

企業問題解決アプローチとORへの期待

野村 淳二

1. はじめに

企業内の種々な活動における問題解決の方法としてORを位置づけると、現時点でORは充分にその役割を果たしているといえるだろうか。自信をもって「イエス」と答えられるOR学会員は意外と少ないのではなからうか。

第二次大戦中に軍の管理やロジスティクスにかかわりをもっていた科学者、数学者、統計学者などによって研究された“オペレーションズ・リサーチ”あるいは“オペレーション・アナリシス”は連合軍の勝利とともに注目すべき研究分野として取り上げられ、種々な分野でその研究成果が報告されている。過去20年間の弊社内での事例でも商品設計分野、生産管理分野、マーケティング分野などでORが応用されている。特に数理計画法を応用した最適化、満足化やシミュレーションによる評価結果を使って企業内意思決定が合理的に行なわれ、経営活動に多大の寄与をしている事例も少なくない。したがってORは企業内で充分その役割を果たしているともいえる。ただし、対象とする問題の事象、要因が完全な確かさでわかっている場合、あるいは不確実な事象に対してはある確率分布が仮定できる場合に限定されていることが多い。これはサイモン (Simon, H. A.) 流に言い替えると完全合理性の仮定のもとではORは充分に役立っているが、限定的合理性の仮定 [1] のもとではそうではないといえる。企業内での重要問題の大半に限定的合理性の仮定が成立することから、問題解決におけるORの役割が局部的であるという印象につながっているのではなからうか。本稿では企業内問題解決法としてのORとその期待に関する雑感を述べてみたい。

2. 企業内の問題解決アプローチについて

企業内の問題解決アプローチにおける管理手法として

のむら じゅんじ 松下電工(株) インフォメーションシステムセンター 〒571 門真市大字門真1048

一番歴史の古いものはインダストリアル・エンジニアリング (Industrial Engineering) であろう。生産工業の中で職場の動作分析や時間研究を中心に分析・改善を行なう手法として出発し、現在は産業全般の問題に適用可能なレベルに発展している。一方、QC (Quality Control), SQC (Statistical QC) は生産過程において市場に供給する商品の品質を維持し管理する手法として活用され、現在ではTQC (Total QC) という思想で生産過程だけでなく、研究開発からアフターサービスまで含めた企業活動全体の管理手法に発展している。また1969年7月20日アポロ11号が月表面にみごと到達したアポロ計画の成功により、システム工学 (Systems Engineering) は人や物や資金の効果的な運用を実現する手段として脚光を浴び、企業内のさまざまな問題にその手法が適用されている。さらに最近の問題解決法としてはシステムズ・アプローチ (Systems Approach) がある。「システムズ・アプローチは“複雑さへの挑戦”として考えられる有力な問題解決法である。」[2]、「システムズ・アプローチは、合理性とか因果連鎖のような法則性にもとづいて、対象の問題構造をなんらかの形で抽出し、その検討を通じ問題解決の方向を見い出そうとする、そうした研究方法をさすのである。」[3]と述べられているように、システムズ・アプローチは大規模で複雑な問題に対するアプローチである。

これらの学問領域はOR分野も含めて、相互の境界領域が必ずしも明確でなく、お互いに重なった領域と独自の領域とが存在している。たとえば図1に示すような問題解決手順とそれに対応する表1の手法例はシステムズ・アプローチに独自のものではない。しかし企業内の問題解決の立場からすると、適用しようとしている学問領域がIEであろうとシステム工学であろうと大した意味を持ってはいない。最も必要としているのは概念や理論ではなく、方法論であり具体的な手順、手段である。特にORに期待するのは限定的合理性の仮定の下での方法論の拡充あるいは“あいまい”な状態での問題解決に必要な具体的手順、手段の開発である。

