

KE XUE FAXIAN LUN

科学发现论

杨耀坤 著 四川科学技术出版社

科学发现论

杨耀坤 著

四川科学技术出版社

1993年·成都

(川) 新登字004号

书 名/ 科学发现论

著 者/ 杨耀坤

责任编辑·喻瑞卿 宋 齐

封面设计·韩健勇

版面设计·杨璐璐

责任校对·杨晓黎 王初阳 苏晓宁

出版发行 四川科学技术出版社

成都盐道街3号 邮编610012

经 销 新华书店重庆发行所

印 刷 成都市前进印刷厂

版 次 1994年6月成都第一版

1994年6月第一次印刷

规 格 850×1168毫米 1/32

印张18.5 445千字 插图2

印 数 1—1000册

定 价 20.00元

ISBN7—5364—2634—8/C·14

序

远在古代希腊时期,人们就曾探讨过科学发现的一般规律性问题。当时一著名的哲学家亚里士多德认为,科学研究是从个别事实出发,从中归纳出一般性原理,再以一般性原理为前提,演绎出一个具体的结论。然而,那个时代,对于如何从个别事实归纳成一般性原理没有予以重视。当时,主要关心的是如何从那些直观的、不证自明的公理(如欧几里得几何公设)演绎出具体结果。因此,把科学发现的方法归结为演绎,这当然是片面的。

文艺复兴运动以来,以实验(包括观测)为基础的自然科学得到了蓬勃发展,为适应这个时期科学发展的需要,以培根为代表的哲学家,强调了归纳方法的重要意义,认为科学发现的方法主要是归纳。

然而,随着科学发展的深化与复杂化,单纯的归纳法或演绎法,对于科学发现来说,都显得无能为力。因此,到19世纪,出现了一种倾向,认为科学发现是一种神秘莫测的非理性事业。其中,赫歇尔于1847年所说的一段话,就是这种观点的典型代表。他说:“科学发现依赖于某些有运气的思维,我们并不能追溯它的起源,某些智力的投射是超越于一切规则的,不存在必然导向发现的格言。”⁽¹⁾

20世纪以来,逻辑实证主义在西方科学哲学的研究中,占据了统治地位。逻辑实证主义把科学发现的研究排斥在科学哲学之

(1) 见 T·Nickles(ed), *Scientific Discovery, Logic and Rationality*, 1980, P. 181.

外。因此,很长一段时间,科学发现的研究成了“禁区”与“空白”。

60年代以来,随着科学技术的蓬勃发展,限于静态逻辑分析的逻辑实证主义日益衰落,历史主义学派得到了发展。在这种形势下,科学发现问题的研究重新引起了人们的重视与兴趣。1978年10月,在美国雷诺的内华达大学举行了一次主题为“科学发现”的科学哲学讨论会,代表着现代科学哲学研究的一种新动向。

在我国,近年来随着科学方法论研究的深入,已开始强调并重视对科学发现问题的研究,先后有《重大科学发现个例研究》(钱时惕主编,科学出版社,1987年)、《成功之路:科学发现的模式》(邱仁宗主编,人民出版社,1987年)、《自然科学发现经验之探索》(周发勤等,福建科技出版社,1988年)等专著出版。但上述著作,主要是进行案例研究,尚未形成系统之理论。案例研究的目的就在于为科学发现的认识论和方法论等的理论研究提供基础,由案例研究向系统的理论概述跃进,这是科学发现研究中的关键一步。在学术界沉寂数年之后,这一步终于有人迈出了。现在,奉献给读者的《科学发现论》正是一本系统探讨科学发现问题的专著,这是作者十余年潜心研究的结果,它把我国有关科学发现问题的研究推进到了一个新的水平。

本书在吸取国内外有关研究成果的基础上,建构起自己的理论框架,它以“起点——突破——确立”的描述性模式为线索,全面探讨了科学发现的理论问题。全书共分五个部分:导论、起点论、突破论、确立论、理论内涵论。该书不论从整体框架来看,还是从各个部分来看,都显得立意新颖,颇具特色。

关于科学发现的起点,学术界有所谓问题起点模式与观察起点模式之争。本书作者认为这两种模式都不全面,而主张多模式论,即认为科学认识的个体发生可以从科学认识系统发展链条的

