

Prospect of Laser Fusion Plasmas Research

兒玉了祐

阪大レーザー研

Ryosuke Kodama

Institute of Laser Engineering, Osaka University

レーザー核融合研究は、1970年代にその概念が提案されて、30年以上が経過した。その間、80年代から90年にかけて核融合点火に必要な超高温（1億度）と超高密度（1000倍圧縮）の状態を別々に達成した。これらの結果とレーザー技術の進歩により、90年代には、高速点火方式という新しい点火方式の研究が行えるようになった。中心点火方式に比べ、低いレーザーエネルギーによる点火と高い利得が期待されている高速点火方式の研究は、新たな炉心プラズマ研究として注目されるようになった。その後、ペタワットという超高強度レーザーの実現と新しいターゲット幾何学配置の発明により、高速点火炉心プラズマの研究はここ数年間、急激に進展してきた。その結果として、レーザー核融合における炉心プラズマ研究は、点火・燃焼に近い状態のプラズマを研究する段階に来ている。点火燃焼に近い温度、エネルギー密度での加熱物理と制御、高利得を目指した高効率燃料爆縮制御、クライオターゲット技術の確立が重要な課題として位置づけられる。同時に高速点火方式は、100kJクラスで核燃焼を含め炉心プラズマ物理のかなりの部分が研究できる可能性がある。比較的、小さな規模でこのような核融合燃焼物理の研究ができる可能性を持った高速点火炉心プラズマ研究は、魅力的である。しかしわが国の遺伝子工学、ロケット工学の発展段階において必要とされたことと同様に幅広い倫理的コンセンサスのもとで、今後いっそう魅力ある研究として進展することが期待される。

また、レーザー核融合炉心プラズマ研究に使用される装置は、様々な極限科学の発展に役立つ可能性がある。米国では高エネルギー密度状態のプラズマ物理研究として幅広く利用されようとしている。これはレーザーで照射されるターゲットの条件、レーザーの条件を比較的容易に変えることで、プラズマ状態を大きく変えることができることに起因する。さらに高速点火方式では、ペタワットという極限的な強度のレーザーが使われるため、応用の可能性がさらに広がる。核融合、状態方程式研究、粒子加速、実験室宇宙物理、相対論プラズマ物理、X線源開発など様々な応用の可能性がある。これら応用の殆どは、応用に最適なプラズマを慣性という力で制御し、プラズマがもつ特性・機能を空間的、時間的に抽出することであり、プラズマ物理（高エネルギー密度物理）に根ざした応用物理・工学という見方もできる。逆に炉心プラズマを含め、それぞれの応用にもっとも適したプラズマ状態を作ることが、命題であり、ターゲット、レーザーを比較的容易に工夫することでその応用目的に最適な高エネルギープラズマデバイスを作ることといっても過言ではない。プラズマ物理（高エネルギー密度物理）という横系にさらに高エネルギープラズマデバイスという概念の横系を通すことで、レーザープラズマを利用した様々な応用（縦系）が面として大きく発展できる可能性がある。応用研究の1つである炉心プラズマ研究を発展させる上で重要ポイントである。