

システム及びソフトウェアの品質測定量とその測定方法



株式会社シンフォーム
谷津 行穂

1 はじめに

システム及びソフトウェアの品質の向上については、社会の変化やICTの活用場面の多様化に応じて世界中でその重要性を増してきている。システムを作る人、提供する人、使う人、利用の影響を受ける人、更にはそれらの総体としてもたらされる価値を享受する人、などシステム及びソフトウェアに直接・間接を問わずかかわる方々の多様化も急激に増加している。IoT (Internet of Things) という言葉に代表されるように世界中の物がコンピュータ及び通信によって相互連携することにより、新しい価値を提供するようになる。

これらの環境の変化に対応するためにも、利害関係者がお互いに誤解を生じないように同じ言葉で「品質」の

重要性・仕様の定義・測定・評価・向上について会話できることが重要である。そこで大きな役割を占めるのが、品質の測定量や測定方法といった表現方法・手段である。本稿では、システム及びソフトウェアを主に対象とした品質モデル (ISO/IEC 25010) とそれを構成する各種品質特性に関して、利用時や開発時の視点での品質測定量及び測定方法 (ISO/IEC 25020/21/22/23) について言及する。またシステムを構成するもう一つの重要な要素である、データの品質モデル (ISO/IEC 25012) 及びそれを構成する各種品質特性に関して、品質測定量及び測定方法 (ISO/IEC 25024) についても言及する。

2 システム及びソフトウェアの品質モデルとその構造

システム及びソフトウェア製品の品質は、その品質ライフサイクルのどのフェーズにあるかによって要求者・開発者・使用者などの視点が異なるため、フェーズ間の品質要求事項の変換が必要となる。利用時の品質要求、外部品質要求、内部品質要求などのように多段階変換を経て作成へと進む。また、ソフトウェアの静的特性、システムの行動、利用者その他利害関係者への影響、など測定対象の違いによっても品質要求事項の視点が異なるので、要求事項の変換が重要となる。これを表したものが品質ライフサイクルと呼ばれるものである (図1)。

これらの品質にかかわる要求事項の仕様化や評価といった枠組みを提供する特性の集合などを表現したものが「品質モデル」であり、ISO/IEC 25000 では、「品質

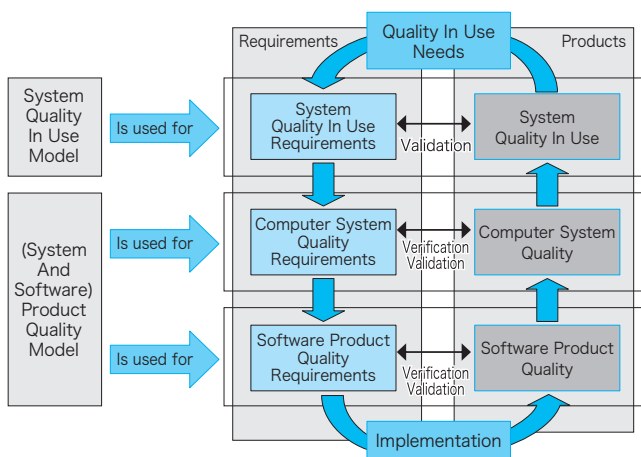


図1 システム及びソフトウェアの品質ライフサイクルモデル (ISO/IEC 25000 に基づく)

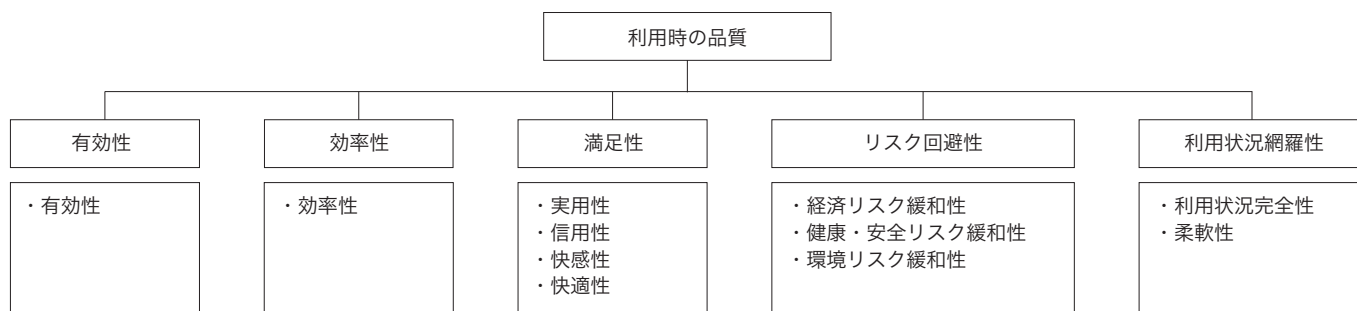


図2 利用時の品質モデル (JIS X 25010 に基づく)

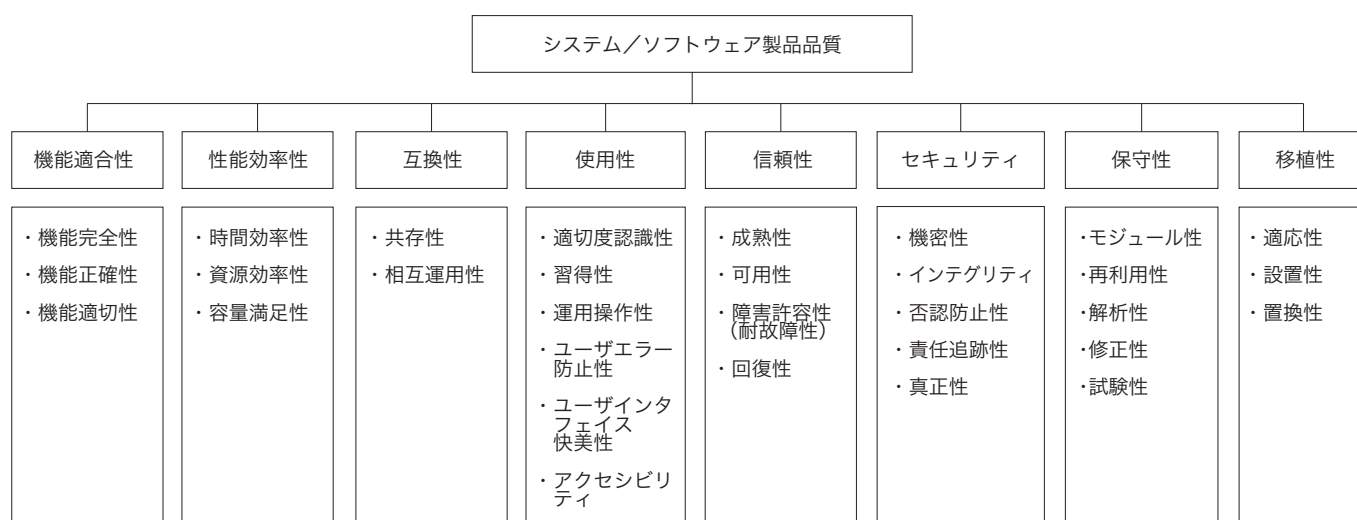


図3 システム・ソフトウェア製品の品質モデル (JIS X 25010 に基づく)

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)		○

図4 データの品質モデル (JIS X 25012 に基づく)

要求事項の仕様化及び品質評価に対する枠組みを提供する特性の定義された集合及び特性間の関係の集合」と定義されている。具体的には ISO/IEC25010 System and software quality models に、利用時の品質 (Quality in

use model—図2) 及び製品品質 (Product quality model—図3) として提示されている。

なお、近年その重要性が認識されてきたデータ品質についても同様な考え方で、要求事項の仕様化や評価といった枠組みを構成する品質特性が提供されている。システム及びソフトウェアが生成、蓄積、提供、更新及び抹消する情報データすべてに対して、その属性を測定する (図4)。

3 SQaRE における品質測定法の段階的設計

システムやソフトウェアの品質を測定する際に、よく用いられるメジャーは開発後半となるテスト段階やシステム統合段階などに問題 (バグ) 件数を測定し、品質の評価をするなどである。これでは品質向上を促進することは難しく、もっと早期の開発初期や利用者の要望・要求を論じるときに、要求分析をして要求と測定法を明らかにしてきちんと仕様化することが必要である。このことが品質向上を促進する。

顧客や開発者と利用者がお互いに合意した品質要求事項及び達成を確認できる測定法について、準備しておくことが重要である。それに基づいて、品質要求を詳細化していき、各段階での達成度合を評価できるようにしておく。その際にISO/IEC 25010の品質モデルが役立ち、品質を分類した品質特性・品質副特性ごとに測定法を設計していき、順次適用する。

測定法の段階的設計では、次のような流れで実施する(図5)。

- 最初に要求事項を明確にし、測定・評価する品質特性(副特性)を選択する
- 最終製品(システム及びソフトウェア)や中間成果物などの測定対象物を定める
- 品質特性(副特性)に影響を及ぼす特徴(属性)を選定し、定量化する測定方法を定める
- 測定の範囲、時期や段階、粒度などを定める
- 実際の測定の詳細を詰める(レビューの種類、どのようなテストか)
- 以上の品質測定法の要素を確定し、組み合わせて計算し測定結果を出す

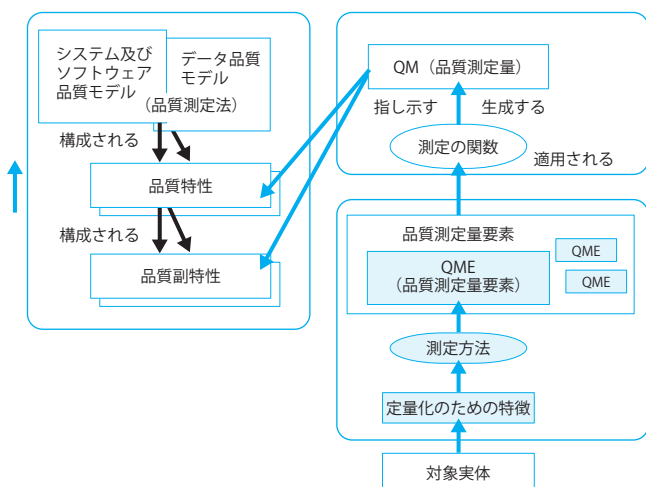


図5 システム及びソフトウェアの品質測定法の構成 (JIS X 25021 に基づく)

このような構成で段階的に品質測定法を定義したものを「品質測定量 (Quality Measure)」と呼び、品質特性・品質副特性そのものは直接定量化することはできないが、このように計算した品質測定量を、品質特性・品質副特性を定量的に表現する指標 (Indicator) として用いることができる。本稿では品質測定量及びその測定方法を合わせて品質測定法と記述する。(JIS X0133-1 4.20 参照)

4 SQuaRE における品質測定量とその測定法の実際

ISO/IEC 25000 SQuaRE シリーズは、2500n: 品質管理部門、2501n: 品質モデル部門、2502n: 品質測定部門、2503n: 品質要求部門、及び 2504n: 品質評価部門の5つの部門、及び 2505n~2509n までの拡張部門から構成される。その中でも品質測定量と測定法に密接に関係するのが、2501n: 品質モデル部門と 2502n: 品質測定部門である。2501n 品質モデル部門では、25010 品質モデルで利用時の品質モデルとシステム及びソフトウェア製品品質モデルを示している。また、25012 データ品質モデルでは、システムがもたらす情報の品質について重要な構成要素であるデータの品質モデルについて 25010 を補完している。

2502n 品質測定部門では、25020 で品質測定量の参照モデルとその使用の手引きを提供し、25021 で基礎となる品質測定量要素の開発ガイドと要素の例を提供し、

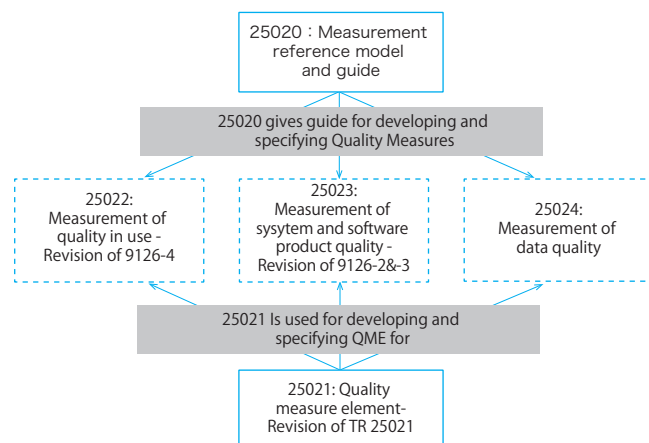


図6 SQuaRE 品質測定部門の構造 (JIS X 25021 に基づく)

25022 ではシステム・ソフトウェア製品を実際に利用した際に利用者が感じる品質を利用時の品質 (Quality in use) としてその測定量及び測定方法を提供し、25023 ではシステム・ソフトウェア製品品質を外部品質 (実行・テスト時) と内部品質 (設計・実装時) の観点から測定量及び測定方法を提供し、25024 ではデータ品質の測定量及び測定方法を提供している (図6)。

このことから、ISO/IEC 25010 の品質モデルを用いると次のように測定法を設計できることがわかる、

- 利用時の品質特性の測定法：利用者がシステム及びソフトウェアを利用した時に及ぼす影響について効率や満足度及び危険性などに分類した品質特性また

は品質副特性について測定する

- 外部品質の特性の測定法：本格利用前のテスト段階などで実現できるシステムやソフトウェアの挙動や使用性などの動的な品質特性または品質副特性について測定する
- 内部品質の特性の測定法：システムやソフトウェアの内部構造などの静的な品質特性または品質副特性について測定する

それぞれの品質特性についての測定量及び測定方法について、以下に説明する。また、測定した結果について評価プロセスでの扱い方や、評価の考え方については評価プロセスの稿にゆずる。

利用時の品質の特性の測定

ISO/IEC 25010 の利用時の品質モデルで、**有効性、効率性、満足性、リスク回避性、利用状況網羅性**の5つの品質特性から構成される。ISO/IEC 25022 ではその品質特性・品質副特性ごとに品質測定量が定義されている。利用時の品質は、実際に利用した利用者の視点からの品質測定であり、開発者の側から測定した使用性(Usability)とは異なる視点である。有効性、効率性、満足性については利用者の利用場面によって影響を受けるので、利用者層の違いや、タスク・環境の違いなどをはっきりと識別することが求められる。例としては、満足性での「実用性」があげられる。システムが備えたある機能についてその実用性を利用の場面で測定する場合、既述したようにそのユーザ種別や使用環境、利用タスクなどが各種ある場面での評価としては、チェックリストや質問による満足度合いの回答を得る、という方法がとられることが多い。その回答のマイナスからプラスの点数の集計などで評価する場面がこれにあたる。

次に個々の品質特性について簡単に解説する。

- 有効性：利用者が目標を達成する時の正確さや完全さの度合い
- 効率性：利用者が目標を達成するための正確さや完全さに関連して、使用した資源の度合い。その場合の資源とは費やした労力、材料や資金などがそれにあたる
- 満足性：ある利用状況でシステム及びソフトウェアが使用されるとき、利用者ニーズが満足される度合いであり、副特性は実用性、信用性、快感性、快適性である
- リスク回避性：システム・ソフトウェアを使用する

時の、潜在的なリスクを緩和する度合いであり、副特性は経済リスク緩和性、健康・安全リスク緩和性、環境リスク緩和性である

(例) 経済性リスク緩和性の品質測定量の例として、
$$\text{REc-3-G 業務成果 (利益率向上度合)} = \frac{\text{実利益率}}{\text{目標利益率}}$$

というように品質測定番号をつけて利用・参照しやすいように提示されている

- 利用状況網羅性：想定された利用状況及び想定を超えた利用状況の両方においてシステムまたはソフトウェアが利用できる度合いであり、副特性は利用状況完全性、柔軟性である

外部品質の特性の測定

製品品質モデルの品質特性としては、**機能適合性、性能効率性、互換性、使用性、信頼性、セキュリティ、保守性、移植性**という8つの品質特性から構成される。ISO/IEC 25023 ではその品質特性・品質副特性ごとに品質測定量が定義されている。外部品質特性は、システム及びソフトウェア製品の品質特性として、外部から動的に測定するもので構成される。要求分析から展開した外部仕様やテスト仕様を準備しておき、実際のテストでの動作から仕様との乖離や合致度を測定する、ということが代表的な使用場面である。例としては、性能効率性での「時間効率性」などでは代表的な品質測定量として応答時間やスループットが知られている。

各品質特性はそれぞれ品質副特性に展開されている。次に個々の品質特性について簡単に解説する。

- 機能適合性：ある状況で使用するとき、明示・暗黙にかかわらずニーズを満足させる機能を、製品またはシステムが提供する度合いであり、副特性は機能完全性、機能正確性、機能適切性である。機能仕様ではなくニーズであることが重要である
- 性能効率性：ある条件で使用する資源の量に関する性能の度合いであり、副特性は時間効率性、資源効率性、容量満足性である。理解しやすい品質測定量である
- 互換性：同じ環境を共有する間、製品、システムなどが他の製品、システムなどとの情報交換できる度合い、またはその機能を実行できる度合いであり、副特性は共存性、相互運用性である
- 使用性：有効性、効率性及び満足性をもって目標を達成するために、利用者が製品またはシステムを利

