

# 生命的守望

赖立辉 等著

世界流行病——肥胖

挑战人类寿限

从克隆羊到对人类无性繁殖的关注

找回失去的记忆

守望冗长的生物牌局

SEIZE THE FUTURE OF LIFE SCIENCE  
21 世纪生命科学前沿话题

复旦大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

生命的守望: 21 世纪生命科学前沿话题/赖立辉等著.

上海: 复旦大学出版社, 1999.5

ISBN 7-309-02261-0

I. 生… II. 赖… III. 生命-科学-研究-文集 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 13381 号

---

**出版发行** 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65102941 (发行部) 86-21-65642892 (编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

**经销** 新华书店上海发行所

**印刷** 复旦大学印刷厂

**开本** 850×1168 1/32

**印张** 7.5

**字数** 213 千

**版次** 1999 年 5 月第一版 1999 年 5 月第一次印刷

**印数** 1—4 000

**定价** 10.50 元

---

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

# 序

上个世纪之交的物理学革命不仅引发了基础科学系列的重大理论突破,也对 20 世纪人类的思维和生活产生了重大影响。伴随着又一个世纪之交的铿锵脚步声,人们惊喜地发现,古老的生命科学在广泛的学科交叉、融合中生机焕发,奇迹迭现,成为自然科学领域中一颗璀璨的明珠。特别是近半个世纪以来,人们对复杂生命现象一些基本原理的认识和研究技术的发展,彻底改变了对生命科学研究的策略。不过,在今天,谁都难以预料生命科学未来快速发展的程度。

《生命的视窗》和《生命的守望》两本书是介绍生命科学领域基础知识和最新成就的科普读物,其作者主要是复旦大学生命科学院的博士后人员。他们长期在高校第一线从事教学、科研工作,掌握和积累了大量资料。在此基础上,作者以生动活泼的语言将深奥抽象的科学知识浅显易懂地表达出来,这是一项“吃草挤奶”的艰苦工作,也是科学本身发展的需要。

培根有句名言:“知识就是力量”,不过他还说:“知识的力量,不仅仅存在于知识的本身,也取决于知识传播的深度和广度”。可以说科学知识的普及是一件利国利民的工作。尤其在当前科教兴国的大环境下,我们乐于向广大读者推荐这两本科普读物,并真切地希望读者在获取一定知识的同时,多一份对科学的热爱和对生命本质的认识。我们有幸为这几位博士后人员的两本科普读物作序,感到既光荣又高兴。希望他们能在为科学知识的传播作贡献

的同时也在自身的科研工作和教书育人的岗位上作出更大的成绩。

薛京伦 邱信芳

1998年12月于上海

复旦大学遗传学研究所

# 前 言

据考证,地球的年龄有 46 亿年,生命的出现已有 20 亿年历史,而人类的诞生却仅仅 100 万年左右。让人颇费思量的是,在离地球 40 万亿公里的空间内(乘坐 30 公里每秒的飞船约需 4 万年时间),地球是唯一携载生命的一叶孤舟。

生命选择地球作为自己的家园是因为地球的友善、好客还是造物主的旨意、偏爱?生命缘何在地球上得以孕育、繁衍、进化?千奇万象的生命形式是通过什么途径与生存环境的物质进行交换转化而来?一个小小的受精卵细胞是怎样发育成由许多不同类型细胞构成的多细胞生物?多种类型的细胞又是如何结合起来形成组织器官并谱写出一曲曲美妙、和谐的生命交响乐?我们如何感知、认识世界?我们怎样宣泄个人情感?……数不清的生命之谜在人类认知园地里一直都是最富魅力的领域。

从古至今,人类对生命现象的探索始终孜孜不倦。这不仅出于好奇的天性,也受改善自身生存环境欲望的驱使。在科学未成为时尚的漫长岁月里,人们出于对绚丽多彩的自然世界的无知,编织出了许许多多关于“鬼”和“神”的感人故事。由于近两个世纪对生命的多样性、生命与非生命差别等问题进行了广泛而深入的研究,人们才恍然大悟生命现象只有运用无生命的物质世界的法则方能加以理解。特别是本世纪 40 年代以来,生命问题的探求者们吸收了数学、物理学和化学等自然科学的研究手段和成果,使关于生命的研究发展成一门精确的、定量的、深入至分子层次的科学。

