

# 1. ICT 応用システムおよびソフトウェア (S&S) の品質向上のための課題と取り組み

東 基衛 (早稲田大学理工学術院)

## 品質問題の課題と解決戦略

コンピュータおよび通信の高速化、大容量化など、情報通信技術 (ICT) の急速な発達は、それらの技術を活用した応用システム (ここでは各種情報システムおよびコンピュータ組込みシステムのうちソフトウェアを中心としたものを含む) およびそのソフトウェア (以下合わせて **S&S** と記述する) の高度化、多様化をもたらした。

現在では、**S&S** は人々の生活の隅々まで浸透し、快適で便利なものになっている。しかしその一方で、リスクもまた多様化し、増大している。**S&S** 利用によるリスクの多くは、**S&S** の品質不良に起因しており、**S&S** 品質の向上は喫緊の課題である。

良い人材・技術・環境および適切な管理による **S&S** の品質向上は、**開発者の責任**であり、高品質の **S&S** の利用は、**取得者・利用者の権利と責任**である。一般に企業経営者は、顧客、投資家、従業員、および社会・地域社会に責任を有する。したがって、**S&S** の要求、開発、利用などに関与する、すべての企業経営者・管理者は、**S&S** の品質向上に戦略を持って、対処しなければならない。

**S&S** の品質向上には、次のような戦略が有効である。

1. **S&S 開発プロジェクト**に横断的な組織として **S&S 技術支援組織** (部, 課, グループなど) を立ち上げ、その役割を明確化し、適切な品質向上技術戦略を確立して、**S&S 技術**とその活用環境を整備し、対策を立て実行する。
2. プロジェクトごとに対象 **S&S** に「必要な品質」とは何かを検討し、品質要求を仕様化し、

測定・評価し、向上させるために適切な技術を用い、管理する。

本稿では、**S&S** の品質を 8 項の品質特性およびそれらを詳細化する品質副特性で示す、JIS X 25010 の品質モデルを例として取り上げて、**S&S** の品質の概念を明らかにし、品質向上の着眼点と技術戦略を考察する。ここで、品質特性とは、「ソフトウェア品質に影響を及ぼすソフトウェア品質属性の分類」と定義されている (JIS X 25000)。

## 背景

### ● 情報通信技術 (ICT) の革新と品質問題

図-1 は、**S&S** の品質問題の背景を要因間の関係として図示したものである。情報通信技術の革新、すなわちコンピュータおよび通信の高速化、コンピュータの主記憶および外部記憶の高速化および大容量化、ディスプレイの高密度化などの急速な進歩は、それ以前には不可能だった新しい概念に基づく多様な **S&S** の実現を可能にした。

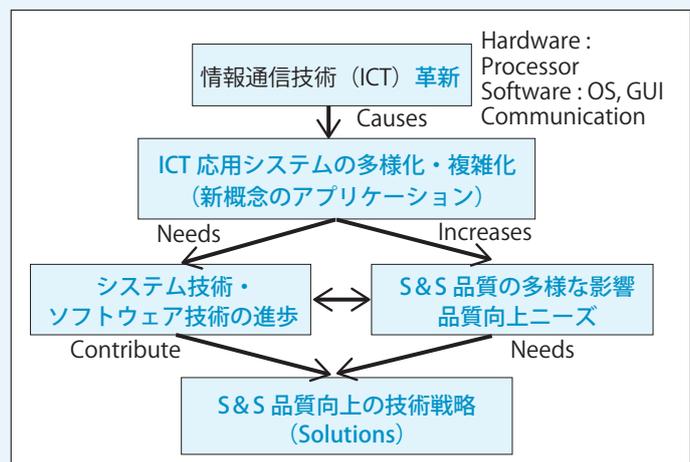


図-1 情報通信技術 (ICT) 革新とその影響

# 1. ICT 応用システムおよびソフトウェア (S&S) の品質向上のための課題と取り組み

このような新しい概念に基づく S&S を実現するためには、それまでよりも一層進歩したシステム技術およびソフトウェア技術を必要とすることが多い。その一方で新しい S&S は、そのシステムの利用による影響が一段と広範囲に及び、その品質に不良があれば、多大な影響を利用者やその他の一般市民に与える場合もあるので、一段と高い品質へのニーズが高まることになる。

