

組織におけるインセンティブと コントロール問題への数学的アプローチ

飯 田 博

は じ め に

日本的経営をめぐる論議が世界的規模でその輪が広がり、たとえば、生産性と小集団の関係、あるいは終身雇用、年功序列制度の特質などなど、海外の実務家、学者たちの関心は、一時期ではあるが、ブーム現象を起こしたといえる。

事実、海外における日本的経営の研究は、著作、論文の洪水を生み、その代表例とし、オーウチ (Ouchi, W.G.) の「Z理論」¹⁾とパスカル・エイソス (Pascale, R. J. and A. G. Athos) 共著の「日本的経営のアート」²⁾とが1981年に相次ぎ出版されるにおよんで、ブームは頂点に達した。論文も、ドラッカー³⁾ (Drucker, P. F.), シェーン⁴⁾ (Schein, H.) など高名な経営学者を筆頭に多彩な顔ぶれの研究が発表された。

しかしながら、ブーム現象も急速に沈静化段階に入ってきているのも事実である。つまり、経営と文化の関係についての冷徹な研究がその数を増し、異文化圏への日本的経営の移転がいかに困難であるか、あるいはそれを導入、実践した米国企業の失敗についての研究論文が発表され、「日本は古い米国の概念を輸出している」⁵⁾とか「日本的経営理論のジャングル」⁶⁾といったブームの反動とも理解できる考え方が目につくにいたった。

この事実は、とりもなおさず米国企業の自信の回復を示唆しているともいえる。つまり、米国経済の久方ぶりの回復基調を背景に、経営者も学者もこぞって経済先進国としての米国を意識し、日本を後発の先進国と位置づける風潮が

顕在化している。ナドラー (Nadler, N.) は「日本は米国から何を学んだか」⁷⁾という論文を発表し、米国人が思い出すことさえ忘れてしまったことを学んだに相違ないと、ある意味では自嘲的とさえいえる主張を展開している。

それはともかくも、情報化先進国としての米国が、つとに企業経営にかかる情報最適利用を目指した経営情報システム (Management Information System—MIS) のデザイン・実用化をはじめとして、昨今のオフィス・オートメーション (Office Automation—OA)⁸⁾にいたるまで、この分野における実績は多大であり、日本への影響が極めて大であったことも確かである。

こうした先進的な発想とその展開を支援してきた学術研究の役割には極めて大きなものがある。本稿では、米国経済の昨今の回復と決して無縁ではない米国企業組織における幾多の革新努力を支えてきた関連学会の協力の一側面として、企業を含めた組織の活力の源泉としてのインセンティブ (Incentive) とコントロール (Control) に関する研究とその成果とをとりあげ、考察を試みることにする。

インセンティブ問題を学問的にとりあげ、モデル化を試みた先駆的研究者として、グローブス (Groves, T.) は、1960年代末から多くの論文を発表してきた。たとえば、「チームにおけるインセンティブ」⁹⁾は、同一主題の研究に取り組む研究者には大きな示唆を与える論文として有名である。

さらに目を引くのが、ホルムストロム (Holmström, B. R.) の学位論文「組織におけるインセンティブとコントロールについて」¹⁰⁾である。その他多くの研究者たちの論文、著作を概観しながら、主題についての解題的考察と展望とを試みるのが本稿の意図でもある。

1. 組織におけるインセンティブ問題

組織におけるインセンティブ問題 (Incentive Problem) の研究を動機づける必要性が特別に論議されなければならないという風潮が米国の産業界なり学界にあるわけではない。しかしながら、米国経済に一種のかげり現象が顕在化し

た1970年代中期から、この問題をめぐる論文が数多く発表され、ブーム的賑わいをみせるにいたった事実からすれば、少なくとも文献的には多くの支持を得てきた問題として認知することができる。こうした過程にあって、インセンティブ問題がどうした取り扱い方、あるいはアプローチによって展開されてきたかといえ、そこには統一された概念として、あるいは論理的枠組の確立を目標とした研究は少なく、いわゆる理論形成的研究は1970年代後半になって一般化したといえることができる。

理論的研究の代表例として多くの関心を集めた研究のひとつとして問題になり問題にされてきているのが、前記のホルムストロムの「組織におけるインセンティブとコントロールについて」と題する学位論文である。本稿ではこのホルムストロム論文の解題を中心に主題に関する理論研究を展開することにする。

