

# 品質機能展開について

赤尾 洋二

## 1. まえがき

今日品質機能展開といわれているアプローチは1966年頃からわが国において始められたが、大別して次の3つの源流から発展してきたものとみなすことができる[1]。すなわち「QA(品質保証)面の管理点の明確化」からきた筆者らによる流れと、VAないしVEの機能展開からの石原勝吉氏らによる「物の機能展開、業務の機能展開」の流れ、さらに三菱重工・神戸造船所による「品質表」からの流れから形づくられてきた。品質表は水野 滋教授、布留川 靖教授の指導によるとされている。

前二者は古くから提案されたものであったが、4～5年間は普及されるに至らず品質表の出現によって、上の2つを含めて1975年頃から急速に発展していった。最近の品質管理大会(日科技連)に現われた報文数を見ると昨年5月には12件、11月には11件、本年6月には20件というように、実施例が多数報告されるに至っている。

これらの発展過程の詳細については文献[1]あるいは[2](1.2節)を参照されたい。また品質展開の具体的なやり方については水野・赤尾編の著書「品質機能展開」[2]を、または品質管理誌に掲載された筆者らによる「品質展開の方法」[3]、

「品質機能展開とFMEA」[4]、「品質機能展開とこれからの品質保証」[5]、および、「設計に役立つ品質機能展開」[6]を、お読みいただきたい。

ここではこれらとの重複を避け、トヨタ車体で行なわれた事例[7]を中心として品質展開について紹介することにしたい。

## 2. 品質展開と品質機能展開

品質機能展開は上述の流れにおいて試行錯誤によって発展してきたものであるが、今日では次に述べるように定義づけられている。**品質機能展開**は「品質の展開」と「品質機能の展開」の総称とされている。**品質の展開**とは「ユーザーの要求を代用特性に転換し、完成品の設計品質を定め、これを各機能部品の品質、さらに個々の部品の品質や工程の要素に至るまでこれらの間の関連を系統的に展開していくこと」と定義されている。製品品質はこの品質のネットワークを通して合成されることになる。**品質機能の展開**とは「品質を形成するための職能ないし業務を、その目的、手段の系列でステップ別に細部に展開していくこと」と定義されている。

品質機能という言葉はVE等では製品品質の“はたらき”を指しているが、ここではJuran博士が述べているように“品質を形成するための職能”を指していることに注意されたい。

あかお ようじ 玉川大学 経営工学科

Feigenbaum による品質システムとは「品質目的を定め、それを開発し、生産し、顧客に供給し、顧客がその製品を満足して使用するために必要な管理および技術上の手続きのネットワークであり個々の品質責任のネットワークである」とされているが、この明確化には上の品質機能の展開が重要な役割を果たすことになる。しかしながら、自動車や電気製品等の組立製品はそれ自体が1つのシステムであり、多くの構成ユニットや部品より成り立ち、それらの品質の集合として全体の品質が確保されている。

したがって品質システムという以上、品質そのもののネットワークをまず明らかにしておく必要がある。新しい品質システムとは品質そのものを展開する品質展開とその品質を確保する職能の明確化するすなわち品質管理(業務)機能の展開の結合システムを指すことになると思われる。

### 3. 解析的アプローチと設計的アプローチ

今日、日本の製品品質や信頼性が世界的に評価されるに至っているが、これはクレームの発生に対して徹底的に原因究明を行ない、再発防止を着実にこなっていった成果といえよう。すなわちクレームの再発防止の過程で1つ1つ技術を積み上げていき、また故障せずにより永く使えるように信頼性の管理を徹底していったためと思われる。

このようにクレーム等に対し特性要因図をもとに解析的に原因を追究していく方法は**解析的アプローチ**といわれている。これは今後にわたって大切なQCのアプローチであることはいうまでもない。

日本の新製品は今や世界一流とされているが、その開発の端緒をたどると欧米諸国からのものが多かったのではあるまいか。欧米から導入した新製品や新技術を上述のような品質解析を通じて、結局は欧米以上の高品質の製品に仕上げていったものとみなされよう。現在すでに追越した以上、

マネをする材料は少なくなり、開発の端緒そのものの自体を日本で切り開かねばならない時代となった。このためにはマーケットそのものに深く入り込んで、潜在的なものを含めてユーザーの要求をつかみ取ってくるのが大切である。

