

## 3次元統合価値モデルに基づく要求定義手法の提案

江崎和博<sup>†</sup>

情報システムの導入プロジェクトでは、設計段階で設定するシステムに対する定量的な品質要求が極めて重要である。近年、ISO/IEC JTC1/SC7WG6では、システム及びソフトウェアの品質モデルとしてISO/IEC 25010 (ISO/IEC 9126)が制定され、この品質モデルに基づく品質要求定義及び評価の国際標準として、ISO/IEC 25030及びISO/IEC 25040が制定され、世界的に広く普及している。しかし、システム品質要求の定義と評価では、システムの利用者が、ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 9126)で規定した6つの品質特性のどの特性を重要視するかにより、システム全体の評価が異なるため、これらの6つの品質特性の視点を与えるのみでは、必ずしも確かな品質目標の設定と総合評価を可能にする保証がなかった。近年、既存の広告宣伝に変わるインターネットを介した新しいシステム製品の評価と広告宣伝の手法が普及し、消費者は、インターネットのクチコミ情報を参考に製品を購入することができる。そこで、本研究では、ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 9126)の6つの品質特性の視点をさらに整理・拡張して、考案した「3次元統合価値モデル」の概念について提案する。さらに、インターネットサイトに書き込まれたノート型パソコンに対する不満意見に着目し、これらの情報から得られたシステム製品に対する顧客の満足度を用いて、「3次元統合価値モデル」に含まれる3つの品質特性のシステム品質要求定義への適用の可能性と有効性について検証する。

### Introduction of System Quality Requirement definition method based on There Dimensional Value Models

KAZUHIRO ESAKI<sup>†</sup>

In order to succeed certain effective results in the project of information system installation, it is very important to define the quantitative quality requirement of target system during system design phase in the early stage of development. ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 9126-1) quality model include six quality characteristics and ISO/IEC 25030 for quality requirement and ISO/IEC 25040 for quality evaluation process has been published as a very effective approach for establishing target quality during the requirement analysis and evaluation of Information system. However, total quality assurance method of the target system is not sure based on the view point of each six quality characteristics. This issue may cause the miss decision making to select from the some alternative candidate target in systems evaluation. On the other hand, Recently, new methods of system product evaluation and advertising are commonly used based on the internet site instead of previous method of advertising. Purchaser's can buy the most beneficial product by referring the word of mouth included in the internet site. Above assumption, in this paper, I would like to introduce the concept and effectiveness of Three Dimensional Value Models which expand based on the six quality characteristics included in system quality model defined in ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 9126-1) and the result of inspection about effectiveness of quantitative quality requirement definition based on the studies of user's unsatisfied of system product through the grapevine included in a internet site.

#### 1. はじめに

情報システムの導入に際しては、利用者の真のニーズを捉え、利用効果の高い最適なシステムを導入することが極めて重要である。従って、システムの開発では「源流管理」、すなわち、設計段階で、システムに対する利用者の非機能要求を的確に捉え、システムに対する定量的な品質目標を設定し、システム仕様として確実に織り込む必要がある。

又、利用者のシステムに対する要求分析の精度を高めて、設計段階からシステムの品質に関する問題や課題の対策を明確化し、品質を作り込むことが極めて重要である。

もし、要求定義の結果、設定したシステムの品質目標に誤りや漏れがあると、システムが無事に開発できたとして

も、顧客が望む真のシステムが実現できたとはいえない。

さらに、設定した品質目標に妥当性を欠けば、必然的にシステム製品は、情報システム導入当初の導入効果が達成できないばかりか、最終的には、大きな経済的、機会的損失を生むに至るリスクがある。

一方、要求定義は非定型かつ、企画や設計担当者の製品知識、新製品開発の経験、技術的洞察力やバランス感覚に負うところも多く、一般的には高度な作業と言われている。

従来から、システムに対する非機能要求の分析作業の一貫として、顧客に対するアンケートやヒアリングなどによる調査・分析が行われている。

しかし、アンケート調査の項目が、多くの過去の事例や調査担当者の嗜好、経験から抽出したシステムに対する要求に基づくために、システムの非機能要求に対する分析の

<sup>†</sup> 法政大学 理工学部 経営システム工学科  
HOUSEI University Faculty of Science and Engineering.

