

品質特性を用いたソフトウェア価値可視化手法の提案

～V2S（Visualize the Value of Software）手法～

リーダー：星野 智彦（株式会社アイシン）
研究員：西川 拳太（日本電気株式会社）
 水野 智仁（株式会社ニデック）
主査：山田 淳（株式会社東芝）
副主査：田中 桂三（オムロン株式会社）
アドバイザー：中森 博晃（パナソニック スマートファクトリーソリューションズ株式会社）

研究概要

ソフトウェア開発の現場では、ソフトウェアの価値変動を十分に認識しないまま、技術活動の追加やレガシーコード再利用の判断、全体統合前の各構成要素の評価作業の終了判断などが行われている。これは、ソフトウェアの価値と開発中の技術活動との繋がりが不明確なために発生している。

解決策として、ソフトウェアの価値を品質特性の達成レベルで表現し、それに寄与できる技術活動に対応づけてソフトウェア価値との繋がりを可視化する。本研究では先行研究で提案されている「品質ボックス」を応用した「V2S 手法」を提案、有効性を検証・考察する。

研究の結果から、V2S 手法により、組織とプロジェクトが用いるプロセス中の、技術活動が品質特性向上に寄与する程度を把握し、ソフトウェアの価値との繋がりを可視化できることが分かった。

1. はじめに

複雑で不確実な社会や市場のもと、我々の仕事の質や取り組み方が大きく変化している。また、ソフトウェア開発は刻々と変化する要件に迅速に追従し、継続的にソフトウェアの価値を向上させることが必要となっている^[1]。

一方で、ソフトウェアの技術活動において、価値はしばしば明示的に宣言されず、意思決定者（例えば、現場の責任者、予算や計画の承認者など）により主観的に判断されがちである^[2]。そのため、提供するソフトウェアの価値が不明確であり、どこの技術活動が価値を大きくするのかなど、重視すべき技術活動が分からない、あるいは意思決定者に価値が理解されない、という問題がある。これらの問題を扱う中では、ソフトウェア開発において生み出される多様な価値を明確に捉えることが望ましく、また、対象によって解釈の異なる価値の捉え方については、様々な研究があり整理・提唱されている^[3]。

本研究では、様々な側面のあるソフトウェアの価値を、重要な一つの側面である品質の面から捉えた上で、価値を高めるために必要ソフトウェア開発の活動との結びつきをどのように示せるかが重要と考え、ソフトウェアの価値を可視化する手法について提案し、有効性を検証・考察する。

本論文の構成を次に示す。2 章では本研究で扱う課題について、3 章では課題解決のため我々が提案する V2S 手法、4 章では V2S 手法を実適用した実験内容と結果、5 章以降では実験結果の考察、および今後の展望について述べる。

2. 課題

2.1 課題の設定

研究員らのソフトウェア開発の現場では、例えば、「場当たりの新規技術の採用、品質

確保作業の追加を行うなどして、開発コストが高騰する」「ドキュメントのないレガシーコード^[4]を調査分析・改造・検証する作業が不十分なまま、再利用することに起因した不具合が発生する」「目標とする評価基準が不明確なため、構成が複雑でブラックボックス化されたシステムの組み合わせからなる、製品全体としての特性や品質の良否、十分性を俯瞰して評価するのが難しい」といった多くのソフトウェア開発に共通した問題を抱えている。

このような問題を起こす共通した原因として、開発中に適用する作業の選択・計画、実施程度の増減（または実施省略）、実施終了を判断するとき、開発するシステムやソフトウェアの価値に及ぼす影響を十分意識しないためと考える。我々研究員は、本原因が、提供するソフトウェアの価値と技術活動における価値との繋がりが不明確であることから発生していることに着目した。なぜなら、価値には様々な側面があり表現するのは困難だが、システムやソフトウェアの価値の高さが、品質の良さに大きく依存する場合は多いと考えるためである。すなわち、品質技術^[5]および品質特性^[6]を価値の側面と捉えた場合に、その価値が理解されていないことに原因がある。このような原因への対策を行い、問題を解決するために、次の課題を設定する。

【課題】ソフトウェアの価値を品質特性の実現達成レベルで表し、そのような価値の達成に寄与する様々な技術活動（設計手法や開発の戦略、アーキテクチャーパターンやデザインパターンの適用、リファクタリングやテスト手法など）を対応づけ、ソフトウェア価値との繋がりを可視化し、価値の達成に必要な技術活動を特定できるようにする。

