

社会神经经济学：社会决策和博弈的 神经学基础

马庆国 沈 强 李典典 王 凯
(浙江大学 管理学院, 浙江 杭州 310027)

[摘 要] 社会神经经济学是在 21 世纪才开始蓬勃发展的神经经济学的一个重要分支,是在神经学层面上对社会情境下个体与个体在经济活动中各种交互的研究。通过探寻人们各种社会行为背后的神经机制,来更好地理解人在社会环境中的经济行为。人在社会情境下,特别是在信任博弈、最后通牒、独裁者博弈、囚徒困境等博弈中,会表现出信任、公平、利他、合作等各种社会偏好。新近以神经影像学为主要手段的一系列研究为人们理解上述社会偏好提供了强有力的支撑。

[关键词] 社会神经经济学; 博弈论; 社会偏好; 社会准则; 社会决策; 神经经济学; 亲社会行为

Social Neuroeconomics : The Neural Basis of Social Decision-making and Game Theory

Ma Qingguo Shen Qiang Li Diandian Wang Kai

(School of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract : Social neuroeconomics is an important branch of the emerging scientific field —neuroeconomics, which began to flourish at the beginning of this century. This discipline focuses on all sorts of interactive behaviors of individuals under diverse social circumstances from the neural perspective. It explores the neural mechanism of social behaviors to deeply understand our economic behaviors in various social settings. Individuals in social contexts, especially in many kinds of games, such as trust game, ultimatum game, dictator game and prisoners' dilemma, often reveal many social preferences like trust, fairness, altruism, cooperation, etc. Some recent researches have provided cogent underpinnings for our comprehension of these social preferences using the neuroimaging method as a main tool.

Key words : social neuroeconomics; game theory; social preference; social norm; social decision-making; neuroeconomics; prosocial behavior

[收稿日期] 2008-10-29

[本刊网址·在线杂志] <http://www.journals.zju.edu.cn/soc>

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(70772048); 国家社会科学基金资助项目(08BJL054)

[作者简介] 1. 马庆国,男,浙江大学管理学院教授,博士生导师,主要从事神经管理学、神经经济学、决策科学等研究; 2. 沈强,男,浙江大学管理学院博士研究生,主要从事神经经济学、决策神经科学研究; 3. 李典典,女,浙江大学管理学院博士研究生,主要从事神经管理学、神经经济学研究; 4. 王凯,男,浙江大学管理学院博士研究生,主要从事神经管理学、神经经济学研究。

一、引言

传统经济学假设人是理性的,总是在约束条件下寻求自身利益的最大化。而大量的实证和实验研究却表明,很多人在社会行为中不仅考虑自身的利益,还会根据别人在社会环境中的得失而做出相应的行为。针对这种现象,行为经济学自 20 世纪后半叶开始蓬勃发展。在此基础上,以脑成像为代表的神经科学技术发展促使神经经济学(neuroeconomics)在 21 世纪初应运而生,并且迅速成为研究热点^[1-8]。而作为其重要分支的社会神经经济学(social neuroeconomics),是心理学中刚刚兴起的社会认知神经科学(social cognitive neuroscience)^[9-14]和新近发展的神经科学技术手段,与业已成熟的传统经典的经济学理论和方兴未艾的行为经济学理论融合过程中产生的一门新的交叉学科^[15-18]。

社会神经经济学的现实源头是人们在社会场景下的博弈行为。生活在现实生活中的我们每时每刻都在做出自己的决定。统而言之,这些行为包括决策和对策两个方面。研究对策的科学即称为对策论或博弈论(Game Theory)。作为经济学的一个重要分支,博弈论也是建立在理性人假设的基础之上的,即人们在博弈过程中会按照个人利益最大化的原则,来实现数理上完美推理的“纳什均衡”。但人作为社会性的动物,必须懂得如何与别人相处,遵守社会准则。社会场景中人与人交互关系中的决策有两大特点:第一,根据从环境中得到的信息,经常调整自己的行为从而最大化自身利益;第二,不仅最大化自身利益,有时候也会调整自己的策略来增加或减少周围人的收益^[17]。而这些行为都必须在社会准则的框架内,才能使社会系统和谐发展。跨越了这个界限,就可能受到外来的各种惩罚。

针对传统经济学的假设缺陷和理论基础不足,行为经济学对经典经济学中的“理性人”假设提出了质疑。其中的一个重要分支——行为博弈论开始兴起,社会偏好(social preference)理论也应运而生。行为博弈论研究发现,信任、公平、利他主义、合作等是人在社会交互过程中所固有的社会偏好,社会偏好理论将这些特征纳入到原有的效用函数中,对其进行重新建构,从而得出新的“纳什均衡解”,来解释行为博弈实验中发现的许多悖论。随着神经科学技术和社会认知神经科学的兴起,社会神经经济学的研究也必然要将诸多社会偏好纳入研究视野中,从而从更深层面来观察和解释人的有限理性及社会偏好的神经机制。

