

藤田恒夫 著
牛木辰男

カラー版

細胞紳士録

岩波新書

880



藤田恒吉
牛本辰雄
江苏工业学院图书馆
カラー版
藏細胞紳章録

岩波新書

880

藤田恒夫

1929年 東京都生まれ

1959年 東京大学大学院生物系研究科博士課程修了

岡山大学助教授，新潟大学教授，日本歯科大学教授などを経て

現在—新潟大学名誉教授

著書—『腸は考える』（岩波新書）『標準組織学』（医学書院）など

牛木辰男

1957年 新潟県生まれ

1986年 新潟大学大学院医学研究科博士課程修了

岩手医科大学講師，北海道大学助教授を経て

現在—新潟大学大学院医歯学総合研究科教授

著書—『入門組織学』（南江堂）『電子顕微鏡でわかったこと』（講談社ブルーバックス）など

カラー版 細胞紳士録

岩波新書（新赤版）880

2004年3月19日 第1刷発行

著者 ふじ たつね お 藤田恒夫 うし き たつ お 牛木辰男

発行者 山口昭男

発行所 株式会社 岩波書店
〒101-8002 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5

電話 案内 03-5210-4000 販売部 03-5210-4111
新書編集部 03-5210-4054
<http://www.iwanami.co.jp/>

印刷製本・法令印刷 カバー・半七印刷

© Tsuneo Fujita and Tatsuo Ushiki 2004
ISBN 4-00-430880-1 Printed in Japan

目次

細胞紳士錄

はじめに 多様で多才な細胞たち

1

人体ビルの建築士

1 糸を吐く怪鳥 線維芽細胞 8

2 レース編みの名人 脂肪細胞 12

3 水のクツション 軟骨細胞 16

4 壁の中の活動家 骨細胞 20

5 よだれを垂らす巨象 破骨細胞 24

6 宝石づくりの魔術師 エナメル芽細胞 28

7 赤信号はみがさない 象牙芽細胞 32

8 柔軟にスクラムを組む 水晶体の細胞 36

る人垣

9 山頂に待つ悲劇 小腸上皮細胞 40

10 よそ者に寛容な窓 M細胞 44

11 わが身を盾に 表層粘液細胞 48

家内工場フル回転

24	23	22	21	20	19	18	17
劇薬をつくる化学者	美人つくります	男らしさの演出家	ストレスで元気になる	穴の底に住む怪人	ヌルヌルでネバネバ	グルメひとすじ	ひげづらの四角顔
壁細胞	甲状腺の濾胞細胞	ライディツヒ細胞	副腎皮質細胞	パネート細胞	杯細胞	睪腺房細胞	肝細胞
100	96	92	88	84	80	76	72

領地を仕切

16	15	14	13	12
リズムはシンクロスイミング	ヤングにつぶされる	フリルに飾られた	しなやかに抱きつく	バブルは崩れない
線毛細胞	ケラチノサイト	尿管細胞	タコ足細胞	肺胞上皮細胞
68	64	60	56	52

運河の街の 生活者

35	34	33	32	31
ひらひらのドレス	むこうの川も縄ばりだ	石も煉瓦も生きている	パスタづくりの巨匠	非核宣言
肝臓の伊東細胞	周皮細胞	内皮細胞	巨核球	赤血球
144	140	136	132	128

選びぬかれた 防衛隊

30	29	28	27	26	25
はじける地雷	すり抜け自在の自爆兵	警備会社の多彩な社員	忍者のように神出鬼没	最前線のパトロール	粗大ごみが大好き
肥満細胞	果粒球	リンパ球	樹状細胞	ランゲルハンス細胞	マクロファージ
124	120	116	112		104
					108

情報社会の 管理職

46	45	44	43	42	41
火事場の馬鹿力	老舗の貫禄	ゲキ辛はご免	ひもと密愛関係	陰の実力者	千手観音ならぬ
副腎髓質細胞	神経分泌細胞	脊髄神経節細胞	シユワン細胞	脳のグリア細胞	脳のニューロン
188	184	180	176	172	168

