RIETI Discussion Paper Series 07-J-013

共同研究開発における情報共有

中馬 宏之
経済産業研究所

藤村 修三
東京工業大学

川越 敏司
公立はこだて未来大学

松八重 泰輔
早稲田大学

奥野（藤原）正寛
東京大学

瀧澤 弘和
経済産業研究所

渡邊 泰典
東京大学 21 世紀 COE ものづくり経営研究センター

横山 泉
一橋大学

RIETI
Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA
独立行政法人経済産業研究所
http://www.rieti.go.jp/jp/

共同研究開発における情報共有*

中馬宏之†
藤村修三‡
川越敏司§
松八重泰輔¶
奥野正寛‖
瀧澤弘和**
渡邊泰典††
横山泉‡‡

平成 19 年 3 月 28 日

概 要

半導体産業など，今日の先端科学産業では，研究開発投資の巨額化，研究開発のスコープ拡大・複雑化・スピードアップ化，マーケティング不確実性の増大などのため，企業が研究開発を企業境界を超えて共同で行うことが多くなってきている．しかし，企業同士が製品市場において競合関係にあるため，このコラボレーションにおける協力関係は複雑な様相を呈することになる．本稿は，このプロセスにおける企業の私的情報開示と研究開発努力のインセンティブを考察する．これらのインセンティブは，製品市場における競争ゲームが持つ性格と私的情報がそのゲームにどのような影響を与えるかに大きく依存されることが示される．また，いくつかのモデル分析の結果，これらのインセンティブには，各企業の持つ私的な技術情報を評価し，それを歪めることなく伝達するメカニズムの存在が必要となることが示される．この結論は，リサーチ・コンソーシアムにおいて中立的第三者の果たす役割が重要であるという観察事実と一致する．

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

*本論文は，2006 年度 RIETI プロジェクト「伝達・協調・協働メカニズムの理論的・実験的研究」の成果の一部である．本稿をまとめる過程で，同プロジェクトに参加して下さった経済産業省の住田孝之氏，東京大学大学院の植田一博氏との議論が大いに役立った．また科学技術政策研究所 (NISTEp) において中馬が主宰する「半導体リサーチ・コンソーシアムの組織メカニズムデザイン」研究会においては，半導体理工学研究センターの札抜宣夫氏，早稲田大学大学院の須賀晃一氏，東京大学大学院の柳川範之氏，一橋大学大学院の伊藤秀史氏，NISTEP の近藤章夫氏らから大変有益なコメントをいただいた．2007 年 2 月に行われた NISTEP 主催の「半導体産業における国際競争力とイノベーション」セミナーにおいても，参加者の方々，とりわけ東京大学の後藤晃氏，SEMATECH 元会長ウィリアム・スペンサー氏から有益なコメントをいただいた．これらの方々に謝意を表したい．

†一橋大学イノベーション研究センター，経済産業研究所ファカルティフェロー，科学技術政策研究所客員総括主任研究官
‡東京工業大学大学院イノベーションマネージメント研究科
§公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系科学科
¶早稲田大学大学院経済学研究科
‖東京大学大学院経済学研究科
**経済産業研究所
††東京大学 21 世紀 COE ものづくり経営研究センター
‡‡一橋大学大学院経済学研究科

1　イントロダクション

半導体産業に代表される今日の先端科学産業は，必要な研究開発投資の巨額化，研究開発のスコープの拡大・複雑化・スピードアップ化，マーケティングに関する不確実性の増大などの下で，製品の研究開発のプロセスのすべてを自社内で賄うことがますます困難になってきている．その結果，企業境界を超えた研究開発のコラボレーションが必然化して，新たなプラクティスが観察されるようになり，経営史の観点から見ても新奇な経済組織を生み出しているとの主張もなされつつある (Lamoreaux et al. 2003; Sabel and Zeitlin 2004)．しかし，企業境界を超えた共同研究開発活動は容易ではない．コラボレーションに従事する企業同士は製品市場において競合関係にあることから，研究開発のコラボレーション・プロセスにおける協力関係は必然的に複雑な様相を伴うことになるからである．

企業同士が研究開発における企業境界を超えた協調関係を実現するための主要な仕組みとしてよく知られているメカニズムが，リサーチ・コンソーシアムとアライアンスである．アライアンスとリサーチ・コンソーシアムの本質的な違いがどこにあるかは，おそらくは研究開発活動の本質に根差したものであり，それ自体，興味深い問題である．しかし本稿は，両者の違いの本質論に深く立ち入ることなしに，その両者の区別にかかわらず必要かつ重要と考えられる，参加企業間の情報共有の問題に焦点を当てることにする．主として産業組織論で発展させられてきた既存の経済理論を用いることによって，共同した研究開発を行う企業間に発生しうる複雑な利害関係と，リサーチ・コンソーシアムに見られるような中立的第三者を介在させることによって利害対立を解決する仕方を理解しようと試みる．

一口に研究開発におけるコラボレーションと言っても，その形態は非常に多様である．たとえば，リサーチ・コンソーシアムに参加している企業同士は，垂直的関係にあることも，水平的関係にあることもありうる．また，そこで行われている研究開発は，基礎科学的なブレークスルーを目的としたものもあれば，標準の設定，需要が潜在化する中でのマーケティングの複雑性に対処するためのコーディネーションと見なすことができるものも含まれている．これらの複雑な活動に伴う様々な要因のすべてを一度に理解することは到底不可能である．そこで以下では，経済理論で発展してきた操作可能な簡単なモデルを用いて，モデル分析から得られる理論的な結論を解釈することにより，どこまでこれらの問題を理解できるかというアプローチをとることにする．

本稿の構成は以下の通りである．続く第 2 節においては，寡占市場において企業が自分の努力でコントロールできない私的情報を共有する際に発生するインセンティブ問題を考察する．2.1 節においては，寡占市場で競合関係にある企業同士が情報共有する場合に，企業の戦略と利潤にどのような基本的な要因が作用するかについて，産業組織論の理論文献で知られている結果を要約する．このモデルでは，企業は事前に情報開示するか否かという意思決定を行い，その後に獲得した私的情報を事前の意思決定に基いて開示したり，隠したりして，寡占市場の競争に入る．その意味で，そこで考察されている企業同士は継続した競争関係にあり，たとえば業界団体などに加入して，その時々に獲得した情報を開示するか否かという意思決定を行っている状況のモデル化であると解釈することができる．これに対して，2.2 節においては，企業は 2.1 節のモデルで仮定したような事前の情報開示・非開示の意思決定にコミットできるとは仮定されないモデルを考察する．すなわち，企業は私的情報を獲得した後に，しかしもともとのゲームがプレーされる前に，その情報を自ら開示するかどうかを決定するのである．初期時点においてなにがしかの私的情報を持っている主体同士が参加すると考えられるアライアンスやリサーチ・コンソーシアムにおける企業の情報開示のインセンティブは，こちらのモデルにおいて，より適切に把握されているといえよう．とはいえ，2.1 節のモデルの洞察は情報共有の基本的な厚生上の影響を考える上でベンチマークを提供しているといえる．第 3 節では，第 2 節とは異なり，共同した研究開発をしている中で知識が発生する状況に焦点を当てる．コラボレーションの中間段階において，それまでに獲得した知識をお互いに共有することが研究開発の努力インセンティブにどのような影響を与えるのかを分析する．第 4 節で，これらのモデル分析から得られた含意を整理し，暫定的な結論を与える．

