

管理システムの基本構造について

笹 井 均

I. はじめに

稀少資源をいかに有効に配合し、効率よく利用するかという資源配分の問題は、市場においても企業組織内部においても重要な問題である。

資源配分に関して、市場と企業組織との基本的な相異点は、環境の不確実性への対応のしかたとして権限関係が存在するか否かということであろう。すなわち、企業組織内部には権限関係が存在し、その権限関係に依存する形で資源配分が行なわれる。いい換えれば、企業組織の場合は階層性をもった資源配分のプロセス（階層的資源配分システムあるいは階層的意思決定システム）が存在しているのである。そして、このような階層性を仮定すると企業組織のヒエラルキーの管理のためには二つの局面が存在することになる。ひとつは、意思決定のための階層的ネットワークの分割のしかたに関する問題（組織構造の設計問題）であり、もうひとつは、そのネットワークの機能のさせ方に関する問題（管理機構、マネジメント・コントロール）である[1]。より詳しくいうなら、ある戦略が策定され、企業にとっての長期目標が定まると、企業はできるだけその目標を効率的に達成しようとし、そのために戦略に従うような形で組織構造を組むことになる。そして、一度組織構造が定まると、次にはこれを効率的に運営するため組織成員の貢献を確保し、彼らの組織内での活動を調整しながら、外部環境の変化に適応していこうとする。したがって、管理活動とは、

全体としての組織が、なすべき仕事を部分に分割し、各部分を組織成員に割り当て、それを遂行させ、再び全体として統合していく過程であるといえるだろう[2]。

さて、H. Simon[3]流にいうなら、組織とは意思決定を含む情報処理のシステムであり、人間のもつ認知能力および情報処理能力の限界を克服するため構築されるものである。このように考えると、情報処理システムとしての組織構造は、企業を取りまく環境のもつ不確実性により大きく影響されるため、種々の組織構造のもつ情報処理能力の経済性（費用と便益）を追求することになるだろう。J. Galbraith にならうていえば、情報処理のための組織構造は不確実性を小さくする方向で形成されることになり、事業部制組織、プロダクト・マネージャー、マトリクス組織、SBU（戦略的事業単位）などの組織構造もこの観点からとらえることになる。

さらに、以上のように組織構造を情報処理システムとしてとらえると、組織成員の行動を組織内に不完全な情報が偏在しているという条件の下で、各自が自らの効用最大化を目指していると考え、その相互作用として組織の行動をとらえることも可能になる。そう考えると、次には組織にとって必要な経営成果を得るため組織成員の意欲を刺激する機能が必要となる。これは経営管理論で「動機づけ」として議論されており、組織成員に計画の実行を促し、そのための意欲を持ち続けさせるための管理機能である[4]。代表的な動機づけ理論のひとつである期待理論に基づいていうならば、それは組織成員

の業務遂行努力に結びつけるような(報酬体系も含めた)インセンティブ・システムの設計をいかにするかということである。

本稿では、情報処理という観点から企業組織をとらえ、情報とコミュニケーションの役割りを明示することによって、分割された階層的ネットワークの運営メカニズムを規定する。更に、得られた運営メカニズムに「エージェント理論」を導入することにより、マネジメント・コントロール・システムの定式化と理論化を図ろうとするものである。

このようなマネジメント・コントロール・システムのフレームワークによって、意思決定の分業と考えられる委譲すべき権限をいかにして合理的に決定すべきかという管理機構の問題、情報の伝達・交換を効率的にするためのコミュニケーション・コントロールの問題そして組織成員を適切な業務遂行努力へ導くようなインセンティブ・メカニズムの問題等を統一的なモデルとして理論化することが可能になるものと思われる。

II. 基本構造

企業のトップ・マネジメントあるいは政府の政策立案者のように不確実な状況のもとで決定を行なわなければならない組織の行動主体をプリンシパル(principal)と呼び、不確実性についてなんらかの適切な情報をもちながら行動する部門の管理者のような組織構成メンバーをエージェント(agent)と呼ぶことにする。プリンシパルは個人の場合もあるし、組織(集団)そのものである場合もある。本稿ではプリンシパルと n 人のエージェントから構成される組織体を考えその基本的構造を図のようにモデル化する。プリンシパル及びエージェント i ($i=1, \dots, n$)は不確実な環境要因及び他のエージェントの決定行為 a_j ($j \neq i$)などについての情報 y_0, y_i を彼等独自の情報システム α_0, α_i ($i=1, \dots, n$)によって観測する。これらの情報は私

