

でライセンスをすることはできず、企業0は特許化するしかない。 s^* が存在する場合としない場合を描いたのが図5である。

さらに、シミュレーションにより以下のごとが考察される。

1. λ が増加すると s^* が増加し、 σ が増加すると s^* は減少する。
2. k_0 が増加すると、 s^* も増加する。
3. 一定の λ と σ に対して、 k_0 が大きくなると、 s^* が存在しなくなる。
4. σ が大きく、 λ との差が小さい(λ が大きい)と、小さい k_0 に対しても s^* が存在しなくなる。
5. 一定の σ に対して、より λ が小さいほうがより大きい k_0 の場合でも、 s^* が存在する。

1～3はBhattacharya and Guriev [2006]のLemma 2に対応している。中間技術が優れていれば(k_0 が小さければ)、企業1の利益が大きく、企業2への開示を阻止しやすい。また、開示の度合いが大きいほど(λ がより1に近いほど)企業2から徴収できるライセンス料が低く、条件が満たされやすい。逆に、開示の度合いが小さいと(λ が大きいと)、いくちロイヤルティーを上げても企業2へのライセンスを上げなくなり、これは、支払うロイヤルティーを増やすために s^* を増やすと、(1)から明らかのように、同時に企業1の投資水準を下げさせる効果があるためである。ロイヤルティー率を上げて、もともととなる利益水準が低下しすぎると、事態は悪化するだけである。既存の技術が劣悪なほど(σ が大きいほど)、企業1の利益が大きくなるので、より小さなロイヤルティーで(2)を満たすことができる。左辺は企業1の利益の差になっているが、第1項は企業2が σk_0 の費用関数で生産している場合であるのに対して、第2項はライセンス技術で生産している場合なので、左辺への σ の影響は相対的に小さく、 σ が大きいほど両項の差は広がるはずである(Bhattacharya and Gurievはライセンスもスピルオーバーもない場合はまったく投資ができないと仮定しているため、本論文の σ に該当するものはないので、それに関する結果はない)。4と5は基本的に同じことをいっていて、相対的なスピルオーバーが大きいほど、劣悪な技術でも企業1の投資インセンティブをそこなわずに必要なロイヤルティーを企業0に支払うことができるということである。相対的とは、もとの技術が劣悪なほど(σ が大きいほど)

必要な λ の水準が低くなることを指している。

企業0の機会主義的行動を阻止するのはスピルオーバーがあるほど容易になるので、企業秘密がライセンス可能なのはある程度スピルオーバーがある場合である。企業秘密はスピルオーバーが小さいときに有効という通説と逆である。それは従来のアプローチでは単に企業秘密は特許より保護の弱いものとして扱っているのに対して、ここではスピルオーバーの水準は同じであるが、起り方が特許とスピルオーバーとは異なると解釈しているからである。

企業0の取り分(s^*)が決まると、企業の投資、そして利益 $\bar{\pi}$ が決まる。固定ライセンス料 F_T は企業1の利益 $\bar{\pi}$ の残りのなかから、ライセンスを拒絶したときに期待できる利得、つまり留保利益の U_N だけ企業1に残すように以下のように決まる。

$$F_T = (1-s) \frac{\pi_0}{\pi_0 + \pi_1 + \pi_2} - k_0 \bar{\pi} - U_L$$

企業0の総ライセンス収入はこの F_T とロイヤルティーの和で、 $T = \bar{\pi} - U_N$ になる。特許と企業秘密ライセンスで実現される剰余、ライセンスの利益と特許ライセンス料、企業秘密ライセンス料と特許化された場合の非ライセンス利益 U_N をいくつかのパラメーターについて k_0 に対してプロットした(図6～8)。

すべて右下がり、つまり費用が高くなるとすべての利益が減少する。特許化されると開示が起こるので、特許ライセンス利得は σ には関係なく、 λ にのみ依存していて、スピルオーバーが大きくなると(λ が小さくなると)、ライセンス契約をしている企業の利益は減少し、非ライセンス企業の利益と企業秘密ライセンス企業の利益が増加する。開示により、ライセンスなしでも技術がかなりよくなるので、ライセンスの価値が減少すると予測できる結果である。先ほど議論したとおり、企業秘密の場合はスピルオーバーがライセンスの価値を上げている。スピルオーバーが大きいと第2の企業からのライセンス収入が減少するため、企業2との交渉を防ぐために必要なロイヤルティーが減り、ライセンス企業の投資インセンティブを満たすのが容易になるからである。しかし、 U_N がスピルオーバーにより増加するため、企業0の企業秘密ライセンス料は減少する。

図6 特許ライセンス料 (F_P) とライセンスの粗利益 (π^*) (1)

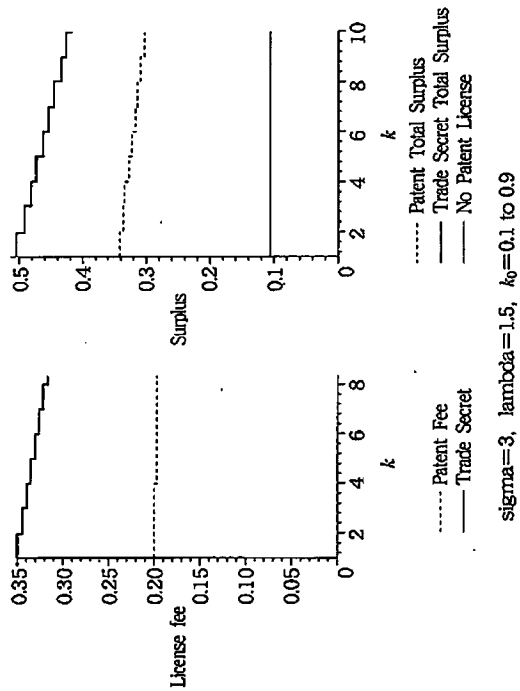


図7 特許ライセンス料 (F_P) とライセンスの粗利益 (π^*) (2)

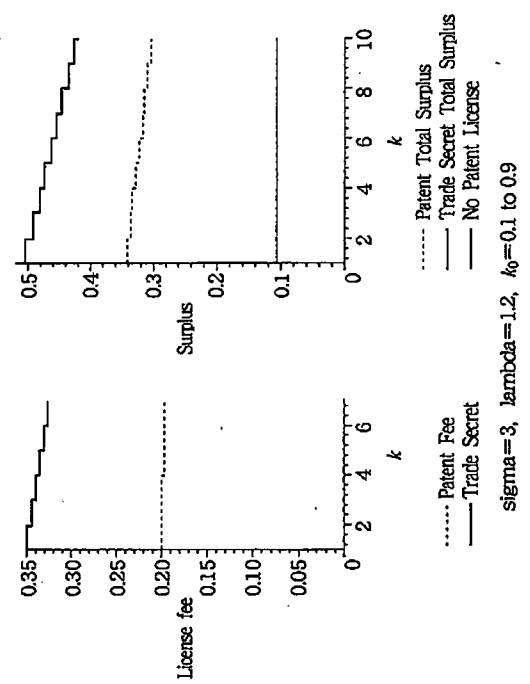
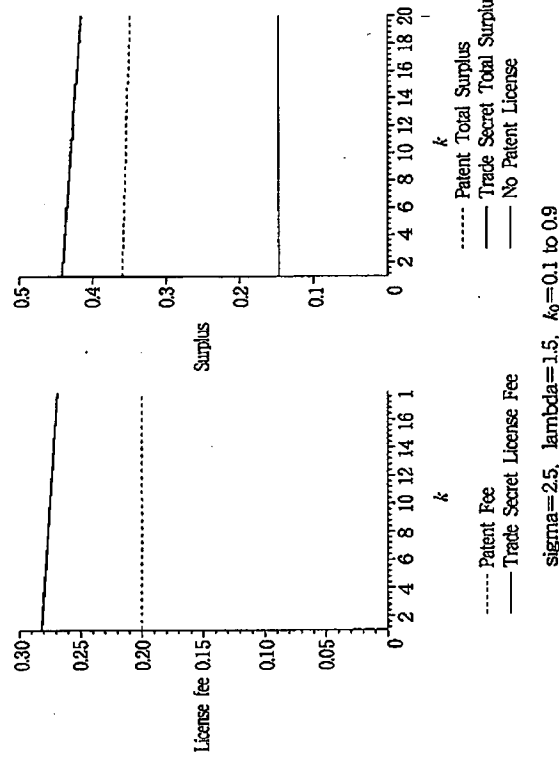


