによる暗黙知の形式知化 国内原子力プラントの経験の共有化と伝承 シニアの活用 社内教育における退職者の活用 社内教育や社会人教育における高齢有識者の活用 技術者人材としての高齢技術者の再雇用</p>	<p>インフラ整備 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する</p>
(- 4 - 8) 大学と産業界、研究機関、関係機関の連携強化	<p>人材の活用 分野別講師リスト 専門家の共有 共同研究による研究の効率化と活性化 大学、大学院教育での連携強化 大学間での講座の共有、オープン化 研究施設の共用、オープン化</p>	<p>教育インフラの整備。支援。短期的に実施可 産学官が集まり検討するシステムが必要。 人材マップを継続的な更新するシステムが必要</p>

項 目	課 題	取り組むべき方向 / 現状	評価と対策
. 原子力についての社会の理解と信頼の獲得がなされるには			
1. 国民が 原子力を 理解する	(- 1 - 1) 原子力の必要性 を理解してもらう	原子力PRキャラバン 原子力紹介のための展示会、 原子力紹介のための番組作成「21世紀版プロジェクトX」 原子力紹介のためのキャラクター創作「21世紀版鉄腕アトム」	情報伝達 の実施 原子力界の姿を社会に伝える活 動（前出）
	(- 1 - 2) 原子力のありの まの姿を知ってもらう	発電所や工場、研究所見学会の実施。体験学習 情報公開 広報、コミュニケーターによる情報発信	情報伝達 の実施 原子力界の姿を社会に伝える活 動（前出）
	(- 1 - 3) マスメディアが 原子力を取り上げる	記者を対象とした解説や見学会の充実 原子力界コミュニケーターの育成 マスメディアと協力したエネルギー問題、放射線・原子力のPR、 番組等の作成 開かれた原子力技術 オピニオンリーダーの原子力シンパシー醸成、原子力界出身のオピ ニオンリーダーの育成 原子力学会において課題毎に解説を作成する予定	情報伝達 の実施 原子力界の姿を社会に伝える活動 （前出）
	(- 1 - 4) 大学での原子力 の社会的側面の研究		情報伝達 原子力界の姿を社会に伝える活動の 一環（前出）
	(- 1 - 5) リスクに関する リテラシーの向上	放射線影響についての社会の認知、理解 原子力安全についての社会の理解	情報伝達 の実施 更に検討 原子力界の姿を社会に伝える活動の 一環（内容的には前出）
	(- 1 - 6) 論理的思考力を 高める	初等教育段階から論理的思考力を高める教育を行う	学習 原子力界にこれから参画する若い 世代の動機付けに有効。原子力界の姿 を社会に伝える活動の効果を高める ことにもつながる
	(- 1 - 7) 原子力関係者外 の思考を理解する	コミュニケーターの養成 各種アンケートの実施/解析	短期的に実施可 自らの活動を検証、反省 するために 重要

項目	課題	取り組むべき方向/現状	評価と対策
2.国民が原子力界を信頼する	(- 2 - 1) 原子力関係機関の品質保証	揺るぎない技術、安全確保 安全安定運転の継続 安全性、信頼性向上のための研究開発 非科学的な評論に惑わされない専門家としての自負 原子力関係者のネットワーク強化(安全情報等の共有)	情報伝達 実施中 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 2 - 2) 原子力安全文化が醸成されている		情報伝達 実施中 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する
	(- 1 - 3) マスメディアが原子力を取り上げる(再掲)	原子力学会において課題毎に専門的解説を作成することとなっている。	情報伝達 実施中(前出)
	(- 3 - 2) 事故、トラブル、不祥事の減少(再掲)		情報伝達 実施中(前出) 各セクターにおいてそれぞれが実践を継続する

注) 評価と対策の分類

- (1) 情報伝達に関する対策
- (2) 教育カリキュラムに関する対策
- (3) 体験学習に関する対策
- (4) インフラ整備に対する対策
- (5) 教育システムに関する対策
- (6) 教育研究開発連携に関する対策
- (7) 国際人材育成に関する対策

あとがき

本報告書は、「原子力人材育成関係者協議会」の最初の報告書であり、原子力分野の人材育成のロードマップやビジョンの策定に向けて、その根拠となるデータとともに、検討すべき課題を調査・整理して、対策の方針やロードマップの基本的な取り組みの方向性をまとめたものである。

原子力分野の人材の動向に関するデータとしては、1985年からの就職・採用状況とともに、産業界の職種構成・内訳の状況を示し、将来に向けては、この国内の状況やIAEAによる世界の原子力発電設備規模の予測の結果も勘案して、2030年までの予測結果を示している。

原子力分野に限れば、その人材需給については、現状以上の教育体制と規模を維持することが必要とされ、数値的には控えめであるが、従来にもまして資質と能力が求められていることは言うまでもない。

ロードマップやビジョンについては、本文にも述べているように、原子力産業は原子力分野に限らず多くの分野からの支援を受け、また社会からの理解を得て成立する。従って、原子力分野の人材育成のロードマップやビジョンの策定に向けては、あるべき姿を共有するためにも、原子力分野はもとより他分野からの意見を得ることが重要である。

この認識から、広く人材育成について検討すべき課題を調査・整理し、ロードマップの基本的な取り組みの方向性を 夢/やりがいの提示、人材育成、理解と信頼の獲得の3点に纏め示している。

今後、ロードマップの実現に向けて、原子力産業の役割と将来の展望を明確に示すとともに、人材育成の方策についても、中長期的な視点からの取組を含めて総合的に検討する予定である。

21世紀に入ってグローバル化が進み多くの変革が進んでいる中、人材基盤の確保、人材育成は、すべての産業そして社会にとって共通の課題である。持続的発展の根幹ともなるべき原子力分野の人材育成については、関係分野と連携して着実に実施するとともに、共通の課題への積極的な対応に加え、個別の課題への適切な対応も図る必要がある。

最後に、本報告書をまとめるにあたり、データの提供やアンケート調査などに協力して頂いた方々に感謝すると共に、貴重なデータやご意見は、今後更に整理・分析して活用することといたします。

関係者のより一層の理解と協力を期待いたします。

参考. 1 「原子力人材育成関係者協議会」名簿（敬称略）

- (1) 座長
服部 拓也 （社）日本原子力産業協会 理事長
- (2) 学識経験者（原子力学会及び高専関係者を含む。）
<大学>
工藤 和彦 九州大学 高等教育開発推進センター 特任教授
小林 英男 横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 教授
班目 春樹 東京大学 大学院 工学系研究科 原子力専攻 教授
森山 裕丈 京都大学 大学院 工学研究科 原子核工学専攻 教授
- <学会>
飯井 俊行 （社）日本原子力学会 教育委員会委員
（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 教授）
- <高等専門学校>
小田 公彦 （独）国立高等専門学校機構 理事
- (3) 電気事業者
工藤 健二 東京電力（株） 執行役員 原子力・立地業務部長
辻倉 米蔵 電気事業連合会 顧問（原子力技術担当）、関西電力（株）顧問
- (4) 原子力関連メーカー
河原 暲 （株）日立製作所 電力グループ 技師長
鈴木 成光 三菱重工業（株） 原子力事業本部
原子力技術センター 原子力技術部長
前川 治 （株）東芝 電力システム社 統括技師長
- (5) 国（文部科学省、経済産業省、内閣府）
新井 憲一 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課 企画官
片岡 洋 文部科学省 高等教育局 専門教育課 企画官（第1回まで）
黒木 慎一 内閣府 政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付
参事官（原子力担当）
坂口昭一郎 文部科学省 高等教育局 専門教育課 企画官（第2回より）
高橋 泰三 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課長
山田 知穂 経済産業省 原子力安全・保安院 原子力安全技術基盤課長
山野 智寛 文部科学省 研究開発局 原子力計画課長
- (6) 研究機関、その他団体
杉本 純 （独）日本原子力研究開発機構 原子力研修センター長
八束 浩 （社）日本原子力産業協会 常務理事

