

## 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30日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510147

研究課題名（和文）

新聞売り子問題における信用と見切り販売に関する研究

研究課題名（英文）

A study on goodwill and price discount of the newsvendor problem

研究代表者

三道 弘明（HIROAKI SANDOH）

大阪大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：40167440

研究成果の概要（和文）：

小売りにおける新聞売り子問題においては、品切れ費用の設定が困難であり、さらに現実には品切れ量の計測も困難であることを明らかにした。さらに消費者の参照価格が小売りの利益に及ぼす影響について考察するとともに、新聞売り子問題における最適営業時間の存在を示した。さらにはコンビニエンス・ストアにおける新聞売り子問題においては、廃棄費用の一部をフランチャイザーが負担することでサプライチェーンの最適化が可能であることも明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

The present study has clarified that it is very difficult in retailing to find an adequate value of the parameter, opportunity cost, involved in the classical model for the newsvendor problem. It was also shown very difficult to count the number of customers who encounter stock-out in the real circumstances. In addition, this study discussed the reference price of customers with the view to examining the effect of markdown, and showed that there exists optimal business hours of the newsvendor problem in retailing. showed for the convenience chain stores that if the franchiser refunds a part of salvage costs of the franchisee, the supply chain between them can yield more profits.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：新聞売り子問題，最適仕入れ量，品切れ費用，参照価格，最適営業時間

## 1. 研究開始当初の背景

2009年3月，セブンイレブン・ジャパンに公正取引委員会が調査に入り，フランチャイズ店舗に対する「見切り販売制限」の排除命令を出した。この背景には，主力商品であ

る弁当やおにぎりなどの食料品に対して，その品切れを恐れる店舗のオーナーが商品を過剰に仕入れていることがある。過剰に仕入れられることは同時に，廃棄処分の量を多くする。この廃棄処分に関わる費用が店舗経営を大

大きく圧迫しているばかりでなく、食料品の大量廃棄処分が近年の大きな社会問題にもなっている。

このことは、ノーベル経済学賞を受賞した K.J. Arrow が 1951 年に *Econometrica* に論文を発表して以来、IT が重要なインフラと位置づけされる今日においても、依然として新聞売り子問題に帰着される問題が多く存在していることを示唆している。

## 2. 研究の目的

(1) コンビニエンス・ストアに代表されるような小売業を対象を絞った上で、既存の新聞売り子問題に対する最適解の適用可能性に問題があることを示すと同時に、より現実的な解を示す。

(2) また、消費者購買行動の視点から、価格割引が利益に及ぼす影響についても考察するばかりでなく、

(3) サプライチェーン・マネジメントの視点より、フランチャイザーとフランチャイジーのコラボレーションについても検討する。これらにより、研究の背景に説明したような社会的問題の解決に寄与することを目的とする。

## 3. 研究の方法

新聞売り子問題に対する最適解は次の通りである。方程式  $F(Q^*) = w/(p+c)$  を満たす  $Q^*$  が最適仕入れ量であり、 $p, w, c$  はそれぞれ販売価格、仕入れ価格、品切れ費用を表す。

(1) 品切れ費用  $c$  の見積もりは、小売業においては困難であることを明らかにし、次のような基本モデルを構築した上で、マルチエージェント・シミュレーションを行う。

### 【基本モデル】

① 図 1 に示すように、横軸が消費者の居住地を表しており、Hotelling の  $[0, 1]$  数直線である。この区間に  $n=100$  人の消費者が居住しており、小売り店舗は 0 に位置する。これに対して縦軸は、1 日 24 時間を  $[0, 1]$  に正規化したものである。

② 各消費者は出発時刻分布を有しており、一定の速度  $\lambda$  で小売店舗に向かう。消費者が財を購入できるのは、営業時間中に店舗に到着し、財の在庫が存在する場合のみである。

(2) 上の派生的な研究として、最適営業時間に関する数理モデルを構築し、最適営業時間の存在について考察する。

(3) これらとは別に、既存の参照価格に関する数理モデルに基づいて、値引き販売による影響を定量的に表現した数理モデルに基づき、最適価格割引政策についても検討する

(4) フランチャイズ契約の下でのコンビニエンス・ストアを念頭において、サプライチェーン・マネジメントの視点から、サプラ

イチェーン全体の最適化を目指す。

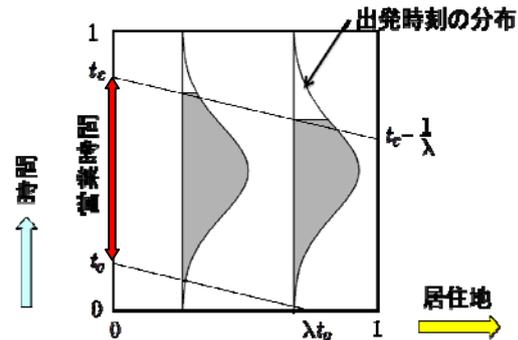


図 1 基本モデル

## 4. 研究成果

(1) 小売業において、品切れ費用の見積もりが困難であることばかりでなく、品切れ量あるいは品切れ個数の計測も困難であることを明らかにした。したがって品切れが発生している状況では真の需要分布の評価も困難である。この点に、製造業における新聞売り子問題と小売りにおけるそれとの決定的な違いがある。

