



Title	製品の高付加価値化とその品質機能展開による設計評価法
Author(s)	藤田, 喜久雄; 西川, 武志
Citation	日本機械学会論文集 C編. 2001, 67(656), p. 1202-1209
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/3385
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

製品の高付加価値化とその品質機能展開による設計評価法 *

藤田 喜久雄^{*1}, 西 川 武 志^{*2}

Value-Addition Pattern of Consumer Products over Life Stages and Design Assessment Method with Quality Function Deployment *

Kikuo FUJITA^{*3} and Takeshi NISHIKAWA

^{*3} *Osaka University, Dept. of Computer-Controlled Mechanical Systems,
2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan*

Every kind of consumer products is deployed from market-in stage through growing-up stage to matured stage by gradually shifting its appealing features from fundamental functions to supplemental value-addition over its life stages. This paper proposes a design assessment method for the product definition of a new product, which is an essential key toward market success of consumer products under the today's rapid and competitive product cycle, based on existing products along with such life stages. Since a series of products over life stages share the underlying design concepts, the contents of their quality-function-deployment tables must be partially shared with each other, while the definition of customer attributes is shifted due to their growth and maturation in market. Based on this observation, an assessment method is organized based on quality function deployment and cost-worth graph to facilitate establishment of product definition. Its validity and promise is ascertained through analyzing design changes across three vacuum cleaners in different life stages.

Key Words : Product Design, Design Engineering, Life Stage, Product Definition, Quality Function Deployment, Value Engineering, Cost Estimation

1 緒 言

社会の成熟化や生活の多様化に伴い、製品に求められる機能は高付加価値化するとともに、その変化も急速なものとなりつつある。このような動向に対応して製品設計を有効に展開していくためには、基盤を成す要素技術の開発のみならず、体系的な視点のもと、個別製品の設計に先立ってその製品定義を明確にすること⁽¹⁾や、製品(種)のライフステージを見据えて世代を越えた戦略⁽²⁾を確立しておくことなどが重要となってきた。1990年代におけるコンカレント・エンジニアリングの動向は、設計の初期段階における検討の重要性を指摘し、品質機能展開⁽³⁾や組立て性評価法⁽⁴⁾などを有効な方法論として再評価したものとして理解することができる。今日における製品設計においては、上述のような状況のもと、視野を個別の製品から時間や空間に渡る製品系列⁽⁵⁾へと拡大することが求められつつある。これらを踏まえれば、製品設計における基盤をより広いものへと拡大しつつ、典型的な視点を据えて新たな枠組みとなすことが必要である。

本研究では、製品展開における時間軸に着目した上で、ある製品の過去から現在に至る製品展開の系譜を分析することを通じてその変遷のパターンを抽出し、その結果をもとに、製品の高付加価値化を念頭においた製品設計のための設計事前評価法を提案する。具体的には、品質機能展開におけるユーザニーズ・技術項目・製造モジュール間の相関関係の評価を基盤としつつ、高付加価値化に伴って表出する様相に基づいて、製品の設計目標を各製造モジュール毎の設計目標として展開するための方法論を提案し、それを電気掃除機の展開例に適用して、妥当性の検討を行う。

2 製品のライフステージと高付加価値化

2.1 製品ライフステージ 製品の価値は大まかには「使用(性)価値^{†1}」と「感性価値」とに分類できるとされており⁽⁶⁾、これに従えば製品ライフステージは以下の3つの段階に分類して整理することができる。

- 導入期 … 製品は機能することによって市場に存在することができ、使用価値が関心事となる。
- 成長期 … 使用価値としての機能が一応充足してくれば、使い勝手や意匠などの面、つまり感性価

* 原稿受付 2000 年 5 月 25 日

^{*1} 正員, 大阪大学大学院工学研究科 (〒 565-0871 吹田市山田丘 2-1)。

^{*2} コンパックコンピュータ, (研究当時, 大阪大学大学院)。

Email: fujita@mech.eng.osaka-u.ac.jp

^{†1} 文献⁽⁶⁾では、使用性価値となっているが、本論文では、後出の項目との混同を避けるため、使用価値と呼ぶことにする。

値にも注意が払われるようになる。

- 成熟期 … 製品が市場に行き渡れば、差別化が重要になることによって、使用価値が当たり前になる一方で、感性価値が重要になってくる。

このような変化のパターンは、製品に求められている物理的な機能を「本来価値」と呼ぶものとすれば、ライフステージの進展に伴って、それに対峙するところのいわゆる「付加価値」が製品を特徴づける重要な要素となってくる状況に対応するものである。

