

ホームセンターの顧客データの分析と販売促進策の考案

2014SS048 水野健斗 2014SS057 中島良隆
2014SS062 大原有紀子 2014SS079 杉本雄亮
指導教員：鈴木敦夫

1 はじめに

近年、POS(Point Of Sales) システムの導入により、各商品の販売日時や売れた個数などを正確に把握することができるようになってきた。このシステムを使って顧客 ID などの情報を含んだレシートデータの集積がされており、それらを用いることで顧客傾向や販売動向などの分析から販売促進に生かすことが期待されている。現在では様々な小売業でこの膨大なデータの利用法が模索されている。

今回委託研究を受けたホームセンターでは、集積したレシートデータをもとにオペレーションズ・リサーチ (OR) や統計的手法を用いて数年にわたり研究を行ってきた。OR とは、数学的・統計的モデル、アルゴリズムなどを利用することによって、複雑なシステムにおいて「制約条件を満たした最適解」となるよう決定する科学的手法である。

1.1 使用したデータ

1.1.1 ID 付きレシートデータ

本研究では、ホームセンターから提供された ID 付きレシートデータを用いる。これらのレシートデータは、レシートの内容が細かく記録されており、レシート No.、店コード、売上日付、売上時刻、部門、JAN (商品識別番号)、商品漢字名、規格漢字名、数量、販売売価、売上金額、会員番号、年齢、性別、ステージが分かる。JAN とは、各商品に与えられた固有のコードであり、コードのみで商品の識別が可能である。本研究では、商品漢字名、規格漢字名も用いて、詳しく購買傾向を確認する。

レシートデータは、2014 年 2 月 24 日から 2017 年 11 月 30 日の期間のものを使用する。本研究では、レシート 1 枚を顧客が 1 回の買い物で購入した商品のデータとして考える。

1.1.2 ステージ制について

昨年度までは、このホームセンターのクレジットカードを使用する際に、付与されるポイントが 3 倍のキャンペーンの日 (ポイント 3 倍デー) が設けられていた。しかし、ポイント 3 倍デーに該当しない日には他のホームセンターへと顧客が流れてしまうことを懸念した。

そこで顧客のロイヤリティを高めるために、このホームセンターでは今年度から新しいポイント付与制度としてステージ制を導入している。これは、会員の 1 年間 (毎年 3 月～翌年 2 月) の合計金額に応じて、翌年度 (毎年 4 月～翌年 3 月) の所属ステージが決定するというものである。所属ステージは 5 種類ある。各ステージの必要金額は 3 万円、5 万円、10 万円、20 万円で区切られている。例えば、あ

る会員の今年度のステージが 2 倍ステージで、今年度の合計購入金額が 17 万円であった場合、翌年度のステージが 6 倍ステージになる。基本ステージでは 200 円で 1 ポイント付与されるため、昨年のポイント付与率 (100 円で 1 ポイント) 以下からのスタートになる会員も存在する。そのため、今年度は基本ステージの会員が 2 倍ステージとなっている。

