

需要パターンを考慮した発注方式の比較検討

中村 豪(流通情報工学専攻)

山田猛敏 鶴田三郎 黒川久幸

1 はじめに

顧客サービス水準を満たし、在庫に関わる費用を抑えることが、在庫管理における大きな目的である。また、在庫にかかる費用に影響する最大在庫量は、施設の規模を決定する要因の1つであり、施設計画を行う際には、在庫管理についても同時に検討する必要がある。

以上のように在庫管理は、非常に重要である。しかし、過去の研究における顧客需要は、ほぼ一定であるものとして研究されているものが多く、需要の変動に対しては、十分に考慮されていない。ここで、需要の変動パターンとしては、大きく分けて水平・傾向・周期・季節の4つのパターンがある。

従って、本研究では、需要パターンを考慮した需要の定式化を行い、これを基にどの発注方式が望ましいか比較検討を行うことを目的とする。

2 在庫関連費用

在庫関連費用における費用を大きく分類すると、在庫を発注する際に発生する費用(発注費)、在庫を保管する際に発生する費用(保管費)、在庫量を調査する際に発生する費用(在庫調査費)、在庫がなくなった際に発生する費用(品切れ費)の4つの費用に分類することができる(図2-1)。発注費には、発注手続きを行う際に発生する事務費、発注指示における通信機器を使用する際に発生する通信費、納入が遅れて督促を行う際に発生する督促費、納入された貨物について検査を行う際に発生する受入検査費、納入する際に発生する輸送費があげられる。事務費、通信費、督促費は、発注を行う回数が多くなるに従って費用は増大し、また受入検査費、輸送費は、発注を行う量が多くなるに従って費用は増大する傾向を示す。保管費には、

施設の維持に要する施設賃借料、施設管理費、施設内の在庫を移動運搬する際に発生する運搬費、在庫につける保険料、利子、税金、在庫の破損や流行遅れで市場に供給不可能な際に発生する損耗費があげられる。施設賃借料、施設管理費は、最大在庫量が多ければ、大きな施設を用意する必要があり、費用が増加する傾向を示す。また、運搬費、保険料、利子、税金、損耗費は、平均在庫量が多ければ、作業する時間を要するために費用が増大する傾向を示す。在庫調査費は、平均在庫量が多ければ、調査する時間を要するために費用が増大する傾向を示す。品切れ費は、在庫が欠品して発生する費用である。欠品数量が多ければ、顧客に対する売り損じの費用が増大する傾向を示す。

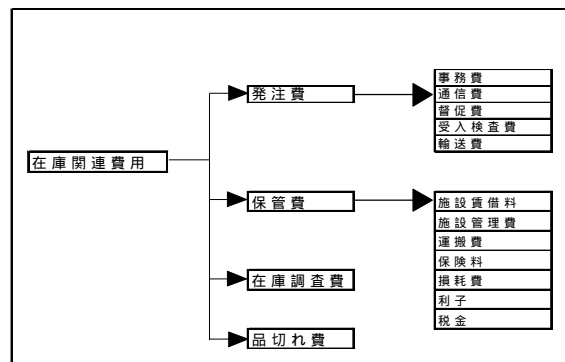


図 2-1 在庫関連費用

3 発注方式

3-1 発注方式の分類

発注方式には、発注する時期によって定期発注方式と不定期発注方式がある。また、発注する量によって、定量発注方式と不定量発注方式がある。発注時期と発注量の2つを合わせた視点から分類すると表3-1のように4分類になる。定期定量発注方式としては、定期定量発注法があり、不定期定量発注方式としては、2瓶法、発注点法がある。また定期不定量発注方式としては、定期不定量発注法、補充点法があり、不

定期不定量発注方式としては、min-max 法等がある。

表 3-1 発注方式の分類

時期/量	定量	不定量
定期	定期定量発注法	定期不定量発注法 補充点法
不定期	2 瓶法 発注点法	min-max 法

3-2 安全在庫と欠品率

在庫管理において、在庫に対して将来の需要が確定できない時は、欠品に対する保証を行うために安全在庫を設定する必要がある。欠品率の定義には、大きく分けて3つある。顧客が在庫を受け取る回数に対して満足に受け取ることのできない回数、総需要量に対する欠品数量、総発注回数に対して欠品した発注回数がある。

