

04aB04

レーザー駆動高強度磁場の発生と高速点火レーザー核融合への応用 Application of laser-produced strong magnetic field to fast-ignition laser fusion

- 藤岡慎介, Zhang Zhe, 石原和大, 池之内孝仁, 城崎知至^A, 砂原淳^B, 山本尚嗣^C, 中島秀紀^C, 近藤康太郎^D, 渡辺二太^E, 坂上仁志^E, Santos J. Joao^F, Giuffrida Lorenzo^F, 有川安信, 長友英夫, 三間圀興^G, 西村博明, 疇地宏
- S. Fujioka, Z. Zhang, K. Ishihara, T. Ikenouchi, T. Johzaki, A. Sunahara, N. Yamamoto, H. Nakashima, K. Kondo, T. Watanabe, H. Sakagami, J. J. Santos, G. Lorenzo, Y. Arikawa, H. Nagatomo, K. Mima, H. Nishimura, H. Azechi

阪大レーザー, ^A広大院工, ^Bレーザー総研, ^C九大院総理工, ^D東工大原子炉, ^E核融合研, ^Fボルドー大CELIA, ^G光産業創成大
ILE, Osaka Univ., ^BHiroshima Univ., ^CKyusyu Univ., ^DTokyo Inst. Technology, ^ENIFS, ^FUniv. Bordeaux, CELIA, ^GGPI

高速点火レーザー核融合では、高強度レーザーのエネルギーを一旦高速電子に変え、高速電子で核融合燃料を加熱する。高速点火レーザー核融合の成功には、この高速電子の特性を望ましい方向に制御することが重要である。

制御すべき三つの課題がある。一つ目は、高強度レーザーとプラズマの相互作用によって発生する高速電子のエネルギーが核融合燃料を加熱するには大きすぎるため、高速電子が持つエネルギーが十分核融合燃料に付与されないこと。二つ目は発生した高速電子のうち加熱に寄与する低エネルギー成分は核融合燃料に到達する前に吸収されてしまうこと。三つ目は、発生した高速電子が大きな発散角を持つため、核融合燃料にまで到達するのはそのごく一部であること。である。これらの課題を克服する手法として注目されているのが、強磁場を用いた高速電子の制御である。

本研究ではレーザー駆動キャパシター・コイルターゲットを使って、高速点火レーザー核融合に必要な強磁場を発生させた。レーザー駆動キャパシター・コイル法で生成可能な磁場は、微小な空間（数 mm 以下）で短時間（数ナノ秒）に限られるが、瞬間的にキロテスラを越える高磁場強度を生成出来るという利点がある。

図 1 に示したピックアップコイルを用いた測定では、最大磁場強度は 15 kT で、磁場パルスの半値幅が 10 ns であることが明らかになった。ピックアップコイルを使った磁場測定方法では、コイル部では無く、プラズマ自身が作る磁場の影響を受ける。レーザーの照射強度及び

波長を変えながら、ファラデー回転を使い磁場を測定した。磁場強度はレーザー強度に比例して大きくなり、コイルから 850 μm 離れた点で観測された最大の磁場強度は 1 kT であった。この値は、ピックアップコイルを使って測定された値と矛盾しないものであった。

ピックアップコイル及びファラデー回転を用いた磁場計測方法は、プローブの位置を固定した定点観測であり、磁場の空間分布を測定するには不適切である。高強度レーザーで加速されるプロトンビームを用いた、プロトンラジオグラフィーによる磁場分布観測も行った。図4は6.7 MeVのプロトンに銅メッシュを使い、空間的にパターンを印加した後に、磁場中を伝搬させて得た像である。磁場によるメッシュ像の歪みが観測され、コイル中心部での磁場強度は 3 kT 以上と推定された。

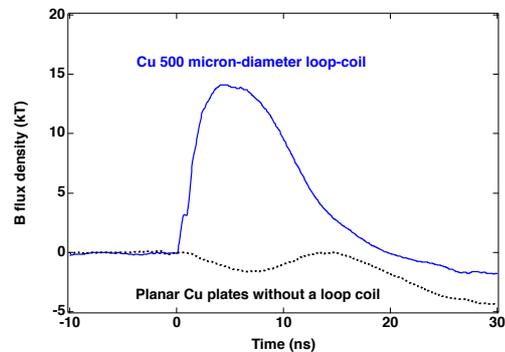


図 1 ピックアップコイルを使った磁場強度の時間履歴計測。コイルを付けることで、自発磁場よりも一桁近く大きい磁場が観測された。