

品質管理のシステム論

布留川 靖

1. はじめに

品質管理の組織運営論について、多くの文献、著書が出されているが、その本質的な原点は、A. V. Feigenbaum の TQC になることは QC 界にあっては異論のないところである。現在小生の研究室でとりくんでいる品質管理のシステム論の研究は、品質管理の組織のあるべき本質的な方向に構造解析を行なおうとしている。それは数学的システム論を用いて、品質管理の組織の体系的な構造を解析しているが、もちろんこの試みが品質管理の組織分析のすべてではないと思っている。しかしながら品質管理の組織構造の解析に対して次の諸点に特筆されるものがある。

1) 数学的システム論による品質管理の組織構造の解析的アプローチは、品質システム論に対して統一した基礎概念を与える。

2) 数学的システム論は概念や論点の定義に数学的精確さを与える。

3) 数学的システム論により品質管理の最適構造の組織分析を行なって、品質目標追究のより体系的な組織運営の方法論を求める。

4) 品質管理・原価管理・生産管理等諸機能の関連における体系化が容易となる。

5) いかなるシステムの内容によって品質シス

テムのシミュレーションを組織化するかの指針を与える。

これらの項目の効用を論じようとする、当研究室の将来計画を述べるようなもので、品質管理と信頼性の体系化や、経営意思決定論と品質評価との関連、適応する経営と品質管理等、研究対象は枚挙に暇もないほどである。

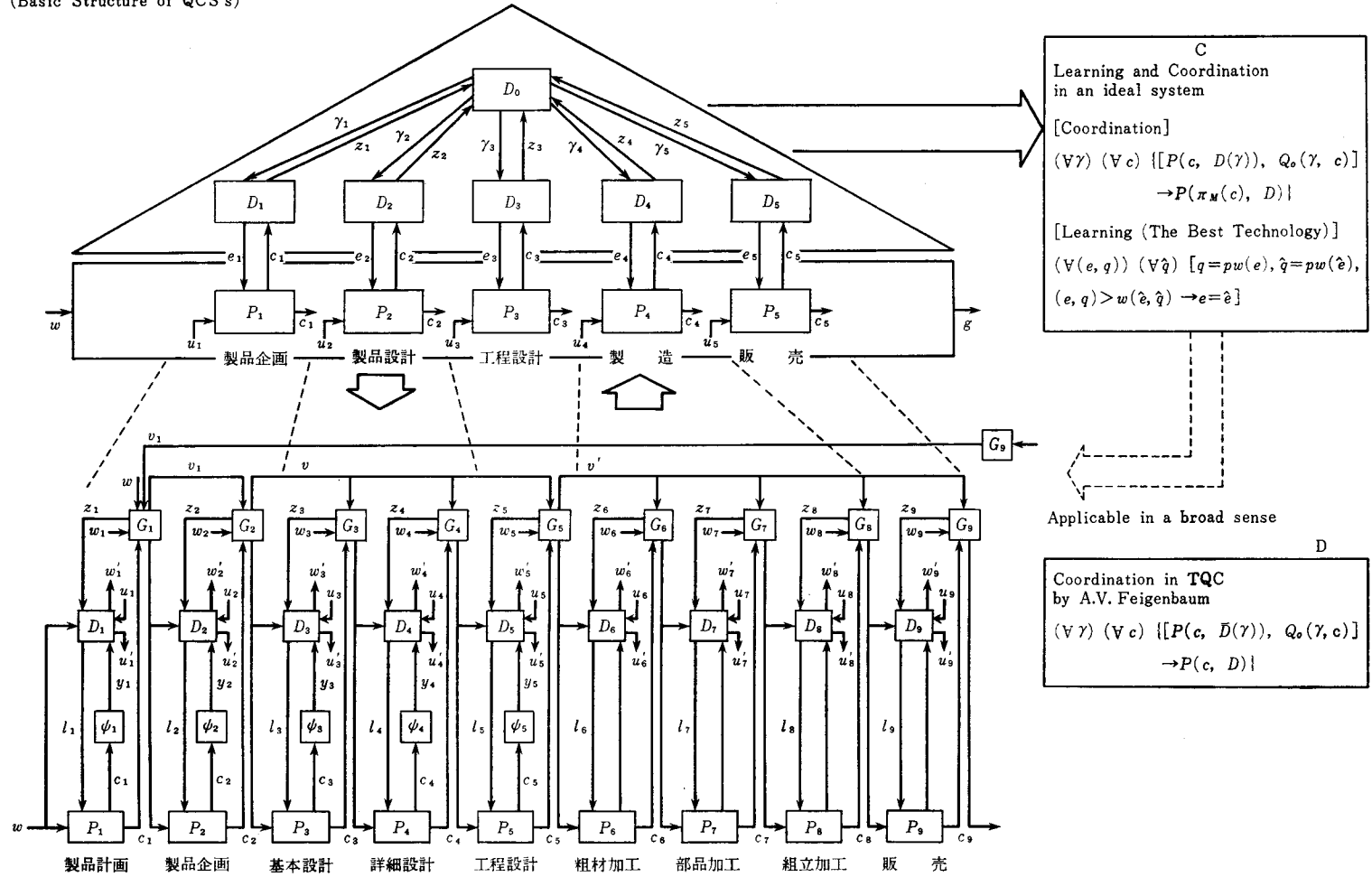
統計的品質管理が、統計事象からの出発点であったことから、結果から評価の体系が築き上げられ、品質保証という品質目標追究の評価が体系化された。このことは、この品質評価より組織運営の是正というフィードバックがかかり、日本の各社の品質保証活動をその活動項目の体系化とともに品質保証された数多くの製品を生み出した基盤となったことは異論のないところである。ところが統計的処理はあくまで結果の統計で、その統計的モデルを次の予測に使うことがあっても、本質的な品質予測の問題の一部に過ぎない。これが筆者らの研究に問題提起を行なった端緒といえる。

