

日本における经营管理选集

コンピュータによって

9

現場における管理の技法

日本における经营管理选集

コンピュータによって

IX

《现场における管理の技法》

1981

目 次

原书模糊

管理技術の回顧と展望.....	1
(標準化と品質管理, Vol. 23, No. 8, p. 21-40, 1970)	
工場技術者のための管理技術教室.....	21
(標準化と品質管理, Vol. 24, No. 4, p. 43-50; No. 5, p. 49-54; No. 6, p. 41-49; No. 7, p. 55-62; No. 8, p. 55-63; No. 9, p. 65-75; No. 10, p. 65-72; No. 11, p. 57-66; No. 12, p. 35-43, 1971; Vol. 25, No. 1, p. 61-69; No. 2, p. 79-86; No. 4, p. 53-60; No. 5, p. 39-48; No. 6, p. 37-48; No. 7, p. 39-42; No. 9, p. 49-56; No. 10, 59-64; No. 11, p. 73-75; No. 12, p. 52-61, 1972)	
汎用技術講座.....	177
(標準化と品質管理, Vol. 29, No. 9, p. 7-14; No. 10, p. 7-15; No. 11, p. 16-24; No. 12, p. 7-16, 1976)	
問題解決のための管理技法講座.....	213
(標準化と品質管理, Vol. 30, No. 4, p. 35-42; No. 5, p. 39-49; No. 6, p. 33-43; No. 7, p. 45-56; No. 8, p. 51-62; No. 9, p. 49-60; No. 10, p. 43-50; No. 11, p. 27-37; No. 12, p. 43-52, 1977; Vol. 31, No. 1, p. 53-58; No. 2, p. 41-48; No. 3, p. 49-57, 1978)	
改善度指数管理による生産方式選択の基準.....	331
(標準化と品質管理, Vol. 31, No. 12, p. 61-67, 1978)	
問題反転による問題解決へのアプローチ.....	38
(標準化と品質管理, Vol. 32, No. 6, p. 69-75, 1979)	
工場管理でいま一番なにが必要か.....	31
(生産と運搬, Vol. 19, No. 10, p. 6-8, 1978)	
工場管理の4つのポイント.....	348
(生産と運搬, Vol. 19, No. 12, p. 31-32, 1978)	
生産情報管理の簡素化.....	350
(機械の研究, Vol. 29, No. 3, p. 355-358; No. 4, p. 495-498, 1977)	
生産システムの技術と管理技術.....	358
(機械の研究, Vol. 31, No. 2, p. 239-243; No. 3, p. 369-372, 1979)	
グループ・テクノロジーから最適化へのアプローチ.....	367
(機械の研究, Vol. 29, No. 7, p. 813-820, 1977)	
トータルシステムとしてのグループテクノロジー.....	375
(システムと制御, Vol. 16, No. 2, p. 91-100, 1972)	
グループテクノロジーと計算機.....	385
(精密機械, Vol. 38, No. 1, p. 27-32, 1972)	

价值分折 (V. A.) 事例研究	391
(機械の研究, Vol. 24, No. 6, p. 830-834; No. 7, p. 955-960; No. 8, p. 1111-1116; No. 9, p. 1225-1229; No. 10, p. 1365-1369, 1972)	
管理業務の VE	418
(生産と運搬, Vol. 19, No. 7, p. 33-38, 12, 1978)	
VE の最近の発展について	425
(鉄鋼の IE, Vol. 17, No. 3, p. 28-33, 1979)	
設計における IE を立体とした管理技法の活用について	431
(川崎技報, No. 62, p. 8-13, 1976)	
原発問題から科学の新しい指標の発見を	437
(計装, Vol. 18, No. 2, p. 46-48, 1975)	
現場に役立つ管理技法	440
(プラントエンジニア, Vol. 10, No. 6, p. 80; No. 7, p. 80; No. 8, p. 80; No. 9, p. 80; No. 10, p. 160; No. 11, p. 80; No. 12, p. 80, 1978; Vol. 11, No. 1, p. 80; No. 2, p. 80; No. 3, p. 80; No. 4, p. 80; No. 5, p. 80, 1979)	
管理すべき項目, 検査項目の決め方の一例	452
(品質管理, Vol. 24, 5 月臨時増刊号, p. 6-9, 1973)	
新配合適用に伴う管理項目・管理水準の設定	456
(品質管理, Vol. 27, 11 月臨時増刊号, p. 189-192, 1976)	
新 QC 7 つ道具としての KJ 図法	460
(品質管理, Vol. 28, 6 月臨時増刊号, p. 142-145, 1977)	
新 QC 七つ道具の推進と展開	464
(品質管理, Vol. 30, 5 月臨時増刊号, p. 37-41, 1979)	
方針管理と新 QC 七つ道具	468
(品質管理, Vol. 30, 5 月臨時増刊号, p. 41-46, 1979)	

管理技術の回顧と展望

IE (経営工学) (industrial engineering)

古 川 光
早稲田大学理工学部教授

1. 内 容

1.1 IE の意義

まず IE の定義を述べると、「IE は人間、材料および設備が一体となって機能を発揮するマネジメントシステムの設計、改良、設置をすることである。前記システムの成果を規定し、予測し、評価するために数学、自然科学、人文社会科学の中の特定の知識を利用するとともに、技術上の分析と総合についての原理と手法を併用するのである。」としている。

この定義は AIIE (American Institute of Industrial Engineers) のそれを参考にして日本インダストリアルエンジニアリング協会で定義として発表したものであるが、定義の前半は IE のもつ課題の領域を示すのに対し、後半はそれに対する技術課程を述べたものと云うことができる。

すなわち、この課題領域の文章からもわかるように、IE 活動は実際のマネジメントとは異なったものとして考えなくてはならないもので、マネジメントシステムの設計、改良、設置について、システムのすべてのレベルにわたって最も高いものから、各個別作業にいたるすべてに関して上述の設計などが行なわれるべきものであり、したがって Nadler, G. も指摘するように実際に行なわれているマネジメント自体ではないことに注意を払うべきである。

そして、その設計されたシステムの成果を必要とされる諸科学の特定の知識を利用しつつ技術的方法を駆使して、規定、予測、評価するのであるが、このことはマネジメントシステムの要素の一つに定量化のきわめて困難な人間要素が介在しているため、マネジメントの運営には必ず人間性と経済性を無視できないといったことが

ら、広範囲の学問の中の特定の知識を利用することによりはじめて適正な結果がえられることを意味している。

また、これからも解るように IE はその活動にあたって諸科学、数学などの知識を基盤にし、それらに応用融合し成立つものである。

1.2 IE で用いられる諸技法

したがって、IEr たちはその活動にあたり目的に応じて以下に示すような諸技法を適宜用いて調査研究し、資料を求め上述の設計その他の活動を行なう。すなわち、これらの技法を Brewer, A.J. の表現をかりて経営の内外に対する戦略戦術といった観点から大まかに分類すると、

- i) オペレーティング・コントロールにおけるもの
作業測定、工程分析、方法技術、品質管理、ラインバランス、プラントレイアウトなど
- ii) マネジメント・コントロールにおけるもの
エンジニアリング・エコノミー、ネットワーク・プランニング、価値工学、生産設計、標準化など
- iii) ストラテジック・プランニングにおけるもの
予測など（需要分析を含めた）の技法
- iv) 人間に関するもの
人間工学、産業心理学、人間関係、行動科学などにおける技法
- v) 定量化、最適化に対するもの
統計数理的手法、OR技法など

