

や ち しょう ぶん
谷 内 正 文

学位の種類	経済学博士
学位記番号	経博第7号
学位授与年月日	昭和60年1月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	東北大学大学院経済学研究科（博士課程） 経営学専攻
学位論文題目	エージェンシーモデルの研究 ——代理関係の数理的解析——
論文審査委員	(主査) 教授 竹内 清 助教授 高橋 幸雄 助教授 武藤 滋夫

論 文 内 容 の 要 旨

この論文の目的は、エージェンシー関係（代理関係）の経済的側面を数理的なモデルを使って解析すること、である。

エージェンシー関係というのは、ある人間もしくは団体（まとめて主体と呼ぶ）が別の主体に代わって特定の仕事をし、という両主体の間関係のことである。仕事をしほうの主体は、エージェント、仕事をしほうの主体は、プリンシパルと呼ばれる。このエージェンシー関係は、いろいろな主体間の社会的関係の中に基本的な関係として含まれていることが多く、したがってエージェンシー関係の分析に実り多い成果が期待される。

このエージェンシー関係が経済的な関係として成立している場合には、プリンシパルがエージェントに依頼する仕事の内容やエージェントへの報酬などを定める契約が結ばれるのが一般的である。このとき、分析の対象となるのは、エージェントへの報酬額の決定やそのための情報システムなどである。

エージェンシー関係を数理的に解析するための基本的なモデルは、Ross [1973] によって初めて提供された。それ以前にもいろいろな分野で類似のモデルはあったが、Ross の

モデルはそれらを統一するものであった。最近では、彼のモデルにエージェントの努力水準を加味したものが、標準的なモデルになっている。

基本的な解析は、その Ross [1973, 1974] をはじめ、Holmström [1979]、Harris and Raviv [1979]、Grossman and Hart [1983] など進められてきたが、その一方で、情報システムの分析やエージェント関係の反復、マルチエージェントの場合などへのモデルの拡張が、なされてきた。

このようなエージェントモデルおよびその解析は、請負契約における奨励の問題、組織におけるインセンティブシステムや情報システムの研究などのほか、必ずしもエージェント関係にかぎらない、例えば、保険におけるモラルハザードの問題など、幅広い分野で応用されている。

この論文では、このようなエージェント関係の経済的側面について、基本モデルの解析（第2章）、複数のエージェントがある場合のマルチエージェントモデル（第3章）、および監視員がいる場合のエージェントモデル（第4章）を中心に、解析を行う。また第1章では、エージェント関係の説明、エージェントモデルとチームなど他の類似モデルとの比較、エージェント関係の文献のサーベイがなされ、第5章では、基本モデルの種々の仮定を検討しながら、一般化の方向、残された問題点などについて述べる。各章の内容は、以下のとおりである。

第1章では、まず、エージェントモデルでどのような問題が扱われるのかということ、企業の所有者と経営者の関係を例にとりて説明し、その例に沿って、エージェントモデルの基本型を示す。

つぎに、エージェントモデルを組織に適用した場合に、チームや分権的管理モデル、シノジケートといった他の数理的モデルと相互に比較し、それによってエージェントモデルの位置づけを与える。

そして、このようなエージェントの研究が、これまでたどってきた道を簡単にサーベイする。そこでは、まず、エージェントモデルの基本型を数学的に定式化し、その下で、契約の効率性や情報の価値、報酬計画の性質といったエージェント関係の基本的な特徴について、これまでなされてきた分析の結果を紹介し、そのつぎに、契約が反復継続される場合やエージェントが複数の場合、プリンシパルとエージェントの保有情報に格差がある情報非対称の場合などといった、より一般的なエージェント関係についての研究を紹介する。そして最後に、このエージェントモデルが応用されている分野を紹介する。

第2章では、エージェントモデルを開拓した Ross [1973] の研究を再検討する。Ross の関心は、エージェント関係が（パレートの意味で）効率的になるのはどのような場合か

ということ、特に、利得関数（ある環境の状態の下で、エージェントがある行動をとったとき、どのような利得がもたらせるかを表わすもの）と、プリンシパルおよびエージェントのリスク態度（効用関数の性質）に関する条件にあった。ただ、彼によるモデルの数学的定式化や解析は粗く、結論、特に、利得関数に関する条件に誤りがあった。そこで、この章では、数学的に厳密で、しかしむしろすっきりした定式化を与え、その下で、Ross と同様の問題を考察し、正確な結論を提供する。

Ross は、環境の状態を明示化する、いわゆる状態空間法で、モデルを定式化した。我々は、エージェントの行動をそれからもたらされる利得に関する確率分布と同一視するいわゆる分布法で、定式化し、利得関数に関する条件をそのような確率分布の集合に関する条件で表わす。大ざっぱに言って、どの2つの分布の台（つまり、その分布の下で起こり得る利得の全体）にも包含関係がなければ、ペナルティをうまく使って、効率的にでき、逆に、分布の台がすべて同じであれば、エージェントに実行可能な行動（ここでは確率分布）の中に、「すべての利得について、その利得以上のものが起きる確率は、他のどの分布よりも、その分布のほうが大きい」というある特別な分布が存在するときに限り効率的になることが示される。

