

神経回路網特論  
脳とコンピュータ

伊達 章

2006年4月13日

<http://www.cs.miyazaki-u.ac.jp/~date>

## 講義のテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどういうことになるか
- 機械は人間のすることをどの程度まねできるか。
  - ・ 実際の脳を解剖的，生理的に研究
  - ・ 脳のモデルをつくることによる研究
- 「脳はどういう風に動いているのか」，数理モデルを使ってその気分を味わう
- キーワード： 情報表現と計算



教科書・参考書



## 講義の予定：脳神経回路の生理学的知見とその数理モデル

- 4/13 講義全体の概論：脳とコンピュータ
- 4/20 脳内における視覚情報処理（1）
- 4/27, 5/11 自己組織化神経回路モデル
- 5/18 脳内における視覚情報処理（2）
- 5/25, 6/1 連想記憶モデルのダイナミックス
- 6/8, 15, 22 自己組織化神経回路モデル
- 7/6, 13, 20 確率的モデルによる情報処理

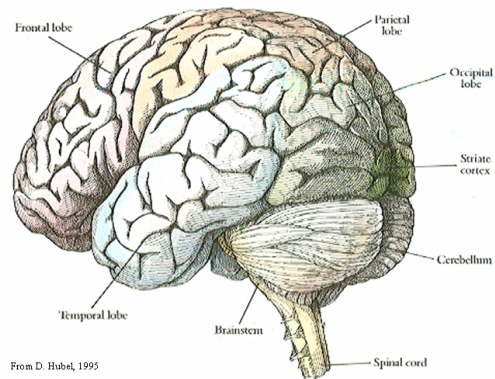
## 講義の概要（内容別）

- 研究紹介： 脳内における情報表現（視覚情報処理）
- 研究紹介： 脳情報処理の数理モデル
- 目的論的な数理モデル
  - ・ 脳の情報処理とは一見，無関係
  - ・ 隠れマルコフ確率場など
- 成績はレポート

## 講義のテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどういうことになるか
- 機械は人間のすることをどの程度まねできるか。
  - ・ 実際の脳を解剖的，生理的に研究
  - ・ 脳のモデルをつくることによる研究
- 「脳はどういう風に動いているのか」，数理モデルを使ってその気分を味わう
- キーワード： 情報表現と計算

## 脳とコンピュータ

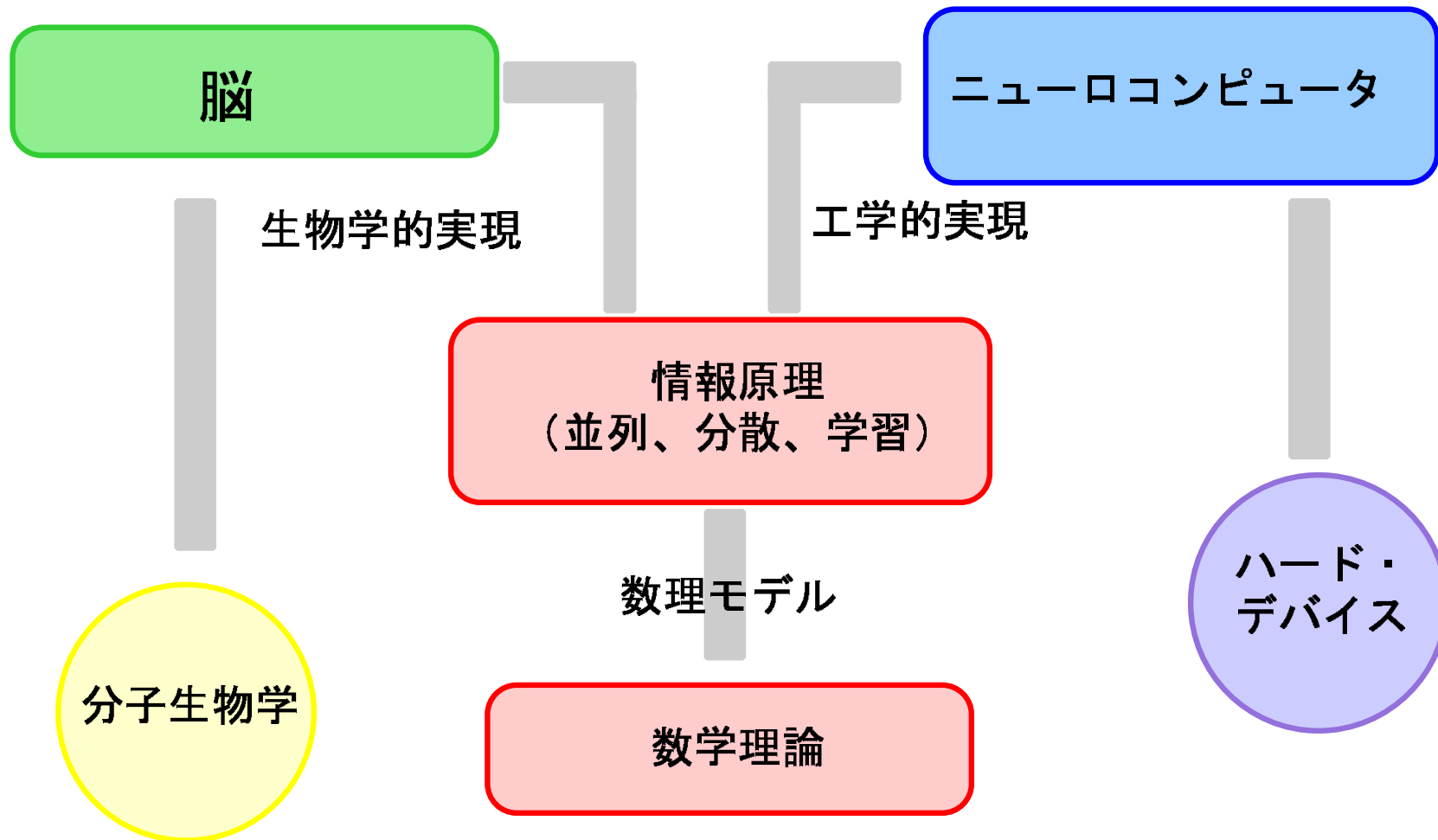


- コンピュータ：仕組みがよくわかっている
- 脳：仕組みがよくわかっていない。例：記憶，思考，...

