

GPUによるプラズマシミュレーションにおける演算精度の影響 Effect of calculation accuracy in plasma simulation by GPU

斧谷 毅¹、水野 保則¹、犬塚 博¹

YOKITANI Takeshi¹, MIZUNO Yasunori¹, INUZUKA Hiroshi¹

静岡大学工学部¹

Faculty of Engineering, Shizuoka University¹

1. はじめに

近年、GPU(Graphics Processing Unit)の性能が急激に向上しており、CPUと比較して低コストで高い演算能力を得られる。その為、元々の目的であるグラフィックス処理のみならず、汎用的な計算機として応用する技術(General Purpose computing on GPU: GPGPU)が注目されている。

しかし、GPUを汎用計算機として用い、演算能力を活かすためには、そのアーキテクチャを考慮したプログラムが必要となる。当研究室では、これまでにGPUを利用したプラズマシミュレーションとして、N体問題での計算誤差の評価、渦法シミュレーション、PIC(Particle In Cell)法の実装、PIC法のGPUに適した高速化のためのアルゴリズムなどを研究してきた。

しかし、GPUの欠点として現在入手できるGPUの多くが単精度のものであることがある。この点がプラズマシミュレーションの計算結果にどの程度の影響を与えるかを、最近開発された倍精度の演算器を持つNVIDIA Teslaシリーズを使用して、演算精度の違いが計算速度と計算精度に与える影響を検討した結果を報告する。

2. 結果

PIC法では、①粒子分布からセルの電荷密度を求め、②ポアソン方程式を解いて電界を求め、③電界から粒子に加わる力を求め粒子を移動させるという三つの手順を繰り返してシミュレーションを行う[1]。これらの計算を全てGPU上で行い、扱うデータは全てGPUのデバイスメモリに格納するプログラムを用いた[2]。シミュレーションの一例として二流体不安定性を模擬した(図1)。GeForce GTX 570、Tesla C2075(どちらもNVIDIA社製)、そしてCPU(Core i7 3.2GHz)でPIC法における手順①および③の計算時間を比較した結果を図2に示す。又、図のシミュレーションの結果は単精度浮動小数点演算の場合であり、セル数は32768、ステップ数は1000とした。

CPUによる計算に比べ、GPUによるPICシ

ミュレーションの計算は数倍から数十倍高速であり、又、単精度浮動小数点演算においては、GeForce GTX570はTesla C2075と比較して約1.4倍の計算速度であることが確認できた。

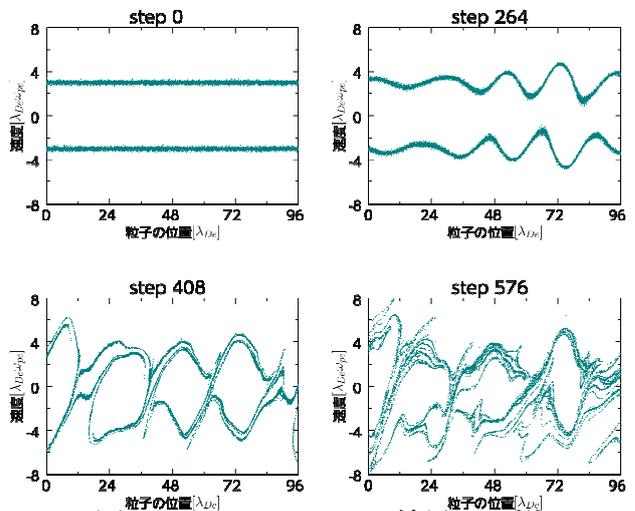


図1 シミュレーション結果の一例

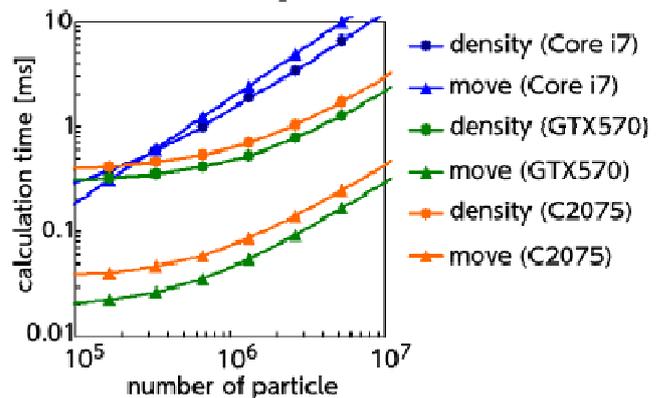


図2 GPUとCPUの計算時間

[1]C.K.Birdsall, et al. "Plasma physics via computer simulation", McGraw-Hill Book Company (1985).

[2]K.Sawamoto et al. "Efficient algorithm of plasma PIC simulation for GPU", Abstract of US-Japan JIFT Workshop 2011 (2011).