

张乃烈 著

基因发现的逻辑

Q
L

6117

社会科学文献出版社

基因发现的逻辑

张乃烈 著

社会科学文献出版社

北京·1993

(京)新登字028号

基因发现的逻辑

张乃烈 著

社会科学文献出版社出版发行

(北京建国门内大街5号 邮政编码: 100732)

新华书店经销 北京市朝阳区新源印刷厂印刷

787×1092 1/32开本 3.5印张 58千字

印数0001—1000

1993年5月第一版 1993年5月第一次印刷

ISBN 7-80050-397-6/B·47定价: 1.90元

版权所有 翻印必究

前 言

遗传和变异是生命有机体的基本现象之一，长期以来，对遗传和变异机制的探讨和争执，一直为人们所关注。上世纪60年代以后，遗传问题上流行的“融合遗传”说遭到强烈反对，一些生物学家和遗传学家从各自的工作立场出发，纷纷提出颗粒遗传说。如达尔文用“泛生子”来说明包括获得性状遗传在内的种种遗传现象，并用它来解说遗传、变异和进化之间的因果关系。又如魏斯曼，他通过对生物遗传现象的分析和研究，并根据当时有关遗传和变异材料，提出“种质连续性”假说，其立论有一定的科学依据，但带有很大思辩色彩。“种质连续性”假设作为粒子性遗传思潮，具有现实的启蒙意义，为现代遗传学的创建起着重要作用。遗传粒子科学概念的建立，当推孟德尔的工作，他在从事豌豆杂交过程中，对亲本单一性状（或两对及两对以上性状）杂交后代的观察，应用统计方法计算杂交后代表型性状的固定比例，发现了遗传具有相对稳定性和粒子性遗传特征。基此发现了遗传学的两条基本原理——即分离法则和独立分配法则。孟德尔的发

现是遗传学上的重大突破，他第一次赋予遗传粒子（基因）以科学的实际内容和严格的规定性。本世纪以来，遗传学家把遗传粒子看成是子代实现亲本性状的—种遗传单位，用作生物杂交性状的分析。由于它是经过杂交材料的统计和推导得出的结论，人们习惯上把遗传粒子看成是“符号”或抽象的规定（概念）。1906年，约翰森把遗传粒子定名为基因。

随着科学实践的发展，特别是细胞学和显微技术的进步，人们对细胞、细胞核和染色体的认识也得到很大发展。细胞学家和遗传学家们发现了基因行为与染色体行为间的并行性关系，下一步工作则是要找到具体的以及作为实在物的基因在染色体中的位置和进一步了解它的作用。摩尔根及其小组的工作把基因和细胞核染色体行为紧密结合起来，不仅正确地解释了基因的连锁现象，而且证明基因是作直线排列在染色体上的遗传颗粒，它们是遗传信息的携带者，用以表达和实现个体的形态、特征和生理活动，它是可见的或可感知的遗传单位或实体。

本世纪40年代以后，随着遗传学、生物化学、生物物理学和微生物学的发展以及诸学科间的相互渗透，建立了生物大分子概念，从而有可能揭示基因的理化特性和它的化学结构。1944年，艾维里及其同事在重复格里菲斯医生对肺炎球菌的

转化实验（1928）时，证实遗传变化是通过细胞中的脱氧核糖核酸（DNA）转导实现的。证明遗传物质（基因）就是DNA大分子或它的片段。至此，人们认识到正是DNA大分子起到转导作用而不是生物性状本身。DNA是由四种碱基（两种嘌呤和两种嘧啶）、脱氧核糖和磷酸组成的两条多核苷酸互补链，它们相互缠绕在一起形成双股螺旋，这个模型是沃森和克里克于1953年提出来的，从而使人们在分子层次上突破了基因的奥秘。此后的工作就是弄清楚基因（DNA）如何去实现遗传信息的编码、贮存、转录及转译成蛋白质，这些工作到本世纪60年代也都先后实现了。

从上看来，基因作为遗传学的基本概念经历了自身的发展过程，先是抽象的假定，然后从感性经验基础上逐步概括出基因概念（抽象的规定），随着科学实践和认识的发展，概念内容变得日益丰富、具体化和纯化，终于使基因概念开展成为遗传学的逻辑出发点。任何学科的发展都是逻辑和历史的统一。遗传学的主要内容也可归结为基因概念自身的形成和发展的历史过程与人们对基因认识的逻辑开展的统一过程。基因发现作为历史事件，乃是承前继后的实验材料和众多思想的集中创见和发现的知识结晶，在这个过程中，大多数科学家在不同程度上进行着知识积累工作，他们之中有人作出了重大突破，使学科学