本研究では、在庫関連費用の品切れ費を顧客に対する売り損じとしている。よって、欠品率としては、総需要量に対する欠品数量を用いる。

今回の定義に対する安全在庫の設定方法を R.G ブラウン氏の定義を用いて求める。安全在庫 SS は次の式で求められる。

$$SS = k \cdot s$$

SS : 安全在庫
k : 安全係数
s : 需要の標準偏差

安全係数 k は、サービス関数 g(k) から次のように求められる。

$$g(k) = \frac{D}{s} \cdot b$$

g(k) : サービス関数
D : 需要の平均
s : 需要の標準偏差
b : 欠品率

$$k \cong (g(k) - 0.39894228) \cdot \left\{ \frac{-1.75294 + 0.4442135 \cdot g(k) - 0.07061455 \cdot g(k)^2}{\frac{0.17592241}{g(k) + 0.04421264} - \frac{0.00122673 \cdot 86}{g(k) + 0.00030570} \cdot 313} \right\}$$

尚、需要の平均が大きく標準偏差が小さい需要の場合は、k<0 となる。この場合、負の安全在庫を設定することになるが、これは、安全在庫の考えに反する。そこで本研究では、k<0 が発生した時は、安全在庫を 0 と設定する。

4 需要パターンの定式化

需要には、長期的な視点で見るとライフサイクルがある。ライフサイクルの大きなパターンは、新商品導入によって時間の経過と共に需要が上昇する成長期、ライバル商品の出現で商品間の競争が始まり、ある一定の需要で停滞する成熟期、流行遅れやより魅力のある商品の出現で需要が時間経過と共に減少する衰退期がある(図 4-1 参照)。

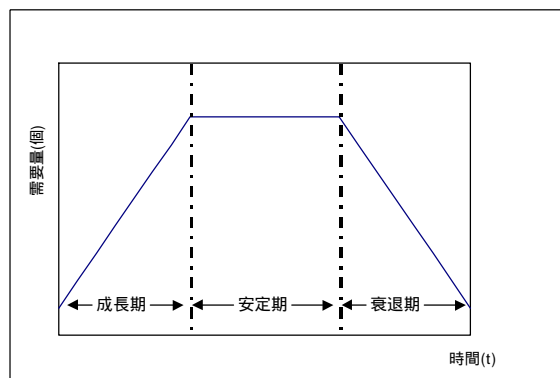


図 4-1 需要のライフサイクル

需要の成長期、成熟期、衰退期各々において短期間の視点で見ると、需要の変動には、大きく水平・傾向・周期・季節の成分がある。本研究では、これらの成分をもとに需要の定式化を行う。定式化に際し、2つの仮定を用いる。

仮定 1) 需要のパラツキは、正規分布に従う。
仮定 2) 標準偏差は、期待値に比例する。

$$D(t) = (a + b \cdot t + c \cdot f(t) + d \cdot g(t)) \cdot (1 + a)$$

D(t) : t期における需要

a : 水平成分

b · t : 傾向成分

c · f(t) : 周期成分

d · g(t) : 季節成分

a : パラツキ

以上の定式化をもとに基本的な需要変動パターンを定式化する。尚、式の各変数は、上記のものと同じである。

(1) 水平パターン需要 $D_1(t)$

$$D_1(t) = a \cdot (1 + a)$$

(2) 傾向パターン需要 $D_2(t)$

$$D_2(t) = (a + b \cdot t) \cdot (1 + a)$$

(3) 周期パターン需要 $D_3(t)$

$$D_3(t) = (a + c \cdot f(t)) \cdot (1 + a)$$
$$= (a + c \cdot \sin(2 \cdot p \cdot \frac{t}{T})) \cdot (1 + a)$$

T : 周期

(4) 季節パターン需要 $D_4(t)$

$$D_4(t) = (a + d \cdot g(t)) \cdot (1 + a)$$
$$= (a + d \cdot \frac{1}{\sqrt{2p \cdot s \cdot (366 - t)}} \cdot \exp(-\log(366 - t) - m^2 / 2s^2)) \cdot (1 + a)$$