視点の構造性と網羅性が曖昧で、調査項目の欠落による要求の漏れや偏り、実現すべき要求の優先度を誤るなど、システムに対する要求定義の完全性を保証できないというリスクがあった。

一方、筆者らは長年にわたって、ISO/IEC JTC1 (International Organization for Standardization /International Electro Technical Commission / Joint Technical Committee1 :国際標準化機構・国際電気標準会議合同委員会) SC7 WG6 および (財)日本規格協会で、ソフトウェアやシステム製品(以降、本論文では簡略化して、単にシステム製品と呼ぶ)の品質要求定義や評価のための技術の開発及び標準化を進めてきた。又、この作業の一環として、これらの支援技術を提供する規格であるISO/IEC9126及び14598シリーズ(改定版はISO/IEC25000 (SQuaRE)シリーズ[1][2])の開発を行った。

さらに、近年、図1に示すように、ISO/IEC9126-1[3](改定版はISO/IEC25010[4][5])で規定したシステム及びソフトウェア製品の品質モデルの視点に基づいて、システムに対する品質要求を定義し、品質目標を網羅的に定義するための品質要求定義プロセスを規定するISO/IEC25030:品質要求定義[7][11][14]の制定。このプロセスに基づく品質要求定義の存在を前提として、開発済みのシステム製品の品質を評価するための標準的な品質評価プロセスを規定したISO/IEC25040:品質評価プロセス[8]の制定。

この品質評価プロセスに基づき、システム製品の取得者、開発者、独立評価者が、夫々の立場と役割に応じて、システム製品の品質を評価するためのガイドを提供するISO/IEC25041:取得者、開発者、独立評価者のためのガイドの開発に取り組んでいる。

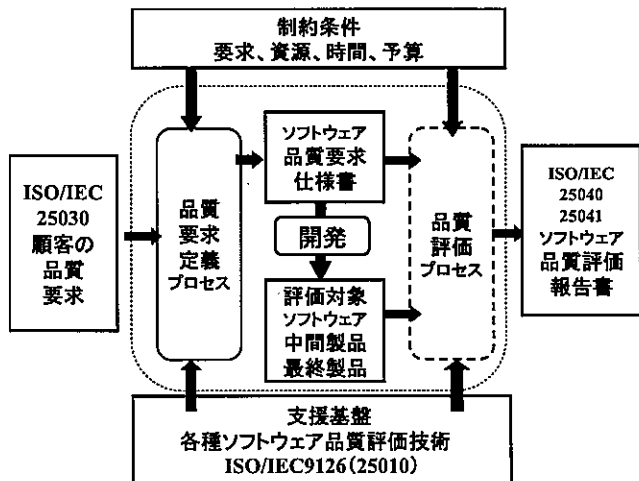


図1 システム製品の品質要求及び評価の枠組み  
Figure 1 Framework of Quality Requirement and Evaluation for System and Software Product

ISO/IEC25000 (SQuaRE) シリーズ[1][2]では、顧客のシステム製品に対する品質要求を ISO/IEC9126-1[3] (改定版は ISO/IEC 25010[4][5]) に規定された品質モデルに含まれ

る6つの品質特性の視点から洗い出し、さらに、定義された品質要求を ISO/IEC2502n[6]に基づいて分析し、最終的にはシステムに対する定量的な品質目標を設定する。

ここで、顧客の視点から見たシステムに対する品質要求と評価の視点を与えるシステム及びソフトウェアの品質モデルは、元々、Boehm,B.W. [9]や McCall,J.A.[10]らのソフトウェア品質モデルなどをベースに利用者の視点から必要かつ、独立性があると考えられる6つの品質特性により定義されている。システム品質に対する顧客の要求は、このモデルに含まれる6つの品質特性の視点から洗い出すことにより、システム製品に対する顧客の全ての要求を網羅化した、ほぼ完全なシステムの品質目標設定と評価を可能にすると考えられている。

しかしながら、これらの6つの品質特性の視点を与えるのみでは、品質特性別に利用者のシステム製品に対する品質要求の重要度が異なるため、システム製品の総合的な比較・評価の方法が曖昧であり、システムに対する定量的な品質目標の設定と評価に、一定の効果が期待できるものの、必ずしも、顧客の真の要求に対応した的確なシステムの品質要求定義と評価につながる保証がなかった。

そこで、本研究では、近年、急速に普及したインターネットサイトのクチコミ情報に書き込まれたノート型パソコンに対する不満意見に着目し、これらの情報を、従来から提案されている6つの品質特性の視点から分類して、統計的に分析することにより、システム製品に対する6つの品質特性の視点から見た顧客の満足度を求め、この6つの品質特性のモデルをさらに拡張して、考案した3次元統合価値モデルの概念を提案すると共に、その3つの品質特性のシステム品質要求定義に向けた有効性を検証する。

## 2. システム製品の品質要求と価値の視点

以下に、本研究の前提となる ISO/IEC9126-1[3] (改定版は ISO/IEC 25010[4]) に規定された6つの品質特性を含むシステム製品の品質モデルと、この品質モデルを、さらに拡張して考案した「3次元統合価値モデル」に含まれる3つの品質特性について紹介する。

### 2.1 システム及びソフトウェア品質モデルの概念

図2は、ISO/IEC9126-1[3] (改定版は ISO/IEC 25010[4]) に定義されたソフトウェア品質評価のための品質モデルである。この品質モデルでは、ソフトウェア製品の品質要求と評価のための品質特性として、「機能性」・「信頼性」・「使用性」・「効率性」・「移植性」・「保守性」の6つの品質特性で規定している。(2011年に、ISO/IEC9126-1[3]の改訂版として、ソフトウェア製品をシステム製品に拡張したISO/IEC25010 [5]が制定され、現在、JIS化を完了し、本年中に制定予定であるが、本論文では、既に、一般的に利用