2.2 先行研究を応用した「V2S 手法」

本課題を解決するにあたり、ソフトウェアの価値（ここでは品質技術および品質特性を価値の側面と捉える）可視化に関連する研究として、ソフトウェア品質技術と品質特性の対応関係を示した関係性モデル[品質ボックス]^[7]が提案されている。先行研究で提案された「品質ボックス」は、品質要件を具体化するために、SQuaRE 品質特性と SQuBOK 品質技術、および品質特性と RISE 研究結果^[8]のメトリクスとを関係付けてマトリクスで表現したものである。そして「品質ボックス」を用いて、品質要件をどの程度確保できているかを評価するため、品質要件から注力する品質特性を決定し、それに寄与する品質技術を選び、どの品質特性にどの程度寄与できるかの評価と、RISE 研究結果のパッケージの品質測定結果とのベンチマークによる評価を行っている。

このため、本研究では、組織やプロジェクトでは、どの品質技術が採用・規定されて、どの品質特性に繋がっているのかを可視化して、目指している価値の達成に近づける計画・または近づけている状況にあるかについて開発者が気づきを与えることに主眼を置く。方策としてソフトウェア開発プロジェクトの意思決定に使用できるモデルとして、品質特性に品質技術を対応させてマトリクスで表現した品質ボックスを活用することで、ソフトウェアの価値を可視化する「V2S (Visualize the Value of Software) 手法」を提案し、適用の可能性を検証した。次章にて詳細を説明する。

3. 「品質ボックス」を用いたソフトウェア価値の可視化手法

3.1 「品質ボックス」を用いたアプローチ

先行研究では、「品質ボックス」を用いた品質確保プロセスの一部として、品質要求を品質特性として捉え、その品質特性に寄与する品質技術を選択する手順を紹介している。

本研究では、前述の手順を「計画アプローチ（順引き）」と称する。加えて、ソフトウェアの価値と品質技術活動を容易に結び付ける、計画アプローチとは逆の手順「評価アプローチ（逆引き）」を新たに定義する。

3.1.1 計画アプローチ（順引き）

計画アプローチでは、組織やプロジェクトが目標としているソフトウェア価値を実現するため、必要な品質技術活動を選択し、プロジェクト計画や品質保証計画を作成する目的で利用する場合に適している。

3.1.2 評価アプローチ（逆引き）

評価アプローチでは、組織やプロジェクトが品質技術活動の適用を予定している、または実際に実施している、品質技術活動に過不足があるかをプロジェクト期間中に評価し、品質技術活動の種類、手法、作業リソースなどを見直す目的で利用する場合に適している。

3.2 「評価アプローチ」による標準プロセス、実プロジェクトの可視化

本研究では、現状の各工程の品質技術活動とソフトウェア価値との繋がりを可視化して、実状の認識と見直しに役立つ情報を得るため、「評価アプローチ」を適用する。このための「品質ボックス」をもとに、先行研究では扱っていなかった「評価アプローチ」で、下記を対象にソフトウェアの価値と品質技術活動の繋がりを寄与度を可視化する方法を詳細化している。これを V2S (Visualize the Value of Software) 手法と定義した。

(1) 標準プロセスの可視化

ソフトウェア開発で使用する自組織の標準プロセスが、どのような品質特性を網羅して構築されているのかを把握する。標準プロセスで規定している品質技術を抽出し、「品質ボックス」の対応関係から寄与する品質特性を特定する。その後、寄与できている品質特性とその程度から、ソフトウェア価値への寄与度を数値により可視化する。

(2) 実プロジェクトの可視化

標準プロセスを用いた、若しくは用いていない実プロジェクトに対して品質特性を可視化する。

a) 標準プロセスを用いた実プロジェクト

実プロジェクトが、標準プロセスにある品質技術活動のうち、採用している品質技術と、プロジェクトが自己判断して実施している組織の標準にはない品質技術の両方を抽出し、寄与する品質特性を特定する（開発者へのヒアリングや作業記録などをもとに、実際に実施している品質技術を抽出）。

b) 標準プロセスを用いていない実プロジェクト（または、レガシーコード）

標準プロセスを用いていない場合は、進捗管理記録や作業記録をもとに実際に実施した品質技術が何かを抽出する。そうした作業記録も残っておらず作業成果物だけしかない（レガシーコードなど）場合は、成果物である設計文書やソースコードから確認できた品質技術を抽出し、寄与する品質特性を特定する。

