

控制与决策

Control and Decision

BOPS渠道下制造商优惠券投放决策和零售商增值服务策略演化研究

田应东, 杨文胜

引用本文:

田应东, 杨文胜. BOPS渠道下制造商优惠券投放决策和零售商增值服务策略演化研究[J]. *控制与决策*, 2023, 38(12): 3543–3552.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2022.0381>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns
控制与决策. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

考虑Showrooms效应的供应链定价与渠道模式策略

Strategies of pricing and channel mode in a supply chain considering Showrooms effect
控制与决策. 2021, 36(12): 2891–2900 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0877>

模糊环境下考虑零售商风险偏好的绿色供应链博弈模型

Modeling green supply chain games considering retailer's risk preference in fuzzy environment
控制与决策. 2021, 36(3): 711–723 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0646>

风险规避制造商市场入侵策略

Market encroachment strategy of risk-averse manufacturer
控制与决策. 2021, 36(10): 2528–2536 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1819>

制造商竞争下创新投资对零售商信息分享策略的影响

Optimal information sharing strategy for retailer under competitive manufacturers' innovation investment
控制与决策. 2020, 35(12): 3006–3016 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0377>

BOPS 渠道下制造商优惠券投放决策和 零售商增值服务策略演化研究

田应东, 杨文胜[†]

(南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094)

摘要: 为了合力开通 BOPS 渠道, 制造商进行优惠券促销, 零售商决定是否提供增值服务, 构建单次 Bertrand-Stackelberg 博弈模型和单种群零售商对称性演化博弈模型, 以此分析一般均衡结果和零售商群体的演化稳定策略. 可以发现: 不同策略组合下的双寡头零售商具备“囚徒困境”的博弈特征, 制造商能够以批发定价和优惠券面值双重调控零售商的定价行为和服务策略选择; 提供增值服务是零售商群体存在的唯一演化稳定策略, 参数的变动影响演化稳定区域的大小; 在引入价格偏好特征的拓展模型中, 零售商群体只会达成混合策略演化均衡, 且群体中选择提供增值服务策略的零售商数量始终只占较小比例.

关键词: BOPS 渠道; 优惠券投放; 增值服务; 演化博弈

中图分类号: TP272.3 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyj.2022.0381

引用格式: 田应东, 杨文胜. BOPS 渠道下制造商优惠券投放决策和零售商增值服务策略演化研究[J]. 控制与决策, 2023, 38(12): 3543-3552.

Manufacturer's coupon distribution decision and retailer's value-added service strategy evolution under BOPS channel

TIAN Ying-dong, YANG Wen-sheng[†]

(School of Economics and Management, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The manufacturer carries out coupon promotion, and the retailers decide whether to provide value-added services to jointly open the BOPS channel. To construct a single Bertrand-Stackelberg game model and a single population retailer symmetry evolutionary game model to analyze the general equilibrium results and the evolutionary stability strategy of the retailer group. It can be found that duopoly retailers under different strategy combinations have the game characteristics of “prisoner's dilemma”, and the manufacturer can dually regulate retailers' pricing behavior and service strategy selection by wholesale pricing and coupon face value. Providing value-added service is the only evolutionary stable strategy for retailer groups, and the change of parameters affects the size of the evolutionary stable area. In the expansion model that introduces the characteristics of price preference, the retailer group will only reach the evolutionary equilibrium of the mixed strategy, and the number of retailers who choose to provide the value-added service strategy in the group always only accounts for a small proportion.

Keywords: BOPS channel; coupon promotion; value-added service; evolutionary game

0 引言

随着消费者服务需求体验的逐步提升, 以及企业和渠道间竞争的日益加剧, 由线上线下渠道融合而来的全渠道零售新模式应运而生, 并呈现快速发展之势, 为消费者提供全方位和全新的无缝购物体验, 其

中最具代表性的为允许消费者在线购买并在店内提货的 BOPS 模式^[1]. 据调查, 美国有 90% 的零售商计划在 2021 年之前提供 BOPS 服务, 在 2022 年将会有超过 1.5 亿美国人通过 BOPS 至少进行一次购买, 而欧洲有 64% 的 500 强零售商已经开通 BOPS 渠道^[2]. 作

收稿日期: 2022-03-14; 录用日期: 2022-07-17.

基金项目: 江苏省哲学社会科学基金项目(19GLB009); 国家自然科学基金项目(71771122); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX20_0334).

责任编辑: 唐万生.

[†]通讯作者. E-mail: wensheng_yang@163.com.

*本文附带电子附录文件, 可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅览.

为国内领先的零售电商平台,天猫、京东和苏宁也在积极探索和开展BOPS零售新模式。

对于想要扩大市场份额的制造商和缺乏线下实体店的零售平台而言,可与线下零售商合作开通BOPS渠道,也会给零售商带来额外收入和目标消费者,例如7 Eleven会为优衣库线上顾客提供线下取货服务^[2],美团等社区电商平台与线下自提点合作提供BOPS服务。常见的合作方式是制造商根据BOPS渠道份额向线下零售商提供单位补偿^[3],以支付所付出的线下努力。此外,制造商只赚取批发收益,并将剩余利润转交给零售商,这种方式使零售商有动力为BOPS渠道消费者提供较高的服务水平^[4],因其可获得可观的BOPS渠道收益和消费者市场。

价格和服务是影响消费者购买决策的重要因素,也是常用的竞争手段。优惠券作为促销的惯用工具,具有价格歧视和市场细分的作用,能精准识别消费者的价格偏好,在达到促销效果的同时又能节约促销成本^[5]。服务是价格竞争的有益补充,研究发现,单纯的降价策略已不足以使消费者做出购买决策^[6]。在本研究中,制造商和零售商通过合作开通BOPS渠道,制造商为此渠道消费者提供优惠券折扣,零售商在为线下所有消费者提供同等服务的基础上,可选择是否为BOPS渠道消费者提供增值服务,以达成更好的合作。基于此,制造商如何设计优惠券投放策略,使零售商提供增值服务来达成个体层面上的单次合作,以及如何使零售商群体提供增值服务趋于稳定,实现群体层面上的演化合作,并在现实情境中对结果进行检验,是本文需要解决的主要问题。

针对BOPS模式的探讨中,文献[7]讨论了零售商全渠道运营并单独提供BOPS服务时的渠道成本、全渠道定价问题;文献[8]探究了制造商和零售商共同搭建BOPS渠道时的渠道整合和供应链协调问题;文献[9]对不同类型消费者提供BOPS服务展开探讨;文献[10]在考虑质量敏感性和渠道成本的基础上,发现BOPS渠道对制造商和零售商质量、价格和利润都存在影响。

关于优惠券投放的研究,文献[11]在对消费者进行价值分类的基础上,分析长期和短期优惠券的最佳投放策略;文献[12]在两个跨市场零售商采取横向联合优惠券促销(HJP)时,探究HJP对零售商的最优决策有何影响。针对BOPS渠道下优惠券投放的研究并不多见,文献[13]在全渠道环境下对基于消费者价格偏好的优惠券投放决策展开讨论。