2. 品質管理組織の構造に関する研究

わが国の TQC の歩みの中で、各社とも最も充実をはかったのは品質保証の体制整備といえよう。

製品企画、製品設計、工程設計、製造、販売の各ステップに品質保証のシステムを要約すれば、この各段階の保証活動項目を整備して、部門間や

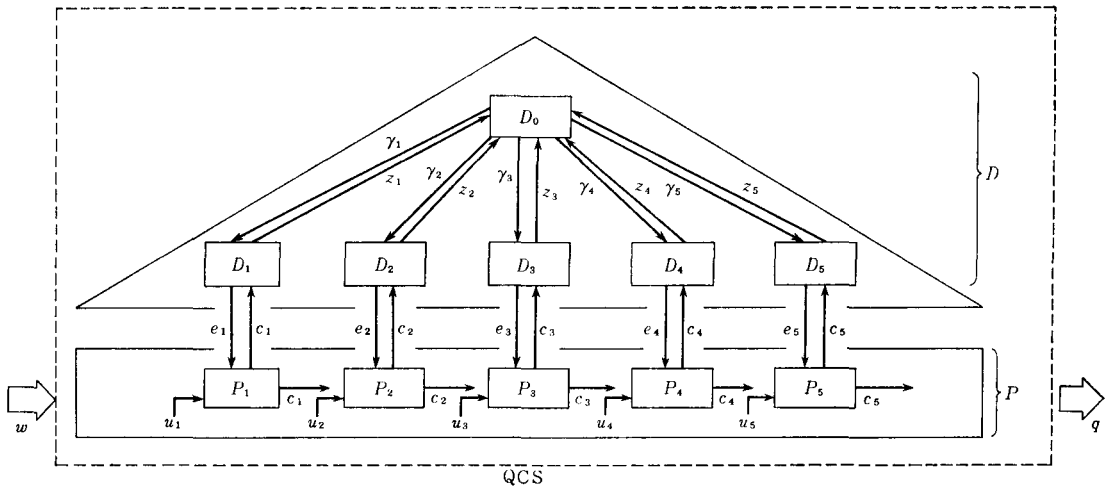
Theoretical System : A
(Basic Structure of QCS's)



Real System : B
(Model of QAS's)

図1 実システムと理論システム

© 日本オペレーティング・リサーチ学会 無断複写・複製・転載を禁ず



(Notation)

