

试论生命的定义

邢修三

北京理工大学物理学院, 北京 100081

摘要 从微观生物大分子和宏观整体相结合的观点出发, 给出了生命的一个定义, 这就是: 生命是个内禀(外兼信息交流)调控的蛋白质核酸等自组织有机整体。

关键词 蛋白质; 核酸; 调控; 自组织; 整体

生命是什么? 这是生命科学的最基本问题。1943年, 量子力学创始人薛定谔曾以此为题做了一系列演讲, 并于1944年出版了《生命是什么》一书^[1], 集中论述了2个主题。

1) 一个基因——也许是一个染色体纤维, 是一种非周期固体。详言之, 一个基因的结构是一个巨大的分子, 包含了未来个体发育和成熟的全部密码, 是一种非周期性固体, 是携带生命遗传信息的物质载体。

2) 生命以负熵为生。生命作为一个开放的系统, 为了维持其稳定的有序结构, 避免熵增加引起的无序衰退, 需要从环境不断汲取负熵。

在第1个主题中, 薛定谔提出了遗传密码(即基因密码)概念; 在第2个主题中, 提出了负熵的概念。这两个概念与相关的主题论述催生了分子生物学与耗散结构理论的发展。尽管如此, 薛定谔并未因此回答了生命是什么。实际上, 此后不断有人继续探索此命题, 古今中外很多科学家和哲学家都为此命题而困惑和思索, 但迄今尚无一个普遍接受的答案^[2-8]。一个较为全面、准确且较简洁的生命定义究竟是什么? 本文试图回答这一命题。

1 生命的基本特征

为了有助于回答上述命题, 需要首先了解生命的

基本特征。与非生命相区别, 生命的基本特征如下^[5-13]。

1) 基本组成大分子相同。

生命主要由生物大分子蛋白质和核酸组成(表1)。前者是生命功能的执行者和表演者, 后者是生命遗传信息的负荷者和储存者。病毒是由蛋白质外壳和核酸组成, 但无细胞结构, 它是否生命, 一直存在争议。

表1 生命的基本化学成分大致比例

Table 1 Approximate proportions of fundamental chemical composition for the life

水	蛋白质	核酸	糖类	脂类	无机盐
70%	15%	7%	3%	2%	1%

2) 结构和功能严格有序。

生命具有多层次结构, 从生物大分子、细胞、组织(如肌肉)、器官(如心脏)、系统(如循环系统)到个体, 各层次结构和功能及其相互协调活动均严格有序。

3) 时刻处于新陈代谢过程中。

生物体时刻都与环境交换物质和能量, 一方面, 生物体从环境摄入物质, 合成为自身的新物质并储存能量; 另一方面, 生物体又将自身的部分物质分解并释放能量, 并把分解的废物排出体外。这就是新陈代谢。

4) 对环境具有应激性。

生物对环境的刺激会作出应激反应, 使其结构和

收稿日期: 2017-05-12; 修回日期: 2017-08-22

作者简介: 邢修三, 教授, 研究方向为固体断裂疲劳统计理论、非平衡态统计物理基本理论和动态信息理论, 电子邮箱: xingxiusan@gmail.com

引用格式: 邢修三. 试论生命的定义[J]. 科技导报, 2018, 36(3): 32-35; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.03.003

功能与环境相适应。例如种子被太阳晒暖与雨水滋润时会发芽生长,人手碰到烫的东西会立刻缩回来等。

以上4个基本特征仅对个体生命而言,若考虑到生命的延续、发展和数量的增长,则生长、发育、繁殖与遗传、变异和进化也是生命的基本特征。本文给出的生命定义仅对个体生命而言。

2 内禀(信息交流)调控的核心作用

物理世界(非生命世界)中,原子核、原子、分子、固体直至太阳系,它们之所以能联成稳定一体,是靠它们内部各次级层次客体的力或相互作用力(核力、电磁力、引力)联结的;它们的运动规律靠力维持。可以说,力在物理世界起着核心作用,没有相互作用力,就没有物理世界。

与此相对应,在动物世界,即动物生命个体、生命群体直至生命社会,信息、严格言之是信息交流调控,起着与力在物理世界类似的核心作用。

2.1 信息交流是动物个体生命间的联系桥梁

任何一个动物,从人、鸟到蜜蜂和蚂蚁,他(她或它)与同类其他个体的联系,均依靠信息交流实现。作为最高等动物的人类间交流的信息是最高级的信息——语言和文字,其他动物同类个体间交流则通过叫声、气味甚至接触等。例如,雄狮的吼声表示它威猛的存在以震慑其他动物,并通过尿液气味标志其领地,母狮和母豹则通过叫声呼唤幼崽,猎狗和狼通过叫声呼唤同伴,一些雄鸟通过叫声呼唤同类雌鸟、排斥其他雄鸟;豹和狗等哺乳动物通过气味找到同类异性和识别其幼崽,母角马和母斑马甚至能通过气味在众多的幼崽中识别其幼崽;狗的优势个体把前足搭上一个从属狗的后背,作为其优势的信息显示,蜜蜂和蚂蚁用触角触摸同类其他个体或触角可报知食物所在地或进行其他信息交流。可见,信息交流是动物个体生命间的联系桥梁。