	1991	2001	2011
Micro Processor	80486SX 25MHz 20MIPS	Pentium IV 2GHz 5,000MIPS	Intel Core i5 2.8GHz 50~100GFlops
VLSI Memory	640KB~10MB	256MB	2~4GB
Display	CRT 640×400	LCD XGA (1,024×768)~ 1,280×1,024	LCD SXGA 1,280×1,024, 1,920×1,080
Hard Disk / SSD Storage	20~40MB	80GB	SSD : 256GB~ HDD : 1TB~
Communication Network	9600bps Internet	ADSL 12Mbps	Optical Network : 100M~1Gbps Wi-Fi : 40Mbps

表-1 情報通信技術 (ICT) 革新の例

## ● 情報通信技術 (ICT) 革新

情報通信技術の進歩は、ほかのどのような産業分野でも経験したことのないような急激なものである。表-1 は 1991 年から 2011 年までの 10 年ごとの主要な技術製品の進歩の模様を示している。ちなみに、筆者が関与する ISO/IEC JTC 1/SC 7/WG 6 は 1991 年に ISO/IEC 9126, 2001 年に ISO/IEC 9126-1, そして 2011 年に ISO/IEC 25010 の各品質モデルを刊行しており、時代の影響を反映している。

表-1 において、マイクロプロセッサは、1991 年のインテル 80486 が処理速度 20MIPS であったが、2011 年には Intel Core i5 が処理速度 50~100GFlops と急速な進歩を遂げている。ただし、表の速度等はプロセッサに多くの品種があるので概数である。次にコンピュータのメインメモリの進歩を見てみよう。1991 年に筆者が購入した最初のノートパソコンのメインメモリ容量は 640KB であったが、2011 年に購入、現在使用しているモデルは 4GB である。

通信速度の進歩も見逃せない。1991 年に一般の利用者が使用できる通信速度は 9600bps であったが、21 世紀に入って ADSL は下り 12Mbps, 光ファイバ通信は 100Mbps~1Gbps である。また 1990 年代には、高速のデータ通信サービスと TCP/IP を使用して多種のネットワークがインターネットとして統合された。このインターネットと併せて利用される WWW (World Wide Web) は真に情報化社会を実現し人々の生活を一変させてきた。

## ● S&S の多様化・複雑化

ICT 革新は新しい S&S の開発と利用を可能にしてきた。インターネットおよび WWW の出現は、フラッシュや多様な画像処理技術、その他のソフトウェア技術の発達を促し、多様な S&S を生み出した。Google などの検索サービス、楽天市場などの e-commerce, YouTube などの動画サイト, Facebook その他の SNS (Social Network Service), Cloud Computing 等枚挙に暇がない。

S&S は、その他の分野でも急速に進化し続けている。カーナビゲーションなどの自動車関連, MRI (Magnetic Resonance Imaging) 等の医療機器, 航空機関連, デジタルカメラ, テレビ, ビデオ, 冷蔵庫, 洗濯機などの家庭用電器製品, その他組込装置などさまざまな分野で技術革新が続いている。

GUI (Graphical User Interface) の普及, およびタッチセンサ式のディスプレイを使用した iPad などのタブレットやスマートフォンの急激な発達と普及は、コンピュータおよび通信の利用を一気に拡大し、生活を一変させた。

## ● システム技術およびソフトウェア技術の進歩と品質向上のニーズ

新概念の応用システムには、より大規模、複雑、高品質のソフトウェアが必要である。したがって、より高度なシステム技術およびソフトウェア技術の研究開発を必要とした。

新しい品質向上のニーズの発生も見逃すことができない。インターネットの普及は利用者の生活を便

利で楽しいものにする一方で、サイバ  
ーテロ、危険な Web サイト、スパムメ  
ールの増加、個人情報の漏えい、その  
他セキュリティ上の問題など、多様な  
問題を投げかけている。

利用者、利用目的が異なる S&S は、  
当然要求される品質も異なる。たと  
えば航空管制システムやレンタカーの窓  
口業務のように、利用に先だって利用  
者の訓練を行うことが可能なものもあ  
る。また、インターネットを通じて買い物を行ったり、劇場の入場券の予約を行ったりする一般の利用者の場合には、利用に先立っての訓練は不可能である。したがってそのような場合に依じて、必要なユーザーインタフェースは異なる。

