

エージェンシー・モデルと経営情報論の関係について

The Relationship Between Agency Model and Management Information Theory

松村良平

1. はじめに
2. 経営情報論とエージェンシー・モデルについて
3. 経営情報論の観点からみたエージェンシー・モデル
4. まとめと今後の展望

1. はじめに

エージェンシー・モデル、エージェンシー理論は、一般に、数理経済学またはオペレーションズ・リサーチの一分野としてとらえられることが多い。しかし、このモデルは、経営情報論においても固有の貢献をもたらすものであり、実際に、関連学会の論文誌・発表論文集などにしばしば登場する。この論文は、エージェンシー・モデルの経営情報論における位置づけを分析し、また経営情報論の観点からモデルの見直しを行うことで、このモデルの貢献範囲の拡大、さらにモデルの精緻化を目指すものである。

エージェンシー・モデルは、数理的な構造は、不完備情報ゲームのひとつのクラスとしてとらえることができ、ゲーム論および、ゲーム論が大きなステイタスを占める数理経済学の一分野として位置づけられることはある意味では当然である。このモデルの純粋な数理構造は、必ずしも経営分野の意思決定状況のみへの適用が想定されてモデル化されているわけではなく、様々な問題に応用されている。しかし、労使関係などの経営組織特有の意思決定問題は、エージェンシー・モデルの単なる一応用分野というのを超えて、非常に重要な意味合いをもっていることも事実である。また、このモデルの著しい特徴は、プリンシパルとエージェントという経済主体のもつ情報の違い、即ち情報の非対称性が非常に重要な役割をもっていることでもある。それゆえ、経営というキーワードにも情報というキーワードにも関連をもち、経営情報論においても一定のステイタスを得ているのだと考えられる。実際、著者らは松村他（1998）を経営情報学会誌で発表しているし、経営情報学会においては、大会発表論文まで入れれば、様々な研究者による論文が相当数掲載されている。

しかし、経営および情報というキーワードがリンクするという理由だけでなく、根本的な理由までさかのぼって、このモデルと経営情報論の関連を分析したものは見当たらない。本論文は、このことをテーマに分析することで、エージェンシー・モデルの貢献範囲の拡大、そしてエージェンシー・モデル自体の精緻化の方向性を得たいと考えている。

本論文の構成は以下の通りである。次節では、経営情報論とは何かということについて、その本質を構成する要素を抽出してみた。次々節では、経営情報論の立場から、

エージェンシー・モデルの解説を試みた。その際に、著者らの過去の研究論文で利用したモデルをとりあげた。最終節は、まとめと今後の展望である。

2. 経営情報論とエージェンシー・モデルについて

この節では、著者なりの経営情報論のとらえ方について述べる。経営情報論という分野は論者によってさまざまに解釈されている。たとえば、湧田（1986）では、経営情報科学は、コンピュータ科学と経営学の両分野からアプローチされる複合領域で、情報科学、システム科学とも密接な関係をもつものとしてとらえられている。また、遠山（1998）では、経営情報システム分野の解説を、“情動的相互作用による環境適応”というまさに組織サイバネティクスという考えを軸に展開している。このように、論者によって様々なとらえ方があるのだが、ここで取り上げた著作以外のものや経営情報学会誌に掲載される論文なども広くみると、おおよそ次の4分野の融合領域ととらえられるだろう。つまり著者は、この4分野こそが経営情報論の柱なのだと考える。

- ① 情報システム論
- ② 経営組織論
- ③ 意思決定論
- ④ システム理論

経営情報論の優れた文献は先に紹介したもの以外にも多数存在する。本来ならば幅広く分析する必要があるのだが、今回は、エージェンシー・モデルの具体的な構成要素を情報というキーワードで説明することに重点をおいたため、限定された文献における解説を紹介するのみにとどめる。より広い範囲のサーベイをもとにした経営情報論についての包括的な分析は、次の機会で発表する予定である。

これら4つの分野は、すべての対について共通部分が空でない集合であり、経営情報論は、これら4つの集合の共通部分と和集合を両極とするスペクトルのどこかという言葉で近似できるといっても問題ないだろう。あるいは4つの柱が基底となっている空間といってもよいかもしいない。これら4分野いずれにも共通する重要なキーワードが“情報”であることは論ずるまでもないだろう。

