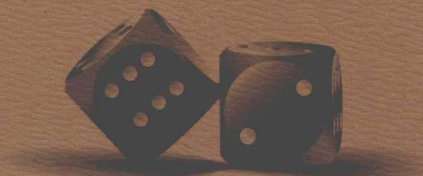
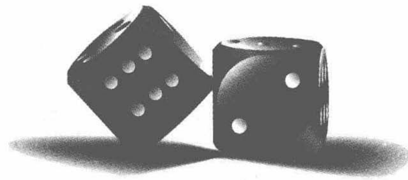


高彦彦 编著

经济博弈论

Economic Game Theory: A Primer 基础教程

东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS



高彦彦 编著

经济博弈论基础教程

Economic Game Theory : A Primer

东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是经济学和管理学入门级别的博弈论教材，适用于经济和管理学科的本科博弈论教学，也适合对博弈论感兴趣的人阅读。书中主要介绍博弈论的基本概念、分析方法，完全信息静态博弈、完全信息动态博弈、重复博弈、非完全信息静态博弈以及联盟博弈等几大内容。每一章包括学习目标、主要内容、小结、关键术语以及习题，供学习者思考和练习。

图书在版编目(CIP)数据

经济博弈论基础教程 / 高彦彦编著. — 南京 ：东南大学出版社，2018. 12

ISBN 978 - 7 - 5641 - 8105 - 5

Ⅰ. ①经… Ⅱ. ①高… Ⅲ. ①博弈论-高等学校-教材 Ⅳ. ①0225

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 261865 号

经济博弈论基础教程

编　　著	高彦彦
责任编辑	陈　淑
编辑邮箱	535407650@qq. com
出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江建中
社　　址	南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)
网　　址	http://www. seupress. com
电子邮箱	press@seupress. com
印　　刷	南京玉河印刷厂
开　　本	700mm×1 000mm　1/16
印　　张	9
字　　数	150 千字
版 印 次	2018 年 12 月第 1 版　2018 年 12 月第 1 次印刷
书　　号	ISBN 978 - 7 - 5641 - 8105 - 5
定　　价	29. 00 元
经　　销	全国各地新华书店
发行热线	025 - 83790519　83791830

(本社图书若有印装质量问题，请直接与营销部联系，电话:025 - 83791830)

前言

Preface

现代博弈论起源于天才科学家冯·诺依曼与摩根斯坦1944年出版的著作《博弈论与经济行为》。经过70多年的发展和几代博弈论专家的共同努力，博弈论已经成为经济学最重要的基础课程之一，被广泛应用于产业组织、国际贸易、金融保险、婚姻就业、国际关系、政治经济、制度演化、历史分析等各个领域的社会经济研究中。鉴于博弈论的深远影响，瑞典皇家科学院先后4次把诺贝尔经济学奖授予了博弈论研究专家。如今，阅读和学习博弈论不仅是经济管理专业学生的必要训练，也成为社会各界人士开阔视野的时髦选择。

伴随着博弈论的热门，各种层次的博弈论教材充斥于书籍市场，再写一本博弈论教材似乎是有点多余了。我从2013年开始为东南大学经管学院金融系的本科生开设博弈论课程，几年教学之后便动了自己写一本教材的念头。主要原因有三点：首先，现有教材普遍偏厚，价格较贵，对初学者而言也有点难；其次，一些科普性质的博弈论读物尽管通俗易读，但错误不少，缺乏准确性；再次，翻译过来的国外教材固然很专业，但是又厚又贵，而且读起来总是有点费劲。本教材尝试做

一些折中的贡献，在尽量保证准确的情况下保持简单，教材的厚度则适合于短学时（如32课时左右）的博弈论学习和教学。

全书共6章。第1章引入基本的概念，第2章介绍完全信息静态博弈，第3章和第4章分别介绍完全且完美信息动态博弈和完全非完美信息动态博弈，第5章介绍重复博弈，第6章介绍静态贝叶斯博弈。除了第6章涉及一些稍复杂的数学知识，其他部分内容仅需读者会求解一阶导数即可读懂每个知识点。当然，如果读者能有一些基本的经济学知识，且能完成每章的习题，他将能更好地掌握和理解本书所介绍的博弈论知识。对于学完本教材后还感觉意犹未尽的读者，可以进一步阅读其他的博弈论教材。因此，如果您只是想试学一下专业的博弈论知识，本书也许是一个不错的选择。

