

原子力科学技術に関する研究開発課題の 中間・事後評価結果

平成26年2月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

目次

- 原子力科学技術委員会 委員名簿 2

<中間評価>

- 原子力システム研究開発事業 4

<事後評価>

- 原子力人材育成プログラム 10

原子力科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	田中 知	東京大学大学院工学系研究科教授
主査代理	小森 彰夫	自然科学研究機構核融合科学研究所長
	伊藤 聡子	フリーキャスター
	海老塚 清	一般社団法人日本電機工業会専務理事
	小栗 慶之	東京工業大学原子炉工学研究所教授
	久米 雄二	電気事業連合会専務理事
	中西 友子	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
	服部 拓也	一般社団法人日本原子力産業協会理事長
	村上 朋子	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 戦略研究ユニット原子力グループマネージャー
	八木 絵香	大阪大学コミュニケーションデザイン・センター准教授
	山口 彰	大阪大学大学院工学研究科教授
	山名 元	京都大学原子炉実験所教授
	結城 章夫	山形大学長
	和気 洋子	慶應義塾大学商学部教授

原子力システム研究開発事業の 中間評価結果

平成26年2月

原子力科学技術委員会

原子力システム研究開発事業

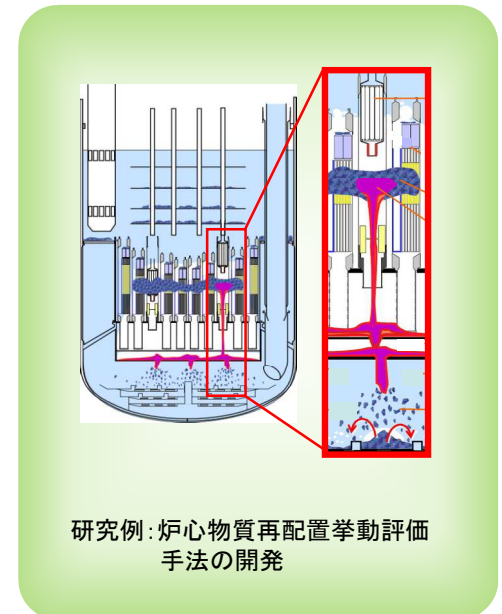
<概要>

- 原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、原子力分野における我が国の国際競争力の維持・向上を図るため、多様な原子力システム(原子炉、再処理、燃料加工)に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発を実施。
- 平成24年度以降は、東電福島第一原子力発電所事故を踏まえ、大学等研究機関における既存原子力施設の安全対策強化等に資する共通基盤的な技術開発を支援するとともに、放射性廃棄物の減容及び有害度低減等の環境負荷低減に資する技術開発を支援。

5

<予算額の変遷等>

	H20	H21	H22	H23	H24
予算額(百万円)	5,926	5,769	4,144	3,618	2,256
実施課題数(件)	68	51	29	23	23
採択倍率	7.5	2.9	3.7	-	4.1
学会発表数(件)	163	209	77	182	176
論文数(件)	20	27	16	33	38



中間評価票

(平成 26 年 1 月現在)

1. 課題名 原子力システム研究開発事業

2. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

○事業全体の評価

原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、原子力分野における我が国の国際競争力の維持・向上を図るため、多様な原子力システム（原子炉、再処理、燃料加工）に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発を、競争的資金制度を活用して実施している。具体的には以下の分野を推進している。

- ① 「基礎基盤研究開発分野」・・・エネルギーの長期的な安定供給や地球環境負荷革新的な技術及びそれらの開発を支える共通基盤技術を創出する研究開発を推進。（平成 17 年度から）
- ② 「特別推進分野」・・・国が評価した有望な革新的原子力システム候補に対して実用化を目途とした技術体系の整備を見据えた枢要な研究開発を推進。（平成 18 年度から）
- ③ 「安全基盤技術研究開発分野」・・・東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、我が国に存在する原子力システムの更なる安全性向上のための技術開発が急務とされており、社会的要請を踏まえ、原子力システムの安全性向上に資する基盤技術の更なる強化・充実のための研究開発を推進。（平成 24 年度から）
- ④ 「環境負荷低減技術研究開発分野」・・・現在までに原子力発電所等で使用されてきた多数の使用済燃料が使用済燃料プール等で保管されており、これらは将来処理・処分することが必要となる。放射性廃棄物に係る種々の技術には課題があることから、放射性廃棄物の減容及び有害度低減に資する研究開発を推進。（平成 25 年度から）

