

3A9 産学共同研究の契約設計～経済学的視点から～ (Economic analysis of mechanism design for university industry joint R&D)

○Lee Chong Jin (神戸大学)

はじめに

産学共同研究は、ふたつの違った組織の共同作業であるため様々な問題が生じる。たとえば、産業にとっては利潤最大化が目的であるが、大学の目的とするところのひとつは、社会にとって公共財となる科学技術を公表することである。つまり、産業の方は応用技術の開発が中心であって、できる限り技術成果を公表しないこと、あるいは特許という形で公表する。大学の方は、どちらかというところ公共財的な技術の開発に力を入れている。大学の研究者は、成果を学会か雑誌に公表することによって評価される。そのほかに、両者の組織の特性に由来する研究速度と方法の違いなどの問題もある。

本ペーパーは、産学共同研究の協力関係を経済学的に考えたものである。この協力関係を契約という形でとらえて、両者にとってインセンティブとなるような契約の仕方を示す。産学共同研究の成否は、大学研究者と企業研究者の協力と努力如何による。勿論、両者が協力して努力するほど、研究成果が上がる可能性が高くなる。したがって、産学共同研究の契約を結ぶ際、大学研究者と企業研究者が努力を惜しまずに協力し合えるようなインセンティブ設計が肝要である。いくつかのことを念頭において、最適となる契約を考える。まず、大学研究者の目的は研究成果の発表と特許の取得で、企業研究者の目的は成果を上げることによる所得増加で、また、企業の目的は、成果の所有権を獲得し、その成果を製品開発に応用して利益を上げることである。ここで問題となるのは、大学研究者あるいは大学と企業の間の特許権の分配である。通常、両者の話し合いによってその権利はどちらかに帰属するか、または共有される。次に、研究開発には不確実性がつきまとうものであって、研究者の努力と関連なしに望ましい研究成果が必ずしも上げられるとは限らない。最適契約とは、不確実性の下で企業・大学研究者・企業研究者の三者各々の目的が最大化できるような契約である。すなわち、研究成果から得られる企業のネットベネフィットが最大化されつつ、できるだけ研究成果を上げるべく大学研究者と企業研究者の目的をも最大化できるようなインセンティブを考えた契約のことである。

最適契約のモデル I

企業・大学研究者・企業研究者の各々の目的を次ページのように定式する。

企業の目的：

$$\pi = P(\gamma, \theta, e_1 + e_2 + I) - (\alpha + \beta e_2) - I - z(\theta) \quad (1)$$

大学研究者の目的：

$$Y = \gamma x + z(\theta) - C_1(e_1) - \frac{1}{2} r_1 \gamma^2 V_1 \quad (2)$$

企業研究者の目的：

$$W = \alpha + \beta e_2 - C_2(e_2) - \frac{1}{2} r_2 \beta^2 V_2 \quad (3)$$

- π ：企業のネットベネフィット
- $P(\cdot)$ ：研究成果によるベネフィット
- γ ：大学研究者が報告可能範囲 ($0 \leq \gamma \leq 1$)
- θ ：大学研究者の特許権の持ち分 ($0 \leq \theta \leq 1$)
- e_1 ：大学研究者の努力水準
- e_2 ：企業研究者の努力水準
- α ：企業研究者に対する定額報酬
- β ：企業研究者に対するインセンティブ・ファクター ($0 \leq \beta \leq 1$)
- $\alpha + \beta e_2$ ：企業研究者の報酬
- I ：研究開発コスト
- $z(\theta)$ ：企業から大学研究者への特許料支払い
- Y ：大学研究者のベネフィット
- x ：研究成果； $x = e_1 + e_2 + I + \varepsilon$
- ε ：不確実要素
- $C_1(e_1)$ ：大学研究者のコスト
- r_1 ：大学研究者のリスク回避度
- V_1 ：大学研究者にとっての研究成果の分散
- W ：企業研究者の報酬
- $C_2(e_2)$ ：企業研究者のコスト
- r_2 ：企業研究者のリスク回避度
- V_2 ：企業研究者にとっての研究成果の分散

