

# 科学与实证\*

——一个基于“神经元经济学”的综述

叶 航 汪丁丁 贾拥民

**内容提要:**诞生于 20 世纪 90 年代中晚期的神经元经济学 (Neuroeconomics) 是经济学的最新分支和经济学前沿研究的最新领域,它运用现代神经科学的范式、方法和技术工具分析人类的经济行为以及脑组织(主要是神经元及其相关的神经突触联结和神经网络)在人类决策过程中的功能、作用和机制,把经济学的实证研究提升到一个前所未有的高度,对经济学传统理论提出一系列意义重大的修正,从而为经济学的发展深化开拓了一个全新的空间。

**关键词:**实验经济学 行为经济学 演化心理学 神经科学 神经元经济学

## 一、前言:神经元经济学 诞生的背景

尽管由孔德(A. Comte, 1798—1857)、密尔(J. Mill, 1806—1873)、斯宾塞(H. Spencer, 1820—1903)和马赫(E. Mach, 1838—1916)开创的“实证主义”哲学传统在 20 世纪 60 年代以后受到许多批评,其中主要包括波普尔(K. Popper, 1902—1994)的“证伪主义”、库恩(T. Kuhn, 1922—1997)的“历史主义”以及默顿(R. Merton, 1910—2003)的“科学社会学”。但一个无可置疑的事实却是,近现代科学的发展,仍然是建立在实证基础上的。

实证主义的科学观认为,任何理论都必须以可观察的事实为基础,并能作为可重复的经验所验证,超出事

实基础和经验范围的理论只是一种非科学或准科学的思辨和假说。在科学发展的历史上,实证的方法始终是推动人类思想和实践进步的重大力量。1609 年,伽利略制成世界上第一架天文望远镜,使天文学彻底告别了古代和中世纪占星术的迷信色彩。1687 年,牛顿在经验观察的基础上创建了经典力学,使物理学真正摆脱了古希腊形而上学的影响。1879 年,冯特在莱比锡大学建立了世界上第一个心理学实验室,使心理学从纯粹的哲学思辨成为一门独立的科学。另外,1846 年海王星的发现对经典力学的验证,1925 年观察到红移现象对广义相对论的验证,以及不断发现的新元素对门捷列夫元素周期表的验证,都是人类思想史上科学与实证的经典范例。

\* 叶航、汪丁丁、贾拥民,浙江大学跨学科社会科学研究中心与浙江大学经济学院,邮政编码:310027,电子信箱:yehang@china.com。作者感谢美国明尼苏达大学经济学教授阿尔多·拉切奇尼(Aldo Rustichini)、瑞士苏黎世大学经济学教授、实验经济学研究院主任恩斯特·费尔(Ernst Fehr)和纽约大学神经科学中心教授保罗·格林切尔(P. W. Glimcher)同意我们翻译并引用他们最新的研究成果和文献,感谢我国著名脑科学家唐孝威院士就本文主题与我们的多次讨论以及罗卫东教授、史晋川教授对本文的建设性意见,感谢匿名审稿人提出的中肯修改意见。另外,我们还要特别感谢教育部人文社会科学重点研究基地“浙江大学民营经济研究中心”重大项目、教育部哲学社会科学创新基地“浙江大学语言与认知研究中心”重点项目和浙江大学 2006 年学科交叉预研基金对本研究的资助。

考虑到 Neuroeconomics 首次正式见诸我国的学术期刊,我们认为有必要对 20 世纪 90 年代后期出现、至今还未收入牛津大词典的这一英文合成词作一个说明。根据唐孝威院士和一位匿名审稿人的意见,Neuroeconomics 应该直译成“神经经济学”,它是神经科学与经济学交叉的新学科。但我们最后仍然把它译成“神经元经济学”,主要基于两点考虑:(1) 20 世纪 90 年代以后,随着技术创新,尤其是功能性磁共振脑成像技术(fMRI)的出现和应用,现代神经科学已经从关注较为宏观的神经网络现象深入到神经系统的内部组织(神经元);(2) 在这个背景下产生的经济学与神经科学的跨学科研究,所关注的领域主要是包括神经元在内的脑组织在人类决策过程中的功能、作用和机制。当然,这仅是我们的一家之言。希望在国内学术界中就此引起一定的讨论,从而达到某种共识。

20世纪20年代以后,以石里克(M. Schlick,1882—1936)和卡纳普(R. Carnap,1891—1970)为代表的维也纳学派创立了“新实证主义”。与传统的实证主义不同,新实证主义认为,经验事实对一个科学命题来说固然重要,但是它的表达方式和陈述方式也同样重要;只有使用逻辑的方法,才能把个人经验上升为一般的知识体系;任何科学理论必须具备两个基本条件:第一,它的陈述在逻辑上是有效的;第二,它的结论在经验上是可以验证的;“实证”应该包括两个相互依赖、相互补充的环节,即“经验实证”和“逻辑实证”;从而一个科学的理论体系首先要做到“逻辑自洽”(必要条件),然后才谈得上经验的验证(充分条件)。因此,“新实证主义”也被人们称为“逻辑实证主义”。

现代经济学首先是一个建立在“理性”范式上的逻辑体系,这个体系的基本框架是马歇尔1890年创立的新古典经济学。整个20世纪,经济学家或者说理论经济学家的重要工作就是不断完善这一逻辑体系。其中包括张伯伦和罗宾逊开创不完全竞争理论,希克斯和艾伦建立序数效用论,萨缪尔森、阿罗等人构建显示偏好理论,莫迪利安尼提出生命周期假说,阿罗、德布鲁等人对瓦尔拉斯一般均衡的证明,科斯的交易费用理论,斯蒂格勒、阿克洛夫等人的信息经济学,以及经济学微观基础的博弈论转向,等等。这些工作使经济学理论体系的内在逻辑更加缜密、更加自洽,从而也更加完美。从某种意义上说,它是经济学在逻辑上不断得以实证的过程。

但令人困惑的是,现代经济学在逻辑实证方面取得重大进展的同时,其经验实证的步伐却始终举步维艰。作为新古典经济学和现代经济学逻辑前提的“理性”和“理性人”假设,在已经涉及的经验领域,一直没有得到令人信服的证明。2002年诺贝尔经济学奖授予了两位在经济学实证研究方面作出重大贡献的学者丹尼尔·卡尼曼和弗农·史密斯。瑞典皇家科学院在颁奖词(2002)中说:“传统上,经济理论依赖于经济人假设,该假设认为人的行为由自利的动机控制并且人们能够做出理性的决策”,“但实验结果表明,经济理论中的一些基本假定需要修订”,“在经济学和心理学的边缘地带展开的现代研究已经表明,某些概念如有限理性、有限自利和有限克制,是经济现象范畴后面的重要因素”。这些话似乎在暗示人们,来自经验的判据非但没有“证实”,反而在一定程度上“证伪”了经济学的基本逻辑前提。

