

意思決定支援システムのための 構造分析法の適用と将来

松崎 功保

はじめに——システムへのニーズ

1970年代初頭にはじまった不確実性に満ちた10年間の過ぎ、意思決定支援システムにも新たな時代が到来しつつある。高度成長期につづいた過去10年間は、価値観が大きく変わり、世界的な規模で意思決定者の置かれている環境が構造的な変化をきたした。

そのために、意思決定に際して従来は予想だにできなかった要因にまで配慮せざるをえなくなった。たとえば、道路建設を計画するに際しても同じレベルで世界的なエネルギー事情まで評価する必要さえあった。あるいは、人口の将来予測に際して環境問題によるインパクトについて思いを致すなどがその例である。

1. システム技術開発の情況

このようなニーズに対応するためにも数多くの方法論が提案され、実用化のための技術開発の努力がなされた。

パーソナル・コンピュータの発達と普及ともなあって、意思決定のための支援システムは、大きな変貌をとげつつある。近年においては構造分析手法などの利用によって日常的に意思決定の支援

が行なわれるようになった。

これまでは利用が困難な環境にあった人たちにまで手近にかつ手軽にコンピュータが使える時代に急速になりつつある。

必要なときに、必要な場所において有効な道具として必要な人がその目的に応じた形態で使うことができるようになったといえよう。これによってはじめて、道具としてのシステム本来の姿になったというべきである(表1)。

意思決定はその本質的な部分の多くが“プロセス”であるが、適宜必要な道具を使うことの重要性和必然性がここに実証されている。

2. 意思決定支援システムの環境

現在支配的な意思決定支援システム(以下DSSと称する)はその利用環境の変化と技術的な進歩によって次第に本来の定義に近づきつつある。すなわち、ルーチンとしての意思決定からトップ・マネージメントの行なっている意思決定の定義により近くなってきているといえよう。

3. DSSの要件と機能

現在市販され利用可能なDSSが具備している機能を利用者の側とシステム技術の側から整理してみると表2のようになる。対話型にモデルやデ

表 1 パーソナル・コンピュータ, ミニ・コンピュータによる DSS の例

DSS のパッケージ名	作 製 者	特 徴 / 機 能
STRATEGEM 1981. 8	Integrated Planning Inc.	ビジネス・プランニングのための多次元的なデータの蓄積と検索
EXPRESS 1978	Management Decision System Lloyd Bush & Assoc.	マーケティング, 財務分析等数多くの応用プログラムが開発され統合される
MODEL 1980. 4	Applied Data Research Inc.	各種数学的モデルのほか各種ユーティリティ・プログラムがそなわっている
EIS 1976	Boeing Computer Services Inc.	統合的 DSS であり, コマンド, 計算上のルール, データ構造などが機能的に結合される
CUFFS 1973. 3	Cuffs Planning & Models Ltd.	短期・長期の財務計画に用いられる. 製品計画から財務計画まで支援する
XSIM 1970	Chase Econometrics/ Interactive Data Corp.	情報分析と表示, コンサルテーションなど柔軟な支援をする
IFPS 1974. 5	EXECUCOM Systems Corp.	広範な分析機能により最適計画やビジネス・グラフィックスなどのニーズにこたえる
FCS/EP 1973	EPS Inc.	本来, 財務および資源, モデルから出発したが応用分野に制限はない. メニュー形式の統合システムである
MSA/FMS 1978	Management Science America	会計報告書のための予測とモデリングのためのシステムである
SIMPLAN 1974. 1	Symplan Systems, Inc.	簡単なコマンドによってユーザーはアプリケーション開発が可能である

出典: 参考文献 [2] により作成

ータを操作できるとともに, 一般のデータベースを通信回線を利用してアクセス可能にしている例が増加している. メール機能も充実しつつあるのが特徴的である.

また DSS ジェネレータとしての能力をそなえたシステムが徐々にではあるが出現しつつある.

4. DSS における構造的不確定性

これらのシステムを使う場合に目的を当初から限定してルーチン的な決定にのみ終止するのならば, 環境条件, 基本的前提条件, 構造など

が変化した場合には既存のシステムはまったく用をなさないばかりか間違った結論に導きかねない. 新しい事態に直面して, 全体的な流れを把握し主要な要因間の脈絡がわかってある決定の効果を予測しアセスするためには, 既存の手法では不十分で, 問題解決にあたる当事者がみずから使えるようなシステムを設計する必要性すらある.

