早稲田経済学研究　37号　1993年６月

多次元情報伝達の経済分析

朱　　　乙　文

概　要

本稿では，多次元情報伝達を情報的連関が存在する同時的シグナリング・ゲームの形式で捕らえ，均衡解の存在とその特性について議論する。このような同時的シグナリング・ゲームの存在し得る均衡解においては，シグナル送り手の均衡利得は，情報的連関の存在しない同時的シグナリング・ゲームにおける均衡利得より高くないことが示される。これは，多次元情報伝達の基本的特徴が，一次元情報伝達の場合より強い「情報的外部性」の存在にあることに起因するものである。

1．はじめに

不完全情報下での市場においては，多かれ少なかれ，逆選択（adverse selection）や道徳的危険（moral hazard）などの市場の不完全性を表す現象がみられる。無論，これらの現象は，経済主体間に完全な情報伝達が行われる場合には解消され得る。しかしながら，非協力的に経済活動を行う経済主体間の情報伝達の場合には，その信頼性の問題も伴い，完全な情報伝達のための条件は，非常に限定されたものにならざるを得ない(1)。

Spence [21] をはじめとし，Riley [16] [17] [18]，Rothschild and Stiglitz [19]，Wilson [22] 等は，非対称的情報下においても，シグナリング（signaling）という間接的方法により情報伝達が行われる場合には，市場の不完全性が解消され得ることを示した。さらに，Cho and Kreps [3]，Banks and Sobel [1]，Cho and Sobel [4] 等はゲーム理論的枠組みの中で，シグナリング均衡の存在とその安定性について厳密な議論を行っている。これらの議論においては，情報は一次元シグナル（one-dimensional signal）によって伝達されるものである。これらの議論に対し，Kohlleppel [12] を始め，Quinzii and Rochet [15]，Engers [6]，Huang [10] 等は情報が多次元シグナル（multidimensional signal）によって伝達される場合のシグナリング均衡の存在条件を示し，一次元シグナリングの場合と同様な構造的安定性を保つための条件を明確にした(2)。

現実の経済においては，あるシグナルによっ

(1)　Okuno-Fujiwara and Postlewaite and Suzumura [14] を参照。

(2)　これらの議論においては，Spence [21] の議論を拡張し，シグナリングに費用がかかる場合を想定しているが，いくつかの条件の下で，「一次元情報」伝達と「多次元情報」伝達のためのシグナリングにおいて，共に，シグナリング均衡の上半連続性が満たされる（Kohlleppel [12] を除く）。

て異なる複数の情報が同時的に伝達される現象がよくみられる。経済政策等のシグナルは異なる経済主体に異なる情報を与える。例えば，証券市場における金融政策等のシグナルは，個人投資家と機関投資家に各々異なる情報を伝える(3)。このような「多次元情報」伝達（multidimensional information transmission）の場合，情報保有者の情報伝達行動は，情報の受け手の信念（belief）ベクトルや期待利得ベクトルなどによって大きく異なるものである。

本稿では，上述した「一次元情報」伝達の議論を「多次元情報」伝達の議論に拡張し，ゲーム理論の枠組みの中で，均衡情報伝達の特性について議論を行う。以下での議論は，次のように構成される。第2節では，同時的シグナリング・ゲーム（simultaneous signaling game）の形式で，「多次元情報」伝達のモデルを提示する。第3節では，多次元情報伝達の基本的特徴を明らかにするため，同時的に行われるプレー（play）間に情報的連関（informational linkage）が存在する場合と存在しない場合(4)とを対比し，簡単な数値例を用いて議論する。第4節では，シグナリング均衡を導き，その特性について述べる。最後に，第5節では，議論をまとめ，その展望について述べる。

2．モデル

$N+1$人のプレイヤー（player）が存在する有限な同時的シグナリング・ゲームを考える。議論の単純化のため，プレイヤー$N+1$はシグナルの送り手であり，その他すべてのプレイヤーはシグナルの受け手であるとし，シグナルの送り手は各々のシグナルの受け手と同時的にプレーを行うとする。より具体的に，ゲームは，2段階に分けて行われるとする。すなわち，第1段階では，プレイヤー$N+1$は保有している私的情報を伝達するため，その他すべてのプレイヤーに多次元シグナルを同時に送る。第2段階では，各々のシグナルの受け手は，送られたシグナルに基づいてプレイヤー$N+1$のタイプ（type）(5)について信念を形成し，各々の行動戦略を選択する。そして，最後に，各プレイヤーに対し，それぞれの利得が与えられる。