最適契約を考えるために、三者の目的を同時に最大化する。

$$\max_{e_1, e_2, I} \mathcal{L} = \pi + Y + W$$

$$= P(\gamma, \theta, e_1 + e_2 + I) - I + \gamma \cdot (e_1 + e_2 + I) - C_1(e_1) - \frac{1}{2} r_1 \gamma^2 V_1 - C_2(e_2) - \frac{1}{2} r_2 \beta^2 V_2 \quad (4)$$

$$\text{s. t.} \quad \gamma = C_1'(e_1) \quad (5)$$

$$\beta = C_2'(e_2) \quad (6)$$

(5)式と(6)式は大学研究者と企業研究者が最適行動をとる条件である。(5)式によれば、大学研究者に対する最適の報告可能範囲はその研究者の限界コストによって決められる。(6)式からは企業研究者に対するインセンティブ水準はその研究者の限界コストによって決められる。最適契約は、(5)式と(6)式の制約の下で(4)式を最大化するものである。(5)式と(6)式を示したのは、図1と図2である。ただし、 $C_1'' > 0$, $C_2'' > 0$ 。それらの逆数は、大学研究者と企業研究者各々のインセンティブに対する敏感度である。

図1 大学研究者のインセンティブの決め方

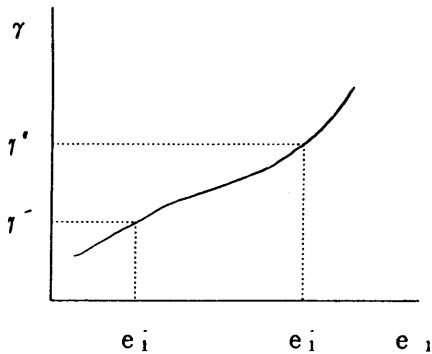
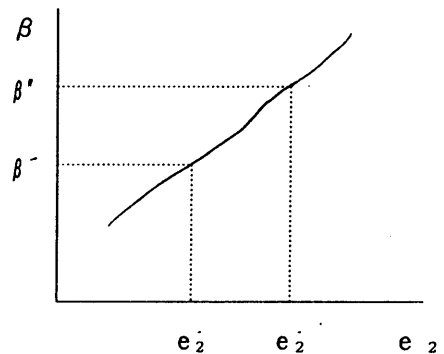


図2 企業研究者のインセンティブの決め方



(5)式と(6)式を考慮して一階条件は、

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial e_1} = P_{e_1}(\cdot) - r_1 C_1'(e_1) C_1''(e_1) V_1 = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial e_2} = P_{e_2}(\cdot) + \gamma - C_2'(e_2) - r_2 C_2'(e_2) C_2''(e_2) V_2 = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial I} = P_I(\cdot) - 1 + \gamma = 0 \quad (9)$$

(7), (8), (9) 式を e_1, e_2, I について全微分して比較静学する。比較静学を行う目的は、各パラメーター ($\alpha, \beta, \gamma, r_1, r_2, V_1, V_2, \theta$) の内生変数 (e_1, e_2, I) に対する影響を見ることである。 $J = \{Pe_1e_1(\cdot) - r_1\gamma C_1''V\}$, $K = \{Pe_2e_2(\cdot) - r_2\beta C_2''V\}$ とする。最大化の二階条件により、 $J < 0$ のとき K と P_{11} は同符号であり、 $J > 0$ のとき $K P_{11}$ は逆符号である。比較静学の結果は以下のとおりにまとめた。

<表 1> $J < 0, K > 0, P_{11} > 0$

	β	γ	r_1	r_2	V_1	V_2
e_1	0	(+)	-	0	-	0
e_2	(+)	-	0	+	0	+
I	0	-	0	0	0	0

<表 2> $J < 0, K < 0, P_{11} < 0$

	β	γ	r_1	r_2	V_1	V_2
e_1	0	+	-	0	-	0
e_2	-	+	0	-	0	-
I	0	+	0	0	0	0

<表 3> $J > 0, K > 0, P_{11} < 0$

	β	γ	r_1	r_2	V_1	V_2
e_1	0	-	+	0	+	0
e_2	+	-	0	+	0	+
I	0	+	0	0	0	0

<表 4> $J > 0, K < 0, P_{11} > 0$

	β	γ	r_1	r_2	V_1	V_2
e_1	0	-	+	0	+	0
e_2	-	+	0	-	0	-
I	0	-	0	0	0	0

最適契約となるためには、 γ と β の e_1 と e_2 それぞれに対する影響は + でなければならない。なぜならば、 γ と β がそれぞれ大学研究者と企業研究者に対するインセンティブ・ファクターであるためには、 γ と β を引き上げることによって、研究者たちの努力水準が高められるべきだからである。表 1 ~ 表 4 から、そうなるための条件は $J < 0, K > 0, P_{11} > 0$ (i.e. 表 1) である。すなわち、大学研究者の努力水準の企業に対する限界貢献分の増加は自分の限界リスク・プレミアムの増加より小さく ($J < 0$)、逆に企業研究者の努力水準の企業に対する限界貢献分の増加は自分の限界リスク・プレミアムの増加より大きく ($K > 0$)、さらに、研究開発コストが逓増 ($P_{11} > 0$) するときのみ、 γ と β はインセンティブ・ファクターとして働く。この条件を満たすとき、大学研究者の特許権の持ち分 θ が大学研究者にとってインセンティブになるためには、 $Pe_1\theta < 0$ でなければならないことが比較静学を行えばわかる。

