

ソフトウェア開発データが語るメッセージ

「設計レビュー・要件定義強化のススメ」

～定量データに基づくソフトウェア開発のプロセス改善を目指して～

2017年3月31日

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）

技術本部 ソフトウェア高信頼化センター（SEC）



目次

1. はじめに	1
2. 上流工程（要件定義～製作）強化のススメ	4
2.1. 上流工程（基本設計～製作）強化による信頼性向上	4
2.1.1. 上流工程（基本設計～製作）強化のメッセージ	4
2.1.2. 上流工程（基本設計～製作）強化モデルの考察	8
2.1.3. 上流工程（基本設計～製作）強化モデルに沿った分析結果	10
2.2. 要件定義強化による信頼性向上	18
2.2.1. 要件定義強化のメッセージ	18
2.2.2. 要件定義強化モデルの考察	19
2.2.3. 要件定義強化モデルに沿った分析結果	21
3. 定量的管理のススメ	30
3.1. 明確な品質目標を設定しよう	30
3.2. 定量的品質出荷基準を設定しよう	34
3.3. 品質保証プロセス関連データ項目を収集・利用しよう	35
参考：各工程の不具合検出密度	38

1. はじめに

IPA/SEC では、ソフトウェア開発における定量的管理の普及促進を目的に、開発プロセスの標準化、見える化手法、定量的品質管理手法などの調査・検討を行っている。これらの活動の一環として、国内の多様で幅広い業種・業務から収集した多数のソフトウェア開発に関するプロジェクトデータを整理・分析し、「ソフトウェア開発データ白書」として取りまとめて書籍化し、2005年から定期的に発行している。その最新版として「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」¹（以下、白書）を2016年10月1日に発行した。

「ソフトウェア開発データが語るメッセージ」は、最新の白書として収集・公開したデータ（以下白書データ）に基づいた試行分析結果及びそこから考察したメッセージを早期に報告することを意図したものである。『ソフトウェア開発データが語るメッセージ「設計レビュー・要件定義強化のススメ」』（以下、本書）には、ソフトウェア信頼性向上に向けて「上流工程強化のススメ」及び「定量的管理のススメ」というテーマに関して分析した結果とメッセージを掲載している。これらは、ソフトウェア高信頼化推進委員会の高信頼性定量化部会 IT サービス定量化データ分析WGの2016年度活動において検討したものである。

本書は、「ソフトウェア開発データが語るメッセージ 2015」²（以下、メッセージ 2015）の続編に相当する。メッセージ 2015 のスコープは品質及び生産性のマネジメント全般であるのに対して、本書のスコープは上流工程（要件定義、基本設計、詳細設計及び製作）の品質マネジメントである。本書をご覧頂く前に、メッセージ 2015 をご覧頂くことをお勧めする。

本書を一読すると、当たり前あるいは今更の話ではないかと感じる方が少なくないかもしれない。しかし、次のことから、本書を公開する意義があると考えている。

◇データに裏付けられた公開情報である。その意味で新規性がある。

上流工程強化が信頼性向上に向けて重要であることは認識されているものの、データに基づいて定量的に示した例は稀である。また、公開ベンチマークとして公開されていない。そのため、白書データに基づいて定量的に示した。

◇品質向上を図るには、人物金を動かす必要があるケースが少なくない。品質向上のための知見を、人物金を動かす必要のあるマネジメント・アクションにつなげるには、「どの程度注力すればどの程度良くなりそうか」という情報が重要となる。本書では、品質保証プロセス（文書化、レビュー等）にどの程度注力すればどの程度品質が良くなりそうかについて、分析結果の数値を目安として提示している。ご参考にしていただければ幸いである。

（注1）上流工程の対象工程について

本書では、「上流工程」の対象工程を要件定義、基本設計、詳細設計及び製作としている。また、これらの工程を上流工程（基本設計～製作）と要件定義工程とに分けて分析している。

上流工程（基本設計～製作）に関しては、信頼性向上に向けて特に設計レビューの強化に注目している。

（注2）本書の内容について

本書は、ソフトウェアエンジニアリング面から要件定義技術や設計技術を語っているものではない。定量的管理の側面から分析した内容をまとめたものである。

¹ 「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」の Web 公開サイト：<https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn12-002.html>

² 「ソフトウェア開発データが語るメッセージ 2015」の Web 公開サイト：
<http://www.ipa.go.jp/sec/reports/20150925.html>

■上流工程強化のススメのメッセージ例

詳しくは2.1.1項「上流工程（基本設計～製作）強化のメッセージ」及び2.2.1項「要件定義強化のメッセージ」をご覧ください。ここでは、一部の例を挙げる。

<上流工程（基本設計～製作）強化のメッセージ例>

上流工程（基本設計～製作）での不具合摘出比率³を高めることによって信頼性向上が期待できる。

上流工程での不具合摘出比率（中央値）は、信頼性が高いグループの約85%に対し、低いグループでは約66%である。

プロジェクト計画／再計画や品質マネジメント改善等のシーンにおいて、上流工程での不具合摘出比率の目標を、目安として85%程度に高めて設定することを目指そう。

<要件定義強化のメッセージ例>

要件定義を質、量ともに強化することによって、信頼性向上が期待できる。

要件定義書密度⁴の中央値は、信頼性が高いグループの約0.15 ページ/FP に対し、低いグループでは0.08 ページ/FP である。

プロジェクト計画／再計画や品質マネジメント改善等のシーンにおいて、要件定義を質、量ともに強化し、量の目安として要件定義書密度を0.15 ページ/FP 以上とすることを目指そう。

■定量的管理のススメのメッセージ

詳しくは3章で解説するが、次のように定量的管理を実施することによって、信頼性実績やプロジェクト成否の自己評価等が向上する効果を白書データに基づいて確認できた。これらに限らず、定量的管理を一層推進することを目指そう。

◇明確な品質目標を設定しよう。

◇定量的品質出荷基準を設定しよう。

◇品質保証プロセス関連データ項目を収集・利用しよう。

<分析対象データについて>

本書では、「SLOCに基づく分析」と「FPに基づく分析」とに区分して分析している。

「SLOCに基づく分析」とは、開発規模をSLOCで測定しているプロジェクトの集合に基づいた分析を指す。一方、「FPに基づく分析」とは、開発規模をFPで測定しているプロジェクトの集合に基づいた分析を指す。

<分析方法について>

傾向が見られるか否か（比較対象のカテゴリ間で差があるか否か）については、原則として対数化した上でWelchのt検定（具体的にはMicrosoft Excelの分析ツール「分散が等しくないと仮定した2標本による検定」）の検定結果を用いて判定している。また、質的変数同士の相関の検定においては、 χ^2 検定を用いている。

<本書の想定読者>

本書は、品質マネジメントに関わる方々（開発プロジェクト・マネジャー、開発組織のマネジャー層、PMO、品質マネジメント推進部門等）の方々に活用して頂くことを想定している。ソフトウェアの信頼性向上に向け

³上流工程（基本設計～製作）での不具合摘出比率：基本設計から総合テスト（ベンダ確認）で摘出する不具合件数に対する設計レビューで摘出する不具合件数の割合

⁴要件定義書密度：要件定義書のページ数÷開発規模

た定量的管理推進のご参考になれば幸いである。

<本書の利用シーンについて>

本書は、完了プロジェクトデータに基づく公開ベンチマークの一つである。主にプロジェクト計画の妥当性評価や組織の品質マネジメント改善検討のためのベンチマーキングに利用して頂くことを意図している。

- プロジェクトマネジメントにおいて本書を利用できる主なシーンは、プロジェクト計画及びプロジェクト再計画である。
- プロジェクト進行中の品質評価・見直し等、インプロセスデータに基づくプロジェクトマネジメントについては、**SEC BOOKS**「定量的品質予測のススメ」及び「続定量的品質予測のススメ」等を参考にされたい。

2. 上流工程（要件定義～製作）強化のススメ

2.1. 上流工程（基本設計～製作）強化による信頼性向上

2.1.1. 上流工程（基本設計～製作）強化のメッセージ

白書データに基づくメッセージとして、以下のことが言える。

■上流工程（基本設計～製作）での不具合摘出比率（注1）を高めることによって信頼性向上が期待できる。プロジェクト計画／再計画や品質マネジメント改善等のシーンにおいて、上流工程での不具合摘出比率の目標を、目安として85%程度に高めて設定することを目指そう。

（注1）上流工程（基本設計～製作）での不具合摘出比率：基本設計から総合テスト（ベンダ確認）で摘出する不具合件数に対する設計レビューで摘出する不具合件数の割合

<分析結果概要>

信頼性が高いグループ（注2）と信頼性が低いグループ（注3）とで、上流工程での不具合摘出比率に中央値で約1.3倍の差が見られる。上流工程での不具合摘出比率（中央値）は、信頼性が高いグループの約85%に対し、低いグループでは約66%である。

（注2）信頼性が高いグループ：発生不具合密度が0.02件/KSLOC未満の集合

（注3）信頼性が低いグループ：発生不具合密度が0.02件/KSLOC以上の集合

■上流工程での不具合摘出比率を高めるには、特に設計レビューを質・量で充実させることを目指そう。

◇設計レビューの質の向上

設計文書を増強して設計レビュー指摘件数を増やすことによって、上流工程での不具合摘出比率を高めよう。目安として、設計文書化密度（注4）を16.5ページ/KSLOC以上、設計レビュー指摘密度（注5）を5.0件/KSLOC以上とすることを目指そう。

（注4）設計文書化密度：基本設計書と詳細設計書の合計ページ数÷開発規模

（注5）設計レビュー指摘密度：基本設計から製作までのレビュー指摘件数÷開発規模

<分析結果概要>

- ・設計文書化密度が高い方が、設計レビュー指摘密度が中央値で約2.5倍高い傾向が見られる。設計文書化密度が16.5ページ/KSLOC以上であれば、設計レビュー指摘密度は約8.0件/KSLOC（中央値）。一方、設計文書化密度が16.5ページ/KSLOC未満であれば、設計レビュー指摘密度は約3.2件/KSLOC（中央値）である。
- ・設計レビュー指摘密度が高い方が、上流工程での不具合摘出比率が中央値で約1.6倍高い傾向が見られる。設計レビュー指摘密度が約5.0件/KSLOC以上であれば、上流工程での不具合摘出比率は約87%（中央値）。一方、設計レビュー指摘密度が約5.0件/KSLOC未満であれば、上流工程での不具合摘出比率は約56%（中央値）である。

（つづく）

(つづき)

◇設計レビューの量の増強

設計レビューの工数を増強することによって、上流工程での不具合摘出比率を高めよう。

目安として、設計レビュー工数密度（注6）を5.8人時/KSLOC以上とすることを目指そう。

（注6）：設計レビュー工数密度：基本設計から製作までのレビュー工数÷開発規模

<分析結果概要>

設計レビュー工数密度が高い方が、上流工程での不具合摘出比率が中央値で約1.2倍高い傾向が見られる。設計レビュー工数密度が約5.8人時/KSLOC以上であれば、上流工程での不具合摘出比率は約87%

（中央値）である。一方、設計レビュー工数密度が約5.8人時/KSLOC未満であれば、上流工程での不具合摘出比率は約71%（中央値）である。

【補足：テストと信頼性との関係について】

SLOCに基づく金融・保険業データの以下の分析結果から、テストでの不具合検出を強化することによって信頼性を確保しようという作戦は実現性が薄いと言える。やはり、信頼性を確保するには、上流工程に注力して作り込み品質を高めることが肝要であろう。

- ・テスト密度が高い方が信頼性が高い（発生不具合密度が低い）という有意な傾向は見られない。
- ・テスト検出不具合密度が低い方が信頼性が高い（発生不具合密度が低い）傾向が見られる（5%有意）。
- ・テスト検出能率が低い方が信頼性が高い（発生不具合密度が低い）傾向が見られる（5%有意）。

（注）テスト検出能率はテスト検出不具合数÷テストケース数である。

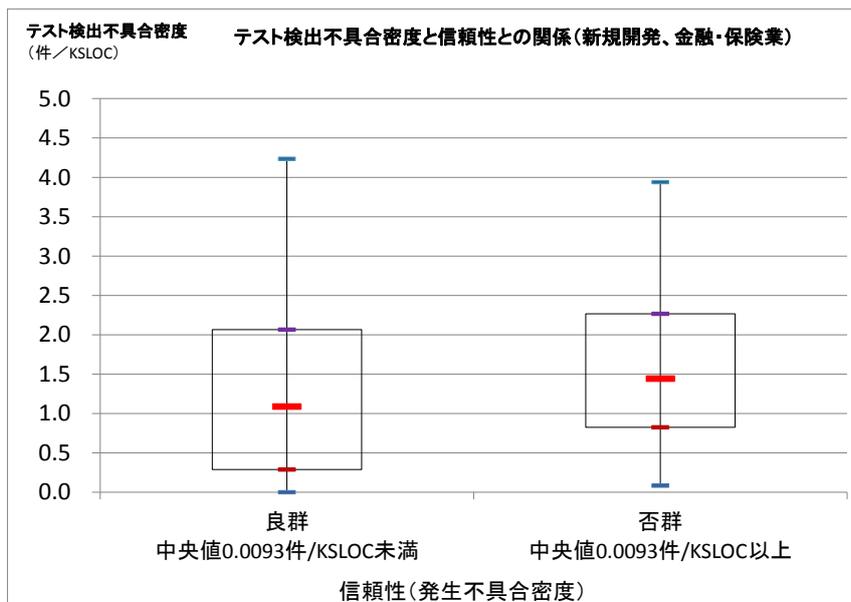
テスト検出能率が低いということは、テスト開始時点での潜在不具合密度が低い（いわゆる作り込み品質が良い）ことを意味すると考えて良いであろう。

