

手続きを繰り返すと第Ⅲ段階の如くになり、これを、最早改良の余地のなくなる迄、即ち、節約出来る正の値が現れなくなる迄行う。この例では第4の段階で最終の最適計画の表が達成出来た。ここでは、最適輸送計画のルート以外のルート(光工場-東京支店)についても節約出来る値が0となつているからこの表について、(光工場-東京支店)のルートを加えて、第Ⅳの如くに変更しても総輸送費用は同じく280,000であり、この場合は最適輸送計画は2つある。

ここで用いた例では僅か4段階で最適のルートが定まり、然も(m+n-1)個以下のルートで工場と販売所の全条件を満足することが出来るような計画も現れなかつた。この様な縮退の場合は時間の都合上別の機会にゆづり度いと思う。

* "Application of the simplex method to a transportation problem" by George B. Dantzig.

第Ⅲの段階

9,000	10,000 - θ_3		1,000 + θ_3	20,000
	+ θ_3		<u>5,000 - θ_3</u>	5,000
		9,000	1,000	10,000
			3,000	3,000
9,000	10,000	9,000	10,000	38,000
0	0	-12	0	
-13	9	-21	0	
-5	0	0	0	
-50	-37	-57	0	

第Ⅳの段階(最終の表)

9,000	5,000		6,000	20,000
	5,000			5,000
		9,000	1,000	10,000
			3,000	3,000
9,000	10,000	9,000	10,000	38,000

0	0	-12	0
-22	0	-30	-9
-5	0	0	0
-50	-37	-57	0

第Ⅳ'の段階

9,000	4,000		7,000	20,000
	5,000			5,000
	1,000	9,000		10,000
			3,000	3,000
9,000	10,000	9,000	10,000	38,000

0	0	-12	0
-22	0	-30	-9
-5	0	0	0
-50	-37	-57	0

輸送費用の変化

段階	総輸送費用	1単位につき節約し得る費用の最も大きいもの	新ルートを用いて輸送し得る最大量
I	442,000*	21	$\theta_1=5,000$
II	337,000	12	$\theta_2=1,000$
III	325,000	9	$\theta_3=5,000$
IV	280,000		

* $\sum c_{ij} \cdot x_{ij}$

新聞広告費のオプチマムな配分について

前川秀幸 浅野長一郎 宮田和子*

緒言

従来、企業経営方面では種々の計画が勤に依り樹てられていたが、最近の経営管理の多くの研究の内、O.R.の一分科であるL.P.が実務と高度に結びついて経営問題を計量的に表わさんとしている。特に生産計画又は資金計画等についてのモデルを用いた計算例が多く発表され始めた。

当社に於いては、L.P.を企業の経営に適用した例として過去の実績資料を解析利用し、一定新聞広告費のオ

プチマムな配分方法の問題についての試策を紹介する。

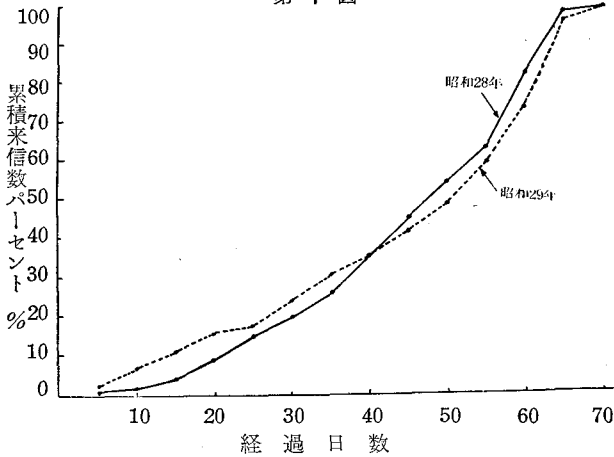
解析資料としては昭和28年、29年度に或る薬の懸賞つき特売を新聞広告により行つたもので、空箱裏に住所、新聞社名を銘記したものをresponseとして送附してもらつたものや、投入広告費用、投入広告時期の資料を使用した。但し特売だけでは直接的に実販売を裏附ける事は出来ないので、実販売の動向に関しては標本調査法、その他の方法で広告-実販売-来信数間の対応をつける事が必要である。

