

今後の原子力研究開発の進め方について(論点の整理)(案)

平成17年4月14日
原子力委員会新計画策定会議

1. 原子力に関する研究開発の位置づけ

我が国は、原子力基本法に基づき、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して、原子力の研究、開発及び利用を推進してきた。

原子力のエネルギー利用については、原子力発電は今日電力供給の約30%を担う基幹電源となっており、我が国のエネルギー供給の安定性確保に貢献している。また、原子力発電は発電過程において二酸化炭素を排出しないため、地球温暖化防止のための大きな役割を期待して利用していくことができる。さらに、今後、我が国は、最先端の省エネルギー社会の実現によってエネルギー需要を抑えていく必要があり、その上でエネルギー需要に対しては、これに見合う供給を、エネルギー安全保障や地球温暖化防止の視点を踏まえつつ、原子力発電にその役割を期待しつつ適切に確保していかなければならない。このため、エネルギー基本政策法に基づき定められたエネルギー基本計画において、原子力の研究開発が重点的に取り組むべきものに位置付けられている。また、科学技術基本法に基づき定められた第2期科学技術基本計画においても国の存立にとって基盤的であり、国として取り組むことが不可欠な領域に位置付けられている。

また、放射線は、医療、農業、工業、環境保全など国民生活に身近な広範な分野で利用が進み、その経済効果は発電に比肩するまでになるなど、既に我が国の原子力の研究、開発及び利用の水準や規模は、国際的に見ても高いレベルに達している。今日、このような利用を支えてきた加速器や研究用原子炉といった研究開発施設は、原子力固有の研究開発だけではなく、第2期科学技術基本計画において我が国の研究開発資源を優先的に配分するとしているライフサイエンスやナノテクノロジー・材料などの分野にも欠かせない研究手段を提供している。

さらに、多様な原子力利用を支える基礎・基盤研究活動は、人類共通の財産である新しい知識の獲得などに貢献するだけでなく、安全確保や我が国産業を支える技術基盤の維持・発展、国内外の人材の養成にも大きく寄与している。

我が国が原子力発電や放射線利用に係る技術を長期かつ安定的に利用し、その恩恵を長期間にわたって享受していくためには、安全性や経済性など利用システムの性能や技術水準をさらに向上させ、将来においても社会が選択できる技術として維持・発展させていくことが必要である。また、地球温暖化の懸念が高まりつつあり、経済のグローバル化が進行する世界の中であって、人口が減少局面にある我が国には、地球環境問題への対応や労働生産性を維持・向上する観点から、技術革新を継続していくことの重要性が一層増しているが、原子力の研究開発に対する不断の取組はこうした問題を解決することにも貢献すると考えられる。

我が国においては、科学技術の研究開発活動の少なからぬ割合が民間の産業活動の一環として実施されているが、原子力に係る研究開発では、新しい技術概念を実用化するまでの過程には大きな研究開発上の不確実性があること、実用化に至るまでの研究開発に要する期間が他の技術に比べても長期間に及ぶことなどから、他の科学技術分野と比

べても、国あるいは公的研究機関の活動が我が国全体の当該分野の研究開発活動の維持・発展に非常に大きな役割を果たしてきた。

しかし、近年、公的研究機関を中心に、国の原子力に対する研究開発投資も抑制される傾向にあったことから、これまでに築き上げられてきた技術基盤を将来にわたって維持していくことについて真剣な検討が必要な状況となっている。

このような状況を踏まえ、国においては、原子力がもたらす公益の大きさに鑑みて、研究開発の推進やその技術基盤の維持・発展させるために必要な資源の確保を図ることが必要である。その際、「選択と集中」の考え方により研究開発資源を効果的かつ効率的に配分することにも留意する必要がある。

なお、原子力の研究開発活動が他の分野の研究開発活動と相互裨益の関係にあること、国が行う研究開発活動が民間の計画やその技術水準の維持・向上や、我が国産業の国際競争力にも大きな影響を及ぼすことなどを考慮しつつ、技術革新を通じて、国民がより付加価値の高い技術の恩恵を受けることができるよう、国として取り組むことが相応しい領域の研究開発を戦略的に推進していくことが重要である。また、原子力の分野では、二国間協定によってどの国を起源とする技術かが厳格に追求されるとともに、核不拡散の観点から国際展開等に不都合が生じることも少なくないので、核不拡散へも十分配慮した、我が国の独自技術を開発することの重要性が他の分野に比して大きいことにも配慮する必要がある。

