



新观点新学说学术沙龙文集②

中国科学技术协会学会学术部 编

生命科学的
思考与畅想

香港科学技术出版公司



新观点新学说学术沙龙文集②

中国科学技术协会学术部 编

生命科学的
思考与畅想

G301

Z572.1

G301
Z572.1

图书在版编目(CIP)数据

生命科学的思考与畅想 / 中国科学技术协会学术部编. —香港: 香港科学技术出版公司, 亚南福德国际有限公司, 2007.4(新观点新学说学术沙龙文集②)

ISBN 988-97014-7-2

I.科... II.中... III.科学学 - 文集

香港科学技术出版公司

亚南福德国际有限公司

香港晶明印刷有限公司

开本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张: 15.375 字数: 100 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1-5000 册 定价: 36.00 元

前言

自“DNA 双螺旋结构”和“中心法则”被揭示以来,生命科学的发展突飞猛进,“生命”变得不再那么神秘,人类解释、影响或改造生命的能力空前增强。但是,正如哲学家所说的那样,事物的发展总是波浪式前进、螺旋式上升的。自“基因组计划”实施以来,现实结果和预想间的落差使人类开始感悟到过去的估计可能有些过于盲目乐观。冷静地看待当今的生命科学,依然还在演绎着“盲人摸象”、“坐井观天”的故事。

科学探索,需要新思想的指引。1944 年,E.薛定谔的《生命是什么?——活细胞的物理学观》,不仅为当时的生命科学研究指明了新的发展方向,还吸引了许多非生命科学领域学者的加盟,开创了半个多世纪以来生命科学的辉煌。许多学者预言 21 世纪是生命科学世纪。这使得近年来各大学的生命科学专业成了最火爆的热门。在未来生命科学的发展上,我们不必担心会发生人才的匮乏,但必须关注思想的贫困。人类受到的最大限制是思想的局限。当前的生命科学,急需思想上的突破。

生命科学是中国人最有可能取得重大突破的领域之一。为活跃我国生命科学研究的气氛,我们以探索“生命的本质”为主题,围绕着“半个多世纪来生命科学突破带来的启示”、“如何认识当今的生命科学”、“后基因组时代生命科学中的困惑”、“未来生命科学的

发展方向”等热点问题举办了第二期“中国科协新观点新学说沙龙”。但实际过程中,大家的发言远远超出了我们设计的内容。此书是根据各位专家、学者的发言内容整理而成的,希望能对各位读者产生激发、启迪作用,形成“一石激起千层浪”的效果。

王海波 安锡培

2006年11月

目 录

第一部分 思考篇

什么是生命? 生命是什么?	卢大儒(3)
半个多世纪以来生命科学突破给我们的启示	周钢桥(15)
基因长度可能影响着生命的复杂性	陈立奇(24)
关于生命科学基础研究的思考	王钦南(28)
后基因组时代的生命科学及现代农业质疑	刁现民(42)
人类自己面对的危机与挑战	周荣家(48)
基于育种工作的遗传学突破与疑惑	何觉民(56)
生命科学面临的最大的挑战是“令人大失所望”	李世访(59)
生命科学的思考及系统生物学概念的讨论	李有志(63)
分子标记离实质性的动物遗传改良应用还为时尚早	刘文忠(70)
有关婚前检查等问题的思考	王树玉(81)
如何认识当今的生命科学?	王海波(89)
基因研究——打开的“潘多拉盒”	卢大儒(96)

第二部分 畅想篇

从一个“生命科学狂想”谈起	刘一农(119)
---------------------	----------

两个与人类关系最密切的问题	孙勇如(127)
生命因进化而更美丽	陈德富(135)
突破我国医学生物学发展的瓶颈	袁慧军(150)
农业科学新课题——生物多样性的保护与利用	李成云(156)
用好“双刃剑”的积极一面	许继宏(164)
希望生命科学能解决我的三个问题	高永建(170)
人类基因组研究与遗传性疾病防治	周久模(172)
应该关注大的环境变化对生命的影响	谢小冬(178)
生命科学应为提高农业效益和解决能源问题服务	何觉民(186)
后基因组时代——健康产业的机遇与挑战	顾成才(194)
未来生命科学发展应关注的方向	王海波(200)
“三维遗传信息”假说——生物大分子的结构与功能	王钦南(208)
人类正进入后生命时代	杨文志(211)
 专家简介	 (219)
后记	(238)

