

原子力政策大綱に示している  
原子力研究開発に関する取組の  
基本的考え方の評価について  
(案)

2009年8月21日

原子力委員会 研究開発専門部会

## 目 次

第1章	はじめに	1
第2章	検討作業	2
第3章	国内外の原子力研究開発利用の状況	4
3. 1	原子力利用を取りまく国際環境の変化	4
3. 2	国内の原子力利用の状況	6
3. 3	国内の原子力研究開発の状況	8
第4章	我が国の原子力研究開発のあり方について	12
4. 1	原子力研究開発の取組に関する現状認識	12
4. 2	原子力利用のための原子力研究開発の役割	13
4. 2. 1	我が国が原子力研究開発を進める意義	13
4. 2. 2	将来の原子力技術システム実現に向けた原子力研究開発活動	14
4. 2. 3	原子力研究開発活動における国の役割	16
4. 3	原子力研究開発のあり方に関する課題	17
第5章	提言	26
(付録1)	研究開発専門部会の開催実績	28
(付録2)	研究開発専門部会の委員等名簿	30
(付録3)	原子力政策大綱（原子力研究開発関係部分抜粋）	31

## 第1章 はじめに

ここ数年、国内外において地球温暖化対策とエネルギー安定供給のための原子力エネルギーへの期待が高まってきており、原子力研究開発利用に関する取組を継続的に推進してきた我が国は、その期待に応えていく必要がある。

しかしながら、我が国では、厳しい財政状況の影響によって、原子力研究開発の中核機関である独立行政法人日本原子力研究開発機構をはじめとした研究開発機関の予算・人員は年々減少してきており、研究施設の維持管理、知識の伝承などの面において課題が顕在化してきている。また、電気事業者においても、電力自由化などが進むにつれて長期的観点に立った研究開発投資が減少している。

このような状況を受け、研究開発専門部会は、原子力委員会より、原子力政策大綱に示された我が国における原子力研究開発に関する基本的考え方の妥当性について評価するとともに、今後の関係機関等の原子力研究開発に関する施策の進め方について必要な提言・助言等を行うために必要な調査審議を実施することを付託された（平成20年8月19日 原子力委員会決定）

これを受けて本部会としては、前述のような厳しい財政状況の折、社会構造も複雑化していく中で、国内外において原子力利用への期待が高まっていることに對して、一貫して原子力研究開発を推進してきた我が国が、その期待に応え、これまで以上の貢献を果たしていくには、原子力利用へ貢献する原子力研究開発活動のあり方について、従前の考え方、取組から脱却し、研究開発活動のマネジメントのあり方を中心に、新たな方向性を検討していく必要があることを認識した。この認識の下、本部会では、主にエネルギー利用に関する研究開発活動について議論を重ね、本報告書において、原子力政策大綱に示された基本的考え方の妥当性を評価するとともに、今後の関係行政機関等の施策の進め方に関する提言を取りまとめた。

本報告書では、最新の科学的知見を提案・活用して、技術的要件と社会的な要請に絶えず見直しをかけるスパイラル型の研究開発アプローチを採用すべきこと、また、そのアプローチを可能にするために、必要な技術基盤を高いレベルで維持する取組が必要であることなどを指摘している。

また、本報告書では、原子力研究開発活動を行うために必要な原子力研究開発施設・設備を有効に利活用していくための考え方や、原子力研究開発による成果を適切に移転するための研究開発人材の流動性を向上させる必要性など、今後、我が国において原子力研究開発を継続的に推進していくための課題を明らかにしている。

## 第2章 検討作業

本部会では、我が国における原子力研究開発に関する国と事業者の取組の現状を把握するとともに、原子力政策大綱に示している基本的考え方の目指すところの実現に向けた対応について広く議論を行った。この議論を踏まえ、今後関係行政機関等が原子力研究開発に取り組むにあたって留意すべき事項を含む報告書を取りまとめる作業を行った。

### (1) 関係行政機関等の取組状況の把握

関係行政機関等の取組の現状を把握するため、以下の関連機関のヒアリングを実施した。

第3回研究開発専門部会：平成20年9月24日（水）

- 文部科学省
- （独）日本原子力研究開発機構（JAEA）
- （独）放射線医学総合研究所

第4回研究開発専門部会：平成20年10月8日（水）

- 内閣府 原子力安全委員会
- 経済産業省 資源エネルギー庁及び原子力安全・保安院
- （独）原子力安全基盤機構（JNES）

第5回研究開発専門部会：平成20年11月14日（金）

- 電気事業者（電気事業連合会）
- （財）電力中央研究所

### (2) 原子力研究開発のあり方に関する議論

第6回研究開発専門部会：平成21年1月16日（金）

- 原子力研究開発の課題の整理

第7回研究開発専門部会：平成21年2月13日（金）

- 原子力研究開発に係る資源・体制のあり方、大型研究開発施設・設備の有効利用、環境整備のあり方に関する議論

第8回研究開発専門部会：平成21年3月17日（火）

- プロジェクト研究と基礎基盤研究の連携のあり方、原子力技術の産学官連携、技術移転のあり方に関する議論

### (3) 「ご意見を聴く会」の開催

原子力研究開発の取組に対して、原子力研究開発に関係の深い方々からの御意見を伺うため、以下のとおり「ご意見を聴く会」を開催した（日本原子力学会「春の年会」の期間にあわせて開催）。

日時：平成21年3月24日（火）15：00～17：30

場所：東京工業大学大岡山キャンパス西8号館10階大会議室  
（東京都目黒区）

参加者数：63名（うち、意見発表者は19名）

この会及び会の参加募集時に提出された意見は、原子力研究開発に関わる資源・体制・事業評価のあり方、プロジェクト研究と基盤研究、産学官、技術移転などにおける連携のあり方、大型研究開発施設・設備の有効利用、環境整備のあり方、人材育成・教育、国際的な展開など、多岐に亘るものであった。これらの中で、原子力研究開発に係る様々な分野間連携を含めた体制のあり方や大型研究開発施設の有効利用と効率的な運営等に関する意見や提言等を中心に、本部会の審議に反映した。

### (4) 報告書の取りまとめ

本部会は、関係行政機関等の取組状況の説明、これらに関する意見交換の要点及びそれらに基づく提言を含む評価に基づき、以下の作業により報告書（案）の取りまとめを行った。

第9回研究開発専門部会：平成21年4月17日（金）

- 「研究開発専門部会 ご意見を聴く会」開催結果の報告
- 報告書骨子案に関する議論

第10回研究開発専門部会：平成21年5月15日（金）

- 報告書案に関する議論

第11回研究開発専門部会：平成21年6月19日（金）

- 報告書案に関する議論

以上の議論をもとに作成した報告書（案）に対して、平成21年7月3日（金）～7月17日（金）の間、国民の皆様から御意見を募集した。その結果、13名（1団体を含む）の方から30件の御意見をいただいた。それを踏まえて報告書（案）を修正し、この報告書を取りまとめた。

### 第3章 国内外の原子力研究開発利用の状況

#### 3.1 原子力利用を取りまく国際環境の変化

(国際社会における原子力への期待の高まり)

近年の気候変動に関する政府間パネル（I P C C ; Intergovernmental Panel on Climate Change）の議論においては、発電過程で二酸化炭素を排出しない原子力発電の有用性が強く認識されるようになってきた。また、2008年の北海道洞爺湖サミットにおいては、首脳宣言の中で気候変動の懸念に取り組むための手段として、原子力への関心を示す国が増大している旨が指摘された。

また、経済協力開発機構（O E C D）の原子力機関（N E A）は、多くの加盟国が原子力エネルギーに対して期待・関心を示し始めたことを受けて、平成20年10月に、2050年までの世界の原子力発電容量の予測を示した「Nuclear Energy Outlook 2008」を公表した。この中では、全世界の原子力発電容量は、現在の439基372GW（2008年5月）から、2050年までに1.5～3.8倍の間で増加すると予測し、2030年から2050年の間に年平均23基（低シナリオ）から54基（高シナリオ）の原子炉の建設が必要になるとされている。また、27カ国で151基（発電量約150GW）が建設中または計画中であり、建設中の41基が稼働すれば、世界の原子力発電容量が約10%（約35GW）増加することとされている。稼働中の発電炉についても、稼働率の向上、出力の向上を追求することにより、発電量の増大が進められている。

(米国の状況)

現在、104基の原子力発電所を有する世界最大の原子力発電国である米国では、1979年のスリーマイル島原子力発電所事故以降、新規の原子力発電所の建設が途絶えていたが、地球温暖化問題とエネルギー問題が契機となって、新規の原子力発電所建設の動きが活発化しており、現在、約30件の新規原発の建設運転一括許可（C O L）申請が原子力規制委員会（N R C）に出されている。こうした中、ブッシュ前政権下のエネルギー省（D O E）は、2008年11月に原子力諮問委員会（N E A C）の報告“Nuclear Energy:Policies and Technology for the 21th Century”を発表した。この報告では、原子力研究開発に利用できる国内施設の性能向上や国際施設の共同利用の拡大、第4世代原子炉の開発・実証、モデル化シミュレーション能力の開発等が提言された。オバマ新政権発足後、D O Eは、国際原子力エネルギーパートナーシップ（G N E P :

Global Nuclear Energy Partnership) における大型再処理施設設計等の短期における大規模な取組等を中断し、現在の核燃料サイクル技術のあり方を変える技術を生み出す可能性のある長期的かつ科学ベースの研究開発を行っていくとしている。2010年のDOEの概算要求では、ヤッカマウンテン予算の減額を行う一方、Fuel Cycle R&D（前年度の Advanced Fuel Cycle Initiative、GNEPの名称を変更）及び第4世代原子炉関連の予算の増要求などを行っている。

#### （欧州の状況）

現在、EU加盟国では、フランス59基、英国19基、ドイツ17基をはじめ、15ヶ国で総計145基の原子力発電所が稼働している。EUの中には、原子力利用に反対する国もあるが、地球温暖化問題とエネルギー安定供給に対する懸念から、原子力エネルギー利用を志向する国が増加しつつある。フランスは、世界で2番目に大きな規模の原子力発電設備容量を有し、総発電電力量の約8割を原子力発電で賄っている。同国は原子力産業の国際展開にも熱心であり、2008年5月には、途上国における原子力導入の取組を関係各行政機関が支援する活動を統括する国際原子力支援機構（ANFI）が行政府に設立された。また、1990年代以降、新規の原子力発電所の建設が行われてこなかった英国でも、2007年に公表したエネルギー白書において、新規の原子力発電所が地球温暖化対策に重要な役割を果たすとし、翌年に発効したエネルギー法にも、エネルギー安全保障、気候変動対策の観点から新規原発建設の推進が盛り込まれた。

