

具有溢出效应的纵向R&D合作

赵 麟¹,石岷然²,黄 芳²

(1.常州工学院 经济管理学院,江苏 常州 213002;2.南京工业大学 经济管理学院,江苏 南京 210009)

摘 要:对于上游及下游两个行业各有两个企业的情形,考虑行业内部及行业之间的溢出效应,建立了一个三阶段博弈模型。第一阶段,上游企业决定选择研发投资;第二阶段,上游企业选择中间产品产量;第三阶段,下游企业选择最终产品产量并在产品市场进行竞争。运用逆向归纳法进行求解,并就上、下游企业选择在研发上的合作与不合作两种情况进行分析和比较,得出行业内部以及两个行业的上、下游企业之间存在稳定均衡的结论。

关键词:溢出效应;纵向R&D合作;多阶段博弈;纳什均衡

中图分类号:F091.354

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)07-0112-03

0 引言

在知识经济时代,技术和产品的生命周期日益缩短,新技术的扩散效应日益扩大,使得R&D日益成为企业培养竞争力、提高竞争优势的核心。当前,对R&D的相关研究成为了学者们关注的热点。

R&D溢出是指一个企业正在进行的研究开发可能被另一个没有购买其产权的其它企业使用。R&D溢出既有正面的作用也存在负面的影响,有关课题的现代理论是建立在d'Aspremont和Jacquemin^[1]论文的基础上的。AJ模型是针对双寡头市场结构下对R&D非合作和合作两种情况进行了分析,将企业间合作分为两个阶段:首先是决定R&D水平,其次在产品市场进行Cournot竞争。

学者们对产业内企业R&D战略投资阶段的溢出作了大量的研究^[2-7],并得出结论:在无溢出时非合作的战略R&D导致比合作的R&D更高的创新投入,非合作的战略R&D投资水平一般会随溢出的增大而减少,而合作的战略R&D投资则随溢出增大而增加。然而几乎所有的这些R&D战略投资研究都是关于产业内竞争企业间的横向溢出的,较少考虑上下游企业间的R&D纵向溢出。讨论R&D不同合作形式在横向溢出和纵向溢出水平下对企业R&D投资行为的影响,能为科技创新政策的制定提供参考依据。

本文以AJ模型作为研究基础,考虑上游及下游两个行业各有两个企业。行业内部及行业之间存在溢出效应,建立了一个三阶段博弈模型,并就上、下游企业选择在研发

上的合作与不合作两种情况采用逆向归纳法进行分析。

1 模型建立

1.1 下游企业双寡头竞争

下游产业为双寡头市场,假定价格和成本函数都是线性的。逆需求函数为 $p(Q)$,即 $p=1-Q=1-(q_1+q_2)$ 。在下游企业中,产品的成本函数是边际成本、产量、研发成果 x_i 以及上游企业投资取得的研究成果 y_i ,和另一产业链上的相对应下、上游的企业研究成果 x_j, y_j 的函数 $C_i(q_i, x_i, x_j, y_i, y_j) = (c - x_i - \beta x_j - \sigma y_i - \sigma y_j)q_i$ 上式中, $i, j=1, 2, i \neq j$,参数 $\beta(0 < \beta < 1)$ 和 $\sigma(0 < \sigma < 1)$ 分别表示同一产业(水平方向)的企业和其外部产业的企业的R&D成果的溢出水平。设 p' 为上游企业提供中间产品的价格。一个企业的R&D溢出使另一个企业的单位生产成本降低。假定取得研究成果 x_i, y_j 的成本为二次的,以反映R&D支出的报酬递减特性在这里设为 $(1/2)\gamma x_i^2, (1/2)\gamma y_i^2$ 。

下游两企业在产品市场上竞争,各自选择产量以获得最大利润。有

$$\Pi_i = [1 - (q_i + q_j) - p']q_i - c_i q_i - (1/2)\gamma x_i^2 \quad (1)$$

其一阶条件为

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi_1}{\partial q_1} = 1 - 2q_1 - q_2 - p' - c_1 = 0 \\ \frac{\partial \Pi_1}{\partial q_2} = 1 - 2q_2 - q_1 - p' - c_2 = 0 \end{cases}$$

收稿日期:2007-12-16

基金项目:江苏省高校哲学社会科学基金项目(06SJB630008)