任一点切入。因而,科学观察、科学问题、科学范式、思辨猜测、审美意识、科学信念等均可构成科学发现的起点。

关于科学发现的突破,学术界流行的理论有:“直觉——顿悟说”、“模式发现规范理论”、“试错法”等。本书作者不同意这些传统理论,提出了“观念孕育说”,阐述了“高层理论观念对于低层理论建构的孕育作用原理。”在理论孕育过程中,思辨和创造想象是主要的思维形式,其中关于“思辨”的见解颇具反传统的意义。作者将创造性思维同常规思维相对照,进行比较研究,从而阐明了创造性思维所具有的思维内容的非经验性、思维形式的超逻辑性和思维程序相对于常规思维的倒置性等根本特征。作者透过思维程序倒置的特征,结合爱因斯坦的科学创造模式,探讨了科学创造性思维的机理。

关于科学发现的确立,本书作者认为逻辑经验主义者的唯检验论、逻辑联贯论者的唯逻辑论、历史主义学派的唯评价论都有其可取之处,但又各有其局限。对三者的批判吸取势必从论证与评价辩证统一的角度来看待科学发现的确立问题,而这正是正确的科学确立观的基本立场。

理论内涵论部分作为全书的总结,着重从本体论、认识论、方法论三个层面进行分析,也简述了美学、心理学、社会学三个层面的内涵。这是对科学发现问题的横向描述,它与上述纵向描述相结合,构成了对科学发现问题的全面研究,也构成了科学发现论的理论体系。

以上列举的一些观点和理论,不一定都完全正确和合理。我们简单介绍一下,主要在于说明本书的确不是一本对科学发现问题一般介绍性的著作,而是一本有相当研究深度及功力的专著。

从全书的论述中可以看出,本书作者试图建立科学发现的理

论体系,进而创建科学发现学。这当然是值得鼓励与赞赏的。奉献给读者的这本书,不能认为已完成了这一宏伟的设想,但却可以说已经莫立了坚实的基础。我们祈望本书作者及其他同志能继续努力,在科学发现问题的研究上不断有新的进展,为科学发现学的学科建设和发展不断作出贡献。

钱时惕

1992年9月27日

目 录

导 论

- 1 什么是科学方法论的中心问题 (1)
- 2 科学发现学是关于科学发现问题的专门学问 (7)
- 3 科学的发现与发明 (14)
- 4 科学发现的分类 (24)
- 5 科学发现的模式 (38)

起 点 论

- 1 科学发现起点 (44)
 - 1.1 从“科学始于观察”到“科学只能发端于问题” (45)
 - 1.2 科学认识的系统发生与个体发生 (52)
 - 1.3 发现起点的描述性含义 (60)
- 2 科学只能发端于问题吗 (63)
 - 2.1 科学问题与简单问题 (64)
 - 2.2 观察渗透着理论与理论凝结着经验 (69)

2.3	单一的问题起点模式与证伪主义	(71)
3	科学发现的多种起点模式	(75)
3.1	观察模式	(75)
3.11	观察模式的合理性	(76)
3.12	观察模式的意义	(83)
3.2	问题模式	(87)
3.21	问题模式的合理性	(87)
3.22	问题模式的意义	(90)
3.23	问题模式的局限	(96)
3.3	范式模式	(99)
3.31	范式模式的合理性	(99)
3.32	范式模式的意义	(102)
3.4	审美模式	(104)
3.41	审美模式的合理性	(104)
3.42	审美模式的意义	(109)
3.5	思辨模式	(111)
3.51	思辨模式的合理性	(111)
3.52	思辨模式的意义	(113)
3.6	信念模式	(116)
3.61	信念模式的合理性	(116)
3.62	信念模式的意义	(118)
4	多模式论的意义	(120)
4.1	多种模式交错、重合的现象	(120)
4.2	多模式论的意义	(123)

突 破 论

1 常规思维阶段	(129)
1.1 常规思维的基本特征	(129)
1.11 力图以经验事实为依据	(129)
1.12 力求通过逻辑的途径建立理论	(131)
1.13 以现有理论为思维框架	(133)
1.2 常规思维的各种形式	(135)
1.21 从一般到个别——演绎、分析	(136)
1.211 演绎	(136)
1.212 分析	(139)
1.22 从个别到一般——归纳、概括	(143)
1.221 归纳	(143)
1.222 概括	(153)
1.23 认识的双向运动——比较、抽象、综合	(155)
1.231 比较	(155)
1.232 抽象	(157)
1.233 综合	(160)
1.3 常规思维在科学创造过程中的中断	(162)
1.31 常规思维的根本缺陷	(162)
1.32 常规思维在科学创造中的中断	(165)
2 非常规思维阶段	(167)
2.1 科学创造性思维的基本特征	(167)
2.11 关于科学创造的几种流行解释	(167)
2.12 思维内容的非经验性	(173)

