

A light blue world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and countries.

ユーザー企業SWM2011 調査報告 (開発プロジェクト)

2011.4.21

社団法人 日本情報システム・ユーザー協会

ソフトウェアメトリクスの世代分けと特徴

第一世代 (2004～2008)

- 少ない件数のデータから大まかな特性事実を見抜き、その特性を活用する→この特性を活用してプロジェクトの品質が向上していく。

第二世代 (2009～2013)

- データ件数が増加して層別区分が可能になり、各区分の特性値を求めることが可能になる。
- 第一世代で提唱した特性の影響を経年変化で観察できる。
- 特性値を各自のプロジェクトで参考値として活用可能となる。
- IT動向調査、重要インフラプロジェクトの資料を併せて参照できるようになる。

第三世代 (2014～)

- 各自のプロジェクトの特性に合ったデータを類似プロジェクトから取り出し、比較可能になる。
- 海外のデータとも比較可能になる。

見える化の必要性 目標値を持った管理を

貴方は商品・サービスを買う時に、製造プロセスを考えて買いますか？
それとも商品の品質・価格・納期で買いますか？

良い商品・サービスを作る方法とは？

①製造プロセスを確立すること(プロセス志向？)

* ISO * CMM

②最終商品の質(目標)を確保すること(プロダクト志向)

* ハードウェア……6シグマ……欠陥商品は直ぐに取り替えます

* ソフトウェア……バグがあるのは当たり前???

* Plan→Do→Check→Act

* 目標があるから、実績も評価でき改善アクションが見えてくる

* 貴社のシステム開発の品質？保守の品質？運用の品質？の

目標値とコストの関係は明確ですか？→ユーザーとベンダー間の常識が必要

(優秀な商品・人が正当に評価される情報社会を)

プロダクト志向とプロセス志向

1. 目標管理と評価

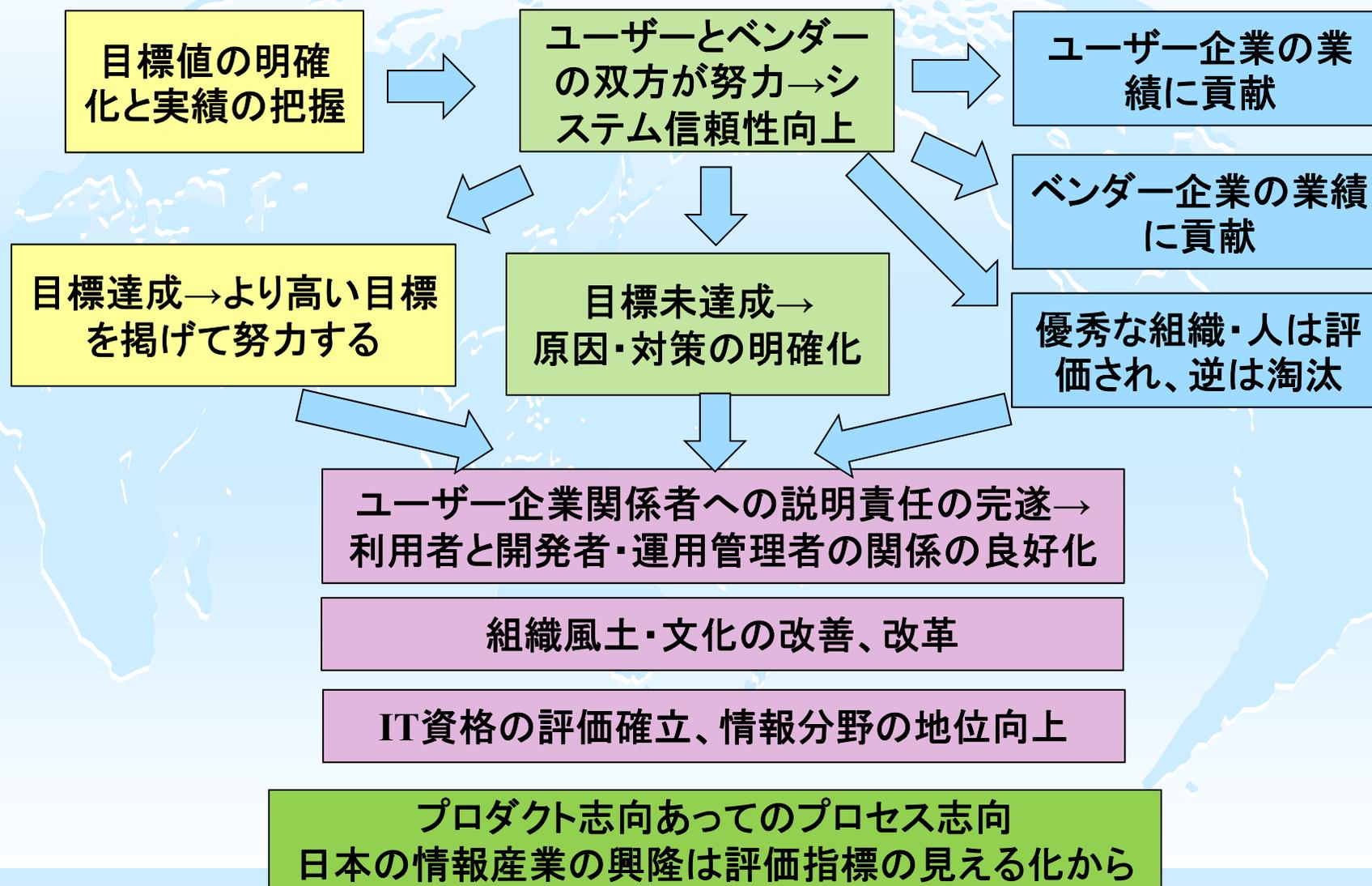
	ハードウェア (他の産業、機械工業・建設業)	ソフトウェア (情報産業)
商品の保証	規格や標準に規定されている 規格違反は法律違反となる 規格の種類は国別に多数あり	商品の品質特性の規定は存在するが 守るべき数値目標の規定はない
製造プロセス の規定	特に規定はない	開発フェーズ別になすべきActivityのガ イドは存在する。
不良品	欠陥品個数は6sigma以下(通念) 不良品は即時取り替えが原則	バグはあるのが当たり前 不良品がまかり通る世界から徐々に許 されない世界へ
歴史	数千年の歴史を持つ	数十年の歴史
今後	無欠陥商品の追究 不良品は刑事責任を問われる	EASE(Empirical Approach to Software Engineering)などが出現
考え方	プロダクト志向	現在: プロセス志向 プロダクト志向あつてのプロセス志向

