

激光XII号-LFEXレーザーを用いたレーザー核融合高速点火方式による 効率的な高エネルギー密度状態の生成

Efficient creation of ultra-high-energy-density states by magnetized fast isochoric laser heating at the GEKKO-LFEX facility

○坂田匠平¹⁾, 李昇浩¹⁾, 森田大樹¹⁾, 城崎知至²⁾, 澤田寛³⁾, 岩佐祐希⁴⁾, 松尾一輝¹⁾, LAW King Fai Farley¹⁾, 畑昌育¹⁾, 砂原淳⁵⁾, 小島完興⁶⁾, 安部勇輝¹⁾, 白戸高志¹⁾, MORAC E alessio¹⁾, 余語覚文¹⁾, 岩田夏弥¹⁾, 劉暢¹⁾, 李敏¹⁾, 中井光男¹⁾, 坂上仁志⁷⁾, 尾崎哲⁷⁾, 山ノ井航平¹⁾, 乗松孝好¹⁾, 中田芳樹¹⁾, 時田茂樹¹⁾, 宮永憲明¹⁾, 河中準二¹⁾, 白神宏之¹⁾, 三間罔興⁸⁾, 西村博明¹⁾, BAILLY-GRANDVAUX Mathieu⁹⁾, SANTOS Jorge Joao¹⁰⁾, 長友英夫¹⁾, 疇地宏¹⁾, 兒玉了祐¹⁾, 有川安信¹⁾, 千徳靖彦¹⁾, 藤岡慎介¹⁾

S. Sakata, S. Lee, H. Morita, T. Johzaki, H. Sawada, S Fujioka *et al.*,

- 1) 阪大レーザー研, 2) 広島大, 3) ネバダ大リノ校, 4) 産総研, 5) パデュー大, 6) 京大化研,
7) 核融合研, 8) 光産業大, 9) カルフォルニア大サンディエゴ校, 10) ボルドー大
1) ILE, Osaka Univ., 2) Hiroshima Univ., 3) Nevada Univ., 4) AIST, 5) Purdue Univ. 6) Kyoto
Univ., 7) NIFS, 8) GPI, 9) Univ. of California, 10) Univ. of Bordeaux

高速点火方式のレーザー核融合では、予め高密度に圧縮した燃料プラズマ（コアプラズマ）に追加熱を行い、点火・燃焼を引き起こす。超高強度・短パルスレーザー（加熱レーザー）とプラズマ相互作用により生じる相対論的電子ビームによりコアプラズマへエネルギー付与を行う。しかしながら、加熱を行う相対論的電子ビームは大きな発散角を持っており、加熱レーザーからコアプラズマへのエネルギー結合効率の低下を招く大きな原因であった。これまでの我々の実験で得られたエネルギー結合効率はわずかに0.4%^[1]であった。

キロテスラ磁場を電子ビーム進行方向に印加することで、コアプラズマのサイズより十分小さい領域に効率良くガイドできることが示されている^[2]。そこで、レーザー駆動キャパシター・コイル^[3]により発生するキロテスラ磁場を高速点火方式のレーザー核融合へ導入し、結合効率向上の実証実験を行った。

実証実験は大阪大学レーザー科学研究所の激光XII号とLFEXレーザーを使用して行った。前者は磁場発生と高密度コアプラズマ形成に、後者は相対論的電子ビーム発生に使用した。キロテスラ磁場を銅が添加された中実球^[4]に印加し、圧縮後に加熱レーザーを入射した。銅イオンから発生する特性X線のスペクトルと2次元イメージを取得した。図. 1にエネルギー結合効率と電子ビームの2次元空間分布を示す。外部磁場印加時に、電子ビームが進行方向に誘

導される様子が観測され、最大8%の結合効率^[5]が得られた。コアプラズマへ付与されたエネルギーから、1Gbarに相当する圧力が得られている。外部磁場がない場合に比べて2倍増加し、米国で得られている結合効率^[6]より4倍高い効率を達成した。

講演では実験結果と解析の詳細を報告する。

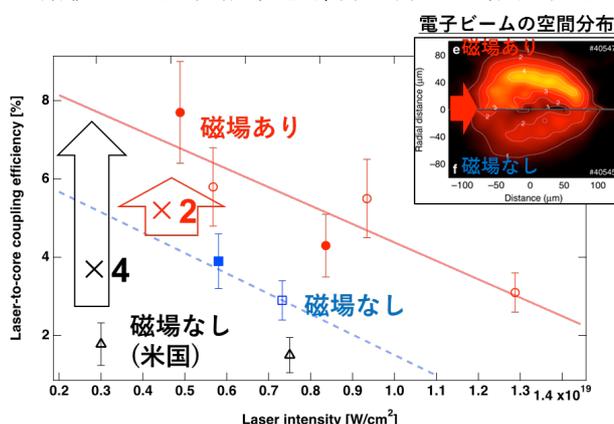


図.1 エネルギー結合効率に対する加熱レーザーの強度依存性と電子ビームの伝搬の様子(右上)。

- [1] S. Fujioka *et al.*, Phys. Rev. E **91**, 063102 (2015).
[2] D. J. Strozzi *et al.*, Phys. Plasmas **19**, 0722711 (2012)
[3] S. Fujioka *et al.*, Sci. Rep. **3**, 1170 (2013).
[4] Y. Iwasa *et al.*, Fusion Eng. Des. **125**, 89-92 (2017).
[5] S. Sakata *et al.*, Nat. Commun. **9**, 3937 (2018).
[6] M. Bailly-Grandvaux *et al.*, Nat. Commun. **9**, 102 (2018).