

SQuBOK

Software Quality Body of Knowledge

Review 2023

Vol.8

SQuBOK 策定部会 [編]

- ・ SQuBOK®は一般財団法人日本科学技術連盟の登録商標です.
- ・ SQuBOK®は SQuBOK®策定部会の著作物であり, SQuBOK®にかかる著作権, その他の権利は一般財団法人日本科学技術連盟および各権利者に帰属します.
- ・ 本文中では®は明記していません.

SQuBOK Review 2023 発行にあたって

2020 年 11 月に、ソフトウェア品質知識体系ガイド (SQuBOK) 第 3 版が発刊されてから、はや 3 年となる。SQuBOK は、ソフトウェア品質に関する知識を整理・体系化し、それらに容易にアクセスできるようにするためのガイドである。知識体系は、ICT の発展やそれに伴う人々のニーズの変化などにより、時とともに変わっていく。このため、さらなる研究が促進され成果が発信されることを期待し SQuBOK Review の発刊を継続していくこととした。参照規格の改廃追加の状況など、引き続き有用な活動の成果を発信する場として活用したい。

今回は、「ソフトウェアの品質のとらえ方はどう変わってきたか？」を掲載する。

SQuBOK は、2007 年に第 1 版を発行し、2014 年に第 2 版、2020 年に第 3 版と版を重ねているが、1 章の『ソフトウェアの品質の定義』については、実は大きく更新されていない。ICT プロダクトとしてのソフトウェアの品質が、1990 年代後半までのソフトウェア工学の進展により成熟した結果と言えるだろう。しかしながら、ソフトウェアは 2000 年以後、ビジネス、そして我々の日常に欠かせないものとなり、明らかに以前とは異なる活用のされ方をしている。この変化に伴い、ソフトウェアに求められる役割、性質も変わってきている。この論文では、2000 年以降の ICT の発展により生み出された光 (ICT 活用) と影 (活用により発生したリスク) に着目し、それがソフトウェア品質のとらえ方にどのように影響したかを考察している。

また、毎回掲載している「参照規格の改廃追加の状況」や、今回から掲載する「参考文献の改版と新規文献の状況」を確認することで、上記の世の中の動きや変化を読者の皆様にも感じ取っていただけるであろう。このような地道な活動の継続が、ソフトウェア品質への取組みの根幹にあるということを知っていただければ幸いである。

2023 年 8 月
SQuBOK 策定部会
手塚 聡子

ソフトウェアの品質のとらえ方はどう変わってきたか？ How have perceptions of software quality changed over time?

○手塚 聡子¹⁾ ○飯泉 紀子²⁾ ○辰巳 敬三³⁾
○Satoko Tezuka¹⁾ ○Noriko Iizumi²⁾ ○Keizo Tatsumi³⁾

Abstract Today, ICT has truly become an essential part of life for people around the world. Since the beginning of the 2000s, with the spread of the Internet and smartphones, and improvements in communication technology, everyone is using and benefiting from ICT for various purposes in their daily lives.

Businesses that provide value through the Internet are diversifying, and competition is intensifying. Many companies have come to offer new value to their customers by automating business processes, accumulating and analyzing data using ICT. Technological innovation centered on cloud computing has progressed, and the way software is developed and operated has also changed significantly.

This paper discusses the changes in the role, value, and desired properties of software that have occurred since 2000, based on survey results.

1. はじめに

2023 年現在、世界中の人々にとって、ICT は真に、生活に欠かせないものとなった。1990 年代後半には、すでに ICT は、金融や流通など社会インフラを支える我々の生活には欠かせない存在であった^[21]。その後 2000 年に入り、インターネットの普及、スマートフォンなどモバイル端末の登場、通信技術の向上により、あらゆる人が日常の中で様々な目的で ICT を使用し、その恩恵を受けている。

インターネットを通じて価値を提供するビジネスも多様化し、競争が激化した。ICT 関連ビジネスのみならず、多くの企業が ICT を活用して業務プロセスを自動化し、データを蓄積して分析することで、顧客に新たな価値を提供するようになった。クラウドコンピューティングを中心とした技術革新が進み、ソフトウェアの開発および運用の在り方も大きく変化した。

このような背景の下で、ソフトウェアの品質のとらえ方はどのように変わってきたのか。本稿では、2000 年以降に起こったソフトウェアの役割や価値、求められる性質の変化を整理し考察する。

本稿の構成を説明する。2 章では、ビジネスにおけるソフトウェアの役割の変化について述べる。3 章では、その変化において求められるようになったソフトウェアの性質について述べる。4 章では、3 章で述べた性質に関連した品質モデルの変化と新しい品質メトリクスについて述べる。5 章は今後のソフトウェアに求められる性質について述べ、最後に 6 章でまとめを述べる。

2. ビジネスにおけるソフトウェアの役割の変化

古くは 1960 年代から企業活動に用いられてきたソフトウェアは、1980 年代から、人が紙ベースで行っていた事務作業を代替する、もしくは高速な計算処理を行うという点で、企業活動において主要な役割を果たすようになった。その後、1990 年代にかけ、パソコンの普及などに伴い用途の多様化が進んだ事で、より大規模で複雑な処理において活用されるようになった。そして、社会インフラを支える大規模な社会システム（電力システムや金融、交通システムなど）等にも搭載されるようになっていった。

1990 年代後半からのインターネットの普及以降は、「世界中のコンピュータ同士を繋ぐ」「情報発信者と受信者が相互に繋がれる」という特徴を踏まえた新しいアイデアをソフトウェアで実現する企業、いわゆるインターネットビジネスのベンチャー企業が次々と誕生した。例えば、Yahoo! (1994 年)、Amazon (1994 年)、eBay (1995 年)、Google (1998 年) などがこの時期に創業されている。

-
- 1) 株式会社日立製作所 デジタルシステム&サービス統括本部 品質保証統括本部 QA デジタルライゼーション推進部 部長
川崎市幸区鹿島田1丁目1番2号 Tel: 080-5935-9391 e-mail: satoko.tezuka.hg@hitachi.com
 - 2) 丞コンサルティング株式会社 代表取締役
茨城県ひたちなか市津田 1853-31 Tel: 070-9119-5563 e-mail: iisumi@tasuku-consulting.com
 - 3) 一般財団日本科学技術連盟 技術顧問
東京都杉並区高円寺南 1-2-1 Tel: 03-5378-9813 e-mail: k-tatsumi@juse.or.jp