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 >= 5
- ・KSLOC発生不具合密度 >= 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ（COBOL、C言語、VB、Java）
- ・テスト密度、テスト検出不具合密度又はテスト検出能率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト（ベンダ確認）合計のテスト密度が極端に低いもの（テスト密度の中央値の1割未満のもの）を除く
- ・大業種が金融・保険業であるもの

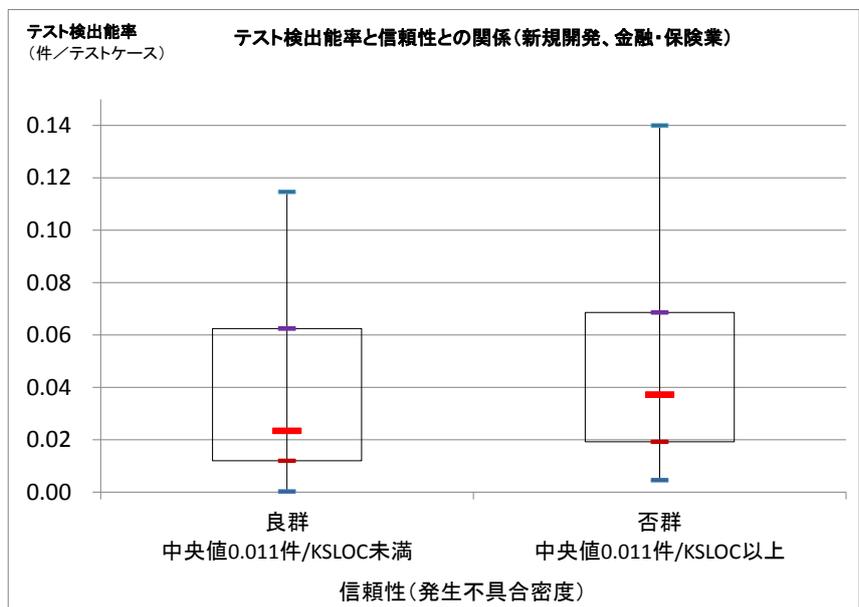
<見られる傾向>

(1) 信頼性の良群の方がテスト検出不具合密度が低い傾向が見られる（5%有意）。



発生不具合密度	N	テスト検出不具合密度						標準偏差
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	
良群 中央値0.0093件/KSLOC未満	51	0.000	0.288	1.088	2.067	5.645	1.518	1.439
否群 中央値0.0093件/KSLOC以上	52	0.083	0.825	1.441	2.266	7.377	1.821	1.440

(2) 信頼性の良群の方がテスト検出能率が低い傾向が見られる (5%有意)。



発生不具合密度	N						テスト検出能率 (件/テストケース)		
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差	
良群 中央値0.011件/KSLOC未満	48	0.000	0.012	0.023	0.062	0.307	0.050	0.065	
否群 中央値0.011件/KSLOC以上	49	0.005	0.019	0.037	0.069	0.307	0.060	0.062	

2.1.2. 上流工程（基本設計～製作）強化モデルの考察

上流工程を強化することによって信頼性向上を図るモデルを、種々の試行分析結果に基づいて下図のように想定した。前述のメッセージは、このモデルに沿った分析結果に基づいて導出している。

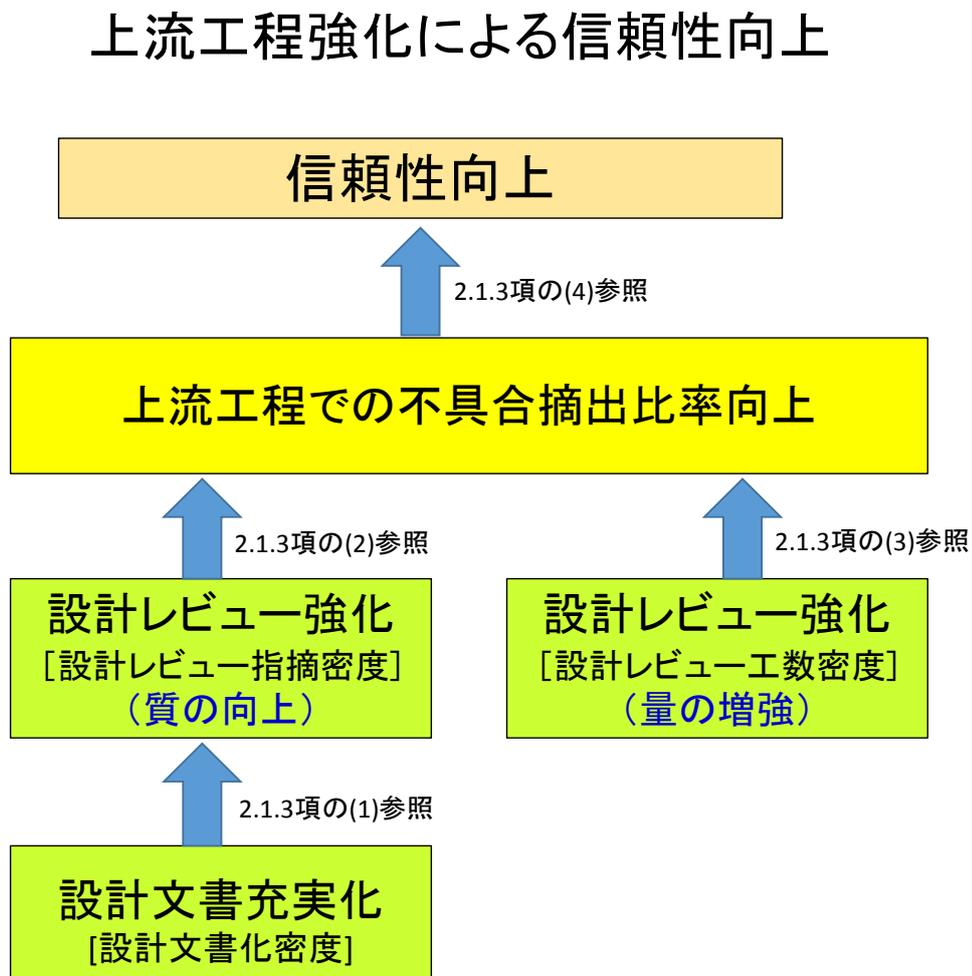


図 2.1-1 上流工程（基本設計～製作）強化モデル

<モデルの補足説明>

- ◇上流工程での不具合摘出比率を向上させることによって信頼性向上を図ろうとするモデルであり、信頼性向上に直接的に寄与する要素として上流工程での不具合摘出比率向上を黄色の枠で示している。
- ◇上流工程での不具合摘出比率を向上させるような要素としては種々のものが考えられる。白書のデータから見出した要素を緑色の枠で示している。しかし、それらがすべての要素という訳ではない。
- ◇矢印に付記されている項番は、矢印で結ばれた要素間の相関関係について分析した結果の記載箇所を示している。

<メトリクスの説明>

- ◇信頼性
発生不具合密度（稼働後最大 6 か月間の不具合件数÷開発規模）
件/KSLOC 又は件/KFP で表示
- ◇設計文書化密度
基本設計と詳細設計の合計設計書ページ数÷開発規模
ページ/KSLOC 又はページ/FP で表示
- ◇設計レビュー指摘密度
上流工程（基本設計～製作）の合計レビュー指摘件数÷開発規模
件/KSLOC 又は件/FP で表示
- ◇設計レビュー工数密度
上流工程（基本設計～製作）の合計レビュー工数÷開発規模
人時/KSLOC 又は人時/FP で表示
- ◇上流工程での不具合摘出比率
上流工程（基本設計～製作）のレビューで検出した不具合件数÷開発 5 工程全体のレビュー及びテストで検出した不具合件数
%で表示

2.1.3. 上流工程（基本設計～製作）強化モデルに沿った分析結果

(1) 設計文書化密度向上による設計レビュー指摘密度向上効果について SLOCに基づく分析及びFPに基づく分析を示す。

【SLOCに基づく分析】

<検索条件>

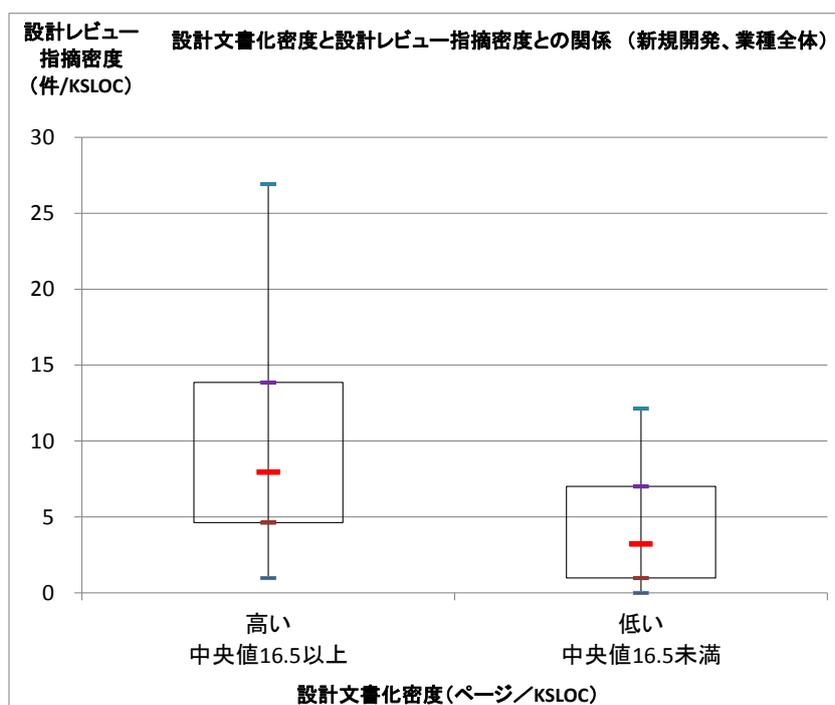
- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 ≥ 5
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ（COBOL、C言語、VB、Java）
- ・設計文書化密度の導出に必要なデータが揃っているもの（基本設計書及び詳細設計書のページ数が記入されているもの）
- ・設計レビュー指摘密度の導出に必要なデータが揃っているもの（基本設計、詳細設計及び製作のレビュー指摘件数の一部又は全部が記入されているもの）

<見られる傾向>

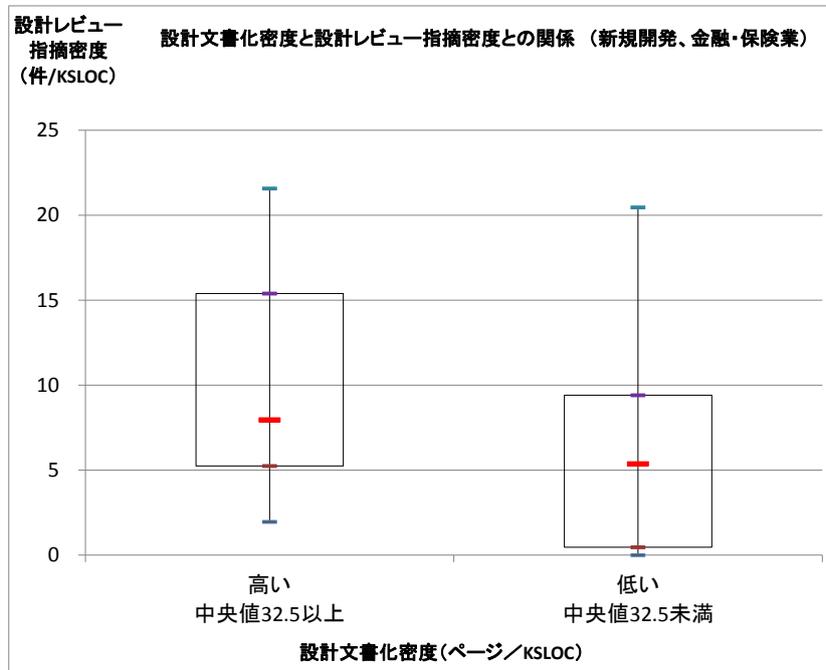
設計文書化密度が高いと設計レビュー指摘密度が高い傾向が見られる（業種全体で1%有意、金融・保険業で5%有意）。

