

# プラズマ・核融合科学分野での実績

小森彰夫

総合研究大学院大学教授核融合科学専攻／自然科学研究機構核融合科学研究所教授

Advances in Joint Research in the Field of Plasma and Fusion Science

Akio Komori

Professor, Sokendai (The Graduate University for Advanced Studies)/Professor, National Institutes of Natural Science, National Institute for Fusion Science

韓国と日本との研究協力は、韓国におけるプラズマ・核融合科学研究の歴史と軌を一にしてきた。

その成果は、韓国で建設中の大型核融合実験装置KSTARに見られる。

Joint research between Korea and Japan has grown in conjunction with the development of research in plasma and fusion science in Korea.

The fruits of this are plain to see in KSTAR, the large fusion experimental device now under construction in Korea.

## プラズマ・核融合科学研究の黎明期

韓国におけるプラズマ核融合科学研究は1970年代に始まった。核融合とは、太陽や星のエネルギー源となっている原子核反応を地上で実現しようとするもので、この反応に必要な超高温のプラズマをいかに生成・制御するか、また、いかに核融合炉材料を開発するかといった課題に向けて、各国の研究者がアプローチを続けている。

韓国では、この時期、主に大学においてプラズマの基礎研究、たとえばプラズマを計測するためのプローブの研究などと、初期の核融合科学研究が行われてい

た。韓国の研究者、とくに黎明期の研究者は、アメリカで研究生活を送ったのち、あるいは学位を取得して帰国した人が多く、高い研究レベルを維持しつつ、多くの優秀な後継者の育成に寄与してきた。

この1970年代から1990年代前半にかけて、韓国と日本の間では小規模な研究協力が行われている。実際、私は、九州大学に所属していた1991年に、韓国科学技術研究院 (KAIST) との間でヘリコン波と呼ばれる電磁波を使った高密度プラズマ生成の共同研究を行った経験がある。

1980年代から1990年代前半にかけては、小規模な核融合実験装置が研究所を

中心に建設され、本格的な研究が開始された。そして1995年12月、国際共同研究を一つの軸に、韓国の関連する研究所、大学および産業界が一致団結して、大型の核融合実験装置KSTARを韓国基礎科学研究所 (KBSI) 核融合R&Dセンターに建設する計画が提案され、実施されるに至った。

KSTARは、主半径1.8 m、プラズマ半径0.5 m、磁場3.5 Tの超伝導電磁石を用いたトカマク装置<sup>\*1</sup>で(図1)、日本、韓国、ヨーロッパなどが計画している国際熱核融合実験炉 (ITER) の先導装置として位置付けられている。KSTARは、プラズマの閉じ込め方式は異なるが、核融合科学研究所 (NIFS) の大型ヘリカル装置<sup>\*2</sup> (LHD) と同規模で、それまでの韓国の装置に比べて規模、質の点で大きく飛躍しており、研究においても画期的な進歩が期待されている。現在、建屋、基礎設備などの建設を終え、超伝導電磁石などの製作を行っており、2006年末には最初のプラズマを点火する予定になっている。

## 本格的な共同研究の開始

日本との本格的な研究協力は、KSTARが提案された直後の1996年3月8日、「日本国核融合科学研究所と大韓民国韓国基礎科学 (支援) 研究所との学術交流に関する協定書」が締結されてか