図8 特許ライセンス料 (F_P) とライセンスの粗利益 (π^*) (3)



既存技術がよくなると (σ が小さくなると), 企業秘密ライセンス企業の利益は減少するが, これは非ライセンス企業の費用が低いためである。ライセンスを拒絶すると特許化されるが, それによる利得は σ に関係ないので, 企業秘密ライセンス料の減少に非ライセンス企業の費用低下が直接影響する。逆に σ が大きいとライセンスの価値が大きいうことで, 新中間技術がより革新的 (つまり, 既存の技術が劣悪) であるとライセンス価値が上がるとも解釈できる。

3 インサイダーによるライセンス

本節では中間技術を所有している企業が自社で開発技術投資ができる場合, つまりインサイダーである場合を考える。企業0は中間技術を使ってみずから開発投資をする一方, 既存の技術しかない企業にライセンスできる。ライセンス

スするとライバルの投資費用を減少させることになるので、ライセンスをして開発競争を自分にとって不利にするよりも、ライセンス収入を見送るといった選択も当然可能である。これは3.3で検討する。

企業0, 1, 2の開発投資費用の係数が (k_0, k_1, k_2) であるときに、3つの企業が同時に投資基準を決めた場合の企業 i の(ナッシュ均衡)投資は以下のとおりである(導出は補遺参照)。

$$x_i(k_0, k_1, k_2) = [x(k_0, k_1, k_2) + r] [1 - k_i [x(k_0, k_1, k_2) + r]] \quad (3)$$

ただし、 $x(k_0, k_1, k_2)$ は3企業の均衡投資の合計 $(x_0 + x_1 + x_2)$ で、

$$x(k_0, k_1, k_2) = \frac{1 + \sqrt{(k_0 + k_1 + k_2)r + 1}}{k_0 + k_1 + k_2} - r$$

である(補遺の(9)で $n=3$ の場合)。前節の2企業の場合と同様に総投資は費用係数の合計に依存している。費用係数が低いほど、つまり効率的に投資ができる企業ほど投資水準が低くなることを(3)は示している。総投資である $x(k_0, k_1, k_2)$ は k_i の減少加関数であるので、他の企業の費用が上昇すると、企業の投資は増加することも同式からわかる。企業 i の期待利益は

$$\pi_i(k_0, k_1, k_2) = \{1 - k_i [x(k_0, k_1, k_2) + r]\}^2 \quad (4)$$

である。投資費用が低いほど¹⁰⁾利益が大きいかを示している。

3.1 特許を取得する場合

ライセンス交渉のタイミングはアウトサイダーの場合と同じであるが、投資が全3企業により行われる。ライセンス交渉過程と利得をまとめたのが図9である。企業 i がライセンスがあれば、 $k_i = k_0$ で、ライセンスがないと、 $k_i = \lambda k_0$ であり、特許の開示効果を反映している。企業0は中間技術の所有者であるから、投資費用は k_0 である。契約が成立した後、3企業の投資の利益は(4)で $k_i = k_0$ と $k_i = \lambda k_0$ とした場合である。企業0の利得はライセンス料だけでなく、自社が成功した場合の(期待)利益が加わり、 $\pi_0(k_0, k_0, \lambda k_0) + F_P$ となる。前節の2企業の場合と同様に、均衡上では企業1(最初に提示された企業)が

10) 相対的とは k_i が減少すると、 $k = \sum k_i$ も減少し、 $x(k_0, k_1, k_2)$ が増加する。よって、利益が増加するには、 k_i は、 $k = \sum k_i$ は減少しないように k_i は減少する必要がある。

図9 インサイダー 特許ライセンス交渉

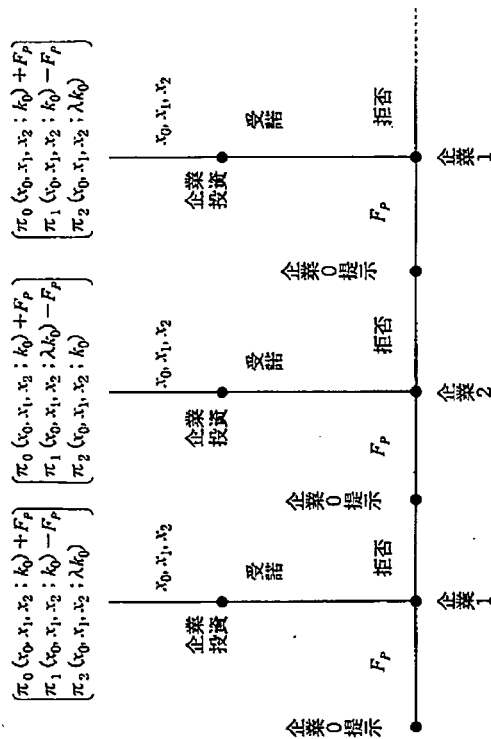
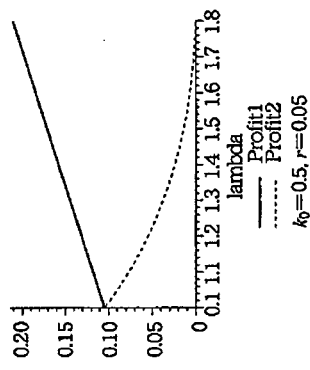


図10 $\pi(k_0, k_0, \lambda k_0)$ と $\pi_2(k_0, k_0, \lambda k_0)$



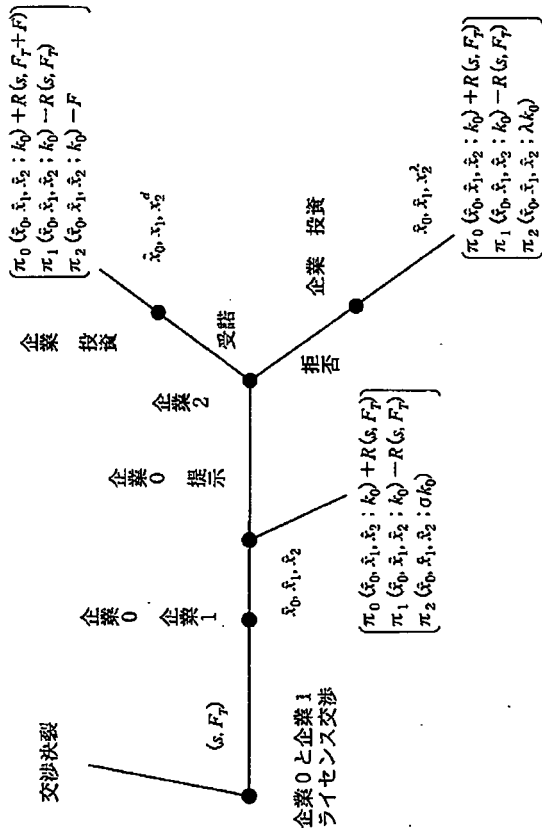
一回目の提案を受諾する。ライセンス料 F_P はライセンスがある場合とライバ
 ルがライセンス契約をした場合との差になる。

$$F_P = \pi_1(k_0, k_0, \lambda k_0) - \pi_2(k_0, k_0, \lambda k_0) \quad (5)$$

$\pi_1(k_0, k_0, \lambda k_0)$ と $\pi_2(k_0, k_0, \lambda k_0)$ をプロットしたのが図10である。

企業0がアウトサイダーである場合と異なるのは、企業0が投資をするので、各企業の期待利得が企業0の k_0 にも依存することである。各企業の均衡利得

図 11 インサイダー 企業秘密交渉



は以下のとおりになる。式(4)から企業0の利益は、投資費用が k_0 である企業の数 (自分とライセンスの2企業) にもみ依存し、どの企業がライセンス契約をしているかに関係ないことを指摘しておく。