的情報(private information)と呼ばれ、自然の状態といわれる確率変数(ベクトル) z と自分以外の構成メンバーの決定行為に関するなんらかの情報によって構成される。エージェント i は観測した情報 y_i をプリンシパル及び他のエージェントにメッセージ m_i として伝達するわけであるが、その際各エージェントは観測した真実の値 y_i を報告するとは限らないことに注意が必要である。構造モデルにおいて E_{ij} ($i \neq j$)はエージェント j からエージェント i へのコミュニケーションを表わす。ここでは観測した全情報の伝達(full communication)しか考えないことにするので $E_{ij}=I$ (単位マトリクス)か $E_{ij}=0$ (ゼロマトリクス)である。観測された情報と伝達された情報が各自の所有する情報となり、このことをシステム内の情報構造 η_1, \dots, η_n と呼ぶことにする。情報構造は状況に応じて様々な形態をとりうることはいうまでもない。一般にエージェントはプリンシパルより優位な情報(厳密にはfinerな情報[5][6])を保有していると考えことはきわめて自然であり、そのときにこそプリンシパルはエージェントの貢献によって組織の意思決定過程の改善を図ろうとするであろう。次の段階において、彼等自身の目的を有する各エージェントはその目的達成に向けて合理的な活動を開始する。各エージェントは得られたそれぞれの情報構造に基づいてそれらの関数として自らの最適な行動を決定しなければならない。自身の得た知識と目的関数に基づいて最適な戦略を模索するわけである。結局、エージェントの行なう活動は、私的情報についてのメッセージの伝達と各自の情報構造に基づいた生産のためのインプット或は経営努力のような行為の決定であると要約できよう。勿論ここにおいて、各エージェントの有する知識と目的はプリンシパルの知識や目的とは勿論のこと彼等の間においても異なっていることはいうまでもない。

プリンシパルにとってはエージェントからのメッセージとプリンシパル自身の情報システム

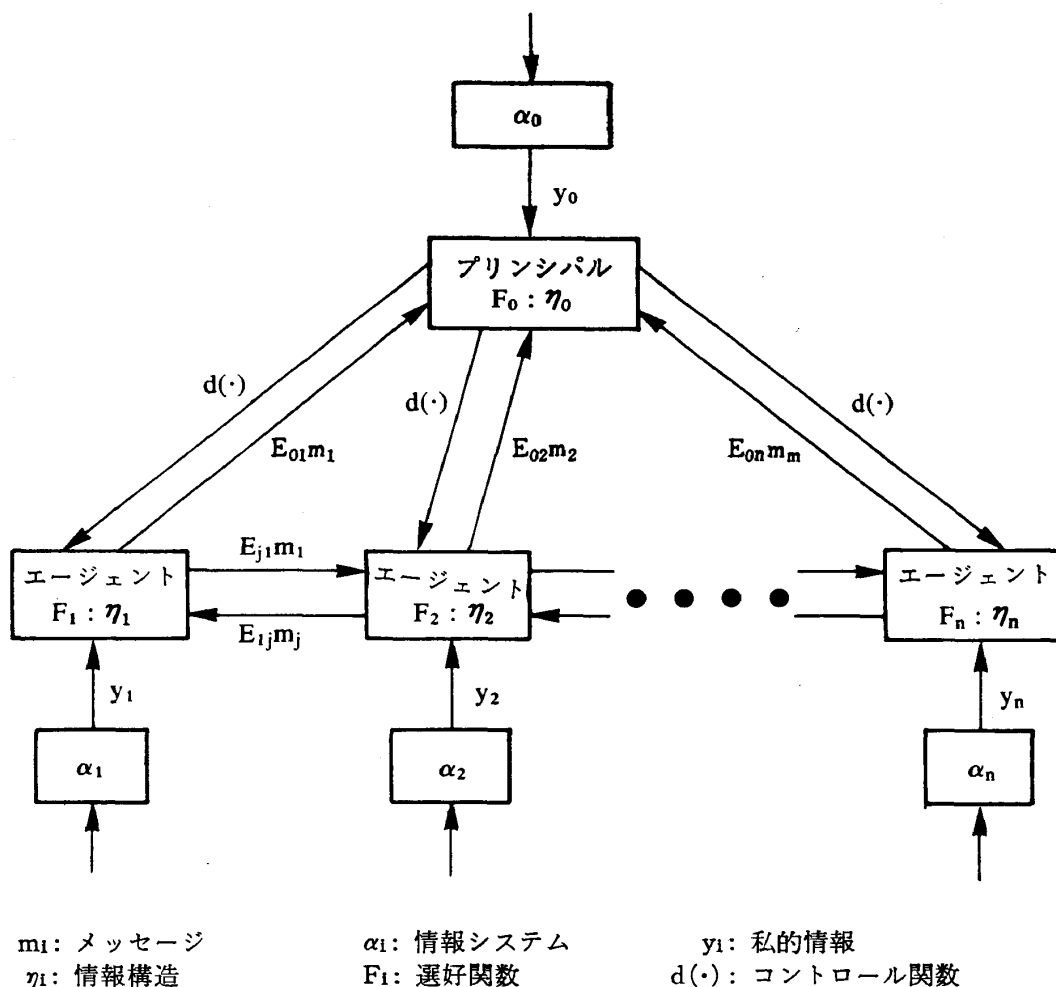


図1 構造モデル

によって得られた自然の状態ならびにエージェントの行為の結果に関する何らかの情報が彼の情報構造 η_0 を規定することになる。ここでは煩雑を避けるためにプリンシパルはエージェントからのメッセージと彼等の行為の結果のみしか知り得ないものとする。また、エージェントの行為の結果はエージェントの行なった行為(生産インプット或は経営努力)そのものである場合もあるし、その行為によって達成された成果(例えば金銭的成果)の場合もある。通常、エージェントの行為そのものはプリンシパルにとっては観測不可能であり、行為によって達成された成果のみが観測可能であろう。その場合にはエージェントは常にそれが自分の利益になるならば適正な努力を怠り成果の減少を他

