

情報システム調達仕様書の品質評価手法に関する研究

筑波大学審査学位論文（博士）

2015

中 来 田 秀 樹

筑波大学大学院
ビジネス科学研究科 企業科学専攻

概要

官公庁が行う情報システムの調達において、調達を成功させるためには、入札時に最初に参照される調達仕様書の品質を高く保つ必要がある。このため、調達仕様書の品質は、品質の評価基準となる品質モデルにより客観的に評価されることが求められる。しかしながら、調達仕様書の品質モデルはいまだ存在しない。

そこで、本論文ではまず、調達仕様書の品質モデルを開発した。そして、官公庁が、調達仕様書の品質を上げるために行っている意見招請の分析により、品質向上がどのように行われているか、実態を調査した。その結果、品質モデルを用いて分類することにより、調達仕様書に求められる品質特性が明確となった。

次に、開発した品質モデルの評価と改良を行った。そして、同品質モデルを用いた品質評価手法を定め、実験により、品質モデル及び品質評価手法の有効性の評価をした。その結果、開発した調達仕様書の品質モデル及び品質検査手法の有効性を確認した。

この研究成果をもって、調達仕様書の品質向上が可能となった。

目次

第1章 序論	1
第2章 ソフトウェアの品質向上に関する取り組み	5
2.1 はじめに	5
2.2 4つのスコープと1980年代までの計算機環境の遷移	6
2.3 プロダクトの品質向上に向けた研究	9
2.4 インスペクションによるプログラム開発の品質向上	13
2.5 ソフトウェア要求仕様書の品質向上に向けた研究	15
2.5.1 1980年～1994年までの品質開発期	15
2.5.2 1995年以降の品質実用期	19
2.6 調達仕様書の品質向上に向けた取り組み	23
2.7 おわりに	24
第3章 品質モデル	27
3.1 要求仕様書の品質向上への取り組み	27
3.2 要求仕様書の品質モデル	29
3.3 IEEE-830における要求仕様書の品質モデル	31
3.3.1 良い要求仕様書の特徴	32
3.4 調達仕様書と要求仕様書の品質の差異	40
3.5 おわりに	42
第4章 調達仕様書の品質モデル	43
4.1 はじめに	43
4.2 要求仕様書の品質改善への取り組み	47
4.3 意見書の品質調査	50
4.4 中來田モデルの評価	55

4.4.1	有効性の評価	55
4.4.2	3つの視点の導入	56
4.4.3	3つの視点の適用	57
4.5	ISPS-Qモデルの提案	60
4.6	おわりに	63
第5章	調達仕様書の品質評価手法	65
5.1	はじめに	65
5.2	仕様書の品質評価	67
5.3	ISPS-Qモデル	69
5.3.1	概要	69
5.3.2	3つの役割の品質特性	70
5.3.3	モデル定義	70
5.4	ISPS-Qモデルを用いたインディペンデント評価手法	72
5.4.1	インディペンデント評価手法	72
5.4.2	パースペクティブ	72
5.4.3	評価手段	73
5.4.4	評価手順	73
5.5	実験による評価	76
5.5.1	実験環境	76
5.5.2	実験結果	78
5.5.3	意見書の分析	79
5.5.4	第1回実験とその結果	79
5.5.5	第2回実験の結果及び評価	81
5.5.6	実験の総合評価	82
5.5.7	議論	84
5.6	おわりに	87
第6章	結論	89
	謝辞	91

参考文献	93
関連業績リスト	103
参考論文	103

目 次

2.1	ソフトウェア工学における品質向上に係わる研究の全体構造図 . . .	7
2.2	ソフトウェアライフサイクルにおけるコスト対費用効果 [Boe81] . . .	18
4.1	妥当性確認	44
4.2	IEEE-830とプロトタイプモデル(中來田モデル)との品質特性の対応 . . .	44
4.3	意見招請の手順	50
4.4	企業ごとの品質特性使用頻度	53
4.5	評価用意見書と厚生労働省の意見書(提出意見書)との意見の比較 . . .	56
5.1	ISPS-Qモデルに対するパースペクティブとグループの分担表 . . .	77
5.2	意見書の品質特性分類例	79

表 目 次

2.1 要求仕様書に求められる品質特性の変遷	20
4.1 企業毎の理由分類	51
4.2 意見書の品質特性による分類	52
4.3 中來田モデルを使った意見書1 (抜粋)	55
5.1 評価シート	74
5.2 調達仕様書の品質評価実験結果	78

第1章 序論

情報システムを他企業や他団体に注文して構築する場合、発注者側はどのようなシステムを構築するかを明確に定義する必要がある。どのようなシステムを構築するかを定義する文書は、発注者が民間企業である場合は要求仕様書と呼ばれている。また、発注者が国や地方公共団体等の官公庁の場合は、情報システム調達仕様書(以下、調達仕様書とする)と呼ばれる。要求仕様書は、民間企業が発注者となるため、構築するシステムの機能や性能などを定義するだけでよい。しかし、調達仕様書は官公庁が発注者となるため、特定企業だけが受注できる、もしくは、有利になるような状況にしてはならない。政府の情報システムに対する公共事業費は、5兆2,853億円 [参議04]と市場規模は大きなものである。けれども、調達仕様書には要求仕様書にある品質モデルや品質評価手法などが規定されていない。

そこで本論文では、調達仕様書に必要な品質モデルと品質評価手法を提案し、評価手法を適用した実験により、調達仕様書の品質モデルおよび評価手法の有効性を評価する。特に、現在の調達仕様書の品質向上の試みの中で、意見招請による意見書と品質モデルに着目した。本章では、研究の背景と目的を示したのち、本論文の概要と構成を示す。

まず、用語の定義を行う。“品質”とは、ISO9000:2005 [ISO09]によると、「本来備わっている特性の集まりが要求事項を満たす程度」と定義されている。また、広辞苑(第六版)によると、「品物の性質」と定義されている。本論文では、“調達仕様書の品質”を、「調達仕様書に本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度」と定義する。また、“品質モデル”とは、ISO/IEC 9126 [ISO01]では、「品質要求及び品質評価の基礎を与えるような特性の集合及び特性間の関係」と定義している。したがって、“調達仕様書の品質モデル”とは、「調達仕様書の要求事項を満たすための品質特性または性質間の関係」と定義する。調達仕様書の

品質モデルを調査・研究し、定義することにより、調達仕様書が要求する内容を正しく調達先へ伝えることが可能となると考える。

情報システムの入札において、調達仕様書にてその仕様を明確に定義されていれば、どの企業が落札しても同じ機能・性能を有する物を構築できる可能性が高まる。しかし、落札した企業が調達仕様書に記述された要求通りの機能及び性能を満足させるためには、調達仕様書の品質を高く保たなければならない。つまり、調達仕様書に記述されている文章の品質が低い場合、例えば、曖昧な記述や記述のゆれが有る場合、誰もが同じ性能、同じ機能の情報システムを構築することはきわめて困難である。よって、調達仕様書の品質は高く保たなければならない。そして、調達仕様書の品質を高く保つためには、品質を客観的に評価する必要がある。

我が国においては、官公庁による調達仕様書の品質向上のための取り組みが行われている。調達仕様書の品質向上のために、官公庁が採用しているプロセスは以下のとおりである。官公庁は、調達仕様書の品質を確保するためにまず調達仕様書(案)を作成する。この調達仕様書(案)を、意見招請と言う方法を用いて、外部から広く意見を求め、その意見を取り込んでいる。この意見招請に応じ、意見を提出する企業、もしくは団体は、調達仕様書(案)の記載内容に対して問題があれば意見を調達機関へ提出する。官公庁は、集まった意見をまとめた資料を意見書として公開する。また、官公庁はこの集まった意見書を基にし、必要であれば調達仕様書(案)に対して修正する。さらに、官公庁のCIO補佐官は、調達仕様書の妥当性 [各府07]を確保するために、調達仕様書を修正する。そして、正式な調達仕様書として調達をする。これらの修正作業は、調達仕様書の品質を向上させるためのプロセスだと思われる。

しかし、このプロセス上で、調達仕様書の品質モデルが使われているような証拠は見られない。現在、官公庁の情報システム調達仕様書の品質モデルも、十分に議論されていないようである。ただし、調達仕様書に類似するものとしては、情報システムを構築するとき用いる要求仕様書の品質を評価する品質モデルが存在する。

情報システムを構築するための品質モデルとしてはIEEE Std.830-1998 [IEE98b](以

下, IEEE-830とする)¹がある. このIEEE-830の品質モデルでは, 要求仕様書を評価するための特性として8つ定義されている. しかし, 「情報システム調達のための技術参照モデル(TRM)」によると, 少なくとも官公庁の調達仕様書では複数の企業が入札可能とするための品質特性として, 公平性 [経済10]が必要となると言われている. つまり, 要求仕様書の品質モデルをそのまま調達仕様書の品質モデルへ適応することは困難である.

調達仕様書の品質を向上するためには, 調達仕様書の品質を評価する必要がある. また, 品質を評価するためには, 品質の評価基準となる品質モデルが必要である. つまり, 調達仕様書の品質モデルを定義することで, 調達仕様書の品質評価が可能となる.

しかし, 調達仕様書の品質モデルとして, 多くの品質特性を列挙し, 定義をただけでは, 調達仕様書の品質を正しく評価できるとは限らない. 調達仕様書の品質を正しく評価するには, 評価者による品質モデルを用いた評価手法も開発する必要がある. また, 開発した品質モデルの有効性に問題がある場合は, その問題を解決するために品質モデルを改良しなければならない.

そこで本論文では, 調達仕様書の品質向上のための研究として, 以下の3項目を行うこととする.

- 1) 調達仕様書の品質モデルの定義.
- 2) 品質モデルの評価および, 品質モデルの改良.
- 3) 品質モデルを用いた調達仕様書の品質評価手法とその有効性の評価.

本論文では, 調達仕様書の品質モデルを定義するとともに, 品質評価手法を開発し, それらの有効性を実験によって示す.

本論文の概要と構成は, 次のようになっている.

2章では, ソフトウェアの品質向上のための先行研究を時代と手法による分類を行うとともに, ソフトウェア要求仕様書における品質向上の研究がどこまで進んでいるかを示し, 本論文の範囲を示す.

¹IEEE Std.830には, 1984年版, 1993年版, 1998年版の3つがあるが, 本研究が対象としているのは, 1998年版である. よって, 以降IEEE-830と表記するものは1998年版であり, それ以外の年版は, 年を明記する事とする.

3章では、この研究の目的である、調達仕様書の品質向上のための調達仕様書の品質モデルを定義するために、ソフトウェア要求仕様書の品質モデルであるIEEE-830 [IEE98b]を拡張する。そこで、この章ではIEEE-830を示し、ソフトウェア要求仕様書の品質向上のための方法を紹介する。

前述のように官公庁は、調達仕様書の品質向上のために、意見招請による意見書を用いている。そこで4章では、意見招請により集められた意見書の意見理由を分析した。意見理由を分析することにより、調達仕様書に必要な品質特性を明確にすると共に、調達仕様書の品質モデルを定義した。さらに、この品質モデルを用いて、実際に調達が行われた調達仕様書に対して品質評価を行った。この品質評価と意見書とを比較することにより、本論文の調達仕様書の品質モデルの欠陥を示すと共に品質モデルの改良を行う。

5章では、定義した調達仕様書の品質モデルと、開発した調達仕様書の品質評価手法を用いて、異なる評価者6名×2グループによる調達仕様書の品質評価実験を行い、調達仕様書の品質モデルと品質評価手法の有効性および、調達仕様書の特性を明らかにする。

6章では、本論文の成果をまとめると共に、今後の課題についても述べる。

第2章 ソフトウェアの品質向上に関する取り組み

2.1 はじめに

近年、情報システムの構築規模は、大規模化、複雑化の一途を辿っている。大規模化、複雑化する情報システムの品質を保つためには、設計やテストなど様々な工程における作業内容を明確にしなければならない。また、明確にした作業内容が、正しい品質で作成されたことを検査する必要がある。

今日まで、ソフトウェアの品質向上のために、ソフトウェア開発の各工程ごとに様々な提案が行われてきた。たとえば、プログラムの品質を向上させるためには、各種テスト技法(ホワイトボックステスト、ブラックボックステスト、静的解析) [長尾90]がある。設計工程での品質を向上させるためには、チェックリスト、V&V [Boe84]など、各種インスペクションがある。このインスペクションの中の1つとして、品質モデルによる品質評価手法がある。本論では、インスペクションとして、品質モデルによる品質評価手法を用いる。また、設計支援ではCASE(Computer Aided Software Engineering)ツール [朝尾01]がある。UML [Obj96]というモデリング言語は仕様の曖昧さを低減させるための言語である。

また、要求仕様書に係る品質向上のための活動として、要求仕様書の書き方を示すガイドライン [IEE93]、品質モデル [IEE98b]、インスペクション手法 [Dav93] が提案されている。

システム開発の成果物である、ソフトウェアというプロダクトの品質を向上させるために、プロセスを改善させる必要があるとの提案もなされた。この代表としては、CMM [Hum89]のプロセス改善活動がある。これまで、ソフトウェアの品質向上のために、プロダクト及びプロセス両輪による活動が行われている。

調達により情報システムの構築をするための要求が記述されている文章としては、調達仕様書がある。この調達仕様書の品質を向上させることで、情報システ

ム構築の各開発工程における成果物の品質を高く保つことが可能となる。また、調達仕様書の品質を保つことは、システムを円滑に稼働させるためにも不可欠である。本章では、ソフトウェアの品質向上に関する取り組みを概観し、調達仕様書の品質向上のために、どのような研究成果が求められるかを明らかにする。

2.2 4つのスコープと1980年代までの計算機環境の遷移

要求通りのシステムを構築するには、要求が記述された要求仕様書や調達仕様書の品質が高くなければならない。また、要求通りのシステムを稼働させるためには、システム構築全体のプロダクトに対する品質を向上することも必要である。さらには、品質を評価するインスペクションも重要な要因である。

そこで本章では、調達仕様書の品質を向上させるため、以下の4つのスコープを設定した。

1) プロダクトの品質向上のスコープ

ツール支援，グループ支援，CASEツール，解析ソフト，開発環境，品質保証，品質管理

2) インスペクションによる品質向上のスコープ

ソフトウェア工学における品質向上に係わる検査，検証，妥当性確認，及びインスペクションに関する国際基準

3) ソフトウェア要求仕様書(SRS)の品質向上のスコープ

ソフトウェア要求仕様書の定義，ガイド，品質，品質モデル，検証，国際基準

4) 調達仕様書の品質向上のスコープ

E-Japan戦略，政府調達制度の見直し，調達仕様書のガイドライン，基本方針

品質向上のための取り組みの全体構造を図 2.1に示す。図 2.1の横軸は、1975年以降現代までの時間軸である。縦軸は、プロダクトの品質向上のスコープ、インスペクションによる品質向上のスコープ、ソフトウェア要求仕様書の品質向上のスコープ、調達仕様書の品質向上のスコープ、と4つのスコープをブロックとして配している。さらには、時代背景との関連を明確にするため、計算機の環境変

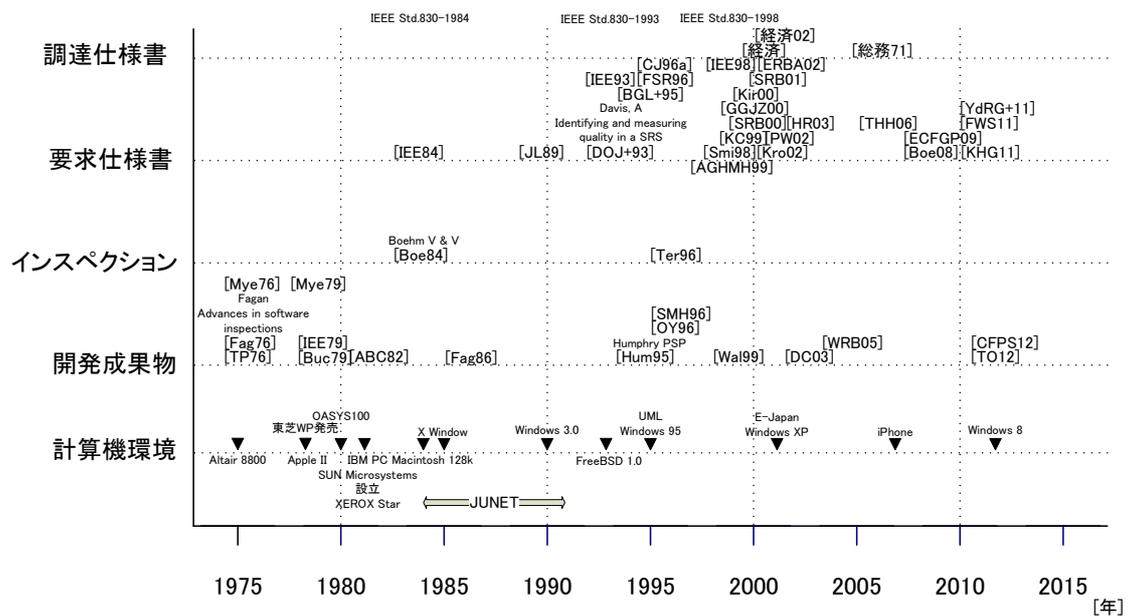


図 2.1: ソフトウェア工学における品質向上に係わる研究の全体構造図

化に係る主要なトピックを記載している。図中の記号は参考文献リストの項目を示している。

ここで設定した4つのスコープの内、最後の“調達仕様書の品質向上のスコープ”は、調達仕様書の品質向上における重要な取り組みなので、別の節(2.6節参照)で述べることにする。

まずは、情報システムに求められる品質が、どのように推移したかを知るためにも、計算機の歴史の初期に立ち戻らなければならない。現在までの計算機の発達の歴史を概観すると以下のようなになる。

1979年までの時代は、プログラム以外の多くの成果物が紙の媒体で管理されていた時代である。1946年にENIAC [ENI46]が完成し、その後、汎用機とミニコンピュータ(ミニコン)によるシステム開発が行われた。この時代の開発環境は、1970年代後半までの間、プログラムの入力手段は紙テープか、紙カード(80欄カード)を使用していた。プログラムの保存手段に関しては、主に同じく紙テープか、磁気テープ装置 [柳生94]または、磁気ドラム装置 [柳生94]が使用されていた。主記憶には当初は、水銀遅延線かウィリアムス管が使われ、その後、磁気コアメモリ [Cor]が使われていた。

1970年後半になり、マイクロコンピュータが開発され、1975年にAltair 8800 [Alt75]の出荷が開始された。また、1977年にApple社は、Apple II [App77]を発表した。更に、磁気保存媒体としてディスクパック、フロッピーディスクが普及した。計算機の操作は、テレタイプライター [Tel60]か、CRTディスプレイを使用していた。この時代の品質向上のインスペクションとしては、ソースコードのコンパイルによるエラー抽出、人が目視によるソースコードレビュー [IPA07]などがある。これらの品質向上のための取り組みは今も使われている。

ソフトウェア開発環境は、1980年からの数年間で急激な改善が行われた。それまでのソフトウェア開発では、各種成果物の中でソースコードを除く多くの成果物で紙を使用していた。1980年に入ると、ハードウェア環境においては、パーソナルコンピュータやワークステーションを一人1台で使える時代になった。ソフトウェア環境においては、ワードプロセッサや作図ソフトが汎用化された。これにより、すべての成果物が電子的に保存されるようになった。さらには、社内LANの構築や、会社間のネットワーク接続をするインターネットの発達に伴い成果物をサーバーで共有する時代へと移行した。

次節以降では、4つのスコープ毎の品質向上のための研究を示す。

2.3 プロダクトの品質向上に向けた研究

本章で設定したスコープの中の“プロダクトの品質向上に関する研究”の調査を述べる。

1980年以前の研究は、主にプログラムのソースコードや設計書の品質向上を目的とした研究が行われていた。

プログラムの品質向上のための研究では、Myersらは1976年に Software Reliability [Mye76], 1979年には Art of Software Testing [Mye79] の2冊を出版した。Myersは Art of Software Testing の中で「一般に、プログラムのすべてのエラーを見つけることは、非現実的でもあり、しばしば不可能でもある」と述べている。しかし、“テストの目的を定め、テスト項目の中で重要な順番に優先順位を付け、その中で重要な項目から順番にテストをすることにより、ソフトウェアの品質を上げることが可能である”と述べている。

品質管理における品質向上の研究では、ソフトウェア開発における品質管理の方法を1976年、Frankら [Tsu76]が提案した。彼らはユーザーが求める高品質な品質特性を機能完全性、操作性の良さ、インストール可能、および低エラー率であるとし、この4つの品質特性を確保するための品質管理方法を提案している。ソフトウェアの品質管理を行い始めた1980年前後までは、プロダクトの多くが紙により管理されていた。1980年以降は、プロダクトの多くは電子的に格納されるようになっていった。そして、品質管理が着目したプロダクトは、電子的にコンピュータの中に格納されていたプログラムであった。コンピュータの中にプログラムが格納されることにより、プログラムのテスト、およびデバッグをコンピュータにより実行することが可能となる。このような背景から、ソフトウェア開発における品質向上は、当初プログラムの品質向上に研究の中心が置かれていた。