東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、「基礎基盤研究開発分野」、「特別推進分野」については平成 23 年度以降新規の募集を中止し、急務である安全性向上に資する「安全基盤技術研究開発分野」や、放射性廃棄物の減容及び有害度低減に資する「環境負荷低減技術研究開発分野」を募集している。

平成17年度の制度開始からこれまでに138件(48件)の新規課題を採択している。その内訳は、「基礎基盤研究開発分野」で99件(18件)、「特別推進分野」で18件(9件)、「安全基盤技術研究開発分野」で15件(15件)、「環境負荷低減技術研究開発分野」で6件(6件)である[括弧内は平成20年度以降の新規採択件数]。なお、前回の中間評価(平成20年8月実施)において、「平成21年度から、新たに「発展型研究開発事業(仮称)」を追加することは妥当である」とされていた発展型研究は、平成21年度から「基礎基盤研究開発分野」の中に「革新技術創出発展型研究開発」を設置し、合計6件を新規採択している。

直近5年間における公募の平均倍率は4倍程度あり、本事業のニーズが高いことを示している。また、多数の応募があることによって競争性が生まれ、優れた研究課題を採択することができている。研究成果報告書を国会図書館に納本し公開している。また、成果を学会等での発表や論文発表を積極的に実施する共に、毎年成果報告会を開催して広く公表することに努めている。

○個別研究課題の評価

研究開発・技術開発等実績のあるプログラムディレクター(PD)及びプログラムオフィサー(PO)により、事業の計画、課題採択、課題管理、中間評価、事後評価まで一貫したマネジメント体制を構築している。PD・POの下、外部有識者から成る審査委員会を開催し、書類審査及び面接審査を経た上で提案課題を採択している。

採択された各研究課題に対して、担当POが直接研究現場へ赴いて進捗確認や問題点確認等の中間フォローや、必要に応じて適宜助言等を行って適切に課題管理を行っている。

3年を超える研究課題に対しては、外部有識者で構成される審査委員により中間評価を実施し、その進捗、中間の成果等を評価している。また、研究終了時には、最終的な研究成果に対して事後評価を実施している。中間評価、事後評価ともに、その評価結果は公表されている。

以上のように、原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、多様な原子力システム(原子炉、再処理、燃料加工)に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発に貢献している。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

新たなエネルギー基本計画策定に向けて、平成25年12月総合資源エネルギー調査会基本政策分科会がとりまとめた「エネルギー基本計画に対する意見」において、

- 「放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。具体的には、高速炉など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を推進する。」
- 「核燃料サイクルについては、六ヶ所再処理工場の竣工遅延やもんじゅのトラブルなどが続いていた。このような現状を真摯に受け止め、これら技術的課題やトラブルの克服など直面する問題を一つ一つ解決することが重要である。その上で、使用済燃料の処分に関する課題を解決し、将来世代のリスクや負担を軽減するためにも、放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等に資する核燃料サイクルについて、これまでの経緯等も十分に考慮し、関係自治体や国際社会の理解を得つつ、着実に推進する。具体的には、安全確保を大前提に、プルサーマルの推進、六ヶ所再処理工場の竣工、MOX燃料加工工場の建設、むつ中間貯蔵施設の竣工等を着実に進める。また、国際公約に従ってプルトニウムの適切な管理と利用を行うとともに、米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む。」
- 「原子力の利用においては、いかなる事情よりも安全性を最優先することは当然であり、我が国の原子力発電所では深刻なシビア・アクシデントは起こり得ないという「安全神話」と決別し、世界最高水準の安全性を不断に追求していくことが重要である。原子力事業者を含む産業界は、自主的に不断に安全を追求する事業体制を確立し、国はそれを可能とする安定的な事業環境の整備等必要な役割を果たしていく。」

