経済研究
Vol. 69, No. 3, July 2018

交渉モデルの応用によるパテントプール形成の分析

門　脇　諒

本稿では技術市場における，補完性を持つ特許のパテントプール形成とその厚生的帰結を検討した．技術市場のパテントプールは “one-stop-shopping” の目的に反して，複数に分割しているか，若しくは強力なアウトサイダーが存在することが知られている．本稿のモデルは企業間の契約が拘束的(irreversible)であるという仮定の下でこの観測された事実を説明し，技術市場では一般的な補完性の下で全体提携が成立せず，多重独占問題の１つである所謂アンチコモンズの悲劇が発生する事を示した．特許間の補完性はパテントプール形成に影響を与える．特許の補完性が高い時１つの大規模な提携の他に複数の小規模な提携(アウトサイダー)が発生する．これは特許が完全補完である時に特許保有企業数が増加すると不可避的にアウトサイダーが発生する事を示した Aoki and Nagaoka (2005) と整合的である．補完性の低下と共にアウトサイダーの数は減少する．ある閾値まで補完性が低まると大規模な提携が成立しないため更に提携は分割される．最も補完性が低い場合にのみ例外的に全体提携が成立する．これらは全て企業が持つ，大規模な提携の外部で正の外部性を享受しようとするインセンティブによって説明される．この結果パテントプールが複数存在する技術市場ではあらゆる補完性の下でアンチコモンズの悲劇が発生する．すなわち設定される市場価格が独占価格を下回る事がないため，パテントプールは特許権が存在する下での企業利潤最大化と社会厚生最大化を達成出来ない．
JEL Classification Codes: D43, K39, L11

1. はじめに

特許間に補完性(同時消費する事により消費者便益が上がる性質)が存在する際に生じる非効率性は Heller (1998) によって指摘され，“Patent Thicket Problem” (特許の藪の問題) として知られている．Shapiro (2001) はこの問題をアンチコモンズ(の悲劇)とホールドアップ[1]に分類した．このうちアンチコモンズの悲劇は，同時に消費される複数の財が別の主体によって供給されている時，ある１つの財の価格上昇によって他の財の需要を同時に減少させるという負の外部性を考慮せずに各供給主体が価格設定を行うために，市場での合算価格が独占価格を上回るという多重独占問題である．Shapiro (2001) はまた，パテントプールがこれらの問題の解決策となる事を示唆した．前者については Lerner and Tirole (2004) によって，補完性の高い特許のプールは厚生を改善させる事，代替的な場合はその逆となる事が理論的に示された．また同時に “independent licensing”[2] を課せば前者は安定[3]，後者は不安定なプールとなる事が示された．Lerner and Tirole (2004) のシナリオにおいては厚生上望ましいパテントプールが技術市場に１つのみ形成され，安定的に存在する．すなわち複数の企業が高い補完性を持つ財を供給する場合には，市場において協調が成立し１社の独占企業のように行動するためアンチコモンズの悲劇は発生しない．これは取引コストが無ければ所有権の分布は厚生に影響を与えずパレート最適な結果が実現するという Coase の定理の一例である．

しかし現実にこの理想的な結果は実現していない．補完性が予想される技術市場では，通常 DVD や Blu-ray 市場のように複数のパテントプールが内在したり，MPEG-2 市場のように強力なアウトサイダー(i.e. IBM)が存在する[4]．パテントプールの分割については Lerner and Tirole(2004)においても "We have assumed on all-or-nothing pool. In practice, pools may be formed with a subset of the relevant patents, which raises the interesting issue of holdouts." とされている．

本稿ではパテントプールが分割形成されるという広く観察された事実を記述する理論モデルを定式化した．またその場合の厚生的な帰結について，一般的な補完性の下での分析を行った．

理論モデルについては経済主体間の協調を分析する交渉行動の非協力アプローチモデルを採用している．交渉行動の非協力アプローチモデルとしては Rubinstein(1982)，Selten(1988)，Ray and Vohra(1999)が挙げられる．特に Ray and Vohra(1999)は拘束的な契約(irreversible contract)が可能な下で，正の外部性(positive externalities)が存在する環境での提携形成を分析した． Maskin(2003)や Ray(2007)でも指摘されているように，拘束的な契約下で正の外部性が充分大きく存在する場合，Coase の定理が成立せずに非効率な結果が実現することが知られている．ここで正の外部性とは提携を組んだ際にその提携の外部に居るプレイヤーが得る利益の事であり，技術市場においては他社がパテントプールを形成した際のアンチコモンズの悲劇の是正，つまり競争・交渉相手の減少による利益であるといえる．従ってアンチコモンズの悲劇が深刻であればあるほど全体提携が成立し難くなることがこの理論から示唆される．技術市場におけるアウトサイダーの利益は Aoki and Nagaoka(2005)において free-rider effect と呼ばれている．

本稿ではこれらの交渉行動モデルにおいて，提携形成に関わる要因として特許の補完性を取り入れている．次章においては，形成されるパテントプールの提携規模が特許の補完性を示す変数 s_i^* と大きくかかわりを持つ事が示される．s_i^* は市場において自由な価格設定を行うことが出来る最小のパテントプールの規模を同時に意味する．クールノー競争を行う市場での提携形成を分析した Bloch(1996)のモデルにおいては補完性の要素が存在しないため，全ての提携が常に自由な価格設定を行う事が可能である．すなわち Bloch(1996)のモデルにおいては常に $s_i^*=1$ である事を意味する．これは特許の文脈では完全補完であるという事と同値であり，この意味で Bloch(1996)は本稿のモデルの特殊ケースとなっている．

