

合原・鈴木・河野研究室では、主に以下のテーマで研究を行っている。これらの研究活動は、独立行政法人科学技術振興機構 ERATO 合原複雑数理モデルプロジェクトと共同で推進している。

### 1. 生体情報システムとその応用

生体の行っている高度な情報処理の仕組みの理解と、それを模倣した新しい計算デバイスの開発（図1）を目指している。脳における情報表現や神経細胞の学習則などを理解するため、神経ネットワークの理論的研究を重点的に行っている。具体的なテーマは、感覚統合のベイズ統計モデル[1]、スパイク時系列データの解析[2]、神経ネットワークモデルによる同期発火パターンの解析やノイズの影響の推定[3、4]、計算論的手法による樹状細胞の役割の考察[5]、情報理論の観点から最適な学習則の導出[6]などである。

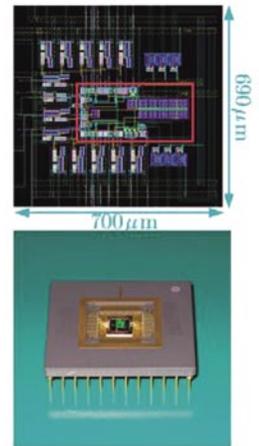


図1 シリコンニューロンチップ

[1] Y. Sato, T. Toyozumi, and K. Aihara, *Neural Comput.*, Vol.19, No.12, pp.3335-3355 (2007).

[2] K. Fujiwara and K. Aihara, *Biosystems*, Vol.90, No.2, pp.442-448 (2007).

[3] K. Hamaguchi, M. Okada, and K. Aihara, *Neural Comput.*, Vol.19, No.9, pp.2468-2491 (2007)

[4] N. Masuda, M. Okada, and K. Aihara, *Neural Comput.*, Vol.19, No.7, pp.1854-1870 (2007).

[5] K. Morita, M. Okada, and K. Aihara, *Neural Comput.*, Vol.19, No.7, pp.1789-1853 (2007).

[6] T. Toyozumi, *et al.*, *Neural Comput.*, Vol.19, No.3, pp.639-671 (2007).

### 2. 複雑現象の非線形システム解析

自然現象や工学システムに見られる様々な複雑現象を理解するため、数理モデリングを行い、非線形動力学理論を中心として分岐解析や時系列解析などの手法を用いてモデル解析を行っている。具体的な研究事例としては、神経モデルの分岐解析[1]および分岐制御[2]、カオス現象の自律制御などの基礎数理的研究[3、4]、カオス力学を持つ非線形システムの結合系に見られる集団現象や協同現象の解析[5-7]などがある。また、実データの決定論性や非線形ダイナミクスを論ずるための新しい解析手法を構築し[8]、実世界への応用として、風速・風向のデータ解析[9]、部分放電パターン解析、経済データ解析なども行っている。



図2 風速計

- [1] S. Tsuji, *et al.*, *Int. J. Bifurcation and Chaos*, Vol.17, pp.985-998 (2007).  
 [2] Y. Xie, K. Aihara, and Y. Kang, *Phys. Rev. E*, Vol.77, 021917 (2008).  
 [3] H. Andoh, S. Boccaletti, and K. Aihara, *Phys. Rev. E*, Vol.75, 066211 (2007).  
 [4] M. Sekikawa, N. Inaba, and K. Aihara, *Phys. Lett. A*, Vol.363, pp.404-410 (2007).  
 [5] G. Tanaka and K. Aihara, *Europhys. Lett.*, Vol.78, No.1, 10003 (2007).  
 [6] G. He, M. Shrimali, and K. Aihara, *Phys. Lett. A*, Vol.371, No.3, pp.228-233 (2007).  
 [7] M. Shrimali, S. Sinha, and K. Aihara, *Phys. Rev. E*, Vol.76, 046212 (2007).  
 [8] Y. Hirata, S. Horai, H. Suzuki, and K. Aihara, *Phys. Lett. A*, Vol.370, No.3-4, pp.265-274 (2007).  
 [9] Y. Hirata, D. Mandic, H. Suzuki, and K. Aihara, *Phil. Trans. R. Soc. A*, Vol.366, pp.591-607 (2008).

### 3. 細胞システムの数理モデリング

生物の構成単位である細胞の集団としての活動を理解するため、細胞内生化学反応の非線形ダイナミクスを研究している。遺伝子・タンパク質ネットワークの数理モデルを構築して、生体リズムなどの生物現象の仕組みを理解する[1]と同時に、確率的揺らぎが信号伝達に与える影響を考察し、人工遺伝子ネットワークの提案や設計手法の確立を目指している[2-4]。

- [1] R. Wang, L. Chen, and K. Aihara, *Mathematical Biosci.*, Vol.209, No.1, pp.171-189 (2007).  
 [2] C. Li, L. Chen, and K. Aihara, *IEEE Trans. CAS-II*, Vol.54, pp.892-896 (2007).  
 [3] C. Li, L. Chen, and K. Aihara, *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol.24, pp.136-147 (2007).  
 [4] C. Li, L. Chen, and K. Aihara, *BMC Systems Biology*, Vol.1, No.6, pp.1752-0509 (2007).

### 4. 疾患の数理モデリング

社会的に重要で緊急性の高い社会・疾患システムの数理モデル研究に取り組んでいる。特に、効果的な予防法や治療法がまだ十分に確立されていない現代病や感染症に対し、数理モデリングを通じて本質的な機構を理解し、実効的な対策を提案することを目指している。例えば前立腺癌は近年日本において罹患率の上昇が最も高い癌である。そこで、投薬と非投薬の期間を繰り返す間欠的ホルモン治療(図3)に注目し、その数理モデル研究を行っている[1-3]。最終的な目標は、モデル解析や臨床データの解析を通じて、個々の患者に適した投薬プロトコルを与えるための体系的な方法を確認することである。その他に、新型インフルエンザなどの感染症の伝播ダイナミクスの解析[4]や大規模解析用システムの開発も行っている。

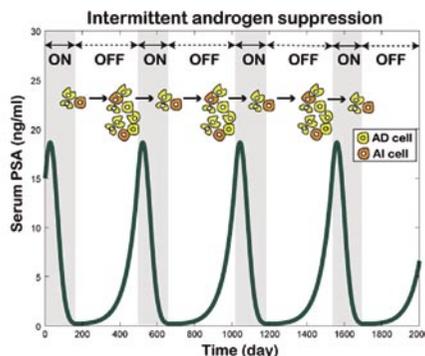


図3 前立腺癌の間欠的ホルモン治療

その他に、新型インフルエンザなどの感染症の伝播ダイナミクスの解析[4]や大規模解析用システムの開発も行っている。

- [1] A. Ideta, G. Tanaka, T. Takeuchi, and K. Aihara, *J. Nonlinear Sci.* (in press).  
 [2] N. Shimada and K. Aihara, *Math. Biosci.* (in press).  
 [3] G. Tanaka, K. Tsumoto, S. Tsuji, and K. Aihara, *Physica D* (in press).  
 [4] N. Sugimine and K. Aihara, *J. Artificial Life and Robotics*, Vol.11, pp.157-161 (2007).

【執筆担当 田中剛平・合原一幸】