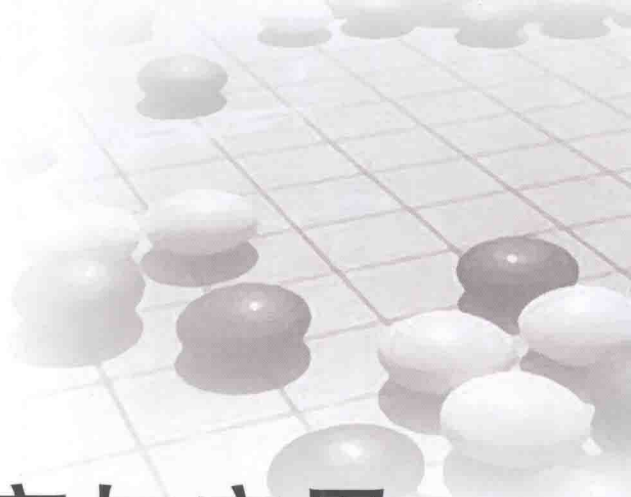




经济博弈与应用

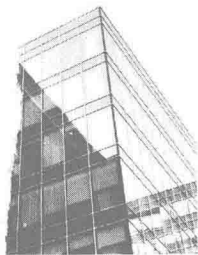
(第二版)

JINGJI BOYI YU YINGYONG

张照贵 著



西南财经大学出版社
Southwestern University of Finance & Economics Press



经济博弈与应用

(第二版)

JINGJI BOYI YU YINGYONG

张照贵 著



西南财经大学出版社
Southwestern University of Finance & Economics Press

中国·成都

图书在版编目(CIP)数据

经济博弈与应用/张照贵著. —2版. —成都:西南财经大学出版社,
2016.1

ISBN 978-7-5504-2221-6

I. ①经… II. ①张… III. ①博弈论—应用—经济学—研究生—教材 IV. ①F224.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第259783号

经济博弈与应用(第二版)

张照贵 著

责任编辑:张 岚

助理编辑:高 玲

封面设计:何东琳设计工作室

责任印制:封俊川

出版发行	西南财经大学出版社(四川省成都市光华村街55号)
网 址	http://www.bookcj.com
电子邮件	bookcj@foxmail.com
邮政编码	610074
电 话	028-87353785 87352368
照 排	四川胜翔数码印务设计有限公司
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	170mm×240mm
印 张	15.5
字 数	290千字
版 次	2016年1月第2版
印 次	2016年1月第1次印刷
印 数	1—2000册
书 号	ISBN 978-7-5504-2221-6
定 价	29.80元

1. 版权所有,翻印必究。
2. 如有印刷、装订等差错,可向本社营销部调换。
3. 本书封底无本社数码防伪标志,不得销售。

再版前言

“兵来将挡,水来土掩”。博弈论最初作为数学的一种方法出现在运筹学(博弈论在运筹学中常被称为对策论)中,用于研究在有竞争对手时决策双方的最优选择。但由于新古典经济学的基础——完全竞争市场与信息对称的假设与现实不相吻合,新古典经济学的一些结论受到挑战或被博弈论重新加以解释。如纳什用“囚徒困境”这个例子对个人理性的选择会自然达到集体理性的结论提出了质疑。又如对于垄断企业制定的产品价格一般低于微观经济学定义的最优垄断价格的现象,传统经济学的解释是:如果价格等于垄断价格,其他企业看到有利可图,就会进入;相反,如果价格低一些,其他企业看到利益微薄,就不会进入,垄断企业就可以继续保持其垄断地位。但博弈论的解释是:由于垄断者与进入者之间信息不对称,即垄断者知道自己的成本,而进入者不知道,但进入者可观察到垄断者的价格。因此,垄断者企图用低于微观经济学定义的最优垄断价格向进入者传递垄断者是低成本企业的信息,让进入者相信进入是不利的,从而用低价格来吓退进入者,等等。这时,博弈论开始侵入经济学,当主流经济学代替新古典经济学的主导地位时,博弈论成了主流经济学的基石。特别是当1994年的诺贝尔经济学奖授予纳什、泽尔腾和海萨尼三位博弈论专家后,博弈论真正得到了经济学科的接纳和运用,贯穿了几乎整个微观经济学,并且已扩展到宏观经济学、产业组织理论;在环境、劳动、福利经济学等方面的研究中也占有重要地位,大有“吞噬”整个西方现代经济理论的趋势。正是在这个意义上,著名经济学家保罗·萨缪尔森说:“要想在现代社会做一个有文化的人,你必须对博弈论有一个大致的了解。”

