

原子力人材育成の課題と今後の対応 ——原子力人材育成ロードマップの提案——

2015年4月20日
原子力人材育成ネットワーク

【要 旨】

東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、福島第一事故）は、わが国のみならず世界各国に大きな衝撃を与えるとともに、原子力関係者に対し、これまでの原子力安全の取り組みへの深い反省をもたらした。

原子力安全の追求のためには、安全に対する鋭く深い洞察力を備えた人材の育成・確保が必須である。原子力人材育成に携わるわが国の産官学関係者は、福島第一事故の前年、ゆるやかな連携協力のプラットフォームとして形成した「原子力人材育成ネットワーク（以下、ネットワーク）」を通じて、事故の反省を踏まえた人材育成の取り組みを進めている。

しかしながら、原子力人材の育成・確保にとっても福島第一事故の影響は大きく、次代を担う若者の原子力への関心の低下、事故後の原子力発電所停止による現場実務経験の機会（OJT）の減少のほか、事故前より懸念されていた大学における原子力教育環境の悪化等が顕在化している。他方、原子力新規導入国からわが国への原子力技術協力、それに伴う人材育成支援への期待は事故後も変わっていない。

このため、ネットワークでは、運営委員長（服部拓也（一社）日本原子力産業協会理事長）の諮問会として、戦略検討会議（以下、検討会議。代表：上坂 充 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授）を設置し、エネルギー基本計画において重要なベースロード電源と位置づけられた原子力発電の安全確保、ならびに、事故を起こした東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置、高レベル放射性廃棄物の処分、核燃料サイクル事業、国際展開・国際貢献等の原子力を巡る数々の難問に立ち向かう上で欠くことのできない人材の育成・確保を戦略的に推進するための方策について、昨年より議論を続けてきた。

今般、検討会議は、人材育成・確保の諸課題について、産学官の役割・責任分担を整理し、時間軸を入れたロードマップに展開するに至った。産学官の原子力関係機関は、ロードマップに沿い、それぞれの役割に基づき人材育成・確保の努力を継続していくことが期待される。その上で、特に、国を挙げて戦略的に取り組むべき3つの重要事項を提示する。

＜戦略的に取り組むべき重要事項＞

- (1) 研究炉等大型教育・研究施設の維持
- (2) 海外原子力人材育成の戦略的推進
- (3) 戦略的原子力人材育成のための司令塔の設立検討

<重要事項の概要>

(1) 研究炉等大型教育・研究施設の維持

原子力を専攻する若い世代が将来専門家として活躍する基礎基盤を確立するためには、大学等における研究炉（研究炉、臨界実験装置を含む）等の大型教育・研究施設を用いた実験・実習の機会がかけがえのないものであり、そのための当該施設の維持は必須である。

しかしながら、研究炉等は、維持管理に多大の労力と費用を要し、大学単独での維持管理が難しくなっている。さらに、福島第一事故を反映した新規規制基準への適合性審査に時間を要し、国内の研究炉すべてが停止している状況にある。この結果、研究炉等を使った教育プログラムの見直しが余儀なくされ、大学の原子力基礎基盤教育に支障をきたしている。

このため、わが国が保有する研究炉等の大型教育・研究施設の今後の在り方の検討、維持管理方法の見直しおよび更新等について、国の支援策の検討が必要である。同時に、教育利用のため、研究炉等の速やかな運転再開を期待する。

(2) 海外原子力人材育成の戦略的推進

福島第一事故以降も、発展途上国を中心に多くの国々が、エネルギーの安定供給と地球環境問題への対応の観点から原子力発電の導入を計画しており、これらの国々からわが国の原子力技術に対する評価は依然として高い。同時に、原子力人材育成面での期待も高く、ネットワーク関係機関は個別の要望に応じて研修生受入れや専門家派遣等の支援を行ってきている。

他方、海外の原子力先進国（ロシア、フランス、韓国等）においては、新規導入国向けの人材育成は国として一元化され、自国技術の国際展開を睨んで戦略的に取り組んでいる。

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

(3) 戦略的原子力人材育成のための司令塔の設立検討

ネットワークは、発足以来、参加機関の個々の人材育成活動の独立性を尊重して、ゆるやかな連携を保つこととし、お互いに情報交換を進めながら、効果的、効率的な人材育成の実施を目指してきた。

現在、(国)日本原子力研究開発機構(JAEA)、(一社)日本原子力産業協会(JAIF)、(一財)原子力国際協力センター(JICC)が共同でネットワーク事務局を運営しているが、特に福島第一事故の反省を踏まえた人材育成ならびに国際連携の進展に伴い、従来事務局に求められた以上の役割や機能が要求されるようになっている。また、前述の海外人材育成を推進するには、育成対象ごとのカリキュラムの整合性や標準化、国際化等の課題を解決する必要がある。

このため、事務局機能を強化し、国内外の原子力人材育成に係るわが国の活動を俯瞰して全体調整を図り、さらには、国際標準となりうる人材育成プログラムを確立すること等により原子力人材育成を戦略的に推進する司令塔となる中核組織の設立を検討する必要がある。

【検討会議における議論】

1. 原子力人材育成ネットワークについて

ネットワークは、産学官関係機関が連携し、わが国の原子力人材育成活動のハブ化、国際化、ネットワーク化を目標に掲げ、2010（平成 22）年 11 月に発足した。爾来 4 年が経過し、参加機関は、当初の 49 機関から 70 機関となった。

JAEA、JAIF、JICC の 3 機関がネットワーク事務局としてハブ機能を担い、人材育成の開かれたゆるやかな連携プラットフォームとして、原子力人材育成の効果的、効率的推進、ならびに国際原子力機関（IAEA）等の国際機関との連携等について一定の成果を上げてきている。ネットワークは、産官学関係者の理解と支持を得て、わが国の原子力人材育成の取り組みを方向づける役割を担うようになったと言える。

2011（平成 23）年 3 月の福島第一事故を踏まえ、同年 8 月、ネットワークは、「東京電力福島原子力発電所事故を踏まえた原子力人材育成の方向性について」として、原子力安全・防災などの専門的知見を有する人材の確保、現場技術者の確保等の 5 つの課題と当面の対応方策をまとめ、公表した。さらに、2014（平成 26）年 9 月には、原子力人材育成に関する原子力委員会の見解（2012（平成 24）年 11 月）を受け、原子力人材育成の今後の進め方について課題を整理した。

また、ネットワークは、IAEA 等との国際連携を推進している。その一例として、IAEA 標準の原子力基礎教育を実施するため、IAEA が数年前から欧米等の拠点で開催している原子力エネルギーマネジメントスクール（現在の名称は、Japan-IAEA Joint Nuclear Energy Management School）を 2012（平成 24）年にわが国に誘致し、以後、毎年わが国でアジア版スクールを開催していることがあげられる。

2. 原子力人材育成活動の現状

(1) 福島第一事故調査報告書における原子力人材育成の提言

国、民間でまとめられた複数の事故調査報告書において、原子力安全確保における原子力人材育成の重要性が指摘されている。また、日本原子力学会事故調査委員会は、各種事故調査報告書に基づいた検討・分析と提言を行い、人材育成に関しては、①原子力安全を最優先する価値観の涵養、②資格制度の充実、③大学における原子力教育・研究の重要性、④小中高校における原子力・放射線教育の 4 つを強化すべき、と提言している。

(2) 原子力政策における原子力人材育成の位置づけ

福島第一事故への対応に係る人材育成については、2011（平成 23）年 12 月、政府及び東京電力が策定した「東京電力(株)福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」（2013（平成 25）年 6 月改訂）の中で、「廃止措置に係る現場作業及び研究開発プロジェクトを進めるに当たっては、中長期的な視点で人材を確保・育成していくことが重要であり、政府の強力な人材育成推進体制の下、大学等の教育・研究機関や JAEA 及び民間が連携して人材育成を実施していくことが必要である。」とされている。

また、国の第4次エネルギー基本計画（2014（平成26）年4月11日、閣議決定）において、原子力は、「安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」と明確に位置づけられた。これを受けて、経済産業省総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会が同年12月にまとめた中間整理では、人材育成について、「原子力発電の継続的な安全性向上・確保を図るため、わが国の中で必要な技術・人材の確保」、「一定規模のサプライチェーンを確保しつつ、実プラントを通じた経験（OJT）が可能となる環境の整備」、「人材育成や安全確保の観点からは、研究炉の位置づけにも留意が必要」と指摘している。

さらに、同委員会のもと、自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループが設置され、「特に当面は、喫緊の課題への対応として、東京電力福島第一原子力発電所以外の廃炉を含めた軽水炉の安全技術・人材の維持・発展に重点を置き、国、事業者、メーカー、研究機関、学会等関係者間の役割が明確化された原子力安全技術・人材に関するロードマップを作成し、これらに関係者間で共有するとともに、原子力事業者を含めた産業界が行う自主的安全性向上に係る取り組みを共有、調整し、改善すべき内容の取りまとめを行う」こととなった。

同ワーキンググループにおいて策定予定の「軽水炉安全技術・人材ロードマップ」は軽水炉の安全性向上を効率的に実現するためのものであり、技術開発をどのように進めるかという観点に加え、それを実現するために必要な人材をどのように確保するかという観点で策定される予定であり、同ロードマップの策定過程においては、原子力人材育成ネットワークや本提案書が指摘する重要事項について、共有されており、これらを踏まえたものとして策定されることが期待される。

（3）学生の原子力離れ

文部科学省の調査によれば、福島第一事故後、名称に「原子」を含む学科等への応募者、入学者数は減少傾向が続いている。また、JAIFが毎年開催している原子力産業セミナー（原子力関連企業説明会）では、福島第一事故後、参加企業数の減少もあり、参加学生数が事故前年の5分の1に激減した。これらは、国の原子力政策の一時的な混乱に加え、わが国の原子力産業の将来への見通しが不透明で、若い世代が興味や関心を持ちにくい状況にあるためと考えられる。

その一方で、原子力発電所の廃止措置が新たなビジネス分野として浮上しつつある。また、事故を起こした原子力発電所の廃止措置には世界に例のない困難さを伴うことが予想され、未知でチャレンジングな多くの技術開発課題が解決を待っている。しかし、「廃止措置」について具体的なイメージを抱きにくいこともあり、学生の関心を集めるには至っていないと考えられる。

（4）新規導入国の原子力人材育成支援

原子力先進国のうち、ロシア、フランス、韓国等においては、自国技術の原子力新規導入国向け展開を後押しするものとして、国を挙げて対象国の原子力人材育成を支援している。ロシアでは国営企業ロスアトム社の中央先進訓練研究所（CICET）、フランスでは国立原子力科学技術学院（INSTN）、韓国では韓国電力公社国際原子力大学院（KINGS）が、国内外の原子力発電技術者の教育訓練機関として活動し、国際的認知度を高めている。

わが国では、原子力新規導入国の原子力人材育成支援について、ベトナムについては主として国際原子力開発(株)(JINED)が、それ以外の国に対してはネットワーク事務局の JICC 等が調整機関となり、国内企業や研究機関が国の支援も受けながら個別にまたは連携して行っているが、対外的にわが国を代表して原子力発電技術者の教育訓練に責任を有する組織・体制は明確ではない。また、教育訓練のための標準的カリキュラムも対外的に説明できるような形で整備されていない。