D : decision-making Mechanism	duction	e_i : manipulated variable (engineering related to P_i)
D_0 : coordinator	P_3 : process design, mass production trial	q : product quality
D_1 : products planning	P_4 : purchasing, production, inspection	c_1 : quality of plan
D_2 : products design	P_5 : inventory, sales, services	c_2 : quality of design
D_3 : process design	ω : environmental information (eg. claims from market, needs, etc.)	c_3 : quality of process design
D_4 : production	u_i : interaction of P_i from other subsystems	c_4 : quality of production
D_5 : sales		c_5 : products quality
P : process mechanism		γ_i : coordination variable
P_1 : research and development, planning		Z_i : feedback information
P_2 : products design, trial pro-		

図 2 品質管理システムの基礎的構成

部門内の問題を処理し、所与の品質目標を達成することは、多くの諸企業の最も困難な問題であった、またそのゆえに、最も力を傾注している活動であるといえる。この活動は日本のデミング賞の実施賞を受賞し、その後の成長のいちじるしい企業の共通点でもある。このような企業活動の組織運営の一般論は何か、これがこの品質管理組織の構造に関する研究へのなげかけであった。

一方、数学的システム論による品質管理の組織構造の解析には、品質管理システムの最適構造を仮定して、その方向に究明を進めることにした。

図 1 の理論システムと実システムは、品質の階層システム理論と実際の品質管理システムとの対応である。図 2 は理論システムの内容を表わしたものである。図 1 の A は理論システムであるが、

その統合問題は階層システム論によって、その理論の適用を品質管理システムに試みたものである。

図 1 の C にある Coordination (統合) の抽象化された式が、統合原理である。

この式の意味は、 c : 品質, γ : 統合変数,

$\bar{D}(\gamma)$: サブシステムの意思決定ユニット

$Q_0(\gamma, c)$: 統合変数より統合され品質で品質目標となる,

$\pi_{M(c)}$: 品質に対応した技術

以上の記号を用いて、品質 c が各サブシステムの意思決定ユニット (\bar{D}) の解であり、 $Q_0(\gamma, c)$ という品質 c に対して品質目標が設定されているとき $\pi_{M(c)}$ (その品質目標を実現する技術の集合) が、すべての意思決定ユニットの解である、というこ

表 1 理論システムとリアルシステムとの対応

		理 論 シ ス テ ム	リ ア ル シ ス テ ム
基 本 機 構	プ ロ セ ス 機 構	プ ロ セ ス P_1	品質形成活動 P_1, P_2
		プ ロ セ ス P_2	品質形成活動 P_3, P_4
		プ ロ セ ス P_3	品質形成活動 P_5
		プ ロ セ ス P_4	品質形成活動 P_6, P_7, P_8
		プ ロ セ ス P_5	品質形成活動 P_9
意 思 決 定 機 構	意 思 決 定 機 構	意思決定者 D_1	意思決定活動 D_1, D_2 品質予測活動 ϕ_1, ϕ_2
		意思決定者 D_2	意思決定活動 D_3, D_4 品質予測活動 ϕ_3, ϕ_4
		意思決定者 D_3	意思決定活動 D_5 品質予測活動 ϕ_5
		意思決定者 D_4	意思決定活動 D_6, D_7, D_8
		意思決定者 D_5	意思決定活動 D_9
		統合者 D_0	品質評価活動 $G_0 \sim G_9$ 意思決定活動に対応する標準類
構 造	要 求 品 質 サ ブ シ ス テ ム i の 品 質 c_i サ ブ シ ス テ ム i の 技 術 e_i サ ブ シ ス テ ム i へ の 統 合 変 数 r_i サ ブ シ ス テ ム i か ら 統 合 者 へ の フ ィ ー ド バ ッ ク 情 報 z_i サ ブ シ ス テ ム i へ の 相 互 作 用 情 報 u_i 各 サ ブ シ ス テ ム の 意 思 決 定 者 の 意 思 決 定 問 題 に 含 ま れ る 問 題 サ ブ シ ス テ ム 1 ~ 3 の 意 思 決 定 者 の 意 思 決 定 問 題 に 含 ま れ る 品 質 予 測 情 報	要求品質 ω	要求品質 ω
		サブシステム i の品質 c_i	サブシステム j の品質 c_j
		サブシステム i の技術 e_i	サブシステム j の技術 e_j
		サブシステム i への統合変数 r_i	サブシステム j への品質評価からのフィードバック情報 z_j 意思決定活動に対応する標準類
		サブシステム i から統合者へのフィードバック情報 z_i	サブシステム j の品質に対する品質評価のための情報 w_j, w_j'
		サブシステム i への相互作用情報 u_i	サブシステム j への相互作用情報 u_j, u_j'
		各サブシステムの意思決定者の意思決定問題に含まれる問題	目 標 品 質 v_0, v_1, v, v'
		サブシステム 1 ~ 3 の意思決定者の意思決定問題に含まれる品質予測情報	予 測 市 場 品 質 $y_1 \sim y_3$
意思決定 の ツ ー ル	品質-技術表	品 質 表 Q A 表 Q C 工 程 表 etc.	