对于增值服务的讨论,文献[14]在考虑供应商

增值服务对定价影响的基础上,建立利润最大化的O2O平台定价模型;文献[15]在提供保鲜服务的供应商和提供增值服务的零售商组成的生鲜供应链中,分析生鲜信息分享策略。在BOPS渠道关于增值服务的讨论中,文献[6]通过引入个性化增值服务来探究对交叉渠道供应链运营决策的影响;文献[16]在提供差异化服务的基础上,研究BOPS模式的全渠道定价和服务策略。

在运营和营销策略的演化博弈研究中,文献[17]在单种群制造商背景下,讨论了制造商的定价策略和群体的长期社会关注行为演化结果;文献[18]分析了制造商的质量决策和零售商经营目标的演化稳定状态;文献[19]研究了双寡头OEMs和TPRs群体对外包还是授权的再制造模式的演化博弈问题;文献[20]在不确定风险的二级供应链下,对双寡头药品分销商的定价和信用时间营销策略进行演化博弈分析。

通过文献梳理发现,现有研究从多个维度展开对BOPS模式的分析,但是多以制造商和零售商一方为主体,而在实际运营环境下,由于在运营渠道上存在限制,制造商与零售商往往会合力搭建BOPS渠道。部分文献将价格和服务策略作为企业间的竞争手段来获得可观的利润增长,且制造商也将投放优惠券作为价格竞争的工具,而在渠道合作环境下,价格和服务策略不仅可以用来竞争,更可以达成合作,以实现多方共赢。以往的研究多在经典博弈框架下讨论企业的服务策略,认为通过单次博弈即可获得均衡解,但是博弈主体并非完全理性,其拥有不断学习和模仿的能力,可以通过比较获利情况来更新自身行为和策略,以达成长期均衡。

综上分析可知,以制造商投放优惠券和零售商提供增值服务来共建BOPS渠道的研究并不多见,且以制造商双重价格因素来调控和引导零售商群体增值服务策略演化的讨论则更为鲜见。因此,本文以经典博弈模型作为BOPS渠道合作的基础,在演化博弈模型框架下分析零售商群体增值服务的长期演化结果,并在更为现实的情境中展开拓展分析。

1 问题描述和假设

本研究是在由一个制造商和一个零售商群体构成的二级供应链结构下展开的。在描述一般博弈模型之前,需要先对单种群零售商演化博弈模型的构建规则和基本特征进行界定说明,即单种群零售商由尽可能多的同类型零售商个体组成;可将整个消费者市场 M 划分为数量足够多的独立(在地理位置上分散)且相同的 n 个小市场;每个小市场 m 中都有两个零售

商,且小市场和零售商数量足够多,所以小市场中的两个零售商可假设为随机匹配的,在特定的小市场中进行单次Bertrand博弈. 在此类演化博弈模型中是较为常见的描述和假设^[18].

消费者不仅可以通过零售商线下渠道直接购买,还可以通过制造商和零售商共同搭建的BOPS渠道进行购买. 制造商在BOPS渠道中不参与直接销售,仅收取单位批发价 w ,零售商可获取净收益以增加订单量^[4],例如零售巨头百思买以批发价向上游制造商或供应商订购产品,同时又通过多个渠道进行销售,在渠道内可实现净利润. 同时,为了突显共建BOPS渠道的效果,制造商在此渠道投放的电子优惠券面值为 f ,以吸引更多消费者的关注和购买,制造商可以通过在产品包装上印刷优惠券,即以拉式价格促销的方式直接让利给消费者^[21],例如包括Alphia在内的很多宠物产品品牌的包装上已经印有优惠券信息,购买者可以直接扫码获得优惠减免. 双寡头零售商统一BOPS和线下渠道定价 $p_i (i = 1, 2)$. 以服装企业为例,从BOPS渠道购买的消费者也能享受到与线下渠道同等的服务水平,例如提供咨询、试穿体验和退换货等服务. 除此之外,零售商还可以选择是否为共建BOPS渠道付出特殊的服务努力,即决定是否提供额外的个性化定制、配件赠送等增值服务,如若提供,则增值服务水平为 s_i ,增值服务成本是服务水平的严格凸函数^[22-23],记为 $ks_i^2/2$,其中 k 为服务成本系数. 相关研究大多把批发价格考虑为模型的外生变量^[4,24],假定在一定时期内不会改变,而本文将作为模型的决策变量^[21],这是因为制造商可利用批发定价和投放优惠券双重调控零售商的定价行为和服务策略,以期更好达成BOPS合作,实现市场需求和销售额的长期增长.

假设 b 为单个零售商的基本市场需求, α 为需求系数,体现为消费者对BOPS渠道的偏好,则 $1 - \alpha$ 为对线下渠道的偏好. δ_1 、 δ_2 和 δ_3 分别为需求的价格、优惠券和增值服务的弹性系数,即自身价格、自身优惠券和自身增值服务的敏感性, μ_1 、 μ_2 和 μ_3 分别为交叉价格、交叉优惠券和交叉增值服务的敏感性,表示为价格、优惠券和增值服务在零售商跨渠道和跨零售商之间的需求替代程度^[25]. 为了简化计算,便于模型求解和结果分析,令 $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta = 1$, $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$,其中 $\mu < 1$ ^[26]. 综合上述分析,零售商在BOPS渠道拥有两种选择,即不提供和提供增值服务,记为N策略和Y策略,则双寡头零售商的4组策略组合分别为: NN策略、NY策略、YN策略和YY策略. 供

应链结构和BOPS渠道下双寡头零售商增值服务策略组合分别如图1和图2所示.

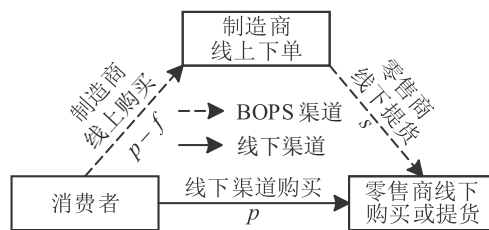


图1 供应链结构

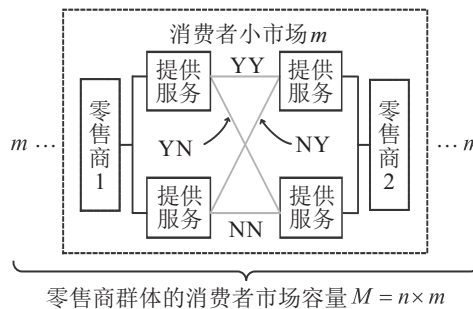


图2 BOPS渠道下双寡头零售商增值服务策略组合

2 单次Bertrand-Stackelberg博弈模型

2.1 模型构建

由上述分析可知,消费者在双寡头零售商的BOPS和线下渠道的需求函数分别为

$$D_{b_i} = \alpha b - p_i + f + \epsilon_i s_i + \mu(p_{3-i} - \epsilon_{3-i} s_{3-i}), \quad (1)$$

$$D_{s_i} = (1 - \alpha)b - p_i + \mu(p_{3-i} - f). \quad (2)$$

其中 $\epsilon_i = \begin{cases} 0, & \text{零售商}i(i = 1, 2)\text{选择N策略;} \\ 1, & \text{零售商}i(i = 1, 2)\text{选择Y策略.} \end{cases}$

