

【基盤研究(S)】

理工系（数物系科学）



研究課題名 Super-penetration を用いた高速点火の加熱検証

大阪大学・大学院工学研究科・教授

たなか かずお
田中 和夫

研究課題番号：15H05751 研究者番号：70171741

研究分野：プラズマ科学

キーワード：高速点火、レーザー自己集束、高速電子

【研究の背景・目的】

レーザー核融合研究では、高速点火方式の検証は、現在米国で進められている中心点火方式に対する重要なオプションとして位置づけられている。我々はスーパーペネトレーション(以下 SP と略)と呼ぶレーザー自己集束現象を発見し、この 10 年間基礎実験でこの SP 手法を高速点火へ応用するメリットを示してきた。SP とは、レーザー光が相対論効果と光圧力効果を伴い臨界密度を超える高密度プラズマの中を自己集束し、穿孔する現象である。高速点火への SP の有効性を最終的に示すには、高密度に爆縮された燃料プラズマに SP により超高強度レーザーを注入し、プラズマ加熱を実証する必要がある。本研究で

【1】点火級の大規模プラズマスケール長を持つ平面プラズマにおいて SP 観測に必要な計測手法を開発しつつ、SP の特性評価を行い、更に

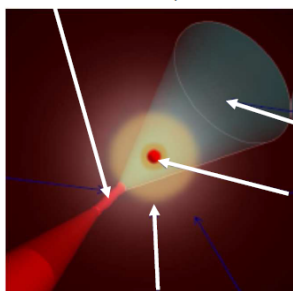
【2】点火級の重水素燃料を伴う高密度爆縮実験において高速点火の加熱を実証（加熱実験）する。

【研究の方法】

【初年度】高密度プラズマ中での SP が伝搬する様子を観測する計測手法を開発する。電子スペクトロメータ、イオンエネルギーアナライザ、X線コントラストイメージング技法などを含む。

【二年度】SP の最適化を行う。レーザーは、基本仕様として、単パルスを用いる。プラズマには、平面形状のものを用いる。

コロナプラズマ中をレーザー自己集束で進入する加熱レーザー(強度 $>10^{15}$ W/cm²)



コアを取り巻くコロナプラズマ (スケール長~1mm)

図1 スーパーペネトレーション手法による高速点火加熱実験レイアウト

【三年目】SP の最適化を行う。レーザーは、基本仕様として、ダブルパルスを用いる。プラズマには、平面形状のものを用いる。

【四年目】最適を行った条件で、プラスチックシェルターゲットを使った高密度コアへ SP による加熱を試みる。

【五年目】最適を化を行った条件で、重水素・三重水素シェルターゲットを使った高密度コアへ SP による加熱を試みる。

【期待される成果と意義】

SP 手法を使い、点火条件である爆縮面密度 0.3g/cm^2 の重水素燃料コアに対して加熱を検証する。この爆縮コアは、ロチェスター大学の実験で既に達成されており本申請で加熱対象とすることが可能である。成果は高速点火方式が実際に機能する証明となり点火条件を確立することが出来る。研究過程での相対論電子のエネルギー輸送などの成果は、プラズマ非線形物理、粒子加速、実験室宇宙物理、状態方程式、極限物質創成など複数のプラズマ科学分野へ新規の知見と理解を与え、大きく貢献することが可能となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Efficient propagation of ultra-intense laser beam in dense plasma, H Habara, S Ivancic, K Anderson, D Haberberger, T Iwawaki, C Stoeckl, KA Tanaka, Y Uematsu, and W Theobald, Plasma Phys. Contr. Fus., 57, 064005 (2015).

Collimated fast electron beam generation in critical density plasma, T Iwawaki, H Habara, S Baton K Morita, J Fuchs, S Chen, M Nakatsusumi, C Rosseaux, F Flippi, W Nazarov and KA Tanaka, Phys. Plasmas 21, (2014).

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度－31 年度 145,000 千円

【ホームページ等】

<http://www.eie.eng.osaka-u.ac.jp/le/en/>