

日本 MOT 学会による査読論文 (2015-1)

# 品質記録の記述レベルと成果物品質に関する実証的考察 — SI プロジェクトにおける成果物品質向上に関する実践事例 —

An Empirical Consideration of the Relations between  
the Description Level of Quality Records and the Deliverables Quality  
- From Some Case Studies to Improve the Deliverables Quality  
in Systems Integration Projects -

廣瀬 守克  
Morikatsu Hirose

## 要 旨

SI プロジェクトに参画する外部委託先に対し、「教育」と「品質記録に関する検査」によって正確な品質記録を残し、品質分析・評価の精度を高めることで成果物を改善する仕組みを整えた。この仕組みを運用した結果、顧客引渡し後の品質に顕著な効果が確認できたので報告する。

## ABSTRACT

We have provided "educations" and "inspections of quality records" to our business partners that participate our systems integration projects so that they can keep precise quality records, which lead us to improve accuracy of the quality analysis and evaluation.

By doing that, we have succeeded in organizing the framework to improve the deliverables quality.

We would like to report how we have operated the framework to confirm remarkable effects on the quality after submitting deliverables to our customers.

キーワード：成果物品質、ソフトウェア、SI プロジェクト、品質記録、品質分析・評価

投稿区分：研究ノート

## 1. はじめに

### 1.1 ソフトウェア開発に見る品質向上施策の動向

現代の社会活動・経済活動を支えるインフラストラクチャ（以下、社会インフラと称する）には、情報通信技術（ICT）が導入されている。今後の社会・経済の発展も ICT なくしては実現できない時代になった。これらの社会インフラを実現するために、ソフトウェアが重要な役割を担っている。したがって、高品質のソフトウェアを開発することは、ICT 業界にとって重

要なテーマのひとつとなっている。

社会インフラを構成するシステムで、その要素のひとつであるアプリケーション・ソフトウェアの品質尺度として、ベンダから顧客への納入時を起点として顧客の受入テストを経て安定稼働期までに検出される障害数が、開発に要した金額 5,000 万円につき 1 件以下であることという指標がある。また、各企業内の基幹システムにおいては、同様の基準で 500 万円につき 1 件以下であるとしている（経済産業省商務情報政策局, 2008）。

本論文は、ICTシステムのアプリケーション・ソフトウェアについての品質向上に関する取組みを論じるが、その前に、ソフトウェア開発における品質向上の取組みを俯瞰してみる。

組込系のソフトウェア開発におけるソフトウェア品質保証の取組みとしては、各企業が、ISO26262に準拠した機能安全に関する品質評価の仕組みを規定し（ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ、2013）適用している。また、アプリケーションパッケージ開発におけるソフトウェア品質保証の取組みとしては、ISO25051に準拠した品質評価の実施基準と手続きを整備する動き（CSAJ, 2013）（IPA, 2013）もある。

## 1.2 SIプロジェクト

プロジェクトとは、唯一無二の成果物を創造するために実施される有期性の活動であり、次のような特性を持つ（PMI, 2013）。SIプロジェクトも例外ではない。

### (1) 唯一無二の成果物

SIプロジェクトでは、成果物が個々のプロジェクトごとに独自性を持ち、どれひとつ同じものがない。これは、組込系ソフトウェアのように部品のひとつとして製品に組み込まれるソフトウェアや、アプリケーションパッケージのように汎用品として販売されるソフトウェアとは大きく異なる特性である。したがって、SIプロジェクトにISO26262やISO25051を適用することは難しい。

### (2) 有期性のある活動

一般に、SIプロジェクトは、発足に伴い予算を確保し必要な設備を調達する。さらに、SIプロジェクトを遂行するために必要な技術やスキルを持った要員を社内外より調達する。そして、SIプロジェクトが完了するとリソースを解放し、SIプロジェクトは解散する。したがって、SIプロジェクト内に蓄積された知見を形式知化して後続のSIプロジェクトに引継ぐために、事例として残すことが重要になる。

### (3) 品質、コスト、納期のトレードオフ

SIプロジェクトの成功要因は、トレードオフの関係にある「品質」と「コスト」と「納期」をコントロールすることである。顧客が主導して要件を纏め予算を決定する形態のSIプロジェクトをベンダが受託する場合は、コストと納期は与件であり後で変更することは困難である。このようなSIプロジェクトにおいては、品質がコストや納期よりも優先される。それは、品質不良がコスト増加や納期遅延を誘発するからである。

SIプロジェクトにおける主要な成果物であるアプリケーション・ソフトウェア（設計書、ソースコード、テスト仕様書兼結果報告書、付帯文書などを含む）の品質を管理する方法について、「続 定量的品質予測のススメ」（IPA/SEC, 2011a）等の書籍に記載がある。SIプロジェクトにおいて最終成果物の品質を向上させるためには、①各工程における成果物（中間成果物）に対して品質の作り込みを確実に行うことの重要性和、②各工程における成果物の品質を管理し工程完了の判断をするための基準と方法を確立することの重要性の、2つを説いている。

### (a) プロセス品質を管理する方法

プロセス品質を管理する方法は、品質の良い成果物を作る方法（手順）を確立し組織活動として定着させることである。この方法は、ISO9000（日本規格協会、2013）やCMMI®（Capability Maturity Model® Integration）の活動に見ることができる。筆者の所属する会社（以下、弊社と称する）では、顧客の入札要件としてISO9000の認証取得を要求されるケースが少なくないため、1995年頃より認証取得と維持の活動を推進している。

しかし、ISO9000やCMMIでは、プロジェクトの関係者が、予め定義したプロセス通りに作業することを要求することに留まっている。要求事項に合致したプロセスから生産される成果物自体の品質を、定量的に評価することには言及していない。

### (b) 成果物品質を管理する方法

成果物品質を管理する方法は、工程毎に、品質が良い成果物を選別する方法（手段）を確立し組織活動として定着させることである。この方法は、品質アセスメントや第三者検証の活動に見ることができる。