2.2 製品定義の重要性 上記のような状況を踏まえた上で、本来価値と付加価値との双方を展開する上での課題を考えてみた場合、前者がいわゆる技術的課題の克服を必要とすることに対して、後者は求められている価値を課題として設定することに重点があることを指摘することができる。つまり、前者はシーズを基盤とした新規性に基づくものであるが、後者はニーズに基づいた既存技術などの組合せ的な展開を基盤としているものとして行うことができる。このような視点に立てば、製品がライフステージに従って展開していく過程では、導入期を除けば、何が作れるかよりも、むしろ、何を作るべきかという視点が本質的であるとみることできる。

これを製品開発というプロジェクト遂行の視点からみた場合、具体的な設計作業を展開するに先立って、設定されたタイミングで市場に投入することになる製品の性格づけを事前に確立することが極めて重要であり、それを間違えば、投入した設計作業やコストが無駄になるという事態にもつながることになる。このような製品の性格づけは「製品定義 (product definition)」と呼ばれるものである⁽¹⁾。今日の製品が何らかのシステムティックな構造⁽⁷⁾を伴っていることを考えれば、このような製品定義の内容として、モジュールごとの目標仕様やそれを実現する上で許容できるコストのレベルなどを想定することができる。

3 製品におけるシステムの視点と高付加価値化

3.1 品質機能展開における諸視点と相互関連

一般に、システムティックな構造を伴う製品の製品定義を行う上で、品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD)⁽³⁾が有効であるとされている。QFDは基本的には2次元表であり、その背後にある考え方は、製品がシステムの階層構造を伴っていることから、それが一連のサブシステム群に分割できるとする一方、そのようなシステム分解を行う上での視点はユーザ・技術・製造などのそれぞれによって異なるものになると考えた上で、優れた製品を設計するために

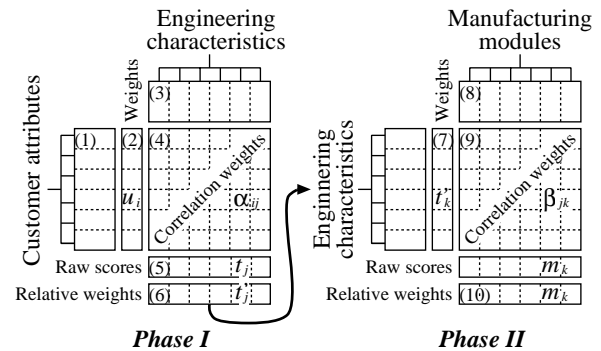


Fig. 1 Quality Function Deployment (QFD)

は、諸視点間の対応関係が定量的にも適切なものであることが求められるというものである。

具体的な運用方法は、一例としては、図1にも示すように、Phase Iにおいて、(1) ユーザニーズ (customer attributes) の項目を抽出して列挙する、(2) それぞれの項目に重要度 u_i を設定する、(3) ユーザニーズを達成する上で必要となる技術項目 (engineering characteristics) を抽出して列挙する、(4) 各ユーザニーズ項目を達成する上での各技術項目の寄与度 α_{ij} を設定する、(5) 各技術項目のユーザニーズからみた重要度を $t_j = \sum_i \frac{\alpha_{ij}}{\sum_j \alpha_{ij}} u_i$ として計算する、(6) それを $t'_j =$

$\frac{t_j}{\sum_j t_j}$ により相対量に換算する、(7) 各技術項目とそれらの重要度 t'_j を次の表に移動させる、Phase IIにおいて、(8) 各技術項目を達成する上で必要となる製品モジュール (manufacturing modules) を抽出して列挙する、(9) 各技術項目を達成する上での各製品モジュールの寄与度 β_{jk} を設定する、(10) 各製品モジュールのユーザニーズからみた重要度を $m_k = \sum_j \frac{\beta_{jk}}{\sum_k \beta_{jk}} t'_j$ として

計算する、というものである。QFDの目的とするところは、このようにして得られる各製品モジュールのユーザニーズからみた重要度と具体的なコストとを相対比較するなどのことを行えば、各種項目間のバランスや一貫性における不具合の発見につながり、延いては、適切な設計指針を獲得することもできるというものである。

3.2 高付加価値化の下でのQFDにおける遷移性

上記のようなQFDの視点に基づけば、ライフステージの下での製品の変遷はユーザニーズに起因する変化として整理することができる。すなわち、ライフステージにおける各段階においては製品の基本コンセ

ブトは一貫しているものと想定できることから、QFD表における変化は、ユーザニーズにおける各項目毎の重要度が本来価値の潜在化や付加価値の重要性の顕在化に対応しつつ数値的に増減し、別途、一般的に定められた項目間の寄与度に従ってそれらが伝播することによるものとしてとらえることができる。逆に言えば、一世代前の製品におけるQFD表を基盤として、当該世代の製品における変化要因をユーザニーズにおける変化としてとらえた上で、それを入力条件とすることにより製品設計における技術的目標を具体的に定めることができるものと期待することができる。