(7) 事務局

(社)日本原子力産業協会 政策推進第2部

担当役 三浦 研造

リーダー 山本 晋児

担当者 天野 宗歩(2008.5~) 石井 明子(~2008.4)

上田 欽一(2008.5~) 小林 伸江(2008.5~)

富野 克彦(~2008.4)

参考. 2 「原子力分野の人材に係る定量的分析作業会」名簿

(メンバー五十音順、敬称略)

主査 河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

副主査 氏田 博士(財)エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 主管研究員

幹事 村田 扶美男 日立GEニュークリア・エナジー(株) 国際協力室長

今井 里如 経済産業省資源エネルギー庁 原子力政策課 課長補佐

内田 誠 三菱重工業(株) 原子力事業本部 原子力技術センター 原子力技術部
原子力技術企画課 主席技師

大串 直人 東京電力(株) 原子力・立地業務部 総括グループ 副長(2008.7~)

小田 公彦 (独)国立高等専門学校機構 理事

垣田 浩一 東京電力(株) 原子力・立地業務部 総括グループ 副長(~2008.6)

川田 能成 日立GEニュークリア・エナジー(株) 国際協力室 主任技師

熊田 忠真 東京電力(株) 原子力・立地業務部 課長

齋藤 昌之 関西電力(株) 原子力事業本部 原子力企画グループ マネジャー

柴田 洋二 日本電機工業会 原子力部長

清水 健 電気事業連合会 原子力部 副部長

杉本 純 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター長(~2008.4)

次田 彰 文部科学省 研究開発局 原子力計画課 課長補佐

波多野 守 (財)エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 参事

星出 明彦 (株)東芝 原子力事業部 原子力企画室 企画第三担当 参事

松本 哲夫 (社)日本原子力学会 大学原子力教員協議会

東京都市大学(旧武蔵工業大学) 原子力研究所 教授

村上 博幸 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター 次長(2008.4~)

森 建二 (株)東芝 電力システム社 原子力事業部 技監

山本 晋児 (社)日本原子力産業協会 政策推進第2部 リーダー

横田 純一 経済産業省資源エネルギー庁 原子力政策課 課長補佐

渡邊 浩人 文部科学省研究開発局原子力計画課 総括係長

参考. 3 「原子力人材育成ロードマップ作業会」名簿

(メンバー五十音順、敬称略)

主査 辻倉 米蔵 電気事業連合会 顧問(原子力技術担当) 関西電力(株)顧問

新井 憲一 経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部
原子力政策課 原子力政策企画官

生田 優子 (独)日本原子力研究開発機構 原子力研修センター(～2008.4)

今井 里如 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 課長補佐

氏田 博士 (財)エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 主管研究員

内田 誠 三菱重工(株) 原子力事業本部 原子力技術センター 原子力技術部
原子力技術企画課 主席技師

大串 直人 東京電力(株) 原子力・立地業務部 総括グループ 副長(2008.7～)

垣田 浩一 東京電力(株) 原子力・立地業務部 総括グループ 副長(～2008.6)

金子 正人 (財)放射線影響協会 顧問

川田 能成 日立GEニュークリア・エナジー(株) 国際協力室 主任技師

熊田 忠真 東京電力(株) 原子力・立地業務部 課長

齋藤 昌之 関西電力(株) 原子力事業本部 原子力企画グループ マネジャー

清水 健 電気事業連合会 原子力部 副部長

杉本 純 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター長(～2008.4)

次田 彰 文部科学省 研究開発局 原子力計画課 課長補佐

長崎 晋也 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻 教授

波多野 守 (財)エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 参事

橋場 隆 (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

村上 博幸 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター 次長(2008.4～)

村田 扶美男 日立GEニュークリア・エナジー(株) 国際協力室長

森 建二 (株)東芝 電力システム社 原子力事業部 技監

山本 晋児 (社)日本原子力産業協会 政策推進第2部 リーダー

横田 純一 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 課長補佐

吉野 昌治 原子力安全・保安院 原子力安全技術基盤課 課長補佐

渡邊 浩人 文部科学省 研究開発局 原子力計画課 総括係長

参考. 4 「原子力人材育成関係者協議会」検討経過

(1) 「原子力人材育成関係者協議会」第1回協議会

- ・ 日時 : 2007年9月14日(金) 10:00~12:00
- ・ 場所 : 経済産業省 本館 17階・西2 国際会議室
- ・ 議事 :

実施要領の説明(原産協会)

「産学人材育成パートナーシップ」の推進について
(人材育成協議会の位置付けに関する提案)

<説明:敬称略>

二タ村 森 経済産業省 産業技術環境局 大学連携推進課
産業人材企画調整官

平成20年度原子力人材育成プログラム実施方針の説明

<説明:敬称略>

山野 智寛 文部科学省 研究開発局 原子力計画課長
新井 憲一 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課 企画官

課題の確認

() 人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成

<説明:敬称略>

辻倉 米蔵 関西電力(株) 常務執行役員

() 原子力分野の人材需給及び就職状況等に係る定量的分析

<説明:敬称略>

河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

新井 憲一 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課 企画官

安全基盤小委員会で提起された課題について

<説明:敬称略>

山田 知穂 経済産業省 原子力安全・保安院
原子力安全技術基盤課長

協議会メンバーの決定、課題の選定・優先順位の決定、作業会主査の決定

(2) 「原子力人材育成関係者協議会」第2回協議会

- ・ 日時 : 2007年11月19日(月) 14:00~16:00
- ・ 場所 : 経済産業省 別館 3階 第4特別会議室
- ・ 議事 :

「産学人材育成パートナーシップ」第1回全体会議の報告(経済産業省)
課題の確認

() 基盤技術分野の研究者の評価に関する課題

<説明:敬称略>

飯井 俊行 原子力学会 教育委員会委員(福井大学大学院工学研究科 教授)

() 奨学金に関する課題

<説明:敬称略>

飯井 俊行 原子力学会 教育委員会委員(福井大学大学院工学研究科 教授)

() 人材育成に関する国際対応

<説明:敬称略>

杉本 純 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター長
対応方針、検討状況の確認

- () 人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成

<説明：敬称略>

辻倉 米蔵 関西電力(株) 常務執行役員

- () 原子力分野の人材需給及び就職状況等に係る定量的分析

<説明：敬称略>

河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

(3) 「原子力人材育成関係者協議会」第3回協議会

・ 日 時 : 2008年 1月30日(水) 14:00~16:00

・ 場 所 : 三田共用会議所

・ 議 事 :

原子力人材育成プログラムおよび産学人材育成パートナーシップについて

- () 平成20年度原子力人材育成プログラム実施方針(案)について

- () 産学人材育成パートナーシップへの報告について

<説明：敬称略>

新井 憲一 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課 企画官

渡邊 浩人 文部科学省 研究開発局 原子力計画課 総括係長

課題の確認

- () 原子力専門家人材マップ

- () 人材ニーズに関する情報発信

- () 基盤的活動に対する社会的貢献に係る評価

<説明：敬称略>

山田 知穂 経済産業省 原子力安全・保安院 原子力安全技術基盤課長

検討状況の確認

- () 原子力分野の人材需給及び就職状況等に係る定量的分析

<説明：敬称略>

河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

- () 人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成

<説明：敬称略>

辻倉 米蔵 関西電力(株) 常務執行役員

(4) 「原子力人材育成関係者協議会」第4回協議会

・ 日 時 : 2008年 4月 8日(火) 14:00~16:00

・ 場 所 : 経済産業省・本館17階 第1特別会議室

・ 議 事 :

