

SEC 研究員

佐伯 正夫

SEC 研究員

塚元 郁児

SEC 調査役

三縄 俊信

SEC 専門委員

森下 哲成

SEC 研究員

松田 充弘

SEC 調査役

三原 幸博

SEC システムグループリーダー

山下 博之

ソフトウェア開発データの分析に基づくソフトウェアの信頼性・生産性向上を目的に、「ソフトウェア開発データ白書」を発行すると共に、メトリクス分析に関する研究などへの蓄積データの活用拡大などを目指した取り組みを実施した。また、組込みソフトウェア開発データ白書の作成に向けたデータの収集及び試行分析を行った。

1 ソフトウェア開発データ白書の定期的発行

IPA/SEC が蓄積するソフトウェア開発データに、2013、2014 年度にデータ提供企業 23 社から収集した 452 プロジェクト分のデータを追加した計 3,541 プロジェクトのデータを対象に、信頼性や生産性等に関する各種分析を行った「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」を 2014 年 10 月 1 日に発行した^{※1} (図1)。



図1 ソフトウェア開発データ白書 2014-2015

(1) 主な分析結果

「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」から見られた主な傾向は次の通りである：

- 顧客の要求レベルが高い方が、信頼性は高いが、生産性は低い傾向が見られる (図2)。
- プロジェクト体制が以下の各条件を満たす場合、それぞれにおけるソフトウェアの信頼性は高くなる傾向にある。

- ソフトウェアの品質保証に関する専門部署・専門スタッフを設置していること
- ソフトウェアのテスト体制として、要員数やスキルが十分であること

- 定量的な出荷基準が設けられたプロジェクトであること

(2) グラフデータの公開

「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」に掲載されているグラフを利用者側で Excel などを活用し、自由に加工することにより、経営層やユーザへの訴求力のあるプレゼンテーション資料の作成を可能とするため、グラフデータのダウンロードサービスを開始した (2014 年 12 月)^{※2}。

(3) 新たな分析の試行結果

蓄積データを対象に、新たな観点での追加分析を試みた。

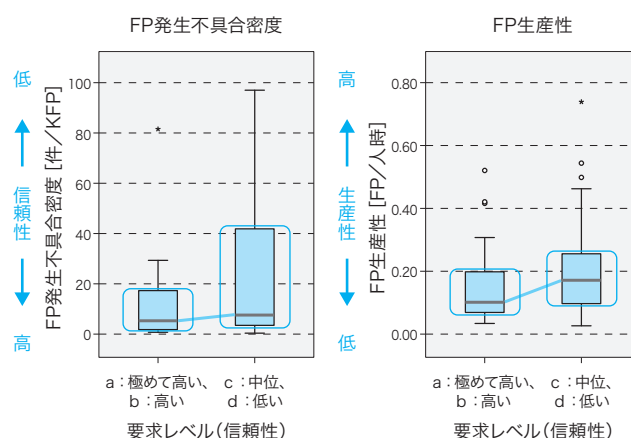


図2 顧客要求レベルと生産性・信頼性との関係

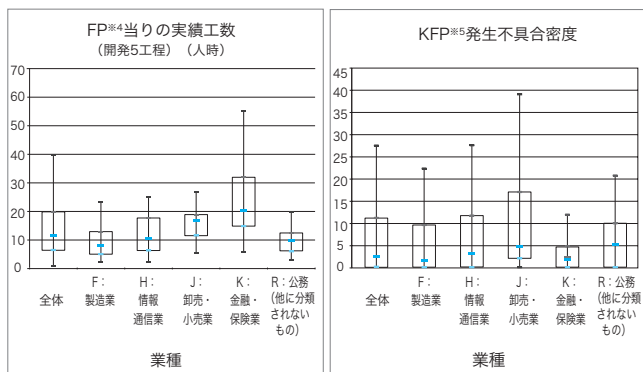
【脚注】

- ※1 <http://www.ipa.go.jp/about/press/20141008.html>
 ※2 <http://www.ipa.go.jp/sec/reports/20141226.html>

追加分析から見た下記の傾向を SEC セミナーで紹介した。

- 金融保険業は、他業種に比べ、信頼性は高いが、生産性は低い傾向。その要因としては、顧客の信頼性要求レベルの高さや各工程での設計書密度、設計書レビュー、テストの密度が高いことなど(注 SLOC 規模^{※3}、改良開発では、同様の傾向は見られない) (図3)。
- 経年変化では、生産性はあまり変化が見られないが、FP 規模で改良開発のケースでは、信頼性は向上している傾向 (図4)。

業種ごとの生産性・信頼性の比較結果から読み取れる傾向：



業種ごとの生産性比較例
(FP規模・新規開発における
FPあたりの実績工数)

