

脳神経科学

● はじめに

◆ 第1部 基礎編 — システムとしての脳の理解

1	章 脳はどのように理解されてきたか	12
1.	形から類推できない脳の働き — 脳は不可思議な臓器	12
2.	エジプト時代, そしてギリシャ・ローマ時代の脳	12
3.	脳研究の間の時代 — 心臓に奪われた心の座	14
4.	18世紀後半～19世紀にかけて得られた脳研究への手がかり — 生物電気の発見から機能局在の発見へ	15
5.	19～20世紀にかけて進歩した顕微鏡による研究 — ゴルジとカハールの論争	17
6.	20世紀の脳研究: ついに崩された難攻不落の砦 — 電気生理学的解析と分子生物学的解析	19
7.	21世紀の研究に残されている難問 — まだまだ不明な部分が多く残されている	20
2	章 脳はさまざまな部品で構成される複雑な組織	22
1.	やっぱり形と機能には相関性がある	22
2.	脳の形を見てみよう	22
3.	ニューロン — 脳機能の主役	24
4.	グリア細胞 — 脳機能の第2の主役	26
5.	脳血管 — 脳内に張り巡らされるライフライン	27
6.	神経回路網とその可塑性 — ニューロンの数だけでは計れない能力	28
3	章 脳の働きを生み出すしくみ	29
1.	小さな細胞に組み込まれたさまざまな驚くべきしかけ	29
2.	静止膜電位とイオンチャネル — 生きている細胞の証	31

3.	活動電位とイオンチャネル — 活動する細胞の証	33
4.	生体における情報の形 — インパルスとよばれる信号	34
5.	活動電位の伝導 — 神経線維を減衰することなく伝わる情報	34
6.	シナプスにおける情報の伝達 — 脳機能発現の最重要システム	37
7.	シナプスにおける情報の統合 — 何千何万のニューロンからの情報を、活動電位の形で表現する	42
8.	インパルスの粗密がつくる、脳内で使われる言葉 — 無限バーコード	42
9.	自己組織化する脳 — ソフトウェアは遺伝子と自らの意思	44

◆ 第2部 機能編(感覚) — 外界を認識するしくみ

1 章 さまざまな感覚刺激の情報化 46

1.	感覚の種類と感覚細胞 — さまざまな刺激を感じるしくみ	46
2.	感覚の周波数符号化と投射 — 感じているのは脳か？ 体か？	46
3.	感覚と情動および記憶 — おいしさは味だけじゃない	48

2 章 体性感覚 — 体内に張り巡らされたセンサー 49

1.	体性感覚とは？ — 意識しなくてもいつもある	49
2.	皮膚に分布する多様な感覚器 — 体を守るセンサー	49
3.	筋肉や腱にある状態を感知するしくみ — 固有感覚	53
4.	感覚器における信号の発生 — 刺激はどうやって信号になる？	55
5.	求心性神経伝導路 — 感覚信号の通り道	56
6.	感覚信号の終着点 — 感覚のホムンクルス	58

3 章 視覚のしくみ 60

1.	眼球は自動焦点・自動絞り・手ぶれ防止つき立体高感度カメラ	60
2.	光エネルギーを神経信号に変換するしくみ — 視細胞は光電素子	61
3.	網膜内での視覚情報処理 — 光や色を神経信号に変えるしくみ	64
4.	網膜から脳への信号の通り道 — 位置情報を保ったまま送る	67
5.	一次視覚野での情報処理 — 円柱状に受容する	69
6.	脳が対象物を認識するまで	72

4 章 聴覚のしくみ 74

1.	空気の振動を音センサーに取り込むまで	74
2.	蝸牛で音を識別する — コンパクトに収納された広領域音センサー	77
3.	有毛細胞で音を電気信号に変換する	78