ソフトウェアにもプロダクト志向を

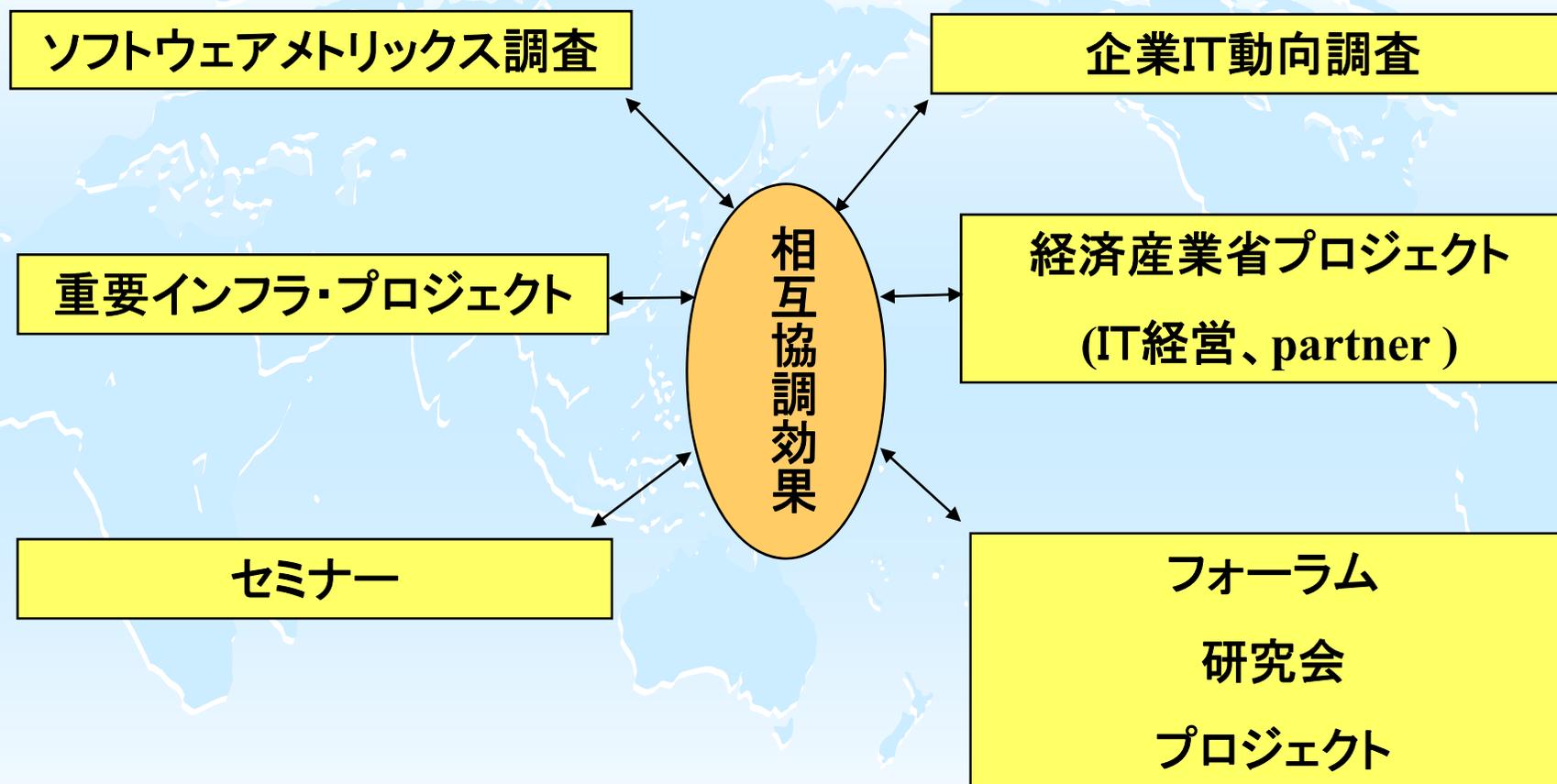
1.プロダクト志向をソフトウェア商品に持ち込む意味

	今まで	今後
商品品質	商品の品質と価格に関係はない 機能性優先	「品質の良い商品は値段が高い」ことが社会通念になる。 非機能性含めての評価
生産性	製造プロセスにおいて、高い生産性を出しても認められない。 しかし人により数倍異なることは常識	製造プロセスにおいて、高い生産性を出せば認められる。
工期	提供者は、契約に工期保証を盛り込むことを回避しがち。	条件設定があつて工期保証は成立する。
品質評価	良い商品を作る人・企業は評価されない	良い商品を作る人・企業は評価される
産業・人の評価	出来る人への作業負荷のしわ寄せ。 若い人が魅力のある産業として認めていない	無茶な労働・残業の回避 魅力のある産業として優秀な若い人が集まる
管理方式	What to do/phase	What to do/phase＋目標値の設定とその実績をフォロー PDCAが問われる