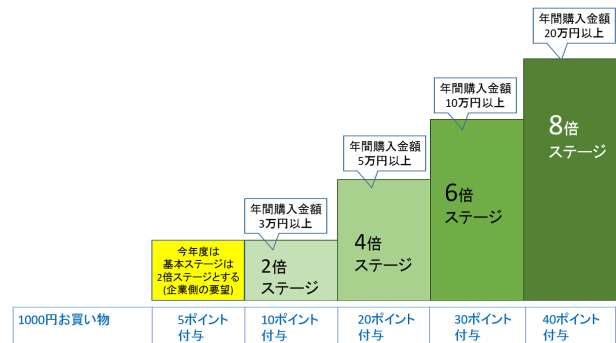


図1 ステージ制

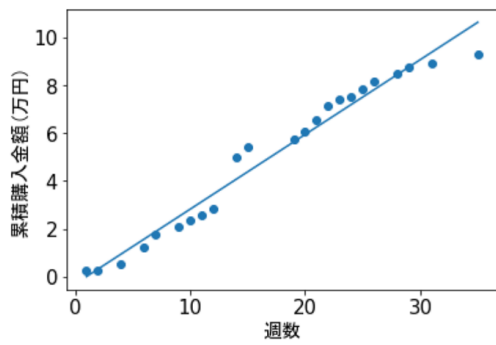
1.2 予測データについて

今回、カード会員のレシートデータを Python 言語でプログラムを組み、システムに使用するデータに加工した。主にシステムに使用した加工データは以下である。

- システム内での計算に直接使用したデータ
 - － 各会員の各週における
 1. 累積購入金額
 2. 予想累積購入金額
 3. 来店購入フラグ
- 来店確率推定の為にロジットモデルで使用したデータ
 - － 各会員の各週における
 1. 累積来店購入回数
 2. 来店購入週の間隔
 3. 来店購入週の予想間隔

なお、以上のデータの他にも、各会員の 2017 年度ステージ (基本ステージ有り)、各会員の 65 歳以上かどうかのデータを使用している (Visual Mining Studio (VMS) より)。

本研究では、実データ (2017 年 3 月 1 日～2017 年 11 月 30 日) をもとに各会員の各週における累積購入金額、各会員の各週における来店購入週の間隔を予測する必要があった。そのため、それらのデータから単回帰分析を使用し、予測データを作成した。以下のグラフは、累積購入金額より単回帰分析をした結果の一部である。



1 人目
 単回帰直線の式: [3124.51813461] x + [-3043.83239287]
 R²: [0.97031348]
 平均誤差: [4161.10197195]
 誤差の標準偏差: [3209.67438926]

図2 会員例1

各会員の各週における来店購入週の間隔も同様に、累積来店回数を基に単回帰分析を行い、データを作成した。

1.3 販売促進策の考案

ホームセンター側から提供された1週目~40週目データと、それを利用して得た41週目~53週目の予測データを用いて、新しい販売促進策の考案を行った。具体的には、各種データを用いて、2種類の目的に合わせたDM(ダイレクトメール)の送付対象者の選定を行う事を提案した。過去のDM送付方法は、特定の時期に会員全体に対して行っていた。そこで、本研究では効果の見られる特定の会員のみを送付することでコストの削減が期待できると考えた。また、DM送付をするタイミングを吟味することで顧客の来店意欲を上げ、来店購入を促すことを目標として定式化を進めた。

本研究では売上利益の期待値を最大化するシステムと、ステージが上昇する確率の期待値を最大化するシステムの2つを提案している。それぞれのシステムは利用するデータが一部異なっており、具体的な計算方法も含めて第2節以降で詳細を解説していく。

2 利益最大化システム

システムは以下の3段階を踏む。

1. カード会員のグループ分け (主成分分析を用いる)
2. 会員の来店購入確率を求める
3. DM送付対象者の選定

まずはカード会員を購買傾向別にグループ分けすることで、会員毎にどのような特徴があるかを明確にする。次に各グループに二項ロジットモデルを使用して、カード会員が各週に来店購入する確率の期待値を計算する。そうすることによって、いつDMを送付すれば来店購入するかが推測可能である。最後に、予算などを考慮するために、ORの手法を用いて最適なDM送付対象者の選定を行う。

2.1 主成分分析による会員のグループ分け

以下ではVMSを利用して分析していく。販売促進策を考案するにあたって、カード会員の購買傾向等によってカード会員をグループ分け出来るのではないかと考えた。まずは、商品の分類について説明する。このホームセンターでは、商品をライン・部門で分類している。MDラインは6種、部門は34種に分類されているが、本研究で取り上げるのは部門1から27である。残りの7部門は園芸、ペットの生体、各種施行、催事等であり、これらは商品数が全体の2%以下である。これらを分析の際に適宜使用する。以下にその対応表を示す。

表1 ライン・部門一覧表(2017年)

	MD ライン	部 門	部門名
ハード	園芸 & EX	1	園芸用品・大型機械・屋外資材
		2	農業・業務資材
		3	用土・肥料・薬品
		4	植物
		5	住宅設備・エクステリア
	HI	6	作業用品
		7	金物
		8	工具
		9	塗料・補修
		10	木材・建築資材
	HL & ペット	11	カー用品
		12	スポーツ・玩具
		13	サイクル・レジャー
		14	ペット用品
ソフト	HK	15	日用消耗品
		16	文具
		17	ダイニング・キッチン
		18	バス・トイレタリー
		19	HBC・医薬品・服飾雑貨
		20	食品・酒
	HF	21	インテリア
		22	寝具
		23	家具収納
	HE	24	家庭電器
		25	冷暖房
		26	電材・照明
		27	AV情報・カウンター商品

2.1.1 主成分分析

2016/9/1~2017/8/31までのカード会員のレシートデータを使用した。カード会員別の平均来店購入間隔日数と1回あたりの平均購入金額から主成分分析を行っ

た. 結果は次のとおりである.