である。

いま、このように広範な技法を使用する理由には、IE 活動の参画する対象のマネジメントには、それぞれの職務に応じておのおののレベルというものがあるということにある。すなわち、経営の日々の管理問題に職務の主力が投じられる監督管理層、また原価経理などを含め月次の計画統制に関する部門管理層、さらに長期にわたる経営計画に関する経営戦略的問題を職責とする最高経営

層がそれであるが、それらの要請に応じて、ある場合には前項 i) の技法を適当に用いシステムのレベルに応じた最適システムを設計とするといい具合になるのである。すなわち、ここで大略の対応を試みるならば、監督管理レベルに対しては主として i) の技法類を、部門管理レベルに対しては i) および ii) に示された技法中のいずれかを、また経営戦略に対しては i)~iv) におけるものを、さらに全体を包括して v) の技法類を適宜利用するといった調子に行なわれるのである。

たとえば、いま生産システムの改善といった課題であれば、まず安定した生産をうるために上述の i), ii) に示された技法のうち利用可能のものを用いて解析し、資料を作成、v) などの最適化技法を使用しシステムの設計を行なうなどである。さらに、将来の長期にわたる設計が求められるときは、iii) に示されるような需要分析に対する考慮を導入するといったことで成立つ。

2. 現状の点検

IE の発展過程をたどってみるとその対象動作作業の研究、時間研究にほぼ端を発し、生産計画、スケジューリング、意思決定の概念、企業の経済、人間関係問題などに対し推移してきている。そこにはそれらの時代の背景と基盤、また時代の要請といったものに加うるに時代の進歩に伴う他科学分野の成果を導入するといったことにより達成されたものがあつたと見ることができる。

一方、わが国におけるこれら管理技術の導入は、もちろん、それらの推移に応じて行なわれてきたとは見られるが、現状をみると個々の導入先経営体では果してその認識の上にたつて行なわれたと云えるであろうか。いかに管理技術の開発された先進国への追いつけ追いこせの事情があつたにせよ、過去においては余りにも性急な行動があつたのではなからうか。導入時点におけるそれらの管理技術に対していかにも即効力のある特効薬のように考えられたふしがあつたのではないかといった疑問をいただくことすらある。

たとえば、グループテクノロジーを生産管理におけるシステムとしてとらえて導入する際に、設計管理はもちろんのこと、工具管理などが確立した状態のないままで全面的に採用をはかろうとしても多くの無理が派生するといったように、前提となる管理の確固たる基盤の上にたちそれらの積み重ねられた状態で定着させてゆかねば、成果はえられず一時的なものとして終り、次への発展は期待できないといったことである。

3. 将来の展望

将来の方向について予測することはきわめて困難であるが、定義に述べられた IE の領域に示されるように、IE は今後、より明確にマネジメントシステムの設計、改良、設置に力が注がれてゆくであろう。これは、また特に電子計算機を含めたソフトウェアの進歩にともない、マネジメントの外部と内部を結ぶための、あるいは内部における情報まで含めた管理制度すべてのシステムの設計に進展してゆくであろう。

一方、IE 活動で用いられる技法には上述したように独自に開発した作業研究などはもとより、他の科学技術分野で開発されたものも取入れられているが、課題の設計にあたって、それぞれ状況に応じ異なる条件のもとで定義に示されるように諸科学の中の知識をどのように特定化するかの技法——すなわち、この“特定”のルーレ化の開発はまた今後に残された課題の一つであろう。

OR その現状と問題点

(operations research)

菅 波 三 郎

三菱原子力総合計算センター副所長

一昔ほど前のアメリカの OR 学会誌を一冊ランダムにとりあげてみる。需要予測あり、設備取替や保全を論じたものもあり、待ち行列に関するものも数編あるかと思うと、トラフィックや防衛システムについてもにぎやかで、PERT-CPM も堅調というところである。それから十年、昨今の学会誌をとりあげて、そこに登場する論文を眺めても、取り扱われている主題自体に大きな変化があるとは思えない。

OR が包含する手法は限りない。その食欲がむしろ OR の特質と云える。そういう手法をつつむ容れ物を意識したときに、そこに OR が創出したと見る向もあるが、その革袋の中で道具として定着してしまえばそれは過去のもの、どのような道具をつくりだしてくるか、いわば常に生成発展の宿命に立ち向うところが OR の本質だと指摘できる。

OR の手法を勉強することは、ちょうど碁や将棋の定石を習うようなものだ、という比喩がよく使われる。リニヤー・プログラミング、ダイナミック・プログラミング、待ち行列の理論、在庫管理の手法、シミュレーショ

ン、ゲームの理論、情報理論等々。こういった手法に対して、どのように分類した見方をするか、それもいろいろの流儀がある。

比較的によく使われる手は、確率的要素を含めぬタイプの問題と、確率的な型のものと、かけひきを含むタイプ、といった分類である。最初の分野に入るものに、プロダクト・ミックスのLPとか、スケジューリング等がその典型としてあげられる。

LP、パート、シミュレーションと語呂合わせにも引用されるほど、LPの普及度はすさまじい。その根底には何といってもコンピュータの高度開発と経済利用が厳然と横たわっている。実際コンピュータの急激な発達がなかったら、20×20位のLPでも事実上はほとんどお手あげになってしまって、現在のようなきめ細かい意志決定の管理資料の作成などは期待すべくもなかったろう。たとえばIBMの360のモデル75Iで、もちろん数式モデルの構造にもよるが、200×300位で約1分程度。そして各コンピュータメーカーは、それだけ強力なLP用のアプリケーション・プログラム開発に軒を競い、またそれを売物にするというのが実情だ。

LP自体もノンリニヤールから整数計画等、数学的にもより高く、よりむずかしいものへとOR屋の関心に移り、かなり凝った解法がいろいろと工夫されてきている。さらに投入係数や、利潤係数自体に確率的な息を加味したものについても様々なメソッドがふるわれている、といってよいだろう。

スケジューリングの問題も、簡単なところで、数種類の仕事を、2ないし台は3台の機械で処理する、とか、2種類の仕事を数台の機械で処理をする、といった数学的には容易だが、実用性の薄いものから、 n 種の仕事を m 種の機械でという実効度の高いものに対する解析的アプローチへとOR屋の興味は向ってきたが、実際にはコンピュータを利用して、たとえば納期のさし迫ったものから優先的に処理をする、ということが、全体の処理時間にどういった影響を与えるか、といったことを調べて、実用価値のある“スケジュールのクライテリア”を見つけ出す、ということにかなりの努力が払われてきたといえてよい。

もちろん広い意味でのスケジュールの問題としては、パートをあげない訳にはゆかない。計画と管理の手段としてのパートの企業での普及と利用もまた割目すべきものがあつたが、現実的な膨大な数のアクティビティについて、トポロジカル・オーダリングをやり、クリティカル・パスを求め、素材、労働力の集中性に対する山積み問題の処理に立向う、といったことが現実に行なえたの

は、LP同様、コンピュータのバックなくしては考えられない。パート・タイム、パート・コストを始めとする諸種の管理資料作成のためのプログラム・システムが開発され実用に供されていることは読者もよくご承知のことだろう。

