

対向照射高速点火方式における二流体不安定性と ワイベル磁場発生メカニズム

Mechanism of Two stream instability and generation of Weibel magnetic fields on fast heating with counterbeam configuration

森芳孝¹, 西村靖彦^{1,2}, 花山良平¹, 中山師生¹, 石井勝弘¹, 北川米喜¹,
関根尊史³, 竹内康樹³, 栗田隆史³, 加藤義則³, 佐藤伸弘³, 栗田典夫³,
川嶋利幸³, 米田修⁴, 東博純⁵, 日置辰視⁶, 元廣友美⁶, 砂原淳⁷,
千徳靖彦⁸, 三浦永祐⁹, 岩本晃史¹⁰, 坂上仁志¹⁰

MORI Yoshitaka¹, NISHIMURA Yasuhiko^{1,2}, HANAYAMA Ryohei¹, NAKAYAMA Suisei¹,
ISHII Katsuhiko¹, KITAGAWA Yoneyoshi¹, SEKINE Takashi³, TAKEUCHI Yasuki³, KURITA
Takashi³, KATO Yoshinori³, SATO Nakahiro³, KURITA Norio³, KAWASHIMA Toshiyuki³,
KOMEDA Osamu⁴, AZUMA Hirozumi⁵, HIOKI Tatsumi⁶, MOTOHIRO Tomoyoshi⁶,
SUNAHARA Atsushi⁷, SENTOKU Yasuhiko⁸, MIURA Eisuke⁹, IWAMOTO Akifumi¹⁰,
SAKAGAMI Hitoshi¹⁰

¹光産業創成大学院大学, ²トヨタテクニカルディベ ロップメント(株), ³浜松ホトニクス
(株), ⁴トヨタ自動車(株), ⁵あいちSR, ⁶名古屋大, ⁷レーザー総研, ⁸阪大レーザー研,
⁹産総研, ¹⁰核融合研
¹GPI, ²TTDC, ³Hamamatsu K. K., ⁴TOYOTA Mortor Corp., ⁵AICHI SR, ⁶Nagoya Univ., ⁷ILT,
⁸ILE, ⁹AIST, ¹⁰NIFS

繰り返し1Hzで動作するレーザー核融合ドライ
バーHAMA[1]を用いて、対向照射配位のレーザ
ー核融合開発を進めている[2, 3]。今回、直径
500ミクロン、厚み7ミクロンの重水素化ポリス
チレンシェルに波形整形されたレーザーパル
ス(爆縮エネルギー2.9 J/ビーム、加熱エネル
ギー0.4J/ビーム)を対向照射し、シェル中心部
に燃料プラズマを形成し、追加熱することに成
功した。対向照射配位における燃料プラズマ領
域からのX線発光強度は、片側照射配位の8倍以
上であり、レーザーエネルギーの比(対向/片
側:2倍)以上の発光強度の増大を得た。実験の
レーザーパラメータとターゲット形状をもと
に、1次元輻射流体コード(STAR1D)で対向爆縮
による燃料密度および温度を求め、その燃料プ
ラズマのパラメータで、衝突輻射過程を考慮し
た2次元粒子シミュレーション(PICLS2D)で対
向加熱による燃料加熱を解析した。結果、対向
照射配位では、燃料中心部に強度5 MG以上の磁
場が発生し、この磁場にエネルギー2 MeV以下
の電子が捕獲されエネルギーを燃料に付与し
ていることが判明した(図)[4]。この磁場の発
生機構は、ワイベル不安定性によるものであり、
加熱レーザーを燃料プラズマに照射した時に
発生する高速電子流が、対向流としてプラズマ

内で交差すると、二流体不安定性が成長し、フ
ィラメンテーション状のワイベル磁場が形成
される。この磁場は、固体密度以上のプラズマ
においても形成され、高速電子流が交差する限
りにおいて発生可能であるようである。

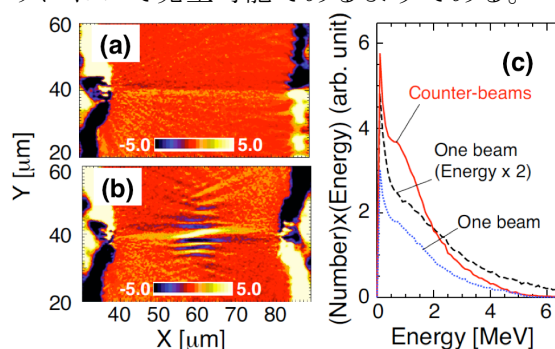


図. 燃料プラズマ中の磁場強度: (a)片側照射、(b)対
向照射. (c)燃料中心部の電子エネルギースペクトル
参考文献

- [1] Y. Mori et al., Nucl. Fusion **53** 073011 (2013).
[2] Y. Kitagawa et al., Phys. Rev. Lett. **108** 155001 (2012).
[3] O. Komeda et al., Sci. Reports **3** 2561 (2013).
[4] Y. Mori et al., Phys. Rev. Lett. **117** 005001 (2016).