とになり、このことは階層システム理論を品質管理システムに導入しただけではないかというご意見もいただいているが、A. V. Feigenbaum 以来の品質管理に対する品質統合の概念の進歩となる。それは図 1 の D に示された式のように A. V. Feigenbaum の TQC は抽象的な数学システム論によって表現できる。階層システム理論による基本概念は品質と技術の一貫性であり、A. V.

Feigenbaum の TQC は品質の一貫性である。

この詳細な相違は、昨年度デミング賞実施賞の受賞会社である荳場工業株式会社によって明確に示され、品質と技術の一貫性をシステム指向的に展開された実績が出ている。当研究室の品質管理システムの理論的究明が荳場工業にいかにか具体的にに対応しているかは現在投稿中である。同社の品質技術の一貫性については受賞報告等に記載され

ている。

図1のBは実システムの体系である。この実システムの表現は、実際にD賞受賞企業で実施されている品質保証活動一覧表と、品質保証体系、品質評価システム管理運営規程等に対応して整備されたもので、表1にその内容が概略示してある。

そこで A. V. Feigenbaum の品質の一貫性、図1のDはこの図1Bの実システムに対応している。一方、図1Cの理論の内容には Learning (The Best Technology) ということ。これは、学習システムで最高技術を駆使するシステムのことであり、理論式は最高技術の存在を定式化したものである。

すなわち、階層システム理論を用いて品質管理システムの構造解析を行なうことにより品質一技術の一貫性の概念が導出できる。これを A. V. Feigenbaum の TQC と対比すると管理運営論が根本的に違ってきたこととなった。しかしながらこれは理論的にグローバルな体系で論を展開したことになる。そこで、品質保証体制整備の充実している日本の企業を数社選び、そのシステムを数学的システム論により表現問題として、集約された品質保証システムをモデル化し図示したのが図1のReal System: Bである。このRealなシステムは各サブシステム（製品企画、製品設計、工程設計、製造、市場活動）をすべて表現しており、各サブシステムの活動は実際の企業の品質保証活動を1つ1つ分析して、集約し、抽象化した結果の体系である。つまり、図1Bはそれを表わしたものである。このような表現問題は、製品企画、製品設計、工程設計は情報活動で表現できる。製造や市場活動は、物が動く活動であるが、物の動きを情報でとらえて、情報システムとすることが可能となり、図1Bの図表の表現となったものである。そこで実システムと理論システムの対応表が表1であるが、この対応によると意思決定のシステムは変わらないが、意思決定のツールが変わっている。そこで階層システム理論を品質

管理システムに適用したのが品質一技術の一貫性であるが、この技術の水準が問題となる。品質管理システムのシステム指向という概念を適用すれば、これらの一連の技術は各サブシステム内における構成員の最高の技術を活用することが必要である。

つまりシステムがその組織内にある最高技術が蓄積されていることを学習システムと定義すれば、学習システムは最高技術の活用がたえず行なわれるということ、このシステムを理論化して、品質一技術の一貫性における技術は最高技術の集合であるという結論が出てきたわけである。