本书的框架结构是按照博弈论中一种将信息与行动顺序结合的分类来安排的。第一章为博弈论概述,主要论述博弈论与经济学的关系,博弈论的发展及它的一些基本概念。第二章为完全信息静态博弈,主要论述完全信息静态博弈的概念、纳什均衡及其应用。第三章为完全信息动态博弈,主要论述完全信息动态博弈的概念、精炼纳什均衡及其应用。第四章为不完全信息静态博弈,主要论述不完全信息静态博弈的概念、贝叶斯纳什均衡及应用。第五章为不完全信息动态博弈,主要论述不完全信息动态博弈的概念、精炼贝叶斯纳什均衡及应用。第六章为有关博弈论的几个问题,主要论述了合作博弈与非合作博弈、完全理性与有限理性、效用与期望

效用和博弈论的发展趋势等问题。

本书在修订过程中,参阅了一些博弈论的著作及文献,书中某些例子就引自这些著作及文献,在这里一并致谢。同时,感谢西南财经大学及统计学院的领导与同仁在编写本书时给予的支持和帮助。最后,感谢西南财经大学出版社及本书责任编辑的辛勤工作,才使该书得以顺利出版。

博弈论是一门相对年轻的学科,但在近十几年,无论是在理论上还是在应用上都得到了飞跃式的发展。同时,一些原来被人们认为无可置疑的假设与结论也在不断受到挑战。限于笔者对博弈论的认识和理解,书中难免存在错误与疏漏,望读者不吝赐教。

张照贵

2015年10月

目 录

第一章 博弈论概述	(1)
引例:囚徒困境	(1)
第一节 博弈论与经济学	(1)
第二节 博弈论及其发展	(4)
第三节 博弈论的构成要素及分类	(5)
第二章 完全信息静态博弈	(11)
引例:夫妻露宿	(11)
第一节 零和博弈	(11)
第二节 非零和博弈	(17)
第三节 纳什均衡的存在性及多重性	(32)
第四节 纳什均衡的应用	(37)
第三章 完全信息动态博弈	(61)
引例:海盗分宝	(61)
第一节 几个基本问题	(61)
第二节 完全且完美信息的动态博弈	(74)
第三节 完全信息动态博弈的应用	(85)
第四节 重复博弈	(97)
第五节 重复博弈的应用	(106)
第四章 不完全信息静态博弈	(113)
引例:市场阻挠	(113)
第一节 不完全信息静态博弈和贝叶斯纳什均衡	(113)
第二节 不完全信息下的混合战略	(118)
第三节 不完全信息静态博弈的应用	(121)
第五章 不完全信息动态博弈	(141)
引例:生死博弈	(141)
第一节 不完全信息动态博弈及精炼贝叶斯均衡	(141)

第二节	“委托—代理”模型的理论框架	(147)
第三节	不完全信息动态博弈的应用	(153)
第四节	精炼贝叶斯均衡的再精炼	(202)
第六章	有关博弈论的几个问题	(207)
引例:	谁是傻瓜	(207)
第一节	合作博弈与非合作博弈	(207)
第二节	完全理性与有限理性	(219)
第三节	效用、期望与均衡的选择	(238)
参考文献		(243)

第一章 博弈论概述

引例：囚徒困境

话说两个小偷因偷盗嫌疑被警察抓住，分别关在不同的房子里审讯。警察告诉他们：如果两人都坦白，各判刑3年；如果两个都抵赖（可能是因证据不足），各判刑1年；如果一人坦白一人抵赖，坦白的获释，抵赖的判刑5年。如果一个小偷用X表示，另一个小偷用Y表示，下面给出了两个小偷在不同行动组合下的得益矩阵：