由于优惠券是从制造商处投放,且仅在BOPS渠道可以使用,优惠券会对线下渠道需求存在负向的交叉影响^[25],即 $-f$. 增值服务也会对不提供增值服务的零售商的BOPS渠道需求产生负向的交叉影响,即 $-\epsilon_{3-i} s_{3-i}$. 由于零售商在BOPS和线下渠道获取的单位收益相同,认为增值服务不会在跨渠道中对需求产生交叉影响^[4]. 进一步可知双寡头零售商和制造商的利润函数分别为

$$\pi_{r_i} = (p_i - w)D_{b_i} + (p_i - w)D_{s_i} - \frac{\epsilon_i k s_i^2}{2}, \quad (3)$$

$$\pi_m = (w - f)(D_{b_1} + D_{b_2})b + w(D_{s_1} + D_{s_2}). \quad (4)$$

2.2 模型求解

将制造商作为领导者,零售商作为跟随者. 具体的决策顺序为: 1) 制造商首先决定批发价格 w 和优惠券面值 f ; 2) 双寡头零售商进行Bertrand博弈,决定最优零售价格 p_i 和增值服务水平 s_i . 通过逆向归纳法可求解上述决策变量,具体如以下命题所示.

命题1 在NN策略下,若 $\alpha < 1/2$,则最优零售价格、批发价格和优惠券面值分别为

$$p_1^{NN} = p_2^{NN} = \frac{b + 2w^{NN} + f^{NN}(1 - \mu)}{2(2 - \mu)}, \quad (5)$$

$$w^{NN} = \frac{b(1 - \alpha(1 - \mu))}{2(1 - \mu^2)}, \quad (6)$$

$$f^{NN} = \frac{b(1 - 2\alpha)}{2(1 + \mu)}, \quad (7)$$

则双寡头零售商和制造商的利润分别为

$$\pi_{r_1}^{NN} = \pi_{r_2}^{NN} = \frac{b^2}{8(2 - \mu)^2}, \quad (8)$$

$$\pi_m^{NN} = \frac{1}{4}b^2 \left[\frac{1}{1 - \mu} - \frac{1}{2 - \mu} + \frac{(1 - 2\alpha)^2}{1 + \mu} \right]. \quad (9)$$

命题2 在NY或YN策略下,若 $k > \max \left\{ \frac{1}{4}, \frac{2 - \mu^2}{2(4 - \mu^2)} \right\}$ 且 $\Lambda > 0$,则最优零售价格、增值服务水平、批发价格和优惠券面值分别为

$$p_1^{NY} = p_2^{YN} = \frac{2w^{NY(YN)}[2k(2 + \mu) - 1] + [b + f^{NY(YN)}(1 - \mu)][2k(2 + \mu) - 1 - \mu]}{4k(4 - \mu^2) - 2(2 - \mu^2)}, \quad (10)$$

$$p_2^{NY} = p_1^{YN} = \frac{w^{NY(YN)}[2k(2 + \mu) - 2 + \mu^2] + k[b(2 + \mu) + f^{NY(YN)}(2 - \mu - \mu^2)]}{2k(4 - \mu^2) - 2 + \mu^2}, \quad (11)$$

$$s_2^{NY} = s_1^{YN} = \frac{(2 + \mu)[b - (1 - \mu)(2w^{NY(YN)} - f^{NY(YN)})]}{2k(4 - \mu^2) - 2 + \mu^2}, \quad (12)$$

$$w^{NY} = w^{YN} = \frac{b[6 + 35\mu - 8\mu^2 - 22\mu^3 + 2\mu^4 + 3\mu^5 - 4\alpha\mu(1 - \mu)(3 + \mu)(2 - \mu^2)]}{2(1 - \mu)\Lambda} + \frac{b[4k(2 + \mu)(2\alpha(1 - \mu)(8 + 6\mu - 5\mu^2 - \mu^3) - (1 - \mu)(22 - 13\mu - 2\mu^2 + \mu^3))]}{2(1 - \mu)\Lambda} + \frac{b[64k^2(1 - \alpha(1 - \mu))(2 - \mu)(2 + \mu^2)]}{2(1 - \mu)\Lambda}, \quad (13)$$

$$f^{NY} = f^{YN} = \frac{b(4k(2 + \mu) - 1 - \mu)[5\mu^2 + \mu - 10 + 8\alpha(2 - \mu^2) + 8k(1 - 2\alpha)(4 - \mu^2)]}{\Lambda}, \quad (14)$$

则双寡头零售商和制造商的利润分别为

$$\pi_{r_1}^{NY} = \pi_{r_2}^{YN} = \frac{2b^2[2k(2 + \mu) - 1 - \mu]^2[8k(1 + \mu)(2 + \mu) + 2\alpha(2 + \mu)(1 - \mu)^2 - 4 - \mu(1 + \mu)^2]^2}{\Lambda^2}, \quad (15)$$

$$\pi_{r_1}^{YN} = \pi_{r_2}^{NY} = \frac{2b^2k(4k - 1)(2 + \mu)^2[8k(1 + \mu)(2 + \mu) + 2\alpha(2 + \mu)(1 - \mu)^2 - 4 - \mu(1 + \mu)^2]^2}{\Lambda^2}, \quad (16)$$

$$\pi_m^{NY} = \pi_m^{YN} = \frac{b^2(4k(2 + \mu) - 1 - \mu)[5\mu + \mu^2 - 3\mu^3 - 7 + 2\alpha(1 - \mu)(10 - \mu - 5\mu^2) - 8\alpha^2(1 - \mu)(2 - \mu)^2]}{(1 - \mu)\Lambda} + \frac{b^2(4k(2 + \mu) - 1 - \mu)[4k(2 + \mu)(3 - 2\mu + \mu^2 - 4\alpha(1 - \alpha)(1 - \mu)(2 - \mu))]}{(1 - \mu)\Lambda}, \quad (17)$$

其中

$$\Lambda = 12 + 40\mu + 7\mu^2 - 21\mu^3 - 7\mu^4 + \mu^5 - 16k(1 + \mu)(2 + \mu)[6 + \mu - 3\mu^2] + 64k^2(1 + \mu)(2 - \mu)(2 + \mu)^2.$$

命题3 在YY策略下,若 $k > \max \left\{ \frac{1}{4}, \frac{1 - \mu}{2(2 - \mu)} \right\}$ 且 $\Gamma > 0$,则最优零售价格、增值服务水平、批发价格和优惠券面值分别为

$$p_1^{YY} = p_2^{YY} = \frac{w^{YY}(2k - 1 + \mu) + k[b + f^{YY}(1 - \mu)]}{2k(2 - \mu) - 1 + \mu}, \quad (18)$$

$$s_1^{YY} = s_2^{YY} = \frac{b - (2w^{YY} - f^{YY})(1 - \mu)}{2k(2 - \mu) - 1 + \mu}, \quad (19)$$

$$w^{YY} = \frac{b[8k^2(2 - \mu)(1 - \alpha(1 - \mu)) - (1 - \alpha)(1 - \mu)^3 - k(1 - \mu)(3 + (2 - \mu - 2\alpha(1 - \mu))\mu)]}{(1 - \mu)\Gamma}, \quad (20)$$

$$f^{YY} = \frac{2bk[4k(1 - 2\alpha)(2 - \mu) - (3 - 4\alpha)(1 - \mu)]}{\Gamma}, \quad (21)$$

