

## 2013年度博士学位請求論文

### コンビニエンス・ストアにおける情報システムと在庫管理方式に関する研究 要約

経済学研究科 桑 海侠

本論文は緒言および結言を含む7つの章で構成されている。第1章「緒言」では、本論文における研究の背景、目的および構成が示されている。本論文は、コンビニエンス・ストアで販売される商品について、情報システムの活用を念頭に置いた在庫管理方式を分析対象としている。コンビニエンス・ストアにおいて販売される商品には、消費期限あるいは賞味期限が設定された食品の各品目や、さらには日用品や文具などの品目がある。本論文は、研究対象とする店舗に関して、POSシステム（販売時点管理）のデータを用いて種々の分析を行い、コンビニエンス・ストアに係る情報システムとそれにより得られるデータを活用し、特にシミュレーションモデル分析を通して、それぞれの商品の特性に応じた適切な在庫管理方式を提案することを目的とする。

第2章では、コンビニエンス・ストアにおける情報システムの枠組みについて、コンビニエンス・ストアを展開する企業を事例として調査した。サプライチェーンにおける物および情報の流れを把握したうえで、研究対象とする店舗のPOSデータを分析することにより、当該店舗における販売活動全般について種々の分析が行われている。店舗で販売される商品に関して、消費期限が設定された品目と、賞味期限が設定された品目や特に期限が設定されていない品目の3種類に商品特性を分類し、それぞれに対してABC分析を行うことにより、当該店舗が重点管理すべき商品群が特定されている。さらに、商品の在庫管理上の問題点をより明確にするために、商品の在庫量に関する時系列分析を行う際に、データ入力手順を提案することで、入力作業の効率化がはかられ、在庫問題が素早く特定できることも示されている。

第3章では、コンビニエンス・ストアで販売されている商品の特性別により従来の在庫管理方式が示されている。以降の各章において、シミュレーションモデルの構築および数値実験を通して、各々の在庫管理方式について分析を進めるための基本的な認識が述べられている。そして、これらの在庫管理方式に関する研究、特に関連するシミュレーション研究について総括されている。これまで、在庫管理方式を検討する場合、一般に需要量を所与とした前提条件の下で行われている。しかし実際の需要量の変動に対処するために、商品需要の実績値の特徴を把握したうえで、より精度の高い需要予測を行うことにより、さらに適切な在庫管理が実施できることが強調されている。

第4章では、商品の需要予測手法について詳細な検討が行われている。ここでは、分析対象として、次章以降で詳しく検討されるおにぎりおよび1種類の商品を取り上げ、需要

の変動について詳細な分析が行われている。需要予測手法としては、各品目の需要量を予測するために、Winters 流の方法が応用されている。Winters 流の需要予測手法では、基本値、傾向値、そして季節指数を実績値に基づいて更新しながら、需要の予測値を算出する。その際に、予測値の決定に影響する要因は、基本値を求めるための平滑化定数、傾向値を求めるための平滑化定数および季節指数を求めるための一組の平滑化定数である。伝統的な Winters 流の需要予測手法では、これら 3 種類の平滑化定数を指定して品目の需要を予測する。それに対して、ここでは、より望ましい予測結果を得るために、それぞれの平滑化定数について、区間 (0, 1) で 0.1 間隔の値のすべての組合せにより予測計算を行い、その中から予測値と実績値の残差平方和が最小となる平滑化定数の組合せ数値を以って需要を予測している。ここで、当該店舗における研究対象としたおにぎりおよび取り上げた商品の発注量に影響を及ぼすのは、時間帯別の商品の需要量および曜日別の商品の需要量であるため、ここでは曜日を特定して、商品の需要量が予測されている。そして、予測値を実績値と比較したところ、Winters 流の需要予測手法は高い精度で商品の需要を予測できることが示された。このことから、Winters 流の需要予測手法は通常の年間の季節変動を含めた需要予測だけではなく、ある部分的な期間を対象とした予測手法としても有効であるとの知見が得られた。

