

3次元統合価値モデルに基づくシステム品質総合評価指標の提案

江崎和博[†]

システム製品の取得または開発のためにはシステムの品質を総合的に評価する必要がある。一般的にシステムの総合評価ではシステムが保有する個々の属性の定量的な測定結果を収集し、適切なアルゴリズムを用いて統合化した評価指標を導き、顧客のニーズに対するシステムの適合性の総合的な判定が行われる。一方、システムの評価標準となるシステムに対する要求分析は顧客の利用目的に関する技術的な知見や多くの経験が必要であることから困難な作業と言われている。このような問題の改善を目的として、筆者らはISO/IEC JTC1/SC 7 WG 6で長い間システムとソフト製品の品質要求と評価技術(SQuaRE)の開発に参画し、ISO/IEC9126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に基づく定量的な品質要求定義と評価技術の開発に取り組んできた。しかし、6つの品質特性間相互の独立性が統計的に確認されておらず、品質モデルの適合性が統計的に確認されていなかった。そこで先行研究において、ISO/IEC9126で規定した品質モデルの適合性と有効性を統計的に検証した。しかし、システムの品質を6つの品質特性の視点から個別に測定し、評価することがきても、システムの品質全体を総合的に評価するのための一般的な方法は確立されていない。従って、購入対象となる複数のシステム製品の総合的な品質評価に基づくシステムの定量的かつ客観的な比較評価及び選定は開発者又は取得者にとって難しい課題であった。このような課題の解決を目的として、本論文では6つの品質特性を拡張した3次元統合価値モデルに基づくシステム製品の総合的な品質評価を可能とする総合品質評価指標の実装方法を提案する。さらに、本論文では総合品質評価指標の実装方法の有効性を確認するために、提案した総合品質評価指標を適用して導いたシステム製品に対する総顧客満足度を、システム製品が保有する固有の属性から予測するためのモデルを開発し、提案する総合品質評価指標の実装方法の適用における有効性についての検証した。本論文ではその検証結果についても述べる。

Method of Total Quality Assessment Indicators for System Products based on the There-Dimensional Integrated Value Models

KAZUHIRO ESAKI[†]

For the purpose of suitable system product acquisition or development successfully, it is extremely important to assess a quality of system totally. It is necessary to gather the individual quantitative evaluation results to one evaluation indicator in some suitable algorithm and assess the superiority and inferiority of the whole system generally. However, the quality requirements analysis and evaluation is the very difficult work because it is non-formulaic and demands much of product customer's technical perceptiveness. For the purpose of improvement of these issues, we have been working on developing the techniques (SQuaRE) for quality requirements and evaluation for system and software product for a long time in ISO/IEC JTC1/ SC 7 WG 6 and developing the method of quantitative quality requirement definitions defined in ISO/IEC25030 based on ISO/IEC9126 quality model that includes six characteristics, which is widely recognized. However, independency among each six quality characteristic is not sure and the suitability of quality model for quality requirement has not been certified statistically. In the previous study, we have verified the suitability and effectiveness of quality model of system defined in ISO/IEC9126 statistically. However, even if each quality can be measured from the view point of six quality characteristics individually, but the general method of assessment for total quality of whole system has not been sure. Therefore, quantitative and objective assessment or comparison of a quality of final developed whole system has been extremely difficult work for developers or acquirers. For the purpose of the solution to such problem, we proposes the method of implementation of the synthesis quality evaluation indicators for total quality assessment of the system product based on the three-dimensional integrated value model that expanded six quality characteristics in this article. Also, we have developed the model to predict total customer satisfaction of the system product by using the total quality assessment indicators and inherent attributes of product. Furthermore, in this paper, we proposes the result of confirmation of effectiveness of the method to implement the total quality assessment indicator in this article and report the result of inspection about the effectiveness for the application of the method.

1. はじめに

システム製品の導入では顧客の真のニーズを的確に捉え、利用効果の高い最適なシステムを導入することが必要である。さらに、システム製品の導入、又は検証ではシステムの品質全体を総合的に評価する必要がある。

特に、システム製品の選定では、候補となる複数の製品毎に製品固有の属性を測定し、観測された複数の測定値を適切なアルゴリズムを用いて1つの統合化した品質評価指標に集約し、製品の品質全体の定量的、客観的な評価を行

う必要がある。最終的にはシステムに実装された製品固有の属性が顧客の真の要求を充足し、最も適合性の高い製品を選択しなければならない。我々が顧客の真のニーズと合致する製品の選択を誤った場合、特定の利用環境における導入目的のために多くの労力と時間を費やして獲得したシステム製品が初期の目的のために利用できないという結果を生むリスクがある。通常、システム製品に対する顧客の要求は品質要求仕様書に記述される。又、システム製品の品質は品質要求仕様書に既述された定量的な品質要求に対するシステム製品の品質の適合性によって評価される。

一方、システム製品に対する品質要求分析は非定型かつ、企画や設計担当者の業務や製品知識、システム設計の経験に裏打ちされた技術的洞察力やバランス感覚に負うところ

[†] 法政大学 理工学部 経営システム工学科
HOUSEI University Faculty of Science and Engineering.

も多く、一般的には高度な作業と言われている。

従来から、システム製品に対する品質要求分析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類似した過去の多くのシステム導入事例や設計担当者の嗜好、経験から抽出したシステムに対する要求事項に基づくために、システムの品質要求分析の視点の構造性と網羅性が曖昧であり、調査項目の欠落による品質要求の漏れや偏り、実現すべき要求の優先度を誤るなど、システムに対する品質要求定義の完全性を必ずしも保証できないというリスクもあった。

もし、要求分析の結果、設定したシステムの品質目標に誤りや漏れがあると、システムが要求仕様を実現できたとしても、顧客が真に望むシステムが実現できない場合もある。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システム導入の目的を達成できないばかりか、最終的には導入組織に大きな経済的、機会的損失を発生させるリスクがある。これらの問題の改善を目的として筆者らは長年にわたり ISO/IEC JTC1 (International Organization for Standardization/International Electro Technical Commission / Joint Technical Committee) :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)日本規格協会が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と記述する)の品質要求定義や評価のための技術の開発と標準化活動に参画してきた。又、これらの作業の一環として、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[1-9],[14-16])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])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 [6],[9],[16]の制定。

