

戦略的DSSとAI, OR

辻 正重

1. はじめに

われわれは1)企業の構造や運命にかかわる戦略的決定を支援するようなシステムと、これから管理システムとして戦略的な意味を持つてくると思われるトータル・フレキシブル・システムに興味を持ち、それらのシステム開発を試みている。いただいた「戦略的DSS」の題の意味は不明であるが、開発しているそれらのシステムは「戦略的DSS」であろうと独断して、それらの内容を少し紹介したいと思う。それに先立って、われわれの研究を位置づけるために、MISからDSS、そしてES、さらにDSS、ESから再びMISへの歴史をふり返りながら、AI、OR、DSSの関係を若干考えてみることにする。

2. MISからDSS

MISは周知のように発展してきたコンピュータによるデータベース、自動決定システムを要素とする、トータル・オンライン、リアルタイム・システムを概念していた。実際にはルーチンの・定量的な業務を中心にMIS化が行なわれ、一定の歴史的な役割を果たしたものの、志向していた意味変換を含むような意思決定の自動化には至らなかった。それには次の理由が考えられる。1)MISのコンセプトに対して、ソフト・ハードの情報処理技術が未熟であった。2)スタッフ主導型のシステム化が行なわれ、組織的なシステム化法に問題があった。

このような中で2)の点の反省に立ってDSSが提唱されるようになった。キーン・モートンらのDSSは次のように要約されよう[1][2]。1)半構造化問題を対象として、2)最適化より有効性、改善を狙い、3)意味変換を行なうモデルを組み込み、4)インターフェイス機能を重視して、ユーザの決定を支援するシステムである。5)シ

ステム化の組織的進め方はユーザを中心に据えて個別的にシステムを積み上げてゆく取り組み方である。6)システム化のアプローチは、問題全体を決定者の判断にゆだねる部分と数学的処理やORのモデル化が論理的に可能な部分とに分け、後者を極力コンピュータ化し、4)のインターフェイス機能により前者の判断を支援するやり方である。このようなDSSが当初財務関係の問題を中心に開発され実用に供されるようになった[3]。それらは1)大規模・複雑な数値データ処理、統計的解析法、ORの最適化手法などがモデルの中心で(その意味でDSSはORの一部を含む関係が一般的)、2)ソフト技術は従来型で、技術的に新しい展開はないが、組織的進め方、アプローチに歴史的な意味があった。すなわちMISの全体的・抽象的からDSSの個別的・具体的なシステム化の流れの中で、組織内にコンピュータ・システムが実際に意思決定に利用される足場を築いたといえよう。

3. DSSとAI的システム

その後ハード、ソフト、とくにAI研究の発展がいちじるしく、XCON[4]を先駆として、今や経営における決定や問題解決のシステム化に広くAI研究の成果が利用されるようになり[3]、あらゆる階層、領域でAI的システム(AI研究の成果を利用したシステム)が開発されている。ESは経営におけるAI的システム化の重要なきっかけをなすものである。MYCINを典型にESの特色を要約すると次のようになる。1)コンピュータ化が困難と考えられていた、狭い領域の専門家(問題解決者)の高度な仕事(悪構造化問題)を対象として、2)その専門家の知識を客観化し、3)それを利用してコンピュータに演繹的推論を行なわせるシステムで、4)知識と手順を分離したシステムとしてフレキシブルなプログラム法をとっている。ESはコンピュータ・サイエンスから降り来たったが、DSSと似た面を持っている。すなわち1)両者とも個別的、狭い領域の専門家・問題解決者を中心にするシステム化の進め方、2)有効性の狙

つじ まさしげ 青山学院大学 経営工学科

〒157 世田谷区千歳台6-16-1

い、3)インターフェイス機能の充実の点で似ている。一方、相違点は以下の3点である。

1)ESが、従来OR的なモデル化が不可能であった記号的処理を要する複雑な問題(悪構造問題)に対して、それを専門家の知識モデルで解決するアプローチと、それをコンピュータに実装し、そしてフレキシブルにシステム化するソフト技術を持っている点である。その意味で、ESはDSSがあきらめた判断の部分システム化するアプローチとソフト技術を提供している。AI研究は、元来人間の問題解決法の研究とそれをコンピュータに行なわせるソフト技術の研究の融合したもので、ESはその1つの特殊化・集約化されたものであるから、当然といえば当然のことである。