このため、わが国では、個別の人材育成活動のレベルは高いものの、国際的に見ると、国全体の整合性や標準化等、戦略的な取り組みに弱点があると言えよう。

(5) 人材育成の質の保証と標準化

原子力人材育成の質を保証するには、職種や職位等に応じて要求される知識や技量、経験などの人材要件の標準型を示し、要件に応じた標準的人材育成カリキュラムを整備することが有効と考えられる。標準化により、人材育成を効果的、効率的に実施するとともに、社会に対しては、人材育成の質について説明することが可能になる。IAEA や米国などには標準化された人材要件があり、一部は公開されている。また、IAEA は、大学院修士レベルの原子力実務教育の標準モデル作成に着手しており、原子力に必要な専門能力を分類、整理しつつある。わが国からは、東京大学がこのプログラムに参加し、同大学の原子力専門職大学院の教育カリキュラムが参照されている。

(6) 国の原子力人材育成の施策

2007（平成 19）年度より、経済産業省、文部科学省は共同で、大学等の原子力教育や産業界の原子力人材育成施策として「原子力人材育成プログラム」を開始した。現在も、両省はそれぞれ施策を継続している。同プログラム実施者による参加者アンケート結果等からは、原子力への関心向上等の効果が確認されている等、一大学、一企業では実施しにくい教育、研修等が、国の支援策により効果的に実施できており、国の施策の継続が期待される。

3. 原子力人材育成ロードマップの検討

検討会議は、上述の原子力人材育成の現状認識を踏まえその戦略的推進のために取り組むべき事項を検討し、産学官の共通の指針とすべくロードマップに展開した。

検討は、バックキャストिंगの手法により次のように進めた。

- (1) 目標として想定しやすいおよそ 10 年後の原子力のあるべき姿を描く。
- (2) 現状とあるべき姿とのギャップを明確にし、ギャップを解消するために解決すべき課題を抽出し、課題解決の方策を検討する。
- (3) 人材育成の対象を学生、若手、中堅の 3 世代と海外人材育成の 4 つに分け、それぞれについての課題と解決方策に整理した上で、産学官の役割と責任の分担を考慮し、課題解決の道筋を時間軸に展開する。

(1) 10 年後の原子力の姿

まず、10 年後の原子力のあるべき姿について、4 つの側面から描いた。

① 福島復興・再生

国際連携のもとでの東京電力福島第一原子力発電所の汚染水対策、廃止措置、周辺地域の除染や廃棄物の中間貯蔵等が着実に進展し、住民の帰還も進む。

② 安全運転・安全確保

福島第一事故の教訓が国内外で共有され、わが国は世界最高水準の安全性を確保し、国民の信頼も回復して、原子力発電はエネルギー・ミックスの中で一定規模のシェアを維持している。

③ 核燃料サイクル・放射性廃棄物処分

高速増殖炉「もんじゅ」の活用、青森県六ヶ所村に立地する再処理施設の稼働、高レベル放射性廃棄物処分計画の進展等、積年の課題が解決に向かうことにより、国民の原子力に対する理解と支持が深まる。

④ 国際貢献・国際展開

海外においてわが国が参画する建設・試運転段階の原子力プロジェクトがあり、国内原子力産業界に活気が戻る。安全基準の国際標準化や新規導入国の人材育成活動における積極的な貢献が評価され、わが国が国際的な場でリーダーシップを発揮している。

さらに、①～④の共通基盤として、「⑤大学等の教育・研究環境の確保」が重要であり、これについても10年後のあるべき姿を描いた。

⑤ 大学等の教育・研究環境の確保

原子力発電に係るさまざまな基礎基盤分野の教員が確保され、基礎基盤教育の上に最先端の教育・研究が行われており、優秀な人材が原子力を志望し、産業界等に人材を送り出している。教育現場の国際化が進み、海外の優秀な人材を受け入れ、教育している。教員は、国の規制審査等でも重要な役割を果たしている。

(2) 10年後の姿を実現するための人材育成の課題と対応方策

そこで、①～⑤について、あるべき姿と現状とのギャップを明確にし、ギャップを解消するために解決すべき人材育成の課題を抽出し、課題解決の方策を検討した。

① 福島復興・再生

<人材育成の課題>

デブリ回収、事故を起こした原子力施設解体、そのための国際研究開発プロジェクト等に幅広い分野の技術を結集する必要がある。一方、学生の原子力離れや原子力発電所事故のイメージにより、多様な分野の人材を継続して確保していくことには相当の努力が必要なが予測される。

そこで、多様な分野の人材を惹きつけること、国際プロジェクトとして事業を牽引していくこと等が重要な課題である。

得られた成果は、世界に向けて発信し、世界標準化していくことが必要であり、そのための人材育成も進める。

また、福島での事業の実施にあたっては、地域社会の理解と信頼が不可欠であり、コミュニケーションに関する人材を育成する。

＜対応方策＞

- ・廃止措置技術開発や研究開発プロジェクトの公開性、透明性の確保
- ・若い世代に福島の実況に触れる機会の提供
- ・大学等での基礎力の養成
- ・実務を通じた現場力の育成
- ・国際プロジェクトを通じリーダーシップ力の育成
- ・コードエンジニアの育成
- ・リスクコミュニケーターの育成

② 安全運転・安全確保

＜人材育成の課題＞

一定規模の原子力発電の維持には、現状の原子力発電に従事する人材を継続して確保し、技術維持・継承を確実にする必要があり、設計、建設、運転、保守の「生きた仕事の場」が必要である。

知識、技量、経験等、職務遂行に必要な要件を標準化することが人材の質を確保し、技術維持・継承を効果的、効率的に進める上で重要である。

原子力発電所の過酷事故を経験した現在、原子力安全の遂行のため、原子力安全・防災・危機管理に関する専門家を育成・確保する。

原子力利用の継続について支持を得るには、社会とのコミュニケーションは基本であり、そのための人材を育成する。

＜対応方策＞

- ・産業界より人材需要を提示
- ・人材要件の標準化
- ・原子力発電に触れる機会の提供
- ・ベテランから若手への技術継承
- ・安全研究の推進による人材育成
- ・コードエンジニアの育成
- ・リスクコミュニケーターの育成

③ 核燃料サイクル・放射性廃棄物処分

＜人材育成の課題＞

核燃料サイクル事業は、放射能を直接取り扱う化学プラントであり、また、高レベル放射性廃棄物処分事業は、地質学的時間スケールでの安定性を要求される事業であるため、特に多方面の人材を長期間にわたり惹きつける必要がある。現在も事業化の途上にある事業がほとんどであり、技術開発を継続し、蓄積していくことが重要である。

特に、プルトニウムや超ウラン元素を取り扱うことから国際的にも厳しい管理を要求され、それに従事する人材の専門性を育成する。

原子力発電所と異なり、施設数が限定的であるため、人材の確保や技術の維持・継承を計画的に進める。

＜対応方策＞

- ・幅広い分野から技術者・研究者の確保
- ・現場技術の蓄積、維持・継承

- ・核燃料サイクル関連長期研究開発プロジェクトの推進
- ・核セキュリティ関係専門家、放射性廃棄物関連技術専門家の育成
- ・リスクコミュニケーターの育成

④ 国際貢献・国際展開

<人材育成の課題>

原子力先進国であり、過酷事故経験国であるわが国が世界の原子力安全に果たすべき役割は大きい。また、原子力新規導入国からわが国の技術力への信頼と支援に対する期待も高い。

原子力人材に求められる知識、技量や、リーダーシップ・判断力等の能力などの基本的要件は世界共通であり、標準化により効果的な人材育成を実現できる。

基準、標準を制するものが世界を制すると言われており、国際場面で重要な基準、標準の専門家であるコードエンジニアを育成する。

国際貢献・国際展開は、国として戦略的に推進する。産官学関係機関の活動の司令塔とも言うべき組織設立を検討する。

<対応方策>

- ・教育／育成カリキュラムの標準化
- ・国際連携プロジェクトを通じた計画的育成
- ・国際機関への日本人職員の積極的派遣
- ・コードエンジニアの育成
- ・資格の標準化、国際化の推進
- ・一元的管理、育成を可能とする司令塔の設立検討

⑤ 大学等の教育・研究環境の確保

<教育面の課題>

大学は、最先端の研究を行う知の殿堂であり、また、若い世代を後継者として育て、社会に送り出す教育機関としての役割もある。

それを実現するため、教員、教育・研究施設、教育カリキュラム等を整備・維持する。

原子力業界に送り出す人材が世界で活躍するためには、専門分野だけに留まらず、広く教養を身につけさせることが重要である。

<対応方策>

- ・教員の確保
- ・教育・研究用実験・実習施設の維持、更新、新設、国際共同利用
- ・カリキュラムの国際標準化、専門教育の確保
- ・基礎基盤教育の充実、教養教育の重視
- ・原子力以外の学生が原子力に接する機会の提供
- ・大学間連携、単位相互認定、施設共同利用の推進

(3) ロードマップへの展開

人材育成の対象を学生、若手、中堅の3世代と海外人材育成の4つに分け、それぞれについて、課題と解決方策を整理した上で、産官学の役割と責任の分担を考慮し、課題解決の道筋を時間軸に展開した。

① 人材育成の対象

前述の人材育成の課題、対応方策の主対象について、ここでは、国内の人材を、約10年の幅で、教育段階にある大学生等（～20歳代半ば）、実務に就いて10年までの若手（20歳代半ば～30歳代半ば）、実務に就いて10年～20年の中堅（30歳代半ば～40歳代半ば）の3世代に区分し、さらに、原子力新規導入国の人材育成（海外人材育成）を加え、4つとした。

このため、前述の人材育成の課題、対応方策は、本検討の対象である今後10年間で、大学生等が若手に、若手が中堅に、中堅が幹部にふさわしく成長するための課題ならびに、海外人材育成の課題についての対応方策として整理できる。

そこで、これらの4つの人材育成対象ごとに、必要とされる教育／人材育成の取り組みについて、産学官の役割・責任分担を考慮し、時間軸を踏まえたロードマップに展開した。

4つの人材育成対象が必要とする教育／人材育成の取り組みは、以下のとおりである。

<大学生等の教育>

前述の4つの側面に共通して、科学リテラシー、基礎基盤、教養、技術者倫理を涵養することがこの段階での人材育成の基本である。また、福島第一事故の教訓を踏まえ、原子力過酷事故、リスクコミュニケーション、安全文化等のテーマを新たに教育カリキュラムに取り込んでいる例もある。事故を起こした原子炉の廃止措置に向けた基礎基盤研究と人材育成が東北大学、東京大学、東京工業大学の3拠点を中心に産学官連携により着手されており、高放射線環境下作業ロボット、核種分離回収等において将来にわたる新しい研究テーマが見出されることが期待される。

教育には、専門分野の教員および実験・実習を可能とする大型教育・研究施設を維持し、教育カリキュラムを整備することが必要である。また、一大学単独で多様な分野の教員や大型施設を確保することは難しいことから、大学間の連携も重要である。特に、現在、わが国の大学が所有する研究炉等の大型教育・研究施設は、維持・管理が困難となっており、国の支援策の検討が必要である。

