

核燃料サイクル開発機構と大学の関係について（意見）

近藤駿介

東京大学教授（大学院工学系研究科システム量子工学専攻）

文部省学術審議会専門委員（特定研究領域推進分科会原子力部会）

1. 核燃料サイクル開発機構の活動に対する大学の寄与

核燃料サイクル開発機構（以下、機構という。）は、国、原子力委員会とともに将来にわたる人類生存のために重要な寄与をなすオプションとしての核燃料リサイクルシステム実現のため、このシステムを構成する技術のうち我が国が国費をもって開発すべき実用化前段階の有望技術（precompetitive enabling technology: PET）候補を選択し、内外の動向を常に監視しつつ、実用化の道が多岐にわたる場合には基礎・基盤研究により有望技術を絞り込み、実用化有望技術についてはこれを産業家が実用化企画のテーブルに載せることができる段階にまで開発することを使命とする。この使命は国民の負託に応えて遂行されるのであるから、大学は機構の使命達成活動に支援を惜しむものではなく、この観点から以下の点を特に指摘したい。

（1）研究開発推進組織の構成 この技術候補の選択を含む事業計画の策定・推進に当たっては、FBR懇談会報告にもあるように地球的視野で技術課題群を評価・選定し、最も優れたチームに企画、推進、実施、評価を行わせることを基本とすべきである。したがってこのチーム編成にあたっては、開発されるべき技術の性格から知的所有権や産業政策の観点からの配慮が重要であるとしても、海外の人材と併せて大学の人的資源もまた適材適所で最大限活用すべきである。この点で、プロジェクトマネジメントから具体的研究作業に至る様々なチームに大学の研究者を交え、あるいは研究の一部を大学人・チームに分担させているITERの研究開発推進方式は参考になろう。

（2）基礎・基盤研究の実施 機構の研究開発活動は当該技術の実用化のために効果的な核心要素技術、製法、材料、システム合成等においてブレークスルーの実現を目指すのであるから、計画・実施段階において基礎・基盤学術情報が必要であるし、当該分野における基礎・基盤課題の研究も必要になる。また、その開発過程で基礎的探索を発展させることが人類の知的資産拡大の観点から合理的と考えられる知見に達することもあろう。したがって機構は、その研究開発活動の設計に市場性を達成する可能性のあるイノベーションの達成を目標にした開発研究とそうしたイノベーションを探索する基礎・基盤研究の双方を必須の一部として組み込んでおく必要がある。

この視点に立つて発掘された基礎・基盤的課題・知見に係わる研究開発の担い手も(1)に述べた考え方で構成されるべきであるが、中長期的観点から実施されるものについては、探索方法自体も含めて公募したチームに開発過程から少し分離して実施させるのが適当である(この分離は活動の性質上フィードバック時定数が長いことを踏まえる故で、フィードバック量を減らすことではない)。この場合、当該活動に最も適切な専門家チームに研究を付託するという原則の適用結果として、軽水炉のジェットポンプや長寿命燃料の技術候補が大学から生まれたことを指摘するまでもなく、このチームを大学に見いだし研究を委託するか、機構の施設に研究場所を提供して実施させることは大いにあり得る。勿論、機構研究者と大学人の共同研究を選択肢からは必ず必要はない。

これらの具体的実施方法として、使命とする研究開発計画で予め重点的に実施すべき基礎基盤的研究活動領域が特定できるときには、その領域の研究を行う独立組織を設置してそこに任期制で公募した組織内外の若手中堅研究者を配属し、そのリーダーに特別研究員としての大学人を選任して地域特性も生かしつつ実施していくことが考えられても良い。

(3) 研究評価の担い手として 先例のない領域の技術開発を進める場合、技術が科学と芸術を両親に持つゆえもあって意外性に富んだ進化を遂げることを踏まえて、進化の狭小路に陥らないように開発過程において多様かつ経験豊かな評価チームに適宜チェックアンドレビューを行わしめることがアカウントナブルなリスク管理の観点から重要である。機構の開発課題は前実用化段階を起点とするものであるが故に、特に事前評価、中間評価を重視し、評価作業を学会等に委託して大学の専門家を動員することをはじめ、様々なレベルで大学人を参加させていくことが考えられよう。

