

研究論文

## 媒体計画の効率性の測定と階層グラフによる評価

田 中 克 明

Measuring the efficiency of media Planning by a multi-level Graph

Katsuaki TANAKA

【要 約】本論文では、マス4媒体（新聞、雑誌、ラジオ、テレビ）を使った新製品の媒体計画について、どの媒体計画が効率的就であったかを過去に実施された広告キャンペーンのデータを利用し、データ包絡分析（DEA）という一種のフロンティア分析を使って識別することを目的とする。さらにデータをネスト化分解し、分解した結果を使って階層的グラフを作成することで、効率的就でなかった媒体計画を改善するための指針を提供する方法を提案する。実証例として新製品の広告キャンペーンのデータを使った分析結果を示した。

## 1. はじめに

広告効果の明確な理解を持つために多くの努力が傾注されているが、媒体計画を評価するための明確な基準はない。マーケティング担当者は、各自内の基準を持っており、効果的な媒体計画とそうでない媒体計画を区別しているようである。フロンティア分析は、ある媒体計画が効率的であるか否かを明らかにする有益な分析方法である。

Charnes 他[4] によって最初に提唱されたデータ包絡分析 (Data Envelopment Analysis, DEA) は、現実のデータに基づくフロンティア分析へのノンパラメトリック・アプローチである。これは、非効率的な意思決定ユニット (Decision Making Unit 以下簡単のために DMU と表記する) の改善を目的として、ターゲットとなる効率的フロンティア (参照セット又は優位集合と呼ばれる) からの距離を観察することによって、多入力かつ多出力を持つ DMU の効率を評価する枠組みを提供する。DEA は導入以来、今日まで多くの研究が行われてきている (Charnes 他[3])。

DEA のマーケティング分野での応用例では、DMU という語彙のかわりに RU (反応ユニット) という語彙が使われる。Charnes 他[2] はマーケットブランド効率、マーケット効率、及び、ブランド効率という異なるタイプのマーケティング効率を炭酸飲料市場で調査した。効率性における傾向、季節的影響等を検証するためや、効率性の安定性をテストするために、DEA ウィンドウ分析が行なわれた。一方 Horsky and Nelson [6] は、販売スタッフの規模と、販売応答及び、販売スタッフの再配置の関係を、DEA に基づくベンチマーキング手法を使って論じている。Mahajan [7] は、多重かつ矛盾する資源、及び、結果を含んだ販売ユニットの相対的効率を評価するためにデータ包絡分析モデルを提示した。

本論文では、マス4媒体といわれている、新聞、雑誌、ラジオ、テレビを使った媒体計画に注目することにする。もしある媒体計画を RU と考えると、RU の入力としては、印刷媒体では新聞への出稿量、雑誌への出稿ページ数がある。電波媒体では、テレビの場合リーチとフリークエンシーの結合指標である GRP、ラジオの場合には出稿された本数などが使われている。最初のステップとして、我々は、各広告キャンペーンを評価すべき RU と考える。その出力は広告に対する知名度や理解率である。

データ包絡分析には、Charnes-Cooper-Rhodes によって 1978 年に提案された最初のモデルである CCR モデル、Banker-Charnes-Cooper によって 1984 年に提案された BCC モデル (Banker 他 [1]) やその他、規模の収穫増加型モデル (Increasing Returns to Scale Model) などがあるが、規模の収穫 (returns-to-scale) が一定であるという仮定の下に展開された CCR モデルや規模の収穫増加型モデルは今回のデータに適用するにあたって不適切であるので、規模の収穫減少型の BCC モデルを、媒体計画のパフォーマンスを測定するために使用した。

## 2. データ包絡分析の BCC モデル

BCC に関して概略を説明することにする。ここでは、今から評価しようとするインデックス付きの  $n$  個の RU があってと仮定する。インデックスは  $j=1, 2, \dots, n$  とする。各 RU は、 $m$  の異

なる入力からの  $s$  の異なる出力を生み出すと仮定する。 $\mathbf{x}=(x_i)$  と  $\mathbf{y}=(y_k)$  をそれぞれ  $m$  次元の入力ベクトル、 $s$  次元の出力ベクトルとする。それぞれ  $x_i, i=1, 2, \dots, m$  については入力なので同じ出力を生み出すためには小さな値のほうが大きな値よりも好まれると仮定する。一方  $y_k, k=1, 2, \dots, s$  については出力なので大きな値のほうが小さな値よりも好まれると仮定する。RU の観察された入出力ベクトルを次のように書くことにする。

$$\mathbf{x}_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}) > 0$$

そして、

$$\mathbf{y}_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj}) > 0$$

それぞれの  $RU_j$  は、観察されたベクトル  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$  で識別されるので以降では、 $RU_j$  と  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$  は同じ意味で使用することにする。

