

J12a 速度“勾配”依存変動エディントン因子

福江 純 (大阪教育大教育)

相対論的輻射流体力学の基礎的問題として、流れが相対論的になると、共動系で輻射場は等方に見えなくなり、エディントン因子が速度に依存するだろうと提案した (Fukue 2006; Fukue and Akizuki 2006)。最近の数値シミュレーション (Koizumi and Umemura 2007) でも、エディントン因子の速度依存性が定量的に示されている。一方、エディントン因子が速度だけでなく速度勾配へも依存するのではないかという可能性が当初からあった。¹ 今回、簡単なモデルのもとで、エディントン因子の速度勾配への依存性を調べたので、その結果を報告する。

鉛直方向定常平行平板流で、鉛直方向に正の速度勾配があるとする。共動系において、平均自由行程が流れのスケールよりも十分小さい領域 (いわば光学的に厚い領域) を考える。このとき、正の速度勾配に対応して負の密度勾配があるので、共動系の観測者からみて光学的厚み τ が 1 の範囲は、球形ではなくて流れの前方方向に伸びた卵形になる - これを光玉: one-tau photo oval と呼ぼう。ただし、速度勾配が大きすぎると、前方方向の光学的厚みが 1 を切ってしまう、閉じた卵形にならず、前方に開いた光壺: photo cup になる。

光玉の形状は、観測者の速度およびその近辺の速度勾配に依存するが、それらを与えれば、光玉の形状が求まり、さらに観測者と光玉内壁との速度差も得られる。共動系で光玉内壁が一様等方に放射をすると仮定すれば、共動系の観測者が受ける放射場の諸量を計算することができる。速度勾配が小さい線形近似の範囲内では、速度“勾配”依存変動エディントン因子は、 $f(\tau, \beta, \frac{d\beta}{d\tau}) = \frac{1}{3}(1 + \frac{16}{15} \frac{d\beta}{d\tau})$ と表せることがわかった。より一般の場合は、エディントン因子は速度と速度勾配の両方に依存する。

¹もちろん大局的な速度分布がわかれば速度勾配も決まるのだが、ここでは局所的な話をしている。