

原子力委員会研究開発専門部会 報告書（案）

第1章 はじめに

原子力研究開発を取り巻く状況の変化を踏まえ、本部会で原子力研究開発のあり方の議論を行うこととした旨を記載。

第2章 検討作業

本部会での検討作業の概要を記載。

第3章 国内外の原子力利用の状況と国外の原子力研究開発動向

部会での議論等をもとに、国内外の原子力利用の状況と国外の原子力研究開発動向について記載。

第4章 我が国の原子力研究開発のあり方に関する議論

関係機関からのヒアリングを通じて交わされた議論をもとに、我が国の原子力研究開発のあり方に関する課題の論点を整理したこと、及びそれらに関する議論の内容を記載。

第5章 結論

これまでの議論の内容を踏まえ、原子力政策大綱に示す基本的考え方の妥当性の評価及び関係行政機関の対する提言などを記載。

（付録1）研究開発専門部会の開催実績

（付録2）「研究開発専門部会 ご意見を聴く会」実施結果概要

（付録3）研究開発専門部会の委員等名簿

（付録4）原子力政策大綱（原子力研究開発関係部分抜粋）

別冊 用語解説

第1章 はじめに

原子力委員会は、平成17年10月に、今後数十年間にわたる我が国における原子力の研究、開発及び利用に関係する国内外情勢の展望を踏まえ、原子力発電や放射線利用の推進に関して、今後10年程度の間に各省が推進すべき施策の基本的方向性や、原子力行政に関わりの深い地方公共団体、事業者、国民各層等への期待を示した原子力政策大綱を策定した。この大綱においては、原子力研究開発は、原子力発電の基幹電源としての公益性の維持や学術の進歩、産業の振興などの観点から重要な役割を担うとした上で、特に「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。」とされている。

この後、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急速に高まってきたことを受けて、原子力委員会では平成19年に「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」を設置し、エネルギー安定供給を図りつつ2050年までに世界の温室効果ガスの排出を半減するための原子力利用のあり方などについて調査審議を付託した。平成20年3月に取りまとめられた同懇談会の報告「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について」においては、世界的な原子力の平和利用の一層の拡大を目指して、我が国は、①世界最高水準の安全性と経済性等を有する次世代軽水炉、多様なニーズに対応した規模、機能と経済的競争力を備えた中小型原子炉、高温ガス炉による水素製造技術等の原子力エネルギー利用の多様化と高度化を図る革新的技術の開発、実証及び実用化、②長年にわたる原子力エネルギーの利用を可能にする先進的な燃料サイクルの実現に向けた高速炉とその燃料サイクル技術の研究開発、③将来の恒久的エネルギー供給技術の実現を目指す核融合の研究開発に取り組むべしとしている。

さらに、原子力委員会では、平成20年7月、「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」を取りまとめた。これは、2050年までに温室効果ガスの排出量を半減し、究極的には温室効果ガスの排出をゼロにすることを目指して策定された「環境エネルギー技術革新計画」(平成20年5月19日、総合科学技術会議)と合わせて、地球温暖化対策に貢献する原子力技術の研究・技術開発活動の指針を示したもので、原子力研究開発が目指すべきビジョン、研究開発に取り組むべき技術システムと技術システムに求められる性能、及びビジョンの実現に向けた取組の道筋等からなるロードマップを示し、関係府省において本ロードマップに基づく取組を行うことを求めている。

これに前後して開催された北海道洞爺湖サミットの首脳宣言の中でも「我々は、気候変動とエネルギー安全保障上の懸念に取り組むための手段として、原子力計画への関心を示す国が増大していることを目の当たりにしている。これらの国々は、原子力を、化石燃料への依存を減らし、したがって温室効果ガスの排出量を減少させる不可欠の手段と見なしている。」との原子力の重要性に関する認識が示され、実際、国際社会においては、特に、中国、インドをはじめとする開発途上国において原子力発電に対する期待は高まりを見せている。しかしながら、我が国の財政状況の影響もあり、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、民間においても、製造業において原子力関係事業の売り上げに占める割合が減少していること、電気事業者においても、電力自由化の結果、長期的観点に立った研究開発投資は減少している状況にある。