BCC モデルの生産可能集合  $T$  は、次の性質を持つと仮定される。

1. If  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j) \in T$  でかつ  $\lambda_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, t, (\sum \lambda_j = 1)$  であれば、  
 $(\sum \lambda_j \mathbf{x}_j, \sum \lambda_j \mathbf{y}_j) \in T$
2. (a) If  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T$  でかつ  $\mathbf{x}' \geq \mathbf{x}$  であれば、 $(\mathbf{x}', \mathbf{y}) \in T$   
 (b) If  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in T$  でかつ  $\mathbf{y}' \leq \mathbf{y}$  であれば、 $(\mathbf{x}, \mathbf{y}') \in T$
3. 各観察ベクトル  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$  についても  $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j) \in T$  が成り立つ。
4.  $T$  は 上記 1、2、3 を満たす全ての  $T'$  の交差セットである。

もし  $T$  が上記 4 つの仮定を満足したならば  $T$  は次のように表現することができる。

$$T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \mid \mathbf{x} \geq \sum \lambda_j \mathbf{x}_j, \mathbf{y} \leq \sum \lambda_j \mathbf{y}_j, \lambda_j \geq 0; j=1, 2, \dots, n, \sum \lambda_j = 1\}$$

入力オリエンテーションによる BCC モデルは、次のとおりに定式化される。

$$\begin{aligned}
 \text{(PI)} \quad \min Z_k &= \theta_k - \varepsilon (\sum s_i^+ + \sum s_i^-) \\
 &\text{s.t.} \\
 \theta_k x_k - s^+ &= \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} x_j, \\
 y_k + s^- &= \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} y_j, \\
 \lambda_j^{(k)} &\geq 0, j=1, 2, \dots, n. \\
 s_i^+ &\geq 0, s_r^- \geq 0, \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} &= 1
 \end{aligned}$$

ここで  $\varepsilon > 0$  は non-archimedean infinitesimal であり  $\mathbf{s}^+ = (s_i^+)$ 、 $\mathbf{s}^- = (s_r^-)$ 。  
 また、 $RU_k$  は、 $z_k = 1$  でかつそのときに限って効率的であると言われている。

### 3. BCCによるRUsセットのネスト化分解

ネスト化分解の手順は次に示すステップ1からステップ3で行われる。

#### ステップ1 (初期化)

まず第一に、 $p=1$ 、 $T_1=T$  とセットする。

#### ステップ2 (効率性の計算)

$T_p$ における各 $(x_k, y_k)$ について次のリニア・プログラミングを解く。

$$\begin{aligned}
 \text{(PI)} \quad & \min Z_k = \theta_k - \varepsilon(\sum s_i^+ + \sum s_i^-) \\
 & \text{s.t.} \\
 & \theta_k x_k - s^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} x_j, \\
 & y_k + s^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} y_j, \\
 & \lambda_j^{(k)} \geq 0, j=1,2,\dots,n. \\
 & s_i^+ \geq 0, s_i^- \geq 0, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(k)} = 1
 \end{aligned}$$

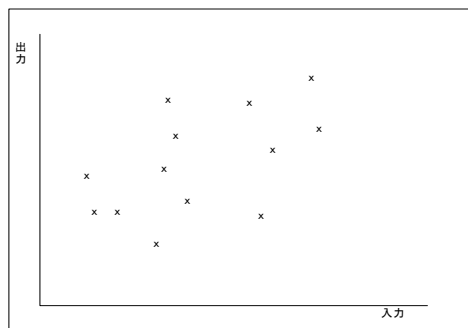
ここで $n_p$ は $T_p$ におけるRUsの数である。(必要に応じて番号を付け直してもよい)。

#### ステップ3 (レベルセットの同定)

$C_1$ を $T_1=T$ における効率的なRUs全てのセットであるとする。 $C_1$ をRUsのセットから除去し、 $p$ を更新して $p=2$ とし、残っているセットを $T_p$ とする。 $T_p = T_1 \setminus C_1$ である。 $T_p$ における各 $RU_k$ について再び問題 (PI) $p$ を解き、効率性を計算する。 $C_1$ を作成したときのように $T_p$ における効率的なRUs全てから成るセットを $C_2$ とする。残っているセット $T_p$ が空になるまで、前述のプロセスを繰り返す。

