

Title	反転磁場配位プラズマの動的内部磁気構造
Author(s)	塩川, 晃
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38210
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	しお かわ あきら 塩 川 晃
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 0 7 4 0 号
学位授与年月日	平成 5 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	反転磁場配位プラズマの動的内部磁気構造
論文審査委員	(主査) 教授 後藤 誠一 (副査) 教授 志水 隆一 教授 岩崎 裕 教授 樹下 行三 教授 増原 宏 教授 一岡 芳樹 教授 中島 信一 教授 興地 斐男 教授 豊田 順一 教授 山本 稔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、将来の核融合炉として期待されている磁場閉じ込め方式である反転磁場配位 (FRC) プラズマの高度な制御法を研究開発する一環として、移送技術を用いて FRC プラズマの大半径化を達成することと共に、プラズマ内部磁気構造および、自己発生磁場の起源に関する一連の研究成果をまとめたものであり、以下の 6 章より構成されている。

1 章の序論では、本研究の対象である FRC プラズマ研究のこれまでの経過と、現在の問題点などを抽出し、本研究の目的ならびに方針を述べている。

2 章では、新たに建設した FRC プラズマ移送実験装置の設計方針と具体的な装置機能、ならびに本研究で用いるプラズマ診断法について述べている。

3 章では、新実験装置において、FRC プラズマ移送制御の改善により、装置サイズの制約を克服し、FRC プラズマの大半径化を達成したことを示すとともに、生成したプラズマの特性評価を行っている。また、移送制御条件の違いによるプラズマ特性の依存性について述べている。

4 章では、移送された FRC プラズマの中心軸が装置の幾何学中心軸に対しシフトすることを明らかにするとともに、磁気プローブ挿入実験によって得たポロイダル磁場、トロイダル磁場の径方向および軸方向の分布を示し、従来の FRC プラズマの理論との比較を行っている。さらに、プラズマ中のポロイダル、トロイダル両磁場の関係をも含めたプラズマ内部磁気構造を明らかにしている。

5 章では、自己発生するトロイダル磁場の起源が、FRC プラズマが形成された直後にあることを示し、その後、磁束量を保持しながら移送運動および形状変化しており、生成時の自己発生以外には、新たな発生機構も急激な減衰もないことを示している。自己発生の機構については、プラズマの移送方向に着目した比較実験を行い、プラズマを移送した場合に限りトロイダル磁場が観測され、また、観測された磁場は、移送の方向に対して必ず一定の方向に見られることを実験的に示し、その値は、移送する場合の磁気圧力の差が自己発生トロイダル磁場の起源であると仮定したモデル計算と対応することを示している。

6 章では、本研究の総括として、本論文で明らかにした内容の要点をまとめている。

論文審査の結果の要旨

核融合研究は、トカマク方式の進展により近年著しい発展を遂げているが、一方では、実用核融合炉を実現する上での根本的困難性も指摘されつつある。本論文は、その困難性を回避しようと期待されている磁場閉じ込めの新しい方式の一つである反転磁場配位（FRC）プラズマについて、特にプラズマの移送に伴う内部磁気構造の動的挙動に関する一連の研究結果をまとめたもので、その主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) FRCプラズマ移送技術の改善により、移送前のプラズマパラメータから決まる従来いわれていた制約を超える大半径のFRCプラズマ生成を実現している。また、プラズマ特性の移送制御条件依存性を明らかにしている。
- (2) 移送されたFRCプラズマの中心軸は、閉じ込め用磁場の中心軸に対しシフト運動することを始めて指摘するとともに、外部から与えていないトロイダル磁場成分がプラズマ内に自然に発生していることを見出している。さらにポロイダル磁場成分とこのトロイダル磁場成分とを同時測定し、プラズマ内部の磁気構造を定めることに成功している。
- (3) 自己発生するトロイダル磁場を、FRC形成直後までさかのぼって測定することに成功し、その実験結果から、自己発生の時刻が移送運動開始直後 $10\mu\text{s}$ 以内であることをつきとめている。
- (4) 移送運動の方向および速度を変えた実験により、自己発生トロイダル磁場の方向は必ず移送方向に対し右ねじの関係にあり、またその発生磁場の値は、移送速度に依存することを明らかにしている。さらに、その移送の加速度が外部磁場の磁気圧差に依存することに着目し、磁気圧差と自己発生磁場との関係を示す現象論的モデルを提案している。

以上のように、本論文は、新しい磁場閉じ込め方式であるFRCプラズマの高度な移送制御研究に関する多くの知見を与えており、応用物理学ならびに核融合工学の分野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。