


# 認知脳科学

嶋田総太郎 著

コロナ社



## はじめに

認知科学とは、人間の心の機能とメカニズムを理解することを目標とした、脳科学、心理学、情報科学、精神医学、言語学、哲学、文化人類学、コンピュータサイエンスなど、数多くの分野にまたがる学際的な分野である。その中でも脳の機能とメカニズムの理解に軸足を置いた立場が認知脳科学であるといえる。人間の表面的に現れた行動だけでなく脳活動を調べることによって、必ずしも行動や意識には現れない人間の認知情報処理プロセスを追うことができる。特に最近の脳機能イメージング技術の長足の進歩は、認知脳科学の研究成果を質、量ともに高めることに成功してきた。

本書は脳科学および認知科学に興味のある大学生レベルの読者を想定して書かれている。脳神経科学に関する優れた教科書はすでにいくつかあるが、海外研究者が執筆、編纂したものの翻訳本が多いせいか、分厚くてなかなか普段持ち歩けるサイズのもの少ない。またこれらの多くは医学部の学生に向けて書かれており、理工系や文系の学生にとっては必ずしも近づきやすいものとはいえない印象がある。一方、認知科学に関しても多くの良書が出版されており、本書でも随所で参考にしてはいるが、教科書となるとその数はまだまだ少ない。それらについても、どちらかといえば心理学的知見が主の内容のものも多く、脳科学的な知見を十分に紹介した本はあまり見当たらない。本書はそのような中で認知脳科学の知見を初学者にもわかりやすくまとめるように努めたものである。

本書の構成を簡単に述べると、1章ではまず導入として、認知脳科学の歴史とその主要な方法論を概説する。2章では脳の構造について、基本的な知識を身につける。脳領野の位置や名称を覚えるのはなかなか厄介な作業であるが、そのリファレンスとして十分に役立つような記述を心がけた。卒業研究などで

英語文献を読む際の参考になるように英語での名称も併記してある。3章では視覚, 4章では味覚, 嗅覚, 聴覚, 触覚などの感覚処理について学ぶ。低次から高次までの感覚処理の階層性について理解を深め, 人間がどのような感覚情報を受け取り, 世界を認識しているのかについて考える。5章では運動について学ぶ。運動関連領野もまた多層的な構造をしており, それぞれの脳領野の役割について学ぶ。特に前頭葉と頭頂葉にある運動領野が重要な役割を果たしており, 感覚と運動のネットワークを構成していることを理解する。6章では情動と感情, 7章では記憶と, 大脳皮質に加えて皮質下の脳構造が重要な役割を担う脳の機能について学ぶ。どちらも古くから注目されているとともに, 近年でも多くの重要な知見が生み出され続けているトピックであり, 本書でもそれらの知見をなるべく体系的に紹介するように努めた。8章と9章では, エグゼクティブ機能と社会性認知という, 比較的高次の脳機能について学ぶ。エグゼクティブ機能 (executive function) とは, 脳のほかの領野をトップダウンに制御する機能を指し, おもに前頭前野によって遂行されている。これはしばしば「遂行機能」や「実行機能」とも訳されるが, 運動機能の一つであるように誤解されやすく, あまりよい訳語ではない。「エグゼクティブ」は日本語でもすでに「会社や組織などの幹部や重要な地位にある人」という意味で浸透しており, 本書ではこれをそのまま使い「エグゼクティブ機能」と表すことにした。社会性認知はコミュニケーションやインタラクションに関わる脳機能を総称したものであり, 近年の認知脳科学の主要なトピックの一つとなっている。数多くのエキサイティングな成果が毎年発表されており, 本書ではそのような社会性認知の主要な知見をまとめている。

本書は脳科学や神経科学の基礎についても学べるようになっていいる。その際, 下本となっているのは, 海外で用いられている脳神経科学ないし認知神経科学の主要な教科書である。巻末に参考文献として挙げてあるので, 必要と思われる場合には適宜参照してほしい (これらの本のいくつかは日本語でも読むことができる)。一方で, 本書は単にこれらの本の要約ということではなく, 学術論文などで発表された最近の知見もかなり盛り込まれている。特に5章「運動」,

6章「情動・感情」、7章「記憶と学習」、9章「社会性認知」は、上述の教科書には記載がない事項も多く記載しているので、これらに興味のある読者はよく読んでいただければと思う。