作者简介:赵麟(1979-),男,山东滕州人,硕士,常州工学院讲师,研究方向为供应链管理;石岷然(1971-),男,湖南湘潭人,南京工业大学经济管理学院副教授,研究方向为演化经济学、供应链管理;黄芳(1982-),女,河南商丘人,南京工业大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为产业经济学。

解上面的方程组, 得出均衡产量

$$q_1^* = \frac{1-c-p'+2x_1-x_2-\beta x_1+2\beta x_2+\sigma y_1+\sigma y_2}{3}$$

$$q_2^* = \frac{1-c-p'+2x_2-x_1+2\beta x_1+\beta x_2+\sigma y_1+\sigma y_2}{3}$$

所以均衡时总产量为

$$Q = \frac{1}{3} (2-2c-2p'+x_1+x_2+\beta x_1+\beta x_2+2\sigma v_1+2\sigma v_2) \quad (2)$$

1.2 上游企业

在同一产业链上的上游企业, 生产中间产品的价格、成本分别为 p', d 。在下游企业双寡头竞争时根据均衡总产量方程 (2) 可以得出中间产品的价格

$$p' = 1-c - \frac{3}{2} (q_1+q_2) + \frac{1+\beta}{2} (x_1+x_2) + \sigma (y_1+y_2) \quad (3)$$

上游企业生产的中间产品的利润

$$\Pi_i' = [p' - d + y_i + \beta y_j + \sigma (x_i + x_j)] q_i - \frac{1}{2} \gamma y_i^2 \quad (4)$$

把 (3) 代入进 (4) 得

$$\Pi_i' = [1-c-d - \frac{3}{2} (q_1+q_2) + y_i + \beta y_j + \sigma (x_i + x_j) + \frac{1}{2} (x_1+x_2) (1+\beta) + \sigma (y_1+y_2)] q_i - \frac{1}{2} \gamma y_i^2 \quad (5)$$

上游企业获得最大利润, 可得出第二阶段均衡产量

$$q_1^* = \frac{1}{9} [2(1-c-d) + x_1+x_2+4y_1-2y_2+\beta x_1+\beta x_2-2\beta y_1+4\beta y_2+2\sigma x_1+2\sigma x_2+2\sigma y_1+2\sigma y_2] \quad (6)$$

$$q_2^* = \frac{1}{9} (2-2c-2d+x_1+x_2+4y_2-2y_1+\beta x_1+\beta x_2-2\beta y_2+4\beta y_1+2\sigma x_1+2\sigma x_2+2\sigma y_1+2\sigma y_2) \quad (7)$$

2 企业选择研发合作模式

2.1 企业研发不合作

由于 R&D 不合作, 每个企业选择自己的 R&D 投资, 以使企业利润最大。下游企业把 (2)、(6) 代入 (1) 可得到第二阶段产量均衡时的利润。对于上游企业, 把 (7)、(6) 代入 (5) 中, 可得上游企业在第二阶段产量均衡时的利润。为了研究问题方便, 我们这里只考虑研发对称的情况, 即 $x_1=x_2=x, y_1=y_2=y$ 。因而相同产业之间的企业所得利润相等, 从而得出利润公式。令

$$L = \frac{1-c-d}{3}, M = \frac{2-\beta+\sigma}{3}, N = \frac{2\beta-1+\sigma}{3}, (L, M, N > 0)$$

上游企业的利润

$$\Pi_2^n = -\frac{1}{2} y^2 \gamma + \frac{2}{3} [L + (M+N)(x+y)]^2 \quad (8)$$

下游企业利润

$$\Pi_1^n = -\frac{1}{2} x^2 \gamma + \frac{4}{9} [L + \frac{1}{4} (5M-N)x + \frac{1}{4} (5N-M)x + (M+N)y]^2 \quad (9)$$

上、下游企业选择研发投资以获得最大利润, 由 $\frac{\partial \Pi_2^n}{\partial y}$

$$= 0, \frac{\partial \Pi_1^n}{\partial x} = 0 \text{ 可得}$$

$$x = \frac{2L(N-5M)}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)}, y = \frac{12LM}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)}$$

把上面得到的结果代入 (8)、(9) 得出上、下游企业最大利润

$$\Pi_2^n = \frac{18L^2 \gamma (4M^2 - 3\gamma)}{[2(11M-N)(M+N) - 9\gamma]^2}$$

$$\Pi_1^n = \frac{2L^2 \gamma [18\gamma - (-5M+N)^2]}{[2(11M-N)(M+N) - 9\gamma]^2}$$

