

# 構造マトリックスによる 経営管理システムへのアプローチ

外山 味之・飯川 雅孝

## 1. はじめに

構造マトリックスは、複雑な事象を、その実態は失わずに、簡潔に表現したいという願望を実現するために登場した。これは、表の一要素がまた表をなす(Structured Matrix)という繰り返し構造(Recursive Structure)によって、マクロ観点とミクロ観点を写像し、同時にこれらの論理をも表現するものである。

すでにマネージメント・インフォメーション・システム(MIS)が叫ばれて久しい。今日、このMISに期待される事項として次の3点があげられると思う。

- 管理にたずさわる人々の、管理しうるスパンを拡大しうる。
- 異なる背景(組織・職位・職歴等)をもつ人々にとって理解しやすい共通の基盤を提供する。
- 合意に達しうるならば、その時間を短縮しうる。

コンピュータによるシステム化の役目は、これらを促進したり、拡大したりすることにあると考えられる。たしかに、コンピュータを中心とした技法は、いくつかのこれらの手法を提供してきた。しかし複雑化する経営環境のもとでは、コンピュータが人々にわかりやすさ(Visibility)を提供することを要求されるのではないだろうか。計画や分析業務にたずさわる人々については、いっそうこのことが言えよう。

さて、構造マトリックスによれば、マクロとミクロの両観点から、経営構造、業務構造あるいは社会構造等を表現し、コンピュータがこれを解釈し、計算を行なうことによって、プログラミングがなくても、ケース・スタディや分析業務を簡潔、明確にしうる。この紹介論文では、今まであまり明確にとらえられていなかった計画や分析業務の特性をふりかえり、構造マトリックスの仕組みを解説し、その発展の沿革に触れ、応用分野のいくつ

とやま たかゆき、いいかわ まさたか 日本アイ・ビー・エム

かに簡単にふれ、当社の開発したソフトウェア MATP-LAN(Matrix System for Planning and Analysis)の概要について紙数の許す範囲で紹介しよう。

## 2. 計画・分析業務におけるシステム化の要件

計画・分析業務に関する新しい方法を紹介する前に、現状の方法について少し考察してみよう。

### 2.1 計画・予実分析業務の現状と課題

ここではケースを設定して身近に考えてみよう。

設定：ステレオ、テレビ、VTRを国内および米国に販売する電気メーカーの計画部門としよう。

#### 問1：

○トップから来期の売上高と粗利益の予想値を、とにかく数値だけでも出せと性急な要求が出された。

○これに対し社内各部門と折衝し、次の数字を得た。

	販売台数		販売単価		製造原価 (万円)
	国内	輸出	国内 (万円)	輸出 (＄)	
ステレオ	150	50	10	1,000	6
テレビ	200	100	5	400	3
VTR	100	50	10	700	6

予想為替レート 220円/＄

これに対し、どう対応するか？

以後の説明のため製品の数を3種類にしたが、実際のデータ量はこの10倍であったとしよう。

#### 問2：

トップに問1の結果を報告したところ、計算の中間値も出せと言われた。

実務者からは「最初から言ってくれば用意していたのに！ 最終結果から逆に出すのは無理だ！」

トップからは「集約結果から逆に発想するものだ！いちど出した過程で中間の結果はとってあるだろう」

#### 問3：各種ケース・スタディの要求

これらの解答に対し、以下のようなケース・スタディやケース間対比が求められた。

- 初期データの変更およびその組合せによる計算
- 構造的な変更（たとえば輸出地域や製品種類等の変更）による計算
- 期間成果とその要因を詳細に求めるための予実対比実務者からみると次のような苦情がある。
- トップの要求はどこまで続くのであろうか。
- 多数のケースを思い出すだけでも大変、ケース間の整合性なんてとても！

