

Title	磁場反転配位プラズマの波動励起法と加熱に関する研究
Author(s)	山仲, 浩二
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42301">https://hdl.handle.net/11094/42301</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">〈a href="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">〈/a〉</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	山 仲 浩 二
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16207 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	磁場反転配位プラズマの波動励起法と加熱に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 後藤 誠一  (副査) 教授 岩崎 裕 助教授 木村 吉秀 助教授 大中幸三郎 助教授 中村 收

#### 論文内容の要旨

本論文は磁場反転配位 (FRC : Field-Reversed Configuration) プラズマを対象とし、その波動励起法を探究するため、FRC プラズマ中の波動励起法とプラズマ加熱効果に関する研究をまとめたものであり、以下の6章より構成されている。

第1章では、FRC プラズマが有する特徴について、また、プラズマ加熱の手法として選択した低周波磁気波動の一般的性質について説明し、超高温プラズマ並びに核融合研究における本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章では、FRC 生成と保持を行う実験装置および FRC プラズマ測定装置についてその特性を示した後、この特性に適合した波動励起とプラズマ加熱の実験を行うために新たに開発・製作した波動励起装置と波動観察装置について、その仕様と性能評価について述べている。

第3章では、FRC プラズマ加熱実験の効果を検証する上で重要となるプラズマエネルギーの推定法について検討している。とくに、従来から標準的方法とされている FRC プラズマのデータ解析法を当該プラズマに適用する際に現れる問題点を具体的に摘出し、これを解決するための新しいデータ解析法を考案し、その手法について説明し、さらに推定誤差等の評価を行った結果について述べている。

第4章では、FRC プラズマに振動磁場を印加することにより、低周波波動を励起した実験について述べている。第2章で説明した波動励起装置を用いて、FRC プラズマで初めて波動励起を行った結果について述べている。プラズマ中に波動が励起されたことを確認し、伝播する波動の振る舞いを観測した結果を示し、また、波動励起に伴う FRC プラズマのエネルギー変化の測定結果から、波動励起が FRC プラズマの加熱に効果があることを示している。さらに、独立の測定原理で得られる平衡温度 (電子温度とイオン温度の和) とイオン温度の測定結果の比較から、加熱対象はイオンであることを説明している。

第5章では、FRC プラズマ中で存在し得る低周波波動のモードを、数値計算を行うことにより解析した結果について述べている。FRC プラズマ中での波動を電磁流体力学で記述するモデルおよび計算方法について説明した後、解析結果を示し、この結果を用いて第4章の実験結果の説明を行っている。

第6章では、本論文の結論を述べ、総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

半永久的エネルギー資源の確保を目指す核融合研究の現在の主流はトリチウムを燃料とするトカマクプラズマを炉心と想定している。一方炉構成材料の放射化問題を回避し、プラント効率の大幅向上が期待される、先進燃料ヘリウム3を燃焼するプラズマの研究は最近始まったばかりであり、FRCプラズマの研究はその先駆けとして重視されている。本研究は、FRCプラズマを超高温に加熱する方法を開拓するための波動励起法に着目し、プラズマ内に磁気波動を励起することと、この波動がプラズマ加熱に有効であることを、実験並びに理論の両面から詳しく調べたものであり、その成果を要約すると以下のとおりである。

- (1)FRCプラズマ研究では全く試みられていなかった波動加熱が可能であることをはじめて指摘し、プラズマ中に磁気波動を励起する装置と、励起波動の伝播を観測する装置とを新たに開発、製作し、実際のFRCプラズマ保持装置に適用することにより、その有効性を明らかにしている。
- (2)FRCプラズマの加熱実験の効果を検証するために重要となるプラズマエネルギーの推定法について、従来から標準的とされているデータ解析法に問題点が存在することを具体的に指摘し、これを解決するための新しいデータ解析法を考案し、その方法の評価を行い、実験上極めて有効なプラズマエネルギー推定法を見出している。
- (3)外部から振動磁場を印加することにより、FRCプラズマ中に磁気波動が励起されたことを確認し、波動伝播の挙動を明らかにするとともに、波動励起に伴うFRCプラズマのエネルギー変化の推定結果から、この励起波動がプラズマの加熱に有効に作用することを明らかにしている。また、別種の測定原理に基づくプラズマ温度の測定と比較することにより、この波動加熱過程のエネルギー入力がプラズマイオンに対するものであることを明らかにしている。
- (4)FRCプラズマ中の波動の分散関係を電磁流体モデルにより記述し、低周波磁気波動の各種モードを数値計算により解析し、その解析結果と実験結果とを比較照合することにより、励起波動の特性を明らかにしている。

以上のように本論文は、先進的磁場配位とされているFRCプラズマを対象に、そのプラズマ中での波動励起法を提案し、波動によるプラズマ加熱の有効性を確認したものであり、実験と理論の両面において有益な知見を得ており、応用物理学、とくにプラズマ工学、核融合学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。