事实上,实验经济学和行为经济学在很大程度上就产生于人们的经验观察与经济学传统理论假设的偏离。早期文献可以追溯到18世纪30年代丹尼尔·伯努

利有关“圣彼德堡悖论”的实验(Bernoulli,1738)。其后,代表性的有索斯顿关于无差异曲线的实验(Thurstone,1931),张伯伦关于市场均衡的实验(Chamberlin,1948),阿莱关于期望效用的实验(Allais,1953),弗勒德关于囚徒困境的实验(Flood,1952,1954),西格尔和弗兰克关于价格机制的实验(Siegel and Fouraker,1960)。20世纪60年代以后,随着主流经济学微观基础的博弈论转向,出现了大量与博弈行为相关的实验,其中最著名的有最后通牒博弈实验(Güth,1982;Blount,1995;Henrich et al.,2001)、公共品博弈实验(Fehr and Schmidt,1999)、劳动市场博弈实验(Fehr, Gächter and Kirchsteiger,1997)、偷袭者博弈(Falk et al.,2002)等。虽然不是全部,但上述实验中的大部分都对传统经济学的偏好理论、风险理论、期望效用理论、价格理论和博弈理论中的“理性”和“理性人”假设提出了挑战。正如一份综述报告(Henrich et al.,2001)所指出的,“最近的一些研究成果高度一致、且显著地背离了教科书中‘理性人’假设的预言”。

但另一方面,人们对实验经济学和行为经济学所使用的实验手段和实验方法还存有很大的疑虑。人们也许有理由怀疑,人工塑造的实验环境与真实世界的经济行为究竟有多大的拟合性,因为实验对象是异质的人,而人们的经济决策和经济行为往往会受到诸如环境、文化、心理、甚至情绪的影响。实验经济学和行为经济学一方面试图通过合理的设计剔除这些因素的干扰,但同时又不得不引入心理学和社会学的原理解释实验的结果。这就使得正统的经济学家把实验经济学家和行为经济学家对经济理论的质疑当作一种来自学科外部的批判,而这种批判从亚当·斯密创立古典经济学200多年来就一直不绝于耳。因此,主流经济学家长期以来对行为假设的检验采取了一种漠然的态度,把它看作一种似乎是外在于主流经济理论的研究道路,甚至导致了一场著名的、经济学家和心理学家之间的芝加哥大论战(Hogarth and Reder,1987)。

但是,如果更为客观地看待上述问题,我们不难发现,实验经济学和行为经济学在过去几十年中所面临的困境,事实上也是行为科学和心理科学的根本困境:当决定我们行为和心智的器官——大脑,对我们来说还是一个“黑箱”的时候,对人类行为和心智的任何解释都很难成为一种真知灼见。不过,这种状况在最近10多年来正在得到迅速改变。随着EEG(脑电图)、MEG(脑磁图)、PET(正电子发射断层扫描)、SPECT(单光子发射断层扫描)、特别是获得2003年诺贝尔生物学奖的MRI(磁共振成像)以及在此基础上发展起来的fMRI(功能性磁共振成像)等技术的日趋成熟,今天的脑科学家和神经科学家已经可以无创伤地深入到包

括人在内的生物大脑内部,观察和研究大脑在意识、思维、认知和决策过程中所表现出来的基本特征。虽然离完全揭示大脑的秘密还有很长一段路要走,但这个“黑箱”已经被打开或正在被打开。无疑,这是一个重要的、历史性的转折。神经元经济学(Neuroeconomics)就是在这样的背景下诞生的。

本文第二部分,我们将回顾神经元经济学诞生及其发展的历程;第三部分,我们将介绍神经元经济学已经取得重要进展的两大研究领域并作出相关评论;第四部分,我们将分析神经元经济学对主流经济学可能产生的影响并以此作为全文的结论。

## 二、回顾:神经元经济学的诞生及其发展

在神经元经济学诞生的过程中,有三个事实应该引起我们足够的重视,它对我们理解这门新兴学科具有重要意义:第一,经济学与神经科学的结盟并非源于经济学家的一相情愿,事实上,这一领域的早期文献主要出自生物学家或神经科学家之手;第二,与实验经济学和行为经济学的取向不同,这一领域的早期研究成果不仅没有对经济学有关人类行为的假设提出质疑,相反,它恰恰为这一假设提供了令人惊叹的“实证”,正是基于这点,经济学家与神经科学家才找到了共同关注的话题;第三,作为一门交叉科学,神经元经济学不仅融合了现代神经科学和现代经济学的分析方法,而且还融合了现代进化论、现代心理学,特别是比它略早一些诞生的演化心理学的基本思想。

20世纪80年代晚期,在心理学领域诞生了一门被称为“演化心理学”(evolutionary psychology)的新学科。有意义的是,这门学科的创始人之一林达·柯斯玛依达(Leda Cosmides)和约翰·托比(John Tooby)是一对具有经济学和心理学双重学科背景的夫妇。演化心理学是一门研究人类心智如何形成的科学。演化心理学认为,我们人类的心智模式是在长期进化过程中被自然选择所塑型的;因此,它是用来解决进化史上我们祖先所面对的问题的(Cosmides and Tooby, 1994)。人类今天所赖以生存的工业文明,充其量才不过500年;而农业文明,至多不过10000年;但人类祖先在采集和游猎状态下已经生活了数百万年。人类学和解剖学的证据表明,工业社会以来,人类大脑神经元的连接方式基本没有发生过什么变化。演化心理学一个最重要、最基本的观点是:现代人的头骨里装着一副石器时代的大脑。因此,演化心理学家所关心的是石器时代的人类生存环境与入脑交互作用过程中所形成的神经元结构到底是怎样的,这种结构在多大程度上决定了人类的心智模式以及我们今天的认知方式。演化心理学是一门很

年轻的科学,但它在神经元经济学的创立过程中,却扮演着一个极其重要的角色。事实上,许多演化心理学的缔造者也是神经元经济学的积极倡导者。当我们试图探究人类经济行为的认知模式和神经基础时,我们就不得不面对自然选择在生物长期进化过程中对人脑组织及其神经元连接方式所施加的影响。

纽约大学神经科学中心保罗·格林切尔教授(Gimcher, 2005)在最近的一篇文献中,援引了动物学家哈普1979年所做的一个关于野鸭(mallard ducks)觅食行为的实验。剑桥大学植物园的池塘里每年都有许多过冬的野鸭,为了观察它们的猎食策略,哈普让两个实验员以不同的速率向池塘里扔面包球。哈普想知道,每只野鸭的选择是什么?如果把把这个场景看作一个觅食博弈,当达到纳什均衡时,每只野鸭的期望效用应该相等。也就是说,如果1号实验员每5秒扔出一个面包球,2号实验员每10秒扔出一个面包球,那么,达到纳什均衡时,应该有2/3的野鸭站在1号实验员前面,1/3的野鸭站在2号实验员前面。令人惊奇的是,在相当宽泛的条件下,上述均衡都是对野鸭觅食行为一个十分精确的描述。哈普发现,不管扔面包球的速率是多少,也不管面包球的大小是多少,从开始扔面包球起,大约60秒内,野鸭就能够自动完成分组,而其分组方式完全符合纳什均衡的预测(Harper, 1982)。

