

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18510139

研究課題名 (和文) ターゲット分析にもとづくメディアプランニング

研究課題名 (英文) Media Planning with Target Analysis

研究代表者

井垣 伸子 (IGAKI NOBUKO)

関西学院大学・総合政策学部・教授

研究者番号：40151253

研究成果の概要：

紙面別接触状況を考慮した新聞広告出稿計画問題が、適切な設定により分離可能になることがわかり、非線形ナップザック問題として定式化することができた。また、HOPE と呼ばれる非線形最適化ツールを用いて、その問題の厳密解を得ることができ、さらに、感度分析により、今まで不明であった問題特性について解析することができた。

また、広告のリスク分析のための平均分散モデルの解法については、分離型でない問題を分離して扱う新しい手法を開発することができ、他の手法との比較検証においても、その手法が優位であることを示すことができた。

さらに、新しい消費者コミュニケーションによる広告効果が期待される SNS の構築についても手掛け、Web2.0 と呼ばれる新時代の機能と応用を実装することに成功した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	600,000	0	600,000
2007 年度	1300,000	390,000	1690,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	600,000	3,200,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 / 社会システム工学・安全システム

キーワード：OR, メディアプランニング, 非線形問題の最適化

1. 研究開始当初の背景

- (1) 平成16年度・17年度研究課題「メディアプランニングのための意思決定支援システムの開発」(科学研究費補助金 基盤研究 (C) (一般), 研究代表者: 井垣伸子) において, 中央紙4紙を対象とし, それらの新聞の特性

に合わせた基本的な数学モデルの構築とその解法アルゴリズムの開発を行い, 基本となる新聞広告最適化システムを完成させることができた。

- (2) 広告リスクの分析の必要性が出てきていた。たとえば, バナーのようなインターネット広告において, 1日平均

のユーザのクリック数のみを考えるのであれば、そのクリック数がかなり大きいオーダーであるために、大数の法則によりそのリスクはかなり小さくなり、結果はほぼ平均の近くに収まると想定される。しかし、ある広告枠を一括して購入し、その枠を複数ある自社ブランドにどのように振り分けるかという問題を考えるとき、各自社ブランドが今後どのように発展するかという点にリスクが生じる。そこで、複数の投資対象にどのように割り当てて投資するかというポートフォリオ問題が生じてくる。その最も基本的なモデルとして、平均分散モデルの解法についての検証が重要になってきていた。

- (3) インターネットが広告媒体としての重要性を増してきており、また、他広告媒体との連携が進むという構造的な変化が起こり始めていた。それは、SNS(ソーシャル・ネットワーク・サービス)やブログに代表されるコミュニケーションの新しい形状で、消費者間の口コミ情報が拡がるという、新しい現象を生みつつあった。
- (4) 上記の状況の中で、広告媒体間の連携を含むメディアプランニングモデルの定式化とその解法が求められていた。

2. 研究の目的

- (1) 広告費を使う広告主の立場で、広告対象をターゲットとする広告戦略を立てる際、その意思決定をサポートするような基本的な数学モデルを提唱することが第一の目的である。具体的には、全国48紙を対象とし、紙面別接触率も考慮した新聞広告出稿問題の定式化と解の特性解析が第一の目的である。
- (2) インターネットと他広告媒体との連携が進むという構造的な変化を念頭に置くと、変数非分離型の定式化が想定される。変数非分離型というのはどういうことかという、たとえば、目的関数の中に、変数 x だけで決まる項 $f(x)$ と、変数 y だけで決まる項 $g(y)$ があるとすると、それだけでは説明できず、変数 x と変数 y が絡んでしまう項 $h(xy)$ が存在してしまうということである。そのような非分離型問題をどのように処理した

らよいかを研究することが第二の目的である。

- (3) 非線形最適化手法を確立することも重要である。たとえば、ある広告戦略を、ある予算内であまりリスクのないように投資したいというものであると想定するとき、そのリスクは統計的には分散という形で与えられる。分散は、想定された平均と実際のデータとの誤差の2乗であるから、当然、非線形となるわけである。非線形最適化のための市販のソフトウェアもいくつか存在しているので、それらの性能評価と限界についての調査、あるいは、さらに良いアルゴリズムの開発を行うことが、第三の目的である。
- (4) 小さな SNS を構築し、Web2.0 技術の応用を試み、その技術面あるいは運営面での問題点を把握し、広告ツールとしての可能性を探ることが、第四の目的である。

