

原子力人材育成戦略検討会議 からの提言

2015年2月16日
原子力人材育成ネットワーク報告会

代表 上坂 充
原子力人材育成戦略検討会議

内容

1. 設立の趣旨

2. ロードマップ

3. 平成26年度活動

- ・IAEA International Conference on Nuclear Human Resource Developmentで発表(5/14)
- ・日本原子力委員会定例会(8/29)
- ・日本原子力学会秋の大会理事会セッション(教育)(9/8)
- ・プレス発表(原産協会)(10/29)
- ・経産省エネ庁自主的安全性向上・技術・人材WG(11/10)
- ・日本学術会議原子力総合シンポジウム(27/5/20予定)

4. 提言の作成

原子力人材育成戦略検討会議について

- * 東京電力福島第一原子力発電所事故の反省を踏まえ、我が国の原子力を取り巻く課題に対処していくため、人材確保・育成は最重要課題の一つ
- * このため、運営委員長は、人材確保・育成に関する課題を整理し、対策を検討するため、自らの諮問会として、平成26年12月、戦略検討会議を設置
- * 戦略検討会議は、喫緊の重要課題について検討を行い、提言（案）をとりまとめ

原子力人材育成戦略検討会議

委員名簿（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
委員	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	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	日本原子力産業協会 理事長

（事務局）日本原子力研究開発機構、原子力国際協力センター、日本原子力産業協会

原子力人材育成戦略検討会議の検討経緯

		主 要 議 題
2013年 7月26日	H25年度第1回企画WG	諮問会の設置、特定課題の検討について提言
2013年 8月29日	H25年度第1回運営委員会	人材育成戦略の構築について提言
2013年11月19日	H25年度第2回企画WG	人材育成戦略ロードマップ策定の提言について経過報告
2013年12月17日	第1回検討会議	検討会議（仮称）実施要項について 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について
2014年 2月27日	第3回検討会議	中間整理に向けた骨子案について 海外人材育成ロードマップについて
2014年 3月6日	H25年度第3回企画WG	人材育成戦略の検討について（中間整理）の報告
2014年 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
2014年 3月27日	H25年度第2回運営委員会	人材育成戦略ロードマップ（骨子案）について報告
2014年 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 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シナリオ展開の検討
2014年 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 IAEA国際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
2014年 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
2014年 7月31日	H26年度第1回企画WG	人材育成戦略ロードマップ（素案）について報告
2014年 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状況
2014年 8月29日	H26第1回運営委員会	人材育成戦略ロードマップ（案）について報告、大枠了承
2014年 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について発表
2014年10月 7日	第9回検討会議	原子力人材育成ロードマップの検討 今後の進め方について
2014年10月28日	原産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について発表
2014年11月10日	総合資源エネ調 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について発表
2014年11月13日	H26年度第2回企画WG	人材育成戦略ロードマップ（案）の国のWGでの報告について報告
2014年11月17日	第10回検討会議	原子力人材育成に関する提言書について
2015年 2月 4日	第11回検討会議	原子力人材育成に関する提言書について
2015年 3月 3日	H26年度第3回企画WG	人材育成戦略に関する提言書（案）について提案予定
2015年 3月25日	H26年度第2回運営委員会	人材育成戦略に関する提言書（案）について提案予定

危機感・問題意識

- 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
- 福島の**廃止措置、高レベル廃棄物処分**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ーンストーミング 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

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

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の発信
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）
生きた仕事の場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等国際機関との連携強化
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

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

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
- ✓ 「生きた仕事の場」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ー

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ー

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
生きた仕事の間通じての技術蓄積、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
- 現場管理で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）
IAEA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	●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	○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	➤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	✓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	●「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り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	○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	➤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	✓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	●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	○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	➤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	✓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	●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	○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	➤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	✓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	●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	○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	➤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	✓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、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	○生きた仕事の間を通じた 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									
		産	官	学	事故炉廃止措置研究開発を通じた専門家育成								
	○廃止措置専門家育成	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										
	○生きた仕事の間を通じた 技術継承	産	原子力プラントの建設、運用の実務を通じた人材育成、技術の継承・蓄積										
		官	原子力プラントの許認可、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：原子力リスク研究センター）								
		産	実務を通じた専門家育成										
		官											
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										
	○生きた仕事の間を通じた 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原子力マネジメントスクール、JAEA等								