		Y	
		坦白(y_1)	抵赖(y_2)
X	坦白(x_1)	3,3	0,5
	抵赖(x_2)	5,0	1,1

矩阵中前面的数值表示在小偷Y选择一个特定行动时，小偷X选择一个行动时所判刑的年数；矩阵中后面的数值表示在小偷X选择一个特定行动时，小偷Y选择某一个行动时所判刑的年数。例如，矩阵中的第一栏中的数值的含义是：前面的3表示，当Y选择坦白X也选择坦白时，X将被判3年刑期；后面的3表示，当X选择坦白Y也选择坦白时，Y将被判3年刑期。假设这两个小偷都是经济学假设中的理性人（即在给定的约束条件下最大化自己利益的人），他们各自有坦白或抵赖两种选择。那么，什么是他们的最优选择呢？这为什么会被称为“困境”呢？

第一节 博弈论与经济学

一、从新古典经济学到主流经济学

在引例中，两个理性的小偷的最优选择是什么呢？小偷X这样思考：当小偷Y选择坦白时，他选择坦白判3年，选择抵赖判5年，故坦白是他的最优选择；当小偷Y选择抵赖时，他选择坦白判0年（被释放），选择抵赖判1

年,故坦白也是他的最优选择。因此,无论小偷 Y 选择什么,坦白都是小偷 X 的最优选择。同理,无论小偷 X 选择什么,坦白都是小偷 Y 的最优选择。这个博弈的纳什均衡(完全信息静态博弈的解)是两个小偷都选择坦白,即(坦白,坦白)。很显然,在这个博弈中,当两个小偷都选择抵赖时,各判刑 1 年是该博弈的最好结果,但在理性人的假设下,这是办不到的。若假设这两个小偷事前达成一个攻守同盟,被抓后都进行抵赖,情况是否会有所变化呢?小偷 X 会这样想,当小偷 Y 遵守同盟选择抵赖时,自己选择抵赖判 1 年,而选择坦白被释放。在没有强有力的约束时,小偷 X 没有自觉自愿遵守同盟的积极性,而有不遵守同盟的积极性去选择坦白。小偷 Y 也会有同样的想法。因此,在一次性博弈或有限次重复博弈时,坦白是双方唯一的选择,即使订立攻守同盟也不会改变这个结果,这就是所谓的“囚徒困境”。

囚徒困境几乎是所有讲述博弈论的书籍必然引用的一个经典示例。它之所以经典,是因为这个例子揭示了一个很深刻的问题,就是个人理性与集体理性之间的矛盾,从而颠覆了新古典经济学中一个重要的结论,即个人理性的选择会自然而然地达到集体理性。自从 20 世纪 50 年代博弈论专家纳什引入这个示例后,作为数学领域一个分支的博弈论开始侵入经济学领域,直至成为主流经济学基石的发展过程,也是主流经济学取代新古典经济学而占据主导地位的经济学的演变的过程。

有人认为,经济学在 20 世纪经历了两场革命,一场是全面运用边际分析法分析经济问题的“边际革命”,另一场就是用博弈论的方法改造整个经济学的“博弈论革命”。边际分析有效地解决了完全垄断市场和完全竞争市场中企业决策的理论问题。在完全垄断市场中,由于不存在竞争者,其决策是简单的,在无差异商品的市场中,垄断者只需根据市场需求确定生产和供应多少商品以实现利润最大化。这时,垄断者是价格的决定者。在完全竞争市场中,由于竞争对手相当多,单个竞争者对市场价格的影响微乎其微,这时的决策也是简单的,单个竞争者在给定市场价格的条件确定生产和供应多少商品以实现利润最大化。这时,竞争者是价格的接受者。

由此可见,无论是完全垄断市场还是完全竞争市场,决策者都是自主地进行决策的,即一个决策者在进行决策时,不考虑别的决策者的决策对自己决策的影响,也不考虑自己的决策对别的决策者的决策的影响。此时,博弈论似乎没有什么用武之地。

但是,现代经济已超出了完全垄断市场和完全竞争市场这两种极端的模式,如一个行业里只有少数几个企业的所谓寡头竞争模式,这时的决策者在决策时就必须考虑竞争对手的决策。因为,以完全竞争市场为条件的新古典经济学有两个基本假定:① 市场参与者的人数足够多,从而市场是完全竞争的;② 参与人之间的信息是对称的。但这两个假设在现实中一般