脳を動かしている原理を工学の力で実現できれば  
もっとすばらしい情報処理機械が作れる

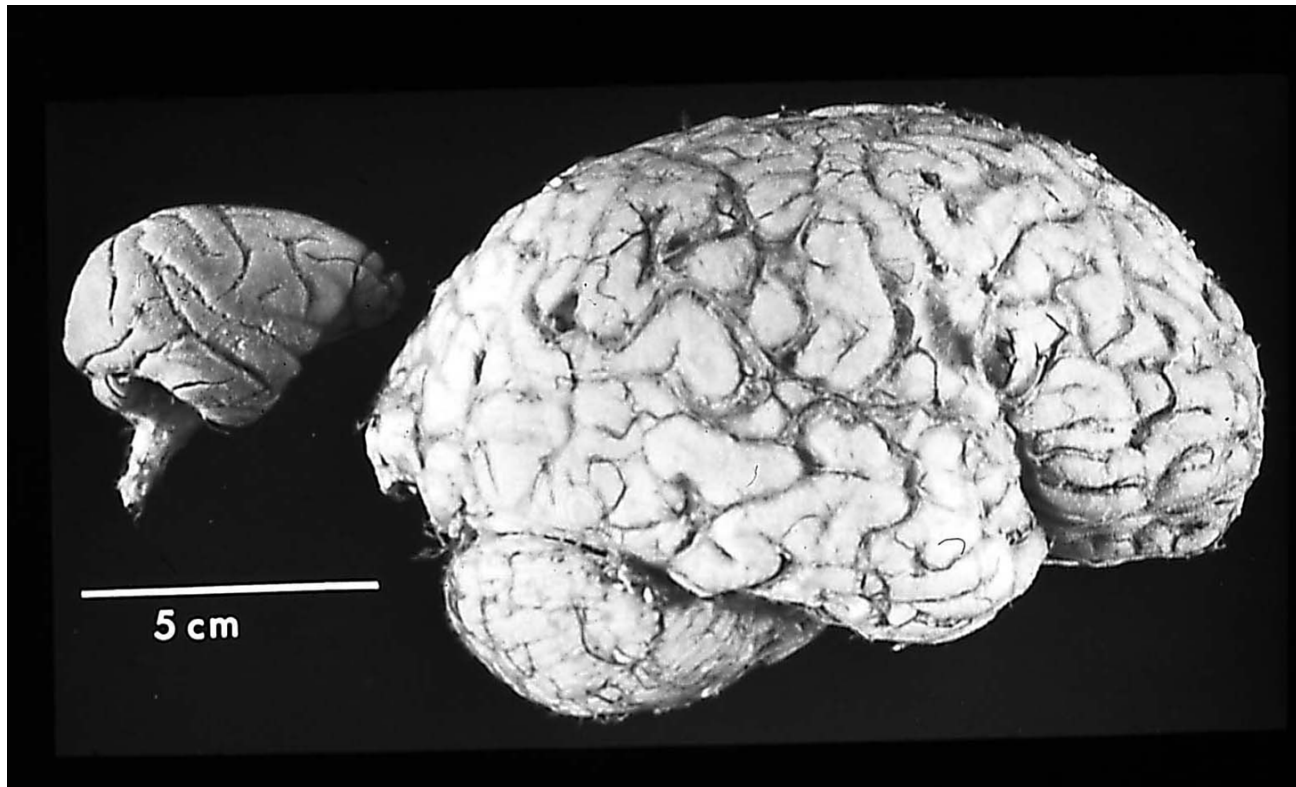
## 脳： 分子機械 情報機械

分子機械	分子	$10^{-9}m$
	細胞	$10^{-5}m$
	回路モジュール	$10^{-3}m$
情報機械	システム	$10^{-2}m$
	個体	$10^0m$
人間社会	社会	$10 \sim 10^7m$