（考察）設計文書量を増やすことによって、設計レビュー効果が向上する（設計レビュー指摘密度が向上する）ことが期待できる。

設計レビュー指摘件数には、文書編集面の指摘は含まれない。設計文書量が増えることによって、摘出すべき設計不具合をより多く摘出できると理解するのが妥当であろう。



設計文書化密度	N	設計レビュー指摘密度					(件/KSLOC)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値16.5以上	46	0.98	4.62	7.95	13.86	63.19	11.28	11.33
低い 中央値16.5未満	47	0.00	0.98	3.21	7.01	12.14	4.47	4.00



設計文書化密度	N	設計レビュー指摘密度					(件/KSLOC)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値32.5以上	16	1.96	5.25	7.95	15.40	63.19	13.04	14.68
低い 中央値32.5未満	16	0.00	0.46	5.37	9.41	20.46	6.10	5.98

【FPに基づく分析】

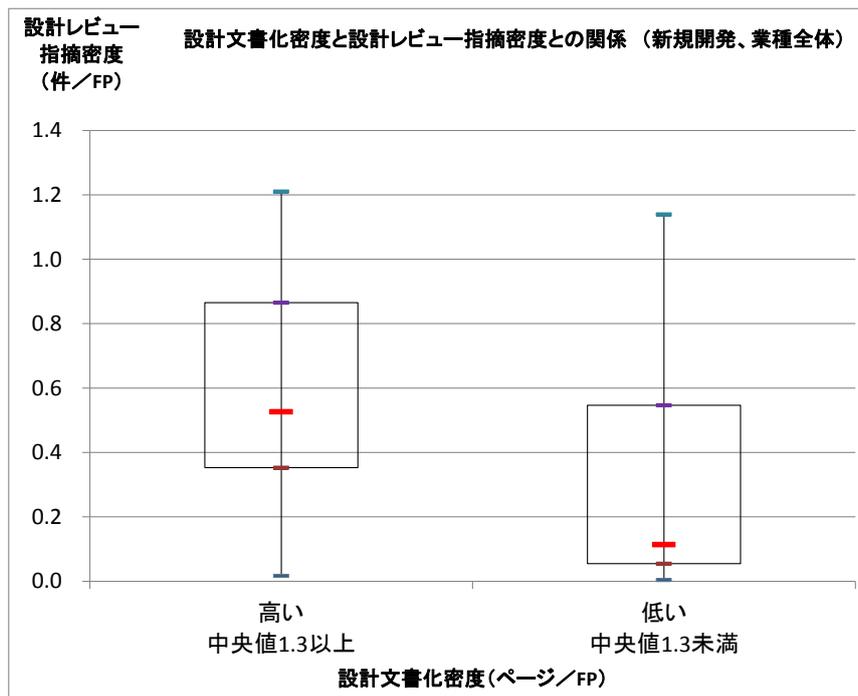
<検索条件>

- ・ 新規開発
- ・ FP 実測値 (調整前) ≥ 100
- ・ 開発 5 工程が揃っているもの
- ・ IFPUG グループ (FP 計測手法 (実績値) が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算)
- ・ 設計文書化密度の導出に必要なデータが揃っているもの (基本設計書及び詳細設計書のページ数が記入されているもの)
- ・ 設計レビュー指摘密度の導出に必要なデータが揃っているもの (基本設計、詳細設計及び製作のレビュー指摘件数の一部又は全部が記入されているもの)

<見られる傾向>

設計文書化密度が高いと設計レビュー指摘密度が高い傾向が見られる (業種全体で 1% 有意)。

(注) 業種別については、データ数不足により分析不可。



設計文書化密度	N	最小	P25	中央	P75	設計レビュー指摘密度		(件/FP)
						最大	平均	
高い 中央値1.3以上	22	0.017	0.353	0.526	0.865	2.898	0.734	0.700
低い 中央値1.3未満	23	0.004	0.055	0.114	0.547	3.121	0.409	0.674

(2) 設計レビュー指摘密度向上による上流工程での不具合摘出比率向上効果について
SLOCに基づく分析及びFPに基づく分析を示す。

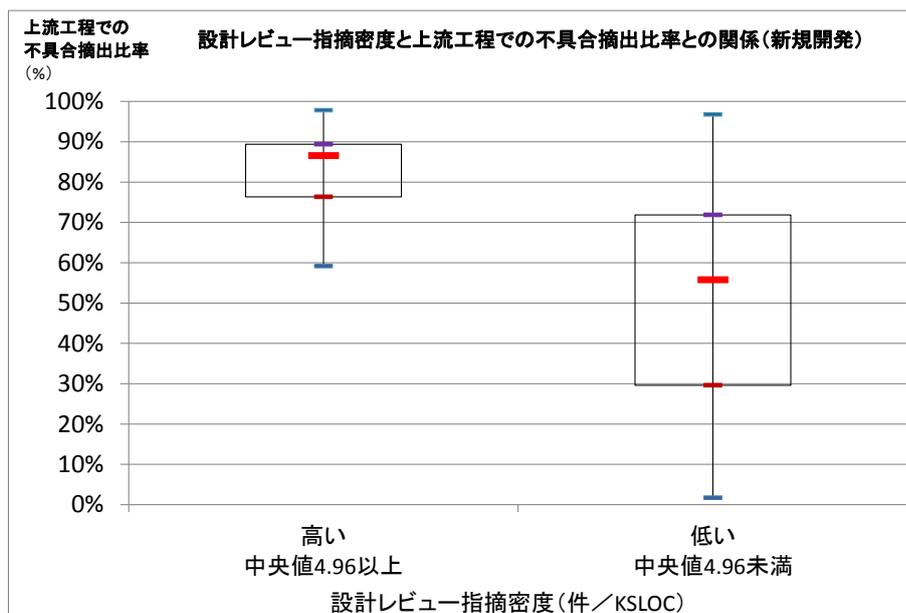
【SLOCに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 >= 5
- ・KSLOC発生不具合密度 >= 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C言語、VB、Java)
- ・上流工程での不具合摘出比率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト (ベンダ確認) 合計のテスト密度が極端に低いもの (テスト密度の中央値の1割未満のもの) を除く

<見られる傾向>

設計レビュー指摘密度が高いと上流工程での不具合摘出比率が高い傾向が見られる (1%有意)。



設計レビュー指摘密度	N	上流工程での不具合摘出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値4.96以上	43	28.0%	76.3%	86.5%	89.4%	97.8%	81.3%	13.8%
低い 中央値4.96未満	42	1.7%	29.6%	55.7%	71.9%	96.8%	52.6%	27.9%

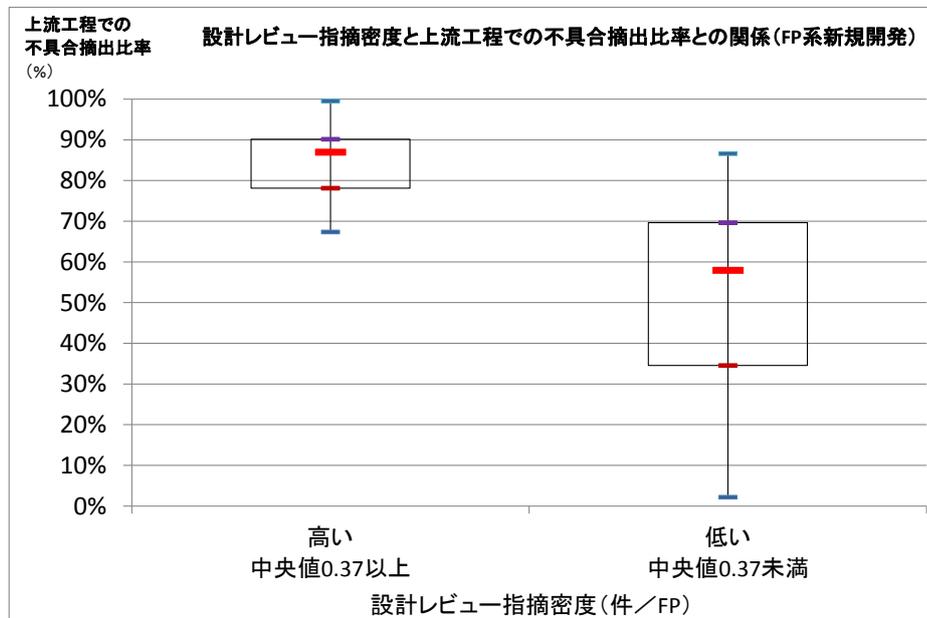
【FPに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP 実測値 (調整前) ≥ 100
- ・KFP 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ (FP 計測手法 (実績値) が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算)
- ・上流工程での不具合抽出比率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト (ベンダ確認) 合計のテスト密度が極端に低いもの (テスト密度の中央値の 1 割未満のもの) を除く

<見られる傾向>

設計レビュー指摘密度が高いと上流工程での不具合抽出比率が高い傾向が見られる (1%有意)。



設計レビュー指摘密度	N	上流工程での不具合抽出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値0.37以上	35	50.7%	78.1%	86.9%	90.1%	99.6%	82.0%	12.7%
低い 中央値0.37未満	35	2.2%	34.6%	57.9%	69.7%	86.6%	52.3%	23.7%

(3) 設計レビュー工数密度向上による上流工程での不具合摘出比率向上効果について
SLOCに基づく分析を示す。

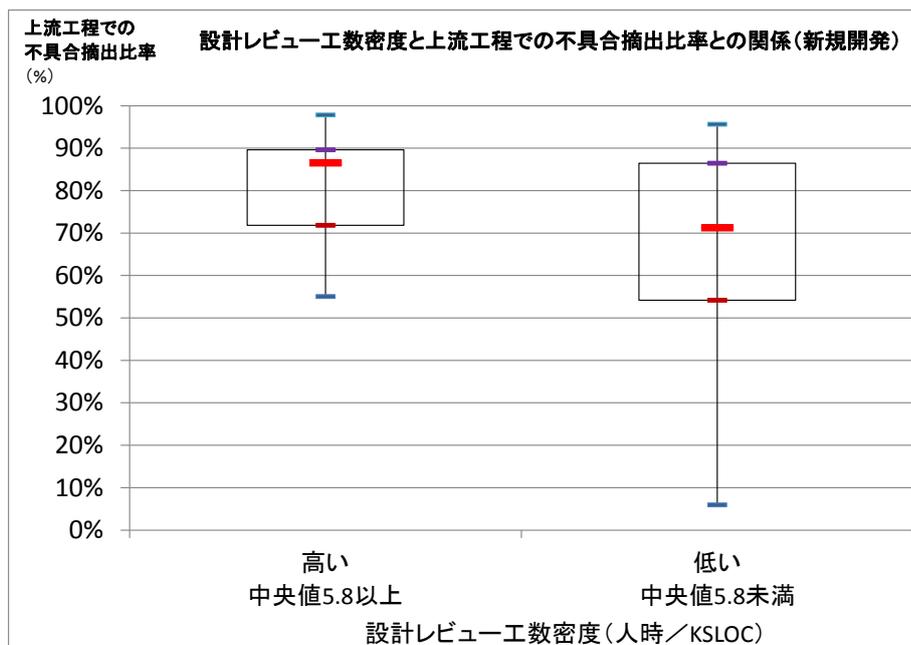
(注) FPに基づく分析では、有意な傾向は見られない。

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 >= 5
- ・KSLOC発生不具合密度 >= 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C言語、VB、Java)
- ・上流工程での不具合摘出比率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト (ベンダ確認) 合計のテスト密度が極端に低いもの (テスト密度の中央値の1割未満のもの) を除く

<見られる傾向>

設計レビュー工数密度が高い方が上流工程での不具合摘出比率が高い傾向が見られる (5%有意)。



設計レビュー工数密度	N	上流工程での不具合摘出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値5.8以上	31	16.3%	71.8%	86.5%	89.6%	97.8%	77.1%	21.4%
低い 中央値5.8未満	31	3.6%	54.2%	71.2%	86.5%	95.7%	65.9%	24.7%

(4) 上流工程での不具合摘出比率向上による信頼性向上効果について

SLOC に基づくにおける業種全体及び金融・保険業の分析結果を示す。

(注1) SLOC に基づく金融・保険業以外の業種については、データ件数不足で分析不可。

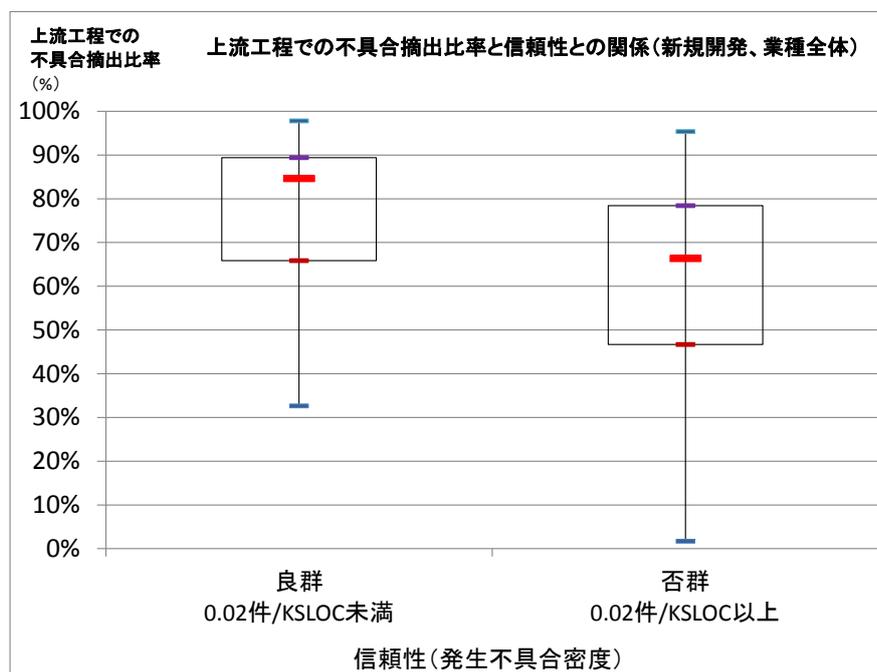
(注2) FP に基づく分析では有意な傾向が見られないか、データ件数不足で分析不可。

