

试论基础研究的社会功能

刘 益 东

近年来我国对基础研究的资助相当薄弱,其投资额占国民生产总值的比例不仅远低于发达国家,低于新兴工业国家,甚至低于巴西和印度。而且即使这样,其投资数量还在逐年下降,从1990年到1994年,我国研究与发展(基础研究占其中不到10%)支出占GNP的比重依次从0.91%、0.72%、0.70%、0.62%降到0.56%,五年下降了1/3以上^[1]。我们认为要扭转这种局面,关键是要弄明白:基础研究对国家的贡献究竟是什么?它的社会功能究竟是什么?这样国家作为基础研究的主要资助者才清楚重视基础研究是否值得。如果这些问题没有答案,那么一味地要求提高基础研究资助强度或一味地理解国家暂时的困难,都是缺乏根据的。

1 基础研究: 复杂问题的发现与求解

我国把为了取得根本原理的新知识而开展的实验工作或理论工作称为纯基础性研究,把有一定应用背景的定向性基础研究,称为应用性基础研究,并采用“基础性研究”这个词来概括基础研究^[2]。我们赞同我国对基础研究宽泛的定义,并愿意在此做进一步补充以利于深入理解。鉴于本文讨论的是基础研究的社会功能,所以我们借鉴美国科学哲学家劳丹对科学的理解,即科学的目的在于解决问题。我们把科学研究理解为发现问题和解决问题(以下简称解决问题),这种理解可以把科学的社会功能直接表露出来:科学可以为社会和人们解决包括对自然、社会、思维的认识和控制在内的各种问题。相应地,我们把作为科学核心的基础研究理解为解决复杂和极复杂问题。这样我们就可以把基础研究的范围扩大到数、理、化、天、地、生之外的认知科学、系统科学、管理科学、非线性科学、社会科学、技术科学和科学的科学(科学史、科学哲学、科学社会学等)。这些大致包含了近年来兴起的交叉科学和软科学(严格地讲是这些学科的基础部分)。

我们把原有的纯基础性研究记做第I类基础研究或基础研究I,把认知科学等新加入的称为第II类基础研究或基础研究II。这种理解基础研究有两个理由,一是从解决问题的角度看,没有理由把能解决同样复杂甚至更复杂问题的基础研究II从基础研究中划出去;二是在讨论基础研究的社会功能时,无法忽略第II类基础研究,因为从某种意义上看,它们起的作用更大。

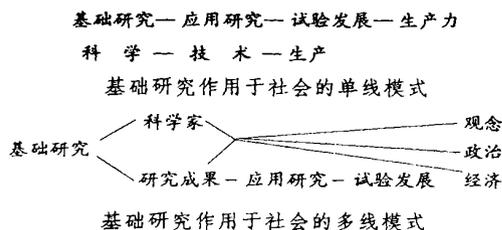
2 对基础研究功能的认识: 从单线模式到多线模式

目前,在世界范围内人们对基础研究功能的认识实际上主要集中在物质生产和经济效益方面。已成为国际通行模式的研究三部曲——基础研究、应用研究和试验发展,正是这种思路的体现。这种模式的目的就是将科学技术转化成生产力。它作为人们理解基础研究贡献于社会的绝对占优模式,还表现在各国的研究发展(R&D)经费,即科技研究经费就是指基础研究、应用研究和试验发展的经费,让各国政府费心思的是怎样合理安排三者的比例,以便得到最佳的投资回报。鉴于基础研究-应用研究-试验发展与科学-技术-生产,都是三点一线地从科学研究转化成商品,然后贡献给社会,所以我们将之称为基础研究作用于社会的单线模式。

这种模式有很大的缺陷,第一,它把基础研究对社会的影响只局限在一个方面,忽视了其它方面的作用。第二,基础研究在单线模式中只是谋取经济利益的手段,当它在短期内不能转化为实用技术时,对投资者就失去了吸引力。因此在这种单线模式下,忽视基础研究是必然的。实际上发达国家对基础研究的重视也远未达到应有的程度,所以它们给人的整体印象是技术有余而智慧不足。

为克服单线模式的缺陷,我们提出认识基础研究作用于社会的多线模式。我们把基础研究通过解决自然、社会和思维等各种问题而多线路系统全面

地作用于社会的模式称为多线模式或系统模式。两种模式示意如下:



与单线模式相比,多线模式为人们提供了一个理解基础研究作用于社会的新视角,在这种视角下,基础研究除通过应用研究、试验发展这样一个传统线路作用于社会之外(严格地讲只有基础研究成果中的一部分适于这条线路),还增加了一个新的更重要的途径——造就高水平人才,通过人才全面服务于社会。如果说基础研究能否转化为实用技术和生产力是不具体、不确定的话,那么,基础研究造就出高水平人才却是具体的和必然的。

多线模式提供四点重要启示:

(1) 基础研究不仅产出研究成果,而且还造就出高水平的研究人才—大科学家和大学者,高水平人才的智力才能要在一定环境下,经过一定过程才会发展起来,而基础研究恰恰提供了这方面最好的条件;(2) 基础研究就是解决复杂问题,科学家运用基础研究成果及各种方法和知识为社会和国家解决各种难题,创造综合效益;(3) 基础研究体现了一种纯粹的思想力量,昭示了科学的精神价值及其对人类观念与行为的影响;(4) 基础研究的重要性还在于它已经成为人类社会的智力基础,成为国家实力和民族素质的象征。因此,在这个领域取得功能能够激发民族自豪感和自信心,增强民族凝聚力,树立优越的国家形象。

这四点启示使我们看到了基础研究的四项社会功能,限于篇幅本文主要探讨基础研究在造就高水平人才方面的作用,其它三项论述从简。

3 基础研究的社会功能 (一): 造就高水平人才

这里所说的高水平人才是指具有第一流智力才能和心理素质的自然科学、社会科学和交叉科学等

领域的科学家。要成为这样的人才,必须具备两个条件,一是天赋,二是环境,二者缺一不可。基础研究恰恰能够吸引有才华、有抱负的青年,并且具备最好的造就天才的环境和条件。

第一、吸引人才的五个因素:

(1) 崇高的职业声望 从历史上看科学大师几乎全部出自基础研究领域,哥白尼、伽利略、牛顿、爱因斯坦等大科学家,为科学赢得了崇高的声望。基础研究是科学的核心和精髓,以至人们常常把二者等同起来。在现代社会中科学界的精英们往往享有令人羡慕的荣誉、社会地位和体面的生活。1989年,中国管理科学研究中心对4911名18岁以上的北京居民进行民意调查,结果显示,科学家是中国公众心目中声誉最佳的职业,医生和工程师并列第二;^[5]

(2) 公正的升层渠道 治学是现代社会三条社会升层的主渠道之一,而且比较而言,科学职业最为规范。所谓规范是指具有完备的评价体系,升层规则合理公正。其合理性体现在靠个人的才能及才能的运用取得成就,靠个人的成就获得承认和利益。公正性体现在规则面前人人平等。这种职业对那些有智力优越感和自信心,缺少或不屑于利用社会权势背景的年轻人极具吸引力;

(3) 爱好与兴趣的满足 基础研究是一种纯粹的智力探索 and 高度创造性的工作,对工作本身的热爱和兴趣是一种强大的动力,研究的过程是兴趣与爱好满足的过程,工作本身就是奖赏,对兴趣和爱好的执着是优秀人才的一个显著的性格特征;

(4) 国际可比与通行 科学无国界,科学成就的评价标准是世界性的,学术交流与科研合作的日益频繁,使得科学家的工作条件和生活待遇形成了国际通行的标准和可比的“市场价格”,加之基础研究成果公开,所以对高水平人才来讲,世界是他的舞台;

(5) 低风险有保障的职业 对于那些具有巨大收益的职业来讲,往往伴随着高风险,但对于基础研究来说,如果你有才华而且肯用功的话,总会取得较满意的成就,成就和智慧将永久地属于你,不会象金钱或官位那样容易被剥夺,尽管你可能始终是一个很好的企业家或政治家。职业保障对于雄心勃勃的年轻人来讲,可能不是最重要的,但对于较成熟的择业者来讲,还是一个值得考虑的因素。

第二、造就人才的三大条件:

(1) 挑战与应战: 智力提升的高效途径

基础研究是科学的核心, 是为了发现新原理和新方法而做的开拓性工作, 它所面对的都是高度复杂、困难的理论和实践问题, 对研究者的智力是一种极大的挑战。这促使研究者积极思考。更新知识, 优化知识结构, 最大限度地发挥智力潜能, 以达到智力上的成功应战;