また、多様な分野の学生が原子力を志望するきっかけとして、原子力に触れる機会を原子力専攻学生に限らず、幅広く提供できる体制を産業界との連携を含め整備する必要がある。

<若手人材の育成>

福島第一事故の人材育成面からの最大の教訓は、安全文化の綻びである。「安全文化」はチェルノブイリ原子力発電所事故をきっかけに生まれた考え方で、安全最優先の価値観が組織全体で共有され、その価値観に基づいて日々の業務が遂行されることである。安全最優先の価値観が組織全体に浸透し、維持されるには、経営層、管理者層の強力なリーダーシップの発揮が重要であることは言うまでもない。

ネットワークでは、原子力発電所の運転員、保修員等に係る原子力発電のコア技術およびその習得方法についてモデルとなる事例を選び、既存の教育・研修体系を整理してきた。今後、海外を含め他の良好事例等を参考にしながら、標準的な教育・研修のあり方を検討していく。原子力発電所の運営管理を担う技術者の技術レベルや質について、対外的にも説明できるようにしていくことは、社会からの信頼を得

る上でも重要である。

若手人材については、安全文化を身につけ、実務経験を通じて、技術を体系的に学び、継承することが基本である。

事故を起こした原子炉の廃止措置、原子力安全、核燃料サイクル、放射性廃棄物処分のそれぞれの業務に応じた業務知識、技術要件の整理、標準化により、技術の習得や継承が効果的、効率的に実施されることが期待される。

また、早い段階から国際的経験を計画的に積むことで、広い視野を備え、国際舞台で活躍する国際人としての育成も期待される。

<中堅人材の育成>

安全文化や専門技術は、一旦習得したらそれで終わるものではなく、その後も必要な研鑽が継続して行われること（CPD：Continuing Professional Development）が極めて重要である。CPDの一環として、専門分野を習得した中堅人材が大学等で一定期間学び直しすることの有用性について、関係者の理解が進むことが望まれる。その際には、専門分野の知識・技術を基本として、より幅広い視点に立って考察する能力、即ち、俯瞰力、洞察力、判断力、リーダーシップ、マネジメント力等の研鑽に力点が置かれるようになると考えられる。

事故を起こした原子炉の廃止措置については、業務経験に基づく幅広い知識・技術基盤を備えた中堅人材が中心的役割を果たすことが期待されるが、現場を経験した中堅人材が大学に戻り、実務を通じて得た経験等をもとに教育・研究活動に従事し、その後再び現場に戻って研究成果を実務に活かす等、人材の還流による人材育成の高度化が可能となるような体制づくりが期待される。その際、業務経験を活かし、リスクコミュニケーターとして活躍する人材の育成も期待される。

<海外人材育成>

海外人材育成については、育成の基本的内容、方法は、上述した、国内の人材（大学生等、若手人材、中堅人材）と同様である。わが国の関係機関が連携し、戦略的に取り組むため、国レベルでの体制整備、対応が特に重要である。

標準的な人材要件を定め、人材要件に対応して標準的なカリキュラムを整備し、必要な教材を作成すること、分野ごとに講師陣を登録すること等を進めていくことが期待される。この際、産業界、研究機関で長年経験を積んだシニア人材の活用についても検討する必要がある。

対外的に統一した戦略的な対応に当たっては、わが国の「顔が見える」ようにすることが重要である。このためには、海外人材育成を一元的に管理し、運営する司令塔の設立を検討することが必要である。

これは、わが国の原子力政策と密接不可分なものであり、国の強力な支援が期待される。

② 役割分担

産学官は、以上の4つの対象人材の教育／育成を、以下の役割・責任分担により、戦略的に推進していく。

産（産業界）の役割：

原子力産業の魅力を示す。人材需要を示す。実務を通じて人材を育成する。

学（大学等教育機関）の役割：

教員を確保する。教育・研究用施設を確保する。基礎基盤教育を実施する。最先端研究に挑戦する。

官（国）の役割：

原子力政策を明確に示す。魅力ある研究開発プロジェクトを実施する。国際展開プロジェクトを支援する。人材育成施策を継続する。

4. 戦略的に取り組むべき重要事項

以上の検討を踏まえ、現状の産学官による取り組み状況に照らし合わせると、今後、取り組みを強化すべきであり、かつ、戦略的に取り組むことが必要な人材育成の重要事項は以下の3点に集約される。これらは、産学官の個別機関の責任の範囲を超える重い課題であり、かつ、原子力安全向上のために欠かせない事柄であるため、それらの戦略的取り組みについて国の支援策の検討が必要である。

(1) 研究炉等の大型教育・研究施設の維持

大型教育・研究施設には、中性子やガンマ線を利用して研究を行ういわゆる研究炉、原子炉の特性を研究する臨界実験装置、加速器、放射線照射施設などがあるが、特に、研究炉、臨界実験装置の維持・管理が困難となっている。

わが国では、1955年に原子力基本法が制定され、原子力の研究、開発、利用が開始された。1957年には日本原子力研究所においてJRR-1（湯沸し型、熱出力50kW）が初臨界したのを皮切りに、大学、メーカー、研究機関において研究炉や臨界実験装置の建設が相次ぎ、原子力の研究と人材育成が精力的に進められた。こうして、日本で最初の商業用原子力発電所（日本原子力発電(株)東海発電所（ガス冷却型(GCR) 16.6万kW）の運転が1966年に開始するまでに、技術者、研究者は研究炉や臨界実験装置を「設計」し、「建設」し、「運転」することで原子炉物理の知識を蓄え、実験を通じて知識を体験に昇華させ、商業炉の設計・建設、運転・保守の基礎力を養った。さらに、1970年にはわが国初の商業用軽水型原子力発電所（日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機（沸騰水型(BWR) 35.7万kW））が運転を開始し、その後40年以上にわたり、50基以上の商業用軽水型原子力発電所の設計・建設、運転・保守の経験が蓄積されてきた。

しかし、福島第一事故を経験した現在、わが国の原子力研究・開発・利用は原点に立ち戻り、基礎基盤教育のあり方を見直すとともに、安全技術の高度化を中心に据えて、原子力技術の更なる高度化を目指す必要に迫られている。特に、将来、中心となって活躍することが期待される原子力を専攻する学生には、原子力技術の原点である原子炉物理の基礎基盤知識を習得させ、その知識を深化させるため、実際に研究炉、臨界実験装置等の大型教育・研究施設を「見て」、「触って」、「運転して」、「分析・考察して」、「体感・体得する」という一連の体験を積み重ねることが必要である。学生は、この一連の体験を通して、原子力安全や放射線を扱う「緊張感」を

経験し、それに伴う種々の法規制等を「臨場感」を持って体得することができる。研究炉、臨界実験装置等の施設では、シミュレータでは体験できない、学生にとって予想もしないことが起こり得る。こうして体得した知識や知恵は、原子力の現場で何らかの問題に直面した場合、判断のよりどころとして役立つものである。また、核物質を取り扱うことに伴う核不拡散や核セキュリティに関する国際規範を体験を通じて学ぶことができる。

現在、わが国の大学に残る研究炉は、京都大学の研究炉（KUR）、近畿大学の研究炉（UTR-KINKI）の 2 基、臨界実験装置は京都大学の（KUCA）1 基のみとなった。いずれの施設も研究利用との兼ね合いもあって、学生が実験に参加できる回数は限られているが、KUR では 20～30 名、UTR-KINKI では約 150 名、KUCA では 160～180 名の学生が毎年全国から実験に参加している（いずれも自校の学生を含む）。このため、設備の維持管理のための要員や費用の確保について所有者である大学の負担も大きい。教育利用されている、JAEA の研究炉等（研究用原子炉（JRR-3）、材料試験炉（JMTR）、原子炉安全性研究炉（NSRR）、臨界実験装置（高速炉臨界実験装置（FCA）、定常臨界実験装置（STACY）等）においても、また、民間に唯一残る東芝の臨界実験装置（NCA）においても状況は同様である。

これらの施設は、東芝のものを含め、全国の学生の教育や教員研修に利用されており、わが国にとり重要な教育資源でもあるが、施設面の制約から原子力を専攻する学生に必要十分な機会が提供できていない。このため、福島第一事故を踏まえ、原子力教育の基礎基盤固めをするにあたって、これらの施設を利用した実験・実習により、学生等の教育の質を維持向上させるための方策について、産官学の関係者は知恵を絞る必要がある。特に、教育面の施策として、国の積極的な関与が必要である。

また、安全規制に関わる人材にとっても、研究炉等での実習は、高い安全とセキュリティの感性を熟成させるためには不可欠といえよう。

現在、これらの施設は、福島第一事故を踏まえた新規制基準対応への適合性審査のため停止しており、学生の教育プログラムに支障が生じている。学生の教育のためにも、一日も早い運転再開が期待される。

なお、これら研究炉等については、設備の維持管理のほか、代替炉の考え方、大学内に保管している使用済燃料の米国への返還、核セキュリティの観点から高濃縮ウラン燃料の低濃縮化の問題（KUR については低濃縮化済み）もあり複雑であるが、産学官関係者の努力で解決への道を拓く必要がある。

(2) 海外原子力人材育成の戦略的推進

わが国の原子力新規導入国に対する原子力人材育成支援については、個別の機関が国の支援等を得て、さまざまな取り組みを実施している。

例えば、以下のような活動がある。

ネットワークでは、前述のとおり、東京大学、JAEA、JAIF、JICC が IAEA との共催により、国内外若手人材を対象とする原子力エネルギーマネジメントスクールを 2012 年より開催している。

ベトナムにおける原子力発電導入において、わが国をニントゥアン省第二原子力発電所建設のパートナーとすることが決定され、JINED が中心となって同国を支援しており、その中に原子力人材育成も含まれている。現在、ベトナム電力公社から第 2

期研修生が日本に派遣され、東海大学で原子力発電の基礎を学んでいる。また、最近、ベトナムからわが国に対し、研究炉提供や研修生受入強化の要請があった。

わが国と原子力協定を締結している原子力新規導入国（ベトナムを除く）の原子力人材育成支援については、JICC が事務局となって、講師派遣や専門家受入れ等を実施している。

放射線利用等に関する新規導入国の専門家育成については、主に JAEA が研修を担当している。

東京工業大学が幹事校を務める大学連合ネットでは、文部科学省の人材育成事業の一環として、海外出前講義や双方向 TV 講義をベトナム、インドネシア、マレーシア、タイ等で実施している。

福井県では、ネットワークにおける立地地域拠点の先進的な取組みとして、IAEA と協力覚書を締結し、集積する教育・研究、防災、広報等の原子力関連施設を活用した海外人材育成事業を実施している。

これらの取組みは、内容的に充実しており、また、ネットワークを通じて関係者間で情報共有されているが、相互連携の点では、海外に比べて不十分などところがある。他方、海外の原子力先進国（ロシア、フランス、韓国等）の国際的な原子力人材育成の取組みは、活動が国として一元化されており、コンタクト先や教育カリキュラム等が対外的にわかりやすく、アクセスしやすい仕組みが整備されている。

