

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 6 日現在

機関番号：32637

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870741

研究課題名(和文) 情報流と物流の相互作用に着目した数理モデルによるサプライチェーンの最適構造分析

研究課題名(英文) An analysis of optimal supply chain structure using mathematical model focusing on interaction between information flow and physical flow.

研究代表者

河合 亜矢子 (Ayako, Kawai)

高千穂大学・経営学部・准教授

研究者番号：00580432

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題の研究成果は主に2つあります。まず1点目は、情報流と物流の相互作用に着目してサプライチェーンの最適構造を分析するための数理モデルを構築したことです。次に2点目は、この研究課題も含め、その先の研究を見据えて必要なサプライチェーンのゲーミングソフトを開発したことです。本ゲームはシンプルでありながらSCM人材の育成に大変効果的なツールです。機動性に優れ、ネット環境とモバイル端末さえあれば実施できるため、大学だけでなく実務界からも反響が大きく、すでに企業研修での活用実績も生まれています。人材育成と研究データの収集が同時に行えるため、効果的かつ効率的に研究を進める強力なツールとなりました。

研究成果の概要(英文)：We have two major achievements of this study. One was to built mathematical models to analyze optimal structure of supply chains. Our models focus attention on interactions between information flow and physical flow on a supply chain. The other was to develop an application of gaming simulation of supply chain management (SCM). This game is necessary for future studies, too. This game is simple yet effective tool for human resource development of SCM. Mobility is one of the strengths of this game. Almost all that is required are good internet access and mobile terminal devices such as smartphones. So, we got a strong positive responses from not only college education, but also business education. Several companies have already introduced this game into their corporate training programs. Since this game can train personnel for SCM and collect data for our study at the same time, we can proceed our study effectively and efficiently.

研究分野：サプライチェーン・マネジメント

キーワード：サプライチェーン・マネジメント 数理分析 生産計画 知識共有 SCMゲーム 安全在庫 計画更新
在庫配置

1. 研究開始当初の背景

サプライチェーンに関する数理分析研究は、その複雑さ故に、極端に単純化されたモデルを用いて論じられる事が多い。しかし、こうした単純なモデルでは表現できる情報量が非常に少なく、したがって、得られる情報も実践適用にはほど遠い観念的ものになってしまう。それゆえ、産業界の実践的な試みの方が学术界を遥かに凌駕しているというのが現状である。しかし、今後ますます厳しい国際競争にさらされ、環境制約を余儀なくされる産業界にとって、サプライチェーン最適化のための実践的な設計理論解明は急務の課題である。

現代のサプライチェーン・マネジメント(SCM)にとって、情報システムは欠かす事のできない重要な要素である。さらに、情報システムによるフィードバック・ループを含むサプライチェーンと、それが簡略化されたチェーンでは、プロセスの振る舞いやパフォーマンスに極めて大きな違いがあることが分かっている。これは、近年多くの研究者によって指摘されているところであり、サプライチェーン研究における情報システムモデルの分析に注目が集まっている。本研究計画では、生産計画と統制の情報システムを分析モデルに組み入れ、情報の流れとモノの流れの相互作用に着目したサプライチェーンの数理分析モデルを構築する。

2. 研究の目的

(1) 研究の全体構想

本研究は SCM における生産計画と統制のための情報システムを企業間で効果的に統合するための原理を明らかにするものである。スループットを満たしながら、安定稼働を実現するサプライチェーンの最適構造を解明する。更に、本研究の大きな特徴として、この最適構造を維持するための企業間での情報システムの協働・調整方法を明らかにすることを目的としている。

(2) 本研究の具体的な目的

1) サプライチェーンの情報の流れとモノの流れの相互作用に着目して、リードタイムバランスと在庫配置、スループット間の平衡関係を表現する数理分析モデルを構築する。

2) 構築した数理分析モデルを用いて、サプライチェーンの最適構造を求める。

3) チェーンの最適構造を維持するための生産計画立案、発注、情報共有など企業間での情報統制・統合ポリシーを、主に、シミュレーションを用いて追究する。

3. 研究の方法

本研究計画では(1)計画と実績の乖離がチェ

ーンの振る舞いと将来の計画に与える相互的な影響を分析するための数理分析モデルの構築とチェーン最適構造の算出、(2)企業間情報統制と情報システム統合ポリシーに関する基礎データの収集、の2つの研究を行う。