パートもその当初において、PERT-CPM等で、多少理論屋の興味を引いたところもあるが、むしろ、それはグラフの問題として、より深く高いところからOR屋の関心の対象となった。そして優れた論文が陸續と提示されているが、ここで忘れてはならないのは、“組合せ問題”であるといえる。実際現実の企業の中での組合せ問題は数限りない。組合せ問題は基本的には、 $n!$ とおりの順列についての有効度の比較にしか過ぎぬことだといえるが、 n が増えれば、この $n!$ は飛躍的に増大する、したがって、その一つ一つを全部計算して比較するという、原理的には可能だが、高速コンピュータを利用しても事実上は不可能に近いこのやり方を、どのようにして手ぎわよく経済的にやるか、そのアルゴリズムの開発が勝負となる。ダイナミック・プログラミング的なゆき方もある、ブランチ・アンド・バウンド式の手もある、ということ、様々なアイデアが提示されてはいるが、たとえば任意の初期状態から出発して、互換のつみ重ねで、絶えずよりよい方向へと進むというゆき方は、一応常識的な手段ではあるが、ローカルなオプティマムに落ち込む、という欠陥がアキレス腱と云えようか。

確率的な型としては、待ち行列や在庫管理等があげられようが、たとえば待ち行列理論であれば、ポアソン型到着と、指数型サービスという典型的な場合の、平均待ち時間や、平均行列長さ等がその基本となるが、到着やサービスの時間分布としてさらに一般的なものを考えたり、窓口処理自体の優先度に、いろいろな規範を設定する、といったそれぞれの状況変化に應ずる、行列の性質を調べることが一つ一つ論文になってくるとい性格の面があるが、複数窓口で、いろいろ現実的な諸制約を組み入れた場合の行列というユレの動きを理論的にすっきりおさえる、ということは至難に近い。そこで、こういうものに対してはGPSS (Geneval Purpose Systems Simulator) というコンピュータ用のアプリケーション・プログラムが開発されていて、これを利用すると、解析的に掴まえるのは面倒な現象でも、そのゆらぎの状況をつぶさに把握することができるのである。

在庫管理についても、その本質は品切れ損失と持ち過ぎのリスクをハカリにかけて、そのバランスを見ろということであるが、そこで問題となるのは需要にゆらぎがあるということであり、その確率的現象をどうおさえる

かということである。基本的にはそれだけのことだが、実務的には、一括の仕入れをやると購入単価が安くなるとか、納期にイレがあるとか、在庫、受注状況の情報をフィードバックするサーボメカニズムを考えると、さらに一層巧緻な工夫をこらしたモデルを検討する、といったようなことで論文のタネはつきないが、実用的にはむしろ MIS といった形で、総合的に経営情報の一環として内部消化する、というゆき方がこの問題に対してはとられている、といってよいであろう。

競合型のゲーム的なものについては、一つにはミニマックスの思想が、双方全く賢明という立場での最慎重策という意味で、実状と必ずしもそぐわないといったことや、産業界の経済成長はノンゼロサム・n人型といったこと、さらには結託、企業合同が、理論がいうようなある意味で単純化されたものでは全然ない、といったことで、顕著な実効例を探すことはむずかしい。世にいう企業機密のために公表が云々というのは、むしろおためごかしの言葉だと私は思う。

いずれにせよ、ORの技法はより精密巧緻に研究工夫されてゆく一面において、それがコンピュータの急激な発達により、実務面でも大きな実効をあげるようになってきたが、実務にたずさわる諸兄は、真の問題は何であるかを十分に掴んだ上での、モデルの構築や手法の応用を心掛けることが何よりも重要であり、その現実との接点を通して、OR手法研究者に興味ある課題を提供するという、OR創生の精神がより一層再認識されねばならないことを痛感する。

目標による管理

幸 田 一 男

産業能率短期大学教授

目標による管理の推移と内容

「目標による管理」が多くの企業に導入されるようになって、早くも数年が経過しているが、その急速な普及には驚くものがある。たとえば、昭和44年8月の調査（産業能率短大）で、東証第一部・第二部上場会社230社の回答の64%が、「目標による管理」を導入している。

このような急速な普及は、「目標による管理」に対する評価の高いことを示すものと受けとれるが、反面、それが果して正しい理解の下に展開されているかどうか危惧を抱かせもする。

「目標による管理」は、ドラッカーがその著「現代の

経営」の中で提唱し、具体的・実践的かたちではエドワード・シュレイが「結果のわりつけによる経営」において展開している。わが国における「目標による管理」も、当初どちらかというところ、これらの考え方に影響を受けながら、各社のニーズに応じて発展されたとみてよいだろう。つまり、従来のマネジメントでは、企業目標とその達成に当る各職位の仕事とは有機的に結びついておらず、仕事の成果が結果として曖昧になるという欠陥があった。すなわち、各職位の仕事は職務内容を中心として規定されており、やるべき仕事の範囲を示すにとどまり、必ずしも、その遂行程度を明らかにしていなかった。その結果、企業目標は必ずしも企図したとおり達成されず、また、その結果についての把握と評価も不分明にならざるを得なかった。そこで、企業目標達成のために、各職位が単に職務内容を明らかにするだけでなく、その中で企業目標達成のために効果的な仕事を重点的に選り出し、その遂行度もあらかじめきめるというかたち、つまり、目標を明確にして、企業目標の達成により直接的・効果的に貢献しようとするのである。

もちろん、そのためには、動機づけが重視されるわけで、それは自立的または参画的なやり方で解決しようとする。つまり、目標設定は目標を担うものがそれに参画し、自から期末までにあげるべき成果を目標として明らかにするばかりか、その達成過程においても自己統制を原則とし、評価も達成者本人の自己評価を重くみ、それにより自己啓発を促そうとするのである。

要約すれば、「目標による管理」では、企業目標達成のため目標体系を重視し、職務意識の徹底化をはかると共に、各自の能力の伸長を図るものであるといえる。

しかし、その後、ダグラス・マクレガーの「企業の人的側面」が刊行されるに及んで、XY理論が「目標による管理」にも大きな影響を与え、今日の「目標による管理」のむしろ理論的根拠として、このY理論が信奉されるようになってきた。つまり、従業員は各自それぞれに欲求をもつもので、とりわけ自己実現欲といった自己の能力を生かしたい、仕事にチャレンジしたいといった欲求があるが、必ずしも職場でそれは充足されていない、こうした欲求と組織の目標は本来統合されるべきであるという考え方である。従来は、組織の目標と個人の欲求とは水と油で、相容れないものであり、両者のバランスをうまくはかることがよいマネジメントとされてきた。しかし、人と仕事という相矛盾するこの避けがたいテーマも、両立し統合し得るものとするY理論は、大きな影響を与え、今日では少なからぬ「目標による管理」導入企業では、この考え方に立脚して「目標による管理」を展開

するようになってきた。つまり、仕事の中で各自の欲求充足がはかられると同時に、それが企業目標の達成につながる状況をつくり出すことが大事とする考え方がでてきた。そして、それは「目標による管理」を通じてこそ可能だとするのである。