$g(t)$: 対数正規分布
 m : 需要の平均
 s : 需要の標準偏差

上記の季節パターン需要は、年末にピークがある洗剤需要の場合であり、これ以外の季節パターン需要も存在する。

5 シミュレーション

5-1 発注モデル

今回、対象とする発注モデルを図5-1に示す。モデルは、メーカーもしくは問屋、小売店、顧客の最も基本的な垂直構造である。今回は、小売店の発注方式について比較検討する。顧客需要は、先に定式化した需要を用いる。扱う品種は1種類であるとする。小売店から顧客へは、小売店の在庫から直ちに供給する。小売店の在庫がない時、顧客は、商品の購入を取りやめる。メーカー・問屋の在庫量は、常に存在する。

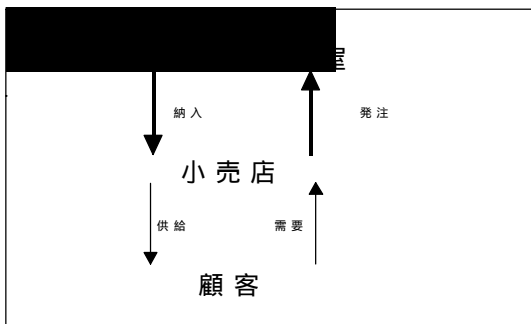


図 5-1 発注モデルの概要

5-2 シミュレーションケースの概要

次の2つのシミュレーション実験を行う。

- (1) 需要パターンに対して発注方式の比較検討
- (2) 納入リードタイムと発注間隔・予測周期を変えた時の在庫量に及ぼす影響

5-3 評価項目

評価する項目は、小売店の在庫関連費用に影響

する平均在庫量、最大在庫量、平均発注量、発注回数、欠品率で評価する。

6 実行結果及び考察

実行結果として、需要の変動がない水平パターンと需要の変動がある場合として傾向パターンを示す。図6-1は、水平パターンにおける水平成分を変えた時の平均在庫量を示す。各発注方式は、水平成分の上昇と共に平均在庫量も上昇する傾向を示す。特に2瓶法においては、他の発注方式に比べて平均在庫量が多くなっている。理由は、常に予備として1瓶分の在庫を用意しているからである。次に図6-2は、傾向パターンにおける傾向成分の係数bを変えた時の平均在庫量を示す。各発注方式は、係数の上昇と共に平均在庫量は多くなる傾向を示す。特に定期定量発注法においては、他の発注方式に比べて平均在庫量が多くなっている。理由は、需要の変動に関係なく定期発注間隔で定量の在庫を発注しているために、需要の少ない時に多くの在庫を抱えてしまい、平均在庫量が多くなるからである。図6-1と図6-2を比較すると、需要の変動がない場合、2瓶法を用いると他の発注方式より平均在庫量が多くなった。しかし、需要の変動がある傾向パターンの場合、定期定量発注法を用いると他の発注方式より結果は良くない。2瓶法を傾向パターンの需要で用いると発注点法等とほぼ同じ傾向を示している。よって、需要パターンによって適した発注方式があるということがわかる。次に、需要の変動に対して各発注方式は、どのような対応をとるのかについて示す。図6-3は、傾向パターンの需要において補充点法を用いた場合における在庫量の推移である。補充点法は、定期不定量発注方式であり、需要が少ない時は、発注量を少なく、需要が多い時は、発注量を多くすることで需要の変動に対応している。従って、補充点法は、納入リードタイムが変わらないとするならば、メーカー等から納入される量によって、需要の変動に対応できる限界が決まってくる。次に図6-4は、傾向パターンの需要において発注点法を用いた場合における在庫量の推移で

ある。発注点法は、不定期定量発注方式である。需要が少ない時は、発注間隔を長く、需要が多い時は、発注間隔を短くすることで需要の変動に対応している。従って、発注点法は、発注量が一定であるならば、納入リードタイムによって需要の変動に対応できる限界が決まってくる。次に図6-5は、傾向パターンにおける傾向成分の係数 b を変えた時の最大在庫量を示す。各発注方式は、係数の上昇と共に最大在庫量は多くなる傾向を示す。定期定量発注法は、需要の変動に対応できないため、最大在庫量は、特に多くなる。また、定期不定量発注法の場合、図6-2における平均在庫量は、補充点法等とほぼ同じ傾向を示している。しかし、需要予測を用いて発注量を決定するため、需要のバラツキが大きくなると予測と実績値の間に大きな誤差が発生することがあるため、最大在庫量は多くなる。定期定量発注法、定期不定量発注法は、上限の在庫量に制限がない発注方式であるため、需要のバラツキが大きくなると最大在庫量は非常に大きくなる。それに対して2瓶法、発注点法、補充点法、min-max法は、上限在庫量に制限があるため、需要のバラツキが大きくなっても最大在庫量は大きく変化しない。