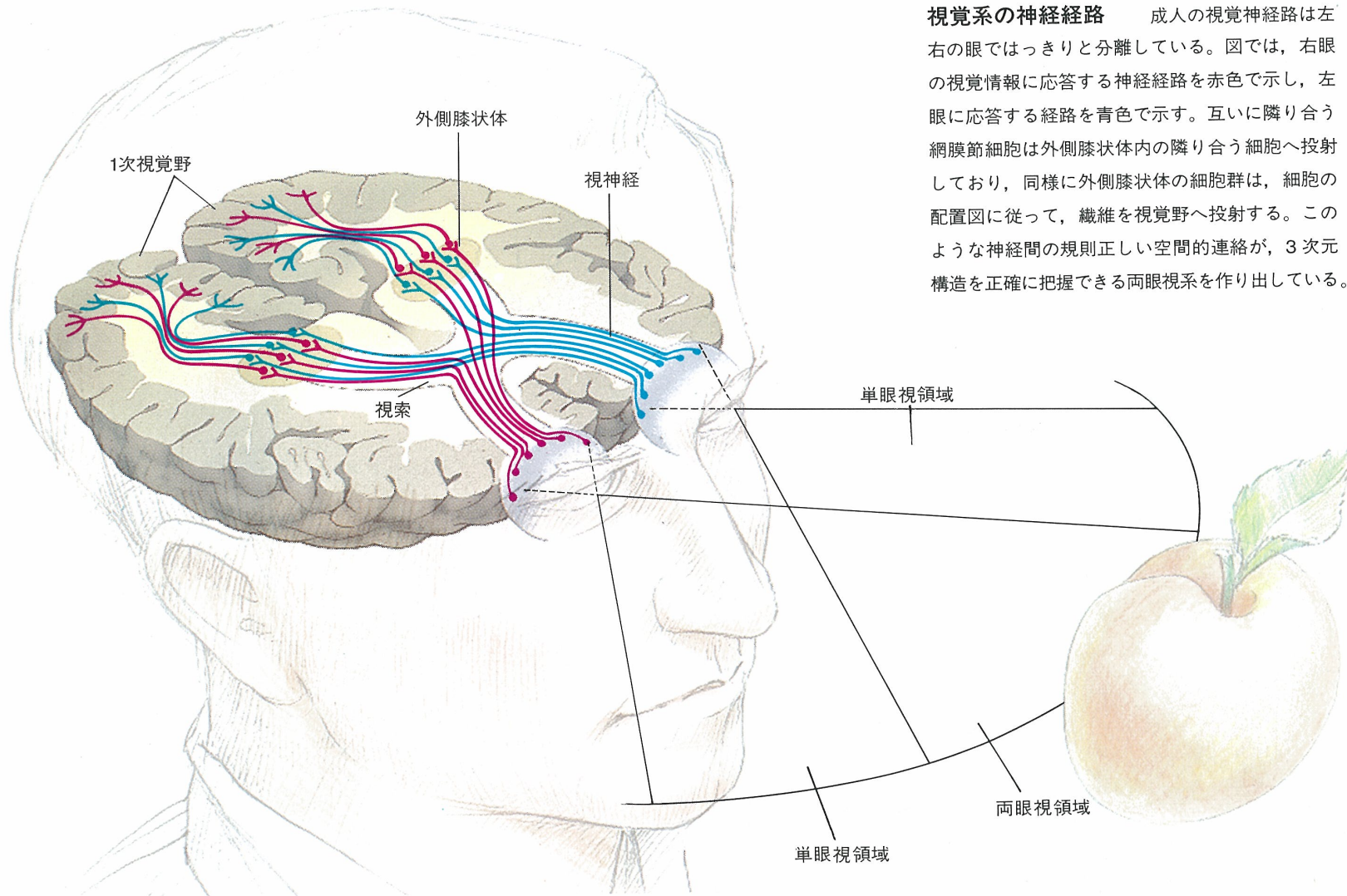


# 脳：解剖学的・生理学的な性質

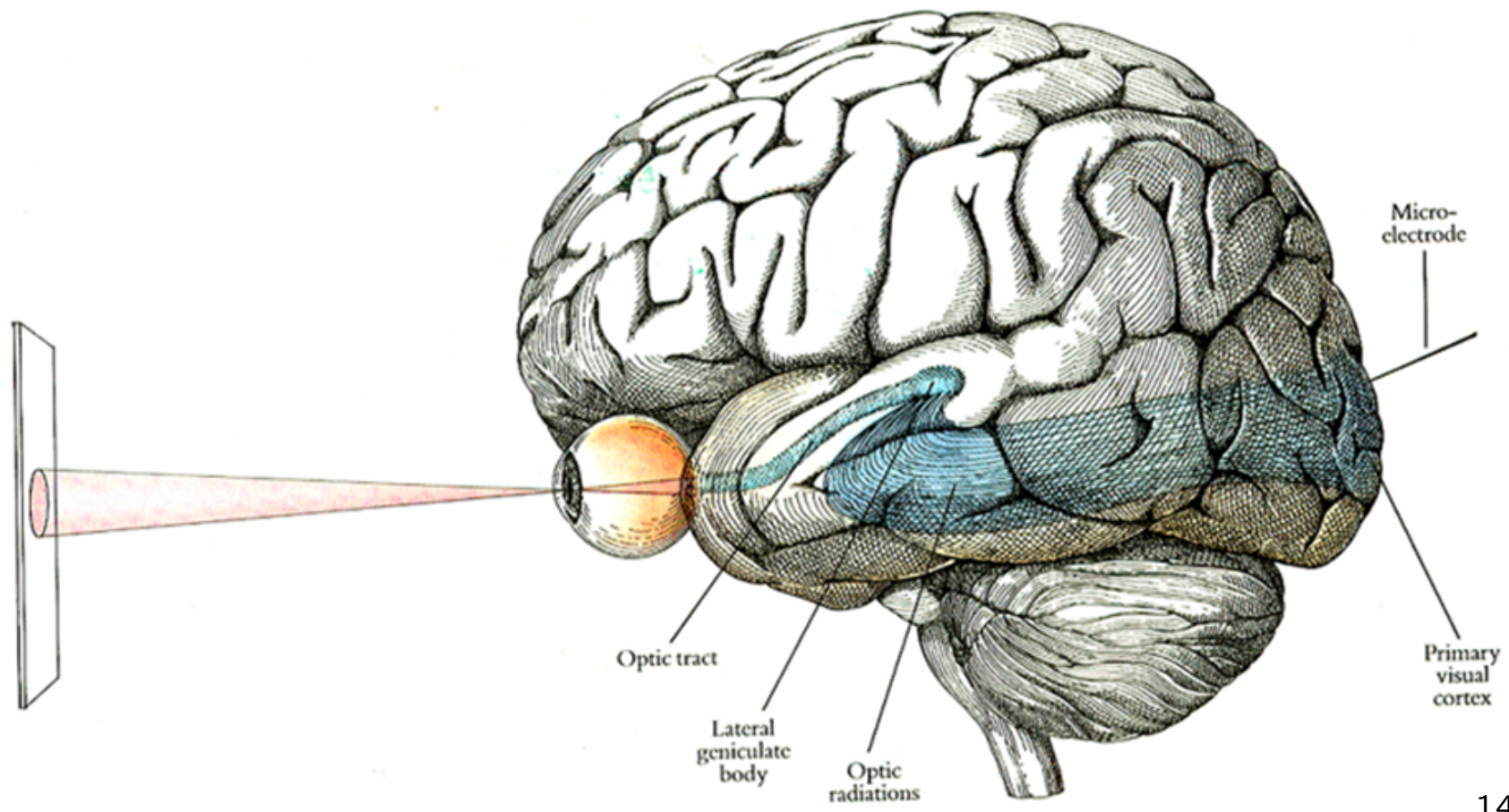
脳



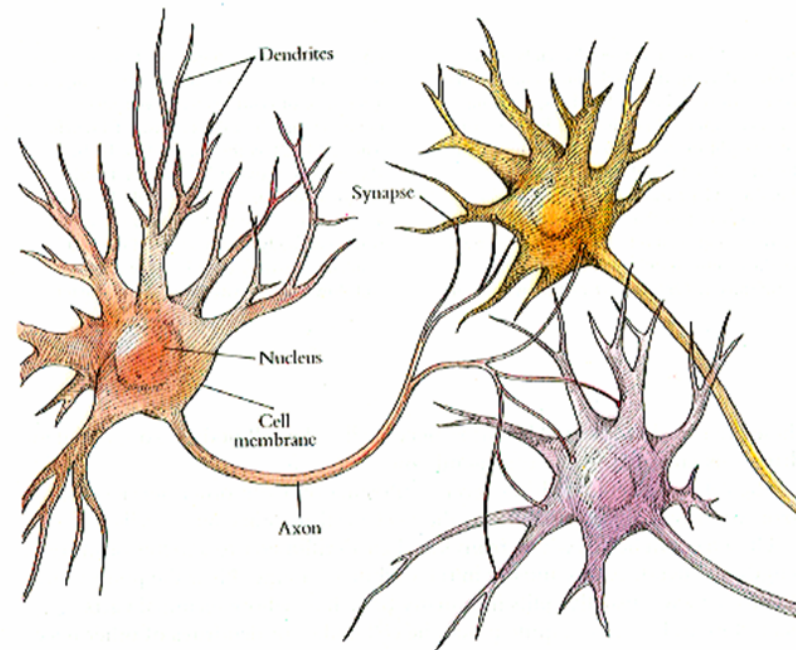
しわくちゃ, 厚さは 2-3mm, 広げると新聞紙1枚



**視覚系の神経経路** 成人の視覚神経路は左右の眼ではっきりと分離している。図では、右眼の視覚情報に应答する神経経路を赤色で示し、左眼に应答する経路を青色で示す。互いに隣り合う網膜節細胞は外側膝状体内の隣り合う細胞へ投射しており、同様に外側膝状体の細胞群は、細胞の配置図に従って、繊維を視覚野へ投射する。このような神経間の規則正しい空間的連絡が、3次元構造を正確に把握できる両眼視系を作り出している。

