

John Nash

ESSAYS
ON
GAME THEORY
by
John F. Nash, Jr

纳什博弈论 论文集

【美】约翰·纳什 著
张良桥 王晓刚 译 王则柯 校



首都经济贸易大学出版社
Capital University of Economics and Business Press

纳什博弈论论文集

【美】约翰·纳什 著

张良桥 王晓刚 译 王则柯 校



首都经济贸易大学出版社

Capital University of Economics and Business Press

图书在版编目(CIP)数据

纳什博弈论论文集/(美)纳什著;张良桥,王晓刚译. —北京:首都经济贸易大学出版社,2015.8

ISBN 978 - 7 - 5638 - 2390 - 1

I. ①纳… II. ①纳… ②张… ③王… III. ①博弈论—文集 IV. ①O225 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 151596 号

Essays On Game Theory

Copyright © John F. Nash, Jr, 1996

Copyright © introduction, Ken Binmore, 1996

根据 Edward Elgar 出版公司 1996 年版翻译

著作权合同登记号

图字:01 - 1999 - 1205 号

纳什博弈论论文集

约翰·纳什 著 张良桥 王晓刚 译

出版发行 首都经济贸易大学出版社

地 址 北京市朝阳区红庙(邮编 100026)

电 话 (010)65976483 65065761 65071505(传真)

网 址 <http://www.sjmcb.com>

E - mail publish@cueb.edu.cn

经 销 全国新华书店

照 排 首都经济贸易大学出版社激光照排服务部

印 刷 北京海纳百川印刷有限公司

开 本 710 毫米×1000 毫米 1/16

字 数 206 千字

印 张 11.75

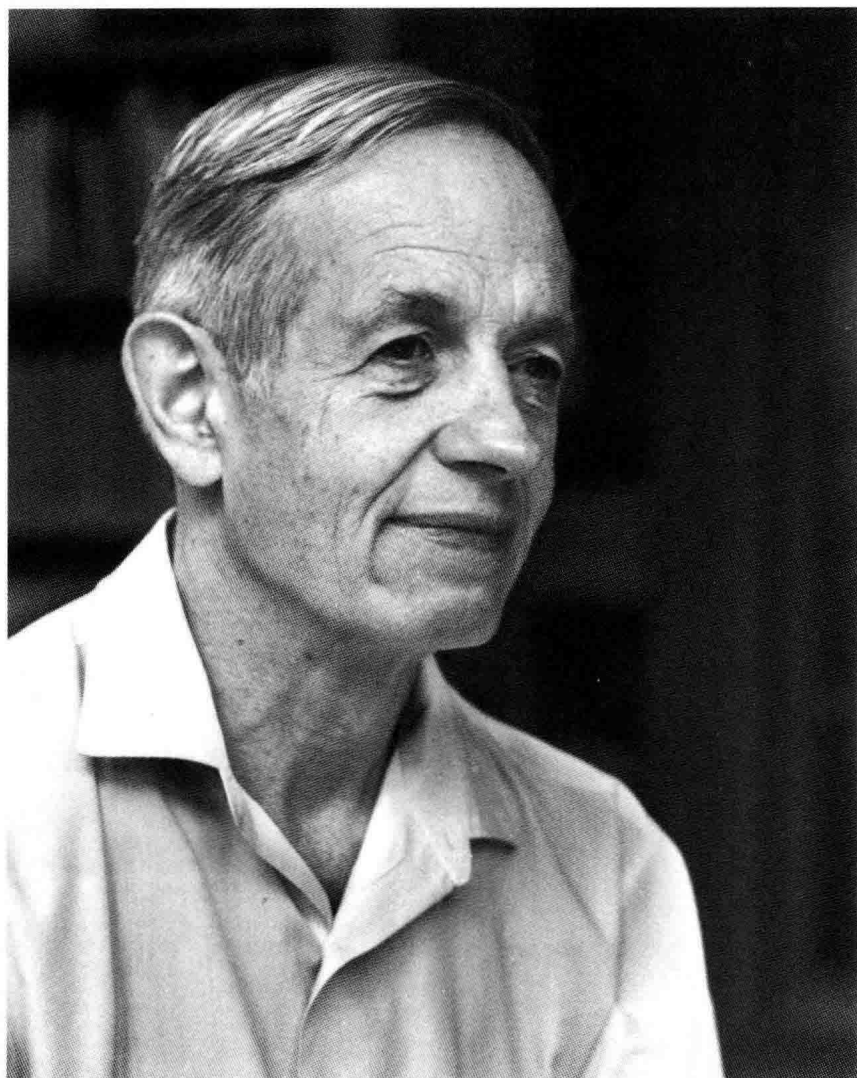
版 次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5638 - 2390 - 1/O · 37

