

·自然科学中的哲学问题·

进化论演绎公理系统与自组织理论

郭 垒

(国家教育行政学院社会科学教研部,北京 102617)

摘 要:“适应”、“选择”是生物学理论中最具本质性的术语,自然选择是生物学与物理科学之间区分的最后底线。因此,进化论的演绎公理系统可以更清楚地反映出生物学与物理科学之间在什么程度上以及在什么意义上有着区别和联系。Mary B. Williams 提出的进化论公理系统概括了有关进化论的所有观念,同时又与关于进化速率和机制的众多分歧在逻辑上相一致。由于国内鲜有人了解这个系统,本文根据 Rosenberg 的简要论述进行了编译,并把这个公理系统与自组织理论联系起来,给出进化论演绎公理系统的一种语义或分子模型的简要讨论。

关键词: 进化论;公理系统;自组织理论

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 5680(2004)06 - 0025 - 05

把对生命现象的功能性描述或目的性描述转换为因果性描述,最终要涉及到进化的理论。这意味着“适应”、“选择”是生物学理论中最具本质性的术语,自然选择是生物学与物理科学之间区分的最后底线。因此,进化论的演绎公理系统可以更清楚地反映出生物学与物理科学之间在什么程度上以及在什么意义上有着区别和联系。一般来说,生物学理论的表述方式不像物理理论那样具有较强的公理化形式。正因为如此,Mary B. Williams 提出的进化论公理系统才十分引人注目。^[1]这个公理化体系概括了有关进化论的所有观念,同时又能够与关于进化速率和机制的众多分歧意见在逻辑上相一致。由于国内鲜有人了解这个系统,笔者在此根据 Rosenberg 的简要论述进行了编译,^[2]并把这个公理系统与自组织理论联系起来给出简要的讨论,实际上是想讨论关于进化论的演绎公理系统的一种语义或分子层次的模型。

一 达尔文进化论的简要表述

概括地说,达尔文进化论或自然选择理论可以表述如下:

(1)任何一种类型的生物个体的数量可以以几何级数的速率增加。

(2)在一个较长时期内,任何一种类型的生物个体的实际数量近似地处于一个常量并保持下去。

(3)任何一种类型的生物不存在两个相同的个体;变异是一种特性,而某些变异可以遗传。

由上面三个陈述可推断:

(4)由于生物体能够产生比其环境所能容纳的更多的后代,因此,生物体之间必定存在着为了生存而进行的竞争。

(5)在这一竞争中,其变异最好地适应了环境的个体,即具有最大适应度者,生存下去,而较小适应度的个体,由于缺乏适应性变异,不能生存。

(6)由于变异是可以遗传的,从一代到下一代,这种变异个体的比例将会增加,由此,进化发生了。

在上面的陈述中,隐含地预设了许多观念,使用了诸如变异、遗传、适应、生存、种等许多术语。其中争议最大的是“适者生存”这个自然选择的基本主张,许多持有异议者认为适者生存是一种同义反复或重言式,因为在进化论中,“适应者”的指称就是生存下来的生物体,而能够生存下来的生物体又被指称为“适应者”。也就是说,基于如下两个理由需要对自然选择观念进行公理化说明,这两个理由是:第一,公理化将识别出那些被进化论用来表述基本进化动力的命题,并把它们从由这些动力的运作来解释衍生现象的陈述中区别出来;第二,这种公理化使我们能够以一种纯粹客观的、最终是可操作的方式来确定:进化论可以充分地解释那些对进化现象的规律性描述,或者确定这些规律性描述是否构成了不

【收稿日期】 2004 - 04 - 09

【作者简介】 郭 垒(1963 -),男,辽宁大连人,哲学博士,国家教育行政学院社会科学教研部副教授,主要研究领域为自然科学中的哲学问题、科学哲学、科学方法论和科学思想史。

