



Title	輸送コードによるトカマクプラズマのシミュレーション研究
Author(s)	清水, 勝宏
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/562">https://hdl.handle.net/11094/562</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	清 水 勝 宏
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5279 号
学位授与の日付	昭和 56 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	輸送コードによるトカマクプラズマのシミュレーション研究

論文審査委員	(主査) 教授 伊藤 博
	(副査) 教授 石村 勉 教授 杉山 博 教授 三石 明善

本論文は、輸送コードを用いたシミュレーションによって、トカマクプラズマに見られるいくつかの興味ある現象の解明を目的としたものである。

第 1 章では、トカマク装置の説明を行うとともに、いくつか指摘されている短所および技術的問題点を研究の対象となった JIPP-T2, DIVAJFT-2 などの装置によって行われた実験と関連させて述べている。

第 2 章では、トカマクプラズマにおける粒子分布およびエネルギーバランスの解明を目的として、著者が開発した輸送コードについて説明を行っている。すなわち、プラズマを記述する流体方程式とその数値計算法およびモンテカルロ法に基づいた中性子の分布の求め方、不純物の拡散方程式とその数値解析法について述べている。また第 2 段加熱法としてもっとも有力な高速中性子入射法の評価を行うための解析解を与えていている。

第 3 章では、JIPP-T2 で行われたガスパフ実験における密度の時間的発展についてトカマク輸送コードを用いて数値的に解析した結果について述べている。ウェヤピンチの効果が中心軸上の密度上昇に有效であることを明らかにするとともに、実験データにみられる中心付近のはやい密度上昇を適確に説明するためにはリサイクル中性子のエネルギーの値が数 10 eV と考える必要があることを述べている。またイオン温度勾配ドリフト波に関連するフラックスを輸送コードに含め、それが密度の時間的発展に与える影響について述べている。

第 4 章では、DIVA の低  $q$  値放電実験で観測された鋸歯状振動の数値解析について述べている。プラズマの示す小破壊型不安定についてはカドモチエフのモデルを用いて説明し、逆にモデルの妥当性

を立証している。振動の周期および中心での小破壊型不安定の前後の電子温度の変化は実験とのよい一致を示している。このことにより  $m/n=1/1$  ティアリングモードの磁気島の巾が、運動論的補正をした線型成長率で成長することが明らかにされている。

第5章では、JFT-2の中性粒子入射加熱実験時に観測された鋸歯状振動のシミュレーションを行っている。それによると物理的機構はジュール加熱時と同じではあるが、中性粒子入射時に鋸歯状波の周期が延長されるのは電子温度の上昇によってティアリングモードの成長が抑制されるためであるとしている。拡散係数、電子熱伝導係数、輻射損失が鋸歯状振動に与える効果についても調べている。

第6章は本研究で得られた結果のまとめである。

### 論文の審査結果の要旨

現時点においてトカマクプラズマは核融合研究において総合的に最高のパラメータを持つものであり実証炉を目指して米国、日本、ヨーロッパで超大型装置の建設が行われている。しかしながらその段階に達するにはいくつもの物理的、技術的な課題があり、その解決が急がれている。本論文は名大プラズマ研究所にあるJIPP-T2、日本原子力研究所で稼動中のDIVA、JFT-2などの中型トカマクにおける加熱実験の結果にシミュレーションを使用した理論的考察を行ったものである。とくに加熱の有力手段として中性粒子入射が行われるがプラズマ中の中性子の輸送現象、初期条件による加熱効果など明確にすべき課題が多い。本論文はこのような過程を研究するため、原子過程を含む輸送方程式を立てシミュレーションによってその解を求めており、とくにJIPP-T2における密度分布の制御の必要性からガスパフの入射を行って好結果を得ている実験事実がある。これに関してシミュレーションによる説明を行い、数値的にも実験に近いものを得ている。また DIVA にみられる中性粒子入射時における密度の鋸歯状振動、JFT-2における同様な振動についても実験によく一致する結果を得ている。このようにトカマクにおける加熱の実験結果を理論的に適確に説明していることは本論文における取りあつかいの妥当性を示すものであり、博士論文として価値あるものと認める。