

科学家职业流动的规律初探

The Mobility of Scientists

蒲 淳

(中共中央办公厅调研室, 硕士)

提要 科学劳动是一种特殊的社会劳动分工。科学家这一职业集团在社会中具有较高的声望, 具有其它职业集团不可替代的权力, 即职业的社会影响力较大, 往往成为一个社会的思想和行为的倡导力量。这使得科学家的职业流动大多是在科学界内进行, 完全脱离科学的职业流动是极少发生的。因此, 科学家个人职业流动的最根本原因是科学界和社会的社会分层驱动。

一、科学家的职业流动现象

在现代社会日趋激烈的高科技竞争中, 科学家作为科学技术活动的主体, 已成为各国争夺和反争夺的焦点。作为一种社会流动现象, 科学家的职业流动从未象今天这样引起全球的关注。各国政府以及工业界、科学界对待科学家职业流动的态度莫衷一是。在科学界, 具有代表性的观点有两种。一是认为: “职业流动是新兴学科领域人员构成的社会机制, 必须开导科学家和那些高级工程师, 激发他们职业流动的热情。”(库格尔:《职业流动是新兴科学领域人员构成的社会机制》) 二是认为科学家职业流动不利于科学研究的稳定与持续, 不利于科学的发展。而政府和工业界往往从本国利益出发, 千方百计阻止本国科学家外流, 不惜血本网罗国外优秀科技人才。如美、加、澳、新为了吸引国外科技人才, 都再次修订了移民政策; 欧洲共同体已提出建立大规模的欧洲共同体科研机构, 防止人才外流; 日本倚仗其雄厚的经济实力, 制定了“人类新领域研究计划”, 参加的科学家将有1/3来自国外。

今天, 已进入大科学时代, 科学不再是某个人单独孤立的活动。科学家的职业流动与科学发展、社会进步密切相关, 有其客观存在的规律, 任何以片面、主观的行为和态度去对待科学家的职业流动, 都不利于科学、经济、社会的发展。因此, 我们研究科学家职业流动的规律, 目的就是使人们, 特

别是社会的决策层充分认识科学家职业的本质, 把握其流动规律, 利用其积极的功能。

二、科学家职业流动的原因及规律

职业被称为人的社会位置。在社会分层中, 职业是指依人们参加社会劳动的性质和形式而划分的社会劳动活动集团。在17世纪以后, 科学实现了体制化, “科学作为一种专门性的社会活动所具有的特殊地位, 使我们把科学看成是‘社会劳动分工’的一部分, 看成一种职业角色。”(李克特:《科学是一种文化过程》) 科学家的工作不再是私人劳动, 科学系统本身和社会对科学劳动的认可, 使科学家的职业角色有两个特点。第一, 科学是他(她)工作的主要目的, 并有研究成果以同行们共同认可的形式公开发表(包括论文、设计、蓝图等); 第二, 科学是他(她)主要的谋生手段, 以维持自身的生存和发展。科学家通过职业角色把科学活动同社会紧密联系起来, 科学家不再是在“纯粹的”科学天国里“天马行空”。正如J.D. 贝尔纳所道: “科学家总得维持生活, 而他的工作极少是可以立即产生出产品来的, 科学家有独立的生活资财, 或者可以依靠副业为生的时代早已过去了。……今天的科学家几乎完全和普通公务员或企业行政人员一样, 是拿工资的人员。”(《科学的社会功能》) 因此, 科学家的职业流动, 是科学、经济、社会诸因素共同作用的结果, 这一现象的存在有其深刻的社会原因。

科学家社会位置的变化可称为科学家的职业流动。它既具有一般社会流动的共性,又具有科学家这一职业流动的特殊性。社会分层和科学界的社会分层是科学家个人进行职业流动的最主要的原因。