能被进化论解释的异常或例外,这种异常是对进化论的否认,或表明进化论是不完备的。

二 Williams 的进化论公理系统

Williams 关于进化论的公理化系统,由 2 个原始术语、4 个定义和 7 个公理组成。

1. 原始术语

(1)“生物实体”。进化论或自选择理论被普遍认为是关于“物种”及其进化的理论。但是,对于“物种”的涵义一开始就存有极大的争议。如果以“物种”作为原始术语,就马上会引起关于“物种”的本性的争论,并陷入其中而不能自拔。因此,需要确立一个原始术语来代替“物种”,而这个原始术语对于各种争议是中立的,或者说,它的涵义足以使在经验内容上不一致的争论各方能够共同使用这个术语来表达他们的分歧。“生物实体”可以用来指涉有机体、基因或 DNA 片段,也可以指涉生物种群。

(2)“是..的一个亲本”。这是一个表示关系的表达式,也称关系术语。可以根据生物有机体的繁殖的通常概念来阐释这一术语,也可以根据基因或 DNA 片段的复制,或根据种群的起源来阐释这一术语,在最后一种情况下,种群被当作了“生物实体”。

2. 有关进化的两个全称命题

公理 1. 不存在着这样一个生物实体,它是自身的亲本。

公理 2. 如果 a 是 b 的一个祖先,那么, b 不是 a 的一个祖先。

在公理 2 中,引入了“是..的一个祖先”这一术语,它可由原始术语“是..的一个亲本”来定义。

定义 1. 如果 a 是 b 的一个亲本,或是 b 的亲本的亲本,或是 b 的亲本的亲本的亲本,等等(“等等”,可用以数学方法加以消除),那么,生物实体 a 是 b 的一个祖先。

应该注意,上面的两个全称命题或公理适用于所有进化论,不仅仅适用于达尔文自然选择理论,也适用于非达尔文进化论,例如拉马克进化论。

所有的生物实体必须满足这两个全称命题。而这两个全称命题也界定了进化理论范围,即所有进化理论(达尔文的和非达尔文的)都须满足这两个命题。

3. 自然选择理论的公理化构造

下面是关于自然选择理论或达尔文进化论的公理化构造。

(1) 构造表述进化单位的术语。

“生物实体”是上面两个适用于所有进化理论的全称命题的主词,而不是表述自然选择的进化单位的术语。在此,用“生物实体”与“是..的亲本”来构造自然选择进化单位的术语。由于“物种”已引起诸多的歧义且含有诸如神创论等非进化论的意义成分,因而,在此不使用“物种”来表述进化单位。但是,对自然选择理论的公理化,必须能表达和评价使用了“物种”术语的那些进化理论或主张,或者说,也适用于使用“物种”的进化主张,因而在公理化系统中的术语与诸如“物种”这样的术语之间应该存在着直接的转换。

在此,使用“种宗”(Clan)来表述进化单元。对于“种宗”的定义,必须满足如下要求:种宗是从有差异或变异的繁殖中发展出来的,同时,我们又必须能够谈论有机体的种宗、基因的种宗、种群的种宗。

可以根据原始术语以及逻辑和集合论方法来定义“种宗”。

定义 2. 一个种宗是一个集合,该集合由生物实体及其后代组成的。

可以通过识别生物实体以及这些实体之间的“是..亲本”关系,可以把一个种宗描述为系谱结构。如果仅有一个或数量极少的起始生物实体,而又有大量的发生了进步变异的后代,那么,系谱结构可能呈现出树状结构。这一树状结构的任何一个分支是种宗的一个子集,该子集也是由种宗的成员组成,这些成员是由“是..的亲本”这一关系所关联。由于自然选择理论主张不同的分支有着不同的进化命运,因而,再定义一个术语来指称一个种宗的子集是方便的,即亚种宗(Subclan)定义。

