

VE実践における機能抽出の課題と効果的な機能抽出方法の考案

Problems in Function Extraction and Conception of Effective Function Extraction Method, in Practicing VE

(株)ミツバ

原価企画部 原価管理課

内村 浩之 VES

★要旨

VE を実践する際、果たすべき機能を定義することは、機能本位の思考の起点となり、機能的研
究法の中核をなす重要な過程である。ゆえに機能を定義する前段である機能を抽出する過程も重
要な位置づけとなる。機能系統図作成過程において機能表現や不足等があれば加筆修正するが、
機能を見落としてしまう可能性もある。また、VE 活動のチーム編成の基本は目標の効率的な達成
が期待できるチームを編成することが理想であるが、現実的には、必ずしもそうではない場合もある。
VE は人が主体の活動であり、このような状況下でも、VE 実践計画を計画的に遂行するために効
率的に VE 実施手順を実行する必要がある。

本論文は製造段階の VE 活動において構成部品相関図を活用し効率的かつ効果的に機能抽
出する方法について提案する。

★キーワード

製造段階の VE 活動、構成部品相関図、FMEA、システム構成図、部品表、図面

1. はじめに

成熟期にある製品は、技術進化と過去に経験した不具合を改善した技術を踏襲し、モデルチェ
ンジを重ね洗練化された製品へと進化・成長してきた。このように製造メーカの使命として、豊かな
社会生活を維持・発展させる為に製品を常に進化させ価値あるものを社会に提供し続けなければ
ならない。VE の適用が、製品やサービスの価値向上に貢献をもたらすことは、各種の報告事例で
実証されまぎれもない事実である。

このことから成熟期にある製品においても VE を活用することで、機能に立ち返りさまざまな角度
からアイデアを発想することで絶え間なく進化・価値向上への糸口になることが期待できる。

VE を実践する際、果たすべき機能を抽出し機能を定義することは、製品やサービスの存在の本
質を見極めるためであり、VE 活動の中核である機能的研究法の起点となるので重要な役割である。

既存製品では、機能を明確にする対象がすでに実在しているものの、VE 活動は人が主体の活
動であり、人間要素が活動成果に大きく影響される。VE 実践計画を計画的に遂行するためにも、
機能を効率的に抽出することが重要である。製造段階における製品の機能の定義過程において
構成部品相関図の活用により効率的に機能を抽出し、機能定義過程においても効果的なアプロ
ーチ方法として VE 実践事例を基に本考案を提案する。