表2 平均来店購入間隔日数と1回あたりの平均購入金額の主成分分析

	第1主成分	第2主成分
来店購入間隔日数.平均	-0.70711	-0.70711
1回当たりの平均購入金額	0.707107	-0.70711

次にカード会員別の各 MD ラインの購入金額から, 主成分分析を行った. 結果は次のとおりである.

表3 主成分分析 (1年間)

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
園芸&EX	-0.35018	0.412492	-0.67044	0.480682	-0.0863	-0.13868
HI	-0.36591	0.559259	0.031422	-0.54128	0.407025	0.306089
HL&ペット	-0.31346	-0.60777	-0.50436	-0.44483	0.170538	-0.22589
HK	-0.4838	-0.2993	0.079219	0.157257	-0.36055	0.717884
HF	-0.43501	-0.19098	0.400747	0.452574	0.602758	-0.21343
HE	-0.47109	0.147121	0.358146	-0.2203	-0.55181	-0.52454

	標準偏差	寄与率	累積寄与率
第1主成分	1.4555	0.35308	0.3530799
第2主成分	1.013432	0.171174	0.5242539
第3主成分	0.905963	0.136795	0.6610486
第4主成分	0.883453	0.130081	0.7911301
第5主成分	0.818502	0.111658	0.9027876
第6主成分	0.763724	0.097212	1

第1主成分は購入金額と解釈し, 係数の値が大きいかほど購入金額が多いものとする. 第2主成分は係数が正の値にあたるものを専門用品, 負の値にあたるものを一般用品と解釈する. 第3主成分は係数が正の値にあたるものをインドア商品, 負の値にあたるものをアウトドア商品と解釈する.

2.1.2 主成分分析の散布図

主成分分析の散布図を次に示す.

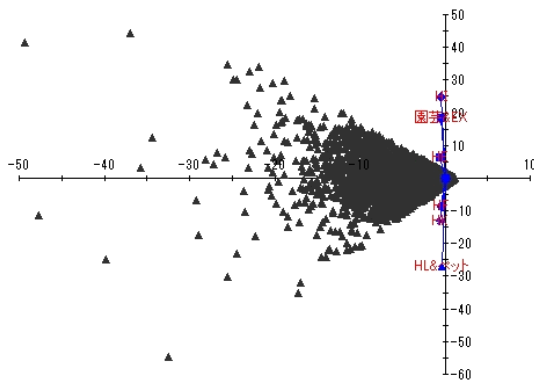


図3 第1主成分と第2主成分

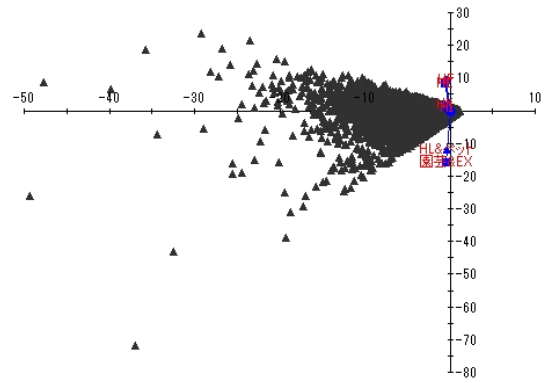


図4 第1主成分と第3主成分

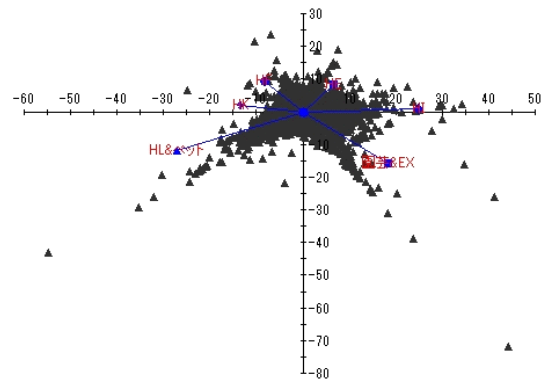


図5 第2主成分と第3主成分

2.1.3 会員のグループ分け

項 2.1.1, 項 2.1.2 の結果を基に, 購入金額の大小, 一般用品と専門用品の購買傾向, 1回あたりの購入金額の大小を組み合わせて8つのグループに分けることができる. 以下が8グループ分けた際の散布図である.