標準プロセスや実プロジェクトで規程や採用している品質技術が、SQuBOK の品質技術と同じ名称や内容で規定されているとは限らない。その際は、設計や検証など技術活動（手法、ツールなど）の情報から、該当する SQuBOK の品質技術を選択する。

3.3 V2S 手法による期待効果

(1) 標準プロセスの可視化

標準プロセスへの適用により寄与できる品質特性と、その寄与度の濃淡を数値により定量的に可視化することで、目標・期待との間に過不足のある品質特性を特定することができる。寄与度の過不足があると判断した寄与関係については、標準プロセスを見直すことを判断し、例えば、ソフトウェア開発技術の潮流を反映させて、新たな品質技術を標準プロセスに導入することを検討できる。

また、標準プロセスを使用した実プロジェクトからのフィードバック（成功・失敗事例）を対応付けることによって、標準プロセスが寄与できる品質特性やその程度を更新し、標準プロセスの効果を見直す基盤として活用できる。

(2) 実プロジェクトの可視化

a) 開始前に見積もりの妥当性を評価する

実プロジェクトの工数見積もり段階において、作業項目に含まれる品質技術を抽出し、寄与できる品質特性とその寄与度の濃淡を数値により定量的に可視化する。これにより、各工程で注力する品質特性を達成するために必要な作業が見落

とされていないかを確認でき、場当たりの技術採用や品質確保作業による開発コスト増加を抑制することが期待できる。

b) レガシーコードの利用を検討する段階で用いる

レガシーコードは、開発過程が不明、また、正式な設計文書が不足している場合があり、過去の実績だけで利用判断するには情報が不足している。そこで、残されている作業記録から品質技術を抽出し、品質特性を洗い出すことで、取り扱うレガシーコードがどの程度品質特性が担保されたものなのかを確認することができる。

c) 既に運用中の実プロジェクトに対して用いる

工程で採用した品質技術を抽出し、逆引きで品質特性を洗い出すことで、要求分析時に特定した品質特性と一致するかを確認することができる。

4. V2S 手法の有効性確認

4.1 有効性確認の内容と方法

V2S 手法の各要素の有効性を確認するため、該当箇所に採点できるように「品質ボックス」を、品質特性と品質技術との対応関係は踏襲したまま変更したツールを作成した（以下、「V2S-Tool」と称する）。評価手順は以下である。

- ① 組織の標準プロセスにおいて、SQuBOK V2 で定義している「トピックス（品質技術）」の採用状況を確認し、「V2S-Tool」の表中【採用状況入力欄】列に、品質技術毎にその採用状況に応じた記号を入力する。（○：必須，●：任意，空欄：非採用）この時点で、【採点欄】に点数が自動計算により表示される。点数は表中の「知識領域」の、品質特性への寄与度を表し、計算の初期値に先行研究の「品質ボックス」の寄与度を用いている。この先行研究の寄与度は、SQuBOK V2 の内容をもとに経験による補正を加え、品質技術の、品質特性への寄与度を設定している。それらを「知識領域」毎に集約した寄与度を確認できる。V2S 手法はこの中の「要求分析の技法」から「テストの技法」までの 5 つの各「知識領域」の寄与度を使って計算する。
- ② SQuBOK V2 で定義している品質技術以外にオリジナルの品質技術があれば、☆印の行に追加し、①と同様に記号を入力する。
- ③ <採点基準>の記載に従い、組織の状況に照らし合わせて【採点欄】の点数を見直し、手入力にて修正する。この数値により、品質特性とその寄与度の濃淡を可視化する。

3 : MUST, 2 : WANT, 1 : 外す					採用状況		品質特性					
SQuBOK					○	●	SQuRE					
					空欄	不採用	品質特性	有効性	効率性	満足性		
カテゴリ	副カテゴリ	知識領域	副知識領域	トピックス	採用状況			利用時の品質				
品質技術	工程に個別なソフトウェア品質技術	5 要求分析の技法	1 要求抽出	1 ステークホルダー識別								
				2 要求開発(Openholology)								
				☆								
				2 要求分析	1 機能要求分析							
			2 非機能要求分析									
			3 品質機能展開									
			4 要求可変性分析									
			☆									
			3 要求仕様化	1 ソフトウェア要求仕様								
			2 USDM (要求仕様記述法)									
			☆									
			4 要求の妥当性確認と評価									