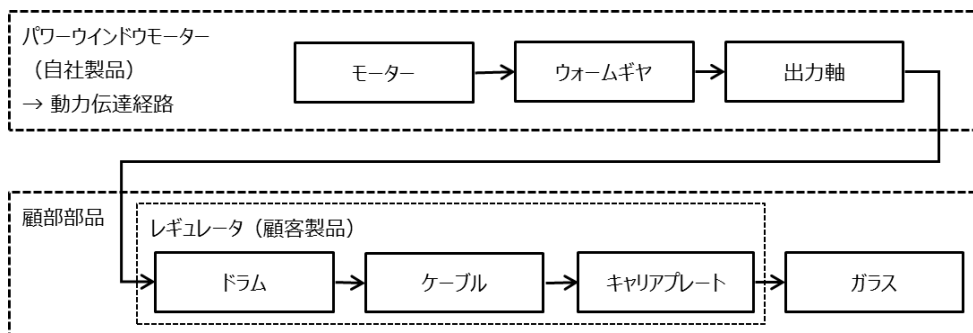
2. 今回 VE 実践した製品の概略説明

本論文の提案にあたり、今回 VE 実践したパワーウィンドウモーターの概略を説明する。

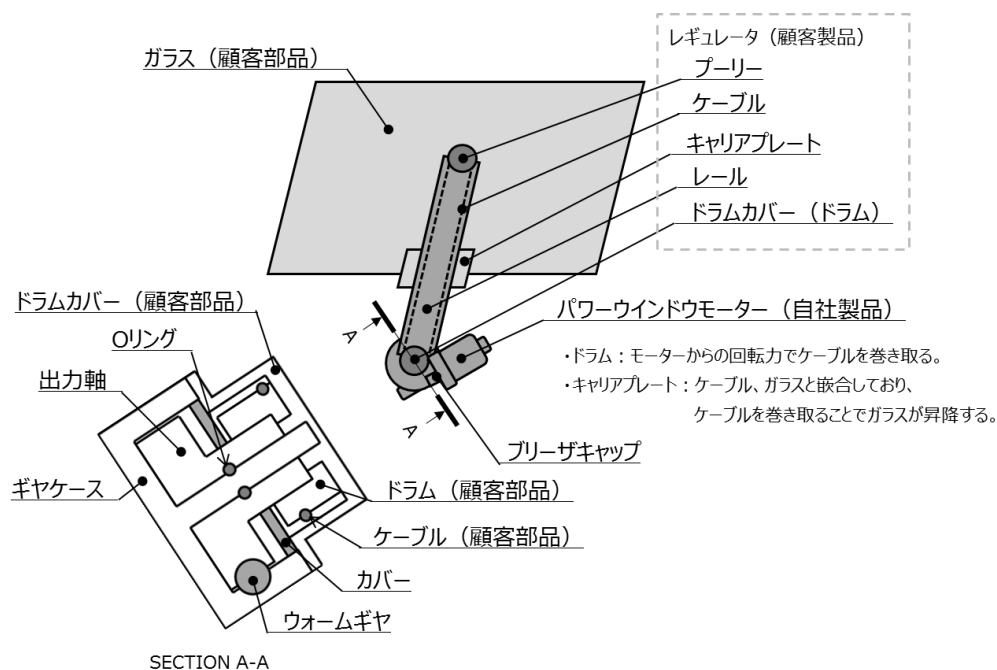
パワーウィンドウは、パワーウィンドウモーターの動力をレギュレータ(ドラム→ケーブル→キャリアプレート)へ伝達させ、ガラスを昇降させるシステムである。

パワーウィンドウシステムの動力伝達経路と概略部品(顧客と自社製品)の関係を図表1に示す。

また、パワーウィンドウシステムがどのような部品で構成されているか概略図を図表2に示す。



図表1 パワーウィンドウシステムの動力伝達経路と概略部品(顧客と自社製品)の関係



図表2 パワーウィンドウシステムを構成する概略部品

パワーウィンドウモーターは、モデルチェンジを重ね洗練化された製品へと進化・成長をしてきた。しかしながら常に進化させ価値あるものを社会に提供し続けるために今回初めて VE の実践を試みたものである。VE 実施手順の機能の定義過程において誰でも簡単に機能抽出ができないかの観点で摸索・検討し今回の提案に至った。

3. 機能の定義過程とその課題

VE 実施手順における機能の定義の手順は、

- ①対象テーマの構成要素への分割、②構成要素ごとの機能の定義、③機能の制約条件の設定、④基本機能と二次機能の分類である。

各手順の概要と②構成要素ごとの機能の定義に関する課題を述べる。

①対象テーマの構成要素への分割は、一般的にどんな製品でもいくつかのアセンブリ、サブアセンブリ、部品で構成されており、そこから構成要素へ分割する。次に分割した構成要素がどのような機能を果たすべきか、その存在理由を徹底的に追求し、②構成要素ごとの機能の定義を行い、対象テーマの果たすべき機能としてもれないかを確認する。それらの機能に関わる③機能の制約条件の設定を行い、④基本機能と二次機能の分類を行う。

ここで、②構成要素ごとの機能の定義過程において機能の抽出を考えてみると、“その働きは何か”の VE 質問を繰り返し実践してみても、経験・知識やスキルの差により機能の抽出不足や欠落が否めない。

4. VE 実践における機能抽出とその問題点

4.1 VE 実践における機能抽出

今回実践した対象テーマは既存製品であり、機能を明確にする対象がすでに実在している。このような製品は、前述の様に対象テーマの構成要素への分割を行い、構成要素ごとの機能を定義する過程で VE 質問を繰り返し、機能を抽出し機能の定義を行うことが通例であった。