現状の問題点とその克服

以上でもわかるとおり、「目標による管理」は管理技術というよりは、ひとつの経営理念であり戦略であって、その具体的展開のあり方ももちろん大事ではあるが、それ以上に、その前提となる考え方がとりわけトップを初めとする管理階層の高いところで明確化していないと意味が失われる。実際の展開の仕方といった技術的側面で厳密な意味でのやり方はないのであって、むしろ企業ニーズによって実際の展開はかなり違っているのが実情である。つまり、かたちより精神が大事であり、それに立脚して、各管理技術を駆使していくことこそ「目標による管理」の狙いところである。したがって、「目標による管理」は、ある意味では意識革命ともいえるが、現在の「目標による管理」導入企業の多くは、この点の認識に欠けるようにみえる。これを単なる管理技術として受けとめても、もともと確立した技術を伴うものでないのであるから、何期か実施すると目標のマンネリ化現象を生み、効果もあがらない。現在、「目標による管理」を導入している多くの企業は、この点に立ち返って見直しをしてみる必要があるのではないだろうか。

もうひとつの問題は、各職位が目標を設定するにしても、企業目標に直接的に貢献しようとするれば、企業のおかれている状況ないしは目標が十分周知徹底されていないとすればならぬ。それは目標設定での上下の話し合いというコミュニケーションの問題となってくる。また、自己統制や自己評価でも上下の意思疎通はきわめて大事となる。しかも、このコミュニケーションは、単に上下の意思疎通とただでいいだけでなく、卒直さがきわめて重視される。立場の異なる部門や人を前提とする組織で、葛藤は避けたいが、それから逃避したり、それに妥協したりするのではなく、対決し真の解決に導くには、どうしても卒直さが望まれる。こうしたコミュニケーションや卒直さという点に欠けるところがあつて、「目標による管理」がいまひとつ成果をあげにくいということになっている企業も少なくない。

今後の課題としては、この問題を解決するのに組織風土の変革が望まれる。もちろん、「目標による管理」を通じてそれは可能ではあるが、今日では組織づくりの有効な方法、たとえばセンシティビティ・トレーニング

やマネジリアル・グリッドなどがあるので、組織風土に大きな問題があるとすれば、むしろ、それらによって風土の革新をはかっておくことがより望ましいといえよう。

いずれにしても、「目標による管理」は経営の基本的理念で、その意味では、はやりすたりのあるものではなく、今後とも、ますます、企業がとりあげていくべき性格のものとする。ただ、留意しなければならないのは、「目標による管理」の展開のあり方は、企業の実態に即し、変動する状況に対応し、むしろ常に革新がはかられるべきだということである。その意味では、むしろ展開の仕方を目標管理制度などとして確立・定着させるべきではないだろう。

信頼性管理

塩 見 弘

電気試験所 電子部品部信頼性研究室

1. 信頼性技術と管理

複雑化し、しかも機能的にも高度になってきているシステムや製品に、限られた日時、コスト内でいかに合理的な信頼性を附与するかという問題は、次第に重要性を増してきている。信頼性は、まず、このような時間やコストの制約のもとでそのほかの品質を満足させながら、意図する信頼度を達成し、またそれを維持し、次の世代の製品に技術を生かして行くものでなければならない。

信頼性においては、設計特に初期のシステムの企画、解析が大切である。信頼性を製品の各要素に配分し、それに従って安全余裕のある使い方、ディレーティング、フェイル・セーフ設計、また初期信頼性の予測、FMEA、さらに破壊までの試験、環境試験などを含む各種の試験をつみあげ技術的な可能性の推測を行なうなど、いわゆる信頼性設計や解析が固有の信頼性実現のきめ手となることはよく知られている。

もっとも代表的な米国の航空宇宙システムの開発においては、1) 構想、2) 契約定義、3) 技術開発、4) 製作、5) 運用という5つの段階を考えている。このようなステップにおいてそれぞれに必要な技術を駆使して行くのはもちろんであるが、信頼性の成長に伴ってこれをきちんと管理して行くことが不可欠になる。すぐれた固有信頼性が技術により附与されるものであっても、具体的にこれを実現するかいなか管理に依存してくる。目標

設定、予測、信頼性のつくりこみ、確認などをくりかえして行く過程で信頼性の仕事を無駄なくおしすすめるには組織だったプログラムのうえに立った管理の仕事が必然的に要求される。

たとえば、信頼性の予測を行なうような場合にもっとも基礎的なデータがなければ、いくら設計者がりきんでみてもどうにもなるわけではない。信頼性技術者ならびに管理者の側面支援がどうしても必要になる。また、このためにはデータ収集、配布ならびに解析システムが十分機能を発揮していなければならない。

2. 信頼性管理の重要性

組織の複雑化にともない信頼性技術がシステムや製品をつくり出す際にフルに生かされるような管理の仕事が重視されてくる。ほかの技術との境界、ユーザとメーカー間、下請外注との関連、人間と機械、人間と人間などのインタフェースをうまく協調させて行く必要がある。また信頼性の諸活動にあわせて審査、解析、文書化などの仕事が重視される。

これらの仕事のいくつかをならべると、

コスト、機能、危険時間の評価、配分

各種審査（設計審査、故障、試験の審査など）

製造における信頼性ならびに信頼上の管理

文書、仕様技術資料、マニュアルなどの管理

外注、下請の問題、ユーザとの関係

包装、輸送、使用面での問題点の把握

実使用、試験データの把握と解析、フィードバック

教育、訓練、志気の昂揚

など広い範囲にわたっている。

設計によって固有信頼性は高くなっても、その品質水準を実現するためには、製造をはじめ関連分野での管理をおこなうわけにはいかない。多くの故障原因は製造方式に起因するもの、環境の不適切による汚染、人為的ミスあるいはその報告を怠ったなど工程に関連するもの、輸送、取扱操作、保全など人間と機械とのインタフェースで生じてくる。また外注や下請における低品質が結局は高信頼化をさまたげてしまうということになる。たえず、信頼性が具体化されるまで注意深くウォッチして行くものでなければならない。

人間の信頼性が物の信頼性を具体化する際の一つのきめ手になることは多くの事実がこれを物語っている。たとえば、たえず注意をおこなうことを NASA の文書 NPC-250-1 でも特に強調している。人間の志気をたかめて、技術水準を維持し、それに必要な教育、訓練を行なうことも管理の重要な仕事である。

また、故障報告、故障解析結果のフィードバック、不具合や欠陥に関する文書化とその普及などいわゆるドキュメンテーションならびに人間相互のつながりをスムーズにして行くことにもたえず注意をはらうべきである。信頼性の仕事はもともとラインの各技術部門をサポートして、相互のかべをとりはらい、協力を促進しながら有効に高信頼を実現して行く性質のものである。このことは下請や外注、系列会社と親会社、主契約会社と従契約会社間についてもいえることで相互のコミュニケーションが不足していると思わぬ不信感をまねくことになりかねない。

結局、信頼性管理は信頼性技術活動をフルに活かして、意図した時間までに合理的に信頼性のある製品システムをつくりだすのに不可欠な仕事である。また、たえずそのような努力を重ねることにより技術のレベルも向上し、それに関与する人間の信頼性も高められ、維持されるものであって、固有信頼性の具体化のためまた総合的に経済性を高めるためにも不可欠なものと考えられている。また、今後、ますます企業の仕事の分野が広がり、関連分野が重なりあうにつれて、その深さも重要性も一段と増すものと考えられる。

