

プロジェクトデータから見える 組込み開発現場の実態

～「組込みソフトウェア開発データ白書2017」及び
最近の分析結果紹介～

2018年9月28日

独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA)
社会基盤センター 調査役
久野 倫義



1. 「組み込みソフトウェア開発データ白書」とは？
2. 収集データのプロフィールと分析
3. 組み込み製品の特性ごとの生産性・信頼性指標
4. プロジェクトの成功とデータの関係は？
5. エンタプライズ系ソフトウェア開発との比較

1. 「組込みソフトウェア開発データ白書」とは

● 定量管理データの活用を広めること

IoT時代の組込みシステムは、高機能化・高信頼化が今以上に求められ、ソフトウェアの規模が更に増大する。中規模以上になると、個人依存型のソフトウェア開発から組織的な開発形態に移行させてゆく必要がある。組織的な開発には、定量的に管理したデータの活用が不可欠となる。

既に定量管理データ活用を進めている先進企業から提供されたプロジェクト管理データを「組込みデータ白書」の形で公開することで、定量管理データ活用への関心が薄かった組織に対しても興味を持ってもらう。

● 開発を支援する標準的な指標値の提供

生産性指標や信頼性指標を、製品特性やプロジェクト特性別に分析し、組込みソフトウェア業界の開発効率化・改善を支援する。

1. 「組み込みソフトウェア開発データ白書2017」とは？

2015年11月18日

「組み込みソフトウェア開発データ白書2015」発行

データ件数
174件

2017年11月15日

「組み込みソフトウェア開発データ白書2017」発行

データ件数
416件

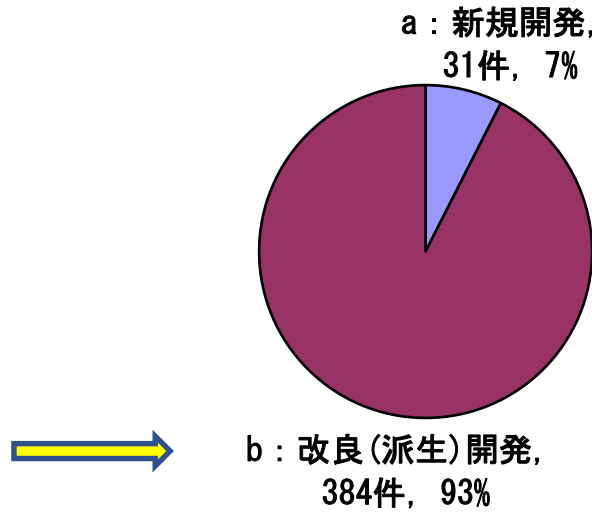
◆2017年版の特徴

組み込み製品の特性により生産性・信頼性の違いが見えるようになって来た。

- ①リアルタイム性の違い
- ②自然環境からの影響有無
-等

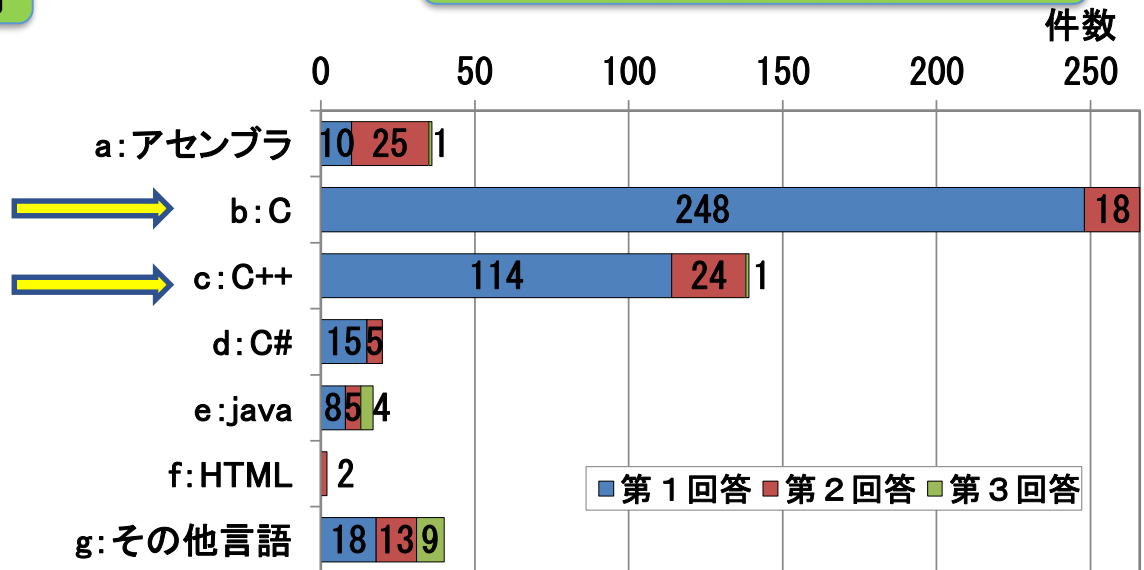
2. 収集データのプロフィールと分析

開発プロジェクトの種別



N = 415 (未回答: 1件)

開発言語



N = 413 (未回答: 3件)