3.3 製品定義におけるQFDの意義 2.2でも述べた製品定義における課題はそのような技術的目標の内容を実現可能性をも併せて検討することにある。それに関しては、技術つまりは各技術項目が各種の制約のもとで製造モジュールとして実現可能であるかどうかにかかってくる。仮に、それらの項目が付加価値に関与するものに限定することができ、既存のシーズをニーズに従って展開するという性質のものであるとすれば、対応する技術項目そのものは潜在的には達成可能であることができ、その展開に要するコストレベルが妥当なものであるかどうかを検討したり、展開の状況を調整したりすることにより、製品としての実現可能性を評価できるものと考えられる。

以上を言い換えれば、QFD表において何がどのような方向に変化し、何が変化しないかを明確にすることができれば、製品定義に向けての方法論となすことが期待できる。本研究では、このような予見のもと、製品展開の形式をパターン化し、そのようなパターンに基づいたQFDによる製品定義のための設計事前評価法を構成することを目的とする。

4 ライフステージのもとでの製品の展開形式

4.1 ユーザニーズの視点 QFDの運用において(1)の後、(2)の段階でユーザニーズの各項目に割り当てられる重要度については、重要である場合は「9」、そこそこ重要である場合には「3」、ほとんど重要でない場合は「1」を割り当てることが行われる。本研究では、このような割り当てがライフステージに対応させて円滑に行えるようにするために、2.1項での使用価値や感性価値、あるいは、本来価値や付加価値という類別とも対応させつつ、(1)の段階で抽出される項目を分類するための種別をあらかじめ用意しておく。

ここでは、後述する技術項目や製造モジュールとの対応を容易にする必要や事例として取り上げる個別製品の特質に対応させて、以下の5つの種別を考える。

- 基本機能ニーズ (fundamental function) … 製品そのものの存在意義についての機能に関わる本来的なニーズ (導入期: 9 → 成長期: 9 → 成熟期: 3)。
- 背後機能ニーズ (hidden function) … 個別の製品に依存せず、一般的に備えているべき物理的な機能として実現されるニーズ。操作性や信頼性など (3 → 3 → 3)。
- 付加機能ニーズ (supplementary function) … 上記の各種別に属するニーズではないものの、それが物理的な機能を通じて実現されるニーズ。高効率化や低騒音化など (1 → 1 → 3, 1 → 3 → 3, もしくは, 1 → 3 → 9)。
- 使用性ニーズ (usability) … 制御機能、メンテナンス容易性、ユーザインターフェースなどのニーズ (1 → 1 → 3, もしくは, 1 → 3 → 3)。
- 感性ニーズ (Kansei) … それに対応する物理的な機能を具体的には想定することのできない種類のニーズ。意匠など (1 → 3 → 9)。

なお、括弧内はライフステージにおける各段階での重要度の割当ての一例である。詳細には個別の製品種などに依存するため、このような典型に加えての何らかの調整も必要であると考えられる。

4.2 技術項目の視点 QFDの運用における(3)の段階での技術項目はいわゆる物理的な機能についてのものであり、システム全体を物質・エネルギー・信号を遷移させる構造(接続)とみた場合⁽⁷⁾における各構成要素に対応するものである。これに対して、上述したユーザニーズの種別のうち、意匠などの感性ニーズは対応する明確な技術項目を持たないことになる。それでは、3.1項で示した手順を展開するに当たって、対応する技術項目が存在しないことになる。つまり、付加価値を含めたQFDの運用を行うためには、通常の運用において想定する技術的項目に加えて、付加的な非技術的項目をも同等に列挙しておく必要がある。そこで、広義の技術項目を大きく「物理技術項目 (physical items)」と「感性技術項目 (kansei items)」とに分類することにする。

4.3 製造モジュールの視点 QFDの意義はややもすれば抽象的で曖昧となるユーザニーズや技術項目についての内容を実体との対応があり明確な切り分けの可能な製造モジュールに展開するところにある。そのために、(8)の段階において、対象となる製品に関して着目すべき粒度レベルを設定して、製造モジュールを列挙する。しかしながら、ユーザニーズについて想定した種別や感性技術項目の導入のもとでの製造モジュールへの展開を考えた場合、明確な切り分けが難

しい統合モジュールも存在し、それらの中には、一つの製造モジュールを明示的に以下の2つの側面に分割して考えておくことが有効なものもある。

- 基盤的側面 (fundamental aspect) … あるモジュールのうち、ユーザニーズ種別のなかで基本機能ニーズ・背後機能ニーズに対応する部分であり、ライフステージの如何に関わらず、そのモジュールが備えておくべき内容に相当する部分。
- 付加的側面 (subsidiary aspect) … あるモジュールのうち、基盤的側面以外の付加価値に対応する部分であり、ライフステージに依存して追加されたり、その程度が変更されたりする部分。