ソフトウェア開発運用で指標を持つことの意義



諸活動との関係



ユーザーデータの特徴(ベンダーデータとの比較)

	ユーザー	ベンダー
①1社あたりのプロジェクト数	1社あたり大型プロジェクトは数件/年程度しかない。なおかつ実績データを詳細に集めている企業は少ない。	1社当たり、数百以上のプロジェクトがある。かつ、各社は品質データ収集組織を持ち集めやすい。
②1プロジェクトあたりの規模	今回の平均値は 3.4億円 最大値は 142億円超 中央値は 7782万円	1次請負企業のプロジェクト金額は大きいですが、2次以下になると細分化され小規模となる。
③収集できるプロジェクトデータ数	企業数を増やさないとデータ数は集められない。 開発:654件、保守:391件、運用:74件	企業数が少なくてもプロジェクト数は集められる。
④プロジェクト総費用	明確であり、計画投入人月とともに提示可能である。	ユーザー(顧客)の総費用は分からない。
⑤開発過程の作業詳細データ	RFP提示後は請負が多く、すべてベンダー任せとなる。自社を除けば、開発の詳細は分からない。	開発過程の詳細データの収集は可能。
⑥ノウハウの提示姿勢	開発ノウハウを社外に出すことについてはオープンな企業が多い。出さなければ得るものも少ない。	開発ノウハウを社外に出すことについてはクローズである。
⑦ユーザー満足度	評価把握が可能である。	明確には分からない。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用などのクロス分析」

3. まとめ

2010年度の分析データについて

- 2010年度の開発調査において新たに追加した設問

- 社内人件費に関する設問
- 仕様変更の予算確定に関する設問

- 新たにいくつかの分析を追加した。

- 分析対象データ

これまでの蓄積	532件	(166社)
新規追加プロジェクト	122件	
合 計	654件	(186社)

プロジェクトプロフィールの推移

- 最近5年間の調査におけるプロジェクトプロフィールの推移を示す。
- 回答のない項目もあるため、項目によってデータ件数は異なる。

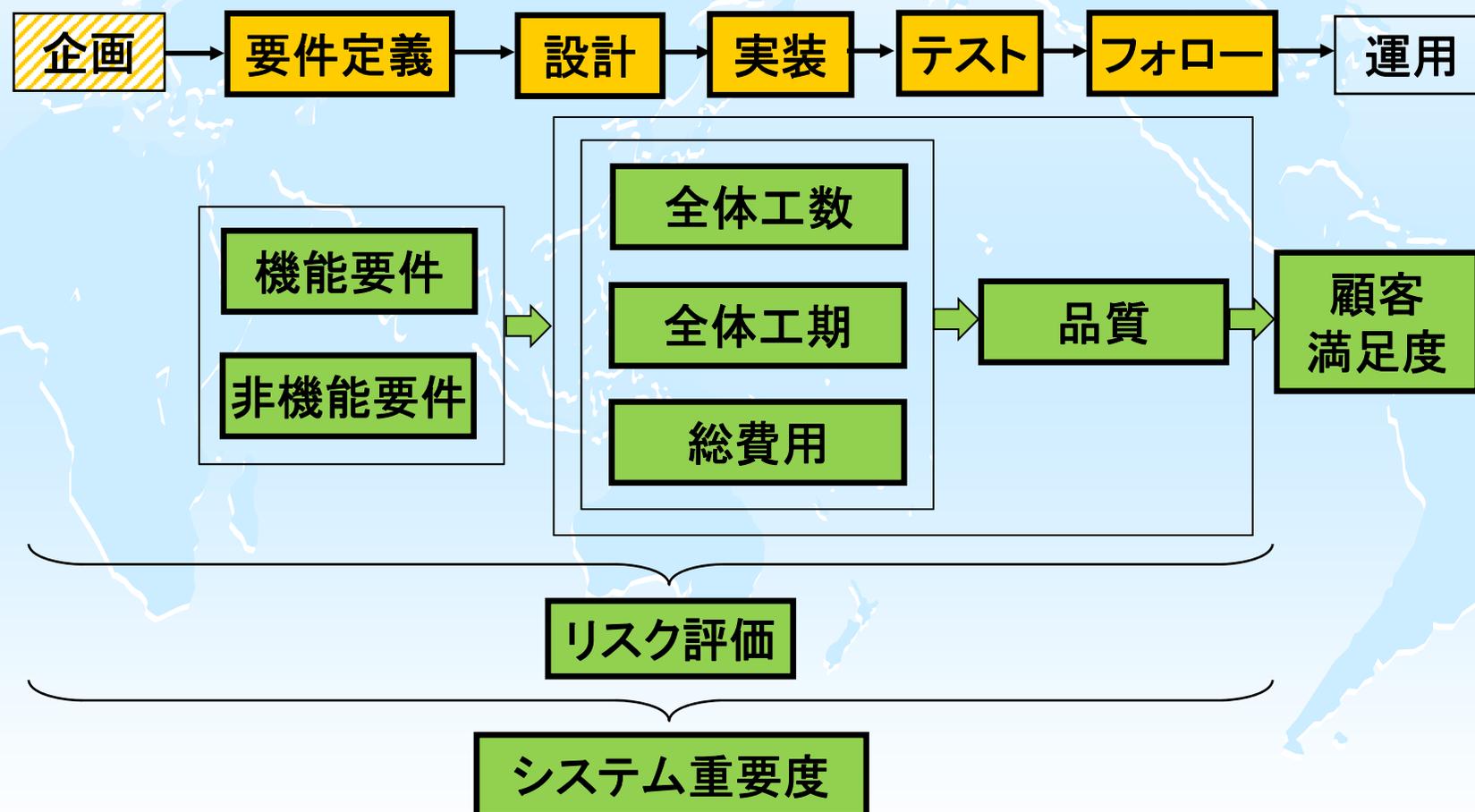
項目		2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
対象プロジェクト数		231	341	435	532	654
全体工数(人月)	データ数	204	291	374	462	565
	平均値	186	214	204	216	211
全体工期(月)	データ数	229	334	395	487	599
	平均値	11.5	12.3	12.7	13.0	13.2
総費用(万円)	データ数	173	244	304	375	459
	平均値	27979	28483	28656	30166	34913