是不满足的。首先,在现实中,买卖双方的人数往往是非常有限的,特别是在一个行业里只有少数几个企业的寡头竞争市场中,这时的市场不可能是完全竞争的。在不完全竞争的市场上,人们的行为不是相互独立的,而是相互影响的。如消费者到市场购买东西时,往往要询问其他消费者购买的价格,而不是直接和卖者讨价还价。这时,一个人在决策时就必须考虑对方的决策,这正是博弈论要研究的问题。其次,在现实市场中参与者的信息一般是不对称的,如卖者对商品质量的了解通常比买者多;竞争企业之间并不知道对方的成本、产量、利润等。当参与人之间的信息不对称时,决策者就不得不在信息不完全时进行决策,而这正是不完全信息博弈研究的内容。最后,不完全信息使得价格制度(市场制度)常常不是实现合作和解决冲突最有效的制度安排。如学校、家庭、政府、企业等的一些决策问题,用非价格制度来解决冲突也许更为有效。非价格制度最显著的特征是参与人之间行为的相互作用。而博弈论最鲜明的特点正是研究理性人如何在给定的约束条件下选择行动及行动间的相互作用。

新古典经济学认为,经济学研究的是面对人的无限欲望与有限资源,如何有效配置这些稀缺资源。而主流经济学家认为,经济学的研究对象主要是人的行为及行为间的相互影响及相互作用,而这正是博弈论所要研究的。

因此,当主流经济学取代新古典经济学而占据经济学的主导地位时,特别是当1994年经济学诺贝尔奖授予纳什、泽尔腾和海萨尼三位博弈论专家后,博弈论被当成经济学的一部分,并逐渐成为经济学的基石。当经济学面临“博弈论革命”时,我们若不掌握一些博弈论的基本知识,就不能很好地理解经济学。故著名经济学家保罗·萨缪尔森说:“要想在现代社会做一个有文化的人,你必须对博弈论有一个大致的了解。”

二、博弈论与经济学的关系

博弈论在运筹学中的名称叫对策论。运筹学作为数学的一个分支在各个领域都取得了许多辉煌的成果,特别是在第二次世界大战中应用于作战研究。因此,博弈论在很长时间里都被人们作为一种数学方法进行研究。如纳什《 n 人博弈的均衡点》(1950)、《非合作博弈》(1951)的有关“纳什均衡”的奠基性文章就是发表在数学杂志上,而不是经济学杂志上,人们也不认为纳什是经济学家。但1994年经济学诺贝尔奖授予纳什、泽尔腾和海萨尼三位博弈论专家后,博弈论被当成经济学的一部分。其原因在于:首先是博弈论的许多成果是借助于经济学的例子发展起来的,在经济学中的应用最广泛、最成功;其次是因为经济学家对博弈论的研究也越来越深入,如克雷普斯(Kreps)和威尔逊(Wilson)等将不完全信息引入动态博弈中,提出

了“精炼贝叶斯纳什均衡”,而克瑞普斯和威尔逊都是经济学家。

博弈论真正成为主流经济学的基石是信息经济学的发展造就的。信息经济学常常从博弈论入手,并按博弈论的思维去研究,故 1996 年和 2001 年的经济学诺贝尔奖授予了从事信息经济学研究的学者。

第二节 博弈论及其发展

一、博弈及博弈论

“博弈论”译自英文 Game Theory。Game 是游戏,Game Theory 就是“游戏理论”。因此,博弈就是游戏的意思,博弈论的英文直译就是“游戏理论”。

游戏是大家非常熟悉的活动,如下棋、打牌、博彩、田径、球赛等。这些游戏一般有如下特征:第一,一般均有两个及两个以上的参与人。第二,都有一定的规则。如可以做什么,不能做什么,按什么次序做,什么时候结束及犯规如何处罚等。第三,总有一个结果。如一方输,一方赢,平局或参与者各有所得等,且结果一般能用正或负的数量表示。第四,战略(也称计谋或策略)的不同选择对应不同的游戏结果。战略在游戏中的作用至关重要且战略间有相互依存性,即游戏的每个参加者所得的结果,不仅取决于自己战略的选择,同时也取决于其他参加者的战略选择。

