# “１図面VE”によるVE活動の活性化

三好達夫*

*Promotion of VE Activity by "1 zumen VE"*

*Tatsuo Miyoshi*


## 要　旨

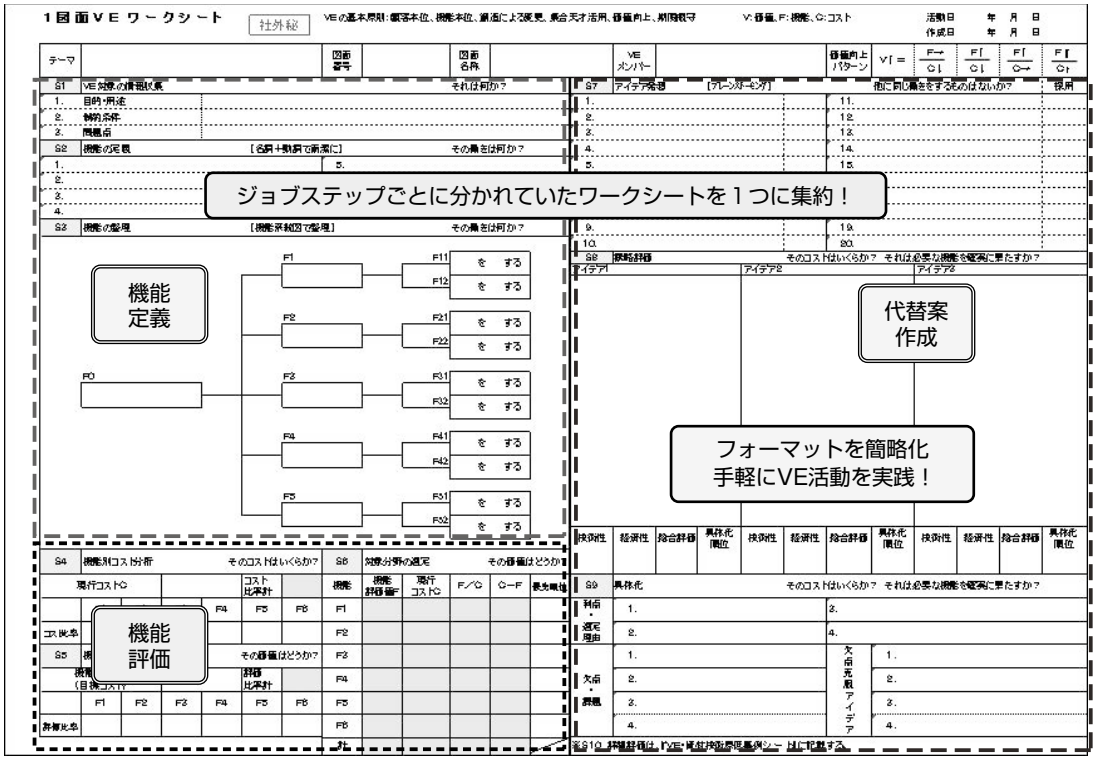
三菱電機の原価企画活動をサポートするために重要となるVE(Value Engineering)活動は，その実践に多くの時間を費やすため，社内での適用は停滞気味であった。そこでVE活動を活性化するため，短時間で実施できる“１図面VE”と称する推進ツールを提案し，VE技法の適用拡大を図っている。

１図面VEでは，まずVEを適用する対象を，部品やモジュールのレベルに絞り，手軽に着手できるようにしている。そして，VE実施手順の10ステップをＡ３用紙１枚のシートに集約し，機能定義→機能評価→代替案策定の流れに沿って，対象品の価値向上を進めていく。具体的には，VEの５原則(使用者優先・機能本位・創造による変更・チームデザイン・価値向上)に則り，次の10ステップを短時間で実施していく。

①VE対象の情報収集，②機能の定義，③機能の整理，④機能別コスト分析，⑤機能の評価，⑥対象分野の選定，⑦アイデア発想，⑧概略評価，⑨具体化，⑩詳細評価。

実際には，液晶プロジェクタで，要旨の図に示す１図面VEワークシートをスクリーンに投影し，リーダーを中心に，現品・関連図面・コストデータを確認しながら，チームメンバー内で情報交換を進め，機能系統図の作成や機能別コストの評価，ブレーンストーミングによるアイデア発想と略図化，そしてアイデアの技術性・経済性評価と具体化を進める。