弊社では、SIプロジェクトの成果物に対して品質を作り込んだ証憑として、レビュー記録票や障害処理票で品質を記録している。この品質の記録を用いて定量的に分析・評価することによって成果物の品質を管理している。工程毎の成果物に対して、正しく品質の作り込みが実施されていることを管理するという事は、品質記録の件数がSIプロジェクト発足時に計画した（見積した）範囲に収束していることが重要であり、同時に、品質記録が所定の量、要求レベルで記録されていることが前提になっている。

また、正しく評価するという事は、評価に第三者の視点を入れて品質評価を実施するという事である。

### 1.3 SI プロジェクトにおける現在までの品質保証の動向

SI プロジェクトにおいては、個々のプロセス品質と成果物品質は必ずしも一致しない。これはソフトウェアという無形の成果物を作成する行為が、頭の中で考えたことを形式化して明示的な文章で表現するという知的作業であり個人の技量差が大きいためである。プロセス品質を管理するだけでは、最終成果物の品質を所定のレベルで確保することは難しい。

SI プロジェクトにおいて成果物の品質を定量的に分析・評価する方法は、弊社のみならず、ICT の業界団体においても様々な方法やノウハウが提唱されている。例えば、古くは日科技連ソフトウェア品質管理シリーズ（日科技連, 1986）等の書籍や、最近では「高信頼化ソフトウェアのための開発手法ガイドブック」（IPA/SEC, 2011b）などの書籍に方法やノウハウの紹介がある。

これらの品質の分析・評価の方法やノウハウは、SI プロジェクトにおいて正しい品質記録を作成していることを前提としている。このような活動は、筆者が参加した 1980 年代の都銀向け第三次オンラインシステム開発プロジェクトや公企業における基幹システム構築プロジェクトにおいては、常識の活動であった。

しかし、現在まで、当活動の実証的な成果が形式知として報告されていない。そのため、昨今の SI プロジェクトの現場では、顧客からの納期短縮要求と社内のコスト削減要求が優先されて、正しい品質記録を作成し分析・評価する活動は、軽視される傾向にある。

### 1.4 提案する品質向上のための仕組み

弊社の SI プロジェクトは、要員確保の面ではビジネスパートナー（以下、BP と称する）への依存度が高い。2008 年度から 2013 年度に、弊社とグループ企業（以下、弊社グループと称する）から BP へ発注した工数は、全開発工数の 6 割以上を占めている。

したがって、SI プロジェクトの成果物品質を確保するためには、弊社グループに対する品質向上施策のみでは難しい。弊社グループと BP が品質確保のために協力する仕組みが必要である。

このような背景から、SI プロジェクトが精度の高い品質の分析・評価を実施可能にする取組みをパートナー品質向上（Partners Quality Improvement 以下、PQI と称する）制度として確立し、品質記録の正確性を「教育の実施」と「第三者による検査」で高めることにした（松永・廣瀬, 2012）。

PQI 制度は、2009 年 4 月から現在まで、業種や業務の異なった数々の SI プロジェクトに適用して、実効性を検証するためのデータ収集を継続している。ま

た、弊社グループや BP からの要望を取り入れて制度の運用を改善してきている。今回、2012 年の論文発表以降に収集したデータを分析した結果、PQI 制度は、アプリケーション・ソフトウェアの品質を向上するために普遍性のある原理であることが分かったので報告する。

## 2. 課題

### 2.1 SI プロジェクトの成功率

PQI 制度を立ち上げる前年（2008）の日経コンピュータの特集記事（矢口・吉田, 2008）に、SI プロジェクトの成功率（QCD すべてが計画通りに完了）は 31.1% であるという報告がある。当記事では、品質遵守率（51.9%）がコスト遵守率（63.2%）や納期遵守率（54.6%）より低いとされている。

当記事の 5 年前（2003 年）の日経コンピュータの調査（中村・矢口, 2003）でも似たような傾向にあることが報告されている。これは、SI プロジェクトの実態として、品質優先の開発になっていないということである。

弊社の SI プロジェクトでも同様の傾向にあった。2008 年頃の弊社における SI プロジェクトの成功率は日経コンピュータの調査と同じ基準（QCD すべてが計画通りに完了）で評価すると 68% 程度であった。

### 2.2 弊社における問題発生プロジェクトの実態

弊社で 2008 年度に大幅なコスト超過に陥った SI プロジェクトや稼働後に重大トラブルを発生させた SI プロジェクトから 10 件を抽出し、その根本原因を調査した。その結果、品質記録が品質の分析・評価の証憑として活用できるレベルに到達していない事例や、品質記録自体を作成していない事例が見つかった。

SI プロジェクトの管理者が、各工程で成果物品質の作り込み状況を分析・評価して工程完了判断を下すのが正しい姿である。しかし、実態は、品質の分析・

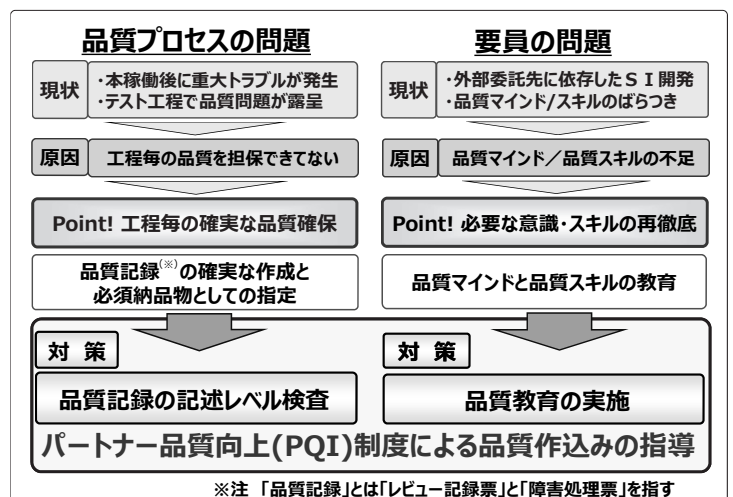


図1 PQI 制度の背景と考え方



評価の入力となる品質記録の精度が不十分であるために品質分析が正しく行えない。また、品質記録の分析については、各SIプロジェクトで各様の方法で実施しており、SIプロジェクトにおける成果物の品質を横並びで比較したり、第三者に品質レベルを説明したりすることが難しくなっていた。これらの問題により、工程完了の判断を誤ったことに気づかないまま次工程を開始しているプロジェクトが少なくなかった。

