

企业研发投入的空间古诺竞争模型分析

盛玉雪

(广西大学商学院, 广西南宁 530004)

摘要: 企业研发投入和区位决策的策略性互动是决定企业市场势力和盈利能力的重要因素, 并对行业均衡研发水平产生实际影响。本文基于企业间存在知识溢出的假设, 构建空间古诺竞争模型, 分析地理邻近性对企业研发激励的作用, 并运用中国工业企业数据对研究结论进行检验。研究表明, 在空间产量竞争中, 知识溢出能够加速企业的空间集聚, 地理邻近性的上升能够提高企业的研发激励。研究结论对于指导创新空间政策的制定具有一定的参考, 制定政策时需要充分考虑行业的竞争差异性。

关键词: 企业研发投入; 区位决策; 地理邻近性; 知识溢出; 空间古诺竞争模型

中图分类号: F129.9; F062.4 文献标识码: A DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.03.012

Enterprise's R&D Expenditure in Spatial Cournot Competition

SHENG Yuxue

(Business School of Guangxi University, Nanning 530004)

Abstract: The strategic interaction between enterprise research and development (R&D) investment and district committee decision-making is an important factor to determine the enterprise market power and profitability, and has a practical impact on the balanced R&D level of the industry. Based on the assumption that knowledge spillover exists among enterprises, this paper constructs a spatial cournot competition model and discusses the relation of geographical proximity and R&D incentive of enterprises. The hypothesis is tested using the Chinese industry enterprises' data. The results show that knowledge spillover will make enterprises tend to agglomerate, and the R&D expenditure of enterprises increases with the decrease of the distance between enterprises if they compete in quantity. The spatial policy of innovation for different industries with different competitive characteristics needs to be formulated separately.

Keywords: enterprise's R&D expenditure, location choice, proximity, knowledge spillover, spatial Cournot competition model

0 引言

2018年, 我国企业科技创新研发投入约2万亿元, 占全社会研发投入比重接近80%, 但与发

达国家相比依旧不尽人意^①。如何增强企业创新激励, 使企业通过增加研发投入来提升创新能力成为政府和学术界关心的问题^[1]。另外, 我国企业研发支出巨头, 如华为、中兴、百度、京东、

作者简介: 盛玉雪 (1987—), 女, 广西大学商学院助理研究员, 硕士生导师, 博士, 主要研究方向: 区域创新与空间经济。

基金项目: 教育部人文社会科学研究基金资助项目“空间溢出视角下的区域创新环境效应研究”(16YJC790088); 国家自然科学基金青年项目“人力资本配置与区域协调发展: 多层次空间的视角”(71803034); 国家自然科学基金面上项目“企业区位再选择与地区生产率提升政策”(71373189); 广西壮族自治区中青年教师基础能力提升项目“两广劳动力流动与区域协调发展研究: 空间网络的视角”(KY2016YB013)。

收稿时间: 2019年12月6日。

腾讯、比亚迪等都定居北上广深,创新在空间上高度集聚。地理邻近性如何影响企业研发投入,对这一问题的回答是理解企业创新激励、指导创新空间政策制定的前提。

影响企业研发投入的因素众多,包括企业规模、产权结构、法制环境、融资环境、政府补贴、空间集聚等企业自身、行业及区域特征^[2-4]。与大多数相关研究将市场竞争视为外生变量不同,始于Scherer提出的研发支出策略互动模型将竞争视为内生变量,从博弈论的角度讨论企业创新激励^[5-8]。这类研究认为,企业之间存在研发支出策略互动,且这种互动可能会对行业内的均衡研发水平产生重大影响,由于考虑了市场结构的内生性,策略互动模型对于指导政策实践更为适宜^[9]。但从博弈论的视角对企业研发激励的研究在纳入空间概念后变得更加复杂:一方面,企业之间的研发战略既可能是互补的也可能是替代的,即研发存在溢出效应。企业可以从竞争对手创新思想中受到启发或激励,进而竞相增加研发投入以争夺市场份额、攫取垄断利润。但由于对于许多企业特别是中小企业来说,新技术的模仿成本要远小于研发成本,给定行业内其他企业增加研发投入,该企业也可能选择减少研发甚至不研发^[7,9-10]。另一方面,企业的区位战略既可以是集聚的也可以是分散的。地理邻近性可以缩短人力和物资等运输需要的时间,降低交易成本,有助于企业间平滑和复杂的交互并从同行获取知识溢出,正向影响企业研发激励和创新^[11]。大量关于创新与地理的经验研究也证实了企业创新受益于其他地理邻近企业^[12],创新对地理邻近性高度依赖^[13]。也正是基于这样的认识,促进集聚成为创新空间政策的主要举措,各国、各地区政策制定者大力倡导创新的集聚,科技园、技术园遍地开花。但知识溢出在强化企业间知识流动和创新能力的同时,也会增加知识损失的风险,影响企业区位决策^[14]。由此可见,知识溢出在“地理邻近性—企业研发投入”逻辑关系中起到关键作用,特别是当该问题被置于内生的市场竞争环境中进行讨论。

