

2000年诺贝尔奖得主

坎德尔的探索之旅

追寻记忆的痕迹

【美】Eric R. Kandel 著
罗跃嘉 等译校

In Search of **Memory**
The Emergence of a New Science of Mind

2000年诺贝尔奖得主

坎德尔的探索之旅

追寻记忆的痕迹

【美】Eric R. Kandel 著

罗跃嘉 等译校

In Search of **Memory**
The Emergence of a New Science of Mind



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

追寻记忆的痕迹: 2000年诺贝尔奖得主坎德尔的探索之旅 / (美) 坎德尔 (Kandel, E. R.) 著; 罗跃嘉等译校. —北京: 中国轻工业出版社, 2007.1

书名原文: In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind

ISBN 7-5019-5650-2

I. ①追... II. ①坎... ②罗... III. 记忆—人体生理学—研究 IV. R338.64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 120427 号

版权声明

Copyright © 2006 by Eric R. Kandel

总策划: 石 铁

策划编辑: 孙 琦

责任编辑: 张乃柬 孙 琦 责任终审: 杜文勇 封面设计: 黄金支点

版式设计: 时春雨 责任校对: 万 众 责任监印: 刘志颖

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京天竺颖华印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 740 × 1050 1/16 印张: 21.00

字 数: 280 千字

书 号: ISBN 7-5019-5650-2/B · 108 定价: 35.00 元

著作权合同登记 图字: 01-2006-4584

咨询电话: 010-65595090 65262933

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

E-mail: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部 (邮购) 联系调换
60746J6X101ZYW



每天所见所闻的生活场景和片断总能在我们的脑海里留下痕迹，那是因为我们拥有记忆。记忆联结着我们的过去和现在，也奠定了我们在这个世界生存和交流的基础。大脑如何产生记忆？这是一个千百年来悬而未解之谜。

美国哥伦比亚大学教授埃里克·坎德尔（Eric R. Kandel）独辟蹊径，通过研究原始动物海兔的神经细胞，发现记忆就发生在神经细胞的连接点——突触上，其分子的工作原理也随之被揭示。这一具有划时代意义的发现开启了一个全新的科学领域——认知分子生物学，同时也有望从根本上解决人类记忆衰退的难题。

书中作者追溯了维也纳的儿时经历引起他对记忆的强烈兴趣，这一兴趣首先体现在对历史和精神分析的爱好，然后转到脑生物学领域，跨越认知心理学、神经科学、细胞生物学等多个学科，最终从细胞和分子层面上破译了人类记忆密码，从而获得2000年诺贝尔生理学或医学奖。

为了满足人们对追寻记忆痕迹的好奇和渴求，坎德尔教授娓娓道来，把个人成长融入科学发展历程，讲述他传奇的人生探索之旅，我们可以从中领略大师的治学之道和大家风范。



这是一位科学巨匠走过的半个多世纪的心路历程。他对前辈和同行的尊重与谦和，对年轻一代的提携和鼓励，对故土维也纳的眷念，以及身为犹太人所特有的民族自豪感，这一切都深深地打动了我们，一种发自内心的敬意和钦佩之情油然而生。

信念与决心、好奇与进取、狂喜与艰辛、幽默与智慧贯穿在他科学探索生涯的始终，也强烈地感染了我们每一个人。他让你身临其境地去体验世界一流科学家的工作和生活，是那样充实浪漫，丰富多彩。永恒的爱情、温馨的亲情和亲密的友情给科学研究带来了巨大的激情与灵感，从维也纳到巴黎、纽约，艺术之都的文化氛围孕育了科学家非凡的洞察力、想象力和创造力。在科学与人文的交会中充分享受大千世界的精彩。

让我们跟随坎德尔的脚步，一起去追寻记忆的痕迹，相信你会有新的发现和感悟。

作者简介

埃里克·坎德尔 (Eric R. Kandel) 1929年出生于奥地利的维也纳，1956年毕业于美国纽约大学，获医学博士学位。1983年至今任哥伦比亚大学生物化学与分子生物物理学系教授、霍华休斯医学研究中心高级研究员。2000年获诺贝尔生理学或医学奖。