本書の構成がその縦糸だとすれば、本書の全体に流れている思想はその横糸であり、それは大まかにいえば身体と脳の関係性である。読者は本書を読み進めるうちに、身体に関して触れている箇所が多いことに気づくだろう。これは本書の特徴であると同時に、ある意味必然的な結果でもある。われわれは環境の中で身体を持って生活しているが、脳はこの身体に根差した生活を適切に遂行することを第一の目標として発達、進化してきたはずであり、脳の機能をまず身体との関連から考えることは妥当だといえる。それは必ずしも意識的なプロセスである必要はなく、事実、脳の機能の多くは無意識のうちに遂行されていることも本書を読み進めるうちにわかるだろう。人間とはどのような脳メカニズムでこの世界に適応してきたシステムなのか、楽しみながら、じっくりと考えてもらえればと思う。

このような身体性に根差した脳からどうして意識や抽象的な概念を処理する高次の認知機能が現れるようになったのだろうか。これについてはまだ十分な認知脳科学的知見が出そろっていない（少なくとも筆者が整理できていない）ことと紙面の都合から、本書ではそれに対して十分に答えるには到っていない。今回体系的にきちんと扱えなかったのは言語、概念、知識、注意、意識といったトピックである（しかし、それらに関連する記述は随所に見られるはずである）。身体性から言語や意識への「飛躍」は学術的にも大きなチャレンジとして残されており、筆者も今後の機会にぜひ取り組みたいと思っている。

最後に本書の図の作成には、筆者の主催する研究室のメンバーである田村幸枝さん、都地裕樹君、小沼稜平君に多くの協力をいただいた。この場を借りて感謝を表したい。またコロナ社の皆さんには、多岐に渡って親身にサポートをしていただいた。ここに篤く御礼申し上げたい。

2017年1月

嶋田総太郎

# 目 次

## 1 章 認知脳科学とは

---

1.1 認知脳科学の来歴	1
1.2 認知脳科学の方法論	3
1.2.1 実験認知心理学	3
1.2.2 認知神経心理学	5
1.2.3 計算論的認知科学	7
1.2.4 脳機能イメージング	8

## 2 章 脳のアーキテクチャ

---

2.1 神経系の区分	10
2.2 神経細胞	12
2.3 大脳皮質	13
2.3.1 大脳の構造	13
2.3.2 ブロードマン地図	16
2.3.3 脳における方向の表し方	17
2.3.4 一次感覚野と一次運動野	18
2.3.5 高次感覚野と連合野	19
2.4 皮質下構造	20
2.4.1 大脳辺縁系	20
2.4.2 大脳基底核	21
2.4.3 小脳	22
2.4.4 脳幹	23

## 3章 視覚

---

3.1 視覚認知の性質	25
3.2 眼から脳へ	27
3.2.1 眼の構造	27
3.2.2 視細胞	28
3.2.3 網膜でのエッジ検出処理	29
3.2.4 網膜での色識別処理	30
3.2.5 網膜から脳へ	31
3.3 一次視覚野	32
3.3.1 レティノトピー	32
3.3.2 方位選択性とコラム構造	33
3.4 高次視覚野における機能分化	34
3.4.1 一次視覚野から高次視覚野へ	34
3.4.2 色の知覚	35
3.4.3 形の知覚	36
3.4.4 動きの知覚	37
3.5 腹側経路と背側経路	38
3.5.1 腹側経路	39
3.5.2 背側経路	41

## 4章 視覚以外の感覚

---

4.1 感覚	44
4.1.1 感覚とは何か	44
4.1.2 感覚受容器	45
4.2 味覚	46
4.3 嗅覚	48
4.4 聴覚	50
4.4.1 音の性質	50

4.4.2	耳の構造と聴覚受容器	51
4.4.3	音源定位	53
4.4.4	大脳皮質における聴覚処理	54
4.5	体性感覚	56
4.5.1	体性感覚受容器	56
4.5.2	痛覚	57
4.5.3	自己受容感覚	58
4.5.4	一次体性感覚野と体部位局在性	59
4.5.5	高次体性感覚野	61

## 5章 運 動

---

5.1	運動野の構造と働き	63
5.2	運動制御と反射	65
5.3	一次運動野	68
5.3.1	体部位局在性と入出力	68
5.3.2	運動情報の集団符号化	69
5.4	高次運動野	70
5.4.1	補足運動野と前補足運動野	71
5.4.2	背側運動前野と上頭頂小葉のネットワーク	73
5.4.3	腹側運動前野と下頭頂小葉のネットワーク	75
5.5	大脳基底核	78
5.5.1	皮質-基底核の運動系ループ回路	78
5.5.2	大脳基底核の損傷	79
5.6	小脳	80
5.6.1	小脳による運動制御	80
5.6.2	小脳の神経回路	81

