

2. システムおよび ソフトウェアの 品質基準の体系化

込山俊博(日本電気(株))

システムおよびソフトウェアの品質 基準の必要性

● 背景

現代の社会では、コンピュータやネットワークの高度化、低価格化などを背景に、多種多様な情報処理システムが開発され、社会生活や日常生活のさまざまな局面で利用されている。情報処理システムの開発においては、利用形態に応じた機器の開発に加え、その駆動制御機構として多量のソフトウェアが開発されている。情報処理システムの普及に伴って、ソフトウェアの欠陥が社会ならびに個人人の生活に及ぼす影響が増大し、その品質に対する関心が高まっている。また、ソフトウェアが、情報処理システムならびにそれを利用したサービス（IT サービス）の価値の源泉という認識が浸透し、作り出した製品、サービスの価値創出、価値向上という観点からもソフトウェアの品質が重視されている。さらに、情報処理システムの品質は、データの処理系としてのソフトウェアのみならず、処理対象となるデータの品質に依存する。たとえば、税務や年金を扱うシステムでは、格納された個人データや履歴データに矛盾がなく（一貫性）、適時に更新されていること（最新性）などが問われる。また、IT サービスに関しても、Web ベースの検索系サービス、ビッグデータ分析に基づくアドバイザリ系サービスなどでは、処理対象のデータ自体が価値を有している。このような背景から、データ品質に対する関心が高まりつつある。

● 多角的かつ定量的な品質管理

ソフトウェアの品質は、1968年にNATO主催で

ソフトウェアエンジニアリングに関する初の国際会議が開催されて以来の主要テーマである。品質向上には、品質の仕様化、実装、制御の3つの側面から取り組むことが重要である。つまり、顧客要求や組織目標に基づいて求められる品質を定義し（仕様化）、開発時に技法やツールを活用するなどして品質を作り込み（実装）、求められる品質の充足状況を定量化・可視化して検証・改善する（制御）ことが重要である。ソフトウェア品質は、要求した機能が実装できてさえいればよい（機能性）、故障せずに動作しさえすればよい（信頼性）というものではない。利用者の満足度や競合製品に対する優位性などを考慮して、利用者にとっての使いやすさ（使用性）、処理要求から結果受理までの速度（効率性）といった特性が求められる場合がある。つまり、品質要求を多角的に捉え定義することが重要であり、考慮すべき各特性を測定、評価する技術が必要となる^{1)~3)}。

上記のソフトウェアの品質管理を、一貫した考え方に基づいて体系的に実施する上で、本稿で述べる品質基準の体系が有用である。

● 品質基準の体系化と標準化

発注者と受注者との間で品質に対する要求事項を合意するときや、すでに市場に出回っている製品との比較評価を行うときに、人によって品質の捉え方や評価の仕方が異なると混乱をきたすことになる。他方、品質の見方や測り方には唯一無二の正解があるわけではない。このようなケースでは、対象とするシステム・ソフトウェアの特徴を踏まえた上で、品質要求定義や品質評価を行う際の基準として取り

2. システムおよびソフトウェアの品質基準の体系化

決めるべき事項を体系立てて整理し、個々の事項についてより広範な利害関係者が受け入れられる標準を定める方法が有用である。

ISO/IEC JTC 1 SC 7/WG 6 (ソフトウェア製品およびシステムの品質) では、システムおよびソフトウェアの品質の構造モデル、測定量と測定方法、要求定義と評価のプロセスの国際標準化に取り組んでいる。

本稿では、システムおよびソフトウェアの品質基準の体系とそれに関連する国際規格 ISO/IEC 25000 SQuaRE (Systems and Software Quality Requirements and Evaluation) シリーズ⁴⁾ を紹介する。次に、システム・ソフトウェア品質の要求定義および評価の枠組みとしての品質モデルについて説明する。最後に、本分野の国際標準化における今後の展望を述べる。

システム・ソフトウェア品質基準

● 品質基準の体系化

システム・ソフトウェアの品質要求事項の仕様化と品質評価に関する基準 (標準やガイド類) は、**図-1** に示す枠組みで体系化するとよい。

以下、**図-1** の枠組みを構成する各区分で取り扱うべき事項を説明する。

品質モデル

評価対象や評価局面に応じて使い分けられる複数の品質モデルを規定する。品質モデルは、品質の概念を品質 (副) 特性と呼ばれる下位概念に展開し、各特性を定義する。

品質測定

品質特性を測定するために用いるメジャー (品質測定量) とそれらの測定方法を定義する。また、品質測定量を算出するのに用いる品質測定量要素とそれらの測定方法を定義する。

