

高速点火における実効電子温度のターゲット依存性と 新しいターゲット提案

Target Dependence of Hot Electron Spectra and a New Target Proposal in FIREX

尾崎 哲¹、砂原淳²、白神宏之²、有川安信²、藤岡慎介²、坂上仁志¹、Z. Zhang²、長友英夫²、城崎知至³、多賀正樹、小島完興²、安部勇輝、長井圭治²、坂田匠平²、服部祥治²、坂和洋一²、西村博明²、畦地宏²、FIREX 実験グループ²

¹核融合研、²阪大レーザー、³広大工学院

TETSUO OZAKI¹, ATSUSHI SUNAHARA², HIROYUKI SHIRAGA², YASUNOBU ARIKAWA², SHINSUKE FUJIOKA², HITOSHI SAKAGAMI¹, ZHE ZHANG², HIDEO NAGATOMO², TOMOYUKI JOHZAKI³, MASAKI TAGA², SADOKI KOJIMA², YUUKI ABE², KEIJI NAGAI², SHOHEI SAKATA², SHOJI HATTORI², YUICHI SAKAWA², 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

高速点火は、レーザー爆縮によって生成される爆縮コアを高速電子で追加熱することにより点火温度まで到達させることを目標としている。高速電子は、追加熱レーザーをコーンでガイドしその先端部分で主に加熱レーザーのプレパルスが作るプレプラズマと加熱レーザーの主パルスとの相互作用により生成する。シミュレーションによれば爆縮コアとの結合効率を最大にするには高速電子の実効電子温度を 2MeV 程度に抑える必要があるといわれている。一般にプレプラズマの密度のスケール長（ $1/e$ に下がるまでの距離）が長い場合、実効電子温度は高めになって結合効率の悪化を招く。さらに、レーザーエネルギーの大半を高エネルギーが奪うため低エネルギー成分の割合が減ってしまう。レーザーから高速電子への変換効率を高く保ったまま如何に実効電子温度を低く抑えるかが高速点火の課題の一つである。

この目的のために、従来使われてきた金コーン+CDシェルの組み合わせに加えて、DLCコーン+CDシェル、穴あきコーン+CDシェルを用いて実験した。DLCコーンシェルは、低エネルギー電子のコーンでの損失が小さいためコアへの高い結合効率が期待できる。しかしながら実験では発生電子数が金コーンの場合と遜色ないにもかかわらず十分な結合効率を得られなかった。さらに、外部磁場を印加することにより発散する高速電子をコア付近で収束させ高い結合効率を得ることを目指した。磁場印加により高速電子のフラックスは数倍まで増加したが、高い結合効率は得られなかった。この原因は解析中であるが、高速電子のエネルギーのコアの加熱機構が従来の考えられているより複雑であることを示唆している。

著者等は、これらの結果を踏まえ新たなターゲットを提案する。コアを加熱する高速電子をコアの外側から照射するのではなく、爆縮途上にあるコアの内側から加熱する方法である。これにより低エネルギーの電子をもれなく加熱に利用でき、電子の発散の問題も回避できる。その第一段階として、砂原によって提案された穴あきコーンシェルの実験を行った。穴あきコーンで一番懸念されるのは爆縮にともなう圧縮プラズマがコーンの穴から吹き出し、これによって高速電子のエネルギーが上がることである。しかしながら、著者等の実験では電子のエネルギーを低く抑えることができた。この方式により高い結合効率が期待できることが明らかになった。著者らはこれをさらに進めたシェルでキャビティを作るターゲットを提案する。