## 6章 情動・感情

---

6.1 情動と感情	83
6.1.1 末梢起源説	84
6.1.2 中枢起源説	84
6.1.3 二つの経路モデル	85
6.2 自律神経系・内分泌系	86
6.3 視床下部	88
6.4 扁桃体	89
6.4.1 扁桃体の構造	89
6.4.2 恐怖条件づけ	90
6.4.3 表情認知	91
6.5 島皮質	93
6.5.1 島皮質の脳内身体表現	93
6.5.2 痛みの感情	93
6.5.3 内受容感覚と感情	94
6.6 腹内側前頭前野・前頭眼窩野	95
6.6.1 フィニアス・ゲージの症例	95
6.6.2 社会的感情	95
6.7 報酬系	96
6.7.1 ドーパミンニューロン	96
6.7.2 高次の報酬表現と意思決定	97
6.7.3 快感情の主観的経験	98

## 7章 記憶と学習

---

7.1 海馬	99
7.1.1 H. M. の症例	99
7.1.2 海馬の神経回路	100
7.1.3 海馬における長期増強と空間記憶	101



7.2 記憶のモデル	102
7.2.1 記憶の3ステージ	102
7.2.2 記憶のエラー	103
7.2.3 短期記憶と長期記憶	104
7.2.4 長期記憶の種類	106
7.3 ワーキングメモリ	107
7.3.1 ワーキングメモリの構成要素	108
7.3.2 ワーキングメモリの脳内基盤	108
7.4 長期記憶の形成	109
7.4.1 長期記憶のありか	110
7.4.2 記憶の固定化	111
7.4.3 記憶の固定化と睡眠時の脳活動	112
7.4.4 長期記憶の書き換え	113
7.5 潜在記憶	114
7.5.1 プライミング	114
7.5.2 条件づけと強化学習	115
7.5.3 運動技能	118

## 8章 エグゼクティブ機能

---

8.1 前頭前野とエグゼクティブ機能	120
8.2 認知的制御	122
8.2.1 プランニング	123
8.2.2 ワーキングメモリにおける想起と選択	124
8.2.3 タスクスイッチング	125
8.2.4 抑制	127
8.3 モニタリング機能	129
8.3.1 エラーの検出	130
8.3.2 対立した反応の選択	130
8.3.3 心的状態のモニタリング	131
8.4 意思決定	131

8.4.1	プロスペクト理論	131
8.4.2	ニューロエコノミクス	132
8.4.3	ソマティックマーカー仮説	133

## 9章 社会性認知

---

9.1	社会性認知とは	135
9.2	ミラーシステム	137
9.2.1	シミュレーション仮説	137
9.2.2	運動選択性	138
9.2.3	目標指向性	139
9.2.4	模倣	140
9.3	共感	141
9.3.1	共感とミラーシステム	141
9.3.2	痛みへの共感	142
9.3.3	情動的共感と認知的共感	143
9.4	「心の理論」	143
9.4.1	誤信念課題	143
9.4.2	「心の理論」に関わる脳領野	145
9.4.3	ミラーシステムと「心の理論」領野	146
9.5	他者の認識	146
9.5.1	顔と身体の認識	147
9.5.2	他者運動や視線の認知	148
9.6	自己認識	149
9.6.1	「自己」の概念	149
9.6.2	身体所有感と運動主体感	151
9.6.3	自己身体イメージの脳内基盤	153

## 付録 神経細胞

A.1	神経細胞の構造	155
A.2	静止膜電位と活動電位	155

A.2.1	静 止 膜 電 位	155
A.2.2	活動電位の発生	157
A.2.3	活動電位の伝導	158
A.3	神経細胞間の情報伝達	160
A.3.1	シナプスの構造	160
A.3.2	神経伝達物質の放出とシナプス後電位の発生	160
A.4	神経伝達物質	162
A.5	長期増強 (LTP)	165
	<b>引用・参考文献</b>	168
	<b>索 引</b>	176

# 9

## 章

# 社会性認知

ヒトは高度な社会性を持つ動物であり、多くの他個体とさまざまな社会的関係を形成し、時々刻々と変化する複雑な社会を成り立たせている。一説には高等動物の脳は社会性能力を発達させるように進化してきたともいわれており、社会性認知はヒトの脳の主要な機能の一つであると考えることができる。本章では、社会性認知に関わる脳の機能とメカニズムについて取り上げ、他者とインタラクションできる脳（自己）とは何かについて考える。