次に、マルチエージェント・シミュレーションにより、次のことを明らかにした。すなわち、真の需要分布が不明であるからと言って、仕入れ不足のために品切れが発生すると、消費者が以降の行動において過去に経験した品切れ時刻を参照し、品切れ時刻以降の店舗訪問を控えるようになる。一方、小売りは、廃棄量が増えるため、仕入れ量を減らすという行動をとるようになる。消費者、小売りそれぞれがこのような行動をとると、結局は需要そのものが減少する（需要分布が左にシフトする）。

このような状態を回避するには、意図して売れ残り（廃棄）が確実に発生する仕入れ量を一定期間継続し、真の需要分布を評価し、さらに品切れ確率が 5%程度以下となるような仕入れ量を採用することが重要である。このような政策により、品切れの需要分布に対する影響を抑制することができることが明らかとなった。

(2) 前述したような基本モデルのもとでは、任意の時刻  $t$  までの需要分布を理論的に導出することが可能となる。さらには、その需要分布を用いることで、小売りにとっての最適営業時間に関する数理モデルを構築した。ここではこの数理モデルに基づいた数学的分析を通して、最適営業時間の存在条件を明らかにすることができた。なお、このような最適営業時間に関する研究は、半世紀以上の歴史をもつ新聞売り子問題の研究分野においては、初めてのことである。

(3) 消費者購買行動における参照価格を用いると、価格割引が消費者の購買行動に影響し、延いては小売りの利益にも大きく影響することとなり、この影響を抑制するための最適価格割引政策を検討する必要性が生じる。ここでは、その政策の存在条件を明らかにした。

(4) フランチャイズ契約のコンビニエンス・ストアにおいては、弁当などの廃棄が多い。これはフランチャイジーであるコンビニエンス・ストア店舗にとって、仕入れ量を減らすインセンティブとなる。しかし、その廃棄の一部をフランチャイザーが負担するという、サプライチェーン・マネジメントの視点からの方策を考えると、サプライチェーン全体の利益を最大にする最適負担率がユニークに存在し、その場合のサプライチェーン全体の利益は、両者がそれぞれ個別に最適化を図った場合の利益の合計よりも大きくなることを理論的に示すことができた。

図2は、サプライチェーン全体の利益、図3は、フランチャイザー、フランチャイジーのそれぞれ利益を表した一例である。なお、図2、3ともに横軸はフランチャイザーの負担率を表している。

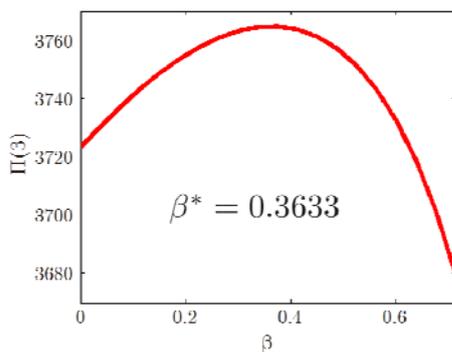


図2 サプライチェーン全体の期待利益

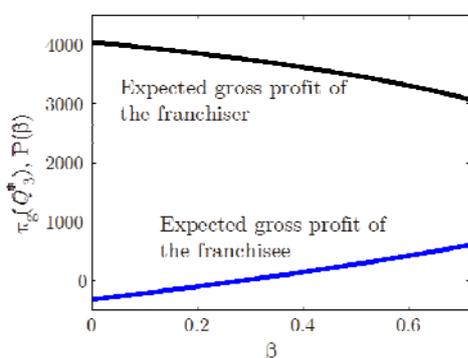


図3 フランチャイザー、フランチャイジーの期待利益

## 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 13 件)

① H. Sandoh and T. Koide, Optimal pricing for installbase business of a monopolist considering three representative consumer segments, *Journal of the Operations Research Society of Japan*, vol.53, 177-188 (2010).

