

脑与学习科学新视野译丛

董奇/主编 周加仙/副主编

理解脑

——走向新的学习科学

UNDERSTANDING THE BRAIN
TOWARDS A NEW LEARNING SCIENCE

◎ 经济合作与发展组织 / 编

◎ 北京师范大学“认知神经科学与学习”

国家重点实验室脑科学与教育应用研究中心 / 组织翻译

教育科学出版社

OECD 

脑与学习科学新视野译丛

董 奇 / 主编 周加仙 / 副主编

理解脑

——走向新的学习科学

UNDERSTANDING THE BRAIN
TOWARDS A NEW LEARNING SCIENCE

教育科学出版社
· 北 京 ·

责任编辑 刘明堂
版式设计 贾艳凤
责任校对 张 珍
责任印制 曲凤玲

图书在版编目 (CIP) 数据

理解脑：走向新的学习科学/经济合作与发展组织编；
北京师范大学“认知神经科学与学习”国家重点实验室
脑科学与教育应用研究中心组织翻译. —北京：教育科
学出版社，2006.11

(脑与学习科学新视野译丛/董奇主编)

书名原文：Understanding the Brain: Towards A
New Learning Science

ISBN 7-5041-3648-4

I. 理... II. ①经... ②北... III. ①脑科学-研究
②学习理论(心理学)-研究 IV. ①R338.2 ②G442

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 088197 号

出版发行 教育科学出版社

社 址 北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号 市场部电话 010-64989009
邮 编 100101 编辑部电话 010-64989419
传 真 010-64891796 网 址 <http://www.esph.com.cn>

经 销 各地新华书店
印 刷 涿州星河印刷有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 8.25 版 次 2006 年 11 月第 1 版
字 数 108 千 印 次 2006 年 11 月第 1 次印刷
定 价 18.00 元 印 数 1-3 000 册

如有印装质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

● 经济合作与发展组织/编

● 北京师范大学“认知神经科学与学习”
国家重点实验室脑科学与教育应用研究中心/组织翻译

经济合作与发展组织

根据 1960 年 12 月 14 日在巴黎签署、1961 年 9 月 30 日生效的《经济合作与发展组织公约》第 1 条，经济合作与发展组织应该促进这样一些政策，这些政策旨在：

——达到最佳的可持续性经济发展与最高的就业率，提高成员国的生活水平，同时保持财政稳定，从而对世界经济发展作出贡献；

——促进成员国与非成员国在经济发展过程中的良性经济扩展；

——根据国际组织的义务与职责，促进多边的、非歧视性的世界贸易扩张。

第一批加入经济合作与发展组织的成员国包括：奥地利、比利时、加拿大、丹麦、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡大王国、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、土耳其、英国、美国。下列国家在不同的时间陆续成为成员国：日本（1964 年 4 月 28 日）、芬兰（1969 年 1 月 28 日）、澳大利亚（1971 年 6 月 7 日）、新西兰（1973 年 5 月 29 日）、墨西哥（1994 年 5 月 18 日）、捷克共和国（1995 年 12 月 21 日）、匈牙利（1996 年 5 月 7 日）、波兰（1996 年 11 月 22 日）、韩国（1996 年 12 月 12 日）以及斯洛伐克共和国（2000 年 12 月 14 日）。根据经济合作与发展组织协议第 13 条，欧洲共同体委员会参与经济合作与发展组织的工作。

Originally published by the OECD in English and in French under the title:

Understanding the Brain: Towards a New Learning Science

Comprendre le cerveau: Vers une nouvelle science de l'apprentissage

© 2002, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris.

© 2006, Educational Science Publishing House, for this Chinese edition.

Published by arrangement with the OECD, Paris.

The quality of the Chinese translation and its coherence with the original text is the responsibility of Educational Science Publishing House.