と言及されている。

以上の状況を踏まえ、社会的な情勢や必要性を確認しつつ継続して原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、多様な原子力システム（原子炉、再処理、燃料加工）に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発を今後も推進すべきである。

特に、「安全基盤技術研究開発分野」は、原子力を利用するにあたり安全がいかなる事情よりも最も優先される事項であることを技術面で支えるために必要な研究開発を支援していくものであることから継続的に実施すべきである。また、「環境負荷低減技術研究開発分野」は、使用済燃料の廃棄物の処理や処分が原子力を利用する国の共通の課題であり、将来世代に負担を先送りしないためにも、早期の技術確立が求められるものであることから継続的に実施すべきである。

一方、「基礎基盤研究開発分野」及び「特別推進分野」は、東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ平成23年度以降の新規募集を中止しているが、これまで革新的原子力システムの実用化を目指し重要な研究開発を推進するなど成果が蓄積されてきたところであり、これまでの成果を実用化技術としていくためには、今後閣議決定される「エネルギー基本計画」を踏まえ、募集の再

開を検討すべきである。

(3) その他

原子力人材育成プログラムの 事後評価結果

平成26年2月

原子力科学技術委員会

原子力人材育成プログラムの概要

1. 実施期間及び評価実施時期

平成19年度～平成24年度

(中間評価 平成22年8月、事後評価 平成26年1月)

<各プログラムの実施期間>

- | | | |
|---------------------|---|---------------|
| ① 原子力研究促進プログラム | : | 平成19年度～平成23年度 |
| ② 原子力研究基盤整備プログラム | : | 平成19年度～平成24年度 |
| ③ 原子力教授人材充実プログラム | : | 平成19年度 |
| ④ 原子力コア人材育成プログラム | : | 平成20年度～平成23年度 |
| ⑤ 原子力コアカリキュラム開発調査事業 | : | 平成19年度～平成21年度 |

2. 概要・目的

将来の原子力分野の研究・開発・利用を支える人材を育成するため、大学及び高等専門学校（以下「大学等」という。）における原子力教育研究基盤の充実・強化を図ることを目的とした人材育成活動を支援する。また、有識者による検討会の下、原子力分野の実験・実習の標準的なカリキュラム及び教材の調査・開発を行うことで、大学の原子力関係学科で採用されるべき標準的なカリキュラムを完成させる。

【各プログラムの活動概要】

プログラム名	実施年度	概要	応募校数	実施校数
原子力研究促進プログラム	H19	学生の創造性を活かした研究・研修活動に係る取組。	25校	12校
	H20	学生の創造性を活かした研究・研修活動や教員養成に係る取組。	28校	11校
	H21	学生の習熟度や原子力産業への関心を高めるための体験型教育に係る取組	23校	17校
	H22～H23	原子力の基礎的知識を有し、将来、原子力発電所や試験研究炉に関連する運転・保守、製造・建設等の現場で活躍する技術者、技能者及び監督者等となる人材の育成に係る取組。	16校	7校
原子力研究基盤整備プログラム	H19～H21	原子力に関する研究・教育ポテンシャルの高い大学院の原子力関係専攻における研究基盤の整備	7校	3校

	H22～ H24	原子力の体系的かつ高度な知識・技術を有する、将来、我が国の原子力界を先導する研究者・技術者等となる人材の育成を行う教育研究基盤の整備	5校	3校
原子力 教授人材 充実 プログラム	H19	原子力関係専攻・学科における教授人材の質の向上や教授体制の強化に係る取組。	15校	6校
原子力 コア人材 育成 プログラム	H20～ H21	地域や大学等の特色を踏まえた教育研究の重点化に係る取組。	18校	12校 (3校は H20のみ)
	H21～ H22	原子力の専門分野について地域や大学等の特色を踏まえた教育プログラムに係る取組。	8校	5校
	H22～ H23	原子力産業に関連する機械、電気、材料・化学、建築・土木等の専門知識・技術を有し、より一層原子力に関する知識を深めることにより、将来、原子力施設の設計・製造・建設、運転・保守、研究・開発等の中核を担う技術者、研究者等となる人材の育成に係る取組。	10校	4校
原子力コアカリキュラム開発調査	H19～ H21	有識者による検討会を開催し、原子力の実験・実習における標準的なカリキュラム及び教材の調査・開発を行うことで、大学の原子力関係学科で採用されるべき標準的なカリキュラムを完成させる。	1機関	1機関