が普及し、定着している ISO/IEC 9126-1[3]の品質モデルに基づき、3次元統合価値モデルの検証を行った。）

以下は、ISO/IEC9126-1[3]の品質モデルに規定された6つの品質特性の定義である。

**a)機能性** ソフトウェアが、指定された条件の下で利用されるときに、明示的及び暗示的の必要性に合致する機能を提供するソフトウェア製品の能力。

**b)信頼性** 指定された条件下で利用するとき、指定された達成水準を維持するソフトウェア製品の能力。

**c)使用性** 指定された条件の下で利用するとき、理解、習得、利用でき、利用者にとって魅力的であるソフトウェア製品の能力。

**d)効率性** 明示的な条件の下で、適切な性能の提供及び使用する資源の量に関するソフトウェア製品の能力。

**e)保守性** 修正のしやすさに関するソフトウェア製品の能力。修正は、是正若しくは向上、又は環境の変化、要求仕様の変更及び機能仕様の変更ソフトウェアを適応させることを含めてもよい。

**f)移植性** ある環境から他の環境に移す際のソフトウェア製品の能力。

ここで、「機能性」や「使用性」はソフトウェア及びシステム製品が実現し、具備すべき実質的な価値、すなわち、システム製品が利用者に提供する価値そのものの特性である。「機能性」はソフトウェア及びシステム製品が持つ機能の充足度に関する特性であり、「使用性」はシステム製品の使いやすさ、操作のし易さなどを示す特性である。

次に「信頼性」、「効率性」は、システム製品が保有する能力の特性であり、システム製品が持つ機能や使い勝手の良さを、システム製品の利用目的に応じて動作させるための速さや、故障せずに動かし続けるための能力を示す特性である。「信頼性」は、システム製品がどれくらい、故障を起こさずに安定して、所定の目的を達成するために動作し続けられるかを示す特性であり、「効率性」は、システム製品の機能が、利用目的に対して、必要十分な速さや資源のキャパシティーを実現する程度を示している。

さらに「保守性」や「移植性」は、システム製品が、その取り巻く動作環境の時間的、空間的な変化に適応してい

くための適応力を示す特性である。

「移植性」は、システム製品が備えている「機能性」、「使用性」、「信頼性」、「効率性」などの特性が、別の動作環境や利用環境に移しても、維持し続けられる可能性と容易さを示す特性であり、「保守性」は、障害を起し、仕様変更が発生したシステム製品を、どの程度、容易にメンテナンスできるかを示す特性である。

ある任意の時点や利用環境下で、どれほどシステム製品の「機能性」と「信頼性」が優れていても、時間の経過や利用環境の変化によって、必ずしも、同様の利用価値が継続的に発揮できるとは限らないため、これらの変化に適応して行くという視点である。

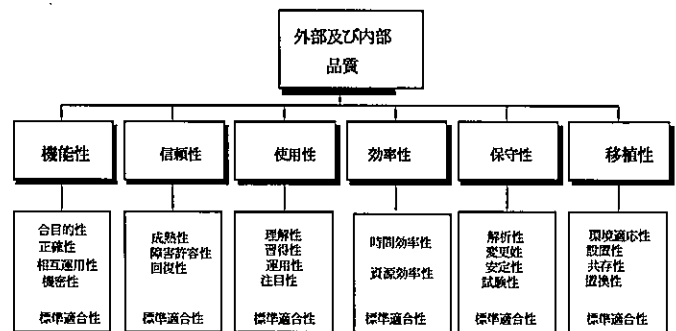


図 2 システム製品の品質モデル  
Figure 2 System quality model.  
ISO/IEC9126-1(2001)から引用

システム製品の品質要求定義では、品質モデルに含まれる、これらの6つの品質特性の視点から、システム製品に対する顧客の非機能要求を洗い出し、厳密に識別して、システムの設計段階で、システム製品に対する定量的な品質目標を設定することにより、顧客の品質要求の網羅性、完全性を確保し、品質目標の優先度の誤りや抜けを防止した漏れのない品質要求定義が可能となり、要求定義の精度の改善につながると考えられる。

## 2.2 3次元統合価値モデルに基づく品質要求定義の概念

図3は、ISO/IEC9126-1[3] (JIS X0129,2003) [13]の品質モデルが規定するシステムの6つの品質特性と、システムが利用環境に及ぼす4つの利用時の品質を、システム品質の視点から、さらに整理・拡張し、構造化したシステム品質評価のための「3次元統合価値モデル」の概念である。

この品質モデルと、この品質特性に対応する品質測定法を開発し、SQuaRE が提供する品質要求定義と評価のフレームワークを適用することにより、システム品質の品質要求定義と評価が可能になると考えられる。