このような切り分けは、各製造モジュール毎のQFDによって算出されるユーザから見た重要度とそれぞれの具体的な内容から見積もられるコストとを対比する上でも、重要な意味を持つ。

4.4 相互の寄与度 一方、(4)においてユーザニーズを技術項目に変換するための寄与度、さらに、(9)においてそれを製造モジュールに変換するための寄与度は、ユーザニーズの各項目についての重要度を $9 \cdot 3 \cdot 1$ で類別するのと同様、本研究では、大いに関連がある場合には「9」、そこそこの関連がある場合には「3」、何らかの関連がある場合には「1」、関連がない場合には「0」を割り当てて、類別する場合を想定する。それらの内容は、基本的には、対象とする製品の機能構造やアーキテクチャに対応して定まるものである。これに関しては、前述のように、ライフステージに渡る製品展開においては基盤となる基本コンセプトが共有されていることを想定できることから、一定の寄与度を継承して用いることができるものと考えるところにする。ただし、付加価値を付与するために特殊な構造を追加することなどもあるため、個別的な検討が求められるなどのことも想定しておく必要はある。

5 品質機能展開による設計評価法

5.1 設計目標の設定と展開 前節で示した各視点やパターンのもと、本研究では、ライフステージに沿って製品を展開しようとする際の製品定義を設定するための手順を以下のように構成する。

- ユーザニーズ・技術項目・製造モジュールの項目を、ライフステージの段階に依存することなく、一般性を持たせて抽出し、列挙する。
- 列挙したユーザニーズの各項目を4.1項に示した種別に分類する。
- 準備として、参照例となる既存の製品について、以下の操作を行う。

- ライフステージにおける段階を特定した上で、各ユーザニーズ項目の重要度を設定する。さらに、その製品の内容に従って、ユーザニーズから技術項目への寄与度、技術項目から製造モジュールへの寄与度を定めることにより、それらの重要度を各製造モジュール毎のユーザからみた重要度へと展開する。
- 一方、既存の製品における具体的なコスト構成をもとに、各製造モジュール毎のコストからみた重要度を展開する。この際、状況によっては後述するコスト推定法を併用する。
- ユーザからみた重要度とコストからみた重要度を対比し、相互の矛盾が存在して、それが問題となる場合には、以上の操作を行う過程で割り当てた数値を補正するなどして、各種の関係を適切なものにする。

- 製品定義を行おうとする製品ライフステージにおける段階を特定し、各ユーザニーズ項目の重要度を種別に従って設定し、さらに、参照例に対して(iii)で設定していた寄与度を用いて、各製造モジュール毎のユーザからみた重要度を展開する。
- 一方、コストの視点からは、参照例のものを踏襲したり、あるいは、新たに付与される付加価値の内容に応じた増加分を加味するなどして、各製造モジュール毎のコストを想定するとともに、製品全体の想定コストとの対応を調整する。
- 以上のようにして得られるユーザからみた重要度とコストからみた重要度との関係をもとに、相互の対応関係やバランスなどを考慮して、製品定義を明確化し、設計目標として設定する。

5.2 製造コストの推定法 前項の手順においては、具体的な設計が展開されていない段階で粗く製品のコストを見積もる必要がある。本研究では、一つの方法として、製品のコストが粗く、部品の材料費、部品の加工費、部品から製品への組立て費に分解できるものとした上で、それぞれについて以下の方法を用いる。材料費は材料の種類と重量に従って推定する。加工費は、加工方法と部品の大凡の形状を想定した上で、いわゆるポイント法⁽⁴⁾に相対比較による補正法⁽⁸⁾を併用することにより、推定する。組立て費に関しては、Westinghouse法⁽⁹⁾により各組立て動作に係わるコストを推定して、それぞれの部品に割り振る。

また、4.3項で示した製造モジュールの基盤的側面と付加的側面についてのコストの分配に関しては、まず、前者のみを有する製品モジュールを仮想してそのコストを推定する一方、具体的な製造モジュールその

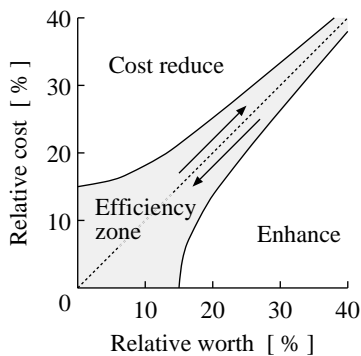


Fig. 2 Cost-worth graph

もののコストを推定した上で、後者についてのコストを両者の差として推定する。

5.3 価値とコストの間で成立すべき遷移関係

価値工学⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾の視点に立てば、上述のようにして得られるユーザからみた重要度とコストからみた重要度の間には比例関係が成立することが理想的であるとされている。つまり、ユーザからみた重要度を百分率で表わしたものを相対価値 (relative worth)、コストからみた重要度を百分率で表わしたものを相対コスト (relative cost) と呼ぶとき、図 2 のようなグラフにおいて、各製造モジュールが右上り 45° の線上にプロットされることが理想的であり、少なくとも図中灰色で示した領域の外にプロットされるような場合には何らかの設計変更を考えるべきであるとされている⁽¹⁰⁾。