② T. Koide, H. Sandoh, and W. Yue, Economic analysis of systems under a monopoly based on a reliability-quality index, *Business Intelligence in Economic Forecasting - Technologies and Techniques*, J. Wang & S. Wang, eds, Hershey, New York, IGI Global, 82-103 (2010).

③ T. Koide and H. Sandoh, Simulation study of optimal pricing on daily perishable products with reference price effect, *Proc. of the World Congress on Engineering 2010*, 2039-2043 (2010).

④ T. Koide and H. Sandoh, A mathematical analysis on clearance pricing considering inventory level and reference price effect, *Pro. of the 12th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, 82-26 (2011).

⑤ T. Koide and H. Sandoh, An optimal daily inventory clearance operation with consumer's reference price, *Proc. of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2012*, 1587-1591 (2012).

⑥ 三 道 弘 明, 小売業における新聞売り子問題—マルチエージェント・シミュレーション, *近畿大学商経学叢*, vol. 58, 79-90 (2012).

⑦ J. Kuniwa, T. Koide, and H. Sandoh, A new variant of the minority game - asset value game and its extension, *Proc. of the 4th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, 15-22 (2012).

⑧ T. Koide and H. Sandoh, A mathematical analysis on clearance pricing considering inventory level and reference price effect, *Industrial Engineering & Management Systems*, vol. 10, 30-38 (2012).

⑨ T. Koide and H. Sandoh, Two-period inventory clearance problem with reference price effect of demand, *Engineering Letters*, vol.20, 286-293 (2012).

⑩ T. Koide and H. Sandoh, A mathematical and numerical analysis on multi-period clearance pricing considering reference price effect, *Proc. of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, 1995-2000 (2012).

⑪ J. Kuniwa, K. Kikuta and T. Hamada,

Effective search for a naval mine with application to distributed failure detection, *Search and Rendezvous*, Lorentz Center, Leiden, Netherlands, 1-8 (2012).

⑫ J. Kuniwa, T. Koide and H. Sandoh, Asset value game and its extension: Taking past actions into consideration, *Communications in Computer and Information Science*, vol. 358, 319-331 (2013).

⑬ A. Hosseinipour and H. Sandoh, Optimal business hours of the newsvendor problem for retailers, *International Transactions of Operational Research*, (2013) (to appear).

〔学会発表〕 (計 13 件)

① 小出武, マイノリティゲームの新種「資産価値ゲーム」について, 日本 OR 学会「不確実性下の意思決定モデリング」研究部会, (2010).

② 小出武, 三道弘明, 参照効果を考慮した期間末割引販売に関するシミュレーション考察, 第 26 回ファジィシステムシンポジウム, (2010).

③ J.Kuniwa, T.Koide and H.Sandoh, Asset value game and its extension, 9th Joint Agent Workshops and Symposium (JAWS2010), (2010).

④ 小出武, 三道弘明, 期間末最適割引販売問題に関する一考察, 京都大学数理解析研究所研究集会「不確実性下における意思決定問題」, (2010).

⑤ 小出武, 三道弘明, 参照効果を考慮した最適割引問題に関する数理的基礎考察, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, (2011).

⑥ A. Housseinipour, and H. Sandoh, An arrival-time affected newsvendor problems, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, (2011).

⑦ 三道弘明, 小売業における新聞売り子シミュレーション・数理モデルにおけるパラメータの意味について考える, 日本オペレーションズ・リサーチ学会「防衛と安全」研究部会, (2012).

⑧ 三道弘明, 木庭淳, 小出武, 小売業における新聞売り子問題に関するマルチエージェント・シミュレーション, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, (2012).

⑨ A. Housseinipour, and H. Sandoh, Arrival-time affected newsvendor problem considering labour cost, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, (2012).

⑩ 木庭淳, 菊田健作, 分散システム故障回復への応用を考慮した効率的機雷探索, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, (2012).

⑪ 木庭淳, 菊田健作, 分散システム故障回復

への応用を考慮した効率的機雷探索, 第 2 回甲南大学知能情報学部大学間連携共同研究シンポジウム, (2013).

⑫ 三道弘明, 小出武, 木庭淳, コンビニエンス・ストアにおける新聞売り子問題: サプライチェーン・マネジメントの視点から, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, (2013).

⑬ 小出武, 三道弘明, 参照価格を考慮した多期間最適割引問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, (2013).

〔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

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三道 弘明 (HIROAKI SANDOH)

大阪大学・大学院・経済学研究科・教授

研究者番号: 40167440

### (2) 研究分担者

小出 武 (KOIDE TAKESHI)

甲南大学・知能情報学部・准教授

研究者番号: 50330486

### (3) 連携研究者

木庭 淳 (KINIWA JUN)

兵庫県立大学・経済学部・教授

研究者番号: 90177882