人们发现许多经济、政治、军事活动中的决策问题,也与游戏有着基本相似的特征。为了扩大游戏及游戏理论的应用领域,人们一般将 Game 译成博弈,而将 Game Theory 译成博弈论。

博弈就是参与人(可能是个人,也可能是团体,如国家、企业、国际组织等)在一定的规则下,同时或先或后,一次或多次,从各自允许选择的行动或战略中进行选择并加以实施,而取得相应结果(支付函数)的过程。

博弈论就是系统研究具有上述特征的博弈问题,寻求各博弈方合理选择战略情况下博弈的解,并对这些解进行讨论分析的理论。

二、博弈及博弈论的发展

应该说自从游戏的产生,就有了博弈的实践活动。如我国战国时代为大家所熟悉的“田忌赛马”。之后进一步扩展到军事领域,从《三国演义》中可以找到很多著名的博弈例子。

但将博弈上升到理论阶段,却是在 20 世纪。20 世纪 20 年代,法国数学家波雷尔用最佳策略的概念研究了下棋和其他一些具体的博弈问题,并试图将其作为应用数学的分支加以系统研究。第二次世界大战期间,博弈论

(运筹学中称为对策论)的思想及研究方法被运用到军事领域和战时的其他活动之中。如用博弈的方法研究盟军日本空军敢死队(神风突击队)在各种攻击情况下的应对措施。

1944年,约翰·冯·诺依曼(J. von Neumann)和摩根斯特恩(Morgenstern)合著的《竞赛论与经济行为》被认为是系统研究博弈理论的开端。

20世纪50~80年代,被认为是博弈论巨人产生的年代。50年代,纳什(Nash)定义了“囚徒困境”并提出“纳什均衡”,奠定了非合作博弈的基石。60年代,泽尔腾(Selten,1965)将纳什均衡的概念引入动态博弈,提出“精炼纳什均衡”概念;海萨尼(Harsanyi,1967)则把不完全信息引入博弈论的研究,提出“贝叶斯纳什均衡”。到80年代,克瑞普斯(Kreps)和威尔逊(Wilson)等将不完全信息引入动态博弈中,提出了“精炼贝叶斯纳什均衡”。

但在20世纪70年代中期之前,博弈论主要还是作为数学的一个分支。博弈论真正得到重视并成为主流经济学的一部分不过是最近一二十年的事。现在,博弈论正在得到经济学科的接纳和运用,贯穿了几乎整个微观经济学,并且已扩展到宏观经济学、产业组织理论,在环境、劳动、福利经济学等方面的研究中也占有重要地位,大有“吞噬”整个西方现代经济理论的趋势。

第三节 博弈论的构成要素及分类

一、博弈论的构成要素

(一) 参与人

参与人是指在博弈中独立决策,独自承担博弈结果且各自的决策会影响到其他参与人的决策者,也称博弈方或局中人。参与人可以是个人,也可以是团体(如国家、企业、国际组织等)。参与人一般用 n_i 表示, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。在囚徒困境中,两个小偷是该博弈的两个参与人,而警察不是该博弈的参与人。单个的大学生去单位应聘工作时,由于每个学生的行动(如对工资、工作条件、福利等方面的要求)对应聘单位的影响是微乎其微的,故单个学生与应聘单位之间的问题不能用博弈的知识来进行分析。

有时(如在动态博弈中),人们将“自然”作为虚拟参与人。虚拟参与人在博弈的特定时点上以特定的概率随机选择行动。

由于博弈中的战略具有依存性,故博弈中的参与人的多少非常重要。

一般而言,参与人越少,问题越简单;参与人越多,则问题越复杂难解。

有且只有两个参与人的博弈,称为双人博弈。这是最普遍,也是研究最多的博弈类型。很多博弈均可简化为双人博弈来进行分析,如研究中国的电视企业与国外电视企业的贸易战。中国有许多电视生产厂家,国外也有许多电视生产厂家,这时可将中国的许多电视生产厂家合并为一个参与人,而将国外的电视生产厂家合并为另一参与人,从而构成双人博弈进行分析。

