

文章编号:1000 - 8934(2007)03 - 0022 - 05

分子生物学符号的操作性及其在学科传播中的意义

郭贵春 赵 斌

(山西大学 科学技术哲学研究所,山西 太原 030006)

摘要:分子生物学符号系统依靠其所具有的良好操作性成为分子生物学研究中不可或缺的重要工具。同时,分子生物学通过这一套符号系统表达方式进行理论解释,得到了科学界以及社会的认可,迅速发展成为近几十年来最热门的前沿学科。

关键词:分子生物学符号;操作性;科学传播

中图分类号:N031 **文献标识码:**A

自然科学家往往试图发现有机体的结构与功能之间的关系。而分子生物学又将这种传统发挥到极致。分子生物学家研究有机体的组织结构,直至最终了解细胞内发生的分子之间的相互作用。而研究也是从显而易见的物理性质入手。作为自然科学中的结构-功能主义的传统模式就是研究解剖与生理,而结构功能主义发展到具有重要生物学意义的分子条件基本成熟是在 20 世纪的 30 年代。物理化学家鲍林确定了研究分子内原子排列的物理规律。伯纳尔发现 X 射线晶体学可以研究诸如蛋白质等大分子结构。但是,对于生物学中所存在的疑问,持有还原主义思想的人们总是运用一些缺乏分子细节,仅仅反映出暂时性的或存在人类自我中心限制的解释来回答^[1]。直到 20 世纪 50 年代 DNA 概念提出前,这种情况还在持续着。从那之后,遗传学和生物进化学便将 DNA 当作包含生物机体及有关其进化方面的信息载体,其中的一些观点尽管备受争论,但是从生物的蛋白质结构到其复杂的表型特征间一切事物已经被这些观点所支配,无论对这些事物的精确解释是通过一个正确还是从错误方式而来^[2]。而对于结构到功能之间的鸿沟必然需要一种极具操作性的符号语言系统作为桥梁,这也是分子生物学研究符号体系的重要存在价值之一。

1 分子生物学符号系统所体现的可操作性

布里奇曼曾在他的理论体系内对“操作”(oper-

ation)进行了划分,其中,他将科学家在研究活动中的思维活动归结为“精神操作”(也称“智力操作”),并又将其分为两大类,一类是“纸与笔的操作”,即类似于物理学家在进行数学处理时所进行的操作,包含了所有被应用于物理学的数学符号处理;一类是“语言操作”,包括语言和思维(潜在的语言)^[3]。可操作性这一性质在关于基因组学的研究当中得到充分体现。从某种意义上来说,生物学的各个分支都与基因组的研究有关,因为生物体的每个特征本身就是由它的基因组决定的(诸如解剖学和动物学这样的学科不在此范畴)。在某一观点上,生物哲学家们是共通的,那就是作为遗传信息的满意依据,必须抓住它的语义本质,而这点正是基于数学理论的信息符号无法做到的^[4]。即每一个分子生物学符号都有无法被取代的生物学指称含义,而这正是他们不同于数学、物理符号的地方。生物学符号基因组学包含了庞大的数据集,比如人类基因组内就约含 30 亿个碱基对,对其的研究采用的也是高通量(highthroughput)的方法,即一种快速获取数据的方法。在其领域内包括 DNA 测序、在物种内进行基因组多样性的采集以及基因转录调控的研究。在分子生物学产生的许多年来,其一直作为“还原解释”的工具,被用来剖析细胞、理解细胞中各个部分的独立工作方式。分子生物学中能被真正作为这种工具的部分应该是它的符号语言系统。它将传统的生物学功能学说与现代微观分子领域研究紧密联结,并不断发现新的关联性。

收稿日期:2006 - 07 - 10

基金项目:教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“当代科学哲学的发展趋势研究”(04JZD0004)成果之一

作者简介:郭贵春(1952—),山西沁县人,山西大学校长,科学技术哲学研究中心教授,博士生导师,研究方向为科学技术哲学;赵斌(1981—),山西临汾人,山西大学科学技术哲学研究中心硕士研究生,研究方向为科学技术哲学。