弊社のSIプロジェクトにおける品質活動には2つの問題があり、また、解決手段を推進する組織がないことも問題であった。図1にPQI制度の背景と考え方を示す。

### (1) 品質プロセスの問題

1つ目は、品質プロセスにまつわる問題で、品質作り込みの先送りである。重大な品質トラブルを引き起こしたSIプロジェクトには共通した傾向が見られた。工程毎の品質の分析・評価を省略し、品質を確保しないままスケジュールを優先して次工程に作業を進めているケースが該当する。これは、ソフトウェア開発においては、工程毎の成果物品質を物理的あるいは化学的方法で計測できないため、外形的に完成品か未完成品かを判断することが困難であることも一因である。

この品質プロセスの問題を解決するために、品質記録の内容を検査し、不十分な品質記録に対しては是正指導する活動が必要であると判断した。

### (2) 要員の問題（スキル・技術の問題）

2つ目は、要員の問題である。SIプロジェクトには様々な技量のメンバーが参画する。このメンバーの品質マインド（品質に対する意識）と品質スキルのばらつきを解消し底上げするための対策として、品質確保のために必要な知識を全メンバーへ教育する必要があると考えた。レビュー記録票や障害処理票の書式を定め、成果物の品質を正しく記録する技術と、品質記録を基にした定量的な品質の分析・評価を実施する技術を伝承する活動が必要であると判断した。

### (3) 組織の問題

3つ目は、組織の問題である。弊社では、SIプロジェクトに対する技術支援を主務とする組織が「技術支援部門」として存在する。しかし、BPに対する技術的な指導は、各SIプロジェクトの中で実施することになっており、この中で成果物品質の作り込みについても指導することになっていた。

成果物の品質確保のために必要な技術は、どのSIプロジェクトにおいても共通であり、これを弊社グループとして組織的に推進する組織が必要であると判断した。

## 3. PQIの適用方法

### 3.1 組織の問題に対する取組み

～購買の立場からプロジェクト活動を支援～

開発をBPへ委託した場合の成果物品質を評価するために、品質記録の記述レベルを上げ、その品質記録を分析し評価することは有効である。そのためには、BPが必ず品質記録を作成するプロセスを構築する必要があった。この点を考慮して、開発プロセスと購買プロセスを見直し、「発注」と「検収」のプロセスをゲートとして活用することを考えた。発注時には、BPに対し納品物として品質記録を必須とするよう検収条件を改定し明示した。

PQI制度では、弊社グループに対する支援として、「発注時点で品質記録を必須納品物として明示することの徹底」「レビュー記録票や障害処理票の正書法に関する教育（以下、品質教育と称する）を実施し品質記録の記述のばらつきを防止することの徹底」「品質記録の標準化と分析評価に関する助言」の3つを活動の柱とした。

また、BPに対する支援として、「パートナーシップ・ミーティングによる経営トップ同士の合意」「品質教育を実施し品質記録の記述のばらつきを防止することの徹底」「品質記録に対する記述レベル検査と助言」の3つを活動の柱とした。

これらの活動を実施する組織は、恒常的にBPと接する組織が最適であると考え、「技術支援部門」ではなく「購買部門」に設置することにした。図2にPQI制度による現場支援の概要を示す。

PQI制度は、2009年度から2年間の試行適用を実施し成果物の品質向上効果が確認できた。2011年7月に社内通達を発行し、現在は標準ルールとして推進している。

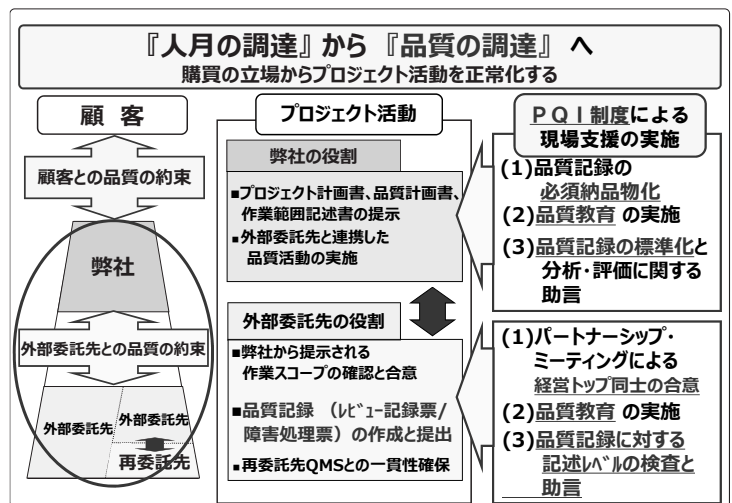


図2 PQI制度による現場支援

3.2 品質プロセスの問題に対する取組み

～品質記録の記述レベル検査～

PQI 適用プロジェクトが工程毎に品質の分析・評価を省略することなく正しく実施できるように、品質記録の内容を検査し是正指導するための仕組みを整えた。

(1) 品質記録チェックリストの整備

品質記録の内容検査は、検査担当者間のばらつきを少なくするために、検査の基準となるチェックリストに基づき実施する。チェックリストの例として、レビュー記録票のチェックリストを表 1 に示す。PQI 制度の開始当初は、チェックリストを非公開としていた。その後、BP 側からチェックリストの公開要望が強くなったことを受け、① BP 側の品質記録作成者のモチベーションを向上させて正しい品質記録を残すことと、②品質記録検査前の BP 内における事前レビューを強化することの 2 つを目的として、2012 年度下期より公開している。チェックリストを BP と共有することで品質向上に向けた協力体制を確立した。

チェックの観点は、品質記録を活用して成果物品

質の分析・評価を実施するために必要な情報が明記されているかどうかの主眼を置いた。チェック項目は、レビュー記録票で 18 項目、障害処理票で 26 項目を定めた。また、品質記録の作成者に記入負荷が掛からないように、品質の分析・評価を実施するための必要最小限のチェック項目として、それぞれ 9 項目に絞り込んだ。

