

R17a 銀河衝撃波に伴う Wiggle Instability の再検討

菊池大輔、花輪知幸 (千葉大学)

M51 など渦状銀河の腕には、スーパー構造と呼ばれる枝状の構造が見られる。このスーパー構造の起源として、Wada & Koda (2004, MN, 349, 270) は、衝撃波により圧縮されたガス層での強い速度シアーにより発生する wiggle instability を提案した。この不安定は多くのシミュレーションで確認されてきたが、私たちは計算法を変えることにより wiggle instability が抑えられることを見出したので報告する。

簡単のためシミュレーションでは、ガスは等温で、その自己重力や磁場は無視できるとした。また銀河の重力場には、軸対称なポテンシャルに渦状腕に相当する成分を加えたものを採用した。2次精度を得るため線形補間でセル境界での速度や密度を求めたが、隣り合うセルでマッハ数や密度の対数が正の無次元量 $\alpha (> 0)$ を超えて変化する場合 (たとえば $|\Delta \log \rho| \geq \alpha$) は、補間で使用する勾配に制限を加えた。実際にこの制限が加わったのは、衝撃波面の近傍で、密度と速度が急激に変化する狭い領域である。本来、この急勾配は不連続面となるべきものである。このような領域で単純な数値補間をすると、流束が周囲より高くなり不自然な値になる。

勾配の制限 α を小さくとると、wiggle instability は発生しなくなる。銀河回転を 220 km s^{-1} 、音速 15 km s^{-1} とした2次元モデルでは、 $\alpha \lesssim 0.2$ とすると、密度も速度も衝撃波を通過した後もなめらかである。音速が低いほど、 α を小さくしなければ、wiggle instability を抑制できない。

鉛直方向の構造を考慮した3次元モデルでも、定性的には同様の傾向が確かめられた。すなわち、 α を小さくすると、衝撃波を通過した後も密度や速度がなめらかな分布となる。これらの結果は、wiggle instability は数値積分により鈍された衝撃波面から発生した数値的なものであることを示唆している。