このような状況下において、EUでは、国際熱核融合実験炉（ITER）計画等の核融合研究開発に精力的に取り組む一方、原子力(核分裂)エネルギーの発展と展開を期すための基本方針として、2007年に欧州原子力共同体（EURATOM）において”The Sustainable Nuclear Energy Technology Platform”（SNETP）を策定した。ここでは、研究開発の方針、短期的目標、長期的目標を定めた予備的なロードマップ等を示した上で、EUで予測される原子力エネルギー利用の拡大を踏まえた原子力人材の教育・訓練、研究インフラの整備の重要性と取組等に言及している。また、SNETPにおいては、図1に示すような具体的な研究開発指針（SRA；Strategic Research Agenda）を示しており、この指針においては、原子力分野における欧州産業界の競争力を維持するために、「ステークホルダー（メーカー、電力、研究開発機関、大学など）がビジョンを共有すること」などの取組に挑戦すべきとしている。EU各国では、SNETPを踏まえて、既存の各国の施設を含む研究施設の共用化や相互補

完的運用を促進する取組、具体的には、国間のアクセスの容易化、国レベルでは整備できない、E Uレベルで共通の利益があるインフラの新規整備等が行われている。

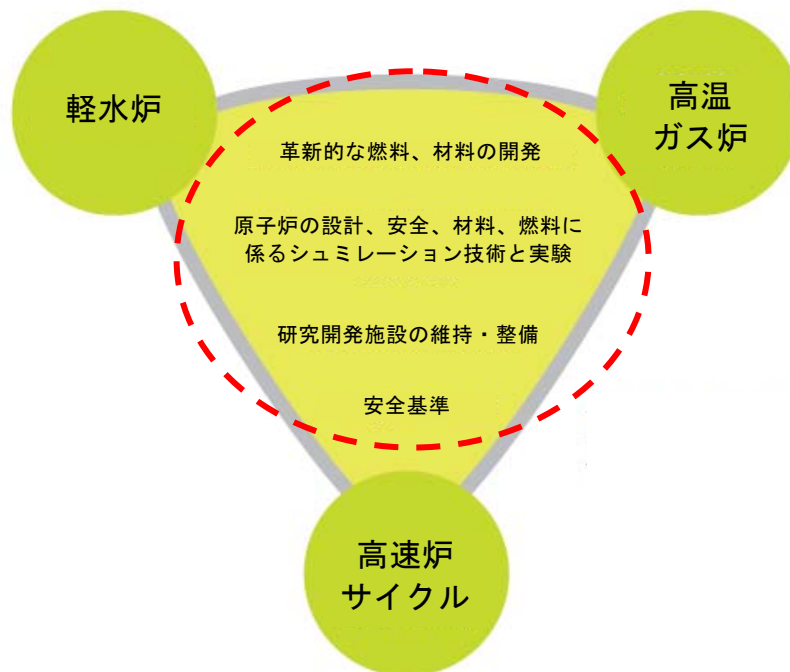


図1 SNE-T Pにおける研究開発指針

### 3. 2 国内の原子力利用の状況

(国内における地球温暖化対策としての原子力への期待の高まり)

我が国においても、地球温暖化対策としての原子力に対する期待が高まってきており、平成20年7月に閣議決定された「低炭素社会づくり行動計画」において、原子力発電が低炭素エネルギーの中核として、地球温暖化対策を進める上で極めて重要な位置を占める旨の記載がなされた。また、総合科学技術会議は、平成20年5月に、低炭素社会を実現するために我が国が必要とする技術の整理と、その開発のためのロードマップを示した「環境エネルギー技術革新計画」をとりまとめた。この計画においては、短中期的対策(2030年頃まで)として必要な技術に「軽水炉の高度利用」、中長期的対策(2030年頃以降)として必要な技術に「次世代軽水炉」「高速増殖炉サイクル技術」等が取り上げられた。これに併せて、原子力委員会は、地球温暖化対策に貢献する原子力の研究・技術開発活動の指針の検討を進め、平成20年7月に「地球温暖



化対策に貢献する原子力の革新的技術開発ロードマップ」をとりまとめた。

また、平成21年6月10日には、麻生首相が、2020年までの温室効果ガス削減の中期目標として、2005年比で「15%減」を目指すことを表明するとともに、この目標の達成のために「原子力の開発や普及に全力を挙げていく」ことを表明した。

(我が国の原子力利用の状況)

原子力発電については、我が国は、米国、フランスに次ぐ世界3位の原子力発電国であり、53基の発電用原子炉が設置されており、設備規模がおよそ48GWに達し、国内の総発電電力量の約3割を供給して、基幹電源として重要な役割を担っている。しかしながら、世界各国が、原子力発電所の設備利用率を概ね順調に上昇させてきているのに対して、我が国においては、平成14年に明らかになった検査・点検等における不正問題の影響に加え、平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の停止等により、設備利用率がここ数年低迷している。なお、柏崎刈羽原子力発電所7号機については、原子力安全・保安院及び原子力安全委員会により耐震安全性及び設備健全性が確保されているとの評価がなされて運転が再開されている。また、耐震安全性については、その他の発電所についても、新潟県中越沖地震から得られた知見を踏まえた耐震安全性の評価結果が順次とりまとめられているところである。

また、原子力発電所の運転管理の面では、情報公開の徹底、保安規定を遵守した運転管理、高度化された保安検査制度の定着を踏まえつつ、経年劣化に対する管理を徹底させるため、平成21年1月から、プラント毎の特性や機器の状態に応じたきめ細かい点検を実施する「保全プログラム」に基づく新検査制度が導入された。これにより、高経年化対策が充実するとともに、定期検査の間隔をプラントの状況に応じて技術評価を行い最適化することが可能となった。

核燃料サイクルについては、我が国の核燃料サイクルの中核施設である日本原燃(株)の六ヶ所再処理工場でアクティブ試験が実施されているが、高レベル廃液のガラス固化設備の運転条件の確立になお時間を要している状況にある。

高レベル放射性廃棄物の処分については、現在、原子力発電環境整備機構(NUMO)において、処分施設の立地可能性調査を受け入れる地域の公募が継続されているが、応募する自治体は現れていない。そこで、経済産業省は、処分事業を推進するための取組の強化策を取りまとめ、それに従って、資源エネルギー庁やNUMOが全国各地で数多くの説明会を開催するなど広報の強化に努

めている。また、研究施設等廃棄物（研究炉や核燃料物質の使用施設などから発生する放射性廃棄物）については、平成20年5月に日本原子力研究開発機構法が改正され、日本原子力研究開発機構（JAEA）がこの処分の実施主体に位置づけられた。

放射線利用については、非破壊検査、品種改良、がん治療（放射線療法）等、工業分野、農業分野、医療分野等において国内外でその利用が進められている。また、科学技術・学術分野に貢献する取組が多数行われることになっている世界最高レベルのビーム強度を有する大強度陽子加速器施設（J-PARC）の供用が、平成20年12月より開始された。

### 3. 3 国内の原子力研究開発の状況

原子力政策大綱においては、原子力研究開発は、「1）基礎的・基盤的な研究開発、2）革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発、3）革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる研究開発、4）革新技术システムを実用化するための研究開発、5）既に実用化された技術を改良・改善するための研究開発」という異なる段階にある研究開発課題に対する取組を並行して進めていくことが適切」としている。また、原子力研究開発には、「実用化に至るまで長期の期間を要するため実用化の不確実性が大きく、民間が単独で行うにはリスクが大きすぎること等の特徴があることから、原子力の社会に対する貢献や寄与を継続・拡大していくためには、国あるいは研究開発機関が、革新的な技術システムを実用化候補にまで発展させる段階までを中心に、他の科学技術分野に比べてより大きな役割を果たしていく必要がある」としている。

#### （1）基礎的・基盤的な研究開発

原子力政策大綱においては、基礎的・基盤的な研究開発活動について、「我が国の原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持したり、新しい知識や技術概念を獲得・創出する目的で行われ、研究者・技術者の養成にも寄与するところが大きい」とされている。

この段階に位置づけられている取組の例として、「分離変換技術の研究開発」がある。この研究開発については、当専門部会の下部組織にあたる分離変換技術検討会において、我が国における分離変換技術に関する研究開発の到達段階を評価するとともに、同技術のもたらす効果と今後の研究開発の進め方等について検討がなされ、平成21年4月に「分離変換技術に関する研

究開発の現状と今後の進め方」と題する報告書が取りまとめられている。

同報告書においては、同技術の導入手法として、①発電用高速炉を用いたマイナーアクチノイド（MA）の均質サイクル、②MAをターゲット燃料として装荷するMA非均質サイクル、③発電と核変換のサイクルを階層化し、核変換専用のシステム（加速器駆動システム等）を利用する階層型を特定して、それぞれの研究開発の段階や共通する基盤的な研究開発について検討がなされ、「現段階では、それぞれの分離変換技術の研究開発は、概していえば、基礎研究段階から準工学段階にまで発展してきている」と評価し、同技術には廃棄物処分に対する社会的要請に対し、一定の意義が見いだされるとされた。一方、同報告書においては、分離変換技術を含む原子力発電システムの評価がそれぞれの技術概念の範囲内に留まっており、分離変換技術を含む原子力発電システム体系が満たすべき性能目標の観点から評価する作業が十分に行われていないこと等が指摘された。

また、放射線利用分野の基礎的・基盤的な研究開発については、平成21年7月より、J-PARCの中性子利用施設が、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象に追加されたことにより、産学官が連携した基礎・基盤研究の発展が期待されている。

## （2）革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発

この段階に位置づけられている取組として、「核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発」がある。

この取組に関しては、国際協力プロジェクトにより国際熱核融合実験炉（ITER）の建設がフランスのカダラッシュで進められており、約30年間に及ぶ建設、運転を通じて、核融合の科学的・技術的実現性の実証を目指すこととしている。日本を含む7極が署名したITER協定に基づく国内機関として指定されているJAEAでは、我が国の負担分であるITERの主要機器である超伝導コイルの製作を発注したところである。

また、JAEAは、ITER計画を支援・補完し、原型炉の実現に必要な知識・技術の蓄積やプラズマ物理研究を行う「幅広いアプローチ（BA）」に関するEUとの協定に基づき、研究機器の製作や臨界プラズマ試験装置（JT-60）の改良など、研究拠点（青森県六ヶ所村及び茨城県那珂市）の整備を進めている。ここでは工学的な基盤データの蓄積や新たな知見につながる研究が行われる予定である。

### （３）革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる研究開発

この段階に位置づけられている取組として、「高速増殖炉サイクル技術の研究開発」がある。これについては、原子力委員会が提示した「高速増殖炉サイクル技術の今後１０年程度の間における研究開発に関する基本方針」（平成１８年１２月 原子力委員会決定）に基づき、研究開発が進められている。

高速増殖炉サイクル技術の確立に向けた研究開発の場の中核と位置づけられている高速増殖原型炉「もんじゅ」は、平成７年１２月のナトリウム漏えい事故以来、運転を停止している。その後、運転再開に向けてナトリウム漏えい対策等工事を実施し工事確認試験を経て平成２１年８月には系統、プラントの機能・性能を確認する「プラント確認試験」を完了し、現在、平成２１年度内の運転再開を目指して性能試験前準備・点検を実施している。なお、原子力安全委員会が平成１８年９月に改訂した新たな耐震設計審査指針に照らした「もんじゅ」の耐震安全性の評価（耐震バックチェック）については、原子力安全・保安院の委員会において、地震動評価における地盤モデルの見直しが審議され、今後、見直した地盤モデルに基づく基準地震動の再計算や施設の耐震安全性の再評価が行われる予定である。

