

下手な鉄砲をやめて、キャンペーンをスマートに — データマイニングと数理最適化でキャンペーンを最適化 —



日本アイ・ビー・エム株式会社
BA事業SPSS
テクニカル・セールス&ソリューションズ
ITスペシャリスト

河田 大 Hajime Kawada

【プロフィール】

2002年日本アイ・ビー・エム株式会社入社。インフォメーション・マネジメント製品のDB2やInformation Integration製品のプリセールスをサポート。2013年よりSPSS製品のプリセールスをサポート。



日本アイ・ビー・エム株式会社
ソフトウェア開発研究所 第二BAサービス
ITスペシャリスト

松本 雄介 Yusuke Matsumoto

【プロフィール】

2007年日本アイ・ビー・エム株式会社入社。数理最適化に関するアルゴリズム開発に従事した後に、Cognos製品のサービスを経て、現在はSPSS製品のサービスに従事。

1. キャンペーン・メールが多すぎる

「会員様限定プレゼント・キャンペーンのお知らせ」「豪華賞品が当たるサックス・キャンペーン実施中」—— 読者の方々もこんなタイトルのメールを受け取ることがよくあると思います。それがいつも魅力的なキャンペーンであればうれしいのですが、そういうキャンペーンはなかなかなく、まったく自分に興味がないものが来ることも少なくありません。そして、あまりにたくさん来るキャンペーン・メールを、むしろ迷惑に感じることも多いのではないのでしょうか (図1)。

逆にキャンペーンを打つ企業側からすれば、



図1. 多すぎるメールはむしろ迷惑...

ば、キャンペーンによって、より利益を期待できるお客様に効率的に届けたいと思うでしょう。特にはがきや電話などの高コストのチャネルを使う場合は、レスポンス率が非常に重要になります。

魅力的なキャンペーン情報を適切に届けられることは、お客様にとっても、企業にとっても嬉しいことだと言えます。

2. 二つのレベルの最適化が必要

適切なキャンペーンを行うためには二つのレベルで最適化を行う必要があります。一つは「個別キャンペーンの最適化」であり、もう一つが「複数のキャンペーン全体の最適化」です。

個別キャンペーンの最適化にはデータマイニングの技術が利用できます。データマイニングでは、過去のキャンペーンの反応や購買の履歴データを使って、「どういう人が反応して、どういう人が反応しなかったか」という法則を、統計的手法や人工知能などを使って発見していきます。そのよ

うにして作られた法則を分析モデルと言います。良い分析モデルができれば、キャンペーンを行う前にそのお客様がどのくらいの確度で反応しそうか、またその利益がどのくらいかを予測することができます。この予測に従って優良な顧客を狙ってキャンペーンを行えば、高い利益率が期待できることとなります。

表1を見てください。各顧客の「性別」「好きな花」「誕生日」、過去5年間の反応率」のデータから、「春」というキャンペーンの反応率を予測しています。表1の例では、Aさんが83%の反応率があると予測しています。これは、桜が好きな3月生まれで過去5年間の反応率が6割程度だったお客様が、過去の似たキャンペーンで83%の反応を示したことを基に予測しています。このように過去のデータを統計的手法で分析して法則を見つけ出すのがデータマイニングです。

ここで、1キャンペーン当たりの売り上げ単価が12,000円、コストが800円、キャンペーンの総予算が2,000円だとし

表1. 春キャンペーン反応率予測

ID	性別	好きな花	誕生日	過去5年間の反応率	予測反応率
Aさん	女	桜	3月20日	60%	83%
Bさん	女	藤	4月30日	30%	42%
Cさん	男	梅	1月2日	20%	17%
Dさん	男	ひまわり	9月1日	10%	8%

表2. 春キャンペーンの最適化

ID	予測反応率	予測売り上げ (売り上げ単価×予測反応率)	予測利益 (予測売り上げ-コスト)	累計コスト	累計 予測利益
Aさん	83%	9,960	9,160	800	9,160
Bさん	42%	5,040	4,240	1,600	13,400
Cさん	17%	2,040	1,240	2,400	14,640
Dさん	8%	960	160	3,200	14,800

表3. 年間キャンペーンの予測

ID	キャンペーン	予測売り上げ	コスト
Aさん	春	9,960	800
Bさん	春	5,040	800
Cさん	春	2,040	800
Dさん	春	960	800
Aさん	夏	5,000	1,000
Bさん	夏	8,000	1,000
Cさん	夏	2,000	1,000
Dさん	夏	10,000	1,000
Aさん	秋	20,000	200
Bさん	秋	15,000	200
Cさん	秋	5,000	200
Dさん	秋	2,000	200
Aさん	冬	10,000	300
Bさん	冬	5,000	300
Cさん	冬	8,000	300
Dさん	冬	2,000	300

