

2018.7.5 16:00～16:20

2018.7.6 11:00～11:20

「組み込みソフトウェア開発データ白書2017」で見たこと

～組み込み製品の特性で変わる
生産性・信頼性の指標～

IPA 社会基盤センター
研究員 松田 充弘



本日の内容

- 「組み込みソフトウェア開発データ白書」編纂の目的
- 「組み込みソフトウェア開発データ白書2017」の特徴
- 収集データのプロファイル
- 組み込みソフトウェア開発の生産性
- 組み込みソフトウェア開発の信頼性
- 組み込み製品の種類ごとの生産性・信頼性指標
- エンタプライズ系ソフトウェア開発との比較

「組込みソフトウェア開発データ白書」編纂の目的

● 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

分析対象のプロジェクト管理データをもっと多く収集し、現在の生産性指標や信頼性指標を、システムの特性格別に分けて公開し、組込みソフトウェア業界の開発効率化・改善を支援する。

「組み込みソフトウェア開発データ白書2017」の特徴

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

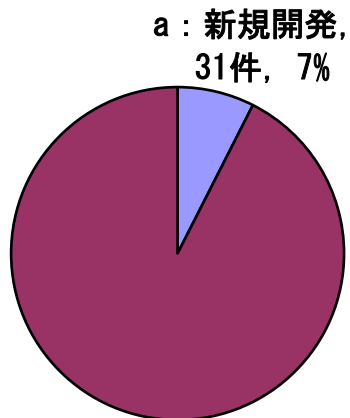
◆2017年版の特徴

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

(1) 収集データのプロフィール

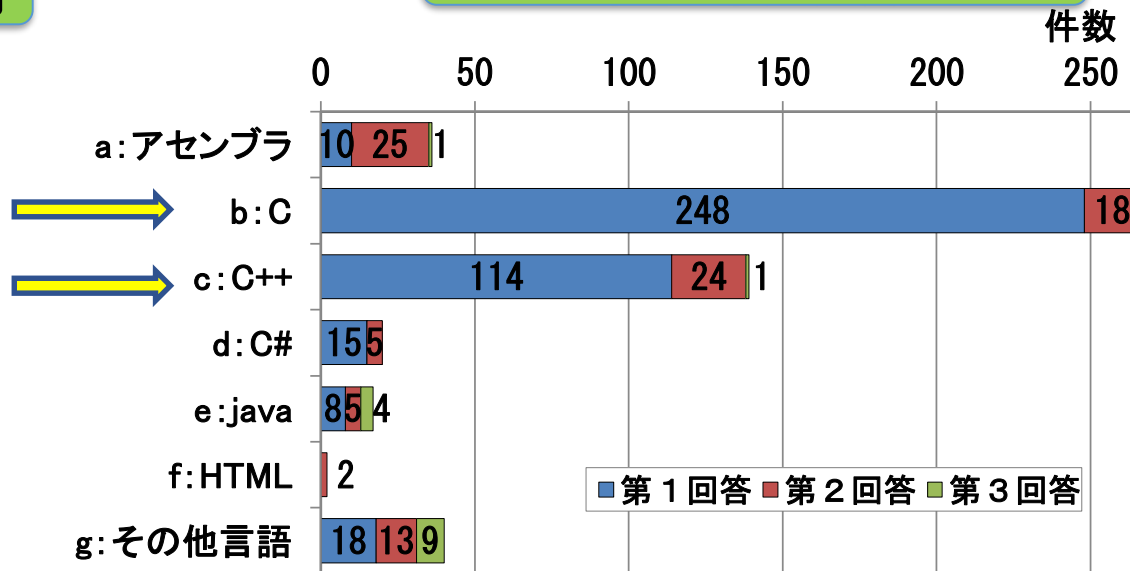
開発プロジェクトの種別



b: 改良(派生)開発,
384件, 93%

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

(1) 収集データのプロフィール

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

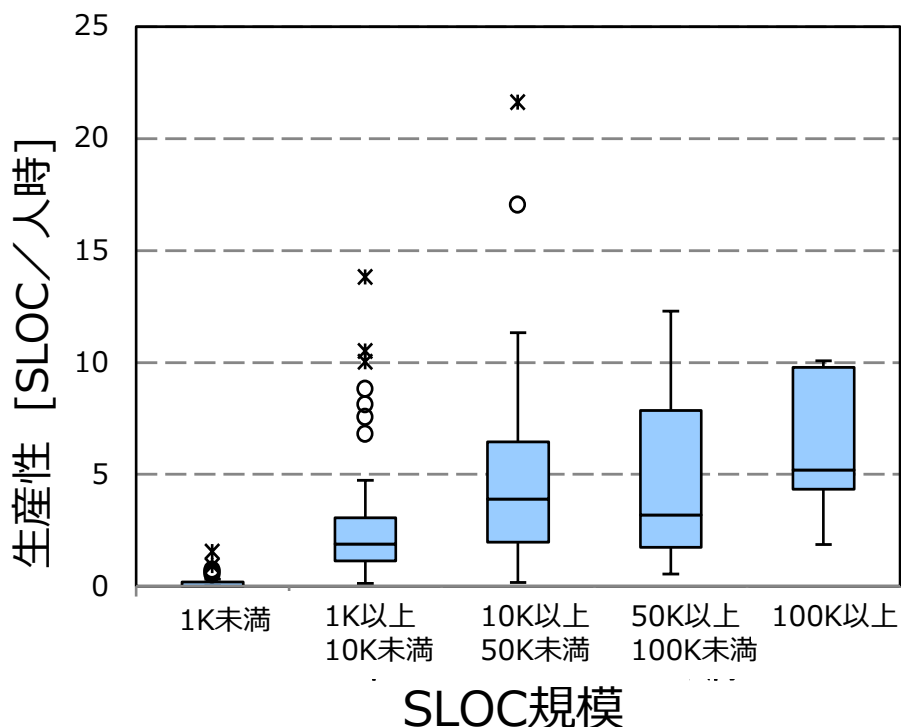
収集データの実績工数

[単位:人時]

	N	P25	中央値	P75
実績工数	392	828	2098	6042

SLOC規模別の生産性

開発5工程 言語C/C++ (改良・派生開発)



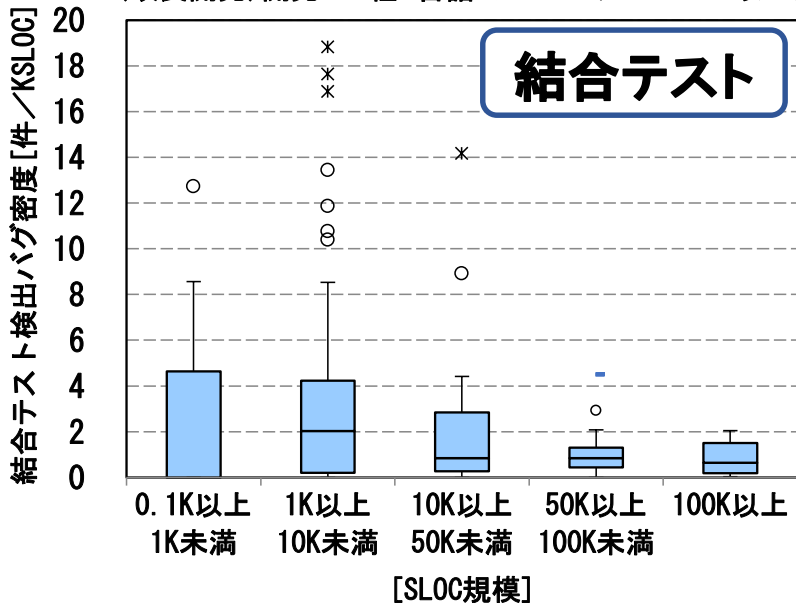
・生産性は規模に大きくなると高くなる傾向が見えている。
・規模の小さいものは管理工数の比率が高くなるため、生産性が上がらないと考えられる。

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

SLOC規模別のテスト検出バグ密度

SLOC規模別結合テスト検出バグ密度

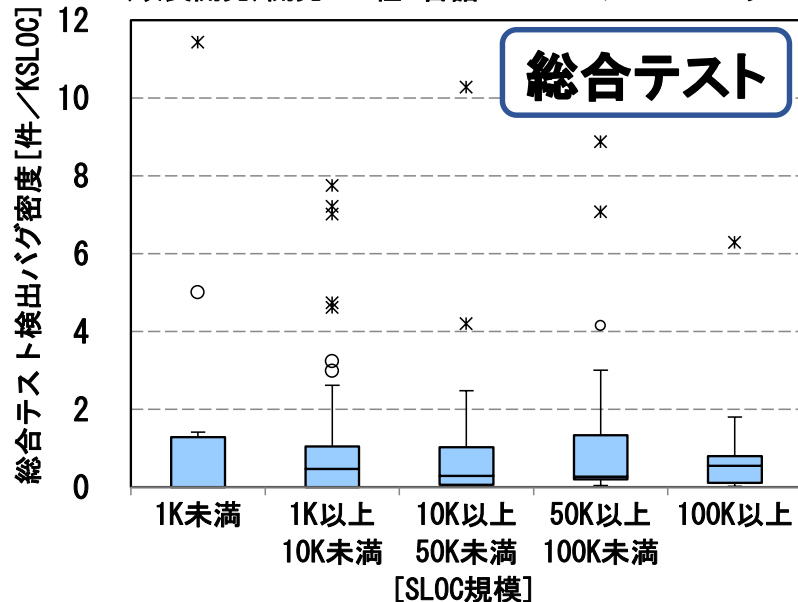
(改良開発)開発5工程 言語C/C++ <0.1KSLOC以上>



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

結合テストのバグ密度は、規模が小さいとバラつきが大きい傾向があり指標として扱いづらい。
 総合テストのバグ密度は、規模との関係が見られない。テスト目的がバグ無を確認するための標本が多いと考えられる。外れ値の標本は結合テスト同様にデバッグ目的と考えられる。