双人博弈有如下一些特点:首先,两个参与人之间的关系并不总是相互对抗的,有时会出现利益一致的情况。大多数博弈论研究的是非合作博弈,本书也主要是探讨非合作博弈问题,在非合作博弈中,理性参与人的基本关系是相互对抗的。其次,信息多的一方不能保证得益也较多。这是博弈决策与一般的最优化决策(也称单人决策,如线性规划决策,这时的决策者进行决策时不考虑其他决策者的选择)最大的区别。如一些股份公司在发行股票时,这些股份公司内部的职工清楚公司的经营情况并不如报表所反映的好(信息更多),从而不愿购买本公司的股票,而不清楚该公司经营情况的人购买了股票而赚钱的事例并不少见。

参与人为3人及以上的博弈,称为多人博弈。多人博弈中,参与人之间的战略相互依存关系较双人博弈更为复杂,分析的难度也更大,博弈的结果也更难预测。

(二) 行动

行动是参与人在某个时点的决策变量。一般用 a_i 表示第 i 个参与人的特定行动。

$A_i = \{a_i\}$ 表示可供 i 选择的行动集合。在囚徒困境中,每个参与人只有两种行动可供选择,即 $A_i = \{\text{坦白}, \text{抵赖}\}$ 。

n 个参与人的行动的有序集合 $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 称为行动组合。在囚徒困境中,若小偷 X 选择抵赖,小偷 Y 选择坦白,则(抵赖, 坦白)是一个行动组合。该例中共有 4 个行动组合。

行动的顺序对博弈的结果至关重要。有关静态博弈与动态博弈的划分就是依据行动的顺序而进行的。静态博弈是指参与人同时选择行动的博弈,动态博弈是指参与人不同时选择行动的博弈。

需要注意的是,“同时”是一个信息概念,而不是一个时间概念。在囚徒困境中,如 X 先选择坦白,但 Y 后选择时并不知道 X 的选择是什么,则是静态博弈;但 X 后行动时知道了 Y 的选择,则是动态博弈。

(三) 信息

知己知彼,百战不殆。信息在博弈中有着非常重要的作用。信息是参与

人有关博弈的知识,如博弈的规则、参与人的理性、参与人的行动、参与人的战略、参与人的决策能力、“自然”(虚拟参与人)的选择,特别是有关博弈的得益等与博弈有关的知识。这里特别指出有关博弈得益的知识,是因为博弈的行动或战略的选择都是以参与人的得益为依据的,有关博弈的知识,都可以转化为或者说集中在博弈的得益中加以体现。有关完全信息与不完全信息的划分就是根据参与人的得益来区分的。

信息集是描述参与人信息特征的一个概念(准确的概念在动态博弈中给出),这里可理解为参与人在特定时刻有关变量的值的知识。如囚徒困境中,如果X先行动而Y后行动,如果Y在行动前准确知道X选择了什么行动,则Y(有关X的行动)的信息集为{坦白}或{抵赖},反之,Y的信息集为{坦白,抵赖}。

完全信息与不完全信息:博弈中最重要的信息之一是关于得益的信息,即每个参与人在每种战略组合下的得益情况。如囚徒困境中的4种可能情况下X、Y的收益(判刑年数)。

如果参与人完全了解所有参与人各种情况下的得益(支付函数),称此参与人具有完全信息。如果参与人不完全了解其他参与人的得益,则该参与人具有不完全信息。

所有参与人均具有完全信息的博弈,称为完全信息博弈。至少有一个参与人具有不完全信息的博弈,称为不完全信息博弈。

完美信息与不完美信息:在动态博弈中,若参与人完全了解自己行动之前的整个博弈过程,称此参与人具有完美信息(又称完美回忆)。若参与人不完全了解自己行动之前的整个博弈过程,则该参与人具有不完美信息。

所有参与人都具有完美信息的博弈,称为完美信息博弈。至少有一个参与人具有不完美信息的博弈,称为不完美信息博弈。如打牌时,打了几轮过后,当轮到某一个牌手出牌时,他记不清前几轮的打牌人出了些什么牌了,则该牌手具有不完美信息。