第一部分 思考篇

什么是生命？生命是什么？

◎卢大儒

关于生命本质的讨论，当时我接到被邀请参加沙龙的通知的时候就为之一振，感觉到这个题目的讨论很有哲学的高度，充满思辨，而且很宏观，对于我们的思考很有帮助。

我们现在将生命科学作为基础教学的平台课，上课时常常要谈到生命的有关问题，如生命的起源，生命的本质，生命的特征等。我也在思考到底什么样的东西是生命。我们经常把一些表象、特征和本质混在一起，实际上两者之间并不能等同。如，新陈代谢、生殖、应激、生长、发育都是生命的特征。但什么是生命的本质呢？我是学遗传的，我个人认为，遗传信息的传递、表现和适应、进化，是生命非常本质的东西。这里隐含了“中心法则”的一些内容。遗传信息流传递、信息表现、信息改变应该是生命最本质的东西。当然，遗传物质是不是DNA，能否是RNA或者有没有新的形式？比如在地球上可能是DNA这种模式，即以碳为主体元素，是不是在其他星球上可以用硅代替碳呢？我记得以前科幻小说里讲到星球生命的时候，就幻想到了其他物质。这些不一定要预先排斥。地球上通过蛋白质作为生命活动的主要表现方式，但蛋白是不是唯一的翻译物质和表现形式呢？也不一定，我们不能够自己禁锢自己。现在RNA的多种功能研究就拓宽了我们的眼界，RNA也具有各种功能，也是生命的表现形式之一。生命中我们看到的主要是蛋白，其实生命的组成部分有很多种，糖脂也很重要。目前研究中为什么DNA、蛋白占主导地位？我理解这是地球上生命漫长进化选择的结果，如同现在的遗传密码是这样，而不是其他类型，有没有更好的选择密码呢？理论上也许有，但是目前我们没看到。

记得 1997 年,我曾经听清华大学赵玉芬院士从肽核酸谈生命的起源,她的精彩报告对我影响很大,我觉得不能拘泥于现在的东西看问题,现在的生命表现形式是什么,物质形态是什么。其实,生命本身还有更高更深层次的东西。补充一句,中心法则里有些词的翻译值得推敲,比如目前我们将 DNA 到 RNA 的过程称为转录, RNA 到蛋白的过程称为翻译。但是,仔细推敲, DNA 到 RNA,我认为这是一种翻译,就像中文到英文一样。如果演莎士比亚剧,不同文字的剧本之间要翻译,而从 mRNA 到蛋白的过程可以是翻译,也可以理解为表现,是一种语言指导下的行动表现,就像将英文的莎士比亚剧翻译成为中文剧本后的表演。我曾经思考将 DNA 到 mRNA 的过程看成翻译,而将 mRNA 到蛋白质的过程表述为“表现”,从这个角度来讲更贴切。

什么是生命?细胞是生命的最基本单位,这是公认的,病毒算不算生命?只含有 RNA 的类病毒是不是生命?蛋白质构象变化的朊病毒算不算生命?其遗传物质有些是 DNA 的,有些是 RNA 的,它们是不能独立存活的。如果从生物本质来讲,它们应该是。它们是在一定的生态环境下存在的,表现出来生命方式,细胞是外在环境。只要有一段遗传信息,利用外在环境或者其他方式来表现,表现生命活动的都应该是。有人说,有些病毒可以结晶就不算生命,我不同意这个观点,生命物质并不一定要求不能结晶。再有转座子算不算生命?有无生物的重要特征?我认为他具有一种遗传信息的复制、传递、适应特征,也能够引起生物的表型改变,它也有自我扩散、自我扩增、自我限制这些环境。所以我个人大胆地认为转座子也是生命。再推广而言,我们能否超越 DNA 序列,敢不敢再大胆一些想象生命的本质和形式,计算机病毒算不算生命?从生命的物质形态中跳出来,计算机病毒是一段软件密码,编译的一段信息,0101 等,但是在计算机及其网络世界里,病毒能够表现出各种作用,能够激活一定程序的表达,能够不断自我复制,转座,在计算机里跳来跳去,横行霸道,可以改变原来的程序,能够让很多原来运行的系统瘫痪。当然,病毒也有克星,可以被其他软件杀死。但是这种病毒跟目前的生命系统有所不同,为什么?缺乏自我进化过程,需要依赖外部编码,有点类似上帝造人的感觉。计算机病毒的表现形式是