わが国としても、これらの海外原子力先進国の取組みに倣い、JAEA、JICC、その他関連機関が行っている専門家派遣・研修員受入れ等の人材育成活動を集約し、必要な情報を分析し、立体的な海外原子力人材育成戦略を構築し、取り組んでいく必要がある。ネットワークでは、こうした戦略的取組みの第一歩としてわが国の海外人材育成活動をカタログにまとめ、各国に配信したところである。

(3) 戦略的原子力人材育成のための司令塔の設立検討

前述の海外原子力人材育成戦略を策定し、実施するには、一元的な取組みを可能とする司令塔が必要であり、この設立について産学官関係者が検討を開始すべきである。原子力の海外展開が目標であり、議論の場の設置について、経済産業省の積極的な関与が必要である。

また、人材育成は長期的視点に立った継続的な取組みが不可欠であり、司令塔には、海外人材育成ばかりでなく、国内原子力人材の育成・確保についても、わが国の多岐にわたる組織・機関の様々な取組み全体を俯瞰し、重点的に取り組むべき課題を調整するなど、より効果的、効率的な人材育成戦略を策定し、実行に移していく機能の充実・強化が不可欠である。

これについて、現在、JAEA、JAIF、JICC が共同でネットワーク事務局を運営しているが、特に福島第一事故の反省を踏まえた人材育成ならびに国際連携の進展に伴い、従来の事務局に求められた機能以上のことが求められるようになっている。このため、事務局機能を強化し、わが国の原子力人材育成に係る活動を俯瞰して全体調整を図り、国際標準となる人材育成プログラムを確立し、戦略的に推進するための原子力人材育成の司令塔となる中核組織に引継ぐことも考えられる。

おわりに

資源が乏しく狭隘な国土のわが国では、人こそが最重要の資源であり、国の宝である。人材育成は、わが国の最重要国家戦略の一つであり、高度な産業社会を維持していくための土台である。

福島第一事故を経験したわが国は、原子力安全への取り組みへの深い反省に立ち、エネルギーの安定供給と地球環境問題への対応、ならびにエネルギーコストの安定性を考慮し、原子力を重要なベースロード電源と位置づけ、可能な限り依存度を低減させるとの方針の下で、今後も一定の規模を維持していく政策を選択した。

わが国が今後も安全を最優先に原子力技術を利用し、世界の持続的発展に貢献していくためには、産学官の各機関が、わが国の原子力人材育成の現状と課題、そして将来に向けての方向性を共有し、それぞれの役割・責任分担を踏まえて原子力人材の育成・確保に着実に取り組む必要がある。

国、産業界、大学等教育機関が、今後、密接な連携をより一層深め、長期的かつグローバルな視点に立って、戦略的に原子力人材育成に取り組んで行くことを期待する。

【添付資料等】

添付資料 1：学生の原子力への関心度を示すデータ例

- (1) 原子力産業セミナーへの来場学生数、参加企業・機関数の推移
- (2) 名称に「原子」を含む学科等の学生動向（文部科学省調べ）

添付資料 2：国内の研究用原子炉および臨界実験装置

添付資料 3：原子力人材育成戦略検討会議の構成員

添付資料 4：原子力人材育成戦略検討会議の検討経緯等

添付別紙：原子力人材育成戦略ロードマップ

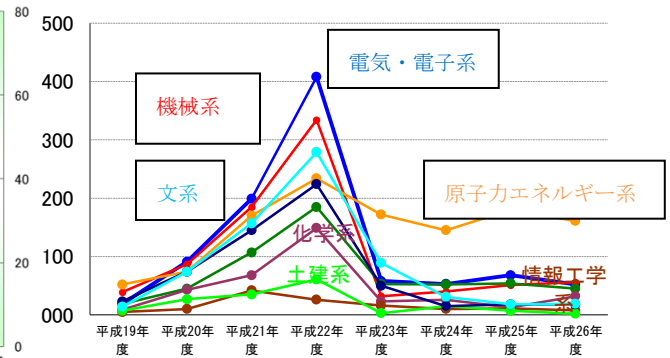
添付資料 1：学生の原子力への関心度を示すデータ例

(1) 原子力産業セミナーへの来場学生数、参加企業・機関数の推移

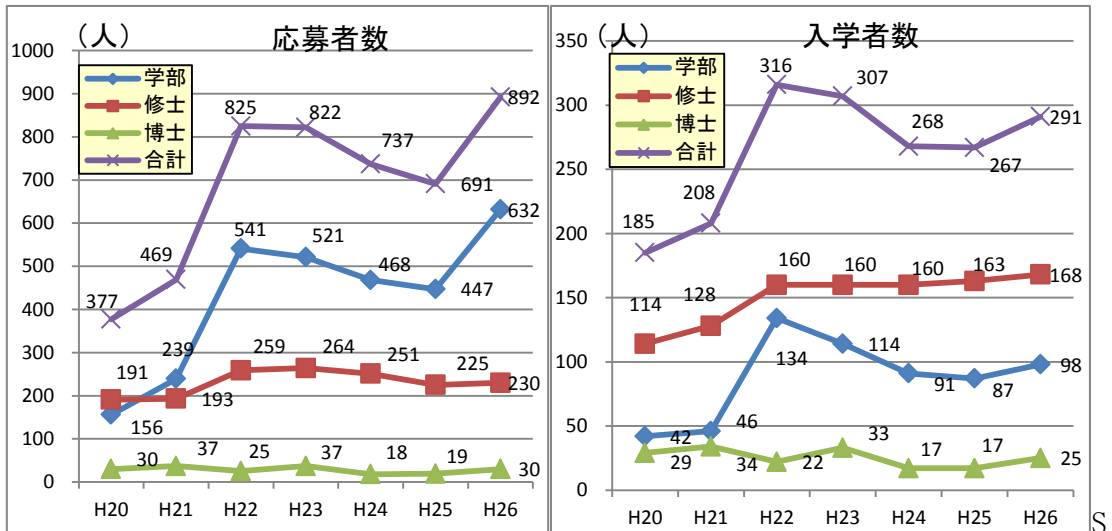
来場学生数、参加企業・機関数の推移
(2006～2015 年度)



来場学生数の学科別推移
(2006～2015 年度)



(2) 名称に「原子」を含む学科等の学生動向 (文部科学省調査より)



OH26 年度の応募者数は、前年度に比べて、学部、修士、博士全てにおいて増加。トータルで約 3 割増加。
OH26 年度の入学者数は、前年度に比べて、学部、修士、博士全てにおいて増加。トータルで約 1 割増加。

添付資料 2 : 国内の研究用原子炉および臨界実験装置 (廃止されたものを含む)

原子炉

施設名	所有者	所在地	熱出力	初臨界	解体届	備考
JRR-1	JAEA	東海	50kW	1957. 8	1969. 10	1978～ 原子炉公開
HTR	日立	川崎	100kW	1961. 12	1975. 6	2007. 4 廃止措置計画認可
原子力船むつ	JAEA	むつ	36MW	1974. 8	1992. 8	1996～ 原子炉公開
JPDR	JAEA	東海	90MW	1963. 8	1982. 12	1996. 3 跡地整地完了
JRR-2	JAEA	東海	10MW	1960. 10	1997. 5	2006. 11 廃止措置計画認可
TTR-1	東芝	川崎	100kW	1962. 3	2001. 8	2007. 5 廃止措置計画認可
立教大炉	立教大学	横須賀	100kW	1961. 12	2002. 8	2007. 5 廃止措置計画認可
武蔵工大炉	武蔵工大	川崎	100kW	1963. 1	2004. 1	2007. 6 廃止措置計画認可
旧JRR-3	JAEA	東海	10MW	1962. 9	1983. 3	改造 炉本体一括撤去
JRR-3	JAEA	東海	20MW	1990. 3		
JRR-4	JAEA	東海	3.5MW	1965. 1		2014年内に廃止計画策定
NSRR	JAEA	東海	300kW定常 23GWパルス	1975. 6		
JMTR	JAEA	大洗	50MW	1968. 3		
HTTR	JAEA	大洗	30MW	1998. 11		
常陽	JAEA	大洗	140MW	1978. 10		
近畿大炉UTR-KINKI	近畿大学	東大阪	1W	1961. 11		
京大炉KUR	京都大学	熊取	5MW	1964. 6		
東大炉弥生	東京大学	東海	2kW	1972. 7		2011. 3 停止
ふげん	JAEA	敦賀	165MWe	1979. 3		2003. 3 運転停止
もんじゅ	JAEA	敦賀	280MWe	1994. 4		

臨界実験装置

施設名	所有者	所在地	熱出力	初臨界	解体届	備考
AHCF	JAEA	東海	50W	1961. 10	1967. 11	1979. 2 廃止措置完了
SHE	JAEA	東海	10W	1961. 1	1983	→VHTRC
VHTRC	JAEA	東海	10W	1985. 5	2000. 3	2006. 11 廃止措置計画認可
DCA	JAEA	大洗	1kW	1969. 12	2002. 1	2006. 10 廃止措置計画認可
OCF	日立	川崎	100W	1962. 10	1974. 7	2003. 7 廃止措置完了
MCF	三菱原子力	大宮	200W	1969. 8	1973. 12	1974. 3 廃止措置完了
SCA	住友原子力	東海	200W	1966. 8	1970. 12	1971. 2 廃止措置完了
JMTRC	JAEA	東海→大洗	100W	1964. 9	1995. 10	2003. 3 廃止措置完了
NCA	東芝	川崎	200W	1963. 1		
TCA	JAEA	東海	200W	1962. 8		2014年内に廃止計画策定
FCA	JAEA	東海	2kW	1967. 4		
STACY	JAEA	東海	200W	1995. 2		
TRACY	JAEA	東海	10kW 定常 5GW 過渡	1995. 12		
KUCA	京都大学	熊取	1kW	1974. 8		

添付資料3：原子力人材育成戦略検討会議の構成員（敬称略・順不同）

代 表	上坂 充	東京大学大学院 工学系研究科 原子力専攻	教授
	岡本 孝司	東京大学大学院 工学系研究科 原子力専攻 専攻長・教授	
	工藤 和彦	九州大学 名誉教授	
	小林 正彦	株式会社東芝 電力システム社原子力事業部	技監
	齊藤 正樹	東京工業大学グローバル原子力安全・セキュリティ教育院 院長	
	齋藤 昌之	関西電力株式会社 原子燃料サイクル室 サイクル事業グループ シニアアドバイザー	
	沢井 友次	(国) 日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター 副センター長	
	杉本 純	京都大学大学院工学研究科 原子核工学専攻	教授
	仲村 光史	東京電力株式会社 原子力安全・統括部 育成・倫理グループ マネージャー	
	真子 徳広	電気事業連合会 原子力部	副長
	吉村 真人	日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社	事業主管
	服部 拓也	(一社) 日本原子力産業協会	理事長
事務局		(国) 日本原子力研究開発機構、(一財) 原子力国際協力センター、 (一社) 日本原子力産業協会	

添付資料 4：原子力人材育成戦略検討会議の検討経緯等

2013 年

7 月 19 日	第 1 回意見交換会	有志による意見交換
7 月 26 日	企画 WG	諮問会の設置、特定課題の検討について
8 月 22 日	第 2 回意見交換会	有志による意見交換
8 月 29 日	運営委員会	人材育成戦略の構築について
11 月 19 日	企画 WG	経過報告
12 月 17 日	第 1 回検討会議	検討会議(仮称)実施要項。代表者の選任。将来(例えば 10 年後)の原子力のあるべき姿に係る重要課題について