このモデルでは、システムの品質要求を定義するための「価値特性」・「能力特性」・「適応性」の3つの品質特性を含む「3次元統合価値モデル」で示す。

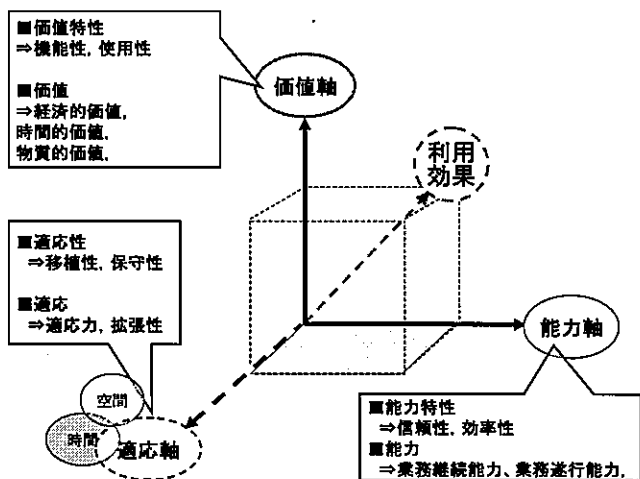


図3 システム品質の評価に向けた3次元総合価値モデル

■「価値軸」⇒システムが利用環境に提供する価値

- ・「価値特性」⇒「機能性」+「使用性」
- ・価値⇒経済的価値, 精神的価値, 時間的価値, 人的価値, 物質的価値, 情動的価値, 品質的価値など

■「能力軸」⇒システムが利用環境に対して継続的に価値を提供できる能力

- ・「能力特性」⇒「信頼性」+「効率性」
- ・能力⇒業務継続能力, 業務処理能力など

■「適応軸」⇒システムが利用環境の変化に対応できる能力

- ・「適応性」⇒「移植性」+「保守性」
- ・適応 ⇒適応力, 拡張性など

「価値軸」に位置づけられる能力の特性は、システムが企業などの持続的な発展と収益性の向上などの究極の目的の達成に向けた価値を、どれだけ提供できるかであり、システムが実現すべきと考えられる機能や使い勝手の良さなどの実質的な価値そのものの特性である。

システムは、利用者に対して、価値（機能やサービス, 利便性など）を提供するとともに、「価値軸」の特性を強めることによって、利用者に対する価値の提供の増大を図る必要があると考えられる。

「価値」の視点から、システムの究極の目標を洗い出して設定することにより、品質目標の抜けや優先度の誤りを防止し、品質の高いシステムを実現できる可能性がある。

次に「能力軸」は、システムが保有する能力の特性であり、「価値軸」で設定した、品質目標を維持し、持続させるための能力に関する特性である。

ここで、「価値軸」と「能力軸」を分ける理由は、「能力軸」の特性が優れていることが、必ずしも「価値軸」の特性が優れていることと同一ではないからである。

すなわち、「能力軸」の特性は、あくまで、「価値軸」の特性を維持し、継続するための特性であり、一義的、根源的な価値の提供につながるとは限らないと考えられる。

これまで、システム品質の評価は「能力軸」に位置づけられる信頼性や、効率性、生産性などの視点に基づく評価が行われている。しかしながら、システムにとって、これらの特性の増大は、必ずしも「価値軸」の特性の増大につながるとは限らない。例えば、システム導入に伴う応答性や業務処理能力などの「能力軸」の特性の増大が、そのみでは、必ずしも、利用者への価値の提供につながるとは限らない。「能力軸」の特性は「価値軸」の特性を維持し、継続させるための必要条件であり十分条件とは言えない。

従って、「能力軸」に示す特性と、「価値軸」の特性相互の相関関係を明らかにし、手段の目的化を防ぐ取り組みが必要である。

さらに「適応軸」は、システムが、その取り巻く利用環境やシステム環境、時間的、空間的な利用環境の変化に適応していくための適応力に関する特性を示す。

「3次元統合価値モデル」では、システム品質の総合的な良し悪しは、システムが利用者提供する「価値軸」と、システムが保有する「能力軸」の形成する面積、あるいは、ベクトルであると考えられる。

システムの「能力軸」の特性の評価がどれほど高くても、「価値軸」の特性の評価が低いと、結果的に「価値軸」と「能力軸」が形成する2次元平面の面積が小さくなって、システムの利用時の品質は低く評価される。

一方、システムの「価値軸」の特性の評価がどれほど高くても、「能力軸」の特性の評価が低いと、結果的に「価値軸」と「能力軸」で形成される2次元平面の面積は小さくなり、システムが利用者に対して提供できる価値は必ずしも大きくならず、システム品質の評価は良くならない。

システムの信頼性や効率性が低いと、結果的に、利用者に対して安定的、継続的に機能やサービスを提供できないということになる。

次に、「適応軸」は、ある任意の時点や環境下で、システムの「価値軸」と「能力軸」の特性がどれほど優れていても、時間の経過や利用環境の変化に対して、システムが適切な対応をしない場合、必ずしも、システム開発当初と同様の価値を継続的に提供できるとは限らないため、これらの変化に適応して行くための視点である。