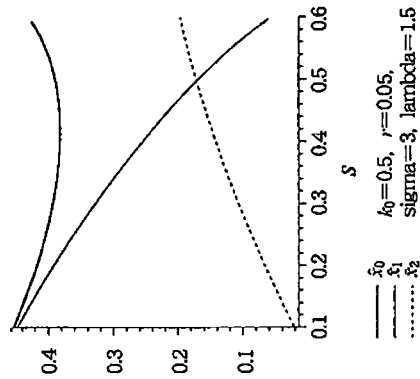
$$U_0 = \pi_0(k_0, k_0, \lambda k_0) + F_P, \quad U_L = U_N = \pi_0(k_0, \lambda k_0, k_0). \quad (6)$$

3.2 企業秘密による場合

ライセンス交渉のタイミミングはアウトサイダーの場合と同じであるが、企業0も投資を行うので、ライセンス収入の他に自分の投資による利益があることが異なる。ライセンス交渉のタイミミングと利得は図11にまとめてある。

ライセンスが承諾され、ロイヤルティが s と決まった後は、全企業が開発投資を同時に決定する。企業0はライセンス料と自社の投資利益の和を最大にするように投資を決め、以下の期待利益が利得である非協力ゲームになっている。企業1が拒否した場合は特許化される。企業1が企業秘密ライセンスを結んだ場合は、費用係数が $k_1 = k_0, k_2 = \sigma k_0$ となり、企業は投資 $s_i, i=0, 1, 2$ を以下の利得が最大になるように同時に決める。

図 12 均衡投資 $(\hat{s}_0, \hat{s}_1, \hat{s}_2)$



$$\pi_0 = \frac{s s_0}{s_0 + s_1 + s_2 + r} + \frac{s_0}{s_0 + s_1 + s_2 + r} - \lambda_0 s_0,$$

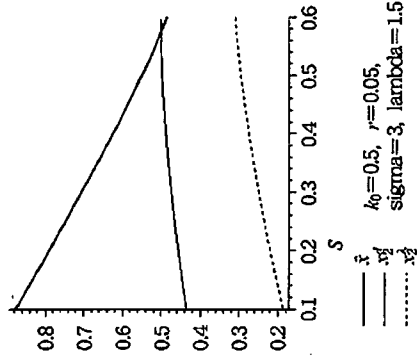
$$\pi_1 = \frac{(1-s) s_1}{s_0 + s_1 + s_2 + r} - \lambda_0 s_1, \quad \pi_2 = \frac{s_2}{s_0 + s_1 + s_2 + r} - \sigma \lambda_0 s_2$$

均衡投資 $(\hat{s}_0, \hat{s}_1, \hat{s}_2)$ はナッシュ均衡である。式は補遺にあるが、ここではプロット (図12) を示す。ロイヤルティ-支払が増加すると、企業1の限界収入が減るので、投資は減少する。1) 企業0の投資はいくつかの効果に依存する。まず、 s の増加の効果は2つある。一方で企業1の収入の取り分が増加するが、 s_1 が減少するので企業1の収入自体は減少し、 π_0 の第1項は増加も減少もしうる。また、企業0の投資は2つの効果がある。投資を増やすと、自分の勝利の確率 (第2項) は増加するが、企業1の収入 (第1項) は減少する。2つの s の効果のどちらかが、また企業0の投資の効果のどちらが勝るかによって \hat{s}_0 は決まり、U字型になっている。企業2の投資は s とともに増加しているが、これは図13で見ると、 \hat{s}_0 と \hat{s}_1 の和が減少しているからである。

次にロイヤルティ水準を検討する。アウトサイダーの場合と同様に企業0

1) もちろん厳密には直接効果 (direct effect) の他に戦略効果 (strategic effect) がある。

図13 $\bar{x} = \bar{x}_0 + \bar{x}_1$, \bar{x}_2^* と \bar{x}_2 の比較



が企業1にライセンスした後に企業2とも契約することを防ぐライセンスを企業1は結ぶ必要がある。企業2がライセンスを受諾した場合と、拒否した場合のそれぞれの企業2の投資を \bar{x}_2^* と \bar{x}_2 とする。アウトサイダーの場合と同様に、ライセンス（企業1）と企業0はすでに投資をした後なので、企業2にとつて企業1と企業0の投資は所与である。 $\bar{x} = \bar{x}_0 + \bar{x}_1$ とすると、最適投資は以下のようになる。

$$\bar{x}_2^* = \arg \max_{\bar{x}_2} \frac{\bar{x}_2}{\bar{x} + \bar{x}_2 + r} - k_0 \bar{x}_2 = \sqrt{\frac{\bar{x} + r}{k_0}} - (\bar{x} + r),$$

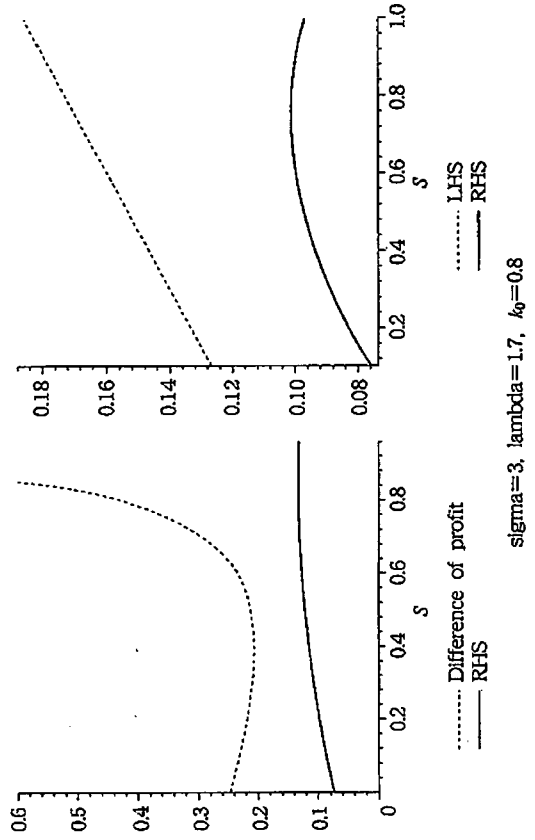
$$\bar{x}_2 = \arg \max_{\bar{x}_2} \frac{\bar{x}_2}{\bar{x} + \bar{x}_2 + r} - \lambda k_0 \bar{x}_2 = \sqrt{\frac{\bar{x} + r}{\lambda k_0}} - (\bar{x} + r).$$

図13にあるように、 s が増加すると double marginalization がひどくなり、企業0と企業1の合計投資 $\bar{x} = \bar{x}_0 + \bar{x}_1$ が減少する。具体的な \bar{x} の式は補遺参照。アウトサイダーの場合と同様に交渉過程のスピルオーバーにより企業2の費用が低下し投資が増える ($\bar{x}_2^* > \bar{x}_2$)。そのときの企業2の利得は以下のとおりで、明らかに $\pi_2^* > \pi_2$ で、これらの差が企業2から企業0に支払われるライセンス料になる。

$$\pi_2^* = (1 - \sqrt{k_0(\bar{x} + r)})^2; \quad \pi_2 = (1 - \sqrt{\lambda k_0(\bar{x} + r)})^2.$$

受諾されるライセンス契約 (s, F_T) を特定するためには、交渉を開始しな

図14 利益の差と機会費用の差の比較



った場合と、交渉が決裂した場合の企業2の投資を考慮した企業0の利益（ライセンス収入以外のもの）で、開発に成功した場合の期待利益）を考える必要がある。企業2とのライセンスが成立と交渉決裂のそれぞれの場合の企業0利得は以下である。

$$\pi_0^* = \frac{\bar{x}_0}{\bar{x}_0 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2^* + r} - k_0 \bar{x}_0, \quad \pi_0 = \frac{\bar{x}_0}{\bar{x}_0 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + r} - k_0 \bar{x}_0.$$

ライセンスのロイヤルティは企業0の機会主義的行動を阻止するようになつていなければならない。アウトサイダーの場合と同様に右辺は企業2から要求できるライセンス料で、左辺は企業0の利益の差であるが、インサイダーなので自社の投資利益も含まなければならない。

$$\left(\frac{s \bar{x}_0}{\bar{x}_0 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + r} + \pi_0 \right) - \left(\frac{s \bar{x}_0}{\bar{x}_0 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + r} + \pi_0^* \right) \geq \pi_0^* - \pi_0 \quad (7)$$