事实上,市场竞争包括传统意义上的竞争

以及空间竞争^[15-19]。在空间中的市场,企业的研发决策和区位决策都将影响企业的市场势力和盈利能力,并反过来影响行业的均衡研发水平。因此,关于企业研发激励的讨论离不开对企业区位决策和地理邻近性的关注,但既有研究还较为匮乏且未形成统一的结论。始于Hotelling^[15]建立的线性空间竞争模型,既有关于空间竞争的博弈分析大致遵从两种不完全竞争分析范式展开:一是价格竞争^[18];二是产量竞争,亦叫古诺(Cournot)竞争^[16-17,19]。Ebina等^[20]构建了企业区位选择、研发投入决策和产量竞争三阶段博弈组成的空间竞争模型,分析认为空间和研发投入两个维度均能形成企业产品差异,而且两个维度的差异具有互补性。若企业间产品具有互补性质,企业倾向于形成集聚但是增大研发投入量,以产品差异弥补空间差异的不足;若企业间产品具有替代性,则企业倾向于分散化布局,以获得空间最大差异,同时企业研发投入变少。但遗憾的是,他们的模型并未考虑企业间可能存在知识溢出。Piga等^[21]以及Zhang等^[22]则构建了企业区位选择、研发投入决策和价格竞争三阶段博弈的空间竞争模型^②,在假设企业间存在知识溢出后,他们研究发现知识的准公共物品性质可能导致“搭便车”行为,即知识溢出将导致集聚的企业完全不进行研发,竞争均衡将永远不可能是集聚,而企业研发激励将在与其他企业保持一定距离时达到最高,但这主要出现在价格竞争行业。类似地,王吉林等^[23]建立了考虑知识溢出的三阶段模型,但着重讨论了运输成本与企业区位决策、研发投入及收益间的关系,并没有得到关于地理邻近性和研发激励的相关结论。

本文将Ebina等^[20]的三阶段空间竞争模型进行扩展,构建包含知识溢出的空间古诺竞争模型,分析区位决策和研发决策均内生时企业的竞争均衡,对地理邻近性与企业研发投入的关系进行初步探讨。

1 模型的构建

模型由两个企业在线性空间中进行产量、区

位和研发投入的三阶段博弈构成。遵循 Hotelling^[15]以及 Anderson 等^[16]关于市场分布以及企业进行产量竞争等研究的基本假设：

在一个线性空间 $x \in [0,1]$ 中均匀分布着具有相同偏好的消费者。存在两个企业，企业的区位为 $y_i \in [0,1]$, $i=1,2$ 。不失一般性，假设企业 2 处于企业 1 的右边，即 $y_1 \leq y_2$ ，两企业距离 $d = y_2 - y_1$ 。

在每个点 x 上，企业面对的需求函数为： $p_x = a - b(q_1 + q_2)$ 。 p_x 为价格， q_i 为企业 i 在点 x 的销售量。两企业均只生产同一种产品， $b > 0$ ，产品具有完全替代性^③。与 Anderson 等^[16]类似，本文假设 a 的取值能保证价格的非负性。

企业以不变边际成本 c_i 进行生产，并致力于降低边际生产成本的技术创新，边际成本与其有效研发量 E_i 有如下关系： $c_i = \bar{c} - cE_i / 2$ ， c 为技术创新的边际成本降低率，并进一步假设 \bar{c} 为 0^④。

企业自身的研发产出量为 e_i ^⑤ 与自身研发投入 R_i 满足关系 $e_i = I(R_i) = 2R_i^{1/2}$ ，且服从收益递减规律： $I'(R) \geq 0$, $I''(R) \leq 0$ 。

由于存在知识溢出，企业 i 的有效研发产出 E_i 不仅包括自身的研发产出 e_i ，还受益于企业 j 的研发产出，而且知识溢出的程度与两企业的区位选择有关。参考 Piga 等^[21]以及 Zhang 等^[22]的设置，假设：

$$E_i = e_i + (1-d)e_j, \quad i, j = 1, 2 \text{ 且 } i \neq j \quad (1)$$

当两企业的区位选择出现集聚，即 $y_2 = y_1$ ，知识溢出达到最大，而当两个企业分别处于市场的两端， $y_2 = 1$, $y_1 = 0$ ，知识溢出达到最小^⑥。

t 为运输费率， $t > 0$ 。类似 Piga 等^[21]以及 Zhang 等^[22]的设置， $t(x - y_i)^2$ 为消费地到产地（企业所在地）的交通成本^⑦，并完全由企业承担^⑧。为保证价格的非负性以及两企业均覆盖完整的消费空间，假设 $a > t + 2c_1 - c_2$ 。则企业 i 在点 x 上的利润为：

$$\pi_i = [p_i - t(x - y_i)^2 - c_i] q_i \quad (2)$$

企业的总利润为：

$$\Pi_i = \int_0^1 \pi_i dx - R_i \quad (3)$$

2 均衡分析

两企业在阶段 1 首先进行区位选择 (y_i)，在阶段 2 做出研发投入决策 (R_i)，最后在阶段 3 进行产量竞争 (q_i)。本文按逆序法分别求各阶段的子博弈均衡。

