

二成分流体における一次元進行波局在対流

福井大 工 野村昌司、小川淳司、原田義文

局在対流は二成分流体のベナール対流で観測される時空構造の中でも最も注目され、研究されてきた。これまで矩形セル、及び円環セルのいわゆる一次元系において弱非線形領域、強非線形領域それぞれにおける局在対流の諸性質が明らかにされてきたが [1]、特に強非線形領域における形成メカニズムについては、良く理解されていない。

我々はこれまで一次元スロットチャネルセルにおいてエタノール水溶液を用いて、分離比 ψ が負で大きい強非線形領域 ($\psi = -0.46$) に対する対流パターンの逐次遷移過程の観測を行なってきた。その結果スロットチャネル特有の局在対流である Double Localized Traveling Wave (DLTW) を見い出してきた [2,3]。これは進行速度、及び波長の異なる二つの同一方向に伝搬する進行波領域が伝導状態をはさんで共存する点が特徴的である。さらに安定な DLTW を与える広いレーリー数バンドが存在し、レーリー数の変化に対して、その対流領域の長さが連続的に変化する。

我々はこの DLTW の安定化のためには対流領域と伝導領域を隔てるフロントにおいてカオスの存在が重要な役割を果たすであろうと予想してきた。DLTW において長波長領域、短波長領域にそれぞれのフロントにおける局所的なダイナミクスを調べた結果、カオスの存在を見出した [4]。

作業流体は 8wt% エタノール水溶液を用い、スロットチャネルセルは、アスペクト比が 1:0.58:46.2 のものを用いた。セル上面は 10.0°C に固定し、下面をヒーターであたためることにより上下面間温度差 ΔT を与えた。対流パターンの観測にはシャドウグラフ法を用いた。

レーリー数を準静的に変化させることにより、サドルノード点近傍において、図 1 のような DLTW を得た。フロントにおける局所的ダイナミクスを知るために光強度の時間変化の測定を行なった。DLTW の場合フロントは 2 種類であり、それらは長波長側の対流領域と伝導領域を隔てている Leading edge front と、短波長側の対流領域と伝導領域を隔てる Trailing edge front である。測定はそれぞれのフロント、また比較のためにそれぞれの対流領域の内部の 4 ヶ所で行なった。図 2 に Leading edge front における光強度時系列を示す。対流領域内部で観測されるのは TW の性質を反映してほぼ周期的な運動であるが、フロントにおいては、不規則性が現れている。図 3 にこの Leading edge front における光強度の時系列から構成したアトラクター、図 4 にリアプノフ数を示す。これらの結果から、DLTW のフロントには非常に弱いカオスが存在すると結論される。

局在対流の安定性については、 ψ が負で小さい弱非線形領域に関しては理論的な解の試みがあり、伝搬する安定なパルスとして理解されている。我々の実験の場合、分離比による強非線形性に加えて、スロットチャネルという幅の狭いセルを用いていることによる非線形性が、従来のタイプとは異なる局在対流を出現させている。

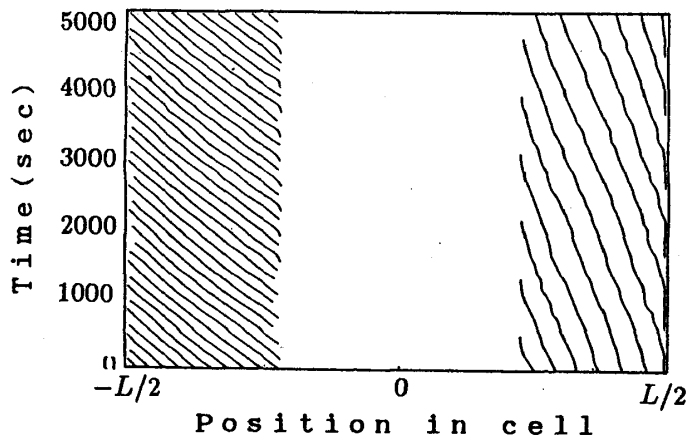


図1・局在対流 (DLTW)
 $\Delta T = 7.43^\circ\text{C}$,
 流体平均温度 = 13.90°C ,
 $r = 4.85$, $Pr = 14.2$

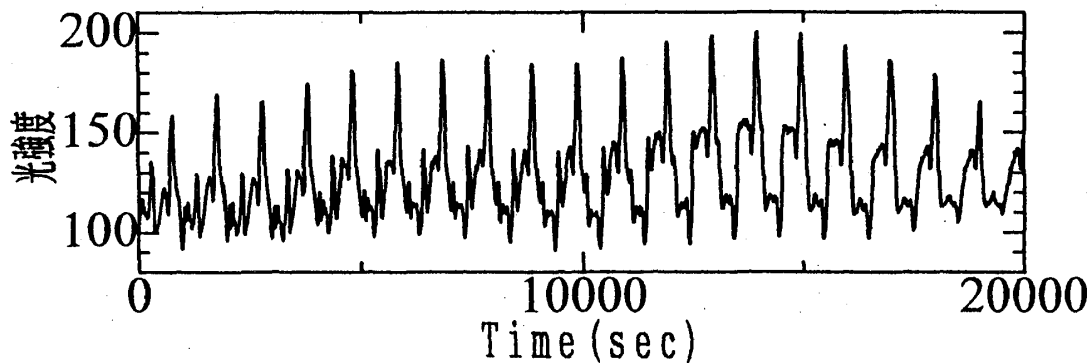


図2・局在対流の Leading edge front における光強度時系列

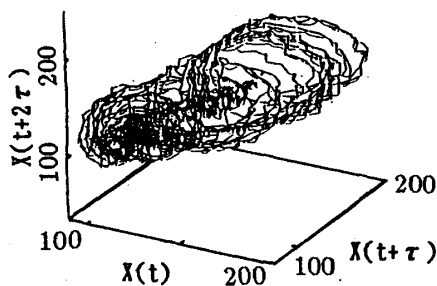


図3・局在対流の Leading edge front
 におけるアトラクター

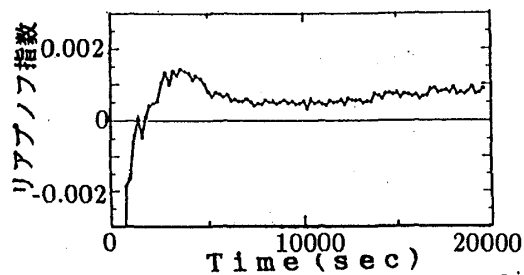


図4・局在対流の Leading edge front
 におけるリアプノフ指数

参考文献

- [1] M. C. Cross and P. C. Hohenberg, Rev. Mod. Phys. **65** (1993) 851.
- [2] Y. Harada, Y. Masuno, K. Sugihara, K. Nomura, and H. Yahata, in *Pattern Formation in Complex Dissipative Systems*, ed. S. Kai (World Scientific, 1992).
- [3] Y. Harada, Y. Masuno and K. Sugihara, Vistas in Astronomy, **37** (1993).
- [4] 野村昌司、小川淳司、原田義文、第51回日本物理学会年会講演概要集第3分冊、p.595.