

## 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27日  
原子力委員会新計画策定会議

### 1．原子力研究開発の基本的考え方

#### （1）原子力研究開発の必要性について

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、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ている。その結果、原子力発電は、着実に導入が進められ、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、地球温暖化抑制の有力な手段の一つとして大きな貢献をなしている。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るが、エネルギー供給源の選択にあたっては、今後とも、エネルギー安全保障や地球温暖化抑制への対応を重視する必要がある。原子力発電は、その有力な手段の一つとして、適切な規模の供給を担うことが期待されており、今後とも原子力発電を安定的な基幹電源としていくために必要な研究開発を実施していく必要がある。

また、放射線については、医療、農業、工業、環境保全など国民に身近な広範な分野で利用が進み、その経済効果は原子力発電に比肩するまでになるとともに放射線利用技術の多様化と高度化が多方面で進んでいる。一方、このような放射線利用技術の開発を支えてきた加速器や研究用原子炉といった大型研究開発施設は、原子力固有の分野だけではなく、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。このため、放射線の多様な利用を念頭においた研究開発を進めていく必要がある。

さらに、多様な原子力利用を支える基礎・基盤研究活動は、原子力の安全確保や我が国産業を支える技術基盤を維持・発展させるとともに国内外の原子力分野の人材の養成に大きく寄与してきている。また、核融合研究の一環として物質の第4の状態と言われるプラズマの性質を解き明かしてきたことに示されるように、人類共通の財産である新しい知識の獲得にも貢献してきている。

このように、原子力が社会の持続的発展のために貢献していくためには、引き続き研究開発が必要である。

## (2) 原子力研究開発における国の関与の必要性

これから人口が減少局面に向かう我が国においては、地球環境問題に対する懸念の高まりを踏まえつつ、労働生産性を維持・向上することが重要になってきており、技術革新の充実は不可欠なものとなっている。そのため、国においては、新たな知識の創出や経済・社会の持続的発展につながるアウトカムが得られる分野に重点的に投資して、質の高い研究開発を推進していくことが必要となってきている。

我が国においては、科学技術一般の研究開発の少なからぬ割合が民間においてその産業活動の一環として実施されている。しかし、原子力分野における研究開発は、その技術が実用化された場合の公益が大きいことや、実用化までに長い期間を要するために民間が単独で実施するにはリスクが大きすぎる場合が少なくないこと、新しい技術概念を実用化できるかどうかの不確実性が大きすぎること、放射性物質を取り扱える大型施設が必要なことなどから、国あるいは公的研究機関は、原子力分野の研究開発においては他の科学技術分野と比べ非常に大きな役割を果たしている。

また、原子力分野の研究開発は、他の分野の研究開発と相互裨益の関係にあること、国が行う原子力研究開発が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大きな影響を及ぼすこと、原子力の研究開発活動のために整備されている大型研究施設は、原子力固有の研究のみならずライフサイエンスやナノテクノロジー・材料などの他の重要分野の研究開発活動に必須の研究手段を提供していること、などの点からも原子力の研究開発の有用性は極めて高いといえる。

以上のことから、国は、原子力分野の研究開発を基幹的な研究開発として引き続き投資するべきである。その際、研究開発課題の分野や、原子力の特徴を踏まえた研究開発の段階に応じた適切な官民役割分担、投資の費用対効果、国際協力の使い方などを総合的に検討して、「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、原子力技術は、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とも少なくないので、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の類型化と国の関与のあり方

国と民間との役割は、技術の発展段階に応じて整理することが適切であり、これを「新しい知識や技術概念を獲得・創出する研究開発」、「革新的な技術シ

ステムの実用化の候補を目指す研究開発」、「新技術を実用化するための研究開発」、「実用化された技術を改良するための研究開発」の段階に分けることができる。これまでの「論点の整理」等で述べられてきている研究開発については、これらの段階に位置づけられ、それぞれ適切に推進されるべきである。

#### (1) 新しい知識や技術概念を獲得・創出する研究開発

新たな知識や技術概念の獲得・創出や、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研究開発である。ここに位置づけられる研究開発の主な担い手は国や公的研究機関、大学である。この分野の研究開発は、安全の確保の技術基盤の構築や、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しているため、国が主体的に着実に推進する必要がある。この段階の研究開発は、「基礎的・基盤的な研究開発」と「革新的な技術概念の実現を総合的に試行する研究開発」に大別できる。

ここに位置づけられる研究開発は、国が、適宜適切に評価を行いつつ推進すべきであるが、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必要がある。

また、ここに位置づけられる研究開発では、研究機関は選択と集中及び業務の実施効率化に努める一方、国は、その運営費交付金の確保に当たって、ここに位置づけられる研究開発活動が中長期にわたり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。