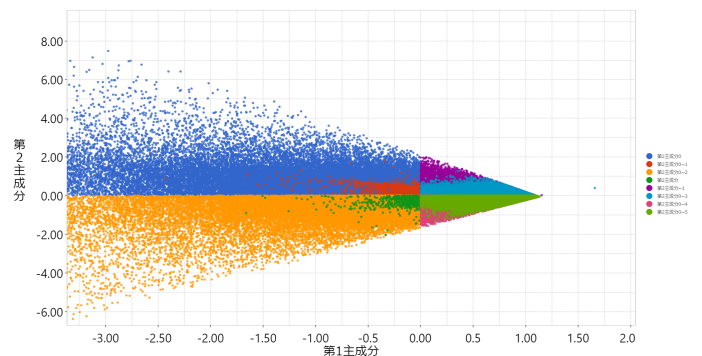


図6 主成分分析の散布図 (カード会員を8つにグループ分けた)

グループ分けの詳細とそれぞれのグループの人数を次に示す.

表4 会員のグループ分け

グループ	第一主成分 (累積購入金額)	第二主成分 (専門 or 一般)	1回当たりの 平均購入金額	会員数 [人]
①	多い	一般	多い	39,552
②	多い	一般	少ない	973
③	多い	専門	多い	31,384
④	多い	専門	少ない	591
⑤	少ない	一般	多い	20,020
⑥	少ない	一般	少ない	25,305
⑦	少ない	専門	多い	24,659
⑧	少ない	専門	少ない	45,262

2.2 ロジットモデル

本システムにおいて各会員の来店確率として $p_{iw}(j)$ という変数を設定し、二項ロジットモデルを用いて推定を行う。

定数

I : 会員の集合

W : 送付する週の集合 $w \in W$

$j = \begin{cases} 1 & \text{来店購入する} \\ 0 & \text{来店購入しない} \end{cases}$

a_{iw} : 会員 i の第 w 週における説明変数 (会員情報) のベクトル $i \in I, w \in W$

β_{ij} : 会員 i における選択 j に対するパラメータベクトル $i \in I, j = 1, 0$

d_{iwj} : 会員 i が第 w 週において行った行動 j を選択したとき 1, そうでないとき 0 $i \in I, w \in W, j = 1, 0$

$p_{iw}(j)$ を求める具体的な式は以下の通り。

$$p_{iw}(j) = \frac{\exp(V_{iwj})}{\exp(V_{iw1}) + \exp(V_{iw0})}, i \in I, w \in W, j = 1, 0 \quad (1)$$

$$V_{iwj} = \beta_{ij}^t a_{iw}, i \in I, w \in W, j = 1, 0 \quad (2)$$

ここで、式 (2) の V_{iwj} は効用確定項であり、会員情報ベクトルとそのパラメータベクトルの積和で表現される。

来店確率の推定に使う会員情報ベクトル a_{iw} は

1. 前回の来店購入週から計算した現在の週までの間隔
2. 2017 年度の現在ステージ
(基本ステージ=0, 第 2 ステージ=2, 第 4 ステージ=4, 第 6 ステージ=6, 第 8 ステージ=8)
3. 65 歳を超えているかどうか (65 歳以下=0, 65 歳以上=1)

の 3 種類を採用する。

採用した理由は以前の分析において

1. 来店間隔は個人でばらつきがあるが、日用品の補充等を理由に一定の間隔で来店する会員が多い。
2. 現在ステージの高い会員程、ロイヤリティが高い。
3. 一般的な定年である 65 歳を基準にして平日や休日の来店率などの購買傾向が変化している。

