

## プラズマ研究センターの最新成果と人材育成

長 照二

数理物質科学研究科教授 プラズマ研究センター長

### 緒言

国立大学法人化に伴い、大学に於ける科学技術の研究資源の維持・展開が危惧される中、「物としての資源」の少ない我が国が、将来の発展を期して「科学技術立国」を標榜し、「人材という掛け替えのない資源」を育成・輩出することの必要不可欠なことは、論を待たないことだと思われる。

この人材育成の窓口となり、世界一流の学術と技術、そして哲学を身につけさせ、更に高度な専門性が求められる社会に学生たちを送り出す基盤を創り上げることに、責任を持ち使命感を持って一身を賭することは、大学に身を置く教員として、日々気持ちを新たにしていって邁進すべき心持ちのように思えてならない。

法人化第1期の半ばを間もなく迎えるが、プラズマ研究センターでは4月より「外部評価」を実施するにあたり、この3年間とはより、統計上の精度の観点から、この10

年有余の「プラズマ研究センターで日々研究を進め、それを研究テーマに論文を書いて学位をとった学生」に絞った年平均学生数を数えてみたところ、49.5人という数字が得られた。名簿に記された一人一人の名前に、「現場で研究をやっている時は、学問の前では学生も教員も全く対等だ」と叫びながら頑張り抜いてきた日々を思い返すと共に、その責任の重さを今更ながら痛感し、今後の決意を新たにしている。

以下では、法人化のスタートを前に、筑波フォーラムに「プラズマ研究センターの役割と将来計画、ならびに今後の展望」という題名でセンターの中期目標・中期計画について述べたその後の進展状況を述べると共に、中期計画の柱の1つとして据えている「人材育成」の進行に焦点を合わせつつ、教育・研究現場としてのプラズマ研究センターの日々の様子の一面を描いてみたい。

## プラズマ研究センターの中期目標・中期計画に於ける 学生教育と人材育成

先ず、当センターの中期目標は、国立大学法人筑波大学中期計画の主文中の、「I 大学の教育研究等の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置」の「2 研究に関する目標を達成するための措置」の「(2) 研究実施体制等の整備に関する目標を達成するための措置」、「○全国共同研究に関する具体的方策」の中で、『②国内外の研究機関との連携を深め、共同研究等の推進を図る。特に、プラズマの研究に関しては、大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所との連携を強めて、双方向型共同研究等を推進するとともに、全国共同利用研究のための整備を図る。』以上のように規定されている。

更にこれを具体的に推進するために、内外にプラズマ研究センターの中期計画を明示し、これに則して透明性を保ちつつ自らを律して計画を確実に実行して行くために、当センターのホームページ：

<http://www.prc.tsukuba.ac.jp/objectives>

に、下記のように教育・研究の方策を公開している。即ち、

『本学が世界に先駆けて発見し、核融合エネルギー開発の実用に必要不可欠であり核融合実用・実現の鍵を握る未解決課題である「電位形成・電位によるプ

ラズマ閉じ込め向上のメカニズムの解明」とその一層の研究展開を図ることをセンターの柱と位置づける。これを実現するために、以下の研究計画を展開する。即ち、以下に掲げる具体的研究の推進、目標の達成を通して、当センターのプラズマ・核融合研究に於ける独自の使命と役割を果たし、これによるセンターの教育・研究の質の向上、研究内容の更なる進展・研究の将来展望・展開への道筋を切り拓き、今後の発展への基盤を培う事を期する。

具体的には、今後の中期的なセンターとして達成すべき研究計画として、(1) (太陽のエネルギー源でもある) 核融合エネルギーの地上での実用化実現に必要な不可欠で未解決な研究課題である、電位閉じ込めの普遍的物理基盤・物理機構・将来の展望展開を目指す比例則の研究。(2) 複合ミラーを基盤に、高強度マイクロ波による波動電子加熱等に基づく、新パラメータ領域での電位生成・電位閉じ込め研究・展開。(3) 電位/電場の核融合高効率化への有効性の研究・展開。(4) 新たな高効率閉じ込め配位研究・展開。(5) 直接発電・プラズマ応用の研究等の実施。これらを、学内共同利用研究、全国双方向型共同研究、学術交流協定等に基づく国際共同研究の実施とともに、

推進・展開する。以上の研究を通して、電位生成のメカニズム・比例則の整理・構築・究明し、電位/電場の核融合高効率化に果たす役割を更に明らかにして行く。

これらの世界的・先端的・普遍的研究への参加・実施・経験を通して、(6) 大学の本来の役割である、将来のプラズマ・核融合研究の人的基盤を支える人材育成・輩出の一層の充実を図る。