2014 年

1 月 27 日	第 2 回検討会議	海外原子力人材育成支援の事例紹介、10 年後のあるべき姿に係る重要課題の検討
2 月 27 日	第 3 回検討会議	中間整理に向けた骨子案、海外人材育成ロードマップ
3 月 6 日	企画 WG	人材育成戦略(中間整理)を報告
3 月 13 日	第 4 回検討会議	中間整理に向けた骨子案について
3 月 27 日	運営委員会	人材育成戦略ロードマップ(骨子案)を報告
5 月 22 日	第 5 回検討会議	IAEA 原子力人材育成国際会議報告、英語原子力実務教育コースの検討状況、原子力人材育成ロードマップシナリオ展開の検討
7 月 1 日	第 6 回検討会議	Japan-IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクール速報、原子力マネジメントプログラム(東大)速報、日本学術会議の状況、原子力人材育成ロードマップの検討
7 月 23 日	第 7 回検討会議	日本原子力学会教育委員会の状況、原子力人材育成ロードマップの検討
7 月 31 日	企画 WG	人材育成戦略ロードマップ(素案)を報告
8 月 22 日	第 8 回検討会議	6 週間英語原子力実務教育コースの検討状況、原子力人材育成ロードマップの検討
8 月 29 日	運営委員会	人材育成戦略ロードマップ(案)を報告、大枠了承
9 月 8 日	日本原子力学会秋の大会	原子力人材育成ロードマップ(案)を説明
10 月 7 日	第 9 回検討会議	原子力人材育成ロードマップ(案)の検討
10 月 28 日	日本原子力産業協会プレスブリーフィング	原子力人材育成ロードマップ(案)について説明
11 月 10 日	総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会自主的安全性向上・技術・人材 WG 第 3 回会合	原子力人材育成ロードマップ(案)を説明
11 月 13 日	企画 WG	人材育成戦略ロードマップ(案)の国の WG 報告を報告
11 月 17 日	第 10 回検討会議	原子力人材育成の提言書(案)
2015 年		
2 月 4 日	第 11 回検討会議	原子力人材育成の提言書(案)
3 月 3 日	企画 WG	原子力人材育成戦略の提言書(案)を提案。大筋了承。
3 月 25 日	運営委員会	「原子力人材育成の課題と今後の方向性(案)」を提案

以上

添付別紙

原子力人材育成ネットワーク 戦略ロードマップ

2014年10月

原子力人材育成ネットワーク

原子力人材育成ネットワーク

- 経緯

原子力人材育成関係者協議会報告書「ネットワーク化、ハブ化、国際化」（2010年4月）を基に、4府省（内閣府、文部科学省、経済産業省、外務省）の支援を得て 2010年11月発足

- 目的

- 産官学の連携協力のプラットフォームの構築
- 原子力人材育成をより効率的、効果的に進める
- 対外的窓口として、国際的な機関やネットワークとも連携
- 人材育成のグローバル化を図る

- 活動

70会員

運営委員会、企画WG、5分科会

- 事務局

JAEA、JAIF、JICC

危機感

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を契機に
 - 学生の原子力業界への関心度が大きく低下
 - 原子力以外の学生の原子力離れが著しい
 - 原子力専攻学科への志望者も減少

危機感・問題意識

- 福島の高レベル処分、高レベル処分など、今後の課題が山積
- 東電福島第一事故の教訓を共有し、安全性の強化が必須
- 今後も原子力発電を重要なベースロード電源として活用していくには、原子力安全に係る人材の確保が不可欠
- 基礎・基盤工学に関する大学教育が希薄化
- 夢のある将来（研究）プロジェクトが見当たらない
- 建設経験を有する現場技術者が不足
- ベテラン技術者の知識・経験の若年層への継承が課題
- 海外展開にあたり、国内にグローバル人材が不足
- 国際競争が激化する中、競合国との人材育成競争に劣後

危機感・問題意識に基づくブレインストーミング から明らかになった人材育成のキーワード

- 将来の夢、やりがいの発信
- 基礎・基盤工学の素養、実験・実習の機会の充実
- 原子力専攻以外の学生を惹きつける
- 事故の教訓の共有、安全文化の継続的醸成
- 夢のある研究開発プロジェクトの実施
- 海外の新規プロジェクトの開拓
- 現場力の強化、生きた仕事の場の提供
- ベテラン、シニアの経験・ノウハウ活用
- グローバル化、国際資格、人材育成の国際標準化
- 産官学の連携
- 海外の人材育成先行事例（露、韓、仏など）に学ぶ 4

検討の進め方

- 前述の危機感・問題意識を共有する有志による運営委員長諮問会は、原子力人材育成戦略検討会議を設置し、2013年12月以降、対応策の検討開始
- 人材育成に戦略的に取り組むため、ロードマップの作成を運営委員会に提言
 - (ロードマップ策定の手順)
 - ①長期展望の中で原子力産業界の10年後のあるべき姿を想定
 - ②実現するための人材要件と課題を抽出
 - ③課題解決に向けた道筋をロードマップに整理
 - ④エネルギー基本計画、原子力小委等との整合を考慮
- 目標、役割分担、スケジュールなどを明確化したロードマップ（案）を作成
- ロードマップに基づき、原子力人材育成に戦略的に取り組み、標準となりうる原子力人材育成システムの構築を目指す

10年後のあるべき姿を想定する項目

今後の原子力のあり方、進め方を考える上で重要な以下の4項目を選択

- ①福島の復興・再生
- ②安全運転・安全確保
- ③核燃料サイクル・放射性廃棄物処分
- ④国際貢献・国際展開

あるべき姿、実現するための人材要件、課題、対応方策

①福島の復興・再生

10年後のあるべき姿

国際連携の下で東京電力福島第一原子力発電所の汚染水対策および廃止措置、地域の除染や廃棄物の中間貯蔵等が着実に進展し、住民の帰還も進む。

実現するための人材要件

- 事故炉の廃止措置、汚染水対策、除染などの人材
- デブリ回収等の技術開発課題にチャレンジする人材
- 国際連携プロジェクトを牽引する人材
- わかりやすい言葉で原子力・放射線についてコミュニケーションできる人材

現状とのギャップ：課題

- 学生の原子力離れが進む
- 機械、電気、化学、土木、建築など幅広い分野の基礎・基盤工学の素養を身につけた現場に強い人材が必要
- ロボット工学、放射線計測、除染、核種分離分析など、多様な分野からの参画が必要
- 外国語（英語）に堪能で国際感覚を身につけ、プロジェクトを牽引できる人材が必要
- 社会の信頼を得て、わかりやすい言葉で原子力・放射線についてコミュニケーションできる人材が大勢必要

ロードマップに織り込むべき事項

- ◆ 事故炉廃止措置関係研究開発の魅力を発信
人材を惹きつける廃止措置プロジェクトの実施
廃止措置やプロジェクトに必要な人材ニーズの提示
- ◆ 大学等教育機関での教育・啓発（学生）
工学教育における基礎・基盤分野の重視・充実
原子力以外の学生に原子力に触れる機会を提供
- ◆ 実務段階での人材育成（若手、中堅）
生きた仕事の間を通じた技術の維持・継承
廃止措置関連技術開発を通じた専門家育成
IAEA等国际機関との連携強化
国際連携プロジェクトの経験
マネジメントスクール、MBAコース等の活用
誰でも原子力・放射線リスクコミュニケーター

対応方策

- ✓ デブリ回収、廃止措置、関連研究開発プロジェクトなどについてやりがいや夢の発信
- ✓ 基礎・基盤工学教育の充実
- ✓ 幅広い工学分野の人材の参画
- ✓ 「生きた仕事の間」を通じた現場技術の維持・継承
- ✓ 国際プロジェクト経験を積む
- ✓ リーダーシップ、マネジメント力の養成
- ✓ 誰でも原子力・放射線リスクコミュニケーター

あるべき姿、実現するための人材要件、課題、対応方策

②安全運転・安全確保

10年後のあるべき姿

東電福島第一事故の教訓が国内外で共有され、我が国は世界最高水準の安全性を確保し、国民の信頼も回復して、原子力発電はエネルギー・ミックスの中で一定規模のシェアを維持

実現するための人材要件

- 安全文化がすべての人に常に醸成されている
- プラントの規制、運転・保守を担う人材
- 安全・防災対策、高経年化対策、廃止措置など安全を支える人材
- システム全体を俯瞰し、把握し、判断できる人材
- 原子力の特殊性を理解したトップマネジメント
- 安全規制を含む基準・標準類に精通した人材
- わかりやすい言葉で原子力安全・原子力防災についてコミュニケーションできる人材

ロードマップに織り込むべき事項

- ◆原子力の将来性、魅力の発信（児童生徒、学生）
人材を惹きつける研究開発プロジェクトの実施
安全運転・安全確保に必要な人材ニーズの提示
- ◆大学等教育機関での教育・啓発（若者、学生）
工学教育における基礎・基盤分野の重視・充実
工学教育の品質確保（JABEEの活用）
原子力以外の学生に原子力に触れる機会を提供
- ◆実務段階での人材育成（若手、中堅）
必要な知識・技術要件の明確化、標準化
安全文化の継続的醸成
生きた仕事の間を通じた技術の維持・継承
産官学連携した安全研究推進による人材育成
コードエンジニアの養成
誰でも原子力・放射線リスクコミュニケータ

現状とのギャップ：課題

- 学生の原子力離れが進む
- 基礎を身につけた文系を含む幅広い分野から人材の確保が必要
- 若年層の経験、ノウハウの経験値低下
- リスクに真摯に向き合い、安全最優先に対応すること
- 設計、建設、および運転・保守までトータルで把握した、現場に強い技術者の減少
- 安全研究を担う人材の減少？
- 法令や基準・標準類の役割の重要性が十分認知されていない
- 社会から信頼され、わかりやすい言葉で原子力安全・原子力防災についてコミュニケーションできる人材が大勢必要

対応方策

- ✓ 原子力関係学科に学生を惹きつける魅力の醸成、発信
- ✓ 文系を含むあらゆる分野の人材の原子力志向確保
- ✓ 安全文化の継続的醸成
- ✓ 原子力人材に必要な知識・技術要件の明確化
- ✓ ベテラン技術者の経験やノウハウの若手への伝達
- ✓ 産官学が連携した安全研究の推進による人材育成
- ✓ コードエンジニアの確保・育成
- ✓ 誰でも原子力・放射線リスクコミュニケータ

あるべき姿、実現するための人材要件、課題、対応方策

③核燃料サイクル・放射性廃棄物処分

10年後のあるべき姿

もんじゅの有効活用、六ヶ所再処理の稼働、および高レベル廃棄物処分計画の進展など、積年の課題が進捗することにより、国民の原子力に対する理解と支持が深まる

実現するための人材要件

- 安全文化がすべての人に常に醸成されている
- 一定規模の核燃料サイクル施設の安全な運転・保守に携わる人材
- サイクル施設のトラブル対応、改良など、研究開発を担う人材
- 地層処分のための地質、地盤、土質、地震工学など幅広い分野の人材
- わかりやすい言葉で核燃料サイクルや放射性廃棄物についてコミュニケーションできる人材