定 价 45.00 元

图书印装若有质量问题,本社负责调换

版权所有 侵权必究



John Nash

约翰·纳什 John Nash, Jr (1928—2015)

美国普林斯顿大学教授。1994年因其对“非合作博弈均衡分析，以及对博弈论的其他贡献”，荣获诺贝尔经济学奖。

谨以此书献给约翰·纳什夫妇

出版说明

2015年5月24日,纳什教授与82岁的妻子艾丽西娅在美国新泽西州乘坐出租车时,因车辆失控遇难。他是在挪威领取了数学界的阿贝尔奖,返回美国后从机场前往家中的路上遇难的。听到这一消息,作为《诺贝尔经济学奖获奖者学术精品自选集》的出版者心情十分沉痛。纳什教授一生坎坷,现在又以这样的方式离开世界,令人扼腕唏嘘。

约翰·纳什(1928—2015)是美国普林斯顿大学数学系教授,博弈论的奠基人之一。他青年时代提出的“纳什均衡”及其后续理论影响了数学界,也改变了经济学乃至整个社会科学的面貌。30岁后,纳什先生开始遭受妄想型精神分裂症的折磨,事业停顿,家庭解体。30年后,他病情好转,重新回到工作岗位。1994年因其对“非合作博弈均衡分析,以及对博弈论的其他贡献”荣获“诺贝尔经济学奖”。

对中国人来说,知道纳什教授的人恐怕很少,与他有过接触的人恐怕就更少了。有幸的是,我们出版社的编辑却是这少数人中的几个。1997年,出版社决定出版《诺贝尔经济学奖获奖者学术精品自选集》。这套丛书采用由获奖者自定书目的方式确定收入其中的著作。为此我们的编辑于1997年11月22日给纳什教授发出了第一封信。坦白地说,我们是怀着惴惴不安的心情写信给他的:除了对他身心状况的担心外,更多的担心是这位享誉世界的大师能否理会我们的要求。但没过多久,我们却如愿以偿了:次年1月13日,出版社的传真

机吐出了一张来自美国普林斯顿大学的传真,满篇的手写英文在一大堆用电脑打印的文件中特别显眼。纳什先生回信了!他在信中说:“我不是很清楚你们想出版什么样的书籍或文章。但是我有一本最近出版的有关博弈论的书,经济学家们对博弈论的研究很感兴趣。”

此后,纳什先生又把出版商的详细联系方式告诉了出版社。他自己并主动向出版商询问中文版版权的事宜。得知出版商并不拥有版权后,纳什欣然同意首都经济贸易大学出版社出版这本书的中译本,并在以后的书信中就这本书的序言、版税、照片等细节问题一一进行了安排。

所有传真和来信,纳什先生都是亲笔手书的,前后共计十余封。每一封信,纳什都习惯性地说明是要回复我们哪一天的来信,如果涉及另外的机构或个人,他一定会把他们的电话、传真、电子邮箱等联系方式写得清清楚楚,生恐我们联系不上。1999年2月25日,他因为电子邮件被退回,还专门发了一封道歉的传真说明情况。从文字来看,纳什先生的思维跟常人一样,甚至比常人更热情和周到。1999年3月4日,纳什先生正式同意授权。当时中国的春节刚过去不久,纳什先生还特意在信中向编辑部致以新春的问候。

