

DOI: 10.13376/j.cblls/2014078

文章编号: 1004-0374(2014)06-0543-02

· 序言 ·



郭爱克, 中国科学院院士, 中国科学院上海生命科学研究院神经科学研究所研究员, 中国科学院生物物理研究所研究员。于1993年在中国科学院生物物理所建立我国第一个以果蝇为模式生物的学习与记忆实验室。曾任“973”项目“脑发育和可塑性基础研究”(2000~2005)和“脑结构与功能的可塑性研究”(2006~2008)首席科学家, 现任中国科学院战略性先导科技专项(B类)脑科学前沿与交叉研究“脑功能联结图谱研究计划”首席科学家(2012至今)。获2006年度何梁何利生命科学奖, 2008年亚太神经网络协会杰出成就奖。多年从事视觉信息加工、学习记忆认知和计算神经科学研究。近年来, 在基因—脑—行为—认知相结合的框架下, 从演化的角度, 对果蝇的学习记忆与抉择等高级认知的神经环路和功能连接机制开展了系列研究。当前, 基于先期的果蝇抉择、特征抽提、视觉注意、跨模态记忆和逆向学习等一系列研究工作, 采用神经遗传学、光遗传学方法、行为遗传学、神经联结组学、光学成像和电镜重构, 以及计算神经科学等多学科交叉和会聚, 探索果蝇学习记忆与价值抉择等智力行为的神经环路和神经联结组图谱机制。

脑科学: 机遇和挑战

郭爱克

(中国科学院上海生命科学研究院神经科学研究所, 上海 200031)

“上九天揽月, 下五洋捉鳖”, 是人类智力的产物。恩格斯曾将“思维着的精神”比作“地球上最美的花朵”, 多么的生动深刻而美妙。人类大脑是智力演化的最伟大奇迹, 是人类灵性的家园, 它是最精细、最复杂、最优美和具有高度可塑性的器官, 它以其非凡的智慧造就了人类知识体系和文明的社会传承。脑与认知科学是研究脑与智力关系的科学, 是研究人、动物和机器的认知与智力的本质与规律的科学, 是要回答脑是怎样工作的, 智力和创造性是怎样产生的, 我们怎样成为有感情、有个性、有社会性的生命个体。其目标是: 理解脑, 探索脑是怎样工作的, 揭示智力和创造性的神经基础; 保护脑, 探索维护脑、心理和精神健康的策略, 防范脑疾病的“定时炸弹”; 模拟脑, 研发复制大脑工作原理的人工智能系统; “发展脑”, 重视儿童教育和早期发展对智力和创造性的影响, 防范不良发展倾向。

在过去的几十年里, 脑科学不论是在宏观尺度还是微观尺度都取得了巨大的进步。然而, 在宏观

和微观这两个层次之间的沟壑, 即介观尺度, 仍然需要填补, 而那里可能正是大脑奥秘所在, 这样才能贯穿宏观、介观和微观。是的, “是改变脑研究策略的时候了”。DNA双螺旋结构的发现者之一, 意识脑机制的探索者Crick曾指出: “我们至今没有绘制出人类大脑的联结图, 这是一件无法忍受的事情, 没有它就别指望能了解大脑是如何工作的。”

神经连接组学是国际上近几年提出的概念, 一经提出就受到大家的广泛关注并得到迅速发展。“连接组”(Connectome)是指对生物体内神经系统的结构连接的完整描述。众所周知, 结构连接是功能连接的基础。一个网络的功能关键依赖于其互相连接的物理模式。神经连接组学的使命是描绘出不同种属生物体内神经连接的结构图谱。进一步而言, 脑的结构连接和功能之间有着错综复杂的联系, 这种联系是通过大脑连接的多层次和多模式来实现的。不仅如此, 大脑中结构和功能之间的关系不是简单的一对一的映射, 而是随时间变化的动态过程。由连接组形成的动态相互作用模式是人类认知过程和

运行的基础。因此,在神经连接组学的基础上,进一步开展神经功能连接组学的研究,是深入了解认知功能及其障碍的关键科学问题。一个关键的问题是了解功能回路是如何与其结构基础相互作用的,从强调个体细胞的结构与功能到强调功能环路联接图谱。

在探索智力本质的历史长河中,在大数据时代之前,人类“主要是依赖抽样数据、局部数据和片面数据,甚至在无法获得实证数据的时候,依赖经验、理论、假设和价值观去发现未知领域的规律”。“大数据时代的来临使人类第一次有机会和条件,在脑领域和非常深入的层次获得和使用全面数据、完整数据和系统数据,深入探索脑的工作原理”,大数据时代的脑与认知科学的时代特征是集体的、协同的、整合的(collective, synergistic and integrative)。

去年春季,欧共体和美国分别启动脑研究计划。欧共体的“人脑计划”(Human Brain Project, HBP),旨在解读超过上兆个脑神经细胞联结的人类情感、意识与思维。而这些复杂的运算,将透过超级计算机多段多层的模拟来实现。美国的“创新技术脑研究计划”(Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies, BRAIN)拟研发新型脑研究技术,以更高的时空分辨率建立脑活动图谱。奥巴马敦促国会批准2014财年为“脑计划”拨款1.1亿美元,其中4000万美元由国立卫生研究院(NIH)分配。新资金将用于资助这样一些优先研究:(1)形成一份包含各种脑细胞类型的分类清单;(2)发展新的工具,用于分析那些负责实现将基因、蛋白质和化学物质运输到特定细胞的脑功能的复杂回路;(3)发展新的方法,用于记录大脑各个部位的大量的神

经元活动,并提高现有技术以使神经科学家们能广泛使用;(4)通过整合实验、分析和理论方法,理解大规模神经回路;(5)组建团队开发下一代非侵入式成像技术。该公告同时显示,美国国防高级研究计划局(DARPA)和美国国家科学基金会(NSF)也已投资“脑计划”。DARPA正在支持发展的技术将加深对神经心理疾病的理解,并提供更精确的神经刺激疗法。该机构还推出了一个新的方案,以理解神经刺激在脑损伤后是如何使记忆复苏的。NSF为依托麻省理工学院的脑、思维和机器研究中心拨款2500万美元,该中心旨在理解人类智慧,并通过计算机科学、数学、统计学、机器人、神经科学和认知科学等领域研究人员之间的合作,开发真正的智能机器。

我国多年来十分重视发展脑与认知科学。目前投资较大的是中科院战略性先导科技专项(B类)“脑功能联结图谱计划”。此计划已于2012年11月启动,涵盖了科学院内9个单位的23个神经科学相关实验室。我国人口基数大,人口结构失衡,各种重大脑疾病和精神疾患发病率高,给国人健康和社会经济发展带来沉重负担。制定我国的脑科学计划一定要坚守国家重大需求、特色和优势,有所不为而又有所为,聚焦在脑工作原理和脑重大疾病相互关联的两大主题。特别是,我们要集中我国制度优势、资源优势、人才优势,探索一些重大脑疾患的病因、预防、诊断和治疗,普惠脑和精神健康,力争在世界脑科学的大潮中做出中国的贡献。脑科学或正处在重大突破的前夜,让我们发挥交叉科学和汇聚优势,迎接脑科学研究高潮的到来!