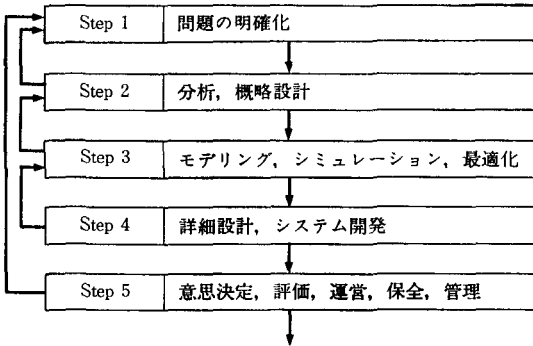


図 1 システムズ・アプローチによる問題解決手順

3. 企業内問題の分類

企業はさまざまな目的を持った複雑なシステムであり、サイモンが表現しているように経営管理は意思決定の連続である。企業の目的を達成するための多様な経営活動をアンソニー(Anthony, R.N.)は3つのタイプに分類した[4]。すなわち戦略的計画(Strategic Planning)、マネージメント・コントロール(Management Control)、業務的コントロール(Operational Control)である。またサイモンは意思決定における問題処理方法の分類としてプログラム化しうる(programmed)、プログラム化しえない(nonprogrammed)の2つのタイプに区別している[1]。さらにモートン(Morton, M.S.S.)とゴリィ(Gorry, G.A.)はアンソニーとサイモンの分類を組み合わせる図2に示すようなフレームワークを設定した[5]。このフレームワークはそれぞれの問

表 1 システムズ・アプローチ関連手法

Step	手 法
Step 1	アンケート・面接, プレーンストーミング, デルファイ法, シナリオライティング, K J法, NM法, ISM, IWSM,
Step 2	Cross Impact 法, P D P C法等
Step 3	数量化理論, ファジィ理論, 尺度構成法, 効用理論, システムダイナミクス, 数値計画法, GMDH, 多目的最適化手法,
Step 4	モンテカルロシミュレーション, パラメータ設計法等
Step 5	多属性効用関数, AHP, ポートフォリオ分析, FTA, FMEA, PERT, STOCNETIC等

題領域において、意思決定にさいして必要とする手法・技術や経営情報システム(Management Information System)のタイプ分類に使われている。

ここでは構造化されている(structured)かどうかの分類に加えて、システムズ・アプローチで問題としている対象の複雑さ(complex)の分類を取り入れて企業内問題分類を試みた。図3にその分類例を示す。図3の原点から右下方向は対象とする問題が比較的簡単で問題構造も明確な領域である。したがってEDPS(Electronic Data Processing System)として業務処理手順をプログラム化してコンピュータ処理すれば狙いとした効率化が達成しやすく、OR手法の適用も比較的容易な領域である。ところが図の左上方向の領域では対象問題が複雑となり、かつその構造は不明瞭になる。この領域では業

	Operational Control	Management Control	Strategic Planning
Structured	Accounts Receivable Order Entry Inventory Control	Budget Analysis-Engineered Costs Short-Term Forecasting	Tanker Fleet Mix Warehouse and Factory Location
Semi-structured	Production Scheduling Cash Management	Variance Analysis-Overall Budget Budget Preparation	Mergers and Acquisitions New Product Planning
Unstructured	PERT/COST System	Sales and Production	R & D Planning

図 2 Information Systems :

A Framework for Management Information Systems, G. Anthony Gorry, Michael S. Scott Morton

務処理の手続きをプログラム化したところで対象とする問題が解決するわけではなく、専門家の知識、経験、勘、ノウハウ、ひらめきといったものがあってはじめて処理可能となる。

IEであれ、QC、TQC、システム工学、システムズ・アプローチであれ、図3の原点から左上方向の問題解決アプローチとして充分役立っているのだろうか。さまざまな仮定や条件を付ければ、理論的考察やそれをもとにした事例システム開発は可能であるが、仮定や条件は現実問題との距離、へだたりを大きくするだけである。もちろん仮定や条件付きの考察を通じたシステム思考世界の検討結果は現実世界とのできごととの対応が付き、類似発想によりヒント

とか解決の糸口を感じることは可能である。しかし企業内で問題解決に取り組んでいる担当者はヒント程度で問題解決可能と思うほど無知ではないし、さまざまな仮定をのりこえて現実問題をみごとに処理できるほどのスーパーマンでもない。この領域で今、最も必要なのは具体的な operation の research である。このためには、ピアスカラ (Pierskalla, W. P.) IFORS 会長が昨年のアテネ大会で述べられているように、複雑で厄介な (messy) 問題に対するタックル (tackle) と従来の OR 領域を越えた新しい方向を率先して広めていくことが OR 研究者に求められている。