- 全体工期と総費用の平均値は年々増加している。

注 全体工期はプロジェクト全体の工期

開発プロジェクトの分析フレームワーク

- アンケート調査と分析における範囲と視点は次のとおり。



1. 調査データ概要

2. 調査分析



2. 1 「工期の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用などのクロス分析」

3. まとめ

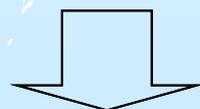
全体工期, 工数の分析

- 全体工期の範囲
開発(要件定義、設計、実装、テスト、フォロー) + 管理 + その他
(企画工程を含まない。)
- 全体工数を所与として、全体工期(適正工期)を推定する。
- 適正工期 VS 実績工期によって、工期乖離度を求める。
- 計画工期 VS 実績工期によって、工期遅延度を求める。
- 「工期乖離、遅延がなぜ発生したのか」という視点から、分析を進める。

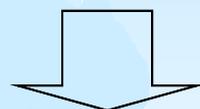
標準工期(適正工期)の推定

COCOMOモデルに従って全体工期と全体工数の関係を推定。

$$\text{全体工期} = a \times \sqrt[b]{\text{全体工数}} \quad a, b \text{は定数}$$



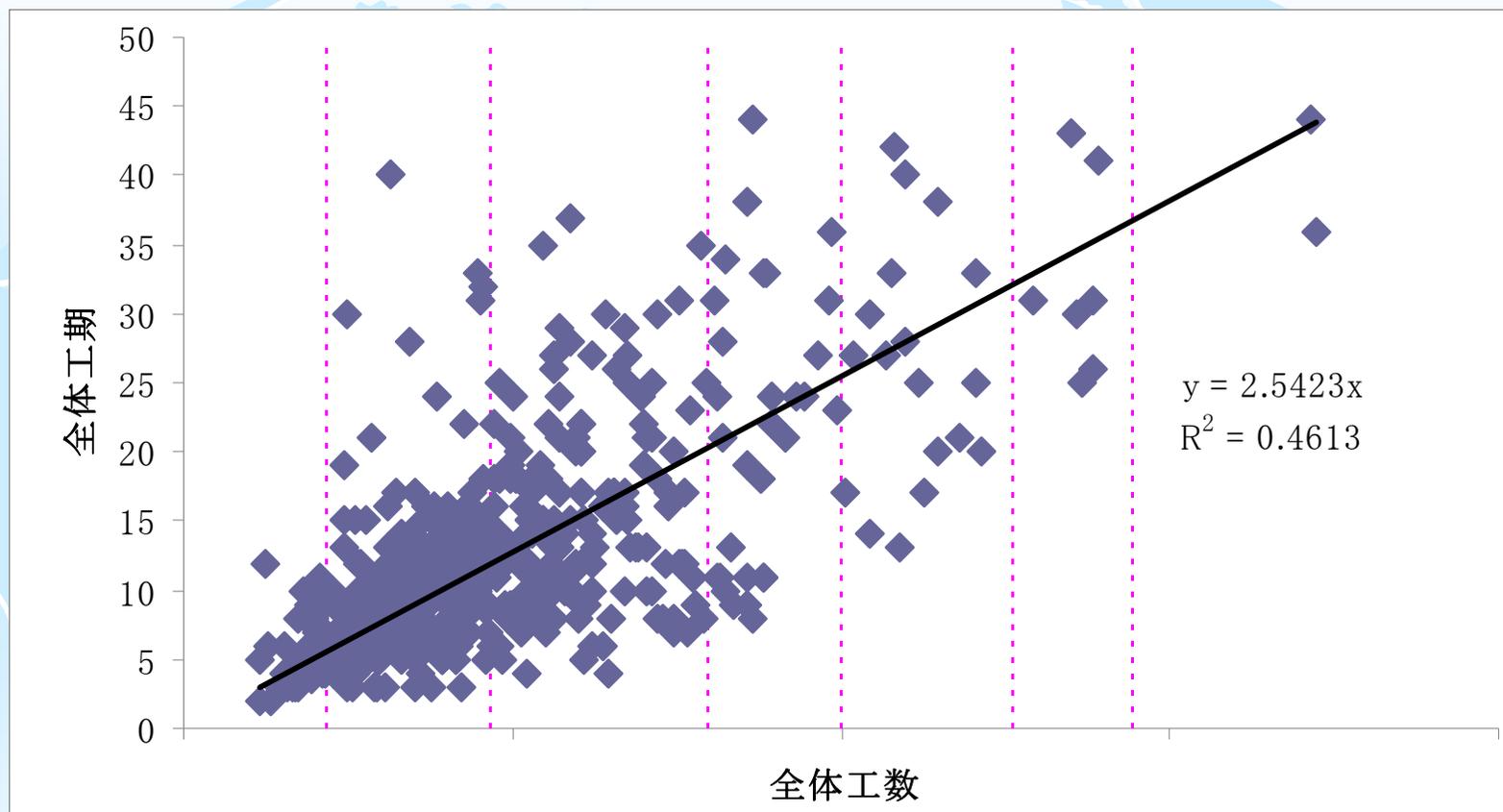
- 標準工期の推定計算を容易にするために、 $b=3$ (三乗根)と置き、毎年回答されたデータから a を推定している。



$$\text{全体工期} = 2.54 \times \sqrt[3]{\text{全体工数}}$$

全体工数と全体工期の関係(1)

