

现代生物工程技术的产生及其带来的启示

Enlightenment by the Emergence of Modern Bioengineering Technology

梁 正

(南开大学经济学系 天津 300071)

20 世纪是科学技术取得重大进展的 100 年。50 年代兴起的新技术革命正在改变着人类生活与思维的方式,而其中最具革命性的无疑是信息技术和生物技术。前者借助于电脑的魔力,正在使人与物的关系走向和谐;而后者的发展则有可能重新实现人与自然的共存与进化。从这个角度来看,现代科学技术所追求的已远远不止是“资用民生”这样的浅层目标了,人们欢呼知识经济的到来正表现了一种对自身解脱的憧憬。那么中国——1500 年之前处于世界技术领先地位的国家(李约瑟,1969),为何

机器。技术专业背景使其时常处于事件的“真”和处理事件的妥协手段之间的困惑之中。组织管理的所谓“软技术”,根本不可能生根内化为主导性知识,因此管理知识只能是第二位的。

解决的出路

——制度、体制、产业在试错进程中胜出

解决思路,寄希望于制度变迁中的试错机制,即让市场经济体制和知识产业在试错中胜出。通过中国制度的整体试错,知识型企业的局部试错,大量科技专家为主体的创业公司才会得以涌现。试错过程中将形成游戏规则。这种机制的建立,将自然形成新的权威,即全新意义上的企业家——技术专家型企业家。日本经济学家松山公纪说:“我把‘企业家’定义为一个为了促进协调而设计和试验新制度的当事人。”这种新型企业家将是中国新产业——研发主导型知识产业的创建者。

怎样使得他们大量涌现?可以设想分三步走:

第一步,民营科技企业的普遍生长。鼓励科学家毅然走出高墙深院,带着自己的研究成果办企业。促使以技术产品开路的中小型创业公司活跃在经济舞台。

第二步,资本运营中开始吸纳新技术,出现以经济手段搜寻高技术项目的风险投资公司和技术市场前景咨询公司,实现金融资本和知识资本的融

合。在近代,尤其是在 20 世纪,未能取得辉煌的科技成就呢?本文试图通过对现代科学技术(以生物技术为案例)产生条件的历史分析来探究这个问题。

一、生物技术产生的背景及发展历程

同 20 世纪,尤其是战后大部分应用技术的产生一样,生物技术的发展也是建立在一系列基础科学研究所取得的重大进展基础上的。这其中主要是生物(遗传)化学、生物大分子晶体结构学、量子力

合。

第三步,通过市场竞争的残酷淘汰选择,使掌握最为稀缺资源——知识的技术专家成为企业家,促使研发专家型企业家成为知识产业的主导力量。

上述几步发展过程的结果是,一种新的社会主导型人才,即技术专家型企业家普遍孕育而生。他们先是在技术领域灵感迭出,继而在商界纵横捭阖;而风险基金的年轻的投资经理们伸着嗅觉灵敏的触角搜寻着,不同类型的企业家为着追逐超额利润结合到一起,随之,科技创业公司必将如雨后春笋般生成,由技术和资本的结合而形成的专家型企业终将成为社会变迁的主导力量。他们背后所获得的主要支撑不再是权力和财富,而是知识和知识网络。这些新型企业家又被称为“无限制资本家”。身处这个剧烈变革的时代,他们毫不畏惧地迎接时代的挑战,实际上,正是他们揭开了这个时代的帷幕。流行于硅谷的一则笑谈:“硅谷的数字脑袋一有可笑的念头冒出,便会迅速传播开来并影响美国企业界的心理”,颇为传神地道出了时代发展的源泉。

企业家是中国的财富。他们正在催生,还将更快催生中国的市场经济制度。

专家型企业家,更是中国的财富。他们不仅为制度变革创立新的规制,他们更将在创业中,创立中国的朝阳产业——研发主导型知识产业。

(责任编辑 蔡德诚)