译丛总序

人脑是世界上最复杂的物质系统，它所具有的学习功能是一切生物无法比拟的。在人类学习的研究中，由于研究方法与手段的局限性，无论是古代东西方对学习的思辨，还是近现代流派纷呈的学习理论，都回避了对学习的器官——脑的探索，使学习的研究停留在外显的行为以及对内部心理机制的推测上。

随着脑科学的迅猛发展以及研究方法与工具的进步，人们日益重视脑、认知与学习之间的关系。学习科学研究者将真实情境中的学习作为研究对象，运用科学的研究方法，来理解人类学习过程中的认知活动及其神经机制，探讨学习、认知与发展的过程与本质。学习作为人类极其复杂的现象，只有整合不同学科的视野才能对其有完整、科学的认识，因此学习科学是多学科、跨学科的研究领域。

最先用科学的方法来研究脑与学习关系的是诞生于 20 世纪 50 年代中期的认知科学。认知科学是研究人、动物和机器的智能本质和规律的科学，研究内容包括知觉、学习、记忆、推理、语言理解、知识获得、注意、情感等统称为意识的高级心理现象。认知科学从诞生之日起，就从多学科的视角来研究学习。到 20 世纪 70 年代，认知科学家开始研究人类是怎样解决问题的，关注数学、科学、阅读和写作等学校教育教学中涉及到的重要问题。他们发现专家与新手采用不同的方式来解决各种学习领域中的问题，认为专家与新手的区别是理解学习的第一步，“学习就是新手变

为专家的过程”^①，追踪这一过程中的思维变化可以研究学习的产生。20世纪90年代以后，认知科学转变了脱离学习情境、关注静态知识的实验室研究方式，转而重视学习者的思维与求知过程。认知科学对表征、专家知识、问题解决和思维等的研究，成为学习科学的核心概念。经过20余年的发展，《学习科学杂志》于1991年创刊。2002年“国际学习科学协会”（The International Society of the Learning Sciences）成立。目前美国的西北大学、斯坦福大学等许多著名大学都设立了学习科学专业，从认知科学的角度来探究学生的学习。

在认知科学发展的同时，与此相关的另一门新兴学科也在形成之中。美国心理学家George Miller于20世纪70年代提出了“认知神经科学”一词，率先将脑科学和认知科学结合起来。在70年代“脑的十年”里，随着脑成像技术的发展以及Michael S. Gazzaniga、George Miller、Michael I. Posner等一批认知神经科学家卓有成效的研究，认知神经科学迅速发展起来。认知神经科学的研究任务在于阐明自我意识、思维想像和语言等人类认知活动的神经机制，研究脑是如何调用各层次上的组件，包括分子、细胞、脑组织区和全脑去实现自己的认知活动的。^②教育与认知神经科学结合起来的研究已成为当前国际上备受关注的新兴研究领域。1999年经济合作与发展组织启动了“学习科学与脑研究”项目，目的是在教育研究人员、教育决策专家和脑科学研究人员之间建立起密切的合作关系，通过跨学科的合作研究来探明与学习有关的脑活动，从而更深入地理解个体生命历程中的学习过程。2003年11月，“国际心智、脑与教育协会”成立，标志着科学界与教育界更加紧密地合作起来，共同研究人类学习与学习科学。

目前，许多国家的政府都采取了一系列重要措施，大力支持脑与学习科学的研究与应用工作，并将它提到了国家科技与教育发展的重要议程。新世纪伊始，美国国家科学基金会就积极酝酿筹办学习科学研究中心以及学习科学孵化中心。从2004年起，美国国家科学基金将投入9000万美

① Bruer, J.B. (1993) *Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. p.2.

② Gazzaniga, M.S.: 《认知神经科学》，沈政等译，上海教育出版社，1998年。

元，正式建立四个学习科学中心。除此之外，还建立了若干个学习科学孵化中心。这些学习科学中心分别从生物、认知、计算机、数学、物理、社会科学、工程以及教育等多种学科交叉的角度来研究学习，甚至还涉及到机器学习、学习技术以及所有有关学习的数学分析与模型的研究。日本政府也非常重视脑科学与教育的研究，日本文部科学省于2003年元旦启动了庞大的“脑科学与教育”研究项目。2004年，欧洲启动了由8个不同国家的实验室共同合作的研究项目“计算技能与脑发展”项目，研究计算能力的脑机制，并将研究成果运用于数学教育。这些研究组织与机构的创立表明，无论在北美洲、欧洲，还是在亚洲，全方位、多层面的学习科学研究已经蓬勃地开展起来。