4.2 VE 実践における機能抽出の問題点

各構成要素から機能を抽出するにあたり、その製品を基本設計・コーディネートした人や熟練し優れた設計者であれば、機能を頭の中である程度把握しているので機能抽出は容易であることは言うまでもなく、その頭の中にある機能をもれなく書き出せばよい。優れた技術者の思考法やチームデザインにより機能の定義、機能系統図へ文書化し、それを共有することで活動メンバーが共通のレベルに立つことができる。尚且つ活動メンバーのスキル向上、技術の伝承にも繋がりクオリティの高い活動が期待できる。

これに対して、優れた技術者がいない場合もある。

VE 活動は効率的な目標達成が期待できるチームを編成することが理想であるが、現実的には、会社の規模や社内の配置転換、熟練した技術者の退職、または、知識や経験の浅い技術者や不慣れた人達がチームとして活動しなければならない場面もあり、必ずしも理想のチーム編成ができない場合もある。このような状況下では、VE 活動を実践する際、実践計画に対して、機能の定義段階で大幅な遅延、延いては、時間的制約等から結果を先走り、本質を見失い中身のない活動になってしまう可能性もありうる。

機能の定義の次の詳細ステップである機能の整理段階の機能系統図作成過程においては、機能の定義を基に“何のために”という質問をして直接的な目的機能を追求し、さらに上位の目的

機能を追求したあと、個々の機能について、その相互の関係を目的-手段の論理に基づいて体系化していく。その過程において、前述した両者の活動形態において機能の抽出不足や欠落の可能性は否めず、機能の追加や修正をしながら機能の適切さを確認するものの、この時点で機能の不足に気付かない可能性もありうる。仮に機能を見落とし、それに気が付かず、代替案作成段階で新たなアイデアを発想したものの、具体化、詳細評価の過程で機能欠落が判り、大きな手戻りになる可能性も秘めている。

5. 効率的に機能抽出する方法の提案

機能の抽出は、機能の定義、機能系統図作成過程において必要不可欠な過程である。機能を明確にすることは、以降のステップを実施するための基礎を整える重要な役割であり、そのクオリティが低いまま、次項のステップを踏んでも効果的なアイデア発想も期待できない。尚且つ機能の評価、代替案の評価基準にも影響を及ぼす。

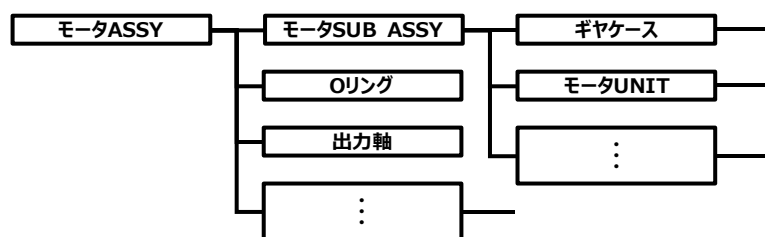
前述の様に経験が浅く新に VE 活動を実践する場面においても、機能を如何にもれなく、効率的に抽出できるかがポイントとなり、機能の定義の前段過程において機能の抽出は重要な過程となる。

今回 VE 実践活動を通じて構成部品相関図を活用することにより作業の手順を踏むことにより効率的に機能を抽出できるテクニックとその活用により機能定義過程においても効果的なアプローチ方法を提案する。

5.1 システム構成図からの機能の抽出

システム構成図は部品表を基にアセンブリ、サブアセンブリ、部品の構成を体系的に表し、視覚化したものである。

VE 実践活動で活用したシステム構成図の事例の一部を図表3に示す。



図表3 パワーウインドウモーターのシステム構成図 (実施例一部抜粋)

機能の定義の最初の手順である対象テーマの構成要素への分割作業については、このシステム構成図を基に分割が容易にできる。部品表と比較し、製品の全体像を把握できるので効果的である。

しかし、このシステム構成図より機能の抽出を試みても部品間がどの様に関わっているのか把握することは困難であり、従来のやり方と同じ方法で機能を定義するしかない。

たとえば、図表3の出力軸はギヤケースと摺動を確保する機能を有しているが、このシステム構成図からそれを読み取ることはできず、関係する図面を確認しその部品がどのような関連性になっているか確認する必要がある。

