



日本の科学技術政策と核融合研究について

文部科学省研究開発局核融合開発室長 大竹 暁

昨年のプラズマ・核融合学会第19回年会では日本の科学技術政策と核融合研究についてお話しさせていただく機会を得た。その時には色々好き勝手なお話を申し上げたので、学会の方からきちんと紙に書くようにとのご指示があり、紙面を頂戴して会員の方々に再度意見を述べることとなった。

1. 日本の科学技術政策

最初に核融合研究を包括する、日本の科学技術政策について、どのような仕組みで何が行われているか、ご紹介したい。

政府の科学技術振興については、1996年に科学技術基本法が施行され、1997年度から向こう5年間の政府の科学技術振興の基本方針を定めた科学技術基本計画が定められることになっている。これに加えて、2001年1月の省庁再編を中心とする行政改革で、科学技術を巡る政府の体制は大きく変わった。一つは内閣の機能強化の柱として新たに発足した内閣府に総合科学技術会議が置かれたこと、もう一つは文部省と科学技術庁が統合され、政府の科学技術予算の実に7割以上に責任を持つ文部科学省が発足したことである。

総合科学技術会議は、基本計画の基となる総合戦略の立案、総合戦略を実現するため資源配分（予算や人員などの配分）の基本方針の策定、大規模なプロジェクトの評価などを責務としており、その前身であった科学技術会議の機能を大幅に強化した。一方、文部科学省の発足で、これまで研究者の自由な発想を重視する学術研究と政策的な目的を達成するための政策志向型の研究開発を一つの組織が引き受けることとなった。

総合科学技術会議は、科学技術会議での検討を受け継ぐ形で、2001年3月に第2期科学技術基本計画の原案を策定した。第1期の基本計画が研究開発に関わる制度的な問題を中心に策定されたのに比べ、第2期基本計画で

は、制度的な問題について科学技術システムの改革として競争的な研究資金の倍増と間接経費の導入、研究評価の本格的導入、任期付任用制度の拡大と弾力的な処遇、研究開発に伴う知的財産権の活用、社会との双方向のコミュニケーション等、より具体的な改革の方向を示すとともに、新たに政府が行うべき研究開発の重点分野を定めた。重点分野として、世界トップクラスの質をめざす基礎研究と並び、ライフ、情報、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野を重点分野と位置づけた。その他のエネルギー、製造技術、社会基盤、宇宙、海洋などのフロンティアの4分野は、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を重視して研究開発を進めるとされた。このエネルギー分野の中に核融合技術が位置づけられている。

総合科学技術会議は時の政権の要請に基づく、いわばトップダウンの政策立案機関として機能を始めた。一言付け加えれば、科学技術の発展が健全に行われるためには、同時に現場の声を基にした研究者の自発的な意見をまとめる、いわばボトムアップの機関が不可欠である。この点に関しては日本学術会議がその役割を期待されるが、この際、単に細分化された各分野の個別の要望事項を要求するだけでは十分ではない。自治というのは単なる個別の意見の集約だけでなく、社会の状況や科学に期待される役割をふまえた自己評価が加わるべきである。これまではそのあたりに意見の分かれるところだが、新生学術会議には研究者の自律の効いた見識を期待したい。

さて、核融合研究に関わる事柄としては、総合科学技術会議と並び、政府の重要な会議として発足した経済財政諮問会議が研究開発を取り上げ、2002年8月に政府の研究開発の効率的な推進について検討を行ったことである。この中で、会議の委員が示した資料では各国の分野別予算の資料があり、日本はビッグプロジェクト、特に

エネルギーに抜きん出て多くの予算が割り当てられていることが示されている。この資料は、比較されている米国の予算が民生分野に限られていること（ご存じのとおり、米国ではかなりのエネルギー関係経費が国防予算に組み入れられている）、日本は資源小国であり、特にエネルギー資源の開発が不可欠であることなどを考慮すべきであるが、ただエネルギー開発予算が大義名分の下で聖域化されていて、それにもかかわらず一般からみて十分な成果（例えば価格が安くなる）が上がっておらず、かつきちんと評価されていないと見なされていることを示したものとみるべきである。