本研究では、このような指針をライフステージに渡る製品の展開における指針として拡大する。すなわち、ユーザニーズの変化に起因して生じる各製造モジュールに割付けべき価値レベルの変化も、それを実現するために許容されるコストレベルの変化も、図 2 の関係を満たしていることが求められるものと考えことにする。このもとでは、理想的には、製品全体としての高付加価値化のもとでの各製造モジュールについての設計目標は、図中においてそのままの点に留まるか、図中 45° の線に沿ういずれかの方向に移動するように、設定されるべきであるといえることができる。具体的な個別事例においては、必ずしもそのような理想的状況がそのまま成立するわけではないが、製品定義の妥当性を検証する上で、図 2 の方向性と個別の設計問題に起因する内容を相互に擦り合わせることは有効な起点になるものと期待することができる。

6 事例 — 電気掃除機の変遷における検討 —

6.1 評価対象 以上のような方法論を事前評価に用いてその結果を検証することは実質的には不可能



Fig. 3 Vacuum cleaners over life stages

であるため、本研究では、既に成熟期に入っており導入期からの変遷を検証することが可能な製品として電気掃除機を取り上げて、事後評価を行うことにより枠組みの妥当性を検討する。

図 3 は具体的に取り上げた掃除機を示している^{†2}。(a) は一般家庭への掃除機の普及が完了しつつあった 1970 年代に製造されたものであり、導入期のものといえることができる。その基本コンセプトは現在の様々な掃除機にも踏襲されている。(b) は 1998 年に製造のものであり、フィルターパックが導入され、意匠にも配慮されているなど、成長期の後半におけるものといえることができる。(c) は 1999 年に製造のものであり、排気系に騒音低減対策がなされたり、フィルターなどに抗菌対策が施されたりしているほか、意匠も重要視されていて、成熟期におけるものといえることができる。

なお、図 3 に示したものの以前にも様々な形式の掃除機が存在していた⁽¹²⁾ことは事実であるが、それらについては製品の基本コンセプトを異にするものであり、本論文での視点を越えるものである。

6.2 事後評価による枠組みの検証

(1) QFD の適用結果 図 4 は、3 つの製品のなかでも、成熟期のものについての QFD 表を示したものである。表の作成にあたっては、図 3 に示した 3 台の掃除機を分解の上で、それぞれに機能構造や部品構成などを分析して、製造モジュールとの整合性などを考慮しながら、ユーザニーズと技術項目についての項目を列挙し、さらに、Phase I と Phase II における寄与度を割り当てた。なお、ユーザニーズの重要度を 4.1 項に示したように置き換えれば、導入期と成長期のものについての QFD 表を同様に作成することができる。