最显著的例子就是人类基因组项目的研究,分子生物学的符号语言系统正式作为这些研究的核心工具,一种建立在遗传物质表达符号与遗传物质构造模型基础上的信息系统。对基因组学研究的核心主要体现在大量存在于染色体上的基因片段的测序工作。当把原始的序列数据组装成连续区域后,随之而来的任务是分析编码在序列中的信息。通过已知基因的比较或者搜索已知的基因特征来鉴定原始数据中的基因。而在比较方法中,某些算法如 Blast (Basic Local Alignment Search Tool) 是通过引入最少的错配和间隔将待查的序列与数据中的所有序列比对。得到由统计意义上的“hit”(打击)意味着共同的结构和生化特征。一个 DNA 序列被转录(编码序列)的直接证据来自与一个已知的 EST 和 mRNA 序列的匹配。判断一段序列代表一个基因的间接证据是它与人类或者其他生物的基因或者蛋白质同源。同时测序其他模式物种——特别是大肠杆菌、啤酒酵母、秀丽线虫、裂殖酵母、果蝇、小鼠和拟南芥,以产生越来越多数据提供给强大的已知基因数据库^[5]。

从这些基因研究的方法中我们不难看出,现代分子生物学研究中所体现的研究方法越来越近似于一种信息的采样、处理工程。各种生物的特性统统表现为大量的核苷酸序列排布方式,这种排布方式的表现形式正是分子生物学符号语言表达形式之一。它将不同种的生物、不同类的组织、器官通过一串序列符号表达出来,将研究对象由研究实体转变为语言信息。而进一步的,作为转基因技术的基因改造工程也是以这些符号信息为先导,通过信息间的重组达到给予实验课题的合理实验设计。这种符号信息上的操作成为驾驭微观实在的有效工具,成为所研究对象的可操作系统。研究者所面对的是这一操作系统中的符号信息,通过对这些符号信息的对比操作完成实验的设计和推理。而这一操作系统中的符号信息是直接建立在所研究的、被认为存在着的微观实在基础之上。这一点类似于计算机的工作原理:进行实际工作的是计算机的硬件系统,它所处理的不过是大量的 0、1 符号所组成的二进制运算,输入 CPU 的指令以及所产生的运算结果都为二进制数字。而软件系统的功用就是为这些二进制数字赋值,用以代表不同所要执行的操作,作为这种操作的结果才是计算机使用者可掌握的信息。分子生物学研究中所使用的研究语言系统正是它的操作系统,为研究者探索微观客体提供了一便捷、有效的途径。

所以,在对分子生物学符号操作性功能的理解上不难做出如下总结:

首先,作为学科研究的用语,分子生物学语言最大的作用体现在为研究者提供了一种可直接进行模拟研究的平台,一切理论成果的推导和解释都围绕它来完成,从而能够满足 D-N 模型(演绎-法则解释)。

其二,分子生物学研究(如基因研究)最常采用的方法往往是通过以已知客体为模板来对比所研究客体,从而认识所研究客体。但两个客体在通常情况下是不能通过研究者感觉经验来对比的,只有在分子生物学符号系统内才表现出可通约性。

其三,分子生物学的某些研究工作需要其他学科领域工作人员来协力完成,对于这些具体工作的进行方式,工作人员是通过分子生物学符号语言为操作媒介来进行本领域内的处理(如电脑操作人员利用计算机来处理基因数据)。

总之,分子生物学研究中的大量工作都是在分子生物学符号体系框架内完成的,而这些功用所体现出的正是分子生物学符号的优越性所在,即符号以及符号之间所展现出的生物学意义与符号在数据处理方面的功用是分离的。离开这一框架,研究者将很难对所研究的客体作出清晰明确的认识。