2)システム化、問題解決のアプローチとして、DSSはOR的数学的モデルを核としてそれを拡張し積み上げてゆこうとする。その意味で論理的・合理的な解決法を強調するのに対して、ESは実際の問題状況全体をモデル化し、決定者の実際の解決法の利用を強調する。ある意味では意思決定の Normative アプローチと Descriptive アプローチに対応しよう。

3)DSSがあくまでも決定者の支援を、ESが決定の自動化を志向している。歴史的に典型的なDSSと典型的なESにおいて、このような相違もあるが、この差も大きくはESが最近の情報処理のソフト・ハードの技術進歩を背景としていることに起因する。したがってこの技術的な観点からみるとESはDSSを包括しているように見える。2)、3)の相違点も必ずしも明確なものでない。たとえば2)に関してESのDENDRAL、MACSYMAは、グラフ理論やRichアルゴリズムを利用している。また3)に関して、対象にしている問題の構造や特性に大きく依存する。したがってDSSと称しても最近は上述のAI的なアプローチや技術を利用しているし、ESと称してもシステム内でORモデルを利用したり、支援の姿勢を貫いているものもある

このように考えてみると、歴史的な相違はあるものの問題解決者、意思決定者を中心に据えて、その対象問題の要請にしたがって有効なシステムを開発するという立場に立つと、むしろDSSとESの区別は薄れてきている。


管理の階層		問題の特性	フレキシブルシステム	
			個別的システム	トータルシステム
管 理	企業ライフサイクル	○悪構造問題 (判断創造) アンコントロールラブル 変数多 (環境要因) 定性的データ データの信頼性低 	*DSS的 AIシステム	*分散協調 トータル:AI システム トータル、リアル タイムシステム
	製品サイクル		ES的 AIシステム	
	オペレーティング サイクル		AI, OR 混合型システム OR的システム	
ショップ フロー 管理	管 制 操 業 制 御	○良構造問題 (論理的) コントロールラブル変数 多 定量的データ データの信頼性高	数学的モデルシステム 物理的モデルシステム 自動制御システム	

図 1 問題特性とシステム

4. 問題とシステム

そこで管理階層と問題構造の特色、およびシステムとの関係を、特徴的に示すと図1のようになる。ここでAIシステムというのは、問題解決、システム化、プログラミングにおいてAI研究の成果を利用したシステムで、AI研究の最新性に敬意を表しておく。図1において、階層の上位ほどDSS的、下位ほど自動的システムになる。ESやOR的システムは周知のものとして、ここではDSS的AIシステム、AI・OR混合形システムについて若干の説明を加える。

DSS的AIシステムも、問題の構造化の困難さによっていくつかのタイプがある[5]。1)情報検索的システム;構造化が困難で、決定者の判断に情報を提供するのが主な機能である。2)人間-機械協調型システム:なんらかのモデルを持ち決定者と協力して解を出すシステム。その中もさらに2.1)データベースとインターフェイスをもつシステムと2.2)推論空間とインターフェイスをもつシステムがある。前者は従来の what if 分析などの協調型、後者は新しい協調型である[6]。

一方AI・OR混合型システムは、オペレーティング・サイクル・レベルでのシステムに多い。その中に2つの

タイプがある。1)ORモデル包括型：新日鉄のロット順位決定ES[7]などがその例で、システムは知識でロット間の関係を記述し(業務の論理)、巡回セールスマン問題としてこれを解き(解法の論理)、その結果を多元の評価軸で評価表示し、what-if分析などによりユーザーに解を選択させる(政策の論理)。DEC社のAutomated Scheduling ConsultantやDMS(logistics ES)も、知識ベースでグローバルな満足化をして、整数計画法でローカルな最適化を計っている。このように専門領域の知識で最適化手法などが適用できる状況に問題を絞ってゆき(探索空間の絞り込み)、その後OR的手法を利用しようというシステムである。2)知識・OR並列型：IDESS[6][8]などがその例で、問題の解決法を分析すると大枠的なステップが存在し、あるステップは悪構造問題でAI的解決法をとらざるを得ないし、あるステップは、AHPや最適化手法が適用可能な、AIとORの並列的なシステムである。ISIS[9]はあるステップでは知識が、あるステップではAI的探索法が、あるステップではB.W、F.Wのスケジューリング法が利用される混合型である