则双寡头零售商和制造商的利润分别为

$$\pi_{r_1}^{YY} = \pi_{r_2}^{YY} = \frac{kb^2(4k-1)[4k(1+\mu) - (1-2\alpha)(1-\mu)^2]^2}{2\Gamma^2}, \tag{22}$$

$$\pi_m^{YY} = \frac{4kb^2[k(3-2\mu+\mu^2-4\alpha(1-\alpha)(2-\mu)(1-\mu)) - (1-\alpha)(1-2\alpha)(1-\mu)^2]}{(1-\mu)\Gamma}, \tag{23}$$

其中 $\Gamma = 16k^2(2+\mu-\mu^2) - 8k(1-\mu^2) - (1-\mu)^3$.

从上述命题的前提条件可以发现,当双寡头零售商都不提供增值服务时,市场中偏好于BOPS渠道的消费者越少,而当至少有一个零售商提供增值服务时,增值服务成本越高,且增值服务成本的高低受市场竞争程度的影响.这说明零售商对BOPS渠道的搭建不付出努力时,不仅不会吸引消费者进行渠道转移,而且还会降低制造商进行优惠券促销的力度,这将不利于合力搭建BOPS渠道.

2.3 结果分析

推论1 由表1可看出:最优价格、优惠券面值、服务水平和利润都是市场需求的增函数;在一定条件下,最优价格、优惠券面值和制造商利润随着BOPS渠道偏好的增加而减小,最优服务水平和零售商利润与BOPS渠道偏好成正相关关系;批发价格越高,零售商最优定价也越高,但服务水平却越低,而优惠券面值增加,会使零售商最优定价和服务水平都越高.

表1 b和 α 、 ω 和f对最优解的影响

	w^{yz}	f^{yz}	p_1^{yz}	p_2^{yz}	$s_1^{YN}(s_2^{NY})$	$s_1^{YY}(s_2^{YY})$	$\pi_{r_1}^{yz}$	$\pi_{r_2}^{yz}$	π_m^{yz}
b	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
α	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓
w	-	-	↑	↑	↓	↓	-	-	-
f	-	-	↑	↑	↑	↑	-	-	-

注: $y \in \{N, Y\}$, $z \in \{N, Y\}$, *表示在一定条件下成立.

从推论1可以看出,当处于领先地位的制造商提高批发价格时,双寡头零售商会上调产品价格并降低增值服务水平,当投放大面值优惠券时,产品价格和增值服务水平都会上升,这说明制造商能以批发定价和优惠券双重调控双寡头零售商的价格和服务水平.由于双寡头零售商本质上无区别,其价格和服务水平变化趋势一致,批发价格的提高一定程度上缓和了双寡头零售商在提供增值服务上的竞争,但是优惠券面值越大才更有利于共建BOPS渠道.

推论2 当一方零售商选择Y(N)策略时,驱使另一方零售商选择Y或N策略的出发点是比较A和B(C和 Λ)的大小,若 $A > B(C > \Lambda)$,则会选择Y策略,否则,将会选择N策略. 其中

$$A = \Lambda\sqrt{k(4k-1)[4k(1+\mu) - (1-2\alpha)(1-\mu^2)]},$$

$$B = 2\Gamma[2k(2+\mu) - 1 - \mu][8k(1+\mu)(2+\mu) +$$

$$2\alpha(2+\mu)(1-\mu)^2 - 4 - \mu(1+\mu)^2],$$

$$C = 4\sqrt{k(4k-1)}(4-\mu^2)[8k(1+2\mu)(2+\mu) + 2\alpha(2+\mu)(1-\mu)^2 - 4 - \mu(1+\mu)^2].$$

由推论2可以看出,在单次博弈中,当一方零售商选定是否提供增值服务策略时,另一方零售商选择何种策略受BOPS渠道偏好、增值服务成本和市场竞争程度等多种因素的影响.

3 演化博弈模型

本文所构建的演化博弈模型具有单种群和双重对称的特征,在制造商决策之前,零售商个体首先决策是否选择增值服务策略,策略选择的结果会随着时间和群体平均收益动态调整,根据逆向归纳法求解,最后可得出零售商群体的演化稳定策略.

假设零售商群体中选择Y和N策略的比例分别为x和1-x,其中 E_Y 和 E_N 为零售商持有Y和N策略的期望收益, \bar{E} 为零售商的平均收益,即

$$E_Y = x\pi_{r_1}^{YY} + (1-x)\pi_{r_1}^{YN}, \tag{24}$$

$$E_N = x\pi_{r_1}^{NY} + (1-x)\pi_{r_1}^{NN}, \tag{25}$$

$$\bar{E} = xE_Y + (1-x)E_N. \tag{26}$$

根据复制动态的定义,零售商群体中选择Y策略个体数量的增长率 \dot{x}/x 等于 E_Y 与 \bar{x} 之差,即Y策略的适应度减去平均适应度,由此可知零售商群体选择Y策略的复制动态方程为

$$\begin{aligned} \dot{x} = F(x) &= x(E_Y - \bar{E}) = \\ &= x(1-x)[x(\pi_{r_1}^{YY} - \pi_{r_1}^{NY} - \pi_{r_1}^{YN} + \pi_{r_1}^{NN}) + \pi_{r_1}^{YN} - \pi_{r_1}^{NN}]. \end{aligned} \tag{27}$$

式(27)说明当零售商选择Y策略的收益高于平均收益时,群体中选择Y策略的比例会上升,反之,将会去模仿并选择N策略,则选择Y策略的比例会下降.通过求解 $F(x) = 0$,可得均衡点为 $x^* = 0$, $x^* = 1$ 和 $x^* = x_m = (\pi_1^{YN} - \pi_1^{NN}) / (\pi_1^{YN} - \pi_1^{NN} - \pi_1^{YY} + \pi_1^{NY})$.