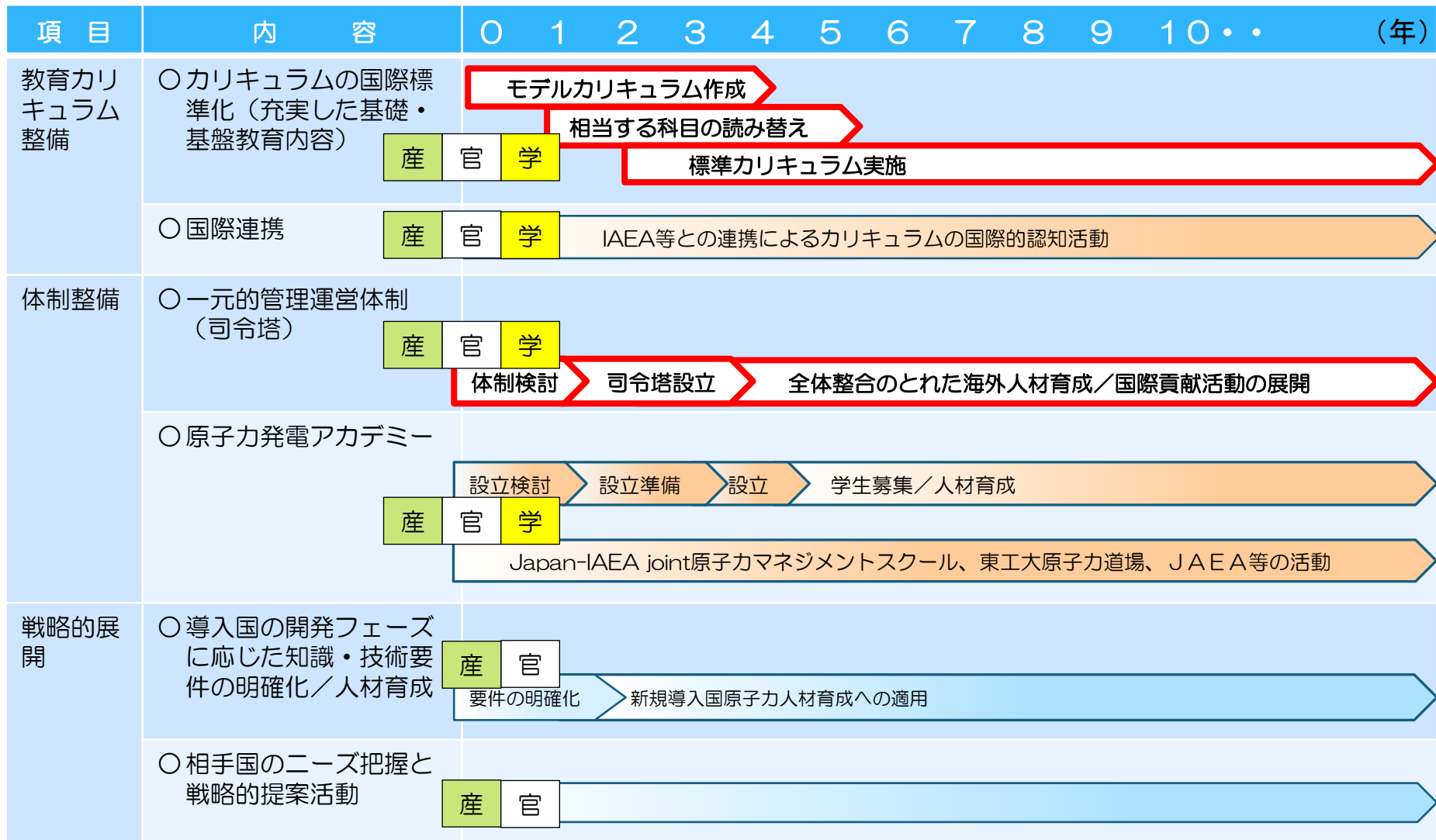
人材育成ロードマップ

(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	事故炉の廃止措置実務経験の蓄積									
	○国際連携プロジェクト のマネジメント力育成	官	産	国際連携プロジェクト実務を通じた国際プロジェクトマネジメント力の育成									
				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	事故炉廃止措置研究開発を通じた専門家育成								
		産	実務を通じた専門家育成										
安全運 転・安 全確保	○生きた仕事の場を通じ た技術力維持／継承	産	原子力プラントの建設、運用の実務経験の蓄積										
		官	原子力プラントの許認可、検査の実務経験の蓄積										
	○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										
	○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								
