

博弈论视角下《三体》文明行为分析

梁庭辉¹ 赵翔²

1 中国地质大学(武汉)数学与物理学院 2 扬州市职业大学

DOI:10.12238/mef.v4i1.3428

[摘要] 刘慈欣撰写的系列小说《三体》发生在宇宙社会环境中,但映射着人类社会在极端情况下可能遭遇的问题。本文基于书中提出的宇宙社会学基本公理以及黑暗森林模型,利用博弈论的思想分析这一经典的囚徒困境模型,并从发布安全声明、提高打击代价两个角度渐进地分析宇宙中文明的处理办法,重点分析了在书中设定下宇宙更可能的情形是什么样的,最终提出了让阳光照进黑暗森林的畅想。

[关键词] 博弈论;《三体》;囚徒困境

中图分类号: F224.32

文献标识码: A

Analysis of “The Three body Problem” Civilization Behavior from the Perspective of Game Theory

Tinghui Liang¹, Xiang Zhao²

1 School of Mathematics and Physics, China University of Geosciences (Wuhan) 2 Yangzhou Polytechnic College

[Abstract] The series of novels “The Three body Problem” written by Liu Cixin occurred in the cosmic social environment, but it reflects the problems that human society may encounter in extreme situations. Based on the basic axiom of cosmology and the dark forest model proposed in the book, this paper analyzes the classic prisoner’s dilemma model by using the idea of game theory, and analyzes the treatment of civilization in the universe from the perspectives of issuing security statements and improving the cost of attack. It focuses on what is more likely to be the case of the universe in the book, and finally puts forward the idea of allowing sunlight into the dark forest.

[Key words] game theory; “The Three body Problem”; prisoners’ dilemma

1 一条猜疑链

刘慈欣以其恢弘的想象力在系列小说《三体》中提出了一系列十分具有创造性的构想,如黑暗森林法则。借书中角色叶文洁之口,大刘向我们阐释了宇宙社会学的两大基本公理:生存是文明的第一需要;文明不断增长域扩张,但宇宙内的物质总量基本保持不变。

不妨假定这两条公理是正确的,由此可以引出两条推论:猜疑链与技术爆炸。技术爆炸相对于理解:一个文明发展进步的速度并不一定和加速度相统一,暂时处于弱势地位的文明很可能在短时间内迅速发展超越强大的文明。这可能是由文明内部原因(例如蒸汽机的

发明使得机器代替人工,内燃机的出现大大提高了机器的工作效率)或者外部原因(例如宇宙文明之间的交流,技术共享等)引发。

猜疑链则是在下述场景出现的:一个文明在探索宇宙的过程中发现了另一个文明,对待这个文明一般有两种对待方式,一种认为它是安全的并采取善意的态度,一种认为他是危险的故而采取敌对的态度。无论这个文明发展程度比己身文明是高是低,由于宇宙尺度的庞大以及技术爆炸的可能性,在两个文明接触的过程中弱小文明完全有可能向强大文明的历变。因此该文明并不知道对方文明对待己方文明的态度,因为哪怕对方暂时因为弱小而善意,也很有

可能在短时间内变得强大而采取敌对态度。这种猜想会陷入一种循环没有终点的猜疑,即猜疑链。

随着这条猜疑链逐渐深入,处在这条链中的文明必然会采取行动,本质上来说是一种博弈,是参与这场互相猜想的双方乃至更多的文明的一次博弈,其博弈带来的结果也十分值得探究。对这场博弈的成因、过程、结果的分析也正是本文主要探讨的内容。

2 经典的囚徒困境

1950年,由两位就职于岚德公司的社会心理学家梅里奥·弗拉德(Merrill Flood)和梅尔文·德雷舍(Melvin Dresher)发现并拟定了相关困境的理论,随后由顾问阿尔贝·塔克(Albert

Tucker)以囚徒方式阐述,并命名为“囚徒困境”。现采用尽可能简洁的语言把囚徒困境加以叙述如下:

两个涉嫌共同犯罪的嫌疑犯被警方逮捕后关在相互隔离的牢房中,他们被告知他们有两个选择:坦白从宽或者保持沉默。在此基础上,若某个嫌疑犯坦白而其同伙不坦白,则坦白者可获得自由而不坦白者要被判处十年监禁;若二者都坦白则各被判5年;若二者都不坦白则各被判1年。上述情况我们可以用如表1所示的支付矩阵加以描述。

