

T15c 銀河団における乱流磁場による粒子加速

大野 寛 (山形短期大学)

銀河団では、銀河団スケールに広がるシンクロトロン電波源が観測されているが、電波を放射する宇宙線電子の加速過程やその銀河団進化との関係はわかっていない。

Ohno, Takizawa and Shibata (ApJ 577, 658, 2002) では、乱流磁場による宇宙線電子加速モデルを提案した。このモデルにおいて粒子加速は、アルヴェン波と宇宙線電子の共鳴相互作用により生じるエネルギー拡散であり、加速効率は拡散係数 $D_{\gamma\gamma}$ で決まる。準線形理論によると $D_{\gamma\gamma}$ は、波数 $k \geq k_{\text{res}}$ に含まれるアルヴェン波のエネルギーに比例する。最低波数 k_{res} は、 $k_{\text{res}} \sim \Omega_{e0}/c\gamma$ 、ここで、 Ω_{e0} はジャイロ周波数、 c は光速、 γ は加速電子のローレンツ因子である。一方で、 $k < k_{\text{res}}$ の波も粒子散乱に寄与することが知られている (Terasawa 1989)。そこで、テスト粒子シミュレーションを用いて、低波数 ($k < k_{\text{res}}$) のアルヴェン波が拡散係数に影響するか調べた。

はじめに、 $\gamma = 2$ を持つ電子のエネルギー拡散を調べた。波数 $k \geq k_{\text{res}}/4$ に背景磁場エネルギーの 30% 程度を与えた場合、 $D_{\gamma\gamma}/\Omega_{e0} \sim 9 \times 10^{-6}$ 程度の拡散を示した。これは、準線形理論で予想される $D_{\gamma\gamma}/\Omega_{e0} \sim 1.6 \times 10^{-6}$ の数倍にあたる。この場合、低波数のアルヴェン波がエネルギー拡散に影響していると考えられる。

次に、銀河団を想定し、 $\gamma = 10^4$ ($k_{\text{res}} \sim 6 \times 10^{-14} \text{cm}^{-1}$, 磁場強度 $1 \mu\text{G}$ の場合) の宇宙線電子について調べた。一例を示す。背景磁場エネルギーの 0.004% の程度を、 $k \geq k_{\text{res}}/60$ に相当する波数領域へ与えた結果、 $D_{\gamma\gamma}/\Omega_{e0} \sim 7 \times 10^{-11}$ と準線形理論による $D_{\gamma\gamma}/\Omega_{e0} \sim 4 \times 10^{-11}$ と同程度の結果を得た。この場合、アルヴェン波のエネルギーが小さく低波数の波の影響は小さいと考えられる。