我国对学习的研究已有悠久的历史。在古代，人们把“学习”看作是包含“学”与“习”两个独立环节的过程。“学”是指人获得直接与间接经验的认识活动，兼有思的含义；“习”是指巩固知识、技能等实践活动，兼有行的意思。^①最早将“学”与“习”联系起来强调“学”与“习”之间内在联系的是孔子，他说：“学而时习之，不亦说（悦）乎！”（《论语·学而》），又说：“学而不思则罔，思而不学则殆”（《论语·为政》），说明“学”是“习”的基础与前提，“习”是“学”的巩固与深化，在学习的过程中可以感受到愉悦的情绪体验，揭示了学习、练习、情绪、思维之间的关系。由此可见，我国古代把学习看作是学、思、习、行、情的总称，对学习的这种探讨已经触及了一个重要的科学研究问题：学习过程中认知、情绪、行为三者之间的统一关系。

20世纪初期与中期，我国有一些学者出版了有关学习的论著，如杨贤江撰写的《学习法概论》（1923）、周冰原撰写的《学习观点与学习方法》（1950）等。经过多年的发展，20世纪70年代末到80年代初，开始形成了学习学的理论与实践研究，并出版了大量专著，学习学的研究在全国展开。1987年6月，在南京召开的“全国第一届学习科学讨论暨讲习

^① 桑新民：《学习究竟是什么？——多学科视野中的学习研究论纲》，《开放教育研究》第11卷第1期，2005年2月，第8-9页。

班”成为学习学研究历史上的一次重要会议。此后，全国学习学专业机构纷纷成立，并多次举办了全国性的学习学会议。学习学的理论与实践研究也有了新的进展。但是，目前学习学的研究仍然停留于行为研究与思辨层面，关注较多的是学生的学习心理研究、学习规律的观察与总结、学习经验的交流、学习方法的指导等方面，而对脑与学习的关系则探讨较少。

20世纪90年代中后期，在当时国务院科技领导小组、国家科技部、教育部、自然科学基金委的支持下，我国开始重视脑科学与教育的研究，并多次举行专题研讨会。以脑科学研究为基础的学习科学才逐渐受到关注，并成立了专门的研究机构。2000年，教育部在北京师范大学建立了认知科学与学习教育部重点实验室；2002年，韦钰院士在东南大学发起成立了学习科学研究中心；2005年，国家科技部在北京师范大学成立了“认知神经科学与学习”国家重点实验室；脑的学习功能与生理机制的学习科学研究受到了重视。

北京师范大学“认知神经科学与学习”国家重点实验室的主要目标是研究人类学习的脑机制，并将研究成果运用于学校的教育教学与学生的心理健康发展。我们从认知科学、认知神经科学的角度，围绕“学习与脑可塑性”这一核心问题，研究学习的一般机制和特殊规律，已经在认知能力的发展与促进，社会认知、行为的心理与神经机制，认知障碍，英语、汉语以及汉英双语表征的神经机制与学习方面取得了许多研究进展和突破。我本人也主持了国家攀登项目、国家杰出青年基金项目、科技部重点国际合作项目、教育部人文社科重大项目等重要课题，组织北京师范大学和国内外有关专家从多学科角度进行联合攻关，在脑与学习科学的研究方面取得了许多有价值的成果。

近年来，在各国的重视下，脑科学已经开始运用于教育，其取得的初步成果和出现的问题，对我国开展该方面的工作均有重要参考、借鉴意义。为此，我们决定组织“脑与学习科学新视野”译丛，根据我国学习科学研究与学校教育的需要，选择国际学习科学研究中最权威、最重要的研究成果介绍给教育科学工作者、决策者与实践者，尤其是有志于从事脑与学习科学研究的工作者。译丛中的书籍分别从认知科学和认知神经科学的