5.2 構成部品相関図からの機能の抽出アプローチと機能の定義

5.2.1 構成部品相関図の説明とその期待される効果

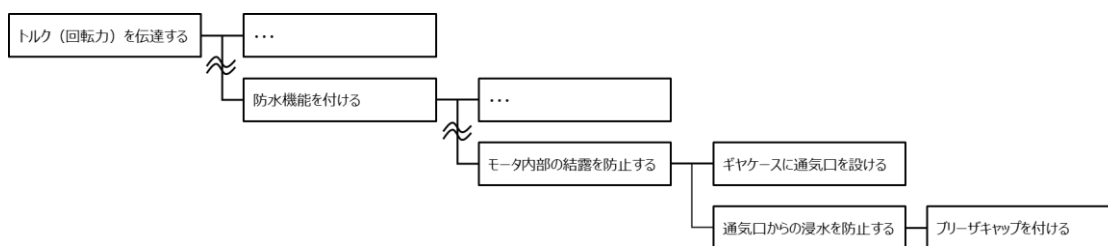
今回 VE 実践で活用した構成部品相関図を説明する。

これは顧客部品と自社製品のインターフェースなどの関わりや自社製品の構成部品がどのように相互作用しているかを体系図で表し視覚化したものである。

パワーウインドウモーターの構成部品相関図の一部を図表5に示す。

この構成部品相関図の活用により期待される効果について記述する。

- (1) 顧客部品と自社製品のどの部品が相互作用しているかが把握できる。
- (2) 製品の構成部品を体系図にすることで製品全体を俯瞰してみることができ、製品全体像をイメージし易くなる。
- (3) VE 活動メンバーが構成部品相関図を共有することによりその製品の理解を深め、共通の基盤に立つことができる。
- (4) 接触している部品間には、荷重を受ける、摺動する、伝達するなどの相互作用があり、機能が存在する。また、非接触の部品間にも磁力や電波などの相互作用するものについては機能が存在する。それらの相互作用するものが機能として存在するので、そこから機能を抽出することができる。構成部品相関図は、相互作用している接触部品間を線で、非接触している部品間を点線で結び、その線や点線の枝に相互作用するキーワードを「状態キーワード」として表現する。そこから機能を抽出することができる。
- (5) ものごとのはたらきには入力－変換－出力の関係があり、それに関係する因子（電気経路、磁力経路、動力経路など）を→で示すことで、その因子がどの部品から部品へ経由するかが把握でき、→を経由した部品の機能が基本機能を達成させるための重点となる機能のつながりとなる。このため、重点機能系列になる部品を容易に把握することができる。
- (6) アイデア発想において、機能系統図と併用し、隣接する部品を機能統合や機能置換できないかの観点でアイデア発想の素案に活用することができる。たとえば、図表4のブリーザキャップを付けるに着目すると、図表5の構成部品相関図よりブリーザキャップとギヤケースは隣接した部品であり、当時できなかったことでも技術進化や発想の転換により、ブリーザキャップの機能をギヤケースに機能統合するという新たなアイデアを発想することができる。