2　寡占市場における情報開示と認定可能性

2.1　不確実性のある寡占市場における情報共有モデル

アライアンスやリサーチ・コンソーシアムに参加する企業は，なんらかの意味で他企業との研究上の協力を必要としているが，そこで新たなプロジェクトが立ち上げられる際にしばしば問題となるのは，当該時点において参加企業のそれぞれが持つ私的な技術情報の開示である．自分の有する技術情報を競争力の源泉と考える各企業は，どのような条件のもとで，共同プロジェクトに必要な技術情報を開示するインセンティブを持つだろうか．製品市場における競争関係の特徴は，情報共有のインセンティブにどのような影響を与えるだろうか．

こうした状況に関するよく知られた経済モデルの一つは，非対称情報を伴う寡占市場における情報共有のモデルである．非対称情報を伴う寡占市場での競争で，競争企業同士の間に私的情報を共有するインセンティブがあるか否かという問いは，1980 年代半ば以降，産業組織論の理論家たちを長年にわたって悩ませてきた問題であった．この問題に関して多くの論文が書かれてきたが，Raith (1996) が最も見通しのよい結果を出しているので[10]，同論文のモデル分析をレビューするところから始めたい．

このモデルは，次のようなゲームである．まず第 1 段階において，各企業は，自分が後に獲得することになる私的情報を公開するか否かを決定する．この意思決定の後，各企業は，自分の利得に影響を与える情報に関するシグナルを獲得し，第 1 段階の公開・非公開の意思決定に従って，この私的情報を公開ないし非公開する．公開された情報はプールされて，すべての企業に知らされる．第 2 段階において，各企業は自分の私的情報と公開された情報を用いて，他の企業と寡占市場において競争を行う．

このモデルでは各企業は私的情報を獲得する前に情報を公開するか否かを決定し，それにコミットすることが出来ると考えていることに注意すべきである．また，このモデルの分析においては，第 1 段階において，(1) 企業が共同して情報公開する合意をする (すなわち集団的な意思決定を行う) ケースと (2) 各企業が独立かつ同時に自分の情報を公開するか否かを意思決定するケースの 2 つの場合が分析されてきた．

第 2 段階における各企業 i の利得関数は，以下のような一般的な 2 次関数の形をしているとしよう．なお，利得関数は対称的である．

$$\pi_i = \alpha_i(\tau_i) + (\beta_n + \gamma_n\tau_i - \epsilon s_i)\sum_{j\neq i} s_j + (\beta_s + \gamma_s\tau_i - \delta s_i)s_i \tag{1}$$

ここで，τ_i は，各企業 i の利得に影響を与える自然状態であり，$\tau_i \sim N(0, t_s)$，$Cov(\tau_i, \tau_j) = t_n (i \neq j)$ である．$\alpha_i(\cdot)$ は関数，s_i は第 2 段階の競争における戦略変数である．$\beta_n, \gamma_n, \epsilon, \beta_s, \gamma_s, \delta$ はパラメータである．利得関数を凹にするために $\delta > 0$ とし，この利得関数が線型の需要関数から導出されたものであることを保証するために $\epsilon \in (-\delta/(n-1), \delta]$ が仮定される．

この利得関数は，パラメータを適切に取ることにより，クールノー競争 (数量を戦略変数とする)/ベルトラン競争 (価格を戦略変数とする) と需要の不確実性のケース/費用の不確実性のケースのすべての組み合わせを包括することができる．また，これらのケースにおいて，不確実性のパラメータ τ_i は，線型需要関数の切片の平均からの乖離または，一定の限界費用の平均からの乖離の形で利得関数に表われる．

より具体的には，クールノーであれ，ベルトランであれ，需要に不確実性があるケースでは $\gamma_s = 1$ であり，クールノー競争で費用に不確実性があるケースでは $\gamma_s = -1$ である．これらのいずれにおいても，$\gamma_n = 0$ であるが，費用不確実性のあるベルトラン競争では $\gamma_n \neq 0$ である (γ_n がゼロになるか否かは，以下の結果を大きく分けることになる)．たとえば，需要に不確実性があるクールノー・モデルでは，$\alpha = 0, \beta_n = 0, \gamma_n = 0, \gamma_s = 1$ とすることで ($s_i = q_i$ として)，利得関数の形は

$$\pi_i = (\beta_s + \tau_i - \delta q_i - \epsilon\sum_{j\neq i} q_j)q_i$$

[10] その他の文献については，Vives (1999) を見よ．

となる．これは需要関数 $p_i = \beta_s + \tau_i - q_i - \epsilon \sum_{j \neq i} q_j$ と，費用関数 $c_i = (\delta - 1)q_i$ のもとでのクールノー・モデルの第 i 企業の利得 $(p_i - c_i)q_i$ となっている．その他のケースについては，表 1 を参照されたい．

	クールノー	ベルトラン
需要不確実性	$\alpha_i = 0, \beta_n = 0, \gamma_n = 0, \gamma_s = 1$	$\alpha_i = 0, \beta_n = 0, \gamma_n = 0, \gamma_s = 1$
費用不確実性	$\alpha_i = 0, \beta_n = 0, \gamma_n = 0, \gamma_s = -1$	$\alpha_i(\tau_i) = -\beta_s \tau_i, \beta_n = 0, \gamma_n = \epsilon, \gamma_s = \delta$

表 1: 不確実性のある各寡占モデルとパラメータ

このモデルでは利得関数が 2 次形式であり，確率変数は戦略変数の 1 次の項にのみ表われるので，確率変数に正規性 (または条件付き期待値が線型性を満たす確率分布) を仮定してやれば，線型の戦略を明示的に解くことができ，利得の大きさも評価することが容易となる．また，$i \neq j$ に対して，$\partial^2 \pi_i / \partial s_i \partial s_j = -\epsilon$ であり，$\epsilon > 0$ であれば，戦略的代替性のあるゲームを，$\epsilon < 0$ であれば，戦略的補完性のあるゲームになる．

企業 i は私的シグナル $y_i := \tau_i + \eta_i$ を観察する．観測誤差に関しては，$\eta_i \sim N(0, u_{ii})$，$Cov(\eta_i, \eta_j) = u_n \in [0, \min_i\{u_{ii}\}]$ を仮定する．すべての i と j に対して，τ_i と η_j は独立であるとする．また，観測誤差の間の相関係数は，利得関連的パラメータ間の相関係数以下であると仮定しておく $(t_n u_{ii} \geq t_s u_n \forall i)$.

