ダイレクトメールにおける カタログ発送打切り問題

三道　弘明

1．はじめに

ダイレクトメールの年間売り上げは，近年飛躍的にのびてきている [1]．このようなダイレクトメールは店舗をもたないため，カタログを主たる媒体として，取扱商品を顧客にアピールしている [1]．しかし，カタログ1冊当りにかかる費用は，その発行費や郵送料を含めると決して安くはない．このため，カタログ送付の効果が高い顧客を効率よく選定することが重要である．この上で各企業独自の経営戦略を考えるとき，どのように顧客を選定するか，同時にカタログ発行部数をいくらにするか等の問題が生じてくる．

また，各ダイレクトメール業にとっては，商品の注文を受けてからそれを納入するまでの時間をいかに短縮するかが最重要課題である．このため，カタログを発行する以前やカタログ発行直後に，商品の発注や仕入れを行なっている場合がほとんどである．これには，カタログ発行直後の受注の伸びを観測し，その結果にもとづいて各商品の最終的受注量を予測したり，事前にテストカタログを発行し，テストカタログでの受注量をもとに本カタログの最終的受注量を予測したりしている．これらいずれの場合にも，いかにして最終受注量を予測するかが問題である．

以上概観したような問題を解決するには，過去のデータが大きな指針を与える．このため，ダイレクトメール業では種々のデータを蓄積しつつ，データの分析には，多変量解析に代表される統計的手法が広く利用されており，かなりの成果が得られているようである．しかし，さらなる改善を試みようとするとき，これまでの統計的手法ばかりではなく，OR 等で用いられている既存のモデルの中からダイレクトメール業に適用可能なモデルの探索，あるいは初めからダイレクトメール業を意識したモデルの開発を行なうことも必要であると考えられる．本稿ではこのような現状を鑑み，カタログ発送時にいかに顧客を選定するかという問題を取り上げ，そのモデル構築を試みる．

さんどう　ひろあき　流通科学大学情報学部
〒651-21 神戸市西区学園西町3-1

2．顧客選定の現状

ダイレクトメール業は，カタログ発行部数よりも多い数の顧客リストを所有しているのが通常である．このとき，新しくカタログを発行する際，顧客リストの中のどの顧客にカタログを送付するかという問題が生じる．このような問題に対して大手のダイレクトメール業が採用している方策は，おおむね次のような方法である．すなわち，各顧客を過去の売上高や購入回数等にもとづいて何らかの方法で得点化し，その得点に応じて，顧客をいくつかのグループに分類する．通常，得点が高いほど自社に与える利益が大きくなるよう得点化している．

この上で，自社に与える利益の大きい顧客グループ，つまり得点の高いグループから優先的にカタログを送付する [2]．さらに市場拡大などの経営戦略に応じて得点の低いグループに所属する顧客すなわち自社に与える利益の小さい顧客の一部に対して残りのカタログを送付する．なお上述した方策の中で顧客を得点化する際には，企業によって主たる取扱商品が異なることから，それぞれ独自の方法がとられている．しかし得点化の際に用いるべき主な項目としては次の3つが有効であることが経験的に知られている [2]．

・R(Recency)：過去の購入が最近であればあるほど得点が高い．

・F(Frequency)：過去の購入回数が多いほど得点が高い．

・M(Monetary)：過去の購入金額の合計が大きいほど得点が高い．

3．カタログ発送打ち切り問題

前述した顧客のグループ分けにおいて，合理的に得点化されているならば，得点の高いグループに所属する顧客に優先的にカタログを送付することに問題はないであろう．問題は，得点の比較的低いグループに所属する顧客に対してカタログを発送するかしないかの意思決定であろう．このような顧客グループは，ダイレクトメール業にとっては気まぐれな顧客である．連続してカタログを送付してもほとんどレスポンスを示さないが，時として何らかの商品を購入するのである．ここではこのような問題に焦点を絞ることとする．

3.1 カタログ発送打ち切り方策

上述のグループに所属する顧客が，K 回の連続したカタログに対して，なんら商品購入をしない，つまりなんらレスポンスがない場合に以降のカタログ送付を打ち切るという方策 [3] [4] を考える．このような方策のもとではKの値を決定すればよい．なお本方策は，単に顧客によるレスポンスの「あり」，「なし」のみに注目したものであるが，これは上に述べた問題に対する基本的なモデルを構築するという意図からである．