1980年代以降の研究は、これまでのソースコードの品質向上に向けた研究から、より上流工程での品質向上に向けた研究が行われるようになった。

1982年、Adrionら [Dau11]は、ソフトウェア開発のドキュメントに対して、品質欠陥の検出ツールを発表した。このツールは、ドキュメントに対してツールのユーザー(プロジェクトマネージャー、ソフトウェア検査官、品質管理)によるルールセットを用いて、品質の欠陥検出を可能とした。

プログラムのインスペクションでは、ソフトウェアが必要とする要件を満たしているかどうかを確認するために、静的な試験をする方法を1986年にFaganら [Fag86]は示した。Faganらは、ソフトウェアインスペクションをすることにより、多くの欠陥を低コストで検出することが可能であると述べている。そして、ソフトウェアのインスペクションにより60%~90%の欠陥を発見することが出来たと述べている。

1979年のCASEツールの提案から応用利用へと環境が変化した。1979年以降、テストだけではなく、ソフトウェアの開発をコンピュータによる支援のもとで行うためのCASEツールが開発され、ツールの実用、応用の時代へ移っていった。CASEツールにより、プログラミング作業の他に、要求のモデル化、分析、設計支援、テスト、デバッグ、構成管理などの作業が支援されるようになった。文書の電子化により、コンピュータによる文書の管理が一般化し、開発者の単純な誤りを作業中にツールが発見し指摘できるようにもなった。

日本でも、90年代は多くのツールが開発されて、そして販売された。1999年には、UMLエディタとしてのCASEツールでastah*の前身であるJude [Jud99]が公開されている。

更に、1995年には、Humphreyら [Hum95]は、パーソナルソフトウェアプロセス (PSP)を開発した。PSPは、個人・個人が行うソフトウェア開発のプロダクトへの品質の検査、評価をする方法を示すものである。また、1999年には、Humphreyらはチームソフトウェアプロセス(TSP) [Hum99]を開発し、PSPによる個人での開発プロセスの検査評価方法からチームによるプロダクトの検査、評価方法の開発へと拡張をした。

1999年に、Koscianskら [Kos99]は、ISO/IEC 9126 [ISO01]のソフトウェア品質モデルを用いて、階層構造の品質評価フレームワークによる品質向上の方法を示した。実際のLiquid Mixture Systemに対し適用したところ、使用性の計測 (measuring usability)を行えたと報告している。

また、品質に関する定義 [Dav93] [IEE93] [IEE98b]が行われ、プロダクトの評価をするための品質モデルに対する評価の研究も進められた。ISO/IEC 9126 [ISO01]は、ソフトウェアコンポーネントに障害が発生した場合に、生活が危険にさらされるセーフティクリティカルなシステムを含む、すべてのソフト

ウェアが組み込まれた製品の品質を確保するための国際規格である。しかし、2005年にAl-Kilidarら [Al-05]は、この品質モデルを用いて製品を評価した場合、正しく評価することができない事を実験で明らかにした。彼らは、品質特性に対し、不完全で曖昧な記述があり、標準として妥当性に欠けると述べている。

1982年にAdrionら [Adr82]は、品質保証とテスト仕様書(テストドキュメンテーション)のためのフレームワークとして、Buckleyら [Buc79]のA Standard for Software Quality Assurance Plans及び、IEEE [IEE79]のIEEE Draft Test Documentation Standardを参照する必要があると述べている。

ソフトウェアの品質保証においても、1996年にOwら [Ow96]は、ソフトウェア品質保証活動に使われる品質保証ツールの利用に対する調査結果を報告している。この中で、品質保証ツールを適切に利用するためには、ツール利用者に対する教育が重要であると述べている。

1996年に、Stelzerら [Ste96]は、ヨーロッパの多くの企業で、ISO9000を介して実際にソフトウェアプロセス改善が実行できているのか、また、実際に役立っているのか調査を行った。その結果、ISO9000のうち、5つの要素が多くの企業で実施されていないことが明らかとなった。その要素とは、

- 1) Code reviews and inspections
- 2) Software testing
- 3) Product and process measurements
- 4) Measurement of quality costs
- 5) Demonstration of quality improvements

である。また、多くの企業が実際に実施しているプロセス改善は、2要素のみである事を明かにした。その2要素とは、現状の文書化と内部監査である。

2012年には、Cunhaら [Cun12]は、スプレッドシートの品質モデルを提案した。彼らはISO/IEC 9126 [ISO01]の品質モデルを用いて、スプレッドシートのソフトウェアの特性と関連付け、目標とする製品と品質モデルとの対応付け、品質評価のための特徴を数値化する方法を示した。この研究により、スプレッドシートの

評価のためには、スプレッドシートの特徴を数値化することにより、品質の評価が可能となった。

ソフトウェアの品質管理・品質保証に関して、上記以外にも様々な研究・活動 [Vol93] [Chr95] [Amb08] [Win05] が行われてきた。

2.4 インスペクションによるプログラム開発の品質向上

1976年にFaganら [Fag76] は、プログラム開発における設計及びプログラム (FaganはCODEと記述している)のインスペクションを提案した。インスペクションのプロセス管理は、目的を定めて実施する必要があると報告している。このインスペクションとは、ソフトウェア開発の各作業工程で、設計仕様書やコーディングしたプログラムのロジックを専門家である第三者が検証し、誤りや問題点を検出することである。Faganらの発表以降、インスペクション手法の研究・開発が進められるようになった。

仕様書及びプログラムにおける品質検査について、1983年にBoehmら [Boe84] は、検査と妥当性確認 (Verifying and Validating:以降 V&V) という2つの視点から、インスペクションをする必要があると述べている。個々の品質検査以外に、作成したプログラムが要求仕様書の要求を満たしているか、妥当性の確認が必要となる。同じく、設計仕様書通りにプログラムが作られていることを、インスペクションをすることにより確認しなければならない。このV&Vの具体的手段として、ソフトウェアテスト、レビュー、静的解析、モデル検査などがある。

ソフトウェアプロダクトの品質評価方法としてのV&Vは、個人もしくは開発チームが行っていたが、プロダクトのより高い品質を求める要求があり、Arthurら [Art99]はIV&V (Independent Verification and Validation)を公表した。これは、インスペクションを行う専門の独立したグループを社内で構成することにより、より高い品質を求める活動である。

プログラムテストは、プログラムが必要とされる品質を満たしているかどうかを確認するために、静的な試験をする方法である。1986年にFaganら [Fag86]によって示されたプログラムテストをすることにより、多くの欠陥を低コストで検出することが可能となった。このテストによりプログラム内の60%~90%の欠陥を発見することが出来たと述べられている。

ソフトウェアインスペクションの研究としてTabaら [Tab12]は、2012年に検査工程にて発見される矛盾と言う品質特性に注目し、従来の検査方法と比較し、早期発見するための検査方法を提案した。

また、ソフトウェア設計の品質検査方法では、一貫した品質モデルの構造を

持った GRCM MODEL(Goal-Rule-Checklist-Metric Model) を使用することにより、品質目標を定めて検査する方法が1996年、Ilkkaら [Ter96]によって提案された。

上記以外にも、2000年に入ると、プロダクトのインスペクション方法の研究 [Eic02] [Shu01] [Den03] が活発に議論されるようになった。

2.5 ソフトウェア要求仕様書の品質向上に向けた研究

要求仕様書の品質向上に向けた研究を、2つの時代に分類して調査した。1つは、1980年～1994年の品質向上のために様々な手法が提案された時期で、2.5.1項に示す。もう1つは、1995年以降の品質向上に向け実用的な適用方法が提案された時期で、2.5.2項に示す。この1995年を境に2つに分けた理由は、Microsoft社が発表したWindows95による影響である。なぜなら、Windows95以降はGUIが発達したため、ソフトウェア要求からソフトウェアテストまでの全工程において、品質の考え方が大きく変化したためである。

2.5.1 1980年～1994年までの品質開発期

プロダクトの品質向上に向けて、要求仕様書と設計仕様書間における検証と妥当性確認と言う2つの視点から、品質を評価することにより、品質を確保することが可能だとする研究を、1983年にBoehmら [Boe84] が報告している。Boehmらの求める品質特性とは、完全性(Complete)、一貫性(Consistent)、実行可能性(Feasible)、テスト可能性(Testable)の4つである。

ソフトウェア要求仕様書(Software Requirements Specifications:以降、SRS)の書き方のガイドとして、IEEE Std.830-1984 [IEE84] “IEEE Guide to Software Requirements Specifications” が同年国際標準として示された。IEEE Std.830-1984によってSRSの品質特性が示されることにより、情報システムを構築するための要求を、どのような順序で書けば良いのかが定まった。

IEEE Std.830-1984では、良いソフトウェア要求仕様書が求める品質特性として、以下の7種類を示している。

1) 非曖昧性(Unambiguous)

仕様書内のすべての要求が唯一の解釈を持つ場合、その要求仕様書は非曖昧であるとする。

2) 完全性(Complete)

以下のすべてを満たした場合、要求仕様書は完全である。

- (i) すべての重要な要求がすべて満たされている。

(ii) ソフトウェアは、応答する必要があるすべての入力に対する実現可能なすべてのクラスが記述されている。

(iii) すべてのページの図と表に名前が付けられ、参照先も書かれており、すべての単位も定義が記載されている。

3) 検証可能性 (Verifiable)

開発されるソフトウェアが要求仕様書の記述内容を満たすか否かを検査するための方法があり検査作業が妥当なコスト内で妥当な時間内に行える場合、その要求仕様書は検証可能である。

4) 無矛盾性 (Consistent)

仕様は1箇所だけに書かれている、もしくは複数箇所に記載されている内容が異なる場合、その要求仕様書は無矛盾である。

5) 変更可能性 (Modifiable)

仕様書が、完全性と無矛盾性を損なわず容易に変更できる場合、その要求仕様書は変更可能である。

6) 追跡可能性 (Traceable)

将来の開発で、改良された要求仕様書との対応や、他の開発段階における文章との対応が取れている場合、その要求仕様書は追跡可能である。

7) 運用・保守利用可能性 (Usable during the operation and maintenance phase)

SRSはソフトウェアの最終的な交換も含み、運用・保守段階のニーズに対応しなければならない。

Boehmらが求める品質特性とIEEE Std.830-1984が求める品質特性では、完全性、一貫性の2つの品質特性が一致している。これら2つの品質特性は、後のIEEE Std.830-1998 [IEE98b]で、SRSが必要とする品質モデルに取り入れられている。

その後、要求仕様書が必要とする品質特性の研究は進み、A.Davisら [Dav93]は、1993年に、SRSが必要とする24種類の品質特性の提案をした。24種類の品質特性とは、

- | | |
|--------------------------------|---|
| ① <i>Unambiguous</i> | ⑬ <i>Electronically Stored</i> |
| ② <i>Complete</i> | ⑭ <i>Executable/Interpretable</i> |
| ③ <i>Correct</i> | ⑮ <i>Annotated by Relative Importance</i> |
| ④ <i>Understandable</i> | ⑯ <i>Annotated by Relative Stability</i> |
| ⑤ <i>Verifiable</i> | ⑰ <i>Annotated by Version</i> |
| ⑥ <i>Internally Consistent</i> | ⑱ <i>Not Redundant</i> |
| ⑦ <i>Externally Consistent</i> | ⑲ <i>At Right Level of Detail</i> |
| ⑧ <i>Achievable</i> | ⑳ <i>Precise</i> |
| ⑨ <i>Concise</i> | ㉑ <i>Reusable</i> |
| ⑩ <i>Design Independant</i> | ㉒ <i>Traced</i> |
| ⑪ <i>Traceable</i> | ㉓ <i>Organized</i> |
| ⑫ <i>Modifiable</i> | ㉔ <i>Cross – Referenced</i> |

である。

また、彼らの要求仕様書に求める品質特性の研究発表により、要求仕様書が求める品質の研究がより進められた。

1981年にBoehmら [Boe81]は、“エラーの修正にかかる費用はソフトウェアライフサイクルにおいて、メンテナンスのフェーズは要求段階での修正に比べ100倍のコストが必要になる。”と報告している。(図 2.2 参照)

Adrionら [Adr82]は、ソフトウェア開発における必要な品質特性として、妥当性、正確性、完全性及び一貫性をプロダクトは満足する必要がある、と報告している。また、彼らは、プロダクトに対しての検査漏れは特に悪質で、発見する事が困難であると述べている。この解決策として、仕様によって予想される結果から、テストデータを作成するためのシナリオを開発し、更に検査漏れを減らすために、完全性を確立するインスペクションが必要であると述べている。また、要求の不適切な記述を開発後期に発見した場合、非常に高価なコストが発生す

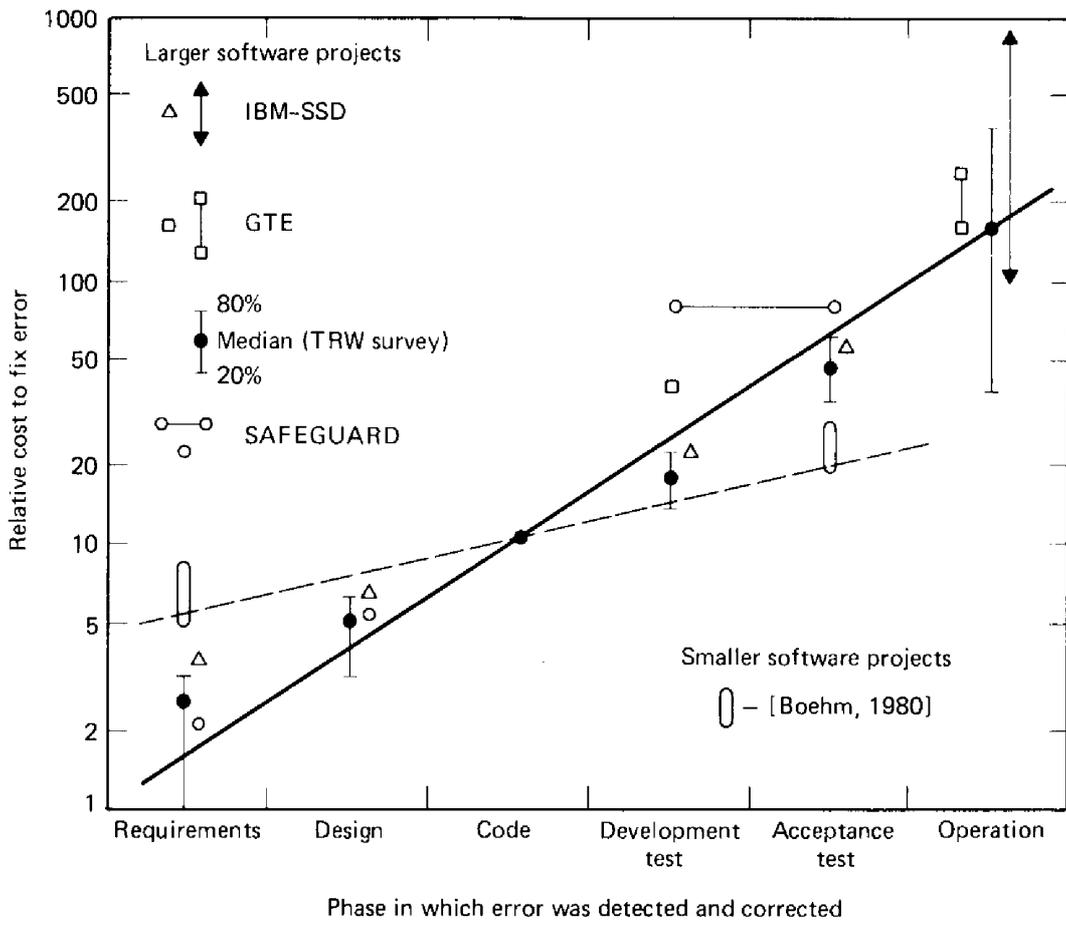


図 2.2: ソフトウェアライフサイクルにおけるコスト対費用効果 [Boe81]

ると報告している。つまり、ソフトウェア開発において余分な開発コストを抑えるためにも、要求段階で品質を確保することで、品質不良の原因を開発段階においてもできる限り早期に発見することが重要である。

リアルタイムソフトの要求仕様書に必要な品質特性として1989年にJaffeら [Jaf89] は、完全性(Completeness)、堅牢性(Robustness)と安全性(Safety)が必要であると述べている。この3つの品質特性はリアルタイム処理に必要とする品質であり、リアルタイムソフトの要求仕様書の品質をインスペクションする時に必要となる。

品質評価ツールを用いた要求仕様書の品質評価の実証実験の報告が行われ、補助手段としてツールが有効であることをSmithら [Smi98] は1998年に示している。

この後、要求仕様書が必要とする品質モデルの研究が進み、1998年、IEEE-830 [IEE98b]により要求仕様書の品質モデルが推奨標準となった。

2.5.2 1995年以降の品質実用期

要求仕様書の品質を評価するための研究は、1983年のBoehmら [Boe84]の品質モデルの提案から開発・研究が進み、A.Davisら [Dav93]の要求仕様書の品質モデルの提案が行われた。次に、IEEE Std.830-1984 [IEE84]が示され、その後、IEEE Std.830-1993 [IEE93]により要求仕様書のガイドラインが公開され、IEEE-830 [IEE98b]により要求仕様書の書き方、ガイドライン及び品質モデルが推奨標準となった。これらの、要求仕様書が必要とする品質の品質特性の変遷を表2.1にまとめた。

要求仕様書の品質特性を時代を追って調査すると、完全性、無矛盾性と言う2つの品質特性については、Boehmら [Boe84]の研究発表時から重要だとされていた。しかし、実行可能性、テスト可能性、運用・保守利用可能性の3つに関しては、IEEE-830 [IEE98b]では削除されている。情報システムの構築に必要な要求仕様書には必要ないとされたのであろう。

2002年には、Finkelsteinら [Fin02]は、調達によるソフトウェアパッケージ商品の要求事項を記述するときの問題を示した。最適なパッケージを選択したい場合、要求項目の和集合を用いることで最良な選択が可能になると述べている。

要求仕様書の品質の検査方法も提案されるようになった。例えば、Perspective-Based Readingが2000年にBasiliら [Shu00]により開発された。この検査

表 2.1: 要求仕様書に求められる品質特性の変遷

	Boehm [Boe84]	830-1984 [IEE84]	A.Davis [Dav93]	830-1993 [IEE93]	830-1998 [IEE98b]
Correct			○	○	○
Unambiguous		○	○	○	○
Complete	○	○	○	○	○
Consistent	○	○	○	○	○
Ranking				○	○
Verifiable		○	○	○	○
Modifiable		○	○	○	○
Traceable		○	○	○	○
Feasible	○		○		
Testable	○				
Usable during the operation and maintenance phase		○			
Understandable			○		
Externally Consistent			○		
Achievable			○		
Concise			○		
Design Independnt			○		
Electronically Stored			○		
Executable/Interpretable			○		
Annotated by Relative Importance			○		
Annotated by Relative Stability			○		
Annotated by Version			○		
Not Redundant			○		
At Right Level of Detail			○		
Precise			○		
Reusable			○		
Traced			○		
Organized			○		
Cross-Referenced			○		

方法は、従来のチェックリストによる検査方法の拡張であり、3つの視点として、ユーザ、設計者とテスト技術者の視点から検査を行うことにより、従来のチェックリストに比べてより網羅的に検査が行えることが示された。同年、Kirnerら [Kir00]は、要求仕様書に対しフォーマルメソッドを利用したSCR(Software Cost Reduction) methodを適応する研究を行い、SCR methodによる要求仕様書の記述が可能であることを示した。

2001年には、Krogstieら [Kro02]はA. Davisの品質の枠組の拡張をして、ゴールに対する同意形成、モデルの統合化、競合の解消が出来る新しい枠組みを開発した。

また、品質評価支援として、決定木ベースのツールを用い、自然言語で書かれた要求仕様書の中から、テキストベースで要求の抽出を行う研究が2007年、Ishrarら [Hus07]により行われた。

要求仕様書の品質モデルが示されたことにより、特定の品質に絞った検査方法の開発や研究も進められた。2009年にFrankら [Elb09]は、ソフトウェアのセキュリティに着目しチェックリストを用いた検査方法を提案した。また、2002年にPetriuら [Pet02]は、非機能要求であるパフォーマンスに関する要求の分析調査を發表し、パフォーマンスに影響を与えるリスクの分析が行われた。

プロダクトに対するリファレンスモデルの開発と提案として、要求と仕様のリファレンスモデルが、2000年にGunterら [Gun00]によって示された。ソフトウェア技術者の観点からのリファレンスモデルの提案も、2003年にHallら [Hal03]が示している。