ここで，各企業の利得に影響するパラメータのベクトル $\tau = (\tau_1, \cdots, \tau_n)$ と，観測誤差 $\eta = (\eta_1, \cdots, \eta_n)$ に関して，以下の 3 つの異なる情報構造を考える．$i \neq j$ とするとき，

- 共通価値 (CV)：利得に関連するパラメータ同士の相関 $\rho(\tau_i, \tau_j) = 1$．すなわち，すべての τ_i は確率 1 で等しい．すべての企業が同じ不確実性のパラメータをそれぞれの誤差を伴いつつ観察しているケースである．

- 完全シグナル (PS)：$0 < \rho(\tau_i, \tau_j) < 1$ だが，$\eta_i = 0$ であり，完全なシグナルを受けとる．各企業は自分の利得に関連する情報を確実に知ることができるが，他の企業の利得関連的情報はそれと相関を持つかもしれない．

- 独立価値 (IV)：すべての $i \neq j$ に対して $\rho(\tau_i, \tau_j) = 0$ かつ $\rho(\eta_i, \eta_j) = 0$．各企業の利得関連的情報の相関はゼロである．

以上の設定のもとで，以下の結果が得られる．

命題 1 (Raith 1996) コストに不確実性が存在するベルトラン競争を除き，n 企業の 2 段階ゲームにおいて，各企業が一方的に情報開示する戦略が，独立価値 *(IV)*，完全シグナル *(PS)*，戦略的補完性を伴う共通価値 *(CV)* のケースで支配戦略となる．戦略的代替性を伴う共通価値 *(CV)* のケースでは，情報の非開示が支配戦略となる．

また，独立価値 *(IV)*，完全シグナル *(PS)*，戦略的補完性を伴う共通価値 *(CV)* のケースでは情報共有したときの利得は情報共有しないときの利得よりも大きいので，上のゲームの均衡において，効率性が達成される．戦略的代替性を伴う共通価値 *(CV)* のケースでは，製品差別化の度合が高い *(*低い*)* ときには，情報共有が効率的 *(*非効率的*)* となる．

この結果は，直観的には以下のように説明することができる．まず，各企業が非協力的に振舞う状況を見てみよう．この場合，ライバルたちの情報開示に関する行動を所与とするとき，自分が情報を開示しようと開示しまいと，自分にとっての情報は変化しない．したがって，自分の情報開示によって，ライバルたちの行動にどのような影響を与えるかで利得が変化することになる．独立価値 (IV) と完全シグナル (PS) のケースでは，自分の情報開示によって，戦略的代替の場合には戦略の相関を減少させ，戦略的補完の場合には戦略の相関を増加させるような効果がもたらされる．ライバルたちによるこのような戦略の変化は，自分の利得を上昇させる方向に作用する．共通価値 (CV) のケースでは，自分の情報の開示は，常に自分と相手の戦略の相関を増加させることになる．これは，戦略的補完のケースには期待利潤を増加させるのに対して，戦略代替のケースでは期待利潤を減少させることになる．

次に，すべての企業が情報開示の協定に合意するか否かという状況を見てみよう．独立価値 (IV) と完全シグナル (PS) のケースでは，情報を共有したとしても，自分の情報をより正確に知るという効果は発生しないが，情報の共有によって，戦略の相関は戦略的代替のときには減少し，戦略的補完のときには増加する．これは各企業の期待利得を増加させる方向での戦略の変化である．したがって，独立価値 (IV) と完全シグナル (PS) のケースでは，企業は他のパラメータに依存することなく，情報共有に合意することになる．これに対して，共通価値 (CV) のケースでは，情報共有によって，市場環境に関する情報精度を高めることができる効果と，戦略の相関を増加させる効果とが発生する．前者の効果は必ず期待利潤を増加させるが，戦略の相関の上昇は，戦略的補完のときには期待利潤を増加させる一方，戦略的代替のときには期待利潤を減少させてしまう．したがって，戦略的代替のときに，後者の戦略相関の効果が前者の効果を上回れば，期待利潤は減少することになる．

以上のように，企業が情報共有を行った方が得となるかどうかは，一般的に，利得関連的な情報に関する情報構造と，共通価値のケースでは，第 2 段階で行われるゲームの利得構造に依存することがわかる．

2.2 戦略的情報開示モデル

上のモデルでは，企業は第 1 段階で情報開示するかどうかを意思決定しており，その後に獲得した私的情報は第 1 段階の決定に従って，自動的に開示されるか，開示されないという設定になっていた．すなわち，私的情報を獲得した時点において，それを開示するか否かという事前の決定にコミットできることが想定されている．この状況は，情報構造が定常的な環境で企業が継続的な競争関係にある状況において，たとえば業界団体を通して情報を共有するか否かを決定するような状況に対応していると考えられるが，現実の多くの場合において，こうした仮定は非現実的である．とりわけ，アライアンスやリサーチ・コンソーシアムに携わる企業にとって，研究開発に関する情報は定常的・継続的な競争関係に関する情報とは考えにくい．Okuno-Fujiwara, Postlewaite and Suzumura (1990) は，前小節のモデルにおけるような情報開示に関する事前の意思決定へのコミットメントが可能でない状況における戦略的情報開示 (strategic information revelation) のモデルを提案し，分析している．

さらに，2.1 節のモデルでは歪んだ私的シグナルを開示することで，ライバルの行動を操作しようとする可能性は最初から排除されていた．情報を開示する場合には，必ず正直に私的シグナルを開示すると想定されていたのである．これに対して，Okuno, Postlewaite and Suzumura (1990) のモデルでは，各企業は自分のタイプに関する相手の信念を自分の都合のよい方向に変更するインセンティブを持つ状況を分析している．このような状況を分析することで，各企業のメッセージが認定可能 (certifiable) である場合 (情報を隠すことはできても嘘は付けない場合) と認定不可能である場合における結果の比較分析が可能となる．

以下で示す結果は，より一般的な利得関数でも成立するが，ここでは共同して研究開発を行っている企業 $i(=1,2)$ の R&D 投資を考えることにしよう[11]．初期時点において一定の初期知識水準 w_i を持つ企業 i が追加的な研究開発投資 x_i を行い，最終的に獲得する知識水準が $X_i = w_i + x_i \in \mathcal{X}_i \subset \mathbb{R}$ になるとする[12]．$\mathcal{X}_i$ は $\mathbb{R}$ のコンパクトな区間とする．各企業 i は，自分の初期時点における知識水準 w_i を知っているが，相手の知識水準 w_j は知らない状況で X_i を選択する．これは通常のベイジアン・ゲームの状況である．

各企業が最終的な知識水準 X_i をもって，製品市場で競争したときに得られる粗利得を $v_i(X_i, X_j)$ とする $(i = 1, 2; i \neq j)$．この利得関数は各企業 i が共同研究活動の最終的成果から得ることができる価値を表わすものと解釈することができる．また，企業の研究開発投資 $x_i = X_i - w_i$ にかかる費用を $c_i(x_i)$ とする．すなわち，ゲームの利得は以下のようになる．

$$u_i(X_i, X_j, w_i, w_j) = v_i(X_i, X_j) - c_i(X_i - w_i) \qquad i = 1, 2$$

ここで，粗利得，費用関数に関して，以下の仮定をおく．

[11] ここでの分析はより一般の n-企業のケースに容易に拡張することができる．
[12] もちろん，投資水準 $x_i = X_i - w_i$ を選択変数とすることも出来るが，以下では X_i をゲームの戦略とする．