3.2 期待カタログ利益

テレビや新聞の折り込みチラシ等の広告を見て，初めてカタログを請求したり，あるいは以前に購入したことがあるが現在はカタログ送付を打ち切られているため，再度カタログを請求したりする顧客の多くは，先に述べた「気まぐれな顧客」グループに所属する．ここでは，このようなグループに属する顧客１人当りの期待利益の定式化を試みる．

以下では，顧客の振舞いが

・顧客が何らかの商品を購入した時点

・K 回連続したカタログ送付になんらレスポンスを示さなかった（したがって以降のカタログ送付は打ち切られる）時点

のいずれか一方が生起した時点を再生点とする再生過程 [5] を形成するとみなすこととする．このとき，顧客１人当りの期待カタログ利益 [3] は次式で与えられる [5].

$$P(K)=\sum_{k=1}^{K}[a-kb+P(K)]q_k-Kb\sum_{k=K+1}^{\infty}q_k \quad (1)$$

ここに，a は１回のカタログ送付での平均利益を表わすが，単に売価から商品の原価や郵送料を差し引いた単純利益の平均である．また，b は１回のカタログ発送に要する費用である．$q_k(\geq 0)$ $(k=1, 2, \cdots)$ は，前回のレスポンスから計測して，k 回目のカタログ送付で次のレスポンスを示す確率を表わす．ここで，カタログ利益とは，上の平均利益からカタログ送付に要した変動費用 kb を差し引いたものを意味する．

式(1)を $P(K)$ に関して解くと，次式が得られる．

$$P(K)=\frac{\sum_{k=1}^{K}(a-kb)q_k-Kb\sum_{k=K+1}^{\infty}q_k}{\sum_{k=K+1}^{\infty}q_k} \quad (2)$$

式(2)は，顧客が K 回連続したカタログ送付に対してなんらレスポンスを見せなかったがために，以降のカタログ送付を打ち切られるまでの顧客１人当りの期待カタログ利益を意味する．よって，$P(K)$ を最大にするような K を求めれば，期待カタログ利益を最大にするという意味での最適打ち切り時期が得られる．

4．最適打ち切り時期

式(2)で導出した $P(K)$ の右辺の分母，分子をそれぞれ $A(K)$，$B(K)$ と書くこととする．すなわち

$$A(K)=\sum_{k=K+1}^{\infty}q_k \quad (3)$$

$$B(K)=\sum_{k=1}^{K}(a-kb)q_k-Kb\sum_{k=K+1}^{\infty}q_k \quad (4)$$

とおく．次に，$P(K)$ の K に関する差分をとると

$$\begin{aligned}&\Delta P(K)\\ &\equiv P(K+1)-P(K)\\ &=\frac{A(K+1)-A(K)}{A(K+1)A(K)}\\ &\quad\times\left[\frac{B(K+1)-B(K)}{A(K+1)-A(K)}A(K)-B(K)\right]\end{aligned} \quad (5)$$

を得る．ここで，$[A(K+1)-A(K)]/[A(K+1)A(K)]<0$ より

$$\mathrm{sgn}[\Delta P(K)]=-\mathrm{sgn}[D(K)] \quad (6)$$

なる関係が成り立つ．ただし，sgn $[\cdot]$ は，$\cdot$ の符号を表わし，$D(K)$ は次式で定義される．

$$D(K)=\frac{B(K+1)-B(K)}{A(K+1)-A(K)}A(K)-B(K) \quad (7)$$

一方

$$\begin{aligned}&D(K)-D(K-1)\\ &=\left[\frac{B(K+1)-B(K)}{A(K+1)-A(K)}\right.\\ &\quad\left.-\frac{B(K)-B(K-1)}{A(K)-A(K-1)}\right]A(K)\end{aligned} \quad (8)$$

であり，$A(K)>0$ であるので

$$\mathrm{sgn}[D(K)-D(K-1)]$$
$$=\mathrm{sgn}\left[\frac{B(K+1)-B(K)}{A(K+1)-A(K)}-\frac{B(K)-B(K-1)}{A(K)-A(K-1)}\right] \tag{9}$$

を得る.