このシートの適用によって，社内でのVE技法の適用率は飛躍的に向上している。なお，この技法は構造系部品を中心に適用を進めてきたが，現在では電子回路分野へも拡大中である。


**“１図面VE”ワークシート**

VEの10のジョブステップ(手順)ごとに分かれていたワークシートを，A3用紙1枚に集約し，部品単位のVEを手軽に実施できるように工夫をしている。このシートを液晶プロジェクタで投影し，機能定義→機能評価→代替案作成の流れに沿って，チームデザインを実施する。そしてこのシートに，機能系統図や機能別コスト分析表，創出されたアイデアの概念図とその技術性・経済性評価結果が記載される。このシートの適用によって，社内でのVE適用率は，飛躍的に向上している。

*本社

## 1. まえがき

VE適用が活発化しない理由として，社内のVE基礎講座受講によってVE手法を習得しても，さらには社外のVE資格を取得しても，実際の製品へのVE適用は手間がかかり難しいという話をよく聞く。一般的に製品が大規模になればなるほど，製品全体にVEを適用することは時間的にも困難となり，VE活動が浸透しにくい要因の一つとなる。そこで，VE活動の活性化を目的に，VEを短時間で実践するためのツールとして１図面VEを開発した(**図１**)。

## 2. １図面VEの特徴

製品全体のVEの場合，機能系統図の作成が大きな障害となっている。特に規模の大きな複雑な製品の場合，難しい。そのような場合，部品やモジュールのレベルから取り組んでみようということになる。しかし部品の機能定義から始めたいが，機能定義がうまくできない。例えば，筐体(きょうたい)部品の機能を定義するとする。筐体だから“内部を保護する”が機能として思い浮かぶが，それだけでは不十分であり，二次的な機能の機能定義，制約条件の明確化も必要である。そのための技法として，図面をベースに機能定義を行いVEの基本ステップに従って行っていくのが１図面VEである。

図面は情報源である。外形寸法，形状，加工寸法，材質，表面処理等の情報が記載されている。それらの情報に基づき，“何のために”“その目的は”という問いかけによって，それぞれの情報について機能“働き”を明確にできる(**図２**)。