2017年度版も、主に
 プロジェクト種別：改良（派生）開発、
 言語：C及びC++のプロジェクトデータ
 を対象に分析

2. 収集データのプロフィールと分析

収集データのSLOC規模

[単位:KSLOC]

	N	P25	中央値	P75
SLOC規模	415	2.05	6.22	26.05
SLOC規模 (母体含む)	414	28.3	132.2	390.1

収集データの実績工数

[単位:人時]

	N	P25	中央値	P75
実績工数	392	828	2098	6042

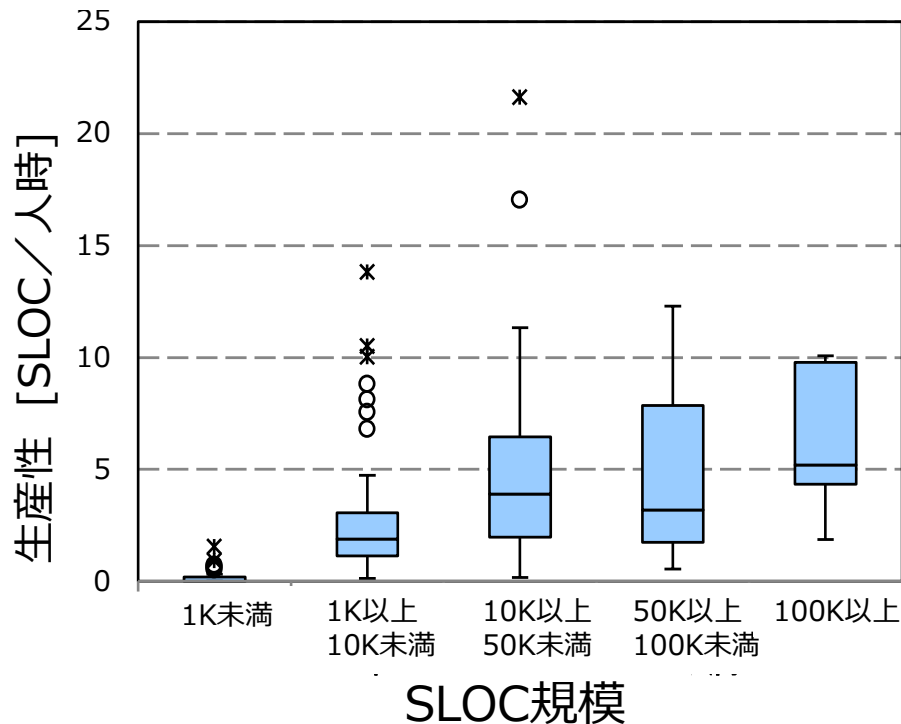
2. 収集データのプロフィールと分析

SLOC規模別の生産性

・生産性は規模が大きくなると高くなる傾向がある。

規模による生産性を評価したほうが良い

開発5工程 言語C/C++ (改良・派生開発)



SLOC規模	N	P25	中央	P75
全体	130	0.54	1.86	4.35
1K未満	31	0.01	0.01	0.20
1K以上10K未満	48	1.13	1.90	3.06
10K以上50K未満	34	1.97	3.91	6.46
50K以上100K未満	10	1.75	3.18	7.86
100K以上	7	4.34	5.19	9.79