なお，式(3)，(4)用いて $[B(K+1)-B(K)]/[A(K+1)-A(K)]$ を計算すると

$$\frac{B(K+1)-B(K)}{A(K+1)-A(K)}=-(a-b)+b\frac{\Sigma_{K+2}^{\infty}q_k}{q_{k+1}} \tag{10}$$

となる．よって，$\Sigma_{K+1}^{\infty}q_k/q_K$ が K に関して単調増加であれば，$D(K)$ も単調増加である.

ここで，$q_K/\Sigma_{K+1}^{\infty}q_k$ は離散型の購入確率分布 q_k, $k=1, 2, \cdots$ のハザードレイト，あるいは信頼性工学でいうところの故障率[6] [7] [8]に相当する．ゆえに，q_k が DFR(Decreasing Failure Rate) であれば，$D(K)$ は単調増加である.

以上のことから，q_k が DFR(Decreasing Failure Rate) であるとき

$$D(1)\leq 0 \tag{11}$$

であれば $\Delta P(K)\geq 0$ を満足する K が存在し，その最大値に1を加えたものが最適打ち切り時期である．不等式(11)が成立しなければ，最適打ち切り時期は $K^*=1$ であり，一度カタログを送付して，レスポンスがなければ以降のカタログを発送しないことが最適である.

5．離散型ワイブル購入確率分布

ここでは，購入確率分布として離散型ワイブル分布 [9] [10] を仮定し，最適打ち切り時期に関する解析と数値例を示す.

5.1 離散型ワイブル分布

離散型ワイブル分布は，これまで2種類が提案されている [9] [10] が，以下では次式で定義される Nakagawa and Osaki [9] による離散型ワイブル分布を用いることとする.

$$Pr\ [X=k]=q^{(k-1)^\beta}-q^{k^\beta}, \tag{12}$$
$$k=1,\ 2,\ \cdots,\ \beta>0,\ 1<q<1$$
$$Pr\ [X\geq k]=q^{(k-1)^\beta} \tag{13}$$

また，故障率は

$$R(k)=\frac{Pr\ [x=k]}{Pr\ [X\geq k]}=\frac{q^{(k-1)^\beta}-q^{k^\beta}}{q^{(k-1)^\beta}} \tag{14}$$

である.

形状パラメータが $\beta<1$ を満足するとき，$R(k)$ は k に関して単調減少となり

$$R(1)=1-q \tag{15}$$
$$\lim_{k\to+\infty}R(k)=0 \tag{16}$$

が成立する．また，$\beta=1$ の場合には

$$R(k)=1-q,\ k=1,\ 2,\ \cdots \tag{17}$$

が成り立ち，故障率は k に関して一定の値をとり，この場合の離散型ワイブル分布は幾何分布に等しい．さらに，$\beta>1$ のときには，$R(k)$ は k に関して単調増加であり

$$R(1)=1-q \tag{18}$$
$$\lim_{k\to+\infty}R(k)=1 \tag{19}$$

を満足する.

このような離散型ワイブル分布を用いて購入確率を表現するとき，次のことが言える．ただし，物理的意味および現実のデータに照合してみれば，形状パラメータの値は $\beta<1$ のみを考えれば十分である.

$\beta<1$ のとき

$$D(1)=\frac{B(2)-B(1)}{A(2)-A(1)}A(1)-B(1)\leq 0 \tag{20}$$

すなわち

$$\frac{(1-q_1)^2}{q_2}\leq\frac{a-b}{b} \tag{21}$$

ならば，$\Delta P(K)\geq 0$ を満足する K が存在し，その最大値に1を加えたものが最適打ち切り時期である．さらに

$$\lim_{k\to+\infty}D(k)=-\lim_{k\to+\infty}B(k)$$
$$=-(a-\mu b)>0 \tag{22}$$

であれば，有限の最適打ち切り時期 K^* が存在する．ここに

$$\mu=\sum_{k=1}^{\infty}kq_k \tag{23}$$

である．これは，打ち切りを一切考えない場合の，顧客が次の商品を購入するまでに要する平均カタログ送付回数を表わしている．したがって，現実の場では不等式(22)が成立し，有限の最適打ち切り時期が存在すると考えられる.

