

原子力利用に関する基本的考え方(人材育成に関する部分抜粋)

(3) 研究開発活動や人材育成を支える基盤的施設・設備の強化

試験研究炉や放射性物質を取り扱う研究施設等の基盤的施設・設備は、研究開発や人材育成の基盤となる不可欠なものであるにもかかわらず、新規規制基準への対応や高経年化により大学及び研究開発機関等における利用可能な基盤的施設・設備等は減少し、研究開発及び人材育成に影響が出ている。このように我が国における基盤的施設・設備の強化・充実が喫緊の課題となっていることから、国、日本原子力研究開発機構及び大学は、長期的な見通しの下に求められる機能を踏まえて選択と集中を進め、国として保持すべき研究機能を踏まえてニーズに対応した基盤的施設・設備の構築・運営を図っていくべきである。そのためには、施設の規模に応じた安全確保として、新規規制基準に対応した上での研究炉等の再稼働や、高経年化した施設の対応を進めるとともに、新規設置を含めた中長期的に必要な原子力の研究・教育基盤に関する検討を早急に進めることが必要である。

また、日本原子力研究開発機構等の研究開発機関が有する基盤的施設・設備は、研究開発の進展に貢献するのみならず、それを通じた異分野も含めた多種多様な人材の交流や連携、協働による、効果的かつ効率的な成果の創出への貢献も期待される。このため、産学官の幅広い供用の促進や、そのための利用サービス体制の構築(関連人材や技術支援を含む)、共同研究等を充実させることが求められる。

(4) 人材の確保及び育成

原子力利用を取り巻く環境変化や世代交代等の要因により、人材の枯渇や知識・技術の継承への不安といった問題が生じている。例えば、大学における原子力関連学科等の学生数の減少や、原子力発電所の施設運営に必要な機械・化学等の関連分野の原子力関係事業者への採用数の減少、離職者の増加が顕著にみられる。しかしながら、廃止措置等を含め原子力関係事業が存在する限り、原子力関連人材の必要性が薄れることはないため、今後、原子力関連機関においては、国内外問わず優秀な人材の確保に努める必要がある。

そのためには、国、原子力関係事業者、研究開発機関及び大学が、原子力分野の社会インフラ産業としての重要性や、科学技術のフロンティアとその応用の可能性や魅力、原子力発電や放射線利用を始めとしてキャリアパスが多様であることを発信していくことが有効である。

その一方で、大学における原子力分野の教育が希薄化しているため、原子力分野の基幹科目を充実させるとともに、学んだ知識について基礎実習や実験等を通して体系的に習得し実践的能力を身につけさせるなど、基礎力をしっかりと育てることも重要である。

加えて、就業後の人材育成の基本は、現場経験を含む業務を通じた人材育成であるとの認識の下、原子力関係事業者、研究開発機関及び大学では、各組織が達成すべき目的や目標に応じて人材育成を行っていく必要がある。この際、管理職が果たす役割とともに、周囲の知識や経験を有する人材や、研究開発インフラ等の環境も影響を及ぼすことに留意する。これを補うものとして継続教育や研修の充実が必要であり、人材の流動性を踏まえて転職者も含め、組織的かつ体系的に行っていくことを期待する。なお、多様なステークホルダーとの対話や取り巻く環境への対応に当たるような人材については、技術や規制面に加えて社会的側面も含めた総合的な能力の育成も必要である。

こうした取組に加えて、組織や専門分野の枠を超えた人材育成、知識・技術の継承を図るため、異分野の多種多様な人材の交流・連携を行う必要がある。また、グローバル化が進行する中で、我が国の人材が国内外で活躍できるように、組織や研究開発活動の国際化及び国際機関や海外の研究開発機関での業務経験を通じた人材育成も有効である。

