

氏 名 (本 籍)	ほし の 野 もと のぶ 信 (埼玉県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 233 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 59 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Simulation Study on Sloshing Ion Formation and Associated Potential Dip. (スロッシングイオンの形成とそれに伴う電位の窪みに関するシミュレーションによる研究)
主 査	筑波大学教授 理学博士 澤 田 克 郎
副 査	筑波大学教授 理学博士 三 好 昭 一
副 査	筑波大学教授 理学博士 小 寺 武 康
副 査	筑波大学助教授 理学博士 谷 津 潔

論 文 の 要 旨

プラズマ核融合を目的とした、磁場閉込装置のタンデムミラー型の装置は、従来考えられていたのは両端強磁場の真中の磁場の弱い所に磁氣的にプラズマを閉込めるのみでなくその両端に高密度のプラズマを作り、その作る電位をも利用して閉じこめを良くしようとするもので、小型装置(本学の $\Gamma-6$)では検証済みのものであるが、大型装置にもちこむ事は両端に作る高密度プラズマの生成が現在の技術水準では困難であり又、経済的にも困難である。之を解決するために、サーマルバリアと言う方法が考案されたが、それは両端の高密度のプラズマの代りに比較的密度は低い電子温度のかなり高いプラズマを置き、これと真中のとじ込めようとするプラズマの間に密度の窪みを作り、之によって、そこに真中より低いポテンシャルを作り、電子が真中から端の高温電子の居る部分に行くのを防げる(サーマル・バリア)様にする。計算の結果は真中のイオンに働くポテンシャルは、両端の高温電子の温度に比例する様になるが、この程度の高温電子は現在容易に作り得る。

著者は先に、(谷津・玉井らの実験グループの一員)上のアイディアを達成するに基本的な密度の窪みの形成を実験的に $\Gamma-6$ を使って見出し(Phys. Rev. Letters 51 (1983) 388)たが、本論文は、その形成に使ったスロッシング・イオンと呼ばれる磁場の中で非等方的な速度分布をし、空間的に

は2つの山をもつ様な分布をする分布の生成と維持及び密度の窪みに伴うポテンシャルの形成とその維持について、フォッカー・プランクの方程式をモンテカルロ法によって解く事により、それらの機構を明らかにしたものである。実験を行った $\Gamma-6$ の端のベースボール・コイルと呼ばれる極小磁場型の複雑な磁場配位に対しても上の方法は容易に適用できる。テスト粒子の磁場中の運動は一体問題として正確に解き、(数値的にとく時間単位 δt) Δt 秒 ($\gg \delta t$) は一体問題として運動するとする。そしてその時点で、他のイオンや電子との衝突により Δt 秒間に起る速度変化の統計的分布をフォッカー・プランクの方程式より導いておいて、之によってテスト粒子の速度を変えて、再び Δt 秒間一体問題として扱い、そこで再びイオンや電子との衝突による速度変化という具合に計算を行う。その時に起りうる速度変化は乱数を使ってきめるが、その分布が、フォッカー・プランクを使って導いた Δt 秒間の速度変化をもつ正規分布になる様にとる。この様なテスト・粒子が定義できるための条件としては Δt は衝突により粒子の速度が拡散してしまう時間 τd より十分小さくなければならない。($\delta t \ll \Delta t \ll \tau d$)

著者はこの様にして、実験条件に則したプラズマを使って、 $\Gamma-6$ のベースボール・コイルの磁場の弱くなっている所目がけて或る角度で打込んだプラズマ(実際は低温の様なプラズマを作っておいて、そこへ、或る角度から中性粒子(H)を入射し荷電交換で、比較的高温のプラズマにする)が、磁場中を往復運動をし(スロッシング)、スロッシング分布と呼ばれる空間的に2つの山のある分布になり得る事を示した。この際はテスト粒子はスロッシング・イオンである。次には、低温イオンをテスト粒子として、このスロッシング分布している粒子の作る真中の密度の窪みに捕えられて窪みが減少する様子を調べたが、低温のイオンは捕えられても、まわりの高温イオンからエネルギーをもらって飛び出す確率があり、窪みは最終的にはなくならず、それに伴う電位の窪みの存在を示し、実験的に得た知見の解析が完全に行った。

審 査 の 要 旨

実在するタンデム・ミラー装置の非常に複雑な磁場配位はその中に閉じ込められるべきプラズマの粒子間の衝突の効果を評価するのを非常に困難にする。筆者は、これらの点を、比較的容易に乗り越えられる方法を使い、その適用範囲内に実験が収まり、実験事実の説明が余り僻定なしに出来る事を示した。又、スロッシング分布の密度の窪みが低温度イオンの捕促によりうまってしまうのではないかという恐れに対しては、実験的に見出された事が理論的にたしかめられ、所謂ポンピング効果として有効に作用する機構のある事を明らかにした。

実験に対するシミュレーションとしてプラズマ物理学の解明に向って高く評価さるべき成果と認められる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認められる。