

青紫色半導体レーザーによる慣性核融合モジュールの構築

Project manager

森 芳孝

株式会社 EX-Fusion
取締役ファウンダー



代表機関

株式会社 EX-Fusion

研究開発機関

名城大学
東京農工大学
核融合科学研究所

プロジェクト概要

本プロジェクトでは、日本が強みを持つ青紫色半導体レーザー技術をフュージョン分野に応用し、慣性核融合の実現に向けて高効率レーザードライバの確立を目指します。これにより、核融合燃料を圧縮する高強度レーザーを発生させるために必要な電力を大幅に低減し、将来のフュージョンエネルギープラントの実現に向けて、従来は100倍程度が必要とされてきた核融合エネルギーゲインを20倍程度まで引き下げることに挑戦します。

具体的には、まずは青紫色半導体レーザーのナノ秒単位での短パルス化と高出力化に取り組みます。青紫色半導体レーザーは、素子レベルで連続発振時に50%以上の高効率が可能です。高出力のナノ秒パルスを1秒間に10回程度という高い頻度で安定して発振させることは、未だ達成されていない挑戦です。

その実現のため、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser : 垂直共振器面発光レーザー) 構造を採用し、安定して動作する10J級・1ナノ秒・10Hzの青紫色半導体レーザーを開発します。

そして、開発した10J級レーザーによってレーザーとプラズマの相互作用を抑えながら、燃料を圧縮して核融合反応を1秒間に10回発生させることを実現します。

さらに、本プロジェクトでは、慣性核融合炉のコンパクト化を実現しつつ、X線やプラズマデブリによる熱や粒子の負荷が発生する核融合反応環境下でも、自己保全や自立運用が可能となる革新的な金属鏡などの要素技術を開発し、その有効性を実証します。これらの技術によって、慣性核融合を発電システムとしてだけでなく、スペースデブリ除去や宇宙推進など、宇宙分野への応用も期待されます。



2034年までのマイルストーン

- ・10J級・1ナノ秒・10Hzで動作する青紫色半導体レーザーを安定的に稼働させ、レーザーによる核融合燃料の圧縮によって核融合反応を実証します。
- ・自己保全・自立運用型コンパクト慣性核融合炉の実現にむけて、再生式低融点金属鏡や飛翔デブリ装甲などの要素技術も、核融合反応環境下での有効性を実証し発電システムを目指した炉設計を策定します。
- ・フュージョン分野以外の応用として、スペースデブリ除去など宇宙分野への展開を見据えた実装シナリオを策定します。

2029年までのマイルストーン

- ・縦積層、アレイ化、排熱、波面制御、集光といった各要素技術を統合し、青紫色半導体レーザーのチップレベル性能を確立して、mJ級・1ナノ秒・10Hzで動作するレーザーを実現します。
- ・半導体レーザーを用いた固体表面アブレーションを実証します。
- ・高効率レーザードライバを前提として、自己保全・自律運用型コンパクト慣性核融合炉の概念設計を完了し、商用炉や宇宙応用に必要な技術要件を明確化します。

研究開発体制

本研究開発プロジェクトでは、まず積層型青紫色半導体レーザーにおいて短パルス動作、高繰り返し動作、および高集光性を実現することを目的とし、主に5つの課題に重点を置いて取り組んでいます(図1)。

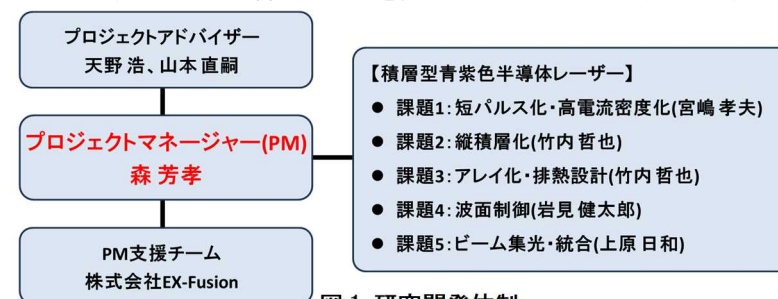


図1. 研究開発体制