

合作与非完全合作博弈理论研究综述

熊启滨¹, 胡放之²

(1. 安徽科技学院 管理学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 湖北工业大学 经济与政法学院, 湖北 武汉 430068)

摘 要: 合作博弈理论研究已经涉及经济学多个领域, 成为经济研究的重要组成部分。对合作与非完全合作博弈理论的演进阶段、基本问题、博弈的策略与解等方面的研究进行综述。并建议以合作博弈的思想解析中国所面临的国内外合作问题, 完善相应的合作策略, 化解相应的冲突与磨擦, 以利于构建和谐社会与和谐世界, 促进中国经济的稳定发展。

关键词: 合作博弈; 理论; 综述

中图分类号: F 224 32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672- 6219(2009) 03- 0080- 04

一、合作与非完全合作博弈理论的阶段划分

1944 年 Von Neumann 与 Morgenstern 合著的“Theory of game and economic behavior”一书出版, 正式提出了合作博弈 (cooperative game) 的概念, 其后, 随着研究的深入, 合作博弈理论得到了较快的发展。托马斯·谢林 (Thomas C. Schelling) 1960 年《冲突的战略》一书出版, 开创了非完全合作博弈理论研究。以此为分水岭, 合作博弈理论可以划分为两个发展阶段, 1960 年以前是合作博弈理论的奠基阶段, 这一阶段的合作博弈理论称之为完全合作博弈理论; 1960 年以后是合作博弈理论的成熟阶段, 这一阶段包涵了非完全合作博弈理论。

1. 完全合作博弈阶段

这一阶段的合作博弈理论, 以局中人完全参与合作的情形为研究重点, 引入了合作博弈的基本分析工具及博弈的解, 深入研究了合作联盟、利益分配等问题, 为合作博弈理论的进一步发展奠定了基础。在此阶段, 完全合作博弈理论经历了两个高潮: 第一个高潮阶段是 20 世纪 40 年代, 这一阶段的主要由 Von Neumann 与 Morgenstern 的开创性工作所致, 其引入了合作博弈的基本分析工具——特征函数, 研究了稳定集 (stable sets) 解, 由此, 合作博弈的研究工作逐步展开。第二个高潮阶段是 20 世纪 50 年代至今, 这一阶

段的工作主要由 Gillies, Shapley 和 Shubik 等人的研究兴起。这次高潮引发了核心、夏普里值的研究, 使得完全合作博弈的解更加完善, 加深了我们对合作联盟、利益分配、博弈力量结构等问题的认识。

2. 不完全合作博弈阶段

现实中存在许多局中人不是完全参与合作, 仅仅是某种程度的参与联盟, 对于这种情形的研究, 使得合作博弈从完全合作的形式, 扩展到不完全合作博弈的情形。托马斯·谢林的冲突管理理论、Aubin 等的模糊合作联盟博弈正是以此为对象展开研究。谢林的冲突管理理论认为, 冲突双方之间除了利益冲突之外, 往往还存在某种共同利益; 参与人在选择博弈战略时, 并非完全合作, 也不完全参与, 这样, 谢林的研究从内容上就有别于完全合作博弈理论。而 Aubin (1974) 引入了模糊合作联盟博弈, 使不完全合作博弈研究从形式上也不同于完全合作博弈。

不完全合作博弈理论也经历了两个高潮。第一个高潮阶段是 20 世纪 60 年代, 这一阶段的工作主要由托马斯·谢林开创的, 他在美苏冷战的背景下, 以国家战略管理为分析对象, 致力于非数理的不完全合作博弈研究。第二个高潮阶段是 20 世纪 70 年代至今, 这一阶段主要是 Aubin (1974) 的模糊合作联盟博弈研究所带动, 由于研究引入完整的数学分析模型, 这使得不完全合作博弈理论更加完美。

收稿日期: 2008- 12- 21

作者简介: 胡放之 (1957-), 男, 湖南桃江人, 湖北工业大学经济与政法学院教授, 博士, 主要从事经济研究。

熊启滨 (1963-), 男, 四川泸州人, 安徽科技学院管理学院讲师, 博士, 主要从事西方经济学研究。

二、完全合作博弈的解

合作博弈理论的发展侧重于策略与博弈的解研究,完全合作博弈的解可以分为两大类:多值解、单点解,其解如下:

1. 完全合作博弈的多值解

完全合作博弈的多值解主要有:稳定集、核心、讨价还价集等,其目的是解决合作博弈局中人最关心的支付问题。这些多值解主要是从防止联盟异议的准则来考虑合作博弈的利益分配,也被称之为无从反对(unobjectionable)解。

多值解的研究主要沿着三种思路展开,第一种是稳定集(stable sets)。所遵循的思路是:存在可置信的异议分配,而这个异议没有可置信的异议(Von Neumann和Morgenstern, 1944),这一稳定集必须满足两个条件:(1)对每一个非稳定的结果某个联盟有一可置信的异议;(2)对任一稳定结果没有联盟有可置信的异议。然而,稳定集的一般存在性问题的研究经历了长时间的争论,直到1964年在区分效用不可转移与效用可转情况下,才得到了解决(Steams 1964, 1965, Lucas 1968, 1969)。不过,从稳定结果集合必须满足的条件来看,局中人博弈结果的稳定集可能有很多,但他们并不知道哪一个最终将会被选中。

第二种是核心解。所遵循的思路是:如果没有偏离是有利的,则一个结果是稳定的。Gillies于19世纪50年代早期引进核的概念作为研究稳定集合的一个工具,Shapley和Shubik把它发展为一个解的概念。核的特性与非空性一直是核心解研究的重要内容,对于一个可转移支付联盟博弈来说,稳定性条件是联盟不能获得-超过它的成员现有支付的和。Bondareva(1962, 1963)和Shapley(1965, 1967)具体给出了可转移联盟博弈的核非空标准, Gurvich和Vasin(1977, 1978)与Kaneko和Wooders(1982)进一步给出了联盟的稳定族(stable families of coalitions)核标准。此后一些研究人员对这个标准作了进一步研究, Scarf(1967)给出了不可转移联盟博弈的核非空标准, Boros Gurvich和Vasin进一步研究了稳定族核的特性。德布鲁和斯卡夫(1963)及奥曼(1964)证明了埃奇沃思(Edgeworth, 1881)的一个古典猜想,即对于大市场博弈,核心实质上等价于竞争均衡集;而卡尼科和伍德斯(Kaneko and Wooders, 1982)、伍德斯(1983)和赞姆(1984)也证明了这一观点,即从某种意义上来说,所有大型博弈都有非空的近似核心。

第三种是讨价还价集。所遵循的思路是:如果没

有别的联盟有一“平衡”反异议,则认为一个联盟的异议是有说服力的。在这一研究中,奥曼和马斯勒(Aumann和Mashler, 1964)引入了讨价还价集的概念,其假定局中人能够在一起充分交流与讨价还价,在“威胁”与“反威胁”过程中得到稳定的结果,所有的这些稳定结果构成讨价还价集合。Davis和Mashler(1963, 1967)和Peleg(1963, 1967)证明了讨价还价集合的非空性。Ezra Einy, Ron Holzman和Dov Monderer(1997)证明了在局中人可测量空间下的可转移支付联盟博弈Mas-Colell讨价还价集合存在性定理。

综合来看,核心解延续了稳定集的分析思路,讨价还价集则将讨价还价过程对分配结果的影响表面化,显示出合作博弈解也试图揭示利益分配形成原因的发展趋势。尽管如此,多值解对于揭示利益分配的形成原因方面,仍显得不足。