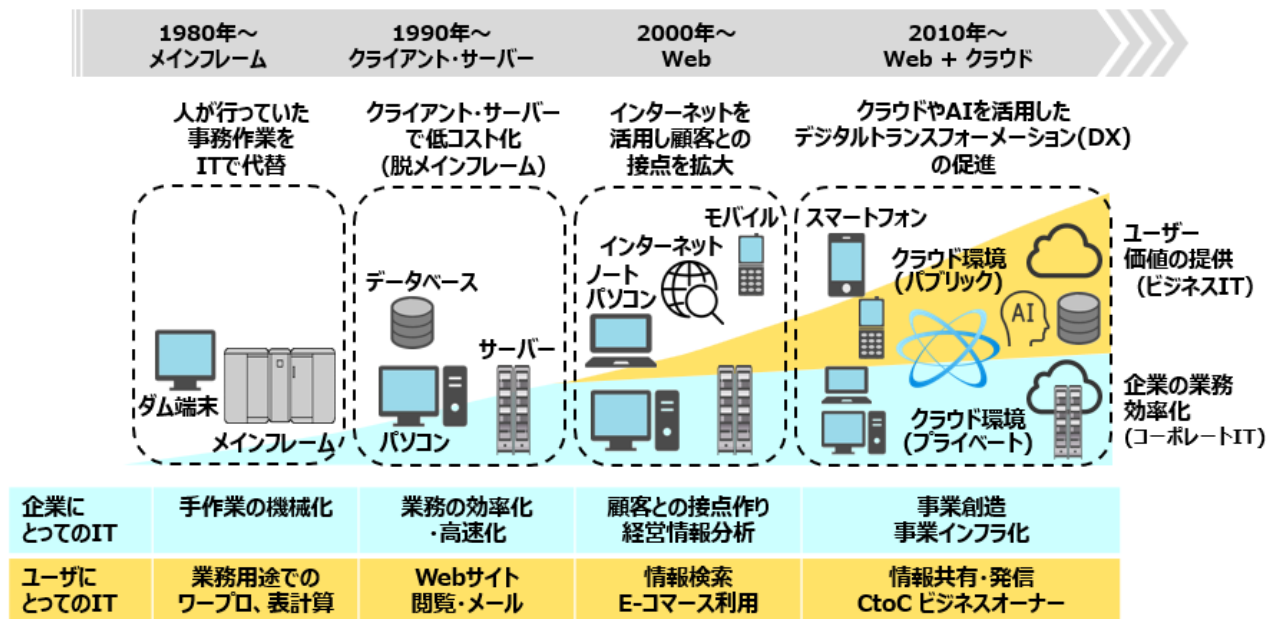


図 1. 企業情報システムの形態の変遷^[1]

この頃から、ビジネスにおけるソフトウェアの役割が大きく変化し始めた。それまでは、より効果的に早く自社のサービスを提供して競合他社と差別化するなど、ビジネスに付加価値を生む役割であったものが、ソフトウェアで実現するサービスそのものを事業と位置付ける企業が生まれ、存在感を示し始めたのである。（図 1、図 2）

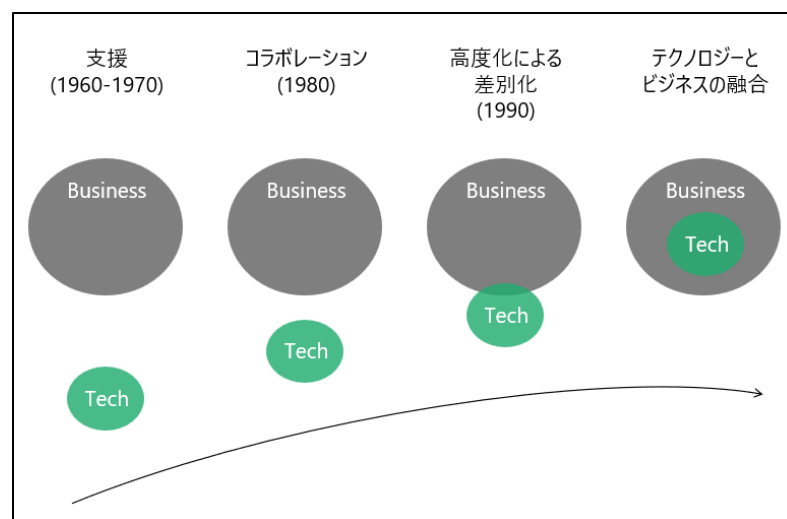


図 2. テクノロジーの役割の変化
IEEE Software^[2] の論文を参考に作成

そして2010年以降、ソフトウェアの役割は大きく変化した。4G（第四世代移動通信ネットワーク）の普及で、スマートフォンなど多機能モバイル端末が広く普及し、個人がインターネットに常時接続するようになった。これは消費者やユーザの行動やニーズに影響を与えた。同時に、様々な電子機器や車、建物や設備などがサイバー空間に接続されるIoT時代が到来、現実世界の人やモノ、コトがデータとして把握できるようになり、大量のデータ、すなわちビッグデータの価値が広く認識されるようになった。その後AIを用いて、そのビッグデータの分析や予測、最適解の導出を行い、それを事業の改善や創出に用いる企業が現れ始める。

さらにクラウドコンピューティング技術も飛躍的に進展し、データ分析やAIを支えるだけでなく、サービスを提供する基盤や開発環境の調達を容易にした。クラウドコンピューティングやAI、IoT技術を中心とした技術革新は、革新的な技術により短期間に成長を遂げる企業、いわゆるスタートアップによる「破壊的ビジネスモデル」の誕生を促した。特に、Uberなど、個人間のオープンなコミュニケーションの基盤を生かし

たシェアリングエコノミーを実現したサービスはその代表的なものであり、社会・経済に大きな影響を与えた。

また、既存の企業においては、膨大なデータを活用して既存のビジネスを変革するデジタルイノベーションを実現させ、その次の段階となる、企業文化やビジネスモデル自体を変革する、デジタルトランスフォーメーションの可能性も広がった。

3. ソフトウェアへの要求と求められる性質の変化

ICT の役割が 2000 年以降大きく変化したことに伴い、企業がソフトウェアに求める性質も変化した。従来のソフトウェアへの要求は、限定されたユーザの課題を解決することが主な目的であったが、現在のソフトウェアには、多様なユーザに適応し、迅速にそのニーズを満たすことが求められている。また、グローバル化やデジタル化により、経済や社会が複雑化し、不確実性が高まったことから、開発手法や環境も柔軟に要求の変化に対応できることが必要となった。

ICT の発展や企業の努力により、社会における利便性が高まったが、それと同時に新たな問題やリスクも生まれた。インターネットの普及により、あらゆるコミュニケーションのコストが低下し、企業や消費者がその恩恵を存分に享受する一方で、セキュリティ上の問題や、利用状況のデータに関するプライバシーの問題への対処が必要になった。また昨今では、機械学習を前提とした AI 技術を用いた製品やサービスが普及し始め、データの学習に基づいてシステムのふるまいが帰納的に決定されるという技術的特質^[6]から、ふるまいを 100%制御できず、予期せぬ結果を導きかねないという点で、漠然とした不安を感じている消費者も多いことだろう。

このように、2000 年以降の ICT の発展においては、ICT を「よりよく活用していくための性質」と、活用を拡大した結果発生した「リスクに対処する性質」の大きく二つの性質が求められるようになった。本章では、この二つの性質についての変遷をそれぞれ掘り下げていく。