人材育成パートナーシップ全体会議への報告について

- () 各分科会からの報告について

<説明：敬称略>

新井 憲一 経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課 企画官

報告書(骨子案)について

<説明：敬称略>

山本 晋児 事務局

原子力分野の人材に係る定量的分析について

<説明：敬称略>

河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

原子力人材育成ロードマップに関する中間報告

<説明：敬称略>

辻倉 米蔵 関西電力(株) 常務執行役員

(5) 「原子力人材育成関係者協議会」第5回協議会

- ・ 日 時 : 2008年 6月 5日(火) 14:00~16:15
- ・ 場 所 : 経済産業省・別館3階 第346会議室
- ・ 議 事 :

原子力人材育成シンポジウムの開催結果報告

<説明：敬称略>

河原 暲 (社)日本原子力学会 会長

原子力分野の人材に係る定量分析WGについて

<説明：敬称略>

河原 暲 (株)日立製作所 電力グループ 技師長

原子力人材育成ロードマップについて

<説明：敬称略>

辻倉 米蔵 関西電力(株) 常務執行役員

原子力教育訓練に関する国際会議(NESTet2008)出席報告

<説明：敬称略>

杉本 純 日本原子力研究開発機構 原子力研修センター長

参考.5 「原子力分野の人材に係る定量的分析作業会」検討経過

- 2007年 9月14日 第1回協議会 定量的分析のためWGを設置し検討を進めることを了承。
- 10月25日 第1回WG 進め方について検討。
- 11月19日 第2回協議会 WGでの検討状況を報告
- 11月26日 第2回WG 調査方法、長期予測方法について検討
- 2008年 1月24日 第3回WG これまでの分析結果を踏まえたまとめ方について検討
- 1月30日 第3回協議会 WGの中間報告
- 4月 2日 第4回WG 分析結果を踏まえたまとめ方について検討
- 4月 3日 第5回WG（合同）報告書のまとめ方について検討
- 4月 8日 第4回協議会 WGの分析結果報告
- 4月22日 第6回WG（合同）報告書のまとめ方について検討
- 5月20日 第7回WG（合同）報告書のまとめ方について検討
- 5月26日 第8回WG（合同）報告書のまとめ方について検討（座長、主査打合せ）
- 6月 5日 第5回協議会 WGの分析結果の変更点を報告

参考.6 「原子力人材育成ロードマップ作業会」検討経過

- 2007年 9月14日 第1回協議会 ロードマップ作成のためWGを設置し検討を進めることを了承。
- 10月 9日 第1回WG 進め方について検討
- 11月 2日 第2回WG 関係各所に対して人材育成調査を決定。調査票、調査先について検討。
- 11月19日 第2回協議会 WGでの検討状況を報告
- 11月21日 第3回WG 調査票、調査先について検討。
- ~ 以降、メールにより意見交換しながら調査票、調査先を確定
- 12月12日 ロードマップ作成のための調査開始
- ~ 調査票送付、面談調査を実施
- 2008年 1月24日 第4回WG(合同)中間報告のまとめ方について検討
- 1月30日 第5回WG これまでの調査結果を踏まえたロードマップのまとめ方について検討
- 1月30日 第3回協議会 WGの中間報告
- 2月13日 第6回WG ロードマップのまとめ方について検討
- 2月26日 第7回WG ロードマップのまとめ方について検討
- 3月13日 第8回WG ロードマップのまとめ方について検討
- 3月17日 ロードマップ作成のための調査終了
- 4月 3日 第9回WG(合同)報告書のまとめ方について検討
- 4月 8日 第4回協議会 WGの調査を踏まえたロードマップの検討状況を報告
- 4月22日 第10回WG(合同)報告書のまとめ方について検討
- 5月20日 第11回WG(合同)報告書のまとめ方について検討
- 5月26日 第12回WG(合同)報告書のまとめ方について検討(座長、主査打合せ)
- 6月 5日 第5回協議会 ロードマップやビジョンの方向性を報告
- 7月17日 第13回WG ロードマップの今後の進め方について検討

参考.7 原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査票

原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査への協力をお願い

平成19年12月12日
原子力人材育成関係者協議会
原子力人材育成ロードマップ作業会
主査 辻倉 米蔵

平成18年11月、「原子力人材育成の在り方研究会」(座長：服部拓也 日本原子力産業協会副会長(当時)、以下「人材育成研究会」)が設置されました。そこでは、産学官の有識者が集まり、平成19年度から文部科学省と経済産業省が実施する「原子力人材育成プログラム」についての検討が行われ、平成19年3月に報告書が取り纏められました。その内容は、世界的に原子力推進の機運が高まり、わが国においても「原子力政策大綱」や「原子力立国計画」において原子力の推進が謳われている中で、高専や大学・大学院での研究や人材育成の現状をみると、学生の教育や基盤技術分野の研究者に支援をすべきであるというものでした。

人材育成研究会の議論においては、多くの委員から、原子力分野の人材育成に関する中長期的課題について産官学で検討する場を常設すべきとの意見が出され、原子力人材育成プログラムの枠を超えた中長期的課題について、更に詳細な実態の把握、他の施策や様々な制度との関係の調査などが必要であるとの指摘がありました。

これらを受けて、文部科学省及び経済産業省から、原子力分野の人材育成について関係者が継続的に議論する場として、「原子力人材育成関係者協議会」(以下、「人材育成協議会」)を日本原子力産業協会に設置すべきとの提案がなされ、人材育成研究会において中長期的課題について関係者が集まり検討を進めることが合意されました。

平成19年9月14日の第1回人材育成協議会において、原子力立国計画に基づく原子力開発や原子力施設の運用の高度化を達成するために人材育成面から何をなすべきかを検討し、関係者の原子力人材育成のための指標となる原子力人材育成のための中長期的ロードマップを作成することが提案され、ロードマップ作成のための作業会(原子力人材育成ロードマップ作業会)(以下、作業会)を設置することが了承されました。そこで、国、大学、研究機関、メーカー、電力の実務者がボランティアベースで集まる作業会が結成され、鋭意検討を進めているところであります。

この作業会において、ロードマップ作成について議論したところ、作業会のメンバーのみならず、幅広い階層から意見を聞き、ロードマップに反映する必要があると、産官学各層に対し調査を実施すべきであるとの結論が得られ、そのための調査票が添付のようにまとめられました。

つきましては、ご多忙中のところ誠に恐縮ですが、原子力人材育成ロードマップ作成のため、ご回答いただきますようお願い申し上げます。

なお、調査にあたっては、必要に応じてインタビューも並行して実施させていただきたいと考えております。

なお、回答いただいた内容については、原子力人材育成ロードマップ作成のため、集約、集計した結果を作業会、人材育成協議会の場での審議に活用します。個人情報についてはいかなる場合においても開示いたしません。

添付資料

- 1．原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査票
- 2．原子力人材育成の在り方研究会調査報告書
（平成18年度 大学・大学院等における原子力人材育成の在り方調査）
平成19年3月 社団法人 原子力産業協会
- 3．原子力人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成について
（平成19年9月 第1回原子力人材育成関係者協議会資料）

以上

原子力人材育成ロードマップ作成に係る調査票

(調査の目的)