2006年には、Tjongら [Tjo06]は、自然言語で記述した要求仕様書に対し、自然言語の要求パターンを用いた要求仕様書の品質向上の方法を提案した。

Boeghら [Boe08]は、2008年に新たな品質要求として標準となったISO/IEC 25030と言うソフトウェア品質要求モデルと、ISO/IEC 9126のソフトウェア品質モデルとの比較紹介をしている。

要求仕様書の完全性と粒度に着目し、機能要求仕様書の品質に関する研究も、2009年にSergioら [Esp09]によって行われた。彼らは、Use Case と Communication Analysisの2つの評価方法の比較分析をした。分析の結果、機能的フラグメンテーションエラーに関しては、大きな差を見つける事は出来なかった。しかし、Use Caseを使った分析の方が、単一評価基準の恩恵を得られるので有利であろうと結論

づけている。これらの実験により、機能要求の評価をした場合、Communication Analysis よりも Use Case を用いる方が有利なことが明らかになった。

2011年、Fejaら [Fej11]は、ビジネスプロセスに対する要求のV&Vフレームワークを提供する研究をした。彼らは要求定義において、ソフトウェアの品質はプロセスモデルの品質に依存することから、ビジネスプロセスモデルの要求のフレームワークを提供し、モデルの複雑さを軽減し、要求のV&Vを行えるようにした。同年、Kamalrudinら [Kam11]は、セミフォーマル要求モデルを用い、要求仕様書の非曖昧性、完全性、妥当性をインスペクションする方法を提案した。彼らは、セミフォーマル要求モデルへのツールを提供することにより、インスペクション方法の学習の困難さを軽減した。Yangら [Yan11]は、自然言語で記述された文章の曖昧性に焦点を当て、自動化により要求仕様書から曖昧な単語を用いた文章の品質抽出を行い、多くの問題となる欠陥の抽出を行えることを明らかにした。

「要求定義で困ってませんか? 要求仕様の品質に関する研究成果報告」[要求24]では、IEEE Std.830-1998 [IEE98b]の紹介を行い、要求仕様書の品質を評価するために定量的な尺度を用いた測定・評価方法を提案している。また、実際に要求仕様書の品質をどのように向上させられるかは今後の研究としている。

2.6 調達仕様書の品質向上に向けた取り組み

我が国の情報システム調達仕様書の品質に関する歴史は、2001年のE-Japan戦略 [総務01]から始まる。IT国家戦略、電子政府の早期実現を目指すためには、情報システムに係る政府調達制度を見直す必要 [経済02]が出てきた。E-Japan戦略により、官公庁の情報システムもIT化を促進することになり、統一した書式で調達仕様書を書けるように2007年「情報システムに係わる政府調達の基本指針」 [各府07]が示された。

2010年に調達仕様書のガイドラインとして、「情報システム調達のための技術参照モデル(TRM)」 [経済10]が公開された。これにより、調達仕様書に何を記述すべきかが明らかとなった。しかし、調達仕様書の品質を評価しようとする時、基準となる品質モデルがない。これでは、調達仕様書の品質を評価することは困難である。

2.7 おわりに

本章では、調達仕様書から情報システム構築までの品質向上に関し、これまで行われてきた研究の概観の結果を示した。

プロダクトの品質向上に関する研究ではプログラムの品質を向上させるために数多くの研究が行われ、テスト技法も提案されてきた。また、プロセス改善、インスペクション、ガイドラインの他にも、効率的に品質を上げるためのツールも開発されている。

以上のように、プロダクトとプロセスの品質向上も研究が行われており、効率的に機能していると考えられる。このように、設計以降の品質向上は歴史も有ることが明らかとなった。要求仕様書に対する品質向上に関しても要求仕様書のガイド [IEE84] が示され、要求仕様書が必要とする品質モデル [IEE98b] も定められている。また、要求仕様書の品質向上のための検査方法も提案されている。

官公庁が求める情報システムは、調達仕様書を用いる調達行為の後、情報システムが構築される。情報システム構築の受託以降のプロダクトに関する品質向上は、これまで述べたように研究が行われてきた。しかしながら、調達仕様書の品質に関する品質向上の課題は、これまでほとんど研究されてこなかった。

2.6節で述べたように、我が国の情報システム調達仕様書の品質向上への取り組みの歴史は、2001年のE-Japan戦略 [総務01] から始まる。

プロダクトの品質向上に関する歴史を調達仕様書に当てはめると、1984年のIEEE Std.830-1984 [IEE84] に相当する情報システム調達仕様書のガイドとして「情報システムに係わる政府調達の基本指針」実務手引書 [総務07] が示され、その3年後には、要求仕様書のガイドライン [IEE93] に相当する技術参照モデルが公開 [経済10] された。時間の差を見ると、要求仕様書の書き方が公開されてからガイドラインが示されるまでに11年の年月を要したが、情報システム調達仕様書の書き方が示されてからガイドラインが公開するまでには、わずか3年しか要さなかった。

調達仕様書と要求仕様書は、共に求める情報システムの要求を述べている点は同じである。しかし、調達仕様書は官公庁が記述し、入札行為を行うための仕様書である。したがって、公平性 [経済10] を確保する必要がある。また、政府を監視す

る意味では，社会と言う視点による品質評価も必要であろう．つまり，要求仕様書の品質向上のための研究成果を，そのまま調達仕様書の品質向上に適用するには問題がある．よって，情報システム調達仕様書の品質を高く保つために必要な調達仕様書の品質モデル，及び，品質評価手法の開発研究をする必要がある．

第3章 品質モデル

要求仕様書と情報システム調達仕様書(以下, 調達仕様書とする)は, 求める情報システムの仕様を記述している点ではどちらも同じである. 情報システムを構築するためには, 要求する情報システムのすべての仕様を記述した要求仕様書を作成する. 要求仕様書の品質が低いと, 求められている情報システムの構築は困難となる. 例えば, 曖昧な記述や記述のゆれが有る場合, 誰もが同じ解釈をすることはきわめて困難となる. つまり, 情報システムの要求仕様書の品質は, 高くなければならない.

そこで, 本章では, 要求仕様書の品質モデルを用いた情報システム要求仕様書の品質向上への取り組みと, 要求仕様書と調達仕様書との差異を述べ, 調達仕様書の品質モデルを定義することの必要性を示す.

3.1 要求仕様書の品質向上への取り組み

要求工学では, 要求仕様書の特性に基づいて品質モデルが定義された. 要求仕様書の品質モデルと品質の評価尺度が示されたことによって, 要求仕様書の品質改善のための取り組みが行えるようになったと考えられる. 本論文では, 調達仕様書の品質を改善するためにも, 調達仕様書の品質モデルが必要であると考え.

要求仕様書に関する品質モデルの研究は, 長い間行われてきた. 例えば, Alan Davisら [Dav93]は, 24種類の品質特性をソフトウェア要求仕様書の品質として定義した. 提案された品質モデルは, その後, IEEE-830 [IEE98b]において, ソフトウェア要求仕様書が満たすべき8つの品質特性として定義され, 要求仕様書を作成する際に推奨されることとなった. IEEE-830には, 8つの品質特性(3.3節参照)が示されている. すなわち, 妥当性, 非曖昧性, 完全性, 無矛盾性, 優先順位付け, 検証可能性, 変更可能性, そして, 追跡可能性である. 本章の冒頭に述べたように, 調達仕様書は, そこに調達するソフトウェアの要求が示されているとい

う点で，要求仕様書との共通点がある．したがって，調達仕様書にもIEEE-830を適用できるはずである．

3.2 要求仕様書の品質モデル

要求仕様書に関する研究は、1984年に、Boehmら [Boe84]が、要求仕様書と設計仕様書間における検証と妥当性確認と言う2つの視点から、品質を評価することにより要求仕様書の品質を確保することが可能だとする研究成果を報告している。Boehmらの求める要求仕様書の品質特性と定義は、以下のとおりである。

1) 完全性(Complete)

仕様では、その部分のすべてが存在し、それぞれの部分が完全に開発できる限りにおいて完全である。

2) 無矛盾性(Consistent)

その規定がお互いあるいは要求仕様書の目的と矛盾しない限りにおいて、仕様書は無矛盾である。

3) 実行可能性(Feasible)

指定されたシステムのライフサイクルにおける利益がライフサイクルコストを超えるであろう限りにおいて、仕様書が実行可能である。

4) 検証可能性(Testable)

開発されるソフトウェアが、要求仕様書の記述内容を満たすか否かを検査するための方法があり、検査作業が妥当なコスト内で妥当な時間内に行える場合、その要求仕様書は検証可能である。

また、ソフトウェア要求仕様書の書き方のガイドとして、1984年にIEEE Std.830-1984“IEEE Guide to Software Requirements Specifications” [IEE84]が発表された。

Boehmらの発表した要求仕様書に必要な品質特性、及び、IEEE Std.830-1984により要求仕様書のガイドが示された。その後、A.Davisら [Dav93]の要求仕様書の品質モデルの提案が行われ、IEEE Std.830-1993 [IEE93]により、要求仕様書のガイドラインが公開された。そして、IEEE Std.830-1998 [IEE98b]により、要求仕様書の書き方、ガイドライン及び品質モデルが推奨標準として定められた。要求仕様書の品質モデルも最初から現在のIEEE-830で示される8つの品質特性が決まっていたわけではなく、様々な研究と議論の末に現在の要求仕様書の品質モデ

ルが定められた。本論文で開発しようとしている調達仕様書の品質モデルにおいても、実験と議論を繰り返すことにより、より適切な調達仕様書の品質モデルを構築できるであろう。

3.3 IEEE-830における要求仕様書の品質モデル

IEEE Std.830-1998では、要求仕様書の作成に推奨される事柄が解説されている。このIEEE Std.830-1998は、2.5節で説明したIEEE Std.830-1984を改訂して出来たものである。これによると、要求仕様書は以下の注意事項に従って記述することが推奨される。

- 1) ソフトウェアの顧客が、正確に何を必要としているかを記述する。
- 2) ソフトウェア提供者またはソフトウェア開発者は、顧客が何を欲しているかを正確に理解しなければならない。
- 3) 個々には、以下の目標を達成すること。
 - (i) 標準的なソフトウェア要求仕様書(SRS)を用いて、自分達の組織のためのアウトラインを開発する。
 - (ii) 具体的な開発のためのソフトウェア要求仕様書の様式と記述内容を定義する。
 - (iii) ソフトウェア要求仕様の品質チェックリスト、または、要求仕様書作成者用のハンドブックを開発し利用可能にする。

また、要求仕様書の品質が高ければ、顧客、開発者、その他の関係者が以下の恩恵を享受できるようになるとされている。

- ソフトウェア製品が果たす役割を記述することで、顧客と開発社(者)間の契約書のための根拠として確立できる。

要求仕様書で明示された、ソフトウェアにより実行される機能の完全な記述は、明示されたソフトウェアが顧客らの要求を満たすかどうか、もしくは、ソフトウェアがどのように彼らの要求を満たすために変更されなくてはならないかを決定するための潜在的なユーザーに対して支援ができる。

- 開発努力の低減

要求仕様書を事前に厳密に顧客の組織内のさまざまな懸念グループの要求を考慮して準備することにより、設計が開始され、以降の再設計、再コーディング、および再テストを削減することができる。要求仕様書での要求事項の注

意深い見直しにより、これらの問題を修正することがより容易になり、開発サイクルの早い段階で欠落、誤解と矛盾を明らかにすることが可能となる。

- 経費とスケジュールを推測するための根拠を提供する。

開発する製品の要求仕様書による説明によって、与えられたプロジェクトのコストを推定するための現実的な基礎となり、入札または価格見積の承認を得るために使用することができる。

- 検証と妥当性確認のためのベースラインの提供。

組織は良い要求仕様書から、より生産的に彼らの妥当性確認及び検証の計画を開発することができる。開発契約の一環として、要求仕様書は、コンプライアンスを測定することとなるベースラインを提供できる。

- 移植が容易になる。

要求仕様書は、新規ユーザあるいは新しいマシンにソフトウェア製品を移植することをより容易にする。顧客は、簡単に他の組織にソフトウェア製品を移植する方法を見つけ出せ、開発者は、簡単に新規顧客に対する移植方法を見つけることが可能となる。

- 機能拡張を行うための根拠の助けとなる。

要求仕様書は、それを開発した企画ではなく、結果を論じているので、要求仕様書は終了した製品の後の強化のための基礎を提供する。要求仕様書は、変更される必要があるかもしれない。しかしそれは、継続的なプロダクション評価のための基盤を提供する助けとなる。

3.3.1 良い要求仕様書の特徴

IEEE-830による良い要求仕様書とは、以下の特性を満足しなければならない。

- a) 妥当性 (Correct)
- b) 非曖昧性 (Unambiguous)
- c) 完全性 (Complete)
- d) 無矛盾性 (Consistent)

- e) 重要度と安定性のランク付け (Ranked for importance and/or stability)
- f) 検証可能性 (Verifiable)
- g) 変更可能性 (Modifiable)
- h) 追跡可能性 (Traceable)

以下にIEEE-830による各品質特性の定義を示す。

a) 妥当性 (Correct)

要求仕様書に記述されたすべての要求が、ソフトウェアが満たすべき事柄と一致している場合、要求仕様書は妥当である。

あるいは、顧客またはユーザが、要求仕様書が正しく、実際の要求を反映しているかどうかを決定することができる。追跡可能性(Traceable)は、妥当性をより容易に満足させるために役立つ。

b) 非曖昧性 (Unambiguous)

要求仕様書に述べられているすべての要求が、唯一の解釈を持つ場合、その要求仕様書は非曖昧であるとする。最低限として、最終製品の個々の特性が一意な単語を用いて記述されること。用語が複数の意味を持つことができ、特定の文脈で使用される場合は、この用語は、その意味がより具体的に特定されるよう用語集に含まれるべきである。

要求仕様書は、ソフトウェアライフサイクルの要求プロセスの重要な部分であり、設計、実装、プロジェクトの監視、検証および妥当性確認に使用され、IEEE Std.1074-1997 [IEE98a]に記載されているように訓練にも使われる。要求仕様書は作成者およびそれを使用する人々に対して、明確であるべきである。しかし、これらのグループは、多くの場合、同じ背景を持っていないためソフトウェアの要件を同じ方法で記述することは難しい。また、開発者に理解させるために要求仕様書を改善する行為は逆効果かもしれない。なぜならユーザーの要求仕様書への理解が減少するからである。

非曖昧性についての対処方法としては、以下のような方法がある。

1) 自然言語の落とし穴

要求は多くの場合、自然言語(例えば、英語)で書かれている。自然言語は本質的に曖昧である。それを修正できるように、自然言語の要求仕様書が言語の不確かな使用を識別するために独立した第三者機関によって見直しされるべきである。

2) 要件の仕様記述言語

自然言語固有の曖昧さを回避する1つの方法は、特定の要求仕様記述言語で要求仕様書を書くことである。言語プロセッサは、自動的に多くの字句、構文、およびセマンティックエラーを検出する。

このような言語の使用における1つの欠点は、それらを学習するために必要な時間の長さである。また、多くの非技術系のユーザーは、それらを理解できない点である。これらの言語は、要求の特定の種類を表現し、特定のタイプのシステムに対応することに優れている傾向がある。従って、システムのデリケートな部分において、要求に影響を与えるかもしれない。

3) 内部表現ツール

一般的に、要求手法や言語とそれらをサポートするツールは3つの一般的なカテゴリ(対象物、プロセス及び行動)がある。オブジェクト指向アプローチが実世界のオブジェクト、それらの特性および、それらのオブジェクトによって実行されるサービスに関する要求事項を系統立てて説明している。プロセスベースの手法は、データフローを經由して伝える機能の階層構造により要求を系統立て説明する。行動(Behavioral)の手法は、数学関数、ステートマシンまたは、いくつかの抽象的概念の観点(述語計算のような)からシステムの外部から見える振る舞いを記述する。

このような、ツールと手法が要求仕様書を準備する時に有用となる可能性は、構築しようとするプログラムの大きさと複雑さに依存する。ここでは、特定のツールと記述方法を推奨することはしない。

これらいずれかの手法を使う場合でも、自然言語の記述を維持することは、重要である。その方が、顧客が記述法に通じていない場合でも、要求仕様書を理解することができるからである。

c) 完全性

次の要素を含む場合は、要求仕様書は完全である。

- 1) 機能、性能、設計制約、属性、外部インターフェースに関する要求はすべて記載されている。特に、システム要求によって定められている外部要求はすべて記載されていなければならない。
 - 2) すべての状況において、可能な入力データすべてに対してソフトウェアがどう応答するかが記載されている。特に正当な入力値と不当な入力値の両方に対する応答が記載されなければならない。
 - 3) 要求仕様書の図や表に対するラベルと参照、および要求仕様書の用語の定義と単位の定義が記載されている。
- 要求仕様書中での TBD(To Be Determined:後日決定または未決定)の使用
「TBD(後日決定)」と言う単語が記述されている要求仕様書は、完全な要求仕様書ではない。しかし、TBDは、以下のようなときには必要である。
 - － TBDを引き起こす状態の記述(例えば、応答が不明の理由)を解決できるように記述する。
 - － 何が TBDを排除するためにされなくてはならないか、誰がその抹消に対して責任があるか、そしてそれが排除されなくてはならない期限を記述する。

d) 無矛盾性(Consistent)

無矛盾性は、内部整合性(内部的な一貫性)を指す。要求仕様書は、システム要求仕様書などのいくつかのより高いレベルの文書と一致しない場合、それは(完全性を参照)完全ではない。

1) 内部整合性

要求仕様書は、その中に記述された個別の要求事項の部分集合(サブセット)に矛盾がない場合、要求仕様書は内部整合性がある。

以下のように要求仕様書の競合には3種類の可能性がある:

- (i) 実世界の対象物の特徴の記述は矛盾するかもしれない。例えば，
 - (a) 出力レポートのフォーマットは，表のような1つの表現方法だけではなく，テキストなどの方法で説明することができる。
 - (b) 1つ要求では，すべての信号は青でなければならないと記述しているが，これは，すべての信号が緑でなければならないと記述することもできる。
- (ii) 2箇所記述されたアクション間において，論理的または時間的な競合が発生するかもしれない。例えば，
 - (a) 要求の1つとして，2つの入力を加算するように指示しているが，別のプログラムでは，それらを乗算することを指示することもできる。
 - (b) 要求の1つとして，「A」は常に「B」の直後に動作しなくてはならないと指示しているが，他方，「AとB」が並行して動作することを指示しているかもしれない。
- (iii) 複数箇所の要求内容が，同じ実世界の“物”を表しているが，しかしその“物”に対して異なった用語を用いる場合がある。例えば，ユーザ入力のためのプログラムの記述として，「プロンプト」または「ユーザー入力要求」と記述することがある。標準の用語と定義の使用により整合性を促進する。

e) 重要性と安定性のランク付け (Ranked for importance and/or stability)

個々の要求に重要度や安定性を示すための識別子がある場合，その要求仕様書は，重要度と安定性のランク付けがされている。

一般に，ソフトウェア製品に関連している要求事項のすべてが等しく重要であるわけではない。いくつかの要求事項では，特に生活に不可欠なアプリケーションにおいては必須であるが，その他の人たちには必須ではないかもしれない。

要求仕様書の個々の要求は，差分を明らかにし，はっきりと識別されるべきである。要求事項を識別することは，以下の方法により役立てられる。

- 顧客の個々の要求事項には，出来るだけ注意深く，考慮する必要がある。しばしば，暗黙の了解となっている隠された問題を，明確にする必要がある。

- 開発者は、適切な設計上の決定を行い、ソフトウェア製品の異なる部分に適切なレベルの労力を分配する。

1) 安定度

要求事項を識別する 1 つの方式として、安定性の大きさの尺度を用いる。安定度は、予想される経験や今後のイベントについての知識により、組織に影響を与える機能、ソフトウェアシステムによってサポートされる人々に対する要求の変更数で表される。

2) 必要度

要求事項をランク付けするための別の方法として、要求は必須か条件付きか、もしくはは任意の要求事項として種別を分類する。

(i) 必須

これらの要求は、認められた方法で提供されない限り、ソフトウェアは受け入れられないことを意味する。

(ii) 条件付き

これらがソフト製品の機能を拡張する必要条件であるが、これらが欠落していてもソフトウェアの受け入れを許容できることを意味する。

(iii) 任意選択

価値がある場合か、価値がない場合もある機能の種類を意味する。これは提供者(supplier)に要求仕様書を超える何かを提案する機会を与える。

f) 検証可能性 (Verifiable)

個々の要求に述べられているすべての要求が検証可能である場合、要求仕様書は検証可能である。人または計算機により、有限の費用対効果の高い方法で要求事項をチェック処理できる場合に限り、その要求は検証可能である。一般的に、すべてのあいまいな要求は検証可能ではない。

非検証可能な要求として、「十分に機能する」「良いヒューマンインタフェース」または、「通常、起こるであろう」のような文が含まれる。これらの要求の「十分」「良い」または「通常」という用語を定義することが不可能であるため、検証で