二、信任的机制

美国艾奥瓦大学的实验经济学家 Joyce Berg 等人巧妙地设计了一个信任博弈(trust game)实验^[19]。在实验中有两个参与者,分别充当投资人(investor)和委托代理人(trustee),每个玩家都预先有一笔初始资金(endowment),双方不直接接触,而是通过电脑或者实验组织者来传递信息。投资人首先决定是否进行投资,或保留初始资金。如果投资人付出资金量 A,委托代理人能得到 3A,然后可以选择一个从 0 到 3A 的数额还给投资人,如果投资人决定投资而且投资代理人愿意返还大于 A 数额的资金,那么双方都将从这样的投资游戏中获益。这就模拟了在没有契约机制保障情况下的经济交易行为。在单次博弈中,投资人的投资行为反映了信任(trust),而委托代理人的行为反映的是可信赖性(trustworthiness)和公平(fairness)。如果信任博弈重复进行,则能反映合作双方对公平的考量^[20]。与经典博弈论中双方互不信任的“纳什均衡”相悖,大量的行为实验发现,一般投资人会投资他手头一半的钱,而最后投资代理人也会返还比投资资金稍多的钱,使得投资人的委托行为得到报偿。对此,行为经济学家用社会偏好理论的解释是人们的互惠和对不公平

的厌恶(loss aversion)使得社会背叛失去效用。

对于信任的神经经济学研究,最早来自神经经济学的提出者 Paul J. Zak 及其团队对催产素(oxytocin, OT)进行的系列研究^[21~25]。催产素是人体下丘脑(hypothalamus)分泌的一种激素,在人们社会接触和分娩时分泌,与社会依附和促进社会交互有关^[26]。Zak 等人通过测量信任博弈过程中参与者血液的催产素水平发现,当委托代理人得到来自投资人的转账后,血液中催产素的浓度会增高,而且收到的金额越多,增高越明显。通过对照组实验,研究人员排除了金钱本身影响的可能性。这表明在得到别人的信任后,人们感受到来自陌生人的尊重,于是大脑会分泌催产素。同时,催产素水平较高的委托代理人之后也会返还给投资人更多的钱,即表现出积极互惠(positive reciprocity)。随后,Zak 在与瑞士苏黎世大学的经济学家 Ernst Fehr 等人的合作研究中发现,与对照组(给予吸入安慰剂)相比,实验组(经鼻腔吸入催产素)中的投资人会给予委托代理人更多的钱,表明实验组更信任博弈的另一方^[27]。

在此基础上,Baumgartner 等人把神经药理学和神经影像学手段相结合,利用信任博弈进行了进一步研究^[28]。他们发现,在对照组(给予吸入安慰剂)实验中,当投资人被委托代理人背叛以后,降低了对搭档委托代理人的信任;而同样的博弈情形下,经鼻腔吸入催产素的实验组并没有改变对委托代理人的信任。这就是说,催产素的作用在于降低人们对别人信任行为过程中的背叛厌恶(betrayal aversion)。研究者认为,这种对背叛的厌恶是实际生活中人们不愿意信任对方的原因。这种信任适应(trust adaptation)在影像学上表现为与恐惧相关脑区如杏仁核、中脑区激活的减弱,以及背侧纹状体激活的减弱。其中杏仁核、中脑区激活的减弱,是和先前关于催产素能增加人与人之间信任的原因是催产素降低了人们的恐惧感的实验结论相一致的^[29]。更为重要的是,当委托代理人为电脑(即变成没有社会因素的风险游戏)时,投资人是否吸入催产素在行为和神经层面都没有表现出明显的差异,这表明催产素的信任效应只与社会风险有关。这一系列发现也为有社会交际缺陷的自闭症(autism spectrum disorders, ASD)患者的药物治疗提供了一条新的可能道路^[30]。通过这一系列研究,催产素开始被认为是一种信任激素^[21]。

三、公平感和不公平感的解构

(一) 自利与公平感的抗衡

许多行为学实验发现,不公平与负性情绪有关,而公平与正性情绪有关。最后通牒(Ultimatum Game)的系列行为学研究发现:一方面,提议者(proposer)的平均出价一般为40%;另一方面,回应者(responder)对低于20%的出价在50%情形下会予以拒绝。在行为经济学研究领域,Fehr 等人在不改变经济人理性假设的情况下,引入了不公平厌恶,即人的情感变量^[31]。此时,回应者对提议者实际支付的判断就不再仅仅是出价本身,还包括“不公平厌恶”变量。这就将物质支付(出价)和实际支付(包括不公平厌恶)区别开来,使得“纳什均衡解”发生改变,从而解释了人们在现实生活中的公平和自利行为。现在这一解释在神经学层面开始延伸。

在Sanfey 等人开创性的从神经学层面对最后通牒的不公平感进行的研究中,通过fMRI扫描回应者脑部活动发现,当面对不公平的出价时,回应者双侧的前脑岛(anterior insula)、背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)和前扣带回都发生激活^[32]。其中与负性情绪相关的前脑岛,在那些更多拒绝不公平出价的被试中,激活更加明显。这些发现提示我们,前脑岛的激活可以作为预测被试是否会作出拒绝策略的指标。这与后来Wout 等人发现“皮肤的电导率(skin conductance responses, SCR)作为测量人情感状态的自动指标,在拒绝越不公平的出价时,电导率

越高”^[33]这一结论相一致。而且与以电脑为提议者的对照组相比(即人与电脑博弈),在同样低的出价的情况下,回应者的前岛叶激活更明显,这说明该部位的激活不仅与出价有关,而且与情境有关,在与人博弈的社会情境下,人们有着更加强烈的不公平感。而背外侧前额叶在被试接受不公平出价时,相对前岛叶激活更为明显,说明该部位可能通过控制被试的不公平感而接受提议者的出价。此项研究第一次阐释了最后通牒行为实验结果背后的神经学机制,也从另一个侧面证实了情绪对人们决策过程的莫大影响,从而使得构建社会效用函数成为可能。