3. 必要性等

3-1. 必要性

原子力分野においては、原子力産業の低迷や職業・研究対象としての魅力が乏しいとのイメージから、進学・就職を希望する学生は減少傾向にある。また、学部及び大学院の改組・大括り化の動きの中で、原子力の体系的な専門教育のレベルは一般に低下し、教員の関連他分野への流出も進んだ。このため、原子炉物理学、放射線安全学、核燃料サイクル工学等原子力特有の基礎分野に関する十分な専門知識を持ち、実習等を通じて実践的な技術・技能を習得した人材の育成が困難な状況にある。また、総合技術である原子力発電には、機械、電気等原子力工学以外を専攻してきた学生も多く就職しているが、これらの専攻では原子力や放射線に関する教育を受ける機会は限られてしまっている。また、世界的な原子力政策の見

直し動向等を見据えつつ、さらに重要性の高まる原子力技術の安全性・信頼性の向上を追求するために、原子力分野の研究・開発・利用に継続的に取り組むことが重要である。これらの状況に対応するためには、大学等の行う原子力分野の教育を充実・強化することで、将来の原子力分野の担い手となる優秀な人材を継続的に育成・確保する必要がある。

3-2. 有効性

本事業により、大学等において、原子力分野の人材育成の環境整備に向けた取組や学生に進路・職業としての原子力分野の魅力を伝えるための取組がなされることにより、原子力分野の人材育成の充実が図られ、今後、電気事業者・製造事業者・研究所等の原子力関連部門に質の高い技術者及び研究者として輩出されることが期待される。

3-3. 効率性

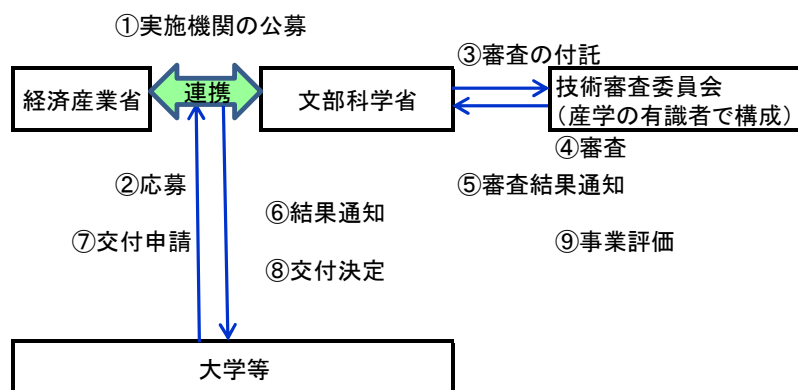
本事業は産業界を所管する経済産業省と連携して実施しており、公募するプログラムの内容を両省協議の下で決定し、採択先の選定審査も合同で行うなど、産学連携による効果的・効率的な人材育成が図られた。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H19(初年度)	H20	H21	H22	H23	H24	合計
交付決定額（百万円）	126	192	215	180	124	58	896
交付件数（大学）	13	18	20	10	8	3	72
交付件数（高専）	8	8	14	9	6	0	45
委託契約額（百万円）	17	13	12	0	0	0	42
契約件数（原子力学会）	1	1	1	0	0	0	3

5. 課題実施体制

5-1 実施体制図



事後評価票

(平成26年1月現在)