という結果が得られた為である。

上記の a_{iw} は事前に全会員分の個別の情報としてレシートデータから算出できるが、そのパラメータベクトル β_{ij} は今年度の 1 週目から 40 週目までのデータを用いて尤度関数 L_i を設定し、この関数の最大化問題について、 β_{ij} を変数として解くことで得られる。

$$L_i = \prod_{w=1}^{40} \prod_{j=0}^1 \{P_{iw}(j)\}^{d_{iwj}} \quad (3)$$

この尤度関数を最大化する β_{ij} と、対数変換した尤度関数を最大化する β_{ij} は一致する。よって、以下の最大化問題を考える。

$$\log L_i = \sum_{w=1}^{40} \sum_{j=0}^1 d_{iwj} \log P_{iw}(j) \quad (4)$$

この最大化問題から推定した β_{ij} を用いて第 41 週から 53 週までの来店確率 $p_{iw}(j)$ を算出していく。

以下が実際の推定の計算結果を示した図の一部である。第 40 週までの実測値を別シートに保存し、会員一人一人について β_{ij} を変数とみなして合計 6 つのパラメータベクトルを格納している。表 5 の右側に見える数値は各会員の 40 週分の $p_{iw}(j)$ を順に計算し格納したセルで、これらの値を使用して $\log L_i$ を最大化する。

表5 β_{ij} の計算例

会員番号	β_{i1}			β_{i0}			log Li	週			
	β_{i11}	β_{i10}	β_{i10}	β_{i01}	β_{i00}	β_{i00}					
1	-0.04	-0.08	-0.02	0.04	0.08	0.02	-22.1				
2	0.02	-0.08	0	-0.02	0.08	0	-26.4	Viw1	1	2	3
3	0.21	0	-2.13	-0.21	0	2.13	-12.7	Viw0	1	2	3
4	-0.14	0	0	0.14	0	0	-21.2		0.08	0.16	0.24
5	-0	-0.34	-0.17	0	0.34	0.17	-16.9	logPiw1	1	2	3
6	-0	-0.11	-0.03	0	0.11	0.03	-23.5		-0.78	-0.87	-0.96
7	-0.01	-0.45	0	0.01	0.45	0	-15	logPiw0	1	2	3
8	0.5	-0.88	-0.44	-0.5	0.88	0.44	-16.1		-0.62	-0.54	-0.48
9	-0.03	-0.05	-0.02	0.03	0.05	0.02	-26.8				
10	-0.1	-0.09	-0.02	0.1	0.09	0.02	-15.5	logLi	-25.9		

この最大化問題から推定した β_{ij} を用いて第 41 週から 53 週までの来店確率 $p_{iw}(j)$ を算出していく。以下、 $p_{iw}(1)$ を p_{iw} としている。

2.3 定式化

定数

I : 会員の集合

w : 計算対象週

c_i : 1 週間当たりの平均購入金額

(= $\frac{\text{総購入金額}}{\text{来店購入したことがある週の合計}}$) $i \in I$

p_{iw} : 会員 i が、第 w 週に来店購入する確率 $i \in I$

α : 利益率

D : DM1 通当たりの送付コスト

C : 予算

A_w : 第 w 週に DM を送付する人数

変数

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{会員 } i \text{ に, 第 } w \text{ 週に送付する} \\ 0 & \text{会員 } i \text{ に, 第 } w \text{ 週に送付しない} \end{cases}$$

目的関数

$$\sum_{i \in I} \alpha c_i p_{iw} x_i - D \sum_{i \in I} x_i \quad (5)$$

制約条件

$$D \sum_{i \in I} x_i \leq C \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \geq A_w \quad (7)$$

$$x_i \in \{0, 1\}, \quad i \in I \quad (8)$$

定式化の説明

(5) DM送付の効果に対して期待される利益を最大化する

(6) 送付コストの合計の上限を予算 C に設定する

(7) 各週における送付数の合計の下限を A_w に設定する

(8) x_i のバイナリ条件

この目的関数では, DM 送付対象者の平均購入金額と来店購入確率を掛けた値を利益の期待値とし, その合計に利益率を掛けて粗利としている. コストは総送付数に DM 一通当たりの送付費用を掛けた値とした. また, 制約条件はホームセンター側との会議で決めており, システムの実際の運用によって条件が追加される事も考えられる.