のせいにする誘因をもち得ることになる。したがって行為そのものより、行為によって生じた結果の観測値がプリンシパルの情報構造に組み込まれなければならない。更に成果自体も不確実性を反映した確率変数となることもしばしば起り得ることである。

このような実に複雑多様な情報構造に直面して、プリンシパルはエージェントの主体性を尊重しながら所期の目的を達成しなければならない。いいかえれば、プリンシパルの有する知識とエージェントの有する知識の差異、更に加えてそれらの間に目的の相異が内在することから、プリンシパルはエージェントをコントロールする必要が生じてくる。即ち、エージェントに正しいメッセージを伝達させ適正な努力を誘

$(y_i, a_i(y_i, m_{-i}))$ を決定するものとする。ただし、 m_{-i} はベクトル $m=(m_1, \dots, m_n)$ の i 番目の成分をのぞき、 (m_{-i}, m_i) とはその i 番目に m_i を代入したものを表わす。したがって、エージェントの振舞いはナッシュ均衡を求めることになり、プリンシパルはそれを基礎にして種々のコントロールメカニズムを評価することになる。これらの準備のもとで、プリンシパルとエージェントの行動の定式化を行なう。この定式化は Homström [7][8] を少し拡張したものとなっている。

コントロール・メカニズム $d(\cdot)$ が与えられたときのエージェントの戦略集合 $\{(\bar{m}_i(y_i), \bar{a}_i(y_i, \bar{m}_{-i})) \mid i=1, \dots, n\}$ がナッシュ均衡であるとは全ての $i=1, \dots, n$ に対して

$$E[F_i(d(\bar{m}(y)), \bar{a}(y, \bar{m}), z)] \geq E[F_i(d(\bar{m}_{-i}(y), m_i(y_i), (\bar{a}_{-i}(y, \bar{m}), a_i(y_i, \bar{m}_{-i})), z))] \quad \dots\dots(1)$$

を満たすことである。ここにおいて、

$$\bar{m}(y) = (\bar{m}_1(y_1), \dots, \bar{m}_n(y_n))$$

$$\bar{a}(y, \bar{m}) = (\bar{a}_1(y_1, \bar{m}_{-1}), \dots, \bar{a}_n(y_n, \bar{m}_{-n}))$$

である。よって、プリンシパルの問題は

$$E[F_0(d(\bar{m}(y)), \bar{a}(y, \bar{m}), z)] \quad \dots\dots(2)$$

を最大にする実行可能なコントロール・メカニズムを求める問題となる。

上記の構造モデルから出発して、情報システム、情報伝達過程、選好関数、コントロール・メカニズムのクラスを特定化することにより精緻な分析が可能となる。以下ではこの構造モデルに包摂される様々なコントロール・システムのより具体的な定式化を検討することにしよう。このことによって図のような構造モデルとその定式化の有用性が明らかになるであろう。

IV. 種々のコントロール・システム

IV-1. チーム問題

チーム問題とは一口でいえば組織の構成メンバー ($i=1, \dots, n$) が、各々の観測情報 (私的情報) は異なるが、すべて同一選好関数を有す

るとき、どのような決定をすればよいかという問題である。構成メンバーの共通の目的は選好関数 $F_0=F_0(d_1, \dots, d_n, z)$, $z=(z_1, \dots, z_n)$ の期待値の最大化であり、 y_i がメンバー i の情報システム $y_i=d_i(z)$ による観測値とする。各々の戦略 (決定関数) d_i は観測情報 y_i の関数 $d_i=\gamma_i(y_i)$ として決定することが許される。かかる状況において、構成メンバーが共通の目的達成のためにチームを形成するとき、彼等にとるべき最適戦略 (決定関数) を決定する問題がチーム問題の中心的議論である。このようなチーム問題は我々の提示した基本構造をもつものであることが次のようにして示される。

構造モデルにおいて $E_{0i}=I, E_{ij}=0 (i \neq j, i=1, \dots, n, j=1, \dots, n)$,

$$y_0=0$$

$$y_i=\alpha_i(z)=H_i z, i=1, \dots, n \quad \dots\dots(3)$$

とする。したがって、エージェント間にメッセージの伝達は行なわれない (ゼロコミュニケーション)。更に $F_0=F_1 \dots\dots = F_n \equiv F, d(m)=(d_1(m_1), \dots, d_n(m_n))$ とする。このことはコントロール・メカニズムが分離され各エージェントに提示されるということを示している。いま、

$$(d_1^*(y_1), \dots, d_n^*(y_n))$$

$$= \operatorname{argmax}_{d(\cdot)} E[F((d_1(y_1), \dots, d_n(y_n)), z)]$$

としよう。 $E[F(d^*(\cdot), z)]$ の値を与えるようなコントロール関数とメッセージ戦略が存在すれば、それが最適なコントロール関数とナッシュ解(1)式を満たすメッセージ戦略となることは明らかであろう。すなわち、 $m_i(y_i)=y_i, i=1, \dots, n$ とすれば、それは最適なコントロール関数のナッシュ均衡解となる。この場合にはコントロール関数を選ぶ主体をプリンシパルと考えているが、エージェントがコントロール関数 $d_i(\cdot)$ を決定すると考えてもなんらさしつかえない。即ち、 $\gamma_i(y_i)=d_i(y_i)$ とすれば元来のチーム問題となる。