2.121 西方哲学三百年的沉思	(173)
2.122 科学创造中的经验因素和非经验因素	(182)
2.13 思维形式的超逻辑性	(187)
2.131 科学创造非逻辑说辨析	(187)
2.132 有否科学创造的逻辑模式	(190)
2.133 超逻辑—逻辑与非逻辑的统一	(195)
2.134 从机器思维的局限看科学创造性思维的超逻辑特征	(198)
2.1341 机器思维的实质和局限	(198)
2.1342 造成机器思维局限的根源	(208)
2.1343 机器思维不可能作出科学上的创造	(214)
2.14 思维程序的倒置性	(219)
2.141 心理学对科学创造机制的研究	(219)
2.142 哲学对科学创造机制的研究	(225)
2.143 爱因斯坦的科学创造模式	(228)
2.144 科学创造性思维程序的根本特征	(243)
2.145 科学创造的一般规律	(255)
2.2 科学创造性思维的基本形式	(263)
2.21 思辨	(264)
2.211 思辨方法的历史演进	(264)
2.212 两类不同层次的思辨	(272)
2.213 思辨的非经验性	(276)
2.214 思辨的超逻辑特征	(283)
2.215 思辨是科学创造性思维基本的思维形式	(288)
2.22 创造想象	(294)
2.221 创造想象的特点及其作用方式	(294)

2. 222 创造想象在科学发现中的地位和作用	(298)
2. 223 创造想象同思辨的辩证统一	(301)
2. 3 科学探索中的助发现因素	(305)
2. 31 相似和类比	(306)
2. 311 类比是一种什么性质的思维方法	(306)
2. 312 类比的主观随意性和创造性	(310)
2. 313 类比的助发现功能	(313)
2. 32 科学审美意识	(317)
2. 321 科学创造的强烈动因	(317)
2. 322 科学创造观念的重要来源	(322)
2. 33 直觉和潜意识	(326)
2. 331 直觉的本质	(326)
2. 332 直觉的作用机制	(330)
2. 333 直觉的作用和局限	(336)

确 立 论

1 科学确立是什么	(339)
1. 1 科学确立唯检验论剖析	(340)
1. 2 价值评价不只是科学确立的手段	(351)
1. 3 逻辑论证不只是提供科学理论的形式	(355)
1. 4 经验论证是科学确立的基本步骤和决定环节	(359)
1. 5 科学确立的称谓之争不只是语词之争	(364)
2 经验论证	(366)
2. 1 辩证逻辑的论证包括经验论证	(366)
2. 2 经验论证的一般程序	(367)

2.21	从假说中推导出可与经验事实对照的命题	(368)
2.22	对导出的事实命题进行验证	(371)
2.23	根据实验验证结果对假说进行论证	(373)
2.3	经验论证的复杂性	(374)
2.31	经验论证标准的复杂性	(374)
2.32	直接验证的复杂性	(381)
2.33	经验论证对象的复杂性	(384)
2.34	经验证据支持的复杂性	(389)
2.35	经验论证结果的复杂性	(395)
2.4	经验论证的地位和作用	(400)
2.41	证实、证伪、确证和论证	(400)
2.42	观察证据的可靠性	(402)
2.43	经验论证在科学确立中的地位和作用	(408)
3	逻辑论证	(410)
3.1	科学理论的逻辑结构	(410)
3.2	逻辑论证的基本内容	(414)
3.21	逻辑论证的目标	(414)
3.22	理论内部一致性的逻辑论证	(417)
3.23	理论外部相容性的逻辑论证	(420)
3.3	逻辑论证的地位和作用	(423)
3.31	逻辑论证与经验论证	(423)
3.32	逻辑论证与因果说明	(426)
3.33	逻辑论证与真理的连贯论	(430)
3.34	逻辑论证的地位和作用	(433)
4	价值评价	(436)
4.1	审美价值评价	(437)

4.11 由美判真的合理性	(437)
4.12 和谐是科学美的灵魂	(439)
4.13 科学美的基本原则	(443)
4.131 统一中的和谐	(443)
4.132 简单中的和谐	(445)
4.133 对称中的和谐	(450)
4.134 奇异中的和谐	(453)
4.2 工具性价值评价	(457)
4.21 科学理论的善的功能	(457)
4.22 实用价值评价	(459)
4.23 理论认识价值评价	(461)
4.3 理论信念评价	(463)
4.4 社会—文化传统意识评价	(467)
5 科学确立是一个无止境的过程	(473)
5.1 科学确立的程序问题	(473)
5.2 科学确立是一个无止境的过程	(476)
5.3 科学认识是成果获取与科学确立不断地相互作用的过程	(484)