原子力政策大綱、原子力立国計画を実現するには、何よりも計画的な人材の維持・育成の継続が鍵となります。そこで、

現在や将来に予想される原子力分野の人材をめぐる問題点や課題と解決方法

原子力の研究開発利用に理想的な社会環境の実現に必要な原子力に関わる人材の姿について皆様から忌憚のないご意見を伺い、それを基に、原子力人材育成のためのロードマップを作成したいと考えております。

以下の質問にお答えください。

・基本情報

<p>(1) 所属分野 (あてはまるものに)</p>	<p>a . 教育機関 小中学校、普通高校 (質問に関わらず、将来、原子力を含むエネルギー環境問題に関心を持ち理解できる人材の育成、さらには、原子力を含む理工系を志望する人材の育成の観点から回答してください。) 工業高校、高専、大学、大学院 博物館・科学館、展示館、その他</p> <p>b . 行政機関 (質問に関わらず、原子力界での人材育成について回答してください。)</p> <p>c . 規制機関 原子力安全保安院、原子力安全基盤機構</p> <p>d . 研究機関 日本原子力研究開発機構、電力中央研究所、放射線医学総合研究所、産業技術総合研究所、その他</p> <p>e . 原子力関係機関・団体 エネルギー総合工学研究所、原子力安全研究協会、発電設備技術検査協会、核管理センター、原子力産業協会、原子力技術協会、その他</p> <p>f . 産業界 ゼネラルコントラクター、商社、プラントメーカー、燃料加工、材料、エンジニアリング、設備ベンダー、放射線、工事/保守專業会社、電気事業、原燃サイクル、その他</p> <p>g . マスメディア</p> <p>h . その他</p>
<p>(2) ご所属の機関名 (差し支えなければ)</p>	
<p>(3) 所属部門 (次ページの例を参考に回答ください)</p>	
<p>(4) 専門分野 (次ページの例を参考に回答ください)</p>	

(3) (4) については以下の例を参考に回答ください。

(3) 所属部門の例

教育部門

行政・規制部門

研究部門

技術部門

(電気事業の分類の例)

調査・計画・管理部門

設計・建設工事部門

運転・保守部門

原子燃料部門

保健安全管理部門

廃棄物処理部門

R I ・放射線利用部門

広報部門

その他

(メーカーの分類の例)

管理・企画部門

プロジェクト管理部門

設計部門 (炉心・安全、タービン、機器・配管、電気・計装)

機器製造部門 (機器・配管 (原子炉、タービン)、電気・計装)

フィールド・試運転部門

品質保証部門

調達部門

原子燃料製造部門

土木・建築部門

R I ・放射線利用部門

その他

その他

(4) 専門分野

物理

原子力

機械

電気・電子

化学

材料

土木・建築

地震・地質

その他

・原子力人材育成についての質問

1. 原子力人材育成をめぐる問題点や課題について

(1) あなたの所属分野、部門、あるいは、専門分野について、以下のb～eの質問について下記の例に倣ってお答えください。

b. あなたの所属分野、部門、あるいは、専門分野の人材問題についてどのような現状認識をもっていますか。

c. そのような現状認識において、問題や課題、懸案事項にはどんなものがありますか。

c - 1. 現状について記載してください。

c - 2. 2030年、2050年などを見通した将来に予想されるものについて記載してください。

d. それはどのような視点についてのものですか

d - 1、2についてそれぞれ視点を記載してください。複数の視点がある場合は、すべての視点を記載してください。

(視点の例：質的、量的、資金的、施設、環境、廃棄物、放射線管理、分野間の交流・協調、人材の流動性、シニア、マイスター、国際展開、など)

e. その原因は何ですか？

視点、課題ごとに考えられる原因を記載してください。

f. 原因を取り除くには何をしたらよいか、どのような対策が考えられますか
視点、課題、原因ごとに考えられる対策を記載してください。

f - 1. 自ら実施する対策を記載してください。

f - 2. 外部へ依頼する必要がある対策を記載してください。

(2) あなたの所属分野以外についても(1)に倣ってお答えください。

ただし、a. どの分野、部門、あるいは、専門分野についての問題かについても記入してください。

注1) 問題点、原因、対策等については、感じていること、考えていることをいくつでも回答ください。お手数ですが、問題点毎に回答用紙を分けてください。

注2) 回答用紙のスペースに関わらず、足りない場合は別紙に記入し添付してください。また、参考となる資料があれば、それも添付してください。

(回答例)

	(1)
a . 分野 部門 専門	電気事業 所属部門に共通 専門技術分野に共通
b . 現状認識	かつての草創期、発展期においては、いろいろな困難もあったが、若い将来の産業としての魅力から、原子力を志望する人材も多く、優秀な人材が容易に集まった。現在、原子力発電は成熟し、基幹電源と呼ばれ、エネルギーとしては欠かせない存在になっているが、事故や不祥事が相変わらず続いているため国民の原子力安全についての不安・不信は解消されていない。また、新規建設も少なく、プラント建設を経験することが難しくなっている。
c . 問題点等	c - 1 .(現状) 成熟産業となり、また、国民の原子力に対する不安・不信が依然として解消されていないこともあって、優秀な人材が集まりにくくなっている。
d . 視点	人材確保の質的視点
e . 原因	進学、就職などで親が危険な職場であると反対する。 本人が原子力を学問や職業として選択しようとしても、社会の原子力に対する不安・不信が解消されておらず、自分の子供を安心して預ける気持ちになれない親も多く存在する。また、子供は親の意見に反対してまで、進学、就職しようと思わない傾向にある。
	職場が都会から離れている。 原子力発電所は、海に近く、人口が密集していない地域を選んで立地している。また、立地にあたっては地元のご理解とご協力が得られる地域であることが必要である。さらに、いくつかの電力会社では、地元との共生のため、本社組織を立地点に移転させている。このため、刺激に溢れる都会を志向する若者にとってはマイナス要因となっている。
f . 対策	f - 1 / 2 . 社会的に原子力が理解され、受け入れられるように、原子力の安全性や原子力産業に対する理解に努める。(広報、情報公開) 小中学校の早い段階から、エネルギーに関する教育に積極的に取り組んでもらう。
	f - 1 . 職業としての魅力を高める。使命感を育む 原子力産業に社会的尊敬が集められれば、職業としての魅力も高まる。原子力事業者として、高い志をもって、安全・安定運転に努め、かつ、事業の透明性を高めていく必要がある。

(回答用紙)(複数の回答の場合はお手数ですがコピーしてお使いください。)
 (スペースが足りない場合、また、資料のある場合は添付してください。)

1. 原子力人材育成を巡る問題点、その原因、対策

	(1)(自らの所属分野の回答) (2)(他分野の回答) (どちらかに)
a. 分野 部門 専門分野	
b. 現状認識	
c. 問題点 課題 懸案事項	c - 1.(現状) c - 2.(将来) (どちらかに)
d. 視点	
e. 原因	
f. 対策	f - 1.(自ら実施するもの)
	f - 2.(他部門に依頼するもの)

2. 原子力人材育成のあるべき姿（ビジョン）について

(1) 原子力にとって望ましい循環が形成された社会環境について

原子力政策大綱、原子力立国計画が達成され原子力にとって望ましい循環が形成された社会環境とは具体的にどんな循環が形成された状態と考えられますか。

以下の電気事業者が考える望ましい循環の例を参考に、ご自身がお考えの望ましい循環をご回答ください。

(回答例)

(電気事業者が考える望ましい循環)

