

公理化生物学——一个有趣的尝试

Axiomatized Biology: An Interesting Attempt

马学海

(中国科学院上海生理研究所, 博士研究生 上海 200031)

本世纪,科学技术发生着革命,新兴学科层出不穷。许多经典学科依借这些新鲜血液,依旧保持着旺盛的生命力。然而,随着一些学科门类在内容上的不断丰富,其理论的组织形式是否也到了该作一些修改的时候了?

人所共知,数理科学,尤其是数学,在形式上的一个很大的特点是公理化。从亚里士多德到牛顿,再到希尔伯特等人,公理化的方法经历了一次次的演变和完善。它一直被认为是科学理论逻辑结构的一个表征。相比之下,生命科学似乎属于另外一种情况。从某种意义上讲,它与数理科学不属于同一个层次,前者只是利用了数理科学(包括化学)所提供的工具和方法来研究生物体这一复杂系统。到目前,其研究虽也已触及很深的层次,但它仍然是基于实验和观察,偏于应用的一门科学。公理化方法在此似乎永无用武之地。果真如此吗?

诚然,生物学中也有过一些“定律”、“原则”,比如经典的“贝尔胚胎律”和“器官相关性原则”,以及神经生物学中有关突触传递的“Dale 原则”,等等。此外,理论生物学也是当今生物学的重要分支。但就总体而言,生物学从其形式到内容都不具备“公理化”的特征。这显然是由其自身的特点所决定的:

第一,生物学的主要任务是要揭示生物体的复杂结构及其生理过程的各个细节,因而其理论在表达上均是描述性的,或至少是以描述性为主的。

第二,生物学在学科上是依照其研究对象划分出来的,从根本上讲,它不具有超越于数理方法之上的自己的特殊方法,因而其理论不具备独立性。

然而事情未必就此而止。科学毕竟是理性的,公理化实在非常诱人。其严整简约的形式,正体现了科学的“美学动机”。笔者认为,生物学尽管暂时不可能(并非永远不可能)被改造成严格意义上的公理化科学,但从其理论的组织形式上进行某种程度的广义的“公理化”则不仅是可能的,而且是极有意义的。

公理化的可能性和方法,几个例子

生命现象的种种过程,其实仅由几条简单的原则支配着,然而现行的生物学体系却使人在积累了更多的生物学知识后反而越发感到生命现象是那么繁杂。正如美国著名理论物理学家阿·热在其畅销书《可怕的对称》中所写的:“用生物化学过程所作的解释常常比问题本身所涉及的现象更复杂”。

如果将生物学的理论重新进行整理、编排,即把那些对整个生物界或其某个主要部分普适的、原则性的规律总结出来,按其被证实的程度以及层次、角度的不同,先设下几条“公理”,再引出“定理”和“命题”,不断展开,进而将生物学各个门类的相关知识重组后贯穿其中,这便是笔者所提出的“公理化生物学”。

比如,我们可以写出:

公理 1: 生命体是一个开放系统。

在此下可以讲述有关复杂系统理论在生物学上应用的成就。

公理 2: 生命从结构到机能都具有动态的特性。

定理 1: 功能蛋白质分子在静息和活动时,其构像均存在着在其几个状态间的快速变化。

定理 2: 在机体内发生的任何有生理意义的化学反应都必然有酶参与,且其正反应与逆反应将借助不同的酶。

定理 3: 细胞内的诸种代谢反应具备网状关系;一种成分不可能只参加一种反应。

在此下可以将生物化学的有关内容重新组织起来。

命题 1: RNA 是生命的原初形式。DNA 与 RNA 存在着协同进化。

在此下可以将分子生物学、遗传学的有关内容

组织起来。

定理 4:细胞间或细胞内的信号传导借助两类途径共同完成。其一是信号分子(信号载体),其二是微环境(渗透压、电磁场、离子强度……)。

在此下可以将细胞生物学、生理学的有关内容重新组织起来。

定理 5:各向异性的层次结构是中枢神经系统的功能基础。

命题 2:可兴奋细胞电信号中的噪声是维持细胞基础兴奋性所必须的。

命题 3:在高等生物体中,一种活性物质(活性分子)必存在于一种以上的组织。

在此下可以将神经生理学、内分泌学的有关内容组织起来。

命题 4:从个体到分子,简单对称性都是进化上原始的表现。

在此下可以将普通生物学、比较生物学、结构生物学、分子生物学的有关内容组织起来。

定理 6:节律性是有序结构的必然结果;节律性是生命活动的基本形式。

在此下可以将生物学中所有涉及节律性的内容全部汇集在一起。

命题 5:生物体内能量和信号的高可靠性传递是以孤立子的形式发生的。

在此下可以将理论生物学、非线性生物动力学的有关内容组织起来。

在以上的例子中,“公理”是被证实了的或无须证实的,概括性较强;“定理”是为多数实验或观察所支持的;“命题”则多有推测的成分,有待进一步证实。以上仅草举几例,未必妥当。

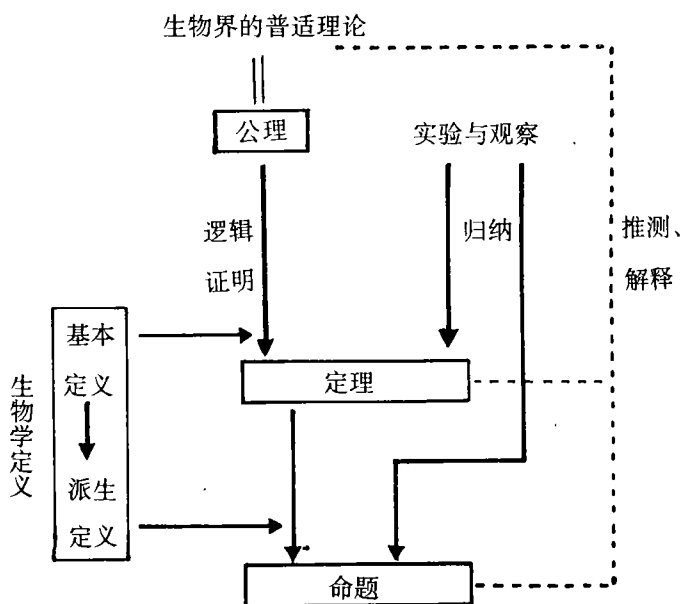
显然,这种对生物学的“公理化”与在数学和逻辑学基础上建立起的严格的公理学方法不同,其“定理”的产生除了逻辑证明,还要靠对经验的归纳。经过这样改造的生物学体系,其理论之间的对应关系如右图所示。

可以想见,以这种形式将目前的生物学重新系统化是完全可能的。此形式可以一直深入应用到生物学的某个具体分支。

公理化的意义

笔者提出以上建议的动机,乃是出于对生物学

的理性美的追求。这本身也许正是体现了公理化生物学的意义:给生物学一个理性化的面貌,从而在生物学的各个分支之间、生物学与其它自然科学之间,找到一些能在更大的范围上得以沟通的“共同语言”。这无疑也给生物学与数理科学的“分久必合”率先找到了一条形式上的通途。



生物学体系理论之间的对应关系图

其次,就生物学科本身而言,公理化可以使生物学者们不再仅局限于一些生硬的描述和资料的积累,而争相从繁杂的数据中找出具有普适意义的线索,及时发现规律,以指导后来的工作,少走弯路。实际上,在生物学的理论中不乏较具高度的思想,如:适应、节律性、对称性、演化、最适剂量,等等,很多人缺少广阔的视野,往往忽略了这些本质性的特点,以至许多本应“预料到”的成了“没想到”的。

再从教学和培养人才方面来看,一本被公理化了的生物学教科书,可以突破以往那种从简单到复杂、从低等到高等、从结构到功能的按部就班的老式的学习方法,尽早抓住根本性的知识,逐类旁推,不至于被生物学知识过于繁杂的假像所迷惑,培养学习的主动性和创造性,等等。

当然,所有以上这些还都是一些想法。纸上谈兵,难以服人。但本文作为一种尝试,意在抛砖引玉,望有识之士阅后赐教。(责任编辑 冷远猷)