定义 3. 一个亚种宗是一个种宗的一个或多个分支。

(2) 构造自然选择理论的公理

公理 3. 每一个达尔文亚种宗就是一个亚种宗。

这个公理所陈述的是,自然选择的单元,无论它们是什么,都是由一些生物实体组成,或等同于这些生物实体,而这些生物实体之间由“是..的亲本”这一关系联系起来。其中,“达尔文亚种宗”是自然选择理论公理化中的一个原始术语,也就是说,该公理体系不能给出这个术语的定义。但是,在体系之外,如果已经给出一个“达尔文亚种宗”的进化地位,那么,就可以识别它。而在自然选择理论中,“达尔文亚种宗”将指涉这样的亚种宗,它们的成员都受到同样的选择影响。这是因为,这些成员共同具有某一生理的、解剖的或行为上的特性,并且都处于同样的环境包括资源、捕食者、竞争对手等等之中。但是,这并不是“达尔文亚种宗”的定义,而仅仅是一个最终因为自然选择理论被经验证实而得到辩护的一个主张。也就是说,公理 3 并不保证“达尔文亚种宗”的存在。它的存在的唯一保证是对自然选择理论的证实。就此而言,“达尔文亚种宗”这一概念像电磁理论中的“正电荷”一样。电磁理论并没有描述正电荷本身的任何事情,没有描述正电荷是什么或正电荷具有着负电荷所缺少的某种东西。电磁理论只是描述了关于正电荷电磁现象的结果。

公理 4. 对于一个达尔文亚种宗的任何一代,存在着一个生物实体数量的上限。

这个公理实际上是马尔萨斯人口极限理论的反映,这一主张也是前面已对自然选择理论非形式地说明中的一个基本前提。但是,应注意的是,公理 4 仅仅断言一个极限的存在,而并没有断言这极限是什么以及产生这个极限的一般原因是什么。对于任何种宗来说,个体数量上限的实际水平可能远低于由可获能量来源所规定的热力学极限。但是,这样的热力学极限却使我们知道公理 4 是可靠的。

现在给出“同一亚种宗代”的定义,可以通过祖先即“亲本”及“亲本的亲本”等等的计数,一直回溯到一个共同的生

物实体,从初始术语中构造出来。

定义 4. 如果两个生物实体的祖先(亲本、亲本的亲本、...等等)的数目相等,则这两个生物实体是同一亚种宗代的成员。

公理 5. 在一个特定的环境中,对于每一个生物实体,存在着一个表示其适应度(fitness)的正实数。

公理 5 是自然选择理论中最具特征的公理,也是最产生争议的公理。关键在于这一公理引入了“适应度”这一术语。它是被作为一个自然选择理论的原始术语而引入的,即“适应度”不能在该理论之内得到定义。但是,自然选择理论能够就由于适应度的差异而引起的后果告诉我们许多知识。正是适应度决定了由选择所驱动的进化的发展方向。但是,适应度差异所引起的后果只是自然选择理论的一个后承,通过事实来验证该理论以及某一或某些适应度是否存在,而不是对“适应度”的定义。重申一下,“适应度”是自然选择理论的一个原始术语,并不是说它不可定义,而是说对于它的任何定义不属于自然选择理论的一个部分。因而,在达尔文进化论中的对适应度或适应的描述,即“适者生存”,被指责为重言式或同义反复,从而认为这个对适应的说明没有意义。因此,自然选择理论也被指责缺少了一个对“适应”或“适应度”的定义。实际上,像其他学科的许多理论术语诸如“力”、“磁性”、“电荷”等一样,“适应度”是一个定量的断言,其数值的确定要依赖于它所参与的理论。也就是说,对于这些理论术语,仅能通过它们在理论中因果关系的地位而表示其特征。我们可以对这样的术语给出一个操作性或运算性描述,但是,这却需要诉诸于某些现象,而对这些现象的解释或说明又要使用这样的理论术语。因而,就不能把这样的描述误认为是一个定义,也不能把定义误认为是这个操作性或运算性描述。

下面考察一下对于“适应度”的这种操作性描述。

根据公理 5,以正实数来量度适应度的值。给定一个生物实体 b ,有 k 代祖先,则对于 b 的适应度有一个可操作性描述 $\Phi(b)$:设 $V_1(b, k)$ 是 b 的所有 k 代祖先产生子代的总数, $V_2(b, k)$ 是 b 的 k 代祖先数,那么, $V_3(b, k) = V_1(b, k) / V_2(b, k)$ 则是对 b 的 k 代祖先的平均适应度的测算。