4 生命科学的思考与畅想

什么？计算机病毒还是从病毒到病毒，编码控制都是外界加给它的，不能实现真正自我的创造和组装，不能独立于计算机而存在，但是计算机病毒中生命本质的东西还是有的，如果给它一定的突破率，给它外部的选择，进化，计算机病毒不能小看，现在对 IT 成果用的好像很得心应手，但是如果计算机病毒自我进化就真的非常可怕。

智能的机器人已经具备了自我学习的功能，能够自我进化，不断完善。据说现在有一种小的机器人，能源不足时，就自己跑去充电，看到这个地方脏了，就来清扫，已经有一种识别、学习，然后自己再自我更新、自我改进的能力。这种软件智能系统的计算机是很多的，就像邮政编码，开始识别一千个后编写了一定的程序，对信函进行识别，虽然大部分能够识别出来，但是有些不能够识别，再训练学习以后，识别正确率越来越高。以前的人机大战，人和机器人下棋，机器人开始是输给你的，因为他学习识别的东西有限，但是他在和你下棋的过程中，不断学习你的思维方式和下棋模式，然后再跟你下棋，到最后没有一个人可以下得过机器人。这样的机器人具不具备一定的生物特征？

记得最近有一年高考语文作文题目是“假如记忆可以移植”，生物的记忆活动，甚至于人的思维均有一定的物质基础，但是肯定不是 DNA 序列，这些生命现象本质是什么？能够和电脑进行类比吗？

现在不少人喜欢网络游戏，有人沉溺于虚拟的网络世界中，究其原因一句话，网络世界真精彩，难道这其中没有生命的色彩吗？

如果把很多学习的东西连在一起，我个人感觉生命其实并不是像我们想象的只有 DNA、RNA、蛋白、细胞才是生命。生命的形式可以很广泛。在地球任何一个地方，如果换到另外一个星球，只要具有信息的传递，信息的表现以及自我适应和进化、改造，就应该是一种生命。这是我现在对“生命”一点粗浅的理解，我对生命本质的理解，可能超越了目前生命的形式，请大家包涵。

关于 20 世纪生命科学研究对我们的启示这个内容，我们一般讲分子生物学世纪是从 DNA 双螺旋结构的揭示开始，我个人的理解还可以更早一些，双螺旋结构是二级结构的阐明，但是真正要解决遗传物质是其自我复制和传递，

如果能够把 DNA 碱基配对这个原则,具备能够自我复制线性结构解决了,就可以解决遗传物质最核心的问题,这个时候我认为就应该是分子生物学新纪元,而这在 DNA 双螺旋结构揭示之前就已经明确了,只是 DNA 复制的现象和机制没有讲明白。DNA 双螺旋只是它的二级结构,不管 DNA 是否是双螺旋,只要符合碱基配对就必然是遗传物质。我百思不得其解,DNA 一级结构和碱基配对是至关重要的,必然推导出复制的模型,为什么没有人提出来呢?沃森和克里克在提出 DNA 双螺旋结构以后很快推导出 DNA 复制模型,这后来被用 N 的同位素标记试验方法验证出来,这是顺理成章的事情。讨论生命本质,必然讨论生命起源 RNA 的关系,RNA 跟 DNA 是什么关系呢?一开始是 RNA,有多种功能,就像多面手,也像三脚猫,什么都有,什么都会,但什么都不精干,什么都不精致,功能也是不全面的,但是有一点,随着生物进化以后就有分工,各司其职,RNA 的中心作用慢慢就忽略了。其实生命进化当中,免疫系统的进化也是一样,在没有免疫系统的时候,RNA 起了很重要的免疫监控功能,对外来基因进行沉默和降解,在高等生物中免疫系统发展以后,RNA 的免疫监督功能就降低了,RNAi 对于生物本身有什么作用?除了调控基因表达以外,还有监控外来微生物,外来基因组入侵的问题。在进化论当中,很多功能 RNA 都留下了它的痕迹,我们现在就要看它的本来和原始作用,将来肯定有很多功能被揭示。

对于生命的理解,任何思考和观念必须在进化的角度、思想上理解生命,才能是完整的。这是我对关于生命本质的思考。

刁现民:关于什么是生命,我觉得很有意思。更进一步地接着卢教授的往下说,我做了很多转座子的工作,怎么分类,我都很熟悉。转座子有多种类型,转座子有的很大,也有的很小,有的几个碱基排列,就是一个转座子。我同意转座子是一种生命形式,我是这个观点。反过来再往下推,几个碱基合起来,有几种化学元素合起来,和非生物的界限在哪儿?从非生命到生命,这个范畴怎么定义?有没有界限?如果再往下说就没有界限了,哪怕一块石头也应该有它的生命。从生命到非生命,实际上是