科学界是一个高度分层的体制,科学家在产出率、知名度和专业学术声望上有着巨大的差异,这导致科学荣誉在他们当中的分配是不均衡的,存在着所谓“马太效应”。美国社会学家朱克曼在《科学界的精英》中描述了美国科学界中金字塔形的分层现象,处于金字塔高层的是被选入全国科学院的950名科学家,最顶端的则是72位在美国的诺贝尔奖金获得者。科学荣誉集中分布在这些少数科学精英之中,使他们具有很高的知名度和专业学术声望,从而在社会中也具有很高的社会地位。但对于数十万美国科学家来讲,他们的科研产出率、知名度和专业学术声望处于较低水平,难以获得较多较高的科学荣誉。他们必须通过职业流动而进入更好的职业,提高自己的社会地位。正如科尔兄弟所道:“由于有声望的奖励和荣誉,协会中的会员是如此供不应求,因此它们不适宜为程度较差的科学成就提供承认。对科学工作承认的第二种形式,一种得到更为广泛分布的形式,是就职于有声望的职位。”(《科学界的社会分层》)这说明科学家的职业流动在科学界具有普遍性意义。

在社会分层中,科学家的特殊身份和其特有的职业角色,使他们在社会中形成一个特殊的职业阶层。由于他们把科学作为谋生的手段,并和普通公务员一样靠工资来维持自己的生存和发展,科学劳动的特性(周期长、产出率低)决定了他们绝大多数在个人财富上不会步入社会顶层而造成分化。在资本主义社会他们构成所谓“中产阶级”的一部分;在社会主义社会,他们是工人阶级的一部分。但由于他们所受的教育程度高,又拥有先进的科学技术知识和科学实验技能,致使他们的社会职业声望较高,并具有较高的社会影响力——他们的思想和行为往往成为全社会进步的一种倡导。这种影响力是其它社会阶层和职业集团所不能取代的。这就使科学家的职业流动往往是在科学系统内或与科学有关的职业间进行。科学家个人对职业的性质和流动的价值取向具有很强的选择性。完全脱离科学的职业流动是极少的。

正是由于科学家的职业流动存在普遍性和特殊性意义,我们研究科学家职业流动的规律时,除了沿用一般社会流动中的概念和指标以外,还要规定能够准确描述科学家职业流动特性的概念和指标。因此,我们以科学界为参照系,将科学家的职业流动分为系内流动、系间流动和系外流动。所

谓系内流动,就是职业流动的起、止端均在科学界之内,以 $M_{内}$ 表示。系间流动则是职业流动的起、止端有一方在科学界内,一方在科学界之外,以 $M_{间}$ 表示。系外流动则是职业流动的起、止端均在科学界之外,以 $M_{外}$ 表示。所以某科学家一生中职业流动的次数 M 可用公式(1)表示:

$$M = \sum M_{内} + \sum M_{间} + \sum M_{外} \quad (1)$$

某一时间单位内,科学家人均职业流动次数,即人均流为 $\bar{M}$,用公式(2)表示:

$$\bar{M} = \sum M / N \quad (2)$$

N 为某一时间单位内所统计的科学家总人数。

我们用公式(1)和(2)对历史上1323名自然科学家的职业流动状况进行了统计分析,其中包括1901~1985年自然科学方面的全部370名诺贝尔奖金获得者,涉及数学、物理、化学、天文气象、生物、医学、地质地理、农业、工程等九大领域,其结果如表1。

