1996年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
春季研究発表会

リードタイムの異なる供給元を考慮した在庫方策

大阪工業大学 ※安達 康生 ADACHI Yasuo
大阪工業大学 岡本 充弘 OKAMOTO Mituhiro
01107964 摂南大学 栗山 仙之助 KURIYAMA Sennosuke
01402554 大阪工業大学 能勢 豊一 NOSE Toyokazu

1．緒 言

本研究では，H.Lau と L.Zhao [1] の研究を基にし，品切れについて完全な販売損失となるのではなく，品切れ損失費用を賦課した上で，材料または部品の納入時点にその品切れを補填するモデルを構築する．そして，リードタイムおよび需要が確率的な場合において，2つの供給業者に対する最適在庫方策，すなわち発注量，発注点，各供給業者に対する発注割合 $r_i(i=1,2;r_1+r_2=1)$ を決定するための手法について論じる．本モデルでは発注の形態とリードタイムの関係を考慮し，年間保管費用，年間発注費用，年間品切れ損失費用の合計である年間総費用を最小にする方策について考察を行う．

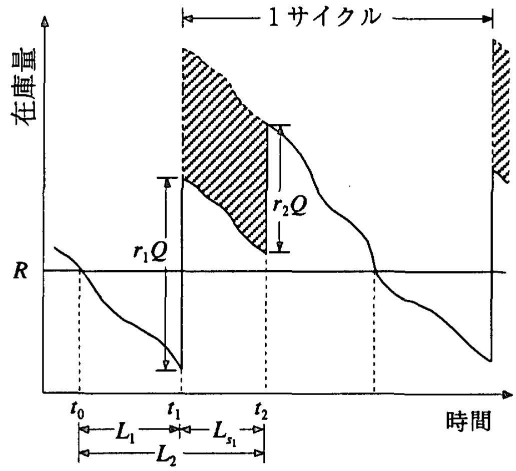

図1 分割発注を行い，供給業者1から先に納入された場合の在庫量の挙動

2．モデルの設定

2．1 モデルの前提条件

本モデルはリードタイムが確率的な場合を取り扱うため，2供給業者に分割して発注を行ったときには，供給業者1からの納入が先である場合と，供給業者2からの納入が先である場合の2つの場合が考えられる．それぞれをCase1，Case2と呼ぶことにする．また，Case1 の場合の在庫量の挙動を図1に示す．そして本モデルは，1品目の在庫モデルとし，以下の仮定にしたがうものとする．

(1)リードタイムと需要は確率的であり，リードタイムの確率分布は供給業者により異なる．

(2)在庫量が発注点 R に達したときに発注量 Q を発注する．

(3)供給業者 i に対する発注量はリードタイム L_i の後に納入される．

(4)Case$i$ の L_1 と L_2 の差をリードタイム差と呼び，L_{s_i} で表す($L_{s_i} \geq 0$)．

(5)品切れが発生した場合は，品切れ損失費用を賦課し，材料納入時に補填するものとする．

また特に，両方の供給業者に分割して発注した場合は以下の前提条件に従うものとする．

(6)発注量は供給業者により異なり，発注は両供給業者とも同時に行う．

(7)1回の発注での発注量 Q は一定であり，それを一定割合 r_i により分割し各供給業者に発注を行う．

(8)t_1～t_2 間に在庫量が発注点 R に達したとしても発注は行わないものとする．

2．2 記号の説明

本モデルで使用する記号を以下に示す．

h	：保管費用	(円／個・年)
o_i	：供給業者 $i(i=1,2)$ に対する発注費用	(円／回)
b	：品切れ損失費用	(円／個)
Q	：1回当たりの発注量	(個)
R	：発注点	(個)
r_i	：供給業者 i に対する発注の割合 $(r_1+r_2=1)$	
p_i	：供給業者 i からの納入が先である確率（Case$i$ の生起確率）$(p_1+p_2=1)$	
δ_i	：Case$i$ におけるリードタイム差 L_{s_i} の期待値	(日)
D	：年間期待需要量	(個)
ξ	：1日の需要量の期待値	(個)
$m_i(x)$	：L_i 中の需要 X の絶対確率密度関数	
$n_i(x)$	：L_{s_i} 中の需要 X の絶対確率密度関数	
λ_i	：供給業者 i のみに発注した場合の t_0～t_1 間における期待需要量	(個)
π	：両方の供給業者に分割して発注した場合の t_0～t_1 間における期待需要量	(個)

