

同時購買と値引総額を考慮した商品値引モデルの構築

プロフィットデザイン研究

5218F005-1 市田和弥
指導教員 大野高裕

A Low Pricing Model Considering Simultaneous Purchase and Total Discount

ICHIDA Kazuya

1. はじめに

GMS¹, SM²の売上高を増加させるための代表的戦略として、非計画購買の促進と価格プロモーションの2つが挙げられる。

顧客が最終的に購買する商品には購入予定商品と非購入予定商品がある[1]。購入予定商品とは店舗来店契機となる商品であり、顧客が想起している価格と大きく乖離があったり、品切れ等が生じていたりしない限り購買が行われる商品である。一方、非購入予定商品とは購入予定商品の購買行動の一連の過程において、店舗の陳列場所等の外的状況と、購入の必要性はなく来店時には購入予定はなかったが、必要性を再考してみると自宅等に必要またはあれば良いと感じるといった、購買者の家庭等の内的状況によって結果的に購買される商品であり、来店契機とはなっていないが最終的に購買された商品を指し、衝動買いや非計画購買と呼ばれる。つまり店舗側からすると関連性の高い商品を近くに陳列するなどして商品配置を工夫する、あるいは多数の顧客に購買される商品を店内の奥に配置して顧客導線を長くする、などによって購買を誘発させることができるといえる。

一方、価格プロモーションとは値引額や値引頻度、値引期間などの価格に関する様々な要素を駆使することによって、販売促進を図ることである。商品を値引きすることによるメリットとしては売上数量の増加や、来店頻度の増加が挙げられる。しかしながら、それらは短期的なメリットに過ぎない。売上数量の増加を過信して、長期間に渡る値引きや大幅な値引きを行ってしまうと、顧客が商品に対して妥当と思う価格である、内的参照価格が下方修正される。これにより値引きによる売上の増加が見込めなくなるどころか、値引きを止めて、商品を定価に戻した際の売上数量にも負の影響を与えるため、価格プロモーションに頼り切って売上を増加させようとするのは危険であるといえる。

ここで非計画購買と価格プロモーションについて複合的に考察をしてみる。店舗は関連商品を近くに配置する等によって非計画購買を誘発させようとしているが、実際に非計画購買が生じる際は、顧客はもともと購入予定商品を買いたい物かごに入れており、その商品と関連のある商品が近くに配置してあることで購買を行なう、つまり言い換えると購入予定商品と非購入予定商品との同時購買が発生しているということである。一方、価格プロモーションのデメリットとして単品の値引きを頻繁または長期間行なう

と長期的な売上数量低下の恐れがあるが、単品商品だけではなく同時購買される商品の値引きを行えば内的参照価格低下等のデメリットを低減させながら両商品の売上点数を増加させることができるとも考えられる。つまり、ある1商品のみを値引きするのではなく、その商品と同時購買が生じる商品(関連性がある商品)を複合的に値引きすることによって、各商品の値引幅は抑えながらも、相乗的な売上増加が見込める可能性がある。

そこで本研究では単品による値引きを行なった際の内的参照価格の低下等の価格プロモーションのデメリットを低減するために、同時購買に着目をして、値引きによる同時購買への影響を評価し、値引きと同時購買の関係を表す商品値引モデルを構築する。次にそのモデルを用いて、一定の粗利益を確保するために、売上に対する値引総額にも上限を設けた上で、限られた値引総額をどのように商品やカテゴリーに配分すれば良いかという提案を行なう。

2. 従来研究

非計画購買の誘発および価格プロモーションのそれぞれに対する研究は多数行なわれてきた。

同時購買に関しては佐藤[2]を皮切りに、同時購買確率を基にしてどのようにして商品配置やレイアウトを決定するべきかという研究が続けられている。

一方、価格プロモーションに関しては、1商品当たりの値引額や値引きする商品の品目数を変化させることで売上数量を最大化するための施策を提案している研究が大半を占めている。ところで価格プロモーションでは値引総額も重要な要因の一つとなる。値引総額とは店舗全体での一定期間での値引額の総和である。GMS, SMでは管理費及び一般管理費に充てるために一定の粗利益額が必要であり、値引きにより売上高が増加したとしても、値引総額が膨大になれば粗利益額を圧迫してしまう。つまり値引総額には限界があるということである。実際、大手GMSでは売上高に対する値引総額を昇進時の評価の指標にするほど重視をしている。しかしながら従来研究において値引総額を明確に取り上げている研究はない。