このプロセスに基づく品質要求定義を前提として、実現された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 [7]及び、この品質評価プロセスに基づきシステムの取得者、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 [8]の開発を行った。ISO/IEC25030では顧客のシステムに対する品質要求を ISO/IEC9126-1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、抽出した品質要求を ISO/IEC2502n[5]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、システムに対する品質要求定義と評価の視点を与える ISO/IEC9126-1 のシステム及びソフトウェアの品質モデルは、元々、Boehm,B.W. [12]や McCall,J.A.[13]らのソフトウェア品質モデルなどに基づき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。又、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、システムに対する顧客の全ての品質要求を網羅性した、ほぼ完全なシステムの品質目標の設定と評価を可能にすると考えられている。

しかし、これらの6つの品質特性はソフトウェアやシステム開発の実務家や利用者の経験的な視点に基づいて定義されており、顧客の製品に対する6つの品質特性相互の独

立性の統計的、客観的は検証は行われていなかった。

従って6つの品質特性の定義の必然性や根拠が曖昧なことから、品質モデルが普及していなかった従来に比べて、品質要求定義の網羅性の改善には一定の効果が期待できたものの、必ずしも顧客の真の要求に対応した的確な製品の品質目標が設定できる保証がなかった。

先行研究[11],[18]において、我々は統計学的に ISO/IEC9126 で規定されるシステム品質モデルの6つの品質特性の独立性と有効性を検証した。しかし、これらの6つの品質特性の視点を与えるのみでは、顧客のシステム製品に対する品質要求の要求度が品質特性毎に異なっている可能性もあるため、必ずしも、顧客の真の要求に合致システム品質全体の総合評価にはつながらないと言う問題があると考えられる。さらに、6つの品質特性の視点から見たシステムの品質を評価するために、製品固有の属性を個別に測定するための測定法は提供されているものの、システムの品質全体を総合的に比較・評価するための方法が確立されていない。従って、システムの品質を6つの品質特性の視点から個別に評価できても、システムの品質全体の総合的な比較評価と判定に基づく、顧客要求に合致した最適なシステムの選択は開発者や取得者にとってきわめて困難な作業でと考えられる。近年、顧客はインターネットのサイトに掲示される数多くの口コミ情報に基づいて製品を購入することができる。そこで、本研究では、近年、急速に普及したインターネットのクチコミサイトに書き込まれたラップトップ・パーソナル・コンピュータ(以降、LPC既述する)に対する不満意見に着目した。顧客によって書き込まれたLPCに対する不満意見を抽出し、これらの情報を6つの品質特性の視点から分析した。また、本研究では、システム製品の先行研究 [18]に基づく多変量解析のアプローチを採用した。本論文では、インターネットのクチコミサイトに書き込まれたLPCに対する不満意見を統計的に分析し、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不満足意見から、先行研究 [17],[19],[20]で提案した3次元統合価値モデルに基づくシステムの総合的な品質評価のための総合品質評価指標 (TQAI: Total Quality Assessment Indicator, 以降、本論文では簡略化してTQAIと記述する)の幾つかのタイプの実装方法を提案する。さらに、本研究では提案するTQAIに基づいて導いたシステムに対する総顧客満足度をシステム製品固有の属性から予測するモデルを開発し、これらのTQAIの有効性を確認した。本論文では、これらのTQAIの実装方法と、その適用の有効性に関する検証結果について述べる。

2. システム品質の総合評価の概念

2.1 品質要求定義と評価

図1はISO/IEC25000(SQuaRE)シリーズによって支援されるシステム製品開発の概念を表す。顧客はシステム導入の利用目的に応じてシステム製品固有の属性に対するなんらかの要求を有している。システム導入のために取得者は、最初に利用者のニーズの視点から見たシステム製品に対する品質要求を定義する必要がある。一方、開発者は設計段階で顧客の真の要求を把握し、システムを実装するために定量的かつ具体的な製品固有の属性を定めた要求仕様を開発しなければならない。又、開発完了後に開発者と取得者

は実装されたシステム全体の品質を保証するために、品質要求仕様書に既述された要求事項に基づくシステムの総合評価を実施する必要がある。

図1からISO/IEC25030は顧客ニーズの視点から抽出した品質要求を設定するためのプロセスを提供する。

設定された品質要求は図1で示すシステム品質のための評価基準として使われる。

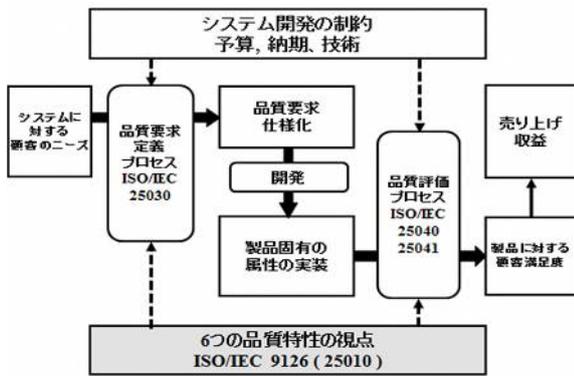


図1 システムの品質要求及び評価の枠組み
 Figure 1 Framework of Quality Requirement and Evaluation for System and Software Product

システムに対する品質要求はISO/IEC9126-1:品質モデルに含まれる6つの品質特性に基づいてISO/IEC25030に規定された品質要求定義プロセスに基づいて仕様化できる。図1から、システムの品質はシステム設計段階で設定された品質要求に基づきISO/IEC25040及び25041を用いて評価することができる。良好なシステムは顧客のニーズを充足する品質を実現できているシステムであり、顧客のシステム品質に対する満足度が高いと思われる。従って、システム固有の属性に関する不満意見は製品の購入可否の決定要因になると考えられる。従って、システムに対する顧客満足度は製品固有の属性に依存すると考えられる。