2.2 企业研发合作

由于 R&D 合作, 上、下游企业选择自己的 R&D 投资, 以求上、下游两个企业利润之和最大化。我们这里也只考虑研发对称的情况, 即 $x_1=x_2=x, y_1=y_2=y$ 。从而得出利润公式

$$\Pi^c = \Pi_1^c + \Pi_2^c = -\frac{1}{2} x^2 \gamma + \frac{4}{9} [L + \frac{1}{4} (5M-N)x + \frac{1}{4} (-M+5N)x + (M+N)y]^2 - \frac{1}{2} y^2 \gamma + \frac{2}{3} [L + (M+N)(x+y)]^2$$

上、下游企业选择研发投资以获得两个企业利润之和

最大, 由 $\frac{\partial \Pi^c}{\partial y} = 0, \frac{\partial \Pi^c}{\partial x} = 0$, 可得

$$x' = \frac{4L(4M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)}, y' = \frac{4L(4M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)}$$

把上面得到的结果代入 (8)、(9) 得出上下游企业利润最大值

$$\Pi_1^c = \frac{4L^2 \gamma [9\gamma - 2(4M+N)^2]}{[8(M+N)(4M+N) - 9\gamma]^2}, \Pi_2^c = \frac{2L^2 \gamma [-4(4M+N)^2 + 27\gamma]}{[8(M+N)(4M+N) - 9\gamma]^2}$$

2.3 比较两种情况

(取 $\gamma > \frac{88}{27}$, 保证研发成果 > 0)

表 1 合作与不合作两种情况比较

	研发合作	研发不合作
下游企业的研发投入 x	$\frac{4L(4M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)}$	$\frac{2L(N-5M)}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)}$
上游企业的研发投入 y	$\frac{4L(4M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)}$	$\frac{12LM}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)}$
下游企业的利润	$\frac{4L^2 \gamma [9\gamma - 2(4M+N)^2]}{[8(M+N)(4M+N) - 9\gamma]^2}$	$\frac{2L^2 \gamma [18\gamma - (-5M+N)^2]}{[2(11M-N)(M+N) - 9\gamma]^2}$
上游企业的利润	$\frac{2L^2 \gamma [27\gamma - 4(4M+N)^2]}{[8(M+N)(4M+N) - 9\gamma]^2}$	$\frac{18L^2 \gamma (3\gamma - 4M^2)}{[2(11M-N)(M+N) - 9\gamma]^2}$

3 结论

结论 1: 研发合作时每个企业的研发投入大于研发不合作时每个企业的研发投入。

证明: 下游企业

$$\Delta x = \frac{4L(4M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)} - \frac{2L(N-5M)}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)} = \frac{2L(M+N)[-4(4M+N)(M+N)+27\gamma]}{[8(4M+N)(M+N)-9\gamma][2(11M-N)(M+N)-9\gamma]}$$

因为： $\gamma > \frac{8}{9}(4M+N)(M+N)$

$$\Delta x > \frac{2L(M+N)20(4M+N)(M+N)}{[8(4M+N)(M+N)-9\gamma][2(11M-N)(M+N)-9\gamma]} > 0$$

上游企业

$$\Delta y = \frac{4L(M+N)}{9\gamma-8(4M+N)(M+N)} - \frac{12LM}{9\gamma-2(11M-N)(M+N)} = \frac{4L(4M+N)[2(4M+N)(M+N)+9\gamma]}{[8(4M+N)(M+N)-9\gamma][2(11M-N)(M+N)-9\gamma]} > 0$$

结论2：研发合作时每个企业的利润大于研发不合作时每个企业的利润。

证明：下游企业

$$\Delta \Pi_1 = \frac{4L^2\gamma[-2(4M+N)^2+9\gamma]}{[8(M+N)(4M+N)-9\gamma]^2} - \frac{2L^2\gamma[-(-5M+N)^2+18\gamma]}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2}$$

