

Q20a Weibel 不安定性のサチュレーションメカニズム

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不安定性である。この不安定性に伴って磁場が生成され、初期の非等方性が大きい場合には、典型的には、粒子の運動エネルギーの数パーセントのエネルギーを持つ強い磁場が作られる。宇宙空間には様々な場所に無衝突プラズマが存在しており、様々な現象に伴ってこの不安定性が発生すると考えられる。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おり、また、相対論的衝撃波でのフェルミ加速に必要な下流の乱流的磁場の生成メカニズムとしても働いている可能性がある。

理論的な観点からは、どれぐらいの非等方性が与えられたときにどれぐらいの磁場ができるのかという点がまず重要である。これまでに、様々なシミュレーションにより、特定のパラメータに対する磁場の値はいくつか得られているものの、そのサチュレーションのメカニズムの理論的な理解はまだ十分とは言えない。

これまでの研究により、Weibel 不安定性ではプラズマ中に数多くのビームが生成され、磁場はこれらのビームが運ぶ電流により作られることが示されている。今回の研究では、このビームの簡単な理論的モデルを作り、それに基づいて、この不安定性のサチュレーションのメカニズムについて考察した。その結果、ビームの電流が Alfvén 電流に達した時に磁場が最大になること、また、サチュレーションの仕方には2種類あり、どちらになるかは非等方性の大きさにより決まることがわかった。さらに、磁場の最大値の解析的な表式を導出し、それが、電子-陽電子プラズマ、電子-陽子プラズマのいずれの場合にも、シミュレーションの結果と非常に良く一致することを確認した。