きない。「プログラムは無限ループには決して入らない」という文は検証不可能である。なぜならば、この品質のテストが理論的に不可能であるからである。検証可能な文の例として、

- プログラムの出力は、1回あたり、60%は20秒以内で処理しなければならない。また、30秒以内では100%処理しなければならない。

この要求事項は、具体的かつ測定可能な量を使用しているため、この文は検証が可能である。

もし、ソフトウェアが特定の要件を満たすかどうかを明らかにするための方法がないなら、その要求は削除または修正されるべきである。

g) 変更可能性 (Verifiable)

構造やスタイルを維持したまま、どのような変更も容易に完全に整合性を保って変更できるならば、その要求仕様書は変更可能である。要求仕様書が一般的に変更可能であるのは、

- 1) 目次、添え字と明示的な相互参照があり、理路整然としており、そして使いやすい構成である。
- 2) 冗長ではないこと。(例えば、要求仕様書内で同じ要求が2箇所以上で現われない)
- 3) 他の要求と混在して記述するのではなく、個々の要求を別々に記述する。

冗長性はしばしば、要求仕様書を読みやすくするための助けになるが、冗長な文書が更新されたときに問題が発生する可能性もある。例えば、要求はそれが現れる場所の1箇所のみを変更したとする。すると、要求仕様書はその後、一貫性が損なわれる。冗長性が必要なときはいつでも、要求仕様書はそれを変更・修正するための明示的な相互参照を含めるべきである。

h) 追跡可能性 (Traceable)

要求仕様書は、その要求のそれぞれの起源が明らかである場合には追跡可能である。そして、それは今後の開発または拡張するドキュメントの各要求を参照

することを容易にする。追跡可能性は以下の2つが推奨される。

1) 後方追跡可能性(開発の前段階に対して)

これは、以前の文書に対して明示的にそのソース(原典)を参照することができることに依存する。

2) 前方追跡可能性(要求仕様書によって生成されたすべてのドキュメントに対して)

これはユニーク(一意)な名称あるいは照合番号を有する要求仕様書の各要求に依存する。

ソフトウェア製品が運用および保守段階に入るとき、要求仕様書の前方追跡可能性は特に重要である。コードおよび設計文書が修正・変更されるとき、これらの変更によって影響を受ける可能性がある要求の完全なセットを確認できることは不可欠である。

ここまで述べてきた品質モデルは要求仕様書が求める品質である。調達仕様書は要求仕様書とは異なる品質がある。つまり、この品質モデルをそのまま調達仕様書に適用することは困難である。そこで、調達仕様書が求める品質について次項で述べる。

3.4 調達仕様書と要求仕様書の品質の差異

要求仕様書に対する、品質モデルの研究をこれまで述べてきた。要求仕様書の品質向上のための研究は進められてきたが、調達仕様書の品質向上のための研究は、まだ十分ではない。そこで、要求仕様書と調達仕様書の差異を示す。

要求仕様書の品質モデルは、3.3.1項で解説した8つの品質特性を必要としている。この8つの品質特性のうち、変更可能性に関しては調達仕様書の品質特性には必要ない。何故ならば、調達仕様書は入札後は修正が行われなければならないからである。しかしながら、その他の7つの品質特性については、調達仕様書でも求める情報システムについては同じであるため、適用可能である。また、調達仕様書が求めるその他の品質特性として調達仕様書は官公庁が記述し、入札行為を行うための仕様書であるために、公平性 [経済10]を確保する必要がある。しかしながら、ここに公平性と他の品質特性との矛盾が生じる可能性もある。企業が求める要求仕様書では、システム構築に際し、間違いなく要求した動作を求めるために完全性、無矛盾性を求めている。しかしながら、調達仕様書で完全に無矛盾に求めるシステムを記述した場合、ある製品にロックイン [Nak10]する可能性がある。このロックインとは、調達仕様書が入札可能な企業を1社に束縛した状態である。つまり、調達仕様書が求める品質特性では、完全性、無矛盾性と公平性を満足しなければならない。この矛盾するような点も改善する必要がある。

また、IEEE-830の品質特性には、完全性と非曖昧性がある。例えば、この2つの品質で調達仕様書の品質を高めた場合、政府が求めるシステムは、“完全”で“曖昧”が無いシステム構築を要求することになる。これでは、求めるシステムが、一意に絞られる可能性がある。例えば、O.S.はどれでも良いとはならず、Windowsの最新版で64bit版で、文章の記述用アプリケーションは、MS-Officeの最新版でなければならない、という要求の記述に絞られる可能性がある。これでは、複数の企業の入札参加が困難になると考えられる。なぜならば、現在では様々なO.S.があり、文書記述だけであれば、MS-Office互換でMS-Officeのファイルを入出力できる文書作成アプリが多数存在している。つまり、IEEE-830の品質モデルだけでは、調達仕様書に求められる品質を向上させる事は困難である。

要求仕様書により作成されるのは情報システムであるが、調達仕様書により

入札希望の企業が作成するのは“提案書”である。この提案書は、入札および契約を結ぶために使われる文書である。また、官公庁が公示する調達仕様書には、複数の企業が入札できるような公平性という品質特性が必要となる。よって本論文では、調達仕様書のための品質モデルが必要になる。

そこで本論文では、調達仕様書と要求仕様書の求める対象物が、情報システムである点に注目し、要求仕様書の品質モデルを参考に調達仕様書が必要とする特徴の調査及び分析をし、調達仕様書に必要な品質モデルの研究開発を行う。

また、ISO/IEC 9126-1:2001 [ISO01](以下、ISO-9126とする)には、ソフトウェアにおける最終成果物の品質特性が示されている。この品質特性とは、内部品質、外部品質(機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性、移植性)、利用時の品質(有効性、生産性、安全性、満足性)である。内部品質及び、外部品質には、それぞれの特性がさらに副特性に細分化されており、品質特性が詳述されている。このような階層構造は、品質評価の視点を段階的に絞り込むために効果的である。このような階層構造は、IEEE-830では明確には設けられていない。

この階層構造に相当するモデルが、総務省行政管理局による情報システム調達のための技術参照モデル(TRM) [経済10]である。このモデルには、調達すべき対象によって、調達仕様書に網羅すべき事項が記述されている。しかし、これらは調達する製品の仕様として記述すべき項目が示されているだけであり、調達仕様書を評価するための視点を与える構造は持っていない。本論文では、調達仕様書の品質モデルを定義するために、評価の視点を導入した階層構造を設ける必要があると考える。

3.5 おわりに

情報システム構築のための要求仕様書の品質を向上させるための、様々な研究が行われてきた。しかしながら、公共の情報システムを調達するための調達仕様書に対する品質向上のための研究は、公共事業費が膨大な額にもかかわらず殆ど行われてきていない。

そこで、本論文では、IEEE-830の品質モデルを基に、調達仕様書の特徴を取り入れた調達仕様書の品質モデルを開発する。

第4章 調達仕様書の品質モデル

4.1 はじめに

本章では、情報システム調達仕様書の品質向上に必要な品質モデルを提案する。情報システム調達仕様書には、官公庁が情報システムを調達するための仕様が述べられている。しかも、この仕様書には、公平性[経済10]と妥当性[各府07]を確保することが求められる。

また、官公庁は、調達仕様書の品質を確保するために広く外部から意見を求め、その意見を取り込んでいる。この意見を広く求め意見を取り込むことを意見招請という。意見招請に応じ、企業もしくは団体は、調達仕様書案に対して意見があれば意見書を作成し調達機関に提出している。

ここで、いくつかの問題がある。政府は妥当性[各府07]する事が必要と述べているが、どのような方法で妥当性を確認しなければならないという方法は述べていない。結果、調達担当課の長とCIO補佐官は意見招請を行うことで妥当性を確認したとしている。参考として、図4.1「情報システムに係わる政府調達の基本方針」の妥当性確認に関する項目を引用する。

また、提出される意見は、入札を予定する企業の関心事に依存する可能性があると考えられる。または、競合するであろう他企業には不利な要求条件を求める可能性もある。つまり、調達機関が意見書の意見を全て取り込む事により調達仕様書が高品質になるとは、必ずしも言えない。

このような問題を解決するためにも、“調達仕様書の品質モデル”は不可欠である。そこでまず、調達仕様書を評価する品質モデルのプロトタイプを定義することにした。

これまで、調達仕様書の品質を評価するための品質モデルとして、IEEE-830 [IEE98b]の適用を試みてきた。その結果、IEEE-830の品質特性から、政府調達では必要のない変更可能性を除いた。何故ならば、調達仕様書は入札後

(4) 調達計画書の妥当性確認等

- 調達担当課室の長は、本指針の内容に照らし、調達計画書の内容の妥当性を確認するごとに、調達計画書に記名する。
- また、CIO補佐官は、本指針の内容に照らし、特定情報システムに係る調達計画書の内容の妥当性を確認することとし、必要に応じて、確認結果に関する所見を当該調達計画書に付すものとする。

引用元：「情報システムに係わる政府調達の基本指針」

図 4.1: 妥当性確認

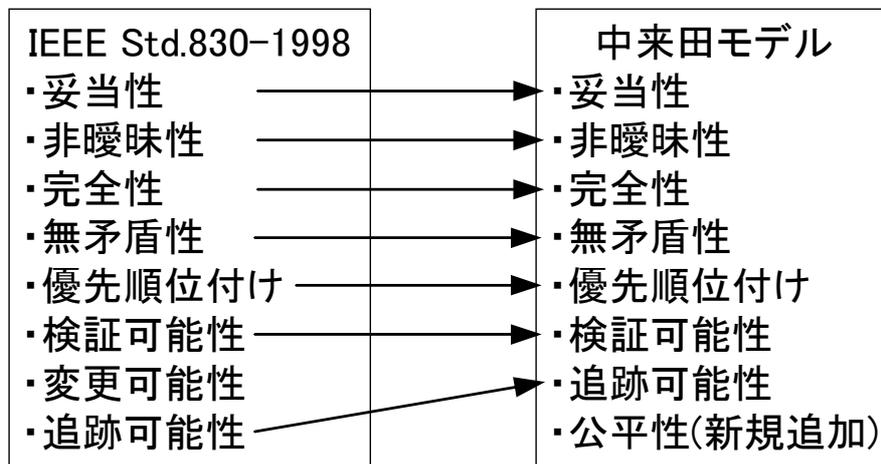


図 4.2: IEEE-830とプロトタイプモデル(中來田モデル)との品質特性の対応

は修正が行われないからである。そして、新たに公平性を追加した調達仕様書の品質評価用プロトタイプモデルとして定義した [Nak10]。(図 4.2参照) また、この新たに追加した公平性の定義は、“複数の企業が調達される情報システムの入札へ参加することができるならば、調達仕様書は公平である。”とした。

本稿では、この調達仕様書の品質モデル評価のための暫定的なプロトタイプモデルを中來田モデルと名付ける。この中來田モデルは、実際の調達仕様書に対する有効性と適用可能性はまだ評価されていない。そこで本章では、この中來田モデルの評価を行う。

中來田モデルの基となったIEEE-830の品質モデルの評価対象は、情報システム

を構築するための要求仕様書である。しかし、調達仕様書により作成されるのは、入札に参加する企業が作成する提案書である。入札に参加しようとする企業は調達仕様書を読み、調達をする官庁に対して情報システムを構築するための仕様書を記述した提案書を作成する。この提案書は、契約を結ぶために使われる文書である。また、官公庁が公示する調達仕様書には、複数の企業が入札できるように“公平性” [経済10] という品質も求められる。

以上のように、要求仕様書と調達仕様書では、最終的に作成されるのは情報システムという点は同じであるが、似て非なるものである。そこで本論文では、調達仕様書に対応した品質モデルが必要になると考えた。

しかし、これまで調達仕様書の品質を評価するための品質モデルは、提案されていない。そこで本章では、先ず、調達仕様書の品質モデルである中來田モデルをプロトタイプモデルとして用いて、有効性と適用可能性を評価し、改善点を議論する。

中來田モデルの有効性を評価する前に、意見招請により収集された意見が、正しく意見書に反映されているかを確認する必要がある。なぜなら、意見書による意見が正しく伝えられていないのであれば、調達仕様書の品質モデルを提供することにより、この点の改善が見込めるからである。

また、中來田モデルによる調達仕様書の品質モデルへの適用可能性を示すために、本論文では、中來田モデルを用いて調達仕様書案の評価を行い意見書を作成した。この意見書と、企業が提出した意見書を比較することで、品質モデルの適用の可能性を評価する。もしも、中來田モデルによる意見書に、企業の意見書に記されていた意見とは異なる意見が記されていれば、中來田モデルが調達仕様書の品質を評価するために有効であることが示せる。また、企業の意見書にはあるが中來田モデルの意見書には記されていない意見がある場合、中來田モデルの適用可能性には課題が存在することになる。中來田モデルに課題が存在する場合は中來田モデルでは発見できなかった意見の内容の調査・分析を行うことにより、中來田モデルの課題を明らかにし、問題を解決した品質モデルの開発を行う。

本章は、次の構成になっている。4.2節では、関連研究として、モデルを用いた要求仕様書の品質改善への取り組みを述べると共に、本章で提案する品質モデルの新規性を明確にする。4.3節では、企業の意見書に企業の意見が適切に示されてるか否かを評価する。4.4節では、調達仕様書に対して中來田モデルを適

用し，適用可能性の有効性を評価すると共に，中來田モデルの課題を明らかにする．4.5節では，前節で問題となった課題を解決した調達仕様書の品質モデルを提案する．4.6節では，本章のまとめと，今後の取り組みについて述べる．

4.2 要求仕様書の品質改善への取り組み

1993年, Alan Davisら [Dav93]は, 24種類の品質特性をソフトウェア要求仕様書の品質として定義した. Alan Davisらの提案の後, 要求仕様書に関する数々の研究 [Kai02, Tru10]がなされた. D. M. Berryら [Ber08]は, 自然言語で記述された要求仕様書の曖昧の分類を行い, 要求仕様書から曖昧性を除去する方法を提案した. Ishrar Hussainら [Hus07]は, 要求を記述している文章から, 曖昧性を排除するツールを開発した. Dang Viet Dzungら [Dzu09]は, 要求オントロジーを用いた要求仕様書の品質改善を提案した. この研究は, 要求仕様書の品質モデルとしてIEEE-830を参照している.

複雑な情報システムを構築するためには, 開発プロセス(もしくはソフトウェア開発工程)と呼ばれるプロセス(または工程)を用いてシステム構築をする. プロセスから次のプロセスに進ませるためには, 個々のプロセスにおける品質が満足している事を確認しなければならない. よって, 個々のプロセスごとに, 品質を評価するための品質モデルが求められる. 例えば, ソフトウェア製品に対しての品質モデルとして, ISO/IEC 9126-1:2001 [ISO01] (ISO-9126)が定められている. 本論文の対象物は, 調達仕様書である. しかし, 調達仕様書の品質モデルは提案されていない. そこで, 本論文で開発したプロトタイプモデル(中來田モデル)では, IEEE-830の品質モデルに, 調達仕様書が必要とする品質特性の追加を行い, 調達仕様書の品質モデルとして適用した. 例えば, ISO/IEC 25030 [ISO07] (ISO25030)は, ISO/IEC 9126から更新された. これは, より高品質な製品を得るために品質モデルを最新のものにしている.

階層構造は, 複雑な問題を理解するために有効である. 何故ならば, 階層構造は分析範囲を絞る助けとなるからである. ISO/IEC 9126には, 内部品質及び外部品質が階層構造として示している. しかし, IEEE-830では, 階層構造は明確には設けられていない. そこで, 本章では中來田モデルで判明した課題を解決した品質モデルでは階層構造を導入した.

政府も, 調達の適切な改善方法を探し求めている. 総務省行政管理局による情報システム調達のための技術参照モデル(TRM) [経済10]がある. この技術参照モデルには, 調達すべき対象に対して, 調達仕様書に網羅すべき事項が記述されてい

る。例えば、政府がデータベースを調達するには、データ量、システム能力、予想される将来のデータサイズを記述するべきであるとしている。技術参照モデルは、調達仕様書の著者が将来予想される製品の属性を網羅するためにも有効である。

しかし、これにより属性のすべてをカバーすることはできるが、調達仕様書としては公平性が損なわれる可能性がある。公平性が損なわれる可能性とは、例えば、完全に無矛盾に求めるシステムを記述した場合、ある製品にロックインする可能性のことである(3.3.1項のロックイン参照)。ロックインが発生すると、調達仕様書の公平性が損なわれることになる。このような時に、調達仕様書の品質モデルがあれば、調達仕様書の著者が適切な調達仕様書を記述するための品質維持に寄与できるであろう。

品質モデルを使った品質改善への取り組み

IEEE-830やISO-9126が提示されたことにより、要求仕様書やソフトウェアの品質を評価することが可能となった。

Berryら [Ber08]は、要求仕様書が自然言語で記述されていることに着目し、文章の曖昧性を低減させるための方法を提案した。本論文では、調達仕様書の品質モデルを提示することにより、高品質の調達仕様書を記述するための手法が開発されると期待している。

品質モデルがあることにより、品質を改善する手法が提案されている例は他にもある。三宅ら [三宅27]は、ISO-9126の品質モデルを用いて、ソフトウェアの設計レビューで使われている社内のチェックリストが、ISO-9126の要件を網羅しているか否かを分析した。その結果、チェックリストに不足している点を見つけ、設計レビューの改善に貢献した。また、江崎ら [江崎15]は、ISO-9126の6つの品質特性を、情報システムの利用環境に及ぼす、影響の視点(価値軸、適応軸、能力軸)に着目した3次元統合モデルと対応付けた。これにより、情報システムを導入する時のプロジェクトの目標品質を改善できたと報告されている。本論文では、品質評価のための視点を導入し調達仕様書の品質モデルを構築する。

田中ら [田中02]は、ソフトウェア開発において重要なユーザエクスペリエンスの価値として、経験品質(QoE:Quality of Experience)と経験品質モデルを提案した。また、QoE毎に質問を作成することで、その結果を評価するための定量尺度

を定義した．彼らは，テレマティクスサービスに経験品質モデルを適用し，経験品質モデルの有効性を示した．これにより，主観的な特性が含まれている品質に対しても，特性に合った品質モデルを開発する事で，計測可能な品質のモデル化が可能なことを示した．

調達仕様書の品質モデルのプロトタイプとして中來田モデル [Nak10] を開発した．中來田モデルは，IEEE-830の品質モデルに公平性を追加し変更可能性を除いたものである．しかし，この中來田モデルは，調達仕様書に適用した評価がまだ行われていない．そこで本章では，中來田モデルを用いて調達仕様書の評価を行い，中來田モデルの問題点を議論することにより，調達仕様書の品質モデルの開発を行う．

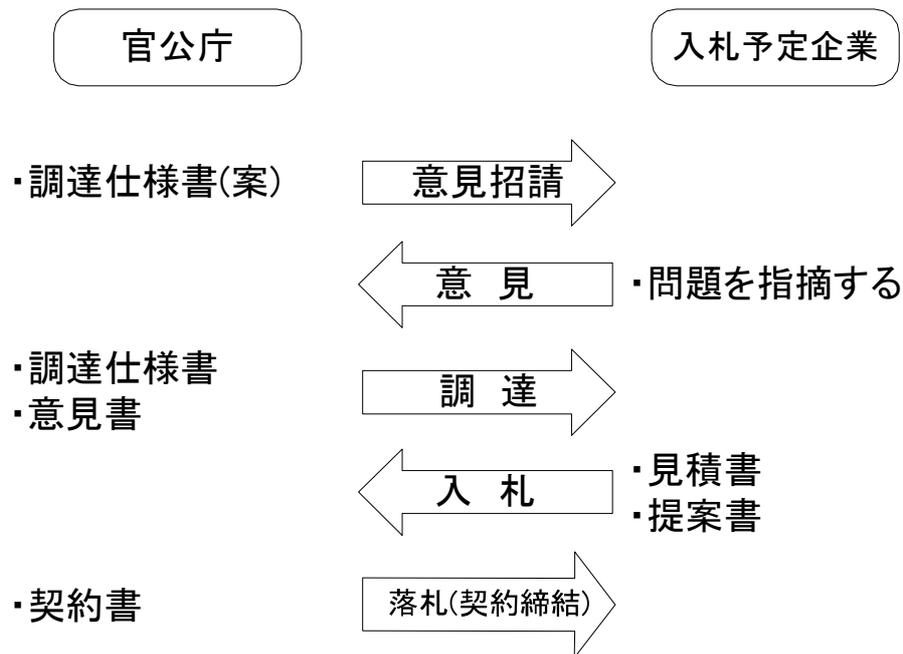


図 4.3: 意見招請の手順

4.3 意見書の品質調査

意見書とは、意見招請により作成される資料である(図4.3に意見招請の手順を示す)。官公庁が調達仕様書の品質を確保するために先ず調達仕様書(案)を作成する。この調達仕様書(案)を、意見招請という方法を用いて、外部から広く意見を求め、その意見を取り込んでいる。この意見招請に応じ、意見を提出する企業、もしくは団体は、調達仕様書(案)の記載内容に対して問題があれば意見を調達機関へ提出する。官公庁は、集まった意見に回答も含めまとめた資料を公開する。この資料を意見書としている。また、官公庁はこの集まった意見書を基にし、必要であれば調達仕様書(案)に対して修正する。この調達仕様書(案)に対して修正が行われることは、調達仕様書の品質が向上することである。つまり、意見書の意見が正しく官公庁に対して問題点を伝えられなければ、調達仕様書の問題点を修正されることは困難になる。よって、意見書が正しく問題点を官公庁へ伝えることが出来ているかどうか、意見書の品質を調査する必要がある。もし、調査の結果、意見書の意見が正しく品質を指摘できていないのであれば、品質モデルを開発する必要がある。本節では、特許庁システムインテグレーションサービスの意