第3章では、ひとりのプリンシパルに複数のエージェントがつくマルチエージェントの場合の効率性について考察する。

マルチエージェントモデルへの拡張は、企業組織を、株主と経営者、上司と部下などの基本的な関係が複合的に組み合わせられたものとして分析するための第一歩と考えられる。

マルチエージェントの問題は、Holmström [1981] で、基本的な解析がなされている。その効率性は、各エージェントをとりまく環境の不確実性の共通性の程度に依存する。Holmström は、特に、どの2人のエージェントについても彼らの行動を任意に固定したとき2人の行動の結果の間に1対1の対応がある場合を完全依存と呼び、その場合には、効率的になると言っている。しかし、つぎのような問題点があった。

マルチエージェントの場合には、各エージェントは彼らの行動を選択する際にゲーム状況に直面する。そのゲームの解としては Nash 均衡を考えるのがふつうだが、ときには複数の解が存在してしまうこともある。Holmström はこの点を考慮していない。そのことを考慮に入れて効率性の議論をするには、複数の均衡解のうちどのような解がとられるかを、定めておかねばならない。

ここでは、エージェントにとって、もっとも有利な解がとられるときにも、完全依存の場合の効率性が成り立つことを証明する。

また、各エージェントが環境の不確実性を共有する程度と効率性との間の関係が単調であ

ることを、ひとつの数式例でみている。

第4章では、エージェントの行動をチェックする監視人の有効性について吟味する。企業経営における監査人や建築施工における現場監理者などが、監視人の例である。問題になるのは、監視人によるエージェントの行動のチェックとその結果のプリンシパルへの報告という情報的な側面である。

そこでは、監視人が正確な報告をするかどうかというのが、基本的な問題である。これは、監視人への報酬の仕方をうまく工夫することによって、彼から正確な報告を誘導できることが示される。さらに、その報告も、かなり簡略なもので十分であることがわかる。

ところで、上の議論は、監視人がエージェントと独立である、つまり両者が結託しないということを、暗黙の前提としたものである。もし、監視人とエージェントが結託する可能性を考慮に入れると、監視人の存在は無意味となることがわかる。したがって、監視人のエージェントからの独立性が、法律などの外部規制によって保たなければならない。

第5章では、この論文の結びとして、基本モデルの諸前提を再検討するという形で、これまでになされてきた研究において残されている問題点や、他の展開方向について、検討を加える。

論文審査結果の要旨

I 本論文は、現代社会において重要な役割を果たしているエージェント関係（代理関係）を取りあげ、その経済的な側面を数理モデルによって解析することを試みたものである。

本論文の構成は、第1章 エージェントモデル、第2章 基礎解析、第3章 マルチエージェントモデル、第4章 監視人をもつエージェントモデル、第5章 結び～残された問題、の5つの章から成る。

第1章は、エージェントモデルの説明と従来の研究のサーベイにあてられている。まず第1節では、エージェント関係の例をいくつか挙げるとともに、企業の所有者（プリンシパルに相当）とその企業の経営を委ねられた経営者（エージェントに相当）を例にしてエージェント関係を具体的に説明し、そこにおける基本的な要素、すなわち環境、情報、経営努力（行動）、経営者に対する報酬、およびこれらを考慮に入れた上での所有者と経営者間の契約、などをどのように数理的モデルを用いて定式化していくべきか、そのアウトラインを示している。そして第2節では、エージェントモデルと、組織に対する他の数理的モデル、すなわち「チームのモデル」、「分権的管理モデル」、および「シンジケートモデル」とを、モデルの狙い、構成員、行動の動機づけ、リスクの分担、情報な

どについて比較し、エージェンシーモデルの位置づけを明確にしている。第3節では、今までになされてきたエージェンシーモデルの研究を網羅的にサーベイし、以下の諸章における議論展開の基礎を与えている。

第2章では、エージェンシーモデルを最初に考案した S. A. Ross (1973) の研究に検討を加え、その数学的定式化や取り扱い上の不備を具体的な例を用いて指摘した上で、数学的に厳密でしかも無理のない新しい基本モデルを提案している。

このモデルは、プリンシパルとエージェントそれぞれの効用関数、エージェントの行動と環境の不確実性によって実現する結果（利得）の確率分布、結果に依存して決められるエージェントへの報酬（報酬計画）、および計画が成り立つためのエージェントへの最低保証額、を主要な要素とし、エージェントが与えられた条件の下で自己の効用を最大とする行動をとるものとしてプリンシパルが彼自身の効用最大となる報酬計画を選ぶ、というものである。