運動の エリート

40	39	38	37	36
時間差でつく	ストレッチで利尿	スポーツ万能	ボールのかげの力もち	背中にタコ壺
刺激伝導系の筋細胞	心房筋細胞	骨格筋細胞	メサングウム細胞	平滑筋細胞
164	160	156	152	148

能力は管理職なみ

子づくり の担当

57	侍女に囲まれた 卵細胞	232
56	大いなる変身 精細胞	228
55	巣立ちまでスキンシップ セルトリ細胞	224
54	そよ風も感じる メルケル細胞	220
53	サインはV 内耳の有毛細胞	216
52	コインを積みあげた 視細胞	212
51	生きがいをよぶ 嗅細胞	208
50	未来がたのしみ 味蕾の味細胞	204
49	創業以来五億年 腸のセンサー細胞	200
48	ナーバスな味見番 腭島B細胞	196
47	領地は広大 下垂体前葉細胞	192

あとがき

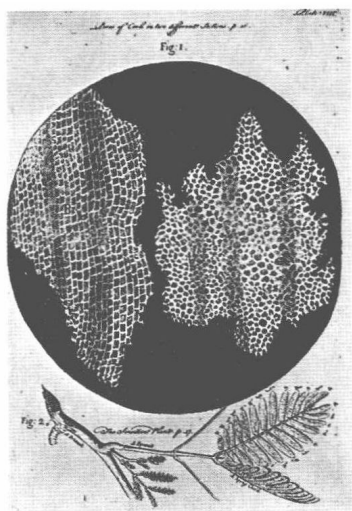
236

用語索引
人名索引

はじめに 多様で多才な細胞たち

生物のからだは細胞でできている。もちろんその数はおのこの生物で異なり、ゾウリムシやアメーバならば一個が一つの個体をなすが、多くの生物は細胞の集団である。たとえば私たち人間のからだには数十兆の細胞がかぞえられる。

このからだの各部分を調べてみると、同じタイプの細胞が単純に並んでいるのではないことがわかる。目も皮膚も髪もみんな細胞でできていることを考えるだけで、細胞というものの多様性が想像できるだろう。つまりからだの中には、じつに多様な、そしてじつは多才な細胞の面々が生息し、それぞれが個性を出しあいながら協調して、人体という雇い主のためにはたっているのだ。からだの中の柱や壁をつくる細胞、物質を吸収するのが専門の細胞、分泌物をつくる工場のような細胞、排泄が仕事の細胞、貯蔵庫のような細胞、外敵からからだを守る戦士のような細胞、運動能力の高い細胞、刺激を受けて伝える細胞など……。まるで人体の中にもう一つの人間社会があるようにもみえる。



ロバート・フックの『ミクログラフィア』にみられるコルクの光顕像

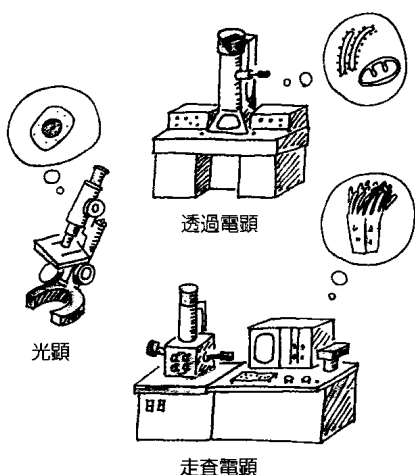
細胞の発見

「細胞」という言葉は、英語の「セル cell」の訳語である。この言葉は一六六五年にイギリスで出版された書物、『ミクログラフィア』（微小世界の図説）の中にはじめて使われた。著者のロバート・フック（一六三五—一七〇三）は、物理学の弾性の法則、つまり「フックの法則」で知られるイギリスの科学者である。この本は、当時まだ目新しかった顕微鏡で、ノミやシラミに始まり身近なものを観察し描いたものであるが、「コルクの形態もしくは組織構造について」という章に「セル」という言葉がみつかる。そこにはコルクをスライスにして顕微鏡でみた絵が描かれている一方で、コルクが無数の小さな空室からなっていると記されている^①。フックはこの空室について、小部屋という意味で「セル」という言葉を用いたのである。