			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	○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										
	○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								
			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										
	○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										
	○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										
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）



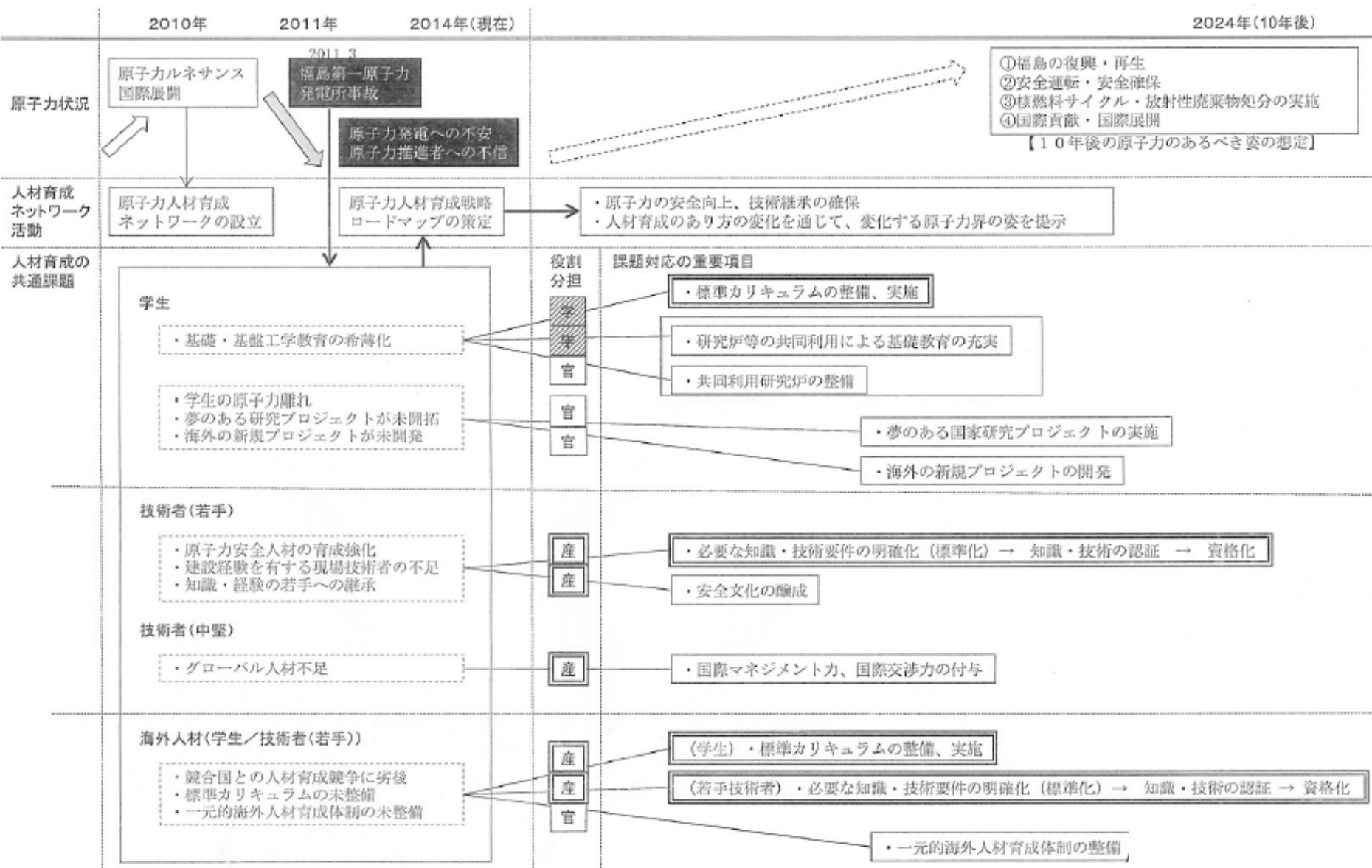
原子力人材育成戦略検討会議の今後の進め方について(案)

