

Title	ミラー・トラス・結合系核融合炉-その概念構成と基礎的考察-
Author(s)	池田, 郁夫
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/1059">http://hdl.handle.net/11094/1059</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	池 田 郁 夫
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 5 0 1 号
学位授与の日付	昭 和 5 6 年 1 2 月 2 5 日
学位授与の要件	工学研究科 原子力工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	ミラー・トラス・結合系核融合炉 —その概念構成と基礎的考察—
論文審査委員	(主査) 教 授 渡 辺 健 二 教 授 関 谷 全 教 授 住 田 健 二

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はトカマク型に代表される磁界型核融合炉の1つである。ミラー・トラス・結合系核融合炉に関する理論的及び実験的研究をまとめたものである。序論、本文2編及び結論からなっており、第I編(第1章、第2章)においてミラー・トラス・結合系核融合炉の概念構成を行い、第II編(第3章～第5章)において、その基礎的要因検討の為に行ったミラー・トラス系I装置の実験結果をしるしている。

序論では、制御核融合研究の現状を記述し、ミラー・トラス・結合系核融合炉の位置づけを明確にしている。続いてこの炉システムの概説を行い、本研究の目的及び意義について記している。

第1章では、エネルギー問題の現状と将来予測の梗概を記し、核融合炉がエネルギー供給に占める役割を明らかにしている。さらに磁気閉じ込め炉心プラズマの平衡、拡散等について概説している。

第2章では、ミラー・トラス・結合系の概念構成を行う。エネルギー流れ図を用いてこの系の特徴を明らかにし、炉心プラズマに要求される諸パラメータを求めている。次に、この系における磁界配位及び磁気面を計算し、磁気面が形成され得ることを示している。

第3章では、ミラー・トラス・結合系に保持されるプラズマの諸要因を確める実験を行う為に製作したミラー・トラス系I装置についてしるしている。また、この装置固有の磁界配位計算とその結果も示している。

第4章では、この系の中心構成要素の1つであるトロイダルダイバータの有効性を示す実験について記している。このダイバータを設置することにより、トラスプラズマの平衡が得られたことを示している。この理由はトロイダルドリフトに起因する電界がダイバータ部磁気中性領域によって構成

されている回路を流れる電子流によって短絡された為であることが明らかにされている。

第5章では、トロイダルダイバータからのプラズマ損失を検討する為に行なった実験をのししている。ダイバータ部におけるプラズマ損失の原因は、主にプラズマ表面近傍のプラズマ半径方向速度が増大し、セパトリックスから外へ流出することが明らかになっている。またその機構について、2流体モデルを使用して理論的に検討している。

最後に、結論として、以上の研究結果のまとめと、残された研究課題を列記している。

## 論文の審査結果の要旨

核融合炉心プラズマの研究開発においては、トカマクプラズマを頂点として、これまでいろいろの磁界配位におけるプラズマ閉じ込めの研究が着実に進められてきた。各々の磁界配位の特徴も漸次明らかにされてきている。このような状況の中で、各々の炉心プラズマ研究の成果を基礎にして、核融合炉全体としてのシステム構成を考察するシステムデザインの研究も重要視されるようになり、その観点から再び炉心プラズマ研究へフィードバックされることにより新しく改良された炉心への発展が期待されている。ミラー・トーラス結合系はミラー閉じ込めの利点を活かしつつ端損失を減少・回収する、炉工学的要因を加味した新しい閉じ込め配位と考えられているが、未だ炉工学的立場からその詳細についての検討や系統的研究がなされていない。

本論文では、ミラー・トーラス結合系としてトーラスダイバータを設けたミラー磁場配位を直線部におきUベンド部にステラレータ磁場配位をおいて構成した核融合炉を想定し、エネルギーバランス、プラズマパラメータおよび磁気面について考察するとともに、ミラー・トーラスI装置によって、炉構成を考える上で基礎的要因となるトロイダルダイバータの作用に着目して実験的に検討したものである。主に次のような結果を得ている。

- 1) ミラー・トーラス結合系核融合炉のプラズマパラメータの計算の結果、核融合反応の97%が高ベータ ( $\beta=0.4$ ) プラズマが存在するミラー部で行われ、残りがUベンド部に分布することを明らかにすることによって炉工学的構成に対する見透しを与えている。
- 2) Uベンド部に  $l=2$  ステラレータ磁場配位を設置することで、この系全体に磁気面が形成され得ることを理論的考察により明らかにしている。
- 3) トロイダルダイバータを設けることによりUベンド部のトーラスプラズマの平衡が得られることを、密度分布計測などによって実験的に示している。この物理的機構は、トロイダルドリフトに起因する電界がダイバータ部のリング状磁気中性領域で短絡されることによることを実験的に明らかにしている。
- 4) ダイバータ部からのプラズマ損失は主に表面粒子の損失による、即ちセパトリックス直径の $\frac{1}{2}$ より大きい円管状領域粒子の損失であって、ダイバータへ流れ込む全粒子の20%であることを示している。この現象は電子、イオンの2流体モデルを用いて理論的に説明し得ることを示している。

以上の成果はミラー・トラス結合系核融合炉の概念構成における種々の基礎的要因を明確にしており、核融合工学の分野に貢献すること大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。