Osaka University Knowledge Archive

Title	Investigation of implosion stability with x-ray spectroscopic method
Author(s)	Fujita, Kazuhisa
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3143932
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【13】

氏　　名	藤　田　和　久（ふじ　た　かず　ひさ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13818　号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気工学専攻
学　位　論　文　名	Investigation of implosion stability with x－ray spectroscopic method. （X線分光法による爆縮安定性の研究）
論文審査委員	（主査） 教　授　山中　龍彦 （副査） 教　授　佐々木孝友　教　授　中塚　正大　教　授　西原　功修 教　授　松浦　虔士　教　授　辻　毅一郎　教　授　熊谷　貞俊

論文内容の要旨

本論文は，レーザー核融合における燃料ペレットの爆縮の安定性の解明を目的として行った，プラズマ計測器の開発とこれを用いて行った爆縮プラズマの解析に関する研究成果をまとめたもので，以下の7章より構成されている。

第1章は序論であり，レーザー核融合研究の意義，原理を整理し，研究の現状と課題について述べ，本研究の目的，意義を明らかにしている。特に，中心点火方式におけるホットスパークと主燃料の混合に関する研究にはX線分光画像法が有効であることを指摘している。

第2章では，ホットスパーク部にトレーサーとして微量ドープしたアルゴンよりのX線発光スペクトルを用い，プラズマが衝突－輻射平衡状態にあると仮定して得られる温度，密度より，ホットスパークの状態を診断できることを提案している。さらに，流体輻射シミュレーションコードを用いて予測したホットスパーク部におけるアルゴンの線スペクトルの発光強度の空間・時間変化と実験結果との対比により時間的，空間的に変化するホットスパークのダイナミクスが推論できることを述べている。

第3章では，ホットスパークおよび主燃料の診断に用いるX線分光計測器の開発の詳細について述べている。ホットスパークの加熱のダイナミクスを知るには，発光スペクトルの空間分解計測と時間分解計測が可能な計測器が必要であることを指摘し，これを実現する一手段として，トロイダル湾曲結晶を用いたX線モノクロカメラとスペクトルの時間変化計測が可能なX線分光ストリークカメラの必要性ならびに，必要とする性能，具体的構成を示している。

第4章では，開発したX線モノクロカメラを異なる2方法で爆縮実験に適用した結果について述べ，本カメラの有効性を示している。第1は，ホットスパークよりのアルゴンの2つの異なる共鳴線の単色X線画像計測である。両共鳴線の強度比から得た電子温度が同時に得られた他の計測データと矛盾しないという結果をもとに，本計測法の妥当性を明らかにしている。さらに，計測は時間積分値であるものの，シミュレーションとの比較により爆縮における減速相開始時までの安定圧縮が実現していることを明らかにしている。第2は，ホットスパークと主燃料それぞれに異なるトレーサー物質をドープしたターゲットより放射される4種の共鳴X線とバックグラウンドX線の計5種の単色画像よりホットスパークと主燃料の同時分離診断が可能になったことを明らかにしている。

第5章では，直接照射爆縮実験における爆縮安定性の解析について述べている。ホットスパーク中のアルゴンが放射する線スペクトルの時間変化計測より，ホットスパークの加熱途上から加熱部分とともに冷却部分が形成されていることを示唆する結果を初めて得ている。さらに，実験結果は，球対称圧縮を仮定した流体輻射シミュレーション結

果と最大圧縮近傍で不一致が生ずること，および高次モードの不均一圧縮に起因する主燃料（プッシャー）とホットスパークの混合を考慮したモデルでは，実験結果を十分に説明できないことを明らかにしている。また，アルゴンの発光スペクトルの時間変化と単色画像計測の結果と低次モード不均一圧縮を考慮に入れた2次元流体輻射シミュレーションとの比較についても述べている。

第6章は結論であり，本研究で得られた成果をまとめ総括している。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合では，ペレットの加速時に発生する流体不安定性が原因となって爆縮の最終段階で起こる，ホットスパークとプッシャー間の流体混合の制御が重要な研究課題となっている。このため，本研究ではホットスパーク形成過程の診断手法として，2次元X線モノクロカメラを提案，世界に先駆けて開発し，これを用いて行った爆縮安定性に関する研究の結果をまとめたもので，得られた主な成果を要約すると以下の通りである。

(1) 2次元空間分解能とスペクトル分解能を同時にあわせ持つ2次元湾曲型ブラグ結晶を用いたX線単色カメラを提案，開発し，その空間分解能などの必要な基本性能を測定している。

(2)さらに，この単色X線2次元カメラをそれぞれ2台，5台を組み合わせて，爆縮コアープラズマの2次元温度分布，ホットスパークとプッシャー間での流体混合状態の決定に必要な，2カラー，5カラーのカメラシステムを開発している。

(3) 2カラーカメラ，5カラーカメラを爆縮実験に導入し，ホットスパーク部と主燃料部の温度分布，混合の状態の計測に初めて成功し，従来型のブラッグ結晶分光器による計測結果との対比によりその有効性を明らかにしている。

(4)実験により得られた温度分布ならびにプッシャーとホットスパーク用燃料ガスの分布に関する結果を用いて，プッシャーとホットスパークの混合状態を不安定性の空間モードとの関係で議論できることを示している。

(5)トレーサー物質よりのX線スペクトルの時間変化ならびに時間積分2次元温度分布データと2次元流体シミュレーションの結果との対比より，爆縮が減速相に転じた時点からホットスパークの崩壊，冷却が始まっていることを明らかにしている。

以上のように本研究では爆縮プラズマの2次元温度分布，ホットスパークとプッシャーの混合状態を直接計測できる新しい計測手段を開発し，これを用いて爆縮の安定性に関する新しい知見を得ており，核融合理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。