2. 核融合研究に対する社会の見方

さて、科学技術政策の最近の変化とエネルギー研究開発に対する見方を示したが、さて核融合研究に対して社会はどのように見ているか。

まず、第一にくるのは社会は「見ていない」、もしくは「知らない」のではないか。核融合に携わる方々には誠に申し訳ないが、率直な感想である。その理由は、核融合に関しては一般の人に向けられた書籍がほとんどないからである。書店に行くと、ゲノムだ、ブラックホールだ、最近ではニュートリノまで科学関係の方は多数あるが、核融合の本は見かけない。それもそのはずで、吉川庄一さんが20数年前にかかれたブルーボックスの「核融合の世界」以来、一般向けの本がない。しかも、この本が絶版で手に入らない上、内容は多少難しく、かつ1970年代に書かれているので、その後の大きな進展、例えば閉じ込めのHモードのようなものは取り上げられていない。私も、そして同僚の何人かも、核融合開発に携わることになり、事前に多少なりとも勉強をしようとして、何らの啓蒙的な本もないのに唖然とした経験を持つ。

このような状況だから、知っている人々は30年前の知識で核融合を捉えている。つまり、「海水から燃料がとれる究極のエネルギー源で、30年後には実用化可能」である。次に来るのは「30年たったが、まだ実用化しない、いわば逃げ水のような研究開発」となる。

先に、基本計画が社会との双方向のコミュニケーションの重要性を記述したと触れたが、現時点で核融合研究は見ると社会との接点がほとんどないと言えるのではないか。行政にいと専門家のお話しは難しいのが苦勞の種だが、それでも色々工夫をして話して下さる。こちらでも、色々と類推を披露しながら理解を深めようとするのだが、核融合の方々はわかりやすくお話し下さる方がきわめて少ない。例えば、今後のトカマクはどのよ

うな方向で研究を進めるのですかと問えば、かなりの方が「高ベータ化と長時間運転」という風に答えられ、さらに「高ベータ化とは」問えば、「磁場で閉じ込められるプラズマの圧力を高くすること」とお答えになる。誰でも、「今の技術では核融合を実現するためには大変強い磁場がいるし、せいぜい数秒から1時間程度しか状態を維持できない。これでは実用化に向けて、コストや安定性の問題が解決できない。そこで、低い磁場で、つまり安いコストで核融合反応を起こす密度の高いプラズマを作り、それを安定的に長い時間、できれば1年程度維持することが、実用化に不可欠だ」と言っていたくなるほどと思うのに、核融合が容易ではないことは先の吉川氏の本を読めばよくわかる。関係者の方々は苦勞されてきたのだろう。しかし、前に触れたHモードの実現などは画期的な出来事であっただろうが、一般には知らされていないのも不思議である。（最近、核融合フォーラムの社会と核融合クラスターで東大の江尻さんを中心に啓蒙書を作る努力がなされているので、その成果に期待したい。）

以上を総括すると、エネルギー研究開発に対する風あたりは強く、特に核融合は十分に世間に説明されていない典型的な領域ということになる。

近年、そこにITERの問題が入ってきた。ITERの意義は、ついに人類が地上で太陽のような核融合反応を実現して、エネルギー利用の目前まで来るということに尽きると思う。これで逃げ水論にも終止符が打てる最大の一歩だと思ふ。しかし、問題はその規模である。以前は本体建設費だけで1兆円と言われたものが、ここ数年の設計活動で5,000億円と絵に描いたように半減したものの、現下の厳しい財政状況の下では、この国際協力に我が国として踏み出すべきかどうかについて数年にわたる議論が行われた。

ITERは日本に誘致して行うことに意義あり、とした原子力委員会の結論が2001年6月に出されると、総合科学技術会議はその任務にある大型の研究開発プロジェクトの評価の初めてのケースとしてITERの検討を始めた。検討は1年間に及んだが、主な論点はこれだけのプロジェクトが日本の科学技術予算に問題になるような影響を与えないか、日本としてITERを誘致すること、その責任と期待される利益はバランスするか、国内の核融合研究との関係をどう捉えるか、と言ったことである。