## 9.1 社会性認知とは

社会性認知とは、個体間の相互作用ないしコミュニケーションを成り立たせるうえで必要となる種々の認知能力を表す用語である。その機能は、顔や表情の認知、模倣、共感、他者意図の理解・推論、言語、コミュニケーション、自己認識などを広く含む。社会性認知は近年の認知脳科学の分野において大きな注目を集めているが、それには以下に述べるいくつかの契機が挙げられる。

〔1〕 **ミラーニューロンの発見** 社会性認知に関する認知脳科学研究にとって大きな契機となったのは、1990年代のイタリアの神経科学者であるリゾラッティらの研究グループによる**ミラーニューロン**（mirror neuron）の発見である<sup>76),77)</sup>。ミラーニューロンが最初に発見されたのはサルの運動前野（F5野）においてである（5章参照）。このニューロンはサル自身が運動するときだけでなく、他者がそれと同じ動きをしているのを見ているだけでも活動するという性質を示す。その後、ヒトの腹側運動前野（ブローカ野）や背側運動前野、頭頂葉、一次運動野などでも同様の性質が見られることが明らかになり、

これらの脳領野を総称してミラーニューロンシステム、または単にミラーシステムと呼ぶようになった。ミラーシステムの機能に関してはさまざまな議論がなされているが、他者の運動を観察する際に自己の運動野を用いて内的にシミュレーションを行うことによって、他者の意図などをより深いレベルで理解することができるのだという「シミュレーション仮説」が現在では広く受け入れられている。ミラーシステムを巡ってはこれまでにさまざまな研究と議論がなされており、コミュニケーションの基盤を提供する脳メカニズムだという考えが浸透しつつある。

〔2〕 **社会脳仮説と「心の理論」** 二つ目の契機としては、1990年代にブラザーズによって提唱された「社会脳仮説」が挙げられる<sup>78)</sup>。これは霊長類の大脳皮質の大きさがその種の平均的な集団サイズと相関関係があること（**図9.1**）から、脳は環境への適応のためというよりはむしろ社会集団の中でうまく生き抜くために発達してきたという仮説である。社会集団内でうまく振る舞うために相手の心的状態を推測する能力は、「心の理論（Theory of Mind）」またはメンタライジング（mentalizing）と呼ばれ、発達心理学や動物心理学、発達障害（特に自閉症）研究において精力的に研究が行われてきた。脳機能イメージング研究によって、その神経基盤についても理解が進んでいる。最近では、8章で述べたニューロエコノミクス研究などとも合流して盛んに研究が進められている。

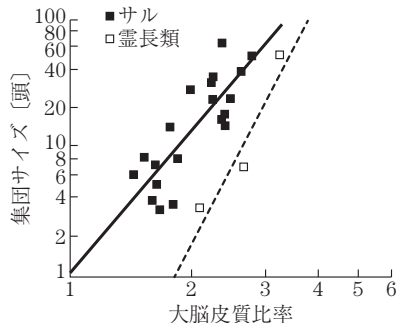
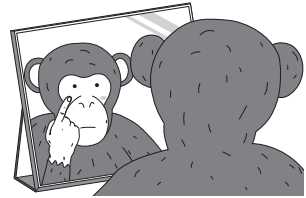


図9.1 皮質の大きさと集団サイズの関係<sup>79)</sup>

**〔3〕 自己認識** 三つ目の契機として自己認識研究の発展が挙げられる。特に、自己認識の基礎として自己身体認識の研究がある。発達心理学および動物心理学の分野では、鏡に映っているのが自分であるかどうか（自己鏡像認識）についてよく調べられてきている。よく用いられる実験手法としてマークテスト（ルージュテスト）がある（**図 9.2**）。これは本人に気づかれないうちに顔に口紅などでマークをつけ、鏡を見せたときに自分の顔のその部分へ手を伸ばすかどうかを調べる。これは簡単な課題のように思えるが、ヒトでは2歳くらいにならないとそのような行動が出てこないこと、またチンパンジーなどの霊長類や一部の動物は自己鏡像認識ができるが、ほかの動物（例えばサル）にはできないことが示されている<sup>80)</sup>。最近では、脳機能イメージング研究による自己身体認識に関わる脳領域についての理解も蓄積されてきており、哲学やロボット工学、リハビリテーション医学などとの学際的な議論も多くなされている。



**図 9.2** 自己鏡像認識

これ以外にも、顔認知や視線認知、情動・感情認知、コミュニケーションなど社会性認知の研究がさまざまな分野を巻き込んで進められている。以降では、こういった研究から得られた知見のいくつかをまとめて紹介する。

