

## Vlasov-Poisson 系に対する等高線力学法

## A contour dynamics method for Vlasov-Poisson system

# 渡邊 智彦 [1]

# Tomo-Hiko Watanabe[1]

[1] 核融合研

[1] NIFS

宇宙および実験室プラズマにおいて、荷電粒子と波動との無衝突な運動論的相互作用は、多様な非線形プラズマ現象を引き起こす。そこで分布関数は、位相空間中の粒子軌道に沿って大きく変形を受ける。不安定粒子軌道近くでの引き伸ばし効果のため、波動粒子相互作用を介して分布関数の微細構造が自然に作り出される。そのもっとも単純な例が ballistic mode である。こうした微細構造の時間発展を精度よくシミュレートするには、数値散逸とエントロピーの人工的な増大を回避しえる、新たなシミュレーション手法が必要となる。

等高線力学法は、2次元非圧縮・非粘性流体における渦ダイナミクスのシミュレーションに、しばしば用いられてきた。その方法では、流体要素の運動にしたがって渦度の等高線を追跡する。等高線の内側で区分的に一定な渦度分布を仮定し、これをもとに速度場が決定される。これは渦度方程式と流れ関数に関する Poisson 方程式を解くことと等価である。この手法では等高線のアイデンティティーが保たれるため、渦の強い変形を追跡するのに有利である。

もともと、等高線力学法は Vlasov-Poisson 系に対する古典的なシミュレーション・モデルである “water-bag” モデルに由来する。その手法では、分布関数の等高線を  $x$ - $v$  位相空間中で追跡する。一方、“water-bag” モデルでは、Poisson 方程式の解法のために実空間で数値格子が用いられていた。このため微細揺動が粗視化され、数値散逸が生み出される。我々は数値格子を用いることなく、Vlasov-Poisson 系に対する等高線力学法を構成した。ここでは、自己重力系に対して適用した初期結果を、種々のシンプレクティック積分法を用いた場合の保存性や数値精度とあわせて報告する。また、非線形 Landau 減衰や無衝突磁気リコネクションへの応用についても議論したい。