DSS における構造的不確定性については, 表 3 にあるとおりである. 数学的モデルのもたらす予測精度よりはむしろ論理整合性が重要であり, システムからのアウトプットは分析者または決定

表 2 DSS の要件と機能

利用者の側面	技術的側面
<p>問題解決能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ●半構造的／非構造的意決定を支援 ●すべての組織階層での意決定を支援 各管理者による意決定の統合と調整 ●相互依存する決定を支援 ●意決定過程のすべての段階を支援 ●意決定者が必要とする形が他のモデルに依存することなく提示される 	<p>データ・サブシステム</p> <ul style="list-style-type: none"> ●豊富なデータ ●データへのアクセスと抽出（柔軟な追加・修正） ●DSS データベースをオペレーショナル・データベースと分離 <ul style="list-style-type: none"> — 抽出処理を通じて多種類のデータを結合 — データ源を容易に追加・修正 — 利用者が使いやすい言葉でデータ構造を記述 — 個人的データ処理能力（個人的な判断にもとづく代替案の検討） — 豊富で多種類のデータを管理する能力 ●リレーショナル・データベースとハイアラキカル・データベースとの統合／併用
<p>利用者との対話機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ●対話の形態 <ul style="list-style-type: none"> — 行為言語……システムとの会話 キーボード、ファンクションキー、タッチパネル、ボイスコマンド、マウス等による。 — 表示または発表言語……利用者への表示 文字／ラインプリンター、表示スクリーン、音声出力、画像出力などによる。 — 知識ベース……利用者が有効に利用するための知識の提供 ●対話の形式 質問／回答方式、コマンド方式、メニュー方式 ●DSS ジェネレータ <ul style="list-style-type: none"> — 多種類の対話形式が扱える — 多種類の媒体が扱える — 多種類の媒体とフォーマットでデータを表現できる — 利用者の知識ベースのための柔軟な支援能力 	<p>モデル・サブシステム</p> <ul style="list-style-type: none"> ●意決定モデルのためのデータ・アクセスと機能 ●モデリング言語／サブルーチンの充実 ●モデル・サブシステムの機能 <ul style="list-style-type: none"> — 新しいモデルを迅速かつ簡便に生成する能力 — あらゆるレベルの管理者を支援する広汎なモデルの目録作成と保守能力 — モデル構築ブロックのアクセスと統合 — データベース管理に類似した管理機能でデータベースを管理する能力 <p>通信サブシステム</p> <ul style="list-style-type: none"> ●メール機能 ●国際回線の利用等によるデータベース・アクセス

表 3 DSS における構造的不確定性

	構造的		非構造的			構造的		非構造的	
意決定の目的	明	確	あ	い	重	精	合	理	的
意決定の目標	明	確	不	明	要	度	的	模	型
検討範囲	確	定	不	定	素	の	高	度	の
対象期間	確	定	不	定	要	デ	理	的	分
対象の不確実性					求	ー	整	合	析
数量的精度	小		大		さ	タ	合	性	力
分析枠組	密		粗		る	タ	性		
	既	与	未	定	能	理	非	定	常
					力	的	常	的	的
					業	的	的	的	的
					務	予	論	意	意
					形	測	理	思	決
					態	精	整	決	定
					業	度	合	定	に
					務	常	性	に	お
					形	的	の	け	け
					態	デ	る	る	論
					の	論	理	整	
					コ	の	理	整	合
					ン	チ	性	性	の
					ピ	ェ	の	の	チ
					ユ	ッ	チ	ェ	ェ
					ー	ク	ェ	ク	ク
					の	お	ク	ク	ク
					利	よ	ク	ク	ク
					用	予	ク	ク	ク
					目	測	ク	ク	ク

出典：村越稔弘（早大システム科学研究所報）

者の高度な洞察力を支援し増強する機能をもつ必要がある。

要因例

機能

5. 構造分析における不確定性と改善の方法

不確定(実)性を次の3つに大別してその内容について考察し、そしてそれを改善する方法について考えてみる。単一要因、一対の要因、3つ以上という分類を試みる。

a. 単一要因

- * 存在：要因そのものの存在に気がつかない。または、その絶対的重要性について気がつかない。
- * 属性：性質、量についての認識がない。
- * 構成要因：要因のサブ・ストラクチャが不明。