②オリジナル技法の入力（☆印） ①採用状況の入力 ③採点欄

図 1 V2S-Tool の入力表の構成

<採点基準>

採用する品質技術がプロジェクトに依存する場合を考慮し、下記 3 段階とする。

3：MUST

重要な品質特性があって、それを表現するための品質技術を使っている
最初に品質特性が選択されて、品質技術で手厚く確認している

2：WANT

特段意識せずとも、標準プロセスを遵守する中で確認している品質技術や品質特性または選択式のもの（品質技術の選択が可）

1：N/A

業種として元から品質特性および品質技術を考慮しなくて良い
（製品やプロジェクトの特性等へのテーラリングにより、著しく要件を満たしていない場合も含む）

上記の手順で作成することにより、自組織における「要求分析の技法」から「テストの技法」までの各「知識領域」（これらの知識領域は工程の区分としても扱える）が、どの品質特性にどの程度まで寄与しているかを、濃（スコア値 3・寄与度が高い）と淡（スコア値 1・寄与度が低い）で採点欄のマトリクス上に、可視化できる（図 2）。

		ソフトウェア品質特性															
		利用時の品質				システム/ソフトウェア製品品質								データ品質			
知識領域		有効性	効率性	満足性	リスク回避性	利用状況網羅	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	完全性	機密性	正確性他
5	要求分析の技法	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1
6	設計の技法	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
7	実装の技法	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	1
8	レビューの技法	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1
9	テストの技法	1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	3	1	1	1	3	3

図 2 価値を表す品質特性スコア表の例

4.2 有効性確認の結果

6 組織（6 名の回答者）から実際に得た結果を以下にまとめる。表 1 に、評価を行った回答者の属性を示す。

表 1. 回答者の属性一覧

会社	業種	所属部門
組織A	組込み製品開発	品質保証部門
組織B	システム開発	品質保証部門
組織C	システム開発	品質保証部門
組織D	組込み製品開発	品質保証部門
組織E	組込み製品開発	品質保証部門
組織F	組込み製品開発	品質保証部門

(1) 標準プロセスの可視化

各組織の標準プロセスが寄与する品質特性を、レーダーチャートで可視化した結果、各知識領域で組織による違いが現れた（付録 2～6 参照）。特に知識領域「設計の技法」において組織ごとに顕著な違いが見られた。（図 3）

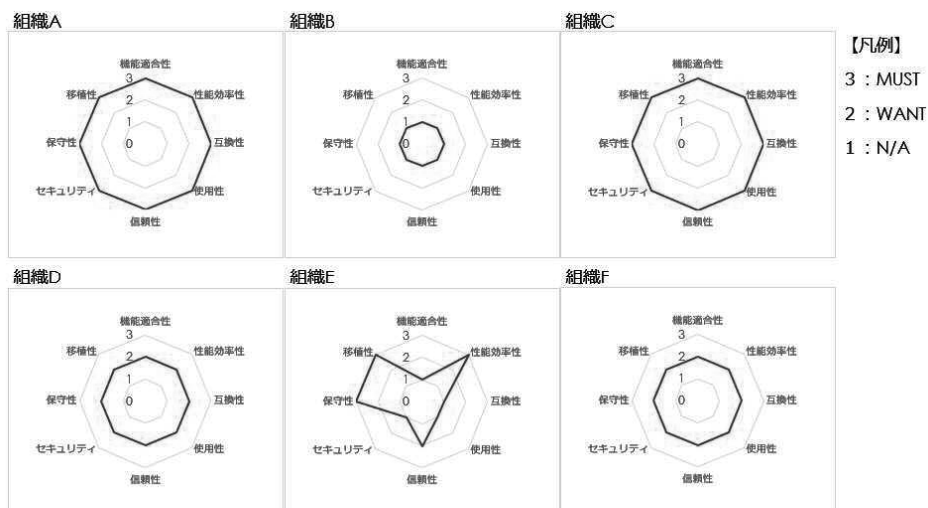


図 3 「設計の技法」における標準プロセスの結果比較

(2) 実プロジェクトの可視化

6 組織のうち、2 組織（組織 A および組織 F）においては、実プロジェクトも採点して品質特性への寄与度を分析した。そして(1)のうち、この 2 組織の標準プロセスの分析結果と比較し、実プロジェクトにおける品質技術の適用状況を可視化した。