命题4 1)如果 $A > B$ 和 $C > \Lambda$,则 $x^* = 1$,即Y策略是演化稳定策略;2)如果 $A < B$ 和 $C < \Lambda$,则 $x^* = 0$,即N策略是演化稳定策略;3)如果 $A > B$ 和 $C < \Lambda$,则 $x^* = 1$ 和 $x^* = 0$,即Y和N策略都是演化稳

定策略;4)如果 $A < B$ 和 $C > A$, 则 $x^* = x_m$, 即 Y 和 N 的混合策略是演化稳定策略。

由命题4可以看出,无论一方零售商是否提供增值服务,另一方零售商在提供增值服务时的收益大于它时,都将提供增值服务策略覆盖整个零售商群体;否则,不提供增值服务策略覆盖整个零售商群体。当一方零售商(不提供)提供增值服务,另一方零售商(提供)不提供增值服务时的收益大于它时,两种策略都可能覆盖整个零售商群体;否则,两种策略只会以一定比例存在于零售商群体中。

4 数值分析

4.1 参数取值范围的界定

为了保证模型具有意义,需要满足以下条件:

$$s.t. \begin{cases} w^{yz} > 0, p_1^{yz} > 0, p_2^{yz} > 0, f^{yz} > 0; \\ s_1^{YN} = s_2^{NY} > 0, s_1^{YY} = s_2^{YY} > 0; \\ D_{b_1}^{yz} > 0, D_{s_1}^{yz} > 0, D_{b_2}^{yz} > 0, D_{s_2}^{yz} > 0; \\ \pi_m^{yz} > 0, \pi_{r_1}^{yz} > 0, \pi_{r_2}^{yz} > 0; \\ w^{yz} - f^{yz} > 0, p_1^{yz} - w^{yz} > 0, p_2^{yz} - w^{yz} > 0. \end{cases} \quad (28)$$

令 $b = 1, 0.25 < k < 1, 0 < \mu < 1$, 此时参数的约束条件可表示为 $f^{YY} > 0$ (即 $k > (3 - 4\alpha)(1 - \mu) / (4(1 - 2\alpha)(2 - \mu))$) 和 $p_1^{NY} - w^{NY} > 0$ (即 $k > (1 + \mu) / (2(2 + \mu))$)。取3组不同的 α 值,即 $\alpha = 0.1, 0.25, 0.4$, 具体见图3灰色阴影部分所示。可以发现,随着 α 的增加,参数的取值范围不断缩小,说明当市场中偏好于 BOPS 渠道的消费者较多时,制造商只会投放小面值优惠券,零售商会提供较高增值服务水平来吸引

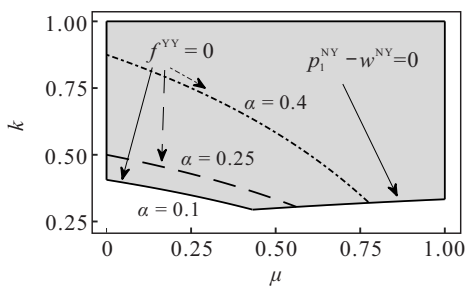


图3 参数的取值范围

BOPS 渠道的消费者购买,但会引起服务成本的增加。

4.2 参数对单次博弈最优决策的影响及对比

由图3可知,在分析 α 对最优决策的影响时,令 $\mu = 0.5$ 和 $k = 0.7, \alpha$ 分别取 $0.1, 0.25, 0.4$, 在分析 μ 和 k 对最优决策的影响时,令 $\alpha = 0.25, \mu$ 分别取 $0.1, 0.5, 0.9, k$ 分别取 $0.5, 0.7, 0.9$ 。

表2进一步证实了推论1中的结论。从不同策略组合的对比来看,当双寡头零售商都选择不提供增值服务时,批发价格和优惠券面值最大,制造商获利最小。反之,当双寡头零售商都提供增值服务时,结果恰好相反。这是因为提供增值服务策略会带来 BOPS 渠道消费者数量的增加,此时制造商一方面设置最低批发价来引导零售商加大订购量,另一方面投放最小面值优惠券也可达到促销和共建 BOPS 渠道的效果,自然能带来最高收益。当双寡头零售商中的一方选择提供增值服务,另一方不提供时,前者的零售价格和服务水平最高,且获利也最大,后者却恰好相反。这是因为前者在双寡头竞争中通过提供优质的增值服务吸引 BOPS 渠道消费者的购买,但是需要定高价以弥补单位利润损失,在与后者的竞争中可以获得高额收益,双寡头零售商具备明显的“囚徒困境”博弈特征。综合来看,制造商总希望零售商双方都提供增值服务,而零售商更希望在竞争对手不提供增值服务时,其自身提供增值服务,造成此种差异的原因在于零售商可从价格和服务双重竞争以及合力搭建 BOPS 渠道中获取丰厚利润,而制造商共建 BOPS 渠道的初衷并不能有效避免零售商之间的竞争。

由表3可以看出,随着 μ 的增加,制造商和零售商可定高价,但是需要提高服务水平吸引更多的消费者,由于可获取单位收益的提升,制造商和零售商的利润也会增加。随着 k 的增加,制造商通过提高批发价格来避免不提供服务的零售商恶意低价事件的发生。制造商投放大面值优惠券,以保证提供服务的零售商也能获得可观的消费者市场,但是因优惠券面值增加的幅度要大于批发价格提升的服务,故会导致制造商利润有所损失。这说明制造商可利用零售商对竞

表2 α 对单次博弈最优决策的影响及对比

决策变量	NN策略			NY策略			YN策略			YY策略		
	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.25$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.25$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.25$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.25$	$\alpha = 0.4$
w	0.633	0.583	0.533	0.632	0.576	0.521	0.632	0.576	0.521	0.628	0.568	0.509
f	0.267	0.167	0.067	0.238	0.137	0.037	0.238	0.137	0.037	0.217	0.116	0.015
p_1	0.8	0.75	0.7	0.771	0.717	0.663	0.876	0.823	0.77	0.838	0.782	0.727
s_1	-	-	-	-	-	-	0.347	0.352	0.356	0.3	0.306	0.312
π_{r_1}	0.056	0.056	0.056	0.039	0.04	0.04	0.076	0.078	0.08	0.057	0.059	0.061
π_m	0.44	0.375	0.34	0.477	0.421	0.395	0.477	0.421	0.395	0.507	0.457	0.438

表3 μ 和 k 对单次博弈最优决策的影响及对比

决策变量 μ	NN策略			NY策略			YN策略			YY策略			
	$k = 0.5$	$k = 0.7$	$k = 0.9$	$k = 0.5$	$k = 0.7$	$k = 0.9$	$k = 0.5$	$k = 0.7$	$k = 0.9$	$k = 0.5$	$k = 0.7$	$k = 0.9$	
w	0.1	0.391	0.391	0.391	0.361	0.38	0.386	0.361	0.38	0.386	0.298	0.356	0.373
	0.5	0.583	0.583	0.583	0.568	0.576	0.579	0.568	0.576	0.579	0.553	0.568	0.574
	0.9	2.566	2.566	2.566	2.563	2.564	2.565	2.563	2.564	2.565	2.562	2.563	2.564
f	0.1	0.227	0.227	0.227	0.127	0.171	0.188	0.127	0.171	0.188	0.027	0.119	0.152
	0.5	0.167	0.167	0.167	0.116	0.137	0.146	0.116	0.137	0.146	0.085	0.116	0.129
	0.9	0.132	0.132	0.132	0.122	0.126	0.127	0.122	0.126	0.127	0.118	0.122	0.125
p_1	0.1	0.523	0.523	0.523	0.477	0.5	0.508	0.605	0.572	0.559	0.542	0.542	0.539
	0.5	0.75	0.75	0.75	0.691	0.717	0.727	0.874	0.823	0.801	0.798	0.782	0.775
	0.9	2.793	2.793	2.793	2.688	2.729	2.747	2.925	2.873	2.851	2.812	2.806	2.803
s_1	0.1	-	-	-	-	-	-	0.488	0.274	0.192	0.489	0.265	0.185
	0.5	-	-	-	-	-	-	0.612	0.352	0.247	0.489	0.306	0.223
	0.9	-	-	-	-	-	-	0.724	0.442	0.318	0.499	0.347	0.266
π_{r_1}	0.1	0.035	0.035	0.035	0.027	0.029	0.03	0.06	0.047	0.043	0.06	0.044	0.04
	0.5	0.056	0.056	0.056	0.03	0.04	0.044	0.094	0.078	0.071	0.06	0.059	0.058
	0.9	0.103	0.103	0.103	0.031	0.054	0.066	0.131	0.123	0.119	0.062	0.076	0.083
π_m	0.1	0.203	0.023	0.203	0.232	0.216	0.211	0.232	0.216	0.211	0.278	0.236	0.223
	0.5	0.375	0.375	0.375	0.457	0.421	0.407	0.457	0.421	0.407	0.511	0.457	0.434
	0.9	2.306	2.306	2.306	2.466	2.403	2.376	2.466	2.403	2.376	2.527	2.459	2.423