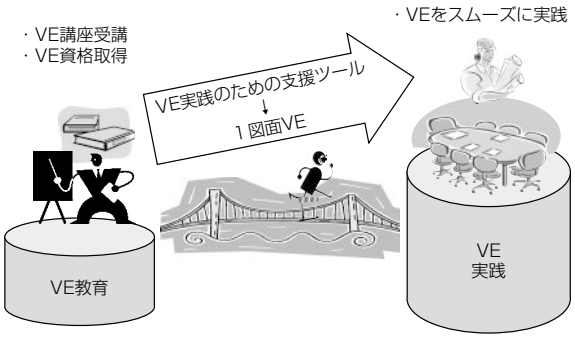



**図１．VE実践のためのツール：１図面VE**

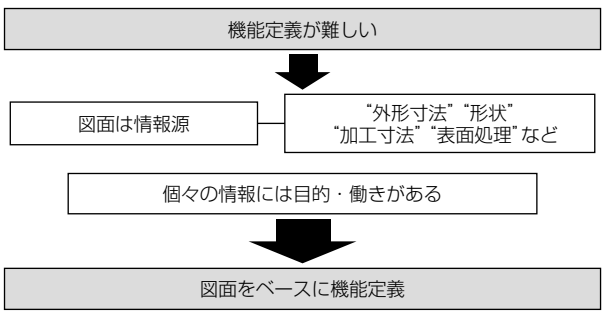



**図２．図面情報から機能定義**

例えば，外形の横寸法が500mmの部品があるとする。“何故500mm必要か”“400mmではだめか”と問いかけてみると“400mmでは足りない，隙間ができ，内部が保護できない”ということになる。したがって，その目的は“内部を保護する”ということになる。一方，その部品の板厚は２mmとする。板厚は“何故２mm必要か”“0.5mmではだめか”と問いかけてみると“0.5mmでは弱すぎる，持たない，変形する”ということから，その目的は“強度を確保する”ということになる。また，５mmの角穴は，“何故必要か”ということから目的は“部品を取り付ける”ということになる。さらに，$\phi$５の丸穴は“何故必要か”ということから“本体を固定する”という機能が，塗装は“何故必要か”ということから“見栄えを良くする”という機能が抽出できる。このように，１つの部品をとってみても，ただ“内部を保護する”という機能だけではなく，“強度を確保する”“部品を取り付ける”“本体を固定する”“見栄えを良くする”といった機能が隠されていることが分かる。

加えて，それらの機能はすべて必要か，それらの機能にはいくらのコストが費やされているかを分析してみると，それぞれの機能のために費やされているコストが明確になり，“この機能のためにこのコストはかけすぎだ。他に方法はないか”というように問題点が明確となりアイデア発想の動機付けとなる。これによってアイデアが生まれ，さらにそれらを組み合わせて代替案へとブラッシュアップさせていくことができる。このように図面をベースに，VE手順に従って機能分析を行い代替案を作成し，対象部品の価値向上を図っていく技法が１図面VEである。

そして，一連の手順を確実に簡単に実施するために，２時間VE技法のワークシートを参考に機能定義→機能評価→代替案作成のステップを１枚のワークシートに集約した(**図３**)。

VEを実施するメンバーは設計者だけでなく，VE推進者，調達，生産技術，製造等のチームデザインで行うことが望ましい。

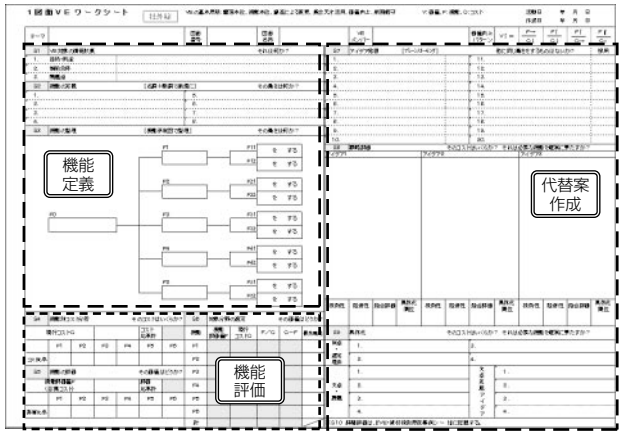



**図３．１図面VEのワークシート**

## 3. 1図面VEの手順

実施手順は，2nd-Look VEと同様で，基本ステップ〔詳細ステップ〕は，機能定義〔VE対象の情報収集，機能の定義，機能の整理〕，機能評価〔機能別コスト分析，機能の評価，対象分野の選定〕，代替案作成〔アイデア発想，概略評価，具体化，詳細評価〕の，3つの基本ステップ〔10の詳細ステップ〕から成る。

### 3.1 機 能 定 義

機能定義はVE対象の情報収集，機能の定義，機能の整理の順に進める。成果を出すためにはこのステップを確実に実施し，メンバー全員が情報を共有し部品の機能を明確に理解することが重要である。

**【STEP 1】VE対象の情報収集**

VE対象部品について，設計者から情報を収集したり，図面から情報を読み取ることによって，部品の使用目的・用途，制約条件，問題点をメンバー全員が理解することを目的とする(**図 4**)。

**【STEP 2】機能の定義**

対象部品について，図面を見ながら外形寸法，形状，加工寸法，材質，表面処理，加工方法，公差等に着目し，“何のためか”“その働きは何か”の質問で問いかけ，機能を抽出していく。また，設計者に質問することで機能を明確にしていく。機能は名詞+動詞(○○を△△する)の表現で簡潔に表現する。図面情報に基づきすべての機能を定義するのがポイントである。さらには，個々の機能をグループ分けし，より抽象的に表現していくことも必要である(**図 5**)。