プレイヤー$N+1$の保有し得る私的情報の有限集合を$T\,(=\Pi_{i=1}^{N} T^i,\ i=1,\ 2\cdots N)$とし，$t^j \epsilon T$（$j=1,\ 2,\ \cdots,\ N\times L$）はプレイヤー$N+1$のタイプを表すものであるとする。ここで，$T^i=\{t_1^i,\ t_2^i,\ \cdots t_L^i\}$は，プレイヤー$i$に対するプレイヤー$N+1$のタイプ集合であり，事前的な結合確率分布$q\,(t)$が存在するとする。また，プレイヤー$N+1$にとって利用可能なシグナルの有限集合を$\bar{M}=\{m^1,\ m^2,\ \cdots,\ m^M\}$であるとする。ここで，あるシグナルが異なるプレイヤーに異なる情報を与えることを明確に示すため，より具体的に，各々のシグナル$m^h=(m_1^h,\ m_2^h,\ \cdots,\ m_N^h)$であるとする（$h=$

(3) Gertner and Gibbons and Scharfstein[8]においては，貸出市場と生産物市場の結合モデルを取り上げ，借り手(＝企業）の提示する信用契約が生産物市場の競争相手に観察される場合の借り手の最適資本構成の選択について分析を行っている。なお，このような分析は労働組合と規制者の問題にも応用可能であると述べている。その他の「多次元情報」伝達と関連する議論については，Bhattacharya and Ritter[2]等を参照。

(4) 以下では，同時的に行われるすべてのプレーの進行についてシグナル受け手が正確に観察できる場合を情報的連関が存在する場合であり，観察できない場合を情報的連関が存在しない場合，もしくは情報的孤立が存在する場合であるとする。

(5) タイプとは，他のプレイヤーにとっては利用可能ではない，情報保有者の保有し得るすべての情報をパラメーター化した確率変数であると考えることができる。

1，2，…，M)。そして，有限集合$A_i=\{a_i^1, a_i^2, \cdots a_i^j\}$をプレイヤー i の行動集合であるとし，A_i上に確率分布として示されるプレイヤー i の行動戦略（behavior strategy）をσ^iであるとする。さらに，プレイヤーの利得関数とゲームの構造については，次のような仮定を置く(6)。

仮定１）同時的に行われるすべてのゲームにおいて，各プレイヤーの利得は加算的であり，各々のシグナル受け手の利得は，他のシグナル受け手の戦略に依存しない。

仮定２）ゲームΓにおいては，同時的に行われるプレー間に情報的関連が存在する。

仮定1)，仮定2）により，プレイヤー i の利得関数は$u^i(t^j, \sigma^i)$であり，プレイヤー$N+1$の利得関数は$u^{N+1}(t^j, m^h, \sigma)$であるとする。ここで，$\sigma$は$\sigma^i$組である。

以下では，このような同時的シグナリング・ゲームを$\Gamma=(T, \bar{M}, A, u, q(\cdot))$として示す。そして，このゲーム Γ の構造は共通知識（common knowledge）であるとする。

プレイヤー$N+1$がシグナル$m^h\in\bar{M}$を送った場合，プレイヤー$N+1$のタイプについての事後的確率分布は，ベイズ・ルールによって，次のように導かれる。

$$q^0(m^h, q)=\begin{cases}\dfrac{f(m^h|t^j)q(t^j)}{\Sigma_T f(m^h|t)q(t^j)} & if m^h\in M\\ 0 & if m^h\notin M\end{cases}$$

さらに，均衡経路外（out-of-equilibrium path）のシグナルについては，次のように事後的確率分布が形成されると仮定する(7)。

$$q^k(m^{h'}, q)=\begin{cases}\dfrac{f(m^{h'}|t^i)q(t^i)}{\Sigma_{ti\in k\cap supp(ti|mh')} f(m^{h'}|t^i)q(t^i)}\\ (\forall t^i,\ t^i\in k\cap supp(t^i|m^{h'}))\\ 0\\ (\forall t^i,\ t^i\notin k\cap supp(t^i|m^{h'}))\end{cases}$$