2.1 产量子博弈

在阶段 3，两企业在已定区位和研发产出后在每个点 x 上都进行产量竞争。

$$\pi_1 = [a - bq_1 - bq_2 - t(x - y_1)^2 - c_1] q_1 \quad (4)$$

$$\pi_2 = [a - bq_1 - bq_2 - t(x - y_2)^2 - c_2] q_2 \quad (5)$$

视对方产量一定，企业 i 利润最大化时的产量可以通过对式 (4) 和式 (5) 分别求解一阶条件得到^⑨：

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a - 2bq_i - bq_j - t(x - y_i)^2 - c_i = 0$$

由此企业 i 的反应函数为：

$$q_i = \frac{a - bq_j - t(x - y_i)^2 - c_i}{2b}$$

可以解出企业 i 在点 x 处的最优产量为^⑩：

$$q_i^* = \frac{a - 2c_i + c_j - 2t(x - y_i)^2 + t(x - y_j)^2}{3b}$$

相应的点 x 处价格为：

$$p = \frac{a + c_1 + c_2 + t(x - y_1)^2 + t(x - y_2)^2}{3}$$

为保证价格非负，假设 c 满足

$$0 < c < \sqrt{\frac{9ab}{8(9a - 2t/3)}}, \quad 0 < t < \frac{27a}{2}$$

则两企业在 x 点的利润分别为：

$$\pi_1 = \frac{1}{9b} [a - 2c_1 + c_2 - 2t(x - y_1)^2 + t(x - y_2)^2]^2 \quad (6)$$

$$\pi_2 = \frac{1}{9b} [a + c_1 - 2c_2 + t(x - y_1)^2 - 2t(x - y_2)^2]^2 \quad (7)$$

2.2 研发投入子博弈

在阶段 2，两企业将区位视为已知，进行研发投入的不合作博弈。由于两企业完全相似，以及三阶段博弈的复杂性，本文仅研究对称均衡的结果^⑪。对称均衡中两企业总利润相等 $\Pi_1 = \Pi_2$ ，研发投入满足 $R_1 = R_2$ ，企业区位选择

亦满足对称性, 即 $y_1 + y_2 = 1$, $y_1 = (1-d)/2$ 。令 $D = (1 + 2y_1)cR_1^{1/2}$, $A = a + D - t(y_1^2 + 2y_1 - 1)$, 企业1的总利润为:

$$\begin{aligned} \Pi_1 &= \int_0^1 \frac{1}{9b} \left[a - 2c_1 + c_2 - 2t(x - y_1)^2 + \right. \\ &\quad \left. t(x - y_2)^2 \right]^2 dx - R_1 \\ &= \frac{1}{9b} \left(A^2 + (2At - t^2)(2y_1 - y_2) + \right. \\ &\quad \left. \frac{-2At + 4t^2(2y_1 - y_2)^2}{3} + \frac{t^2}{5} \right) - R_1 \end{aligned} \quad (8)$$

对式(8)求研发投入的一阶导并令其为0^⑩, 则有:

$$\underbrace{\left[c^2(1 + 2y_1)^2 - \frac{9b}{2} \right]}_B R_1^{1/2} + \underbrace{c(1 + 2y_1) \left(a - ty_1^2 + ty_1 - \frac{t}{3} \right)}_M = 0$$

其中,

$$\begin{aligned} B &= \left[c^2(1 + 2y_1)^2 - \frac{9b}{2} \right] < 0 \\ M &= c(1 + 2y_1) \left(a - ty_1^2 + ty_1 - \frac{t}{3} \right) > 0 \end{aligned}$$

企业1的最优研发投入量 R_1^* 为:

$$R_1^* = \left(\frac{M}{B} \right)^2 \quad (9)$$

由于两企业完全相似, 企业2的最优研发投入量 $R_2^* = R_1^*$ 。

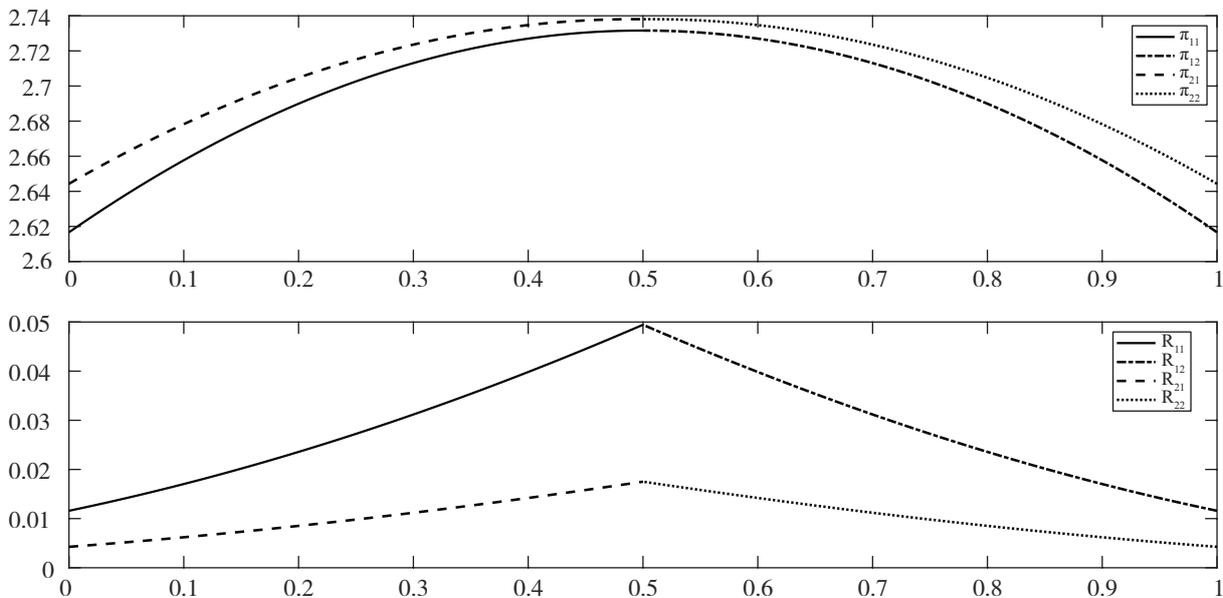
将式(9)代入式(8), 企业1的利润可以写成区位 y_1 的函数:

$$\begin{aligned} \Pi_1 &= \frac{1}{9b} \left(A^2 + (2At - t^2)(3y_1 - 1) + \right. \\ &\quad \left. \frac{-2At + 4t^2(3y_1 - 1)^2}{3} + \frac{t^2}{5} \right) - R_1^* \end{aligned} \quad (10)$$

2.3 区位决策子博弈

当目标函数(10)达到最大时, 企业区位选择为最优。计算发现, 均衡时企业的最优区位决策不受任何企业边际成本的影响, 最优区位为 $y_1^* = y_2^* = 0.5$ 。为增强直观性, 本文将进行数值模拟^⑪。第一组参数是 $a = 5$, $b = 1$, $t = 0.5$, $c = 0.1$ ^⑫, 第二组参数是 $a = 6$, $b = 1$, $t = 0.4$, $c = 0.05$ 。模拟显示, 两企业的最终区位博弈均衡结果为在中点集聚^⑬, 见图1。

若 $y_1 = 1 - y_2 < 0.5$, $\partial \Pi_1 / \partial y_1 > 0$, $\partial \Pi_2 / \partial y_2 < 0$, 两企业均有向中点移动的趋势。当企业2位于



注: 图中横轴为企业在(0,1)线性空间的选址决策, π_{11}, π_{12} 分别为在第一组参数设置下企业1、企业2的利润, R_{11}, R_{12} 则为相应的研发投入。其余标注类似释意。

图1 空间产量竞争下企业区位选择及其利润与研发投入量

中点，企业 1 ($y_1 < 0.5$) 通过向中点移动，利润一方面由于距离区间 $[y_1, 1]$ 的消费者更近而得到增加，另一方面由于远离区间 $[0, y_1]$ 的消费者而会减少。由于区间 $[y_1, 1]$ 比 $[0, y_1]$ 更大，所以通过向中点集聚，企业 1 净利润的变动是正向的。此外，由于运输函数是凸的^⑥，在向中点集聚的过程中，区间 $[y_1, 1]$ 运费的减少大于区间 $[0, y_1]$ 运费的增加。市场的获取以及运费的减少使得企业有向中点集聚的倾向，一旦相遇于中点，两企业都没有离开此点的动机，所以本文得到如下结论：

结论 1：空间古诺竞争的对称均衡结果是企业在空间上集聚，即 $y_1^* = y_2^* = 0.5$ 。

同时，模拟结果显示，空间产量竞争中对称的区位决策会使企业的研发投入量随着两企业间的距离减小而增大，并当企业在中点集聚时研发投入达到最大值。

当 $c < \min \left\{ \sqrt{\frac{9ab}{8(9a-2t/3)}}, \sqrt{9b/8} \right\}$ ，将企业

区位选择均衡解 $y_1^* = y_2^* = 0.5$ 代入式 (9)，可得对称均衡时企业的研发投入量为：

$$R_1^* = R_2^* = \left[c(a-t/12) / (2c^2 - 9b/4) \right]^2 \quad (11)$$

故相比于一般的空间产量竞争^⑦，考虑知识溢出的空间古诺模型中，知识溢出形成了企业集聚的另一向心力：企业为了获得这种邻近性产生的溢出而有接近彼此的倾向，与分散的区位选择 ($y_1 \neq y_2$) 相比，集聚中的两个企业能从竞争对手处获得的知识溢出达到最大。因此，本文得到如下结论：

结论 2：知识溢出增大了企业空间集聚的倾向，并同时增强了企业研发投入激励，对称均衡时企业的研发投入量相等。当 $c < \min \left\{ \sqrt{\frac{9ab}{8(9a-2t/3)}}, \sqrt{9b/8} \right\}$ ， $0 < t < \frac{27a}{2}$ ，企业最优研发投入为 $\left[c(a-t/12) / (2c^2 - 9b/4) \right]^2$ 。