角度来阐明学习科学。有些书籍是不同国际组织召集国际上资深科学家研讨而成；有些书籍勾勒出脑与学习科学的具体研究框架；有些书籍让大家了解脑与学习科学的最新研究进展。因此，本译丛最大的一个特点在于，其作者均为脑与学习科学研究领域的国际著名专家或者相关国际研究组织，这些书籍也都由国际知名出版社出版发行。原书作者的许多见解有助于我们更好地把握国际脑与学习科学发展的趋势与存在的争论，有助于促进我国脑与学习科学的研究工作。

值此译丛出版之际，我要对译丛中各著作的原作者和出版社表示谢意；我还要感谢教育科学出版社的同志细致、耐心的工作；感谢参与本译丛翻译的老师 and 研究生们所付出的辛勤劳动。同时，我还要借此机会感谢国务院科技领导小组、国家科技部、教育部、自然科学基金委长期以来对脑与认知神经科学方面基础研究和应用研究的大力支持。

我希望本套译丛将对我国脑与学习科学的研究以及学习科学研究人员的培养有积极的启示与帮助；我也希望本套译丛将对我国的教育决策、教育研究范式的改革、课程与教学设计带来有益的启示。

董 奇

2006年6月26日

于北京师范大学

前 言

1999年，经济合作与发展组织（OECD）教育研究与革新中心（CERI）启动了“学习科学与脑研究”项目。这个新项目的目的，一方面是鼓励学习科学与脑科学研究之间的合作，另一方面是鼓励研究者与决策者之间的合作。教育研究与革新中心管理委员会认识到，这是一项既充满挑战而又回报丰厚的艰巨任务。该项目极有可能有助于更好地理解整个生命过程中的学习，同时还必须解决一些重要的伦理问题，对于这两点，人们尤为认同。总之，这些可能性与研究所关涉的问题都强调必须在不同的利益相关者之间进行对话。

尽管在过去的10年间，基础研究方面已经取得了巨大的进步，但是脑科学的研究成果才刚刚开始应用于学习领域。也许由于历史上脑科学研究者与学习科学研究者之间缺乏直接的联系，学习科学已经利用的脑科学研究成果数量仍然很少。在脑科学研究成果如何应用于学习科学方面还没有达成一致，但是在这两个研究领域之间架起沟通桥梁的理由已经非常充分。如，对脑可塑性与学习在个体生命周期中不断变化的研究已经取得了新的研究成果，新兴的非侵入性脑成像技术衍生出全新的研究方法。脑科学与学习科学研究者以缩短这两个研究领域之间的距离为己任，可以取得出更有价值的成果。

本书的目的就是概要地介绍目前已知的、短期内即将揭示的以及最终可以了解的脑科学研究成果。为了易于非专业人士理解，本书力求避免使

用高深的专业术语。本书的内容来自经济合作与发展组织 2000 年 6 月在纽约（“脑机制与早期学习”）、2001 年 2 月在格兰纳达（“脑机制与青少年学习”）、2001 年 4 月在东京（“脑机制与老年学习”）举行的三个论坛；本书还提出了该项目下一步的行动计划。

项目启动伊始就得到了下列组织与机构在资金以及其他方面的大力支持：美国国家科学基金会（研究、评价与交流学部 / 教育处）；英国终身学习基金会；西班牙格兰纳达市；日本文部科学省。美国萨克勒研究所 (Sackler Institute)、西班牙格兰纳达大学、日本理化学研究所脑科学研究所提供了科学、资金与组织上的支持。

本书的第一和第三部分由 Christopher Ball 爵士撰写，第二部分在经济合作与发展组织秘书处的协助下由 Anthony E. Kelly 撰写。Christopher Brookes、Stanislas Dehaene、Hideaki Koizumi、Stephen Kosslyn、Bruce McCandliss、Michael Posner 和 Emile Servan-Schreiber 分别审校了全书或部分章节。秘书处的 Jarl Bengtsson 参与了该项目的启动工作，并一直支持该项目的研究；Vanessa Christoph 提供了后勤上的支持；Bruno della Chiesa 是该项目的协调人；经济合作与发展组织秘书长负责本书的出版工作。