また、ＪＡＥＡでは、現在、高速増殖炉サイクルの実用施設及びその実証施設の概念設計並びに実用化に至るまでの研究開発計画を２０１５年に提示することを目標とし、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発（ＦａＣＴ）」プロジェクトが実施されている。また、「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」では、研究開発側と導入者側が連携協力し、実証実用段階への円滑な移行を図るための議論が行われている。

一方で、先述の分離変換技術検討会報告書においては、高速増殖炉サイクル技術のうち、分離変換技術に関連する分野については、要求される性能目標を満足するシステムの実現性を判断するための基礎データや評価ツールの整備が不十分である旨の指摘もなされている。

### （４）革新技術システムを実用化するための研究開発

この段階に位置づけられている取組として、「改良型軽水炉技術の開発」がある。これは、２０３０年前後からの原子炉代替需要をにらみ、世界市場も視野に入れて、国、電気事業者、メーカーが一体となったナショナルプロジェクトとして次世代軽水炉の開発を進めるもので、現在、それに採用する要素技術の研究開発が進められている。

(5) 既に実用化された技術を改良・改善するための研究開発

この段階に位置づけられる取組として、「高レベル放射性廃液のガラス固化技術の高度化を図るための技術開発」がある。

現在、六ヶ所再処理工場においてはアクティブ試験が最終的な段階に到達しているものの、高レベル廃液のガラス固化設備の運転条件の確立に時間を要している状況にある。この点については、部会において、ガラス熔融炉に関するデータ、基礎的知見等が十分でなかったとの指摘もあり、現在、日本原燃（株）に対して、この設備の原型となる装置を運転してきた J A E A 等が協力して対策に取り組んでいるところである。この例にみられるように、核燃料サイクル技術については、既に実用化された技術であっても、国や研究開発機関の継続的な貢献も必要とされているところである。

## 第4章 我が国の原子力研究開発のあり方について

### 4. 1 原子力研究開発の取組に関する現状認識

本部会は、関係行政機関等からの取組のヒアリングを通じ、現在、様々な主体によって実施されている原子力研究開発に関する取組については、原子力政策大綱第4章他に示される原子力研究開発の推進に関する基本方針に則り、ひと通りの取組は行われているものの、一部には所期の目標通りに進捗しておらず、取組スケジュールを見直しているプロジェクトもあるという状況認識を得た。このことに加え、近年、原子力研究開発を取り巻く環境が、特に資金面や人材面で一層厳しさを増していることを踏まえると、研究開発活動の運営の仕方や資源配分のあり方等に関して見直しを行うことの可否も含めて、我が国の原子力研究開発の進め方について検討を深める必要がある、との認識を得た。

この認識の下、更に検討を深めて集約された当部会としての我が国の原子力研究開発のあり方等について、次節以降に示す。

## 4. 2 原子力利用のための原子力研究開発の役割

### 4. 2. 1 我が国が原子力研究開発を進める意義

原子力基本法においては、厳に平和の目的に限り、安全の確保を前提とする基本方針の下、我が国における原子力の研究、開発及び利用を推進することによって、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興を図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上とに寄与することを目的とすることとされている。

原子力発電は、エネルギーの安定供給に加えて、地球温暖化対策に一定の役割を果たすことが期待されており、現状、我が国の基幹電源として発電電力量の約3割の供給に貢献していることから、原子力研究開発活動を通じて、今後とも絶えず技術の信頼性を向上させ、持続可能性の高いものにしていくことが重要である。また、世界的に原子力発電設備の新增設や研究開発活動が停滞していた間も、これらの取組を継続的に進めてきた我が国は、現在、世界において、原子力発電技術、原子力産業基盤の面で優位な状況にあると考えられ、これを我が国の発展に活かしていくことが望ましい。

一方で、平成20年に資源エネルギー庁がとりまとめた長期エネルギー需給見通しでは、我が国において、更なる省エネルギー技術の進展等により、エネルギー需要が減少していくことも予想されており（最大導入ケース）、更には、原子力発電技術と同様に、低炭素社会の実現に貢献できるエネルギー源として注目される太陽光発電等を含む再生可能エネルギー技術の経済性向上の努力が精力的に進められていることから、国内発電電力量のうち、原子力発電が占める割合を長期にわたって増大していくためには、こういったエネルギー需要の動向の流動性や、自然エネルギー開発の動向を考慮しながら、エネルギー源としての原子力の持つ基盤的役割を踏まえ、原子力発電技術の適応性を高めていく努力が必要であり、そのためにも原子力研究開発が必要となる。

また、資源に乏しい我が国は、原子力発電技術の安定供給能力を高めるために、ウラン濃縮技術の研究開発を進めてこれを事業化するとともに、使用済燃料を再処理して回収されるプルトニウム、ウラン等を有効利用する核燃料サイクル技術の研究開発を進めてきた。その結果、濃縮や再処理事業に対する厳しい国際情勢の中でも核兵器保有国以外で濃縮、再処理などの核燃料サイクル事業を実施している数少ない国となっている。しかし、我が国が目指すところを真に実現するためには、これまでも相当の研究開発及びその

成果を事業化する努力が必要であったが、これからも引き続きこうした研究開発活動に対して国と民間が協力して投資していく必要がある。

このように、原子力研究開発活動は、我が国の持続可能な発展に原子力技術が貢献していくために、原子力技術の持続可能性を高めることを目指して行われているものである。さらには、近年、国際社会においても、地球温暖化対策やエネルギー安定供給の確保の観点から、原子力エネルギーへの期待が高まっていることを踏まえれば、我が国原子力産業が輸出や技術協力等を通じて、国際社会の発展に寄与することが期待される。またこれらが国富の増大に貢献するなど、我が国の原子力技術による国益増進への寄与のあり方に新たな意義が見出されようとしており、これに貢献できる原子力研究開発の必要性など、我が国が原子力研究開発を進める新たな意義についても検討される必要がある。

そこで、我が国としては、国際的な原子力利用が進展する中で、原子力研究開発利用の取組を発展させることにより、エネルギー安定供給等を通じた国内での直接的な便益を享受することのみならず、国際社会の平和増進への貢献、アジア地域の安定への貢献等を通じた国際社会において存在感のある国となることの重要性や、国富の増大に貢献するための原子力政策のあり方など、我が国の原子力の将来のあり方、すなわち、原子力基本法が示す我が国の原子力研究、開発及び利用の目指すところの今日的な解釈について、その実現に向けた研究開発等に必要な投資の規模を示した上で、改めて国民的合意を形成していくことが肝要である。

#### 4. 2. 2 将来の原子力技術システム実現に向けた原子力研究開発活動

一般的に、基礎研究は、新しい科学原理を探索することを主な目的としているが、この研究活動を通じて生み出される新しい原理に基づく新技術システムは、これを支える技術（材料や構成要素の製造技術、システムの制御技術等）なくしては実現できない。また、「技術が社会において流通する」には、その技術システムが技術的に実現できるのみならず、社会が要求する条件（安全性、信頼性、経済性等）を満足することが必要となる。

原子力エネルギー技術システムは、他の科学技術システムに比べて、特に安全性、信頼性に関して厳しい要求が課され、それを満たすことが求められるため、研究開発の早い段階から安全基準が提示されるとともに、技術システムが実現するまでに十分な要素技術の実証試験と適切な規模のシステムによる実証試験を経ることが必要になる。さらに、初期投資が大きい原子力施



設の建設後は、長期間にわたり使用されることが望ましいため、システムの姿を探索する研究開発の初期段階においても、現在の技術が将来には陳腐化するという可能性があることを念頭に、先を見据えたシステム構成を目指すことが肝要となる。

もとより、未解明の領域への挑戦を旨とするのが研究開発活動であることから、このような探索活動の結果選定した技術システムであっても、その実用化過程や規模の拡大を行う際に、予見できなかった不都合な特性が顕在化することや、製造や保全などの観点から困難が見いだされる可能性は否定できない。このような不都合や困難の克服には、必然的に新たな科学的知見、新たな技術が要求される。

したがって、原子力に関する研究開発・技術開発活動においては『基礎研究→実証研究→実用化』といった直線的なアプローチで目標が達成されると考えるべきではなく、最新の科学的知見を提案・活用して、技術的要件と社会的な要請に絶えず見直しを掛けつつ、それらを整合させる技術システムの実用化を目指し続けるスパイラル型の技術開発活動が必要となることを認識すべきである。