<検索条件>

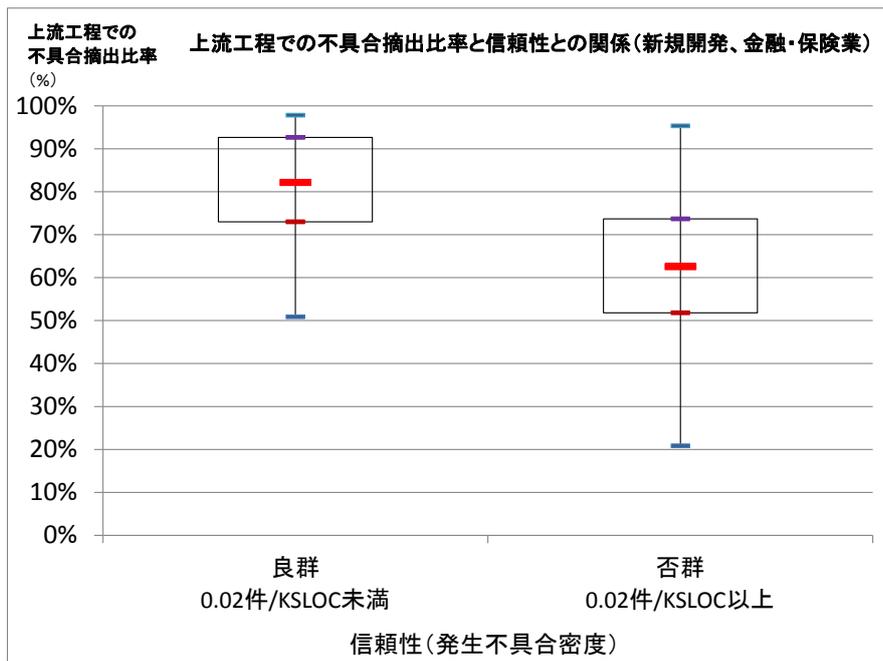
- ・新規開発
- ・実効KSLOC 実績値 ≥ 5
- ・KSLOC 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C 言語、VB、Java)
- ・上流工程での不具合摘出比率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト (ベンダ確認) 合計のテスト密度が極端に低いもの (テスト密度の中央値の1割未満のもの) を除く

<見られる傾向>

SLOC に基づくの業種全体及び金融・保険業では、信頼性の良群 (発生不具合密度が 0.02 件/KSLOC 未満) が信頼性の否群 (発生不具合密度が 0.02 件/KSLOC 以上) に比べて、上流工程での不具合摘出比率が高い傾向が見られる (5%有意)。



発生不具合密度	N	上流工程での不具合摘出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
良群 0.02件/KSLOC未満	43	0.0%	65.9%	84.6%	89.4%	97.8%	73.4%	25.5%
否群 0.02件/KSLOC以上	43	1.7%	46.7%	66.3%	78.4%	95.3%	59.3%	26.8%



発生不具合密度	N	上流工程での不具合抽出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
良群 0.02件/KSLOC未満	23	6.0%	73.0%	82.2%	92.7%	97.8%	77.8%	22.0%
否群 0.02件/KSLOC以上	10	16.3%	51.8%	62.5%	73.7%	95.3%	58.8%	25.0%

2.2. 要件定義強化による信頼性向上

2.2.1. 要件定義強化のメッセージ

白書データに基づくメッセージとして、以下のことが言える。

要件定義を強化することによって信頼性向上が期待できる。プロジェクト計画/再計画や品質マネジメント改善等のシーンにおいて、要件定義を質、量ともに強化することを目指そう。

■要件定義の質の向上

ユーザの協力を得る（ユーザ担当者の要求仕様関与を高める）ことによって、要求仕様をより明確にしよう。

<分析結果概要>

- ◇ユーザ担当者が要求仕様に関与していると、要求仕様が2倍程度明確になる傾向が見られる。ユーザ担当者が要求仕様に関与している（十分に関与又は概ね関与している）と要求仕様が明確（非常に明確又はかなり明確）なものの割合は約71%になっているのに対して、ユーザ担当者が要求仕様に関与していないと要求仕様が明確なものの割合は約34%にとどまっている。
- ◇要求仕様が明確（非常に明確又はかなり明確）な方が、中央値で約2.7倍、信頼性が高い（発生不具合密度が低い）傾向が見られる。発生不具合密度（中央値）は、要求仕様が明確であると約2.4件/KFPであるのに対して、要求仕様が明確でないと約6.5件/KFPである。

■要件定義の量の増強

要件定義の工数を増強することによって、要件定義書を増強しよう。

要件定義書密度（注1）を、目安として0.15ページ/FP以上とすることを目指そう。

（注1）要件定義書密度：要件定義書のページ数÷開発規模

<分析結果概要>

- ◇要件定義工数比率が高いと要件定義書密度が2倍程度、高い傾向が見られる。要件定義工数比率が高い（中央値6.3%以上）と要件定義書密度の中央値は約0.16ページ/FPであるのに対して、要件定義工数比率が低い（中央値6.3%未満）と要件定義書密度の中央値は約0.08ページ/FPである。
（備考）本書の分析結果では、要件定義工数比率（要件定義工数÷要件定義～総合テスト（ベンダ確認）の総工数）の中央値が6.3%となっているが、これは次のことから過小評価になっていることに留意されたい。
 - ・ユーザ側の要件定義工数が含まれていない。また、ユーザとベンダの工数配分も不明である。
 - ・要件定義を先行して別契約で実行しているプロジェクトのデータは含まれていない。
- ◇信頼性の良い方が、要件定義書密度が1.9倍程度、高い傾向が見られる。要件定義書密度（中央値）は、信頼性が高いグループ（注2）の約0.15ページ/FPに対し、低いグループ（注3）では0.08ページ/FPである。
（注2）信頼性が高いグループ：発生不具合密度が中央値2.25件/KFP未満の集合
（注3）信頼性が低いグループ：発生不具合密度が中央値2.25件/KFP以上の集合

2.2.2. 要件定義強化モデルの考察

要件定義を強化することによって信頼性向上を図るモデルを、種々の試行分析結果に基づいて下図のように想定した。前述のメッセージは、このモデルに沿った分析結果に基づいて導出している。

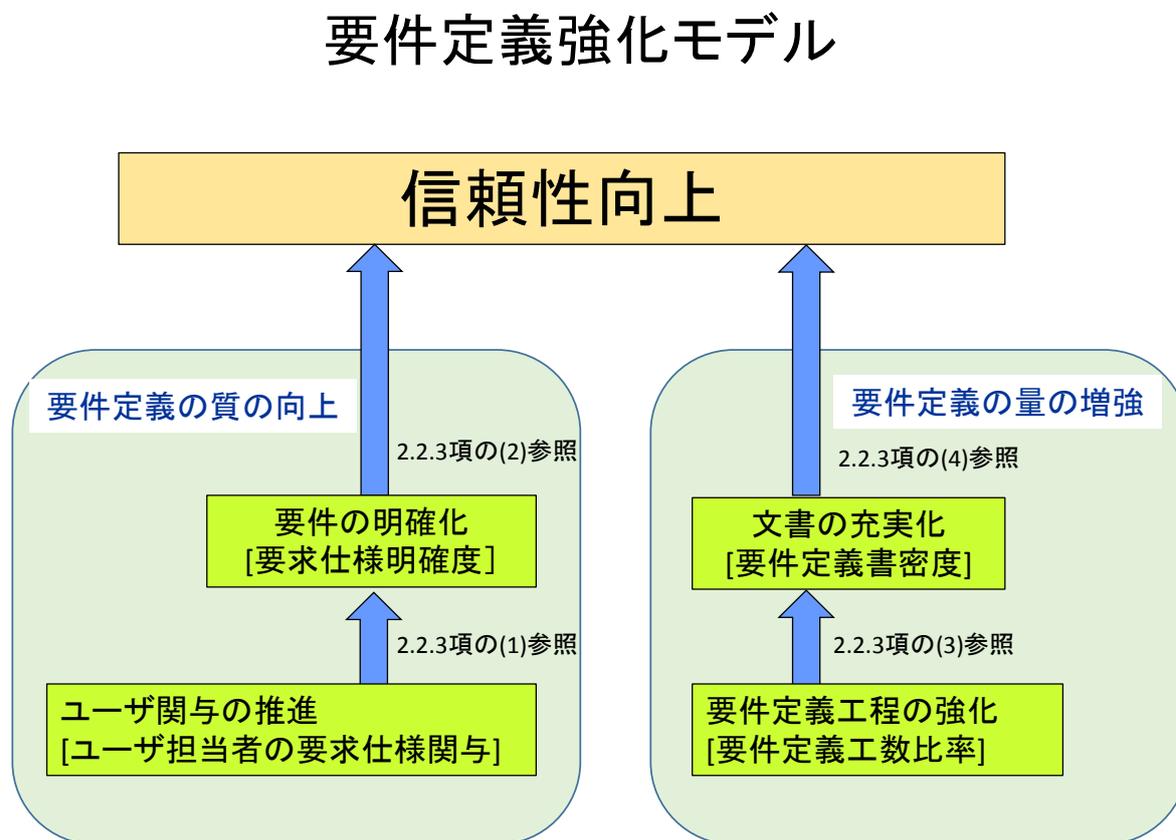


図 2.2-1 要件定義強化モデル

<モデルの補足説明>

- ◇要件定義の質の向上及び量の増強によって信頼性向上を図ろうとするモデルである。
- ◇要件定義の質の向上及び量の増強につながるような要素としては種々のものが考えられる。白書のデータから見出した要素を緑色の枠で示している。しかし、それらがすべての要素という訳ではない。
- ◇矢印に付記されている項番は、矢印で結ばれた要素間の相関関係について分析した結果の記載箇所を示している。

<メトリクスの説明>

- ◇信頼性
発生不具合密度（稼働後最大6か月間の不具合件数÷開発規模）
件/KSLOC 又は件/KFP で表示
- ◇ユーザ担当者の要求仕様関与

ソフトウェア開発データ白書のデータ「ユーザ担当者の要求仕様関与」

◇要求仕様明確度

ソフトウェア開発データ白書のデータ「要求仕様の明確さ」

◇要件定義工数比率

要件定義工数÷要件定義～総合テスト（ベンダ確認）の総工数
%で表示

◇要件定義書密度

要件定義書のページ数÷開発規模
ページ/KSLOC 又はページ/FP で表示

2.2.3. 要件定義強化モデルに沿った分析結果

(1) ユーザ担当者の要求仕様関与向上による要件仕様明確化効果について SLOC に基づく分析及び FP に基づく分析を示す。

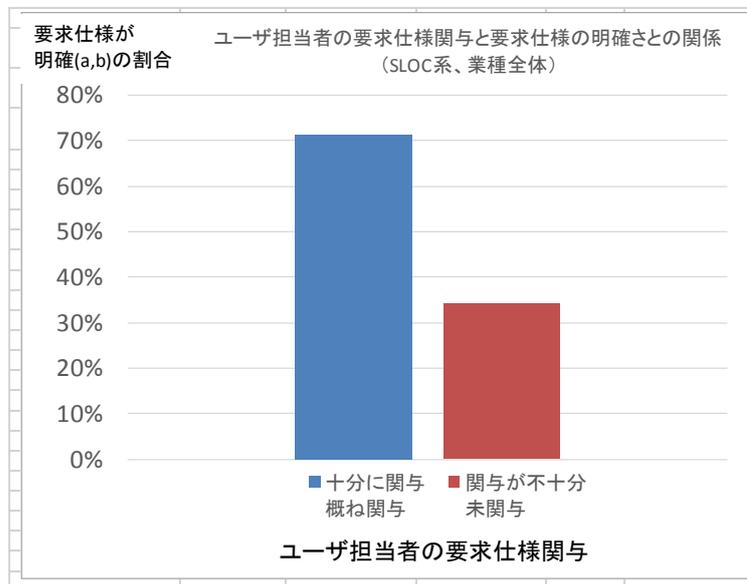
【SLOC に基づく分析】

<検索条件>

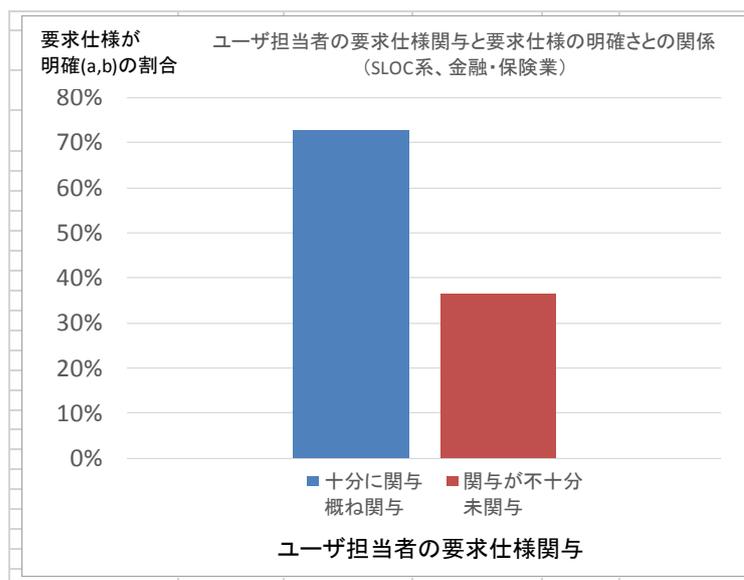
- ・新規開発
- ・実効 KSLOC 実績値 ≥ 5
- ・KSLOC 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C 言語、VB、Java)
- ・「要求仕様の明確さ」が記入されているもの
- ・「ユーザ担当者の要求仕様関与」が記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業 (金融・保険業の分析の場合)