在教材的编写过程中，我广泛参阅了国内外线上线下的博弈论教材和资料，受益最深的当属吉本斯教授的《博弈论基础》、谢识予老师的《经济博弈论》，以及 Matthew O. Jackson，Kevin Leyton - Brown 和 Yoav Shoham 三位教授在 Coursera 平台上开设的系列博弈论课程。在此，我对这些前辈们表示感谢。另外，我也非常感谢东南大学经管学院2011—2015届金融学和金融工程专业共12个班级的本科生。正是在与这些优秀学生的教学互动中，我逐步完善了本教材各章节的内容。在很大程度上，这本书是因他们而写。最后，感谢东南大学中央高校教育教学改革专项资金对本书的出版资助、经管学院张玉林副院长的长期支持和鼓励、吴广谋老师的点拨和指导，以及东南大学出版社陈淑女士出色的编辑工作。

当然，由于作者才识的局限，书中难免出现错误，欢迎读者们批评指正。任何问题和意见，请发送至：yanyan_gao@seu.edu.cn。

目录

Contents

第 4 章　完全非完美信息动态博弈

第 5 章　重复博弈

第6章 静态贝叶斯博弈

第1章 导论

学习目标

1. 明确博弈论和博弈的基本概念。
2. 明确博弈的基本要素。
3. 掌握博弈的两种表述方式。
4. 了解博弈的分类。

本章介绍博弈论和博弈的基本概念，博弈的基本要素、两种表述方式及其主要分类。

1.1 博弈

现实生活中，人们经常面临着各种各样的选择问题。不同的选择往往会带来不同的结果。当然，如果结果仅由自己的行为所决定，选择将变得简单。例如，出门要不要带雨伞，迷路时选择向哪个方向走。事实上，作为社会中的一员，选择的结果不仅取决于自己的行为，也依赖于其他人的行为。例如，罚点球时，点球员能否射进球门，不仅取决

于自己踢球的方向，也取决于守门员的防守方向选择。人与人之间的行为互动使选择变得复杂。不仅如此，人们的选择往往因为受其他人的影响而变得十分复杂。而博弈论正是研究个体以及各种组织在行为相互依赖时如何进行最优抉择的一门学科。

博弈论中经常谈及的一个经典故事是“囚徒困境”。设想警察抓到两个合伙盗窃的嫌犯，但没有直接的证据，只好把他们隔离审讯。警察对嫌犯说：“坦白从宽，抗拒从严。”具体而言，如果有一个嫌犯认罪，那么盗窃证据成立。认罪的嫌犯因有立功表现，将被立即释放。拒绝认罪的嫌犯将从严处置，坐牢一年。如果两个嫌犯都认罪，同样证据成立，两人将依法判处坐牢半年。如果他们都不认罪，那么，由于证据不足，警察不得不在监禁两个嫌犯一个月后将其释放。请问，两个嫌犯的最好选择是什么？

在这样一个并不完全虚拟的故事中，两个嫌犯面临着怎么选择自己最优行动的问题。显然，对于任何一个嫌犯，他有两种选择，“坦白”或者“抗拒”。但是，他到底选择哪个行动，取决于另一名嫌犯的选择，因为最终的结果由双方行动共同决定。

在具体分析嫌犯行动选择之前，我们先讲一下博弈论对人的行为的基本假设。与经济学对人的基本假设一致，博弈论中假设人是理性的。这意味着，每个人的目标都是最大化自己的收益，或者最小化自己的损失。在收益最大化或者损失最小化目标的引导下，每个人选择自己的行动。具体而言，给定其他条件，如果某个行动 A 给某人带来的收益超过另一个行动 B，那么，他没有理由不选择行动 A。我们称那些可以最大化其收益的行动为最优行动。对博弈主体的理性人假设为我们分析最优行动提供了一个最简单直接的标准。