製品ドメイン別の分類

⇒ 多種多様のため分析ドメインを網羅できない

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

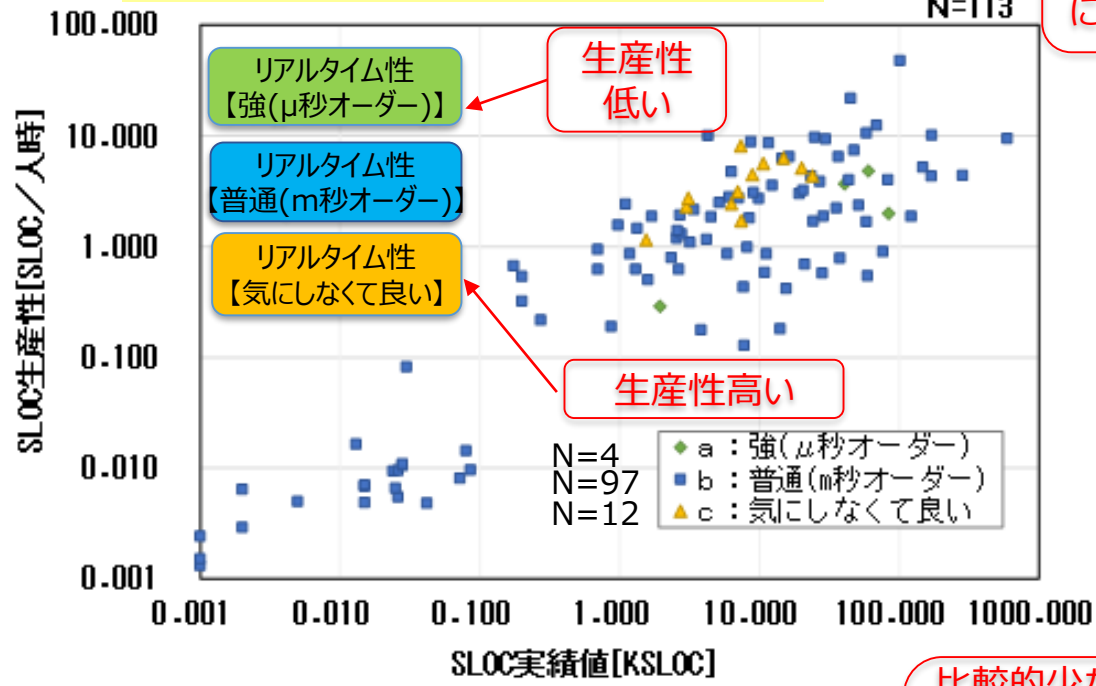
- ① リアルタイム性(時間制約)
- ② 自然環境からの影響度合い
- ③ ユーザの多様性
- ④ 法規等による規制度合い
- ⑤ M2Mの有無
- ⑥ ネットワーク接続の有無
- ⑦ 稼動(非停止、オンデマンド)
- ⑧ オンライン保守の可否
- ⑨ 障害リスク(TYPE)

(4) 製品の特性ごとの分析

「リアルタイム性(時間制約)」の違い

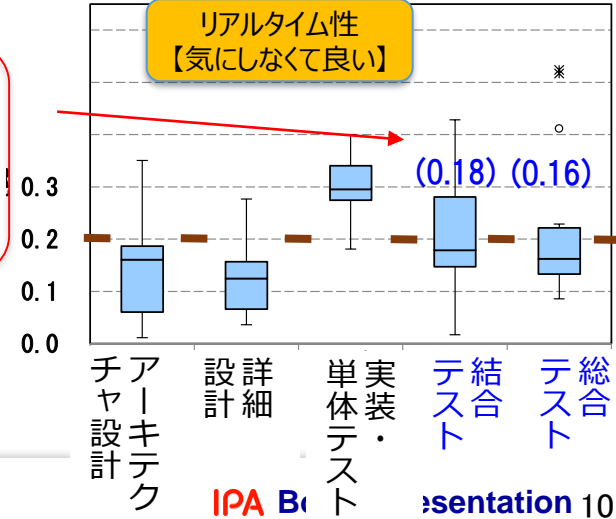
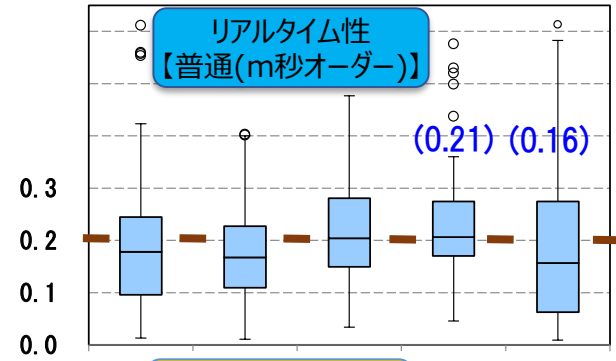
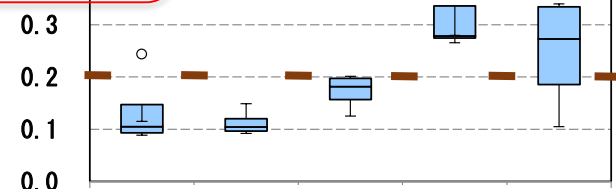
工数実績の工程比率

SLOC規模と生産性



全体工数の50%が結合・総合テストに費やされている。

リアルタイム性【強(μ秒オーダー)】 (0.28) (0.27)

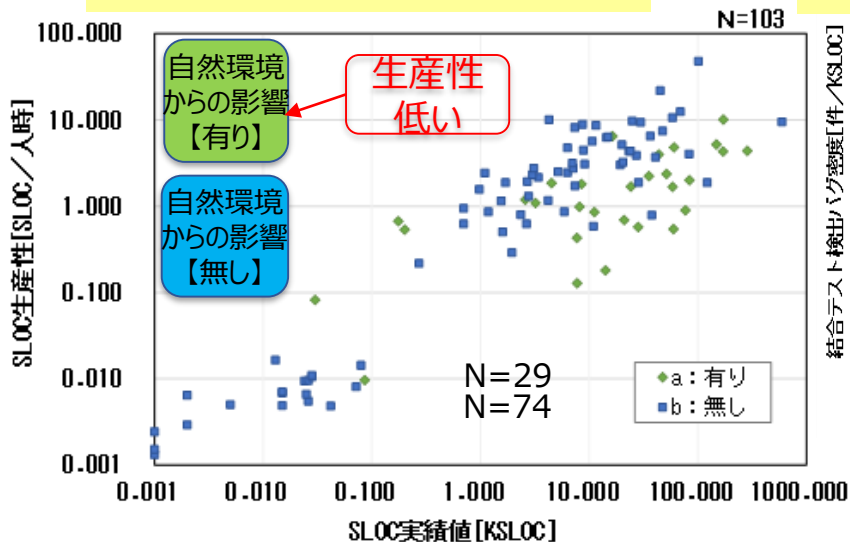


比較的少ない工数（全体の34%）で、結合・総合テストが完了している。

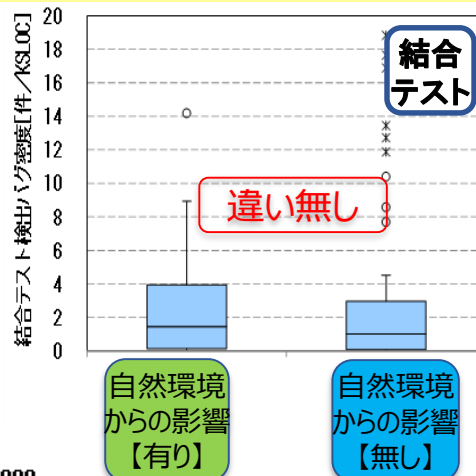
リアルタイム性（時間制約）が強いものと気にしなくて良いものとは、生産性に違いがあることが明らかになった。その要因は、工数実績の工程比率から分かるように、テスト工程にかかる工数に因るものであることも明らかになった。

(4) 製品の特性ごとの分析 「自然環境からの影響の有無」の違い

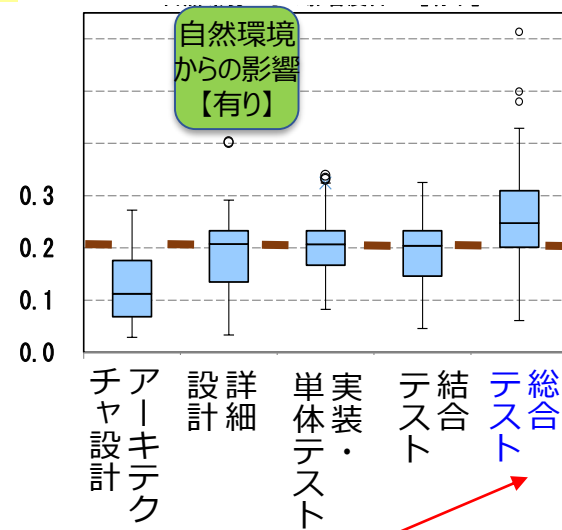
SLOC規模と生産性



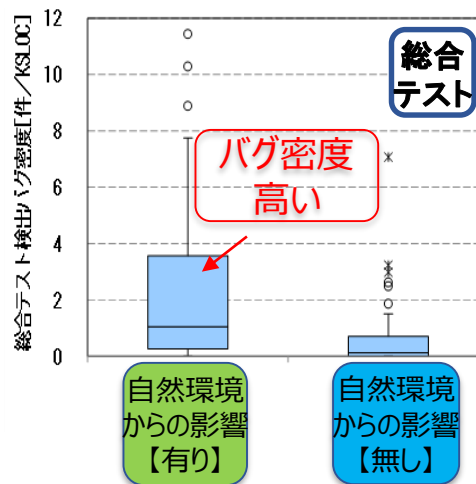
テスト検出バグ密度



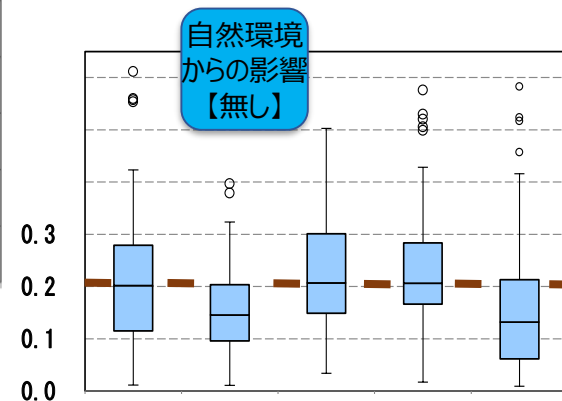
工数実績の工程比率



自然環境からの影響を受ける場合は、生産性が低くなる傾向が見られた。その要因は、総合テストでなければ実施できない作業が多くなり、その結果、総合テストに工数が多くなるためと考えられる。総合テストで検出するバグが多いことで裏付けられる。