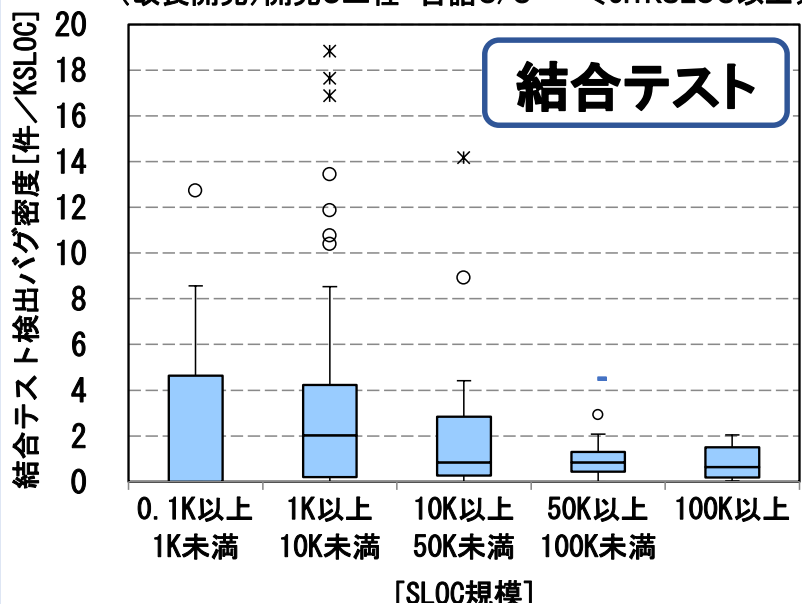
2. 収集データのプロフィールと分析

SLOC規模別のテスト検出バグ密度

・検出バグ密度は、ばらつきが多いが、中央値は目安として利用可能。

SLOC規模別結合テスト検出バグ密度

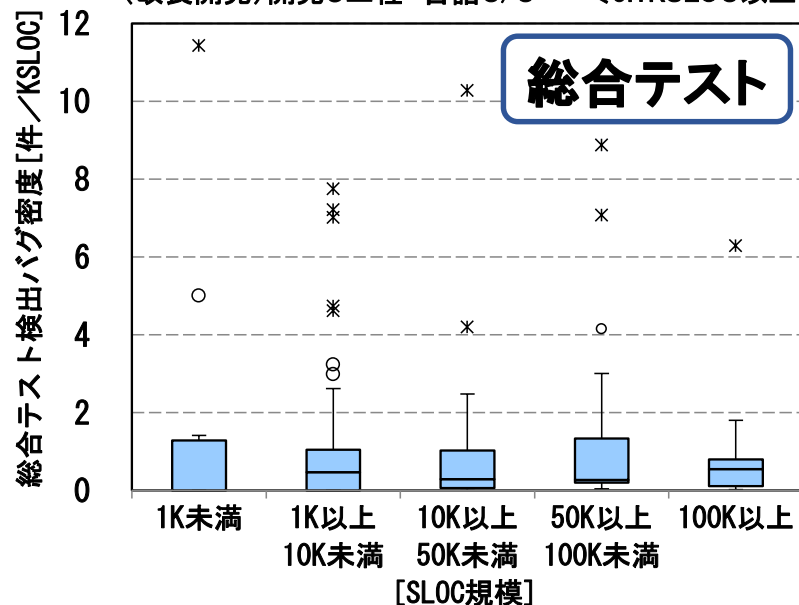
(改良開発)開発5工程 言語C/C++ <0.1KSLOC以上>



SLOC規模	N	P25	中央	P75
全体	168	0.140	1.120	3.100
0.1K以上1K未満	19	0.000	0.000	4.643
1K以上10K未満	73	0.193	2.020	4.237
10K以上50K未満	50	0.267	0.837	2.838
50K以上100K未満	16	0.438	0.841	1.308
100K以上	10	0.182	0.643	1.497

SLOC規模別総合テスト検出バグ密度

(改良開発)開発5工程 言語C/C++ <0.1KSLOC以上>



SLOC規模	N	P25	中央	P75
全体	147	0.027	0.331	1.072
1K未満	15	0.000	0.000	1.279
1K以上10K未満	59	0.000	0.465	1.047
10K以上50K未満	47	0.054	0.290	1.027
50K以上100K未満	17	0.199	0.262	1.331
100K以上	9	0.103	0.542	0.799

3. 組込み製品の特性ごとの生産性・信頼性指標

・組込み製品や制御システムの特性によって、生産性や信頼性の指標は違うはず

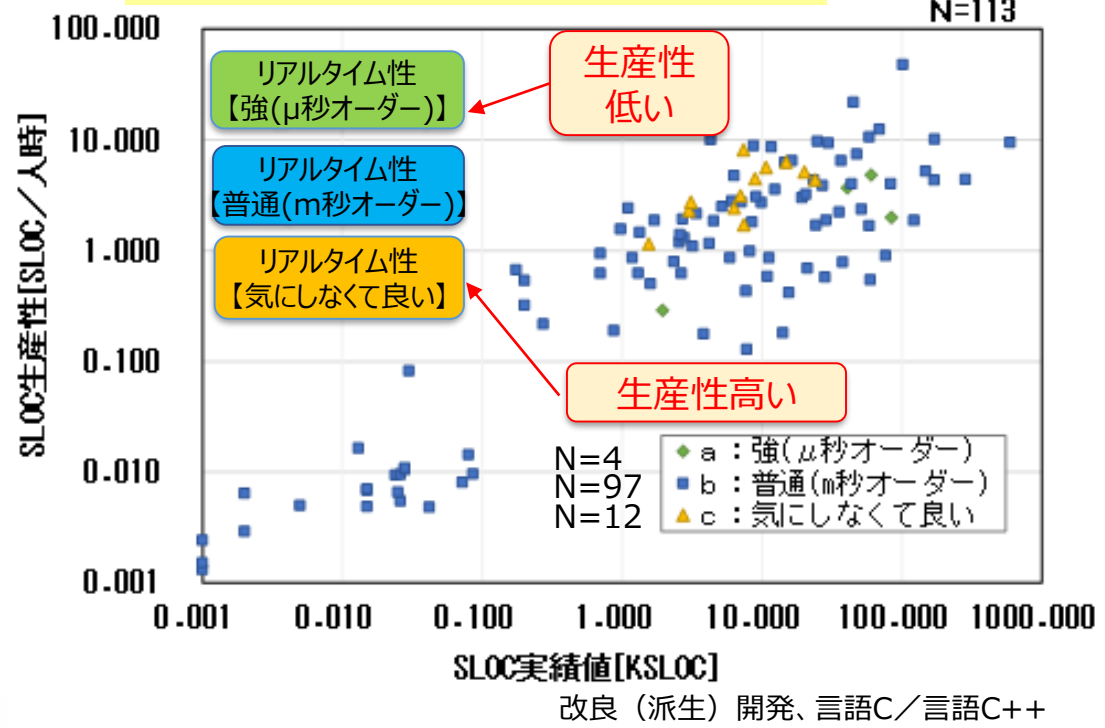
⇒対象製品の特性を分析すれば指標の傾向が分かるようにしたい

- ① リアルタイム性(時間制約)
- ② 自然環境からの影響度合い
- ③ ユーザの多様性
- ④ 法規等による規制度合い
- ⑤ M2Mの有無
- ⑥ ネットワーク接続の有無
- ⑦ 稼動(非停止、オンデマンド)
- ⑧ オンライン保守の可否
- ⑨ 障害リスク(TYPE)