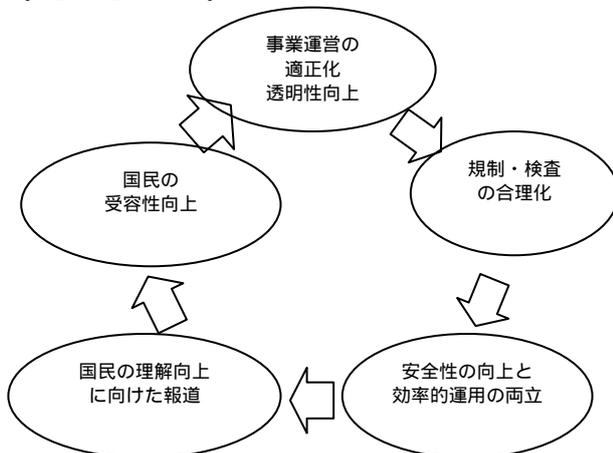
原子力のエネルギー利用の現状を見ると、繰り返されるトラブルや不祥事により、また、最近では中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の被害への社会の反応に象徴されるように、残念ながら国民の原子力に対しての不安は解消できていない。

トラブルや不祥事の継続は、原子力を志望する若者の意欲を削ぎ、現場の負担増大による停滞感や疲弊感から自助努力が阻害されることにもなりかねず、現場の環境を悪化させるといった負の循環に陥っているのではないかと危惧するところである。

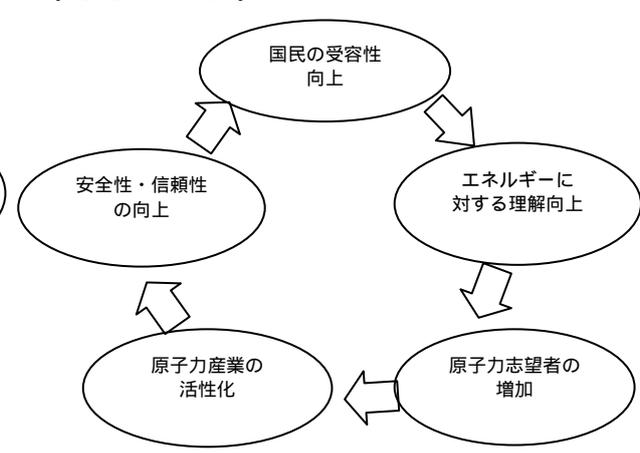
わが国において、将来にわたって原子力に与えられた役割を果たしていくためには、こうした負の循環、連鎖を断ち切り、安全を最優先とする事業者の取り組みと科学的合理的規制の両輪により、安全で効果的、効率的な原子力施設の運用がなされ、国民にもそれが理解され、社会に原子力に対する信頼と安心が醸成され、その結果、原子力を志望する若者も増加し、さらなる安全性・信頼性向上への取り組みに繋がるといった正の循環に変革していくことが必要と考えている。

したがって、この望ましい循環を図示すると以下ようになる。

(電気事業者)



(原子力産業)



(回答用紙)

2 . (1) 望ましい循環が形成されている社会環境について

(2) 望ましい循環が形成された社会環境を実現するために必要な各分野の人物像についてご所属の分野にかかわらずお答えください。

- a. 原子力人材について、備えるべき必要な属性(キーワード)は何ですか。便宜上、属性を ア. 資質、イ. 能力、ウ. 知識・技術力 に分類しました。それぞれについて重要なものから順に3つを、下欄の番号でお答えください。その他の場合には、その内容を直接回答欄に記入してください。

(属性の分類)

ア. 資質	熱意、探究心、責任感・使命感、集中力・持続力、バランス感覚、協調性、公平性・公正性、倫理感、柔軟性・環境適応力、慎重さ、先進性・積極性・チャレンジ精神、執着心、実行力、忍耐力、マイプラント意識、向上心、その他()
イ. 能力	指導力、統率力、創造力・発想力、論理的思考力、判断力、分析力、観察力、工学的センス、対話力、説明力、交渉力、国際感覚、課題解決力、課題発見力、その他()
ウ. 知識・経験・技術	科学的リテラシー、基礎知識、専門知識、国語力、外国語力、実務経験、技量・技能、その他()

(回答は、回答用紙に記入してください。)

b. aで回答された属性獲得のための人材養成の経路、手段、方法についてお答えください。現在問題があるもの、将来問題が生ずる可能性があるものについてはその旨追記してください。

(回答例)

原子力人材分野	a. 属性	b. 養成の経路、手段、方法
(e) 技能者	イ. 経験・技量	実務を通して、訓練施設の整備
(d) 技術者	イ. 工学的センス	幅広い工学全般についての知識の獲得 高等教育機関での幅広い基礎教育 実務経験を通して

(回答は、回答用紙に記入してください。)

(回答用紙)

2 . (2) a . (備えるべき属性) (重要なものから 3 つ記入してください。)

原子力人材分野	備えるべき属性			
	カテゴリー	第 1 位	第 2 位	第 3 位
(a)教育者	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			
(b)研究開発者	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			
(c)規制者	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			
(d)技術者	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			
(e)技能者	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			
(f)コミュニケー タ	ア . 資質			
	イ . 能力			
	ウ . 知識・経験・ 技術			

(回答用紙)

2 . (2) b . (属性の養成) (お気づきの人材分野についてすべて記入してください。)

原子力人材分野	a . 属性	b . 養成の経路、手段、方法
(a) 教育者		
(b) 研究者		
(c) 規制者		
(d) 技術者		
(e) 技能者		
(f) コミュニケーター		

3 . 原子力のステークホルダーとして社会や一般市民も原子力の研究、開発、利用に重要な役割を果たしています。社会や一般市民から原子力を見た場合に、人材育成の視点から問題点や課題について感じていただけることがあれば、1 . および2 . を参考に回答ください。

必要があれば前出の回答用紙をお使いください。

3 . (回答用紙)

添付資料 - 2

原子力人材育成の在り方研究会調査報告書

(平成18年度 大学・大学院等における原子力人材育成の在り方調査)

平成19年3月 社団法人 日本原子力産業協会

以下のURLを参照ください。

<http://www.jaif.or.jp/ja/news/2007/jinzai-kenkyukai.html>

原子力人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成について

平成19年9月14日

関西電力株式会社

辻倉 米蔵

1. ロードマップ作成の目的

今年のハイリゲンダム G8 サミットでは、気候変動が大きなテーマとなり、2050年までに世界全体の温室効果ガスの排出量を、少なくとも半減することなどを真剣に検討することでG8首脳の合意が得られた。この目標を達成するためには、発電においてCO₂を排出しない原子力の利用拡大は不可欠であると考えている。

また、さらに、原子力には、エネルギー分野ばかりでなく、放射線、粒子線などの利用により医学、工業、農業、学術などの分野における役割があり、将来にわたり必須の科学技術である。原子力界として、原子力の持つこうした特性を踏まえて、2050年を展望した取り組みが重要であると考えている。

欧米では「原子力ルネサンス」がいわれ、わが国でも「原子力政策大綱」や「原子力立国計画」により国として原子力を推進していくことが確認されている。これらに示された目標を確実に実現していくためには、原子力を支える人材を、量的にも、質的にも計画的に養成していくことが不可欠である。

一方、エネルギー利用としての原子力の現状を見ると、繰り返されるトラブルや不祥事により、また、最近では中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の被害への社会の反応に象徴されるように、残念ながら国民の原子力に対する不安は解消できていない。

トラブルや不祥事の継続は、原子力を志望する若者の意欲を削ぎ、その結果としての現場の負荷増大による停滞感や疲弊感は自助努力を阻害し、現場の環境を悪化させるといった負の循環を招いている。