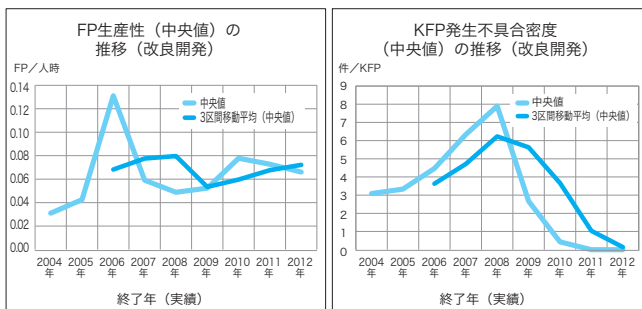
業種ごとの信頼性比較例
(FP規模・新規開発における
発生不具合密度)

(注) 他の条件 (SLOC規模、改良開発) では顕著な傾向が見られない結果もある。

図3 生産性・信頼性の業種間比較

生産性・信頼性の経年変化分析結果から読み取れる傾向：

- 生産性は、ここ6,7年間あまり変化がない
- 信頼性は、ここ5年間向上している



生産性の経年変化例
(FP規模・改良開発における
生産性の推移)

信頼性の経年変化例
(FP規模・改良開発における
発生不具合密度の推移)

(注) 他の条件 (SLOC規模、新規開発) では異なる傾向がみられる
/ 顕著な傾向が見られない結果もある。

図4 生産性・信頼性の経年変化

2 定量的管理の推進

信頼性向上のための定量データ分析 (メトリクス分析) に関する方策の検討を目的とした高信頼性定量化部会 (委員 16 名) と具体的検討作業を目的とした信頼性メトリクス WG (委員 10 名) 及び IT サービス定量データ分析 WG (委

員 13 名) の活動を行った (図5)。両 WG の活動を通じて、新しい有用なメトリクス分析手法や事例を提供すると共に、メトリクス分析によって得られた信頼性向上のための新たな知見の発信を行った。

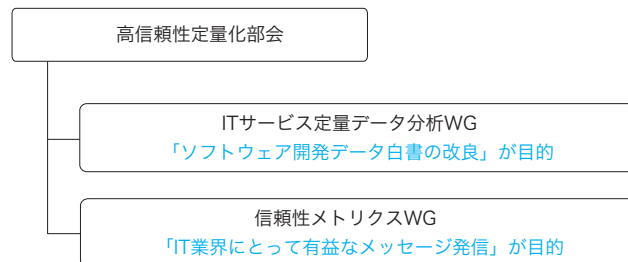


図5 高信頼性定量化部会の構成

2.1 ソフトウェア開発データ白書の改良案の検討

ソフトウェア開発データ白書の改良を目的とし、IT サービス定量データ分析 WG にて、次の内容を検討し、「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」の目次案を作成した。

- ◇ 分かりやすさ・読みやすさの向上
- ◇ データ及び白書の信頼性向上 (収集停止項目の検討)
- ◇ 分析項目の追加/改良

2015 年度は、この案を参考にして「ソフトウェア開発データ白書 2016-2017」の原稿作成に取り組む予定である。

2.2 新しいメトリクス分析手法の検討

新しいメトリクス分析手法及び事例を提供すると共に、信頼性向上のための知見を発信することを目的とし、信頼性メトリクス WG にて、従来経験的に知られていた次の二つの命題を、「横断的分析アプローチ」という新たな分析手法を用いてデータで実証するための分析を行い、その結果を報告書として公開した^{※6}。

命題1：信頼性に影響する開発プロセス要因についての分析

「開発の早い段階から品質をコントロールすれば信頼性が良くなる」

命題2：システムリスクと開発工数の関係分析

「高度な IT システム (システムリスクの高いソフトウェア) の開発には、それ相応の品質保証 (レビュー、テストなど) の工数が必要である」

【脚注】

- ※3 SLOC 規模は、新規にまたは改造してコーディングした行数 (Source Lines of Code)。派生や改良開発の場合で母体を含む全体のプログラム行数を SLOC 規模 (母体含む) としている。
- ※4 FP (ファンクションポイント) とは、機能の数を基にソフトウェアの規模を算出したもの。
- ※5 KFP とは、1,000FP を表す。
- ※6 http://www.ipa.go.jp/sec/reports/20150416_1.html

本分析により、これらの命題を支持する次のような結果を得た。

- ・命題1に対しては、稼働時の信頼性が良いという結果をもたらすプロジェクトの方がおおむね、上流での不具合抽出比率（設計レビューでの不具合抽出数÷（設計レビューでの不具合抽出数+テストでの不具合抽出数））が高い傾向と、下流での（テスト時の）不具合抽出密度（不具合抽出数÷開発規模）が低い傾向を確認できた（図6）。
- ・命題2に対しては、システムリスクが高いプロジェクトの方が、規模当りのテスト工数（及び部分的に規模当りの総開発工数）が大きくなる傾向を確認できた。

