

Title	X線分光学的手法によるレーザー爆縮コアプラズマ診断に関する研究
Author(s)	越智, 義浩
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42078
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	越智義浩
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15441号
学位授与年月日	平成12年3月24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	X線分光学的手法によるレーザー爆縮コアプラズマ診断に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄 (副査) 教授 西原 功修 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 飯田 敏行 教授 権田 俊一 教授 三間 囀興 助教授 西村 博明

論文内容の要旨

レーザー核融合では、高強度レーザーを燃料球表面に照射し、アブレーションに伴う反作用により燃料球全体を球対称に爆縮し、球殻状の主燃料層に囲まれた中心の気体燃料部分を圧縮することにより、点火・燃焼に至る高温、高密度のホットスパークを形成する。これまでに行われた爆縮実験では、レーザー照射の非一様性や燃料球の表面精度に起因した初期擾乱が爆縮過程において流体力学的不安定性により成長し、均一な爆縮コアプラズマ形成を妨げている事が予想されてきた。本研究では一次元球対称圧縮を実現した上で、ビーム間パワーバランスで決まる低次モードの照射非一様性が直接照射型爆縮における爆縮コアプラズマの動的過程へ及ぼす影響を、新しく開発したX線分光学的手法により明らかにしている。本論文は全5章で構成される。

第1章は緒論であり、本研究の背景について述べ、目的と意義を明らかにしている。

第2章では、X線分光学的手法による爆縮コアプラズマ診断の基礎についてふれ、爆縮計測におけるその重要性について述べている。

第3章では、爆縮コアプラズマ診断に用いるX線分光計測器の開発について述べている。本研究では、高時間分解能を有するX線分光ストリークカメラを開発し、爆縮実験に導入した。同時に、X線分光ストリークカメラで得られるデータの絶対値較正を目的として、X線分光 CCD カメラの開発を行い、これを併用することにより爆縮コアプラズマからの絶対X線スペクトルの時間分解計測を可能とした。その結果、流体シミュレーションならびにX線分光ポストプロセス(第4章)との比較精度の向上につながっている。

第4章では、低次モードの照射非一様性が直接照射型爆縮の動的過程に及ぼす影響を、X線分光学的手法により評価した結果について述べている。実験で得られた時間分解X線分光データのうち、X線分光ストリークカメラにより得られた共鳴線発光強度の時間変化、および別途開発され実験に導入された時間、空間、エネルギー分解能を有する単色X線フレーミングカメラにより得られた共鳴線発光強度の二次元空間分布の時間変化に着目して行った解析に関して、その手法、および結果を述べている。ここでは、解析のためX線スペクトル解析コード(オパシティーコード)を用いた後処理(ポストプロセス)コードを開発している。実験結果とポストプロセスとの比較によりレーザー照射の非一様性に起因する低次モードの不均一性が爆縮の動的過程に及ぼす影響について考察を行っている。さらに従来解析には用いられていなかった衛星線の挙動に着目した解析に関して、その手法、および爆縮の動的過程に関する考察を行っている。

第5章は結論であり、本研究で得られた成果の総括を行い、レーザー核融合研究における意義を明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

レーザー爆縮核融合の研究において、燃料球の球対称圧縮を阻害する照射不均一性などの外的要因に対し、生成されたコア性能がどの様に劣化していくかを明らかにすることが、将来必要とされるレーザー照射強度や燃料ペレットの均一性を決定する重要な研究課題となっている。これまでの研究の成果をもとに球対称一様爆縮を得る条件を明らかにした上で、人為的に低次の不均一性を印加し、均一照射、不均一照射の2つの条件において生成された異なるコアプラズマからのX線スペクトルを時間、空間、スペクトルの3要素で分解し多角的に観測した結果、スタグネーション相における流体不安定性成長と燃料/プッシャー境界面における流体混合領域の成長を示唆する結果を得ている。さらに従来用いられてきた共鳴線観測に加え、衛星線の発光履歴に着目し、加熱相から再結合相に転じたプラズマの分光解析から流体混合領域の時間発展（混合比の時間変化）を明らかにする手がかりを得ようとしている。

従来、爆縮性能は発生中性子数を指標として評価されてきたが、本研究ではX線分光学的手法を用いた爆縮性能評価法を新たに確立している。燃料ガス中に微量混入させたトレーサーから放出される共鳴線、および衛星線の挙動について、それぞれ着目した解析を行い、完全球対称を前提とした流体シミュレーションとの比較等により爆縮コアプラズマ形成の動的過程を評価した。その結果として、10%程度の低次モードの照射非一様性を印加した場合には、減速相以降において均一な圧縮が行われず、高温のホットスパーク形成が大きく妨げられていることをX線分光解析により明らかにしている。本研究において行った、X線分光学的手法により爆縮の安定性を直接的に評価する手法の開発は、レーザー核融合研究において極めて重要かつ有効である。

以上の様に本論文は、新しいプラズマ分光法を用いることにより、爆縮コアプラズマの安定形成に関する新たな知見を示したものであり、X線分光法を用いた流体混合比の直接計測を可能にする明るい展望を与えている。このためレーザー核融合研究に寄与するところは大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。