

岩波新書で「脳科学」を読む

龍谷大学 理工学部 教授
小堀 聡

テキストについて：

脳科学の教科書 神経編（岩波ジュニア新書）理化学研究所脳科学総合研究センター（編）
税抜定価：980 円
理化学研究所脳科学総合研究センターのサイト：
<http://www.brain.riken.jp/jp/aware/index.html>

勉強会の進め方：

この本はジュニア（高校生）向けの入門書とはいうものの、内容的に高度なものも含まれるので、少しずつ読み進め、分からないところは、皆さんから質問していただき、勉強会に集まった人たちに講義形式で補うようにしたい。今年度の第 2 学期（全 4 回）では、第 1 章と第 3 章の内容について学習する予定である。

Web サイト <http://milan.elec.ryukoku.ac.jp> ※担当科目の講義ノートなどもあり
<http://milan.elec.ryukoku.ac.jp/~kobori/resume.html>

↑こちらに勉強会用のページを公開しています

電子メール kobori@rins.ryukoku.ac.jp ←質問など、どんどん送ってください

第 2 学期の日程 第 1 章と第 3 章（予定）

月	日	曜日	時間
10 月	22 日	木	10:00～11:30
11 月	19 日	木	10:00～11:30
12 月	17 日	木	10:00～11:30
1 月	14 日	木	10:00～11:30

テキストについての覚書：

第 2 章 脳の進化と発達（吉原良浩）

< 1 脳の進化 >

エボデボ

進化発生生物学：Evolution（進化）と Development（発達）、
進化の過程（系統発生）と生物の発達（個体発生）
「個体発生は系統発生を繰り返す」という学説

神経系の進化

単細胞生物でも刺激に対して適切な反応をする
細胞が分化して神経細胞（ニューロン）ができ、神経系ができた

ショウジョウバエの神経系

無脊椎生物の神経系の例だが、同様の機能は脊椎動物にもある

線虫の神経系

ニューロンは 302 個で、ニューロン間の接続パターンがすべて分かっている

アメフラシの神経系

ニューロンが大きい（哺乳類の約 20 倍）ので、電極を簡単に挿入できる
学習・記憶のメカニズムを研究するのに適している

脊椎動物の脳の進化

脊椎は背骨、脊椎の中に脊髄という神経組織がある

中枢神経系：脊髄と脳

末梢神経系：感覚神経と運動神経

魚類→両生類→爬虫類→哺乳類と進化

脳の三位一体仮説（マックリーン）

爬虫類脳：動物が生きていくのに最低限必要な自律的反応や反射を制御する部分

哺乳類原脳：好き嫌いなどの情動を司る部分

新哺乳類脳：理性を制御する部分

しかし、基本的な脳の領域は脊椎動物すべてに共通している

脳の各部位の大きさや形が変化しているにすぎない

< 2 脳の発達 >

ステップ（１） 神経系の初期発生

外胚葉の一部が変化し、神経管を形成

ステップ（２） 脳の領域化

神経管が変化して脳と脊髄になり、さらに、終脳、間脳、中脳、後脳、髄脳、脊髄になる
脊椎動物では、6つの分節の基本的な機能と構造は共通だが、体積比は動物によって異なる

ステップ（３） 細胞の分化

神経幹細胞が多様なニューロンとグリア細胞に分化する

モルフォゲンという分子が遺伝子の発現プログラムを駆動させる

ステップ（４） 軸索の伸長

分化したニューロンが脳の中の適切な場所へと移動する

到着したニューロンは、軸索と樹状突起を伸長させる

軸索ガイド分子が標的まで正しく伸びるようにガイドする

脊髄交連ニューロンの伸び方

脊髄の背側部に存在し、末梢から体性感覚の情報を脳まで伝えるニューロン

網膜から視蓋への軸索の伸び方

網膜から中脳の視蓋へと伸びる軸索

ステップ（５） 樹状突起の発達とシナプス形成

軸索から神経伝達物質が放出され、樹状突起の膜にある受容体へと作用し、ニューロンを興奮または抑制させる

細胞体から枝分かれし、樹状突起が伸長し、突起が出はじめ、軸索と結合し、スパインを形成する
樹状突起のシャフト（幹）に形成されるシナプスもある

ステップ（６） 神経回路網の再編

間違ったシナプスを形成した場合は、シナプスをつなぎ替える

もっとも相性の良い軸索だけ残して、他の結合を切り捨てる

臨界期：盛んに神経回路の再編が起こる時期、視覚、聴覚、体性感覚などに存在

第3章 感覚のしくみ（吉原良浩）

感覚とは

外界からの刺激を生体が受け取り、その情報を脳へと伝達して処理する過程
視覚、聴覚、嗅覚、味覚、体性感覚（触覚）
アリストテレスも著書で五感について述べている

感覚の伝導路

- 1) 外界からの情報が感覚の刺激となる
- 2) 刺激を検出する受容器を持っている
- 3) 感覚刺激が神経細胞の興奮を引き起こす
- 4) 感覚の情報は一次中枢へと伝えられ、要素の整理がされる
- 5) 情報はさらに高次の中枢に伝えられ、統合・処理されて、生体反応として出力される

光の受容のメカニズム

視細胞：網膜にあり、光を受容して神経信号に変換する
錐体細胞：青、緑、赤を区別する3種類の細胞
桿体細胞：錐体細胞よりもずっと弱い光に反応する細胞

大脳皮質における視覚情報の表現

視覚情報は、視神経を介して、視床、さらに後頭葉の一次視覚野へと伝えられる
一次視覚野では、ある特定の要素（特定の方向、特定の色など）だけに反応するニューロンが存在
同じ個性を持ったニューロンは、コラムというまとまりを作り、きちんと整理されて配列している
What? 経路：見ている物体が何であるかを認識する
二次視覚野→四次視覚野→下側頭葉皮質
Where? 経路：物体の位置や運動を認識・処理、対応した目や腕の運動を引き起こす
一次・二次視覚野→五次視覚野→後頭頂葉皮質

音の実体

音は空気や水の振動
振動が耳に入り、鼓膜→耳小骨→蝸牛内リンパ液→基底膜という順に振動させ、神経信号に変換され、脳へと伝わり、音として認識される
音の三要素：大きさ、高さ、音色
大きさは振幅で単位は dB（デシベル）、高さは振動数（周波数）で単位は Hz（ヘルツ）、音色はさまざまな正弦波の組み合わせで決まる

音の振動から神経の電気信号への変換

蝸牛内リンパ液の振動は、有毛細胞を刺激して、電気信号に変換される
有毛細胞：毛のような多数の突起（不動毛）をリンパ液の中に伸ばしている。整然と長さの順に配置していて、隣同士が連結されている
リンパ液の振動で不動毛が押し倒され、イオンチャネルが開いて、イオンが流れ込んだり、逆方向に倒れると、イオンチャネルが閉じたりする
神経伝達物質（グルタミン酸）の放出が調整されて、聴神経を興奮させたり、抑制させたりする
音の情報は、聴神経を介して、延髄、中脳、視床、聴覚野へと伝えられる
聴覚野には音の高さの地図があり、高い音から低い音までそれぞれに応答するニューロンが並んでいる
蝸牛内では、有毛細胞が高い音から低い音へと異なった高さに反応する順に並んでいて、対応する有毛細胞の興奮は、その周波数情報を空間的に保ったまま、聴覚野へと伝えられる