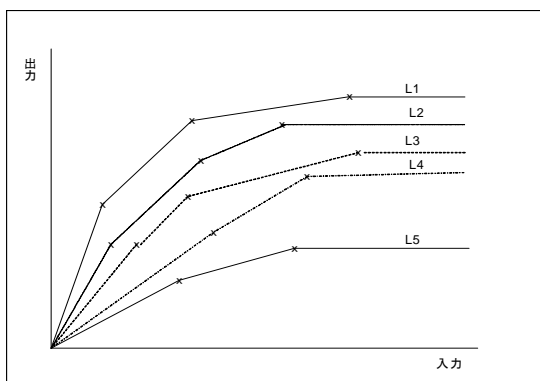
上記プロセスを入力1、出力1の2次元の場合を考え図で表現してみることにする。それぞれのDMUは2次元上の点で表現できる。

図1 RU



全 RU に対して BCC を使って効率的な RU を求める。図 2 の L1 の線上にある RU が効率的な RU である。次に L1 上の線上にある RU を除いた残りの RU に対して BCC を使って求めた効率的な RU が L2 線上にある RU である。

図 2 効率的な RU



以下同様に効率的な RU を除いた残りの RU について BCC を実行して、実行すべき RU がなくなるまでこの作業を繰り返す。上記例では 5 回ですべての RU が効率的になっていることがわかる。

#### 4. 階層的グラフの作成

( $\mathbf{x}_k, \mathbf{y}_k$ ) についての問題 (PI)<sub>p</sub> において  $z_k < 1$  のとき、 $RU_k$  の参照セットを次のようにセットする。

$$E_p^k = \{j \mid \lambda_j^* > 0\}$$

ここで  $\lambda_j^*$  は ( $\mathbf{x}_k, \mathbf{y}_k$ ) の (PI)<sub>p</sub> への最適解である。

また  $E_p$  は  $RU_k$  にとって直近の上方向にある面と解釈することができる。

ステップ 1 (階層的グラフの作成)。

階層的グラフ  $G(X, A)$  は、次のとおりに形成される。

グラフの最上部に  $C_1$  を置く。その後に  $C_2$  を置く。同様に  $C_3$ 、 $C_4$  と置いていく。

最終的に  $C_p$  にある  $RU_i$  から  $C_{p+1}$  ( $p=1,2,\dots$ ) の  $RU_j$  までのアーク ( $i, j$ ) が  $RU_j$  の参照集合  $E_p^i$  に属する場合に限られる。これは次のように定式化することができる。

$$A = \{(RU_i, RU_j) \mid RU_i \in C_p; RU_j \in E_p^i \quad \text{to} \quad RU_j \in C_{p+1} (p = 1, 2, \dots)\}$$

## 5. 実証結果

### 5-1 使用したデータ

本研究では、現実に行われた広告キャンペーンについてのデータを利用する。このデータは広告キャンペーンを行った企業が収集したデータではなく、いくつかの信頼できる調査機関がそれぞれの立場で収集したデータを最適な広告計画モデルのために加工したものである。

このデータは広告キャンペーンを実施するときに使用されたマスコミ4媒体（新聞、雑誌、ラジオ、テレビ）に出稿された投入量とその結果として得られた消費者の態度変容についての詳細な調査結果とを関係づけるという作業から得られたものである。

本稿で使用するデータについては2001年に行われた年4回の消費者の態度変容についての詳細な調査結果を中心に、そのときに行われたマスコミ4媒体への出稿のデータを収集するという手順をとった。首都圏の20代の女性をに限定したデータを収集していることを注意しておく。

消費者の態度変容について一般的にはマスコミ4媒体を使うときには、広告主はいわゆるAIDAモデルに従って広告目標を立てているのが普通である。そのためこれらの広告キャンペーンを行った結果、消費者の態度がどのように変化したのかを調査する必要がある。

広告キャンペーンごとに調査したレポートが株式会社東京サーベイリサーチによって提供されている。この新製品・新キャンペーン調査(New Products & New Campaigns Reserch 以下 NNR データと呼ぶことにする) レポートは新製品・新キャンペーンの効果を一般消費者に対する面接調査を行った結果を集計したものである。