これらは解決のアプローチを中心にした分類であるが、コンピュータへの実装法の観点から見ると、ESのAIシステムは言うにおよばず、これらのシステムは表現力、フレキシビリティの点からプロダクション・システムやフレーム・システムなどAI的アーキテクチャをメインにしている。

図1においてシステム化は下から上へと積み上がってきている。一方、経済環境の多様化とその変化の加速化は、戦略的な決定をますます重要なものにしていく。したがって最近のコンピュータ・通信ネットワークの発展を前提として1)企業ライフ・サイクルに関する決定のシステム化と同時に、2)個別システムのトータル・システム化も強く要求されている。

5. トータル・システム化—再びMISへ

トータル化にすでにいくつかの動きがある。1)個別のAI的システムからのトータル化と2)CIMの発展によるトータル化である。1)では、ミンスキーが従来のアルゴリズムミックスなシステムやニューラルネットも含めていろいろのESを統合・協調させる「Society of Experts」を語っているし、富士通などの分散協調型AIシステムの研究も始められている。またCMUロボット研究所のIntelligent Management System プロジェクト

[10]もこの方向である。一方、DEC社では「知識ネットワーク」と称してオペレーティング・サイクルのESのネットワーク化を計っている。また「VISION」と称して製品ライフ・サイクルのネットワーク化に挑戦している。

他方、2)のCIMからのトータル化がある。CIMもMISと同様でコンセプトであり、具体的なシステムの型は企業によるが、大きく見て2つのタイプがある。①ウエスティングハウス、イーストマン・コダックなどの製品サイクルに中心を置き、注文の多様化への対応を狙った製品設計支援ESを中核とする意思決定駆動型。②GE、GMなどのオペレーティング・サイクルに中心を置き、DMの質の向上、省力化、全体状況の把握を狙ったデータベース・情報ネットワークを中核とするネットワーク駆動型。①はCIMとしているが先のAI的システムからのトータル化でもある。一般的にはCIMとして②が先行しており、それも情報インフラができてきた段階であり、次の段階として、この情報インフラにもとづいた各階層・領域での問題解決・決定のシステム化が進められている。一方、Computer Integrated Management(CIM)やSISのように情報インフラをより上位管理層で構築しようとする展開方向も活発である。

このように「個別システムからのトータル・システム化」と「トータル・情報ネットワーク・システムからの個別システム化」は、互いに補完し合って一段上のトータル・管理システムを実現することになる。個別システム化としては、既述のように戦略的決定のような「企業ライフ・サイクルに関する決定のシステム化」が1つの重要課題である。トータル・システム化としては、個別システムを前提として分散協調型の、それも環境の変化や個別システムの発展に耐えられるフレキシブルなシステムが要請されている。そこで以下このような個別システム化とトータル・システム化の一例としてわれわれの試みを紹介する。

6. 戦略的提言を志向した企業評価支援システム

経営管理、M&A、与信管理、経営コンサルティングなどにおいて、「全社的観点、および長期的・短期的観点に立って、企業活動を分析・評価し、改善案を生成すること」が要請されている。このような企業ライフサイクルに関する業務を支援するようなシステム化を、図2

のコンセプトで試みている。それは大きく分析評価部と提言部に別れ、それぞれの中で長期的観点、短期的観点、およびそれらの総合化の部分から成っている。短期的な観点からのシステム化は、経営診断支援システムとしてかなりできあがっている[11]、ここではこれからのシステムとして長期的観点からの「戦略的提言志向的な企業評価支援システム」[12]を紹介する。これは直接的にはコンサルタント支援を狙っている。

本システムは、全社的な観点からの拡大化戦略、川上統合化戦略、川下統合化戦略、水平統合化戦略、異業種多角化戦略など、また事業部的な観点からの拡大化戦略、現状維持戦略、撤退戦略、リーダーシップ戦略、拠点確保戦略などの戦略を出力し、それらと結びつくような長期的な観点、全社的な観点からの企業評価を出力す

る。システムは戦略提言部での知識利用、フレキシブルなシステム化を考慮してAI的なシステム設計法をとっている。評価や改善案の提言は、基本的に判断と創造で決定者に依存する。したがってこのようなシステムは、判断と創造を支援するように1)システムとしての結論は出すようモデル化を試みるが、2)網羅的な情報を提供でき、3)ユーザーの思考実験ができ、4)それら1), 2)が可能な協調的インターフェイス機能をそなえることが必要である。システムの中心になっている1)の評価の方法を次のように考えている。