したがって図1Cの理論式の示す概念は、品質目標が与えられたとき、組織内の技術を品質と対比して整理しておき、品質目標を達成する一連の最高技術の集合を求めるという品質目標追究システム (Quality Goal Seeking System) の基本的な概念が生まれたことになる。これは品質管理システムの最適構成を築こうとしたときに基本的な概念になることは論ずるまでもない。もちろん、品質目標をいかに設定するかという大きな課題があるが、これは現在、外部適応の品質管理システムとして研究中であるが、非常にシステム化のむずかしい領域である。現在までの研究の主力を品質目標が設定された場合の品質目標追究システムにおいた。

ここでもう1度品質管理組織の構造解析の内容についてふれたい。品質目標の追究システムにおいて最適な品質管理組織の構成は、この研究の終極の目標である。品質管理組織の最適構造を仮定したとき、現実とのギャップを体系的に求めようとするものである。すなわち、品質目標の追究システムにおいて、理想系を設定したときに現実との具体的なギャップは何か、これは理論的な解析を試みるまでもなく、品質保証体制整備を行ってきた諸企業がこれらのギャップすなわち品質保証体制上の諸問題をいかに処理するかということを追及し、試行を繰り返してきたのが、日本の品

質保証体制整備の歴史であるといえる。筆者らの研究ではこれらの問題がいかなるタイプをもつか、ということをつきつめてみた。これによると外部適応と内部適応の問題に大別され、内部適応の問題も、部門間と部門内の問題に集約される。部門間はもちろん、機能別管理の問題であり、部門内は部門における上下の階層別の問題となる。これらは経営組織論における組織の問題のとりあげ方と一致してくる。組織内のトレードオフ、これは階層システム理論においては、相互作用として定式化されている。ただ、階層システム論における相互作用は組織内に対して、明確な定義がなされていなかったので品質システム論の理論構成の中で定義を明らかにしたのである。ともあれ、品質管理組織内の相互作用と階層システム理論の相互作用とを対応づけてみると、相互作用予測原理や相互作用概算原理は、そのような問題の処理方式として明確な方向を指示してくれる。すなわち日本のTQCの歩みの中で、最も実施上の問題となった機能別管理の問題に問題解決の体系的な手段が相互作用予測原理から体系化されてきたのである。

これは品質管理の組織を階層システム論で解明した結論的な概念として品質と技術の一貫性があった。それによると品質目標が与えられたとき、これを実現する一連の最高技術の集合を求めるという概念に対して、相互作用予測原理は、品質目標の達成を阻害する要因を予測するという概念である。つまり品質目標追究システム (Quality Goal Seeking System) において、組織内の一連の未達成項目の集約となる。この概念は、残念ながら日本のTQCの歴史の中で早くから出ていけば、新製品の開発にそれほど苦心をしなくても済んだと思われる。しかしながら外国の新製品開発のシステムもそう大したことでないとすると、学問の境界領域の問題でもある。さりとして現在のシステム理論が体系的に Practical な System で、立証もされてもいないのであるから残念がること

もないかも知れない。

さらに品質—技術の一貫性について論述しよう。品質目標をたてると、その品質の予測はいかに行なえばよいかということになる。統計的品質管理のみで、品質の予測システムは体系化することは不可能に近い。品質は製造工業でいえば一連の品質特性がすべて、対応する工業・技術から形成されていることは論を待たない。したがって品質予測システムの体系化は、品質特性に対して、それに対応する技術を体系化し、品質を実現する工学モデル、統計モデル、技術的諸種の方案等が整備されたときに品質予測システムの整備が始められたとよいであろう。

現在日本の企業において、各社が力を入れている活動に品質機能展開がある。これは品質表、QA表 (品質保証表) QC工程表等を用いて、市場要求品質項目を品質管理組織内において、製品企画、製品設計から製造、市場活動にいたる各ステップにおいて、品質の一貫性を体系化しようとする活動である。したがって品質目標を市場にまで実現しようとするときに欠かすことができない品質保証活動の基本的なしくみとなって、品質表以下のツールは、各社ともその企業の製品の品質構成と品質機能の展開が、試行を繰り返しながら充実されつつある。

