

PIMSによるシミュレータTOSS IIの検証

酒井 重 恭*・横 田 栄 一**

Verification of Simulator TOSS II by PIMS

Shigeyasu SAKAI, Eiichi YOKOTA

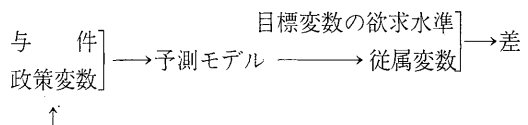
ゲーミング・シミュレーション・モデルは産業界の経営管理者に対する代行体験学習用の教材として多用されている。然し、そのアルゴリズムの妥当性について検証されるケースは少ない。そこで本論文では吾々の創作した経営シミュレーションモデルTOSS IIを作業例シミュレータとして、その妥当性をPIMS (Profit Impact of Market Strategies) によって検証した。

なお、論理面は酒井、プログラミングは横田(東芝)が担当した。

I. まえがき

本論文で用いるシミュレータTOSS II (概要は次節で説明する。詳細は拙著「ゲーミングシミュレーション モデルの作り方」に記載)は、経営計画の数式モデルである。このモデルを用い、チーム作業によって有利な意志決定や経営行動の学習的体験を行う。

経営シミュレーションの一般的図式は次のようになる。



与件とは天候・世界経済など自力では制御出来ない外生変数。政策変数とは意志決定によって自由に変更できる内生変数。与件と政策変数

の組合せで得られる結果を予訓する数式モデルが予測モデル。目標変数は組織にとって何に価値があり何が目的であるかを計量的に表現したもの。欲求水準とはその望ましい水準で他の組織の状態や機会費用によって決定される。従属変数は予測モデルによって計算された変数の値で、この値を目標変数の欲求水準と比較して有利ならその政策を実行し、不利ならば政策を変更し有利な政策を見付けるよう修正する。

このようにシミュレーションはモデルが現実に近いものであることを前提として、目標変数が最有利な値に近付くよう政策変数を決定することである。目標変数が多い時は欲求水準(合格水準)を決めて、各社競合の下にどの目標変数も合格水準を越えるような政策変数を見付け出す方策を案出する。

このようなアルゴリズムで経営シミュレーションモデルを構築しても、なお企業経営の現実を活写することは難しいので、少しでも近似性の高いモデル開発のため本論文では、シミュレータTOSS IIを研究素材とし、プログラム化した経営分析モデル(後述)で現実性の検証を試みた。

II. TOSS IIの概要

TOSS IIは量産型耐久消費材である家庭電器製品—カラーテレビ、電気洗濯器、季節商品であるエアコン、FF型ストーブ—を製造販売する企業4~5社から構成される寡占業界を仮定

* 工学基礎系列—情報処理 (Department of Liberal Arts and Sciences—Information Processing)

** 元東芝 人材開発部

し、各社は先づ目標変数をたて、その充足をめ 事・経理に亘り103項目の政策変数の意志決定を
 ざして毎期（6ヶ月毎）期首に製造・販売・人 行い、「経営戦略計画書」に数値で示す。（例図1）

(例図1)

* 販売 *

(1)	会社 NO	標準 価 格 (千円)				仕 切 価 格 (千円)				値 引 高 (新 製 品) (千円)																値 引 高 (旧 製 品) (千円)																I D N O
		製 品				製 品				製 品 A				B				C				D				製 品 A				B				C				D				
		A B C D				A B C D				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)												
		A B C D				A B C D				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)				(系) (量) (系) (量)												
		01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74																																								

(2)	会社 NO	系列店 増設目標数	販売網 対策費 (百万円)	広告宣伝費 (百万円)				販売促進費 (百万円)				系列店ルート 販売比率 (%)				新製品 発売				ヘルパー派遣人数				営業実 施人数	調査レポート						I D N O																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				製品				製品				製品				製品				より					より				1 2 3 4 5 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				A B C D				A B C D				A B C D				A B C D				より					より																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				A B C D				A B C D				A B C D				A B C D				より					より																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				A B C D				A B C D				A B C D				A B C D				より					より																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