2 分子生物学符号系统 对于其传播的意义

学科的发展与学科在不同科学共同体间以及整个社会中的健康传播密不可分。而对于一门新兴的学科,或者暂时只能称之为一种理论、一种思想,对于它们的产生在之初以至相当长的一段时间内一直存在着认识认同的问题,这往往决定了它在今后的思想取向、概念图式、范式、问题群以及探索工具等诸多方面。关于认识的认同就是指同样对这一研究领域感兴趣或只是由于自身工作需要而不得不对这一领域保持关注的科学家们,他们在各自的工作中所取得的进展需要在这个松散共同体内得到初步的认同,从而逐步在这一研究方向上确立自己的领域并规范今后研究的模式。只有达到一定范围内的认识认同,并通过学科的宣传最终得到社会认同,从而形成了学科的制度。这一制度决定了这个领域招募新成员的模式,培训和教育的程序,以及各人研究和合作研究的程序。更重要的是,这其中也包括了基本的交流模式,其中既有非正式的交流模式,也有那些在杂志中所确立的学科的交流模式,在或大或小的程度上提供给这个学科的交流模式。因而对于从事彼此相关研究、相互交流信息,并且鲜有争论的研究者而言,这些最终促使了研究者们的“无形学院”^[6]的出现。它可理解为一群群地域上分散的科学家,他们彼此之间认识上互动,比与更大的科学家

共同体的其他成员之间的认识互动更为经常。所以,对于研究者所获得的研究信息以及做出的理论假设必须在这个“无形学院”内进行流通才可获得应有的认可,进而成为独立的研究领域获得后续发展的可能。在至关重要的知识流通中,流通信息的形式无疑是决定性的。

(1) 合理的研究策略对分子生物学发展的助推作用

从生物学发展的历史回顾便会发现,在分子生物学兴起之前所有的实验方法对充分了解基因来说都不一定适用,而也正是这种基因情结推动着分子生物学产生之前的微观生物学研究的发展。从1900年到1950年间,遗传学家们究竟持有哪些基因概念很难确定,在这里主要提到四种认识:可能最古老的观点是将基因本身看作是生物的结构物质。达尔文的微芽学说可能接近这一观点;广泛流行的是第二种观点,即认为基因是酶(或像酶一样起作用),作为体内化学过程的催化剂。这一观点在主要原则方面可以追溯到哈伯兰德(1887)和魏斯曼(1892);当核酸的重要性开始被人们认识时,基因被看成是能量传递的一种手段;最后一种观点是把基因看作是特殊信息的传递者,在1953年以前若说到基因一些学者必定会谈它^[7]。所以从1910年到1950年这一段时间里科学家越发认识到遗传的物质基础是由高度复杂的分子所构成,要取得进一步进展唯一的办法是更多地了解基因的化学。将遗传的分子基础无论看成是无定形的颗粒还是当作简单分子显然都不合适。基因的研究已不再是传统的生物学家的问题,它已经成为生物学、化学和物理学之间的边缘地带,而且起初是无人区。不同于物理、化学等学科,在进化生物学中,理论极大地建立在诸如竞争、雌性选择权、选择、演替和支配等观念之上。作为理论基础的这些生物学观念不能归并为物理学般的定律与原理^[8]。任何想要开发这一领域的科学家都必须通过一整套以形式系统方式出现的理论描述来阐释自己晦涩的研究思想,并说服同领域以及其他相关领域的研究者接受并采纳这一系统,确立符号系统在日后研究中的核心地位,而以此便确立了学科的诞生。当然,所有这些工作不可能都由一个人完成,没有无数研究者的研究积累就不可能有走向成功“最后一击”。

那么什么才叫成功的“最后一击”呢?以库恩对科学发生和发展一般经历的观点所进行的划界看来,分子生物学的前科学时期^[9]并不像他本人所描述的那样是由某一门学科遭遇到的理论危机所引发的学科交替,而是由许多业已存在的各门学科对生