ここで筆者の研究課題である品質と技術の一貫性は、この一連の品質機能のツールにおいて、それぞれの品質特性に対応した技術とのすべての対応をはかるものである。これを一連の品質技術表と呼んでいる。そこで、前述の品質保証機能の諸問題を処理して、所与の品質目標を実現する方法論は、さきほどもふれたように、相互作用の予測原理ということとなる。品質管理システムが、製品企画以下のサブシステムに分割され、相互作用等の諸問題を処理して、所与の品質目標を達成するためには、多くの組織の総合管理が必要となる。A. V. Feigenbaumの総合的品質管理の総合の概念は階層システム論における統合原理の統合

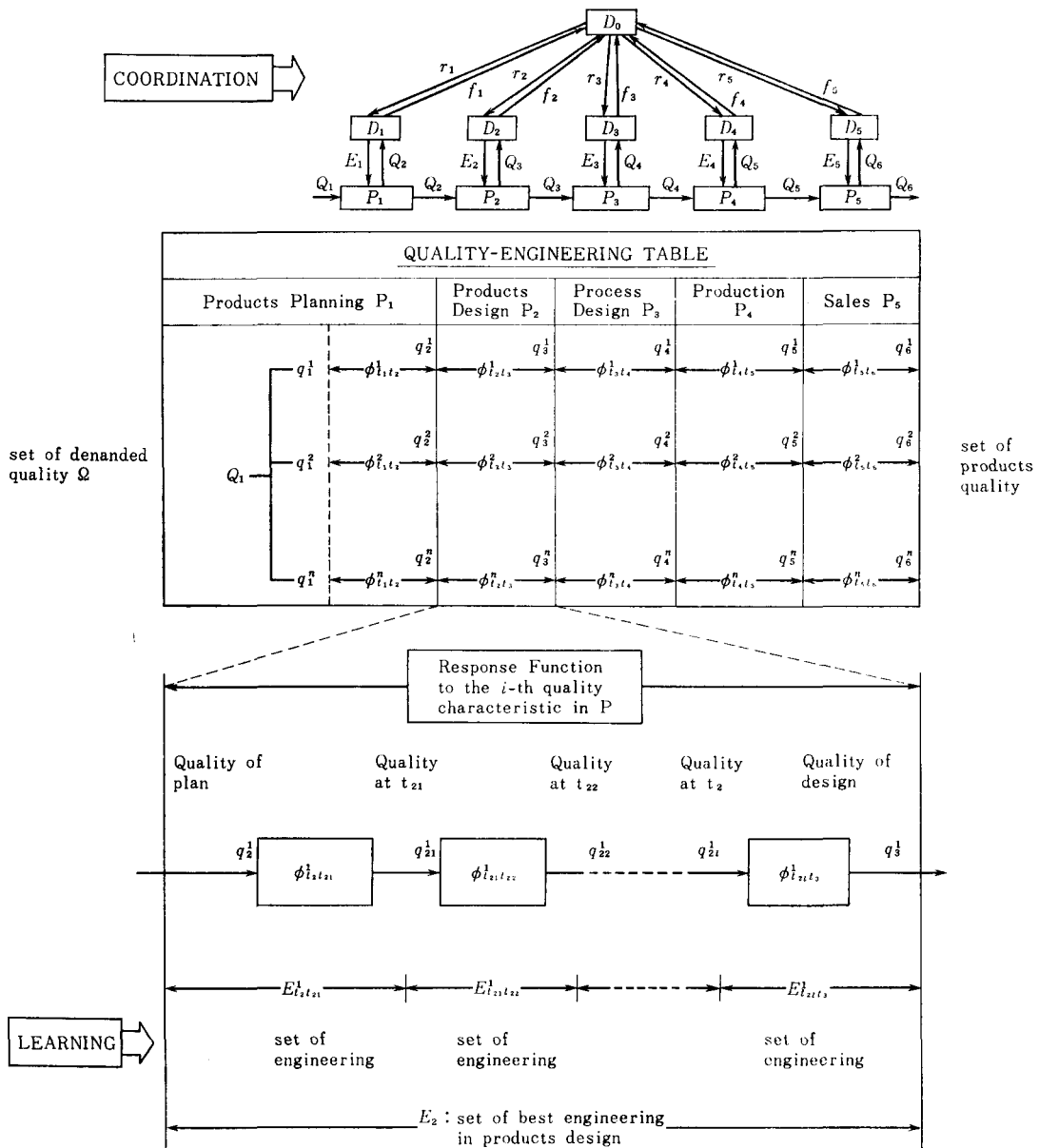


図 3 品質管理技術表と学習統合システム

の概念とまったく同一である。品質の一貫性が成立することは総合管理がユニークに行なわれたことであり、品質管理のシステム論において、品質一技術の一貫性が成立することは統合原理が可適用ということになる。先に述べた品質管理の運営が理想的に行なわれたときの状態を理論的に追究することを試みたということは、このような背景によるものである。