### 3. 研究の概要

本研究では、まず、はじめに、設計対象となるノート型パソコンに関するインターネットのクチコミ情報に書き込まれた、既に購入済システム製品に対するクレーム情報、すなわち、顧客不満足度に関するデータを採取した。

次に、対象システム別のクレーム情報をISO/IEC9126-1[3]で定義したシステム製品の品質モデルに含まれる6つの品質特性の視点から分類し、別途、アンケート調査の結果、得られた各品質特性別のシステムに対する顧客の要求度によって重み付けすることにより定量化し、各対象システム別、6つの品質特性別の定量的な顧客満足度を算出した。

次に、導きだされた、対象システム毎の6つの品質特性別の顧客満足度を3次元統合価値モデルの「価値軸」・「能力軸」・「適応軸」の3つの軸に振り分け、これらに対応する3つの品質特性について相関分析を行うことにより、システム製品の3つの品質特性別の顧客満足度に独立性があることを検証し、顧客の満足度を3次元統合価値モデルの3つの品質特性の視点から分類し、把握することの有効性を検証した。

さらに、6つの品質特性を3つの特性に振り分け、3つのうちの特定の1つの品質特に対する顧客満足度を目的変数とし、その他の2つの品質特性に対する顧客満足度を説明変数として、重回帰分析を行い、システム設計時に、特定の1つの品質特性に対する顧客満足度を、その他の2つの品質特性に対する顧客満足度から推定できるか否かの可能性を検証した。

又、重回帰分析によって、特定の1つの品質特に対する顧客満足度を、その他の2つの品質特性に対する顧客満足度から予測するモデルの開発を行い、予測モデルの有意性の検証を試みた。

### 3.1 研究の対象データ

近年、インターネットの爆発的な普及により、消費者の消費行動が大きく変化し、消費者は実際に店に足を運ぶことなく、自宅に居ながら、ECサイトから直接、製品を注文して購入することが可能になっている。

一般的に、流通システム製品が実現している品質の評価は、既に特定の製品を購入済の消費者の購入製品に対する満足度 (Customer Satisfaction) によって表わされる。

顧客満足度[18]とは企業が提供する製品やサービスに対して、それを購入・利用した消費者が、その製品にどの程度満足しているか否かを示すマーケティングの指標である。

但し、顧客満足度調査[18]には、満足度調査の結果が良いと、顧客がその製品を支持していると判断すると同時に、この満足度が社内における関係者の業績の評価にもつながるため、真の顧客満足度をあげるために、顧客のニーズを捉えると言う手段が目的化するリスクがある。

そこで、本研究では、顧客の製品に対する直接的なヒアリングの代替手段として有効と考えられるインターネットのクチコミ情報に着目し、さらに、ここに書き込まれた、システム製品に対する具体的な不満足見(クレーム情報)を研究の対象データとして採用した。

次に、本研究では、研究対象となるシステム製品の事例として、ノート型パソコンを取り上げた。理由は、ノート型パソコンがシステム製品の6つの品質特性に対応する特性を有していること、かつ、インターネットのクチコミ情報に含まれる消費者の非機能要求に関わる実績データが豊富に存在し、比較的データ収集が容易で、本研究の題材として適切であると判断したためである。

一方、ノート型パソコンは半導体製品であるため、製品のライフサイクルが極めて短く、製品の発売年度が違っただけで、製品に実現された品質が大きく変化し、短期間のうちに過去の類似製品の特性が変化してしまうことも多々ある。従って、クチコミ情報の評価の客観性と公平性、精度を保つには、製品の発売年度を、一定の期間内に限定しないと、正確な製品不満足度の意見は得られない。

したがって、本研究では2011年度に発売された製品のデータのみを対象とした。

#### 3.1.1 製品の不満足度データ

本研究では、顧客のシステム製品に対する不満足意見の収集方法として、インターネットサイト、価格.com[19]の製品レビューに含まれるクチコミ情報を活用した。

クチコミ情報に書き込まれた6つの品質特性に対応する不満足意見の数をカウントし求めた。例えば「動作が遅い・遅くてイライラする」というクチコミ情報は、効率性に関する不満足意見として捉え、「持ち運べる重さではない・すぐバッテリーがなくなる」といったクチコミ情報は使用性に関する不満足意見として捉える。

このように、6つの品質特性に対応する不満足意見を収集し、分類した。データ採取の際の注意点として、前述の2011年発売モデルのみを対象とし、レビュー数が4件以上のものを収集した。これは、あまりにもレビュー数が少ない製品は、評価が偏ってしまうと考えたためである。

さらに、クチコミ情報から得られた製品特性別の不満足意見に、アンケート調査で得られた6つの品質特性に対する要求度(重みづけ係数)を考慮して、製品毎の6つの品質特性別の不満足度を算出した。

