ホーム・デリバリー市場における最適提示納期決定に関する一考察

01110624　流通科学大学情報学部　*　川勝 英史　KAWAKATSU Hidefumi
01204194　流通科学大学情報学部　　三道 弘明　SANDOH Hiroaki

1.　はじめに

近年，情報技術の普及に伴い「ホーム・デリバリーサービス」を導入する企業が増加している．ホーム・デリバリーサービスとは，消費者が発注した製品やサービスを消費者の自宅等の都合のよい場所へ配達するサービスのことである [1]. インターネットを用いたオンライン注文などにより，時間や手間をかけずに製品を購入できることから，このようなサービスを利用する消費者は少なくない．また，このようなサービスの導入によりメーカーは，メーカーと最終消費者との間に卸売業者や小売業者を経由させずに，メーカーから最終消費者に製品を直送する「消費者直送型」チャネルを構築することができる．このチャネルは伝統的チャネルに比べ，流通コストが小さいことや小売店舗を持つ必要が無いことなど様々な面で効率的なチャネルである．

しかしながら，次のような問題点も指摘されている [1]. つまり，ホーム・デリバリー市場においては，消費者は慣れ親しんだ企業のサービスを継続して利用せず，別の企業がより優れたサービスを提供していれば，そのサービスを利用するようになる傾向が強いという点である．このため，ホーム・デリバリー参入企業は，競合企業に顧客を奪われないよう様々な工夫を凝らしている．特に，顧客に提示する「お届け期間」を決定することは重要な問題である．なお，お届け期間とは受注してから製品を最終消費者に納入するまでの期間であり本研究ではこれを「納期」と呼ぶ．通常，顧客に提示する納期が小さいと需要は大きくなり，納期を大きく提示すると需要は小さくなるため，納期は可能な限り小さく提示する方が得策であると考えられる．ところが，実際に納入可能な期間よりも大きめに納期を提示している企業も少なくない．この理由については，次のように考えることができる．すなわち，(1) 提示した納期までに製品を顧客に納入できなければ相当なペナルティが発生する．(2) 提示した納期よりも早く製品を納入することができれば顧客の満足度は大きくなる．

本研究では，ホーム・デリバリー市場を念頭に置き，顧客に提示する納期が小さいほど製品が購入される確率は大きくなるが，提示した納期までに製品を納入できないときにはペナルティが発生するような場合を考える．この上で，単位時間当り期待利益を最大にするような最適提示納期を決定するためのモデルを提案する．

2.　モデル

本研究では以下の場合を考える．

(1) 提示する納期 L が大きくなると，製品の購入確率 $q(L)$ は小さくなる．
(2) 提示した納期 L までに製品を納入できなかった場合，ペナルティが発生する．
(3) 製品を納入するまでに要する時間は確率変数 X で与えられ，X の分布関数と密度関数を，それぞれ $F(t)$，$f(t)$ とおく．但し，$E[X]=\mu << +\infty$ を仮定する．

また，本研究では次のような記号を定義する．

L	:	メーカーが顧客に提示する納期.
X	:	製品を納入するまでに要する時間.
$q(L)$	:	L が与えられたときの製品が購入される確率（$q(L)\geq 0$）.
a	:	粗利益.
c_1	:	時刻 L までに製品が納入されなかったときの単位遅れ時間当りペナルティ.

このとき，単位時間当り期待利益 $Q(L)$ は次式により与えられる．

$$Q(L) \quad = \quad q(L)\left[a-c_1\int_L^{+\infty}(x-L)f(x)dx\right] \quad (1)$$

3.　最適納期

ここでは，式 (1) で与えられる $Q(L)$ を最大にするような $L=L^*$ に関する解析を行う．但し，以下では $0<\alpha\leq 1$，$\lambda>0$ 及び $\gamma>0$ に対して，(1) $q(L)=\alpha e^{-\lambda L}$，(2) $q(L)=(L+\beta)^{-\gamma}$　$(q(0)=\alpha,\ \beta\geq 0)$，(3) $q(L)=\alpha e^{-\gamma L^{\beta}}$　$(\beta>1)$ のそれぞれの場合について解析を行うこととする．

3.1　$q(L)=\alpha e^{-\lambda L}$ の場合

ここでは，$q(L)=\alpha e^{-\lambda L}$ の場合について，$Q(L)$ を最大にするような $L=L^*$ に関する解析結果を次のようにまとめる．

(1) $\lambda\mu + 1 > \frac{a\lambda}{c_1}$ の場合．

この場合，$Q'(L)$ の符号は正から負に唯一度だけ変化する．このことは，$Q(L)$ を最大にするような有限の L^* (>0) が唯一存在することを意味している．このとき，単位時間当り期待利益は

$$Q(L^*) = \frac{c_1\overline{F}(L^*)}{\lambda}\alpha e^{-\lambda L^*} \quad (2)$$