## S&S のクリティカリティと品質特性

以上の例で示した品質問題は、要するに「S&S 品質の影響の重大性（クリティカリティ、Criticality）が増大している」ということができる。クリティカリティとは、システム・ソフトウェアの使命の重大さを意味する。クリティカリティにはいろいろあり、品質不良の影響によって分類することが可能である。表-2 に筆者がクリティカリティの分類を試みた例を示す。

クリティカリティと重要な品質特性	システムの例
国益・公益クリティカル セキュリティ, 信頼性	防衛システム 国家・自治体の予算管理システム
人命クリティカル 正確性, 安全性	医療システム 航空機操縦制御システム
社会環境クリティカル 機能性, 信頼性, セキュリティ	広域都市交通・電力制御システム 電話交換・銀行システム
企業経営クリティカル 正確性, 効率性, セキュリティ	サプライチェーンマネジメントシステム 顧客データベースシステム
利用者の健康・財産クリティカル 使用性, 正確性, セキュリティ	一般利用者対話型システム インターネット, Eコマース

表-2 クリティカリティと重要な品質特性によるシステム分類例

また、明示されたニーズだけではなく暗黙のニーズも満足させることが要求されていることに注意が必要であろう。利害関係者の期待する S&S の品質は、たとえば「JIS X25010 SQuaRE-システム及びソフトウェア品質モデル」を用いることにより、品質要求として詳細に定義することが可能である。

### ● 製品の利害関係者 (Stakeholder) のニーズと品質要求

利害関係者のニーズは、製品の価値および利用効果への期待であるということができる。S&S 製品には、利用者をはじめいろいろな利害関係者が関与する。それゆえ S&S 製品には、多様な利害関係者の多様なニーズを反映させることが重視される。

たとえば、特定の利用者のために開発される製品の場合には、利害関係者は、発注者、受注者、要求分析者、開発者、利用者などを含む。また、不特定多数向け市販製品の場合には、利害関係者は、製品企画者、開発者、販売者、購入者、利用者などである。

利用者のニーズは、製品の利用効果への期待である。利用者とはシステムを直接・間接に利用する人をいう。JIS X 25010 では利用者を一次利用者、二次利用者、および間接利用者に分類している。一次利用者とは情報システムを直接操作して利用する人、二次利用者は情報システムを運用管理する人であり、間接利用者は情報システムの出力情報を利用する人 (End User) を意味する。利用者のニーズは、利用目的や経験などによって異なる。

S&S 製品に対する利害関係者・利用者のニーズは

## 品質の概念とシステム及びソフトウェア品質モデル

### ● 品質の定義

品質 (Quality) は、JIS によれば次のように定義されている。

ソフトウェア品質：明示された状況下で使用されたとき、明示的ニーズおよび暗黙のニーズをソフトウェア製品が満足させる度合い (JIS X 25010 品質モデル)

ここで、異なる利害関係者はそれぞれ異なる品質へのニーズがあることに注意しなければならない。

# 1. ICT 応用システムおよびソフトウェア (S&S) の品質向上のための課題と取り組み

異なるので、主対象とする利害関係者・利用者を絞り、ニーズは収集した後に取捨選択し要求に変換しなければならない。品質要求は品質モデルを利用すると洩れなく定義できる。

## ● S&S 製品品質のライフサイクルと視点

S&S 製品の品質は、それがライフサイクルのどの段階にあるかによって異なる。

図-2 は S&S 製品品質のライフサイクルを示す。一般に S&S 開発は要求分析・定義から始まると考えられることが多い。しかし現実には、現在使用中の S&S 製品の品質に対しての改善ニーズから始まることが多い。

S&S 製品を実際に使用した際に利用者が感じる品質は、開発時に評価した品質とは区別して「利用時の品質」(Quality in Use) という。利用者のニーズは、まず利用時の品質に対するニーズとして捉え、次に S&S 製品の品質に対するニーズに変換する必要がある。製品が顧客や利用者の開発要求に基づいて開発される場合でも、また、製品企画担当者によって計画される不特定多数の利用者向けの製品の場合でも、要求仕様段階では、利害関係者のニーズを要求仕様としてまとめたものにすぎない。

