

“了解脑, 保护脑, 创造脑” ——日本科技发展的下一个大战略目标

Next Strategic Aim of Japan's S&T Development: Research on the Brain

汪云九 齐翔林
(中国科学院生物物理所, 研究员 北京 100101)

笔者近 3 年数次访问日本的一些核心研究所: 理化研究所, ATR(Advanced Telecommunication Research Institute, 先进远程通讯研究所)等和一

些著名大学, 如东京大学、大阪大学、九州工业大学、玉川大学等, 目睹日本脑科学的筹备和启动过程, 深切体会到“21 世纪是脑的世纪”前夜的萌动和

4. 保证扎实的实践环节
实践教学是培养学生能力的重要途径, 是当前教育和教学模式中最敏感、影响作用非常大的因素, 但长期以来一直涵义不清、重视不够、方式方法单调。实践教学, 包括技能训练(如习题、练习)、设计实践(系统的大作业、课程设计、毕业设计)、实验室实践(教学实验和实习)、工程或生产实践(工程现场实习、生产实习、毕业综合实践如顶岗实习)。高等专科教育在安排教学计划时, 应研究上述实践教学和理论教学之间以及它们内部各类实践之间的相互关系, 寻求它们之间良好的配合和支持。实践教学的时间必须得到充分保证, 但也有个“度”。联合国教科文组织曾建议高等专科教育理论与实践教学之间的比例为 6.5 : 3.5, 一味增加实践教学的时间并不一定能达到提高教学质量的目的。据调查, 韩国高等专科教育搞得比较成功。如本科就业率一直在 55% 左右徘徊, 但专科生就业率从 80 年代中期起, 逐年上升, 1990 年已达 71.8%。其中很重要的原因之一是韩国高等专科教育的质量比较高, 而韩国高等专科教育质量比较高的诀窍之一是实践教学的比例科学、方法得当。在专业学科中, 理论课程与实际操作课程的时间比为 1 : 1。加上基础学科占总学时的 20% ~ 30% 进行折算, 专业实践教学时间约占总学时的 35% ~ 40%。并且在学习过程中十分强调技能的训练, 学生经考核合格, 可获得有关的技术资格。

四、跨世纪的挑战

高等专科教育同本科教育、研究生教育一样, 属于我国高等教育体系中不可缺少的重要组成部分

分, 是一种与本科并行、侧重实际应用、有自己特色的一种高等教育。但是, 高等专科教育, 要办出自己的特色, 还要经历漫长的改革之路。长期以来, 高等专科教育总是依附于本科教育, 几乎一直处于“本科压缩型”的状态, 想一朝一夕从中完全解脱出来, 形成自己的特色, 还有很多困难。因为几十年来形成的观念、习惯, 仍然牢牢地树立在许多教师和教育管理干部的头脑里, 在一定程度上阻碍着高等专科教育建设与改革的步伐。学科型人才培养转变为应用型人才的培养, 不仅思想观念必须要有根本的转变, 而且教职员工都要经历一个艰苦的过程。在高科技不断发展、知识经济正在走向我们的时候, 如何使高等专科教育主动走向生产、走向社会, 使学生们获得合格的工程师、高级工程师所必须掌握的基本工程应用能力和工程意识, 为此采用何种合适的办学和教学模式, 并最终探索出一条有特色的高等专科教育模式, 这是高等专科教育面临的一个具有重要现实意义的课题。

参考文献

- [1] 中央教育行政学院编. 高等专科教育研究. 高等教育出版社, 1989.
- [2] 杨诚芳等著. 高等工程专科教育. 中国水利水电出版社, 1996.
- [3] 李亚青. 试论高等理工科教育中工程意识的培养. 科技日报, 1989-01-10.
- [4] 李亚青. 试论工程教育的战略意义. 科学技术与辩证法, 1998(2).
- [5] 国家教育委员会高等教育司编. 高等工程专科教育改革 1990. 高等教育出版社, 1991.
- [6] 邱坤荣主编. 高等工程专科教育培养目标和培养规格研究. 机械工业出版社, 1990.