また、人材育成に関する取組の重要性は、研究開発機関や原子力関係事業者に限られたものでなく、安全規制や放射線防護に携わる規制側の人材の能力向上・維持も重要である。

幅広い技術と人材の厚みの維持

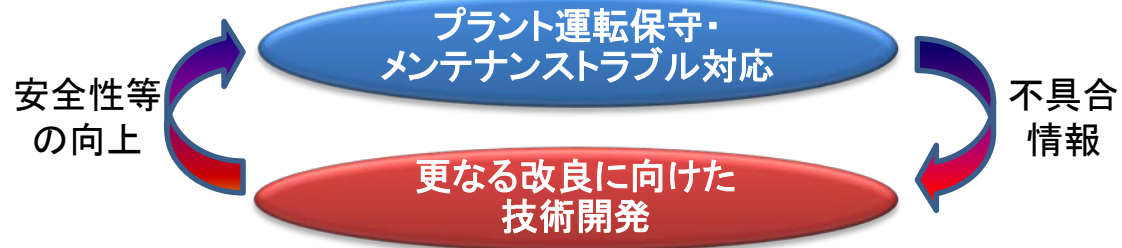
- 原子力を活用するには**汎用技術**に加え、原子力発電所の運転技術や設計技術など**原子力固有の技術**が必要。
- **原子力発電所の安全な運用**及び**更なる安全性の向上**に加えて、東京電力福島第一原子力発電所をはじめとした**廃止措置等の課題への対応**も必要であり、**幅広い技術と人材の厚みの維持**が不可欠。

【原子力産業界の全体構造】
(合計約80,000名以上)

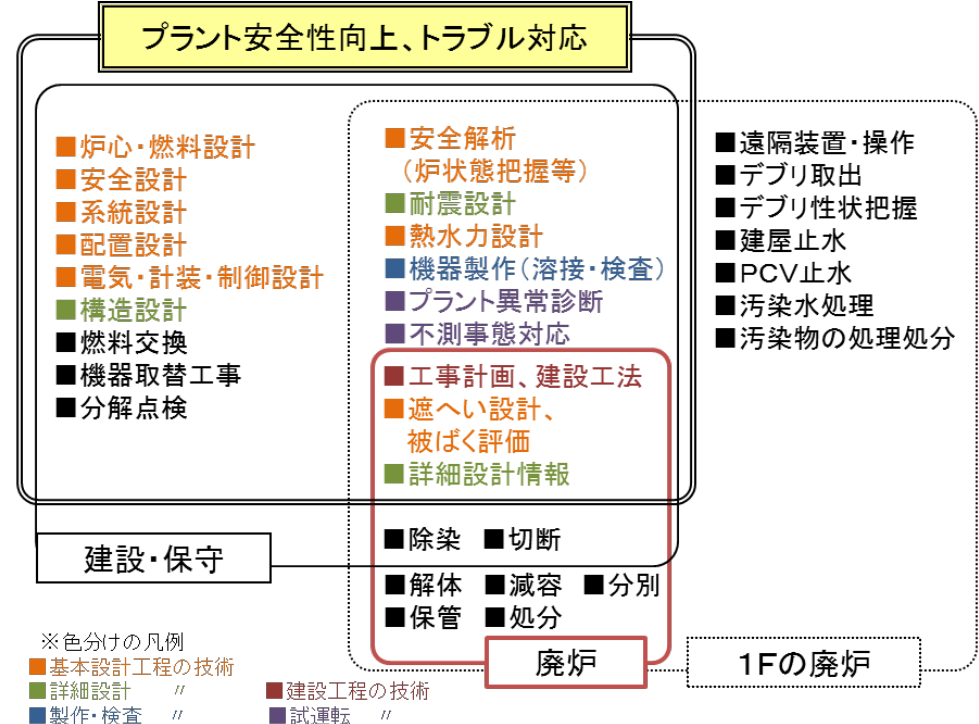
【運転・保守】 電力会社 原子力部門 (約12,000名※ ¹)	
【設計・設備工事】 プラントメーカー (約9,600名※ ²)	【定検工事・保守】 工事会社 (約33,000名※ ³)
【技術・材料、燃料等の供給】 原子力関連部品・燃料成型加工メーカー (約24,000名以上※ ⁴)	

- ※¹ 「原子力発電に係る産業動向調査 2010報告書」
社団法人日本原子力産業協会による
- ※² 一般社団法人日本原子力産業協会調べ
- ※³ 電気事業連合会調べ（原子力発電所における通常運転時
定期検査時の平均労働者数を全国の発電所で積算）
（一部、プラントメーカーとの重複あり）
- ※⁴ ※¹、²より算出
- ※⁵ 廃止措置関係は除く