広告キャンペーンをおこなった商品を知っているか否かを聞くことによって、全消費者のうちの認知度を測定する。これは「知名率」と呼ばれている。質問票では「特徴や内容を良く知っている」、「ある程度特徴や内容を知っている」、「名前だけは知っている」という項目に答えた回答者の割合をカウントしたものである。次の段階としてどの程度その商品について理解しているかといった理解度を測定する必要がある。この調査では、知名率を測定したのと同じ質問票の「特徴や内容を良く知っている」、「ある程度特徴や内容を知っている」という項目に答えた人の割合を「理解率」と定義している。さらに進んで同じ質問に「特徴や内容を良く知っている」、「ある程度特徴や内容を知っている」と答えた人に対して、その商品を購入したいか否かという別の視点で消費者の態度について質問をしている。質問票の表現では「魅力があるので買ってみたい」と回答した消費者の比率を計算し「購入意向率」としてレポートには掲載されている。

株式会社東京サーベイリサーチによって提供されている広告キャンペーンが実際にどのように消費者に対してマスコミ4媒体を使って露出されたかについて、専門に収集している2調査機関が提供しているデータから収集した。この中には印刷媒体として大きな比重をしめる新聞と雑誌、メディア媒体であるテレビとラジオがある。印刷媒体である新聞と雑誌についてはエム・アール・エス広告調査株式会社（以下 MRS 社と略記する）によって収集された広告統計

媒体計画の効率性の測定と階層グラフによる評価

の中に掲載されているものを使用した。新聞では段数を、雑誌については一定期間に掲載されたページ数の調査結果である。メディア媒体のテレビに関しては、ビデオリサーチ社が、ピープルメーターというシステムを使用して、世帯視聴率と個人視聴率を同時に調査した結果を使用している。株式会社東京サーベイリサーチによって提供されている態度変容データが首都圏から収集されているため関東地区で収集された個人視聴率データを使用している。ビデオリサーチ社が提供しているテレビ広告報告書月報を利用した。これは業種別・商品種別・広告主別に月間の出荷量を集計したもので銘柄単位でも利用できるレポートである。番組 CM・スポット CM 別に総本数、総秒数、延視聴率（GRP：Gross Rating Point）、広告費を掲載している。最終的には GRP を 15 秒に換算した数値を利用した。ラジオに関しては、ビデオリサーチ社が提供している CM が放送された回数（本数）を使用した。

表 1 に今回利用した 61 件のデータを掲載しておいた。ただし理解に関しては参考として表示している。

表 1 分析用データ

キャンペーンID	新聞	雑誌	TV	ラジオ	知名率	理解
RU01	0	4	0	0	2.7	0
RU02	0	5	0	0	2.8	1.4
RU03	0	5	0	0	8.6	3.3
RU04	0	5	14	0	0.7	0
RU05	0	6	0	0	12.6	3.3
RU06	0	0	201	0	9.5	3.4
RU07	0	0	202	5	7.3	4
RU08	0	2	196	0	6.1	0.7
RU09	8.8	2	0	0	6.1	1.4
RU10	0	0	369	0	22.4	7.5
RU11	7	8	0	0	2.7	0.7
RU12	13.5	4	0	0	19.2	9.9
RU13	0	0	464	23	23.7	6.8
RU14	0	0	501	0	2.0	0.7
RU15	0	18	27	0	11.2	6.6
RU16	21	0	0	0	3.3	0.7
RU17	3	20	0	0	12.2	0.7
RU18	0	2	710	34	15.4	6.7
RU19	0	31	68	0	4.7	0.7
RU20	15	20	0	0	0.7	0
RU21	32	4	0	0	30.4	10.8
RU22	0	0	988	0	20.5	7.9
RU23	0	0	1012	0	38.7	20
RU24	15	25	0	0	29.1	9.9
RU25	0	0	1148	0	43.4	14.7
RU26	0	12	880	0	12.6	4
RU27	26.2	23	6	0	9.3	4
RU28	0	12	982	0	44.0	14.7
RU29	7	43	0	0	7.4	1.4
RU30	30	0	623	0	6.0	0.7
RU31	3.2	7	1406	0	3.4	0