第 5 章では、消費期限の設定された商品として、おにぎりを対象として取り上げ、需要予測の結果を利用して最適発注量の設定手順が提案されている。おにぎりの最適発注量に関しては、機会損失および廃棄損失を考慮した店舗の利益の期待値を最大化させる発注量として、シミュレーション技法と最適化手法を統合したアプローチが提案されている。在庫管理方式としては、いわゆる「新聞売り子問題」を応用することが試みられている。伝統的な新聞売り子問題は、1 日につき、商品の仕入れならびに売れ残りによる廃棄はそれぞれ 1 回のみの場合が扱われている。それに対して、研究対象とする品目は 1 日につき 3 回の発注・入荷があり、それぞれ対応する消費期限の時点で売れ残った場合には、当該商品は廃棄される。さらに、配送センターから当該店舗に配送される 3 回の配送便について、配送時点から消費期限の期間が互いに重複することもある。そこで、店舗におけるおにぎりの 3 回の配送便の入荷時刻、廃棄時刻を考慮して、シミュレーションモデルが構築された。一般に、シミュレーション実験のみを用いて、利益の期待値を最大化する複数の配送便の最適発注量を得ることは困難であるため、最適化手法を併用して最適発注量を得るための手順が提案されている。さらに、感度分析によって 1 便ないし 3 便の最適発注量の範囲を特定する手順も提案されている。その結果、本章で提案した最適発注量の決定手順が意思決定支援ツールとして有効に機能することが示されている。また、シミュレーション実験で、感度分析は最適発注量を特定するためのツールだけでなく、廃棄損失許容率および機会損失許容率が設定される場合、発注量を決定できる有効なツールであることも示さ

れている。さらに、汎用性をもたせるために、種々の需要量の変動にも対応できるように、需要分布の入力ユーザーフォームが設計され、提案されている。

第 6 章では、賞味期限が設定された 1 種類の商品を対象として取り上げ、発注日別による自動発注システムの最適発注点および最適補充点について検討されている。コンビニエンス・ストアで取り扱われる品目の種類は、数千程度と膨大な数にのぼるため、一般に、発注業務の効率化を図るために、自動発注システムが導入されている。店舗において、売切れによる品切れや過剰在庫を回避するために、適正在庫を維持することが課題であり、そのために発注点および補充点の適切な設定が重要な意思決定事項である。ここでは、まず、ヒアリング調査の結果に踏まえて、Excel VBA で構築したシミュレーションモデルによって、現時点で当該企業において稼働している自動発注システムの問題点を顕在化させた。そして、問題点に対し、需要予測方式および在庫管理方式という 2 つ視点から提案を行った。在庫管理方式においては、自動発注システムで一般に用いられる  $(s, S)$  在庫管理方式および発注点在庫管理方式が取り上げられ、在庫削減および品切れ回避の効果に関してシミュレーション分析が行われている。改善案においては、特に、通常の  $(s, S)$  在庫管理方式に加えて、発注日毎に異なる発注点、補充点の  $(s, S)$  在庫管理方式についても、手順が提案されている。最適な発注点および補充点に関して提案された改善案は、現状案と比較した結果、商品の在庫削減および欠品回避を同時に実現することができ、さらに商品の平均在庫量は現状と比較して大幅に低減されることが示された。

最後に、第 7 章では論文全体のまとめと今後の 4 つの研究課題が言及されている。まず、コンビニエンス・ストアでは、変化の激しい市場に対応するために、常に新商品の投入を行っている。この新商品の導入による棚替え作業は店舗にとって頻繁に行われる作業である。限られた売場面積で店舗の利益の期待値を最大化させるための新商品と既存品の面積比例問題の設定は課題として残されている。そして、本論文で提案したおにぎりの最適発注量の手順は、大学のキャンパス内に立地している店舗を対象としている。この手順は、一般のコンビニエンス・ストアへ応用することにより、機会損失と廃棄損失を考慮した店舗利益を向上させる効果を検証することが課題として残されている。また、コンビニエンス・ストアで販売されている商品の販売期限が設定された商品は、一般にそれぞれ入荷および廃棄時刻が異なる。このため、本論文で提案した商品の販売期限が設定された商品の最適発注量の手順は、その他の商品へ応用する際に、商品の納品時刻、廃棄時刻に合わせてモデルを修正することが必要である。今後全体を統合して扱うための系統的な仕組みの確立も残された課題である。さらに、おにぎり売り切れて店頭がない場合、おにぎりを買いに来た顧客がサンドイッチなどその他の商品を購入するという商品の「代替性」の問題は実際に販売実績を検討する上で非常に重要な検討課題である。これについても、今後解明されるべき研究課題として残されている。