エージェンシー・モデルがこの4つの柱とどう関連づけられるかを考えてみよう。まず、①であるが、エージェンシー・モデルによる研究が直接情報システム論の発展に寄与することはないように見える。しかし、間接的には次の2つのリンクが存在している。まずひとつは、エージェンシー・モデルによって得られた知見をもとにした意思決定支援システム（DSS）を構築することが可能である点、そして、もうひとつは、④のシステム論とも絡む内容ではあるが、現実組織との整合性を考慮に入れてモデルの精緻化を図ると、必然的にエージェントベース・シミュレーションに行き着かざるを得ないという点である。

まず前者であるが、著者は究極的には、比較静学分析などを行って環境、組織、個人のもつ様々な属性と与えるべきインセンティブの関係を探ろうというタイプの研究

は、この DSS の構築を目指すのが自然だと考えている。インセンティブ決定は組織にとって最重要な問題のひとつであることは間違いない。エージェンシー・モデルによって得られる知見、たとえば、成果の不確実性が大きい場合は業績給は効果的でない、生産性が大きい場合は業績給の導入が効果的になる等といったものはある程度経営者も意識、あるいは経験的に学習していて、それなりに現実の給与決定に影響を与えている部分もあると考えられるが、実際に、生産性、内発的動機付けの強さなどをすべて考慮に入れてインセンティブが決定されているわけではないだろう。しかし、それは、こういった要素を考慮する必要がないからではなく、こういった要素を分析するコスト、またこういった要素を考慮したインセンティブの与え方についての明確な指針がないという理由によるものであると考える。自らの組織におけるこれら要素の状態と明確な指針が低コストで獲得できれば、より適切なインセンティブ・システムの構築が可能になり、実際に人事担当者も利用するようになるだろうというのが著者の考えである。もちろんこの低コストで実現というのが、現状では難しいことはわかっているが、DSS 周辺領域の発展があれば将来的には可能になるだろう。

また後者についてであるが、モデル研究は、現実との整合性を考慮に入れながら常に精緻化を求められる。現実に近いには、様々な要素を考慮に入れ、複雑なモデルにならざるを得ない。現実の組織では、生産性も内発的動機付けの強さも時間とともに変化していきだろうし、主役がプリンシパル、エージェントの 2 者間の関係であっても、他のさまざまな意思決定主体の影響を受けるものである。こういった要素をも考慮してモデル化するには、エージェントベース・シミュレーションが最適であろう。エージェントベース・シミュレーションは、当然情報システム論の発展と関連をもち、その意味で、間接的にはあるが、エージェンシー・モデルと情報システム論の関連をみることができる。

次に②の経営組織論との関連をみてみよう。すでに述べたように、エージェンシー・モデルは、必ずしも経営組織の意思決定への応用のみに限定されたモデルではないのだが、やはりもっとも重要な応用であることは間違いない。また著者らは、経営組織論の重要な研究テーマのひとつである内発的動機付けを考慮に入れたモデルの開発と分析を行って来た。これらのことから、エージェンシー・モデルは経営組織論とも大きな関連をもっていると考えている。

③であるが、エージェンシー・モデルは非対称不完備情報ゲームのひとつのクラスを扱うものであり、必然的に、ゲーム理論を包含する意思決定論の一分野に属するといえる。当然、これと似た問題構造を本質的にもつ意思決定状況すべてに応用可能である。ゲームの本質である、意思決定主体同士の相互作用に焦点を当てたいときはゲーム論の、またエージェントの意思決定時に用いる効用関数を精緻化したいときは、単独主体の様々な意思決定モデルを参考にすることが可能である。また、3 節で提案する動的な要素をモデル化することに成功した場合、他の様々な意思決定モデルに動的要素を導入するひとつの参照モデルとなるだろう。

最後に④であるが、エージェンシー・モデルについてはゲームは、意思決定システムの一例とみることができる。システム理論では、システムとは関係をもった要素からなる集合ととらえられている。ゲームとはもともと意思決定主体の相互作用を考慮に