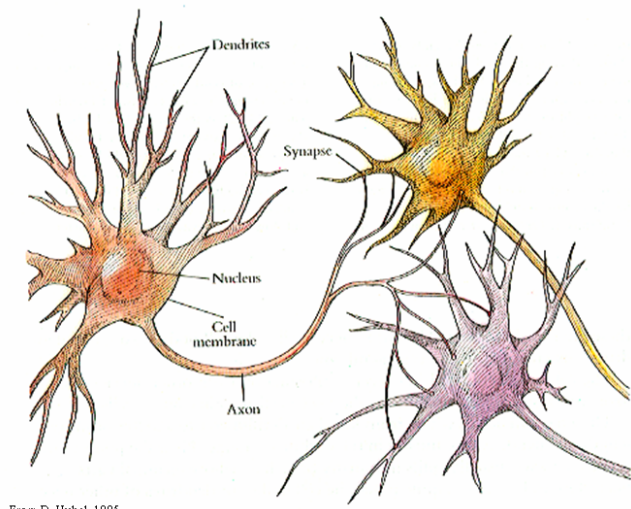


# ニューロン，神経細胞

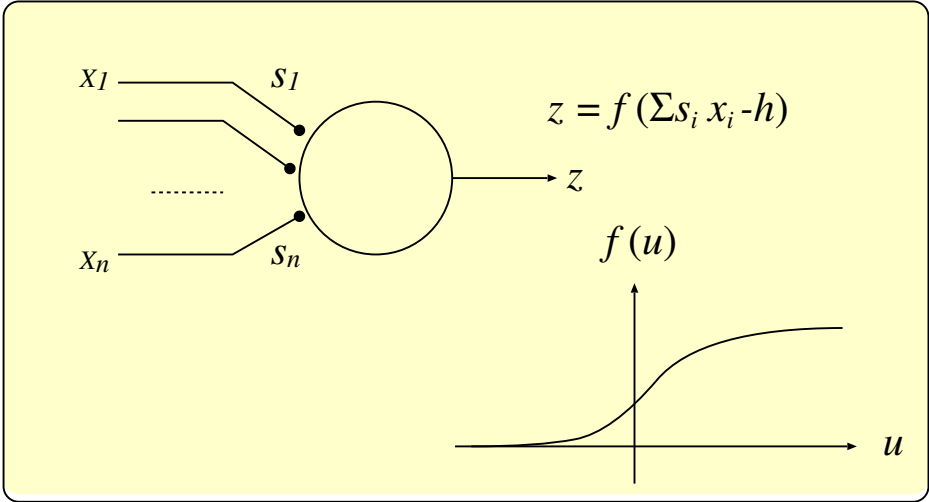


From D. Hubel, 1995

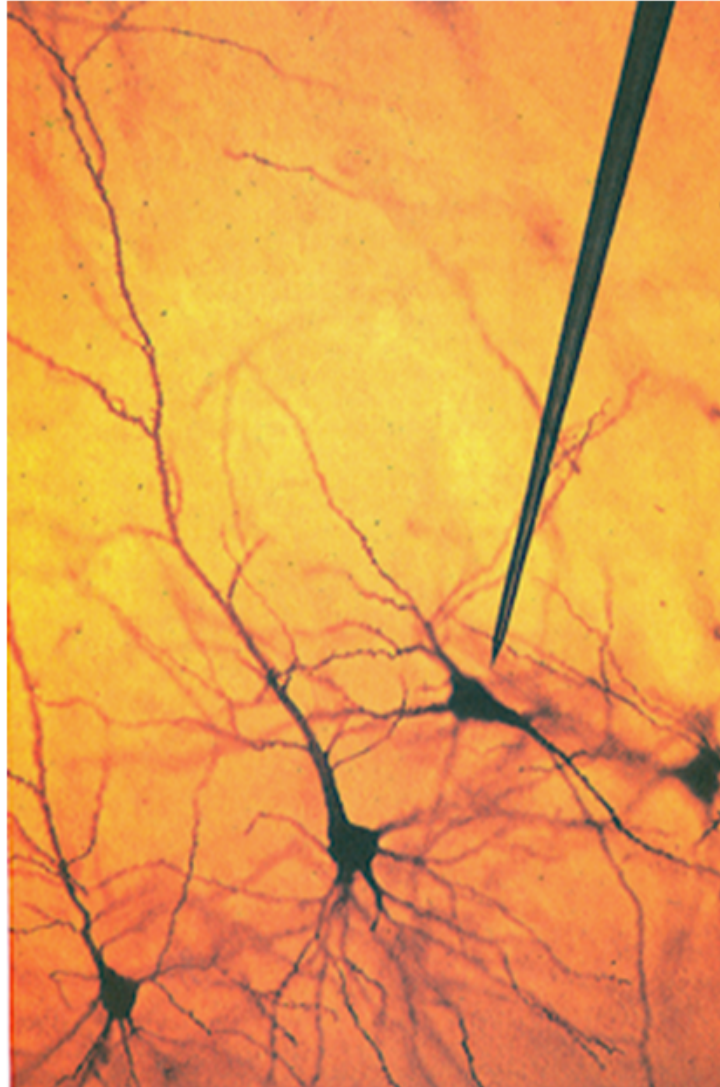
# ニューロンとそのモデル

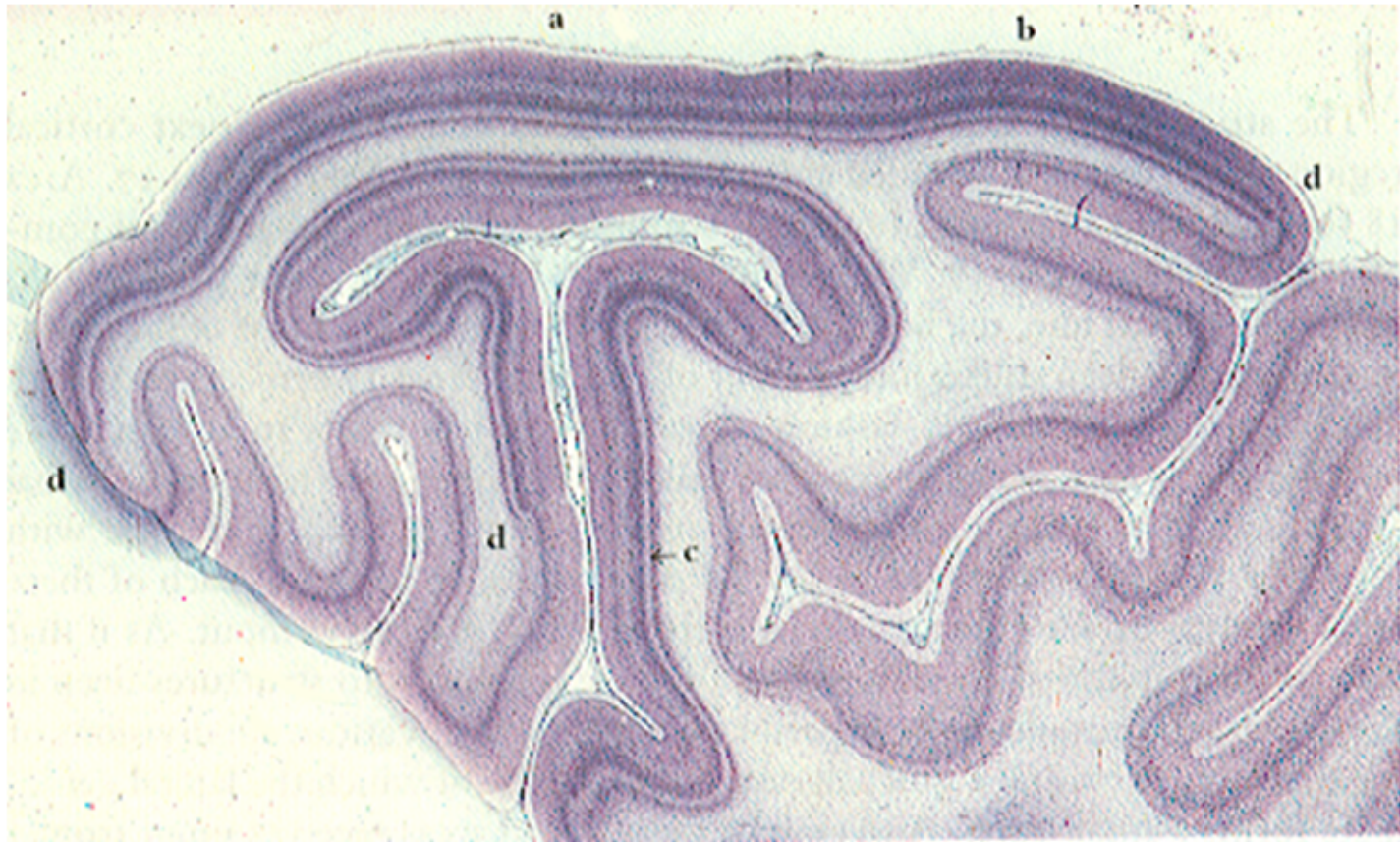