顺便指出,信息交流是指个体生命间双向相互向对方传递信息,而遗传信息传递则是亲代将遗传信息单向传递给子代。

2.2 低等生物的本能调控和高等植物的激素调控

所有生物,包括单细胞和多细胞低等生物,都有自动调控能力,并对外界刺激作出响应,即应激性。例如,生活在水中的单细胞生物变形虫,可调控细胞质的渗透

压,以利于自身生存;当将一个盛有牛肉质的毛细管插入水中时,在水中游动的细菌,不久就会聚集在毛细管的周围;置于室内窗户附近处的绿色鞭毛虫,不久就会聚集在光照最强的一侧,形成一条绿带。这种响应环境刺激的调控,是所有低等生物先天性的本能调控。

高等植物,树木花草,没有神经系统,也没有液体调控系统,它们有自己的调控方式,这就是植物激素调控^[6]。它调控着植物生长发育、运动方式和生物节律。向性运动如向光性运动就是其中的一种运动方式,表现为植物的花叶都转向太阳方向。向日葵的向阳生长就是一个典型。向光性即向阳性使得植物能够获得大量的光,有效地进行光合作用。

2.3 内禀信息交流调控保持动物个体生命功能正常

神经系统是动物的信息交流调控中心^[5,14]。动物,从腔肠动物到人^[5],都有神经系统。依据动物从低级到高级的顺序,腔肠动物的神经系统最简单,人脑的神经系统最复杂。

激素在高等植物中,只起一般的调控作用,与信息无关。然而,在动物尤其是哺乳动物中,随着其种类由较少到很多,结构由简单到多样,专门的分泌组织和分泌器官从无到有,激素系统也有信息传递调控作用。

在哺乳动物尤其人类中,免疫系统的重要性可与神经系统相提并论,而且还有信息传递作用。

通过神经系统、激素系统和免疫系统3者在动物个体内部的信息交流调控的协调作用,一个健康的动物个体就能保持内稳态和功能正常,完成整体的复杂行为:各种主要功能如呼吸、心率、血压、体温、眨眼、吞咽、咳嗽和应激性等;整体行为如发音(叫声)清楚、语言流利和肢体活动如鱼类的游动,爬行动物的爬动,鸟类的飞翔,哺乳动物的走、跑、跳、蹲、攀爬等都保持正常和协调。

可见,正是内禀(内部固有的)信息交流调控保持了健康动物个体各功能和整体行为的正常和协调。

2.4 对外信息调控是高等动物特有行为

一个动物通过信息影响另一个动物甚或一个非生命客体的行为,就是该动物对外信息调控的体现。例如,猫通过叫声吓跑鼠,上级军官向下级军官和士兵下达的命令,个人开停汽车、火车、飞机等,均属于动物对外信息调控行为。与信息交流属于各种低等和高等动物的行为相比,对外信息调控则主要是属于高等动物尤其是人类的特有行为。

动物社会,包括人类原始社会、白蚁和蚂蚁社会等的存在、繁衍和发展,首先是靠信息交流调控维持的。至于人类社会发展到有军队的国家时,其存在和发展,信息交流调控虽是必要的,但已非最重要的。

综上所述,内禀调控,生命的一种重要宏观行为,包括低等生物的本能调控、高等植物的激素调控、动物的信息交流调控,在各自生物领域都起着核心作用,以达到生物的生存目的。特别是信息交流调控在动物世界的核心作用,以达到生物的生存目的,是本节详细探讨的观点。它既在现有生命科学书籍中很少见到,也未进入有关生命专家的预测范围^[1]。

3 生命的定义

根据以上讨论与有关思考和概括,现在给出个体生命的一个生命定义,即:生命是个内禀(外兼信息交流)调控的蛋白质核酸等自组织有机整体。

此定义表明,生命是个自组织整体。整体,是就生命整体结构、功能和行为而言。作为整体,自组织^[8,14]就表示生命是个开放的非平衡的有序结构系统。开放表明系统不断与环境交换物质和能量,实现生命的新陈代谢,从物质上维持生命生存;按熵的表述^[8,14],则是系统不断从环境汲取负熵,抵消系统熵增长引起的无序衰退,维持系统稳定的有序结构。非平衡则指生命的形态和结构不断随时间变化。顺便言之,自组织区别了生命与他组织的机器人。

