

リゾート施設内での商品の在庫管理

2004MM022 市川 敬士

指導教員: 澤木 勝茂

1 はじめに

リゾート施設内では様々な商品を販売している。その中でも日持ちしない商品の販売は施設とは独立した小売業者が請け負うことが多い。ゆえに商品が早くに売り切れてしまった場合や、商品の廃棄による損失は小売業者の損失に直結する。さらにリゾート施設は夏期限定など客の入場者数などを考慮して極端に短い期間しか開放しない。そこで、季節を限定した場合、今回は夏期のみ開放するリゾート施設内での商品の過去の需要データをもとにコスト最小化、利益最大化モデルを作成し、最適発注量を考察する。

2 コスト最小化モデル

損失費用や品切れ損失費用に着目し、新聞売り子のモデルを用いてコストの最小化を目的とするモデルを作成し、最適発注量を考察する。

2.1 記号の定義

x	: 発注量
y	: 需要量
a	: 商品一個あたりの原価
b	: 商品一個あたりの品切れ損失 ($a < b$)
c	: 商品一個あたりの割引販売価格
γ	: 割引販売をする確率
$p(y)$: 需要分布
$t(x, y)$: 総コスト
$T(x)$: 期待コスト

2.2 モデル1(基礎モデル)

基礎モデルとして商品を x 単位発注したときどれくらいのコストがかかるのか考える。また需要量は確率変数で需要分布 $p(y)$ に従う。この場合のコストは

$$t(x, y) = \begin{cases} a(x - y) & (x \geq y) \\ b(y - x) & (x \leq y) \end{cases} \quad (1)$$

となる。また、需要分布 $p(y)$ に対して発注量 x の場合の期待コスト $T(x)$ は

$$T(x) = \sum_{y=0}^{x-1} a(x - y)p(y) + \sum_{y=x}^{\infty} b(y - x)p(y) \quad (2)$$

となる。次に $T(x)$ を最小にする最適発注量 x_{opt} は

$$\begin{cases} T(x) - T(x - 1) \leq 0 \\ T(x + 1) - T(x) \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

の解である。よって最適発注量 x_{opt} は

$$\begin{cases} \sum_{y=0}^{x-1} p(y) \leq \frac{b - a}{b} \\ \sum_{y=0}^x p(y) \geq \frac{b - a}{b} \end{cases} \quad (4)$$

の解である。

2.3 モデル2(割引販売モデル)

モデル1に、商品が売れ残った場合、店員へ割引販売するという要素を付加したモデルを考える。発注量が x 、需要量が y のときのコスト $t(x, y)$ は

$$t(x, y) = \begin{cases} (1 - \gamma)ax + \gamma\{ax - c(x - y)\} & (x \geq y) \\ ax - b(y - x) & (x \leq y) \end{cases} \quad (5)$$

で与えられ、また、需要分布 $p(y)$ に対して発注量 x の場合の期待コスト $T(x)$ は

$$T(x) = \sum_{y=0}^{x-1} [(1 - \gamma)ax + \gamma\{ax - c(x - y)\}]p(y) + \sum_{y=x}^{\infty} \{ax + b(y - x)\}p(y) \quad (6)$$

である。次に $T(x)$ を最小にする最適発注量 x_{opt} はモデル1と同様の解である。よって最適発注量 x_{opt} は

$$\begin{cases} \sum_{y=0}^{x-1} p(y) \leq \frac{b - a}{b - \gamma c} \\ \sum_{y=0}^x p(y) \geq \frac{b - a}{b - \gamma c} \end{cases} \quad (7)$$

の解である。ただし、 $b > \gamma c$ 、 $a > \gamma c$ とする。

2.4 数値計算

二つのモデルに実際の数値を代入し、品切れ損失を、モデル2では割引販売する確率も変化させ、最適発注量、期待コストを求める。

2.5 考察

基礎モデルでは、品切れ損失だけを考慮した場合、品切れ損失が1.5倍になっても期待コストはそれほど大きな変動は起こらない結果となった。モデル2では、割引販売額を半額以下にすると期待コストが急激に減少するため、2割引前後が最適と考える。

3 利益最大化モデル

新聞売り子の問題を用い、最適発注量、期待利得を求める。また、モデル1では、回帰分析で導き出した気象データをもとに需要データを作成し、最適発注量、期待利得を求める。