ここで，Kは，均衡経路外のシグナルを送った場合，プレイヤー$N+1$の均衡利得が均衡経路での均衡利得より大きくなる $t^i\in T$ の集合である。

それゆえ，プレイヤー$N+1$がシグナル $m^h\in\bar{M}$ を送った場合，この事後的確率分布 q^0 もしくは q^k における t^i の周辺分布 $Q^0_{ti}(m^h, q)$と$Q^k_{ti}(m^{h'}, q)$を用いて，プレイヤー i はプレイヤー$N+1$のタイプについて，次のように，信念 $\Phi^0_{ti}(\cdot)$と $\Phi^k_{ti}(\cdot)$を形成するとする。

$$\Phi^0_{ti}(m^h, q)=\begin{cases}Q^0_{ti}(m^h, q) & (k=0, m^h\in\bar{M})\\ 0 & (k=0, m^h\notin\bar{M})\end{cases}$$

$$\Phi^k_{ti}(m^{h'}, q)=\begin{cases}Q^0_{ti}(m^{h'}, q) & (k\neq 0, m^{h'}\in\bar{M})\\ 0 & (k\neq 0, m^{h'}\notin\bar{M})\end{cases}$$

以上のような同時的シグナリング・ゲームにおける完全シグナリング均衡は，次のような条件を満たす行動戦略 σ^{i*}，σ^{N+1*} と信念 P^i の組である。

ｉ）すべての t^i と m^h に対し，

$$\sigma^{i*}\in\arg\max_{\sigma^i}\Sigma\, u^i(\cdot)P^i$$

$$\sigma^{N+1*}\in\arg\max_{\sigma^{N+1}} u^{N+1}(\cdot)$$

(6) 仮定１）は，本稿での議論を非常に単純化するものであるが，この仮定を緩めることによって多次元情報伝達の特性がより明確に現れるであろう。

(7) 均衡経路外のシグナルに対する最適反応についての具体的な議論については，Grossman and Perry［9］，Cho and Sobel［4］等を参照。

ii）$\sigma^{N+1}\ (m^k|t^i)>0$ であるならば，　$\forall i$,

$$P^i=\begin{cases}\Phi^0_{ti}(m^k,\ q) & \text{if } K=0\\ \Phi^k_{ti}(m^{k'},\ q) & \text{if } K\neq 0\end{cases}$$

$\sigma^{N+1}(m^k|t^i)=0$ であるならば，　$\forall i$,

$P^i=0$

$(i=1,\ 2,\ \cdots,\ N)$

3．数値例

本節の以下では，純粋戦略のみを考え簡単な数値例を用いて，多次元情報伝達の特徴を明らかにする。同時的に行われるすべてのプレーが情報的連結の状態にある場合と比較・検討を行うため，まず，情報的連結が存在しない場合の同時的シグナリング・ゲーム Γ^0 を考える。議論の単純化のために，3人のプレイヤーが存在し，シグナルの送り手であるプレイヤー3はシグナルの受け手であるプレイヤー1，プレイヤー2と同時的にプレーを行う場合を考える。すなわち，図1における二つのプレーを同時的に行われる場合を考えよう。

プレイヤー3の保有し得る私的情報の集合を，$T^1=\{t^1_1,\ t^1_2\}$，$T^2=\{t^2_1,\ t^2_2\}$ とし，利用可能なシグナルの集合を，$M=\{m^1,\ m^2\}$ であるとする。ここで，$m^1=(m^1_1,\ m^1_2)$，$m^2=(m^2_1,\ m^2_2)$ である[8]。そして，プレイヤー1の行動集合を $A_1=\{a_1,\ a_2\}$，プレイヤー2の行動集合を $A_2=\{b_1,\ b_2\}$ であるとし，プレーⅠ，Ⅱにおける括弧の中の第一項はプレイヤー3の利得，プレーⅠにおける第2項はプレイヤー1の利得，プレーⅡにおける第二項はプレイヤー2の利得を，各々，表すものとする。