以上のような状況を踏まえて、原子力委員会は、原子力研究開発に関して、関係機関等による取組の進捗状況を把握し、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、それを踏まえて、今後の関係機関等の施策の進め方に関する必要な提言・助言等を行うために、研究開発専門部会において必要な調査審議を実施することを決定した（平成20年8月19日 原子力委員会決定）。

本報告書は、上述したような経緯から、本専門部会が原子力政策大綱に示された基本的考え方に基づく関係行政機関等の取組についてヒアリングを行い、また、国民からの御意見を聴き、その結果を踏まえて政策の妥当性を評価し、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もので、5章から構成されている。序章である本章に続く第2章に「検討作業」、第3章に「国内外の原子力利用の状況と国外の原子力研究開発動向」、第4章に「我が国の原子力研究開発のあり方に関する議論」を述べ、第5章「結論」で今後の進め方に関する提言等を述べている。また、付録1に本部会の開催実績、付録2に「研究開発専門部会 ご意見を聴く会」実施結果概要、付録3に本部会の委員等名簿、付録4に原子力政策大綱の原子力研究開発に係る関連部分抜粋を記載している。なお、本報告書を読まれる方の便に供するため、主な用語解説を末尾に添付している。

第2章 検討作業

本専門部会は、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、原子力政策大綱の策定以降の進捗や変化を中心に把握し、原子力政策大綱に示している関連する基本的考え方について、その目指すところの実現に向けての対応について広く意見交換を行い、この可能性を高める観点から留意すべき事項の指摘を含む、その妥当性の評価を取りまとめる作業を以下のように行った。

(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、以下のとおりヒアリングを実施した。

第3回研究開発専門部会：2008年9月24日（水）

文部科学省からのヒアリング

（独）日本原子力研究開発機構（JAEA）からのヒアリング

（独）放射線医学総合研究所（NIRS）からのヒアリング

第4回研究開発専門部会：2008年10月8日（水）

内閣府からのヒアリング（原子力安全委員会）

経済産業省からのヒアリング（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）からのヒアリング

第5回研究開発専門部会：2008年11月14日（金）

電気事業者（電気事業連合会）からのヒアリング

（財）電力中央研究所からのヒアリング

第6回研究開発専門部会：2009年1月16日（金）

米国における原子力政策と研究開発の現状

国内の原子力研究開発機関の取組状況の概要

第7回研究開発専門部会：2009年2月13日（金）

電力自由化の事業活動と資源配分への影響

（独）日本原子力研究開発機構の研究開発施設に関するヒアリング

第8回研究開発専門部会：2009年3月17日（火）

原子力機器製作に関するヒアリング

電気事業者（電気事業連合会）からのヒアリング

(2) 「ご意見を聴く会」の開催

この分野の関係者の取組に対する国民のご意見を伺うため、以下のとおり「ご意見を聴く会」を開催した。

①開催日時及び場所

日時：２００９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）

②プログラム

a) 開催趣旨説明

b) 会場に参加された方々からご意見を頂く

③参加者数：６３名（うち、意見発表者は１９名）

この会及び会に参加募集時に提出された御意見は、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御意見や御提言等を中心に、本部会の審議に反映した。

（３）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）の取り纏めを行った。

第９回研究開発専門部会：２００９年４月１７日（金）

「研究開発専門部会 ご意見を聴く会」開催結果の分析

報告書骨子案に関する議論

第１０回研究開発専門部会：２００９年５月１５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、２００９年XX月XX日（X）～XX月XX日（X）の間、国民の皆様から御意見を募集した。その結果、XX名（X団体を含む）の方からXX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 国内外の原子力利用の状況と国外の原子力研究開発動向