2. 完全合作博弈的单点解

完全合作博弈的单点解,主要包括夏普里值、欧文值等,主要解决局中人最关心的支付问题。其研究思路是从边际贡献角度考虑局中人的利益分配,揭示利益分配的原因。

单点解对联盟的处理方式与多值解有所不同,其解也就不同。一种方式是:对所有联盟都作对称的处理,夏普里值(Shapley, 1953) $\varphi_i(N, v)$ 便是如此,其可以理解为:假设所有参与人按某个顺序排列,所有排列都是等可能的,那么 $\varphi_i(N, v)$ 是关于参与人*i*的所有排列对在他之前的参与人集合的期望边际贡献;局中所有参与人形成大联盟,所有参与人的边际贡献之和是 $v(N)$,在某种讨价还价过程之后要依据博弈力量结构,在他们中间分摊价值 $v(N)$ 。因而,从某种意义上说,夏普里值既是博弈的解,也是博弈力量结构的测度。然而,这种对所有联盟的对称处理不能解释哪些联盟更能有效的谈判或协调。

另一种对联盟的处理方式,则是考虑局中成员的优先联盟问题, Owen(1977)对夏普里值进行某种程度的修改,使其能够解释哪些联盟更能有效的谈判或协调。奥曼和德雷泽(1975)也研究了联盟结构(coalition structure),并讨论了联盟结构的形成原因与运用等问题。Owen(1981)引入了优先联盟博弈修正的Banzhaf值,进一步研究联盟结构, Gard Hamiache(1999)则研究了欧文值的特性。Tijss(1981)引入优先联盟博弈值,而 Balbina Casas-Mendez(2003)等人,则将其扩展成优先联盟值,以研究联盟结构。

一般来说,单点解从局中人的边际贡献角度考虑分配问题,体现了公平的原则;与多值解相比较,在揭示分配的原因方面单点解要充分的多;对于优先联盟

问题,单点解也有较强的解释能力。然而,完全合作博弈理论不能解释局中人不完全参与博弈,而是部分参与合作的情形,因而,需要将合作博弈理论的研究范围扩展至不完全合作博弈的情形。

三、不完全合作博弈的策略与解

不完全合作博弈可以分为两大类,一类是冲突管理理论,另一类是模糊合作博弈。其策略与解如下:

1. 冲突管理策略

冲突管理理论(托马斯·谢林 Thomas C. Schelling 1960),认为冲突双方之间除了利益冲突之外,往往还存在某种共同利益,寻求双赢结果正是共同利益之所在。谢林认为,大多数的冲突都存在讨价还价的可能性,冲突一方能否达到目的取决于另一方的选择或决策的最佳平衡点。

冲突管理理论十分重视谈判过程,并提出了讨价还价中的自我约束、威胁和允诺等策略。谢林认为遏制对手的权力就是限制自己的权力,在谈判中,优势也是弱势,自由也许只是让步的自由,破釜沉舟也许意味着给对手更多的机会。他还认为,谈判的实力在于让对方相信你不会再让步了,因而,将自己固定在特殊的谈判地位是有利的;而威慑行动一旦成功,往往对双方都有利;允诺必须是对等的双边承诺,双方的允诺互为条件,在某些条件下,为了促使对方能从双赢角度做出选择,一方可能单方面做出允诺,当任何一方都认为对方不会做进一步让步时,协议就达成了。

冲突管理理论认为双方利益完全对立的冲突状态是非常罕见的,反对过多地以零和博弈方式思考问题。谢林在 1978 年发表《微观动机与宏观行为》中,进一步阐述了相互依存的选择和行为理论,并解释了单个人的决定可能会导致出乎人们意料的集体行为的现象。这种人们所不情愿的集体行为不仅源于人们对外部资源瓶颈的敏感,还源于人们的决定往往是对其他人的行为做出的反应。

谢林的冲突管理理论被成功运用到冷战时期的美苏军备竞赛中,冷战的对峙没有最终引发核战,正是 20 世纪各方不完全合作博弈的结果。这也开启了不完全合作博弈分析的新领域,极大丰富合作博弈的内容,增强了合作博弈对于现实问题的解释能力。

2. 模糊合作博弈的解

Aubin(1974)引入了模糊合作联盟博弈(Cooperative games with fuzzy coalitions),认为:对于一个特定的联盟,局中人参与率是在不合作与完全合作之间变化,局中人的支付依赖于其参与合作的水平。而在传

