

X05b GPUを用いた輻射輸送シミュレーションの高速化

田中 賢 (筑波大学), 吉川 耕司 (筑波大学), 岡本 崇 (筑波大学), 梅村 雅之 (筑波大学)

銀河形成や星形成において、星からの輻射や宇宙背景放射の輻射輸送を考慮することは重要である。輻射輸送方程式の計算手法は、古くは long characteristics 法 (long 法) という、3次元領域を N^3 メッシュに区切り、角度方向に N^2 本、周波数方向に N 個の光線を飛ばし、通過するメッシュの物理量により輻射強度を計算する方法が考えられた。しかし、long 法による輻射輸送計算では計算量が $O(N^6)$ と膨大になり解像度が高い計算を行うことが困難であった。一方、計算量を $O(N^5)$ に低減した手法として short characteristics 法 (short 法) というものがあるが、long 法に比べ光子の伝搬に数値拡散が起こるといった短所がある。

この2つ手法を改良した手法として、計算量は short 法と同等でありながら long 法と同じ精度を持つ計算手法 accelerated ray tracing 法 (ART 法) が存在する。ART 法とは全メッシュに対し全方向から光線を飛ばすのではなく、short 法のように全メッシュに同時に平行光線を飛ばすが、数値拡散が起らないように改良したものである。

我々は、この ART 法を数値シミュレーションの高速化の手段として最近注目されている Graphic Processing Unit (GPU) を用いて高速化することに成功した。ART 法による輻射輸送計算では同じ角度の平行光線を1本1本を独立に取り扱うことができるためその部分を GPU で高速化した。今回は CUDA という NVIDIA 社製の GPU での数値計算環境を用いて ART 法を高速化し、CPU (Core i7 2600) での計算より数十倍の高速化を行うことができた。本講演では、高速化の具体的な手法といくつかのテスト計算の結果を紹介する。この高速化により将来的には、流体力学計算と同時に輻射輸送計算を行うことによって、輻射流体計算を正確かつ高速にできるように行うことが可能となると考えられる。