3. 課題名	原子力人材育成プログラム（文部科学省事業）
4. 評価結果	
(1) 課題の達成状況	
○プログラムの実施	
原子力基礎教育研究の充実・強化を図るための教育支援として、以下のプログラムを実施した。	
①原子力研究促進プログラム	
学生が主体的に行う研究、実習・実験等の体験型教育の充実を図り、原子力の基礎知識や技術の習得を促進し、学生の習熟度や原子力産業への関心を高めることにより、将来、原子力発電所や試験研究炉に関連する運転・保守、製造・建設等の現場などで活躍する技術者、技能者及び監督者等となる人材を育成。	
②原子力研究基盤整備プログラム	
長期的視点に基づいた原子力の施設整備や研究活動の強化充実など教育研究拠点の整備を図ることにより、原子力の体系的かつ高度な知識・技術を有し、国際舞台でも活躍できるような、将来、我が国の原子力界を先導する研究者・技術者等となる人材を育成。	
③原子力教授人材充実プログラム	
原子炉物理学、放射線安全学、核燃料サイクル工学等原子力特有の基礎分野における教員の質の維持・向上、教員の人員確保に係る取組を実施することにより、大学の原子力関係専攻・学科等における教授人材の育成・充実化。	
④原子力コア人材育成プログラム	
原子炉物理学等の特定の分野に教育研究を重点化させる取組や、地域の原子力産業との連携による教育研究の活性化など、地域や大学等の特色を踏まえた教育プログラムの実施により、原子力産業と関連する機械、電気、材料・化学、建築・土木等の専門的な知識を深め、将来、原子力施設の設計・製造・建設、運転・保守、研究・開発等の分野において中核を担う技術者、研究者等となる人材を育成。	
また、大学の原子力関係学科で採用されるべき標準的なカリキュラムを完成させるため、（一社）日本原子力学会と委託契約を締結の上、以下の調査・開発事業を実施した。	
⑤原子力コアカリキュラム開発調査	
有識者による検討会を開催し、原子力の実験・実習における到達すべき学力を明確化した上で、実験・実習の標準的なカリキュラム及び教材を調査・開発することにより、大学の原子力関係学科で採用されるべき標準的なカリキュラムを作成。	

○個別課題の評価

個別課題に対する成果評価は、各校から提出された事業成果報告書の内容を踏まえ、産学の有識者からなる「原子力人材育成プログラム技術審査委員会」にて、実施した。また、事業内容のさらなる改善を促すため、審査委員会としての総括所見（推奨意見、要検討・要反省事項など）を各実施校に通知するとともに、他校の参考となる事例の紹介の場として成果報告会を開催し、また、すべての実施課題の成果概要をホームページ上で紹介するなどして、広く情報の公開・共有に努めた。

(2) 成果

○実施件数及び育成人数

①原子力研究促進プログラム	: 47件	学生 7,887人
②原子力研究基盤整備プログラム	: 6件	学生 2,285人
③原子力教授人材充実プログラム	: 6件	教職員 191人
④原子力コア人材育成プログラム	: 21件	学生 8,496人
	80件	学生 18,668人、教職員 191人

○具体的な事業成果

- 原子力専門教育の充実化
 - ・ 教育・研究インフラの整備
 - ・ 若手教官の確保・育成
 - ・ 教育カリキュラム・テキスト・実験要領書等の整備

- 外部機関の施設を利用した実習、インターンシップの実施
 - ・ 試験研究炉等を用いた実習
 - ・ 原子力施設の見学、OBとの意見交換
 - ・ 原子力関連企業や JAEA 等におけるインターンシップ
(産業界、研究機関等との連携確立)

- 国際人材の養成
 - ・ 国際会議における英語での発表
 - ・ 海外大学との交流
 - ・ 原子力関連国際機関 (IAEA 等) における研修

- 高専生の原子力・放射線に関する習熟度の向上と原子力関連産業への関心喚起

- 参加大学における原子力関連産業への就職率の向上

○波及効果

波及効果の一例として、本プログラムを開始した平成19年度以降、4大学で、2学科・3専

攻が設置されている。

- ・ 東京都市大学原子力安全工学科 (H20.4 設置)
同大学 共同原子力専攻 (H22.4 設置)
- ・ 早稲田大学共同原子力専攻 (H22.4 設置)
- ・ 東海大学原子力工学科 (H22.4 設置)
- ・ 長岡技術科学大学原子力システム安全工学専攻 (H24.4 設置)