キャンペーンID	新聞	雑誌	TV	ラジオ	知名率	理解
RU32	7	0	1565	0	34.0	13.3
RU33	29	8	808	0	27.3	7.3
RU34	6	0	1615	0	9.3	2
RU35	1.5	34	886	0	5.4	0
RU36	15	0	1485	0	52.0	18.9
RU37	0	26	1215	1	21.9	8.6
RU38	61.8	18	62	0	17.8	3.9
RU39	0	0	2362	0	7.4	0.7
RU40	4	1	2258	0	39.4	14.7
RU41	10	20	1547	176	4.7	0.7
RU42	0	18	2085	0	37.2	8.1
RU43	45	8	1274	0	3.3	0
RU44	0	0	2716	0	31.1	3.4
RU45	19	44	1064	0	10.1	2.7
RU46	15	24	1738	0	6.7	1.4
RU47	4.4	0	2675	2	34.5	10.2
RU48	0	12	2486	0	38.0	8.7
RU49	0	25	2144	0	26.0	5.3
RU50	5	10	2399	24	52.0	15.3
RU51	0	1	2827	0	47.0	22.5
RU52	0	0	2878	0	13.3	3.3
RU53	1	32	2062	1	27.1	4.8
RU54	30	0	2210	0	29.7	10.1
RU55	30	9	2039	0	41.6	10.5
RU56	94	9	853	0	6.6	3.3
RU57	12	3	3151	0	18.0	6
RU58	25	0	2923	0	35.8	8.1
RU59	24	26	2315	0	25.3	12
RU60	30	41	1837	9	10.0	2
RU61	52.3	6	2290	0	60.0	34

5-2 BCC モデルを使った結果

上記データを BCC モデルを使って効率的な広告キャンペーンはどれであるのかを計算してみた。ここでは刀根薫による包絡分析法 (DEA) ソフトウェアに収録されている BCC プログラムを使用した。BCC プログラムの入力とするために次の表 2 のとおりのテキストファイルを作成した。入力に使用されるデータは罫線内のみで罫線外の一連番号については説明のためだけに付加している。全データの件数は 61 件であり、1 行目は「テーマ名」であり、このデータの簡単な説明でプログラム上は使用しない。2 行目はプログラムに対する 3 つのパラメータで最初の数値 61 は DMU の数、次の数値 4 は入力変数の個数、最後の 1 は出力変数の個数である。3 行目は入力変数の名称であり、最初から新聞、雑誌、テレビ、ラジオという順にデータが入力されている事を示す。最後の知名度は出力の名称を表す。4 行目以降は計算に使用される DMU をあらわし、最初は DMU の名称で以下 4 つの入力変数の値と 1 つの出力変数の値がそれぞれカンマで区切られている。

表 2 入力データの形式

1	BCC データ	
2	61, 4, 1	
3	新聞, 雑誌, TV, ラジオ, 知名度	
4	RU01, 0, 4, 0, 0, 2.7	
5	RU02, 0, 5, 0, 0, 2.8	
6	RU03, 0, 5, 0, 0, 8.6	
7	RU04, 0, 5, 14, 0, 0.7	
8	RU05, 0, 6, 0, 0, 12.6	
9	RU06, 0, 0, 201, 0, 9.5	
10	RU07, 0, 0, 202, 5, 7.3	
11	RU08, 0, 2, 196, 0, 6.1	
12	RU09, 8.8, 2, 0, 0, 6.1	
13	RU10, 0, 0, 369, 0, 22.4	
14	RU11, 7, 8, 0, 0, 2.7	RU12 以降は表示を省略している

BCC プログラムの計算結果として拡張子の異なる 9 つのファイルが出力される。個々の詳細についてはプログラム・マニュアルを参照していただきたい。

ここでは最も重要な結果のサマリーファイルから各 DMU の効率値とその DMU の優位集合とを表示することにしよう。優位集合とは、ある DMU が非効率であるときに、その DMU が参照するための効率的フロンティア上の DMU である。当然であるが効率的な DMU に関しては優位集合は存在しない。プログラムの出力結果では自分自身の DMU が掲載されている。優位集合は参照集合とも呼ばれている。BCC プログラムの実行結果から、各 DMU の効率値とそのときの優位集合を表 3-1 に掲載しておく。