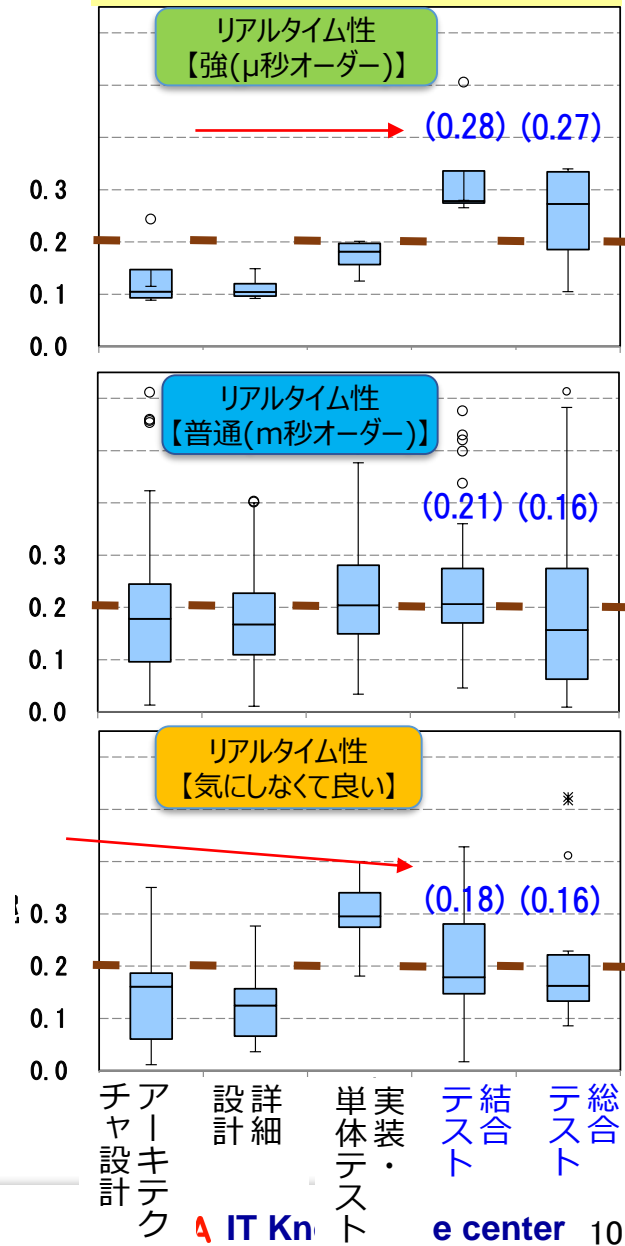
3. 組込み製品の特性ごとの生産性・信頼性指標 「リアルタイム性(時間制約)」の違い