インセンティブ問題は多様な組織状況において発生するわけで一様ではない。例えば、組織の構成員はそれぞれが異なった情報をもっており、それぞれの情報にもとづいて行動するとした場合、意思決定者は当然のことながらインセンティブ問題に遭遇することになる。つまり組織構成員はすべて意思決定に必要な情報と生産に必要なインプット (input) という2種類のサービスを組織に提供できる私利的かつ経済的エージェント (agent) であるといえる。エージェント、つまり組織構成員はそれぞれの利益に応じて行動し、彼らの利益が組織の利益と異なっているのが一般的であるとすれば、エージェントが遂行する前述の2種類の職務はコントロールされなければならない。ウィーナ (Wiener, S.) によれば、コントロールは「通告 (message) を受ける人の行動を有効に変えるような通告を発すること。」であるとされる。

従って組織は、その存立のためにも適切なインセンティブあるいはコントロール・システムをデザインしなければならない。その展開はエージェントをして組織の目標にできるかぎり緊密に適合させることにある。この場合、問題の発生源はといえば、それは情報の不均斉にある。意思決定する場合、エージェントが自分自身の利益のために真の情報を第三者に伝えようとする意識が誘発

されるのでなければ、誰も彼らの提供する情報を当てにすることはできない。同様に、インセンティブ・システムの適用がなければ、エージェントの行動が観察不能であると想定した場合、彼らの生産に対する相応のインプット量の提供を信頼することも不可能である。このことは、エージェントの行動についての不当に限定的な見方を示している。特に道徳的あるいはその他の理由でインセンティブ・システムなしにエージェントをして組織目標に適合させうる可能性がまったく無視されている。このことはエージェントの選好が富だけに依存すると仮定された場合にとくに顕著である。

多くの視点からも、(1)意思決定におけるインセンティブ問題と(2)生産的インプット供給におけるインセンティブ問題という2つのカテゴリーは極めて異質的であるといえる。前者においては状況的不確実性に関する不均斉な情報が問題の原因であり、後者では戦略的不確実性が問題になる。従って、これら2つの問題類型の分析が異質的であるのは当然である。それ故、インセンティブ問題に関する研究のほとんどが、純粋な形では両類型のいずれか一方を専門的あるいは排他的にあつかってきている。しかし、実際的には、両類型の問題が常に同時に発生するわけで、それらはむしろ複雑にからみあう場合が多いとさえいえるのである。

換言すれば、純粋な意味での意思決定インセンティブ問題は、実態的で諸困難の原因であると仮定される生産的インプットが存在しないことを意味している。また、純粋な生産インプット・インセンティブ問題は、不確実な状況についての異なった情報が存在しないとすれば、エージェントが利用されるのはただ単に彼らの生産的インプットだけであることを意味している。さらには、これら2つの問題が首尾一貫して複雑にからみあうとしても、同一のインセンティブ・システムがエージェントに真実を伝えさせ、生産的インプットを適切に供給させるという両面で利用可能であることが明らかになる。

こうしたインセンティブ問題の理論と実践との間に存在する矛盾を認め、特殊なモデルの構築のために統一的枠組を設定する試みが、インセンティブ問題の一般的定式化を顕在化させるのである。

2. インセンティブ問題の一般的定式化

ホルムストロムの研究から要約的にこの問題を説明すれば、決定空間 (decision space) とよばれるあらかじめ特徴づけられた代替集合 D に属するとされうる決定 (decision) d が存在すると仮定される。そしてある決定過程 (decision process) は、一般的に定義域 $m \in M$ から最終決定 $d(m) \in D$ への写像 $d: M \rightarrow D$ と記述可能になる。

そこで、 n 人の参加者を得ての意思決定諸過程 (decision processes) について考えてみると、次のような記述が可能になる。すなわち各参加者 (i) ($i=1, 2, \dots, n$) は、 i のメッセージ空間 (i 's message space) とよばれる参加者自身の代替的メッセージ M_i の集合からメッセージ m_i を選択する。そして最終意思決定は、決定関数 (decision function) $d: M \rightarrow D$ を経て、メッセージ n 個の組 $m = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ によって決定される。ここでの $M = \prod_{i=1}^n M_i$ は直積メッセージ空間 (joint message space) とよばれる。つまり決定過程とはメッセージの組 m に対し決定 d を決定するルール $d(m)$ である。もしも、決定関数 d が m_i より多い複数メッセージに依存するなら、その意思決定過程は分権的決定過程 (decentralized decision process) とよぶことができる。決定過程 $d(m)$ とその定義域であるメッセージ空間の組合せ $N = (d, M)$ を決定メカニズム (decision mechanism) という。