見書 [特許03]を用いて、意見書の品質を調査する。意見書は、提出日、提出方法、業者名、文書名、項目、意見概要、提出の理由から構成されている。この意見書には、7社からの意見が記載されていた。7社の企業からの意見には、すべての項目が記載されていた。本論文では、調達仕様書を修正する根拠となる「提出の理由」に着目し、各社が提出した意見の提出理由の出現頻度を調査した。

提出の理由は、明確、確認、公平、誤記、正確、影響、安定稼働、提案、不明確、要望、不明瞭、ご教示、考えられる、の13のカテゴリに分類した。調達仕様書の品質を向上させるためには、意見書の意見は意見書を作成した著者の意図を正しく伝えるべく記述されなければならない。本論文では、これら提出された意見書の中の“提出の理由”と“13種のカテゴリ”を分析し、意見書が十分に、その意図を調達仕様書の作成者に伝えられるかどうかを明らかにした。意見書の要約結果を表4.1にまとめた。

企業が提出した意見書の提出理由の出現頻度は、企業により相違があった。表4.1に示す通り、A社は31件の意見を提出していた。その提出理由は、30件が‘明確化のため’で、残り1件が“確認のため”であった。B社は、5件の意見を提出しており、その提出理由のすべてが“確認のため”であった。意見書提出数が最も多いD社は、39件の意見を提出していた。そのうち21件で“公平性に問題がある”で、15件が“確認のため”であった。このように会社ごとに、提出数も提出理由も区々という状況にある。

D社が提出した公平性に問題があるとしていた意見を例に、意見の内容を抜粋し以下に示す。たとえば、「条件と件数が未記入で不完全であり、妥当な見積りが困難

表 4.1: 企業毎の理由分類

社名	意見数	明確	確認	公平	誤記	正確	影響	安定稼働	提案	不明確	要望	不明瞭	ご教示	考えられる
A社	31	30	1											
B社	5		5											
C社	13	2	3	4	1	2	1							
D社	39		15	21				1	2					
E社	10		1				7			1	1			
F社	19	7		1		1					5	4	1	
G社	3		1											2

表 4.2: 意見書の品質特性による分類

No.	項目	提出の理由	妥当	非曖	完全	無矛盾	優先	検証	変更	追跡	公平
3	1.6サービス提供に当たっての 関連ベンダー	要件の明確化のため		0			0				
32	2.3.2システムインテグレーションサービスに関わる責任	仕様確認のため		0							0
33	3.4.1社内体制 (2)主たる担当者及び従事者に 求める経験・能力等	仕様確認のため		0	0						
56	1.5.1特許庁職員による利用場所	調達の公平性を確保する ため	0	0	0						0

で、現行業者のみが条件と件数を知っているため、不公平である」と指摘されていた。このように、公平性だけに問題があると提出の理由を述べながら、その意見を分析すると、公平性以外に完全性にも問題があることをD社は指摘していた。

つまり、表 4.1では、それぞれの企業は調達仕様書の問題を表すための適切な言葉が使われていないことを表している。

そこで、提出された意見書の真の提出理由と、“提出の理由”に記載された内容を、中來田モデルを用いて分析し、8つの品質特性に分類した。表 4.2に、意見書の意見に対して中來田モデルを適用して分類した結果の一部を示す。

表 4.2が示すように、中來田モデルの品質特性を用いることにより、提出理由の“明確化のため”と書かれていた意見を、“曖昧性”や“優先順位付け”という品質特性名を用いて品質上の問題点を指摘できるようになる。また、“仕様確認のため”という意見でも、“非曖昧性”と“公平性”という用語を用いて問題点を指摘できるようになることが明らかになった。

調達仕様書の品質を上げるためには、意見の提出理由を、“明確化”や、“確認”という用語ではなく、“曖昧”である、“不完全”である、あるいは、“優先順位が無い”、“公平性”を阻害していると、品質特性名を用いて書く必要がある。このような指摘ができるようになるためには、意見を述べる基準として中來田モデルのような調達仕様書の品質モデルが必要である。

図 4.4は、各社の提出の理由を品質特性により分類した比率を表す。

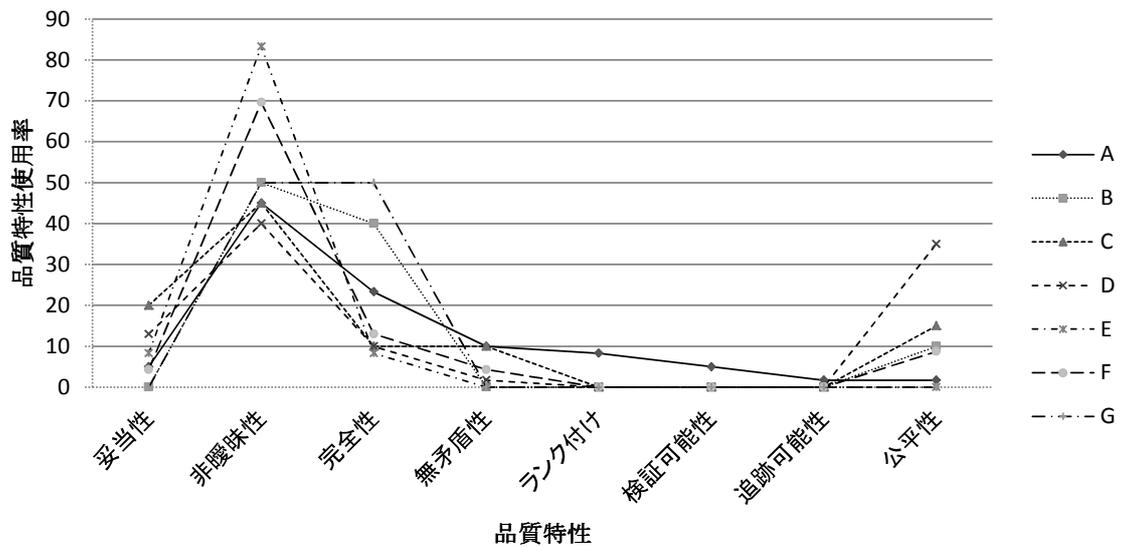


図 4.4: 企業ごとの品質特性使用頻度

図 4.4を見ると、個々の会社の意見の間での共通性を確認できる。殆どの会社は、調達仕様書に多くの“曖昧”な記述があると述べている。また、図 4.4では、重要な品質特性として“完全性”と“公平性”が高い比率で現れている。

本論文では、企業による意見書の意見が調達仕様書の問題となる欠陥記述箇所の問題点を適切に伝えきれてないという傾向が見られた。しかしながら、本論文の調達仕様書の品質モデルである中來田モデルを用いることにより、意見書の意見を分類することで、調達仕様書の問題点を明確に相手へ伝えることが可能となると考えられる。

意見招請により意見を官公庁へ伝えるべき企業のレビューワーは、意見書により問題を伝える方法を明確に理解していない。少なくとも、ソフトウェア技術者であれば、IEEE-830の要求仕様書の品質モデルは熟知しているはずなので、要求仕様書の品質モデルを用いて表せるにも係わらず、それさえ行われていない。よって、調達仕様書の品質モデルである中來田モデルを用いる事により、レビューワーは調達仕様書の問題点を明確に相手方に伝えることが可能となると示している。

さらに、もう1つ問題がある。今回、分析した意見書を出している特許庁は仕様書案を公開し意見を集めた [特許03] が、殆どの意見には個別に回答しており、調達仕様書自体の修正には用いられていなかった。調達仕様書の著者は、どのよ

うな品質を調達仕様書に求められるか知らないようだ。このような状況では、企業から提出された意見書により、調達仕様書の品質を向上することは困難である。もし、意見書の意見が明確に、“問題となる品質特性名”で指摘が出来ていれば、調達仕様書の著者は欠陥と問題を修正することが可能であったかも知れない。

表 4.3: 中來田モデルを使った意見書1 (抜粋)

No.	項目	提出の理由	妥当	非暖	完全	無矛盾	優先	検証	変更	追跡	公平
1	(2) 研修の予定時期	教育の時期に実際のシステムは稼働してなく、どこまでの教育環境で教育を行うのか記述が無く完全ではない			○						
2	別途調達するアプリケーション保守者へのエスカレーションを行うこと	エスカレーションの方法が曖昧		○							

4.4 中來田モデルの評価

前節では、調達仕様書の品質モデルが提供されていないことにより、企業は品質の問題点を的確に指摘できていないことを明らかにした。しかし、調達仕様書の品質評価に対して、品質モデルを適用することはまだ行われていない。そこで、本節では、調達仕様書に対して中來田モデルを適用し、その有効性を評価する。

4.4.1 有効性の評価

中來田モデルにより、調達仕様書の品質を評価できることを検証するために、調達仕様書案を用いて意見書(以下、意見書1とする)を作成した。意見書1を作成するにあたり、その評価対象として、78ページからなる厚生労働省労働基準局労災補償部労災保険業務課の「労災レセプト電算処理システムに係る設計・開発等業務一式調達仕様書(案)」[厚生11b]を用いた。意見書作成に費やした工数は、意見書作成者1名で約10時間であった。

その結果、19件の問題点が指摘された。表 4.3に作成した意見書1の一部を示す。

また、中來田モデルの有効性を示すための比較対象とする意見書として、同じ調達仕様書[厚生11b]に対する意見招請の結果[厚生06]を意見書2として用いる。この意見書2の意見数は109件あり、企業名による分類は無かったが、複数社からの意見提出があったと考えられる。また、意見書1との比較をするために、中來田モデルに示されている品質特性を用いて意見書2の意見を分類した。ここで、もし、意見書1の中に意見書2には述べられていない意見があれば、それは、中來田モデルを適用した成果であると見なす。もし、意見書2に述べられていた

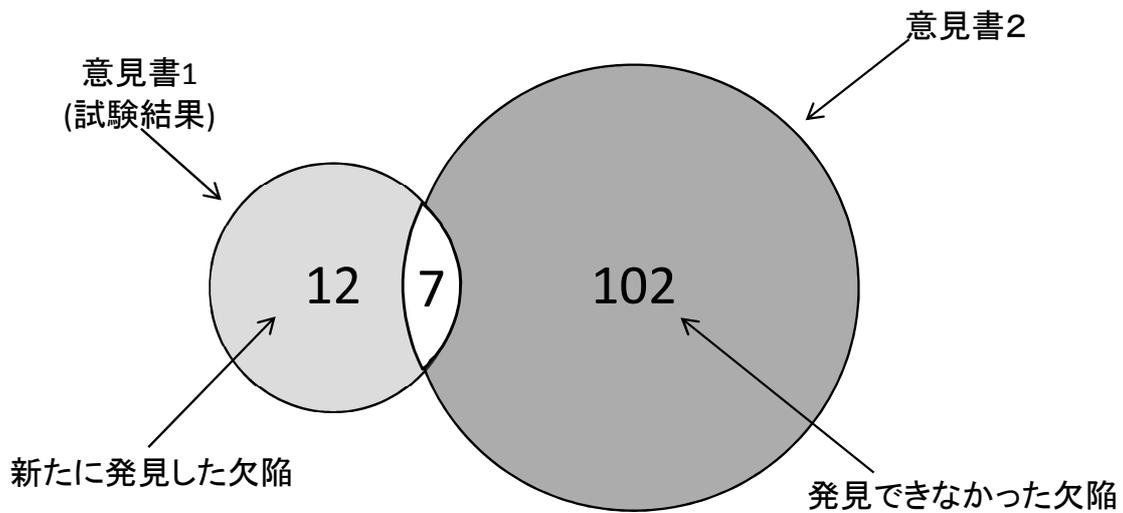


図 4.5: 評価用意見書と厚生労働省の意見書(提出意見書)との意見の比較

意見が意見書1になかった場合は、中來田モデルに不備な点があるとみなす。

意見書1に示された意見19件と意見書2に示された意見109件のうち、重複した意見は7件であった。また、意見書1にはあり意見書2にはなかった意見は、12件あった。意見書2には、意見書1には述べられていなかった意見が102件あった。

意見書1および意見書2の比較結果を図 4.5に示す。

図 4.5に示すように、意見書1(試験結果)と意見書2との間で共通した問題が7件であった。新たな12件の問題となる品質が試験結果から発見された。従って、本章では中來田モデルが調達仕様書を評価することに有効であると結論づけられる。

しかし、本章の試験では見いだせなかった意見が意見書2には102件あった。これは、中來田モデルを改良する必要があることを意味する。本章では、この102件の意見の内容の調査をし、中來田モデルの課題を明らかにした。

4.4.2 3つの視点の導入

ソフトウェア要求仕様書は、情報システム構築のための文書である。しかし、調達仕様書は、調達対象システムに係る要求に加えて、入札による受発注行為に必要な事項が含まれる文書である。

本論では、政府とその周辺の組織による調達仕様書に焦点を合わせる。従って、調達仕様書の内容は、社会的そして/あるいは納税者の要求として、すなわち、

省エネルギー，自然保護，人権保護，個人情報保護，公正な費用支出等がある．

また，調達仕様書の著者は，入札者の権利をも考慮に入れるべきである．すなわち調達仕様書はすべての入札者に公平であり，契約に際して必要十分な情報を提供しなければいけない．このように，調達仕様書の品質を評価するには多数の視点が必要である．視点とは，調達に必要な“社会”，“入札者”，“製品”の3つの視点である．

“製品”の視点から見る品質は，IEEE-830で評価することができる．なぜならば，製品からの視点は，調達仕様書の製品としての視点により評価しているからである．従って，調達仕様書の品質特性を定めるにあたり，“入札者”と“公共”のこの2つの視点をどのように調達仕様書の品質モデルへ取り込むかである．入札者からの視点は“技術”の視点として論じることができる．調達仕様書の記述に対して，入札する企業が必要とする技術的(専門的)な視点で評価をするからである．他方，公共からの視点は“社会”の視点として論じることができる．

本章では，プロトタイプモデルである中來田モデルによる品質検査(意見書1)では含まれていなかった102件の意見の分析をしている．意見書の意見は，製品の視点，技術と社会の視点によって分類することができた．

4.4.3 3つの視点の適用

前項において，調達仕様書が必要とする品質に対して3つの視点を定義した．本項では，“技術”，そして“社会”の視点による品質特性を論じる．これらの視点は調達仕様書の品質モデルに加えられるべきである．

- 社会の視点からの品質特性

調達される製品は社会そして／あるいは地球環境に深く影響を与えるかもしれない．製品の結果としての社会に対する影響の1つは人権に対する影響である．社会からの視点は同じく製品に対する影響を起すかもしれない．社会の影響は，法律，条例，法令遵守，制約，著作権，ルール，慣習等が存在する．

本論文では，社会の視点からは，調達仕様書の“妥当性”と“完全性”を評価しなければならない．例えば，製品の著作権移行を要求し，これを妥当と

するためには、調達仕様書には、著作権移行に関しする理由説明を必要とする。しかしながら、例えば、調達仕様書に記載されている「開発する製品のすべての著作権は政府に移譲されるべきである」との記載は正しくない。入札する企業が既に保有している著作権に関しては、移譲することは出来ない。COTS (Commercial off-the-shelf) 製品は著作権を譲渡することができない典型的な製品である。意見書により上記の記載に関し、意見を出すことで修正された。その結果、調達仕様書に記載される記述は「この契約で新たに開発される成果の著作権は政府に移されるべきである」となった。その他の例として、調達仕様書に「納品品目としてのソースプログラムは、各2部ずつ印刷物として納品」と言う記述があった。この記述は自然保護の見地からは正しくない。ソースプログラムを印刷しても、納品された印刷物を用いて作業することは殆ど無いと考えられる。よって、この文章は、「文章は電子媒体によって納品すること」と修正されるべきである。さらに、もし調達仕様書がすべての関連した法律、法的なコントロール、ルール、標準、などへのリファレンスを調達仕様書が提供するなら、社会的な視点から完全である。

もし、中來田モデルに社会の妥当性及び完全性の視点がないならば、評価者は社会的な視点による問題となる特性を評価できない。そのためにも、社会の視点からの妥当性と完全性は品質モデルに加えられるべきである。

- 技術の視点からの品質特性

入札者が技術的(専門的)な視点により、調達仕様書の品質評価を行う。技術的な妥当性により、調達仕様書の要求事項が技術的に正しく、そして実行可能であることを意味する。

例として、データの暗号化は、情報漏洩から守る技術の中の1つである。しかし、もしデータベースのすべてのデータを暗号化することを求めるならば、システムの処理負荷を増大させ、システムの稼働能力は低下する。このような文章は、要求として正しいが、それはまた、専門的な視点から観察した場合には、非現実的で、そして妥当では無い要求である。意見書によると「要求した文章により問題はシステムだけではなく、システムに接

続された他のシステムとの間でも性能上の問題が発生するであろう」と述べてあった。そして、調達仕様書の文章は次のように修正され、「接続されたシステムに移されるデータは暗号化されるべきである」と記載された。

“技術完全性”は、調達仕様書が情報システムを構築するのに必要とされる、技術情報のすべてを提供することを意味する。技術情報は、責任の有効範囲及び故障発生時の保証範囲である。例えば、意見書には、「システムは事務手続きより発生するシステムの停止以外、24時間/365日間サービスを提供するべきである」と書いている文章が問題だと示されていた。この文章は、製品の視点からは完全であるが、これは技術的な視点からは不完全である。最近、システムの大部分は、複数の企業により分割して開発される。そして、それぞれの企業は、官公庁と個々の契約を交わす。このような場合、もし官公庁がシステム障害に関する責任分担を明確に記述している場合に限り、それらの企業は自らの責任を分析し、記述内容が適切であるかどうかを判断することができる。意見書は、納品企業と同様、他のシステムからもシステム障害を起こすことが可能だと指摘していた。そこで、修正された調達仕様書には「入札企業と官公庁の責任が双方に有ること」を記載に加えた。このように、技術的な妥当性及び完全性も、品質モデルに加えられるべきである。

このように、プロトタイプモデルとして定義した中來田モデルには調達仕様書の品質を評価する視点が無いと言う欠点があった。そこで、新たに3つの視点を調達仕様書の品質モデルに採用した。

次の節で、プロトタイプモデルでの課題を解決した調達仕様書の品質モデルの定義を行う。

4.5 ISPS-Qモデルの提案

プロトタイプとして開発した中來田モデルには，調達仕様書を評価するための3つの視点がなく，調達仕様書の品質を正しく評価することが困難であった．そこで，中來田モデルには無かった調達仕様書の評価するための3つの視点を新たに採用した．このモデルを **Information System Procurement Specifications Quality** モデル(以下、ISPS-Qモデルとする)と呼ぶ．このISPS-Qモデルには，IEEE-830の視点も含め，新たに3つの視点を採用している．

ISPS-Qモデルは階層型構造を持ち，次のように7つの品質特性から構成される．

1) 妥当性

(i) 製品妥当性

その中に述べられたすべての要件はソフトウェアが満たすべきものである場合に限り，調達仕様書は妥当である．

(ii) 技術妥当性

すべての記載の中にソフトウェアが技術的に達成することが可能である場合に限り，調達仕様書は技術的に妥当である．

(iii) 社会妥当性

(a) 法令順守性

すべての記載されている内容でソフトウェアが法律と条例に適合するならば，調達仕様書は法令順守である．

(b) 公平性

複数の企業が調達される情報システムの入札へ参加することができるならば，調達仕様書は公平である．

2) 非曖昧性

調達仕様書に述べられているすべての要求が一意に解釈できる場合，調達仕様書は曖昧ではない．

少なくとも，調達を行う製品の個々の特性が一意的な単語を用いて記述されること．

3) 完全性

(i) 製品完全性

次の要素 [IEE98b] を含む場合は、調達仕様書は製品完全性である:

- (a) 機能、性能、設計制約、属性、外部インターフェースに関する要求はすべて記載されている。特に、システム要求によって定められている外部要求はすべて記載されていなければならない。
- (b) すべての状況において、可能な入力データすべてに対してソフトウェアがどう応答するかが記載されている。特に正当な入力値と不当な入力値の両方に対する応答が記載されていなければならない。
- (c) 調達仕様書の図や表に対するラベルと参照、および調達仕様書の用語の定義と単位の定義が記載されている。