这与 Piga 等^[21]研究结论完全不同。他们认为在价格竞争中，由于存在知识溢出，企业研发投入量随着企业间距离缩短而减少，而且集聚使得企业完全不进行研发。

企业集聚时 ($d = 0$)，企业间的知识溢出达到最大。将式 (11) 代入式 (1)，企业有效研发产出为：

$$E_1 = E_2 = e_1 + e_2 = 4 \left[c(a-t/12) / (2c^2 - 9b/4) \right]$$

故本文得到如下结论：

结论 3：竞争均衡时，由于存在知识溢出，企业的有效研发产出将翻倍，即企业不仅得益于自身的研发投入，而且受益于竞争企业的知识溢出。

在模型的集聚均衡中，企业研发投入是其技术创新的边际成本降低率 (c)、运费率 (t) 的函数。将均衡时的研发投入式 (11) 对 c 求偏导，得式 (12)：

$$\frac{\partial R_1^*}{\partial c} = - \frac{2c(a-t/12)^2 (2c^2 + 9b/4)}{(2c^2 - 9b/4)^3} \quad (12)$$

由于当 $c < \sqrt{9b/8}$ ，式 (12) 严格大于 0，最优研发投入在该取值范围内是 c 的增函数。即随着研发在降低企业边际生产成本中的作用增强 (c 增大)，企业进行研发的动力增强。所以本文得到如下结论：

结论 4：竞争均衡时，企业的最优研发投入量随着技术创新在降低企业边际成本中的作用的增强而增大。

类似地，将式 (11) 对 t 求偏导，得下列式 (13)：

$$\frac{\partial R_1^*}{\partial t} = - \frac{c^2(a-t/12)}{6(2c^2 - 9b/4)^2} \quad (13)$$

当 $0 < t < \frac{27a}{2}$ ，式 (13) 严格小于 0，所以最优研发投入量 R_1^* 会随着 t 的增加而减少。即随着运费率 t 的增加，企业进行研发的动力减弱。所以本文得到如下结论：

结论 5：竞争均衡时，企业的最优研发投入量随着运费率的增加而减少。

3 实例验证

结合本文的模型推演以及 Piga 等^[21]以及 Ebina 等^[20]等的研究结论，并考虑到方法和数据

的限制, 本部分主要关注结论 2 并对如下假设进行初步检验: 不同行业的企业研发投入量随着企业间距离的减小将有不同的变化趋势, 对于产量竞争行业, 地理邻近性将增强企业研发投入激励。

3.1 检验模型及数据

通过建立简单的线性回归模型, 见式 (14)。考察不同行业成对企业研发投入 (RD) 和距离 (D) 两个变量之间的关系对上述假设进行检验:

$$RD_{ij} = \beta_0 + \beta_1 D_{ij} + \mathbf{X}_{ij} \gamma + u_{ij} \quad (14)$$

其中, i, j 表示企业, \mathbf{X} 为控制变量, u 为随机扰动项, 假设独立服从同一个均值为零的正态分布。若对于选取的代表性行业分别估计式 (14) 有 $\hat{\beta}_1$ 显著不相等且产量竞争行业 $\hat{\beta}_1$ 为负值, 则假设通过检验。

本文使用的数据来自全部国有及规模以上非国有工业企业数据库 (简称“中国工业企业数据库”) 2007 年的企业数据。该库由国家统计局建立, 数据主要来自于样本企业提交给当地统计局的季报和年报汇总, 其样本范围为全部国有工业企业以及每年主营业务收入 (即销售额) 在 500 万元及以上的非国有工业企业, 除去信息错漏个体后样本量仍超过 33 万个。由于该数据库样本占据了全国工业企业的绝大部分比例, 虽然存在一定的缺陷, 但仍被广泛运用在各类研究中^[24]。该数据库包括企业的两类信息: 一类是包括企业法人代码、所属行政区代码 (12 位)、具体地址、行业代码等在内的企业基本情况; 另一类是企业的财务数据, 包括主营业务收入、营业利润、利税总额、研究开发经费等指标, 满足本文实证检验的数据需求。具体而言, RD_{ij} 取成对企业研发投入总和占主营业务收入比。 D_{ij} 为成对企业间地理距离的自然对数, 取决于企业所在区 (县)。考虑企业所有权和开放性对研发投入的影响, 控制变量 \mathbf{X} 包括成对企业的国有和集体资本占实收资本比、出口交货值占工业增加值比等。