2. 機構の大学に対する寄与

(1) 諸設備のユーザーズファシリティとしての開放 機構は「常陽」、アクチニド取り扱い施設、照射後試験施設のように、大学が基礎学術の研究を行うために有用でありながら大学では整備が困難なものを所有するので、これらの施設を大学人が利用できる制度整備が望まれる。この場合、大学院学生が研究主体になることが多いので、その受け入れ施設・制度の充実も必要である。

一般的に言えば、我が国あるいは世界に限られた数しか設置されない施設は国際公共財として、その運転時間の一部をユーザーズファシリティとして国際社会に開放すること、その利用については公募によることとし、組織内外の関係者から構成される運営組織にテーマ選定から成果の管理に至る使命と責任を付託することを常例とすべきであろう。この場合、成果が広く世界に公表されるものについては費用を課さず、企業による利用のように成果を公開しない場合にのみ当該サービスの限界価格を参考に適切な費用を徴収するのが基本である。

(2) 開発・技術に関わる知の開放 技術の開発・利用の現場では暗黙知も含めて多種多様な知識が常時産み出されている。それらに基づく普遍知識の発掘と体系化研究、技術開発政策研究、技術開発過程研究、あるいは各種データベースや知識ベースの開発、関連分野の教科書の執筆等は技術発展のスパイラル運動を支えるものとして重要であるが、我が国では実用化に必要な情報の体系化以外の作業はほとんど行われていない。こうしたこれら無数に産み出される知識から人類の資産とすべきエッセンスを抽出し、あるいはそれらを後世に伝えるべく体系化する研究は、大学の研究者がその使命感に基づき自由に目標を定めて実施するのが相応しいのであるが、現実にはデータ、現場へのアクセスが閉ざされていて着手できないことが多かったからである。そこで、機構にあってはそうした研究者の提案を受けて適切な研究環境の設定が行われることを是非考慮されたい。

(3) 人材養成への寄与 欧米の公的研究開発機関は一般に、その組織に必要な人材リクルート、より一般的に言えば高等教育機能分担の観点から、大学の人材養成活動を様々なプログラムで支援している。例えば、アルゴンヌ国立研究所では、1) 学部学生の卒業論文の指導の受託(一学期間、宿舎付きで週給 300 ドルの支給)、2) 大学院学生の論文研究の指導支援(学生指導を一年間受託し年間 5000 ドル支給)、3) 夏期実習生の受け入れ(我が国からも多数の大学院学生が参加)、4) アルバイトの機会提供などがある。これらは機構においても実施されることが期待されるものである。

(4) 一般啓蒙活動 我が国経済社会の安定な発展に原子力が果たしうる役割に鑑みれば、その開発を使命とする原子力関係者は原子力に関する知識の普及啓蒙活動を進んで行うべきである。近年、理工系離れがいわれている中で、観衆者の努力が期待されているところ、機構に対する国民の負託を確かに維持しつづけるためにも、機構の構成員にあっては、大学等と共同して特別講義、科学実験教室、講演会の開催等の原子力教育ボランティア活動を充実していくことが期待される。

3. 動燃の大学向けのこれまでの活動

動燃がこれまで行ってきた、1) 非常勤講師、研究評価などの仕組みを利用した人的交流、2) 受託研究、共同研究を通じての大学の施設の利用、3) 先行基礎工学研究協力制度により客員研究員、研究生の受け入れをとともなうこともある新法人の施設を利用した研究の実施、4) 博士研究員制度を通じて若手研究者に研究機会の提供、5) 大学研究者が広範に参加する研究プロジェクトの推進、などはいずれも大学にとって意義が認められる活動であった。機構はこれらを上記述べた基本的考え方によって整理して引き続き実施していくべきであろう。

1. 大学の使命と最近の事情

大学の使命は、1) 人材養成、すなわち、研究者、技術者を含む知識人を養成するための教育と訓練、2) 基礎科学技術の研究、関連知識の体系化と社会への普及、世代間の移転である。これらに係わる最近の事情は以下の通りである。