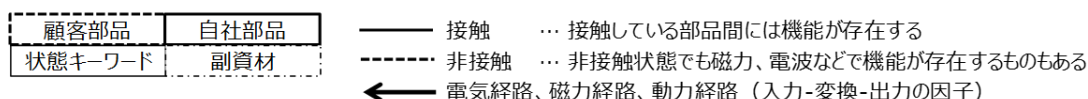


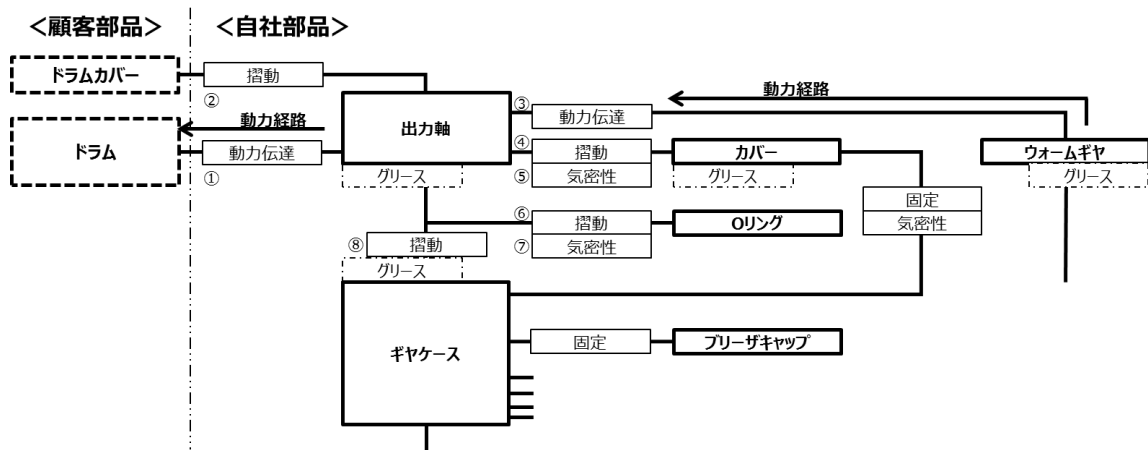
図表4 パワーウィンドウモーターの機能系統図 (実施例一部抜粋)

5. 2. 2 構成部品関連図の作成手順

図表5の構成部品関連図の実施例を基に作成手順を説明する。

- (1) 部品表からその製品を構成する部品、副資材をカード化する。部品と副資材は区別できる様に色分け等を行う。また、そのシステムに関連する顧客部品もカード化し、顧客部品と自社部品も区別するために色分け等を行う。
- (2) 顧客部品と自社製品について相互作用する部品間を線や点線で結ぶ。(顧客との取り交し図面より確認する)
 - ・接触状態: その部品間が接触しており相互の部品間で影響を及ぼしている状態であれば、部品間を —— 線で結ぶ。
 - ・非接触状態: 非接触状態でも相互の部品間で影響を及ぼす場合は、部品間を - - - - 線で結ぶ。
- (3) 自社製品の構成部品についても上記と同様に部品間で直接影響を及ぼす部品間に関して直線または、点線で結ぶ。(製品図面より確認する)
- (4) 副資材カードについては直接影響を及ぼす部品カードに隣接させ配置させる。
- (5) 直線または、点線上にその部品間がどのような状態で影響を及ぼしているか、“何のために”を考えキーワード「状態キーワード」を記載する。
たとえば、図表5のドラムー出力軸間であれば、何のためにドラムと出力軸が隣接しているのかを考えると「出力軸からドラムへ動力伝達する」ことか判り、キーワードとして「動力伝達」と記載する。
- (6) 体系図の部品間に電気経路、磁力経路、動力経路を矢印で記載する。
前述したようにものごとのはたらきには入力ー変換ー出力の関係があり、それに関係する因子を記載する。たとえば、電気、磁力、動力、電波、音波、振動など、今回 VE 実践したモーターでたとえると、電力を供給する(入力:電気経路)→電気エネルギーを機械エネルギーに変換する(変換:磁力経路)→トルク(回転力)を出力する(出力:動力経路)となる。
- (7) 部品のイメージをより掴みやすくするためにその部品カードの近くに図を貼るのもよい。





図表5 パワーウィンドウモーターの構成部品相関図（実施例一部抜粋）

5. 2. 3 構成部品相関図から機能を抽出する方法

- (1) 構成部品相関図より部品相互間の「状態キーワード」からその部品が製品を構成するための機能が存在し、そこから機能を抽出することができる。
- (2) 部品は製品としての機能を果たすために複数の機能から成り立っており、部品から多くの枝と多くの「状態キーワード」がある部品は多機能部品となる。この「状態キーワード」の数分機能が存在するので、その分の機能を抽出する。
- (3) アセンブリ、サブアセンブリの状態を考えてみた場合、それらは個々の部品から構成されたものであるため、それらの複合した機能の集まりと考えることができる。その中からより上位の目的的功能は何かを考え、機能を抽出することができる。