关于行业的选择, 一般认为具有产品差别化程度较小、正处于成熟期或衰退期、集中度正在

提高等特征的行业将主要以价格竞争为主^[25], 比如中国的彩电、冰箱等家电行业。而进行产量竞争的行业主要包括移动电子设备、计算机和能源等^[20]。由于现实中几乎不存在纯产量竞争和纯价格竞争的行业, 作为一种可接受的妥协, 本文主要对比分析电子设备制造行业 (DZ) 和家电行业 (JD) 企业的空间分布和研发投入情况。具体的, 根据国民经济行业分类, 家电行业包括行业代码为 3951-3959 所有小类的家用电力器具制造企业, 电子设备制造行业包括行业代码为 4011-4090 所有小类的通信设备、计算机及其他电子设备制造企业。除去信息明显有误 (如雇佣人数、研发投入为负等) 以及产业代码、区 (县) 代码有误或者不全的企业外, 2007 年工业企业数据库共有企业 334986 个, 电子设备制造企业 11101 个, 家电企业 2412 个。

3.2 检验结果

对于 n 个企业, 由于考虑对称性后样本容量将变为 $n(n-1)/2$, 受限于计算机的计算能力本文难以做全样本分析, 故本文在工业企业数据库中析出的相关企业基础上进行简单随机抽样得到较小的样本, 再基于这些较小的样本进行上述多元线性回归。具体而言, 本文分样本各随机抽取 400 个企业并进行回归, 即样本企业数量分别约占全部企业的 0.14%, 电子设备制造行业的 3.6%, 家电行业的 16%, 成对样本观测值为 79800。而为了排除抽样随机性的影响, 本文将这种随机抽样——多元线性回归按行业各重复了 1000 次。前 10 次 $\hat{\beta}_1$ 的估计结果见表 1, 全部 1000 次抽样 $\hat{\beta}_1$ 的概率分布见图 2。

结果显示, 虽然 $\hat{\beta}_{1,DZ}$ 的分布较为分散, 但大概率为负, 均值为 -0.249, 中位数为 -0.258。形成对比的是 $\hat{\beta}_{1,JD}$ 更紧密的分布在 $\hat{\beta}_{1,DZ}$ 的右边且在 0 附近, 均值为 -0.056, 中位数为 -0.052。 $\hat{\beta}_{1,ALL}$ 的分布介于两者之间更靠近 $\hat{\beta}_{1,JD}$, 均值为 -0.105, 中位数为 -0.084。3 个分布差异明显且 $\bar{\beta}_{1,DZ} < \bar{\beta}_{1,ALL} < \bar{\beta}_{1,JD}$ 。由此可以认为, 企业间距

离差异对不同行业的企业研发投入有不同的影响，随着企业间距离的缩小，产量竞争行业的企业研发投入相对于价格竞争行业的企业而言将会提高，即对于产量竞争行业而言，地理邻近性将

表 1 前 10 次分行业 $\hat{\beta}_1$ 的估计结果

loop	$\hat{\beta}_{1,DZ}$	$\hat{\beta}_{1,JD}$	$\hat{\beta}_{1,ALL}$
1	-0.27*** (-8.227)	0.028*** (3.12)	-0.306*** (-9.808)
2	-0.011 (-0.206)	-0.002 (-0.132)	0.159** (2.247)
3	-0.386*** (-10.813)	-0.078*** (-6.518)	-0.246*** (-17.813)
4	-0.308*** (-7.962)	-0.085*** (-7.02)	-0.302*** (-9.827)
5	-0.058** (-1.982)	-0.016 (-1.217)	-0.1*** (-4.135)
6	-0.236*** (-4.222)	-0.089*** (-7.034)	0.018 (1.066)
7	0.045 (0.778)	-0.039*** (-3.15)	-0.122*** (-5.475)
8	-0.232*** (-6.725)	-0.037*** (-3.52)	-0.22*** (-11.888)
9	-0.725*** (-12.385)	-0.067*** (-5.721)	-0.105*** (-7.544)
10	-0.3*** (-10.873)	0.005 (0.634)	-0.143*** (-3.159)
mean	-0.249	-0.056	-0.105
Q_L	-0.364	-0.087	-0.159
median	-0.258	-0.052	-0.084
Q_U	-0.158	-0.021	-0.030