看上去,这些鸭子显然在以一种十分“理性”的方式行为。但我们不要忘记,野鸭是大约200万年前从恐龙演化而来的鸟类,它们从演化过程中所继承的禀赋与人类有极大的不同。更重要的是,一只野鸭的脑容量通常都小于5克(而成人的脑容量大约有1400克),它们真的能像人类那样进行决策吗?为了能飞起来,野鸭必须保持很轻的体重,因此它们只能在体内储存很少的能量。这意味着,每只野鸭要最大化其生存适应性,就必须使自己获得的食物维持一个最优比率。演化心理学家和神经生物学家认为,长期的演化过程,使野鸭的神经系统能够十分精确地完成这一任务。由于生物的神经系统是被自然选择所塑型的,因此包括人在内的动物有一个共同的行为模式,那就是通过输入神经系统的各种信息进行决策,以最大化其生存适应性,正是这一机制使生物体的行为看上去具有了广泛的“理性”(Stephens and Krebs, 1986; Krebs and Davies, 1991)。演化造就了动物的神经决策系统,使它们成为理性的最大化者。有理由相信,这一说法会极大地激发经济学家的想象力。

1995年,为纪念诺斯获得诺贝尔经济学奖而举行的一次研讨会上,美国华盛顿大学的安迪·克拉克和休曼斯提交了一篇有关神经元决策模型的论文(Clark and

Chalmers, 1995)。两年以后,即 1997 年,在美国卡奈基—梅隆大学举行了一次关于神经行为的经济学会议 (Neuro Behavioral Economics Conference)。根据我们掌握的资料,这次会议应该是神经科学家和经济学家共同发起、集中讨论相关问题最早的一次学术会议。2000 年,在美国普林斯顿大学又召开了一次有关神经生理与经济学理论的学术会议。同年 12 月,普林斯顿大学的一个研究小组第一次使用了“神经元经济学”(Neural Economics)这一新的名词。2002 年 8 月,美国明尼苏达大学以“神经元经济学”为名,召开了一次国际学术会议,这次会议就是首届“国际神经元经济学大会”(Conference on Neuroeconomics)。也就是在这次会议上,组织者首次使用了“Neuroeconomics”这一新的复合词。此后,“国际神经元经济学大会”每两年举行一次。第二届于 2004 年 5 月在德国明斯特的威斯特法伦威廉斯大学(Westfaelische Wilhelms-Universitaet Muenster)举行。

2003 年 9 月,以“促进神经元经济学理论研究和知识传播”为宗旨的“神经元经济学学会”(The Society For Neuroeconomics)在美国纽约大学成立。该学会成立以来,每年都以“神经元经济学年会”为名,组织相关的国际学术活动。2005 年 9 月,第三届“神经元经济学年会”在美国纽约举行。在这次年会上交流的论文提前刊发在 2005 年 8 月出版的《博弈与经济行为》杂志(Games and Economic Behavior)上,它们反映了神经元经济学最新的研究成果与进展。2006 年 1 月 6 日,在波士顿召开的美国经济学会(AEA)年会上,桑塔费研究院资深研究员、“神经元经济学学会”理事会成员、瑞士苏黎世大学实验经济学研究院主任恩斯特·费尔博士作为三个“特邀演讲”(special invited lecture)者之一,就该领域的相关研究和最新进展做了大会演讲。

近年来,有关神经元经济学的研究文献除了发表在《经济文献杂志》(JEL)、《美国经济评论》(AER)、《博弈与经济行为》(GEB)等经济学权威期刊以及《神经科学》(Journal of Neuroscience)、《神经成像》(Neuro Image)等神经科学权威期刊上以外,还频繁见诸于《科学》(Science)和《自然》(Nature)等国际顶级的综合科学期刊上。据不完全统计,自 2000 年以来,仅《科学》与《自然》杂志发表的相关论文,就多达 96 篇。

目前,德国的明斯特大学(University of Münster),已经正式开办了神经元经济学系。在美国,乔治—梅森大学的凯文·麦克卡比(Kevin McCabe)、加州理工大学的科林·卡麦勒(Colin Camerer)和斯蒂弗·郭茨(Steve

Quartz)等已经开设了有关神经元经济学的大学课程和研究生课程。另外,有关神经元经济学的研究所和实验室在美国、欧洲的大学以及其他研究机构中也已经大量出现,其中就包括了斯坦福大学、剑桥大学、乔治—梅森大学、加州理工大学、纽约大学等著名大学。弗农·史密斯 2002 年获得诺贝尔经济学奖以后,把研究重点转向了神经元经济学。他在乔治—梅森大学筹建了世界上第一所“神经元经济学研究中心”(The Center for the Study of Neuroeconomics),并亲自担任这一中心的主持人。

### 三、述评:神经元经济学对传统经济理论的深化与拓展

神经元经济学诞生的时间虽然不长,但已经取得了一系列令人鼓舞的研究成果,从而大大深化和拓展了传统经济学的视野。我们把这些研究归纳为两个大的类别,分别介绍如下:

#### (一)关于人类理性行为神经生物学基础的实证研究

关于“理性”,经济学家阿尔钦曾经有一个著名的解释,那就是所谓的“as if”理论。但演化心理学家认为,我们的心智是我们自身长期演化的产物;如果“理性”真能使我们在生存竞争中取得优势,那么它就不仅仅看起来“好像”是“理性”的;因为我们的神经系统已经被自然选择所“塑型”,专门用来解决那些看起来似乎是“理性”的问题(Cosmides and Tooby, 1992)。揭示这一过程的真实机制,而不仅仅满足于所谓的“as if”,则成了神经元经济学家的一个首要任务。

如果一个很穷的人得到一张彩票,他有 50% 的可能获得 2 万达克特(ducats),当然也可能什么都得不到。那么,这个人是不是应该预期他将得到 1 万达克特呢?如果他以 9 千达克特的价格把这张彩票卖掉,会不会被人认为是没有脑子呢?这就是丹尼尔·伯努利 1738 年在“圣彼德堡悖论”中提出的问题。200 多年来,这个问题一直困扰着试图用期望效用理论解释人们行为的经济学家。其实,伯努利当时就提出了一个解决这一悖论的简单模型:他认为人们在进行决策时不是用获得收益的可能性乘收益本身,而是应该乘上收益的某一个对数函数,而这个函数很可能与决策者本身的财富状况相关。可是,这个想法并没有引起经济学家足够的重视。然而神经元经济学的研究则证明,人类和动物的决策过程与伯努利当初的洞见非常相似。

浙江大学跨学科社会科学研究中心(ICSS)已经组织翻译了其中许多重要文献。对该领域有进一步了解需要的经济学家或其他研究人员,可以向 ICSS 索取相关资料(电子信箱:jiayongmin@hotmail.com)。