(a) レビュー記録票の必要最小限のチェック項目

[文章記述欄 (5 項目)]

- ・指摘箇所を特定できるか
- ・不具合の内容を把握できるか
- ・不具合であると指摘した理由や根拠は明確か
- ・不具合を作り込んだ原因を把握できるか
- ・修正内容が把握できるか

[選択枝記入欄 (4 項目)]

- ・設計書修正要否と選択枝は合致するか
- ・不具合の状況と選択枝は合致するか
- ・不具合原因と選択枝は合致するか
- ・不具合の混入工程と選択枝は合致するか

表 1 チェックリストの例 (レビュー記録票)

No.	分類	項目名	入力様式	チェック内容/補足	判定
1	基本情報	管理番号	テキスト	管理番号のプレフィックスなどで、工程や対象システムなどの区分がわかるようになっている。例) RD-S01-9999	
2		レビュー対象工程	選択	レビューを実施した工程が選択されている。 例) 1.要件定義 2.外部設計 3.内部設計 4.プログラム設計 5.コーディング 6.単体テスト 7.結合テスト 8.システムテスト 9.総合テスト 10.運用/保守	
3		レビュー対象分類	選択	対象分類が選択されている。 また、レビュー対象工程と関連性のある値が選択されている。 ※「レビュー対象分類」は、設計要素分類を指定します。 例) (1)アプリ設計/製造レビューのとき 要件定義> 1.業務要件 2.機能要件 3.非機能要件 外部設計> 4.全体設計 5.業務設計(外部INF) 6.業務設計(画面) 7.業務設計(帳票) 8.業務設計(DB/ファイル) 9.業務設計(コード) 10.業務設計(MSG) 11.業務設計(バッチ) 12.アリアプリ方式設計 13.方式設計(運用) 14.方式設計(性能・拡張性) ... など	
4		レビュー対象	テキスト	レビュー対象となるドキュメント名が記入されている。	
5		レビュー実施日・時間	テキスト	レビューの実施日と実施時間(レビューの所要時間)が記入されている。	
6		レビュー対象量	テキスト	実施したレビュー対象の頁数、枚数またはKs数が記入されている。	
7		参加人数	テキスト	レビューに参加した人数が記入されている。	
8		承認欄	テキスト	責任者の承認が得られている。(承認者の氏名が記入されている。)	
9	指摘情報	指摘箇所	文章	指摘箇所が特定できるように、第三者が読んで理解できる用語と表現で記録されている。(内容がイメージできるレベルで記載されている) または、該当箇所を明示した(マーキングした)補足資料が添付されている。	
10		指摘内容・根拠	文章	次のような内容が、第三者が読んで理解できる用語と表現で記録されている。(内容がイメージできるレベルで記載されている) ・問題となる内容と、本来の正しい姿の対比 ・問題による影響 ・問題を指摘した理由や根拠 ・問題に関連する情報(インプットとなるドキュメント名など) ・考慮すべき事項... など	
11		修正内容・検討結果	文章	次のような内容が、第三者が読んで理解できる用語と表現で記録されている。(内容がイメージできるレベルで記載されている) ・修正の対象と具体的な修正内容、不具合を作り込んだ原因、指摘に対する改善事項 ・水平展開の必要性がある場合、その内容や方法...など	
12			テキスト/ファイル	検討した結果を確認できる資料がある場合は、該当資料の場所を明示または添付している。	
13		検討結果分類	選択	「検討結果分類」の該当する項目がコード値で選択されている。※「検討結果分類」は、指摘内容に対する検討結果の分類コード値で指定します。 例) 1.アプリミス 2.環境ミス(環境設計、環境定義、マニュアルミス、手順書ミス、テスト仕様ミス等) 6.指摘ミス 8.仕様通り 99.その他	
			選択	設計書の修正要否が正しく選択されている	
14		指摘分類	選択	指摘分類が選択されている。※「指摘分類」は、指摘内容の分類コード値で指定します。 例) 1.内容漏れ 2.内容誤り 3.記述曖昧/不備 4.仕様間不整合 5.設計改善 6.共通仕様違反 7.記述冗長/不統一 99.その他	
15	原因分類	選択	原因分類が選択されている。※「原因分類」は、指摘内容を作り込んだ原因をコード値で指定します。 例) A.検討不足 B.修正漏れ C.修正誤り D.影響調査漏れ E.標準化/規約不足 F.標準化/規約違反 G.提示条件の確認不足 H.関連機能の確認不足 I.周知連絡不徹底 J.仕様変更(条件変更) K.仕様変更(仕様不具合) L.設計変更 M.表現の配慮不足 N./ノウハウ不足 O.単純ミス Z.その他		
16	混入工程	選択	混入工程が選択されている。※「混入工程」は、指摘内容が作り込まれた工程をコード値で指定します。 例) 1.要件定義 2.外部設計 3.内部設計 4.プログラム設計 5.コーディング 6.単体テスト 7.結合テスト 8.システムテスト 9.総合テスト 10.運用/保守		
17	結果情報	指摘件数	テキスト	指摘件数が記入されている。	
18		分類ごとの指摘件数	テキスト	分類(検討結果分類, 指摘分類, 原因分類)ごとの指摘件数が記入されている。	

## (b) 障害処理票の必要最小限のチェック項目

〔文章記述欄（5項目）〕

- ・ 障害の現象を特定できるか
- ・ 障害と判断した理由や根拠を把握できるか
- ・ 障害の直接原因を調査しているか
- ・ 障害を作り込んだ根本原因を把握できるか
- ・ 対処方法が把握できるか

〔選択枝記入欄（4項目）〕

- ・ 障害発生箇所と選択枝は合致するか
- ・ 障害の状態と選択枝は合致するか
- ・ 障害原因と選択枝は合致するか
- ・ 障害の混入工程の選択枝は正しいか

## (2) 記述レベルの定量化

品質記録が正しく作成されているかを定量化するための指標として「記述レベル」を設定した。記述レベルは次の計算式に基づいて算出する。

$$\text{記述レベル（点）} = \frac{\Sigma（問題なしと判定した項目数）}{\Sigma（検査した項目数）} \times 100$$

記述レベルは、100点を満点とし合格ラインを60点と定めた。合格ラインは、理想として80点以上としたいところであるが、SIプロジェクトにおける品質記録の記述レベルが低い実態を考慮して当初は60点を出発点とした。