注：(1) 括号内为t值；(2) ***、**分别代表在1%、5%的显著性水平上显著。

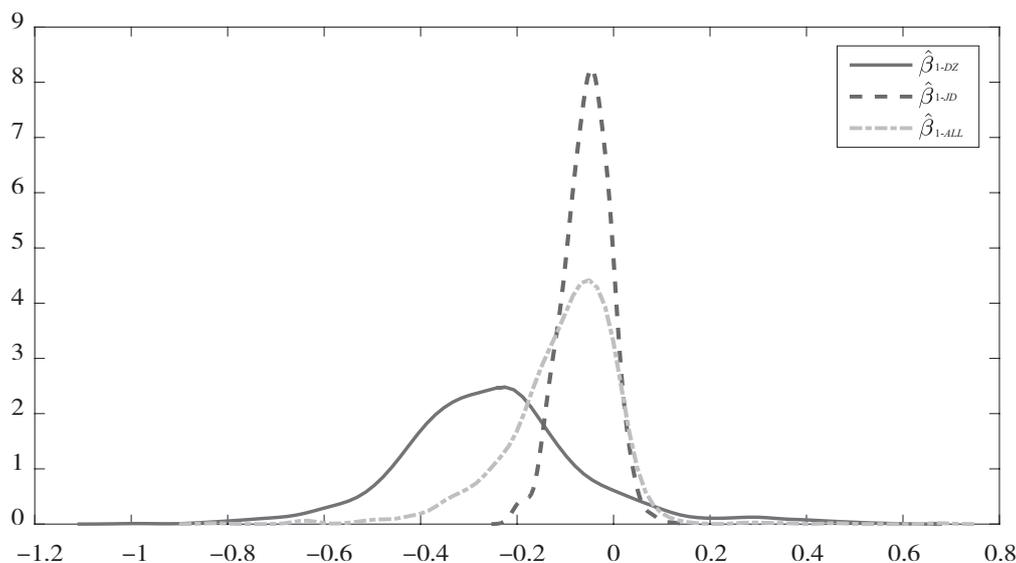


图 2 1000 次抽样 $\hat{\beta}_{1,DZ}$ 、 $\hat{\beta}_{1,JD}$ 、 $\hat{\beta}_{1,ALL}$ 的概率分布

增强企业研发激励，因此本文的假设通过了实证检验。

4 结论与展望

区别于将市场竞争作为外生变量的研究，本文将市场结构内生，并将市场竞争扩展到空间维度，从博弈的角度分析地理邻近性与企业研发投入间的关系。由于同时考虑了企业在研发支出和区位选择上的策略互动，研究结论对于指导创新政策实践有更强的适用性。具体而言，本研究主要有以下发现和启示。

(1) 在空间中的市场，企业的研发决策和区位决策都将影响企业的市场势力和盈利能力，并反过来影响行业的均衡研发水平。因此，旨在提高企业研发投入的创新政策在制定时应抛弃传统的市场结构外生思维，充分考虑企业的策略互动，以提高政策的实际影响。

(2) 知识溢出是理解“地理邻近性—企业研发投入”逻辑关系的关键。本文建立的空间古诺竞争模型表明，考虑企业互动后，知识溢出会使企业有集聚的倾向，且企业研发投入量随着企业地理邻近而提高，当企业集聚时达到最大，这为现实中以促进集聚为主要举措的创新空间政策提供了理论依据。

(3) 市场结构的内生、竞争范式的差异会影响地理邻近性与企业创新激励间的关系。结合既有研究与基于中国工业企业数据的检验发现，对于产量竞争行业，企业研发投入量随企业间距离的减小而增大，但价格竞争行业呈现的规律却显著不同。因此，针对具有不同竞争特征的不同行业，创新空间政策应差异化制定。

本文可以进行多方面的拓展，例如通过在溢出方程加入溢出系数，分析非对称溢出以及异质性企业的区位决策、集聚与研发决策问题；基于相同的模型假设探讨空间价格竞争中的相关问题，并进行对比研究，以得到更具体的政策启示。

注释：

① 2019年5月24日工业和信息化部副部长王志军

在国务院政策吹风会上的讲话。

② 两者区别在于：一是市场结构的设置，后者区分了公共研发机构和私人研发机构；二是博弈的顺序，后者同时考虑了“区位决策—研发决策—价格竞争”以及“研发决策—区位决策—价格竞争”两种博弈顺序，认为博弈顺序会影响博弈结果。

③ Shimizu^[17]以及Ebina和Shimizu^[20]拓展考虑了产品间具有不完全替代性或互补性的空间古诺竞争模型。

④ 当 $c=0$ ，本研究退化为最基本的空间古诺竞争模型。为保证研发投入的非负性质， c 必须满足一定的取值范围。

⑤ 为简化分析，此处不单独考虑创新的不确定性，可以认为创新的不确定性已经体现在知识生产函数中。

⑥ Piga和Poyago-Theotoky^[20]以及Zhang和Li^[21]在其论文模型扩展部分都考虑了包含溢出系数的溢出方程。这是一个对称溢出的形式，以后的研究中可以对此进行不对称扩展。

⑦ 为简化计算，采用了二次运输成本函数。

⑧ 与价格竞争中消费者承担运输成本不一样，产量竞争中一般假设生产者承担运输，这样企业掌握了运输环节，可以对消费者进行价格歧视。

⑨ 二阶条件满足 $\partial^2 \pi_i / \partial q_i^2 = -2b < 0$ 。

⑩ 可见产量竞争中每个企业都供应整个市场空间， $x \in [0, 1]$ ，与价格竞争形成鲜明对比。

⑪ Piga和Poyago-Theotoky^[21]采用了类似的研究路径。Anderson和Neven^[16]曾证明空间古诺竞争的均衡一定是对称均衡。

⑫ 二阶条件满足 $\frac{\partial^2 \Pi_1}{\partial R_1^2} = -\frac{MR_1^{-3/2}}{9b} < 0$ 。

⑬ 对于多阶段博弈，由于解析解较难求解，甚至无解，采用数值模拟的方法是许多文献的选择，如Piga和Poyago-Theotoky^[21]、Zhang和Li^[22]等的研究。

⑭ 此处仅为了以数值模拟的方式对企业区位选择和研发投入决策的关系进行研究，而此种设置能保证利润、产量和价格等的非负性。下文文中有关于一些参数取值范围的讨论。

⑮ 图1两企业的利润曲线完全重叠。

⑯ 上文假设运费为 $t(x-y_i)^2$ 。Anderson和Neven^[16]讨论了运输成本函数是凹性的情形。

⑰ 如Anderson和Neven^[16]等的研究。

参考文献

[1] 崔维军,王进山,陈凤,等.中国与发达国家企业研发投入的国际比较:基于研发投入50强的实证分析[J].