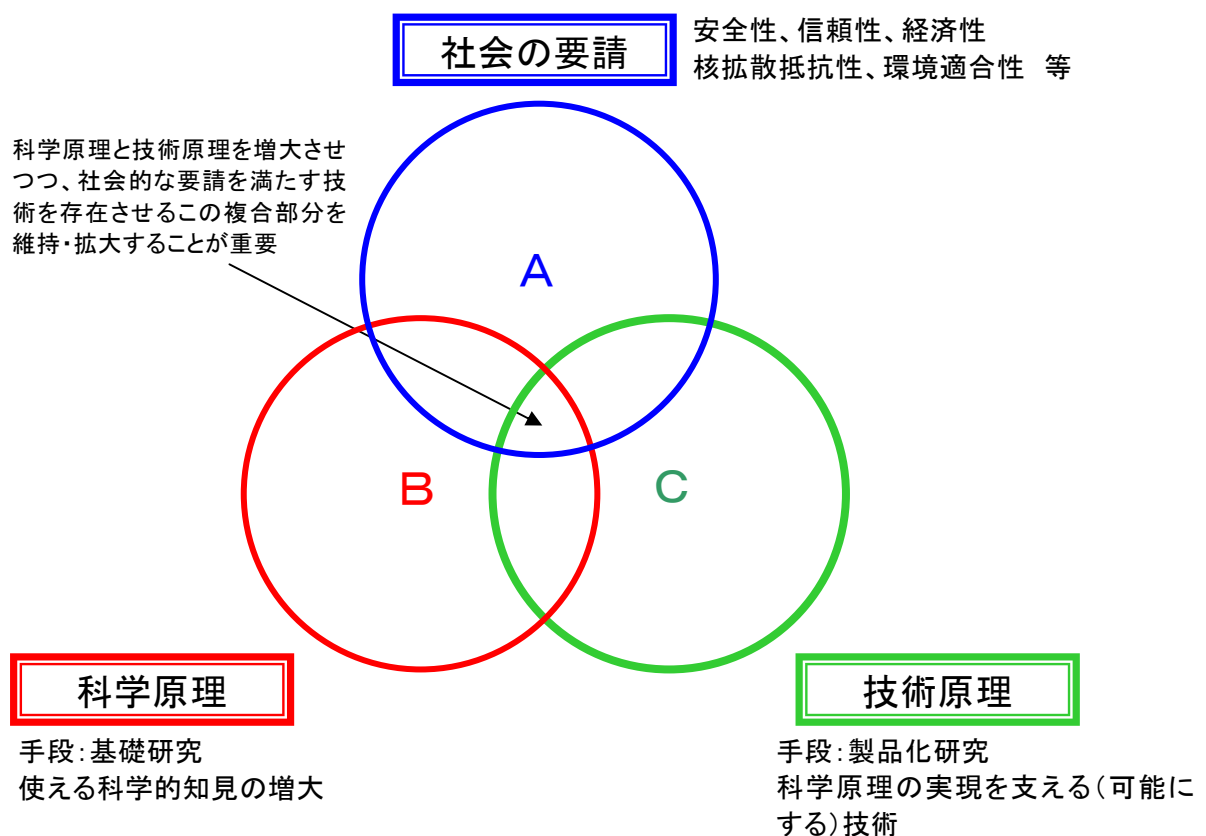


図2 技術システムを実用化する実現可能性の探求

#### 4. 2. 3 原子力研究開発活動における国の役割

我が国の原子力技術の開発は、主に、国の研究開発機関、メーカー、事業者という3つの主体が関係し、研究開発、技術開発の段階は国の研究開発機関が主体となって実施し、その後、民間により産業技術として実用化していくことで進められてきた。原子力技術に関する研究開発を国が主体となって実施してきているのは、学術研究等に必要となる研究施設を整備するなど、公益に資する基盤を国として維持していくことはもとより、原子力技術が実用化に至るまで長期間を要し、投資コストが大きく、技術によっては実用化段階においても一定程度の継続的製造ニーズが見込まれないことから、国がある程度の段階まで研究開発を実施すること等により、その実用化リスクを低減してから民間に移転していくほうが、我が国の原子力政策をより効果的・効率的に遂行することができるという判断に基づいている。原子力政策大綱においても、原子力研究開発に関する官民の役割分担に関する基本的考え方として、基礎的・基盤的な研究開発段階にあるものは主に官が実施し、既に実用化された技術を改良・改善する研究開発活動は主に民間が実施することを定めている。

しかしながら、近年、原子力研究開発活動を担う組織をとりまく状況に変化が生じてきている。例えば、近年の我が国の財政事情を反映して、日本の原子力研究開発の中核的機関であるJAEAの予算が減少し、一方、電力自由化の影響や軽水炉技術の成熟化等により、我が国の電気事業者による長期的観点に立った研究開発投資が漸減傾向にある。

このような状況下においては、我が国関係者が協調して原子力研究開発を推進できるような方策が必要である。それには、原子力を取り巻く状況を含めた不確実性を念頭に置きつつ我が国の原子力の将来のあり方を明確にし、追求すべき原子力技術システムを見定め、その上で、国が担うべき役割、例えば、国が関与する範囲についての資源配分（短・中・長期に取り組むべき課題に対する配分やそれぞれにおける国際協力・国際共同作業への配分、主にエネルギー安定供給と地球温暖化対策として貢献するエネルギー利用に関する課題と主に国民生活の水準向上に貢献する放射線利用に関する課題に対する配分等）の重みについても柔軟に見直し、工夫を重ねていくことが必要である。

#### 4. 3 原子力研究開発のあり方に関する課題

前節までに示した原子力研究開発の取組に関する現状認識及び原子力研究開発の役割を踏まえ、当部会において指摘のあった原子力研究開発のあり方に関する課題を以下の通り示す。

##### (1) 基礎的な研究と基盤的な研究の役割

原子力政策大綱においては、基礎的・基盤的な研究開発活動について、「我が国の原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持したり、新しい知識や技術概念を獲得・創出する目的で行われ、研究者・技術者の養成にも寄与するところが大きい」とされており、図2で示したうち、主にBの部分がこれにあたる。ここでは、基盤的な研究活動とは「原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持する」ために行われるものとし、基礎的な研究活動とは「新しい知識や技術概念を獲得・創出する」ために行われるものとする。

基盤的な研究は、市場の自由化が進む時代において、公益性の高い原子力エネルギー技術の民間による健全な利用を推進・規制するために、また、スパイラル型の研究開発・技術開発活動を実施していくために必要な技術基盤を国として高いレベルに維持するための取組であり、核データ及び物質物性データの整備・維持、核燃料物質及び関連材料に関する材料科学と製造技術、熱流動・構造工学、安全解析・評価技術、放射線計測、放射線安全、核物質防護、保障措置技術等に関する技術を含む。このような基盤的な研究開発活動は、各技術について専門性を有する大学等や民間に公的研究資金を提供することによっても可能であるが、各技術に有用な研究インフラを集中して整備し、利用可能にすることが効果的であること、多数の困難に直面するであろう研究開発プロジェクト活動の推進の場と活動の場を共有することで、有用かつ多様な知見を提供し易いことから、プロジェクトを推進する研究開発機関において体系的に、かつ、継続的に実施されるべきである。

一方、基礎的な研究は、技術基盤の維持・向上に貢献できる可能性があることから、研究開発機関や民間を含むあらゆる機関で広範に実施されるべきであるが、とりわけ大学等において、将来を担う人材の育成とともに、研究機関や民間では成しえない新しく自由な発想に基づいて推進されることが望ましい。大学等における原子力エネルギー利用に関する研究は、研究開発機関や民間の研究と連携して推進される分野と、独自の発想に基づいて未開拓の分野を切り開く研究開発とに大別されるが、特に後者に挙げた原子力エネ

ルギー利用に大きな飛躍や新たな展開をもたらす可能性を秘めた独創性の高い研究が行われることが望ましい。なお、このためには必要な研究開発施設が利用可能なことが前提であり、これを大学自体に整備することや、研究開発機関に整備されたものの共同利用の制度が整備されることが重要になる。

## (2) 研究開発プロジェクトを進める上での留意点

原子力研究開発活動のうち、特定のシステムに関する研究開発プロジェクトは、一定の期間内に、所要の性能目標を達成する技術システムを実用化することが求められ、図2で示したうち、主にCの部分がこれにあたる。4. 2. 2で考え方を述べたとおり、原子力研究開発・技術開発活動は、与えられた性能目標を実現できる技術システム案を生み出したり、異なる性能要求同士の干渉を克服する新たな工夫を生み出しながら、そのシステムを最適化していくという作業が求められる。

これを一層効果的・効率的に進めていくためには、我が国の原子力研究開発プロジェクトがこれまで直面してきた課題を省みれば、以下の点に留意することが必要である。

### ① リーダーシップ

研究開発プロジェクトは、的確な技術的・工学的判断（エンジニアリングジャッジ）ができる人間の強いリーダーシップの下で進められるべきである。このプロジェクトリーダーは、研究開発活動の目標を適切に設定し、目標を達成するための技術候補の探索・確認作業の進捗状況、研究開発に伴うリスクの管理作業の進捗状況を把握して、組織における資源の配分計画を決定し、その後の進捗状況を把握していくことが求められる。また、プロジェクトリーダーは、適宜に厳格なプロジェクトレビュー、マネジメントレビューを専門家集団に依頼して実施し、プロジェクトの推進に関する効果的な助言を得ていくことも怠ってはならない。

### ② フロントローディング戦略の採用と性能目標の明確化

現在研究開発が進められている高速増殖炉サイクル技術システム等については、我が国のみならず、国外においてもなお実用技術システムが確立していない。また、その他の核燃料サイクルに関する技術システムについても、同様に技術システムの探索段階にあるものがある。

1980年代に実施された第三次軽水炉改良標準化計画が成功した要因

として、最終的なユーザの主体的関与があったことが指摘されている。この計画では、実用化システムの実現を目指す研究開発活動においては、性能目標の達成を追求する研究開発担当者と民間との間で、性能目標を共有しつつ明確化する作業が行われたことが効果的であったと考えられる。

実用システムが確立していないものを対象とする研究開発プロジェクトは、開発期間の長期化や、開発に要する費用の増大が懸念され、特に実用化に至るまで長期間を要する原子力研究開発においては、このことが大きな課題となる。

そこで、目標とするシステムの実現を目指す研究開発活動においては、近年急速に進歩してきた情報技術、モデリングとシミュレーション技術を駆使して、性能目標を達成するシステム実現を、設計、製造・建設、運転、廃棄に至るすべてのプロセスについて、研究開発の可能な限り初期の段階から多面的かつ徹底的に検討するフロントローディング型の研究開発活動の導入を検討していくべきである。このような活動を民間の関与を得て実施することにより、研究開発担当者は、研究開発の初期の段階から、コスト意識、技術移転意識などを一層取り入れた研究開発活動を展開することが期待される。

なお、分離変換技術検討会においては、研究開発の進捗状況を評価する際に、研究開発段階（フィージビリティ研究段階～工学研究開発段階の4段階）を設定することによりその進捗を把握することを試みたが、実現を目指すシステムの構成要素毎に実用化に関する不確実性が異なることから、当面注力すべき技術課題を特定するためには、それぞれの技術の到達段階を明らかにすることが有効である。このため、フロントローディング型の研究開発活動において、関係者間で性能目標を共有するにあたっては、プロジェクトの性格に応じて適切な段階設定を行って、その進捗を管理することが望ましい。

### ③研究成果をフィードバックするための仕組み

研究開発プロジェクトは、最終的に特定の要素技術が性能目標を達成しただけでは成功といえず、要素技術により構成されるトータルシステムとしての性能が、要求される性能を満足することが必要となる

このため、プロジェクトの適切な推進のためには、目指す技術システムに対して、適宜に性能目標を満足する可能性の程度を見定めつつ、研究開発活動で得られた知見を研究開発活動にフィードバックしていく仕組みを

プロジェクトマネジメント機能の一部に組み込んでおくことが必要である。このマネジメント機能を構築する際には、以下について留意することが必要である。

- ・システムを構成する個々のサブシステムの成立性を判断するだけでなく、それがトータルシステムや他のサブシステムのあり方に与える影響までを考慮する俯瞰的な評価機能を導入すること。
- ・複数のプロジェクトを横断的に俯瞰できる能力を有する多様な分野の専門家を育成し、活用すること。
- ・プロジェクトに関わる全ての者の知恵や経験を重視し、それを適切かつ有効に活かすこと。
- ・目標とする技術システムの実現に向けて、異なる研究開発活動を並行して進める場合には、それぞれの研究開発活動を独立して推進させ、リーダーシップの下で成果を集約して選択すること。

#### ④ トータルシステムの頑健性の確保

分離変換技術検討会においては、従来の分離変換技術に関する研究開発として、分離、燃料製造、核変換システム、再処理といった個別の技術の研究開発を中心に議論が行われた。検討会報告書では、これらの個別の技術を組み合わせて核燃料サイクルシステムを構築する場合は、原子力発電システム全体に不整合が生じないように、原子力発電システム体系の一部として検討すべきであるとの指摘があった。

例えば、核燃料サイクルシステムの核燃料は、炉型や燃焼度、リサイクル利用の方法によって求められる性状が異なる。さらに、使用・処理の方法によって内包される核種も変化し、また、それらの核種は固有の半減期で崩壊していくため、サイクルシステムを構成する再処理や燃料製造などの個別のシステム（ここでは「サブシステム」という。）中に核種が存在する時間の長さによっても多様な組成に変化するという特性を有している。このため、個々のサブシステム自体を成立させるための技術要件を固定してしまうと、他のサブシステムにおける技術要件の変更の影響を許容できなくなることが考えられる。