## (3) 品質記録検査の実施

各工程において、実際に作成された品質記録が品質教育で説明した通りに作成できているかを確認するため、購買部門が第三者の立場で本チェックリストを用いて記述レベルの検査（以下、品質検査と称する）を実施する。

### (a) 実施時期

1回目の品質検査は、開発の各工程の開始時から中盤で実施する運用とした。各工程の早い段階で品質記録を検査し改善事項の助言を行うことで、BPの品質に対する価値観の醸成につながることを期待した。

BPにとっては、品質記録の記述レベルに対する意識合わせを早期に実施できるため、指摘を受けて品質記録を修正する手戻り作業を削減することができると考えた。このようにすることで、検収時に不合格と判定されるリスクを軽減できる。また、弊社にとっては、BPからの納品物の品質向上が期待できる。

### (b) 検査対象の抽出方法

品質検査に当たっては、品質記録の作成に関与し

た全担当者分の品質記録を対象とした。作成担当者毎に品質記録の無作為抽出を行い、1担当者当たり5明細以上の品質記録を検査することにより、作成担当者毎の力量を測定し、作成担当者の品質記録技術・スキルの向上のための指導が可能になるようにした。

## 3.3 要員の問題に対する取組み～品質教育～

PQI制度を適用するSIプロジェクトは、弊社グループとBPを含めた全プロジェクトメンバーに対して品質教育を実施するようにした。

品質教育は、基本知識と実践能力の2つコースで実施することにした。基本知識のコースは、開発経験の少ない初心者でも理解が得られる内容とし、プロジェクトメンバー全員の受講を必須とした。一方、実践能力のコースは、品質記録を用いた品質の分析・評価まで拡張した内容とした。

実施にあたっては、ベースとなるテキストを共通化しつつ、各SIプロジェクトの品質記録の現物をチェックし、実態を把握した上で教材をテーラリングして受講者に提供している。このようにすることで、受講者自身が作成した品質記録に対して改善箇所を具体的に明示でき、受講者の当事者意識を高めることで教育効果の向上が期待できる。これは、従来の画一的な集合研修会との大きな違いである。

現在では、ベースとなる品質教育は、座学のほかにe-Learningでも受講可能としている。当教育の受講者は、PQI制度の開始以降、30,000人を越えた。

これらの品質教育は、PQI制度の適用効果を評価するための実績データ（工程毎のレビュー指摘件数や障害件数、開発規模など）提供の依頼とともに、SIプロジェクトの要員に対して実施している。

## 4. 効果

PQI制度は、2009年以降2014年3月までに、弊社の大規模SIプロジェクトを中心に306プロジェクトの適用実績がある。筆者らは、ひとつのSIプロジェクトに対してPQI制度を内部設計工程から適用し、その効果を論文（松永・廣瀬，2012）で報告した。同論文では、次の4項目について品質記録の記述レベルとアプリケーション品質との関係を調査し、相関関係があることを検証した。

- ①内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルが向上すると同工程を原因工程としたレビュー指摘件数が減少し品質向上効果があること（工程内でみた成果物の品質向上効果）
- ②内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルが向上すると同工程の設計内容を検証する工程である結合テスト工程で検出したバグ（欠陥）件数が減少し品質向上効果があること（設計工程と検証工程間でみ



た成果物の品質向上効果)

- ③結合テスト工程の障害処理票の記述レベルが向上すると次工程であるシステムテスト工程で検出したバグ件数が減少し品質向上効果があること（先行工程と後続工程間でみた成果物の品質向上効果）
- ④内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルが向上すると顧客引渡後3ヶ月間の障害発生数が減少し品質向上効果があること（最終成果物の品質向上効果）

先行論文の発表後も、PQI制度がアプリケーション・ソフトウェアの品質を向上させるために普遍性のある原理であることを実証するために調査を継続してきた。実証したいことは、①PQI制度を継続的に運用することがBPから納品される品質記録の記述レベル向上に寄与していること、および、②業種・業務や開発言語などのプロジェクト特性の違いに依らず、PQI制度を適用することがSIプロジェクトの最終成果物に対する品質向上に効果があることの2点である。

#### 4.1 品質記録の記述レベルの推移

PQI制度の運用を開始した初年度（2010年度）から2013年度にBPから納品された品質記録について、その記述レベルの推移を図3に示す。

各グラフの横軸は品質記録の記述レベル（点数）を5点刻みで20の階級に分け、縦軸は横軸の各階級ごとに検取物件の何パーセントが該当したかを示している。

2010年度は、45～75点のところに検取物件のピークがあった。特に70～75点のところに検取物件の最頻値ができています。2011年度には、この検取物件のピークが60点以上の高得点側に動き、さらに、2012年度と2013年度は、80～90点のところにピークができた。また、2013年度は、記述レベルが80点以上の品質記録の割合が全検取物件の49%を記録した。2010年度は80点を超えた検取物件が14%程度であったことから見ても大きな変化である。年度ごとの平均点も2010年度の61.9点から2013年度は77.0点まで上昇している。

一方で、分散（ばらつき）については4年間で大きな変化はなかった。これは、1章で述べたように、SIプロジ

エクトが有期性の活動であるため、プロジェクトが発足する都度、必要な技術者を集めていることによると考えられる。あるSIプロジェクトに集められた技術者が、過去に参加したSIプロジェクトで必ずしもPQI制度を経験しているとは限らないため分散が減少しないと考えられる。対策として、3.2で述べたようにBPと品質記録チェックリストを共有し協力体制を確立している。2013年度は30点未満の検取物件が1件だけであり、今後、効果が現れてくると期待している。本件は、今年度以降も実績データを収集し、別の機会に検証したい。