3.1. よりよく活用していくための性質

2000 年以降の ICT の大きな発展と普及に伴い、多くの産業で、顧客への価値提供を、ICT を通じて行う企業、ビジネスモデルが誕生し、成功を収めている。ユーザとの接点をデジタルで持ち、かつ提供価値を継続して向上させるために、ICT の技術革新が進んできたと言っても過言ではない。ここでは、企業が ICT を活用し、特にユーザへの提供価値を向上させるためにソフトウェアに要求された性質として、ユーザとの関係性と、提供形態の柔軟性について整理する。

3.1.1. ユーザとの関係性

インターネットが普及した 2000 年代中頃に、ウェブの新しい利用方法を指す言葉として「Web2.0」という概念が誕生した。Web2.0 は特定の技術を指す訳ではなく、「利用者参加」「オープン志向」という特徴を持ったウェブの使い方や考え方の変化を表したもので、それまで情報提供者が一方的に情報提供をする場であったウェブを、情報共有やコミュニケーションの基盤に変えた^[7]。これ以降、企業と個人、企業と企業などの経済の主体の関係性が変化し、その中で、ユーザを含む多様な関係者が協業することによって新しい価値が生まれる事例、サービスが次々と誕生した（代表的なサービスに、Wikipedia(2001)、各種 SNS、口コミサイト、オークションサイト等）。

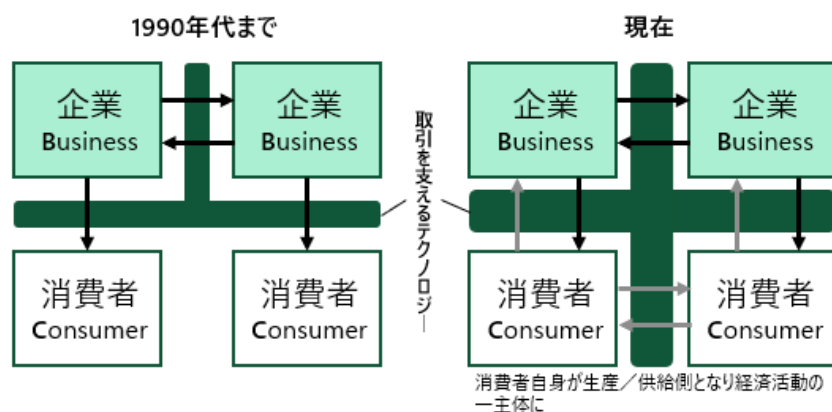


図 3. ビジネスモデルやバリューチェーン構造の変化
総務省 情報通信白書（令和元年）^[3]を参考に作成

2010 年以降の ICT の進化によって、端末、ネットワーク、コンピューティングの分野で、高機能化、小型化、大容量化、高速化、低コスト化が進み、あらゆる経済的な情報のやり取りのコストが抜本的に低廉化する事で、業種やバリューチェーンの垣根を超えた様々な取引形態が実現した。また同時に、ユーザの利用に伴って生じるデータに価値が見出されるようになったため、いかにユーザを巻き込みながら、ユーザが価値を感じるサービスを提供するかが重要視されるようになった。こういった流れの中で、ユーザがそのサービス等を使用した際の経験やそこから得られる印象、感情である UX (User Experience) の追求および、それを実現するための UI が進化していった。

2020 年代に入ってから、ユーザの利用状況データの活用が進み、個人ごとに最適化した UX を提供することが可能となったが、同時にデータの活用の仕方、プライバシー保護の問題などの課題も懸念されるようになった。

3.1.2. 提供形態の柔軟性

顧客やユーザの要求に素早く応える手段として、アジャイルな対応の必然性について述べられて久しい。2020 年に IPA 情報処理推進機構が公開した『なぜ、今アジャイルが必要か?』において、近年 ICT はビジネスにとって実行に不可欠なだけでなく、一体化した存在であり、互いに影響受け合う存在であるが故に、IT プロダクト・サービスの提供形態が変化したと述べられている。

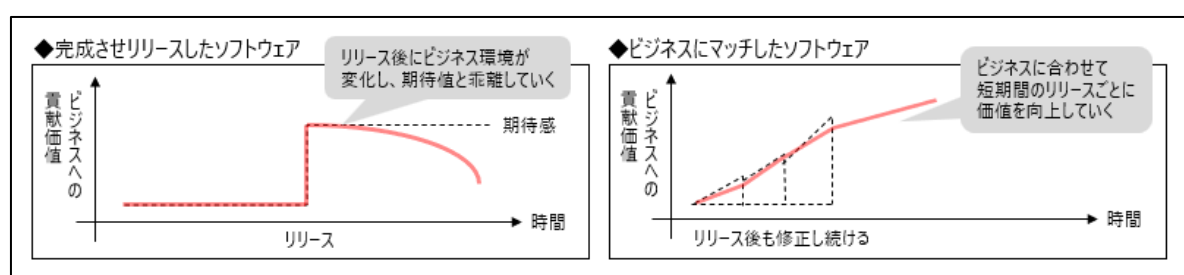


図 4. ビジネス価値を提供しつづけるソフトウェア開発

IPA 情報処理推進機構『なぜ、いまアジャイルが必要か?』参考に作成^[4]

ICT がビジネスを支える便利な道具という位置づけであった 1990 年代、ビジネスの課題を解決するシステムという位置づけであった 2000 年代までは情報システム、ソフトウェア製品は完成品をリリースすればそのプロジェクトは終了し、保守開発をしながら運用を続けるものの、環境の変化によりビジネス価値の期待値から乖離していくのが通常であった。しかし、近年の ICT とビジネスが一体化した状況においては、ソフトウェアは、ビジネスを加速させる存在として、刻々と変化するビジネス要件に追従し、継続的にビジネス価値を向上させることが必要になっている^[4]。

継続的にリリースを行っていくための開発手法として、アジャイル開発および DevOps の採用、OSS の活用、開発における AI 活用などが挙げられるが、クラウドコンピューティングの発展に伴い、IT プロダクト・サービスを提供するための環境・基盤についても柔軟性が大きく向上した。NIST によるクラウドコンピューティングの定義は『共用の構成可能なコンピューティングリソース（ネットワーク、サーバー、ストレージ、アプリケーション、サービス）の集積に、どこからでも、簡便に、必要に応じて、ネットワーク経由でアクセスすることを可能とするモデルであり、最小限の利用手続きまたはサービス プロバイダとのやりとりで速やかに割当てられ提供されるもの』^[8]であるが、このクラウドコンピューティング技術により、開発環境、またユーザへの提供環境においても、リソースが必要な時に必要なだけ利用できるということが可能となった。データ流通量が加速度的に増加している昨今、クラウドコンピューティングの市場規模は拡大し続けている。