连着线的,只不过我们人为地把它卡断了。

孙勇如:生命和生命物质,这两个东西要分开。转座是生命物质,我同意。但是说它是生命,我不同意。生命与非生命有本质的区别,非生命肯定不能繁殖后代,生命必然能繁育后代。能够繁育后代的物质组合,这才是生命。不能繁育后代的,就不是生命。电脑的病毒可以繁育后代,但不是自然状态下,而是在计算机里。生命和生命物质有明显的界限。如果说生命物质,RNA、转座子都是生命物质。但是作为个体,繁殖后代的才是生命,包括 RNA、包括蛋白质。我是这么看的,不知道对不对。

王钦南:电脑病毒是什么东西?是什么现象?怎么表达它的形式?怎么分析出来的?

陈立奇:编计算机操作的模型,这个事情带动那儿,那个事情带动这儿,是具有生命特征的一种自然形式。

刁现民:关于转座子,从最初发现到今天研究的很深入,现在已知道转座子不仅能复制,能够运动,而且能够从一个物种转到另一个物种,从一个细菌转到另一个细菌,从一个植物转到另一个植物,从一个动物转到另一个动物,尤其在昆虫中。转座子的运动已经有好几本专著发表出来。

孙勇如:但是它不能独立地繁殖后代。

刁现民:它有它的繁殖环境,只不过是繁殖环境不同。

李世访:我从硕士到博士一直从事植物病毒方面的工作,我从这个角度阐述一下我对生命本质的理解。1987年我被国家教委派到日本北海道大学植物病毒研究室学习。记得入学时日本导师出了一道题让我们答,即:你认为病毒是生物还是非生物,并简述其理由?我自己认为病毒是生物。为什么?生命的特征,第一能够复制,第二能够遗传,第三可能变异,另外能够进化。复制、遗传、变异、进化,这四个就是生命的基本特征,这是我对生命的理解。其中一个日本学生认为“病毒不是生物”,因为病毒的主要化学成分是蛋白和核酸,人类最初发现的病毒是植物病毒的一种,叫烟草花叶病毒(Tobacco Mosaic Virus, TMV),它是一种由 RNA 和病毒外壳蛋白组成的核蛋白复合体。1935年 Stanley 等人使

TMV 结晶化获得成功, 获得了诺贝尔化学奖。但从化学成分看 TMV 其实只是一种能形成结晶的化学物质, 这也是一种观点。TMV 的结晶化使生命体和化学物质之间的界限越来越模糊。

我从硕士论文开始研究类病毒。给类病毒下个定义: 类病毒是从高等植物中发现的能够引起植物病害的单链闭合环状低分子致病性 RNA。这是 1971 年美国的学者迪纳, 研究马铃薯纺锤块茎病(Potato spindle tuber disease)时发现的一种新的病原物, 是继细菌和病毒后植物病原物的又一大发现。类病毒分子内形成碱基配对, 然后又折叠, 形成像麻花一样的复杂的立体构造。在类病毒发现之前, 大家都认为马铃薯纺锤块茎病是由病毒引起的, 但一直没有找到病毒粒子。随着第一个类病毒的发现, 类病毒概念得到了广泛的承认, 迪纳先生因此成为了美国科学院院士。如果类病毒能从高等植物以外的生物上发现, 迪纳先生能获得诺贝尔奖。到现在为止发现的类病毒有 30 多种, 序列有 2500 多种, 最小的类病毒是 246 个碱基, 最大的 463 个碱基, 这是现在为止最准确的数字。

类病毒不编码任何蛋白质, 但具有生命的本质特征, 包括复制、变异、遗传、进化。类病毒还具有生物活性, 能够引起严重的植物病害, 而且这个危害比病毒一点都不差。将类病毒接种给一株健康的黄瓜, 四至五周以后不接种的黄瓜长到两米多, 接种的黄瓜只能够长二十多公分。类病毒使黄瓜生长受阻。迄今为止发现的类病毒分子大小范围是, 最小的是 246 个碱基, 最大的是 463 的碱基, 但是类病毒分子最小会小到什么程度, 最大会大到什么程度, 现在谁都不知道。