1. 1 人材養成に係わる要請と課題

大学における人材養成に関しては、近年、

- 1) 国際競争力を有する優れた研究者や高度な専門的知識を持つ創造性豊かな人材を養成すること、
- 2) 職業人が生涯にわたり最新かつ高度な知識・技術を身につけているべく自己研鑽活動を支援する等、多様な年齢層に対する教育ニーズに対応すること、
- 3) 留学生受け入れ数を増大するなど、国際化時代に対応し、我が国が国際責務を果たす一翼を担うこと、

が要請されている。しかしながら、現実には、工学系の学部学科の人気低下、博士課程進学者数の伸び悩み、外国人学生登録数の伸び悩みといった課題がある。

(1) 理工学系学部学科の人気低下 近年、大学受験年齢層において理工系学部学科の人気は低下している。この問題に対しては、一般論としてはサイエンスボランティアなどによる社会への積極的情報発信が求められ、その努力がなされている。原子力系については、さらに、使命の新規性、設置設備の特異性のゆえに教育研究ユニットが有していた魅力が原子力の普遍化、設備の老朽化、原子力の総合性の顕在化とともに減退しつつあるとの認識から、このユニットが特異性を取り戻すべく、教育内容を先端的なものに変更する努力などが行われている。

(2) 博士進学者の伸び悩み 大学院重点化により理工系博士課程定員が増加したが、現在多くの大学で定員をかなり割っている実情がある。この問題に対しては、

- 1) 人材需要の不足対策として、社会の評価不足を解消して需要を開拓するとともに、教育内容のミスマッチへの対応をはかるべく努力
- 2) 奨学金制度の整備不足に対しては、育英会等の大学院重点化、各種機関の給費研究生制度の整備、RA/TA 制度の整備・充実等を要請。
- 3) 民間に比べて劣る研究環境に対しては、様々な工夫で設備充実努力を継続するとともに、関係機関の設備を利用させていただくべく努力。
- 4) 社会人の大学院入学に係わる障壁を低めるべく、入試その他の工夫。

などの対応が行われている。

(3) 外国人教育実績の低迷 国は留学生 10 万人計画を打ち出し、その実現に努めてきているが、このところ伸び悩み状態にある。そこで、

- 1) 現地で国際的な判断システムを利用して判断するなど入試方法の改善
- 2) 外国語による指導体制の充実
- 3) 奨学金の充実
- 4) 寄宿舍等の受け入れインフラの整備

などの努力が重要とされ、行われている。

1. 2 原子力に係わる学術研究推進に係わる課題

(1) 重点分野としての取り扱い 文部省においては、1) 組織的に国際的に推進を図る必要のある分野、2) 社会的要請が極めて強い分野、3) 大型の施設・設備を要するために比較的多額の経費を必要とする分野を重点分野として選定して重点投資を行っている。

現在の重点分野は天文学、加速器科学、宇宙科学、核融合研究、地域研究、生命科学、地震・火山噴火予知研究、地球環境科学、極地研究、情報に関する研究などであり、エネルギーは総論としては我が国の重要な課題と認識されているものの、今後 50 年は供給力となり得ない核融合だけしか取り上げられていない。

また、特定研究領域には核融合を含む原子力が取り上げられているが、核分裂関連ではエネルギー研究開発というより学術研究のための装置のあり方という観点から主として研究用原子炉のあり方の検討が行われている。

(2) 研究費の不足 大学の研究費の公費負担の研究費の対 GNP 比率は 0.15%と他の先進国の半分。絶対値では研究者一人当たり年間 1500 万円（人件費の 40%を含めている）。したがって、原子炉、放射線、放射能を扱う設備依存型研究の実施は特に困難で、共同利用施設の充実が必須。しかし、そこでも最近では維持費の打ち切りが深刻な問題となっている。特に原子炉等は放射線源であり、設備寿命が他の設備に比して長いことが考慮されていない。

(3) 研究補助者数の不足 我が国では研究者あたりの研究補助者数が国際水準を下回っているが、大学では特にこのことが顕著である。これは誰でも研究者に分類されたがる社会的雰囲気の問題も原因しているが、定員削減が主として助手・技官の削減でこなされてきていることにもよる。