①企業評価とは過去の実績だけでなく、潜在力としての企業力を評価する。

②企業力は、戦略力、競争力、合理化力からなる。戦略力とは環境との関係の中でどのような製品-市場ミックスを展開するかという企業構造を創造・選択する力、競争力とはその枠組み・住み場所の中で同業他社と競争してよい地位を得る力、合理化力とは以上の枠組みの下で内部諸活動を合理的に運営する力である。

③それらはさらに図3のように12の諸機能要因に分解される。企業の総合評価は、③にもとづく②の各企業力を①の実績面と潜在面両面を考慮して行なわれる。以上の考え方に沿ってシステムは企業を全社的、長期的な観点から評価する。

定性的分析システムでは、潜在的な戦略力、競争力、合理化力、当社の所属する市場の競争状態などの定性的・実態的な分析を行なう。入力には各機能要因を評価するためのチェックリストへの回答、財務分析システムの結果、競争業者との敵対関係、供給業者との交渉力、買い手との交渉力など外部環境に関する項目である。この入力からシステムは1)各回答への粗点づけ、2)各機能要因の得点化、3)戦略力、競争力、合理化力の得点化を行なう。そしてレーダチャートとして表示する。ここで戦略力、競争力、合理化力と各機能要因との関連づけ、要因の重みづけはユーザーにオープンになっている。

企業実態分析システムは、財務分析・

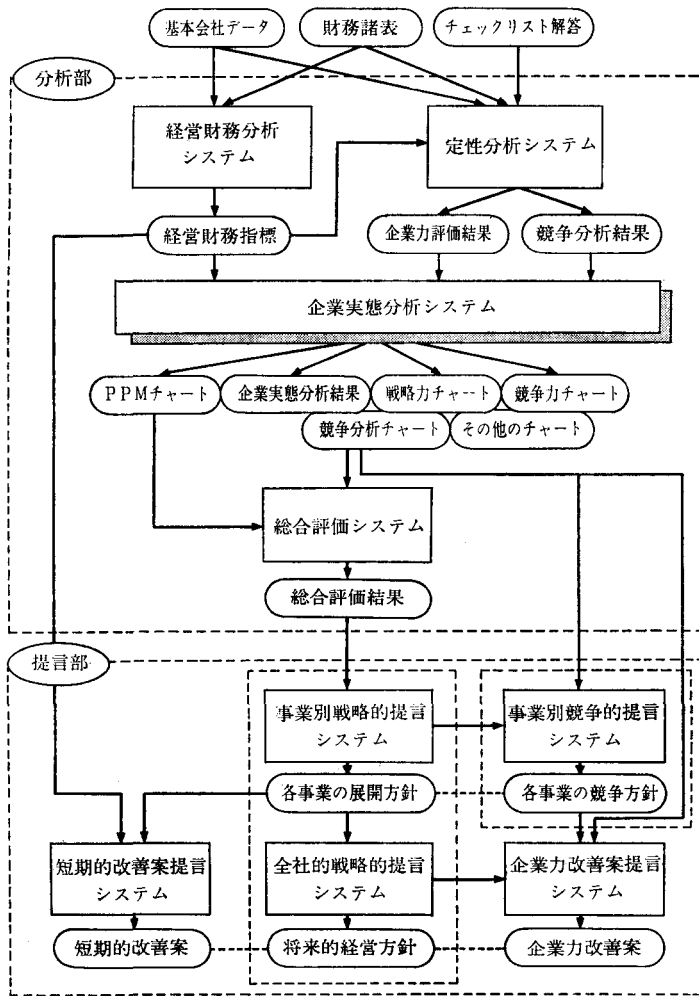


図2 企業診断システムの概念図

定性的分析の結果、経済的環境情報、産業情報などのデータをもとに、システムの評価をユーザーが全体的立場からチェックしたり、確認できるように評価情報に関連づけ、総合的に視覚表示する。中心は潜在的企業力と実績的企業力を関連づけることである。実績力は図4のように事業別PPMチャートに集約される。この図における事業部全体のパターンが戦略的ポジションを意味し、実績としての戦略力である。図中の円の大きさは各事業部が所属する市場の大きさを表わし、各円の斜線部分が当社のシェアを示し、競争力を表わしている。黒色部分は利益を示し、売上げに対する利益の割合が合理化力を表わしている。図において各事業部の競争状況や内部状況を知らなければ、マウスでそれらを画面上に出すことができるし、また製品別のPPMチャートに展開したければそれへの展開が可能で、実績力の評価をいろいろな視点で検討することができる。この実績力と既述の潜在力は図4のように対応づけられる。