開発者は顧客のニーズに基づいて要求される製品固有の属性を実装する必要がある。一般的に製品固有の具体的な属性と製造コストはシステム開発の完了後に確定し製品価格の決定要因となる。製品固有の属性に対する顧客満足度が高い場合、製品の売上高は増加する可能性がある。

ここで価格は製品固有の属性ではなく製品に付与された属性である。開発者が製品の品質の視点から顧客満足度を評価する場合、製品固有の属性の視点から製品を評価する必要がある。従って、この研究ではシステム製品固有の属性のみに着目した。

2.2 総合的な顧客満足度

図2に総顧客満足度の概念を表す。顧客満足度はシステムが保有する製品固有の属性の影響を受ける。

又、システム製品固有の属性は6つの品質特性の視点から見た製品固有の品質に影響を及ぼす。製品固有の属性の一部は顧客からの多くの不満意見に影響する可能性がある。従って、システムの品質の良し悪しは顧客からの不満意見によって評価できると考えられる。

さらに、システムの品質は6つの品質特性の視点から見た顧客満足度に影響すると考えられる。ここで、システムに

対する総顧客満足度は先行研究[11],[18]によって提案した6つの品質特性の視点から求めた各々の顧客満足度の集約によって求められると考えられる。

一方、システム製品固有の属性は原価や価格などの製品に付与された属性に影響する可能性がある。

本論文ではシステム固有の属性と顧客満足度の関係について、ISO/IEC9126-1で規定した6つの品質特性の視点からの定量的な分析を試み、さらにこれ等の関係から、システムの品質全体を総合的に評価するための方法について検証した。

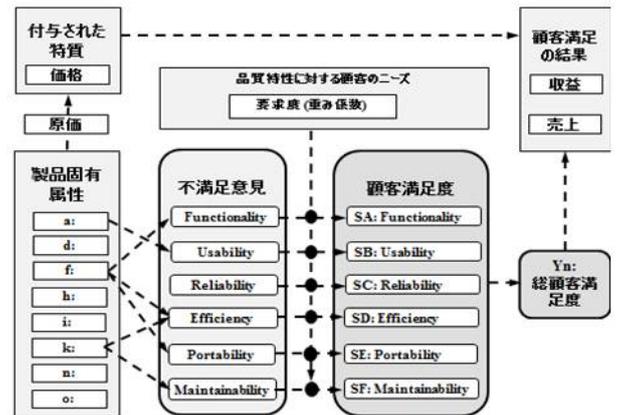


図2 顧客満足度とシステム製品固有の属性の概念
 Figure 2. Concept of influence between inherent attributes and customer satisfaction

2.3 システム品質の総合評価指標の概念

図3に、図2で示す総顧客満足度の概念に基づくシステム品質の総合評価指標の実装プロセスを示す。

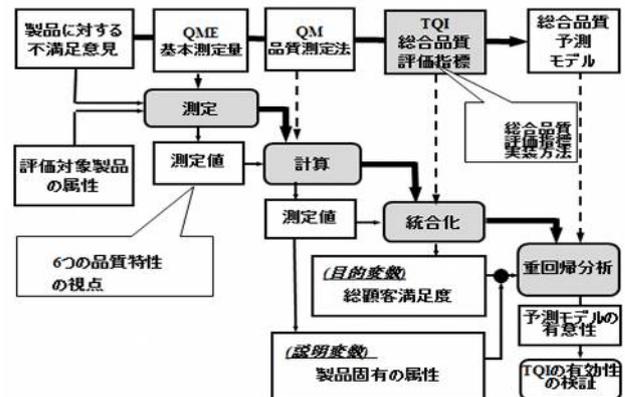


図3. 総合品質評価指標:TQAIの実装プロセス
 Figure 3 Process for implementing the Total Quality Assessment Indicator

システムの導入では、システム品質の総合的な評価が必須である。製品を取得するために、最初にISO/IEC 25030を用いて6つの品質特性の視点からシステムの品質要求を明確化しなければならない。ここで品質要求定義は前節2.2から、品質モデルに基づくシステムに対する利用者の不満意見を確認し、設計段階でシステム製品の改善目標として設定することが有効と考えられる。

さらに、顧客はシステムの完成品を受け入れるために

ISO/IEC 25040を用いて要求仕様に基づくシステムの品質評価を実施する必要がある。通常、顧客ニーズには機能要求及び非機能要求が含まれる。さらに非機能要求には品質要求と、その他の要求（例えば、ハードウェア、データやビジネス要件など）が含まれる。

システムに対する品質要求はISO/IEC 9126-1とISO/IEC 25020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抽出することができる。ここで、システムに対する顧客満足度は製品固有の属性に対する顧客からの不満意見を基本品質測定量(QME: Quality Measure Element)を用いて測定できる。

さらに、6つの品質特性の視点から見た定量的な顧客満足度は複数の基本品質測定量に(QM: Quality Measure)を適用して導いた複数の測定値を量夫々の品質特性の視点に集約するための適切なアルゴリズムによって導くことができると考えられる。従って顧客満足度の視点からの見たシステム製品の総合的な品質評価のための総合品質評価指標(TQAI: Total Quality Assessment Indicator)は6つの品質特性の視点から夫々求めた顧客満足度を1つの統合化された評価指標に集約するための適切なアルゴリズムを適用して導くことができると考えられる。

図3に示すように、本論文では提案する幾つかのTQAIの実装方法に従って求めたシステム品質全体に対する総顧客満足度をシステム固有の属性から予測するモデルの開発を試み、このモデルの有意性からTQAIの実装方法の有効性と優劣を検証した。

2.4 システムの品質モデル

図4にISO/IEC9126-1で規定されたシステム及びソフトウェア品質モデルの構造を示す。(近年、ISO/IEC9126-1はISO/IEC25010:2011に改定された、しかし、ISO/IEC9126-1は広く社会に認められ実際に現場で使用されているので、本研究ではISO/IEC9126-1の品質モデルを使用した)

