

# ソフトウェア開発データ白書の取り組みと最新の分析結果(エンタプライズ系)

SEC研究員 峯尾 正美    SEC専門委員 佐伯 正夫    SECシステムグループリーダー 山下 博之

SEC設立以来、定量的に管理されたソフトウェア開発データを業界から広く収集・分析し、ソフトウェアの信頼性・生産性向上のための統計データを「ソフトウェア開発データ白書」として公開している。その最新版である「ソフトウェア開発データ白書2016-2017」では、4,000プロジェクト以上のデータに基づく統計情報のほかに、生産性、信頼性の変動要因の多面的な分析結果や、代表的な3業種について業種ごとの統計情報を掲載した業種編を公開した。また、ソフトウェアの定量的プロジェクト管理を推進するため、ベンチマーク情報を品質マネジメントなどに活用するための手引きと事例集、上流工程の強化が信頼性向上につながることを定量的に示した分析結果を公開した。

## 1 ソフトウェアの定量的プロジェクト管理概要

### 1.1 プロジェクト管理における動的管理、静的管理

ソフトウェアの定量的プロジェクト管理とは、ソフトウェア開発プロセスにおいて作成される成果物や作業量を測定することで得られる種々の定量データを用いたソフトウェア開発管理技法の一つであり、「動的管理」と「静的管理」に大別される。

一般的に「プロジェクト管理」としては、図1に示すPDCAサイクルが知られている。この中で、ソフトウェアの「動的管理」とは、プロジェクト実施中(In Process)に得られる種々の定量的・定性的情報をもとに、プロジェクトの進行を管理していく手法であり、ソフトウェア開発においては、計画値と実績値の比較による進捗管理や、テスト工程中の発生不良からソフトウェアの品質を予測し、必要な対策を講ずる「ソフトウェア品質予測」などの様々な技法がある。一方「静的管理」とは、完了したプロジェクト(Post Process)を分析し、得られる種々の情報をもとに、当該プロジェクトの問題点を分析し、今後のプロジェクト推進上の改善点を検討したり、次のプロジェクトの計画策定時の妥当性の確認などを実施したりするものである。

このような「静的管理」の基本となる考え方が、ソフトウェア開発データ白書などを用いた「ベンチマーキング」である。

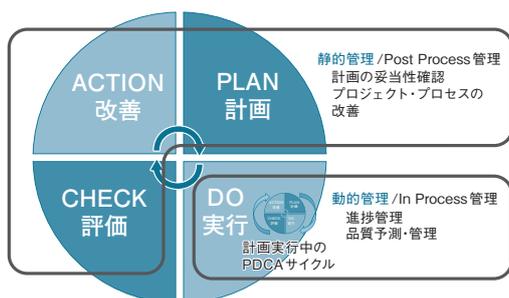


図1 PDCAサイクルと動的管理・静的管理

### 1.2 ベンチマーキング

ベンチマーキングとは、「良い成績を収めているプロジェクト群と比較し、それらのやり方(開発プロセス、マネジメント・プロセス、組織の特性など)を参考にして、自組織の業務改善及び組織の改善を進めること」である。図2にソフトウェア開発におけるベンチマーキングの位置付けを示す。

完了したプロジェクトを分析して得られた各種情報をリポジトリ(データベース)に蓄積したものを「ベンチマーク」と呼ぶ。

ベンチマークは、自組織のプロジェクトデータを蓄積したものを使用するのが基本であるが、それらが整備されていない場合や、他組織の値を参考値とする場合は、外部のベンチマークを用いる。