トップからは「もっと柔軟、敏速かつ正確に対応する方法はないものだろうか」との疑問があげられる。

このような計画分析業務の要求に対処するため現状では次の対処方法があげられよう。

- A 表を作って人手と電卓で対応
- B DP部門に依頼し、システム分析を行なった後、高級言語によるプログラミングを行ないコンピュータ処理
- C DP部門の紹介によりシミュレーション言語によるプログラミングを行なって対処

これらの方法は、いずれもごく単純かつ小規模の範囲では十分に機能しよう。だが少々複雑かつ規模が大きくなると柔軟性を欠き、きわめて限られた分野の専門知識を要するか、逆に体力でカバーするか、いずれかの対処を要求される。人間の想像力や、とぎすまされた実務感覚を発揮する場から縁遠いものとならざるを得ない。これがかかなり多くの職場でみられる実状であると思う。

以上は、どこにもある計画や分析業務の実態であると思われる。

## 2.2 計画・分析業務システムの要件

人間の発想や感覚に追従するためのシステムの要件（数値データを中心に考える）は次のように要約されよう。

- ケースの設定と変更の容易性  
このためには、実務担当者にとって、業務の内容とコンピュータ処理の明確な対応づけが得られ、かつ、論理の表現が簡潔で、データの取扱いが明快に位置づけられていること。
- 分析の容易性  
このためには中間結果の検索・表示が可能であり、ケース全体の保持・検索が可能であること。さらにケース間の比較が可能であること。
- システムの取扱いの容易性  
発想にタイミングを合わせるには、対話方式による試行錯誤が可能で、プログラミングを最少化ないしは、不要にすることが必要である。  
これらの要件を満たすための新しい手法が要請されており、筆者らは構造マトリックス手法に着目し、数年に

わたる研究の成果として、ソフトウェア MATPLAN を発表した。ここでは、まず構造マトリックスの仕組みから紹介していくこととしよう。

## 3. 構造マトリックスの仕組み

構造マトリックスの仕組みを順を追って紹介する。

- イ) 構造マトリックスは演算の論理とデータ両者を同時に含む表である（この理由は追って理解いただけよう）。
- ロ) データの構成は、マクロ・レベルの記述とミクロ・レベルの記述からなる。図1は2.1の間およびその解となる構造マトリックスをマクロ・レベルをもとに表示したものである。その枠の中を引き出ししてみる——すなわちミクロ・レベルを見ると、欄外の小枠内に示したようなデータからなり、二重の構造を形成している。

ハ) 表の部分構成

マクロ・レベルの表においては下記の構成からなる。

○上辺部	○中央部	○左辺部
{ 上辺データ部 上辺KOL部		{ 左辺データ部 左辺KOL部

このKOLとはデータの内容を説明するもので構造マトリックスにおける1つの特徴である。KOLはドイツ語の **Komponent List**（構成要素リスト）の略であり、上辺、左辺のデータの意味を各々のKOL部と対応づけて説明するものである。中央部のデータについては、対応する上辺KOL部および左辺KOL部と対応づけて説明する。