命微观活动本质的各种观点的相互争论环境下,由其中一派的观点最终战胜了其他观点从而达到了学科的常规科学时期。因为它本身就是在各大学科的夹缝间一直存在着的,一直到包围着它的其他学科已经发展到了一个很高的水平的时候,相关研究者的目光才逐渐转向了这里。但此时的学科领域还是一片混沌,全然没有任何条理性的知识可言,即使有也只不过是透过物理、化学等学科在这一领域的交集部分所得出的各种无法关联、杂乱的信息。所以,在这种情况下,相应的针对分子生物学领域的研究策略的建立以及通过这种策略最终建立的具有良好兼容性的理论框架具有十分重要的意义的。梅达沃(1967)曾十分明睿地强调指出一个可行的研究计划对科学家来说是多么重要。例如,从内格里、魏斯曼到贝特森的所有遗传学家之所以没有能够提出一个完善的遗传学说是因为他们想同时解释遗传(遗传物质的逐代传递)和发育现象。而摩尔根的明智就在于他将发育生理问题搁在一边而集中全力于遗传物质的传递问题。他从1910年到1915年的开拓性发现完全是由于这一聪明的抉择,因为其中某些问题,例如为什么在顺位的基因和在反位的基因效应不同(位置效应)直到50多年之后才弄清楚^[10]。

由此可见,研究者在试图探索某一领域时,首先要做的便是划定自己的研究目的范围,这是个综合的评判过程,需要有相当的知识积累,当然也离不开运气的成分。一旦它正式确定,所有的理论设想也都以它为基石进行构建。当研究领域内的符号系统以及理论模型正式建立起来的时候,它们无疑都是为了能更好的解释研究者所确立的目的领域而存在的,决定了理论能否易于被主流学术团体所接受。同时,这里面也包含了有关理论解释的思考方式。比如,正当达尔文从事进化论研究时,归纳法(或据认为是归纳法)声势正隆,达尔文因而郑重声明他追随的是“真正的培根方法”,而实际上他的假说——演绎方法绝对不是归纳法^[11]。这么做的目的也并不是为了借助这种研究方法取得多大的研究进展,而不过是为了进入一种学术风尚,使自己的理论看起来显得更加入时,更加“科学”。

(2) 合乎时代认知背景的科学修辞手法的运用

20世纪50年代分子生物学的突破和信息科学的诞生在时间上正好巧合,信息科学中的一些关键词,如程序、编码也在分子遗传学中使用。编码的“遗传程序”一代又一代地经过修饰并且编入历史信息,成为了一个强有力而又为人们熟悉的概念。这也是一次成功的科学传播操作,通过引用在当时十分热门的科学词汇来描述基因的大致工作原理,大

胆提出了基因编码这一概念,吸引了当时许多研究者的注意,并不断取得了更多的关注。需要说明的是,在这一领域,持有基因理论多元论的人(比如 S & K)认为存在非彼即此的、具有同等适用性的论述来作为基因的解释理论^[12]。但从本文观点来说,在公众对理论的选择方面,似乎不可能存在着并列的理论。例如赫林(1870)和西蒙(1904)的“记忆单位”(mneme)概念,起初是用来支持获得性状遗传的,而且肯定属于编码的“遗传程序”这一范畴。更接近的是 His(1901)将种质的活动比作讯息(message)的产生,种质活动的结果当然远比简单讯息复杂。遗传程序作为不动的运转者(unmoved mover, 德尔布鲁克,1971)的概念是如此新颖以至于在1940年代以前还没有人理解它^[13]。这也说明,如果过分超前的使用一些在当时看来还十分陌生的学术名词以及描述方式,就会出现对理论认知的延迟。一旦理论的解释能力出现了问题,就无法在已初步形成的研究共同体内得到认同。这无疑阻碍了学科理论的传播。总结其原因,那就是当一套新的理论提出时,它的解释系统中所采用的符号表达、名词指称以及表达形式等诸多方面均不能脱离当时的社会认知背景,必须采用合理的科学修辞手段,才能使理论、乃至整个学科得到广泛的认同。

