

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 1 日現在

機関番号：33604

研究種目：基礎研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22530464

研究課題名（和文）情報の非対称性のあるサプライチェーン・コーディネーションに関する研究

研究課題名（英文）On a Survey on a Supply Chain Coordination with Information Asymmetry

研究代表者

田中 正敏 (MASATOSHI TANAKA)

松本大学・総合経営学部・教授

研究者番号：00252883

**研究成果の概要（和文）**：今回のサプライチェーンマネジメントにおいて、情報に非対称性を考慮したモデル構築の提案は初めての試みである。次に、研究成果としては、数値例から、条件付き確率（ある基準値（目標期待利益や目標サービスレベル値））より、そのサプライチェーンのメンバーの意思決定（選択肢）が明確に行われることが理解できた。具体的には、数値例から、メンバーの意思決定者が分離可能均衡や一括均衡の解を求めることができた。さらに、この問題を拡張して、サプライチェーンマネジメント部門だけでなく、市場調査部門から始まり最終的な消費者までを含めた経営全般からみた取引問題にもゲーム理論を用いて拡張できることが分かった。さらに、小売店への情報実情メカニズム設計と小売店の価格-サービスレベル決定の両方を考慮した統合された他のサプライチェーンの効果を研究することで関連している研究分野における補完も対処することができた。また、リスクを分け合うルールが小売店の意思決定に影響するだけでなく、供給業者にも影響することも示した。このことは、総合（トータル）的な経営戦略における意思決定の支援の基礎になるものと考えられる。

**研究成果の概要（英文）**：In this paper, we provided a survey of a proposed model on supply chain with information asymmetry. Based on Banerjee's and Sulky's model, we investigated the economic and management interpretation of a bargaining model with information asymmetry. The numerical examples illustrates that we can obtain either a separating or pooling equilibrium depending on the parameter values. Note that formulating an adequate contract structure that can result in a separating equilibrium is critical for modern supply chain management where strategic alliance is considered an important tool to raise strategic competence. Moreover, since nowadays supply chain has become a global network including foreign firms with different corporate culture and business traditions, it is not uncommon that firms are required to cooperate one another under uncertainty about the other allied members. Therefore, a tool to detect hidden information of business partner helps business make proper managerial decisions. From this point, our paper can be understood as a meaningful initial work in developing a more detailed supply chain model with information asymmetry.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

### 研究分野：社会科学

#### 科研費の分科・細目：経営学・商学

#### キーワード：流通・ロジスティックス

### 1. 研究開始当初の背景

サプライチェーンマネジメント(Supply Chain Management：SCM)は顧客に提供する製品に関わる地理的に異なった供給業者をつなげるネットワークでの原材料、中間製品、製品の流れの管理すべてを含んでいる。このとき、各供給業者が、自分自身の利益を最大にしようとするれば、よく知られているダブルマージナリゼーション(DOUBLE MARGINALIZATION)やブルウィップ効果(BULLWHIP EFFECT)という問題が起こり、供給業者全体で見たときには、結果的に非効率(ここでは、期待利益を考えている)的なサプライチェーンを導くことになる。よって、サプライチェーンの効率性を向上させるためには、例えば、サプライチェーンの供給業者間での協調を行うことが非常に重要になってくる。その具体的な解決策の1つに契約を考慮したサプライチェーン・コーディネーション政策がある。もし、各供給業者がサプライチェーン全体の目的に協力するような移転支出(Transfer Payment)での契約をすることで供給業者間を調整するならば、効率的な遂行は可能である。その具体的な契約手法には歳入分与政策、委託販売政策、買戻政策、販売奨励金政策、数量割引政策、および、それぞれの組合政策などがあり、ほとんど解決されている。