(责任编辑 孙立明)

决心。现就日本发展脑科学方面的种种情况做一扼要介绍。

一、政府行为, 投资巨大

到了日本, 随处可见“21 世纪是脑的世纪”的宣传信息。有关这一主题的研讨不仅仅出现在大学、研究所的学术会议、大会、讲座、专题讨论上, 而且出现在各种书刊、杂志上。仅就大脑左右半球的差别问题、男女的左右脑的差别问题、东西方人左右脑差别问题及开发幼儿的右脑等有关“右脑革命”问题, 就有大批专门书籍出版。“脑的时代”规划的提出者伊藤正男是国际学术界知名的学术巨头。伊藤 1928 年生于名古屋, 1953 年毕业于东京大学医学部。1970 年任东大教授, 1986 年任东京大学医学部长, 1994 年任日本学术会议会长, 1997 年任理化研究所的脑科学研究所所长, 还曾任第一届国际脑研究协会主席。伊氏本人专攻小脑的神经结构与运动学习机制。由于学术上的贡献以及曾获多次奖项, 现在是日本学术界的顶尖人物。

为了启动和发展脑科学, 伊藤提出了“脑的时代”研究大纲, 深得政府、大学和企业等多方面的支持。在理化研究所(和光市)内专门建立一个“脑科学中心研究所”。这个研究所是在日本政府采纳了伊藤正男提案后设立的。1995 年日本的科学技术基本法规(Basic law) 出台, 提出的“科技基础计划”着重于推进“分布式大科学”(distributed mega science), 包括生命科学的发展。1996 年日本科学委员会(Science Council) 向政府推荐脑科学作为重点发展学科, 建议成立一个全国性的委员会, 以促进日本优先发展脑科学的活动。同年 6 月科技部内的特别委员会起草了一个冠名为“脑科学的时代”(The Age of Brain Science) 的 20 年研究战略规划。其中提议建立一个研究所作为日本国内全面系统推进脑科学的中心。鉴于理化研究所(RIKEN) 已先行开展了包括脑科学的“前沿研究领域计划”(Frontier Research Program, FRP), 故由 FRP 的 10 个实验室, 加上新的 10 个实验室, 于 1997 年正式成立了“脑科学研究所”(Brain Science Institute, BSI)。

“脑科学研究所”计划在和光市理化所内建筑 3 个大楼, 其中 2 个已落成, 并投入使用(第一栋楼是 2 541m², 第二栋楼是 8 909m²)。建设中的第三栋楼 20 600m², 是前两栋楼总和的 2 倍。

BSI 现分三大研究领域和一个技术开发中心。三大领域即“了解脑”、“保护脑”和“创造脑”, 均系按伊藤的提案设立。每一领域又分若干实验室, 投资金额 1997 年为 65 亿日元; 1998 年为 88 亿日元, 增长率为 35%。官方宣称拟把 BSI 办成一个向国内

外开放的一个实验室, 规定 1/3 研究人员必须来自国外。成立一个专家委员会来评估研究所工作, 各实验室负责人选面向国内外招聘, 任期 5 年, 到期评估、更换。年轻人采用流动制。该研究所采用最精良的仪器设备装备, 发展多学科的综合研究。例如 4T 的功能性核磁共振仪 fMRI, 世界上只有 2 台, 1 台在美国, 另一台就在 BSI。总之, 意欲把 BSI 办成日本的, 也是世界上的脑科学的中心研究所。在日本还看到一些技术性较强的研究所, 如 ATR, 也开展脑科学的基础性研究, 并欲与美国贝尔实验室一决雌雄。日本脑科学的大量基础研究是在大学内进行的。东京大学、大阪大学、九州工业大学等著名大学, 都有许多脑科学工作在进行。玉川大学是一座私立大学, 仅塚田稔教授领导的海马研究组, 就有 4 台光记录仪。文部省名下对脑科学重点领域的经费支持, 1993 年为 646 亿日元, 1994 年 736 亿日元, 1995 年 824 亿日元, 平均年增长率 12.9%。