<見られる傾向>

業種全体でも金融・保険業でも、ユーザ担当者が要求仕様に関与している (十分に関与又は概ね関与している) 方が、要求仕様が明確 (a : 非常に明確又は b : かなり明確) なプロジェクトの割合が高い傾向が見られる (業種全体で 1% 有意、金融・保険業で 5% 有意)。



ユーザ担当者の 要求仕様関与	データ数	要求仕様の明確さ	
		明確 (a, b) の個数	明確 (a, b) の割合
十分に関与 概ね関与	70	50	71.4%
関与が不十分 未関与	41	14	34.1%



ユーザ担当者の 要求仕様関与	データ数	要求仕様の明確さ	
		明確 (a, b) の個数	明確 (a, b) の割合
十分に関与 概ね関与	44	32	72.7%
関与が不十分 未関与	11	4	36.4%

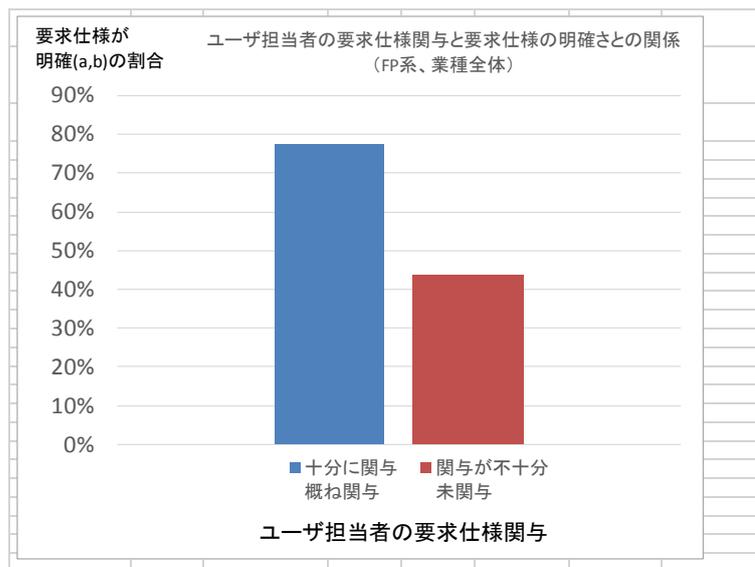
【FPに基づく分析】

<検索条件>

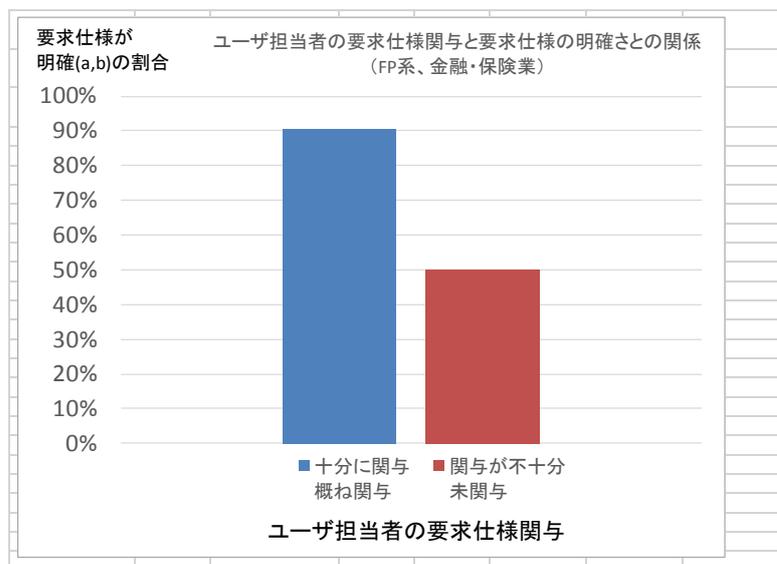
- ・新規開発
- ・FP 実測値 (調整前) ≥ 100
- ・KFP 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ (FP 計測手法 (実績値) が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算)
- ・要求仕様の明確さが記入されているもの
- ・「ユーザ担当者の要求仕様関与」が記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業 (金融・保険業の分析の場合)

<見られる傾向>

業種全体でも金融・保険業でも、ユーザ担当者が要求仕様に関与している (十分に関与又は概ね関与している) 方が、要求仕様が明確 (a: 非常に明確又は b: かなり明確) なプロジェクトの割合が高い傾向が見られる (業種全体でも金融・保険業でも 1%有意)。



		要求仕様の明確さ	
ユーザ担当者の要求仕様関与	データ数	明確 (a, b) の個数	明確 (a, b) の割合
十分に関与 概ね関与	97	75	77.3%
関与が不十分 未関与	57	25	43.9%



		要求仕様の明確さ	
ユーザ担当者の要求仕様関与	データ数	明確 (a, b) の個数	明確 (a, b) の割合
十分に関与 概ね関与	32	29	90.6%
関与が不十分 未関与	18	9	50.0%

(2) 要件定義明確化による信頼性向上効果について

FPに基づく分析を示す。

(注) SLOCに基づく分析では、有意な傾向は見られない。

【FPに基づく分析】

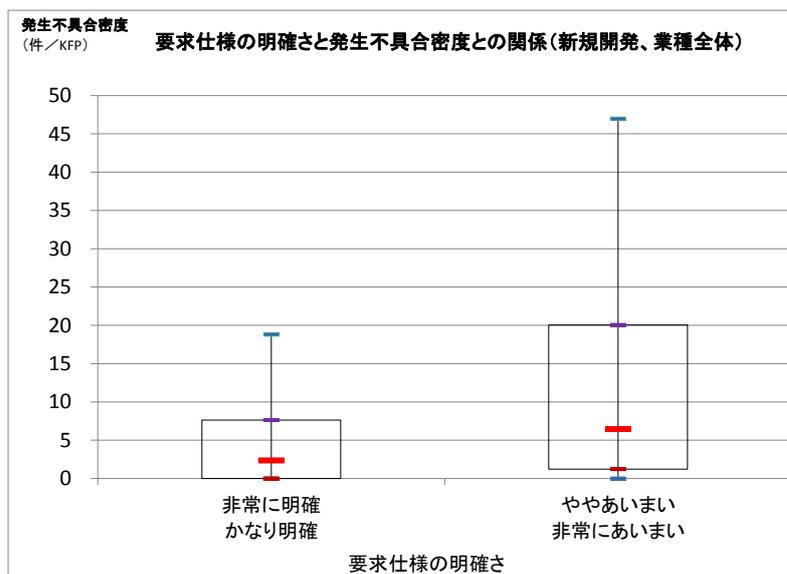
<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP実測値（調整前） ≥ 100
- ・KFP発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・IFPUGグループ（FP計測手法（実績値）がIFPUG、SPR又はNESMA概算）
- ・要求仕様の明確さが記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業（金融・保険業の分析の場合）

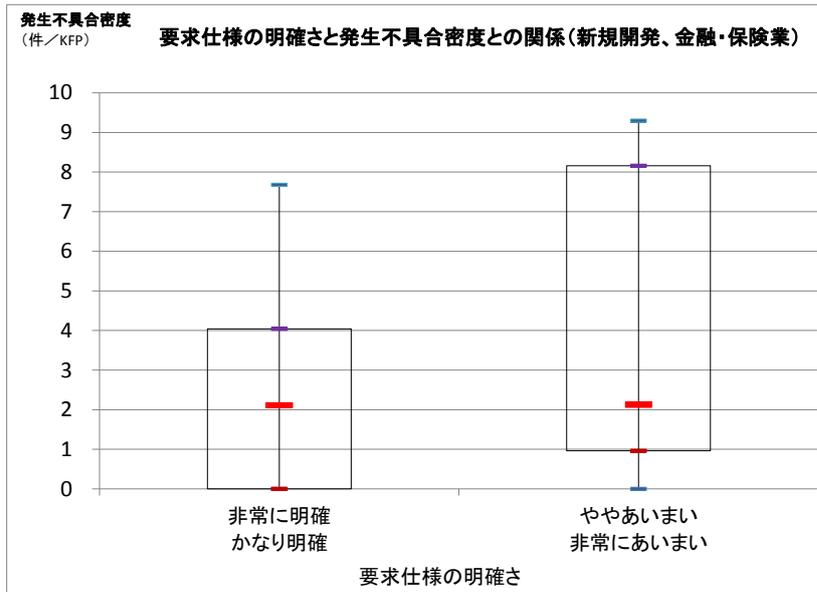
<見られる傾向>

業種全体で、要求仕様が明確な方が信頼性が高い（発生不具合密度が低い）傾向が見られる（1%有意）。

また、金融・保険業で、要求仕様が明確な方が信頼性がやや高い（発生不具合密度がやや低い）ように見える（10%有意ではない）。



要求仕様の明確さ	N	発生不具合密度					(件/KFP)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
非常に明確 かなり明確	118	0.00	0.00	2.35	7.63	255.80	9.44	27.76
ややあいまい 非常にあいまい	55	0.00	1.22	6.45	20.04	316.32	25.76	53.78



要求仕様の明確さ	N	発生不具合密度					(件/KFP)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
非常に明確 かなり明確	45	0.00	0.00	2.11	4.04	22.27	3.37	5.12
ややあいまい 非常にあいまい	12	0.00	0.96	2.12	8.16	55.87	9.46	16.56