わが国において、将来にわたって原子力に与えられた役割を果たしていくためには、こうした負の循環、連鎖を断ち切り、安全を最優先とする事業者の取り組みと科学的合理的規制の両輪により、安全で効果的、効率的な原子力施設の運用がなされ、国民にもそれが理解され、社会に原子力に対する信頼と安心が醸成され、その結果、原子力を志望する若者も増加し、さらなる安全性・信頼性向上への取り組みに繋がるといった正の循環に変革していかなければならない。

そこで、この正の循環に変革し、社会の原子力に対する理解と信頼を深めるとともに、原子力立国計画に基づく原子力開発や原子力施設の運用の高度化を達成するため、人材育成面から何をなすべきかについてロードマップとしてまとめ、関係者の人材育成のための指標として資することとしたい。

作成したロードマップは、定期的に見直し、目標達成に向け、適宜修正を加えていくこととする。

2. 現状認識

(1) 原子力に与えられた役割を実現するために必要な措置

(正の循環が維持されている原子力界のあるべき姿：ビジョン)

- ・ 産業界は、安全最優先の自主的、自律的な運営
- ・ 規制者は、科学的合理的な規制
- ・ 研究教育機関は、一層の安全性や効率性改善などのための技術開発の実施と規格・基準の提供、次世代への教育
- ・ 社会には、理解と信頼

(2) 人材についての現状認識(原子力人材育成プログラム報告書より)

a. 原子力産業界

現在のところ人材の確保はできている。

将来、リプレースが開始される頃には建設に関する人材が必要となる。

民間の規格基準整備のための人材が必要である。

耐震性が注目されており、原子力施設の耐震設計に係る土木建築関係の人材が必要となっている。

b. 規制当局

現在のところ人材の確保はできている。

検査官、検査員の高齢化に伴い、次世代の育成や供給源の確保が必要である。

近い将来、国の審議会の委員となる人材が不足する。

c. 研究教育機関

原子力への志望者が減少している。

大学での原子力離れが進み原子力ルネサンス到来に対応できない可能性あり。

d. 社会

エネルギー、とりわけ原子力に関する理解が不足している。

現象を国民に伝えるコミュニケータが不足している。

3. 今後の検討課題(例)