シミュレーションをすると、不等式が成立しないパラメーターは見つからなかった。(図14右) $s=0$ に対しても成立するので、自社の投資利益の差 $\pi_0 - \pi_0^*$ が右辺より大きくなければならない。企業0の利益は企業2の利益よりも大き

いのは明らかであるが、投資が複雑に s に依存しているの、差の関係を証明するのは困難であるので、図14の左側のように、 $\bar{\pi}_0 - \pi_0^s$ と(7)の右辺をプロットした。これは常に、

$$\bar{\pi}_0 - \pi_0^s \geq \pi_0^s - \pi_0^2$$

が成立することを示唆している。完全開示（スピルオーバーなしから完全開示）による企業0の損失の増分が、企業2の限界開示（スピルオーバーから完全開示）による利益の増分よりも大きいことである。単に企業2の費用の変化を考えると、 σk_0 から k_0 の効果が k_0 から k_0 の効果より大きいと考えられるが、さらに企業の費用が均一化（企業0と企業1の費用はともに k_0 である）することによって競争が激化する効果もあるはずである。

事後的ロイヤルティーを使う必要がないので、ライセンス料は企業1の残りの利益とライセンスが成立しなかった場合の利益（特許化された場合）の差を固定料金として課せばよい。企業0のライセンス収入 T は、以下のようになる。

$$\begin{aligned} T &= F_T + \frac{s\lambda_1}{k_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \gamma} = \pi_1(k_0, k_0, \sigma k_0) - \pi_1(k_0, \lambda k_0, k_0) \\ &= \pi_1(k_0, k_0, \sigma k_0) - \pi_2(k_0, k_0, \lambda k_0). \end{aligned}$$

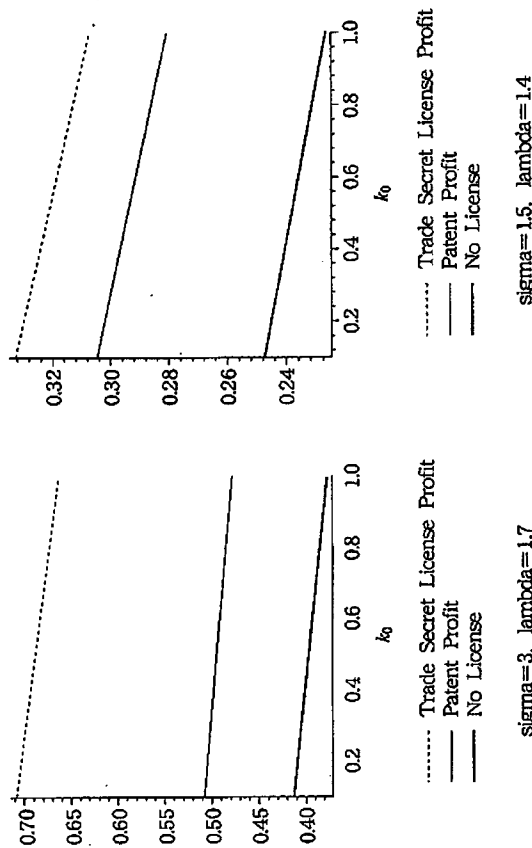
2つ目の等式は $\pi_1(k_0, k_0, k_0)$ の定義(4)による。明らかに、 $F_T > F_P$ である。企業秘密のライセンスをするのがいつでも可能なだけでなく必ず特許化より利益が大きいの。

スピルオーバーがひどくなると (λ が大きくなると)、特許、企業秘密に係なくライセンス料が低くなる。特許ライセンスのライセンス料はライセンスがある利益とない利益の差であるので、スピルオーバーが大きいのほど差が縮まってしまふからである。これはライバルの企業の費用が上がるのは企業にとつて有利であり、既存の技術が悪いほど (σ が大きい) 保護方法に関係なく企業0の利益は増加することをシミュレーションが示している。

3.3 ライセンスをしない場合

すでにインサイダーの場合は自社の利益がライセンス行動の決定に大きく影響をしていることを見たが、インサイダーの場合はそもそもライセンスをせず、

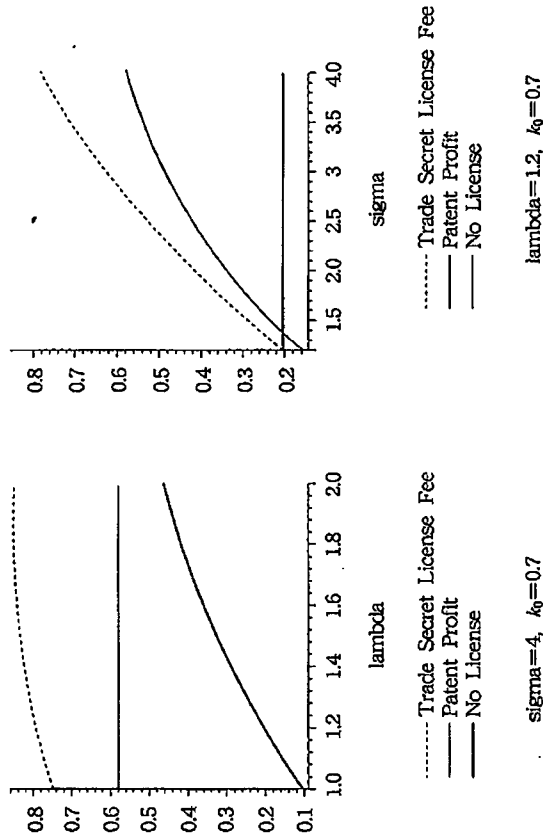
図15 特許ライセンス、企業秘密ライセンス、無ライセンスの比較 (1)



自社のみ中間技術を使うことが可能である。ライセンスをすることによってライセンス収入が入るようになるが、競争相手の費用を減らして、自分の立場を不利にしているからである。本項ではそもそもライセンスをするかという判断を分析する。特許化せずに、企業秘密にしたままライセンスもなかった場合は企業1と2は σk_0 の費用で技術開発投資をするので、企業 i の利得は(4)において、 $\pi_i(k_0, \sigma k_0, \sigma k_0)$ である。

まず、特許化した場合は必ず図9に示されているようにライセンスをして、特許料として利得(5)と(6)を得る。特許化せず、企業秘密の保護を選ぶと、ライセンスするかしないか選ぶ必要がある。ライセンスした場合の展開は図11と同じである。ライセンスをしないと、企業秘密のまま、費用係数は $k_1 = k_2 = \sigma k_0$ で、同時に投資を行う。均衡利得は(4)で計算できる。特許ライセンス、企業秘密ライセンスと企業秘密のままの利得をシミュレーションしたのが図15と図16である。 σ が小さい場合、つまり既存技術の性能がよい場合は特許ライセンスをしたほうがよい。競争相手のコストがもともと低いので、特許ライセンスをしても競争は前よりそれほど激化せず、ライセンス料が入るからである。

図16 特許ライセンス、企業秘密ライセンス、無ライセンスの比較 (2)



逆にそれ以外の場合は特許化よりも企業秘密がよい。しかし、それよりも企業秘密をライセンスすることのほうがさらに利益が大きいが、競争相手のコストを下げて、インサイダーの場合は事後的ロイヤルティが必要ないのでライセンス収入が大きくなるからである。

4 おわりに

本論文ではインサイダーとアウトサイダーの特許と企業秘密のライセンス行動を、両者の区別はスピルオーバーの起こり方によって交渉過程と実施できるライセンス契約が異なるという解釈に基づいて分析した。特許の場合は権利取得の段階で情報はすでに開示されているが、そのような開示が起きていない企業秘密の場合は、1つの企業にライセンスした後も、まだ他の企業にとって情報は価値がある。しかし、ライセンス交渉すること自体が情報が漏れる原因になることを利用して正しいインセンティブを与える契約を結ぶことによって