* 製造 *

(3)	会社 NO	増設 ライン数		計画製造台数 (千台)								製造 優先度		購入 部品 数 (千個)				I D N O																							
		製品 A	製品 B	製品 C	製品 D	製品 A	製品 B	製品 C	製品 D	部品 E	部品 A	部品 B	部品 C	部品 D																											
A	B	C	D	A	B	C	D	E	A	B	C	D																													
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

(4)	会社 NO	研究開発費(百万円)				製造設備保守費(万円)				省力化設備投資 (ユニット数)				教育実施人数		ID NO	
		製品				製品				製品				技術者			
		製品				製品				製品				製造員			
		製品				製品				製品				製造員			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	技術者	製造員		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

* 要員 *

(5)	会社 NO	採		用		昇		格		給		与		(月, 千円)	製造 員 喪失	ID NO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		営業 員	技術 者	製 造 員	営業 員	技術 者	製 造 員	営業 員	技術 者	製 造 員	営業 管 理 者	技術 管 理 者	製 造 管 理 者																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

* 財務 *

(6)	会社 NO	短期 借入金 (百万円)					長期 借入金 (百万円)					手形 割引 (%)	増資 公募株 数 (千株)	配当率 年率 %	会社名	ID NO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

それらのデータをコンピュータに入力し、その期の業績を計算する。他社との競合結果を示す「当期活動報告書」として従属変数であるP/L・B/S等を含め1社1期10頁80項目が数値または図表で出力される。全期全社で240頁の出力となる。(例図2)

コンピュータによる予測計算モデルの論理式はCOBOL言語約10,000ステートメントから成る。アルゴリズムは拙著「ゲーミングシミュレ

ーションモデルの作り方」に詳述されているので省略する。

出力結果を見て次期の売上・利益・配当・生産高・人員計画等の政策変数を意志決定する。これらを8～10期繰り返して、戦略・戦術の代行体験学習を行う。

なお、第1期～4期は各社同一データをコーディネータが入力し第5期より競合状態を発生させる。

• • R • • S W E E T

●● 901 9 3 ●● 4-9 カツキ ●●

● トウチ カツトウ アウコクシヨ ? ● セイゾウ ● (出カリストの1部カ)