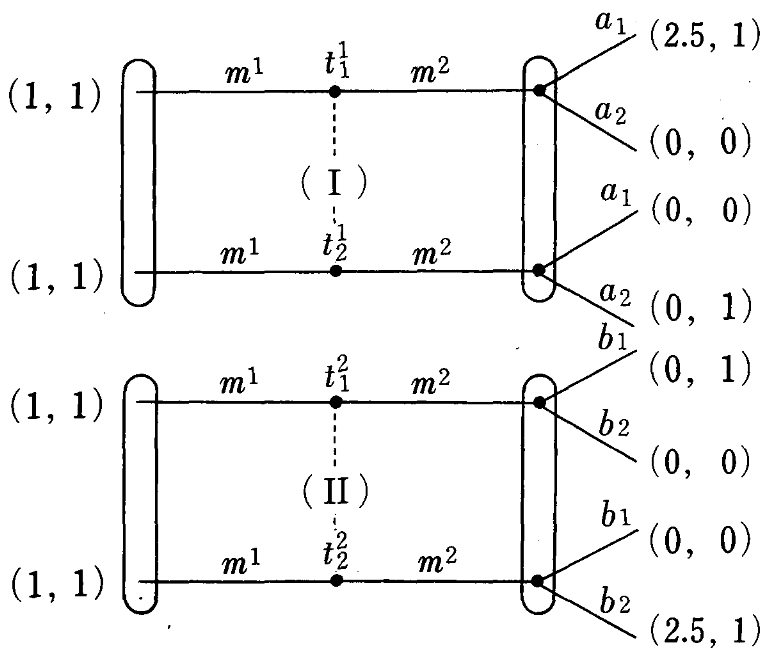

図1　二つのシグナリング・ゲームⅠ，Ⅱ

(8) しかしながら，ここでは，同時的に行われるプレー間に情報的連関が存在しないため，プレイヤー1と2は，各々，$(m^1_1,\ m^2_1)$ と $(m^1_2,\ m^2_2)$ のみを用いてプレイヤー3のタイプについて信念を形成する。

ゲームΓ^0においては，２種類の逐次的均衡(sequential equilibria) が求められる。その一つは，どのようなタイプであろうとも，プレイヤー３は，シグナルm^1を送り，プレイヤー１と２は，各々，均衡経路外の戦略はa_2, b_1を選択する。ここで，利得が加算的であるとすると均衡利得ベクトルは(２，１，１)となる。もう一つは，プレイヤー３のタイプt_1^1, t_2^2は，各々，シグナルm^2を送り，プレイヤー１と２は，各々，a_1, b_2を選択する。従って，均衡利得ベクトルは，(５，１，１)となる。なお，プレイヤー３のタイプt_2^1, t_1^2, プレイヤー１，２は共に前者と同様の戦略を選択し，均衡利得ベクトルは，(２，１，１)となる。しかしながら，前者より後者におけるプレイヤー３のタイプt_1^1, t_2^2の均衡利得が高くなり，本稿での均衡の定義により，前者は均衡解の集合から除外される。

次にプレー間に情報的連結が存在する場合の同時的シグナリング均衡を求めるため，図２のような拡大されたプレイヤー (extended plyer)のシグナリング・ゲームGを考えよう。図２のゲームは，仮定１）と，仮定２）を用いて，図１の二つのプレーを一つのゲームに纏め揚げたものである。プレイヤー３の保有し得る私的情報の集合を，$T=\{t^1,\ t^2,\ t^3,\ t^4\}$とし，利用可能なシグナルの集合を$M=\{m^1,\ m^2\}$とする。