b. 一対の要因：要因が2つある場合は次の関連性について不確かさが存在する。

- * 関連性の有無：直観的あるいは表面的な関連性の有無。1, 0で評価しようとするときのとまどいがこれに相当する。
- * 順序関係：単純なかつ物理的な相互位置関係である。流れの上流, 下流, 位置的な上下関係あるいは左, 右と横並びの並列関係などの評価。
- * 作用, 被作用：1つの要因が原因となって他の要因に結果が表われるような関係である。影響要因と被影響要因ともいえる。不確定なのはその結合関係の強弱, 介在する第3の媒介的要因の存在の有無である。
- * 相互依存的, 作用反作用的：需要と供給のような関係。有無の判断は可能であるが強弱の判断が困難である場合が多い。

c. 3つ以上の相互関係, 全体構造：要因が3つ以上存在しかつ相互に関連性をもつ場合, ひとつの“世界”を形成するに足る, 推移律に関する

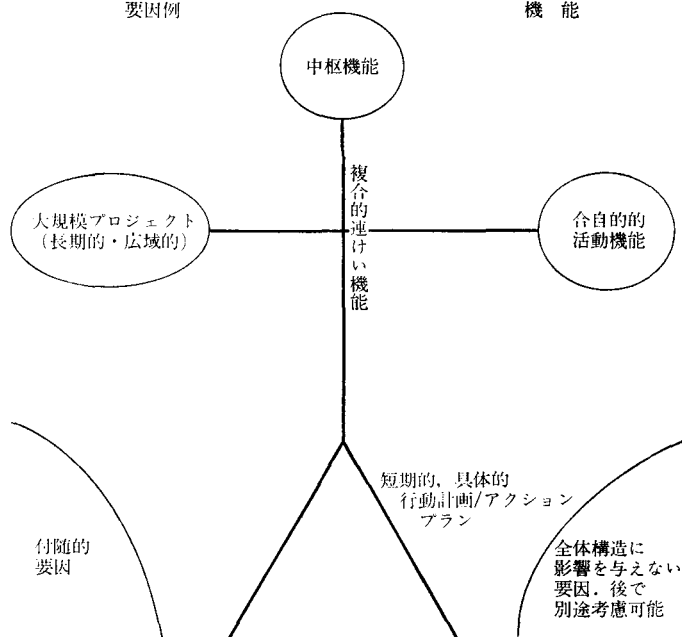


図1 擬似的人体モデル—構造分析手法の活用

る議論をまつまでもなく部分構造を知ることによって全体像を構成することの困難性と不確実性が存在する。

構造分析の意味と方法, 構造の解釈の問題が出てくる。

6. 構造の解釈と行動計画

—「人体モデル」の提案

構造の意味を理解し何かの行為に結びつけるための方法論と経験の蓄積とノウハウの適確な伝達の手段が必要である。

意思決定を阻害する重要な要因としては構造的情報が欠如していることが多々ある。

したがって, 意思決定を支援するための構造表示の方法が重要となり, またその解釈を行動に結びつけるための操作性が大きな意味をもってくる。よく用いられる2次元の表示法をベースにして議論を進める。

擬似的に「人体モデル」を考えると解釈の手がかりが得られる。さらにそればかりでなく, 構成

表 4 不確実要因とその解決手段

不 確 実 要 因	解 決 手 段
構 成 要 素 欠 如	本提案の「人体モデル」によって、欠如している機能的要素を発見する。またはブレイン・ストーミングを再度実施する
因果関係記述不十分	要因を一段階下部構造に分解し、下部構造間で相互関係を記述する。簡単な処理法としては (1, 0) 評価
定量的予測・推定機能不十分	影響度の高い順序で、データ収集、あるいは数学的モデルの開発を行なう。短期で効率よい成果を得る
短期的に効果的な実行手段が不明確	被影響度が強く、かつ錯綜度の高い要因について実行する。さらにその要因に影響度の強いものを考慮する
長期的で大規模なプロジェクトが定義できない	擬似「人体モデル」において、「手」の部位に該当する要因、あるいはその集合を形成するよう努める。そのためには、プロジェクトの目的を明確に定義する
理念・フィロソフィーの欠如	擬似「人体モデル」において「大脳」に相当する位置の要因を発見あるいは創成する

要素が欠如していることが一目瞭然となるために隠れた支配要因を容易に発見できるなどの効用がある。

中枢機能：大脳のもつ機能。フィロソフィー、指導理念などがその例である。

合目的的活動機能：“手”のもっている機能に類似する。

複合的な連けい機能：脊椎のもつ機能と類似。

具体的行動機能：足のもつ確固さ、具体的行動性。

枝葉末節：全体構造を把握するうえでは、とりあえず考慮に入れる全体構造が明確になったのち、おもむろに組み込むことで十分。切り捨てても全体構造が変化することは少ない。