現状とのギャップ：課題

- リスクに真摯に向き合い、安全最優先に対応すること
- サイクル施設の運転・保守経験の蓄積が少ない
- 研究開発体制を含めたサイクル技術を支える体制が弱い
- 高レベル放射性廃棄物処分分野等で土木関連技術人材が必要
- わかりやすい言葉で核燃料サイクルや放射性廃棄物についてコミュニケーションできる人材が大勢必要

ロードマップに織り込むべき事項

- ◆ サイクル・バックエンドの将来性、魅力の発信
人材を惹きつける研究開発プロジェクトの実施
サイクル・バックエンドに必要な人材ニーズの提示
- ◆ 大学等教育機関での教育・啓発（学生）
工学教育における基礎・基盤分野の重視・充実
原子力以外の学生に原子力に触れる機会を提供
人材を惹きつける研究開発の実施
- ◆ 実務段階での人材育成（若手、中堅）
安全文化の継続的醸成
生きた仕事の場通じての技術蓄積、技術継承
長期的研究開発プロジェクトの推進
誰でも原子力・放射線リスクコミュニケーター

対応方策

- ✓ 幅広い工学分野から技術者・研究者を確保・育成
- ✓ 安全文化の継続的醸成
- ✓ 現場技術の蓄積、維持・継承
- ✓ 核燃料サイクル等長期的研究開発プロジェクトの推進
- ✓ 放射性廃棄物処分関連技術専門家の確保・育成
- ✓ 誰でも原子力・放射線リスクコミュニケーションできる

あるべき姿、実現するための人材要件、課題、対応方策

④国際貢献・国際展開

10年後のあるべき姿

複数の海外原子力建設案件が建設・試運転段階にあり、国内原子力産業界に活気が戻る
安全基準の国際標準化や新規導入国の人材育成活動における日本の積極的な貢献が評価され、国際的な場でリーダーシップを発揮する

実現するための人材要件

- グローバル化を推進できる人材および体制
- 海外での建設プロジェクト推進にあたり、海外企業と交渉ができる人材
- 海外の建設現場で海外の作業員を指導監督できる人材
- 相手国の制度・体制・プラント運用などのソフト面を指導・監督できる人材
- 我が国の知見を国際標準に反映できる人材
- 国際会議などの場で議論をリードできる人材
- 新規導入国の人材育成への貢献

現状とのギャップ：課題

- グローバル人材育成のキャリアパスが確立していない
- 語学が堪能で国際経験、国際人脈豊富な人材が少ない
- 国際人の前提となる文化、芸術、歴史などリベラルアーツの素養が不足
- 現場管理に必要なコミュニケーションを図るための語学力が不足
- 国際標準に我が国の技術的知見の反映が不十分
- 競合国との人材育成競争に劣後
- 原子力人材に要求される知識、技術要件等が不明確

ロードマップに織り込むべき事項

- ◆ 大学等教育機関での教育（学生）
カリキュラムの国際標準化、リベラルアーツの重視
大学間連携、教育の国際連携
- ◆ 実務段階での人材育成（若手、中堅）
I A E A 等国際機関との連携強化、計画的派遣
国際プロジェクト等での経験蓄積
コードエンジニアの育成
- ◆ 海外人材の育成
原子力人材に必要な知識・技術要件の国際標準化
一元的管理運営体制の確立
相手国への人材育成の戦略的提案活動

対応方策

- ✓ 大学のグローバル化
教育カリキュラムの国際標準化、講義の英語化
- ✓ 国際人に不可欠なリベラルアーツの素養を磨く
- ✓ 国際プロジェクトによる国際的交渉力、プロジェクトマネジメント力の養成
- ✓ 国際機関、国際会議等への計画的派遣による国際人脈形成、発言力確保
- ✓ コードエンジニアの確保・育成
- ✓ 原子力人材に必要な知識・技術要件等の明確化
- ✓ 一元的海外人材育成支援体制の確立

あるべき姿を実現するための共通事項

大学等の教育・研究環境の確保

10年後のあるべき姿

あらゆる基礎・基盤分野の教授人材が確保され、基礎・基盤教育の上で最先端の教育・研究が行われている。優秀な人材が原子力を志望し、産業界等に人材を供給している。海外の優秀な人材を受け入れ、教育している。教授人材は、国の規制審査等で重要な役割を果たしている。

あるべき姿を実現する要件

- 教授人材の確保
- 教育・研究用施設の確保
- 標準カリキュラムに沿った体系的な専門教育の実施
- リベラルアーツや基礎・基盤分野の教育の充実
- 魅力的な先端研究
- 原子力以外の学生にも原子力に触れる機会の提供
- 英語による講義の拡大／多くの留学生を受け入れ

現状とのギャップ：課題

- 大括り化による教授人材の散逸、弱体化
- 研究・教育施設の確保（研究炉）
- 実習・実験の機会不足
- リベラルアーツ、基礎・基盤工学分野のカリキュラムの希薄化
- 学生の原子力離れ（入学、専攻、就職）
- 産業界との連携不十分（ニーズの伝達、インターンシップ）
- グローバル化の遅れ（テキスト、教員の能力、国際連携）

ロードマップに織り込むべき事項

- ◆ 大学等の教育・研究環境の確保（学生）
 - 教授人材の確保（ポスト、処遇、研究）
 - カリキュラムの国際標準化
 - 基礎・基盤教育の充実
 - リベラルアーツの重視
 - 大学間連携／単位相互認定
 - 教育・研究用施設の維持／更新／新設
 - 施設の国際共同利用

対応方策

- ✓ 教授人材の確保
- ✓ 教育・研究用施設の維持／更新／新設
- ✓ カリキュラムの国際標準化、専門教育の確保
- ✓ 基礎・基盤教育の充実
- ✓ リベラルアーツで国際人としての教養を磨く
- ✓ 原子力以外の学生に原子力に接する機会の提供
- ✓ 大学間連携、単位相互認定、施設共同利用

項目	10年後の「あるべき姿」	実現のための人材要件	現状とのギャップ=課題	施策：ロードマップへの展開
福島 の復興・ 再生	<ul style="list-style-type: none"> ●国際連携下での東電福島第一廃止措置、汚染水対策の着実な進展 ●地域の除染、中間貯蔵等が進展し、住民の帰還も進む 	<ul style="list-style-type: none"> ○東電福島第一廃止措置、汚染水対策、除染等の人材 ○デブリ回収等にチャレンジする人材 ○国際連携プロジェクトを牽引する人材 ○リスクコミュニケーションできる人材 	<ul style="list-style-type: none"> ➢学生の原子力離れ ➢廃止措置等を実施するための幅広い工学分野の現場に強い人材が必要 ➢研究開発のための多様な分野の人材の参画が必要 ➢国際感覚を身に付けプロジェクトを牽引できる人材が必要 ➢リスクコミュニケーター大勢必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓廃止措置関係プロジェクトの魅力の発信 ✓大学等教育段階 基礎・基盤分野の教育重視 原子力以外の学生の原子力志向確保 ✓実務段階 生きた仕事を通じた技術継承、専門家育成 マネジメント力育成 国際機関との連携 誰でもリスクコミュニケーター
安全運 転・安 全確保	<ul style="list-style-type: none"> ●「重要なベースロード電源」として一定規模の原子力発電シェアの維持 ●自主的安全性向上の取組みの定常的実行による世界最高水準の安全性 ●高経年化対策 ●安全・防災対策 ●国民の理解と信頼 	<ul style="list-style-type: none"> ○プラントの規制・建設・運転・保守・リスク評価などの人材維持 ○安全文化の継続的醸成 ○原子力の特殊性を理解したトップマネジメント ○システム全体を俯瞰、把握、判断できる人材 ○安全規制/基準に精通した人材(規制・電力・メーカ) ○高経年化、安全・防災対策等の人材 ○リスクコミュニケーター 	<ul style="list-style-type: none"> ➢学生の原子力離れ ➢将来中核世代の経験、ノウハウの経験値不足/若手への技術継承 ➢安全最優先の対応 ➢設計から運転・保守まで把握した現場に強い技術者の減少 ➢安全関係専門家の不足 ➢法令や標準類の重要性認識不足 ➢産官学が連携した研究開発体制の再構築 ➢リスクコミュニケーターが大勢必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓原子力の将来性/魅力の発信 ✓大学等教育段階 基礎・基盤分野の教育重視 原子力以外の学生の原子力志向確保 ✓実務段階 原子力人材に必要な知識・技術要件の明確化 安全文化の継続的醸成 生きた仕事の場を通じた技術継承 産官学連携した原子力安全研究 コードエンジニア養成 誰でもリスクコミュニケーター
核燃料 サイクル・放 射性廃 棄物処 分	<ul style="list-style-type: none"> ●高速炉、再処理、高レベル廃棄物処理処分計画の着実な進展 ●国民の理解と信頼 	<ul style="list-style-type: none"> ○一定規模のサイクル関連施設の運転・保守人材維持 ○サイクル施設のトラブル対応、改良、など研究開発を担う人材 ○地層処分のための地質、地盤、土質、地震工学などの人材 ○リスクコミュニケーター 	<ul style="list-style-type: none"> ➢サイクル施設の運転・保守経験の蓄積不足 ➢サイクル技術を支える体制が弱い ➢土木関連技術の人材が必要 ➢リスクコミュニケーターが大勢必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓サイクル・バックエンドの魅力発信 ✓大学等教育段階 基礎・基盤分野の教育重視 原子力以外の学生の原子力志向 ✓実務段階 生きた仕事の場を通じた技術蓄積継承 長期的研究開発プロジェクト 誰でもリスクコミュニケーター
国際貢 献・国 際展開	<ul style="list-style-type: none"> ●複数の海外原子力建設案件が進展(建設・試運転段階) ●国際標準制定や国際原子力人材育成活動における日本の積極的貢献の認知・常態化 ●国際的リーダーシップ発揮 ●新規導入国の人材育成への貢献 	<ul style="list-style-type: none"> ○海外企業と交渉ができる人材 ○海外の建設現場で現地作業員を指導・監督できる人材 ○制度、運用などのソフト面を指導・監督できる人材 ○我が国の知見を国際標準に反映できる人材 ○国際会議をリードできる人材 ○原子力人材に必要な知識・技術要件の基準 	<ul style="list-style-type: none"> ➢グローバル人材育成のキャリアパスが未確立 ➢語学が堪能で国際経験、国際人脈豊富な人材の不足 ➢リベラルアーツの素養不足 ➢現場管理に必要な語学力不足 ➢国際標準への我が国知見反映が不十分 ➢競合国との人材育成競争に劣後 ➢必要な知識・技術要件が未整備 	<ul style="list-style-type: none"> ✓大学等教育段階 カリキュラムの国際標準化 リベラルアーツ重視、大学連携、国際連携 ✓実務段階 国際機関等への計画的派遣 国際プロジェクトでの経験蓄積 コードエンジニアの育成 ✓海外人材育成 知識・技術要件の明確化、アカデミー創設 一元的管理、運営、相手国への戦略的提案
共通事 項：大 学等教 育・研 究環境 の確保	<ul style="list-style-type: none"> ●基礎・基盤教育の下で最先端の教育・研究 ●優秀な人材を確保し、産業界に人材を供給 ●教授人材は、国の規制審査等で重要な役割 	<ul style="list-style-type: none"> ○教授人材、教育研究施設の確保 ○標準カリキュラムに沿った専門教育 ○魅力的な先端研究 ○原子力外の学生に原子力に接する機会 ○グローバル化に対応した英語による講義。多くの留学生受入れ 	<ul style="list-style-type: none"> ➢教授人材の散逸、弱体化 ➢大括り化による基礎・基盤カリキュラムの希薄化 ➢研究・教育施設の確保 ➢学生の原子力離れ ➢産業界との連携が不十分 ➢グローバル化の遅れ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓大学等教育段階 教授人材の確保 カリキュラムの国際標準化 リベラルアーツ、基礎・基盤教育の充実 大学間/国際連携、単位相互認定 教育・研究用施設の維持・更新・新設、施設 の国際共同利用