在计算机普及的时代,大师却手书信件十余封,足见他认为此书在中国的出版意见非凡,正如他在帮助出版社与本书序言的作者宾默尔教授联系的信中幽默地写的那样:“用一种能有10亿人使用的语言出版这本书是一件很有价值的事情。虽然只会有一小部分人对这本书感兴趣。”

在我国著名经济学家王则柯教授的帮助下,中译本《纳什博弈论论文集》于2000年11月顺利出版。书前附有纳什教授的一帧照片,这是纳什教授特意为中国读者挑选的。照片上的老人清瘦、含笑,显现出其慈祥、质朴、平易近人的风貌;深邃的目光放射出智慧的光芒和

对科学执着追求的精神；那深深的皱纹烙印着他坎坷的人生经历，看到这帧照片便会对这位老人心生敬意。

纳什教授遇难后，我们决定重新整理出版《纳什博弈论论文集》，作为对这位学界精英的永久纪念。本次再版，我们对原译本在编辑、排版、印刷等方面的不足进行了改进。为使读者更加了解纳什教授的经历并走进他的内心深处，特增加了附录《纳什访谈录》。我们希望这本书能够为中国学界了解纳什的学术贡献有所帮助，并推动博弈论在中国各个领域的广泛应用。

谨以本书献给约翰·纳什夫妇！

出版者
2015.6

致 谢

出版者向以下材料的惠予使用版权者致以衷心的感谢:

Annals of Mathematics for: ‘Non – cooperative Games’, **54**(2), September 1951:286—295.

The Econometric Society for: ‘The Bargaining Problem’, *Econometrica*, 18, 1950:155—162; ‘Two – Person Cooperative Games’, *Econometrica*, **21**, 1953: 128—140; ‘A Comparison of Treatments of a Duopoly Situation’, with J. P. Mayberry and M. Shubik, *Econometrica*, **21**, 1953: 141—154.

John P. Mayberry and Martin Shubik for: ‘A Comparison of Treatments of a Duopoly Situation’, *Econometrica*, **21**, 1953:141—154.

John W. Milnor for: ‘Some Experimental, n – Person Games’. with G. K. Kalisch and E. D. Nering, in R. M. Thrall, C. H. Coombs and R. L. Davis(eds) *Decision Processes*, 1954, John Wiley&Sons Inc., 301—327.

Princeton University Press for: ‘A Simple Three – Person Poker Game’, with L. S. Shapley, *Annals of Mathematic Studies*, **24**, reprinted here from H. W. Kuhn and A. W. Tucker(eds), *Contributions to the Theory of*

Games, Volume I, 1950, 105—116.

Robert Thrall for: ‘Some Experimental n – Person Games’, with G. K. Kalisch, J. W. Milnor and E. D. Nering, in R. M. Thrall, C. H. Coombs and R. L. Davis(eds) *Decision Processes* 1954, John Wiley & Sons Inc. , 301—327.

出版者将努力追溯出所有材料的版权所有者,但如有遗漏,出版者将非常乐意即时做出必要的安排。

序 言

肯·宾默尔
(Ken Binmore)

【摘要】纳什对非合作博弈理论真正重大的贡献,在于他为这一学科提供了一个概念性的框架。对他来说,这个创造可能看起来并不费力,但是这一步对他的前人来说却是不可逾越的鸿沟。

现在经济学家们已经习惯于用他所应用的这种公理化方法来表达像纳什讨价还价解这样的合作解概念,但在当时他提出这种类型的公理是史无前例的。特别是,他提出应该把讨价还价解定义为讨价还价问题的整个集合到所有可能的结果组成的集合的一个函数,这种思想更是空前的。