7. グラフ・マトリックス手法の応用

例：教育産業における構造分析

今後の教育産業発展の展望と将来的な構造変化の予測を行なうために重要な要因を選択する。その際には、ブレイン・ストーミングなどの方法が有効である。それらの要因間の相互影響関係を定量化して調べる。

とりあげる重要な要因は次のようなものである。

- a. 教育の個性化
- b. パーソナル・コンピュータの利用

- c. コースウェアの開発
- d. ネットワーク技術の利用（クラス・ルーム内）
- e. INS などの普及と利用
- f. 教育関連産業の育成
- g. 国、自治体による助成
- h. 国際化への対応
- i. マルチ・メディアへの取組み

ここで、たとえば b と c との影響被影響関係を調べてみよう。コースウェアの開発のためにはコンピュータが必要不可欠である。特に、ソフトウェアは、その品質が重要な決め手となる。また表現技術上はマルチ・メディアへの対応が重要な課題となろう。このような関係を評価することによって、全体の構造が明解になる。パソコンが中核的な存在になるであろうことは容易に想像できる。また、マルチ・メディアはきわめて有効な手段として位置づけられる。

影響度被影響度を表わす軸と錯綜度を表わす軸の2次元平面上に主要要因を配置してみると興味ある事実が発見された。最も重要かつ影響の大きな要因としてはネットワーク技術が位置づけられたのである。今後の期待される技術として改めてその重要性が認識されたのである。

その理由としては、それ以外の要因をその傘下を含み、他におよぼすところが大きいからである

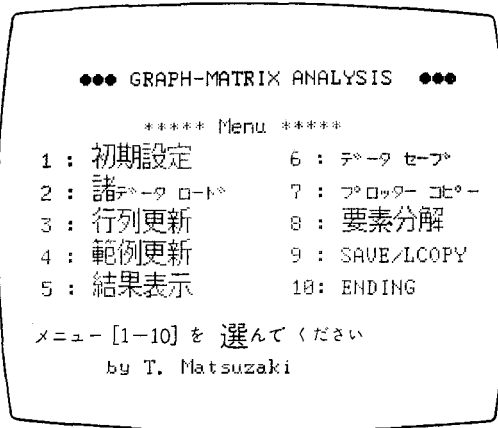


図 2 構造分析プログラムのメニュー

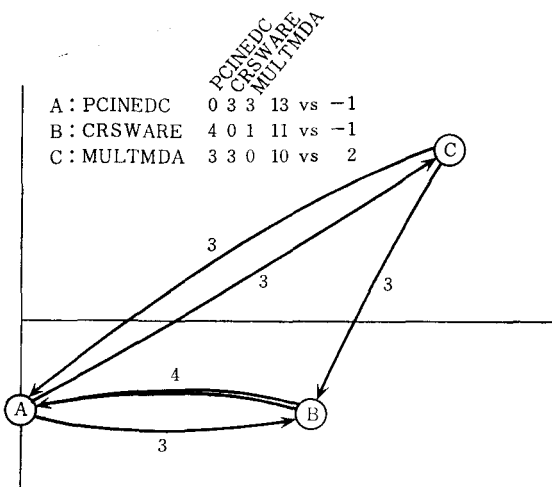


図 3 教育産業における応用例

①

- 3つの要因からスタートする。
- A: パーソナル・コンピュータの利用
- B: コースウェアの開発
- C: マルティ・メディアへの取組み

③が影響力があり、かつ縦軸より離れているのは、マルティ・メディアへの取組みについては、比較的目的が明確であるからとの解釈ができる。この3要因のなかでは④がその多機能性のゆえに縦軸上に位置づけられている。次に、教室内に LAN 的なものを導入した場合の構造変化を調べてみよう。