4. 新技術とORについて

弊社がコンピュータを導入したのは1964年10月でIBM1460を使ってEDPS開発を開始した。当時のコンピュータ環境と現在の環境とを比較することは性能評価基準が異なるために正確な算出は困難であるが、概算比較でコストを同じに仮定して計算速度は1000倍以上、メモリ容量では100000倍以上になっている。またMISブームの1970年代と比較しても速度は100倍以上になっている。さらにデータベース技術、コンピュータ・グラフィクス技術、マルチメディア・ハイパーメディア技術などさまざまな関連技術や新技術が発達してきている。非線形計画法で最適化計算するのに約20分間必要としていた時代には、対話型問題処理システムなど理論的考察はできても実用システム開発は不可能であった。ところが、処理時間が1秒程度に短縮され、さまざまな表示技術を駆使できるとなると話は違ってくる。ORの理論を実用システムに応用することが可能になってくる。図3の原

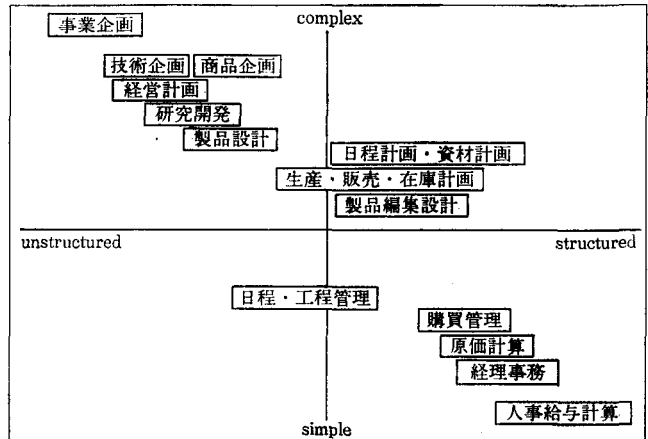


図3 企業内業務の分類例

点から左上方向の領域となる、複雑で厄介な問題へのタックルは従来のORに加えて他分野の新技術を積極的に取り込むことから始めるべきではなからうか。ここでは新技術としてVR(Virtual Reality)技術の紹介とそのDSSへの応用性について述べる。

4.1 Virtual Reality 技術

VRは米国VPL社 (Visual Programming Language) の創業者レニヤー (Lanier, J.) を中心としたグループが1987年頃から仮想空間内の新コミュニケーション技術として要素技術開発を行なってきた。1990年に米国ダラスで開催されたSIGGRAPH会議ではVRは3つの要素技術で定義されている。すなわち3Dのコンピュータ・グラフィクス技術、多機能センサによる対話型インターフェース・デバイスおよび高解像度ディスプレイである。VRのシステム開発環境としては頭部に搭載したディスプレイに頭の動きにあわせて映像表示を行なう装置、データ・グローブ、データ・スーツと呼ばれる手や体の動きをコンピュータに入力する装置、そして手や体の位置を検知するセンサーシステムなどがある。

頭の動きに対応して映像表示を行なう装置の研究は1961年のPhilco社の“Head-Mounted CRT”に始まり[6]、1968年にはサザランド (Sutherland, I.E.) が“Head-Mounted 3D Display”を開発し注目を集めた[7]。サザランドが開発したシステムは、MIT Lincoln LaboratoryのTX-2コンピュータシステム環境下で、ワイヤー・フレームモデルではあるが1秒間に10万ベクトルの表示を可能とした。頭の動きをセンサーシステムが感知し、その方向に対応した映像をコンピュータが計算し表示することで、あたかもその空間に自分が