3. 研究の方法

- (1) 新聞に特有な広告構造を研究し、かつターゲットも意識した広告費割り当てプランニングを考えた。具体的には、中央紙4紙、ブロック紙3紙、地方紙41紙の、合計48紙を対象とし、さらに、それらのエリア指定、広告面指定を考慮にいれた大規模新聞出稿最適化問題の定式化とその解析を目的とした。エリア指定というのは、たとえば、A紙に広告を載せる場合、A紙の全国版にのせるのか、あるいは、東京本社版、大阪本社版、名古屋本社版、西部本社版のうちのいくつかに載せるのかということである。広告面指定というのは、政治面、国際面、経済面、スポーツ面、くらし面、商況面、テレビ面、社会面、教育面などの広告面の種類指定のことである。ここで、予算制約下の閲読数最大化のみを考えると、広告掲載料が安く、コストパフォーマンスのよい商況面などに掲載するのが有利となり、実用上好ましくない。そこで、評価指標として、接触数も考慮にいれて、多目的ナップザック問題として定式化する方法をとった。
- (2) メディアプランニング問題に、複数の非分離非線形アルゴリズムを適用する。この問題は、予算制約を持つ

ので、問題の性質としては、株式のポートフォリオ問題と同質のものである。過去の株式データは、公表されていて容易に手に入るのので、HOPEアルゴリズム（研究協力者：関西大学・仲川勇二の開発による）を変数非分離型問題に適用するための手法の開発をおこない、ポートフォリオ問題に適応して、その実効性を検証した。また、その新手法と他の非線形計画問題用のソフトウェアとの比較検証を行った。

- (3) 最先端のクロスメディア配信技術に関する調査により、広告を出すプラットフォームの変革の方向性を確認した。ここでのポイントはセマンティック技術とタギングによる「検索」である。また、もう一つのポイントは、Web2.0と総称される最先端ネット応用技術である。これらの理解のために、ひとつの小さなSNSの構築を試みた。

4. 研究成果

- (1) 新聞広告問題について（主な内容は、後記、論文(2)）
- ① 48紙を対象とした新聞広告問題については、まず問題を予算制約のもとで、読数最大化と接触数最大化の多目的問題として定式化した。ところが、現実問題として、たとえば、A紙の全国版に出稿する場合、同じA社のエリアを限った他の版に出稿することはない。解にこのような重なりのないようにするために、上記の主問題をいくつかの小問題にうまく分割する方法を提案することができた。具体的には、16個の小問題に分割することができた。
 - ② 読数最大化と接触数最大化の2目的を対等に評価したとすると、予算を100万円から1000万円まで100万円単位で動かした場合のパレート最適解を図1に示したように厳密に求めることができた。また、その感度分析を行った。その結果を図2に示す。予算が200万円の場合のみ、読数も接触数も同時に最大にする唯一の解が存在した。予算700万円以上では、広告面を的確に選ばずに読数のみを最大化する方法では、コストに見合うだけの効果が得られず、一方、最適な紙面を選びさえすれば、コストパフォーマンスが非常に良くな