媒体計画の効率性の測定と階層グラフによる評価

表 3-1 各 DMU の効率値と優位集合

番号	事業体	BCC 効率	優位集合
1	RU01	1.00000	RU01
2	RU02	0.80339	RU01 ( .98305) RU03 ( .01695)
3	RU03	1.00000	RU03
4	RU04	0.75778	RU01 ( .94722) RU06 ( .05278)
5	RU05	1.00000	RU05
6	RU06	1.00000	RU06
7	RU07	0.99505	RU06 ( 1)
8	RU08	0.67791	RU01 ( .33895) RU06 ( .66105)
9	RU09	1.00000	RU09
10	RU10	1.00000	RU10
11	RU11	0.41706	RU01 ( .66825) RU09 ( .33175)
12	RU12	1.00000	RU12
13	RU13	0.89919	RU10 ( .9381) RU25 ( .0619)
14	RU14	0.40120	RU06 ( 1)
15	RU15	0.30211	RU03 ( .31855) RU05 ( .64087) RU06 ( .04058)
16	RU16	1.00000	RU16
17	RU17	0.28350	RU03 ( .20395) RU05 ( .73305) RU12 ( .063)
18	RU18	0.35149	RU05 ( .11716) RU06 ( .45363) RU10 ( .42921)
19	RU19	0.13252	RU01 ( .66786) RU03 ( .28731) RU06 ( .04483)
20	RU20	0.17087	RU01 ( .70874) RU09 ( .29126)
21	RU21	1.00000	RU21
22	RU22	0.34844	RU06 ( .14729) RU10 ( .85271)
23	RU23	0.96211	RU10 ( .22381) RU25 ( .77619)
24	RU24	1.00000	RU24
25	RU25	1.00000	RU25
26	RU26	0.17712	RU05 ( .35424) RU06 ( .49057) RU10 ( .15518)
27	RU27	0.17118	RU03 ( .55812) RU06 ( .00511) RU09 ( .30033) RU12 ( .13644)
28	RU28	1.00000	RU28
29	RU29	0.10647	RU01 ( .1675) RU03 ( .7478) RU09 ( .0847)
30	RU30	0.22084	RU06 ( .68451) RU16 ( .31549)
31	RU31	0.11202	RU01 ( .17567) RU06 ( .78359) RU09 ( .04074)
32	RU32	0.51074	RU10 ( .44762) RU25 ( .55238)
33	RU33	0.37289	RU10 ( .55283) RU21 ( .32896) RU24 ( .01913) RU28 ( .09908)
34	RU34	0.12029	RU06 ( .96462) RU10 ( .00101) RU16 ( .03437)
35	RU35	0.07800	RU01 ( .58918) RU03 ( .05371) RU06 ( .34381) RU09 ( .01329)
36	RU36	1.00000	RU36
37	RU37	0.24806	RU05 ( .58782) RU10 ( .16863) RU28 ( .24355)
38	RU38	0.20125	RU06 ( .06208) RU09 ( .05524) RU12 ( .87802) RU16 ( .00467)
39	RU39	0.08510	RU06 ( 1)
40	RU40	0.42554	RU10 ( .15805) RU21 ( .05319) RU25 ( .77102) RU28 ( .01773)
41	RU41	0.07539	RU01 ( .33411) RU06 ( .58023) RU09 ( .08567)
42	RU42	0.38777	RU10 ( .31186) RU25 ( .10648) RU28 ( .58166)
43	RU43	0.09255	RU06 ( .58661) RU09 ( .3702) RU16 ( .04319)
44	RU44	0.25469	RU10 ( .58571) RU25 ( .41429)
45	RU45	0.06999	RU03 ( .5004) RU05 ( .0306) RU06 ( .3705) RU12 ( .09851)
46	RU46	0.06452	RU01 ( .33213) RU06 ( .55789) RU09 ( .10998)
47	RU47	0.30574	RU10 ( .42381) RU25 ( .57619)
48	RU48	0.35437	RU10 ( .26727) RU25 ( .37836) RU28 ( .35437)
49	RU49	0.20792	RU05 ( .27943) RU10 ( .42713) RU28 ( .29344)
50	RU50	1.00000	RU50
51	RU51	1.00000	RU51
52	RU52	0.08704	RU06 ( .70543) RU10 ( .29457)
53	RU53	0.22335	RU05 ( .36868) RU10 ( .23618) RU24 ( .01489) RU28 ( .38025)
54	RU54	0.28950	RU10 ( .65238) RU25 ( .34762)
55	RU55	0.41734	RU21 ( .29056) RU25 ( .27846) RU28 ( .21615) RU36 ( .21483)
56	RU56	0.08823	RU06 ( .37442) RU09 ( .39703) RU16 ( .22855)
57	RU57	0.09137	RU06 ( .33213) RU10 ( .59934) RU12 ( .05927) RU21 ( 9.26005D-003)
58	RU58	0.29630	RU10 ( .3619) RU25 ( .6381)
59	RU59	0.15211	RU10 ( .74993) RU21 ( 6.1840002D-002) RU24 ( .11144) RU28 ( .07679)
60	RU60	0.05523	RU03 ( .35931) RU06 ( .5048) RU09 ( .03777) RU12 ( .09812)
61	RU61	1.00000	RU61

