という条件で時間発展させ，ある time step をえらんで強制的に｛S_x｝の状態のみ初期値に戻す。これは系に「初期のパターンをみせる」事に対応している。(i)トランジェント領域…パターンをみせる事に対し非常に敏感で，わずかに異なった time step でみせても，いきつくアトラクターは非常に異なってしまう。S_x をイジング・スピンと見た場合，このふるまいは，スピングラスの磁場に依存した磁化の振るまいを想い出させる。－｛J_x｝の分布が系の準安定状態を規定している。(ii)アトラクター領域…ランダムな時間間隔でパターンをみせると（但し一の間隔内に系はアトラクターに入る）系はいくつかのアトラクターを飛び移る。図３では，24回パターンをみせる事によってリンクされた５つのアトラクター（A，B，C，D，E）を示している。（数字は何回移ったかを表わす。）

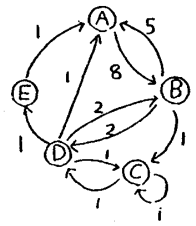

図　3

このモデルでは，１つの初期パターンを「学習」または「記憶」するとは，単にそれを一つのアトラクターに対応させる事ではなく，いくつかのアトラクターのネットワークとして対応させる事だと考えている。このリンクされる事によるメリットとして，パターンを一定の時間間隔で見せる事は，リンクされたうちの数個のアトラクターのサイクルとして表現できる。（例えば，A→B→A→B→A ……）さらに異なるパターンでつくられるアトラクターの組みが，共通のアトラクターを持つ事により，異なるパターン同志を結ぶ（連想記憶的）な事が可能になる。こういった振るまいが，｛J_x｝の時間変化に帰因していて，｛J_x｝を固定してしまう現在のコンピューターには見られないものである事は興味深い。

参考文献：T. Ikegami, Master Thesis, (Tokyo Univ. 1986)

神経力学系のカオス

東京電大　合原一幸，小谷　誠
電総研　松　本　　　元

本研究は，神経発振子の正弦波応答に関して，Hodgkin-Huxley 常微分方程式を用いた数値計算及びヤリイカ（Doryteuthis bleekeri）巨大軸索膜を用いた電気生理実験により，解析

したものである。電気生理実験においては，軸索長軸方向に空間固定（約5㎜長）を行ない，近似的に，常微分方程式系と等価なものとした。また，正弦波入力の振幅Aと周波数Fを分岐パラメータとして解析を行なった。

アトラクタの分類は，ストロボプロットによって行なった。すなわち，正弦波入力の 30 度毎の位相において，軌道のポアンカレ・セクションを調べることにより，この神経力学系における強制振動を，(1)引き込み振動，(2)概周期振動及び(3)カオス振動に分類した。ヤリイカ巨大軸索膜において観察されたカオス振動の例を図1に示す。

一般に，刺激周波数Fが$m/(nF_N)$に近い場合（n，m ：比較的小さな自然数，但し，必らずしも互いに素ではない。F_N ：神経発振子の自然発振周波数），n対mの引き込み振動が観察される。すなわち，入力m周期の間にn個の活動電位が発生し（平均興奮率＝n/m），その振動波形自体の基本周期は入力周期のm倍に等しい。パラメータ空間$A \times F$において，各引き込み領域に対応する Arnold Tongues は，その平均興奮率がファレー列となるような順に分布する。また，引き込み振動からカオス振動への分岐は，周期倍分岐（Aの増大またはFの減少に伴なう。）または間欠性のルート（Aの減少またはFの増大に伴なう。）であり，低振幅入力時の概周期振動からAの増大に伴なうカオス振動への転移は，２次元トーラスのくずれによる。

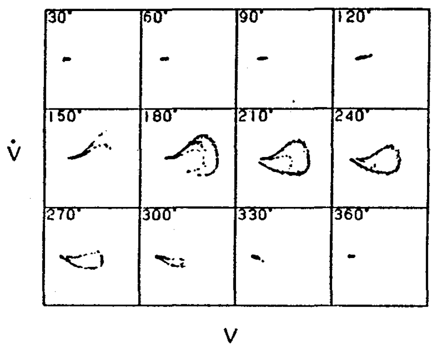

図 1

流れのカオス的挙動の観察例

九大・応力研　種子田　定　俊

1. はじめに

流体の流れは一般に不規則に揺いでいる。流れによっては外乱を小さくすれば揺ぎが消えるものもあるが，注意深く外乱を取り除いても揺ぎの止まらないものもある。これらの揺ぎが制御できない微小な外乱に基づくものであるのか，あるいはカオスであるかを判断することは極めて困難である。流れの不規則な挙動の原因としてはカオス，外乱，外乱が原因で生ずるカオ