総合評価システムは、これらをさらに抽象化して、企業を1つの複合事業体として総合評価する。事業別PPMチャートから重心法で1つの企業PPMチャートに圧縮する。そしてそれと潜在力の各得点と対応づける。この総合評価までのプロセスの逆の展開は、上述と同様でマウスで自由に探索でき、チェックリストまで深く検討できる。この協調的インターフェイスにより、ユーザーはいろいろの検討ができユーザーの判断は支援される。

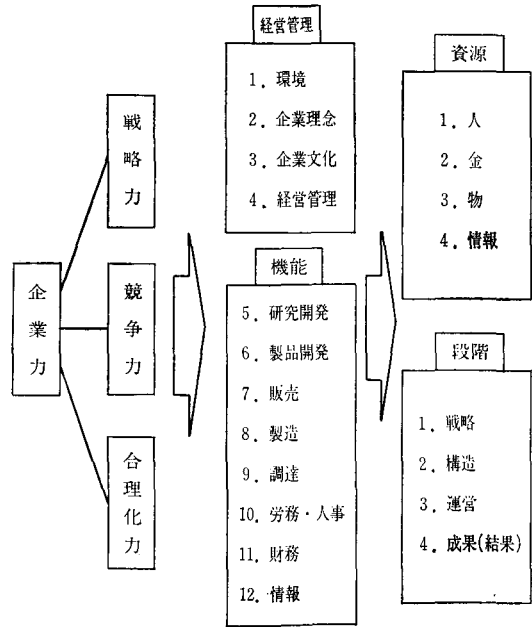


図3 潜在力の要因

戦略提言部は、いままでのシステムの出力、各種データ、およびプロダクション・ルール形式の知識により、戦略的提言を出力する。事業別戦略提言システムでは、個々の事業部の存在価値を考えながら拡大化、現状維持、撤退の戦略方針を選定する。事業別競争的提言システムでは

存続事業部に対して評価部における競争上の脅威に対処しながら他社と競争してゆく方針（コストリーダー、差別化、集中化…）を出力する。全社の戦略提言システムでは、以上の結果や総合評価の結果を全体的に見て、新規事業の必要性を判定し、いかなる多角化戦略をとるべきかの提言を行なう。図5はこのシステム内の大まかな流れである。さらに具体的な新しい事業を探索するためのシステム化については、IDeSSで試みている[6]。

以上のように本システムは戦略的提言と結びつくような全社的、長期的な観点に立った評価方法を考え、これにもとづいた支援システム化と知識による提言システム化を試みた。もちろん知識は教科書の段階にあるが、本システムにより評価から戦略提言までのシステム化の可能性を得たものと

