

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350433

研究課題名 (和文) サプライ・チェーン環境下での制度設計による流通合理化・最適化

研究課題名 (英文) The rationalization and optimization of distribution systems based on mechanism design in supply chain environments

研究代表者

竹本 康彦 (TAKEMOTO, Yasuhiko)

近畿大学・理工学部・准教授

研究者番号：70382257

交付決定額 (研究期間全体) : (直接経費) 2,700,000 円

研究成果の概要 (和文) : 現在, 市場の構造変化や情報技術の進歩により, 旧来の取引制度や取引形態が必ずしも適切に機能しているとは言えない状況がある. 本研究では, サプライ・チェーン環境下での流通問題において, 社会環境に即した全体合理化・最適化を実現するための制度設計について考察した. 制度設計をサプライ・チェーン契約手法の設計として捉え, 出版流通をはじめとするいくつかの商取引上の問題を解析し, 契約パラメータの設定方法について提案した.

研究成果の概要 (英文) : In today's business environment, conventional transaction systems and styles sometimes don't function well from the change of market structure and advance in information and communication technology. This research project has considered transaction systems and styles to achieve rationalization and optimization of distribution systems in today's supply chains. In particular, the transaction systems and styles can be considered supply chain contracts. In this research project, the transactions in some business scenes such as publishing business and semiconductor industry have been formulated as a mathematical model. Then, the mathematical models have been analyzed using the theory of game and mechanism design. Decision making strategy of contract parameters in the mathematical models has been researched and developed.

研究分野：経営工学, オペレーションズ・リサーチ

キーワード：サプライ・チェーン・マネジメント 契約手法 出版流通 委託販売制度 責任販売制度 生産能力予
約契約 ゲーム理論 Nash交渉理論

1. 研究開始当初の背景

当時、市場の構造変化や情報技術の進歩によって、旧来の取引制度や取引形態が必ずしも適切に機能しているとは言えない状況があった。ただし、現在もこれが解決しているとは言えない状況が続いている。

出版業界は、若年層の活字離れ等を受け、1996年をピークに長期逡減傾向が続いている。他方、出版物の新刊点数は増加傾向にあり、結果として4割にも及ぶ返品率が問題となっている。出版物の取引では、出版社が小売価格を拘束する再販売価格維持制度(以下、再販制度)が取引慣行として存在する。他方、書店が売れ残りリスクから出版物を買い控え、市場の縮小を招く恐れが考えられたため、出版社が売れ残りを卸売価格と同額で買い戻す委託販売制度が運用されている。これに対して、返品率の問題を販売制度の変革で解決する試みとして、高い利益率を保証するが書店が返品する場合に小売価格の数割程度でしか買い戻さない責任販売制度が一部で行われ始めた[1]。ただし、利益率や買戻価格率は一律35%とするなど、出版業界の置かれた状況を必ずしも加味した設計とは言えないと考えられた。



図1 新刊点数と書籍・雑誌の返品率[2]

また、半導体などの製品では、製造における設備に関して多額の投資が必要となり、投資リスクの問題が存在する。特に、部品サプライヤにとって、多額の設備投資は企業の存続に影響する。くわえて、製品の短命化が投資リスクに拍車をかけることも考えられた。一般に、設備投資に多額の費用が必要となる製品については、投資リスクの観点から消極的な事業展開になる危険を孕んでいる。したがって、高額な投資を必要とする部品サプライヤでは、売れなかった場合などを想定し、消極的な設備投資を選択する傾向が考えられる。一方、市場の要求に対して消極的な製品の供給しかできなかった場合、市場からの要求に対して十分な対応ができないことから、市場の要求を減衰させ、製品の市場への流通が妨げられる。結局、商品としての価値が失われ、十分な利益を得る機会を失ったまま撤退を余儀なくされる。これを解決する方法として、生産能力予約契約手法が考案されてきた[3,4,5]。この契約手法では、組立メーカーが部品サプライヤに希望する生産能力を予約する一方、予約

