



Title	超高強度レーザービームとコロナプラズマの相互作用の研究
Author(s)	松岡, 健之
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44930
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 まつおか みやこし たけ し
松岡 (宮越) 健 之

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 8 1 2 1 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 15 年 9 月 30 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当
工学研究科電子情報エネルギー工学専攻

学 位 論 文 名 超高強度レーザービームとコロナプラズマの相互作用の研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 田 中 和 夫

(副査)
教 授 西 川 雅 弘 教 授 飯 田 敏 行 教 授 堀 池 寛
教 授 三 間 罔 興 教 授 朝 日 一 教 授 西 原 功 修
教 授 粟 津 邦 男 助 教 授 近 藤 公 伯

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超高強度レーザービームとコロナプラズマの相互作用に関する研究についてまとめられている。本論文は、以下の 5 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、レーザーを用いた新方式慣性核融合である高速点火について紹介し、高速点火核融合における本研究の位置づけについて述べられている。

第 2 章では、超高強度レーザー光の誘導ラマン散乱によるエネルギー損失が問題となることが述べられている。この散乱損失レベルを知るための高速点火方式を模擬した実験について解説され、得られた結果と実験にたいするシミュレーション結果とを比較し、誘導ラマン散乱の散乱損失はコロナ領域では小さいことが示されている。

第 3 章では、超高強度レーザー光のコロナプラズマ中での伝搬を調べるためのプローブレーザーシステムと干渉計の開発について述べられている。また、このシステムを用いた実験について解説され、実験結果から、レーザー光が非一様プラズマ中で直進すること、および推定される強度がプラズマ中と真空中でそれほど変わらないことが示されている。また実験結果を説明する他の可能性についても検討し、考察の結果から超高強度レーザーのエネルギー損失が低密度領域で小さいことが示されている。

第 4 章では、超高強度レーザー光の自己集束効果に関する実験結果について述べられている。実験結果から、ある条件のもとでレーザー光は自己集束により強度が増大し非相対論的強度のレーザーが侵入できない高密度領域へのレーザー光の伝搬が可能となったことを示す結果が示されている。また実験結果をもとにして異常透過に関する知見がまとめられている。

第 5 章は、まとめであり、本論文が総括されている。また、高速点火慣性核融合における本研究の意義について述べられている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高速点火慣性核融合に於ける超高強度レーザーとコロナプラズマの相互作用、特に超高密度レーザーの伝搬に関する実験的研究をまとめたものである。高速点火においては、超高強度レーザー光はコロナプラズマ中を低損失でより高密度まで高い強度をもったまま伝搬しなければならない。本研究の成果は、実験結果に基づき、この伝搬条件を定量的に明らかにした点である。本研究で得られた主な成果は以下の通りである。

(1) 超高強度レーザー光の誘導ラマン散乱によるエネルギー損失レベルを知るための高速点火を模擬した実験をおこない、超高強度レーザーのエネルギーにたいし3%がラマン散乱による損失であることを示した。実験にたいするシミュレーションをおこない、誘導ラマン散乱はコロナ領域で飽和することを確認した。シミュレーションで得られた知見と実験で観測した散乱損失から、コロナ領域でのエネルギー損失は小さいことが示された。

(2) 超高強度レーザー光のコロナプラズマ中での伝搬を調べるためにプローブレーザーシステムと干渉計を開発し実験に導入した。干渉計により、超高強度レーザーにより形成される導波路が観測でき、レーザー光が非一様プラズマ中で直進することが示された。また導波路の膨張速度からレーザー光の強度ないしはプラズマ中でのレーザーのエネルギー吸収率が見積もられた。解析により得られた強度とエネルギー吸収率はともにレーザーのプラズマ中でのエネルギー損失が小さいことを示唆した。

(3) 非相対論的強度のレーザーが侵入できない高密度のプラズマに超高強度レーザーを照射強度 $5 \times 10^{18} \text{ W/cm}^2$ で照射し、異常透過光を観測した。実験結果をもとにした考察より、レーザー光は自己集束により強度が 10^{20} W/cm^2 程度まで増大し臨界密度の10倍以上のプラズマ中を伝搬したことが示唆された。

以上のように、本論文はレーザー核融合高速点火において重要なレーザー伝搬に対する条件に関して、新しい物理知見を与えている。この知見は高速点火の可能性を大巾に広げるものである。又高空間時間分解能力を持つレーザー干渉計による独自の計測手法についても詳しくまとめられており、こうした実験研究に関して非常に重要な文献価値を有する。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。