人们越来越清晰地认识到,尽管生命形式的外观、活动无一类同,它们均是由蛋白质、核酸、脂质等生物大分子组成的物质系统。生命现象就是这一复杂系统中物质、能量和信息综合运动与传递的表现。地球上的芸芸众生——从微小的病毒到高等的人类竟毫无例外地高度一致。从分子水平对生命活动的规律予以表述,使我们在半个多世纪的时间里对生命现象的一些重大问题——生命的起源、进化、生长发育和遗传变异等有了突飞猛进的认识。不仅如此,生命科学与数学、物理学、化学以及工程技术科学的相互渗透使古老的生物技术青青焕发、风头独树,成为影响当代人类生活的四大科学技术之一(并被列于微电子技术、新能源技术和新材料技术之首),被公认为是21世纪科学技术的核心。不断出现的生命分子机制的新概念和高度自动化技术的结合将使人们在21世纪初完成人类基因组30亿个碱基对序列的全部测定,并在以后的一个世纪左右编写出一部关于人类遗传信息的百科全书,使我们有可能从根本上掌握人体生命活动的遗传信息,为防治与遗传有关的疾病奠定基础。对人脑信息的接受、加工和储存等问题的认识可望导致计算机、人工智能等高技术领域的革命性变化;绿色植物光合作用机制的阐明将为人类提供高效利用太阳能的新途径;基因工程技术与其他生物技术的结合,尤其是本世纪90年代以来发展起来的转基因动物技术、转基因植物技术、动物克隆技术以及基因诊断和治疗技术,正在酝酿一场新的产业革命。人类所面临的日益严峻的人口、粮食、健康、环保等重大问题都可望从现代生物技术的发展中谋求解决的新途径。

人类的前景似乎是那么的光明、美好、乐观。作为生物圈的后来者,自从学会以火烹食,从采集食物到畜牧业的过渡,营养便大为改观,神经系统也得到了高度发展。凭借大自然恩赐的智慧,人类不仅很快战胜了自然天敌的威胁,并在进化史上的“一瞬间”营造出高度文明的现代化社会,实现了飞向遥远星空,主宰世间万物

的使命与梦想。具有讽刺意味的是,人们由此与“上帝”逐渐疏远了,不再信天信地而相信自己才是真正的“上帝”。自认为可以控制一切,战胜一切——制天、制地、消灭疾病、知晓未来。然而,严酷的现实予人类以警示——日益恶化的生存环境、连年加剧的自然灾害使人们尝到了破坏自然格局的苦果;悄然而至的小小生物——艾滋病毒使地球上的每一个公民都谈虎色变,心惊胆战。惊骇之余,人类不得不重新审视自己在自然界中扮演的角色,摒弃沙文主义的自尊。作为生物圈庞大家族中的一员,人类就必须遵从“要想自己过得好就得让别人也过得好”的游戏规则。疾病作为生命存在的正常形式,衰老作为生长发育的一个必然阶段,人类又焉能独自有悖于自然的法则?

至此,我们还有必要回过头去考察一下人类在短短的几十年间对一些重大生命科学问题的探索获得空前成功的原因。除却前述生物学家与数学家、物理学家和化学家通力合作等因素外,在认识路线上则是基于把生物复杂行为精简为生物赖以存在的简单分子行为——即在以简驭繁的前提下把高度复杂的生命活动简约为像钟表之类由各种零件组成的简单机械。科学家将组成生命的“零件”——生物分子一个个拆下,又一个个装上,“调试”其功能。这种办法在不少情况下确实很灵验,不失为人类认知客观世界的一条重要途径。若我们调整一下视野,就会发现一个有趣的现象:生物学家每把所研究对象的尺寸缩小一步,就意味着向还原论的机械化行为方向迈进了一步;而20世纪的物理学则正好相反,研究对象尺码越小合意就越深刻。这说明物质的宏观世界和微观世界与人类的智慧之间似乎存在一种奇异的和谐,这可能是科学家能竭尽其能的重要原因之一。另一方面,这种有趣的现象也提示当代的生物学家应改进以往零敲碎打的做法,去建立对生命现象整体认识的框架,迎接21世纪生命科学整体观的伟大时代。