$n=528$



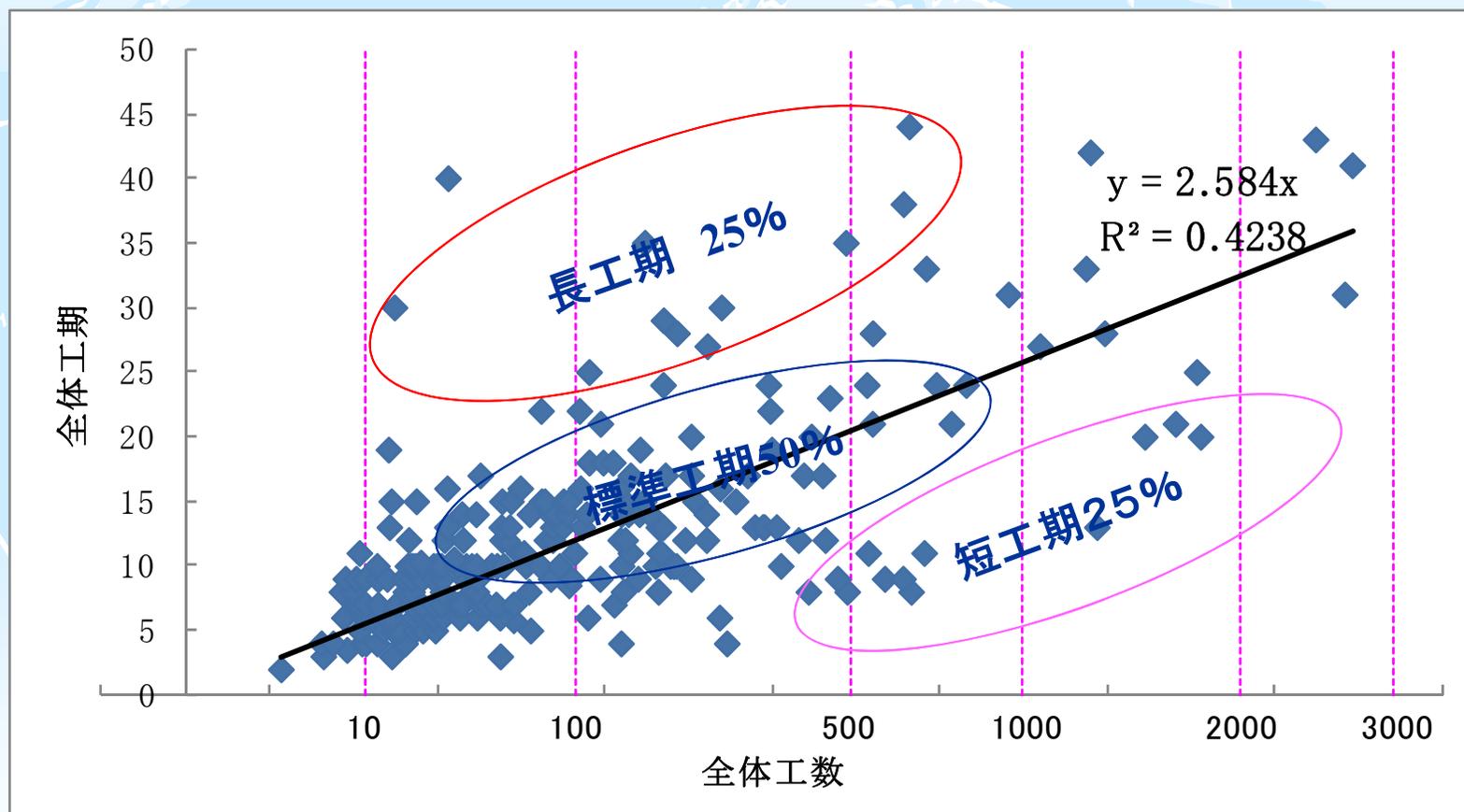
- 全体工数の3乗根と全体工期をグラフ化した。
- ウォーターフォール型について、新規開発(199件)、改修・再開発(188件)に分けてさらにグラフ化する。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

全体工数と全体工期の関係(2)