Michael Koenigs 等人在研究腹内侧前额叶(ventromedial prefrontal cortex, VMPFC)损伤的病人时发现,相对于正常人,在不公平的支付面前,这些损伤病人的拒绝率更高^[34]。而腹内侧前额叶是情绪反应调节的重要部位,这也说明了情绪调节在经济决策中的重要作用。而后 Katia M. Harle 等人通过诱发情绪,发现在伴随的(incidental)负性情绪下,在最后通牒博弈中,回应者的拒绝率更高^[35]。研究者认为,在负性情绪下,参与者会更关注不公平支付的负性后果,而不是关注得到金钱奖励的正性奖赏,从而使得回应者更容易作出拒绝的选择。综上所述,岛叶激活、皮肤电导测量、VMPFC 损伤病人实验、诱发的伴随情绪等都说明了情感在经济决策过程中所扮演的重要角色,也很好地解释了为什么人们在最后通牒博弈中选择拒绝唾手可得的利益。

Knoch 等人利用低频穿颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)干扰大脑的背外侧前额叶的功能后发现,在暂时性阻断了右侧背外侧前额叶的功能后,参与者拒绝不公平支付的意愿显著下降,而且接受这种不公平出价的反应时间明显加快^[36-37]。尽管他们仍然能对出价是否公平作出准确的判断,但在右侧背外侧前额叶暂时性失去功能后,他们经不住给予他们支付的诱惑而接受不公平支付。这与先前认为的背外侧前额叶在自利和公平动机冲突的情况下,通过控制不公平冲动而接受不公平出价的假设不相一致^[32]。在这个实验中,人本能的冲动是纯粹的自利,而右侧背外侧前额叶通过抑制这种自利冲动,使得人们能够对不公平的出价作出拒绝的反应。Jensen 等人在大猩猩的最后通牒博弈研究中发现,大猩猩总是最大化自身的利益,而不对不公平的提议进行抗议^[38]。这样的结论也说明,不公平这种情感可能为人类所特有,这为前面提到的 Knoch 等人的实验结论提供了支持^[36],即实验中所表现出的自利是人作为动物性本能的一面,而经济人假设中的自利从这个意义上来说应该是经过大脑前额叶加工处理后的理性的自利,从而使我们对于理性自利有了更加深刻的认识。

(二) 公平感与奖赏

以往,最后通牒的研究一直注重回应者在面对不公平出价时情感反应和神经活动的变化,而忽略了在接受公平出价时的情绪改变。2008 年初发表在美国心理学会会刊《心理科学》(Psychological Science)上的文章研究了这个问题^[39]。Tabibnia 等人控制了物质支付的数量后发现,在同样的物质支付的前提下,相对于不公平的支付,在接受公平的支付时,被试有着更高的幸福评估值,同时被试的奖赏系统相关的部位激活,包括腹侧纹状体、左侧杏仁核、腹内侧前额叶、眶额叶皮层。前面的神经学实验都已经证明,不公平可以产生强烈的负性情绪^[32-33],而该实验第一次从神经学水平证实了以前行为学研究的发现。公平的感受伴随着正性情绪的产生和人体奖赏系统的激活而产生。Tabibnia 等人还以此推测:公平过程是一个相对自动的、直觉的过程。与此相反,在不公平但支付较高的时候,被试在选择接受的情况下,却没有激活奖赏系统。这说明公平感本身也是人们获得愉悦报偿的一种途径,并且有时会超过纯金钱利益所带来的正性情绪。

(三) 公平感与人体荷尔蒙的关系

自 1928 年神经内分泌(neuroendocrine)的概念提出以来,研究人员发现的神经激素已达数十

种。很多神经系统的活动都与大脑内的神经激素密切相关。前述信任研究中的催产素就是最好例证。而在激素对人类公平感影响的研究方面,人们也开始了初步的探索。

2007年,美国哈佛大学的 Burnham 通过测量男性被试唾液中睾丸激素的浓度发现,睾丸激素高的应答者更倾向于拒绝不公平的出价,这表明高睾丸激素者对不公平的对待可能有更强烈的厌恶感,而这种激素本身就跟男性寻求主导地位的行为相联系^[40]。当男性扮演提议者时,他们的出价相对更为公道,即更加宽宏大量。Molly J. Crockett 等人的研究发现,在服用了能够降低 5-羟色胺的药物后,回应者和 VMPFC 损伤的病人一样^[34],更容易拒绝别人不公平的出价,而且这种拒绝是在被试的心境、对公平的判断、奖赏的加工和应答抑制没有受到影响的情况下发生的,即证实了人体大脑内的 5-羟色胺控制了我们进攻的冲动(impulsivity)^[41]。另外,Enzo Emanuele 等人通过测量血小板中的 5-羟色胺得出了相同的结论,表明大脑 5-羟色胺能作为一个抑制性神经递质系统,在最后通牒中对公平判断起重要作用^[42]。

四、利他主义的探索

利他是人作为“社会人”在社会中一种非常重要的行为。从经济学的角度来说,人类经过长期的演化,通过有利于他人的行为从而产生正的外部性,使得社会整体的和长期的利益最大化。对于人类利他行为背后的机制,现在社会神经经济学给出了新的证据。

