

脳を

Century of the Brain



知る・
創る・
守る・
育む

QJ70

6

「脳の世紀」推進会議編
塚田稔 + 井原康夫 + 祖父江元 + ヘンシュ貴雄
加賀乙彦 + 澤口俊之 + 藤澤肇 + 森憲作 + 藤田雅博 +

脳を知る・創る・守る・育む

6

「脳の世紀」推進会議編



ISBN4-87805-041-1

C1040 ¥1800E

定価：本体価格1,800円 + 税

HUBA PRO.

- I章 ● 特別講演 **文学と脳** 加賀乙彦
- II章 ● 脳を知る **脳と心の進化** 澤口俊之
秩序だった神経ネットワークを生み出す分子メカニズム 藤澤肇
分子を感じる 脳のにおい地図 森憲作
- III章 ● 脳を創る **エンターテインメントロボットにおける知能とは?** 藤田雅博
学習と記憶の計算モデル 塚田稔
- IV章 ● 脳を守る **アルツハイマー病治療法の進歩** 井原康夫
運動ニューロンの変性を防ぐ 球脊髄性筋萎縮症を中心に 祖父江元
- V章 ● 脳を育む **「臨界期」の仕組み** ヘンシュ貴雄

脳を知る・創る・守る・育む

目次

はじめに	伊藤 正男	3
章 特別講演		
文字と脳	加賀 乙彦	10
章 脳を知る		
脳と心の進化	澤口 俊之	30
霊長類の系統進化と相対脳重	脳進化と大脳新皮質の大きさ	化石霊長類とヒト科霊長類の脳進化
現生霊長類にみる脳進化学	脳進化を支える要因	食性と社会構造と脳の発達
性競争と脳の発達	大脳新皮質を発達させた三要因	ヒトの特徴と脳の進化
脳の領野・構造・機能	心はどのように進化してきたか	階層ネットワーク構造の進化
人為選択による脳の発達	思考の起源と進化	おわりに
秩序だった神経ネットワークを生み出す分子メカニズム	藤澤 肇	54
神経ネットワーク形成の素過程	成長円錐と軸索ガイド分子	
セマフォリン3Aとその受容体ニューロピリン1		
秩序だった神経ネットワークの形成にニューロピリン1を介したセマフォリン3A軸索反発シグナルは不可欠である		
ニューロピリン1を介したセマフォリン3A軸索反発シグナルは交感神経系の形成に不可欠である		
おわりに		

分子を感じる 脳のおい地図.....森 恵作 64

はじめに 脳科学とは 日常生活における嗅覚の役割 嗅覚とおい分子の種類
おい分子を感じる神経システム 嗅覚系の構造 におい分子受容体
おいの種類とおい分子受容体の組み合わせ 個々の系球は一種類の受容体を表現する
嗅覚におけるおい分子受容体地図 におい分子受容体地図の作成
おい分子受容体地図の特徴 においの質に対応するにおい分子受容体地図の作成へ
おいの研究から情動のメカニズムの解明へ

章 脳を創る

エンターテイメントロボットにおける知能とは?藤田 雅博 84

なぜ、エンターテイメントロボットか エンターテイメントロボットとは
つくる楽しみとロボカップ プログラムされた知性 獲得される技能 知識
物理接地と情動接地 人が感じる知性 ガーフィンの実験
ロボットに知性を感じる因子 形状と動き 人間型ロボットに期待される知能

学習と記憶の計算モデル塚田 稔 102

脳とノイマン型計算機 ダイナミック脳観 記憶の三位一体説 海馬における学習則
光による荷重変化の計測法 空間情報のシナプス空間への写像
時間情報のシナプス空間への写像 海馬で働く学習則 理論モデルによる学習則の機能比較
理論シミュレーションの生理学へのフィードバック
シナプス可塑性の長期増強の誘発メカニズム 海馬の短期記憶のまとめ

章 脳を守る

アルツハイマー病治療法の進歩

井原 康夫

124

アルツハイマー病の発病率 アルツハイマー病の病理 アルツハイマー病の発症過程

アルツハイマー病の病理と臨床の関係 コリン作動性仮説に基づく治療法の開発

治療薬としてのアセチルコリン・エステラーゼ阻害剤 アルツハイマー病における神経細胞の脱落

アミロイドカスゲード仮説 ワクチン療法 ガンマ・セクレターゼ阻害剤

ワクチン療法の副産物 A 引き抜き現象 非ステロイド性消炎剤とアルツハイマー病 まとめ

運動ニューロンの変性を防ぐ球脊髄性筋萎縮症を中心に

祖父江 元

145

球脊髄性筋萎縮症の臨床上的特徴 疾患の原因を探る S B M A の病理所見

なぜ運動ニューロンにだけ影響するのか S B M A のトランスジェニックマウスの開発

S B M A トランスジェニックマウスの病理所見 去勢(睾丸術)による治療の可能性

新しい治療法の開発 ポリグルタミン病の治療戦略

章 脳を育む

「臨界期」の仕組み

ヘンシユ 貴雄

168

神経回路の臨界期と可塑性 マウスの視覚経路の臨界期 臨界期が起こる機序

脳内抑制が可塑性の引き金 聴覚野での臨界期 言語音の識別能力と臨界期

臨界期には順番がある 「三つ子の魂」の脳内機構 臨界期は再開できるか

おわりに 今後の課題

著者紹介

187

著者紹介

伊藤 正男(いとま まさお)