发展取得关键性的进步。研究他们如何应用科学的逻辑方法作出这种突破是饶有兴趣的。本书旨在通过发现基因的历史背景提出五个典型科学案例，作为研究科学家们发现基因的历史过程，并且试从他们的认识论角度出发着重阐述他们在认识基因时应用的逻辑方法。本书虽不是专述基因发现的历史，然而通过案例分析，可从另一个侧面了解到基因发现的历史，因为任何一种科学的逻辑开展，正是该学科历史过程的反映。

目 录

前言	(1)
一、达尔文的“泛生论”假说	(1)
二、魏斯曼的“种质连续性”假说	(15)
三、孟德尔的豌豆杂交实验方法	(32)
四、摩尔根的果蝇实验方法	(52)
五、沃森、克里克的DNA双螺旋结构 模型	(73)

达尔文的“泛生论”假说

(一) 问题——假说的出发点

一般说来，假说是对实践中提出的问题作出某种推测性的或尝试性的解释。在实践过程中当新的事实与既存假说或理论发生矛盾时，人们就要提出新的意见，或用能够更加完善解释新事物的陈述来代替原先的假说，从而可更完善地揭示它的因果性原因，从中找出带有规律性的知识。因此，通常把现实中出现的矛盾问题当作假说的出发点。然而，任何假说都须以已知事实（科学材料）或科学理论为根据，并且必须具备可检验性，没有这样的基本前提，假说只能是一种主观的臆测或空想。达尔文的“泛生论”是早期粒子性遗传假说的典型代表，原是他想给“获得性状遗传”理论提供一种“合理性”说明用的，由于立论缺少假说的基本前提，只成为不具备可检验性的“特设性假说”。或者说，达尔文用思辩方式来建立他的遗传和变异机制的观点。这里，我们

对达尔文建立“泛生论”的思想进行分析。

1859年，达尔文出版了《物种起源》一书，根据他长时期从事科学实践，依据广泛的科学材料和证据，受到马尔萨斯《人口论》书中有关生存斗争思想的影响，他提出了生物是通过生存斗争和适者生存的自然选择过程实现物种形成和物种进化的。生物以自身的遗传和变异特性，在生存斗争中对环境的适应，产生了性状分歧和分化。选择的结果，生物就形成了由简到繁，由少到多、由低级到高级的诸种形态并存的和具有高度适应性的生命世界。这个理论因为有丰富的观察材料和其他证据为根据，所以有关物种起源和生物进化问题就有一个比较科学的说明。*

然而，达尔文认为：作为进化机制的自然选择，主要是对可遗传的、微小的连续变异的选择，不是对那些不连续的、大的突变的选择。他在遗传和变异的机制问题上却又接受了当时流行的“融合遗传”观点。这种观点认为：双亲的遗

* 达尔文的进化论是否为科学，一些科学哲学家对此持有异议，如K. R. 波普尔等人认为：凡属历史过程的学说是不能证伪的，都不是科学，只应列入形而上学范围。进化论亦属此范围之列。波普尔把“生存斗争和适者生存”看作是一种同义反复，进化论本身不能作出可资检验的证明和预见，不能回答诸如何时可出现什么样的新种……等等。所以达尔文的进化论只能被看成是一种“形而上学的研究纲领”。

传特性在子代中表现为类似混杂的液体那样，它们互相溶合在一起。子代只有亲代遗传性状的一半，孙代只剩下祖代遗传性状的 $1/4$ ……照此类推，一个个体的遗传特性只是它的全部祖先双方遗传性状的混合物。因此，当一个新的变异发生，在它参与个体并使其成为固定的新种的性状之前，却因该个体与正常个体杂交后，发生遗传性的溶合而逐代减少了，这样一来，它在种群中最终将被“淹没掉”。与达尔文同时代的英国工程师詹金计算融合遗传产生的结果向达尔文诘难，他指出，融合遗传结果使单独变异可以永存的说法不能成立，自然选择在择取有利变异时就失去了选择对象，所以新种的产生和物种进化也是不可能的。达尔文认识到这种指责使自己处于尴尬境地，表明自己在遗传和变异机制问题上甚为无知。要克服这种困难，必须找寻另外能合理解释遗传和变异机制的理论。

