

生体情報システム：脳とコンピュータ

● コンピュータと脳の比較

	コンピュータ	脳
基本素子	半導体	ニューロン
素子数	$10^5 \sim 10^7$	$10^{10} \sim 10^{11}$
動作速度(秒)	10^{-9}	10^{-3}
信号	電気パルス	活動電位
記憶容量	10^{10}	$10^{13} \sim 10^{20}$
一素子あたりの発熱量(erg)	4×10^{-6}	3×10^{-3}
故障率	5×10^{-22}	5×10^{-21}
情報表現	デジタル・集中	アナログ・分散
得意な情報処理	高速, 正確な数値計算	パターン認識, 総合的判断
処理形式	直列処理	並列処理
記憶方式	線形番地	連想・内容番地
製作様式	設計図+ソフト	遺伝子+自己組織
性能向上	ソフト	学習+機能代償
睡眠	不要	不可欠
耐ノイズ性	弱い	強い
耐故障率	弱い	強い
再現性	完全	不完全

「ニューラルコンピュータ」東京電機大学出版局より

- 学習と記憶, 自己組織, 認識
- その数理モデル: 神経回路モデル

興奮のダイナミクス(1)と結合のダイナミクス(2)

$$- \text{形式ニューロン: } x_i = f\left(\sum_{j=1}^m w_{ij}s_j - \theta\right) \quad f(u) = \begin{cases} 1 & u > 0 \\ 0 & u \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

0, 1 で興奮・非興奮を表す. $s_j \in \{0, 1\}$, $j = 1, \dots, m$, $x_i \in \{0, 1\}$, $i = 1, \dots, n$.
 w_{ij} は s_j から x_i への結合係数. シナプス荷重ともいう. θ は, しきい値.

- Hebb 学習: 互いに興奮した時, それらを結ぶ結合が強くなる.

$$\Delta w_{ij} = \alpha x_i s_j, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (2)$$

* 条件反射, 連想記憶モデル

● 自己組織とはなにか

- 混沌とした一様性のなかから, 特徴的な構造を能動的に作り出していくこと.
 例: 生物が DNA を自分で解読しながら, 一つの卵から個体を形成していく過程
 例: 神経系が外界の情報構造に学んでこれに適合する情報処理機構を脳の内につけていくこと(ほおっておいたらひとりでにそうなった, ともいえる).

生まれたばかりの赤ん坊: 本能のままに行動する.

外界の情報が絶え間なくふりそそぐ. 多様な情報を受容しながら成長.

次第に外の情報世界を表現する概念体系を自己の中に作り上げる.

奥にある原理, 法則はどういうものか.

2005年6月27日
情報工学序説

学籍番号：

名前： _____ 得点： _____ /3

小テスト

1. 空欄を適切な言葉で埋めよ。

脳神経系には速さの違う二つのダイナミクスがある。一つは時間的に速い

_____のダイナミクスであり、もう一つは、時間的に遅い、

_____のダイナミクスである。おおざっぱに言うと、前者が「思考」、後者が「記憶」に対応している。

2. 世の中で自己組織化されていると思うものを挙げ（配布したプリントに書いてある例は除く）、できれば、そう思う理由も記述せよ。

3. 脳とコンピュータについて、その違いについてなど、自由に論じなさい。