那么，什么是博弈？对此并没有一个统一的定义。概括地讲，博弈是指理性人在一定的约束条件下从可选方案中选择最优行动并从

中获得收益的过程。为了更清晰地分析人们在行动相互依赖下的抉择问题，我们将一个博弈“分割”为如下四项基本要素。

博弈的第一个要素是博弈方。博弈方，又称参与人，是指博弈的主体，参与博弈的人。在上述故事中，博弈方为两个嫌犯。当然，博弈论中的博弈方并不局限于个人。诸如企业和政府之类的社会组织以及国家都可以是博弈的主体。

博弈的第二个要素是策略。策略是可供每个博弈方进行选择的所有行动的组合，而行动则是策略的元素。如果把任一博弈方 i 的行动记为 a_i，其策略为 S_i，那么，$a_i \in S_i$。在上述故事中，两个嫌犯都有两个行动供其选择，“坦白”和“抗拒”，这两个行动构成了他们各自的策略。因此，行动是策略的元素，博弈方所有的行动构成了其策略。

博弈的第三个要素是收益，即博弈各方在不同的行动组合下的所得。当然，博弈的收益不一定是金钱多少，也可以是效用水平。博弈各方在比较不同行动组合下的收益来选择自己的行动。因而，收益是行动进而是策略的函数。由于博弈一方的收益不仅仅取决于自己的行动，也取决于对方的行动，可以想象，博弈方在选择自己行动时会充分考虑对方的行动选择。在上述“囚徒困境”中，(坦白，抗拒)这样一对行动组合下的收益为(0，−12)。

博弈的第四个要素是信息。信息是指博弈方在博弈过程中所知悉的知识，包括博弈的步骤、博弈各方的策略、不同行动组合下各自的收益。在一个博弈中，如果博弈各方对于不同行动组合下的收益是共同知识，那么该博弈是完全信息的。而共同知识则是指“所有博弈方知道的、所有博弈方知道所有博弈方知道的，且所有博弈方知道所有博弈方知道所有博弈方知道的……”知识。在囚徒困境中，两个嫌犯都知道不同行动组合下各自的收益，也知道对方知道这些收益信息，也知道对方知道对方知道这些收益信息，因而该博弈中关于各方不同

行动组合之下的收益的知识为共同知识，该博弈为完全信息的博弈。在非完全信息博弈中，至少有一个博弈方不知道其他博弈方的收益。

1.2　简单博弈的描述方法

对于一个简单的双人博弈，我们可以采用收益矩阵的方式来描述一个博弈。这种表达方式又称为规范式(normal form)表述。如图1-1所示，通过一个矩阵，我们可以清楚地看到每个博弈方的行动和不同行动组合下的收益。我们把博弈方1的两个行动 a_{11} 和 a_{12} 写在左边，把博弈方2的两个行动 a_{21} 和 a_{22} 写在上边，其中，第1个下标表示博弈方，第2个下标表示不同的行动。然后，我们把两个博弈方在这些行动组合下的各自收益写在双方行动所对应的方框中，其中博弈方1的收益写在前面，博弈方2的收益写在后面。例如，$u_1(a_{11},a_{21})$是博弈方1选择 a_{11}，博弈方2选择 a_{21} 时的博弈方1的收益。

		博弈方2	
		a_{21}	a_{22}
博弈方1	a_{11}	$u_1(a_{11},a_{21}),u_2(a_{11},a_{21})$	$u_1(a_{11},a_{22}),u_2(a_{11},a_{22})$
	a_{12}	$u_1(a_{12},a_{21}),u_2(a_{12},a_{21})$	$u_1(a_{12},a_{22}),u_2(a_{12},a_{22})$