【技術開発とのフィードバック】



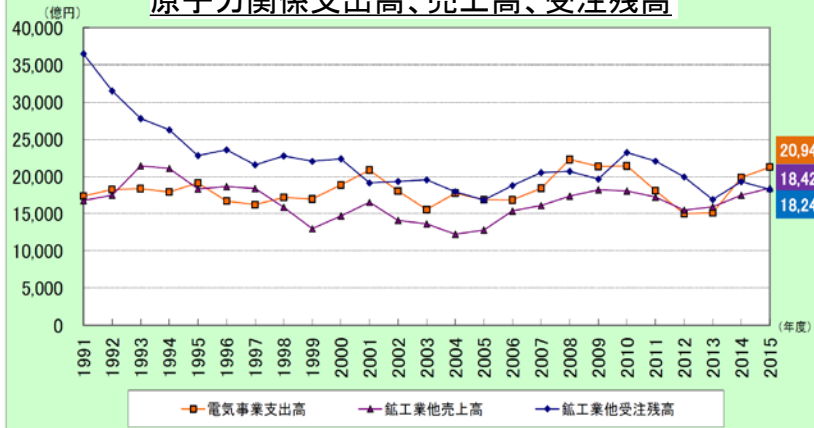
【プラント建設・保守とプラント安全性向上、トラブル対応、廃炉に必要な技術の関係】



技術の継承・人材確保

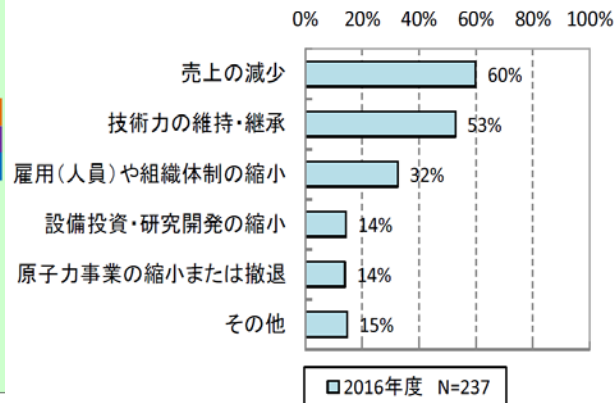
- 新規制基準への対応による建設業等の売上増加等があり、原子力関連売上高としては、震災後も全体的としては横ばい。一方で、原子力発電所の長期停止に伴い、**燃料加工や検査・保守等のコア技術に関する仕事・売上の減少等**が見られる。
- 原子力関連学科の大学教員総数の減少、若手教員の育成も課題となっている。

原子力関係支出高、売上高、受注残高

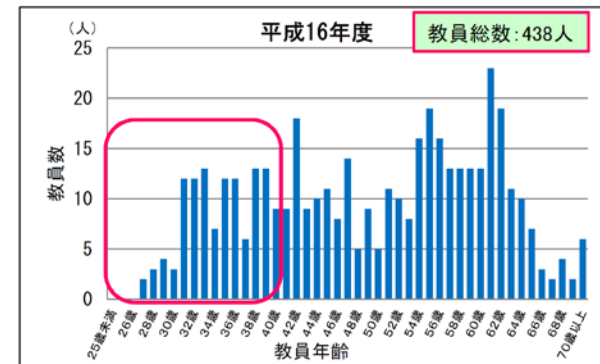


出典：日本原子力産業協会「原子力発電に係る産業動向調査2016」

発電所の運転停止に伴う影響(複数回答)

