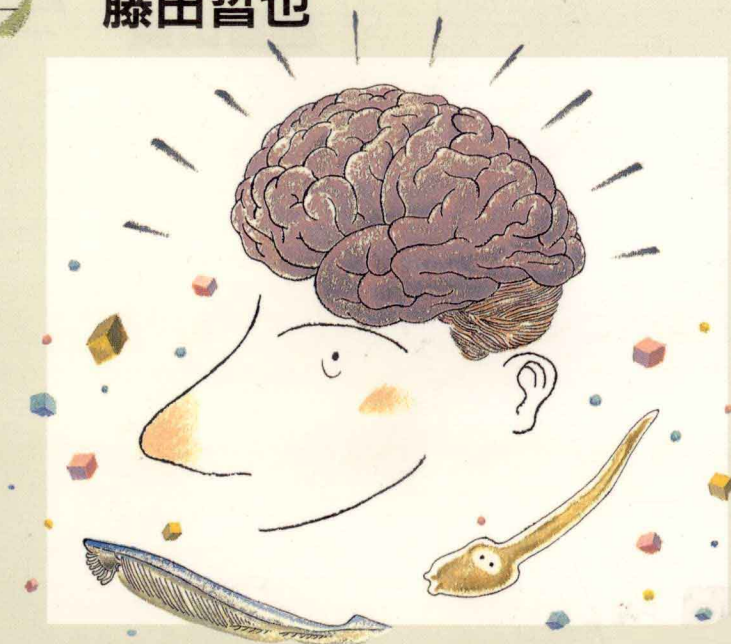


ゲノムから進化を考える 4

心を生んだ 脳の38億年

藤田哲也



岩波書店

ケムから進化を考える 4

心を生んだ 脳の38億年

江苏工业学院图书馆
藤田哲也
藏书章

岩波書店

心を生んだ脳の 38 億年 <ゲノムから進化を考える 4>

1997 年 10 月 22 日 第 1 刷発行

著 者 ふじた せつや
藤田 哲也

発行者 大塚 信一

発行所 株式会社 岩波書店
〒101-02 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5

電 話 案内 03-5210-4000

印刷・三秀舎 カバー・精興社 製本・中永製本

© Setsuya Fujita 1997

ISBN4-00-006629-3

Printed in Japan

Ⓔ日本複写権センター委託出版物> 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。本書からの複写は、日本複写権センター(03-3401-2382)の許諾を得てください。

ゲノムから進化を考える 4

心を生んだ脳の38億年

シリーズ刊行にあたって

生命の研究は今、一つの転換点にある。それは面白くなりつつあるともいえるし、考えるべきことが多いともいえる。遺伝のしくみ、その暗号の解説、さらには免疫や脳神経や動植物の発生現象など「生命のしくみ」の研究がいちじるしく進んでいると共に、この地球上にある三〇〇万種とも五〇〇万種ともいわれる多様な生命を相互に比べる新しい方法が手に入り、その研究も盛んになってきたからだ。

これはヒトを含むあらゆる生きものが、見かけ上はいかに違っていても四〇億年近くまえに誕生した、共通のDNA型の祖先生物に由来した兄弟だというコンセプトに支えられている点で、単に相似器官や相同器官を比べるこれまでの研究とは違っている。DNAの分析によって、多様性の根底にある共通性を手がかりに、進化という時間軸に沿って起こった生命の展開を、現存する生物の相互比較、つまり空間軸に沿って検証しようというわけである。その結果、ヒト、細菌、昆虫、クジラ、植物などという一見どうしようもないほど「違う」生きものを比べてその関係を論ずることができるようになり、形や器官の類似性、そのでき

方と系統などをこれまでと違う装いの下に論ずるに至った。

さらに進んで、生きものはどうしてこのように多様なのか、共通性の上にそれぞれの多様な特徴をどのようにうち立てているのかという問いに迫る道も見え始めた。共通だが多様、多様だが共通。こうして我々が無意識のうちに求めていた他の生命とのつながりを明快に知ることができるようになると同時に、人間のことも以前とは比べものにならないほどよくわかるようになった。脳の進化の問題もこの線上にある。地球上の多様な生きものを考えることと人間の脳を考えることが同じ基盤をもつに至ったのである。

最近では、それぞれの生きものの全遺伝情報を担ったゲノムの解析が着々と進んでおり、そこに記されている進化の歴史の記録を遠からず読みとれるだろうという見通しも出てきた。こうして生命の関係と流れの研究を通して人類は今、新しい命の理解に基づく生命観を構築できる時代にさしかかったのだ。