5.2 数値例

図1に，2000人よりなるある特定の顧客グループの

過去3年間の購入履歴データにもとづいて推定した離散型ワイブル分布を示す．パラメータ推定値は，$q=0.8648$，$\beta=0.7267$であった．なお，パラメータの推定に関しては，Khan et al. [11] の方法を用いた．

図1の結果を用いて求めた期待カタログ利益は図2に示すとおりである．ただし，ここでは，$a=7500$，$b=800$とした．図2より最適打ち切り時期は$K^*=4$であることがわかる．使用したデータは，年間3回のカタログ発行に対する購入履歴データであることから，上の解は，1年強の間カタログを送り続け，レスポンスのない顧客には以降のカタログを送付しないことを意味している．

6．おわりに

本稿では，過去のカタログ送付に対して，顧客が反応したかそうでないかのみに注目し，連続したK回のカタログ送付でなんら反応しない顧客に対しては，以降のカタログ送付を打ち切るという方策を考えた．ついで，顧客1人当りの期待カタログ利益を定式化し，これを最大にするという意味での最適打ち切り時期の存在について解析を行なった．また，購入確率分布として離散型ワイブル分布を仮定した場合の解析結果と

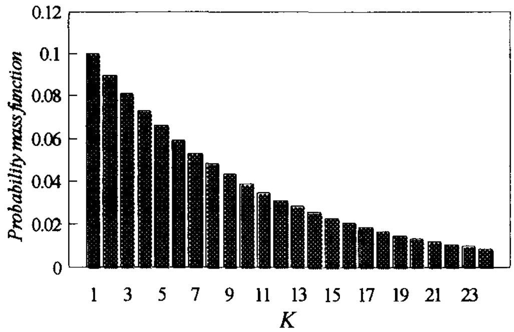

図1　購入確率分布

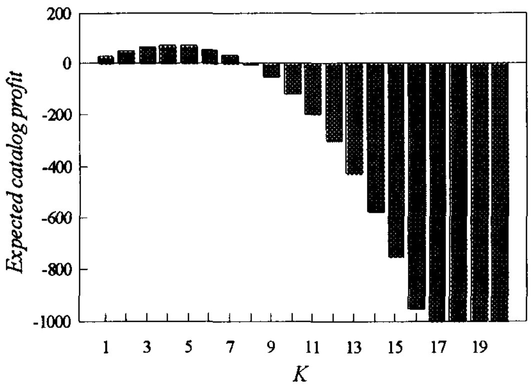

図2　期待カタログ利益

数値例を示した．

本文でも述べたようにここでのモデルは，過去の購入の「あり」，「なし」のみに注目した基本モデルであり，決して完成したモデルであるとは考えていない．今後，さらにダイレクトマーケティングに関するヒアリング調査ならびにデータを収集し，より現実的なモデルへと改良していく必要がある．

参考文献

[1] 日本通信販売協会編：第11回会社概要調査報告書ーレポート／日本の通信販売 1992，(1993)．

[2] 横塚由光：お客様の顔が見えるダイレクトマーケティング，同文館，(1991)．

[3] Sandoh, H. and Kondo, K.: "Curtailment planning of catalogue delivery in direct mail - Theoretical study", *Journal of Retailing & Consumer Services*, Vol. 1, No. 1, pp. 48-52, (1994).

[4] Sandoh, H.: "Optimal curtailment strategy for catalog delivery in direct mail", *JORSJ* (to appear).

[5] Ross, S.M.: *Applied Probability Models with Optimization Applications,* Helden - Day, San Francisco, (1975).

[6] Barlow, R. E. and Proschan, F.: *Mathematical theory of reliability,* John Wiley and Sons, New York, (1965).

[7] Barlow, R. E. and Proschan, F.: *Statistical theory of reliability and life testing,* Holt Rinehart and Winston, Inc., New York, (1975).

[8] 三根久，河合一：信頼性・保全性の基礎数理，日科技連 (1984)．

[9] Nakagawa, T. and Osaki, S.: "The discrete Weibull distribution", *IEEE Trans. on Reliability,* Vol. R 24, No. 5, pp. 300-301, (1975).

[10] Stein, W. E. and Datteo, R.: "A new discrete Weibull distribution", *IEEE Trans. on Reliability,* Vol. R-33, No. 2, pp. 196-197, (1984).

[11] Khan, M. S. A., Khalique, A. and Abouammoh, A. M.: "On estimating parameters in a discrete Weibull distribution", *IEEE Trans. on Reliability,* Vol. R-38, No. 3, pp. 348-350, (1989).