- ・生産性に差異がある (①)
- ・テスト工程にかかる工数に差異がある (②)
リアルタイム性強いものは55%がテスト
それ以外のは34~37%

① SLOC規模と生産性



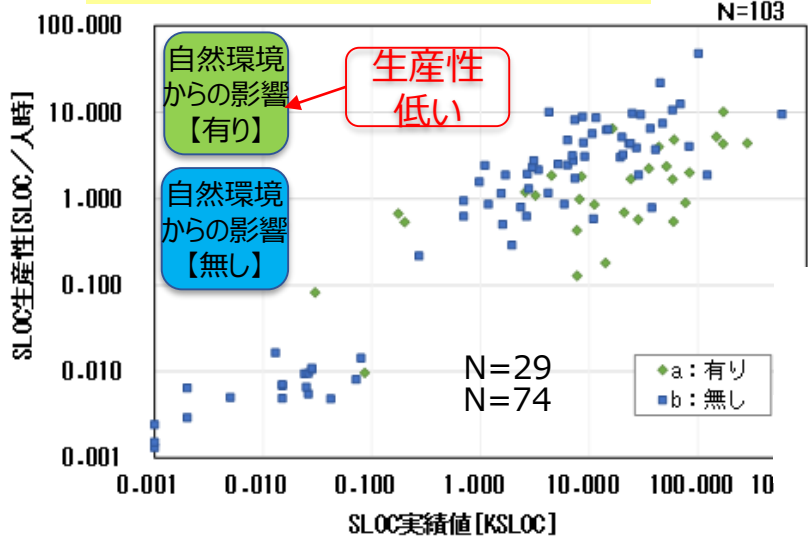
② 工数実績の工程比率



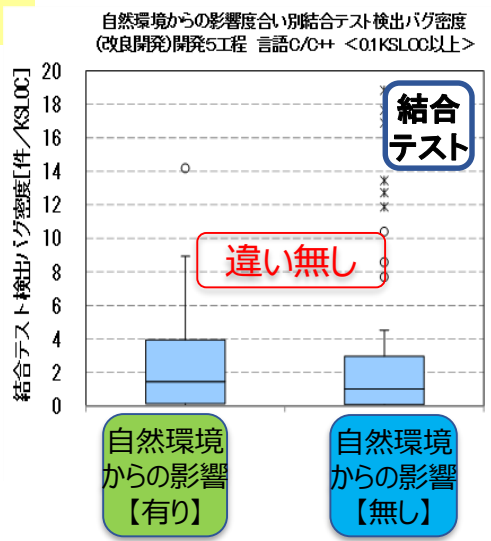
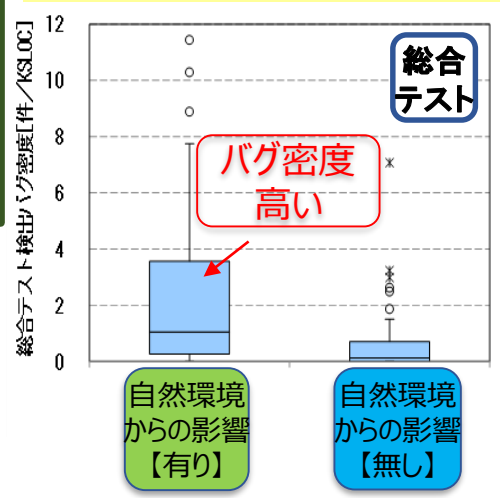
3. 組み込み製品の特性ごとの生産性・信頼性指標 「自然環境からの影響の有無」の違い

- ・生産性に差異がある (①)
- ・総合テストのバグ密度に差異、結合テスト段階では差異なし (②)
- ・総合テスト工数比率に差異 (③)。

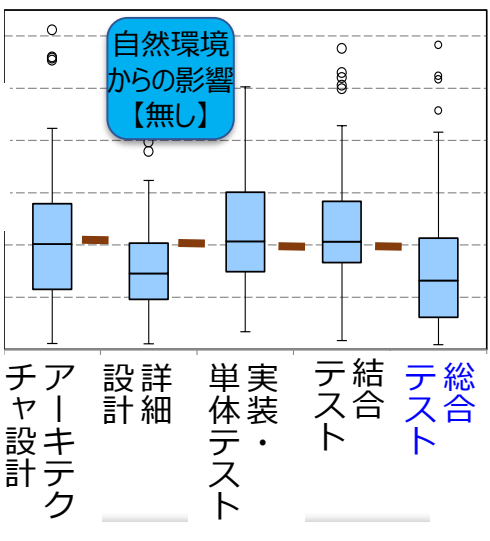
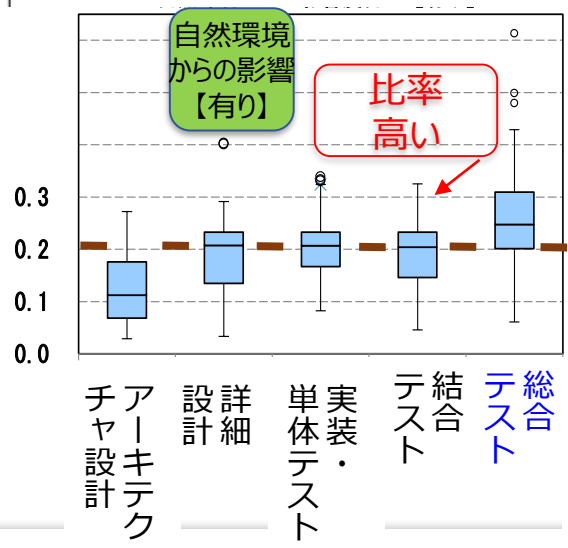
① SLOC規模と生産性



② テスト検出バグ密度



③ 工数実績の工程比率



4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

プロジェクト成功を評価

※選択肢 a, b, c, d の内容

【1-18 実績の評価（コスト）】

- a : 計画より10%以上少ないコストで達成
- b : 計画通り（±10%未満）
- c : 計画の30%以内の超過
- d : 計画の50%以内の超過
- e : 計画の50%を超える超過

【1-19 実績の評価（品質）】

出荷後不具合数が

- a : 0
- b : 計画値以下（1～）
- c : 計画値以上

【1-20 実績の評価（工期）】

- a : 納期より前倒し
- b : 納期通り
- c : 納期を1ヵ月未満遅延
- d : 納期を6ヵ月未満遅延
- e : 納期を6ヵ月以上遅延

当日配布、投影資料から一部抜粋

4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

QCDすべてが成功しているプロジェクトは、全体の60%
⇒ 成功の要因は何か？

当日配布、投影資料から一部抜粋

4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

プロジェクトの成功率(QCD全てが成功)と開発規模の関係

- QCDすべてが成功しているプロジェクトは、比較的SLOC規模が小さい。
- 反対にQCDすべてが失敗するプロジェクトはSLOC規模が大きい。

当日配布、投影資料から一部抜粋

4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

プロジェクト成功／失敗(品質)の要因(その1:SL0C規模あたりのレビュー指摘件数)