一方、経済的な取引における情報収集は非常に重要である。情報を持っている人と持っていない人の中でのハンディが取引において深刻であることは容易に理解できる。こうした情報のハンディ、つまり、情報の非対称性(ASYMMETRY OF INFORMATION)の存在が取引に対してどのような影響を与えるかを調査することは非常に有意義である。例えば、レモンの市場や自動車保険の契約などモラルハザードや逆選択の問題が結果的に生じてしまう。このとき、このような問題の対処法には、例えば、シグナリングやスクリーニングなどの手法を用いて解決している。

ところで、企業は、さまざまな不確実性を考慮しながら取引を行わなければならない。このとき、この不確実性は企業にとってリスクを抱えることになる。このリスクに対する企業の行動はリスクの大きさの程度に依存する。しかしながら、企業自身のリスクの反応は私的情報であるため、他の企業には分からない。また、他の企業のリスクの反応を観察することも費用的・時間的にも非常に難しい。したがって、取引条件において、リスクの反応上、私的情報を持った各々の当事者は結果的に正しい情報を隠す誘引(インセンティブ)が働いてしまう可能性がある。その原因には、情報の非対称性という現象がある。

本研究では、上記のことを考慮した供給業

者と小売店との間のコーディネーションの設計とその効果、および、他のサプライチェーン間での情報実情メカニズムの設計とその効果について研究する。ここで、情報実情メカニズムとは、取引において、システムの当事者が相手に正しい情報を報告するための仕組み作りである。

## **2. 研究の目的**

本研究は、価格・サービス競争、リスク管理、実情メカニズム設計の分野に関係が深い。価格・サービス競争において、1つの製品の流通経路の市場占有率はその流通経路のサービスレベルやライバルの流通経路に依存することである。従来の研究では、目的関数が期待利益やサービスレベルのみを考慮した供給業者間のコーディネーション設計はすでに構築されている。今後、我々は、期待利益およびサービスレベルを同時に考慮したコーディネーション設計を構築する必要もある。次に、リスク管理において、リスクの反応は、企業の戦略的意思決定の潜在的な効果を調べることである。従来の研究では、取引間同士のリスクの分け方のみの設計が主に行われてきた。しかし、リスクを分けた後の当事者間の結果の評価についてはあまり研究されていない。最後に、実情メカニズム設計においては、情報実情メカニズムとは、当事者が相手に正しい情報を報告するための仕組み作りである。従来の研究では、情報の非対称性が生じているときに、供給業者が小売店に正しく発注量を提示されるための誘引を行う契約を設計することに力を注いできた。しかし、そのシステムにおける当事者（供給業者および小売店）の結果の評価についても調査する必要がある。本研究では、上記に基づいて、次のような問題を解決したい。

不完全情報や不確実性によって、小売店は必ずしも、供給業者が望んでいる在庫量を発注

するとは限らない。特に、リスクの反応上、取引の関係者に私的情報開示を行うことは実質的に損失を招く可能性がある。例えば、受注生産システムにおいて、供給業者は小売店のリスクの反応を見誤ると多大な損失（例えば、品切れ損失や過剰在庫損失）を被る結果となる。さらに、小売店はしばしばより良い取引ポジションを確保するために自分自身のリスクの反応を隠す誘引が働く。しかしながら、現実には、サプライチェーンは他の企業やサプライチェーンとも競合している。ここで、我々が提案するサプライチェーンは、1-リスク中立型の供給業者と 1-リスク回避型の小売店からなるサプライチェーンと1つに統合されたサプライチェーンを考えている。需要の不確実性は小売店にとってリスクのコストが発生する。このとき、供給業者は卸売価格-発注量契約を設計し、それを小売店に提示し、それに基づいて、小売店は正しい情報を供給業者に報告させる誘引を図ることである。現実には、小売店から生じたリスクコストをサプライチェーンの全員でリスクコストを分け合うことになる。そのためには、契約を提示した供給業者が補填を行うことになる。我々の研究の主な目的は供給業者間の情報実情メカニズムの設計と小売店の最適決定における他のサプライチェーンの効果を示すことである。つまり、サプライチェーン間での情報の非対称性が生じた取引モデルを提案することである。まず、モデルの構築を行い、そのモデルにおける性質や特性を定理や補助定理として整理し、さらに、数値例を用いて具体的にモデルの妥当性を説明する。一方、静的な手法であるゲーム理論を使用して、上記で求めたサプライチェーンの契約からの結果との何らな関係についても明らかにする予定である。