达尔文转向了曾被她贬过的获得性状遗传假说上来，他从事科学活动时积累了大量动植物在家养条件下，以及在自然条件下发生变异和遗传的材料，他深信即使生活条件发生细微变化时也会引起动植物变异，他认为正是那些微小的不定变异（徬徨变异），可以在繁殖过程中得到遗传积累。1866年，他在《动植物在家养下的变异》一书中有关变异原因和变异法则的叙述，就用了

五章篇幅。强调环境条件变化能直接地或者通过生殖细胞间接地影响有机体，其中还包括器官的使用或不使用引起的反应。1869年，他在修改《物种起源》第五版时，在给华莱士的信中强调了环境因素引起同种间个体发生差异的问题，他认为“个体差异比单独的变异更重要”（参见《达尔文生平及其书信集》中文版，第二卷，第311页）。这意味着达尔文更重视生活条件对有机体的影响，他在《物种起源》一书里谈到变异法则时，首先讨论改变了的生活条件对有机体的影响。他深信获得性状会遗传，把它看成是有机体遗传和变异的根本机制。

的确，当时的生物学家（包括达尔文在内）习惯上应用自己的材料和过去的实践家或理论生物学家提供的材料和学说（特别是拉马克的获得性状遗传假说），建立获得性状遗传学说，并把它看成是遗传和变异的机制。但是，环境条件或器官的使用和不使用究竟在多大程度上影响到有机体，以至把它们看作是遗传和变异机制，这个问题在生物学家中一直争论不休，而且长期得不到证明。只是在现代遗传学兴起之后，人们了解到遗传因子通过有机体在与各种环境条件相互作用下发育成相关的表现型，有机体形态上（表现型）的变化被限止在由遗传因子（基因）决定和控制的范围内。至此，获得性状遗传遭到科学上

的否定。但它作为一种假说，而且长时期影响着人们对遗传和变异机制的看法，是有深刻根源的：这种假说出自人们对生物与环境的相互作用和对繁殖过程中发生的遗传和变异现象的观察，通过简单地对比、分析和记录，把有关对象的表面联系错误地外推成生物本身固有的本质属性，或者说把人为约定俗成的经验常识当成是生物内在的因果规律了。不仅如此，这种假说还犯了狭隘归纳主义错误：因为它例举的观察事实即使在有限范围内也不可能全面；同时在这些有限材料上作出的分析，必须参照假设需要说明的现象之间的关系。因此，它在很大程度上，是为了一定的目的作出的陈述。此外，它无法加以检验，按照归纳原理，由这个假说推导出来的遗传事件在实验条件下应该出现，事实上用来检验假说的实验事实与假说推导的预言值完全不符，所以这种假说在反映对象的真实性和完备性方面存在很大问题。我们可以这样认为：用获得性状遗传假说来设想有机体的遗传和变异机制乃是一种合乎常识的陈述，它的正当性仅仅在于为人们提供理解这种机制的方便性，人们与其把它看成是假说，倒不如把它当作一种需要人们去相信的、并且认为是真的直觉知识来得妥当。

达尔文虽然采用获得性状遗传来说明有机体的遗传和变异原因，但他不能满足于这种陈述解

释的事实，事实上有许多新的或重要的问题：如在新的环境条件下生物有机体为什么会对自己及其后代发生构造上的差异？怎样解释新的获得性状能不变地遗传下去？怎样解释器官的使用和不使用效应？怎样解释“潜伏”性状的再现（即返祖现象或偶然重视祖先的某种性状）？怎样解释断肢再生？怎样解释杂种的产生？怎样解释两个同种个体在发育过程中经历不一样时（如一个经过复杂变态，另一个不经过），其成体会在各方面都相似……如此等等，这类问题用获得性状遗传是无法说明的，它远远超出了借助经验材料归纳得来的假说范围。因此，需要有一个用来说明获得性状为什么能遗传的假说，即需要建立一个层次更高的假说来满足这种要求，达尔文的“泛生论”正是在这类问题基础上提出来的。这印证假说的出发点在于实际的问题。