我们最近一次访日是 1998 年 10 月, 正值东南亚金融危机波及日本, 一些银行倒闭, 经济萧条。但是从他们的实验室来看, 他们并不缺乏经费支持。我们接触到的日本同行朋友一个个都情绪高昂, 一批批尚可使用的计算机也要更换, 欲安装最先进的实验仪器, 人人都显得雄心勃勃, 想与美国一决高低。究其原因, 真正的底牌恰如 BSI 理事长小林俊一所说: “日本经济近年来遭遇困难, 而解决这一问题的关键是发展科学和技术。”政府赞同这些有识之士的观点, 在经济不景气的情况下, 仍给科学技术领域增加投资, 以期从科学技术的发展中为国民经济的持续发展开辟一条生路。此见此策不失为一种英明的决断。

二、脑科学是综合性的多学科研究的领域

伊藤正男提出的“脑的时代”把脑科学提到一个前所未有的高度来认识, 这大大不同于国内某些专家的看法, 即认为脑科学就是神经科学。伊氏从理解人, 从人的福利, 以及社会发展的角度来考虑脑科学。他们提出的口号是“必须通过了解脑才能了解人”。大家都知道, 人所以区别于其它动物, 在于人有着发达的大脑, 有高度进化的智能, 有丰富的感情和清醒的理智。脑科学的发展为理解人脑的感知、认知、智能、学习记忆、语言、思维、动机、情感乃至意识将作出贡献。这些研究也关系到儿童的教育和社会心理学、工业心理学等社会问题。脑科学的发展还可能给日益发展的老龄化社会的种种困惑带来解决的出路; 也将为帕金森氏病、老年痴呆症、癫痫等等先天性后天性神经精神疾患提供保健、治疗和护理手段。脑科学发展的另一个重要作

用是力争“创造一个大脑”——也就是设计一个像人一样能学习、思维的计算机或像人一样行动的机器人。这种计算机和机器人的控制部分在结构和功能上类似于人的神经系统。日本政府对于这最后一个目标给予很大重视。我们在九州工业大学参观时,松本修文教授送给我们一幅漫画,上面画着90年代初美国提出“脑的十年”,欲在保护脑方面走在世界前列,而1997年日本提出了“理解脑”、“保护脑”和“创造脑”规划,日、美两国正在你追我赶,不甘示弱。

日本学术界已意识到现代脑科学研究不仅仅是神经生理学的事,还需要具有数、理、化、计算机、信息科学等方面的知识,必须进行多学科的综合性研究才能有所突破。“脑的时代”规划提出者伊藤本人虽是从从事小脑研究的生理学家,但他具有开放的头脑、广博的知识。早在1981年本文笔者之一访问伊藤正男实验室时,就看到陈列着许多关于计算机、自动控制和信息论方面的书籍,正因为他有着渊博的基础知识,才能提出视野广阔的有远见的规划。也正因为他的学术成就和社会影响,他提出的“脑的时代”规划,才终于得到日本政府的认同。近年来,在各种脑科学的学术会议上作报告的人往往都先讲一些生理实验的新结果,接着就介绍其数学模型,报告人大都是工学博士出身。这次中国神经网络学会主席吴佑寿院士,与我们一起参加了1998年10月在日本召开的第三届“动态脑论坛”(Dynamic Brain Forum)和ICONIP '98(第五届国际神经信息加工学术会议)。吴先生深有体会地说:“日本脑科学真是一门多学科的领域,数理科学与生理实验结合得好”。国内现在已不再把从数理角度研究脑科学的工作称之为“歪门邪道”了。1998年10月底在北京召开的国际神经网络会议上已把脑研究作为一个重大课题来处理,称这次会议为神经网络和大脑(Neural Network and Brain)大会。但是真正能够融会贯通各学科所长,解决一个个神经问题的的工作尚极少见。国内神经科学的主流至今仍是分子神经科学。而神经科学的真正主题,永远是由复杂的神经元(多达100亿个神经元)构成的巨大复杂系统何以会呈现出特异的高层次的功能(感知、学习记忆等)。但国内神经科学界常常回避这一大主题,脱离世界大趋势,往往仅从自己的研究角度提出“规划”。