学、信息科学等做出的工作。当代生物技术的基础是经典遗传学。这里必须提到两位先驱的工作。首先是奥地利生物学者孟德尔,他通过长达8年的豌豆杂交试验,在进行了大量统计研究工作之后,发现了两条基本遗传定律(即分离定律和自由组合定律),提出了遗传因子的概念。1909年荷兰植物学家约翰森提出用“基因”一词来取代遗传因子。另一位是美国遗传学家摩尔根,他和他的学生通过大量实验证明了细胞核内的染色体是遗传的主要物质基础,发现了基因的连锁和交换现象。这两位先驱所采用的统计与实验方法为生物遗传学从描述性科学向精确性科学转变奠定了基础。

与遗传学的进展相适应,传统生物化学对生物大分子化学结构的研究在20世纪初也取得了长足的进步。20世纪20年代发现了核酸,并区分出核酸的两种形式RNA和DNA,它们的化学组成也初步证明了;到1930年,组成蛋白质的20种氨基酸全部被发现。正是这些进展直接为DNA空间结构模型的建立打下了基础。

分子生物学的诞生标志着DNA双螺旋结构模型的建立,以及在此基础上遗传密码破译和遗传中心法则的确立,这些令人眩目的成果是20世纪人类集体智慧的结晶。

首先是生物大分子晶体结构学所取得的重要进展,归功于两个小组做出的工作。一个是剑桥大学卡文迪许实验室的佩鲁茨小组,他们在已有的X射线衍射法基础之上,创造了一种简便有效的技术,到60年代初弄清了血红蛋白和肌蛋白的详细结构。另一个是伦敦皇家学院的维尔金斯和弗兰克林小组,他们在50年代用一种特殊技术制备了高度定向的DNA长纤维,拍得了一张效果极佳的X射线衍射照片。正是他们的卓越工作,为DNA双螺旋结构模型的建立提供了重要实验依据。

另一块基石是由遗传信息学派所奠定的,而信息学派的思想则来自量子力学与控制论。1932年量子力学的开拓者波尔在《生命和光》的著名演讲中指出生物学的进步必须同物理学一样,提出新的、革命性的概念与认识方法。40年代,波动力学的创始人薛定谔出版了《生命是什么》一书,用量子观点来解释基因的“行为”,他还从哲学的高度将生命视为信息传递与组织的开放过程。与此同时,控制论的先驱维纳提出了“结构—功能”思想。这些“外行”们的工作不但给予生物学崭新的启迪,而且产生了巨大的社会影响。在他们的感召之下,一大批年轻物理学家转向了生物学这块“新天地”,这其中就有DNA双螺旋结构的建立者克里克和沃森。沿着这条道路,信息学派取得了重要突破。1952年,加州理工学院噬菌体小组中的赫尔希和他的学生蔡斯用实验证明了DNA是噬菌体全部遗传信息的载体。人类

对基因的认识终于从染色体、蛋白质、核酸深入到DNA层次之上。

基因的实体与功能已经初见端倪,那么它最终是通过什么机制来发挥作用的呢?这个问题是由遗传的生物化学学派初步解决的。1904年比德尔在斯坦福大学工作时同塔特姆相识,两人在用红色面包酶进行了大量生化实验之后,提出了“1个基因控制1个酶”的著名论断。到了50年代,人们又发现基因是通过决定一个多肽链的氨基酸顺序,从而控制了特定蛋白质的产生并进而控制细胞代谢的。至此,基因发挥作用的机制已得到了原理上的证明。

可以看到,直到1952年为止,基因——也就是生物大分子DNA的物质构成——的遗传功能与作用机制才基本明确。但这一切,都是发生在DNA这一“黑箱”之外的。DNA的空间结构究竟是什么样?它怎样储存和传递信息?信息通过什么机制“表达”到蛋白质合成之上?这些问题的解决将最终揭开生命之谜。“万事俱备,只欠东风”,最激动人心的一步是由沃森和克里克迈出的。

作为双螺旋结构的建立者,沃森毕业于芝加哥大学,1951年来到剑桥。克里克原是伦敦大学的物理学士,战后进入剑桥佩鲁茨小组从事血红蛋白晶体学研究。对基因本质探究的共同兴趣使这两个年轻人“一拍即合”,从1951年底他们开始了建立DNA空间模型的工作,研究的细节在此不必赘述,值得注意的是这一伟大发现所呈现的几个特点。

