

S22a 輻射場による相対論的ジェット加速機構： コンプトン・ロケット効果とシンクロトロン吸収過程

井上進 (東大宇宙線研)、高原文郎 (阪大理)

活動銀河核 (AGN) や一部の系内ブラックホール候補星で見られる相対論的ジェットの加速機構は、未解明の大問題であるが、有力な説の一つとして、ブラックホール近傍の降積物質から発せられる、強い輻射場を起因とする考えがある。この輻射的ジェット加速機構に関する今までの研究は、主に、コンプトン散乱を介して輻射場のエネルギー・運動量がジェットのプラズマに与えられる、という立場で行われて来た。これに対し、我々は、コンプトン・ロケット効果とシンクロトロン吸収過程という、上記のものとは基本的に異なる2つの物理過程に基づく加速機構に着目し、統一された相対論的な formalism を基に、いろいろな状況で具体的な数値解を求めることによって詳しく調べ、特にAGNの相対論的ジェットに適用できるかどうかを検討した。

コンプトン・ロケット効果とは、非等方な輻射場が相対論的ジェットプラズマによってコンプトン散乱される際に、ジェットの内部エネルギーが運動エネルギーに転換される、というものである。この加速機構を様々な場合で調べたところ、ジェット内部の電子のエネルギー分布が特定のもの (spectral index ~ 2 、最高エネルギー $\sim \text{TeV}$) の時に、ジェットのローレンツ因子 $\Gamma \sim 10$ が達成され、且つエネルギー転換効率も良くなることがわかった。これは、TeVガンマ線が観測されている一部のブレイザー天体との対応から考えて、大変興味深い。しかし、実際のエネルギー転換効率は最大でも数%程度で、観測されるAGNジェットの強度という観点からは、問題が残ることもわかった。

一方、シンクロトロン吸収過程は、1) 通常考えられるような磁場の強さでは、その断面積がトムソン断面積に比べ遥かに大きいことと、2) 輻射の周波数に対する依存性が強い点で、コンプトン散乱とは性質を大きく異にする。ジェットプラズマが光学的に薄い場合・厚い場合も含め、いろいろな設定のもとで、この輻射過程による加速機構を調べてみた結果、状況によっては極めて大きな最終速度 ($\Gamma \sim \text{数}100 - 1000$) が実現できることが明らかになった。しかし、有効に加速されうる物質の総量は、光学的厚みの効果で制限され、 $\Gamma \sim 10$ まで到達するような場合は、ジェット強度にして、最大でもエディントン光度の数%しか許されず、やはりAGNジェットの速度と強度を同時に再現するには、困難が残されている。