らなる情報の開示を防ぐことができる。この余分の制約が企業秘密ライセンスのコストであるが、スピルオーバーが大きいほど別の企業に情報を売るといふ機会的行為が防ぎやすい。よって、アウトサイダーはスピルオーバーが十分に大きくなければ企業秘密のライセンスができない。

さらに、独自で開発投資ができないアウトサイダーにとつては企業秘密のライセンスが可能なのは、企業秘密ライセンスのほうが特許ライセンスよりも利益が大きいがわかった。企業秘密の場合は維持のためにロイヤルティによるデイスインセンティブを与えてコストがあるものの、ライバルが既存の技術という高い投資費用のままであるのが非常に有利である。これに対して特許の場合は開示があるので、ライセンスのない企業のコストが低くなっている。

中間技術所有者が独自でも開発投資を行っているインサイダーの場合は、まずライセンスを増やすことは競争相手の投資費用を下げて、自分が技術開発に成功する確率を下げる。そのため、情報所有者が第2の企業に企業秘密情報を提供するインセンティブは制約とはならない。さらなるライセンスを防ぐ必要がないので、スピルオーバーが非ライセンス企業にない企業秘密のほうが当然利益が高い。企業秘密はまったくライセンスをしなければ、すべてのライバルが既存技術のままであるが、それよりは企業にライセンスをしたほうがよいことがわかったが、特許ライセンスは既存技術がかなりよい場合（投資費用が低い場合）はしないほうがよい。この場合は投資による利益は開示がない利益が低く、開示してもあまり低下せず、その損失以上に特許収入が入るからである。

ライセンス交渉過程をモデル化することによって、特許ライセンスが企業秘密ライセンスより勝る場合や、ロイヤルティの設定のされ方などを分析することができた。残念ながらシミュレーションにたよっており、また、パラメータ範囲の特定化が不十分など、未完成な側面があるのが残念である。序論で述べたように、技術ライセンスについてはデータを既存の理論を使って説明・理解する必要がある。このようなアプローチの紹介が今後の実証分析を含む財と中間技術ライセンス契約の研究の刺激になれば幸いである。

補 遺

1 x_i の導出

企業 i の投資水準が $x_i, i=1, \dots, n$ とする。同企業の利益は、以下のようになる。

$$\pi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j + r} - k_i x_i.$$

最大化の一階条件は、 $x \equiv \sum_{j=1}^n x_j$ とすると、

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = \frac{x+r-x_i}{(x+r)^2} - k_i = 0, \quad i=1, \dots, n \quad (8)$$

となる。 i について加算すると、

$$n(x+r) - x = \sum_{j=1}^n k_j(x+r)^2$$

となる。 $k \equiv \sum_{j=1}^n k_j$ を代入して、 x の方程式として解いた解は以下のようになる。

$$x = x(k_1, \dots, k_n) = \frac{(n-1) + \sqrt{4kr + (n-1)^2}}{2k} - r. \quad (9)$$

これを(8)に代入すると、均衡投資がわかる。

$$x_i^* = x(k_1, \dots, k_n) + r - k_i(x(k_1, \dots, k_n) + r)^2.$$

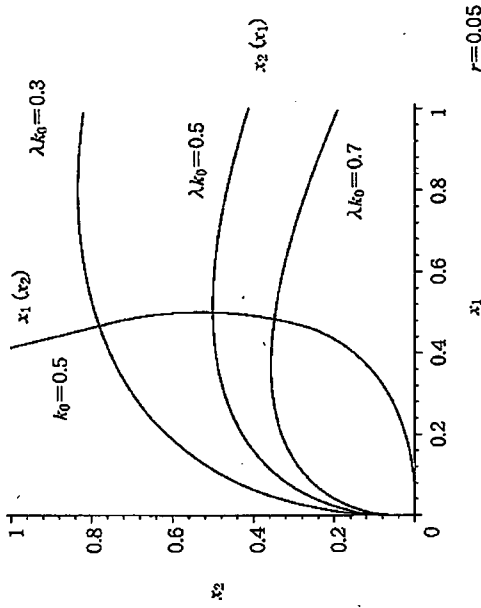
本文でも指摘したように、投資が変わったときの均衡投資の変化は大ききによる。(8)が最適反応関数を定義している。 $n=2$ の場合の最適反応関数を描いたのが、図17である。補完的、代替的な部分がわかる。均衡における利益は、以下のようになる。

$$\pi_i^* = (1 - k_i(x(k_1, \dots, k_n) + r))^2.$$

2. アウトサイダーの企業秘密の投資と利益の導出

企業1の最適化の一階条件は開発費用が k_0 の代わりに $k_0/(1-s)$ であるのと同じになる。最適化の一階条件

図 17 最適反応関数 $x_1(x_2)$ と $x_2(x_1)$ best response



$$\frac{\partial \pi_1}{\partial x_1} = \frac{(1-s)(x_2+r)}{(x_1+x_2+r)^2} - k_0 = 0, \quad \frac{\partial \pi_2}{\partial x_2} = \frac{x_1+r}{(x_1+x_2+r)^2} - \sigma k_0 = 0$$

において、 $X = x_1 + x_2$ とおくと、以下のようになり、さらに X の方程式が導かれる。

$$x_1 = \sigma k_0(X+r)^2 - r, \quad x_2 = \frac{k_0}{1-s}(X+r)^2 - r$$

$$\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right) k_0(X+r)^2 = (X+2r)$$

X についてまず解き

$$X = \frac{-2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right) k_0 r + 1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right) k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right) k_0}$$

一階条件に代入すると \hat{x}_1 と \hat{x}_2 が得られる。¹²⁾

$$\begin{aligned} \bar{x}_1 &= \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \left\{ 1 - \frac{k_0}{1-s} \left(1 + \frac{\sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \right\}, \\ \bar{x}_2 &= \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \left\{ 1 - \sigma k_0 \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \right\}, \end{aligned} \quad (10)$$

第1項から第2項は $\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + r = \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right)$ の関係によって導かれる。企業1の利益は、
 $\bar{\pi} = \pi(\bar{x}_1, \bar{x}_2; k_0)$

$$= \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \left\{ 1 - s - \frac{k_0}{1-s} \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) \right\}$$

となる。

企業1はすでに投資 \bar{x}_1 を行ってしまうているので、 \bar{x}_1 を所与とした企業2単独の最適化問題として、(10)の \bar{x}_1 を代入すればよい。

$$\begin{aligned} x_2^d &= \sqrt{\sigma} \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) - k_0 \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right)^2 \\ x_2^d &= \sqrt{\lambda} \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right) - k_0 \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right)^2 \end{aligned}$$

開示の有無に対応する企業2の期待利益は、以下のとおりである。

$$\pi_2^d = \left\{ 1 - \sqrt{\sigma} k_0 \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right)^2 \right\},$$

12) 厳密には \bar{x}_1 はすべて s の関数である。

$$\pi_2^s = \left\{ 1 - \sqrt{\lambda} \sigma k_0 \left(\frac{1 + \sqrt{4\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0 r + 1}}{2\left(\frac{1}{1-s} + \sigma\right)k_0} \right)^2 \right\}.$$

3 インサイダーの企業秘密の投資と利益の導出 最適化の一階条件は

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_0} = \frac{(1-s)x_0 + x_2 + r}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} - k_0 = 0, \quad \frac{\partial \pi}{\partial x_1} = \frac{(1-s)(x_0 + x_2 + r)}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} - k_0 = 0,$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_2} = \frac{x_0 + x_1 + r}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} - \sigma k_0 = 0$$

以下のように書き換えられる。

$$\frac{x_0 + x_2 + r - s x_1}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} = k_0, \quad \frac{x_0 + x_2 + r}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} = \frac{k_0}{1-s},$$

$$\frac{x_0 + x_1 + r}{(x_0 + x_1 + x_2 + r)^2} = \sigma k_0$$

さらに、 $z = x_0 + x_1 + x_2 + r$ として代入し、それぞれ $x_0 + x_2 + r = z - x_1$ などを使って x_1 について解くと、

$$\bar{x}_0 = z - k_0 z^2 - s \left(z - \frac{k_0}{1-s} z^2 \right), \quad \bar{x}_1 = z - \frac{k_0}{1-s} z^2, \quad \bar{x}_2 = z - \sigma k_0 z^2 \quad (11)$$