2. 原子力研究開発活動推進の基本的考え方

原子力の研究開発は、エネルギー利用に関するもの、放射線利用に関するもの、そしてこれらを支える基礎・共通基盤に関するものに大別されるが、研究開発の目的に応じて国の役割を明確にし、以下のような基本的考え方に沿って推進することが適切である。今後、国は、この基本的考え方を十分に踏まえ、得られる成果とその意義の大きさを考慮し、適切な研究開発資源の配分や、研究開発計画の調整を図りつつ、研究開発活動を推進していくべきであり、原子力委員会は毎年度の概算要求の見積もり等においてその適切なあり方について確認することが妥当である。

(1) 実用化された技術を改良するための研究開発

ここに位置づけられる研究開発は、現在普及している原子力発電技術や放射線利用技術といった原子力利用技術、そして科学技術活動に利用されている技術をより効果的あるいは効率的に利用できるように改良し、性能や経済性を向上することを目指すものである。この種の研究開発活動は、当該技術システムに関わって事業を行う主体が自ら資源を投じて実施されるべきである。ただし、その成果が多くの事業者で共有され、広く実施されることが望ましい場合やその技術改良の実現が公益に資する場合には、国は適宜適切に評価しつつ国が共同開発の仕組みを整備するなどしてこれを支援していくこと、あるいは国が行う安全規制を確実にするための研究やその成果の普及誘導の活動を行うことは妥当である。

軽水炉の高経年化対策や出力増強対策などに使える共通技術、軽水炉の安全評価技術、材料技術、新型遠心分離機の技術の研究開発、軽水炉再処理及びMOX加工等現在のサイクル事業を安定して行うために必要な研究開発は、このカテゴリーに分類される。

(2) 新技術を実用化するための研究開発

ここに位置づけられる研究開発は、一般的には、既存技術に交替して利益を生み出す担い手となる新技術を準備するべく、初期実用化過程を終えた実用化候補技術の中から対象を選んで計画・実施されるもので、勇気ある投資家がリスクを賭して挑戦していくものである。国は、その成功が国富の増大に貢献する可能性も含めて公益性が高いと考えられる場合等に限定して、この活動を適宜適切に評価しつつ支援等することが適切である。

ただし、エネルギー利用を目的とする研究開発活動は、その技術が実用化された場合の公益が大きい場合や、実用化までに長い期間を要するため、民間が単独で実施して将来の利益を得るには大きすぎるリスクを伴う場合が少なくないことから、これまで国が他の研究開発分野に比べて関与を大きくしてきたことに留意すべきである。

このカテゴリーに分類される原子力エネルギー技術分野における研究開発活動には、既存軽水炉のリプレースを目指してタイムリーに実用化できる改良型軽水炉や商業ベースの高速増殖炉を準備する活動、高レベル放射性廃棄物の地層処分を確実に実施できるための研究開発などがある。

なお、国が関与する場合には、ユーザを含む関係者の間で実用化すべき対象やそこに至るロードマップなどの共有を図ることが重要である。

(3) 革新的な技術システムの実用化を目指す社会実証のための研究開発

ここに位置づけられる研究開発は、原子力の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ことから、(4)で位置付けられる研究開発による当該技術の成立性を確認した後、実用化を試みる者が受け入れることができる特性を付与して実用化の候補とすることを旨とするものである。新しい技術システムが実用化の候補としての要件を満たすためには、その技術システムがより高い安全性、信頼性、経済性などを有するだけでなく、実用化を可能とする技術基盤を確立する必要があるが、これらの要件は社会情勢によって変化するところも多いので、その研究開発計画については社会情勢を踏まえつつ、決定していく必要がある。

このカテゴリーの研究開発活動は、成果の外部性が大きい一方で、研究開発上の不確実性が高く、その実用化に至るまでには長い期間を要し、適切な規模の研究開発施設を必要とすることも少なくないことから、国及び公的研究機関が、ユーザを含む関係者とロードマップなどを共有し、民間の協力・協働を得つつ、主体的に取り組む必要がある。この場合、国は、この開発対象が社会の持続可能な発展に繋がるべきことに着目して、社会的な視点からの適時適切な評価を実施して研究開発が効果的かつ効率的に実施されるようにすること、段階的な計画として、次段階に進むためには国が適切な評価を行い、実施すべき研究開発を重点化することが肝要である。また、このカテゴリーの研究開発活動を推進するに当たっては、上述の技術基盤の確立を含めて、ユーザが実用化の対象として選択できる環境を整えるために、研究開発政策と利用政策を担当する府省間の政策連携が推進されることも重要である。

