

 世界教育思想文库

UNDERSTANDING THE BRAIN:

THE BIRTH OF
A LEARNING SCIENCE

理解脑 ——新的学习科学的诞生

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

周加仙 等 译

世界教育思想文库

理解脑

——新的学习科学的诞生

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
周加仙 等 译

教育科学出版社
· 北京 ·

出版人 所广一
责任编辑 刘明堂
版式设计 郝晓红
责任校对 贾静芳
责任印制 曲凤玲

图书在版编目 (CIP) 数据

理解脑：新的学习科学的诞生 / 经济合作与发展组织编；周加仙等译. —2 版. —北京：教育科学出版社，2014. 12

(世界教育思想文库)

ISBN 978-7-5041-9056-7

I. ①理… II. ①经… ②周… 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 (2014) 第 215427 号

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2007-5887 号

世界教育思想文库

理解脑——新的学习科学的诞生

LIJIENAO—XIN DE XUEXI KEXUE DE DANSHENG

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
制 作 北京广联信信息技术有限公司
印 刷 保定市中国画报社
开 本 169 毫米×239 毫米
印 张 20.5
字 数 274 千字
次 2010 年 6 月第 1 版
2014 年 12 月第 2 版
2014 年 12 月第 2 版第 1 次印刷
1—3000 册
45.00 元

如有印装质量问题，请到原印厂或发行部门联系调换。

经济合作与发展组织

经济合作与发展组织是一个独特的论坛，30个国家共同努力来解决全球化的经济、社会与环境挑战。经济合作与发展组织也处于前沿，努力理解与帮助各国政府对新的发展和关注点做出反应，如合作管理、信息经济以及人口老龄化的挑战。该组织提供情境，使政府可以比较政策经验、努力回答共同的问题、确定良好的实践、并协调国内与国际政策。

经济合作与发展组织的成员国有：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、日本、朝鲜、卢森堡公国、墨西哥、荷兰、新西兰、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克共和国、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英国、美国。欧洲共同体委员会参与经济合作与发展组织的工作。

经济合作与发展组织广泛传播该组织有关经济、社会、环境问题的统计结果与研究，并召集会议、颁布其成员国同意的指导纲要和标准。

经济合作与发展组织秘书长负责本书的出版。本书所表达的意见与观点并不一定代表经济合作与发展组织及其成员国的官方观点。

前 言

“学习科学和脑科学研究”是由经济合作与发展组织教育研究与创新中心（CERI）于1999年发起的一个研究项目。这一新项目的目的—方面在于鼓励学习科学和脑科学研究之间的合作，另一方面也让研究者和政策制定者携起手来。教育研究与创新中心管理委员会认识到这是一个困难且具有挑战性的课题，但能够带来很高的潜在收益。这个项目对于进一步理解人类生命周期中的学习过程具有长远的意义，并且将在这个研究框架中解决许多重要的伦理道德问题。总之，这个项目所拥有的潜力和所受到的关注凸显出在不同利益群体之间展开对话的必要性。

脑科学研究的发展虽然缓慢，但确实在学习领域的应用中占据了一席之地。本项目第二阶段成功地使不同研究领域之间以及不同研究者之间相互促进，也得到了世界范围内的广泛认可。同时，在经济合作与发展组织成员国中发起了国家性的项目，让脑科学的新知识能够应用于教育领域。然而，到目前为止，教育领域已经探讨的脑科学研究发现的数量相对来说并不多，部分原因是人们对将脑科学的研究成果运用于教育政策制定的潜在应用还没有达成一致。但是这些研究在促进脑科学和学习中心的建立方面起着重要的作用，同时也搭建了两个研究领域之间交流的桥梁。研究证实，在个体的生命周期中，大脑再学习的能力具有可塑性，无创性脑扫描和脑成像技术也为科学的进一步发展提供了新的途

径。通过这两个研究领域之间的进一步紧密合作，必将创造出更多有价值的发现。

本书是经济合作与发展组织 2002 年出版的研究报告《理解脑：走向新的学习科学》（已译成七种文字出版，大部分观点都反映在目前这本书中）的续集。本书的目的是让读者更好地理解脑，理解脑的学习过程，理解如何通过养育、训练和适应教学过程与实践来使学习最优化。本书避免使用过于高深的语言，希望能够让更多的非专业人士理解和学习。本书内容来源于 2002 年设立的三个超学科网络，这些训练网络关注读写能力、计算能力和终身学习的研究，同时在 2004 年起提出了第四个侧重点——情绪与学习，平行于前三个研究网络。本项目的网站发挥了创新性、交互性资源平台的作用，希望教育实践者和公民社会为这项工作提供反馈与大量的资源。