From D. Hubel, 1995

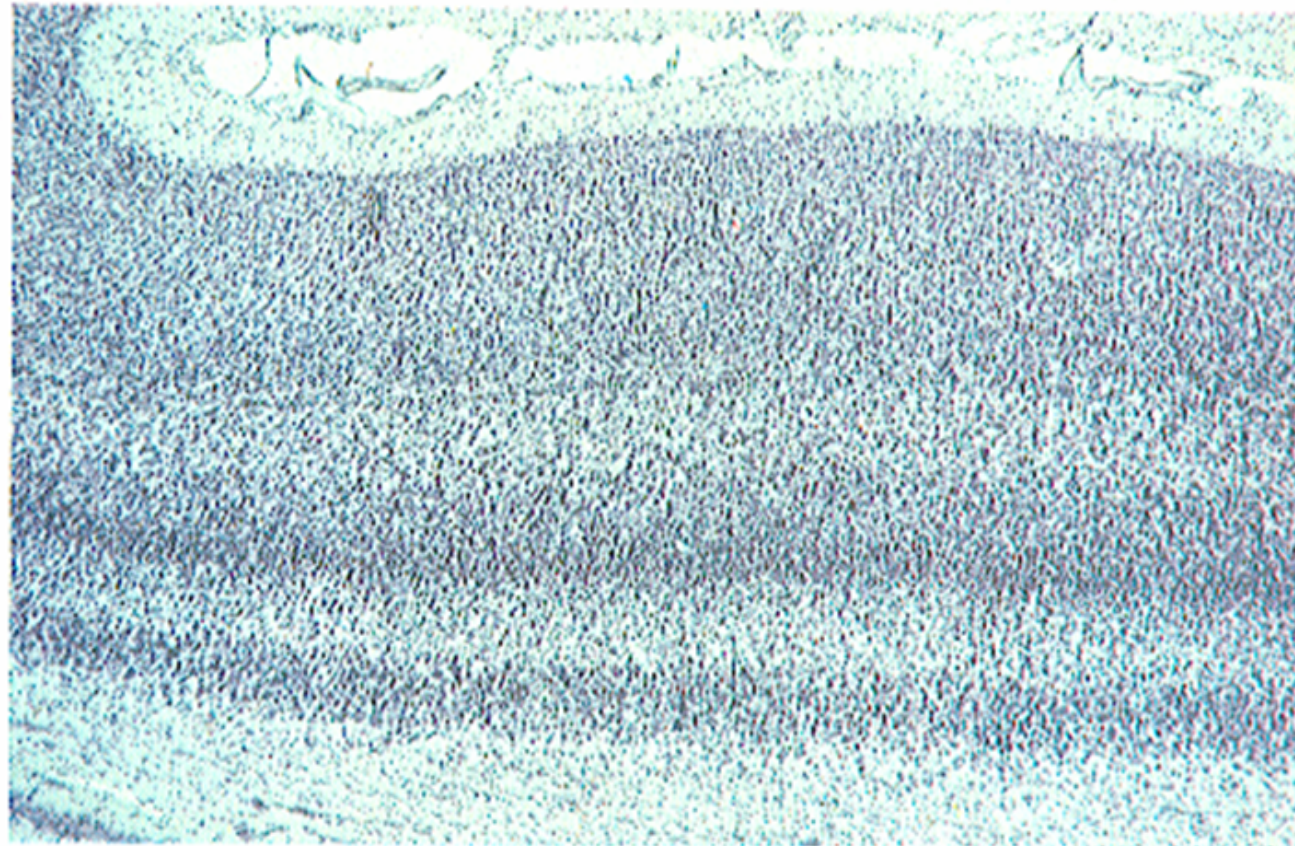


From D. Hubel, 1995





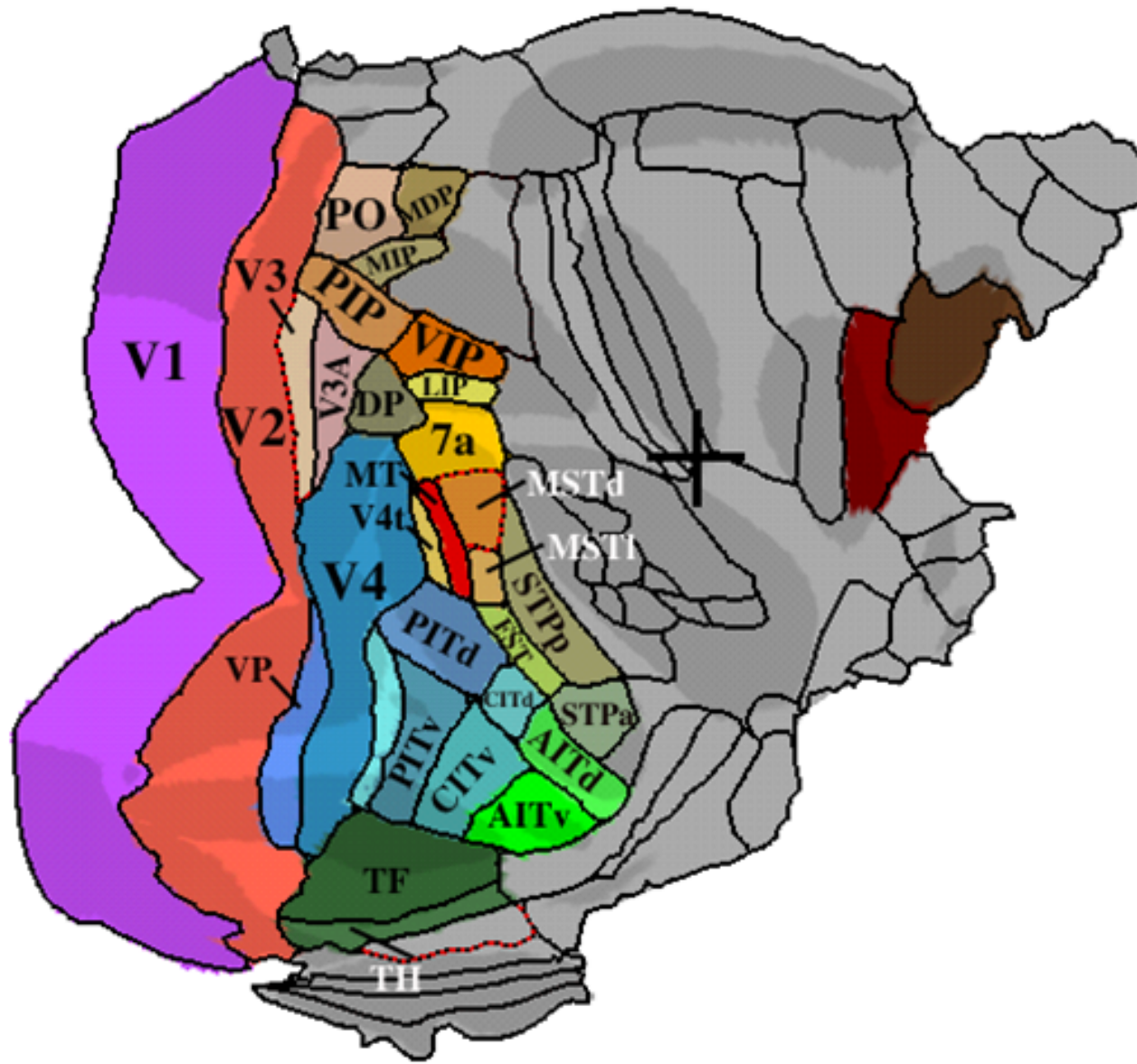
From D. Hubel, 1995

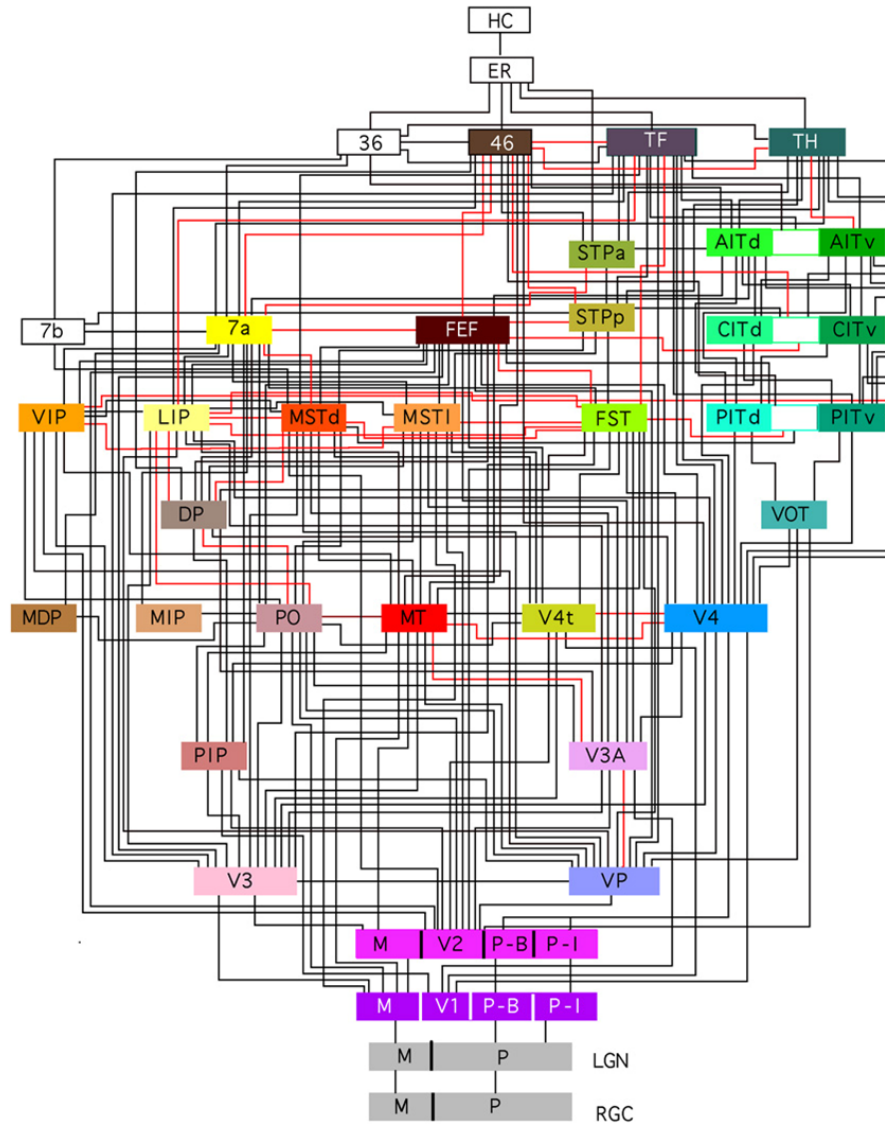