ここで、効率性の例をとると、品質特性に対する顧客の定量的な不満足度は、特定の製品に対するレビュー数を  $n$ 、アンケートの調査結果から求めた効率性に対する要求度(重み係数)を  $\alpha_1$  とした場合、以下の式で求められる。

$$t_1 = \frac{\alpha_1 \times (\text{効率性不満足意見数})}{n} \quad (3-1)$$

他の5つの品質特性についても、同様に製品に対する不満足度を求めた。

#### 3.1.2 アンケート調査による品質特性別の要求度の調査

本研究では、不満足意見の“重要度”を考慮した。例えば、

1つの不満意見でもパソコンの動作に影響を与える重大な問題についての不満なのか、あってもなくてもパソコンの動作に影響はないが、個人的には問題と感じる不満のかなど、1つの不満意見でも項目によって、その重要度（顧客のシステム品質に対する要求度）が異なる。

従って、単純に不満意見を6つの品質特性ごとに分けるだけでは、より精度の高い不満度を導くことはできないと考え、利用者に対して、別途、パソコンのどのような点を重要視するかというアンケート調査を行い、6つの品質特性に対応して、要求度の高い属性と、そうでない属性との定量的な差（係数）を求め、この重み係数（要求度）を、6つの品質特性別の不満意見に反映することで、製品ごとの定量的な不満度を算出した。

表1 品質特性別の要求度

	アンケートの内容	記号	要求度係数
機能性	画面の見易さ	m	0.2133
使用性	重量、バッテリー容量	n	1.0000
信頼性	製造国、メーカー	o	0.4814
効率性	処理速度	p	0.1037
移植性	USBポートの数	q	0.1340
保守性	メーカーの対応、メモリスロットの空き	r	0.4814

アンケート調査の方法としては、「ノート型パソコンを購入する際に、製品の保有するどのような属性を重要視するか」と問い、表1に示すように、画面の見やすさ、重さ・バッテリー容量、製造国、メーカー、処理速度、USBポートの数、メーカーの対応、メモリスロットの空きを1~6位で評価し、採点した。

さらに、6つの品質特性のうち、最も要求度の高い品質特性を1とし、他の品質特性を0から1の範囲で規格化し、各品質特性別の重み係数（要求度）を算出した。

### 3.2 データ解析の手順

本研究では、以下のような流れで、解析を進めた。

[手順1] 価格.com[19]の製品レビューの内、2011年度発売モデルでレビュー件数が4件以上の35個のサンプルから、6つの品質特性に対応する不満意見の件数をカウントした。

[手順2] 学生100人に対し「ノート型パソコンを購入する際、どの特性を重要視するか」というアンケート調査を行い、得られた結果から、6つの品質特性別の製品に対する定量的な要求度（重要度）を算出した。

[手順3] [手順2]で求めた、各特性に対応する要求度の最大値を1とし、その他の品質特性に対応する要求度を最大値で規格化して、6つの品質特性別の製品に対する定量的な重み係数度を算出した。（表1 品質特性別の要求度 参照）

[手順4] [手順1]で得られた不満意見の件数に[手順3]で得られた6つの品質特性別の重み係数を掛け、さらに、製品別のレビュー総数で割って、各製品別、品質特性別の定量的な不満度を求め、さらに、不満度を1からマイナスして満足度を求めた。（式3-1 参照）

[手順5] [手順4]で得られた6つの品質特性別の満足度を、各品質特性別の要求度（重み係数）を考慮した場合と考慮しない場合について、下記の方法で、3次元統合価値モデルの「価値特性」・「能力特性」・「適応性」3つの特性に統合した。（6つの品質特性には独立性が認められたため、夫々の特性を加算して、3つの軸に統合化した[16]）

- ・価値特性 = 機能性+使用性
- ・能力特性 = 信頼性+効率性
- ・適応性 = 移植性+保守性

[手順6] [手順5]で求めた、3次元統合価値モデルの3つの品質特性別の満足度で、各品質特性別の要求度（重み係数）を考慮した場合と考慮しない場合について、それぞれ3つの品質特性に対する顧客満足度相互の相関分析を行った。（表2 3つの品質特性の相関 参照）

[手順7] [手順6]の結果から、3つの品質特性相互の間の相関、及び3つの品質特性の独立性と、これによる各品質特性に対する満足度の加法性の有無について検証した。

[手順8] [手順5]で得られた、3つの品質特性の満足度で、各品質特性別の要求度（重み係数）を考慮した場合と考慮しない場合について、内の特定の1つの品質特性に対する顧客の満足度を目的変数とし、それ以外の2つの品質特性に対する顧客満足度を説明変数とする重回帰分析を行った。（表3 品質特性別の重回帰分析の結果 参照）

[手順9] [手順8]の結果、3つの品質特性別に得られた分散分析の結果を確認し、重相関係数及び決定係数を確認し、目的変数と説明変数の間の因果関係の有無を検証した。