入れた状況を表現、分析する枠組みであり、その時点でシステムになっている。特にエージェント・モデルは、成果という情報をフィードバックの材料にして、エージェントを制御する、即ち組織を環境に適応させるモデルであり、まさに組織サイバネティック・モデルなのである。遠山（1998）で述べられている経営情報システム論の基本軸ともいえる“情報の相互作用による環境適応”をそのまま表現したモデルともいえよう。

3. 経営情報論の観点からみたエージェント・モデル

3-1 エージェント・モデル一般について

この節では、エージェント・モデルの基本構造を、前節で説明した4つの柱に共通するキーワードである“情報”という概念を軸にして解説したい。エージェント・モデルは、非対称な情報をもつ経済主体同士の不完備情報展開形ゲームの一つのクラスとして位置づけることが可能である。プリンシパルとよばれる経済主体が、自らの目的を達成することを、エージェントとよばれる経済主体に依頼しようとしている状況で、どのように動機付けるかという問題を分析することが、エージェント・モデルの主目的である。

エージェント・モデルにおいて特に重要な要素となるのは、利害の不一致と情報の非対称性の2点である。利害の不一致というのは、プリンシパルが依頼しようとしている目的が、エージェントの目的とは異なり、プリンシパルの目的達成のために努力することはエージェントに不効用をもたらすということである。

次に情報の非対称性についてだが、これは、応用しようとするケースごとに意味合いが大きく異なる。経営組織における成員の動機付け問題についていうならば、プリンシパルが、エージェントの努力水準についての完全な情報を得ることは難しく、ノイズつきの限定的な情報しか得られないことが多いというものである。つまりエージェントの意思決定＝努力水準は、エージェントのみがもつ私的情報になっているということである。

利害の不一致と情報の非対称性が存在するとき、エージェントは自らに有利な、しかしプリンシパルが望まない行動を起こす可能性がある。これがエージェントのモラル・ハザードとよばれるものである。プリンシパルは様々な方法により、このモラル・ハザードを防ごうとする。著者は、次の3つの方法が重要であると考え、それぞれの問題を分析するモデルを開発してきた（松村他，1998；松村他2004；松村，2010）。

- 1 与えるインセンティブを強く成果に連動させる、つまり業績給を重視したインセンティブ・システムにする。このことでエージェントを外発的に動機付け、高い努力水準を引き出そうというわけである。
- 2 モニタリング・コストをかけて、エージェントの努力水準を正確に直接観察しようとする。これも外発的な動機付けを高める方策といってよいだろう。
- 3 仕事の面白さ、自己決定の感覚、有能感などを感じやすいような職務設計をする。このことでエージェントを内発的に動機付け、高い努力水準を引き出そうというわけである。

これら3つに対応して、プリンシパルの意思決定変数を考えることができ、それぞれ特有の数理モデルとなる。通常、エージェント・モデルにおいて情報といえば、エージェントの努力水準のことを指すことが多いが、実は、プリンシパルの意思決定、つまりエージェントに提示する契約も重要な情報である。業績給重視のインセンティブ・システムという情報を提示することで、内発的動機付けを高めるコストをかけるという情報を提示することで、努力水準を丁寧に観測するという情報を提示することで、エージェントの意思決定を変化させようというわけである。あるいはこれらをプリンシパルの発するシグナルと考えて、シグナルに応じて、プリンシパルの求めるタイプのエージェントが寄ってくるというようなモデルを考えることも可能である。

3-2 具体的なモデルについて

以下、“情報”というキーワードを軸に、松村他(2004)で用いている分析モデルにおける変数、関数等を順に説明していく。

e : エージェントの努力水準

エージェント理論が情報の経済学の一分野として認識されているのは、プリンシパルとエージェントの間に、この e という変数についての情報の非対称性が存在するからだと考えられる。その意味で、通常は、この e こそがエージェント・モデルにおける“情報”なのだといえようが、実は他にも重要な情報が存在していることをこのあとに説明していく。ただし、もちろんこの e も、エージェントの発する重要な情報であることは間違いない。