第一、“博采众长”是成功的基础。根据统计,到1951年底,各学科所获与DNA结构有关的重大成绩共有12项,其中10项已经公开,未公开的有2项。沃森和克里克也从弗兰克林和多诺休那里提前了解到了。可以说,他们只是站在巨人的肩上,“水到渠成”地做出了正确的综合。

第二、逻辑推理与实验参证相互促进是成功的保证。沃森和克里克先后建立了3个DNA空间结构模型。第一个3链模型的链数、结合键在很大程度上是假想的产物,由于维尔金斯提供的实验数据使他们否定了这一模型。1953年初,在看到弗兰克林拍摄的DNA照片和实验结果后,生物体中的对称美学启发他们建立了双链结构。但同样是“仅存”于大脑中的对称观念使他们选择了碱基同配的错误模型。这个想象模型仅存在了一天(1953年2月19日),就被与他们在同一办公室工作的美国结晶学家多诺休从有机化学的实验角度否定了。第二天一早,沃森回到办公室又摆弄起了他的碱基纸板时,“奇迹在这里发生了”。当他按互补原则建立起A—T、G—C碱基配对时,发现它们在形式上完全相同,而所有的氢键都几乎是自然形成,双螺旋模型诞生了。

第三、“科学无国界”的精神是成功的灵魂。在

沃森和克里克建立 DNA 空间模型的过程中,曾得到维尔金斯、弗兰克林、鲍林等一大批科学家的无私帮助,而实际上他们又正是同一研究领域的竞争对手,如果“封锁”代替了“交流”,不难想像是什么结果。

从 1951 年秋到 1953 年 2 月,沃森和克里克仅用了 18 个月就做出了分子生物学上具有开创性的重大发现,但他们靠的并不是运气,“所谓偶然只不过是必然的交叉点而已”(黑格尔)。DNA 空间结构的建立起到了“纲举目张”的作用,此后分子生物学的发展便势如破竹了。到 1969 年,64 种遗传密码全部被破译,1953 年到 1955 年沃森和克里克又提出基因自我复制和指导蛋白质合成的中心法则,生物大分子基础上的遗传机理初步被揭示了。在此基础上,70 年代科学家发明了 DNA 重组,即人工合成基因技术,此后又相继发现了一批能够切割和连接 DNA 分子的“工具酶”,这样,生物技术的“软件”与“硬件”都已具备。从而,以基因工程为核心,包括细胞工程、酶工程和发酵工程在内的遗传工程于 70 年代后迅速进入了产业化阶段。日本在 80 年代采用微生物技术进行工业生产,年产值已达到了 500 亿美元。到 1993 年仅美国从事生物技术制品生产的公司就有 1 100 家。工程菌、酶催化技术、转基因动植物、生物医药、基因治疗、物种基因库、克隆技术……正在改变着生产与消费、环境与发展、健康与长寿、人与自然等一系列传统观念。“21 世纪将是生物学的世纪”并不是一句妄言。

二、现代科学技术产生条件的中西比较

前面大致描绘了生物技术产生的背景与过程,从中看出现代科技发展的一些显著特征。首先是科学与技术的关系发生了变化。科学理论与技术方法变得日益密不可分,基因工程技术直接建立在分子生物学的发展,特别是实验成果的基础之上。在这里,理论研究和技术的对象统一到一个实体——生物体上,从而理论研究的最新成果可以直接当作“工艺原理”来加以利用。原有的“实践—技术—科学理论”的转化模式被新的“科学—技术—实践”方式所代替。其次,现代科技的产生必然建立在“大科学”的基础之上。生物工程固然如此,电子计算机的出现实际上也是物理学、信息科学、数学与逻辑学综合的产物。第三、现代科技具有初期投入巨大、风险高、潜在效益深远的共同特点。根据统计,基础研究的成功率不足 10%,但一旦转化为技术之后,却具有不可估量的经济效益。现代科技的这些特点决定了它产生的一系列条件。如果我们追根究底,也许会发现为什么在这个世纪的重大科技进展中我国的贡献率却很低;但这决不只是

“李约瑟难题”的现代翻版。

1. 现代科技产生的灵魂是科学家气质与“科学精神”