費用を支払うことで、部品サプライヤが被る投資リスクの一部を負担し、そのリスクを共有し、軽減することが可能となる。ただし、契約の主となるパラメータの設定については、組立メーカーと部品サプライヤのそれぞれの立場を考える必要があり、これを考慮した契約パラメータの設計に関しては、まだまだ考察の余地があった。

以上のような市場の構造変化等から取引の様相は一変しており、さらに多くの利害関係者が混在する形となっている。現状に即した新たな取引制度を構築すること、また利害関係者の中で合意を得て制度移行を実現するための条件や手続きを明らかにすることが課題と言えた。

参考文献

- [1] “広がる責任販売制”，朝日新聞，2009年7月13日。
- [2] 出版科学研究所，「出版指標年報－2011年版」，全国出版協会，2011。
- [3] Erkoc, M., Wu, S. D., “Managing High-Tech Capacity Expansion via Reservation Contracts”, *Production and Operation Management*, 14(2), 1-20, 2005.
- [4] Jin, M., Wu, S. D., “Capacity reservation contracts for high-tech industry”, *European Journal of Operational Research*, 176(3), 1659-1677, 2007.
- [5] 佐野宏樹，松尾博文，“半導体製品のサプライチェーンにおける生産能力予約契約”，*オペレーションズ・マネジメント&ストラテジー学会論文誌*，2(1)，70-83，2011。

2. 研究の目的

本研究では、サプライ・チェーン環境下での流通問題において、社会環境に即した全体合理化・最適化を実現するための制度設計について考察する。

商取引は、当事者間での合意のもとで成立する。このとき、合意は当事者達が属する業界において、明示的にまたは暗黙的に了解されてきた節がある。他方、現在の市場の構造変化や情報技術の進展による取引方法の変化等は、旧来の方法と比して利害関係者すべてに有益であるとは限らない。ここに、現在の環境に即した新たな取引制度の構築は重要な課題である一方、移行前の取引制度から新しい取引制度への移行を実現するために、利害関係者においてインセンティブを誘引するメカニズムが設計されている必要がある。

本研究ではまず、既述の通り社会的に顕著となった出版流通をはじめとする流通分野における問題を整理し、旧来の取引慣行をふまえ、社会環境に即した最適な取引制度の構築を試みる。さらにかつての取引制度における利益等を保証しつつ、新しい制度へのスムーズな移行を実現するための条件ならびに手続きを示す。特に、利害関係者が複数に及ぶ場合にも着目し、ゲーム理論を応用しつつ、

公正な利益分配並びにスムーズな制度移行を実現するための条件および手続き、すなわち制度移行のインセンティブ設計について検討する。

3. 研究の方法

基本的に以下の手続きに則り研究を遂行した。

- ① 問題となる取引制度が成立してきた過程を、時代背景を含め調査する(情報収集)。
- ② 調査結果を受けて、取引制度において問題とされる点を洗い出し、その原因を明らかにする(問題点の洗い出し)。
- ③ 定量的分析を通じて問題を解消するための取引制度を検討する(取引制度の設計問題)。
- ④ 利害関係者の合意を踏まえた制度移行を実現するための方法について考察する(制度移行のインセンティブ設計)。

①のステップでは、専門雑誌や専門書などによる文献調査をもとに、各分野の商取引の状況を調査した。また、某組立メーカーに部品を納入する部品サプライヤーに訪問し、部品の製造に関する設備が組立メーカーの出資により購入されている事実などを確認した。生産能力予約契約以外の方法において、部品サプライヤーと組立メーカーが協調している現状を確認した。

②のステップでは、各種の文献調査等を通じた情報収集の結果を整理し、取引制度において問題とされる点の洗い出しを行った。例えば、出版業界における再販制度は、元来拘束力はなく、明確な履行義務はない業界における慣習であることが既に政府関係機関より明らかにされている[6]。一定期間後に割引を実践する時限再販制度などの可能性について考察した。