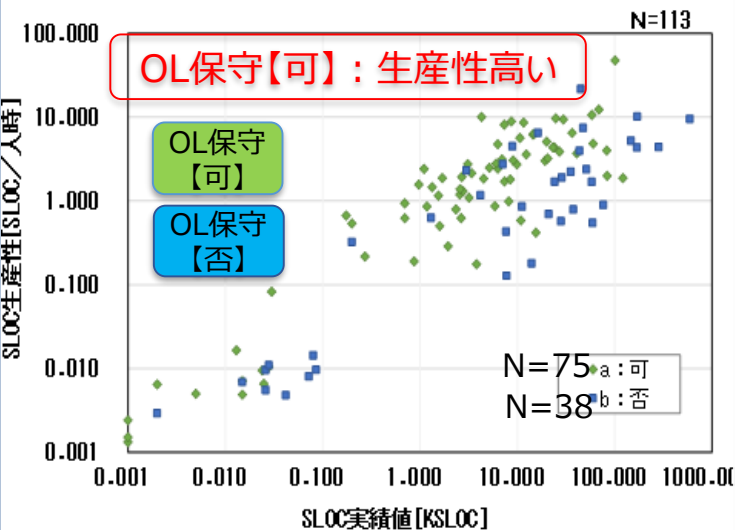
総合テストに工数がかかる



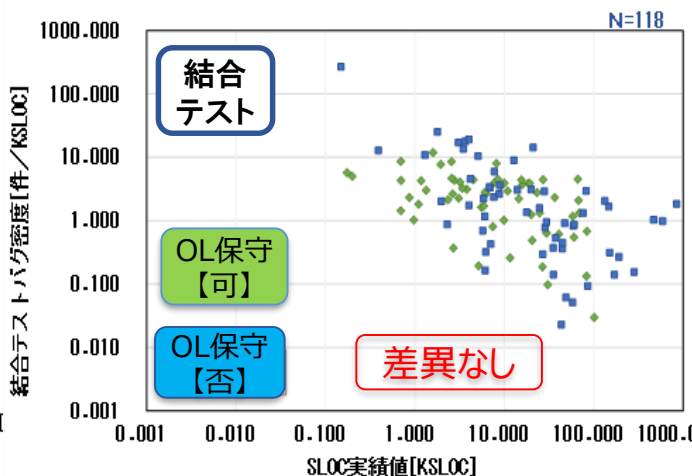
(4)製品の特性ごとの分析

「オンライン保守の可否」による生産性・信頼性(バグ密度)

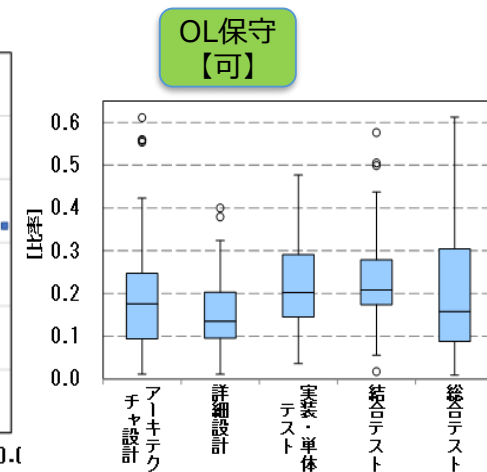
SLOC規模と生産性



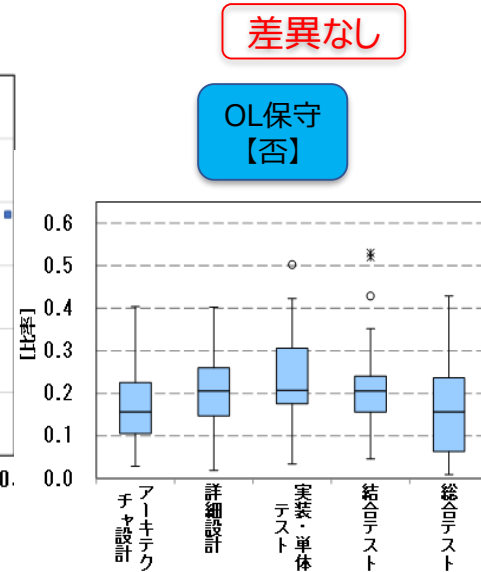
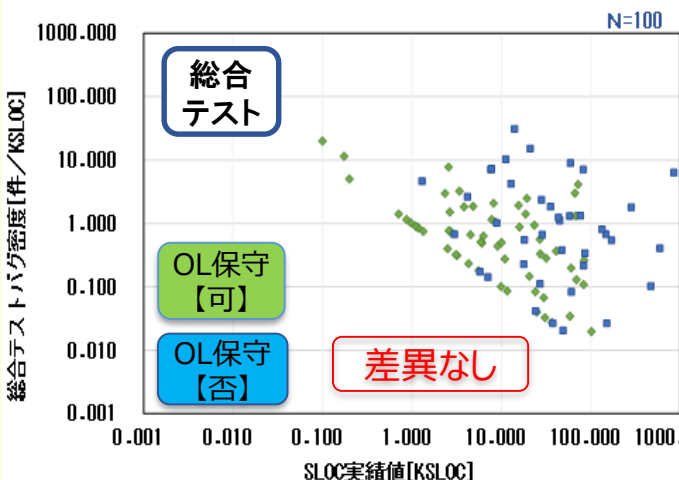
テスト検出バグ密度



工数実績の工程比率



- ・生産性は、オンライン保守【可】の方が高くなる傾向が見られる。
 - ・結合テスト及び総合テストのバグ密度については、顕著な違いはみられない。
 - ・また、工数の工程比率についても、大きな違いは見られない。
- 出荷後にオンライン保守が可能であっても、品質確保作業に違いがないと言える。



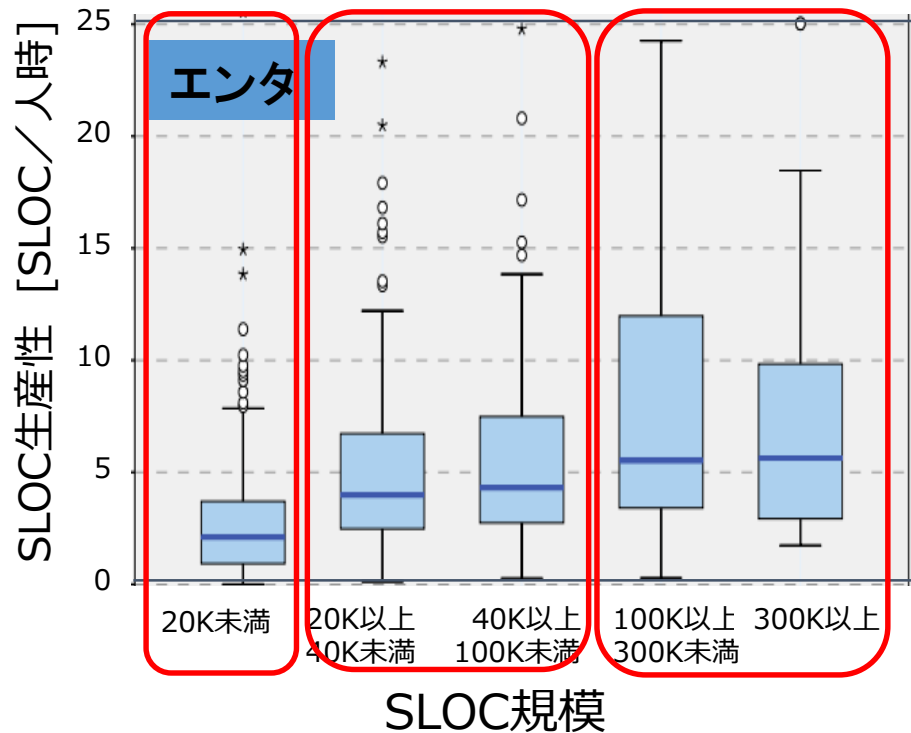
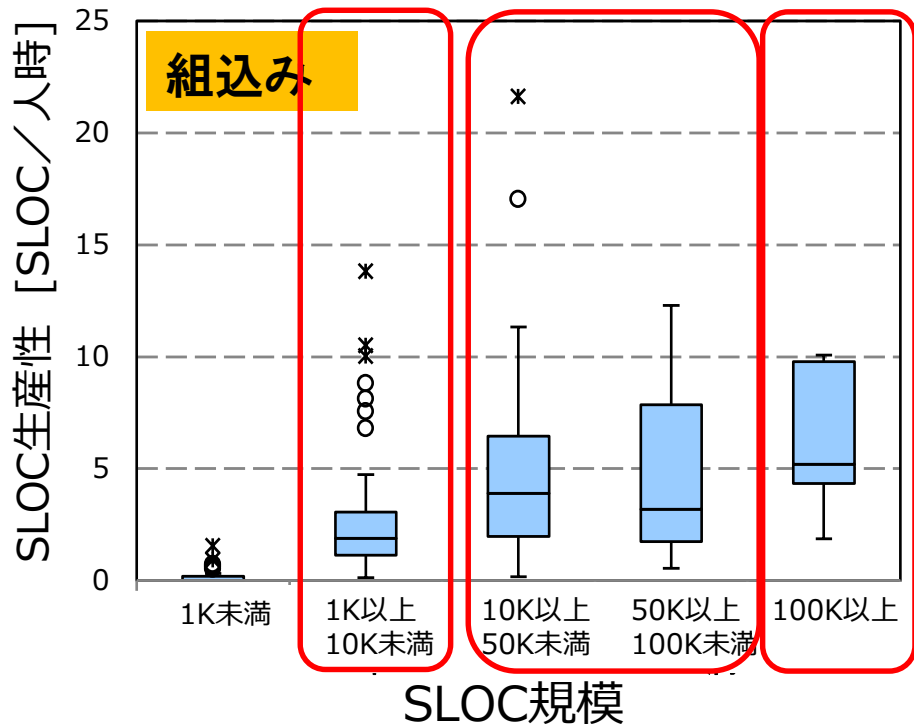
- SLOC規模別生産性(組込み vs エンタプライズ)
- テストケースとバグ密度(組込み vs エンタプライズ)
- 工程比率と工期比率(組込み vs エンタプライズ)

SLOC規模別の生産性(組込み vs エンタプライズ) IPA

組込みとエンタプライズで生産性の違いは見られない? (SLOC規模が同じ範囲で比較)

開発5工程 言語C/C++ (改良・派生開発)

開発5工程(改良開発、主開発言語グループ)