ニ) 表の上でのデータの関係（論理記述）

表における数値データの入る箇所（上辺データ部、中央部、左辺データ部）には次の関係が存在する。

○縦積・横和（横積・縦和の関係が存在することもあるが、ここでは省略する）の関係

① 上辺データ部のデータに

中央部の対応する（垂直方向に）データを掛ける

② 掛けた結果を横方向同士加え左辺データ部とする

○上辺データ部、中央部、左辺データ部の全データについて、①、②の関係が成立する。

○データのない箇所は、値“ゼロ”と考える。

ホ) 中央部のデータの意味

上辺データ部のデータ1単位増加に対する左辺データ部のデータの増加の割合を意味する。

ヘ) 上辺部、左辺部における同一項目、同一データ

通常の表と異なり、双方に同一の項目および同一データを配置することができる。図1の斜線部を付したものは双方に存在する。もちろん一方にのみ配置することもある。

ト) 縦積・横和の場合、計算前に上辺データ部にのみあ

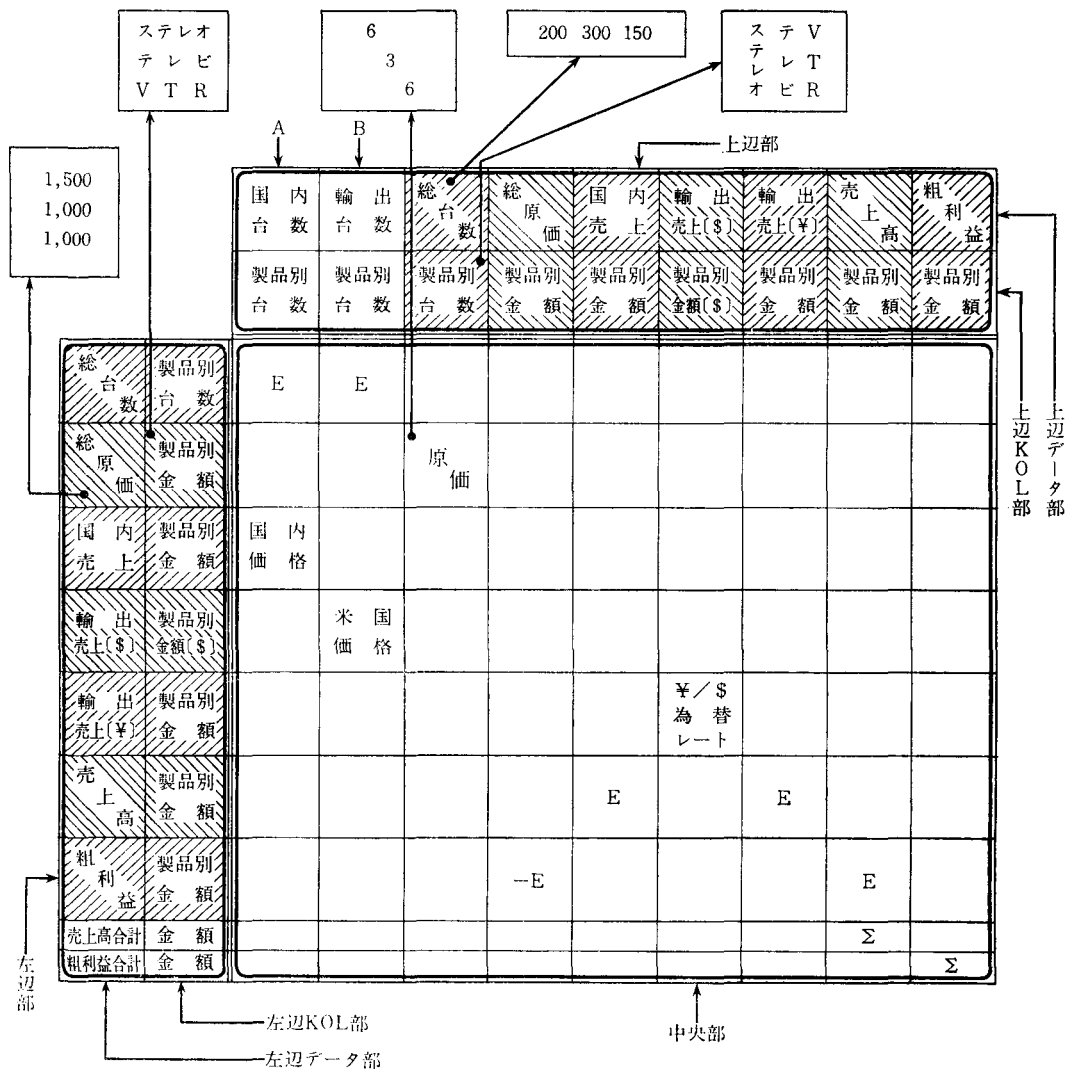


図1 家電メーカーの利益計画の例 (マクロ・レベルを基準に表示)