(2) 合作与竞争: 高水平的科学共同体

在基础研究领域, 人才济济, 形成了高水平的科学共同体, 加上基础研究成果公开, 学术信息网络发达, 科学家之间的交流、切磋、合作与竞争都很充分, 因此能够极大地调动起人的积极性和创造性, 达到创造心理学所说的“全面唤起”的境界。这种环境极大地促进年轻科学家的智力才能、心理素质与合作精神等综合能力的发展。科学史上不少著名的学派和团体, 如哥本哈根学派、卡文迪什实验室等都涌现出一批高水平人才;

(3) 合理与公正: 发展才能的游戏规则

前面我们已经说过, 公正合理的规则对人才有吸引力, 实际上它还有一种功能: 促进职业才能发展。西蒙娜·威尔在对哈里特·朱克曼的《科学界的精英》的评介中精辟地指出: “现在科学必须寻找其灵感的源泉, 否则它会毁灭。恰恰有三种原因推动科学前进: ①技术应用; ②棋赛; ③通向上帝之路(棋赛意味着竞争、奖金和奖章)”。^[4]我们认为从职业的角度讲, 棋赛可能是最大的动力。棋赛意味着规则合理公正, 在一个合理公正的竞赛中, 获胜主要取决于你的才能, 这就使你有发展自己才能的积极性。相反缺少合理与公正则会影响到人发展才能的积极性。比如在一个不规范的市场经济中, 取得成

功往往不是由于企业家才能, 而可能是因为社会关系和权势背景。在这种领域, 人的职业才能就难于得到发展。

综上所述, 基础研究在吸引人才和造就人才方面有着巨大的优越性。因此可以说, 基础研究对社会独特的也是最大的贡献就是造就高水平人才, 创造国家最宝贵的财富。国家与国家之间的竞争归根结底是人才的竞争, 而人才竞争的成败取决于高水平人才的数量。如哈佛大学校长康南特所说: 在每一个科学领域里, 决定性因素是人, 科学事业进步的快慢取决于第一流人才的数目。据我的经验, 十个二流人才抵不上一个一流人才。^[5]

高水平人才的贡献是多方面的, 他们绝不会仅仅在单一的领域工作, 而是涉及基础研究的多个领域和应用研究等多种部门。即使在自然科学领域他们的研究也是跨分支学科甚至是跨学科的。当我们以自然科学家为考察对象时发现, 绝大多数从事基础研究的科学家一生中总会应用研究和有应用价值的基础研究做出过贡献。这与那种以研究项目为考察对象的统计结果不同, 那种统计表明的是基础研究成果转化为应用是不可预期的, 不具体和不确定的。这说明思考问题的方式从以成果为中心转变到以人为中心是多么重要。为具体说明这一点, 我们对代表基础研究最高水平的诺贝尔物理学、化学、生物学与医学奖获得者的主要工作进行了分析。

我们对科学家研究领域是否跨分支学科或跨学科, 该基础研究是否有应用价值和前景, 是否从事过应用研究等四项内容进行统计, 这里所说的研究工作不只局限于获奖工作, 而是他(她)一生主要研究工作。我们根据文献 8、9 统计如表 1。由于传记文献比较简略, 有些工作可能会被遗漏, 因此这

表 1 1901~ 1992 年诺贝尔物理学、化学、生物学与医学奖获得者研究领域分布

		基础研究跨分支学科	基础研究跨学科	基础研究有应用价值和前景	应用研究
物 理	人数	142	25	106	59
(共 142 名)	百分比	100%	18%	75%	42%
化 学	人数	117	29	113	68
(共 117 名)	百分比	100%	25%	97%	58%
生物与医学	人数	155	46	155	150
(共 155 名)	百分比	100%	30%	100%	97%
总 计	人数	414	100	374	277
(共 414 名)	百分比	100%	24%	90%	67%

个统计结果是比较保守的。

结果表明, 获奖科学家的研究领域均跨分支学科, 并有近 1/5~1/3 的科学家跨学科研究, 有 75% 的物理学家和 97% 的化学家从事的基础研究有应用前景, 42% 的物理学家和 58% 的化学家从事过应用研究。由于生物、医学与人类关系密切, 所以几乎所有的生物学家或医学家从事的基础研究都有应用价值, 并且基本都从事过应用研究。

