1997年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
秋季研究発表会

販売価格決定と計画変更を考慮したチェーンストアにおける在庫モデル

申請中 東京理科大学 藤原　潤* FUJIWARA Jun
02401460 東京理科大学 生田目崇 NAMATAME Takashi
01701440 東京理科大学 山口俊和 YAMAGUCHI Toshikazu

1.はじめに

衣料品のような季節限定販売の新商品を小売店で販売する場合，商品の需要量に関する不確実性が非常に高い．また，商品の販売価格をどのように決定するかが重要である．

このような問題に関して，単独の店舗における在庫を扱ったものに Subrahmanyan ら[2]のモデルがある．彼らの論文の主な特徴は，発注量と販売価格を同時に決定し，途中までの売れ行きをみながら適宜計画の変更をする点である．

一方，チェーンストアなど，複数の店舗における在庫モデルに，Nahmias ら[1]のモデルがある．これは，発注量を決定するためのモデルであり，販売価格については考慮されていない．また，売れ行きをみながら計画を変更していくこともできない．

本発表では１つの配送センターと複数の店舗からなるチェーンストアを対象として，発注量と販売価格を同時に決定し，期中までの売れ行きをみながら適宜計画変更ができるモデルを提案する．

2.提案するモデル

2.1 モデルの前提

- 単一商品を対象とする．
- 販売期間は複数の等しい期間に分割される．
- 各店舗における需要量には負の二項分布に従う．
- 各店舗における需要量はその分布のパラメータがはっきりしない場合が多い．そこで，あらかじめ複数のシナリオを用意し，そのどれかが真の分布であると仮定する．各シナリオは，その発生確率に従い重みをつける．
- ある期におけるシナリオの重みは，前期までの経過をもとに更新する．
- 需要量は価格の減少関数として表現する．
- 計画期間終了時に売れ残った商品は，割引価格で処分する．
- 商品は期首に入荷する．

2.2 記号の定義

＜決定変数＞

$o_{k,t}$ ：店舗 k の t 期における発注量
$p_{k,t}$ ：店舗 k の t 期における販売価格
$o_{DC,t}$ ：配送センターの t 期における発注量

＜計算により求まる値＞

$s_{k,t}$ ：店舗 k の t 期における販売数量
$I_{k,t}$ ：店舗 k の t 期における期首在庫量
$I_{DC,t}$ ：配送センターの t 期における期首在庫量
$n_{k,t}$ ：店舗 k の t 期における需要量
$\pi_{j,k,t}$ ：店舗 k の t 期におけるシナリオ j の重み

＜定数＞

l ：店舗における発注リードタイム
L ：配送センターにおける発注リードタイム
c ：商品の仕入原価
H ：配送センターにおける単位時間当たりの商品１個の保管費用
h ：店舗における単位時間当たりの商品１個の保管費用
w ：商品の処分価格
F ：配送センターにおける発注時の段取費用
J ：シナリオの数　K ：店舗の数

＜添字＞

j ：シナリオ　k ：店舗　DC ：配送センター
t ：期

2.3 モデルの概要

各店舗における需要量の分布は(1)式のような負の二項分布に従うものとする．２つのパラメータm,r を変化させることにより，複数のシナリオを作成する．

$$f_{k,j,t}(n_{k,t}) = \frac{(n_{k,t}+r_{j,k}-1)!}{n!(r_{j,k}-1)!} \cdot \left(\frac{m_{j,k,t}}{m_{j,k,t}+r_{j,k}}\right)^{n_{k,t}} \cdot \left(1+\frac{m_{j,k,t}}{r_{j,k}}\right)^{-r_{j,k}} \quad (1)$$

また，このとき販売数量の分布関数は

$$g_{j,k,t}(s_{k,t}|p_t) = \begin{cases} f_{j,k,t}(n_{k,t}|p_{k,t}) & ;s_{k,t} < I_{k,t} \\ \sum_{n_{k,t}=I_{k,t}}^{J} f_{j,k,t}(n_{k,t}|p_{k,t}) & ;s_{k,t} = I_{k,t} \\ 0 & ;s_{k,t} > I_{k,t} \end{cases} \quad (2)$$

となり，複数のシナリオを統合すると

$$g_{k,t}(s_{k,t}|ops_{k,t}, p_{k,t}, I_{k,t}) = \sum_{j=1}^{J} \pi_{j,k,t} \cdot g_{j,k,t}(s_{k,t}|p_{k,t}, I_{k,t}) \quad (3)$$

となる．ただし，$ops_{k,t}$ は店舗 k における t-1 期までの履歴であり，$(o_{k,1},\dots,o_{k,t-l-1}, p_{k,1},\dots,p_{k,t-1}, I_{k,1}, s_{k,1},\dots,s_{k,t-1}, \pi_{1,k,1},\dots,\pi_{J,k,1})$ のことである．

提案するモデルは以下のような動的計画問題として定式化される．

$$\Phi_t = \underset{p_{k,t},o_{k,t}}{Max}\left[\sum_{k=1}^{K}\left(\sum_{s_{k,t}=0}^{I_{k,t}} p_{k,t}s_{k,t} - I_{k,t+1}h\right)\cdot g_{k,t}(s_{k,t}|ops_{k,t}, p_{k,t}, I_{k,t}) - c\cdot o_{DC,t} - \delta(o_{DC,t})F - I_{DC,t+1}H + \Phi_{t+1}\right] \quad (4)$$

つまり，(4)式は前期までの履歴が与えられたものとして，t 期以降の期待利益を最大にするモデルである．ただし，t 期の期首在庫数量は

$$I_{k,t} = I_{k,t-1} - s_{k,t-1} + o_{k,t-l} \quad (5)$$

で与えられる．また，$\delta(o_{DC,t})$ は以下のような値を持つ関数である．

$$\delta(o_{DC,t}) = \begin{cases} 1 & ;o_{DC,t} > 0 \\ 0 & ;o_{DC,t} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

さらに，最終期（第 T 期）では，処分価格を考慮して

$$\Phi_T = \underset{p_{k,T},o_{k,T}}{Max}\left[\sum_{k=1}^{K}\left(\sum_{s_{k,t}=0}^{I_{k,T}} p_{k,T}s_{k,T} + (I_{k,T}-s_T)w\right)\cdot g_{k,T}(s_{k,T}|ops_{k,T}, p_{k,T}, I_{k,T}) - c\cdot o_{DC,T} - \delta(o_{DC,T})F + \left(I_{DC,T} - \sum_{k=1}^{K} o_{k,T-l}\right)w\right] \quad (7)$$

となる．

数値例は紙面の都合により当日報告する．

3.おわりに

本稿では，衣料品のような季節限定販売の新商品を，１つの配送センターと複数の店舗からなるチェーンストアで販売する場合の在庫モデルを提案した．また，提案したモデルでは，発注量と販売価格を同時に決定し，途中までの売れ行きをみながら適宜計画変更ができる．

参考文献

[1]S. Nahmias and S. A. Smith : “Optimizing Inventory Levels in a Two-echelon Retailer System with Partial Lost Sales,” Manag. Sci. , Vol.40 , No.5 , pp.582-596 (1994)

[2]S. Subrahmanyan and R. Shoemaker : “Developing Optimal Pricing and Inventory Policies for Retailers Who Face Uncertain Demand,” Journal of Retailing , Vol.72 , No.1 , pp.7-30 (1996)