(3) 对学科内已证明概念和学说的表达方式不断进行的改进,使其适应时代环境的需要

分子生物学研究的历史就是对 DNA 这种遗传物质进行科学揭示的历史。了解双螺旋及其功能不仅对遗传学而且对胚胎学、生理学、进化论,甚至哲学都有深刻影响。虽然早在 19 世纪 80 年代和 90 年代就一再有人怀疑遗传物质可能和躯体的结构物质有所不同,而且即使 1908 年创用了“遗传型”和“表现型”这两个词,直到 1944 年才充分认识它们在根本上不同的。从 1953 年以后人们才知道遗传型的 DNA 本身并不进入发育途径而只不过是一套指令。对双螺旋的了解开拓了一个广阔的、激动人心的研究新领域,而且可以毫不夸张地说由于这一发现的结果分子生物学在随后的 15 年中完全左右了生物学。对遗传现象真正本质的长期研究已告结束。没有解决的问题越来越多的是生理学问题,涉及基因的功能以及它在个体发生和神经生理学方面的作用。在这种背景下,对所有已有的研究信息的归集整理便成为一项棘手的问题。首当其冲便是对于分子生物学的研究成果采用何种表达策略,对于其中的理论如何确立表述形式,这是相当重要的一项工作。一套程序和方法往往被认为是一个过程或者说是为了产生某一特定的结果(而不是所产生的

结果本身)。分子模板的概述可被理解为具有解释功能的产物的综合。即就 P 为生成 Q 所提供的说明内容而言,模板 P 就是关于 Q 的产生^[14]。所以,对于理论 Q 来说,模板 P 在认识 Q 的过程中就显得至关重要。模板在这里可当作为解释理论所采取的叙述手段。在生物学史上就曾有一些例子表明某个定律、原理或概括,起初用一般的文字陈述时曾被人们忽视,后来用数学表达时就受到欢迎并被普遍接受。例如凯塞尔于 1903 年曾指明种群中的遗传型组成当选择停止时保持稳定不变,但这一结论并没有得到重视,直到哈蒂和温伯格于 1908 年用数学公式表述时才得到公认。从以上不难看出采用何种表述方式对分子生物学来说是至关重要的,它直接决定了学科在科学界的影响力。实际上,分子生物学的表达方式借鉴了许多其他流行学科的表述方式。这些无疑对学科的发展是大大有利的。这里要补充说明的是,物理科学在 400 多年中为科学制定了一切规范或模式。即使是充满了现代气息的分子生物学,在学科最初的尝试之时,也是从一种物理观念来介入的。但是那种物理主义的思想对于学科来讲有时却是不利的,正像物理主义所宣称的那样,物理事实构成全部事实^[15]。在物理科学中当某一定律对一组特殊现象适用时,一般它也同样适用于相似的现象,除非这一定律所不适用的现象表明这些现象是和它所适用的现象不同。这种看法在物理科学中被证明具有相当大的启示意义。但是生物学中的许多现象都很独特,实际上所有的所谓定律都有例外,认为定律具有普遍意义的观点曾经导致许多争议和无效的概括性结论。经常发生这样的情况,将对某一物种或高级分类单位的观察研究结果通过概括扩展到一切其他分类单位,后来却发现这样的概括结论并不适用。在概念和学说成熟过程中的许多重要进展是由于从其他领域输入了观念或技术的结果。这些投入(输入)可能来自生物学的其他分支,例如遗传学来自动物、植物育种、细胞学、系统学,也可能来自物理科学(尤其是化学)或数学。某一门科学中的成熟理论和模型当移植到另一科学领域中时往往也适用,有时还会产生最有价值的效果。又比如,分子生物学在表述基因原理的时候,就利用了当时十分热门的计算机程序编码的形式,将 DNA 上的各种化学基以及功能单元分别以不同编排的字符串来表达,使有关生物遗传特性的描述能够以一种符号语言的形式来体现。同时将分子生物学中的一些成果转化成了定理的形式,而定理是建立在符号系统上的。如“查尔加夫规则”,它所表述的是在一段双链 DNA 中 $A + G = T + C$ 且 $A = T, G = C$,它就像

数学定理一样在有关基因序列的各项分析、研究中处处被遵守着。

3 结 语

从分子生物学的符号表达方式上,我们可以看出许多其他学科所采用的表达方式的影子。这使得我们在接受它的理论含义时并不需要费太大的力气,能够以一种很直观的方式了解到在生物体发生时,生物体内的遗传物质究竟是怎样运作的。并且,还能像读书一样读取基因片断上所蕴含的遗传信息含义。这一切都得归功于分子生物学的符号表达系统。这也就解释,为什么当人类基因组测序项目启动时,能引起全球各国公众的广泛关注;又为什么关于人类克隆的争论会波及那么大的范围。这些事例无不体现了当今分子生物学及其应用技术的威力早已深入人心,人们对于分子生物学的认识也是在现代各门前沿学科中比较普及的。如此大范围的关注,同时也确保了分子生物学成为当今最重要的学科之一。

参考文献

[1] Kitcher Philip. (1953) And All That: A Tale of Two Science [J]. *Philosophy Review*, 1984. 93, 335 - 373.