使う立場に立って、その製品に具備すべき「あるべき品質」=「真の品質」を明らかにしていくことが大切である。従来の品質保証はすでになんらかの形で(経験的に)与えられた保証項目をいかに確保すべきかが中心であったが、これからのQAは「何を保証すべきか」から行なわれなければならない。新製品開発の出発点からQAを考える時代にきており、いわゆる源流管理が強調されている。

このようにして企画品質・設計品質が定まると、それらを上流から下流へと細部に関連をもって系統的に展開していくことが必要となり、この方法は**設計的アプローチ**と呼ばれている。品質展開がこの方法の1つに他ならない。品質はこの展開されたプロセスを通じて合成されていくことになる。

この品質展開の方法をトヨタ車体<sup>㈱</sup>で自動車のフロントウインドワイパーについて行なわれた事例[7]にもとづいて説明することにした。

図1がそのシステムの全体であり、図中④の品質表により①、③で企画品質、設計品質を設定し、⑤で品質保証値を定め、その最終製品品質を⑥で部品品質に展開し、これらを設計計画図、試作図に反映させ、最終的に現場の管理点を明記したQC工程表⑩に結びつけていくプロセスが品質展開のシステムといわれているものである。

トヨタ車体における図1の展開の特徴は上の品質展開にさらに、信頼性のFTA、FMEA、およびコスト展開を結びつけた点である。すなわち設計目標設定にFTAを導入し、部品展開の際コスト・重量低減を行ない、さらに2次にわたるFMEAを実施し、さらに改良設計試作の段階でさらにFTAを結びつけている。