このことを踏まえれば、技術システムの実現にあたっては、将来の不確実性に伴う個々のサブシステムの性能や技術要件の変動に対して、トータルシステムとしての成立性や性能が強く影響を受けない頑健性を確保しておくことが重要になる。

### (3) 原子力研究開発施設・設備の利活用

原子力研究開発を実施するのに必要となる研究開発施設・設備は、核物質を取り扱うなど他の科学技術分野に用いられるものに比して特徴的なものが多く、その維持・整備については、各種の安全規制を遵守しながら行われている。

我が国の原子力研究開発に係る施設・設備の大半は、JAEAが保有しているが、JAEAの有する施設の運転維持・整備費はJAEAの全事業費の多くの割合を占めており、研究開発業務を圧迫している状況にある。このことから、国内外のニーズを踏まえ、将来的に我が国に必要な施設は、維持・有効活用を図るとともに、廃止措置にも相応の資金が必要となることに留意しつつ、それに係る負担を明らかにし、適切な施設の改廃計画を策定することが必要である。

また、J-PARCの中性子線施設が「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象に追加され、我が国の研究等の基盤の強化を図るとともに、多様な科学技術分野に係る機関や研究者等の相互の交流による知識の融合を図る観点から、多くのユーザーに開放されるべきものとして位置づけられたように、JAEAが有している加速器、研究炉、ホット施設（ホットラボ、照射施設、放射性物質取扱施設等、核物質、放射性物質等を取り扱う施設）の中には、組織を超えて利用できるようにしていくことが公益増進の観点から望ましいものもあると考えられることから、その利活用について、研究開発活動を阻害しない合理的な規制のあり方も含めて検討していくことが必要である。

### (4) 研究開発人材の流動性向上による技術成果の適切な移転

原子力エネルギー利用に関する研究開発は、開発期間が長期に及ぶことが多いことから、様々な機関において、原子力に関連する多岐にわたる知識を確実に継承し、研究開発の成果として得られた知識を集約し、体系化・構造化して、広く共有する知識管理（ナレッジ・マネジメント）に関する検討がなされてきたが、それを可能にするシステムは達成されていない。

このような状況で、技術を実用化する際に肝要なことは、開発されたシステムを市場の声を聞いて実用技術にまで至らしめるためには、このシステムの開発者が持つ、開発過程における経験や勘に基づくもので言葉では表現することが困難な知識、いわゆる「暗黙知」が必要となるということである。

この「暗黙知」が「人」や複数の人により構成される「組織」に付いていることを踏まえれば、実用化が効率的に推進されるためには、例えばシステムに関する「暗黙知」を有した「人」や「組織」の一部が「暗黙知」を背負ったまま研究開発機関から民間へ移転する流れをつくることも必要である。

また、そのような流れを構築する際には、国内だけの流れに留まることなく、必要に応じて海外とも協調することを念頭に、我が国として保持すべき技術の流出に注意しつつ、適切な技術の導入や移転の方法を検討することも必要である。

#### (5) JAEAが今後担うべき役割

JAEAは原子力基本法に定められた唯一の中核的研究開発機関として、我が国の原子力利用を持続可能なものにすることに貢献する役割を負っており、そのためには、先に示した「リーダーシップ」「性能目標の明確化」「研究成果のフィードバック」等、個人、組織に伴う研究開発活動に関する能力に乏しくあってはならない。これらの能力は容易に定量化できるものではなく、社会の求めに応え、信頼を得てこそその能力を有していると認められるものである。

JAEAは我が国の原子力研究開発活動の多くを担っているところであるが、とりわけ、高速増殖原型炉「もんじゅ」における研究開発は、我が国の高速増殖炉サイクル技術の実用化に向けた研究開発計画において重要な位置づけを占めており、国民からの負託を受けた重要な取組である。したがって「もんじゅ」の運転再開は現時点におけるJAEAの最重要課題であり、JAEAは、先述した「リーダーシップ」等研究開発活動に関わる能力を最大限に発揮し、これを早期に実現することに組織をあげて取り組むべきである。

また、我が国の核燃料サイクル事業は、民間による商業施設の運転が開始されつつあるが、産業として定着するにはなお時間を要する。核燃料サイクル施設が商用運転を開始した後でも新しいトラブルに直面する可能性や合理化のための技術的な挑戦が求められる可能性があること、特に放射性廃棄物処理技術については、技術基準の整備に応じて性能を向上する必要があること、今後検討が予定されている第2再処理工場で採用する技術に関して、経済性や核拡散抵抗性も踏まえた研究開発のあり方についても決定していく必要があること等から、JAEAは、我が国の中核的研究開発機関として、これらに関する技術基盤と問題解決能力の維持・強化に努め、適切な支援を行えるような体制を整備していくべきである。



さらに、JAEAを中心とする我が国全体の原子力研究開発基盤を維持・強化するために、JAEAにおいてそれに資する研究開発の取組が確実に推進され続けるよう努めるとともに、大学や産業界から派遣された人材が、JAEAで一定期間研究開発プロジェクトの推進に参加し、再度、大学における研究や産業界における実用化活動に従事するというような人材交流制度の充実が求められる。

国は、JAEAがこれらを十分に遂行できる組織となるよう、予算面も含め適切な措置を講ずるべきである。

## **(6) 原子力安全に関する研究の推進・規制の協調体制の構築**

規制行政には、被規制者の取組の妥当性を独自に判断する専門的能力が要求されるが、この能力は、規制者が被規制者から提出される設計計算書をチェックしているだけでは涵養されず、規制対象に関する研究活動を通して涵養される。また、規制者は、独自に判断するための評価ツール（原子炉動特性解析のシミュレーションプログラム等）を有し、それを利用可能な状態に維持している必要がある。したがって、規制行政を技術的に支援する組織（TSO：Technical Support Organization）においても、それに資する研究開発が行われる必要がある。

一方、こうした研究開発活動は、被規制者による原子力研究開発活動の一環としても実施されるものであるから、TSOに関係する者がこの活動に参加し、開発されたツールをTSOが利用することについて検討されるべきである。こうした、いわゆる推進側と規制側という体制において、規制行政の独立性が損なわれることなく、また、産業界の独自性および知的財産保護について配慮しつつ、推進側と規制側の専門家とが、協調・協力して研究開発を行うこと、あるいは成果を共有することができる仕組みを検討すべきである。

## **(7) 多種・多様な研究開発の有意性**

原子力研究開発の推進にあたっては、原子力研究開発の多様性を確保し、将来への選択肢を増やすことが重要である。本部会では、以下に示すような研究開発の有意性が指摘された。

### **①シミュレーション能力の増強に関する研究開発**

かつて原子力研究開発においては、実験が現象を実証するものであり、

シミュレーション（コンピュータを用いた数値解析）は主に起きたことを事後に説明、理解するために用いられてきた。当初は計算能力の不足から計算モデルを2次元や1次元に近似したり、変数間の物理的な関係が解明されていないために経験的に得られている関係式（経験関係式という）を適用していたため、これら経験関係式の妥当性の確認のため、実機器と同スケールの大規模実験が必要であった。

近年、計算能力の飛躍的な向上を背景として、3次元でより分解能を高めた数値解析が可能となったことに加えて、経験関係式が基礎物理に基づいてより精緻化されてきていることから、様々な段階においてシミュレーションを活用した効率的な研究開発、設計、評価が可能になりつつある。このとき、従来のような経験関係式の確認のための大規模実験に代わり、事象の解明やこれまで測定できなかった新しい変数を測定する小規模な精密実験の必要性が増すなど、シミュレーションに関連する実験の位置付けも変わりつつある。

一方、大規模な実験装置については、主に予算の制約の面から従来よりも一層計画的に整備することが求められているため、シミュレーション技術の果たす役割の重要性は増しつつある。このため、今後、シミュレーションを用いた予測や評価の信頼性をどのように確保するか、また不確実性とその効果をどう評価するか、という観点からシミュレーション活用技術の高度化に関わる研究開発を推進する必要がある。

## ②安心のメカニズムに関する研究開発

安全の確保を前提として原子力研究開発利用を推進してきた我が国は、それに資する研究開発を継続的に推進している。しかしながら、「安心」については、一部心理学分野でリスク認知といった研究が進められているものの、「安心」のメカニズムについて科学的な観点から知見を得るには至っていないと考えられる。

これまでの原子力技術の導入に至るプロセスを顧みると、客観的な安全の概念とは別の次元での議論を経て、導入が断念されるケースも少なからず散見される。それらに共通するキーワードが「安心」だとすれば、そのメカニズムの解明が原子力技術の導入、引いては我が国のエネルギーセキュリティの確保と地球温暖化対策に大いに寄与するものと期待されるところである。また、他分野に目を転ずれば、BSE問題などの食品安全に関する問題や関連する風評被害の問題等に対する国内の反応を踏まえると、

「安心」のメカニズムの解明は高度に発展した民主社会共通の課題である、とも言える。

これまで原子力分野においては、広聴・広報の取組が信頼感の醸成及び説明責任の履行の観点から、ヒューマンエラー低減の取組が応用心理学の立場から進められており、また他分野においても主に心理学や社会学に基づいた研究が進められているが、「安心」は、人間や組織に対する信・不信に係る感情に起因するものであることを認識し、これを得るための取組のあり方を人間心理の根源的なメカニズムを解明し、関係者の行動に示唆を得ていくことが必要である。

### ③不確実性に備える研究開発

4. 2. 1に示したとおり、我が国の原子力発電技術は産業基盤の面で世界的にも優位にあると考えられるが、これを長期にわたって維持するため、あらゆる可能性を追求し、技術の選択肢を豊かにすることは重要である。また、例えば世界的な原子力回帰の動きを背景に、原子力産業がグローバル化する中、国際協力の議論においては核拡散抵抗性が最重要課題になってきていること等を踏まえて、今後、原子力技術に関わる性能目標が大きな変化を余儀なくされる可能性もあり、そういった変化に備えて最新の基盤的知見を所有しておく必要もある。

これらの観点から、使用済燃料の直接処分技術、中間貯蔵施設における貯蔵期間を延伸する技術、トリウム利用技術、核拡散抵抗性の向上方策、海水ウランの採取技術など、我が国が現在実用化を目指す開発活動に位置づけていない技術に係る研究開発についても適切な水準で継続的に推進していくべきである。

## 第5章 提言

本部会は、第4章に取りまとめた原子力研究開発のあり方に関する議論等を踏まえ、以下を提言する。

### 1. 原子力研究開発活動全体を俯瞰した政策を明示すること

我が国の原子力政策の基本方針である原子力政策大綱では、原子力研究開発の推進に関する基本的考え方として、異なる段階にある研究開発課題に対する取組を並行して進めることが適切とされている。また、同大綱では、原子力研究開発には、実用化に至るまで長期の期間を要するため実用化の不確実性が大きく、民間が単独で行うにはリスクが大きすぎる事等の特徴があることから、原子力の社会に対する貢献や寄与を継続・拡大していくためには、国あるいは研究開発機関が、革新的な技術システムを実用化候補にまで発展させる段階までを中心に、他の科学技術分野に比べてより大きな役割を果たしていく必要があるとされている。