3.1.3. よりよく活用していくための性質のまとめ

2 章で述べたように、1990 年代までの ICT は、多くの企業では業務の効率化、高速化のために活用されていたため、もっともユーザに期待される性質、つまり品質としては、そのソフトウェアが期待通りの早さ（性能効率性）で、正しく（機能適合性）、継続的（信頼性）に動くことであった。しかし 2000 年以降は、経済の主体である提供側と受け手が多様化し、関係性が変化したこと、あらゆるものがサイバー空間に接続されデータが生まれたことで、「データを活用しユーザの反応を得て、ニーズを素早く取り込みながら改善していくこと」が、求められるようになった。これまでは、ソフトウェア工学は、高機能で大規模なソフトウェアを信頼性高く短期間で開発するために発達してきたが、求められる性質が変化し、ソフトウェア開発やシステムの運用に関する技術も大きく発展、変化し続けている。

3.2. リスクに対処する性質

ICT の活用の拡大は、利便性が高まる一方で新たな問題やリスクも発生する。本節ではこのようなリスクに対処する性質について述べる。インターネット普及以降、もっとも特徴的で、最大のリスクとして取り扱われるようになったのは、情報セキュリティの確保、プライバシーの保護、違法・有害情報の流通である。いずれも背景にあるのは、「21 世紀の石油」とも呼ばれるデータの存在である。

3.2.1. 情報セキュリティの確保

情報資産に攻撃を行うサイバー攻撃は 1980 年代にはすでに対策すべき問題として認識されていたが、サイバー空間は、まだ政府や大企業が使用する限定的な空間でしかなかったため、攻撃に対する被害についても限定的であった。

2000 年に入って急激にインターネットが一般の消費者に広がり、サイバー空間が大きく広がった。不正アクセス行為、コンピュータウイルスの増加、大量のデータを送り付ける DDOS 攻撃などが広く知られるようになり、サイバーテロへの対策意識が高まっていった。それ以降、ICT の普及・発達に従って、生活、経済、安全保障などのあらゆる活動がサイバー空間に依拠している中、サイバー空間を対象とした攻撃は、年々高度化・複雑化していった。そして 2010 年以降は、スマートフォンやタブレット端末の急速な普及、ソーシャルメディアやクラウドサービスなどの利用の拡大に伴い、これらを標的としたマルウェアの増加などの脅威の数が加速度的に増加、攻撃の対象も個人から組織へと移り変わり、被害度合いが次第に大きくなったことから、ハクティビズムと呼ばれる、政治的な活動、企業への抗議活動を目的にサイバー攻撃を行う集団も現れた。

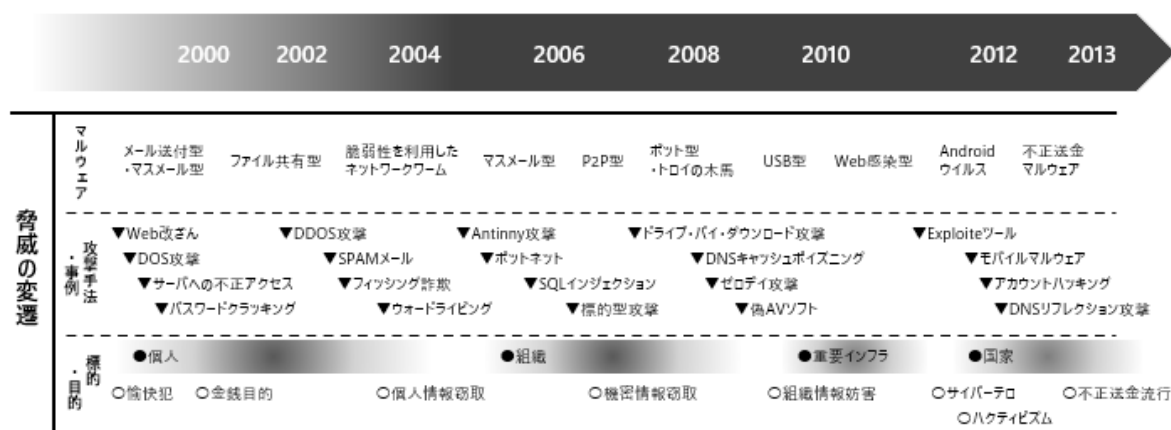


図 5. 情報セキュリティ上の脅威の変遷
総務省 情報通信白書（平成 26 年）^[5]を参考に作成

2017 年は IoT 元年と呼ばれ、ネットワークの高度化、センサーなどの発達による IoT の実現により、物理空間とサイバー空間の融合が加速した。それに伴い飛躍的にデータ流通量が増加した^[9]。同時に、IoT 機器を狙ったサイバー攻撃も増加し、2022 年時点のデータ^[10]によると、サイバー攻撃パケットのうち 3 割が IoT 機器を狙ったものであるという結果が示されていた。今後さらに、物理空間とサイバー空間の一体化が進む中では、サイバー攻撃により深刻な影響を生じる可能性が指数関数的に増えると懸念されている。

近年は金銭を目的としたランサムウェアなどの標的型サイバー攻撃の急増など年々厳しい状況に置かれており、これに対応するためのサイバーセキュリティ市場は年々拡大傾向にある。情報システムやソフトウェアを提供する企業は、外部のリソースや専門家を活用してセキュリティ人材を確保し自社のセキュリティを維持しつつ、かつ提供する情報システムやサービスのセキュリティの確保に追われている。

3.2.2. 個人情報・プライバシーの保護

2000 年初頭のインターネット普及当時の利用者の約 7 割が、この時点で、すでに「自分のデータが他人に漏れる可能性」について不安視しており^[11]、攻撃の有無に関わらず、ネットワークを介しての個人情報のやり取りは、当初からユーザにとっての不安要素として存在していた。ただしこの時点では、あくまで個人のデータは、個人の意思により、企業や相手に提供されているものであった。

ところがスマートフォンの普及が進んだ 2011 年以降、ライフログなど多種多様な個人に関する情報を含む大量の情報、いわゆるビッグデータが、ネットワークを通じ流通するようになった。これにより、新事業の創出やユーザの利便性の向上につながる一方、個人に関する大量の情報が集積・利用されることによるプライバシー侵害の不安が生じてきた。例えば、アプリケーションを介して、同意なく利用者情報が取得、利用