PAGE 2

III. 経営分析プログラムとPIMS

1 RPM(Resource Portfolio Management)

サブルーチン

2. 経営比率による業績診断サブルーチン
3. 損益分岐点分析サブルーチン

これらの構成・フローチャートは、図1、2の通りである。

图 1

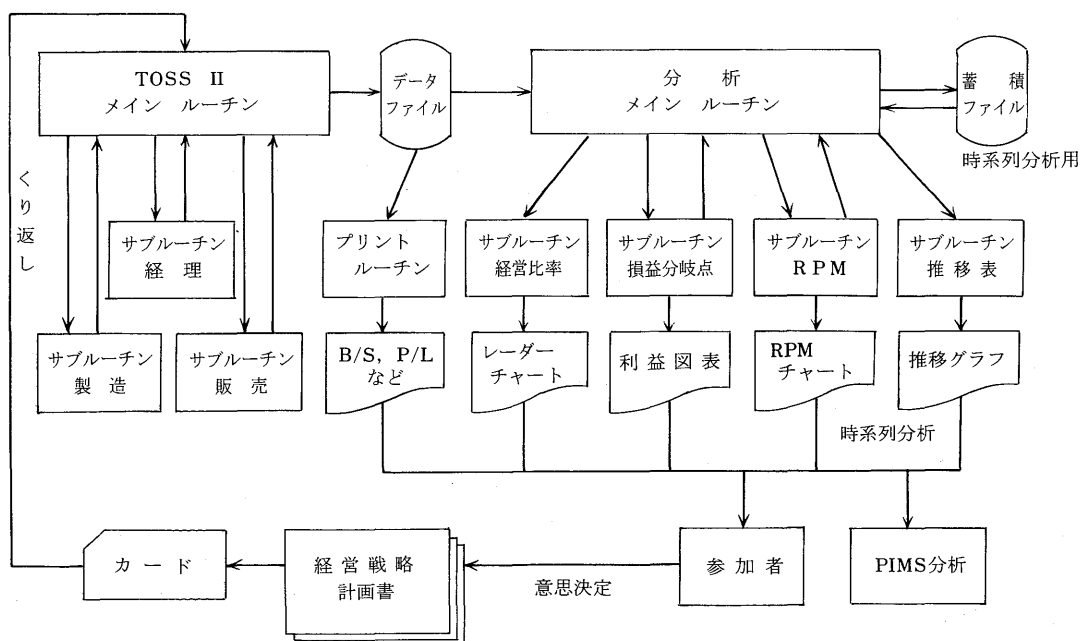
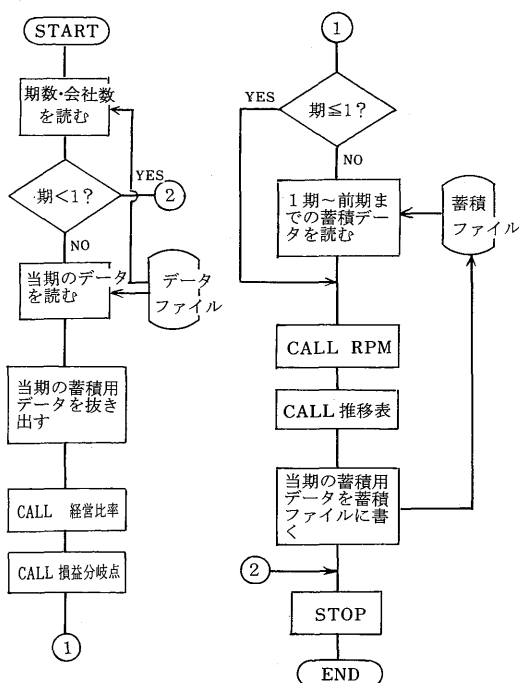


図2 分析メインルーチンフローチャート



本論文では紙数の都合もあり、PIMSによる分析に止め、RPMを追補で略述する。

PIMSは「どのようなマーケティング戦略をとれば利益にどの位影響を与えるか」を検討する方法である。この問題を検討するために数十項目の要因をとりあげ、これと利益との関係を仮設、数式、コンピュータの組合せによって検討するが、今回は簡略法を用い検討項目を絞った。

1. PIMSで扱う主要項目

1) 投資収益率

(ROI-Return On Investment)

平均投資額に対する税引前営業利益の比率。営業利益からは配賦されるべき全社の間接費を引いてある。投資は当該事業にかかわる資本に長期負債を加えたもの、あるいは稼働総資産から流動負債を差引いたもの。

2) 研究開発水準

研究開発費を売上高で割ったもの。売上高に占める研究開発費の割合。内容は製品開発、製品改良の全費用、全社的に発生し

たコストのうち個別事業に帰属すべき研究コストを含む。

3) 製品品質水準

- 1 競争上有利な製品が売上高に占める比率
- 2 競争上同等の製品が売上高に占める比率
- 3 競争上不利な製品が売上高に占める比率

尺度は有利な製品の比率マイナス不利な製品の比率で求める

4) マーケティング費用水準

マーケティング費用を売上高で割ったもの。こゝでマーケティング費用とは、販売部門の広告、販売促進、市場調査およびマーケティング管理の全費用をさし、物的流通経費は除かれる。

5) 投資集約度

売上高に対する全投資額比率

6) マーケットシェア

同一の市場におけるすべての競争者による一定期間総売上高に対して、ある事業体

があげた売上高の比率。

2. PIMSでの主要な利益決定要因

PIMSの説くところによれば、

- 1) マーケットシェアが増大するにつれて投資収益率(ROI)は増す。

理由としては

- 1 製造および販売における規模の経済
- 2 特に価格を通じて市場を支配する力
- 3 経営者の質

また、高いシェアを有する事業と低いシェアしか達成できない事業の間に見られる差異の一つとして両者の間の投資収益率の差異が見られる。これらの差異には次の様な特長がある。