(2) 製造コストの推定 各掃除機の各モジュール毎の製造コストは 5.2 項の方法により推定する。図

^{†2} 本論文での内容は本研究で提案している手順に従って独自に展開したものであり、各掃除機の製造業者とは何ら関わりのないものである。

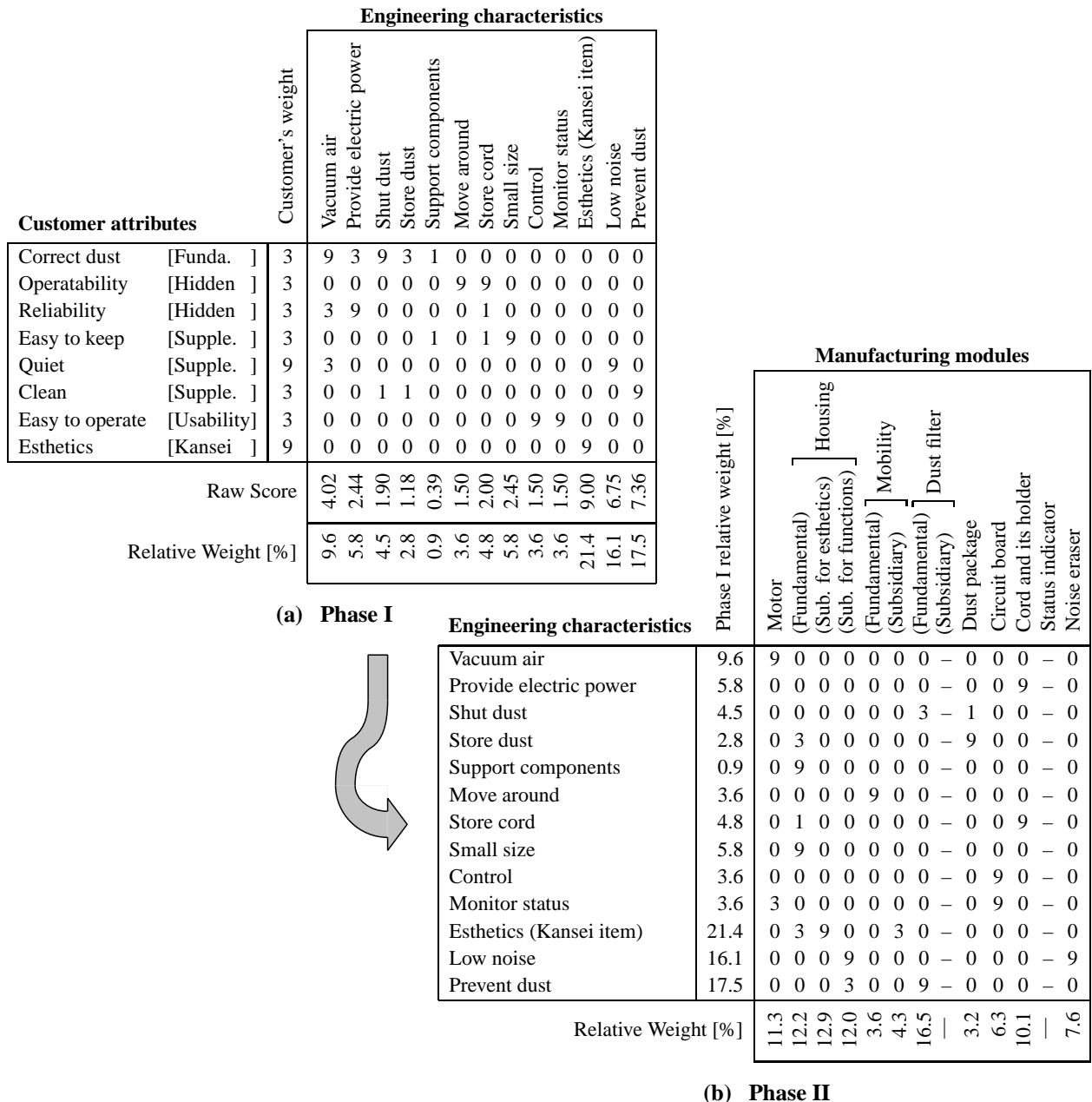


Fig. 4 QFD result of a vacuum cleaner in maturated stage

3に示した3台の掃除機に共通する特徴は主要な本体であるハウジングがプラスチックの射出成形品であることにあり、その各部分が様々な機能を担っている。このため、一連の部品を、4.3項に示したように、各種の基幹部品を支持したりごみを格納したりするなどの基盤的側面と、意匠性のための形状デザインなどに相当する付加的側面、付加機能に対応する部品を支持するための部位に対応する付加的側面とに分割した上で、コスト推定を行う必要がある。表1は、それぞれの掃除機の各製造モジュール毎の推定コストを、QFDにより求めた相対価値とともに、示したものである。

(3) 価値とコストのバランスによる評価 図5は表1の結果を図2の形式にプロットしたものである。元来、図2はある種の傾向を示唆したものであるため、価値とコストのバランスを厳密に問うことはできないが、使用価値に関する内容は右上がりに移動し、感性価値に関する内容は左下がりに移動している傾向を確認することができる。また、個別の製造モジュールに着目してみた場合、相当数のモジュールについては概ね右上り45°の線に沿って展開が行われている。しかしながら、ハウジングの各部分はやや外れる傾向にあり、基盤的側面と付随的側面の間での割り振り

Table 1 Cost and worth of respective vacuum cleaners

Manufacturing modules	Cleaner in 1970s			Cleaner in 1998			Cleaner in 1999		
	Relative worth [%]	Raw cost [¥]	Relative cost [%]	Relative worth [%]	Raw cost [¥]	Relative cost [%]	Relative worth [%]	Raw cost [¥]	Relative cost [%]
Motor	21.9	511.8	20.4	18.9	454.8	24.2	11.3	357.1	16.2
Housing (Fundamental)	12.7	403.5	16.1	14.9	398.8	21.2	12.2	489.7	22.2
(Sub. for esthetics)	3.0	16.7	0.7	6.4	20.2	1.1	12.9	72.0	3.2
(Sub. for functions)	—	—	—	—	—	—	12.0	103.3	4.7
Mobility (Fundamental)	7.5	132.5	5.3	5.4	117.8	6.3	3.6	151.1	6.9
(Subsidiary)	1.0	8.8	0.4	2.1	4.1	0.2	4.3	4.4	0.2
Dust filter (Fundamental)	15.0	285.4	11.4	11.6	93.6	5.0	16.5	217.4	10.0
(Subsidiary)	7.2	213.5	8.5	—	—	—	—	—	—
Dust package	—	—	—	6.4	13.7	0.7	3.2	13.7	0.6
Circuit board	2.5	340.2	13.6	5.4	204.6	10.9	6.3	146.4	6.6
Cord and its holder	24.0	475.2	19.0	17.7	365.7	19.5	10.1	303.2	13.7
Status indicator	1.9	64.8	2.6	4.0	50.2	2.7	(integrated to circuit board)		
Noise eraser	3.4	55.7	2.2	7.2	156.7	8.3	7.6	348.0	15.8
Sum total	100.0	2508.1	100.0	100.0	1880.0	100.0	100.0	2206.2	100.0