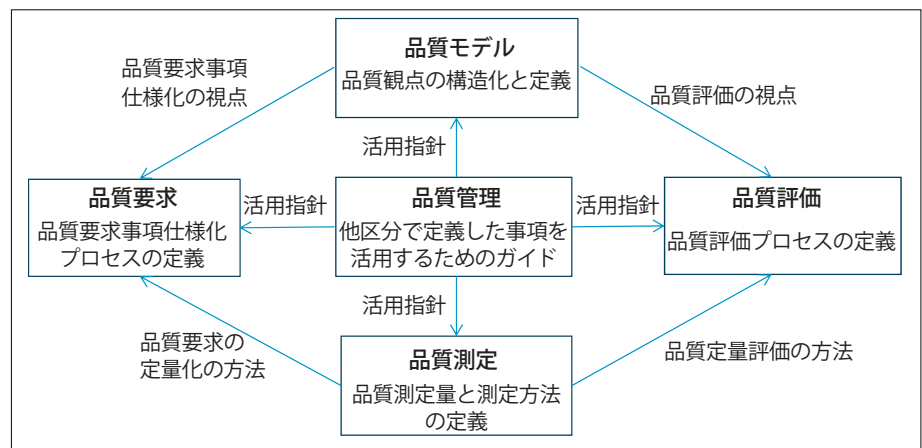


図-1 品質基準整備の体系

品質要求

品質モデルと品質測定量を用いて品質要求事項を仕様化するプロセスを定義する。品質評価は、このプロセスで仕様化した品質要求事項に基づいて実施される。

品質評価

品質モデルと品質測定量を用いた品質評価プロセスを定義する。どの品質特性に、どの品質測定量を適用し、どのような基準で評価するかは、仕様化された品質要求事項に基づき検討を行う。

品質管理

システム・ソフトウェアのライフサイクルの中で、定義された品質モデル、品質測定量、プロセスをどの局面でどのように活用して品質を管理するかをガイドする。また、上記区分を横断して用いる用語や基本概念を定義する。

● 品質基準の体系化と国際規格

ソフトウェア品質は、欠陥の多寡のみで評価すべきではない、各人各様の基準で測定、評価すべきではないといった基本認識のもと、1985年から、ISO/TC 97/SC 7でソフトウェア品質評価の国際標準化作業が開始された。その後、同プロジェクトは、1987年に発足したISOとIECの合同委員会: ISO/IEC JTC 1 (情報技術の国際標準化を担当) に移管され、1990年からは、JTC 1内に設置されたSC 7 (ソフトウェア及びシステム技術) / WG 6 (ソフトウェア製品及びシステムの品質) でシステム・ソフト

□ 新規 □ 改訂

区分	第1期	第2期	第3期
品質モデル	◆ソフトウェアの品質特性の定義	◆ソフトウェアの品質副特性の定義 ◆ソフトウェアの利用時の品質特性の定義	◆品質モデルの再編 ◆ソフトウェアの利用時の品質副特性の定義の追加 ◆品質モデルの再編 ◆データの品質特性の定義 ◆ITサービスの品質特性と品質副特性の定義（審議中）
品質測定		◆品質測定量の定義	◆品質モデルの追加、再編に合わせた品質測定量の追加、改訂 ◆品質測定量要素の定義
品質要求			◆品質要求事項の仕様化プロセスの定義
品質評価	◆品質評価プロセスの枠組みの定義	◆品質評価プロセスの定義 ◆局面、主体者に応じた品質評価プロセスの定義 ◆品質評価ノウハウ蓄積の枠組み（評価モジュール）の定義	◆品質評価プロセスの定義の改訂 ◆局面、主体者に応じた品質評価プロセスの定義の改訂 ◆回復性の評価モジュールの定義
品質管理		◆ソフトウェア品質測定、評価の組織的な技術管理の規定	◆ソフトウェア品質測定、評価の組織的な技術管理の規定の改訂 ◆一連の規格の活用指針の規定

