

と考える。

そこで、George とは異なる立場から、 K_0 の R_λ 依存性を導くことを試みた。そのポイントは $E(k)$ に含まれる $\langle \epsilon \rangle^{2/3}$ ($\langle \rangle$ は平均を意味する。) を $\langle \epsilon^2 \rangle^{1/3}$ と解釈し直し、 $\partial \mathbf{u} / \partial t$ (\mathbf{u} は流速) を支配する Navier-Stokes 方程式から $\partial \mathbf{u} / \partial t$ を評価し $\epsilon \equiv \mathbf{u} \cdot (\partial \mathbf{u} / \partial t)$ の関係を考慮することにより、 $E(k)$ と ϵ と k の関係を求めた。その結果は

$$E(k) \sim \langle \epsilon \rangle^{2/3} R_\lambda^{2/3 - m/6} k^{-5/3} (\eta k)^{-m/2}$$

となり、 $m=0$ のとき、George の結果と一致し $K_0 \propto R_\lambda^{2/3}$ が示された。 m の意味づけは今のところ判然としないが、乱流の間欠性に関係しているように思われる。 K_0 の R_λ 依存性は今後の実験的裏づけを待って結論しなければならないだろう。

MHD 乱流における渦場と磁場の空間的構造

岡山大学 工学部 柳 瀬 真一郎
相模工業大学 水 島 二郎
京都大学 数理解析研究所 木 田 重 雄

地球内、宇宙空間、また太陽に存在する磁場の生成維持機構は、今日においても物理学的に非常に興味深い問題である。これらの系のエネルギーは一般に、最初は熱対流などの運動エネルギーなどの力学的形態を取る。従って、磁場のエネルギーは運動エネルギーが適当な機構によって変換されて生じたと考えられる。この機構はダイナモと呼ばれ、古くから様々なアイデアが発表されている。これまでに提出されている主なダイナモ理論に共通した仮定は、大規模磁場の存在と系全体の反転対称性の欠如である。我々は、立方体の箱に入った MHD 乱流の数値シミュレーションを行ない、これらの効果が共に、必ずしも無くてはならないものではないことを示した。磁気流体は、外力によって全体がかき混ぜられている。今回の報告では、特に MHD 乱流中で間欠的に大規模な渦構造と磁場構造が発達することを示した。図 1 に、大規模構造の有無を示す目安として、渦度と磁場のベクトルの絶対値の自乗の最大値の時間変化を示した。鋭いピークが大規模構造の存在を反映している。図 2 は $t=52$ での大規模磁場の 3 次元

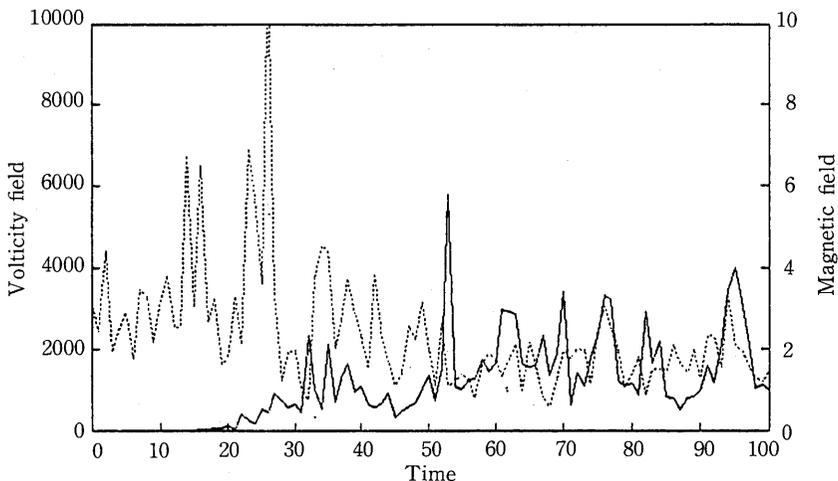


図 1.

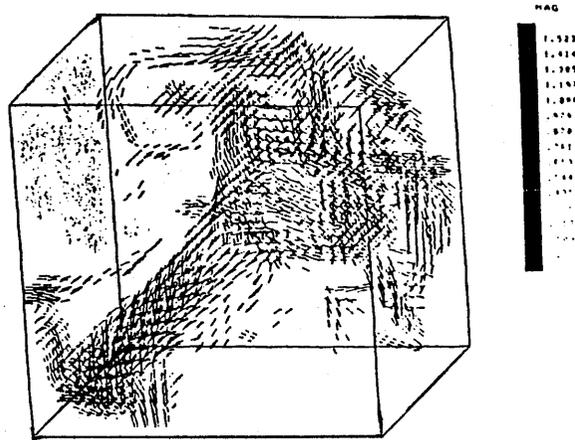


図 2.

グラフィックスである。この結果は MHD 乱流の独特な性質をよく表現している。

1次元乱流の記述の縮約

京都大学 理学部 佐々真一

最近、様々な観点から乱流に興味が持たれている。特に、カオスの研究は、その力学系的な側面を明らかにし、Strange attractor、或いはその次元等の概念が導入された。Attractor の次元は、系の実質的な自由度を表す。偏微分方程式で記述される乱流においても、Attractor の次元は有限に留まっているのが一般的である。だから、うまい座標系を選ぶことができれば、乱流を、その定常状態では、Attractor の次元程度の自由度で記述できるはずである。数学的にはこれは難しい問題であるが、物理的に捉えたい。

特に、ここで考える乱流は Cellular structure と呼ばれる構造を持つ 1次元乱流である。Cell という基本的な単位があり、それらが生成・消滅することにより、時間的にも空間的にも乱れたパターンを作っている。その時空パターンから、Spatio-temporal defect turbulence とも呼ばれる。

これらの乱流の特徴を一言でいえば、「大域の変調不安定性と局所分岐」である。局所的に安定な単位が周期的に並んだパターンは、摂動に対してゆっくりとした応答をする。この応答が不安定な場合、どのようにして不安定性を解消するかが問題となる。いくつかのタイプがあるが、そのうちの 하나가、局所分岐による不安定性の解消である。局所的に安定な単位自身が不安定になり、新しい解へ分岐するのである。このように、局所的な振舞いと、大域的な振舞いの微妙なバランスによって、系は維持されているのである。

講演では、1次元 Kuramoto-Sivashinsky 方程式を取り上げ、以上の論理を具体化した。