が得られる。3つの式を一緒にして得られる方程式、

$$(2k_0 + \sigma k_0) z^2 + (s-2)z - r = 0$$

を解くと、 z が得られる。

$$z = \bar{x}_0 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + r = \frac{2-s + \sqrt{(2-s)^2 + 4k_0(2+\sigma)r}}{2k_0(2+\sigma)}$$

企業2にとって企業1と企業0の投資は所与であるので定数である。 $\bar{x}_1 = \bar{x}_0 + \bar{x}_2$ とすると、最適投資は以下のようになる。

$$\bar{x}_1^d = \arg \max_{x_2} \frac{x_2}{\bar{x}_1 + x_2 + r} - k_0 x_2 = \sqrt{\frac{\bar{x}_1 + r}{k_0}} - (\bar{x}_1 + r),$$

$$\bar{x}_1^s = \arg \max_{x_2} \frac{x_2}{\bar{x}_1 + x_2 + r} - \lambda k_0 x_2 = \sqrt{\frac{\bar{x}_1 + r}{\lambda k_0}} - (\bar{x}_1 + r).$$

(11)から,

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \bar{x}_0 + \bar{x}_1 = (2-s-2k_0z)z \\ &= \left(\frac{(1+\sigma)((2-s) + \sqrt{(2-s)^2 + 4k_0(2+\sigma)r})}{(2+\sigma)} \right) \\ &\quad \left(\frac{(2-s + \sqrt{(2-s)^2 + 4k_0(2+\sigma)r})}{2k_0(2+\sigma)} \right) \end{aligned}$$

がわかる。

【参考文献】

- Anton, James, and Dennis Yao [1994] "Expropriation and Inventions-Appropriable Rents in the Absence of Property Rights," *American Economic Review*, 84(1), 191-209.
- Arundel, Anthony, and Isabelle Kabla [1998] "What Percentage of Innovations are Patented?" *Research Policy*, 27, 611-624.
- Bhattacharya, Sudipto, and Segei Guriev [2006] "Patents vs. Trade Secrets: Knowledge Licensing and Spillover," *Journal of the European Economic Association*, 4(6), 1112-1147.
- Bolton, Patrick, and Michael Whinston [1993] "Incomplete Contracts, Vertical Integration, and Supply Assurance," *Review of Economic Studies*, 60, 121-148.
- Chabchoub, Norhene, and Jorge Niosi [2005] "Explaining the Propensity to Patent Computer Software," *Technovation* 25, 971-978.
- Cohen, Welsley, Richard Nelson, and John Walsh [2000] "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)," National Bureau of Economic Resrach, NBER Working Paper No. 7552.
- Goto, Akira, and Akiya Nagata [1997] "Appropriability and Technological Opportunity in Innovation," NISTEP Research Report No. 48.
- Jensen, Richard, and Richard Thursby [2001] "Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions," *American Economic Review*, 91(1), 240-259.

Kamien, Morton, and Yair Tauman [2002] "Patent Licensing: The Insider Story," *Manchester School*, 70(1), 7-15.

Nakamura, Kenta, and Hiroyuki Odagiri [2005] "R&D Boundaries of the Firm: An Estimation of the Double-Hurdle Model on Commissioned R&D, Joint R&D, and Lincensing in Japan," *Economics, Innovation and New Technology*, 14(7), 583-615.

Scotchmer, Suzanne [2004] *Innovation and Incentives*, MIT Press.

Spiegel, Yossi [2007] "Licensing Interim R&D Knowledge," Recannati Graduate School of Business Administration, Tel Aviv University.

Suzuki, Jun, Kiminori Gamba, Schumpeter Tamda, Yoshihito Yasaki, and

Akira Goto [2006] "Analysis of Propensity to Patent and Science-Dependence of Large Japanese Manufactures of Electrical Machinery," *Scientometrics*, 68(2), 265-288.

青木玲子・矢崎敬人 [2007] 「特許・知財の法と経済学」『経済研究』58(3)263-283.

伊藤秀史 [2003] 『契約の経済理論』有斐閣。

長岡貞男・中村健太 [2006] 「医薬品上流発明のライセンス契約に関する分析」(大学における知的財産権研究プロジェクト研究成果報告書, 2006年3月)。

23 Access to genetic patents and clearing models

An economic perspective

Reiko Aoki

23.1 Introduction

Several institutions have been identified as mechanisms that can be used to facilitate access to genetic patents:¹ research exemptions, compulsory licensing, patent pools,² various clearinghouses³ and open source collectives.⁴ Following van Zimmeren, a major distinction between mechanisms “for access” and mechanisms “for access and use” can be made.⁵ Applying an economic logic, however, leads to a subcategorization which differs from van Zimmeren’s classification, and leads to subdividing the second category into collective rights organizations (CRO) and incomplete contract structures (ICS). Incomplete contract structures is expansion of open source and includes contractually structured liability.

Each category has a different purpose: “for access” clearing mechanisms are characterized by network and transaction cost reduction, CROs set prices to IP so that they will be used optimally for production, and ICSs address incontractable, uncertain and dynamic nature of innovation. While there are working examples of the aforementioned

¹ Van Overwalle, G., van Zimmeren, E., Verbeure, B. and Matthijs, G., 2005. ‘Models for Facilitating Access to Patents on Genetic Inventions’, 7 *Nature Review Genetics*, February 2006, 143–8.

² Verbeure, B., ‘Patent Pooling for Gene-Based Diagnostic Testing: Conceptual Framework’, Chapter 1 of this volume.

³ van Zimmeren, E., ‘Clearinghouse Mechanisms in Genetic Diagnostics: Conceptual Framework’, Chapter 5 of this volume.

⁴ Hope, J., ‘Open Source Genetics: A Conceptual Framework’, Chapter 12 of this volume.

⁵ van Zimmeren, see Chapter 5 of this volume. Also see van Zimmeren, E., Verbeure, B., Matthijs, G. and Van Overwalle, G., ‘A Clearinghouse for Diagnostic Testing: the Solution to Ensure Access to and Use of Patented Genetic Inventions?’, *Bulletin of the World Health Organization*, 2006, 352–9.

systems, we will also discuss the contractually constructed liability regime⁶ which is a new concept.

We categorize the clearing mechanisms by function.⁷ Mechanisms such as “information clearinghouses” (information CH) and “technology exchange clearinghouses” (technology exchange CH) are “for access” and purely for *exchange*. The purpose of information CH is for IP or technology owners to disseminate and the potential users to find the information about the technology. Technology exchange CH go one step further in that technology is sold or licensed in addition. The property owners and users interact directly and property owners retain ownership.

There are institutions that promote both “access and use” such as copyright collection societies (CCS) and patent pools.⁸ We will refer to this subgroup as “collective rights organizations” (CRO).⁹ In addition, we expand open source models to include another “access and use” institution, contractually constructed liability (CCL). Both open source and CCL take into account the uncertain and dynamic nature of innovation. I will refer to this subgroup as “incomplete contract structures” (ICS) because they define relationships and contingent transfers (fees) when there are non-contractable elements such as risk.

23.2 Exchanges

The benefit of information CH and technology exchange CH comes from reduction of transaction costs, primarily search costs. Typical examples of this category are PIPRA¹⁰ and GBIF.¹¹ There is additional reduction of contracting costs if the exchange offers some sort of standard licensing agreements that provider and user can adhere to. Standard

⁶ Rai, A.K., Reichman, J.H., Uhler, P.F. and Crossman, C., ‘Pathways Across the Valley of Death: Novel Intellectual Property Strategies for Accelerated Drug Discovery’, Chapter 17 of this volume.

⁷ Aoki, R. and A. Schiff, ‘Promoting Access to Intellectual Property: Patent Pools, Copyright Collectives and Clearinghouses’, *38 R&D Management*, 2008, 118–204 at 186 also uses *ownership* to classify clearinghouses.

⁸ May also include patent royalty collection clearinghouse (van Zimmeren, see Chapter 5 of this volume).