3. 本研究の提案

3.1. 研究概要

本研究では同時購買と値引総額に着目をし、値引きによって同時購買確率がどのように変化するかを、目的変数に同時購買の誘発度を示す確信度、説明変数として同時購買される各商品の値引率を用いた上で各商品間のモデル化

¹ General Merchandise Store (総合スーパー)の略。衣食住すべての商品を取り扱う店舗を指す。

² SuperMarket の略。食料品を専門に売っている店舗を指す。

を行なう。その後、様々なシチュエーションを想定し、各商品に対して予想売上高により決定した、値引総額をどのように配分し、値引きを行なえば、より粗利益を獲得できるかという値引方法を提案する。

3.2. 評価指標

同時購買の評価には以下 3 つの指標を用いる。但し、 M は全トラザクション数³、 $\sigma(X)$ は商品 X が含まれるトラザクション数とする。

1. 支持度(support)

全トラザクションの中で同時購買を含むトラザクションが占める割合を示す。同時購買発生確率とも呼ばれ、関連のある商品ほど高い値を示す。

$$\text{supp}(X \Rightarrow Y) = \text{supp}(Y \Rightarrow X) = \frac{\sigma(XUY)}{M} \quad (1)$$

2. 確信度(confidence)

商品 X を購入した全顧客のうち、 Y の商品も購入する顧客の割合を示す。確信度は商品 X の売上数量が極端に少ないと高い値を示してしまう場合があるため、支持度と合わせて妥当性を判断しなくてはならない。

$$\text{conf}(X \Rightarrow Y) = \frac{\sigma(XUY)}{\sigma(X)} = \frac{\text{supp}(X \Rightarrow Y)}{\text{supp}(X)} \quad (2)$$

3. リフト値(lift)

同時購買の影響を表す指標である。値が 1 を超えると、単品による購買よりも、同時購買による購買が多いことを示し、同時購買が頻繁に行なわれていることを表す。

$$\text{lift}(X \Rightarrow Y) = \text{lift}(Y \Rightarrow X) = \frac{\text{conf}(X \Rightarrow Y)}{\text{supp}(Y)} = \frac{\text{supp}(X \Rightarrow Y)}{\text{supp}(X)\text{supp}(Y)} = \frac{M\sigma(XUY)}{\sigma(X)\sigma(Y)} \quad (3)$$

3.3. 提案モデル

商品価格と購買数量の関係を示すモデルとして、商品の価格を変化させると購買数量は比例変化するのではなく、S 字曲線のように変化するというグーテンベルク仮説がある[3]。しかしグーテンベルク仮説は極端な低価格から高価格までの広い価格帯内での需要曲線は S 字曲線に従うというモデルである。実際に GMS, SM で売られている最寄品⁴を対象とする場合には、グーテンベルク仮説で対象としているすべての価格を実現できるわけではなく、店舗で設定できる価格は S 字曲線の変曲点付近のごく狭い範囲の価格帯の範囲である。つまり、S 字曲線による需要曲線の近似の必要性は少なく、需要曲線は単純な関数である程度の近似をすることができるといえる。

次に同時購買も併せて考慮した場合について考える。ある商品が値引きされていた場合にその商品を購入し、さらにその商品と関連のある他の商品の購買も同時に購入するというシチュエーションは容易に想起ができ、グーテンベルク仮説を基に考えると同時購買の誘発確率、つまり確信度は各商品の値引率を用いて 3 次元の S 字曲線で需要曲線が近似できると仮定することができる。またこちらも同様に店舗での価格制約から単純式で近似をしても大きな乖離は生まれないと考えられる。よって本研究では以下 3 つの比較的単純な関数、(2 次関数, 指数関数, 対数関数)