## **3. 研究の方法**

本研究は3年間で完了する。また、研究計画を遂行するために、関連分野（価格・サービス競争、リスク管理、実情メカニズム設計）の書籍（洋書、和書）を購入し、きっちりと本研究との関係のすみわけを行う。続いて、本研究で行うサプライチェーン・コーディネーションに関する書籍（洋書、和書）を購入する。さらに、洋・和雑誌の資料収集や閲覧を行うため、大学機関、研究所、その他に出向し、資料収集を行う。その上、学会や研究会に参加・発表し、意見交換を行う。最終的に、研究結果をまとめ、完了報告書を作成することを行う。

・平成22年度：

専門及び関連分野の書籍（洋書、和書）の購入を行う。資料収集・閲覧を行うため、大学機関・研究所、その他に出向し、資料収集を行う。国際会議および学会・研究会に参加・発表し、意見交換を行う。

その後、以下の手順で計画と方法によって研究を進める。

1. 従来までに研究されている関連分野（価格・サービス競争、リスク管理、実情メカニズム設計）について整理する（書籍および文献・資料収集）
2. サプライチェーン・コーディネーションの解決手法について整理する（書籍および文献・資料収集）。
3. ゲーム理論におけるモラルハザード問題や逆選択の問題の解決法（スクリーニング、シグナリングなど）を考慮して、サプライチェーン・コーディネーションの数理モデルを構築し、解析し、新たな定理・補助定理などを導出する。さらに、モデルの妥当性を示すためにパラメータの推定なども行う。特に、本研究では、モデル解析のところで、確率を使用しているため、完全情報だけでなく、非完全情報の領域まで含んでいることになる。
4. 3.で導出されたサプライチェーン・コーディネーションの定量的評価をパーソナルコンピュータで数値実験を行う。また、導出した定理・性質などに対する結果の妥当性も数値実験から明らかにする。
5. 3.で記述されたモデルのパラメータから、サプライチェーンのメンバーに対してどのような効果があるか調べ、経営的・経済的な解釈を行う。つまり、本モデルで用いられる各パラメータに対するモデルの感度分析を行うことにより、サプライチェーンのメンバー間に対して、お互いどのような影響を及ぼしているかを考察する。さらに、ゲーム理論からの手法からの結果とサプライチェーンの契約のパラメータからの結果から

どのような関係にあるかも調べる。

6. 研究成果をふさわしい研究会・学会・国際会議で発表する。

・平成23年度：

専門及び関連分野の書籍（洋書、和書）の購入を行う。資料収集・閲覧を行うため、大学機関・研究所、その他に出向し、資料収集を行う。国際会議および学会・研究会に参加・発表し、意見交換を行う。

その後、以下の手順で計画と方法によって研究を進める。

1. サプライチェーン・コーディネーションの解決手法について整理する（書籍および文献・資料収集）。
2. ゲーム理論におけるモラルハザード問題や逆選択の問題の解決法（スクリーニング、シグナリングなど）を考慮して、サプライチェーン・コーディネーションの数理モデルを構築し、解析し、新たな定理・補助定理などを導出する。さらに、モデルの妥当性を示すためにパラメータの推定なども行う。特に、本研究では、モデル解析のところで、確率を使用しているため、完全情報だけでなく、非完全情報の領域まで含んでいることになる。
3. 2.で導出されたサプライチェーン・コーディネーションの定量的評価をパーソナルコンピュータで数値実験を行う。また、導出した定理・性質などに対する結果の妥当性も数値実験から明らかにする。
4. 2.で記述されたモデルのパラメータから、サプライチェーンのメンバーに対してどのような効果があるか調べ、経営的・経済的な解釈を行う。つまり、本モデルで用いられる各パラメータに対するモデルの感度分析を行うことにより、サプライチェーンのメンバー間に対して、お互いどのような影響を及ぼしているかを考察する。さらに、ゲーム理論からの手法からの結果とサプライチェーンの契約のパラメータからの結果からどのような関係にあるかも調べる。
5. 研究成果をふさわしい研究会・学会・国際会議で発表する。