仮定 1　各 i に対して，$v_i(\cdot,\cdot)$ は連続微分可能であり，(X_i, X_j) に関して増加差異を持つと仮定する *(2* 階微分可能であれば，$\partial^2 v_i/\partial X_i \partial X_j > 0$*)*．また，$c_i(\cdot)$ は厳密に凸な増加関数であると仮定する．

この仮定から，(純) 利得関数 $u_i(X_i, X_j, w_i, w_j)$ は，(トリビアルに)X_i に関してスーパーモジュラーであり，$(X_i, (X_j, w_i, w_j))$ に関して増加差異を持つことがわかる．ここで重要なのは，後者，すなわち X_i と (X_j, w_i, w_j) との間に補完性が存在することである．また，(粗) 利得関数には正の外部性があるとする．すなわち，

仮定 2　各 i，各 X_i に対して，$v_i(X_i, \cdot)$ は X_j に関して増加的である．

たとえば両企業が製品開発競争を行った後にベルトラン競争を行う場合 (ここで開発投資の結果としての技術水準は需要曲線の切片に現われるとする)，両企業の製品開発投資は互いに補完的となると同時に，各企業の最終的技術水準は互いに正の外部性を生じさせる．

初期知識水準 w_i は企業 i にとっては既知であるが，相手企業の知識水準は不確実であると仮定する．また，w_i の分布は離散的であり，

$$w_i^1 < w_i^2 < \cdots < w_i^{L_i}$$

という値をとるものとする．$W_i = \{w_i^1, w_i^2, \cdots, w_i^{L_i}\}$ と書く．自分の知識水準が w_i であるときの相手の知識水準の確率分布を $p_i(w_j|w_i)$ と書く．この確率分布は共通知識であると仮定する (この確率分布は (w_i, w_j) 上の共通事前分布から導かれたものでなくてもよい)．相手の初期知識水準に対する信念に関して，以下の仮定をする．

仮定 3　$p_i(w_j|w_i)$ は，*1* 階の確率支配の意味で w_i に関して増加的であると仮定する．すなわち，$w_i' > w_i$ ならば，すべての $w_j^k (k = 1, \cdots, L)$ に対して，

$$\sum_{w_j \le w_j^k} p_i(w_j|w_i) \ge \sum_{w_j \le w_j^k} p_i(w_j|w_i')$$

が成立している．これは，たとえば，両者の知識水準の共通事前分布がアフィリエーティド[13]である場合や，独立のケース *(*すなわちすべての k, l に対して $p_i(\cdot|w_i^k) = p_i(\cdot|w_i^l)$ である場合*)* にはトリビアルに成立する．

各企業 i の戦略は $\sigma_i : W_i \to \mathcal{X}_i$ である．$\sigma^* = (\sigma_i^*, \sigma_j^*)$ がベイズ・ナッシュ均衡であるとは，各 i，各 $w_i \in W_i$ に対して，

$$\sigma_i^*(w_i) \in \arg\max_{X_i \in \mathcal{X}_i} \left[\sum_{k=1}^{L_j} p_i(w_j^k|w_i) v_i(X_i, \sigma_j^*(w_j^k)) - c_i(X_i - w_i) \right]$$

が成立することをいう．

仮定 1 と仮定 3 から，このゲームは Vives and van Zandt (2006) の「単調スーパーモジュラー・ゲーム」であり，戦略についての半順序関係 $\sigma_i' \ge \sigma_i$ をすべての w_i に対して $\sigma_i'(w_i) \ge \sigma_i(w_i)$ と定義するとき，最大と最小のベイズ・ナッシュ均衡が存在することが示される．しかも，これらいずれの均衡においても，各プレーヤーはタイプに関して単調増加な戦略を採っている．すなわち，$w_i' > w_i$ ならば $\sigma_i^*(w_i') \ge \sigma_i^*(w_i)$ である．

2 つの信念関数 p_i' と p_i の間に，各 $w_i \in W_i$ に対して，1 階確率支配の意味で $p_i'(\cdot|w_i) \ge p_i(\cdot|w_i)$ が成立するとき，$p_i' \ge p_i$ というように信念に半順序関係を導入する．こうして，各 i に対して，$p_i' \ge p_i$ が成立する 2 つの異なる信念のプロファイル p と p' を持ち，行動空間，利得など，その他のパラメータを固定した 2 つのゲーム $\Gamma(p')$ と $\Gamma(p)$ を考えるとき，仮定 1 と仮定 3 から，$\Gamma(p')$ における最大均衡は，$\Gamma(p)$ における最大均衡よりも大きいことを示すことができる．

[13] Milgrom and Weber (1982) を参照.

ゲーム $\Gamma(p)$ の最大均衡を $\bar{\sigma}(p)$ と書き，この均衡においてタイプ w_i の企業 i が得る条件付き期待効用を $\Pi_i(p, w_i)$ と書くことにすると，$\bar{\sigma}(p)$ は p_j に関して増加的であるから，仮定 2 により，$\Pi_i(p, w_i)$ は p_j に関して増加的である．すなわち，企業 i の各タイプは，ライバルが自分のタイプをより高いタイプだという信念をもってくれればくれるほど，より高い利得が得られるわけである．

このことをより直観的に述べるならば，以下のようになる．このゲームにおいては，w_i と X_i は補完的なので，より高い初期知識水準 w_i を持っている企業 i は，より高い最終的知識水準 X_i を選択する (単調な戦略)．他方，X_i と X_j は補完的関係にあるので，企業 j は X_i が高ければ高いほど，より大きな X_j を選択する．すなわち，企業 j が企業 i の初期知識水準についてより高い信念を抱いているときには，より高いコラボレーション努力を行うのである．相手企業の高い努力水準は自分の利得を増加させることになるので，以上のような戦略的状況を知っている企業 i のタイプ w_i は，企業 j になるべく高い信念を抱いてもらうインセンティブを持つことになる．

そこで，ゲームの構造を変え，このベイジアン・ゲームをプレーする前に，各企業が自分の知識水準を知った上で，自分の知識水準に関するメッセージを相手に送ることが出来る前段階を付け加えよう (以下，この段階を第 1 段階と呼ぶ)．M_i を企業 i が送ることができるメッセージの集合 (メッセージ空間) とする．M_i はどのような集合であってもよいが，ここでは $m_i \in M_i$ をメッセージ m_i を送ることが出来る企業 i のタイプの集合とする．企業のタイプによっては，自分のタイプを知られたくない場合もありうるだろうから，M_i の中には「何も言わない」というメッセージも含まれているものとしよう．このメッセージは，すべてのタイプが発することが出来るものとする．$M = \prod_{i=1}^{2} M_i$ とする．