- ウォーターフォール法でかつ新規開発のプロジェクト

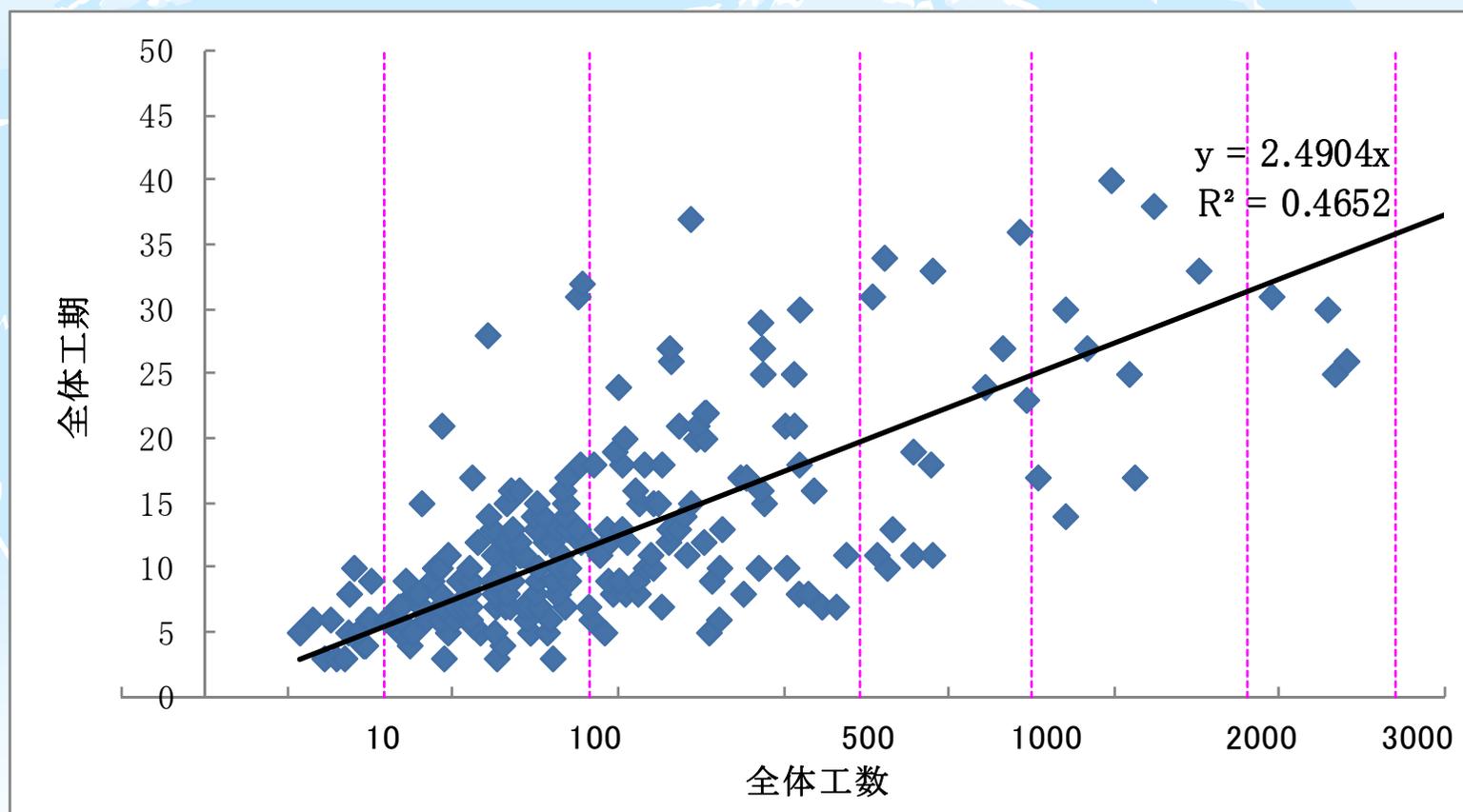
$n=199$



全体工数と全体工期の関係(3)

- ウォーターフォール法でかつ再開発・改修のプロジェクト

$n=188$



標準工期(適正工期)の考察(1)

標準工期の使い方

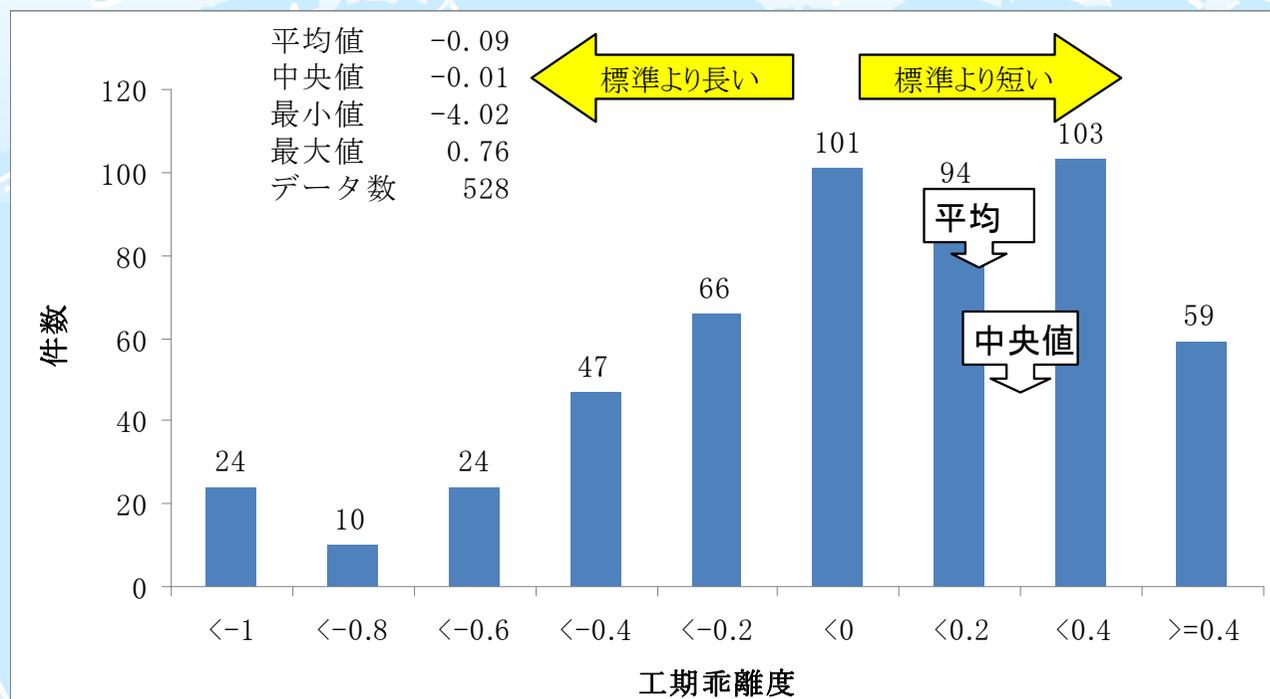
- 実績工期と標準工期との差(乖離)を計算する。
- 過去の行動実績と比較した上で対策をとれば、失敗は減少する。