③のステップでは、契約に関して業界特有の事情を加味し様々な方法のものが考案されている点を考慮し、Cachon[7]などの専門書をもとに、契約手法とその特性についてまとめた。同時に、各種の契約手法の効果について、数学モデルをもとに整理した。

④のステップでは、取引における契約の最適設計の手順を踏まえて、現行の取引制度から新しい取引制度に移行するためのインセンティブを有する設計手順ならびに設計パラメータ等の設定方法について検討した。このとき、ゲーム理論における研究成果を応用し、利害関係者の合意を踏まえたスムーズな制度移行を実現する方法を検討した。

参考文献

- [6] 公正取引委員会, “書籍・雑誌の流通・取引慣行の現状”, 2008年7月25日報道発表資料。
- [7] Cachon, G. P., “Supply Chain Coordination with Contract”, Handbooks in Operations Research and Management Science, A.G. de Kok, S. Graves, (eds.), Elsevier, 2003.

4. 研究成果

本研究を通じて得られた成果を以下にまとめる。

- (1) 既報の研究成果[8]を踏まえて、さらに現実に即して、出版流通における出版社、取次、書店の3者間での取引を考察の対象とした。学会発表(8)および雑誌論文(4)では、従来の取引形態である委託販売制度から責任販売制度へ移行することを前提として、その場合に、移行後の責任販売制度でのそれぞれの利益が移行前の委託販売制度のときと比べて減少しない責任販売制度のもとでのパラメータの条件を明らかにした。具体的なパラメータは、取次の卸売価格(w_A)と買戻価格(b_A)、および出版社の卸売価格(w_p)と買戻価格(b_p)とした。一例として、図2および3を与える。いずれも斜線部が上述する制度移行に合意できる最低条件(契約合意条件)を満たすパラメータの組合せを意味する。

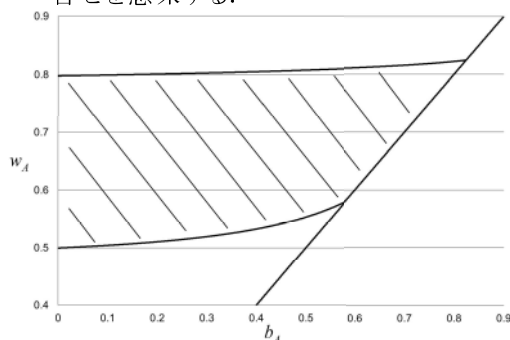


図2: 取次の卸売価格(w_A)と買戻価格(b_A)

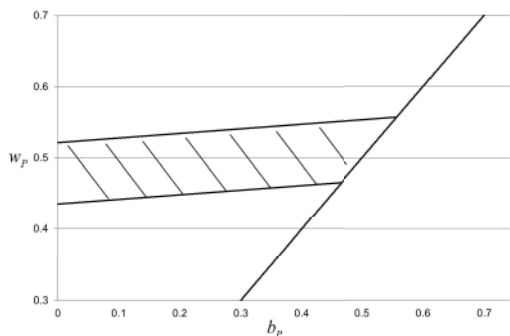


図3: 出版社の卸売価格(w_p)と買戻価格(b_p)

さらに、学会発表(2)および(3)では、上述の責任販売制度を一契約としてとらえ、出版社・取次・書店の3者からなる直列につながったサプライチェーンでの契約問題を考えた。このとき、上述の成果を踏まえ、さらに後述の研究成果(2)の結果を応用し、出版社・取次・書店のいずれもが個人合理性を維持しつつ、全体最適を実現する契約パラメータの導出方法を提案するに至った。

- (2) 既報の研究成果[8]を踏まえて、契約交渉におけるパラメータの決定プロセスを詳細に検討し、その特性を整理し、一連の手続きとして提案した。学会発表(4)および雑誌

論文(3)では、買戻契約問題を取り上げ、サプライヤとリテイラの間での契約パラメータの決定過程を考察した。このとき、研究成果(1)でも述べた契約合意条件にくわえ、サプライヤおよびリテイラの個人合理性を維持しつつ、全体最適を実現する契約パラメータの導出するプロセスを提案した。さらに、学会発表(7)および雑誌論文(2)では、これを1サプライヤ・複数サプライヤの問題に拡張し、同様の理論展開が可能であることを検証した。