システムエンジニアリング

SE (system engineering)

松田 正一

早稲田大学 生産技術研究所

現在、システムと呼ばれる対象は電気や機械などのシステムという概念を生んだ母胎である工学の分野から、経営体、都市、国家、さらに数字や言語、芸術の世界にまで拡散しているが、いわゆるシステム工学の対象となるものは機械と人間を要素とする人間—機械システム、あるいはこのようなシステムを作る技術の統合体系に限定してよいと考えられる。

システム工学の現状を特色づける典型例はコンピュータの利用、マクナマラ戦略と呼ばれている PPBS、アポロ計画、それに加えてシステム産業に見ることができる。

コンピュータシステムは計算事務の機械化、単純な作業管理の機械化の要求から生まれたものである。これらの業務をコンピュータで代替するために、いかなる種類のいかなる能力の計算機、記憶装置、端末機を選び、それらをいかに組合せ、いかなるプログラミング言語によっ

て運用したらよいか。この課題に答えるために案出された技術がコンピュータシステムの工学である。

ケネディ政権の樹立された当時、アメリカの陸海空三軍は強力な権力をもって立っていた。本来、この三つの軍はそれぞれの役割をもって協力し、アメリカの国防に当るべきものである。それが、それぞれ自己主張して統合を妨げていた。ときの国防長官マクナマラがこれらの戦力を国防目的に集約するために考えたのがマクナマラ戦略である。そして、その方法が PPBS (Planning-Programming-Budgeting System) である。PPBS の主題は、三軍の各々を構成している戦力を機能的に分解し、ばらばらにされた小機能を国防目的に向けて適正に配分することによって、三軍を統合することである。

月面に足跡を印することに成功したアポロ計画は、極度に高い信頼性を要求する宇宙船の建造のための諸技術の調整、宇宙飛行士の訓練を含めての運行コントロールの方法と手順など、多くの種類の巨大な数の技術や方法を一つの目標の達成のために秩序づける計画である。その計画を作成し遂行するために NASA はプロジェクトマネージャーを特別に教育訓練したと聞く。彼等の仕事はシステム工学である。

システム産業は企業の新しい型である。一般の企業は自社の製品を作るために部品を自社で設計して作るか、あるいは自社の設計にもとづいて作らせるかしているが、それを自作せずに既製の部品を購入し、組立てることによって製品とするのがシステム産業である。一つの製品を組上げるために、おのおのの部品はいかなる機能と性能を持つべきかを決め、それに適合する既製の部品を選択するという新しい問題がシステム産業には課せられる。

以上の四つの例はそれぞれ対象は異なるが、考え方・方法には共通なものがある。それは「特定の目的あるいは目標を達成するために、異質の機能を持つ要素を統合し、管理し、運用する技術」である。この技術の体系がシステム工学である。部分を組上げて全体を作ることはシステム以前から行なわれていたことである。相違はその思考原則にある。部分を先に考えて全体を作るという考え方に対し、システム工学は全体を先に考えて部分を決める考え方をする。言葉をかえれば、「ハードウェアを設計するのではなく、どのようなハードウェアが必要か、それらをいかに組上げればよいか」がシステム工学の考え方である。

システム工学の適用領域はますます拡大しつつある。アポロ計画や PPBS の方法は経営問題に応用されようとしている。また、都市問題や公害の問題など、従来の

個別的学問技術の寄せ集めでは解決が困難となる社会問題に対してシステム的方法の適用が要望されており、社会工学の名の下にその試みが進められている。

しかしながら、システム工学を自然科学の分野における工学に見られるような論理性、開発性を持つところの真の工学にするためには、システム科学を定立することが必要である。機械工学や電子工学などが強い力を有するのは、それらの工学に指導原理と方法を与える物理学などの科学があるからである。科学を持たない工学は単なる経験的技術に止まり、一般性のない職人芸に終る。A社のコンピュータシステムの技術がB社には適用できなくなるとか、経営に関するシステム技術が都市問題には無用となるのでは工学とは言えない。機械工学が工作機械であれエンジンであれ、およそ機械と呼べるものについては解析、設計の統一的方法を提供できるのと同じように、システム工学はシステムの対象であればそれが異なる実体であっても同じ考え方と技術を提供できるものでなければならない。そのための思考の原則や理論を提供するものがシステム科学である。

「システムエンジニアを育てるには経験を積み重ねさせる以外に方法がない」という嘆きを聞くが、システム科学があり、そしてその上にシステム工学が形成されていればシステムエンジニア育成も可能である。機械工学のエンジニアは大学で教育できる。それも物理学や化学の理論があり、その応用として機械工学があるからである。さもないと、機械エンジニアは徒弟修業によってしか育てることはできない。

システム技術の急速な開発に比して、システムの科学であるシステム理論は十分に進展しているとは言えない。幾つかのアプローチが試みられているが、その一つであるジェネラルシステム論では、システムとは次のような概念であると規定している。「一つの要素の変化が他の要素に一定の相互関係が変化を与えるような要素の集合」、あるいは、さらに抽象的に「システムとはものの集合の上に規定された関係である」。この定義から判かるように、システムは、要素の内部構造に関する実体概念ではなく、要素の間に成立つ関係概念によって抽象された集合の像(モデル)である。

先に述べた機能という言葉は役割、役目、働き、作用と同義に使われている言葉である。役割や役目は行動する場という他者があって意義の発生する言葉であり、他者との関係によって規定される。また働き、作用も働きかけられる他者、作用を受ける他者との関係を示す概念である。したがって、機能とは実体についての概念ではなく、他者との関係によって規定される関係概念であ

る。関係概念による認識の体系としてシステム科学があり、その理論の応用としてシステム工学が存在することによって、システム論は単なる技巧技能の限界を越えることが可能になる。

現代は、過去の経験が役に立たない断絶の時代であり、物質やエネルギーによって情報が主役を演ずる脱工業化社会に変容しつつあると言われている。システム科学はそのような社会において必要とされる学問であり、システム工学はそのような社会を建設する方法である。

情報検索

IR (Information Retrieval)

小 沢 暢 夫

三菱商事(株)事務機械化部次長

情報を多元的に引きだすか、あるいは時間的に迅速に引きだす方法をインフォメーション・リトリバー(Information Retrieval)、これを訳して情報検索という。検索には、サーチ方式とルック・アップ方式とがある。文献(文献番号)から、文献の内容(キーワード)を引きだすやり方と、文献の内容(キーワード)から文献(文献番号)を引きだす二つのやり方がある。文献番号のもとに、キーワードを並べておいて、検索するのがサーチ方式である。これに対して、キーワードのもとに文献番号を並べておいて検索するのが、ルック・アップ方式である。検索の手段によって、マニュアル検索と、機械検索とに大別される。

1. マニュアル検索

これはマニュアル検索といっても、多少の機器を使用するが、基本的には、検索はマニュアル操作で行なうものである。

(1) エッジ・ノッチ・カード

日本では、ホール・ソート・カードとよばれているもので、エッジ・ノッチ・カード(Edge-notched Card)は、カードの周囲に、穴を規則正しく並べあけたカードである。この周囲の穴には、それぞれ分類番号や記号がつけてあって、その一つ一つ、またはいくつかの組み合わせたものが、カードに記載されている記入項目の全部または一部を代表するように約束してある。その記入項目に対応する穴を、ハンド・パンチで、外側に向けて切り欠いておく。こうしてできた多数のカードをそろえ、特定の穴に棒を差しこみ、カードをもちあげると、