図-2
品質基準体系の各区分における標準化の進展

ウェア品質の要求定義と評価の国際標準化が進められている。

第1期：1985～1991

ソフトウェア品質評価の最初の国際規格としては、1991年にISO/IEC 9126: Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their useが発行された。この規格では、ソフトウェア品質評価の観点として、6つの品質特性（機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性、移植性）からなる品質モデルが定義され、ソフトウェア品質評価プロセスの枠組みが規定された。

第2期：1992～2004

ソフトウェア品質評価に関する国際規格の実務への活用促進を図るべく、ISO/IEC 9126で規定した事項を強化して、ISO/IEC 9126シリーズ（4部構成）、14598シリーズ（6部構成）が制定された。主要な強化のポイントは次の通りである。

- 1) ソフトウェア製品の6つの品質特性の下位特性の規定と利用時の品質モデルの定義
- 2) 品質（副）特性別の品質測定量の定義
- 3) 品質評価ノウハウの蓄積、開発局面での評価、調達局面での品質評価など、局面や主体者（開

発者、取得者、独立評価者）に応じた品質評価プロセスの規定

そのほか、両規格群を補完するものとして、パッケージソフトウェアの品質認証に関する規格（ISO/IEC 12119）および時間効率性の詳細な測定方法を規定した規格（ISO/IEC 14756）が制定された。

第3期：2005～

オープン化、サービス化など、ソフトウェアシステムの形態や技術の進化に対応すべく、第2期で策定した国際規格群を再編、強化した次世代ソフトウェア品質評価国際規格群ISO/IEC 25000 SQuaREシリーズの制定作業が進められている。主要な強化のポイントは次の通りである。

- 1) 品質モデル、品質測定量を用いた品質要求プロセスの規定
- 2) データ品質モデル、ITサービス品質モデルの定義
- 3) 品質測定量（例：規模あたり障害件数）の算出に用いる品質測定量要素（例：成果物規模、障害件数）の定義