**【STEP 3】機能の整理**

機能の定義で抽出した機能から，VE対象にとって最も目的となる機能である基本機能(F0)を選択し，機能系統図に記入する。

次に，F0を目的として，目的→手段の関係となるように，機能分野(F1，F2・・・・)を選択し，機能系統図に記入する。さらに，F1を目的として，目的→手段となるように3次レベル(F11，F12・・・・・・)に展開し，機能系統図に入力し完成させる(**図 6**)。

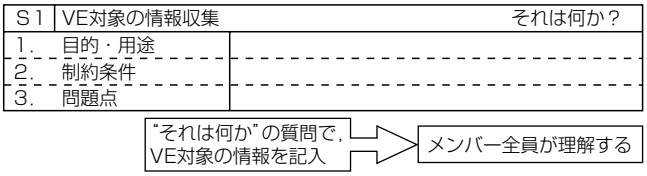



**図 4．VE対象の情報収集**

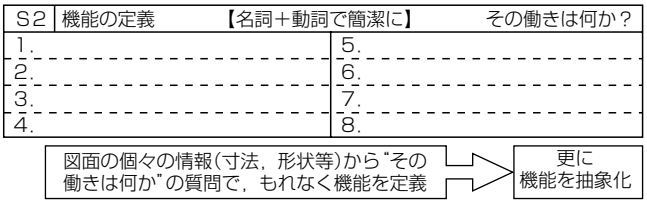



**図 5．機能の定義**

### 3.2 機 能 評 価

機能評価は機能別コスト分析，機能の評価，対象分野の選定の順に進める。ここでは，機能分野ごとに費やされているコストを明確に把握し，本来かけるべきコスト(機能評価値)から価値の低い機能分野を見定め，メンバー全員に価値改善の動機付けをすることが重要である。

**【STEP 4】機能別コスト分析**

“そのコストはいくらか”の質問によって，対象部品について現行コストを記入する。さらに，機能分野ごとに費やされているコストを配賦しコスト比率を記入する(**図 7**)。

**表 1** に，ある板金部品のコスト配賦の例を示す。まず，対象部品のコストの内訳を把握する。材料費，加工費，表面処理費等である。次にこれら各コストの内訳について，

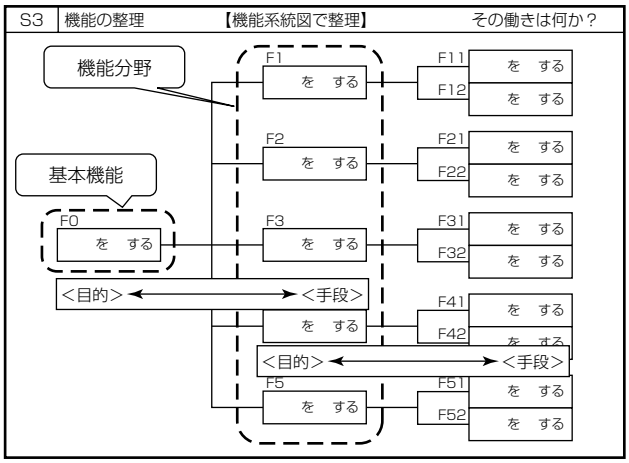



**図 6．機能の整理(機能系統図)**

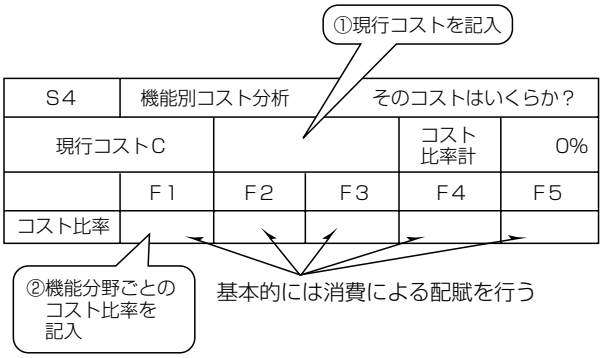



**図 7．機能別コスト分析**

**表 1．コスト配賦の方法**

| | 内部を保護する | 強度を確保する | 部品を取り付ける | 本体を固定する | 見栄えをよくする | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | F 5 | 計 |
| 材料費 | ¥300 | ¥500 | | ¥100 | | ¥900 |
| 加工費 | ¥50 | ¥50 | ¥200 | ¥100 | | ¥400 |
| 表面処理費 | | | | | ¥100 | ¥100 |
| 計 | ¥350 | ¥550 | ¥200 | ¥200 | ¥100 | ¥1,400 |
| コスト比率 | 25% | 39% | 14% | 14% | 7% | 100% |