完全信息与完美信息的关系:首先,完全与不完全信息是按参与人有关得益的信息来划分的,这是指参与人对博弈有关信息事前是否有清楚的了解,而完美与不完美信息是按参与人有关博弈过程的信息来划分的,这是指参与人在博弈进程中对信息的了解程度,故在动态博弈中才进行这种划分。其次,不完全信息意味着不完美信息,但逆定理不成立。在囚徒困境中,如果至少有一个参与人不知道各种可能情况下的得益,则信息是不完全的,也是不完美的。如果两个小偷均知道各种情况下的得益,则信息是完全的,若Y后行动,X先行动,但Y不知道X的选择,则信息是不完美的。

“共同知识”是与信息有关的一个重要概念。共同知识是指“所有参与

人知道,所有参与人知道所有参与人知道,所有参与人知道所有参与人知道所有参与人知道……”的知识。而知识一般可理解为人们对某个事实的认识,如“地球绕着太阳转”这是个事实,但在哥白尼之前人们并不知道这个事实,而今天这个事实为大家认同,于是“地球绕着太阳转”构成人们的知识。

而共同知识是一个群体的人们对某个事实“知道”的关系。如在只有两个参与人 A 和 B 的情况下, A 和 B 均知道一事实 e , e 是 A、B 的知识,但此时还不是他们的共同知识。当 A、B 双方均知道对方知道 e , 并且他们各自都知道对方知道自己知道 e , 等等, 此时, e 成了 A、B 的共同知识。在由多人组成的群体中, 共同知识不仅指任意两个人这样一个双方“知道”的过程, 而且指其中任何一个人知道其他人知道其他人知道……事实 e 。而在有多个参与人时, 对某个事实“知道”的关系将变得非常复杂。

“共同知识”是博弈论中一个非常强的假设。博弈论通常均假设“参与人是理性的”“有关博弈的知识对所有参与人是共同知识”。这个问题在后面我们将进行更深入的讨论。

(四) 战略

战略(也称策略或计谋)是参与人在给定信息集情况下的行动规则,它规定参与人在什么时候选择什么行动。一般用 s_i 表示第 i 个参与人的一个特定的战略。

用 $S_i = \{s_i\}$ 代表第 i 个参与人所有可选择的战略集合。

在 n 人博弈中, n 维向量 $s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ 称为一个战略组合。

在囚徒困境中, 如果小偷 X 先行动, 小偷 Y 后行动。则小偷 X 有两个战略 $X = \{\text{坦白}, \text{抵赖}\}$ 。而小偷 Y 有四个战略 $\{\text{坦白}, \text{抵赖}\}$ 、 $\{\text{坦白}, \text{坦白}\}$ 、 $\{\text{抵赖}, \text{抵赖}\}$ 、 $\{\text{抵赖}, \text{坦白}\}$ 。战略 $\{A, B\}$ 内的第一个元素对应 X 选择坦白时 Y 的行动, 第二个元素对应 X 选择抵赖时 Y 的行动。

在囚徒困境中有 8 个战略组合, 如 $s = (\{\text{坦白}, \text{抵赖}\} \text{坦白})$ 是一个战略组合, 意味着 Y 的战略是“如果 X 坦白, 我坦白; 如果 X 抵赖, 我也抵赖”, X 的战略是坦白。读者可写出其他 7 个战略组合。

战略与行动的关系: 首先, 战略与行动是两个不同的概念, 战略是行动的规则, 而不是行动的本身。如“敌进我退, 敌退我进”是一个战略, “退”与“进”是两种行动, 战略规定什么时候选“进”, 什么时候选“退”。其次, 作为参与人的行动规则, 战略依赖于参与人获得的信息。但在静态博弈中, 所有参与人同时行动, 没有任何人能获得他人行动的信息, 故战略与行动是一回事。这时的战略选择就变成简单的行动选择。但在动态博弈中则是两个不同的概念。最后, 战略必须是完备的, 作为一种行动的规则, 在制定战略时, 必须给出参与人在每一种可能情况下的行动选择, 即使参与人清楚这

种情况实际上并不会发生。

如在囚徒困境中,小偷X和Y都知道在个人理性的条件下,他们的最优选择都是坦白。若Y在X之后行动,Y的战略不仅要给出X选择“坦白”时,Y如何选择,还必须给出X选择“抵赖”时,Y应当如何选择,即使Y确信X会选择“坦白”,而不会选择“抵赖”。因为一种特定情况是否真的会发生,往往依赖于参与人的战略。这一点对于动态博弈的均衡是非常重要的。