その穴の切り欠かれたカードは、棒にかからないので、下におちる。1枚のカードで多方面の分類ができるので、多元検索が可能である。この検索はサーチ方式である。

(2) ピカプー・カード

ある情報のなかから、その情報の性格を決めるコトバ、すなわちキーワードごとにカードをつくり、XY座標のマス目の交点で文献番号をあらわすようにし、該当のところに穴をあけたものである。1枚のカードに一つのキーワードとし、これに多数の文献番号を記録する。選りだされたカード・デッキをそろえて、光のはいつてくるほうにすかしてみる。カード上のある定まった位置にそろって穴があいていれば、向う側までみすかせるはずである。このような穴のあいている位置が、文献番号を示しているわけである。このようにカード上の同一箇所にあけられた穴をさがす方法をピカプー・システムという。この検索はルック・アップ方式である。

2. 機械検索

機械装置の検索方法は、間接検索によるもの、直接検索によるもの、直間両検索によるものの三つに分けられる。間接検索は、索引番号、キーワード、抄録などをストアし、これらを検索することによって、オリジナル・コピーを、間接的に引きだす方法である。直接検索はオリジナル・コピーをストアし、これらを索引番号などによって、直接的に引きだす方法である。直間両検索は、間接検索と直接検索との二つの方法のできるものである。

(1) PCS の分類機による検索

文献ごとにキーワードを決め索引原をつくる。索引票に記入されている文献番号と、この文献番号のなかに含まれる多数のキーワードは、パンチ・カードにせん孔する。1枚のカードには、原則として8ケタの文献番号と3ケタずつ区切って24個のキーワードとがせん孔できるようになっている。このようにキーワードをせん孔するといっても、キーワードそのものは、多数の文字でできているので、このキーワードをコード化する必要がある。これをカードにせん孔する。このようにしてつくられたカード・デッキからカードをとりだして、分類機にかける。分類機のキーボードに対象とするキーワードをセットし、カードの分類を行なえば、該当のカードは分類機のポケットにおちる。このカードから目的の文献番号が得られる。このやり方はサーチ方式である。

(2) コンピュータによる検索

コンピュータの磁気テープや、磁気ディスクなどの外部記憶装置を使用して、サーチ方式、ルック・アップ方

式のいずれの検索を行なうことができる。磁気ディスクは、任意の記録をただちに引きだせるのが特色である。ディスクを三つの部分にわけて、それぞれキーワード、文献番号、著者名・書名などの書誌的項目を記録しておく。文献番号と書誌的項目には、プログラムによって、キーワード・コードの記録されている位置のアドレスがつけられている。質問カードに、ほしい情報に関連するキーワードをせん孔して、コンピュータに入力すれば、キーワード・コードに関連する文献番号と、書誌的項目とがプリント・アウトされる。これはルック・アップ方式である。

磁気テープを用いた場合、一つの文献番号のもとに多くのキーワードを記録させ、検索の場合は1文献ずつコンピュータの本体の主記憶装置にとりだして、質問事項と比較して、条件にあったものを取りだせばよい。これはサーチ方式である。ルック・アップ方式では、一つのキーワードに多数の文献番号が記録されている。二つのキーワード、たとえばAとBという質問の場合は、まずAのつぎの文献番号と、Bのつぎの文献番号とをコンピュータの本体の主記憶装置にとりだして、それぞれの番号を比較して、同じ番号を見いだせばよい。コンピュータによる場合の特長は、相当複雑な理論的関係をもつ質問でも、時間は速く検索できることである。

(3) アパッチャー・カードによる検索

パンチ・カードの一定位置に窓をあけて、その窓にマイクロ・フィルム1コマをはって、フィルムとカードとが同一体となっているものをアパッチャー・カードという。カードには、書誌的項目をせん孔しておけば、前に述べたように、PCSの分類機によって、多元的検索が可能であると同時に、フィルムに取められたオリジナル・コピーあるいは抄録の検索ができる。この場合のやり方は、サーチ方式である。

(4) マイクロイメージ検索装置による検索

これまでのやり方は、アパッチャー・カードによる検索を除いては、オリジナル・コピーを引きだすというより、文献番号を引きだして、それからオリジナルな文献にたどろうとした間接検索であった。マイクロイメージ検索装置は、マイクロフィルムに取められたオリジナル・コピーを引きだそうとする直接検索である。また、これまでのものは、ビット情報であったが、マイクロイメージ検索装置は、図面や絵などの非ビット情報を対象とすることができるようになった。

フィルム1コマごとに索引コードがつけられ、索引コードを指示すれば、該当のイメージがビューワの映像としてだされると同時に、ハード・コピーがとれるもの

である。この索引コードのケタ数の少ないものであれば、多元的検索は困難で、ただ迅速に検索できるにすぎない。索引コードのケタ数の多いものは、多元的索引ができる。なお今後の方向として、マイクロイメージ検索装置とコンピュータとの結合で、相当複雑な理論的な関係をもつ質問に対しても検索できるように発展していくものと期待される。

PERT

(program evaluation and review technique)

三浦大亮

東レ(株)システム部業務課長

1. PERT CPM とは

CPM (Critical Path Method) は1957年頃アメリカの化学会社デュポン社が中心になって開発した手法で、PERT (Program Evaluation and Review Technique) は1958年頃アメリカの海軍がボラリスミサイル開発に関連して開発した手法である。いずれもプロジェクトのスケジュール管理を合理化することを目的としたもので、最近では、日程計画法と言えこれら手法のことを指す。

二つの手法の原理的な部分は全く同じで、コストに対する扱いが若干異なるために CPM が数学的に複雑な処理を要している点が差になっている。共通の原理は、プロジェクトの要素である諸活動・作業 (activity) の実施されなければならない相対的な順序関係をネットワーク (アローダイアグラム) によって表現し、各作業の所要時間からそのプロジェクトの完成時期を決定づけている一連の作業の系列 (クリティカルパス——ネックになる作業をつなげた道筋) が必ず一つ求めることができ、このクリティカルパス上の作業を管理するのをスケジュール管理のポイントとする、ということである。

手法として、ネットワークを作ること、クリティカルパスを見つけること、の二つが基本である。

2. PERT のマネジメントにおける役割

従来からプロジェクト管理の大きな部分がスケジュール管理および関連する資源の配分管理であった。スケジュール管理についてはガントチャート (バーチャート) による方法が一般に使われていたが、これがスケジュールを作成したり、変更を適切に行なったりする場合に必要な手順を完全に科学的に表現 (アルゴリズム化) され

ないために、プロジェクトなどの活動の規模が大きくなり、また周辺の活動や変化のテンポが早くなってくると、スケジュール管理作業自体がプロジェクトの完成時期を大きく左右する要素に浮かび上がってくる一方、コンピュータの利用による合理化もできないという状況になって来たわけである。

プロジェクトマネジメントにおける PERT 流の手法の利用は、

- 初期条件にもとづきマスタープランを作成すること、
- 外部条件によるマスタープランの修正を合理的に行なうこと、
- スケジュールとのずれ等の変化を管理者および現場に適確に把握させること
- ずれ等の変化が生じた場合に以後のスケジュールを迅速かつ適切に組み替えること、
- プロジェクト実行に関連する管理者および担当者にプロジェクト全体の中における役割を完全に理解させること、を可能にする