・平成24年度：

専門及び関連分野の書籍（洋書、和書）の購入を行う。資料収集・閲覧を行うため、大学機関・研究所、その他に出向し、資料収集を行う。国際会議および学会・研究会に参加・発表し、意見交換を行う。

その後、以下の手順で計画と方法によって研究を進める。

1. サプライチェーン・コーディネーションの解決手法について整理する（書籍および文献・資料収集）。
2. ゲーム理論におけるモラルハザード問題や逆選択の問題の解決法（スクリーニング、シグナリン

グなど)を考慮して,サプライチェーン・コーディネーションの数理モデルを構築し,解析し,新たな定理・補助定理などを導出する.さらに,モデルの妥当性を示すためにパラメータの推定なども行う.特に,本研究では,モデル解析のところで,確率を使用しているので,完全情報だけでなく,非完全情報の領域まで含んでいることになる.

3. 2.で導出されたサプライチェーン・コーディネーションの定量的評価をパーソナルコンピュータで数値実験を行う.また,導出した定理・性質などに対する結果の妥当性も数値実験から明らかにする.
4. 2.で記述されたモデルのパラメータから,サプライチェーンのメンバーに対してどのような効果があるか調べ,経営的・経済的な解釈を行う.つまり,本モデルで用いられる各パラメータに対するモデルの感度分析を行うことにより,サプライチェーンのメンバー間に対して,お互いどのような影響を及ぼしているかを考察する.さらに,ゲーム理論からの手法からの結果とサプライチェーンの契約のパラメータからの結果からどのような関係にあるかも調べる.
5. 研究成果をふさわしい研究会・学会・国際会議で発表する.

研究結果をまとめ,完了報告書を作成する.

#### 4. 研究成果

本研究で得られた研究成果を,以下に示す.

平成 22 年度

この研究テーマを進めていく準備段階の年度で,情報の非対称性のあるサプライチェーンのコーディネーション(全体最適)を考える前に,各々の主体が自分自身の最適行動(部分最適)を行うことに焦点を当て研究を進めた.我々はここで得られた指標をベンチマークして捉え,今後の研究に備える.具体的な題材としては市場調査,需要予測,在庫管理などである.市場調査における製品やサービスの伝播モデルでは,従来,Bassモデルを代表とする確定的なモデルを構築し対処してきた.時代変遷に伴って,顧客の消費行動も変化している中,それに対応したモデル構築,例えば,確率的モデルを構築する必要があるとされている.今回,我々は確率過程を

用いた伝播モデルを構築した.このモデルはある条件のもとではBassモデルにも同定できることである.その結果報告は,2011年にInternational Journal of Manufacturing Technology and Managementの学会誌に掲載された.また,我々が提案した伝播モデルから需要予測や在庫問題に適用できる.この伝播モデルから期待値はもちろん,標準偏差の指標も取り入れて評価をしている.例えば,予測の期間が長くなればなるほど予測誤差は大きくなる.この期間の長さに応じて誤差を小さくするためには情報の更新を行うことであり,我々は,このことを理論的にも示している.以上のことから,第一段階として,各々の主体の最適行動を評価した.これに基づいて,情報の非対称性のあるサプライチェーンのコーディネーションの研究を進めていく次第である.