- 成功プロジェクトでは、レビュー指摘件数が2倍以上大きい
- アーキテクチャ設計のレビュー指摘件数では、10倍以上の違いがある

改良(派生)開発、開発5工程、開発言語C/C++、0.1KSLOC以上

当日配布、投影資料から一部抜粋

4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

プロジェクト成功／失敗(品質)の要因(その2:SL0C規模あたりのレビュー工数)

- 失敗プロジェクトでは、レビュー工数が小さい
- アーキテクチャ設計のレビュー工数では、その違いが顕著に見えている

当日配布、投影資料から一部抜粋

4. プロジェクトの成功とデータの関係は？

プロジェクト成功／失敗(品質)の要因(その3:工程別の工数配分)

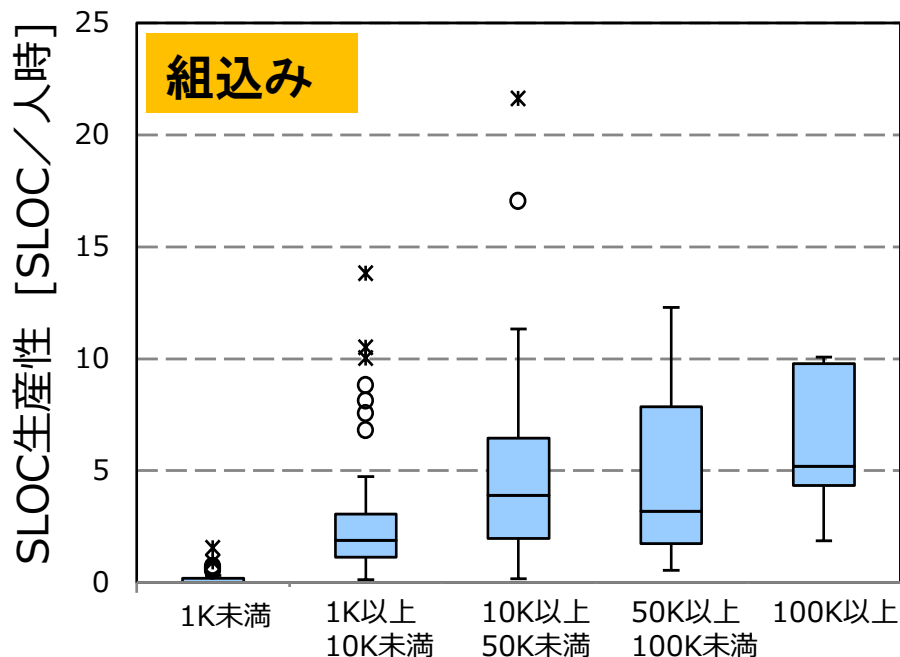
- 失敗プロジェクトでは、実装・単体テストに工数比率が高い

当日配布、投影資料から一部抜粋

5. エンタプライズ系ソフトウェア開発との比較 SLOC規模別の生産性(組込み vs エンタプライズ)

SLOC生産性の傾向は同じ (規模が大きくなるとSLOC生産性は高くなる)

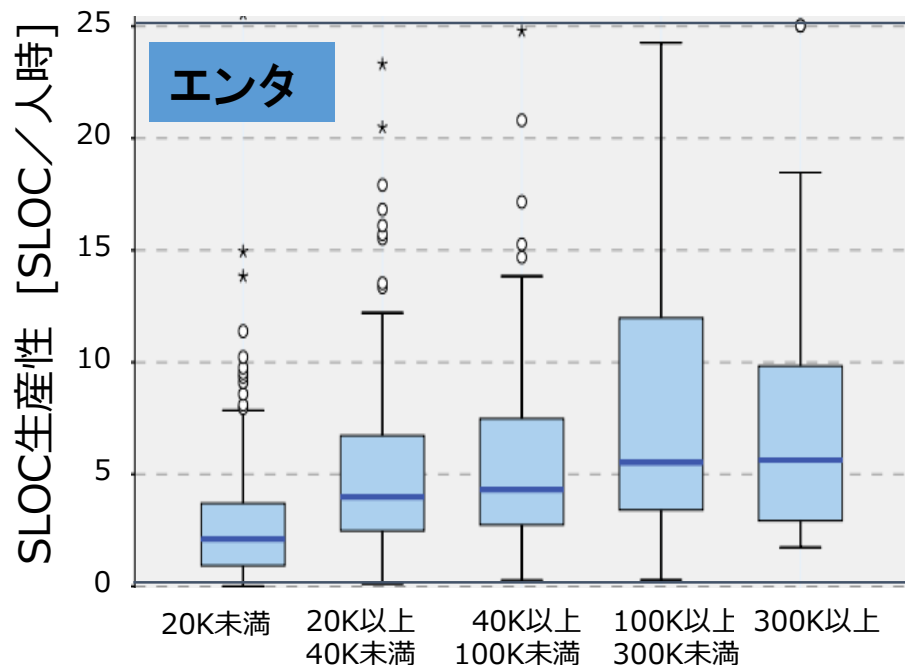
開発5工程 言語C/C++ (改良・派生開発)