$O = pe + \theta$: 成果を表す関数

p は生産性を表すパラメータである。生産性は、職務の性質、エージェント自身の能力の双方からの影響を受けるものである。通常のエージェント・モデルでは、これはプリンシパルにとって既知の情報として扱われることがほとんどであるが、実際には、エージェントが最適な契約を求めて、自分の生産性についての情報をシグナルとして発する機会もあると考えるのが自然である。エージェント・モデルをオペレーションズ・リサーチの中で位置付けるなら、意思決定変数 e と外生変数=パラメータ p の違いが決定的であり、両主体とも自らの効用関数を最大化するときにパラメータを意識するだけになるが、経営情報論の中で位置付ける、つまり情報という概念を特別に意識することで、パラメータもシグナルのように考え、シグナリング・ゲームのように拡張する可能性が見えてくる。

ただし、シグナリング・ゲームとして扱う場合、通常のエージェント・モデルが仮定する留保効用制約は再考する必要があるが出てくる。というのは、シグナリング・ゲームとして定式化するなら、生産性の低いエージェントがそれを高く見せようというインセンティブをもちうることを表現する必要があるのだが、通常のエージェント・モデルと同様に留保効用が生産性によらない定数と仮定するならば、エージェントの総効用は留保効用に等しくなり、このようなインセンティブが存在することを表現できないのである。留保効用については、生産性に応じて変化するパラメータと設定すべきであろう。もちろんこれを行うと、当然解析的な分析には不利になるのだが、シミュレーションであればまったく問題ない。またシミュレーションならば、エージェ

ントの学習を考慮して生産性を動的に考えることも可能になる。

確率変数 θ は環境の不確実性を表すパラメータである。 $O = pe + \theta$ というのは、このパラメータを用いて成果を表現した一例である。確率変数 θ は、平均0分散 σ^2 の正規分布に従うものと仮定される。これによって、成果の形を単純にすることができ、解析的分析に都合がよい。これは平均一分散アプローチとよばれるモデル設定である。実はここでも、暗黙の情報が種々存在する。平均一分散アプローチは、エージェントの効用関数を $U(\tilde{x})$ としたとき (\tilde{x} は確率変数)、絶対リスク回避度が一定、つまり $-U''/U' = r(\text{const})$ となるならば、 $U(\tilde{x})$ の確実同値額は、期待効用から分散の定数倍を引いた値 $E(\tilde{x}) - (r/2)VAR(\tilde{x})$ となることを利用した数理モデルであるが、エージェントの効用関数の形状というのは、通常ノイズなしでプリンシパルにとって既知の情報であると仮定される。しかし、現実には、エージェントの効用関数の形状、リスク回避傾向についての正しい情報をもとに意思決定している保証はない。これも、エージェントの発するシグナルとして扱うことが可能であろう。実際の契約の場面に即していうならば、リスク回避的なエージェントが、その旨プリンシパルに伝えたと、業績給を望まない、つまり自信がないなどととられる可能性があると考え、自分のリスク回避傾向を小さく伝えるということもあり得る。こういった事情もシグナリング・ゲームとして表現できるだろう。

ところで、エージェントには、 θ を大きくしようというインセンティブを持つ場合が存在する。たとえば、自分の努力水準が小さいことによって成果が低くなってしまったようなケースでは、それを環境のせいにしてしようというインセンティブが存在する。従来のモデルではそのようなケースを扱うことは難しいが、シミュレーションであれば可能だろう。もちろん、シミュレーションであれば、効用関数について絶対リスク回避度を一定とするような必要もまったくない。さらに、チームメンバーの挙動なども容易に考慮することが可能になる。

システム理論でもよく出てくる話題であるが、意思決定主体が2人であるなら、その相互作用は、オペレーションズ・リサーチ的な条件つき最適化問題で十分に表現可能であろうし、非常に多くの主体のいる競争労働市場の場合は、いわゆるミクロ経済学のモデルが最適な表現モデルになるであろうが、その中間程度の多主体の意思決定状況となると、まさにエージェントベース・シミュレーションの独壇場になるだろう。

s : 業績給の配分係数 ($0 < s < 1$)