(ii) 技術完全性

調達仕様書には責任の有効範囲と障害のための補償に関する説明を含んでいる場合、調達仕様書は技術完全性である。

(iii) 社会完全性

(a) 環境影響性

調達仕様書は、環境への影響の記述が含まれている場合に限り、環境影響完全である。

(b) 法令順守性

調達仕様書は、関連する法令と条例のすべての参照(リファレンス)が含まれている場合に限り、法令順守である。例えば、日本では、調達仕様書には2つの文書を参照しなければならない。総務省行政管理局による「情報システムに係わる政府調達の基本指針」実務手引書 [総務07] と、情報システム調達のための技術参照モデル (TRM) [経済10] である。技術参照モデルは、日本政府調達のためのオープンスタンダードとして、日本とEU間の協力のために使用される。このように、調達仕様書は技術参照モデルへの参照を含める必要がある。

4) 無矛盾性

調達仕様書には、要求は1箇所だけに書かれている、もしくは複数箇所

に記載されている内容が異なる場合、無矛盾である。

5) 優先順位付け

個々の要求に重要度や安定性を示す識別子がある場合に、調達仕様書は重要度と安定性のランク付けがされていることを意味する。例えば、法律と条例の安定性には注意しなければならない。

6) 検証可能性

開発されるソフトウェアが、調達仕様書の記述内容を満たすか否かをチェックするための方法があり、チェック作業を妥当なコスト内で妥当な時間内に行える場合、その調達仕様書は検証可能である。

7) 追跡可能性

もし、オリジナルの要求項目が明確であり、個々の要求が将来の開発もしくは文書の改訂作業においても容易に参照出来るのであれば、調達仕様書は追跡可能である。次の2つの追跡可能性が必要である:

(i) 後方追跡可能性

個々の要求は明示的に関係するシステムドキュメントを参照できる。

(ii) 前方追跡可能性

調達仕様書の個々の要求は固有の番号もしくは、参照番号がある。

中來田モデルでは、公平性は独立した品質特性であった。ISPS-Qモデルでは、公平性は社会妥当性の中の副特性とした。また、ISPS-Qモデルの大きな長所は3つの視点、すなわち、製品(IEEE-830)、技術と社会からの視点を導入したことである。

4.6 おわりに

官公庁は、情報システム調達仕様の品質を改善しようとしている。しかし、本章では官公庁は、調達仕様書に対する品質モデルが無い状態で調達仕様書の品質改善を行っていることを明らかにした。

本章では、調達仕様書の品質評価に対し、3つの視点を導入した。3つの視点とは、製品、技術、社会からの視点である。これは、ISPS-Qモデルの強みである。調達仕様書の品質を評価するためには、ISPS-Qモデルを用いて品質評価をしなければならない。品質評価をするには、品質評価手法を定め、実際に実験とその実験結果の評価をし、調達仕様書の品質モデルと品質評価手法の有効性を示さなければならない。本稿では、次章において、調達仕様書の品質モデルを用いた品質評価手法とその有効性の評価をする。

第5章 調達仕様書の品質評価手法

5.1 はじめに

本章の目的は、調達仕様書の品質モデルである ISPS-Qモデルと、その品質評価手法の有効性を明らかにすることである。そこで本論文では、調達仕様書の品質モデルである **Information System Procurement Specifications Quality** モデル (ISPS-Qモデル) [Nak10] [Nak12a] [Nak12c] [Nak12b] を用いて、品質評価手法を開発し実験をすることにより、調達仕様書特有の品質特性および、調達仕様書の品質モデルの有効性を明らかにした。

政府の公共事業費は、5兆2,853億円 [参議04] と膨大な金額である。情報システムの入札においては、調達仕様書にてその仕様が明確に定義されている。それゆえ、どの企業が落札しても同じ機能・性能を有するシステムが構築できる。落札した企業が、調達仕様書に記述された要求通りの機能及び、性能を満足させるためには、調達仕様書の品質を高く保たなければならない。例えば、調達仕様書の品質が低く、記載内容が曖昧であったり、異なる解釈が可能な記述である場合、誰もが同じ性能、同じ機能の製品を構築することはきわめて困難である。調達仕様書の品質を高く保つためには、調達仕様書の品質を評価できなければならない。また、調達仕様書の品質を評価するためには、品質評価基準となる調達仕様書の品質モデルが必要である。調達仕様書の品質モデルを用いた品質評価手法を使い、品質評価を実施することで、調達仕様書内の品質上問題となる部分を発見することが可能となる。本論文では、調達仕様書の品質モデルである ISPS-Qモデルの開発と、調達仕様書の品質を評価するための評価手法を定義した。

調達仕様書の品質モデルである ISPS-Qモデルと、その評価手法の有効性を明らかにするためには、比較対象物が必要となる。そこで、比較対象物として、政府が調達仕様書に対して、意見招請により集められた意見書を用いることにする。この意見書とは、政府が入札時に用いる調達仕様書を公示する前に、調達仕

様書の品質を向上させるために、意見招請という手段を用いて事前に公開し、広く意見を求めた意見をまとめた資料である。意見招請により、調達仕様書はいくつかの企業により評価され、各企業の意見を政府に提出する。企業により評価され提出された文章はまとめられ、政府から意見書として公表される。本論文ではこの意見書に対し、ISPS-Qモデルを用いて分類をした [Nak12b]。

もう1つの比較対象として、被験者に対して行った比較実験の結果を用いる。一般的なコンピュータ技術者が、調達仕様書に対して調達仕様書の品質モデルであるISPS-Qモデルとインディペンデント評価手法を用いて品質評価をして、調達仕様書の問題となる品質の欠陥を検出する。

本章で用いるISPS-Qモデルは、IEEE-830 [IEE98b]を拡張した調達仕様書の品質モデルである。また、調達仕様書の評価をするインディペンデント評価手法とは、官公庁が調達を実行しようとしている調達案件とは関係しない独立した (Independent) 実験グループが、評価手法として Perspective Based Reading (PBR) [Bas95] を適用する検査手法である。

調達仕様書の品質モデルであるISPS-Qモデルと、その評価手法の有効性を、これら2つの対象物を比較することにより明らかにする。

本章では以下のように構成している。5.2節では、これまでの仕様書の品質評価の研究を述べ、本論文の新規性を示す。5.3節では、ISPS-Qモデルの紹介をし、5.4節では、ISPS-Qモデルを用いた評価手法の定義をする。5.5節では、調達仕様書を用いて実験を行い、意見書との比較を分析し、調達仕様書の固有の特徴を明らかにする。5.6節では、本章のまとめと今後の取り組みについて述べる。

5.2 仕様書の品質評価

ソフトウェアの品質を向上するために、多くの品質モデルが開発されている。[Fra03] [Fin02]。本論文においては、調達仕様書の品質向上のために、調達仕様書の品質モデルであるISPS-Qモデルを開発した。この、ISPS-Qモデルを用いた評価手法の有効性を実験により明らかにすることを目的とする。

現在、官公庁の情報システム調達仕様書の品質モデルは十分に議論されていない。要求仕様書の品質モデルは、今までにいくつかのバージョンが開発されてきた。最初のバージョンはIEEE Std.830-1984 [IEE84]として1984年に公開された。Alan Davisら [Dav93]は、要求仕様書の品質モデルとして24種類の品質特性を提案し、これがIEEE std.830-1984の基となった。その後、IEEE Std. 830-1993 [IEE93]を経て、IEEE-830 [IEE98b]により要求仕様書の品質モデルが定まった。IEEE-830は、要求仕様書の最新品質モデルとして7種類の品質特性を持つ品質モデルである。調達仕様書と要求仕様書は、共に情報システムを構築するための仕様が記述されている。よって、調達仕様書は、要求仕様書との共通の品質特性があるので、要求仕様書の品質を満たさなければならない。そこで、調達仕様書の品質モデルとしてIEEE-830の要求仕様書と調達仕様書の共通する品質特性を参照した。

また、政府は調達仕様書に対しても公平で適切な調達を行わなければならないと言っている。総務省は情報システムの調達に関し基本ガイドライン [総務07] [各府07]を公表した。これにより調達の標準的な使用方法を提供した。経済産業省は、技術参照モデル(TRM) [経済10]を開発した。技術参照モデルは多くの技術ドメイン、例えば、ネットワークシステム、データベースシステム、ハードディスク装置、プリンターなどから構成されている。それらは、政府の役人が調達仕様書を書くときに、個々の技術ドメインの必須機能およびオプション機能についての定義が参照される。例えば、政府がデータベースを調達する時には、彼らはデータ量を定義しなくてはならない、また、データベースの処理能力及び将来予測されるデータの増加量も示さなければならない。技術参照モデルは、調達する製品が満たすべき機能を記述するために有効である。また、技術参照モデルによると、少なくとも官公庁の調達仕様書では複数の企業が入札可能とするための品質特性として公平性 [経済10]が必要と示されている。しかしながら、

製品の厳格な特性の記述により、時には調達に公平性を損なう(製品のロックイン [経済10]) ことになり、記述には注意が必要である。このように、公平性とは、政府の調達仕様書には不可欠な社会的責任を評価することが可能な品質である。

インスペクションは欠陥を検出するために有効な手法である。インスペクションの1つとして、Basiliらが提案したPerspective Based Reading(PBR) [Bas95]がある。このPBRは、パースペクティブを適用することにより、個々の評価者は文章の аспекトに焦点を合わせることで、文章を検査することが可能となる [Shu00] [松川29]。本章では、調達仕様書を検査するためにPBRを適用する。そして、実験で得られた意見書と意見招請により集められた意見書と比較をして、調達仕様書の品質モデルであるISPS-Qモデルとその評価手法の有効性を明らかにする。

5.3 ISPS-Qモデル

5.3.1 概要

本章の目的は、調達仕様書の品質モデルであるISPS-Qモデルと、その評価手法の有効性を明らかにすることである。

調達仕様書は、官公庁の情報システムに関するサービスについての要求事項を記述している。このような、調達仕様書の特徴は一般的に、要求仕様書の特徴でもある。調達仕様書が持つ役割の中で、要求仕様書と同じ役割を“製品の役割”と名付けた。この製品の役割は、ISPS-Qモデルの一部としてIEEE-830を参照することでできる。

しかしながら、残念なことに、調達仕様書は要求仕様書とは異なっている。官公庁は、国民に対して社会的責任を負っている。調達仕様書により調達した情報システムは、社会責任に違反してはならない。例えば、情報システムに関連する法律や規制が正しく調達仕様書内で参照されている必要がある。また、国は、社会環境が調達仕様書によってどのような影響を受けるかを考慮すべきことを調達仕様書により説明する必要がある。さらに、すべての政府調達には、複数の企業を入札に参加させる必要がある。これは、公平性と呼ばれている。政府調達について、公平性は必須である [経済10]。このように、官公庁が社会に対し責任を持たなければならない役割を“社会の役割”と名付けた。調達仕様書の評価モデルにおける社会の役割には公平性を追加した。この項は、のちの5.3.3項で社会完全性として定義する。

調達に関しては、その他にも政府責任がある。政府責任として、調達仕様書には、入札しようとする企業に、入札を行うのに十分な技術情報を提供する責任がある。入札しようとする企業は調達仕様書から入札に必要な提案書及び見積書を作成する。提案書及び見積書を作成するために必要とする情報が調達仕様書に記述されていなければならない。この調達仕様書に必要な役割を、“技術の役割”とする。

このように、ISPS-Qモデルでは、品質特性として、製品の役割、社会の役割、および技術の役割の3つが含まれている。ISPS-Qモデルを開発するにおいて、社会の役割と技術の役割の品質特性をIEEE-830に加え、調達仕様書の品質モデル

を定義した。また，入札決定後にリリースされた調達仕様書は変更されないの
で，調達仕様書の品質モデルにはIEEE-830の“変更可能性”を省いた。

5.3.2 3つの役割の品質特性

製品，社会及び技術の3つの役割は，調達仕様書の品質評価のために必要なこ
とを明らかにした。調達仕様書の品質モデルは，妥当性，非曖昧性，完全性，無
矛盾性，優先順位付け，検証可能性，および追跡可能性の品質特性である7つの
品質特性を持っている。3つの役割は，それぞれの7つの品質特性へ与えると，副
特性の数は21種類になる。しかし，21種類もの品質特性を用いて検査をするの
は品質特性の数が多くなり困難である。調達仕様書の品質モデルとして実際に
これら21種類の品質特性が必要なのかを議論する。

ここでは，それぞれの品質特性の3つの役割について議論をする。まず，優先順
位付けは優先順位付けその物である。よって，優先順位付けには役割はない。無矛
盾性は，ただ文章の矛盾を評価するだけである。つまり，無矛盾性にも役割はな
い。非曖昧性は，ただ文章中の曖昧な語句を評価することだけである。よって，役
割は非曖昧性には不必要である。もし，要求の検証が実現可能であるなら，検証可
能性が実証される。よって，検証可能性にも役割は不要である。追跡可能性は，
相互参照を評価する。よって，追跡可能性に対する役割も同様に不必要である。

完全性は，法律を順守する必要がある。さらに，調達仕様書は入札した企業に
対して完全な情報を与えなくてはならない。これらは完全性の中の社会および
技術の役割である。また，政府調達は，公平でなければならない [経済10]。しか
も，調達仕様書は，入札した企業に正しい情報を提供しなければならない。これ
らは妥当性の中の社会および技術の役割である。

上記の，優先順位付け，無矛盾性，非曖昧性，検証可能性および追跡可能性に
ついては3つの役割は不要である。従って，3つの役割は，完全性と妥当性の2
つの品質特性に割り当てられる。

5.3.3 モデル定義

ISPS-Qモデルは次の品質特性から構成している。5.3.2項を実装するために必
要な品質特性はIEEE-830の品質モデルだけでは不十分である。不足している品

質特性は、完全性と妥当性である。よって、これら2つの品質特性を強化する必要がある。従って、これら2つの品質特性を、さらに製品、技術および社会の3つの役割の品質特性に分割する。以下の定義において星印(*)を付与した項目は、本論文により開発し定義をした品質特性を示す。

- | | |
|--------------|--------------|
| 1) 妥当性 | 3) 非曖昧性 |
| (i) 製品妥当性 | 4) 無矛盾性 |
| (ii) 技術妥当性* | 5) 優先順位付け |
| (iii) 社会妥当性* | 6) 検証可能性 |
| 2) 完全性 | 7) 追跡可能性 |
| (i) 製品完全性 | (i) 後方追跡可能性 |
| (ii) 技術完全性* | (ii) 前方追跡可能性 |
| (iii) 社会完全性* | |

5.4 ISPS-Qモデルを用いたインディペンデント評価手法

本節では、ISPS-Qモデルによるインディペンデント評価手法の定義と評価手順を述べる。

5.4.1 インディペンデント評価手法

評価対象は調達仕様書である。評価者は、ISPS-Qモデルに対する知識を有しているか、または、ISPS-Qモデルの説明を受けることが求められる。また、評価者は、入札企業から独立している(入札企業とは関係ない)ことを期待される。評価は、評価者が担当するパースペクティブによりコントロールされる。評価に関して、ISPS-Qモデルは評価過程で参照される。これは、評価者がISPS-Qモデルを用いて調達仕様書の品質を評価することを示している。

5.4.2 パースペクティブ

本評価手法においては、調達仕様書に対するパースペクティブを定義すると共に、インスペクション手法のプロセスとしてPBR [Bas95]を応用する。

Basiliが提案したPBRでは、デザイナー、テスター、ユーザーの3つの視点の人がチェックリストを作成している。そして、実際の欠陥検出検査は別の評価者が作成されたチェックリストを用いて欠陥検出を行っている。本評価手法は同じ仕様書を異なる視点から評価を行うと言う点でPBRを応用した。本評価手法で用いた検査における視点とは、品質特性の欠陥検出時の視点を調達仕様書を全体、文章、文と言う単位毎に割り振り、欠陥検出を集中して行えるようにした点である。

文章の構造に基づいて3つのパースペクティブを定義した。調達仕様書は文書的一种であるので、パースペクティブの対象を文書全体、文および単語の3つとする。それぞれのパースペクティブには、対応する品質特性がある。

- 1) パースペクティブ 1: 調達仕様書の文書全体に評価の焦点を合わせる。
対応する品質特性は、製品完全性、技術完全性、社会完全性と無矛盾性である。評価者が文書の完全性を評価するとき、評価者は、文書全体を読む必要がある。「公平性」および「無矛盾性」も同様に文書全体を通して評価される。

2) パースペクティブ 2: 調達仕様書の文に評価の焦点を合わせる。

対応する品質特性は、優先順位付け、製品妥当性、技術妥当性、社会妥当性と文に関する非曖昧性である。評価者が文書の妥当性を評価するとき、評価者は、文書ではなく、個々の文に焦点を合わせる必要がある。同様に、「優先順位付け」と「文に関する非曖昧性」についても個々の文を評価する。

3) パースペクティブ 3: 調達仕様書の単語に評価の焦点を合わせる。

対応する品質特性は、単語と文に関する非曖昧性、検証可能性と追跡可能性である。評価者は、文書の検証可能性を評価するとき、評価者は、例えば、曖昧な言葉を探す必要がある。機能を説明する言葉が曖昧な場合は、調達仕様書は検証可能性ではない。同様に、調達仕様書の追跡可能性に関しては、評価者は、すべての文の中で識別子を確認する必要がある。よって、非曖昧性、検証可能性、追跡可能性は、各単語のパースペクティブで評価される。

5.4.3 評価手段

本評価手法では、2種類の題材を採用した。

1つ目は、評価シートである。評価シートは、調達仕様書内の文章の欠陥を報告する文書である。評価シートには、評価者のプロフィール(グループ番号、評価者名)、評価をした日付と時間、欠陥ID(ID、ドキュメント名、章番号、項番号、ページ番号、調達仕様書の文章)、評価した品質特性と個々の欠陥に対する欠陥理由で構成している。評価シートは表 5.1で示される。評価者は、識別した欠陥に対応する品質特性を記述する。また、記述する特性は複数有っても良い。欠陥理由の欄には、評価者は欠陥が何であるかを論じ記述する。

2つ目は、ISPS-Qモデルである。ISPS-Qモデルについては5.3節を参照されたい。

5.4.4 評価手順

本評価手法においては、インディペンデント評価者によるPBRを用いた評価手法を適用する。評価をするために高いレベルの集中力の維持を評価者に求める。そのために、本評価手法では評価時間を1時間毎 [Kon11]に制限して行う事

表 5.1: 評価シート

グループ番号	
評価者氏名	
日付	年 月 日
検査時間	時間 分

No.		1	2	3
文書名				
ページ番号				
章・節・項番号				
文章				
完全性	製品完全性			
	技術完全性			
	社会完全性			
優先順位付け				
妥当性	製品妥当性			
	技術妥当性			
	社会妥当性			
無矛盾性				
非曖昧性				
検証可能性				
追跡可能性				
コメント				

とする。高い集中力を維持するために、1時間以上の評価作業を実行する場合は1時間毎に適切な休憩を入れる必要がある。

そして、評価後、すべての評価シートは、すべての評価者により検査されなければならない。主観的な評価を除去するために、2人以上の評価者をそれぞれのパースペクティブに割り当てる。このように、評価者の推奨人数は論理的に6人以上である。

本評価手法により調達仕様書の評価をする。次の節において、本評価方法を説明し、実際に実験を行い、その結果について議論する。

5.5 実験による評価

本章の目的である調達仕様書の品質モデルの新規性及び及びインディペンデント評価手法の有効性を示すために、同一の調達仕様書を異なる2つのグループへ用いて実験をした。また、実験に要した時間も同一である。

この2度の実験により、本論文の新規性及び有効性を示す。

5.5.1 実験環境

実験環境

本実験では、政府により公開された調達仕様書および意見書を実験対象として用いた。

実験対象の調達仕様書は、厚生労働省労働基準局労災補償部労災保険業務課の「労災レセプト電算処理システムに係る設計・開発等業務一式調達仕様書(案)」 [厚生11b]を用いた。意見書も、同様に調達仕様書と共に公開された文書 [厚生11a]を対象とした。

調達仕様書は全78ページで16の章で構成されていた。実験を1時間で終えるために、評価する範囲を30ページ以下に設定した。本実験では、21ページで構成される2章と4ページで構成される7章を選択した。これは、これらの2つの章は単位ページあたり、多くの意見書の意見が提出されていたからである。また、15章には法律と規約の記載があり、評価対象として選択した。

インディペンデント評価者

2回行う実験に参加する合計12人の評価者は、全員10年以上の専門的な技術経験者でIEEE-830を熟知していた。また、実験対象の調達仕様書の入札企業とはインディペンデントであった。

