

(1) 応募部会名 : 生産

(2) 論文名 : 「製造性レビュー革新」を活用した、
新製品開発の期間短縮・工数削減実践技法

(3) 氏名 : 福島宏

(4) 所属団体名 : (株)日本能率協会コンサルティング

(5) 連絡先 :

(勤務先) 〒105 東京都港区虎ノ門 4-3-13

秀和神谷町ビル 11階

TEL 03-3434-7334

(自宅) 〒331 埼玉県大宮市指扇104-22

TEL 048-623-5790

目次

1. はじめに
2. 製造性レビュー革新プログラムの構成
3. 製造性レビュー革新の展開
4. 製造性レビュー革新の各段階での成果
5. おわりに

論文要旨

バブル景気が終了したと同時に製品が変った。その製品の姿は機能本位を重視したものに変わっているようである。当時の製品は、高級化、本格派志向、多機能化等、とにかく機能満載の高価格品であり、それがまた良く売れた。これらの機能を、ユーザーが使いこなしていたかどうかは別として、いわゆる製品技術の粹を結集して出現した傑作品である。

一方、これらを実現した生産技術の粹を集めた設備群も、これらの高級且つ多機能製品を世に送りだすことに大いに貢献した。

しかしながら、生産現場の幾つかを見たときの新製品立上げ時のもたつきや、ハイテク製品を手にしたときに高品質であるはずの日本製品の不良が意外と多い事に出会うと、上記の高水準の製品技術と生産技術は必ずしも、車の両輪となるような吊り合いの取れたものになっていないのではないかと考えてしまう。

そこで、次の様な理念から「製造性レビュー革新」プログラムを開発し、幾つかの企業で実際に成果を得る活動の機会を与えられてきた。

完成品と呼ばれる製品を販売するためには、製品技術と製造技術の真の融合は絶対的な条件である。

- 川上工程は自分の設計意図を実現させるためには、川下工程が実施できる努力の経済的な限界、すなわち適切な製造性を熟知して設計をすべきである。
- 川下工程は川上工程の設計意図実現に当って、いかに目標（Q、C、D）を達成するかを絶え間なく研究していること。
- 両者の間には目標達成のため、これらの情報が絶え間無く往来していること。

「製造性レビュー革新」は製品技術と製造技術の融合を川下からアプローチするプログラムである。製造現場から見た製品の在り方、製品設計の在り方を変革して行く事を狙いとしている。仕事のやり方として、フィルター機能によって未完成品を後工程に流さない、あるいは、フィードバック型からフィードフォワード型へ仕事の流れを変える等の変革をし、結果として、開発・設計途中での手戻り等の開発人件費、設備や治工具等の固定費、調整・やり直し等の付随作業工数（労務費）、及び市場クレーム修復費等の費用削減、開発期間短縮や量産の立上がりトラブルを極小化した製品開発が実現できると確信している。