ロードマップへの展開の手順

- 以上の分析により導き出された、ロードマップに織り込むべき施策について、
 1. 育成対象として選定した4区分（教育段階、若手、中堅、および海外人材）それぞれについて、育成にあたってのキーワードを導出し、
 2. 人材育成に係る関連組織（国、大学等、産業界、および産官学協同）の果たすべき役割を考慮し、
- 育成の対象毎に、今後10年を見通した人材育成の施策を役割分担を含め、ロードマップに展開した

ロードマップへの展開（その1）

- 対象を教育段階、若手、中堅の3段階＋海外人材とする
 - 教育段階
 - 公正・公平な理解（科学リテラシー）
 - 技術者倫理（安全文化）
 - 基礎・基盤教育、体験、幅広い素養（リベラルアーツ）
 - 原子力教育カリキュラムの標準化
 - 若手（就職して10年程度まで）
 - 必要な知識・技術要件の明確化（標準化）
 - 安全文化
 - 実務を通じた育成、技術経験の継承・蓄積
 - 中堅（40代前半まで）
 - 安全文化
 - 全体の俯瞰力、洞察力、判断力、リーダーシップ
 - 国際マネジメント力、国際交渉力、コードエンジニア
 - リスクコミュニケーション
 - 海外人材
 - 原子力人材育成国際標準カリキュラムの整備
 - 戦略的かつ一元的な原子力人材育成体制の整備
 - 新規導入国への戦略的提案活動

ロードマップへの展開（その2）

● 役割分担

- 国（文科省、経産省、内閣府）
 - 原子力の位置づけの明示
 - 教育の支援
 - 夢のある国家プロジェクトの実施
 - 海外の新規プロジェクトの開拓
 - 研究開発の支援
- 大学等、研究機関、学協会
 - 教育の実施、教授人材の確保
 - 最先端の研究開発の実施
 - 教育・研究用大型施設（研究炉、臨界実験装置）の維持
- 産業界（メーカー、電力会社、工事会社等）
 - 産業としての魅力、挑戦する姿を見せる
 - 実務を通じた人材確保・育成
 - 安全文化の継続的醸成、技術維持・継承
 - 海外の新規プロジェクトの開拓
- 産官学協同
 - 教育・人材育成の国際標準化、体制整備、戦略的展開
 - リスクコミュニケーション能力の向上

人材育成ロードマップ

(1) 教育段階

赤枠は重要項目。一部はネットワーク分科会等で優先検討中。

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

人材育成ロードマップ

(2) 若手（多くの項目が中堅にも共通、若手により重み）

項目	内容	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10・・・	(年)	
	エネルギー基本計画策定	官	▼ 策定		▼ 策定			▼ 策定				▼ 策定 (3年毎)		
事故炉の廃止措置	○ 生きた仕事の場を通じた除染・廃止措置技術継承	官	産	事故炉の廃止措置実務を通じた人材育成、技術力継承										
	○ 廃止措置専門家育成	産	官	学	事故炉廃止措置研究開発を通じた専門家育成									
		産	廃止措置実務を通じた専門家育成											
安全運転・安全確保	○ 業務知識・技術の標準化	産	知識・技術要件の明確化 標準化 各社標準類への反映											
	○ 生きた仕事の場を通じた技術継承	産	原子カプラントの建設、運用の実務を通じた人材育成、技術の継承・蓄積											
		官	原子カプラントの許認可、検査の実務を通じた規制人材育成											
	○ 専門家育成	産	官	学	産官学連携した安全研究実施を通じた専門家育成（例：原子カリスク研究センター）									
		産	実務を通じた専門家育成											
核燃料サイクル・バックエンド	○ 業務知識・技術の明確化	産	サイクル・バックエンド施設の運用に必要な知識・技術要件の明確化											
	○ 生きた仕事の場を通じた技術継承	産	サイクル・バックエンドの実務を通じた人材育成、技術の継承・蓄積											
	○ 専門家育成	産	学	サイクル・バックエンド研究開発を通じた人材育成、技術蓄積										
		産	実務を通じた専門家育成											
共通	○ 安全文化の醸成	産	安全文化の継続的醸成											
国際展開・国際貢献	○ 国際キャリア／人脈形成	産	官	国際機関、国際会議、海外事務所などへの計画的派遣を通じた国際キャリア形成										
		産	官	学	Japan-IAEA joint原子カマネジメントスクール、JAEA等									

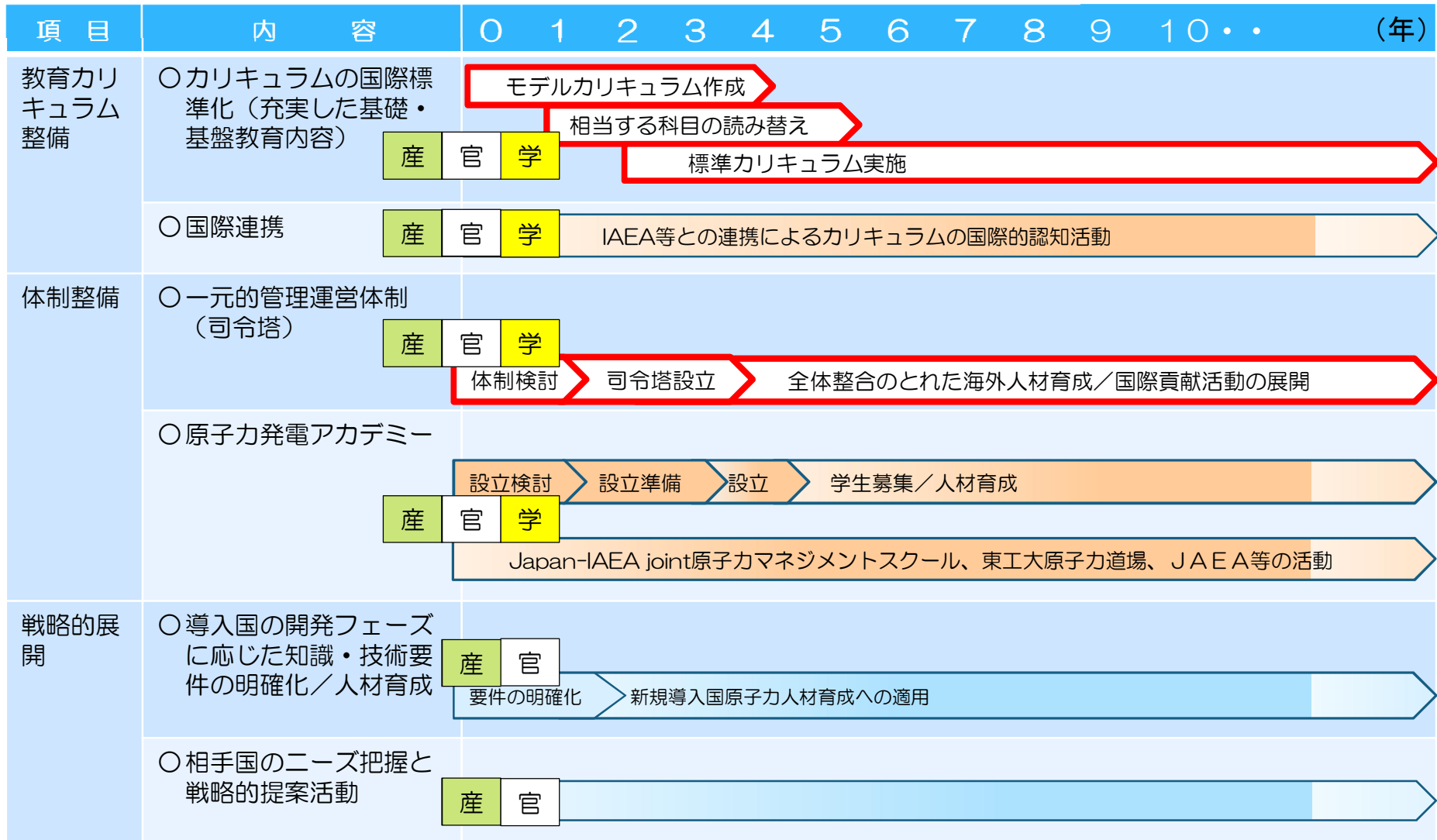
人材育成ロードマップ

(3) 中堅（多くの項目が若手にも共通、中堅により重み）

項目	内容	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	・・・	(年)
	エネルギー基本計画策定	官	策定		策定			策定				策定	(3年毎)	
事故炉の廃止措置	○技術力の維持/継承	官	産											
	○国際連携プロジェクトの実務経験の蓄積													
	○国際連携プロジェクトのマネジメント力育成	官	産											
	○国際機関派遣、海外事務所駐在等による国際対応力育成													
○専門家育成	産	官	学											
安全運転・安全確保	○実務を通じた専門家育成	産												
	○生きた仕事の場を通じた技術力維持/継承	産												
	○原子カプラントの建設、運用の実務経験の蓄積	官												
	○原子カプラントの許認可、検査の実務経験の蓄積	産												
○俯瞰力、洞察力、判断力等の育成	産													
○実務や研修を通じた俯瞰力、洞察力、判断力等の育成	産													
○専門家育成	産	官	学											
○産官学連携した安全研究実施を通じた専門家育成														
○実務を通じた専門家育成	産													
核燃料サイクル・バックエンド	○実務を通じた専門家育成	産												
	○生きた仕事の場を通じた技術力維持/継承	産												
	○サイクル・バックエンドの実務を通じた技術力維持	産												
○専門家育成	産	官	学											
○サイクル・バックエンド研究開発を通じた技術蓄積														
○実務を通じた専門家育成	産													
共通	○安全文化の醸成	産												
	○安全文化の継続的醸成	産												
	○マネジメント力育成	産												
○実務/研修等を通じたマネジメント力育成	産													
○リスクコミュニケーター	産													
○リスクコミュニケーター育成	産													
国際展開・国際貢献	○国際キャリア/人脈形成/発言力獲得	産	官											
	○国際機関、国際会議、海外事務所などへの計画的派遣を通じた国際キャリア形成													
○コードエンジニア育成	産													
○コードエンジニア育成（国際会議/国際学会等への計画的派遣による国際的人脈、発言力確保）														