品質に関する分析結果サマリ(改良開発)

★良群、否群の歪度の絶対値がどちらも2未満の場合には実数の検定結果を採用し、それ以外の場合には対数の検定結果を採用する。

◇良群の方が指標値が大きい ↑ P<0.1 ↗ P<0.2 → P<0.5 ← P>=0.5
◇良群の方が指標値が小さい ↓ P<0.1 ↘ P<0.2 ↖ P<0.5 ← P>=0.5

| | | |
|--------|-----------------------------|--------|
| P<0.1: | Welch t検定のP値が10%以下 | 10%有意 |
| P<0.2: | Welch t検定のP値が10%より大きくて20%以下 | 20%有意 |
| P<0.5: | Welch t検定のP値が20%より大きくて50%以下 | 有意ではない |
| - | : Welch t検定のP値が50%以上 | 有意ではない |

| ドメイン等 | 開発規模 | ①(上流)レビュー指摘数/規模 | ②(上流)レビュー工数/規模 | ③(上流)工程での欠陥抽出比率 | ④(下流)不具合抽出数/規模 | ⑤(下流)テスト項目数/規模 | ⑥(下流)不具合抽出数/テスト項目数 | ⑦(下流)テスト工数/規模 | ⑧(総欠陥数/規模) |
|-----------------------|------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|---------------|------------|
| A社 改良開発 | 傾向 | ↓ | → | ↑ | ↓ | → | ↓ | → | → |
| | 良群件数 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | 否群件数 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| B社 改良開発 (外れ値除外) | 傾向 | ↓ | ↗ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | → |
| | 良群件数 | 221 | 224 | 198 | 233 | 229 | 222 | 225 | 217 |
| | 否群件数 | 67 | 66 | 42 | 71 | 73 | 66 | 68 | 68 |
| B社 改良開発 (異常値除外) | 傾向 | ↘ | ↗ | ↑ | → | ↑ | ↘ | ↑ | ↗ |
| | 良群件数 | 241 | 240 | 219 | 233 | 240 | 239 | 241 | 238 |
| | 否群件数 | 69 | 73 | 45 | 71 | 73 | 72 | 72 | 73 |
| C社 改良開発 | 傾向 | ↓ | → | ↗ | ↓ | ↓ | ↓ | ↗ | ↓ |
| | 良群件数 | 320 | 320 | 40 | 320 | 320 | 309 | 69 | 320 |
| | 否群件数 | 58 | 58 | 3 | 58 | 58 | 57 | 4 | 58 |

図6 横断的分析結果例

また、これにより「横断的分析アプローチ」が命題の実証に有効であることも確認できた。

2.3 定量的管理の普及促進

データ白書や定量的管理に関する下記の普及促進活動を実施した。

- ・ISBSG主催のIT Confidence 2014 Conferenceにて、IPAが実施している定量的データ活用内容を発表。
- ・ET2014にて、「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」の普及活動の一環として、デモ展示、セミナーを実施。

- ・JFPUGとIPAの共催による「ファンクションポイント法及びソフトウェア開発定量データの基礎と実践的活用」セミナーを2014年度内に2回開催。
- ・「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」の概要及び追加分析について紹介するために、SECセミナー「ソフトウェア開発データ白書 2014-2015」のデータ分析結果解説～組織における定量的管理のすすめ～を開催。
- ・オープンソースとして公開中の定量的プロジェクト管理ツール(EPM-X)に関するセミナーについて、PPMAとの共催セミナーを2014年度内に東京で計6回実施。

3 蓄積ソフトウェア開発データの活用促進

3.1 メトリクス分析に関する研究への活用

蓄積されているソフトウェア開発データをより一層活用し、ソフトウェアの信頼性・生産性向上につながる新たな分析手法の発見などを目指し、所定の守秘義務の下で蓄積データを東海大学、法政大学及び同志社大学に貸与し、各大学の研究に貢献した。

3.2 データ提供企業間での独自分析目的のデータ活用

ソフトウェア開発データ白書のデータ提供企業間に対してデータ活用ニーズの調査を行ったところ、ニーズがあるという結果が得られた。この結果を受け、データ活用の実現に向け運用の規約及び手順案を作成し、調整を開始した。

4 組込みソフトウェア開発データ白書

2013年に開始した「組込みソフトウェア開発データ白書」の発行に向けた活動は、2年目にして総計174件の組込みソフトウェア開発プロジェクトデータを収集することができた。これは、文字通り組込み分野を対象にしたものである。

2013年度は、6社から65件のプロジェクトデータを提供していただいたが、もっと多くのデータを集めるためには、SECの取り組みが本気であることを広く産業界に知って貰い協力していただける企業を増やしていく必要があった。そのための広報活動として2014年7月、組込み総合技術展関西2014(ETWest2014)にてプレス向けの発表を行った。その結果、プレス効果もあってか新たに組込み関連企業4社がデータ提供企業に加わり、総計174件の貴重なプロジェクトデータを集めることができた。