1. はじめに

見越し型の大量生産、個別型の少量または都度生産に限らず、機能試作から量産立ち上げまでを、品質不具合発生件数で評価すると図-1の様になる事は広く認識されている。

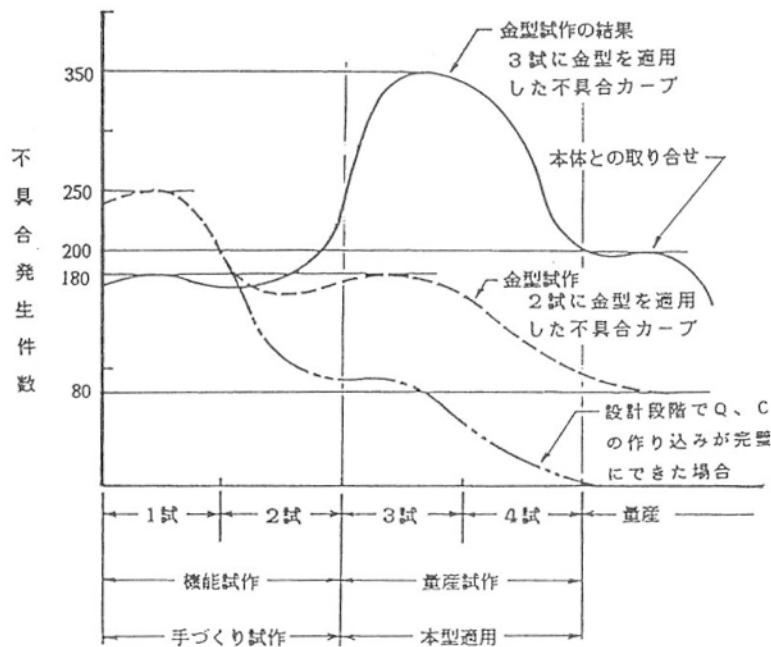


図-1

ストリダクションを実現した分野であり、競合他社との差別化に大いに貢献した。今日の様な異常なまでの円高状況化では、最も望まれる成果であろう。

一方、50%を占める既存の問題分野は、即効かつ確実な成果を期待するには見逃せないテーマである。これら既存の問題は、機能・性能に関するものと、加工性、組立性等い

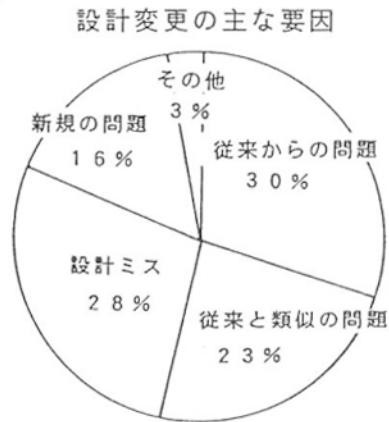


図-2

図は最終製品を構成するユニットの例であるが、この製品が量産初期に品質が安定するまでの設計変更の要因を図-2に分析した。これによると、従来からの問題を引きずっている内容が50%以上、これに設計ミスを加えると全体の約80%が容易に対策できる問題であると言える。

新規の問題点20%に関して言えば、石油ショックと言われた時代から新技術、新方式による製品革新で大幅なコ

わゆる製造性に関するものが存在するが、機能・性能の問題も製造性に起因している場合が多い。形状が複雑なため加工の精度が得られない。加工方法によって得られる特性を無視した部品の利用による不良等がその例である。すなわち既存の問題は、製造性の分析と改善を切り口とした活動によって糸口がつかめると見える。

「製造性レビュー革新」の特徴はここにあって

川上（設計）改善のために川下（製造現場）からのアプローチを進めるものである。

その特徴は次のようであるが、最近形骸化が懸念されている D R (デザインレビュー) を活性化させるための一助になるものもある。

- (1) 従来見過ごされていた（潜在化していた）製造性を徹底的に解明する。（過去の活動での実績を集大成したチェックリストを利用する。）
- (2) 顕在化した製造性の問題点と対策は、内容を判定して製造性標準にする。（標準を適用するときの重要性を分類したフィットネスフィルター化）
- (3) 従来、利用性（使用性）について疑問を持たれている標準の在り方を改善するため、加工別に情報を分類し検索の便利性を計った。
- (4) 開発のステップごとの設計評価はフィットネスフィルターを利用してチェック方式で実施する。（関連部門による問題点記入方式は、多忙を理由に充実した内容のものが提出されない。）
- (5) 情報を中心とした活動であるため設計段階に遡って利用することにより、川上での品質、コストの作り込みが可能である。

2. 製造性レビュー革新プログラムの構成

新製品開発といえども、多くの場合図-2にあるように、既存の問題の対策が重要であり、本プログラムの適用は、参考になる模範製品がそこにあっての開発が前提になる。

〈第一段階〉は、先ず既存製品の潜在的、顕在的問題点の分析とデータ蓄積、すなわち物作りの現場から見た製品の改善を行う。この活動を「製造性レビュー」と呼ぶ。

〈第二段階〉は、製造性レビュ一段階で収集された製造性に関するデータを利用して、設計のアウトプットである図面評価を行う「製造性評価」の段階である。製造性評価を充実する事によって試作に突入する以前に製造性をクリアーしていたらずに繰り返される試作回数を減らす事を狙いとし、大幅な開発・設計期間の短縮を実現する。

