

P59b 輻射輸送の M1 モデルの数値解法

菅野裕次、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解くことは重要である。最も簡単な計算方法である拡散近似では、エネルギー密度 E とその勾配だけで輻射を表すので、光を当てた物体の背後に光が回り込んでしまい影を計算できない。エネルギー密度の他に、エネルギー流束 F も考慮した M1 モデルでは影も表現できる。しかし M1 モデルでも少ない計算量でくっきりとした影を表現するためには工夫が必要である。簡単な HLL 法で計算すると、影が不自然にぼやける。特性方程式を解くと影はシャープになるが、計算が面倒である。ここでは、少ない計算量でシャープな影を計算できる方法を提案する。この方法では、二つの隣接する数値セルの境界を通過する光の流束と圧力を、左右のセルからの寄与の和として求める。すなわち、左のセルでの E と F を用いて左からへの流束と圧力を計算し、右のセルでの E と F から右のセルへの値を計算する。一見、複雑に見えるが、流束と圧力は E と F の解析関数で表されるので計算量は少ない。またこの方法ではクーラン条件を守る限り、 $|F| \leq E$ であるように保つことができる。

この方法の性能を確かめるため、不透明な四角い板に左から一様な強度の光をあてた場合を計算した。今回の方法では、HLL 法より影はシャープになり、吸収帯の縁から回り込む光量は極めて低く抑えられる。M1 モデルは吸収・放射だけでなく、散乱も容易にとりこむことができる。このためダスト吸収によりできる原始惑星円盤の内縁などの計算に応用できる。