〔ステップ〕

〔手 法〕

〔ね ら い〕

〔効 果〕

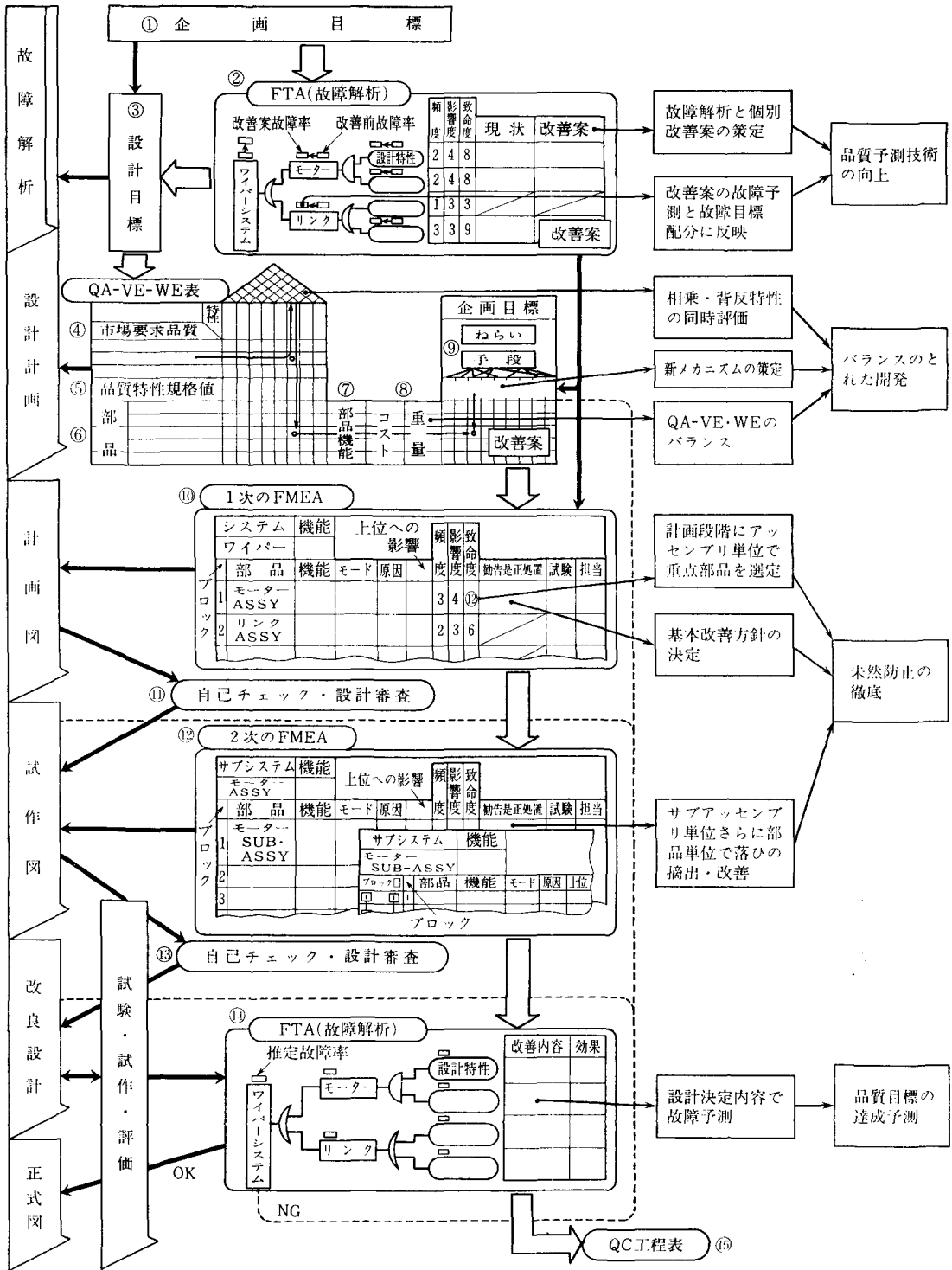


図 1 信頼性・コストを含めた品質展開 (トヨタ車体の例) [7]

#### 4. 企画設計段階の品質展開

企画の品質を定めるにはユーザーの要求する真の品質を明らかにすることが大切であり、このための情報源としてはクレームというマイナスの品質情報のみでは不足であり、またアンケート調査のみでもだめである。後者は調査側の意図の範囲内での答しか得られない。プラスの品質、しかも潜在的なものも含めて積極的に集める努力をしなければならない。

たとえば組立機械製品ではユーザーとともに製品に乗り込み、競合製品も使用して、その比較対話情報の中から潜在的な要求を引き出す等の工夫が大切である。

これらの原始情報はいろいろな表現がとられており、これから要求品質項目としての単一な内容の言語情報に変換していくことが必要である。この具体例については文献[6]を参照されたい。

その言語情報をカードに書き、KJ法的にまとめて、トリーの形に表わしたものは要求品質展開表と呼ばれている。図2中の④の左欄がそれである。これから品質方針、品質目標を設定するには、要求品質展開表を一度戦略策定の場において、当社と他社との比較を行ない、各要求品質項目ごとに評価を行ない、セールスポイント、改善項目を選定していく。図2中には省略されているが、この詳細は文献[2]2.2を参照されたい。

言語情報としての要求品質の各項目は、そのままでは科学的に管理しがたい。そこで計測可能な品質特性に転換することが必要となる。このための表が品質表で図2の④がそれである。最上欄単独では特性展開表と呼ばれ、要求品質展開表とマトリックスによって結合したものが、狭義の「品質表」である。

品質表は「真の品質(客先の求める)を機能中心に体系化し、この機能と代用特性である品質特性の関連を表示したもの」と定義[8]されている。一方相羽教授[9]は「品質設計とは消費者の要求

する品質(真の特性群)を推理・翻訳・転換することによって代用特性群に転換する行為の全体である」とされている。これから品質表は、品質設計のための基本的な表とみなすことができる。

品質特性展開表においても他社比較を行なって、具体的な特性についての品質目標、設計品質を設定し、保証値を明らかにしておく。このような過程をへて図1の①の企画目標(企画品質)と②の設計目標(設計品質)を設定する。

図2④の中の三角形の屋根状の部分は特性間の相関関係を示してあり、○は正相関、×は負相関を表わしている。これらの相反する関係を考慮して目標品質を定めていくことになる。