在过去 10 年间,有关这方面的研究,通过神经生物学家和经济学家们的合作,在动物和人身上进行了一系列奠基性的实验。其中最重要的有杰弗里·萨尔和他的同事(Hanes and Schall, 1996; Schall And Thompson, 1999)在范德比尔特大学所做的“单球实验”(The Odd Ball Task),普拉特和格林切尔(Platt and Glimcher, 1999)在纽约大学神经科学中心所做的“双选提示博彩”(Two-choices Cued Lottery),帕克和纽森(Parker and Newsome, 1998)在斯坦福大学所做的关于神经元编码和映射的实验。通过这些实验,现在已经基本证明了,包括人在内的动物神经系统确实能够计算每种行为可能的满足度。在选择行为显得似乎是“理性”的情形下,由神经元对输入的“信号”(相当于经济学中被决策者观察到的客观变量)进行“编码”(相当于伯努利所设想的与决策者自身状况相关的主观评价)。然后,那个被编码为具有最大满足度的信息将形成一个“赢者通吃”的局面,并进一步“激发”其他神经元,成为一个惟一被神经系统执行的行为。神经元经济学家把这个经过编码的信息叫做“生理期望效用”(physiological expected utility)即 PEU,它与伯努利当年提出的主观期望效用理论非常接近。

进一步的研究还证明,位于灵长类动物“中脑腹侧被盖区”(ventral tegmental area)和“黑质致密区”(substantia nigra pars compacta)的“多巴胺神经元”(一种以化学物质多巴胺作为神经递质的神经元),直接负责对外部事件的回报值进行编码。沃尔弗兰·斯库尔兹和他的同事们(Schultz et al., 2002)发现,这些神经元以一种特殊方式被外部信息“激发”,即它们的活跃程度不是取决于外部信息的绝对强度,而是在“边际”上取决于两次连续信息的相对强度。由于被编码的信息实际上是一个带有主观性的“预期回报值”,因此神经元最终的激发程度即“激发率”(Firing Rate)就取决于所谓的本期“预期回报偏离值”(Reward Prediction Error<sub>T</sub>),而本期“预期回报偏离值”则取决于“当前的回报值”(Current Reward)与上期“预期回报偏离值”(Reward Prediction Error<sub>T-1</sub>)之间的差额,用一个递归计算公式可以表示为:

$$\begin{aligned} \text{Firing Rate} &= \text{Reward Prediction Error}_T \\ &= (\text{Current Reward} - \text{Reward Prediction}_{T-1}) \end{aligned}$$

由于这个公式是斯库尔兹实验小组从上千次动物实验的数据中归纳出来并且又经过严格验证的,因此被认为具有很强的真实性(Barraclough et al., 2002; Dorris and Glimcher, 2004)。熟悉理性预期学说的读者也许会发现,它与这一学派的早期创始人之一约翰·穆斯关于人类理性预期的假设非常接近(Muth, 1961)。

神经元经济学关于人类理性行为的研究也许称不上什么突破性的发现,因为从某种角度看,它只不过重复了主流经济学 200 多年来有关人类行为的基本假定。但其重要意义在于,这一研究与以往所有的经济学传统研究不同,它不是在逻辑上而是在经验上实证了人类行为的理性机制,从而使“理性”不仅仅只是作为一种“假设”,而是具有了某种“本体论”的地位。无疑,这是对传统经济理论的一个重大深化。

进一步看,这些研究虽然只是对经济学传统认识的深化,但其中仍然包含着对传统理论的挑战。在对灵长类和其他生物所做的神经元决策实验中,不断增加的证据表明,在所谓的“经济行为”方面,我们人类远没有经济学家曾经设想的那么“独一无二”。例如,猴子在博弈中能够得到与人一样有效的混合策略均衡(Dorris and Glimcher, 2003),甚至鸟类也能通过“系统有序地改变它们的效用函数”来调整风险偏好以适应环境(Caraco et al., 1980)。如果人类的行为是物种长期演化的结果,那么一个合乎逻辑的推论是,我们的经济行为应该接近于我们的动物远亲,而不是截然不同。对此,格林切尔评论说,“这或许是神经元经济学所有结论中最有挑战性的,因为它将引发一个对经济学家来说深入人心的假设的置疑,这个假设认为,做出决策既是人类特有的能力,也是一个强大的理性能力”(Glimcher, 2005)。如果理性能力并非人类所特有的生物禀赋,那么它是否意味着,面临挑战的不仅仅是传统意义上的经济学和经济学家,甚至还包括了自古希腊和启蒙运动以来所有的哲学和哲学家们,需要在一个新的、实证的基础上对“理性”的定义进行某种必要的反思?

## (二)关于人类趋社会性神经生物学基础的实证研究

上述研究虽然从实证角度揭示了人类理性行为的神经生物学基础,但它并不意味着神经元经济学忽视了早期实验经济学和行为经济学对人类“非理性行为”的关注。当然,这里所谓的“非理性行为”是指与人类经济活动相关的、狭义的“非理性行为”,比如投资冲动、偏好倒置、经济活动中的利他行为等等(虽然现有的证据表明,与人类经济活动无关的“非理性行为”也有其神经生物学基础,但它显然不属于经济学或神经元经济学的研究对象)。不过,与实验经济学和行为经济学不同,神经元经济学更为关注对人类行为中具有利他主义倾向的所谓“趋社会性”(prosociality)的研究。在研究方法上,神经元经济学基本摆脱了实验经济学和行为经济学传统的经济与心理的二元动机模式。事实上,从被演化塑型的神经决策机制上对人类的经济

动机和心理动机作出统一的、一元论的解释,正是神经元经济学对实验经济学和行为经济学传统研究方法的扬弃。

“趋社会性”是社会学家涂尔干早年创造的一个概念,它包括我们人类普遍具有的同情心、感激心、责任心、愧疚感、羞耻感、公正感等道德情感(Durkheim, 1951)。人类行为的“趋社会性”之所以引起经济学家的重视,与解决单次囚徒困境中的合作问题有关。传统思路把单次囚徒困境视作重复博弈的一个“子博弈”,则人类的“理性”能力,包括试错、学习与讨价还价,可以导致博弈双方的合作。不过,最近的研究(Henrich et al, 2001)表明,大多数关于人类合作的实验证据来自非重复交往,或者重复交往的最后一轮。非实验的证据同样表明,不能轻易用“互惠”来解释日常生活中人们解决冲突的一般行为(Gintis, 2003)。把“趋社会性”作为合作的前提,最早可以追溯到伯格斯特朗和斯塔克 1992 年的研究。他们证明,亲属或邻里之间在标准的单次囚徒困境博弈中可以产生合作(Bergstrom and Stark, 1992)。沙利 2001 年的研究则证明,如果博弈双方带有斯密意义上的“同情共感”,在严格的纳什条件下,也可以有“合作解”(Sally, 2001)。最新的研究是桑塔费学派经济学家金迪斯和鲍尔斯(Gintis and Bowles, 2004)所做的,他们运用计算机仿真技术模拟了 10—20 万年以前(更新世晚期)人类狩猎采集族群合作秩序的形成过程。由此得到一个重要的结论是,“强互惠”(strong reciprocity)行为的存在,是原始族群内部维持合作关系的必要条件。所谓“强互惠”是指那些在团体中与别人合作,并不惜花费个人成本去惩罚那些合作规范破坏者(哪怕这些破坏不是针对自己)的行为。显然,“强互惠”本身就是人类“趋社会性”的重要体现。根据计算机仿真,只有成功演化出“强互惠者”,并由“强互惠者”对自私的搭便车者施行惩罚,才能在一个族群中建立起稳定的合作秩序。