Tankersley 等人通过一个金钱诱导间歇(monetary incentive delay, MID)的实验任务发现,在看到别人做出利他的举动(为慈善机构捐钱)时,大脑的颞上皮层后部(posterior superior temporal cortex, pSTC),特别是右侧明显激活^[43]。而且在实验任务中大脑的 pSTC 激活程度,可以预测人们自我报告(self-report)的利他行为,即可以通过该区域的激活情况来判断一个人是自私自利的还是乐善好施的。而另外两个基于独裁者博弈的捐赠实验给了我们许多新的启示,Moll 等人的研究发现,同简单地得到金钱一样,捐赠行为无论自己花费金钱与否,只要有捐赠行为发生,同样都能激活奖赏系统的腹侧被盖区(ventral tegmental area, VTA)和腹背侧纹状体部位,说明捐赠本身就有奖赏的意味,有给予的快乐(joy of giving),符合利他中温情效应(warm glow)的假说^[44]。而且捐赠行为还特异性地激活了人们的 BA25 区(该区与中脑边缘系统的多巴胺能通路及 5-羟色胺能通路密切相连,和人类的社会依恋有关^[26])。该区还通过下丘脑前部室旁核调节催产素的分泌,而催产素与人们的信任行为有关^[21]。在一个关于慈善捐赠的研究中,William T. Harbaugh 等人设置了强制和自愿两种情境,在强制情境下,被试只能被动地看到他的金钱捐给了慈善机构,以此模拟人们实际生活中的税收行为;在自愿的情况下,参与人有权决定是否捐赠^[45]。在以上两种情况中,无论自己得到收益还是慈善机构得到捐赠,被试都自我报告了较高的满意度。而且收益越多,背侧和腹侧纹状体的激活越明显。另外,与纯利他模型一致,在看到慈善机构收到捐助时奖赏系统的激活情况能够预测他在一系列的自愿捐赠中的行为,即激活越明显,在接下来的实验中越倾向于捐赠。需要说明的是,后者的研究有特别重要的意义,在研究社会奖赏的时候可以摆脱二人博弈的限制而延伸到社会层面的决策,从而在公共政策等研究领域拓展新的空间^[16]。

五、合作背后的神经机制

社会人之所以有必要存在就是相互之间需要合作,合作就是通过分享使公共利益最大化,而非个人利益最大化^[20]。无论是囚徒困境还是信任博弈,合作都贯穿其中。

McCabe 等人在信任博弈中,扫描了投资人为电脑或普通被试者这两种情况下的委托代理人

的脑部,发现当委托代理人倾向于合作时,其与普通投资人交易时的前额叶活动明显强于与电脑投资人交易时的活动;而没有合作倾向的委托代理人在两种不同的条件下,前额叶的激活没有明显差别^[46]。研究人员以此推测,前额叶皮层通过抑制对即时奖赏的本能追求,来促进合作行为的发生。Decety 等人在一个简单的游戏中设置了三种场景,即与人合作、与人竞争和单独游戏,通过扫描参与者的脑部活动发现,与竞争相比,合作游戏激活了参与者左侧的内侧眶额叶皮层,这表明了合作是一种奖赏过程^[47]。Rilling 等人发现在与他人进行囚徒困境博弈时,同与电脑博弈相比,虽然获得相同的支付,但伏隔核有明显的激活^[48-49]。很多实验已经证明,预期奖赏(anticipated reward)能够激活伏隔核^[50-53],因此该实验反映出合作能激活奖赏系统,表明社会性合作行为本身就有奖赏的意味。King-Casas 等人用 fMRI 对重复信任博弈双方的脑部进行了开创性的超高扫描(hyperscanning),发现委托代理人的合作表现是根据投资人的声誉(reputation)和上一轮的表现来决定的^[54]。当投资人在委托代理人背叛后表现出慷慨时,委托代理人会表现出积极互惠;相反,当投资人表现出吝啬时,委托代理人也会相应地表现出消极互惠。通过脑部扫描发现,与消极互惠相比,在积极互惠情况下,投资人表现出的唯一的激活部位为尾核,激活的程度与委托代理人的回报多少成正相关。激活的峰值时间会随着游戏的进程发生改变,当决策双方在游戏初期彼此没有任何了解时,激活的峰值出现在对方作出信任决策时;而当对方逐渐建立声誉,激活的峰值提前至预期到对方会给出信任决策的时候。而这种时间维度上的变化与强化学习理论中的预测奖赏偏差变化相类似。研究者们认为,尾核的激活与感知对方的公平从而促进合作的目的有关。该研究第一次将基于模型的磁共振研究拓展到社会领域。

在另一版本的信任博弈中,Delgado 等人将委托代理人按照优良的道德品质、一般的道德品质和不明晰的道德品质分为三种类型,结果发现,尽管所有的投资人都得到相同的回报,但他们还是倾向于相信那些“声誉好”的委托代理人^[55]。尾核的激活只在面对道德品质不确定的搭档时才明显,说明预知的道德和社会感知能够减弱这种反馈。

Krueger 等人在重复信任博弈中设置了两种不同的情境,即有条件的信任和无条件的信任,进而将重复博弈的过程也人为地分为两阶段,即第一阶段为伙伴关系的建立(building)阶段,第二阶段为关系维持(maintenance)阶段^[56]。结果发现,被试在不同的条件下采取了不同的策略。在第一个建立阶段,两种情境的旁扣带回皮层(paracingulate cortex, PcC)都激活,并且在无条件信任的情境下激活更明显,这说明对对方的感知和伙伴关系的建立开始;在第二个维持阶段,在有条件的信任情境下,与预期和实现的奖赏相关的脑区激活腹侧被盖区(ventral tegmental area, VTA)激活,而无条件信任的情境下,隔区(septal area, SA)激活。隔区能够控制下丘脑前部,从而调节催产素和加压素的释放,是一个与社会依恋相关的脑区。该结果表明,在无条件信任的情景下,隔区是一个与更有效的策略相关的脑区,更节省认知资源。

