

まえがき

20世紀の終わりがら、脳科学は急速な進歩を遂げました。fMRIやPETなどの測定法が開発されて、手術をせずに人がいろいろな質問に答えるときの脳の部位の血流を測定したり、ある特定の遺伝子を欠落させたマウスの動物実験によって、脳の各部位の役割と神経伝達のしくみが明らかになりつつあります。そのような脳科学の進歩を背景に、2000年代に「脳科学ブーム」が起きました。そのなかには、脳科学という名に値しない本も出まわりました。最近はそのような本はほぼ姿を消しましたが、大まかには2つの傾向があるように思えます。1つは、脳科学の最前線で研究に携わる脳科学者の書いた本です。専門領域がはっきりしているだけに、その領域の説明がどうしても詳しくなり、一般の人にはわかりにくい面があります。もう1つは、医師出身の脳科学者の書いた本です。医師としての専門領域に脳科学を応用しようという立場で、比較的わかりやすいのですが、その専門領域に限定された内容が多いように感じます。

筆者は、科学者の端くれに過ぎませんが、脳科学に関心を持つ者として各領域の本を読んで、自分なりにまとめてきました。そうしたなかで、これは本にできるかも知れないと思うようになり、自分が脳科学に関する本を書く資格があるかと自問自答しながらも原稿を書き進めてきました。書き進めるなかで、脳科学の中の一つひとつの専門にとらわれることのない立場であれば、かえって脳科学全体を見渡すことができるのではないかと思うようになりました。一般の人にとって、脳科学全体を把握するのはとても大変なことです。しかし、この本一冊あれば、脳科学の概要を知ることができるのではないかと思います。さらに、脳科学全体を見渡すなかでも重要な結論に導かれました。

それは、健全な脳をつくるために最もよい方法は、運動することです。有酸素運動を習慣化することにより、脳の栄養因子や成長因子が増えます。脳の血流が増え、海馬などで新しい神経細胞

が増えます。セロトニンやドーパミンなどの神経伝達物質が増えてストレスに強くなり、集中力が高くなります（第50話、第67話、第78話、第80話）。さらに、第84話では、東北大学名誉教授の松澤大樹氏による、治療が困難とされているうつ病、統合失調症、認知症の3つの病気を一体に捉えた治療法により、治癒率はうつ病と統合失調症は80〜90%、認知症は約50%となっていることを紹介しました。これらの治療の中核は、習慣化された運動による神経幹細胞の増殖と分化です。松澤氏は、運動療法に薬剤療法と食事療法を加えて、セロトニンの増加とドーパミンの減少を実現し、新しい神経細胞の増殖によつて治療が達成されるとしています。

なぜ、運動すると脳が活性化するかは、ヒトの進化の過程を考える必要があります。ヒトはこの約250万年間ほぼ狩猟採集の生活をしてきました。農業が始まったのは約1万年前に過ぎないからです。250万年前ごろの地球は、寒冷化によつてアフリカの熱帯雨林が縮小し、一部サバンナ化しました。そのため、森からサバンナに出てきたヒトの祖先は、食べ物を求めて広い大地を長時間歩いたり、狩りをして走り回るようになりました。そして約250万年の間、長時間歩いたり走り回り続けた結果、それに合うように脳が進化しました。動物は元々動くことが有利になるように進化してきています。進化の原則は必要なものを伸ばし、必要でないものを退化させることです。走ることに有利になるように脳も進化し、運動すると脳も活性化するようになったと考えられます。

近年、年を追うごとに高齢化が進行し、人生100年時代を迎えようとしています。しかし、ただ長生きするだけでは意味がなく、生活の質を良くすることが大切です。生活の質を良くするために、脳を活性化させることが一番です。脳を活性化させると、ストレスに強くなり（第71話）、いろいろな面で生活の質が良くなり（第68話）、若さと楽しさと目標を持った生活になります（第78、80話）。これらの話題の中では、そのための生活習慣が書かれています。もちろん、この方法は高齢者だけに当てはまるのではなく、若者にも共通して言えることです。

本書は、第1章から第13章まであります。第1章は脳に関する基礎知識が述べられ、第2章から第13章までは、脳科学に関わる主要な領域がほぼ網羅されています。筆者としては、脳科学の基本的原

理を踏まえつつ、なるべくわかりやすく書いたつもりです。第1話から順番に読むとわかりやすくはなっていますが、興味のある話題から拾い読みしていただいて結構です。特に一番最後の第84話は筆者として、是非とも読んでいただきたい話題です。途中から読んで、わかりにくい用語などありましたら前に戻って拾い読みしていただければと思います。