#### 5. 部品展開および工程管理点への展開

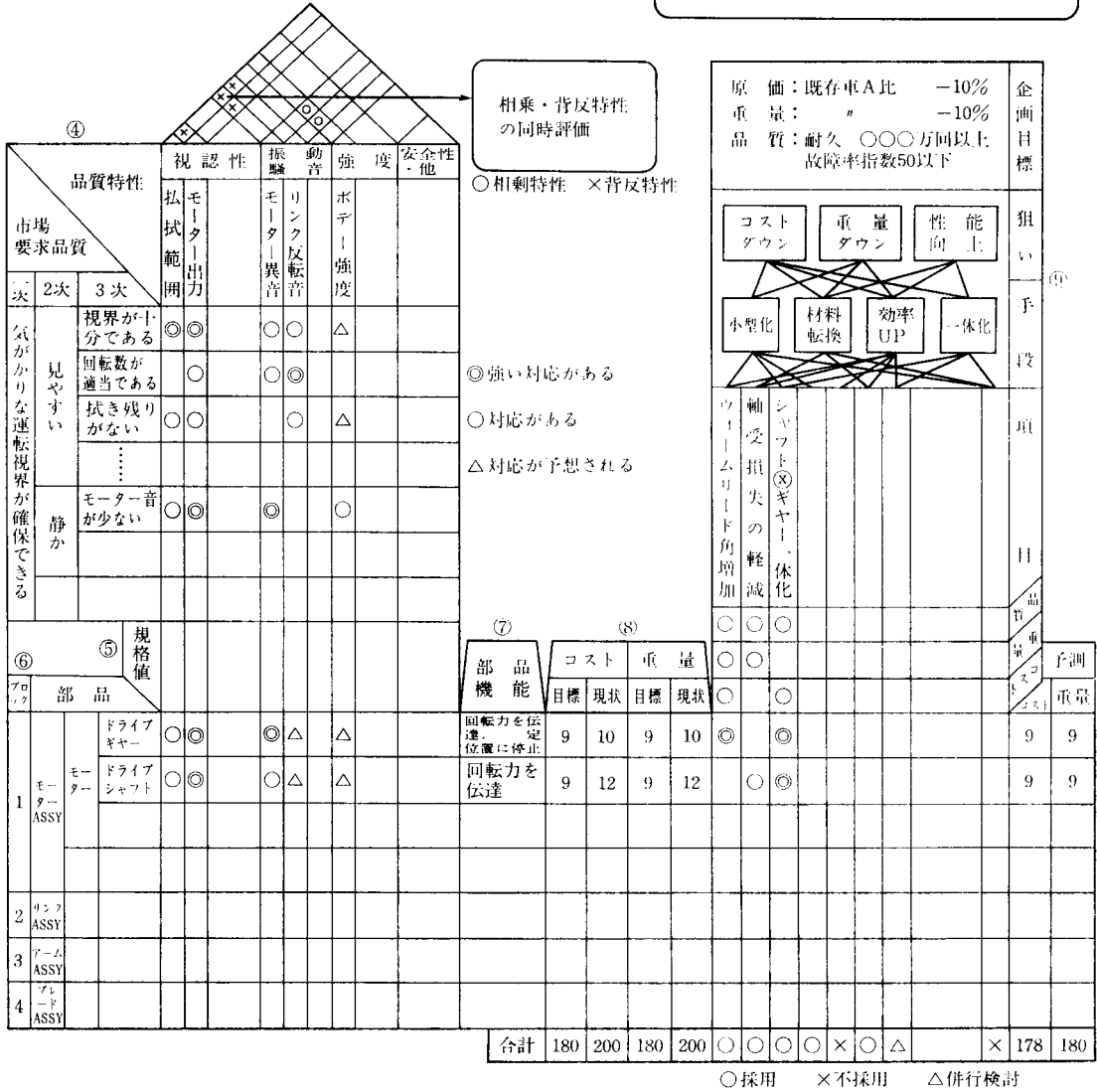
以上で設定された設計品質を組織の各部門を通して確実に製造部門まで伝達していかなければならない。製造における管理体制としてQC工程表(管理工程図)が日本では古くから活用され、これが日本のQCの特徴の1つともいわれている。QC工程表は表中に示された工程図中の工程の各ステップごとに何を確認しなければいけないかという項目すなわち管理点、点検点を明らかにした表で、その点で誰がいつどれだけサンプリングし、何をどのように測定し、どのような管理資料に記録し、異常がでたときは誰が責任をもってアクションをとるかを明示した表である。