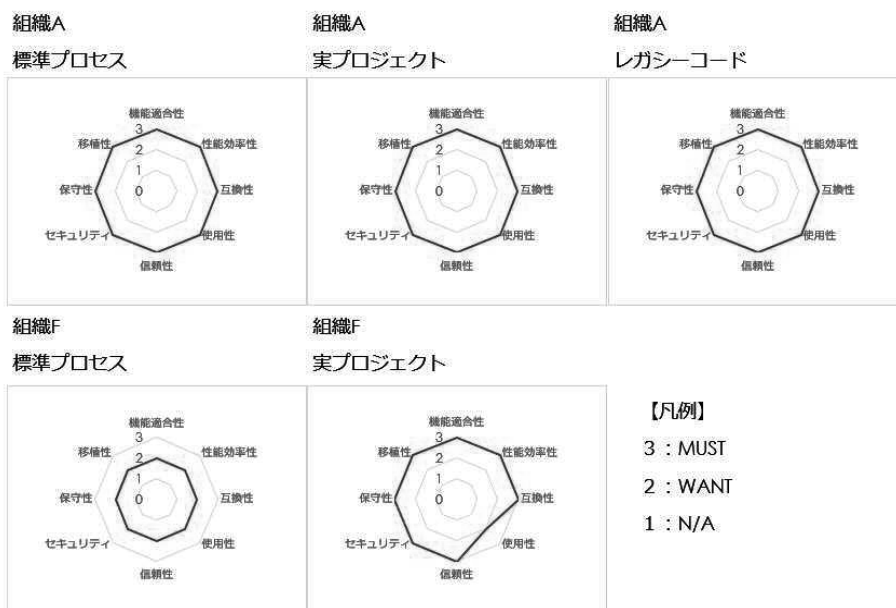


図 4 「設計の技法」における標準プロセスと実プロジェクトの比較

5. 考察

5.1 V2S 手法の有効性確認結果に対する考察

V2S 手法により、提供するソフトウェアの価値、またソフトウェアの価値に寄与する様々な品質技術活動が可視化・特定できるため、研究員らのソフトウェア開発の現場で発生する諸問題の解決に貢献するものと考えられる。各可視化場面の有効性確認結果をもとに回答者に確認し、考察した結果を述べる。

(1) 標準プロセスの可視化

標準プロセスへの適用により、組織が採用している品質技術は、それが含まれる

工程（知識領域）の単位で、関係する品質特性への寄与度の濃淡が数値により可視化された。これにより、品質技術の更新・再割り当て、特定の品質特性への手当（強化）のための品質技術採用や活動終了基準の改良といった、プロセス改善活動の客観的妥当性確認にも有効と考える。

また、業種が異なる組織間において、各工程で採用している品質技術の違いにより、注力している価値（品質特性）の相違点を、可視化できることを確認した。可視化された相違点をもたらした理由は、次のようなものであった。

a) 標準プロセスの適用方法と内容の詳細さの違い

図 3 の組織 A, C は、標準プロセスで詳細に適用する品質技術を定義しているため、品質特性がすべて MUST の結果になった。一方で、図 3 の組織 B, D, F では、標準プロセスに開発方針のみを提示し、実プロジェクト側で品質技術を決定するため N/A や WANT の結果になった。

b) 業種として優先すべき品質特性の違い

品質技術としてはすべて定義しているものの、業種（組込み製品開発）として設計工程で考慮すべき品質特性は移植性、保守性、性能効率性の 3 特性であることが示された（図 3 の組織 E）。

(2) 実プロジェクトの可視化

a) 標準プロセスを用いた実プロジェクト

標準プロセスと実プロジェクトとの品質特性への寄与度の違いを、可視化できることを確認した。具体的には、図 4 の組織 A の実プロジェクトは、標準プロセスに準拠して技法を採用しているために、標準プロセスと採点結果は変わらなかった。一方、組織 F の実プロジェクトは、品質要件を満たすための技法をプロジェクトが自ら選択し、定義したことで、組織の標準プロセスの寄与度の値よりも高い数値が現れる品質特性が確認された。

b) 標準プロセスを用いていない実プロジェクト（レガシーコード）

組織 A の標準プロセスと実プロジェクト（レガシーコード）との品質特性への寄与度の違いを、可視化できることを確認した。具体的には、作業記録が確認できなかったレビュー工程で差異が確認された（付録 7. 各組織の集計結果）。一方、「設計の技法」において、レガシーコードの作業記録によると利用している品質技術は標準プロセスに比べて少なかったが、V2S 手法では SQuBOK の知識領域（所謂、工程単位）で集約しているため、採点結果だけで比較すると標準プロセスや実プロジェクトにおいての顕著な差は確認できず、レガシーコードの品質が担保されているかの判断はできなかった（図 4. 組織 A 標準プロセスとレガシーコード）。従って、工程単位で使用する品質技術の数の多少による品質特性への寄与度の差を可視化するには、まだ十分でないことが分かった。