この計算結果から 16 の広告キャンペーンが BCC の意味で効率的であることがわかる。それぞれの DMU を効率値順に並べ替えられたグラフが、ファイルで出力されている。参考にそのグラフを表 3-2 として表示しておくことにする。

表 3-2 効率値順の効率値のグラフ

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
RU01	*****										1.000
RU03	*****										1.000
RU05	*****										1.000
RU06	*****										1.000
RU09	*****										1.000
RU10	*****										1.000
RU12	*****										1.000
RU16	*****										1.000
RU21	*****										1.000
RU24	*****										1.000
RU25	*****										1.000
RU28	*****										1.000
RU36	*****										1.000
RU50	*****										1.000
RU51	*****										1.000
RU61	*****										1.000
RU07	*****										0.995
RU23	*****										0.962
RU13	*****										0.899
RU02	*****										0.803
RU04	*****										0.758
RU08	*****										0.678
RU32	*****										0.511
RU40	*****										0.426
RU55	*****										0.417
RU11	*****										0.417
RU14	*****										0.401
RU42	*****										0.388
RU33	*****										0.373
RU48	*****										0.354
RU18	*****										0.351
RU22	*****										0.348
RU47	*****										0.306
RU15	*****										0.302
RU58	*****										0.296
RU54	*****										0.290
RU17	*****										0.284
RU44	*****										0.255
RU37	*****										0.248
RU53	*****										0.223
RU30	*****										0.221
RU49	*****										0.208
RU38	*****										0.201
RU26	*****										0.177
RU27	*****										0.171
RU20	*****										0.171
RU59	*****										0.152
RU19	*****										0.133
RU34	*****										0.120
RU31	*****										0.112
RU29	*****										0.106
RU43	*****										0.093
RU57	*****										0.091
RU56	*****										0.088
RU52	*****										0.087
RU39	*****										0.085
RU35	*****										0.078
RU41	*****										0.075
RU45	*****										0.070
RU46	*****										0.065
RU60	***										0.055