ることがわかった。

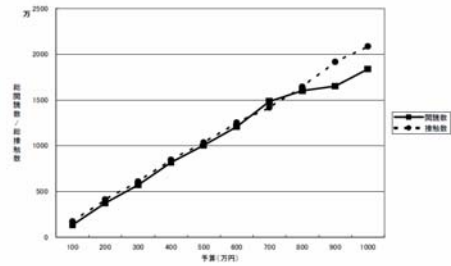


図1 予算に対する総読数・総接触数の推移

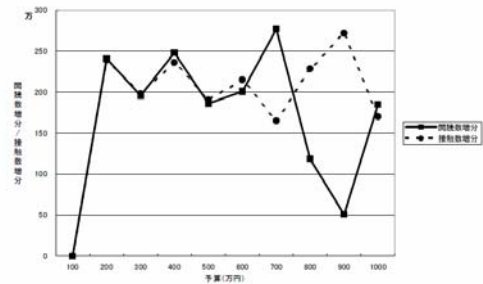


図2 100万円単位の最適総読数と最適総接触数の感度

- ③ この問題の最適解は、広告主にとってだけではなく、広告面を提供する新聞社にとっても重要な情報であることに気付いた。たとえば、図3と図4の予算400万円において、読数最大化する出稿計画と、接触数を最大化する出稿計画を比べると、それを構成する新聞社の構成比率が大きく異なることがわかった。新聞社側はどのような情報を広告主に見せれば、自社が有利になるか、あるいは、自社の広告掲載料の価格決定のための情報としても、これらの解は有効となるであろう。つまり、どのように広告掲載料を設定すれば、広告主から見た問題の最適解の中に、自社が含まれることになるかという分析が、我々の方法を使って可能となったのである。

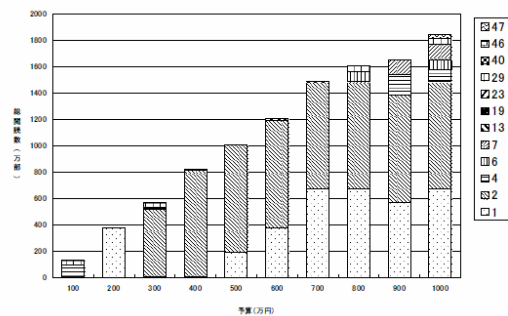


図3 予算別最適出稿時の新聞社構成（読数最大）

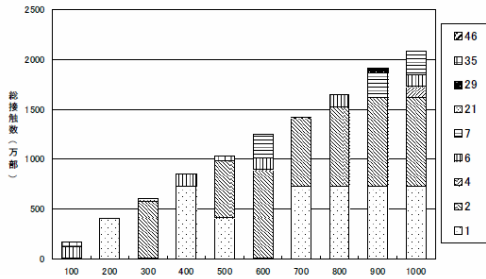


図 4 予算別最適出稿時の新聞社構成 (接触数最大)

(2) リスク分散モデルについて (主な内容は、後記、論文(①)と学会発表(①)、(③))

- ① 変数非分離型の問題を分離型に変形する手法として、キューブウォークという対話型手法を提案することができた。つまり、これは、ある解の周囲に正方形をつくり、そのキューブ内の頂点での目的関数値を計算し、よりよいと思われる方向へキューブをその1辺の長さを適度に調整しながら進む、解の探索法である。
- ② 上記キューブウォークの有効性を、9銘柄の株価データを用いて、検証した結果を、表1と表2に示す。キューブウォークにより得られた解は、市販の非線形計画最適化ソフトウェアである Premium Solver, Nuopt よりも性能のよい解であることがわかった。

表 1 取引コストなしの9銘柄の最適ポートフォリオの比較

銘柄番号	取引コストなし(最適定数は、0.5312870)				
	Excel Premium Solver		CPLEx	Nuopt	Cube Walk
	Quadratic	GRC Nonlinear			
1	0.001618977	0.001618977	0.001618977	0.001618977	0.001618977
2	0.002851149	0.002851149	0.002851149	0.002851149	0.002851149
3	0.002911446	0.002911446	0.002911446	0.002911446	0.002911446
4	0	0	0	0	0
5	0.008707241	0.008707241	0.008707241	0.008707241	0.008707241
6	0	0	0	0	0
7	0.004995189	0.004995189	0.004995189	0.004995189	0.004995189
8	0	0	0	0	0
9	0.05472297	0.05472297	0.05472297	0.05472297	0.05472297
投資割合合計	1	1	1	1	1
分散	0.000768748	0.000768748	0.000768748	0.000768748	0.000768748
平均期待収益(百万円)	0.531287	0.531287	0.531287052	0.531287014	0.531286985
最適平均期待収益(百万円)	0.531287	0.531286999	0.531286952	0.531286914	0.531286885
最適平均期待収益(百万円)	0.531287	0.531286999	0.531286952	0.531286914	0.531286885
取引コスト(百万円)	0	0	0	0	0