フックが観察したコルクの小部屋は、今日の植物学からすると木栓細胞とよばれるものである。しかし肝心の細胞はすでに死んでおり、その周囲のセルロース（細胞壁）だけが抜け殻のように残っている。その点で、フックが「細胞の発見者」とよばれるのは、必ずしも適切でない。フックが命名した「細胞」という抜け殻が、内容のつまった実体となり、その重要性が正しく指摘されるようになるまでには、案外長い時間がかかった。そもそも最初は顕微鏡で見たものが事実なのかと疑うものもいたし、逆に顕微鏡で観察していても、固定観念にとらわれて奇妙な観察におちいるものもいた。したがって、「生体は細胞と、細胞がつくりだした物質によって成立する」という現代にも通用する考え方、「細胞学説」が提唱されたのは、細胞という言葉ができてから三〇〇年近くたった後のことで、ドイツの植物学者シュライデン（一八三八）と、解剖生理学者シュワン（一八三九）の論文の影響が大きい。その後の光学顕微鏡（この本では光顕と略記）の研究により「細胞学」は急速に成長し、細胞こそが独立した生命現象を営む最小の単位であることがはつきりとしてくる。

細胞を観察する方法

生きている細胞は無色透明で、傷みも早いので観察がむずかしい。そこで、光顕でくわしい



②細胞の研究に使われる顕微鏡

細胞の構造を知るためには、「固定」と「染色」がおこなわれるのが一般的である。

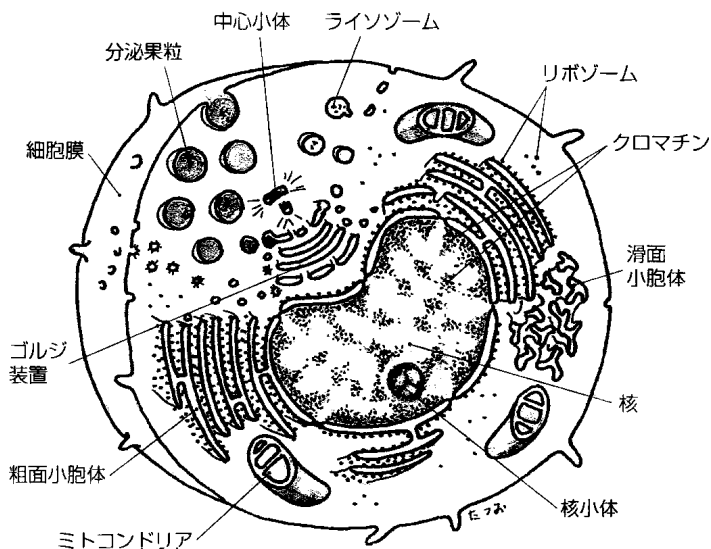
まず動物や人体の組織の小塊を、蛋白質を凝固させる薬品（フォルマリンやピクリン酸など）の溶液に浸して「固定」する。生卵を熱によってゆで卵にするように組織は硬くなり、細胞は生きていたときに近い形に保たれる。

このように固定された組織を厚さ数ミクロン（二〇〇〇分の数ミリ）に切り、この「切片」を色素で染めたものが光顕の標本である。二〇世紀初頭から多くの染色法が考案されたが、今日も広く使われているのがヘマトキシリン・エオジン染色（本書ではH Eと略記）である。ちなみにヘマトキシリンはメキシコに産する豆科植物の幹から得られる青紫の色素、エオジンは赤い合成アニリン色素である。この二つの色素で組織を二重染色することで、細胞の核がヘマトキシリンで青紫色に、細胞質や細胞外の線維がエオジンで濃淡さまざまな赤に染まる。

さて、光顕の倍率は一〇〇〇倍がいいところである。より微小な構造をみるために、光線より波長の短い電子線を用いた電子顕微鏡(電顕)②が発明され、数十万倍の拡大率が可能になった。まず一九四〇年代に、切片に電子線を透かして観察する透過型電子顕微鏡(透過電顕)が実用化され、細胞の内部の超微細な構造がみえるようになった。ついで一九六〇年代に、まるごとの標本を電子で走査して観察する走査型電子顕微鏡(走査電顕)により、細胞の立体的な姿が、いわばアバタまでみえるようになった。さらに、細胞をとりかこむ粘液状や線維性の物質を、酵素やアルカリで溶かし去ったのちに走査電顕を使えば、着物(結合組織)をまとった細胞の紳士淑女を、まる裸にして観察することもできる。この本にはそのような写真をたくさん収めた。ちなみに、電顕写真はすべて色のない白黒の世界であるが、本書では細胞や小器官の区別がしやすいように、多くの写真に色をつけてある。

