

J67a 相対論的磁気リコネクションにおける超相対論的アウトフローの可能性：  
粒子シミュレーションによる検証

高橋博之、松元亮治 (千葉大)

中性子星等の強磁場天体や活動銀河中心核、ガンマ線バースト等では磁気リコネクションを伴うエネルギー解放が種々の高エネルギー天体現象に関与していると考えられている。しかし、 $\sigma$ (=インフロー領域のポインティングフラックス/プラズマフラックス)が1を超えるようなプラズマ中で発生する磁気再結合によって、磁気エネルギーが熱・運動エネルギー(または加熱・加速)にどのような割合で変換されるかはあまり理解されていない。

高橋ら(2008)はMHD近似の下、相対論的 Sweet-Parker 型磁気再結合によって噴出するアウトフロー速度を見積もった。その結果、 $\sigma_i \gg 1$ ( $i$ はインフローの値)ではアウトフロー速度はインフロー速度に反比例することが示された。しかしこの研究ではMHD近似を用いているため、インフロー速度の大きさを決定することは出来なかった。

そこで本研究では Particle In Cell (PIC) 法を用いた2次元粒子シミュレーションを行い、相対論的磁気再結合によって噴出するアウトフロー速度の $\sigma_i$ 依存性を調べた。その結果、 $\sigma_i$ が小さい場合にはアウトフロー速度は $\sigma_i$ に比例して増加するが、 $\sigma_i \sim 100$ 程度になるとアウトフロー速度は頭打ちになり、その速度は準相対論的になるとがわかった。一方、拡散領域内部の熱エネルギーは $\sigma_i$ に比例して増加し、 $\sigma_i \sim 100$ 程度になると熱エネルギー密度は静止質量エネルギー密度を超えることがわかった。また、インフロー速度は光速の数%程度と大きく、MHD解析から予想される超相対論的アウトフローを生成する条件を満たさないことがわかった。これらの結果から $\sigma_i \gtrsim 100$ では拡散領域に流入する磁気エネルギーがほぼ熱エネルギーに転換されてプラズマを加熱すること、この熱エネルギーが慣性に寄与するためにアウトフローを相対論的速度まで加速することができないことがわかった。