5. 2. 4 構成部品相関図からの機能の定義

今回の VE 実践活動で構成部品相関図から「出力軸」について機能を抽出し、機能を定義した事例を図表6に示す。

図表5の構成部品相関図より「出力軸」から伸びる枝から「状態キーワード」の総数は 8 個（①～⑧）であり、それぞれの「状態キーワード」から機能を抽出する。

そこから抽出した機能を名詞（～を）＋動詞（～する）の二語を使って簡潔かつ明瞭にし、抽象化した機能表現（定性的表現）にすることで機能を定義することができる。また、機能の評価や代替案の評価基準にもなるので定量的表現（機能の制約条件）の定義も必要である。

たとえば、図表5の構成部品相関図から⑤の状態キーワードは「気密性」であり、それを機能抽出すると「出力軸とカバーの気密性を確保する」になる。この機能を前述の様に機能を定義すると「液体の侵入を防止する」となる。この事例では、定性的表現を示すが、機能の評価などの観点より定量的表現にした場合は「気密性を確保する」になる。この表現により気密性を定量的に評価することが可能になる（この事例では定量的表現は割愛する）。抽出した「状態キーワード」からすべての機能が定義されているかチェック「レ」を行う（図表6参照）。これにより機能のものを抑制することが

できる。その他の部品についても同様の手順で機能を抽出し機能を定義していく。

No.	構成要素	機能			分類		状態 キーワード	構成部品相関図から 抽出した機能
		名詞	動詞	制約条件	基本	二次		
1	出力軸	動力を (出力軸の)	伝達する (ドラムに)				① レ	出力軸からドラムへ動力を伝達する
		摺動を (出力軸の)	維持する (ドラムカバーに)				② レ	出力軸とドラムカバーの摺動を維持する
		動力を (ウームギヤの)	伝達する (出力軸に)				③ レ	ウームギヤから出力軸へ動力を伝達する
		摺動を (出力軸とカバーの)	維持する				④ レ	出力軸とカバーの摺動を維持する
		液体の侵入を (出力軸とカバー間の)	防止する				⑤ レ	出力軸とカバーの気密性を確保する
		摺動を (出力軸とOリング間の)	維持する				⑥ レ	出力軸とOリングの摺動を維持する
		液体の侵入を (出力軸とOリング間の)	防止する				⑦ レ	出力軸とOリングの気密性を確保する
		摺動を (出力軸とギヤケース間の)	維持する				⑧ レ	出力軸とギヤケースの摺動を維持する

図表6 構成部品相関図からの機能の定義(定性的表現)

この方式は特別な訓練がなくても前述の過程を踏むことにより作業的手順で、誰でも簡単に機能を抽出することができる。特に経験が浅く、新に VE 活動を実践する場面においては、機能抽出の拠り所として構成部品相関図の活用により効率的にもれなく機能を抽出することができる。また、経験者においては、機能抽出時の見落としを防止することができる。そこから抽出した機能を前述のやり方で機能を定義することができる。

6. VE と FMEA の機能表現比較

6.1 FMEA とは

FMEA は、Failure Mode Effects Analysis(故障モード影響解析)の略号であり、製品の機能から故障の影響、原因を評価・解析し対策をとることで製品故障(不具合)を未然防止する手法である。

FMEA は、米国の航空機会社で 1950 年代初期から用いられたといわれている。FMEA はアポロ計画において成果を挙げ、自動車産業にも活用され発展してきた。

IATF16949(自動車産業特有の品質マネジメントのために策定された国際規格)は国際的に広く普及しており、自動車生産部材の取引において活用されている。FMEA は IATF 規格に引用される 5 つのリファレンスマニュアル(コアツール)の一つとなっている。

最近では、AIAG(全米自動車産業協会)と VDA(ドイツ自動車工業会)が開発した共同出版物として AIAG&VDA FMEA Handbook が発行された。

6.2 VE と FMEA の機能表現の違い

自動車業界では前述の通り、深く浸透しており、自動車電装品メーカーである当社でも製品の開発設計段階で FMEA を適用している。

FMEA も機能からのアプローチであるが、FMEA の機能表現について考えてみる。

下記「」内は AIAG&VDA FMEA Handbook 日本語公式翻訳版より引用したものである。

「機能の説明は明確であることが必要である。推奨される表現の形式は、測定可能な機能を説明するために「名詞」の後に「行動を表わす動詞」を利用することである。機能の表現は「現在形」とすべきで、動詞の基本形を利用する。」注1)

