



巻頭言

ITER—核燃焼プラズマの実現にむけて— ITER—Demonstration of Fusion Burning Plasmas—

日本原子力研究所 岸本 浩

制御熱核融合の研究が開始されてから、ほぼ半世紀が経過した。この間に、核融合研究のマイルストーンの一つであった零出力相当のプラズマ条件がトカマク装置で実現された。次の目標であり、かつ核融合プラズマ研究の最終的な目標であるエネルギー増倍率が十分に高い ($Q \gg 1$) 核燃焼プラズマの実現をめざした国際熱核融合実験炉 ITER の計画が、日、米、露、EU の四極により始められてからすでに10年余が経過した。あろうことか、この計画の提唱者である米国が2年前に離脱し、もう一つの提唱者であるロシアは、社会と経済の混乱のなかで、名誉を守る以外の実質的貢献が容易でない状況が続いている。それぞれの固有の実験炉国内計画を放棄して ITER に参加した日、EU のみが、牽引車の役割を担い続けているのが現状である。

制御熱核融合研究は、もとより、核融合エネルギーの平和的利用をめざして進められてきた。最近、核融合会議のもとで行われた「核融合エネルギーの技術的実現性、計画の拡がり」としての基礎研究に関する報告書」(開発戦略検討分科会) では、核融合が高い固有安全性と低い環境影響リスクを有し、資源的にも十分豊富な魅力的なエネルギーオプションであることが論証されている。しかし、その実現には、物理と工学の両面において今後さらに多くの研究開発努力が必要であり、また他のエネルギー資源と競合できる経済性を有することが求められる。核融合は、数十年オーダのエネルギー計画のなかでは、エネルギーオプションの一つとして認知されるには至っていない。しかし、数百年のオーダで見れば核融合以外のどんな可能性があり得るかを考えたとき、核融合開発の努力を人類は放棄できないであろう。

一方、核融合プラズマは、超多粒子系ゆえの複雑さと非線形性を豊富に持ち、新たな相転位や構造の自己形成が見出され、研究されてきた。ITER で実現されるであろう核燃焼プラズマでは、燃焼に伴うプラズマの自己加熱

と圧力上昇が新たな構造形成を伴い、ミクロな揺らぎ・乱流発展とマクロな構造形成が一体となって自己組織化する自律系を構成すると考えられている。このような自律系の燃焼プラズマをどのように制御し、またその制御に要する外部入力 of 自己加熱に対する割合がどの程度になるかによって、実現し得るエネルギー増倍率が決定され、ひいては、核融合発電システムのプラント効率が決定される可能性がある。

ITER は、現在の核融合実験と将来の核融合発電プラントの間をつなぐ役割を持ち、上に述べたようなエネルギー開発上の位置づけと同時に、古典物理学に新しい描像を追加する可能性を持つ。その重要性は、多くの核融合研究者が等しく認識しているであろうが、その実現の道りは今も平坦ではない。困難の原因の一つは、牽引者である日・EU の研究路線の違いに起因する確執であり、もう一つは、Equality Principle の旗印があまりにも実体と乖離したことであろう。1992年から始まった ITER 工学設計の最初の6年間、計画を主導した EU は、自極の基本路線である自己点火の実現を掲げて邁進した。しかし、それは、主半径8.2mの巨大装置となり、直接の建設費だけで邦貨で1兆円に達して、その実現を協議する以前に破綻してしまった。

替わって、日本が米国のサポートを得ながら提案に漕ぎつけたコンパクトな ITER は、有限のエネルギー増倍率でよしとする代わりに、定常運転の比重を高め、同時に装置規模を大幅に低減して、その建設コストを従来のものから半減させた。1998年から3年間の延長工学設計活動はこのコンパクト ITER の設計に重点を移している。しかし、ITER のコスト低減を一貫して唱えていた米国は、議会の強い圧力のもとで、活動から離脱するはめに陥っている。

コストが半減したとして、この計画を成功に導く鍵はなんであろうか。コンパクト ITER は、コストが半減し

たとはいっても、やはり巨大な出費を要する。このようなコスト負担を特定極にのみ多くを負わせる考えでは、やはり実現はおぼつかない。参加極がそれぞれに応分の負担を負い、それに見合う利益を享受できるメカニズム (Fair-Return Principle) を確立することが必須である。約1年前から、日・露・EUの三極は、ITERの建設、運転・実験、停止にかかわる実施の方法について協議を進めている。現在は、非公式とはいえ政府間協議が開始されており、来2001年からは正式の政府間協議が始められる予定である。Fair-Return Principle もその具現化にはさまざまな葛藤が生じている。また、サイトを決定することが、非サイト極のITERへの関心を喪失させる懸念があることから、サイト決定のタイミングがITER計画の大きな分岐点になる。

従来、ITER計画は、日本国内にあっては、日本原子力研究所がその実施機関として、中核的役割を負ってきた。しかし、特定研究機関が専一的にその国のITER活動を担う形態はむしろ特異である。今後、ITER計画が実

現に向かうとするならば、より広い協力の枠組みが国内に形成される必要がある。

昨1999年11月に仙台で行われたプラズマ・核融合学会年会の折、わが国の今後の核融合研究体制のあり方についてのシンポジウムが開かれた。残念ながら、時間の制約のため、議論が十分発展しないままに終わっている。今後、我が国がITERにどう向き合っていくかを考えるとき、国内の研究体制の議論を置き去りにしては済まないだろう。プラズマ・核融合学会が、できるだけ早い機会に、もう一度あの企画を取り上げていただくことを願っている。

最初に述べたように、ITERは核融合エネルギーの開発の面からも、また新しい燃焼プラズマの物理を見極める面からも、かけがえのない計画である。その成功のためには、当学会に所属する多くの若い研究者・技術者が競って参加し、従来の固定観念を超えてしなやかに幅広く活躍されることを強く望みたい。