

Q14b 電子-陽電子プラズマ中の Weibel 不安定性による磁場の生成と進化

加藤恒彦 (国立天文台)

Weibel 不安定性とはプラズマ粒子の非等方的な速度分布が原因となって発生する無衝突プラズマ中の微視的な不安定性であり、この不安定性に伴って磁場が生成される。無衝突プラズマは宇宙空間の様々な場所に存在しており、様々なプラズマの衝突現象に伴ってこの不安定性が発生することが考えられる。特に近年、この不安定性はガンマ線バーストのモデルで必要とされる相対論的衝撃波近傍の強い磁場を生成するメカニズムの候補として注目されている。磁場は最初、非常に小さいスケールで成長し、その後、磁場を担う電流が合体していくことで長波長へ進化していくことが様々なシミュレーションにより示されている。しかし、長期的な進化についての理解はまだ十分ではない。この不安定性で作られる磁場がどれぐらいの時間存在できるのか、あるいはこの磁場が衝撃波近傍でのフェルミ加速の散乱体となりうるのか、ということを知るためには磁場の長期的な進化の様子を調べることが必要である。

今回我々はこの不安定性の非線形段階での進化を調べるため、無衝突プラズマ (電子-陽電子) の2次元の電磁粒子シミュレーションを行った。初期条件として速度の偏差が $(0.01c, 0.01c, 0.5c)$ で与えられる非等方的な速度分布を与えた。磁場は最初、線形理論に従って成長し、粒子の10%程度のエネルギーに達したところでサチュレーションした。非線形成長の初期の段階は、単純なピンチしたビーム電流の合体というモデルでよく説明でき、電流密度、質量密度および磁場の典型的な波長がほぼ時間の $1/2$ 乗に比例して長波長に進化していくことがわかった。しかし、この進化は長くは続かず、その後、電流分布および密度分布がフィラメント状になり、ピンチしたビームの場合とは反対に、電流の強いところで粒子の密度が小さくなることを見出された。この段階での進化のメカニズムや、その後磁場がどう進化するかについても考察を行う。