この分野に分類されるものは、原型炉「もんじゅ」などを運転しつつ、革新的な核燃料サイクル技術の開発を進め、それらの成果を踏まえて実用化戦略調査研究を行っている高速増殖炉サイクル技術の研究開発や、重粒子線がん治療の普及に向けた小型加速器の技術開発や分子イメージング等革新的な技術による放射線診断に関する技術開発などである。

(4) 新しい知識や技術概念を獲得・創出する研究開発

ここに位置づけられる研究開発は、原子力の新たな知識や技術概念を獲得・創出する活動や、我が国の原子力利用活動を支える技術基盤を高い水準に維持する観点から行われる活動であり、その主な担い手は国や公的研究機関、大学である。このカテゴリーに分類される研究開発活動は、国が、適宜適切に評価を行いつつ推進すべきである。

ただし、こうした活動は、特段の要請がない限り、原則として研究者・技術者の発想や、研究機関の研究開発マネジメントを重視することに留意する必要がある。また、ここに位置づけられる研究開発は安全の確保の技術基盤の構築や、我が国における継続的な技術革新の源泉となるものであり、研究者・技術者など人材の養成などにも大きく寄与することに留意して、研究機関における選択と集中及び業務の実施効率化に努めつつ、国は、運営費交付金の確保に当たって、この種の研究開発活動が活発に行われることを可能とする規模の維持に配慮することが必要である。

革新的な技術概念の実現を総合的に試行する研究開発

ここに位置づけられる研究開発は、新しい技術概念を構成する主要な機能を実現する技術の見通しをつけるものや、将来の社会情勢等に柔軟に対応できる技術的選択肢の拡大に努める観点から、基礎的な調査や研究の成果を踏まえて総合的に新しい概念の技術実証を目指すものを含む。その際、高い性能を有する加速器や原子炉など特徴的な施設・設備を必要とするなど比較的大規模な研究開発投資を必要とする場合もあるが、国は、このような場合には特に、その投資の規模に対する波及効果や、研究の水準の維持の必要性といった外部性にも留意して適切に評価を行い、その結果を公表するなどして国民の理解を得つつ、これを推進していくことが必要である。

ここに分類されるものとしては、高温ガス炉を用いて水素製造を目指す研究開発や、核融合エネルギーを取り出すシステムの技術概念を実証する核融合に関する研究開発などがある。

基礎的・基盤的な研究開発

核工学、炉工学など原子力分野の共通の基盤技術は、安全規制に必要な技術基盤の構築や、我が国における原子力を利用するためのシステムを構想・設計し、改善・改良を加えていくための能力の涵養を含め我が国の原子力利用を分野横断的に支えており、国は、これら共通の基盤技術の研究開発を着実に推進する必要がある。

また、原子力安全委員会及び規制行政庁が行う原子力安全の確保のための安全規制の向上に向けて、原子力安全委員会が定める「原子力の重点安全研究計画」に基づく安全規制のニーズに対応した研究開発は共通の基盤技術に立脚して行われるものであり、今後とも着実に実施していくことが不可欠である。

核不拡散への対応に重要な核物質の計量管理技術の研究開発は、ここに分類される。

さらに、放射線の利用に関して、ビーム利用技術の高度化・多様化の進展に伴い、「量子ビームテクノロジー」と呼ぶべき新たな領域が形成されつつあるが、この領域では、革新的なアイデアが短期間のうちに実用化される可能性や、その活動の成果が直ちに学術上の新しい知識や市場において競争力がある技術シーズ、革新技術などにつながる可能性がある。このため、国及び公的研究機関は、大強度陽子加速器計画等などを推進するにあたって、我が国の共通基盤インフラとしての関連施設・設備の技術開発や、その利用環境の整備などによる利用の促進、利用に必要な情報や成果の発信に努めることが重要である。

こうした活動の過程では新しい技術概念の卵が絶えず生まれる。これらは将来における技術革新の源泉となるものであるから、それらを適切に評価・選択して、革新的な技術システムの候補として孵化させる、探索研究活動が常に維持されるべきである。分離変換技術に係る基礎的段階の研究などはこの例である。こうした新しい技術概念の探索研究には、大学や公的研究機関と民間との連携・協働を図ることも効果的であるから、国は、これを促進するための適切な仕組みについて検討することが必要である。

3. 原子力科学技術活動に係る大型の研究開発施設の整備

原子力の研究開発に必要な大型の研究開発施設は、我が国全体の広範な分野の研究開発活動を支える基盤的な科学技術インフラとも位置づけられる。そこで、この分類に属する施設の整備に当たっては、我が国が広く科学技術活動全般を通じて人類社会の発展に貢献し、もって国際社会における地位を高める観点も踏まえて、どのような施設・設備をいつ設置するべきかといった視点から検討が行われることが必要である。