表1

学 科	化学		物理		数学		地质地理		天文气象		农业		医学		生物		工程	
	人	均	人	均	人	均	人	均	人	均	人	均	人	均	人	均	人	均
出 生 年 代	数	流	数	流	数	流	数	流	数	流	数	流	数	流	数	流	数	流
公元前	0	0	10	0.1	4	0	2	1	5	0.2	3	1.67	4	0.25	1	0	2	0
0~1400	3	2.67	4	1.75	5	0.8	7	1.42	13	1	2	0.5	11	0.33	1	2	10	6
1400~1600	1	5	3	5	5	2.4	5	0.8	3	0.33	1	3	8	2.13	4	1	5	1
1600~1700	8	2.25	7	1.86	10	0.9	3	0.33	10	1.1	0	0	5	1.60	5	2.6	4	0.5
1700~1800	14	3.14	14	2.07	15	1.67	6	1.5	12	1.83	2	1	10	2	13	1.38	8	1.25
1800~1900	96	2.92	71	2.23	52	1.85	23	2.35	27	2.44	5	1.8	31	3.35	58	2.76	19	1.82
1900~1920	31	3.68	29	3.41	20	2.5	16	3.25	12	2.67	4	3.25	11	3	16	3.5	6	2.16
1920~1940	33	4.18	44	4.75	23	2.74	7	5.57	26	3.19	2	4	14	4	19	4.47	12	5.17
1940~1970	76	4.43	113	5.48	11	5.09	17	5	23	4.04	4	7.75	29	5.24	63	4.68	12	5.33

恩格斯在1884年考察了19世纪以来科学发展的情况后指出:“科学的发展则同前一代人遗留下的知识量成比例,因此在最普通的情况下,科学也是按几何级数发展的。”(《政治经济学批判大纲》)在本世纪,英国著名科学家D.普赖斯用数理统计的方法对科学发展(定量表示为科学人力、科学文献、期刊出版物的数量)进行统计研究,提出了科学发展指数增长规律,从一个侧面证实了恩格斯的科学论断。而美国哈佛大学的社会学教授丹尼尔·贝尔进一步指出:“指数概念、科学知识按照某种混合形式‘线性’累积的概念掩盖了这样的事实,即知识发展的一个比较典型的和重要的形式是‘学科’的发展,或者说是在各个领域内创造出无数新的分支和专业。”(《知识的规范》)这个论断,得到我国学者徐纪敏的研究证明。

结果表明17世纪以来,科学体制化以后,科学

家的职业流动同科学发展正相关。证实了科学家职业流动的特殊性,即科学家的职业流动主要是在科学界内进行的,完全脱离科学界的流动是极少的。

正相关现象绝不是偶然的巧合。科学的发展,反映在人力、科学文献和期刊出版物上的指数增长规律,揭示了科学发展的规模和实力;反映在学科上的指数增长规律,揭示了科学的创新程度。它们共同反映了科学家科学劳动的积累和创新的量的变化规律。而科学家的职业流动次数与之正相关的规律,则反映了科学家在科学劳动中竞争与合作必然的动态过程,这是因为:

1. 科学是流动的,而且流动的速度越来越快

科学是人类共同享有的财富,是无国界的,但是科学家是有祖国的。科学劳动成果产生于某一国家和地区,通过最主要的知识载体——科学家传偏世界。一方面,历史上科学中心的几次转移,从时间间隔上看,是越来越小,见表2。每次转移必引发大批科学家的流动。科学家围绕着中心学科聚拢或发散,转移的频率越快,科学家流动的次数越多。如当今美国科学家一生中人均流动10.2次,这与美国作为今天的科学中心地区,且作为多项现代主导学科的发源中心不无关系。另一方面,科学知识陈旧的周期缩短,大批老学科迅速衰落,大量新兴学科不断涌现,科学家对科学发现“优先权”的竞争,必然使得大批科学家进入具有广阔未探索领域的新学科中。

表 2

年 代	主 导 学 科	中心地区
公元前 800~公元 5 世纪	天文学、数学、技术	古希腊
公元 5~10 世纪	医学、古代化学、天文学、代数学、数学、农业技术、技术、四大发明	中国
11 世纪~17 世纪上半叶	天文学、科学思想	意大利
17 世纪下半叶~18 世纪 60 年代	牛顿力学、微积分、蒸气机	英国
18 世纪下半叶~19 世纪上半叶	数学分析	法国
18 世纪末叶~19 世纪 70 年代	物理学、电学、数学	德国
19 世纪末~20 世纪上半叶	物理学(高能物理、量子力学)相对论	美国
20 世纪中期	高分子、核物理、电子技术、计算机	美国
20 世纪中后期	光电子学、航空技术、微电子技术、机器人技术	美国