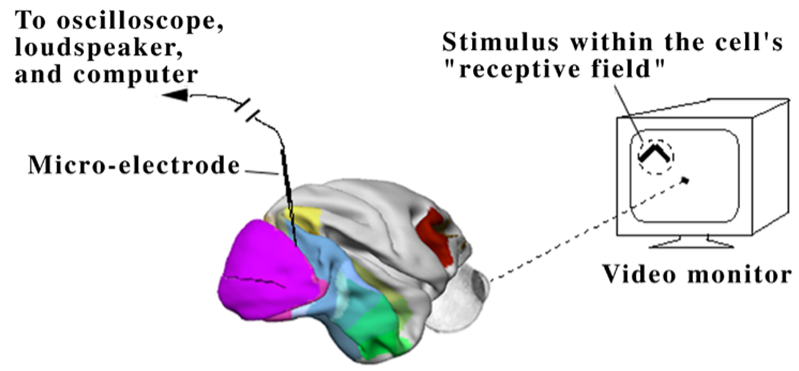
1 mm

From D. Hubel, 1995

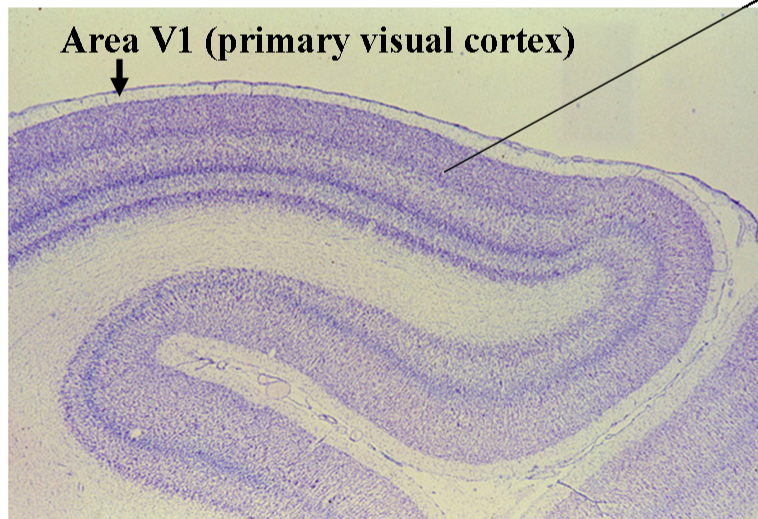




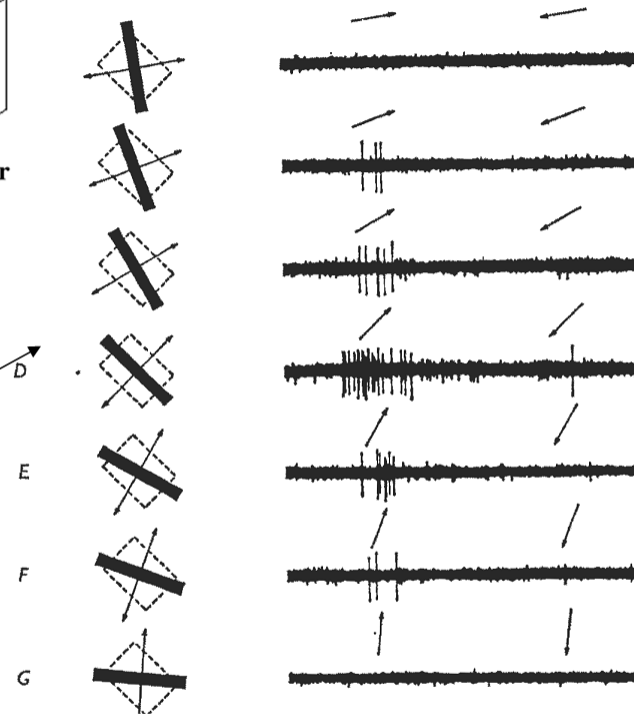




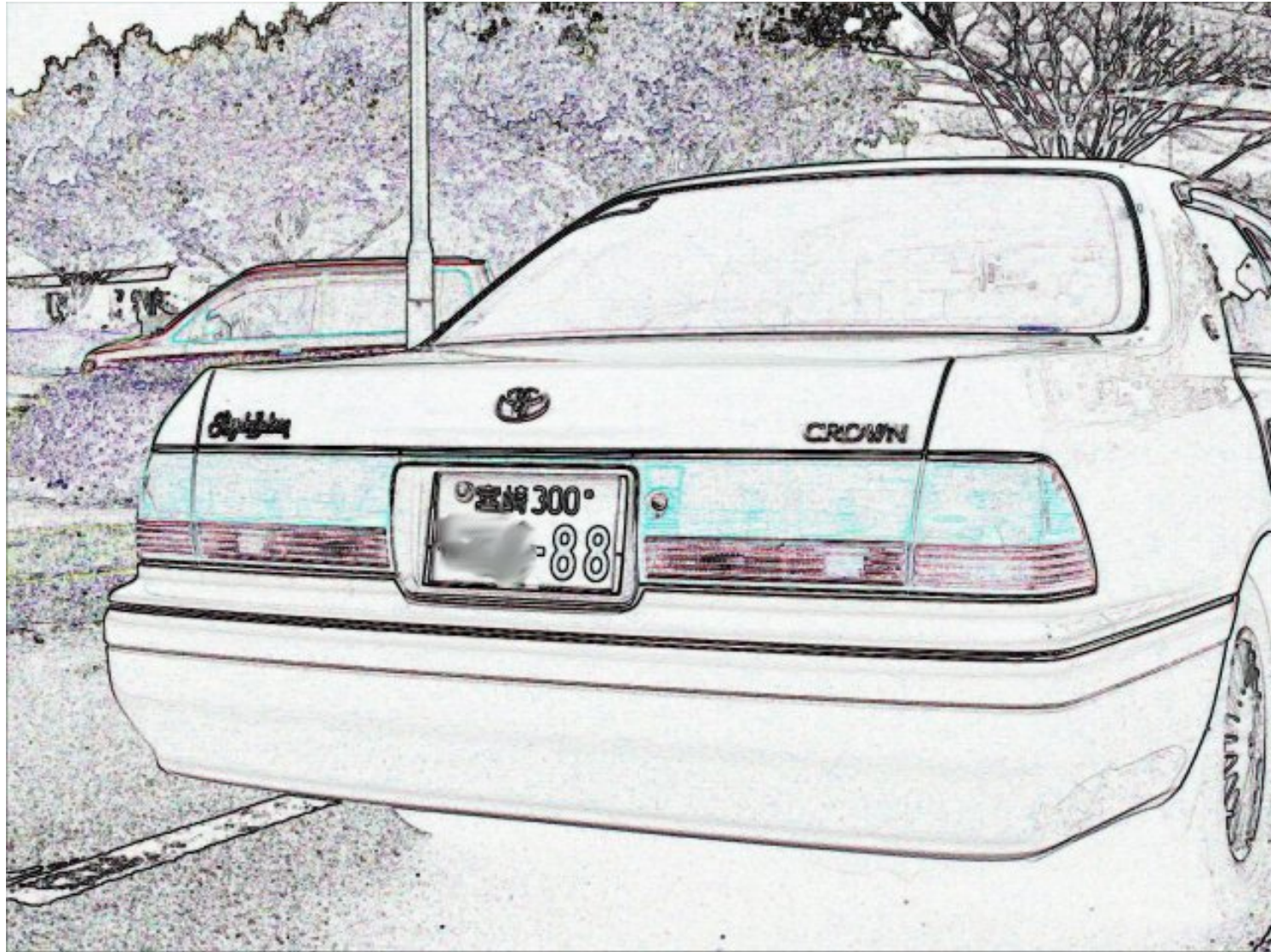