申請者はこれまで、サプライチェーンの計画と実績の乖離がチェーンに与える影響、及び、構造調整によるパフォーマンス向上に関する研究をシミュレーション実験を中心に行ってきた。本研究ではこれまでの実験結果を基に、情報の流れとモノの流れの相互作用に着目した数理分析モデルを構築し、効率的かつ柔軟な SCM 情報システムの最適構造を明らかにする。

4. 研究成果

本研究の主な成果は2つある。情報流と物流の相互作用に着目してサプライチェーンの最適構造を分析するための数理モデルを構築したことである。次に2点目は、この研究課題も含め、その先の研究を見据えて必要なサプライチェーンのゲーミングソフトを開発したことである。本ゲームはシンプルでありながら SCM 人材の育成に大変効果的なツールである。機動性に優れ、ネット環境とモバイル端末さえあれば実施できるため、大学だけでなく実務界からも反響が大きく、すでに企業研修での活用実績も生まれている。人材育成と研究用データの収集が同時に行えるため、効果的かつ効率的に研究を進める強力なツールとなった。以下にそれぞれの詳細を記す。

(1) 数理モデルの構築

現在(2016年5月)、学会発表および論文執筆にむけて準備中であり、発表前であるため、本報告書での詳細な記述は控えるが、数理モデルの構築には、Order-Up-To ポリシー(OUPポリシー)と呼ばれる、Material Requirement Planningのプロセスを数理的に表したモデルを用いた。OUPポリシーを用いた数理モデルは安全在庫レベルを一定と仮定したモデルが一般的だが、本研究で構築したモデルでは、従来の、需要予測と実需要の差異に加えて、安全在庫部分も時間とともに更新することを想定したモデル化を行った。安全在庫の更新を考慮すると、それを考慮しないとときと比較して、チェーンの挙動が非常に不安定になることが分かった。その他、安全在庫の更新がチェーンに与える影響について現在分析を進めている。

(2) SCM ゲーミングシミュレーションのソフト開発

SCM の基本原理を明らかにするためには、サプライチェーンの普遍的な動的性質の解明と併せて、SCM における組織行動の原理を

明らかにする必要がある。つまり、研究方法の節で述べた、企業間情報統制と情報システム統合ポリシーに関する基礎データの収集及び分析が不可欠である。この両研究を同時に進めるため、SCM のゲーミングシミュレーションのためのソフトを開発した。ゲーム自体は、3階層直列のサプライチェーン組織が各々に発注量を決定して、取引先組織に発注を行うというだけの従来のビールゲームでも行われてきた単純なものである。しかしながら、我々の開発したゲーミングソフトの強力なポイントは、その手軽さにある。ネットワーク環境とスマートフォンなどのモバイル情報端末さえあれば、規模を問わずゲームを実施することができる。従来のビールゲームでは、ブルウィップ効果と呼ばれる、発注量のぶれがサプライチェーンの川上組織へ向かうほど大きくなるという現象を体感するのに実に半日がかりで行う必要があったものを、我々の開発したソフトでは操作説明から始めても30分足らずの時間があれば、ほぼ誰もが図1のようなブルウィップ効果を体感することができた。

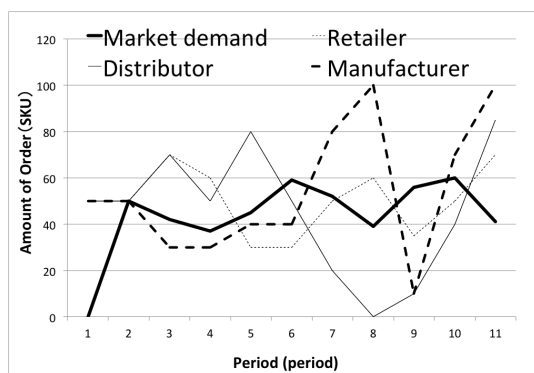


図1 知識共有なしの場合の発注量推移(ブルウィップ効果)