つまり品質目標の実現はその実現を阻害する相互作用を、品質一技術の一貫性を体系化した学習システムによって予測する。これが品質予測のシステムで、このシステムにおいては相互作用予測原理を適用して、その阻害要因を製品企画の段階から市場活動の各ステップにわたり体系的に予測し、その阻害要因を最高技術を駆使して処理することが、統合原理によって可適用になったとする

管理運営の原則論を求めたこととなる。この品質管理組織の統合と品質機能展開と学習システムの体系が図3である。Coordination (統合) と Quality-Engineering Table (品質-技術表) と Learning (学習システム) は図3のように関係づけられている。

これらの数学的内容は、本論のような特集の概論においては省略せざるを得ない。阻害要因を除去することは品質目標を達成するための必要技術を創造することともなるが、この創造も単なる個々の技術の開発ではなく目標を最も経済的に達成する品質・原価・生産を含めた総合的システムにおける創造となつて、品質管理システム論の次元がさらに高くなることとなる。現在投稿中の研究に組織的な統合システムを、品質管理のステップ活動が製品企画、製品設計、工程設計、製造、市場活動、が時間的に順に行なわれる組織運営を、製品企画段階で、最高技術を全システムで活用する先行統合システムがある。

このシステムは、従来の TQC の組織運営が、製品企画段階から時間的にステップを踏んでゆく組織運営に対して、先行して全組織を統合する運営論で、この際、最高技術を結集した各サブシステムが統合されるもので、単なるプロジェクト活動とは異なっている。このような組織を実際に運営して実効をあげた例につき、後日紹介したいと思う。

また品質管理システムにおける Research and Development (R. D) の活動は目標追究の活動が全システムにおいて、試行を繰り返して充実にゆくことである。これは数値的なシステムでは、System Identification の問題となるが、これを R. D における品質管理のような、数値システムと諸種の活動のソフトな複合システムであるグローバルな品質管理システムの Identification を研究中有である。

個別生産の問題についても IAQ (International Academy for Quality) に発表したのが、上述の品

質管理システム論を個別生産システムに適用し、個別生産システムの特徴を理論的に解明し応用例を紹介した。現在研究中のものが多く、諸賢の数多くのご指摘とご批判をいただきたく研究中有である。

文 献

- [1] 布留川靖 (1980): “品質管理システムとシステム理論” 「品質」, Vol. 10, No. 2, pp. 11~14
- [2] O. Furukawa, M. Mikayama, H. Kubota, N. Mizuno (1977): “An Application of Theoretical Quality Control”. ASQC Technical Conference Transactions. pp. 539~547
- [3] O. Furukawa, S. Hibino, H. Mori, H. Obata (1975): “Quality Prediction System and It's Application”. The New Frontiers in Quality Control and Reliability of Production and Services, Vol. 1, EOQC IAQ, pp. 259~273
- [4] M. D. Mesarovic, D. Macko, Y. Takahara (1970): “Theory of Hierarchical, Multilevel Systems”, Academic Press
- [5] 布留川靖, 池庄司英臣, 石槌英也: “品質管理システムの構成に関する理論的研究 (第1報)” —品質-技術の一貫性に関する研究—: 「品質」 Vol. 11, No. 2, pp. 30~36
- [6] 同 上, (第2報) —品質管理システムにおける統合に関する研究—: 「品質」 Vol. 11, No. 2 pp. 37~42
- [7] O. Furukawa, M. Kogure, S. Ishizu, The Japan Steel Works (1981): “System Approach To QC System of Job Production” ASQC Quality Congress Transaction, San-francisco, pp. 255~262