図-2に、図-1に示した品質基準体系の区分ごとに、どのような点が各期に強化されたのかを示す。

また、図-3に、SQuaREを構成する国際規格

2. システムおよびソフトウェアの品質基準の体系化

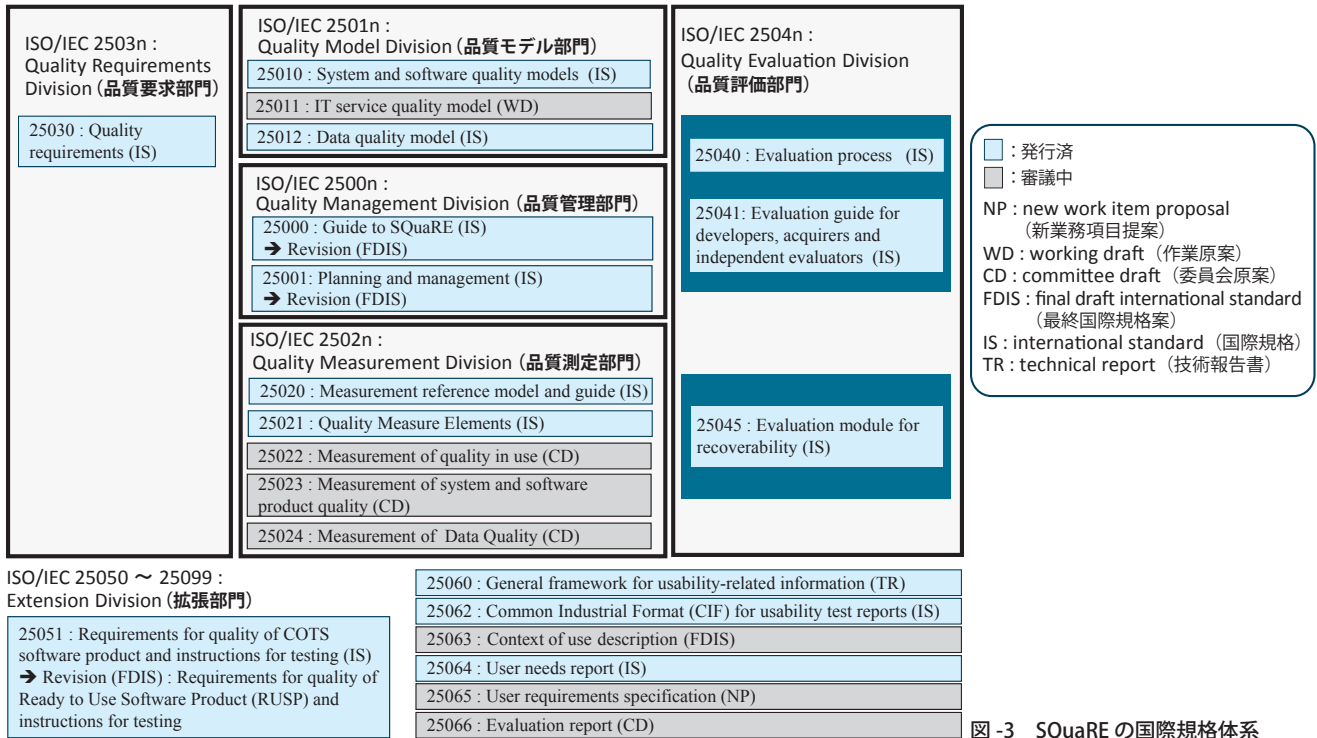


図-3 SQaREの国際規格体系

が図-1のどの区分に対応するかを示す。なお、SQaREには、商用既製（COTS）ソフトウェア製品の品質認証、使用性評価に用いる様式など、図-1の区分の外側に位置づけられる規定やガイドがあり、それらは拡張部門として扱われている。

● 我が国の対応

日本では、1987年に日本規格協会・情報技術標準化調査研究センター^{☆1}に設置された「ソフトウェア品質評価に関する調査研究委員会」、ならびに1992年に情報処理学会・情報規格調査会に設置された「WG6小委員会」を母体として、ソフトウェア品質評価に関する調査研究、国際標準化の作業項目の提案、国際規格案の作成などを行い、国際標準化作業に技術面で貢献してきた。また、ISO/IEC JTC1 SC7/WG6のコンビーナ、セクレタリ、エディタを引き受け、技術面に加えて、運営面でも貢献し、本分野の国際標準化を主導している。

さらに、2009年度から2010年度にかけて実施された経済産業省のメトリクス高度化プロジェクト

.....
^{☆1} 同センターは2010年に解散し、現在は情報規格調査会に設置された委員会を主体に活動している。

トでは、システム・ソフトウェア品質基準を我が国発の国際規格として制定すべく、国内の業界団体（JUAS, IPA/SEC, JEITA）で検討された品質測定量をSQaREの品質モデルの枠組みに沿って整理し、その活用状況を調査した^{5), 6)}。この成果は、英訳され、SC7/WG6国際会議で報告され、現在策定中のISO/IEC 25022および25023で定義する、利用時の品質およびソフトウェア製品の品質の品質測定量に反映されている。

品質モデル

● 品質の構造化の基本概念

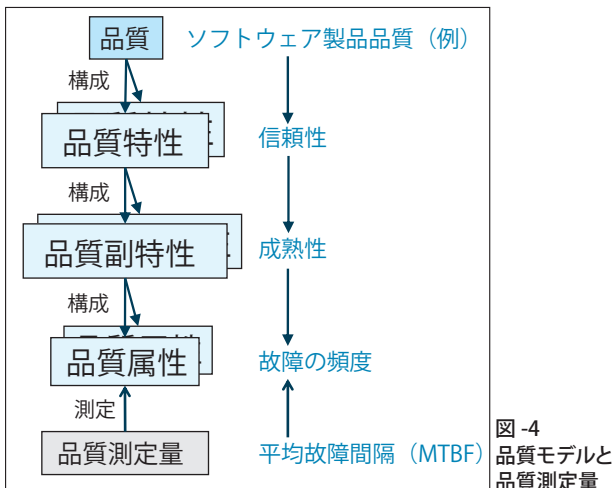
SQaREで品質要求事項の仕様化および品質評価を行う対象は次のものである。

- ソフトウェア自体（ソースコード、仕様書、利用者用文書など）
- ソフトウェアを中心としたシステム
- ソフトウェアで処理するデータ
- システムを利用したITサービス