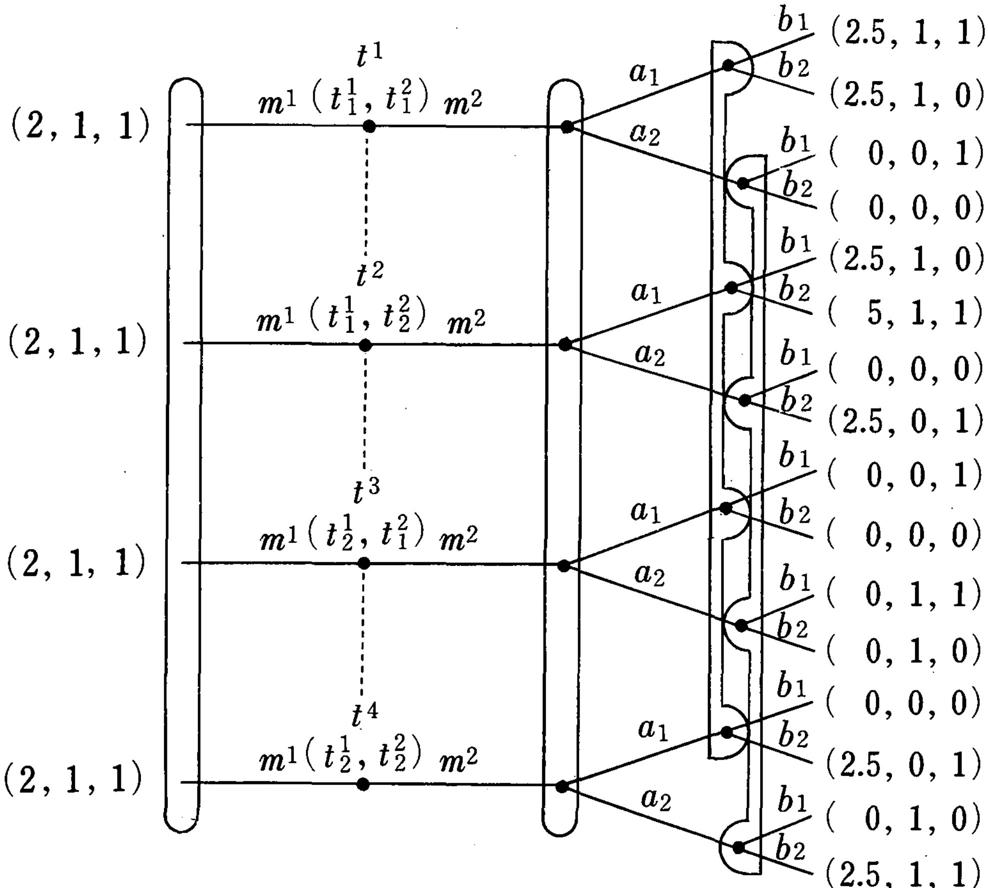

図２　拡大されたプレイヤーのシグナルリング・ゲームG

ここで，$t^1=(t_1^1,\ t_1^2)$，$t^2=(t_1^1,\ t_2^2)$，$t^3=(t_2^1,\ t_1^2)$，$t^4=(t_2^1,\ t_2^2)$であり，$m^1=(m_1^1,\ m_2^1)$，$m^2=(m_1^2,\ m_2^2)$ である。そして，図１の場合と同様に，プレイヤー１の行動集合を $A_1=\{a_1,\ a_2\}$，プレイヤー２の行動集合を $A_2=\{b_1,\ b_2\}$ であるとし，各々，利得ベクトルの第一項はプレイヤー３の利得，第二項はプレイヤー１の利得，第三項はプレイヤー２の利得を示すものとする。

このようなゲームにおいては，２種類の逐次的均衡が求められる。その一つは，どのようなタイプであろうとも，プレイヤー３は，シグナル m^1 を送り，プレイヤー１と２は，各々，a_2，b_1 を選択する。ここで，均衡利得ベクトルは（２，１，１）となる。もう一つは，プレイヤー３が m^2 を送る場合の三つの均衡解である。すなわち，$p^k(t^1)=\alpha$，$p^k(t^2)=\beta$，$p^k(t^4)=1-\alpha-\beta$ であるとすると $(p^k(t^3)=0)$，αとβの値によって三つの均衡解が求められ，前者は均衡解から除外される。表１は，多次元シグナリング・ゲームΓにおける均衡解を求め，Γ^0 における均衡解と対比を行ったものである。

以上で議論したゲーム Γ^0 と Γ の数値例により，二つの特徴を上げることができる。すなわち，その一つは，同時的に行われるプレー間の情報的状態によってシグナル受け手の信念が異なり，異なる均衡解が求められることであり，もう一つは，Γにおけるシグナル送り手の均衡利得は，Γ^0における送り手の均衡利得より高くはないことである。

４．均衡解の存在とその特性

同時的に行われるすべてのプレー間に情報的連関が存在する場合の同時的シグナリング・ゲームΓにおける均衡解の存在を確認するために，まず，拡大されたプレイヤーのシグナリング・ゲーム $G=(T,\ s,\ \pi,\ q)$において，均衡解が存在することを簡単に示して置く。このようなゲームGにおける均衡解の存在は，逐次的