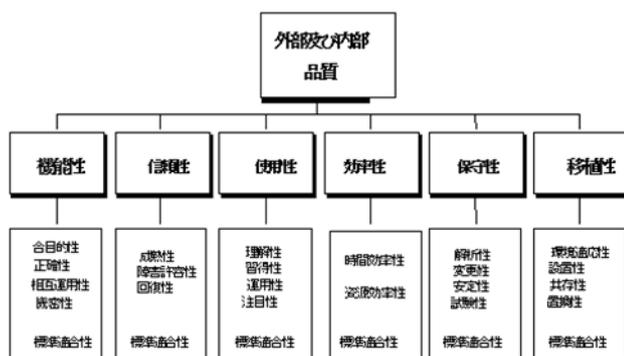


Fig.4 システム及びソフトウェア製品の品質モデル
Fig.4 System and Software Product Quality Model
-ISO/IEC9126-1:2001[3]から引用

図4に示すように、このモデルは下記に示すシステム製品のために6つの品質特性（機能性、信頼性、使用性、効率性、移植性及び保守性）を含んでいる。

- ・機能性はシステムの利用目的に対して必要な機能を提供できる特性である。又、使用性はシステムの使いやすさの特性である。
- ・信頼性及び効率性はシステムが保有する固有の能力であり、機能性と使用性を有効に維持できる能力の特性である。

- ・保守性及び移植性はシステムの利用環境の空間的、時間的な変化にシステムを適応させる能力を提供する特性である。

2.5 3次元統合価値モデルの概念

図5はISO/IEC9126-1[3] (JIS X0129,2003) [15]の品質モデルに含まれる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[17],[19],[20]である。

この品質モデルと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。

このモデルはシステムの品質を定義するために「価値特性」・「能力特性」・「適応性」の3つの品質特性を定義する。

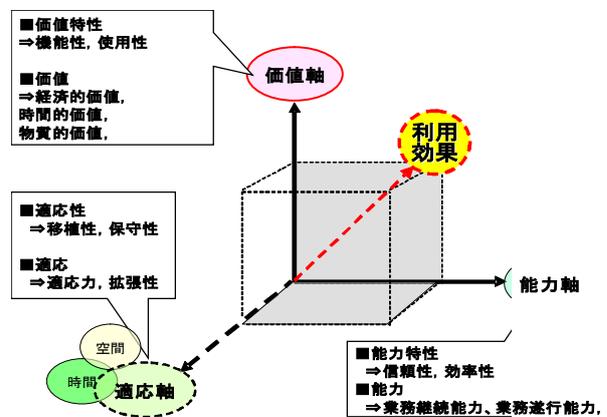


図5 3次元統合価値モデルの概念

Figure 5 Concept of Three Dimensional Integrated Value Model

- 「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、どれだけ提供できているかであり、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。

システムは顧客に対して、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、顧客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、有効にするための能力に関する特性である。

システムの信頼性や効率性が低いと、結果的に、顧客に対して安定的、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。

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。

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、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」の特性の増大は、必ずしも顧客への価値の提供につながらない。すなわち「能力軸」の特性は、あくまで「価値軸」の特性を有効に維持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ず、「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はあっても十分条件とは言えないと考えられる。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。

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の適切な対応ができない場合、必ずしも、システム開発初期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特性である。

「能力軸」の特性の評価が高くて「価値軸」の特性の評価が低い場合や「価値軸」の特性の評価が高くて「能力軸」の特性の評価が低い場合は、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、システム利用時の効果は小さくなり、システム品質の評価は良くなるならない。

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顧客に提供する「価値軸」とシステムが保有する「能力軸」、「適応軸」の形成するベクトル又は体積で表せると考えられる。

3. 研究の対象データ

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インターネットサイトから直接、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[21]とは提供され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意見(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LPCを取り上げた。理由はLPC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サイト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、比較的容易にデータの収集が可能であり、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、LPC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異なるだけで製品に実装された属性が大きく変化し、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、精度を保つためには製品の発売年度を一定の期間内に限定しないと、正確な製品に対する不満意見が得られない。

そこで本研究では2011年度に発売された製品のデータのみを対象とした。

3.2 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意見の収集方法としてインターネットサイト、価格.com[22]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意見の数をカウントして求めた。

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意見として捉え、「持ち運べる重さではない」といったクチコミ情報は使用性に関する不満意見として捉えた。

このように6つの品質特性に対応する不満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意見に、別途、実施したLPCに関する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。

表 1 インターネットのロコミサイトから抽出した不満足意見の例

品質特性	不満足意見の区分	不満足意見の件数 (count)											
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S _i	
機能性 Functionality	初期導入応用ソフトウェアの数	a1 _i	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	OSの種別	a2 _i	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
使用性 Usability	画面の見易さ	b1 _i	14	3	11	3	3	11	2	0	2	6	3
	キーボードの入力のし易さ	b2 _i	6	3	5	6	2	12	3	5	1	12	4
	本体の重さ	b3 _i	5	0	8	0	2	1	0	1	2	1	0
信頼性 Readability	故障の多さ	c1 _i	1	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0
	製造国	c2 _i	3	0	4	5	0	7	0	0	1	2	1
	電源の容量(持ち時間)	c3 _i	6	1	1	12	0	0	0	0	7	9	1
効率性 Efficiency	立ち上げ時間	d1 _i	2	0	3	3	0	1	1	4	0	0	1
	処理速度	d2 _i	13	0	0	8	0	3	0	2	1	1	0
移植性 Portability	USBポートの数	e1 _i	7	1	2	0	1	0	1	0	0	3	3
保守性 Maintainability	カスタマーサポートの良さ	f1 _i	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
サイトに書き込まれたロコミ情報の総数		RC _i	58	22	38	41	26	78	23	19	21	35	32

S_i: 研究の対象としたLPCの例 (i: 対象製品のサンプル番号 (i=1 ~ 35))