平成 23 年度

我々は前年度に提案した伝播モデルを需要予測問題や在庫問題に適応したモデルを構築した.その結果報告は横浜国立大学で開催された国際会議(Proceedings of International Symposium on Operations Management and Strategy Association)で行った.これにより,意思決定支援システムに役立つことになる.しかし,前年度までに構築したモデルは,各々の主体が自分自身の最適行動(部分最適)を行うことに焦点を当てて研究を進めた.例えば,確率過程を考慮した需要予測モデル(IJMTM)や在庫管理モデル(JOMSA)である.しかし,個々の主体の最適解を求めても,全体最適になっているとは限らない.また,企業間で情報の非対称性が発生しているのが実情である.その結果,モラルハザードや逆選択の問題が結果的に生じてしまう.このとき,メンバーにおける妥当な意思決定を選択させる方法(例えば,シグナリングやスクリーニン

グなど)を用いて上記の問題解決を行なっているのが現状である。最終年度には、2つの供給業者(例えば、製造業者と小売店)での情報の非対称性のあるサプライチェーン取引政策の一考察を行う。具体的には、Eric Suckyによって構築された非対称情報の取引ゲームのモデルを用いて、メンバー間の取引政策における経営・経済的解釈を考察する。その結果、ゲームにおける均衡状態が分離均衡とプリーング均衡が生じる結果を数値例で見つけた。さらに、解析的にも証明ができることを今進めている。

平成24年度

本研究では、2つの供給業者(例えば、製造業者と小売店)でのサプライチェーンマネジメントについて考察する。モデルは経済発注量モデル(EQ: Economic Order Quantity)を用いて、情報の非対称性がある場合のサプライチェーン契約手法の問題をスクリーニング手法を用いて解決した。我々は、BanerjeeのJELS(Joint Economic Lot Size)モデルを使って、小売店が自分自身の最適政策を押しつける影響力を持つ仮定の下での小売店の総在庫費用構造について情報の非対称性についての取引モデルを提案、さらに、数値例を用いてモデルの説明を行った。

今回のサプライチェーンマネジメントにおいて、情報に非対称性を考慮したモデル構築の論文としては初めての試み(研究成果)であった。次に、研究成果としては、数値例から、条件付き確率(ある基準値(目標期待利益や目標サービスレベル値))より、そのサプライチェーンのメンバーの意思決定(選択肢)が明確に行われることが理解できた。具体的には、数値例から、メンバーの意思決定者が分離可能均衡や一括均衡の解を求めることができた。さらに、この問題を拡張して、サプライチェーンマネジメント部門だけ

でなく、市場調査部門から始まり最終的な消費者までを含めた経営全般からみた取引問題にもゲーム理論を用いて拡張できることが分かった。さらに、小売店への情報実情メカニズム設計と小売店の価格-サービスレベル決定の両方を考慮した統合された他のサプライチェーンの効果を研究することで関連している研究分野における補完も対処することができた。また、リスクを分け合うルールが小売店の意思決定に影響するだけでなく、供給業者にも影響することも示した。このことは、総合(トータル)的な経営戦略における意思決定の支援の基礎になるものと考えられる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

- ① M. Tanaka, N. Suzuki: "An Optimal Inventory Control Policy based on A Stochastic Diffusion Model," Proceedings of the 8th Korea-Japan Workshop on Sustainable Management Systems in Service Industry, The 2nd International Workshop on Applied Service Management (August 28-30, 2012: Matsumoto University) pp. 9-14. 査読無
- ② N. Suzuki, M. Tanaka, K. Kasai and K. Sung: "A stochastic approach to diffusion model with asymmetric influence," Int. J. Manufacturing Technology and Management, Vol. 22, No. 1, pp. 78-92 (2011.2). 査読有 [学会発表](計4件)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中正敏 (MASATOSHI TANAKA)  
松本大学・総合経営学部・教授  
研究者番号: 00252883