約1年の検討を経て、2002年5月に総合科学技術会議は結論を出し、それがそのまま閣議了解に盛り込まれた。すなわち、閣議は、「我が国は国際協力によって

ITER 計画を推進することを基本方針とし、国内誘致を視野に入れ、協議のために青森県上北郡六ヶ所村を国内候補地として提示して政府間協議に臨むこと」を了解した。また、その際、留意すべき事項として、国内の核融合研究については、重点化、効率化を図りつつ、ITER 計画と有機的に連携する体制を構築すること、この際、核融合研究開発を支える人材の育成、各種プラズマ閉じ込め方式の研究や、中性子による放射化の少ない材料等の開発等に配慮すること、ITER 計画の実施に合わせ、核融合エネルギーの実用化に向けた研究開発を加速する議論があり、それとの関係で、材料開発をめざした国際共同研究計画が具体化する可能性があること、等が指摘された。

ITER 計画については賛否両論があることは承知しているが、繰り返しになるが、以上のような社会の見方に対して、エネルギー科学としての社会への挙証のためには、いかなる方法にせよ、早期にプラズマを燃焼させ、エネルギーを出して見せることが何より急がれると思うが、学会の皆さんはどのようにお考えだろうか。ITER 計画の現状については最後に触れることにする。

3. 核融合研究ワーキンググループ

さて、ITER 計画の閣議了解の留意事項には、「国内の核融合研究については、重点化、効率化を図りつつ、ITER 計画と有機的に連携する体制を構築すること、この際、核融合研究開発を支える人材の育成、各種プラズマ閉じ込め方式の研究や、中性子による放射化の少ない材料等の開発等に配慮すること」とあるが、国内の核融合研究については、総合科学技術会議での ITER 計画の審議開始とほぼ同時期である2001年7月から、科学技術・学術審議会学術分科会基本問題特別委員会の下に核融合研究ワーキンググループを設けて、検討を行った。このワーキンググループは、大学等における核融合研究の推進を中心として、日本原子力研究所における研究開発も視野に置きつつ、文部科学省における核融合研究に関する議論を行うことを目的とした。すなわち、2001年の省庁再編の結果、文部科学省は核融合に関するほとんどの機関を所管し、政府の核融合予算については全額を計上する役所となったため、核融合研究の推進方策を検討することが強く求められたのである。

特に、核融合研究に関わる予算は、ここ数年大変厳しい状況におかれ、大学関係、原研とも減少の一途をたどっている。これまで、省庁間の対抗意識もあって、核融合予算はつけすぎたとの批判がきわめて強い。国内に

は、同時期にかなりの数のプラズマ実験装置が作られ、それがいずれも運転開始から10～20年を経過している。

プラズマ実験装置は、一般的な科学技術の実験装置に比べて、きわめて高価である。原研の JT-60 の場合の 2,500億円は例外としても、他の装置も累積投資額は100億円をはるかに超えるものが多い。

同程度に高価なものとして、加速器や天体観測装置があるが、これらがそこで得られるデータなどを活用すべくきわめて多数のユーザーが共同利用しているのに対して、日本のプラズマ実験装置はプラズマの閉じ込め方や臨界状態の作り方を競っているため、十分に共同利用に供されていない。

これらの装置が、それぞれ次期計画を持っていたが、現在の財政状況、先に述べた核融合を巡る状況を考えて、いくつかの計画しか実現できない。加えて、いよいよエネルギー科学としての一つの目標であるプラズマの燃焼が実現される時期に、少なくとも大きな装置に関しては絞られてもよいとの見方もなされた。学術研究は重要だが、プラズマ・核融合の学術研究のために数十億円以上かかる装置を5つも6つも作ることが、科学技術の中でも、社会の中でもなかなか理解がなされないのが現状である。

ワーキンググループは末松国立情報学研究所長を座長としたが、各研究所、センター、施設の長など、関係者をメンバーとし、コミュニティとして将来をどう考えるかとの立場に立って、18ヶ月に18回の議論を重ねた。後半には2つの部会を発足させ、各装置の評価と今後新たに取り組むべき優先度の高いプロジェクトの選考をより詳細に進めた。