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

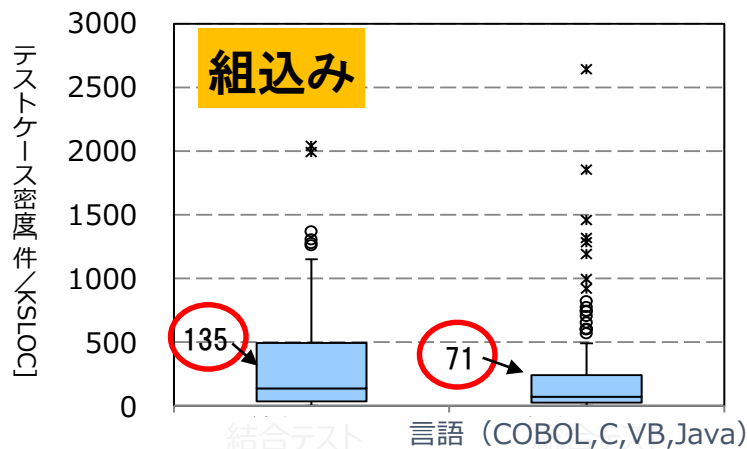
SLOC規模	単位	N	最小	P25	中央	P75
全体	SLOC/	651	0.0	1.8	3.3	6.2
20KSLOC未満	人時	272	0.0	0.9	2.1	3.7
20KSLOC以上40KSLOC未満		131	0.1	2.5	4.0	6.7
40KSLOC以上100KSLOC未満		111	0.3	2.7	4.3	7.5
100KSLOC以上300KSLOC未満		93	0.3	3.4	5.5	12.0
300KSLOC以上		44	1.7	2.9	5.6	9.7

テストケースとバグ密度 (組込み vs エンタプライズ)

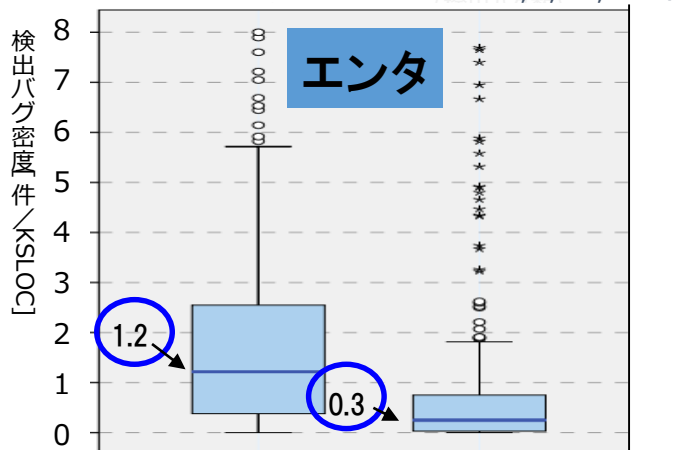
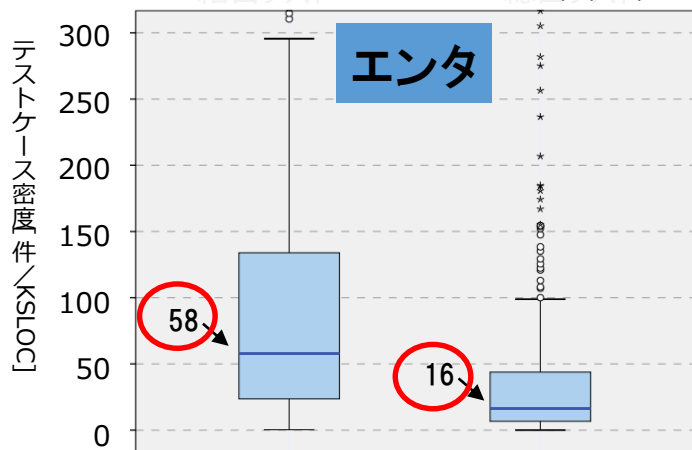
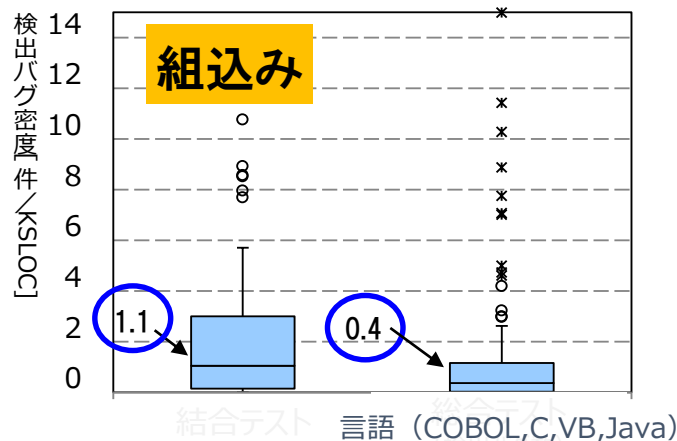
組込みとエンタプライズでテストケース密度は、結合テストで2倍強、総合テストで4倍強の違いがあるが、バグ密度に違いは見られない。

⇒要因？エンタプライズは、単体テストで品質を上げている？（仮定）

テストケース密度 言語 (C/C++)



検出バグ密度 言語 (C/C++)



結合テスト
(テストケース)

総合テスト
(テストケース)

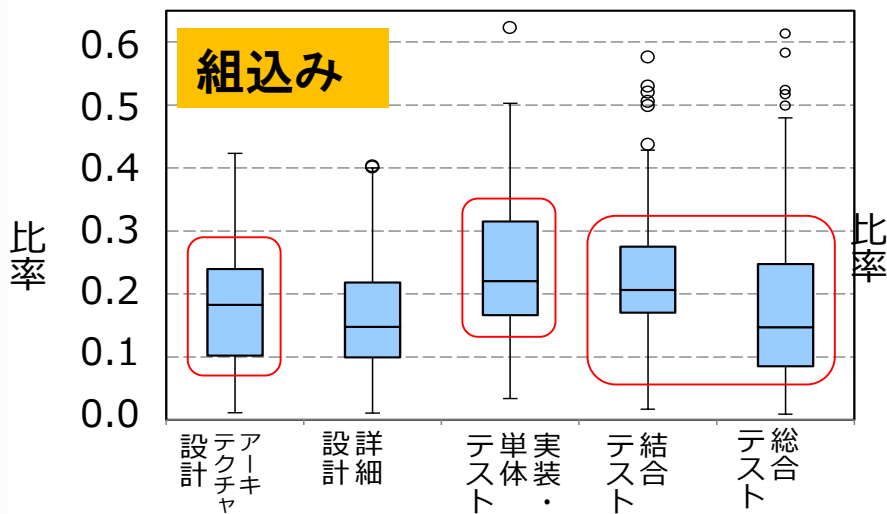
結合テスト
(検出バグ数)

総合テスト
(検出バグ数)

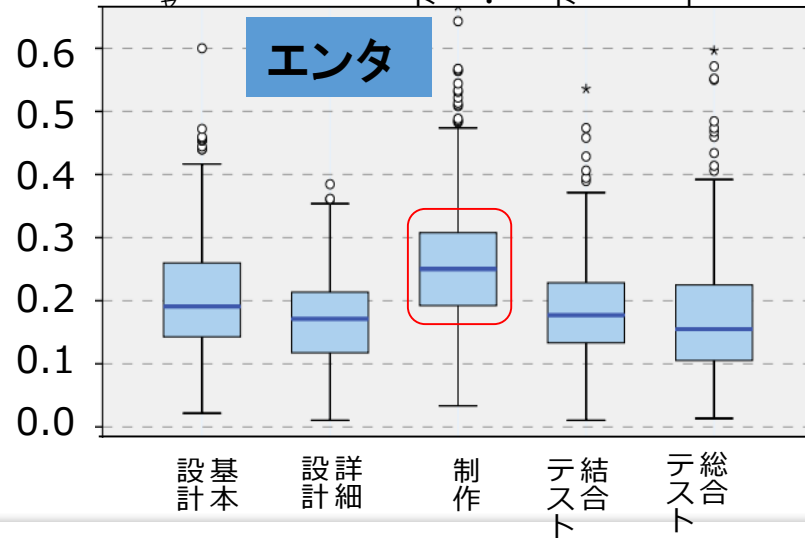
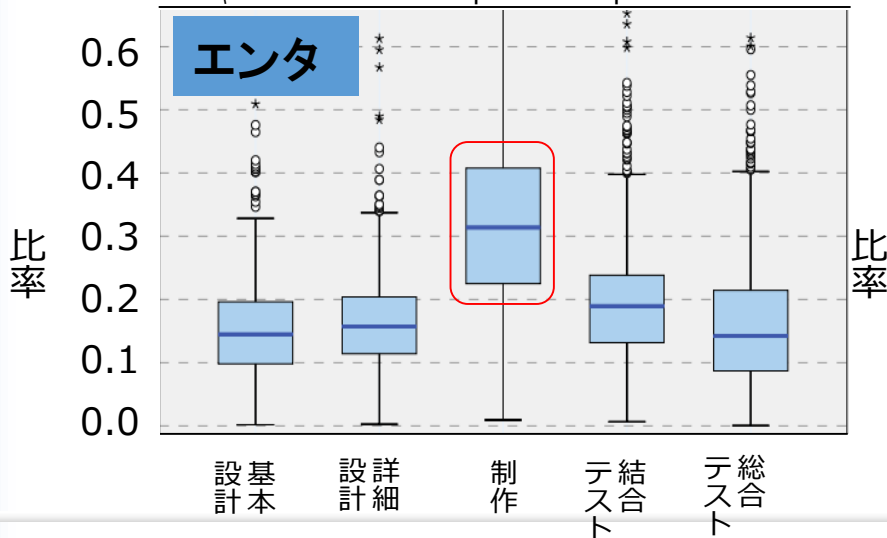
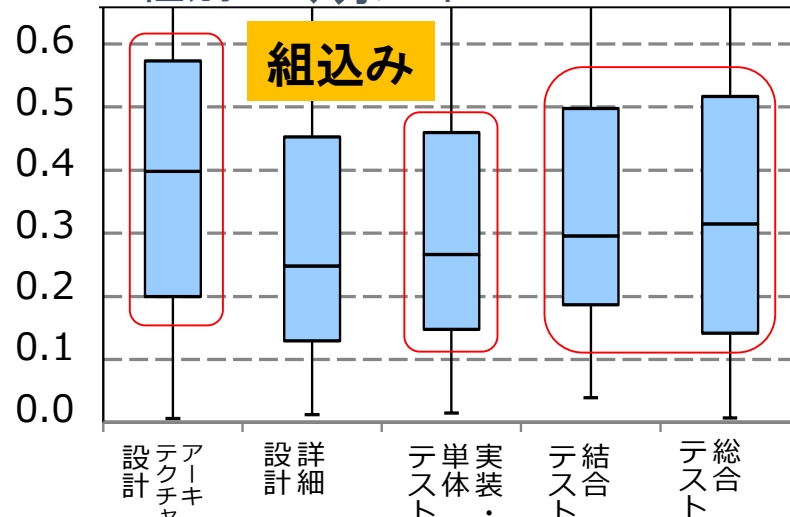
工数比率と工期比率（組込み vs エンタプライズ）