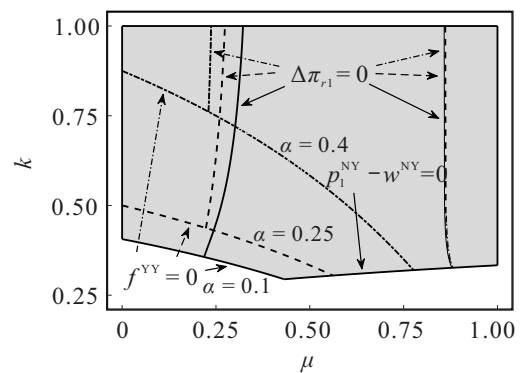
争水平的感知,与其一起实现双赢局面,且制造商通过观察服务成本的变化,以批发定价和优惠券双重调控零售商的决策行为,引导其使用正当的价格和服务竞争手段,保障合力共建BOPS渠道的顺利进行.当双寡头零售商中的一方选择不提供增值服务时,由于制造商随服务成本的增加而提高批发价格,零售商也会进行提价,由此可带来利润的增长;当双寡头零售商中的另一方选择提供增值服务时,因服务成本的增加而导致服务水平降低,此时零售商必须降价销售才能留住消费者,尽管制造商提供大面值优惠券,但更多的消费者会流向竞争对手,造成零售商利润的减少.不同策略组合的对比分析结果与表2中的分析一致,故不再赘述.

4.3 参数对零售商演化稳定策略的影响

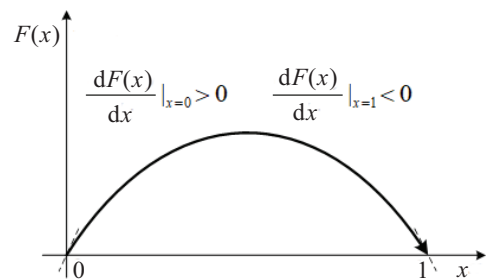
在图3的参数取值范围内,恒有 $\pi_{r_1}^{YY} > \pi_{r_1}^{NY}$ 和 $\pi_{r_1}^{YN} > \pi_{r_1}^{NN}$,根据命题4的判定,说明存在纯策略演化稳定点 $x^* = 1$,即提供增值服务策略.进一步发现 $\Delta\pi_{r_1} = \pi_{r_1}^{YN} - \pi_{r_1}^{NN} - \pi_{r_1}^{YY} + \pi_{r_1}^{NY}$ 的值有正有负,当 μ 取值适中时为正值,当 μ 越小或越大时为负值,即当竞争水平适中时,在竞争对手选择不提供或提供增值服务策略的影响下,前一种情况会使零售商提供比不提供增值服务所获得的收益更高,而当竞争水平越小或越大时,结果却恰好相反.此时恒有 $x_m > 1$,这说明 $x^* = 1$ 为唯一的演化稳定策略,提供增值服务策略将始终覆盖整个零售商群体.

图4(a)中阴影部分为 $\alpha = 0.1$ 时 $x^* = 1$ 的参数可行域,且可行域随着 α 增加会减小.可以看出,当 α

越大时,更大的服务成本才能使均衡策略演化稳定,若服务成本较低,则只有竞争水平较高时才能达到演化稳定状态.由于演化区域与参数取值范围完全重叠,可以发现,偏好于BOPS渠道的消费者越少、竞争水平和服务成本越低时可使制造商投放优惠券,同样也可使零售商提供增值服务,这说明制造商在共建BOPS渠道目标下开展优惠券促销活动,可有效引导零售商群体演化为提供增值服务策略.



(a) $x^* = 1$ 的参数可行域



(b) $x^* = 1$ 的相位图

图4 演化稳定策略($x^* = 1$)的参数可行域和相位图

图4(b)为 $x^* = 1$ 的相位图,与单次博弈中零售商个体的最佳策略选择并非是双方最佳选择不同,在演化博弈中,个体最佳策略同样也是零售商群体的演化稳定策略,并实现了帕累托的改进.这说明单次博弈中零售商双方以完全理性作为决策前提,容易陷入“囚徒困境”中,而在演化博弈中,零售商以有限理性为决策前提,不断进行试错和策略上的改进,最终整个零售商群体都趋于选择提供增值服务策略,所以在演化博弈情境下,制造商和零售商之间不仅实现了共建BOPS渠道的目标,还达成了“制造商+零售商群体”的多方共赢.

5 模型拓展与分析

实际中,不是所有消费者都会使用优惠券进行购买,这与消费者对价格的偏好有关,价格敏感的消费 者只有在获得优惠券时才会选择购买,而价格不敏感 的消费者则不会关注和使用优惠券^[5].假设市场中价 格敏感(PS)和不敏感(PI)的消费者所占比例分别为 γ 和 $1 - \gamma$,其中 $0 \leq \gamma \leq 1$.此时消费者在双寡头零售 商BOPS和线下渠道的需求函数分别为

$$D_{b_i}^{PS} = \alpha b - p_i + f + \epsilon_i s_i + \mu(p_{3-i} - \epsilon_{3-i} s_{3-i}), \tag{29}$$

$$D_{b_i}^{PI} = \alpha b - p_i + \epsilon_i s_i + \mu(p_{3-i} - \epsilon_{3-i} s_{3-i}), \tag{30}$$

$$D_{s_i}^{PS} = (1 - \alpha)b - p_i + \mu(p_{3-i} - f). \tag{31}$$

由于只有不敏感的消费者会在线下渠道购买,线 下渠道的需求不存在优惠券的交叉影响.双寡头零 售商和制造商的利润函数分别为

$$\pi_{r_i}(p_i, \epsilon_i s_i) = (p_i - w)[\gamma D_{b_i}^{PS} + (1 - \gamma)D_{b_i}^{PI}] + (1 - \gamma)(p_i - w)D_{s_i}^{PI} - \frac{k\epsilon_i s_i^2}{2}, \tag{32}$$

$$\pi_m(w, f) = \gamma(w - f)(D_{b_1}^{PS} + D_{b_2}^{PS}) + w(1 - \gamma)(D_{b_1}^{PI} + D_{b_2}^{PI} + D_{s_1}^{PI} + D_{s_2}^{PI}). \tag{33}$$