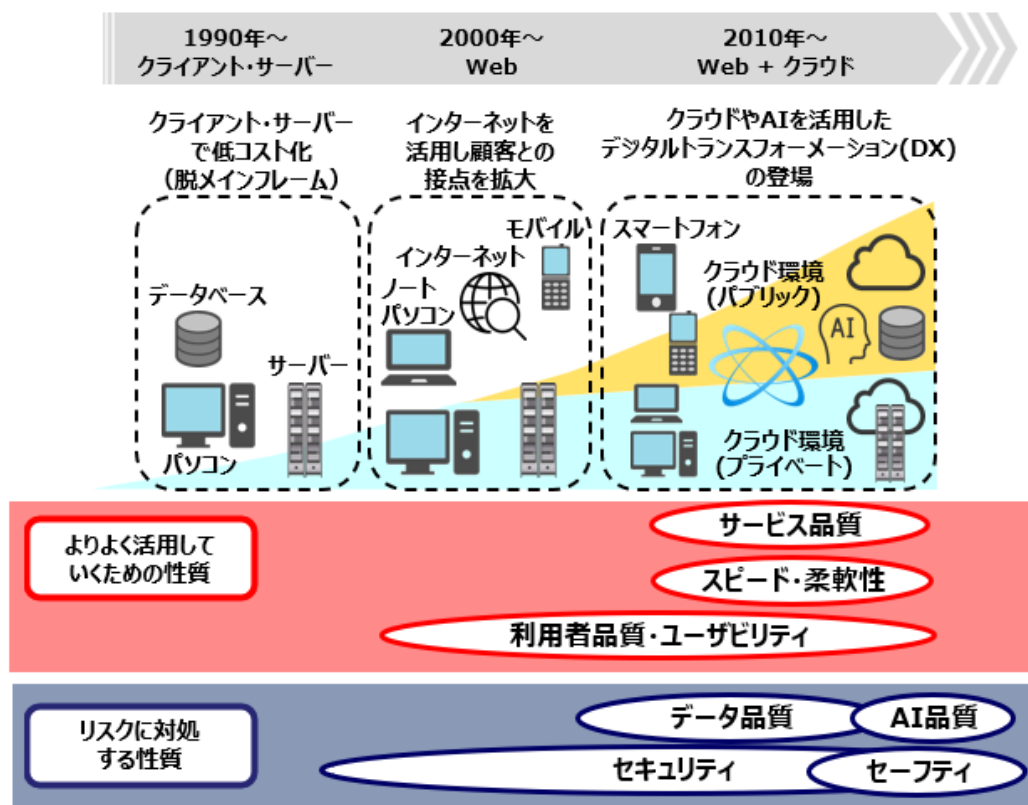


図 6. ICT の役割の変遷と求められる性質、品質特性のマッピング

4. ソフトウェア品質モデル、メトリクスの変化

この章では、これまで述べてきたソフトウェアの役割、求められる性質の変遷に関連する品質モデルと品質メトリクスの変化について述べる。もとより品質モデル、品質評価基準や評価のためのメトリクスは、時代がその対象に求める品質に応じて規定されるものである。4.1 では改めて ISO/IEC 25000 シリーズ (SQuaRE シリーズ) の品質モデルについて過去からの変遷を振り返り、3 章までに整理したソフトウェアに求められる性質との関連について確認する。4.2 では、よりよく活用していくための性質として 3 章で述べた「提供形態の柔軟性」に着目し、DevOps に関するメトリクスを紹介する。

4.1. ISO/IEC 25000 シリーズ (SQuaRE) の品質モデルの変遷

システムおよびソフトウェア品質モデルは、ソフトウェア品質は、誤りの有無や、各人各様の基準で測定、評価されるべきではないという基本認識のもと、1985 年ごろからソフトウェア品質評価の国際標準化作業が開始され、1991 年には最初の国際規格として ISO/IEC 9126 「品質特性及びその利用要領」が発行された。その後 2001 年には、ICT の進化を受け実務への活用促進に向け、ISO/IEC 9126-1:2001 として、6 つの品質特性の下位の特性として副特性が規定され、同時に利用時の品質モデルが定義された。2011 年までには、オープン化やサービス化など、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、ISO/IEC 9126 やソフトウェア製品の品質評価のための規格群である ISO/IEC 14598 を再編、強化した形で ISO/IEC 25000 シリーズが制定された。25000 シリーズにおいて、システムおよびソフトウェア製品の品質モデルは、25000 シリーズの品質モデル部門に規定されている^{[16][17]}。

表 1 に、上に述べたソフトウェア品質モデルの変遷について整理した。太字は前規格から強化、追加された品質特性を表している。2000 年のインターネット普及以降でセキュリティが品質特性に追加され強化されている。また、ユーザへの提供価値を向上させるため、また相互にコミュニケーションを図るための使用性について、副特性が追加となっている。

表 1. ISO/IEC 9126 および ISO/IEC 25010 におけるソフトウェア品質モデルの変遷

制定	規格	品質特性	品質副特性
1991	ISO/IEC 9126:1991 ソフトウェア製品の評価— 品質特性及びその利用要領	機能性,信頼性,使用性,効率性,保守性,移植性 ※副特性は参考情報として付属資料の扱い	
2001	ISO/IEC 9126-1:2001 ソフトウェアエンジニアリ ング—製品品質—Part 1: 品質モデル	製品品質モデル	
		機能性	合目的性・正確性・相互運用性・セキュリティ・標準適合性
		信頼性	成熟性・障害許容性・回復性・標準適合性
		使用性	理解性・習得性・運用性・魅力性・標準適合性
		効率性	時間効率性・資源効率性・標準適合性
		保守性	解析性・変更性・安定性・試験性・標準適合性
		移植性	環境適応性・設置性・共存性・置換性・標準適合性
		利用時の品質モデル	
		有効性、生産性、安全性、満足性	
2011	ISO/IEC 25010:2011 システムとソフトウェアエ ンジニアリング—システ ムとソフトウェアの品質要 件と評価 (SQuaRE) —シ ステムとソフトウェアの品 質モデル)	製品品質モデル	
		機能適合性	機能完全性・機能正確性・機能適切性
		性能効率性	時間効率性・資源効率性・容量満足性
		互換性	共存性・相互運用性
		使用性	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 ザインタフェース快美性・アクセシビリティ
		信頼性	成熟性・可用性・障害許容性・回復性
		セキュリティ	機密性・インテグリティ・否認防止性・真正性
		保守性	モジュール性・再利用性・解析性・修正性・試験性
		移植性	適応性・設置性・置換性
		利用時の品質モデル	
		有効性、効率性、満足性、リスク回避性、利用状況網羅性	

システムおよびソフトウェア製品の品質モデル以外にも、2008 年に ISO/IEC 25012 で「データ品質モデル」、2017 年に ISO/IEC TS 25011 で「Service quality models(IT サービス品質モデル)」、2022 年に ISO/IEC TS 25052-1 で「Cloud services - Quality model(クラウドサービス品質モデル)」が制定された。また 2023 年には、拡張部門の ISO/IEC 25059 で「Quality model for AI systems (AI システムの品質モデル)」が規定されている。