2014年11月17日改

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月 (予算化)
戦略検討 会議 (予算化に 向けて)		第9回 今後の進め方 10/7 プレス発 表(10/28)	第10回 重要項目の 具体化	第11回 重要項目の 具体化	第12回 要望書の 作成	第13回 要望書の 作成	第14回 要望書の 作成 ↓	第15回	
エネ庁 WG	第1回 9/24	第2回 10/28	第3回 (ロードマップの 報告)11/10		第4回 第5回		第6回 (要望)	第7回	第8回
原子力 委員会 定例会	報告 (8/29)						要望書の 報告		
文科省原子 力科学技術 委員会									
日本 学術会議	原子力利用 の将来の あり方9/26								原子力総 合シンポジ ウム(5/20)
人材育成 ネット ワーク	事務局：関係者への説明、意見聞き取り、関係者と折衝						報告会 (ロードマップ/ 要望書)	運営委員会	

原子力人材育成ネットワーク戦略ロードマップ（案）（2014. 11. 11）

資料6

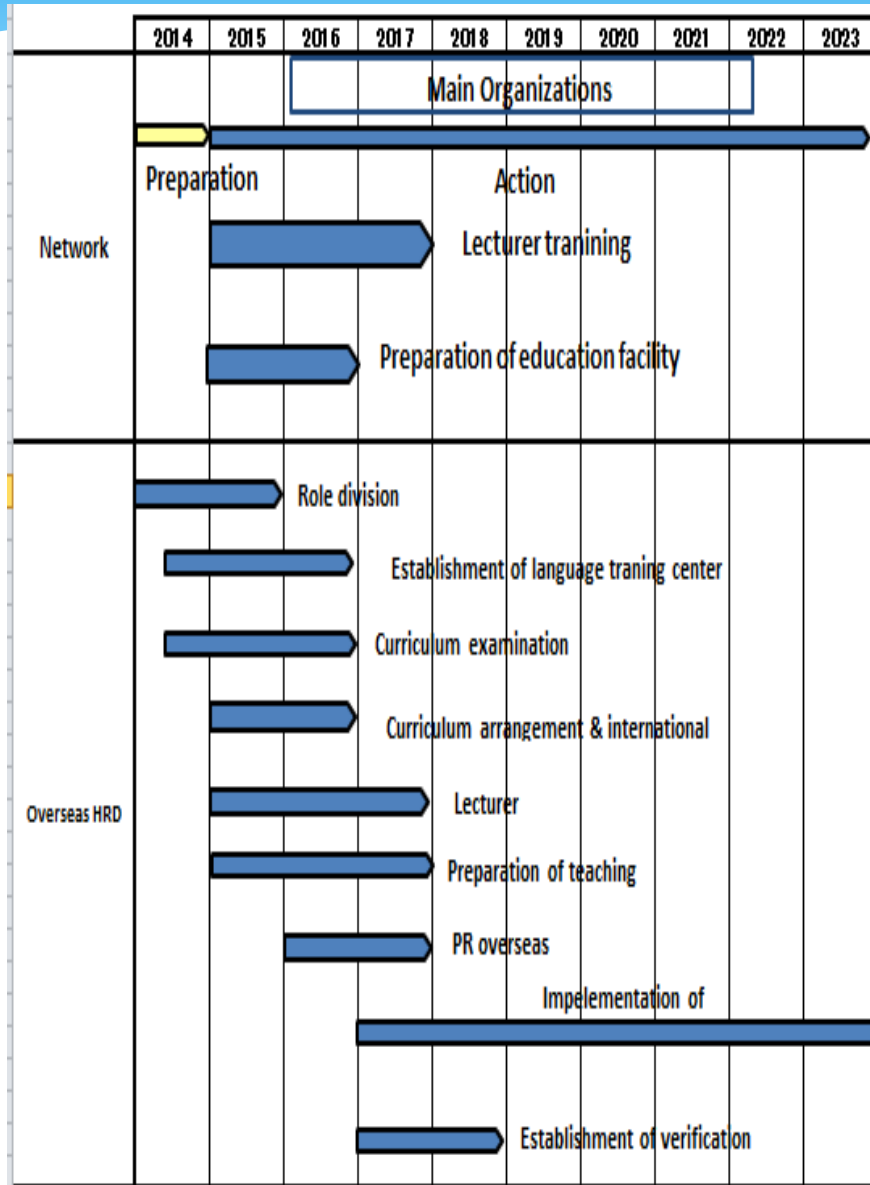


Human Resource Development Activities in Japan and Contribution to the Global Standards

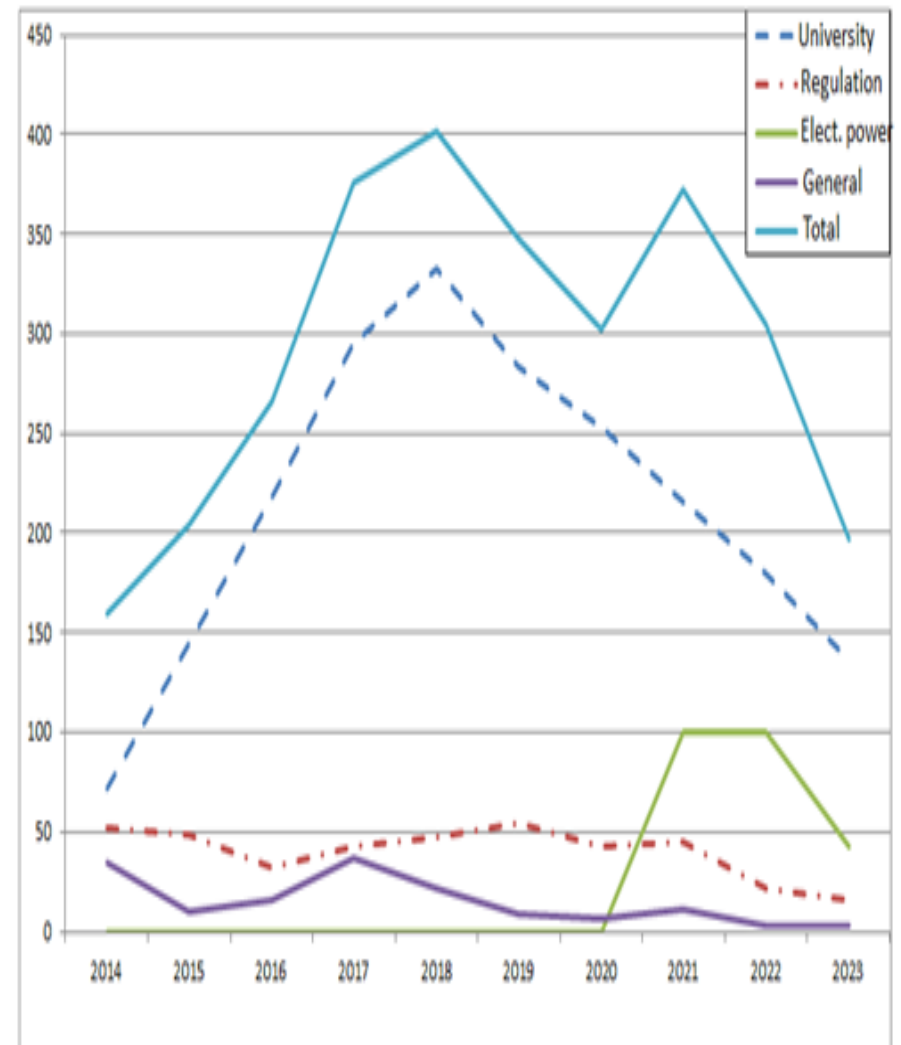
Mitsuru Uesaka
Nuclear Professional School ,
University of Tokyo,
Japan