3. 実際上の問題点

ところで、現状において実用可能な PERT 流の手法が完全に上述の目的を理想的に実行することができる水準に達しているわけではない。特に経済性や人・金・設備・原材料等の資源の配分を考慮したり、不確定要素が含まれていたりすると、近似的な適正化あるいは主観的な価値判断を含めた形でスケジュールを作成せざるを得ない点が残る。

しかしもっと重要な点は、この手法が OR の他の代表的な手法である LP やシミュレーションと違って、プロジェクトの企画段階から完成するまでのある期間、プロジェクト管理の情報システムとして確立されて働かなければならないということである。もちろん繰り返し行なわれる複雑な業務の標準的な作業手順を作るための手法として PERT を利用することもよく行なわれるが、本命はやはり開発的性格を持ったプロジェクト管理への利用にある。したがってプロジェクトが企画されるごとに必要な情報システムの設定を行なう必要があり、このシステムのできばえの良し悪しが PERT 利用の効果の大小に直接影響する。

このためには、マスタープランを作るためのデータを収集整理する人達ばかりではなく、プロジェクトがスタートしてからの状況をチェック・報告する人達、各部署を管理する人達、そして総合的管理をする人達全部に、PERT に対する理解とプロジェクト管理に対する意志統一をさせることと、情報システムとしての役割と、作業

手順を遵守させるようにしなければならない。そして最後に大きな役割を果たすのがコンピュータである。コンピュータは PERT を手法として利用する上にも不可欠であるが、情報システムを維持するためにも大きな力を発揮する。

4. 今後の課題

各コンピュータ・メーカーおよびソフトウェア・メーカーは積極的に PERT 関係のソフトウェアを開発し、ユーザーに提供している。コンピュータのカatalogにこの関係のプログラム名が載っていないということは無いが、通常の場合これらが直ちにユーザーのプロジェクトに効果的に利用できるようなものになっていないということである(このことは必ずしも PERT のプログラムばかりではないが)。特に上述のように情報システムの中の大きな要素として働く必要のあることから、データのインプットのやり方、作成されるいろいろなアウトプットの形式・内容などが、十分に現実に利用しやすいものであることが重要である。このため、理想的にはユーザーの性向によるパラメータを与えれば自由に適合できるようになっていることと、情報システムとしての役割を果たす処理も可能であるようなソフトウェアの開発が望まれる。

手法的には高度なものを含んだソフトウェアが逐次発表されているし、さらにアメリカの OR 学会の発表にも見られるように、手法そのものの研究もこの 10 年間絶えず続けられている。したがってこの方面の実用化も着実に高度化されてゆくものと信じられる。そしてコンピュータブームと相まって今後の活用場面は大いに広がるだろう。

ただ多くの場面で利用されるようになりつつあり、企業間にデータ提供ということがあるので、基礎的なインプット、アウトプット、処理方式などの標準化が早急に行なわれることが望ましいのではなからうか。

グループテクノロジー

窪田 雅男

工業技術院機械試験所

グループテクノロジー (GT) は、類似性に着眼して機械部品をグループ化することによって、多種中少量生産における設計、作業準備および加工の各段階におい

て、省力化と能率化をはかり、その生産性を向上するために用いられる、生産技術と生産管理技術の複合された手法の体系である。

機械の生産には、自動車工業で代表される大量生産と、大部分の工作機械工業や産業機械工業で代表される多種中小量生産とがあるが、現状では後者が機械生産額の3/4を占めている。

大量生産の場合は各部品について、十分の時間と費用とをかけて準備された高度の自動化専用設備を利用することによって、高い生産性が期待されるのに対し、多種中小量生産の場合は、一般に汎用機を用いて種々の段取りで加工することが多いので、労働集約性が強く、生産管理も複雑で、生産性は大量生産に比べて著しく低く、その合理化は容易でないとされている。

多種中小量生産の場合にも、形状・寸法・加工手順などの類似したものを集約したグループを考えると、かなりのロットサイズとなるから、これらを共通の工作機械グループ内で能率よく加工することが可能となり、さらに共用のジグ・取付具・工具類を使用して加工することにすれば、自動化の程度の高い工作機械の使用が促進され、グループ化の利点を一層高めることができる。

類似工作物のグループ化を系統的に実施するためには、部品の分類システムを確立することが必要であり、また部品の多様性をできるだけ減らし、ジグ・取付具・工具・工作機械などの共用を低コストで能率的に行なうためには、部品設計の標準化が重要な問題となる。

類似部品グループを加工する混成工作機械グループをどのように構成し、どのように運用するかは、準備作業や運搬のための時間と費用に大きく影響する。すなわちGTにおける生産設備の選定・設計およびレイアウトと、工程管理が問題となる。

類似工作物を集約加工することは、わが国でも従来現場的には行なわれていたが、十分系統的行なわれていたとは云いがたく、効果も十分でなかった。ソ連では部品の分類について早くから研究が行なわれ、クラス、サブクラス、グループ、サブグループ、タイプの順に細分しているが、ソコロフスキーは同じタイプに属する高度の類似性を有する部品を自動化設備で集約加工することを提唱し、これをタイプテクノロジー(TT)と称した。これに対し、ミトロファーフはより低い類似性をもつ同じグループに属する部品を集約加工することを提唱し、多くの共用ジグ取付具を開発した。これが狭義のグループテクノロジーである。

ミトロファーフは各使用工作機械ごとにグループ加工を考え、機械グループによる加工ラインについては十

分考慮していない。したがって工場は機種別構成のままでも実施できる方式である。

これに対し、西独アーヘン工科大学やわが国では、部品の加工手順を考慮した混成機械グループによる集約加工方式が開発され、これが最近のGT加工の主流となっている。

これまで述べた加工は、切削研削を対象としたものであるが、ソ連や東欧諸国では鋳造や塑性加工を対象とするGTも開発され、わが国でも最近これに対する関心が高まっており、研究会も設けられている。

また最近の世界的傾向として、設計面でのメリットを主眼としたGTが注目され、それに向けた分類システム¹⁾を利用することによって、繰返し部品の使用、過去に作った部品の設計の部分的変更による設計コストの低減が期待され、これらは部品設計の標準化によって一層効果あるものとなる。

また同族部品の各種特徴をそなえた典型的部品を考え、これに対する設計・加工・管理上のデータを集約しておくことは、GTの各段階に役立つものである。

多種中小量生産の生産性を上げるためにアメリカで開発されたNC工作機械は、GTが主として機械に共通的な部品の加工を対象としていたのと対照的に、はじめは主として機械本体関係の複雑な部品の加工を対象としていたが、普及するにつれて、GTと同じように、あまり複雑でない共通的な部品の加工にも応用されるようになり、プログラミングの手間の省略、機械稼働率の向上、機械の経済性の向上などをはかるために、設計面に主眼をおくGTの適用が特に注目されるようになった。

電子計算機の利用が伸展するに伴い、GTにもEDPSの開発がはかられ、生産管理はもとより、加工面ではNC工作機械との結合、設計面ではCADあるいはオートデザインとの結合などが課題とされている。