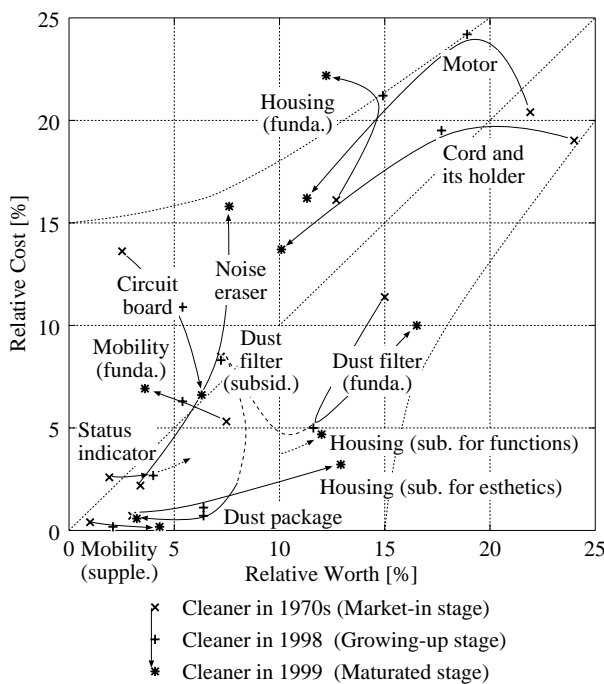


Fig. 5 Cost-worth graph for comparison of respective vacuum cleaners

やや不適切であるとも言える。回路基板に関しては、集積化や実装技術における革新がコストの低減となって現れているものと考えれば、図の傾向は理解しやすい。なお、集塵フィルターに関しては、導入期とそれ以外とは構造が異なるため、相互の対応関係をみることはそもそも不可能であり、変化を図2の形式で評価できないものとみなすべきである。これらの結果を総合的にみた場合、個別の要因のもとではすべてのモ

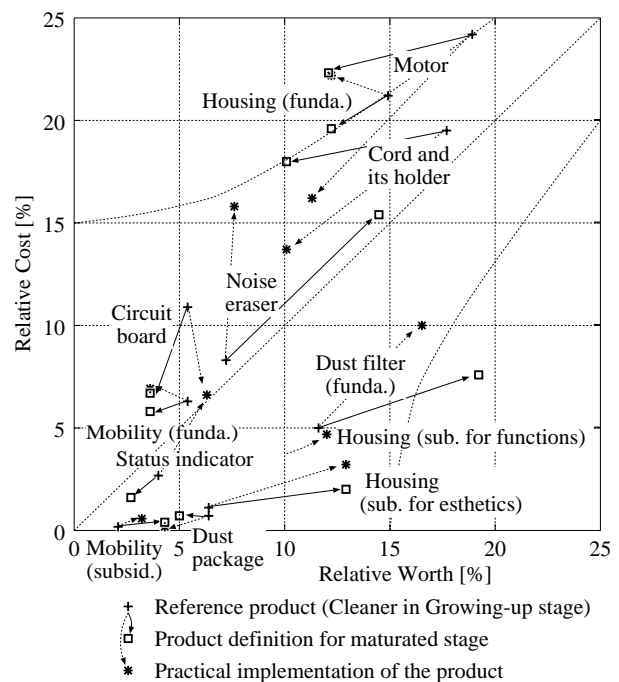


Fig. 6 New design plan for matured stage based on growing-up stage product

ジュールが製品の高付加価値化に伴って図2の形式に従って展開されるというわけではないものの、例外事項の発生要因をも絡めた場合、そのような傾向は製品定義を模索する上での重要な視点となるものと考えられる。