設計品質とQC工程表との間は企業内組織間で大変な距離があり、この間の伝達が不十分のために問題が多く生じがちであった。原価管理や生産量管理では、それぞれ円や時間・数量によって統一メジャーによりはかることができる。これに対し品質問題は面倒であり、言語情報としての要求品質は無次元で、企画品質、設計品質、部品品質、工程管理点はそれぞれすべて次元(ディメンション)が異なっている。このため組織を通じてこれらが確実に変換・伝達されることが必要となる。

品質表とQA表を結ぶ諸表は各社種々のものが

QA-VE・WE表 (品質表)

QA-VE・WE表 (品質表) を用いて  
ワイパー機能を向上させ、コスト  
ダウン重量軽減を計る新メカニズム  
を策定



市場要求品質、品質特性、部品機能と  
性能向上、コストダウン、重量軽減の  
方策案との関連を明確にする

性能向上、コストダウン、重量軽減  
の目標を達成する方策案をバランス  
よく取捨選択する

図 2 品質表とコスト展開

工夫されており、これらは一括して広義のQA表と呼ばれている。各ステップは原則としてマトリックスを通して変更するのがオーソドックスであり、各要素の関連を矢印で表示している表を布留川教授はリレーションチャートと呼び、その構成の理論的研究を行なっておられる。これは理論的には最も合理的なものであるが、各社では簡略化された諸表も現実には用いられている。

組立機械製品では最終製品品質をまずマトリックスを通じてサブシステムまたは構成ユニットに転換していくことになる。複雑な製品では部品の展開トリーだけでも膨大なものになってしまう。そこで3次ないし4次でいったん止めて、重要な構成ユニットを指定し、それからさらに部品展開に移るといのが現実的であろう。すなわち重要なユニットを数種選定し、チームを編成して展開していくとよい。

図2の事例では比較的小さい組立製品であるから図中⑥のように製品品質特性と直接に部品と二元表に組んでいる。強い関係があれば◎、関係あれば○、あるらしいなら△として検討を加えていく。さらに製品品質を確保するための部品としての機能または特性を⑦で明らかにしておく。

次にこれらの部品を作る加工工程の管理点へ展開していくことになる。(本例では例示省略)。この際大切なことは、この工程を経て作り出される中間製品あるいは最終製品品質特性とのマトリックスを作り、その品質特性に影響を与える工程の要因をこそ管理点として選定しなければならないことである。この明確化は、それ以前にどれだけ工程解析が行なわれているかに依存される。この具体的やり方は省略するが文献[2]等を参照されたい。

## 6. 故障解析(FTA)の導入

以上が品質展開の概要であるが、ユーザーの要求のプラス面の展開とともに、マイナス面、さらに進んで、機能品質を故障なく維持していく信頼

性の問題が品質展開とともに検討されることが望ましい。すでにこのような観点からのいくつかの試みが各社で行なわれているが、ここではトヨタ車体での事例[7]について述べることにする。

要求品質の高度化により、フロントウィンドウワイパーの払拭範囲の拡大が要求された。このためワイパーシステムへの負荷増大となり、このままではコスト、重量ともにアップの方向にならざるを得なくなった。耐久寿命は満足しているが、初期故障をさらに低減することが必要となり、信頼性手法を組み合わせて活用することになった。

そこで市場故障部品を回収し、図3に示すようにFTAを用いて故障の事象と要因の関係、故障の発生頻度を明確にし、要因の故障に対する影響度と発生頻度から致命度が算出された(図中の故障率の数値は指数におきかえたものである)。致命度の高い項目について個別に改善案を策定し、この改善案を実施した場合の故障率を予測した。故障率予測結果を企画目標の故障率と対比して、故障率の目標配分を図3のように行なっている。以上は品質展開の全体システムの中では図1②に位置づけられている。

図1①の企画目標と以上の故障解析(FTA)結果により、図中の③の設計目標が具体的に次のように設定された。

- 1) 環境条件: -30~-80℃
- 2) 使用条件: 耐最高走行速度
- 3) 耐久性: 耐久○○○万回
- 4) コスト: 既存車A比 -19%  
重量: 既存車A比 -10%
- 5) 故障率/年: 指数 50以下