以下机构为本项目的研究提供了资金与实质性的支持：

- 美国国家科学基金会（The National Science Foundation）（研究、评价和交流部/教育学分部）

- 日本文部科学省（MEXT）（the Japanese Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology）

- 英国教育和技术部（DfES）（the Department for Education and Skills）

- 芬兰教育部（the Finnish Ministry of Education）

- 西班牙教育部（the Spanish Ministry of Education）

- 英国终身学习基金会（the Lifelong Learning Foundation）

以下机构为本书提供了重要的科学、经费和组织上的支持：日本理化研究所脑科学研究所（the RIKEN Brain Science Institute），美国萨克勒协会（the Sackler Institute），丹麦学习实验室（the Learning Lab），德国乌尔姆大学神经科学与学习

转化中心 (the ZNL within Ulm University), 法国国家卫生研究院 (the INSERM), 英国剑桥大学 (the Cambridge University), 法国科学院 (the Academie des Sciences), 西班牙格拉纳达大学 (the University of Granada), 英国皇家研究院 (the Royal Institute)。

经济合作与发展组织的“学习科学和脑科学研究”项目主要由 Bruno della Chiesa 以及 Cassandra Davis, Koji Miyamoto 和 Keiko Momii 等人负责, 同时 Christina Hinton, Eamonn Kelly, Ulrike Rimmele 和 Ronit Strobel-Dahan 作为顾问也对该项目做出了很大的贡献。本书主报告 (第一部分) 的英文版和法文版分别由 David Istance 和 Bruno della Chiesa 负责编辑。此外, Jarl Bengtsson, Delphine Grandrieux, David Istance, Christina Hinton, Atsushi Iriki, Masao Ito, Jellemer Jolles, Hideaki Koizumi, Michael Posner, Ulrike Rimmele, Adriana Ruiz Esparza, Ronit Strobel-Dahan 和教育研究与创新中心的“脑科学组”也对本书进行了部分或全部审阅。

在秘书处, Jarl Bengtsson 首先启动了本项目, 同时为本项目提供了策略性和关键性的支持; Tom Schuller 在第二阶段继续为本项目提供支持。Vanessa Christoph, Emily Groves 和 Carrie Tyler 为本项目提供了后勤支持 (按参与的顺序)。Cassanadra Davis 是项目网站的管理者。

Barbara Ischinger
教育理事会理事长

致 谢

Bruno della Chiesa 代表秘书长对大家表示感谢：

- 首先要感谢 Jarl Bengtsson 对本书的贡献，他是“学习科学和脑科学研究”项目的重要人物。

- 对 Eric Hamilton, Masao Ito, Eamonn Kelly, Hideaki Koizumi, Michael Posner 和 Emile Servan-Schreiber 为项目做出的杰出贡献表示衷心的感谢。

- 同时还要感谢为本项目提供重要支持的合作者们（他们提供了资金和物质上的支持）：Richard Bartholomew 及其团队，Christopher Brookes, Eamonn Kelly, Juan Gallo 及其团队，Eric Hamilton 及其团队，Masayuki Inoue 及其团队，Søren Kjær Jensen 及其团队，Reijo Laukkanen 及其团队，Pierre Léna 及其团队，Francisco Lopez Ruperez, José Moratalla 及其团队，Teiichi Sato, Sylvia Schmelkes del Valle, Hans Siggaard Jensen 及其团队，Finbarr Sloane。

- 对在本项目过程中投入了大量精力的科学家们表示感谢：Brian Butterworth, Stanislas Dehaene, Christina Hinton, Jellemer Jolles, Heikki Lyytinen, Bruce McCandliss, Ulrike Rimmelé, Nuria Sebastian, Manfred Spitzer。

- 感谢本项目的骨干：Hilary Barth, Antonio Battro, Daniel Berch, Leo Bloment, Elisa Bonilla, John Bruer, Tom Carr, Marie Cheour, Guy Claxton, Frank Coffield, Stanley Colcombe, Margarete Delazar, Guinevere Eden, Linnea Ehri,