(五) 得益

得益(或支付)是指在一个特定的战略组合下参与人所获得的利益。它是博弈中参与人追求的主要目标,也是行动和战略选择的依据。

得益可以是确定的收益,也可以用效用水平或期望效用水平来表示。得益常需要用数量来表示,可正,可负。在囚徒困境中,两个小偷在不同战略组合下所判刑的年数就是他们的得益,具体数量见囚徒困境的得益矩阵。

按得益之和的不同情况,博弈可分为零和博弈、常和博弈、变和博弈。

零和博弈是指一方的收益必为另一方的损失,其支付之和为零的博弈。许多游戏均为零和博弈。零和博弈由于参与方的利益总是相对立的,具有你死我活的关系;即使重复若干次,也无法改变相互对立的关系,一般不会产生合作博弈,且结果总是不能完全确定。

常和博弈是指得益之和为一非零常数(或正或负)的博弈。参与人之间的基本关系仍然是对立的,但不一定会产生输家,利益的对立性有时体现在利益的多少上(如遗产分配、奖金分配等),可能产生妥协或合作;在重复博弈中,可能创造出许多新结果,如使总得益增加,达到双赢结果。

变和博弈是指得益之和不为零,且不同战略组合下的得益之和也各不相同的博弈。这是最一般的博弈,也是被研究得最多的博弈类型。囚徒困境就是一个变和博弈。

(六) 均衡

均衡是所有参与人的最优战略组合,一般记为 $s^* = (s_1^*, \dots, s_i^*, \dots, s_n^*)$, s_i^* 表示第 i 个参与人在均衡情况下的最优战略。

博弈分析的目的就是预测博弈的均衡及均衡结果,均衡也就是博弈的解。在不同的博弈中,有各种各样的均衡概念,上述均衡概念描述了所有均衡的共同特征。

均衡的不唯一性,正如许多数学题有多个解一样,一个博弈可能只有一个均衡存在,也可能有多个均衡存在。在有多个均衡存在的博弈中,要预测实际上哪一个均衡会发生则会产生困难。

均衡与均衡结果是两个非常容易混淆的概念。一般讲“均衡”常指的是

“均衡结果”。许多情况下,两者的区别并不重要,但理解两者的区别对理解博弈的理论很重要,特别是在动态博弈中。

在囚徒困境中,若 X 先选择,Y 后选择,X 的最优战略是“坦白”,A 的最优战略是“如果 X 坦白,我坦白;如果 X 抵赖,我还是坦白”。均衡是(坦白,坦白),而均衡结果是(坦白,坦白),即 X 坦白,Y 坦白。

二、博弈的类型

(一) 按参与人能否形成约束性协议的博弈分类

根据参与人能否形成约束性协议,博弈可分为合作博弈和非合作博弈。

合作博弈是指参与人从自己的利益(短期利益、长期利益等)出发与其他参与者谈判达成协议或形成联盟,使博弈结果对所有参与人均有利的博弈。

非合作博弈是指参与人在行动选择时无法达成约束性协议的博弈。

理性的参与人在最大化自己的利益时,需要相互合作,而合作中又存在冲突。现实的情况是,冲突是永恒的,而合作是暂时的、有条件的、有时可能是困难的。合作博弈强调的是集体理性、公正、公平;而非合作博弈强调的是个人理性、个人最优决策。而现代经济学认为,解决个人理性与集体理性的冲突不是否认个人理性(如果一种制度安排不能满足个人理性的话,这种制度就不可能有效),而是设计一种机制,在满足个人理性的前提下达到集体理性。这或许就是博弈论主要是研究非合作博弈的原因之一吧,博弈论在研究非合作博弈的基础上来寻求合作的契机。本书主要讨论非合作博弈。

(二) 按行动顺序与信息情况结合的博弈分类

根据行动顺序与信息情况结合的博弈可分为完全信息静态博弈、完全信息动态博弈、不完全信息静态博弈、不完全信息动态博弈四大类。本书的结构就是按照这种分类来安排的。

此外,博弈按得益之和的情况还可分为零和博弈和非零和博弈;按参与人多少可分为两人博弈和多人博弈等。