现在,设 $\Phi(b)$ 的操作性定义(描述)为:

$$\Phi(b) = \sum (0.5)^k V_3(b, k)$$

在此, k 是世代的代数,该数可以由 b 开始回溯而得到,如, b 的亲本是 $k = 1$, b 的亲本的亲本为 $k = 2$, 如此类推。 $(0.5)^k$ 是一个系数因子,它表示着各个世代祖先对 b 的适应度的重要性,可以看出,离 b 越远, k 值越大,则对 b 的适应度的权重就越小。 $(0.5)^k$ 这个系数因子最适用于缓慢变化的环境中的有性生殖种群;而对于其他情况,也可以采用更适应的系数因子来代替 $(0.5)^k$ 。^[3]

通过 $\Phi(b)$ 的这个操作性描述可以看出, b 的适应度是由其祖先的繁殖率来描述的,其每一世代的祖先或亲本的繁殖率以适当的权重(在此,由 $(0.5)^k$ 来确定其权重)来反映对 b 的适应度的影响。

如果我们把这个操作性计算方法当做适应度的一个定

义,那么,诉诸于适应度的差异来解释生物实体未来繁殖上的差异,就只不过是诉诸于过去繁殖的差异来解释未来繁殖的差异。但是,自然选择理论并没有断言过去繁殖率的差异决定着未来繁殖率的差异。实际上,自然选择理论认为,选择压力的变化有利于那些祖先有着相对较低繁殖率的有机体,这是进化的起因。只有在短期内,且环境保持不变或选择因素不变,这个操作性定义(描述)才是一种测算有性繁殖生物实体适应度的有用方法。但,它不是普遍可靠的,也不是适应度的定义,因为如果出现了新的选择因素并使进化发生改变,那么,对于适应度的这种测算将会给出一个错误的结果。

为了把适应度与遗传联系起来,从而使适应度的差异能够导致繁殖率的差异并由此导致进化的发生,这个公理体系必须表达出这样的观念:尽管公理 4 中所提及一个达尔文亚种宗所能达到的最大数量是保持不变的,但是,在这个达尔文亚种宗内各个不同系谱拥有成员的比例都会发生变化;如果在任何给定的一个世代上,这些分支之间存在着适应度的差异,并且这些适应度的差异从一个世代到下一世代不断持续下去,那么,最后的结果就是,最适应的分支的成员的比例将会达到该达尔文亚种宗的 100%。为了用一个公理简洁地表达出这一观念,需定义一个新的术语来指涉某达尔文亚种宗的分支或分支集合。

定义 5. 一个达尔文亚种宗的亚种宗称为次亚种宗(subcland)。

要特别记住次亚种宗与达尔文亚种宗之间的区别,即前者是后者的系谱分支,次亚种宗在从一个世代到另一个世代可以扩张或减少其成员数量,而达尔文亚种宗的成员数量保持一个不变的上限。

公理 6. 如果对于任何一个达尔文亚种宗 D ,存在着一个次亚种宗 D_1 ,在足够多的世代中 D_1 的适应度高于 D 的其他次亚种宗适应度(或者说 D_1 拥有优势适应度),那么, D_1 在 D 中的比例将增加。

关于公理 6,还有一些工作要做。首先,需要在“生物实体的适应度”这一原始术语基础上来定义“一个次亚种宗的适应度”。但是,这主要是一个使用数学的问题。第二,必须明确规定“足够多”意味着什么,也就是说,多少世代才能使 D_1 在 D 中的比例或成员数量的增加成为 D_1 与其他次亚种宗的适应度差异及 D_1 成员数量的一个函数。适应度差异越小, D_1 在比例上发生变化所需时间就越长;次亚种宗 D_1 的成员数量越小,非选择性因素的变化就越可能延缓其比例的增加。另一方面, D_1 的优势适应度保持时间越长,偶然性因素对其比例增加的影响就越小。

像物理学中的许多全称定律一样,公理 6 只是断言了一个特定效应的发生而没有说明什么时刻发生以及发生的强度有多大。将该公理与热力学第二定律作一比较,可以使更好地理解这一公理。从决定论或唯象的角度来看,热力学第二定律只是断言了熵或热力学无序程度总是趋向于一个极限而增加,而没有给出增加的速率或极限值。对于经历一个很长时期的大系统来说,这样定律所断言的内容,近