存在しているかのような感覚を体験できるシステムがはじめて誕生したのである。この分野の最近の研究としては NASA Ames 研究所のフィッシャー(Fisher, S.), マグリビオ(McGreevy, M.)により1986年に“Virtual Environment Display System”が発表された[8]。NASAのVIEW(Virtual Environment Workstation)プロジェクトでは宇宙ステーションでのオペレータ作業の効率向上を目的にテロロボティクス, 大規模情報システムのマネージメントおよびヒューマン・ファクターの各分野で研究開発が行なわれている。

手の動きを入力する Data Glove と呼ばれているシステムは1983年頃にジンマーマン(Zimmerman, T.)が考えた“air-guitar”の手の動きを入力する装置, “computer glove”が最初であろうと思われる。“air-guitar”は仮想空間内でギターをひくことで実際の電子音を出そうというもので, 将来は“virtual rock concert”をやろうという構想もあるらしい。この“computer glove”をもとにレニヤーとジンマーマンが作成したものがデータ・グローブでありVPL社により商品化されている。

頭や手の位置と姿勢を測定するセンサーシステムとしては1968年にサザランドがゴニオメータを使ったものと超音波を利用したシステムを試作している。機械式のものでは当時は重たくて使いにくく, 超音波式で種々の実験を行ない, 有効測定範囲は半径方向で180cm, 高さ方向で約90cmであったらしい。最近よく使われているセンサーシステムとしてはMcDonnell Douglas社が開発した3SPACEシステムがある。直交コイルを2個使い, ソース側の直交コイルに流れる交流電流に励磁された磁界の強さを別の直交コイルが電流検知することにより位置と角度とを同定する。このセンサーシステムはPOLHEMUS社により商品化されている。

これらの要素技術とコンピュータにより構成されたシステム環境がつくり出す仮想空間の中で, 人間は臨場感をもって活動することが可能となり, コンピュータを介して仮想空間から実空間を制御することも可能となる。コンピュータとそれを操作する人間とのインターフェースは今まさに大きく変化し始めている。

4.2 仮想空間意思決定支援システム VSDSS

コンピュータ(compute=計算する)の語源は com=“together”, putare=“to think”であり, 「共に考える」という意味になる。一方, DSS(Decision Support System)は非構造化問題あるいは半構造化問題を解決するために, データとモデルを利用し意思決定者を支援

する対話型システムとして特徴づけられる。コンピュータベースシステムであり, 意思決定はあくまでも人間がするものという前提に立って, 意思決定の支援として, 人間の判断能力や問題解決能力を高めるためのシステムである。したがってコンピュータの語源から考えるとその根源的活用分野はDSSになる。特に企業経営においては戦略的レベルから管理的レベル, 業務的レベルに至るまで意思決定の連続が経営であるといえる。ワイズマン(Wiseman, C.)の戦略的情報システムSIS, ポーター(Porter, M.)の競争優位に立つための情報システムの活用においても, その戦略的具体的な運行管理にはDSSが不可欠である。

1970年代にモートンにより明示されたDSSは種々な分野で研究され, 現在までに開発された応用事例も数多く報告されている。これらの具体的応用事例開発を可能にしている要因のひとつはコンピュータ関連技術の進歩である。古くはTSS(Time Sharing System)の登場から, コストの安いCRT(Cathode Ray Tube)の開発, パーソナル・コンピュータの普及, 汎用ワークステーションの開発, コンピュータ・ネットワーク技術の発達, マルチメディア技術開発など数多くのコンピュータ関連技術が新しいDSSの開発を可能にしてきている。

一方, 対象問題が非構造的で大規模になってくるとシステム開発時点では使いやすいシステムとして稼動するが, 時間とともに状況が変化することにより使いにくくなり最後には現実とのくい違いでまったく使いものにならない場合も少なくない。この原因は種々であるが例えば次の3種類のようなケースが多いと考えられる。

- (1) システム開発担当者が転部などでいなくなり, 現在の担当者ではシステムの内容把握が難しく細部変更が困難になってきている。
- (2) システム開発当初の評価基準と現在の評価基準とでは内容が異なっているため, アウトプットとして得られた結果がしっくりしない。
- (3) やたらとマニュアルが多く, しかもシステム変更に対する資料整備が不十分であるので, どこをどう操作するとどのようなアウトプットになるのかわけがわからなくなっている。