〈第三段階〉は、製造性評価の活動をさらに川上に持上げ、設計検討段階で事前工程設計をする「製造性設計」の段階である。これによって新製品設計の製造性に関する手戻りを極少化して、開発・設計工数の削減と期間の短縮をも実現する。その結果、現状の設計人容で開発の機種増加にも対処することを狙っている。

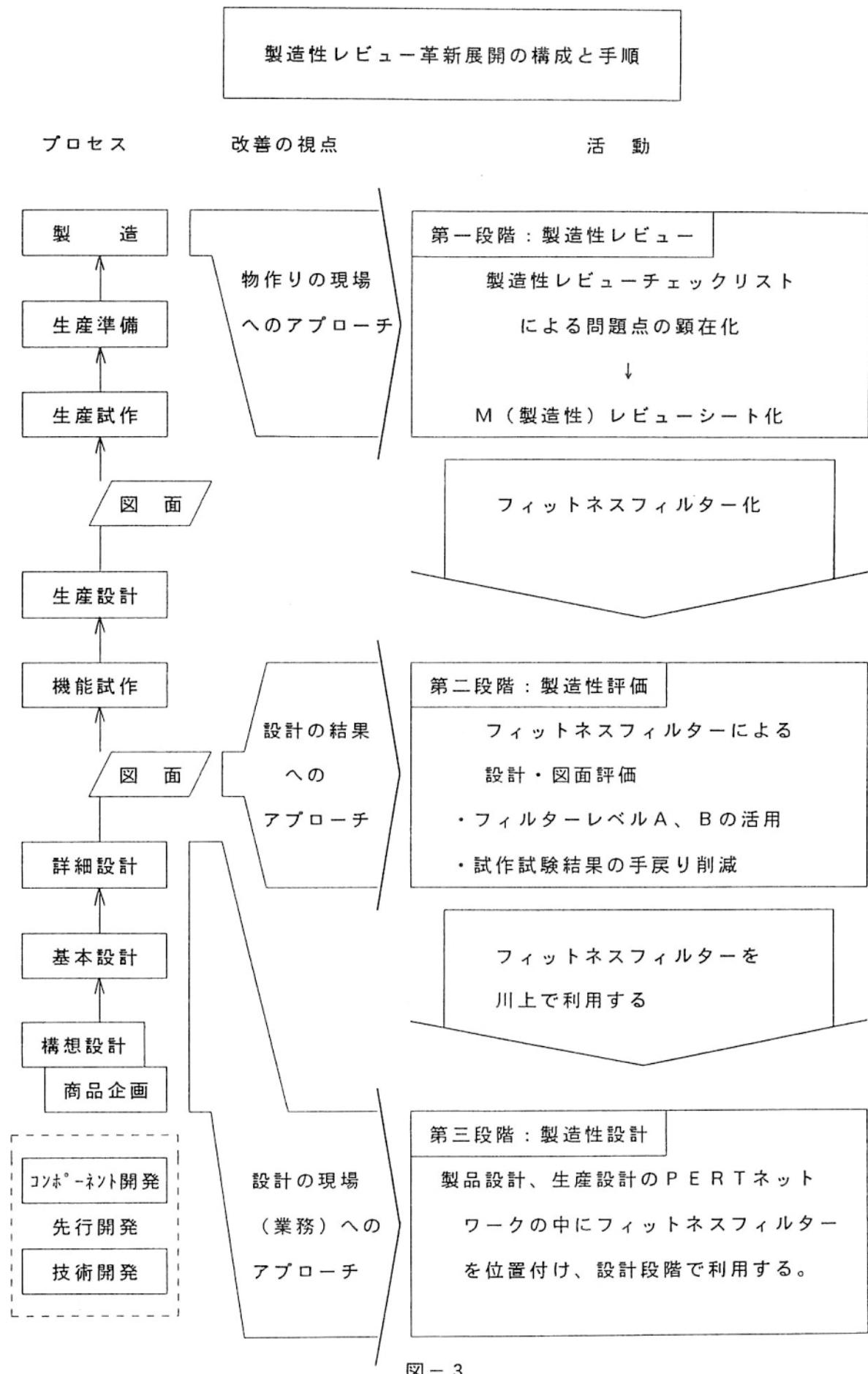


図-3

3. 製造性レビュー革新の展開

先に説明したように、製造性レビューは既に世の中に出てる汎用ソフトと異なって、それぞれの会社の現状をベースとしているため、現在の製造性に関する分析と、それによって得る事が出来るデータの活用を最重要視した展開を行う。