Neuroscience

4. 内外の有毛細胞が音を“正しく”“聞き分ける” 80
5. 音情報の脳への通り道 — 音源の位置も感知できる 81

5章 嗅覚のしくみ 83

1. 嗅上皮と嗅覚受容細胞 — におい物質はまず粘液に溶け込む 83
2. 嗅覚受容細胞での情報変換 — どんなにおいでも1パターン 84
3. 嗅覚受容細胞に多様性をもたらす遺伝子 85
4. 多様なにおいをかぎ分けるしくみ — 意外に曖昧? 86
5. 嗅覚受容細胞から脳へ — 整理, 修飾が必要 87
6. 嗅覚情報が脳で識別されるしくみ 89

6章 味覚のしくみ 91

1. 味はいくつに分けられる? 91
2. 基本味は5種認識されている 91
3. 味覚器とその分布 — コンパクトに収納された味細胞 93
4. 味はどうやって情報に変換されるのか? 93
5. 味覚の中樞経路 — 味は脳でどのように感じられているのか 97

◆ 第3部 機能編(運動) — 脳からの運動命令の発信とその制御

1章 神経信号が運動を生じるしくみ 100

1. 随意運動の実行ステップ — 単純? いやいや複雑巧妙! 100
2. 骨格筋とその運動ニューロン支配 — 柔らかに体を動かすしくみ 101
3. 2種の下位運動ニューロン — 大胆さと繊細さ 101
4. 脊髄分節と神経の入出様式 — 脊髄の保護と入出力の両立 103
5. 運動単位と運動ニューロンプール — 1個で多数を支配 104
6. 運動ニューロンから骨格筋への伝達 — 神経筋接合部 105
7. 骨格筋の構造とその興奮 — ここにも活動電位が生じる 106
8. 興奮収縮連関 — Ca^{2+} を引き金としたダイナミックな反応 108
9. 脊髄における運動制御 — 脊髄だけでも結構できる 109

2章 運動の企画と円滑な運動を司るしくみ 112

1. 運動命令の発信拠点 — 運動のホムンクルス 112
2. 皮質脊髄路 — 正確な随意運動にかかわる情報ハイウエー 113
3. 腹内側経路 — 平衡, 眼球運動, 歩行, 姿勢維持にかかわる 114
4. 大脳皮質による運動の企画 — 視覚や記憶も総動員 115

5. 運動野における運動の符号化 — ニューロン群が描く模様 116
6. 大脳基底核 — デリケートな運動をつくり出す複雑なループ機構 119

3 章 小脳による運動調節 121

1. 小脳は筋群をよりよく協調させる 121
2. 小脳の構造 — 大脳より細かいひだをもつ 122
3. 小脳の神経回路 — 整然と並んだ回路素子 123
4. 小脳における機能局在 — ここにもホムンクルスが 125

◆ 第4部 脳と行動編 — しくまれた自動調節装置

1 章 視床下部 — ホメオスタシスのコンダクター 128

1. 視床下部の形と機能 — 小さな体で大きな仕事 128
2. 視床下部の驚くべき機能 — 下垂体からのホルモン分泌 130

2 章 自律神経系のコントロール — 視床下部のもう1つの大仕事 134

1. 交感神経と副交感神経による調節 — 活動か？ 休息か？ 134
2. 自律神経系の神経回路 — 1つの臓器に2つの指令 135
3. 自律神経系から支配臓器への神経信号 137
4. 支配臓器を多様に制御 — カギは神経伝達物質受容体 138
5. 内臓感覚神経とその役割 — おもらしをしない理由 140

3 章 脳の広範囲調節のしくみ 144

1. 神経伝達物質を使った広範囲調節系 — 実はアナログ 144
2. アストログリアによる広範囲調節系 — まさかグリアが！ 152

◆ 第5部 高次脳機能編 — うまく生きていくための能力

1 章 情動 160

1. 情動発現メカニズムの論争 — 脳が先？ 身体が先？ 160
2. 情動発現と大脳辺縁系 — 情動は脳のどこで起こる？ 161
3. ペーペズの回路 — 大脳皮質と視床下部の橋渡し 162
4. 情動発現と扁桃体 — 恐怖を記憶する 164
5. 快情動の中樞 — 幸せはどこから生まれる？ 165