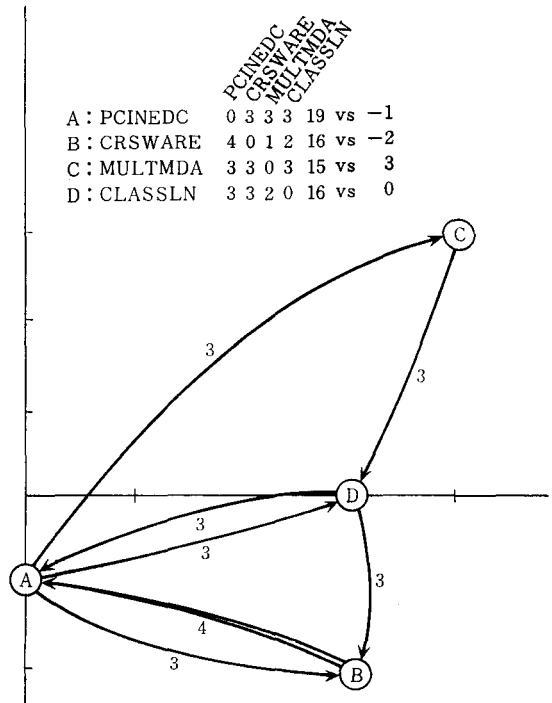
う。

第2の知見としては科学技術立国を推進するにあたり、国の教育助成と教育関連産業の振興策が位置づけられる。

8. DSS の実施例:

合意形成と委員会における意思決定

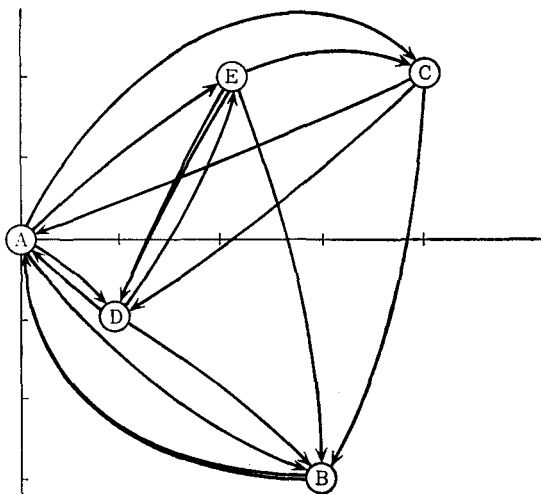
委員会における大部分の努力は合意形成のために費やされる。委員会の目的はもとより明確ではあるが、決定事項の記録としての報告書を作成するに当たっては構成委員のあいだでの合意形成の過程において意見の調整が必要である。(詳細は参考文献 [6] にゆずる)



②

- D: クラスルーム内に LAN 等のネットワーク技術を利用

①を構造内に導入したことによってそれが、④, ⑤, ⑥間の媒介的役割を果たしているのがわかる。基本的な変化はないが、⑤: コースウェアの開発についてはより具体的な行動目標としての位置づけが明確になってきたといえる。



A : PCINEDC	0 3 3 3 3	24 vs 0
B : CRSWARE	4 0 1 2 2	21 vs -3
C : MULTMDA	3 3 0 3 2	20 vs 2
D : CLASSLN	3 3 2 0 3	23 vs -1
E : NTKWINS	2 3 3 4 0	22 vs 2

◀③

E : INS などの普及と利用

⑩を導入することによって、⑨がより絡みの多い位置に近づいている。ネットワーク技術が一般に普及することにより、クラスルーム LAN が期待とともに大きな意義をもちはじめたと考えられる。筆者の純技術的イメージのなかには、遠隔地のクラスルーム同志が通信技術によって結合されるような感覚がある。それが構造変化として表現されている。

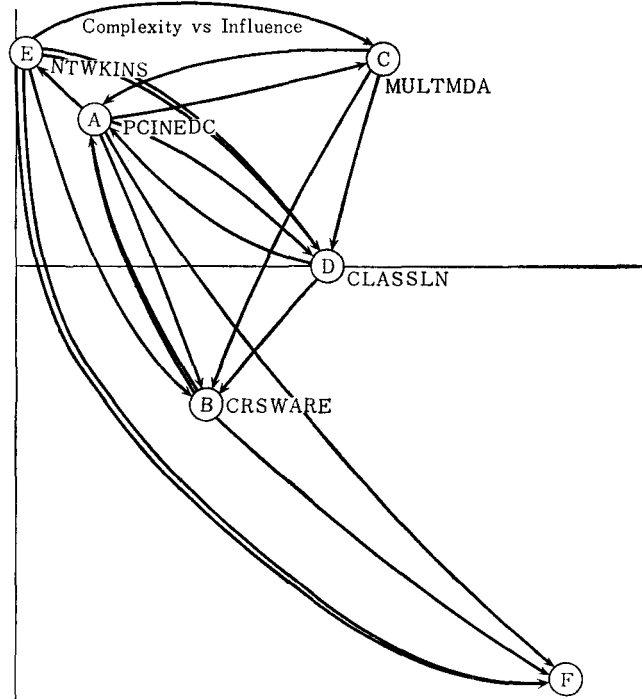
委員会において本格的に構造分析手法と多重属性効用関数手法を適用して合意形成をはかったものである。このために要因をサブ・ストラクチャーに分解して適用する方法を提案し導入した。また、カリキュラム編成と同じ要領で同手法を適用して、報告書の作成・編集作業自体にも効果をあげたものである。(筆者が委員として参加し、実施)