5.2 今後の展望

(1) V2S 手法利用者への品質技術解説と教育

採用状況を入力する際、副知識領域に関連付けられた品質技術への理解が無いと、組織で実施している活動がいずれに該当するのか判断できないという意見があった。有効性確認では V2S 手法の利用者を定義していなかったが、組織の標準プロセスはもとより SQuBOK の品質技術に対する知識を備えて利用できるようにする。例えば、品質技術に関する解説や教育を合わせて行うことで、可視化の正確性向上が期待できる。

(2) 採点方法の改良

本研究では、工程単位で品質特性の濃淡が把握できれば良いと考え、V2S 手法を提案したが、実プロジェクト（レガシーコード）の可視化から判明したように、採

点が知識領域（工程単位）で集計されるため、一つの知識領域に関連付けられる複数の品質技術の中で、使用する技術の数や実施の程度までは反映されない。今後、知識領域を分割した副知識領域やトピックス（品質技術）単位での集計や採点方法を見直すことにより、詳細な品質特性への影響評価を可能にしていく。

6. おわりに

本研究では、品質ボックスを応用することで、ソフトウェアの価値を可視化する V2S 手法について提案した。検証の結果、本手法で組織とプロジェクトが用いるプロセス中の、技術活動が、それが含まれる工程（知識領域）の単位毎に、各品質特性の向上に寄与する程度を把握し、活動がソフトウェア価値にもたらす影響度の相対的な特徴や相違点を可視化できることが分かった。

これによって、次のことが可能である。

- (1) 組織が標準プロセスによって提供可能な品質（価値）の特徴を工程単位で可視化
- (2) 実プロジェクトが提供可能な品質（価値）の特徴を工程単位で可視化
- (3) 各工程で必要となる作業の把握
- (4) 全体統合前の評価作業完了の判断基準明確化

また本手法を、品質特性向上への寄与の程度が工程（知識領域）単位よりもさらに詳細な技術活動毎に割り当てられるように改良を進めると、次も可能になると期待できる。

- (1) 再利用するレガシーコードが担保できる品質の程度の確認
- (2) 品質技術毎の実施程度に対する必要十分性・追加の必要性の判断

謝辞 本稿の執筆にあたり、早稲田大学・鷺崎弘宜教授、日科技連・ソフトウェア品質管理研究会の方々にご協力、ご助言を頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

- [1] 独立行政法人情報処理推進機構（IPA）アジャイル WG，なぜ、いまアジャイルが必要か？，pp. 1-19，2020-02
- [2] G. M. Jonathan, et al., Business IT Alignment in the Era of Digital Transformation: Quo Vadis?, Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), pp. 5563-5572, 2020
- [3] 鷺崎弘宜，萩本順三，羽生田栄一，関満徳，小林浩，丸山久，井上健，谷口真也，DX 時代に求められるソフトウェア工学の枠組（Software Engineering for Business and Society: SE4BS）の考察と展望，研究報告ソフトウェア工学（SE），2021-SE-207 No. 42，pp. 1-7，2021-02-22
- [4] David Scott Bernstein, レガシーコードからの脱却 ソフトウェアの寿命を延ばし価値を高める 9 つのプラクティス, O'Reilly Japan, pp. 1-300, 2019-09
- [5] SQuBOK 策定部会編，ソフトウェア品質知識体系ガイド第 2 版，オーム社，2014
- [6] ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models (JIS X 25010:2013 システムおよびソフトウェア製品の品質要求および評価 (SQuaRE) システムおよびソフトウェア品質モデル)
- [7] 小島嘉津江，森田純恵，廣瀬竹男，若本雅晶，菊池慎司，椋見歓，鷺崎弘宜，ソフトウェア品質技術が品質特性に与える効果の見える化とその検証，SEC journal, Vol. 14, No. 1, pp. 50-57, 2018
- [8] 鷺崎弘宜，測定評価と分析を通じたソフトウェア製品品質の実態定量化および総合的品質評価枠組みの確立，2015 年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業 (RISE) 成果報告書，早稲田大学グローバルソフトウェアエンジニアリング研究所 2017