これらのベンチマークを用いて、

- ①プロジェクト計画の妥当性評価
- ②プロジェクト・マネジメントの改善検討
- ③組織のマネジメント改善検討など

が可能となる。

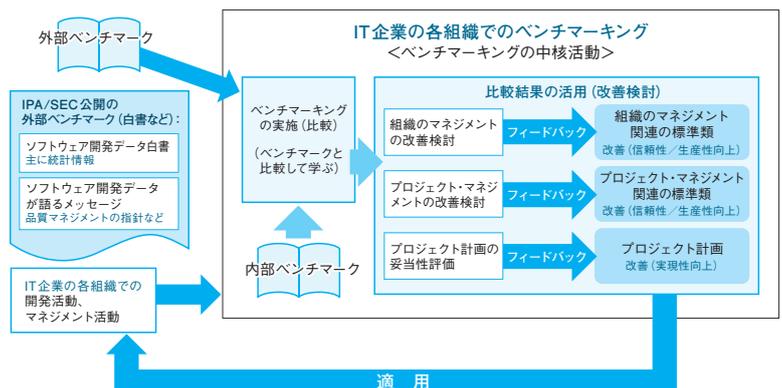


図2 ソフトウェア開発におけるベンチマーキングの位置付け

## 2 「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」の概要

### 2.1 概要

IPA/SECでは、ソフトウェア開発における定量的プロジェクト管理の普及促進の一環として、国内約30社からエンタープライズ系のソフトウェア開発のプロジェクトデータを収集し、整理・分析した「ソフトウェア開発データ白書」(以下データ白書)を定期的に発行している。

2005年に最初の「ソフトウェア開発データ白書 2005」を発行し、9冊目にあたる最新版「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」(図3)を2016年10月1日に発行した。なお、収集されたプロジェクトデータは、累計で、4,067件となった。

データ白書の目次は、以下の通りである。

- 1章 背景と本書の目的
- 2章 収集データについて
- 3章 分析について
- 4章 収集データのプロフィール
- 5章 プロジェクトの主要要素の統計
- 6章 工数、工期、規模の関係の分析
- 7章 工程別の分析
- 8章 生産性の分析
- 9章 信頼性の分析
- 10章 その他の分析



図3 データ白書 2016-2017

### 2.2 収集しているデータ項目

データ白書では、工数・工期・規模など定量的な情報のみならず、システム特性(対象業種・業務など)、ユーザ要件管理(要求仕様の明確さ、要求レベルなど)など定性的な情報も併せて収集している。これによって3節で示すような多面的な分析を可能としており、これは、他に類を見ないIPA/SECデータ白書の強みとなっている。

### 2.3 統計データの掲載例

#### ①工程別分析例

データ白書での統計データ掲載例として、工程別の分析例(レビュー実績工数比)を図4に示す。これらの統計値は、データの特徴に合わせて、グラフ、散布図や箱ひげ図と共に、基本統計量が掲載されている。

これらの値は、例えばレビュー時間設定時の参考値(ベンチマーク)として使用することができる。

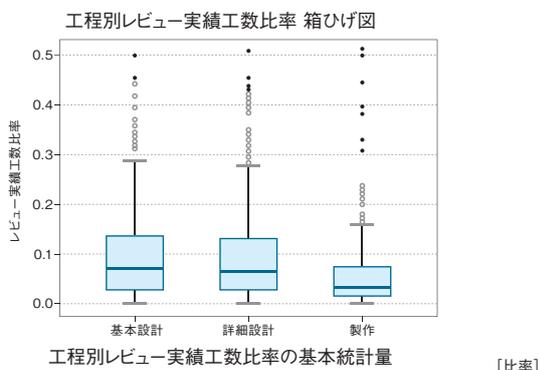


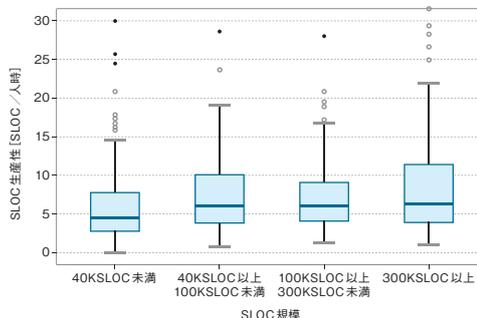
図4 データ白書での統計データ掲載例

#### ②生産性の掲載例

ソフトウェア生産性の掲載例として、図5に開発規模別のSLOC※1生産性を示す。

SLOC生産性(SLOC/人時)の中央値は、5.4SLOC/人時である。また、SLOC生産性においては、規模による大きな差は見られない。

SLOC規模別SLOC生産性(新規開発、主開発言語グループ) 箱ひげ図



SLOC規模別SLOC生産性の基本統計量(新規開発、主開発言語グループ)

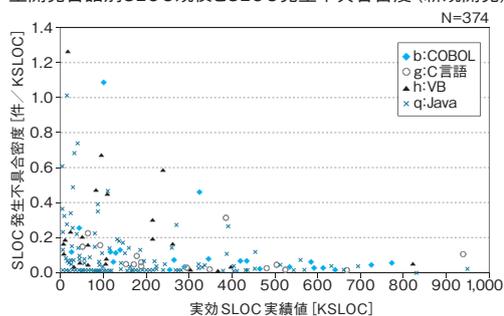
SLOC規模	単位	N	最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
全体		635	0.0	3.2	5.4	8.9	325.2	8.5	16.6
40KSLOC未満		206	0.0	2.6	4.2	7.6	44.7	5.9	6.0
40KSLOC以上 100KSLOC未満	SLOC/ 人時	139	0.7	3.6	5.9	9.8	71.7	8.3	8.9
100KSLOC以上 300KSLOC未満		149	1.1	3.8	5.9	9.0	41.6	7.6	6.5
300KSLOC以上		141	0.9	3.6	6.1	11.4	325.2	13.6	32.3

図5 開発規模別のSLOC生産性

#### ③信頼性の掲載例

ソフトウェア信頼性の掲載例として、図6にSLOC規模とSLOC発生不具合数の散布図を示す。

主開発言語別SLOC規模とSLOC発生不具合密度(新規開発)



	N	最小	P25	中央	P75	最大	平均	標準偏差
全体	374	0.000	0.000	0.012	0.062	2.413	0.072	0.191
40KSLOC未満	116	0.000	0.000	0.000	0.059	1.269	0.075	0.185
40KSLOC以上 100KSLOC未満	86	0.000	0.000	0.017	0.070	0.741	0.073	0.134
100KSLOC以上 300KSLOC未満	88	0.000	0.000	0.018	0.078	2.413	0.099	0.292
300KSLOC以上	84	0.000	0.003	0.015	0.038	0.476	0.040	0.082

図6 SLOC規模とSLOC発生不具合数

なお、データ白書では、「信頼性」は、システム稼働後の「発生不具合密度」を指標として用いている。

## 3 生産性・信頼性変動要因分析

データ白書2016-2017では、新たな試みとして、生産性や信頼性に関係すると思われる変動要因(生産性:22種類、信頼性:23種類)をリストアップし、生産性・信頼性との相関関係を多面的に分析した。

### 3.1 生産性変動要因分析

生産性変動要因分析の結果を、表1に示す。

表1 生産性変動要因分析結果

通番	区分	*	変動要因候補	通番	区分	*	変動要因候補
1	業種	○	業種	14	開発プロセス	○↓	設計文書化密度
2	QCD要求	×	信頼性の要求レベル	15		△↓	設計レビュー工数密度
3		×	性能・効率性の要求レベル	16		○↓	設計レビュー指摘密度
4		○↓	重要インフラタイプ	17		○↓	テスト密度
5	実現手段	×	アーキテクチャ	18		○↓	テスト検出不具合密度
6		○	主開発言語	19		×	上流工程での不具合検出比率
7	実現手段	○	プラットフォーム	20	ユーザ要求管理	×	要求仕様の明確さ
8		×	開発フレームワークの利用	21	×	ユーザ担当者の要求仕様関与	
9	実施体制	○↓	月当たりの要員数	22	組織の成熟度	×	定量的な出荷品質基準の有無
10		×	外部委託比率				
11		×	PMスキル				
12	実施体制	×	テストスキル				
13		○	品質保証体制				

\*: Welchのt検定結果 (P値) ○:1%有意、○:5%有意、△:10%有意、×:有意でない、↑:正の相関、↓:負の相関

分析方法としては、基本的に、変動要因ごとにグループ化し、それぞれの生産性の差を、Welchのt検定にて検定した。なお、本表において、「×」となっているものは、一般的に相関がないというわけではない。分析対象のSEC蓄積データにおいては、統計的に見て今回設定した基準に照らして有意性が低い、ということを示していることに留意されたい。

分析結果の例を図7に示す。

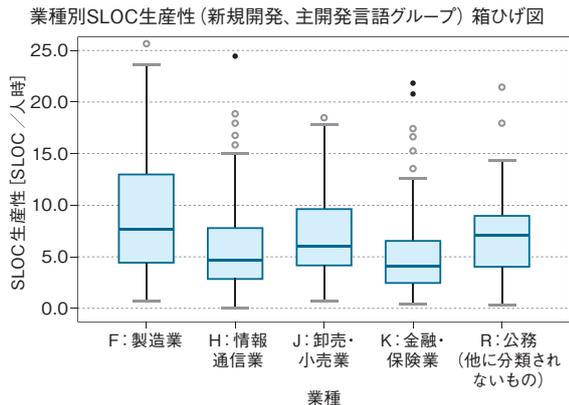


図7 生産性変動要因分析：業種

業種ごとの生産性の分析の結果、「製造業はほかよりSLOC生産性が高い」「金融・保険業はほかよりSLOC生産性が低い」ことが判明した。

これらは、業種ごとにQCD要求(信頼性の要求レベルなど)やユーザ要求管理に差があり、その結果、開発プロセス(とくに品質保証プロセス)に差が生じ、生産性の差として現れたものと想定されるが、別途分析は必要である。

なお、開発プロセスでの設計文書化密度(頁/KSLOC)、テスト密度(テスト項目数/KSLOC)などの相関は、「負の相関」であり、例えば、設計文書化密度が「高い」ほど、生産性は「低い」ことを示している。

### 3.2 信頼性変動要因分析

信頼性変動要因分析の結果を表2に示す。

分析方法は、生産性の変動要因分析と同様である。

この分析の結果、業種、テストスキル、設計レビュー工数密度、上流工程での不具合検出比率などが信頼性と相関のある変動要因であることが明らかになった。

表2 信頼性変動要因分析結果

通番	区分	*	変動要因候補	通番	区分	*	変動要因候補
1	業種	△	業種	14	開発プロセス	×	設計文書化密度
2		×	信頼性の要求レベル	15		○↑	設計レビュー工数密度
3	QCD要求	×	性能・効率性の要求レベル	16		×	設計レビュー指摘密度
4		×	重要インフラタイプ	17		×	テスト密度
5	実現手段	×	アーキテクチャ	18		×	テスト検出不具合密度
6		○	主開発言語	19		○↑	上流工程での不具合検出比率
7	実現手段	△	プラットフォーム	20	ユーザ要求管理	×	要求仕様の明確さ
8		△	開発フレームワークの利用	21	×	ユーザ担当者の要求仕様関与	
9	実施体制	×	月当たりの要員数	22	組織の成熟度	×	定量的な出荷品質基準の有無
10		△↓	外部委託比率	23	開発プロセス	○↓	テスト検出能率
11		×	PMスキル				
12	実施体制	○↑	テストスキル				
13		○	品質保証体制				

\*: Welchのt検定結果 (P値) ○:1%有意、○:5%有意、△:10%有意、×:有意でない、↑:正の相関、↓:負の相関

分析結果の例として、「上流工程での不具合検出率」の例を図8に示す。

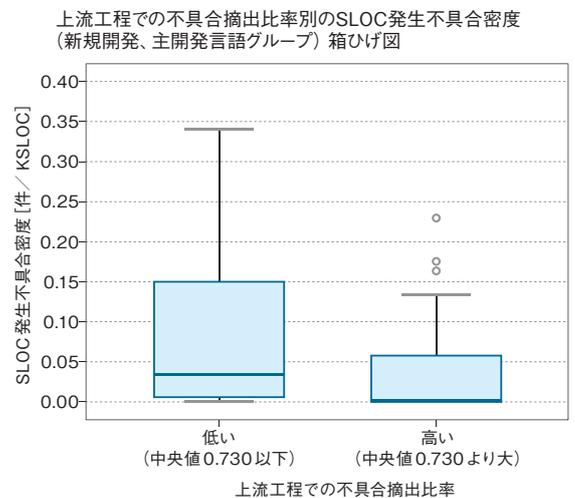


図8 信頼性変動要因分析：上流工程での不具合検出率

ここで、「上流工程での不具合検出率」とは、上流工程(基本設計～製作)でのレビュー指摘件数を、開発工程全体(基本設計～総合テスト(ベンダ確認))でのレビュー指摘件数とテスト工程でのバグ数の合計で割ったものである。つまり、上流工程で、どれだけ不良が検出できているかを示す。

図8で示すように、上流工程での不良検出率の中央値(0.73)で全体を2分すると、検出率が高いグループのほうが、SLOC発生不具合密度が低い(信頼性が高い)ことが判明した。

## 4 業種ごとの分析

データ白書2016-2017では、新たな試みとして、ベンチマークとして使用されることの多い第6章「工数、工期、規模の関係の分析」から第9章「信頼性の分析」までを、データ件数の多い3業種「金融・保険業」「情報通信業」「製造業」のデータに限定して分析した「業種編」を分冊として発行した(図9)。

データ件数は、本編(業種混在)が4,067件であるのに対して、それぞれ、「金融・保険業」(1,151件)、「情報通信業」(649件)、「製造業」(641件)である。

業種編作成の効果として、業種に細分することで、より自部門・

自プロジェクトと近い条件でのベンチマークの参照が可能になることが挙げられる。



金融・保険業編 情報通信業編 製造業編

図9 業種編

## 5 「統計指標に基づく品質マネジメント実践集」

データ白書や個々の企業が持つ内部ベンチマーク情報を活用した「定量的管理による信頼性向上のヒントや具体的な改善事例集、または品質マネジメントのための具体的なベンチマーキング方法の手引き」として、「統計指標に基づく品質マネジメント実践集」(以下「本書」)を作成し、公開した。

本書の特長は、以下の通りである。

- ①統計指標に基づいた品質マネジメントの代表的なシーン(15シーン)に沿って具体的なベンチマーキング方法を解説
- ②IT企業における具体例(13事例)を含む、豊富なベンチマーキングの具体例(32事例)を掲載
- ③プロジェクト・マネジメント/組織改善につなげていく改善を重視した具体的なベンチマーキング方法を掲載

データ白書と併せて本書を用いることで、ベンチマーキングを実施する際の参考となれば幸いである。

## 6 「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』」

「ソフトウェア開発データが語るメッセージ」(以下「メッセージ」)は、ソフトウェア開発の定量的管理の主な目的である「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の改善」に向けて、最新の白書に掲載したデータを分析し、そこから導いたプロジェクトの評価や改善の指針となる考察結果をまとめたものである。

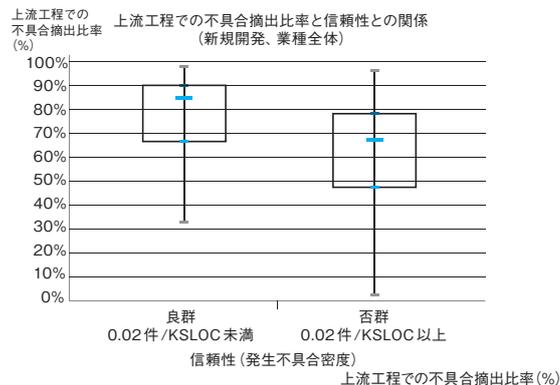
本メッセージでは、データ白書で分析した信頼性変動要因の結果を更に深掘りし、上流工程(本書では、要件定義、基本設計、詳細設計、製作工程)の強化が信頼性向上のために重要であることを初めて「定量的」に示した。

主なポイントは以下の通りである。

- 上流工程(基本設計～製作)での不具合摘出比率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では約85%だったのに対し、低いグループでは約66%

であった(図10)。このことから、以下のメッセージを導き出した。「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」



発生不具合密度	N	最小	P25	中央	P75	最大	上流工程での不具合摘出比率(%)	
							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%

図10 上流工程での不具合摘出比率と信頼性

## 7 おわりに

ソフトウェア定量的プロジェクト管理の一環として、データ白書並びに関連する活動、成果物を紹介した。これらの成果物の効用としては、以下の3点と考える。

- ①統計分析結果を参考値(ベンチマーク)として利用
- ②データ収集、分析方法を参考にする
- ③分析結果(メッセージ)をプロセス改善のために利用

これらの成果物が、ソフトウェアの生産性・信頼性の向上に少しでも貢献できれば幸いである。

知るために測り 変わるために知り 先んずるために変わる  
Capers Jones

※1 SLOC : Source Lines Of Code

### 参考文献

- [1] Capers Jones : ソフトウェア開発の定量的手法 (第3版)、共立出版、1993
- [2] IPA/SEC : 定量的品質予測のススメ、オーム社、2008、<https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn08-004.html>
- [3] IPA/SEC : 続定量的品質予測のススメ、オーム社、2011、<https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn10-004.html>
- [4] IPA/SEC : ソフトウェア開発データ白書2016-2017、IPA/SEC、2016、<https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn12-002.html>
- [5] IPA/SEC : 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」、IPA/SEC、2017、<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20170331.html>
- [6] IPA/SEC : 統計指標に基づく品質マネジメント実践集、IPA/SEC、2016、<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20160701.html>