这是由前述现代科技的前两条特征决定的。我们在前面提到了孟德尔,谁能想到这样一位伟大的科学家正式的身份只是一名修道院长,他在修道院的园地里默默无闻地做了 8 年的豌豆杂交实验,而他的研究成果直到 40 年后才获见天日;昆虫学家法布尔是小学教员,仅依靠微薄的薪金却开创了昆虫行为学研究的新天地;天文学家布鲁诺、解剖学家赛尔维特,为了追求真理竟不惜以身赴火……纵观西方文明史,不难发现,正是一种“为科学而科学”的精神在激励着他们!古希腊科学与艺术的辉煌自不必说,即使在中世纪,对自然法的信奉与宗教信仰所形成的张力,仍然在驱动着人们去寻找由“上帝”设定的自然秩序。文艺复兴、民族国家的兴起使人们从在宗教中寻求解脱,变为追求人的尊严的解放。培根提出了响亮的口号:“知识就是力量”。人们发现科学才是认识自然的最好武器。可以这样说,正是科学地位的崇高才孕育了科学家的气质。

中国又如何呢?我国文明传统的守卫者是“圣人”、“士”,他们的追求在于“格物、致知、诚意、正心、修身、齐家、治国、平天下”。所谓“格物穷理”的科学只是手段,是“术”,而终极目的只能是“道”,是“仕”。张衡是天文奇才,但名满天下的却是他的文章;郭守敬、沈括是科技大家,但他们的研究只能利用“登台入仕”正业后的闲暇。“是故形而上者谓之道,形而下者谓之器”(《易经·系辞》)。在古代传统中,作为“器”的科学是从属于“道”的,而“天人合一,体用不二”的独特思维实际上成了以人道来塑造“天道”,从而科学的理论化被推给了“玄学”,科学的应用则停留于依赖“观物取象,观象取意”的纯粹经验。西方的科学要“穷天理,遂人欲”;东方的伦理则要“存天理,灭人欲”。20 世纪初中国人举起了“科学”与“民主”的大旗,但正如余英时先生在《中国思想传统的现代诠释》一书中指出的那样:“中国‘五四’以来所向往的西方科学,如果细加分析即可见其中‘科学’的成分少而‘科技’的成分多,一直到今天仍然如此,甚至变本加厉……中国人到现在为止还没有真正认识到西方‘为真理而真理’、‘为知识而知识’的精神”。也正因为如此,我们才会长期低估了科学,尤其是基础科学的重要作用。直到目前,我国纯基础研究的投入只占 R & D 总投入的 2%,是世界上最低的。建国以后,我们先后制定了 4 个较大规模的科技发展规划,但其中“会战”、“攻关”的色彩极为浓厚。1986 年,在液氮温区超导材料发现过程中,我国的科学家与诺贝尔奖失之交臂。有学者认为,缺乏一种“为了探求终极原因”而深入研究的科学家气质和科研环境,是造成这一遗憾的

重要内因。

2. 有效的分工与协作研究体制是现代科技产生的保证

在传统的生物学、化学、物理学、信息科学的基础之上,分化交叉产生了一系列更为专业化的学科:生物遗传学、胚胎学、细胞学、生物化学、生物大分子晶体结构学、遗传信息学……有多个研究小组在这条战线的不同方向上齐头并进,如维尔金斯小组、剑桥小组、噬菌体小组、艾弗里小组、鲍林小组、沃—克小组等等。经济学上的第一条原理是分工产生效率,正是这种有效的、细胞的分工导致了知识的专业化生产,从而提高了知识生产的效率;但这种分工必然导致知识的分割。要保证知识的完整,取得“整体大于局部”的效应,就必须建立一种合作机制。分子生物学的产生实际上正是各学科综合的结果。第一个层次在于每一个小组几乎都是一个科学协作的团体。在这里,物理学家与遗传学家、实验专家与理论家结成了联盟,产生了以大学和研究所为广阔背景的“杂交优势”,这是由知识本身的互补性与溢出效应所决定的。第二个层次上的合作体现在各个小组的“互通有无”之上,这一点在前面介绍的沃—克小组的工作中体现得尤为明显。这证明了经济学上的另一条原理,协作产生“规模效益”。而实际上,远溯到西方文明的源头——古希腊,我们已能看到这种知识生产的共同体——学园(Academy)。延至近代,16世纪最早的科学交流小组在意大利出现,1657年英国皇家学会成立,1666年法国皇家科学院成立,从此职业科学家出现了。此后则是建立在大规模分工与协作基础上的资本主义生产方式的兴起。知识的生产与物质的生产就是这样沿着同一条“人类合作秩序的扩展”(哈耶克,1988)道路前进的。