本書の出版にあたり、出版を認めてくださり、本のフォーマットに関する貴重な示唆をいただいた技報堂出版(株)編集部長の石井洋平氏、および直接編集に携わってくださり、有益な助言をいただいた同社編集部の伊藤大樹氏に深く感謝したいと思います。

本書は筆者の大学院時代(東大向坊研究室)の先輩で、(株)ベンチャー・アカデミアの代表取締役(横浜国立大学名誉教授)の朝倉祝治先生に捧げたいと思います。2019年に『地球と環境のはなし』の本を出したときに、「これが最後です」と言って朝倉さんにお渡ししました。そうしたら、後からメールがきて、「自分の限界をそう簡単に決めるものではない。もっとできるはずだ」という趣旨のお叱りを受けました。それで、思い直して新たに目標を設定し直し、あえて専門外の領域に足を踏み入れた次第です。朝倉さんのお叱りがなかったらこの本は生まれなかったと思います、感謝します。

2020年10月

稲場 秀明

《著者紹介》

稲場 秀明 (いなば・ひであき)

- 1942年 富山県滑川市生まれ
1965年 横浜国立大学工学部応用化学科卒業
1967年 東京大学工学系大学院工業化学専門課程修士修了
同 年 プリヂストーンタイヤ(株)入社
1970年～ 名古屋大学工学部原子核工学科助手, 助教授を経る
1986年 川崎製鉄(株)ハイテック研究所および技術研究所主任研究員
1997年 千葉大学教育学部教授
2007年 千葉大学教育学部定年退職

工学博士

主な著書

- 地球と環境のはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2019
波のはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2019
温度と熱のはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 大学教育出版, 2018
色と光のはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2017
水の不思議—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2017
エネルギーのはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2016
空気のはなし—科学の眼で見る日常の疑問, 技報堂出版, 2016
氷はなぜ水に浮かぶのか—科学の眼で見る日常の疑問, 丸善, 1998
携帯電話でなぜ話せるのか—科学の眼で見る日常の疑問, 丸善, 1999
大学は出会いの場—インターネットによる教授のメッセージと学生の反響,
大学教育出版, 2003
反原発か, 増原発か, 脱原発か—日本のエネルギー問題の解決に向けて,
大学教育出版, 2013

趣味はテニスと囲碁

千葉市花見川区在住 (hsqrk072@ybb.ne.jp)

目 次

第1章
脳のしくみ

第1話	脳とはどんなものか？	2
第2話	動物の脳はどのように進化したか？	4
第3話	脳は重いほど頭が良いか？	6
第4話	大脳の働きは？	8
第5話	大脳辺縁系と大脳基底核の働きは？	10
第6話	脳幹の働きは？	12
第7話	小脳の働きは？	14
第8話	神経細胞の働きは？	16
第9話	神経細胞の活動電位はどのように生ずるか？	18
第10話	神経伝達物質の働きは？	20
第11話	グリア細胞の働きは？	22
第12話	右脳と左脳の働きの違いは？	24
第13話	血液脳関門とは？	26
第14話	脳の働きはどのように調べられるか？	28
コラム1	パーキンソン病	30

第2章

感覚と脳

第15話	視覚情報はどのように脳に届くか？	32
第16話	視覚情報はどのように脳で認知されるか？	34
第17話	聴覚情報はどのように脳で認知されるか？	36
第18話	嗅覚情報はどのように脳で認知されるか？	38
第19話	味覚情報はどのように脳で認知されるか？	40
第20話	体性感覚はどのように脳で認知されるか？	42
コラム2	視床下部の摂食中枢	44

第3章

記憶と脳

第21話	記憶のしくみは？	46
第22話	非陳述記憶とは？	48
第23話	出来事記憶と意味記憶とは？	50
第24話	ワーキングメモリとは？	52
第25話	人はなぜ忘れるのか？	54
第26話	記憶と情動との関係は？	56
第27話	記憶と夢との関係は？	58
第28話	記憶が強化された状態とは？	60
コラム3	てんかん	62

第4章

言語と脳

第29話	言語に必要な脳の場所はどこか？	64
第30話	動物に言語はあるか？	66

第5章
学習と脳

第31話	言語に関係する脳の働きは？	68
第32話	失語症が起こるしくみは？	70
第33話	言葉を獲得するしくみは？	72
第34話	バイリンガルの獲得は？	74
コラム4	言語の起源	76