## 9.2 ミラーシステム

### 9.2.1 シミュレーション仮説

自己が運動するときには、運動野や頭頂葉の運動関連領域が活動する。前述したように、これらの領域のニューロンのいくつかは他者が同じ運動をするのを観察したときにも活動する。このような性質を示すニューロンをミラーニューロンと呼び、サルの運動前野（F5野）ではじめて見つかった（5章参照）。その後、ヒトの運動前野、一次運動野、下頭頂葉でも同じような活動が見られ

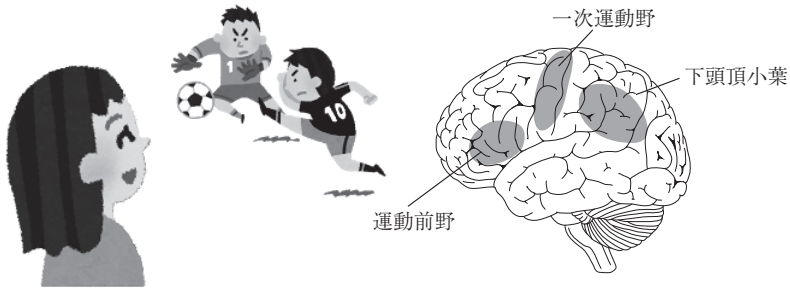


図 9.3 ミラーシステム

ることがわかり、これらの領域を総称してミラーシステムと呼ぶようになった(図 9.3)。

脳はミラーシステムを備えることによって、どのような認知機能を実現しているのだろうか。一つの有力な仮説は「ミラーシステムは他者の運動を脳内でシミュレートしており、これによって他者の意図や感情など、単なる視覚的処理よりも深いレベルで他者を理解することができるようになる」というものである<sup>77)</sup>。これをシミュレーション仮説といい、ミラーシステムが個体間のコミュニケーションを成り立たせる基盤を担っていると考える理論的根拠となっている。

### 9.2.2 運動選択性

ミラーニューロンは運動の種類に選択的に活動し、ある特定の運動に対して反応するニューロンはほかの運動を観察しても活動が見られない(ただしある程度類似している運動に対して広く活動するミラーニューロンも存在する)。ミラーニューロンの持つこの反応選択性は、他者運動を観察したときの視覚的処理というよりも、むしろその「運動表現」が深く関与していることを示している。

例えば動きが比較的似ているが異なる種類のダンス(バレエとカポエラ)の映像を見ているときの脳活動を計測すると、バレエを専門とするダンサーはカポエラよりもバレエを見ているときのほうが、カポエラを専門とするダンサーはバレエよりもカポエラを見ているときのほうが、ミラーシステムの活動は大き

くなる<sup>81)</sup>。つまりミラーシステムは自己の運動レパートリーに含まれる運動を観察しているときのほうが、そうでない運動を観察しているときよりも強く活動する。このような運動選択性はシミュレーション仮説を支持するものである。

### 9.2.3 目標指向性

ミラーシステムは運動の運動学的性質そのものよりも、動作主の目的や意図に対して選択的に活動することも示されている。例えば、テーブルに置いてある物体に右手を伸ばしてつかむという運動(把持運動)をサルに見せるとミラーニューロンが活動するが、物体抜きで把持運動の真似(パントマイム)だけを見せてもミラーニューロンは活動しない(ただしヒトのミラーシステムは活動することもある)。興味深いことに、サルに物体を見せた後、その前に衝立を置いて、直接物体が見えないようにしてから把持運動を見せると、物体を手でつかむ場面をサルは見えていないにも関わらず、ミラーニューロンはまさに把持が行われるタイミングで活動を示す(図9.4(a))。衝立の裏に何も無いことを見せた後に、同様の運動を見せてもミラーニューロンは活動しない(図(b))。これらの結果を総合すると、ミラーニューロンは運動の視覚的入力そのものに対してではなく、「物体を手でつかむ」という目標指向的運動の目的や意図に