本部会としては、この考え方にに基づき、同大綱において、官民の役割を明確にする観点から、その分担を主とした研究開発活動の体系を示したことは適切と考えるが、その活動の一部には、基礎的・基盤的研究との連携の不足、開発目標管理の不十分さ、技術移転に時間を要している事等に起因し、所期の目標通り進捗していないものもある。

このため、原子力委員会は、我が国が目指す原子力利用の目標実現に向けて、短期的、中期的、長期的観点から取り組むべき原子力研究開発活動を明らかにした上で、上述したような課題の解決に主導的に取り組み、絶えず我が国全体の原子力研究開発活動を俯瞰した政策を企画・審議・決定していくべきである。

その際には、我が国の原子力の将来のあり方について、国民的合意を形成しつつ、追求すべき原子力技術システムを見定め、その上で、国が関与する範囲についての資源配分の重みについても柔軟に見直し、工夫を重ねていくことが必要である。

### 2. 日本原子力研究開発機構の役割を具体的に明示すること

日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合して誕生した日本原子力研究開発機構（JAEA）は、我が国の原子力研究開発利用活動の多くを担っている。このことに加えて、原子力政策大綱は、JAEAに対して「原子力研究開発の推進」以外にも、「原子力研究開発利用に関する基盤的活動の強化」、

「原子力利用の着実な推進」、「国際的取組の推進」といった多岐に渡る活動のいずれに対しても、一定の役割を担うことを求めている。

このことを踏まえれば、本部会としては、我が国の原子力政策における JAEA という組織の役割を明確化する観点から、原子力政策大綱において、JAEA に対して、組織の業務運営に係る基本の方針を一括して示すべきと考える。

直近の課題として、JAEA は、平成 21 年度で今期中期目標期間を終え、平成 22 年度からは次期中期目標期間に移行することになる。文部科学省及び経済産業省は、次期中期目標の策定にあたっては、第 4 章において示した我が国の原子力研究開発のあり方に関する議論を踏まえ、JAEA に対して、基礎・基盤研究とプロジェクト研究との連携・融合の促進等を重視した責任ある中期目標を指示すべきであり、原子力委員会においても、原子力研究開発政策に関する責任を有する立場から、次期中期目標の策定作業に然るべき関与をし、必要に応じて適切な意見を述べるべきである。

### 3. 今後具体的方策を検討すべき事項

関係行政機関等において、第 4 章 4. 3 に取りまとめた原子力研究開発のあり方に関する課題を踏まえ、以下について具体的方策を検討すべきである。

- ・原子力研究開発施設・設備の利活用
- ・研究開発人材の流動性向上による技術成果の適切な移転
- ・原子力安全に関する研究の推進・規制の協調体制の構築

## (付録 1) 研究開発専門部会の開催実績

○第 2 回研究開発専門部会〔平成 20 年 8 月 21 日（木） 15 : 30 ~ 17 : 30〕

- 議題： 1. 研究開発専門部会での審議事項について  
2. 我が国の原子力研究開発を取り巻く現状について  
3. 研究開発専門部会の当面の進め方について

○第 3 回研究開発専門部会〔平成 20 年 9 月 24 日（水） 15 : 30 ~ 17 : 30〕

- 議題： 1. 関係行政機関等からのヒアリング  
(文部科学省、日本原子力研究開発機構、放射線医学総合研究所)

○第 4 回研究開発専門部会〔平成 20 年 10 月 8 日（水） 15 : 30 ~ 17 : 30〕

- 議題： 1. 関係行政機関等からのヒアリング  
(原子力安全委員会、経済産業省、原子力安全基盤機構)

○第 5 回研究開発専門部会〔平成 20 年 11 月 14 日（金） 15 : 30 ~ 17 : 30〕

- 議題： 1. 関係機関等からのヒアリング  
(電気事業連合会、電力中央研究所)  
2. 海外における原子力研究開発の状況について  
3. 研究開発専門部会の今後の進め方について

○第 6 回研究開発専門部会〔平成 21 年 1 月 16 日（金） 10 : 00 ~ 12 : 00〕

- 議題： 1. 海外における原子力研究開発の状況について  
2. これまでの部会の議論の整理  
3. 今後の研究開発の進め方に関する検討の論点整理

○第 7 回研究開発専門部会〔平成 21 年 2 月 13 日（金） 13 : 30 ~ 15 : 30〕

- 議題： 1. 原子力研究開発に係る資源・体制のあり方の検討  
2. 大型研究開発施設・設備の有効利用、環境整備のあり方の検討  
3. 研究開発専門部会の今後の進め方について

○第 8 回研究開発専門部会〔平成 21 年 3 月 17 日（火） 13 : 30 ~ 15 : 30〕

- 議題： 1. 原子力技術の産学官連携、技術移転のあり方の検討  
2. プロジェクト研究と基礎基盤研究の連携のあり方の検討

3. 分離変換技術検討会 報告書（案）について（報告）

○第9回研究開発専門部会〔平成21年4月17日（金）10：00～12：00〕

- 議題： 1. 「研究開発専門部会 ご意見を聴く会」の開催結果について  
2. 原子力研究開発のあり方についての検討  
3. 部会報告書骨子案について

○第10回研究開発専門部会〔平成21年5月15日（金）13：30～15：30〕

- 議題： 1. 専門部会報告書（案）について

○第11回研究開発専門部会〔平成21年6月19日（金）15：00～18：00〕

- 議題： 1. 専門部会報告書（案）について

○第12回研究開発専門部会〔平成21年8月21日（金）13：30～15：30〕

- 議題： 1. 報告書（案）に頂いた御意見への対応について

○「ご意見を聴く会」〔平成21年3月24日（火）15：00～17：30〕

（於 東京工業大学大岡山キャンパス；東京都）

プログラム

- （1）開催趣旨説明  
（2）会場に参加された方々からご意見を頂く

参加者数：63名（うち、ご意見を発表された方は 19名）

○原子力委員会研究開発専門部会報告書「原子力政策大綱に示している原子力研究開発に関する取組の基本的考え方の評価について（案）」に対する意見募集

〔平成21年7月3日（金）～7月17日（金）〕

意見募集に頂いたご意見数： 13名（1団体を含む）、30件

## (付録 2) 研究開発専門部会の委員等名簿

### ○研究開発専門部会構成員

大橋 弘忠	東京大学大学院工学系研究科 教授
小泉 英明	(株)日立製作所 役員待遇フェロー
澤 明	(社)日本電機工業会 原子力政策委員長 (第 11 回まで) (社)日本電機工業会 原子力政策委員 (第 12 回)
武田 邦彦	中部大学総合工学研究所副所長 教授
知野 恵子	読売新聞東京本社 編集委員
中西 友子	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
前田 裕子	東京医科歯科大学知的財産本部技術移転センター長 特任准教授 (第 11 回まで) 全国イノベーション推進機関ネットワーク総括プロデューサー 兼早稲田大学研究戦略センター客員教授 (第 12 回)
宮崎久美子	東京工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科 教授
武藤 栄	電気事業連合会 原子力開発対策委員会総合部会長
山名 元	京都大学原子炉実験所 教授
山中 伸介	大阪大学大学院工学研究科 教授

### ○原子力委員会

近藤 駿介	原子力委員会委員長
田中 俊一	原子力委員会委員長代理
松田美夜子	原子力委員会委員
広瀬 崇子	原子力委員会委員
伊藤 隆彦	原子力委員会委員

※ 原子力委員会委員長及び委員については、「研究開発専門部会の構成員について」(平成 20 年 8 月 19 日 原子力委員会決定)に基づき、原子力政策の妥当性の評価に関する調査審議を行う場合に限り構成員として出席することとしている。



## (付録3) 原子力政策大綱 (原子力研究開発関係部分抜粋)

### 第1章 原子力の研究、開発及び利用に関する取組における共通理念

#### 1-2. 現状認識

##### 1-2-10. 原子力研究開発

原子力が今後とも長期間にわたって競争力のある安定的なエネルギー源であり続けるためには、当面の課題に対応するだけでなく、既存の技術システムに置き換わる革新的な技術システムの実用化への努力も重要であり、計画期間の異なる研究開発活動が並行して進められる必要がある。すなわち、原子力発電について国際的に優れた運転成績に比肩できるレベルを達成するために、既存設備の高経年化技術、定期検査の柔軟化に対応できる検査技術及び、出力増強を実現するための安全評価技術の高度化等の技術やシステムの改良・改善をもたらす研究開発が重要である。また、既存システムを置き換え、あるいは新しい市場を開発できる技術を準備するとの観点から、将来において他のエネルギー技術に対して競争力のある高速増殖炉サイクル技術などの次世代原子力発電技術や、原子力による水素製造技術などの革新技术の実用化を目指す研究開発も継続的に実施されることが重要である。

国民に身近で広範な分野において利用が進んでいる放射線利用技術についても同様に、既存技術の改良努力のみならず、これらを置き換え、あるいは新市場を開拓できる可能性がある革新技术の開発努力も並行して続けられるべきである。

さらに、原子力の研究、開発及び利用に関する技術基盤を維持・発展させ、原子力の安全確保のための知的基盤を整備する役割を果たしている基礎・基盤研究は、新しい技術概念の原理を実証して技術革新にシーズを提供するとともに、人類共通の財産である新しい知識の獲得にも貢献していること、また、こうした技術開発を支える加速器や研究用原子炉といった大型研究開発施設は、ライフサイエンスやナノテクノロジー・材料等の分野に対しても、欠くことのできない研究手段を提供してきていることにも留意する必要がある。

このような原子力研究開発、とりわけ国が行うものについては、その総合性のゆえに、民間の技術水準の維持・向上や、我が国産業の国際競争力にも影響を及ぼし、その有用性が高い。しかしながら、近年の厳しい財政事情の中、科学技術関係予算の重点分野への配分、特殊法人等改革等が相まって、国の原子力研究開発に係る予算額は減少している。そこで、2005年10月に、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合により、日本原子力研究開発機構が発足したことを一つの契機として、今後の原子力研究開発の取組に当たっては、継続的取組の重要性は認識しつつも、エネルギー政策、科学技術政策との整合性、補完性に留意し、有効性・費用対効果の検証等を行うことにより、効果的、効率的に選択と集中を図

っていくことが重要となっている。

## 第4章 原子力研究開発の推進

### 4-1. 原子力研究開発の進め方

原子力発電を基幹電源として維持していくことには大きな公益があるが、これを可能にするためには、核燃料サイクルを含めた既存技術の安全性、信頼性、経済性、供給安定性、環境適合性等を絶えず改良・改善していくとともに、次世代の供給を担うことのできる競争力のある革新技術の研究開発を実施していく必要がある。放射線利用の分野においても、放射線の発生から利用までの至るところで様々な改良や革新の可能性が提起されており、その実現は学術の進歩や産業の振興をもたらすので、今後とも多様な研究開発を進めていくことが適切である。また、これらの原子力開発利用の技術に関する基盤を維持し新たな概念を生み出していく基礎的・基盤的な研究開発活動は、今後とも継続していくべきである。なお、原子力技術は国際場裡においてはどの国を起源とする技術かが厳格に追求され、自国産の技術でないと国際展開等に不都合を生じることと少なくないために、他の分野に比べ、我が国の独自技術を保有することを目指した研究開発を推進する重要性が高い。

