

高速点火核融合における縦磁場印加時の高速電子の挙動(2)

Hot Electron Behavior during External Magnetic Field in FIREX

尾崎 哲¹、松尾一輝²、加藤弘樹²、有川安信²、坂田匠平²、小島完興²、畑昌康²、安部勇輝²、砂原淳²、城崎知至³、坂上仁志¹、長友英夫²、白神宏之²、余語覚文²、藤岡慎介²、西村博明²、疇地宏²、FIREX 実験グループ²、GXII-LFEX レーザーグループ²

¹核融合研、²阪大レーザー、³廣大工学院

TETSUO OZAKI¹, KAZUKI MATSUO², HIROKI KATO², YASUNOBU ARIKAWA², SHOHEI SAKATA², SADAOKI KOJIMA², MASAYASU HATA², YUUKI ABE², ATSUSHI SUNAHARA², TOMOYUKI JOHZAKI³, HITOSHI SAKAGAMI¹, HIDEO NAGATOMO², HIROYUKI SHIRAGA², AKIFUMI YOGO², SHINSUKE FUJIOKA², HIROAKI NISHIMURA², HIROSHI AZECHI² and FIREX experimental group²

¹National Institute for Fusion Science

²Institute of Laser Engineering, Osaka University

³Graduate school of Engineering, Hiroshima University

高速点火では圧縮されたコアに追加熱によりどれだけエネルギー注入できるかが成功のカギとなる。最も基本的な追加熱の方法は、高強度レーザーをコーンガイドに入射することにより発生する高速電子を用いて加熱する方法である。これまでいくつの基礎実験において電子スペクトロメーター (ESM) を用いて放出される高速電子を測定してきた。しかしながら、ESMで観測される高速電子のエネルギーは入射したレーザーエネルギーの1%以下である。これはレーザーに加速された電子電流量が巨大であるため自己磁場によってターゲット近傍に捕捉されたままになり、アルフベン限界までの電子電流しか真空中に放出されないことによる。また電子はターゲットから離れることによりシースポテンシャルが生成し、後続の高速電子がシース電場によってターゲットに引き戻されるためである。

これら一連の動きをPICのシミュレーションで追ってみる。入射されたレーザーは一部反射されるが残ったエネルギーにより(主パルスに先行するプレパルスによって生成された)プレプラズマ中で電子が加速される。しかしながら電子電流が大きいのに対し照射面では帰還電流が不十分なため、多くの電子が自己磁場によって捕捉される。加えてシース電場によりE×Bドリフトをおこし表面を這ういわゆる表皮効果様の動きをする。残りの電子はエネルギーが十分大きければターゲット中に侵入する。ターゲット内部では潤沢な帰還電流により電流中和が起きほぼ直線的に進む。しかしながら裏面では帰還電流の欠落により自己磁場が発生し再び表面を這う動きをする。真空中に出ていく電子はE×Bドリフトの途中で漏れ出ていく電子である。このため2台のESMをいくつか場所を変えて観測すると、レーザー対向側では多く観測されるがレーザーの入射側でも相当数の電子が観測されることがわかる。この結果は計算で予測された結果と一致している。

ここではレーザーの反射、ESMの結果、X線の結果を総合判断して大まかな電子の流れを把握する。ターゲット付近の電子挙動を理解するために外磁場を印加した時の起きるESMで観測される電子・イオンの増加について解説する。これらの結果を総合して高速電子を有効に利用するターゲットについても模索する。