第6章
運動と脳

第35話	学習における脳の働きは？	78
第36話	乳幼児期の学習とは？	80
第37話	考え直すことを学習する認知脳の役割は？	82
第38話	他人の視点を学習する社会脳の役割は？	84
第39話	学習の臨界期とは？	86
第40話	10代の脳の成長は？	88
第41話	効果的な学習方法とは？	90
第42話	創造的な学習とは？	92
第43話	脳の損傷におけるリハビリ効果は？	94
コラム5	BMI (Brain-machine Interface)	96
第44話	運動に脳がどう関わるか？	98
第45話	脳からの運動指令がどのようにに末端に届けられるか？	100
第46話	乳幼児はどのようにに運動能力を獲得するか？	102

第7章 情動と脳

第47話	運動野と前頭前野はどのように活動するか？	104
第48話	運動の器用さとは？	106
第49話	運動するとき脳はどのように働くか？	108
第50話	運動の効果とは？	110
コラム…6	平衡感覚と脳	112

第8章 性格と脳

第51話	情動や感情は科学の対象か？	114
第52話	情動の身体的基盤は？	116
第53話	情動は脳のごで生みだされるか？	118
第54話	子の親への愛着はどのように形成されるか？	120
第55話	愛着を形成する脳内物質はどのように働くか？	122
第56話	情動に対する報酬系の働きは？	124
第57話	虐待が脳の発達にどのような影響を与えるか？	126
コラム7	ADHD（注意欠陥／多動性障害）	128
第58話	性格は生まれつきか？	130
第59話	外向性と内向性の性格の特徴は？	132
第60話	左脳と右脳の役割と性格との関係は？	134
第61話	性格は変えられるか？	136
第62話	性格をどのように変えるか？	138

第9章
脳の発達

コラム8 薬物依存と脳 140

第63話 ヒトの脳はどのように発生するか? 142

第64話 胎児の脳はどのように発達するか? 144

第65話 生後の脳はどのように発達するか? 146

第66話 脳の成長は3歳で終わるか? 148

第67話 中年以降の脳はどうなるか? 150

第68話 老人の脳は発達するか? 152

コラム9 自閉症 154

第10章

ストレスと脳

第69話 ストレスとは? 156

第70話 強いストレスが続くとどうなるか? 158

第71話 ストレスをどのようにコントロールするか? 160

コラム10 涙の効用 162

第11章

こころと脳

第72話 脳科学でこころは解明できるか? 164

第73話 速いこころと遅いこころとは? 166

第74話 こころは遺伝するか? 168

第75話 恋愛の感情は脳のどこで生まれるか? 170

第76話 情動による速いこころを理性は制御できるか? 172

第12章 脳の活性化

第77話	ここでは脳の物理的な反応として説明できるか？	174
コラム11	脳死	176

第78話	身体と脳の若さは何で決まるか？	178
第79話	脳の活性化を阻害する要因は何か？	180
第80話	脳の活性化をもたらす生活習慣とは？	182
コラム12	BDNF（脳由来神経栄養因子）	184

第13章 脳が関わる病気

第81話	うつ病とは？	186
第82話	統合失調症とは？	188
第83話	認知症とは？	190
第84話	うつ病、統合失調症、認知症は治るか？	192

第1章

脳のしくみ



脳は生命の維持と身体活動および精神活動の中枢で、大脳、大脳辺縁系、脳幹、小脳よりなり、莫大な数の神経細胞のネットワークによって支えられている。本章では、これらの部位の機能やしぐみについて紹介し、ヒトの脳は動物の進化の過程をどのように引き継いでいるかについても述べる。近年、脳科学が急速に進歩した要因についても紹介する。

第1話 脳とはどんなものか？

脳は心臓や胃腸などと同じく臓器の1つである。脳は莫大な数の神経細胞のネットワークを持ち、生命の維持と精神活動を行っている。生命を維持するために血液の循環、呼吸、消化、体温維持、運動などを脳から指令している。生命維持機能は爬虫類など進化的に古い脳が持っている機能で、無意識に行われることが多い。さらに、知性、感情、意思などの精神活動を行うための機能は、主として進化的に新しい大脳皮質の発達によるものである。