本稿のモデルの結論は以下のようである．まず一般的な補完性の下で技術市場において全体提携によるパテントプールが組まれることは無い．パテントプールの分割の帰結として，あらゆる補完性の下で市場でのライセンス合算価格は全体提携の場合に対して上昇する．かつそれにより企業の合計利潤最大化と社会厚生最大化は実現しない．このモデルでは静学的な状況下において，パテントプールが分割する事と合算価格が独占価格を上回る事が同値である事を示した．すなわち補完性の程度によらず，複数のパテントプールの併存は必ず厚生損失を発生させる．また本稿では特許の補完性に応じてパテントプールの分割パターンが変化することを示した．本稿のモデルは各企業が持つ，大規模な提携の外部で正の外部性を享受するインセンティブこそが現実での複数のパテントプール・アウトサイダーの発生要因であると結論する．

Lerner and Tirole(2004)は一般的な補完性の下でパテントプールの厚生に与える影響を分析した．しかしパテントプールの存在について all-or-nothing のモデルだった Lerner and Tirole(2004)では，補完性が上昇すればアンチコモンズの悲劇が深刻化するため，それを回避できる全体提携による安定的なパテントプールが均衡上で実現した．現実ではパテントプールが分割して存在する事が一般的であるため，提携形成の過程を定式化した上での厚生評価を行う必要がある．前述した正の外部性を考慮してプレイヤーのパテントプールからの逸脱インセンティブを示した Aoki and Nagaoka(2005)のケースでは全ての特許が必須特許(完全補完特許)であったため，全ての逸脱者は必ず自由な価格設定を行うことが出来た．従ってプールからの逸脱者が発生すると必ずアンチコモンズの悲劇により厚生損失が発生した．一方，一般的な補完性の下で複数のプールが併存する場合，アンチコモンズの悲劇の効果とパテントプールが分割した事による競争効果が同時に存在するためにその厚生評価が自明でなかった．本稿のモデルではパテントプールの提携形成をモデル化した上で，一般的な補完性の元での厚生評価を行っている．

またこの交渉モデルでは現実に存在するパテントプールの分割要因である規格間競争・世代間競争といった要因をアドホックに仮定しない最もシンプルな状況に在っても，特許が既に存在する研究開発“事後”において市場では全体提携が成立しないことを示すものである．例えば企業間の交渉の難しさや時間的な遅れといった何らかの「取引コスト」の要素を取り入れる事が出来る実時間交渉モデルを採用すれば，全体提携が形成されない均衡を導く事は容易である．すなわちパテントプールを形成してアンチコモンズの悲劇を是正するベネフィットに対して，そうした取引コストが高いのであれば，パテントプールの提携が形成されないのは自明である．本稿のモデルにおいてはこうした取引コストを仮定せず，特許の補完性という性質のみから生じる帰結として，市場での自由な取引によってパテントプールの全体提携が成立しない事を示した．本稿のモデルでは取引コストを仮定するモデルに対して全体提携形成の不可能性をより少ない条件で示している．

例えば前述した Blu-ray の技術市場では，同じ Blu-ray の特許をライセンスし，規格間競争を行っているわけではない One-Blue と BD4C の 2 つのパテントプールが併存している．このような場合，これら 2 つのパテントプールのライセンシーが支払う特許ロイヤリティの合算価格はどのような水準になると予想されるであろうか．本稿のモデルはこうした現実の政策上の問いに答えるものである．すなわち，静学的な厚生は単独のパテントプールが運営された場合に対し，必ず減少する．

以下，第 2 章でパテントプールの提携形成を記述する理論モデルを示す．続く 3 章ではそれを利用した比較静学，厚生分析を行う．最後の 4 章で本稿のまとめと限界について論じる．

2. 理論モデル

同質的な特許を 1 つ保有している企業が m 社存在し，3rd party に対してライセンシングを行い利潤を最大化する状況を検討する．2 stage game を考える．1st stage において提携形成の契約を結ぶ交渉ゲームを行い，2nd stage において 1st stage で決定された分割に従って価格競争を行う[5)]．

1st stage において，プレイヤー m 社の中から等確率で 1 社の proposer が選ばれる．proposer は m 社の部分集合 s に配分をオファーする．s には自身を含み，自身のみの提携も認める事とする．ある state での proposer の行動，proposal ρ とは，プレイヤー m の分割を l，分割の集合を L として，

$$\rho \equiv (s, y), y \equiv y(l)_{l \in L},$$
$$\forall l = (\hat{l}, s, \acute{l}), \forall l \in m \backslash (\hat{l} \cup s) \qquad (1)$$

である．ただし $\hat{l}, \acute{l}$ は l の subpartition であって，s の前に形成されたものと，s の後に形成されるものを表す．$s \cup \hat{l} = \phi, s \cup \acute{l} = \phi$ である．また $y(l)$ は s に対する配分を表す s 次元ベクトルであり，外部性が存在するため $\hat{l}$ と自身がオファーする s を合わせた $\hat{l} \cup s$ の以後に起こりうる，全ての subpartition の可能性 $\forall l$ についての $\forall l$ に対して配分を設定する．また提携 s と分割 l に依存して決定される partition function，$v(s|l)$ に対して

$$v(s|l) \geq \sum^{i \in s} y_i, \forall l \qquad (2)$$

である．s 内の $s-1$ 社は responder となり，自然が決めた順序に従って行動 *accept, reject* を決定する．全ての responder が *accept* を採ると，$m \backslash s$ に対して同様の試行が繰り返される．一度決定された s 内のプレイヤーは二度と proposer および responder になることは出来ないとする(拘束的な契約)．ここでまだ提携を組んでいないプレイヤーを active player と呼ぶ．あるプレイヤーが *reject* を選択した場合，そのプレイヤーが次の proposer となって同様の試行を行う rejector-proposed protocol[6] を仮定する．その時全てのプレイヤーの利得から割引因子 δ が割り引かれる．ここでは δ は充分 1 に近いとする．この意味は交渉が長引くことによる各プレイヤーのコストが無視できるほど小さいという事であり，1 章で述べた取引コストを仮定しないという事と整合的な仮定である．

ある施行において active player が 0 となった場合 2nd stage へ移行する．交渉が無限に続く場合全てのプレイヤーの利得は 0 とする．全ての state，proposer であれば $(\hat{l})$，responder であれば $(\hat{l}, \rho)$ に対して行動を対応させるものがプレイヤーの 1st stage での純戦略である[7]．