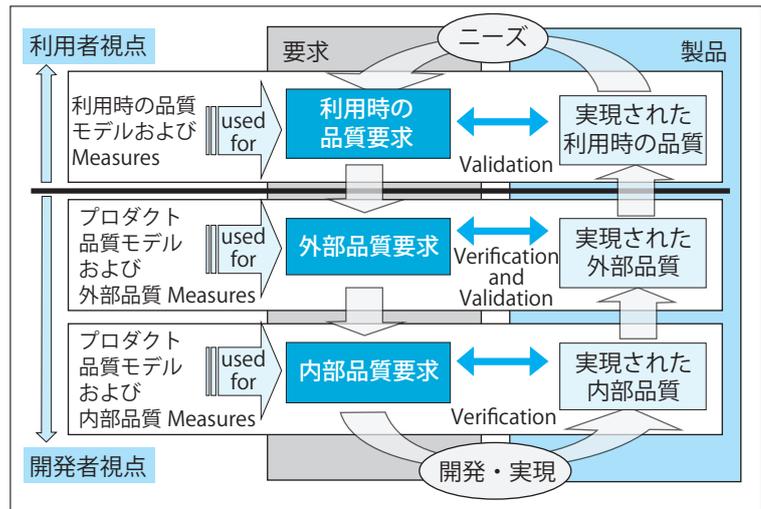


図-2 S&S 製品品質ライフサイクルモデル

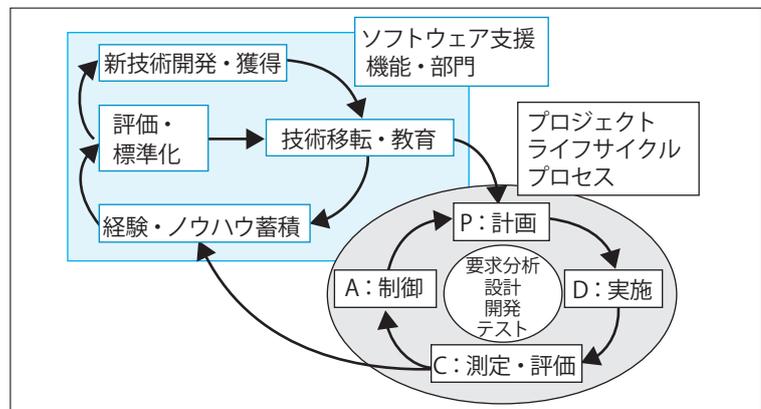


図-3 支援機能部門とプロジェクト

機能・活動の関係を示す。支援部門の役割には、次の活動が重要である。

- 良い企業文化・環境（人間環境）の構築，維持，改善
- 優秀な管理者，ソフトウェア技術者の育成
- 良い技法・ツール・ツール環境の開発，評価，標準化，技術移転

企業文化・環境（人間環境）とは、その企業の経営者が目指すものが管理者および従業員に浸透して醸成されたものである。つまり、良い企業文化・環境の醸成は企業経営者の重要な責任であると言える。JR 福知山線脱線事故、東京電力福島原子力発電所の事故、中央自動車道路の笹子トンネルの天井板落下事故など、大きな事故のほとんどは、誤った経営方針により培われた企業文化（社風）がそこで働く人々に影響を与えて、その結果として惹起されたものということができよう。

## 品質向上の着眼点と技術戦略

### ● ソフトウェア製品品質向上の着眼点

プロジェクト管理の狙いは QCD（品質・予算・納期）の管理である。ソフトウェア製品の品質向上をただ 1 回のプロジェクトで成功させるだけでなく、常に成功させるためには、各プロジェクトを成功に導くための支援機能に着目して、プロジェクトに横断的な支援組織の活動を整備する必要がある。

図-3 はプロジェクトの機能・活動と支援部門の

実際に S&S 製品の開発や製造に使用されるのは資源である。資源で最も重要なのは人材であり、その育成は支援組織の責任である。プロセスに実際に参加して業績に貢献するのは管理者、技術者、営業担当者などの人材である。S&S の開発のための資源として、良い技法・ツール・ツール環境も欠くことはできない。企業文化、環境および資源が実際のプロジェクトのプロセスに大きな影響を与えている。図-4 は、S&S 製品の品質向上の着眼点を示している。次にこの着眼点を元に S&S 製品の品質向上を達成するために技術戦略を整理してみる。