此定义表明,生命是个由微观大分子蛋白质核酸等自组织成的宏观内禀(外兼信息交流)调控行为的微观和宏观有机结合的整体。对低等生物和高等植物,仅是内禀调控行为;对动物,则是内禀外兼(内部既固有又能对外进行)信息交流调控行为。蛋白质核酸等则指生命大分子除蛋白质和核酸外,还有糖类、脂类和无机盐。显然,这种有机整体有别于无生命的众多耗散结构系统^[14]。

此定义既包含生命的4个基本特征,而内禀调控和自组织还表明生命是个活的客体^[6],活的东西就是生命^[9],从而显示此定义既包含生命的必要条件,也具有生命的充分条件。

最后还需指出,此定义上将信息(负熵)、通信、调控、目的、自组织都包含在内。

4 结论

从分析生命基本特征开始,研究了各种生命的内禀调控方式,探讨了信息交流调控在动物世界的核心作用,给出了个体生命的一个定义,它涵盖了低等生物、高等植物、动物和人类。这就是:生命是个内禀(外兼信息交流)调控的蛋白质核酸等自组织有机整体。

参考文献(References)

- [1] 埃尔温·薛定谔. 生命是什么[M]. 罗来欧, 罗辽复, 译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2005.
Erwin Schrödinger. What is life[M]. Luo Laiou, Luo Liaofu, trans. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2005.
- [2] 约翰·玛多克斯. 尚未解开的科学之谜[M]. 张化群, 丁刚, 译. 北京: 国际文化出版公司, 2002.
John Maddox. What remains to be discovered[M]. Zhang Huaqun, Ding Gang, trans. Beijing: International Cultural Publishing Company, 2002.
- [3] 约翰·布洛克曼. 未来50年[M]. 李泳, 译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2004.
John Brockman. The next fifty years[M]. Li Yong, trans. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2005.
- [4] 胡作玄. 生命科学中的若干问题[M]//李喜先. 21世纪100个交叉科学难题. 北京: 科学出版社, 2005: 452.
Hu Zuoxuan. Some problems in life sciences[M]//Li Xixian. 100 Interdisciplinary science puzzles of the 21st century. Beijing: Science Press, 2005: 452.
- [5] 张惟杰, 吴敏, 刘曼西. 生命科学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
Zhang Weijie, Wu Min, Liu Manxi. An introduction to life science[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.
- [6] 吴相钰, 陈守良, 葛明德. 陈阅增普通生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
Wu Xiangyu, Chen Shouliang, Ge Mingde. Chen Yuezeng General biology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2005.
- [7] 高崇明, 田清沫, 张昀, 等. 生命科学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
Gao Chongming, Tian Qinglai, Zhang Di, et al. An introduction to life science[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003.
- [8] 罗辽复. 物理学家看生命[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1994.
Luo Liaofu. A physicist looks at the life[M]. Changsha: Hunan Education Press, 1994.
- [9] 吴庆余. 基础生命科学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
Wu Qingyu. Essentials of life science[M]. Beijing: Higher

- Education Press, 2003.
- [10] 李宝健. 面向 21 世纪生命科学发展前沿[M]. 广州: 广东科技出版社, 1996.
- Li Baojing. The frontiers of life science facing the 21th century[M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1996.
- [11] 王业辉, 吴志纯. 走向 21 世纪的生命科学[M]. 北京: 华夏出版社, 1992.
- Wang Yehui, Wu Zhichun. Biology going to 21 century[M]. Beijing: Huaxia Publishing House, 1992.
- [12] Chen Y C, Yuan R S, Ao P, et al. Towards stable kinetics of large metabolic networks: Nonequilibrium potential function approach[J]. Physical Review E, 2016, 93(6-1): 062409.
- [13] 刘量衡. 物质·信息·生命[M]. 广州: 中山大学出版社, 2004.
- Liu Liangheng. Matter, information & life[M]. Guangzhou: Sun Yat-Sen University Press, 2004.
- [14] Nicolis G, Prigogine I. 非平衡系统的自组织[M]. 徐锡申, 陈式刚, 王光瑞, 等, 译. 北京: 科学出版社, 1986.
- Nicolis G, Prigogine I. Self-organization in nonequilibrium systems[M]. Xu Xishen, Chen Wugang, Wang Guangrui, et al. trans. Beijing: Science Press, 1986.

On the definition of the life

XING Xiusan

School of Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

Abstract This paper presents a definition of life from the viewpoint that microscopic biomacromolecule connects with macroscopic entity, that is, the life is a self-organized organic entity, which consists of protein, nucleic acid and so forth, and possesses intrinsic (and external information exchange) regulation.

Keywords protein; nucleic acid; regulation; self-organization; entity ●



(责任编辑 刘志远)