上述乃本书作者将逐一加以讨论的内容。针对生命科学研究

领域日新月异的特点,我们首先提炼出近百个重要而有趣的问题作深入浅出的介绍,这就是基础卷《生命的视窗》的由来;在此基础上,又对世人关注的当今生命科学领域的一些重大问题和最新研究成果进行综合性阐述、诠释,产生出综合卷《生命的守望》。这两本姊妹书侧重生命科学研究领域前沿知识的介绍,又不失其趣味性、启发性,这也是这两本书编著的基本格调,有机会参阅本书的读者若能因此增进对生命科学知识的了解和对生命科学研究的热爱乃是本书作者的莫大欣慰。

本书主要作者系复旦大学生命科学院博士后研究人员。漫长的求学生涯使我们深切体会到科学不仅是孤独、静思之事,亦为诚笃、劳作之事。兴趣和好奇,则如良师益友常促使我们不倦地探索生命的未知世界。对我们来说,写作这两本书无疑是一个温故而知新的学习过程。面对生命科学研究领域的“知识大爆炸”,我们深有“学而后知不足”的感触。

爱因斯坦曾说,提出一个问题往往比解决一个问题更为重要。提出新的问题和新的可能性,从新的角度去看旧的问题,都需要创造性的想像力,它标志着科学的真正进步。本书写作中我们努力贯穿这一思想,希望读者能从中得到一些启迪。虽然我们对一些问题的认识和看法还是那么不全面、那么肤浅,但我们愿将一些观点与读者共同讨论。

生命因地球而得以存在、发展,地球因生命而充满情趣、活力。我们赞美地球的慈爱博大,颂扬生命的坚忍不拔。

# 目 录

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 前 言 .....           | 1   |
| 第一篇 生命微观世界的探索 ..... | 1   |
| 引言 .....            | 3   |
| 1. 生命之膜 .....       | 7   |
| 2. 细胞社会信息化网络 .....  | 15  |
| 3. 寻找基因的主题 .....    | 22  |
| 4. 细胞周期的分子开关 .....  | 36  |
| 5. 受精卵发育的蓝图 .....   | 43  |
| 6. 挑战人类寿限 .....     | 50  |
| 7. 关注“克隆” .....     | 56  |
| 8. 上帝权能的分享 .....    | 63  |
| 第二篇 人脑对人脑的较量 .....  | 73  |
| 引言 .....            | 75  |
| 9. 可塑的头脑 .....      | 81  |
| 10. 捕获记忆痕迹 .....    | 89  |
| 11. 睡眠的旋律 .....     | 97  |
| 12. 沉默的脑胶质 .....    | 104 |
| 13. 拓展人脑 .....      | 112 |
| 14. 无解之谜 .....      | 117 |

|            |                     |     |
|------------|---------------------|-----|
| <b>第三篇</b> | <b>现代医学的企望与苦恼</b>   | 123 |
|            | 引言                  | 125 |
|            | 15. 世界流行病——肥胖       | 130 |
|            | 16. 固执的癌细胞          | 139 |
|            | 17. 人类的头号杀手——心脑血管疾病 | 145 |
|            | 18. 坠入迷幻的麻烦         | 153 |
|            | 19. 挣扎中的人体免疫系统      | 160 |
|            | 20. 最小生物对人类的最大挑战    | 168 |
|            | 21. 猪心换人心的伟大梦想      | 175 |
|            | 22. 全新的医学尝试——基因治疗   | 184 |
| <b>第四篇</b> | <b>冗长生物牌局的沉思</b>    | 193 |
|            | 引言                  | 195 |
|            | 23. 生命踪迹的追寻         | 197 |
|            | 24. 达尔文的困惑          | 204 |
|            | 25. 人类早期履历的疑团       | 209 |
|            | 26. 地球的沉吟           | 214 |
|            | 27. 生命的呼唤           | 223 |
| <b>后 记</b> |                     | 228 |

在大工业时代,人类将会进入目前尚无  
人居住的空间……然而,人类在未来时代还  
将进入并掌握另一层面上的空间——极小、  
分子和无穷小。

——Michael G. Zey

# 第一篇

## 生命微观世界的探索



# 引 言

大自然总是将自己的秘密隐藏至深,除非人们有办法去揭示它。

古希腊最伟大的生物学家和哲学家亚里士多德对生物界的分类研究被视为人类对自然界系统认识的开端,他所采用的研究方法是最原始的肉眼观察。后来的著名科学家盖伦和哈维等亦在肉眼观察水平对生物学、医学的发展作出了巨大贡献。然而尽管人类的肉眼观察能看见十分之一毫米的物质,许多生命活动都是以极微小的方式进行,若我们不能满足自己“眼见为实”的长期习惯,即使再仔细的观察和再清晰的推理都于事无补。关于这点,生活在 20 世纪之末的人们深有同感。