これらを、多角的かつ網羅的な観点から、定量的かつ客観的に、品質を仕様化し評価するために、品

評価対象実体	評価対象品質	評価視点	評価局面	評価方法 (例)	品質モデル
ソフトウェア	内部品質	開発者 (設計者)	要求定義～コーディング	レビュー, インспекション	ソフトウェア製品の品質モデル
ソフトウェアシステム	外部品質	開発者 (テスト)	テスト	テスト	
	利用時の品質	システム利用者	運用	モニタリング, アンケート	システム利用時の品質モデル
データ	データ品質 (固有)	開発者 (設計者)	要求定義～コーディング	レビュー	データの品質モデル
	データ品質 (システム依存)	開発者 (テスト), 運用者	テスト～運用	テスト, モニタリング	
サービス	サービス品質	サービス利用者	運用	モニタリング, アンケート	IT サービスの品質モデル

表-1 SQuaRE の品質モデルの編成



品質モデルや品質測定量が用いられる。SQuaRE では、表-1 に示すように、評価対象、評価視点、評価局面、評価方法などに応じて使い分けられる複数の品質モデルが定義されている。

品質モデルを構成するに際しては、評価対象実体を特定し、それを特徴づける属性 (attribute) を識別する必要がある。属性は、評価対象実体の測定可能な物理的または概念的な特徴 (property) である。1つ以上の属性を、ある観点から整理し、分類したものが特性 (characteristic) で、特性を細分したものが副特性 (subcharacteristic) である。特に、品質の観点から定義した属性や特性を品質属性、品質特性と呼び、評価対象の名称と組み合わせるとソフトウェア品質属性、ソフトウェア品質特性などと呼ぶ。

図-4 に示すように、SQuaRE の品質モデルは、品質属性を階層的な木構造に分類している。最上位層は複数の品質特性からなり、各特性は副特性に展開され、最下位層は品質属性からなる。ただし、当該評価対象の品質の捉え方や評価方法の成熟の度合いに応じて、副特性まで規定していないものもある。

また、品質属性自体は陽には定義されていないが、属性を定量化し識別可能とするものとして品質測定量を品質 (副) 特性ごとに提供している。

品質モデルは、品質を考えるときの観点を与えるものである。品質を構成する品質特性および品質副特性を用いることで、品質要求事項の仕様化や品質評価の際の考慮漏れの防止や、優先度づけを体系的に行うことが可能となる。

● ソフトウェア製品の品質モデル

ソフトウェア製品の品質を示す属性は、評価視点の違いによって、内部属性 (internal attribute) と外部属性 (external attribute) に分類できる。内部属性は、ソフトウェア製品単体で識別できる属性で、ソフトウェアを動作させることなく測定する属性 (ソースコードの記述表現の一貫性、クラス継承の深さなど) である。外部属性は、システムの振舞いとして識別できる属性で、ソフトウェアを動作させて測定する属性 (観測された故障の件数、実測した応答時間など) である。内部属性が寄与する品質を内部品質、外部属性が寄与する品質を外部品質と呼ぶ。ソフトウェア製品 (ソースコード、仕様書、利用者用文書などを含む) の品質は、内部品質、外部品質を構成する品質特性および品質副特性によって特徴づけられる (図-5 参照)。ただし、内部品質特性と外部品質特性は、どちらも開発局面での評価観点であり、評価に用いる品質測定量は異なるものの観点は同じと考え、共通の品質特性が定義されている。たとえば、信頼性の副特性の1つ成熟性では、ソフトウェアの欠陥に起因した故障の少なさが問われる。その代表的な品質測定量に欠陥密度があるが、内部

2. システムおよびソフトウェアの品質基準の体系化

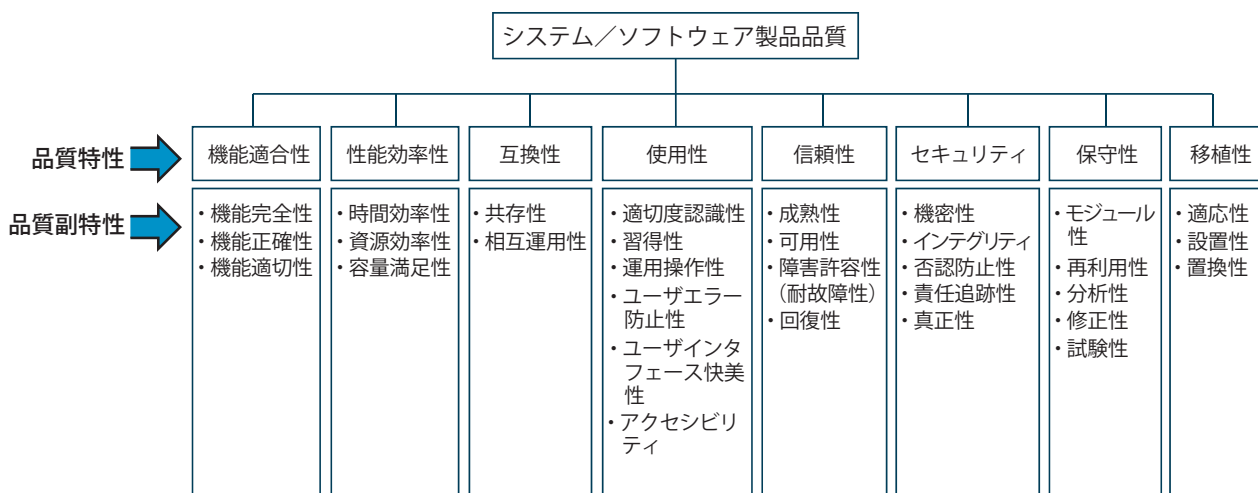


図-5 ソフトウェア製品の品質モデル

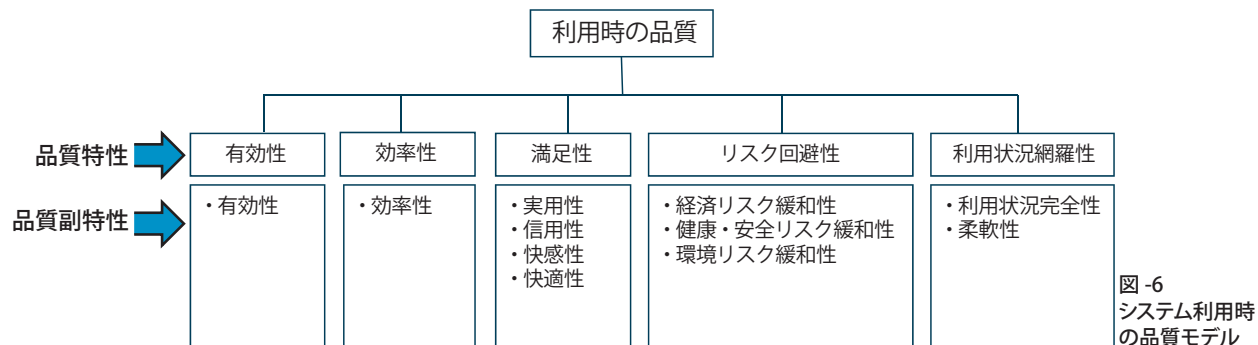


図-6 システム利用時の品質モデル

品質ではレビューで検出された規模あたりの欠陥で、外部品質ではテストで検出した規模あたりの欠陥で測定する。

● システム利用時の品質モデル

ソフトウェア製品の利用者に対する影響という評価の視点を設定することで、利用時の品質属性 (quality in use attribute) を考えることができる。利用時の品質属性は、ソフトウェア製品の影響 (利用効果) を見る属性で、特定の利用状況で利用者がソフトウェアシステムを利用した結果を測定する属性 (利用者の作業効率、機能に対する満足度など) である。利用時の品質属性が寄与する品質を利用時の品質と呼ぶ。システム利用時の品質は、利用時の品質を構成する品質特性および副特性によって特徴づけられる (図-6 参照)。

● データの品質モデル

データ品質は、コンピュータシステムの一部とし

て、人およびシステムで使用されるデータを評価対象実体としている。ただし、オペレーティングシステムによって取り扱われるデータのような永続性のないデータは対象としていない。データ品質属性は、データ単体で識別できるものと、システムを介することで識別できるものがある。たとえば、データの正確性や一貫性は、コンピュータシステムを介さなくとも評価できるが、バックアップなどを前提とした回復性は、当該データを処理、保管するコンピュータシステムを介さなくては評価することができない。前者を分類整理して導き出したデータ品質特性を、固有の視点からのデータ品質特性、そして後者を分類整理して導き出したデータ品質特性を、システム依存の視点からのデータ品質特性と呼ぶ。さらに、これら2種類の属性を併せ持つ、固有の視点およびシステム依存の視点からのデータ品質特性がある。データ品質は、これら3種類のデータ品質特性によって特徴づけられる (表-2 参照)。

特性	データ品質	
	固有	システム依存
正確性 (Accuracy)	○	
完全性 (Completeness)	○	
一貫性 (Consistency)	○	
信ぴょう(憑)性 (Credibility)	○	
最新性 (Currentness)	○	
アクセシビリティ (Accessibility)	○	○
標準適合性 (Compliance)	○	○
機密性 (Confidentiality)	○	○
効率性 (Efficiency)	○	○
精度 (Precision)	○	○
追跡可能性 (Traceability)	○	○
理解性 (Understandability)	○	○
可用性 (Availability)		○
移植性 (Portability)		○
回復性 (Recoverability)		○

表-2 データの品質モデル

固有の視点からの
データ品質特性

固有の視点および
システム依存の視点からの
データ品質特性

システム依存の視点からの
データ品質特性

◎ IT サービスの品質モデル

情報システムの利用者および開発者にとって、ソフトウェアならびにソフトウェアによって実現されたシステムが提供するサービス、およびITサービス提供業者が提供するサービスの品質の確保が重要になってきている。そのようなサービスを開発し提供するベンダにとって、またサービス利用者にとって、ITサービスの品質に対する共通の認識、理解を促進するための品質モデルが必要となっている。このような背景から、2013年からSC 7/WG 6でITサービスの品質モデルの国際標準化の作業が開始された。すでにWD (Working Draft) が作成され、モデルの構造や品質特性の定義に関する審議が始まっている。

今後の課題

システムおよびソフトウェアに求められる品質を仕様化し、定量的に評価する方式は、まだ進化の過程にある。SQuaREは現段階で実務に適用可能な考え方や技術を体系化したものである。

SC 7/WG 6では、ITサービスの品質モデルの策定、および利用時の品質モデル、システムおよびソフトウェア製品品質モデル、データ品質モデルのそれぞれの特性を定量化するための品質測定量の定義に取り組んでいる。まずは、これらの規格の早期発

行が望まれる。

他方、SQuaREが提供する一連の規格の実務への活用を促進し、実務の場で技術を進化させ、成熟した技術を規格に取り込み、業界全体の技術基盤の底上げを図ることが望まれる。その蓄積が、高品質のシステムおよびソフトウェアに裏打ちされた、安全、安心な社会の実現に寄与するものとする。

参考文献

- 1) 東基衛編：ソフトウェア品質評価ガイドブック，日本規格協会（1994）。
- 2) 込山俊博：ソフトウェア品質評価の国際規格に基づくユーザビリティ評価，NEC技報，Vol.61, No.2 (2008)。
- 3) 込山俊博：上流品質向上に関するソフトウェア評価技術の国際標準化動向，情報処理，Vol.50, No.5 (2009)。
- 4) ISO/IEC 25000 : SQuaRE Series (JIS X 25000 シリーズ)。
- 5) 経済産業省 ソフトウェアメトリクス高度化プロジェクト プロダクト品質メトリクスWG：システム及びソフトウェア品質の見える化，確保および向上のためのガイド（2010）。
- 6) 経済産業省 ソフトウェアメトリクス高度化プロジェクト プロダクト品質メトリクスWG：システム／ソフトウェア製品の品質要求定義と品質評価のためのメトリクスに関する調査報告書（2011）。

(2013年10月2日受付)

● 込山俊博 (正会員) t-komiyama@bk.jp.nec.com

NEC ソフトウェア生産革新部エグゼクティブエキスパート。慶應義塾大学理工学部数理科学科卒業。ソフトウェア品質、プロセス評価に従事。米カーネギーメロン大学認定CMMIリードアプレイザ。独iNTACS認定Automotive SPICEコンピテントアセッサ。ISO/IEC JTC 1 SC 7/WG 6国際セクレタリ，エディタ。PSQ判定委員会委員。