表１　Γ^0 とΓにおける均衡解の比較

		Γ^0	Γ		
		均衡解	均衡解１ $\begin{pmatrix}\alpha+\beta>0.5\\ \alpha<0.5\end{pmatrix}$	均衡解２ $\begin{pmatrix}\alpha+\beta>0.5\\ \alpha>0.5\end{pmatrix}$	均衡解３ $\begin{pmatrix}\alpha+\beta<0.5\\ \alpha<0.5\end{pmatrix}$
t^1	σ^*	$(m^2,\ a_1,\ b_1)$	$(m^2,\ a_1,\ b_2)$	$(m^2,\ a_1,\ b_1)$	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$
	u^*	(2.5，１，１)	(2.5，１，０)	(2.5，１，１)	（２，１，１）
t^2	σ^*	$(m^2,\ a_1,\ b_2)$	$(m^2,\ a_1,\ b_2)$	$(m^2,\ a_1,\ b_1)$	$(m^2,\ a_2,\ b_2)$
	u^*	（５，１，１）	（５，１，１）	(2.5，１，０)	(2.5，０，１)
t^3	σ^*	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$
	u^*	（２，１，１）	（２，１，１）	（２，１，１）	（２，１，１）
t^4	σ^*	$(m^2,\ a_2,\ b_2)$	$(m^2,\ a_2,\ b_1)$	$(m^1,\ a_2,\ b_1)$	$(m^2,\ a_2,\ b_2)$
	u^*	(2.5，１，１)	(2.5，０，１)	（２，１，１）	(2.5，１，１)

($\alpha=0.5$，$\alpha+\beta=0.5$ の場合，均衡解は不定である)

均衡の存在証明と同様な方法によって[9]，次のように示され得る。

[定理1] 拡大されたプレイヤーのシグナリング・ゲームGにおいては，少なくとも，一つの完全シグナリング均衡解が存在する。

(証明) 摂動ゲーム (perturbed game) $\hat{G}=(G, \eta)$が存在するとしよう。ここで，$\eta=(\eta^1, \eta^2, \cdots, \eta^k, \cdots, \eta^n)$, $\eta^k=(\eta^k_1, \cdots, \eta^k_i, \cdots, \eta^k_{N+1})$であり，$\eta^k_{ij}$は第$k$番目の摂動ゲーム$\hat{G}^k$におけるプレイヤー$i$の第$j$番目の情報集合での行動戦略に対するエラー (error) の確率分布である。このような摂動ゲームの列$\hat{G}$における各々の$\hat{G}^k$においては，一つの均衡点$s(k)$が存在し，$\eta^k\to 0$の場合，$\hat{G}^k$の均衡点の列$\{s(k)\}$の集積点である完全均衡点s^*が存在する。(Selten[20]の定理4，5，6)

s^*によって導かれる一意的な行動戦略の組をβ^*であるとし，$s(k)$によって導かれる一意的な行動戦略の組を$\beta(k)$としよう。また，$\beta^*(k)$とコンシスタント (consistent) な一意的な信念のシステムを$\lambda(k)$であるとすると，$\{\beta^*(k)\}$はβ^*に収束し，$\{\lambda(k)\}$には一つの極限またはクラスター点 (cluster point) が存在する。従って，(β^*, λ)は逐次的均衡点であり，拡大されたプレイヤーのシグナリング・ゲームGにおいて，少なくとも，一つの完全シグナリング均衡解が存在する。

また，[定理1]から，拡大されたプレイヤーのシグナリング・ゲームGと同時的シグナリング・ゲームΓにおける均衡行動戦略の関係が次のように導かれる。

[補助定理] 仮定1）と$\lambda(t)$の下で，Gにおける均衡行動戦略β^*とΓにおける均衡行動戦略σ^*は一致する。

(証明) λの下でのプレイヤーiの均衡行動戦略について考えよう。ゲームGの均衡におけるプレイヤーiの期待利得は次のようになる。

$$\Pi_{ik}\ (t^j,\ \beta,\ \lambda)$$
$$=\Sigma_{tj}\ \Sigma_a\ \lambda\beta^{i*}(a|m^h)\pi^{i*}(t^j,\ m^h,\ \beta^{i*}) \quad \cdots\cdots①$$

そして，ゲームΓにおける期待利得は次のように示される。

$$U_i\ (t^i,\ \sigma,\ \Phi)$$
$$=\Sigma_{ti}\ \Sigma_a\ \Phi^i\ \sigma^i(a|m^h)u^i(t^i,\ m^h,\ \sigma^i) \quad \cdots\cdots②$$

ここで，定義により，$\Phi^i(\cdot)=\Sigma_{ti}\cdots\Sigma_{ti-1}\Sigma_{ti+1}\cdots\Sigma_{tN}\lambda(\cdot)$であり，仮定1）より，$\Sigma_{ij}\lambda\pi^{i*}=\Sigma_{T1}\cdots\Sigma_{TN}\phi_i u^i$であるので，②式は次のように書きなおされる。

$$U_i(\cdot)=\Sigma_{tj}\ \Sigma_a\ \lambda\sigma^i(\cdot)\pi^{i*} \quad \cdots\cdots③$$