6.3 事前評価の試み 続いて、設計評価法の製品定義における有用性に関する検討を行うために、成長期の製品を参照例として成熟期の製品についての事

前評価を試みた。事前評価に当たっては、まず、参照例の製品構造に対して 5.1 項 (iv) の方法を適用することにより相対価値を設定する。コストに関しては、一案として、製品モジュールの基盤的側面に関しては参照例におけるコストをそのまま踏襲するものとする一方、付加的側面については参照例におけるコストにそのモジュールの設計対象における相対価値の参照例における相対価値に対する比率を掛けることにより算出するものとした。図 6 は、以上のようにして得られる製品定義の結果と、具体的な成熟期における製品内容とを比較したものであり、前出の図 5 でのずれに相当する程度の相違は見られるものの、全般に、一定の比率を保ったまま、製品構造の展開が行われる傾向を確認することができ、事前評価と実際との間には概ねの対応関係を期待できることを確認することができる。

7 設計評価法の意義についての考察

前節で示した事後評価や仮想事前評価における結果の妥当性、ひいては、本研究で提案する設計評価方法の合理性についての判断を行うことは容易ではない。これは、基盤として用いている QFD もそうであるように、評価 (assessment) というものが伴っている必然的な曖昧さに起因するものであり、また、評価とは、そのような曖昧さを伴いつつも体系的な視点のもとで何らかの結果を導出して、意思決定を行う上での合理的な材料にしようとするものでもある。したがって、そのような曖昧さを認めた上で、評価結果にはどのような種類の不合理が含まれる可能性があるかをあらかじめ列挙しておくことも重要である。

本設計評価法では、各種の重要度や寄与度についての設定における不具合、コスト推定における誤差、さらには、参照例として用いる過去の製品設計が伴っていた不合理性が事前評価結果にも継承される事態、などをその種の可能性として考えることができる。また、図 2 の関係そのものが背後にある技術力などを無視した理想状況を示したものであることから、理想と現実とのずれを許容しつつ認識することも必要であり、不一致を説明することをも含めて製品定義にむけての方法論として活用するという視点が重要である。

例えば、本研究では、一般性を強調するために、QFD 表における各項目の重要度や項目間での寄与度については、5 節で述べたような方法で、敢えて、 $9 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0$ という数値のみを用い、それらを一定のルールに従って機械的に割り付けた。そのような内容を個別の事例に適合させて調整することは可能であり、調整操作を行うことそのものを個別製品やその設計目標

を明確化を行う上での分析活動として位置づけることもできる。

8 結 言

本研究では、製品のライフステージに沿って新しく設計を展開しようとしている製品の製品定義を設定し事前評価を行うための方法論を品質機能展開に基づいて提案した。さらに、提案した方法論を過去から現在までの間に存在した一連の製品の変遷形式を当てはめることによって、個別の要因に対応した調整を施すことは求められるものの、それが適切な製品定義を予見する上での有効な手段となり得ることを示した。

文 献

- (1) Wilson, E., Maximizing Designer's Impact on Market Success through Product Definition, *Design Management Journal*, (Fall 1993), pp. 62-68.
- (2) ポール・クンケル, デジタル・ドリーム — ソニーデザインセンターのすべて, (1999), アクシス.
- (3) Clausing, D., *Total Quality Development — A Step-By-Step Guide to World-Class Concurrent Engineering*, (1994), ASME Press, [邦訳: 品質・速度両立の製品開発 — Total Quality Development, (1996), 日経 BP 社].
- (4) Boothroyd, G., Dewhurst, P. and Knight, W., *Product Design for Manufacture and Assembly*, (1994), Marcel Dekker, [邦訳: 改訂版: 生産コスト削減のための製品設計 — ブースロイドの DFMA, (1998), 日経 BP 社].
- (5) 藤田・石井, 製品系列統合化設計とそのタスク構造, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 65, No. 629, (1999), pp. 416-423.
- (6) 森 (編), インダストリアルデザイン — その科学と文化, (1993), 朝倉書店, pp. 121-126.
- (7) Pahl, G. and Beitz, W., *Engineering Design — A Systematic Approach, Second Edition*, (Translated by Wallace, K. et al.), (1996), Springer.
- (8) Dixon, J. R. and Poli, C., *Engineering Design and Design for Manufacturing — A Structured Approach*, (1995), Field Stone Publishers.
- (9) Sturges, R. H. and Lilani, M., Toward an Integrated Design for an Assembly Evaluation and Reasoning System, *Computer Aided Design*, Vol. 24, No. 2, (1992), pp. 67-79.
- (10) Tanaka, M., Cost Planning and Control Systems in the Design Phase of a New Product, *Japanese Management Accounting: A World Class Approach to Profit Management*, (Monden, Y. and Sakurai, M. (Ed.)), (1989), Productivity Press.
- (11) Ishii, K. and Kumenta, S., Product Definition, Cost Driver Identification, *Stanford University ME217 Course Note*, (1996), pp. 5-1-5-3.
- (12) Ashby, M. F., *Materials Selection in Mechanical Design*, (1992), Butterworth Heinemann, pp. 10-12, [邦訳: 機械設計のための材料選定, (1997), 内田老鶴圃, pp. 13-15].