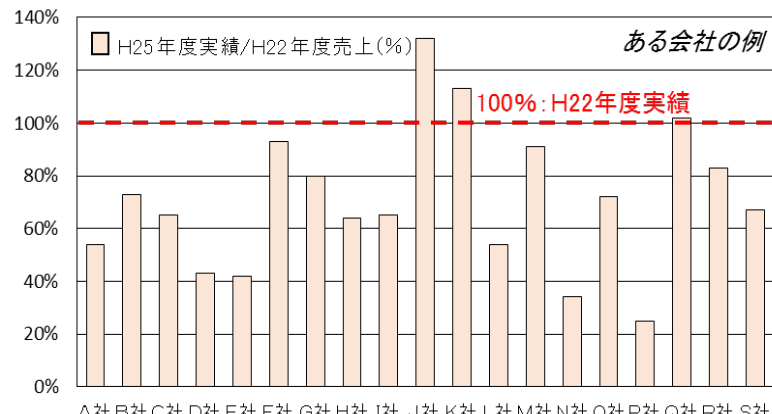


原子力関連の年齢別大学教員数推移

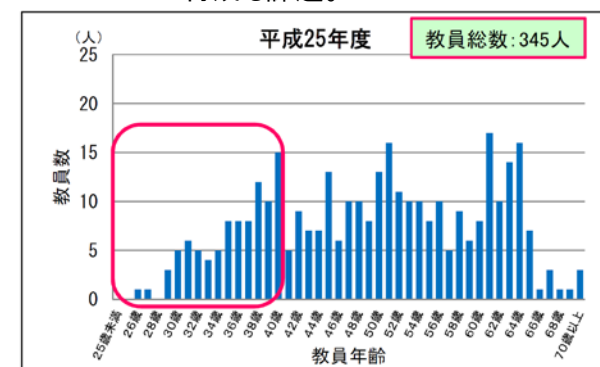
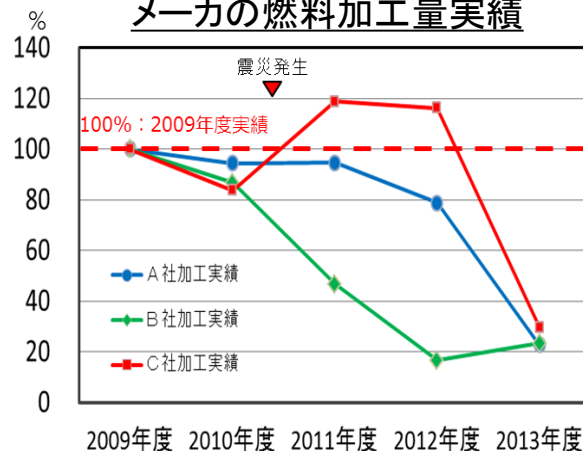


➤ 平成16年度に比べ、平成25年度に教員総数が約100名減少。若手教員の育成も課題。

至近の工事会社の売上実績



至近の燃焼成型加工メーカーの燃料加工量実績



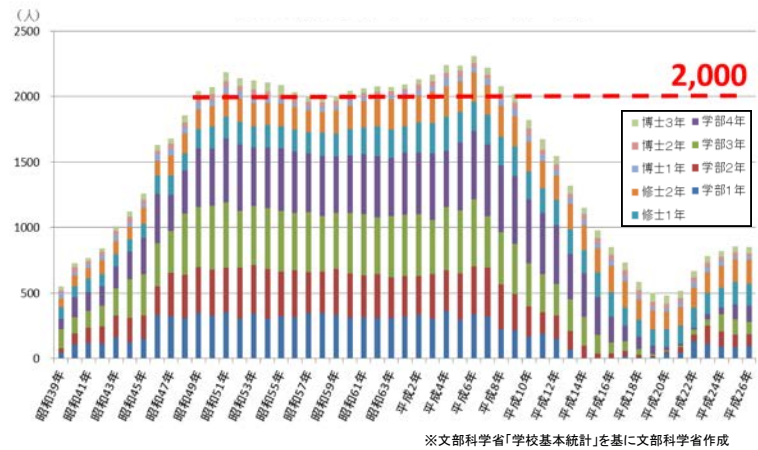
※学校教員統計の専門(専攻)分野一覧表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計。
 原子力理学関係: 原子核理学、原子核宇宙線学及び原子物理学
 原子力工学関係: 原子核工学、原子力工学、原子工学、応用原子核工学、量子エネルギー工学、エネルギー量子工学、原子力・エネルギー安全工学、共同原子力、原子力システム安全工学、量子放射線系

出典：科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会
 原子力科学技術委員会原子力人材育成作業部会(第1回)資料5

人材確保①

- ▶ 学生数は大学院重点化により、原子力を冠する学科数が減ったため、**平成6年度をピークに減少、近年は少し増加。**
- ▶ 原子力関係の**会社説明会の学生来場者数**は、**原子力・エネルギー系は横ばいだが、それ以外は2010年度をピークに減少。**また、メーカーにおける採用数も減少。
- ▶ 電力事業者の採用数は、2000年代前半と比べると増加しているものの、**東日本大震災以降は減少傾向**である。プラント全体の安全運転や設計を担う機械・電気・化学系や高専卒の採用は減少したまま。加えて、原子力部門での**離職者数が増加。**