译者序

如果说神圣的科学殿堂是一座象牙塔,那么诺贝尔奖获得者则是塔尖上的璀璨明珠。本书带领读者走进诺贝尔生理学或医学奖得主埃里克·坎德尔(Eric Kandel)教授的生活,重现这位科学大师的成功之路。本书讲述了他的专业领域怎样从历史转到医学,从精神分析转向致力于揭示大脑的奥秘;也生动描写了他在童年时遭遇纳粹迫害犹太人,从奥地利流亡美国的经历,以及他对自己的祖国(奥地利)当年追随法西斯德国的深刻反思。

从1901年颁发诺贝尔奖至今,共有760人和18个组织获此殊荣,其中获诺贝尔生理学或医学奖的近200人。认知神经科学是研究人类认知与智能活动的本质及其神经基础的科学,在分子(基因)、细胞、网络(神经回路)、脑区、全脑、行为等各个水平上对人类所有初级和高级的精神活动的心理过程和神经机制,包括感知觉、运动、注意、记忆、语言、思维、情绪、意识等方面开展研究。简言之,它研究认知活动的脑机制,自20世纪90年代以来成为发展最为迅猛的一门新兴科学。进入21世纪,与认知神经科学相关的工作频频获得诺贝尔生理学或医学奖:2000年得主为瑞典科学家 Arvid Carlsson、美国科学家 Paul Greengard 和 Eric Kandel(本书作者),他们在研究脑细胞间信号的相互传递方面获得了重大发现;2003年,美国科学家 Paul Lauterbur 和英国科学家 Peter Mansfield 获奖,他们在核磁共振成像技术上获得关键性发现,最终导致磁共振成像仪的出现,这一技术成为目前认知神经科学的最主要的研究方法之一;2004年,美国科学家 Richard Axel 和 Linda Buck 因对气味受体和嗅觉系统组织方式的研究中揭示了人类嗅觉系统的奥秘,而获得了诺贝尔奖。他们的获奖从一个侧面表明了认知神经科学作为生命科学的一个分支所占有的重要地位。

在中国,“脑与认知科学”被列入国家中长期科学发展纲要,成为八大前沿科学领域之一。2005年初,科技部同时批准建立两个国家重点实验室——北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室和中国科学院脑与认知科学国家重点实验室,充分说明认知与脑科学在中国受到的重视及广阔的前景。本人曾组织“认知神经科学国际学术研讨会”(2002年,青岛),在2006年初出版《认知神经科学教程》,并有幸成为2个国家重点实验室之一的负责人。本书的翻译出版,也是我本人对中国认知神经科学事业的一点微薄贡献。

我乐意承担此书的翻译,除了它本身的魅力,也要感谢北京大学朱滢教授的推荐。我组织了课题组的李新影(第11~19章)、南云(第4~10章)、曲琛(第20~28章)、顾媛媛(第1~3章,第29~30章)进行翻译工作,她们有的是刚出站的博士后、刚毕业的博士,也有

II ■ 追寻记忆的痕迹

在读的博士研究生，或刚入学的硕士研究生，其背景来自医学、心理学或英语等多学科领域。前期工作结束之后，我们又进行了封闭式的集体校正，大家的认真工作和团结协作使得该中文版能与英文版同年出版，以最快速度与中国读者见面。本书作者坎德尔教授得知中文版问世的消息，非常高兴，亲自为中文版撰写了“中文版序”，为本书增色不少。“万千心理”对本书的翻译出版非常重视，策划编辑孙琦更是倾注了大量的心血，在此一并感谢。

金秋十月，清风送爽，北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室组织的第一届认知神经科学国际学术大会(the 1st Sino-West Exchange Conference in Cognitive Neuroscience)在北京隆重开幕，包括诺贝尔奖获得者哈佛医学院的Hubel教授、10多位中外科学院院士和数百名中外认知与脑科学领域的科技工作者将相聚一堂，本书的出版为这次认知神经科学的盛会奉上一份小小的礼物。最近，中国科协邀请6名诺贝尔奖获得者访问北京，引发了北京的科学热。如果诺贝尔奖得主的著作在中国发行、诺贝尔奖得主的来访能够激发大众对科学的兴趣，促进认知神经科学乃至中国科学事业的发展，也不违本书中译本出版发行的初衷。

