

Title	カスプ磁場中の荷電粒子のふるまい
Author(s)	科野, 邦蔵
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/29250
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

【 9 】

氏名・(本籍)	科 野 邦 蔵
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 1195 号
学位授与の日付	昭和 42 年 3 月 28 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	カस्प磁場中の荷電粒子のふるまい
論文審査委員	(主査) 教授 伊藤 博 (副査) 教授 城 憲三 教授 吉永 弘 教授 篠田 軍治 教授 千田 香苗 教授 杉山 博 教授 庄司 一郎 教授 藤田 茂 教授 鈴木 達朗 教授 吉岡 勝哉 教授 竹内 竜一

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、カस्प磁場中の荷電粒子のふるまいを理論解析と電子計算機による数値解析によって詳細に検討し、カस्प磁場による薄いプラズマの捕獲ならびに保持機構を明確にし、さらにカस्प研究の主眼の一つであるカस्प損失を評価したもので本文は 5 章と総括よりなっている。

第 1 章は序論であり、磁場中の荷電粒子のふるまいを調べるために従来から広く用いられている近似法について述べ、このような方法がカस्प磁場にはその性質上用いられないことを指摘し、新たな方法が必要なことを主張している。

第 2 章ではカस्प磁場の特徴が述べられ、一般化した立場で軸対称場中の荷電粒子の運動方程式およびそのふるまいの特徴について述べている。また方程式の数値を求めるための準備について記されている。

第 3 章ではカस्प磁場中の粒子の断熱運動について考察している。カस्प磁場において中心部を囲む磁力線は外方にむかって強く、このような磁力線に巻きついて運動している粒子は点カस्पと線カस्प間を断熱的に往復運動していると考えられる。粒子の運動方程式を非線形変換し、W.K.B. 法を用いると漸近解が得られる。この解は先に述べた断熱領域の粒子の運動に対応しているのでそれを詳細に議論している。粒子が断熱運動をしているときは磁気能率が保存されることから、逆にカस्पについて断熱領域の範囲を明確にしている。

第 4 章では、カस्पによるプラズマの捕獲および保持機構について考察している。とくに点カस्प上の 1 点を出発し、対称軸に沿って進み、線カस्पを含む面を通過し、他の点カस्प上の 1 点に到達するような粒子の運動を考える。このとき粒子は中心部附近の磁場のよわい部分を通過するため、その磁気能率は著しい変化を受ける。この変化を理論解析と数値計算により詳細に調べ、粒子が再び断熱領域に到達したときの磁気能率と最初のそれとの関係を見出し、磁気能率が大中に変らないときは

磁場によって粒子が捕獲される可能性が高いとしている。すなわち出発点の磁気能率が大きいほど、磁場の弱い領域で反射されまた磁場による粒子の保持確率も大きいことを見出している。磁場の十分弱い領域を通過する粒子については従来その磁気能率がランダムに変化し、ただちに点ないし線カuspから逃れ去るものとされていた。しかし以上の計算によれば必ずしもそうでないことが明らかにされたわけである。

第5章では、カusp損失について考察している。この考察にはおもに電子計算機による結果が用いられている。計算途上において、今までに得られた漸近解を用い、計算時間を短縮するような努力が行なわれている。計算はカusp中央部の各点で約1,000個の異なる初期条件を与えて行なわれ、粒子が系外に逃れ去る時間とその分布を求めている。粒子の保持時間はカusp系の大きさに比例して増大することが見出され、また比較的短い時間に逸出する粒子群はカusp端で反射されることなく直接系外に逃れ去るものであることを明らかにしている。また洩れる粒子の時間分布の傾向は阪大カusp実験の結果とよく一致していることを述べている。

総括では本研究の成果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

超高温プラズマの基礎的研究は熱核融合反応の制御という大目的につらなっている。超高温プラズマの保持に必要な磁場は種々の形式が現在までに考えられている。カusp磁場はその重要なものの一つとされているにもかかわらず理論、実験ともに従来あまりなされていないのが現状である。本論文はカusp磁場中の荷電粒子のふるまいを軌道理論により明らかにし、実験にさきだって粒子の保持時間の推定を行ない、あわせて重要測定量であるカusp損失を理論的に評価している。カusp場は中央に磁場零の場所があり、そのため粒子の磁気能率が保存されずそれが粒子のふるまいを考える時の大きな障害となっていた。本研究は解析ならびに数値計算により、粒子が磁場零の近傍を通過しても必ずしも磁気能率がランダムには変化しないことを明らかにし、さらにその変化を定量的に求めているので、今後の研究に寄与することが大きい。またカusp損失の時間的変化を計算で求めているが、実験と定性的によく一致している。

以上のように本論文は超高温プラズマの研究に貢献するところが大きであるから博士論文として価値あるものと認める。