人类“趋社会性”的一个显著特征是,个体的行为不仅从“自利”原则出发,通常还会顾及他人或团体利益。传统理论往往在“理性”的框架下,用“跨期贴现”、

“互惠”或“声誉”机制解释这类行为。但现代神经科学的发现却证明,这种解释即便不是一个错误,起码也是非常肤浅的。心理学家很早就观察到,一个人体恤他人处境的能力在很大程度上取决于“天性”而非后天的学习。近 10 年来,随着“镜像神经元”理论的逐渐成熟,曾经被大卫·休谟和亚当·斯密(Hume, 1740; Smith, 1790)反复提及的人类天性中“同情共感”(sympathy)的能力,基本得到了科学验证(Rustichini, 2005)。一项具有重大意义的研究(Rizzolatti et al, 1988)发现,包括人在内的灵长类生物大脑中央运动前皮层中,有一个被称为 F5 的特殊区域,该区域的神经元不仅在受试者自己动作时被激活,而且在看到其他受试者的动作时也会被激活。于是,这些能够对他人动作在自己内心的呈现做出反应的神经元就被称为“镜像神经元”(MN)。Umiltá等人通过实验(2001)证实,当一个人看见他人被针扎的时候,“镜像神经元”做出的生理反应有如他自己被扎一样。同样的原理也适用于心理状态,比如“情绪的镜像”。Wickers 等人通过实验(2003)证实,受试者观察到的情绪也会激活相关的“镜像神经元”。这些科学发现克服了苏格兰学派当年的技术限制,使我们得以在一个新的基础上重新审视休谟和斯密的“同情观”。神经元经济学据此得出一个重要结论(Rustichini, 2005):“同情共感”是一个物种不同个体基于“镜像神经元”实现的“神经网络共享”,这种“共享”对个体之间的合作具有重大的经济(效率)意义,因此是该物种在长期演化过程中被自然选择所“塑型”的。今天,神经元经济学家已经把这一理论用于研究语言的产生和演化以及它对博弈行为的深刻影响。

由“同情共感”所驱使的人类“趋社会性”,特别是“强互惠者”实施的惩罚,是一种明显具有正外部性的利他行为。但这种行为的激励机制是什么?在得不到物质补偿的情况下,人们为什么不惜花费个人成本去惩罚那些违反合作规范的人?苏黎世大学国家经济实验室主任恩斯特·费尔博士提出一个假设:如果这种行为无法从外界获得激励,那么行为者只能通过行为本

有关这项研究的详细介绍,可以参阅我们在《经济研究》、《经济学家》、《学术月刊》、《社会科学战线》等杂志发表的一系列文章(叶航、汪丁丁、罗卫东等, 2005, 2006)以及由浙江大学跨学科社会科学研究中心(ICSS)主编的“跨学科社会科学研究论丛”(汪丁丁、叶航、罗卫东, 2005, 2006)。

心理学家通过一种所谓的“Smarties”测试来甄别患有自闭症的儿童。Smarties 是一种著名的英国糖果,实验者把一个专门用于装 Smarties 的盒子给四岁的儿童看并问他盒子里装的是什么,他回答“糖果”或“Smarties”。打开盒子,里面却装满了铅笔。接着告诉他,你将用同样的问题问进入这个房间的另一个小孩。然后问他,那个小孩会认为盒子里装的是什么。一个正常的儿童应该回答“糖果”或“Smarties”,但有自闭症倾向的儿童回答的是“铅笔”。跟踪研究表明,做出这种问答的儿童成年以后患自闭症的比例相当高。心理学家还发现,自闭症患者并非由于智力障碍,用标准的 IQ 测试,自闭症患者有正常甚至出众的智商。他们缺失的仅仅是一种感知或识别别人心理现象的能力(Sacks, 1993; Simon, 1995)。

有关“镜像神经元”近期研究的综述,可以参见 Rizzolatti & Craighero, 2004。

身获得满足。也就是说,这种行为是依靠生物个体的自激励机制实现的。事实上,人和动物的许多行为都是依靠自激励实现的。脑科学研究已经证实,对包括人在内的高等动物来说,启动这类行为的机制是由中脑系统的尾核和壳核来执行的。比如我们人类的成瘾性行为,像烟瘾、酒瘾、毒瘾等等,都涉及这一脑区。因此,这一脑区在医学上也被称为“鸦片报偿区”。费尔博士猜测,如果“强互惠”行为依赖这种自激励机制,那么做出这种行为时,人脑的这个部位就会被激活,而且行为的强弱与其激活程度正相关。于是,费尔和他的同事们设计了一系列实验场景来激发人们的利他惩罚行为,并通过PET即正电子发射断层扫描技术(Positron Emission Tomography)对行为者的神经系统进行观察。实验结果证实了这个大胆的推断。2004年8月,《科学》杂志以封面文章的重要地位发表了有关这一实验的报告《利他惩罚的神经基础》(Fehr et al, 2004)。该报告认为,由个人偏好所定义的效用函数应该包含对违反公正和合作规范的惩罚愿望,它比传统的自利模型更好地解释了人类的实际行为。现实社会中,大多数人在发现那些违反社会规范的行为未得到惩罚时会感到不舒服,而一旦公正得以建立他们就会感到轻松和满意。在现代司法制度建立以前,人类在很长时间内依靠这种个人的惩罚机制来维护社会公正和社会正义,从而使人类社会得以在一个较高的水平上维持了合作秩序。事实上,我们可以把现代司法制度看作一种以公共品形式出现的个人惩罚行为的替代性制度创新。

神经经济学对人类“趋社会性”的研究告诉我们,传统经济理论只在“自利”范围内考察人类的偏好与行为是有缺陷的。事实上,包括“道德感”与“正义感”在内的“趋社会性”在维系人类的经济制度和政治制度,从而也就是维系人类社会的合作效率和组织效率方面具有不可替代的重要作用。

#### 四、结论:神经经济学将对主流经济学产生什么影响

神经经济学无疑是经济科学在21世纪的最新突破和进展,它的诞生会对主流经济理论产生什么影响?也许,现在就匆忙下结论还为时尚早。但从神经经济学已经取得的研究成果看,起码可以在以下四个最基础的层面上,为现代经济学提供全新的视角:

第一,偏好,一个正在逐步打开的“黑箱”。

“偏好”是现代经济学理性假设的核心概念。根据

经济学的解释,效用函数的基础是偏好,用偏好定义理性,只需满足完备性和传递性两条假定(Mas-Colell, Whinston and Green, 1995)。整个现代经济学,事实上就是建立在“效用最大化”这一“经济人偏好”基础上的。至于偏好本身,自“边际革命”以后,主流经济学家似乎并不打算对它有更深刻的理解。传统理论框架内,偏好只是作为一个外生给定的、稳定不变的预设,同义反复地被“理性决策者”的行为所显示(叶航, 2003)。在这个框架中,所有可能涉及偏好的变动,都可以被解释成“约束条件”的变化。显然,这种“技术性”的处理,已经越来越令人感到怀疑和不安。它使理论本身失去了简约之美,变得臃肿和累赘。作为一种弥补,实验经济学和行为经济学试图通过引入心理学或社会学的方法来改变这种状况。但这种来自外部的理论建构,至今无法融入新古典传统的分析体系。起码有两位诺贝尔经济学奖获得者斯蒂格勒(Stigler, 1977)和贝克尔(Becker, 1966, 1977, 1998)试图在主流框架内生地解决偏好变动问题。他们给传统的效用函数附加了一个所谓的“生产性变量”,比如“个人阅历”、“文化教育”、“风俗习惯”、“社会关系”等能够改变人们偏好的因素,从而把“偏好的改变”转化为“偏好的生产”问题。但从这些函数复杂的均衡条件中,可以明显感觉到,这种方法和前述的“技术性”处理没有本质的区别。对此,神经经济学则采取了一种完全不同的研究立场:一方面,把偏好的生成和变化置于自然和环境双重选择的基础上,通过演化效率使这个问题内生,从而避免了实验经济学和行为经济学从学科逻辑外部来解释这类现象的做法;另一方面,通过科学的实证手段揭示出偏好及其偏好在决策过程中的内在机制,比如镜像神经元的工作机理和神经系统的自激励机制等,使我们的认识深入到偏好世界的内部,从而避免了主流经济学在这个问题上的简单化。尽管目前已经取得的研究成果还不足以完全揭示偏好的秘密,但这个“黑箱”正在被逐步打开。无疑地,对传统经济学来说,这既是一个全新的、未曾涉足过的领域,但又是其在科学实证方面必须迈出的十分重要和关键的一步。

第二,基数效用,一个需要重新认识的范式。

现代经济学的效用理论也许可以追溯到英国早期的功利主义哲学,但其直接奠基却是产生于19世纪50—70年代的“边际革命”。边际效用学说建立在效用可以直接计量的假设之上,因此也被称为“基数效用论”。19世纪末20世纪初,经济学家开始对效用可以直接计量的假设产生了怀疑,并最终导致了“序数效用

关于这个实验的详细过程,可参见我们在《经济研究》2005年第8期刊发的相关文章。

论”的产生。但“序数效用论”给经济学带来了一个新的难题：“因为大多数经济理论最终都以一个使其偏好或效用最大化的消费者为基础，对于发展和检验理论，显然这个问题是至关重要的。”(Richter, 1966) 1938年，萨缪尔森提出：效用作为一种主观心理状态虽然观察不到，但我们可以观察消费者的行为；当消费者选择了某一消费品时，他的“偏好”就被“显示”了；因此，经济学家可以通过消费行为来观测和推断消费者内在的行为规范(Samuelson, 1938)。这就是所谓的“显示偏好理论”。其后，在阿罗、德布鲁、里克特、克拉克等人的共同努力下，这一理论日趋完善。如果抛开繁复的数学证明，“显示偏好理论”无非要人们相信：只要消费者在市场上选择了某一消费品，他的“偏好”就同时被“显示”了，因此经济学家无需数量描述，就可以证明这一选择必然是“理性的”或是“效用最大化”的。但是，用命题“消费者选择的消费品必然是效用最大化的”来证明命题“消费者选择的是效用最大化的消费品”，显然使效用理论陷入了一种循环论证。现代经济学也许不得不面对这样一个事实：如果要对“效用最大化”做出符合逻辑的描述，经济学家就必须回到100多年前的起点上，从基数的角度对“效用”进行重新认识(叶航, 2003)。最新的神经元经济学研究表明，向基数效用论的回归，并非一件不可能的事情。当灵长类动物进行经济选择时，对它们进行电生理学测量的记录表明，基数效用是有其神经基础的(Padoa-Schioppa and Assad, 2006)。实验表明，灵长类动物的眶前额叶包含着一个基数效用地图(Cardinal Utility Map)，而这个地图内的神经元活动负责对某一特定选项的主观效用进行编码，通过仪器识别这些编码已经可以用来预测受试者的决策和选择行为(Stuphorn, 2006)。

### 第三，理性，一个有待拓展完善的预设。

“理性”或“理性人”是现代经济学逻辑体系最基本的前提假定和预设。经济学所谓的理性，最简练的定义就是“约束条件下最大化自身偏好”。但在现代神经科学看来，这种表述显得过于简陋。桑塔费学派的经济学家曾经指出，所有动物的行为都符合“约束条件下最大化自身偏好”，但“没有人愚蠢到竟然会认为蜘蛛和蚂蚁的行为也是理性的”(Gintis, Bowles, Boyd, Fehr, 2004)。传统表述究竟出了什么问题？根据神经科学的解释，包括人在内的生物行为有两种基本方式：一种是目标导向的、能够内省的、通过计算而实施的“自主过程”(controlled processes)，另一种是情景导向的、不能内省的、通过触发而实施的“自为过程”(automatic processes)。前者接近于人们常识中的“理性”，后者大致相当于平常所说的“本能”。事实上，这两种行为都

符合“约束条件下最大化自身偏好”。通常认为，动物依据“本能”行事，而人类则超脱了本能主要依据“理性”行事。可是神经元经济学的研究证明(Caraco et al., 1980; Dorris and Glimcher, 2003)，动物行为也有“自主过程”，而人类行为在很多场合却可以是一个“自为过程”。比如恐惧，可以使人迅速脱离危险；同情、内疚和感激，可以大大提高个体之间的合作概率；而愤怒，则可以有效威慑背叛等等。在这些场合，导致行为决策的都可以看作是一种和传统理性范式相对立的情感机制。在生物长期演化过程中，某些重复出现并具有重大生存价值的场景，将在生物个体的神经系统中形成某种固定的反映—激发回路，从而导致那些类似“本能”的生物行为(Cosmides and Tooby, 2006)。威廉·詹姆斯甚至认为，“人比动物智慧是因为我们的本能比他们更多，而不是更少”(James, 1890)。不过，更符合实际的说法也许是，人类在演化过程中获得了远比一般动物更复杂、更精致从而也是更强大的理性能力和情感能力。演化心理学认为，理性主要用来应对迅速变化的环境，是生物个体面对没有先例的事物时的一种神经反映模式。这种反映包括信息识别、信息判断、信息处理等多个环节，其能量消耗要超过本能和情感。从效率角度看，一个生物的所有行为都采取这种方式，反而是不经济的。在这点上，传统经济学把人类决策机制想象得过于简单，以至于完全陷入了“理性主义”的误区。而神经元经济学则大大拓展和深化了经济学的思想：在“约束条件下最大化自身偏好”的基础上，包容了理性与情感这两种不同的行为决策模式。