ある不確実な状況に直面しながら、決定関数 d を選択しなければならないプリンシパル (principal) とよばれる単一の意思決定者、いわゆる経営者あるいは管理者 (以後、プリンシパルと呼称する) の問題について考察してみることにする。不確実性は、確率空間 (Z, F, P) によって特徴づけられる。この場合、自然状態 (state of nature) を z で表わし、 Z を z の全体の集合とし、 z は Z の中にある確率で分布している。そこで Z の部分集合 A を与えると、 z が A に属する確率 $P(A)$ が定まり、 F を A のような部分集合の族 (集合を要素とする集合) とする。 P を Z の部分集合に対応する確率測度 ($0 \leq P(A) \leq 1$, $P(Z) = 1$) とする。実際には、 P は F に属する事象 (部分集合) に関するプリンシパルの

主観的確率測度である。

ここでの問題の構造上の主要な特徴は、自然状態についていくつかの個人的情報を所有する n 人のエージェント (i) ($i=1, 2, \dots, n$) を利用可能なことである。このことを数学的に表現するためにまず使用する記法について説明することにする。

$z \in Z$, つまり自然状態は実際 Z のどの元であるかは確率をとまって表わされる。この意味で z で表わす。エージェント (i) が独自の方法で z を観測し、その情報を y_i とする。 y_i 全体の集合を Y_i とするとき、 z は確率変数であるので y_i も当然ある確率で Y_i に分布していると考えて、 y_i も確率変数として y_i のように表わす。

上述のことを上記の記法を用いて表現すれば、各エージェント (i) は、 z についての情報を供給する確率空間 (Z, F, P) を明示する y_i の結果を観測していることになる。このことに対する数値例を以下に紹介する。

《例1》 各 z に対し、対応する y_i が唯一に定まる場合：
 z が2つの数の組で

$$Z = \{(1,0), (1,0), (1,1), (1,2), (2,1)\}$$

とする。エージェント(1)が z の第一番目の数のみを観測したとすれば

$$Y_1 = \{0, 1, 2\}$$

であり、 Z の各元 z が一様に $1/5$ の確率で分布しているとすれば

$$A = \{(1,0), (1,1), (1,2)\} \subset Z$$

に対して、 $P(A) = 3/5$ で、また $y_1 = 0, y_1 = 2$ の確率はそれぞれ $1/5$ であるが $y_1 = 1$ の確率は $3/5$ となる。

《例2》 各 z に対し、対応する y_1 が唯一に定まらない場合：

$z = \tilde{x} + \tilde{y}$, \tilde{x} は各 $1/3$ の確率で $0, 1, 2$ の値をとり \tilde{y} は各 $1/2$ の確率で $0, 1$ の値をとるものとする。このとき \tilde{z} の確率分布表は

Z	0	1	2	3
確 率	1/6	1/3	1/3	1/6

となる。エージェント(1)は y のみを観測するものとすれば $\tilde{y}_1 = 0, y_1 = 1$ となる確率は共に $1/2$ であり、 $y_1 = 0$ という観測値を得たとき z の確率分布は $z = 0, 1, 2$ にそれぞれ確率 $1/3$, $y_1 = 1$ なら $z = 1, 2, 3$ に確率 $1/3$ で分布する。これらはすべて条件付き確率である。このことは、次の様に解することも可能である。すなわち、 \tilde{z} の分布は上記の表に示すとおりとすると、エージェント(1)の観測では、観測値 y_i が次の様になると考える。 $z = 0$ のとき $y_1 = 0$, $z = 3$ のとき $y_1 = 1$, $z = 1$ のときと、 $\tilde{z} = 2$ のときには、各 $1/2$ ずつの確率で $y_1 = 0$ または $y_1 = 1$ である。

これらの数値例を一般化してみることにする。単純化のため Z, Y_i にそれぞれ独自の標準的測度 dz, dy_i があるものとして確率密度によって表現すると、観測によって得られる y_i は \tilde{z} の値 z によって定まるある確率密度 $p(y_i | z)$ で Y_i に分布する。このとき、 \tilde{z} の確率密度を $p(z)$, \tilde{y}_i の確率密度を $p(y_i)$ とす

れば

$$\int p(z)p(y_i | z)dz = p(y_i)$$

である。

逆に $\tilde{y}_i = y_i$ としたときの \tilde{z} の確率分布 $p(z | y_i)$ は

$$p(z | y_i) = \frac{p(z)p(y_i | z)}{p(y_i)}$$

で与えられ、 $\int p(y_i | z)dy_i = 1$ だから

$$p(z) = \int p(y_i)p(z | y_i)dy_i$$

が成立する。

上述の様な理由で、プリンシパルは、意思決定を分散（分権）化する決定メカニズム $N=(d, M)$ を限定することにより、意思決定過程でのエージェントの利用に関心をもつ。その理由は、エージェントのメッセージは、標準的にこれらエージェントたちのすべて、あるいは一部分に符号する可能性をもつからである。

