

文章编号 :1005 - 0523 (2002)01 - 0091 - 03

论科学研究中“发现”的逻辑制约性

洪英俊

(华东交通大学 人文社会科学学院 江西 南昌 330013)

摘要: 长期以来, 人们认为科学发现是非逻辑的, 最近陈省身教授提出“科学最坏的是有计划, 最好的科学是没有计划的, 是发现出来的”观点. 本文对此提出不同看法. 笔者认为科学发现具有逻辑依赖性. 它表现在: 人们原有知识和探索活动是制约灵感产生的逻辑基础; 抓住机遇受理解力和思维方式的制约; 灵感、直觉、顿悟到科学发现的完成要靠逻辑活动来实现.

关 键 词: 科学研究; 发现; 逻辑制约性

中图分类号: B2

文献标识码: A

0 引 言

长期以来, 人们认为科学发现是非逻辑的. 爱因斯坦认为, 在科学发明创造过程中, 从科学观察和实验到一种新颖见解的提出之间, 没有“逻辑的桥梁”, 必须诉诸直觉和灵感. 波普尔认为, “人怎么产生一个新思想——无论是一个音乐题材、一个戏剧冲突, 还是一个科学理论——这个问题, 可能对经验心理学具有重大意义, 但是它同科学知识的逻辑分析毫不相干.”世界数学最高奖项沃尔夫奖获得者陈省身教授在《中华英才》2001 年第四期撰文认为, 科学最坏的是有计划, 最好的科学是没有计划的, 是发现出来的.

固然, 科学发现包含有非理性的因素和创造性的直觉的作用. 但这里存在着这样的问题: 是否“发现”只能消极等待, 毫无规律可循? 在科学研究中, 人的主观能动性如何体现? 人们能否催化科学发现? 这不能不研究灵感、直觉、顿悟与逻辑、理性的关系.

笔者认为, “发现”中非逻辑因素的作用是受逻辑因素的制约的. 逻辑、理性因素对“发现”的制约表现在以下几方面:

1 人们原有知识和探索活动是制约灵感产

生的逻辑基础

灵感的到来是突然的, 令人激动的, 人们对灵感出现的瞬间印象深刻, 而对与其密切联系的因素容易忽视. 细细分析, 灵感的产生不仅有其心理活动规律可循, 而且有其产生的逻辑机制.

钱学森把思维分成三种: 线性的抽象思维、平面的形象思维和立体的直觉灵感思维. 这是很有道理的. 它们之间的关系就象立体包含有点、线、面一样, 直觉的立体思维中也包含有线性的抽象思维和平面的形象思维成份.

德国化学家凯库勒研究分子组成为 C_6H_6 的苯分子的结构式, 研究很久没有结果. C (碳) 元素的化学价为四价, H (氢) 元素的化学价是一价, 它们是如何结合为分子 C_6H_6 的? 一次凯库勒在梦中, 看见一条舞动的蛇突然回过头来咬住自己的尾巴. 这促使凯库勒产生灵感, 顿悟到苯分子的结构式为环状结构——苯环. 凯库勒的这种直觉、灵感、顿悟, 一方面与他头脑中原有的知识和当时的知识背景分不开. 凯库勒学习过建筑, 有着空间结构的观念, 当时的知识背景是有机化学理论已经兴起, 凯库勒研究苯的结构已 12 年. 另一方面凯库勒不自觉地运用了一些逻辑方法.

直觉、灵感的产生是自觉或不自觉地使用了联想、想象、猜想, 联想、想象、猜想伴随着类比等理论

收稿日期 2001 - 06 - 05

作者简介: 洪英俊 (1946 -), 男, 江西奉新人, 华东交通大学教授.

思维活动。面对新事实,人们总是从已知的事物和现有的知识出发做出各种类比。只不过有时这种逻辑方法是无意之中运用的。阿基米德由进入浴池感受到浮力和浴池水位上升而顿悟到鉴别皇冠黄金纯度的方法,以及发现浮力定律(阿基米德定律),这与他头脑中原有知识和“最近”的冥思苦想、探索探索分不开,这些理论知识和经验知识在头脑中分解组合,形成潜意识,在“当前”某些因素的刺激下,潜意识和显意识有可能接上才产生灵感。只不过这个过程是不自觉的,类似于自动化过程,使灵感的出现表现为无意识的活动。阿基米德得到灵感的当时,衣服也没穿就跑向工作室,别人还以为阿基米德疯了。