ます。この条件で「予測売り上げ(売り上げ単価 × 予測反応率) - コスト」の式で予測利益を計算します。計算した予測利益を大きい順に並べ、コスト内に収まる上位2名のAさんとBさんを対象にキャンペーンを行えば最も利益が高くなり、その予測利益の累計は13,400円だと分かります(表2)。

こうしたデータマイニングに基づいたキャンペーンは、やみくもにキャンペーンを行うよりはるかに効率的です。これが個別キャンペーンの最適化です。

しかし、企業が行うキャンペーンは通常一度だけではありません。複数のキャンペーンを並行して行うことが多いでしょう。実は、個別キャンペーンでの最適化を行うと、優良顧客であればあるほど多くのキャンペーンの対象になってしまう可能性が高くなります。そうすると優良顧客はたくさんメールを受け取ることになり、メールを読んでくれなかったり、メールの多さに悪い印象を持ってしまうことも考えられ、せっかくの優良顧客を失ってしまう危険すらあります。こういう場合には1顧客あたり、3回までしか送らないといった制約を付ける必要があります。

逆に、たとえ利益率が低くても、1キャンペーンに最低何名かにはメールを発信したいという場合もあるでしょう。また、それぞれのキャンペーンでの予算制限や、年間での予算枠もあるでしょう。このような制約を考えていくと、個別キャンペーンの最適化だけでは不十分で、複数のキャンペーン計画全体の最適化が必要になります。

表3を見てください。先ほどの「春」のキャンペーンに加えて「夏」「秋」「冬」の合計4つのキャンペーンの予測売り上げを計算し、コストも併記しています。ここに以下のような制約があったとします。

- ① 1人に対して3回までしか発送しない
- ② 1キャンペーンの予算は2,000円までとする
- ③ 全キャンペーンの総予算は7,000円までとする
- ④ 1キャンペーンは2人以上に発送される
さあ、誰にどのキャンペーン情報を送れば良いでしょうか。Aさんは優良顧客なので、どのキャンペーンでも予測売り上げが高いが高いですね。しかし、全4つのキャンペーンを発送してしまうと①の制約にひっかかってしまいます。またコストの制限もあります。少し考えてみてください。

解答は表4です。人力では最適解を得られそうにありません。それもそのはずで、誰にどのキャンペーンを割り当てるのかのすべての組合せのパターンは、2(反応するorしない)のキャンペーン数 × 人数乗で、65,536(=2⁴×4)通りもあるのです。その中から最適な組合せを見つけるのは手計算では到底無理です。

このようないくつかの制約条件の下で最適な組合せを選ぶのが、数理最適化です。

表4. 年間キャンペーンの最適化

ID	キャンペーン	予測売り上げ	コスト	発送するorしない
Aさん	春	9,960	800	する
Bさん	春	5,040	800	しない
Cさん	春	2,040	800	する
Dさん	春	960	800	しない
Aさん	夏	5,000	1,000	しない
Bさん	夏	8,000	1,000	する
Cさん	夏	2,000	1,000	しない
Dさん	夏	10,000	1,000	する
Aさん	秋	20,000	200	する
Bさん	秋	15,000	200	する
Cさん	秋	5,000	200	する
Dさん	秋	2,000	200	する
Aさん	冬	10,000	300	する
Bさん	冬	5,000	300	する
Cさん	冬	8,000	300	する
Dさん	冬	2,000	300	する

まとめると、個別のキャンペーンの最適化にデータマイニングの技術を活用し、複数のキャンペーンの最適化に数理最適化の技術を活用することで(図2)、スマートなキャンペーンを実施することができるのです。

3. キャンペーン最適化ができる IBM Analytical Decision Management

データマイニングと数理最適化の二つの手法を用いてキャンペーンの最適化を行うことができるIBM製品に、IBM Analytical Decision Management(以下、ADM)[1]があります。

ADMでは、先の例のような予算や発行数などの制約を入力して、最大利益を求める数理最適化を行うことができます。

また、単に数理最適化ができるだけでなく、最大利益の計算にデータマイニングで予測した結果を利用できます。反応率として、分析モデルでスコアリングした結果を利用することができるのです。