(3) 要件定義工数比率向上による要件定義書密度向上効果について

FPに基づく分析を示す。

(注) SLOCに基づく分析では、有意な傾向は見られない。

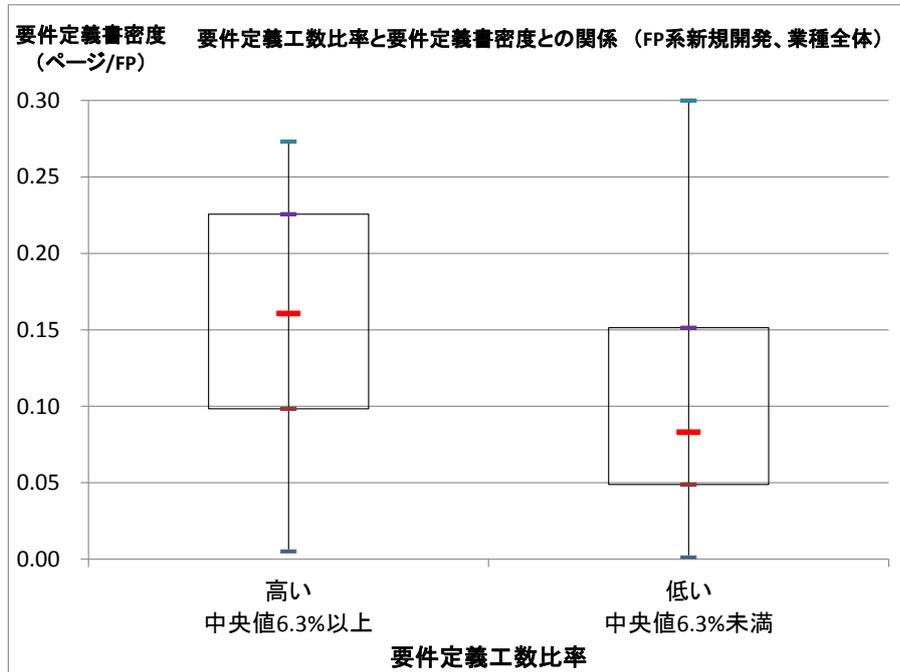
【FPに基づく分析】

<検索条件>

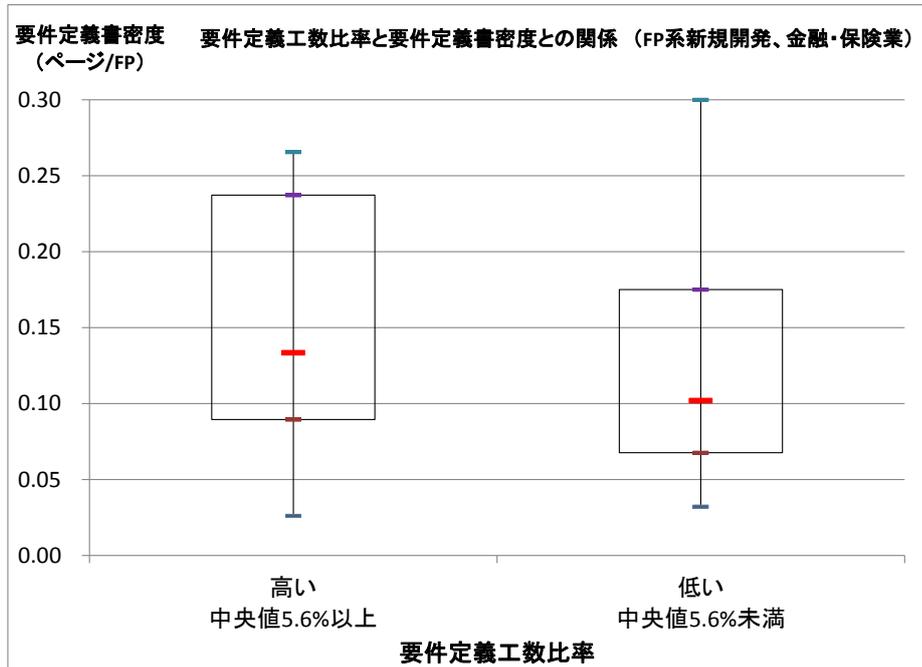
- ・新規開発
- ・FP実測値（調整前） ≥ 100
- ・KFP発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・IFPUGグループ（FP計測手法（実績値）がIFPUG、SPR又はNESMA概算）
- ・要件定義工程の実績工数が記入されているもの
- ・要件定義書のページ数が記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業（金融・保険業の分析の場合）

<見られる傾向>

FPに基づく分析では、業種全体で、要件定義工数比率が高い方が要件定義書密度が高い傾向が見られる（1%有意）。また、業種別では金融・保険業で、要件定義工数比率が高い方が要件定義書密度がやや高いように見える（10%有意ではない）。なお、卸売・小売業については、5%有意であるもののデータ件数不足である。



要件定義工数比率	N	要件定義書密度 (ページ/FP)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値6.3%以上	44	0.005	0.098	0.161	0.226	1.104	0.209	0.207
低い 中央値6.3%未満	44	0.001	0.049	0.083	0.151	0.300	0.102	0.074



要件定義工数比率	N	要件定義書密度					(ページ/FP)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
高い 中央値5.6%以上	15	0.026	0.089	0.133	0.237	1.104	0.209	0.261
低い 中央値5.6%未満	14	0.032	0.068	0.102	0.175	0.300	0.122	0.076

(4) 要件定義書密度向上による信頼性向上効果について

FP に基づく分析及び SLOC に基づく分析を示す。

FP に基づく分析では、要件定義書密度が高い方が信頼性が良い傾向が見られる。

SLOC に基づく分析では、要件定義書密度が高い方が信頼性がやや良いように見える。

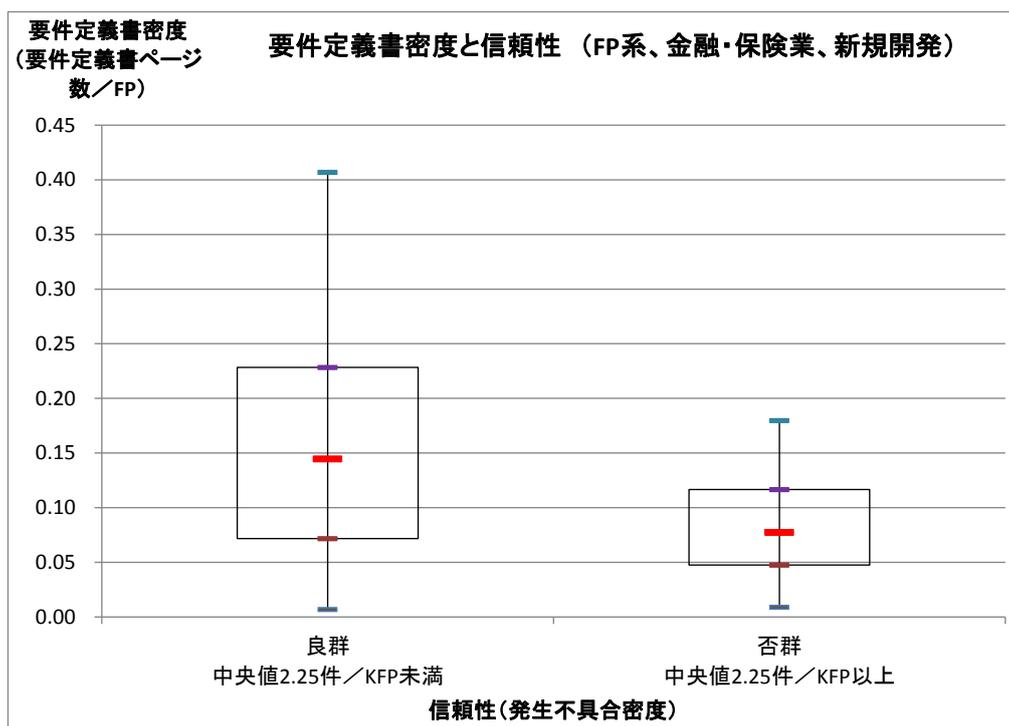
【FP に基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP 実測値（調整前） > 0
- ・KFP 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ（FP 計測手法（実績値）が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算）
- ・要件定義書のページ数が記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業（金融・保険業の分析の場合）

<見られる傾向>

金融・保険業の新規開発において、信頼性の良群の方が要件定義書密度が高い傾向が見られる（5%有意）。



発生不具合密度	N	要件定義書密度 (ページ/FP)					要件定義書密度 (ページ/FP)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
良群 中央値2.25件/KFP未満	24	0.007	0.072	0.145	0.228	1.104	0.202	0.228
否群 中央値2.25件/KFP以上	23	0.009	0.048	0.077	0.117	0.274	0.094	0.069

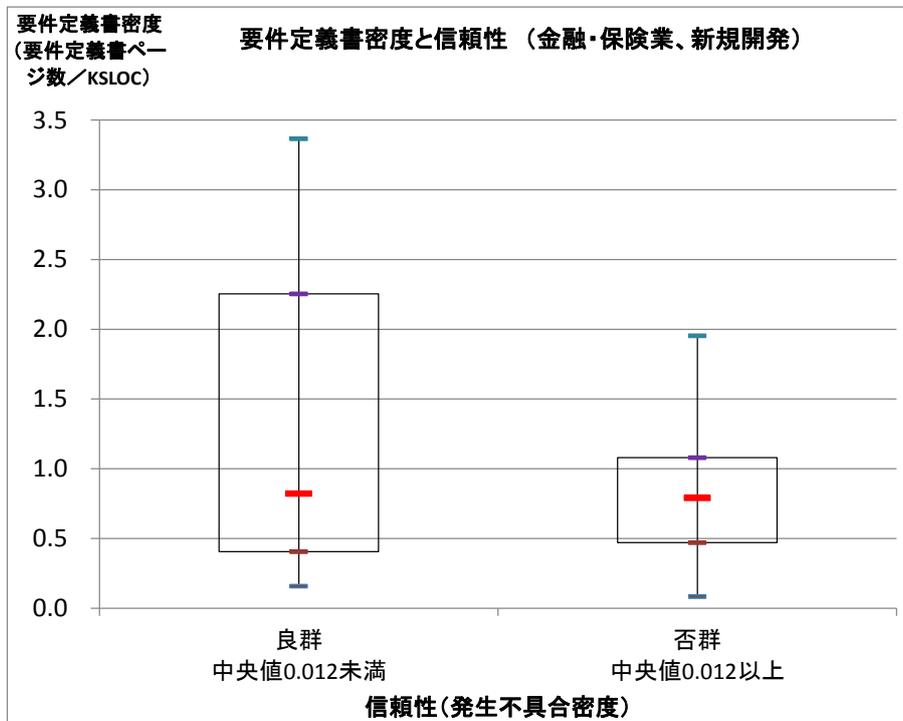
【SLOCに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 > 0
- ・KSLOC発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C言語、VB、Java)
- ・要件定義書のページ数が記入されているもの
- ・大業種が金融・保険業 (金融・保険業の分析の場合)

<見られる傾向>

金融・保険業の新規開発において、信頼性の良群の方が要件定義書密度がやや高いように見える (10%有意ではない)。



発生不具合密度	N	最小	P25	中央	P75	最大	要件定義書密度 (ページ/KSLOC)	
							平均	標準偏差
良群 中央値0.012未満	21	0.159	0.406	0.820	2.254	20.386	2.491	4.469
否群 中央値0.012以上	20	0.084	0.471	0.789	1.080	2.657	0.918	0.703

3. 定量的管理のススメ

次のように定量的管理を実施することによって、信頼性実績やプロジェクト成否の自己評価等が向上する効果を白書データに基づいて確認できた。
これらに限らず、定量的管理を一層推進することを目指そう。

- ◇明確な品質目標を設定しよう。
- ◇定量的品質出荷基準を設定しよう。
- ◇品質保証プロセス関連データ項目を収集・利用しよう。

3.1. 明確な品質目標を設定しよう

明確な品質目標を設定していると、信頼性、プロジェクト成否の自己評価又は品質実績評価が高い傾向が見られる。明確な品質目標を設定することを目指そう。

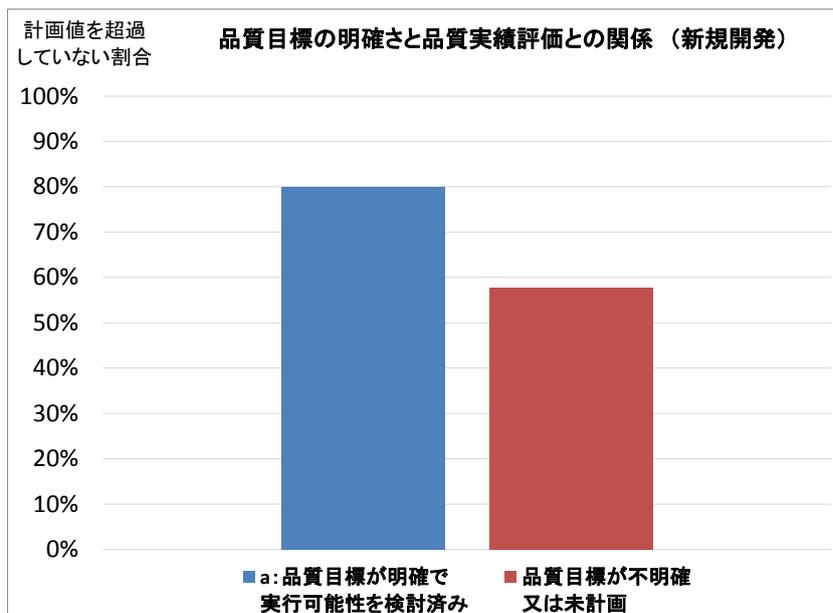
【SLOCに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 ≥ 5
- ・KSLOC発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C言語、VB、Java)
- ・「計画の評価 (品質)」が記入されているもの
- ・「実績の評価 (品質)」が記入されているもの

<見られる傾向>

品質目標が明確な方が品質実績評価が良い (不具合が計画値を超過していないプロジェクトの割合が高い) 傾向が見られる (5%有意)。



品質目標の明確さ	N	品質実績評価 (計画値を超過していないものの割合)
品質目標が明確で 実行可能性を検討済み	320	80.0%
品質目標が不明確 又は未計画	26	57.7%