似于对系统进行的随机或统计描述;而对于这些定律的唯象描述的适用性以及对这些定律所断言的内容的例外或异常,可以由统计原则加以解释。因此,统计力学对于热力学第二定律的统计解释,是关于在一个足够长时间内系统熵增加的概率性描述,而这种描述并非不相容于短期内系统可能出现的熵减少现象。同样地,公理 6 也是关于次亚种宗 D_1 在长时期范围内由于其优势适应度而导致比例增大的统计性陈述。还要特别注意,公理 6 并没有断言,在任何达尔文亚种宗中一定存在具有优势适应度的次亚种宗,甚至也没有断言,一定存在着一个这样的达尔文亚种宗。公理 6 同样没有断言是否存在着可以在世代传递之间能够保持其优势适应度的次亚种宗。公理 6 仅仅断言,如果存在这样的次亚种宗,那么,某些结果随之发生。对于具有优势适应度的次亚种宗在世代传递中如何保持其优势适应度,公理 6 也没有表述或预设任何机制。

但是,下面的公理 7 却给出了存在性说明,即如果存在着达尔文亚种宗,那么,就存在着在世代传递中保持其优势适应度的次亚种宗,并且,该优势适应度足以影响该达尔文亚种宗未来特征。

公理 7. 一个达尔文亚种宗 D (D 不是处于濒临灭绝状态)的每一世代中,存在着一个次亚种宗 D_1 , D_1 具有足够长时期的优势适应度,使得 D_1 相对于 D 而增加,并且,只要 D_1 没有固定不变,它就保持足够的优势使得它相对于 D 进一步增长。

在公理 7 中强调 D 不是处于接近灭绝状态这个附加前提是必要的,因为在一个经历少数几代就将灭绝的种群中,适应度的差异不可能保持足够长的时期以引起其中一个次亚种宗能有一个增长。还有更重要的一点就是,公理 7 没有给出关于遗传或其机制的说明。实际上,如果存在着许多遗传机制,无论这些遗传机制是同时启动还是不同时启动,公理 7 所描述的规律性都能得到承认。就此而言,如果适应度差异是作为没有任何物理基础的长时期的偶然结果在世代之间持续下来,那么,公理 7 就会得到承认。该公理甚至不要求适应度差异是完全遗传的,在相继的后代之间,只要适应度的值部分地相随传递,对于进化的发生就足够了。因此,这个理论体系对于遗传机制是中立的。而遗传机制却是所有反对进化的理论所必须的;并且,遗传机制本身也有待于进化解释。

以上叙述,仅仅是对 Williams 原始表述的简化,省略了其中数学的和集合论的外层结构,因此也就遗漏了 Williams 表述的严格性和表达力。有兴趣的读者可以查看原文。

三 遗传机制与自组织理论

许多生物学家和哲学家对 Williams 的公理系统提出异议,认为进化是变异积累的结果,遗传学才是进化的核心,Williams 的公理系统不考虑遗传学不可能说明进化的机制。他们认为,应当首先阐明遗传学与进化论的关系,即把种群遗传学与自然选择理论联系起来,形成所谓“综合进化论”,在这个理论中,经典遗传学与选择一起解释了进化的遗传机

制。美国当代生物学哲学家 Ruse 指出:“正是由于进化论以种群遗传学为核心,才使得它具有了许多物理科学的特征。该理论最关键的部分是公理化;通过它,该理论不仅指涉了非理论(可观察)的实体,而且指涉了理论(不可观察)的实体;在此存在着桥梁原理(即对应规则)”。^[4]也就是说,种群遗传学为进化论提供了“假说-演绎”框架。Ruse 不同意像 Williams 的公理系统那样,仅仅只涉及自然选择理论。他认为,首先应当说明种群遗传学与进化论之间的关系,而遗传机制是进化机制的核心所在,然后,对种群遗传学进行公理化处理,其中,孟德尔定律又是整个遗传学体系的基本公理。Ruse 发现,经典遗传学的理论术语如基因、表现型,以及它对杂交实验中的经验规则性的系统化,都满足物理科学的理论模式,即演绎框架。