第四，方法论个人主义，一个应该进一步澄清的问题。

无论在经济学“古典范式”还是“新古典范式”中，“经济人假设”或“理性人假设”都是建立在一种“原子式”的“方法论个人主义”基础上的。如果一个人在经济活动中居然超越了某种“个人利益”，通常会被解释成一种更为“明智”(即考虑了贴现价值)的自利行为。但神经元经济学的研究告诉我们，人类行为中的“利他主义”倾向是由大脑的“自激励机制”启动的。人类“趋社会性”所体现出来的“道德感”与“正义感”，是作为“偏好”，也就是作为“效用函数的自变量”而不是作为“约束条件”发生作用，它是“社会规范内部化”的产物(Gintis, 2003)。康德所谓“超验”的“道德律令”，罗尔斯在“无知之幕后”构建的“公平的正义”，不过是先于个人而存在的、作为人类合作秩序的社会规范，在经过自然与环境双重选择和人类长期演化之后，被“固化”在我们身体和心智中的品质(叶航, 黄勇, 2006)。我们以为，对方法论个人主义，争论的要点不在于是否应该以



个人作为社会分析的基点。在人类对所谓“集体主义”的认识付出了沉痛的代价,蒙受了像奥斯维辛集中营和古拉格群岛对人类尊严的亵渎以后,没有人会怀疑个人对社会所具有的终极价值和意义。但即使如此,我们仍然需要追问:是否存在一种“原子式”的个人?如果合作为人类提供了更大的效率空间,那么个人乃至个人利益是否能够脱离社会环境成为一种完全孤立的“自由意志”?奥地利学派的杰出代表哈耶克曾经深刻批判过当代社会普遍存在的“伪个人主义”倾向,他指出,在各种误解方法论个人主义的观点中,“伪个人主义”乃是最愚蠢的。因为这种观点竟然把方法论意义上假设的“个人”,理解成本体论意义上先于社会存在的、孤立的个体。而人的整个性质和特征,事实上都取决于他们存在于社会之中这样一个基本的前提。因此,哈耶克所理解的个人,一如亚里士多德的理解,在性质上乃是一种“社会的动物”(邓正来,2002)。芝加哥社会学派的创始人米德,曾经提出并论证过“社会自我”的概念。米德认为,不存在完全脱离社会的“自我”,所有“自我”事实上都是“社会自我”(social self)。因为,“自我所由产生的过程是一个社会的过程,它意味着个体在群体内的相互作用”,意味着“社会过程或社会秩序是参与该过程或属于该秩序的个体有机体自我出现的逻辑前提和生物学前提”(Mead,1962)。因此,被神经元经济学重新诠释的方法论个人主义,既不同于传统的“原子式”的方法论个人主义,也不同于传统的方法论整体主义,而是一种哈耶克和米德意义上的,在个人行为与心智中已经有机融合了人的社会性的方法论个人主义。

## 参考文献

- 邓正来,2002:《哈耶克方法论个人主义的研究》,《浙江学刊》第4期。
- 汪丁丁、林来梵、叶航,2006:《效率与正义:一场经济学和法学的对话》,《学术月刊》第3期。
- 汪丁丁、罗卫东、叶航,2005:《人类合作秩序的起源与演化》,《社会科学战线》第4期。
- 汪丁丁、叶航,2003:《理性的追问:关于经济学理性主义的对话》,广西师范大学出版社。
- 汪丁丁、叶航、罗卫东主编,2005:《走向统一的社会科学:来自桑塔费学派的想法》,上海世纪出版集团。
- 汪丁丁、叶航、罗卫东主编,2006:《人类的趋社会性及其研究:一个超越经济学的经济分析》,上海世纪出版集团。
- 叶航,2003:《西方经济学效用范式的逻辑缺陷》,《经济学家》第1期。
- 叶航,2005:《利他行为的经济学解释》,《经济学家》第3期。

叶航、黄勇,2006:《第三种叙事方式:对休谟法则的超越》,《浙江社会科学》第5期。

叶航、汪丁丁、罗卫东,2005:《作为内生偏好的利他行为及其经济学意义》,《经济研究》第8期。

Allais, M., 1953, "Le Comportement de L'homme Rationnel Devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de L'ecole Americane", *Econometrica*, 21, PP503—546.

Barracough, D. J. et al, 2002, "Stochastic Decision-making in a Two-player Competitive Game", *Society for Neuroscience Abstracts*, 285, 16.

Becker, 1966, "Education and the Distribution of Earning", *American Economic Review*, 56, PP358—369.

Becker, 1977, "An Economic Analysis of Marital Instability", *Journal of Political Economy*, 85, PP1141—1187

Becker, 1998, *Accounting for Tastes*, Harvard University Press.

Bergstrom & Stark, 1993, "How Altruism Can Prevail in an Evolutionary Environment", *American Economic Review*, Vol. 83 (2) May.

Bernoulli, D., 1738, "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk", *Econometrica*, Reprinted 1954, 22, PP23—36.

Blount, 1995, "When Social Outcomes Aren't Fair: The Effect of Causal Attribution on Preferences", *Organizational Behavior & Human Decision Processes*, 63, 2.

Caraco, Martindale & Whittam, 1980, "An Empirical Demonstration of Risk-sensitive Foraging Preferences", *Animal Behav.* 28, PP820—830.

Chamberlin, E., 1948, "An Experimental Imperfect Market", *Journal of Political Economy*, No. 2, PP95—108.

Clark & Chalmers, 1995, *The Extended Mind*, St. Louis, Washington University.

Cosmides & Tooby, 1992, *Cognitive Adaptations for Social Change*, New York: Oxford University Press.

Cosmides & Tooby, 1994, "Better than Rational: Evolutionary Psychology and the Invisible Hand", *American Economic Review*, Vol. 84, No. 2, PP327—332.

Cosmides & Tooby, 2006, *Evolutionary Psychology: Moral Heuristics and the Law*, Cambridge Press.

Dorris & Gimcher, 2003, *Monkeys as an Animal Model of Human Decision Making during Strategic Interactions*, Submitted for Publication.

Dorris & Gimcher, 2004, *Activity in Posterior Parietal Cortex Is Correlated with the Relative Subjective Desirability of Action*, *Neuron*. In press.

Durkheim, 1951, *Suicide, a Study in Sociology*, New York: Free Press.

Falk, Fehr & Fischbacher, 2002, *Testing Theories of Fairness and Reciprocity-intentions Matter*, Zürich: University of Zürich.

Fehr & Schmidt, 1999, "A Theory of Fairness, Competition and Cooperation", *Quarterly Journal of Economics*, PP114.