部品名	モーター	リンク	アーム
故障率/年	26以下	12以下	12以下
目標値	50以下		

## 6. コスト展開

図1または図2における④~⑦で要求品質が構

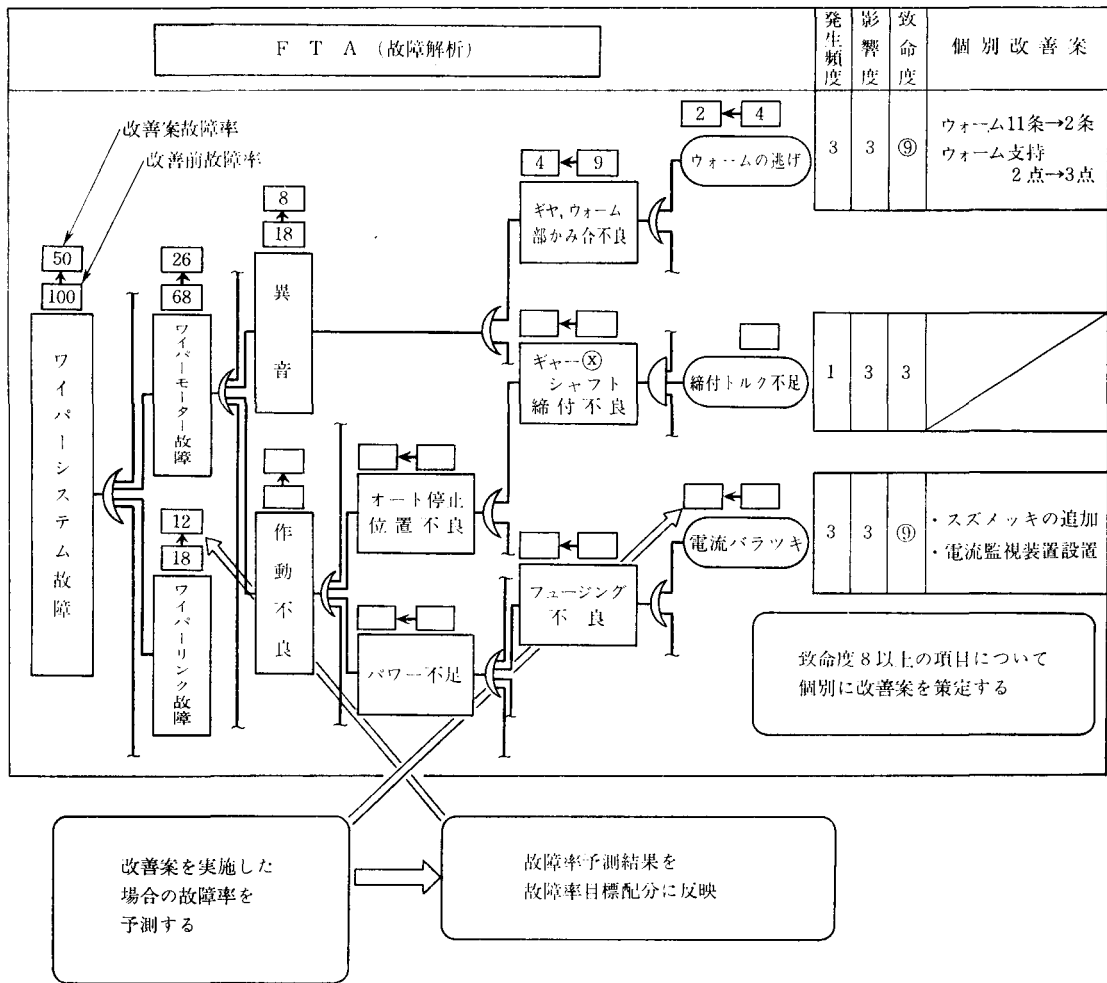


図 3 ワイパー・システムにおける FTA (トヨタ車体の例)[7]

成部品の品質まで展開されてきたが、この部品展開において、原価低減活動を品質表と結びつけて実施している。トヨタ車体ではこれをQA-VE・WE表と呼んでいる。図2⑧で各部品ごとにコストと重量の現状に対してそれぞれ改善の目標を設定する。一方⑨に示した企画目標に対して狙いと手段を明らかにし、それを達成するための項目(ネックエンジニアリング)を決める、表には品質、重量、コストいずれに貢献するものであるかを○で示してある。