⁹ Merges, R., ‘Contracting into liability rules: intellectual property rights and collective rights organizations’, *84 California Law Review*, 1996, 1293–1393. The aforementioned “copyright collection societies” are equivalent to what Merges refers to as “royalty collection organizations”.

¹⁰ Bennett, B. and Boettiger, S., ‘Case 5. The Public Intellectual Property Resource for Agriculture. A Standard License Public Sector Clearinghouse for Agricultural IP’, Chapter 8 of this volume.

¹¹ Edwards, J.L., ‘Case 3. The Global Biodiversity Information Facility. An Example of an Information Clearinghouse’, Chapter 6 of this volume.

licenses promote exchange and are provided as a service. The design of a license itself is not the objective as in “access and use” mechanisms. We therefore include standard licensing CH¹² in this group. We believe the Creative Commons¹³ is another example. Creative Commons not only reduces search cost by providing information about available materials, but it also reduces contracting cost by providing licensing formats. That is, Creative Commons undertakes a “task of devising and encouraging the use, not of standard licences, but of standard clauses for licences, standard mechanisms for resolving common licensing problems” proposed by Spence.¹⁴

Exchanges are based on the “network effect” that arises from the exchanges’ ability to reduce search costs. The particulars of the network effect must be taken into account for a successful formation of an exchange.

Network effects

An institution has a network effect when benefit to the members depends on the number of members. The following is a very simple model that captures this effect. There is a continuum of agents, represented by interval $[0,1]$. Agents are indexed by $x \in [0,1]$

An agent x gets benefit of $1 - x$ per interaction with another agent. In case of an exchange, benefit comes from learning about the others’ technology. All agents benefit but the magnitude of the benefit depends on the agent and we index the agents by their magnitude of benefit. That is, if $x > y$, then agent y gets higher benefit per interaction than agent x . Suppose n is the number (in this case proportion of agents to be precise) that are members in the exchange. We can formulate the surplus of an agent $x \in [0,1]$ as,

$$U(x) = \begin{cases} n(1-x) - p & \text{if } x \text{ is a member} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where p is the price of joining the exchange. Greater the number of members and lower the price, greater the surplus. The marginal agent, \hat{x} , is indifferent between joining and not joining the exchange,

$$U(\hat{x}) = n(1 - \hat{x}) - p = 0$$

¹² van Zimmeren, see Chapter 5 of this volume.

¹³ Nguyen, T., ‘Case 6. The Science Commons Material Transfer Agreement Project. A Standard License Clearinghouse?’, Chapter 9 of this volume.

¹⁴ Spence, M., ‘Comment on the Conceptual Framework for a Clearinghouse Mechanism’, Chapter 11 of this volume.

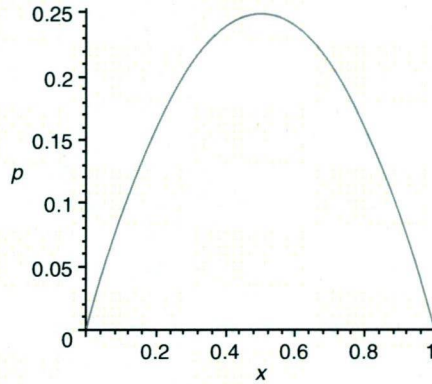


Figure 23.1 Network effect

This also means all the agents in interval $[0, \hat{x}]$ are in the exchange since all agents $y < \hat{x}$ have higher surplus. Noting that $n = \hat{x}$,¹⁵ we have,

$$\hat{x}(1 - \hat{x}) = p.$$

This is the relationship between price and those that decide to be members, i.e., demand function of membership. However the relationship between demand (to be member) and price is not monotonic (Figure 23.1). Higher price can increase demand for some region. Furthermore, at any price, p , there are two levels of membership that are equilibria, one with low membership, $x_L(p)$ and the other high, $x_H(p)$.

It is possible for an exchange to be in equilibrium with very few members. However this is not a stable equilibrium. Any deviation of membership above $x_L(p)$ will move the market to the other equilibrium, $x_H(p)$. Since non-members have no surplus, it is better to be in equilibrium with larger membership.

Model of an exchange

The interesting question with exchanges is how they can be successfully formed. To answer this question we differentiate between providers of information or technology and the users. Only the number of providers matter for a user while only the number of users matter for a provider.

¹⁵ Since all consumers with index $x \in [0, \hat{x}]$ join the exchange \hat{x} is also the proportion of consumers that join the exchange. If there are total of N consumers, then number of consumers that join the exchange is $n = N\hat{x}$. Rather than using this number in which case N cancels out, we use \hat{x} .

Except for the indirect effect of making the exchange attractive to the users, there is no gain to provider from having more providers. It would just increase competition.

Suppose both providers and users are separately distributed over interval $[0,1]$. The surplus of a provider (x_p) and a user (x_u) are given below. The variables n_p and n_u are the number of exchange members and cost (price) of participating are denoted by c_p and c_u .

$$U(x_p) = \begin{cases} n_u(1-x_p) - c_p & \text{if member of exchange} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$U(x_u) = \begin{cases} n_p(1-x_u) - c_u & \text{if member of exchange} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Again, as in the case of simple network example, if the marginal agent is x_p , then $n_p = x_p$. From the indifference conditions we obtain the following two demands for memberships, one for users and the other for providers,

$$x_u(1-x_p) = c_p, \quad x_p(1-x_u) = c_u.$$

We can rewrite the first equation as,

$$x_p = 1 - \frac{c_p}{x_u}.$$

This is a provider's demand function for membership: how many providers join the exchange given cost is c_p , and there are x_u users in the exchange. There will be more providers joining when cost is low and there are more users.

Equilibrium memberships, $x_p(c_p, c_u)$ and $x_u(c_p, c_u)$, satisfy the two demand functions at once. Curves D_p and D_u in Figure 23.2 are the graphs of the two functions. There are two intersections, meaning there are two levels of equilibrium membership: one when membership from both sides is high and one when membership is low. Because of the network effect, exchange can be in equilibrium at a very small scale.

If the costs are too high, there may be no intersection between the two curves, such as D_p and D'_u , i.e., no one will join the exchange. In a case like this, one can subsidize the users to make them join. This will also induce providers to join.

It is not necessary to lower the cost (price) for both sides. In the graph D'_u is user demand when $c_u = 0.3$. One only needs to lower c_u from 0.3 to 0.1 (curve D_u) in order to have an equilibrium. It is also possible to reduce providers' cost and shift D_p instead. A typical example of this

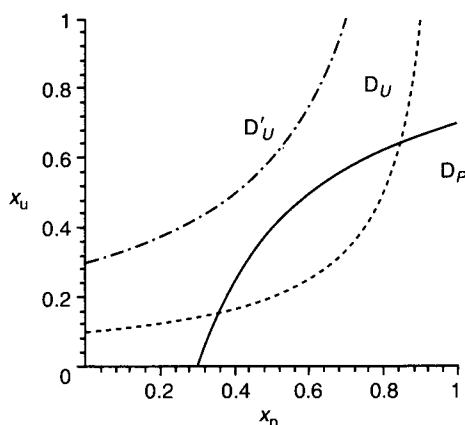


Figure 23.2 Exchange membership demand

is how community newspapers are financed. Some allow free classified advertisement so people will buy the newspaper while some charge for advertisement and distribute the paper for free.

Formation and stability

Because of the network effect, some form of coordination is necessary to form an exchange. It is necessary to get a critical mass, at least as large as $x_L(p)$. If price is lowered slightly to $p' < p$, the exchange will converge to a higher equilibrium, $x_H(p')$. This demonstrates the importance of coordinated subsidy to guarantee an equilibrium. The role of financial resource at early stage of formation may be essential for a successful launch of an exchange. It is not surprising that SNPs had financial backing from the Wellcome Trust and GBIF had NSF support.

This equilibrium is stable, meaning the economy will not move away even if there is a small perturbation of prices. In this sense, once attained, institutions with network effects are very stable.

We observed with the simple model that in order to accumulate critical mass, one does not have to lower price (or cost) to everyone. It is sufficient to make it attractive to one side, providers or users. Call to join can concentrate on one side of the exchange. If institutions such as governments and international organizations are to subsidize formation, it may be more cost effective to concentrate on one side. Of course, information about the exchange's existence must be disseminated to both sides.