### ● S&S 品質向上の技術戦略

次の 8 項のうち、①は支援組織が実施すべき項目で、②から⑦までの各項は支援組織の作成するガイドラインに沿って各プロジェクトが実施する必要がある。

#### ① ツール、環境、技術を整備・標準化し、常に高品質の製品を作る仕組みを築こう!

これは支援組織にとって特に重要な技術戦略で、品質優先の企業風土 (Corporate Culture) の醸成、ソフトウェア開発環境、ツール、技法の整備、プロセス・プロダクトの標準化の推進、ソフトウェア品質の測定法の整備、ソフトウェア技術者の教育および知識・能力向上の動機付けなどが重点課題となる。このほかプロジェクト管理の標準およびツール、品質テスト・評価技術&ツールなども組織として整備が必要なものである。

#### ② 国際標準および対応 JIS を活用しよう!

これも、支援組織として整備が必要な戦略で、各プロジェクトが使用する技術標準を整備する際には、ISO/IEC JTC 1/SC 7 (Software & Systems Engineering) の各 WG が作成したいろいろな国際標準とその翻訳 JIS が参考になる。たとえば、品質マネジメントシステム (JIS Q 9000)、ソフトウェアライフサイクルプロセス (JIS X 0160)、S&S 製品品質ライフサイクルモデル (JIS X 25010)、およびデータ品

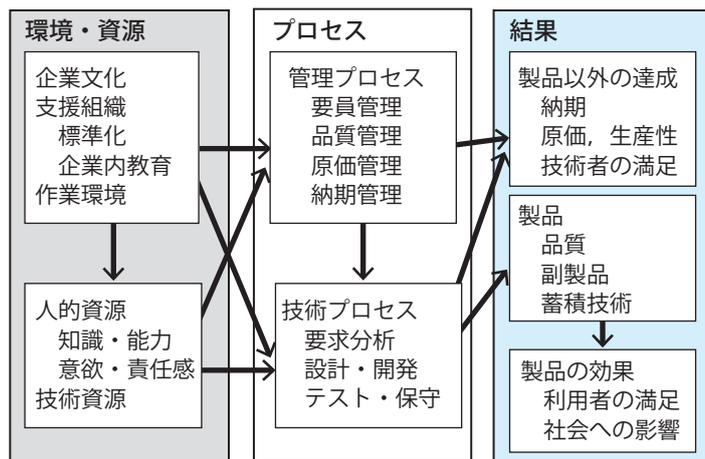


図-4 S&S 製品の品質向上の着眼点

質モデル (JIS X 25012)、品質測定法 (TS X 0111-2, -3, -4) などがある。このほか、IEC/TC 65 (Safety)、ISO/TC 159/SC 4 (Ergonomics-Usability) など多くの委員会が S&S 品質関連の国際標準を作成しているので、参考にするとうい。

#### ③ 品質要求を品質モデルとメトリクスを用いて定義しよう!

要求される品質は、品質要求仕様として明示されないと、実現されない。仕様化するべき品質には、性能、使用性、信頼性、保守性などいろいろな品質特性があるので標準品質モデルを参照するとよい。また、要求する品質は、どれだけ良ければ合格なのか、評価基準を設定しないとレビューやテストを実施しても合否判定ができない。そこでデザインレビュー段階では内部品質メジャー、テスト段階では外部メジャーを使用して品質を測定し評価できるように準備するのがよい。

#### ④ 要求品質に適したプロセスをデザインし、実施、管理しよう!

品質はプロセスをデザインし、実行して作られる。したがって、品質要求は、アーキテクチャ設計、コンポーネント設計、製造、テスト等の、開発プロセスに反映されるべきである。