さらにこのゲームの新しいところは、ビールゲームなどとは異なり、SCMに関わる組織間で様々な情報、つまり、知識を共有することによって、チェーン全体での最適戦略を考察しながらゲームを進めて行くターンを設けたことである。知識を共有することにより、たとえば図2のように、ブルウィップが劇的に抑えられ、チェーンが運営しやすいようになるといった効果がある。

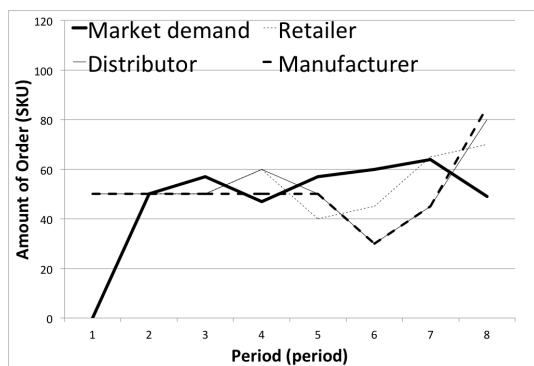


図2 知識共有ありの場合の発注量推移

ゲームを10期程度進めるほんの短時間の内に様々な気づきを得られるという学習効果は、本研究の副次的ではあるが産業界にとっては大変貴重な副産物である。市場と生産地のさらなる国際化がすすみ、SCM人材は今後ますますその重要性を増す。サプライチェーンの複雑さを理解しながら、最適な組織戦略をとることのできる人材の育成には本ゲーミングソフトのように手軽にトライアンドエラーを繰り返しながらチームで最適解を模索することのできるツールが必須となるであろう。

また、こうした副産物の他にも、本来の目的であった研究ツールとしても当然十分な機能性を備えている。他組織への在庫の押し付けや、組織間のパワーバランス、現状への居座りなど、本ゲームを通じて観測することのできた現実にも通ずる様々な現象からは研究ツールとしての大きな可能性を見出すことができた。現在、チェーンを流れるトランザクションデータと戦略に関するアンケートデータの収集をすすめており、これらのデータが揃い次第、サプライチェーンの動的性質の解明とサプライチェーン組織協働戦略のパターン分析を行う計画である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3件)

Rho Sato, Ayako Kawai, Yasuto Fukunaga,
“Analysis of Respective Key Enablers in B2B e-Marketplace,” *Innovation and Supply Chain Management, Japan Management Training Center*, 7(4), pp. 125-136, 2013.

大江秋津, 河合亜矢子, 野田啓一, “クロスプラットフォーム開発によるSCMゲームを活用したアクティブラーニングの提案,” *工学教育, 日本工学教育協会*, 64(4), pp. 47-52, 2015.

Ayako Kawai, Akitu Oe, Keiichi Noda,
“Application of an unbalanced-SNS to a cross-platform online SCM game; Promotion of organizational learning through knowledge sharing in a supply chain,” *Proceedings of the 3rd international conference on applied computing & information technology, IEEE*, pp. 260-267, 2015.

[学会発表](計 3件)

野田啓一, 河合亜矢子, “不平衡型SNSの情報システム開発プラットフォームとしての可能性について,” *経営情報学会2014年春季全国研究発表大会*, 2014.

野田啓一，河合亜矢子，大江秋津，“不平衡型 SNS プラットフォームを活用した SCM ゲームソフトの開発，” 経営情報学会 2015 年春季全国研究発表大会，2015.

高井英造，河合亜矢子，大江秋津，野田啓一，“SCM ゲームの社会人教育に対する適用について，” 経営情報学会 2015 年秋季全国研究発表大会，2015.

河合亜矢子，“安全在庫の更新がサプライチェーンに与える影響について，” 日本オペレーションズマネジメント&ストラテジー学会，2016（発表確定）.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河合亜矢子 (KAWAI, Ayako)

高千穂大学 経営学部・准教授

研究者番号：00580432

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：