次に，2nd stage において 1st stage で形成された提携の分割の下で価格競争を行う．ライセンシー θ が閉区間 $\left[-\frac{A}{2}, \frac{A}{2}\right]$ の範囲に一様分布しており，それぞれ特許から，

$$\theta + V(i), i = 1, 2, \cdots, m$$

の価値を得る．V は特許数 i に対応した価値を返す関数であり，全てのライセンシーについて共通である．

$$0 < V(1) < V(2) < \cdots\cdots < V(m)$$

とする．この時の特許バンドルに対する需要関数は，ライセンシーの累積分布関数を F とすると，

$$D(P - V(i)) = 1 - F(P - V(i))$$
$$= 1 - \frac{P - V(i)}{A} \qquad (3)$$

となる．ただし P はライセンシーに購入される特許バンドルの合計価格である[8]．ここで任意の特許バンドルのネットの価格 $P - V(i)$ について，$P - V(i) > -\frac{A}{2}$ を仮定する．これはライセンシーの分布に関するパラメータ制約であるが，内点解保証のためであり本質的な仮定ではない．

2nd stage における各提携の proposers の行動は，自身が属する提携 s が保有する特許バンドルの価格 p_s の設定である．ここでライセンシーは各提携が付けた価格に従って，特許価値から価格を引いたネットの価値が最も高い特許バンドルを購入する．簡単化のため Lerner and Tirole(2004) と同様，ネットの価値が等しい特許バンドルが存在する場合特許の数が多いバンドルをライセンシーが厳密に好むと仮定する．

ここで取引される特許バンドルについて 2 つ言及する．第 1 に，均衡においては全ての特許が取引される．何故ならば特許の価値関数 V

が厳密に単調増加でありかつ取引に際してコストを仮定していないため，各提携は充分に低い価格を付けることにより利得を取引されない場合の0よりも厳密に大きくすることが出来るからである．第2に，購入される特許バンドルはライセンシーが持つ固有の値θには依存しない．最もネットの価値が高い特許バンドルは，各提携が価格設定をした後全てのライセンシーについて一意に定まる．価格水準によって変化するものは取引量であり，取引される特許バンドル自体ではない．そしてここで取引される特許バンドルとは全ての特許m個である．

各提携sのproposersは最適化問題，

$$arg.max_{p_s} p_s D(p_s + p\_s - V(m)) \tag{4}$$

に直面する．この最適化問題の解を$\acute{p}$とする．以下で述べる制約が効かない限りproposersは均衡において$\acute{p}$を設定する．ここで提携sの特許が取引されるには，mの任意の部分集合Jと，Jに含まれる特許数$|J|$に対して，

$$\begin{aligned} V(|J|+s) - \sum^{\acute{s}\in J} p_{\acute{s}} - p_s \\ \geq max_{\substack{J\in m \\ s\notin J}} \left\{ V(|J|) - \sum^{\acute{s}\in J} p_{\acute{s}} \right\} \end{aligned} \tag{5}$$

が満たされる必要がある．これが満たされなければ全てのライセンシーはJに属する企業とのみ契約するからである．この制約式は全ての特許が取引される場合，

$$V(m) - p_{-s} - p_s \geq V(m-s) - p_{-s} \tag{6}$$

と書き換えられる．ここで，

$$z_s \equiv p_s = V(m) - V(m-s)$$

と定義する．最適化問題の解$\acute{p}$に対して$\acute{p} > z_s$である場合，提携sの特許バンドルはライセンシーの購入計画から外され利得は0となる．また最適化問題がp_sに対して厳密な凹関数であるため設定可能な最高価格z_sより低く価格を付けるインセンティブは存在しない．よってこのようなsについては均衡において価格z_sを設定する．この価格設定能力z_sこそが，sの$m \backslash s$に対する補完性の定義となる．各提携sのpartition function，$v(s|l)$は$p_s^* \equiv min\{\acute{p}, z_s\}$と定義すれば

$$v(s|l) = p_s^* D(p_s^* + p_{-s}^* - V(m)) \tag{7}$$

と書ける．すなわち$\acute{p} \leq z_s$と$\acute{p} > z_s$のケースに応じて2種類のpartition functionが存在する．前者をLerner and Tirole(2004)に基づきdemand marginbinding，dの提携と呼び，後者をcompetition margin binding，cの提携と呼ぶことにする．このゲームで採用する均衡概念はサブゲーム完全均衡である．

最後に特許の価値関数Vの形状に関して以下の仮定を置く．任意の提携s_iとs_jに関して，提携が生み出せる特許の平均価値$\dfrac{z_{s_i}+s_j}{s_i+s_j} - \dfrac{z_{s_i}}{s_i} \equiv \varepsilon$が，

$$\varepsilon > \frac{z_{s_i}}{s_i}\left(1 - \frac{z_{s_i}+z_{s_j}}{z_{s_i}+s_j}\right)$$

とする．これは提携の規模を大きくすることによって，生み出せる特許の価値も一定量上昇することを要求する制約条件である．この仮定は解析的に均衡を導出するための純粋に技術的な仮定であると共に，特許価値を高めるための提携形成が意味を持つような状況を想定するための仮定である．この仮定が満たされない場合，関数Vの形状によっては後述する命題1において均衡での提携分割を特徴付けるs_i^*よりも小規模かつ平均利得の高い提携$s_i^* > s_i^{**} \geq 1$が存在する可能性が生じる．$s_i^{**}=1$であるならば完全補完特許である．その場合s_i^*に代わりs_i^{**}が提携分割を特徴付ける提携規模になり，提携は更に分割する事になる．このモデルの主張は，特許が完全補完という極限的な状況から離れるとき，$s_i^*=1$ではない補完性に依存する