(3)式のように各エージェントの情報システム d_i による観測値 y_i が他のエージェントの行なった戦略に依存しない場合、このチーム問

題は、静的チーム問題と呼ばれ、そうでない場合には動的チーム問題と呼ばれる。選好関数が

$$F = \frac{1}{2}dQd' + dSs' + dc'$$

$d = (d_1, \dots, d_n)$, Q : 対称・正定値,

($'$)は転置

のような二次形式で z がガウス分布のときには、チーム問題の最適解は y_i に関して線形関数となることが知られている[9]。(3)式が

$$y_i = H_i z_i + \sum_{j \neq i} D_{ij} d_j \quad \dots\dots(4)$$

と表わされるとき、この情報システムによる観測値は他のエージェントの行なった戦略による影響を受け動的チーム問題となる。(4)式のように d_j が y_i に影響を及ぼすということは、エージェント j がエージェント i より先に決定を行わなければならないということの意味し、時間的順序関係が存在することになる。これが動的チーム問題と呼ばれるゆえんである。

このような動的チーム問題においても情報構造に partially nested といわれるある種の条件が成立すれば動的チーム問題は、静的チーム問題と等価になり[10]、最適な決定関数の導出が可能となる。

チーム問題においては、プリンシパルとエージェントの目的が一致し、共通の選好関数をもつので、エージェントに決定を委ね、彼等の主体性を完全に認めればよいわけで、プリンシパルにとってはコントロールの必要はない。完全な権限委譲の形態であるという意味において、本稿の構造モデルの特殊な場合となる。

IV-2. 権限委譲によるコントロール・システム

権限委譲の問題は、各エージェントにあるコントロール集合を与え、その中で自由に決定する権限を委譲するという分権化の特殊な形態である。エージェントは、プリンシパルより不確実な要因について、優位な情報をもっているため、集権的な意思決定よりも、このような権限委譲によって、組織の意思決定を改善（パレー

トの意味で) することが可能になるわけである。問題は経営管理の形態としての権限委譲の量をいかに定めるかということである。いま、構造モデルにおいて $E_{0i} = I$, $E_{ij} = 0 (i \neq j, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n)$ とし(ゼロコミュニケーション)、情報構造を $\eta_0 = \langle m_1, \dots, m_n \rangle$, $\eta_i = \langle y_i \rangle$ とし、コントロール関数を $d(m) = (d_1(m_1), \dots, d_n(m_n))$, $D = D_1 \times \dots \times D_n$, のような分離された形に限定する(生産インプット或は経営努力のような行為は考えない)。 $C_i \triangleq \{d_i(m_i) \in D_i | m_i \in M_i\} \subseteq D_i, i = 1, \dots, n$ とすればエージェント i は M_i の中のどんなメッセージでも選べるから、結果として C_i の任意の決定を選択できることになり、コントロール・メカニズム $d_i(\cdot)$ を定めることは、コントロール集合 C_i をプリンシパルが定めることと同じことになる(結果として、エージェントは、メッセージをプリンシパルに伝達する必要もなくなる)。結局、権限委譲が、コミュニケーションを通して構造モデルと等価になる。生産問題を取りあげてみれば状況はより明確になろう。エージェントは生産水準 d を決める部門の管理者であり、プリンシパルは本社の代表とする。製品価格は1であり、費用関数は、確率変数に依存して、

$$C(a, z) = d^2 - 2zd$$

である。エージェントは $\tilde{z} = \tilde{x} + \tilde{y}$ について、優位な情報を有し \tilde{y} の結果 y を知ることができるが \tilde{x} の結果 x については、どちらも知り得ない。

エージェントの方が \tilde{z} についてよい情報入手できるため、プリンシパルは決定をエージェントに委任しようとするわけであるが、選好関数が互に異なることが問題となる。両者の選好関数は、

$$F^P(d, z) = b_P \cdot d - d^2 + 2zd$$

$$F^A(d, z) = b_A \cdot d - d^2 + 2zd, \quad b_P < b_A$$

である。部門の方が、販売に重点を置くという意味で $b_A > b_P$ としてある。プリンシパルの問題は、どこまで d の選択をエージェントに権

限委譲するかということになろう。きわめて自然な条件のもとで、権限委譲による分権化を利用した意思決定の方が、エージェントを利用しない集権的意思決定よりもパレート最適性の意味での改善がなされることが示される[7][8]。このことは、分権化の方が集権化よりすぐれた管理形態であることを主張するものである。

IV-3. 誘因整合的コントロール・システム

権限委譲によるコントロール・システムでは、エージェントは、彼等の得た情報をプリンシパルに伝達する必要はないし、各エージェントの利益は他のエージェントの決定とは独立している。そうした意味で簡便な管理システムであるといえよう。しかしながら、このような構造的単純さの反面、情報伝達のコントロールが行なわれなため意思決定を改善する機会を失なう恐れがある。この欠点を補うより一般的な分権化の形態が誘因整合的コントロールシステムであるといえよう。