配賦を行う。ここでコスト比率は消費による配賦で行う。

例えば，材料費は，材料のどの部分がどの機能を果たしているのかを考える。F1(内部を保護する)には材料の全面積が必要であるが，板厚は三分の一でもよい。残りの部分はF2(強度を確保する)とF4(本体を固定する)のために必要である。その内，F4には固定に必要な部分のみが寄与している。このように各機能にとって必要な部分のみのコストを配賦する。

加工費は，F1・F2には外形抜きの加工費のみが寄与している。F3(部品を取り付ける)には部品取付けのための加工費，F4は本体取付けのための加工費が寄与している。このように各機能にとって必要な加工費のみを配賦する。表面処理費は，塗装費とするとF5(見栄えを良くする)に配賦する。基本的には先に述べたように消費による配賦を行うが，分けられないものについては貢献度評価による配賦，均等割による配賦を併用する。

**【STEP 5】機能の評価**

“その価値はどうか”の質問に答えるため，機能分野ごとの価値を評価するため基準，すなわち各機能を達成するために費やすべきコスト目標(機能評価値)を設定する。まず，VE対象部品のコスト目標を記入する(**図 8**)。

ここで，評価比率は機能の重要度比較による評価(使用者の立場に立って本来かけるべきコスト)を基本とするが，アイデア想定による評価・実績価値標準による評価を併用することによって目標達成の可能性を高めることができる。

**【STEP 6】対象分野の選定**

“その価値はどうか”の質問に対して，価値の程度(F/C)とコスト低減余地(C-F)を算出する。これに基づきコスト低減余地の大きな機能分野から順に優先順位を決定する(**表 2**)。

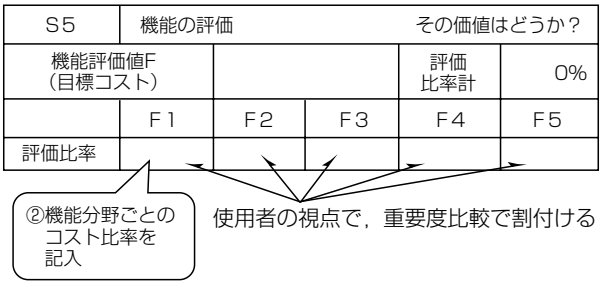



**図 8．機能の評価**

**表 2．対象分野の選定**

| S 6 | 対象分野の選定 | | | | その価値はどうか？ |
|---|---|---|---|---|---|
| 機能 | 機能評価値F | 現行コストC | F／C | C－F | 優先順位 |
| F 1 | ¥280 | ¥350 | 0.8 | ¥70 | 4 |
| F 2 | ¥250 | ¥550 | 0.5 | ¥300 | 1 |
| F 3 | ¥160 | ¥200 | 0.8 | ¥40 | 5 |
| F 4 | ¥130 | ¥200 | 0.7 | ¥70 | 3 |
| F 5 | ¥10 | ¥100 | 0.1 | ¥90 | 2 |
| 計 | ¥830 | ¥1,400 | | | |

ここで，**表 2** には**【STEP 4】**の板金部品例に基づき数値を入れている。この部品の本来の機能はF1(内部を保護する)であるが，F2(強度を確保する) やF5(見栄えを良くする)には機能評価値よりはるかに多い費用が費やされていることが明確になる。その結果，メンバー全員でこれら機能分野を改善しなければならないという価値改善の方向性を共有することができる。

### 3.3　代替案作成

代替案作成はアイデア発想，概略評価，具体化，詳細評価の順に進める。ここでは，優先順位に従って機能ごとにアイデア発想を行い，育て上げることによって，価値向上が図れる代替案を作成する。

**【STEP 7】アイデア発想**

機能ごとに，ブレーンストーミングによって“他に同じ働きをするものはないか”と問いかけアイデアを出していく。“自由奔放に”数多くのアイデアを出し，“改善と結合”という特長を活かしアイデアを膨らませていく。アイデア抽出後，採用するアイデアには○印をつける。可能性のあるアイデアはできるだけ残し育てることに留意する(**図 9**)。