3. 1. 我が国及び世界の原子力利用の状況（原子力政策大綱策定以降の動向を中心に）

<原子力利用の状況>

・原子力発電の稼働状況

－国内；53基・48GW（計画建設中；15基・約20GW）

－世界；30カ国で436基・約370GWが稼働中（2008年12月；WNAデータ）
計画・建設中；27カ国で151基・約150GW

- ・新潟県中越沖地震（2007年7月）の影響により柏崎刈羽原子力発電所が全基停止し、国内稼働率が低下。2009年5月には7号機が運転再開に向けて試運転を開始した。
- ・各電気事業者においては、新耐震安全審査指針等を受けて、それぞれの原子力発電所の新指針への適合状況の確認（バックチェック）が進められている。
- ・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べく、保全プログラムに基づく新検査制度を導入。
- ・六ヶ所再処理工場はアクティブ試験中。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が、現在、最終段階にある。
- ・高レベル放射性廃棄物等の処分施設の設置可能性調査を受け入れる地域の公募が行われているが、応募する自治体は現れていない。経済産業省では、処分事業を推進するための取組の強化策をとりまとめ。また、研究施設等廃棄物については、2008年5月に日本原子力研究開発機構法が改正され、原子力機構が処分の実施主体に位置づけられた。
- ・次世代軽水炉：2030年頃から見込まれる代替炉建設需要をにらみ、世界市場も視野に入れて、産官の協力により開発を推進。
- ・高速増殖炉「もんじゅ」；1995年12月のナトリウム漏えい事故により停止。その後、「ナトリウム漏えい対策等工事計画」に対する地元自治体の事前了解を経て改造工事を実施し、完了した。しかし、運転再開に向けたプラント確認試験を実施中に、ナトリウム漏えい検出器の誤作動や屋外排気ダクトの腐食等のトラブルが相次ぎ、運転再開を延期した。新潟県中越沖地震の経験を踏まえた耐震安全性の評価も、保安院における審議が継続している。
- ・核融合研究開発：国際協力プロジェクトにより国際熱核融合炉（ITER）の開発を推進。また、幅広いアプローチ（BA）協定に基づき、欧州との間

でB A活動を推進。

- ・放射線利用については、非破壊検査、品種改良等、工業分野、農業分野、医療分野等において国内外で利用が進められており、2008 年 12 月からは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)が、施設の利用を開始している。また、J-PARCの中性子線施設の共用の促進を図るため、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の対象として同施設を追加する改正法案が国会において審議されているところ。

<気候変動問題と原子力への期待>

- ・I P C C 第 4 次評価報告書 (2007 年 11 月 ; 統合報告書)
「20 世紀半ば以降の世界平均気温の上昇は、その大部分が、人間活動による温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が非常に高い。」
- ・G 8 サミット
ーハイリゲンダム (2007 年 6 月)
「本日我々が合意したすべての主要排出国を巻き込むプロセスにおいて、排出削減の地球規模での目標を定めるにあたり、我々は 2050 年までに地球規模での排出を少なくとも半減させることを含む、EU、カナダ及び日本による決定を真剣に検討する。我々は、これらの目標の達成にコミットし、主要新興経済国に対して、この試みに参加するよう求める。」(首脳宣言より)
- ー北海道洞爺湖 (2008 年 7 月)
「我々は、気候変動とエネルギー安全保障上の懸念に取り組むための手段として、原子力計画への関心を示す国が増大していることを目の当たりにしている。これらの国々は、原子力を、化石燃料への依存を減らし、したがって温室効果ガスの排出量を減少させる不可欠の手段と見なしている。」(首脳宣言より)

3. 2 欧州・米国における原子力研究開発の状況

<欧州>

- ・EUは、I T E R 計画等を通じて核融合エネルギーの実現に向けた研究開発に精力的に取り組む一方で、原子力(核分裂)エネルギーの発展と展開を期するための基本方針としてSNE-TP(The Sustainable Nuclear Energy Technology Platform)を示している。
- ・SNE-TP では、R & D の方針、予備的なロードマップを示し、技術開発と並行

して、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みなど特記。

- SNE-TP では、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。
- これを踏まえて、既存の各国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、EU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。

<米国>

- 米国において、エネルギー省の原子力諮問委員会は新政権に提出する原子力研究開発のあり方に関する報告書を作成するべく、政策小委員会と技術小委員会を設置して検討。
- 技術小委員会は、原子力計画に利用できる施設について検討を行い、研究開発については、国内施設の性能向上や国際施設の共同利用を拡大すること、第4世代原子炉を開発、実証すること、モデル化シミュレーション能力を開発することなどを勧告している。
- 原子力諮問委員会は、これらの小委員会の勧告も踏まえて、原子力に関する研究開発ロードマップの作成と実施の必要性を指摘している。また、研究開発施設については、必要な施設を確実に利用できる体制に整備するためには戦略的な構想が不可欠であると述べている。