Michel Fayol, Uta Frith, Michael Fritz, Ram Frost, Peter Gärdenfors, Christian Gerlach, Usha Goswami, Sharon Griffin, Peter Hannon, Takao Hensch, Katrin Hille, Shu Hua, Petra Hurks, Walo Hutmacher, Atsushi Iriki, Layne Kalbfleisch, Ryuta Kawashima, Arthur Kramer, Morten Kringelbach, Stephen Kosslyn, Jan de Lange, Cindy Leaney, Geoff Masters, Michael Meaney, Michael Miller, Fred Morrison, Risto Näätänen, Kevin Ochsner, David Papo, Raja Parasuraman, Eraldo Paulesu, Ken Pugh, Denis Ralph, Ricardo Rosas, Wolfgang Schinagl, Mark Seidenberg, David Servan-Schreiber, Bennett Shaywitz, Sally Shaywitz, Elizabeth Spelke, Pio Tudela, Harry Uylings, Janet Werker, Daniel Wolpert 和 Johannes Ziegler。

● 感谢以下组织或机构为本项目的超学科会议提供了设施与热情的接待（按照接待时间的顺序）：美国萨克勒研究所，西班牙格拉纳达大学，日本理化研究所脑科学研究所，芬兰国家教育委员会（the National Board of Education），英国皇家研究院，法国国家卫生研究院，德国乌尔姆大学精神科医院神经科学与学习转化中心，丹麦学习实验室，西班牙教育部，法国科学院，日本科学技术协会科学技术研究所（RISTEX）（the Research Institute for Science and Technology for Society of the Japan Science and Technology Agency），英国剑桥大学教育神经科学中心（the Centre for Neuroscience in Education）。

● 感谢本书的撰稿者：Christopher Ball, Bharti, Frank Coffield, Mélanie Daubrosse, Gavin Doyle, Karen Evans, Kurt Fisher, Ram Frost, Christian Gerlach, Usha Goswami, Rob Harriman, Liet Hellwig, Katrin Hille, Christina Hinton, David Istance, Marc Jamous, Jellemer Jolles, Eamonn Kelly, Sandrine Kelner, Hideaki Koizumi, Morten Kringelbach, Raja Parasura-

man, Odile Pavot, Michael Posner, Ulrike Rimmele, Adriana Ruiz Esparza, Nuria Sebastian, Emile Servan-Schreiber, Ronit Strobel-Dahan, Collette Tayler, Rudolf Tippelt, Johannes Ziegler。

- 感谢在本项目中担任翻译工作的翻译员：Jean-Daniel Brèque, Isabelle Hellyar, Duane Peres, Amber Robinson, Marie Surgers。

- 感谢人力资源部的同事们，他们在经济合作与发展组织总部举行的两次“脑意识”活动中的筹备和实施过程中做出了很大的贡献，同时也要感谢经济合作与发展组织公共事务和交流部的同事对项目的理解和支持。

- 感谢教育研究与创新中心成员对项目的大力支持，他们是：Francisco Benavides, Tracey Burns, Emma Forbes, Stephen Girasuolo, Jennifer Gouby, Delphine Grandrieux, David Istance, Kurt Larsen, Sue Lindsay, Cindy Luggery-Babic 和 Tom Schuller。

- 最后感谢致力于本项目的“脑研究小组”：Jarl Bengtsson, Vanessa Christoph, Cassandra Davis, Emily Groves, Koji Miyamoto, Keiko Momii 和 Carrie Tyler。没有他们的努力，本项目难以完成。