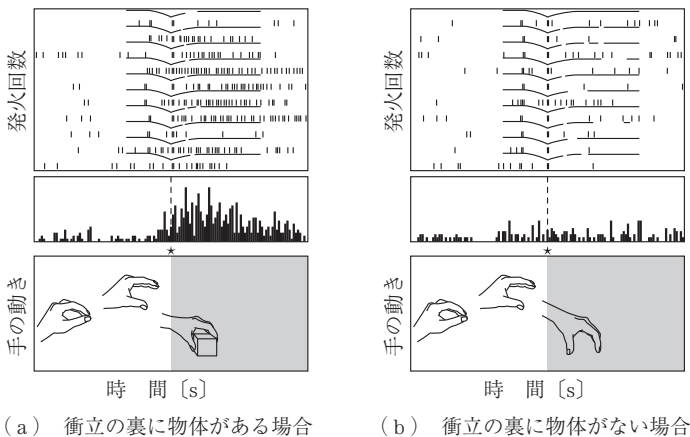


図9.4 ミラーニューロンの目標指向性<sup>82)</sup>



# 索引

## 【あ・い】

アフオーダンス 77  
アレキシサイミア 94  
イオンチャネル 157  
意思決定 97, 131, 133, 134  
痛み 56, 57, 93, 94, 142, 165  
一次運動野 19, 64, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 78, 81, 118, 119, 135, 137  
一次感覚野 118  
一次視覚野 18, 26, 27, 32, 34, 42  
一次体性感覚野 18, 59, 60, 61, 68, 73, 93  
一次聴覚野 18, 52, 54  
一次味覚野 48  
意味記憶 106  
意味的ブライミング 114

## 【う】

ウイスコンシンカード 分類課題 126  
ウェルニッケ野 6  
運動学習 64, 80, 118  
運動技能 107, 118  
運動主体感 150, 151, 152, 153, 154  
運動準備電位 72  
運動制御 22, 61, 63, 64, 71, 74, 78  
運動前野 69, 70, 71, 78, 81, 108, 118, 120, 135, 137, 146, 153

運動方向選択性 34, 69  
運動盲 38

## 【え】

エイリアンハンド症候群 72  
エグゼクティブ機能 121  
エピソード記憶 106  
エビングハウスの忘却曲線 103  
エラー関連陰性電位 130  
縁上回 108  
遠心性コピー 151, 153

## 【お】

おばあちゃん細胞説 41  
オブティックフロー 38  
オペラント条件づけ 115, 116  
音韻ループ 108, 125

## 【か】

回 14  
外側溝 14, 54, 61  
外側膝状体 24, 32  
外側前頭前野 130  
海馬 20, 61, 99, 100, 101, 103, 106, 111, 112, 133  
海馬傍回 100, 110  
下オリーブ核 82  
下丘 52, 54  
蝸牛 52  
角回 7, 40  
下垂体 87  
下側頭葉 27, 36, 39, 40, 41, 42, 108, 149

活動電位 13, 82, 157, 158  
下頭頂小葉 61, 73, 74, 75, 77, 154  
カノニカルニューロン 76  
過分極 158  
感覚記憶 104, 105  
眼窩野 50  
感情 48, 83, 84, 88, 93, 94, 98, 145  
桿体 28  
観念運動失行 77

## 【き】

記憶 20, 99, 102, 106  
——の固定化 110, 111, 118, 119  
記憶障害 99, 101  
機能局在性 2, 6  
機能的核磁気共鳴法 8  
逆行性健忘 100, 110, 111  
キャノン＝バード説 84  
ギャンプリング課題 133  
嗅覚 48  
嗅内皮質 100, 110  
強化学習 97, 116, 117  
共感 141, 142  
恐怖条件づけ 90  
局所脳血流 8  
近赤外分光法 8  
筋紡錘 58, 66

## 【く】

空間記憶 101  
空間認知 26

クリューバー =  
 ビューシー症候群 89

**【け】**

計算モデル 7, 117  
 計算論的認知科学 7  
 顕在記憶 106  
 健忘症 99

**【こ】**

溝 14  
 交感神経系 12, 86  
 後期学習 119  
 高次視覚野 34, 35, 108, 149  
 行動経済学 133  
 行動主義 2, 116  
 後頭頂皮質 73  
 後頭葉 14  
 興奮性シナプス後電位 161  
 効用 132  
 黒質 21, 78, 80, 96, 164  
 「心の理論」  
 131, 136, 143, 145  
 固執 125  
 誤信念課題 144, 146  
 古典的条件づけ 115  
 固有感覚 58  
 コラム構造 33, 37

**【さ・し】**

再生 102  
 再認 102  
 ジェームスの末梢起源説 94  
 ジェームス = ランゲ説 84  
 視覚失認 39  
 視覚性運動失行 42, 74  
 視覚前野 34  
 色盲 30, 35  
 視空間スケッチパッド 108, 125  
 軸索 13, 155  
 自己鏡像認識 137