- Fehr et al, 2004, "The Neural Basis of Altruistic Punishment", *Science*, Vol. 305, 27 August.
- Fehr, Gächter & Kirchsteiger, 1997, "Reciprocity as a Contract Enforcement Device: Experimental Evidence", *Econometrica*, 65, PP833—860.
- Flood, M., 1952, "Some Experimental Games", *Research Memorandum*, RMF789, RAND Corporation.
- Flood, M., 1954, "On Game-Learning Theory and Some Decision-Making Experiments, Decision Processes", New York, PP139—158.
- Gintis, 2003, "Solving the Puzzle of Prosociality", *Rationality and Society*, 15, 2.
- Gintis & Bowles, 2004, "The Evolution of Strong Reciprocity: Cooperation in Heterogeneous Populations", *Theor. Popul. Biol.* Feb, 65.
- Gintis, Bowles, Boyd, Fehr, 2003, "Explaining Altruistic Behavior in Humans", *Evolution and Human Behavior*, 24.
- Gimcher, 2005, "Physiological Utility Theory and the Neuroeconomics of Choice", *Games and Economic Behavior*, Vol. 52, 2, August, PP213—256.
- Güth et al, 1982, "An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3.
- Hanes & Schall, 1996, "Neural Control of Voluntary Movement Initiation", *Science*, 247, PP427—430.
- Harper, 1982, "Competitive Foraging in Mallards: Ideal Free Ducks", *Animal Behav.* 30, PP575—584.
- Henrich et al, 2001, "In Search of Homo Economicus: Behavioral Experiments in 15 Small-Scale Societies", *Economic and Social Behavior*, Vol. 91, NO. 2.
- Hogarth & Reder, 1987, *Rational Choice The Contrast between Economics and Psychology*, Chicago, Chicago Univ. Press.
- Hume, D., 1890, *A Treatise of Human Nature*, London Press.
- James, 1890, *Principles of Psychology*, New York: Henry Holt.
- Krebs & Davies, 1991, *Behavioural Ecology*, Third ed. Blackwell Press.
- Kuhn, T. 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press.
- Mas-Colell, Whinston & Green, 1995, *Microeconomic Theory*, Oxford University Press.
- Mead, 1962, *Mind, Self and Society*, The University of Chicago Press.
- Muth, 1961, "Rational Expectations and the Theory of Price Movements", *Econometrica*, Vol. 29, No. 6.
- Padua-Schioppa & Assad, 2006, "Neurons in the Orbitofrontal Cortex Encode Economic Value", *Nature*, 441, PP 223—226.
- Parker & Newsome, 1998, "Sense and the Single Neuron: Probing the Physiology of Perception", *Annual Rev. Neurosci.* 21, PP227—277.
- Platt & Gimcher, 1999, "Neural Correlates of Decision Variables in Parietal Cortex", *Nature*, 400, PP233—238.
- Richter, 1966, "Revealed Preference Theory", *Economica*, 34, PP 635—645.
- Rizzolatti & Craighero, 2004, "The Mirror-neuron System", *Neurosci*, 27, PP169—192.
- Rizzolatti, Camarda, Fogassi, Gentilucci, Luppino, Matelli, 1988, "Functional Organization of Inferior Area 6 in the Macaque Monkey", *Exper. Brain Res.* 71, PP491—507.
- Rustichini, 2005, "Neuroeconomics: Present and Future", *Games and Economic Behavior*, 52, PP201—212.
- Sacks, 1993, *A Neurologist's Notebook: An Anthropologist on Mars*, New Yorker.
- Sally, 2001, "On Sympathy and Games", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 44, No. 1.
- Samuelson, 1938, "A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour", *Economica*, NS 5, PP 353—4.
- Schall & Thompson, 1999, "Neural Selection and Control of Visually Guided Eye Movements", *Annual Rev. Neurosci.* 22, PP241—259.
- Schultz, W., 2002, "Getting Formal with Dopamine and Reward", *Neuron*, 36, PP241—263.
- Siegel, S. & Fouraker, E., 1960, *Bargaining and Group Decision Making: Experiments in Bilateral Monopoly*, McGraw-Hill, New York.
- Simon, 1995, *Mindblindness*, MIT Press.
- Smith, A., 1790, *The Theory of Moral Sentiments*, sixth ed.
- Stephens & Krebs, 1986, *Foraging Theory*, Princeton University Press.
- Stigler, 1997, "De Gustibus Non Est Disputandum", *American Economic Review*, No. 2, PP76—79.
- Stuphorn, 2006, "Neuroeconomics: Cardinal Utility in the Orbitofrontal Cortex?" *Current Biology*, Vol. 16, No. 15, PP591—593.
- The Royal Swedish Academy of Sciences, 2002, <http://www.kva.se>.
- Thurstone, L.L., 1931, "The Indifference Function", *Journal of Social Psychology*, No. 2, PP139—167.
- Umiltá, Köhler, Keysers, Gallese, Fogassi, Fadiga, Rizzolatti, 2001, "I Know What You Are Doing: A Neurophysiological Study", *Neuron*, 32, PP92—101.
- Wickers, B., Keysers, Plailly, Royet, Gallese, Rizzolatti, 2003, "Both of Us Disgusted in My Insula: The Common Neural Basis of Seeing and Feeling Disgust", *Neuron*, 40, PP 655—664.

## Science and Positivism ——A Review on Neuroeconomics

Ye Hang, Wang Dingding and Jia Yongmin  
(Zhejiang University)

**Abstract:** The Neuroeconomics, which emerged in late 1990's, is a frontier area and a new branch of economics. It utilizes the mode, the method, and the tools of modern neurology to analyze the economic behavior of human being, and lays out the human brain's (mainly nerve cell and its neurosurgery and NN) function, role, and mechanism in dealing with individual decision-making. It promotes the positive research to a high level which has never been reached. After providing a series of significant revisions with traditional economics, it then exploits new fields for the development and the deepening of economics.

**Key Words:** Experimental Economics; Behavioral Economics; Evolutionary Psychology; Neuroscience; Neuroeconomics

**JEL Classification:** A100, A120, B410

(责任编辑:宏 亮)(校对:子 璇)

---

(上接第 78 页)

Sheldon, G and Maurer, M, 1998, "Interbank Lending and Systemic Risk: An Empirical Analysis for Switzerland", *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 134, 685—704.

Sujit Chakravorti, 1996, "Analysis of Systemic Risk in the Payment System", Working paper, Federal Reserve Bank of Dallas.

Upper, Christian and Andreas Worms, 2002, "Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion?" *Deutsche Bundesbank Discussion Paper*, 09/02.

Wells, Simon, 2002, "UK Interbank Exposures: Systemic Risk Implications", *Bank of England Financial Stability Review*, December, 175—182.

## Estimating Bilateral Exposures in the China Interbank Market: Is There a Systemic Contagion?

Ma Junlu, Fan Xiaoyun and Cao Yuantao  
(Department of Finance, Nankai University)

**Abstract:** A frontier study, which has highly attracted the attention of financial researchers (as well as regulators and policymakers), is how to estimate, predict and regulate systemic risks of banking system. This paper uses balance sheet information to estimate the matrix of bilateral credit relationships for the China banking system and test whether the breakdown of a single bank or banking group can lead to contagion at different loss ratios. Our findings have important implications for banking regulation.

**Key Words:** Systemic Risk; Contagion; Interbank Market

**JEL Classification:** G210, P340, G330

(责任编辑:晓 喻)(校对:晓 鸥)