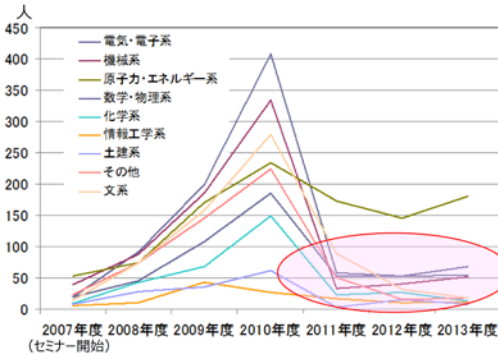
原子力関連学科等における学生数の推移



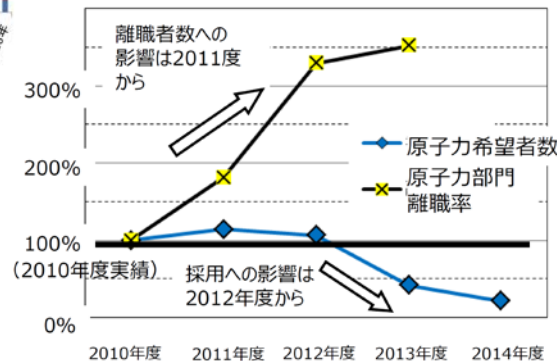
※学校基本統計の学科系統分類表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計。
 原子力工学関係(大学): 原子(力)核工学、原子力工学、原子炉工学、原子工学、応用原子核工学、システム量子工学、量子エネルギー工学、原子力技術応用工学、原子力安全工学
 原子力理学関係(大学院): 原子核理学、原子核宇宙線学、原子物理学
 原子力工学関係(大学院): 原子核工学、原子核理学、原子核宇宙線学、原子物理学、原子力工学、原子工学、応用原子核工学、量子エネルギー工学、エネルギー量子工学、原子力・エネルギー安全工学、共同原子力、原子力システム安全工学、量子放射線系

出典:平成28年第14回原子力委員会資料第1-1号「我が国における研究炉等の役割(中間報告書)について」
 (日本原子力学会「原子力アゴラ」特別専門委員会研究炉等の役割検討・提言分科会)

原産セミナー来場者数(学生の推移)



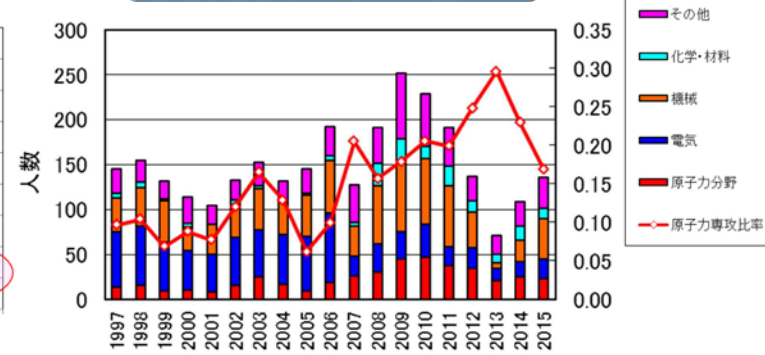
原子力希望者数、離職者数(2010年度比) (電力会社へのアンケート調査結果)



- ・アンケート対象11社:北海道、東北、東京、北陸、中部、関西、中国、四国、九州、日本原電、電源開発
- ・原子力希望者数、原子力部門離職率ともに、11社のうち、回答のあった社のデータを使用
- ・電気事業連合会まとめ

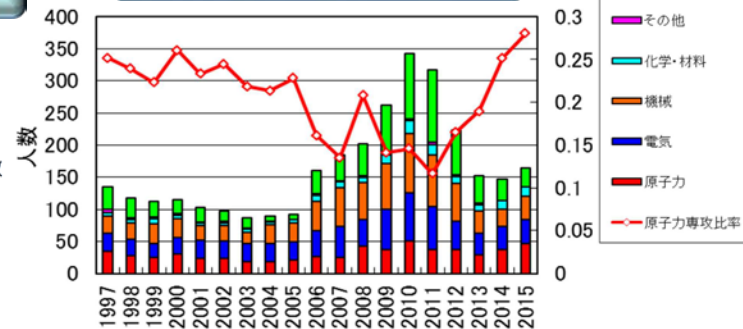
出典:平成28年第38回原子力委員会資料第3-1号

メーカー(6社)の採用状況



調査対象機関:IHI、東芝、日立GEニュークリア・エナジー、富士電機、三菱重工業、三菱電機(計6社)
 (注)2015年度は、6月時点の原子力部門への配属数(配属予定数を含む)を計上。