いま、あるプロジェクトの実行を採択するかどうかというような政策決定を迫られているプリンシパルを考える。プリンシパルは博愛的な決定者であり、各エージェントの効用を考慮にいたしたパレート最適な決定を実現したいと考える。対象となっているプロジェクトについての真の価値は各エージェントにとって異なり、彼等個人にとってのみ知り得ることであり、プリンシパルにとって把握することができないものとする。したがって、プリンシパルはプロジェクトに要する費用を分担する意思 (willingness) について各エージェントに尋ね、その報告に基づいて最終的な決定を下さざるを得ない。すなわち、プリンシパルはエージェントにとっての真の価値 y_i についての報告によってパレート最適を達成するための決定を行なわねばならないことになる。一方、エージェントは私的情報として有する自身の価値或は観測した結果についてメッセージとして報告しなければならない。

この際、エージェントは自分自身の効用を最大にする報告を行なうであろうが、この報告は自分を有利に導くような虚偽のメッセージであるかもしれない。プリンシパルがなんらエージェントのメッセージ伝達について、コントロールを行なうのでなければ、パレート最適な決定を実現することは不可能であろう。プリンシパルはエージェントが真実の報告をすることが、彼自身の最適なメッセージ戦略となるようなインセンティブ d_i を与えることによって、パレート最適な決定を実現しようとするわけである。公共的意思決定問題の立場から考えると、なすべき決定 d_0 は、いわばエージェントの報告に基づいた公共的決定ルールであり、インセンティブ d_i はエージェントに課すべき課税方式と呼ぶべきものである。このような管理方式を誘因整合的コントロール・システムと呼ぶことにする。このことを構造モデルの定式化によって説明しよう。図において、エージェント間はゼロコミュニケーション $E_{ij}=0 (i \neq j, i=1, \dots, n, j=1, \dots, n)$ であり、プリンシパルへのコミュニケーション $E_{0i}=I (i=1, \dots, n)$ だけが存在するものとする。更に構造モデルのフレームワークにおいては、

$$d=(d_0, d_1, \dots, d_n), \quad z=(y_1, \dots, y_n)$$

と考える。(ここでも生産インプット或は経営努力のような行為は考えない)。 y_i の値はエージェント i にとってのみ知ることができ、プリンシパルにとっては知ることのできないものである。エージェントとプリンシパルの選好関数を

$$F_i(d, z) = f_i(d_0, y_i) - d_i, \quad i=1, \dots, n$$

$$F_0(d, z) = \sum_{i=1}^n f_i(d_0, y_i) \quad \dots\dots(5)$$

とする。ここでは暗に i 以外の他のエージェントの観測値 (私的情報) がエージェント i の効用に依存しないことを仮定している。また $f_i(d_0, y_i)$ は d_0 の決定が行なわれたときの私的情報を有するエージェントの効用を示す関数となっている。

$$d_0^*(y) = \operatorname{argmax}_{d_0 \in D} \sum f_i(d_0, y_i) \quad \dots\dots(6)$$

と定義すると $d_0 = d_0^*$ でエージェントの最適メッセージ戦略が $m_i(y_i) = y_i$ のときに $E[\sum f_i(d_0(m(y)), y_i)]$ を最大にしパレート最適が実現されることは明らかであろう。したがって真実の報告を誘導するようなコントロール・メカニズム (d_0, \dots, d_n) をいかに定めるかということが最終的な課題となる。 $m_i(y_i) = y_i$ が、エージェントにとってドミナントな戦略を形成するとき、コントロール・メカニズム $d = (d_0, d_1, \dots, d_n)$ を強誘因整合的 (strong incentive compatible) コントロール・システムと呼び、ナッシュ均衡解となるとき弱誘因整合的 (weak incentive compatible) コントロール・システムと呼ぶことにする。したがって強誘因整合的コントロール・システムは、

$$y_i = \operatorname{argmax}_{m_i} [f_i(d_0^*(m_i, y_{-i}), y_i) + d_i(m_i, y_{-i})], \quad \forall y, \forall i \quad \dots\dots(7)$$

が成立するときであり、弱誘因整合的コントロール・システムは

$$E[f_i(d_0^*(y), y_i) + d_i(y)|y_i] \geq E[f_i(d_0^*(m_i, y_{-i}), y_i) + d_i(m_i, y_{-i})|y_i], \quad \forall y_i, \forall i \quad \dots\dots(8)$$

が成立するときである。

誘因整合的コントロール・システムは、Groves, Green, Laffont [11] 等によって深く研究されており、一般に Groves の解法 (Groves' scheme) として広く知られている。

IV-4. LQG (Linear Quadratic Gaussian) コントロール・システム

活動部門をエージェントとし、その決定行為を監視するモニターをプリンシパルと考える。構造モデルにおいて、 $E_{0i} = I$ $E_{ij} = I (i \neq j, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n)$ であるとする。したがって、エージェント間、並びにエージェントからプリンシパルへコミュニケーションが生じる。第一段階において、エージェント i は自分

自身の情報システムによって私的情報 y_i を入手し、その結果に関して自分を利するような報告 $m_i = m_i(y_i)$ をメッセージとしてプリンシパルと他のエージェントに伝達する。次にエージェント i は、第二段階において、私的情報 y_i と他のエージェントからのメッセージに基づいて最適な意思決定 (行為) a_i を行なう。更に、エージェントが、どういう行為を行なったかはプリンシパルにとっては、観測可能であるものとする。したがって、エージェントの情報構造は $\eta_i = \langle y_i, m_{-i} \rangle$ であり、プリンシパルの情報構造は $\eta_0 = \langle m_1, \dots, m_n, a_1, \dots, a_n \rangle$ となる。私的情報 y_i は、次のようなガウス分布

$$\begin{bmatrix} y_i \\ y_j \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_{ii} & Y_{ij} \\ Y_{ij}' & Y_{jj} \end{bmatrix} \right)$$