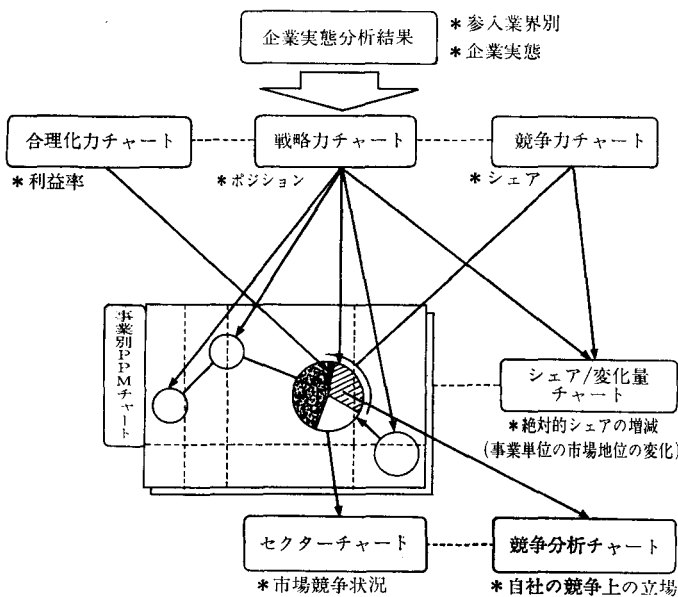


図4 PPMチャートとレーダーチャートの関係

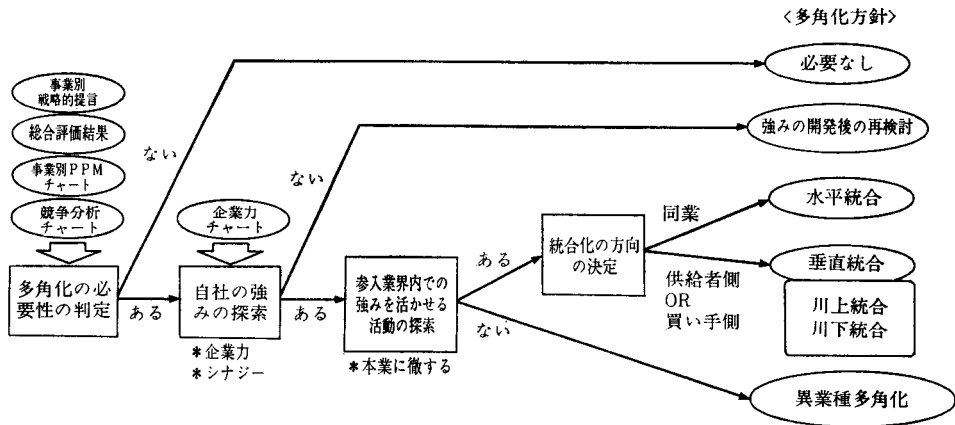


図 5 全社の戦略的提言のプロセス

考えられる。

7. トータル・フレキシブル生産管理システム

トータル・フレキシブル・管理システムの例として、個別の計画システムが積み上がってきてトータル化が要求されている工場の日常ルーチン管理を対象にシステム化を試みた[13]~[15]。図6は、工程設計（機械取替）から日程計画の横断的・階層的なトータル化の対象である。各階層各領域の計画が関連を持って立案され最終的

に現場作業を起動させる。しかし実施活動や注文などにおいていろいろな例外的事象や変更が起こり、情報通信システムを通してそれらが把握される。そして統制システムでは、それら計画との差異を横断的、階層的に体系だてて調整し、再計画をする。ここでこの計画、統制をいかにシステム全体が安定的であるように対処するかが問題で、そのためのシステム化が要求されている。本システムはこれに答えることを狙って、次の方針にしたがっている。1)例外的な事象は必ず起こることを前提に精緻な計画よりもフィードバック機構を重視する。2)こ

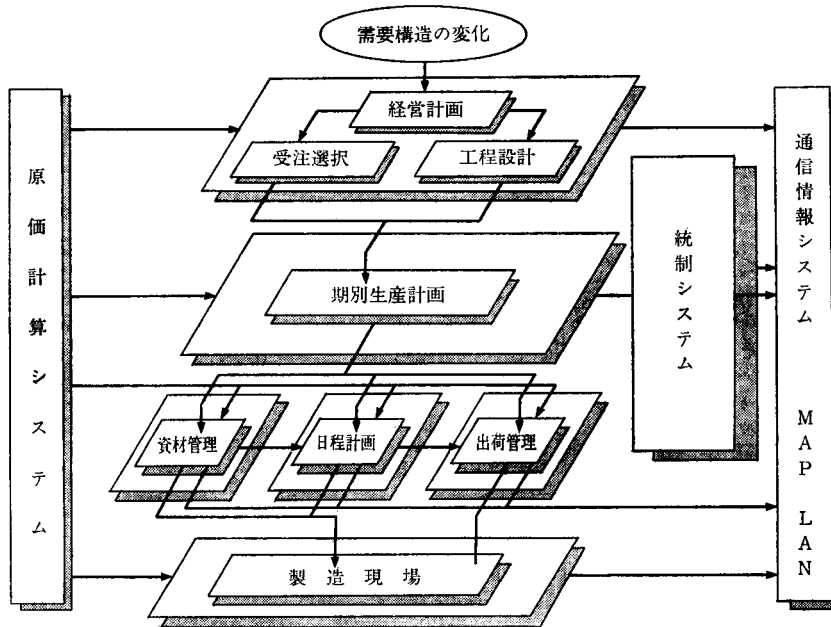


図 6 トータル生産管理概念図

の統制の原理としてフォーレットの管理原則（直接的接触の原則，自己調整の原則，早期調整の原則，継続的調整の原則）を基本に置く。3)トータル・フレキシブル・システムの要素に，分散型ハードシステム（プロセッサ，ネットワーク，インターフェイス・センサー），データベース，意思決定ユニットシステム（計画システム，統制システム），トータル・コーディネーティング・システムよりなる。図7はそのシステムのイメージ図である。

