

温度勾配によるワイベル不安定性

Weibel Instability driven by Temperature Gradients

岡部 信広 [1]

Nobuhiro Okabe[1]

[1] 阪大・理・宇宙地球

[1] Earth and Space Sci., Osaka Univ

<http://vega.ess.sci.osaka-u.ac.jp/~okabenb/>

我々は温度非一様性によるプラズマ中で磁場が生成することを示した。磁場の生成過程は、温度勾配があるプラズマ中では熱流が流れるため速度分布関数が非平衡・非等方であるために、ワイベル不安定性と同じものである。ワイベル不安定性は近年宇宙磁場生成の可能性の一つとして注目を集めている。我々はこの生成過程を銀河団に応用した。

銀河団は重力に束縛された宇宙で一番大きい天体である (その大きさは数 Mpc。1Mpc は約 300 万光年)。銀河団は高温希薄プラズマ (密度は $n_e \sim \text{a few } 10^{-2} - 10^{-3} \text{ cm}^{-3}$)。温度は数-10keV) で $0.1 - 1 \mu\text{G}$ 程度の磁場を持っている。銀河団磁場の起源はまだ決着がつかない。提案された磁場生成過程の一つがピアマンのバッテリー効果によって磁場が生成しダイナモ効果で成長するシナリオである。しかしながら、このプロセスは観測値を再現するために必要な初期磁場がバッテリー効果による値よりもはるかに大きいことである。これらのプロセスは流体力学的効果によるものであるが、ワイベル不安定性はプラズマのマイクロ不安定性によるものである。ワイベル不安定性による最大成長磁場の値は観測値と良く一致している。また、作られた磁場の構造は逆カスケードプロセスによってより長波長へと進化し、値が減少することが良く知られている。ワイベル不安定性の問題は、作られる磁場のスケールが流体スケールよりもはるかに小さいことである。プラズマの粒子シミュレーションでは有限のサイズと計算時間のために、そのスケールまで磁場が本当に進化するかどうかを調べるのは難しい。

温度勾配によるワイベル不安定性は、温度非一様性があるところで磁場が存在することを予言する。我々は観測された銀河団プラズマの温度分布から磁場の強度分布を求めた。磁場の強度分布は近い将来測定可能であることから、銀河団磁場の起源に対して観測的に制限可能である。