ところで，仮定1）と周辺確率分布によって示されるΓにおける信念の定義から，ゲームGの均衡における期待利得ベクトルΠとゲームΓにおける期待利得ベクトルUは，常に一致する。従って，①式と②式から，ゲームΓにおけるプレイヤーiの均衡行動戦略σ^{i*}は，ゲームGにおけるプレイヤーiの均衡行動戦略β^{i*}と一致する。

(9) 具体的な証明方法については，Selten[21]，Kreps and Wilson[13]を参照。

なお，プレイヤー$N+1$の均衡行動戦略についても同様な方法で両ゲームにおける均衡行動戦略が一致することを確かめることができる。

以上で示した[定理1]と[補助定理]を用いると，同時的に行われるすべてのプレー間に情報的連関が存在する場合の同時的シグナリング・ゲームΓにおける均衡点の存在が確認される。

[定理2] 同時的シグナリング・ゲームΓにおいては，少なくとも，一つの完全シグナリング均衡が存在する。

(証明) 仮定1）と[定理1]，[補助定理]からただちに導かれる。

以上で導いた同時的シグナリング・ゲームΓにおける均衡解の基本的な特性を調べるために，次のような概念を導入しよう[10]。まず，プレイヤー$N+1$の順序付けられたタイプ集合T^iに対するプレイヤーiの信念が次のような条件を満たすならば，$P_i(\cdot)$は$P_{i'}(\cdot)$に対し弱い確率優位であるとする。

$$\Sigma_{ti'\leq ti} P_i(t^{i'}) \leq \Sigma_{ti'\leq ti} P_{i'}(t^{i'})$$

次に，信念$P_i(\cdot)$がより確率的優位になるにつれて均衡利得が高くなる場合，均衡利得は信念に正の単調性を持ち，その反対の場合は，均衡利得が信念に負の単調性を持つとする。これらの概念を利用し，情報的連関が存在しない場合の同時的シグナリング・ゲームΓ^0と情報的連関が存在する場合の同時的シグナリング・ゲームΓにおける均衡解を比較することによって，多次元情報伝達の特性を明らかにすることができる[11]。

[定理3] 同時的に行われるすべてのプレーにおいて，均衡利得が信念に単調的である場合，ゲームΓにおけるシグナル送り手の均衡利得は，ゲームΓ^0における均衡利得より高くない。

(証明) ゲームΓ^0におけるある逐次的均衡を(σ^0, p^0)とし，まず，均衡利得が信念に正の単調的である場合を考えよう。この場合，ゲームΓ^0におけるシグナル送り手は，各々のプレーにおいて，p^0の台(support)の最も高いタイプt^{Hi}により高い信念を形成させるため，m^{H*}を送る。ここで，$p^0(t^{Hi}|m^{H*}) \geq p(t^{Hi}|m^{H*})$であるので，ゲーム$\Gamma$におけるどのような信念$p$に対しても，$U^0_{N+1} \geq U^k_{N+1}$。次に，均衡利得が信念に負の単調的である場合を考えよう。この場合，ゲームΓ^0におけるシグナル送り手は，各々のゲームΓ^0において，p^0の台も最も低いタイプt^{Li}により低い信念を形成させるため，m^{L*}を送る。ここで，$p^0(t^{Li}|m^{L*}) \leq p(t^{Li}|m^{L*})$であるので，ゲーム$\Gamma$におけるどのような信念$p$に対しても，$U^0_{N+1} \geq U^k_{N+1}$。

(10) Okuno-Fujiwara and Postlewaite and Suzumura [14] は同様な概念を用いて，一次元情報の完全な伝達のための条件を求めている。

(11) しかしながら，同時的に行われる一部分のプレーのみにおいて，均衡利得が信念に正もしくは負の単調性をもつ場合には，その特性は明らかではない。

5．結び

本稿では，従来の一次元情報伝達の議論を拡張し，多次元情報伝達を情報的連関が存在する同時的シグナリング・ゲームの形式で捕らえ，均衡解の存在とその特性について分析を行った。本稿で用いたモデルにおいては，シグナル受け手は，同時的に行われるすべてのプレーの進行について完全な知識を持っているので，シグナル送り手のすべての戦略的ディヴィエーション（strategic deviation）を考慮に入れ信念を形成する。それゆえ，情報的連関が存在する同時的シグナリング・ゲームにおけるシグナル送り手の均衡利得は，情報的連関が存在しない同時的シグナリング・ゲームにおけるシグナル送り手の均衡利得より高くない。