三、理论、技术和应用相结合

虽然人类社会的物质进步和巨大财富靠人的双手和大脑创造,但是人的大脑是最难认识和理解

的物质了。自然科学的最大难题之一就是智能的产生和它的规律。脑科学是自然科学中发展较晚的一

门学科,虽然使用了许多精良的仪器,但我们对于人脑的功能仍知之甚少。关于脑的模型和理论则是本世纪中晚期才兴起的一个分支。1943年McCulloch-Pitts(M-P)模型是第一个关于神经元的数学模型,发展到80年代中才建立神经网络的理论框架,提出平行式加工和分布式存贮(PDP)的神经信息处理原则。但这些仅仅是神经网络层次上的工作,与脑及脑功能的复杂性表现不可同日而语。

自称以科技立国、信息立国的日本,对神经网络计算机十分重视。80年代日本提出“五代机”的设想,终因无独创性构想而以失败告终。后来又确定以神经网络和模糊计算机为其发展方向。现在,日本有许多公司生产类似于神经元活动的芯片,可以学习和存贮信息。由日本研究所研制的机器人,多采用人工神经元的工作方式。一些新的电器产品,例如空调、电饭煲等,也用上了“模糊控制”之类新技术和原理。

和光市理化所BSI的“创造脑”实验室主任甘利俊一从事的是信息几何学研究,相当抽象,在国际上系独树一帜,响应者亦寥寥。这次在ICONIP '98九州会议上和1998年10月在北京的“神经网络和脑”的国际会议上均受邀作大会报告。报告后笔者问他对“神经编码”问题的开拓者、数学家Segundo的看法如何,他说听不懂。甘利俊一现在负责“创造脑”方面的工作,目前手下的年轻人和研究生有30多人。1988年后,国际上神经网络计算机形成高潮。甘利俊一因长期从事神经网络的理论研究而受到重视,曾任国际神经网络学会主席,在日本国内地位日隆。目前其研究经费充裕,兵强马壮。脑研究所对于这样抽象的基础理论研究工作,尚且给予如此巨大资助,可以看出日本各界对于脑科学的重视。

去年在日本北九州召开的ICONIP '98和日本神经网络学会1998年年会,有493人参加,其中应邀出席的有34人。大会对与会者都提供不同程度的资助。这在以往的国际会议中也是不多见的。仔细一想,他们也是合算的。邀请一位专家做报告,他肯定把多年来的研究成果讲出来,可以从中学到很多东西,少走不少弯路。为这次大会提供资助的组织 and 公司多达25个,连表面上看来业务上没有直接关系的闻名于世的化妆品产商“资生堂”也给予资助。

这次ICONIP '98会议上有多次大会专题讨论,介绍日本的脑科学规划以及“创脑”方面的工作和设想。在“创脑”讨论会上执行主席Yasuji Sawada和Hideki Kawahara的一段致辞很值得一读:“即便日本经济遇到困难,日本政府决心为即将来到的‘脑的世纪’的各方面基础研究建立一个基础并作出持续的努力。这种努力的一个独特方面就是推动

(下转第39页)

伸长度长、轮廓复杂及直立深切等特点,加上花岗岩坚硬性脆、裂缝发育等地质特点,使其成为开挖难度大、技术要求高的挑战性工程。衬砌墙布置 11 万根高强锚杆,主要作用是保证砼衬砌墙的稳定,同时兼顾高边坡岩石的稳定,现结构锚杆设计是按衬砌墙的外水压力和温度应力的最不利组合来考虑的。从衬砌墙分块尺寸看,属于长宽比严重失调的板结构(宽 12m,高 40m~60m,厚 1.5~2.4m)。对此,张光斗院士认为:结构锚杆主要是承受外水压力对衬砌墙的推力,对温度应力作用不大。温度变化产生的变形受开挖岩面凹凸不平及开挖台阶的约束,即使砼与岩面脱开,其尺度也小于岩面的不平整度。在锚杆逐步受温差变形产生荷载的过程中,目前设计的砼衬砌墙因内外变形的差异和受岩体的约束,必然会产生水平裂缝。砼衬砌墙开裂后,其对锚杆产生的荷载随即相应减少。因此,应增设 1~2 条水平结构缝,该水平止水缝宜布置在衬砌厚度突变处,以减少温度应力;为加强衬砌墙的整体性,可设过缝钢筋,但不要太多;增加砼衬砌墙的温度应力钢筋,以分散温度应力引起的裂缝及减少裂缝的宽度;进一步优化结构锚杆,减少砼墙开裂的风险;并可减少高强锚杆数量,或采用延性好的级普通钢筋。