ある提携の規模が存在して，それが均衡での提携形成を特徴づけるという事である．従ってこの仮定が満たされない場合であっても，補完性の制約により1社より大きい企業数の提携を結ばなければ自由な価格設定が不可能になる可能性があるという本質的な主張に変わりはない．この仮定により他の事情が一定の場合はより大きな提携を組む事によって，自由な価格設定を行えない提携の平均利得が高くなる．これは V の形状が厳密に凹であることを包含している．特許の価値関数 V が厳密に凹であるとは，i 番目に利用される特許の限界的な価値の貢献分 $w(i)\equiv V(i)-V(i-1)$ が定義された時，$w(i)$ が i に対して厳密に単調減少であることをいう．

導出にあたり symmetric partition function[9] に対する2つの定理を利用する．以下のノーテーションを用意する．subpartition $\acute{l}$ に含まれるプレイヤーの数を $k(\acute{l})$, $(k(\acute{l})<m, k(\phi)=0)$，$\acute{l}$ まで形成された時点での active player の数を $m(\acute{l})$, $(m(\acute{l})=m-k(\acute{l}))$，$\acute{l}$ の次に形成される提携の大きさを $t(\acute{l})$ とする．

定理1(Ray and Vohra(1999))

以下のアルゴリズムに従って形成される分割 l^* を考える．

まず $k(\acute{l})=m-1$ の時 $t(\acute{l})=1$ と約束する．更に $\forall l, s.t. k(\acute{l})\geq n+1, for, some, n\geq 0$ についてそこから組まれる提携の列，

$$c(\hat{l})=\hat{l}, t(\hat{l}), t(\hat{l}, t(\hat{l})), \cdots\cdots$$

を定義するが，ここで $\forall t(\hat{l})$ は $\{1, 2, \cdots\cdots, m-m(\hat{l})\}$ の中で提携の平均利得 $a(t)\equiv \dfrac{v(t|c(\hat{l}, t))}{t}$ を最大にするものであって，かつその中で最も大きな数 t とする．この時 $l^*=c(\phi)$ は均衡上で実現する．

提携の平均利得は，外部性が存在するために自身が組む提携の後に作られる提携の分割の仕方に依存する．しかし結果的に各提携の平均利得を最大にしていくような分割 l^* が存在し，それは均衡上で実現する．これ自体は単なるアルゴリズムであり，展開形ゲームにおけるバックワードインダクションのようなゲーム理論的解法ではない．

定理2(Ray(2007), Chapter5)

δ が1に充分近く，rejector-proposed protocol であり，更に以下の条件を満たす時このアルゴリズムで表現される分割 l^* は均衡上でユニークに実現する分割である．

$\forall l$ についてそこから組める提携の大きさに制約 $o\in\{1, \cdots\cdots, m-k(\hat{l})\}$ を定めて，$\forall o$ について，

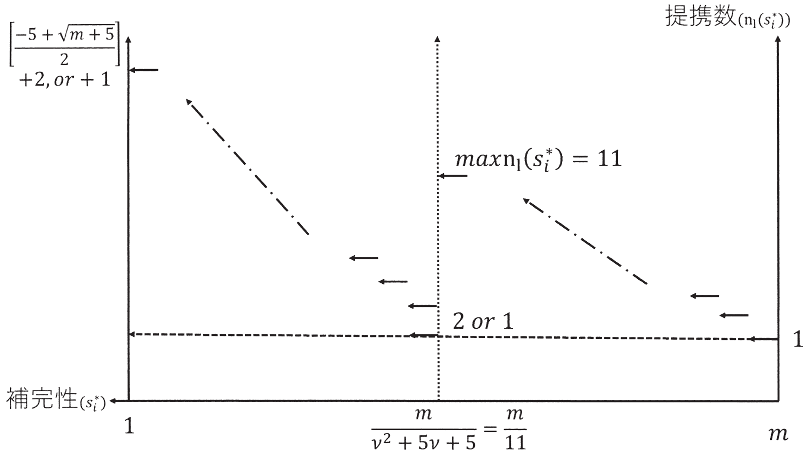
$$t_o(\hat{l})\equiv arg.max_{t\in\{1,\cdots\cdots,o\}}\frac{v(t|c(\hat{l}, t))}{t}$$

を定義した時，任意の $a(\hat{l})$ について $a(\hat{l})\geq a(\hat{l}, t), \forall t\in t_o(\hat{l})$ を満たす．

この定理の仮定は，組める提携の大きさにどのような制約があっても先に提携を組む事が損にはならないことを要求している．これは直感的には均衡上で全ての responder が accept を採るための必要条件であり，1度 reject を採って自身の提携形成を後回しにした方が利得が高くなるようなパスを排除している．証明は Ray and Vohra(1999) および Ray(2007) を参照されたい．

分割 l に含まれる提携を $l=(s_1, s_2, \cdots)$ とし，一般性を失う事無く $s_1\geq s_2\geq\cdots\cdots\geq s_{n_l}$ となるように並べる．ただし n_l は分割 l に含まれる提携の数である．また最適価格 $\acute{p}$ に対して $z_{s_i}\geq\acute{p}$ かつ $z_{s_i+1}<\acute{p}$ であるような番号を i^* とし，その時の提携の大きさを s_i^* とする．l における最適価格 $\acute{p}$ および市場価格 P は

図 1. 補完性と提携数の関係



$$\acute{p} = \frac{1}{i^*+1}\left(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k}\right) \qquad (8)$$

$$P = \frac{i^*}{i^*+1}(A+V(m))+\frac{1}{i^*+1}\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k} \qquad (9)$$

と書ける．ここで均衡における提携形成についての命題を得る．

命題 1

このゲームにおいて唯一均衡で実現する分割 l^* では，$m-vs_i^*<\{(v+2)2+1\}s_i^*$ を満足する最小の v 個，s_i^* の大きさの提携が組まれ，$(v+1)^2 s_i^*$ と $m-\{(v+1)^2+v\}s_i^*$ の大きさの提携が 1 つずつ組まれる．そのような v が存在しない時，s_i^* の大きさの提携が $m \geq \acute{v}s_i^*$ を満足する最大の $\acute{v}$ 個組まれ，$m-\acute{v}s_i^*$ の大きさの提携が 1 つ組まれる．