表 2 アンケート調査の結果に基づく製品の6つの品質特性に対する顧客の要求

品質特性	アンケート調査の質問項目	被験者のサンプル						顧客の要求度 (重み係数)		
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U _n			
機能性 functionality	初期導入応用ソフトの数	Qa1 _n	14	10	10	9	7	14	M	0.6350
	OSの種類	Qa2 _n	9	4	3	8	12	11		
使用性 usability	ディスプレイ画面の見易さ	Qb1 _n	4	2	6	3	4	5	N	0.7260
	ディスプレイ画面のサイズ	Qb2 _n	5	3	13	7	5	4		
	キーボードの打ちやすさ	Qb3 _n	6	9	14	12	3	6		
	持ち運び易さ(重量)	Qb4 _n	8	6	9	6	10	10		
信頼性 readability	故障の多さ	Qc1 _n	3	5	4	1	11	7	O	0.7610
	製造国	Qc2 _n	11	12	11	5	14	9		
	電源の持ち時間(電源容量)	Qc3 _n	2	8	7	4	8	1		
効率性 efficiency	立ち上げ時間(駆動時間)	Qd1 _n	7	7	8	3	9	3	P	1.0000
	処理速度	Qd2 _n	1	1	1	2	2	2		
移植性 portability	USBポートの数	Qe1 _n	12	11	12	10	6	13	Q	0.4440
	メモリスロットの数	Qe2 _n	10	14	11	13	1	12		
保守性 maintainability	カスタマーサポート	Qf1 _n	13	13	5	14	13	8	R	0.5480

U_n: 被験者のサンプル (n: アンケート調査した被験者の番号 (n=1~TN), TN=61)

表 1 に、ロコミサイトから収集した不満足意見に関するデータの一部を示す。ここで LPC のタイプ総数は 35 式、ロコミのレビューの総数は 457 件である。又、表 1 から本研究では、LPC に対する不満足意見の数を 6 つの品質特性の視点から具体的な区分毎にカウントした。さらに、表 2 で示す LPC 固有の属性に対する顧客の要求度を考慮し、各々の 6 つの品質特性毎の要求度 (重み係数) を求めた。

4. 解析のプロセス

4.1 データ採取

[手順 1] 顧客の製品に対するクレーム、すなわち、表 1 に示す 6 つの品質特性対応する不満足意見の区分別に、実際に LPC 製品を購入した顧客が製品に対して感じた不満足意見に関する情報をロコミサイト[22]から収集した。

[手順 2] 表 2 の質問項目に基づき不特定の LPC の利用者アンケート調査を実施し、6 つの品質特性の視点から見た被験者の各品質特性に対する要求度 (重み係数) を求めた。

[手順 3] 表 3 で示すように、研究対象の LPC が保有する固有の属性情報 (例えば CPU, HDD 容量, 体の重さ, ドライブタイムなど) を収集した。

4.2 検証プロセス

[手順 1] 6 つの品質特性の視点から見た不満足意見に、利用者の品質特性別の要求度 (重み係数) を加味して表 4 に示す顧客満足度を求めた。

[手順 2] 図 3 で示す TQAI の実装プロセスと図 4, 図 5 に示すシステム品質モデル及び 3 次元統合価値モデルの概念に基づいて総顧客満足度を導くための幾つかのタイプの TQAI を定式化し、このタイプ別に総顧客満足度を求めた。

[手順3]本研究で提案したTQAIを用いて導いた総顧客満足度と、表3に示す研究対象としたLPC固有の属性間の相関分析を行い、表5で示すように各々の総顧客満足度とLPC固有の属性との間の相関を確認した。

[手順4]TQAIの有効性を検証するために、図3の概念に基づいて手順2で定式化した各TQAIに基づく総顧客満足度を表3に示すLPC固有の属性データから予測するモデルを開発した。ここで、予測モデルは手順2で求めた総顧客満足度を目的変数とし、表3に示したLPC固有の属性の内、表3に示す比較的相関の強い属性を説明変数として割り当てた。

[手順5]表6に示すように、手順4で定式化した総顧客満足度を予測するモデルの優位性を確認するために重回帰分析を行い、本論文で提案する幾つかのTQAIの実装方法に基づいて導いた製品に対する総顧客満足度がLPC固有の属性から推定できるかどうかの可能性を検証した。

[手順7]表6で示す重回帰分析の結果に基づいてシステムの品質を総合評価するためのTQAIの実装方法の有効性及び、幾つかの実装方法の優劣を検証した。

4.3 定式化

表2に示す6つの品質特性別の顧客の要求度(重み係数)はアンケート調査の結果から以下の方法で求めた。

例えば被験者に「LPCを購入する際に表2に示すどのような属性を重要視しますか?」という質問を行い、被験者に表2に示す各属性に対する関心の強さに応じて1から14の順位を付けてもらった。ここで、付番した番号は被験者から見て最も重要視する属性の順位を1とした。さらに、本研究では各々、LPCの6つの品質特性に対する要求度の値を求めた。例えば機能性に対する要求度: Mは式(1)から得られる。

この式では6つの品質特性毎の要求度(重み係数)を0から1までの範囲に正規化している。

$$M = \frac{\sum_{n=1}^{TN} (ON+1+Qa1_n) + \sum_{n=1}^{TN} (ON+1-Qa2_n)}{\max(M,N,O,P,Q,R) \times TN \times 2} \quad \text{----- (1)}$$

M: 機能性に対する要求度(重み係数)

Qa1_n: 属性を重要視する順序 (Sa1=1~ON)

Qa2_n: 属性を重要視する順序 (Sa2=1~ON)

n: アンケート調査の被験者の番号 (n=1~TN)

ON: 順位の最大値 (ON=14)

TN: 被験者の総数 (TN=61)

本研究では、表4に示す6つの品質特性別の顧客満足度を以下の方法で求めた。例えば、表4のSA_i(機能性に対する顧客満足度)とSa_{1i}(機能性の区分に含まれる、LPC固有の各属性に対する顧客の不満足度)は、式(1)で求めた表2に示す6つの品質特性別の要求度(重み係数)を適用することによって、式(2)と(3)から導かれる。

$$sa_{1i} = \frac{a_{1i} \times M}{RC} \quad \text{----- (2)}$$

$$SA_i = 1 - \sqrt{sa_{1i}^2 + sa_{2i}^2} \quad \text{----- (3)}$$

SA_i: 製品の機能性に関する顧客満足度

sa_{1i}: 機能性のLPC固有の属性に対する顧客の不満足度

a_{1i}: 機能性に関する不満足意見の数

i: 対象製品のサンプル番号 (i=1~35)