パースペクティブ

本実験では、2回行う実験ごとに、異なる6名の評価者を3つのグループに等しく分けた。個々のグループに品質特性を割り当てた。基本的に、完全性をグルー

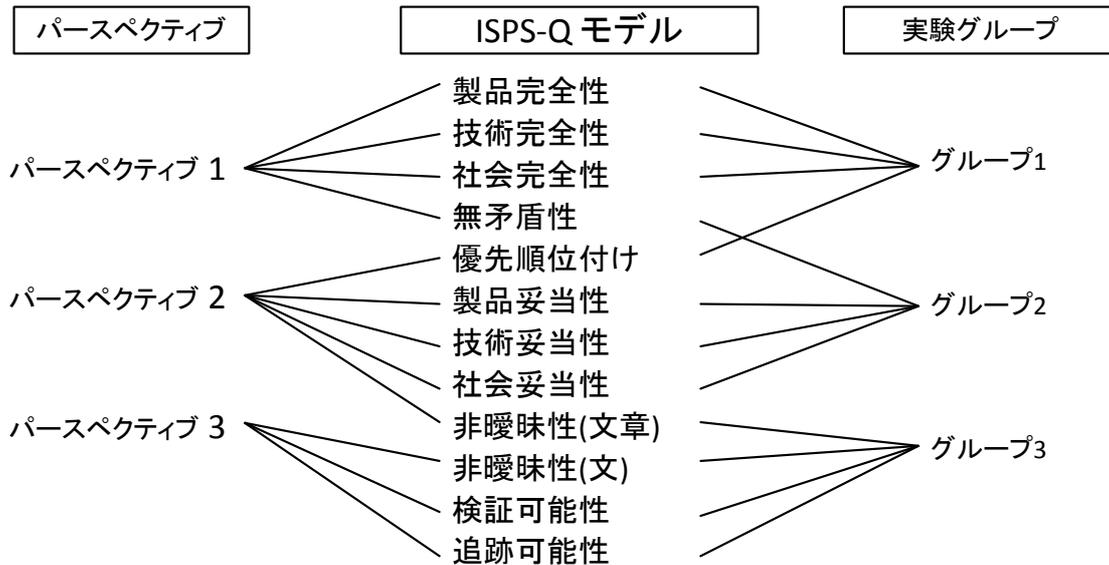


図 5.1: ISPS-Qモデルに対するパースペクティブとグループの分担表

グループ1に、妥当性をグループ2に割り当てた。また、残った品質特性をグループ3といくつかをグループ1と2に割り当てた。

実験グループと割り当てたパースペクティブの関係を図5.1に示す。よって、個々のグループに割り当てられた品質特性は以下ようになる:

- グループ1: 製品完全性, 技術完全性, 社会完全性, 優先順位付け
- グループ2: 製品妥当性, 技術妥当性, 社会妥当性, 無矛盾性
- グループ3: 非曖昧性, 検証可能性, 追跡可能性

手順

1) 以下の4事項について, 約30分間説明をした。

(i) ISPS-Qモデルと, 評価手法を説明を行った。

評価者はISPS-Qモデルを知らなかった。しかし, 評価者はIEEE-830の品質モデルは熟知していた。

(ii) 評価シート(表5.1を参照)上への欠陥を記述する方法を説明した。

(iii) 欠陥検出方法の一例を示し説明した。

表 5.2: 調達仕様書の品質評価実験結果

品質特性		実験-1	実験-2	実験総合計		意見書
		小計数	小計数	重複数	合計数	
完全性	製品完全性	18	15	2	31	3
	技術完全性	0	6	0	6	31
	社会完全性	1	0	0	1	2
妥当性	製品妥当性	8	4	0	12	2
	技術妥当性	0	7	0	7	20
	社会妥当性	1	3	0	4	7
優先順位付け		0	0	0	0	5
無矛盾性		7	5	0	12	2
非曖昧性		29	29	6	52	16
検証可能性		17	5	4	18	17
追跡可能性		3	4	0	7	0
合計		84	78	12	150	105

(iv) 最後に、質疑応答の時間を持った。

- 2) 実験の評価時間は1時間とした。
- 3) すべての評価シートは全員によりレビューを行った。
- 4) 調達仕様書の意見書と実験結果とを比較した。

5.5.2 実験結果

表 5.2において、実験と意見書の結果を示す。表の行は、ISPS-Qモデルの品質特性である。列には、第1回実験結果(実験-1)と第2回実験結果(実験-2)及び、2回実験した結果(実験総合計)の重複数と結果の合計(合計数)、および意見書によって報告された欠陥の数(意見数)で構成されている。実験結果の合計数には重複した数は含まれていない。表の中の数値は、実験により報告され欠陥数及び、意見書の意見を品質特性毎に分類した数である。

次項以降で意見書、第1回実験、第2回実験及び、実験の総合評価の順番で結果の考察を述べる。



図 5.2: 意見書の品質特性分類例

5.5.3 意見書の分析

意見書では、技術の役割としての品質において、多くの欠陥を検出している。技術の役割の分類方法として以下のように行った。

例えば、意見書には“外部媒体に記録される労災レセプトデータは、オンライン請求時のデータ様式（データ構成）と同一と認識しております。仕様書に明記いただきますよう、お願いいたします。”という意見がある(図 5.2参照)。この文章には、技術専門用語として“データ様式”，“データ構成”，“記録”があり，記載漏れがあり完全ではない指摘として“明記いただきますよう”と意見書には述べられている。よって，この意見の品質特性を技術完全性と分類した。

また，意見書は，製品の役割での品質では欠陥を殆ど見つけられていない。この製品の役割での品質とは要求仕様書の品質特性である。ただし，実験グループのように全く見つける事が出来てないわけでも無い。つまり，入札しようとする企業は要求の視点を残しながらも，実際にシステムを構築するために必要とする視点から調達仕様書を評価している。入札しようとする企業は，調達仕様書を評価した後，見積書および提案書を作成する。よって，意見書を提出した企業は，製品を構築し，必要な技術を提供するという役割の視点から問題となる欠陥を検出できている。

5.5.4 第1回実験とその結果

品質特性結果

実験を行った実験グループが検出した多くの品質特性は，製品完全性，製品妥当性，無矛盾性，非曖昧性と追跡可能性であった。

意見書が多く欠陥を発見していた品質特性は、技術完全性、社会完全性、優先順位付け、技術妥当性と社会妥当性であった。また、発見した欠陥の数が同数の品質特性は検証可能性であった。

評価者が全く発見することができなかった品質特性は、技術完全性、技術妥当性と優先順位付けであった。

実験グループの分析

グループ1のメンバーは、優先順位付けの品質特性で問題となる欠陥を見つける事が出来なかった。グループ1へのインタビューによると、彼らは調達仕様書内の文章のすべてが最優先事項だと考えてしまい、評価が出来なかったと説明した。しかしながら、総務省による技術参照モデル [経済10] では、調達仕様書にはオプションの要求を記述し、入札企業が提案書へ任意で受け入れられるように記述することを求めている。さらに、政府調達の情報システムに関する基本ガイドラインには、オプションの要求を記述することを勧めている。よって、評価者は調達仕様書に対し、“優先順位付け”の品質特性を評価する必要がある。同じく、入札予定の企業の見積書にも影響を与えるので“優先順位付け”は重要である。優先順位付けの結果とインタビュー内容の分析から、評価者のISPS-Qモデルに対する理解の改善を促進するためにも、実験前に行う説明時の説明内容を修正する必要がある。

さらに、技術完全性および技術妥当性も、品質の欠陥を検出することができなかった。しかし、製品の完全性と妥当性では欠陥を発見できているのはIEEE-830の品質モデルを拠り所として欠陥を検出したからであろう。技術完全性と技術妥当性は異なるグループが欠陥検出を受け持っていた。しかし、どちらのグループも多くの欠陥を検出する事はできていない。異なるグループで同じ技術の役割の欠陥を検出できていない。つまり、技術完全性及び技術妥当性は、インディペンデントな評価者では見いだすことができない品質特性である。

検出した欠陥数が少数であった品質特性の分析

少数で、1件のみの欠陥を検出した品質特性として、社会完全性と社会妥当性がある。これらの品質特性は、法律に関係する品質である。少数しか検出できな

かった理由は、実験前の説明会での説明が不十分であったと考えられる。説明会のガイドラインには、法律に関係する欠陥を検出するために必要とされる法律、環境保護の規制等の検出を指示する必要がある。しかしながら、これら社会完全性と社会妥当性についての欠陥検出はインディペンデントな評価者の役割としては困難なのかもしれない。社会性の品質特性は検出した数が他の品質特性と比較して、意見書の意見数と実験による検出数共に欠陥数が非常に少ない。これは、誰も多くを見つけることが出来ない品質特性が存在しており、これは欠陥が無いのか、実際に記述が少ないのかは不明である。

5.5.5 第2回実験の結果及び評価

品質特性結果

実験をした実験グループが検出した多くの品質特性は、製品完全性、製品妥当性、無矛盾性、非曖昧性と追跡可能性であった。

意見書が多く欠陥を発見していた品質特性は、技術完全性、社会完全性、技術妥当性、社会妥当性、優先順位付けと検証可能性であった。

評価者が全く発見することができなかった品質特性は、社会完全性と優先順位付けであった。

実験グループの分析

グループ1は、社会完全性と、第1回実験の結果と同じく優先順位付けの2つの品質特性で問題となる欠陥を発見できなかった。実験グループへのインタビューによると、調達仕様書の品質モデルを用いた品質評価検査に対して馴れが必要ではないかとの指摘が有った。実験参加者全員は、ソフトウェアの設計、開発に10年以上従事し、グループ1の1名は調達業務に係った経験が有った。また、全員は、IEEE-830の品質モデルを熟知はしているが、品質モデルを用いて要求仕様書の問題となる品質を検出する訓練は受けていなかった。つまり、文章で定義された品質特性を用いて、調達仕様書の欠陥を検出しようとしても、今までの経験で発見できる製品完全性、製品妥当性は容易に発見できるが、発見できなかった社会完全性、優先順位付けは、訓練を受けていない彼らには、調達仕様書の品質を評価する事は困難であったのかもしれない。

但し、今回の実験の評価者には、政府調達の入札に係った経験がある評価者が参加しており、実験1では見つけられなかった技術完全性、技術妥当性も少数ではあるが検出していた。これは、技術と経験を持つ評価者に要求される技術レベルを品質モデルとして提示したことにより、技術的な問題を抽出できたのであろう。

第2回実験では調達システムに携わった経験のある評価者が居たので技術完全性および技術妥当性の数値が伸びたが、第1回実験の結果のような技術の品質特性を見つけれない場合においても、本実験の品質評価手法を相互補完する意味で、意見書の意見と言うのが重要であると考ええる。よって、どちらか一方ですべてが解決できる物ではないと本実験は示している。

検出した欠陥数が少数であった品質特性の分析

第1回実験の結果と同じく、少数の欠陥を検出した品質特性は、社会完全性と社会妥当性であった。この結果についての評価は第1回実験の評価結果の評価と同じであろう。

5.5.6 実験の総合評価

意見書の意見数に対してどれくらいの工数を必要としたかは定かではない。そこで、本論文の第1回実験及び第2回実験の結果を合計した。実験結果を合計することにより、より本論文の利点を明確にすることが出来る。

合計した結果を表5.2に示す。実験結果を合計するにあたり、第1回実験と第2回実験の重複している欠陥数は、製品完全性で2件、非曖昧性で6件及び、検証可能性で4件であった。この重複した数は合計結果には含まていない。

欠陥の報告総数150件の内、重複して報告した欠陥数は12件と1割も満たなかった。

差異点

実験と意見書とでは、製品および技術の副特性において、完全性、妥当性とも大きく数値が異なっていた。実験では、製品完全性が31件、製品妥当性は12件を検出していた。しかし、意見書では製品完全性は3件、製品妥当性は2件であった。意見書では、技術完全性が31件、技術妥当性は20件を検出していた。しかし、実

験では技術完全性は6件、技術妥当性は7件であった。これは、意見書を提出した企業は入札したシステムを稼働させるための技術的な要件の欠陥を指摘している。しかし、実験をした評価者は純粋な製品として、調達システムを評価している事が分かる。意見書では、実際に設計を行い、システムを構築する上での技術論としてシステムの構築が出来るかどうかを重要視している。また、無矛盾性は実験は12件発見しているが、意見書は2件、非曖昧性では実験では52件報告されているが、意見書では16件と3倍もの差がでた。これは、入札しようとしている企業は技術論としてシステムの構築が出来るかどうかを重要視しているが、曖昧で矛盾がある記述部分は、企業として自由な解釈つまり、自分たちのシステム構築に対し、都合の良い解釈を行われている可能性がある。これでは、完成したシステムが本来の必要とするシステムとは異なり、動きはするが政府が求めるシステムではない製品が構築され、動かないシステムが納品されている原因なのかもしれない。もし、本当に求めるシステムを企業が構築するのであれば、企業も無矛盾性、非曖昧性の品質特性を無くそうと努力するはずである。

追跡可能性については、実験結果では7件であったが、意見書は全く指摘されていなかった。これは、意見書を提出している企業としてはこの品質特性は、システム構築に対して重要だと感じてないのかもしれない。しかし、実験では検査しなければいけない品質特性として明示しているので、問題となる欠陥を発見できている。これは調達仕様書の品質モデルを用いた手法の利点である。

類似点

社会完全性と社会妥当性の品質特性は実験結果も意見書の数も差はなく、しかも欠陥数も多くはなかった。社会完全性では、実験では1件、意見書は2件。社会妥当性は、実験は4件、意見書は7件であった。これは、誰も多くを見つけることが出来ない品質特性が存在しており、これは欠陥が無いのか、実際に記述が少ないのかは不明である。しかし、政府による調達において、法令に関する品質検査は必須である [経済10]。この2つの品質特性については発見する件数が少ないからと言って検査項目を無くすことはできない。

国が調達するシステムである。したがって数が少ないからと言って、社会完全性および社会妥当性が不要であるというわけではない。

5.5.7 議論

社会性は、重要な要素である。官公庁は、法律を遵守しなければならない。したがって、この役割は社会の役割として定義される。この社会の役割は、製品の役割および技術の役割とは異なったカテゴリーである。よって、製品の役割と技術の役割は比較することで説明し、社会の役割は別に議論する。

製品および技術の役割

実験をした実験グループは、製品に関する品質特性からは多くの欠陥を見つけることができた。しかし、彼らは技術の品質特性からは欠陥検出をすることはできなかった。また、意見書が指摘した調達仕様書の欠陥検出は技術的な品質特性であった。

本実験で発見した欠陥数と、意見書が指摘した欠陥数を比較すると、実験で発見した完全性は、実験評価者は38、意見書は36であった。また、妥当性では、実験評価者は23、意見書は29であった。この数値差は、評価者数の差異が不明であるため、ここでは議論しない。

完全性の内訳は、実験評価者は製品完全性31、技術完全性6とほぼ製品完全性のみを指摘であった。一方、意見書の内訳は、製品完全性3、技術完全性31と技術完全性が圧倒的に多いという結果になった。妥当性の内訳は、実験評価者は製品妥当性12、技術妥当性7と製品完全性を多く指摘していた。一方、意見書の内訳は、製品妥当性2、技術妥当性20と技術妥当性が圧倒的に多い。これは、完全性と酷似した結果である。この差異が生じた要因としては、調達仕様書を評価する評価者の評価基準が異なる事から生じた差だと考えられる。実験評価者は、政府調達に参加しようとする意識も経験も無かったが、情報システムの設計・構築・要求仕様書の作成の経験と能力は有している。よって、実験評価者は、調達仕様書を評価する視点として、要求仕様書の品質モデルによってのみ評価することが出来たと考えられる。しかも、ISPS-Qモデルの品質特性を参照しながら調達仕様書の品質評価を行ったので、IEEE-830の完全性と妥当性のみに主眼を置いて評価している。

一方で、意見書を提出した企業は、調達仕様書を基に提案書と見積書を作成し、

入札に参加することを前提に調達仕様書の品質をチェックしていることが考えられる。つまり、意見書を提出している企業は、入札時に必要な、提案書および見積書を作成するために必要な、技術情報に関する品質を重点的に評価している。

ISPS-Qモデルは、この完全性および妥当性の2つの品質特性においても調達仕様書に適用した品質の特性を定義しているため、製品および技術を分けて評価することができる。よって、本実験により、本論文で提案する評価手法およびISPS-Qモデルの有効性が明らかとなった。

社会の役割

第1回実験の評価者は、社会的な品質特性に対して、問題となる欠陥検出は少数であった。社会妥当性では、意見書の欠陥数と比較して約2倍の相違点があった。これは大きな差である。社会的な品質特性のすべてにおいて、第1回の実験では検出することができなかった。しかしながら、評価者の知識と経験は十分である。つまり、これは彼らの能力の相違における問題ではない。評価者は入札をする企業の立場ではない。したがって、評価者はチェックしなくてはならないものを欠陥であると解釈することができなかった。第1回実験の評価者は、要求仕様上の欠陥は検出できていた。つまり、この評価者の視点は、IEEE-830からの視点である。しかし、IEEE-830には社会的な視点が無く、よって欠陥の検出が困難であった。第2回の実験の評価者が行った評価では、社会妥当性は4件を検出していた。これは、評価者の経験として、政府調達に参加した経験がある評価者が居たためである。妥当性を評価した評価者は同じく数は少ないが技術妥当性も7件検出していた。調達システムを構築する立場に立った経験を持つことで、社会妥当性及び技術妥当性の評価もできるようになることを示している。

社会完全性については、双方とも少数しか検出できていない。なぜならば、実務手引書を参照することにより、調達仕様書にリスト項目によって定義され、法律項目が完全に記入される方法で作られたため、殆ど欠陥がなかったと考えられる。

情報システム調達仕様書特有の特性

実験を通して調達仕様書の特性について議論した。実験グループは入札とは関係無いインディペンデントな技術者が評価を行い、反対に意見書は入札をし

ようとする企業の技術者が、調達仕様書の品質評価をしている。本実験の結果、調達仕様書には“要求仕様書の品質モデル”では見つけることができない品質特性を明らかにした。この品質特性とは、技術と社会による役割からの視点である。また、さらにIEEE-830の品質特性の役割を持つ“製品”からの視点も含まれる。つまり、調達仕様書はこれら三つの特徴を持っていることを明らかにした。

製品と技術については、調達仕様書への品質評価の視点が異なるだけで、これは問題となる欠陥として、同じ物を評価している。そして、社会的な役割としての視点は法律であり、これもまた必要不可欠な品質である。ここでは、調達仕様書が製品、技術および社会的な役割からの視点がまさしく必要となることが明らかとなった。

前章および先行研究 [Nak12a] [Nak12b]において、意見書の品質を分類して評価を行った。その結果、意見書では問題となる品質の指摘方法が各社で統一されていないことを明らかにした。この原因としては、品質モデルを用いないで意見を述べていることが推察される。そこで、先行研究では、意見書に対してISPS-Qモデルを用いて分類をすることで、品質特性により個々の問題をより明確に伝えることが出来るようになる、としている。

5.6 おわりに

本章では、ISPS-Qモデルとインディペンデント評価手法を用いた実験により、ISPS-Qモデルとインディペンデント評価手法の有効性を議論した。本実験の評価者は多くの点で意見書の意見と同じか、もしくはより多くの問題となる欠陥を検出した。しかしながら、ISPS-Qモデルの製品、技術と社会による欠陥数は意見書とは異なっていた。製品の役割はIEEE-830の要求仕様書の品質特性であり、それは要求仕様書と同じく、調達を行う方向からの視点による品質であることが判明した。また、入札後に情報システムを構築する技術者が欠陥を検出する事が可能となる品質特性が技術の役割であることを明らかにした。

さらに、社会性は、入札を行う企業からの視点から欠陥の検出をすることが出来たが、実験では評価者による検出が困難であった。なぜならば、入札を行う企業は、重要な社会性を持った視点を既に持っているからである。つまり、落札し、構築する情報システムは、公正でなければならず、しかも、法律に従った製品として提供しなければならない。

このように、異なる3つの視点からの品質特性を持つ品質モデルとインディペンデント評価手法により、調達仕様書の品質を評価できることを明らかにした。

今後の課題として、本手法のさらなる適用をする予定である。

第6章 結論

本論文では、情報システム調達仕様書の品質向上のために3項目の目的を設定した。

2章では、ソフトウェアの品質向上に関する取り組みに関するこれまでの取り組みを鑑みると共に、ソフトウェア開発にとって大きな割合をしめる政府のソフトウェア調達に関しては、議論されていない事を確認した。

3章では、品質モデルを用いた要求仕様書の品質向上への取り組みとしてIEEE-830に注目し、このIEEE-830の品質モデルにより、要求仕様書の品質向上が行われていることを確認した。また、要求仕様書と調達仕様書には求める品質に差異があることを明らかにした。