在 Singer 等人的研究中,首先进行两人信任博弈,然后让投资人在磁共振内进行扫描,当被试观察到先前博弈中那些有意合作者(intentional cooperator)的脸谱时,双侧脑岛、颞上沟和左侧杏仁核以及奖赏相关系统等激活。由此可见,不但合作能够激活奖赏系统,看到值得信赖的合作者同样可以激活此系统^[57]。

六、共情和心理理论

在社会交往中,很重要的就是我们如何理解别人的感受,以及这种感受如何反映在我们自己的大脑内。有两种主流的学说:一个是共情(empathy),另一个就是心理理论(theory of mind)^[58-59]。

(一) 共情的研究

为区别于同情 (sympathy)、怜悯 (compassion)、情绪感染 (emotion contagion) 和心理理论 (theory of mind), Vignemont 等人对“共情”下了严格的定义: (1) 一个人处于某种情感状态; (2) 这种状态和另外一个人情感状态是相同的, 即同态; (3) 这种情感状态是通过观察和想象另一个人的状态所激发的; (4) 本人知晓他或她的情感状态来自于另外一个人。只有符合这四条才能称为共情^[60]。

共情指的是对他人情绪和精神状态的理解及对其行为的推测, 也就是我们常说的“感同身受”^[61]。共情使得我们不会伤害他人, 而且促进利他行为, 这对构建情感纽带非常重要。Singer 等人以配偶为被试组, 对配偶双方进行电刺激。扫描女性被试的大脑时发现, 无论是自己受到电击还是配偶受到电击, 被试与情感加工相关的脑区——双侧前岛叶、前扣带回吻部——都发生激活。而且通过标准的共情问卷发现, 问卷得分越高者, 其激活越明显^[62]。而后的研究中^[63], 在信任博弈游戏之后, 增加了让被试看到先前不公平或公平对待自己的搭档受到电击的环节。对被试大脑扫描发现, 在看到公平搭档受到电击时, 男性和女性都表现出了岛叶和前扣带回的激活, 即产生了对疼痛的共情。说明这种共情不限于自己钟爱的人, 对友好的参与者也有同样的表现。而且该研究还发现, 在看到不公平的提议者受到电击时, 共情相关脑区的反应明显减弱。另外, 男性被试还报告了对不公平搭档的报复意愿, 体现在看到其受电击时, 与奖赏相关的伏隔核和眶额叶皮层激活。该现象说明, 建立公正、对不公平行为进行惩罚能够诱发正性情绪。这与前文提到的利他性惩罚获得奖赏的结论相一致^[64]。

(二) 心理理论

在上文讲到的博弈中, 决策者采取行动前都要对别人的策略进行推理, 即推断别人行为背后的动机。心理理论解释了这种能力, 而这种能力被认为与人的颞极、颞上沟后部、内侧前额叶、旁扣带回皮层前部等有关^[58, 65-68]。在一个信任博弈的研究中, Tomlin 等人发现, 前扣带回皮层负责登记“自己”和“他人”的概念。在实验中, 当决策者作出自己的决定时, 他的扣带回皮层的中部变得活跃; 而当知晓对方的决策时, 他的扣带回前叶和后叶区域变得活跃, 而且只在搭档存在的情况下才能观察到这种现象^[69]。而 Chiu 等人对患有高功能自闭症 (high-functioning autism) 的男性进行重复信任博弈的研究中发现, 当其与对方博弈时, 扣带回皮层的自我反应明显减弱, 而且减弱的程度与病人的病情严重程度有关^[70]。前述 Krueger 等人对分阶段信任博弈中, 在开始建立伙伴关系阶段对对方的感知则激活了旁扣带回皮层^[56]。前文提到的与真人博弈时比同电脑博弈时脑部的激活更加明显的结论, 也为心理理论提供了支持^[48-49]。

七、结语与展望

通过大量对人类互动行为的研究, 揭示出人们除追求单纯的经济利益之外, 还以获得他人的信任、树立公平公正、理解他人感受为目标, 并从自身获利、他人获益及社会秩序的实现中获得满足。这展示出人们社会经济行为背后的诸多动机和各种因素作用机制, 也要求我们对于“理性”、“有限理性”和“非理性”行为进行重新审视。

而社会神经经济学的兴起无疑为我们提供了更为客观的标准。本文所述研究从各种社会偏好的角度对经济行为的机制进行了生理层面的探索。对信任博弈的研究, 证明催产素通过减少与恐惧相关脑区如杏仁核的激活而加强了人际间的信任; 在公平的研究方面, 发现不公平感与主司阴性

情感的岛叶的激活有关,而公平感则有大脑奖赏系统的参与;同样,利他也在神经学层面找到了证据,发现利他本身就能激活大脑内的奖赏系统,这为人们的利他主义行为提供了神经学层面的支持,即利他本身就可以在大脑内产生一种自我激励,实现自我奖赏。另外,共情和心理理论的研究也阐明了感知、理解和推断他人行为的重要机制。社会神经经济学的研究意义在于,发现与社会交互中的情感特征相关的大脑活动机制,从而从根本上解释人们的社会情感特征从何而来,为构建更为完整且契合实际的经济模型提供客观依据。