第4章 我が国の原子力研究開発のあり方に関する議論

4. 1 原子力研究開発の取組に関する現状認識

第3回から第5回までの部会における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、個別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があることに加え、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、従前の取組の継続的な推進には限界があり、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方針転換を行うことの可否の検討も含めて、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。そこで、当部会は、この認識に至る議論を整理して、以下の諸点について議論を深めることとした。

- ・国や民間の、原子力に対する研究開発投資が減少傾向にある中で、多くの大規模プロジェクトが進行している状況下において、我が国の原子力技術の基礎基盤的な部分から優先度の高い大規模な開発までをバランス良く支える観点から、国内外での協力、分担を視野に、資金的、人的資源をどのように有効に配分していくか。
- ・基礎研究は、将来の環境変化や不確かさに対する弾力性を保つ意味でも重要であることから、プロジェクト研究と基礎的基盤的研究との連携も視野に入れた充実を検討する必要があるのではないか。
- ・特にエネルギー利用に関する研究開発に関して、開発期間が長期に及ぶことから、国が主導してきた研究開発の所要の成果が、事業環境、社会環境などの変化にも柔軟に対応できるような、ユーザに有効に技術移転される仕組みを検討することが必要であるのではないか。
- ・核物質を取り扱うなど原子力に特徴的な研究開発施設・設備の維持・整備が著しく困難となっている現状において、それらの有効利用や環境整備のあり方について、様々な社会的背景を考慮しながら検討していく必要があるのではないか。

次節以降に、この検討を通じ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の考え方を示す。

4. 2 原子力研究開発のあり方に関する議論

4. 2. 1 原子力研究開発活動による原子力利用への貢献

原子力基本法においては、我が国における原子力の研究、開発及び利用は、厳に平和の目的に限り、安全の確保を前提に、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に寄与することを目的として推進することとされている。

原子力発電は、エネルギー安定供給の確保のみならず、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、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現状において、この技術をより持続可能性の高いものにしていくことは重要である。

しかしながら、我が国においては、更なる省エネルギー技術の進展や少子化の進行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、更には、原子力発電技術と同様に低炭素エネルギー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、原子力発電技術は、これらとの間で市場における競争が激化する可能性があることも認識される必要がある。

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観点から、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ための研究開発を進めて、これを事業化する努力を重ねてきた。その結果、我が国は、今日、厳しい国際情勢の中でも核兵器保有国以外で濃縮、再処理を事業として実施している数少ない国となっている。しかし、この狙い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、これからはなおこの活動に対して投資を継続する必要がある。また、国内外の動向・情勢を踏まえて、我が国が実現を目指す将来のビジョンを自らの検討・判断により適宜修正・見直しすることを可能にするためにも、我が国自身が原子力研究開発を継続して推進する必要がある。

そこで、我が国の原子力の将来のビジョンのあり方、例えば、原子力発電技術を持続的に発展させることにより、エネルギー供給面での便益を享受することのみならず、他国への貢献を通じて、国際社会において存在感のある国となることの重要性など、改めて、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国民的合意を形成していくことが肝要である。

4. 2. 2 これまでの我が国の原子力研究開発活動の展開

これまでの我が国の軽水炉開発活動は、1960年頃の米国（BWR：GE社、PWR：WH社）軽水炉の導入に遡り、1970年代後半から安全性、信頼性を高めるため技術開発を進めつつ国産化され、3度にわたる改良標準化を経て日本型ともいえるべき軽水炉が1990年代に確立した。

軽水炉改良標準化計画においては、民間側では、電気事業者と製造業者が共同して実用化すべき要素技術やシステム構成を探索・選択し、国側では、国の補助事業として、原子力発電技術機構（NUPEC）を窓口として、民間側で選定された要素技術の安全性、信頼性の実証試験、確証試験を実施するという、国と民間とが役割分担をしながらの開発を進めた。