自己受容感覚 56, 58, 66  
 自己身体 137, 152, 153  
 自己認識 137, 149  
 視床 19, 21, 24, 48, 49, 54, 59, 79, 81, 84, 85, 88, 91, 93, 121  
 歯状回 100  
 視床下核 21, 78  
 歯状核 81  
 視床下部 24, 85, 87, 88, 89, 97  
 失感情症 94  
 実験認知心理学 3  
 失語症 6  
 シナプス 13, 29, 45, 66, 81, 101, 155, 160  
 シナプス後細胞 165  
 シナプス前細胞 165  
 自発的運動 72  
 シミュレーション仮説 136, 138, 139  
 社会的意思決定 98  
 社会的感情 95  
 社会脳仮説 136  
 集団符号化 69  
 周波数地図 54  
 終末ボタン 155  
 樹状突起 13, 81, 155  
 受容器 45, 47, 49, 52, 56  
 受容器電位 45  
 受容体 160  
 受容野 19, 29, 57, 59, 62  
 順行性健忘 100  
 順応 46, 49  
 瞬目反射条件づけ 118  
 上オリーブ核 53  
 上丘 31, 37, 43, 54  
 条件づけ 107, 115  
 使用行動 72  
 上側頭溝 145, 148  
 情動 20, 83, 84, 85, 86, 88, 94, 95, 121, 133, 134, 141

上頭頂小葉 61, 73, 74, 153  
 情動的共感 143  
 情動ブライミング 92  
 小脳 10, 22, 64, 80, 118, 121, 142  
 触覚 56, 59, 61, 68, 152, 153  
 処理水準効果 103  
 自律神経系 11, 65, 84, 86, 88, 163  
 神経経済学 133  
 神経細胞 2, 12, 155, 163  
 神経伝達物質 160, 163  
 人工知能 2, 7, 116  
 身体周辺空間 75  
 身体所有感 150, 151, 154  
 伸張反射 66

**【す】**

随意運動 64, 68, 78, 80, 164  
 髄鞘 155  
 錐体 28, 30, 36  
 スイッチングコスト 127  
 睡眠 112  
 スピンドル 112

**【せ】**

静止膜電位 155  
 精緻化 103, 119  
 脊髄 10, 11, 59, 64, 66, 68, 78, 81  
 脊髄反射 66  
 宣言的記憶 106  
 潜在記憶 106, 114, 115  
 線条体 21, 78, 79, 96, 97, 117, 118, 164  
 前頭眼窩野 91, 95, 97, 98, 121, 133, 134, 145  
 前頭眼野 54, 75  
 前頭前野 54, 71, 75, 108, 110, 114, 120, 121, 125, 127, 129  
 前頭葉 14, 124, 126, 127

