

W137a 系内ブラックホール降着円盤中の乱流粒子加速

寺木悠人、松本達也（京都大学）、井岡邦仁（京都大学基礎物理学研究所）

ペタエレクトロンボルト ($\text{PeV} = 10^{15} \text{eV}$) 以上のエネルギーを持つ宇宙線の起源は未だ謎である。本講演では、銀河系内に存在するブラックホール (BH) 降着円盤に注目し、それらが PeV 宇宙線の加速源となる可能性について議論する。候補天体として Isolated BH (IBH)、X 線連星、そして銀河中心 BH (Sgr A*) を考える。これらの降着円盤は Eddington 降着率に比べて小さい降着率しか持たないので、Advection cooling Dominated Accretion Flow (ADAF) と呼ばれる円盤モデルで記述される。この円盤内では粒子数密度は小さく、衝突緩和過程が非効率的なので非熱的粒子の存在が許される。円盤には MHD 波動 (乱流) が存在するので、波動粒子相互作用により非熱的な粒子のエネルギー分布の形成が期待できる。乱流については複数のモデルを採用し、それぞれについて議論を行った。具体的にはコルモゴロフ乱流に代表される等方べき型乱流と、MHD 乱流理論から示唆されている Goldreich-Sridhar 型の非等方乱流である。加速過程は運動量空間での拡散で記述する。準線形理論で記述される共鳴型のものを基本とし、非等方乱流で重要になる共鳴の broadening も考慮に入れた拡散係数を用いて加速時間を見積もる。そして宇宙線の円盤からの逃走、BH への落ち込み、粒子や光子との衝突、そして放射によるエネルギー損失の特徴的時間と比較し、宇宙線の最高エネルギーを決定する。その結果、PeV 粒子の加速が許されるパラメータ領域が上に上げた BH 降着円盤系に存在することが分かった。BH の質量-降着率で張ったパラメータ平面内で最高エネルギーを議論することで、どのような降着円盤が PeV 粒子を加速できるかをまとめた。光子との衝突が宇宙線のエネルギー損失において支配的な場合には、降着エネルギーの大部分が sub-TeV のガンマ線に変換されることが考えられる。このガンマ線の観測可能性についても議論を行う。