- 1 マーケットシェアが増しても資本回転率は余り改善されないが売上高利益率は大巾に増大する。投資収益率は上記二者の積と考えた。
 - 2 シェアに最も敏感なコスト項目は総売上高に対する購入品費（外注・下請け・部品購入品費などの総計）で、両者は相反する傾向を示す。すなわち、シェアの大きいほど内作率が高い場合が多い。
 - 3 広宣費その他の販売費は売上高に比例して増えはしない。
 - 4 シェアの高い企業は価格・品質の関係を収益性に結びつけている。
- 2) 大企業がある事業で高いマーケットシェアを達成した場合にその事業は可成り高い収益性を得る場合が多い。
 - 3) マーケットシェアが低いのに開発研究費をつぎ込んでも収益性悪化につながる場合が多い。逆に、シェアが高い場合は収益性改善につながる。
 - 4) 多角化が中程度に進んでいる会社の事業は、極端に多角化した場合や、反対に専業の場合に比べて収益性が悪い。
 - 5) 品質もまた収益性の決め手となる。
 - 6) 品質が劣る場合には広宣費を余分にかけても収益性は改善されず、むしろ悪化

する。

図3 成功企業の女子循環

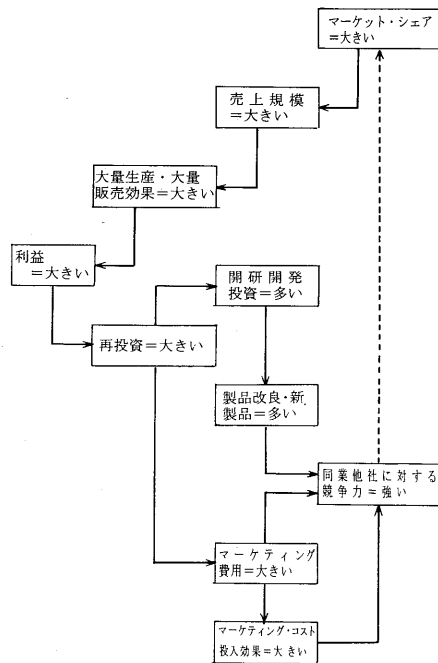
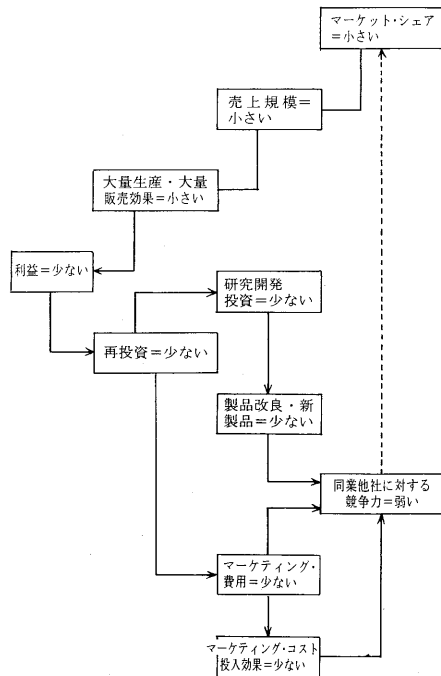


図4 失敗企業の悪循環



7) 資本集中型産業での低シェアは極端な収益性の悪化を意味する。またこれに広告費をかけても事情はさらに悪化する傾向がある。

成功企業と失敗企業との差をポートフォリオ戦略（追補）やPIMSの結果から考えると図3と図4のような要因循環になる。

Ⅳ. PIMSによるTOSSIIの検証

本節ではRPM(追補)および財務分析の結果をPIMSの結果と比較考察すると共にシミュレータTOSSIIの妥当性について検証する。

(1) マーケットシェアとROIの関係

PIMSではROI(投資収益率)における利益を税引前の営業利益としているが、TOSSIIでは製品別利益は粗利益までしかとらえられないので、簡便法として粗利益による投資収益率を採用する。

各期における会社別の各製品の粗利率とマーケットシェアは表1の通りである。

表1

(単位%)

