

大きなスケールの運動よりも速やかに等方化すること、また圧力の効果は軸対称性が弱くなると急速に減少することなどを報告した。次に外力によって等方乱流が軸対称化する過程を述べた。ランダムな軸対称外力を加えられた乱流の定常状態の計算結果から圧力の効果は大きなスケールで顕著であることを示した。また、一様な外部磁場の下での乱流では局所等方性が成立しないこと、したがって小さなスケールの運動の非等方性を特徴づける物理量の必要性を強調した。

MHD 乱流と乱流ダイナモ

相模工業大学工学部 水 島 二 郎
 京都大学数理解析研究所 木 田 重 雄
 岡山大学工学部 柳 瀬 真一郎

宇宙に満ちているプラズマや核融合炉の中のプラズマの大規模な運動または大きい時間スケールの運動を調べるときには、流体近似が成り立ち、このような流体は MHD 流体と呼ばれる。MHD 乱流は普通の流体の乱流とは異なった多くの性質を持っていることが知られている。例えば、普通の流体乱流は $k^{-5/3}$ のエネルギースペクトルを持つのに対して、MHD 乱流では $k^{-3/2}$ のエネルギースペクトルを持つといわれている。MHD 乱流の研究の大きなテーマの 1 つに乱流ダイナモの機構の解明がある。地球の周りを初め宇宙には大きな規模の磁場が存在する

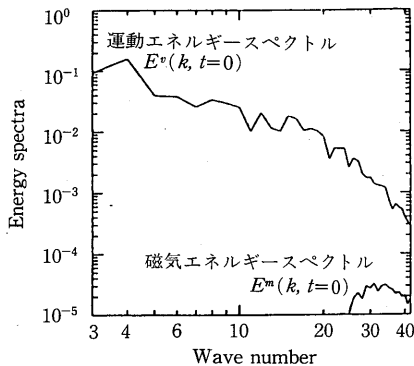


図 1.

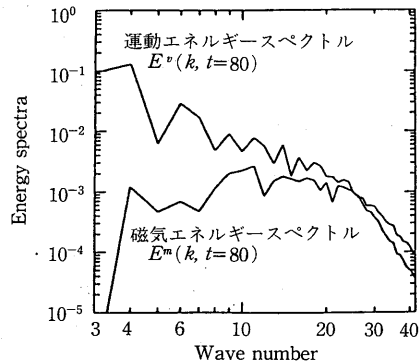


図 2.

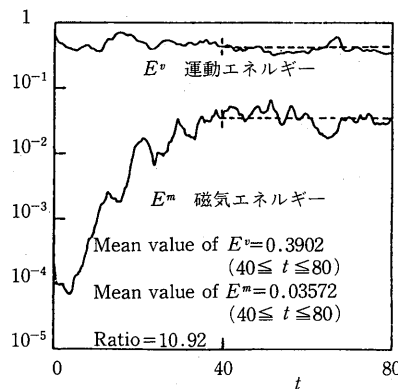


図 3. $\nu = .000005$

が、このような磁場はどのようにして作られたのだろうか。

このような問題を調べるために我々は、MHD 乱流の数値シミュレーションを行った。MHD 乱流は、立方体の中に入っていると、外力がある場合について擬スペクトルの方法で MHD 乱流の時間発展を調べた。今回はテストケースとして、MHD 乱流が超粘性($\sim k^4$)を持つ場合について計算を行った。図 1 に初期のエネルギースペクトルを、図 2 に $t=80$ でのエネルギースペクトルを示す。この図から、低波数に磁気エネルギーが流れ込んでいることが分かる。また、運動エネルギーと磁気エネルギーの時間発展を図 3 に示す。この図から、磁気エネルギーが増大して、運動エネルギーのほぼ 1/10 の大ききで平衡状態に達していることが分かる。

MHD セルオートマトンモデルと輸送

名古屋大学プラズマ研究所 羽 鳥 尹 承

特定の研究のために特殊計算機をつくる (Special Purpose Computer, 略して SPC) 時代が来ると信ずる。事実、lattice gauge や Ising のモデルでは SPC が実現している。流体やプラズマなどの分野でも、格子ガス・セルオートマトンが SPC の有望な候補となっている。セルオートマトンは Wolfram 等により再認識され、局所的相互作用と大局的構造形成との関連を調べるための数学的モデルである。適切な格子系を設定し、各格子上に有限個のメモリーを用意する。そのメモリーの専有・非専有の組み合わせでその格子の状態が記述される。全格子系は、有限の時間ステップごとに相互作用法則に従って時間発展する。この規則は局所的であり、並列処理に向いている。格子ガスモデルは人工的粒子の集りで、有限の速度で移動するが、同一の格子点では互いに衝突をする。

Frisch 等により Navier-Stokes (NS) 方程式のセルオートマトンモデルが開発された。空間 2 次元の場合は hexagonal lattice でなくてはならない。衝突の規則は運動量が保存するように与える。ミクロなモデルからマクロな振舞を導く方法には Chapman-Enskog 展開が使える。しかし、セルオートマトンを発見するには、従来の気体運動論とは逆の問題を扱わねばならない。ある偏微分方程式を与えてそれをマクロな振舞とする多体系にはどんなものがあるか、たとえ人工的な系でもそれが計算しやすいものであればよい、という問題である。

MHD についても研究は始まっている。MHD と NS の違いは基本粒子の違いである。NS では現実粒子と大きな差はないが MHD 粒子は現実には存在しない人工的な形をしている。中空の円筒型で表面に poloidal 電流が流れ、それに伴って azimuthal 磁場を持っている。

Lagrangian Renormalized Approximation とその応用

名古屋大学工学部 金 田 行 雄
名古屋工業大学 後 藤 俊 幸

ラグランジュ的な繰り込み展開による乱流の統計理論を 2 次元および 3 次元の等方性乱流の実験と数値シミュレーションの結果と比較して良い一致を得た。また、その理論は速度場のラグランジュ的な自己相関関数に対しても良い近似を与えることが分かった。更に、その理論を 2 次元の非等方性乱流に適用して、その等方化が時間的に単調ではないことと、いわゆる渦粘性が正であることも分かった。この理論は一般の広い範囲の乱流現象、例えば乱流拡散、MHD (Magnetohydrodynamic) 乱流などにも適用できる。