28年及び29年度累積 response 数曲線

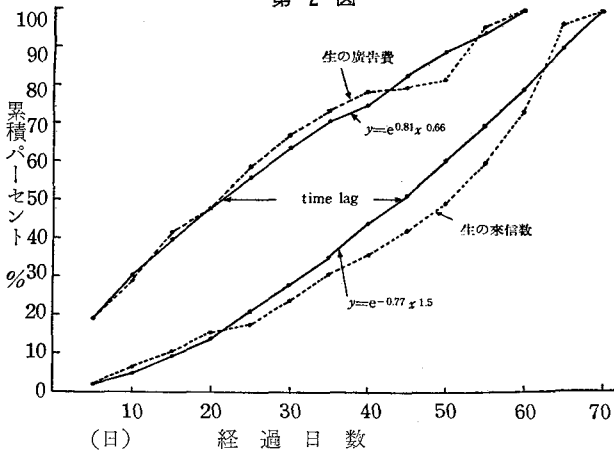
広告-実販売-来信数間の対応は、特売開始より締切

* 塩野義製薬株式会社 製造部 品質管理課

第 1 図



第 2 図



り時期迄の経過日数70数(X)と累積来信数%: Yとの間には、一様のカーブを示している。この事は同程度の宣伝に対し、dataの再現性及び同購売傾向を示していると思われる。又、経時的に見た累積投入広告費%と累積来信数%間に指数関数関係があり、直線化すると何日かの time-lag を持つて両者の対応が見られ、実販売は投入広告時期と来信時期間に来る事となり、その動向が掴める。

問題点

以上の考察より広告費のオプティマな配分解析を行なう上の仮定として

- (1) 来信数のみを response の資料とする。
- (2) 実販売の状況は近似的に来信数の資料で表現される。

この二つの仮定の許に特売広告の目的は response を増加させる事にある。

問題としては、特売期間中の一定の総広告費用を前回の特売と同一費用又はそれ以下の費用とし、この投入費用を使用して推定総来信数を最大限に期待出来る様に、

広告媒体に対し最も合理的に総広告費用を配分するにある。

解 析

最適なプログラムに就いての input-output 表を作成する為に

S_i : 新聞社
 λ_i : S_i 新聞に対し求めんとする適正配分広告費

λ_i^* : 前回 S_i 新聞が獲得した response 数
 R_{ij} : B_j 地区に於いて S_i 新聞が獲得した response 数

R_i : 前回 a 円当りの来信数 $= \frac{R_{ij}}{\lambda_i^*}$

b_j : 各地区 B_j に投ずる広告費用

この時、Program に関する input-output 表は第1表になる。

この表より総来信数

$\sum R_i \lambda_i = \sum_i \left(\sum_j \frac{R_{ij}}{\lambda_i^*} \times \lambda_i \right)$ を max になる様、各新聞に対して optimum な広告配分費 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, 14)$ を求める事にある。

但し各 λ_i は次の9個の条件式を満たすものでなければならない。

B₁ 地区

$$0.277\lambda_1 + 0.246\lambda_2 + 0.46\lambda_3 + 0.66\lambda_4 + 0.06\lambda_5 + 0.01\lambda_8 + 0.15\lambda_9 + 0.04\lambda_{10} + 0.52\lambda_{11} + 0.08\lambda_{12} \leq 3.25 \times 10^x \quad (1)$$

B₂ 地区

$$0.038\lambda_1 + 0.035\lambda_2 + 0.08\lambda_3 + 0.09\lambda_4 + 0.01\lambda_5 + 0.11\lambda_{10} + 0.12\lambda_{12} \leq 0.47 \times 10^x \quad (2)$$

B₃ 地区

$$0.104\lambda_1 + 0.082\lambda_2 + 0.15\lambda_3 + 0.17\lambda_4 + 0.06\lambda_5 + 0.05\lambda_6 + 0.08\lambda_{10} + 0.25\lambda_{11} + 0.12\lambda_{12} \leq 1.26 \times 10^x \quad (3)$$