製品	期	6 期		7 期		8 期		9 期	
		粗利率	シェア	粗利率	シェア	粗利率	シェア	粗利率	シェア
A社	センタクキ	23.8	25	26.3	25	15.0	25	11.1	15
	カラーTV	32.2	25	34.6	23	27.3	24	27.3	23
	エアコン	20.4	31	12.3	25	1.8	25	16.0	26
	ストーブ	10.8	29	1.2	25	8.0	28	19.2	36
B社	センタクキ	21.7	24	28.3	28	24.4	28	16.8	33
	カラーTV	32.2	25	34.2	26	34.7	27	30.3	27
	エアコン	24.3	34	19.1	29	37.4	31	27.1	27
	ストーブ	10.2	25	1.4	25	4.7	22	20.5	36
C社	センタクキ	20.3	25	22.8	24	19.6	24	14.3	24
	カラーTV	28.8	25	39.0	27	32.2	27	26.4	25
	エアコン	0.	7	13.6	23	3.2	22	11.8	22
	ストーブ	0.	18	2.2	25	3.6	18	14.2	24
D社	センタクキ	23.3	26	27.4	24	20.8	24	15.3	29
	カラーTV	32.6	25	32.8	24	28.0	24	26.2	25
	エアコン	9.3	27	12.0	23	0.	24	13.2	24
	ストーブ	10.1	27	1.0	25	3.9	22	0.	4

上表から各期別にシェアと粗利率との相関係数を求めると表2のようになる。

表2

製品	期	6 期	7 期	8 期	9 期
センタクキ		- 0.783	0.927	0.626	0.995
カラーTV		- 0.980	0.651	0.822	0.541
エアコン		0.933	0.846	0.720	0.931
ストーブ		0.963	- 0.831	0.934	0.982

この表のようにマーケットシェアと粗利率の間には、概ね正の相関関係がある。

第6期における洗濯機とカラーテレビ、7期のストーブの相関係数が負になる原因は各社のシェアの差が殆んどないため、製造原価の差が粗利率に大きく影響した事による。

製造原価の高い会社は、比較的高い市場価格を設定しているのでシェアが低いのが通常であるが、シミュレータTOSSIIの論理では各社の市場価格の差に対するシェアへの影響がや、少く出るように設計されているので、改善の余地がある。

(2) ROIと資本回転率の関係

マーケットシェアとROIの間に正の相関関係があると述べたが、シェアの高い企業と低い企業の間に見られる典型的な差異は、表3のように資本回転率の変化がROIの変化に比べると小さいことである。ROIの変動原因が売上高利益率にあるためである。なぜならばROIは資本回転率と売上高利益率の積だからである。

表3

(単位: 回/%)

会社 期 (6ヶ月)	A 社		B 社		C 社		D 社	
	資 本 回 転 率	ROI	資 本 回 転 率	ROI	資 本 回 転 率	ROI	資 本 回 転 率	ROI
5 期	1.4	14.9	1.5	16.0	1.5	15.5	1.5	16.9
6 期	1.3	17.0	1.2	13.9	1.5	15.6	1.3	15.7
7 期	1.4	13.9	1.6	13.0	1.6	21.3	1.5	15.0
8 期	1.2	4.4	1.2	14.0	1.2	10.9	1.3	9.5
9 期	1.4	10.7	2.1	26.9	1.5	10.9	1.6	10.5

(3) マーケティング費用と売上高の関係

各社のマーケティング費用と売上高は表4の通りである。この表は、マーケティング費用が売上高に比例して増えないことを示している。

表4

(単位: 億円)

会社	A 社		B 社		C 社		D 社	
期 (6ヶ月)	マーケ ティン グ費用	売上高	マーケ ティン グ費用	売上高	マーケ ティン グ費用	売上高	マーケ ティン グ費用	売上高
5 期	29.1	649.5	25.0	702.3	26.5	700.5	29.8	669.4
6 期	33.4	607.8	25.1	601.0	25.7	624.6	36.1	604.5
7 期	33.1	657.3	35.4	757.0	28.1	667.6	33.3	668.4
8 期	36.2	537.8	34.9	576.2	28.3	505.9	41.6	575.0
9 期	38.9	724.9	33.0	963.3	38.5	766.7	40.0	855.6