2)の原則は，3)の意思決定ユニットの統制システム，トータル・コーディネーティング・システムの中に反映される(知識として)。本システムは対象生産方式をジョブショップ型として，納期達成を第1目標としている。本システムは，図8のように4つの基本要素からなるAI的なシステムである。1)ユーザーと会話しながら発生した例外事象に関する情報を黒板に格納し，ユーザーに統制状況の報告をするインターフェイス，2)黒板に書かれた情報をもとにどの計画を再立案するか，およびそれに関連する計画変更の指示を行なう統制モジュール，3)計画および統制モジュールの指示による再計画を行なう計画立案モジュール，4)上記モジュールを作動させ統制を行なうプロダクションシステムである。ルールには各モジュールの動きを制御するモジュール制御用ルール

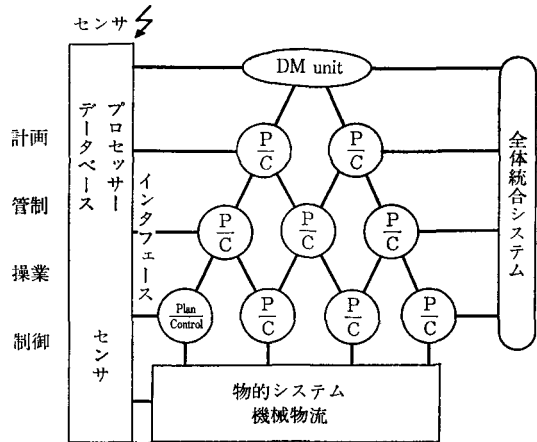


図7 分散・協調型トータルシステム概念図

と，計画・実績差異の吸収方法を推論するための統制用ルールがある。各計画モジュールでは，経営工学，ORで利用されている山積・山崩法やB.W，F.Wのスケジュール法が組み込まれている。

注文仕様の変更，注文量の変更，納期変更，資材到着遅れ，不良品の発生，作業遅れ，等々いろいろの例外を想定しているが，作業遅れを処理する機械故障，不良品のモジュールに関連してシステムの挙動を見てみる。ユ

