

W03a 非一様輻射流体力学 (clumpy-gas radiation hydrodynamics ; CRHD) の定式化

福江 純

ガスと無数の雲塊からなる非一様輻射流体力学について、多くの単純化のもとだが、基礎方程式を構築した。

(1) マクロな視点での定式化：雲塊が受ける輻射力の効率(有効不透明度 \times アルベド補正)を解析的に求め、雲塊とガスの相互作用力と併せて、流体方程式系に組み込んだ。その反作用項を輻射モーメント式に加えて、マクロな基礎方程式とした。雲塊はすべて同一で、散乱のみとしている。雲塊の光学的厚みが大きくなると効率は単調に減少し、ガスに比べて雲塊は加速されにくくなる(PASJ in press)。また雲塊による自己遮蔽効果、混合流体のエディントン光度の再定義、さらに雲塊“流体”の光学的厚みなども検討した(投稿中)。

(2) ミクロな視点での定式化：後知恵であるが、最初の定式化はマクロなアプローチであり、原理的な輻射輸送方程式からも定式化できることに気づいた。すなわち、適切な非等方散乱位相関数を設定し、雲塊-ガス混合流体中の輻射輸送方程式を立式して、輻射場のモーメント式を導出し、反作用項を雲塊-ガス系の方程式に加えて、基礎方程式とした。立脚点は大きく違うが、非等方性パラメータと雲塊の光学的厚みを同等とみなすと、マクロとミクロはほぼ同じ結果式となったので、物理的には等価で堅牢な方程式系が得られたと考える(投稿準備中)。

(3) 応用：PDS 456 への応用(PASJ in press)と超軟 X 線源への応用(投稿中)も行った。非一様ガスの取り扱いはずっと気になっていた問題ではあったが、XRISM の素晴らしい成果(数百万個の弾丸!)によって、一瞬にして流体的取り扱いによる定式化が進んだ。ここに、感謝とともに特記しておきたい。

(4) 今後：とはいえ、雲塊の生成や破壊、吸収や再放射過程の組み込み、波動や不安定性、相対論的な拡張など、多くの問題が残されている。まだ最初の一步で、さらなる発展の余地は十分にある。後はお任せしたい。