9. システムの発展のための 課題—意思決定における 創造性の支援

1970年代においては DSS は利用者側の使い勝手と柔軟性に重きを置いており DP (Decision Process) はアーキテクチャーと大規模プロジェクトに焦点をあててきたといえよう。DSS という概念はかつて MIS のような DP の分野に対する新しい提案であったが今後の課題を考えるとときには AI (Artificial Intelligence) が同じ役割を果たすであろう。

PCINEDC
CRSWARE
MULTMDA
CLASSLN
NTWKINS
INTRNAT

A : PCINEDC	0 3 3 3 3 3	28 vs 2
B : CRSWARE	4 0 1 2 2 3	26 vs -2
C : MULTMDA	3 3 0 3 2 2	23 vs 3
D : CLASSLN	3 3 2 0 3 1	24 vs 0
E : NTKWINS	2 3 3 4 0 4	29 vs 3
F : INTRNAT	1 2 1 0 3 0	20 vs -6



◀④

F : 国際化への対応

⑩を導入することにより構造はさらにダイナミックに変化する。

DSS の古い定義は利用可能で的確な技術を使って管理者の意思決定を支援することであった。

今後の課題はあらゆるテクノロジーを動員して本質的かつ重要な意思決定において創造性を高めるような改善をすることである。

将来の方向性としてはソフトウェアの統合という観点からアーキテクチャー、特に DSS, MIS そしてオフィステクノロジーを一体化し統合することが肝要である。コーポレート DSS の方向性がここで明確になる。

注

グラフ・マトリックス法の簡易な使い方

比較検討したい2つの要因を選択して、その間の影響の強さを定量化する。0から4までの評点法などがよく使われる。これによって、直接影響行列 X^* が得られる。 N 次の影響度の収束性を計算上確保するために X^* の行和の最大値により正規化された行列を X とする。これを用いると、総合的な影響 T は

$$\begin{aligned} T &= X + X^2 + X^3 + \dots \\ &= X(I - X)^{-1} \end{aligned}$$

で表わせる。

本稿では、次の仮定にもとづいて“簡易手法”を用いている。

- a. 通常直接的な影響のみを分離して評価することは困難で、2次、3次の影響を考慮してしまうことが多いことを勘案して級数の第1項のみをとりあげた。

- b. (行和)-(列和)を縦軸に、(行和)+(列和)を負号を変えて横軸とした。前者は正の影響力を、後者は重要度(かかわりの度合い)を表わすと考えられる。

なお、詳細は参考文献にゆずる。

参考文献

- [1] Proceedings "Personal Computers and Distributed Decision Support — a Managerial Perspective", May 1983
- [2] Proceedings "Evaluating Decision Support Software — a Managerial Perspective" Nov. 1982
- [3] 小笠原暁, 松田武彦, 松崎功保他「特集: デンジョンサポートシステム」オペレーションズ・リサーチ Vol. 25, No. 11, 1980
- [4] 松崎功保 (コーディネータ/議長) 「パネルセッション: 対話型 OR とデンジョン・サポート・システム」オペレーションズ・リサーチ学会全国大会, 1984. 10
- [5] T. Matsuzaki "An Interactive System for DSS", 情報処理学会全国大会, 1984. 9
- [6] 「家庭生活エネルギー」(DEMATL 手法の改良と適用) 科学技術庁報告書, 1984
- [7] "DEMATEL—Communication Procedure" Battelle Memorial Institute, 1973
- [8] "DEMATEL — Analytical Method", Battelle Memorial Institute, 1973

「事例研究」の原稿募集

ORの特徴は実践にあるといわれています。実際的な応用をぬぎにした理論ということはORでは考えられません。

「この問題はこう処理したが、もっとよい方法はないか」、「やってみたけどなかなかうまくいかない」というような事例や問題提起

をどしどしご寄稿くださるようお願いします。

原稿の長さ: 学会原稿用紙36枚 (25×12行) 以内 (図・表のスペースを含む)

申し込み: 学会事務局へ原稿用紙をお申し込みください。

(OR誌編集委員会)