

Charney-Hasegawa-Mima乱流の自己組織化へのRhines及びラーモア半径スケールの寄与の解析

Analysis of contribution of Rhines and Larmor radius scales to self-organization of Charney-Hasegawa-Mima turbulence

七家 聡一郎、渡邊 智彦、前山 伸也
S.Shichike and T.-H.Watanabe and S.Maeyama

名大理
Dept of phys. Nagoya Univ.

Charney-Hasegawa-Mima(CHM)方程式に従う系では、背景密度勾配長 L_n に依存する、非線形項と線形項の拮抗するスケール(Rhinesスケール)での逆カスケードの停止と、ラーモア半径 λ^{-1} よりも大きなスケールへの逆カスケードの抑制という二つの効果の競合によって異なる乱流構造が形成される。前者の場合はRhinesスケールが非等方性をもたらす構造をしていることから帯状流が、後者の場合は一定の大きさの波数にエネルギーが集中し、対応する長さスケールを持つ多数の渦が空間上に敷き詰められた擬結晶構造が形成される。

CHM乱流に関しての多くの研究はこの二つのスケールのうち片方のみに着目するものであったが、本研究では、Rhinesスケールを与える密度勾配とラーモア半径スケールをパラメータとしてを変化させ、両者の影響を定量的に解析した。

本研究では自己組織化状態を表す尺度として、非等方度 $c_y = \frac{\int dk_x dk_y k_x^2 |\phi_k|^2}{\int dk_x dk_y (k_x^2 + k_y^2) |\phi_k|^2}$ という値を利用する。これによって運動エネルギーの非等方性を示し、乱流の構造を特徴づける。シミュレーション結果より、この非等方度 c_y が上記のRhinesスケールとラーモア半径スケールとの比によって一意的に定まることが確認できた。

一方でこの非等方度は運動エネルギーがどれだけ流れのy成分に偏っているかを示すものであり、実際の構造を具体的に表示するものでない。例えば、シミュレーション空間を占有するほど大きく成長した渦が一つだけある場合であっても、擬

結晶化が起こっている場合と同じ c_y が出力されると考えられる。そこで、ポテンシャル渦度 $q = \nabla^2 \phi - \lambda^2 \phi$ について、ある点とそこから一定の距離ベクトルの分離した点との相関係数をすべての点について平均して、相関関数 $S(\mathbf{r}) = \langle q(\mathbf{x} + \mathbf{r})q(\mathbf{x}) \rangle / \langle q(\mathbf{x})^2 \rangle$ を定義し、これを用いて乱流構造をより詳しく評価する。図1は擬結晶化が起こっている場合について相関関数をプロットしたものである。この図では原点付近に渦と同程度の大きさの相関が強い領域が存在し、その周りに負の相関がある領域、さらにその外に再び正の相関の領域があることが確認できる。ポスターセッションではより多くのデータとともに詳しい解析結果を提示する。

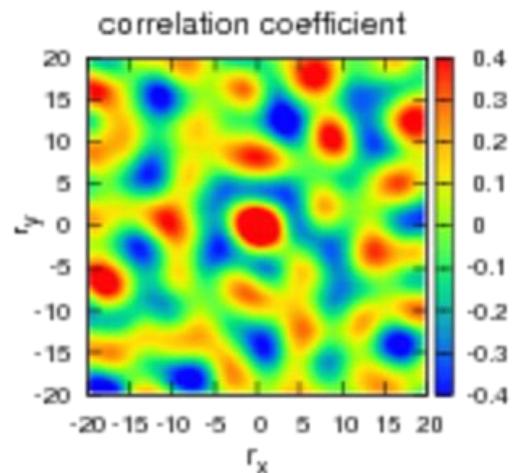


図1 相関係数の二次元プロット