このようにして、本学が拓いた電位/電場のプラズマ閉じ込めへの効果に関する、当センターの世界的な独自の特長・位置づけを今後の教育研究の展開・拡充・進展の基盤に据え、これらの研究計画に基づき、センターの教育研究の質の向上の達成を目指す。』

以上の中期計画を実行する中で、プラズマ研究センターでは、法人化を機に研究成果の急激な進展が得られており、現場で実際にこの経験を共有する学生たちの教育に、大きな効果をもたらされていることは、法人化のプラス面の好例であると考えよう。

具体的には、まず、大学全体の中期計画主文中や当センターの中期計画にも明記されている「双方向型共同研究」では、学長委嘱の「共同研究員」として、全国の大学から当センターに60名を超す研究者が共同研究者として参画され、学生・教職員たちは、多様な考え方・学術・技術に触れな

がら、本学にいながらにして広い視野の中で考える機会を得ている。これにより、多彩でより広く深い学術・技術の習得はもとより、スペクトルの広い職も含め、個々の研究成果に留まらず、学術の本質でもある普遍性の追求も併せ、中期計画の実行・推進の持つ意味は大変に大きいと云えよう。

一方、上記の研究計画において、既に(1)を実施するために高パワーマイクロ波発振装置ジャイロトロンの開発を行い、この時に本学連携大学院を通じ日本原子力研究開発機構での大学院生の活躍を含む共同研究等も大きく寄与し、従来の2.5倍の出力のジャイロトロンの開発に成功した。これを用いて、法人化前の10年間に達成したプラズマイオン閉じ込め電位を4倍に急上昇させ、世界でも最高電位生成を記録すると共に、高温荷電粒子であるプラズマの閉じ込めを著しく向上させることに成功した。

これと共に、プラズマの安定な閉じ込め向上に大きく寄与することが理論的にも示されている「プラズマ半径方向電場シア」が急増することを実際に証明した。これは、最近話題になっている国際熱核融合実験炉(ITER)を含むトカマクや、核融合科学研究所のLHDヘリカル装置等の他形式環状プラズマにも普遍的に顕著な効果がある重要な成果と位置づけられている。また、(2)(3)に対応して、この時に確かに電位/電場が核

融合高効率化へ極めて有効に役立ち、プラズマをかき乱す乱流渦を抑制し、数千万度－1億度にプラズマイオン温度が上昇することを実証した。この成果は教員と学生たちの昼夜休日を分かたぬ一体となった努力に基づく物であり、米国物理学会誌フィジカル・レビュー・レターに掲載され、更には今年1月の科学誌パリティの2005年の物理学ニュースに掲載され、同時にプラズマ核融合学会の2006年のカレンダーのデザインデータにも採用される等、学生たちの努力の賜物であり、彼らの将来への自信に繋がることを願うばかりである。

(5)は双方向型共同研究として、神戸大学・核融合科学研究所・本学システム情報工学研究科・数理物質科学研究科の教員学生の活躍により、直接発電の実証の直前まで来ていることは特筆に値する成果である。

このような事例に見られるように、幅広い多くの第一線の研究者との交流を基盤に、活き活きと活躍する学生たちを現場で慈しみつつも陰しく指導している教職員は、こうした激しい日々の実験・研究の中にあっても、自然科学類や工学基礎学類の授業を1年生のころから親しく受け持ち、大変に熱心に学生たちを教えている。

筑波大学のこうした開かれた教育システムは、実は学生の科学技術分野に目を開かせるための掛け替えのない機会を与える制

度であり、大学院のみの大学院大学や況や研究所の中でのみの人材育成では「ソース」としての人材確保ができないという根源的な問題があり、人材育成に対し大学の持つ独自の位置づけに対する鍵となっている。

これから人口が減り行く中で、また比較的ソフトなものに若者の関心が向かう中で、自然科学や技術の素晴らしさに直接触れずに、機会を得ずして進路を決めてゆく学生が増えるならば、バランスのとれた我が国の基幹的学術・技術の継承発展に大きな禍根を残すことも十分考えねばならない。

プラズマ核融合分野では、特にITERの建設が始まり10年後の稼働やそれから数10年にわたる核融合の実証実験等、「無尽蔵なエネルギー源の長期開拓」には、何よりも人材の育成・輩出が不可欠である。

法人化の荒波の中で一步一步学術と開発を着実に進め、以上に記したような実際の数々の例を丁寧に積み重ねながら、「教育は国家百年の計」と言われた先達の思いを心に致し、全身全霊を傾けて教育研究に当たる。そのような覚悟を持った教員のそろったセンターであることが、私の誇りでもあり、また、50名の素晴らしい潜在能力を持った前向きな学生に囲まれた教育環境に居ることを感謝し、筑波大学の発展の一端を担うべく微力を捧げているところである。(ちょう てるじ/プラズマ物理学・核融合科学)