特に第三次軽水炉改良標準化計画で開発されたABWRでは、インターナルポンプやデジタル化された中央制御盤等の革新的な要素技術が採用されたことのみならず、モジュール工法の採用や、建設現場における超大型クレーンの採用などの建設マネジメントの革新も導入され、その結果生まれたシステムは、直ちに、かつ、継続的に採用された。この間、世界的には原子炉の新設が限られたこともあり、今日、このシステムは建設実績のある改良型軽水炉として評価されており、また、これに関与した国内各プラントメーカーは海外展開を図ることのできる技術基盤を備えるに至っている。

この状況にまで至った要因としては、

- それまでの運転経験を踏まえた具体的な技術目標を設定し、欧米で実績のある技術を組み合わせて、その時点で理想的なBWRシステム概念を構築し、徹底した要素技術の実証試験を実施したこと

- 最終的なユーザ（電気事業者）がこれを採用するプロジェクトを特定して（柏崎刈羽6，7号機）主体的に関与したこと

に要約される。

このように、既に実績のあるシステムに対して革新的な要素技術を導入して最適化を図る漸進改良型の技術開発アプローチに対して、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や廃棄物処分システムは、我が国のみならず、国外においてもなおシステム概念が定着していない。また、核燃料サイクルに関する技術システムについても、同様にシステム概念の探索段階にあるものなどがあり、未だ産業技術として定着していない状況にある。このような段階における研究開発活動は、現在の活動の後に、さらに実用化、産業化を目指す取組が必要となることもあり、軽水炉の改良標準化活動におけるアプローチとは基本的に異なることを認識する必要がある。

4. 2. 3 新たなフェーズを迎える我が国の原子力利用とこれからの原子力研究開発活動のあり方

○将来の原子力技術システムの実現

一般的に、基礎研究は、科学原理を探究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、「技術が市場において流通する」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、市場が要求する条件（安全性、信頼性、経済性等）を満足して実現できることが必要となる。

原子力エネルギー技術システムについては、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、研究開発段階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、長期間に渡り使用されることが望ましいため、システムを探索するという研究開発の初期段階においては、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システム構成を目指すことが肝要となる。

もとより、このような探索活動の結果、選定した技術の実用化過程における規模の拡大に伴って、予見できなかった不都合な特性が顕在化することや、製造技術、保全技術などの開発過程で困難が見いだされる可能性は否定できない。したがって、研究開発・技術開発活動においては、その技術的要件と社会的な要請を絶えず見直しを掛けつつ、両者を整合させる解を探索し続けるという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り、この活動については、一つの対象に対して類似の研究開発活動をしつこく繰り返して実施することになるため、相当の投資を要することを覚悟する必要がある。

○分離変換技術検討会報告書に関する検討

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は、我が国の分離変換技術に関わ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を検討し、「分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方」と題する報告書を取り纏めた。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性能目標に対する達成度合いを評価するための基本的なデータや評価手法の妥当性の検証（ベンチマーク）、実用技術として適用され得るための工学的な確証等が不足していること等が指摘されており、我

が国の原子力研究開発のあり方について検討する上で重要な事柄がいくつか示唆された。

同検討会における検討結果は、分離変換技術という個別技術に関する事柄に留まらず、原子力に関する将来の技術システムの実現を追求していくうえで重要なことであり、他の研究開発活動を実施していく上でも参考にされるべきことと考えられる。

４．１に示した諸点について、同検討会の報告から得られる示唆は以下のよう
に考えられる。

（１） 核燃料サイクルシステムを成立させるための要件

同報告書に記載のある通り、従来の分離変換技術に関する研究開発では、分離、燃料製造、核変換システム、再処理といった個別のシステムの研究開発が追求されてきた。しかしながら、このような個別のシステムに対する研究開発活動のみが実施される場合では、サイクルシステムの構築に不整合が生じてくる可能性があり得る。

例えば、核燃料についていえば、サイクルシステム中の核燃料は、炉型や燃焼度、リサイクル利用の方法等、その使用・処理の方法に応じて様々な核種を内包し、また、それらの各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システム（ここでは「サブシステム」という。）における滞在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。