であり、エージェントの選好関数は

$$F_i = \frac{1}{2} a Q^i a' + a R^i y, \quad i = 1, \dots, n \quad \dots\dots(9)$$

という二次形式とする。但し、 $a = (a_1, \dots, a_n)$ $y = (y_1, \dots, y_m)$ である。 a_i, z_i はベクトルでもかまわないが、そのときには、表記法並びにベクトル計算を整合的に解釈する必要がある。プリンシパルはかかる状況において、いかにしてパレート最適なコントロール・メカニズムを実現できるであろうかと考える。したがって、プリンシパルの選好関数は

$$F_0 = \sum_{i=1}^n F_i \quad \dots\dots(10)$$

となろう。プリンシパルは各エージェントにインセンティブ d_i を与えることによってコントロール・メカニズム $d = (d_1, \dots, d_n)$ を設定する。このとき、 $d = (d_1, \dots, d_n)$ はプリンシパルがもっている知識 (情報構造) の関数である。このようなコントロール・メカニズムのうちで、最適なものが LQG コントロール・システムを形成する。

きわめて稀には、プリンシパルが、すべてのエージェントより優位な情報を所有できることがある。このことはすべてのエージェントの私的情報と行なった決定行為をプリンシパルが知

り得ることを意味している。より数学的に表現すれば、プリンシパルの情報は、エージェントの情報より finer であるといえることができる。この場合には、プリンシパルがエージェントの持っている知識をすべて入手することができるので、エージェント間のコミュニケーションは、プリンシパルにとって興味のないものとなる。プリンシパルにとってのエージェントの望ましい行動は $E[F_0]$ を目的とするチーム解 (パレート最適である) となることは明らかであろう。チーム解は、問題の情報構造が partially nested であればチーム理論より容易に求まる。したがって、エージェントが各々の情報構造に基づいて $E[F_i+d_i]$ を最適にする戦略がチーム解となるようなインセンティブ d_i を決定し、コントロール・メカニズムを作ればよいことになる。このコントロール・システムは、通常一意的には定まらないが、そのときは、まずインセンティブの与え方をプリンシパルの情報構造の二次形式のクラスで模索し、範囲を徐々に広げていくことが常套手段である。

プリンシパルが、エージェントの情報を完全には知ることができない場合を考える。プリンシパルにとっての望ましいチーム解は、エージェントのもっている情報の関数となるわけであるが、それらは、プリンシパルにとって知り得ない所となり、問題は複雑な様相を呈する。プリンシパルとエージェントの情報構造は先に述べたように $\eta_0 = \langle m_1, \dots, m_n, a_1, \dots, a_n \rangle$, $\eta_i = \langle y_i, m_{-i} \rangle$ であるものとする。説明を簡単化するため以下では、すべての変数はスカラーであり、エージェントは二人であるとする。

プリンシパルにとってのエージェントの望ましい行動は、各エージェントが、チームとして協力して目的 F_0 の達成にむけて行動することであると考える。このとき協力して働くエージェントにとって虚偽のメッセージを伝達する理由はなく、したがって真実のメッセージを前提とすれば、チーム問題は partially nested となり、チーム解は、次のようになる [12]。

$$\begin{aligned} m_i &= m_i^*(y_i) = y_i, \quad i=1,2 \\ a_i &= a_i^*(y_i, m_{-i}) = A_{ij}y_j + A_{ij}m_j, \quad i \neq j \\ A &= -(Q^0)^{-1}R^0, \quad Q^0 = \sum_1^2 Q^1, \quad R_0 = \sum_1^2 R^i \\ &\dots\dots(11) \end{aligned}$$

エージェントの行動は、ナッシュ均衡解に基づくものとすれば、プリンシパルはエージェントにとってのナッシュ均衡解がチーム解となるようにコントロール・メカニズムを設計しなければならない。すなわち、

$$\begin{aligned} &\operatorname{argmin}_{m_1(y_1), a_1(y_1, m_2)} E[F_1 + d_1 | y_1, m_2, m_1, a_1; m_2^*, a_2^*] \\ &= \{m_1^*, a_1^*\} \\ &\operatorname{argmin}_{m_2(y_2), a_2(y_2, m_1)} E[F_2 + d_2 | y_2, m_1, m_2, a_2; m_1^*, a_1^*] \\ &= \{m_2^*, a_2^*\} \\ &\dots\dots(12) \end{aligned}$$

が満たされねばならない。プリンシパルの情報構造は、 $\eta_0 = \langle a_1, a_2, m_1, m_2 \rangle$ であるから、これに基づいてインセンティブ $d_i(\cdot)$ を与えることによって、コントロールメカニズムを構築する必要がある。Chang and Ho [12] はもし真実の報告がナッシュ均衡解であるならば、一般化された囚人のディレンマによって、エージェントの私的情報 y_i を知ることができることを指摘した。したがって、プリンシパルの情報はエージェント 1 のインセンティブを考えるときには $\eta_{01} = \langle a_1, m_1, y_2 \rangle$ となる。