3-1. 製造性レビュー段階

当社の製造性の問題は何であるかを追及し、改善する段階である。図-5はこの段階の活動の全貌を示す。

図に示した製品のストラクチャー分析、工程分析は、問題が発生している背景を 5W1H で表現するための分析である。問題点を 1 現象として捕らえて新製品に反映させようとしても、なかなかその問題の汎用性が理解できず、試作・試験で類似の問題点がゴロゴロ発生する。従ってこれらの分析は、問題点をそれが発生した加工の種類で分類して、後で利用（検索）しやすくするためのものである。

製造性レビュー活動は、顕在化している問題ばかりでなく、作業者が技両でカバーしてしまっている潜在的な問題も対象とし、その掘り起こしのために図-5の「製造性レビュー チェックリスト」を利用する。作業現場でのチェックリストの利用方法を図-4に示す。

また、製造性レビューでは、図-5の「難作業チェックリスト」を利用して製造現場の

Mレビュー チェックシート	工程	コンピュータ加工	製品	マキニタ Assy	日付	2-21-'93
チェック項目		作業の内容			被害度	
1 繰り返し行なう作業	E	治具との接触面が不安定でセットをやり直す			A B C	
	S	切り屑の除去が不完全でセットをやり直す			A B C	
	P	セッタスクリューが斜めに入りやり直しが多い			A B C	
					A B C	
2 準備的な作業が多い	E	部品の裏・表の確認が必要			A B C	
	E	筆者に向かって傾ける			A B C	
	C	ア-7°で部品を倒してスクリューを締める			A B C	
					A B C	

図-4

製造性レビュー活動の全貌

現状分析

製品ストラクチャー分析

```

    graph TD
        EC[エアコン] --> SG[サブ組立て]
        SG --> CC[コンプレッサ]
        SG --> CS[凝縮器]
        SG --> BD[ボディ]
        CC --> CKA[クランクケースA]
        CS --> CKS[クランクシャフト]
        CKA --> CKC[クランクケース]
        CKA --> TA[タップ作業]
        CKS --> CKC
    
```

加工工程分析

加工工程分析表 (現段階)

部品名	プレート	まきめ	既 状
ALAC	○	II	
品番	11-245	□	3
分析日	10.9.1	D	18
分析者	松本	△	2
工具	600	-	
刃長	150mm×4	-	
刃幅	600	20m	-
刃上	600	-	5分
工程記号	1回工程	リフト使用2切へ	工程(W)
工程内容説明	1回工程	リフト5m	作業位置作成
備考			

組立工程分析

組立工程分析表 (現段階)

部品名	ALAC	まきめ	既 状
品番	11-245	□	-
分析日	10.9.1	D	18
分析者	松本	△	2
工具	600	-	
刃長	150mm×4	-	
刃幅	600	20m	-
刃上	600	-	5分
工程記号	1回工程	リフト使用2切へ	工程(W)
工程内容説明	1回工程	リフト5m	作業位置作成
備考			

問題点の抽出

顕在・潜在的問題点発掘

製造性レビューチェックシート

- (1) 一度の作業で終了せずに繰返し行なわざを得ない作業
- (2) 準備的作業を要する(仮付け)
- (3) 後処理を要する作業
- (4) 部品と部品とが干渉する
- (5) 1加工点当たり工数が多い
- (6) 1部品当たり加工点が多い
- (7) 部品の位置決めがやりづらい
- (8) 作業方向が一定でない
- (9) 同様の加工点が近接している
- (10) 部品と工具との接点が不安定
- (11) 本来機械作業だが手作業でやらざるを得ない
- (12) 市販工具、専用工具化でスピードアップできる

対策と標準化

問題点の課題化

Mレビュー シート

KEY WORD	品質不良
作成者	水谷
作成日	10-1-87
品名	J8GX
部品名	リフター不れ
工程名	組立評作

現象
所要評駆 200 秒/71±7
フランク発生。

原因
バーを削りたてパンツインして7.3

改善課題の標準化

フィットネス フィルター

No.	J8GX-17-08 S1019-04
部品 名称	リフター 不れ
フィルター 項目	板金部品の曲げ加工部の形状と バーの形状
発生機種	J8GX
波及機種	J8XXXX
Fレベル	A・B・C