SLOC規模

SLOC規模	N	P25	中央	P75
全体	130	0.54	1.86	4.35
1K未満	31	0.01	0.01	0.20
1K以上10K未満	48	1.13	1.90	3.06
10K以上50K未満	34	1.97	3.91	6.46
50K以上100K未満	10	1.75	3.18	7.86
100K以上	7	4.34	5.19	9.79

開発5工程(改良開発、主開発言語グループ)



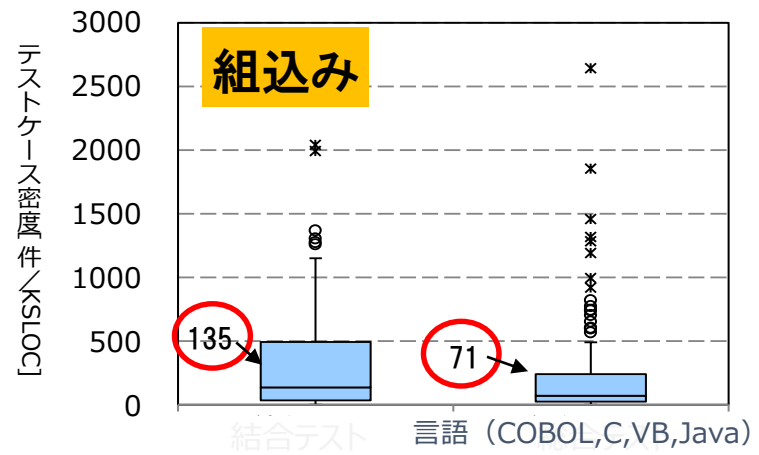
SLOC規模

SLOC規模	単位	N	最小	P25	中央	P75
全体	SLOC/ 人時	651	0.0	1.8	3.3	6.2
20KSLOC未満		272	0.0	0.9	2.1	3.7
20KSLOC以上40KSLOC未満		131	0.1	2.5	4.0	6.7
40KSLOC以上100KSLOC未満		111	0.3	2.7	4.3	7.5
100KSLOC以上300KSLOC未満		93	0.3	3.4	5.5	12.0
300KSLOC以上		44	1.7	2.9	5.6	9.7

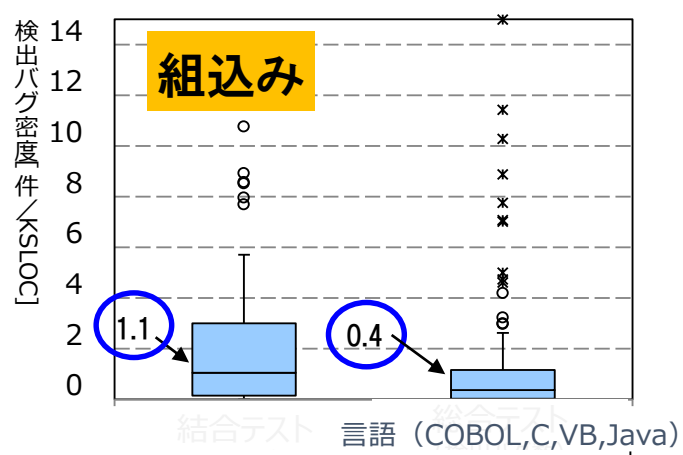
5. エンタプライズ系ソフトウェア開発との比較 テストケースとバグ密度(組込み vs エンタプライズ)

・テストケース密度は、結合テストで2倍強、総合テストで4倍強の差異がある
⇒組込みは、結合テスト・総合テストで品質確認している？

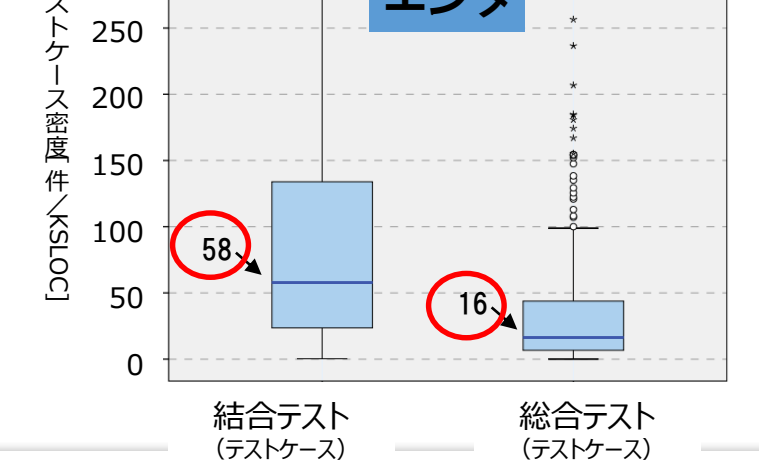
テストケース密度 言語 (C/C++)