IAEA International Conference on Human Resource Development in
Vienna, Austria, 12-16 2013

Roadmap of NKM and HRD for New Comer Countries in Japan



Necessary of Japan related HRD activities for nuclear new comer contries





AESJ

日本原子力学会

Atomic Energy Society of Japan

2014年秋の大会

京都大学吉田キャンパス

理事会セッション 「原子力人材育成 教育」

(4) 学会の役割と今後の活動

2014年9月8日

一般社団法人 日本原子力学会

教 育 委 員 会

委員長 浜崎 学

原子力技術者・研究者の継続研鑽CPDを支援

● 継続研鑽CPD (Continuing Professional Development) の普及・啓発

- ✓ 最新知見発表の場— 学会・セミナー・シンポジウム等に出席、専門誌・ジャーナル等を購読、JANSI等の運転経験共有活動に参画
- ✓ 国内外での規格基準策定・高度化活動への参画、フォロー
- ✓ 国際機関や国内外の学会による技術高度化、標準化、ロードマップ策定に参画

原子力学会標準活動 (標準委員会) や部会活動との連携を模索

継続的安全性向上に貢献

これらを構成する個々の技術者・研究者の
日々のレベルアップ活動 = CPD, 継続研鑽

活動実績
を登録

CPD登録
DB

登録実績
の蓄積

CPDポイントによる資格付与への
発展に期待

CPD活用への期待

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

原子力人材育成ネットワークにも徐々に活用を呼びかけ(今後)

「学会」が仕組を設けて活動支援

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

(公社)日本工学会
CPD協議会、CPDWG
に参画して活動中

人材育成活動を学会協賛にしてCPD登録推進

平成26年11月10日

経済産業省エネルギー庁自主的安全性
向上・技術・人材WG

原子力人材育成ネットワーク戦略ロードマップについて
原子力人材育成戦略検討会議主査
(東京大学原子力専攻)
上坂 充

内容

1. 人材育成ネットワーク戦略ロードマップ
2. IAEAとの連携
3. 日本原子力学会とCPD
4. 世界での人材育成と教育と研究開発

世界の原子力界の、 教育と人材育成、学位と資格

教育(Education)
@大学・院



学位(学士、**修士**、博士)

人材育成
(Human Resource
Development) by ネットワーク



資格(原子炉主任技術者、
核燃料取扱主任者、**技術士**
(すでに国際標準、土木分野
では国際認知、業務に必須))

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

世界での原子力系学部・修士・博士課程での講義と研究

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

(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

→ IEA、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。

海外情勢のまとめ

- * 欧州・イギリスはボローニャ・“UK”プロセスを活用して教育ネットワークを強化。アメリカ・日本・中国・韓国の大学院は研究開発型。フランス・ロシア・韓国にて国際人材育成拠点。
- * 日本の原子力人材育成ネットワークも機能し出し、国際的認知も高まりつつある。
- * 教育・人材育成、学位・資格の対応は、世界で地域毎、さらには大学院毎に異なる。
- * IAEAは欧州にて強く連携(ENEN(European Nuclear Educational Network))。アジアにもA(Asian)NENTを構築、整備中。INMP(International Nuclear Management Program)によって原子力工学・マネジメント学のIAEA教育標準(Competency Area Map)を構築中。
- * 日本の原子力教育・人材育成に、入口(学部)は幅広く、進学・就職するにつれて、連携拠点による教育強化の方向が見えてくる。
- * 今後、学会と人材育成ネットワークとの強い連携が必須。

原子力総合シンポジウム (日本学術会議) 平成27年5月20日講堂



【プログラム案】

(司会) … 総合工学委員会委員から選定

開会の辞: 総合工学委員会委員長

挨拶: 日本学術会議会長

(第1部) 講演Ⅰ

「工学システムのリスクと安全目標の考え方」

「化学プラントの安全目標と安全確保の考え方」

「原子力安全とレジリエンス」

(第2部) 講演Ⅱ

「原子力学の将来検討」

「原子力技術の可能性とそれを支える研究用原子炉のあり方」

「核変換科学工学の新展開」

藤田玲子(日本原子力学会長(JST))