- [2] Stent, Gunther S. Strength Weakness of the Genetic Approach to the Development of the Nervous System[J]. *Annual Review of Neuroscience*, 4, 163 - 194
- [3] 刘大椿, 安启念, M 巴诺夫, B 彼德洛夫. 科学逻辑与科学方法论名释[M]. 江西教育出版社, 1997(7). 235 - 236.
- [4] Sarakar, Sahotra. **Genes Encode Information For Phenotypic Traits**[Z]. Christopher Hitchcock (ed.). *Contemporary Debates in Philosophy of Science*, London:Blackwell. 2003. 259 - 274
- [5] A Malcolm Campbell. Laurie J Heyer. **Discovering Genomics, Proteomics, and Bioinformatics**[M]. Pearson Education, Inc. 2003. 3 - 8.
- [6] 罗伯特·K 默顿. 科学社会学散记[M]. 鲁旭东译. 北京:商务印书馆, 2004(5): 8 - 10.
- [7] [10][11][13][15] E 迈尔. 生物学思想发展的历史[M]. 涂长晟等译. 成都:四川教育出版社, 1990. 430, 440, 455, 440 - 441, 456.
- [8] E Mayr. The Effect of Darwin on Modern Thought[J]. *Scientific American*, 2000(7): 35.
- [9] 托马斯·库恩. 科学革命的结构[M]. 上海科技出版社, 1980. 4.
- [12] Elisabeth A Lloyd. Why the Gene Will not Return[J]. *Philosophy of Science*, 2005(4): 289
- [14] Ulrich E Stegmann, Genetic Information As Instructional Content[J]. *Philosophy of Science*, 2005(72): 435.
- [15] Hellman Geoffrey, Frank Wilson Thompson. Physicalism: Ontology, Determination and Reduction[J]. *Journal of Philosophy*, 2005(72): 551 - 564.

The Operation of the Molecular Biology Symbol and Meaning in Discipline is Propagated

GUO Gui-chun, ZHAO Bin

(Research Center for Philosophy of Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: The symbol system of molecular biology relies on the good operation had by it to become the indispensable important tool in molecule biological study. Meanwhile, molecular biology carries on the theory to explain through the systematic expression way of this symbol, have been approved by scientific circles and the society, develop into the hottest front discipline in near these decades rapidly.

Key words: molecular biology symbol; operation; science spreads

(本文责任编辑 费多益)

(上接第 12 页)

- [3] 彭德清. 中国航海史[M]. 北京:人民交通出版社, 1989.
- [4] 龚建华. 21 世纪全景[M]. 广州:广东经济出版社, 1998.
- [5] 史鄂侯. 大海的警告[M]. 北京:知识出版社, 1999.

- [6] 史兆光. 航海伦理学[M]. 大连:大连海事大学出版社, 2001. 222 - 227.
- [7] 曾呈奎. 面向 21 世纪的海洋技术[J]. 北京:新华文摘, 2004. 109 - 111.

Ethical Examination on Marine Science and Technology

SHI Zhao-guang

(College of Social Science of Humane Studies, Dalian Maritime University, Dalian Liaoning 116026, China)

Abstract: Marine science and technology is one of the realms for mankind to obtain the important breakthrough in 21st century; is the battlefield for large ocean states in the world to compete fiercely; and is also the research realm with great potentials on the future development of our country's science and technology, and we should be deeply concerned with it in ethics. This text will give the ethical examination on the history development, the contemporary display and the imagination in the future of the marine science and technology, and analyze the positive and negative effect of the development of the marine science and technology, and marine science and technology in ethics.

Key words: marine science and technology; the positive and negative effect; ethics

(本文责任编辑 刘孝廷)