組込みは、エンタプライズと比較して、アーキテクチャ設計やテストに工数・工期を掛ける。エンタプライズは、工数・工期ともに実装工程の比率が目立って大きい⇒単体テストで品質を上げている？（想定）

工程別工数比率



工程別工期比率

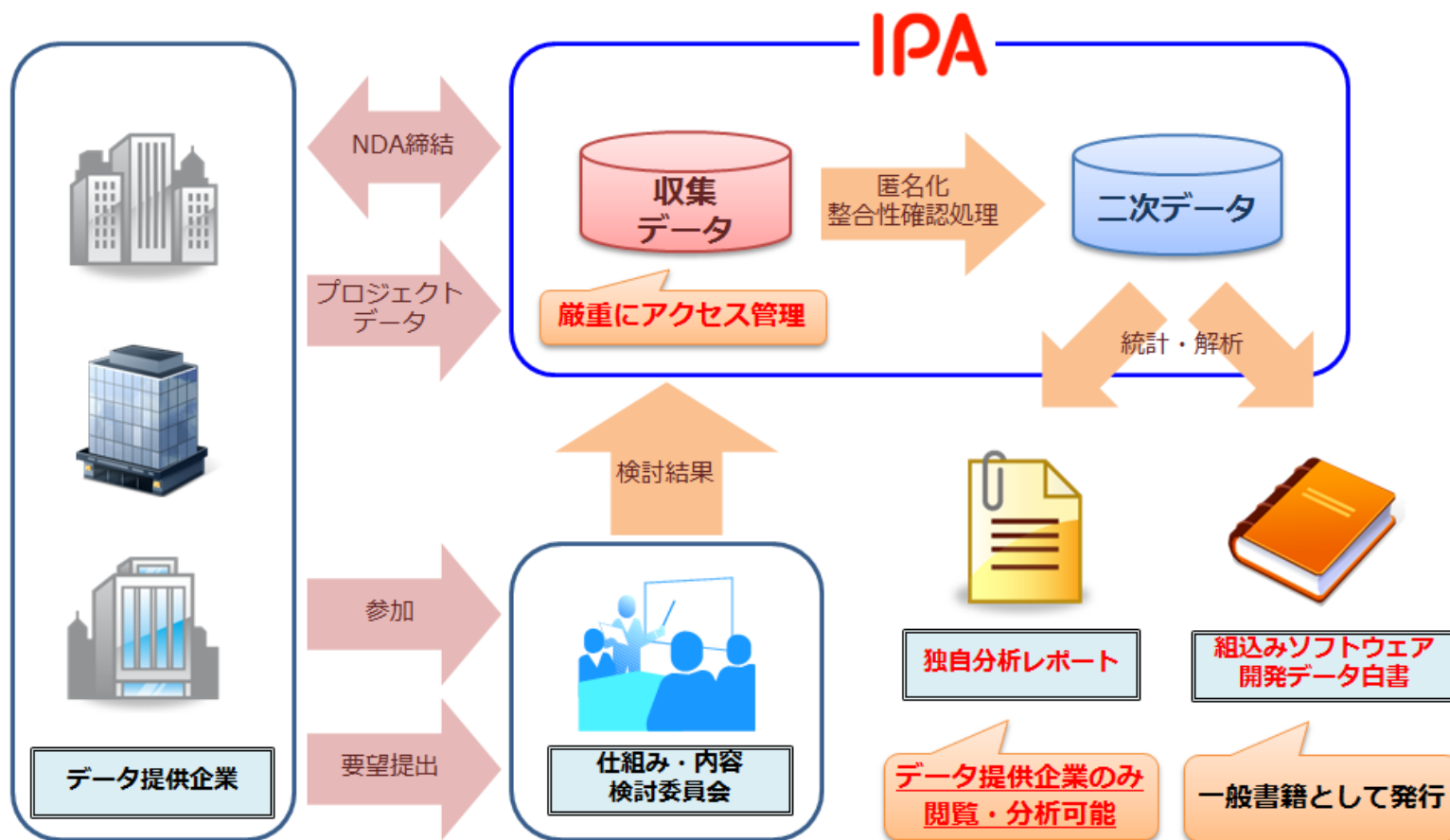


◆「組込みデータ白書2017」活用の仕方◆IPA

- 組込み開発の現場で、指標（下記のような）を決める際の参考として使える。
 - ① 生産性指標（計画時に工数を見積もる際の目安）
 - ② 信頼性指標（テスト工程で検出するバグ件数の目安）
 - ③ 工程別に配分する工数比率（計画時や工程移行時の工数見直しに使える）
- 指標の参考データは、組込みシステムの特성에依じて選択する。
- 指標の参考データは、組織的開発を導入するためのツールの位置付けになり、PMOや品質部門が開発現場を協力を支援することができる。

◆委員会参加企業募集◆

- 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

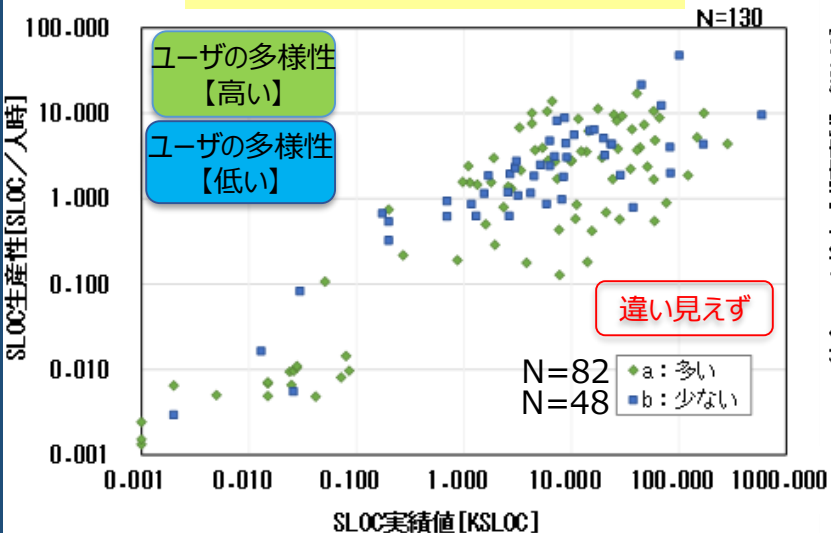


ご清聴ありがとうございました

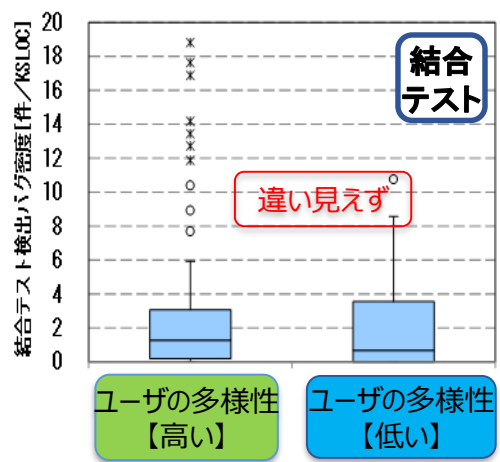
付録

(4) 製品の特性ごとの分析 「ユーザの多様性」の違い

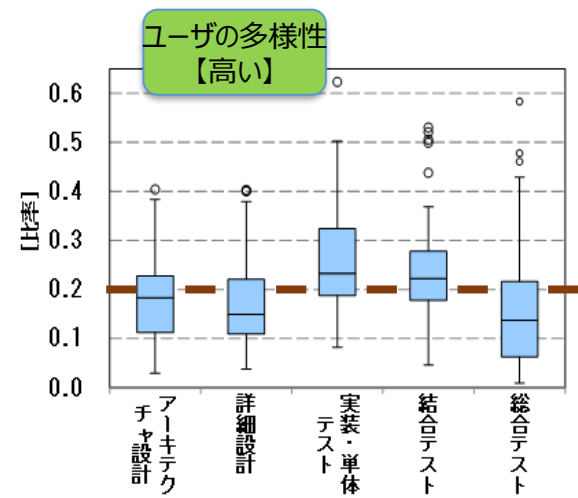
SLOC規模と生産性



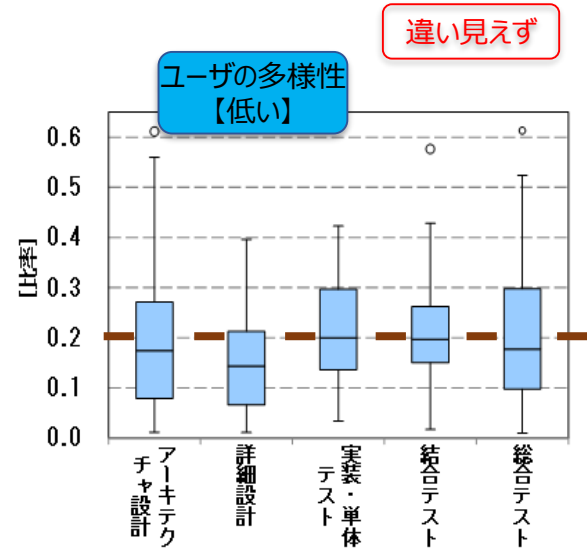
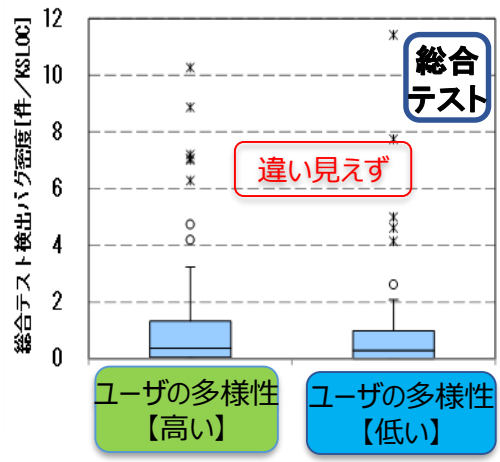
テスト検出バグ密度