るものが先決データである。

図2では上辺データ部のA, Bを付した箇所が先決データである。

#### チ) 計算

これまで述べた仕組みを前提として、構造マトリックスの上辺データ部、左辺データ部における計算を説明しよう。最初は上辺データにおいては、先決データを除き、マイクロ・レベルは未決データとして空の欄が用意されている。また左辺データ部のすべての欄が未決データとして、空の欄が用意されている。

計算は先決データ (A, B) を出発点とし、次のように進行させる (図2の番号①②……を順次実施)。

①先決データと中央部データとの間で縦積・横和を行ない、結果を左辺データ部に記入する。

左辺データ部と同じ上辺データ部にデータを移す。

②中央部のある行方向 (横方向) のデータについて垂直方向に見た場合、対応する上辺データ部すべてに、データが用意されている場合に縦積・横和を行ない、結果を左辺データ部に記入する。

③①②の操作をすべての未決データが得られるまで繰り返す。

以上の操作により最終結果のみならず、中間結果が左辺データ部に得られる。

このような仕組みにより、問1の家電メーカーの利益計画の計算ができることがわかりただけよう。

#### 4. 構造マトリックスの意義

構造マトリックスの仕組みをご理解いただいたところ

		A		B		②	③	④	⑤	⑥	⑦					
		200台 150	100台 100	200台 150	150台 300	900 1,200	900 900	1,500 1,000	1,000 1,000	4 5	3.5 3.5	1,100 880	770 2,600	1,880 1,770	1,400 980	870 980
		国内台数	輸出台数	総台数	総原価	国内売上	輸出売上	輸出売上	輸出売上	売上高	売上高	売上高	売上高	粗利益	粗利益	粗利益
		ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ	ステレオ テレビ
①	200 300 150	総台数	ステレオ テレビ	1 1 1	1 1 1			万円	万円	万\$	万円	万円	万円	万円	万円	万円
②	1,200 900 900	総原価	ステレオ テレビ			6原価/台 3 万円6										
③	1,500 1,000 1,000	国内売上	ステレオ テレビ	10 5 万円	10 5 台	価格										
④	5 4 3.5	輸出売上	ステレオ テレビ			1,000 400 \$/台700										
⑤	1,100 880 770	輸出売上	ステレオ テレビ							220 220 220	為替レート					
⑥	2,600 1,880 1,770	売上高	ステレオ テレビ					1 1 1			1 1 1					
⑦	1,400 980 870	粗利益	ステレオ テレビ					-1 -1 -1					1 1 1			
	6,250 3,250	売上高合計 粗利益合計		万円									1 1 1			1 1 1

図2 家電メーカーの利益計画の例 (マクロ・レベルとミクロ・レベルを同時に表示)

で、構造マトリックスについてまとめてみよう。

構造マトリックスとは――

業務の論理構造をマクロ視点とミクロ視点からとらえ、構造をもった表に表わしたものである。

ここに構造をもった表とは次の仕組みをもつ。

- マクロ視点の表の各要素がさらに、各ミクロ視点の表であるという構造がある。
- ミクロの表相互の間に、縦積・横和 (場合により横積・縦和) の関係がある。

これにより複雑な経営のからくりをわかりやすく表現できる。

コンピュータによる処理の観点からは、次にあげる新しいアプローチを可能にする。

- マクロ、ミクロ各レベルでの表の保持による変更の容易性
- ミクロ・レベルでの表と表の関係をとらえ、その関係を簡潔な演算論理で表現することの可能性

- 業務の論理とコンピュータ処理を明確かつ簡潔に対応させる可能性

これにより、構造マトリックスにもとづくシステム化は、次のメリットをもたらす。

- 一覧性
- 明瞭性
- 計算式を用いないシミュレーション

## 5. MATPLAN の特長と概要

筆者らは、多くの方々の協力を得て、最新のシステム技術との結合による MATPLAN を開発した。そのソフト上の特長のいくつかを次にあげよう。

- 対話方式によるモデルの作成・計算・表示の一貫した機能
- レベルによるテーブル管理
  - マクロ視点の表とミクロ視点の表に分離し、かつマクロ視点には通常であれば、プログラミングを必要とする