$\bar{F}_1 = E[F_1 | y_1, m_2, m_1, a_1; m_2^*, a_2^*]$ は (9) 式と (11) 式より、簡単な計算によって、 $\{a_1, m_1, y_1, y_2\}$ の二次形式となる。インセンティブ $d_1(\cdot)$ を η_{01} の二次形式によって与えれば、最適であるための必要条件は、

$$\begin{aligned} \partial/\partial a_1 E[\bar{F}_1 + d_1 | y_1, y_2] &= 0 \\ \partial/\partial m_1 E[\bar{F}_1 + d_1 | y_1] &= 0 \end{aligned}$$

となる。この式に m_1^*, a_1^* を代入して $d_1(\cdot)$ の二次形式の係数を求めればよい。まったく同様にして、エージェント 2 のインセンティブも求まる。このようにして、多くの場合 LQG コントロール・システムが得られる。

IV-5. モラル・ハザード(moral hazard)の コントロール・システム

前節までのコントロール・システムは、すべて組織メンバーの不確実な状態に関する情報の不齊一から生じる問題に対するコントロール・メカニズムを取扱ったものである。ここでは、エージェントの行なう行為の非可観測性によって生じる問題への対応を意図したコントロール・システムをとりあげる。

いま、エージェントが各々プリンシパルにとっては観測不可能な行為を行なうことによって金銭的成果を達成するものとする。多くの場合、行為は生産インプットであり、経営努力である。また、エージェントの行為は、彼自身にとってのみコストを生じ、他のエージェントにとって観測できない。したがって、各エージェントがどんな行為を行なったかは成果から推測することは不可能であるため、各々のエージェントは成果の変動を他のせいにして、非効率的行為をとりつくろふことができよう。したがって、プリンシパルは組織として効率的な行為を実行させるようなコントロール・システムの構築を図らねばならない。このような問題は労働集約的企業、経営者チーム、公認会計士のパートナーシップのような人的専門能力が主体となるような集団においてしばしば現われる。いま、 n 人のエージェントが存在し、各エージェント i ($i=1, \dots, n$) はプリンシパルにとって観測できない行為 $a_i \in A_i \subset \mathbb{R}^1$ を行ない、その結果として、成果(金銭的成果) $x(a): a=(a_1, \dots, a_n) \in A=A_1 \times \dots \times A_n \rightarrow \mathbb{R}^1$ が生じる。しかもそれが、各エージェントに分配されるという状況を考えよう。 $x(a)$ は、

$$x(a) = \sum_1^m x_k(a) \quad \dots (13)$$

となる会計システム $\{x_k\}: A \rightarrow \mathbb{R}^1$ 、によって観測されるものとする。いま、

$$\sum_1^n s_i(x_1, \dots, x_m) = x, \quad \forall x \in \mathbb{R}^1 \quad \dots (14)$$

となるような配分ルール $\{s_i\}: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^1$ を考え

る必要がある。この会計システムと分配ルールが、いわゆるコントロール・システムとなる。

構造モデルにおいて説明しよう。エージェント間は、ゼロコミュニケーション $E_{ij}=0$ ($i \neq j, i=1, \dots, n, j=1, \dots, n$) であり、 $E_{0i}=0$ ($i=1, \dots, n$) とする。また、 $X=X_1 \times \dots \times X_n, s_i(\cdot): X \rightarrow \mathbb{R}^1, m \triangleq \{(s_1(\cdot), \dots, s_n(\cdot))\} \ni (s_i(\cdot), \dots, s_n(\cdot)) \triangleq M=M_1 \times \dots \times M_n, d(m)=m, m \in m, d(\cdot)$ は関数空間 m から m への恒等写像とする。構造モデルにおいてはかかる状況であると考えることができよう。成果が不確実性を伴うときには明らかに $x(a)$ は $x(a, z)$ となることに注意されたい。

各々の情報構造に関しては $\eta_0 = \langle x_1, \dots, x_m \rangle, \eta_i = \langle \phi \rangle, i=1, \dots, n$ となる。ここで、自然の状態について、プリンシパルとエージェントは同質的信念を有するものとする。究極的に我々のめざす所は、構造モデルの定式化でいえば、エージェントのナッシュ均衡解として、パレート最適を達成するようなコントロール・メカニズムの構築にある。

まず状態に不確実性の存在しない場合を考えてみよう。エージェント並びにプリンシパルの選好関数は：

$$F_i(d, a) = f_i(a_i) + s_i(x_1(a), \dots, x_m(a)), \quad i=1, \dots, n$$

$$F_0(d, a) = \sum_{i=1}^n f_i(a_i) + x(a)$$

とする。問題は予算均衡化(14)式とパレート最適性：

$$a^* = \operatorname{argmax}_{a \in A} \left\{ \sum_{i=1}^n f_i(a_i) + x(a) \right\} \quad \dots (15)$$

を満足する解が $f_i(a_i) + s_i(x_1(a), \dots, x_m(a))$ のナッシュ均衡解となるようなコントロールメカニズム(分配ルール) $\{s_i(x)\}$ が存在するかということになる。このとき、単一の総合的成果を観測するだけでは、上記のようなコントロール・メカニズムは不可能であり、更に会計システム並びに分配ルールを行為の単調増加関数に限定すれば、少くとも n 個の測度(会計シ