推奨
フィルタ
タ

① バー端面を内曲げにする
② 曲げ部形状を留意する

フランク削修正
フランク削除
取扱い規則
実施・交換

作業者を巻き込んだ活動を行う。作業者は一般的に小集団活動で改善活動に対する参加意識は高く良い材料が得られると確信している。

チェックリストによって顕在化された問題点は、一度「M（製造性）レビューシート」に落とす。当シートは、全ての問題点を網羅し、既存製品のコストリダクションを実施する場合には、全て対策（改善案）を施さなければならない。しかしながら最近の短サイクルなモデルチェンジでは、分析した製品に対策を反映する事は極めて稀である。この様な場合には、関連部門を交えた検討を実施し、重要な内容について「フィットネスフィルター」化する。この情報は準標準と位置付け、図-5にも見られるようにフィルターレベルA、B、Cで重要性を区分して利用を促している。A、B、Cの意味は次のとおりである。

A：当データと異なった設計をすると不具合が発生する。

B：代替案が無い場合は当案を推奨する。

C：参考となるデータ

3-2. 製造性評価段階

最近デザインレビューに対して、開発期間短縮の弊害とか、形骸化しているとか云われている。製造性評価はデザインレビューと同様に設計のアウトプット、すなわち図面化された部品・ユニット・製品に対する評価である。しかしながら、評価の内容は製造性に関して重点的に行い、製造性レビュー段階で収集したデータに基づく評価を行うことをモットーとしている。

フィットネスフィルターはF・Fで表しており（以下F・Fと称す）、それぞれジャンル別に設計・図面評価をするためのデータ群である。

製造性評価のF・Fは「標準工程・工順F・F」、「標準治工具F・F」、「難作業F・F」、「自動化・自動機F・F」、「品質不良防止F・F」がある。なお、品質不良については設計段階で何等かの対策を検討した事項をチェック項目として利用するために「品質不良発生予測・防止R-f展開」を準備する。また、使用部品、ユニットの標準化については、F・Fとしては整備しないが当然評価の対象である。

このようにして設計・図面を評価しても、開発製品の製造原価は、開発・設計の各フェーズで更に目標達成度を評価すると見直しを必要とする場合が多い。しかしながら、現時点では見積りに時間が掛かって評価まで手が回らない。そこでPTS（既定時間標準）を

利用した組立て工数見積の簡素化も試みて、製造性評価段階のツールとして組込んだ。

次に、代表的な F・F の内容を紹介する。

☆標準工程、工順 F・F

一般的に加工については中量生産になってくると、ジョブショップ型生産からフローショップ型生産またはセル型生産へと生産システムを転換させて行くが、1種類の部品で1つの生産セルを構成できるものは別として、混流生産となる

機械加工、工程・工順 F・F

機械加工部品FFシート			
W/CODE:L-1001	C/No.	GT/No: RL-D010	
部品番号	部品名	製品名	
CELL設置配置	MC-1	NC-1	D/T-1
標準工程	内径切削 外径ネジ穴加工 端面切削	内径切削 端面切削	穴加工
作業内容 フレキシブル範囲	外径切削 端面切削	タップ加工	タップ加工 面取り
治具タイプ	外径偏心チャック	内径チャック	挿入治具
新部品工順			挿入油圧チャック

図-6

と工程の逆流や、設備の少ない特殊加工の追加による工程中断は著しく生産性を低下させる。従って設計・図面評価として工程設計内容を「標準工程、工順 F・F」でチェックする。図-6は機械加工セルに対する F・F の例で、基本設備配置や基本工順、さらにこの設備に搭載できる治具タイプを設定し、これに対して新部品の工程、工順を評価するフォーマットである。

☆品質不良防止 F・F

図-7は薄肉のダイキャスト部品の内径旋削に伴う品質不良防止の例である。設計者は、製品の持ち運びの便利性を考慮し金具取り付け用のボスを旋削のクランプ部に設定した。これにより治具のクランプ位置を変更したため、薄肉のハウジングがクランプ圧に耐え