生産面におけるインセンティブ問題の特徴を明確に表現するためには、各エージェントに、さらに進んで生産的インプット $a_i \in A_i$ について意思決定させればよい。 a_i はまた、エージェントが独自に a_i レベルの集合を作ることができるのであれば、決定 d の一部としてモデル化が可能である。 A_i はエージェ

ント (i) の生産集合 (i's production set) とよばれると同時に, $A = \sum_{i=1}^n A_i$ は直積生産集合 (joint production set) とよばれる。そして A の一般的要素を $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ と表現するからには, 決定 d はエージェントたちが a を選択する以前に, 決定 d が彼らに知らされていると仮定する。プリンシパルはどんな決定メカニズムを採用すべきなのか。これこそ提起されなければならない主要な問題である。プリンシパルが直面する問題は, 各エージェントが, プリンシパルの選好関数 (preference function) $F_0: D \times A \times Z \rightarrow R^1$ (実数) によって異なってくる選好関数 $F_i: D \times A \times Z \rightarrow R^1$ にしたがって, 自分自身の自己利益にのっとり行動するだろうということである。決定メカニズムの選択がいかに特定のであっても, これにエージェント間の非協力的ゲームに帰着することになるだろう。

そこで, このことを不完全情報のゲームとしてモデル化することにすれば, エージェントが a_i の決定時に d を知っているとは仮定できるなら a_i は d に依存していると考えられるから, あるエージェントの戦略 (strategy) は一対関数 $(m_i(y_i), a_i(y_i, d))$ になる。そしてナッシュ均衡 (Nash equilibrium) が, エージェントの行動の適切な記述を用意し, プリンシパルに異なった決定メカニズムを評価するための基礎を与えると仮定可能になる。

そこでプリンシパルの問題を正確に定式化してみることにする。

そのためには, エージェントたちがそれぞれ他のエージェントの選好関数 F_i と個人情報 (もちろん結果ではない) の関数形式を知っているという仮定が必要である。またエージェントたちは, 確率空間 (Z, F, P) についての仕様について含意しなければならない。これらの仮定は, これまでの多くの研究からも正当化可能であり, 情報のすべての差異を合同させるための確率空間の十分な増大が可能であるとする概念に依拠することもできる。しかし, 場合によっては, エージェントたちが優勢な戦略を有することになるかも知れない故, これらの仮定は不必要になる。その場合, エージェントたちは, 他のエージェントの情報の構造と選好について完全に無視することになるだろう。このような場合の不完全情報のゲームは通常, “ゲーム” とはよばない。

決定メカニズム $N=(d, M)$ が与えられると、ナッシュ均衡は、一対関数または戦略のセット

$$\{(\bar{m}_i(y_i; N), \bar{a}_i(y_i, d; N))\}_{i=1}^n$$

として定義され、以下の条件を満足させる。

[1] あらゆる $(m_i, a_i) \in M_i \times A_i$, あらゆる y_i , そしてあらゆる $i=1, 2, \dots, n$ に対して

$$E[F_i(d(\bar{m}(y; N)), \bar{a}(y, d; N), z) \mid y_i] \geq$$

$$E[F_i(d(\bar{m}^{-i}(y; N), m_i), (\bar{a}^{-i}(y, d; N), a_i), z) \mid y_i]$$

である。

ここで再び記法の説明をすることにする。

$$\bar{m}(y; N) = (\bar{m}_1(y_1; N), \bar{m}_2(y_2; N), \dots, \bar{m}_n(y_n; N))$$

$$\bar{a}(y, d; N) = (\bar{a}_1(y_1, d; N), \bar{a}_2(y_2, d; N), \dots, \bar{a}_n(y_n, d; N))$$

である。片文字 $-i$ は第 i 番目の成分が削除されたベクトル，たとえば $\bar{m}^{-i} = (m_1, m_2, \dots, m_{i-1}, m_{i+1}, \dots, m_n)$ を表わす。 (\bar{m}^{-i}, m_i) と (\bar{a}^{-i}, a_i) はその i 番目に m_i, a_i を代入したものを表わす。選好関数の変数中，決定と戦略は情報の組 y_1, y_2, \dots, y_n で定まる。そのうち y_i 以外は，エージェント (i) にとっては確率変数である。選好関数はまた直接 z の関数でもある。その意で条件付き期待値 $E[f(z) | y_i]$ ($f(z)$ は一般的な z の関数) をとる。

