

## Simulation of structure formation in two-fluid plasmas

R. Numata, M. Furukawa<sup>a</sup>, Z. Yoshida<sup>a</sup> and T. Hayashi<sup>b</sup>The Australian National Univ., The Univ. Tokyo<sup>a</sup>, NIFS<sup>b</sup>

核融合を目指した実験室プラズマや、宇宙プラズマにおいては、流れのある定常状態がしばしば観測されている。1流体磁気流体(MHD)方程式を用いてこのような定常状態を解析すると、流れに起因する特異性のため困難に直面する。しかし、ホール効果を通じて2流体性を取り込んだホールMHD方程式を用いると、この特異点が解消されることが知られている<sup>1)</sup>。これは、ホールMHDモデルでは1流体MHDモデルと異なり固有の空間スケール(イオンスキン長)が存在し、ホール効果の特異摂動によって相互作用するマクロ-ミクロスケール間の階層構造を表現できることの現れである。これまでに、ホールMHD方程式の時間発展を解く3次元シミュレーションコードを開発し、プラズマの自己組織化・緩和過程<sup>2)</sup>、磁気リコネクション現象<sup>3)</sup>について研究を行ってきた。

図1は、磁場に平行、垂直及び全運動エネルギーの時間発展をホールMHDと1流体MHDで比較したものである。まず、図1(a)から、運動エネルギーはホールMHDの方が速く減衰していることがわかる。これは、ホール効果によって細かい渦が生成されやすく、そのような渦は粘性によって散逸されやすいことを示していると考えられる。次に、図1(b)からは、速度場の垂直成分が、ホールMHDでは比較的長く残っていることがわかる。このような成分は、1流体MHDの緩和状態としては存在せず、実際、時刻 $120\tau_A$ では1流体モデルのそれはほぼ0になっている。

講演では、ホールMHDの緩和状態に関する2重ベルトミ平衡と保存量に関する理論<sup>4)</sup>とシミュレーション結果との対応を考察し、今後の課題等について議論を行う予定である。なお、数値計算は核融合研、理論シミュレーション研究センターのスーパーコンピュータで行った。

1) 白石, 大崎, 吉田, 日本物理学会 2004 年秋季大会 13pQA-10 (青森大学)。

2) R. Numata, Z. Yoshida and T. Hayashi, The 13th Int. Toki Conf. (Toki, Japan, 2003).

3) R. Numata, Z. Yoshida and T. Hayashi, in preparation.

4) Z. Yoshida and S. M. Mahajan, Phys. Rev. Lett. **88**, 095001 (2002).

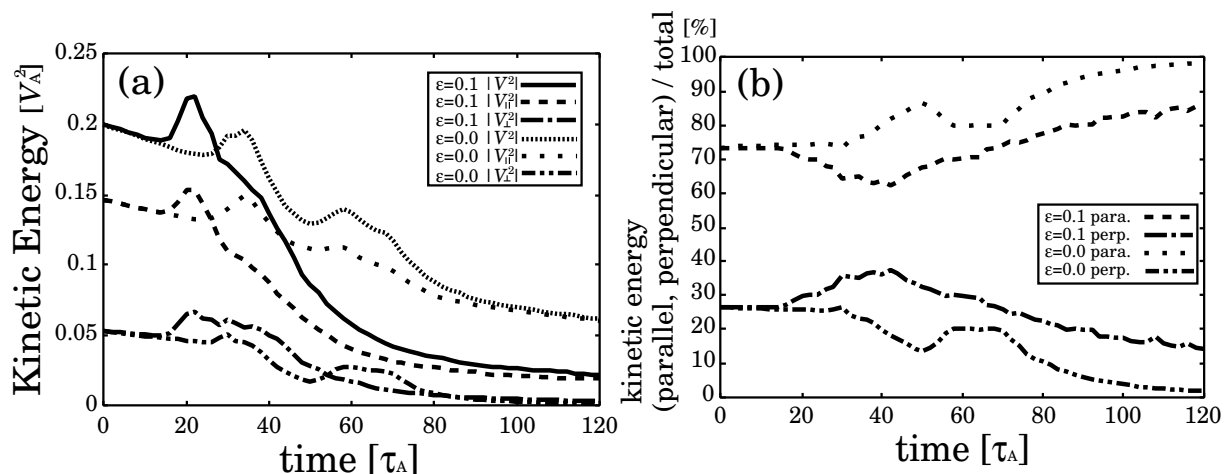


図1：ホールMHD ( $\epsilon = 0.1$ ) 及び1流体MHD ( $\epsilon = 0.0$ ) における運動エネルギーの時間発展。