可见,直觉、灵感、顿悟产生的逻辑制约性表现在:一是要有已知的经验知识和理论知识以及当前的科学探索活动为基础,人们掌握的知识是主体能动性的贮藏库,灵感的产生是理论知识和经验知识巧妙结合,经当前的某种激发而形成的。二是灵感的产生其中蕴涵着客观世界存在着矛盾性质的普遍性和事物因果联系的普遍性为前提的演绎推理。在猜想、假说主义科学发现模式“E; 如果 H, 那么 E; 所以 H”中, E 为待解释的经验事实, H 为猜想出的解释经验事实的理论。显然,这里蕴涵着演绎推理中的充分条件假言推理的肯定后件进而肯定前件的逆因逻辑模式。

从灵感产生的心理学机制看,我们也可以看到“发现”的逻辑制约性。人们为了解答某个问题,在积极的思考过程中,大脑皮层相应的区域内会形成优势兴奋中心。在它影响所及的范围内,已有的经验、知识会被激发出来,自发地进行分解和组合,搭成某种神经联系,产生潜意识,通过某种激发而成为显意识,从而出现灵感,促成问题的解决,正所谓“急中生智”。

灵感往往产生在紧张研究之后的放松之时,心理学原理告诉我们,人们在研究某个课题时,大脑皮层的优势兴奋中心的兴奋会抑制大脑皮层其它区域。这时,当这个优势兴奋中心的兴奋性下降时,该中心周围的其它神经细胞的兴奋性会上升,使相关的潜意识有可能被激发出来,出现自发的心理活动,产生灵感。这是心理的正诱导规律的作用。同时,在紧张研究之后的放松之时,按原思路进行的思考停止下来了,在外界某种因素的激发下,容易变换思路产生顿悟、灵感。

可见,灵感产生的心理机制的作用不能离开逻

辑因素。因为自发的心理活动需要大脑中有一定的信息储存,已有的经验、知识是以概念、判断等逻辑形式贮存在大脑中的。这些信息的分解、组合和接通,自觉不自觉地循着一定的逻辑规律。

2 抓住机遇受理解力和思维方式的制约

机遇是指人们意外地观察到某一新事实,有时是在研究某一问题时,意外地观察到了与此问题无关的新事实,为了理解这一偶然看到的新事实,从而做出科学新发现。可见机遇首先是一种观察活动。

然而,科学研究是能动的、创造性的活动,它虽然不能离开观察,但观察并不是科学研究的开始。牛顿之前,许多人对落体运动司空见惯,却并没有作出万有引力定律的科学发现。而牛顿从这一观察中提出了问题,才开始了科学研究。而问题的提出则是逻辑的、理性的。并且,人们能观察到什么,是受理性和思维方式的制约的。同样观察悬挂在细绳上的重物来回摆动,亚里士多德看到的是受约束的物体的下落运动,伽利略看到的是理想化的“单摆”,导致发现“摆的等时性”,后来惠更斯在此基础上得出“单摆的周期公式”。观察到的现象是否成为机遇,获得科学发现,取决于观察者的理解力和思维方式,所以,会有熟视无睹、充耳不闻。

提出问题,抓住机遇,首先受理解力的制约。1924年,英国细菌学家弗莱明进行葡萄球菌平皿培养,培养物受到污染,正常的葡萄球菌繁殖区是黄颜色的,弗莱明发现培养皿边缘生长着一堆绿色霉菌,绿色霉菌周围的培养基清澈明净。这一现象其它人也曾观察到过,但他们认为是由于被污染的霉菌繁殖消耗了培养皿中的养分,而导致葡萄球菌消失,于是把被污染的葡萄球菌平皿去掉,重新培养。而弗莱明意识到这种现象可能具有重大的意义。经研究认识到,由于生存竞争,青霉菌在生长过程中分泌出一种能抑制葡萄球菌生长的物质,从而导致青霉素的发现。

自然界以它特有的方式展现给我们的是一种“陈述”,对它的把握在于我们的“意会”,意会靠的是理解力。伦琴在研究阴极射线课题时,意外地观察到在黑纸密封的克鲁克斯管放电时,一米多远的一块铂氢化钡屏幕上发生了辉光。自然界的这一“陈述”在1879年就给了英国物理学家克鲁克斯。克鲁克斯在用改进的盖斯勒真空管进行放电实验时,就曾一再观察到真空管附近的照相底片上有模

