

S19a 放射圧加速でローレンツ因子 10 の超相対論的ジェットを作る方法

福江 純 (大阪教育大教育)

降着円盤の強い放射場で加速する宇宙ジェットモデルでは、通常プラズマを $0.26c$ 程度まで、電子陽電子対プラズマを $0.92c$ 程度まで加速できるが、輻射抵抗が邪魔をするために、ローレンツ因子が 10 ($0.99c$) 程度まで加速するには、一様で連続で定常的な状況では成功していない。これまでに、“非”一様性などを導入する必要があると主張してきたが (e.g., Fukue 2000, PASJ 52, 613) 今回、薄い層状の雲の加速性質を調べたところ、波状の不安定性が増幅することを発見し、その結果、超相対論的速度まで加速されることがわかったので報告する。

平板状の光源の上空に、光学的には不透明なガス層 - 層雲 - があり、光源の輻射場で加速されている想定しよう。簡単のために重力場などは考えない。従来の描像だと、層雲は輻射圧で加速されると同時に輻射抵抗も受け、ある一定の速度 (平衡速度) で等速運動に落ち着く。具体的には、輝度一定で“無限に”広がった平板光源の場合は、平衡速度は、 $(4 - \sqrt{7})/3c \sim 0.45c$ になる (Icke 1989, AA 216, 294)。

さてそこで、加速されつつある雲層に波状のゆらぎが生じたとしよう。波状雲層の下部 (光源側) では、平衡速度は $0.45c$ のままである。ところが波状雲層の上部 (上空側) では、波状にゆらいだ雲層自体が視野を遮るために、無限に広がった平板光源の“一部”しか見えない。光源が有限のサイズになると平衡速度が変わり、光源を見込む角度が小さいほど平衡速度は大きくなるので、波状雲層の上空側はより加速され同時に波状不安定が増幅する。以上のようなメカニズムで、波状雲層の上空側 (先端部) は、超相対論的な速度まで加速されうるのである。

一般に、平衡速度は高度 z の関数だが、波長 λ の波状ゆらぎの場合、平衡速度は $z \sim \lambda$ ぐらいで急激に大きくなり、 $z \sim 10\lambda$ ぐらいでローレンツ因子 $\gamma \sim 10$ ぐらいになる。実際に運動方程式を解いた終端速度についても示す。