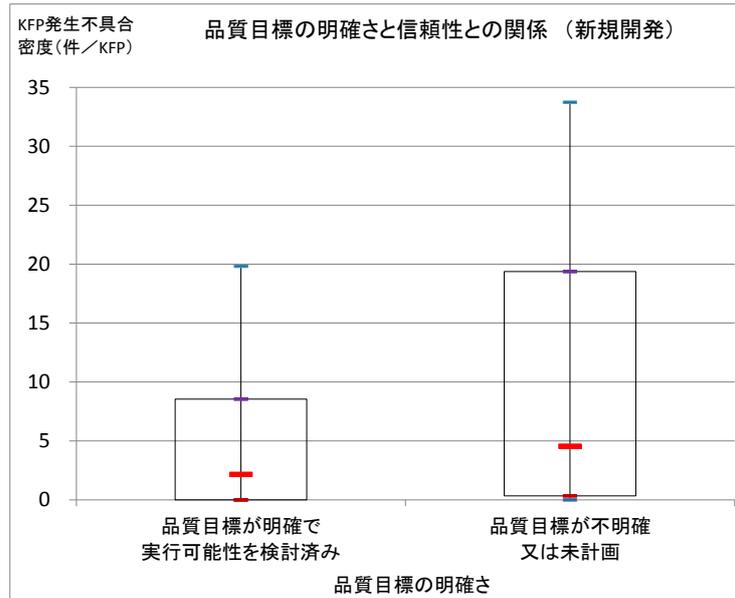
【FPに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP 実測値（調整前）> 0
- ・KFP 発生不具合密度 ≥ 0 （信頼性評価の場合）
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ（FP 計測手法（実績値）が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算）
- ・「計画の評価（品質）」が記入されているもの
- ・「実績の評価（品質）」が記入されているもの（品質実績評価の場合）
- ・「プロジェクト成否に対する自己評価」が記入されているもの（プロジェクト成否の自己評価の分析の場合）

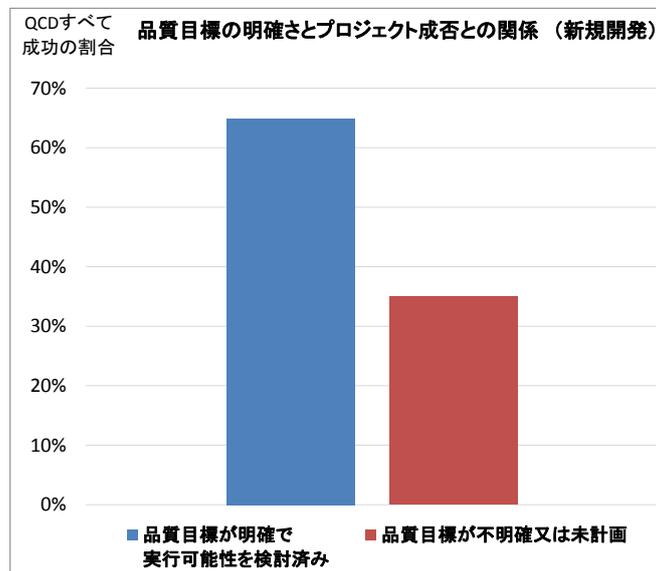
<見られる傾向>

- ◇品質目標が明確な方が信頼性が高い（発生不具合密度が低い）傾向が見られる（5%有意）。



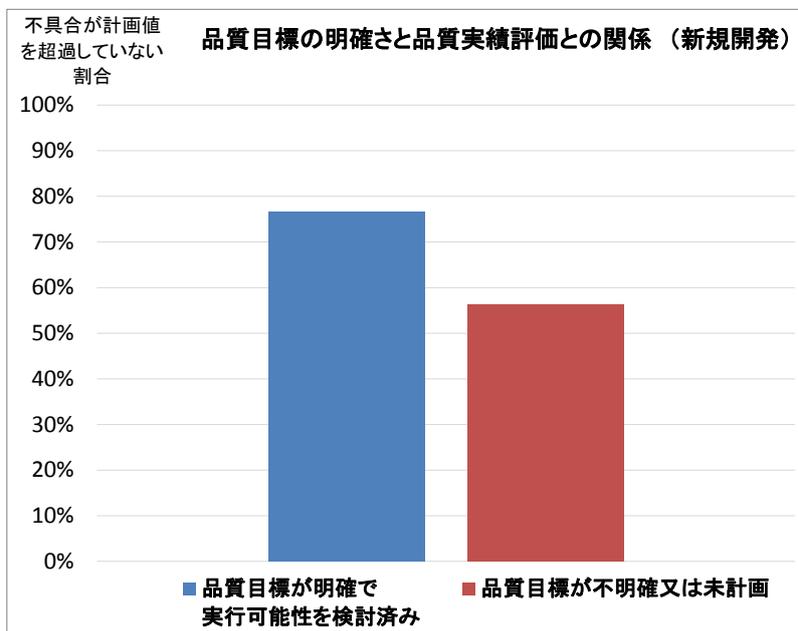
品質目標の明確さ	N	KFP発生不具合密度						(件/KFP)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差	
全体	230	0.00	0.00	2.39	9.63	255.80	11.33	28.40	
品質目標が明確で実行可能性を検討済み	187	0.00	0.00	2.16	8.55	255.80	9.24	25.22	
品質目標が不明確又は未計画	43	0.00	0.34	4.55	19.37	174.01	20.42	38.45	

◇品質目標が明確な方がプロジェクト成否の自己評価において、QCD すべて成功の割合が高い傾向が見られる (1%有意)。



品質目標の明確さ	N	QCDすべて成功の割合
品質目標が明確で実行可能性を検討済み	168	64.9%
品質目標が不明確又は未計画	40	35.0%

◇品質目標が明確な方が品質実績評価が良い（不具合が計画値を超過していないプロジェクトの割合が高い）傾向が見られる（5%有意）。



品質目標の明確さ	N	不具合が計画値以下の割合
品質目標が明確で 実行可能性を検討済み	214	76.6%
品質目標が不明確又は 未計画	32	56.3%

3.2. 定量的品質出荷基準を設定しよう

FP に基づく分析では、定量的品質出荷基準を設定・運用していると、自己評価による QCD 達成度が高い傾向が見られる。定量的品質出荷基準を設定・運用することを目指そう。

(注) SLOC に基づく分析では、有意な傾向は見られない。

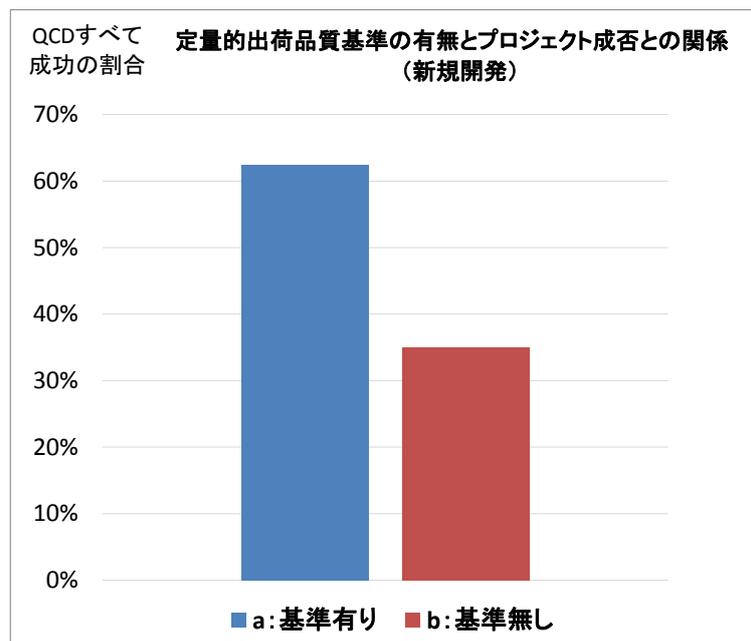
【FP に基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP 実測値（調整前）> 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ（FP 計測手法（実績値）が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算）
- ・「定量的な出荷品質基準の有無」が記入されているもの
- ・「プロジェクト成否に対する自己評価」が記入されているもの

<見られる傾向>

定量的品質出荷基準を設定・運用している方が、プロジェクト成否の自己評価において QCD すべて成功の割合が高い傾向が見られる（1%有意）。



定量的出荷品質基準の有無	N	QCDすべて成功の割合
a: 基準有り	72	62.5%
b: 基準無し	40	35.0%

3.3. 品質保証プロセス関連データ項目を収集・利用しよう

品質保証プロセス関連データ項目（注）を収集・利用していると、信頼性、プロジェクト成否の自己評価又は品質実績評価が良い傾向が見られる。品質保証プロセス関連データ項目を収集・利用することを目指そう。

（注）品質保証プロセス関連データ項目として分析したものは、次のとおり。

レビュー実績工数（基本設計）、レビュー実績工数（詳細設計）、レビュー実績工数（製作）、レビュー指摘件数（基本設計）、レビュー指摘件数（詳細設計）、レビュー指摘件数（製作）、テストケース数（結合テスト）、テストケース数（総合テスト）、検出バグ現象数（結合テスト）、検出バグ現象数（総合テスト）、検出バグ原因数（結合テスト）、検出バグ原因数（総合テスト）、設計書文書量（基本設計）、設計書文書量（詳細設計）

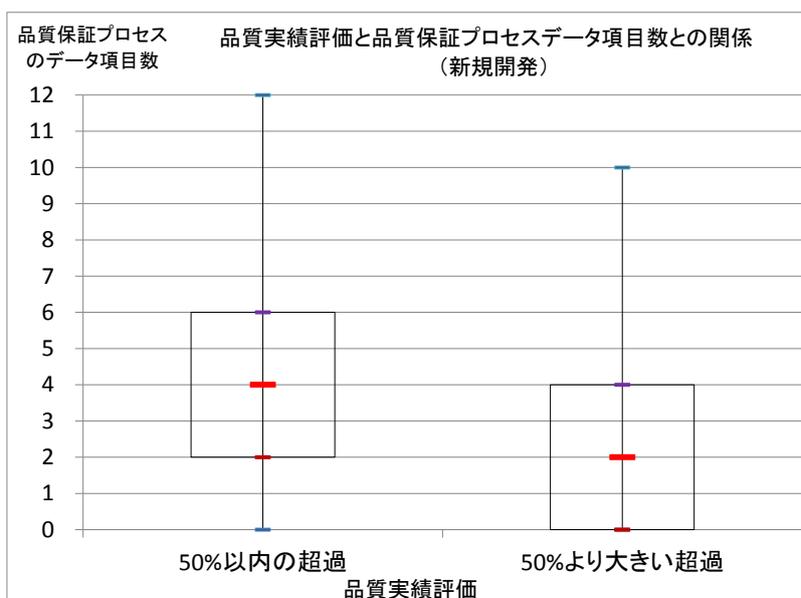
【SLOCに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効KSLOC実績値 ≥ 5
- ・KSLOC発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ（COBOL、C言語、VB、Java）
- ・「実績の評価（品質）」が記入されているもの（品質実績評価の場合）
- ・「プロジェクト成否に対する自己評価」が記入されているもの（プロジェクト成否の自己評価の分析の場合）

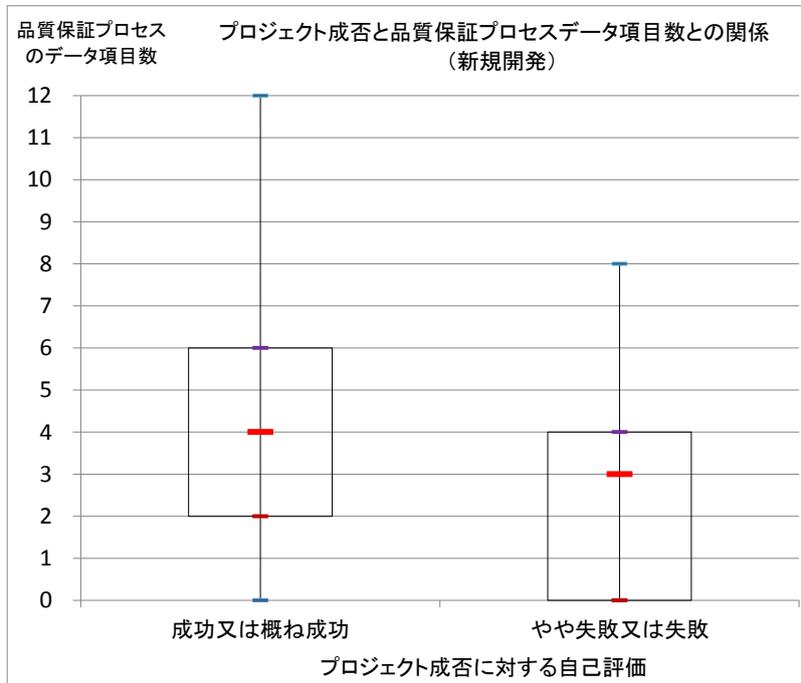
<見られる傾向>

◇計画に対する品質実績の評価において、稼働後不具合数が計画値を超過し、計画値の50%より大きく超過したプロジェクトでは、品質保証プロセスデータ項目の収集・利用個数が少ない傾向が見られる（1%有意）。



品質実績の評価	N	品質保証プロセスデータ (データ項目数)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
50%以内の超過	323	0.00	2.00	4.00	6.00	14.00	4.54	3.72
50%より大きい超過	23	0.00	0.00	2.00	4.00	10.00	2.57	2.59

◇プロジェクト成否の自己評価が「成功」又は「概ね成功」であるプロジェクトの方が、「失敗」又は「やや失敗」であるプロジェクトよりも品質保証プロセスデータ項目の収集・利用個数がやや多い傾向が見られる（10%有意）。