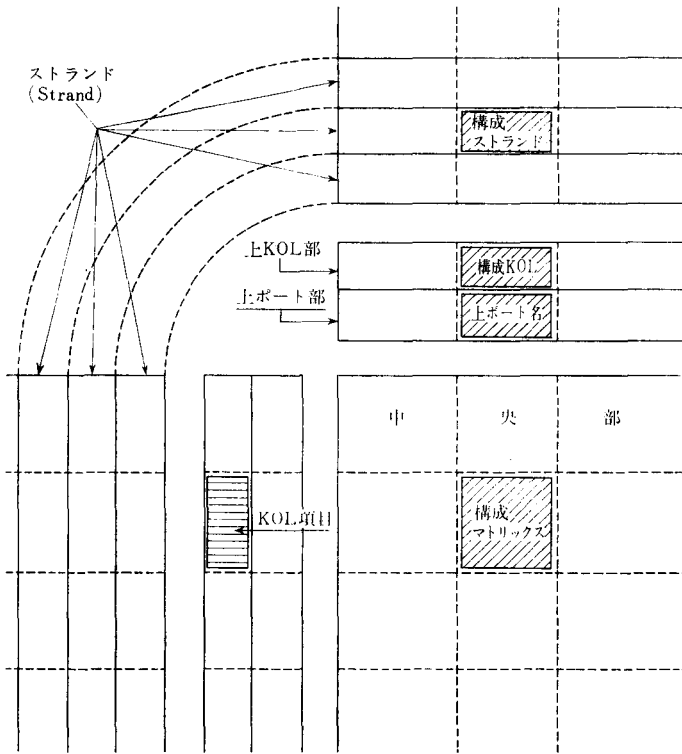


図3 構造マトリックスのマイクロ構造の名称 [1]

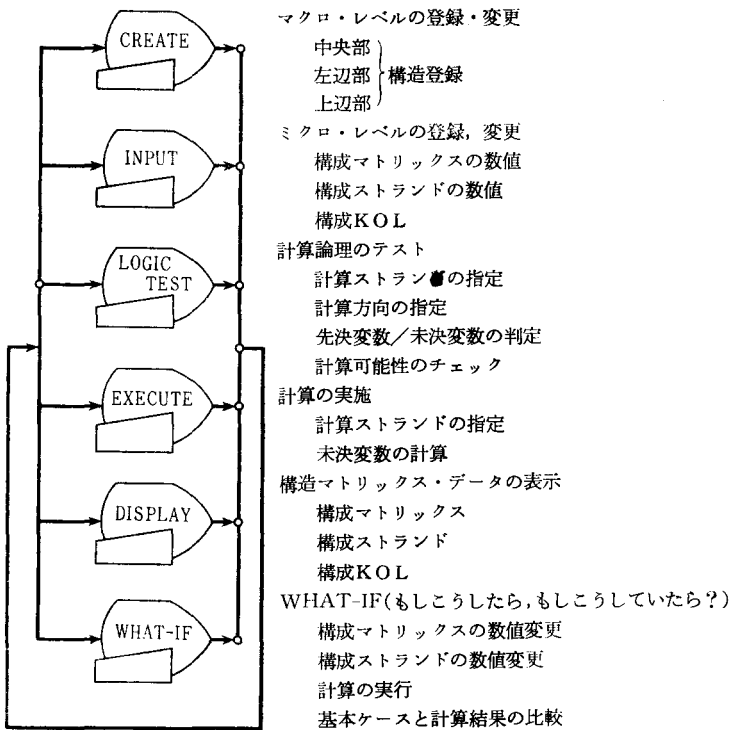


図4 操作のフェーズとプログラムの主な機能 [2]