このような特性を持つ燃料を適切に取り扱うサイクルシステムを構成する際には、個々のサブシステムが扱うことになる燃料物質が、標準的な組成の範囲を超えた様々な組成の物質になり得ることを想定し、このことに備えておくことが重要になる。すなわち、他のサブシステムにおける変更がもたらす影響を相互に許容しながら、それぞれのサブシステムが機能し続けることを可能にする基盤を整備しておくことが、個々のサブシステムにより構成されるサイクルシステム全体を機能させるのに必要な要件となる。

（２） 研究開発プロジェクトの進め方

同報告書に示されている分離変換技術の導入方法として取り組まれている研究のうち、「発電用高速炉を用いたマイナーアクチノイド（MA）の均質リサイクル」に関する研究開発は、国のプロジェクトとして進められているものである。

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、所用の性能目標を達成する技術システムを実用化するために実施されている。

もとより、このようなプロジェクトをすべて必ず成功裏に完了させることは、不確実性への挑戦を旨とするのが研究開発活動であるから、それを保証することは困難である。しかしながら、直面する多数の困難を克服するための地道な努力を積み重ねていくとともに、先例から失敗のリスクを小さくする工夫を学んで、それを適用していく努力を惜しんではない。

このことに関して指摘された点には、次のような点がある。

①研究開発プロジェクトは、適切な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。このことを担うプロジェクトリーダーは、研究開発活動の目指す目標、目標を達成するための候補の探索・確認作業の進捗状況、それ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動員計画を決定し、その後の進捗状況を把握していくことができなくてはならない。また、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行って、プロジェクトの方向性に関する有効な判断を仰ぐ準備をしておくことも怠ってはならない。

②研究開発プロジェクトは、特定の要素技術が性能を達成してもプロジェクトが成功するわけではなく、要素技術により構成されるトータルシステムの性能が満たされ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も、プロジェクトの成功確率の評価のためにも、研究開発のその時点において達成できるトータルシステムの性能を見定め、これを諸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有して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手段として、以下について検討していくことが有用である。

- ・個別のシステムの成立性を判断するだけでなく、その成否が他のシステムに与える影響までを考慮できる俯瞰的な評価システムを導入すること。
- ・複数のプロジェクトを横断的に俯瞰できる多様な知識を有する専門家を育成すること。
- ・システム評価に貢献できるシンクタンク機能を導入すること。

③特に技術システムの実用化を目指した研究開発プロジェクトについては、その

成否は市場が決めることであり、性能目標は研究開発担当者が決めてはならず、市場の動向の予測を踏まえて絶えず見直されるべきある。しばしば技術システムの実現には成功したが、市場における競争的存在となることに失敗するプロジェクトがあるが、この要因は、目標の見直しとその結果を踏まえたプロジェクトの修正に失敗したことによる。

このため、実用化システムの実現に向けては、民間と研究開発担当者間で市場の要求を共同化する作業を絶えず行うことが重要であり、研究開発プロジェクトの実施にあたっては、電気事業者やメーカーと有機的な連携を図り、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取り入れていくための方策を検討すべきである。

4. 2. 4 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、通常の技術とは異なり、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、産業技術として実用化していくことで進められてきた。このスキームにおいては、国の研究開発機関、メーカ、事業者という3つの主体が存在しており、この中で、国が原子力技術に関する研究開発を実施してきているのは、我が国として追及する原子力利用を実現していく上では、原子力技術が実用化に至るまで長期間を要し、投資コストが大きいことから、民間では負い難いそのようなリスクに対して、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、そのリスクを低減していくほうが、我が国全体としての公益を増進する観点からは有効であるという選択がなされてきた結果である。

しかしながら、近年、原子力研究開発利用活動を担う体制の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日本原子力研究開発機構の予算が減少し、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。

原子力政策大綱においては、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・改善する研究開発段階にあるものは主に民間が実施することを定めている。

上述したように、原子力を取り巻く状況に変化が見られ始める中で、我が国関係者が協調して一体となって原子力研究開発を推進できるようにするためには、原子力政策大綱に示した実施主体の考え方は維持しつつも、民間活動の独自性を

