

小売業におけるロスを考慮した最適棚卸し頻度に関する研究

02202474 流通科学大学大学院 * 島本 浩 SHIMAMOTO Hiroshi
01204194 流通科学大学情報学部 三道 弘明 SANDOH Hiroaki

1. はじめに

スーパーやコンビニエンス・ストアなどの小売業においては、商品によって帳簿やコンピュータ上の商品在庫(以下ではこれをコンピュータ在庫と呼ぶ)数と店舗に存在する実在庫数の間に、種々の要因で「ロス」が発生することが多い。このようなロスは一般に棚卸しによってはじめて検出され、ロスが検出された場合にはコンピュータ在庫が修正される。

一方棚卸しは、その目的に応じて、次の2種類に分類することができる。

- (1) 税法上年に1回あるいは2回実施される決算棚卸し。
- (2) コンピュータ在庫と実在庫間のロスを検出し、修正することを目的として定期的に実施する定期棚卸し。

一般に、コンピュータ在庫と実在庫とのロスは時間の経過に伴って大きくなる。このため、ロスがあまり大きくなならないうちにそれを検出し、コンピュータ在庫を修正することが棚卸しの目的の一つである。しかしながら、決算棚卸し及び定期棚卸しのいずれにおいても、棚卸しを実施するには店舗営業を休止したり、在庫調査を外部に委託するなどの関係で、棚卸しの実施には大きな費用を伴うこととなる。このため、定期棚卸しを頻繁に行うと、棚卸し実施のための累積費用が大きくなる。

以上に述べたように、棚卸しは現場でのロスを小さくするという意味で重要な役割を果たしている。しかし、定期棚卸しの実施回数は経験的に定められていることが多く、その理論的根拠は希薄である。このような現状に対し、著者らはこれまでに、定期棚卸しに焦点を絞った上で、その適切な実施時期あるいは頻度について考察を行った[1]。そこでは、棚卸しを実施するのに直接必要な棚卸し費用と、ロスを検出した場合に発生する原因追究費用に注目し、これらを勘案した上で、最適な棚卸し実施時期を求めるための数理モデルを構築した。

しかし、小売りの現場ではロスが検出された際にはそれほど原因追求を行わず、単に会計上の雑損として計上することが多いのが現状である。本研究では、ロスを陽に考慮したモデルを構築し、期待費用を最小にするという意味での最適棚卸し頻度について考察する。

2. 仮定と方策

本研究では、以下のように仮定する。

- (1) 実在庫とコンピュータ在庫とのロスは棚卸しによってのみ検出される。
- (2) ロスの原因となる事象は、時間に関してランダムに発生する。すなわち、ロスの発生はパラメータ $H(t)$ の非定常ポアソン過程 [2,3] に従う。
- (3) 各ロスの大きさは互いに独立に平均 $c_2 (> 0)$ の同一分布に従う。

上に述べたような仮定の下、本研究では棚卸しの実施時期に関して次のような方策を考える。

[方策]

一つの店舗あるいは売場を棚卸しの対象として考え、決算棚卸し実施時間間隔を T (具体的には1年) と表すこととする。このとき、 T を M ($M = 1, 2, \dots$) 等分し、時点 iT/M ($i = 1, 2, \dots, M-1$) で定期棚卸しを実施する。すなわち、定期棚卸しは一定時間間隔で実施され、 M はその頻度を表すこととなる。また、ロスの大きさは金額で測ることとする。このような棚卸し実施時期に関する方策を前提とするとき、決定変数は定期棚卸し実施頻度を表す M である。

仮定(1),(2),(3)の下で先述の方策を実施するとき、棚卸し終了後コンピュータ在庫を修正完了した時点で、実在庫とコンピュータ在庫とのロスは0になる。従って、プロセスの振舞は棚卸し実施時期を再生点とする再生報酬過程 [3] とみなすことができる。この時、単位時間あたりの期待費用

は次式で与えられる.

$$C(M) \equiv \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{E[(0, t] \text{ における総費用}]}{t} \\ = \frac{1 \text{ サイクルの期待費用}}{1 \text{ サイクルの期待時間}} \quad (1)$$

3. 期待費用

本章では, 前述の方策を前提としたときの単位時間当り期待費用を定式化する. はじめに, 1 サイクルの期待費用を定式化し, 次に単位時間当り期待費用を導出する.

$(0, t]$ におけるロスの発生件数 $N(t)$ は

$$\Pr[N(t) = i] = \frac{[H(t)]^i}{i!} e^{-H(t)}, \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

を満足する. ここに, $H(t)$ は平均値関数を表し,

$$h(t) = \frac{dH(t)}{dt} \quad (3)$$

と書くこととする.

このとき, 1 サイクルの期待費用 $A(M)$ は

$$A(M) = E \left[c_1 + \sum_{i=0}^{N(T/M)} Y_i \right] \\ = c_1 + c_2 H \left(\frac{T}{M} \right) \quad (4)$$

となる. ただし, c_1 は 1 回あたりの棚卸し実施費用, Y_i は i 番目に発生したロスの大きさを表す.

また, 1 サイクルの期待時間 $B(M)$ は,

$$B(M) = \frac{T}{M} \quad (5)$$

と表すことができるので, 単位時間当りの期待費用 $C(M)$ は,

$$C(M) = \frac{c_1 + c_2 H \left(\frac{T}{M} \right)}{\frac{T}{M}} \quad (6)$$

となる. 以上, 単位時間当りの期待費用を定式化した. 以下では, この期待費用を最小にするという意味での最適な棚卸し頻度 $M = M^*$ に関する解析を行う.

4. 最適棚卸し頻度

式(6)の $C(M)$ を最小にするような M について解析するには, $C(M)$ の M に関する差分とるのが自然である. しかし, 以下では解析をより簡単にする目的で

$$z \equiv \frac{T}{M}, \quad z \in (0, T] \quad (7)$$

なる変数変換を行った上で, $C(z)$ を最小にする z について解析することとする. なお, z は定期棚卸し実施時間間隔を表している.

$C(z)$ を z に関して微分すると, $C'(z) \geq 0$ は

$$zh(z) - H(z) \geq \frac{c_1}{c_2} \quad (8)$$

に等価である.

ここで, 不等式(8)の左辺を $L(z)$ とおき, $h(z)$ が z に関して微分可能であり, $h'(z) \geq 0$ とする. すなわち, 非定常ポアソン過程の強度関数 $h(z)$ が z に関して単調増加であるとすると,

$$L'(z) = zh'(z) > 0 \quad (9)$$

が成立する. よって, 不等式(8)を満たす z が存在すれば, その最小値が最適頻度 $M = M^*$ を与える最適解 $z = z^*$ である. 従って,

$$\lim_{z \rightarrow +0} L(z) \leq \frac{c_1}{c_2} \quad (10)$$

$$L(T) \geq \frac{c_1}{c_2} \quad (11)$$

が成立すれば, $z^* > 0$, すなわち $M^* < \infty$ が存在することが分かる.

なお, 紙数の都合上, 数値例は当日発表させて頂く.

参考文献

- [1] 三道弘明, 島本浩, 小売業における最適棚卸し頻度に関する研究, 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.118-119, 1998.
- [2] 尾崎俊治, 確率モデル入門, 朝倉書店, 1996.
- [3] S. M. Ross: *Introduction to Probability Models, 6th ed.*, Academic Press, New York, 1997.