2章 言語能力 167

1. ヒトと言語 — 言葉を操れるのは人間だけ 167
2. 言語能力の発達 — カギは咽頭室の位置 168
3. 失語症から学んだ言語野の存在 169
4. 脳画像による言語能力の解析 — 脳のどこが活動している? 172
5. 言語の獲得 — 子どもは言葉をどう覚えるか 174

3章 記憶能力 176

1. 記憶は脳機能の基礎である 176
2. 記憶の側面 — 昔を思い出したり自転車に乗ったり 176
3. 記憶物質説の盛衰 — 記憶は食べられる? 177
4. 記憶のシナプス仮説 — 伝達効率が変化していた! 179
5. シナプスの可塑性 — 解かれてゆく記憶のしくみ 182
6. 記憶における海馬の重要性 — 高等動物の場合 183
7. 海馬で何が起きている? — グルタミン酸受容体と可塑性 185
8. 記憶の分子メカニズム — ここまでわかった記憶の謎 187

◆ 第6部 脳の疾患編 — 脳の故障がもたらす多様な障害

1章 神経疾患 196

1. 筋力の低下が起こる疾患 — 筋への情報が遮断される 196
2. 運動協調性の失調を主な症状とする神経疾患 202
3. 記憶障害を生ずる疾患 — ニューロンの大量脱落 208
4. てんかん — 脳が暴走する神経疾患 215

2章 精神疾患 — 脳機能の発現メカニズムに変調をきたす 219

1. 過度なストレスが引き起こす心の病 219
2. 統合失調症 — 脳科学者の大きな課題 224

◆ 第7部 「こころ」編 — 脳から心を考える

1章 脳の発達と心の発達 230

1. 「こころ」とは何か 230
2. 動物に心はあるか 231

3. 心の成長	233
---------------	-----

2章 心をつくり出す脳機能 235

1. 心の発現にかかわる脳のしくみ	235
2. ミラーニューロンが心の成長に役立つ	236

3章 危うい心 238

1. 心の病 — 心の病からみえる心の実体	238
2. 洗脳の恐怖	239

4章 心=脳の考察 240

1. 臨死体験 — 魂のせいかな？ 脳機能か？	240
2. 脳と心は別次元？ — 晩年のペンフィールドとエクルズの結論	241

● 参考図書・文献	243
● あとがき	246
● 索引	247

Column

- | | | |
|----|---|-----|
| 11 | 単シナプス反射と多シナプス反射
— 簡単な測定が生んだ重要な発見 | 111 |
| 12 | ロボットサッカー選手が人間のサッカー選手に
勝てる条件 | 118 |
| 13 | 腸管は小さな脳 | 142 |
| 14 | LSD25 — 精神異常を生じさせる薬物 | 147 |
| 15 | 情動がなくなってしまった！
— 前頭葉皮質が人格に及ぼす影響 | 163 |
| 16 | ミラーニューロン(物まねニューロン)の発見
— ひょっとすると人間性の発達に
つながっているかも？ | 170 |
| 17 | グルタミン酸研究
— 日本の神経科学研究者の大活躍 | 186 |
| 18 | 密造麻薬が引き起こしたパーキンソン病 | 204 |
| 19 | DHAは脳に効く？ | 211 |
| 1 | ゴルジが考案した染色法
— ゴルジは強く染めすぎた？ | 18 |
| 2 | たった1つの遺伝子の欠失で行動が変わる！ | 20 |
| 3 | ブロードマンは脳の機能局在を予見していた！
— ブロードマンの脳地図 | 23 |
| 4 | パッチクランプ法
— チャネル分子の活動を目の当たりにする方法 | 35 |
| 5 | 脳のなかの幽霊
— 脳の柔らかさか？ 曖昧さか？ | 47 |
| 6 | 画像による視覚野の研究 — “見て” わかる！ | 71 |
| 7 | 高性能眼球カメラを支える役者
— 眼球運動の重要性 | 73 |
| 8 | 平衡感覚も聴覚も有毛細胞が感じとる | 76 |
| 9 | 「うま味」が基本味覚「UMAMI」と
認知されるまで | 92 |
| 10 | カエルの脚が生んだ成果
— 中枢シナプスのモデル標本 | 106 |