但是,正如 Rosenberg 所指出,自然选择理论或进化论,对于任何遗传机制都是中立,虽然前者确实需要一种遗传机制为其理论奠基。然而,进化论并不预设任何遗传学包括种群遗传学为真,同时,经典遗传学又与非自然选择进化论、甚至非进化理论在逻辑上是相容的。实际上,自然选择理论所需要的遗传机制仅仅是:如果变异在时间的进程中要产生进化,那么,变异必须是能够遗传的。而对于这种变异是以什么样的机制遗传下去,进化论对此是中立的。达尔文本人在建立其进化理论之时,确也感到必需一个遗传理论,因而假设了所谓的融合遗传假说。然而,这种遗传假说与进化论之间在逻辑上是相互独立的,因为融合遗传假说被否弃后,并未动摇自然选择理论本身,而是可以用其他的遗传假说进行替代。就经典遗传学本身来说,对孟德尔学说的最早诠释者们就认为该学说的结论与自然选择是不相容的。然而,后来却可以作为进化论的遗传机制来使用。而经典遗传学又被分子遗传进行了重大的修改,但这也并没有引起进化论或自然选择理论的丝毫改变。因此,进化论对于任何遗传理论都是中立的,只要这个遗传理论所假设的遗传机制满足“变异”并能把“变异”传递下去,“变异”就可以被“选择”并导致进化的发生。实际上,生命系统中的任何成为现实的遗传机制以及它无论从什么层次上表现出来的经验规律性,都必须自然选择理论的一个后承。无论是种群遗传学、经典遗传学还是分子遗传学,它们仅是进化动力在一定的边界条件上运作的结果,这些边界条件局限于地球上曾经有的环境,在那个时刻,无论是分子的复制,还是有丝分裂、减数分裂,还是有性繁殖,都是以世代传递的优势适应度的方式取得了牢固的地位。

这就产生了这样一个问题,没有遗传变异,虽然自然选择可以发生作用,但是进化却不可能发生;而任何遗传过程和机制又都是进化的产物。这就陷入了一个类似于“鸡生蛋还是蛋生鸡”的循环。这个矛盾如何解决呢?

刚才已说过,任何满足“变异”并传递变异的遗传机制都可以作为进化的遗传机制,然而,现实中那种遗传机制被选择并成为现实,似乎就是一个由选择决定的偶然性结果。但是,如果从分子的动力学层次上说,某种分子机制和过程被“选择”为现实,则是可以使用动力学方程表述出来的,在此,

“选择”就进入了耗散结构理论和超循环的表述中了。按照公理1,只有满足亲代与子代关系的实体,才能符合该公理体系的演绎推导。也就是说,在分子水平上,只有出现了分子复制的模型,才是自然选择进化论的最低层次的实体模型。而超循环论的分子进化过程的研究,就是给出分子复制(历史)形成过程的动力学描述。因而,耗散结构和超循环论,给出的是满足进化公理系统的最低层次实体模型(能够进行自我复制的分子系统)的分子演化过程的动力学描述。而满足耗散结构和超循环论中的物理定律或公设的实体模型(如分子和原子)不一定是满足进化论公理系统的实体。