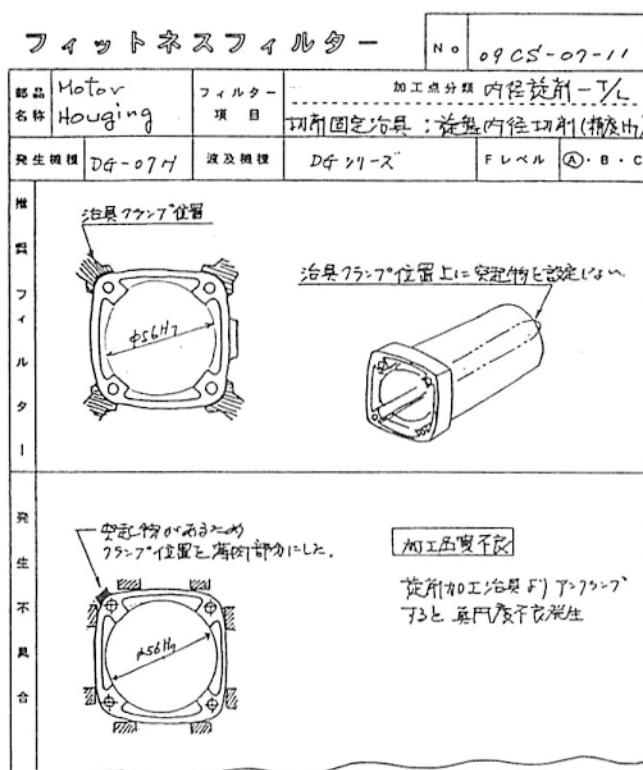


図-7

られず変形し、加工後治具から取り外すと内径の真円度不良が発生した。この事例を F・F 化し、製造性評価段階で利用した例である。設計者としては、顧客の要求項目ばかりに気を捕られ、製造性については全く知識を持っていなかったために配慮に欠けた設計をしてしまったが、この F・F によって評価段階で問題を未然に防止する事ができた。

☆自動化・自動機 F・F

既存自動組立ラインと該当製品の問題点は、前例の F・F と同様にまとめられている。そこでこの F・F を利用して、新製品に対する自動組立化計画を「事前工程設計」として検討した事例を図-8 に紹介する

「事前工程設計」の意図は、自動化設計段階で懸案となる自動機とその組立対象となる部品との相性の問題、例えば、チョコ停、作業の方向性、バリの除去、この工程での不良発生の情報や、自動化技術者が意図する自動組立を実現するため部品に要求する形状等を、製品設計担当者に与えることである。従って内容は図に示すように組立手順とその作業内容、実行するための自動化方式、更にその方式に対して製品設計上の留意点を表している。

事前工程設計 SHEET		製品 DCS-10H	工程 <u>オナエ搭アマチトビニン Assy</u>	4-10-1983
組立作業図		作業手順		自動化留意点
フロー	作業方法	自動化方式		
(A) B C D E F G H	1. B/R, ダストソ-IV を H/Gに挿入 (左入) 2. アマチト- FE A 3. ベタウラカバー取付 4. B/R 及 H/Gに挿入 5. ビニン圧入 6. NUT保持	1-1 マガジン供給 1-2. Put-Place型勿選 1-3 AIR PRESS 2-1 ポーリス供給 2-2 Pick-Place勿選 2-3 AIR PRESS 3-1 マグジン供給 3-2 過度充電の防止 4-1 ハンドル 4-2 ハンドル 6-1 PARTS FEEDER 6-2 目録供給勿選	1-2. H/Gとの位置及び 指定 2-2 H/G挿入方向 遵循指合 3-2 H/Gに正しく 付着	
部 品 設 計 の	1. H/Gの B/R ハウスへの B/R挿入多入れ易さ形状など (勿入→勿入かバー) 2. アマチト-シフト 請求形状と面接合 3. 積列時長・裏の誤り不可防止 5. ビニンは Air press 用受座部を設ける。			