表 2. ISO/IEC 25000 シリーズ におけるソフトウェア関連品質モデル

制定	規格類 (TS含む)	品質特性
2008	ISO/IEC 25012:2008 ソフトウェア製品の品質要求及び 評価 (S Q u a R E) —データ品 質モデル)	正確性、完全性、一貫性、信憑性、最新性、アクセシビリティ、標準的合 成、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
2017	ISO/IEC TS 25011:2017 Information technology — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Service quality models	Suitability, Usability, Security, IT service reliability, Tangibility, Responsiveness, IT service adaptability, IT service maintainability
2022	ISO/IEC TS 25052-1:2022 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE): cloud services — Part 1: Quality model	Service Performance Efficiency, Service Compatibility, Service Usability, Service Reliability, Service Security, Service Maintainability, Portability, Service Provisionability, Service Responsiveness
2023	ISO/IEC 25059:2023 Software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality model for AI systems	AI system product quality としてISO/IEC 25010で示される一般的なシステムに 求められる品質特性に、AIシステムと比較して異なる意味や文脈を持つも のとして、副特性を新規追加、もしくは修正したものが説明されている。 <副特性が追加された品質特性と、追加（下線）／修正された副特性> ・ Functional suitability(機能適合性) : Functional adaptability , Functional correctness ・ Usability(使用性) : User controllability , Transparency ・ Reliability(信頼性) : Robustness ・ Security(セキュリティ) : Intervenability

※JIS 化されている規格のみ用語を日本語で記載

以上のように、ソフトウェアおよびシステムに関する品質モデルの定義は、3章までに述べた役割、および求められる性質の変化に対応するように更新され続けている。特にセキュリティ等、ユーザが安心・安全に使用できるようにするための性質（リスクに対処する性質）については、システム・ソフトウェア製品が当たり前に持つべき性質として先行して早期に規格化される傾向にある。現在も継続して ISO/IEC 25010 の改訂が行われており、ユーザとの関わりとしての使用性や、変更に対する柔軟性などの品質特性について検討が進められている^[18]。

4.2. 「提供形態の柔軟性」のメトリクス： Four Keys

3.1 で述べた通り、現在はソフトウェアに「データを活用しユーザの反応を得て、ニーズを素早く取り込みながら改善していくこと」が求められており、継続的にリリースを行うために DevOps を採用する組織が増えている。Four Keys は、DevOps を採用しているソフトウェア開発チームのパフォーマンスを測定するための4つの指標であり、2014年に設立された DevOps の研究や評価を行う組織である DevOps Research and Assessment (DORA) が、6年間に渡って行った調査、研究に基づき確立したものである。

表 3. Four Keys ^[19]

#	指標	内容
1	デプロイの頻度	組織による正常な本番環境へのリリースの頻度
2	リードタイム	commit から本番環境稼働までの所要時間
3	MTTR（平均修復時間）	組織が本番環境での障害から回復するのにかかる時間
4	変更失敗率	デプロイが原因で本番環境で障害が発生する割合

DORA は、この4つの測定基準を用いて、実際の作業者を対象に調査を行い、調査対象のソフトウェア開発チームを、「High」「Medium」「Low」という3つのパフォーマンスレベルに分類、それぞれのグループを分析した結果、「パフォーマンスの改善と、速度および安定性の向上との間にトレードオフはない。パフォーマンスと速度および安定性とは連動して変化する」ことを立証するエビデンスを得られたとしている^[19]。

Four Keys は、開発チームの速度のみならず、安定性を測るものとなっており、必ずしも速度と安定性がトレードオフにならないことも併せて説明していることから、ソフトウェア開発チームのパフォーマンスを把握し、改善するための有効な手段として用いられている。なお DORA は 2018 年に Google Cloud に買収されたが、引き続き毎年『Accelerate State of DevOps Report』を発行している。また、Google Cloud では、Four Keys プロジェクトとして Four Keys を計測するための基盤を提供している。

5. 今後のソフトウェアに求められる性質

3章で述べたように、ICT が「ビジネスモデル自体を変革していくイノベーションそのものである」という前提に立った場合に、今後のソフトウェアにはどのような価値、品質が求められるだろうか。

イノベーションという言葉は、実は公式な定義は存在せず、様々な文脈で様々な定義されている。ここでは、エベレット・ロジャーズが定義した『個人あるいは、他の採用単位によって新しいと知覚されたアイデア、習慣、あるいは対象物』^[20]を前提にする。ロジャーズは、イノベーションに対して、個人に知覚される五つの属性が、その普及速度を左右すると述べている。

表 4. イノベーション普及に影響する五つの属性^[20]

#	属性	属性の説明と普及への影響
1	相対的優位性	あるイノベーションがこれまでのイノベーションよりも良いとされる度合い。「客観的な」優位性をもっているかどうかはあまり重要ではなく、個人の知覚。
2	両立可能性	既存の価値観や過去の体験そしてニーズに対して、そのイノベーションが一致している度合い。一致しているほど早く普及する。
3	複雑性	理解したり使用したりするのが相対的に困難であると知覚される度合い。簡単に理解できる新しいアイデアのほうが早く普及する。
4	試行可能性	そのイノベーションが小規模にせよ経験しうる度合い。新しいアイデアをいくつかに分割して施行できる場合、そうでない場合よりも早く普及する。
5	観察可能性	イノベーションの結果が他の人たちの目に触れる度合い。結果を観察するのが容易であればあるほど、イノベーションを採用しやすくなる。

個人に知覚される属性は、イノベーションを「新しいサービス」と言い換えると、そのサービスのユーザ体験を通じて知覚される属性といえる。サービス開発時に、どのようなユーザ体験を実現するかを検討する場合、これらの属性を考慮することによって、新しいサービスをより普及させる可能性が高まる。つまり、サービスがより多くの利用者を獲得するためには、それを構成する要素である、情報システムおよびソフトウェアが、表 4 の条件を満たしている必要がある。では、これらの属性はソフトウェア製品品質とどのような関係になっているだろうか。

「機能適合性」をはじめとする品質特性はすべてユーザ体験に当然影響を与えるが、ユーザ体験に特に影響を与える特性である「使用性」を取り上げる。表 5 に表 4 の属性と、ISO/IEC 25010 の製品品質モデルの特性である「使用性」を構成する副特性との関係を整理した。ユーザの接点である UI を中心として実現される使用性については、特にユーザ視点で、ユーザ体験を検討する場合に重要な特性となり、今後も様々な議論が行われると予想される。

表 5. イノベーション普及に影響する属性と「使用性」の副特性との関係

属性	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 インタフェース 快美性	アクセシビ リティ
相対的優位性	○				○	
両立可能性	○					
複雑性			◎	◎		
試行可能性		◎				
観察可能性	◎					

6. まとめ

インターネット普及からそれ以降、ICTは大きな発展を遂げ、ソフトウェアに期待される役割、それに応じて求められる性質も大きく変わった。ソフトウェアは、業務やサービスの効率化や迅速化といった「ビジネスに付加価値をつける手段」としての位置づけから、「それが生み出すサービスそのもの（＝事業価値）」となった。技術革新に伴いユーザおよび社会は恩恵を享受してきたが、一方でサイバー犯罪者の出現によるセキュリティの問題やプライバシーの侵害など、予期せぬ問題も発生した。

本稿では、ICTをよりよく活用していくために必要な性質と、リスクに対処する性質という二つの側面からソフトウェアに求められる品質をとらえ、ソフトウェア品質モデルの変遷との関係を考察した。これは、ICTシステムおよびソフトウェアの品質の定義の変遷に通じるものであると考えている。今後もソフトウェアの品質をとらえる際は、従来からある「普遍的な定義」に加え、時代やICTの発展などの外的な変化によって要求される「個別的な定義」が存在することを意識する必要があるだろう。