从以上的综述可以看出,神经科学的发展为研究经济和管理问题提供了丰富的手段,从利用 fMRI 的大脑空间维度的相关关系解释,到 TMS、局部脑部损伤病人的因果关系的澄清,及综合运用各种神经影像学、神经药理学等手段,使得我们能够验证行为经济学中很多对经典经济学理论的质疑,而且还能从神经学层面获得新的解释,从而深入解释或重构行为经济学的理论和模型。借用这些手段,能让人们在新的视角下进行研究,从而为解答经济学范畴内一些长期的疑惑提供更大的可能。当然,利用神经科学技术对经济学进行研究也面临着一定的局限。实验室环境与现实环境的差异无疑使研究结果解释现实的能力受到挑战。因此,对于实验研究结果的外延解释和现实推广仍需谨慎对待。

值得一提的是,在中国文化背景下,研究社会神经经济学有其特殊的意义和价值。这是因为中国数千年文化无不强调人与人之间关系的重要性,社会性因素对当今社会经济行为方方面面的渗透极为深远。对具有先天既成社会关系观念的中国人进行研究,既有一定的便利性,又极有可能得出具有社会文化特征的新结论。

[参 考 文 献]

- [1] P. W. Glimcher & A. Rustichini, "Neuroeconomics: The Consilience of Brain and Decision", *Science*, Vol. 306, No. 5695 (2004), pp. 447 ~ 452.
- [2] P. J. Zak, "Neuroeconomics", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 359, No. 1451 (2004), pp. 1737 ~ 1748.
- [3] C. Camerer, G. Loewenstein & D. Prelec, "Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics", *Journal of Economic Literature*, Vol. 43, No. 1 (2005), pp. 9 ~ 64.
- [4] P. Kenning & H. Plassmann, "Neuroeconomics: An Overview From an Economic Perspective", *Brain Research Bulletin*, Vol. 67, No. 5 (2005), pp. 343 ~ 354.
- [5] A. G. Sanfey, G. Loewenstein & S. M. McClure, et al, "Neuroeconomics: Cross-Currents in Research On Decision-Making", *Trends in Cognitive Science*, Vol. 10, No. 3 (2006), pp. 108 ~ 116.
- [6] P. R. Montague, "Neuroeconomics: A View from Neuroscience", *Functional Neurology*, Vol. 22, No. 4 (2007), pp. 219 ~ 234.
- [7] G. Loewenstein, S. Rick & J. D. Cohen, "Neuroeconomics", *Annual Review of Psychology*, Vol. 59 (2008), pp. 647 ~ 672.
- [8] 余荣军、周晓林:《神经经济学: 打开经济行为背后的“黑箱”》,《科学通报》2007 年第 9 期,第 992 ~ 998 页。
[Yu Rongjun & Zhou Xiaolin, "Neuroeconomics: Opening the 'Black Box' Behind the Economic Behavior", *Chinese Science Bulletin*, No. 9 (2007), pp. 992 ~ 998.]
- [9] R. Adolphs, "Social Cognition and the Human Brain", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 3, No. 12 (1999), pp. 469 ~ 479.
- [10] M. D. Lieberman, "Intuition: A Social Cognitive Neuroscience Approach", *Psychological Bulletin*, Vol. 126, No. 1 (2000), pp. 109 ~ 137.