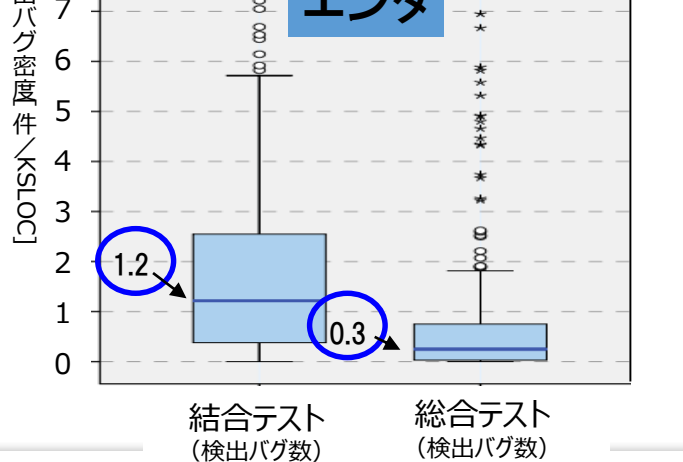
検出バグ密度 言語 (C/C++)



テストケース密度 言語 (COBOL, C, VB, Java)

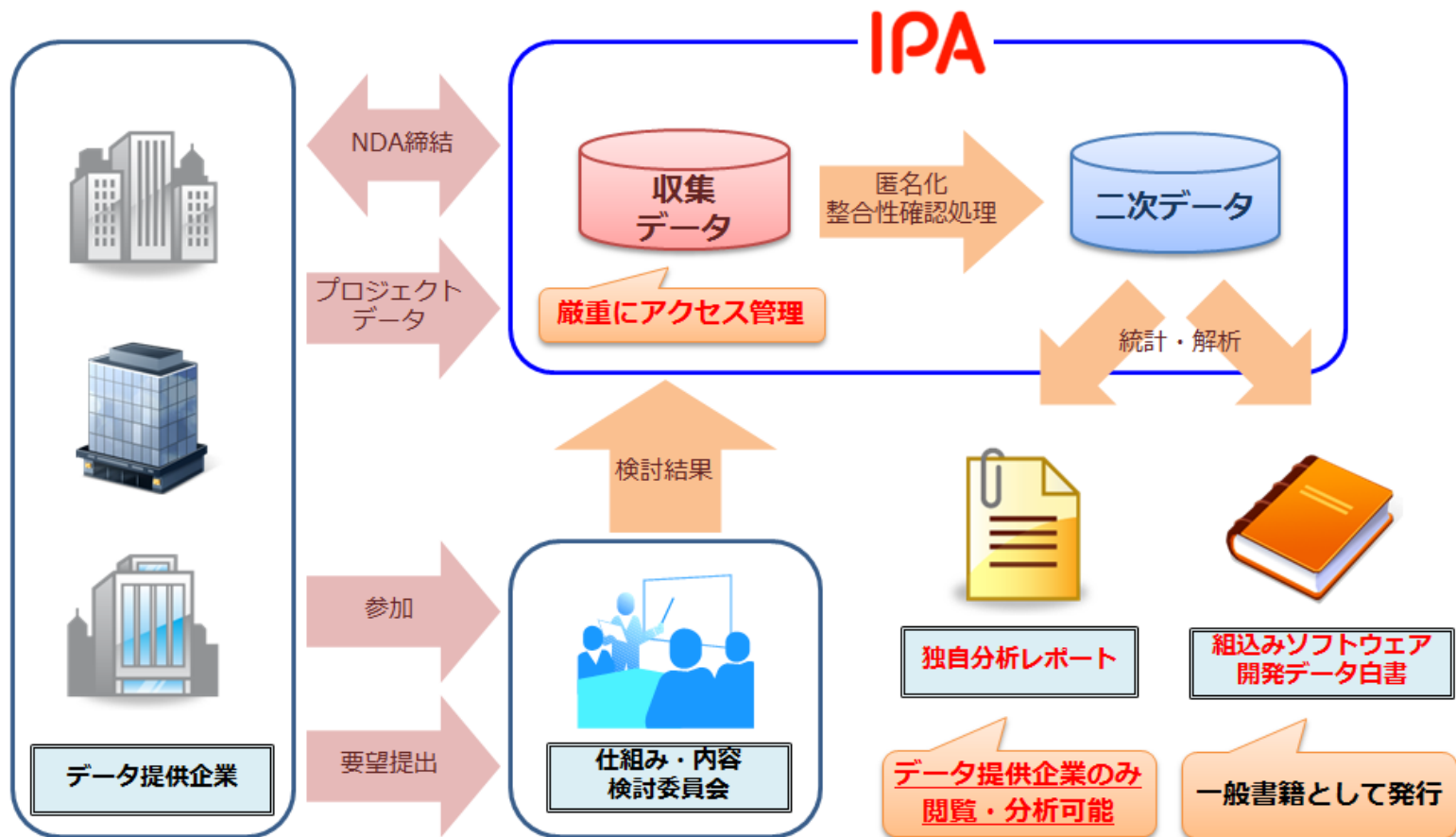


検出バグ密度 言語 (COBOL, C, VB, Java)



◆データ提供企業募集◆

- 秘密保持契約締結
 - 厳重なデータの管理実施
- 委員会（データ提供企業で構成）にて一緒に分析
 - 参加企業名と委員名は非公開
 - 委員会内部向け「データ白書」毎年発行
 - 委員会は年3回程度



ご清聴ありがとうございました