ここで，各企業が送るメッセージ m_i が認定可能なケースとそうでないケースを比較することにしよう．メッセージが認定可能であるとは，それが真であることが確認できるという意味である．しかし，われわれのメッセージ空間は，自分のタイプをぼかすことが出来るように取ってあるため，このことはどのようなメッセージからでもただちにそのメッセージを発しているタイプが同定されることを意味しない．また，どのようなメッセージが認定 (確証) 可能であるかどうかは，具体的な物理的状況に依存して決まることであり，認定可能なメッセージのあり方は，具体的な状況によって異なるだろう．たとえば，現在の文脈における技術的知識水準の場合には，自分の初期知識水準が低いという意味のメッセージは認定することが困難であろう．これに対して，自分の知識水準が高いという意味のメッセージは，適切な判断を行える専門性が相手方に存在するか，あるいは専門的な第三者が存在する場合に認定可能となるであろう．別の例では，工場のラインのスピードを速くすることができるということは実際にそれを維持している状況を相手に見せることによって認定可能であるが，スピードが遅い状況を見せられても，故意に遅くしている可能性があるため，スピードを早くすることができないという事実として認定することは困難である．こう考えると，どのようなメッセージが認定可能なものとなるのかは，第 2 段階でプレーしているゲームの構造とは独立に，状況に応じて決定されていることがわかる．

ここではまず，メッセージが認定可能な場合に，完全なレヴェレーションが均衡結果として現われることを示すために，このメッセージ空間に関して，以下のような仮定をおくことにする．

仮定 4　各 $m_i \in M_i$ に対して $\min m_i$ が存在し，各 w_i に対して，$\min m_i = w_i$ となる $m_i \in M_i$ が存在すると仮定する．

この仮定は，以下で述べる認定可能性に関する条件と組み合わされると，上の段落で例示したような，どのようなメッセージが認定可能であるかという物理的状況を表わしているものである．この仮定を文字通りに解釈するならば，どのメッセージに対しても，そのメッセージを発することができる最小のタイプを同定することができ，どのタイプに対しても，自分がそのメッセージを発することができる最小のタイプであると相手がわかるようなメッセージが存在していることを意味している．この仮定を現在の文脈との関係で言うならば，どのようなメッセージが送られてきても，そのメッセージによって，相手が最低限どのくらいの初期知識を持っているかがわかるとともに，どのような初期知識水準のタイプも，自分が持つ最低限の知識水準を相手に理解してもらうようなメッセージを発することが出来るということを意味している．

これは，上の段落で述べた状況に一致しており，専門性が介在するならば，一般の共同研究開発の状況において成立するものと見なしてよいであろう．

企業 i の第 1 段階での戦略 (メッセージ戦略) は関数 $r_i : W_i \to M_i$ で表わされる．ここではメッセージが認定可能であると仮定しているので，各タイプは全くの嘘をつくことが出来ず，$w_i \in r_i(w_i)$ が成立しているものとする．すなわち，メッセージの内容をぼかすことは出来ても，完全な嘘を付くことは出来ない．第 2 段階において，第 i 企業の各タイプが，各メッセージの組 $m = (m_i, m_j)$ を受け取ったときの信念の関数を $b_i : W_i \times M \to \mathcal{P}_j$ とする．$\mathcal{P}_j$ は W_j 上の確率分布の集合である．ここで，再び認定可能性の条件から，メッセージの内容を信じることが出来るので，すべての $w_i \in W_i$ とすべての $m \in M$ に対して，$b_i(w_i, m)$ は $m_j (j \neq i)$ の上に (すなわちそのメッセージを発することができる相手のタイプの集合の上に) 確率 1 を付与していると仮定する．ちなみに，認定のコストはゼロである．また，これらのことはすべて共通知識であると仮定する．

第 2 段階における戦略は可測関数 $\sigma_i : W_i \times M \to \mathcal{X}_i$ である．第 1 段階のメッセージ m が出揃うと，それを所与として，第 2 段階において，信念 $b_i(\cdot, m) : W_i \to \mathcal{P}_j$(上の信念関数の制限) と第 2 段階の戦略の制限 $\sigma_i(\cdot, m) : W_i \to \mathcal{X}_i$ が得られる．メッセージ戦略，信念関数，第 2 段階の戦略からなるトリプル $(r_i^*, b_i^*, \sigma_i^*)_{i=1}^2$ が以下の条件を満たすとき，これを完全ベイズ均衡ということにしよう．

1. 信念の整合性：各 i に対して，b_i^* は $(w_i, (r_j^*(w_j)))$ を所与として，可能なところで信念をベイズ改訂した条件付き信念関数である．

2. 第 2 段階での均衡：すべての $m \in M$ に対して，$\sigma^* = (\sigma_i^*(\cdot, m), \sigma_j^*(\cdot, m))$ はゲーム $\Gamma((b_i^*(\cdot, m))_{i=1}^2)$ のベイジアン・ナッシュ均衡である．

3. 第 1 段階での均衡：各 i，すべての $w_i \in W_i$ に対して，

$$r_i^*(w_i) \in \arg \max_{m_i \in M_i : w_i \in m_i} \sum_{w_j} p_i(w_j | w_i) u_i(\sigma_i^*(w_i, (m_i, r_j^*(w_j))), \sigma_j^*(w_j, (m_i, r_j^*(w_j))), w_i, w_j)$$

   の解である．

以上の設定のもとで，以下の命題が成立する．

命題 2 (Okuno-Fujiwara, Postlewaite and Suzumura 1990) メッセージに関して仮定 *4* が成立するとしよう．$b_i^* : W_i \times M \to \mathcal{P}_j$ を，すべての $w_i \in W_i$ とすべての $m \in M$ に対して，$b_i^*(w_i, m)$ が $\min m_j$ に確率 *1* を付与するものとする．また，$r_i^* : W_i \to M_i$ を，すべての w_i に対して $w_i = \min r_i^*(w_i)$ を満たすようなものであるとする．さらに $\sigma^*(\cdot, m)$ をゲーム $\Gamma((b_i^*(\cdot, m))_{i=1}^2)$ における最大のベイズ・ナッシュ均衡とする．このとき，$(r_i^*, \sigma_i^*, b_i^*)_{i=1}^2$ は完全ベイズ均衡である．

Proof メッセージ戦略 r_i^* は，$w_i \neq w_i'$ ならば $r_i^*(w_i) \neq r_i^*(w_i')$ を満たしているので，完全なレヴェレーションを行っている．b_i^* は，均衡メッセージ上で正しく信念を形成しているので，信念の整合性を満たしている．σ^* はゲーム $\Gamma((b_i^*(\cdot, m))_{i=1}^2)$ のベイズ・ナッシュ均衡なので，メッセージ戦略が期待利得を最大化していることを示せばよい．各プレイヤーの各タイプは相手が自分のタイプを出来るだけ高いものと信じて欲しい状況である．ところが，認定可能性の条件より，$w_i \in m_i$ でなければならず，題意の懐疑的な信念 b_j^* を所与とすると，タイプ w_i にとっては，$w_i = \min m_i$ となるメッセージを送ることが最適となる． □

メッセージが認定可能でないときには，企業 i は M_i の任意のメッセージを送ることができるし，それを受け取った側はそれを信じる必然性はない．このとき，以下のことが成立する．

命題 3 メッセージが認定可能でないとき，任意の完全ベイズ均衡において，第 *1* 段階のメッセージは全く情報をもたらさない．

Proof まず，完全なレヴェレーションが実現されていないことを示す．$(r_i, b_i, s_i)_{i=1}^2$ を完全ベイジアン均衡とし，そこで完全なレヴェレーションが実現されていたとする．プレイヤー i の最小タイプ w_{i1} はこの