3 ステージ上昇システムの作成

3.1 各会員が各週にステージ上昇する確率 q_{iw} について

ステージ上昇システムを作成するにあたって, 各会員が各週にステージ上昇する確率 q_{iw} を計算した.

$f_i(x)$ を正規分布 $N(\mu_i, \sigma_i^2)$ に従う確率密度関数,

$$f_i(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (9)$$

であるとする. この時

$$F_i(R_{iw}) = \int_{-\infty}^{R_{iw}} f_i(x) dx \quad (10)$$

とすると

$$q_{iw} = 1 - F_i(R_{iw}) \quad (11)$$

が成立する.

3.2 定式化

定数

I : 会員の集合

w : 計算対象週

q_{iw} : 会員 i が, 第 w 週にステージ上昇する確率 $i \in I$

D : DM1 通当たりの送付コスト

C : 予算

A_w : 第 w 週に DM を送る人数

変数

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{会員 } i \text{ に, 第 } w \text{ 週に送付する} \\ 0 & \text{会員 } i \text{ に, 第 } w \text{ 週に送付しない} \end{cases}$$

目的関数

$$\sum_{i \in I} q_{iw} y_i \quad (12)$$

制約条件

$$D \sum_{i \in I} y_i \leq C \quad (13)$$

$$\sum_{i \in I} y_i \geq A_w \quad (14)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, \quad i \in I \quad (15)$$

定式化の説明

(12) DM送付の効果に対して期待されるステージ上昇人数の期待値を最大化する

(13) 送付コストの合計の上限を予算 C に設定する

(14) 各週における送付数の合計の下限を A_w に設定する

(15) x_i のバイナリ条件

目的関数は計算対象とする週において, ステージの上昇確率の高い会員を抽出できるように定式化を行った. 利益最大化システムと同様, 実際の運用の際には新しい制約条件を追加する必要があると考えられる.

4 システム

作成したシステムは Excel 上に最適化ソフトウェア What'sBest!を利用して実装し, ホームセンターに提供した. ここでは, 実際のシステムに基づき, 操作の流れを記述する. なお, 企業秘密保護のため図の一部を伏せている.

4.1 システムの仕様

第 2 章, 第 3 章で記述した二つのシステムの実行を行った.

作成したのは今年度 2 週以上来店購入した会員の中から, OR を用いて利益が最大となるような DM 送付対象者の選定, 及びステージ上昇確率の期待値が最大となるような DM 送付対象者の選定を自動的に行うことを目的とするシステムである. 双方 DM の効果を高める事を目標としており, コストや下限人数など, 予想される制約を制約条件として柔軟に変更出来る. 各システムの DM 送付対象者を算出するための入力値は以下のとおりである.

- 入力値

- 計算対象週
- 予算
- 送付コスト
- 最低送付人数
- 利益率

4.2 インターフェース

図7は本研究で作成したシステムのインターフェースである。

週	予算	送付コスト	人数	利益率
利益最大化		各会員のステージ上昇確率期待値最大化		
予算	5000000 円			
送付コスト	100 円			
人数制約	30000 人			
利益率				
週	49			
対象日程	2018/1/28~2018/2/3			

図7 インターフェース

全部でボタンは7つある。上段にある5つのボタンを押すことにより、各入力値に対応したユーザーフォームを呼び出し選択もしくは入力可能にした。ユーザーフォームで選択・入力した値はボタンの下に格納され、計算実行前に確認出来る。週に関してはオプションボタンで週の選択をし決定ボタンを押すことで、インターフェースの週の欄に3月1日の週を第1週としたその年度において第何週目に当たるかが、対象日程の欄には選択した週の開始日と終了日が格納される。送付コスト、予算、人数、利益率に関しては、具体的な値を入力し決定ボタンを押すことで、それぞれ対応したセルに格納される。