- (3) 既述の通り、半導体などの製品では、部品サプライヤが設備投資のリスクの観点から消極的な生産を実施する可能性がある。これを解消する方法として、組立メーカーが希望する生産能力に対して予約費用を支払うことで、部品サプライヤが被る投資リスクの一部を負担し、そのリスクを共有し、軽減する生産能力予約契約が考案された。学会発表(6)および(10)では、従来の契約プロセスに潜むモラルハザード問題を明らかにし、これを回避するための方法について提案した。さらに、学会発表(5)では、モラルハザード問題を解消した上で、契約合意条件を満足しつつ、全体最適を実現する契約パラメータを導出する方法を提案した。一例として、契約パラメータである予約費用(r)と予約量(q)の契約合意条件を満たす組合せと全体最適を与えるナッシュ交渉解の結果を図4に示す。

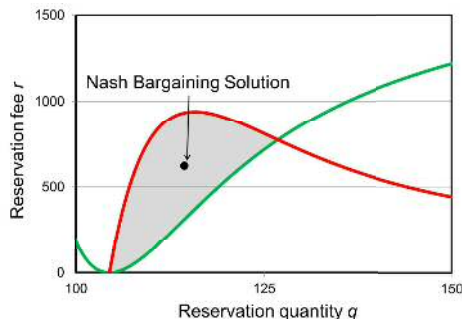


図4: 予約費用(r)と予約量(q)の組合せ

- (4) 物流上、しばしば不適合品が混在する場合がある。不適合品が市場に配送され、顧客が受け取った場合の補償問題について様々な考察がされており、補償契約問題[9]として知られている。従来研究では、不適合品が顧客に配送されたことに対して、部品サプライヤと組立メーカーの補償分担割合を検討するものであり、不適合品そのものが補償の対象であった。一方、不適合品が納入された側にとっては、在庫不足に陥る場合もあり、適正な生産計画を実施するには至らない場合もある。学会発表(1)では、不適合品そのものによる損失とは別に、不適合品が配送されることにより伴う不確実性の影響を評価することを考えた。この際、不適合品の混入に伴う不確実性の影響によって組立メーカー等の受け取り側が

どの程度の損失を被るのかを評価し、不適合品が配送されることにより伴う不確実性の影響を具体的にコストとして計上することを可能とした。さらに、これを補填するための補償契約問題について言及し、この契約問題での契約パラメータの導出方法について提案した。

- (5) 2者間の交渉理論として、古くよりNash交渉理論[10]が知られている。Nash交渉理論におけるアプローチの基本的特性として2者を対等な関係として取り扱っている。これを発展する形で、2者間のパワーバランスを考慮した交渉理論が提案された。ただし、2者間のパワーバランスは別途所与とされるものであった。雑誌論文(1)では、利益規模などの商取引における情報のみを用いて、パワーバランスを考慮した交渉理論を提案し、交渉解の導出手順を示した。
- (6) 流通取引の基礎となる要素として、発注・在庫の管理が存在する。学会発表(9)では、一連の研究活動の土台となる発注・在庫管理の方法について考察した。特に、この研究では需要情報が十分に明らかにされておらず、平均や分散といった限定的情報しか利用できない場合の発注点方式の設計方法を提案した。

参考文献

- [8] 竹本康彦, 佐藤元紀, 有菌育生:書籍流通システムにおける契約手法に関する研究, 日本経営工学会論文誌, 63(2), 76 - 83, 2012
- [9] Lee, C. H., Rhee, B. D., and Cheng, T. C. E., "Quality Uncertainty and Quality-Compensation Contract for Supply Chain Coordination," *European Journal of Operational Research*, vol.228, pp.582-591, 2013.
- [10] 岡田 章, 「ゲーム理論・入門 新版」, 有斐閣, 2014