从前有这么一句话, 叫做蛋白质是生命的表现形式。那么从类病毒的角度来看这句话, 就显得已经太陈旧。有一类类病毒具有核酶(Ribozyme)活性, 也就是自身具有切割 RNA 的功能。这本身就是对生命科学中心法则的一个冲击, 以前认为 RNA 是信息的传递者, 没有想到信息的传递者同时具有蛋白质的功能。我们应该也必须以发展的眼光来看

待生命、生命现象和生命的本质,同时也应该以发展的眼光看待现代的生物科学理论。

质粒算不算生物?我觉得质粒不是生物,因为它是相对稳定的,虽然能够复制,但是不能进化,我认为它不是生物。

刁现民:复制、变异、遗传、进化的特点全都有了。质粒也好,别的什么也好,转座子和病毒的区别在哪儿?转座子是几个碱基,有大有小,有长有短的,病毒外面包的可能是一层膜,病毒和细胞的区别又在哪儿?你会发现好像没有界限,是在一个台阶、一个台阶往上走,好像是一条线。

王海波:我不同意三位对生命的理解和看法。有这样的事实我们须注意,即:人们可以把生物分割成细胞,然后再借助克隆技术(包括细胞培养)等把细胞还原成生物;人们也可以把细胞分割成分子,但是还不能从分子合成细胞。关于自然科学意义的生命,我有一个自己的概念,即:生命是“生命体”独具的本质。生命现象是生命体表现出来的一系列复杂、动态、有规律的现象。生命体是一种在物理学第一定律、第二定律控制的物质世界中形成负熵、能够自我走向繁荣的物质体系。所谓“形成负熵”,是指在一定程度上能够富集、储备能量;所谓能够自我走向繁荣,是指能够在简单的无机、有机世界里发展、繁殖自己,包括复制、遗传、变异、进化等。生命体的存在是生命现象得以表现的最根本的基础。基因、转座子、各种RNA、蛋白质、膜系统等,以及各种物质转运、能量传递与转换、生化合成与分解的机制等,都是组成生命体的基本要素。很多情况下,人们把“生命体”简称为“生命”,而在讨论生命时又常把“生命”和“生命现象”混淆,我们今天的争论其实也是源于这种混淆。但“生命体”与“生命现象”是不等同的。我们听到某首动听的歌、看到某剧优美的舞,这些虽然都是由歌者、舞者演出的,但歌和舞毕竟不等同于歌者、舞者。最简单的单细胞生物,是我们目前能够看到的最小的完整生命体系,即能够独立地展示生命现象的

体系。转座子是生命体的组成部分,不是独立的生命体。而与生命体结合后能表现生命现象和生物学功能的病毒等,则属于非完整生命体系,即它不能独立地展示生命现象和形成生物学功能。大家都知道转座子、病毒等一旦离开了细胞或生物,也就没有了“复制、遗传、变异、进化”等现象,其本身的意义也就不复存在。转座子、病毒等,不仅不能利用热力学第一定律、第二定律限定的自然秩序积累使自己拥有走向繁荣的能量,而且也不能像真正的生命体那样形成与环境变化直接对应的动态关系。另外,虽然人们可以从计算机上看到计算机病毒的某些类似“生命”的现象,但是没有计算机它便不具备真正的“存在”意义。目前的计算机病毒,还只是借助计算机系统和数学规则形成的一些可在计算机上发挥作用的“特殊程序”。如果地球上没有细胞生物,大家谈到的质粒、转座子、病毒等都不再有实质意义上的“存在”。因此,它们只能是完整生命体系中可体现生命现象与生物学功能的内、外源角色。我对生命的判断是这样的,从“无机物”、“有机物”、“生命大分子”到“细胞”的层次序列中,在大分子和细胞之间存在着一个体现物质复合程度的转折点。到达这个点的物质体系就是“基本生命体”。它具备着形成负熵和自我走向繁荣的能力,低于它还不是“生物”,高于它就表明已经有了“进化”。大分子和细胞之间存在着巨大的知识鸿沟。不解决这个鸿沟,生命科学就很不完整,就没法合成真正的生命体,就无资格谈论如何通过人工合成创造生物,“生命的本质到底是什么”也就没法揭示。再有“无机物→有机物→生命大分子→细胞”之间的关系,并不是一维的线性关系,而是多维、多层次、多尺度的跨越。

卢大儒:王教授刚才讲的是生命的完整体系,包括内因、外因,最重要的是环境问题。比如细胞能不能存活,有温度,有营养,有氧气,如果温度很高的话,即使这些生命的东西很完整,它也没办法表现出来,有时只能死亡,有时表现休眠,休眠也是一种状态。关键是区分生命的本质和生命