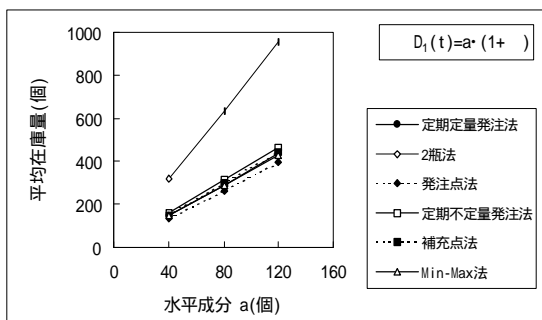


図 6-1 水平パターンによる平均在庫量

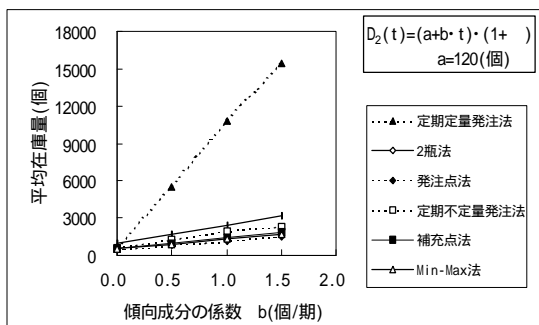


図 6-2 傾向パターンによる平均在庫量

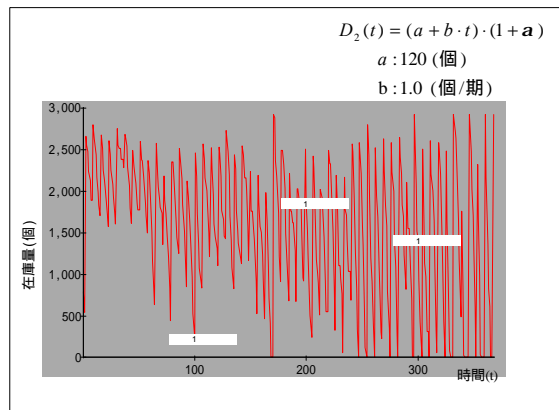


図 6-3 補充点法による在庫量の推移

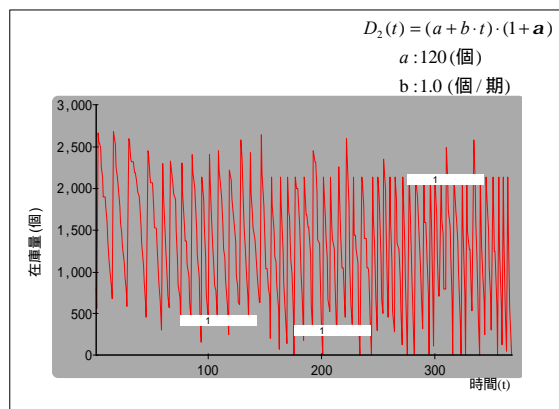


図 6-4 発注点法による在庫量の推移

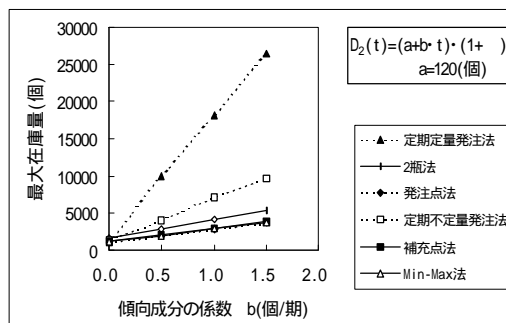


図 6-5 傾向パターンにおける最大在庫量

7 まとめ

本研究では、需要の変動成分を水平・傾向・周期・季節における4つパターンで表わし、需要の定式化を行った。そして、その需要をもとに発注方式の比較検討を行った結果、需要パターンによって適する発注方式が異なることがわかった。また、需要の変動に対応する方法としては、発注間隔と発注量を変えることで、対応していることがわかった。今後の課題としては、複数の品種を扱った時の影響、小売り-問屋-メーカーという多段階の影響、小売店が複数ある時の影響等検討する必要がある。