その後、これらのデータについての分析を試行した。その分析結果はデータ提供企業で構成される製品・制御システム定量データ収集・分析WGで共有しているが、生産性

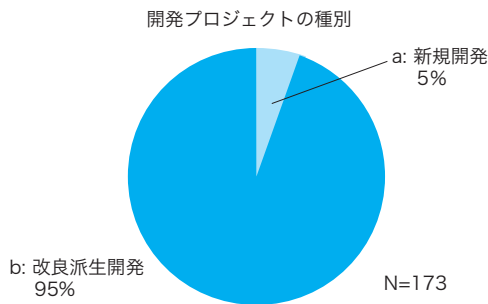
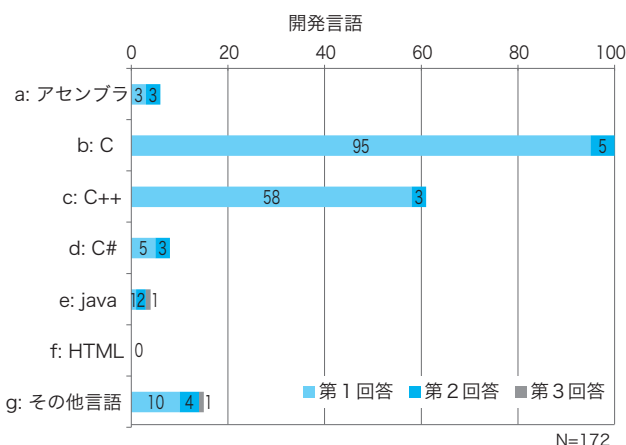


図7 開発プロジェクトの種別



注) 第2回答、第3回答は複数言語を使っている場合の回答

図8 開発言語の種別

や信頼性の定量的な指標となり得るものや、定性的な傾向が見える結果も出ている。2015年秋の「組込みソフトウェア開発データ白書」の公開に向けては、その中から価値のある分析結果を選定する予定である。以降では、現時点での分析結果を幾つか紹介する。

(1) 新規開発案件

まず、新規開発がどれだけ行われているかの結果を見ると、収集データの範囲では、図7に示す通り全開発案件の5%に過ぎないことが分かった。

この結果から、「組込みソフトウェア開発データ白書」の活用対象は、新規開発プロジェクトではなく、既存ソフトウェアの改良、または既存ソフトウェアを資産とする類似ソフトウェアの開発にかかわるプロジェクトマネージャや品質保証関連部門をメインターゲットとした。

したがって、白書では、改良開発や派生開発プロジェクトのデータを分析した、価値ある結果を公開したい。

(2) 開発言語

組込みソフトウェア開発のための言語は、圧倒的にC言語が使われているとの想定の下、収集したデータを調べてみた(図8)。

その結果、172件のプロジェクトのうち100件がC言語を使っており、C++言語の使用も60件あった。C言語、C++言語のそれぞれの用途については、古い装置やシステムの改良開発では、もともとC言語で作られているものが多く、比較的最近の装置やシステムはC++言語で作られているようである。今回の収集データからは、C++言語の多くはC言語の代用として使っており、必ずしもオブジェクト指向開発を実現する目的ではないようである。

(3) SLOC 規模

データ白書の利用者にとっては、自組織のプロジェクトと同じような規模、特性のプロジェクトデータが集まっていることが望ましい。ここでは、収集データのSLOC規模のP25値、中央値、P75値を紹介する。

表1 SLOC 規模 [単位: KSLOC]

| | N | P25 | 中央値 | P75 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| SLOC 規模 | 173 | 2.4 | 6.1 | 24 |
| SLOC 規模 (母体含む) | 173 | 61 | 249 | 511 |

2015年秋公開予定の「組込みソフトウェア開発データ白書」に収められるプロジェクトデータの規模、言語、新規/改良派生開発のプロフィールを一部紹介した。読者がかかわる組込みシステム開発プロジェクトがこのプロフィールに近いものであれば、少しはお役に立てるものが提供できることを願って今後の活動を進めていく予定である。

5 ベンチマーキング標準化

ISO/IEC JTC1/SC7にて進められているITプロジェクトベンチマーキングの国際標準化にIPA成果に基づく規格案を提案してきており、2014年度には以下の進展があった:

- ISO/IEC 29155-3 (ベンチマーキング—報告様式) が発行手続に移管。
- ISO/IEC 29155-4 (ベンチマーキング—データの収集と管理) については、第一回 CD 投票^{*7}時のコメントを日本の主張を踏まえつつ反映し、第二回 CD 投票に付議。

【脚注】

*7 CD (Committee Draft): 委員会原案