（二）背景知识

任何一种假设都要基于某些相关事实或理论，否则就成为纯粹空想。达尔文提出“泛生论”时，已具备了粒子性和连续性遗传的思想基础，并且有相应的细胞学知识材料。

从上世纪初起，化学已具有近代科学意义的原子论（道尔顿）和分子论（阿弗加德罗）假设，物质物理结构的粒子思想逐渐深入人心。有机化学的兴起和对有机分子性质的研究，使生物

学家有可能将有机体的若干物理特性还原到原子或分子单元上去考察。这个时期，生物学知识有了长足的进步，细胞学上对组成有机体的单位——细胞的知识有很大发展，如细胞学家A. 冠利克提出精子和卵都是细胞，生物个体皆由受精卵的卵裂发育而来。德国的微耳和提出“细胞来自细胞”的著名论点，并认为身体的各个系统是由许多微小的单位组成，每一单位有其生命的特征，它还有特殊的活动能力来执行自身的职能。生理学家如法国的伯尔纳从决定论原则出发认为生命现象都有其物理和化学基础，可以用适当的物理和化学解释；人体的各种器官都有其自律性。这些理论和观点除在各自学科中起到实际指导作用外，也极大地影响到遗传学上用来作为粒子性遗传的根据。

当时不少生物学家借用这类“单元”、“粒子”名词来表述遗传单位和阐述它们的作用。除孟德尔外，如H. 斯宾塞（1864）在他的《生物学原理》一书中应用“生理单位”概念来阐述遗传和发育现象。他设想有机体中有一种由双亲遗传的“生理单位”，其大小居于单个细胞和有机分子之间，它们能自我复制，是构造生物个体的统一单位。环境条件发生变化时它们也作相应的变化而实现获得性状的遗传。个体的变异还在于接受双亲配子中含有这种单位数量上的差别所致

……等等。其他一些生物学家也先后提出了相似的假说，这类假说在推动达尔文建立“泛生论”过程中至少起到“助发现”作用。

此外，达尔文还充分应用了当时已有的生物学和遗传学知识：如他应用了已知的无性和有性生殖知识，阐述了生物有关出芽生殖、分裂生殖、创伤恢复、断肢再生和发育过程诸种现象，猜想这些现象的发生是有某种“力量”在起作用。又如通过植物的嫁接和发育，推想在不同个体中都有某种“形成要素”，这类要素在植物的芽和各种组织中都可以发生，不一定存在生殖器官中。有了上述的相关知识和理论，才能使达尔文建立他的“泛生论”假说。

（三）“泛生论”假说

就假设的通常含意而言是指用它来说明问题的一种假定性的理论陈述。建立假设者结合背景知识，进行创造性的思维活动，用诸如分析、综合、类比、归纳或演绎等逻辑方法建构理论模型（发现的模式）。达尔文应用多年的实践和理论知识，借助逻辑方法（如类比和外推法）精心建立了他的“泛生论”假说。基本内容表述如下：

第一，有机体细胞除自我增殖形成身体各种组织外，还会放出有自律能力的微粒（或称芽球），它们散布于有机体整体中。生物细胞在各个发育阶段的任何时期，都能发放出这类芽球。

第二，芽球从有机体系统的各个部分汇聚起来形成“生殖质要素”（精子和卵子），它们在下一代发育成为个体，但是：

第三，芽球的发育取决于同正在发育中的初发细胞的结合，它们的渗入能改变原有的初发细胞内容。但芽球本身不能独立形成新的细胞。有的芽球不发育，借自我分裂增殖，它们能隐伏下来呈休眠状态。这些隐伏的芽球在哪一代再发育，则取决于它们和局部发育细胞（初发细胞）的结合状况，有些不相结合的芽球会长期隐伏下去，经过许多代后再与初发细胞结合。

第四，芽球得到充分营养时就自我分裂而增殖，产生出与己相同的芽球，类似细菌那样高速繁殖，它们的数量是难以想象的，动物由血管、植物由导管使芽球从这一端或这一部位转移到另一端或另一部位。

第五，芽球的化学结构是若干个分子，所以体积很小，每个细胞的发育都有若干个芽球参与，它们改变初发细胞的内涵。

第六，芽球对细胞具有特殊的选择力和亲和力，断肢再生就是芽球凭借亲和力与特殊细胞发生特定作用的结果。

第七，芽球的聚合形成性生殖质要素。不同性别的性生殖质要素其效应是相同的。含有同类芽球的杂种后代表现为中间型。