用することができる度合いであり、副特性は適切度、認識性、習得性、運用操作性、ユーザエラー防止性、ユーザインターフェース快美性、アクセシビリティである

—信頼性：明示された条件で、システム、製品などが明示された機能を実行できる度合いで、副特性は成熟性、可用性、障害許容性（耐故障性）、回復性である。

耐故障性や可用性などはなじみのある品質副特性であり、MTBF や平均回復時間などもよく目にする品質測定量である

—セキュリティ：人間、製品若しくはシステムが、認められた権限に応じたデータアクセスができ、情報及びデータを保護する度合いであり、副特性は機密性、インテグリティ、否認防止性、責任追跡性、真正性である。近年非常にその重要性を増している。SQuaRE シリーズでも新たに大幅な改訂が加えられた品質特性である

—保守性：製品やシステムを修正することができる有効性や効率性の度合いであり、副特性はモジュール性、再利用性、解析性、修正性、試験性である

—移植性：ある運用環境または利用環境からその他の環境に、システム、製品などを移すことができる有効性や効率性の度合いであり、副特性は適応性、設置性、置換性である

内部品質の特性の測定

製品品質モデルの品質特性としては、**機能適合性、性能効率性、互換性、使用性、信頼性、セキュリティ、保守性、移植性**という8つの品質特性から構成されることは外部品質特性と同じである。ISO/IEC 25023 ではその品質特性・品質副特性ごとに品質測定量が定義されている。

システム及びソフトウェア製品の品質特性として、内部から展開した特性を「開発者視点で測定する」と言える。品質特性としては外部の品質特性及び品質副特性と同じ分類であるが、品質測定量や測定法に内部品質の測定用に解釈を加えた部分がある。それはソフトウェアなどの内部構造などを対象とすることによるものである。システムやソフトウェアのアーキテクチャや論理設計、プログラム設計、コンポーネント設計、ソースコードなどが備えるべき特徴を製品品質特性に対応させて定量化して表す、ということにあらわれている。品質測定の活動も、デザイン・レビュー、ウォークスルー、コードインスペクションなどの品質確認作業を通じて測定する。この品質特性・品質副特性の記述は外部品質の特性を参

照されたい。

データ品質の特性の測定

データ品質の特性という点では、データ自身が保有している品質特性と、影響を受けているシステムに依存している品質特性という考え方がある。それらの特性に加えて、データの特徴としてそのライフサイクルに合わせて、データの作成時、蓄積・保存時、加工時、移送時、利用時、抹消時、などそれぞれの局面でデータ品質特性を表すことができる。ISO/IEC 25024 では、データ品質特性をデータ固有品質特性群とシステム依存品質特性群とに分類でき、それぞれの品質特性ごとに品質測定量と測定方法で定義されている。

—データ固有品質特性（12 品質特性）

正確性、完全性、一貫性、信ぴょう性、最新性、アクセシビリティ、標準適合性、機密性、効率性、精度、追跡可能性、理解性

—システム依存品質特性（10 品質特性）

アクセシビリティ、標準適合性、機密性、効率性、精度、追跡可能性、理解性、可用性、移植性、回復性

以上述べてきたように、図1で示した品質ライフサイクルに沿った考え方として、利用時の品質ニーズから始まり実行時の品質、更には設計・実装時の品質にわたる各段階で品質測定を実施することにより、システム及びソフトウェア製品の品質を適宜確認していくことができる。その各段階で品質要求を定義・確定するときに品質測定量を含む品質測定法を用いる。このような考え方を適用することにより、冒頭述べたように利害関係者同士がお互いに共通の言葉や考え方で品質を定義し測定していくことができるようになり、効果的な品質向上に資することができる。

5 おわりに

今後、ますますシステム及び社会が複雑化していく中において、システム及びソフトウェア製品の品質を的確・適切に定義し測定していくことは、様々なリスクを認識し解決していくためにも重要な第一歩と位置付けられる。本稿で述べた、SQuaRE を中心とした品質ライフサイクル、品質モデル、品質測定量とその測定方法を活用して、プロセス設計と品質評価とを連動させることが、一層重要になる。品質測定量を含む品質測定法を更に活かすものにしていくために、具体的に成果をあげているような事例に更に目を向けて普及させていきたい。