



Title	高密度爆縮プラズマ診断のための中性子スペクトロメーターの開発に関する研究
Author(s)	泉, 信彦
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129102
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	いづみ のぶ ひこ 泉 信 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 2 0 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学 位 論 文 名	高密度爆縮プラズマ診断のための中性子スペクトロメーターの開発に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中井 貞雄 教 授 飯田 敏行 教 授 西原 功修 教 授 西川 雅弘 教 授 堀池 寛 教 授 権田 俊一 教 授 三間 罔興

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高密度爆縮プラズマ診断のための中性子スペクトロメーターの開発に関する研究についてまとめたもので、6章より構成されている。

第1章は、慣性核融合爆縮の原理を概観し、現在の研究における、中性子スペクトルを利用したプラズマ診断の意義について述べている。

第2章は、中性子スペクトルを用いたイオン温度診断法、および燃料面密度診断法の原理と、その適用範囲について述べている。さらに燃料プラズマ内に存在する、流体としての運動エネルギーと、熱エネルギーとを分離して測定する新手法の原理について述べている。

第3章は、飛行時間分解型多チャンネル中性子スペクトロメーターの開発について述べている。中性子計数モードのシンチレーション検出器を多数個同時使用することにより、中性子発生数 10^6 個から測定できる高い検出感度と、2.45MeV 中性子に対して23keV という高いエネルギー分解能を達成している。

第4章は、開発した中性子スペクトロメーターを、激光XII号レーザーによる爆縮実験に適用し、得られた結果について述べている。爆縮プラズマの流体運動のエネルギーが、熱エネルギーの10%以下であることを、初めて実験的に確認している。爆縮直前にプレパルス照射し、シェル部の密度を下げることににより、流体力学的不安定性を緩和し、1次元シミュレーションに近い爆縮性能が得られることを実験的に確認している。

第5章は、爆縮燃料プラズマによる中性子散乱を利用した燃料面密度計測の新方式を提案している。点火実証実験におけるような大きな燃料面密度の計測に、燃料イオンによる中性子散乱を利用した、散乱中性子計測法が有効であることを示している。検出器としてリチウムガラスシンチレータを用い、中性子コリメーターを最適化することにより、バックグラウンドを低減し、散乱中性子計測による面密度測定が可能であることを示している。

第6章は、結論であり、得られた研究成果をまとめ、本論文の総括を行っている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年の慣性核融合研究では、燃料プラズマ中心の高温部（ホットスポット）の形成過程の理解が、最も重要な課題

である。核反応中性子を利用したプラズマ診断は、この燃料中心部の核反応領域の情報を直接計測する手段として、非常に重要である。申請者が開発した多チャンネル中性子スペクトロメーターは、従来のスペクトル計測法では困難であった、発生数の少ない副反応中性子のスペクトル計測を可能にし、核反応粒子による爆縮プラズマ診断に、新しい可能性を与えるものである。本研究によって得られた成果は、以下の通りである。

- (1) 燃料プラズマの、流体としての運動速度により、核反応中性子スペクトルがドップラー広がりを受けることを示し、核反応中性子のスペクトル幅から、核反応領域における流体運動のエネルギーを測定する新方式を提案している。
- (2) 多チャンネル中性子スペクトロメーターを開発し、その検出効率を、加速器型中性子源を用いて高い精度で測定することに成功している。
- (3) 中性子検出器の各チャンネルの同期をとるため、 ^{60}Co を用いたタイミング較正の新方式を確立し、この方法を用いて、各チャンネルのエレクトロニクス の時間分解能を高い精度で測定している。この結果、スペクトロメーターのD-D中性子に対する時間分解能は23keVのエネルギー広がりに対応しており、要求される分解能を満たしていることが確認されている。更にこの方法は、各チャンネルの感度の長期的な変動や故障の発見法としても有効であることを示している。
- (4) 爆縮されたホットスポット領域内部に流体運動として残留している運動エネルギー量を、初めて実験的に評価している。この結果ホットスポット領域中の運動エネルギーは熱エネルギーの10%以下であることを明らかにしている。
- (5) 爆縮用レーザーの時間波形と中性子発生量の関係を、実験的に明らかにしている。爆縮用主レーザーパルスの前に、プレパルス照射し、シェル部の密度を下げることによって流体力学的不安定性が抑制され、中性子の発生量が、1次元シミュレーションによる予測に近くなること、プレパルスと主レーザーとの間隔が0.4nsのとき中性子発生量は1次元シミュレーション値に最も近くなることを確認している。
- (6) 爆縮用の12ビームのレーザーのうち2ビームのエネルギーを、故意に20%強くして対称性を崩し、照射一様性を劣化させることにより爆縮一様性が低下しイオン温度が下がることを確認している。
- (7) 点火実験において期待されるプラズマでは、従来の荷電粒子を利用する燃料面密度計測が困難である。このような高い燃料面密度を測定するため、燃料イオンによって散乱された中性子数を利用する新方式を提案し、これが可能であることを、計算機シミュレーションによって示している。

以上の結果は、点火プラズマの生成過程を解明するために必要な、新しい手段・方法を与えるものであり、自己点火プラズマ実現に向けた慣性核融合研究に、大きく寄与するものと考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。