とき，自分よりも大きなタイプ，たとえば w_{i2} のメッセージ $r_i(w_{i2})$ と同じメッセージを送ることで，他のプレイヤーたちによる，確率 1 で w_{i1} であるという信念を確率 1 で w_{i2} であるという信念に変更することができ，このことによって期待利得を増加させることができる．このことは，$(r_i, b_i, s_i)_{i=1}^2$ が完全ベイジアン均衡であることに矛盾する．

メッセージがインフォーマティブであれば，あるメッセージのもとで，あるプレーヤー i のタイプのある真部分集合が存在し，それに対して，確率 1 が付与されているはずである．完全なレヴェレーションは実現されていないので，この真部分集合の中には，複数のタイプを含むものが存在する．この真部分集合よりも低いタイプが存在する場合には，そのタイプはこの真部分集合のタイプたちと同じメッセージを送ることで，より高い期待利得を得ることができる．したがって，残されたケースは，この真部分集合が最も低いタイプに集中しているケースである．この場合，この真部分集合に属しているタイプは，より高いタイプが使用しているメッセージを使用することで，より高い期待利得を得ることができる．これは矛盾である．したがって，もとの戦略プロファイルは完全ベイズ均衡ではない． □

以上の内容は，以下のように要約することができる．

1. 以下の 3 つの条件が成立するとき，各企業の各タイプは相手に対して，自分の知識水準に対してより高い信念を抱いてもらいたい状況が成立する．
   (a) 両企業の研究開発 (ないし最終的な知識水準) の間に互いに補完性が存在する．
   (b) 両企業が初期時点で持つ知識水準と互いの研究開発との間に補完性が存在する．
   (c) 相手企業の研究開発活動が自分の最終利得にとって正の外部性をもたらす．
2. 各企業が開発競争を行う前の段階でのメッセージが認定可能であり，さらに認定可能なメッセージの構造がそのメッセージを言うことができる最小のタイプを同定できるようなものであるとき，各企業は完全な情報のリヴィールを行う．

第 2 の条件が必要であることについて，多少の説明を追加しておこう．たとえば，2 企業が線型の需要関数を持つ完全同質財の市場においてクールノー競争を行っている状況を考えよう．企業 1 の一定の限界費用は c_1^H と c_1^L のどちらか ($c_1^H > c_1^L$ である) であるとする．限界費用が c_1^H のタイプを H タイプ，c_1^L のタイプを L タイプと呼ぶことにしよう．企業 2 は，企業 1 のタイプがどちらかわからない状況では，企業 1 の期待生産量に対する反応関数によって反応している．このとき，企業 1 の L タイプは，自分が L タイプであることを明らかにすることによって，企業 2 の産出量を低下させることができ，自分の利得を増加させることが出来るので，自分のタイプを明らかにしたいと考えている．このとき，認定可能なメッセージの構造が $\{\{H\}, \{H, L\}\}$ であったとすると，H タイプも L タイプも $\{H, L\}$ を言うことになるので，メッセージは情報を伝達することに失敗する．認定可能なメッセージの構造が $\{\{L\}, \{H, L\}\}$ であったとすると，L タイプが自分にしか発することが出来ない $\{L\}$ というメッセージを発するので，相手はこのタイプを同定することが出来，さらに L タイプとして見られたい H が $\{H, L\}$ というメッセージを送ったときに，L タイプが同定されていることから，H タイプ自身も完全に見破られてしまうことになるのである．

さらに，テクニカルな条件を追加することによって，完全なレヴェレーションが一意の均衡結果となることを示すことも出来る．

本小節のモデルは前小節のモデルよりも一般的なものであり，情報を開示することによる利得の変化に関して一般的な比較を示すことは困難だが，前小節の結果と比較するために，たとえば $v_i(X_i, X_j) = \frac{1}{4} X_i X_j, c_i(X_i - w_i) = (X_i - w_i)^2$ などとして，(1) 式におけるような二次の利得関数にすることは容易である (不確実性のパラメータ $\tau_i = w_i$，戦略変数 $s_i = X_i$ と置き換え，その他のパラメータについては，$\alpha(w_i) = -w_i^2, \beta_n = \gamma_n = 0, \epsilon = -1/4, \beta_s = 0, \gamma_s = 2, \delta = 1$ とすればよい)．そうすれば，情報を開示することの効率性に関する前小節の結果を用いることができる．前小節のモデルの分類で言えば，このモデルの情報構造は PS(完全シグナル) であるから，情報を完全に開示する均衡は事前の意味でも両企業にとって効率的な結果をもたらすことがわかる．

共同して研究開発活動を行う企業にとって本小節のモデル分析の結果が持つ意味に関してさらに特筆すべき点は，この結果が，企業のメッセージが認定可能なものであることの必要性を示唆していることである．メッセージが認定可能であるという仮定によって，メッセージを発する企業は詐欺的なメッセージ ($w_i \notin m_i$ であるような m_i) を相手に伝達することが不可能となり，メッセージを受けた企業はメッセージの意味をそのまま信じる (m_i に確率 1 を置く信念を形成する) ことになる．こうした条件は，(1) 互いに相手の知識水準を見抜く専門性を有しているか，(2) 技術的専門性を持つがゆえにメッセージの信憑性を見抜くとともに，それを他の企業に対して歪めることなく伝達するような中立的な第三者の存在する場合に満たされることになる．この後者の条件は，中馬 (2004) が指摘する観察事実，すなわち，中立的第三者が運営に携わることがリサーチ・コンソーシアムが上手く機能することの必要条件であるとの主張に一致している．

3　継続中の研究成果に関する情報共有のインパクト

前節で見た 2 つのモデルでは，情報共有の対象となる情報は，企業の努力によってコントロールされないような，いわば外部環境のパラメータに関するものであった．このような情報には，リサーチ・コンソーシアムやアライアンスにおいて共同研究開発プロジェクトを開始する際の各企業の初期知識水準や，マーケティングの不確実性など各企業が直面する市場環境に関する情報が含まれる．しかし，共同研究開発における情報共有の対象は，企業の努力によってコントロールされないような外部環境のパラメータに関するものだけではない．たとえば，リサーチ・コンソーシアムにおいては，参加企業は時間を通じた共同作業を通して新しい知識を創出し，共有していると考えられるからである．共同研究開発のプロセスにおける知識ないし情報の共有は，協働のインセンティブにどのようなインパクトをもたらすのだろうか．本節では，こうした問題を考えてみることにしよう．

ここでもまた，2 つの企業 ($i = 1, 2$) が共同研究開発を行っている状況を考えよう[14]．研究開発活動は 2 期間にわたって行われ，各企業は同時かつ独立に研究開発投資を選択するものとする．企業 i の利得関数は

$$\begin{aligned} \Pi_i(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) &\equiv V_i(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) - C_i(\mathbf{x}_1) \\ &\equiv V_i(x_1^1, x_2^1; x_1^2, x_2^2) - C_i(x_1^1, x_1^2) \end{aligned} \tag{2}$$