- 科学学与科学技术管理, 2015, 36(8): 128-139.
- [2] 吴延兵. 企业规模、市场力量与创新: 一个文献综述[J]. 经济研究, 2007(5): 125-138.
- [3] 吴延兵. 中国工业R&D投入的影响因素[J]. 产业经济研究, 2009(6): 13-21.
- [4] 高伟, 胡潇月. 不同市场结构下新能源汽车补贴政策对企业研发投入影响分析[J]. 工业技术经济, 2019, 38(12): 127-136.
- [5] SCHERER F M. Research and development resource allocation under rivalry[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1967, 81(3): 359-394.
- [6] DASGUPTA P, STIGLITZ D J. Industrial structure and the nature of innovative activity[J]. The Economic Journal, 1980, 90(358): 266-293.
- [7] 韦铁, 鲁若愚. 技术外溢条件下企业自主创新投入问题研究[J]. 管理工程学报, 2011, 25(1): 83-87, 76.
- [8] 赵凯, 王健. 产品差异与技术差距影响研发溢出的理论探讨: 基于企业竞争合作策略视角[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(1): 28-35.
- [9] 宗庆庆. 中国工业企业R&D投入的策略互动行为研究[J]. 财经研究, 2013, 39(10): 46-59.
- [10] GRILICHES Z. The search for R&D spillovers[J]. The Scandinavian Journal of Economics, 1992, 94: 29-47.
- [11] 李后建. 政治关联、地理邻近性与企业联盟研发投入[J]. 经济评论, 2016(4): 75-88, 117.
- [12] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production[J]. The American Economic Review, 1996, 86(3): 630-640.
- [13] 孙瑜康, 孙铁山, 席强敏. 北京市创新集聚的影响因素及其空间溢出效应[J]. 地理研究, 2017, 36(12): 2419-2431.
- [14] 杨蕙馨, 刘春玉. 知识溢出效应与企业集聚定位决策[J]. 中国工业经济, 2005(12): 41-48.
- [15] HOTELLING H. Stability in competition[J]. Economic Journal, 1929, 39: 41-57.
- [16] ANDERSON S P, NEVEN D J. Cournot competition yields spatial agglomeration[J]. International Economic Review, 1991, 32(4): 793-808.
- [17] SHIMIZU D. Product differentiation in spatial Cournot markets[J]. Economics Letters, 2002, 76(3): 317-322.
- [18] 张建虎, 李长英. 产品多样性与企业区位选择[J]. 经济学(季刊), 2010, 9(4): 1505-1518.
- [19] 郝寿义, 倪方树, 林坦, 等. 企业区位选择与空间集聚的博弈分析[J]. 南开经济研究, 2011(3): 69-78.
- [20] EBINA T, SHIMIZU D. Endogenous product differentiation and product R&D in spatial Cournot competition[J]. The Annals of Regional Science, 2012, 49(1): 117-133.
- [21] PIGA C, POYAGO-THEOTOKY J. Endogenous R&D spillovers and locational choice[J]. Regional Science and Urban Economics, 2005, 35(2): 127-139.
- [22] ZHANG J, LI C. Endogenous R&D spillover and location choice in a mixed oligopoly[J]. The Annals of Regional Science, 2013, 51(2): 459-477.
- [23] 王吉林, 季建华, 李隽. 考虑技术创新溢出的Hotelling模型分析[J]. 工业工程与管理, 2008(3): 21-25.
- [24] 聂辉华, 江艇, 杨汝岱. 中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题[J]. 世界经济, 2012, 35(5): 142-158.
- [25] 安同良, 杨羽云. 易发生价格竞争的产业特征及企业策略[J]. 经济研究, 2002(6): 46-54, 95.

(上接第8页)

- [12] 胡斌, 李旭芳. 复杂多变环境下企业生态系统的动态演化及运作研究[M]. 上海: 同济大学出版社, 2013.
- [13] 洪银兴. 产学研协同创新研究[M]. 北京: 人民出版社, 2015.
- [14] 卢明纯. 基于联盟合作的区域创新生态系统重构研究[J]. 求索, 2010(9): 72-74.
- [15] 张贵, 温科, 宋新平, 等. 创新生态系统: 理论与实践[M]. 北京: 经济管理出版社, 2018: 61-68.
- [16] 李万, 常静, 王敏杰, 等. 创新3.0与创新生态系统[J]. 科学学研究, 2014, 32(12): 1761-1770.
- [17] 张志彤. 战略性新兴产业的技术系统与创新载体研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [18] 杨子江. 科技资源内涵与外延探讨[J]. 科技管理研究, 2007, 27(2): 213-216.