23.3 Collective rights organizations

Collective rights organizations (CROs) provide a bundle of goods, usually IP rights and prices are set as a bundle. We focus on copyright collection societies (CCS) and patent pools. We may also include open source CH as special case of CRO. Open source is “priced” so that the price is not a payment to the organization prior to use but is the forgone future earnings. This can also be interpreted as an extreme example of “low payment”¹⁶ required for blanket licenses to be pro-competitive.

CCS and patent pools differ in the access patterns of the users. Each CCS licensee (IP user) accesses a different combination of goods from the bundle. Open source is similar to CCS in this regard. For instance, in case of American Society of Composers, Authors, and Publishers (ASCAP), each radio station has a different play list made up of ASCAP music catalogue. On the other hand, every patent pool licensee uses the same combination of patents. For example, if a patent pool is for implementing a standard, a particular combination of patents must be used to implement the standard. That is, all MPEG LA licensees basically use same bundle of patents.¹⁷

When a bundle of goods such as set of IPs must be used together, i.e., goods are complements, there is economic benefit other than reduction of transaction costs through elimination of double-marginalization, originally pointed out by Cournot.¹⁸ For this reason patent pools offer a completely different advantage from CCS. Even if there is no benefit from elimination of double-marginalization, the fact that licensees choose subset of IPs means the marginal constraint does not bind¹⁹ and a pool is welfare enhancing. On the other hand, there is no similar economic efficiency justification for CCS pricing the whole bundle of IPs as a “blanket license”.

Patent pools

Notable patent pools were already established in the nineteenth century, such as the sewing machine pool formed in 1856. Today, the most prominent patent pools are formed to implement technological standards.

¹⁶ van Zimmeren, see Chapter 5 of this volume.

¹⁷ Horn, A.L., ‘Case 1. The MPEG LA® Licensing Model. What Problem Does It Solve in Biopharma and Genetics Ethics and Patents for Genetic Diagnostic Tests’, Chapter 2 of this volume.

¹⁸ Also discussed by Verbeure, Chapter 1 of this volume.

¹⁹ Lerner, J. and J. Tirole, ‘Efficiency of Patent Pools’, 94(3), *American Economic Review*, 2004, 691–711.

The Motion Pictures Experts Group Licensing Administration (MPEG LA)²⁰ and Digital Versatile Disc (DVD) are such examples.²¹

Example

There are three firms, A, B and C, that each have a patent to implement a standard. The total number of licenses demanded when total royalty is r is,

$$Q = 1 - r. \quad (1)$$

If there is only one licensor that charges r_0 , then $r = r_0$. If there are two licensors charging r_1 and r_2 respectively, then $r = r_1 + r_2$.

There are three possible licensor configurations:

- Patent pool – all three firms form a single pool, there is only one licensor.
- Independent licensing – all three firms license independently, three licensors.
- Firm C is an outsider – firms A and B form a pool but firm C is independent, two licensors.

Each licensor sets its royalty r_i to maximize own revenue, $Qr_i = (1 - r) \times r_i$. If there is only one licensor, $r = r_i$, otherwise $r > r_i$. Revenue maximizing royalty and revenue according to number of licensors is shown in²².

Note that total royalty increases with number of licensors. This is due to double marginalization. When choosing royalty rates separately, each licensor does not take into account the decline in profit of other firms from reduction in license demand when it raises its own royalty. When they choose a royalty rate together as a pool, loss of profit for all members from raising royalty is taken into account. This phenomenon occurs because the patents must be used together (complements). This observation is the principle behind competition authorities' positive views of standard implementation patent pools. A patent pool of all firms reduces number of licensors to one, achieving lowest possible total royalty, which is 30 in the example. Total royalty is 45 if the three firms license independently.

Another important observation is that because of low total royalty, firms are better off organizing into a single pool. Pool revenue is 900

²⁰ Horn, see Chapter 2 of this volume.

²¹ Aoki, R. and S.Nagaoka, 'Coalition Formation for a Consortium Standard through a Standard Body and a Patent Pool: Theory and Evidence from MPEG2, DVD and 3G'. Institute of Innovation Research Working Paper 2005, WP#05-01, Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University.

²² ~~Verbeure, see Chapter 1 of this volume.~~

Table 23.1 *Royalties and revenues with different number of licensors*

Regime	Patent pool	Firm C outsider	Independent licensing
No. of licensors	1	2	3
Each licensor royalty	30	20	15
Total royalty	30	40	45
Total licenses demanded	60	20	15
Each licensor revenue	900	400	225

which is greater than the total of all three licensees were they to license independently which will be 675 in the example.

Formation and stability

Standard implementation patent pools consist of complementary patents, that is, patents that must be used together. In the example, this is reflected in equation (1): for a given level of total royalty, r , demand for all patents are the same. There is no trade-off between patents when royalty rates differ (which would be case if patents were substitutes). For such a bundle of patents, price of a bundle will be cheaper than the total price if patents were priced independently, as seen in the example. This is something that patent owners are keen to take advantage of which makes forming a pool of complementary patents attractive. In addition when the patents are for implementing a new standard, reduction of total royalty rate will help promote adoption of the new standard.

However many pools suffer from instability, that is, some members leave. This occurs because reduction of licensors (by bundling) means an independent licensor can charge more. Unless appropriate compensation is given to the patentee by the pool to make it attractive enough to stay in the pool, a member may leave and license independently.

In the example, focus on firm C's profit in the three different regimes. If all three firms are independent, firm C's profit is 225. If firms A and B form a pool so that there are only two licensors, then firm C's profit is 400. This is more than one third of 900 – what it would get if it joined the pool and revenue was divided equally. This explains why some firms leave the pool or refuse to join when others have formed into one licensing organization. Firm C refusing to join is very unfortunate for the other two firms which only get 200 each.

In this case, firms A and B should guarantee a bit more than 400, say 410, to induce firm C to join the pool. Even after giving firm C's 410, firm A and B can split $900-410=490$, which is more than 200!

The incentive to leave and free rider on the patent pool which leads to *ex post* instability²² also contributes to *ex ante* instability and impede formation of a pool.

Instability of patent pools is well documented. The DVD standard established by the DVD Consortium made up of ten patent owner firms in 1995. They agreed that a patent pool should be formed to maintain the cost of licensing low in order to promote the new standard. In 1996, Thompson left the consortium and started to license independently. The nine firms continued efforts to license but Phillips, SONY and Pioneer expressed dissatisfaction with how the revenue of the pool would be distributed. In 1997 the three firms left to license their patents together but separate from the Consortium. The two groups started licensing separately the following year. As result, it is necessary to have three separate licenses in order to implement the DVD technology. However in many cases, by adjusting the payment it is possible to induce firms to join.²³ Distribution of patent pool revenue (licensing fees) must be designed to prevent members from leaving and licensing independently. This means distribution according to number of patent ownership may be inappropriate.

It is also known that heterogeneity contributes to instability.²⁴ That is, a non-manufacturing firm such as Rambus has a very different incentive from that of Toshiba whose profit is primarily from manufacturing. Distribution of pool revenue should also take this heterogeneity into account.

Copyright collection societies

There are many successful examples of CCS, including ASCAP (US), and BELGRAMEX (Belgium), GVL (Germany), Associazione Nazionale dei Fonografica Italiani (Italy) and Phonographic Performance Limited (UK). There are also many copyright collectives that collect royalties from photocopy of books and articles, such as Copyright Clearance Center (US) and Copyright Licensing Agency (UK), and many others in Europe.²⁵

A CCS issues "blanket licenses" to licensees that charges a fixed fee, independent of which music is played or which photograph is used or

²² Aoki, R. and S. Nagaoka, 'The Consortium Standard and Patent Pools', 55(4), *The Economic Review*, 2004, 345-56

²³ Aoki and Nagaoka, 'The Consortium Standard'.

²⁵ Corbet, J., 'Case 7. The Collective Management of Copyright and Neighbouring Rights. An Example of a Royalty Collection Clearinghouse', see Chapter 10 of this volume.