

科学发现中的模型化推理

主编: Lorenzo Magnani
Nancy J Nersessian
Paul Thagard

主译: 于祺明 王天思

中国科学技术出版社

科学发现中的模型化推理

Lorenzo Magnani

Nancy J. Nersessian 主编

Paul Thagard

于祺明 王天思 主译

中国科学技术出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

科学发现中的模型化推理/ (意) 马格乃尼等主编;
于祺明等译. —北京: 中国科学技术出版社, 2001. 3
ISBN 7-5046-3027-6

I. 科 II. ①马…②于… III. 自然科学-推理-
研究 IV. N03

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 11752 号
著作权合同登记号: 图字: 01-2001-0843

中国科学技术出版社出版

北京海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 62179248 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

*

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张: 12.375 字数: 343 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 8 月第 2 次印刷

印数: 1-1000 册 定价: 24.00 元



Model-Based Reasoning in Scientific Discovery

Edited by

Lorenzo Magnani

University of Pavia, Pavia, Italy

Nancy J. Nersessian

*Georgia Institute of Technology,
Atlanta, GA, USA*

and

Paul Thagard

*University of Waterloo,
Waterloo, Ontario, Canada*

© 1999 Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York

译者序

科学发现是科学的生命，发现一旦终结，科学必将枯萎。因此，科学发现的推理问题一直是科学方法论中心问题（科学推理问题）的一个重要内容。这个领域的研究，从 Aristotle 算起已有二千多年的历史，从 Bacon 算起也经历了约四百年的沧桑，但都没有得到令人完全满意的答案。其中，逻辑实证主义的兴起，曾使科学发现的方法问题长期遭到忽视。七八十年代以来国内外科学哲学界又重视了对这个问题的研究，进行过一些典型案例的分析，提出过一些个案的发现模式。

近年来，在认知科学取得明显进展的基础上，国外一批学者开辟了科学的认知历史研究的新前沿，并且试图由此推动科学发现推理方法的探索。有些学者进一步尝试直接考察科学家思考和推理的方式。他们已经考察过“活生生”发生在美国、加拿大和意大利最主要的分子生物学和免疫学实验室集会上的思考和推理。他们的做法是，当科学家在自己的实验室思考和推理的时候对其进行录像和录音，然后逐字逐句地分析科学家们在明确地叙述理论、分析数据、设计实验和建立模型时所利用的思考和推理的类型。

传统的关于科学发现推理性质的哲学观点是狭窄的，是经不起科学家的实践活动检验的。这种观点将科学推理限制于在语言的（公式的）表述中应用的归纳和演绎的规则程序，常常与展现在历史记录和研究草案中的科学活动不一致，这就把科学家许多密切相关的实践内容、他们所惯常运用的有效方法都排除出科学推理之外了。实践是检验真理的标准，这样做显然是本末倒置了。判断的、形象的、空间的、类别的和时间的推理的研究已经表明，存在许多进行卓有成效的、创造性推理的方法，它们不能只靠关于诸如经典逻辑推理的传统观念的帮助来加以描述。为了全面、深入地理解科学发现的推理问题，需要将科学推理扩充为包括创造性推理的复杂形式，关于这些启发式推理方法的研究处于哲学、人工智能、认知心理学和逻辑学的交叉领域。

1998 年 12 月在意大利帕维亚的帕维亚大学 Collegio Ghislieri 召开了《科学发现中的模型化推理》国际会议，会议论文在一定程度上反映了国外学者在这一交叉领域较新的进展和研究趋势，很值得国内同行参考与借鉴。本书就是以在会议上提出的论文为基础编写而成的。

本书翻译工作分工情况如下：

- 于祺明 前言，概念变化中的模型推理，追踪科学哲学中模型的发展，科学家怎样建构模型：作为科学思维窗口的科学聚会，科学发现和技术发明：溃疡、恐龙灭绝和程序语言 Java，事项索引。
- 王天思 模型化创造性溯因，溯因推理和几何分析，模拟中模型的层次，溯因推理解释。
- 于广辉 用模型描述实在，关于全异现象的模型化推理的模拟，模型的层次和电子显微镜方法。
- 郭 斌 简化 Bayesian 推理的一个普通例子，虚构主义和“*As If*”条件从句的逻辑。
- 唐如冰 认知领域的模型和图表，理论、模型和表述。
- 邓 虹 复杂性与复杂系统：科学发现新探。
- 杨 达 创造过程中的模型化推理。
- 谢爱华 模型的扩展和辩护：Galileo Galilei 的范例。
- 郭 东 科学建模：一个多级反馈过程。