在对所有的约束条件进行归纳和整合的基础上, 发现可以简化为 $f_\gamma^{YY} > 0$ 和 $\Gamma_\gamma < 0$.其中

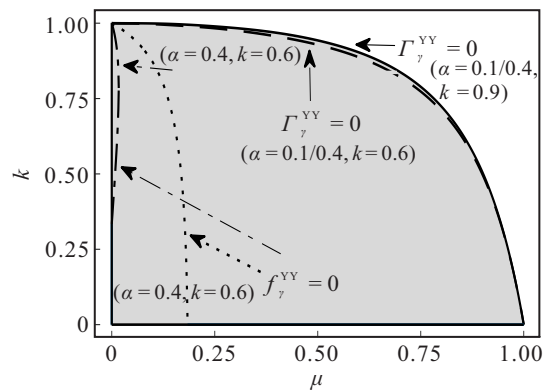
$$f_\gamma^{YY} = \frac{bk(2 - \gamma)[(1 - \gamma)(1 - \mu)^2(3 - \gamma - \alpha(4 - \gamma))]}{\Gamma_\gamma^{YY}} - \frac{bk(2 - \gamma)[k(2 - \gamma)(1 - \gamma)(4 - 5\mu + 2\mu^2)]}{\Gamma_\gamma^{YY}} - \frac{bk(2 - \gamma)[k(2 - \gamma)(\alpha(8(1 - \gamma) - 12\mu))]}{\Gamma_\gamma^{YY}} + \frac{bk(2 - \gamma)[k(2 - \gamma)(\alpha(11\gamma\mu + 4(1 - \gamma)\mu^2))]}{\Gamma_\gamma^{YY}}, \tag{34}$$

$$\Gamma_\gamma^{YY} = \gamma(1 - \gamma)^2(1 - \mu)^4 + 2k(2 - \gamma)(1 - \gamma)(1 - \mu)^2(4 - \gamma\mu) - k^2(2 - \gamma)^2[8(2 - \mu)(1 - \mu) - \gamma(4 - 3\mu)^2]. \tag{35}$$

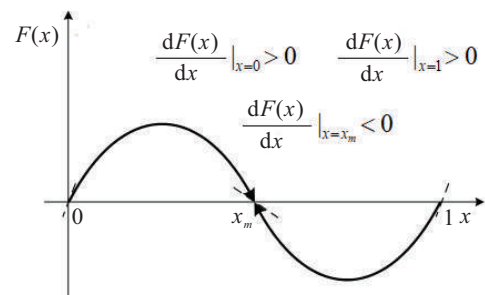
其中: f_γ^{YY} 指 YY 策略下制造商投放的优惠券面值, $\Gamma_\gamma^{YY} < 0$ 指 YY 策略下制造商利润关于批发价格和 优惠券面值 Hessian 矩阵的二阶行列式大于 0.

5.1 参数对零售商演化稳定策略的影响

图5刻画了参数的取值范围,在参数可行域内, 可知恒有 $\pi_{r_1}^{YY} < \pi_{r_1}^{NY}$ 和 $\pi_{r_1}^{YN} > \pi_{r_1}^{NN}$,且 $x_m \in (0, 1)$, 根据命题4的判定,说明只存在混合策略演化稳定 点.图5(a)中阴影部分为 $\alpha = 0.1$ 和 $k = 0.9$ 时 $x^* = x_m$ 的参数可行域.可以看出,只有在 μ 和 γ 较小时,才 能实现混合演化均衡,这是因为竞争水平越高会造成 采用不同策略的双寡头零售商利润差异越明显,且 PS 消费者越多越会加剧这一趋势;相反,零售商获利 差异越小,越不会使群体中的零售商都涌向选择纯 策略.随着 α 增大和 k 减小,演化均衡区域缩小,这与 原始模型的变化一致,且当 γ 越小时,越需要更高的 竞争水平才能趋于演化稳定,这说明 PS 消费者比例 和服务成本对演化区域大小的变化具有相同影响趋 势.图5(b)为 $x^* = x_m$ 的相位图,表明当前无论处于 哪种均衡状态,最终都会趋于混合策略演化均衡.



(a) $x^* = x_m$ 的参数可行域



(b) $x^* = x_m$ 的相位图

图5 演化稳定策略 ($x^* = x_m$) 的参数可行域和相位图

5.2 参数对混合策略演化均衡的敏感性分析

图6分析了混合策略演化均衡的变化趋势,可以看出, $x_m(\alpha = 0.4, k = 0.6) > x_m(\alpha = 0.1, k = 0.6) > x_m(\alpha = 0.4, k = 0.9) > x_m(\alpha = 0.1, k = 0.9)$, 随着 μ 和 γ 的增加, x_m 越大, 越说明虽然零售商在进行策略选择时的收益差距较小, 但是提供增值服务会获得较高收益, 所以群体中选择提供增值服务策略的零售商数量越来越多. 而当 α 越大和 k 越小时, 即使会让演化稳定区域减小, 但是 x_m 也会更大, 这与表2和表3中的分析结果相同. 相较于 α 和 k 对 x_m 的敏感度较高, 当 k 从0.9下降到0.6时, 反而 x_m 会有所增加, 这说明若服务成本有所下降, 则会有更多的零售商愿意提供增值服务. 总体来看, 在参数的可行域内, 选择提供增值服务的零售商数量基本没有超过群体的一半, 这说明在考虑价格偏好时, 即便制造商开展优惠券促销, 也不能使所有的零售商都选择提供增值服务.

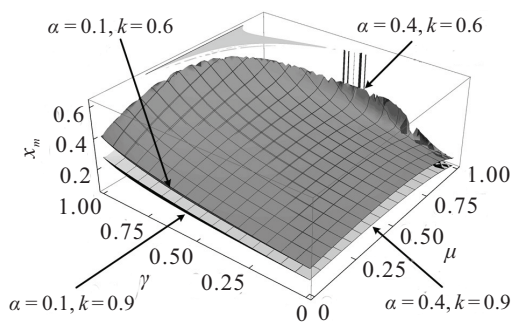


图6 参数对混合策略演化均衡的敏感性分析

6 结论

在单次博弈模型中, 零售商的增值服务策略具有“囚徒困境”博弈特征, 提供增值服务是零售商的占优策略, 当只有一方提供增值服务时, 制造商会以高批发定价和大面值优惠券双重调控零售商定价和服务行为避免个体收益差距进一步拉大, 制造商也可获取最优利润. 在演化博弈模型中, 零售商群体存在的唯一演化稳定策略是提供增值服务策略, 优惠券面值和零售商单位收益共同约束参数可行域和演化结果, 演化稳定区域随BOPS渠道偏好和服务成本增加而减小, 演化区域边界是高(低)竞争水平和低(高)服务成本的集合. 在引入消费者价格偏好的拓展模型中, 零售商群体只会达成混合策略演化均衡, 在较小竞争水平和较少价格敏感消费者占比情况下, 演化稳定状态才能实现, 且当BOPS渠道偏好越大和服务成本越低时, 演化稳定区域越小. 群体中选择提供增值服务的零售商数量会随着竞争程度和价格敏感消费者比例的增加而增加, 同时也会因越高的BOPS渠道偏好

和越低的服务成本而增长, 但是在占零售商群体比例上始终处于较低水平.