Recording from single nerve cells in the visual cortex



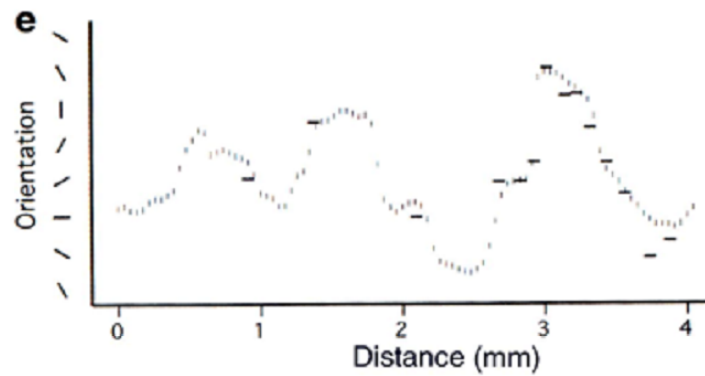
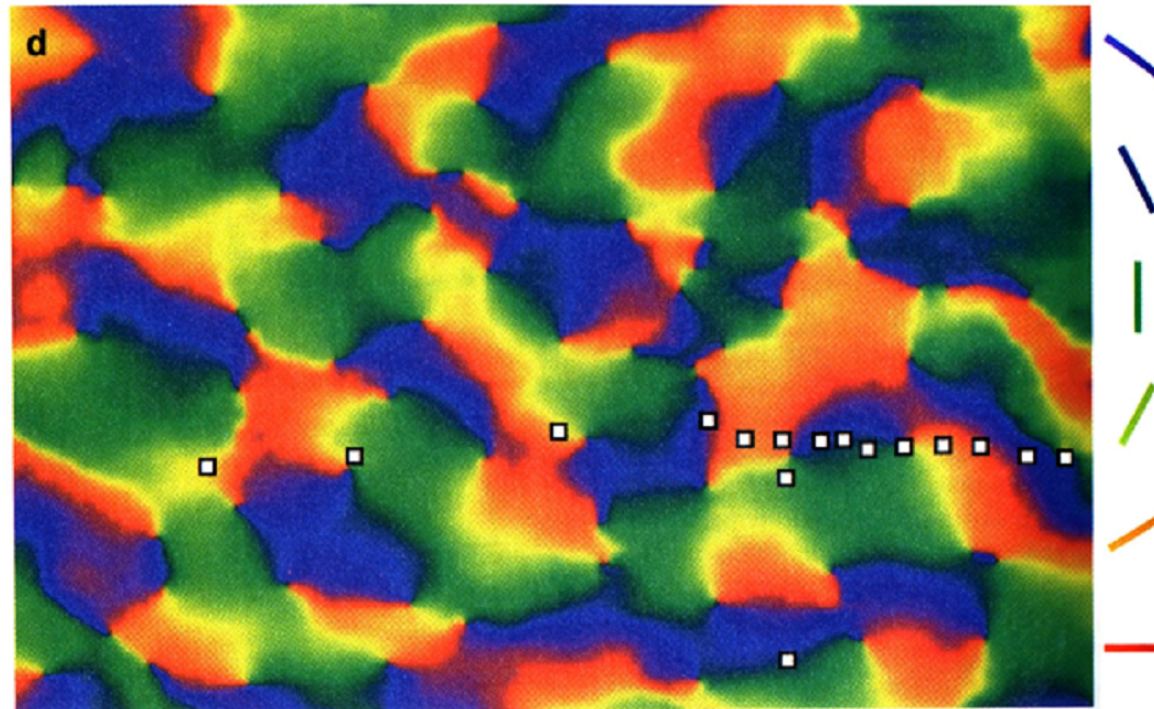
### Orientation selectivity in area V1