プロジェクト成否	N	品質保証プロセスデータ (データ項目数)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
成功又は概ね成功	308	0.00	2.00	4.00	6.00	14.00	4.60	3.53
やや失敗又は失敗	33	0.00	0.00	3.00	4.00	13.00	3.52	3.33

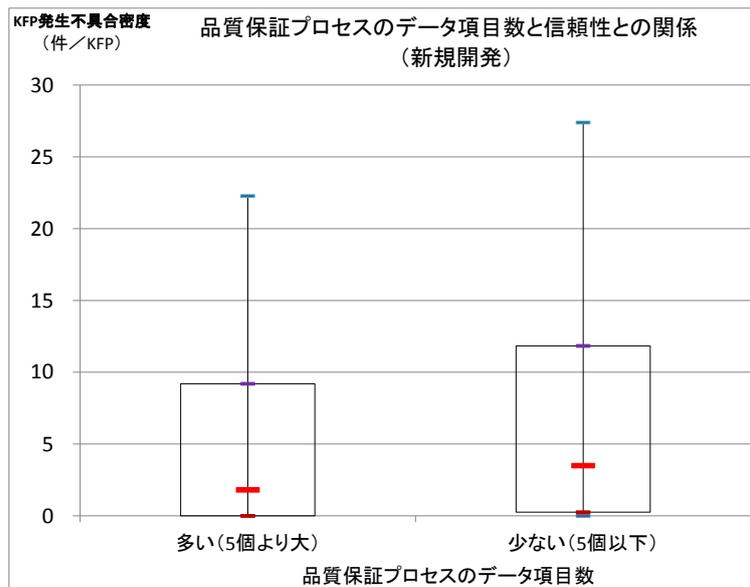
【FPに基づく分析】

<検索条件>

- ・新規開発
- ・FP 実測値 (調整前) > 0
- ・KFP 発生不具合密度 ≥ 0 (信頼性評価の場合)
- ・開発5工程が揃っているもの
- ・IFPUG グループ (FP 計測手法 (実績値) が IFPUG、SPR 又は NESMA 概算)
- ・「プロジェクト成否に対する自己評価」が記入されているもの (プロジェクト成否の自己評価の分析の場合)

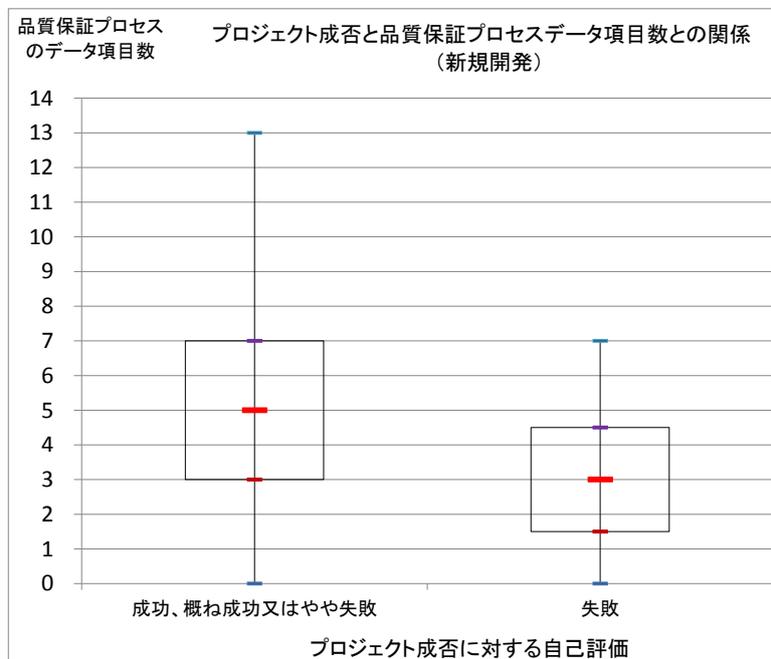
<見られる傾向>

◇品質保証プロセスデータ項目の収集・利用個数が多いと、信頼性が高い (発生不具合密度が低い) 傾向が見られる (5%有意)。



品質保証プロセス評価	N	品質保証プロセスのデータ項目数					KFP発生不具合密度 (件/KFP)		
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差	
多い (5個より大)	142	0.00	0.00	1.80	9.19	134.45	9.01	19.44	
少ない (5個以下)	161	0.00	0.25	3.49	11.83	316.32	16.27	41.97	

◇プロジェクト成否の自己評価が「失敗」であるプロジェクトでは、品質保証プロセスデータ項目の収集・利用個数が少ない傾向が見られる (5%有意)。



プロジェクト成否	N	品質保証プロセスのデータ項目数					品質保証プロセスデータ (データ項目数)			
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差		
成功、概ね成功又はやや失敗	266	0.00	3.00	5.00	7.00	14.00	5.36	3.27		
失敗	15	0.00	1.50	3.00	4.50	13.00	3.53	3.27		

参考：各工程の不具合検出密度

2.1 節「上流工程（基本設計～製作）強化による信頼性向上」の参考情報として、SLOC に基づく分析の工程別の不具合検出密度を以下に示す。信頼性の良群と否群とに分けて工程別の不具合検出密度を見ると、良群の方がより上流の工程で不具合を検出している様子が見える。

【SLOC に基づく分析】

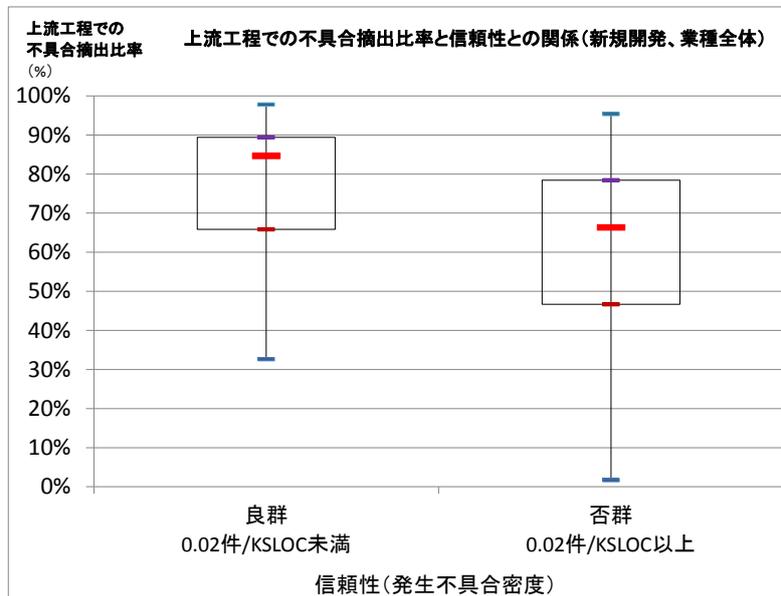
まず、上流工程での不具合検出比率を業種全体で分析した結果を、信頼性の良群と否群とに分けて示す。

(注) SLOC に基づく分析では、信頼性の良群は発生不具合密度が 0.02 件/KSLOC 未満の集合であり、信頼性の否群は発生不具合密度が 0.02 件/KSLOC 以上の集合である。ここで、0.02 件/KSLOC は発生不具合密度のほぼ中央値に相当している。

<検索条件>

- ・新規開発
- ・実効 KSLOC 実績値 ≥ 5
- ・KSLOC 発生不具合密度 ≥ 0
- ・開発 5 工程が揃っているもの
- ・主開発言語グループ (COBOL、C 言語、VB、Java)
- ・上流工程での不具合検出比率の導出に必要なデータが揃っているもの
- ・結合テストと総合テスト (ベンダ確認) 合計のテスト密度が極端に低いもの (テスト密度の中央値の 1 割未満のもの) を除く

<見られる傾向>



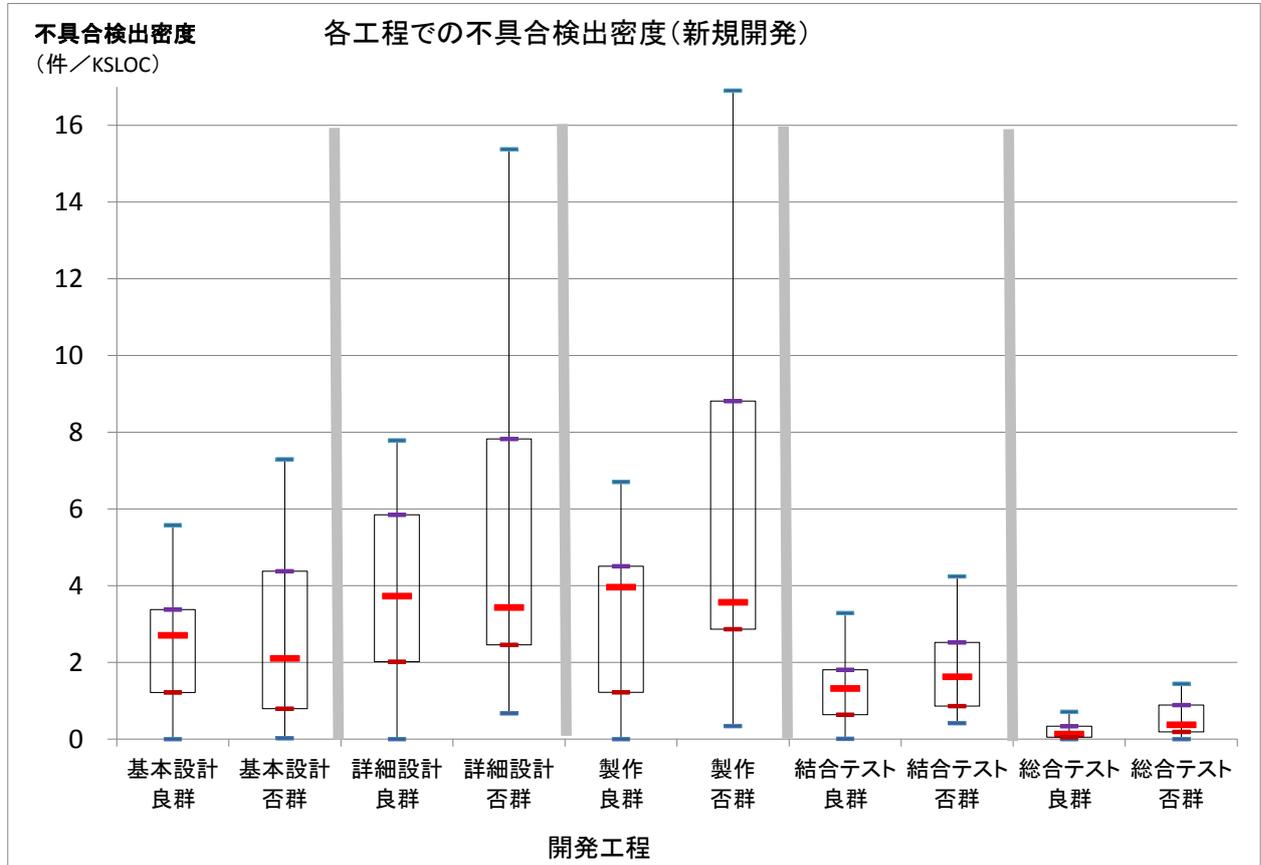
発生不具合密度	N	上流工程での不具合検出比率 (%)						
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
良群 0.02件/KSLOC未満	43	0.0%	65.9%	84.6%	89.4%	97.8%	73.4%	25.5%
否群 0.02件/KSLOC以上	43	1.7%	46.7%	66.3%	78.4%	95.3%	59.3%	26.8%

(注) 上記の図表は、2.1.2 項の(1)「上流工程での不具合検出比率向上による信頼性向上効果について」の図表を再掲したものである。

次に、上記の各工程での不具合検出密度を、良群と否群とを対比する形で示す。

良群の方がより上流の工程で不具合を検出している様子と、否群の方がばらつきが大きい様子が見える。

<箱ひげ図>



開発工程	N	不具合検出密度					(件/KSLOC)	
		最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
基本設計 良群	41	0.0000	1.2169	2.7037	3.3790	28.2723	3.2856	4.5290
基本設計 否群	43	0.0250	0.7945	2.1030	4.3760	23.8946	3.1733	3.9824
詳細設計 良群	26	0.0000	2.0205	3.7293	5.8480	44.9215	5.7640	8.9917
詳細設計 否群	13	0.6732	2.4608	3.4335	7.8245	15.3787	5.3070	4.5617
製作 良群	29	0.0000	1.2202	3.9627	4.5102	6.7039	3.0569	2.0289
製作 否群	13	0.3425	2.8688	3.5671	8.8131	23.8949	6.6180	6.9616
結合テスト 良群	41	0.0131	0.6405	1.3208	1.8072	17.5046	1.7445	2.7022
結合テスト 否群	39	0.4179	0.8635	1.6266	2.5241	5.3336	1.9060	1.2853
総合テスト 良群	42	0.0000	0.0500	0.1330	0.3364	6.6302	0.4771	1.1958
総合テスト 否群	42	0.0000	0.1912	0.3739	0.8908	2.7314	0.6265	0.6360

<四分位数の折れ線グラフ>