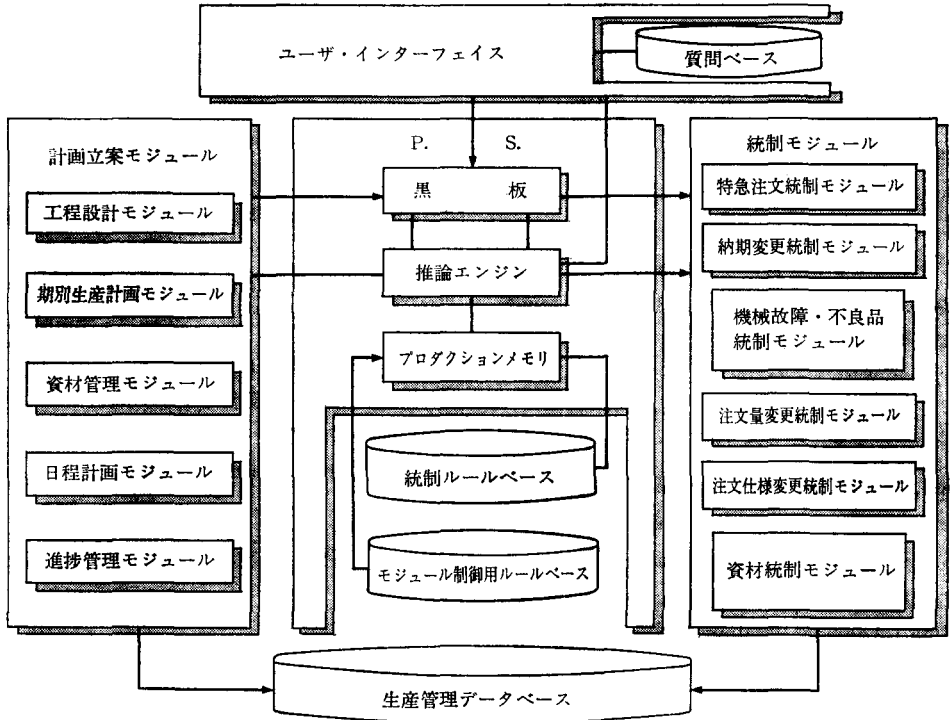


図8 トータル・フレキシブル生産管理システムの構成

ーザーより進捗管理の実施要求があると、進捗管理モジュールが起動し、完了作業量と注文量とをもとに作業遅れの発生をチェックする。作業遅れがあると作業遅れオペレーション名、遅れ作業量、作業遅れの事実が黒板に書かれる。そうするとルールにより機械故障・不良品統制モジュールが起動され、作業遅れの回復方法が検討される。回復方法は、横断的調整としてまず代替品の利用が考えられ、当モジュールは各作業遅れのオペレーションをカバーする代替品を検索する。その後作業遅れの回復方法を推論する。ここで回復できない場合、モジュール制御ルールによって日程計画の再立案、つまり階層的調整が指示される。日程計画モジュールでは、余力および残業の実施により遅れを回復するように努力し、下位レベルでの例外吸収を試みる。さらに吸収不能な場合、期別計画の再立案が指示される。期別計画モジュールは、残業やネック作業の外注でまず納期維持を計る。しかし期別生産計画が変更せざるを得ないと下位の日程計画、資材管理の再検討がなされ横断的・階層的調整が行なわれる。

以上のように納期維持を目的として、横断的・階層的に調整しながらシステム全体の安定を計る協調型トータル・システム化のイメージを具体化することができた。

8. おわりに

問題の構造や特徴を中心におき、その問題解決のためのシステム開発を行なうという立場で、AI, DSS, ORの関係を考察し、これからのシステム化の課題である戦略的決定支援システムとトータル・システムについてのわれわれの試みを紹介した。これらのシステムに、さらにフレキシビリティを持たせるためには、これらのシステムのための言語開発が必要かと思われる。その試みについては機会を得てまた紹介させていただきたいと思っている。

参考文献

- [1] Keen, P. G. W. and Morton, M. S. C. : Decision Support Systems, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts(1978)
- [2] Bennett, J. L. : Building Decision Support Systems, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts(1983)
- [3] 辻 正重：“エキスパートシステムと生産管理”，日本経営工学会誌, Vol. 39, No. 6B(1989), pp. B59
- [4] McDermott, J. : “R1 : A Rule-Based Configurer of Computer Systems”, *Artificial Intelligence*, pp. 39-88, Vol. 19, No. 1(1982)
- [5] 辻 正重：“経営意思決定の知的支援システム”，オフィス・オートメーション, Vol. 8, No. 4, pp. 8~14(1987)
- [6] 辻, 飯島, 安瀬：“戦略的決定のための知的支援システムに関する一考察”日本経営工学会誌, Vol. 38, No. 1(1987), pp. 1~11
- [7] 山崎朝昭：“新日本製鉄における「工程計画支援システム」への知識工学の適用例”，日本経営工学会誌, Vol. 39, No. 6B, pp. B67~B71(1989)
- [8] 辻・坂元・伊藤：“半手順化問題のための人間・機械協調型シェル”，日本経営工学会誌, Vol. 40, No. 6, pp. 390~398(1990)
- [9] Fox, M. S. : “Constraint-Directed Search : A Case Study of Jop-Shop Scheduling”, Thesis, Canegie-Mellon University(1983)
- [10] Miller R.K. : *Artificial Intelligence Application for Business Management*, SEAI Technical Publication, pp. 52~55(1984)
- [11] 渡辺, 坂元, 辻：“経営診断支援システムの開発”平成元年度, 日本経営工学会春季大会予稿集, pp. 203~204
- [12] 辻, 坂元, 石橋：“企業評価システムの開発—戦略的提言をめざして—”, 1989年度人工知能学会全国大会論文集, pp. 585~588(1989)
- [13] 辻, 坂元, 坂本：“導入計画支援システムの開発”日本経営工学会昭和63年度春季大会予稿集, pp. 73~74
- [14] 辻, 坂元, 石橋：“資材管理のシステム化—AI的システム設計—”, 日本経営工学会昭和63年度春季大会予稿集, pp. 151~152(1988)
- [15] 辻, 坂元, 坂本：“総合生産統制システム—AI的システム設計—”昭和63年度人工知能学会全国大会論文集, pp. 345~348(1988)