エージェントのあげた成果のうち s をエージェントが得て、残りの $1-s$ をプリンシパルが得る。

f : 固定給

固定給を f で表す。業績給と固定給の線形結合を金銭的インセンティブ・システムとすることが多い。通常のエージェンシー・モデルではこのインセンティブ・システムこそがプリンシパルの発する唯一の情報ということになる。

ところでこのインセンティブ・システムは、広い意味では情報システムととらえることも可能である。情報システムとは、一般に計算機システムのことを指すことが多いのだが、システムとはもともと関係をもった要素からなる集合を指す用語である。 s も f もプリンシパルの発する情報であるから、これらからなるインセンティブ・シス

テムを情報システムとよぶことも可能なのである。実際に、エージェンシー理論において、努力水準についてのシグナルを複数考慮する場合、これらの総体を情報システムとよぶこともある（松村，2010）。

$$R = rs^2 p^2 \sigma^2 / 2 : \text{リスク関数}$$

エージェントのリスクに関する金銭的不効用をリスク関数として表している。平均一分散アプローチを用いると、エージェントの得る金銭の分散は、 $rs^2 p^2 \sigma^2 / 2$ というものになり、著者らはこの定数倍をリスク関数としている。

$$m^2 : \text{動機付けコスト}$$

$$m : \text{内発的動機付けの強さ}$$

$$I = mae : \text{内発的効用関数}$$

動機付けコストというものは、著者らの研究で用いている独自の概念である。エージェントの内発的動機付けを増大させるのにかかるさまざまなコストをまとめてこよんでいる。具体的には、たとえば Hackman and Oldham (1976) で提案された指標である MPS などがこれにあたるものと考えられたい。Hackman and Oldham は、内発的な動機付けの強さを測定する数式として次のものを提案している。

MPS (motivating potential scale)

$$= (\text{技能多様性} + \text{職務完結性} + \text{職務重要性}) / 3 \times \text{自律性} \times \text{フィードバック}$$

式中の用語の意味は次のとおりである。即ち、

技能多様性…仕事に要求される技能、知識の多様さがどれほどか

職務完結性…仕事がどれだけまとまりをもっているか

職務重要性…どれだけ意義のある重要な仕事をしているか

自律性…仕事のやり方などの意思決定にどれだけ自分の意見を反映できるか

フィードバック…仕事の結果に関する情報がどれだけ得られるか

著者らの初期の研究では、これらの構成要素はパラメータとして扱ってきた。そこでは、エージェントの効用関数を内発的動機付けを含むものに拡張し、内発的動機付けの強さによって、最適な金銭的インセンティブの与え方がどのように変化するかを分析することが主目的であった。これらの研究で提案したモデルでは、このパラメータについての情報はプリンシパルがノイズなしで得ることができると仮定していた。生産性についてのパラメータと同様、職務の性質という面とエージェントの性質という面と両面があるパラメータである。しかし実際には、内発的動機付けは、パラメータとして扱うべき場合もあれば、この MPS を構成する要素の値を向上させることで改善できるもの、つまりプリンシパルの意思決定変数として扱うべきケースもあると考えるようになり、動機付けコストモデルの開発につながった。後者の場合は、内発的動機付けは、パラメータではなく意思決定変数となり、プリンシパルがエージェントに提示する明示的な情報になる。つまり、この不完備情報ゲームにおいては、プリンシパルの戦略は金銭的インセンティブ・システムと動機付けコストという情報システムであり、エージェントの戦略は努力水準という情報であるといえる。プリンシパルが発する情報システムが、エージェントの意思決定変数つまり努力水準に影響を与えるのである。しかし、この動機付けコストは、創造性をもったエージェントをよびこむシグナルとして機能しているとみることも可能である。

具体的な関数形としては、*mae* というものを採用している。

$C = ce^2$: コスト関数

エージェントの肉体的、精神的疲労さらに、機会損失といった不効用をコスト関数で表す。これも生産性、内発的動機付けコストなどと同様に職務の性質とエージェントの性質の両面を表現するパラメータであり、エージェントのシグナルと考えて拡張することも可能である。

