

高密度爆縮プラズマ中における抵抗率勾配における強磁場生成のモデリング

羽原英明¹, 牧山大暉¹, 長友英夫², 城崎知至³

¹大阪大学大学院工学研究科, ²大阪大学レーザー科学研究所, ³広島大学大学院工学研究科

INTRODUCTION

慣性核融合の高速点火では、爆縮コアプラズマでの加熱効率が低いことが問題の一つとして挙げられる。追加熱に用いられる高強度レーザーによって生成される高速電子は、コアプラズマを加熱する上で大きな役割を果たす。この高速電子は高密度プラズマと高強度レーザーの相互作用によって生成されるが、その高速電子は40度以上の大きな発散角を持っており、加熱効率が低い原因となっている。この問題を解決するために本研究では、物質の比抵抗率勾配に起因する自己生成磁場を用いて高速電子の発散角を抑えるために、中実球の中にNiワイヤーを挿入したターゲットを使用した。このターゲットを用いることで自己生成磁場による高速電子のコリメートを実験的に確認した。

EXPERIMENT SETUP

先行研究では二つの異なる電気抵抗率の物質を用いると二つの物質の抵抗率の勾配によって生じる自己生成磁場によって高速電子が収束されるという効果が報告されている。本研究では、それらの先行研究を応用して、オレイン酸銅中実球にNiワイヤーを挿入することでサンドイッチ構造を作成した。このターゲット球に高強度レーザーを照射することで生成される自己生成磁場による高速電子の収束の効果を検証した。

ターゲット球には、阪大レーザー研で開発されたオレイン酸銅 (Cu-oleate) 中実球 (直径 190 μm) にNiワイヤー (直径 25 μm 、長さ 40 μm) を挿入し、その球の表面をPVAでコーティング (厚さ 30 μm) したターゲットを用いた。

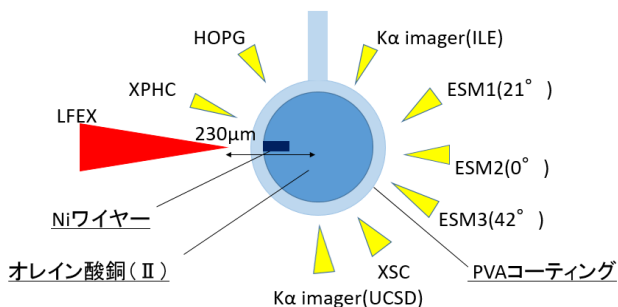


図1 実験セットアップ

阪大レーザー研で行われた実験では、GXII (760J/beam, 2.0ns)、LFEX (300J/beam, 1.5ps) の二つのレーザーを用い、Niワイヤーの有無の2種類の条件で、LFEXのみとJoint shotを行った。これらの条件でどの程度の差が生じるか各計測器を用いることで検証を行った。

EXPERIMENT RESULTS

K α imagerの観測結果からNiワイヤーを挿入したときにより強い発光が見られることを確認することが出来た。これにより、Niワイヤーとオレイン酸銅の抵抗率によって生じる自己生成磁場によって爆縮コアに到達した高速電子の量が増加した可能性があることが示された。

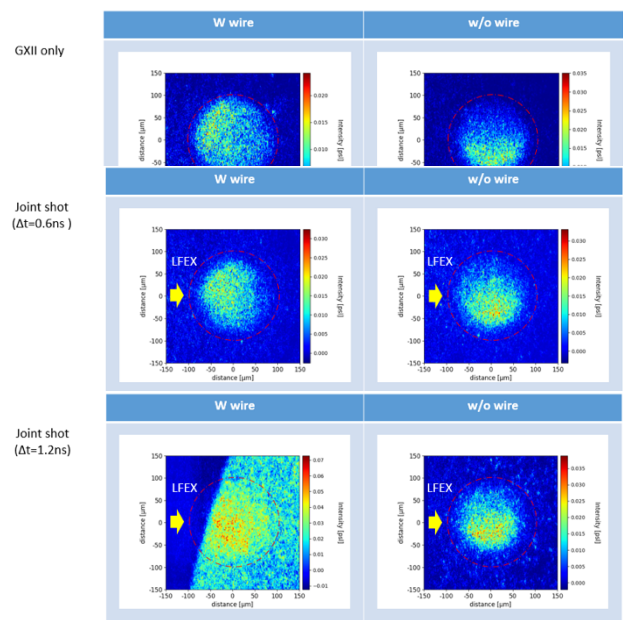


図2 K α imagerの観測結果

また、ESMの結果では、爆縮コアの加熱に寄与する低エネルギー域の電子の割合が0度から21度の範囲で増加していることが確認できた。このことから、抵抗率の勾配によって生じる自己生成磁場によって高速電子がガイディングされていることが確認することが出来た。

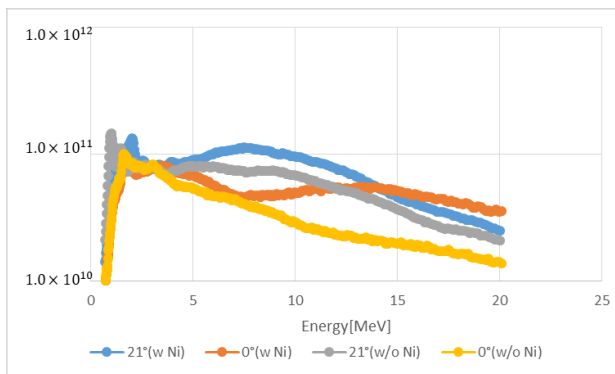


図3 ESM の計測結果（低エネルギー域）

CONCLUSION

これらの結果から、オレイン酸銅に Ni ワイヤを挿入することで生じる比抵抗率の勾配由来の自己生成磁場により、高速電子の発散角を抑え、爆縮コアに誘導できた可能性があることが分かった。

ACKNOWLEDGEMENT(S)

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究 S, 15H05751)によって行われた。

REFERENCE(S)

- [1] S. Kar, et al., Phys. Rev. Lett. 102,055001 (2009).
- [2] A.P.L. Robinson and M. Sherlock, Phys, Plasma 14,083105 (2007)