つまり FMEA で推奨する機能表現も基本的には名詞＋動詞であるが、FMEA は故障の影響、原因を評価・解析し対策をとることで、製品故障を未然防止するものなので、抽象化した表現ではなく、その製品、部品がどの様にシステムや製品に影響を及ぼすか細部まで考え機能を具体化した表現にする必要がある。

一方、VE の機能表現について下記「 」内は新・VE の基本より引用したものである。
「機能を名詞と動詞で表現するということは、ものとしての製品やサービスから離れ、その本質を把握するために機能として抽象化してとらえ、発想の転換や拡大をはかるものである。つまり現状のものや形にとらわれないで、思考の範囲を広げ抜本的な改善をするためである。」注2)
また、VE ではより思考を広げ、抜本的な発想を促すために「抽象のはしご」を活用する。
これは動詞をより抽象化された言葉で表現していく手法を推奨している。

つまり VE では機能は新たに価値向上を創造するためのアイデア発想の起点となるので、構造や現象、状態を表現するのではなく、意図された特定の機能を定義する。それを基に思考を拡大しアイデアを発想し、抜本的な改善をするものである。

両者は機能を思考の原点としたアプローチではあるが、VE の機能表現は、定性的機能表現により、アイデア発想を誘発させ価値向上の創造と定量的機能表現からのアプローチで代替案の評価基準にする。

一方、FMEA は具体的機能表現からのアプローチで製品故障の未然防止と製品安全をはかるものである。これは求めるアウトプットが異なることから機能表現の仕方に違いがあると言える。

VE と FMEA の機能表現の違いとそのアウトプットをまとめた一覧を図表7に示す。

	VE		FMEA
機能表現	定性的表現	定量的表現	具体化表現
狙い	アイデア発想の 転換・拡大	機能の評価	製品故障影響 と原因解析・対策
アウトプット	価値向上の創造	代替案の評価基準	製品故障の未然防止 と製品安全

図表7 VE と FMEA の機能表現の違いとそのアウトプット

7. 構成部品相関図から抽出した機能の検証と考察

パワーウィンドウモーターで既に実施済であった FMEA の機能と今回構成部品相関図から抽出した機能を照合し機能抽出の妥当性検証を試みた。今回「出力軸」について比較検証した結果を図表8に示す。

この結果より、構成部品相関図から抽出した機能の数は 8 個、FMEA の機能の数は 13 個であり、機能の数に差異が生じた。しかしここで着目すべき点は、その部品の目的的功能が抽出されているかどうかである。ここで FMEA の機能を目的的功能と手段的功能に分類すると目的的功能は、

8 個である。一方、構成部品相関図の機能抽出は部品間の相互作用とものごとのはたらきである入力ー変換ー出力に関係する因子から“何のために”を考え抽出した機能であり、その部品の存在価値を示しており、部品レベルでみた場合、目的的功能であると言える。両者を比較すると内容と数が同じになることから構成部品相関図からの機能抽出は妥当であると考ええる。

ではなぜ機能の数に差異が生じたか考察してみる。

たとえば、図表8⑧において、「ギヤケースと摺動を維持する」点について FMEA の観点から機能を確認すると、出力軸はウォームギヤからの動力伝達において力がラジアル方向とスラスト方向に相互作用するため、「ギヤケースのラジアル方向で摺動を維持する」「ギヤケースのスラスト方向で摺動を維持する」となる。

FMEA は故障(不具合)を未然に防止することを目的としているため、部品のどの部位がどの様に機能しているかを隅々まで抽出し、その抽出した機能に対し、それが機能しなくなった場合を想定し、故障影響、原因分析・対策を行うからである。

一方 VE の視点で言えば、機能を具体化した表現にしてしまうと限定された思考となり、抜本的なアイデア発想の阻害要因となってしまうことから、部品の細部の機能まで抽出する必要性はないと考える。