[手順10] [手順9]の結果、3つの品質特性別に得られた分散分析の結果、特定の品質特性を、それ以外の他の2つの品質特性で予測するモデルの有意性を重回帰式のF値検定で確認した。（表3 品質特性別の重回帰分析の結果 参照）

## 4. 3次元統合価値モデルの3つの品質特性による要求定義の有効性

### 4.1 相関分析による品質特性の独立性の検証

表2は、前節、[手順6]の3つの品質特性に対する要求度を考慮した場合と、考慮しなかった場合の相関分析の結果である。表2の結果から、3つの品質特性に対する要求度（重み係数）を考慮した場合より、考慮しなかった場合の相関が強いことが分かった。

さらに、表2から、3つの品質特性の視点から見た品質特性別の満足度相互の相関が小さく、3つの品質特性に対応する顧客の満足度には独立性が存在し、各品質特性に対する満足度には加法性が成り立たないことを確認した。

表2 3つの品質特性の相関

重み	特性	価値特性	能力特性	適応性
考慮	価値特性	1.0000	0.0015	0.0261
	能力特性	0.0015	1.0000	0.1234
	適応性	0.0261	0.1234	1.0000
無し	価値特性	1.0000	0.0077	0.2033
	能力特性	0.0077	1.0000	-0.1664
	適応性	0.2033	-0.1664	1.0000

### 4.2 重回帰分析による3特性間の因果関係の検証

表3は、前節、[手順8]の、3つの品質特性ごとに、特定の品質特性を目的変数とし、3つの品質特性に含まれる、その他の2つの品質特性に対する満足度を説明変数として重回帰分析の結果、得られた分散分析の結果である。

表4 品質特性別の重回帰分析の結果

重み	特性	価値特性	能力特性	適応性
考慮	重相関係数	0.0232	0.1265	0.1253
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.0005	0.0160	0.0157
	F 値	0.0086	0.2604	0.2554
無し	重相関係数	0.1986	0.1697	0.2549
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.0394	0.0288	0.0650
	F 値	0.6569	0.4745	1.1120

表3の結果から、3つの品質特性に対する要求度（重み係数）を考慮した場合と、考慮しなかった場合のいずれにおいても重相関係数及び決定係数 R<sup>2</sup> の値が小さく、3つの品質特性に含まれる特定の品質特性に対する顧客満足度と、その他の2つの品質特性に対する顧客満足度の間に原因と結果の関係が認められない。

### 4.3 3つの品質特性別満足度予測モデルの有効性

表3は、前節、[手順10]の3つの品質特性ごとに、重回

帰分析の結果、得られた重回帰式の優位性を示す F 値の値である。

### 4.4 解析結果・結論

前節 4.1 の結果、クチコミ情報から得られた不満意見システム製品の3つの品質特性の視点から分類して求めた顧客満足度の相関係数は、6つの品質特性に対する重要度を考慮した場合でも、最大でも0.12と小さく、品質特性相互の間には相関が認められない。

この結果、3つの品質特性に対応する顧客満足度には独立性が認められ、システム製品の品質要求分析において、これらの3次元統合価値モデルの3つの品質特性の視点から要求を定義し、定量化して評価することの有効性及び、システム製品の要求品質を3つの品質特性で定義した品質モデルの有効性が確認できた。

さらに、前節 4.2 の検証の結果、3つの品質特性に含まれる特定の1つの品質特性に対応する顧客満足度と、その他の2つの品質特性の重回帰分析の結果、6つの品質特性に対する重要度を考慮した場合でも、重相関係数の最大値が「能力特性」の0.12、決定係数の最大値が0.016と小さく、3つの品質特性に対する顧客満足度の間には原因と結果の関係が存在しないことが確認できた。

又、前節 4.3 の結果、特定の品質特性の顧客満足度と、その他の2つの品質特性に対する顧客満足度の重回帰分析で、6つの品質特性に対する重要度を考慮した場合でも、F 値の最大値が「能力特性」の0.26と、5%有意水準の F<sub>0.3.2945</sub> を下回っており、3つの品質特性に含まれる特定の1つの品質特性に対応する顧客満足度を、その他の2つの品質特性で推定するモデルには有意性が無いことが確認できた。

以上の検証結果から、本論文で提案する3次元統合価値モデルで定義した3つの品質特性の視点から求めた顧客満足度相互には独立性が存在すると共に、原因と結果の関係が認められず、各品質特性に対する定量的な顧客満足度には加法性が成立しないことが確認できた。