17 世纪的伽利略(1609 年)根据望远镜倒视有放大物体的效应,制成了一台复合显微镜,并惊奇地观察到了昆虫的复眼。1665 年,英国物理学家列文·胡克用自制的原始显微镜看到了软木塞里的蜂窝状小室(他将其称为 cellula,拉丁文,空房、小室之意)。19 世纪 30 年代,第一台改良的显微镜问世,使人们终于认识到了列文·胡克所观察到的 cellula 就是细胞——构成动、植物的基本结构和功能单位,它们有着共同的特征和共同的起源。由此而展现的生物复杂性与伽利略所揭示的有序而壮丽的天文世界同样激动人心,一场难以预料的关于生命微观世界的研究便开始了。

19 世纪末,随着物理学研究的飞速进展,人们发现了电,几十

年后又发明了电子显微镜。从物理学角度来讲,可见光的波长大约有生物细胞直径的十分之一,因此细胞内许多微小、重要的细节用光学显微镜是无法看到的。而电子波长比可见光短,电光“照射”下,非常细小的物质都可看见。当 20 世纪的科学家在电子显微镜下看到细胞里更为超微的结构时,其惊讶的程度不亚于几百年前人们在原始光学显微镜下看到昆虫细微结构时所表现的神态。

通过电子显微镜,人们对生命现象的观察和描述不仅深入至细胞超微世界,也看到了枝原体和病毒等不具备细胞形态的生命形式。我们居住的地球上现存生物约有 200 万~450 万种(已灭绝的种类更多,达 1 500 万种),从北极到南极、从高山到深海、从冰雪覆盖的地带到高温的矿泉中,都有生命的存在。这些生物形态各异,生活方式变化多端,那么,生命形式在微观世界里又是如何运动的呢?组成细胞和非细胞生命形式超微结构的“元件”又是什么呢?人们的眼睛可以借助物质世界的法则来延伸自己的视野,是否也能对生命现象更为微观世界的法则有所了解呢?

仅凭感觉,人们能轻而易举地将有生命的东西和无生命的东西区分开来,因而我们中的大多数人都会自然而然地联想到生命体是由特殊物质组成。1828 年德国化学家维勒在试管内成功地将一种无机物——氰酸铵转化为有机物——尿素,后者是许多哺乳类动物尿液中排出的废物。接着,无机化学家贾斯特斯·万·雷比格等开始了生物体的化学研究,他们成功的实验产生了生物体新陈代谢的观点——即生物体通过化学过程实现体内物质和能量的转化。让人感到惊奇的是,人们还发现组成生物体的有机大分子蛋白质的元件分子氨基酸不过 20 种左右,核酸的元件分子核苷酸种类也不过 8 种,另两类生物大分子类脂和多糖亦是由有限的元件分子所组成;而这些生物分子中所发现的原子类型几乎相同——都是由碳、氢、氧、氮、磷和硫组成(其他元素如氯、钠、钙、钾、镁和铁等在生物系统中则以离子形式出现);不同生物体在代谢过程中均以 ATP(三磷酸腺苷)的形式传递能量,甚至有机物质在生物体内的基本代谢途径及各具体环节所需的生物化学反应催

化剂——酶也基本相同。由此看来,生物不仅具有多样性,也具有分子水平上的高度统一性。不过,生物体内所进行的分子间化学反应过程目前人们还没有“一睹为快”的眼福,现在的科学家还只能通过各种让人信服的办法间接地去了解比电子显微镜下更为微观的生命分子运动规律。

对复杂生命现象认识的实验技术的发展是在 20 世纪开始突飞猛进的。蛋白质结晶 X 射线衍射分析技术、层析技术、超离心技术、分光光度技术、电泳技术、同位素示踪技术、核磁共振技术、隧道扫描电镜技术、激光技术、原子吸收波谱分析技术、计算机技术等相继用于生命体的研究;细胞培养、融合技术,单克隆抗体技术、酶和细胞固定化及连续发酵技术、蛋白质合成测序技术、基因克隆、扩增、合成、测序技术等不断发展,使生命科学研究中对条件的控制更为严格、有效,观察测量更为精密、可靠。以基因工程技术为核心的现代生物技术已成为当代新技术革命的前沿阵地。