例えば、長岡技術科学大学は、平成 21～22 年度に原子力人材育成プログラムを活用し、原子力システム安全・保全工学に関するカリキュラムやシラバス、履修要件等の検討・整備を実施した。これによる成果を踏まえ、平成 24 年 4 月、事前にあらゆる事象（故障や操作ミス）を想定し、そのリスクを許容可能なレベルに低減して安全を確保するというシステム安全の考え方を取り入れた「原子力システム安全工学専攻」を設置している。

また、高等専門学校（計 35 課題を採択・支援）においては、高専生が原子力や放射線に接する「きっかけ作り」が積極的になされたことにより、原子力に対する習熟度の向上や原子力産業への関心喚起に成功している。

(3) 今後の展望

○フォローアップ

平成 22 年 8 月に実施された中間評価では、大学等における原子力教育研究のポテンシャルを高めるとともに、不足が懸念される原子力教授人材の確保・育成に積極的に取り組むべきであるとの指摘を受けた。本指摘を踏まえ、本プログラムでは、大学等の特色を生かした原子力の教育研究能力の向上に資する取組や原子力関連の若手教員の育成を推進するための環境整備を支援し、一定の成果をあげてきた。

補助期間終了後、各実施校に対して事業の継続性を調査するためのアンケートを行ったところ、取得した設備・物品や作成・開発した教材、設置・開発したカリキュラムなどは継続的に有効活用されていることが確認された。一方、セミナーや講演会、原子力施設の見学会などは約半数が継続実施されていないことが判明した。その理由として、これらの実施には、講師招へいのための費用や、各施設に赴くための旅費等が必要となり、各実施校において、継続実施のための予算措置が難しい状況にあることがあげられている。

このような状況を踏まえ、産学官の関係機関により構成される原子力人材育成ネットワークでは、これまで各校で開発・整備された設備・物品や教材、カリキュラムの共有化による有効活用を促進するとともに、産業界の理解と協力を得ながら、フォローアップを実施しているところである。

○国際原子力人材育成イニシアティブへの発展

原子力の基盤と安全を支えるとともに、より高度な安全性の追求、国際的な原子力安全に係る議論への貢献等のためには、引き続き、幅広い原子力人材を育成することが必要である。

一方、原子力教育を行う講師や放射性物質等を扱える原子力施設は限定的であることから、産学官の関係機関が連携することにより、人材育成資源を有効に活用するとともに、企業や国際社会から求められる人材像をより適確に把握し、効果的・効率的・戦略的に人材育成を行う

ための取組として、平成22年度より「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」を開始し、現在までに42件の事業を採択・支援している。

本事業では、平成23年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて、国民の間に原子力に対する不信・不安が高まっているとともに、原子力行政や原子力事業者に対する信頼が低下している状況を真摯に受け止め、原子力の持つリスクや事故による影響、事故を踏まえて整備した安全対策、重大事故を想定した防災対策等について、多様なステークホルダーとの間で、科学的根拠や客観的事実に基づく丁寧な対話や情報共有をするための技術や能力を育成するための取組についても支援をしている。

○エネルギー基本計画を踏まえた今後の原子力人材育成

東京電力福島第一原子力発電所事故以降、原子力を取り巻く環境は厳しい状況にあるが、平成25年12月に、新たなエネルギー基本計画策定に向けて総合資源エネルギー調査会基本政策分科会がとりまとめた「エネルギー基本計画に対する意見」においては、原子力はエネルギー供給構造の安定性を支える基盤となる重要なベース電源として引き続き活用していくこと、また、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉や、今後増えていく古い原子力発電所の廃炉を安全かつ円滑に進めていく必要があること、さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故の経験と教訓を国際社会と共有することで、世界の原子力安全の向上や原子力の平和利用に貢献していくことは我が国の責務であり、世界からの期待でもあることが示された。これらを踏まえ、我が国のエネルギー制約を考慮し、安定供給、コスト低減、温暖化対策、安全確保、円滑な廃炉の推進、世界の原子力安全への積極的貢献に対応するために必要な、高いレベルの原子力技術・人材の維持及び確保に着実に取り組んでいくことが必要である。また、世代を超えて原子力に対する丁寧な理解増進を図るためには、産学官の関係機関からなる「原子力人材育成ネットワーク」とも連携協力しながら、原子力に関する教育の充実化に努めていくことが重要である。