■脳の重さと細胞の数

脳の重さは成人で12000〜15000g、体重の2〜2.5%を占めている。ヒトの細胞は身体全体で約60兆個あるが、そのうち神経細胞（ニューロン）は千数百億個もある。神経細胞が集まってネットワークを作り情報のやり取りをしている。神経細胞からは樹状突起が出ていてその先端部分の次の神経細胞との間隙をシナプスという。その間隙はシナプス間隙と呼ばれ、神経伝達物質が情報を伝えている。シナプスは神経細胞1個あたり1000〜2000個あり、各神経細胞からの情報のやり取りをしている。シナプスは100〜200兆個あることになる。

脳の重さは体重の2%程度だが、脳のエネルギー消費は体全体の20%にもなり、ブドウ糖を酸化することでエネルギーを得ている。成人男性の脳が1日に必要なブドウ糖の量は約120gで、酸素を運ぶため毎分650〜700mlの血液が流れている。ブドウ糖や酸素の供給が十分でないといふ脳の機能が果たせなくなり、ひどい場合は昏睡状態になる。

■脳の保護機構

脳は非常に傷つきやすいので固い頭蓋骨に覆われ、その内側には厚く強い硬膜、線維がクモの巣状に走るくも膜、脳に直接接する軟膜の三重の膜で保護されている。脳を保護する膜の構造を図1に示す。くも膜と軟膜の間の空間はくも膜下腔と呼ばれ、脳脊髄液で満たされている。脳脊髄液は無色透明の液体で、脳内に約150mlあり、脳はこの髄液に浮かんだ状態で衝撃から保護されている。

■脳の構造

脳の構造を図2に示す。脳は大脳、大脳辺縁系、脳幹、小脳よりなる。脳幹は進化的に最も古い脳で、脳の最も奥にある。脳幹は4つの部分に分けられていて、大脳に近

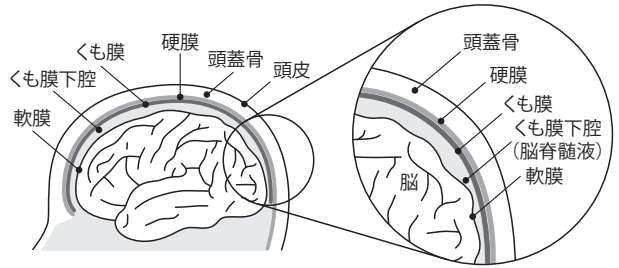


図1 脳を保護する膜の構造

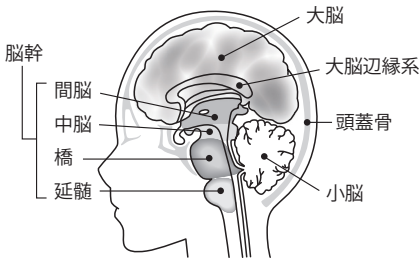


図2 脳の構造

まとめ 脳の重さは成人で1200～1500g、体重の2～2.5%を占めている。脳の神経細胞は千数百億個ある。脳は大脳、大脳辺縁系、脳幹、小脳よりなる。血液の循環、呼吸、消化、体温維持、運動などの生命維持機能を脳幹が受け持つ。知性、感情、意思などの精神活動の機能は主として大脳が受け持つ。小脳は身体の平衡感覚や運動を制御している。

い側から、間脳、中脳、橋、延髄と呼ぶ。生存の上で欠かせない自律機能を直接制御している部位である。脳幹の周りには大脳辺縁系と呼ばれる進化的に少し古い部位がある。大脳は精神や肉体の活動を制御する中枢である。大脳辺縁系の外側にあり、豆腐のようにぶよぶよしている。大脳は厚さ2～3mmの層をなしており、大脳皮質と呼ばれる。大脳皮質はしわを形成することにより表面積を増大させている。

小脳は後頭部の下方にあり、重さは成人で120～140gで大脳の1割程度しかないが、細胞の数は大脳よりも多い。身体の平衡感覚や運動を制御している。

脳科学のはなし

科学の眼で見る日常の疑問

定価はカバーに表示してあります。

2020年11月10日 1版1刷発行

ISBN978-4-7655-4490-0 C1040

著者 稲場 秀明
発行者 長 滋彦
発行所 技報堂出版株式会社
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-2-5
電話 営業 (03) (5217) 0885
編集 (03) (5217) 0881
F A X (03) (5217) 0886
振替口座 00140-4-10
U R L <http://gihodobooks.jp/>

日本書籍出版協会会員
自然科学書協会会員
土木・建築書協会会員

Printed in Japan

©Hideaki Inaba, 2020

装丁：田中邦直 印刷・製本：愛甲社

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

JCOPY <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。