罗跃嘉

北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室主任

2006年10月8日于京师园

中文版序



我的著作《追寻记忆的痕迹》(*In Search of Memory*) 已翻译成中文并在中国出版, 欣闻此讯, 倍感荣幸。近年来, 到美国学习神经科学的中国学生质量之好为我亲眼所见。从他们身上我可以看出, 中国科学家的研究为推动新兴认知神经科学的发展发挥了日益重要的作用, 这一点是毫无疑问的。从20世纪40年代冯德培¹教授的经典研究到最近蒲慕明²教授所做的工作, 中国学者们在突触可塑性的研究方面做出了开创性的贡献, 可谓影响深远。我们唯一期待的是将来更加伟大的科学发现。在此, 我非常感谢北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室主任罗跃嘉教授以及他的课题组成员, 是他们将本书中文版呈现在了中国学生和广大读者的面前。

(Eric Kandel)

2006年8月

1. 冯德培 (1907—1995): 神经生理学家, 中国科学院院士, 美国科学院外籍院士。1933年获英国伦敦大学博士学位, 中国神经肌肉生理学研究的开拓者, 1946年曾经在 Eric Kandel 工作过的洛克菲勒研究所进行合作研究。其经典研究是观察分析了脊椎动物的神经肌肉突触的强直后增强效应 (post-tetanic potentiation, PTP)。

2. 蒲慕明 (1948—): 神经生物学家, 从事轴突导向和突触可塑性的分子与细胞机制研究。现任美国加州大学伯克利分校分子与细胞生物学系讲座教授、神经生物学部主任, 中国科学院神经科学研究所所长。1988—1995年任美国哥伦比亚大学教授期间, 曾与 Eric Kandel 共事。

(孙琦 译)

序 言

21 世纪, 科学界面临的核心挑战之一是从生物学角度研究人类的心理。科学家们的目标是极力去理解知觉、学习、记忆、思维、意识的生物学基础, 以及自由意志的范围。就在几十年前, 生物学家在心理加工的研究中占有一席之地还是一种梦想。20 世纪中叶之前, 科学界尚无法认可利用生物学方法, 即可能在分子水平上进行认知心理研究——分析和探索这一宇宙中最复杂的加工系统的奥秘。

在过去 50 年中, 生物学所取得的巨大成就已使得这一梦想成为现实。美国生物学家 James Watson 和 Francis Crick 于 1953 年发现 DNA 的双螺旋结构掀起了生物学领域的一场革命。他们的发现为了解基因信息如何控制细胞功能提供了理论框架, 解释了基因怎样被调节、基因怎样产生决定细胞功能的蛋白质; 以及生命的发育机制怎样控制基因和蛋白质的激活与抑制, 从而决定生物的形体结构。这些卓越的成就使得生物学成为与物理学和化学并驾齐驱的核心科学之一。

在融会了新的知识理念的基础上, 生物学充满信心地向科学界最崇高的目标迈进, 那就是研究人类认知心理的生物学基础。长期以来, 人们认为这一目标是哲学的、非科学的, 但现在已无疑成为科学界的一个重大的前沿问题。事实上, 当回顾 20 世纪最后 20 年时, 很可能会看到这样一个惊人的事实: 这段时期对人类心理最有价值的发现和见解, 并不是来自于传统的与心理学相关的学科——哲学、精神分析学或心理学本身, 而是源自这些学科与脑生物学的结合。这种多学科的融合基于近年来分子生物学领域所取得的巨大成就, 其结果是诞生了一门新兴的认知神经科学, 即认知分子生物学, 其核心思想采用分子生物学的知识和方法来探索人类生命的未解之谜。

这一新兴科学基于以下五大基本原理:

第一, 脑与心理的合二为一。大脑是一个复杂的具有计算能力的生物器官, 它构建我们对世界的感知, 调节我们的思维和情绪, 并且控制我们的行为, 不仅包括那些简单的运动行为如奔跑和进食, 还包括人类特有的复杂行为如思维、言语和艺术创造。从这个角度来看, 心理是由大脑执行的一系列操作, 就像行走是由腿完成的连贯动作一样, 只不过心理加工要比走路复杂得多。

