

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ふ。 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思い出させる。— $\{J_x\}$ 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。）

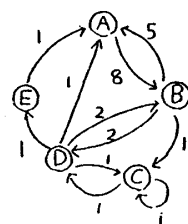


図 3

このモデルでは、1つの初期パターンを「学習」または「記憶」とするとは、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、 $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A \dots$ ）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5mm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 の減少に伴う。) または間欠性のルート(A の減少または F の増大に伴う。) であり、低振幅入力時の概周期振動から A の増大に伴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。

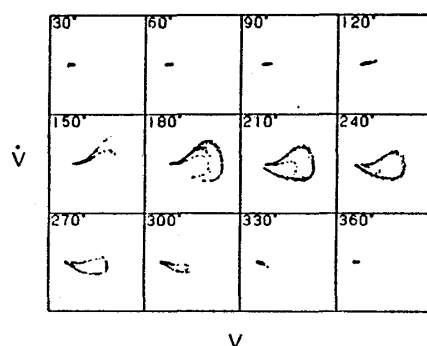


図 1

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れている。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