VE や FMEA の機能表現は異なるが、構成部品相関図から抽出した機能をそれぞれの視点で機能表現することで、両者の機能抽出に活用できる。

構成要素 「出力軸」	構成部品相関図 ※構成部品相関図から抽出した機能	FMEA		
		※既に実施済の機能	目的的功能	手段的功能
①	出力軸からドラムへ動力を伝達する	ウォームからドラムへ動力を伝達する	○	
		ドラムを位置決め保持する		○
②	出力軸とドラムカバーの摺動を維持する	ドラムカバーと摺動を維持する	○	
		ドラムカバーに位置決め保持される		○
③	ウォームから出力軸へ動力を伝達する	ウォームの回転力を受け出力軸に伝達する	○	
		ウォームと円滑に摺動する		○
④	出力軸とカバーの摺動を維持する	カバー内周部と円滑に摺動する	○	
⑤	出力軸とカバーの気密性を確保する	カバー内周部と気密性を確保する	○	
⑥	出力軸とリングの摺動を維持する	リングと円滑に摺動する	○	
		リングを位置決め保持する		○
⑦	出力軸とリングの気密性を確保する	リング外径部と気密性を確保する	○	
⑧	出力軸とギヤケースの摺動を維持する	ギヤケースのラジアル方向で摺動を維持する	○	○
		ギヤケースのスラスト方向で摺動を維持する		
機能の数	8個	13個	8個	5個

図表8 構成部品相関図からの機能抽出と既に実施済の FMEA からの機能比較

8. システム構成図、構成部品相関図と FMEA の VE への活用

8.1 システム構成図、構成部品相関図と FMEA の特長

システム構成図、構成部品相関図と FMEA の特長について図表9に示す。

これらの特長を活かし VE 実施手順へのアプローチを行うことで効果的に検討進めることができる。

9. 本考案のポイントと効用

本考案のポイントは、製造段階の VE において構成部品相関図の活用により部品間の相互作用から機能を効率的にもれなく抽出することができることである。

また、5. 2. 1 で記述した構成部品相関図の期待される効果について今回の VE 実践を通じて確認することができ VE 実施手順の効果的なアプローチであると言える。

本提案の適用範囲は製造段階の VE 実践で確認したが、ある程度部品構成が決まった段階で構成部品相関図を作成することができるので開発設計段階の VE にも活用が期待できる。

10. おわりに

製品は、たゆまない技術進化と過去の失敗を繰り返し洗練化された製品へと成長をしてきた。しかし、その一方ではコモディティ化された製品や熟成された製品においては少なからず、今の仕様、構造に満足し、技術進歩の失速やそこから脱却し新たな価値向上を創造することへの拘りが多少なりとも希薄になっているのではないかと感じる。

成熟した製品においても、今のその仕様、今のその構造を常識として捉えるのではなく、機能を思考の原点として常に絶え間なく改善しつづけるという強い信念をもって進化させる必要がある。豊かな社会の維持・発展の一助として価値ある製品を提供し続けることは製造メーカの使命と感じている。

VE と FMEA が製品開発において有効なツールであることはまぎれもない事実であり、共に米国が発祥であることは興味深い。本論文は機能定義段階にフォーカスしたものであるが、特に代替案作成段階の洗練化に両者のコラボレーションが期待できるのではないかと感じている。

本論文の提案は、アイデアを発想するための基礎となる機能に着目し、構成部品相関図から VE 実践における機能の定義過程や延いては FMEA 作成過程においても、容易に機能抽出ができる効果的な手法であると考ええる。本考案の内容が今後製品開発貢献の一助になれば幸いである。

【引用文献】

注1)「AIAG & VDA FMEA ハンドブック スタディガイド」、株式会社 ジャパン・プレクサス(2019)

注2)土屋 裕 監修 産能大学 VE 研究 グループ 著:「新・VE の基本」、産能大学出版部(1998)

【参考文献】

1) 上野一郎監修:「VE ハンドブック」、(社)日本バリュー・エンジニアリング協会 (2007)

2) 鈴木・牧野・石坂 著:「FMEA・FTA 実施法」、株式会社 日科技連出版社(1982)