

氏 名	押 山 宏 おし やま ひろし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 118 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	The Theoretical and Experimental Study on the Plasma Confinement in the Heliotron Magnetic Field (ヘリオトロン磁界におけるプラズマの閉じ込めに関する理論的及び実験的研究)
論 文 調 査 委 員	(主 査) 教 授 林 重 憲 教 授 阪 口 忠 雄 教 授 大 谷 泰 之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は5章から構成され、全編を通じてヘリオトロン磁界によってプラズマの閉じ込めが可能になるか否かの問題を理論的並びに実験的に考察したものである。即ち電磁流体力学と荷電粒子の軌道理論の立場からプラズマの閉じ込めの問題を論じ、その理論の適用性をプラズマガンによるヘリオトロン磁界中への入射実験と、直線型ヘリオトロン磁界中でのプラズマ放電との2つの実験によって吟味した結果について述べている。

第1章は高温プラズマを有限の領域に、しかも壁から離して安定に閉じこめるためには如何なる磁界が必要であるかを、即ち磁界によるプラズマの閉じ込めの一般論を記述している。

トーラス型装置においては Shear+Minimum $\bar{B}$ system がもっとも安定にプラズマを閉じ込めうるのであるが、ヘリオトロン磁界において、プラズマの圧力が空間的にある分布を満足すれば、プラズマは安定に閉じ込められることを示している。

第2章ではプラズマの閉じ込めの議論を行なう際に必要な軸対称ヘリオトロン磁界及びトーラス状ヘリオトロン磁界の一般式が解析され、この一般式は良い近似で実際の磁界と一致することを示している。

この解析においては、コイルに流れる電流は有限巾を持った sheat 電流上での境界条件を満たすものを選んでいく。

トーラス状に配置されたヘリオトロン磁界は、コイル半径 a が、トーラスの半径 R にくらべて非常に小さいとして a/R の幂で展開して、その一次までの解をもとめている。

またヘリオトロン磁界の特別な場合として、ミラー磁界及びピケットフェンス磁界が得られることを明らかにしている。

第3章では非対相論的近似において、ヘリオトロン磁界中での荷電粒子の運動を、その旋回中心の運動に着目した第1次近似軌道理論で解き、断熱不変量 μ 及び J を用いて (r, θ) 面での粒子の軌跡を求め、またヘリオトロン磁界中での粒子の磁界の勾配による θ ドリフトがトロイダルドリフトを打ち消すことを

示している。

第4章では軸対称ヘリオトロン磁界におけるプラズマの平衡と安定性の問題を電磁流体力学的仮定にもとづき、プラズマの圧力が磁界の圧力に比べて非常に小さく、かつプラズマ中における磁力線に平行な電流がない場合につき解析し、平衡条件を満足するプラズマ圧力分布を求め、この平衡状態が安定かどうかをエネルギー原理により吟味し交換型不安定性に対する安定条件を導いている。

第5章はプラズマのガンによるヘリオトロン磁界中への入射の実験及び、ヘリオトロン磁界での直線放電の実験の結果を述べている。プラズマガンによる入射の実験では、複探針によってプラズマの密度分布を、Rogowski コイルによってプラズマの電流分布を、さらに磁気プローブによって反磁性磁界分布を測定し、それらの結果を電磁流体力学と荷電粒子軌道理論から予想出来る分布と比較検討している。

直線放電の実験においては磁力線に沿った電流が引き起す振動、不安定性を高速度カメラによって観測し、ヘリオトロン磁界が弱い時には、プラズマの巨視的な折れくぎ型の不安定性やヘリカル状の不安定性などが生じるが、これらの現象は磁界強度を強めるとかなりの程度まで押さえることができることを確かめている。

論文審査の結果の要旨

この研究は著者が多年にわたって行なったヘリオトロン磁界によるプラズマの閉じ込めの研究結果をまとめたものである。

制御された熱核融合が実現されるためには多くの分野における研究が必要であるが、特に磁界によるプラズマの閉じ込めと加熱の研究は、その基礎となるものであり、この意味において著者が行なったヘリオトロン磁界によるプラズマの実験的理論的研究は極めて重要な意義がある。

著者は従来その問題の複雑さのために十分なる解析がなされていなかった直線状及びトーラス状ヘリオトロン磁界の解析を行い、その結果はヘリオトロンC高温プラズマ発生装置の磁界コイルの設計に応用されたのであるが、これはさらに一般のコイルの設計においても実用的価値があると思われる。

本論文の中心は電磁流体力学的モデルにもとづく解析により、ヘリオトロン磁界におけるプラズマの安定な平衡配位の条件を導出して、それを実験的に検証した点にある。

即ち平衡条件を満足するプラズマの圧力分布とプラズマの電流分布を導いて、交換型不安定性に対する安定な配位の条件を明らかにし、さらにガンによるプラズマ入射の実験結果によって理論の実験的検証を行い、またヘリオトロン磁界における直線放電の実験により、プラズマの加熱の方法と閉じ込め磁界の構成とは高温プラズマの発生において分離し得べからざる問題である事を指摘している等、きわめて注目すべき点が多い。

以上を要するに本研究はヘリオトロン磁界によるプラズマの閉じ込めを理論的実験的に研究することにより、磁界によるプラズマの閉じ込めの分野において、大いなる成果をなしとげたものであって、プラズマ物理学及び制御された熱核融合反応の研究に貢献する所が大で学術的にも工業的にも寄与するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。