20 世纪对蛋白质、核酸等生物大分子结构和功能的研究所取得的成绩堪为最激动人心,也是最深入人心的事。50 年代初沃森博士和克里克博士对 DNA 双螺旋结构的揭示标志着分子生物学的兴起。1958 年坎佐博士借助 X 射线结晶技术发现肌浆蛋白(哺乳动物肌肉组织中的一种蛋白质)盘曲如肠一样的空间结构更是激发起科学家对生命分子内部结构的浓厚兴趣。时值世纪之末,分子生物学的发展使施旺的细胞学说、孟德尔的遗传粒子、达尔文的进化论都得到了发扬光大。现在人们借助计算机和其他一些仪器的问世(如不断改良的 DNA 快速分析方法正加速人类 30 亿个碱基测序工作,核磁共振技术使生物分子在溶解状态下能对其结构进行分析)使生物大分子结构和功能研究比以前容易多了。短短的一个世纪,人们对复杂生命体系一些基本特性有了前所未有的了解,如在常温常压下生物体可合成多种有机物,能以远远超出最先进机器的生产效率,利用环境中的物质和能量制造自身所需的物质而不排放污染环境的有害物质,能以极高的效率储存、传递信息,具有令人叹服的自我调节机制和自我复制能力,并以不可逆方式进行个体发育和物种的演化等。科学家对生命微观世界的认

识已使人类有能力在未来的生物学、医学、计算机科学等领域取得新的突破——微芯片技术和人工神经网络研究的突破可望导致第六代电子计算机(人工智能计算机)的问世,纳米工艺(一种分子技术)可使原子被隔离、定位,以组装新的特殊分子等等。

对于生命微观世界认识的进步显然会对人类未来生活产生巨大影响。不过对生命微观世界的认识还能继续深入下去吗?正如数学上一些分数的余数永远不能被除尽,难道人类对微观世界生命现象的认识亦存在这样一条鸿沟吗?从认识论的角度来看,这仅是认知客观世界的一条途径而已。纵观生物学发展的历史,人类对生命现象的认识分为三个层次:第一层次是对生命现象终极关怀的认识,如博物学和达尔文的进化论经历了特创论→朴素进化论(布来、拉马克)→精致进化论几个阶段;第二层次是实证法,即探讨一些生命现象的具体机制,经历了分类学→胚胎学→遗传学的演替;第三层次则是研究问题的方法学,它刻记着生物学发展的时代特征,经历了形态解剖学→细胞学→分子生物学的变更。现在,这三种层次均趋向于在分子水平建立对生命现象的整体认识。我们地球上的生物圈——从类病毒、病毒到植物、动物和人类都生活在一个有序而相互作用的时空范围内,新的生命科学整体观不仅需要新理论的指导,新方法的问世,亦需要我们对现有认识论的认真反省。然而,理论生物学虽历经沧海却仍难为水,科学家们将对此做些什么呢?

# 1

## 生命之膜

地球在生命诞生的早期就开始构造一张巨大而神奇的膜,它不仅能从太阳能粒子流中摄取、储存能量并均衡地加以释放,还能制造氧气供千万种会呼吸的生命的滋生繁衍。半个多世纪以来,人们逐渐认识到构成细胞的膜性结构——类脂双分子层与蛋白质 $\alpha$ -螺旋、DNA双螺旋乃生命体系的三大基本结构,是生命活动中物质流、能量流、信息流三大物质体系运输、转换、传递的基础。有关该方面的研究进展将有力地促进我们对生命奥秘的认识,也将为人类提供高效利用太阳能的新途径。

地球上生命形式的一个重要特征就是能高效地利用太阳能。当地球尚处于由水中无机成分合成肽与核苷酸的前生物期时,原始大气中只有丝丝缕缕几乎觉察不到的氧气(从理论上讲,水蒸气在紫外线作用下亦会发生光解而产生少量的氧气)。光合细胞的出现,地球的呼吸机制才开始形成。当氧的浓度达到现在水平1%左右的时候(大约6亿年前古生代前期),就遮挡住了相当的紫外线,使生命能迁徙到河、湖、海洋的表层。当氧浓度达到现在水平(约4亿年前),逐渐形成的强大臭氧层,减弱了紫外线的辐射,