表1 经典囚徒困境支付矩阵

		嫌疑犯乙	
		坦白	沉默
嫌疑犯甲	坦白	-5, -5	0, -10
	沉默	-10, 0	-1, -1

在囚徒困境中的分析与讨论中,我们需要给出一些前提:①每个参与者(在囚徒困境中就是两个嫌疑犯)都知道该博弈的基本规则以及类似表1给出的支付矩阵;②博弈中的参与者都是“理性”的,即默认他们均了解自己所做出的行为的代价,并且以获取个人的最大支付为目标。③参与者是相互隔离的,是不能“串通”与“结盟”的。

在前述给定的条件下,两个嫌疑犯运用“理性”会怎样分析问题并可以得到什么结果呢?

从甲的“立场”来看,乙共有两种可能的应对情况。首先考虑乙选择坦白的情况,这时,如果甲也选择坦白则要入狱5年,相反如果他选择沉默,那么他将入狱10年;将这两种情况加以比较不难发现,他选择坦白应对乙的坦白策略是较好的选择。另一种情形当乙选择沉默时,这时他若也沉默要入狱1年,相反如果他坦白,则可获得自由!同样的将这两种情况比较,结论是他仍然应该用坦白的策略来应对乙的沉默。综上所述,不论乙采取何种策略,甲都以采取坦白策略为更好的选择。很显然,以上推理对于乙也是适用的。稍显荒谬的是,两个嫌疑犯在理性思考之后都采取了坦白策略,结局是两人都被判5年徒刑,而不

是均选择沉默共判1年这一明显较优的情形,这也是“囚徒困境”悖论性因素所在。

3 弱小文明的选择——安全声明

在黑暗森林模型中,我们以善意、恶意来简要描述文明应对其他文明的策略,借由书中的设定,如果两个善意的文明相接触,则可能可以促进文明的共同发展;如果有一方选择善意,另一方选择恶意,那么善意的文明会迎来灭亡,恶意的文明则会继续潜伏在黑暗森林中;如果两个恶意的文明相接触,优先发现的一方将会付出一定的代价毫不犹豫地将另一方消灭,类似的我们给出支付矩阵如表2。

表2 黑暗森林文明支付矩阵

		文明乙	
		善意	恶意
文明甲	善意	0, 0	-∞, 0
	恶意	0, -∞	-1, -∞

我们假定文明甲是在宇宙中先一步发现文明乙,由类似经典囚徒困境的分析过程,我们不难得出结论,当文明乙是善意的,则文明甲选择善意是更好的选择;当文明乙是恶意的,则文明甲为了自身存续只能选择恶意将文明乙消灭。然而,由于猜疑链的存在,文明甲没办法判定文明乙本身的态度,而一旦甲选择善意,则相当于将自身的存亡寄托在文明乙是善意还是恶意上,由于猜疑链的存在,文明乙也无法判定甲是否真的是善意的,因此很难获得都较好的结果。

和经典的囚徒困境不同的是,该黑暗森林博弈并不是只有双输这一唯一的纳什均衡,两个善意的文明相接触是可以获得较好的结果的。因此,在无法判断别人是否是善意的情况下,让别人相信你是善意的是一种较好的解决方式,这也是《三体》中提出的一个解决办法。

这里需要注意的是,持善意态度和让别人相信你是善意的是两件事情,因为让别人相信你是善意的是由别人判断

的,由于猜疑链的存在,弱小的文明只能通过表明自己没有威胁对方的能力才能让对方确定你至少不是恶意的,这就是安全声明。在书中云天明所讲述的关于“恶魔海”的寓言故事,王子将自己封闭在食人鱼海洋中心的岛屿上,外人没法上岛,岛上的王子也没法离开,因此王子并不会对大陆上的王国政权构成威胁,这是王子的安全声明。

类比到黑暗森林的模型中,结合地球对于曲率驱动能力的探索,只需要用若干艘飞船以球对称的方式同时采用曲率驱动,其造成的空间波动会相互影响,从而将地球文明附近的空域给“封闭”在一个低光速黑洞中,其背后的理论依据并不是本文所要探求的内容,因此不过多阐述。其带来的后果是,内部所有的物质均无法逃离这个低光速黑洞,外来的物质一旦进入也无法离开,因此在探测到这个低光速黑洞的文明均会认为这个文明对外是毫无威胁的,因此对于黑洞内部的文明来说就永远的获得了安全,但这的代价是本文明也永远无法离开,也就是无法进一步的探索宇宙,相当于切断了自己的进化的可能,无疑是一件十分残酷的现实,可以说是一个两难的困境。由于安全声明的存在,文明之间的博弈支付矩阵更新如表3。