(1) 質的課題

a. 安全を最優先とする事業運営に必要な人材育成

キーワード: 技術力、T型技術者、社会的倫理、社会的責任

b. 科学的合理的な規制を実現するために必要な人材育成

キーワード: 公平・公正、・・・

c. 安全性や効率性改善に必要な技術開発が可能な人材育成

キーワード: 探究心、技術者倫理、・・・

d. 次世代を教育する人材

キーワード: 基礎・基盤分野の教授人材、・・・

e. 科学的リテラシーを備えた国民

キーワード: コミュニケータ、・・・

(2) 量的課題

a. 原子力立国計画を実施するための人材確保

キーワード: 30~40%のシェアの維持、リプレース計画、・・・

b. 高齢化への対応

キーワード: 年齢別分布、少子化

c. 業態に応じた育成計画

キーワード: 原子炉メーカー、燃料加工メーカー、電力会社、保守専門、原燃サイクル、バックエンド、研究開発

4. ロードマップ作成のプロセス

(1) 人材育成ビジョン(正の循環)の想定

(2) 現状認識、悪さ加減の把握

(3) ビジョンや現状の悪さ加減から課題、目標を設定

(4) 課題や目標を達成する方法論、スケジュールを作成

5．原子力人材育成の検討分野（例）（今後、詳細検討）

（1）教育段階での分類

初等中等教育、高等教育、社会人教育、実務（職業）教育

（2）資質、能力について

探究心、倫理感、判断力、工学的センス、国際感覚、・・・

（3）知識、経験、技術について

科学的リテラシー、基礎知識、専門知識、国語力、外国語力、実務経験・・・

（4）人材区分

教育者

研究者（倫理感、使命感）

技術者（社会から尊敬を受けるに値する倫理感、責任感、使命感を持つ）

技能者（ " ）

コミュニケーター（社会に対する窓口として・・・）

一般社会人（科学技術に対するリテラシー）（エネルギーに対する理解）（専門家に対する畏敬）

6．検討の境界条件

（1）時間範囲

2050年以降のFBR導入本格化時代までを考慮し、
少なくとも今後10年程度の人材育成の目安を与える

（2）空間範囲

日本の市場だけでは日本の技術、人材は維持できないことを考慮し、日本国内ばかりでなく近隣アジアから世界全体をも考慮する

（3）背景情報

a．原子力エネルギー利用の見通し

・日本

2030年以降も発電電力量の30～40%あるいはそれ以上を維持

新型軽水炉（既存炉のリプレース）の導入

2008年から技術開発開始、2030年頃から本格導入

高速炉の導入

2015年頃実証炉計画策定、2025年頃実証炉運開、

2050年頃から本格導入

原燃サイクル施設の維持

ウラン濃縮 定期的な更新が必要

再処理 2010年第二再処理検討開始

放射性廃棄物処分

HLW処分 2030年代半ば開始目標

・世界

近隣アジア 中国、インド、それ以外の新規導入国（ベトナム、・・・）

近隣アジア以外

米国 30基以上の開発計画、GNEPの見通し

欧州

それ以外

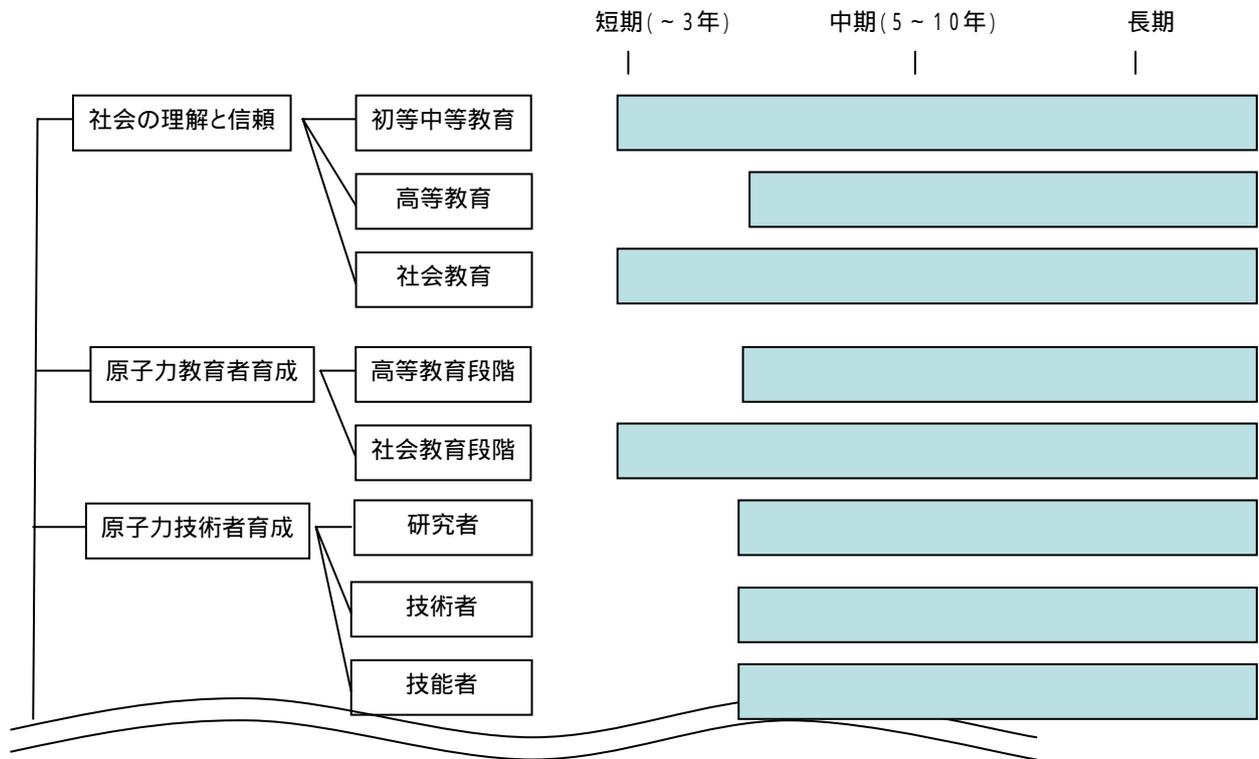
b．総合工学としての原子力に必要な技術分野

（原子力人材育成プログラムで検討済み）

c . 人材育成機関の現状と見通し

研究者	大学（大学院）
技術者	大学（大学院）、高専、OJT（？）
技能者	OJT（？） 専門養成機関（？）

添付 ビジョン、ロードマップへの展開（例）

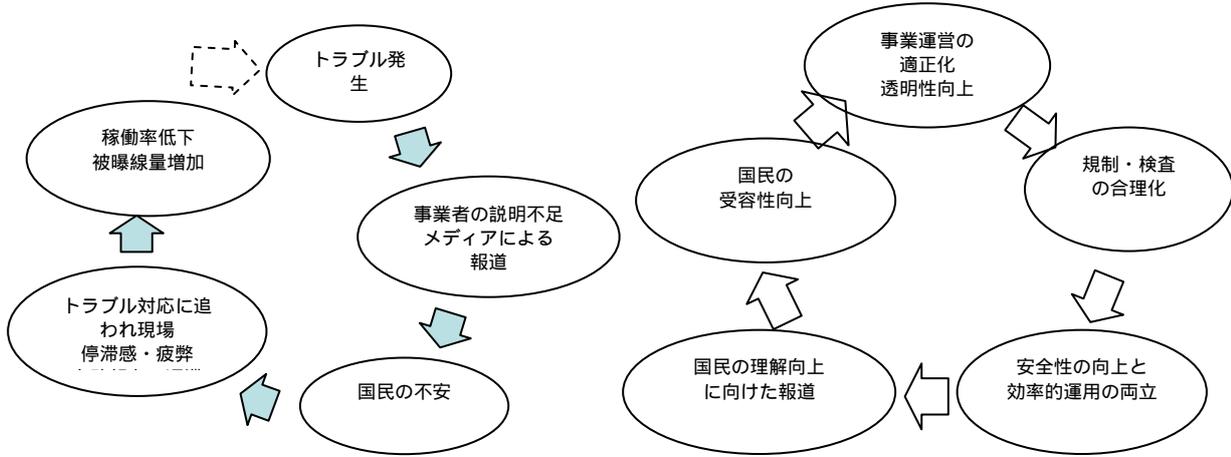


白抜きの部分は、原子力立国計画に基づき、原子力人材育成プログラム、原子力発電所等の保守管理技能者の育成・技能継承支援等により実施済みの部分。

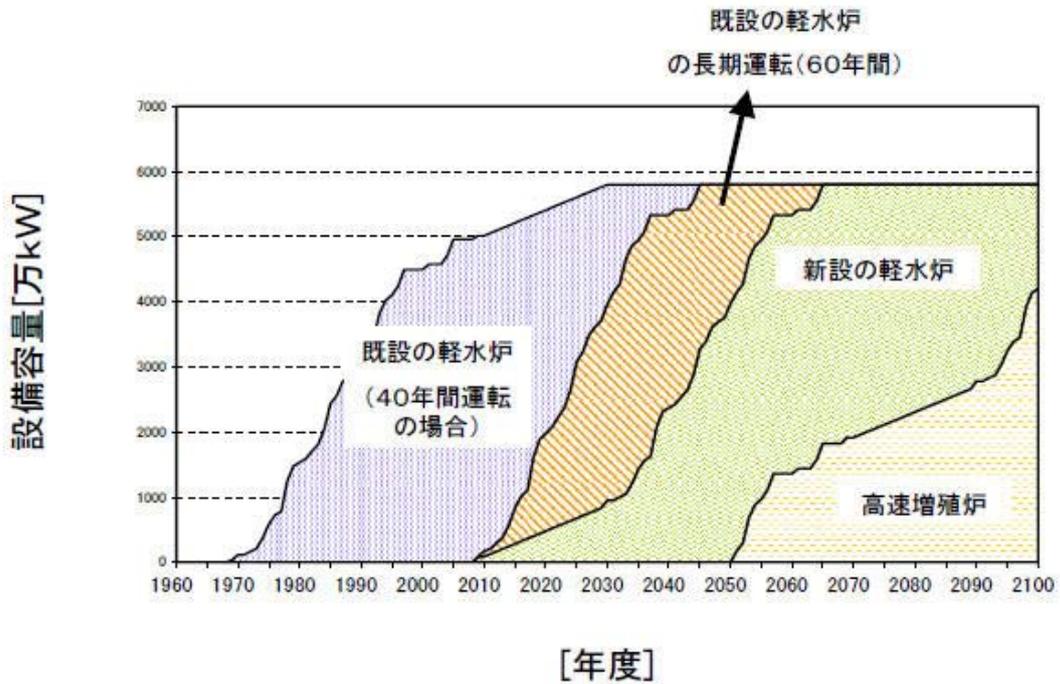
(参考)

現在の悪循環

望ましい循環

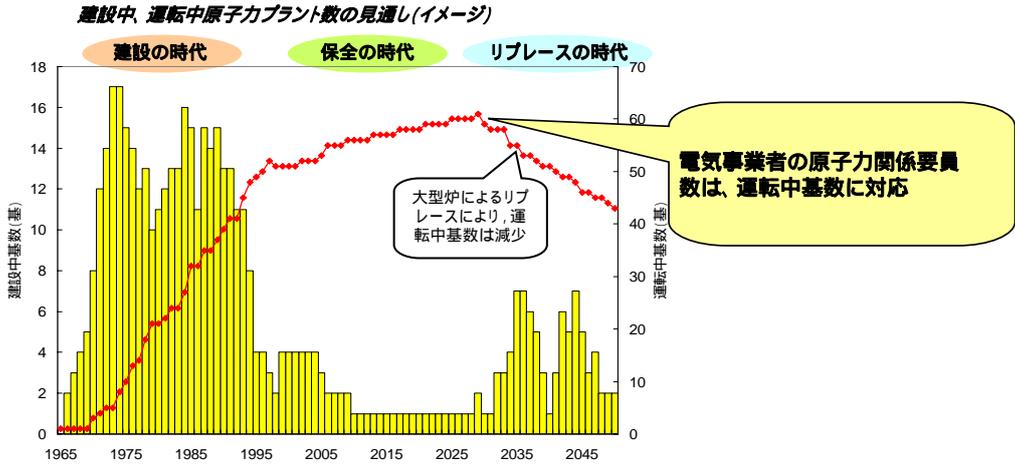


(参考) 原子力発電の中長期的方向(イメージ)