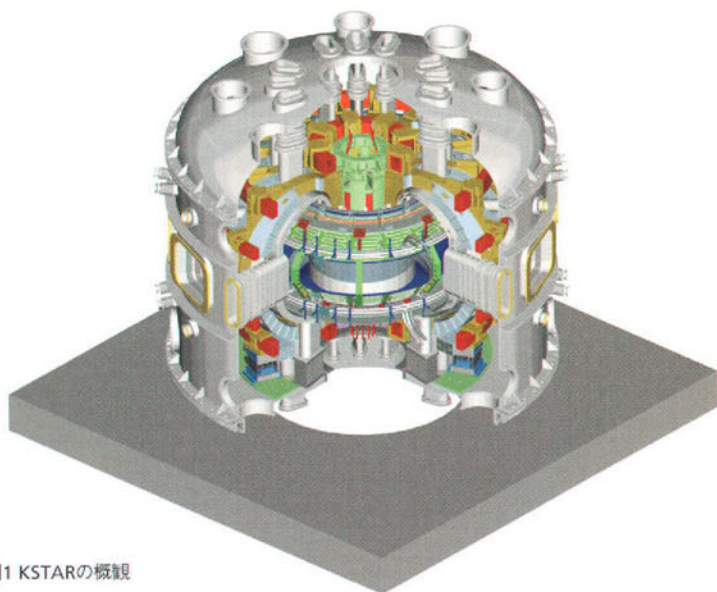


図1 KSTARの概観

ら始まった。NIFSが研究協力の相手となったのは、LHDが超伝導装置だからである。協定の目的は、「プラズマ核融合科学の諸分野におけるアイデア、情報、技能および技術の交流を図ることと、共同研究を行うこと」と記されているが、KSTARを中心とした共同研究が進められている。

これまで、KSTAR建設のため、超伝導、極低温、断熱真空容器、真空排気装置、建屋など、主に装置本体に関連した分野で、研究協力が活発に行われてきた。その成果は、図2に示したKBSIの核融合R&Dセンター建屋、図3の実験室内で組み立てを待つ真空容器、断熱真空容器、真空排気装置を見ていただければ、おわかりだろう。

1998年度からは、プラズマ核融合も含むエネルギー工学に関する広い分野での共同研究「高品位先進エネルギーの開発と応用」が、日本学術振興会の拠点大学交流事業の一環として、京都大学エネルギー工学研究所とソウル大学を拠点に始められている。

### 核融合研との協力から全日本的な協力へ

今後のKSTARには、トカマク装置JT60Uで実験を行っている日本原子力研究所を含む、全日本的な研究協力が必要であり、2004年11月16日に「韓国科学技術部と文部科学省との間の核融合関連研究分野における協力に関する実施取決め」(仮訳)が締結された。これには、ITERへの技術協力、KSTARへの協力および人材育成が含まれている。KSTAR協力は、加熱・計測機器の整備、実験準備、プラズマ実験および理論などが中心となっている。

人材育成は、実施取決めに謳われた共同研究を行うための派遣が含まれているため、ITER技術協力とKSTAR協力を軸に行われるが、広くプラズマ・核融合科学分野での実施が予定されている。

KBSIは、NIFSの共同研究の方式と体制を手本に、KSTAR装置本体と基本的な計測器の運転は自前で言うが、実験研究と先進的な計測器の整備・運転は、内

外の研究者との共同研究として行うことを提案している。したがって、建設終了後も、プラズマ実験への日本の参加が強く求められている。

ちなみに、韓国におけるプラズマ核融合科学分野の研究者・技術者の数は約120名、学生は約150名で、全体として日本の約5分の1である。

### 今後に向けて

2004年11月の実施取決め締結にあたって、私は専門家レベルの会合と政府間交渉に参加し、韓国と実質的な交渉を行った。余談であるが、これらの会合で、

1991年のときの共同研究者とお会いし、世の中は狭いと痛感した次第である。今後は、KSTAR協力と人材育成を推進するため、実施取決めに則り韓国へ研究者を派遣することと、これに伴う種々の調整を行うことが、私の責務と考えている。

[注] \*1トカマク装置、\*2ヘリカル装置  
核融合反応を実現するには、高温高密度プラズマを一定の場所に一定の時間以上閉じ込めておく必要がある。その方法として、端のないドーナツ状の磁場が利用されるが、プラズマを閉じ込めるためには磁場にひねりを与える必要がある。「トカマク装置」ではプラズマ中に電流を流すことによってひねりを与えているが、「ヘリカル装置」では装置の外側に巻いた螺旋状(ヘリカル)コイルに電流を流すことによってひねりを与えている。

図2 KBSIの核融合R&Dセンター



図3 KSTAR実験室。右側の円筒形の装置が断熱真空容器、その手前の2本の筒が真空排気装置のマニホールド、左の壁際に真空容器がみえている。

小森彰夫 (こもり・あきお)

大学院時代、プラズマ中を伝播する孤立波(ソリトン)に魅せられて、プラズマの基礎研究、とくに波動、不安定性の研究を始めた。以前所属していた九州大学では、プラズマ中でカオス現象が起こることを見だし、非線形の世界を堪能。基礎研究と並行して、核融合実験装置の不安定性の研究も行っていたが、今は、逆に核融合研究が主テーマとなった。人類滅亡を先延ばしするには、核融合炉の実現が不可欠と考えている。