たとえばドライブシャフトは回転力を伝達する機能を有する部品であるが、重量を12→9、コス

トを12→9にするために、軸受損失の軽減、シャフトギヤ一体化等の技術を用いてその実現化をはかる。そのようにすれば予測として重量、コストともに目標の9が見込まれるということを示している。

各部品ごとに検討を行ない、ネックエンジニアリングの採用、不採用を決め、各部品の累計から、重量は200→180が予想され、コストは200→178となり、目標180よりさらに低減することが見込まれることになった。品質展開とコスト展開をうまく結びつけた事例といえよう。

## 7. 2段FMEAの実施

品質展開はプラスの品質の展開が主流であるが、その面のみでは、マイナスの品質の発生を絶無にすることは困難である。そこで品質展開と信頼性の手法であるFMEAとの結合が工夫されている[4]。図1の事例では、さらに⑩、⑫で2段のFMEAの導入がなされている。

ワイパーシステム全部品に対してFMEAを実施するには部品点数がきわめて多く、重点指向が行なわれている。また細部計画が固まってから基本機構に問題が発生されたのでは計画のやり直しとなるので、計画段階にアッセンブリ単位で1次のFMEA(図1の⑩)を実施し、重点部品を選定、基本改善方針を決定している。

2次のFMEA(図1の⑫)は試作図段階に、サブアッセンブリ単位さらに部品単位で実施し、部品ごとの対策方法、工程改善項目、部品およびシステムの試験評価項目を最終的に決定している。

## 8. 設計審査とその実施結果

FMEAの決定内容をふまえ、ワイパーモーター能力、モーターギヤー形状など具体的設計がなされ、試作図に対し自己チェック・設計審査を行ない、試作部品、車輛に対する評価試験部門による作動、耐久、環境等の試験評価が行なわれたが、特記すべき問題点も発生せず、号口量産化ができたと報告されている。

そしてラインオフ後10カ月経過した後も、市場故障もなく、コスト・重量についても下記のような成果をあげることができたと報告されている[7]。

### 1) 故障率予測 (FTA 利用)

故障率/年：指数47(推定値)

部品名	モーター	リンク	アーム
故障率/年	23 以下	12 以下	12 以下
推定値	47 以下		

### 2) コスト：既存車A比 -12%

## 9. あとがき

以上品質展開の概要を述べたが、最近では種々のアプローチがなされている。たとえば構想から具体的手段を探索する方法(レビュード・デンドログラム)、品質展開と技術展開、品質展開とコスト展開等がある。これらについては文献[6]を参照されたい。

おわりに河合利夫氏発表の事例[7]を使わせていただいたことを記して感謝したい。特に図2、図3は新たにご提供いただいたものである。ご許可くださったトヨタ車体株式会社 剛常務取締役殿、竹沢信夫部長殿に厚くお礼申し上げる次第である。

## 文 献

- [1] 赤尾洋二(1977):「品質機能展開の現況と今後の課題」,「品質」, Vol. 7, No. 4, pp. 23~32
- [2] 水野 滋・赤尾洋二編(1978):「品質機能展開」日科技連出版社
- [3] QC実務小委員会編(赤尾執筆)(1977):「品質展開の方法」,「品質管理」, Vol. 28, No.5, pp. 91~98
- [4] 赤尾洋二, 神澤法男(1979):「品質機能展開とFMEA」,「品質管理」, Vol. 30, No. 8, pp. 12~18
- [5] 赤尾洋二(1980):「品質機能展開とこれからの品質保証」,「品質管理」, Vol. 31, No. 3, pp. 104~114
- [6] 赤尾洋二(1981):「設計に役立つ品質機能展開」,「品質管理」, Vol. 32, No. 3, pp. 80~92
- [7] 河合利夫(トヨタ車体)(1980):「FTA, QA-VE-WE表, 2段FMEA 組合せ活用による設計活動—ワイパー設計—」,「品質管理」, 11月臨時増刊号, pp. 129~131
- [8] 高柳 明(1973):“受注製品の品質管理活動(品質表の構想について)” ,「品質管理」, Vol. 24, 5月臨時増刊号, pp. 63~67 (文献[2] 1.3)
- [9] 相羽弘一(1969):「社内標準化のすすめ方」, 実業之日本社