总体情况显示, 即使按照是否有应用价值来衡量基础研究对社会的贡献, 那么, 这些从事基础研究的高水平科学家中的 90% 都作过有应用价值的基础研究, 而且有 2/3 的人都直接从事过应用研究。此外, 绝大多数获奖者都热心于培养人才, 名师出高徒, 历史上有不少师生或几代师生都获诺贝尔奖金的情况。因此, 基础研究的贡献仅从科学转化为应用技术的角度看, 也是非常值得发展的。

4 基础研究的社会功能 (二): 解决复杂问题、昭示科学精神与增强民族自信心

基础研究就是解决复杂问题, 它不仅解决具体问题, 更重要的是还创造出解决复杂问题的普适方法和知识。在涉及的诸多问题中当然也包括解决基础研究成果转化为生产力的问题, 因这类论述已经很多, 在此不赘。关于应用交叉科学和软科学解决实际问题的讨论也相当广泛, 故在此我们仅举一例来说明能否解决复杂问题对经济效益的巨大影响。

战略管理是企业为了适应急剧变化的外部环境及自身的发展, 所制订的战略经营计划和战略经营控制的综合系统, 目前它在高科技企业中的作用日益重要, 对于大型企业来讲, 惨重的损失往往主要不是因技术落伍或质量欠佳, 而是由于战略决策的失误。据统计, IBM 没有保住它在微机市场上的领导地位, 结果它损失了市场资本化资金多达 900 亿美元, 苹果计算机公司董事长约翰·斯卡利作出的不对麦金托什操作系统发专卖许可证的决定, 使苹果计算机公司损失了 200 亿到 400 亿美元的价值, 微软公司的董事长盖茨希望避免遭到同样的命运, 正在把他的战略转向互连网络。^[6]显然, 战略管理的设计、制订、实施与调整是很复杂的问题, 只有高水平人才方能解决。

基础研究体现了一种纯粹的思想力量, 它昭示出科学的精神价值及其对人类观念与行为的影响。人类社会发展的历史就是一部人类观念更新、思想进步的历史, 怀疑、求实、合理与创新的科学精神正是这种变革和发展的直接动因。当现代人把科学看作是文明尺度的时候, 科学再也不仅仅是创造物质财富的手段了, 它同时也是人类的最高价值原则。科学在探索真理的同时也造就了人的内在品格——一种极其宝贵的人类精神——科学的精神价值, 它对人的的人生观、价值观和世界观起着重要的作用。科学与社会发展的历史表明, 科学的精神价值是科学的灵魂, 不尊重科学精神, 而只想享有科学的恩惠是难以办到的。^[7]

基础研究的第四项社会功能是: 增强民族自信心、凝聚力和树立优越的国家形象。现代心理学研究表明, 成功者最重要的特征就是充分的自信心及由此产生的积极的心理态度。它不仅使人勇敢地迎接各种挑战, 而且使人发挥潜力, 最大限度地发展自己的才能, 去实现理想。对个人如此。对一个民族、一个国家也如此。在现代社会中, 民族自信心、凝聚力、国民士气和集体行动能力, 已经成为一个国家非常重要的现实力量, 它和国家资源、人口、经济、政治、科技、军事和历史文化, 共同构成国家的综合国力。

基础研究是世界上最高水平的智力角逐, 在这个赛场上的胜利会给国家带来巨大利益和荣誉。作为国家能力的体现和民族素质优越的象征, 它能极大地激发起民族自豪感、自信心和爱国热情。并树立起优越的国家形象。那些世界级的大思想家、大科学家, 如孔子、亚里士多德、哥白尼、牛顿等已成为他们祖国的文化标志和国家形象的缩影, 成为他们民族永久的精神财富, 激励人们走向成功。

因此我们说, 基础研究在为民族国家赢得荣誉, 增强民族自信心和凝聚力, 提高国民士气, 树立优越的国家形象方面有着非常独特的贡献。这种贡献与创造经济效益, 解决社会难题具有同样重要作用和现实意义。

正是由于这种功能的存在, 我们就能够理解为什么对于一些纯粹的理论研究, 如数学、物理中的某些分支学科即使看不到任何应用前景, 我们仍应该给予充分的重视和资助。

5 结 论

通过以上分析、论述,我们得出以下结论:

(1) 基础研究的社会功能主要有四个方面:造就高水平人才,解决各种难题,昭示科学精神和增强民族自信心、凝聚力,树立优越的国家形象。最大的贡献就是造就高水平人才(不仅限于自然科学家),在这方面有着其它领域无法比拟的优越性:

(2) 高水平人才是国家最宝贵的财富,他们的工作不局限于单一领域,而是在基础研究和应用研究等多种领域做出贡献,为国家解决在经济建设、社会发展、人民幸福和国家强盛等方面遇到的各种难题,全面服务于社会。即使对自然科学家来说也是如此,对 414 名诺贝尔奖金获得者的主要工作分析表明,这些大科学家中的 90% 对有应用价值的基础研究做出过贡献,67% 对应用研究做出过贡献:

(3) 基础研究的社会功能如此重大,所以基础研究应该成为国家优先发展的领域,它能够最有效地推动经济、社会全面发展。

参考文献

- [1] 中国科学院国情分析研究小组:《机遇与挑战》科学出版社,1995 年版,第 154 页。

(上接第 44 页)

说有着根本区别,前者是科学的,后者是宗教的,不能因为后者而否定托勒密地心说在科学史上的价值。

李约瑟对中国古代学术思想,包括对《管子》的研究,侧重从科技史以及科学与哲学的关系上进行。这种研究方式依据古代科学发生、发展的一般特征及历史事实,揭开蒙在中国古代科学上的神秘主义外衣,直探古代科学的精蕴,确有其独到之处。就研究《管子》的科学思想而言,要指出其不足之处、局限性,都是毫不费力的,这方面的研究国内也不乏其作;但是,要看到《管子》所反映的当时的科学思想及其与科学发展的关系,并对其作出合理的评价,这都并非易事。李约瑟开创性地探索和研究应使我们受到一些启迪。

参考文献

- [1] [2] [3] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [13] [14] [15] [16] [17] 李约瑟:《中国科学技术史》第二卷《科学思想史》,科学出版

- [2] 邵立勤、刘佩华:《基础研究—科学发展的前沿》,科学技术文献出版社,1994 年版,第 1—2 页。
 [3] 《中国科学技术协会首届青年学术年会》,中国科学技术出版社,1992 年版,第 312 页。
 [4] 赫尔曼·哈肯:《协同学:大自然构成的奥秘》,上海译文出版社,1995 年版,第 221 页。
 [5] 周寄中:《美国科技大趋势—科技大国的决策走向》,科学出版社,1991 年版,第 11 页。
 [6] 约翰·伯恩:《制定战略计划》,美国《商业周刊》,1996 年 9 月 2 日转引自《参考消息》,1996 年 9 月 25 日,第 4 版。
 [7] 马惠娣、宋朝弟:《科学的历史回顾与思索—兼及科学的精神价值》,科技日报,1997 年 2 月 1 日,第 3 版。
 [8] 本书编委会编:《诺贝尔奖金获得者传》,第 1—4 卷,湖南科学技术出版社,1983 年版。
 [9] 唐得阳主编:《诺贝尔奖获奖者全书》,团结出版社,1994 年版。

【作者简介】 刘益东,1961 年生,中国科学院自然科学史研究所助理研究员。

邮编:北京 100010

(本文责任编辑 马惠娣)

社,上海古籍出版社 1990 年版。第 1、175、44~45、51、58、67~68、77~78、84、53~54、254、271、278、261、288 页。

- [4] 汪子嵩等:《希腊哲学史》(第一卷),人民出版社 1988 年版,第 154 页。
 [12] 刘蔚华等:《稷下学史》,中国广播电视出版社 1992 年版,第 114 页。
 [18] 乐爱国:“《管子》的阴阳五行说与自然科学”,《管子学刊》1994 年第 3 期。
 [19] 任鸿隽:“说中国无科学的原因”,《科学》第 1 卷第 1 期,1915

【作者简介】 乐爱国,1955 年生,哲学硕士,现为厦门大学哲学系讲师。

邮编:厦门 361005

戴吾三,1953 年生,科学史博士,现为清华大学科技史暨古文献研究所副研究员。

邮编:北京 100084

(本文责任编辑 范勒宇)