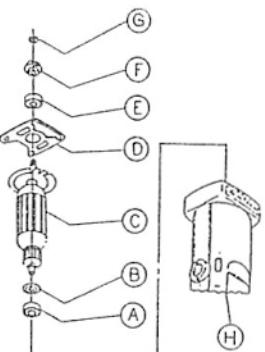


図-8

3-3. 製造性設計段階

製品設計段階での製造性設計行為は 2 つに大別できる。1 つは、そのままあるいは類似の内容を持った F・F を製品設計に折り込むことであり、いわゆる製造性評価活動の川上化である。2 つ目は、新規または類似の問題であっても、何等かの対策を検討したうえで、

製造性設計の全貌

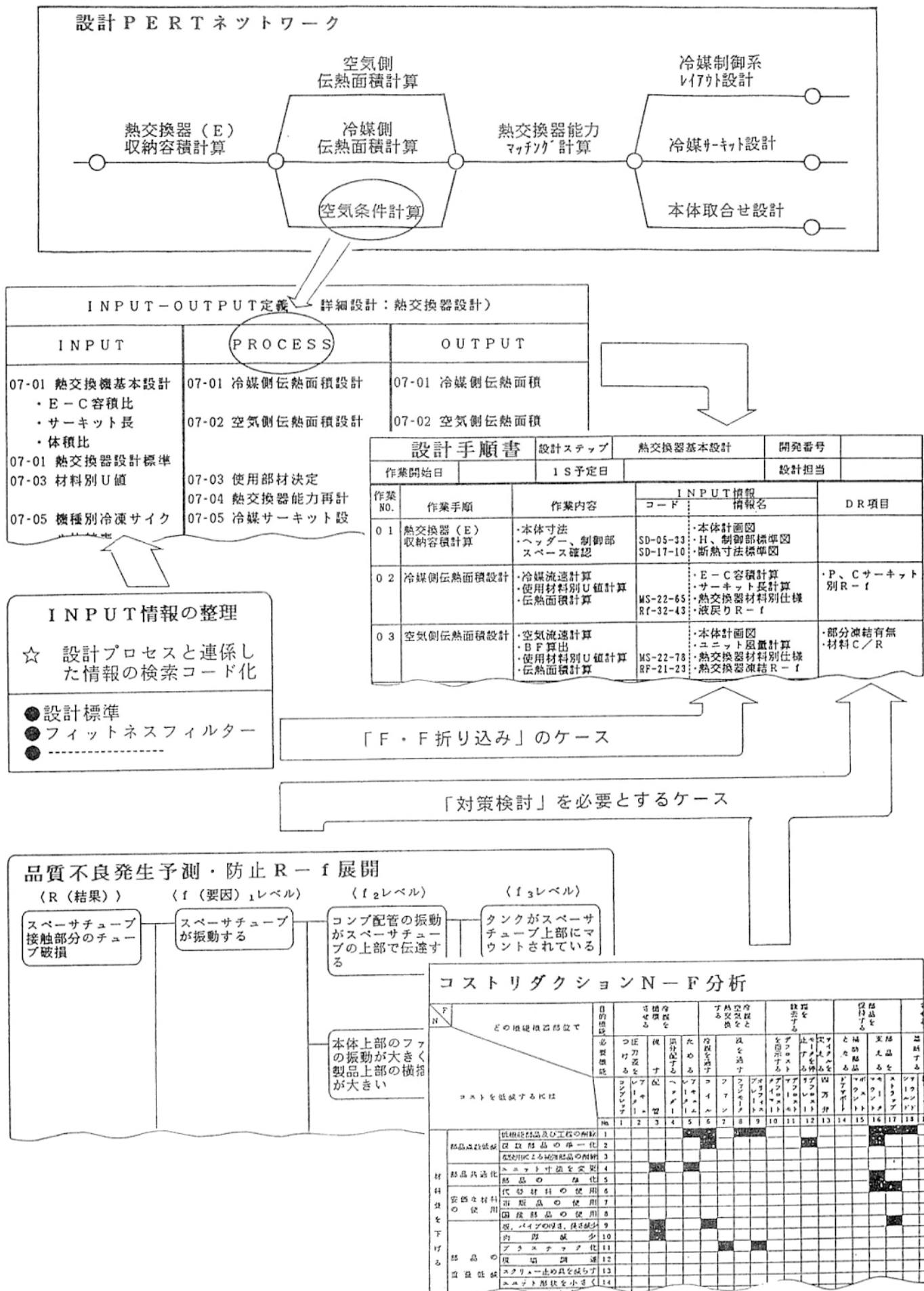


図 - 9

その対策を製品設計に折り込むことである。

図-9に2つのケースを入れた「製造性設計」の全貌を示す。

先ず、1つ目の「F・F折り込み」のケースは、データとして持っているF・Fの中から有効なものは全て利用する事である。このためには、何処の設計プロセスでどんなF・Fが必要となるかを、予め整理し検索出来るようにしておくことが重要である。大部分の設計現場では、PERTネットワークで設計プロセスおよび基準日程を定義している。一般的にはこのPERTのアクティビティを構成する設計プロセスの、INPUT（情報、サンプル、データ等）とOUTPUT（このプロセスでの成果物）を分析することによって、F・F活用のプロセスの適切化を決める事が出来る。従ってPERTを手順化すると同時に、F・Fとプロセスをリンクさせた検索コードを決めシステム化することがこの解決策である。

2つ目の「対策検討」のケースでの検討項目として品質不良問題とコストリダクションの問題がある。品質不良は発生を予測し、事前対策を設計に折り込まなくてはならない。図中の事例は、「品質不良発生予測・予防のためのR-f展開」である。本予測分析は、完璧な対策が立案できなくとも、開発の後段での発生を予測して試作試験を実施すれば、不良発生の環境や条件を正確に捕らえることができ、適格な対策を打つことができる。

一方製造原価については、製品の基本計画段階で割り付けられたコストに対して、既存のユニットやブロックのコストに大幅な差が生じている場合、なんらかの手段を講じてコストリダクションを立案しなければならない。図中のN(Need) - F(FUNCTION)分析はこの一手段である。Nはコストリダクションの着眼を列記する。またFは、製品の機能を定義して、機能とその機能を担っている製品の部位を列記する。このマトリックス上で当製品のコストリダクションの着眼と改善案の立案を行う。