**【STEP 8】概略評価**

採用したアイデアを組み合わせ，アイデアを略図化する。この場合も“改善と結合”によってアイデアを膨らませることが重要である。さらに，技術的可能性と経済的可能性を評価した上で総合的な評価を行い，具体化の着手順位をつける(**図10**)。

**【STEP 9】具体化**

具体化の順位に従い，**【STEP 8】**で略図化したアイデ

**図 9．アイデア発想**

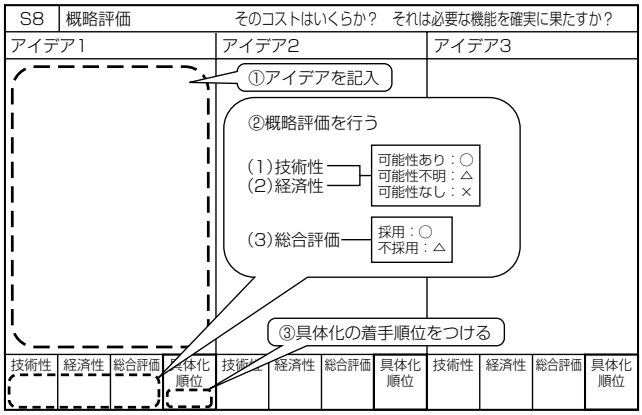



**図10．概略評価**

アの組合せについて利点・欠点を分析する。さらに，欠点克服のためのアイデアを抽出し，アイデアの洗練化を行う。欠点克服のためには各専門家の情報が必要であり，チームデザインを発揮し取り組むことが重要である(**図11**)。

**【STEP10】詳細評価**

代替案の技術性評価と経済性評価を実施する。まず代替案に基づき試作図面を作成する。その図面によってコスト見積りを行うとともに，経常外コスト，年間適用台数を考慮した上で年間正味節約額を算出し経済性を評価する。また，試作品による試験評価とともに，理論計算やシミュレションツール等を使った評価も併用し，迅速かつ確実な技術性評価を実施する。それによって価値改善が図れる代替案へと作り上げていく。さらには，代替案を実施するため開発に取り組み，実用化を図る。

## 4. 適用事例紹介

ある装置のリード線(配線)の固定部品に1図面VEを適用した事例について述べる。装置の構成は**図12**のようになっており，装置主要部分からのメインリードを束ね外部との接続を行うために固定部品が使われている。固定部品は，絶縁を保ちながらメインリードを束ねフレームに保持するためものである。

この固定部品の機能の定義と機能系統図を**図13**に示す。次に，固定部品の機能別コスト分析を**図14**に示す。F1機能に全体コストの1割，F2に3割，F3に2割，F4に2割，F5に2割のコストが費やされていることが確認できる。

さらに，機能評価の結果を機能ごとに述べると，**図15**のようになる。F5は，機能評価が低く，コスト低減余地が大きく，価値の程度が低いことが分かる。したがって，F5の機能からアイデア発想を行う。