- [11] K. N. Ochsner & M. D. Lieberman, "The Emergence of Social Cognitive Neuroscience," *American Psychologist*, Vol. 56, No. 9 (2001), pp. 717 - 734.
- [12] M. D. Lieberman, "Principles, Processes, and Puzzles of Social Cognition: An Introduction for the Special Issue on Social Cognitive Neuroscience," *Neuroimage*, Vol. 28, No. 4 (2005), pp. 745 - 756.
- [13] M. D. Lieberman, "Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes," *Annual Review of Psychology*, Vol. 58 (2007), pp. 259 - 289.
- [14] 罗跃嘉、古若雷、陈华等:《社会认知神经科学研究的最新进展》,《心理科学进展》2008年第3期,第430-434页。[Luo Yuejia, Gu Ruolei & Chen Hua, et al, "Progress in Research on Social Cognitive Neuroscience," *Advances in Psychological Science*, No. 3 (2008), pp. 430 - 434.]
- [15] E. Fehr & C. F. Camerer, "Social Neuroeconomics: The Neural Circuitry of Social Preferences," *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 11, No. 10 (2007), pp. 419 - 427.
- [16] A. G. Sanfey, "Social Decision-Making: Insights from Game Theory and Neuroscience," *Science*, Vol. 318, No. 5850 (2007), pp. 598 - 602.
- [17] D. Lee, "Game Theory and Neural Basis of Social Decision Making," *Nature Neuroscience*, Vol. 11, No. 4 (2008), pp. 404 - 409.
- [18] J. K. Rilling, B. King-Casas & A. G. Sanfey, "The Neurobiology of Social Decision-Making," *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 18, No. 2 (2008), pp. 159 - 165.
- [19] J. Berg, J. Dickhaut & K. McCabe, "Trust, Reciprocity, and Social History," *Games and Economic Behavior*, Vol. 10, No. 1 (1995), pp. 122 - 142.
- [20] G. Tabibnia & M. D. Lieberman, "Fairness and Cooperation are Rewarding: Evidence from Social Cognitive Neuroscience," *Social Cognitive Neuroscience of Organizations*, Vol. 1118 (2007), pp. 90 - 101.
- [21] P. J. Zak, "The Neurobiology of Trust," *Scientific American*, Vol. 298, No. 6 (2008), pp. 88 - 92, 95.
- [22] P. J. Zak, R. Kurzban & W. T. Matzner, "Oxytocin is Associated with Human Trustworthiness," *Hormones and Behavior*, Vol. 48, No. 5 (2005), pp. 522 - 527.
- [23] P. J. Zak, A. A. Stanton & S. Ahmadi, "Oxytocin Increases Generosity in Humans," *PLoS ONE*, Vol. 2, No. 11 (2007), pp. 1 - 5.
- [24] P. J. Zak, R. Kurzban & W. T. Matzner, "The Neurobiology of Trust," *The New York Academy of Sciences*, Vol. 1032 (2004), pp. 224 - 227.
- [25] P. J. Zak & A. Fakhar, "Neuroactive Hormones and Interpersonal Trust: International Evidence," *Economics & Human Biology*, Vol. 4, No. 3 (2006), pp. 412 - 429.
- [26] L. J. Young & Z. X. Wang, "The Neurobiology of Pair Bonding," *Nature Neuroscience*, Vol. 7, No. 10 (2004), pp. 1048 - 1054.
- [27] M. Kosfeld, M. Heinrichs & P. J. Zak, et al, "Oxytocin Increases Trust in Humans," *Nature*, Vol. 435, No. 7042 (2005), pp. 673 - 676.
- [28] T. Baumgartner, M. Heinrichs & A. Vonlanthen, et al, "Oxytocin Shapes the Neural Circuitry of Trust and Trust Adaptation in Humans," *Neuron*, Vol. 58, No. 4 (2008), pp. 639 - 650.
- [29] P. Kirsch, C. Esslinger & Q. Chen, et al, "Oxytocin Modulates Neural Circuitry for Social Cognition and Fear in Humans," *Journal of Neuroscience*, Vol. 25, No. 49 (2005), pp. 11489 - 11493.
- [30] J. A. Bartz & E. Hollander, "Oxytocin and Experimental Therapeutics in Autism Spectrum Disorders," *Progress in Brain Research*, Vol. 170 (2008), pp. 451 - 462.
- [31] E. Fehr & K. M. Schmidt, "A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, No. 3 (1999), pp. 817 - 868.
- [32] A. G. Sanfey, J. K. Rilling & J. A. Aronson, et al, "The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game," *Science*, Vol. 300, No. 5626 (2003), pp. 1755 - 1758.
- [33] M. van't Wout, R. S. Kahn & A. G. Sanfey, et al, "Affective State and Decision-Making in the Ultimatum Game," *Experimental Brain Research*, Vol. 169, No. 4 (2006), pp. 564 - 568.

- [34] M. Koenigs & D. Tranel, "Irrational Economic Decision-Making after Ventromedial Prefrontal Damage: Evidence from the Ultimatum Game," *Journal of Neuroscience*, Vol. 27, No. 4 (2007), pp. 951 - 956.
- [35] K. M. Harle & A. G. Sanfey, "Incidental Sadness Biases Social Economic Decisions in the Ultimatum Game," *Emotion*, Vol. 7 (2007), pp. 876 - 881.
- [36] D. Knoch, A. Pascual-Leone & K. Meyer, et al, "Diminishing Reciprocal Fairness by Disrupting the Right Prefrontal Cortex," *Science*, Vol. 314, No. 5800 (2006), pp. 829 - 832.
- [37] D. Knoch & E. Fehr, "Resisting the Power of Temptations: The Right Prefrontal Cortex and Self-Control," *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1104 (2007), pp. 123 - 134.
- [38] K. Jensen, J. Call & M. Tomasello, "Chimpanzees are Rational Maximizers in an Ultimatum Game," *Science*, Vol. 318, No. 5847 (2007), pp. 107 - 109.
- [39] G. Tabibnia, A. B. Satpute & M. D. Lieberman, "The Sunny Side of Fairness: Preference for Fairness Activates Reward Circuitry (and Disregarding Unfairness Activates Self-Control Circuitry)," *Psychological Science*, Vol. 19, No. 4 (2008), pp. 339 - 347.
- [40] T. C. Burnham, "High-Testosterone Men Reject Low Ultimatum Game Offers," *Proceedings of the Royal Society B*, Vol. 274, No. 1623 (2007), pp. 2327 - 2330.
- [41] M. J. Crockett, L. Clark & G. Tabibnia, et al, "Serotonin Modulates Behavioral Reactions to Unfairness," *Science*, Vol. 320, No. 5884 (2008), p. 1739.
- [42] E. Emanuele, N. Brondino & M. Bertona, et al, "Relationship between Platelet Serotonin Content and Rejections of Unfair Offers in the Ultimatum Game," *Neuroscience Letters*, Vol. 437, No. 2 (2008), pp. 158 - 161.
- [43] D. Tankersley, C. J. Stowe & S. A. Huettel, "Altruism is Associated with an Increased Neural Response to Agency," *Nature Neuroscience*, Vol. 10, No. 2 (2007), pp. 150 - 151.
- [44] J. Moll, F. Krueger & R. Zahn, et al, "Human Fronto-Mesolimbic Networks Guide Decisions about Charitable Donation," *The Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 103, No. 42 (2006), pp. 15623 - 15628.
- [45] W. T. Harbaugh, U. Mayr & D. R. Burghart, "Neural Responses to Taxation and Voluntary Giving Reveal Motives for Charitable Donations," *Science*, Vol. 316, No. 5831 (2007), pp. 1622 - 1625.
- [46] K. McCabe, D. Houser & L. Ryan, et al, "A Functional Imaging Study of Cooperation in Two-Person Reciprocal Exchange," *The Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 98, No. 20 (2001), pp. 11832 - 11835.
- [47] J. Decety, P. L. Jackson & J. A. Sommerville, et al, "The Neural Bases of Cooperation and Competition: An fMRI Investigation," *Neuroimage*, Vol. 23, No. 2 (2004), pp. 744 - 751.
- [48] J. Rilling, D. Gutman & T. Zeh, et al, "A Neural Basis for Social Cooperation," *Neuron*, Vol. 35, No. 2 (2002), pp. 395 - 405.
- [49] J. Rilling, A. G. Sanfey & J. A. Aronson, et al, "Opposing Bold Responses to Reciprocated and Unreciprocated Altruism in Putative Reward Pathways," *Neuroreport*, Vol. 15, No. 16 (2004), pp. 2539 - 2543.
- [50] B. Knutson & J. C. Cooper, "Functional Magnetic Resonance Imaging of Reward Prediction," *Current Opinion in Neurology*, Vol. 18, No. 4 (2005), pp. 411 - 417.
- [51] B. Knutson & R. Peterson, "Neurally Reconstructing Expected Utility," *Games and Economic Behavior*, Vol. 52, No. 2 (2005), pp. 305 - 315.
- [52] B. Knutson, C. M. Adams & G. W. Fong, et al, "Anticipation of Increasing Monetary Reward Selectively Recruits Nucleus Accumbens," *Journal of Neuroscience*, Vol. 21, No. 16 (2001), pp. 1 - 159.
- [53] B. Knutson, G. W. Fong & C. M. Adams, et al, "Dissociation of Reward Anticipation and Outcome with Event-Related Fmri," *Neuroreport*, Vol. 12, No. 17 (2001), pp. 3683 - 3687.
- [54] B. King-Casas, D. Tomlin & C. Anen, et al, "Getting to Know You: Reputation and Trust in a Two-Person Economic Exchange," *Science*, Vol. 308, No. 5718 (2005), pp. 78 - 83.