	標準より長い工期	標準	25%工期短縮	25%以上工期短縮
工期の標準の考え方	金融等欠陥の発生を無くしたい品質重視のプロジェクトの場合	工数の立方根の2.51倍(例:1000人月のプロジェクトは25ヶ月)	・ユーザの要望 ・流通業のシステム化などに多い。	ユーザのやむを得ない外的事情で実施する場合(対コンペ戦略、新商品の販売、株式の上場、企業の統合など)
スケジュールリングの対応	十分なシステムテスト期間の確保	中日程計画の充実(役割分担別WBS管理)	中日程計画の充実(週間別管理)	小日程計画の充実(日別管理)
その他の対応策	<ul style="list-style-type: none"> ・品質重視のテスト計画書及びテストケースの緻密化 ・安定稼動のための分割立ち上げ等 	<ul style="list-style-type: none"> ・WBSによる総合計画と局面化開発 ・レビューの徹底 ・テストケース充実 ・コンバージョンデータのフル活用 ・確実な変更管理 	同左 + <ul style="list-style-type: none"> ・PGの選抜 * 標準化の徹底と実力のある一括外注の採用。 ・システム範囲、対象の部分稼動 ・RAD+DOA ・性能事前検証 ・変更管理の強化 	同左 + <ul style="list-style-type: none"> ・ベテランPMによる采配と会社あげての協力及び監視 ・パート図での計画 ・ベストメンバー選出 ・クリーンルーム手法 ・二交代制の配置 ・顧客主体のテストチーム設置 ・パッケージの活用 ・部分の再利用 ・オープンな進捗情報管理

標準工期(適正工期)の考察(2)

- 工期乖離度: 実績工期が標準工期に対してどの程度乖離しているか。

$$\text{工期乖離度} = 1 - \frac{\text{実績工期}}{\text{標準工期}}$$



標準工期に対して、短工期、長工期の基準を、それぞれ全体の25%程度となるように設定。

工期乖離度	← 0.26 > 0 > -0.32 →			
	短工期	適正工期	長工期	合計
件数	128	268	132	528
割合	24.24%	50.76%	25.00%	100.00%

工期遅延と工期乖離の関係分析

- 工期遅延と工期乖離区分を集計した結果を下記に示す。

工期乖離区分		工期遅延度						合計	遅延度 20%以上の 割合
		予定よ り早い	予定ど おり	<10%	<20%	<50%	≥50%		
長工期	件数	5	70	11	11	10	16	123	
	平均遅延度	-0.166	0	0.059	0.133	0.275	0.897	0.1496	
	割合(%)	4.07	56.91	8.94	8.94	8.13	13.01	100.00	21.14%
適正工期	件数	11	186	13	17	24	10	261	
	平均遅延度	-0.189	0	0.071	0.144	0.297	0.676	0.0581	
	割合(%)	4.21	71.26	4.98	6.51	9.20	3.83	100.00	13.03%
短工期	件数	18	89	1	6	9	1	124	
	平均遅延度	-0.305	0	0.063	0.147	0.316	0.625	-0.009	
	割合(%)	14.52	71.77	0.81	4.84	7.26	0.81	100.00	8.06%
合計	件数	34	345	25	34	43	27	508	
	平均遅延度	-0.247	0	0.065	0.141	0.296	0.805	0.064	
	割合(%)	6.69	67.91	4.92	6.69	8.46	5.31	100.00	13.78%

- 仮説: 短工期は遅延度が高い
- 結果: 短工期プロジェクトは遅延度が低い
- 理由: 初めから短工期であることを意識して優秀なプロジェクトマネジャーをアサインし、「なすべきことをなしている」

全体工期と各工期の比率の関係

- 全体工期を工期乖離度によって、長工期／適正／短工期に分類する。
- 仮説：長工期となるプロジェクトはテスト工期比が大きい。

		件数	要件定義工期比	設計工期比	実装工期比	テスト工期比
長工期	設計工期比率	132	1.05	1.00	1.44	1.23
	全体工期割合		20.77%	25.31%	28.66%	25.26%
適正工期	設計工期比率	268	0.90	1.00	1.41	1.21
	全体工期割合		16.80%	26.30%	31.96%	24.94%
短工期	設計工期比率	128	0.94	1.00	1.41	1.47
	全体工期割合		21.41%	23.23%	28.16%	27.21%

- 結論：短工期・適正工期と比較すれば正しいといえる。
- 長工期プロジェクトは、実装期間を短縮したため品質が劣化したため、テスト工期を長期に取らざるを得なくなったと読み取れる。

工期別に担当するPM

- 工期乖離区分によって、担当するPMのスキルに違いはないか？
- 仮説「短工期のプロジェクトは経験のあるPMが担当している」

	PM(ユーザースキル)						合計
	1	2	3	4	5	未回答	
長工期	19	24	25	25	14	25	132
	14.39%	18.18%	18.94%	18.94%	10.61%	18.94%	100.00%
適正工期	34	52	52	47	50	33	268
	12.69%	19.40%	19.40%	17.54%	18.66%	12.31%	100.00%
短工期	20	17	26	31	11	23	128
	15.63%	13.28%	20.31%	24.22%	8.59%	17.97%	100.00%
未記入	18	20	21	25	13	29	126
	14.29%	15.87%	16.67%	19.84%	10.32%	23.02%	100.00%
合計	91	113	124	128	88	110	654
	13.91%	17.28%	18.96%	19.57%	13.46%	16.82%	100.00%

	PM(ベンダースキル)						合計
	1	2	3	4	5	未回答	
長工期	29	14	52	15	2	20	132
	21.97%	10.61%	39.39%	11.36%	1.52%	15.15%	100.00%
適正工期	65	52	72	44	8	27	268
	24.25%	19.40%	26.87%	16.42%	2.99%	10.07%	100.00%
短工期	56	15	22	15	2	18	128
	43.75%	11.72%	17.19%	11.72%	1.56%	14.06%	100.00%
未記入	34	25	28	11	1	27	126
	26.98%	19.84%	22.22%	8.73%	0.79%	21.43%	100.00%
合計	184	106	174	85	13	92	654
	28.13%	16.21%	26.61%	13.00%	1.99%	14.07%	100.00%