で与えられる．

(2) $\lambda\mu + 1 \leq \frac{a\lambda}{c_1}$ の場合．

このとき，$Q(L)$ は L に関して非増加関数であり，$L^* = 0$ である．従って，単位時間当り期待利益は次式により与えられる．

$$Q(L^*) = \alpha(a - c_1\mu) \quad (3)$$

3.2 $q(L) = (L+\beta)^{-\gamma}$ の場合

ここでは，$q(L) = (L+\beta)^{-\gamma}$ の場合について $Q(L)$ を最大にするような L^* に関する解析結果を示す．但し，$\beta = \alpha^{-\frac{1}{\gamma}}$ である．

3.2.1 $\gamma \geq 1$ の場合

(1) $\beta + \gamma\mu > \frac{a\gamma}{c_1}$ の場合．

この場合，$Q'(L)$ の符号は正から負に唯一度だけ変化する．従って，$Q(L)$ を最大にするような有限の L^* (>0) が唯一存在することとなり，単位時間当り期待利益は次式で与えられる．

$$Q(L^*) = \frac{c_1(L^*+\beta)^{-\gamma+1}\overline{F}(L^*)}{\gamma} \quad (4)$$

(2) $\beta + \gamma\mu \leq \frac{a\gamma}{c_1}$ の場合．

このとき，$Q'(L) \leq 0$ である．故に，$L^* = 0$ であり，単位時間当り期待利益は次式により与えられる．

$$Q(L^*) = \beta^{-\gamma}(a - c_1\mu) = \alpha(a - c_1\mu) \quad (5)$$

3.2.2 $\gamma < 1$ の場合

ここで，$\frac{f(L)}{\overline{F}(L)}$ は故障率であり，今後 $r(L) = \frac{f(L)}{\overline{F}(L)}$ と書く．なお，以下では F が DFR である場合の解析を陽に示すのは困難であるため，F が IFR である場合に焦点を絞ることにする．

(1) $\lim_{L\to+0} r(L) < \frac{1-\gamma}{\beta}$ の場合．

ここで，$(1-\gamma)\overline{F}(L) - (L+\beta)f(L) = 0$ となるような L を L_0 とおく．

(a) $\beta + \gamma\mu \geq \frac{a\gamma}{c_1}$ の場合．

この場合，$Q'(L)$ の符号は正から負に唯一度だけ変化する．従って，$Q(L)$ を最大にするような有限の L^* (>0) が唯一存在し，単位時間当り期待利益は式 (4) で与えられる．

(b) $\beta + \gamma\mu < \frac{a\gamma}{c_1}$ かつ $\beta + \gamma\mu < (1-\gamma)\overline{F}(L_0) - (L_0+\beta)f(L_0)$ の場合．

このとき，$Q(L)$ は極大値を 1 つもち，$Q(L)$ が極大となるときの L を L_1 とすると，$Q(L)$ を最大にするような L^* は次のようになる．

$$L^* = \begin{cases} L_1, & Q(0) < Q(L_1) \text{ のとき} \\ 0, & Q(0) \geq Q(L_1) \text{ のとき} \end{cases} \quad (6)$$

よって単位時間当り期待利益は，$Q(0) < Q(L_1)$，$Q(0) \geq Q(L_1)$ のとき，それぞれ式 (4)，式 (5) で与えられる．

(c) $\beta + \gamma\mu < \frac{a\gamma}{c_1}$ かつ $\beta + \gamma\mu \geq (1-\gamma)\overline{F}(L_0) - (L_0+\beta)f(L_0)$ の場合．

このとき，$Q(L)$ は L に関して非増加関数であり $L^* = 0$ である．従って，単位時間当り期待利益は式 (5) と同様の式で与えられる．

(2) $\lim_{L\to+0} r(L) \geq \frac{1-\gamma}{\beta}$ の場合．

このとき，3.2.1 と同様の場合分けが可能である．

3.3 $q(L) = \alpha e^{-\gamma L^\beta}$ の場合

ここでは，$q(L) = \alpha e^{-\gamma L^\beta}$ の場合に $Q(L)$ を最大にするような $L = L^*$ に関して解析を行った結果を以下にまとめる．

(1) $\beta\gamma\mu > \frac{a\beta\gamma}{c_1}$ の場合．

この場合，$Q'(L)$ の符号は正から負に唯一度だけ変化する．このことは，$Q(L)$ を最大にするような有限の L^* (>0) が唯一存在することを意味している．よって，単位時間当り期待利益は次式により与えられる．

$$Q(L^*) = \alpha e^{-\gamma L^{*\beta}} \frac{c_1\overline{F}(L^*)}{\beta\gamma} L^{*-(\beta-1)} \quad (7)$$

(2) $\beta\gamma\mu \leq \frac{a\beta\gamma}{c_1}$ の場合．

この場合，$Q'(L) \leq 0$ である．よって，$L^* = 0$ であり，単位時間当り期待利益は

$$Q(L^*) = \alpha(a - c_1\mu) \quad (8)$$

で与えられる．

なお紙数の都合上，本モデルに関する数値例は当日発表させて頂く．

参考文献

[1] Gattorna,J., *Strategic Supply Chain Alignment: Best Practice in Supply Chain Management*, Hampshire England: Gower Publishing Limited, 1998.