さらに、原子力研究開発は、その総合性のゆえに、研究開発手段である大型研究開発施設等が他の科学技術分野に有力な研究手段を提供する一方、長期的視点に立った実現時期がかなり遠い将来と考えられる技術の探索的な研究から実用技術の改良・改善という短期的視点に立った研究開発まで、様々な段階にある研究開発課題に並行して取り組むことによって、その波及効果として様々な技術革新のシーズを提供してきている。

以上の諸点を踏まえれば、原子力研究開発は、今後とも、1) 基礎的・基盤的な研究開発、2) 革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発、3) 革新的な技術システムを実用化候補にまで発展させる研究開発、4) 革新技術システムを実用化するための研究開発、5) 既に実用化された技術を改良・改善するための研究開発 という異なる段階にある研究開発課題に対する取組を並行して進めていくことが適切である。

ただし、原子力研究開発には、実用化に至るまで長期の期間を要するため実用化の不確実性が大きく、民間が単独で行うにはリスクが大きすぎることや放射性物質を取り扱える研究開発施設が必要であること等の特徴がある。したがって、原子力の社会に対する貢献や寄与を継続・拡大していくためには、国あるいは研究開発機関が、革新的な技術システムを実用化候補にまで発展させる段階までを中心に、他の科学技術分野に比べてより大きな役割を果たしていく必要がある。その場合であっても、国の活動は、公益の観点から期待される成果を明確にし、効果的かつ効率的に進められるべきである。したがって、国は、上の取組につ

いて、一定期間のうちに予想される成果と課題、その実用化時期における予測される環境条件を踏まえて実施される多面的な評価結果に基づく投資の費用対効果、研究開発の段階に応じた官民の役割分担と資源配分のあり方、国際協力の効果的活用の可能性等を総合的に評価・検討して、「選択と集中」の考え方に基づいて研究開発資源の効果的かつ効率的な配分を行っていくべきである。

また、国の研究開発投資の配分の検討に当たっては、大型の研究開発施設等が他の科学技術分野に有力な研究手段を提供する等、原子力研究開発が我が国の科学技術活動全般に果たしている機能についても評価し、この点も適切に考慮されることが望ましい。

#### 4-1-1. 基礎的・基盤的な研究開発

基礎的・基盤的な研究開発活動は、我が国の原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持したり、新しい知識や技術概念を獲得・創出する目的で行われ、研究者・技術者の養成にも寄与するところが多い。したがって、この段階の研究開発は、国や研究開発機関、大学によって、国際協力を効果的に活用しつつ、主体的に推進されるべきである。

原子力安全研究は、原子力利用の大前提である安全の確保に直結し、全ての原子力の研究、開発及び利用に関する活動の基盤となるので、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」を踏まえて着実に進める必要がある。

その他の基礎的・基盤的な研究開発の主要な活動には、核工学、炉工学、材料工学、原子力シミュレーション工学等原子力の共通基盤技術の研究や保障措置技術、量子ビームテクノロジー、再処理の経済性の飛躍的向上を目指す技術や放射性廃棄物中の長寿命核種の短寿命化等による放射性廃棄物処理・処分の負担軽減に貢献する分離変換技術の研究開発等がある。R I 等を利用した放射線利用研究や量子ビームテクノロジーに関しては、革新技術の探索や新しい利用分野を開拓する研究、原子力以外の広範な分野での利用を開発する研究等を着実に推進することが必要である。核燃料サイクルの推進等において将来の社会情勢の変化等に柔軟に対応できる技術的選択肢を確保するための基礎的な調査研究も、国は適宜に推進するべきである。

国は、この段階で生まれた新しい知識や技術概念を適切に評価して、革新的な技術システムの実現を目指す活動の対象とするかどうかを判断していくべきである。

#### 4-1-2. 革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発

基礎的・基盤的な研究開発で生まれた革新的技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索するための研究開発については、国はその実用化に至るまでに要する費用との関係において予想される実用化に伴う公益の大きさに応じて取組のあり方を定めるべきである。

この考え方に基づいて進められてきている、第三段階核融合研究開発基本計画に基づく I T

ER計画をはじめとする核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発、高温の熱源や経済性に優れた発電手段となり得る高温ガス炉とこれによる水素製造技術の研究開発等については、今後とも技術概念や基盤技術の成熟度等を考慮しつつ長期的視野に立って必要な取組を決め、推進していくことが重要である。その際、シミュレーション技術の高度化等による、大規模な技術システム開発の効率化も考慮する必要がある。また、量子ビームテクノロジーについても、小型加速器がん治療システム等革新的技術概念に基づく技術システムの開発に同様の考え方で取り組むべきである。

#### 4-1-3. 革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる研究開発

原子力利用や広範な科学技術分野に革新をもたらす可能性が大きい革新技術システムを、実用化の候補にまで発展させるための研究開発については、国及び研究開発機関が、産業界とロードマップ等を共有し、大学や産業界の協力・協働を得つつ、主体的に取り組むべきである。この場合、段階的な計画として取り組み、段階を進める際には国が成果と計画の評価を行い、実施すべき研究開発を重点化して進めることが肝要である。さらに、産業界が実用化の対象として選択できる環境を整えるために、研究開発政策と産業政策を担当する関係行政機関が政策連携を進めることも重要である。

この段階にある取組の最大のものは高速増殖炉サイクル技術の研究開発である。高速増殖炉サイクル技術は、長期的なエネルギー安定供給や放射性廃棄物の潜在的有害度の低減に貢献できる可能性を有することから、これまでの経験からの教訓を十分に踏まえつつ、その実用化に向けた研究開発を、日本原子力研究開発機構を中核として着実に推進するべきである。具体的には、研究開発の場の中核と位置付けられる「もんじゅ」の運転を早期に再開し、10年程度以内を目途に「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」という所期の目的を達成することに優先して取り組むべきである。その後、「もんじゅ」はその発生する高速中性子を研究開発に提供できることを踏まえ、燃料製造及び再処理技術開発活動と連携して、高速増殖炉の実用化に向けた研究開発等の場として活用・利用することが期待される。その具体的な活動の内容については、その段階までの運転実績や「実用化戦略調査研究」の成果を評価しつつ計画されるべきである。これらの活動には国際協力を活用することが重要であるから、「もんじゅ」及びその周辺施設を国際的な研究開発協力の拠点として整備し、国内外に開かれた研究開発を実施し、その成果を国内外に発信していくべきである。

また、日本原子力研究開発機構は、「もんじゅ」等の成果も踏まえ、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像とそこに至るまでの研究開発計画を2015年頃に提示することを目的に、電気事業者とともに、電力中央研究所、製造事業者、大学等の協力を得つつ「実用化戦略調査研究」を実施している。その途中段階での取りまとめであるフェーズⅡの成果は2005

年度末に取りまとめられ、国がその成果を評価して方針を提示することとしており、その後もその方針に沿って研究開発を的確に進めるべきである。その際、第四世代原子力システムに関する国際フォーラムにおけるこの分野の成果を取り入れることも重要である。

また、日本原子力研究開発機構は、「常陽」を始めとする国内外の研究開発施設を活用し、海外の優れた研究者の参加を求めて、高速増殖炉サイクル技術の裾野の広い研究開発も行うものとする。電力中央研究所、大学、製造事業者等においても、これらに連携して研究開発を実施することを期待する。

国は、これらの進捗状況等を適宜評価して、柔軟性のある戦略的な研究開発の方針を国民に提示していくべきである。特に、「実用化戦略調査研究」の取りまとめを受け、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像と2050年頃からの商業ベースでの導入に至るまでの段階的な研究開発計画について2015年頃から国としての検討を行うことを念頭に、実用化戦略調査研究フェーズⅡの成果を速やかに評価して、その後の研究開発の方針を提示するものとする。なお、実用化に向けた次の段階の取組に位置付けられるべき実証炉については、これらの研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定を行うことが適切である。

#### 4-1-4. 革新技術システムを実用化するための研究開発

実用化候補技術システムの中から対象を選んで実用化するために計画・実施される研究開発は、原則としてそのシステムによる事業を行う産業界が自ら資源を投じて実施するべきである。国は、その技術システムの実用化が原子力に期待される公益の観点から重要と考えられる場合等に限り、その費用対効果を適宜適切に評価し、支援等を行うべきである。

この段階の主要な取組としては、放射性廃棄物処分技術や改良型軽水炉技術、軽水炉の全炉心MOX利用技術等がある。日本原子力研究開発機構においては、六ヶ所再処理工場への必要な技術支援を継続する。六ヶ所再処理工場に続く再処理工場に向けての技術開発のあり方については、六ヶ所再処理工場の運転実績、高速増殖炉及び再処理にかかる研究開発の進捗状況等を踏まえて処理の方策が明らかにされることを受けつつ、関係者間で検討を進める。これらのうち、高燃焼度燃料や軽水炉使用済MOX燃料の実証試験等については、日本原子力研究開発機構が、六ヶ所再処理工場及び六ヶ所再処理工場に続く再処理工場に係る技術的課題の提示を受けた上で実施する。また、改良型軽水炉技術の開発においても、日本原子力研究開発機構の有する技術ポテンシャル、安全性試験装置等を効果的に活用することが効率的である。

放射線利用分野におけるこの段階の研究開発は、産業界が前段階までに蓄積した知見を効果的に活用して推進することが多くの場合に有効であるから、そうした知見が周知されるよう、技術移転及び産学官の連携・協働を一層推進するべきである。

#### 4-1-5. 既に実用化された技術を改良・改善するための研究開発

既に実用化された技術を改良・改善する研究開発は事業者が自ら資源を投じて実施すべきである。ただし、その成果が多くの実業家間で共有されることが望ましい場合や、その研究開発の成功が公益に資するところが大きい場合等には、国が、その内容を適宜適切に評価しつつ、共同開発の仕組み等を整備して、これを支援・誘導することが妥当である。なお、今後、原子力発電所の新規建設の停滞が続くことが予想され、産業界に築き上げられてきた技術基盤の維持に懸念が生じているが、このような技術開発の推進は、この技術基盤の維持に貢献することにも留意する必要がある。

この段階の主要な活動としては、既存軽水炉技術の高度化、遠心法ウラン濃縮技術の高度化、我が国初の民間MOX燃料加工工場へ適用するMOX燃料加工技術の確証、高レベル放射性廃液のガラス固化技術の高度化を図るための技術開発等がある。

#### 4-2. 大型研究開発施設

原子力研究開発を進めるに当たって、加速器や原子炉等比較的大規模な研究施設の建設を必要とする場合がある。こうして建設された大型の研究開発施設については、科学技術活動の広い分野において重要な役割を果たし、この有効利用に基づき、その施設を中心として科学技術のCOE（センター・オブ・エクセレンス）を形成することが可能である。国は、こうした性格を有する施設の計画については、当該施設の主な目的である、これを用いた研究開発の最終成果の利益の大きさのみならず、当該施設が他分野にもたらす研究水準の飛躍的向上といった外部性についても評価を行って、その建設の可否を決定していくべきである。