論理を含んでいる。

○システムの開発・維持の容易性

対話方式によるテーブルの構造の設定変更およびテーブル内のデータの変更により、予実分析やケース・スタディやケースの保存がきわめて容易である。

○簡潔な操作機能

業務処理と明確に対応するコマンドおよびプログラム・ファンクション・キーによる操作

### MATPLAN における各部の名称

ソフトウェアとして構造マトリックスを取り扱うため、図3に示す名称を与えた。すなわち、

- マクロ・レベルの取扱いとマイクロ・レベルの取扱いの共通の接点となる単位に構成(component)の単位を考える。
- マクロ・レベルの表における座標として上ポート, 左ポート名を与える。
- 1回の計算で用いる上辺データ部, 左辺データ部を一对と考え, ストランド(DNAによる遺伝子情報のつながりから命名)という単位を与える。

注1 EXECUTE のフェーズにおいては、縦横・横和または、横横・縦和以外の論理で、APLによるユーザー・コーディング・プログラムの実行も可能である。これにより、非線形の処理など広範な論理を線形システムの一部分として実行することも可能である。

注2 WHAT-IF フェーズ, 他のフェーズと少々異なり, その必要に応じて上の他のフェーズを用いて, ケース・スタディを行なう。その結果得られたストランドについて, 構成要素KOLの項目が同一であれば, 基本ケースと新しいケースの差, 比率および両者の値の表示を行なう。なお, WHAT-IFを行なうに当たって, ケースの保存が必要であれば, そのケースのすべてのデータに特定の構造マトリックス名をつけてコピーし, 保存する。これにより過去のケースを引き出し, さらに, ケース・スタディを行なうことも可能である。