2. 现代科学劳动的方式是以科学家的合作为基础,科学整体化发展的趋势越来越显著

一方面,科学劳动分工和学科分化越来越细;

另一方面,科学家之间以及不同学科之间的联系和依赖越来越紧密。现代科学研究需要不同能级、不同学科科学家密切合作。这就需要科学家去交流、去进行合作研究。这样,科学家的职业流动具有必然性。他们必须打破地域和部门的界限,在科学探索过程中寻求最佳的合作伙伴和契机,以获得新的突破。当德国化学家维勒建议和李比希合作时,李比希当即回信表示很愿意。后来他在自传中说:“我有个大好的运气,即得到一位气味相投的和目的相似的朋友。”钱三强教授也说过:“在居里实验室,我发表了约30项科研成果,其中半数是与别人合作的。如果不善于与人合作,10年里是不可能做出这些工作的。”这些例子在现代科学界不胜枚举。根据美国社会学家朱克曼统计,诺贝尔奖金获得者的研究成果,大多是通过不同形式的集体合作取得的。她指出:“1901年至1972年间的286位诺贝尔奖金获得者中,共有185人,亦即多达2/3,是与别人合作进行研究而获奖的。在诺贝尔奖金设立后的头25年,因协作进行研究而获奖的只占获奖总人数的41%。在第二个25年,这一比例跃升为65%,而现在则占全体获奖者的79%。”这说明,在科学整体化趋势下,科学家进行单枪匹马、与世隔绝的科学研究的局面将一去不返。科学家通过职业流动进行交流、合作,使得科学劳动的效率大大提高。

三、影响科学家职业流动的社会因素

科学家的职业流动与科学的发展正相关,这虽然是科学发展过程中的客观规律,但科学家职业流动的发生和发展还要受到诸多因素的影响和制约,主要有三个方面:即社会结构、教育和科学家的行为。

1. 社会结构

马克思把社会结构划分为经济基础和上层建筑。科学家的职业流动,亦关系到经济基础和上层建筑两个方面的条件。科学研究作为一种特殊的社会劳动分工,它需要一定的物质条件作为基础,如研究经费、实验设备、通讯和信息设施,等等。因此,经济基础和科学家的劳动效率紧密相关。而属于上层建筑的有关政策和法规必须适应现实物质条件下科学技术发展的水平,否则科学家要么难以进行职业流动,要么发生大规模不正常的职业流动,譬如发生大规模的系外流动和持久向某一领域和地区的单向水平流动等。此外,社会结构的变革往往也会引起科学家非正常的职业流动。这都不利于科学的发展。

2. 教育

(下转第5页)

也是很难解决的。第一是数据的收集和准确性。现在的统计数据,包括指标体系,都还有很多值得研究的地方。数据的完备程度也是很差的。要想在计量经济研究中依靠大量的数据建立一个宏观模型,搞上两万个变量,几千个方程式,恐怕根本做不到。第二是处理的方法,数学工具和计算机工具也做不到。现在物理学的“混沌”理论对计量经济学将会产生什么影响?普里高津的耗散结构论在计量经济学中能否应用,怎样应用?真正的非线性、非平衡态的方程如何建立?人们正在探讨之中。搞计量经济的确要有个理论基础,不管凯恩斯主义也好,货币主义也好,都在搞模型。他们发表文章,都是理论假设、模型、结论和政策建议一整套。我们搞模型也要有理论假设。我们的理论是什么呢?可以说世界上目前还没有一种完备的理论能够具体描述、解释和预测现实的经济活动。马克思的经济学是从最抽象、最本质的意义上分析经济活动,不是去指导分析具体的经济活动的。现在世界上所有的理论在解释具体经济活动时,都有很大的局限性。里昂捷夫的投入产出法,我们很重视,我们也在搞投入产出模型。但里昂捷夫首先把技术的影响撇开了,认为不确定性太大。技术创新究竟对当年的经济生产有什么影响?康德拉捷耶夫和熊彼得提出了长波理论,认为这种影响是一个很长的周期性影响。但实际上科学技术这么迅速的发展,怎么能不对近期的经济生活发生重大影响呢?但是现在的理论和方法还解决不了。在凯恩斯主义当政的时候,政策设计者就从他们这个角度设计模型和政策。当里根用弗里曼做顾问的时候,可能考虑的角度又不相同。现在布什又换了经济顾问。这本身也说明,货币主义也好,凯恩斯主义也好,都有理论上的不完备性。所以,不要想象今天我们已经有了一个完备的理论指导,也已有了一个很科学的方法。我说的这些话,其实搞模型的人心里都明白。这里我要强调,第一向使用模型的人提醒一下,这个东西是给你当参考的,你不要以为就是灵丹妙药。第二应该看到发展的余地非常之大,决不要满足已经知道的一点点东西,一知半解。我们要往前探索,开辟道路。