统的合作博弈理论中,局中人完全参与合作的情形,则可以视为模糊联盟的简单形式。

对于模糊合作博弈,理论上有许多种解,也十分复杂。我们沿用 Rodica Branzei Dinko Dimitrov Steff Tijss(2004)的思路,将模糊合作博弈的解划分为二类,一类是多值解(multi-valued solutions),如核心、韦伯集(Weber sets)、参与单调分配方案等;另一类是单点解(one-point solution),如夏普里值(Shapley)、均等解(equalizer)、词典编纂解(lexicographical solutions)、折中值(compromise values)解等,本文限于篇幅,着重对单点解进行解释。

单点解主要有三种研究思路,一种思路是从边际贡献的角度解释模糊博弈的分配。Butnariu(1980)定义了模糊博弈的夏普里值函数,展示了模糊博弈的有限级夏普里值函数的直接形式,并认为,在这个级别中的大多数模糊博弈既不单调,也不连续。虽然该定义的一些观点不被大多数人所接受。但他的研究仍为后人奠定了基础。Masayo Tsurumi Tetsuzo Tanino 和 Masahiro Inuiguchi(1999)进一步研究了合作模糊博弈与模糊联盟的夏普里值及特性,Geoffroy de Clippel 则通过例证研究了不完全信息情况下的夏普里值。Masayo Tsurumi Tetsuzo Tanino Masahiro Inuiguchi(2001)等人则更新了模糊博弈的夏普里值函数的公理,引入 Choquet 积分形式,因而,这些级别的模糊博弈具备了与局中人的参与率相对应的某些好的特性,如单调性、连续性等。

第二种思路则体现了平均主义思想,将模糊博弈的核心进行均等分割。Rodica Branzei Dinko Dimitrov Steff Tijss(2004)引入了模糊博弈的均等解,证明了凸模糊博弈以及与其相关的脆博弈的均等解与均等分配核的一致性,这暗示借助于脆的博弈应用和 Dutta-Ray 运算法则,可以计算凸模糊博弈均等解。与均等解的思路相类似,akawa 和 Nishizaki(1994)引入了词典编纂解的概念,Elisenda Molina Juan Tejada(2002)沿用前者的分析方法,进一步研究了词典编纂解,扩展了模糊博弈的选择性描述最小核仁词典编纂解公式,给出了计算词典编纂解的微积分法则,并引入了旁支付均等解。

第三种思路体现了折中主义思想。Rodica Branzei Dinko Dimitrov Steff Tijss(2004)基于模糊合作博弈的核、韦伯集(Weber sets)、路径解盖子(path solution cover)的上下范围(upper and lower bounds),引入折中值(compromise values)。

模糊合作博弈理论,运用了模糊联盟与模糊支付进行分析,拓展了合作博弈研究对象,完善了合作博

弈分析工具, 完善了合作博弈理论体系, 使得合作博弈理论对于经济与社会问题的解释能力大为增强。

四、结束语

就中国——一个正在崛起的大国而言, 与世界经济体之间不可避免会产生合作与冲突问题, 因此, 运用合作博弈的思想与方法, “将冲突视为一个谈判过程, 将有助于我们摆脱非敌即友的传统思维模式。”同时, 从国内来看, 在合作博弈的思想指导下, 正确认识博弈中既有斗争, 又有合作的特性, 区分冲突与合作的不同类型, 预测与评估合作的可能性、博弈力量结构; 采取适当的合作与稳定策略, 化解各经济体之间的冲突与摩擦, 这对于改善国内企业、区域之间的经济合作, 实现中国经济的可持续发展具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 李军林, 李 岩. 合作博弈理论及发展[J]. 经济学动态, 2004 (9).
- [2] 朱鸣雄, 施锡铨. 经济博弈应用中的若干问题研究[J]. 经济学动态, 2006 (4).
- [3] 王振中, 李仁贵. 2005年度诺贝尔经济学奖得主, 罗伯特·奥曼与托马斯·谢林对经济学的贡献[EB/OL]. <http://www.nobel.cn>.
- [4] Robert J. Aumann. CORE as a Macrocosm of Game-Theoretic Research 1967-1987[M]. London: MIT Press, 1989. 5-16.
- [5] Robert J. Aumann, B. Peleg. Von Neumann-Morgenstern Solutions to Cooperative Games without Side Payments[J]. Bulletin of the American Mathematical Society, 1960, 66: 173-179.
- [6] Robert J. Aumann. The Core of a Cooperative Game without Side Payments[J]. Transactions of the American Mathematical Society, 1961, 98: 539-552.
- [7] Robert J. Aumann, M. Maschler. The Bargaining Set for Cooperative Games[M]. Princeton University Press, 1964. 443-476.
- [8] Robert J. Aumann, J. Dreze. Cooperative Games with Coalition Struc-