3.1 記号の定義

x	: 発注量
y	: 一期間目の需要量
x'	: 売れ残り ($x' = x - y$)
y'	: 二期間目の需要量
a	: 一個売れたときの利益
b	: 一個売れ残ったときの損失
t	: 品切れ損失
r	: 割引率
$E(x), E(x, x')$: 期待利得
$P(y)$: 一期間の需要分布
$Q(y')$: 二期間目の需要分布
$e(x, y), e(x, y, x', y')$: 総利益

3.2 モデル1(基礎モデル)

基礎モデルとして、商品が1個売れると a 円の利益、1個売れ残ると b 円の損失になり、品切れ損失 $t = 0$ となるモデルを考える。この場合の期待利益は

$$E(x) = \sum_{y=0}^x \{ay - b(x - y)\}P(y) + \sum_{y=x+1}^{\infty} \{ax + t(y - x)\}P(y) \quad (8)$$

となる。よって最適発注量は、次の解である。

$$\begin{cases} \sum_{y=0}^{x-1} P(y) \leq \frac{a+t}{a+b+t} \\ \sum_{y=0}^x P(y) \geq \frac{a+t}{a+b+t} \end{cases} \quad (9)$$

3.3 モデル2(割引販売モデル)

品切れ損失モデルに加えて、売れ残りを捨てずに二期間目に割引率 r で販売する場合の最適発注量を考える。この場合の利益は

$$e(x, y, x', y') = \begin{cases} ax - t(y - x) & (x \leq y) \\ ay + arx' - t(y' - x') & (x \geq y, x' \leq y') \\ ay + ary' - b(x' - y') & (x \geq y, x' \geq y') \end{cases} \quad (10)$$

で与えられる。よって期待利得 $E(x, x')$ は

$$E(x, x') = \sum_{y=x}^{\infty} \{ax - t(y - x)\}P(y) + \sum_{y=0}^{x-1} \sum_{y'=x'}^{\infty} \{ay + arx' - t(y' - x')\}P(y)Q(y') + \sum_{y=0}^{x-1} \sum_{y'=0}^{x'-1} \{ay + ary' - b(x' - y')\}P(y)Q(y') \quad (11)$$

である。よって $E(x, x')$ を最大にする最適発注量は次の解である。

$$\begin{cases} E(x, x') - E(x - 1, x' - 1) \geq 0 \\ E(x + 1, x' - 1) - E(x, x') \leq 0 \end{cases} \quad (12)$$

以上より最適発注量は次の解である。

$$\begin{cases} \sum_{y=0}^{x-1} P(y) \{ (ar + t + b) \sum_{y'=0}^{x'-1} Q(y') - a(r - 1) \} \leq a + t \\ \sum_{y=0}^x P(y) \{ (ar + t + b) \sum_{y'=0}^{x'} Q(y') - a(r - 1) \} \geq a + t \end{cases} \quad (13)$$

なお、このモデルでは需要分布を二項分布と仮定して最も利益を上げる最適発注量について考える。

3.4 数値計算

品切れ損失や割引率や二項分布による需要データを変化させ、最適発注量、期待利得を求める。

表 1: モデル1($a=200, b=300$)

品切れ損失 t	最適発注量	期待利得 $E(x)$
0	700	82441.8605
150	800	59069.7674
400	900	27790.6977

3.5 考察

気温によって需要分布を変化させた場合、気温が低いときは客の出入りも少ないと考えられ、期待利得に非常に大きなばらつきが見られるため、現実的には品切れ損失の値を大きめに考慮して発注量を判断すべきである。

4 おわりに

利益最大化モデル2において、一期間目と二期間目の需要を変化させ比較した際、割引販売開始時に商品を1~2割引で販売した場合に利益が最も大きくなる。今後は、今回のモデルで、複数の気象データを用いて様々な状況を考え、客の天候に対する意識調査やアンケートなどを行うことによって客の天候に対する意識のデータを気象データに結びつけられれば、屋外販売での求める最適発注量はより現実的になると考える。

(10) 参考文献

- [1] Robert G. Brown, 関根智明 訳:「在庫管理のための需要予測」, 紀伊國屋書店 (1961).
- [2] 北原貞輔, 児玉正憲:「ORによる在庫管理システム」, 九州大学出版会 (1982).
- [3] 小和田正, 沢木勝茂, 加藤豊:「OR入門」, 実教出版 (1984).
- [4] 勝呂隆男:「適正在庫の考え方・求め方」, 日刊工業新聞社 (2003).
- [5] 西谷和也:「日持ちしない商品(食品)の在庫管理」, 南山大学卒業論文 (1996).