これらの結果から、品質記録の記述レベルが年々高くなっているのが見て取れる。これは、BPの技術者が品質記録を確実に記述できるようになっていることを示しており、少なくとも弊社と取引のあるBPにおいては品質記録を正しく残す行動が定着してきている。

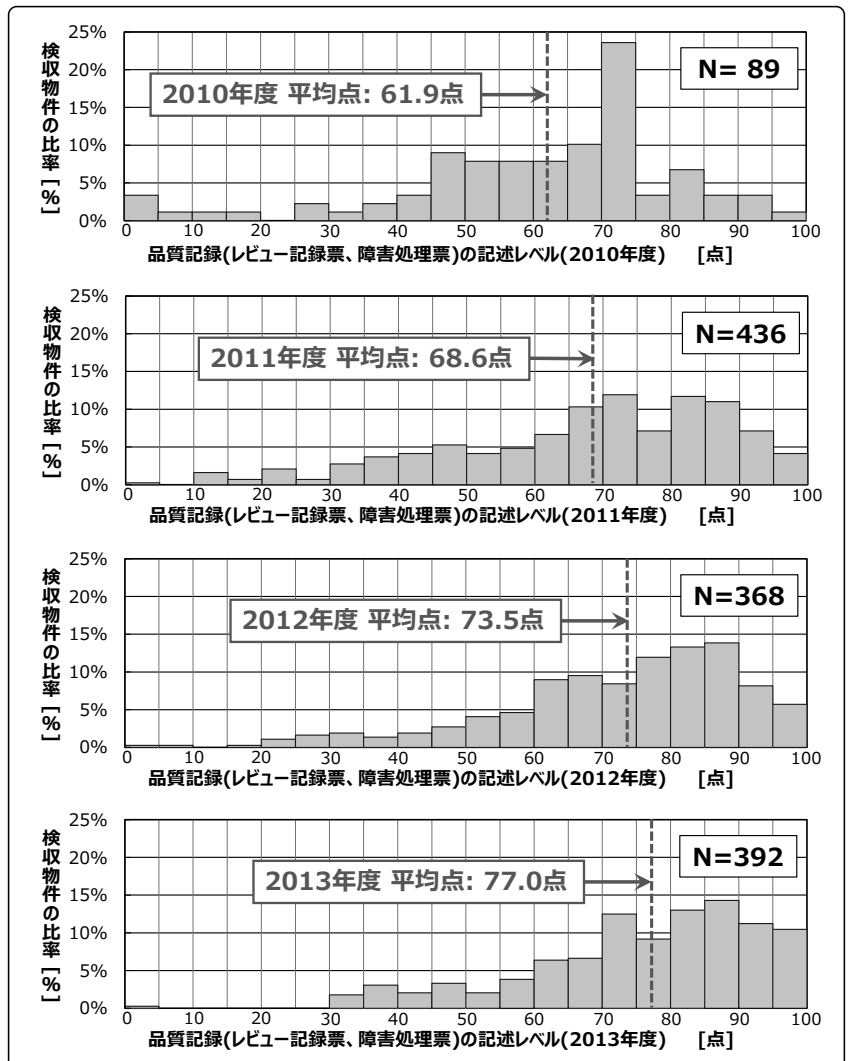


図3 BPから納品された品質記録記述レベルの年度推移

表2 プロジェクトプロフィール

項番	業種/業務	受注工程	納入規模 (Msteps)	サブシステム (数)	開発期間 (箇月)	開発言語
1	行政/会計	外部設計～運用テスト	1.0	12	17	Java, COBOL
2	流通/商品管理	要件定義～システムテスト	1.0	5	14	Java
3	電力/購買管理	外部設計～運用テスト	1.3	6	27	Java
4	科学技術	外部設計～システムテスト	1.6	4	14	C, C++

#### 4.2 特性の異なる複数のSIプロジェクト間の比較

品質記録の記述レベルとシステムを顧客に引渡した後に発生した障害率との関係を、特性の異なる複数のSIプロジェクトで比較する。比較の対象とするSIプロジェクトのプロフィールを表2に示す。

各SIプロジェクトより収集したデータより散布図を作成した(図4～7)。散布図の横軸は「品質記録の記述レベル」、縦軸は「顧客引渡後3ヶ月間の障害率」である。なお、縦軸は、各SIプロジェクトにおける「顧客引渡後3ヶ月間の全障害数」を「顧客納入規模(=開発規模、単位:kステップ)」で除した値(=平均障害率)を1.0とした場合の相対値としている。ここに、各SIプロジェクトのサブシステム毎の品質記録の記述レベルと障害率をプロットした。

##### (1) 行政プロジェクトの事例

図4は、行政向け基幹システムの再構築プロジェクトの事例である。2項の相関係数は「0.46」であった。

図4より、結合テスト工程の障害処理票の記述レベルの向上に伴い、顧客引渡後3ヶ月間の障害発生率が減少の傾向にあることが確認できた。当プロジェクトでは、障害処理票の記述レベルの平均値が90点を記録したにもかかわらず、平均障害率が1.8を記録したサブシステムが有った。プロジェクト側にヒアリングしたところ、当サブシステムはシステムテスト工程以降に顧客からの仕様変更依頼が多発し、対応に伴うデグレードが発生したことによるとの説明があった。

##### (2) 流通プロジェクトの事例

図5は、流通(スーパーマーケット)プロジェクトの事例である。2項の相関係数は「0.93」であり極めて高い相関を示した。

図5より、内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルの向上に伴い、顧客引渡後3ヶ月以内の障害発生率が減少の傾向にあることが確認できた。