証明はアペンディクスを参照されたい．s_i^* は l^* において自由な価格設定が可能な最小の提携の大きさであり，$^\forall s, {}^\forall \acute{s} \in l$ について

$$s < \acute{s} \Leftrightarrow z_s < z_{\acute{s}} \qquad (10)$$

であるから，$^\forall s$ の補完性 $^\forall z_s$ が高ければ s_i^* は小さくなり，低ければ s_i^* は大きくなる．命題 1 の 1 つ目の条件式は $\frac{m}{s_i^*}<(v+2)^2+v+1$ と変形でき，左辺は企業数を s_i^* で除したものである．従って s_i^* が小さくなれば条件式を満たす最小の v が大きくなり，市場に生まれる提携数が増加する事がわかる．一方 s_i^* が充分に大きいと提携形成は 2 つ目の条件式に従うが，ここにおいても s_i^* がより小さいほうが市場の提携数は増加する．例外的な状況である最も代替的なケース，すなわち全体提携を除くあらゆる提携において最適価格が設定出来ないケース，に置いては $\acute{v}$ も 0 となり，$m-\acute{v}s_i^*=m$ の全体提携が 1 つ組まれる．

補完性と提携数の関係

命題 1 から補完性の低さを表す s_i^* が重要な役割を果たしている事が分かる．実際，各条件式に s_i^* が含まれる事以外はクールノーゲームでの提携形成を分析した Bloch (1996) と同様の結果である．その理由は最適価格 $\acute{p}$ を 1 社単独でも設定出来るほど極めて補完性が高いならば，partition function が d の提携のそれ 1 種類となるためである．この命題は直感的には自身が提携を組む時点で，その後アンチコモンズを回避するための大規模な提携が形成されうるだけの充分な企業数が active player として残っ

ている限り企業は平均利得の高い小規模な提携を形成し続けるが，そうでないほど企業数が少ないならばアンチコモンズの不利益が大きすぎるために企業は自身が大規模な提携を形成せざるを得なくなるという事を主張している．ただし前者の状況に置いて，自由な価格設定が可能な提携の規模 s_i^* までは担保される必要のあることがここでの追加的な制約条件になっている．

この結果は，寡占市場のカルテルの文脈ではカルテルの規模が充分大きくない限り不安定となるとした Stigler(1983)，Salant, Switzer, and Reynolds(1983)，技術市場でのパテントプールの文脈では企業数の増加により不可避的にアウトサイダーが生まれるとする Aoki and Nagaoka(2005) と整合的である．

3. 比較静学・厚生分析

この節では前節のモデルから得られる企業利潤と社会厚生上のインプリケーションについて論じる．まず企業利潤について，以下の命題が成り立つ．

命題 2

パテントプールが複数存在する時，各パテントプールが設定する合計市場価格 $\acute{P}$ は独占価格 P^* を上回る．

証明

特許権が存在する下で企業の合計利潤を最大化させる価格，換言すれば全体提携の場合に付ける独占価格は

$$P^* \equiv arg.maxPD(P-V(m)) = \frac{A+V(m)}{2} \tag{11}$$

で，ある．命題 1 から均衡で実現する分割 l^* では d の提携が必ず 1 つ以上存在する．従って $i^*\geq 1$ である．また $i^*=1$ の時は必ず c の提携が 1 つ以上存在する．よってその時の市場合計価格 $\acute{P}$ は

$$\begin{aligned}\acute{P} &= i^*\acute{p} + \sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k} \\ &= \frac{i^*}{i^*+1}(A+V(m)) + \frac{1}{i^*+1}\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k} \\ &> \frac{1}{2}(A+V(m)) = P^* \end{aligned} \tag{12}$$

となる．□

この系は市場に置いて企業間での自由な提携形成を認めても，一般的にはパテントプールが分割しアンチコモンズの悲劇が生じる事を主張している．これの直感的な理解としては，正の外部性を享受するために市場で形成される複数の提携の中には，自由に価格設定を行えるほど“強い”提携が必ず 1 つ以上存在し，それらが付ける価格は独占価格を必ず上回り更に残された提携は自身が生み出す限界的な価値貢献分をそこに上乗せする形で価格を設定するからである．Lerner and Tirole(2004) における，特許が代替的な場合は市場に企業が 2 社以上存在すれば市場合計価格が独占価格を下回るという結論と大きく異なる点である．これは現実の技術市場の中で，相対的に補完性が低く規模の大きいパテントプールが形成されていない市場においてむしろ大きなアンチコモンズの悲劇が発生する可能性を示唆している．

補完性と市場価格の関係

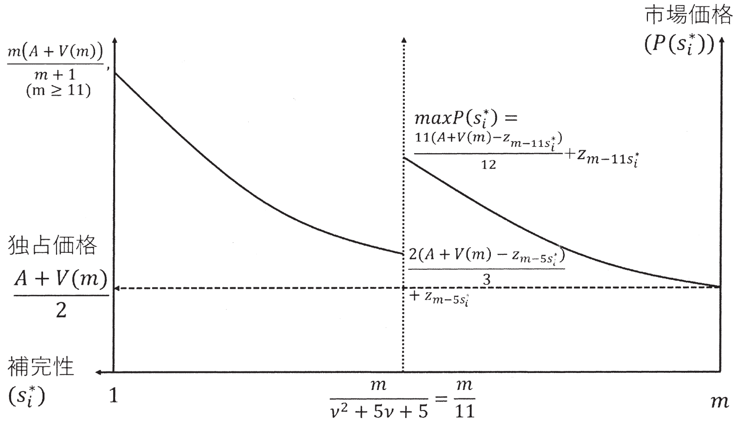
また命題 2 からただちに以下の系が導かれる．

系 1

パテントプールが複数存在する時，パテントプールは企業の合計利潤最大化を実現出来ない．

証明

図 2. 補完性と市場価格の関係



価格設定の最適化問題は $\frac{\partial^2 PD(P-V(m))}{\partial P^2} = -\frac{A}{2} < 0$ であるので P について厳密な凹関数である．よって P^* を上回るあらゆる価格について合計企業利潤は P^* の時のそれを下回る．
□