- [55] M. R. Delgado, R. H. Frank & E. A. Phelps, "Perceptions of Moral Character Modulate the Neural Systems of Reward during the Trust Game," *Nature Neuroscience*, Vol. 8, No. 11 (2005), pp. 1611 - 1618.
- [56] F. Krueger, K. McCabe & J. Moll, et al, "Neural Correlates of Trust," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104, No. 50 (2007), pp. 20084 - 20089.
- [57] T. Singer, S. J. Kiebel & J. S. Winston, et al, "Brain Responses to the Acquired Moral Status of Faces," *Neuron*, Vol. 41, No. 4 (2004), pp. 653 - 662.
- [58] G. Hein & T. Singer, "I Feel How You Feel but Not Always: The Empathic Brain and its Modulation," *Current Opinion in Neurology*, Vol. 18, No. 2 (2008), pp. 1 - 6.
- [59] N. I. Eisenberger, M. D. Lieberman & K. D. Williams, "Does Rejection Hurt? An Fmri Study of Social Exclusion," *Science*, Vol. 302, No. 5643 (2003), pp. 290 - 292.
- [60] F. de Vignemont & T. Singer, "The Empathic Brain: How, When and Why?" *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 10, No. 10 (2006), pp. 435 - 441.
- [61] 崔芳、南云、罗跃嘉:《共情的认知神经研究回顾》,《心理科学进展》2008年第2期,第250-254页。[Cui Fang, Nan Yun & Luo Yuejia, "A Review of Cognitive Neuroscience Studies on Empathy," *Advances in Psychological Science*, No. 2 (2008), pp. 250 - 254.]
- [62] T. Singer, B. Seymour & J. O'Doherty, et al, "Empathy for Pain Involves the Affective but Not Sensory Components of Pain," *Science*, Vol. 303, No. 5661 (2004), pp. 1157 - 1162.
- [63] T. Singer, B. Seymour & J. O'Doherty, et al, "Empathic Neural Responses are Modulated by the Perceived Fairness of Others," *Nature*, Vol. 439, No. 7075 (2006), pp. 466 - 469.
- [64] D. de Quervain, U. Fischbacher & V. Treyer, et al, "The Neural Basis of Altruistic Punishment," *Science*, Vol. 305, No. 5688 (2004), pp. 1254 - 1258.
- [65] U. Frith & C. D. Frith, "Development and Neurophysiology of Mentalizing," *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 358, No. 1431 (2003), pp. 459 - 473.
- [66] H. L. Gallagher & C. D. Frith, "Functional Imaging of 'Theory of Mind'," *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 2 (2003), pp. 77 - 83.
- [67] D. M. Amodio & C. D. Frith, "Meeting of Minds: The Medial Frontal Cortex and Social Cognition," *Nature Review Neuroscience*, Vol. 7, No. 4 (2006), pp. 268 - 277.
- [68] T. Singer, "The Neuronal Basis and Ontogeny of Empathy and Mind Reading: Review of Literature and Implications for Future Research," *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Vol. 30, No. 6 (2006), pp. 855 - 863.
- [69] D. Tomlin, M. A. Kayali & B. King-Casas, et al, "Agent-Specific Responses in the Cingulate Cortex during Economic Exchanges," *Science*, Vol. 312, No. 5776 (2006), pp. 1047 - 1050.
- [70] P. H. Chiu, M. A. Kayali & K. T. Kishida, et al, "Self Responses Along Cingulate Cortex Reveal Quantitative Neural Phenotype for High-Functioning Autism," *Neuron*, Vol. 57, No. 3 (2008), pp. 463 - 473.