纳什(John Nash)将与哈萨尼(John Harsanyi)、泽尔滕(Reinhard Selten)分享1995年度诺贝尔经济学奖的消息(实际获得的是1994年度的诺贝尔经济学奖——译注)受到了双重欢迎。这不仅意味着他年轻时取得的卓越成就得到了与其重要性相匹配的认可,而且意味着那长期困扰着其生活的疾病已经得到了缓解。我希望这本他青年时期的论文集能提醒大家:纳什又回到了他作出过卓越贡献的学术界来了。

在这篇有关纳什的工作的简短的序言中,我将集中介绍他对合作博弈和非合作博弈的重要贡献。他的这些贡献主要体现在1950, 1951, 1953年发表在《计量经济学》(Econometrica)和《数学年刊》(Annals of Mathematics)的三篇重要论文中。

非合作博弈理论

冯·诺依曼(Von Neumann)^[13]在1928年创立了二人零和博弈理论。事实上,他的一些思想波雷尔(Emile Borel)^①早就预见到了。但是正如冯·诺依曼后来意识到的:没有他的最大最小定理(该定理说明每一个二人零和博弈均有一个解),博弈论便无从谈起。直到摩根斯滕(Morgenstern)说服冯·诺依曼并与之合著《博弈论与经济行为》^[14]一书,冯·诺依曼在经济学上取得的成就的意义才引起人们的重视。该书出版于1944年,并且在当时引起了强烈的反响,使得人们对通过博弈理论把经济学变成像物理学一样可预测的科学寄予很大的希望。现在看来,这种希望显然是很天真的,就像在70年代,当隐

① 波雷尔已经归纳出了纯策略和混合策略的概念,他用这些概念分析了简单扑克牌游戏。他也考察过最小最大定理正确的可能性,但是认为不大可能成立。

含在纳什发现中的东西首次被充分发掘而引起博弈论的复兴时,人们对之寄予了同样的希望一样。现在人们不再期望博弈论会使经济学在一夜之间发生根本的变化。但是随着我们殚精竭虑地逐渐学会把博弈论的预测结果与从心理学实验中得出的互动学识的数据联系起来,任何理论家都不会怀疑博弈论最终将会取得这一成就。

冯·诺依曼和摩根斯滕在《博弈论与经济行为》一书中,第一部分的分析与第二部分的分析存在着明显的风格不一致的地方。这种不一致性还保留在现代博弈论里面,那就是合作博弈与非合作博弈的区分。

《博弈论与经济行为》一书的非合作博弈部分主要处理一类特殊的博弈——二人零和博弈。对于这类博弈,其结果是双方的支付之和均为零。冯·诺依曼和摩根斯滕认为这类博弈的解通常要求双方采取混合策略,即为了使对方猜不透自己究竟采取何种策略^①,各参与人随机地选择自己的纯策略。至于以什么样的概率选择各纯策略,他们在《博弈论与经济行为》一书的非合作部分中指出:不管对方采用何种策略,他应该选择混合策略以保证期望支付不少于他的保障支付的水平。他的保障支付水平是指能够得到如此保证的最大支付。(我常常把编号为“奇数”的参与人称为“他”,把编号为“偶数”的参与人称为“她”。对于没有编号的参与人,为简便起见,常用代词“他”来表示。)

① 如果觉得理性博弈可能会出现随机化选择看起来有些奇怪,那么让我们来考虑一下扑克牌博弈。显然,在扑克牌博弈中有时参与人必定会使用欺骗手段。如果一方仅仅在高牌时下注,那么他的对手很快会知道,除非自己拿了更高的牌,否则他应该选择退出。同样,一方显然也不应该以一种可预测的方式去讹诈对方。只要一方仔细地选择他讹诈的频率,那么他随机选择哪一次讹诈就很有意义。