3．モデルの定式化

3．1　片方の供給業者のみに発注する場合

供給業者１のみに発注する場合の年間期待総費用 $TC1_1$，供給業者２のみに発注する場合の年間期待総費用 $TC1_2$ は，それぞれ以下の式で表される．

$$TC1_1 = \frac{Qh}{2} + (R - \lambda_1)h + \frac{Do_1}{Q} + \frac{bD}{Q}\int_R^{\infty}(x - R)m_1(x)dx \tag{1}$$

$$TC1_2 = \frac{Qh}{2} + (R - \lambda_2)h + \frac{Do_2}{Q} + \frac{bD}{Q}\int_R^{\infty}(x - R)m_2(x)dx \tag{2}$$

3．2　両方の供給業者に分割して発注する場合

２供給業者に分割発注する場合の最適発注割合は，発注量 r_iQ が $t_0 \sim t_1$ 間の需要量に等しいとき，図１の斜線部分の面積が最大となる．よってリードタイム差を利用した保管費用低減の効果が最大となる発注割合は，次の連立方程式，

$$\begin{cases} p_1r_1Q + p_2r_2Q = \xi(p_1\delta_1 + p_2\delta_2) \\ r_1 + r_2 = 1 \end{cases} \tag{3}$$

を解くことにより，

$$r_1 = \frac{\xi(p_1\delta_1 + p_2\delta_2) - p_2Q}{(p_1 - p_2)Q}$$
$$r_2 = \frac{\xi(p_1\delta_1 + p_2\delta_2) - p_1Q}{(p_2 - p_1)Q} \tag{4}$$

が得られる．

また，年間期待総費用 $TC2$ は以下の式で表される．

$$\begin{aligned} TC2 = p_1[&\frac{Qh}{2} + (R - \pi)h - r_2\xi\delta_1h + \frac{D}{Q}(o_1 + o_2) \\ &+ \frac{bD}{Q}\int_R^{\infty}(x - R)m_1(x)dx \\ &+ \frac{bD}{Q}\int_{r_1Q+(R-\pi)}^{\infty}\left[x - \{r_1Q + (R - \pi)\}\right]n_1(x)dx] \\ +p_2[&\frac{Qh}{2} + (R - \pi)h - r_1\xi\delta_2h + \frac{D}{Q}(o_1 + o_2) \\ &+ \frac{bD}{Q}\int_R^{\infty}(x - R)m_2(x)dx \\ &+ \frac{bD}{Q}\int_{r_2Q+(R-\pi)}^{\infty}\left[x - \{r_2Q + (R - \pi)\}\right]n_2(x)dx] \end{aligned} \tag{5}$$

4．数値計算例

4．1　数値計算モデルの設定

ここでは，供給業者１のリードタイムの平均を固定し，供給業者２のリードタイムの平均を変化させることにより，リードタイム差が各費用に与える影響について検証する．

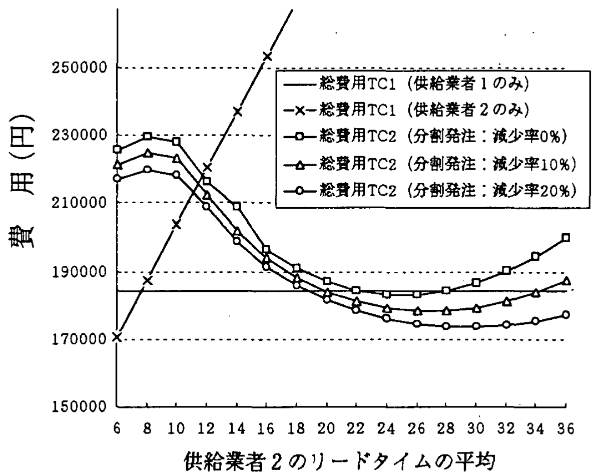

図２　供給業者２のリードタイムの平均と年間期待総費用の関係

4．2　結果と考察

図２に供給業者２のリードタイムの平均に対する年間期待総費用の変化を示す．結果より，需要量が小さく，供給業者のリードタイムが短くて済むような場合には，単一の供給業者のみに発注を行った方がよく，逆に需要量が大きく，供給業者のリードタイムが長くなるような場合には，分割発注することで費用の低減を図れるものと考えられる．また，分割発注を行った場合の年間期待総費用が下に凸の形をしていることから，単にリードタイム差を大きくすればよいのではなく，最適なリードタイム差が存在するといえる．

5．結言

本研究では，リードタイムが確率的な場合において２つの供給業者に分割して発注を行う連続観測モデルを構築し，具体的な数値パラメータを与え数値計算を行うことにより，以下の諸点について明らかにした．

(1)各供給業者に対する発注割合の決定方法について述べた．

(2)最適発注量と最適発注点を求める反復解法を示した．

(3)数値計算を行い，１つの供給業者のみに発注を行う場合との比較により，本研究で示したモデルの有効性について検証した．

＜参考・引用文献＞

[1] H.Lau and L.Zhao："Optimal ordering policies with two suppliers when lead times and demands are all stochastic", Eur.J.Oper.Res., pp.120-133, Vol.68, 1993.