(独)理化学研究所脳科学総合研究センター特別顧問

一九五三年東京大学医学部卒業。東京大学医学部教授、理化学研究所脳科学総合研究センター所長などを経て、現在に至る。

藤原賞、日本学士院賞・恩賜賞、日本国際賞、文化勲章、ロバート・ダウ神経科学賞(米国)、レジオン・ドヌール勲章、DREZ財団賞(フランス)。日本学士院会員、王立スウェーデン科学アカデミー外国人会員、英国王立協会(ロイヤルソサエティ)外国人会員、ロシア科学アカデミー外国人会員、フランス科学アカデミー外国人会員。

著書に、『脳の不思議、脳のメカニズム、ニューロンの生理学』(岩波書店)、『脳の設計図』(中央公論社)など多数。

専門分野は、脳神経生理学。抑制性シナプスのイオン過程の解析、小脳プルキンエ細胞の抑制作用の発見、小脳の運動学習機能の解明、シナプス可塑性長期抑制の発見。

加賀 乙彦(かが おとひこ)

作家。医学博士。

一九五三年東京大学医学部医学科を卒業。

東京拘置所医務部技官、東京医科歯科大学犯罪心理学教室助教授、上智大学文学部心理学教授などを務めた後、七九年より創作に専念。

主な著書に、『フランドルの冬』(新潮文庫)、第十八回芸術選奨文部大臣新人賞、『帰らざる夏』(講談社)

文芸文庫 第九回谷崎潤一郎賞)、『宣告』(中公新書、第十一回日本文学大賞)、『渥原』(新潮文庫、第十三回大仏次郎賞)、『永遠の都』(新潮文庫、第四十八回芸術選奨文部大臣賞、第二回井原西鶴賞)などがある。近著に『夕映えの人』(小学館)、『雲の都 第一部 広場』(新潮社)がある。

九九年には文学者としての功績により第五十五回日本芸術院賞を受賞、二〇〇〇年から日本芸術院会員。

澤口 俊之(さわぐち としゆき)

北海道大学大学院医学研究科脳科学専攻神経機能学講座機能分子学分野教授。理学博士。

一九八七年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。

米国立エール大学医学部リサーチフェロー、京都大学霊長類研究所助手、科学技術庁新技術事業団「さきがけ研究」²¹兼任研究員、北海道大学文学部助教を経て、九九年より現職。専門は認知脳科学。八八年ブレインサイエンス財団塚原賞(新人部門)受賞。著書に『知性の脳構造と進化』(海鳴社)、『私は脳のどこにいるのか』『わがままな脳』(筑摩書房)などがある。

藤澤 肇(ふじさわ はじめ)

名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻教授。理学博士、医学博士。

一九七一年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。

京都府立医科大学助手、同講師、同助教を経て、九〇年より現職。専門は神経科学。特に神経発生学。現在は神経ネットワーク形成に関心をもち、九九年中日文化賞受賞。編著書に『Molecular Basis of Axon Growth and Nerve Pattern Formation』Taniguchi Symposia on Brain Science No. 20『(Japan Scientific Societies Press, Tokyo, and S. Karger AG, Basel, 1997) なつかぬ』

森 憲作（もり けんさく）

東京大学大学院医学系研究科教授

一九七四年大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程卒業。

群馬大学医学部助手、同講師、大阪ハイオサイエンス研究所第三研究部副部長、理化学研究所国際フロンティア研究システムグループディレクター、同脳科学総合研究センターグループディレクターを経て、一九九年より現職。専門分野は、神経科学。

藤田 雅博（ふじた まさひろ）

ソニー（株）デジタルクリーチャーズラボラトリー主幹研究員、システムアーキテクト（兼任）。第1グループ統括課長。

一九八一年早稲田大学理工学部電子通信科卒業。

ソニー（株）入社後、University of California, Irvineに留学、ニューラルネットワークの研究によりMSEE取得。自律型ロボットの認識、行動制御、情動システム、学習、進化などの研究を行い、現在に至る。

二〇〇〇年日本機械学会ロボメカ部門技術貢献賞、映像情報メディア学会技術振興賞受賞。

塚田 稔（つかだ みのる）

玉川大学大学院工学研究科教授

一九七一年東北大学大学院工学研究科博士課程修了。

東北大学工学部助手、玉川大学工学部助教などを経て、八五年より玉川大学工学部教授、現在に至る。一九九六～二〇〇〇年は玉川大学学術研究所脳科学研究センター長を務めた。また、〇二年には

21世紀COEプログラム「全人的人間科学プログラム」リーダー、日本神経回路学会総務理事、副会長、会長、顧問、Boil Cybernetics, Neural Network Letter 誌の編集委員も務めている。
 生態情報工学、記憶と学習のモデルと実験、ダイナミック情報表現に興味をもち、専門分野は、生体情報工学や脳の情報表現など。