製造性設計は、この2つの活動を通して設計段階での品質・コストの作り込みの実現に大いに貢献できると考えている。

4. 製造性レビュー革新の各段階での成果

冒頭に述べたように、製造性レビュー革新は既存の状態の分析を切り口としてスタートしているため、活動を製造性レビュー段階から進める事を前提としてそれぞれの成果を得ることが出来る。

適用会社	自動車部品 A 社	工具メカニカル B 社	電気機械 C 社
製造性レビュー革新適用段階	製造性評価	製造性設計	製造性設計
開発ステージ削減（期間短縮）	12S → 8S	14ヶ月 → 9ヶ月	18ヶ月 → 14ヶ月
開発工数削減	20% 削減	28% 削減	16% 削減
量産立ち上げ初期不良削減	65% 削減	60% 削減	
コストリダクション			32% 削減
その他の成果	D R 定着	<ul style="list-style-type: none"> ・技術情報管理 システム構築 ・開発製品品種 増加 	

なお、事例の他に 開発・設計期間短縮、品質不良削減等の成果が見込まれる。

5. おわりに

製造性レビュー革新について 3 つの段階に分けて、主に活動の内容とツールを紹介してきた。このプログラムの推進方法は先ずプロジェクト活動を実施し、フィットネスフィルター作りを行う事が望まれる。この場合 F・F を適用するのは既存製品であっても新製品であっても良いが、既存製品のコストリダクションに適用する場合は当然のごとく、設計者に全く別の時間、例えば図面変更等のメンテナンス時間を取らせることになって、一般的には新製品開発時間を犠牲にする必要性が生じる。

製造性評価、製造性設計は一旦はモデル製品によるプロジェクト活動を行っても、ある段階では、開発・設計業務の中に組込んだシステム化が必要になる。現在、D R がシステム化され実施されている工場では、この活動と一体化する事が、新しい会議体の設定や、この為の新たな工数捻出を防止することから考えると好ましい姿と言える。

製造性に関する情報（フィットネスフィルター）は、その会社の製造現場から丹念に集めたものが有効である。従って製造性レビュー革新は実施即効果とはいえないが、データの豊富化がこのプログラムの汎用化を促進し、現状分析の簡素化に役立つと考えている。