



Title	Computational Study of Ignition and Burn in Fast Ignition Scheme
Author(s)	Mahdy, Abdel Rahman Ibrahim
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41411">https://hdl.handle.net/11094/41411</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 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	マハディ アブデ ラマン イブラヒム Mahdy Abdel Rahman Ibrahim
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14644 号
学位授与年月日	平成11年3月25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	Computational Study of Ignition and Burn in Fast Ignition Scheme (高速点火方式における点火と燃焼の数値シミュレーションによる研究)
論文審査委員	(主査) 教授 三間 罔興
	(副査) 教授 西川 雅弘    教授 堀池 寛    教授 西原 功修 教授 中井 貞雄    教授 飯田 敏行    教授 権田 俊一 助教授 田中 和夫

### 論文内容の要旨

本論文は、核融合点火・燃焼に必要なレーザー条件を定量的に評価し、従来の中心点火方式と比較することにより、中心点火と高速点火における点火のためのレーザー条件の相違を明らかにしたものであり、全6章より構成されている。

第1章は慣性核融合の基本的な概念、背景をまとめ、従来の中心点火方式に属する直接照射及び間接照射につき、それぞれの基本的事項をまとめている。また、高速点火の基本的概念、機構、必要とされる諸条件、及び現在に至るまでの研究成果をまとめている。

第2章は高速点火における爆縮コアへの追加熱のモデルを記述し、非中心点火(高速点火)を解析する際の基礎式、物理式仮定、ターゲット条件に関する研究の現状と今後の課題について述べている。

第3章は高速点火を起こすために必要なレーザー及びターゲット条件を数値シミュレーションにより明らかにし、追加熱レーザーのパルス長が核燃焼の伝搬に与える影響を調べている。さらに、異なるターゲットの構造に対して、点火に必要な追加熱レーザーエネルギーを見積もり、従来の中心点火に必要なレーザーエネルギーと比較し、放射損失が点火条件に及ぼす効果を考察している。

第4章は高速電子の輸送について考察しており、高速点火において、爆縮されたコアに外部から超高強度レーザーを照射し加熱する時の、高強度レーザーにより生成される高速電子が爆縮コアに輸送される過程を検討している。また、高速電子の輸送を評価するために、電子・電子衝突を考慮した相対論的フォッカー・プランク方程式を導出し、電子輸送の基礎過程を調べている。

第5章は高エネルギー電子の輸送を記述するフォッカー・プランクシミュレーションコード開発について論じている。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめ、本論文の総括を行っている。

### 論文審査の結果の要旨

レーザー核融合では、点火・燃焼と高エネルギー利得の実証が当面の課題となっており、新しい点火方式として高

速点火方式は高エネルギー利得を達成し得るものとして高く期待されている。本論文は、従来の中心点火方式とは異なり、最新のレーザーの技術開発の進歩により可能となった超高強度レーザーを用いて外部から核融合点火を強制的に誘起する高速点火方式につき、点火・燃焼の2次元ダイナミクスにつき計算機シミュレーションを行い、点火条件を定量的に調べた結果をまとめたものであり、得られた主な成果を要約すると以下の通りである。

- 1) 点火・燃焼の計算機シミュレーションモデルを構築し、中心点火のうち、等圧点火モデルと等密度点火モデルに関して点火条件を計算機シミュレーションにより求め、その結果を Atzeni の点火条件と比較することで、モデルの妥当性を確認している。また、この計算機シミュレーションコードを用いることにより、超高強度レーザーによる高速点火の過程を調べ、高速点火のためのホットスパークの条件が等密度点火における条件と同じになることを明らかにしている。
- 2) 非球対称なホットスパークと主燃料の配置に対する燃料のシミュレーションを実施するため、二次元の核融合燃焼シミュレーションコードを開発し、高速点火における燃焼過程を解析するための手法の開発に成功している。
- 3) 高速点火の条件をより詳細に調べ、最適なホットスパークの面密度と温度を評価している。ホットスパークの生成に用いられる超高強度レーザーパルス幅及び全入射エネルギーとホットスパークの密度及び温度との関係を計算機シミュレーションにより調べ、点火に到るレーザーエネルギーとパルス幅との関係を明らかにしている。
- 4) 高速点火の過程で、超高強度レーザーとプラズマとの相互作用により発生する相対論的電子ビームにつき、その輸送方程式を導出し、ホットスパークの形成過程の導出に成功している。

以上のように、本論文はレーザー核融合における種々の核融合燃焼の点火過程を明らかにし、レーザー核融合に関して多くの新しい知見を得ており、レーザープラズマ理工学並びに核融合工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。