OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	MHD STABILITY ANALYSES of a TOKAMAK PLASMA by TIME-DEPENDENT CODES
Author(s)	栗田, 源一
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2082
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【47】

氏名・(本籍)	栗田源一（くりたげんいち）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第5824号
学位授与の日付	昭和57年11月1日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**時間依存コードによるトカマク・プラズマのMHD安定性解析**
論文審査委員	(主査) 教授 伊藤　博 教授 石村　勉　教授 関谷　全

論文内容の要旨

トカマクは制御熱核融合の実現という目標に対して，現在最も近い位置にある磁場閉じ込め装置であると考えられている。このトカマクが現在抱えている解明すべき理論的課題は臨界ベータ値の決定，major disruption の解明，輸送過程の解明，プラズマ閉じ込めの比例法則の決定などである。本論文ではこれらのうち，臨界ベータ値の決定及びmajor disruption の解明という2つの問題を取り上げ，トカマクプラズマのMHD（磁気流体力学）的ふるまいを時間依存コードを使って数値的に調べている。

第一章は緒論であり，研究の目的を明らかにしている。

第二章，第三章に於てプラズマの電気抵抗を零とした理想MHDモードに関して，位置不安定性（軸対称モード)を含んだ外部不安定性の解析を行うために線形と非線形の理想MHDコードが開発されている。第二章では線形コードによって，外部キンク不安定性に対するトロイダル効果と導体壁の効果が詳しく調べられている。そして導体壁がプラズマ表面から離れている場合には外部キンクモードの成長率は小さなアスペクト比のトカマクにおいてのみ減少すること，一方導体壁がプラズマ表面近くにある場合には小さなアスペスト比のトカマクでは外部キンクモードは完全に安定化されてしまうことなどを明らかにしている。

第三章では数値計算における新しい領域分割法を使用したアルゴリズムを採用し，それが円筒配位に於て軸対称をもつプラズマの変位を数値的に充分良く表現することを示している。

次に第四章，第五章に於て有限のプラズマ抵抗を考慮した抵抗MHDモードの解析を行っている。そのために簡約化された抵抗MHD方程式を使用した非線形三次元コードが開発された。そのコード

を使ってまず第四章でトカマクに於ける major disruption の過程を調べ，それがm/n＝２／１（m, nは各ポロイダル方向，トロイダル方向のモード数を表わす）とm/n=3/2のモードの非線形相互作用によって起こることを示している。

次に第五章に於て低m抵抗モードの性質を調べ抵抗の高いプラズマに於てm/n＝2/1のモードが有限ポロイダルベータの効果とm/n＝1/1モードとのトロイダルカップリングの効果によって激しく不安定化されることを示している。更にこれらの結果から mojor disruption を合理的に説明できる新しいシナリオを提案している。

第六章は本研究のまとめとそれに対する討議を行っている。

論文の審査結果の要旨

磁気閉込め核融合装置のなかでトカマクはすべての点で他のいかなる形式の装置よりすぐれた実験結果を生み出していることは周知の事実である。しかしながら，現在建設中の超大型トカマクにより，核融合の科学的実証実験が実現する前に，なおいくつかの問題点を事前に明らかにしておかなければならない。材料を含む炉工学的諸問題はさておき，現在のトカマクプラズマの示す破壊性不安定性は，確かな因果関係はもとより，その過程中のプラズマの挙動も十分理解されていないうらみがある。本研究はMHDモデルに基づき時間依存方程式系を数値的に積分して現象を模擬することにより，とくにトカマクプラズマの破壊性不安定性の解明に必要な情報を得ることに努めている。そしてこの破壊性不安定性に対するトロイダル効果，及び有限ベータ値効果の重要性に着目し，従来のモデルでは取り入れられなかったこれらの効果を導入し破壊性不安定性の新しいモデルを考案し，シミュレーション及び実験との比較によりモデルの妥当性を確かめている。

このように本論文はトカマクプラズマの最大の課題となっている限界ベータ値の問題とプラズマ柱の破壊性不安定性について，重要な知見を与えており，今後の核融合研究に貢献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。