简单说,对于计量经济学和经济模型的研究,第一我是支持者;第二希望大家继续探索;第三决不要把它看成灵丹妙药,它既有着很大的发展余地,也有不少值得商榷,有待研究的地方。这就是我读了这些论文之后得到的一些感想。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第12页)

一个国家的教育体制是培养科学家的社会机制中的基础环节。学校对社会人才需求预测不准

或教育实践的失败,会造成科学家的供求失衡,会造成大批科学家职业流动。一方面,学无用武之地者,为了生存,必然要改行;另一方面,人才短缺的行业和学科必然会以优厚条件吸收大批科学家退出其原本的行业和学科。如美国从70年代初开始,在10年间,法学院毕业生的数量增加了1倍,而获电气工程学位的人数却没有增加,造成电气行业科学家严重短缺,缺口的弥补必然是从其他行业、学科中吸收科学家。

3. 科学家的行为

由于认知、道德、文化和价值观念等问题在科学中的作用日益重要,科学家选择职业也往往把这些作为重要依据。科学家在作职业选择的判断时总是很理性的,但是,当缺乏理性态度或者判断的依据的社会中出现错误导向时,科学家的职业选择会反复多次。

可见,科学家的职业流动,不全是由科学本身来决定的,还受在科学环境中起作用的其他因素的影响。在不同的国家和地区,条件不同,可控制的社会因素也不同。因此,决策者应采取积极的措施来调整可控因素,把科学家的职业流动朝有利于新兴学科和新兴产业、重点学科和重点产业方面引导,积极预测不可控因素,并把消极的、非正常的流动减少到最低,减少社会资源的浪费,使科学高效率地发展。

(责任编辑 冷远猷)

(上接第38页)

要是它可以通过 π 键合成一系列有用的有机化合物。例如用F取代形成的“F笼子”可能成为极好的润滑剂。此外 C_{60} 掺Cl、Br和I的研究也已取得重要进展。 C_{60} 和 Na^+ 、 Mg^{++} 、 Al^{3+} 等阳离子结合所形成的化合物也在大力研究之中。 C_{60} 成为无机化学家、有机化学家、材料科学家和物理学家共同感兴趣的化合物和原材料。

另外,由于 C_{60} 式的笼状结构还广泛存在于胚胎和病毒之中,特别是最近发现 C_{60} 中存在一个寿命约为40微秒的三重激发态,它对单态氧分子异常敏感。这表明,它在生物化学和生命科学中可能有重大作用。

C_{60} 合成的原始动机是试图解释一些天体物质的吸收和发射谱。有些天外物质的发射和吸收谱一直未能得到满意的解释。例如在217微米处的很强的吸收带,过去很长一段时间认为是石墨的小粒子给出的。虽然目前由于 C_{70} 共生的干扰尚不能肯定 C_{60} 在天外物质的发射谱中确实存在。但是 C_{60} 对天体物理的研究确掀起很大的热情。

对于 C_{60} 研究最为热心的仍然是材料科学和工业界。在很短的时间内合成有用的 C_{60} 化合物是完全可能的。

(责任编辑 蔡德诚)