前補足運動野 70, 71, 129

## 【そ】

想起 102, 104

早期学習 118

早期固定化 119

相貌失認 6, 40, 147

側頭-頭頂接合部 145, 154

側頭葉 14, 50, 54,

89, 110, 111, 120

ソマティックマーカー仮説

96, 134

## 【た】

帯状回 20, 58, 71, 93,

94, 97, 98, 121,

129, 130, 142, 145

体性感覚 56, 61, 153

体性感覚地図 60

体性感覚野

58, 68, 71, 141, 142

体性神経系 11

大 脳 10

大脳基底核

11, 21, 64, 78, 121, 164

大脳皮質 10, 13

大脳辺縁系 11, 20

体部位局在性 18, 60, 68, 79

代理報酬 98

タスクスイッチング 125

脱分極 158

短期記憶 104, 105, 107, 109

単純細胞 33

淡蒼球 21, 78, 97

弾道の運動 80

## 【ち】

知覚のプライミング 114

注 意 4, 61, 128

中心溝 14

中枢起源説 84

中枢神経系 10

聴 覚 50

長期記憶 104, 109, 111, 113

長期増強 101, 165

長期抑圧 82, 166

跳躍伝導 159

貯 蔵 102, 103

## 【て・と】

適刺激 45

手続き記憶 106

到達運動 42, 71, 74

頭頂間溝 61, 74, 75, 153

頭頂葉 14, 42, 54,

61, 69, 71, 73, 108,

118, 120, 125, 128, 135,

137, 146, 152, 153, 154

動的フィルタリング機能

124

島皮質 15, 19, 58, 61, 92,

93, 94, 98, 141, 142, 143

読字障害 40

トノトピー 54

ドーパミンニューロン

96, 97, 117

度忘れ 104

## 【な】

内受容感覚 93, 94

内 省 131

内側前頭前野 117, 121, 129,

130, 131, 134, 145, 146

内分泌系 87, 88

## 【に】

二次視覚野 26, 35

二次体性感覚野 61

二重乖離 6, 42

二重貯蔵庫モデル 104

二種感覚ニューロン 61

ニューロエコノミクス

133, 136

ニューロン 12, 155

認知神経心理学 5

認知的共感 143

## 【ね・の】

音 色 51

脳 幹 10, 22, 23, 48, 53,

81, 82, 93, 142, 164

脳機能イメージング

3, 8, 72, 133, 136, 153

脳内身体表現 93

脳 波 8, 130

脳 梁 13

## 【は】

バイオロジカルモーション

148

背外側前頭前野

108, 121, 124, 125, 133

背側運動前野 70, 73, 74, 135

背側経路 27, 39, 41, 71, 77

バイモーダルニューロン

61, 75

パーキンソン病 79

把持運動 42, 71, 75, 139

場所細胞 102, 112

発火頻度 158

パブロフの犬 115

反射中枢 11

反応コンフリクト 130

## 【ひ】

被 殻 21, 78

尾状核 21, 78, 80, 97

ピッチ 50

表情の認知 91

## 【ふ】

フィードフォワード制御

80

副交感神経系 12, 86, 163

複雑細胞 34

腹側運動前野 70, 73, 75, 135

腹側経路 27, 38, 42, 77

腹側被蓋野 96, 164

腹内側前頭前野  
93, 95, 97, 98, 133  
符号化 102, 105, 110  
物体認識 26, 39  
プライミング 107, 114  
フランカー課題 130  
プランニング 123  
プルキンエ細胞 81  
ブローカ野 6, 108, 135  
ブロスベクト理論 132  
ブロップニューロン 34  
ブロードマン地図 16  
文脈依存効果 104

【へ・ほ】

ヘシュル回 54  
ヘップの学習則 166  
辺縁系 79, 96  
扁桃体 20, 61, 85, 88, 89,  
91, 92, 97, 98, 99  
方位選択性 33, 69  
報酬 2, 79, 96, 97,  
116, 117, 121, 134  
報酬系 96, 117, 133, 164  
報酬予測誤差 97, 117  
紡錘状回 5, 36, 40, 147

紡錘波 112  
補足運動野 69, 70, 71, 78, 118, 129  
ホムンクルス 60

【ま・み】

末梢起源説 84  
末梢神経系 10, 11  
マルチタスキング 123  
ミエリン 155  
味覚 46  
ミラーシステム 136, 138,  
139, 140, 141,  
143, 146, 150  
ミラーニューロン  
77, 135, 137

【む・め】

結びつけ問題 26  
無動無言症 72  
メンタライジング  
131, 136, 143, 145

【も】

盲視 42, 92  
網膜部位局在性 32

モジュール構造 2  
モジュール性 5  
モニタリング 129, 130, 131  
模倣 77, 140

【ゆ・よ】

有線外領野 34  
幽体離脱現象 154  
抑制 127, 128  
抑制性シナプス後電位 161

【ら・り】

ラバーハンド錯覚  
151, 152, 153  
ランヴェイエ絞輪 155  
リハーサル 106

【れ・わ】

レティノトピー 32  
連合野 19, 61  
連想記憶 109  
ワーキングメモリ  
107, 108, 124

【E・F】

EBA 148  
EPSP 161  
FEF 75  
FFA 147  
fMRI 8, 128, 133, 147, 153  
fMRI 実験 91, 98, 110

【G・I】

GO/NO-GO 課題 128  
IPS 61, 74  
IPSP 162

【L・P・S】

LGN 24, 32  
LTD 164  
LTP 101, 102, 164, 165

preSMA 70, 71, 75  
SMA 70, 71, 72, 75  
Stroop 課題 128  
SWR 112

【ギリシャ】

α運動ニューロン 65, 67, 68

— 著者略歴 —

- 1996年 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業  
1998年 慶應義塾大学大学院理工学研究科前期博士課程修了(計算機科学専攻)  
2001年 慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了(計算機科学専攻)  
博士(工学)  
2001年 科学技術振興事業団研究員(東京大学)  
2003年 東京大学 COE「心とことば」特任研究員  
2004年 日本学術振興会特別研究員(PD)(東京大学)  
2006年 明治大学理工学部専任講師  
2010年 明治大学理工学部准教授  
2015年 明治大学理工学部教授  
現在に至る

認知脳科学

Cognitive Neuroscience

© Sotaro Shimada 2017

2017年3月8日 初版第1刷発行



検印省略

著者 しま だ そう た ろ う  
嶋 田 総 太 郎  
発行者 株式会社 コロナ社  
代表者 牛来真也  
印刷所 三美印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-07812-1 (新井) (製本:愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします