

ソフトウェア開発データが語るメッセージ 2017
～生産性・信頼性の経年推移の分析から～

2018年3月6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. 本書の要点 | 3 |
| 3. 新規開発全体の経年推移 | 6 |
| 3.1. SLOC 生産性の経年推移 | 6 |
| 3.2. 信頼性の経年推移 | 13 |
| 3.3. 生産性低下の環境要因の分析 | 14 |
| 3.4. 生産性低下の開発プロセス要因の分析 | 25 |
| 3.5. 生産性低下要因の考察 | 34 |
| 4. 上流工程での不具合摘出比率が高いグループの経年推移 | 36 |
| 4.1. SLOC 生産性の経年推移 | 37 |
| 4.2. 信頼性の経年推移 | 38 |
| 4.3. 生産性に低下傾向が見られない要因の分析 | 39 |
| 4.4. 生産性に低下傾向が見られない要因の考察 | 43 |
| 5. メッセージ | 44 |

1. はじめに

(1) 背景・目的

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・業務における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収集・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を2016年10月1日に発行した。また、2018年には「ソフトウェア開発データ白書 2018-2019」を発行する予定である。

「ソフトウェア開発データが語るメッセージ」は、最新の白書のデータに基づいた試行分析結果及びメッセージを白書に先駆けて早期に報告することを意図したものである。既に公開したメッセージには次のものがある。

◇ソフトウェア開発データが語るメッセージ 2015²

◇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」³

「ソフトウェア開発データが語るメッセージ 2017～生産性・信頼性の経年推移の分析から～」(以下、本書)は、「ソフトウェア開発データ白書 2018-2019」(以下、白書)の最新データを試行分析した結果に基づいている。そして、主に生産性マネジメント(生産性の妥当性評価、生産性向上方策の立案等)において参考にしていただきたい、次のような情報をお伝えすることを意図している。

◇生産性が近年向上してきていることを前提にしたかのような生産性(及び工数)の目標設定が散見されるが、白書データで見るとどうであろうか?

◇なぜ生産性に低下傾向が見られるのだろうか? 白書データから見える要因は何だろうか?

◇ただし、ある条件のグループでは生産性が低下していない例がある。また、それはなぜだろうか?

これらの内容は、高信頼性定量化部会のITサービス定量データ分析WGの2017年度活動において検討したものである。

本書のメッセージを一読すると、あ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、メッセージ発信する意義があると考えている。

◇最新の白書データに基づいた、データに裏付けられたメッセージである。

◇マネジメントを進めるには、一般にヒト・モノ・カネを動かす必要がある。ヒト・モノ・カネを動かすマネジメント・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るのか」という情報が重要となる。本書の分析結果の数値を、生産性マネジメントのための一つの目安として参考にすることができる。

◇各企業において同様の定量的管理を実施する時の分析方法の参考にすることができる。

(2) 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。白書と併せて、主にプロジェクト計画の妥当性評価や組織の品質・生産性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されることを意

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>

³ 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」のWeb公開サイト：

<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20170331.html>

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、主にプロジェクト計画及びプロジェクト再計画である。

(3) 本書の想定読者について

本書は、主に開発ベンダーの品質・生産性マネジメントに携わる方々（開発プロジェクト・マネジャー、開発組織のマネジャー層、品質管理推進部門、PMO 等）の方々に利用されることを想定している。ソフトウェアの定量的管理推進のご参考になれば幸いである。

また、ユーザの情報システム/ソフトウェア調達部門の方々においても、プロジェクト計画の妥当性評価等の場面で参考にしていただければ幸いである。

(4) 検索条件

次の条件をすべて満たすプロジェクト群を分析対象としている。

- ◇開発規模を SLOC で記入している新規開発プロジェクト
- ◇開発 5 工程が揃っているもの（ただし、工程別生産性を調べる場合には、開発 5 工程の有無がすべて○）
- ◇現行白書と異なり、開発規模が 5KSLOC 以上（注：現行白書では開発規模 > 0）
- ◇SLOC 生産性 > 0（生産性の分析時）
- ◇SLOC 発生不具合密度 ≥ 0 （信頼性の分析時）
- ◇データ更新年度に基づく経年推移とする。
- ◇現行白書と異なり、主開発言語グループという検索条件は付けない。

(5) 分析結果の検定方法について

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など）については、原則として対数化した上で Welch の t 検定の結果を用いて判定する。（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」の結果を用いて判定する。）また、質的変数同士の相関の検定においてはカイ二乗検定を用いる。Welch の t 検定では、両側検定を用いる。カイ二乗検定では、質的要因の経年推移が上昇/下降傾向にあるか否かを片側検定によって判定する。

(6) メトリクスについて

本書では、白書で使用されているメトリクスのうち、以下のメトリクスを使用している。定義や意味については、必要に応じて白書の各節及び 8.4 節「生産性変動要因の分析」を参照されたい。

- ◇SLOC 生産性
- ◇工程別の SLOC 生産性
- ◇SLOC 発生不具合密度
- ◇品質要求レベル
 - 信頼性要求レベル、性能・効率性要求レベル、保守性要求レベル等
- ◇要員の業務分野経験
- ◇要員の PM スキル
- ◇ユーザ担当者の要求仕様関与
- ◇設計文書化密度
- ◇テスト密度
- ◇月あたりの要員数
- ◇外部委託工数比率
- ◇上流工程での不具合摘出比率

2. 本書の要点

(1) 新規開発全体の生産性及び信頼性の経年推移

生産性が近年向上してきていることを前提にしたかのような生産性（及び工数）の目標設定が散見されるが、白書データで見るとどうであろうか？

- (a) 白書の新規開発全体のデータを見ると、SLOC 生産性に低下傾向が見られる。
- (b) 一方、信頼性には向上傾向が見られる（SLOC 発生不具合密度には低下傾向が見られる）。

(2) 新規開発全体での生産性低下要因の分析と考察

なぜ生産性に低下傾向が見られるのだろうか？ 白書データから見える要因は何だろうか？

環境要因（開発プロジェクトの外部要因）と開発プロセス要因（開発プロジェクトの内部要因）とを分析した上で、考察する。

(a) 生産性低下の環境要因の分析

環境要因候補として、白書データから品質要求レベル、開発体制及びユーザの協力度合を選択し、それらの経年推移を調べた。

その結果、次の環境要因の経年推移が生産性低下に関与していることが考えられる。

①品質要求レベルに上昇傾向が見られる。

性能・効率性要求レベル及び保守性要求レベルに上昇傾向が見られる。

また、信頼性、性能・効率性及び保守性の要求レベルを数値化し合計した品質要求レベル（総合値）にも上昇傾向が見られる。

さらに、品質要求レベル（総合値）が高いと SLOC 生産性が低い傾向が見られる。

②要員のスキルに低下傾向が見られる。

開発プロジェクトの全員が十分な業務分野経験を有するプロジェクトの割合に、やや低下傾向が見られる。

また、PM スキルが高い（レベル 5 以上）開発プロジェクトの割合に、低下傾向が見られる。

さらに、業務分野経験がないと生産性が低い傾向が見られる。

(b) 生産性低下の開発プロセス要因の分析

開発 5 工程（基本設計から総合テスト）のプロセスに関連する生産性変動要因に着目し、それらの経年推移を調べた。

その結果、次の開発プロセス要因の経年推移が生産性低下に関与していることが考えられる。

①設計については、設計文書化密度（1KSLOC あたりの設計書ページ数）に増加傾向が見られる。

これは、品質要求レベルの高まりに応えたものと考えられる。

②テストについては、テスト密度（1KSLOC あたりのテストケース数）に増加傾向が見られる。

③要員数については、月あたりの要員数に増加傾向が見られる。

(c) 生産性低下要因の考察

次のような工数増加要因が生産性低下に寄与している可能性があると考えられる。

①品質要求レベルが高くなっている一方で、要員スキル（業務分野経験及び PM スキル）が低下していること。

<要員スキル低下の背景について>

要員スキル低下の背景としては、次の可能性が考えられる。

◇開発すべきソフトウェアの総量が増大するのに伴ってますます大勢の開発要員が必要になっている。少数精鋭部隊で開発していた時代は去っており、要員スキルの平均レベルが低下している可能性が考えら

れる。特定サービス産業実態調査（経済産業省）において、ソフトウェア業の開発要員数の経年推移に増加傾向が見られる。

◇大半の開発プロジェクトが改良開発（改修・保守や拡張）になって来ており、新規開発（特にスクラッチ開発）によってスキルアップするチャンスが少なくなっている。

<開発の難易度に関するトレンドについて>

品質要求レベルの高まりに加え、システム構築における技術的難易度の高まりに伴って、開発の難易度が高まっているものと考えられる。システム構築における技術的難易度の高まりに関しては、一般的にシステムの多様性増大やシステム規模増大に伴う複雑さの増大が指摘されている。

②次のような開発プロセスの変化（工数が増加する変化）が生じていること。

◇品質要求レベルの高まりに伴って、設計文書化密度が上昇している。

◇テスト密度が上昇している。

◇月あたりの要員数が増加している。

(3) 生産性に低下傾向が見られないグループの例

白書の新規開発プロジェクトの中でも、ある条件のグループでは生産性が低下していない例がある。また、それはなぜだろうか？

上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループでは、生産性に低下傾向は見られない。このグループは、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が進んでいるだけでなく、要員の育成・確保が進んでいる模範的な組織のプロジェクト集合ではないかと考えられる。

<上流工程での不具合摘出比率について>

◇メトリクスの定義：上流工程（基本設計から製作工程）のレビューで検出した不具合件数÷開発5工程全体で検出した不具合件数

（ただし、単体テストで検出した不具合件数は、収集できていないので含まれていない。）

◇主な狙い：上流工程の強化による作込み品質向上

◇上流工程での不具合摘出比率を高めるマネジメントは、典型的な定量的管理の具体例の一つである。

(a) 上流工程での不具合摘出比率を導出するためのレビューやテストのデータを収集できているとともに、上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いことから、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が推進されていると考えられる。

このグループでは、生産性面においても良い傾向が見られる（少なくとも SLOC 生産性に低下傾向は見られない）。

(b) 新規開発全体の場合とは異なり、特に開発体制／開発要員に関して生産性向上に寄与する次の傾向が見られることから、このグループは要員の育成・確保が進んでいる組織の集合ではないかと考えられる。

◇要員の業務分野経験に低下傾向は見られない。

◇外部委託工数比率にやや低下傾向が見られる。

◇月あたりの要員数にやや減少傾向が見られる。

(4) メッセージ

(a) 定量的管理を推進し、生産性の経年推移を踏まえて生産性目標を設定しよう。

(b) 定量的管理を推進し、品質要求レベルに見合った生産性目標及びプロセス目標を設定しよう。

(c) 業務分野経験等のスキルが高い要員を育成・確保し、プロジェクト要員数の増大を予防することによって生産性向上を図ろう。

(d) 白書の新規開発全体のデータを見ると SLOC 生産性に低下傾向が見られるが、ある条件のグループでは

SLOC 生産性に低下傾向が見られない例が存在する。その具体例として、「上流工程での不具合摘出比率が高い（例えば70%以上の）グループ」がある。

このグループは、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が推進されているとともに、要員の育成・確保が進んでいる模範的な組織の集合ではないかと考えられる。

(備考) 一般に生産性が向上しつつある組織について

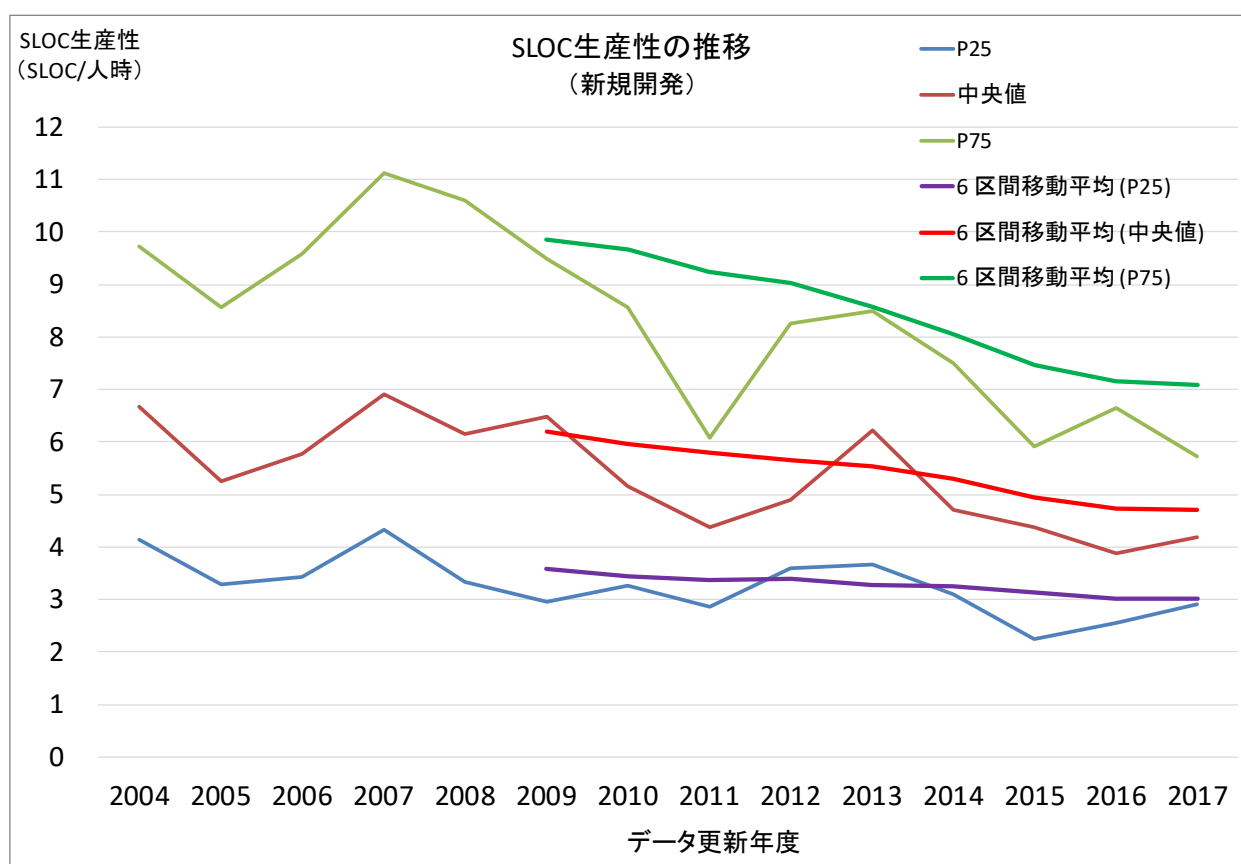
新規開発全体のデータでは SLOC 生産性に低下傾向が見られるが、開発に携わっている読者の中にはこの傾向について、自組織の状況とは異なると思われる方が少なからずいるであろう。これは、本書の分析対象である IPA/SEC の白書データが、様々な組織の種々のプロジェクトデータが混在していることが影響しているものと考えられる。この辺りの詳細な考察については、5章「メッセージ」を参照願いたい。

3. 新規開発全体の経年推移

3.1. SLOC 生産性の経年推移

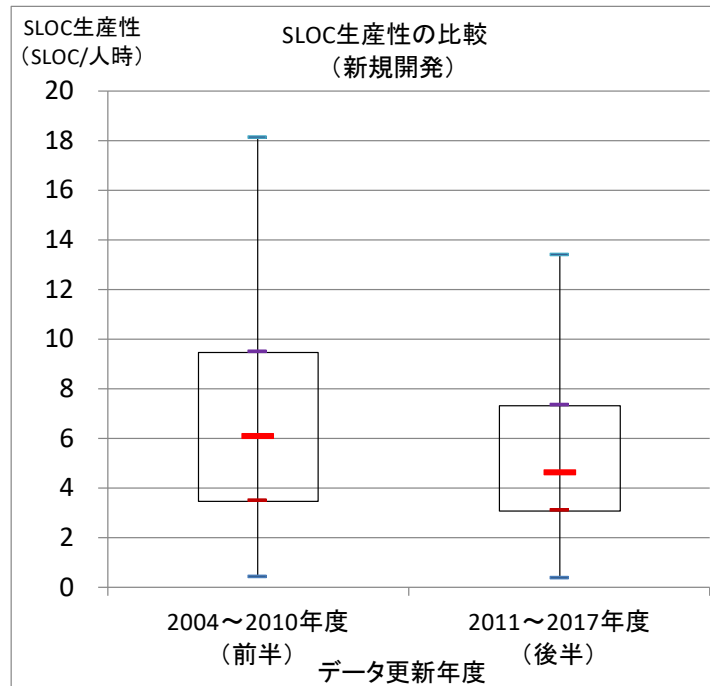
新規開発全体の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-1 及び図 3.1-2 に示す。

SLOC 生産性というメトリクスで見ると、新規開発全体の生産性に低下傾向が見られる (1%有意)。



| データ更新年度 | データ件数 | SLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|-------------------|-----|------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 119 | 4.1 | 6.7 | 9.7 |
| 2005 | 152 | 3.3 | 5.3 | 8.6 |
| 2006 | 91 | 3.4 | 5.8 | 9.6 |
| 2007 | 70 | 4.3 | 6.9 | 11.1 |
| 2008 | 76 | 3.3 | 6.1 | 10.6 |
| 2009 | 71 | 3.0 | 6.5 | 9.5 |
| 2010 | 78 | 3.3 | 5.2 | 8.6 |
| 2011 | 51 | 2.9 | 4.4 | 6.1 |
| 2012 | 43 | 3.6 | 4.9 | 8.3 |
| 2013 | 60 | 3.7 | 6.2 | 8.5 |
| 2014 | 46 | 3.1 | 4.7 | 7.5 |
| 2015 | 56 | 2.3 | 4.4 | 5.9 |
| 2016 | 51 | 2.6 | 3.9 | 6.7 |
| 2017 | 53 | 2.9 | 4.2 | 5.7 |

図 3.1-1 新規開発全体の SLOC 生産性の経年推移



低下傾向 (1%有意)

| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | SLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|------|
| | | | | | | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004~2010年度 (前半) | 657 | 0.4 | 3.5 | 6.0 | 9.5 | 325.2 | 9.4 | 20.5 |
| 2011~2017年度 (後半) | 360 | 0.3 | 3.1 | 4.6 | 7.3 | 90.9 | 6.9 | 9.3 |

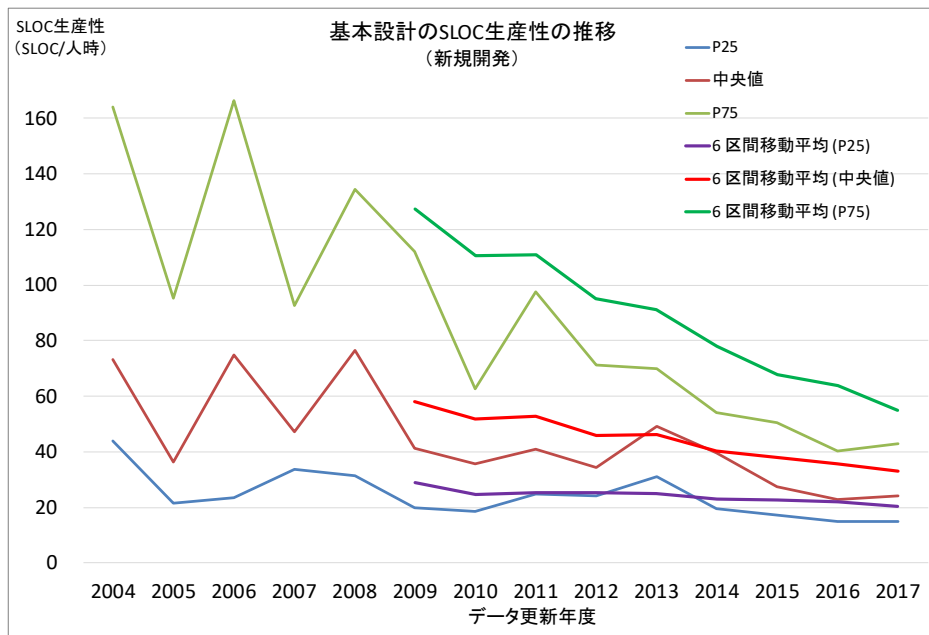
図 3.1-2 SLOC 生産性の前半と後半での比較

次に、開発 5 工程のどの工程の生産性が低下しているのかを見るために工程別の SLOC 生産性を分析したところ、すべての工程で生産性が低下していることが分かった (1%有意)。

分析結果を詳しくご覧になりたい方は、後続の(1)~(5)の図表を参照されたい。

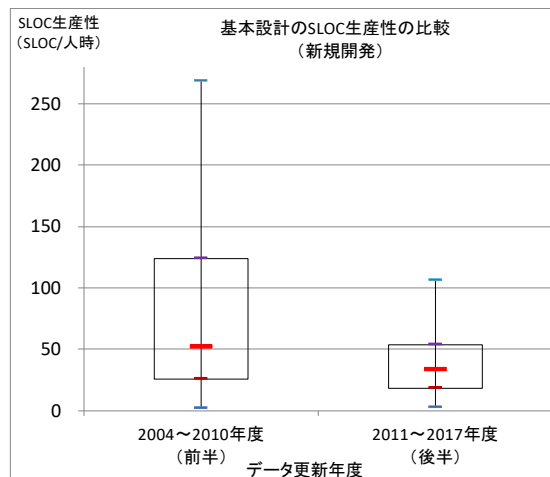
- (1) 基本設計工程の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-3 及び図 3.1-4 に示す。
- (2) 詳細設計工程の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-5 及び図 3.1-6 に示す。
- (3) 製作工程の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-7 及び図 3.1-8 に示す。
- (4) 結合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-9 及び図 3.1-10 に示す。
- (5) 総合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移を、図 3.1-11 及び図 3.1-12 に示す。

(1) 基本設計工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | データ件数 | 基本設計のSLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|------------------------|------|-------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 50 | 44.0 | 73.1 | 164.0 |
| 2005 | 33 | 21.6 | 36.2 | 95.1 |
| 2006 | 29 | 23.3 | 74.7 | 166.5 |
| 2007 | 43 | 33.6 | 47.1 | 92.6 |
| 2008 | 36 | 31.4 | 76.4 | 134.5 |
| 2009 | 43 | 19.7 | 41.1 | 112.0 |
| 2010 | 52 | 18.5 | 35.6 | 62.6 |
| 2011 | 38 | 24.6 | 41.0 | 97.5 |
| 2012 | 30 | 24.0 | 34.2 | 71.1 |
| 2013 | 51 | 31.0 | 49.0 | 69.9 |
| 2014 | 41 | 19.5 | 39.7 | 54.2 |
| 2015 | 44 | 17.3 | 27.4 | 50.4 |
| 2016 | 47 | 14.8 | 22.9 | 40.2 |
| 2017 | 44 | 15.0 | 24.2 | 42.8 |

図 3.1-3 新規開発全体の基本設計工程の SLOC 生産性の経年推移

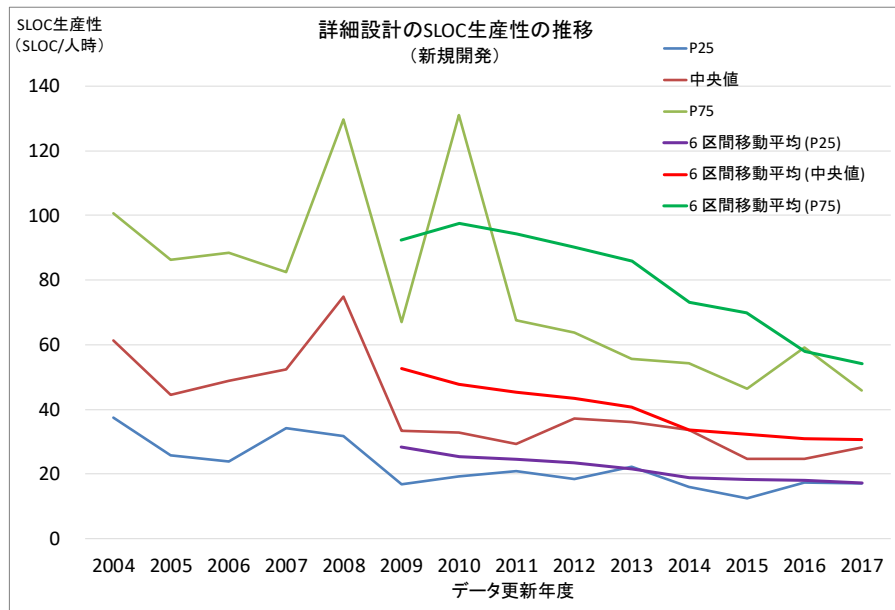


低下傾向 (1%有意)

| データ更新年度 | N | 最小 | 基本設計のSLOC生産性 (SLOC/人時) | | | | | 平均 | 標準偏差 |
|------------------|-----|-----|------------------------|------|-------|---------|-------|--------|------|
| | | | P25 | 中央 | P75 | 最大 | | | |
| 2004~2010年度 (前半) | 286 | 2.0 | 25.8 | 51.4 | 123.8 | 28071.0 | 245.8 | 1714.8 | |
| 2011~2017年度 (後半) | 295 | 2.2 | 18.4 | 33.2 | 53.8 | 8122.5 | 86.7 | 479.6 | |

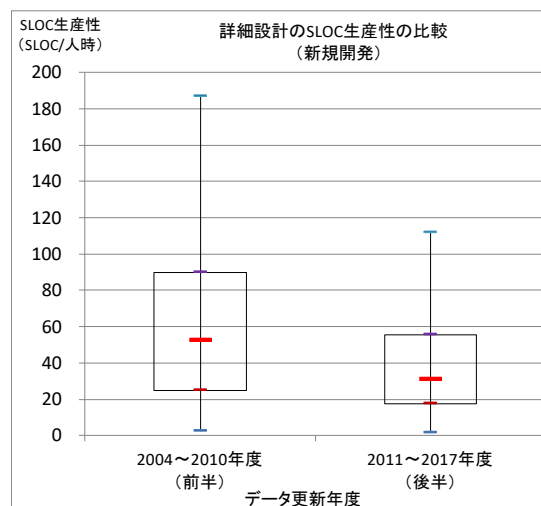
図 3.1-4 基本設計工程の SLOC 生産性の前半と後半での比較

(2) 詳細設計工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | データ件数 | 詳細設計のSLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|------------------------|------|-------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 50 | 37.5 | 61.3 | 100.7 |
| 2005 | 33 | 25.8 | 44.4 | 86.3 |
| 2006 | 29 | 23.8 | 48.8 | 88.5 |
| 2007 | 42 | 34.2 | 52.5 | 82.5 |
| 2008 | 36 | 31.7 | 75.0 | 129.6 |
| 2009 | 43 | 16.9 | 33.3 | 67.1 |
| 2010 | 52 | 19.4 | 32.9 | 131.0 |
| 2011 | 37 | 21.0 | 29.3 | 67.7 |
| 2012 | 30 | 18.5 | 37.2 | 63.9 |
| 2013 | 51 | 22.3 | 36.0 | 55.6 |
| 2014 | 41 | 16.0 | 33.7 | 54.2 |
| 2015 | 44 | 12.7 | 24.8 | 46.3 |
| 2016 | 47 | 17.5 | 24.7 | 59.2 |
| 2017 | 44 | 17.3 | 28.2 | 45.8 |

図 3.1-5 新規開発全体の詳細設計工程の SLOC 生産性の経年推移

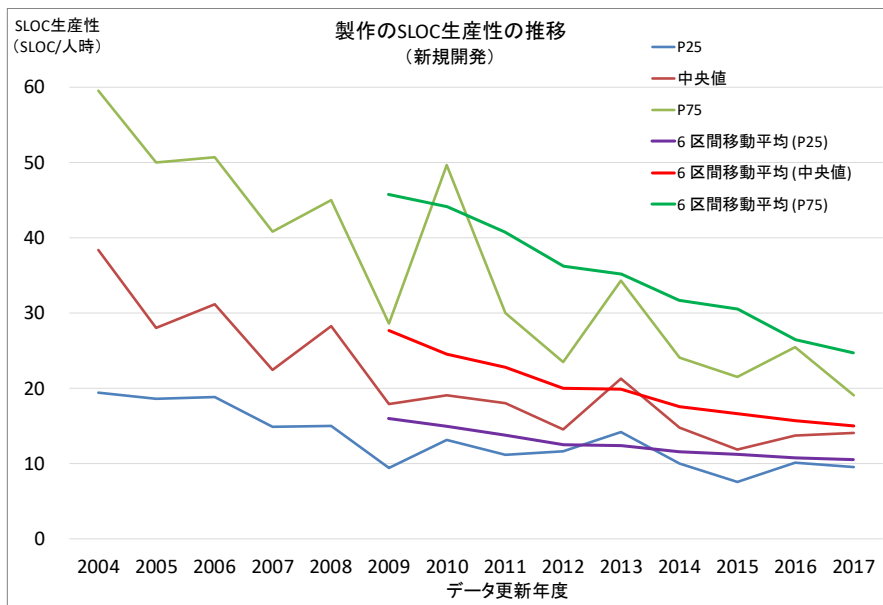


低下傾向 (1%有意)

| データ更新年度 | N | 最小 | 詳細設計のSLOC生産性 | | | | 平均 | 標準偏差 |
|------------------|-----|-----|--------------|------|------|--------|-------|-------|
| | | | P25 | 中央 | P75 | 最大 | | |
| 2004～2010年度 (前半) | 285 | 2.6 | 24.8 | 52.3 | 89.9 | 4788.2 | 117.2 | 335.1 |
| 2011～2017年度 (後半) | 294 | 1.6 | 17.4 | 30.9 | 55.6 | 1683.2 | 60.3 | 124.6 |

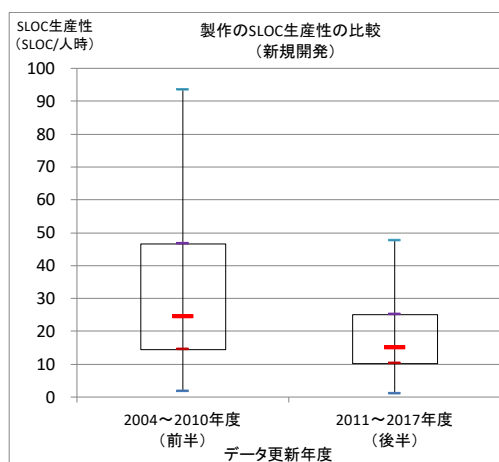
図 3.1-6 詳細設計工程の SLOC 生産性の前半と後半での比較

(3) 製作工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | データ件数 | 製作のSLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|----------------------|------|------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 50 | 19.4 | 38.4 | 59.5 |
| 2005 | 33 | 18.6 | 28.0 | 50.0 |
| 2006 | 29 | 18.8 | 31.2 | 50.7 |
| 2007 | 43 | 14.9 | 22.4 | 40.9 |
| 2008 | 36 | 15.0 | 28.3 | 45.0 |
| 2009 | 43 | 9.5 | 17.9 | 28.6 |
| 2010 | 52 | 13.1 | 19.1 | 49.7 |
| 2011 | 37 | 11.2 | 18.0 | 30.0 |
| 2012 | 30 | 11.6 | 14.5 | 23.6 |
| 2013 | 51 | 14.2 | 21.3 | 34.3 |
| 2014 | 41 | 10.0 | 14.8 | 24.1 |
| 2015 | 44 | 7.6 | 11.8 | 21.5 |
| 2016 | 47 | 10.2 | 13.8 | 25.5 |
| 2017 | 44 | 9.5 | 14.1 | 19.0 |

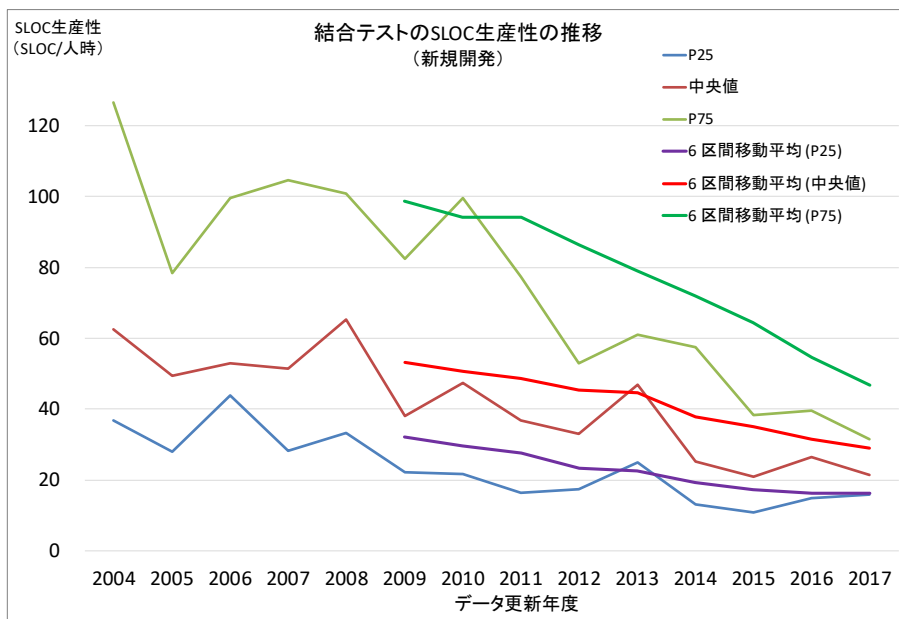
図 3.1-7 新規開発全体の製作工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | N | 最小 | 製作のSLOC生産性 (SLOC/人時) | | | | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
|------------------|-----|-----|----------------------|------|------|--------|------|-------|------|
| | | | P25 | 中央 | P75 | | | | |
| 2004～2010年度 (前半) | 286 | 1.8 | 14.4 | 24.4 | 46.7 | 1221.1 | 54.1 | 126.3 | |
| 2011～2017年度 (後半) | 294 | 0.9 | 10.1 | 15.0 | 25.1 | 5019.0 | 42.7 | 294.0 | |

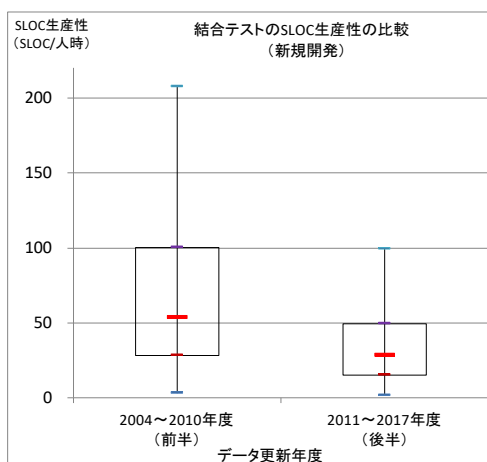
図 3.1-8 製作工程の SLOC 生産性の前半と後半での比較

(4) 結合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | データ件数 | 結合テストのSLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|-------------------------|------|-------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 50 | 36.9 | 62.5 | 126.4 |
| 2005 | 33 | 28.1 | 49.3 | 78.3 |
| 2006 | 29 | 43.9 | 52.9 | 99.4 |
| 2007 | 43 | 28.2 | 51.4 | 104.5 |
| 2008 | 36 | 33.3 | 65.2 | 100.8 |
| 2009 | 43 | 22.2 | 38.2 | 82.4 |
| 2010 | 52 | 21.7 | 47.3 | 99.6 |
| 2011 | 38 | 16.5 | 36.8 | 77.4 |
| 2012 | 30 | 17.5 | 33.0 | 53.0 |
| 2013 | 51 | 24.9 | 46.9 | 61.0 |
| 2014 | 41 | 13.1 | 25.2 | 57.5 |
| 2015 | 44 | 10.9 | 20.9 | 38.4 |
| 2016 | 47 | 15.0 | 26.6 | 39.6 |
| 2017 | 44 | 16.0 | 21.5 | 31.6 |

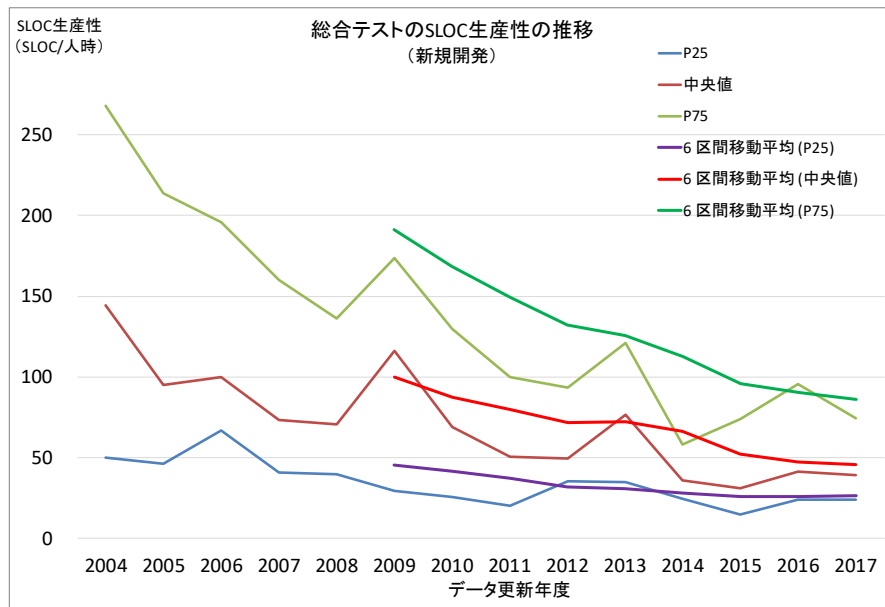
図 3.1-9 新規開発全体の結合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 結合テストのSLOC生産性 (SLOC/人時) | |
|------------------|-----|-----|------|------|-------|--------|-------------------------|-------|
| | | | | | | | 平均 | 標準偏差 |
| 2004～2010年度 (前半) | 286 | 3.3 | 28.1 | 53.6 | 100.5 | 3314.9 | 136.2 | 384.7 |
| 2011～2017年度 (後半) | 295 | 1.4 | 15.3 | 28.6 | 49.6 | 1087.2 | 53.5 | 97.8 |

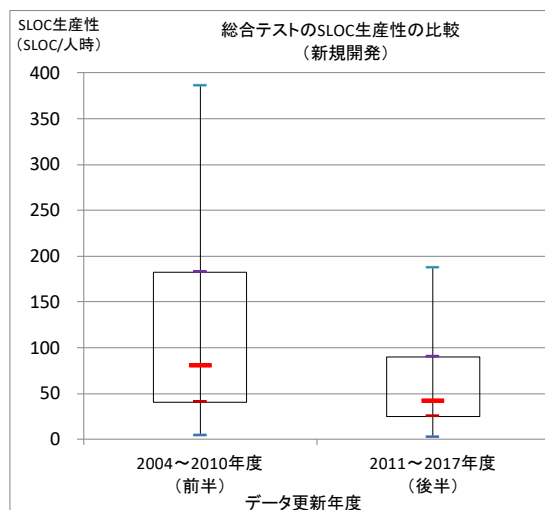
図 3.1-10 結合テスト工程の SLOC 生産性の前半と後半での比較

(5) 総合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移



| データ更新年度 | データ件数 | 総合テストのSLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------|-------|-------------------------|-------|-------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 50 | 50.2 | 144.4 | 267.8 |
| 2005 | 33 | 46.4 | 95.1 | 213.7 |
| 2006 | 29 | 67.0 | 100.0 | 195.7 |
| 2007 | 43 | 40.6 | 73.6 | 160.3 |
| 2008 | 36 | 39.8 | 70.4 | 136.4 |
| 2009 | 43 | 29.2 | 116.2 | 173.9 |
| 2010 | 52 | 25.4 | 69.0 | 129.9 |
| 2011 | 38 | 20.4 | 50.3 | 99.8 |
| 2012 | 30 | 35.4 | 49.5 | 93.4 |
| 2013 | 51 | 34.6 | 76.8 | 121.0 |
| 2014 | 41 | 24.4 | 36.1 | 57.9 |
| 2015 | 44 | 14.8 | 30.9 | 74.0 |
| 2016 | 47 | 24.2 | 41.3 | 95.6 |
| 2017 | 44 | 24.0 | 39.1 | 74.3 |

図 3.1-11 新規開発全体の総合テスト工程の SLOC 生産性の経年推移



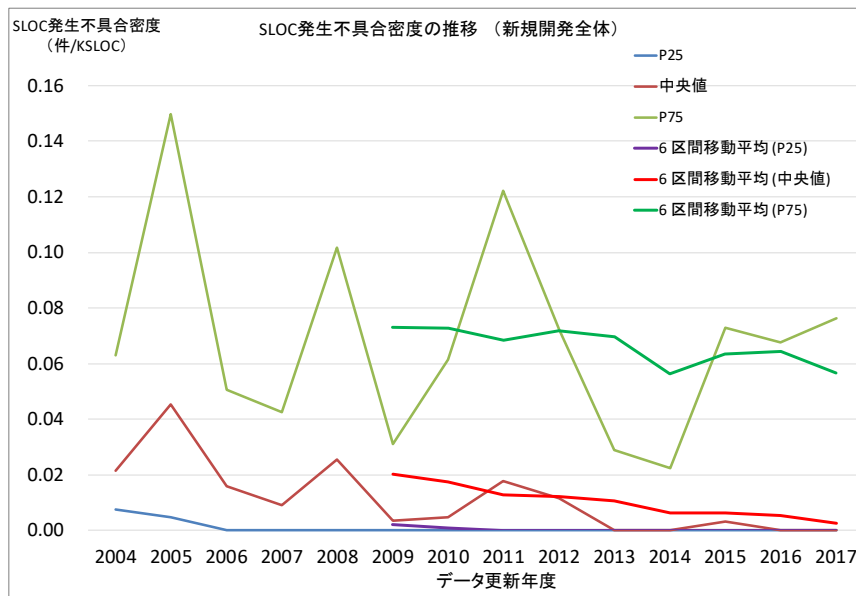
| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 総合テストのSLOC生産性 (SLOC/人時) | | | | 標準偏差 |
|------------------|-----|-----|------|-------------------------|-------|---------|-------|--------|
| | | | | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | |
| 2004～2010年度 (前半) | 286 | 3.6 | 40.3 | 79.8 | 182.7 | 66000.0 | 741.6 | 4667.4 |
| 2011～2017年度 (後半) | 295 | 2.1 | 24.5 | 41.9 | 89.5 | 7468.8 | 138.3 | 577.8 |

図 3.1-12 総合テスト工程の SLOC 生産性の前半と後半での比較

3.2. 信頼性の経年推移

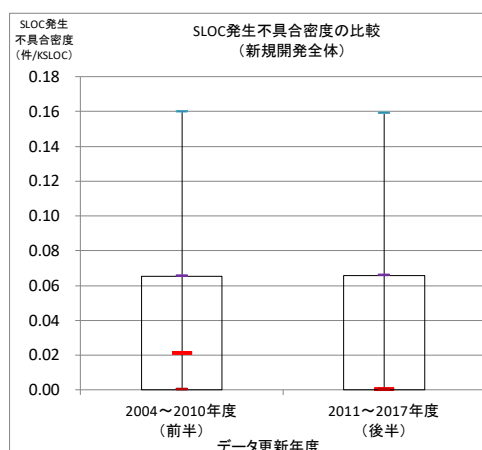
新規開発全体の SLOC 発生不具合密度の経年推移を、図 3.2-1 及び図 3.2-2 に示す。

新規開発全体で見ると、信頼性に向上傾向（SLOC 発生不具合密度の低下傾向）が見られる（1%有意）。



| データ更新年度 | データ件数 | SLOC発生不具合密度 (件/KSLOC) | | |
|---------|-------|-----------------------|--------|--------|
| | | P25 | 中央値 | P75 |
| 2004 | 43 | 0.0075 | 0.0216 | 0.0631 |
| 2005 | 96 | 0.0046 | 0.0452 | 0.1496 |
| 2006 | 66 | 0.0000 | 0.0158 | 0.0507 |
| 2007 | 46 | 0.0000 | 0.0092 | 0.0425 |
| 2008 | 37 | 0.0000 | 0.0256 | 0.1018 |
| 2009 | 41 | 0.0000 | 0.0035 | 0.0312 |
| 2010 | 40 | 0.0000 | 0.0047 | 0.0614 |
| 2011 | 30 | 0.0000 | 0.0177 | 0.1223 |
| 2012 | 33 | 0.0000 | 0.0116 | 0.0722 |
| 2013 | 49 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0290 |
| 2014 | 35 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0224 |
| 2015 | 30 | 0.0000 | 0.0031 | 0.0728 |
| 2016 | 32 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0676 |
| 2017 | 33 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0763 |

図 3.2-1 新規開発全体の SLOC 発生不具合密度の経年推移



低下傾向（1%有意）

| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | SLOC発生不具合密度 (件/KSLOC) | |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|--------|
| | | | | | | | 平均 | 標準偏差 |
| 2004～2010年度 (前半) | 369 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0208 | 0.0652 | 4.7082 | 0.0994 | 0.3148 |
| 2011～2017年度 (後半) | 242 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0659 | 5.4936 | 0.1272 | 0.5295 |

図 3.2-2 SLOC 発生不具合密度の前半と後半での比較

3.3. 生産性低下の環境要因の分析

新規開発全体の経年推移には生産性低下傾向が見られるが、その環境要因と考えられる候補を図 3.3-1 に示す。環境要因候補として、白書データから品質要求レベル、開発体制及びユーザの協力度合を選択し、それらの経年推移を調べた。(なお、経年変化が見られない要因については割愛する。)

⇒品質要求レベルが高くなっている一方で要員スキル（業務分野経験及び PM スキル）が低下していることが、生産性低下の主な要因となっていると考えられる。

(注) ユーザの協力度合に該当する「ユーザ担当者の要求仕様関与」については、向上傾向が見られることから、生産性低下要因にはなっていないと考えられる。

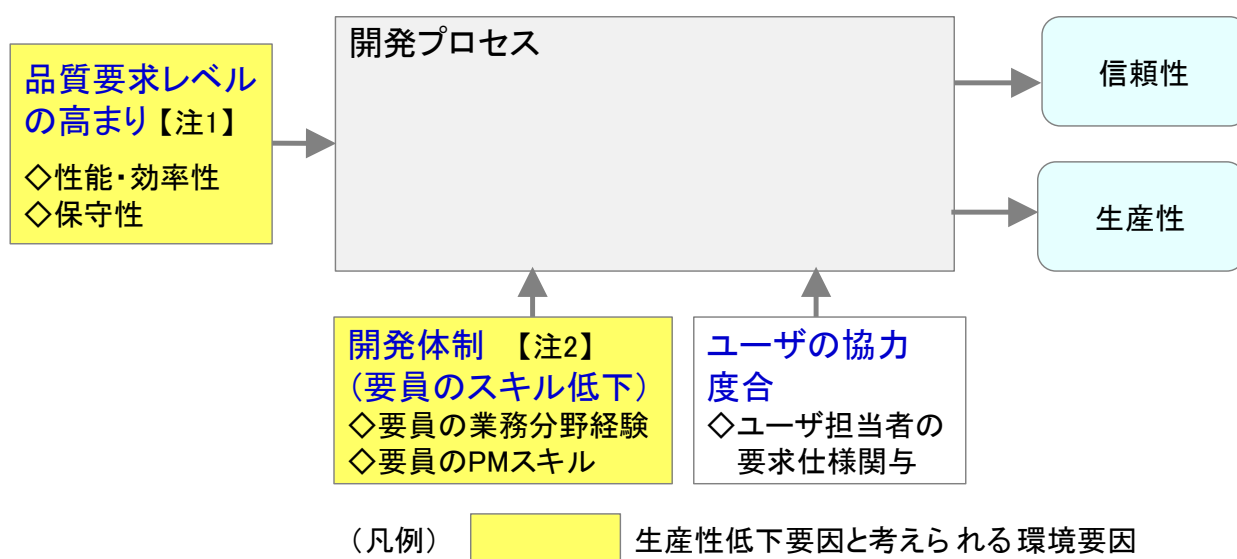


図 3.3-1 新規開発全体の生産性低下の環境要因候補

以下に分析結果の概要を示す。

- (1) 性能・効率性要求レベルの経年推移
性能・効率性要求レベルには、上昇傾向が見られる（1%有意）。
- (2) 保守性要求レベルの経年推移
保守性要求レベルには、上昇傾向が見られる（1%有意）。
- (3) 品質要求レベル（総合値）の経年推移
品質要求レベル（総合値）には、上昇傾向が見られる（1%有意）。
品質要求レベル（総合値）は、信頼性、性能・効率性及び保守性の各評価値を次のように変換した後、その和を求めたものである。
a：極めて高い→4 b：高い→3 c：中位→2 d：低い→1

<品質要求レベル（総合値）と SLOC 生産性との関係について>

品質要求レベル（総合値）の中央値で二分して、両者の SLOC 生産性（対数）を比較すると、品質要求レベル（総合値）が高い方が SLOC 生産性が低い傾向が見られる（5%有意）。

(4) 要員の業務分野経験の経年推移

業務分野経験が十分な(注1)プロジェクトの割合には、やや低下傾向が見られる(20%有意)。

(注1) 業務分野経験が十分な = a: 全員が十分な経験

<要員の業務分野経験と SLOC 生産性との関係について>

業務分野経験がないものの方が、生産性が低い傾向が見られる(10%有意)。

要員の業務分野経験がない(注2)ものとその他(注3)のものに二分して、両者の SLOC 生産性(対数)を比較して分析した結果である。

(注2) 業務分野経験がない = d: 全員が経験なし

(注3) その他 = a: 全員が十分な経験 + b: 半数が十分な経験、残り半数はいくらかの経験 + c: 半数がいくらかの経験、残り半数は経験なし

(5) PM スキルの経年推移

PM スキルが高い(注4)プロジェクトの割合には、低下傾向が見られる(5%有意)。

(注4) PM スキルが高い = a: レベル6、レベル7 + b: レベル5

ただし、PM スキルと SLOC 生産性との関係については、有意な傾向は見られない。

(6) ユーザ担当者の要求仕様関与の経年推移

ユーザ担当者が要求仕様に関与している(注5)プロジェクトの割合には、上昇傾向が見られる(1%有意)。

(注5) ユーザ担当者が要求仕様に関与している = a: 十分に関与 + b: 概ね関与

ユーザ担当者が要求仕様に関与している方の SLOC 生産性が低いという傾向は見られないので、このことが生産性低下要因になっているとは考えられない。

【図 3.3-1 の注 1】品質要求レベルについて

性能・効率性及び保守性以外の次の品質要求レベルの経年推移については、上昇傾向は見られない。

- ・信頼性要求レベル
- ・セキュリティ要求レベル
- ・使用性要求レベル
- ・移植性要求レベル
- ・ランニングコスト要求レベル

なお一般には、非機能要求が高くなる傾向や、他システムとの連携が多くなる傾向が見られる企業もある。ここで、非機能要求とは機能面以外の要求である。広義には、機能要求はシステムが動作する内容に関する要求であるのに対して、非機能要求とはシステムが動作する方法に関する要求と言える。

次の資料が参考になる。

◇非機能要求の見える化と確認の手段を実現する「非機能要求グレード」の公開

<https://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/reports/20100416.html>

【図 3.3-1 の注 2】開発体制について

体制に関する次の項目の経年推移については、低下傾向は見られない。

- ・要員スキル_分析・設計経験

プロジェクトメンバの分析・設計の経験がどの程度かを評価するためのデータである。

経験があると評価できるプロジェクトの割合に低下傾向は見られない。

- ・要員スキル_言語・ツール利用経験

プロジェクトメンバの言語・ツールの利用経験がどの程度かを評価するためのデータである。
経験があると評価できるプロジェクトの割合に低下傾向は見られない。

- ・要員スキル_開発プラットフォームの使用経験

プロジェクトメンバの開発プラットフォームの使用経験がどの程度かを評価するためのデータである。
経験があると評価できるプロジェクトの割合に低下傾向は見られない。

- ・品質保証体制

品質保証体制に品質保証の専門スタッフが参画しているかどうかを示すデータである。
品質保証体制に品質保証の専門スタッフが参画しているプロジェクトの割合に低下傾向は見られない。

- ・テスト体制

テストメンバのスキル及び員数がどの程度かを評価するためのデータである。
テストメンバのスキルが十分と評価できるプロジェクトの割合に低下傾向は見られない。

【注3】 工期について

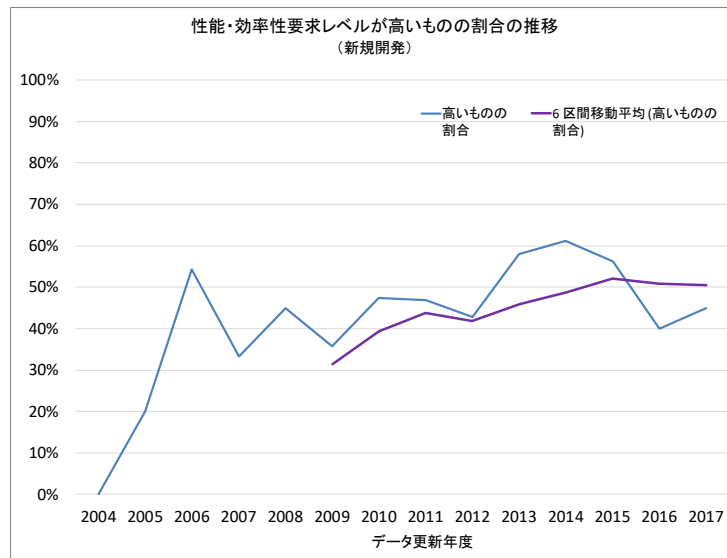
工期の経年推移については、短期化している傾向は見られない。また、「標準的工期（工数に対する工期の帰式で計算した工期）に対する計画工期の比率」の経年推移についても、短期化している傾向は見られない。

分析結果を詳しくご覧になりたい方は、後続の(1)～(6)の図表を参照されたい。

(1) 性能・効率性要求レベルの経年推移

性能・効率性要求レベルの経年推移を、図 3.3-2 及び図 3.3-3 に示す。

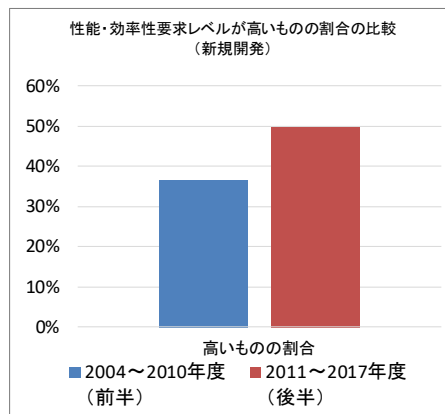
性能・効率性要求レベルには、上昇傾向が見られる (1%有意)。



| データ更新年度 | データ件数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|---------|-------|-----------|---------|
| 2004 | 7 | 0 | 0.0% |
| 2005 | 60 | 12 | 20.0% |
| 2006 | 35 | 19 | 54.3% |
| 2007 | 24 | 8 | 33.3% |
| 2008 | 40 | 18 | 45.0% |
| 2009 | 28 | 10 | 35.7% |
| 2010 | 38 | 18 | 47.4% |
| 2011 | 32 | 15 | 46.9% |
| 2012 | 14 | 6 | 42.9% |
| 2013 | 31 | 18 | 58.1% |
| 2014 | 18 | 11 | 61.1% |
| 2015 | 16 | 9 | 56.3% |
| 2016 | 30 | 12 | 40.0% |
| 2017 | 20 | 9 | 45.0% |

高い : a : 極めて高い
又は b : 高い

図 3.3-2 新規開発全体の性能・効率性要求レベルの経年推移



上昇傾向 (1%有意)
(カイ二乗検定の P 値 : 0.01)

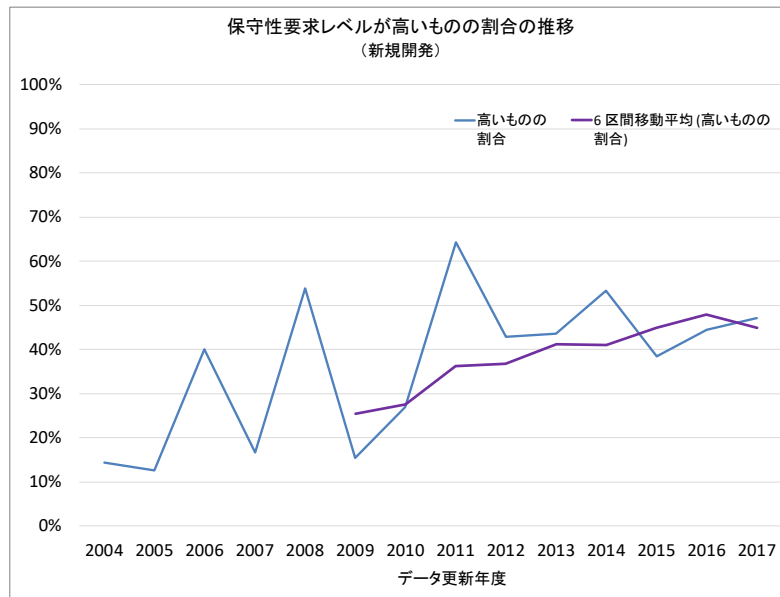
| データ更新年度 | データ数 | 低いもののデータ数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|------------------|------|-----------|-----------|---------|
| 2004~2010年度 (前半) | 232 | 147 | 85 | 36.6% |
| 2011~2017年度 (後半) | 161 | 81 | 80 | 49.7% |

図 3.3-3 性能・効率性要求レベルの前半と後半での比較

(2) 保守性要求レベルの経年推移

保守性要求レベルの経年推移を、図 3.3-4 及び図 3.3-5 に示す。

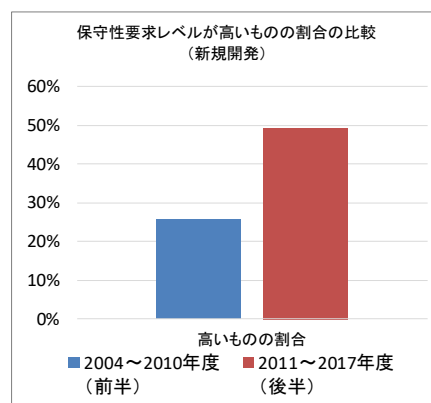
保守性要求レベルには、上昇傾向が見られる (1%有意)。



| データ更新年度 | データ件数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|---------|-------|-----------|---------|
| 2004 | 7 | 1 | 14.3% |
| 2005 | 8 | 1 | 12.5% |
| 2006 | 10 | 4 | 40.0% |
| 2007 | 12 | 2 | 16.7% |
| 2008 | 13 | 7 | 53.8% |
| 2009 | 26 | 4 | 15.4% |
| 2010 | 26 | 7 | 26.9% |
| 2011 | 28 | 18 | 64.3% |
| 2012 | 14 | 6 | 42.9% |
| 2013 | 23 | 10 | 43.5% |
| 2014 | 15 | 8 | 53.3% |
| 2015 | 13 | 5 | 38.5% |
| 2016 | 18 | 8 | 44.4% |
| 2017 | 17 | 8 | 47.1% |

高い : a : 極めて高い
又は b : 高い

図 3.3-4 新規開発全体の保守性要求レベルの経年推移



上昇傾向 (1%有意)
(カイ二乗検定の P 値 : 0.00024)

| データ更新年度 | データ数 | 低いもののデータ数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|------------------|------|-----------|-----------|---------|
| 2004~2010年度 (前半) | 102 | 76 | 26 | 25.5% |
| 2011~2017年度 (後半) | 128 | 65 | 63 | 49.2% |

図 3.3-5 保守性要求レベルの前半と後半での比較

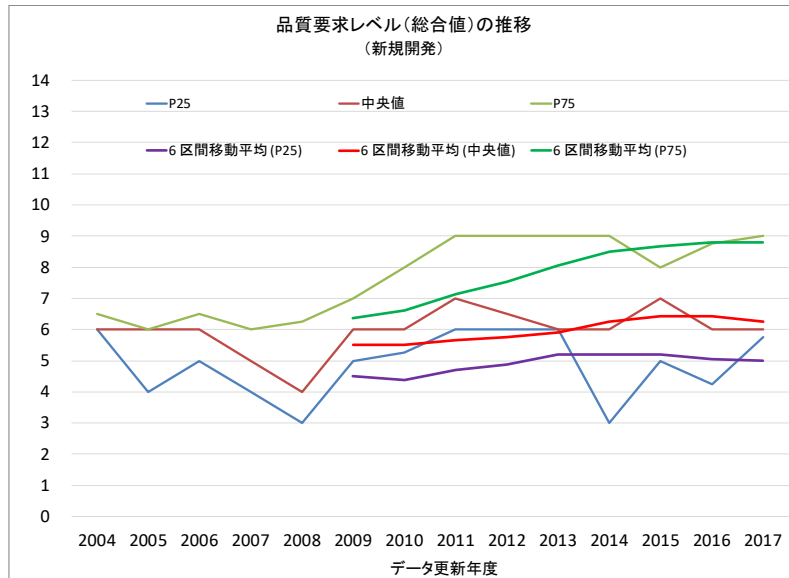
(3) 品質要求レベル（総合値）の経年推移

品質要求レベル（総合値）の経年推移を、図 3.3-6 及び図 3.3-7 に示す。

品質要求レベル（総合値）には、上昇傾向が見られる（1%有意）。

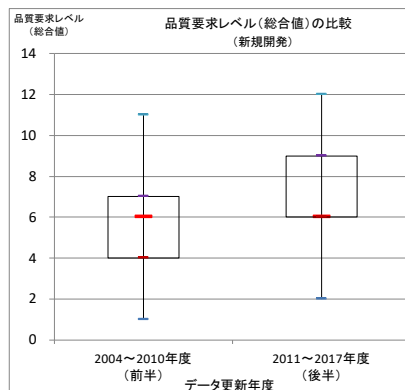
品質要求レベル（総合値）は、信頼性、性能・効率性及び保守性の各評価値を次のように変換した後、その和を求めたものである。

a : 極めて高い→4 b : 高い→3 c : 中位→2 d : 低い→1



| データ更新年度 | データ件数 | P25 | 中央値 | P75 |
|---------|-------|------|------|------|
| 2004 | 7 | 6.00 | 6.00 | 6.50 |
| 2005 | 60 | 4.00 | 6.00 | 6.00 |
| 2006 | 35 | 5.00 | 6.00 | 6.50 |
| 2007 | 25 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| 2008 | 40 | 3.00 | 4.00 | 6.25 |
| 2009 | 33 | 5.00 | 6.00 | 7.00 |
| 2010 | 38 | 5.25 | 6.00 | 8.00 |
| 2011 | 32 | 6.00 | 7.00 | 9.00 |
| 2012 | 14 | 6.00 | 6.50 | 9.00 |
| 2013 | 33 | 6.00 | 6.00 | 9.00 |
| 2014 | 21 | 3.00 | 6.00 | 9.00 |
| 2015 | 17 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| 2016 | 30 | 4.25 | 6.00 | 8.75 |
| 2017 | 20 | 5.75 | 6.00 | 9.00 |

図 3.3-6 新規開発全体の品質要求レベル（総合値）の経年推移



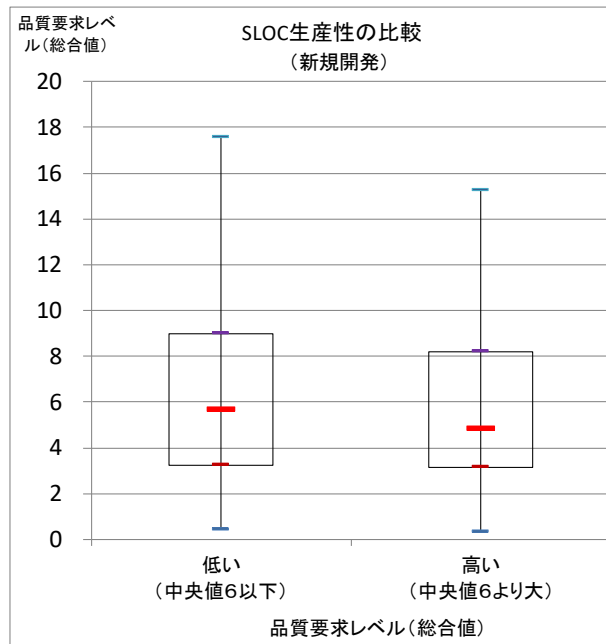
上昇傾向（1%有意）

| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 品平均 | 標準偏差 |
|---------------------|-----|------|------|------|------|-------|------|------|
| 2004～2010年度 (前半) | 238 | 1.00 | 4.00 | 6.00 | 7.00 | 12.00 | 5.81 | 2.19 |
| 2011～2017年度 (後半) | 167 | 1.00 | 6.00 | 6.00 | 9.00 | 12.00 | 6.74 | 2.27 |

図 3.3-7 品質要求レベル（総合値）の前半と後半での比較

<品質要求レベル（総合値）と SLOC 生産性との関係について>

品質要求レベル（総合値）と SLOC 生産性との関係を、図 3.3-8 に示す。
 品質要求レベル（総合値）の中央値で二分して、両者の SLOC 生産性（対数）を比較すると、
 品質要求レベル（総合値）が高い方が SLOC 生産性が低い傾向が見られる（5%有意）。



| 品質要求レベルの総合値 | N | 品質要求レベル(総合値) | | | | | SLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|-----------------|-----|--------------|------|------|------|--------|-------------------|-------|--|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 | |
| 低い (中央値6以下) | 262 | 0.41 | 3.26 | 5.65 | 9.00 | 261.91 | 10.45 | 23.28 | |
| 高い (中央値6より大) | 143 | 0.32 | 3.17 | 4.81 | 8.19 | 82.58 | 7.25 | 8.62 | |

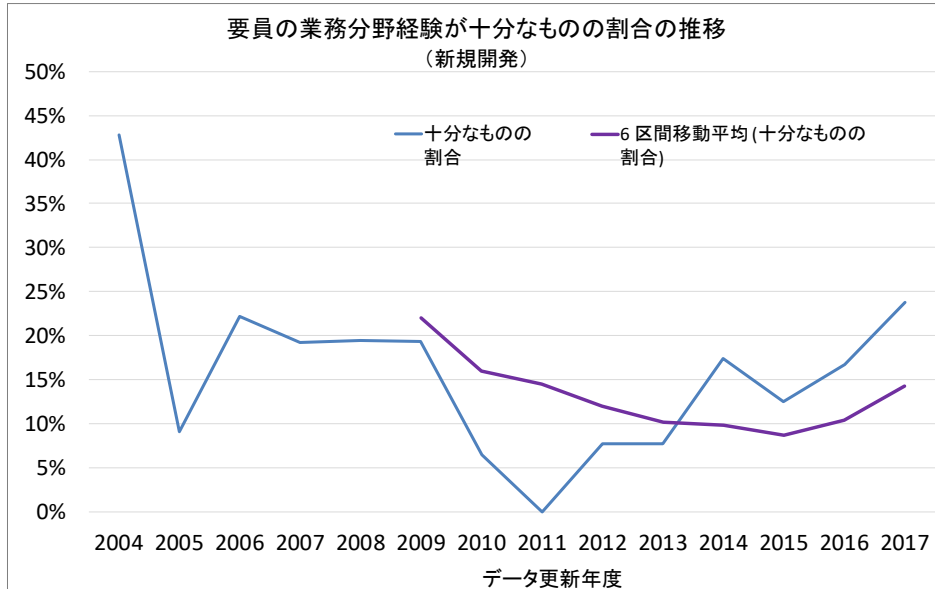
図 3.3-8 品質要求レベル（総合値）と SLOC 生産性との関係

(4) 要員の業務分野経験の経年推移

業務分野経験が十分なものの割合の経年推移を、図 3.3-9 及び図 3.3-10 に示す。

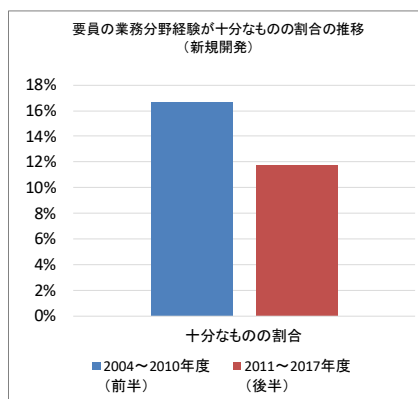
業務分野経験が十分な（注 1）プロジェクトの割合には、やや低下傾向が見られる（20%有意）。

（注 1）業務分野経験が十分なもの = a：全員が十分な経験



| データ更新年度 | データ数 | 十分なもの のデータ数 | 十分なもの の割合 |
|---------|------|----------------|--------------|
| 2004 | 14 | 6 | 42.9% |
| 2005 | 66 | 6 | 9.1% |
| 2006 | 36 | 8 | 22.2% |
| 2007 | 26 | 5 | 19.2% |
| 2008 | 36 | 7 | 19.4% |
| 2009 | 31 | 6 | 19.4% |
| 2010 | 31 | 2 | 6.5% |
| 2011 | 29 | 0 | 0.0% |
| 2012 | 13 | 1 | 7.7% |
| 2013 | 39 | 3 | 7.7% |
| 2014 | 23 | 4 | 17.4% |
| 2015 | 24 | 3 | 12.5% |
| 2016 | 30 | 5 | 16.7% |
| 2017 | 21 | 5 | 23.8% |

図 3.3-9 新規開発全体の業務分野経験が十分なものの割合の経年推移



やや低下傾向（20%有意）
（カイ二乗検定の P 値：0.157）

| データ更新年度 | データ数 | 十分でないもの のデータ数 | 十分なもの のデータ数 | 十分なもの の割合 |
|---------------------|------|------------------|----------------|--------------|
| 2004～2010年度 (前半) | 240 | 200 | 40 | 16.7% |
| 2011～2017年度 (後半) | 179 | 158 | 21 | 11.7% |

図 3.3-10 業務分野経験が十分なものの割合の前半と後半での比較

<要員の業務分野経験と SLOC 生産性との関係について>

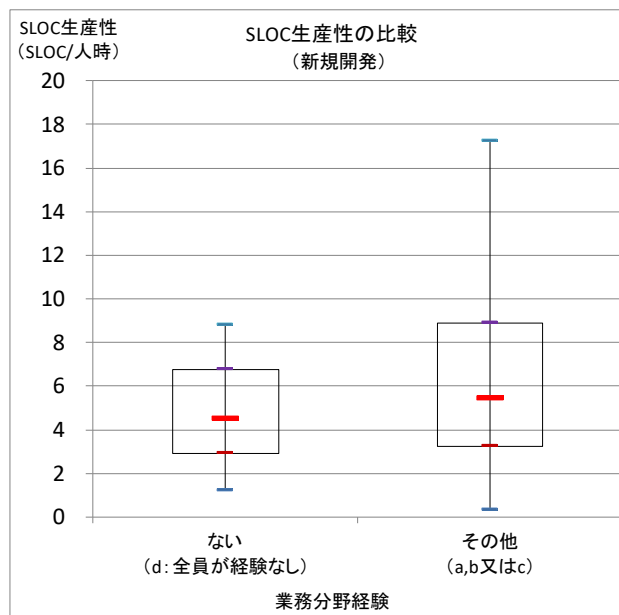
業務分野経験と SLOC 生産性との関係を、図 3.3-11 に示す。

要員の業務分野経験がない（注 2）もの与其他（注 3）のものに二分して、両者の SLOC 生産性（対数）を比較する。

（注 2）業務分野経験がない = d：全員が経験なし

（注 3）其他 = a：全員が十分な経験 + b：半数が十分な経験、残り半数はいくらかの経験 + c：半数がいくつかの経験、残り半数は経験なし

業務分野経験がないプロジェクトの方が、生産性が低い傾向が見られる（10%有意）。



| 業務分野経験 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | SLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|--------------------|-----|------|------|------|------|-------------------|------|-------|
| | | | | | | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| ない (d: 全員が経験なし) | 27 | 1.21 | 2.93 | 4.51 | 6.75 | 13.87 | 5.44 | 3.52 |
| その他 (a,b又はc) | 392 | 0.32 | 3.25 | 5.42 | 8.91 | 261.91 | 9.34 | 19.47 |

図 3.3-11 業務分野経験と SLOC 生産性との関係

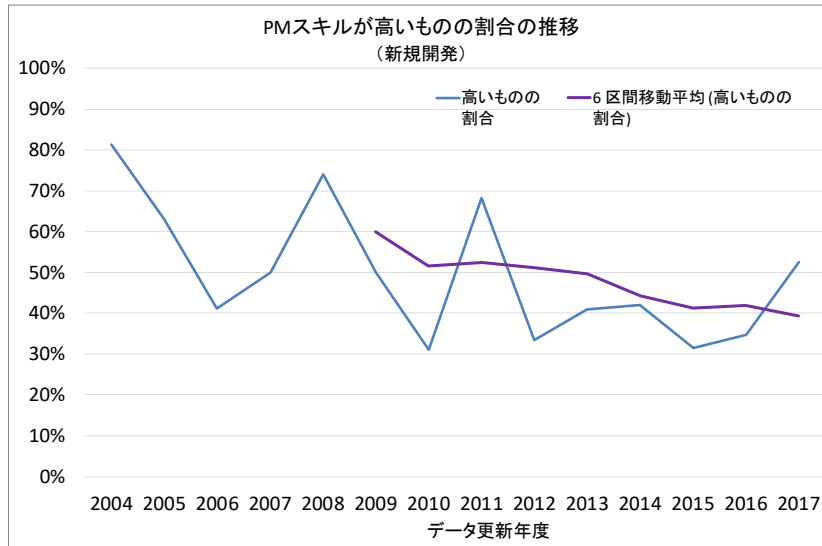
(5) PM スキルの経年推移

PM スキルが高いものの割合の経年推移を、図 3.3-12 及び図 3.3-13 に示す。

PM スキルが高い (注4) プロジェクトの割合には、低下傾向が見られる (5%有意)。

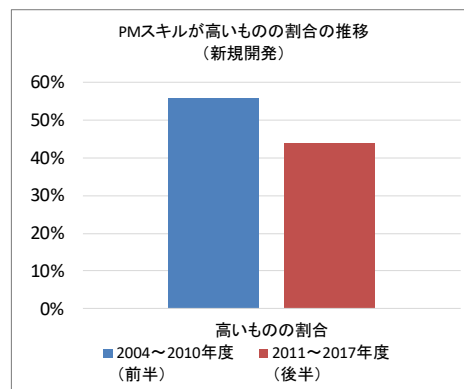
(注4) PM スキルが高い = a: レベル6、レベル7 + b: レベル5

ただし、PM スキルと SLOC 生産性との関係については、有意な傾向は見られない。



| データ更新年度 | データ数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|---------|------|-----------|---------|
| 2004 | 16 | 13 | 81.3% |
| 2005 | 38 | 24 | 63.2% |
| 2006 | 17 | 7 | 41.2% |
| 2007 | 10 | 5 | 50.0% |
| 2008 | 23 | 17 | 73.9% |
| 2009 | 18 | 9 | 50.0% |
| 2010 | 29 | 9 | 31.0% |
| 2011 | 22 | 15 | 68.2% |
| 2012 | 15 | 5 | 33.3% |
| 2013 | 39 | 16 | 41.0% |
| 2014 | 19 | 8 | 42.1% |
| 2015 | 19 | 6 | 31.6% |
| 2016 | 23 | 8 | 34.8% |
| 2017 | 19 | 10 | 52.6% |

図 3.3-12 新規開発全体の PM スキルが高いものの割合の経年推移



低下傾向 (5%有意)
(カイ二乗検定の P 値 : 0.035)

ただし、PM スキルと SLOC 生産性との関係については、有意な傾向は見られない。

| データ更新年度 | データ数 | 低いもののデータ数 | 高いもののデータ数 | 高いものの割合 |
|------------------|------|-----------|-----------|---------|
| 2004~2010年度 (前半) | 151 | 67 | 84 | 55.6% |
| 2011~2017年度 (後半) | 156 | 88 | 68 | 43.6% |

図 3.3-13 PM スキルが高いものの割合の前半と後半での比較

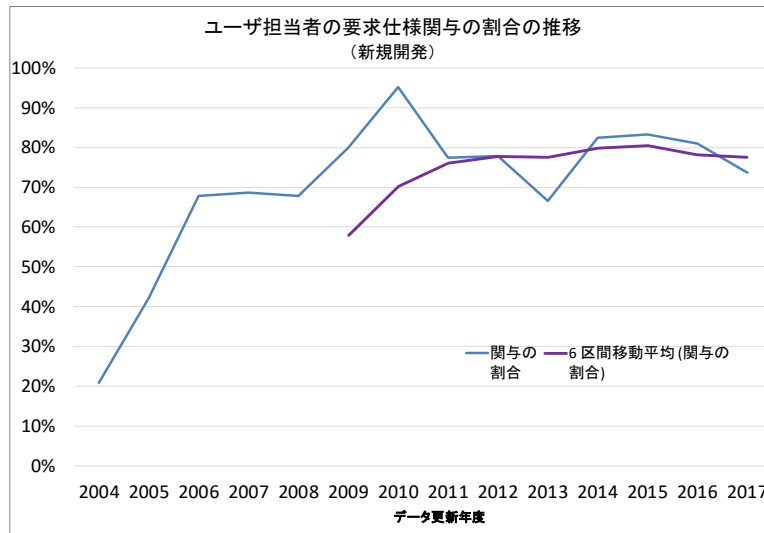
(6) ユーザ担当者の要求仕様関与の経年推移

ユーザ担当者が要求仕様に関与しているものの割合の経年推移を、図 3.3-14 及び図 3.3-15 に示す。

ユーザ担当者が要求仕様に関与している（注 5）プロジェクトの割合には、上昇傾向が見られる（1%有意）。

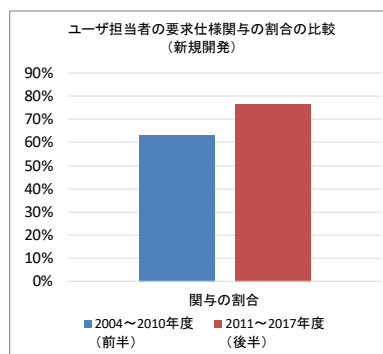
（注 5）ユーザ担当者が要求仕様に関与している = a：十分に関与 + b：概ね関与

ユーザ担当者が要求仕様に関与している方の SLOC 生産性が低いという傾向は見られないので、このことが生産性低下要因になっているとは考えられない。



| データ更新年度 | データ数 | 関与のデータ数 | 関与の割合 |
|---------|------|---------|-------|
| 2004 | 43 | 9 | 20.9% |
| 2005 | 19 | 8 | 42.1% |
| 2006 | 31 | 21 | 67.7% |
| 2007 | 16 | 11 | 68.8% |
| 2008 | 31 | 21 | 67.7% |
| 2009 | 30 | 24 | 80.0% |
| 2010 | 42 | 40 | 95.2% |
| 2011 | 31 | 24 | 77.4% |
| 2012 | 9 | 7 | 77.8% |
| 2013 | 27 | 18 | 66.7% |
| 2014 | 17 | 14 | 82.4% |
| 2015 | 12 | 10 | 83.3% |
| 2016 | 21 | 17 | 81.0% |
| 2017 | 19 | 14 | 73.7% |

図 3.3-14 新規開発全体のユーザ担当者が要求仕様に関与しているものの割合の経年推移



上昇傾向（1%有意）
（カイ二乗検定の P 値：0.0094）

ただし、ユーザ担当者の要求仕様関与と SLOC 生産性との関係については、有意な傾向は見られない。
（少なくとも生産性低下要因にはなっていない。）

| データ更新年度 | データ数 | 関与していないデータ数 | 関与しているデータ数 | 関与の割合 |
|------------------|------|-------------|------------|-------|
| 2004～2010年度 (前半) | 212 | 78 | 134 | 63.2% |
| 2011～2017年度 (後半) | 136 | 32 | 104 | 76.5% |

図 3.3-15 ユーザ担当者が要求仕様に関与しているものの割合の前半と後半での比較

3.4. 生産性低下の開発プロセス要因の分析

新規開発全体の経年推移には生産性低下傾向が見られるが、その開発プロセス要因と考えられる候補を図 3.4-1 に示す。

開発 5 工程（基本設計から総合テスト）に関連する生産性変動要因（注）に着目し、それらの経年推移を調べる。ただし、経年変化が見られない要因については割愛する。

（注）生産性変動要因：「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」の 8.4 節「生産性変動要因の分析」を、適宜参照されたい。

設計については、設計文書化密度（1KSLOC あたりの設計書ページ数）に増加傾向が見られる。テストについては、テスト密度（1KSLOC あたりのテストケース数）に増加傾向が見られる。要員数については、月あたりの要員数に増加傾向が見られる。これらが生産性低下を招いた要因となっている可能性がある。また、設計文書化密度の増加傾向は、品質要求レベルの高まりに応えたものである可能性が考えられる。

なお、定量的管理度合については向上傾向が見られるが、生産性との相関が見られないことから、生産性低下要因としては位置付けていない。

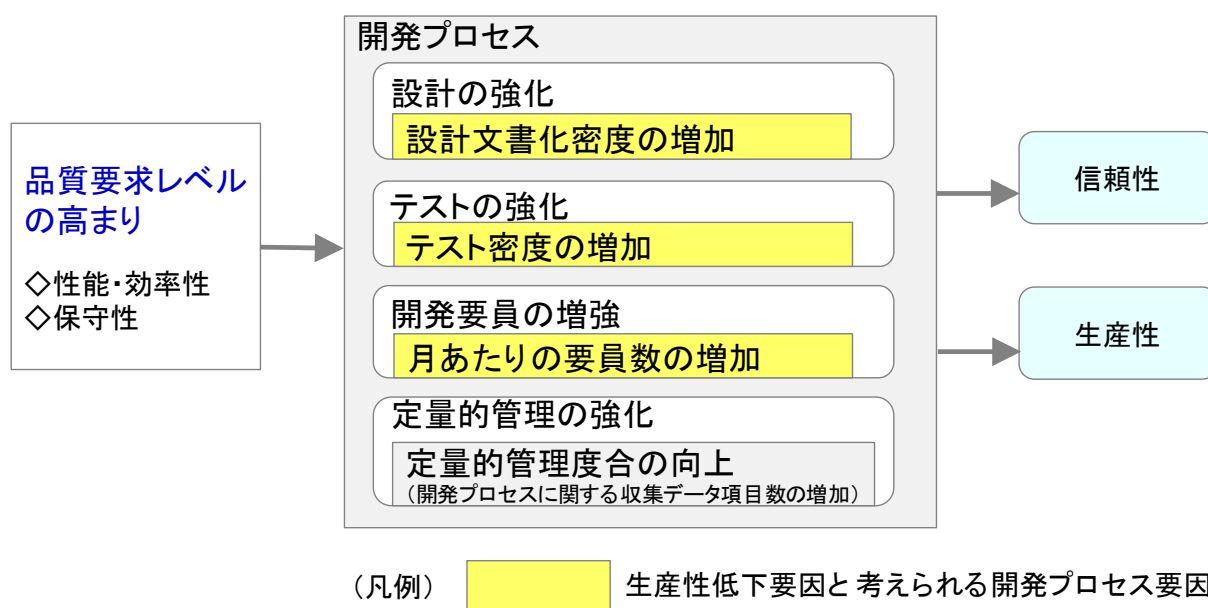


図 3.4-1 新規開発全体の生産性低下の開発プロセス要因候補

以下に分析結果の概要を示す。

(1) 設計文書化密度の経年推移

設計文書化密度（1KSLOC あたりの基本設計及び詳細設計合計の設計書ページ数）には、増加傾向が見られる（5%有意）。

(2) テスト密度の経年推移

テスト密度（1KSLOC あたりの結合テスト及び総合テスト合計のテストケース数）には、増加傾向が見られる（1%有意）。

(3) 月あたりの要員数の経年推移

開発規模の 2/3 乗で正規化した月あたりの要員数に増加傾向が見られる (10%有意)。

(4) 定量的管理度合の経年推移

開発プロセスに関する収集データ項目数に増加傾向が見られる (1%有意)。

従って、開発プロセスに関する収集データ項目数から見る限り、定量的管理度合に向上傾向が見られる。

なお、この定量的管理度合については、生産性との相関が見られないことから、生産性低下要因としては位置付けない。

(5) 品質要求レベルと開発プロセス等との関係について

① 品質要求レベル (総合値) が高い方が、設計文書化密度が高い傾向が見られる (5%有意)。

② 品質要求レベル (総合値) が高い方がテスト密度がやや高いように見えるが、20%有意ではない。

③ 品質要求レベル (総合値) と月あたりの要員数には、有意な関係は見られない。

(注1) 主要な品質保証プロセスの一つであるレビューについては、データが記入されているプロジェクトが新規開発全体の 1 割程度しかなく、新規開発全体の生産性低下要因の一つとして分析するのは妥当でないことから、割愛している。

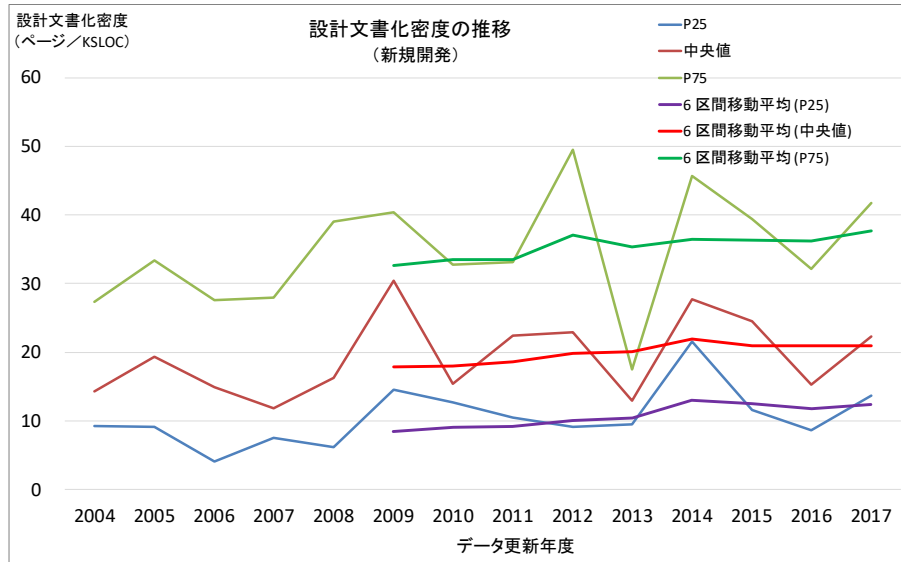
(注2) 外部委託工数比率 (開発 5 工程の全体工数に対する外部委託先工数の割合) については、上昇傾向は見られない。

分析結果を詳しくご覧になりたい方は、後続の(1)~(5)の図表を参照されたい。

(1) 設計文書化密度の経年推移

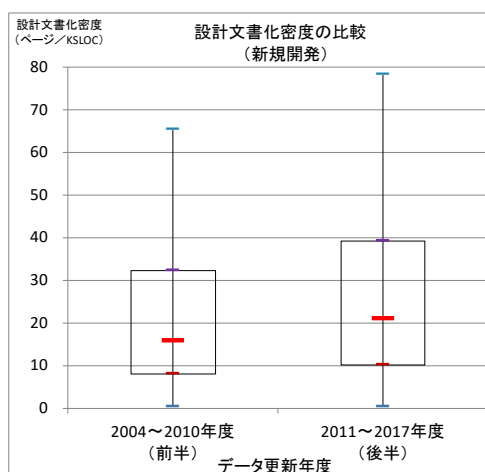
設計文書化密度の経年推移を、図 3.4-2 及び図 3.4-3 に示す。

設計文書化密度 (1KSLOC あたりの基本設計及び詳細設計合計の設計書ページ数) には、増加傾向が見られる (5% 有意)。



| データ更新年度 | N | P25 | 中央値 | P75 |
|---------|----|-------|-------|-------|
| 2004 | 38 | 9.31 | 14.38 | 27.30 |
| 2005 | 28 | 9.13 | 19.38 | 33.33 |
| 2006 | 26 | 4.12 | 14.94 | 27.59 |
| 2007 | 27 | 7.61 | 11.86 | 27.91 |
| 2008 | 22 | 6.17 | 16.26 | 39.03 |
| 2009 | 15 | 14.54 | 30.47 | 40.35 |
| 2010 | 20 | 12.76 | 15.40 | 32.72 |
| 2011 | 28 | 10.45 | 22.45 | 33.15 |
| 2012 | 18 | 9.12 | 22.98 | 49.52 |
| 2013 | 23 | 9.51 | 12.97 | 17.56 |
| 2014 | 16 | 21.56 | 27.72 | 45.65 |
| 2015 | 29 | 11.57 | 24.47 | 39.36 |
| 2016 | 23 | 8.63 | 15.36 | 32.09 |
| 2017 | 29 | 13.75 | 22.26 | 41.79 |

図 3.4-2 新規開発全体の設計文書化密度の経年推移



増加傾向 (5%有意)

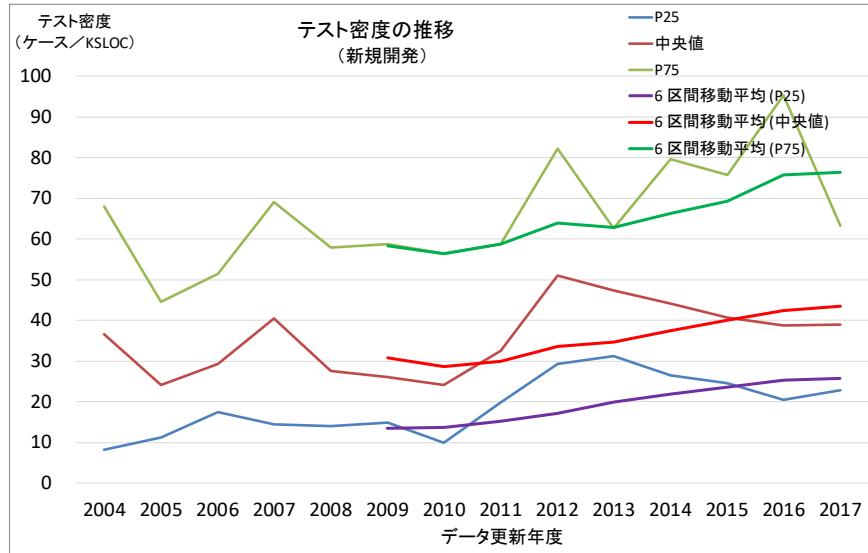
| データ更新年度 | N | 設計文書化密度 | | | | | (ページ/KSLOC) | |
|------------------|-----|---------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004~2010年度 (前半) | 176 | 0.35 | 7.96 | 15.72 | 32.31 | 209.20 | 25.46 | 29.28 |
| 2011~2017年度 (後半) | 166 | 0.33 | 10.16 | 20.99 | 39.29 | 619.39 | 31.20 | 52.65 |

図 3.4-3 設計文書化密度の前半と後半での比較

(2) テスト密度の経年推移

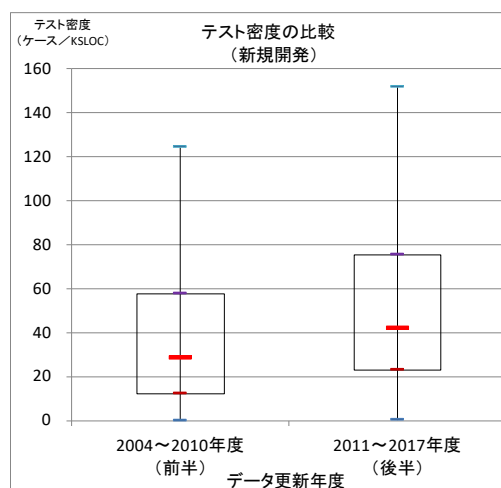
テスト密度の経年推移を、図 3.4-4 及び図 3.4-5 に示す。

テスト密度(1KSLOC あたりの結合テスト及び総合テスト合計のテストケース数)には、増加傾向が見られる(1% 有意)。



| データ更新年度 | N | P25 | 中央値 | P75 |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| 2004 | 105 | 8.20 | 36.61 | 67.89 |
| 2005 | 129 | 11.19 | 24.05 | 44.53 |
| 2006 | 70 | 17.47 | 29.32 | 51.35 |
| 2007 | 56 | 14.42 | 40.45 | 69.07 |
| 2008 | 47 | 14.02 | 27.53 | 57.95 |
| 2009 | 52 | 14.82 | 26.11 | 58.79 |
| 2010 | 60 | 9.99 | 24.04 | 56.26 |
| 2011 | 49 | 19.88 | 32.39 | 58.77 |
| 2012 | 30 | 29.28 | 50.95 | 82.15 |
| 2013 | 43 | 31.27 | 47.27 | 62.53 |
| 2014 | 36 | 26.36 | 44.19 | 79.60 |
| 2015 | 43 | 24.54 | 40.56 | 75.65 |
| 2016 | 47 | 20.37 | 38.82 | 95.34 |
| 2017 | 46 | 22.84 | 38.87 | 63.30 |

図 3.4-4 新規開発全体のテスト密度の経年推移



増加傾向 (1%有意)

| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
|---------------------|-----|------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|
| 2004~2010年度 (前半) | 519 | 0.00 | 12.17 | 28.24 | 57.55 | 4210.79 | 64.69 | 209.55 |
| 2011~2017年度 (後半) | 294 | 0.17 | 23.05 | 41.66 | 75.26 | 1339.42 | 70.24 | 118.37 |

図 3.4-5 テスト密度の前半と後半での比較

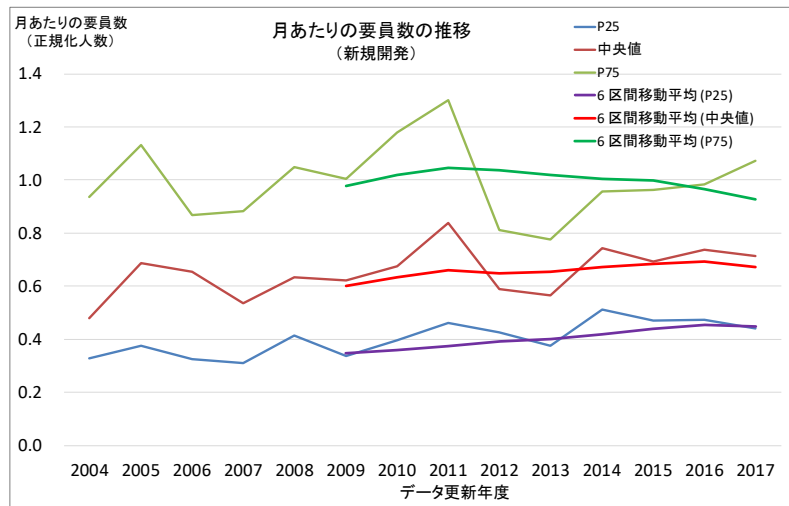
(3) 月あたりの要員数の経年推移

月あたりの要員数の経年推移を、図 3.4-6 及び図 3.4-7 に示す。

月あたりの要員数には、増加傾向が見られる (10%有意)。

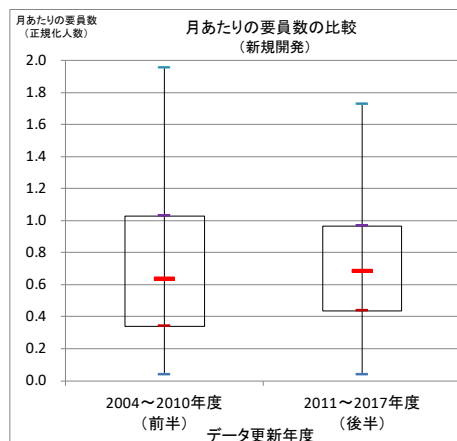
月あたりの要員数を開発規模の 2/3 乗で正規化 (注) した上で、経年推移を調べている。

(注) 月あたりの要員数は工数÷工期であり、工期は工数のほぼ 1/3 乗に比例する。また、工数は開発規模にほぼ比例する。これらのことから、月あたりの要員数は開発規模のほぼ 2/3 乗に比例すると考えられる。従って、開発規模の 2/3 乗で正規化した上で分析するのが妥当と考えられる。



| データ更新年度 | N | P25 | 中央値 | P75 |
|---------|----|-------|-------|-------|
| 2004 | 33 | 0.328 | 0.479 | 0.936 |
| 2005 | 81 | 0.375 | 0.687 | 1.131 |
| 2006 | 67 | 0.326 | 0.656 | 0.867 |
| 2007 | 47 | 0.312 | 0.537 | 0.883 |
| 2008 | 45 | 0.413 | 0.635 | 1.047 |
| 2009 | 56 | 0.336 | 0.621 | 1.005 |
| 2010 | 71 | 0.398 | 0.675 | 1.179 |
| 2011 | 48 | 0.462 | 0.840 | 1.301 |
| 2012 | 41 | 0.426 | 0.589 | 0.811 |
| 2013 | 49 | 0.375 | 0.564 | 0.775 |
| 2014 | 43 | 0.512 | 0.745 | 0.958 |
| 2015 | 48 | 0.470 | 0.693 | 0.962 |
| 2016 | 40 | 0.474 | 0.736 | 0.983 |
| 2017 | 40 | 0.442 | 0.713 | 1.073 |

図 3.4-6 新規開発全体の月あたりの要員数の経年推移



増加傾向 (10%有意)

| データ更新年度 | N | 月あたりの要員数 | | | | | (正規化人数) | |
|------------------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004~2010年度 (前半) | 400 | 0.036 | 0.341 | 0.634 | 1.029 | 4.911 | 0.797 | 0.674 |
| 2011~2017年度 (後半) | 309 | 0.036 | 0.437 | 0.682 | 0.966 | 7.545 | 0.845 | 0.743 |

図 3.4-7 月あたりの要員数の前半と後半での比較

(4) 定量的管理度合の経年推移

収集データ項目数の経年推移を、図 3.4-8 及び図 3.4-9 に示す。

開発プロセスに関するデータの収集項目数という側面から、定量的管理度合の経年推移を見てみる。

開発プロセスに関する収集データ項目数には、増加傾向が見られる (1%有意)。

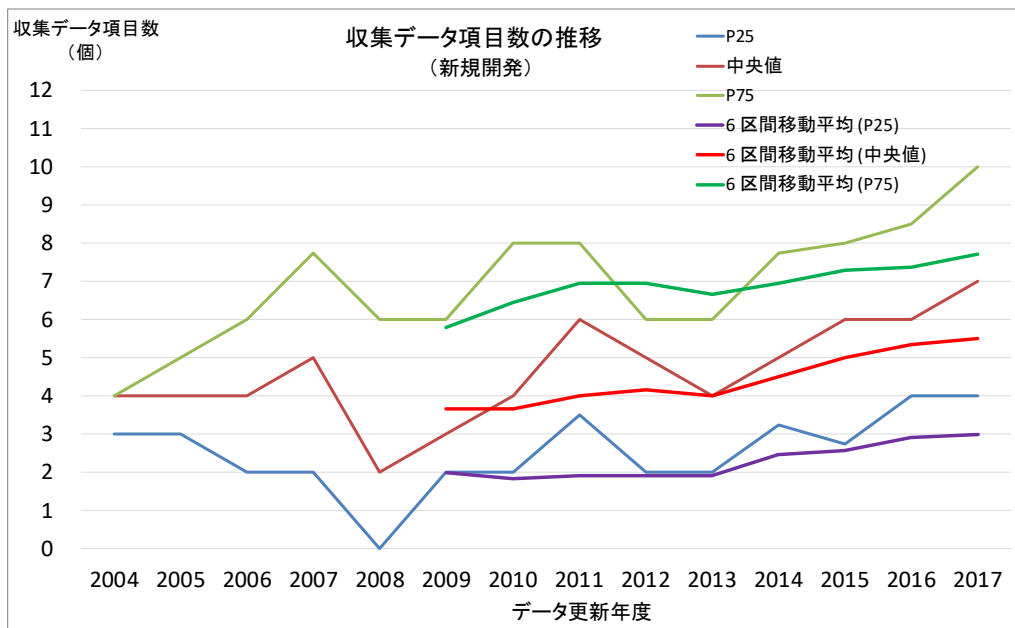
開発プロセスに関する収集データ項目数から見る限り、定量的管理度合に向上傾向があると言える。

ただし、この定量的管理度合については、生産性との相関が見られないことから、生産性低下要因としては位置付けていない。

<開発プロセスに関する収集データ項目>

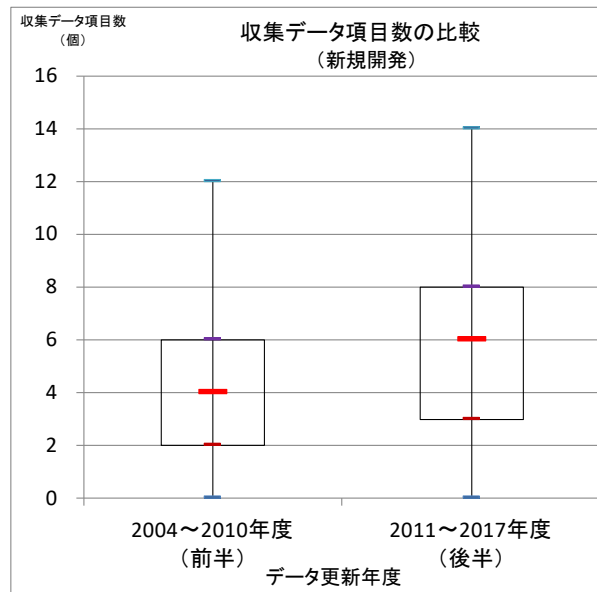
次の 14 個：

- ◇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)



| データ更新年度 | N | P25 | 中央値 | P75 |
|---------|-----|------|------|-------|
| 2004 | 119 | 3.00 | 4.00 | 4.00 |
| 2005 | 152 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| 2006 | 91 | 2.00 | 4.00 | 6.00 |
| 2007 | 70 | 2.00 | 5.00 | 7.75 |
| 2008 | 76 | 0.00 | 2.00 | 6.00 |
| 2009 | 71 | 2.00 | 3.00 | 6.00 |
| 2010 | 78 | 2.00 | 4.00 | 8.00 |
| 2011 | 51 | 3.50 | 6.00 | 8.00 |
| 2012 | 43 | 2.00 | 5.00 | 6.00 |
| 2013 | 60 | 2.00 | 4.00 | 6.00 |
| 2014 | 46 | 3.25 | 5.00 | 7.75 |
| 2015 | 56 | 2.75 | 6.00 | 8.00 |
| 2016 | 51 | 4.00 | 6.00 | 8.50 |
| 2017 | 53 | 4.00 | 7.00 | 10.00 |

図 3.4-8 新規開発全体の収集データ項目数の経年推移



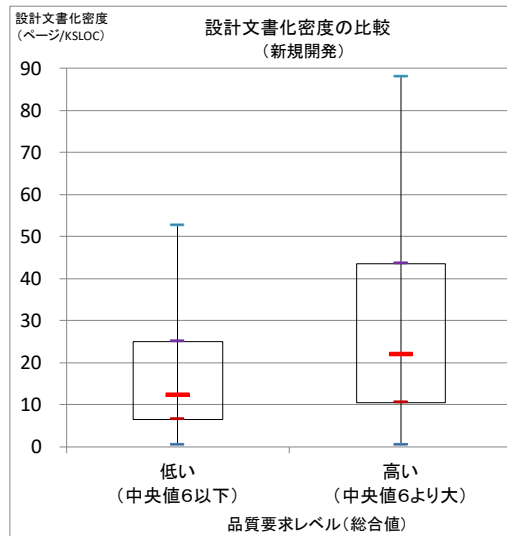
| データ更新年度 | N | 収集データ項目数 (個) | | | | | 平均 | 標準偏差 |
|---------------------|-----|--------------|------|------|------|-------|------|------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | | |
| 2004~2010年度 (前半) | 657 | 0.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00 | 13.00 | 4.13 | 3.11 |
| 2011~2017年度 (後半) | 360 | 0.00 | 3.00 | 6.00 | 8.00 | 14.00 | 5.66 | 3.74 |

図 3.4-9 収集データ項目数の前半と後半での比較

(5) 品質要求レベルと開発プロセス等との関係について

① 品質要求レベル（総合値）と設計文書化密度との関係を、図 3.4-10 に示す。

品質要求レベル（総合値）が高い方が、設計文書化密度が高い傾向が見られる（5%有意）。

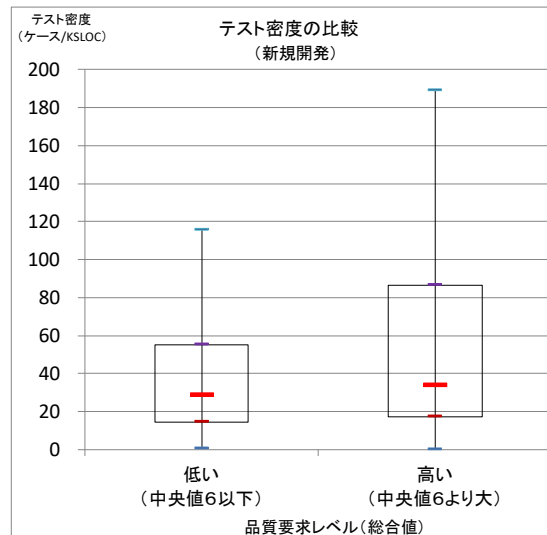


| 品質要求レベル（総合値） | N | 設計文書化密度 | | | | | （ページ/KSLOC） | |
|-----------------|-----|---------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 低い （中央値6以下） | 103 | 0.35 | 6.61 | 12.28 | 25.10 | 169.67 | 20.47 | 25.23 |
| 高い （中央値6より大） | 51 | 0.45 | 10.44 | 21.95 | 43.62 | 217.87 | 35.88 | 43.90 |

図 3.4-10 品質要求レベル（総合値）と設計文書化密度との関係

② 品質要求レベル（総合値）とテスト密度との関係を、図 3.4-11 に示す。

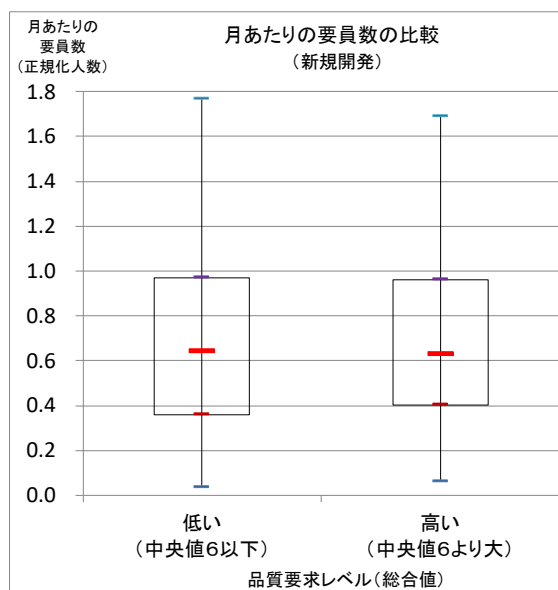
品質要求レベル（総合値）が高い方がテスト密度がやや高いように見えるが、20%有意ではない。



| 品質要求レベル（総合値） | N | テスト密度 | | | | | （ケース/KSLOC） | |
|-----------------|-----|-------|-------|-------|-------|---------|-------------|--------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 低い （中央値6以下） | 230 | 0.33 | 14.38 | 28.64 | 55.38 | 4210.79 | 75.47 | 299.13 |
| 高い （中央値6より大） | 112 | 0.00 | 17.50 | 33.47 | 86.43 | 511.11 | 68.67 | 87.45 |

図 3.4-11 品質要求レベル（総合値）とテスト密度との関係

- ③ 品質要求レベル（総合値）と月あたりの要員数との関係を、図 3.4-12 に示す。
品質要求レベル（総合値）と正規化した月あたりの要員数には、有意な関係は見られない。



| 品質要求レベル (総合値) | N | 月あたりの要員数 | | | | | (正規化人数) | |
|-----------------|-----|----------|------|------|------|------|---------|------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 低い (中央値6以下) | 175 | 0.04 | 0.36 | 0.64 | 0.97 | 4.91 | 0.79 | 0.69 |
| 高い (中央値6より大) | 132 | 0.06 | 0.40 | 0.63 | 0.96 | 7.55 | 0.88 | 0.93 |

図 3.4-12 品質要求レベル（総合値）と月あたりの要員数との関係

3.5. 生産性低下要因の考察

白書データの新規開発全体で見て、SLOC 生産性の経年推移に低下傾向が見られる。その要因として、次のような工数増加要因が寄与している可能性があると考えられる。

- (1) 品質要求レベルが高くなっている（開発の難易度が高くなっている）一方で、プロジェクトの要員スキル（業務分野経験及びPMスキル）が低下していること。

<要員スキル低下の背景について>

要員スキル低下の背景として、以下のことが考えられる。

- ① 開発すべきソフトウェアの総量が増大するのに伴って、ますます大勢の開発要員が必要になっている。少数精鋭部隊で開発していた時代は去っており、要員スキルの平均レベルが低下している可能性が考えられる。

【参考】特定サービス産業実態調査（経済産業省）から抜粋

ソフトウェア業の従業員数（開発要員数）の経年推移に増加傾向が見られる（10%有意）。

分析結果を詳しくご覧になりたい方は、後続の【特定サービス産業実態調査（経済産業省）から見られる傾向】を参照されたい。

- ② 大半の開発プロジェクトが改良開発（改修・保守や拡張）になって来ており、新規開発（特にスクラッチ開発）によってスキルアップするチャンスが少なくなっている。

<開発の難易度に関するトレンドについて>

品質要求レベルの高まりに加え、システム構築における技術的難易度の高まりに伴って、開発の難易度が高まっているものと考えられる。システム構築における技術的難易度の高まりに関しては、一般的にシステムの多様性増大やシステム規模増大に伴う複雑さの増大が指摘されている。

- (2) 次のような開発プロセスの変化（工数が増加する変化）が生じていること。

- ① 設計文書化密度が上昇している（5%有意）。
品質要求レベルの高まりに伴って上昇している可能性が考えられる。
- ② テスト密度が上昇している（1%有意）。
- ③ 月あたりの要員数が増加している（10%有意）。

【特定サービス産業実態調査（経済産業省）から見られる傾向】

<特定サービス産業実態調査（経済産業省）からのソフトウェア業のデータ>

| 集計年 | 事業従事者数 (人) | 年間売上高 (100万円) | 一人当たり年間売上高 (100万円/人) |
|-------|---------------|------------------|-------------------------|
| 2006年 | 521,063 | 10,476,004 | 20.11 |
| 2007年 | 501,807 | 10,297,504 | 20.52 |
| 2008年 | 555,125 | 11,465,529 | 20.65 |
| 2009年 | 612,370 | 11,914,111 | 19.46 |
| 2010年 | 572,460 | 10,164,191 | 17.76 |
| 2012年 | 573,637 | 13,334,749 | 23.25 |
| 2013年 | 658,965 | 11,025,363 | 16.73 |
| 2015年 | 679,486 | 12,974,429 | 19.09 |

図 3.5-1 ソフトウェア業の従業員数及び年間売上高の経年推移

従業員数に増加傾向が見られる（10%有意）。(図 3.5-2 及び図 3.5-3 参照)

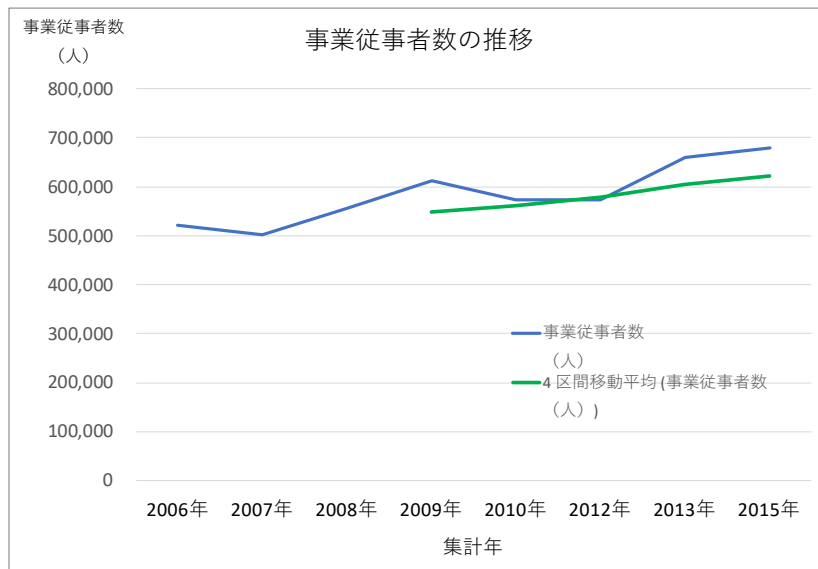


図 3.5-2 ソフトウェア業の従業員数の経年推移

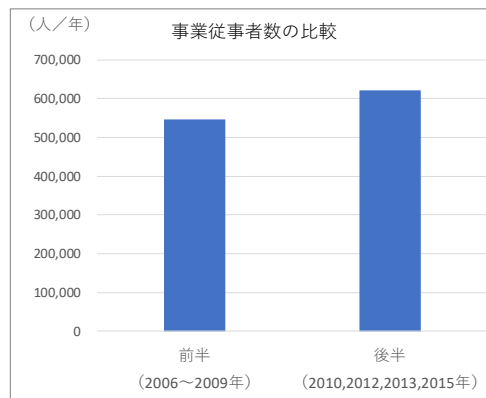


図 3.5-3 ソフトウェア業の従業員数の前半と後半での比較

4. 上流工程での不具合摘出比率が高いグループの経年推移

白書データの新規開発全体で見ると SLOC 生産性の経年推移に低下傾向が見られるが、ある条件のグループでは SLOC 生産性に低下傾向が見られない例が存在する。

その具体例として、「上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループ」を採り上げる。

<上流工程での不具合摘出比率について>

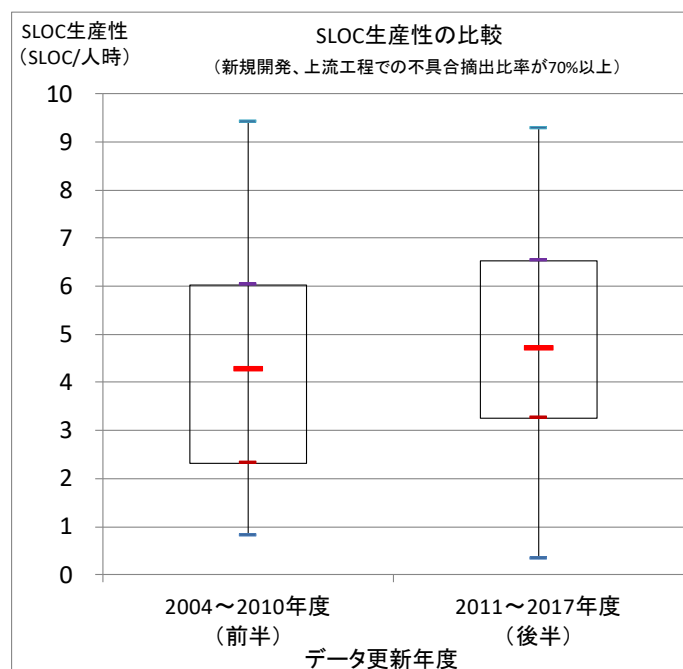
- ・メトリクスの定義：上流工程（基本設計から製作工程）のレビューで検出した不具合件数÷開発5工程全体で検出した不具合件数
（ただし、単体テストで検出した不具合件数は、収集できていないので含まれていない。）
- ・主な狙い：上流工程の強化による作込み品質向上
- ・上流工程での不具合摘出比率を高めるマネジメントは、典型的な定量的管理の具体例の一つである。

上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループでは、SLOC 生産性に低下傾向は見られない。信頼性については、集計期間の前半と後半とで差は見られず、信頼性が高い状態が続いている。

（注）データ件数が10件未満の年度が多いので、集計期間の前半と後半とに二分した比較によって、SLOC 生産性、信頼性及び要因候補の推移を見る。

4.1. SLOC 生産性の経年推移

上流工程での不具合摘出比率が高いグループの SLOC 生産性の経年推移を、図 4.1-1 に示す。
 上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループでは、SLOC 生産性に低下傾向は見られない。

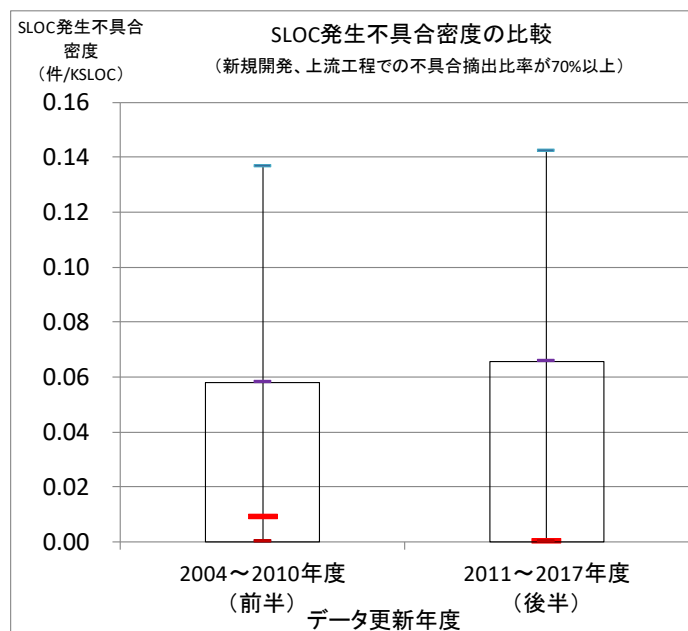


| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | P75 | SLOC生産性 (SLOC/人時) | | |
|---------------------|----|------|------|------|------|-------------------|------|-------|
| | | | | | | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004～2010年度 (前半) | 69 | 0.81 | 2.32 | 4.26 | 6.03 | 84.75 | 6.46 | 10.94 |
| 2011～2017年度 (後半) | 90 | 0.32 | 3.26 | 4.71 | 6.53 | 71.69 | 6.98 | 9.88 |

図 4.1-1 上流工程での不具合摘出比率が高いグループの SLOC 生産性

4.2. 信頼性の経年推移

上流工程での不具合摘出比率が高いグループの信頼性の経年推移を、図 4.2-1 に示す。
集計期間の前半と後半とで差は見られず、信頼性が高い（SLOC 発生不具合密度が低い）状態が続いている。



| データ更新年度 | N | 最小 | P25 | 中央 | SLOC発生不具合密度 | | (件/KSLOC) | |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------------|-------|-----------|-------|
| | | | | | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004~2010年度 (前半) | 46 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.058 | 1.013 | 0.081 | 0.183 |
| 2011~2017年度 (後半) | 62 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.066 | 2.005 | 0.081 | 0.268 |

図 4.2-1 上流工程での不具合摘出比率が高いグループの SLOC 発生不具合密度

4.3. 生産性に低下傾向が見られない要因の分析

上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの経年推移には生産性低下傾向が見られないが、その要因と考えられる候補を、図4.3-1に示す。

上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループではSLOC生産性の経年推移に低下傾向は見られない。新規開発全体の場合とは異なる傾向を示す環境要因候補及び開発プロセス要因候補に着目することによって、その要因を探る。

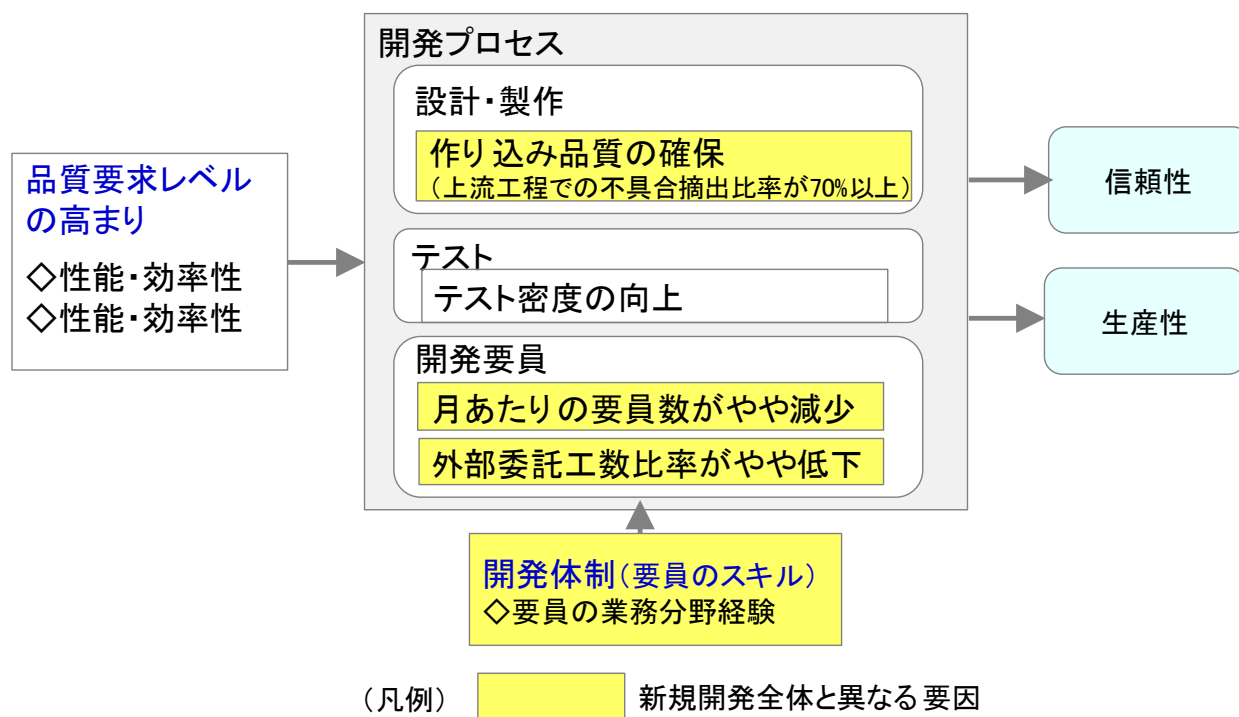


図4.3-1 上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの生産性の要因候補

以下に分析結果の概要を示す。

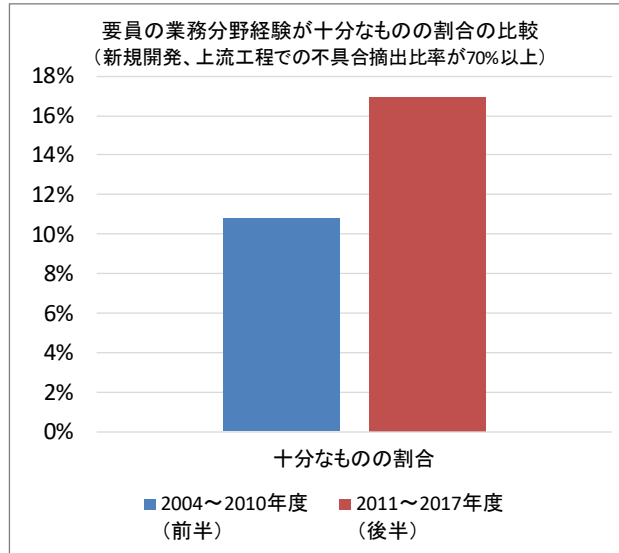
- (1) 要員の業務分野経験の向上
要員の業務分野経験において、経験があるものの割合に低下傾向は見られない。
- (2) 月あたりの要員数の減少
開発規模の2/3乗で正規化した月あたりの要員数に、増加傾向は見られず、やや減少傾向が見られる(20%有意)。
- (3) 外部委託工数比率の低下
外部委託工数比率にやや低下傾向が見られる(20%有意)。

分析結果を詳しくご覧になりたい方は、後続の(1)~(3)の図表を参照されたい。

(1) 要員の業務分野経験の向上

上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの要員の業務分野経験の経年推移を、図4.3-2に示す。
 要員の業務分野経験が十分な(注1)プロジェクトの割合には、低下傾向は見られない。

(注1) 業務分野経験が十分 = a : 全員が十分な経験

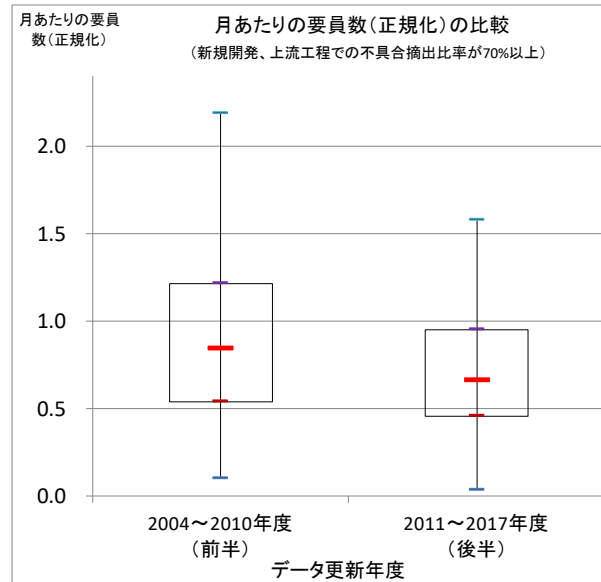


| データ更新年度 | データ数 | 十分でないもののデータ数 | 十分なもののデータ数 | 十分なものの割合 |
|------------------|------|--------------|------------|----------|
| 2004～2010年度 (前半) | 37 | 33 | 4 | 10.8% |
| 2011～2017年度 (後半) | 59 | 49 | 10 | 16.9% |

図4.3-2 上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの要員の業務分野経験

(2) 月あたりの要員数の減少

上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの月あたりの要員数の経年推移を、図4.3-3に示す。開発規模の2/3乗で正規化した月あたりの要員数に、増加傾向は見られず、やや減少傾向が見られる(20%有意)。

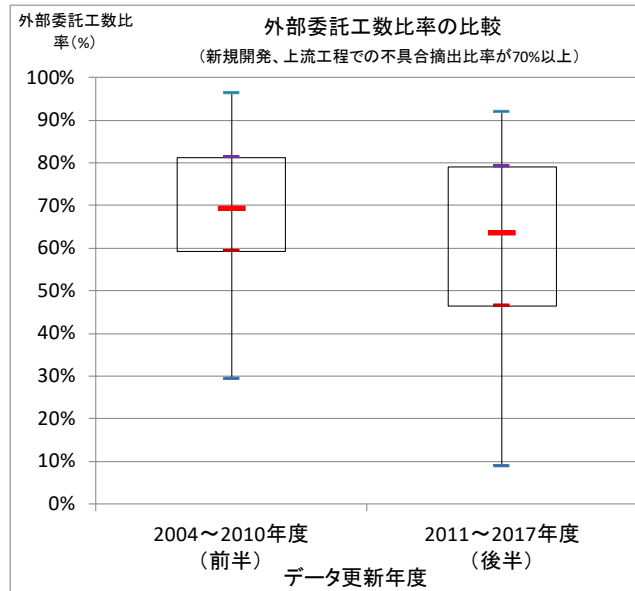


| データ更新年度 | N | 月あたりの要員数(正規化) | | | | | | (人) | |
|-----------------|----|---------------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 | |
| 2004~2010年度(前半) | 57 | 0.10 | 0.54 | 0.84 | 1.22 | 3.28 | 0.96 | 0.66 | |
| 2011~2017年度(後半) | 66 | 0.04 | 0.46 | 0.66 | 0.95 | 3.43 | 0.80 | 0.61 | |

図4.3-3 上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの月あたりの要員数

(3) 外部委託工数比率の低下

上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの外部委託工数比率の経年推移を、図4.3-4に示す。
外部委託工数比率にやや低下傾向が見られる(20%有意)。



| データ更新年度 | N | 外部委託工数比率 (%) | | | | | | |
|---------------------|----|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 最小 | P25 | 中央 | P75 | 最大 | 平均 | 標準偏差 |
| 2004~2010年度 (前半) | 33 | 0.15 | 0.59 | 0.69 | 0.81 | 0.96 | 0.68 | 0.19 |
| 2011~2017年度 (後半) | 25 | 0.09 | 0.46 | 0.63 | 0.79 | 0.92 | 0.60 | 0.24 |

図4.3-4 上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高いグループの外部委託工数比率

4.4. 生産性に低下傾向が見られない要因の考察

白書データの新規開発全体で見ると SLOC 生産性の経年推移に低下傾向が見られるが、ある条件のグループでは SLOC 生産性に低下傾向が見られない例が存在する。その具体例として、「上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループ」を採り上げた。

このグループは、新規開発全体とは異なり、次のように定量的管理が進んだグループと言える。

- ◇上流工程での不具合摘出比率を導出するためのレビューやテストのデータを収集できている。
- ◇上流工程での不具合摘出比率が70%以上と高く、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が推進されていると考えられる。

また、このグループの環境要因候補及び開発プロセス要因候補の経年推移を見ると、新規開発全体の場合とは異なり、特に開発体制／開発要員に関して生産性向上に寄与する次の傾向が見られることから、このグループは要員の育成・確保が進んでいる組織のグループではないかと考えられる。

- ◇要員の業務分野経験において、経験があるものの割合に低下傾向は見られない。
- ◇外部委託工数比率にやや低下傾向が見られる（20%有意）。
- ◇月あたりの要員数にやや減少傾向が見られる（20%有意）。

これらのことから、上流工程での不具合摘出比率が高い（70%以上の）グループは、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が進んでいるだけでなく、要員の育成・確保が進んでいる模範的な組織のプロジェクト集合ではないかと考えられる。

5. メッセージ

(1) 定量的管理を推進し、生産性の経年推移を踏まえて生産性目標を設定しよう。

ソフトウェア開発プロジェクトは、低価格と短納期の強いプレッシャーに晒されることが多々ある。また、予算管理や価格交渉等の場面で、例えば年率5%の開発コスト削減や前年度比10%のライン単価低減等が要求されるケースが散見される。ここで、データによる裏付けがない高すぎる生産性目標を設定すると、開発プロジェクトのリスク増大や品質低下を招き、ユーザ、開発ベンダーともに不幸な結果を招くことになりかねない。

◇生産性目標の設定や妥当性評価においては、自組織の生産性の経年推移（特に近年の推移）を踏まえて妥当な範囲を設定した上で評価しよう。

◇ソフトウェア開発データ白書等の外部ベンチマークにおける生産性の経年推移も参考にしよう。

ソフトウェア開発データ白書の新規開発全体のデータからは、信頼性の経年推移に向上傾向が見られるものの、SLOC 生産性の経年推移には低下傾向が見られる。

(2) 定量的管理を推進し、品質要求レベルに見合った生産性目標及びプロセス目標を設定しよう。

(注) プロセス目標

生産性目標を達成するための、開発プロセスに関する目標。

例えば、テスト密度というメトリクスによって、テストをどの程度行うかについて目標設定するなど。

ソフトウェア開発データ白書の新規開発全体のデータからは、年とともに品質要求レベル（特に性能・効率性及び保守性）が高まっている傾向が見られる。また、品質要求レベルが高いと SLOC 生産性が低くなる傾向が見られる。従って、品質要求レベルの高まりが SLOC 生産性低下の一つの要因になっていると考えられる。

また、開発プロセスを見ると、設計文書化密度（1KSLOC あたりの設計書ページ数）、テスト密度（1KSLOC あたりのテストケース数）及び月あたりの要員数に増加傾向が見られる。これらも生産性低下を招いた要因となっていると考えられる。品質要求レベルの高まりに伴って設計及びテストの工数が増大し、SLOC 生産性が低くなる傾向が生じている可能性が考えられる。

従って、品質要求レベルに見合った生産性目標及びプロセス目標を設定することが望ましい。

(3) 業務分野経験等のスキルが高い要員を育成・確保し、プロジェクト要員数の増大を予防することによって生産性向上を図ろう。

ソフトウェア開発データ白書の新規開発全体のデータからは、要員の業務分野経験の経年推移にやや低下傾向が見られる。業務分野経験の低下が、SLOC 生産性低下の要因の一つになっていると考えられる。

特定サービス産業実態調査（経済産業省）の「ソフトウェア業の年間売上高及び従業員数の経年推移」においても、従業員数（開発要員数）に増加傾向が見られる。開発すべきソフトウェアの総量の増大に伴って、より大勢の開発要員を集める必要があることから、要員スキルの平均レベルが低下している可能性が考えられる。

従って、生産性向上に向けて、開発要員のスキルアップを図ることが重要と考えられる。

(4) 白書の新規開発全体のデータを見ると **SLOC** 生産性に低下傾向が見られるが、ある条件のグループでは **SLOC** 生産性に低下傾向が見られないものが存在する。その具体例として、「上流工程での不具合摘出比率が高い（例えば **70%**以上の）グループ」がある。このグループは以下のことから、上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が進んでいるだけでなく、要員の育成・確保が進んでいる模範的な組織のプロジェクト集合ではないかと考えられる。

■上流工程での不具合摘出比率が **70%**以上と高い。

上流工程強化による作込み品質向上を狙った定量的管理が推進されていると考えられる。このグループでは、生産性面においても良い傾向が見られる（少なくとも **SLOC** 生産性に低下傾向は見られない）。

■開発体制／開発要員に関して、生産性向上に寄与する次の傾向が見られることから、要員の育成・確保が進んでいる組織のプロジェクト集合ではないかと考えられる。

◇要員の業務分野経験において、経験があるものの割合に低下傾向は見られない。

◇外部委託工数比率にやや低下傾向が見られる。

◇月あたりの要員数にやや減少傾向が見られる。

(備考) 一般に生産性が向上しつつある組織について

白書の新規開発全体のデータでは様々な組織の種々のプロジェクトが混在している中で **SLOC** 生産性に低下傾向が見られるが、開発に携わっている読者の中にはこの生産性の低下傾向について、自組織の状況とは異なると思われる方が少なからずいるであろう。実際、「自組織では生産性は徐々に向上してきている」という声も聞く。そのような組織では、似たようなソフトウェアを長年開発するうちに経験が蓄積され、技術的にもプロジェクト管理的にも成熟度が増してきていると考えられる。その結果として生産性が高まっていることは、当然のことであろう。

ただし、開発対象の内容が大きく変わったり、外部連携の増加や解くべき課題の高度化等によって開発対象が複雑化したりすると、あるいは開発に新しい技術や環境を導入したりすると、過去の経験があまり役立たないことが多く、生産性は低下し得る。前記の声を寄せた人からも、「新しい要素のある開発を行っている組織では相対的に生産性は低い」との声を聴いている。

本書の分析対象である **IPA/SEC** の白書データでは、様々な組織の種々のプロジェクトデータが混在している。そのことが、生産性の低下傾向という分析結果に反映されたものと考えられる。すなわち、白書データを提供していただいた組織全体で見ると、新しい要素のある開発等の割合が大きくなってきていることを暗に示しているものと考えられる。(残念ながら、この検証はできないが。)

一方、信頼性については、開発対象が従来と同じであろうが新しい要素が含まれようが、要求に対応して実現されるものである。すなわち、開発対象が複雑化したとしても、信頼性要求を満たした上でリリースされる。このことは、本書の分析結果と一致している。

以上