$E[f(z) | y_i]$ は，確率変数 \tilde{y} の観測値が y_i であるという条件下で条件付き期待値を表わす。つまり z が z_1, z_2, \dots, z_k の有限個とすると， $y=y_i$ という条件下での確率 $p(z_j | y_i)$ を用いれば

$$E[f(z) | y_i] = \sum_{j=1}^k f(z_j) p(z_j | y_i)$$

である。一般には z は有限個とはかぎらないので条件付き確率分布 $p(z | y_i)$ により

$$E[f(z) | y_i] = \int f(z) dp(z | y_i)$$

と積分で表わされる。

つまり

$$\bar{m}(y; N) = (\bar{m}_1(y_1; N), \bar{m}_2(y_2; N), \dots, \bar{m}_n(y_n; N))$$

$$\bar{a}(y, d; N) = (\bar{a}_1(y_1, d; N), \bar{a}_2(y_2, d; N), \dots, \bar{a}_n(y_n, d; N))$$

がナッシュ均衡であるとは、プリンシパルによって与えられた決定メカニズムと、エージェントが戦略 $\bar{m}_i(y_i; N)$, $\bar{a}_i(y_i, d; N)$ を選んだとき、各自の選好関数の条件付き（各自の情報による条件のもとで）の期待値が各エージェントにとって極大になる。すなわち、各自が自分自身の戦略を m_i, a_i に変更しても他が不変ならば期待値は増加しない故、各エージェントにとって戦略のセットである、といえる。

簡単に言えば、ナッシュ均衡とは、各エージェントが情報 y_i と決定メカニズム $N = (d, M)$ により自分の利益、選好関数の期待値を極大にしようという戦略にほかならない。

それぞれの N に対してナッシュ均衡が存在すると仮定することもあるが、一般的には、いかなる決定メカニズムに対してもナッシュ均衡が成立するわけではない。ナッシュ均衡が成立するとき、許容的 (admissible) という。

そこで、プリンシパルがいくつかの異なった決定メカニズムの中から、選択を行なおうとする場合、その行為は許容的決定メカニズムのセット n によって制限される。なお、このセット n についてはより簡単に説明する必要がある。

こうした考え方から、プリンシパルの問題を次のように表現することが可能になる。

分権問題 (Decentralization Problem). この問題は、

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

を極大にするような決定メカニズム $N \in n$ を選択することに帰着するし、 $(\bar{m}(y; N), \bar{a}(y, d; N))$ は〔1〕での定義のように各々の N に対してナッシュ

均衡である。つまり、分権問題においては、プリンシパルが許容的決定メカニズム N を選択すると、各エージェントはナッシュ均衡となる戦略を選び、これによって $E[F_0(d(\bar{m}(y; N), \bar{a}(y, d(\bar{m}(y; N))); N), z)]$ も決定し、プリンシパルの選好関数の期待値を極大にすることになる。

もしも、複数個のナッシュ均衡が存在するとすれば、プリンシパルが自分の最適化問題のための基礎として、複数のナッシュ均衡から一個を選択するだろうと仮定する。

先に定義したプリンシパルの問題の検証にはもう一つの方法がある。 $d_0(y) = d(m(y; N))$ と $a_0(y) = \bar{a}(y, d_0(y); N)$ としてみよう。エージェントの観測 $Y = \prod_{i=1}^n Y_i$ から $D \times A$ への写像である関数関係 $(d_0(y), a_0(y))$ は、結果関数 (outcome function) とよばれる。結果関数は、ある特別な情報 $y \in Y$ が得られる場合、どんな一対の決定・生産が結果として生じるかを告げる関数である。もし、ナッシュ均衡において、特別な結果関数をもたらす決定メカニズム $N \in n$ が存在するなら、結果関数は、達成可能的 (attainable) とよばれる。つまり、結果関数が達成可能的であるとは、関数 $(d_0, a_0): Y \rightarrow D \times A$ が実際にある許容的な決定メカニズム N とナッシュ均衡解 (\bar{m}, \bar{a}) の結果関数になっていることである。