理 论 内 涵 论

1 本体论层面	(502)
1.1 科学与形而上学	(502)
1.2 科学是“发现的事业”	(505)
1.3 科学是“发明的事业”	(509)
1.4 科学发现本体论内涵的语义学方面	(511)

1.5	抽象理论创造的本体论内涵	(515)
2	认识论层面	(518)
2.1	科学发现的认识结构	(518)
2.11	科学发现的主体和客体	(519)
2.12	科学发现的主客关系问题	(522)
2.2	科学发现的认识目标	(525)
2.21	真理是真善美的统一	(525)
2.22	科学进步的可能性	(530)
2.23	科学确立的合理性	(538)
2.3	科学发现的认识路线	(541)
3	方法论层面	(545)
3.1	科学方法的结构	(545)
3.11	科学方法的外延结构与内涵结构	(545)
3.12	科学方法的运行结构	(547)
3.2	科学方法的运用	(557)
3.21	科学创造的个性特征	(558)
3.22	科学创造的普遍特征	(562)
3.3	科学方法的逻辑和理性	(565)
4	科学发现的理论内涵	(569)
后记		(574)

导 论

1 什么是科学方法论的中心问题

科学方法论的中心问题是什么?或者,科学发现问题和科学证明^{〔1〕}问题究竟何者是科学方法论的中心问题?它们之间是什么样的关系?这是科学哲学中长期以来存在着分歧,至今仍未能统一认识的问题。

科学发现与科学证明的关系在科学哲学的历史上经历了一个“合一分一合”的过程:在近代科学时期,二者是统一在一起的,19世纪上半叶以后被分离开来,而最近时期则重新出现了合流的趋势。

近代科学时期占统治地位的科学方法论,不论是经验主义的,还是理性主义的,都是建立在科学知识的可靠论基础上的。经验主义认为,从经验事实出发,通过归纳推理便可以获得确实无误的科

〔1〕“科学证明”的准确提法是“科学确立”,它包括科学理论的经验论证、逻辑论证、价值评价三个组成部分。请参见本书“确立论”部分。

学理论;理性主义则主张,从具有自明性的最高原理即公理出发,通过演绎推理便可获得与经验相一致的命题系统。经验主义求助于经验事实的确定性和归纳推理的可靠性;理性主义则求助于理性直觉把握最高原理的可信性和演绎推理的必然性。遵循纯粹逻辑的认识路线去获取理论知识,自然会认为发现与证明是合一的。在近代著名的方法论家(包括培根、笛卡儿、洛克、莱布尼兹、牛顿)看来,逻辑推理(演绎推理或归纳推理)的结论已经蕴含在前提之中了,因而当人们遵循一种正确的发现逻辑去获取新知识时,这个逻辑将自动地证明其所产生的理论原理是正确的。这就意味着,只有发现逻辑,而与发现逻辑相分离的证明逻辑是多余的。

18世纪后半叶起,可靠论的信仰开始动摇。这是因为,人们对发现逻辑的追求始终不能达到令人满意的目标。以归纳为中心的发现逻辑由于英国哲学家休谟对于归纳法可靠性的诘难而受到怀疑;以演绎为中心的发现逻辑则由于理性直觉的神秘性和与经验基础相脱离而在经验科学中少有市场。由于科学向理论概括的高度上升,人们发现,有些科学概念并没有明确的经验事实与之相对应(如分子和原子的概念在当时便是如此),那么这些概念的经验基础便值得怀疑;有些理论的建立与“经验—归纳”模式几乎毫不相干,它们是在缺乏经验事实依据的情况下,首先以科学猜测的形式出现,例如光的波动说、星云假说、细胞学说的产生便是如此。这就使得人们对“经验—归纳”的发现逻辑感到失望,对归纳推理可靠性的信仰亦进一步动摇。至于理性主义的“理性直觉—演绎”的发现逻辑,则由于非欧几何这样的科学假说长期只能当作一种“星空几何”、“虚幻几何”,因而将科学的可靠性寄托于先验理性直觉的可靠性的信念也动摇了。

随着可靠论逐渐为可误论所取代,人们看到科学发现的确立