

Title	ダイバータ及びリミタ ・ プラズマの制御と加熱閉じ込め特性の研究
Author(s)	細金, 延幸
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37736">https://hdl.handle.net/11094/37736</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・(本籍)	ほそ 細	がね 金	のぶ 延	ゆき 幸
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9835		号
学位授与の日付	平成3年6月12日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文名	ダイバータ及びリミタ・プラズマの制御と加熱閉じ込め特性の研究			
論文審査委員	(主査) 教授	後藤 誠一		
	(副査) 教授	石村 勉	教授	志水 隆一 教授 興地 斐男

## 論文内容の要旨

本論文は、トカマク型核融合プラズマ実験装置において、プラズマの着火生成及びプラズマ・壁相互作用を軽減するためのダイバータによるプラズマ制御の研究成果と、加熱プラズマのエネルギー閉じ込め時間の比例則及び加熱プラズマにおける不純物の加熱輸送解析から得た加熱閉じ込め特性の研究成果についてまとめたもので、次の6章から成っている。

第1章では、トカマク・プラズマの加熱閉じ込め特性及び高温プラズマと壁相互作用の軽減方法の研究の重要性を要約し、本研究の目的と意義を述べている。

第2章では、トカマク・プラズマの基本的特性とJT-60トカマク実験装置について説明し、本研究との関係を述べている。

第3章では、トカマク・プラズマの着火失敗はプラズマ・壁相互作用に起因しており、グラファイト壁中に吸蔵された水素ガスが放出され、電子密度が安定な着火領域から逸脱するためであることを示している。さらに、再現性のある着火生成法として、真空容器のベーキングとコンディショニング放電との併用によって壁内の残留ガスを低減する調整方法を示している。

第4章では、ダイバータ付きトカマクの平衡配位を精度良く制御する目的で、トカマク平衡制御量のフィードバック制御用の計算式を導出する統計的手法を開発した結果について述べている。次に、ビーム入射加熱実験におけるダイバータ特性として、密度制御、不純物の低減、ダイバータ板の熱負荷低減方法を研究し、ダイバータのプラズマ・壁相互作用の低減効果を実験的に明らかにした結果を示している。

第5章では、トカマク・プラズマの加熱閉じ込め特性として、ビーム加熱プラズマのエネルギー閉じ込め時間を外部制御量で評価する比例則を検討し、大型装置では小中型装置で得られた従来の比例

則と比べてプラズマ電流依存性が弱く、正の相関関係のプラズマ小半径依存性があることを指摘している。一方、不純物混入量が多いリミタ・プラズマにおいても1億度以上の高温プラズマが得られることに注目し、定常2流体輸送解析を行ない加熱輸送特性に対する不純物の影響を調べている。その結果、不純物は、放射損失によるプラズマ冷却作用以外に、加熱用ビームに対する電離率の増大、イオン・電子間の衝突周波数の低下を通じてプラズマ加熱に有効に働く側面を持つことを明らかにしている。

第6章では、本論文の総括と結論をのべている。

## 論文審査の結果の要旨

トカマク型核融合プラズマの炉心臨界条件達成が目前に迫り、次の研究段階として実験炉建設計画が国際的に検討されつつある。このような進展は主に世界の三大トカマク装置の実験結果によるところが大きく、その一つが我国のJT-60トカマク実験装置である。本論文は、この装置を用いた研究のうち、プラズマの着火生成法、平衡配位制御法並びに加熱輸送特性に関する研究結果をまとめたもので、その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) トカマク・プラズマの着火失敗は、グラファイト壁中に吸蔵された水素ガスの放出により電子密度が安定着火領域を越えるためであることを定量的に示し、その解決策として、真空容器のベッキングとコンディショニング放電との併用による壁中残留ガス調整方法を見出している。
- (2) ダイバータ付トカマクの平衡配位制御に関し、従来のモーメント法とは異なる新しい制御法を開発している。すなわち、本来非線形関係にある制御量と被制御量との相関を、あらかじめ作成したMHD平衡データベースに準拠することにより、線形回帰モデルを基礎とする統計的手法で記述しうることを実験的に見出し、その結果、極めて精度の高い且つ高速の実時間フィードバック制御の実現という画期的成果を得ている。
- (3) ダイバータ板の局所熱負荷低減方法として、ダイバータ部セパトトリクスの位置スイング法を提案し、これをJT-60プラズマで実験し、ダイバータ板材のバースト現象の抑制に成功している。
- (4) リミタ・プラズマでは不純物混入量が多く、放射損失による冷却作用が支配的となり高温プラズマが得られないと従来は考えられていたが、JT-60ではその場合でも1億度以上の高温が達成されていることに注目し、2流体輸送解析を行なった結果、その機構は加熱用入射ビームに対する電離率の増大、イオン・電子間衝突周波数の低下などの効果により、不純物の存在がプラズマ加熱に有効に作用した結果であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、トカマク型核融合プラズマの着火生成、平衡配位制御、加熱輸送特性に関する多くの有用な知見を与えており、プラズマ工学、核融合工学の分野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みとめる。