を用いて単品商品の需要曲線 (式(4)~式(6))、2 商品の同時購買を考慮した需要曲線 (確信度) (式(7)~式(9)) を近似することとする。

$$y = ax^2 + bx + c \quad (4)$$

$$y = \log(ax + b) \quad (5)$$

$$y = ae^{bx} \quad (6)$$

但し、 y は単品商品の売上数量、 x は単品商品の値引率とする。

$$\text{conf}(A \Rightarrow B) = ax_A^2 + bx_A + cx_B^2 + dx_B + e(x_Ax_B)^2 + fx_Ax_B + g \quad (7)$$

$$\text{conf}(A \Rightarrow B) = \log(ax_A + bx_B + cx_Ax_B + d) \quad (8)$$

$$\text{conf}(A \Rightarrow B) = ae^{bx_A + cx_B + dx_Ax_B} \quad (9)$$

但し、 $\text{conf}(A \Rightarrow B)$ は商品 A を購入した顧客のうち、商品 B も購入する顧客の割合、 x_A は商品 A の値引率、 x_B は商品 B の値引率とする。確信度は

$$\text{conf}(A \Rightarrow B) \neq \text{conf}(B \Rightarrow A)$$

と非対称性がある。

値引きによるデメリットとして、値引き終了後の売上数量の低下が挙げられる。これは長い間保管しても腐りにくく、値引時にまとめ買いが発生し易い商品、つまり賞味期限が長い商品に良く見られる現象である。またトラザクション当たりの売上点数について考えてみると、大量の商品を一度に購入している顧客と少量の商品を購入する顧客のそれぞれの商品が同商品を購入していた場合、後者の方が同時購買の影響が相対的に強いと考えることができる。よって比較的賞味期限が短い商品を対象とし、さらにトラザクション当たりの売上点数が少ないデータを用いて推定を行なうとモデルの適合度を向上させることができると考えられる。

式(4)~(9)を用いると同時購買と値引率を考慮した売上数量の変化をモデル化できる。仮にそれぞれ 2 次関数式(4)、(7)で需要曲線が近似できるとすると、ある値引率 x_A で販売した際の商品 A の売上数量 y_A は商品 A と同時購買される商品 i の売上数量 y_i を用いて

$$y_A = y'_A + \sum_{i=1}^n y_i \text{conf}(i \Rightarrow A) = ax_A^2 + bx_A + c + \sum_{i=1}^n ((dx_i^2 + ex_i + f)(gx_i^2 + hx_i + jx_A^2 + kx_A + l(x_i x_A)^2 + mx_i x_A + o)) \quad (10)$$

と表すことができる。但し、 y'_A はある値引率 x_A で販売した際の同時購買の影響を受けていない商品 A の売上数量、 $\text{conf}(i \Rightarrow A)$ は商品 i を購入した顧客のうち、商品 A も購入する顧客の割合、 x_i は商品 i の値引率である。次に値引総額について考慮をした上で、粗利益が最大になるような値引方法の提案を行なう。値引総額の上限 L は売上高の定数倍 α によって決定することとする。この時、粗利益 G は前式の y_A 、商品 A の定価 P_A 、原価率 C を用いて

$$L = \alpha \sum_{A=1}^n y_A (P_A (1 - x_A)) \quad (11)$$

$$G = \sum_{A=1}^n y_A (P_A (1 - x_A) - P_A C_A) \quad (12)$$

但し、 $\sum_{A=1}^n y_A P_A - y_A P_A (1 - x_A) = \sum_{A=1}^n y_A P_A x_A < L$

³ バスケット数とも呼ばれる。実際に購買した顧客の一回の会計で購入した商品群を 1 トラザクションとする。

⁴ 家電などと異なり、価格や性能にそこまで固執せずに購買決定する商品。日用品など。

という制約の下で、粗利益 G を最大にすることが店舗の最終目標であるといえる、

4. 検証と結果

4.1. 予備調査

2001年1月～12月のGMSにおけるID付き購買履歴データ約135万件を使用する。初めに、カテゴリ毎の同時購買を観測するために、分析対象データの半年分(2001年1月～6月)のデータ、トラザクション数104,370件を用いて予備調査を行なう。予備調査の結果をリフト値降順に表1に示す。表1より「即席カップ焼きそば」と「即席カップ中華そば」のリフト値が6.211と同時購買が頻繁に発生しているのがわかる。本研究ではまとめ買いが発生しにくい商品、つまり長期間保存が効かない商品「マーガリン・ファットスプレッド」「普通食パン」を対象として同時購買と値引きの関係について分析を行なう。