本稿で取り上げた多次元情報伝達の基本的特徴の一つは，より強い「情報的外部性（informational axternality）」の存在にある。この場合には，完全な情報伝達のための条件は，一層限定されたものにならざるを得ない。従って，多次元情報に対する情報政策の選択の際には，情報環境をも考慮に入れることが肝要であると思われる。

このような本稿での分析結果は，議論の単純化のために設定した，加算的利得やシグナル受け手間の戦略的独立の仮定に大きく依存するものである。しかしながら，これらの仮定を緩めることによって，本稿での分析結果が一層明確になると思われ，今後の一つの課題とする。

参考文献

[1] J. S. Banks and J. Sobel, "Equilibrium Selection in Signaling," *Econometrica*, Vol. 55 (1987), pp. 647～661.

[2] S. Bhattacharya and J. Ritter, "Innovation and Communication: Signaling with Partial Disclosure," *Review of Economic Studies*. Vol. 50 (1983), pp. 331～346.

[3] I. K. Cho and D. M. Kreps, "Signaling Games and Stable Equilibria," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 102 (1987), pp. 179～221.

[4] I. K. Cho and J. Sobel, "Stratigic Stability and Uniqueness in Signaling Games," *Journal of Economic Theory*, Vol. 50 (1990), pp. 381～413.

[5] B. V. Crawford and J. Sobel, "Strategic Information Transmission," *Econometrica*, Vol. 50 (1982), pp. 1431～1451.

[6] M. Engers, "Signaling with Many Signals," *Econometrica*, Vol. 55 (1987), pp. 663～674.

[7] D. Fudenberg and D. M. Kreps, "Reputation in the Simultaneous Play of Multiple Opponents," *Review of Economic Studies*, Vol. 54 (1987), pp. 541～568.

[8] R. Gertner and R. Gibbons and D. Scharfstein, "Simultaneous Signalling to the Capital and Product markets," *Rand Journal of Economics*, Vol. 19 (1988), pp. 173～190.

[9] S. T. Grossman and M. Perry, "Perfect Sequential Equilibrium," *Journal of Economic Theory*, Vol. 39 (1986), pp. 97～118.

[10] P. H. Huang, "The Robustness of Multidimensional Signalling Equilibria," *Economics Letters*, Vol. 25 (1987), pp. 217～220.

[11] E. Kohlberg and L. F. Mertens, "On the Strategic Stability of Equilibria," *Econometrica*, Vol. 54 (1986), pp. 1003～1037.

[12] L. Kohlleppel, "Multidimensional Market Signalling," Universität Bonn, DP no. 125 (1983).

[13] D. M. Kreps and R. Wilson, "Sequential Equilibria," *Econometrica*, Vol. 50 (1982), pp. 863～894.

[14] M. Okuno-Fujiwara and A. Postlewaite and K. Suzumura, "Strategic Information Revelation," *Review of Economic Studies*, Vol. 57 (1990), pp. 25～47.

[15] M. Quinzii and J. C. Rochet, "Multidimensional Signaling," *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 14 (1985), pp. 285～300.

[16] J. G. Riley, "Competitive Signaling," *Journal of Economic Theory*, Vol. 10 (1975), pp. 174～186.

[17] J. G. Riley, "Informational Equilibrium," *Econometrica*, Vol. 47 (1979), pp. 331～359.

[18] J. G. Riley, "Competitive with Hidden Knowledge," *Journal of political Economy*, Vol. 93 (1985), pp. 958～

975.

[19] M. Rothschild and E. Stiglitz, "Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 93 (1976), pp. 629～649.

[20] R. Selten, "Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games," *International Journal of Game theory*, Vol. 4 (1975), pp. 25～55.

[21] A. M. Spence, "Competitive and Optimal Responses to Signals," *Journal of Economic Theory*, Vol. 7 (1974), pp. 296～332.

[22] C. A. Wilson, "A Model of Insurance Markets with Incomplete Information," *Journal of Economic Theory*, Vol. 16 (1977), pp. 167～207.

(博士後期課程第 4 年度生)