因为 $4(4M+N) > 11M-N$ ，可以推出

$$\begin{aligned} \Delta \Pi_1 &= \frac{4L^2\gamma[-2b(4M+N)^2+9\gamma]}{[8(M+N)(4M+N)-9\gamma]^2} - \frac{2L^2\gamma[-b(-5M+N)^2+18\gamma]}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} \\ &= \frac{6L^2(M+N)\gamma[-16(7M-N)(M+N)^2(4M+N)^2]}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} \\ &+ \frac{6L^2(M+N)\gamma[24(M+N)(17M^2-128MN-19N^2)\gamma]}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} \\ &+ \frac{6L^2(M+N)\gamma[27(M+37N)\gamma^2]}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} \\ &> \frac{\frac{6400}{3}L^2N(M+N)^5(4M+N)^2}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} > 0 \end{aligned}$$

上游企业

$$\begin{aligned} \Delta \Pi_2 &= \frac{2L^2\gamma[27\gamma-4(4M+N)^2]}{[8(M+N)(4M+N)-9\gamma]^2} - \frac{18L^2\gamma(3\gamma-4bM^2)}{[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} = \\ &\frac{4L}{3} + \frac{[64(32L^2M^4+128L^2M^3N+138L^2M^2N^2+47L^2MN^3+5L^2N^4)]}{9[8(M+N)(4M+N)-9\gamma]^2} + \\ &\frac{8(32L^2M^2+52L^2MN+11L^2N^2)}{-9[8(M+N)(4M+N)-9\gamma]} - \frac{8(8L^2M^2+10L^2MN-L^2N^2)}{-3[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]} + \\ &\frac{8(55L^2M^4+160L^2M^3N+84L^2M^2N^2-20L^2MN^3+L^2N^4)}{3[2(11M-N)(M+N)-9\gamma]^2} \end{aligned}$$

上式中： $8(M+N)(4M+N)-9\gamma < 0, L^2M^2N^2 > L^2MN^3, L^2M^2 > L^2N^2$
 $2(11M-N)(M+N)-9\gamma < 0$ 。所以可以推出 $\Delta \Pi_2 > 0$ 。

结论3：研发合作时上、下游企业之间以及同一行业内企业之间存在稳定的均衡。

证明：当企业研发溢出水平稳定时， $L = \frac{1-c-d}{3}, M =$

$\frac{2-\beta+\sigma}{3}, N = \frac{2\beta-1+\sigma}{3}$ 均为常量，所以上、下游企业之间以及

行业内部两个企业之间存在稳定的均衡。

综上所述，本文从第一部分开始，把AJ模型扩展成为三个阶段，采用逆向归纳法进行推导。首先考虑第三阶段，下游企业进行Cournot双寡头竞争，得出均衡产量。再考虑第二阶段，上游企业利用中间产品的价格得出中间产品的产量。最后第一阶段，考虑了两层行业的4个企业就研发合作与不合作两种情况进行比较。可以得出基本结论：上、下游企业之间以及同一行业内部的两个企业之间存在稳定的均衡。

当企业选择研发合作的时候虽然会出现损害创新的积极性，出现“搭便车”的现象。可是企业选择研发合作，无论是产量，企业利润，社会总产出还是社会总福利水平均有很大的增加。文中的结论无论对企业研发决策还是对政府制定企业的研发激励政策，均有现实参考意义。另外，进一步的研究可在此基础上，对相关溢出的变化进行动态分析，从而得出最佳溢出或其它方面的相关结论。

参考文献：

- [1] D'ASPROMONT C, JACQUEMIN A. Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers[J]. American Economic Review, 1988, 78(5): 1133-1137.
- [2] STEURS G. Inter-industry R&D spillover: what difference do they make? [J]. International Journal of Industrial Organization, 1995, 13: 249-276.
- [3] AMIR R. Modelling imperfectly appropriable R&D via spillovers[J]. International Journal of Industrial Organization, 2000, 18: 1013-1032.
- [4] KAMIEN M, MULLER E, ZANG I. Research joint venture and R&D cartels[J]. American Economic Review, 1992, 82(5): 1293-130.
- [5] SUZUMURA K. Cooperative and noncooperative R&D in an oligopoly with spillovers [J]. American Economic Review, 1992, 82(5): 1307-1320.
- [6] COE D T, HELPMAN E. International R&D spillovers[J]. European Economic Review, 1995(39): 859-887.
- [7] 侯光明, 艾凤义. 基于混合溢出的双寡头横向R&D合作[J]. 管理工程学报, 2006(4): 94-97.
- [8] 肖条军. 博弈论及其应用[M]. 上海: 上海三联书店, 2004.
- [9] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996.

(责任编辑: 陈晓峰)