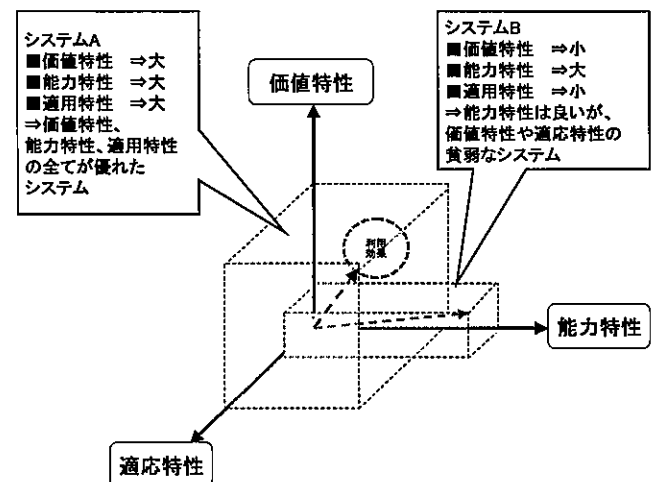


図4 3次元統合価値モデルに基づくシステム品質の可視化

従って、システム製品の総合的な品質は、図4に示すように、これらの3つの品質特性の視点から求めた定量的な顧客満足度の体積で視覚的に表わすことが可能と考えられる。

又、システムの総合評価に向けた統合指標は、3次元価値モデルを形成する「価値特性」、「能力特性」、「適応性」の3つの直方体の体積、又はベクトルで表わされると考えられる。

## 5. おわりに

これまでのシステム設計では、顧客のニーズを定量的に捉える手法として、アンケートやヒアリングによる満足度調査の結果を定量化し、加重平均をとるなどにより、システムの総合的な満足度を推定する方法が採用されている。

しかし、これらの方法ではシステム評価の視点に独立性が保証されないこと、システムの総合評価に当たって、システムの属性間に存在するかもしれない加法的無視され、システム製品の見かけ上の総合品質と実質的な総合品質の乖離を生むリスクがあり、システムの総合的な評価指標の定量化に限界があったと考えられる。

本論文では、これらの問題を解決する試みとして、ISO/IEC9126-1[3]で定義されたソフトウェア品質モデルを整理し、拡張することによって考案した3次元統合価値モデルに位置づけられる「価値特性」・「能力特性」・「適応性」の3つの品質特性の視点に基づく品質要求定義の手法を導入し、相互に独立性があり、加法的無視の無い3つの品質特性の視点から導かれる顧客満足度に、各品質特性に対する要求度を考慮することにより、システムに対する顧客の総合的な品質要求を定量化し、直方体で立体的・視覚的に表す方法の検証を行った。

さらに、最適なシステムの品質実現に向けて、システム設計段階で、品質を作りこむための定量的な総合品質評価指標の開発を試み、そのシステム設計における有効性を検証した。今後の課題としては、今回、有効性が確認できた、システムの総合的な満足度評価指標を、システムが実現すべき属性から予測できるモデルの開発を進める必要があると考える。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、多大な貢献を行った法政大学理工学部経営システム工学科生産システム研究室の田井謙太郎君、松本貴光君に深く感謝致します。また同研究室で共に研究を進めた卒業生の協力と、検討過程を通じて行われた議論にも深謝します。

## 参考文献

- 1) ISO/IEC 25000: Software engineering—Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE, Int'l Organization for Standardization (2005).
- 2) ISO/IEC 25001: Software engineering—Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Planning and Management, Int'l Organization for Standardization (2007).
- 3) ISO/IEC 9126-1: Software engineering—Product Quality — Part1: Quality model (2001)
- 4) ISO/IEC 25010: Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Quality model, Int'l Organization for Standardization (2006).
- 5) ISO/IEC 25010: Software engineering—System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—System and software Quality Model, Int'l Organization for Standardization (2011).
- 6) ISO/IEC 25020: Software engineering—Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Measurement reference model and guide, Int'l Organization for Standardization (2007).
- 7) ISO/IEC 25030: Software engineering—Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Quality requirement, Int'l Organization for Standardization (2007).
- 8) ISO/IEC 25040: Software engineering—System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Evaluation process (2011).
- 9) Boehm, B.W. et al, Quantative Ev. of Software Quality, 2nd ICSE pp.596-605 (1976).
- 10) McCall, J.A. et al, Factors in Software Quality, RADC TR-77369 (1977).
- 11) Jorgen Boegh: "A New Standard for Quality requirements", IEEE Computer Society (2008).
- 12) 日本規格協会:「JIS X0129 ソフトウェア製品の評価: 品質特性及びその利用要領」(1994).
- 13) 日本規格協会:「JIS X0129-1 第1部:品質モデル」(2003).
- 14) 江崎和博: ソフトウェア開発の品質, 生産性向上に向けた ISO/IEC 25030 制定の意義, 情報処理学会誌デジタルプラクティス, Vol.1, No.2, pp.94-100 (2010).
- 15) 情報システム導入プロジェクトの目標品質向上に向けた3次元統合価値モデルの提案, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol10, No.5, pp.15-19 (2010).
- 16) ISO/IEC9126 のシステム品質特性に基づく要求定義手法の開発, 情報処理学会研究報告(2012).
- 17) ソフトウェア品質特性の適用によるシステム品質要求定義の考察, 情報処理学第41回(平成2年後期)全国大会 (1990).
- 18) 武田哲男: 顧客不満足度のつかみ方, PHP 研究所(2004).
- 19) 価格.com (<http://www.kakaku.com>)