参考文献

- [1] 下田 崇嗣(野村総合研究所)、DX 時代のシステム開発で「超上流」が重要度を増す理由、日経 XTECH、<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01328/060500001/>、2020
- [2] Erik Dörnenburg, The Path to DevOps, IEEE Software, vol. 35, no. 05, pp. 71-75, 2018
<https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MS.2018.290110337>
- [3] 総務省、令和元年版、情報通信白書、p. 127
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/n2100000.pdf>, 2019
- [4] IPA 情報処理推進機構、なぜ、いまアジャイルが必要か？、P. 10、
<https://www.ipa.go.jp/jinzai/skill-standard/plus-it-ui/itssplus/ps6vr70000001i7c-att/000073019.pdf>, 2020
- [5] 総務省、平成 26 年版、情報通信白書、p. 304
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/n4300000.pdf>, 2014
- [6] AI プロダクト品質保証コンソーシアム(QA4AI コンソーシアム)編、AI プロダクト品質保証ガイドライン 2023.06 版、<https://www.qa4ai.jp/QA4AI.Guideline.202306.pdf>, 2023
- [7] 総務省、平成 18 年版、情報通信白書、P. 36
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h18/pdf/i1040000.pdf>, 2006

- [8] IPA 情報処理推進機構、NIST によるクラウドコンピューティングの定義、p. 2
<https://www.ipa.go.jp/security/reports/oversea/nist/ug65p90000019cp4-att/000025366.pdf>、2011
- [9] 総務省、平成 29 年版、情報通信白書、P. 55
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/pdf/n2100000.pdf>、2017
- [10] 総務省、令和 5 年版、情報通信白書、P. 135
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/pdf/n4a00000.pdf>、2023
- [11] 総務省、平成 12 年版、情報通信白書、P. 24
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h12/pdf/H12_07_C2E81BECF.pdf、2000
- [12] 総務省、平成 24 年版、情報通信白書、P. 199
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/pdf/n2020000.pdf>、2012
- [13] 総務省、平成 29 年版、情報通信白書、PP. 63-64
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/pdf/n2200000.pdf>、2017
- [14] 総務省、平成 19 年版、情報通信白書、P. 179
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h19/pdf/j1030000.pdf>、2007
- [15] 総務省、令和元年版、情報通信白書、P. 108
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/n1400000.pdf>、2019
- [16] 込山俊博、システムおよびソフトウェアの品質基準の体系化、情報処理 Vol.55 No.1 2014/1
- [17] 込山俊博、東基衛、デジタルプラクティス Vol.10 No.1、2019/1
<https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/37/S1001-S05.html>、2014
- [18] 込山俊博、SQuaRE 関連の標準化の全体動向、2022/3/18
<https://speakerdeck.com/player/9546708667e14de599ceaa1c3eb7f19f>
- [19] Nicole Forsgren, Jez Humble, Gene Kim、Lean と DevOps の科学、インプレス、2018
- [20] Everett M.Rogers、イノベーションの普及、翔泳社、p. 12, p. 21-22, 2007
- [21] 総務省、令和元年版、情報通信白書、P. 36
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/n1100000.pdf>、2019

注:URL は全て 2023/8 月にアクセスしたアドレス

SQuBOK ガイド V3 参照規格の改廃追加の状況

2023 年 8 月
SQuBOK 策定部会
辰巳 敬三

本資料は、規格の制定、改版、廃止の最新情報を元に、SQuBOK ガイド V3 発刊時に掲載した規格情報を更新するものです。SQuBOK V3 と合わせて参照してください。

1. 参照規格の改廃状況

SQuBOK V3 で参照している 180 件の規格の改廃状況の調査結果を知識領域(KA)ごとに整理し以下の一覧にまとめました。また、JIS 規格として翻訳版が発行されている状況も記入しています。

- ・ 添付資料－1 SQuBOK ガイド V3 参照規格の改廃状況

2. 改版規格

SQuBOK V3 に掲載した規格と番号(xxxx-n)が同じで V3 発刊以降に改版された規格を以下の一覧にまとめました。規格の内容や知識領域の変化がないか注目が必要です。

- ・ 添付資料－2 SQuBOK ガイド V3 参照規格に関連する改版規格

主な改版規格は以下のとおりです。

JIS Q 9005:2023 品質マネジメントシステム—持続的成功の指針

ISO/IEC/IEEE 15288:2023 システムライフサイクルプロセス

ISO/IEC/IEEE 15026-2:2022 システム及びソフトウェアアシュアランス

ISO/IEC/IEEE 42010:2022 アーキテクチャ記述

ISO/IEC 22123-1:2023 クラウドコンピューティング 第1部：用語

3. 新たな規格

SQuBOK V3 発刊以降に新たに開発された規格（新たな番号(xxxx-n)の規格）、及び開発や改版中の規格のうち SQuBOK の知識領域に関連するものを以下の一覧にまとめました。新たな知識領域への展開、知識領域の大きな変化がないか注目が必要です。

- ・ 添付資料－3 SQuBOK ガイド V3 参照規格に関連する新たな規格

主な開発状況は以下のとおりです。

- ・ ISO/IEC 25000 シリーズ(SQuaRE)関連

システム形態の変化や技術動向に対応した品質モデルとすべく ISO/IEC 25010:2011 を 3 分割して改訂作業が進められており、ISO/IEC DIS 25002 (Quality models overview and usage)、ISO/IEC FDIS 25010 (Product quality model)、ISO/IEC DIS 25019 (Quality-in-use model)の開発が最終フェーズ(DIS,FDIS)に入っています。また、品質評価フレームワークの改訂 ISO/IEC CD 25040.2 が進められています。

個別分野では、AI システムの品質モデル ISO/IEC 25059:2023 が発行され、AI システムの品質評価のガイダンス ISO/IEC DTS 25058 の開発も進められています。また、使用性の工業共通様式(CIF)に関する技術報告書 ISO/TR

25060:2023 が発行され、ISO/DIS 25062 の改訂が進められています。

サービスの品質モデルとしては既に技術仕様書(TS) ISO/IEC TS 25011:2017 が発行されており、これをクラウドサービスに適するよう修正した技術仕様書 ISO/IEC TS 25052-1:2022 も発行済みです。

- ・ プロセスアセスメント関連

プロセスアセスメント実施に対するガイドが技術仕様書 ISO/IEC TS 33010:2023 として発行されました。

- ・ テスト関連

昨年までに ISO/IEC/IEEE 29119-1～4 の改訂版が発行され、現在、キーワード駆動テストの規格改訂 ISO/IEC/IEEE CD 29119-5 が進められています。また、モデルベースドテスト ISO/IEC CD TR 29119-8.2、データマイグレーションテスト ISO/IEC CD TR 29119-14 の 2 件の技術報告書(TR)が開発中です。

