

J37a 陰的解法に基づく安定な相対論的輻射磁気流体コードの開発

高橋博之、大須賀健 (国立天文台)、関口雄一郎 (京都大学)、井上剛志 (青山学院大学)、富田賢吾 (総合研究大学院大学)

ブラックホール降着円盤、パルサー、超新星爆発、ガンマ線バースト等といった高エネルギー天体現象の理解にはプラズマ、磁場、輻射、相対論的效果を無矛盾に扱う必要がある。しかし、これらの効果を全て取り入れた研究は幾つかのグループによって始められたばかりであり (Farris et al. '10, Shibata et al. '11, Zanotti et al. '11)、今後の相対論的天体現象への適用と理解のためには安定な数値解法の開発が必須である。

そこで本研究では輻射の0,1次モーメントを解く相対論的輻射磁気流体コード (Relativistic Radiative Magnetohydrodynamics, R2MHD) の開発を行った。R2MHD系は力学的時間 t_{dyn} 、波が系を横切る時間 t_w 、輻射がプラズマと吸収・散乱過程を通して相互作用する時間 t_{abs} の3つのタイムスケールを持つ。相対論的天体現象ではしばしば $t_{dyn} \sim t_w$ となるが、光学的厚みが大きい場合には $t_{abs} \ll t_{dyn}, t_w$ となる。この場合、陽的積分を用いて安定に数値計算を行うためには、タイムステップを t_{abs} に比べて十分に小さくとる必要があるため、系の長時間発展 ($\sim t_{dyn}$) を行う事が難しいという問題があった。そこで我々はプラズマと輻射の吸収・散乱による相互作用の項を陰的に積分する事により、光学的に厚い場合でも大きなタイムステップ ($\gg t_{abs}$) を用いて安定に長時間計算が可能となるコードを開発した。本発表ではこの方法の詳細について述べる。