

关于理论物理与理论生命科学的一些思考

Thoughts on Theoretic Physics and Theoretic Life Science

郝柏林

(中国科学院理论物理研究所, 院士 北京 100080)

自从1985年11月出席中国科学院生物学部召开的生物科学发展战略座谈会以来,参加了多次有关生命科学的讨论会。在这期间我一直还在研究“死物”的运动,同时在学习一些生物的基本知识。现在把学习中的一些零星思考,写在下面。

普遍与特殊

物理科学和生命科学的相互作用由来已久。电学和电生理学是同时诞生的(L. Galvani, 1791)。生物学为物理学启示了能量守恒定律,物理学为生命科学提供了从显微镜、X光到示踪原子、中子衍射、核磁共振谱仪、同步回旋辐射、扫描隧道显微镜等种种研究手段。然而,只有到了把生物物质和生命过程作为真正的物理对象加以研究的时候,理论物理的思维方法和数学工具才会在生命科学的研究中发挥更大作用。现在,生命科学所积累的大量事实和实验数据,物理科学在研究复杂系统方面的长足进展,已经把物理学和生命科学密切结合的任务提上日程。对于理论物理工作者而言,恰当地认识生物学和物理学思维方法的差异,会更有助于寻求共同语言。

物理学研究物质结构和运动的普遍规律。这些规律适用于人类观测所及的宇宙的任何部分,适用于它的过去与未来。物理规律可以由少量关键实验证实,物理规律没有例外。观测与理论的矛盾,通常表明理论还不够普遍,预示着理论的突破,而新的理论总把旧理论的正确部分作为特例包含在内。物理理论从数学框架到实验检验两方面受到严格制约,很难出现学派林立、假说纷纭的局面。物理规律本身是否也在演化,在更大程度上是个哲学问题,至少其变化的时间尺度远大于现代人类的观测时间,因而在当前的认识水平上,“永恒”的物理定律被认为是放之宇宙而皆准的。

生命科学研究的对象极为特殊。迄今还没有发现任何其它天体上有类似地球上的生命现象。就宇

宙尺度而言,我们目前所研究的对象,只存在于微乎其微的小小环球的“生物圈”的有限空间,存在于狭窄的温度范围,存在于出现生命后的有限的历史时期。为特殊现象建立理论是更困难的,但其内容却可能极其丰富。生命科学的理论和规律常有例外,它们既不能还原成简单的物理法则,也不会违反基本的物理规律。

遍历与进化

物理学处理“多体”、“多自由度”,甚至“无穷多自由度”的问题时,标准方法是统计平均。把对时间,对历史,对发展过程的平均,换成对一切可能的当前状态的平均。这是基于对经典力学的遍历假设,即认为一个力学系统或迟或早会经历能量上允许的一切状态。遍历假设早在物理学范围之内就出了问题:原来认为应当遍历的许多体系,例如耦合非简谐振子,已被严格证明并非如此。不过,确实还有许多遍历性成立的情况,例如耗散系统的混沌吸引子上的运动。

与遍历类似但更弱一些的要求,是时间变化的定态假设,即认为一个发展过程总处在同一机制、同一环境之中。其实,定态过程是无始无终、“始终如一”的。遍历和定态都是与进化或演化对立的概念。

虽然我们现在看到的宇宙,也处于演化之中,而且从对种种遥远距离的观测中不断带来不同演化时期的信息,但那时间尺度比之人类历史是极其漫长的。因此,物理学家们往往从现存的结构和相互作用来解释现象,更习惯于在“遍历”和“定态”的假设下思考问题。

进化是生命发展的基本特征,生命现象只有在进化背景中才能正确理解。进化乃是一种“遍历破缺”,即破坏了遍历性。这“破缺”在生物学中叫做“选择”。

另一方面,相对于单个生物体甚至物种的寿