人材育成ロードマップ

(4) 海外人材（各施策は有機的に連携）



今後の進め方

- 2014年8月の運営委員会にロードマップの全体像を提案
 - ロードマップの大筋了解を得た
- 2014年8月以降、広く関係機関の理解を得るべく活動開始し、次年度以降の関係機関の具体的アクションにつなげる
 - 総合資源エネ調原子力小委の議論との整合
 - 役割分担の明確化
 - ロードマップおよび役割分担を踏まえ、IAEA等との連携を含む関係機関の活動促進
 - 予算化 等

(参考) あるべき姿を実現する施策の役割分担 (例)

① 福島復興・再生

	あるべき姿を実現する施策	国	大学／研究機関／学協会	産業界
将来性／魅力発信	●人材を惹きつける廃止措置プロジェクトの実施	●福島復興・再生推進 ●廃止措置研究開発プロジェクト実施	●学生を惹きつける廃止措置研究の実施	●魅力、挑戦する姿が感じられる廃止措置技術開発 ●事故炉廃止措置の着実な実施 ●人材ニーズの提示
大学等教育段階	●工学教育における基礎・基盤分野の充実		●基礎・基盤分野の教授人材確保 ●標準カリキュラム整備	
	●原子力以外の学生に原子力に触れる機会を提供		●原子力以外の学生への原子力（技術面以外を含む）の講義（学生）	●原子力以外の学生に原子力に触れる機会の提供（学生）
実務段階	●事故炉の廃止措置現場での技術維持・継承	●廃止措置関連技術開発の推進		●福島第一原子力発電所の廃止措置実務を通じた技術力育成（若手、中堅）
	●廃止措置技術開発を通じた専門家育成	●廃止措置関連技術開発の推進	●廃止措置関連技術開発への参画	●廃止措置関連技術開発の実施（若手、中堅）
	●国際プロジェクトマネジメント力育成	●国際機関との連携強化		●国際機関派遣、海外駐在などを通じた国際経験の蓄積（中堅） ●国際連携プロジェクトを通じた国際交渉力、マネジメント力育成（中堅）
	●原子力・放射線リスクコミュニケーター育成	●産業界のリスクコミュニケーター育成支援	●リスクコミュニケーター研修の開催	●リスクコミュニケーター育成（若手、中堅）

(参考) あるべき姿を実現する施策の役割分担 (例)

②安全運転・安全確保

	あるべき姿を実現する施策	国	大学／研究機関／学協会	産業界
将来性／魅力発信	●原子力の将来性／魅力の発信	●原子力の位置づけの明確化（エネルギー基本計画） ●魅力ある研究開発プロジェクト実施	●人材を惹きつける研究開発（学生）	●安全・安定運転の継続（若手、中堅） ●情報公開 ●安全研究の推進（若手、中堅） ●原子力に触れる機会の提供（学生） ●人材ニーズの提示
大学等教育段階	●基礎・基盤分野の教育充実		●基礎・基盤教育の標準カリキュラム化（学生）（JABEE） ●基礎・基盤教育のための教授人材確保（若手、中堅）	
	●原子力以外の学生の原子力志向確保		●原子力以外の学生に原子力（技術面以外含む）の講義（学生）	●原子力以外の学生に原子力に触れる機会の提供（学生）
実務段階	●安全文化の継続的醸成		●技術者倫理の教育（学生）	●安全文化の継続的醸成（若手、中堅）
	●職務に要求される知識・技術要件の明確化	●規制・行政に要求される知識・技術要件の明確化、標準化（人材の品質保証）（若手）		●職務に要求される知識・技術要件の明確化、標準化（人材の品質保証）（若手）
	●生きた仕事の場を通じた技術継承	●許認可、検査業務の維持・継承	●先端的安全研究の推進（学生、若手、中堅）	●現場技術の維持・継承（生きた仕事の場の確保）（若手、中堅）
	●産官学連携した原子力安全研究	●安全研究の国家プロジェクト実施を通じた人材育成	●先端的安全研究の推進	●自主的安全性向上研究の実施（若手、中堅）
	●世界標準への貢献		●コードエンジニアの養成（若手、中堅）	●技術士資格 ●コードエンジニアの養成
	●継続研鑽（CPD）		●CPD支援	●CPD
	●原子力・放射線リスクコミュニケーター育成		●リスクコミュニケーター育成研修（若手、中堅）	●リスクコミュニケーターの育成（若手、中堅）

(参考) あるべき姿を実現する施策の役割分担 (例)

③核燃料サイクル・放射性廃棄物処分

項目	あるべき姿を実現する施策	国	大学／研究機関／学協会	産業界
将来性／魅力発信	<ul style="list-style-type: none"> ● サイクル・放射性廃棄物処分の将来性／魅力の発信 	<ul style="list-style-type: none"> ● サイクル・放射性廃棄物処分の重要性の明確化 (エネルギー基本計画) ● 魅力あるサイクル・バックエンド研究開発プロジェクト実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 学生を惹きつけるサイクル・放射性廃棄物処分研究の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● サイクル・放射性廃棄物処分事業の着実な進展 (若手、中堅) ● 情報公開 ● サイクル・放射性廃棄物処分研究開発の推進 (若手、中堅) ● 人材ニーズの提示
大学等教育段階	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎・基盤分野の教育充実 		<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎・基盤教育の標準カリキュラム化 (学生) ● 基礎・基盤教育のための教授人材確保 (若手、中堅) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力以外の学生の原子力志向確保 		<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力以外の学生に対する原子力 (技術面以外を含む) の講義 (学生) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力以外の学生に原子力に触れる機会提供 (学生)
実務段階	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全文化の継続的醸成 		<ul style="list-style-type: none"> ● 科学者倫理の教育 (学生) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全文化の継続的醸成 (若手、中堅)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 生きた仕事の場を通じた技術継承 	<ul style="list-style-type: none"> ● 許認可・検査経験の蓄積 	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究プロジェクトによる人材育成・技術継承 (若手、中堅) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 経験値の蓄積 (若手、中堅)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 長期的研究開発プロジェクトの実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長期的国家プロジェクトによる人材の育成、誘引 	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクトによる人材育成 (若手、中堅) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地層処分に係る専門家の確保 (若手、中堅)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力・放射線リスクコミュニケーター育成 			<ul style="list-style-type: none"> ● リスクコミュニケーターの育成 (若手、中堅)

(参考) あるべき姿を実現する施策の役割分担 (例)

④ 国際貢献・国際展開

項目	あるべき姿を実現する施策	国	大学／研究機関／学協会	産業界
大学 等教育 段階	○ カリキュラムの国際標準化 (専門教育の質の確保)		● カリキュラムの国際標準化 (JABEE) (学生) ● 講義の英語化により留学生の 受入容易化(学生)	
	○ 国際人の素養としてのリベラ ルーツ		● 教養ある人材となるためのリ ベラルーツ重視(学生)	
	○ 大学間連携、国際連携の推進		● 単位互換の拡大 (国内外)	
実務 段階	○ 国際経験値の計画的蓄積 (国際的交渉力、プロジェク トマネジメント力育成)	● 国際機関等への計画的 人材派遣(若手、中 堅)		● 国際プロジェクト、国際会議、 海外事務所等への計画的派遣 (中堅)
	○ 国際的人脈形成 (国際機関等での影響力／発 言力確保)	● 国際機関、国際会議等 への計画的な人材派遣 (若手、中堅)	● 国際機関、国際会議等への計 画的な人材派遣(若手、中堅)	● 国際機関、国際会議等への計 画的な人材派遣(若手、中堅)
	○ 我が国知見の世界標準への取 入れ、最新知見の取込みに貢 献できる人材育成		● コードエンジニアの養成(若手、 中堅)	● コードエンジニアの養成(若 手、中堅)
海外 人材 育成 (新 規導 入国 支 援)	○ 原子力人材に要求される知 識・技術要件の明確化	● 行政機関、規制機関の 人材に必要な要件の明 確化		● 現場実務に必要な知識・技術 要件の明確化
	○ 一元的支援／管理運営体制の 確立			● 一元的管理運営体制の確立 (JICC)
	○ 原子力発電アカデミーの設立	● 規制官育成アカデミー による人材育成 ● 原子力発電アカデミー による行政官育成	● 原子力発電アカデミーによる 新規導入国人材育成	● 原子力発電アカデミーによる 新規導入国人材育成
	○ 相手国への戦略的提案活動			● 相手国への人材育成の戦略的 提案活動(JINED)

(参考) あるべき姿を実現する施策の役割分担 (例)

共通事項：大学等教育・研究面

項目	あるべき姿を実現する施策	国	大学／研究機関／学協会	産業界
大学等 教育・ 研究面	○教授人材の確保		<ul style="list-style-type: none"> ●ポスト、処遇、研究費の確保 ●意識的な教員確保（採用） 	
	○カリキュラムの国際標準化		<ul style="list-style-type: none"> ●専門教育カリキュラムの標準化（JABEEの活用） 	
	○リベラルアーツ、基礎・基盤教育の充実		<ul style="list-style-type: none"> ●教養教育の充実 ●基礎・基盤教育の教育確保 	
	○大学間／国際連携、単位相互認定		<ul style="list-style-type: none"> ●大学間の単位認定（互換）協定の推進 ●連携授業の拡大 	
	○教育・研究用施設の維持・更新・新設、施設の国際共同利用	<ul style="list-style-type: none"> ●教育研究用大型施設維持・更新・新設への支援 	<ul style="list-style-type: none"> ●教育・研究用実験・実習施設の確保 (施設の維持・更新・新設)(国際共同利用) 	

(参考) JABEEによる認定制度および技術士について

○日本技術者教育認定機構(JABEE)による認定制度(国際的同等性確保が目的)

エンジニアリング系学士課程16分類、エンジニアリング系修士課程、情報専門系学士課程4分類、建築系学士修士課程について、基準、分野別要件を定める。

分野により要件の精粗差がかなりある。

エンジニアリング系修士課程は「学士課程で達成するより高度な学習・教育到達目標が設定」のみ。

修了すれば修習技術者に認定(技術士一次試験免除)。産業界での技術士資格とリンク。

認定されているプログラムは工農理系学科の1/4程度。有力な大学の認定が特に少ない。

- 原子力はエンジニアリング系学士課程の工学(融合複合・新領域)及び関連のエンジニアリング分野として設定(?) 原子力で認定を受けているプログラムは無い(?)
- JABEEの中で原子力を独立分野とし、修士課程についても明確に規定すべきか
 - 各教育機関が進んで認定プログラムに参加する方策が必要
 - IAEA、欧米に標準教育プログラムが存在すれば、それとの整合を図る我が国としてイニシアティブを取れること。

○技術士

技術士法に基づく国家資格。21の部門に分かれる。

原子力・放射線部門は、二次試験の選択科目として、①原子炉システムの設計及び建設、②原子炉システムの運転及び保守、③核燃料サイクルの技術、④放射線利用、⑤放射線防護 の分野が設定されている。

APECエンジニア、EMF国際エンジニアとして登録すれば国際的に通用する技術者として評価される技術士は、常に資質向上を図るため、一定の継続研鑽が責務となっている。