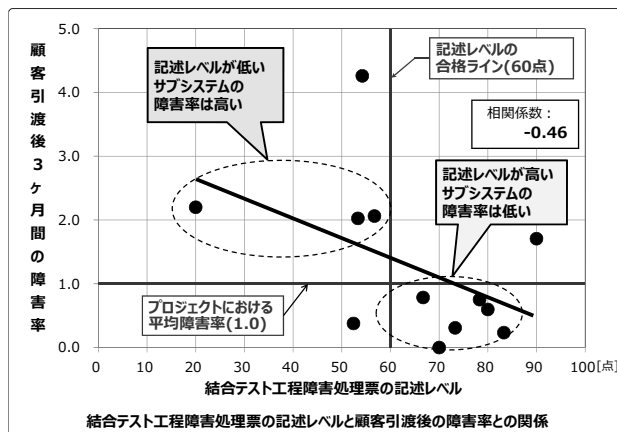


図4 行政プロジェクトの事例

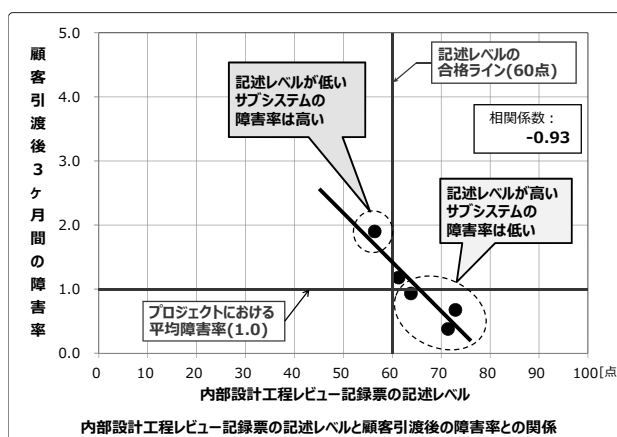


図5 流通プロジェクトの事例

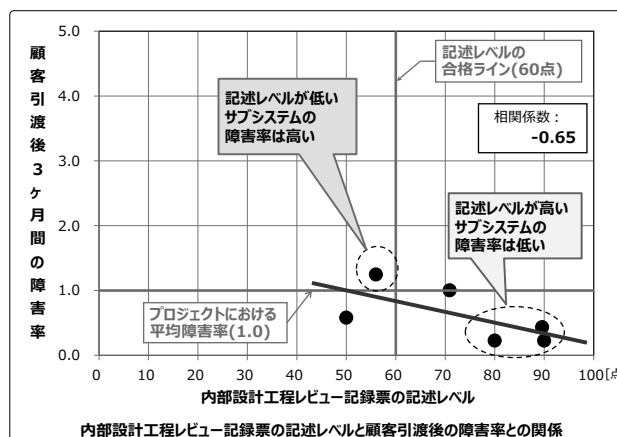


図6 電力プロジェクトの事例

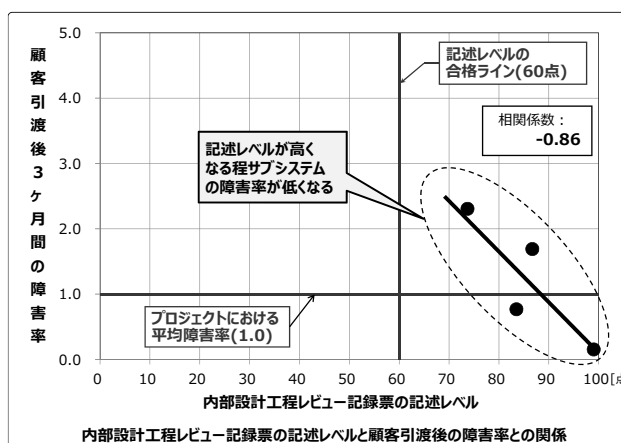


図7 科学技術プロジェクトの事例



### (3) 電力プロジェクトの事例

図6は、電力事業者向け基幹再構築プロジェクトの事例である。2項の相関係数は「0.65」であった。

図6より内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルの向上に伴い、顧客引渡後3ヵ月間の障害発生率が減少の傾向にあることが確認できた。

### (4) 科学技術系プロジェクトの事例

図7は、科学技術系プロジェクトの事例である。2項の相関係数は「0.86」であった。

図7より内部設計工程のレビュー記録票の記述レベルの向上に伴い、顧客引渡後3ヵ月間の障害発生率が減少の傾向にあることが確認できた。

## 5. 考察

4.1章で、PQI制度を4年間継続してきた結果、BPから納品された品質記録の記述レベルがどのように変化してきているかを示した。この結果から、PQI制度を継続的に運用することがBPから納品される品質記録の記述レベル向上に寄与していることが検証できた。

また、4.2章で、業種・業務の違いや開発工程の区切り方の違いに依らず、品質記録の記述レベルの向上に伴い、顧客引渡後の障害発生率が減少する傾向にあることを、4つのSIプロジェクトの事例で示した。

弊社におけるSIプロジェクト推進の経験から、流通業の顧客は、行政や科学技術系の顧客と比較すると、品質の要求よりも短納期開発や低コスト開発の要求が強い傾向がある。また、電力プロジェクトの事例については、いわゆる‘火を噴いたプロジェクト’であり、当初のスケジュールより遅延したプロジェクトであった。納入規模(=開発規模)や開発期間(工期)、開発言語についても、各プロジェクトで相違がある(表2)。

このようなプロジェクト特性に依らず、品質記録の記述レベルが向上すると顧客引渡後3ヵ月間の障害発生率が減少の傾向にあることが確認できた。業種・業務や開発言語などのプロジェクト特性の違いに依らず、PQI制度を適用することがSIプロジェクトの最終成果物に対する品質向上に効果があることが検証できた。

また、弊社における2013年度のSIプロジェクト成功率は、第三4半期末時点の集計で81.1%であった。弊社における品質向上策はPQI制度以外にも種々あるため、PQI制度の寄与度のみを分離して評価することは困難であるが、PQI制度がSIプロジェクトにおける最終成果物の品質向上の一助となっていることは4章で述べた効果から推測できる。

本論文では、PQI制度を4年間に渡って適用してきたことで、BPから納品される品質記録の記述レベルが年々高くなっていることを示す(図3)と共に、品質記録の記述レベルが向上することで、顧客引渡後のアプリケーション品質の向上にも繋がることを、業種や業務の異なる複数のSIプロジェクトの事例(図4~7)で示した。SIプロジェクトが各工程において、正しい品質記録を元に品質の分析・評価を行った上で後工程に着手することで、顧客引渡後の障害が僅少となる傾向にあることを確認できた。