#### 基礎的・基盤的な研究開発

将来における技術革新の源泉となる新しい技術概念を生み出すとともに安全規制に必要な技術基盤の構築や、原子力利用の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に貢献して、我が国の原子力利用を分野横断的に支える研究開発である。

ここに分類されるものとしては、他の「論点の整理」等で記載されているものの他、核工学、炉工学など原子力分野の共通の基盤技術、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二ーズに対応した研究開発、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、分離変換技術に係る基礎的段階の研究などがあり、着実に推進する必要がある。

国は、この研究開発から絶えず生まれる技術概念を適切に評価・選択して、革新的な技術システムの候補とする探索研究活動が常に維持されるよう努めるべきである。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ことから、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。

## 革新的な技術概念の実現を総合的に試行する研究開発

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ための研究開発や、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観点から、基礎的な調査や研究開発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研究開発である。

ここに分類されるものとしては、他の「論点の整理」等で記載されているもの他、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り、着実に推進する必要がある。

この研究開発を進める際、高い性能を有する加速器や原子炉などの施設・設備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うとともにその結果の公表により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。

## (2) 革新的な技術システムの実用化の候補を目指す研究開発

(1)で位置付けられる研究開発により技術の成立性を確認された、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革新技術を、実用化技術の候補にまで発展させることを目指す研究開発である。ここに位置付けられる研究開発活動は、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、実用化候補になるまでに長い期間を要し、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。そこで、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。

新しい技術システムが実用化技術の候補としての要件を満たすものとするためには、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ものになることを実証するだけでなく、実用化のための技術基盤に見通しをつけることも必要である。このため、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、その研究開発計画は社会情勢を踏まえつつ、決定するとともに、研究開発の推進に当たっては社会的な視点からの適時適切な評価を実施することが必要である。また、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、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。

### (3) 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、既存技術に交替する新技術として(2)の段階を経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、基本的には事業を行おうとする主体が自ら資源を投じて実施されるべきである。

国は、新技術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ていることに留意すべきである。

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。

### (4) 実用化された技術を改良するための研究開発

現在普及している原子力利用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研究開発である。この研究開発は、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大きく公益に資する場合には、国が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、規制・誘導することは妥当である。

なお、今後、原子力発電所の新規建設基数の停滞が続くことが予想され、事業主体におけるこれまで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。技術基盤の維持については、「5. 研究開発環境の整備」で述べることにする。

## 3. 原子力科学技術活動に係る大型の研究開発施設

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、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からも重要なものである。

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)を形成するためには、国がこれをユーザーファシリティと位置づけて、施設・設備が整備される地方自治体と連携・協力し、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、国は研究開発投資にあたっては、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ある。この観点から、国は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。また、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とする。

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とともに、評価結果を国民に対し公表することが必要である。

- (1) 原子力分野の研究開発は、公益等の点から他の科学技術分野と比較して国の関与が大きくなっていることから、国民の視点からの評価が重要であること。
- (2) 優れた成果を生む研究開発を実施し、そ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を工夫すること。
- (3) 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極めて重要であることから、個々の構成員の能力はもとより、リーダーについて、リーダーとしての能力と資質も評価の対象とすること。
- (4) 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する。その際には、その投資の波及効果や、国際競争と協調の視点、国内における当

該分野の研究水準の維持の必要性といった点にも留意して評価を行うこととする。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。

- (5) 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、統合された技術システム等の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、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、国及び公的研究機関が保有する施設・設備の供用、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科学技術システムの改革を図ることが重要である。

また、我が国の原子力分野における技術基盤の維持に対する懸念に対しては、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ことが重要である。このため、国と民間は、研究開発や実用過程で得られた暗黙知を表出し、形式化し、結合し、体系化していく知識創造過程を意識的に管理する観点から、ベストプラクティスを共有化し、専門知のネットワークを組織し、知識を資産に変えて、これを共有することを目指す知識管理（ナレッジ・マネジメント）のあり方を検討していくべきである。新しく発足する日本原子力研究開発機構、新設の日本原子力技術協会などが、この場としても有効に機能することが期待される。

さらに、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や民間が技術移転を受けて実施してい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・技術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、暗黙知の効果的移転には人の移転が重要であることを踏まえた技術移転システム等の構築により積極的に産業化を図ることを念頭に置き、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。

# 原子力研究開発のイメージ

(図中の個別の研究課題の位置は、「ある時点における位置づけ」を示しているに過ぎない)

研究開発の段階			
新しい知識や技術概念を獲得・創出する研究開発	革新的な技術概念の実現を総合的に試行する研究開発	革新的な技術システムの実用化の候補を目指す研究開発	新技術を実用化するための研究開発
基礎的な研究開発			実用化された技術を改良するための研究開発