また、マーケティング費用比率（マーケティング費用／売上高）とROIの相関係数を表5から算出すると、 $r = -0.665$ となり負の相関を示す。各企業によって収益性が異なり、各期の景気が異なるのでや、相関が低い、マーケティング費用比率はROIの大きい企業ほど低いと考えられる。

表5

(単位: %)

会社	A 社		B 社		C 社		D 社	
期 (6ヶ月)	マーケ ティン グ比率	ROI	マーケ ティン グ比率	ROI	マーケ ティン グ比率	ROI	マーケ ティン グ比率	ROI
5 期	4.5	14.9	3.6	16.0	3.8	15.5	4.5	16.9
6 期	5.5	17.0	4.2	13.9	4.1	15.6	6.0	15.7
7 期	5.0	13.9	4.7	13.0	4.2	21.3	5.0	15.0
8 期	6.7	4.4	6.1	14.0	5.6	10.9	7.2	9.5
9 期	5.4	10.7	3.4	26.9	5.0	10.9	4.7	10.5

分析したようにROIの高い企業が高いシェアを持つ企業であることを考えると、このような企業はマーケティングの固定コストをうまく分散させ、規模の大きさを生かして、その力でより効率のよい媒体の活用やマーケティング手法を展開できる。現実にビールのトップブランドは特に“波及効果”が大きくその傾向が強い。

表6

(単位: %)

会社	A 社		B 社		C 社		D 社	
期 (6ヶ月)	投資 集約度	ROI	投資 集約度	ROI	投資 集約度	ROI	投資 集約度	ROI
5 期	87.3	14.9	84.5	16.0	84.4	15.5	80.7	16.9
6 期	83.5	17.0	104.9	13.9	83.8	15.6	88.9	15.7
7 期	89.4	13.9	85.8	13.0	82.4	21.3	81.4	15.0
8 期	114.2	4.4	100.1	14.0	113.5	10.9	102.2	9.5
9 期	91.4	10.7	57.5	26.9	85.8	10.9	76.4	10.5

(4) 投資集約度とROIの関係

各社の投資集約度とROIは表6の通りである。この表から投資集約度とROIの相関係数

を算出すると $r = -0.750$ となり負の相関関係があることが解る。従って、売上高に対する投資の比率が高いほどROIが低くなる。

上述の現象は、投資集約度の高い事業は所要の売上高（損益分岐点分析における売上高等）を維持するためにさらに大きな投資を必要とするが、これをカバーするに足る利益が生み出し難く、そのため図4に述べた悪循環が発生する恐れがある。

(5) 損益分岐点比率とROI

各社の損益分岐点比率とROIは表7の通りである。この表からROIと損益分岐点比率の相関関係は $r = -0.781$ で負の関係が認められる。

表7

会社	A 社		B 社		C 社		D 社	
期 (6ヶ月)	損益 分岐点	ROI	損益 分岐点	ROI	損益 分岐点	ROI	損益 分岐点	ROI
5 期	78.2	14.9	78.4	16.0	79.0	15.5	77.1	16.9
6 期	75.8	17.0	75.1	13.9	80.3	15.6	76.6	15.7
7 期	80.1	13.9	82.4	13.0	68.9	21.3	80.6	15.0
8 期	95.4	4.4	76.6	14.0	75.5	10.9	85.8	9.5
9 期	83.1	10.7	74.8	26.9	81.8	10.9	86.1	10.5

また各ROIを達成するために必要な企業体質を損益分岐点比率でとらえれば表8のように推定できる。

表8

ROI (%)	5	10	15	20	25	30
損益分岐点比率	94.4	89.0	83.7	78.3	72.9	67.6

これらの結果は、高いROIを達成するためには、損益分岐点比率の低い企業体質が必要な事を示している。視点をかえると、損益分岐点比率が低くければ、売上高に変動があっても利益への影響が少いので、研究開発投資やマーケティング投資をコンスタントに維持できるため、経営戦略上有利であり、結果的には高いシェアの維持を可能にする。