第二, 大脑的每种心理功能, 从最简单的反射到最富创造性的语言、音乐和艺术创作, 都是由不同脑区的特定神经回路来实现的。这就是为什么我们更倾向于使用

“广义的认知神经生物学”，因为它能够反映出心理加工是由一些特定的神经回路来完成的，而“狭义的认知神经生物学”意味的是一种心理加工的全部操作都只由某个单独的脑区来完成。

第三，所有这些神经回路都是由相同的基本信号单位——神经元组成的。

第四，神经回路通过细胞内的特殊分子在其内部以及神经细胞之间发出信号。

第五，在数百万年的进化中，这些特殊的信号分子几乎完全被保留了下来。其中有些分子不但存在于我们最远古祖先的细胞中，也存在于现有的进化而来的单细胞生物（如细菌、酵母）和简单的多细胞生物（如蠕虫、苍蝇与蜗牛）的细胞中。无论古老还是现代的生物学机制，都是通过相同的分子来控制我们的日常生活，并使得我们适应瞬息万变的环境。

因此，我们从新兴的认知神经科学获得的不仅是对我们自身的了解——我们如何知觉、学习、记忆、感受和行为，而且也是从生物进化的角度对人类整体的重新认识。这让我们不得不感谢我们的祖先，因为低等生物使用的分子不断进化产生了人类的心理，并且那些调节各种生命过程的分子机制被完好地保存至今，并应用到我们的认知活动中。

由于认知神经生物学对个体和社会皆有着潜在的重大意义，现在科学界已经公认认知神经生物学将成为21世纪的主导科学，其重要性如同基因生物学对于20世纪科学发展的意义。

早在两千多年前，伟大的思想家苏格拉底和柏拉图就开始了对心理加工本质的思考。从那之后，这一直是西方思想领域的中心问题。而这一新兴的认知神经科学使我们能够进一步探讨这一悬而未决的疑问，为我们了解和解决影响日常生活的心理加工这一重大问题提供了实践的方法。科学已不再是科学家独有的领地，而是成为现代生活和当代文化的一个组成部分，几乎每天媒体都在报道大众无法理解的各种技术信息。人们在读到阿尔茨海默病（Alzheimer's disease，一种常见的老年痴呆症——译者注）和老龄化引起记忆缺失的文章时，常常不能理解这两种记忆损伤之间的不同。前者的失忆是不断恶化的、破坏性很强的改变，而后者则是相对缓慢的、良性的变化。而今人们也听说认知科学在迅速发展，却并不清楚这个领域的研究内容；人们还得知基因影响行为，某些基因的功能障碍会导致精神紊乱和神经疾病，却不知道基因是如何运作的；最后，人们还听说不同性别在智能上的不同会影响男性和女性的学术与职业道路，但这是否意味着男性和女性之间存在着脑结构的不同呢？二者的学习方式又有何不同呢？

在生活中，我们需要为自己和公众做出一些重要决策，而这些决策行为都包含着从生物学角度对心理加工的理解。例如，一些决定将会产生于我们试图理解什么是正常行

为、什么是精神障碍和神经疾病的过程中。因而每个人都应获得最有效的、通俗易懂的科学信息以便在生活中做出正确的决策。我同意当前科学界的这种观点,即我们有责任向公众提供这类信息。

在我从事神经科学研究的早期,我意识到就像科学家渴望解释新兴的认知神经科学一样,没有科学知识背景的人们也热切地想学习这门新科学。这促使我和 James H. Schwartz (我在哥伦比亚大学的同事) 一起撰写了《神经科学的原理》(*Principle of Neural Science*) 一书,作为大学及医学院的入门教科书,该书现在已经印到第五版了。在这本教科书出版之后,我们经常被邀请去为社会大众做一些脑科学的科普讲座。

这样的经历使我相信,普通百姓是希望并愿意努力去理解脑科学的,只要科学家也愿意去告诉他们。因此,我编写了这本书,为没有科学知识背景的普通读者来介绍这门新兴的认知神经科学。我的目的在于,用简单的语言去解释新兴的认知神经科学,它是如何与生物学一样,从早期科学家的理论和观察,发展到今天这样一门实验性的科学。