B₄ 地区

$$0.12\lambda_1 + 0.101\lambda_2 + 0.16\lambda_3 + 0.05\lambda_4 + 0.16\lambda_5 + 0.94\lambda_6 + 0.01\lambda_8 + 0.04\lambda_9 + 0.12\lambda_{11} + 0.14\lambda_{12} + 0.12\lambda_{13} + 0.05\lambda_{14} \leq 1.60 \times 10^x \quad (4)$$

B₅ 地区

$$0.066\lambda_1 + 0.073\lambda_2 + 0.12\lambda_3 + 0.03\lambda_5 + 0.01\lambda_6 + 0.01\lambda_7 + 0.15\lambda_{10} + 0.02\lambda_{12} + 0.34\lambda_{14} \leq 0.55 \times 10^x \quad (5)$$

B₆ 地区

$$0.237\lambda_1 + 0.289\lambda_2 + 0.05\lambda_5 + 0.98\lambda_8 + 0.81\lambda_9 + 0.04\lambda_{10} + 0.02\lambda_{12} + 0.79\lambda_{13} + 0.51\lambda_{14} \leq 3.66 \times 10^x \quad (6)$$

B₇ 地区

$$0.04\lambda_1 + 0.053\lambda_2 + 0.1\lambda_5 + 0.09\lambda_{10} + 0.03\lambda_{11} + 0.14\lambda_{12} + 0.17\lambda_{13} + 0.09\lambda_{14} \leq 1.12 \times 10^x \quad (7)$$

B₈ 地区

$$0.112\lambda_1 + 0.116\lambda_2 + 0.03\lambda_3 + 0.03\lambda_4 + 0.05\lambda_5 + 0.99\lambda_7$$