M: 機能性に対する顧客の要求度(重み係数)

RC: 対象製品に対する口コミ情報の総数

4.4 総合品質評価指標

本研究では、総顧客満足度のTQAIとして以下の複数のタイプを開発した。ここで、表1に示す6つの品質特性に対応する口コミ情報の不満足意見の数に、表2に示す6つの品質特性別の製品に対する顧客の要求度(重み係数)を考慮して、直接導かれる総顧客満足度:Y1は式(4)で与えられる。

$$Y1 = 1 - \text{AVG}(sa_{1i} + sa_{2i} + sb_{1i} + sb_{2i} + sb_{3i} + sc_{1i} + sc_{2i} + sc_{3i} + sd_{1i} + sd_{2i} + se_{1i} + sf_{1i}) \quad \text{----- (4)}$$

次に、表4に示す6つの品質特性別の顧客満足度の平均値から導かれる総顧客満足度:Y2は式(5)、6つの品質特性別の顧客満足度の夫々の2乗の平方和から導かれる総顧客満足度Y3:は式(6)で与えられる。

$$Y2 = \text{AVG}(SA_i + SB_i + SC_i + SD_i + SE_i + SF_i) \quad \text{----- (5)}$$

$$Y3 = \sqrt{SA_i^2 + SB_i^2 + SC_i^2 + SD_i^2 + SE_i^2 + SF_i^2} \quad \text{---- (6)}$$

図5に示した3次元統合価値モデルの3つの品質特性別の顧客満足度の夫々の2乗の平方和の平方和、及び加法の2乗の平方和から導かれる総顧客満足度Y4、Y5は式(7)又は式(8)で与えられる。

$$Y4 = \sqrt{(\sqrt{SA_i^2 + SB_i^2})^2 + (\sqrt{SC_i^2 + SD_i^2})^2 + (\sqrt{SE_i^2 + SF_i^2})^2} \quad \text{--- (7)}$$

$$Y5 = \sqrt{(SA_i + SB_i)^2 + (SC_i + SD_i)^2 + (SE_i + SF_i)^2} \quad \text{----- (8)}$$

図5に示した3次元統合価値モデルの3つの品質特性別の顧客満足度の夫々の2乗の平方和の積、及び加法の積から導かれる総顧客満足度Y6、Y7は式(9)又は式(10)で与えられる。

$$Y6 = \sqrt{SA_i^2 + SB_i^2} \times \sqrt{SC_i^2 + SD_i^2} \times \sqrt{SE_i^2 + SF_i^2} \quad \text{-- (9)}$$

$$Y7 = (SA_i + SB_i) \times (SC_i + SD_i) \times (SE_i + SF_i) \quad \text{----- (10)}$$

本研究ではTQAIを実装する方法の有効性を検証するためにLPC固有の属性からTQAIで求めた総顧客満足度を予測するモデルを開発した。総顧客満足度は重回帰式(7)で得られる。

$$yA = r_0 + r_1 \times a + r_2 \times b \cdots r_{14} \times o \quad \text{----- (7)}$$

yA: 顧客満足度の予測値

r_n: 偏回帰係数 (n=0~14)

表 3 本研究で対象とした LPC のサンプルデータの例

製品固有の属性														
	CPU	HDD 容量	GPU	解像度	重量	駆動時間	USB ポート数	メモリスロット数	製造国	クロック周波数	キャッシュメモリ容量	液晶サイズ	メモリ容量	SSD メモリ容量
単位	---	GB	---	Dot	kg	sec	C	C	---	GHz	MB	MB	GB	GB
S_i	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	m	n	o
S_1	Corei5 2410M	750	Intel HD Graphics 3000	1366x768	1.000	13.00	3	1	J	2.3	3	10.1	2	128
S_2	Core i5 460M	640	Intel HD Graphics	1366x768	1.205	12.00	3	1	J	2.5	3	10.1	2	128
S_3	COREI3 2310M	500	RADEON HD 6470M	1366x768	1.720	8.50	3	1	J/C	2.1	3	13.3	4	0
S_4	Core i3 380M	160	Intel HD Graphics	1366*768	1.185	7.50	3	1	J	2.5	3	10.1	2	0
S_5	PENTIUM DUL-COREB940	640	INTEL HD GRAPHICS	1366*768	2.400	2.10	3	2	T/C	2.0	2	15.6	4	0
S_6	CORE I5 2410M	750	INTEL HD GRAPHICS 3000	1366*768	2.400	2.30	2	2	T/C	2.3	3	15.6	4	0
S_7	Core i5 2520M	500	Intel HD Graphics 3000	1280x800	1.330	15.50	3	1	J	2.5	3	12.1	4	0
S_8	Core i5 2520M	640	Intel HD Graphics 3000	1280x800	1.340	16.50	3	1	J	2.5	3	12.1	4	0
S_9	CORE I3 380M	320	INTEL HD GRAPHICS	1366*768	2.500	5.20	3	2	C	2.5	3	15.6	2	0
S_{10}	CORE I7 2630QM	640	GEFORCE GT 540M	1920*1080	3.200	2.50	3	3	J/C	2	6	16	8	0

S_i : 研究対象としたLPCの例 (i : LPCのサンプル番号 ($i=1 \sim 35$))

