

## 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 — Discrete choiceモデルの適用 —

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、消費者のライフスタイルの変化や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など消費者の都合の良い場所へ宅配するサービスのことであり [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。一方で次のような問題点も指摘されている [1]。つまり、ホーム・デリバリーサービス市場においては、顧客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顧客に納入するまでの期間であり、本研究ではこれを「納期」と呼ぶこととする。

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。(1) 提示した納期までに製品を顧客に納入できなければ信用の失墜も含めて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。これまでにも、納期に注目したモデルはいくつか報告されている [2, 3, 4]。しかしながら、これらのモデルにおいては納期と需要量との関係については一切議論されていない。これに対して筆者らは、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ければペナルティが発生するような場合に、期待利益を最大にするという意味での最適納期を求めるためのモデルを提案している [5]。

ホーム・デリバリー市場においては多数のメーカーが参入しており、これらの製品の存在が自社の製品の購入確率に与える影響は無視できない。顧客が、与えられたメーカーの製品の中からどのようにして特定のメーカーの製品を購入するかという問題を取り扱った研究は数多く見受けられる [6]。このうち、顧客は選択肢の中から効用が最大となる選択肢を選択するというものが頻繁に引用されており、本研究でも、顧客は選択可能なメーカーの製品の中から最大の効用を顧客に与えるメーカーの製品を購入する場合を考える。この上で、顧客1人当りの期待利益を定式化し、この期待利益を最大にするという意味での最適提示納期を決定するモデルを提案する。

### 2. モデル

本研究での仮定は以下の通りである。(i) 顧客は選択可能なメーカーの製品の中から最大の効用を与えるメーカーの製品を選択する。(ii) 製品に対する効用は、確定部分と確率的に変動する部分とから構成される。(iii) 提示した納期  $L$  までに製品を納入できなかった場合、遅れた時間に比例してペナルティが発生する。(iv) 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  $F(\cdot)$ ,  $f(\cdot)$  で表す。但し、 $E[X] = \mu < +\infty$  を仮定する。

また、本研究で主に用いる記号は次の通りである。 $L$ : 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を表す確率変数。  $x$ : 製品を納入するまで実際に要する時間。  $a$ : 顧客1人当たり粗利益。  $c_1$ : 時刻  $L$  までに製品が納入されなかったときの顧客1人当りの単位遅れ時間当たりペナルティ。

仮定 (ii) より、選択可能なメーカー  $j$  の製品に対する効用  $U_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) は

$$U_j = V_j + \varepsilon_j \quad (1)$$

で与えられる。但し、 $V_j$  は確定部分であり、 $\varepsilon_j$  は確率的に変動する部分である。また、 $V_j$  は

$$V_j = \alpha_j + \nu^T z_j \quad (2)$$

のように表現されることが少なくない。ここで、 $\alpha_j$  はメーカー  $j$  の製品に対する固定的な選好を表す定数であり、 $z_j$  はこの製品に対するマーケティング変数などのベクトルである。また、 $\nu$  と  $z$  の要素は、 $\nu^T = (\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_{s-1}, \lambda, \nu_{s+1}, \dots, \nu_m)$ 、 $z_j^T = (z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{mj})$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) で与えられ、 $\nu$  及び  $z$  の  $s$  行目は納期に係るパラメータである。なお、 $\alpha_J$  と  $z_J$  は自社の製品に対するパラメータであり

$$z_{sJ} = -L \quad (3)$$

である。

ここで、式 (1) の  $\epsilon_j$  が独立に同一の第 1 種極値分布に従うとき、メーカー  $J$  (自社) の製品に対する効用  $U_J$  が最大になる確率  $q(L)$  は次式により与えられる。なお、このようにして製品の購入確率が導出されるようなモデルは discrete choice モデルにおける多項ロジットモデルと呼ばれている [6]。

$$q(L) = \frac{e^{B_2 - \lambda L}}{B_1 + e^{B_2 - \lambda L}} \quad (4)$$

ここに

$$B_1 = \sum_{j \neq J} e^{\alpha_j + \nu^T z_j}$$

$$B_2 = \alpha_J + \sum_{i \neq s} \nu_i z_{iJ} \quad (5)$$

である。

さらに、仮定 (iii) より、実際の納入時間を  $x$  とすると、時刻  $L$  までに製品を顧客に納入できなかった場合に発生する顧客 1 人当りのペナルティ  $P(L, x)$  は

$$P(L, x) = \max[0, c_1(x - L)] \quad (6)$$

で表される。また、仮定 (iv) より受注してから製品を顧客に納入するまでの時間  $X$  は種々の要因により変動する。従って、納入遅れによる顧客 1 人当りの期待ペナルティは

$$E[P(L, X)] = c_1 \int_L^{+\infty} (x - L)f(x)dx \quad (7)$$

で表される。

式 (4) 及び (7) より、顧客 1 人当りの期待利益  $Q(L)$  は次式で与えられる。

$$Q(L) = \frac{e^{B_2 - \lambda L}}{B_1 + e^{B_2 - \lambda L}} \times \left[ a - c_1 \int_L^{+\infty} (x - L)f(x)dx \right] \quad (8)$$

ここに、 $a$  は顧客 1 人当り粗利益、 $c_1$  は時刻  $L$  までに製品が納入できなかったときの顧客 1 人当りの単位遅れ時間当りペナルティであり、式 (8) の  $Q(L)$  は  $a$ 、 $c_1$  に関して、それぞれ、単調増加関数、単調減少関数である。

### 3. 最適納期

式 (8) で与えられる  $Q(L)$  を最大にするような  $L = L^*$  に関する解析結果を以下にまとめる。

(1)  $\mu + \frac{B_1 + e^{B_2}}{B_1 \lambda} > \frac{a}{c_1}$  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おり、顧客 1 人当りの期待利益は

$$Q(L^*) = c_1 \frac{e^{B_2 - \lambda L^*}}{B_1 \lambda} \bar{F}(L^*) \quad (9)$$

で与えられる。

(2)  $\mu + \frac{B_1 + e^{B_2}}{B_1 \lambda} \leq \frac{a}{c_1}$  の場合。

このとき、 $Q'(L) \leq 0$  であり、 $L^* \rightarrow 0$  である。よって、顧客 1 人当りの期待利益は次式により与えられる。

$$Q(L^*) = \frac{e^{B_2}}{B_1 + e^{B_2}} (a - c_1 \mu) \quad (10)$$

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.
- [2] Çetinkaya, S. and Lee, C., Stock replenishment and shipment scheduling for vendor-managed inventory systems, *Management Science*, **46**, (2000), 217-232.
- [3] Chen, F. and Samroengraja, R., A staggered ordering policy for one-warehouse, multiretailer systems, *Operations Research*, **48**, (2000), 281-293.
- [4] Li, C. and Cheng, T.C.E., Due-date determination with resequencing, *IIE Transactions*, **31**, (1999), 183-188.
- [5] 川勝英史, 三道弘明, 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, 日本 OR 学会秋季研究発表会アブストラクト集, (2002), 102-103.
- [6] Anderson, S.P., *Discrete choice theory of product differentiation*, MIT Press, Cambridge, 1992.