而我国传统中的理想学者是“通古今之变,成一家之言”的全才。先秦诸子几乎人人都建立起了一套完整的理论体系,而统帅这一切的却都是“平天下”的策论。从先秦百家到宋明理学,都是出于对“大一统”理论的痴迷而造起了一座座“空中楼阁”。知识生产的缺乏分工带来了效率的低下,“注疏、训诂与考据”代替了批判与发展。纵观中国文明史,几乎直到现代,既没有科学理论上的研究分工,也没有最低限度的合作,绝大部分时间都用到了“党同伐异”之上。如果说我们过去的薄弱环节在于“分工欠缺”的话,那么现在的主要问题则是“协作不力”。解放以后,在“攻关”思路的指导下,建立了一种科学院和大学之间的科研教学分工体制,根据1988年的统计,仅中科院所辖的科技人员总数就相当于全国高校中同类人员的近一半。这种分工由于采用行政管理体制,变成了实质上的“分割”。诺贝尔奖得主朱棣文教授曾经指出:“教学与研究分离

剥夺了科学资源与人才。具有潜力的学生不能跟随教授研究,丧失了最好的学习机会,而教授也不能利用学生这个宝贵资源”。由于各种原因,我国的大学之间、系科之间、学校与科研院所之间、科研院所的各单元之间,普遍存在着合作的障碍。在这样的体制下,很难想象我们能建立起西方那种跨越各种研究单元的灵活机动、统分结合的协作机制,从而又怎么能够建立起“大科学”的框架呢!

3. 建立在批判与继承基础上的知识积累机制是现代科技产生的重要支持条件

现代科技的最大特点在于知识的“整合”,而这种整合需要一些特殊的机制。齐曼认为“一份期刊把各种各样……大家普遍感兴趣的知识,从一个研究者传递给另一个研究者,一篇典型的科学论文总是认为自己不过是一条大锯上的又一个锯齿——它本身并不重要,但却是一个更大项目的一个分子。这种技术,这种使得许许多多以微薄的贡献进入人类知识库的技术,乃是17世纪以来西方科学的秘密所在,因为他获得了一种远远超过任何个人所能发出的共同的集体的力量”。可以说这就是一种有效的知识积累机制。现代生物技术的最新发展主要集中在美国与欧洲,在很大程度上是因为有这样一种建立在语境优势上的“对话机制”。

反观我国呢?实际上在二三十年代,我国几乎所有重要的学会都是用英文来出版自己的学报和会志的,这样就保证了一种与现代科技发展主流顺畅对话的渠道。1960~1965年,我国的《数学年报》还在美国被全部译成英文出版。而此前(50年代始)尤其是此后对话的条件就逐渐乃至完全发生了蜕变,对苏“一边倒”的政策和随后的“文革”将我们自己封闭了起来。直到改革开放的今天,当年曾有的对话机制仍未得到全面恢复。“对话”的障碍造成了低水平重复研究,妨碍了知识溢出效应的取得。

知识的积累并不等于简单的叠加,更重要的在于批判与发展。从现代生物技术的产生来看。每一次重大进步都建立在方法论和理论体系的重大变革之上。鲍林和沃森用逻辑推理建立结构模型的方法,可能会被守旧者视为离经叛道,但他们的工作,又无一不是得到了传统生物化学的帮助。他们正是“在历史中阐释,在阐释中创新”(汪丁丁,1996)的。而在我们的科研工作中,尊重传统往往变成迷信权威,勇于创新却常常无视前人的成果,理论上的僵化与单薄难以指导丰富的实践,知识积累变成了知识的“堆砌”。