アンチコモンズの悲劇の効果が大きくなるにつれて合計企業利潤は減少していく事が分かる．社会厚生についても以下の命題が成り立つ．

命題 3

パテントプールが複数存在する時，パテントプールは特許権が存在する下での社会厚生最大化を実現出来ない．

証明

このモデルに置いて財の供給コストは 0 であるので，社会厚生は消費者が得る価値の合計である．系 1 より，

$$
\begin{aligned}
P^* < \acute{P} &\Leftrightarrow D(P^* - V(m)) \\
&> D(\acute{P} - V(m)) \\
&\Leftrightarrow \int_{P^*-V(m)}^{A} \theta + V(m)\, d\theta \\
&\geq \int_{\acute{P}-V(m)}^{A} \theta + V(m)\, d\theta \qquad (13)
\end{aligned}
$$

となり，独占の場合と比較して均衡の分割 l^* での社会厚生は低い事が分かる．□

命題 3 は一般的な特許の補完性の下で Coase の定理が満たされない事を主張している．

4. 結語

本稿では交渉問題の非協力アプローチモデルを用いた分析によって，現実に観測されるパテントプールの分割・アウトサイダーの発生を記述した．またその厚生的な帰結を検討した．そこでは特許の補完性の度合いが重要な役割を果たすことが示された．ただし本稿では議論の重要な前提として，交渉コストが無視できるほど小さい状況，すなわち δ が充分 1 に近い状況を想定した．仮に交渉コスト，具体的には市場でライセンス販売するまでの時間的遅れ等が充分大きい場合には proposer と responder は対称的な立場ではなくなる．提携形成に際して先行者が大きく有利になるような状況では，本稿とは異なる結論が導かれる可能性がある．次にライセンサーとライセンシーが同一である場合，ダウンストリームの市場での rent-dissipation effect を考慮する必要がある．この場合特許ライセンス価格は更に上昇することが予想される

が，この場合にも同様のインプリケーションが導かれるか厳密に検討する事が必要である．また現実のパテントプール契約に組み込まれる重要な条項，具体的には independent licensing，グラントバック等の条項についてモデル内での内生化を行わなかった．このような契約が市場に置いて事前に取り決められる場合，企業の提携形成インセンティブに影響を与える可能性がある．最後に，自由市場に置いて社会厚生最大化が実現されないのならば，パテントプール契約に際しての最適な制度設計を模索する必要がある．これらの問題の検討は本分析の分析範囲を超える，今後の課題である．

（投稿受付 2017 年 4 月 11 日・
最終決定 2018 年 1 月 11 日，
一橋大学大学院経済学研究科大学院生）

注

1）　ホールドアップとは財の生産後に特許侵害を指摘された企業の交渉力が迂回発明・財の再生産のコストに応じて低下する問題をいう．この問題は財の補完性が存在せずとも発生しうる．

2）　パテントプールに拠出する特許について，各企業が独自に第三者と通常実施権契約を結ぶことを認めるパテントプール契約内の条項を指す．

3）　ここで安定とは，independent licensing を行うインセンティブが全ての企業について存在しない事をいう．

4）　Blu-ray のプールには三菱電機，トムソンライセンシング，東芝，ワーナーブラザーズホームエンターテイメント社が参加する BD4C と，ソニー，パナソニック，フィリップス等が参加する One-Blue が存在する．DVD，MPEG2 の事例については Aoki and Nagaoka(2005)参照．

5）　以下のモデルは Ray and Vohra(1999)および Lerner and Tirole(2004)に基づいている．

6）　Ray(2007), Chapter 5 を参照．

7）　1st stage のみの縮約ゲームを考えると行動を割り振る state が有限でない事が分かるが，ここでの戦略は history に依存せず state のコンディションのみで規定可能な Markov strategy となっている．後に示されるアルゴリズムにより，均衡上では分割がユニークに定まり stage2 へと移行する事が分かる．詳しくは Ray(2007)，Chapter 4 を参照．

8）　連続体の消費者を仮定するのは，消費者の支払意思額にバリエーションを持たせることにより右下がりの需要曲線を得るためである．市場に消費者が 1 人しかおらず，価格 x 以上を支払わない消費者である場合，x 以上の市場価格が付けられることはなくアンチコモンズは発生しない．

9）　partition function が symmetric であるとは，分割が与えられた時各提携の得る利得が提携の大きさにのみ依存するものをいう．詳しくは Ray(2007)，Chapter 5 を参照．

参 考 文 献

Aoki, R. and S. Nagaoka (2005) "Coalition Formation for a Consortium Standard Through a Standard Body and a Patent pool: Theory and Evidence from MPEG2, DVD and 3G," No. 05-01, IIR Working paper, Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University.

Bloch, F. (1996) "Sequential Formation of Coalitions in Games with Externalities and Fixed Payoff Division," *Games and Economic Behavior*, Vol. 14, Issue 1, pp. 90-123.

Heller, M. A. (1998) "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research," *Science*, Vol. 280, Issue 5364, pp. 698-701.

Lerner, J. and J. Tirole (2004) "Efficient Patent Pools," *The American Economic Review*, Vol. 94, No. 3, pp. 691-711.

Maskin, E. (2003) "Bargaining, Coalitions, and Externalities," *Working paper*, 1-39.

Ray, D. (2007) *A Game-Theoretic Perspective on Coalition Formation*, Oxford University Press, pp. 1-344.

Ray, D. and R. Vohra (1999) "A Theory of Endogenous Coalition Structures," *Games and Economic Behavior*, Vol. 26, Issue 2, pp. 286-336.

Rubinstein, A. (1982) "Perfect Equilibrium in a Bargaining Model," *Econometrica*, Vol. 50, Issue 1, pp. 97-109.