第 1 表
最適の Program に関する input-output の表

適当 分配 費用	地名 新聞 社名	×10 ⁸									前 回 に 投 下 した 廣 告 費	新 下 の 廣 告 費	前 回 の 円 當 り の 來 信 數
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉			
λ ₁	S ₁	R ₁₁ 3788	R ₁₂ 520	R ₁₃ 1418	R ₁₄ 1613	R ₁₅ 895	R ₁₆ 3230	R ₁₇ 548	R ₁₈ 1532	R ₁₉ 96	λ ₁ [*] 2.94	R ₁ 4.65	
λ ₂	S ₂	R ₂₁ 1640	R ₂₂ 236	R ₂₃ 547	R ₂₄ 674	R ₂₅ 483	R ₂₆ 1926	R ₂₇ 351	R ₂₈ 770	R ₂₉ 32	λ ₂ [*] 2.01	R ₂ 3.33	
λ ₃	S ₃	R ₃₁ 781	R ₃₂ 142	R ₃₃ 253	R ₃₄ 262	R ₃₅ 206	R ₃₆	R ₃₇	R ₃₈ 43	R ₃₉	λ ₃ [*] 0.43	R ₃ 3.95	
λ ₄	S ₄	R ₄₁ 1598	R ₄₂ 222	R ₄₃ 401	R ₄₄ 133	R ₄₅	R ₄₆	R ₄₇	R ₄₈ 64	R ₄₉	λ ₄ [*] 0.62	R ₄ 3.88	
λ ₅	S ₅	R ₅₁ 47	R ₅₂ 8	R ₅₃ 45	R ₅₄ 119	R ₅₅ 22	R ₅₆ 373	R ₅₇ 75	R ₅₈ 37	R ₅₉ 22	λ ₅ [*] 0.40	R ₅ 1.85	
λ ₆	S ₆	R ₆₁ 3	R ₆₂ 2	R ₆₃ 124	R ₆₄ 2330	R ₆₅ 11	R ₆₆	R ₆₇	R ₆₈	R ₆₉	λ ₆ [*] 0.65	R ₆ 3.80	
λ ₇	S ₇	R ₇₁ 1	R ₇₂	R ₇₃ 1	R ₇₄	R ₇₅ 13	R ₇₆	R ₇₇	R ₇₈ 1390	R ₇₉	λ ₇ [*] 0.34	R ₇ 4.13	
λ ₈	S ₈	R ₈₁ 4	R ₈₂	R ₈₃	R ₈₄ 7	R ₈₅ 1	R ₈₆ 605	R ₈₇ 1	R ₈₈ 1	R ₈₉	λ ₈ [*] 0.48	R ₈ 1.28	
λ ₉	S ₉	R ₉₁ 4	R ₉₂	R ₉₃	R ₉₄ 1	R ₉₅	R ₉₆ 22	R ₉₇	R ₉₈	R ₉₉	λ ₉ [*] 0.16	R ₉ 0.17	
λ ₁₀	S ₁₀	R ₁₀₁ 105	R ₁₀₂ 293	R ₁₀₃ 192	R ₁₀₄	R ₁₀₅ 381	R ₁₀₆ 96	R ₁₀₇ 226	R ₁₀₈ 199	R ₁₀₉ 1034	λ ₁₀ [*] 1.87	R ₁₀ 1.35	
λ ₁₁	S ₁₁	R ₁₁₁ 1406	R ₁₁₂	R ₁₁₃ 656	R ₁₁₄ 312	R ₁₁₅	R ₁₁₆	R ₁₁₇ 89	R ₁₁₈ 221	R ₁₁₉	λ ₁₁ [*] 1.97	R ₁₁ 1.36	
λ ₁₂	S ₁₂	R ₁₂₁ 69	R ₁₂₂ 101	R ₁₂₃ 103	R ₁₂₄ 122	R ₁₂₅ 19	R ₁₂₆ 20	R ₁₂₇ 125	R ₁₂₈ 161	R ₁₂₉ 156	λ ₁₂ [*] 1.37	R ₁₂ 0.64	
λ ₁₃	S ₁₃	R ₁₃₁	R ₁₃₂	R ₁₃₃	R ₁₃₄ 47	R ₁₃₅	R ₁₃₆ 1910	R ₁₃₇ 403	R ₁₃₈	R ₁₃₉ 55	λ ₁₃ [*] 0.92	R ₁₃ 2.61	
λ ₁₄	S ₁₄	R ₁₄₁	R ₁₄₂	R ₁₄₃	R ₁₄₄ 37	R ₁₄₅ 265	R ₁₄₆ 394	R ₁₄₇ 71	R ₁₄₈	R ₁₄₉ 4	λ ₁₄ [*] 0.23	R ₁₄ 3.41	
各地区に投ずる 広告費用×10 ⁸		b ₁ 3.25	b ₂ 0.47	b ₃ 1.26	b ₄ 1.60	b ₅ 0.55	b ₆ 3.66	b ₇ 1.12	b ₈ 1.27	b ₉ 1.21	計 14.395		

+0.08λ₁₀+0.08λ₁₁+0.19λ₁₂≤1.27×10⁸ (8)

B₉ 地區

0.007λ₁+0.005λ₂+0.03λ₅+0.41λ₁₀+0.17λ₁₂+0.02λ₁₃
+0.01λ₁₄≤1.21×10⁸ (9)

ここで λ₁, λ₂, …, λ₁₄ を簡単に解く為に先づ次の如く
不等式に slacks を入れ、総て等式に置き換へる。

- ① 式の左辺 +λ₁₅ = 3.25×10⁸
- ② 〃 +λ₁₆ = 0.47×10⁸
- ③ 〃 +λ₁₇ = 1.26×10⁸
- ④ 〃 +λ₁₈ = 1.60×10⁸
- ⑤ 〃 +λ₁₉ = 0.55×10⁸
- ⑥ 〃 +λ₂₀ = 3.66×10⁸
- ⑦ 〃 +λ₂₁ = 1.12×10⁸
- ⑧ 〃 +λ₂₂ = 1.27×10⁸
- ⑨ 〃 +λ₂₃ = 1.21×10⁸

上式における λ₁₅, …, λ₂₃ は調整変数 slacks で λ_i ≥ 0
となる事は不等号の間きより明白である。

ここで simplex tableau の方法を用い λ_i (i=1,2, …, 14) を解く。第2の1表及び最終表(第2の6表)を参照。

最終表から分る様に λ₇ の適正配分が得られるが、この場合の総費用は前回に比べて少ない結果が出る。故にこの余剰費用をば保留しても良いし、又は他の広告媒体や促進媒体に投ずると有効な成果が生じるとも考えられる。また新しく求めた λ_i 値を総 response 数を max