2000 年秋天,我因对大脑记忆储存的研究获得了诺贝尔生理学或医学奖,当时所有的诺贝尔奖得主都应邀写一篇自传,这也是我撰写此书的另一个动力。在写自传的过程中,我比以往更加清楚地意识到,我对记忆本质的兴趣根植于我在维也纳的童年经历。当我惊喜地发现我的研究让我置身于当代科学的一个伟大历史时期,并成为世界杰出生物学家群体中的一员,这也使我心存感激。在工作中,我结识了一些位于生物学和神经科学的发展前沿的一流科学家,与他们的往来和交流对我的研究产生了巨大的影响。

因此,我在这本书里加进了两个内容:一个是在过去 50 年间认知神经研究领域所取得杰出科学成就的学术史;另一个是我的个人生活经历以及过去 50 年的职业生涯。我追溯了在维也纳的儿时经历是如何引起我对记忆的强烈兴趣。这一兴趣首先体现在对历史和精神分析的爱好,然后转到脑生物学领域,最后进入了记忆的细胞和分子加工这一特定的研究领域。因此,本书——《追寻记忆的痕迹》是我个人对记忆问题的探索,如何与最崇高的科学事业进行交叉——力图从细胞和分子的生物学角度来研究认知心理加工。

目 录

第一卷/1

- 1 个人记忆与记忆存储的生物学基础 (3)
- 2 维也纳的童年生活 (9)
- 3 美国的教育 (24)

第二卷/37

- 4 每次一个细胞 (39)
- 5 神经细胞的谈话 (53)
- 6 神经细胞之间的对话 (64)
- 7 简单与复杂的神经系统 (73)
- 8 不同的记忆,不同的脑区 (82)
- 9 寻找研究记忆的理想系统 (95)
- 10 学习的神经类似物 (105)

第三卷/115

- 11 突触联系的强化 (117)
- 12 神经生物和行为学中心 (127)
- 13 简单行为也能被学习调控 (132)
- 14 经验改变突触 (140)
- 15 个体化的生物学基础 (147)
- 16 分子与短时记忆 (156)
- 17 长时记忆 (168)
- 18 记忆基因 (173)
- 19 基因与突触的对话 (182)

第四卷/193

- 20 回到复杂记忆中 (195)

II ■ 追寻记忆的痕迹

- 21 突触也保留了最美好的记忆 (199)
- 22 大脑对外部世界的记忆 (204)
- 23 集中注意力 (211)

第五卷/217

- 24 一颗小红药 (219)
- 25 老鼠、人类与心理疾病 (228)
- 26 治疗精神病的新方法 (238)
- 27 生物学与精神分析思想的复兴 (244)
- 28 意识 (251)

第六卷/259

- 29 斯德哥尔摩与维也纳 (261)
- 30 从记忆中学习:前景展望 (277)
- 参考文献 (287)

第一卷

除了生物学的存在，影响我们生活的不是真实的过去，而是我们对过去的印象。这些印象常常是结构严密，并且经过重重筛选的，有如神话般不可言喻。对过去的印象和象征性的构建就像遗传信息一样刻入我们的意识中。每一个历史时期都在当代和过去的神话背景中映射着其本身。

——选自 George Steiner, 《蓝胡子的城堡》
(*In Bluebeard's Castle*, 1971)

个人记忆与记忆存储的生物学基础

记忆总是让我觉得不可思议。试想一下，你可以随意回想起在遥远的过去所发生的事情：例如，你中学或者大学生活的的第一天，你的第一次约会，或是你的初恋。在回忆的过程中，你并不仅仅是记起某件事，同时也在重新体验这件事情发生时你的所见所闻所感，当时的情境氛围、具体的时间地点、聊天的内容，甚至是你的情绪状态。回忆也可能是对过去某段记忆的重新塑造，有时记忆也会被歪曲。回想过去的某段经历恰如一种精神之旅，它使我们穿越时空限制，并且能够在完全不同的维度之间来去自如。

这种精神之旅使我能够在写这句话的时候，离开我能眺望纽约哈得逊河的书房，将自己带回到 66 年前，向东穿过大西洋，回到我的出生地，那里是我父母经营玩具店的城市——奥地利的首都维也纳。