致 谢

经济合作与发展组织秘书处衷心感谢所有参与论坛的人员，他们的努力使这些论坛的举办成为可能而且取得了成功；感谢那些帮助经济合作与发展组织秘书处撰写本书的人；感谢那些既参与论坛又帮助本书撰写的人，他们是：英国德比大学校长 Christopher Ball 爵士；英国教育和技术部的 Richard Bartholomew；法国翻译 Jean-Daniel Brèque；英国终身学习基金会会长 Christopher Brookes；美国麦克唐奈基金会会长 John Bruer；法国国家健康与医学研究院 Stanislas Dehaene；西班牙安达卢西亚区政府顾问 Juan Gallo 及其团队；美国国家科学基金会研究、评价、交流学部/教育处处长 Eric Hamilton 及其团队；日本理化学研究所脑科学研究所所长 Masao Ito 及其团队；美国乔治梅森大学教育学院教授 Anthony E. Kelly；日本日立股份有限公司高级研究实验室首席科学家 Hideaki Koizumi；美国哈佛大学心理系教授 Stephen Kosslyn；美国康奈尔大学威尔医学院萨克勒研究所心理学副教授 Bruce McCandliss；西班牙格兰纳达市市长 José Moratalla Molina 及其团队；美国康奈尔大学威尔医学院萨克勒研究所所长、精神分析心理学教授 Michael Posner；日本文部科学省顾问及科学促进协会会长 Teiichi Sato；法国国际顾问 Emile Servan-Schreiber；西班牙格兰纳达心理学教授 Pio Tudela；美国国家科学基金会项目负责人 Kenneth Whang。

另外，秘书处对美国国家科学基金会发展与学习科学项目的已故主任 Rodney Cocking 表达衷心的感谢，我们将永远缅怀他。

目 录

导言	(1)
----	-------

第一部分 前 提

第一章 教育形势	(11)
----------	--------

1.1 为何学, 何人学	(12)
--------------	--------

1.2 学什么, 何时学	(16)
--------------	--------

1.3 怎样学, 何处学	(18)
--------------	--------

第二章 认知神经科学为教育决策与教育实践提供信息的方式	(23)
-----------------------------	--------

2.1 认知神经科学可以告诉我们什么?	(23)
---------------------	--------

2.2 教育政策	(27)
----------	--------

第二部分 认知神经科学与教育的结合

第三章 三个论坛	(31)
----------	--------

3.1 脑机制与早期教育: 纽约论坛	(32)
--------------------	--------

3.2 脑机制与青少年教育: 格林纳达论坛	(34)
-----------------------	--------

3.3 脑机制与老年人的学习: 东京论坛	(36)
----------------------	--------

第四章 从神经科学的视角来看学习	(39)
------------------	--------

4.1 脑组织原则与神经信息加工	(40)
------------------	--------

4.2 研究工具、方法及教育启示: 脑成像的影响	(42)
--------------------------	--------

4.3 读写能力与计算能力	(47)
4.4 情绪与学习	(52)
4.5 终身学习脑	(56)
4.6 神经科学谬误	(64)

第三部分 结 论

第五章 展望	(75)
5.1 走向基于超学科方法的新兴学习科学?	(75)
5.2 下一步: 研究网络	(81)
附录 三个论坛的议程	(85)
脑机制与早期学习.....	(85)
脑机制与青少年学习.....	(88)
脑机制与老年学习.....	(92)
参考文献	(96)
术语表	(105)
译后记	(116)

导 言

二三十年前，本书不值得写；而二三十年后，本书又不值得回顾。但是今天，本书的写作不仅及时而且意义重大。生活于当代的人是幸运的，因为他们看到了脑科学的迅猛发展，看到了对人类学习的理解日益深入。本书是一门（更确切地说，是几门）迅速发展的学科的“进展性报告”。经济合作与发展组织教育研究与革新中心率先将几个学科的研究人员召集在一起，来了解彼此之间怎样才能互通有无、相互促进，以跨学科的合作方式来阐述“学习与脑”之间的关系。

本书的目的有三个：

- 报道认知神经科学、心理学、教育、保健、政策等不同学科之间所进行的创造性对话，并进一步促进这种对话关系的形成；
- 研究认知神经科学与教育及教育决策之间可以各自为对方提供哪些有价值的观点；
- 在理解人类学习方面，教育领域有哪些问题需要借助其他学科的帮助。