全书由于祺明、王天思审校并定稿。不妥和错误之处在所难免，敬请同行专家和读者批评指正。中国科学技术出版社的领导和陶翔编辑热情支持本书出版，这里谨向他们致以诚挚的谢意。

于祺明
2000 年 12 月

前言

1998年12月在意大利帕维亚的帕维亚大学Collegio Ghislieri 召开了《科学发现中的模型推理》国际会议，这本书就是以在会议上提出的论文为基础编写而成的。

论文探讨了科学思维怎样使用模型和解释性推理在理论和概念中引起创造性变化。

判断的、形象的、空间的、类别的和时间的推理的研究已经表明，存在许多进行有才智的、创造性推理的方法，它们不能只靠关于诸如经典逻辑推理的传统观念的帮助来加以描述。科学推理的传统说明一直将推理的观念主要限制于演绎和归纳论据。为了理解建模活动对于科学中的发现和概念变化的贡献，需要将科学推理扩充为包括创造性推理的复杂形式，它们并不总是成功的，可能导致错误的解答。关于这些启发式推理方法的研究处于哲学、人工智能、认知心理学和逻辑学的交汇处，即处于认知科学的中心。

有几个关键因素，对于本书中所考虑的模型推理的各种形式是共同的。模型有意被指谓目标物理系统、过程、现象或状态的解释。模型是在潜在地满足目标域突出约束的基础上找到或建立起来的。在建模过程中，利用了各种抽象形式。评价和改动是按照结构、因果和/或功能约束进行的。模拟能够用来产生新的陈述，并使行为和其他因素的评价成为可能。

本书也涉及了溯因性质的某些主要方面，这时是把该性质与科学和模型化推理中的撤消假说的中心认识论问题联系起来的，在那里溯因推论展示了它们最有吸引力的认知功效。

本书的各篇稿件是由哲学、人工智能和认知科学界跨学科的研究者们撰写的，他们活跃在科学的创造性推理的领域里：有关上述论题的最新成果在他们的论文中得到了详细的阐述。

本书分为三部分。第一部分《模型、思想模型和表述》包括 N. J. Nersessian; D. Bailer-Jones; R. Giere; K. Knoespel; M. Suarez; 和 K. Dunbar 的稿子。第二部分《发现过程和机制》是由 D. Gooding; T.R. Addis; P. Thagard ;D. Croft; T.Harris; V. Rasis; S. Krauss; L..Martig-

non; U. Hoffrage;和F. T. Arecchi的论文组成的。最后,末尾部分《创造性推论和溯因推理》包含了J. Meheus; L. Magnani; I.Niiniluoto; E. Winsberg; F. Hendrecks ;J. Faye; C. Pizzi;和J.Zytkow 的文章。

帕维亚大学和CARIPLO (Cassa di Risparmio delle Provincie Lombarde)的慷慨财政支持使这次会议的召开成为可能,因而也间接地使这本书能够问世,对他们的支持表示感激和谢意。

编辑同仁,也是会议的共同主席,愿意向科学委员会的其他成员致意,对他们的建议和出席表示自己的感谢,他们是: R. Giere, 美国, 明尼阿波利斯,明尼苏达大学哲学系; David Goodin,英国,巴斯,巴斯大学,心理学系;Joke Meheus,比利时,根特,根特大学;Claudio Pizzi,意大利,锡耶那,锡耶那大学,哲学和社会科学系;Mareo Stefanelli,意大利,帕维亚,帕维亚大学; Raul Valdes-Perez, 美国,匹兹堡,卡耐基.梅隆大学,计算机科学系。

