

Particle-In-Cell シミュレーションによる 磁化プラズマの電子熱伝導率の検証

大阪大学工学研究科環境・エネルギー工学専攻 朝比奈隆志

目的：

磁化プラズマの電子熱伝導率としてはBraginskiiモデルが長く利用されてきたが、最近新たなモデル (Ji-Heldモデル) が提唱された。本研究ではParticle-In-Cellシミュレーションを用いて強磁場中での電子熱伝導現象を再現し、モデルの検証を行った。

内容：

Monte Carlo法による衝突モデルが導入された1次元PICコードを使用した。初期条件を図1に示す。電子密度は $n_e = 5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ 、イオンの価数は $Z = 4$ 、イオン密度は $n_i = n_e / Z$ とした。温度は計算空間の中心で500 eVとし、電子・イオンともにスケール長 $1000\lambda_e$ (λ_e : 電子の平均自由行程) の温度勾配をx方向に与えた。外部磁場をz方向に与え、その大きさをHall parameter $\omega_{ce}\tau_{ei} = 0-0.9$ (ω_{ce} : 電子サイクロトロン周波数, τ_{ei} : 衝突時間) の間で変化させた。

結果：

シミュレーション結果とBraginskii, Ji-Heldのモデルの比較をFig. 2に示す。熱伝導率はx方向, y方向ともにJi-Heldモデルに一致し、Ji, Heldによる第160項での打ち切りの妥当性が示された。また、電子分布関数から、磁場を与えた場合は与えない場合と比べて速度の小さい電子が熱流束に寄与することが示された。

利用した計算機
ノード時間
使用メモリ
並列化

VCC
3300時間
30GB
20並列

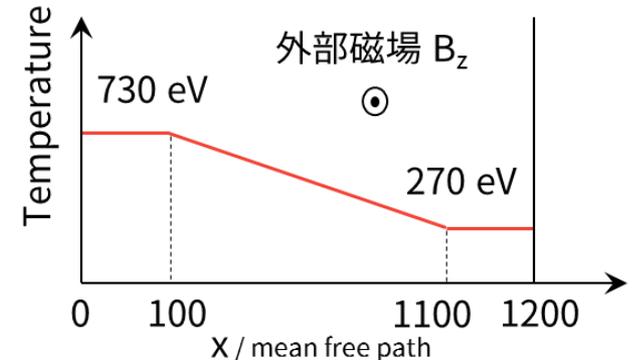


図1: 初期条件

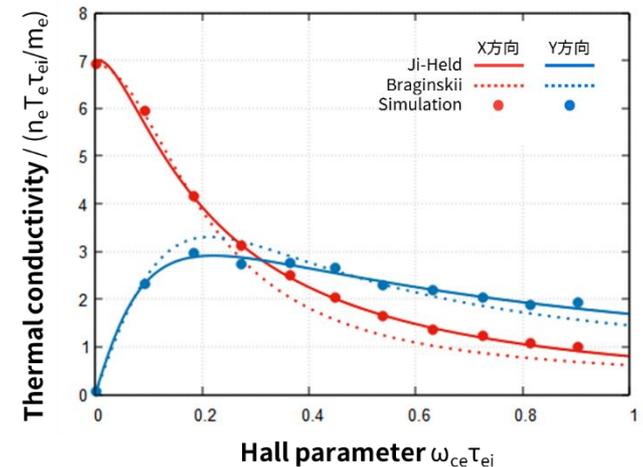


図2: シミュレーション結果と
各モデルとの比較