にする為、汎函数に代入し総期待來信数を求めると前年度よりも14,000の期待増加をもつ design である事が分る。

又、最終表の P₀ 項は適正配分金額であるが、解が λ₁, λ₄, λ₆, λ₇ と出ているだけで後は零配分を受ける事が最適配分となつている。これは新聞には読者層が考えられており、適正配分にもれた新聞などは response が少なく各地区的に考えても他の有力新聞の蔭になつている為、零配分を受けていると考えられる。計算結果からだけ有力新聞のみに広告費を配分し、他新聞に行なわない事は出来ず、却つて response の少ない所により宣伝、広告を行つて販売促進を行なう事が必要となる。又、投入広告費に比例して來信數が増加するとも考えられない。

以上の理由より補正を行なう際に、有力新聞がどの蔭に新聞に影響を及ぼしているのかを考慮して、有力新聞を含めてのグループ分けをし、グループ毎に計算上の最適広告費を獲得來信數で比例配分を行つて補正をすると、最終的には次の妥当な修正配分を各新聞はうける事になる。

以上の解析から得られるオプテマムな配分方式は第3表の如きものである。参考として解析に使用した前回資料と比較する。

第2の1表

×10⁵

C_j	λ_{15}	λ_{16}	λ_{17}	λ_{18}	λ_{19}	λ_{20}	λ_{21}	λ_{22}	λ_{23}	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	
	P_0																							
	3.25	1								0.277	0.25	0.46	0.66	0.06			0.01	0.15	0.04	0.52	0.08			
	0.47		1							0.038	0.036	0.08	0.09	0.01	0.05				0.11		0.12			
	1.26			1						0.104	0.082	0.15	0.17	0.06	0.94				0.08	0.25	0.12			
	1.60				1					0.12	0.101	0.16	0.05	0.16	0.01	0.01	0.01	0.04	0.15	0.12	0.14	0.02		0.05
	0.55									0.066	0.073	0.12		0.03					0.04	0.02	0.02			0.34
	3.66					1				0.237	0.289			0.5			0.98	0.81	0.04	0.03	0.02	0.02	0.79	0.51
	1.12						1			0.04	0.053			0.1					0.09	0.03	0.14	0.17		0.09
	1.27							1		0.112	0.116	0.03	0.03	0.05		0.99		0.08	0.08	0.08	0.19			
	1.21								1	0.007	0.005			0.03				0.41	0.41	0.17	0.17	0.02		0.01
G_j																								
G_j-C_j										-4.65	-3.33	-3.95	-3.88	-1.85	-3.8	-4.13	-1.28	-0.17	-1.35	-1.36	-0.64	-2.61		-3.41

第2の6表

×10⁵

C_j	λ_{15}	λ_{16}	λ_{17}	λ_{18}	λ_{19}	λ_{20}	λ_{21}	λ_{22}	λ_{23}	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	
	P_0																							
3.877	1.5	1.507		0.07	6.56	0.002					0.094	0.081	1	0.093			0.014	0.23	0.907	0.798	0.012			2.225
	0.022	0.136	1	0.0003	0.005	0.005				0.002	0.017	0.002		0.002			0.001	0.02	0.084	0.071	0.11			0.002
	0.134	0.254		0.0049	0.434	0.0013				0.016	0.257	0.03		0.025			0.002	0.04	0.013	0.112	0.09			0.151
3.802	0.543	2.083		1.08	1.545	0.027				0.03	0.05	0.05		0.108	1		0.017	0.009	0.246	0.089	0.117			0.486
4.646	8.204	0.02		0.166	1.563	0.004				1	1.111	1.853		0.439			0.003	0.0001	2.307	0.023	0.26			5.3
2.614	2.183	0.006		0.051	4.69	1.265				0.033	0.554			0.501			1.24	1.026	0.01	0.007	0.053	1		0.945
	0.424	0.0002		0.003	0.172	0.215	1			0.033	0.02			0.003			0.21	0.74	0.0004	0.03	0.139			0.039
4.126	0.314	0.0475		0.017	1.58	0.0004		1.026		0.006	0.178			0.004			0.0008	0.007	0.0237	0.06	0.162			0.532
C_j		1.111	0.00001	0.006	0.09	0.025			1	0.003	0.002			0.017			0.025	0.021		0.0001	0.169			0.007
G_j-C_j																								