また、達成可能的結果関数のセットを O で表わすと、プリンシパルの問題を次のように同意義的に記述することも可能になる。すなわち

$$[3] \quad E[F_0(d_0(y), a_0(y)), z]$$

を極大化する結果関数 $(d_0(y), a_0(y)) \in O$ を発見するか、遂語的には、最良の達成可能的結果関数を発見することである。

分権問題は、その解を導びく点からすれば、不可能ではないまでも、時としては単に一連の達成可能な結果関数を特定することにとどまることになる。と

はいえ、この問題は、決定メカニズム $N=(d_0, Y)$ が $\bar{m}_i(y_i)=y_i$ ($i=1, 2, \dots, n$) そして $\bar{a}(y, d_0(y))=a_0(y)$ であるようなナッシュ均衡をもつ場合、あるいはその場合に限って結果関数 $(d_0(y), a_0(y))$ が達成可能であるとする観察によって慎重に単純化される。そこで、この問題を単純化するために次の様な定理を導びくことが可能である。

《定理》 結果関数 $(d_0(y), a_0(y))$ が達成可能であるための必要十分条件は、 $N=(d_0, Y)$ なる決定メカニズムがナッシュ均衡解 $\bar{m}_i(y_i)=y_i$, $\bar{a}(y, d_0(y))=a_0(y)$ をもつことである。

《証明》 十分性は、ナッシュ均衡解 $\bar{m}_i(y_i)=y_i$, $\bar{a}(y, d_0(y))=a_0(y)$ は同一の結果関数をもたらす故、自明。必要性は、 $\bar{m}(y, N)$, $\bar{a}(y, d; N)$ を決定メカニズム $N=(d, M)$ に関するナッシュ均衡解とする。また $d_0=d \circ \bar{m}$ なる d_0 に対して、 $d_0(y)=d(\bar{m}(y); N)$, $a_0(y)=\bar{a}(y, d_0(y); N)$ となるから、あらためて決定メカニズムを $N_0=(d_0, Y)$ と考えれば、 $m_i(y_i)=y_i$, $a(y, d_0(y))=a_0(y)$ がナッシュ均衡解になる。

必要性では、決定メカニズムとメッセージを合成したものを決定メカニズムと形式的に解釈し、情報そのものをメッセージとする、すなわち情報はそのまま上司につつぬけという決定メカニズムを考えればよいということを意味している。従って N_0 は解析の都合で考えた形式的な決定メカニズムであり、現実への適用では、メッセージを Y そのものにとることができるかというのは一つの研究課題でペナルティーをつけるとか、ボーナスをつけるというような決定メカニズムが考えられる。よって、この定理は解析を単純化してインセンティブ問題の本質にせまるように設定する方法と考えればよい。

換言すれば、この定理は、決定関数であり、エージェントがナッシュ均衡解において真実を述べることを確認する結果関数の決定部分 $d_0(y)$ を導くことに

より達成可能性のチェックが可能になる，ということになる。

これはまた，プリンシパルが常に分権問題において $M=Y$ とするが故，彼の問題が，決定関数の調査を減少させることをともなうことになる。これらの単純ではあるが重要な事実は，結局は繰り返し使用されることになる。

ここでいう定式化には，異なった決定メカニズム適用に要する明白なコストが含まれていないことに留意されたいわけである。特に，メッセージ空間 M に関しては，精巧な決定メカニズムであればあるほど，より多くのコストがかかると想定させる。

3. 一般的定式化の特別なケース

次いで，上述の特別のケースについて述べることにする。

チームにおける分権 (Decentralization in Team)

すべての優先関数 F_i ($i=0, 1, \dots, n$) が等しいならば，プリンシパルとエージェントはチームを形成したことになる。チーム問題は，Radner¹¹⁾の論文の中で最初に議論されたわけであるが，それ自体潤沢にして貴重な理論を導びいている。チーム問題においては，各エージェント (i) は，決定 d_i ($i=0, 1, \dots, n$) の担当であるが故， d は $d=(d_0, d_1, \dots, d_n)$ と記述される。全員が同一の目標関数を持っているならば， a_i を決定 d の一部であるとするのが可能である。エージェントは自然状態 z についての信号 y_i を受け取り，その結果，特別なコミュニケーション構造にしたがってこの情報のいくつかを他のエージェントに伝達する。オリジナル情報と伝達された情報とが一緒になった情報システムを形成するが，これは簡単にいえば，自然状態から各々のエージェントの情報状態（すなわち Z の $n+1$ 分割）への写像でしかないのである。

チーム理論の中心的問題は，異なった情報システムに対するチームの最適決定関数 d を決定することである。これにもとづいて，代替的情報システム全体にわたる最適決定メカニズムの評価を得るべく比較され得るのである。こうし