最適契約を考えると、表 1 が参考となる。たとえば、大学研究者と企業研究者がともにリスク回避的な者であれば、表 1 により γ を高くをセットして β をそれほど高くセットしなくてもよい。なぜなら、大学研究者のリスク回避度 r_1 と研究の不確実性 V_1 は彼の努力水準を引き下げるため、それを相殺するに十分なインセンティブを与えなければならないからである。つまり、 γ を引き上げることである。逆に、企業研究者はリスク回避的であるほど、また不確実性が高いほどより努力する者であるので、彼に対するインセンティブ β をそれほど高くセットしなくてもよい。

最適契約のモデルⅡ

モデルⅠの(2)式では、大学研究者に対するインセンティブのひとつは研究結果に依存するもの(γx)である。モデルⅡではこれを大学研究者の努力水準に依存するもの(γe_1)に変える。そうすると、

$$Y = \gamma e_1 + z(\theta) - C_1(e_1) - \frac{1}{2} r_1 \gamma^2 V_1 \quad (10)$$

(4)式は

$$\begin{aligned} \max_{e_1, e_2, I} \mathcal{L} = & P(\gamma, \theta, e_1 + e_2 + I) - I + \gamma e_1 - C_1(e_1) \\ & - \frac{1}{2} r_1 \gamma^2 V_1 - C_2(e_2) - \frac{1}{2} r_2 \beta^2 V_2 \end{aligned} \quad (11)$$

となる。最大化の一階条件は、(5)式と(6)式を考慮して、

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial e_1} = P e_1(\cdot) - r_1 C_1'(e_1) C_1''(e_1) V_1 = 0 \quad (7')$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial e_2} = P e_2(\cdot) - C_2'(e_2) - r_2 C_2'(e_2) C_2''(e_2) V_2 = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial I} = P_I(\cdot) - 1 = 0 \quad (13)$$

となる。

最適な契約における最適なインセンティブの与え方は(7')式より

$$\gamma^* = \frac{P e_1}{r_1 C_1'' V_1} \quad (14)$$

であり、(12)式より

$$\beta = \frac{P e_2}{1 + r_2 C_2'' V_2} \quad (15)$$

である。また、(13)式より最適な研究開発コストは $P_I(\cdot) = 1$ のところで決められる。つまり、最適な研究開発コストはある定額である。

(14)式と(15)式から共通にいえることは、最適インセンティブの水準は各研究者の限界貢献分が大きいほど、また、彼のリスク回避度・インセンティブに対する敏感度・研究の不確実性のいずれかが小さいほど、インセンティブの水準を高くセットしなければならない。たとえば、大学研究者と企業研究者がともにリスク回避者 ($r_1 > 0$, $r_2 > 0$) であって、限界貢献分が高い方のインセンティブ水準がより高いことが望ましい。また、インセンティブ水準の増加に対して敏感な研究者の方はインセンティブ水準 C_i ($i=1, 2$) が低くてすむ。 V_i は研究者の努力水準と関連ない不確実性であって、それが高いほどその研究者の努力水準を正確に計るのはより困難となる。(14)式と(15)式により、彼に対するインセンティブ水準をより小さくセットした方がよい。

おわりに

モデル I とモデル II の違いは、大学研究者に対する評価の仕方にある。モデル I では大学研究者を研究成果で評価するが、モデル II では努力水準で評価する。どちらのモデルが適切であるかは、その研究者の努力水準に対して正確な評価ができるかに関わる。通常、大学研究者の努力水準を評価するのは難しいと考えられる。このとき、モデル I の方が適切である。いずれにしても、モデル I の最適契約の基準は表 1 である。モデル II の最適契約の基準は(14)式と(15)式である。

本ペーパーは、産学共同研究の契約を結ぶ際における何らかの参考となれば幸いである。

《参考文献》

神戸大学共同開発研究センター概要 (1992年)

Hart, O., and B. Holmstrom. "The Theory of Contracts", *Advances in Economic Theory : Fifth World Congress*, T. Bewley, ed. (Cambridge : Cambridge University Press, 1987)

Holmstrom, B., and P. Milgrom. "Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives, *Econometrica*, 55(March 1987), 303-28

Lee, Chong Jin. *Economic Analysis of Mechanism Design for University-industry joint R&D*, mimeo, Kobe University, 1995