Salant, S. W., S. Switzer and R. J. Reynolds (1983) "Losses from Horizontal Merger: The Effects of an Exogenous Change in Industry Structure on Cournot-Nash Equilibrium," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 98, Issue 2, pp. 185-199.

Selten, R. (1988) "A Noncooperative Model of Characteristic-Function Bargaining," in *Models of strategic rationality*, Springer Netherlands., pp. 247-267.

Shapiro, C. (2001) "Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard-Setting," in *Innovation Policy and the Economy*, ed. by Jaffe, A. B., J. Lerner, and S. Stern January.

Stigler, G. J. (1983) "The Organization of Industry," *University of Chicago Press Economics Books*.

技術的補論

命題 1 の証明を行う．以下の証明は Bloch

(1996)に基づく．

証明

$m(\hat{l})$ に対して場合分けを行い，それぞれ平均利得を最大化する提携の大きさを検討する．

STEP1 として $m(\hat{l})<s_i^*$ の場合を検討する．$m(\hat{l})$ の大きさの提携を形成しても d の提携とはならない．この時 $\hat{l}$ の後に組まれる提携 $\forall s_i$ は，s_i に変わって s_i に $\forall s_{j\neq i}$ を加えた s_i+s_j の提携を組めば必ず平均利得が高くなる事を示す．ここで $\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k}$ から s_i と s_j の提携分を除いたものを $\sum z_{s_k}$ と書くと，

$$\begin{aligned}
a_{s_i+s_j}-a_{s_i} &= \frac{z_{s_i+s_j}}{s_i+s_j}\frac{(A+V(m)-\sum z_{s_k}-z_{s_i+s_j})}{A(i^*+1)} \\
&\quad -\frac{z_{s_i}}{s_i}\frac{(A+V(m)-\sum z_{s_k}-z_{s_i}-z_{s_j})}{A(i^*+1)} \\
&= \frac{(s_i+s_j)s_i}{A(i^*+1)}\left\{\left(\frac{z_{s_i}+s_j}{s_i+s_j}-\frac{z_{s_i}}{s_i}\right)(A+V(m)\right. \\
&\quad \left. -\sum z_{s_k}-z_{s_i+s_j})-\frac{z_{s_i}}{s_i}(z_{s_i+s_j}-z_{s_i}-z_{s_j})\right\} \\
&> \frac{(s_i+s_j)s_i}{A(i^*+1)}\left\{z_{s_i+s_j}\left(\frac{z_{s_i}+s_j}{s_i+s_j}-\frac{z_{s_i}}{s_i}\right)\right. \\
&\quad \left. -\frac{z_{s_i}}{s_i}(z_{s_i}+s_j-z_{s_i}-z_{s_j})\right\} > 0
\end{aligned}$$

である．3 列目の不等号は $A+V(m)-\sum z_{s_k}>2z_{s_i+s_j}$ である事から言えるが，これは事前に d の提携が 1 つでも存在する場合は自明であり，c の提携のみの場合は competition margin binding の制約条件から導かれる．よって $t(\hat{l})=m(\hat{l})$ である．

STEP2 として $m(\hat{l})>s_i^*$ であるが同一の大きさの提携を 2 つ d の提携にすることは出来ない $\frac{m(\hat{l})}{2}<s_i^*$ の状況，$s_i^*\leq m(\hat{l})<2s_i^*$ の場合を検討する．自身が d の提携を形成した場合を考える．以後の提携は必ず c の提携になり，STEP1 より 1 つの c の提携が形成される．この時 d の提携の中で最小の s_i^* を組む事が望ましいことを示す．ある d の提携 s_i の平均利得から規模を 1 社増やした場合の平均利得を引くと，$z_{m(\hat{l})-s_i}-z_{m(\hat{l})-s_i-1}=\omega$，$A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k}=X$ と置いて，

$$\begin{aligned}
a_{s_i}-a_{s_i+1} &= \frac{1}{s_i}\frac{X^2}{A(i^*+1)^2}-\frac{1}{s_i+1}\frac{(X+\omega)^2}{A(i^*+1)^2} \\
&= \frac{\left(\frac{1}{s_i}X^2-2\omega X-\omega^2\right)}{A(i^*+1)^2 s_i(s_i+1)}
\end{aligned}$$

である．分子の括弧内を ω について解くと，

$$\omega < \left(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k}\right)\left(\sqrt{1+\frac{1}{s_i}}-1\right)$$

の時式全体が正値を取る．

$$\begin{aligned}
A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l} z_{s_k} &> V(s_i+1)-V(0) \\
&> (s_i+1)\omega
\end{aligned}$$

である事と，d の提携が必ず 1 つ以上含まれるため $i^*\geq 1$ である事から，条件式の右辺から左辺を引くと，

$$\frac{1}{s_i}-\frac{2}{(i^*+1)s_i}-\frac{1}{(i^*+1)^2 s_i^2}>0$$

となる．よって d の提携を組む場合は最小の s_i^* を組む．c の提携を選択する時は STEP1 から最大の提携 s_i^*-1 が最も平均利得が高くなる．その場合は $s_i^*-1\to s_i^{**}$ 等と文字を置き換えれば同様の操作となるのでこれ以降は最小の d が好まれるケース，すなわち $\frac{z_{s_i^*-1}}{s_i^*-1}<\frac{p}{s_i^*}$ を仮定して議論を進める．$t(\hat{l})=s_i^*$ である．

STEP3 として形成することの出来る d の個数が最大 x である $m(\hat{l})$ を検討する．d の個数が所与であれば STEP2 より最小の s_i^* を組む事が望ましいが，自身の提携を充分に大きく取れば後に形成される d の提携の個数を変化させることが出来る．ここで m が組める最大

の d の数を i^{**} と書く．この時 $(i^{**}-x+1)^2>x$ の範囲で，

$$t(\hat{l})=s_i^*, t(\hat{l},s_i^*)=s_i^*, t(\hat{l},s_i^*,s_i^*)=s_i^*,\cdots\cdots, t(\hat{l},s_i^*,\cdots\cdots,s_i^*)=m(\hat{l})-xs_i^*$$