V. 評価と提言

以上(1)~(5)に述べた結果は、ほゞPIMSの結

果に一致しており、TOSS II によるシミュレーションは現実的な展開をしていると考えられる。然し、TOSS II をシミュレータとして使用する上で次の諸点を採用し、改良することが望ましい。

- (1) 製品別の利益を売上総利益ではなく営業利益のレベルでとらえられるようにする。また、その他経費、人員等も出来るだけ製品別にとらえられるようにする。
 - (2) 製造の外注、下請を考慮する。
 - (3) 小売店（一般店）の利幅が更に強く販売意欲に影響するようにする。
 - (4) 第4期末における各製品のシェアを25%づつ分け合うのではなく、ある程度差をつけておく。
 - (5) 教育用シミュレーションモデルとしては累計生産台数による所要工数の低減、材料費のロット数による低減を現実よりやや、ドラスティックにした方が“経験曲線”の現象の理解に効果的である。
- (注) 経験曲線とは、製品1個当りの製造コ

ストと流通コストの合計額は、その累積出荷量が2倍になるごとにある一定の割合で減少してゆく傾向にあるという理論。

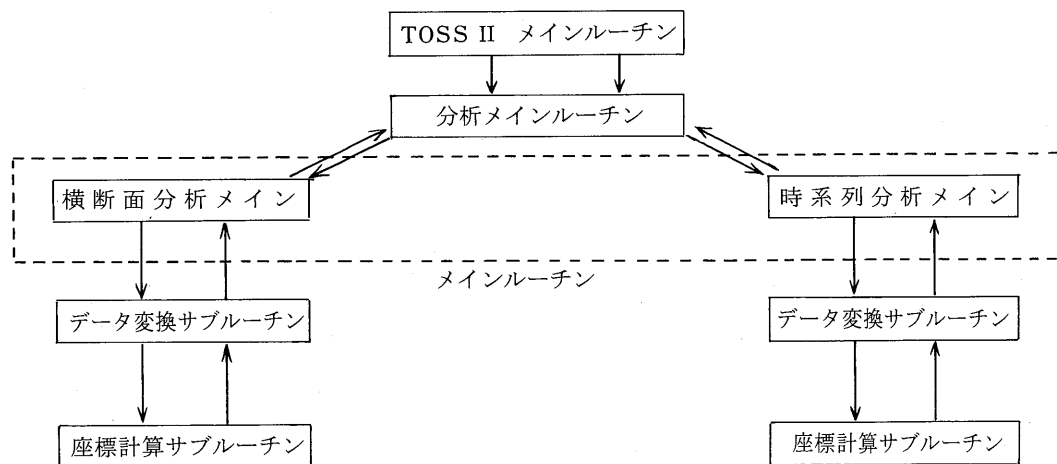
- (6) 経験曲線の重要性を認識さす上にもRPM、財務分析をPIMSで検討するのは有益なので、PIMSをゲーミング・シミュレーション参加者に知識として供給する方が良い。
- (7) 各社各製品の市場価格の差がシェアへより大きく影響を与えるよう改善する。

追補 RPM(Resource Portfolio Management)

前述の通り本論文で開発した経営分析プログラムの1つとして、RPMがある。

RPMは、売上や利益を増加させるために人、物・金などの経営資源を如何に効率的に配分投入して、最適の製品ミックスと経営戦略をたてるかを判断する方策の一つである。売上・利益・人的資源・物的資源・財務資源の5つのバランスをとる分析方法である。