工数実績の工程比率

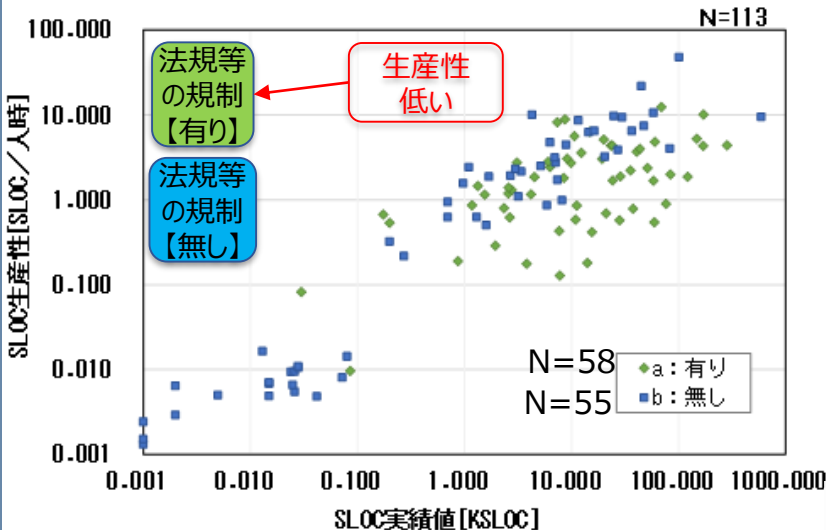


ユーザの多様性の違いによる生産性・信頼性に違いが見えるとの仮定を立てて分析したが、違いが見られない。



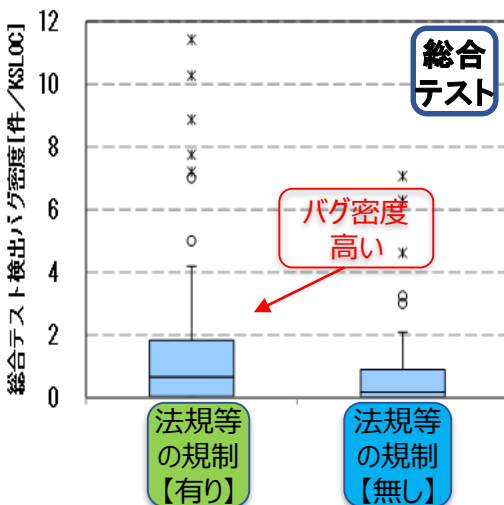
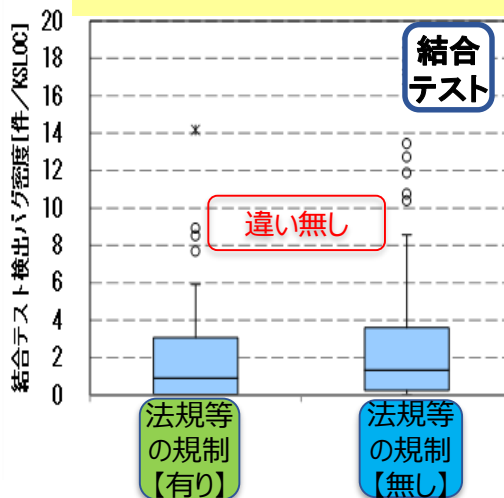
(4) 製品の特性ごとの分析 「法規等の規制の有無」の違い

SLOC規模と生産性

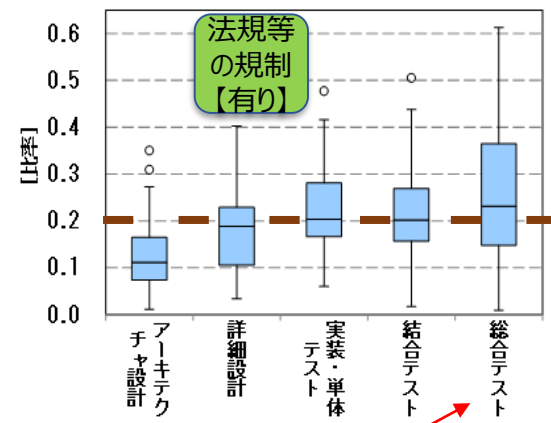


法規等の規制が有る場合は、生産性が低くなる傾向が見られた。その要因として、総合テストの工数比率が高くなっていることが大きい。それを裏付けるように、総合テスト検出バグ密度は法規等の規制のある場合に高くなっている。

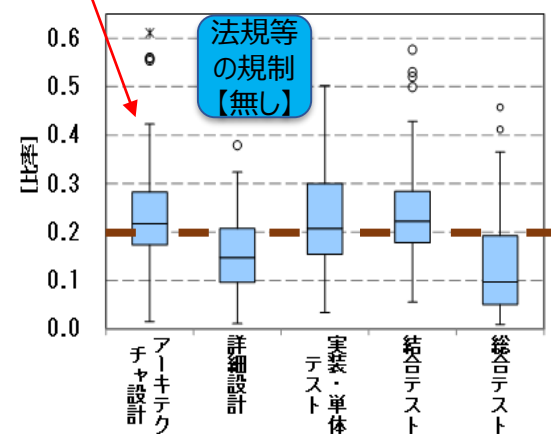
テスト検出バグ密度



工数実績の工程比率

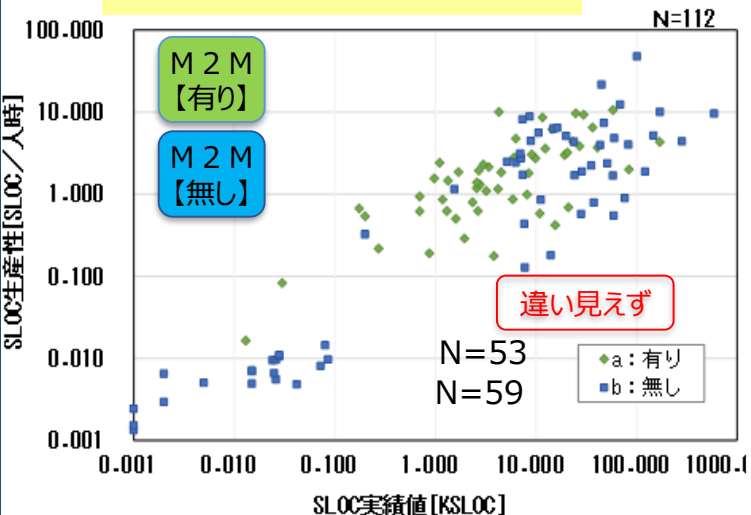


アーキテクチャ設計に工数をかけている

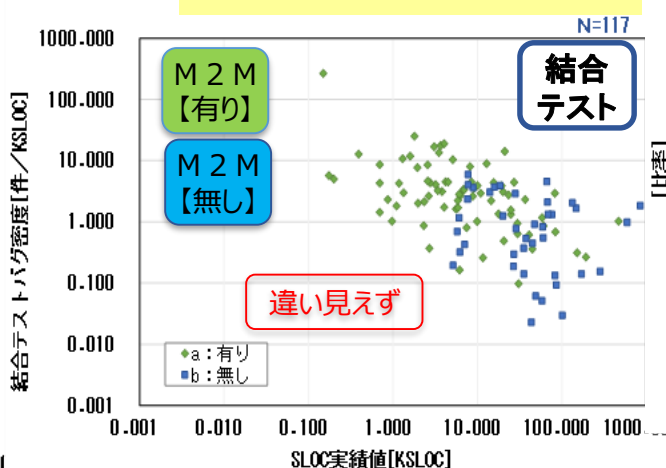


(4) 製品の特徴ごとの分析 「M2Mの有無」の違い

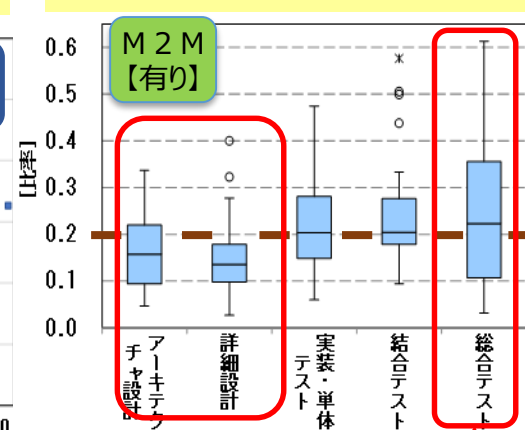
SLOC規模と生産性



テスト検出バグ密度

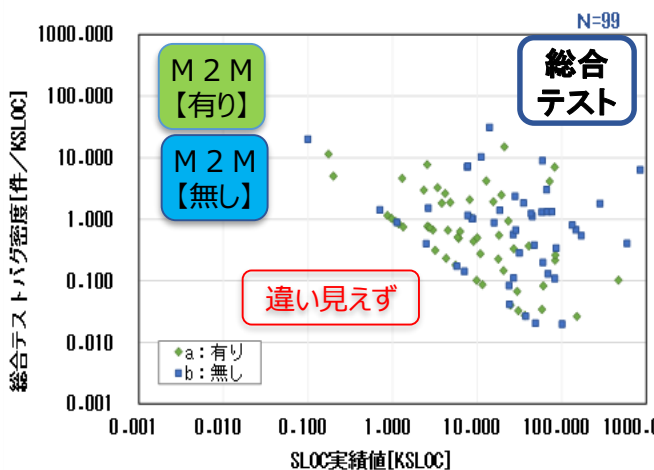


工数実績の工程比率

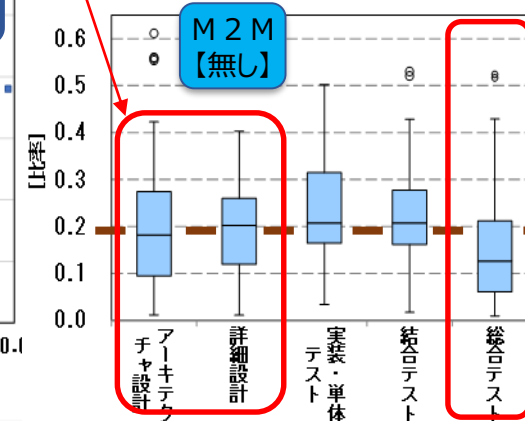


総合テストの工数が多い

M2Mが有る場合は、設計よりテストに工数がかかる傾向が見られる。
ただし、生産性やテストで検出するバグ密度の違いは見えていない。
IoT時代の開発は、ますますテスト重視になることの前兆？