一个参与人在计算他的保障支付水平时,首先计算他运用每一个混合策略将得到的最小支付。所有这些最小支付的最大值即为保障支付水平。冯·诺依曼和摩根斯滕用于分析二人零和博弈的方法因而被称为“最大最小准则”。由于冯·诺依曼^[13]著名的最小最大定理^①断言博弈双方的保障支付水平之和为零,所以在二人零和博弈中应用最大最小准则是合理的。除非对手得到低于保障水平的支付,否则谁也别想得到多于他的保障支付的水平。另一方面,因为任一参与人均可以自由地应用最大最小准则且保证他至少能够得到他的保障支付的水平,所以他们不会满足于获得少于保障支付的水平。因此,二人零和博弈的合理结果,应该是每一方正好得到他的保障支付的水平。

然而,在经济学中二人零和博弈并不会引起人们太大的兴趣。如何把它推广到支付之和非零的博弈中去呢?直到今日,仍然存在着这样一种学派思想,即简单地把最大最小准则看成是一个理性决策问题中普遍适应的原则,并且不加区别地运用。但是,这样做过于轻率。如果参与人 I 知道参与人 II 是理性的,并且知道理性人会运用最大最小准则,那么他自己就不会使用最大最小准则,而是采用作为相对于对方最大最小策略的最优反应的策略。除非像在二人零和博弈那样,这个最优反应恰好就是最大最小策略,否则当参与人 II 知道参与人 I 是理性的,并且知道理性的参与人 I 知道参与人 II 是理性的时,我们就会得出一种不相容的结果。

① 为什么是最小最大而不是最大最小呢?该定理常常用以下形式描述: $\max_p \min_q \Phi(p, q) = \min_q \max_p \Phi(p, q)$, 其中, $\Phi(p, q)$ 为如果参与人 I 使用混合策略 p 而参与人 II 使用混合策略 q 时参与人 I 的期望支付。这个等式的左边是参与人 I 的保障支付水平;等式的右边是参与人 II 保障支付水平的相反数。

纳什^[6]把这种最优反应的分析作为对冯·诺依曼最大最小定理推广的基础。一个策略对要成为二人博弈的解的起码要求是：其中每一个策略必须是另一策略的最优反应。这样的策略对，现在称之为**纳什均衡**，它是非合作博弈理论的基础。任何权威的博弈论著作都不可能再提出一个策略对作为博弈的解，除非这个策略对就是一个纳什均衡。如果某本书建议参与人 I 采用一个策略，而这个策略并不是他对该书建议参与人 II 采用的策略的最优反应，那么如果参与人 I 相信参与人 II 会选取书中所推荐的策略，他就不会选择与之对应的策略。因此，对冯·诺依曼和摩根斯滕的二人零和博弈理论适当的推广，并不是没有头脑地把最大最小准则用于所有的决策问题。适当的推广只是简单地指出，如果一个非合作博弈有一个解，那么该解必是博弈的纳什均衡。

为什么冯·诺依曼和摩根斯滕他们没有得出这种推广呢？他们当然知道，只有在一方参与人的最大最小策略正好是另一方的最大最小策略的最优反应时，对二人零和博弈而言最小最大定理才成立。我猜想是因为他们认为知道“博弈的解必是纳什均衡”这一点并不总是那么有用。经济学里许多有趣的博弈通常有很多不同的纳什均衡——纳什^[5]要价博弈就是一个代表性的例子。然而，当一个博弈有许多纳什均衡时，选择哪一个作为博弈的解呢？

就二人零和博弈而言，不存在解的选择问题，因为在这样的博弈中所有的纳什均衡都同样地令人满意。我想，冯·诺依曼和摩根斯滕可能已经发现这一点在一般情况下并不总是成立的，他们之所以什么也没有说，是因为还说不出的让自己满意的东西来。正如他们可能感觉到的那样，上面对纳什均衡概念的论证，完全是消极的。该论证除了说明纳什均衡会是博弈的解以外，什么也没有说。然而，参与人选择这一策略而非另一策略时必须要有积极的理由。事实上，在二人零和博