た枠組においては、ある特別な情報システムへの限定が許容的決定メカニズム n のセットを束縛することによって考慮されうることになる。各エージェントは同一の優先関数をもっているわけだから、(1)いかなる最適チーム決定関数に対しても、エージェントたちのメッセージ戦略はナッシュ均衡を構成する。

(優先関数が凹なら、ナッシュ均衡が最適チーム決定関数を与えることが知られている。) (2) エージェントよりはむしろプリンシパルに決定関数 $d_i(\cdot)$ を選択させることにより問題構造の効果的变化をもたらすことにはならない。このような理由で、チーム理論は一般的定式化の中に完全に組み入れられてしまうのである。

チームにおいてはインセンティブ問題は生じないとする定義もある。しかし、分権的意思決定との関連において異なった情報を明快に認知し、モデル化した初期のチーム理論がインセンティブ理論の発展のための基礎となり、最近の研究に対する先駆的役割を果たした。

権限委譲 (Delegation)

別の特別なケースが起こるのは、 $d(m) = (d_1(m_1), d_2(m_2), \dots, d_n(m_n))$ を成立させるべく決定関数を制限する場合である。それは、各々のエージェントが、決定の単独部分を割り当てられ、それによって自分自身のメッセージを通して決定に影響を与え得ることを意味している。そうであれば、そこには情報の交換の必要はない。このことはまた、無意味なコミュニケーション・システムに関連するチーム問題と符号する。従ってチームの問題解決は、プリンシパルがいかに理想的に彼のエージェントたちの助力をとりつけ、解決に当たるかという上位限界を明確に規定することになる。つまり、エージェントの協力を最良に得る上限がチーム解になる。

これまでの議論から明らかになる理由により、前述の形式についての個別的決定関数を通じての分権を権限委譲とよぶことができる。権限委譲は極めて一般的に採用される分権化手続きである。

公的意思決定のための選好をめぐる意外な事実

最近、多くの研究が、公的意思決定のためのメカニズム設計の問題に集中しているが、そのメカニズムは個人の選好が不明な場合においてさえパレート最適性的 (Pareto optimal) 結果を生むとされる。その基本的概念は、諸個人に対して、 y_i によって助変数させる彼らの選好を問うことにある。すなわち、公的意思決定を決定関数 $d_0(m)$ に従がわせることである。つまり、個々人が真実を伝える、換言すれば、もしも $m_i = y_i$ ならば、決定関数はパレート最適になるからである。そして、最終的には、個々人に、租税関数 $d_i(m)$ の妥当な選択によって真実を伝えるように誘導する。租税関数とは、いうまでもなく個人の政府に対する支払いである。個人は、富において線型的である選好関数を持つと多くの研究によって仮定されているから、移転支出は、 d_0 のパレート最適に影響を及ぼすことはない。こうした枠組に準拠するならば、この問題は次の様に記述することが可能である。

$$d = (d_0, d_1, \dots, d_n)$$

$$\tilde{z} = (\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_n)$$

$$F_i(d, z) = F_i(d_0, y_i) - d_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$F_0(d, z) = \sum_{i=1}^n F_i(d_0, y_i)$$

上式において、租税額が0になるようなことさえなければ、租税関数は F_0 には含まれず、従って、 d_0 だけが有効になっている。合計が0になる租税が存在し、有効な結果関数 d_0 が達成されるか否かの問題は、予算均衡問題として知られている。(一般的に、その解を得るのは不可能である。)

グローブスは租税関数 $\{d_i\}$ の存在を明示し、これが自分の真の選好を示す各個人にとっての支配的戦略になるのである。それ故、その問題を不完全情報のゲームと見なす必要はさらさらない。しかしながら、もしも個人が、彼らの選好についての部分的情報しか提示できないとか、あるいは、研究者が予算均衡問題とよばれるグローブスの概念をもってして困難性の中のひとつだけを削減したいと願うとか、といった場合、妥当な定式化は不完全情報のゲームの形式をとることになる。

道徳的危険 (Moral Hazard)

道徳的危険は生産的インプットの供給をめぐるインセンティブの純粋な問題を説明する。こうした生産への投入を単純化への“努力”(effort)とよぶとする。さらにエージェントがただ一人だけおり、プリンシパルとエージェントの両者が自然状態について同一の信念をもつとする。そして、エージェントの努力 a が、これまた自然状態 z に依存する金融的結果 $x(a, z)$ を決定する。だとすれば、その問題が、エージェントに対するインセンティブあるいは分け前のルール (sharing rule) $s(x)$ を決定することになり、そしてそれはインセンティブから供給努力にともなう利益を包含する危険負担と利益を均衡させることになる。形式的に $G(w)$ と $U(w, a)$ とをそれぞれ富と努力に対するプリンシパルとエージェントとの効用関数 (utility function) とする。仮に、エージェントが z について優れた情報を持たないという理由で、プリンシパルが自分自身でくだすことができる意思決定 d_0 は、分け前のルール $s(x)$ の選択に他ならない。