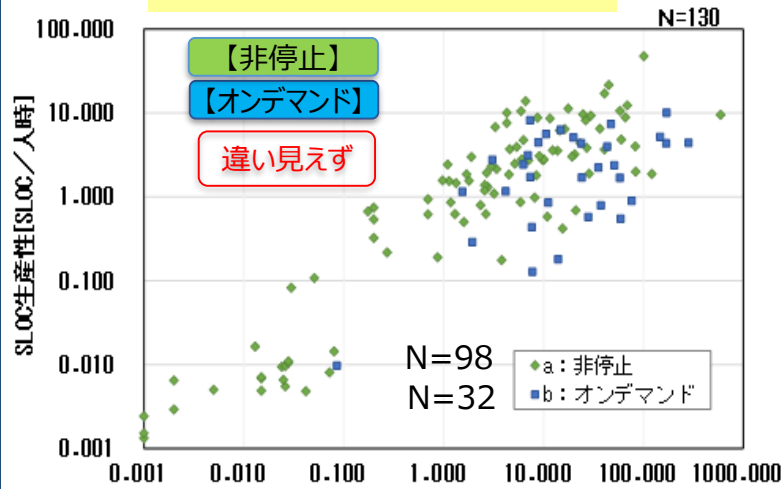


設計の工数が多い



(4)製品の特性ごとの分析 稼働(非停止、オンデマンド)の違い

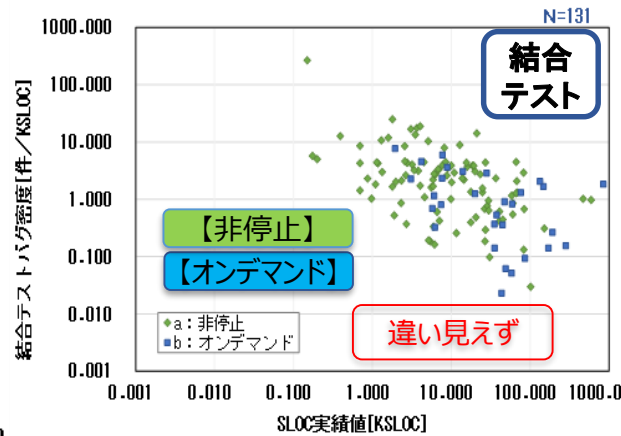
SLOC規模と生産性



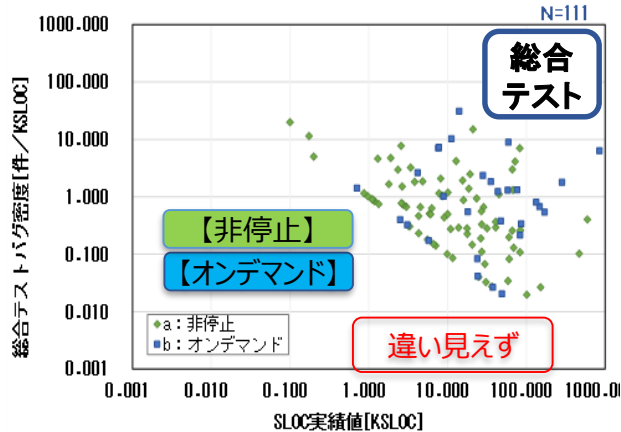
仮定では、生産性は非停止よりオンデマンドのほうが高く、テスト検出バグ密度は、非停止の方が高いと考えたが、この分析結果からは、生産性もバグ密度も両者に違いが見られない。

稼働【非停止】のほうが、アーキテクチャ設計にかける工数比率が高い傾向が見える。一方、詳細設計にかける工数比率は、稼働【オンデマンド】の方が高い傾向になっている。

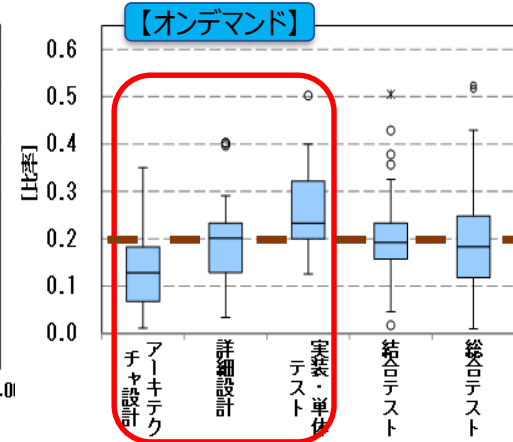
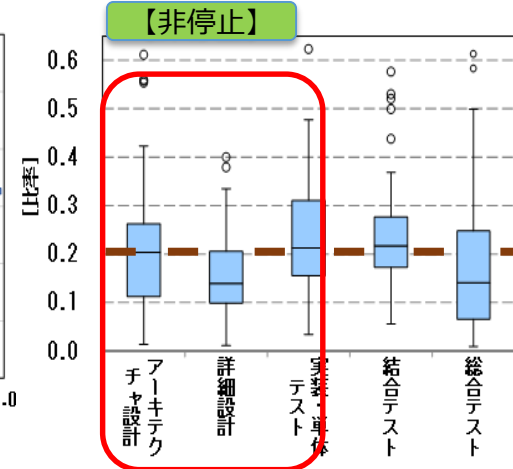
テスト検出バグ密度



結合テスト、総合テストともに稼働(非停止、オンデマンド)の違いによるバグ密度の違いが見えない



工数実績の工程比率

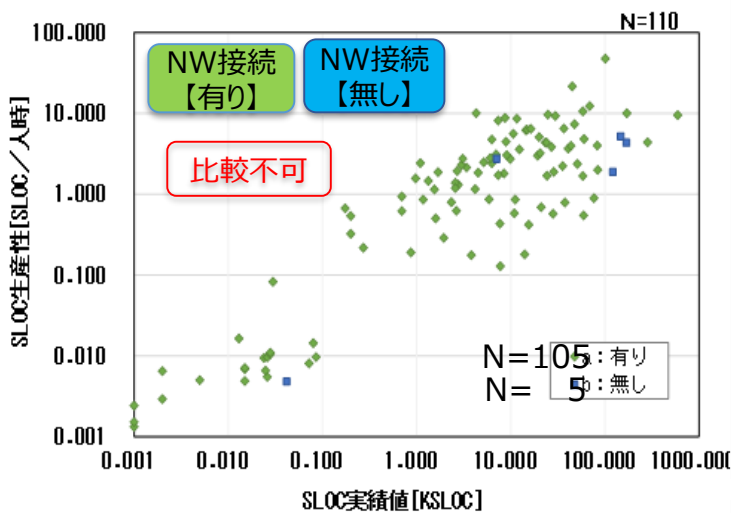


(4)製品の特性ごとの分析

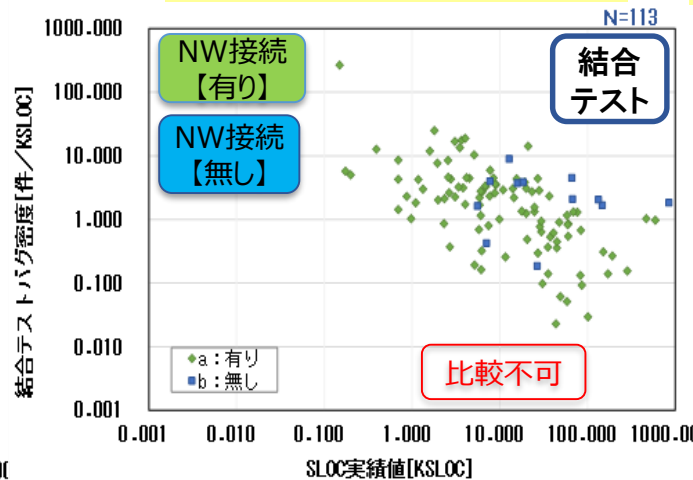
「ネットワーク接続の有無」による生産性・信頼性(バグ密度)



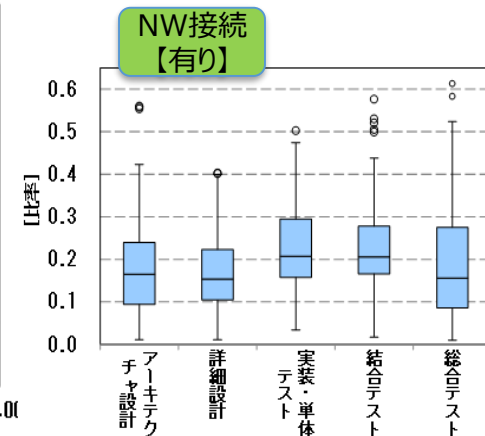
SLOC規模と生産性



テスト検出バグ密度

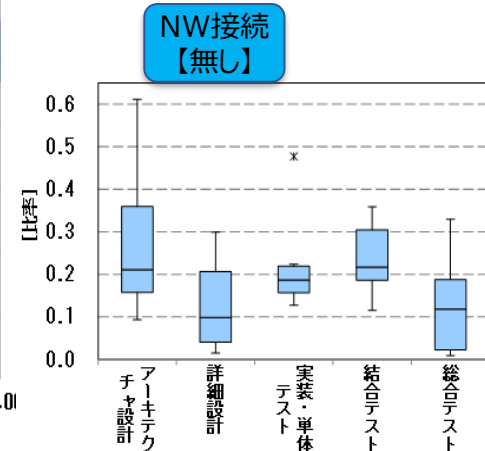
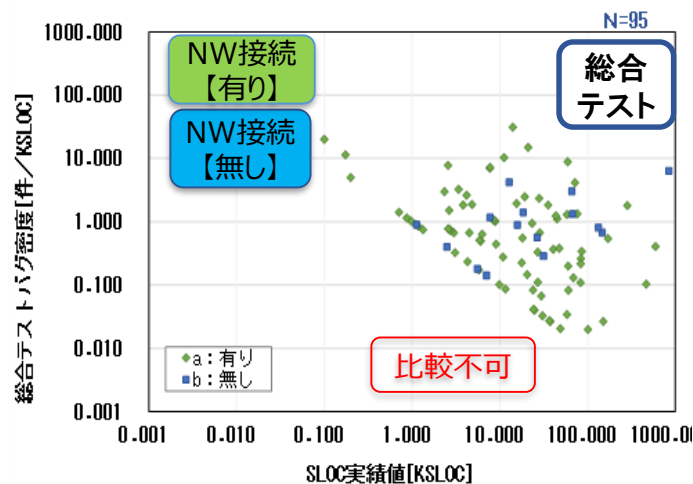