Hubel and Wiesel, J. Physiol. 1968



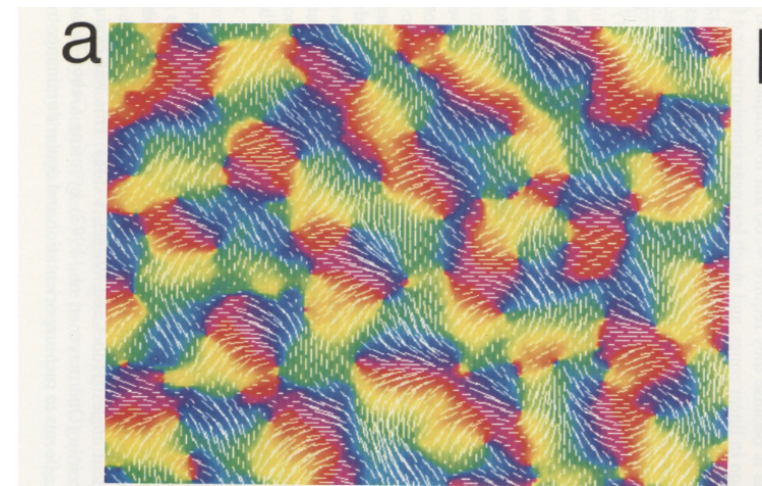
Orderly 2-D map of preferred orientations (optical imaging)



Blasdel et al.

## 大脳皮質の機能地図（一次視覚野の情報表現）

- 受容野の位置（視野内のどの位置）
- 方向選択性（線分の方向）
- 眼優位性（左右どちらか）

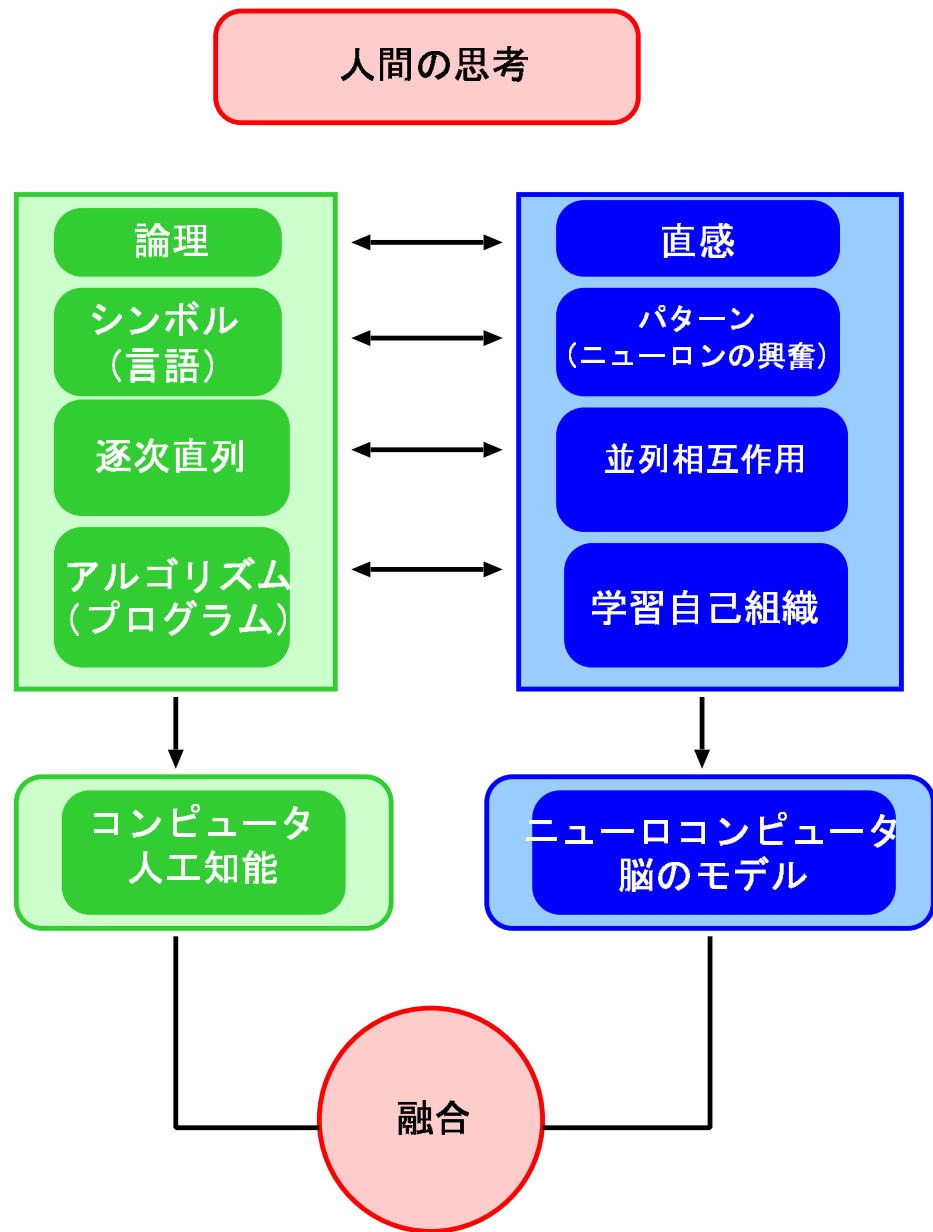


# コンピュータと脳の比較

	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)	$4 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-3}$
故障率	$5 \times 10^{-22}$	$5 \times 10^{-21}$
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

## 人間の性質（高橋秀俊）

- 人間は気まぐれである
- 人間はなまけものである
- 人間は不注意である
- 人間は根気がない
- 人間は単調をきらう
- 人間はのろみである
- 人間は論理的思考力が弱い
- 人間は何をするかわからない



# コンピュータ

	簡単	むずかしい
人間	1+2 のような計算 郵便番号認識	パターン識別 <b>研究対象</b>
	正確な記憶	芸術的な作曲、作文、絵 新しい数学の創造 新しい生物の創出

いわゆるニューラルネットの学習？

イチロー選手の技術  
カスパロフとディープブル

人間の脳は素晴らしい