还记得那是在 1938 年 11 月 7 日，也就是我 9 岁生日的那天，我父母送了一个我一直渴望得到的生日礼物——一个电动遥控的汽车模型。那是一辆精美的蓝色小汽车，色泽光亮，汽车里面有一根长长的电缆，将它的发动机与方向盘相连。通过操纵方向盘，我可以控制汽车的行驶方向，把它开到我想开到的地方。在接下来的两天中，我尽情地遥控我的小汽车，把它开到我家公寓的每个角落：穿过客厅，进入饭厅，钻过我和父母、哥哥每晚用餐的饭桌，开进卧室又兜出房间，玩得十分开心也越来越顺手。

但是我的快乐是短暂的。两天以后的傍晚时分，门外传来惊心动魄的敲门声。直至今今天，那重重的敲门声还是令人震撼。当时我的父亲还没从店里回来，是母亲去开的门。然后进来了两个自称是纳粹便衣警察的人，命令我们打点行囊后尽快离开我们的公寓。那两个警察给了我们一个地址，告诉我们在接到另行通知之前先寄宿到那个地方。母亲和我只装了一些换洗衣服和洗漱用品，但我的哥哥 Ludwig 很有先见之明地带上了他最值钱的两件物品：邮票集和硬币集。

我们背着行囊，步行了几个街区，来到素未相识的一对富裕的犹太老夫妇的家。他们宽敞的家具齐备的公寓让我觉得很难致。我对房子的男主人印象很深刻：他在睡觉的时候会穿着完全不同于我父亲的、装饰精美的睡袍，戴着用以保护头发的睡帽，并且在上嘴唇系着一个用来维持其胡子形状的护围。虽然我们三人侵犯了那对老夫妇的隐私，但他们对我们十分体贴和大方。富裕的他们和我们一样，对寄宿到其住所感到惊讶和不自在。我母亲对影响到他们的生活而深感困窘，意识到他们一定对三个陌生人突然闯进他们的生活而感到不安。我清楚地记得当时自己住在这对夫妇精心打点的房子里的担心和害怕。但是使我们焦虑的最主要根源不在于住在陌生人的家中，而在于我的父亲。因为他突然失踪，我们却不知道他身在何处。

几天之后，我们终于获准回到自己的家中。但是公寓已经不是我们离开时的样子了。房子被洗劫一空，所有值钱的东西都被拿走了：我母亲的皮衣、珠宝、我们的银餐具、镶着花边的桌布、我父亲的一些衣服以及我所有的生日礼物，其中包括我那辆精美的色泽光亮的遥控蓝色小汽车。但是令我们万分欣慰的是，在11月19日，也就是我们回到住所的几天之后，我的父亲回来了。他告诉我们他和另外上百个犹太人被困捕，关在军营里。父亲能够获释是因为他证实了他曾在奥匈盟军的军队当过兵，在第一次世界大战期间曾为德国而战。

关于那段日子的记忆：日益纯熟地在家遥控我的小汽车，听到“砰砰”的敲门声，被纳粹警察命令住到陌生人的房子里，发现家里遭劫，父亲的失踪和归来，是我关于童年生活最强有力的记忆内容。后来我才理解这些记忆中的事情是发生在“水晶玻璃之夜”（calamitous night），那个不幸的夜晚不仅打碎了维也纳犹太教堂和我父母商店的玻璃窗，而且粉碎了整个德语世界中无数犹太人的生活。

回顾过去，我的家庭在当时还算是幸运的。比起那些数百万不得不活在纳粹政权统治下的犹太人，我们所受的苦难是微不足道的。在经过令人羞辱和恐惧的一年之后，当时14岁的Ludwig和我得以离开维也纳去往美国，和我们的祖父母一起住在纽约。我们的父母在六个月后和我们团聚。虽然我和我的家人在纳粹政权下只生活了一年，但是在维也纳的那最后一年中我所经历的惊慌、贫穷、羞辱和恐惧，决定了我以后的人生。

一个人将成年生活中的复杂兴趣和行为，追溯到他或她的童年和少年期的特殊经历，这不是一件容易的事情。但我却禁不住将我后来的兴趣——人们如何言行举止、动机的不可预测性和记忆的持续性——联系到我在维也纳所待的最后一年的时光。犹太人大屠杀后的时代主题之一是“永不要忘记”，它告诫子孙后代要警惕反犹太主义、种族歧视、仇恨等一系列引发纳粹暴行发生的激进思想。我所做的科学研究就是分析并铭记这句箴言的生物学基础，即大脑中的记忆过程。