4. 社会需求是现代科技发展的物质保障

这是由前述现代科技的第三个特征所决定的。从1901年到1930年,诺贝尔生理学、医学奖的获奖人中没有一个美国人。针对这种状况,一批以“追求科学知识是人类福利和产业发展不可缺少的

科教兴国需要一流的民办大学

China's Rejuvenation by Science and Education Requires Private Universities of High Quality

许金巍

(北京医科大学,教授 北京 100083)

1998年10月在巴黎召开的“首届世界高等教育大会”指出:“当21世纪的曙光出现在地平线上的时候,高等教育将成为世界的头等大事”。大学作为知识经济的发动机与充电器已是不争的事实,不遗余力地发展高等教育已毫无例外地成为世界各国的战略决策,以至于国际上已把毛入学率高于30%作为现代化的重要标志之一。

国际上成功的办学经验揭示:高等教育不靠政府不行,全靠政府亦不行。在当今高等教育日趋国际化的背景下,面对国外大学的竞争与挑战,面对国内广大青年学子上大学的渴望,在当前国家经济仍处于快速发展时机,政府包办高等教育的格局应

要素”为宗旨的社会团体,尤其是洛克菲勒和卡内基等财团,以约翰—霍普金斯大学为重点资助对象,投入巨资进行生物和医学研究。在“二战”中,青霉素和治疗白血病的白蛋白使美国士兵的救活率远远高出其他国家,从而使美国政府在战后将生命科学和医学研究摆在首要的支持位置上,因而美国的生命科学研究后来居上,迅速超过了欧洲。从1931年到1990年,美国共有65人获得了诺贝尔生理和医学奖。70年代之后,生物技术的巨大商业前景使道氏化学、孟山都等一系列产业巨人成为推动生物技术发展的生力军。现在的美国,在工业企业内从事R&D活动的科学家与工程师已占全国总数的70%。可以这样说,现代科技的日新月异正是仰赖了整个社会对于人类幸福与满足的不懈追求。

长期以来,我们视科研为消费活动的观念和不合格的科研体制,更直接地讲是各个方面的计划体制,造成了科研与产业、需求的严重脱节,直到1994年我国企业中从事R&D活动的人员仍只占全国总数的25%,缺少强有力的“需求”,削弱了我国科技事业发展的内在动力。这一点在今天虽然已经有了明显的改善,但做得还远远不够。

通过上述分析可以看出,现代科技的产生在很

尽速改变、尽快打破。因此,要下大力气、花大功夫,要像当初推进市场经济、推进股份制改革那样,坚决果断地推进民办大学的发展,早发展比晚发展好、大发展比小发展好、快发展比慢发展好。总之,要当机立断,要试,要坚决地试、大胆地试。

一、国际上私立大学星罗棋布成绩斐然

环顾世界,历史悠久、久负盛名、成绩斐然的私立大学在发达国家,不说它独步天下傲视群雄的话,起码也是占据高等教育的半壁江山、与公立大学平起平坐的。以美国为例,公认的一流大学为25

大程度上是社会、经济、文化,甚至是意识形态、宗教理念的综合产物,是难以用简单的几个条件来予以说明的。要揭示我国在近现代落伍于科技发展主流的原因,也面临着同样的困难。有的学者甚至提出,我国的文明传统,不在于用科学来征服自然,而是从心灵的深处寻求与自然的共存与和谐,这才是人类进化的终极归宿。由此引发的有关“文明优越性”的论争已超出了本文的主题。但我们不得不承认,当今时代的科技竞争已经取代战争,成为决定一国命运的关键,我们再也无法“超脱”,只有正视自己已经落后于主流的现实,改变陈旧的观念,改革阻碍现代科技发展的体制,加入这场看不见硝烟的竞赛,才有可能使我们重新居于世界科技潮流的最前端。

参 考 资 料

- [1] 范德清,魏宏森.现代科学技术史.清华大学出版社,1998
- [2] 李亚宁.明清之际的科学,文化与社会.中国社会科学出版社,1994
- [3] 杜石然,范楚玉等.中国科学技术史稿(上下卷).科学出版社,1982
- [4] 李约瑟.中国科技史四、五卷
- [5] Arnold Heertje, Economics & Technical Change, Weidenfeld and Nicolson, London, 1977 (责任编辑 肖庆山)