

磁化プラズマ中の非局所熱伝導に関する研究
Nonlocal electron heat transport in magnetized dense plasma

大阪工業大学 川越理史、西口彰夫、中島佑介

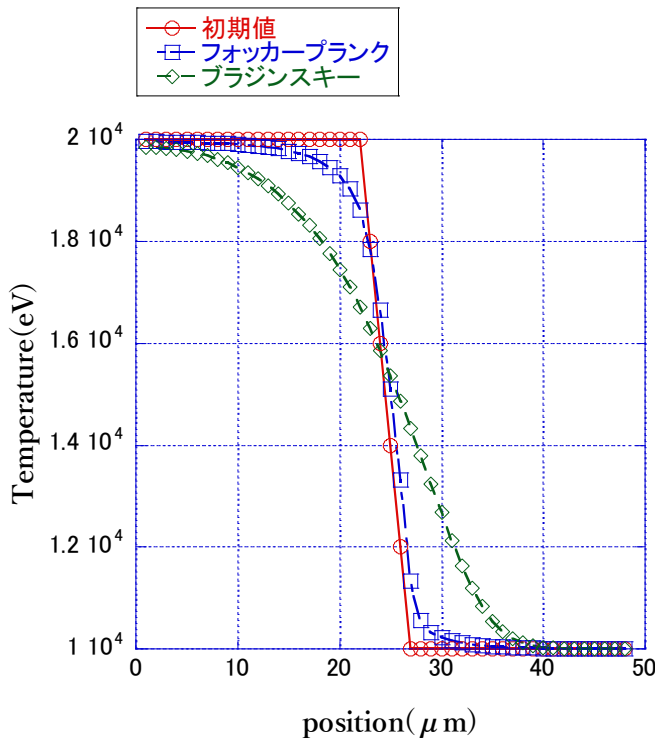
OIT Masafumi Kawagoe, Akio Nishiguchi, Yusuke Nakazima

高温高密度プラズマ中で強い自発磁場が発生すると、プラズマは磁化され、電子の運動は磁場の影響を強く受ける。プラズマ中の磁場源は温度・密度勾配に依存し、またこれらは電子熱伝導に依存するので、互いに強く影響を受ける。そのため磁場生成の計算には電子熱伝導を精度よく取り扱う必要がある。高温プラズマでは、電子熱伝導は非局所モデルを用いる必要があり、磁場中の非局所電子熱伝導を解析する必要がある。計算に用いたモデルでは、温度勾配を z 方向、磁場を y 方向とし、熱流は温度勾配の z 方向及び磁場と温度勾配に垂直な方向 x に発生する。電子の輸送は Fokker-Planck 方程式をもとにした近似モデルを用いる。

$$\frac{\partial f_0}{\partial t} + \frac{1}{3v^2} \frac{\partial v^2 f_z}{\partial z} - \frac{1}{3v^2} \{v^2 (a_x f_x + a_z f_z)\} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial}{\partial v} \left\{ Y \left[C f_0 + D \frac{\partial f_0}{\partial v} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial t} + v \nabla f_0 - a \frac{\partial f_0}{\partial v} - \omega \times f_1 = C_1$$

計算条件は空間的に密度一様で電子密度 $10^{21} \sim 10^{24} \text{ cm}^{-3}$ の間とし、十分に非局所効果が表れるような温度領域で磁場は、空間的に一様で強度を $1\text{G} \sim 1\text{MG}$ で変化させ計算した。二つの温度の異なるプラズマ 10Kev と 20Kev 、 20KeV と 40KeV が接しており、図の赤線のような温度プロファイルで初期値として計算した。 $\omega \tau = 0 \sim 50$ の範囲の値となる。



フォッカープランクによる熱流とブラジンスキーによる熱流との違いを評価するため、青線～緑線の間の面積と赤線～緑線の間の面積の比率で差異を評価した。

解析の結果、電子密度が高い場合および、磁場強度が大きいときフォッカープランクとブラジンスキーによる計算結果がほぼ一致することが分かった。このとき、電子の分布関数はほぼマクスウェル分布になっている。