テム)が必要となる[7][8]。このことは、効率性を保持するためには、自分自身の行為が他のエージェントの勘定(account)に影響を及ぼさないこと、すなわち、事実上組織を分割するような n 個の測度が必要であることを意味するものである。

次に、状態に不確実性を伴うとき、すなわち、エージェントの行為によって、ランダムな成果 $x(a, z)$ が生ずる場合を考える。単一のエージェントとプリンシパルのケースを考えるが、これはよく知られた Ross のモデル[13]である。プリンシパルとエージェントの選好関数を

$$F_0(d, a, z) = G(x(a, z) - s(x(a, z)))$$

$$F_1(d, a, z) = U(s(x(a, z)), a)$$

とする。我々の関心が、プリンシパルとエージェントにとってのパレート最適なコントロール・メカニズムであるならば、プリンシパルの選好関数を改めて、

$$\bar{F}_0 = F_0 + \lambda F_1, \lambda \geq 0$$

とすればよい。したがって、構造モデルの定式化では、

$$a = \operatorname{argmax} E[U(s(x(a, z)), a)] \dots \dots (16)$$

の拘束において、

$$E[G(x(a, z) - s(x(a, z))) + \lambda U(s(x(a, z)), a)] \dots \dots (17)$$

を最大化する $s(x)$ を求める問題となる。広く知られていることであるが、もしプリンシパルがエージェントの行為を観測することができ、エージェントの行為を強要できるならば、パレート最適な $s(x)$ は (パレートの意味で) 次善解となり、ここにモニタリングの利得が発生することになる。最適な $s(x)$ の満たすべき必要条件は簡単ではないが、標準的な変分法の手法を用いることによって導出される[7][8]。Holmström [7][8]は更に追加的情報が入った場合の最適分配ルールについて分析しているが、その結果は、きわめて価値のある成果である。

V. おわりに

本稿では、企業組織を情報処理システムという観点から把握し、情報とコミュニケーションの概念を明示的にとりいれることによって、分割された階層的ネットワークの運営メカニズムを規定した。更に得られた運営メカニズムに「エージェント理論」を導入することによってマネジメント・コントロール・システムの定式化を行なった。このようにして管理活動を情報に対応する活動として包括的に把握することが可能になるものと思われる。

得られた構造モデルは、組織成員に対する情報伝達行動のコントロールと投入行為のコントロールという二つの側面に焦点をあてたものであり、組織に内在する情報の偏在と目的の差異ならびに、投入行為の非可観測性の問題を理論化し、解決しようとしているものである。

また、この構造モデルから出発して、情報システム、情報伝達過程、選好関数、コントロール・メカニズムのクラスを特定化することによって、さまざまな状況に応じたコントロール・システムが得られることを示し、本稿のモデルとその定式化の有用性を明らかにした。

本稿における議論は、たんに企業組織だけにとどまらず、情報の偏在と目的の差異を内包したプリンシパルとエージェントによって創られる状況を対象にしたものであれば適用可能であり、きわめて汎用性高いモデルであると思われる。しかしながら、本稿で提示したものは、マネジメントコントロールシステムの基本構造の理論的定式化の大綱とでもいべきものであり、個別的具体的対象に対するこれに基づいた有意味で精緻な分析については、次の機会に譲りたい。

本稿の作成にあたって、愛知学院大学商学部専任講師、井上 正氏からいただいた有益な助言にたいし感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- [1] 今井賢一・伊丹敬之・小池和男:『内部組織の経済学』, 東洋経済, 昭和57年.
- [2] 土屋守章:『現代企業入門』, 日本経済新聞社, 昭和54年.
- [3] H. Simon: *Administrative Behavior*, Macmillan, New York, 1957. (松田・高柳・二村訳『経営行動』, ダイヤモンド社, 1965).
- [4] 西田耕三・野中郁次郎・坂下昭宜:『経営管理入門』, 有斐閣, 昭和53年.
- [5] 東田 啓:「帰納的決定理論を用いた情報システムの価値」横浜経営研究, III-3, pp. 58-68, 1982.
- [6] Y. C. Ho and K. C. Chu: Information structure in dynamic multi-person control problems, *Automatica*, vol. 10, pp. 341-351, 1974.
- [7] B. Holmström: On incentives and control in organizations, Ph. D. thesis, Stanford Univ. 1977.
- [8] 笹井 均・石垣春夫:「インセンティブ理論: Holmström “On Incentives and Control in Organization” について」, 早稲田大学情報科学研究教育センター紀要. vol. 1, pp. 55-69, 1985.
- [9] J. Marshak and R. Radner: *Economic Theory of Teams*, Yale Univ. Press, 1972.
- [10] Y. C. Ho and K. C. Chu: Team decision theory and information structures in optimal control problems, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, vol. AC-17, pp. 15-22, 1972.
- [11] J. Green and J. J. Laffont: *Incentives in Public Decision-Making*, North-Holland, 1979.
- [12] T. S. Chang and Y. C. Ho: Stochastic Stackelberg games: nonnested multistage multiagent incentive problems, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, vol. AC-28, pp. 477-488, 1983.
- [13] S. Ross: The economic theory of agency: the principal's problem, *American Economic Review*, vol. 63, pp. 134-139, 1973.

[ささい ひとし 横浜国立大学経営学部教授]