未来研究可将制造商线上销售渠道纳入到演化博弈模型中, 或者设置优惠券促销分担合同, 以在供应链竞争和成本分担环境下引导和约束零售商群体的策略选择, 朝着更有利于“制造商+零售商群体”多方目标实现的方向演进.

参考文献(References)

- [1] Gao F, Su X M. Omnichannel retail operations with buy-online-and-pick-up-in-store[J]. Management Science, 2017, 63(8): 2478-2492.
- [2] 李宗浩, 杨文胜, 孙浩. 全渠道环境下制造商品牌和零售商自有品牌优惠券促销[J]. 中国管理科学, 2021, 29(12): 157-167.
(Li Z H, Yang W S, Sun H. Coupon promotion between a national brand and a private label under omnichannel environment[J]. Chinese Journal of Management Science, 2021, 29(12): 157-167.)
- [3] 范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑渠道竞争和消费者行为的BOPS定价与服务合作[J]. 系统工程学报, 2018, 33(3): 387-397.
(Fan C, Liu Y M, Chen X H. Pricing and service cooperation in BOPS implementation: Considering channel competition and consumer behavior[J]. Journal of Systems Engineering, 2018, 33(3): 387-397.)
- [4] Jiang Y Q, Liu L P, Lim A. Optimal pricing decisions for an omni-channel supply chain with retail service[J]. International Transactions in Operational Research, 2020, 27(6): 2927-2948.
- [5] Bauner C, Jaenicke E, Wang E, et al. Couponing strategies in competition between a national brand and a private label product[J]. Journal of Retailing, 2019, 95(1): 57-66.
- [6] 严建援, 李雅婷. 考虑个性化增值服务的BOPS交叉渠道运营研究[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(3): 130-138.
(Yan J Y, Li Y T. A study on BOPS cross channel operation considering personalized value-added service[J]. Industrial Engineering and Management, 2019, 24(3): 130-138.)
- [7] Kong R X, Luo L, Chen L X, et al. The effects of BOPS implementation under different pricing strategies in omnichannel retailing[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 141: 102014.
- [8] 刘咏梅, 周笛, 陈晓红. 考虑线下零售商服务成本差异的BOPS渠道整合[J]. 系统工程学报, 2018, 33(1): 90-102.
(Liu Y M, Zhou D, Chen X H. Channel integration of BOPS considering off-line sales effort differences[J]. Journal of Systems Engineering, 2018, 33(1): 90-102.)
- [9] MacCarthy B L, Zhang L N, Muyldermans L. Best performance frontiers for buy-online-pickup-in-store order fulfilment[J]. International Journal of Production

- Economics, 2019, 211: 251-264.
- [10] Lin X G, Zhou Y W, Hou R. Impact of a “buy-online-and-pickup-in-store” channel on price and quality decisions in a supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2021, 294(3): 922-935.
- [11] Zhang Z L, Ma M H, Popkowaki Leszczyc P T L, et al. The influence of coupon duration on consumers’ redemption behavior and brand profitability[J]. *European Journal of Operational Research*, 2020, 281(1): 114-128.
- [12] Yan K, Hua G W, Cheng T C E, et al. Joint promotion of cross-market retailers: Models and analysis[J]. *International Journal of Production Research*, 2022, 60(11): 3397-3418.
- [13] 李宗活, 杨文胜, 刘晓红, 等. 全渠道零售企业在线投放优惠券的渠道整合策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2020, 40(3): 630-640.
(Li Z H, Yang W S, Liu X H, et al. Channel integration strategy for omnichannel retail enterprise with online coupon[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2020, 40(3): 630-640.)
- [14] Liu W H, Yan X Y, Wei W Y, et al. Pricing decisions for service platform with provider’s threshold participating quantity, value-added service and matching ability[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 122: 410-432.
- [15] Liu M L, Dan B, Zhang S G, et al. Information sharing in an E-tailing supply chain for fresh produce with freshness-keeping effort and value-added service[J]. *European Journal of Operational Research*, 2021, 290(2): 572-584.
- [16] 胡启帆, 徐兵. 差异化服务下基于BOPS的全渠道定价与服务策略[J]. *系统工程*, 2020, 38(2): 51-59.
(Hu Q F, Xu B. Pricing and service strategy of BOPS based on differentiated service[J]. *Systems Engineering*, 2020, 38(2): 51-59.)
- [17] Johari M, Hosseini-Motlagh S M, Rasti-Barzoki M. An evolutionary game theoretic model for analyzing pricing strategy and socially concerned behavior of manufacturers[J]. *Transportation Research—Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 128: 506-525.
- [18] 易余胤, 杨海深. 网络外部性下质量决策与零售商经营目标选择[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(12): 15-30.
(Yi Y Y, Yang H S. The decision-making of product quality and retailers’ selection of business objective under network externalities[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(12): 15-30.)
- [19] Zhao Y J, Zhou H, Wang Y. Outsourcing remanufacturing and collecting strategies analysis with information asymmetry[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2021, 160: 107561.
- [20] Johari M, Hosseini-Motlagh S M. Evolutionary behaviors regarding pricing and payment-convenience strategies with uncertain risk[J]. *European Journal of Operational Research*, 2022, 297(2): 600-614.
- [21] Wang J R, Zhu K Y, Peng J W, et al. Strategic demand information sharing under partial cross ownership[J]. *International Journal of Production Research*, DOI: 10.1080/00207543.2021.2011465.
- [22] Dan B, Zhang S G, Zhou M S. Strategies for warranty service in a dual-channel supply chain with value-added service competition[J]. *International Journal of Production Research*, 2018, 56(17): 5677-5699.
- [23] 牛文举, 陈效林, 沈厚才. 服务溢出效应时竞争零售商的最优服务决策[J]. *系统工程学报*, 2020, 35(2): 222-231.
(Niu W J, Chen X L, Shen H C. Optimal service decisions of competitive retailers when service exists spillover effect[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2020, 35(2): 222-231.)
- [24] Wu X X, Zha Y, Ling L Y, et al. Competing OEMs’ responses to a developer’s services installation and strategic update of platform quality[J]. *European Journal of Operational Research*, 2022, 297(2): 545-559.
- [25] Li Z H, Wang D, Yang W S, et al. Price, online coupon, and store service effort decisions under different omnichannel retailing models[J]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2022, 64: 102787.
- [26] Wei J, Zhao J, Hou X R. Integration strategies of two supply chains with complementary products[J]. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(7): 1972-1989.

作者简介

田应东(1992—), 男, 博士生, 从事网络营销、物流与供应链管理研究, E-mail: tianyingdong@njust.edu.cn;

杨文胜(1969—), 男, 教授, 博士生导师, 从事电子商务、物流与供应链管理等研究, E-mail: wensheng_yang@163.com.