从生命起源的原则上讲,我们应该以无机界的微观实体的性质为起点,构建一个出现生命现象的动力学过程。耗散结构理论通过对远离平衡态的开放系统从无序到有序的自组织过程的动力学描述,来解释一个系统的演化过程,其最终的企图是说明生命的起源和演化。在耗散结构理论中,首先唯象地构造了“流”与“力”的概念及其相互关系的数学模型,其中,“流”是“力”的函数,远离平衡态系统的演化过程须由“流”与“力”的非线性动力学微分方程来描述,因而用数学语言来说这一自组织的演化过程是非线性过程。但是,“流”与“力”是一种数学符号的抽象,它们的所指要视所描述的具体系统而定。耗散结构理论的创始人普里高津主要以化学反应系统为描述对象,“流”就是物质(分子)浓度梯度扩散流,“力”就是化学势。对这样的化学反应系统,我们可以把它想象为生命起源之前的物质系统的模拟。耗散结构的自组织过程及有序性的不断升级演化,是以物质分子的化学反应系统中各种分子局域浓度的时空演化、局域熵密度的时空演化来描述的。也就是说,如果生命的产生和演化,就是组成有机体的各种分子的浓度、熵产生、熵密度在一个化学反应体系中的时空演化的自组织过程(实际上,生命有机体的结构和各种生理活动无论多么的精致和复杂,终究不过是物质分子在浓度、密度、组成成份变化上的有序活动),那么,在此以分子性质解释说明生命现象,已迈出了可喜的一步。

在超循环理论中,所描述的是生物大分子DNA和蛋白质如何耦合为一个能够自我复制体系的化学动力学过程,这是直接针对满足进化公理系统的最低层次实体模型(能够进行自我复制的分子系统)的分子演化过程的动力学描述。地球上的生物,其形态结构、生理机制在不同的种类、不同的层次上存在着多样性,但在细胞中有着一一种基本的分子机制,普遍性的遗传密码以及基本一致的“翻译”机制,其中,从DNA到蛋白质的合成的“翻译”过程有着数百种分子的相互配合。由艾根(M. Eigen)创立的超循环论认为,在生命起源

和发展中的化学进化阶段和生物进化阶段之间,有一个分子自组织的进化阶段。可以这样认为,耗散结构理论企图解决的是化学进化的过程,而超循环论企图给出分子进化的过程。超循环论提出,DNA与蛋白质耦合构成超循环。这种超循环是一个自然的自组织原理,它使一组功能上耦合的自我复制体整合起来并一起进化。超循环可以通过趋异突变基因的稳定性,而起源于某种达尔文拟种的突变体分布中,一旦聚集起来,超循环将经过一个类似于基因复制的过程,进化到更复杂的程度。^[5]这意味着,自组织理论可以给出满足进化公理系统的最低层次实体模型(能够进行自我复制的分子系统)的形成过程的动力学机制。

但是,关于这种机制的描述,有着巨大的困难。无论是耗散结构还是超循环理论,其动力学方程的演化过程只要稍微复杂一些,就存在着难以捉摸和难以把握的不确定性,因而,在向生命现象进一步推广的道路上困难重重。至少到现在为止,还没有迹象表明存在着一个可行的操作方案,用来构造一个对应于分子进化的实验,或构造一个对应规则(操作规则),使分子进化的动力学理论与某一物理的和化学的实验发生关联,以使诸如“遗传信息”这样的概念为关于微观实体性质的术语、陈述所转换或蕴涵。实际上,这样的术语及陈述的转换,是将对生命有机体的当下功能的认定,转换为复杂而又漫长的生命产生和演化的历史事件系列,因此,即使这种转换是可行的,那也是使用极其繁琐和不便的表述历史事件动力学过程的性质解释的陈述方式,替换简洁明了和已在实践中证明了的十分有效和方便的功能解释的陈述方式。

【参 考 文 献】

- [1] M. B. Williams. Deducing the Consequences of Evolution [J]. Journal of Theoretical Biology, 1970(29): 343 - 85.
- [2] 这里给出的是 Rosenberg 对 Williams 系统的简化说明,参见 Alexander Rosenberg 的 The Structure of Biological Science (Cambridge University Press 1985) 第 5 章.
- [3] M. B. Williams. Deducing the Consequences of Evolution [J]. Journal of Theoretical Biology, 1970(29): 359.
- [4] M. Ruse. The Philosophy of Biology [M]. London: Hutchinson, 1973. 149.
- [5] M. Eigen & P. Schuster. The Hypercycle - A Principle of Natural Self - Organization [M]. Springer - Verlag, 1979. (M. 艾根, P. 舒斯特. 超循环论 [M]. 曾国屏, 沈小峰译. 上海译文出版社, 1990. 3.)

(责任编辑 董华)