

レーザー核融合高速点火方式における
 抵抗性磁場による電子ビームガイドング特性の数値解析
**Simulation of Electron Beam Guiding by Resistivity Magnetic Field
 in Fast Ignition Laser Fusion**

春日井貴英¹, 城崎知至¹, 長友英夫², 羽原英明³, 住岡耕平³, 牧山大暉³, Tao Gong⁴, 西野信博¹
 Kasugai Takahide¹, Johzaki Tomoyuki¹, Nagatomo Hideo², Habara Hideaki³, Sumioka Kouhei³
 et al.

¹広大院工, ²阪大レーザー研, ³阪大院工, ⁴中国工程物理研
¹Hiroshima Univ, ²ILE Osaka Univ, ³Osaka Univ, ⁴CAEP

1. 緒言

高速点火レーザー核融合において, 高強度レーザー照射によって生成される高速電子ビームの発散を抑えてコアプラズマまでガイドする方法として, 物質境界の抵抗率勾配に起因して生じる抵抗性磁場を用いる方法がある[1]. 2017年の阪大レーザー研GXII+LFEXシステムを用いた, 高抵抗率材としてNiを挿入したオレイン酸中実模擬燃料球の爆縮・加熱実験において, 爆縮プラズマからの高速電子起因のCu-K α 光イメージ像より, 抵抗性磁場による高速電子の収束性が示唆された.

本研究では, 高速電子が生成する臨界密度近傍に注目し, 抵抗性磁場による電子ビームガイドングの有効性を評価する. 更により効果的にガイドできるデザインについて検討を行う.

2. 計算条件

衝突電離過程を含む二次元PICコード[2]を使用した. 図1(a), (b)に初期密度分布を示す. オレイン酸をCH₂で模擬し, 中心部に厚さ8 μ mのNiを配置した(図1(a)). 図1(b)は一次元(x方向)の電子密度分布である. y方向には電子密度は同様とした. 計算領域左側に厚さ5 μ mの真空領域を置き, そこから電子密度 n_e を $0.1n_{cr}$ (n_{cr} :レーザー臨界密度)から $10n_{cr}$ まで指数関数(スケール長4 μ m)で増加させ, それ以降は一定値 $10n_{cr}$ とした. 左側境界からレーザー(強度 10^{19} W/cm², 波長1.053 μ m, パルス長457fs)を入射した.

3. 結果

Niを挿入した場合とCH₂のみの場合における抵抗性磁場や電子の輸送効率を比較した. 図1(c), (d)に521fsにおけるz方向の静磁場の二次元強度分布を示す. Niを挿入した場合(図1(c)), NiとCH₂の境界面に10kTの磁場が生成された. $x=45\mu$ mに観測点を設置し, $y=20\sim 32\mu$ mの幅

を左から右に通過する高速電子のエネルギーを時間積分し, レーザーの入射エネルギーとの比で輸送効率を評価した. Niを挿入した場合, 抵抗性磁場ガイド効果により, Ni無しの場合に比べて輸送効率は23%向上した.

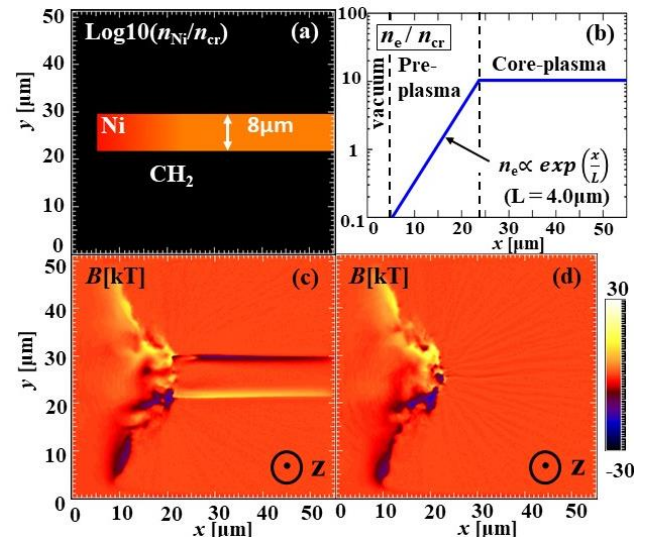


図1 計算条件と結果. (a)Niの初期位置, (b)電子密度初期分布, (c), (d)521fsにおけるz方向の静磁場 B 分布で, (c)はNi有り, (d)はNi無しの場合.

4. 結言

二次元PICシミュレーションにより, 臨界密度近傍($10n_{cr}$)でのNiによる抵抗性磁場ガイド効果を評価した. NiとCH₂の境界には10kTの磁場が生成し, この磁場によるガイド効果でNiを挿入した場合は輸送効率が23%向上した. この結果より, $10n_{cr}$ 程度の低密度領域でもガイドング効果が期待できることが示された. 講演では, より効果的なデザインについて議論する.

参考文献

- [1] B. Ramakrishna et al. Phys. Rev. Lett. 105.135001 (2010)
- [2] Y. Sentoku and A. J. Kemp, J. Comput. Phys. 227. 6846 (2008)