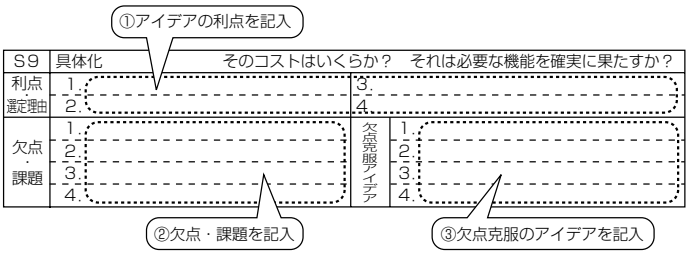



**図11. 具体化**

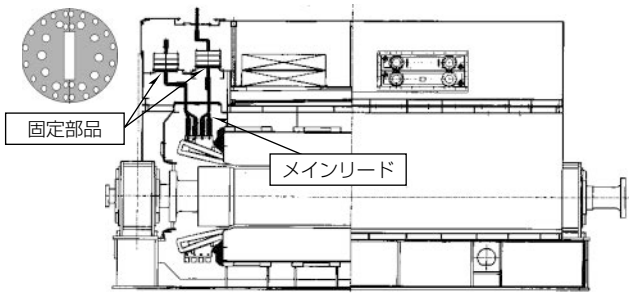



**図12. 装置の構成とリード固定部品**

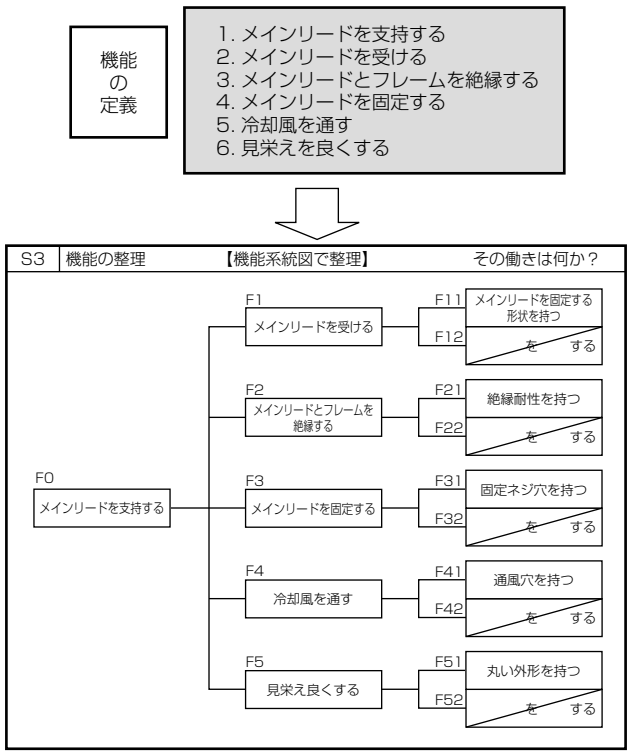



**図13. 固定部品の機能系統図**

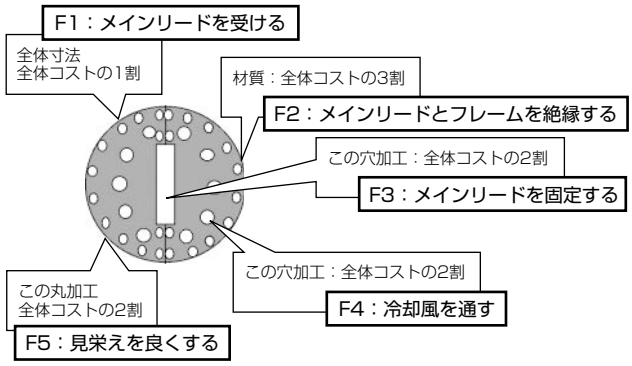



**図14. 固定部品の機能別コスト分析**

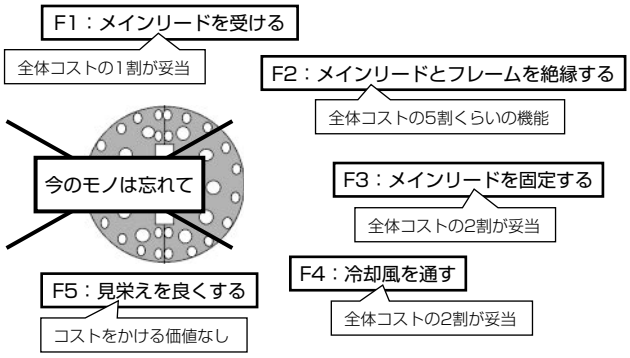



**図15. 固定部品の機能評価**

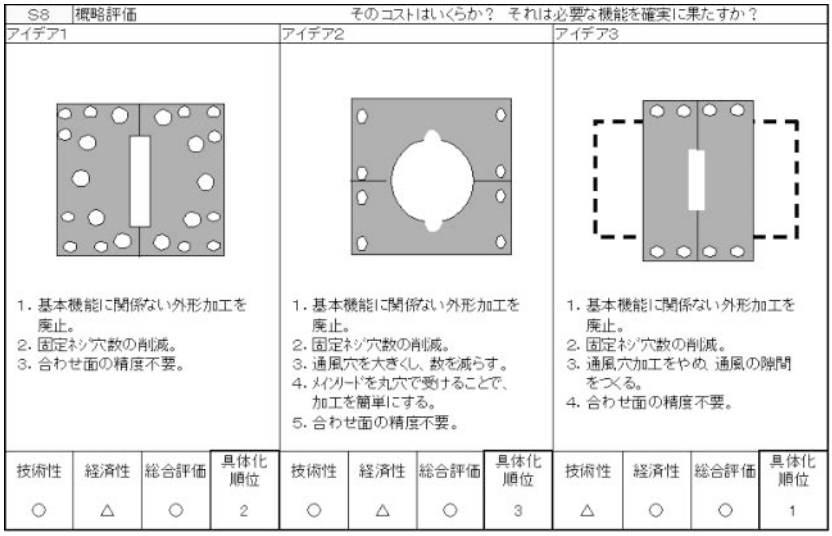



**図16. 固定部品の概略評価**

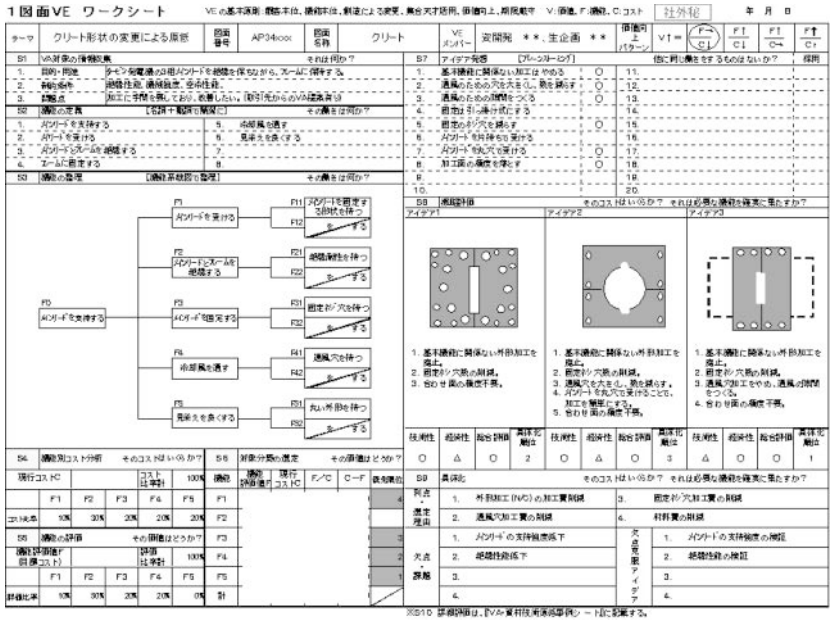



**図17. 固定部品の１図面VEワークシート**

発想されたアイデアを組み合わせたアイデアの概略評価を**図16**に示す。アイデア１は外形加工を削除したもの，アイデア２は中心部に通風孔を設け冷却用の穴を削減したもの，アイデア３は外形の横幅を短くすることによって通風孔の加工も削除したものである。

さらに，具体化，詳細評価を実施することで，アイデア３で目標値を大幅にクリアでき実用化につなげた。このワークシートを**図17**に示す。

このように，一枚のワークシートに従って，図面に基づいて機能定義を行い，VE実施手順通りに機能評価，代替案作成を進めていくことによって，身近に簡単にVEを実践することが可能となる。

## 5. む す び

VE実践を促進するため支援ツールである１図面VE技法の活用について述べた。当社ではこの１図面VEを種々の事業分野で実践展開しており，支援ツールとして有効であることが実証されてきている。

今後は，次のような有効事例のデータバンク化と適用対象の拡大によって，更なる効果の拡大を進めていく。

(1) １図面VE事例のデータバンク化

有効事例を集め，次機種・他機種に展開する。

(2) 適用対象の拡大

機構部品だけでなく，電子回路などにも１図面VEの適用を拡大する。さらに，適用対象を部品レベルから製品レベルに拡大する。

## 参 考 文 献

(1) 三好達夫：１図面VE®の紹介，バリュー・エンジニアリング，No.267，21～26（2011）