尊重した上で、国が関与する範囲について資源配分の重みの変更を議論して決めていくなど、絶えず工夫を重ねていくことが必要である。

○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」とされているとおり、基礎的・基盤的段階と位置づけられる研究開発活動は、他のいずれの段階の研究開発活動に対しても、それらの活動の活性の維持、発展に貢献できる点が多い。

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、技術的要件と社会的な要請の両者を整合させる解を探索し続けるという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は、国として、核データ・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、核不拡散技術の検証等に関する技術基盤を高いレベルで維持していくことが必要である。これらの維持に資する研究開発活動は、教育機関や民間に公的研究資金を提供することによっても一部は可能であるが、研究インフラを効率的に整備、利用可能であること、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に有用な、総合的な知見を提供しうることから、1つの組織が我が国の中心となって、体系的に、かつ、継続的に実施されるべきである。

一方、大学をはじめとする教育機関の主な役割は、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く基礎的な研究である。原子力エネルギー利用に関する教育機関での研究は、研究機関や民間の研究と連携して推進される分野と、独自の発想に基づく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。

○我が国原子力研究開発の中核的機関である JAEA が担うべき役割

JAEA は原子力基本法に唯一定められた中核的研究開発機関であり、我が国原子力利用を持続可能なものにすることに貢献できる機関であらねばならない。このため、JAEA は、プロジェクト研究のみならず、基礎的・基盤的研究開発

の重要性も十分に認識し、JAEAが中心となって、我が国の原子力基盤を支える研究開発活動の構築に向けて、それに資する研究開発の継続が確実に行われるよう努める必要がある。

また、民間による商業施設の運転が開始されつつある段階にある我が国の核燃料サイクルが、産業としての定着にはなおも時間を要することから、核燃料サイクル技術が実用化し、商用運転を開始した後でも、今後、未知のトラブルに直面することも予想されること、放射性廃棄物処理技術の性能を向上が必要になること、経済性や核拡散抵抗性に対する要求の高まりを踏まえた、第2再処理工場で採用する技術に関する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、これらの技術に対して技術的助言、フォローアップを行えるよう、技術・能力の維持に努め、適切支援を行えるような体制を整備していくことが必要である。

さらには、大学や産業界から派遣された人材が、JAEAで一定期間経験を積んだ上で、再度、大学における研究や産業界に従事するというような人材育成機能が求められる。

4. 2. 5 原子力研究開発活動固有の留意事項

○原子力安全に関する研究の推進・規制の協調体制について

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能力が必要であるが、この判断能力は、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を実際に行ってこそ涵養されること、また、独自に判断するためのツールを有し、それを利用可能に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)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。

しかしながら、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必ず実施されるものであり、TSOに関係する者がこの活動に参加し、開発された相当のツールを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。

○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の総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を見極めるとともに、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。

なお、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」においては、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間の交流による研究者等の多様な知識の融合を図る観点から、ユーザー・ファシリティとして認定された大型の研究施設について、その施設の利用促進業務を行う第3者機関に対して、当該業務に要する費用を交付する仕組みを整備している。JAEAが有しているホット施設の中には、分野・使命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、その活用のあり方を、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、産学官で検討していくことが必要である。

○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

特に原子力エネルギー利用に関する研究開発に関しては、開発期間が長期に及ぶことが多いことから、各方面において、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、体系化・構造化して、広く共有することを可能とする知識管理（ナレッジ・マネジメント）のあり方（原子力技術の体系化のあり方）について検討がなされているところであるが、それを可能にする理想的なシステムは未だ実現していない。

このような理想的な状態が実現されていない中、技術を実用化する際に肝要なことは、システム化された技術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、いわゆる「暗黙知」が必要となるということである。このように「暗黙知」が、「人」や複数の人により構成される「組織」についていることを踏まえれば、システムに関する技術、ノウハウを有した「人」や「組織」の一部が研究開発機関から民間に至るまで、技術を背負ったまま流れていく流れをつくる必要がある。

また、そのような技術やノウハウの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、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。

第5章 結論

これまでの議論の内容を踏まえ、原子力政策大綱に示す基本的考え方の妥当性の評価及び関係行政機関の対する提言などを記載。

5. 1 原子力政策大綱第4章「原子力研究開発の推進」に示された基本的考え方の妥当性の評価について

5. 2 提言