4.2. 同時購買の抽出

予備調査を基に決定した「マーガリン・ファットスプレッド」(18SKU⁵) (以下、「マーガリン」とする)、「普通食パン」(78SKU) (以下、「食パン」とする) に対して以下の手順で分析を行なう。

1. 各SKUの定価を決定

各SKUに対して分析期間(半年間)の中で一番高値にて購買された際の商品価格をそのSKUの定価とする。

2. 各SKU毎の値引率を観測する

各トラザクションにおいて決定した定価より何%安い価格で購入が生じたかを観測する。その際のパーセンテージを商品の値引率とする。この方法により、定価の異なる商品であっても値引率ベースで同時に分析することが可能となる。

3. 同時購買が生じた際の各商品の値引率を観測する

異なるカテゴリが同時に購買された際のトラザクションを抽出し、各SKUの定価からの値引率を観測することで、値引きが同時購買に与える影響について考察する。

4.3. 同時購買誘発基準

「マーガリン」と「食パン」がそれぞれ定価にて同時購買された際の同時購買の各指標は表2となる。同時購買による影響を示すリフト値は3.57であった。値が1を超えていることからマーガリンと食パンは頻繁に同時購買されるということがわかる。マーガリンと食パンをそれぞれ値引きし、その時のリフト値がこの3.57よりも上回れば、値引時の同時購買が定価時よりも頻繁に発生しているということであり、値引きによって同時購買が誘発されたといえる。よってマーガリンと食パンの各値引率毎にリフト値を算出し、基準となる3.57で除した値が1を超えるか否かで同時購買への影響を評価する。

4.4. 分析結果

マーガリンを購買した顧客のうち、食パンを購入した顧客の割合と、食パンを購入した顧客のうちマーガリンを購買した顧客の割合を比べると前者の割合が多いため、まずはマーガリンを値引きした際に食パンとの同時購買にど

表 1. カテゴリ間の評価指標値

| カテゴリ名 | カテゴリ名 | 支持度 | 確信度 | リフト値 |
|-----------------|---------------|-------|-------|-------|
| 即席カップ焼きそば | → 即席カップ中華そば | 0.008 | 0.408 | 6.211 |
| デニッシュ・ペストリー | → 菓子パン | 0.019 | 0.447 | 2.667 |
| 蒸しパン | → 菓子パン | 0.015 | 0.441 | 2.630 |
| 木綿豆腐 | → 油揚げ | 0.009 | 0.172 | 2.557 |
| ドーナツ | → 菓子パン | 0.012 | 0.411 | 2.449 |
| 油揚げ | → 絹ごし豆腐・ソフト豆腐 | 0.024 | 0.352 | 2.149 |
| マーガリン・ファットスプレッド | → 普通食パン | 0.007 | 0.332 | 2.006 |
| 油揚げ | → 粒納豆 | 0.020 | 0.302 | 1.950 |
| ジャム | → 普通食パン | 0.007 | 0.321 | 1.940 |
| ロールパン・コッペパン | → ウインナーソーセージ | 0.008 | 0.121 | 1.911 |

表 2. 基準評価値

| 支持度 | 確信度 | リフト値 | 件数 |
|--------|-------|------|-----|
| 0.0009 | 0.199 | 3.57 | 167 |