$P = (1-s)E(O) - f - m^2$: プリンシパルの効用関数

プリンシパルの効用関数と意思決定変数には、プリンシパルの発するシグナルが表現されているとも考えられる。

$M = sE(O) + f - R$: エージェントの金銭的効用関数

エージェントの金銭的効用は、業績給と固定給の線形和からリスクを引いたものとして表現される。

$A = M + I - C$: エージェントの目的関数

エージェントの目的関数は、金銭的効用、内発的効用、コストによってきまるものとする。本来、金銭的効用と内発的動機付けの相互作用については、経営組織論、社会心理学の文脈で大変重要な問題と認識されている (Deci, 1975)。著者らの研究において提案してきた分析モデルではこれを考慮していないが、外的インセンティブの内発的動機付けへの影響を動的な要素も含めて考慮できるモデルへの拡張を検討中である。

B : 留保効用

エージェントが最低限要求する効用の総合的値を留保効用 B で表す。

以上より、プリンシパルの意思決定問題は次のように表せる。

$$\begin{aligned} \max_{f,s,m} \quad & P \\ \text{s.t.} \quad & A \geq B \\ & e \in \arg \max_e A \end{aligned}$$

この最適化問題を解いて比較静学分析を行ったのが、松村他 (1998) ; 松村他 (2004) ; 松村 (2010) などである。

4. まとめと今後の展望

本論文では、エージェント理論と経営情報論の関係を探った。2 節では、経営情報論を構成する重要な要素として、情報システム論、経営組織論、意思決定論、システム理論の 4 つをあげ、これらに共通なキーワードが情報であること、エージェント・モデルがこれら 4 つの分野とどんな関わりをもつかについて述べた。3 節では、情報というキーワードを軸としたエージェント・モデルの解説を行った。そこで、各変数、パラメータごとの説明を行ったことをここで総括しておきたい。現状のモデルでは、プリンシパルの意思決定変数は動機付けコストとインセンティブ・システムである。これらがエージェントに向けての情報システムになり、これをもとにエージェントは意思決定するのである。通常のエージェント・モデルではこれらの情報のもつシグナリング効果は考慮されないが、情報というキーワードを重視することで、

シグナリング・ゲームへの拡張がみえてくる。一方、エージェントの意思決定変数は努力水準のみであるが、生産性、環境の不確実性もエージェントの発するシグナルと考えてシグナリング・ゲームとしてモデル化することが可能である。シグナリング・ゲームと通常のエージェンシー・モデルを使い分けるといっただけでは、経営情報論に大きな貢献をもたらすとはいえないが、2つのモデル分析の間に何らかのシナジーが生ずれば、大きな貢献となりうる。これを見出すことが今後の最大の目標である。また、各パラメータを情報という視点から深く分析することで、より現実の組織に近づけるための精緻化の方向も探った。具体的には生産性、外的インセンティブの内発的動機付けの強さへの影響などに動的な要素を入れてシミュレーションを行うというものである。これがもうひとつの課題である。

経営情報論の視点からエージェンシー・モデルをとらえることで、このような方向性がみえてくるというのが本論文の主張である。逆に、ここで提案したモデル化が成功したときは、2節で説明したように、4つのルートで経営情報論に貢献をもたらすことになると考えている。

【参考文献】

- 遠山暁 (1998), 『現代経営情報システムの研究』, 日科技連.
- 松村良平, 中野文平, 猪原健弘, 高橋真吾 (1998) 「職務の性質に応じたインセンティブ・システム的设计方法に関する分析」, 『経営情報学会誌』, Vol7, No3, pp.65-78.
- 松村良平, 小林憲正 (2004), 「内発的動機づけを導入したエージェンシー・モデルの分析」, オペレーションズ・リサーチ 2004年12月号, pp.751-755.
- 松村良平 (2010) 「モニタリング・コスト決定問題についての分析」, 『経営論集』, 76号, 東洋大学, pp.27-40.
- 湧田宏昭 (1986), 『経営情報科学総論』, 中央経済社.
- Deci, E.L. (1975), *Intrinsic Motivation*, Plenum press, New York. (安藤延男, 石田梅男訳, 『内発的動機づけ』, 誠信書房.)
- Hackman, J. R. and G. R. Oldham. (1976), "Motivation Through the Design of Work: Test of a Theory", *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, pp.250-279.

(2014年1月6日受理)