4章では、先ず、官公庁が品質向上のために行われている意見招請により、問題となる欠陥が正しく伝えられているか否かを調査した。その結果、意見書の意見は、提出した各社により様々な意見理由により意見を述べており、企業の意見が官公庁へ正しく伝えきれてないことを明らかにした。そこで本論文では先ず、調達仕様書の品質モデルとして中來田モデルを開発し、意見書の意見理由に対して適用し、意見書の意見理由との比較調査をした。企業の提出理由と中來田モデルによる分類との比較により、調達仕様書の品質モデルを用いる事でより各社が述べている意見に共通性が確認できた。つまり、調達仕様書の品質モデルがあることで、より分かりやすく官公庁へ意見を伝えられることが明らかとなった。そこで、本論では調達仕様書の品質モデルを用いて調達仕様書の評価を行い中來田モデルの問題点を明らかにした。問題の解決のために、中來田モデルの改良を実施し、新たにISPS-Qモデルとした。このISPS-Qモデルには製品、技術および社会からの3つの視点を導入した。しかし、ISPS-Qモデルを用いた調達仕様書の品質評価の有効性の評価まだ行われていない。

5章では、調達仕様書の品質モデルの有効性を確認するために、ISPS-Qモデルを用いて2度の実験をした。この実験では、ISPS-Qモデルの評価を行うために、

インデペンデント評価手法および評価手順を定めて実験をした。この2度の実験により、本論で開発した品質モデルのISPS-Qモデルおよびインディペンデント評価手法の有効性を明らかにした。しかしながら、実験後の評価者へのインタビューによると、調達仕様書の品質モデルを熟知はしているが、実際の品質評価をするために品質特性を考慮しながら問題となる品質の抽出を行う経験は少ないことが明らかとなった。そこで、今後の課題として、検査手法のさらなる改善を行う予定である。

本論文により開発したISPS-Qモデルを用いた実験結果から、評価者と意見書では問題を指摘している品質特性が異なる事が明らかとなった。これは、3つの異なる視点構造を持った品質モデルの成果である。また、評価者は意見書の意見よりも多くの問題となる欠陥を見つけることができた。これは、本論のインディペンデント評価手法の成果である。このISPS-Qモデルを用いた調達仕様書の品質評価手法により、調達仕様書の品質向上に寄与することが期待される。

謝辞

本論文のタイトルにある情報システム調達に関しては、今現在でも様々な問題が存在している。ある日、私が末席において頂いているソフトウェア技術者協会(SEA)のメンバーと情報システム構築に対する数々の問題を話し合っている時、官公庁の情報システム調達における問題の話から調達仕様書の品質の話になり今回の研究を始める切っ掛けがありました。ここにSEAの幹事の方々に切っ掛けを与えて頂いたこと、その後、何度かミーティングを開かせて頂き、貴重な意見を頂き心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

一番重要なジャーナル論文と博士論文の作成にあたり、指導教員の筑波大学ビジネス科学研究科津田 和彦教授から、丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。

調達仕様書の品質モデルの開発に色々な助言をしてくださった、中谷 多哉子准教授(現放送大学教授)に感謝致します。

私の研究について色々な指摘をして頂き、研究を進める助けをして頂いた中谷研究室の皆様に御礼申し上げます。

ISPS-Qモデルの検査手法の評価に協力して頂いた技術者の皆様に感謝します。

参考文献

- [Adr82] Adrion, W. R., M. A. Branstad, and J. C. Cherniavsky: Validation, Verification, and Testing of Computer Software, *ACM Comput. Surv.*, Vol. 14, No. 2, pp. 159–192, 1982.
- [Al-05] Al-Kilidar, H., K. Cox, and B. Kitchenham: The use and usefulness of the ISO/IEC 9126 quality standard, *Empirical Software Engineering, International Symposium on*, p. 7 pp., 2005.
- [Alt75] Altair 8800, <http://oldcomputers.net/altair.html>, 1975.
- [Amb08] Amberg, M., T. Holm, and K. Dencovski: Business Challenge Based Evaluations—Using Methods of Social Research to Gather Quality Characteristics and Increase Software Quality, *Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, International Conference on*, pp. 61–66, 2008.
- [App77] Apple Computer, : Apple II, <http://apple.com/>, 1977.
- [Art99] Arthur, J. D., M. K. Gröner, K. J. Hayhurst, and C. Michael Holloway: Evaluating the Effectiveness of Independent Verification and Validation, *Computer*, Vol. 32, No. 10, pp. 79–83, 1999.
- [Bas95] Basili, V. R., S. Green, O. Laitenberger, F. Shull, S. Sorumgard, and M. V. Zelkowitz: The empirical investigation of perspective-based reading, Technical report, Department of Computer Science, University of Maryland, College Park, MD, USA, 1995.
- [Ber08] Berry, D. M.: Ambiguity in Natural Language Requirements Documents, in Paech, B. and C. Martell eds., *Innovations for Requirement Analysis*. From

Stakeholders' Needs to Formal Designs, pp. 1–7, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.

- [Boe81] Boehm, B. W.: Software Engineering Economics, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 1st edition, 1981.
- [Boe84] Boehm, B.: Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications, IEEE Software, Vol. 1, No. 1, pp. 75–88, 1984.
- [Boe08] Boegh, J.: A New Standard for Quality Requirements, IEEE Software, Vol. 25, No. 2, pp. 57–63, 2008.
- [Buc79] Buckley, F.: A Standard for Software Quality Assurance Plans, Computer, Vol. 12, No. 8, pp. 43–50, 1979.
- [Chr95] Chruscicki, A. and J. J.E. Gaffney: Toward a quality inspection method and management, Software Engineering Standards, International Symposium on, p. 71, 1995.
- [Cor] Core Memory, <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/core.html>.
- [Cun12] Cunha, J., J. P. Fernandes, C. Peixoto, and J. Saraiva: A Quality Model for Spreadsheets, 2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, pp. 231–236, 2012.
- [Dau11] Dautovic, A., R. Plosch, and M. Saft: Automatic Checking of Quality Best Practices in Software Development Documents, in Proceedings of the 2011 11th International Conference on Quality Software, QSIC '11, pp. 208–217, Washington, DC, USA, 2011, IEEE Computer Society.
- [Dav93] Davis, A., S. Overmyer, K. Jordan, J. Caruso, F. Dandashi, A. Dinh, G. Kincaid, G. Ledebor, P. Reynolds, P. Sitaram, A. Ta, and M. Theofanos: Identifying and measuring quality in a software requirements specification, in Proceedings of the First International Software Metrics Symposium, pp. 141–152, 1993.

- [Den03] Denger, C. and M. Ciolkowski: High Quality Statecharts through Tailored, Perspective-Based Inspections, EUROMICRO Conference, p. 316, 2003.
- [Dzu09] Dzung, D. V. and A. Ohnishi: Improvement of Quality of Software Requirements with Requirements Ontology, International Conference on Quality Software, pp. 284–289, 2009.
- [Eic02] Eickelmann, N. S., F. Ruffolo, J. Baik, and A. Anant: An empirical study of modifying the Fagan inspection process and the resulting main effects and interaction effects among defects found, effort required, rate of preparation and inspection, number of team members and product 1st pass quality, in Software Engineering Workshop, 2002. Proceedings. 27th Annual NASA Goddard/IEEE, pp. 58–64, IEEE Computer Society, 2002.
- [Elb09] Elberzhager, F., A. Klaus, and M. Jawurek: Software Inspections Using Guided Checklists to Ensure Security Goals, 2012 Seventh International Conference on Availability, Reliability and Security, pp. 853–858, 2009.
- [ENI46] ENIAC, <http://www.kisc.meiji.ac.jp/sano/2003SOB/eniac.htm>, 1946.
- [Esp09] Espana, S., N. Condori-Fernandez, A. Gonzalez, and Pastor: Evaluating the Completeness and Granularity of Functional Requirements Specifications: A Controlled Experiment, 2012 20th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE), pp. 161–170, 2009.
- [Fag76] Fagan, M. E.: Design and code inspections to reduce errors in program development, IBM Systems Journal, Vol. 15, No. 3, pp. 182–211, 1976.
- [Fag86] Fagan, M. E.: Advances in software inspections, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 12, No. 7, pp. 744–751, 1986.
- [Fej11] Feja, S., S. Witt, and A. Speck: BAM: A Requirements Validation and Verification Framework for Business Process Models, in Proceedings of the 2011 11th International Conference on Quality Software, QSIC '11, pp. 186–191, Washington, DC, USA, 2011, IEEE Computer Society.

- [Fin02] Finkelstein, A. and Spanoudakis, G. and Ryan, M., : Software package requirements and procurement, in Software Specification and Design, 1996., Proceedings of the 8th International Workshop on, pp. 141–145, IEEE, 2002.
- [Fra03] Franch, X. and J. P. Carvallo: Using Quality Models in Software Package Selection, IEEE Software, Vol. 20, pp. 34–41, 2003.
- [Gun00] Gunter, C. A., E. L. Gunter, M. Jackson, and P. Zave: A Reference Model for Requirements and Specifications, Requirements Engineering, IEEE International Conference on, p. 189, 2000.
- [Hal03] Hall, J. and L. Rapanotti: A reference model for requirements engineering, in Requirements Engineering Conference, 2003. Proceedings. 11th IEEE International, pp. 181–187, 2003.
- [Hum89] Humphrey, W. S.: Managing the software process, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1989.
- [Hum95] Humphrey, W. S.: A Discipline for Software Engineering, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1st edition, 1995.
- [Hum99] Humphrey, W. and J. Over: Introduction to the team software process(sm), Addison-Wesley Professional, first edition, 1999.
- [Hus07] Hussain, I., O. Ormandjieva, and L. Kosseim: Automatic Quality Assessment of SRS Text by Means of a Decision-Tree-Based Text Classifier, International Conference on Quality Software, pp. 209–218, 2007.
- [IEE79] IEEE 79, : IEEE Draft Test Documentation Standard, 1979.
- [IEE84] IEEE Std. 830-1984, : IEEE Guide to Software Requirements Specifications, 1984.
- [IEE93] IEEE Std. 830-1993, : IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1993.

- [IEE98a] IEEE Std 1074-1997, : IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes, 1998.
- [IEE98b] IEEE Std. 830-1998, : IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, 1998.
- [IPA07] IPA, : ソースコードレビュー,
<http://www.ipa.go.jp/security/awareness/vendor/programmingv2/contents/c103.html>,
2007.
- [ISO01] ISO/IEC 9126-1:2001, : Software Engineering - Product quality - Part 1: Quality Model, 2001.
- [ISO07] ISO 25030-2007, : Software engineering Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), 2007.
- [ISO09] ISO 9000:2005 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary, 2009, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=42180.
- [Jaf89] Jaffe, M. S. and N. G. Leveson: Completeness, robustness, and safety in real-time software requirements specification, in Proceedings of the 11th international conference on Software engineering, ICSE '89, pp. 302–311, New York, NY, USA, 1989, ACM.
- [Jud99] Jude 開発記,
<http://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/others/jude/JudeRecords.html>, 1999.
- [Kai02] Kaiya, H., H. Horai, and M. Saeki: AGORA: Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method, in International Conference on Requirements Engineering, pp. 13–22, IEEE Computer Society, 2002.
- [Kam11] Kamalrudin, M., J. Hosking, and J. Grundy: Improving requirements quality using essential use case interaction patterns, in Proceedings of the 33rd International Conference on Software Engineering, ICSE '11, pp. 531–540, New York, NY, USA, 2011, ACM.

- [Kir00] Kirner, T.: Applying the SCR method in software requirements specifications, in Computer Science Society, 2000. SCCC '00. Proceedings. International Conference of the Chilean, pp. 135–143, 2000.
- [Kon11] Kong, W.-K., J. Huffman Hayes, A. Dekhtyar, and J. Holden: How do we trace requirements: an initial study of analyst behavior in trace validation tasks, in Proceedings of the 4th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE '11, pp. 32–39, New York, NY, USA, 2011, ACM.
- [Kos99] Koscianski, A. and J. C. B. Costa: Combining Analytical Hierarchical Analysis with ISO/IEC 9126 for a Complete Quality Evaluation Framework, Software Engineering Standards, International Symposium on, p. 218, 1999.
- [Kro02] Krogstie, J.: A Semiotic Approach to Quality in Requirements Specifications, in Proceedings of the IFIP TC8 / WG8.1 Working Conference on Organizational Semiotics: Evolving a Science of Information Systems, pp. 231–249, Deventer, The Netherlands, The Netherlands, 2002, Kluwer, B.V.
- [Mye76] Myers, G. J.: Software Reliability, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1976.
- [Mye79] Myers, G. J.: Art of Software Testing, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1979.
- [Nak10] 中來田 秀樹, 津田 和彦, 中谷多哉子: 情報システム調達仕様書の品質モデルの提案, 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学, Vol. 110, No. 305, pp. 37–42, 17th Nov 2010.
- [Nak12a] Nakakita, H., K. Tsuda, and T. Nakatani: An Evaluation of a Quality Model for a High Quality Procurement Specification, Knowledge-Based Software Engineering - Proceedings of the Tenth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, Vol. 240, pp. 98–107, 23rd Aug 2012.

- [Nak12b] Nakakita, H., K. Tsuda, and T. Nakatani: An Inspection Method for Procurement Specifications with the ISPS-Q Model, Proceedings of the 6th International Conference on Project Management (ProMAC2012), Vol. 6, pp. 407–414, 2nd Oct 2012.
- [Nak12c] 中來田 秀樹, 中谷多哉子: 高品質調達仕様書のための意見書を用いた品質モデルの評価, 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学, Vol. 111, No. 396, pp. 85–90, 2012.
- [Obj96] Object Management Group, : UML, <http://www.uml.org/>, 1996.
- [Ow96] Ow, S. H. and M. H. Yaacob: A Survey on Software Quality Assurance - A Malaysian Perspective, Information Systems Conference of New Zealand, p. 154, 1996.
- [Pet02] Petriu, D. and M. Woodside: Analysing software requirements specifications for performance, in Proceedings of the 3rd international workshop on Software and performance, WOSP '02, pp. 1–9, New York, NY, USA, 2002, ACM.
- [Shu00] Shull, F., I. Rus, and V. Basili: How Perspective-Based Reading Can Improve Requirements Inspections, Computer, Vol. 33, No. 7, pp. 73–79, 2000.
- [Shu01] Shull, F., I. Rus, and V. Basili: Improving software inspections by using reading techniques, in Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering, ICSE '01, pp. 726–727, Washington, DC, USA, 2001, IEEE Computer Society.
- [Smi98] Smith, R. C.: Using a quality model framework to strengthen the requirements bridge, in Proceedings. 1998 Third International Conference on Requirements Engineering, 1998., pp. 118–125, 1998.
- [Ste96] Stelzer, D., W. Mellis, and G. Herzwurm: Software Process Improvement via ISO 9000? Results of Two Surveys Among European Software Houses, 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences, p. 703, 1996.

- [Tab12] Taba, N. H. and S. H. Ow: Improving Software Quality Using a Defect Management-Oriented (DEMAO) Software Inspection Model, in Proceedings of the 2012 Sixth Asia Modelling Symposium, AMS '12, pp. 46–49, Washington, DC, USA, 2012, IEEE Computer Society.
- [Tel60] Teletype Machines, <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/teletype.html>, 1960.
- [Ter96] Tervonen, I.: Support for Quality-Based Design and Inspection, IEEE Software, Vol. 13, No. 1, pp. 44–54, 1996.
- [Tjo06] Tjong, S. F., N. Hallam, and M. Hartley: Improving the Quality of Natural Language Requirements Specifications through Natural Language Requirements Patterns, International Conference on Computer and Information Technology, 2006., pp. 199–199, 2006.
- [Tru10] Trudel, S. and A. Abran: Functional Requirement Improvements through Size Measurement: A Case Study with Inexperienced Measurers, ACIS International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, pp. 181–189, 2010.
- [Tsu76] Tsui, F. and L. Priven: Implementation of quality control in software development, International Workshop on Managing Requirements Knowledge., p. 443, 1976.
- [Vol93] Vollman, T. E.: Software Quality Assessment and Standards, Computer, Vol. 26, No. 6, pp. 118–120, 1993.
- [Win05] Winkler, D., B. Riedl, and S. Biffi: Improvement of Design Specifications with Inspection and Testing, EUROMICRO Conference, pp. 222–231, 2005.
- [Yan11] Yang, H., A. de Roeck, V. Gervasi, A. Willis, and B. Nuseibeh: Analysing anaphoric ambiguity in natural language requirements, Requir. Eng., Vol. 16, No. 3, pp. 163–189, 2011.

- [各府07] 各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議決定:情報システムに係わる政府調達の基本指針, <http://www.soumu.go.jp/main/content/000070266.pdf>, 1st March 2007.
- [経済02] 経済産業省:情報システムに係る政府調達制度の見直し, http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tyoutatu/, 2002.
- [経済10] 経済産業省商務情報政策局情報処理振興課:情報システム調達のための技術参照モデル(TRM)平成21年度版, <http://www.meti.go.jp/policy/it/policy/tyoutatu/TRM21.pdf>, Feb. 2010.
- [厚生06] 厚生労働省労働基準局労災補償部労災保険業務課:「労災レセプト電算処理システムに係る設計・開発等業務一式調達仕様書(案)」に対する意見招請の結果について, 2011/06.
- [厚生11a] 厚生労働省労働基準局労災補償部労災保険業務課:労災レセプト電算処理システムに係る設計・開発等業務一式, <http://www.mhlw.go.jp/sinsei/chotatu/chotatu/pdf/ikenshousei110601-01.pdf>, June 2011.
- [厚生11b] 厚生労働省労働基準局労災補償部労災保険業務課:労災レセプト電算処理システムに係る設計・開発等業務一式調達仕様書(案), June 2011.
- [江崎15] 江崎和博:情報システム導入プロジェクトの目標品質向上に向けた3次元統合価値モデルの提案(<特集>プロジェクトの品質と顧客満足), プロジェクトマネジメント学会誌, Vol. 12, No. 5, pp. 15-19, 2010-10-15.
- [三宅27] 三宅武司, 富士仁, 西山茂:設計レビュー項目の十分性に関する検討, 全国大会講演論文集, Vol. 47, No. 5, pp. 275-276, 1993-09-27.
- [参議04] 参議院:平成25年度予算の概要, http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/keizai_prism/backnumber/h25pdf/201311201.pdf, 2013/04.
- [松川29] 松川文一, G. Sabaliauskaite, 井上克郎:UMLで記述された設計仕様書を対象としたレビュー手法CBRとPBRの比較評価実験, オブジェクト指向最前線2002, No. 390, pp. 67-74, 2002-08-29.

- [総務01] 総務省：E-Japan 戦略, http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ict/ujapan/new_outline01.html, 2001.
- [総務07] 総務省行政管理局：「情報システムに係わる政府調達の基本指針」実務手引書, 1st July 2007.
- [朝尾01] 朝尾幸次郎：コンピュータ英語情報辞典, 研究社, 2001.
- [長尾90] 長尾真, 石田晴久, 稲垣康善, 田中英彦, 辻井潤一, 所真理雄, 中田育男, 米澤明憲：岩波情報科学辞典, 岩波書店, 第1版, 1990.
- [田中02] 田中絢子, 中道上, 青山幹雄：GQMに基づくユーザエクスペリエンスの品質モデルの提案, 全国大会講演論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 259-261, 2011-03-02.
- [特許03] 特許庁情報システム室：「特許庁システムインテグレーションサービス一式」についての意見, 2010/12/03.
- [柳生94] 柳生孝昭：共立総合コンピュータ辞典, 共立出版株式会社, 第4版, 1994.
- [要求24] 要求工学ワーキンググループ：要求定義で困ってませんか？ 要求仕様の品質に関する研究成果報告, <http://www.selab.is.ritsumei.ac.jp/~ohnishi/RE/rewg-tr1v2.pdf>, 2007/01/24.

関連業績リスト

参考論文

査読付き論文

- [1] Nakakita, H., K. Tsuda, and T. Nakatani: “An Evaluation of a Quality Model for a High Quality Procurement Specification”, Knowledge-Based Software Engineering - Proceedings of the Tenth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, Vol. 240, pp. 98–107, 23rd Aug 2012.
- [2] Nakakita, H., K. Tsuda, and T. Nakatani: “An Inspection Method for Procurement Specifications with the ISPS-Q Model”, Proceedings of the 6th International Conference on Project Management (ProMAC2012), Vol. 6, pp. 407–414, 2nd Oct 2012.
- [3] 中來田 秀樹, 津田 和彦, 中谷 多哉子: “調達仕様書の特性を考慮した品質モデル”, 電子情報通信学会誌, Vol. J98-D, No. 4, pp. 674–685, 2015-04.

研究会発表論文

- [1] 中來田 秀樹, 津田 和彦, 中谷 多哉子: “情報システム調達仕様書の品質モデルの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学, Vol. 110, No. 305, pp. 37–42, 17th Nov 2010.
- [2] 中來田 秀樹, 中谷 多哉子: “高品質調達仕様書のための意見書を用いた品質モデルの評価”, 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学, Vol. 111, No. 396, pp. 85–90, 2012.