表 4 各製品の6つの品質特性別の顧客満足度の例

対象 LPC	機能性	使用性	信頼性	効率性	移植性	保守性
	Functionality	Usability	Reliability	Efficiency	Portability	Maintainability
	SA_i	SB_i	SC_i	SD_i	SE_i	SF_i
S_1	1.0000	0.7993	0.9110	0.7732	0.9464	0.9906
S_2	1.0000	0.8600	0.9654	1.0000	0.9798	0.9751
S_3	0.9764	0.7231	0.9150	0.9211	0.9766	1.0000
S_4	1.0000	0.8812	0.7580	0.7916	1.0000	1.0000
S_5	1.0000	0.8849	1.0000	1.0000	0.9829	1.0000
S_i	1.0000	0.8866	0.9664	0.9688	0.9584	1.0000

研究対象としたLPCの例 (i : LPCのサンプル番号 ($i=1 \sim 35$))

表 5 総顧客満足度と LPC 固有の属性間の相関分析の結果

		総合品質評価指標 (TQAI: Quality Assessment Indicator) のタイプ								
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
LPC固有の属性	重み	○	○	○	○	○	○	○	○	×
CPU	---	a	0.2601	0.3072	0.2922	0.2922	0.2919	0.3101	0.3087	0.2182
HDDの容量	GB	b	-0.0815	-0.0903	-0.1222	-0.1222	-0.1040	-0.1058	-0.0869	-0.1520
GPU	---	c	-0.1079	-0.0457	-0.0560	-0.0560	-0.0472	-0.0597	-0.0503	-0.1477
ディスプレイの解像度	Dot	d	-0.0776	-0.0997	-0.1248	-0.1248	-0.1013	-0.1251	-0.1005	-0.0831
重量	Kg	e	-0.1162	-0.1098	-0.1395	-0.1395	-0.1150	-0.1404	-0.1170	-0.1322
駆動時間	Sec	f	0.1981	0.2105	0.2341	0.2341	0.2101	0.2377	0.2133	0.2078
USBポートの数	C	g	0.0870	0.0756	0.0771	0.0771	0.0782	0.0689	0.0696	0.1193
メモリスロットの数	C	h	-0.4177	-0.4189	-0.4347	-0.4347	-0.4229	-0.4354	-0.4234	-0.4319
製造国	---	i	0.1716	0.1066	0.1241	0.1241	0.1060	0.1367	0.1199	0.1399
クロック周波数	GHz	j	0.1449	0.1876	0.1931	0.1931	0.1806	0.2073	0.1916	0.1948
キャッシュメモリ容量	MB	k	0.0550	0.0717	0.0417	0.0417	0.0665	0.0419	0.0670	-0.0281
液晶のサイズ	MB	m	-0.0933	-0.0972	-0.1276	-0.1276	-0.1032	-0.1280	-0.1046	-0.1376
メモリ容量	GB	n	0.1731	0.1960	0.1664	0.1664	0.1851	0.1751	0.1945	0.1421
SSDメモリ容量	GB	o	0.1692	0.1967	0.1997	0.1997	0.1966	0.1951	0.1915	0.1672
相関の認められる属性			$afhno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjo$

○: 顧客満足度に要求度(重み係数)を考慮した場合 ×: 顧客満足度に要求度(重み係数)を考慮しない場合

表 6 総合品質評価指標:TQAI を検証するための重回帰分析の結果

LPC 固有の属性			総合品質評価指標:TQAI の有効性及び優劣の比較								
			yA	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	
			r_n	○	○	○	○	○	○	○	×
定数項			r_0	1.0172	1.0302	2.5077	2.5077	3.5723	2.9870	8.6315	9.1641
CPU	---	a	r_1	0.0106	0.0273	0.0593	0.0593	0.0868	0.2079	0.6092	0.9685
HDD 容量	GB	b	r_2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GPU	---	c	r_3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ディスプレイの解像度	Dot	d	r_4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
重量	Kg	e	r_5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
駆動時間	Sec	f	r_6	-0.0013	-0.0022	-0.0043	-0.0043	-0.0074	-0.0138	-0.0479	-0.0626
USB ポートの数	C	h	r_7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
メモリスロットの数	C	h	r_8	-0.0350	-0.0543	-0.1170	-0.1170	-0.1819	-0.3865	-1.2029	-1.4027
製造国	---	i	r_9	-0.0057	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
クロック周波数	GHz	j	r_{10}	0.0000	-0.0065	-0.0137	-0.0137	-0.0232	-0.0384	-0.1399	-0.2874
キャッシュ	MB	k	r_{11}	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
液晶のサイズ	MB	m	r_{12}	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
メモリ容量	GB	n	r_{13}	0.0035	0.0047	0.0091	0.0091	0.0153	0.0304	0.1014	0.0000
SSDメモリ容量	GB	o	r_{14}	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0000	-0.0020
偏回帰係数に使用した属性				$afhino$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjno$	$afhjo$
重回帰分析 果	R:重相関係数			0.5830	0.6034	0.5941	0.5941	0.5987	0.6027	0.6071	0.5398
	R ² : 決定係数			0.3398	0.3641	0.3529	0.3529	0.3585	0.3632	0.3685	0.2914
	F-値			2.4023	2.6722	2.5451	2.5451	2.6077	2.6618	2.7233	2.3854

Yn: システムの総合品質評価指標のタイプ $F_0(5, 34, 0.05) = 2.5336$ $F_0(6, 34, 0.05) = 2.4205$
yA: LPC固有の属性に基づく総顧客満足度の予測値 r_n : 偏回帰係数 ($n = 1 \sim 14$)
○: 顧客満足度に要求度(重み係数)を考慮した場合 ×: 顧客満足度に要求度(重み係数)を考慮しない場合

5. 総合品質評価指標の検証

本研究ではシステム製品固有の属性から、本論文で提案した総合品質評価指標(TQAI: Total Quality Assessment Indicator)の幾つかの実装方法に基づく総顧客満足度を予測するためのモデルを開発しモデルの有効性を確認した。

さらに、このモデルによる重回帰分析の結果から、システムの品質全体を総合的に評価するために、本論文で提案した幾つかのTQAIの実装方法の有効性を検証した。

5.1. 総顧客満足度と製品固有の属性の相関分析

表 5 は、LPC 固有の属性と本論文で提案した幾つかのTQAIの実装方法を用いて導いた総顧客満足度間の相関分析の結果を示す。表 5 から、本論文で提案した幾つかのTQAIの実装方法を用いて導いた総顧客満足度と一部のLPC固有の属性の間には相関が認められる。