ワーキンググループは2003年1月に、我が国の核融合研究全般にわたり、今後10～20年先を見据えて、コミュニティによる学術的評価に基づき、

- (1) 核融合研究計画の重点化
- (2) 共同利用・共同研究の強化
- (3) 重点化後の人材育成の在り方

等、今後の我が国の核融合研究の在り方の方向性について取りまとめた。

その中で、核融合研究計画の重点化については、重点化するべき課題をトカマク、ヘリカル、レーザー、炉工学の4分野に絞り込んだ。一方、国内に多数ある装置を整理、統合し、4分野の重点化計画の装置以外の既存の装置については、科学的な評価に基づき、然るべき時期に完了するものとした。ただし、既存の装置を所有している大学の研究施設、センターについては、廃止を示唆す

るものではなく、これらについては、大学の自主性、自発性に基づき、存続・設置・改廃されるものとした。また、既存の装置の計画完了を踏まえて、独創的なアイデアによる新たな可能性への挑戦への機会を生み出せるような仕組み・研究体制の構築、そしてこれらを可能とする新たな措置が必要性が強調された。

要するに、装置中心主義から、科学中心主義に移行し、新装置はそれが設置される組織のみならず、関係機関の共同の装置と位置づけ、計画から運転まで共同して行うとの考え方が示された。

これは先生方の大変な努力と決断だったと思う。しかし、核融合研究がコミュニティの内外で切磋琢磨して、社会の期待に応えていくためには、大変重要なことは意思の表明である。

文部科学省はこの基本的な方向性を今後の施策展開の基として、大学の法人化、原研の統合、ITER 計画の帰趨などの状況をふまえつつ、引き続きコミュニティとのパイプを維持しつつ、一つ一つ実現していきたいと考えている。

4. ITER 計画について

ここで、ITER 計画の今後について触れておきたい。

我が国の ITER 計画への対応は先に述べた閣議了解に基づき進められている。ITER 計画は1980年代後半の米ソ首脳会談で提唱され、日本、米国、ロシア、欧州によって進められた、2001年まで12年にわたる研究開発を経て、2001年11月から政府間協議が開始された。この政府間協議は ITER 計画の実施に当たる国際機関の創設とその運営における関係国の責任を条約の形で作り上げる交渉である。当初の協議参加国は、日本、欧州共同体、ロシア、カナダであったが、2003年2月に研究開発段階で一度離脱した米国が復帰するとともに、中国が新たに参加した。

現在の協議の中心はサイトの決定である。日本をはじめとして、欧州（フランスとスペイン）およびカナダが ITER のサイト候補をたてて、競っている。ITER のサイトとなった国は各国では分担できない建屋の建設なども引き受けるため、他の国より大きな負担が必要となる、最終的な放射性廃棄物の処分に責任を持つ（ただし、経費は関係国で積み立てる）など、より大きな責務を担う。しかし、世界で始めてとなるプラズマの燃焼とエネルギーの抽出ができる装置が国内にあることは、研究の観点からも、将来の核融合炉に向けた産業的な観点からもきわめてメリットが大きい。このため、今後の交渉は大変難しく、かつ色々な関係者の参画を得て進んでいくものとする。

今後、2003年中頃までには国際的にサイトを決め、条約などの案を年内に整えて、2004年には国会の承認などを得て、ITER の国際機関を発足したいというのが、関係者の希望である。

先にも述べたとおり、ITER が成功すれば、プラズマ・核融合研究の大きな拳証となると考える。日本にサイトした場合は、苦労も多かろうが、核融合研究の観点からも大きな刺激および機会となると考えている。ITER 計画の進展は、機会があれば、また紹介したい。

5. 最後に

核融合研究を巡る色々な状況を述べ、さらに厳しいことも書いたが、科学に関わる者としては、核融合はいよいよエキサイティングな局面に入っており、一層の進展を望むものである。それだけに、装置依存ではなく、科学に、すなわちそれを発想する人に依存する核融合研究となってほしいと望むものである。次世代を担う、真に優秀な人材は、装置ではなく、研究に輝く先生の背中を追ってくるからである。

(2003年3月11日受理)