

A82b 輻射輸送の M1 モデルの数値解とその特性

菅野 裕次 (千葉大学), 花輪 知幸 (千葉大学)

天体におけるエネルギー輸送や、天体の見え方を議論する上で輻射輸送方程式を精度よく、かつ少ない計算量で求めることは重要である。M1 モデルでは輻射場をエネルギー密度 (E) とエネルギー流束 (F) で表すことにより、拡散近似では取り扱うことができ「影」や「散乱」の効果を取り入れることができる。本講演では M1 モデルを解く二つの方法、(a) HLL 法と (b) 再構成法について角度依存性の再現度について報告する。

HLL 法は流体力学方程式の積分などに用いられる方法で、波の伝播速度の最大と最小を考慮している。ここでは最も簡単な方法として、光速 $\pm c$ で情報が伝播するとして計算した。再構成法では (E , F) とそれから導かれる輻射圧力テンソル P を再現できる輻射強度 $I(n)$ を解析的に求め、輻射の速度と向きを考慮して数値セルの境界での輻射流束と輻射圧を求めている (2011 年秋季年会 P59b)。以下では両者ともデカルト座標を用い、空間 1 次精度で計算した結果を比較する。

計算領域の中心の球内に一様な輻射場 (E_0 , F_0) を設定し、この輻射が真空中に広がる様子を見る閃光テストで両者の結果は大きく異なった。どの方向にも光速で輻射は伝播するので、真の解では E_0 や F_0 の値によらず球殻状にエネルギー密度の高い領域が広がってゆく。しかし HLL 法では、 $|F_0|/E_0 \lesssim 0.8$ で初期の輻射場が特定の方向に強い指向性を持っている場合、輻射場全体がその方向に動く。このため、輻射場の最初の中心付近ではエネルギー流束の方向が不自然な振る舞いをする。再構成法ではこの問題はない。しかし再構成法では座標軸方向の輻射が強くなり、 $F_0 = 0$ の場合でも輻射場の等方性が保たれないので、 $|F|/E < 0.999$ となるよう鈍らせる必要がある。一方、HLL 法では軸方向の輻射が相対的に弱くなるという、逆方向の非等法性が現れる。