電気事業者の採用状況

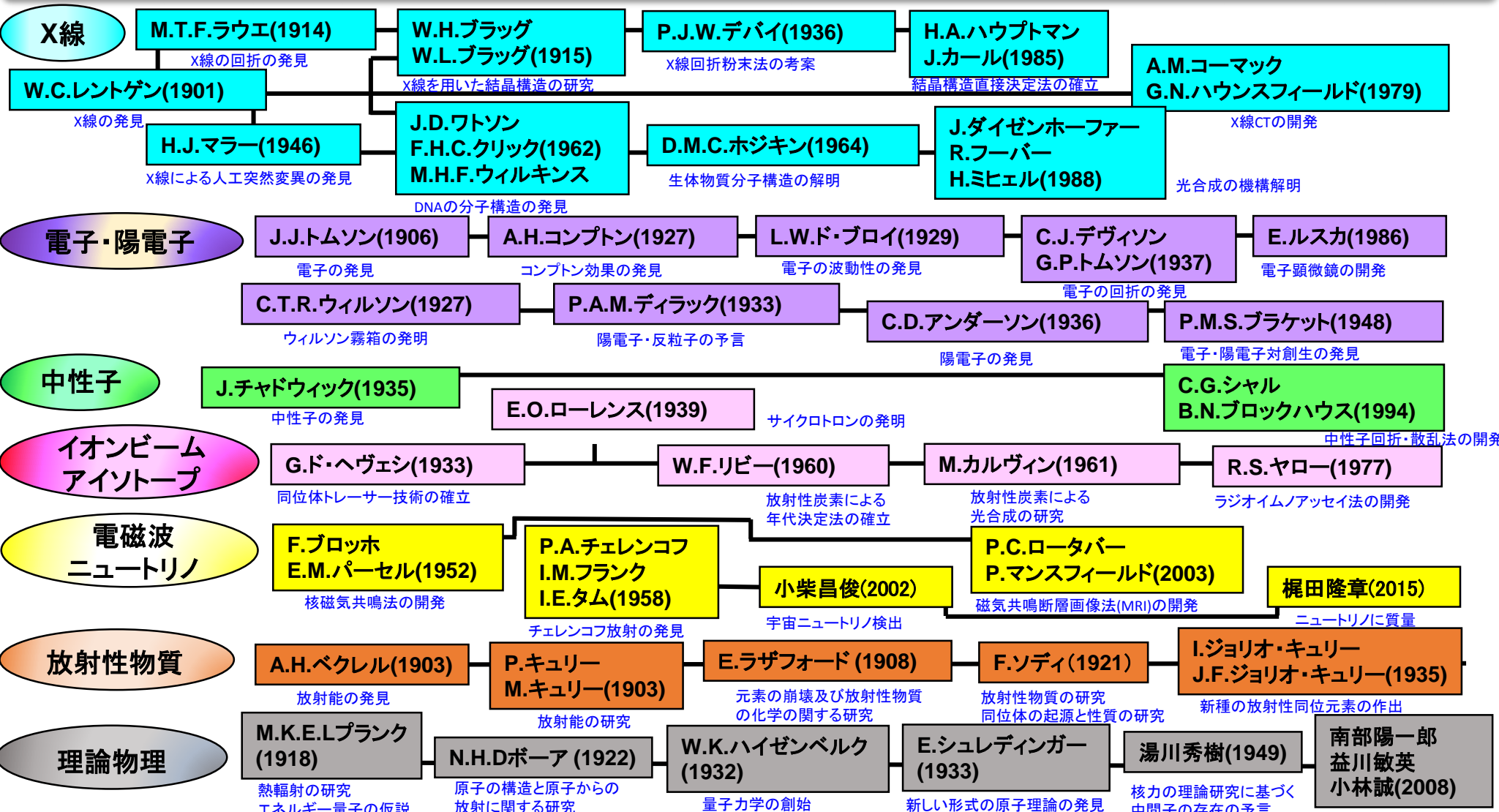


調査対象機関:北海道、東北、東京、中部、北陸、関西、中国、四国、九州、日本原電、電源開発(計11社)
 (注)2015年度は、6月時点の原子力部門配属数(配属予定数を含む)を計上。