糊阴影。克鲁克斯的理解是照相底片的质量不好。自然界的这一陈述在 1890 年 2 月,也给了美国科学家古德斯比德。古德斯比德无意中拍到一张 X 射线的照片,他却根本没有注意这一“陈述”,把它当作废品处理掉了。伦琴从这一“陈述”中“直觉”到它的价值,于是,中断正在研究的阴极射线课题,转而研究自然界的这一“陈述”。结果发现,除阴极射线外,还有一种不能被磁场偏转、穿透力很强、没有规律性的反射和折射的未知射线,从而取得发现 X 射线的科研成果。

其次,抓住机遇,取得“发现”受思维方式的制约。1933-1934 年间,意大利物理学家费密和他的助手用中子轰击第 92 号元素铀时,本来已实现了铀的裂变,但由于囿于原有理论的思维定势的作用,却没能发现这一新事实。因为按原有理论,能量不足百分之几电子伏的中子,不可能使经得住几百万电子伏能量轰击的原子核产生裂变。在这种思维定势的作用下,他们认为,轰击铀原子核的中子被铀核吸收,铀核吸收中子后不稳定,经 β 衰变,成为超铀元素的原子核。由于受思维方式的制约,费密与取得重核裂变理论成果的机遇失之交臂。

就是发现了新的事实,如果思维方式不当,也是难以作出科学发现的。面对 19 世纪末以来自然科学的新发现,奥地利物理学家波尔茨曼和荷兰物理学家洛伦兹,受思维方式的制约,一味要把新现象纳入经典物理学的范围内,本来是预示物理学革命契机的新现象,而给波尔茨曼和洛伦兹带来的是苦恼。

3 “发现”的实现是逻辑过程

科学思维中的灵感、直觉是具有创新内容的模糊观念。它导致“发现”的实现,要靠逻辑活动来完成。爱因斯坦凭物理直觉取得创立相对论的成果,首先得益于休谟的著作。爱因斯坦曾说,如果他没有读过休谟提倡怀疑精神的著作,他可能不敢推翻牛顿的基本假设。这里的直觉有理性的、逻辑的因素的作用。直觉毕竟是一种模糊观念,接着爱因斯坦从相对性原理和光速不变原理出发来构建他的理论。如果说直觉还只是逻辑跳跃,人们称之为非逻辑的,那么,由直觉到发现的完成、理论的创立,则是地道的逻辑过程。狭义相对论揭示了惯性与能量之间的关系,但局限于恒速运动的参考系统,对加速运动的参考系统不适用,惯性与重力(引力场

的能量)之间的关系不清楚。这使爱因斯坦转向引力论。这时知识结构等逻辑因素对发现的制约作用又突出地表现出来。爱因斯坦的创新思想与欧几里德几何学相矛盾。爱因斯坦由于数学知识的不足,而不得不花时间来调整和优化自己的知识结构,研究黎曼几何学,后以黎曼几何作为时空模型,以张量分析与曲面几何为工具建立引力的度规场理论。从 1905 年爱因斯坦发表《论动体的电动力学》,创立狭义相对论,相隔 10 年,到 1916 年才完成论文《广义相对论的基础》,创立广义相对论。哥德巴赫猜测到任何大的偶数都可以化作两个素数之和,陈景润用逻辑证明、数学推导,证明了命题“任何大的偶数都可以化作一个素数与两个素因子的乘积之和”,这一命题被称之为陈氏定理。由于逻辑证明还未完成,哥德巴赫的猜测这一发现还未最终完成。

4 结论

通过上面的分析,我们可以得出以下结论:

第一、“科学最坏的是有计划”只表现在,发现新事实时,局限于原计划,对新事实视而不见,或只在常规范围内考虑,以轻率的解释放过而痛失发现良机。“最好的科学是发现出来的”,并不意味着科学研究不用计划,而是计划要在科学研究过程中反馈,不断完善、修订、调整、更新。

第二、非逻辑因素在科学研究中的作用不能脱离逻辑、理性的作用。要促成科学发现,我们首先要丰富自己的知识,优化自己的知识结构。有相当的知识在大脑中储存才可能利用有关信息形成潜意识,在科学研究、解决问题时,在外界的激发下,大脑才有可能把储存的有关信息输出来产生灵感。所以,在科学研究上我们不能只是消极等待机遇,我们要研究如何优化自己的知识结构,如何抓住良机,以致创造良机。

参考文献:

- [1] 陈省身. 最好的科学是没有计划的 [N]. 报刊文摘, 2001-03-15.
- [2] 钱学森. 关于思维科学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1986.
- [3] 刘大椿. 科学技术哲学导论 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.
- [4] 钱学森. 人体科学与现代科技发展纵横观 [M]. 北京: 人民出版社, 1996.