

重力多体問題専用計算機を用いた微粒子および周辺粒子の 運動シミュレーション Simulation of a fine particle motion and its surrounding particles by using GRAPE.

水野 保則、斧谷 毅、犬塚 博
MIZUNO Yasunori, YOKITANI Takeshi and INUZUKA Hiroshi

静岡大学工学部
Faculty of Engineering, Shizuoka University

はじめに

重力多体問題専用計算機GRAPE-6(以下G6)は重力計算専用のパイプラインプロセッサを多数並列に接続することによって、計算速度を1台あたり985GFLOPS(≒1TFLOPS)まで高速化している[1]。我々はこのG6を使用して帯電された微粒子近傍の電子のデバイ遮蔽現象の再現を試みている[2]。本報告はデバイ遮蔽現象のシミュレーション法を電位分布によって評価すると共に、その時の電子の運動軌跡を明らかにすることを目的とする。

シミュレーション法

シミュレーションは正に帯電した微粒子1個とその周辺に電子を数千から数万個を配置して、それぞれの粒子間の相互作用を計算することによってデバイ遮蔽の効果を再現する。このとき電子全体のエネルギーは保存され、球状の境界条件を課した。

結果

半径 10λ (λ は電子のデバイ距離)の球空間に電子数22817個(密度 $10^{23}[\text{m}^{-3}]$)を一様分布させ、 10^4 ステップ(1ステップ= $0.001/\omega_{pe}$)計算した後の微粒子周辺の電子の空間分布を図1に示す。

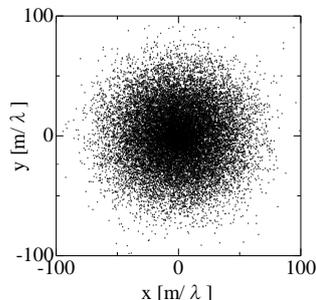


図1 微粒子周辺の電子の空間分布

電子は微粒子を中心に球対象に分布する。 10^3 から 10^6 までステップ数を変化した結果もほぼ同様に分布する。この時の電位の空間分布を図

2に示す。どのプロットも理論値曲線とほぼ相似である。これは電子が微粒子周辺に安定に分布していることを示している。

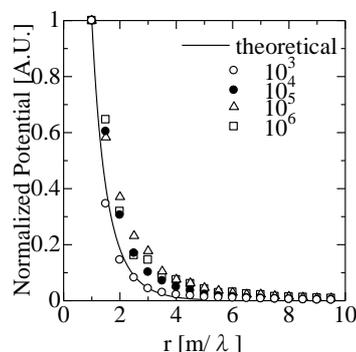


図2 電位の空間分布(ステップ可変)

図3は同様の条件で電子の運動を調べる目的で電子数を100個に減少させて軌跡をプロットした結果である。電子は中心の微粒子に巻きつくように運動し、さらに微粒子に近づくとき大きな加速度を持ち無限遠に高速で飛ばされる。結果として、長時間のシミュレーションではほとんどの電子が飛散し、微粒子周辺の電子は皆無になってしまう。

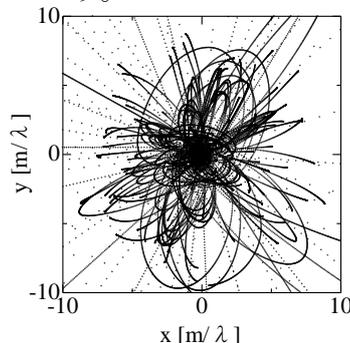


図3 微粒子周辺の電子の運動軌跡

[1] 泰地真弘人, 牧野淳一郎: プラズマ核融合学会誌, 72, 9(1996).

[2] 水野他: PLASMA2011予稿集, 24P154-P(2011).