(第3部) パネル討論 「原子力の人材育成と教育」

ファシリテーター: 上坂 充(東京大学)

パネリスト:

閉会挨拶: 藤田玲子(日本原子力学会長³⁴(JST))

原子力人材育成戦略に関する提言 (案)

1. 研究炉等大型教育・研究施設の確保
2. 海外原子力人材育成の戦略的推進
3. 原子力人材育成の司令塔設立検討

提言・要望書に向けて

- ・実施中の施策との差別化
- ・各機関の自助努力を明確説明
- ・安全規制教育にも実験実習が不可欠

原子力人材育成ネットワーク

海外人材育成分科会

海外原子力発電実務者向け6週間研修コースカリキュラム(案)

「IAEA実務者向け研修コース」案 (Rev.4)								2015.1.30
日本原子力発電(株)								
第1週	1日目 (月)	2日目 (火)	3日目 (水)	4日目 (木)	5日目 (金)	(土)	(日)	宿泊
	開講式&オリエンテーション 上坂教授挨拶他、集合写真 関係者・受講者紹介、日程確認	BWRクラスシミュレータ研修1 BWRプラントシステム概要解説	BWRクラスシミュレータ研修3 BWRプラント特性・挙動解説	BWRクラスシミュレータ研修5 シビアアクシデント概要解説	BWRフルスコープシミュレータ研修1 起動操作 臨界操作・タービン起動 (中央制御室操作疑似体験)			
	福島事故に関する講義1	BWRクラスシミュレータ研修2 BWRプラントシステム概要解説	BWRクラスシミュレータ研修4 プラント主要運転管理解説	BWRクラスシミュレータ研修6 福島事故事象解説	BWRフルスコープシミュレータ研修2 シビアアクシデント・福島事故再現			
	TOC	TOC	TOC	TOC	TOC			
第2週	6日目 (月)	7日目 (火)	8日目 (水)	9日目 (木)	10日目 (金)	(土)	(日)	T O C
	世界のエネルギー事情と 原子力発電の必要性・リスク1	原子力安全におけるリスクマネジメント①	日本原子力発電 東海第二発電所施設視察1 緊急時対応本部・津波対策等施設見学	日本原子力発電 東海第二発電所施設視察3 発電直作業管理	保守管理基礎1 実習：災害時対応電気機材取扱 非破壊検査 (PTUTECT.RT技術解説)	茨城県内 日本工芸技術 原電同行		
	世界のエネルギー事情と 原子力発電の必要性・リスク2	外部ステークホルダーとの 双方向コミュニケーション活動1	日本原子力発電 東海第二発電所施設視察2 緊急時対応本部・津波対策等施設見学	日本原子力発電 東海第二発電所施設視察4 発電直現場巡視同行 (BWR)	保守管理基礎2 実習：キャビテーション及びポンプ 異常状態観察、不具合事例紹介			
	TOC	TOC	JAPC東海第二発電所 13日目 (水)	JAPC東海第二発電所 14日目 (木)	TOC			
第3週	11日目 (月)	12日目 (火)	13日目 (水)	14日目 (木)	15日目 (金)	(土)	(日)	T S C ／ 神 戸 ／ 都 内
	IAEAの役割・マイルストーンアプローチ ・原子力安全1	放射線防護実習1	日立 BWRプラント特性1 日立工場	原子力関係法令解説1 法令体系・保安規定等	東電廃炉カンパニー1 福島第一発電所視察		移動(電車) 東海⇒敦賀 原電同行	
	IAEAの役割・マイルストーンアプローチ ・原子力安全2	放射線防護実習2	日立 福島支援実績・最新技術ABWR等紹介 日立工場	JANSI講義 1F事故時運転員の行動と教訓	東電廃炉カンパニー2 福島第一発電所視察			
	TOC	TOC	日立工場	TOC	東電福島			