この検討において重要なことは、こうした施設を用いた研究の意義と成果を踏まえた費用対効果の分析であり、その結果として、相互裨益の観点から国際協力によりこれを設置することや、海外の施設・設備を効果的に利用することも選択肢として考慮することを忘れてはならない。また、前述の新概念の実現を総合的に試行する活動や新概念の探索・実証において、一定規模以上の研究開発投資によって施設・設備などを試作する場合には、広範な科学技術分野への波及が期待される、特徴あるものとなることも意識して整備し、その特徴をそのまま我が国の「強み」として活かすことも検討されるべきである

さらに、こうした大型の研究開発施設・設備の整備やその有効利用を通じて、我が国にCOE(センター・オブ・エクセレンス)を形成するため、国が、施設・設備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の整備を促進していくことも極めて重要である。ただし、こうした研究開発施設・設備の利用にあたっては、その成果が広く国民に還元される場合を除き、原則として受益者が費用の応分を負担すべきである。

4. 研究開発の評価のあり方

研究開発活動には、目的達成の不確かさと、達成した場合の社会の受容性に関する不確かさがある。したがって、これに投資する国は、研究開発活動の効率化と活性化を図り、一段と優れた成果をあげていくため、これらの不確かさの度合いを認識していることが重要で、この観点から、研究開発課題及び研究機関について適時適切な評価を実施し、評価結果を資源の配分や計画の見直し等に反映することが重要である。この場合に考慮すべき点は以下のとおりであり、国は原子力政策全体の整合性を図る観点から適時適切に評価を行うこととする。

(1) 研究開発の成果を広く国民に還元するという視点を重視すること。したがって、研究の科学的、技術的な観点だけでなく、社会的意義、実施体制等、研究内容に応じた適切な評価項目の設定による評価が重要である。

(2) 多数の研究者を結集して行うプロジェクト研究の実施に当たっては、強力で適切なリーダーシップが何よりも求められ、このためリーダーの能力と資質を評価の対象とすることも

重要である。

(3)大規模な投資を必要とする研究開発に関しては、これを段階的に推進することとし、次段階に進めるに当たっては必ず外部評価を実施し、当該多段階計画自体の改訂などに反映すること。また、予算超過の懸念への対応、競争的資金による研究開発に関するマネジメントのあり方などについても十分に考慮すること。

(4)独立行政法人の業務の実施にあたっては、自律的・自発的運営が行われることを踏まえつつも、原子力政策のみならず関連する政策との整合性を確認する視点から適宜適切に評価を行うこと。

5. 研究開発環境の整備

研究開発の学際化が進む中で、創造性豊かな研究、革新的技術の開発、円滑な技術移転等が求められている今日の状況に鑑み、個々の研究組織や研究活動の独自性をいかしつつも、産学官相互の連携が図られるように、研究活動の相互乗り入れ、ネットワーク化、技術移転システムのより一層の整備を進めるなど原子力技術分野においても科学技術システムの改革を図ることが重要である。

このため国は、研究開発機関においてその特色を活かした基礎研究の充実、整備する大型研究施設・設備の共同利用、及び異なる組織や分野の間での共同研究を促進するため研究資源の確保が必要である。その際、原子力科学技術施設は、単に原子力分野の研究開発の観点に留まらず、我が国の科学技術研究全般を支える基盤的設備の整備のあり方の観点からその重要性に即した資源配分が図られるべきであり、こうした大型研究基盤施設の開かれた利活用を促進するための方策について検討することが必要である。

また、国内外の人材の流動性の向上、情報通信技術の進展をも考慮した研究データや関連情報の発信と円滑な流通促進のための基盤整備等を進めるなど、多面的な知のネットワークの構築・整備を進めることが必要である。特に、研究成果の民間への移転が重要となる研究開発においては、産学官の役割分担だけでなく、このようなネットワークを活用して関係する研究者が相互に乗り入れ、あるいは結集するなど、柔軟な研究開発実施体制を組んで推進することや、技術移転システム等を活用して積極的に産業化を図るなど社会や市場からの要請にこたえていくことが必要である。

さらに、原子力の多岐にわたる知識を確実に継承し、将来においても適切かつ有効に活用していくために、また、我が国全体の研究開発活動を支えるためにも国と民間は、研究開発や実用過程で得られた知識を集約、体系化・構造化して、時代を超えてこれを生きた知識として広く共有することを目指して、知識管理(ナレッジ・マネジメント)のシステムの構築を検討するべきである。