表 2 取引コストありの9銘柄の最適ポートフォリオの比較

銘柄番号	取引コストあり(最適定数は、0.12)				
	Excel Premium Solver		CPLEx(primary)	Nuopt	Cube Walk
	Quadratic(primary)	GRC Nonlinear	approximate		
1	0.005879738	0.011361765	0.00587	0.011357852	0.012047418
2	0.006283943	0.01104193	0.00628	0.011275853	0.004245611
3	0.036478512	0.00440041	0.03651	0.004479607	0
4	0	0	0.00001	1.69318E-09	0
5	0.00286702	0.118556091	0.00286	0.118157418	0.117451564
6	0	0	0.00002	1.25727E-07	0
7	0	0.001623595	0.00004	0.00163076	0
8	0	0	0.00007	1.69597E-07	0
9	0.775484785	0.122873026	0.77548	0.12245895	0.630075007
投資割合合計	1	1	1	1	1
分散	0.000765098	0.0008153978	0.000765108	0.0008139796	0.000812428
平均期待収益(百万円)	0.02	0.120000001	0.02004	0.12000183	0.12
最適平均期待収益(百万円)	0.020061748	0.122474192	0.020060927	0.122149353	0.12
最適平均期待収益(百万円)	0.49	0.44896381	0.490003047	0.449080451	0.531286985
取引コスト(百万円)	0.454933254	0.424609513	0.4543917	0.420031099	0.411209995

(3) ネット広告について (主な内容は、後記、学会発表(③))
ネット広告においては、検索技術が重

要である。本研究では、セマンティック技術とタギングの両方の検索技術を採用入れた小さなSNSを設計し、その一部を実装したシステムを構築、運営した。その結果、ある商品を広告するとき、どのような単語が検索語となりえるか、タグ・クラウドのようなかたまりで認識すべきそれら検索語の集合をどのように扱うのかという問題点が見つかった。いくつかの検索語を買う場合のリスクも発生し、上記のリスク分散モデルも関連してくることが判明した。これらの結果は、次の研究につなげていきたい。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① ポートフォリオ最適化問題の改良代理制約法による対話型解法, 仲川勇二, 伊佐田百合子, 井垣伸子, 京都大学数理解析研究所講究録に掲載決定, 2009. 査読なし
- ② 紙面別接触状況を考慮した新聞広告最適出稿計画問題, 伊佐田百合子, 井垣伸子, 山川茂孝, 仲川勇二, Transactions of the Operations Research Society of Japan, Vol. 51, 54-70, 2008 査読あり

③ AcadeMix Juice- a Hybrid Web 2.0 /Semantic Web Platform for Exchange of Academic Knowledge, Yuri Tijerino, Proceedings of IEEE/WIC/ACN INTERNATIONAL CONFERENCE, p212-215, 2006 査読あり

[学会発表] (計 3 件)

- ① Interactive approach for multidimensional non-convex nonlinear programming problems based on Improved Surrogate Constraint method, Yuji Nakagawa, Veszprém Optimization Conference: Advanced Algorithms (VOCAL), at Veszprém in Hungary, December 15, 2008

② ポートフォリオ最適化問題の改良代理

制約法による対話型解法, 仲川勇二,
京都大学数理解析研究所「不確実性と意
思決定の数理」研究集会, 2008年11月
10日

- ③ AcadeMix Juice- a Hybrid Web 2.0
/Semantic Web Platform for Exchange of
Academic Knowledge, Yuri Tijerino,
WEB INTELLIGENCE and INTELLIGENT
AGENT TECHNOLOGY 2006 Workshops
IEEE/WIC/ACN INTERNATIONAL
CONFERENCE, Dcember 18, 2006
香港, 中国

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井垣 伸子 (IGAKI NOBUKO)
関西学院大学・総合政策学部・教授
研究者番号: 40151253

(2) 研究分担者

伊佐田 百合子 (ISADA YURIKO)
関西学院大学・総合政策学部・准教授
研究者番号: 00351867