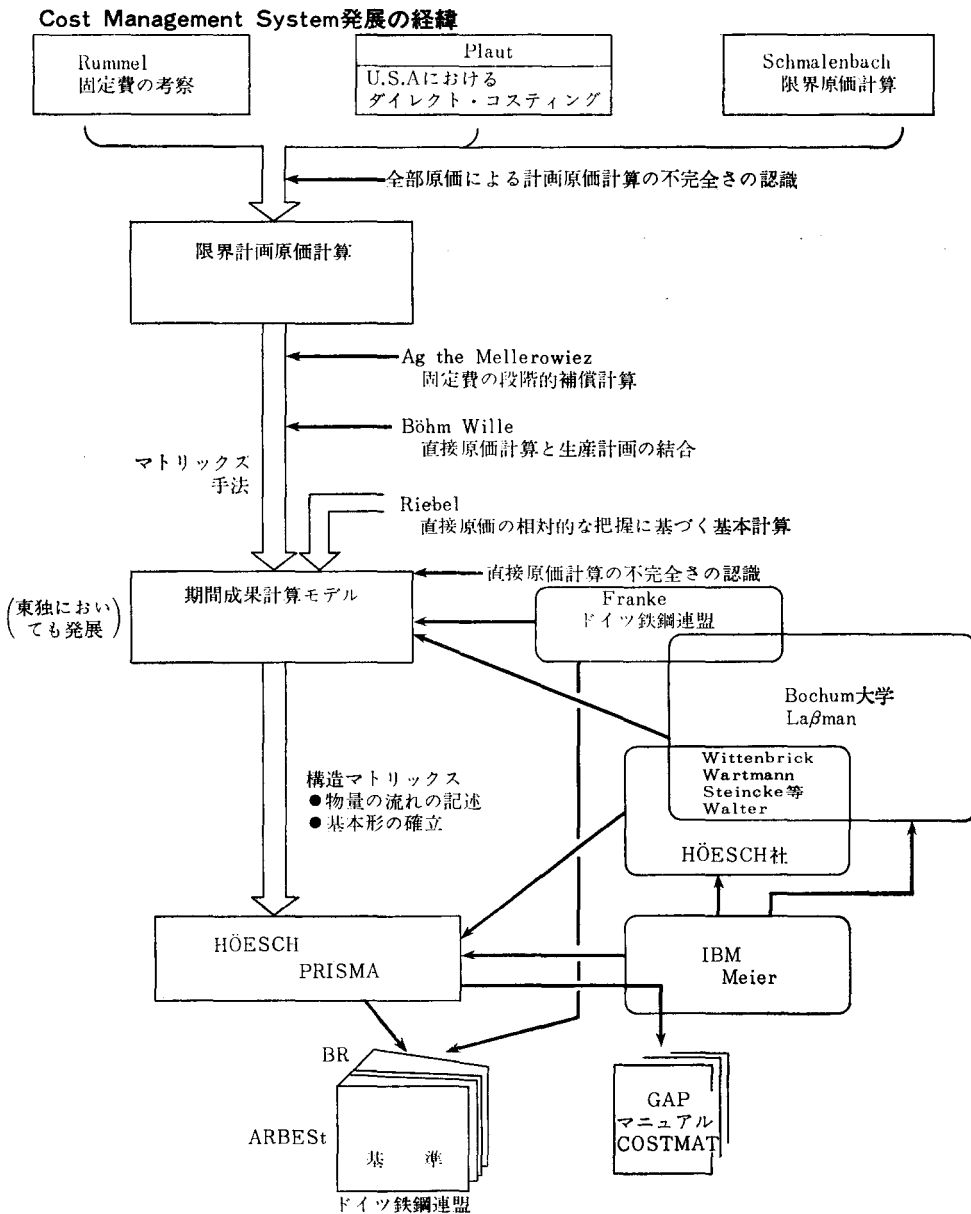


図 5 構造マトリックスによる経営管理システムへの発展の経緯 [3]

○上辺データ部, 左辺データ部にはストランド複数本を用意する (ケース・スタディのため).

操作のフェーズとプログラムの主な機能

図 4 にその概略を示す.

## 6. 構造マトリックス発展の経緯と応用

構造マトリックスの概念的構造は, われわれにも, 約 15 年前から, システムのブラック・ボックス化を避ける方法として発案はしていた. しかし, 本格的発展は, や

はり同時代のドイツにおける原価管理に始まる. 図 5 はドイツにおける発展を簡単にスケッチしたものである. シュマーレンバッハ以来, ドイツには原価理論の伝統的な素地があり, 戦後アメリカのダイレクトコストイングの影響などと相まって, 全部原価による計画原価計算の不完全さの認識, 原価作用因の原価への, より正確な反映, さらに直接原価計算と生産計画の結合などが考察されていた. やがて, 操業度を中心とした直接原価計算のみでは不完全であり, 多くの作用因を一度に扱う必要

からマトリックスの導入が不可欠かつ、期間成果を評価する考えが必要であることが認識された。

このような状況の中で、約15年前、ドイツの代表的鉄鋼会社で、マネージメント・サイエンスを担当する R. Wartmann 以下が中心となり、製鉄所内の性格の異なるプラントの原価モデルを、マトリックスで表現する研究が相次いだ。このきっかけは、当時、日本が欧州へ鋼材輸出を急増したことにあり、ドイツ鉄鋼業が7割操業度を余儀なくされ、しかも加工度の高い製品に移行せざるを得なかったことによる。これにより、トップから原価作用因を正当に反映する新しい原価メカニズムの構築を要請され、これらの研究の結果到達したのが、構造マトリックスである。この発展には、ポッフム大学や、ドイツ鉄鋼連盟（特にその下部機関であるドイツ鉄鋼経営経済研究所）、ドイツIBM等の緊密な協力があつた。その結果、標準的な表現として、経営の基準として、システムとしての発展にいたつたのである。