ADMの最適化条件設定画面である図3では回答率(=反応率)の欄に「10%」といった固定値ではなく、SPSS製品で分析モデルを表すアイコンである「ゴール



図2. 二つのレベルの最適化と適用技術



図 3. ADM の最適化条件の指定

デン・ナゲット」が設定されています。このゴールデン・ナゲットのアイコンは内部的に各顧客の反応率を計算することを意味します。例えば、先の例の A さんの春のキャンペーンであれば、A さんの「性別」「好きな花」「誕生日」「過去5年間の反応率」のデータから「83%」の反応率が内部的に計算されます。

さらに回答率だけではなく、収益やコストの欄にも、固定値ではなくデータマイニングで得られた分析モデルのスコアリング結果を使用して、数理最適化を行うこともできます。

ADM はこのようにデータマイニングと数理最適化の手法を使って、キャンペーンの最適化を実現することができます。

ある保険会社では、この ADM のキャンペーン最適化を利用して、マーケティング・キャンペーンにおいて、30% のコスト削減と 20% の顧客利益性の向上を実現しました。

データマイニングと数理最適化を組合せる手法は、キャンペーン最適化以外の用途にも応用が可能です。ある水道局のお客様では、ADM を用いて水道管の故障率をデータマイニングで予測した上で、予算の範囲で実施可能な最も効果的な修理計画を数理最適化で策定し、水道の故障を未然に防いでいます。

ADM に数理最適化を使ったキャンペーン最適化の機能が追加されたのは最新バージョンの 7 からです。もともとの ADM のコンセプトは、データマイニングの結果とビジネス・ルールを組合せて意思決定 (Decision) をサポートすることで、データマイニングの分析結果というの

は機械的に計算されるので、必ずしもビジネス上のルールには適合しないこともあり得るのです。

例えば「夏」のキャンペーンの景品がビールであれば、対象者から未成年を除外しなければなりません。データマイニングの結果を実業務に活用するためには、ビジネス・ルールの考慮が必須なのです。その考慮があって初めて実務上の意思決定に利用できるようになります。春夏秋冬のキャンペーンの例におけるコスト制約や通数制約などもビジネス・ルール的一种であり、その複雑なルールを適用するために数理最適化技術を活用したのです。ADM は分析の結果にビジネス・ルールを適用し、実業務に適用できる意思決定を可能にする製品なのです。

4. データマイニング

ここまでキャンペーン最適化の中で行われるデータマイニングと数理最適化を概観し、それらが ADM で実現できることを見てきました。ここからはこれらの二つの技術について、もう少し一般的な話をしてみましょう。

まずはデータマイニングについてです。データマイニング、ビッグデータ、機械学習といった用語を聞いたことがある人は多いと思いますが、最近話題の用語に、データ・サイエンティストという言葉があります。

データ・サイエンティストは、今世紀で最も“セクシー”な職業とも言われており [2]、難しいことをする職業と思われるかもしれませんが、しかし、データ・サイエンティ

ストの素養の一つであるデータマイニング手法や統計手法などの数理を理解するには難しい部分もありますが、その根底にある考え方は読者の方も日々使っているものなのです。

例えば、ある作業をお願いされて、作業完了までにどれくらい時間がかかるかを質問されたらとします。そのとき、2 時間で完了予定だと答えるまでには、おそらく「過去に同様の作業をしたことがある」→「いつも 1 時間程度で完了している作業の 2 倍くらいの作業量だ」というふうに考えているはずで (実際には作業時間にブレがあるので、もう少し長めに 2 時間半とか答えたりすると思いますが)。この考え方を数理的に表現した方法が、線形回帰モデルです。

別の例を挙げてみます。子供が猫をどのように識別するかを考えてみましょう。電子辞書で猫を検索すると「体はしなやかで、足裏に肉球があり、爪を鞘におさめることができる。……」と書かれています。子供の頃に、この辞書的な猫の定義を知った上で道端の猫を見て、「ああ、これが猫か」と思った人はいないはずで、いろいろな猫を見るたびに「あれが猫だよ」と教えられて、そのうちに「過去に見た動物の中で猫が一番近いな」→「あれは猫だ」と判断できるようになったはずで (図 4)。このように、人が学習する過程を数理的に表現した方法をニューラル・ネットワークと言います。

上記の他にも決定木分析やサポート・ベクター・マシンなど、たくさんの分析手法があります。また、Twitter などでも得られたテキスト・データを対象とするテキスト・

マイニングも盛んに研究されています。

読者の方々が日常で直感的に行っていることを、データを用いて説明できる形で行うのが、データ・サイエンティストです。

具体的には、

- ① 分析目的の設定
- ② 分析可能なデータの準備
- ③ 目的に沿った分析手法の選択
- ④ 分析した結果から仮説の導出
- ⑤ 有効な施策の立案
- ⑥ その施策の効果検証