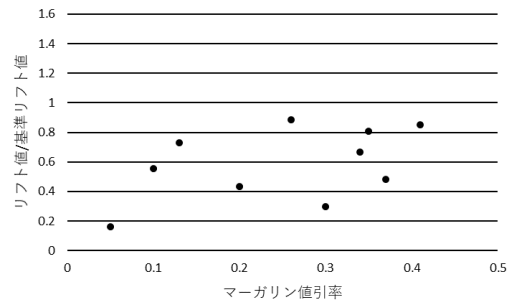


図 1. 食パン定価時のリフト値/基準値

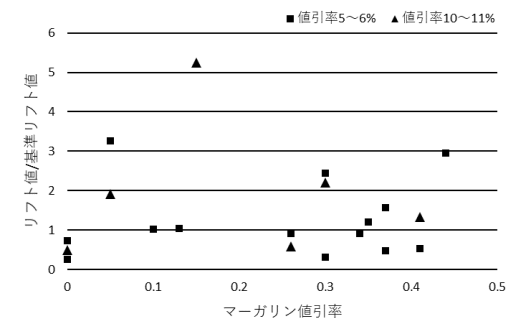


図 2. 食パン定価時のリフト値/基準値

のような影響を与えるかを分析する。食パンを定価とし、マーガリンを値引きした際の各リフト値を基準値(3.57)で除したものが図1である。値が1を超える場合には値引きによって同時購買が誘発されたと判断できる。しかしながら、どんなにマーガリンを値引きしても値が1を超えることはなく、同時購買の誘発は確認することができない。

次に、マーガリンと食パンの両方を値引きした際の結果を図2に示す。マーガリンと同時に食パンをも値引きする場合には基準値で除した値が1を多数超えている。よって値引きによって同時購買の促進が行われていることになる。「ジャム」と「食パン」、「牛乳」と「コーヒー飲料」という他のカテゴリについても同様の調査を行なったところ、マーガリン、食パンの関係と同様に単品の値引きでは同時購買の増加は確認できなかったが、両カテゴリの商品をそれぞれ値引きすることで同様に同時購買が促進されるということがわかった。よって同時購買は同時購買される両商品を値引きすることによって誘発することができるという仮説が実証されている。

⁵ Stock Keeping Unit の略 在庫管理を行なう際の最小管理単位を表す。ここでは JAN 単位となる。

5. 実務的活用へのシミュレーション

5.1. 準備

同時購買を考慮した上での値引きの決定方法について実務的観点から考察する。本来、店舗内の全てのカテゴリーもしくは商品に対して、店舗全体で設定された値引総額をどのように配分すれば、粗利益が最大化されるかという問題に適用するべきであるが、本研究では値引きによる同時購買の変化を定量的に示す方法を提案することを主眼に置き、同時影響が顕著にみられた表3の5つの商品「鶏卵」「牛乳」「納豆」「油揚げ」「絹豆腐」を用いて値引率決定への指針を与える。それぞれの定価は同時購買の抽出の際と同様に1年間の中で最も高く購買された価格とする。

シミュレーションにあたり、まず5つの商品の値引期間について考察する。分析対象期間1年間のうち、同一商品でも様々な値引率によって商品が販売されている。しかし長期間に渡って同一値引率で販売をしている商品の売上数量は、他の値引率での販売よりも購買機会が多いことになり、単純に比較をすることができない。そこで分析期間内で何日間、当該値引率で販売していたかを考慮して分析を行わなくてはならない。

まず対象とする5商品に対して、式(4)~(6)を用いて値引きによる単品売上数量の変化を推定する。次に式(7)~(9)を用いて同時購買を考慮するための近似式を求める。Aの商品を購入した顧客がBの商品も購買する確率を確信度 $conf(A \rightarrow B)$ で表し、5商品に対してそれぞれの確信度(20通り)を推定する。

5.2. シミュレーション

値引総額の上限を決定した上で、商品に対してどのように値引きをするべきかの指針を与えるためのシミュレーションを行なう。2つの状況下において値引総額は売上高の5%以内、各商品の原価率は70%とする。また1年間で最も高い値引率を当商品の値引上限とする。

5.2.1. シチュエーション1

5つどの商品も値引率上限まで値引きすることが可能な場合の粗利益最大になる値引率をシミュレーションによって求める。結果は表4のようになった。鶏卵や牛乳など定価の高い商品は値引きを行なったとしても粗利益額を確保しやすい。定価上位3商品を表4のように値引きすることが最大の粗利益額を生み出すと試算できる。