システムの Interface Gap としてこれらをとらえると上記(1)~(3)は各々 Model Interface Gap, Method Interface Gap, Machine Interface Gap であるといえる。この3M(Model, Method, Machine) Interface Gap をいかに小さくするか, あるいは解消するかが今

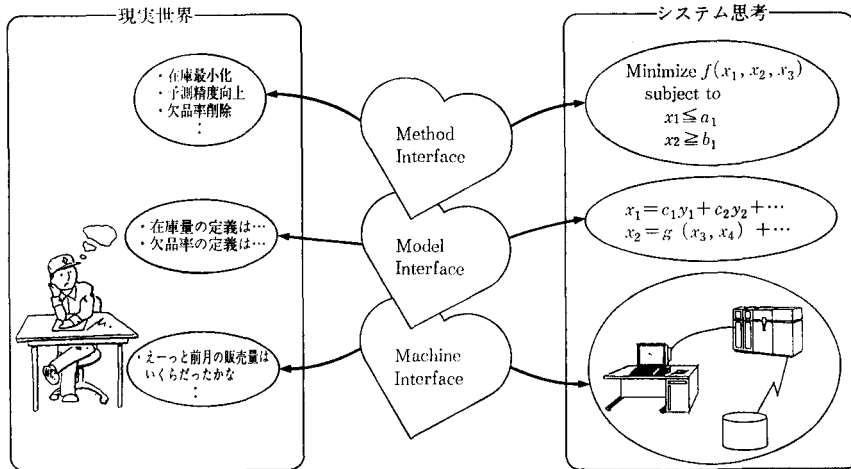


図 4 DSS の 3M Interface Gap

後の DSS 開発の重要課題である。

仮想空間意思決定支援システム VSDSS (Virtual Space Decision Support System)[9]は図4に示すような 3M Interface Gap を解消するために VR 技術あるいは人工現実感技術などを応用して仮想空間内での意思決定を支援するシステムである。仮想空間内では仮想パネル, 仮想タッチキー, 仮想マルチウィンドウなどを用い現実空間内では構築不可能なインタフェースシステムをつくり出すことができる。表2に 3M Interface Gap と VSDSS としての開発システム例を示す。

4.3 VSDSS を応用した製販統合システム

照明器具を変えると部屋の中はどれだけ明るくなるか, 吸音材をどの程度の厚みで壁に入れると車の騒音は聞こえなくなるか, といったことはショールームで製品を見てもわからない。またシミュレーション結果として 10 デンベルほど音が小さくなりますと数字を提示されてもそれを実感することは困難である。光, 視覚環境, 音・振動環境, 温熱環境, 空気質環境などは本来ユーザー

自身が設計検討段階でそれらの仕様を意思決定すべきであるが, 現状の設計支援システムでは不十分な機能しか持っていない。VR 技術を応用した VSDSS により住環境性能, 機能に対する評価は仮想空間内でユーザー自身の視覚, 聴覚などの五感を通して疑似体験することが可能となる。さらにショールームに代表される販売拠点での VSDSS を利用して, ユーザー自身が仕様決定し, 性能評価, 疑似体験を行なった結果を CIM ラインで製造することにより新しい製販統合システムの構築が可能となる。

弊社では, システムキッチンを対象とした VSDSS を現在開発中であり, 図5にシステム開発環境, 図6に仮想空間内に描いたキッチンの画面例を示す[10]。

5. おわりに

企業内の問題解決アプローチと OR について雑感を述べてみた。さまざまな先端的科学技術の進歩, 特にコンピュータ関連技術や情報関連技術の急速な発達に従来の

表 2 3M-Interface Gap, VSDSS

3M-Interface Gap	VSDSS における開発システム例
Model Interface Gap	<ul style="list-style-type: none"> 仮想空間内に情報検索空間を形成し対象システムの要素とその関係図を 3 次元表示する。各要素の詳細関係検索空間への入出力あるいは内容説明は音声入出力システムや仮想パネル, 仮想タッチキーなどを用いて行なう。
Method Interface Gap	<ul style="list-style-type: none"> 最適化を行なっている場合には, 極値探索プロセスとその結果を, シミュレーションの場合にはそのプロセス状況を仮想空間で体験できるシステムを開発する。さらに代替案の評価を視覚, 聴覚, 触覚など五感を通じて認識し体験できるシステムを開発する。
Machine Interface Gap	<ul style="list-style-type: none"> 仮想空間内で音声入出力システム, 仮想パネル, 仮想キーなどを用いて対象システムあるいは関係者と対話する機能を開発する。