このことは他の分野のごとく非常勤研究員やリサーチアシスタント制度で対処することが難しい安全管理の実務が要求される原子力分野で特に深刻で、装置の維持に困難を来すことになる可能性が高い。業務の民間委託が考えられるが、これは研究費のさらなる不足をまねく。

(4) 大学の学科・研究室レベルの研究設備の更新が進まないこと 文部省の研究設備予算はこの20年間、昭和58年の324億円を最高に低下に転じ、昭和63年には157億円にまで低下、その後、増加に転じたが平成8年でも330億円にとどまっている。この状況で、非特異化しつつある原子力分野は所帯が小さいこともあって各大学で設備要求の優先順位を上げることが難しく、更新は進んでいない。

研究環境高度化を目指して設置されている中核的研究拠点形成プログラム、研究環境高度化支援プログラム、中核的研究機関支援プログラム、あるいは新プログラムにおいても、総合性より先端性が重視され、しかも原子力委員会の研究開発計画があるところから、優先順位は高くない。

(5) 大型研究施設の整備が進まないこと 近年、核融合研究で核融合研に集中投資が行われたこと、京大原子炉実験所2号炉計画が撤回され、その運転継続に関わる整備が行われたこともあって、その他の施設では大型研究設備の新設は行われていない。大型設備を有する組織では、例えば核分裂関係では京大原子炉実験所で新しい核エネルギー研究及び中性子利用研究の新展開を、東京大学工学系研究科付属原子力工学研究施設で原子力カルネッサンスを目指してフェムト秒電線加速器を中心とするビーム物質相関学・極限環境科学・モデリング学を柱とする新展開が構想されているなど、それぞれ計画を有してはいるが、実現には至っていない。

2. 学術審議会特定研究領域推進分科会原子力部会における審議状況

2.1 第13期報告 大学における研究用原子炉のあり方について (H5.7.28)

この報告は、京都大学原子炉実験所研究用原子炉(KUR)の高経年化を踏まえてその研究装置としての寿命を評価すべく、研究用原子炉を巡る内外の状況を分析して、

- 1) 大学においてはより高性能の研究用原子炉需要は高まるものの、JRR-3 改造などの状況変化もあり、引き続き内外の状況に照らしてその設置の要否を検討するとともに、必要に応じて国際協力による対応も考えていくべき。
- 2) 大学にとっては、設備が大学の設置・管理するものでなくても、それを用いた研究発表自由の保証、研究遂行面で必須の施設や支援体制が整備されていればよく、これまでは利用可能な原子炉について原研と適切な役割分担を行ってきたと認識。
- 3) 研究を効果的に進めるには、中心となる大出力研究炉のみならず人材養成、新規アイデアの自由な懐妊・孵化を可能にするフィーダーの役割を果たす中小型研究炉もいくつかあることが望ましい。
- 4) KUR では研究者が一層の努力と創意工夫を凝らしていくことにより今後とも意義ある学術研究が可能であり、安全性と信頼性を確保することを前提に所要の整備を行っていくべき。

としている。なおこの報告では、研究用原子炉を用いる学術研究分野を検討して、分野の拡大という面では放射線生物学、超ウラン元素の研究、新しい原子炉運転管理のあり方の研究などの展開を可能にすることが求められているとするとともに、新型原子炉燃料・材料や核融合炉材料に係わる重照射効果の研究が実施可能なのは實際上「常陽」、「もんじゅ」に限られるとして、その利用方法を検討することを課題としている。

2. 2 第15期報告 大学における核融合研究の展開について (H10.1.9)

この報告は、核融合科学研究所の創設を勧告してから10年を経過したことに伴い、今後の大学における核融合研究の位置づけを改めて明らかにするべく、今後の研究推進のあり方について検討を行ったもので、日本原子力研究所等における開発研究との補完的関係を確認しつつ、両者の一層緊密な連携協力を推進することを求めている。

2. 3 第16期 (H10.4～)

大学における原子力利用に関する基礎研究及び人材養成を中心とする機能と特殊法人の研究開発を中心とする機能の望ましい連携・協力のあり方について審議中である。