である．但しここで，x_i^t は企業 i の第 t 期の投資，$\mathbf{x}_i$ は企業 i の 2 期間の投資のプロファイルであり，$V_i(\cdot, \cdot)$ は研究成果による粗利得を，$C_i(\cdot)$ は研究開発活動に伴うコストを表わしている．

このモデルに第 1 期の終りにおいて情報仲介の役割を果たす評価者が存在する場合と存在しない場合の均衡比較を行うことにする．評価者が存在しない場合には，企業 i には企業 $j(\neq i)$ の行った投資 x_j^t の内容や価値は，$t = 2$ の期末になるまで分からないので，x_j^1 の値が分からないままに x_i^2 を選択しなければならない．他方，評価者が存在して，情報を評価し，それを相手企業に開示する場合には，i は $t = 2$ の期初に (つまり x_i^2 を選ぶ時点で)x_j^1 が分かっている．従って，企業 i は $\mathbf{x}^1 \equiv (x_1^1, x_2^1)$ を知った上で ($\mathbf{x}^1$ が共通知識となった状況で)，最適な水準の x_i^2 を選ぶことができる．

このとき，上記の 2 期間にわたった利得関数を最大化することを目標とする企業 $i = 1, 2$ が非協力ゲームをプレイする場合，評価者がいなければオープン・ループのナッシュ均衡が実現され，評価者がいればクローズド・ループのナッシュ均衡が実現すると考えることができる[15]．

評価者が存在しない場合には，ナッシュ均衡は次の 4 つの条件が同時に満たされる組 $(\mathbf{x}_1^{**}, \mathbf{x}_2^{**})$ である．

$$\frac{\partial V_i(\mathbf{x}_1^{**}; \mathbf{x}_2^{**})}{\partial x_i^t} - \frac{\partial C_i(\mathbf{x}_i^{**})}{\partial x_i^t} = 0 \quad \forall i = 1, 2,\ t = 1, 2 \tag{3}$$

[14] ここでの分析もまた，一般の n-企業のケースに容易に拡張可能である．

[15] このような定式化のもとでは，問題はモラル・ハザードやホールドアップ問題ではなく，ゲームの中間時点でお互いの行動結果という情報が共有されているかどうか（さらに言えば，どの程度正確な情報として共有されているか）によって，どのように行動が変わるのかを分析していることになる．当然，ホールドアップ問題自体は解決されていないと思われるから，それを含めて分析することも必要だろう．

これに対して，評価者が存在して，情報開示がなされる場合，2 期目の期初には，前期の投資でどんな $\mathbf{x}^1 \equiv (x_1^1, x_2^1)$ が実現したかが分かっている．従って，2 期目のゲームの均衡は $\mathbf{x}^1$ を所与として，

$$\frac{\partial V_i(\mathbf{x}^1; x_1^2, x_2^2)}{\partial x_i^2} - \frac{\partial C_i(x_i^1, x_i^2)}{\partial x_i^2} = 0 \quad \forall i = 1, 2 \tag{4}$$

が同時に満たされる組である．この解（ナッシュ均衡）を，$\mathbf{x}^{2*}(\mathbf{x}^1) \equiv (x_1^{2*}(\mathbf{x}^1), x_2^{2*}(\mathbf{x}^1))$ と表そう．

このことを見越した 1 期目のゲームの目的関数は

$$V_i(\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^{2*}(\mathbf{x}^1)) - C_i(x_i^1, x_i^{2*}(\mathbf{x}^1)) \tag{5}$$

である．この解が満たすべき 1 階の条件は，(4) 式と包絡線定理を用いることにより，

$$\frac{\partial V_i(\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^{2*}(\mathbf{x}^1))}{\partial x_i^1} + \frac{\partial V_i(\mathbf{x}^{\mathbf{1}}, \mathbf{x}^2(\mathbf{x}^{1*}))}{\partial x_j^2} \frac{\partial x_j^{2*}(\mathbf{x}^1)}{\partial x_i^1} - \frac{\partial C_i(x_i^1, x_i^{2*}(\mathbf{x}^1))}{\partial x_i^1} = 0 \quad \forall i = 1, 2 \tag{6}$$

として与えられる．このときのナッシュ均衡 (クローズド・ループ解) は，(6) 式と (4) 式を同時に満たす解 $(\mathbf{x}^{1*}, \mathbf{x}^{2*}) = (x_1^{1*}, x_2^{1*}, x_1^{2*}, x_2^{2*})$ である．

(6) 式を (3) 式と比較すれば，後者の左辺第二項が存在するかどうかに違いがあることがわかる．この項は通常，戦略的効果 (strategic effect) と呼ばれるものである．この項は 2 つの項，$\partial V_i/\partial x_j^2$ と $\partial x_j^{2*}/\partial x_i^1$ の積として表されている．そこで，戦略的効果の影響をより詳しく見るために，以下のような定義を導入することにしよう．

すべての i，すべての $j \neq i$ に対して，$\partial V_i/\partial x_j^2$ が正 (負) であるとき，第 2 期の投資が正 (負) の外部性をもたらすと言い，すべての i とすべての $i \neq j$ に対して，$\partial x_j^{2*}/\partial x_i^1$ が正 (負) であるとき，ダイナミック・ゲームは投資誘発的 (投資抑制的) であるということにする．こうした言葉を用いて表現すれば，正の戦略的効果をもたらすケースが次の 2 つであることがわかる．

(1) 第 2 期の投資が正の外部性をもたらし，ダイナミック・ゲームが投資誘発的であるとき．

(2) 第 2 期の投資が負の外部性をもたらし，ダイナミック・ゲームが投資抑制的であるとき．

$\partial x_j^{2*}/\partial x_i^1$ の符号は交差導関数 $\partial^2 \Pi_j/\partial x_i^1 \partial x_j^2 = \partial^2 V_j/\partial x_i^1 \partial x_j^2$ の符号に等しく決定されるが，これが正となる最も簡単な十分条件は，V_j が $(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ に関して増加差異を持つとき，すなわち，企業 i の投資と企業 j の投資が互いに補完的であるときである．

リサーチ・コンソーシアムなどで標準的に発生する状況は，第 2 期の研究開発投資が互いに正の外部性をもたらし，ダイナミック・ゲームが投資誘発的である第 1 のケースに対応していると考えてもよいであろう．これに対して，第 2 期の投資が負の外部性をもたらし，ダイナミック・ゲームが投資抑制的である第 2 のケースは，たとえば，部品サプライアたちが組立企業に対して 1 つの部品を供給するために競うトーナメント・ゲームをプレーしているときに発生するものと考えられる．この状況の分析に関しては，Konishi, Okuno-Fujiwara and Suzuki (1996) を参照されたい．

ここで (6) 式と (3) 式の左辺を x_i^1 の関数と見なせば，2 階の条件により，これらの関数は x_i^1 の減少関数となっている．したがって，戦略的効果が正であるならば，

$$x_i^{1*} > x_i^{1**}$$

が成立することになる．すなわち，リサーチ・コンソーシアムの標準的な利得状況のケースにおいては，参加企業の投資水準は，評価者がそれら企業の中間段階での投資水準を中立的に評価したうえで，その情報を参加企業間での共通知識にすることによって，増加することになる．

