

Q34a 星間乱流の飽和とそのスケーリング則について

小山 洋 (神戸大)、犬塚修一郎 (京大)

分子雲や星間雲では音速に比べて大きな線幅が観測されている。この現象は普遍的に存在することから星間ガスは乱流状態にあると考えられている。我々はこれまでに超音速の乱流が輻射冷却の際に生じる熱的不安定性によって作られることを2次元の流体シミュレーションにより示した (Koyama & Inutsuka 2002)。この熱的不安定性起源の乱流は1Myr程度で散逸する3次元シミュレーション (Kritsuk & Norman 2002) と、数百 Myr 経っても一定の速度分散が持続する2次元のシミュレーション (Piontek & Ostriker 2004) が報告されている。前者は熱伝導を無視した計算で、後者は熱伝導を採り入れた計算である。従って、熱伝導は乱流の散逸を妨げる働きがあると予想される。また、熱伝導と同じ流体の輸送現象として粘性も無視できないはずである。多くの数値計算では数値粘性が大きいため物理的な粘性は無視されている。そこで我々は乱流の散逸メカニズムを詳細に解析する為に、熱伝導、物理粘性を分解する高分解能の2次元流体シミュレーションを行った。

まず我々のシミュレーションの結果から乱流は数十 Myr 経っても一定の運動エネルギーを保ったまま持続する、すなわち乱流が飽和状態に達することが示された。非粘性の場合、メッシュサイズのより小さい計算ではより大きな飽和レベルに達した。これはメッシュサイズの減少に伴って数値粘性が小さくなる事に対応する。物理的な粘性を考慮すれば飽和レベルは一定値に収束した。

飽和レベルは計算領域の増加に伴って大きくなった。すなわち、計算結果はより大きなスケールで大きな速度分散に達することを示している。この依存性を物理的に理解する為にサイズ、輻射強度、熱伝導係数、粘性係数をパラメータにとって計算したところ、飽和レベルはサイズの crossing time と cooling time の比に依存することが分かった。本講演ではこのスケーリング則の物理的な意味について考察する。