图1-1　双人双策略博弈的规范式表述

现在我们把前面所讲的囚徒困境用收益矩阵来表述。在这个博弈中，两个嫌犯的行动有两个:“坦白”和“抗拒”;不同行动组合下各自的收益分别为:当嫌犯1选择“坦白”，嫌犯2选择“坦白”时，嫌犯1的收益为－6，嫌犯2的收益为－6;当嫌犯1选择“坦白”，嫌犯2选择“抗拒”时，嫌犯1的收益为0，嫌犯2的收益为－12;当嫌犯1选择“抗拒”，嫌犯2选择“坦白”时，嫌犯1的收益为－12，嫌犯2的收益为0;当嫌犯1选择“抗拒”，嫌犯2选择“抗拒”时，嫌犯1的收益为－1，嫌

犯 2 的收益为—1。因此,囚徒困境的规范式表述如图 1 - 2 所示。

		嫌犯 2	
		坦白	抗拒
嫌犯 1	坦白	—6,—6	0,—12
	抗拒	—12,0	—1,—1

图 1 - 2　囚徒困境的规范式表述

在规范式表述的博弈中,博弈双方同时采取行动。这种博弈各方同时采取行动的博弈,我们称之为静态博弈。如果一个博弈涉及行动的先后次序问题,我们则用扩展式(extensive form)表述来描述该博弈。存在行动先后次序的博弈即为动态博弈。如果囚徒困境中,博弈方 1 先采取行动,博弈方 2 后采取行动,那么该博弈便是一个动态博弈。此时,囚徒困境可以描述为图 1 - 3 所示的扩展式表述。

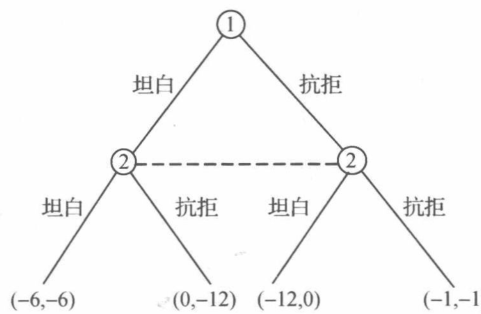


图 1 - 3　囚徒困境的扩展式表述

根据图 1 - 3 可知,先行动者嫌犯 1 有两个行动,“坦白”和“抗拒”,后行动者嫌犯 2 在嫌犯 1 的不同选择之下分别有两个行动,“坦白”和“抗拒”。嫌犯 1 选择其行动的期间,即在嫌犯 1 开始选择行动的第 1 个节点开始至嫌犯 2 开始选择行动的第 2 个节点之前,为博弈的第 1 个阶段,而第 2 个节点之后则为博弈的第 2 个阶段。当两个嫌

犯都选择其行动之后，便会产生一个收益。他们的每个行动组合都会产生一对收益，其中前面的收益为先行动者的收益，后面的收益为后行动者的收益。需要注意的是，在博弈的第 2 阶段，即嫌犯 2 开始选择其行动时，他并不知道嫌犯 1 在第 1 阶段的选择，因此，我们把第 2 阶段嫌犯 2 开始选择行动的两个节点用虚线连起来，用以刻画“嫌犯 2 在第 2 阶段并不知道第 1 阶段嫌犯 1 的行动选择”这一特征。如果没有这条虚线，则意味着后行动者采取行动时知道先行动者的选择。

我们再看一个例子。这个例子叫做“夫妻之争”。假设有一对夫妻，他们周末晚打算出去娱乐一下。有两个休闲项目可供他们选择，“球赛”和“歌剧”。丈夫更愿意去看“球赛”，妻子更愿意看“歌剧”。另外，比起各玩各的，他们更愿意在一起共度良宵。在这个“故事”中，有两个博弈方，妻子和丈夫。他们有两个相同的行动可供选择，看“球赛”或者看“歌剧”。为了便于分析，假设一起去看球赛，妻子和丈夫的收益分别为 1 和 2；一起去看歌剧，两人的收益分别为 2 和 1；如果没有采取相同的行动，那么两人的收益均为 0。上述信息为共同知识，为夫妻双方所知，且双方知道对方知道这些信息。如果他们同时采取行动，那么，我们可以把该博弈表述为如图 1－4 所示收益矩阵。