そうはいっても、我々の思考は、とてつもなく長い時間、広い空間、その変動、それから驚くほど多様な種などを直観的に把握することには馴れていない。ましてや、我々の脳はどこまで発達するのか、生命体の多様性はどうなつてゆくのかという類いの問いにはまだ手が届かない。しかし、多様な生きものの関係を読みとる方法論が生まれた現在、それをたどり、思考の幅の拡大を試みることは大いに意義があるだろう。

この問いを考えるにあたって不可欠なテーマをとりあげ、それらを関連づけて何とか全体像を探る手だてを得たい。そのような願いで、一九九五年に「生命誌」と題した千里ライフサイエンスシンポジウム(千里ライフサイエンス振興財団)を開いた。その時の話し合いがたいへん楽しかったことがこのシリーズを編むことになったきっかけである。

各巻のもつ意味を簡単にまとめておこう。

進化は、ダーウィン以来自然選択の結果として語られてきた。しかし、選択以前のより基本的な事柄として進化の原動力は何かという問いがある。それは何といってもDNA。その解析から、ある時急速な多様化が起こる理由もわかってきた。

もっとも、DNAですべてを直接語ってしまうのは生物の実体に合わない。DNAは必ず形を作り、さてこんな姿はどんなものでしょうかと問いかける。その形も何でもありというわけではない。生命の全体性を失わせる変化は受け入れられない。

このように、既存のものを完全に変えるのではなく連続性を保ちながら変わっていく過程で、ある時、創発的变化とでもよぶべきことが起こる。ある複雑さをもった時に新しい性質を獲得し、新しい階層へと移るのだ。

こうして複雑さを増していく中での創発的变化としてもっとも興味深いのは脳の複雑化と心の誕生である。人間の脳も急に生まれたものでなく生命誕生以来の歴史を踏まえたもので

あり、そのような視点をとって初めて本質が見えてくるはずだ。

全体を見渡してこのようにまとめた場合、何か忘れ物をしたような気持ちになるのはなぜか。それは私たちが人間だからという他ないのだろうが、やはり人間だけは特別に取り出して考えたい。ヒトについて形態とDNAの両面から迫った第五巻を読んだ後で、それまでの四巻で扱った問題を考え直して見ることも重要だ。全体をあれこれ関連づけながら読むと面白い発見があると思う。

シンポジウムをもとに、本シリーズのために新しく書き下ろしてくださいました執筆者の皆様と、私たちの意図をよく理解して、ちよつと冒険でもあるこのようなシリーズに挑戦してくださいました岩波書店の吉田宇一さん早坂和晃さん松永真弓さんにお礼申し上げます。

一九九七年九月

松原謙一

中村桂子

まえがき

ブレーズ・パスカルは『パンセ』四〇節のなかで言っている。「人間は、自分自身にとつて、全宇宙のなかで最も奇妙な存在である。自分自身の肉体が一体なんであるか、さっぱりわからないし、さらに心とは一体なにか、理解することができない。しかし、もっとわからないのは、肉体がどのようにして心と結合しているのかということだ。これは理解困難の極致である。しかも、これこそ聖アウグスティヌスのいうように人間の存在そのもの(*et hoc tamen homo est*)なのだ。」

ここに指摘されているような人間に特有の機能を実現し制御しているのが脳を中心とする肉体の構造であることを疑うひとは今やいないだろう。脳の科学的研究が、人間を理解するという知的興味の中心に座を占めることになるのは当然と考えられる。私が中学生のころ、医学系の大学に進みたいと考えた真の動機は漠然とはしていたが、今から考えると、多分このようなところにあつた。思えば、長い夢だったといえる。

そして、このような試みを、書物にしてみないかというお誘いが二度あつた。一度は、古

いことであるが一九七〇年に、岩波書店の浦部信義さんが、脳の発生をテーマにして脳発生生物学と哲学との学際的な立場から、心がどのように発生してくるのか、自由に書いてみませんか、と何回となく来訪して水をむけてくださった。若かった私が感激しないわけがない。さつそく、ものにすべく、原稿用紙に思いの丈を書き下だすことに熱中した。病気で入院していた間も段ボールにいった原稿用紙と参考資料をベッドの横におき、横臥しながら原稿を書くほど精神的には高揚していた。

しかし、残念なことに、当時の脳科学の状態は、脳の発生学と心という極端にかけ離れたトピックスを一つのまとまった文脈のもとに理解できる状態にはなかった。箱一杯になった原稿は、読み返すたびに、自らの無力とテーマの遠大さを私に思いしらせるだけのものになり果てていった。原稿は見るのも嫌らしい不消化物の塊として、本棚のすみに押し込んで、心残りのまま二〇年以上の歳月がたった。

