

小規模小売店における在庫数の最適化に関する研究

情報科学科 井垣 知加子

指導教員：奥田 隆史

1 はじめに

商品やサービスを地域外に売って得られた金額と、地域外から購入した金額の差を示した数字は域際収支と呼ばれる。都道府県別の域際収支をみると、農漁村を多く抱える地域は赤字となっている。この地域での赤字の主な要因は、石油や電気のエネギー部門、小売業などのサービス部門である [1]。

農漁村地域の小売店では、設備投資にかけられる費用が少ないためにコンビニエンスストアなどで用いられるビッグデータを利用した販売時点情報管理システム (POS システム) の導入が困難であるため、今だに経営者の経験や勤による商品発注方法が行われている。つまり、農漁村地域小売店の赤字経営を回避するためには、商品の品揃えの最適化が重要である。小規模小売店での商品発注に関して、POS システムなどを利用した商品発注に代わる方法が必要である。

そこで本研究では、小売店の商品補充と販売の流れを待ち行列モデル [2] と捉えて表現し、商品陳列棚の利益が最大となる最適な在庫数を求める陳列棚利益最大化問題を解くことによる商品発注方法を提案する。

2 小規模小売店の商品陳列棚の待ち行列モデル

図 1 で、本研究で想定する小売店の商品陳列棚の概念図を示す。本研究では飲料の販売を想定し、商品陳列棚に陳列される飲料品の陳列数を在庫数とし、その在庫数は有限であるとする。

商品陳列棚を待ち行列を用いてモデル化することを考える。本研究で取り扱う飲料を N 種類とする。ここで N 種類ある飲料の中である飲料 i ($i = 1, 2, \dots, N$) に着目する。飲料 i は処理を待つジョブであり、取り出されること (飲料の購入) でジョブの処理が終わる。また、飲料の補充はジョブの到着と見なすことができる。

今、購入および補充行動がランダムに生じていると仮定すると、客が飲料 i を取り出す個数は平均取り出し個数 (以下、平均販売数) μ_i のポアソン分布で表現することができる。また、小売店が商品を単位時間に補充する個数は、平均到着率 (以下、平均発注リクエスト数) λ_i のポアソン分布として表現することができる。飲料 i の在庫数を K_i とする。飲料 i の陳列スペースは、有限バッファマルコフ型待ち行列モデル M/M/1/K として表現することができる。従って、 N 種類の飲料を陳列している商品陳列棚には、パラメータを μ_i , λ_i , K_i とする N 個の M/M/1/K が独立に並んでいると考えることができる。

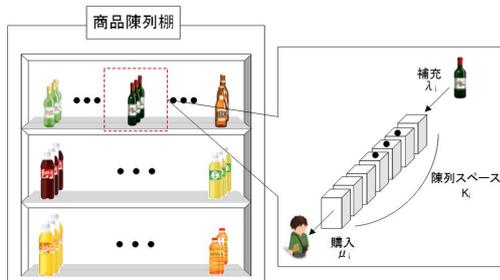


図 1 商品陳列棚のモデル図

3 最適在庫数問題の定式化

飲料 i の売価を S_i , 原価を B_i とする。また、飲料 i の一日当たりの在庫維持費 h_i は、原価 B_i と平均飲料在庫数 L_i の積に比例するものとし、 $h_i = \alpha_i B_i L_i$ とする。ただし、 α_i は在庫維持

係数 (正の実数) である。この時、商品 i の一日単位当たりの利益 $g_i(K_i)$ は、

$$g_i(K_i) = S_i \mu_i (1 - p_0) - B_i \lambda_i (1 - p_{K_i}) - h_i B_i L_i \quad (1)$$

となる。なお、 p_0 , p_{K_i} の計算は、M/M/1/K の厳密解を利用する [3]。

また、飲料品全体の在庫数を K_{MAX} とする。飲料品全体の純利益は、

$$g(K) = \sum_{i=1}^N g_i(K_i) \quad (2)$$

となる。上記の $g(K)$ を用いると、以下の最適化問題

陳列棚利益最大化問題

$$\begin{aligned} & \text{Maximize} && g(K) \\ & \text{Subject to} && \sum_{i=1}^N K_i \leq K_{MAX}, \quad K_i \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

として定式化できる。この最適化問題は貪欲法 (greedy algorithm) [3] 等で簡単に解くことができる。

4 数値例

飲料品に関して、 $N=7$ [種類] とする。飲料 i ($i = 1, \dots, 7$) に關して、売価 S_i [円] はそれぞれ 100, 105, 110, 120, 130, 140, 150, 原価 B_i [円] はそれぞれ 62, 65, 68, 74, 80, 87, 93, 平均販売数 μ_i [本/日] はそれぞれ 20, 56, 21, 36, 18, 27, 24, 平均発注リクエスト数 λ_i [本/日] はそれぞれ 24, 60, 24, 48, 24, 36, 36, 在庫維持係数 $\alpha_i = 0.01$ ($1 \leq i \leq N$) とする。商品陳列棚に陳列される飲料品全体の在庫数 $K_{MAX}=140$ [本] とする。

最適在庫数はそれぞれ 19 本, 39 本, 22 本, 17 本, 14 本, 16 本, 13 本である。その場合の総純利益は、9123 円である。各飲料の純利益曲線を図 2 に示す。

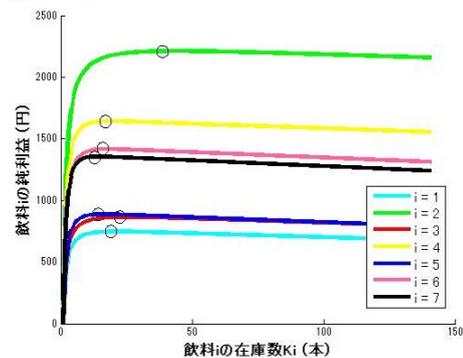


図 2 飲料の純利益曲線

5 おわりに

本研究では、小売店の陳列スペースを有限バッファマルコフ型待ち行列モデルとして表現し、利益が最大となるような最適在庫数を求める手法を示した。

今後の課題は、本稿で用いた有限バッファマルコフ型待ち行列モデルを非マルコフ型待ち行列モデルへ拡張し、購入のパラスタ性を表現することである。

参考文献

- [1] 瀬谷浩介, NHK 広島取材班, 『里山資本主義—日本経済は「安心の原理」で動く—』 角川書店, 2013.
- [2] 村上泰司, 『わかりやすい情報交換工学』, 森北出版, 2009.
- [3] V.G.Kulkarni, *Introduction to Modeling and Analysis of Stochastic Systems*, Springer, 2010.