第4週	16日目 (月)	17日目 (火)	18日目 (水)	19日目 (木)	20日目 (金)	(土)	(日)	T S C ／ 神 戸 ／ 都 内
	PWRクラスシミュレータ研修1 PWRプラントシステム概要解説	PWRクラスシミュレータ研修3 プラント特性・挙動解説	PWRクラスシミュレータ研修5 シビアアクシデント概要解説	PWRフルスコープシミュレータ研修1 起動操作 臨界操作・発電機併入 (中央制御室操作疑似体験)	日本原子力発電 敦賀発電所施設視察1 ドラム貯蔵庫・LLW搬出装置等施設見学	福井県内 日本工芸技術 原電同行		
	PWRクラスシミュレータ研修2 PWRプラントシステム概要解説	PWRクラスシミュレータ研修4 PWRプラント主要運転管理解説	PWRクラスシミュレータ研修6 PWRでの福島事故事象検証	PWRフルスコープシミュレータ研修2 シビアアクシデント・福島事故事象検証	日本原子力発電 敦賀発電所施設視察2 敦2施設・プラズマ建屋・敦3.4建設地等施設 見学			
	TSC	TSC	JAPC敦賀発電所 23日目 (水)	TSC	TSC			
第5週	21日目 (月)	22日目 (火)	23日目 (水)	24日目 (木)	25日目 (金)	(土)	(日)	神 戸 ／ 都 内
	日本原子力発電 敦賀発電所施設視察3 発電直現場巡視同行 (PWR)	保守管理基礎3 オンラインシステム概要 振動・潤滑油・サーモグラフィ診断基礎	PRA教育1 PRA、リスク、リスク情報について リスク情報活用の意義と活用動向 確率の基礎理論、PRA手法	敦賀オフサイトセンター視察1 電力支援センター視察1 組織概要・支援ロボット紹介	三菱 PWRプラント特性1 最新技術・世界におけるPWR情勢	東京都内 日本工芸技術 原電同行		
	日本原子力発電 敦賀発電所施設視察4 放射線管理現場測定同行 (PWR)	保守管理基礎4 振動・潤滑油・サーモグラフィ診断基礎	PRA教育2 PRAツール実習 PRA結果とリスク情報活用事例紹介	移動(電車) 敦賀⇒神戸 原電同行 神戸市内泊	三菱 最新技術APWRプラント等紹介 (移動：神戸⇒東京新幹線移動含む) 東京都内ホテル泊			
	TSC	TSC	TSC	オフサイトセンター/電力支援センター 29日目 (木)	三菱神船工場 30日目 (金)			
第6週	26日目 (月)	27日目 (火)	28日目 (水)	29日目 (木)	30日目 (金)	(土)	(日)	都 内
	耐震安全1	新原子力安全規制基準の概要1	日本原子力発電 本店視察1 緊急時対応本部・組織構成	東芝 福島事故対応・復旧作業 確守エンジニアリングセンター1	修了試験・レポート作成 閉講式&終了証授与 上坂先生挨拶			
	耐震安全2	福島事故の環境汚染と除染1	放射線医学総合研究所視察1 放射能汚染患者受入れ手順	東芝 設計・開発・建設・最新技術AP100等紹介 確守エンジニアリングセンター2	移動&出国 都内⇒成田			
	JAPC本店	JAPC本店	JAPC本店／放医研	東芝 磯子	JAPC本店			

TOC: JAPC東海総合研修センター

TSC: JAPC敦賀総合研修センター

- ① …講義(講師については人材NW・原電講師のオールジャパンとし、講師は英語で講義実施。)
- ② …実習や研修装置を取り入れて原理・理論の理解を深める。また、通訳は国内学生(含む留学生)によって実施。
- ③ …施設視察・訪問により講義
- ④ …発電所及び電力会社本店視察・現場体験

国際社会へ発信

- 提言を英文化
- ネットワーク作成のパンフレット
（見える化）と組み合わせ（構造化）
- IAEA総会（9月）での日本ブース・
並行セッションにてPR
（合意形成型人材育成活動）