個別分野では、バイオメトリクスシステムのテストへの 29119 規格適用の技術報告書 ISO/IEC TR 29119-13:2022 が発行されました。AI システムのテスト技法に関する技術仕様書 ISO/IEC AWI TS 29119-11 は引き続き開発中です。

- ・ IT サービスマネジメント、IT ガバナンス関連

ISO/IEC 20000 シリーズ (IT サービスマネジメント)、ISO/IEC 38500 シリーズ (IT ガバナンス)の改版や技術仕様書の開発が進められています。

- ・ セーフティ関連(自動車の機能安全)

自動運転システムの安全性に関する技術仕様書 ISO/IEC TS 5083、および安全性と AI に関する公開仕様書(PAS) ISO/IEC PAS 8800、安全性が求められるアプリケーションにおける既存ソフトウェア製品要件に関する公開仕様書 ISO/IEC PAS 8926 が引き続き開発中です。

- ・ セキュリティ関連

IT セキュリティ評価基準(コモンクライテリア,CC)の規格 ISO/IEC 15408 シリーズ(1～5)、IT セキュリティの共通評価方法(CEM)の規格 ISO/IEC 18045:2022 が改訂され昨年発行されました。

情報セキュリティマネジメントシステム(ISMS)の国際規格 ISO/IEC 27000 ファミリー規格では、ISO/IEC WD 27000 (用語) の改訂作業が開始、ISO/IEC 27001:2022 (要求事項) と ISO/IEC 27002:2022 (情報セキュリティ管理策) が発行されました。また、分野固有ガイドラインとしてクラウドサービスの情報セキュリティ管理の実践規範 ISO/IEC WD 27017 の開発が始まりました。

他に、インターネットセキュリティの脅威への対処のガイドライン ISO/IEC 27032:2023、情報セキュリティインシデント管理 ISO/IEC 27035-1:2023、27035-2:2023、27035-3:2020 が発行、ISO/IEC CD 27035-4 が開発中です。

個別分野では、AI におけるセキュリティ脅威への対応 ISO/IEC AWI 27090、プライバシー保護 ISO/IEC WD 27091 の開発が始まり、IoT 分野でもセキュリティとプライバシーのガイドライン ISO/IEC 27400:2022 が発行、ISO/IEC FDIS 27402、ISO/IEC DIS 27403、ISO/IEC AWI 27404 が開発中です。

- ・ AI 関連

専門委員会(JTC1 SC 42)で規格や TS、TR の開発が活発に進められており、2023 年 8 月時点で発行済み 20(昨年比+7)件、開発中 27 件(+1)となっています。

品質関連では、AI システムの品質モデル ISO/IEC 25059:2023 が発行され、AI システムの品質評価のガイダンス ISO/IEC DTS 25058 の開発が進められています。他に、AI システムの V&V 分析に関する技術仕様書 ISO/IEC AWI TS 17847、AI システムの品質特性のベンチマーキングに関する技術報告書 ISO/IEC AWI TR 42106 の開発が始まりました。

また、昨年発行された AI の概念と用語 ISO/IEC 22989:2022 を翻訳した JIS X 22989:2023 (人工知能の概念及び用語) が発行されました。

- ・ IoT 関連

専門委員会(JTC1 SC 41)で規格や TS、TR の開発が進められており、2023 年 8 月時点で発行済み 43(昨年比+3)件、開発中 3(+0)件です。ISO/IEC 30142-2:2022、ISO/IEC 30161-2:2023、ISO/IEC 30179:2023 の 3 件の規格が発行されました。

- ・ アジャイル, DevOps 関連

JTC1 SC 7 専門委員会(Software and systems engineering)配下に設置された WG29 小委員会(Agile and DevOps)では、アジャイル適用時の考慮事項に関する技術報告書 ISO/IEC TR 24587:2021 とライフサイクルプロセス(ISO 15288/12207)に沿った形で DevOps 実現の考慮事項を記述する ISO/IEC/IEEE 32675:2022 が発行され、アジャイルのコアプラクティスを定義する ISO/IEC DIS 33202 が開発中です。

また、ISO/IEC 20000 シリーズでは、IT サービスマネジメントにアジャイルと DevOps の原則を適用する際のガイドラインの技術仕様書の開発が開始されています。

- ・ クラウドコンピューティング関連

専門委員会(JTC1 SC 38)で規格や TS、TR の開発が進められており、2023 年 8 月時点で発行済み 26(昨年比+1)件、開発中 7 件(+0)です。

フラグシップ国際規格である ISO/IEC 22123 シリーズの開発では、用語規格の改版 ISO/IEC 22123-1:2023 が発行されました。ISO/IEC FDIS 22123-2 (Concepts)、ISO/IEC FDIS 22123-3 (Reference architecture)も最終フェーズ(FDIS)に入っています。

4. ISO 規格の開発状況

SQuBOK の参照規格に関する委員会の ISO 規格の開発状況を次表に集計しました。

- ・ IT 分野(JTC1)では、昨年からの件数(発行済+開発中)の増加率を見ると、SC 42(AD)-121%、SC 40(IT サービス管理)-111%、SC 41(IoT)-107%が上位 3 分野となっています。AI 分野は引き続き活発に規格開発が進められていることが分かります。

ISOの規格開発の状況 (SQuBOKの参照規格に関する委員会のみ)

			2023年8月時点		(参考) 2022年8月時点	
TC(専門委員会)	SC(分科委員会)	SC設置年	規格件数		規格件数	
			発行済	開発中	発行済	開発中
ISO/IEC JTC1 Information technology	SC 7 Software and systems engineering	1987	211	36	202	34
	SC 22 Programming languages, their environments and system software interfaces	1987	113	18	116	19
	SC 27 IT Security techniques	1989	233	65	223	61
	SC 35 User interfaces	1998	84	10	80	12
	SC 38 Cloud Computing and Distributed Platforms	2009	26	7	25	7
	SC 39 Sustainability for and by Information Technology	2012	28	7	25	8
	SC 40 IT Service Management and IT Governance	2013	28	12	26	10
	SC 41 Internet of things and digital twin	2017	43	3	40	3
	SC 42 Artificial intelligence	2017	20	27	13	26
ISO/TC 22 Road vehicles	SC 32 Electrical and electronic components and general system aspects	2014	161	36	166	42
ISO/TC 68 Financial services	SC 8 Reference data for financial services	2017	21	5	20	3
	SC 9 Information exchange for financial services	2017	35	8	34	12
ISO/TC 159 Ergonomics	SC 4 Ergonomics of human-system interaction	1983	83	9	84	11
ISO/TC 176 Quality management and quality assurance	SC 1 Concepts and terminology	1982	1	0	1	0
	SC 2 Quality systems	1982	6	0	6	0
	SC 3 Supporting technologies	1989	14	2	12	3
ISO/TC 210 Quality management and corresponding general aspects for products with a health purpose including medical devices	—	1994	32	7	32	5
ISO/TC 262 Risk management	—	2011	6	2	7	2

以 上