工数実績の工程比率



比較不可

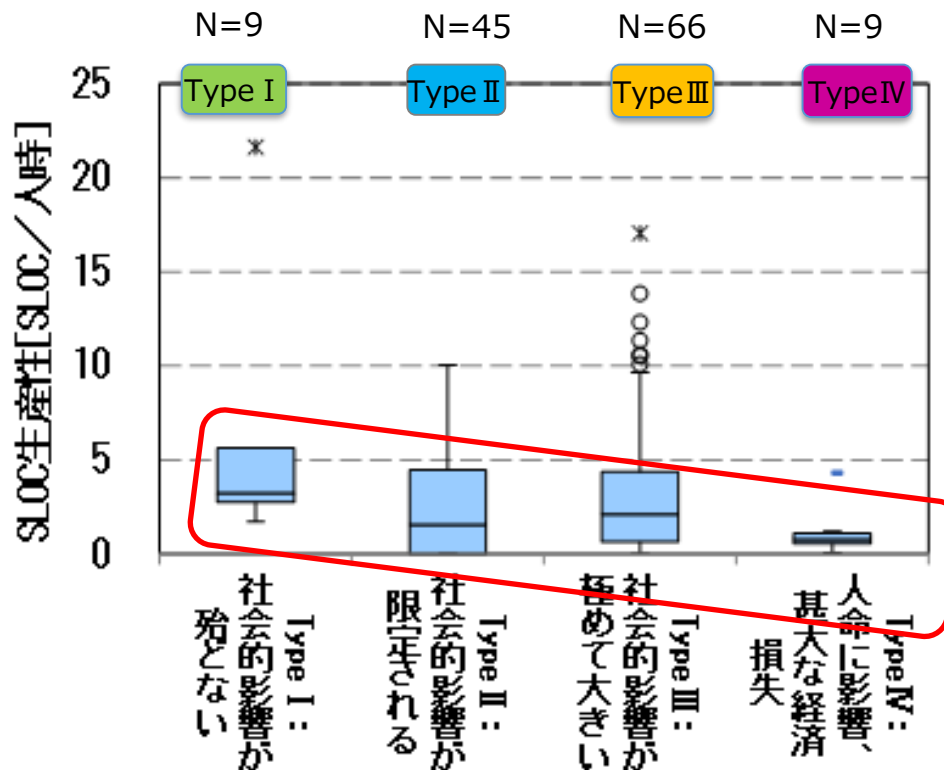
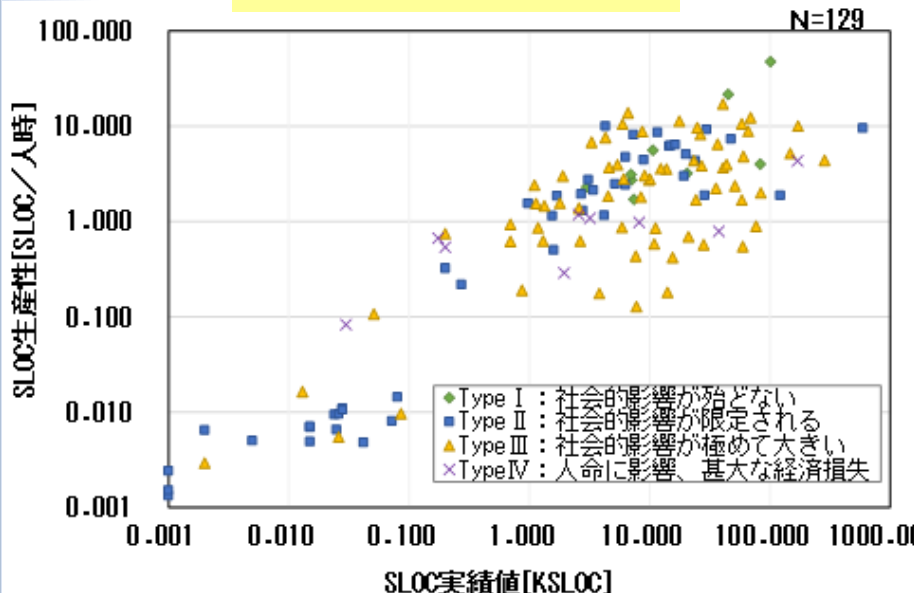
NW接続の有無により、生産性・バグ密度の傾向に差があると想定したが、標本データのほとんどがNW接続【有り】であったため、比較が出来なかった。あらゆるものがNWに繋がるIoTが現実になっていることを裏付けている。



(4) 製品の特性ごとの分析

「障害リスク(Type)別」の生産性

SLOC規模と生産性



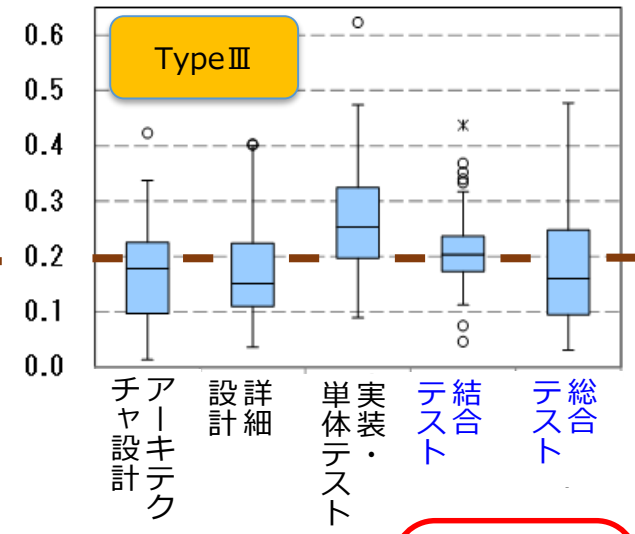
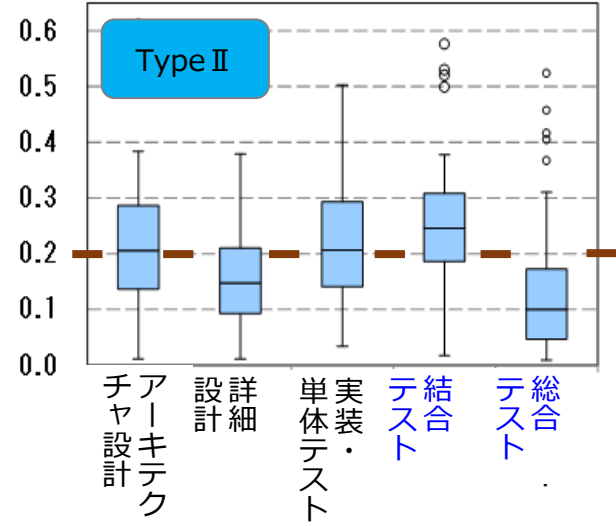
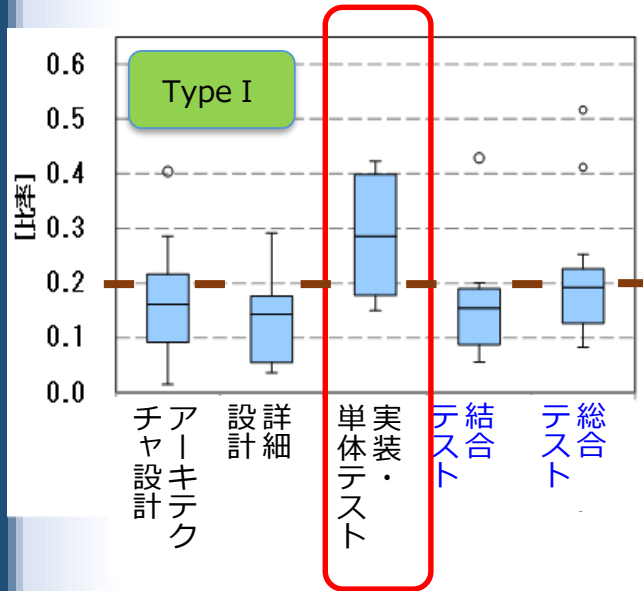
標本数が揃っていないため参考扱いはであるが、障害リスク(Type)が高くなるにつれて、生産性が低くなる傾向が見られる。

バグ密度は非掲載

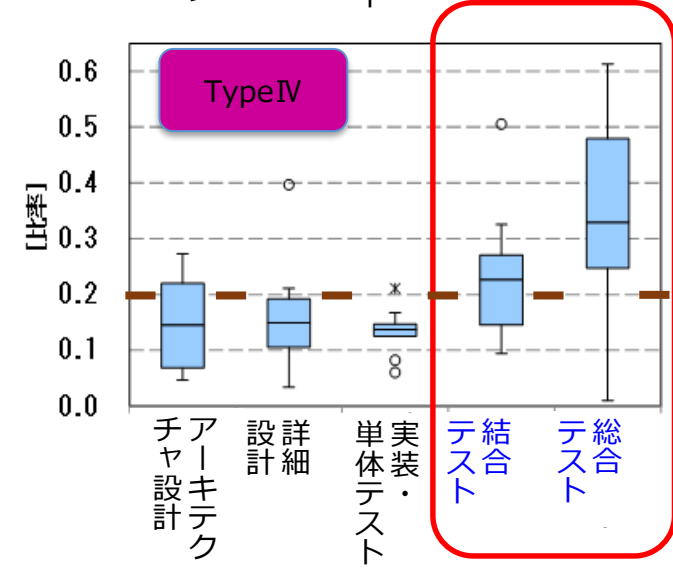
(4) 製品の特徴ごとの分析

「障害リスク(Type)別」の工数の工程比率

工数実績の工程比率



標本数が揃っていないため参考扱いはであるが、高品質が求められる障害リスク【TypeIV】の場合には、テスト（結合テスト及び総合テスト）に掛ける工数比率が高い。反対に品質要求が通常レベルの障害リスク【Type I】の場合は、実装・単体テストにかかる工数比率が高い。



「ITSS+（プラス）」のお知らせ

第4次産業革命に向けた

スキル変革の羅針盤 ITSS+

ITSS+

IoTソリューション領域

アジャイル領域

データサイエンス領域

セキュリティ領域

学び直し

スキル強化

ITスキル標準 (ITSS)

情報システムユーザー
スキル標準 (UISS)

詳しくはこちら！

ITSS+



<http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/itssplus.html>

ご清聴ありがとうございました。