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4件)

- (1) Kato, W., Arizono, I. and Takemoto, Y., A Proposal of Bargaining Solution for Cooperative Contract in a Supply Chain, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol.29, no.3, pp. 559-567, 2018.
- (2) Tsurui, S., Takemoto, Y., Arizono, I., Tomohiro, R., Reconsideration of Negotiation Procedure for Buyback Contract in Supply Chain, *International Journal of Supply Chain and Operations Resilience*, vol.3, no.1, pp.34-55, 2017.
- (3) 釣井心, 竹本康彦, 有菌育生, 友廣亮介,

「買戻契約問題における交渉論的アプローチに関する再考」『日本経営工学会論文誌, vol.67, no.4, pp.314-317, 2017.

- (4) 竹本康彦, 有菌育生, 「出版流通における販売制度の革新のための要件に関する一考察」『システム制御情報学会論文誌, vol.29, no.4, pp.192-194, 2016.

[学会発表](計 10 件)

- (1) Takemoto, Y. and Arizono, I., A Study of Compensation Problem for Uncertainty of Quality in Supply Chain, Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018, pp771-776, Hong Kong, 14-16 March, 2018.
- (2) Suehiro, T., Arizono, I., Tsurui, S., and Takemoto, Y., Study on Collaborative Bargaining Solution for Contract Problem in Tandem Supply Chain Consisting of Three Members, Proceedings of 18th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems 2017 (APIEMS2017), B3.19-24, Yogyakarta, Indonesia, Dec. 3-6, 2017.
- (3) 末廣貴俊, 有菌育生, 釣井心, 友廣亮介, 竹本康彦, 出版社, 取次および書店からなる出版流通システムにおける契約問題の協調的交渉解に関する考察, 日本経営工学会 2017 年春季大会予稿集, pp.38-39, 龍谷大学, May 26-27, 2017.
- (4) Tsurui, S., Takemoto, Y., Arizono, I., and Tomohiro, R., Reconsideration of a negotiation procedure for a buyback contract in a supply chain, Proceedings of 17th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2016), 7 pages on USB, Taipei, R.O.C, Dec, 7-10, 2016.
- (5) Takemoto, Y., and Arizono, I., Agreement Condition and Cooperative Bargaining in Capacity Reservation Contract for Semiconductor Industry, Proceedings of 13th International Conference on Industrial Management (ICIM2016), pp.99-105, Hiroshima, Japan, Sep. 21-23, 2016.
- (6) Takemoto, Y., and Arizono, I., Moral Hazard Problem and Collaborative Decision Making in Capacity Reservation Contract for Semiconductor Industry, INFORMS International Conference 2016 (INFORMS2016), Hawaii, USA, June 12-15, 2016.
- (7) 釣井心, 有菌育生, 加藤若菜, 友廣亮介, 竹本康彦, 単一サプライヤと複数リテイラで構成されるサプライチェーン・マネジメント・システムに関する考察, 日本経営工学会 2016 年春季大会予稿集, pp.106-107, 早稲田大学, May 28-29, 2016.
- (8) 竹本康彦, 有菌育生, 出版流通制度の協

調的移行を実現する卸売価格率及び買戻価格率に関する考察, 日本経営工学会 2015 年春季大会予稿集, pp.90-91, 首都大学東京, May 16-17, 2015.

- (9) Takemoto, Y. and Arizono, I., Reorder Point Determination Considering Customer Service Constraint under Limited Demand Information, Proceedings of 15th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2014), pp.1762-1768, Jeju, Korea, Oct 12-15, 2014.
- (10) 竹本康彦, 有菌育生, 生産能力予約契約における協調的意思決定に関する一考察, 日本経営工学会平成 26 年春季大会予稿集, pp.142-143, 東京理科大学, May 17-18, 2014.

[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 0 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

<https://sites.google.com/view/imelab/study/01>

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹本 康彦(TAKEMOTO, Yasuhiko)
近畿大学・理工学部・准教授
研究者番号:70382257

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

なし