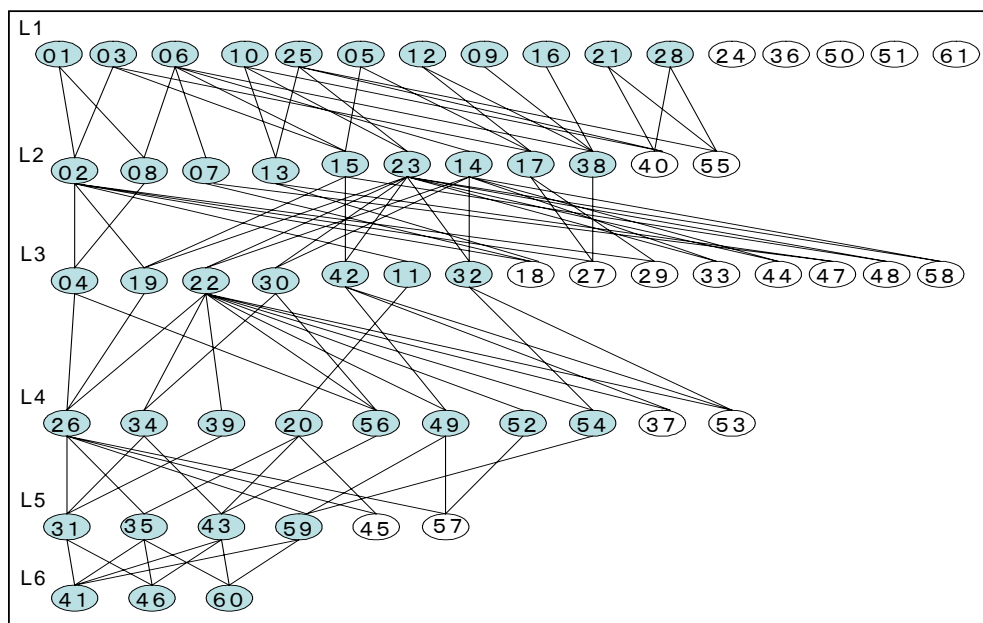
### 5. 3 階層グラフの作成

61 件の DMU を使って、BCC を実行し効率的な DMU を検出する。効率的な DMU をグラフの最上部においたものが図 2 の L1 で示した RU01 から RU61 までの 16 件の RU である。RU01 から RU28 までの 11 件の DMU は次の層の参照集合となっている。同一層の右側に配置した RU24 から RU61 まではそれぞれ効率的であるが、より非効率な DMU の参照集合になっていないことがわかる。

第 2 のステップでは、最初のステップで効率的であると判断された 16 件の DMU を除去したあとの 45 件の DMU に関して、BCC を実行しその結果得られた効率的な DMU を L2 で示した層に配置する。L2 で示した層に配置されたそれぞれの DMU について、前の BCC で得られた参照集合との間にアークを引くことにより、L2 でのそれぞれの DMU が L1 のどの DMU を参照集合としているのかを視覚的に判断できるようになる。これは L2 での特定の DMU を改善しようとしたときに、L1 のどの DMU をベンチマークとして参考にすればいいのかについての示唆を与えてくれることになる。

同様のプロセスを、BCC の実行結果が全て効率的になるまで実行する。今回のデータに関しては 6 回の試行によって、すべての DMU が効率的になった。それぞれの段階で層間の DMU を、参照集合という情報を手がかりにアークを付けることにより、図 3 のような階層グラフを完成させることができる。

図 3 現実のデータを使った階層的グラフ



階層的グラフを作成することにより下記の4つのポイントを明確にすることが可能となる。

- ① どのDMUが効率的でありどのDMUが非効率的であるのかを一覧することができる。
- ② それぞれのDMUの関係を視覚化できる。
- ③ 非効率なDMUの場合、直上の参照集合をベンチマークとして詳細に検討することにより、効率的にするための努力指針を得ることができる。
- ④ ハズレ値を検出することができる。

## 6. 結語

本論文では、マスメディアに対する媒体計画を構築する上で、過去に実施した広告キャンペーンの効率性を評価する方法を提案した。まず同時期に行われた広告キャンペーンのデータに対して、データ包絡分析（DEA）を適用し、効率的な広告キャンペーンを検出する。ここでの効率性とは、DEAの意味での効率性である。このデータ包絡分析の結果をネスト化分解し、階層グラフを作成するという方法である。現実の広告キャンペーンデータを使って例示した。この階層グラフを利用することにより、効率的でなかった広告キャンペーンの優位集合あるいは参照集合を視覚的にも特定することが出来る。効率的でなかった広告キャンペーンとその優位集合に属する広告キャンペーンとを詳細に検討することによって、新たな媒体計画を立てる上で、改善の指針を与えることが出来るものと思われる。

参考文献

- [1] Banker, R.D., Charnes, A., and Cooper, W.W., “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, Management Science, **30** (1984)1078-1092.
- [2] Charnes, A, Cooper, W.W., Golany, B., Learner, D.B., Phillips, F.Y., and Rousseau, J.J., “A multiperiod analysis of market segments and brand efficiency in the competitive carbonated beverage industry”, in Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., and Seiford, L.M., Data Envelopment Analysis, Theory, Methodology and Applications, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [3] Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., and Seiford, L.M., Data Envelopment Analysis, Theory, Methodology and Applications, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [4] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, **2** (1978) 429-444.
- [5] Eastlack, J.O.Jr and Rao, A.G, “Advertising experiments at the Campbell soup company”, Marketing Science, **8** (1989) 57-71.
- [6] Horsky, D. and Nelson, P., “Evaluation of salesforce size and productivity through efficient frontier benchmarking”, Marketing Science, **15** (1996) 301-320.
- [7] Maharani, J., “A data envelopment analytic model for assessing the relative efficiency of the selling function”, European Journal of Operational Research, **53** (1991) 189-205.
- [8] Seiford, L.M. and Thrall, R.M., “Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis”, Journal of Econometrics, **46** (1990) 7-38.
- [9] 刀根薫 経営効率性の測定と改善 一包絡分析法 DEA による 1993 日科技連