表3 安全声明下的文明支付矩阵

		文明乙		
		进行安全声明	不进行安全声明	
		善意	善意	恶意
文明甲	善意	0, -10	0, 0	-∞, 0
	恶意	0, -10	0, -∞	-1, -∞

这里我们设定进行安全声明会对本方文明带来一个-10的支付,及量化了未来没有发展的可能性,另一部分不进行安全声明的支付表与表2相同。而由于猜疑链的存在,若不进行安全声明,则乙始终存在被恶意文明发现而被毁灭的风险,因此安全声明是对弱者文明实践公理——生存是文明的第一需要的唯一选择。

4 黑暗森林的出路——打击的代价

上节提到，弱者文明为了自身存续只能选择通过自我阉割的方式进行安全声明，黑暗森林除了像书中那样不断相互袭击有没有更好的解决方案呢？密不透光的黑暗森林有没有可能性洒满阳光，文明们不需要再做暗夜中的猎手，可以友好的相互交流呢？

其实，按照书中的设定，黑暗森林的现状不可能是整个宇宙的普遍形式。由统计学的一般规律，随着样本空间的增大，各区域之间的文明分布也会趋于统一。对于在黑暗森林中潜行的猎手，他们应该认识到一点，他们对其他文明的打击这一信息是无法消除的。仅仅观测可能暂时是安全的，但消灭观测到的文明这个行为本身并不能保证自己的安全。文明无法确保这个宇宙中不存在比自己更高级的文明，消灭观测到的文明这个行为本质上是降低了该区域的噪声。当更高级的猎人发现自己的狩猎领域中有一片区域变得过分安静时，一定会想到在这片区域中存在着恶意的文明，这反而增加了己方文明暴露的风险。随着文明发现了打击背后带来的风险，进行打击这个行为本身增加了文明要为之付出的代价，因此可以得到更新后的

支付矩阵如表4。

表4 打击风险上升的文明支付矩阵

		文明乙		
		进行安全声明	不进行安全声明	
		善意	善意	恶意
文明甲	善意	0, -10	0, 0	$-\infty, -10$
	恶意		$-10, -\infty$	$-20, -\infty$

由此不难分析发现，持有恶意态度的代价变得较高，这时双方更容易达到都是善意的均衡局面，这也是常见的通过提高代价的形式来解决囚徒困境，通过更高等级的文明形成的威慑，而更高等级的文明之间同样存在着互相牵制的关系，因此普遍的采取善意形成了良性的纳什均衡。

5 结束语

从表面上来看，囚徒困境是一个双输的、由理性人共同作用下得到的近乎荒谬的结局，在《三体》中提出的黑暗森林模型表面上就也是一个经典的囚徒困境。然而，随着分析的不断深入，文明为了保证自己的存续找到了自己的解决办法从而避免鱼死网破的局面；由于高等级文明的威慑存在，文明猎手必须谨慎权衡进行攻击带来的代价是否能被接受。

这是刘慈欣用一些基本自洽的公理与推论带给我们的博弈思考，真实得宇宙是什么样子我们并不能知道。倘有一日，书中歌者文明向银河系丢来的二向箔缓缓展开，站在地球上眺望太阳向二维世界跌落也不失为地球文明在宇宙中最后的浪漫。

【参考文献】

[1] 屈菲. 从黑暗森林到生活世界——论《三体》系列小说中的话语意识[J]. 文艺争鸣, 2015(09):143-148.
 [2] 李伯聪, 李军. 关于囚徒困境的几个问题[J]. 自然辩证法通讯, 1996(4):25-32.
 [3] 郭鹏, 杨晓琴. 博弈论与纳什均衡[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2006(04):28-31.
 [4] 中山大学数学力学系. 概率论及数理统计[M]. 人民教育出版社, 1980.

作者简介：

梁庭辉 (1999--), 男, 汉族, 江苏扬州人, 2018级数学与应用数学专业本科在读。
 赵翔 (1975--), 女, 汉族, 江苏扬州人, 副教授, 硕士, 研究方向: 机械制造及自动化。