わが国では最近数年間に各方面の関心が高まり、全面的にもしくは部分的に実施して予想以上の成果を上げている企業とその数を増している。各企業ではそれぞれ企業の実態に合せた独自のシステムが開発されているが、共通的な部品分類システムとしては、中小企業向きとして機械試験所と中小企業振興事業団とで共同開発したKC-1方式(10進法5桁)、KC-2方式(10進法9桁)があり、いずれも加工主眼であるが、大中企業向きとして機械試験所と機械振興協会とで共同開発したKK-1方式とがある。表1はKK-1方式の基本構造を示し、設計加工両用式として、2桁の機能分類を加えた10進法10桁で表示したものである。

表 1 KK-I 方式の基本構成表

機械試験所 機械振興協会

桁	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
分類項目	名称 (機能)		材 料		主 寸 法		概形と寸法比	各 部 形 状 と 加 工				精 度	主加工機 (初期工程)
	大分類	細分類	大分類	細分類	(R) (N) L A	(R) (N) D B		(R) (N) 外 平 面 面	(R) (N) 内 回 面 面	(R) (N) 平 他 面 面	(R) (N) 〔塑 補性補 助加工 穴工穴〕		
0	(別表マトリックス)	(別表マトリックス)	(R N 共通)	(材質・素材形状・処理等別表マトリックス)	(R N 共通)	(R N 共通)	(R N 別)	(R N 別)	(R N 別)	(R N 別)	(R N 別)	(R N 共通)	(R N 共通)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

VA・VE (価値分析)

桜 井 英 夫

日本国有鉄道資料局

V B=Value Buying (価値購買)

V C=Value Control (価値調整)

V I=Value Improvement (価値改善)

V P=Value Purchase (価値購買)

V R=Value Research (価値研究開発)

V S=Value Sales (価値販売)

V U=Value Up (価値向上)

(2) 定 義

最低の総コストで、必要な機能を実際に達成するために、製品あるいはサービスに対し、企業（外注・下請業者を含める。）の組織を動員して、機能分析を行ない、創造力を活用して、その価値を向上することによりコストダウンをはかる活動である。

(3) 目 的

企業間競争の武器として、資材費低減のための活動であり、製品原価に大きなウエイトを占める材料費が主な目標である。良い品を、安く獲得するのが目的である。

(4) 効 果

VA/VE を開発した米国の例では、価値分析にかかる費用の 10 倍以上のコストダウンを目標とし (1:10 の原則)、かつ、低減目標は 30% 以上に置くといわれている。推進者が国防総省のため、コストダウン作戦として実施されている。

また、投資がほとんど不要（組織の活用と独創力の利

1. VA・VE とは

(1) 用語の意味

V A (Value Analysis: 価値分析)

V E (Value Engineering: 価値工学)

(1) V A と V E の相違は、分析の適用時点が、購買段階（規格化後）か設計段階かの区分であり、手法自体には変りはない。

(2) 実施する企業の目的にあわせて、次のように呼んでいる例もある。

C P=Cost Prevention (コスト予防)

P A=Product Analysis (製品・生産分析)

P R=Purchasing Research (購買研究)

P P A=Pre-Production Purchase Analysis (生産前購買分析)

V A=Value Assurance (価値保証)

用によるため。)であり、その反面コスト低減効果の多大であることから、「新しい産業革命」とも呼ばれている。

(5) 基本理念

$$V = \frac{F \text{ or } Q}{C}$$

V=Value (価値)
F=Function (機能)
Q=Quality (品質)
C=Cost (コスト)

機能または品質を一定とした場合、コストが下がれば、価値が上がる。また、コストが同じでも、機能分析の結果、機能(品質)が向上すれば価値の高いものが得られるという考え方である。

上式では、機能(品質)は、機能コストというバリエーションスタンダードですべて金額に換算し計算する。

(6) 手法の原理

製品またはサービスの総合的な機能だけでなく、それを構成する部品の一つ一つに至るまで基本機能を追求して、不要・過剰・粉飾・魅力等の付随的二次機能を除去する。これにより過剰品質部分に付加されているコストが切捨てられ、コストダウンに結びつくわけである。

基本機能とは、その機能を否定してしまえば、もはや、その製品の存在価値がなくなるもので絶対的な機能である。二次機能とは、基本機能に直接貢献しない機能で、基本機能を補助させたり、設計方針のつごうによって、これが必要となったという性質のものである。

たとえば、コップの基本機能は、「液体を受入れる」ことであり、この基本機能によると、ガラスのコップでなくとも、紙、プラスチック、陶器等でもよく、コストの安いもの(列車備付の封筒状の紙コップなど)で十分となる。二次機能という、コップの取手、フタ、模様その他装飾等魅力を増すためのデザインであり、これが工数、型代など加工費、材料費増加の率となってくる。販売政策上から魅力価値もある程度必要なら、徹底的な機能分析によって得たコスト低減額を一部回すことも止むを得ない場合もあるが、顧客が望まないような魅力価値は「コストの悪魔」以外の何物でもなく、やがて企業間競争裡から脱落することになるであろうと思われる。

(7) 基本的な手法

- (1) 分析対象品目の選定……ABC分析などにより、使用量、購入量が多く、金額も大きいもので、1:10の原則にあわせ、コスト効果の高いものを優先して分析する。
- (2) 現状分析
- (3) 機能の定義……基本機能と二次機能に分離する。

(4) 機能の評価……情報収集と独創力の活用等の駆使。

(5) 最良の改善案の作成……標準品の採用、QC・IE・OR等の手法の活用。コスト効果、技術的可能性等の確認。

(6) テストと証明……価値分析では要求される機能については、一切妥協はない。

(7) フォローアップ……成果の規格への反映と追跡。

2. 現情の点検と将来の展望

(1) 現情の点検

1947年に、VAとして米国GE社(ジェネラル・エレクトリック)で開発された。その後1954年頃国防総省に導入されてVEと名づけられ、設計時点の価値分析として展開され、今までは民間企業にも、「VE契約」として価値分析の実施を義務づけられている。しかし、価値分析の成果はノウハウに属し、企業の機密として特許等で公開される以外は宝庫の奥へ納められる性格のものである。参考書等にも成果の例としては、ボルトのねじ切りの改善など簡単なものが載せられているに過ぎないが、我が国の、車両・自動車・造船・電気機器・機械計器・音響・化成品等の業界で活発な活動が続けられ、大きな成果を収めている。

(2) 将来の展望

近年、人件費、資材費の値上りによるコストアップ攻勢は激しさを加え、利益創造を担当する購買部門でも、旧来のような買い方(値引交渉など)では限界に達するものと思われる。設計・生産部門についても同じことがいえる。

そこで、創造的な購買や機能を徹底的に追求する設計、すなわち、価値分析がどの企業でも必然的に要求されることとなる。また契約相手方の豊富な専門知識を十分に設計に生かすため、共益理念に基づくVA/VEが、「価値分析報奨制度……VE契約」として実施されるであろうと考えられる。既に、先進的な企業では、縦割りによるセクト主義を排し、全社的に、設計、製造、販売、資材等関係部門をもうらしたタスクフォースを編成し機会ロスを防止し成果をあげ、企業の経営に貢献している。

企業が健全な経営を保つためには、良い品質のものを、安く、適期に売り(または買い)利益をあげる必要があるが、VA/VEこそ、この最適の手法といってよいと思われる。