

5. 多極磁場中のプラズマの拡散理論

石 賀 浩

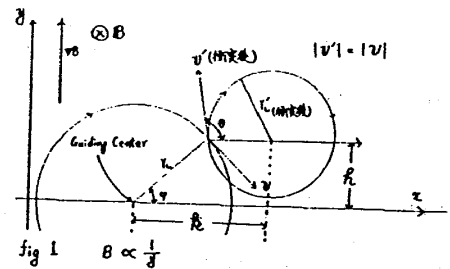
多極磁場によるプラズマの閉じ込め装置は1960年にTuckにより提案され、その特徴は大河・Kerstにより調べられた。それまでのステラレーターやミラー磁場装置がプラズマの不安定性になやまされていたのに対し、多極磁場装置は平均極小磁場の威力を十分に発揮してプラズマの閉じ込め時間を次々に更新した。このため、多極磁場装置は閉じ込め時間や不安定性の観測や測定に用いられてきた。一方で、一様な磁場中でのプラズマの拡散を記述する理論はLamor半径が平均粒子間距離より十分小さい仮定を用いるため適用できず、さらに非一様な磁場中の拡散理論は殆ど報告されていない。したがって非一様磁場中のプラズマの拡散を記述する方程式を導出するのが目的である。このために、非一様磁場中のプラズマの拡散現象を確率過程として記述する。まず粒子の衝突に起因する遷移確率を

fig. 1の磁場配位に対し定義する。

ここで、空間的な粒子の拡散に注目したいので次の

2つの仮定を設定する。

1. 各粒子の速さは衝突前後で変わらず熱速度に等しい。
2. 衝突がLamor motionのphase ϕ で起き速度が θ 方向となる確率は ϕ, θ 共に $[0, 2\pi]$ の値を等確率で取る。



r_L をLamor半径 $H = h / r_L$ $K = k / r_L$ として遷移確率 $W(x, y | h, k)$ に対し次の近似式を得る。

$$W(x, y | h, k) = \frac{8\Omega(2\Omega - H)|K^*|}{(2\pi)^2(2 + |H|)y^2} F\left(\frac{2 - |H|}{2 + |H|}\right) \left[\frac{\frac{1}{2}[H^2 + K^{*2} - \frac{1}{4}]^{\frac{1}{2}} + |H|}{\pi - \cos^{-1}(1 - |H|)(H^2 + K^{*2})} \right] \quad \begin{matrix} |H| \leq 2 \\ |K^*| \leq \sqrt{4 - H^2} \end{matrix}$$

ただし $\Omega = B / r_L \cdot \nabla B$ (System Size Parameter) $F(x)$: 第一種完全楕円積分

この遷移確率により支配されたマスター方程式に対し Ω -展開

法を適用すれば次の2次元拡散方程式を得る。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = a \frac{\partial}{\partial y} (yP) + a \frac{\partial^2}{\partial y^2} (y^2 P) + \frac{c}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} (y^2 P) \quad \because a > 0, c > 0 \text{ (定数)}$$

非一様磁場に対するこの考察をトーラス型多極磁場装置に

拡張する。ここでは、fig. 2のような磁場配位をもつ

八極磁場装置中のプラズマの拡散を記述する方程式を考察する。

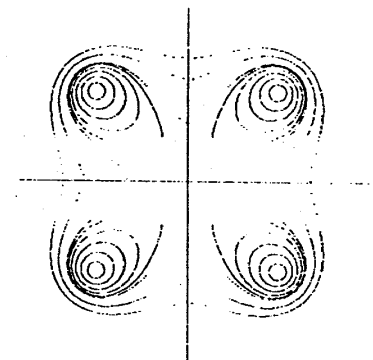


fig. 2.