5.2 重回帰分析

表 6 は本論文で提案した幾つかのTQAIの実装方法を用いて求めた総顧客満足度を LPC 固有の属性から予測するモデルの重回帰分析の結果を示す。

表 6 から、観測された総顧客満足度:Y1 とこれに関係する製品固有の属性の重回帰分析の結果は、それぞれ、重相関係数と決心係数が 0.5830 と 0.3398 であることを示す。

F 検定の最大値は 2.4023 であり、5% ($F_0=2.4205, m=6$) の有意性が認められない。

6 つの品質特性の視点から観測された総顧客満足度:Y2 及び Y3 と関係する製品固有の属性間の重回帰分析の結果は、それぞれ重相関係数が 0.6034 と 0.5941、決定係数が 0.3641 と 0.3592 である。F 検定の最大値は 2.6722 と 2.5451 であり 5% ($F_0=2.4205, m=6$) の有意水準が認められる。

3 次元統合価値モデルの 3 つの品質特性別から求めた総顧客満足度:Y4 及び Y5 と関係する製品固有の属性間の重回帰分析の結果は、それぞれ重相関係数が 0.5941 と 0.5987、決定係数が 0.3529 と 0.3584 である。F 検定の最大値は 2.5451 と 2.6077 であり、5% ($F_0=2.4205, m=6$) の有意水準が認められる。

さらに、3 次元統合価値モデルの 3 つの品質特性別の顧客満足度の積から求めた総顧客満足度:Y6 及び Y7 と関係する製品固有の属性間の重回帰分析の結果は、それぞれ重相関係数が 0.6027 と 0.6071、決定係数が 0.3632 と 0.3685 である。F 検定の最大値は 2.6618 と 2.7233 であり、5% ($F_0=2.4205, m=6$) の有意水準が認められる。

一方、3 次元統合価値モデルの 3 つの特性別の顧客満足度の積から求めた最も高い有効性が認められた総顧客満足度:Y7 でも、顧客満足度に 6 つの品質特性別の顧客の要求度(重み係数)を考慮しない場合には、観測された総顧客満足度:Y7 と関係する LPC 固有の属性間の重回帰分析の結果は重相関係数が 0.5354、決定係数が 0.2867 である。

F 検定の最大値は 2.3309 であり、5% ($F_0=2.5336, m=5$) の有意水準は認められず、LPC 固有の属性との原因と結果関係は認められなかった。

6. おわりに

本研究の検証結果に基づいて、TQAI の統合化方法について、以下を確認した。

6つの品質特性の顧客満足度に6つの品質特性の顧客要求度を加味して実装した Y2, Y3 について、TQAI の実装方法の有効性を確認した。さらに、3次元統合価値モデルの3つの視点の顧客満足度に、6つの品質特性の顧客要求度を加味して実装した Y4, Y5 について、TQAI の実装方法の有効性も確認した。

特に3次元統合価値モデルの3つの視点の顧客満足度の積に基づき6つの品質特性の顧客要求度を加味して実装した Y6, Y7 について TQAI の実装方法の有効性が最も高いことが認められた。一方、TQAI の実装に6つの品質特性を考慮しない Y1 及び6つの品質特性に対する顧客の要求度を加味しない Y7 では、LPC 固有の属性から総顧客満足度を予測することができず、TQAI の実装方法としての有効性が認められなかった。

以上の、結果から TQAI を導くためには6つの品質特性の視点による顧客満足度の結果に、6つの品質特性別の顧客の要求度を反映する必要があることが確認できた。

さらに、今回の研究で先行研究で提案した3次元統合価値モデルの視点に基づくシステム品質総合評価の有効性を確認した。

今後の研究課題としては、本論文で提案した TQAI の実装方法を他のシステム製品にも適用し、その有効性の更なる検証とシステム品質全体の総合的な評価に関する適用事例の開発を進めたいと考える。

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、墨真吾君、宮本将智君、山崎健太郎君に深謝致します。また同研究室で共に研究を進めた卒業研究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-System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software Quality Model, Int'l Organization for Standardization (2011).

- 5) ISO/IEC 25020: Software engineering-Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-Measurement reference model and guide, Int'l Organization for Standardization (2007).
- 6) ISO/IEC 25030: Software engineering-Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-Quality requirement, Int'l Organization for Standardization (2007).
- 7) ISO/IEC 25040: Software engineering-System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-Evaluation process (2011).
- 8) ISO/IEC25041: Software engineering-System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Evaluation guide for developers, acquirers and independent evaluators (2012).
- 9) Jorgen Boegh: "A New Standard for Quality requirements", IEEE Computer Society (2008).
- 10) K,Esaki, System Quality Requirement and Evaluation, importance of application of the ISO/IEC25000 series, Global Perspective on Engineering Management, Vol. 2, Iss. 2,2013.
- 11) K,Esaki, Verification of Quality Requirement Method, American Journal of Operations Research,Vol.2, No.1, pp.70-79,2013.
- 12) Boehm,B.W.et al,Quantative Ev. of Software Quality,2nd ICSE pp.596-605 (1976).
- 13) McCall,J.A.et al,Factors in Software Quality,RADC TR-77369 (1977).
- 14) 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).
- 15) 日本規格協会:「JIS X0129-1 第1部:品質モデル」(2003).
- 16) 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).
- 17) 江崎和博: 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).
- 18) 江崎和博: ISO/IEC9126 のシステム品質特性に基づく要求定義手法の開発, 情報システムと社会環境研究会 第120回研究発表会,pp1-7(2012).
- 19) 江崎和博: 3次元統合価値モデルに基づく要求定義手法の提案, 情報システムと社会環境研究会第121回研究発表会, pp1-8(2012).
- 20)江崎和博: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).
- 21) 武田哲男:顧客不満足度のつかみ方,PHP 研究所(2004).
- 22) 価格.com (<http://www.kakaku.com>)