

## Wien Fireball Model of Relativistic Outflows in Active Galactic Nuclei

(活動銀河核における相対論的噴出流のウィーン火球モデル)

岩本 静男 (大阪大学理学部)

ローレンツ因子が 10 を超える相対論的な宇宙ジェット加速メカニズムとして、私は純粋な電子対プラズマの噴出流を考察した。そのモデルとして、まず電子対プラズマは吸収に対しては光学的に薄い、コンプトン散乱にたいしては光学的に厚いこと、そして電子対は輻射とウィーン平衡にあり相対論的な温度であることを初期状態で想定して球対称定常のプラズマ流を解いた。このような電子対プラズマを私は「ウィーン火球」(Wien fireball)と呼んでいる。すると、プラズマは輻射と力学的にカップルしているため、輻射場がジェットの噴出方向にビーミングされ輻射抵抗(radiation drag)の問題がなくなる。それゆえに電子対プラズマは熱的膨張によって相対論的に加速されることを示した(Iwamoto & Takahara 2002)。

断熱膨張の後、光球の外側では電子対プラズマは光学的には薄くなる。電子対プラズマはコンプトン散乱の他に電子対生成・対消滅でも輻射とカップルしており、これらの対生成・対消滅も取り扱わなくてはならない。また電子対プラズマに働く輻射からの力や電子対生成率を見積もるために、相対論的に流出しているプラズマ中の輻射輸送も解かなくてはならない。

この輻射輸送に関して、私は三種類の取り扱いを行った。まず最初は電子対と輻射を一流体であることみなして解析的に解いた。この扱いは光球の内側では適切であり、内側の境界条件から光球の位置の半径・速度・温度を見積もった。次に、私は光球の外側で電子対プラズマは光学的に薄くなり、そこでは電子対生成・対消滅は凍結しプラズマは消滅せずに生き残ることも示した。二つ目に、光学的に暑い領域では電子対と輻射が一流体であること、光学的に薄い領域では輻射は光球から完全に自由放射されることを仮定して、私は数値的に電子対プラズマを取り扱った。この取り扱いでは、私は電子対消滅と電子対に対するコンプトン散乱の効果は考慮した。そして最後に、私はモンテカルロ法を用いて輻射輸送を取り扱った。コンプトン散乱・電子対生成・対消滅を考慮し、その上で相対論的に膨張しているプラズマ流の中での光子の軌跡を擬態することで光子の分布関数・電子対生成率・輻射による力を適切に求めた。その後、この適切な輻射による力も取り入れて電子対プラズマの力学も改めて解き直し、繰り返しこの操作を行うことで、輻射と電子対プラズマの双方を一貫させた噴出流の解を求めた。

このように取り扱いが異なるにもかかわらず、これら三種類の取り扱いによる解は良く一致しており、いずれも強力な相対論的な噴出流を首尾よく生み出すことが示された。さらに本論文で提示したこの噴出モデルは光球から強力な輻射が放射されることも予言しており、ジェットの運動エネルギーと同程度のエネルギーで MeV 程度の放射が観測されることが期待される。