一九九五年になって、第二回目のお誘いがあった。中村桂子さんと松原謙一さんが千里ライフサイエンス振興財団のシンポジウムで「生命誌」をテーマとして取り上げられ、私にも「脳の進化と心の発生」という題で話をするようにとのお誘いがあったのである。与えていただいたテーマを煮つめていく間に、二五年来もやもやしていた脳の個体発生と心の発生の問題が、進化を仲立ちとすれば極めてすんなりと理解できるように思われてきた。そしてま

とまったのが本書である。受胎以来二七年あるいはそれ以上の歳月が経っている。幸いなことに、その間の脳科学の進歩が心の発生の筋道をかつては夢想もできなかったほどすすきりと論理的に説き明かすことを可能にした。

それでも、この物語を著者の一人合点ではなく、一般性のある読み物にするためには岩波書店の吉田宇一さんと松永真弓さんの介助が必要であつた。私の書きなぐつた原稿を繰り返し注意深くみてくださり、ここに出版される形にまとめる産婆の役割をはたしてくださつた。ここに記して、これら五名の方々に改めて深くお礼を申し上げるしだいである。

一九九七年一〇月

藤田 哲也

目次

シリーズ刊行にあたって

まえがき

プロローグ——心とはなにか

.....

3

自分の心 3

他者の心 4

無生物に心はあるか 6

動物の心 7

意識とはなにか 8

意識のはたらき 10

自己とはなにか 11

1 脳の進化の始まり・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・15

最初の脊椎動物 16

ホヤ幼生の発生 20

ホヤ幼生の脳 21

ホヤ幼生の自発的な行動と神経機能 23

ホヤ幼生の自発的行動と自己 25

2 合目的性の出現と進化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28

脳はランダム・プロセスでつくりあげられるか 29

生きものを構成する基本的有機分子の発生 31

有機分子間の接着 33

選択的親和性による進化のふり 36

生命を実現する分子グループの出現 38

生きものの発生を実現する原理 40

DNAの二次的な出現とその意味 42

3 脳の基本デザイン

細胞はどうして成立したか	43
生きものの進化の原理——合目的性	45
細胞のもつ感覚と運動	46
多細胞生物の出現と神経機能の分化	48
神経管体制の創造	49
マトリックス細胞と神経管	50
ホヤの遺伝子	53
神経系の創出	57
脊索動物の神経系	60
S 字状運動の起源	63
脊椎動物の脳の進化とマトリックス細胞の進化	64
マウトナーニューロンの意味	66
脳に生きる魚時代の遺産	70
基本設計は魚の脳の時代に完成した	73
	59

魚の脳の構造の特徴 74

遊泳から陸上歩行への行動の変化と脳の変化 79

4 脳のサイズからみた脳の進化 81

スネルの精神因子 81

爬虫類の神経・精神構造 88

爬虫類から哺乳類への脳の進化 90

哺乳類の脳の急成長 91

新皮質クローンの創出 92

5 皮質の出現 97

脳の皮質 97

マトリックス細胞の分化決定の進行と皮質の形成 100

細胞系譜の役割 102

マトリックス細胞の増殖・分化と脳の形 104

分化近縁細胞結合の原則 106

マトリックス細胞突起の束	109
皮質と非皮質構造	110
束形成の意味	114
非皮質構造はどうしてつくられるのか	118
皮質と非皮質形成部分の領域特異性の起源	119
6 ヒトの脳への進化	121
初期霊長類の生態の特徴	121
視覚と前肢の感覚・運動の進歩	122
ヒトに向かう脳の進化の出发点	124
アウストラロピテクスにおける脳の進化	126
アウストラロピテクスにおける脳の形態と機能	128
ヒトの脳へ向かう歩み	134
ヒトの脳への進化の遺伝子的メカニズム	136
マトリックス細胞の増殖からみた脳の進化	139
マトリックス細胞サブクローンの分化からみた脳の進化	142

7 人間の英知の発達と心……………158

人類共通の文化の形成 158

「文化」が可能とした「獲得形質の遺伝」 159

自発的合目的行動と、感覚入力 of 総合によるその制御 162

生得的神経回路の充実と記憶の発達 163

霊長類の脳の機能的特徴 165

概念の形成と概念間の操作 166

言語の獲得と主観の客観化 168

自己の認識 170

サブクローン出現のもつ意味 143

さらなるサブクローンの出芽と連合野の発展 145

直立原人における脳の変化 147

直立原人における知能の進化 151

現代人の脳へむけての進化 153

大脳のマトリックス細胞サブクローンの変化 157