对地方组织委员会的成员们要表示特别的谢意,感谢Maria Teresa Oldani, Stefania Pernice, Giulio Poletti和 Stefano Rini 对组织会议的贡献,感谢Massimo Manganaro, Stefania Pernice, 和Anna Marea Marchini 对筹备这本文集的贡献,还要感谢技术编辑Linda d'Arrigo. 这本文集的准备,没有帕维亚大学的计算机实验室和哲学系提供智谋和设备,那是不可能的。

在会议上宣读的其他论文将在如下杂志的三期专辑上发表:“科学中的模型推理:学习和发现”在《科学的基础》上发表;“溯因推理和科学发现”在《Philosophica》上发表;“科学发现中的类比和思想模型”在《Philosophica》上发表。

Lorenzo Magnani, 意大利, 帕维亚

Nancy J. Nersessian, 美国, 乔治亚州, 亚特兰大

Paul Thagard, 加拿大, 瓦特鲁

1999年5月

内容提要

科学发现是科学的生命。科学发现的推理问题一直是科学方法论的一个重要内容。传统的关于科学发现推理性质的哲学观点是狭窄的,是经不起科学家的实践活动检验的。为了全面、深入地理解科学发现的推理问题,需要将科学推理扩充为包括创造性推理的复杂形式。这些启发式推理方法的研究处于哲学、人工智能、认知心理学和逻辑学的交叉领域。近年来,在认知科学取得明显进展的基础上,国外一批学者开辟了科学的认知历史研究的新前沿,并且试图由此推动科学发现推理方法的探索。有些学者进一步尝试直接考察科学家思考和推理的方式。他们已经考察过“活生生”发生在美国、加拿大和意大利最主要的分子生物学和免疫学实验室集会上的思考和推理。本文集在一定程度上反映了国外学者在这一交叉领域较新的进展和研究趋势,很值得国内同行参考与借鉴。

科学发现中的模型化推理

Lorenzo Magnani

Nancy J Nersessian 主编

Paul Thagard

于祺明 王天思 于广辉

郭 斌 唐茹冰 邓 虹 译

杨 达 谢爱华 郭 东

责任编辑: 陶 翔

封面设计: 王铁麟

责任校对: 冯 静

责任印刷: 张建农

目录

模型、思想模型和表述	3
概念变化中的模型推理 Nancy J. Nersessian	5
追踪科学哲学中模型的发展 Daniela M. Bailer-Jones	25
用模型描述实在 Ronald N. Giere	45
认知领域的模型和图表 Kenneth J. Knoespel	63
理论、模型和表述 Mauricio Suárez	81
科学家怎样建构模型： 作为科学思维窗口的科学聚会 Kevin Dunbar	93
发现过程和机制	109
关于全异现象的模型化推理的模拟 David C. Gooding 和 Tom R. Addis	111

科学发现和技术发明: 溃疡、恐龙灭绝和程序语言Java 133
Paul Thagard 和 David Croft

模型的层次和电子显微镜方法 147
Todd Harris

模型的扩展和辩护: Galileo Galilei 的范例 157
Vasilis Rasis

简化Bayesian推理的一个普通例子 175
Stefan Kraub, Laura Martignon 和 Ulrich Hoffrage

复杂性与复杂系统: 科学发现新探 193
F.Tito Arecchi

创造性推论和溯因 211

创造过程中的模型化推理 213
Joke Meheus

模型化创造性溯因 235
Lorenzo Magnani

溯因推理和几何分析: 257
评Charles S. Peirce 和 Edgar Allan Poe
Ilkka Niiniluoto

模拟中模型的层次 275
Eric Winsberg

溯因推理解释 291
Vincent F. Hendricks 和 Jan Faye

虚构主义和“ <i>As If</i> ”条件从句的逻辑	315
Claudio Pizzi	
科学建模：一个多级反馈过程	335
Jan M. Zytkow	
人名索引	353
事项索引	361

我们知性的这种图形法，在涉及现象和它们单纯的形式上，乃是隐藏在人类心灵深处的一种技术，其活动的真相是自然所绝不会让我们去发现或揭示的。

Immanuel Kant：《纯粹理性批判》

模型、思想模型和表述