- tures[J]. International Journal of Game Theory, 1975, 4: 217-237.
- [9] Ezra Einy. Convex Games and Stable Sets[J]. Games and Economic Behavior, 1996, 16: 192-201.
- [10] Masayo Tsurumi, Tetsuzo Tanino, Masahiro Inuiguchi. A Shapley function on a class of cooperative fuzzy games[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 129: 596-618.
- [11] Geoffroy de Clippel. Values for cooperative games with incomplete information: An eloquent example[J]. Games and Economic Behavior, 2005, 53: 73-82.
- [12] Ezra Einy, Ron Holzman, Dov Monderer. On the Least Core and the Mas-Colell Bargaining Set[J]. Games and Economic Behavior, 1999, 28: 181-188.
- [13] Rafael Amor, Francesc Canerás, Jos Miguel Giné. Modified Banzhaf value for games with coalition structure: an axiomatic characterization[J]. Mathematical Social Sciences, 2002, 43: 45-54.
- [14] Boris E. Gurvich V., Vasin A. Stable families of coalitions and normal hypergraphs[J]. Mathematical Social Sciences, 1997, 34: 107-123.
- [15] Francisco Sanchez S. Balanced Contributions Axiom in the Solution of Cooperative Games[J]. Games and Economic Behavior, 1997, 20: 161-168.
- [16] Ichiro Nishizaki, Masatoshi Sakawa. Fuzzy cooperative games arising from linear production programming problems with fuzzy parameters[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 114: 11-21.
- [17] Balbina Casas M. ndez, Ignacio García-Jurado, Anne van den Nouweland, Margarita Vázquez Brage. An extension of the τ -value to games with coalition structures[J]. European Journal of Operational Research, 2003, 148: 494-513.
- [18] Tjies SH, Branzei M R, Ishihara S, et al. On cores and stable sets for fuzzy games[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2004, 146: 285-296.
- [19] Tjies SH, Branzei M R, Mutoc S, et al. Fuzzy clan games and bi-monotonic allocation rules[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2004, 146: 271-284.
- [20] Rodica Branzei, Dinko Dimitrov, Stef Tjies. Egalitarianism in convex fuzzy games[J]. Mathematical Social Sciences, 2004, 47: 313-325.
- [21] Elisenda Molina, Juan Tejada. The equalizer and the lexicographical solutions for cooperative fuzzy games: characterization and properties[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2002, 125: 369-387.
- [22] Rodica Branzei, Dinko Dimitrov, Stef Tjies. Convex fuzzy games and participation monotonic allocation schemes[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2003, 139: 267-281.

[责任编辑: 赵秀丽]

Cooperation and Non-full Cooperation Game Theory Research Review

XIONG Qibin¹, HU Fangzhi²

(1 Management School, Anhui Institute of Technology, Fengyan 233100, Anhui, China;

2 Institute of Political Science and Law, Hubei University of Industry, Wuhan 430068, Hubei, China)

Abstract The cooperation game theory research involves many economic domains and it becomes an important component of the economic study. This paper conducts a general review of the evolution stages, the basic questions, the game strategies and the solutions of cooperation and non-full cooperation game theory. It is suggested that cooperation game thought is the key to analyzing domestic and foreign cooperation question which China is facing, to perfecting the corresponding cooperation strategy, to melting the corresponding conflicts and the frictions. This theory is useful and favorable for the construction of harmonious society and the harmonious world, for the promotion of our nation's steady economic development.

Key Words cooperation game theory review