品質記録を用いた品質保証を行う際には正しい品質記録を残し、この品質記録を入力情報として用い分析・評価することが重要である。BPへの依存度が高いSIプロジェクトにおいて成果物の品質向上のためには、BPに対する品質記録の書き方を教育し、第三者による品質記録の検査を実施することが肝要である。第三者の役割を担う組織としては、恒常的にBPと接している購買部門が適していることが分かった。購買プロセスの「発注」と「検収」のプロセスをゲートとして活用し、購買部門がPQI制度を主導することで、BPに対する品質向上の支援が実施可能であることを示した。

弊社では2003年度よりBPの中でも年間取引額や納品物の品質レベルが高いパートナーを「コアパートナー(全BPの7%程度)」として認定する制度を運用している。このコアパートナー認定基準のひとつとして、2013年度よりPQI制度による品質記録の記述レベルを評価点として採用した。これは、コアパートナー認定における客観性担保の一助となっている。

## 6. 今後の課題

4年間PQI制度を推進してきたことにより、現在では、弊社グループおよびBP各社のPQI制度に対する認知度は高い。また、弊社グループ内へのPQI制度適用に必要なスキルトランスファも進んでおり、受注額が3億円未満のSIプロジェクトに対する自発的なPQI制度適用も増加している。しかし、今後PQI制度を推進していくには2つの課題がある。

### (1) 分かり易い文章の書き方の指導

品質記録には文章形式で記入する欄が多い(表1)。品質向上のためには、品質記録を活用した正しい方法で品質の分析・評価を行うことが必要である。このとき、効率良く分析を進めるためには、文章形式で記入された内容が第三者にも容易に理解できるような表現になっていることが重要である。しかし、我々がSIプロジェクトの品質記録を精査すると、分かりにくい文章や、複数通りの解釈ができる文章が少なくないこ

とが分かってきた。対策として、文章の書き方を指導する教育コースを準備中である。

## (2) 発注時に提示する物件の品質向上

PQI 制度を適用し、成果物の品質を品質記録として残すことで、工程毎に品質の分析・評価を実施する環境が整い、成果物の品質を見極めて次工程に進む仕組みが完成した。

これまでの PQI 制度の推進を通して、発注時の提示物件に対する品質改善の必要性が浮き彫りになってきた。現在、SI プロジェクトからの発注依頼に対して、発注要件が満たされているか、言い換えると、これから BP に依頼しようとしている工程の開始条件を満たしているかをチェックする仕組みを設計中である。

本論文の事例を参考にして、全ての SI プロジェクトにおいて、発注先である BP が品質記録を正しく作成し、発注元と品質記録を共有し、分析・評価を実施することで、顧客引渡後のアプリケーション・ソフトウェアの品質向上に役立てば幸いである。

## 謝辞

本論文を執筆する機会を与えて頂き、ご指導頂きました株式会社富士通研究所の佐相秀幸社長に謝意を表します。また、論文を纏めるに当たり、数々の貴重なアドバイスを頂きました富士通株式会社の山澤昌夫氏、堀田耕一郎氏に深謝いたします。

(ひろせ もりかつ)

## 《引用文献リスト》

- ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ (2013) 『ISO 26262 実践ガイドブック ソフトウェア開発編』、日経 BP 社
- CSAJ (2013) 『パッケージソフトウェア品質認証制度申請者ガイドブック』、一般社団法人コンピュータソフトウェア協会  
[http://www.csaj.jp/psq/image/PSQ\\_Guidebook\\_1.00.01.pdf](http://www.csaj.jp/psq/image/PSQ_Guidebook_1.00.01.pdf) (2014 年 4 月 7 日 19:00)
- IPA (2013) 『JIS-X-25051(ISO/IEC25051) 準拠レベルでのパッケージソフトウェア製品認証仮想実験実施報告書』、独立行政法人情報処理推進機構  
<http://www.ipa.go.jp/files/000026869.pdf> (2013 年 10 月 14 日 18:00)
- IPA/SEC (2011a) 『続 定量的品質予測のススメ』、独立行政法人情報処理推進機構

<http://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn10-004.html>  
(2013 年 10 月 14 日 18:00)

- IPA/SEC (2011b) 『高信頼化ソフトウェアのための開発手法ガイドブック』、独立行政法人情報処理推進機構  
<http://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn10-005.html>  
(2013 年 10 月 14 日 18:00)
  - 経済産業省商務情報政策局 (2008) 「情報システム・ソフトウェアの信頼性及びセキュリティ関連参考資料」『第 1 回 高度情報化社会における情報システム・ソフトウェアの信頼性及びセキュリティに関する研究会 資料』、経済産業省, pp5.  
[http://www.meti.go.jp/policy/it\\_policy/softseibi/shinrai\\_kenkyukai/1st\\_sanko1\\_shinrai\\_data.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/softseibi/shinrai_kenkyukai/1st_sanko1_shinrai_data.pdf)(2013 年 10 月 14 日 18:00)
  - 松永雄介・廣瀬守克 (2012) 「品質記録の記述レベル改善によるアプリケーション品質の向上への取り組み」『プロジェクトマネジメント学会誌』 Vol.14、No.5、プロジェクトマネジメント学会、pp3-8
  - 中村健助・矢口竜太郎 (2003) 「特集 プロジェクト成功率は 26.7% 2003 年情報化実態調査」『日経コンピュータ』2003.11.17 号、日経 BP 社、pp50-71.
  - 日本規格協会 (2013) 『JIS ハンドブック ISO 9000 2013』、日本規格協会
  - 日科技連 (1986) 『日科技連ソフトウェア品質管理シリーズ (全 6 巻)』、日科技連出版社
  - PMI (Project Management Institute, Inc.) (2013) 『プロジェクトマネジメント知識体系ガイド (PMBOK® ガイド) 第 5 版 日本語版』、Project Management Institute, Inc.
  - 矢口竜太郎・吉田洋平 (2008) 「特集 1 第 2 回プロジェクト実態調査 800 社 成功率は 31.1%」『日経コンピュータ』2008.12.1 号、日経 BP 社、pp36-53
- 《登録商標》  
CMMI® and Capability Maturity Model® are registered in the U.S. Patent and Trademark Office.