また、こうした施設が建設される場合、国は、これが多くのユーザに開放されるべきものとして、設置する研究開発機関に対して、関連する研究者コミュニティはもとより、事業者、施設・設備が整備される地方公共団体とも連携・協力して、それを利活用するユーザの利便性の向上や、様々な研究分野のユーザが新しい利用・応用方法を拓きやすい環境を整備することを求めていくべきである。ただし、こうした研究開発施設・設備の利用に当たっては、受益者が、その成果が広く国民に還元される場合を除き、原則として応分の費用を負担するべきである。

#### 4-3. 知識・情報基盤の整備

遠心法ウラン濃縮技術、MOX燃料加工技術、再処理技術、放射性廃棄物処理・処分技術等、特に民間が技術移転を求めている国の研究開発や民間が国から技術移転を受けて実施している研究開発については、産学官の役割分担を踏まえつつ柔軟な実施体制で推進されるこ

とが重要である。知識・技術の移転には人の移転のみならず、ノウハウの移転のために研究開発施設や設備の民間による利用も重要であることを踏まえて、知的財産を適切に管理しつつ、効果的、効率的な技術移転システム等を構築することが必要である。

また、こうした研究開発の成果として得られる技術の実用化や、これまでに得られた知識・経験を次代において積極的に活用するためには、組織内部あるいは組織間で知識・技術を体系的に管理して、円滑に継承することや、移転することが必要である。したがって、研究開発機関や研究者、技術者は、実用化に向けた努力の早い段階から産学官相互の知的連携が図られるよう研究開発活動の相互乗り入れや相互学習のためのネットワークの整備を心がけ、さらにはこれらを通じ世代を超えた知的財産管理の取組を推進していくべきである。さらに、我が国の研究開発活動に知識の国際ネットワークの利用も有用であることに鑑み、国内外の人材の流動性の向上、研究データや関連情報の発信等のための基盤整備を進める等、多面的かつ国際的ネットワークも構築・整備していくべきである。

#### 4－4．日本原子力研究開発機構の発足と原子力研究開発

2005年10月発足の日本原子力研究開発機構においては、原子力基本法に定められる唯一の原子力研究開発機関として、国際的な中核的拠点となることを期待する。具体的には、基礎・基盤研究とプロジェクト研究開発との連携、融合を図り、多様で幅広い選択肢を視野に入れ、柔軟性と迅速性を有した研究開発を推進する。また、研究開発成果の普及や活用の促進、施設の供用、人材育成、国際協力・核不拡散への貢献、原子力安全研究の実施等国の政策に対する技術的な支援等を通じて、我が国の原子力研究開発活動に寄与することが求められる。

## — 主な用語解説 —



## 【ア行】

- ・ アクティブ試験

日本原燃（株）の六ヶ所再処理工場において、機器類が所定の機能を発揮し、安全かつ安定に運転できるかを事前に確認するため、工場を本格操業する前に行っている、使用済燃料を用いた総合試験のこと。

- ・ 欧州原子力共同体（EURATOM）

原子力産業の早期育成と共同開発を目的とする組織で、1958年に設立された。

## 【カ行】

- ・ 核拡散抵抗性

原子力の平和利用において、核物質やそれに関連する施設が軍事目的に転用されることを防止あるいは阻止する能力のこと。核物質の平和利用を担保するため、①保障措置、②核物質防護措置、③NSGガイドラインに基づく原子力関連資機材の輸出管理等による制度的な抵抗性と、④核物質そのものの特徴や技術的設計により、核拡散に対して固有の防護特性を持たせる技術的な抵抗性などがある。

- ・ 経済協力開発機構原子力機関（OECD／NEA）

原子力平和利用における協力の発展を目的とし、原子力政策、技術に関する意見交換、行政上・規制上の問題の検討、各国の原子力法の調査及び経済的側面の研究を実施するための国際機関。1958年、欧州原子力機関（ENEA）として設立され、1972年、我が国が正式加盟したことに伴い現在の名称に改組された。

- ・ 高速増殖炉

高速で動く中性子（高速中性子）を使う原子炉は、燃えにくいウランをプルトニウムに転換してウラン資源の利用効率を高めることができるとともに、プルトニウム、ネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等多様な燃料組成や燃料形態にも柔軟にシ得る。中でも、燃えてなくなった以上の燃料が転換によってできる（増殖する）よう設計された原子炉を高速増殖炉という。

- ・ 高レベル放射性廃棄物

再処理工程において使用済燃料から有用な資源であるウラン、プルトニウム等を回

収した後には、液体状の廃棄物が生じる。日本ではこの液体の廃棄物をガラスと混ぜて固化処理している。これらの廃棄物は、放射能レベルが高いことから「高レベル放射性廃棄物」と呼ばれる。高レベル放射性廃棄物は、低レベル放射性廃棄物に比べその発生量自体は少ないが、放射線管理に一層の注意が必要な半減期の長い核種も比較的多く含まれるため、長期間にわたり人間環境から隔離する必要がある。日本ではガラスと混ぜて固化処理している。

## 【サ行】

### ・再処理

使用済燃料を、再び燃料として利用できるウラン、プルトニウム等と、不要物として高レベル放射性廃棄物に分離し、ウラン、プルトニウム等を回収する処理。我が国の再処理工場では、分離したプルトニウムは分離したウランと工程内で混合しており、混合酸化物が製品として得られる。なお、再処理によって回収されるウランを回収ウランという。

### ・スリーマイル島（TMI）原子力発電所事故

1979年3月28日、米国のスリーマイル島（TMI）原子力発電所2号機で発生した事故。原子炉内の一次冷却材が減少、炉心上部が露出し、燃料の損傷や炉内構造物の一部溶融が生じるとともに、周辺に放射性物質が放出され、住民の一部が避難した。国際原子力事象尺度（INES）では、レベル5。

### ・設備利用率

発電用原子炉の稼働状況を表す指標の一つ。1月、1年あるいは運転開始以来などの計算期間中、常に定格出力で発電した場合の仮想の発電量に対して実際に発電した電力量を%で表す。

$$\text{設備利用率} = (\text{実際の発電量} / \text{定格出力} \times \text{その期間の時間数}) \times 100 (\%)$$

## 【タ行】

### ・中間貯蔵

原子力発電所で使い終わった燃料（使用済燃料）を、再処理するまでの間、当該発電所以外の使用済燃料貯蔵施設において貯蔵すること。1999年6月原子炉等規制法の改正により中間貯蔵に関する事業、規制等が定められた。

- ・直接処分

使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物とウラン、プルトニウム等が含まれているので、放射能に対する安全を確保するための適切な処置を取る必要がある。

- ・特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律

科学技術に関する試験、研究及び開発を行う者による先端大型研究施設の共用を促進するための措置を講ずることにより、研究等の基盤の強化を図るとともに、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、もって科学技術の振興に寄与することを目的とする法律。これまでは、特定先端大型研究施設として、理化学研究所が設置する特定放射光施設（S P r i n g－8等）と特定高速電子計算機施設（次世代スパコン）が対象となっていたが、第171回国会において、同法律の改正が行われ、特定中性子線施設（J－P A R C中性子線施設）が追加された。

- ・トリウム利用技術

トリウム232が中性子を吸収して生ずる核分裂物質ウラン233を燃料とする原子炉をトリウムサイクルの原子炉（トリウム炉）という。1980年代に核不拡散の立場から、すなわちウラン233は天然（または、劣化）ウランと混合することにより化学的には分離ができなくなることなどの理由から関心が一時高まったが、現在は、ウラン資源が乏しくトリウム資源に恵まれているインドを除くとほとんど研究開発は行われていない。

## 【ナ行】

- ・燃料サイクル（核燃料サイクル）

原子燃料サイクルともいう。天然に存在するウラン、トリウム資源が採掘、精錬、転換、濃縮、加工されて核燃料として原子炉で使用され、さらに原子炉から取り出されたあと再処理、再加工され再び原子炉で使用され、残りが廃棄物として処理処分されるまでの一連の循環（サイクル、最近ではリサイクルと呼ぶことも多い。）をいう。一般に、核燃料物質の探査、採掘から始まり、採掘されたウラン鉱石からのウランの抽出、精錬、ウラン精鉱からのフッ化物への転換、ウラン同位体の分離、濃縮、原子

炉燃料への成型加工、原子炉装荷（原子炉燃焼）、使用済燃料の再処理（プルトニウム、ウランの回収）、放射性廃棄物の処理、処分などの過程をたどる。

## 【ハ行】

- ・分離変換技術

放射性廃棄物処理・処分の負担軽減及び資源の有効利用のために、高レベル放射性廃棄物に含まれる元素や放射性核種を、その半減期や利用目的に応じて分離するとともに、長寿命核種を短寿命核種あるいは安定な核種に変換する技術。

## 【A～Z】

- ・ G N E P (Global Nuclear Energy Partnership)

2006年2月に米国より提案された構想で、国際的なエネルギー需要の増大を踏まえ、安全とセキュリティを確保しつつ原子力エネルギーの平和利用を世界的に拡大することが必要との共通認識を持つ国々による協力であり、環境を改善し、世界の発展・繁栄と核拡散リスクの低減に貢献するため、先進的な核燃料サイクル技術の開発、配備を促進することを目的としている。

- ・ I P C C (Intergovernmental Panel on Climate Change)

1988年に、国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）により設立。地球温暖化に関する科学的・技術的・社会経済的な評価を行い、得られた知見を政策決定者を始め広く一般に利用してもらうことを任務とする。5～6年ごとに地球温暖化について網羅的に評価した評価報告書を発表するとともに、適宜、特別報告書や技術報告書、方法論報告書を発表している。

- ・ I T E R (International Thermonuclear Experimental Reactor) 計画

国際熱核融合実験炉計画。核融合実験炉の建設・運転を通じて平和利用のための核融合エネルギーの科学的及び技術的な実現可能性を実証することを目指す国際共同プロジェクトである。現在、日本、欧州原子力共同体、米国、ロシア、中国、韓国及びインドの7極が参加している。

- ・ J - P A R C (Japan Proton Accelerator Research Complex)

日本原子力研究開発機構と高エネルギー加速器研究機構とが共同で建設している加

速器施設。世界最大級の強度を有する陽子ビームを標的に照射することにより、中性子を始めとする多くの二次粒子を取り出し、生命科学、物質科学、材料科学、原子核・素粒子物理などの分野での研究が行われている。

- ・ J T - 6 0

日本原子力研究開発機構那珂核融合研究所が有する世界最大級のトカマク装置であり、米国の T F T R（運転終了）、欧州 の J E T 装置と併せて 3 大トカマクといわれた。J T - 6 0 で達成された 5. 2 億度を越える世界最高温度は、ギネスブックにも登録されている。B A 活動のサテライト・トカマク計画における超伝導化改修のため、現在は運転を停止している。