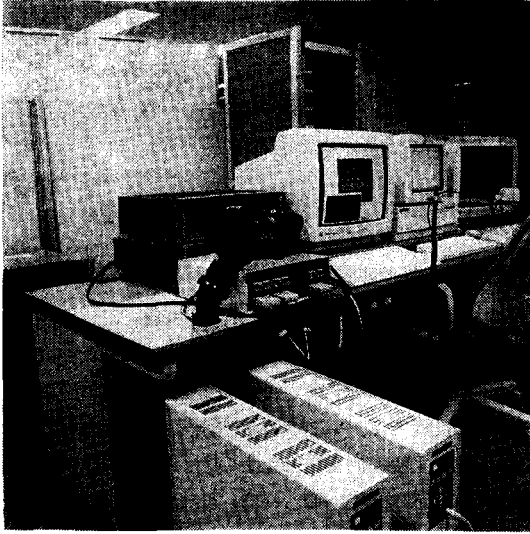


図 5 VRシステム開発環境



図 6 画面例

学際領域に大きな変化を与えている。しかし Operations Research という言葉からは学際領域での新しい言葉がもたらすような新鮮なインパクトは何もない。学問分野における老舗というイメージで数理計画法、在庫理論、確率過程論、シミュレーションなどお得意様はあるが、その数はほぼ一定で新規な顧客開発にはどうも疎い。若い店員のやっていることはフェジィでよく理解できないし、あんなことはいま扱っている商品（理論）と大した違いはなく、しっかりした伝統ある商品に磨きをかけることこそ大事である。こんなイメージが企業サイドから見ていると老舗の学会ほど強いように思える。学際領域に新奇な造語や単語で登場する学問は独自の理念はあっても発展を推し進める方法論をもたないために数年で消え去るものも少なくない。ORは幸いにして、他の学問分野とは違って核となる具体的方法論がしっかりしているのであるから積極的に新技術を取り入れて発展すべきであろう。本稿では微力ではあるが新しい技術としての Virtual Reality の紹介とそのOR分野への応用について述べてみた。ど素人ゆえの暴論箇所も多々あると思われるが御容赦願いたい。

参 考 文 献

- [1] Simon, H. A. : The New Science of Management Decision, New York, Harper & Row (1960).
- [2] 榎木義一, 中山弘隆, 中森義輝 : 新しいシステム工学入門—しなやかなシステムズアプローチ, オ

ーム社(1988).

- [3] 茅 陽一, 森 俊介 : 社会システムの方法, オーム社(1985).
- [4] Anthony, R. N. : Planning and Control Systems : A Framework for Analysis, Boston, Harvard University Graduate School of Business Administration(1965).
- [5] Gorry, A. G., Morton, M. S. S., : A Framework for Management Information Systems, Sloan Management Review(1971).
- [6] Comeaw, C., Bryan, J. : Headsight Television System Provides Remote Surveillance, Electronics, Nov. 10(1961).
- [7] Sutherland, I. E. : Head-Mounted Three-Dimensional Display, Fall Joint Computer Conference, Vol. 33(1968).
- [8] Fisher, S., McGreevy, M., Humphries, J. and Robinett, W. : Virtual Workstation : a multimodal, stereoscopic display environment, SPIE Intelligent Robots and Computer Vision(1986).
- [9] 野村淳二, 今村佳世, 大畑 光 : 人工現実感を応用した意思決定支援システムVSDSS, OR学会春季研究発表会(1991).
- [10] 野村淳二, 今村佳世, 大畑 光 : VSDSSを応用した製販統合システム, OR学会春季研究発表会(1991).