細胞に共通する構造

このようにいろいろな顕微鏡技法で明らかになった細胞の基本構造を簡単に説明しよう③。細胞は、細胞膜という薄いあぶら(リン脂質)の膜で包まれた水袋のようなものである。植物の場合は、その周囲にセルロースでできた細胞壁という硬い殻がついており、じつはフックはそ



⑥電顕で明らかになった細胞の基本構造

の殻をみていたことになる。

細胞膜の中につまった液体は原形質とよばれる。普通の細胞では、その中にさらに膜で包まれたまろい核がある。核の中の原形質を「核質」、外のそれを「細胞質」とよぶ。

核はDNAの格納庫である。顕微鏡で見ると、核の中には核小体とクロマチン（染色質）が区別できる。クロマチンはDNAが特定の蛋白質（ヒストンなど）と結びついてできたひもの集まりで、DNAの転写はこのひもの一部をほどきながら進められる。一方、核小体はリボ核酸（RNA）をつくる場所である。ここで合成されたRNAが核膜の小さな孔を通つ

て細胞質へ運ばれ、リボゾームという装置をつくる。

細胞質にはさまざまな小さな装置、いわばマイクロマシンが搭載されている。これらをまとめて細胞小器官とよぶ。すでに述べたりボゾームも細胞小器官の一つで、DNAの遺伝情報を転写したメッセンジャーRNAのコード情報を翻訳して蛋白質をつくりだす。いわば「蛋白質合成装置」である。細胞小器官にはこのほかに、ゴルジ装置、小胞体、ミトコンドリア、中心小体、ライソゾームなどが存在する。これらの構造は、細胞が生きていくために、あるいは多才な能力を発揮するために、なくてはならない構造である。また細胞内には微細管やアクチンフィラメント、ミオシンフィラメントといった線維性成分があり、細胞の骨格づくりに役立つとともに、物質の輸送や細胞の伸長、運動などにも利用されている。

こうした構造の発達の度合いや配列の違いが、ひらたくいえば、細胞たちの「顔つき」であり、それが彼らのはたらき(機能)を反映しているのである。ところが現代の細胞生物学の研究では、とかくこうした細胞の個性が無視され、どの細胞ものつぺらぼうの規格品としての扱いを受けがちである。そこでこの本では、生体という「社会」の中で活動する細胞の紳士淑女諸君から代表的な顔ぶれを集めて、その「素性」「容姿」「能力」などをご紹介したいと思う。

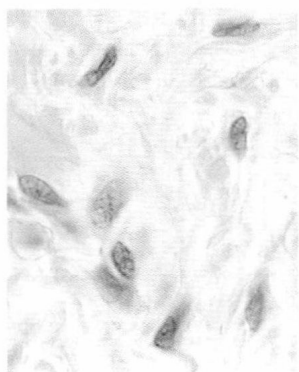


1 糸を吐く怪鳥

線維芽細胞

人体という建築物は、力学的にずいぶん強固なものである。両腕を思いきり引っぱられても、(脱臼はともかく)腕が胴から取れた、手が腕からちぎれたなど、聞いたことがない。これは「引っぱる力」にめっぽう強い線維が、骨と軟骨、それをつなぐ靱帯や関節包をつくっているからである。

この怪力の持ち主が「膠原線維」①。コラゲンという蛋白質からできているので「コラゲン線維」ともよばれ、この本では主にこちらを使うことにする。皮膚の硬い層(真皮)もコラゲン線維の集合で、動物の真皮からつくられた財布やベルトをみれば、その



②線維芽細胞とコラゲン線維。
ヒト皮下組織。HE。×750



①コラゲン線維の走査電顕写真。
ヒト皮下組織。×970