本節のモデルは，評価者の存在がゲームの戦略的性質を変化させることで，共同研究開発における参加企業の努力のインセンティブに正の効果をもたらしうることを示している．このモデルは簡単なものだが，そこで得られた基本的結果を変えずに，いくつかの方向でモデルを拡張することも可能であろう．第 1 に，

このモデルにおいては，各企業は同時手番で戦略を選択していたが，逐次手番のゲームにゲームの構造を変えたとしても，結果は変わらないと推測される．第 2 に，上のモデルにおいては，評価者が第 1 期の投資水準を完全に正確にわかるものとしていたが，評価者が第 1 期の投資水準に関する各企業の観察ノイズを削減する役割を果すような状況でも，同様の結果が成立すると推測される．

このモデルの持つ性質に関しては，さらにいくつかの興味深い問題が存在している．第 1 に，中間段階での情報交換の回数を増加させたときに，投資水準がどのように変化するかを分析してみることが可能である．第 2 に，各企業 i に対して初期の知識水準 w_i を導入し，この情報を開示できるようなモデルを考えることで，本節のモデルと 2.2 節のモデルを統合することが出来るかもしれない．この場合でも，情報開示が投資誘発的なものであるならば，情報の完全な開示が行われる均衡が成立することが推測される．また，第 1 段階における研究開発投資を相手に正しく伝達するインセンティブがあるかどうかを分析するモデルの拡張も可能である．第 3 に，評価者の果たす役割の重要性に鑑みて，評価者がその役割を正しく果たすインセンティブがあるかどうかが分析されるべきであろう．第 4 に，このモデルでは動学的な投資活動の性質を分析しているが，共同研究開発においては，そこで発生するモラル・ハザードやホールドアップの問題もまた同様に重要であると考えられる．しかし，これには別の枠組によるモデル構築が必要となるだろう．

4　結論

今日の経済環境の変化の中で，企業の研究開発活動は，リサーチ・コンソーシアムやアライアンスといった形態で，しばしば企業境界を超えた協働作業として行われるようになりつつある．この協働作業においては，そこに携わる企業が自分が持つ私的情報をパートナーたちに対して適切に開示するとともに，共同研究の努力水準を維持することが，そのパフォーマンスを決定する重要な要因となっている．本論文はこうした認識の上に立ち，共同した研究開発活動に携わる企業の情報開示と研究開発活動のインセンティブについて考察してきた．

本稿で紹介してきたモデルの分析は，共同した研究開発活動に関して，どのような含意をもたらすものであろうか．まず第 1 に，情報開示と研究開発努力のインセンティブは，製品市場において共同研究開発に携わる企業同士が行う寡占競争が持つゲームの構造と，各企業が持つ私的情報がこのゲームに対して持つ影響，情報が認定可能となる物理的状況によって大きな影響を受けるという当然の事実が確認できることである．非常に大雑把な言い方をすれば，お互いの研究努力が互いに他を利することが出来る状況においては，情報開示と研究開発努力のインセンティブは保証されるということが出来る．

しかし，本稿で扱ったすべてのモデルは，それだけでは十分ではないことをも示している．上記のような意味で，企業間に互いに協力しあうインセンティブがあったとしても，適切な情報開示のインセンティブと共同研究開発努力が誘発されるためには，お互いの情報が歪められることなく，相手に伝達されることが保証される必要がある．これが第 2 のポイントである．企業間の共同研究開発の主要な 2 つの形態であるリサーチ・コンソーシアムとアライアンスのパフォーマンスは，このポイントをクリアする仕組みを持っているか否かに決定的に依存すると推察される．

複雑な利害対立を含む可能性がある場合には，こうした情報伝達の役割は第三者によって行われる必要があるだろう．この第三者は，第 1 に，各企業から開示された情報の信憑性を確かめることが出来，適切に技術評価することが可能であるような専門性を持たなければならない．第 2 に，協働を行っているどの企業の利害からも中立で，歪んだ情報伝達を行わないことが必要である．

本稿で紹介したモデル分析の結果からの多少の逸脱を許されるならば，この中立的第三者が果しうる役割には，もう一つ付け加えることが出来る．上で述べたように，企業間の利害状況は，製品市場における競争関係の態様と，共同研究開発で蓄積された知識がその競争関係にどのような影響を与えるものであるかに依存しているが，可能な状況の組み合わせは多様であり，企業が実際に直面している状況が正確にどのようなものであるかを把握することはそれほど容易ではないと考えられる．この場合，潜在的には協力関係

に入れるはずの企業自身が，こうした状況を正確に把握していないために，潜在的機会を逸してしまうこともありうるだろう．

これは，本稿で考察されてきたようなゲームの構造自体が，当事者に正確に把握されていない状況である．たとえば，これまで自社内で開発してきた技術で，他社にはない独自のものであると考えてきたものが，実際には，どの会社でも開発してきたようなものであるということが事後的に明らかになるという話もある．このような場合に，中立的第三者はゲームの構造自体を企業にクリアに認識させる役割を果すことができるだろう．

しかし，本論文が強調している第三者が果しうる役割の重要性を鑑みるとき，第三者がこうした役割を果たす際のインセンティブを，それ自体として真剣に考察する必要があろう．また，第 2.2 節のモデルと第 3 節のモデルを統合・拡張し，共同研究開発の中間段階での情報共有のインセンティブをも考察する必要があるだろう．これらの問題は，別の論文の課題としたい．

参考文献

Konishi, H., M. Okuno-Fujiwara and Y. Suzuki (1996), "Competition through Endogenized Tournaments: An Interpretation of 'Face-to-Face' Competition," *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 10, pp.199-232.

Lamoreaux, N.R. and D.M.G. Raff and P. Temin (2003), "Beyond Markets and Hierarchies: Toward a New Synthesis of American Business History," *American Historical Review*, Vol.108, pp.404-433.

Milgrom, P.R. and R.J. Weber (1982), "A Theory of Auctions and Competitive Bidding", *Econometrica*, Vol. 50, No. 5, pp. 1089–1122.

Okuno-Fujiwara, M., A. Postlewaite and K. Suzumura (1990), "Strategic Information Revelation," *The Review of Economic Studies*, Vol.57, No.1, pp.25-47.

Raith, M. (1996), "A General Model of Information Sharing in Oligopoly," *Journal of Economic Theory*, Vol. 71, pp.260-288.

Sabel, C. F. and J. Zeitlin (2004), "Neither Modularity nor Relational Contracting: Inter-Firm Collaboration in the New Economy," *Enterprise and Society*, Vol.5, pp.388-403.

Vives, X. (1999), *Oligopoly Pricing: Old Ideas and New Tools*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

Van Zandt, T. and X. Vives (2006), "Monotone Equilibria in Bayesian Games of Strategic Complementarities," *Journal of Economic Theory*, Vol.xx, No.xx, pp.xxx-yyy.

中馬宏之 (2004),「日本のサイエンス型産業が直面する複雑性と組織限界：半導体露光装置産業の事例から」,『一橋ビジネスレビュー』，52 巻 3 号，pp. 64-85