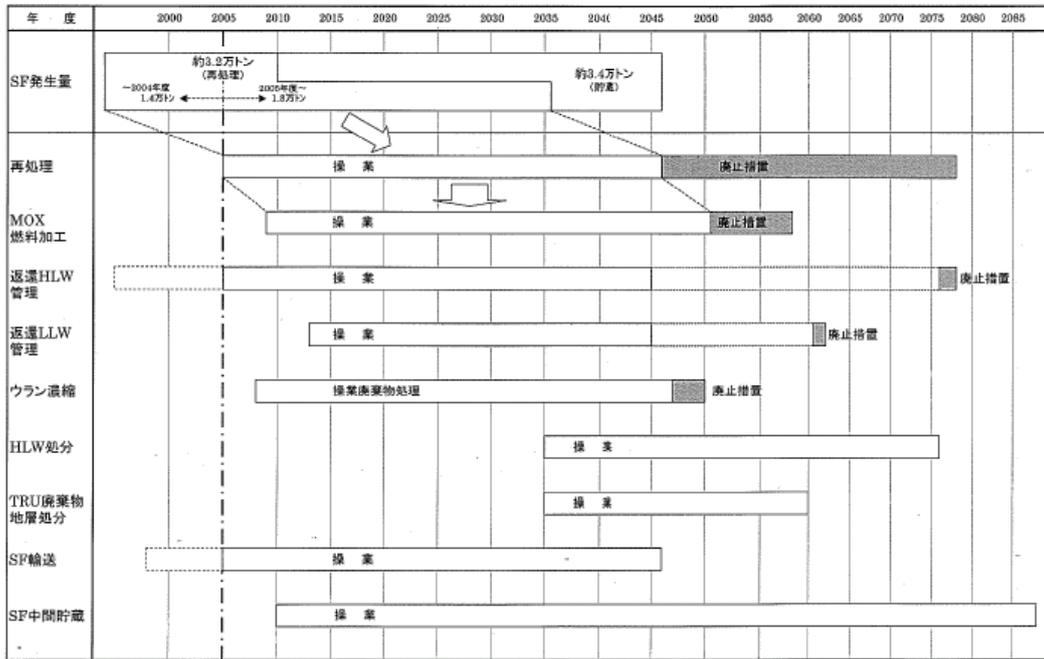
※上の図は、イメージを示すためのものであり、設備容量は58GWで一定と仮定。

原子力発電所の建設・運転基数(イメージ)

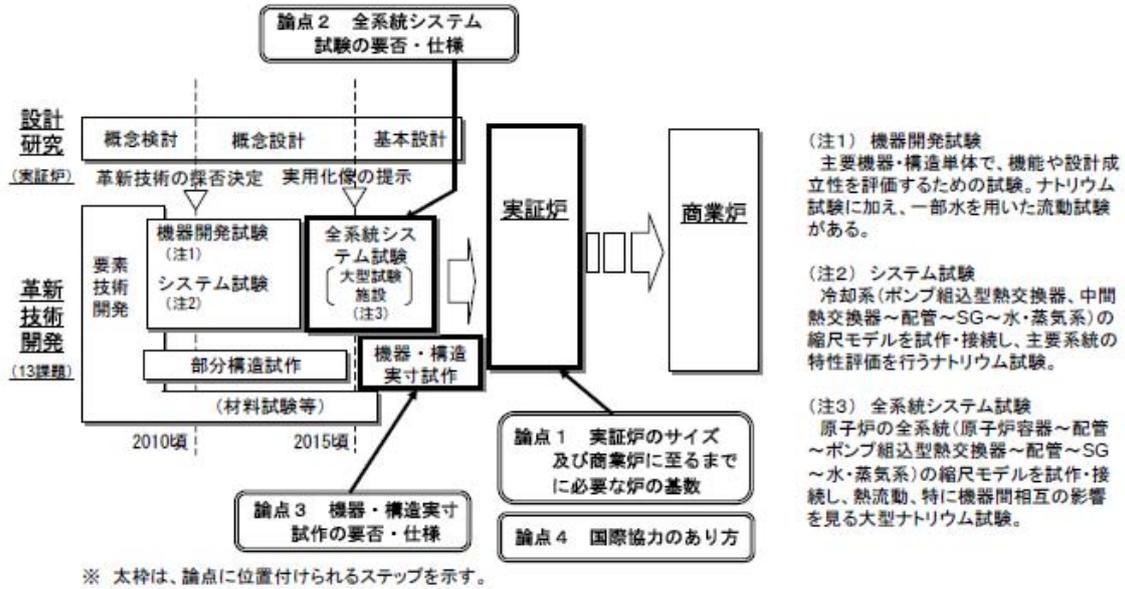


出典:「原子力立国計画」;資源エネルギー庁 平成18年10月 23ページ「(建設中の国内原子力発電所の推移)」より作成
 注) 原子炉の寿命は60年、建設期間は2010年以降4年
 2030年までの新增設は単機容量130万kWe、2030年以降のリプレースは単機容量150万kWeクラスの原子炉を導入すると仮定
 2010年から2030年までは、2030年に58GWeとなるよう、4年毎に1基ずつ導入すると仮定した

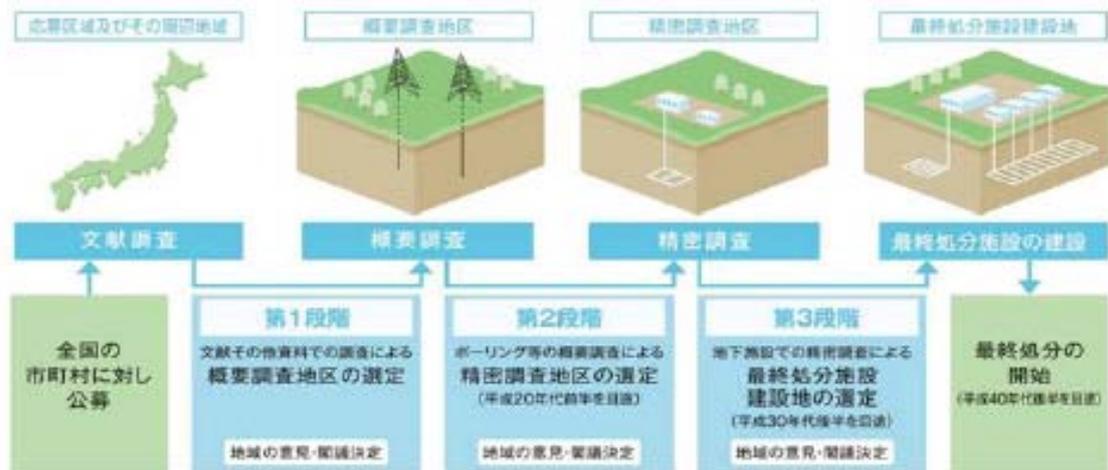
図1 原子燃料サイクルバックエンド事業の想定スケジュール



＜実証ステップとそれに至る研究開発プロセスのイメージ＞



最終処分地の選定スケジュール



参考.8 提起された課題一覧

原子力人材育成関係者協議会 提起された課題一覧

(2008年6月現在)

	提起された課題	作業会主査	備考
1	人材育成の中長期的ロードマップやビジョンの作成	辻倉委員	
2	原子力分野の人材需給及び就職状況等に係る定量的分析	河原委員	
3	教育用実験炉等大学の施設維持、廃棄物処理に関する将来的課題	未定	
4	基盤技術分野の研究者の評価に関する課題	飯井委員	
5	大学・大学院等の研究者の過大な事務負担に関する課題	未定	
6	小学生、中学生及び高校生に原子力への興味を持たせるための施策	未定	
7	奨学金に関する課題	飯井委員	
8	原子力専門家人材マップ(ニーズマップ及びリソースマップ)の策定	未定	
9	人材ニーズに関する情報発信、ニーズ側とリソース側の交流促進	未定	
10	規格や技術基準の制定、そのための試験研究などに貢献する研究者の評価制度の構築	未定	
11	人材育成に関する国際対応	杉本委員	

* : ロードマップやビジョンの検討から抽出された課題については含まない。