#### ⑤ 要求品質事項の優先度を考慮して、レビュー・テストしよう!

品質の確認はプロセスで行われる。したがってデザインレビュー、コードレビューなどの段階では、機能の実現を中心としたレビューのほかに、品質要

# 1. ICT 応用システムおよびソフトウェア (S&S) の品質向上のための課題と取り組み

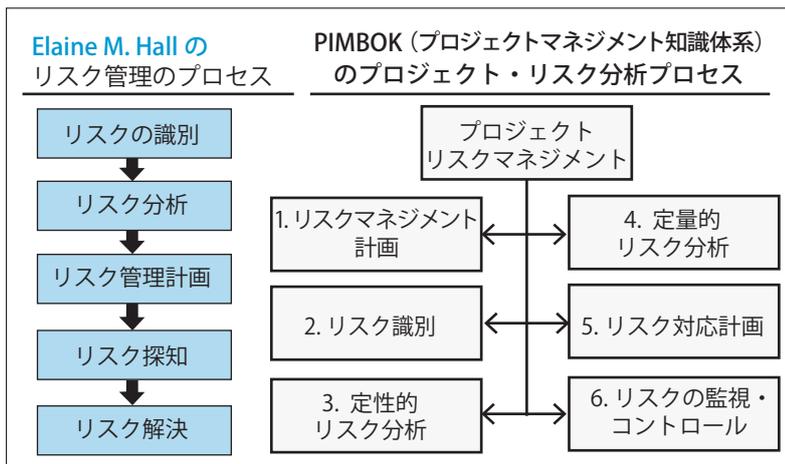


図-5 リスク管理のプロセス<sup>1), 2)</sup>

求の満足度を確認するためのチェックリストなどを準備して、重点的にレビューを実施すべきである。支援組織にはそのためのガイドラインの準備, 教育・支援が要求される。テスト段階の品質確認のためにも同様に、テストケースの作成プロセスおよび品質評価プロセスなどをデザインし、実施するのがよい。

## ⑥品質要求事項ごとに品質を測定・評価・改善しよう!

デザインレビューやテストの実施では欠陥の発見・除去はできるが、品質の評価はできない。発見・除去された欠陥を分類整理し傾向を把握することで、製品の品質向上に役立つことが知られている。しかし、これだけでは品質の定量的評価は十分ではない。

ソフトウェア品質の定量的評価は、品質要求で品質メジャーを使用して設定した品質評価基準に対して、レビューおよびテストで得られた数値を品質メジャーに当てはめて得られた結果を比較することにより、可能となる。

## ⑦リスクを管理しよう!

現在の日本は残念ながらはや安全な国とは言えない。自然災害のリスクは、集中豪雨、台風、地震、津波などほとんど毎日のように報道されている。日常生活でも、交通事故、失業、強盗、詐欺、食中毒、熱中症などいろいろなリスクがある。しかし残念なことに、一般に日本人のリスク管理の意識や知識は乏しいと言わざるを得ない。

製品の品質不良は、時に企業の命取りと言っても過言ではない。S&S 製品の場合にも、その開発および利用にはいろいろなリスクがあるので、十分な注

意が必要である。たとえば、大銀行の合併に伴うシステムの統合の問題は大きく報道された。最近では、「個人情報流出」関連のニュースが多い。鉄道の ATC (自動列車制御装置)、航空管制システムなどシステムに異常があれば、多くの人命が危機にさらされる。コンピュータ組込み製品の場合も例外ではない。航空機の自動操縦や自動車の各種制御装置類はその例である。

リスク管理とは、発生し得るリスクを予測し、リスクの発生に備えることである。そのためにはリスク発生による損失とリスクに備えるコストを考慮する必要がある。図-5 にリスク管理のプロセスの例を示す。リスクの予測には、品質モデルを利用して、品質特性や品質副特性に欠陥があった場合にはどのようなリスクがあるかと考えるとよい。たとえば、信頼性不足に起因するリスク、セキュリティの欠陥に伴うリスクなどを具体的に予測するとよい。

## まとめ

S&S 製品の品質不良は多様なリスクの原因である。これまで品質向上の施策を、プロジェクトに横断的な支援組織の活動、およびプロジェクトの活動に分けて解説した。具体的には、品質モデル、品質測定法を活用して、品質要求を定義し、プロセスを設計・実施し、品質の定量的な評価を実施することと考えられる。より具体的な方法は本特集のほかの解説を参照していただくのがよいと思われる。

### 参考文献

- 1) Hall, E. M.: Managing Risk, Addison-Wesley (1998).
- 2) プロジェクトマネジメント協会: プロジェクトマネジメント知識体系ガイド (2002).

(2013年9月25日受付)

● 東 基衛 (正会員) az-mo@mtd.biglobe.ne.jp

現在早稲田大学理工学術院名誉教授, 1963年早稲田大学第一理工学部卒業, 元日本電気(株)ソフトウェア生産技術研究所管理技術開発部長, 1987年より早稲田大学理工学部経営システム工学科教授。