この技法は日本においても、鉄鋼メーカー、家電メーカー、流通産業等において実施に移されつつある。このようなシステム化により、適用業務とコンピュータ処理が双方向に対応づけられ、構造マトリックスが理解できれば、適用業務のコンピュータ処理が理解できるという世界が形成されつつある。（適用分野の紹介については、巻末参考文献を参照されたい。）

なお、現在われわれは構造マトリックスの応用分野について、その汎用性から、次の分野において計画・分析業務を支援できるものと考えており、さらに、発想次第で適用分野は広がるものと感じる。

利益計画・分析／原価計画・分析／エネルギー計画・

分析／販売計画・分析／物流計画・分析／生産計画・分析／見積・積算 等

## 7. おわりに

構造マトリックスは、コンピュータの利用以前にも、人間の思考整理、ないしは発想法としても関心を呼んでいる。

構造マトリックスは、実態がいかに複雑であっても、単純化してほしいという人間の本性に根ざした表現方法である。多少余談めくが、このような表現は、古代の曼陀羅にも見られるものである。構造マトリックスをコンピュータで扱う時、われわれは人間の世界観にきわめて深く肉迫しうるとあらためて感動する。

筆者らは LOGICBASE という概念が議論されるならば、MATPLANはその出発点に立ったものであろうと、ひそかに感じている次第である。この数ページの紹介記事ではとうていわれわれの長年の蓄積を表わしうるものではないが、これが皆様に管理システム考察の一石を投ずるならば幸いである。構造マトリックス発展の基礎を築かれた西独の諸学究、神戸大学経営学部の小林哲夫教授、構造マトリックスの応用と発展を暖くはぐくんでくださった日本のユーザーのかたがた、当社のスタッフに深く謝意を表したい。

## 引用文献

- [1], [2] 計画と分析のためのマトリックス・システム——ユーザー・ガイド、日本アイ・ビー・エム刊、p. 7, 1981 © Copyright IBM Japan
- [3] 第4回IBM製造・装置工業経営計画セミナー、日本アイ・ビー・エム刊、1980、B-37、© 1981 All rights reserved.
- [4] Laßmann, G.: Die Kosten- und Erlösrechnung als Instrument der Planung und Kontrolle in Industrie betrieben, verlag Stahl und Eisen, West Germany, 1968
- [5] Witlenbrink, H: Kurzfristige Erfolgsrechnung und Erfolgskontrolle mit Betriebsmodellen, Wiesbaden, WG., 1975
- [6] 小林哲夫: 構造行列に基づく原価計算システム—西ドイツH社についてのケース・スタディ、産業経理、S. 54.3, 13~20, およびS. 54.4, 61~68
- [7] 小林哲夫: 西ドイツ鉄鋼業の経営会計基準、企業会計、Vol. 31, No. 5, S. 54.5, 60~77
- [8] 福原暢一、水田延至: コスト管理システムにおけるマトリックス手法の適用、第12回IBM装置工業MISシンポジウム報告書、1980

### Operations research letters の創刊

アメリカOR学会(ORSA)の新しい学会誌として、1981年10月に Operations research letters が創刊されました。新学会誌はOR、経営科学、決定科学(Decision Science)の全分野における簡潔なコミュニケーションをめざし、ORにおける新展開の迅速かつ効率的な伝達が目的とされています。そのため、1論文は4頁以内とし、論文受領後3か月以内の出版が原則となっています。

投稿は編集者 George L. Newhauser, School of Operations Research and Industrial Engineering, Upson Hall, Cornell, University, Ithaca, N. Y. 14853. USAへ4頁(2000語)以内で片面ダブルスペースでタイプしたものを3部提出する。執筆要項の詳細は新学会誌に記載されています。

なお、価格は年6回発刊、US\$64.00/Dfl. 160.00で、購入はNorth-Hollandにお申込みください。