第 3 表

新聞名	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	合計
29年度一次															
配分(×10 ⁴) 広告費	2.94	2.01	0.43	0.62	0.40	0.65	0.34	0.48	0.16	1.87	1.97	1.37	0.92	0.23	14.4
来 信 数	13,663	6,659	1,687	2,418	748	2,470	1,405	619	27	2,526	2,684	871	2,415	771	38,963
適正配分(×10 ⁴) 広告費	4.13	2.01	0.62	0.88	0.23	0.54	0.31	0.35	0.015	0.76	0.81	0.26	1.38	0.44	12.74
全広告費に 対する%	32.395	15.790	4.837	6.933	1.774	4.261	2.462	2.767	0.121	5.99	6.364	2.066	10.794	3.446	100%

焼結鋳配合に関する計算例

中 瀬 正 雄*

I ま え が き

製鉄の主要原料たる鉄鋳石の中には、粉状のものが相対多く混入している。この粉鋳をそのまま熔鋳炉中に装入すると、炉中の通風を害し、種々の故障を惹起し易い。従つて、熔鋳炉には出来るだけ粉礦を使用せず、これを塊状に固めて装入する。粉鋳を塊状にするには勿論費用がかかるが、こうして出来た塊鋳は非常に還元し易いため燃料の使用が少なくて済み、塊状にする費用を十分に償うことが出来るのである。

塊状を作る方法は、粘結剤を使用する方法と、粘結剤を使用せず炉で焼結する方法に大別せられる。両者それぞれ長短はあるが、後者、即ち焼結法によれば、

- 1 よく成形せられ、硬くて破壊に対する抵抗が大である。
- 2 原鋳中の硫黄分が著しく除去せられる。
- 3 炭酸ガス・化合水その他の揮発分が除去せられるため、一般に原鋳より富化せられる。
- 4 気孔度は熔鋳炉内の還元作用に対し最も有効な状態を示す。

等の利点があるため、当社においてはこれが用いられている。

焼結法の大要は、粉鋳に適当な水分を加えてよく混練し、質を均等にした上で圧縮機にかけて成形し、これを適当な炉で焼固める。この場合、粉鋳は一種類に限らず必要に応じて数種のを混用し、又鋳石以外の含鉄材料を配合するのが普通である。

以下述べるところは、与えられた諸条件の下において、この配合を如何に行えば、最も低コストを実現する

ことが出来るかという問題を、シンプレックス・タブローを用いて計算した一例である。

II 條 件

1 使用原料

先ず、使用する原料並びにその成分・価額は第一表の通りである。尚、使用量については、次の二制限がある。

- (1) HSラップ鋳石の使用量は全体の10%以内のこと。
- (2) バンクーパー鋳石の使用量は全体の10%以上、12%以下たること。

第 1 表

使用原料	Fe	Cu	TiO ₂	S	純当り 価 額
	%	%	%	%	円
硫 粉 (A)	57.0	0.25		1.00	2,900
硫 粉 (B)	57.0	0.15		1.00	3,000
ス ケ ール	69.0	0.14		0.09	5,500
砂 鉄	60.0	0.01	6.7	0.04	4,100
HS ラップ 鋳石	55.5	0.08		2.10	4,800
バンクーパー 鋳石	57.5	0.03		0.35	6,600
内地産 鋳石	48.0	0.03		2.60	4,300
粉 コ ーク ス					4,700

2 成 品 品 位

次に、成品の品位については下記の要請がある。

- (1) Fe 60%以上
- (2) Cu 0.16%以下
- (3) TiO₂ 0.016%以下
- (4) S 0.03%以下

3 その他の条件

- (1) 歩留は、硫粉の配合率が40%の場合に、96.5%である。

* 住友金属工業株式会社 総務部 計数課