となる事を示す．数学的帰納法を用いる．$x=1$ の時 STEP2 より成立する．$x-1$ において成立すると仮定する．なお組む提携の大きさを s_i^* の y 倍として表現すると，STEP2 より $\forall y\in\Re$ について $[y]$ は y よりも平均利得が大きい．何故ならば $ys_i^*<t<(y+1)s_i^*$ の範囲の t の提携を組むと，帰納法の仮定よりその範囲内で提携の大きさを変化させても d の数は変わらず，自身の大きさと最後の c の大きさのトレードオフになるからである．従って $y\in N$ のみを検討すればよい．自身が s_i^* の y 倍の大きさの提携を組めば，帰納法の仮定よりその後に作られる提携の数が $y-1$ 個減るので，平均利得は

$$a(t(\hat{l}))=\frac{(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l}z_{s_k})^2}{ys_i^*A[i^{**}-x+\{x-(y-1)\}+1]^2},\quad (1\le y\le x)$$

と書ける．分母の $y[i^{**}-x+\{x-(y-1)\}+1]^2$ 部分は y の3次式であり，

$$y[i^{**}-x+\{x-(y-1)\}+1]^2=y^3-2(i^{**}+2)y^2+(i^{**}+2)^2y$$

の極小値を見ると $(i^{**}+2)(>x)$ であるので，分母は y について逆U字型である．よって $y=1$ と $y=x$ を比較すればよい．

$$\frac{(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l}z_{s_k})^2}{s_i^*A(i^{**}+1)^2}>\frac{(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l}z_{s_k})^2}{xs_i^*A(i^{**}-x+2)^2}$$

となるのは $(i^{**}-x+2)^2>(i^{**}+1)^2x$，すなわち $(i^{**}-x+1)^2>x$ の時である．よって題意は示された．$t(\hat{l})=s_i^*$ である．

STEP4 として $(i^{**}-x+1)^2s_i^*\le m(\hat{l})<\{(i^{**}-x+2)^2+1\}s_i^*$ の場合を検討する．ここから1つ s_i^* が組まれると STEP3 の環境となる．STEP3 より，この時点で d の提携が組まれる場合 xs_i^* の大きさが選択される．c の提携の方が望ましい場合は $m(\hat{l})-xs_i^*$ が先に選択される．$t(\hat{l})=xs_i^*, t(\hat{l},xs_i^*)=m(\hat{l})-xs_i^*, or, t(\hat{l})=m(\hat{l})-xs_i^*, t(\hat{l},m(\hat{l})-xs_i^*)=xs_i^*$ である．

STEP5 として $\{(i^{**}-x+2)^2+1\}s_i^*\le m(\hat{l})$ の場合 $t(\hat{l})=s_i^*$ である事を示す．組む提携の大きさを t とし，$m(\hat{l})-t<(i^{**}-x+2)^2s_i^*$ を満たすほど t を大きく取る．この時 t は d の提携である．提携 t が新たに形成されたのでこの後の状況では x が1つ減る．すなわち STEP3 の環境となる．次に t を充分に小さく取れば，d の提携であることを維持したまま，$m(\hat{l})-t\ge(i^{**}-x+2)^2s_i^*$ とする事が出来る．右辺は提携 t を形成後に STEP4 の下限となる値である．partition function の形状から d の提携が少ないほど平均利得が高くなるので，STEP3 と STEP4 の結論から，後者の範囲の t の方が期待利得が高くなる事が分かる．最後に STEP3 と同様に，

$$(i^{**}-x+1+v)^2s_i^*\le m(\hat{l})-vs_i^*<\{(i^{**}-x+2+v)^2+1\}s_i^*$$

を満たす v まで s_i^* が作られるとして，両端の平均利得 $\frac{(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l}z_{s_k})^2}{s_i^*A(i^{**}-x+v+2)^2}$ と $\frac{(A+V(m)-\sum_{k=i^*+1}^{n_l}z_{s_k})^2}{vs_i^*A(i^{**}-x+3)^2}$ の比較をすればよい．これは $(i^{**}-x+2)^2>v$ において s_i^* が最適な提携の規模となるが，$i^{**}-x\ge v$ であるのでこれを満たす．$t(\hat{l})=s_i^*$ である．

すなわち，l^* においては $i^*=v+1$，初期において $i^{**}=x$ であって，$\{(i^*-x+2+v)^2+$

$1\}=[(v+2)^2+1]$ である．従って $m-vs_i^*<\{(v+2)^2+1\}s_i^*$ を満足する最大の v 個 s_i^* の提携が組まれ，$(v+1)^2s_i^*$ の提携と，$m-\{(v+1)^2+v\}s_i^*$ の提携が組まれる．

続いて上記の l^* が定理 2 の条件を満たすことを示す．組める提携の大きさに制約の無い $^\forall o \geq (v+1)^2s_i^*$ の時，

$$\begin{aligned} a(s_i^*) &> max\{a((v+1)^2s_i^*), \\ &\qquad a(m-k(v+1)^2+v\}s_i^*)\} \\ &\geq min\{a((v+1)-2s_i^*), \\ &\qquad a(m-\{(v+1)^2+v\}s_i^*)\} \end{aligned}$$

という平均利得の大きさの順に提携が組まれるので条件を満たす．また $s_i^* < {}^\forall o < (v+1)^2s_i^*$ の時，d の提携を組む場合に s_i^* より大きい提携を組むインセンティブは存在しない．よって提携の平均利得を形成される順に並べると

$$a(s_i^*), a(s_i^*), \cdots\cdots, a(m-i^*s_i^*)$$

となる．最後に作られる c の提携の平均利得は仮定から $a(s_i^*)$ より小さい．最後に $^\forall o < s_i^*$ の時は上記の列の $a(s_i^*)$ が $a(o)$，i^* が $\left[\frac{m}{o}\right]$ に変わるが，最後に作られる c の提携の平均利得は仮定から $a(o)$ より小さい．よって定理 2 の条件は満たされる．□