弈中,一个理性的参与人的确有积极的理由选择其最大最小策略:这个策略保证了他获得保障水平的支付。

然而,正如纳什的论文所记载的那样,他提出均衡的概念,除了作为博弈的理性解的一种表示方法以外,还有其他的理由;并且他认识到存在一个互动的调整过程,在该过程中,有限理性的当事人通过不断地观察他的可能的对手的策略选择,不断地学习调整自己的策略以获得更大的支付。如果这个策略调整过程收敛的话,一定会收敛于纳什均衡。

最近的实验工作已经确认,这是一条在实验室中达到纳什均衡的路径——它不是经过一个复杂的推理过程而是根据实验对象所做的选择而得出的。例如,在平滑化的纳什要价模型中,我的实验对象经过仅 30 次尝试就成功地收敛于纳什均衡,且在此过程中没有迹象表明他们经过任何认真的思考,即使在博弈前他们曾因配对与一个预先编好程序的机器人博弈而被锁定在偏离均衡点的焦点上(Binmore et al.^[3])。在这个实验和许多其他实验中,纳什均衡成功地预测了对象的长期行为,所有的实验证据都表明,他们是通过非大脑皮层的“试验—失误”的学习过程来找到引向均衡的道路的。也没有证据说明实验对象在二人零和博弈中随机选择的策略与冯·诺依曼的下述观点一致:理性人在博弈中按照确保能得到保障水平的支付选择策略。相反,当实验对象在二人零和博弈中收敛于一个混合策略时^①,他们也以同样的理由在其他的博弈中收敛于混合策略。

① 对于这一情况的可能性还存在争论。然而,如果实验条件合适的话,在二人零和博弈中实验对象确实趋向于混合策略纳什均衡,肯·宾默尔等人^[4]由此得到了强有力的支持。

具有讽刺意味的是,有关纳什均衡的纳什论文^[6]带来巨大反响的部分原因,在于没有多少人知道纳什关于其均衡思想值得研究的理由的观点。然而,大家都知道,古诺(Cournot)在1830年已经从研究双头垄断行业这一特殊的例子中归纳出了纳什均衡的思想,只是由于他用以证明其思想的调整机制(近视的古诺调整)的非现实性而一直受到批评。不过,纳什并不知道古诺。他过去和现在都是一个数学家,且习惯于用抽象而简洁的方式描述事物,而这种方式仅仅考虑与待定理直接相关的东西。因此,他的论文不仅使经济学家们见识到纳什均衡思想的广泛应用,而且也使得他们在讨论最终将收敛的均衡时,不必再像过去那样受相关均衡过程的动态机制的束缚。回顾过去,当80年代的博弈论理论家通过对超理性的参与人更精确的定义,来寻求解决均衡选择问题而毫无结果时,这种自由度几乎变成了精炼纳什均衡的一种必备的知识。但是,我们现在又回到了对古诺调整过程的研究。这样一种事实不应使我们忘记如下事实的伟大历史意义:即在均衡的选择不是太重要的情况下,纳什方法使这些研究所涉及的艰巨而又复杂的讨论变得更加简化。

我们并不清楚纳什自己是否如此看待他对非合作博弈所做的贡献。他更看重他在证明“所有有限博弈至少有一个纳什均衡”时所涉及的数学方面的成就。(值得注意的是,在数学界纳什被公认为一流的数学家。即使他根本没有研究过博弈论,他对现代几何所作的贡献也足以使他在史册上占有一席之地。)然而当我还是一个初出茅庐的数学家时,有机会与世界级的数学大师进行讨论,我注意到了一些仍然使我感到迷惑的东西。我可以说出简单问题与复杂问题的区别,但在伟大的数学家面前,求一个标准积分的值,并不比发明一套对现实世界全新的思想方法更容易。简言之,虽然我认为对经济学家来说,