		丈夫	
		球赛	歌剧
妻子	球赛	1,2	0,0
	歌剧	0,0	2,1

图 1－4　夫妻之争的规范式表述

如果妻子先采取行动，丈夫后采取行动，且丈夫不知道妻子的行动选择，那么，该博弈便是一个动态博弈，因而可以表述为图 1－5 所示扩展式博弈。

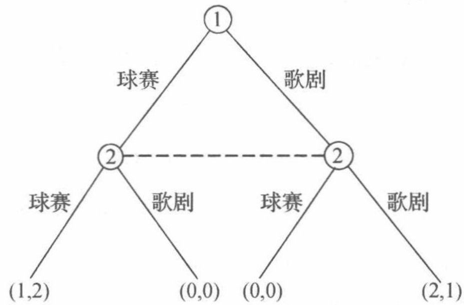


图 1－5　夫妻之争的扩展式表述

由于扩展式表述往往运用于动态博弈，而动态博弈又进一步涉及关于博弈步骤的信息问题，因此适用于静态博弈的规范式表述并不能直接转化为扩展式表述。在囚徒困境中，双方的同时行动意味着任一嫌犯不知道对方的策略选择，因而在用扩展式对其进行刻画时，需要把后行动者的节点用虚线连起来，以说明后行动者不知道先行动者的行动选择。在夫妻之争中，我们也面临着这样的问题。在学习本书的第 3 章之后，你会发现把规范式表述直接转换为扩展式表述会导致不同的博弈结果。

1.3　博弈的分类

按照不同的标准，我们可以把博弈分为不同的类型。

首先，按照博弈方的行动是否存在先后次序，博弈可以分为静态博弈和动态博弈。在一个博弈中，如果博弈各方同时采取行动，那么该博弈为静态博弈，如果博弈各方依次采取行动，那么该博弈为动态博弈。例如，“石头、剪刀、布”游戏为静态博弈，因为博弈双方同时给出行动选择，而下棋为动态博弈，博弈双方依次出棋。

其次，按照博弈是否重复进行，博弈可以分为一次性博弈和重复

博弈。例如，在旅游景点购买纪念品是买卖双方的一次性博弈，而在小区门口的店里购物则为重复博弈。又如，传统农村社会里人与人之间的关系为重复博弈。相对于一次性博弈，重复博弈中博弈方对长期利益的关注往往会改变博弈方在一次性博弈中的短期行为。

第三，按照博弈各方采取不同行动下的收益状况，我们可以把博弈分为零和博弈、常和博弈以及变和博弈。所谓零和博弈，是指博弈双方的收益之和为 0。这种博弈的特征为“你得即我失，你失即我得”。例如，猜硬币游戏便是零和博弈，猜中一方的收益，即盖硬币一方的损失；猜错一方的损失，即盖硬币一方的收益。各种赌博活动都是零和博弈。常和博弈，顾名思义，即该博弈中每组行动组合之下博弈各方的收益之和相同。例如，双人分钱即为常和博弈。不难看出，零和博弈是常和博弈的一种特殊形式。变和博弈为博弈双方不同行动组合下的收益之和不同。例如，夫妻之争中，不同行动组合之下夫妻双方的收益之和不同。我们可以进一步借助图 1－6 来区分这三个概念。又如，囚徒困境也是变和博弈。在图 1－6 中，如果 $a+b=c+d=e+f=h+i=k$，其中 k 为某个常数，那么，该博弈为常和博弈；当 $k=0$ 时，该博弈为零和博弈；否则为变和博弈。

		博弈方 2	
		L	R
博弈方 1	U	a,b	c,d
	D	e,f	h,i

图 1－6

第四，按照博弈双方对信息的获悉状况，我们可以把博弈分为完全信息博弈、非完全信息博弈、完美信息博弈和非完美信息博弈。完全信息是指博弈各方对于不同行动组合下的各方收益的信息为共同