五、特大型水轮发电机组科研成果

三峡 700MW 混流式水轮发电机组,运行水头初期为 61~94m,后期为 71~113m。针对三峡电站机组具有单机容量大、工作水头变幅大、过机水流含有一定的泥沙等特点,重点研究了水轮发电机

组稳定性能和改善运行稳定性的措施;水轮发电机组主要参数优选及结构方案;调速器及油压装置选型等问题。鉴于三峡电站机组台数多、容量大,在电力系统中的地位极其重要,必须从机组选型、设计、制造上采取措施,确保机组运行稳定可靠;应按后期运行长件拟定水轮机最优工况的水头,以确保水轮机在高水头运行工况的稳定性和效率,同时也兼顾低水头的运行性能。水轮发电机组主要参数数据经过反复比较后拟定为:水轮额定转速 75r/min,额定水头 80.6m,额定出力 710MW,最大出力 852MW;发电机最大容量 840MVA,功率因素 0.9。机组冷却方式方面,比较了全空冷方案和定子水冷、转子空冷方案。鉴于两种方案各有优缺点,决定以制造厂家各自的技术优势来确定。机组的推力负荷达 5500t 左右,为世界之最,故推力轴承的布置方案,在研究了水轮机顶盖和下机架两种方式后,推荐承重下机架的方案。调速器采用数字式微机调速器。机组油压装置为分离结构。

机组供货采用国际公开招标,第一,可保证质量,第二,可引进技术。通过引进技术,可以把我国国内水电设备的制造水平提高到国际水平。左岸电站 14 台 700MW 水轮发电机组国际招标采购合同于 1997 年 9 月正式签订,由两个供货集团中标。法国通用电气阿尔斯通和瑞士 ABB 公司组成的供货集团中标 8 台水轮发电机组,采用挪威克瓦纳公司的水力设计。加拿大 GE、德国伏伊特、西门子公司三峡联合体中标 6 台水轮发电机组。1997 年年底水轮机埋件部分的第一批货物已运抵工地,意味着三峡水轮发电机组埋件的安装将拉开序幕。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 21 页)

基于模型的脑研究。……日本没有充足的自然资源,因此,这样做事实上是日本生存于世的唯一出路。早在 1400 年前,我们就有依靠脑力(mental power 精神功力)发展的传统,而不是依靠体力(physical power)。二次大战是一个例外,证明我们使用‘体力’不行。我们在此对于这段时期的错误表示歉意。……我们正开始认识到我们真正的强处是大批受过高等教育的、具有精巧技艺的、进行创造性活动的人才。我们将以此对世界作出贡献。”日本打算用“创脑”计划带动半导体产业、计算机产业、机器人产业、信息产业等工业技术领域的发展。当前日本经济正处于萧条状态,在这种形势下,日本政府、朝野各界取得一致性意见,发展科学技术(其中脑科学是重点),为国民经济持续发展找出一条生路,实不失为一种英明之举。

根据日本各界专家的信息,总的印象是,日本政府、学术界、企业界和大众均把脑科学定位为下

世纪科技发展的战略目标之一,且投资巨大,以期理解人脑的工作原理,开发人脑的潜力,寻找治疗神经和精神病患的药物和方法,为人的福利和老龄化社会的来临作准备;同时,开发拟人的计算机和机器人系统,为信息社会化进程做贡献,开拓新的技术产业,为发展高科技为中心的经济找出一条生路。

参考文献

- [1] D. Swinbanks: Japan's Science Agency seeks extra billions, despite recession. Nature(1998) Sep, Vol: 395, p: 3
- [2] Y. Sawada and H. Kawahara. Brain Creators: Japanese initiative to create computational models of brain functions. The 5th International Conference on Neural Information Processing. Kitakyushu, Japan, (1998) Oct, 21-23, pp: 1183-1184
- [3] 小林俊一: 前言. RIKEN BSI News, (1998) Aug, No: 1, P: 2

(责任编辑 蔡德诚)