図5



RPM分析プログラムは、図5のように2本のメインルーチンと4本のサブルーチンから成る。

製品別の横断面分析、時系列分析およびそれらの出力例、意志決定への利用などは、稿を改めて述べることにしたい。

図 6

RPM横断面分析メインプログラムRPMO

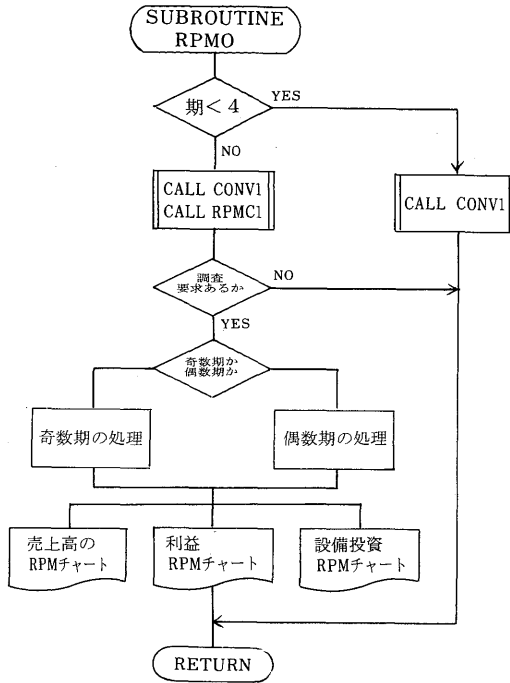


図 8 RPM横断面分析データ変換サブルーチンCONV 1

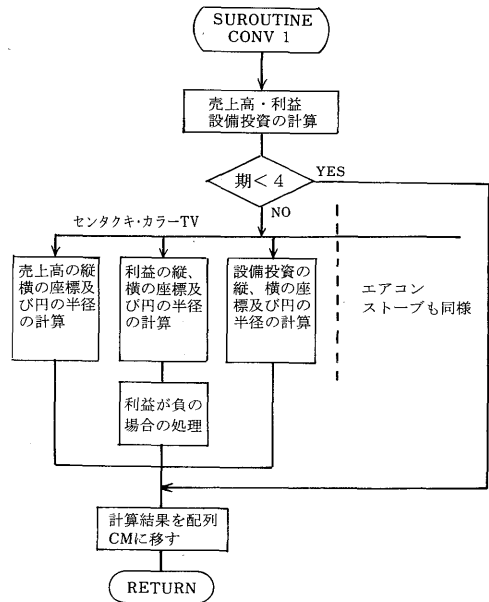


図 7 RPM時系列分析メインプログラムRPMS

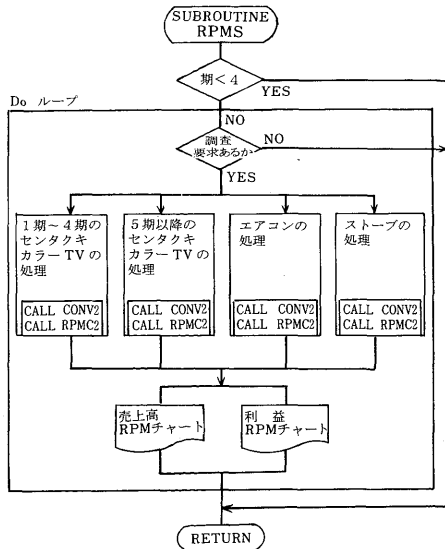


図9 RPM時系列分析データ変換サブルーチンCONV 2

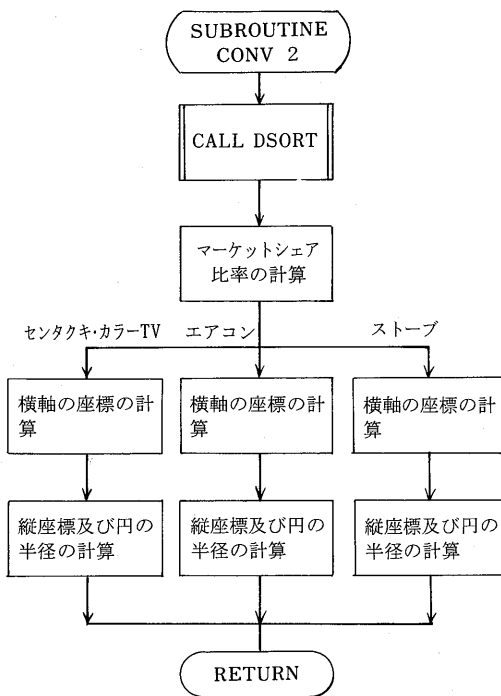


図10 円の座標計算サブルーチンRPMC1, 2