などがあります。

データ・サイエンティストの仕事内容は決して特別なものではありません。どの職種においても、根拠を示して周りを論理的に説得することが重要な時代になってきていると思います。

5. 数理最適化

次に、数理最適化についてです。最適化という言葉をご存じだと思いますが、その学問としての内容を知る方は多くないかもしれません。しかし、数理最適化についても、読者の方は日々その考え方を使っています。

例えば、お小遣いとして1万円をもらい、欲しいものすべてを購入しようと思うと1万円を超えてしまう場合を考えます。そういう場合は、購入したい商品それぞれを購入したときに得られる満足度を推定し(データマイニング!)、その満足度が“最大”になるように購入商品を選ぶと思います。このような問題をナップサック問題と呼びます(図5)。

他にも、自宅から目的地への“最短”ルートを求めたり(最短経路問題)、2章で扱ったように利益を“最大”にする割り当てを求めたり(一般化割り当て問題の拡張)すると思います。

上記では、膨大な組合せの中から“ある意味”で最適な組合せを選ぶことを考えました。このような問題の総称を組合せ最適化問題、または離散最適化問題と呼びます。組合せ最適化問題は全組合せを列挙することで最適解を見つけることができます。

しかし、ナップサック問題において購入

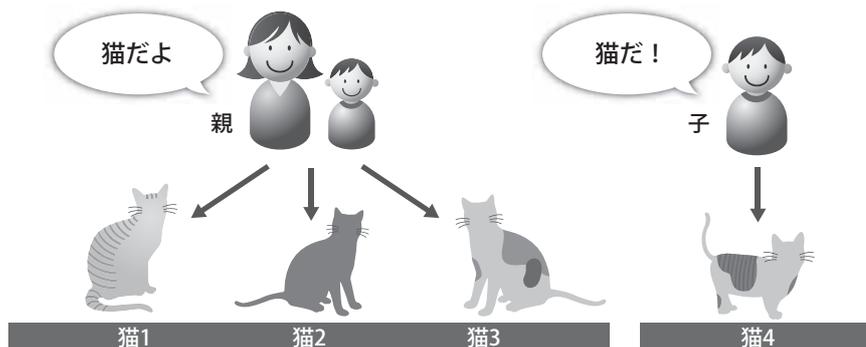


図4. 人が猫を認識する過程



図5. ナップサック問題の例

したい商品数が多い問題の全組合せ数は、現在のコンピューターでも計算が終わらないほどに大きくなります。そして、本質的に全列挙しか解く術がないと考えられている問題(NP- 困難問題)があります。このような問題の最適解を求めるための方法論の一つが整数計画法です。

数理最適化の世界には整数計画法だけではなく、問題ごとの構造をうまく使って最適解を求める方法や、最適解を求めるには時間がかかりすぎる場合に最適解を諦めて素早く近似的な解を求める方法など、さまざまな方法論があります。

データ・サイエンティストの中でも数理最適化を活用できる人材はまだ少ないように思います。データ・サイエンティストが22世紀になっても最も“セクシー”な職業であり続けるためには、データマイニングや数理最適化だけではなく、過去の経験から次に必要な技術を予測し、その技術を吸収し続けなければならないと思います。

6. 最後に

データマイニングや数理最適化は数式などを見ると難しく感じられますが、考え方自体は数学が苦手な方でもご理解いただけると思います。インターネットで検索

すれば、一般向けの記事もありますし、書籍もたくさんありますので、興味を持たれたらぜひ調べていただき、実生活や仕事の参考にしてみたいはいかがでしょうか。

また、企業においても、キャンペーンを行うときに、統計やデータマイニングによる分析を考えている企業も増えてきています。ADMのような製品を活用して、厳選された魅力的なキャンペーン・メールだけがお客様に届くようにすると、よりスマートなマーケティングが可能になります。

参考文献

[1]IBM Analytical Decision Management, 入手先 (<http://www.ibm.com/software/products/jp/ja/spss-decision-management>) (参照 2013-09-09)。

[2]Davenport, Thomas H. and Patil, D.J.: Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century, Harvard Business Review, October 2012 (オンライン), 入手先 (<http://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century/ar/41>) (参照 2013-09-09)。

※ 日本語訳は DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー 2013年2月号に掲載, 入手先(<http://www.dhbr.net/articles/-/1565>) (参照 2013-09-09)