

38. ニューロン応答のカオスとそのモデル

東京電機大・工 合原一幸, 高部智晴, 清水和彦, 小谷 誠
電 総 研 松本 元

本研究は、静止状態にあるニューロンが、パルス列電流刺激に対してカオス的に応答する現象をモデル化することにより、カオスニューラルネットワーク (Chaotic Neural Networks) の工学的実現のための基本構成要素を提案するものである。

静止状態にあるヤリイカ巨大軸索は、パルス列電流刺激に対して、Complete Devil's Staircases 様の応答特性 ($I/I_{th} > 1.5$ の場合) や、Alternating Periodic-Chaotic Sequences 様の応答特性 ($I/I_{th} < 1.5$ の場合) を示す¹⁾

これらの応答特性を Hodgkin-Huxley 方程式を用いて、定量的に記述できるのは当然で

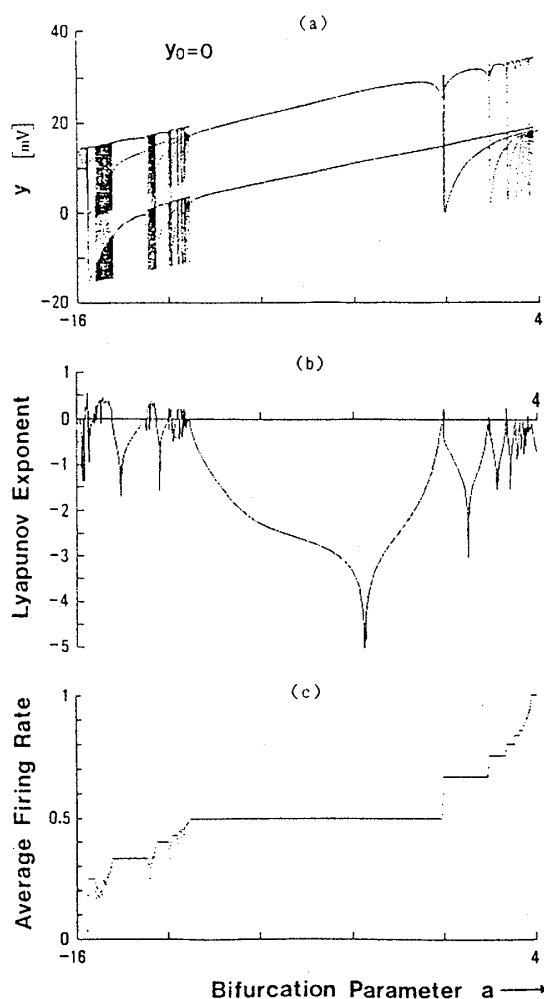


図 1

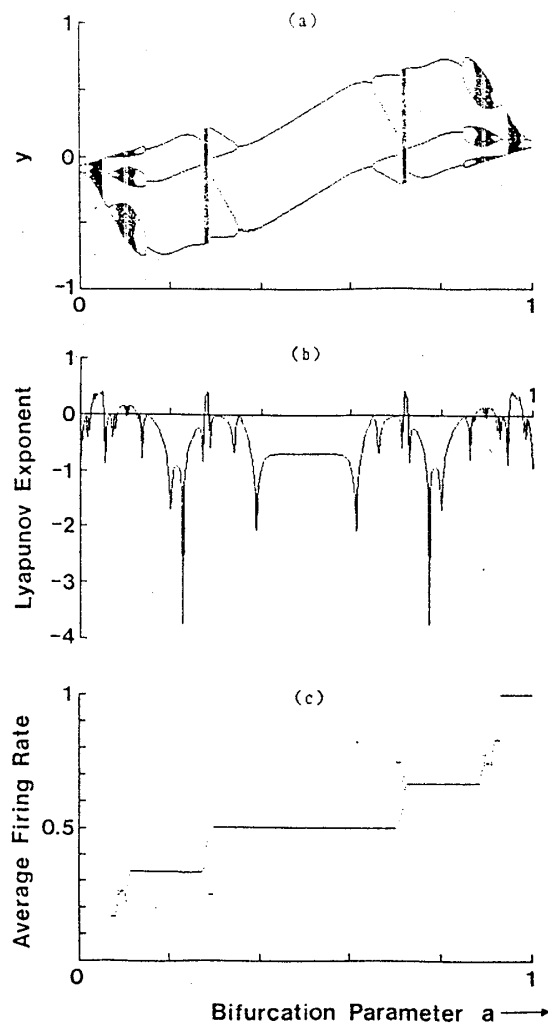


図 2

研究会報告

あるが、さらに、その1つのカオス解のリターン・マップにより得られた1次元写像(H-H写像)に、加法的な分岐パラメータを導入することにより、ヤリイカ巨大軸索や Hodgkin-Huxley 方程式の応答特性を定性的に再現できる(図1)²⁾。

H-H写像と同様の特性を有する、より単純な1次元写像族が、Caianiello-Nagumo-Satoのモデルを若干修正することにより、導

出される²⁾さらに、それらの1次元写像モデル(カオスニューロンモデル)を相互に結合して、ネットワーク(カオスニューラルネットワーク)を構成することも容易である。1個のカオスニューロンの応答特性例を図2に示す。

カオスニューロンモデルは、簡単な電子回路によって implement 可能である。分岐図の1例を図3に示す³⁾。現在の集積回路技術を用いれば、1000個程度のカオスニューロンより成るカオスニューラルネットワークの集積化(カオスチップ)もそれほど困難ではない。「カオス」も、そろそろ、Analysisの対象のみならず、工学的 Synthesis の対象になりつつあると言えよう。

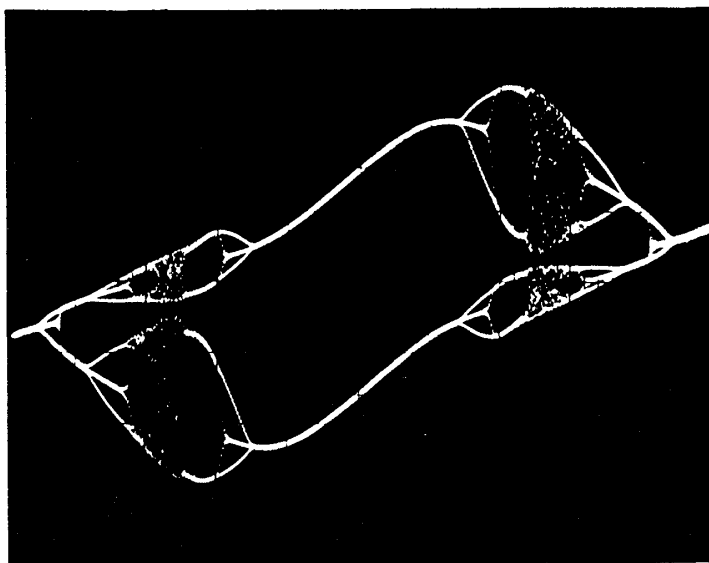


図 3

参考文献

- 1) G. Matsumoto, K. Aihara, Y. Hanyu, N. Takahashi, S. Yoshizawa & J. Nagumo : Phys. Lett. A 123 (1987)162.
- 2) K. Aihara & G. Matsumoto : in *Chaos in Biological Systems*, Plenum Press, N. Y. (1987).
- 3) 合原一幸：ニューラルコンピュータ，東京電機大学出版局(1988)。