この新しい基本モデルを用いて、著者はプリンシパルとエージェントの関係がパレート効率的になるための必要十分条件をいろいろなケースについて吟味し、i) 任意の行動空間に対して関係が効率的となるためのプリンシパルとエージェントの効用関数が満たさなければならない必要十分条件、ii) 任意の効用関数に対して関係が効率的となるための行動空間が満たさなければならない必要十分条件、などを求めている。これらの結果から、プリンシパルとエージェントの関係がパレート効率的となるのは、Ross 等が言っていたより、かなり限られた場合であることが判明した。

第3章では、一人のプリンシパルに対して複数のエージェントが存在する「マルチエージェント」のモデルを考察している。マルチエージェントに対しては、B. Holmström (1981) が基本的研究を行っており、i) 各エージェントが同一の不確実性下に置かれている場合には、エージェンシー関係はパレート効率的になること、ii) 各エージェントに対する不確実性が互いに独立なときには、単一エージェントの基本モデルに帰着されること、を示している。しかし、Holmström の論文では複数エージェント間のゲーム的狀況の扱いが不十分であった。そこで、著者は改めてモデルを作り直し、エージェント間の結託がなされない場合について、やはり上記 i) と ii) が成り立つことを示している。

とくに、i) の結果は、不確実性が同一であれば、エージェントの数を複数にすることでエージェント間の競争原理を働かせ、効率的な関係を達成することができることを理論的に示したものとして評価できよう。

上の結果から、不確実性が複数のエージェントの間で互いに独立の場合にはエージェンシー関係は一般に非効率的となり、同一の場合は効率的となる。したがって、これらの中

間の場合、つまり各エージェントに対する不確実性が一部共通で一部独立であるような場合、に対しては、不確実性の共通の度が増すにしたがって効率性も連続的に増していくことが予想される。しかし、この場合を一般的に解析することは非常に難しく、著者は、ひとつの数値例を用いて、このことを確かめている。

第4章は、監視人をもつエージェンシーモデルを解析している。これは監査などのように、プリンシパルとエージェントの基本的な関係の他に、監視人と呼ばれる第三者が存在し、プリンシパルが監視人にエージェントの行動をチェックすることを依頼した場合のモデルである。

このモデルを解析することによって、著者はつぎの3つの結果を導いている。

i) まず、監視人がプリンシパルに対して行う報告の正確性に関しては、エージェントがあげた成果（行動の結果）と監視人からの報告に基づいて監視人へ適正な報酬を支払うよう契約することによって、プリンシパルは監視人から正確な報告がなされることを期待できる。

ii) このときの、プリンシパル、エージェント、監視人の3者の関係はパレート効率的である。

iii) 監視人からプリンシパルへの報告は、適切なものであれば詳しいものでなくてよい。2つ、ないし3つ（これは状況によって異なる）のシグナルの中から、該当するものを報告するだけで十分である。

なお、プリンシパルが監視人にエージェントの監視を依頼することが、彼の利益になるかどうか、その比較・秤量の方法も示されている。

モデルがかなり単純化されているとはいえ、これらの結果はエージェンシー関係における監視人の存在に対する妥当性・有効性を理論的に示しており、その意義は高く評価できる。また、さらに、iii)の結果は、監視人の報告のあり方について、新しい考え方が可能であることを示しているといえよう。

第5章は、結びとして、残された問題の指摘に当てられている。そこでは、まず、エージェンシーの基本モデルでなされた諸仮定を再検討し、それらを緩和ないし一般化した場合について、本論文第3章、第4章はじめ既に成されている研究との関連も踏まえた上で、一般化の方向およびその意義などについて議論している。また、エージェンシーモデルの応用についても、その問題点を指摘している。

II 本論文は、関連領域をも含む広い範囲の研究論文をサーベイした上で、エージェンシーモデルをその基本にまで遡り、数学的に厳密に再構築したものである。

エージェントモデルの研究はその歴史こそまだ10年余りと短い、エージェント関係は、現代社会の様々な社会経済的関係の中に基本的な関係として含まれており、社会の複雑化とともにその研究の重要性は増している。その意味からも、エージェント関係の経済的側面を理論的に検討した著者の問題意識は当を得たものである。

また、そのモデル化と解析においては高度の数学を駆使し議論の明確さを維持しながらも、結論においてはモデルによって表現されるエージェント関係の本質的な部分を定性的に示しており、理論の進め方も妥当である。さらに、第2章で基本モデルを厳密に分析したこと、第3章で複数のエージェントを併存させることによりパレート効率的な関係が達成できることを証明したこと、第4章で監視人の存在の妥当性・有効性を理論的に導いたこと、などは、高く評価できる。

もちろん、本論文で扱われた問題は非常に限られたものであり、エージェント関係のごく一部が解明されたにすぎず、また、モデル化の面においても、数学的な厳密さを求めるあまり仮定が抽象的になり、社会的規制などの社会環境に対する配慮が必ずしも十分でないなどの難点も見受けられる。

しかし、上にも述べたように、エージェント関係という基本的ではあるがかなり複雑な現象を理論的に厳密に分析し、この分野の基礎を固めるとともに、一定の知見を得たことは、学会に相当の貢献を成し得たものと判断される。

以上により、本論文は経済学博士論文として合格と認定する。