上段の各ボタンを押した際に現れるユーザーフォームの画像を図8、図9、図10、図11、図12に示す。

図8 週

図9 予算

図10 送付コスト

図11 人数

図12 利益率

下段にある2つのボタンで各システムの計算を行い送付対象者の選定を行う。その結果は別シートに表示される。

4.3 利益最大化システム

4.3.1 実行例

前項で述べた利益最大化ボタンを押して実行した例を図13に示す。

予算	5000000	送付者の合計人数	30000
送付コスト	100	合計コスト	3000000
利益率	30000	利益	

会員番号	49週	累積金額 (11月確定)	2017年 ステージ	累積金額 (計算対象週)	2018年ステージ (累積確定)	2月末(予想) 累積金額(計算対象週)	予想累計金額 (2月末)	予想ステージ (2月末)
会員番号	49週	累積購入金額 (11月迄の確定している)	2017年度ステージ	計算対象週における 予想累積購入金額	(確定している累積購入金額から算出した) 2018年度ステージ	2月末(予想)累積金額 (累積金額) 累積金額(計算対象週)	予想累積購入金額 (2月末における)	(2月末における) 予想累積購入金額から算出した 2018年度の予想ステージ

図 13 利益最大化実行結果例

表示させる要素はホームセンター側と相談して決定した。別シートで計算した結果を結果シートの対応箇所に格納する。計算対象週における送付対象者か否かの欄に、送付対象者である場合は1、そうでない場合には0で表示される。送付対象者のみを確認したい場合にはフィルター機能で送付対象の会員のみ絞ることが可能になっている。

4.3.2 計算例

前目の結果を表示するための計算シートを図 14 に示す。入力値は入力時にこのシートにも格納される。What'sBest!の仕様上、別シートにある制約条件と互いに干渉するためボタンを押した際に別シートの不等号は削除される。そのため図 14 の不等号は削除された状態となっている。

予算	5000000	送付者の合計人数	30000
送付コスト	100	合計コスト	3000000
利益率	30000	利益	

会員番号	49週	累積金額 (11月確定)	2017年 ステージ	累積金額 (計算対象週)	2018年ステージ (累積確定)	2月末(予想) 累積金額(計算対象週)	予想累計金額 (2月末)	予想ステージ (2月末)
会員番号	49週	1週間当たりの平均購入金額	利益率 × 平均購入金額	送付するかどうか	1週間当たりの平均購入金額	回帰分析による各週の予測購入金額		

図 14 利益最大化計算例

回帰分析による各週の予想購入金額は計算したものを事前に添付してある。計算対象週における予想購入金額を参照し、送付するかどうかのバイナリ条件、予算制約、人数制約を満たし、目的関数値が最大となるような最適解を算出する。送付するかどうかのバイナリ変数と目的関数値が結果シートに格納される。

4.4 ステージ上昇確率最大化

4.4.1 実行例

前項で述べた各会員のステージ上昇確率期待値最大化ボタンを押して実行した例を図 15 に示す。

予算	5000000	送付者の合計人数	30000
送付コスト	100	合計コスト	3000000
人数	30000	目的関数値	1.627145703

会員番号	49週	確率 (2月末)	累積金額 (11月確定)	2017年 ステージ	2018年ステージ (累積確定)	次のステージ (目標より)	残りの金額 (2月末)
会員番号	49週	計算対象週における送付対象者か否か	2月末におけるステージ上昇確率	(11月迄の確定している) 累積購入金額	2017年度ステージ	(確定している累積購入金額から算出した) 2018年度ステージ	2月末における予想累積購入金額から 来年度次のステージに上がるために必要な残り金額

図 15 ステージ上昇確率期待値最大化実行結果例

利益最大化システムと同様、こちらも表示させる要素はホームセンター側と相談して決定した。また、別シートで計算したものを結果シートの対応箇所に格納するのも同様である。計算対象週における送付対象者か否かの欄に、送付対象者である場合は1、そうでない場合には0で表示される。送付対象者のみを確認したい場合にはフィルター機能で送付対象の会員のみ絞ることが可能になっている。なお、ステージ上昇確率の期待値を最大にするシステムであるため、すでに8倍ステージの会員は送付対象者とならない。

4.4.2 計算例

前目の結果を表示するための計算シートを図 16 に示す。入力値は入力時にこのシートにも格納される。

送付コスト	100	100	1000000	1000	16800.241
予算	5000000	送付者の合計人数	100000	5000000	500
人数	500	人数制約	50000	>=	50000

会員番号	49週	各週における来店購入確率	q_{1w}
会員番号	49週	送付するかどうか	

図 16 ステージ上昇確率期待値最大化計算例