井原 康夫（いちはら やすお）

東京大学大学院医学系研究科教授

一九七一年東京大学・医学部医学科卒業。

東京大学医学部附属病院第一内科研修医に。七五年には日本神経学会認定医（第四十三号）となる。米国ハーバード大学（Malman Research Center, McLean Hospital）Research Associate（財）東京都老人総合研究所生理学部臨床第二生理研究室室長、東京大学医学部脳研究施設脳病理学部門教授などを経て、九七年より現職。
 専門分野は、アルツハイマー病。

祖父江 元（そぶえ げん）

名古屋大学大学院医学系研究科神経内科教授

一九八一年名古屋大学大学院医学研究科修了。

名古屋大学第一赤十字病院臨床研修医、愛知医科大学第四内科講師などを務めた後、米国ペンシルベニア大学に留学、ペンシルベニア大学のAssistant professor, Dept. of Neurologyとなる。その後、愛知医科大学第四内科助教授を経て、九五年からは名古屋大学医学部神経内科教授となる。

ヘンシユ 貴雄（へんしゅ たかお）

（独）理化学研究所脳科学総合研究センター 臨界期機構研究グループディレクター、神経回路発達研究チームリーダー。医学博士。

一九八八年米国ハーバード大学を卒業。

文部省奨学金研究生、HHMFフェローなどを経て、九六年に学位取得、理化学研究所脳科学総合研究センターの神経回路発達研究チームリーダーとなる。二〇〇〇～〇三年はニューロン機能研究グループディレクターを兼任し、〇三年より現職。

専門分野は、発達経験に依存して形成される大脳神経回路の機構と機能。

脳と心の進化

北海道大学医学研究科

澤口 俊之

心の中心である大脳新皮質を中心に、われわれの脳の進化要因と、脳がどのように進化してきたのかという進化様式をふまえ、思考の進化について簡単に話すことにします。しかし、四十分でこれだけの内容を話すことは不可能に近いことに気がつきました。迷いましたが、皆さんがあまり聞かない話をお話と思い、われわれがこれほどまでに大きな脳をもっている理由、つまり脳の進化要因を中心に、ついで脳の進化様式、そして、心の働きのなかでも思考がいつころから現れたのかということについて触れることにします。

霊長類の系統進化と相対脳重

霊長類の系統進化をまとめると次のようになります(図1)。六千五百万年ほど前までに恐竜類が絶滅し、その後、霊長類はほかの哺乳類と同じように適応進化をとげました。ここで重要なことは、進化とともに脳が大きくなったということです。たとえば、今から三千万年ほど前に生息したエジプトヒテックスの脳は非常に小さなものでしたが、いろいろな霊長類が分岐するにつれて脳がどんどん大きくなってきました。このことは考えてみれば不思議です。別に大きくならなくてもよかったです。小さくなくてもよいはずですが、実際に、脳が小さく進化した例も新世界ザルの一部の系統で知られています。

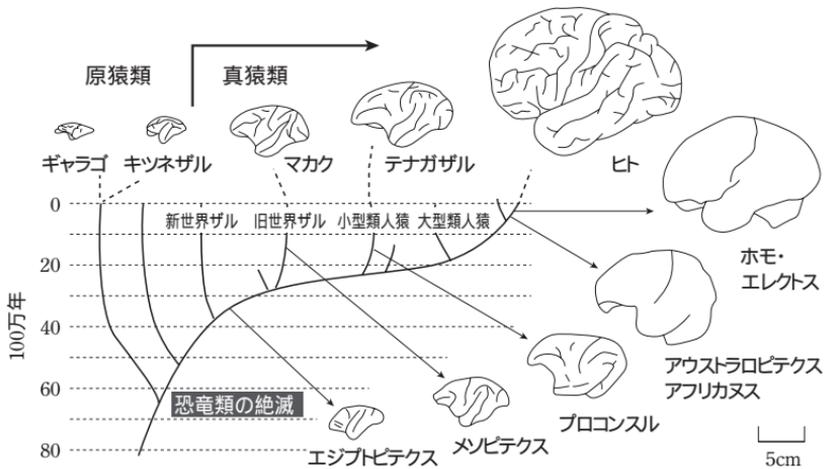


図1 霊長類の系統進化

なぜ、われわれの脳は大きくなってきたのでしょうか。そのことは、どのような方法で調べればよいのでしょうか。

昔のサルと現在のサルをくらべると、確かに脳は大きくなりました。しかし、進化とともにわれわれを含む霊長類の体も大きくなっていきます。体が大きくなると、当然、脳も大きくなります。ちなみに、脳重が最大の動物はマッコウクジラで、約九キログラムもあります。ヒトは男女平均で約千三百グラムです。

ここで、昔、あるサルがいたとします。その体重と脳重との関係は、対数値で表すと直線関係になります。そのようなサルから、体が大きくなり、体重がふえるのにもなって脳が大きくなった可能性が考えられます。その場合、われわれの脳が大きくなった理由は、体が大きくなったことだけです。脳に固有な理由はなく、体が大きくなったために二次的に脳も大きくなったにすぎないこととなります。