本书原作由 OECD 以英文和法文出版，书名为：

Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science

Comprendre le cerveau: Naissance d'une science de l'apprentissage

©2007，经济合作与发展组织（OECD），巴黎。

©2010，教育科学出版社，中文版。

经济合作与发展组织（巴黎）授权翻译出版。

教育科学出版社负责中文翻译的质量及其与原文的一致性。

版权所有，侵权必究。

目录

概论 / 1

第一部分 学习脑

导言 / 13

第一章 脑的“ABC” / 16

知识的习得 / 17

脑 / 17

认知功能 / 18

发展 / 18

情绪 / 19

功能——学习的神经基础 / 20

遗传学 / 20

“动手做”与整体论——做中学 / 21

智力 / 21

学习的乐趣 / 22

卡夫卡 / 23

语言 / 24

记忆 / 25

神经元 / 25

学习的机遇期 / 26

可塑性 / 27

品质生活和健康人生 / 27

表征 / 28

技能 / 28

团队和社会交往 / 29

普遍性 / 29

多样性 / 30

工作 / 30

…XYZ / 31

第二章 一生之中脑如何学习 / 32

脑结构的基本原则 / 33

功能结构 / 36

脑结构 / 37

脑终身学习的方式 / 40

可塑性和敏感期 / 40

儿童期 (3—10 岁) / 41

青春期 (10—20 岁) / 45

成年期和老年期 / 50

学习以延缓由于老化而导致的认知能力下降 / 51

对抗认知功能老化 / 51

对抗脑功能损伤 / 53

结论 / 58

参考文献 / 59

第三章 环境对脑学习的影响 / 64

社会交往 / 68

情绪调控 / 70

- 动机 / 79
- 睡眠和学习 / 83
- 结论 / 88
- 参考文献 / 89

第四章 读写能力与脑 / 98

- 语言与发展敏感期 / 100
- 脑的读写能力 / 102
- 以语言为媒介的阅读能力的发展 / 105
- 发展性阅读障碍 / 108
- 结论 / 111
- 参考文献 / 112

第五章 数学素养和脑 / 115

- 培养数学素养 / 116
- 婴儿计算 / 117
- 脑的数学素养 / 118
- 数量和空间 / 121
- 教学的作用 / 122
- 性别和数学 / 124
- 数学学习障碍 / 124
- 结论 / 126
- 参考文献 / 126

第六章 消除“神经神话” / 129

- 什么是“神经神话” / 130
- “时不我待，因为在3岁时脑的重要方面就已经决定好了” / 131
- “必须传授与学习某些事物的关键期是存在的” / 133

“我在什么地方读到过，说我们只用了脑的 10%” / 136

“我是左脑人，她是右脑人” / 138

“让我们来面对它——男性脑与女性脑的不同” / 143

“幼儿的脑一次只能学习一种语言” / 144

“提高你的记忆” / 146

“边睡觉边学习” / 148

结论 / 151

参考文献 / 153

第七章 伦理与教育神经科学组织 / 156

教育神经科学所面临的伦理挑战 / 157

目的与对象 / 158

运用影响脑的产品时所产生的伦理问题 / 159

脑与机器——人之为人的意义是什么 / 160

教育中过度科学的方法存在的危险 / 161

创造一种新的超学科方法来理解学习 / 162

超学科 / 162

互惠的合作关系——双向发展 / 173

跨越国家界限，开展国际合作 / 179

谨慎与局限性 / 184

参考文献 / 185

结论与未来展望 / 186

关键信息与结论 / 187

未来教育神经科学研究的主要领域 / 193

一门学习科学的诞生 / 195

参考文献 / 196

第二部分 合作撰写的文章

A 篇 儿童早期的脑、发展和学习 / 199

- A.1 导言 / 200
- A.2 我们对新生儿、婴儿和儿童的脑发育了解多少 / 200
- A.3 早期发展和学习的重要性 / 209
- A.4 我们对促进儿童早期发展的学习环境了解多少 / 215
- A.5 神经科学研究和早期教育研究相结合时所面临的挑战 / 220

参考文献 / 221

B 篇 青少年的脑发育和学习 / 227

- B.1 简介 / 228
- B.2 理解脑发育——我们所关注的问题是什么 / 228
- B.3 经验对脑的塑造 / 235
- B.4 青少年学习的理论和生命进程 / 241
- B.5 未来发展的方向和挑战：新的综合观点 / 250

参考文献 / 252

C 篇 成年时期的脑、认知和学习 / 256

- C.1 介绍 / 257
- C.2 成人认知和学习中与年龄相关的变化 / 259
- C.3 老化和脑功能：脑结构成像 / 264
- C.4 老化和脑功能：脑功能成像 / 265
- C.5 年龄相关的脑与认知变化的个体差异 / 267
- C.6 遗传学和认知个体差异 / 268
- C.7 训练和老化 / 271

C.8 为成人创造积极的学习环境 / 276

C.9 展望未来 / 279

参考文献 / 280

附录 脑成像技术 / 288

术语表 / 295

译后记：教育神经科学的诞生 / 309