出典:文部科学省 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会 原子力人材育成作業部会(第1回)資料6-2

人材確保②～原子力分野における歴代のノーベル賞受賞者～

- 原子力エネルギー・放射線分野の研究によるノーベル賞受賞者は、物理学賞においては25%以上、自然科学(物理、化学、生理・医学)の3賞においても15%程度を占めており、**同分野の研究が科学技術の発展に与えた影響は非常に大きい。**
- **科学技術のフロンティアとその応用の可能性や魅力のみならず、社会インフラ産業としての重要性を発信**するなど、優秀な人材の確保に努める必要がある。



出典：平成29年第4回原子力委員会資料第1号「量子ビーム科学・放射線利用の過去・現在・未来」（一般財団法人 放射線利用振興協会 理事長 岡田 淑平氏）、ATOMICA -原子力・放射線にかかわるノーベル賞受賞者（16-03-03-13） CP対称性の破れ

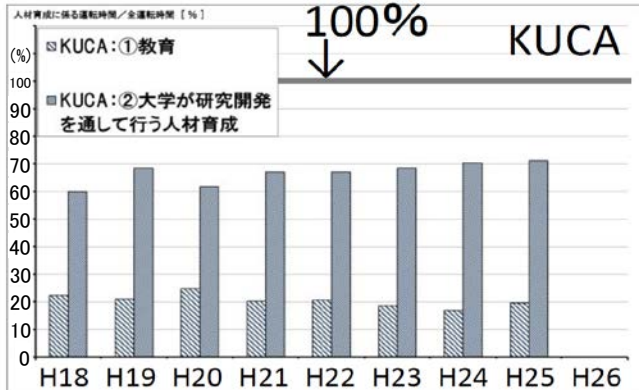
研究炉等を用いた人材育成

- 人材育成において研究炉等は、以下の2点の役割を担っている。
 - ① **カリキュラムに沿って進める教育、実習、研修による育成**、② **研究開発を通じた研究者・技術者の育成**
 全運転時間のうち、この2点が占める割合は、**大学(※)の研究炉等では90%程度、JAEA(※)においても30~40%**。
- 東日本大震災以前は、**毎年1,400~1,700名(実人数(※))を育成**(研究炉等の稼働の有無を問わない)。しかし、震災以降、研究炉等は停止し、現在、原子炉運転シミュレータ等を用いた実習等となり、**動いている実機に触れて行うものではなく、実践的な能力育成に影響も**。
 - ※日本原子力学会の調査に基づくデータで、その調査対象施設は、研究炉6基(JRR-3、NSRR、JMTR及び常陽(JAEA)、KUR(京都大学)、UTR-KINKI(近畿大学))、臨界実験装置4基(STACY及びFCA(JAEA)、KUCA(京都大学)、NCA(東芝))。

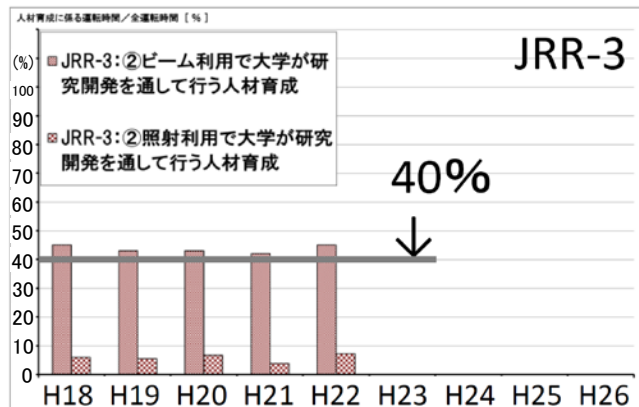
研究炉の運転時間に占める教育の割合

※人材育成に係る運転時間(①教育・実習等及び②研究開発を通して行う人材育成)/全運転時間(%)

【京大炉】: 人材育成に係る運転が約90%



【JAEA JRR-3】: 人材育成に係る運転が40%以上



研究炉等を使って育成した人材数の推移

※教育・実習等及び研究開発を通して育成した人員数(人) (調査対象施設)

- ・研究炉6基: JRR-3、NSRR、JMTR及び常陽(JAEA)、KUR(京都大学)、UTR-KINKI(近畿大学)
- ・臨界実験装置4基: STACY及びFCA(JAEA)、KUCA(京都大学)、NCA(東芝)

