

■会議報告

第13回慣性核融合科学とその応用に関する国際会議 (IFSA2025)

大阪大学レーザー科学研究所 重森啓介

標記会議が2025年9月14日から19日にかけて、フランス・トゥール (Tours) において開催された。本会議はレーザー核融合をはじめとする慣性核融合分野における最大規模の国際会議であり、隔年で日本・米国・欧州の持ち回りにより開催されている。

会議のトピックは大きく①Inertial Fusion Science, ②Technologies, ③High Energy Density Science の三領域に分類され、レーザー核融合の基礎物理から炉工学に至るまでの幅広い研究分野を包含している。会議の構成は、初日午前にアジア・欧州・米州の三極によるKeynoteセッションが行われ、その後、各日午前前半にPlenary Session、午後以降に口頭発表およびポスター発表が行われる形式である。発表件数の内訳としては、①Inertial Fusion Scienceが最も多く、今回も全体の半数以上を占めた。一方、これまでの会議では③High Energy Density Scienceの講演数が次点であったが、今回は②Technologiesがそれを上回った。これは、米国NIF (National Ignition Facility) での点火実証以降、核融合炉開発を視野に入れた高繰り返しレーザーおよびターゲット開発、さらには核融合関連スタートアップ企業による発表が増加しているためであり、新たに「IFE programmes」と題するセッションも設けられた。

直接照射レーザー核融合に関しては、CBET (Cross Beam Energy Transfer) に代表されるレーザープラズマ不安定性が主要な話題であった。米国ロチェスター大学のDustin Froula氏による基調講演「A future of inertial confinement fusion without laser-plasma instabilities」でも述べられていたように、レーザープラズマ不安定性を抑制するためにはレーザーの広帯域化が不可欠であることが共通認識となりつつある。CBETの有無によって点火に必要なレーザーエネルギーが十倍程度異なることが予測されていることから、広帯域照射技術や波長変換法など

に関する多様な報告が行われた。一方で、レーザーの広帯域化に伴い時間コヒーレンスによる強度スパイクが発生し、それが不安定性を増大させる可能性も指摘された。中国科学技術大学のグループによる報告では、照射レーザーの時空間スムージング技術の重要性が強調され、今後の直接照射ターゲット設計における不安定性制御が鍵となることが示唆された。

米国NIF (National Ignition Facility) における間接照射実験も着実に進展している。直近の2025年4月の実験では、レーザー波形整形およびアブレーター材質の最適化(タンゲステンのドープ濃度制御)により、ゲイン4以上の核融合出力が得られた。今後はレーザー出力の増強に加え、ディープラーニングを用いたターゲット設計や新たな計測技術の導入によってさらなる改良が進められる見込みであり、その動向が注目される。

Alternative Ignition Schemeとしては、大阪大学の千徳氏よりFIREX-NEOプロジェクトに関する最新の成果が報告された。令和6年度補正予算により大型レーザー装置の整備が進められており、この改修を活用した研究計画とともに、超高強度レーザーによる燃焼波加熱を用いてゲイン1を目指すシナリオが示された。また、衝撃波点火(Shock Ignition)については、欧州から関連報告が多数寄せられ、英国のレーザー核融合開発プログラムUPLIFT (UK Programme of Laser Inertial Fusion Technology for Energy) でも主要方式として位置付けられているなど、フェュージョンエネルギー実現に向けた研究が活発化している。

英国のみならず、米国やドイツでも国家的プロジェクトとしてレーザーフュージョンエネルギー開発戦略が進められているが、高繰り返しパワーレーザー開発から炉設計に至る包括的かつ具体的なロードマップはまだ示されていない。その点において、発電原理実証を段階的に取り入れた我が国のHYPERION計画は、商用化に向けて一歩先んじた内容であると感じられた。今回の会議では各国からのスタートアップ企業からの新技術提案も多く、今後は官民・産学連携によるエネルギー開発の加速が期待される。

次回会議は、2027年9月に日本の広島で開催される予定である。
(原稿受付: 2025年10月20日)



会議場全景



講演風景