選好関数は次のように記述することができる。

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

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

よって、プリンシパルの問題は次の様に記述することが可能である。つまり

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

$$E[U(s(x(a, z)), a)] \geq \bar{U} \text{ なる } a \text{ に対し}$$

$$E[G(x(a, z) - s(x(a, z)))]$$

が極大になるように $s(x)$ を求めればよいのである。 $(\operatorname{argmax} E[\cdot])$ は $E[\cdot]$ を極大にする変数の値)

最初の制約は、ナッシュ均衡条件である。そして第2の制約は許容的決定 $s(x)$ に対する制限であり、それは労働市場における均衡によって強いられると考えるのである。

お わ り に

インセンティブ問題の数学的解析という試みの一般化に演じたホルムストロムの貢献は多大であるといえる。これまでの考察を通じていえることは、インセンティブ問題の枠組設定にあたって求められるのが自然状態の重視であり、そうした前提にたってはじめて数学的解析の円滑な展開が容易になることが明らかになる。

また、枠組設定の合理性は、プリンシパル、すなわち経営者や管理者によって代表される組織の意思決定者がその重要な職務として演じなければならない効率的決定ルールの設定に対して許容可能な概念につながることを示唆される。意思決定ルールの設定におけるプリンシパルとエージェントとの関係の複雑なからみあいを見捨てることはできないが、効率的ルールを導びく最重要要素がプリンシパルの態度である。つまりエージェントの満足が期待できるような意思決定ルールの設定に努めるプリンシパルの態度である。具体的には、プリンシパルのエージェントに対する権限委譲の態度である。

換言すれば、組織において最適意思決定を果たすためには、最適情報の確保が不可欠である。こうした前提にたって、エージェントがよりよい情報をもつと想定される場合、彼らにある自由度を与える、いわゆる分権的発想を行使した方が、プリンシパルが彼自身をもつ情報のみで意思決定するよりもよりよい選好期待値が望めることが数学的解析を通して証明可能になる。

いずれにしても、不完全あるいは不確実情報のもとでの意思決定ルールの設定を思考する上で、プリンシパルとエージェントの関係は極めて重要な意味をもつわけであり、意思決定者としてのプリンシパルがとるべき態度としてのインセンティブとコントロールのあつかい方は、組織の将来を決定づける重要な課題であるといえる。

デシジョン・ルールに関する数学的解析は次の機会にゆずることにし、本稿ではその前提としての主題についての考察にとどめることにする。

参 考 文 献

- 1) Ouchi, William G., Theory Z: How American Business Can Meet the Japanese Challenge, Reading Mass: Addison Wesley, 1981. (オオウチ, W. G 著 徳山二郎監訳「セオリ－Z」(CBSソニー出版, 1981.)
- 2) Pascale, Rochard Tanner and Anthony G. Athos, The Art of Japanese Management: Applications for American Executives, New York: Simon and Schuster, 1981. (リチャード, T, パスカル・アンソニー, G. エイソス著 深田裕介訳「ジャパニーズマネジメント」講談社, 1981.)
- 3) Drucker, P. F., "Behind Japan's success," Harvard Business Review, January/February 1981, pp.83-90.
- 4) Schein, H., "SMR Forum: Does Japanese management style have a message for American managers?" Sloan Management Review, Fall 1981, pp.55-58.
- 5) Kuzela, L., "Japan exports an old U.S. idea," Industry Week, April 18, 1983, pp.60-62.
- 6) Keys, J.B. and T.R. Miller, "The Japanese management theory jungle," Academy of Management Review, April 1984, pp.342-353.
- 7) Nadler, L., "What Japan learned from the U. S.," California Management Review, Summer 1984, pp.46-61.
- 8) 拙稿「オフィス・オートメーションの幻想と現実」情報科学, 昭和52年10月号22-29頁
- 9) Groves, T., "Incentives in teams," Econometrica, 1973, pp.727-738.
- 10) Holmstrom, B.R., "On Incentives and Control in Organization," unpublished dissertation, Graduate School of Business, Stanford University, Sanford, California, December, 1977.
- 11) Radner, "Team decision problem," Annals of Mathematical Statistics, 1962, pp.857-881.