5.2.2. シチュエーション2

次に大量買い付けや売れ残り等で、ある商品を目玉商品として販売したい場合を想定する。仮に絹豆腐を目玉商品としてシミュレーションを行なう。絹豆腐は15%引きの目玉商品として値引率を固定し、他の4商品を値引総額は豆腐の値引総額と合わせて、売上高の5%以内という制約の下、どの商品を値引きすれば全体の粗利益額が最大となるかを示している。結果を表5に示す。牛乳を5%値引きし、その他の商品を定価で販売した場合に粗利益額が最大となるということがわかる。シチュエーション1と比べると予想粗利益額が下がっていることがわかる。全体の粗利益額を取るか、目玉商品等の在庫の消化をとるかというトレードオフの関係となっており、制約が増えるほど粗利益額に影響を及ぼすと考えられる。

表3. 分析対象品目

| | 鶏卵 | 牛乳 | 納豆 | 油揚げ | 絹豆腐 |
|-----------|------|-------|------|------|------|
| 定価(円) | 248 | 177 | 118 | 88 | 88 |
| 売上数量(点)/年 | 2937 | 12706 | 2662 | 1409 | 7822 |
| 値引率上限 | 28% | 22% | 37% | 50% | 47% |

表4. シチュエーション1 推定粗利益

| | 鶏卵 | 牛乳 | 納豆 | 油揚げ | 絹豆腐 | 売上高 | 値引総額 | 粗利益 |
|--------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 値引率 | 14% | 6% | 6% | 0% | 0% | 5734 | 286.7 | 1519 |
| 推定売上個数 | 3.30 | 12.7 | 5.46 | 18.0 | 8.41 | | | |

表5. シチュエーション2 推定粗利益

| | 鶏卵 | 牛乳 | 納豆 | 油揚げ | 絹豆腐 | 売上高 | 値引総額 | 粗利益 |
|--------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|
| 値引率 | 0% | 5% | 0% | 0% | 15% | 5565 | 278.3 | 1474 |
| 推定売上個数 | 2.09 | 11.5 | 4.1 | 17.9 | 14.1 | | | |

6. 結論と課題

6.1. 結論

本研究では値引きによって同時購買を誘発させることができれば、値引きによるデメリットを最小限にしつつ、粗利益を向上できるのではないかという問題意識の下、同時購買の起こりやすさを表すリフト値の変化が値引きによりどのように生じるかを評価した。その結果、商品単品の値引きだけでは同時購買は誘発されにくく、同時購買される両商品をそれぞれ複合的に値引きすることによって、初めて同時購買が誘発されることがわかった。

また、値引きによって同時購買の誘発にどの程度の影響があるかを、同時購買の誘発度を示す確信度を目的変数に設定し、2次関数、対数関数、指数関数を用いて近似を行なった。その後、原価率を設定し、粗利益を求める式をモデル化し、売上高を基に決定した値引総額に上限を設定した上で、その制約下において商品をどのように値引きすべきかという値引方法を提案した。

6.2. 今後の課題

本研究では5つの商品のみ対象とし、値引率の検討を行なった。しかしながら実務で使用するためには同一カテゴリー内のすべての商品、或いは担当部門の全商品について適用をしなければならない。また同時購買誘発度(確信度)の推移においても、グーテンベルク仮説を基にS字曲線にて推定を行わなくてはならないところを、単純式で仮定を置いているため改良が必要であるといえる。また今回対象とした5商品はいずれも低価格帯商品であったが、価格帯が上がると同じ値引率でも顧客の価格に対する反応は変わると考えられる。店舗内のあらゆる商品に対して適用するためには、顧客の定価による値引きの感受性の違いについても一考が必要であるといえる。

7. 参考文献

- [1]青木幸広：“店舗内購買研究の現状と課題(1)”，商学論究 32(4)，pp.117-146(1985)
- [2]佐藤栄作：“来店目的と同時購買の影響を考慮した小売店舗内空間行動モデル”，マーケティングサイエンス 8(12)，pp.40-68 (1998)
- [3]上田隆穂ら：“流通セッション 店舗価値・ブランド価値を高める非価格プロモーション Special session”，流通研究 9(2)，pp.33 -60(2006)