- 短工期のプロジェクトでは、ユーザー側は、**経験有無を問わず**、小・中規模プロジェクトの経験者、ベンダー側は、**規模を問わず**、経験のあるPMを当てている。

全体工数別フェーズ別の工期比率

規模	開発種別	件数	設計工期を1とした割合			全体工期を100%とした割合		
			設計工期比	実装工期比	テスト工期比	設計工期比	実装工期比	テスト工期比
<10人月	新規	7	1.00	1.31	0.97	30.54%	39.90%	29.56%
	改修・再開発	7	1.00	2.20	1.46	21.47%	47.24%	31.29%
	合計	14	1.00	1.78	1.23	24.95%	44.42%	30.62%
<50人月	新規	61	1.00	1.24	0.91	31.72%	39.30%	28.98%
	改修・再開発	42	1.00	1.27	1.16	29.16%	37.10%	33.74%
	合計	1	1.00	2.00	1.00	25.00%	50.00%	25.00%
<100人月	新規	104	1.00	1.26	1.01	30.60%	38.49%	30.90%
	改修・再開発	20	1.00	1.15	0.86	33.24%	38.15%	28.61%
	合計	31	1.00	1.26	1.15	29.34%	36.92%	33.74%
<500人月	新規	2	1.00	1.20	1.20	29.41%	35.29%	35.29%
	改修・再開発	53	1.00	1.22	1.05	30.65%	37.28%	32.07%
	合計	50	1.00	1.04	1.01	32.78%	34.25%	32.98%
>=500人月	新規	47	1.00	1.15	0.82	33.71%	38.61%	27.67%
	改修・再開発	1	1.00	1.67	2.67	18.75%	31.25%	50.00%
	合計	98	1.00	1.11	0.90	33.25%	36.75%	30.00%
未回答	新規	19	1.00	1.17	1.14	30.22%	35.44%	34.34%
	改修・再開発	14	1.00	1.37	1.06	29.14%	40.00%	30.86%
	合計	33	1.00	1.25	1.10	29.77%	37.35%	32.88%
合計	新規	170	1.00	1.20	0.94	31.84%	38.26%	29.90%
	改修・再開発	152	1.00	1.27	1.06	30.05%	38.07%	31.88%
	合計	322	1.00	1.14	0.99	31.94%	36.52%	31.53%

5:6:5

- 設計工期に対するテスト工期の比率は、新規開発よりも改修・再開発のほうが大きい。

注 設計工期、実装工期、テスト工期は、それぞれ設計・実装・テストにかかった工期

業務種別フェーズ別の工期比率

プロジェクトの業務別に工期と比率を分析してみた。

業務種別	件数	設計工期比	実装工期比	テスト工期比
経営・企画	12	1.00	1.40	0.98
会計・経理	65	1.00	1.45	1.25
営業・販売	77	1.00	1.40	1.40
生産・物流	45	1.00	1.38	1.30
人事・厚生	16	1.00	1.85	1.50
管理一般	30	1.00	1.28	0.96
総務・一般事務	18	1.00	1.80	1.36
研究・開発	6	1.00	2.11	1.28
技術・制御	13	1.00	1.45	1.53
マスター管理	41	1.00	1.20	1.15
受注・発注・在庫	62	1.00	1.46	1.18
物流管理	15	1.00	1.48	1.57
外部業者管理	7	1.00	0.90	0.66
約定・受渡	15	1.00	1.17	1.35
顧客管理	28	1.00	1.07	1.28
商品計画	3	1.00	1.49	1.30
商品管理	20	1.00	1.41	1.73
施設・設備(店舗)	14	1.00	1.38	1.18
情報分析	35	1.00	1.25	1.26
その他	41	1.00	1.36	1.07
未記入	2	1.00	1.33	1.17

$n=565$

- 実装工期比のバラツキ
0.90～2.11
- テスト工期比のバラツキ
0.66～1.73

規模別の工期遅延度の分布

$n=565$

規模(工数)		工期遅延度						合計	遅延度 20%以上 の割合
		予定よ り早い	予定ど おり	<10%	<20%	<50%	≥50%		
<10人月	件数	2	28		2	2	5	39	
	割合(%)	5.13	71.79	0.00	5.13	5.13	12.82	100.00	17.95%
<50人月	件数	13	109	4	14	14	9	163	
	割合(%)	7.98	66.87	2.45	8.59	8.59	5.52	100.00	14.11%
<100人月	件数	5	62	3	7	11	5	93	
	割合(%)	5.38	66.67	3.23	7.53	11.83	5.38	100.00	17.20%
<500人月	件数	11	113	11	9	6	6	156	
	割合(%)	7.05	72.44	7.05	5.77	3.85	3.85	100.00	7.69%
>=500人月	件数	3	33	7	2	10	2	57	
	割合(%)	5.26	57.89	12.28	3.51	17.54	3.51	100.00	21.05%
未回答	件数	4	32	3	8	9	1	57	
	割合(%)	7.02	56.14	5.26	14.04	15.79	1.75	100.00	17.54%
合計	件数	38	377	28	42	52	28	565	
	割合(%)	6.73	66.73	4.96	7.43	9.20	4.96	100.00	14.16%

- 予定通りあるいは予定より早く完了したプロジェクトは合計で73.5%、20%以上遅延したプロジェクトは14.2%
- 遅延度20%以上のプロジェクトの割合は、システム規模と関係がない
- (本来なすべきことをなせば、遅延しない)

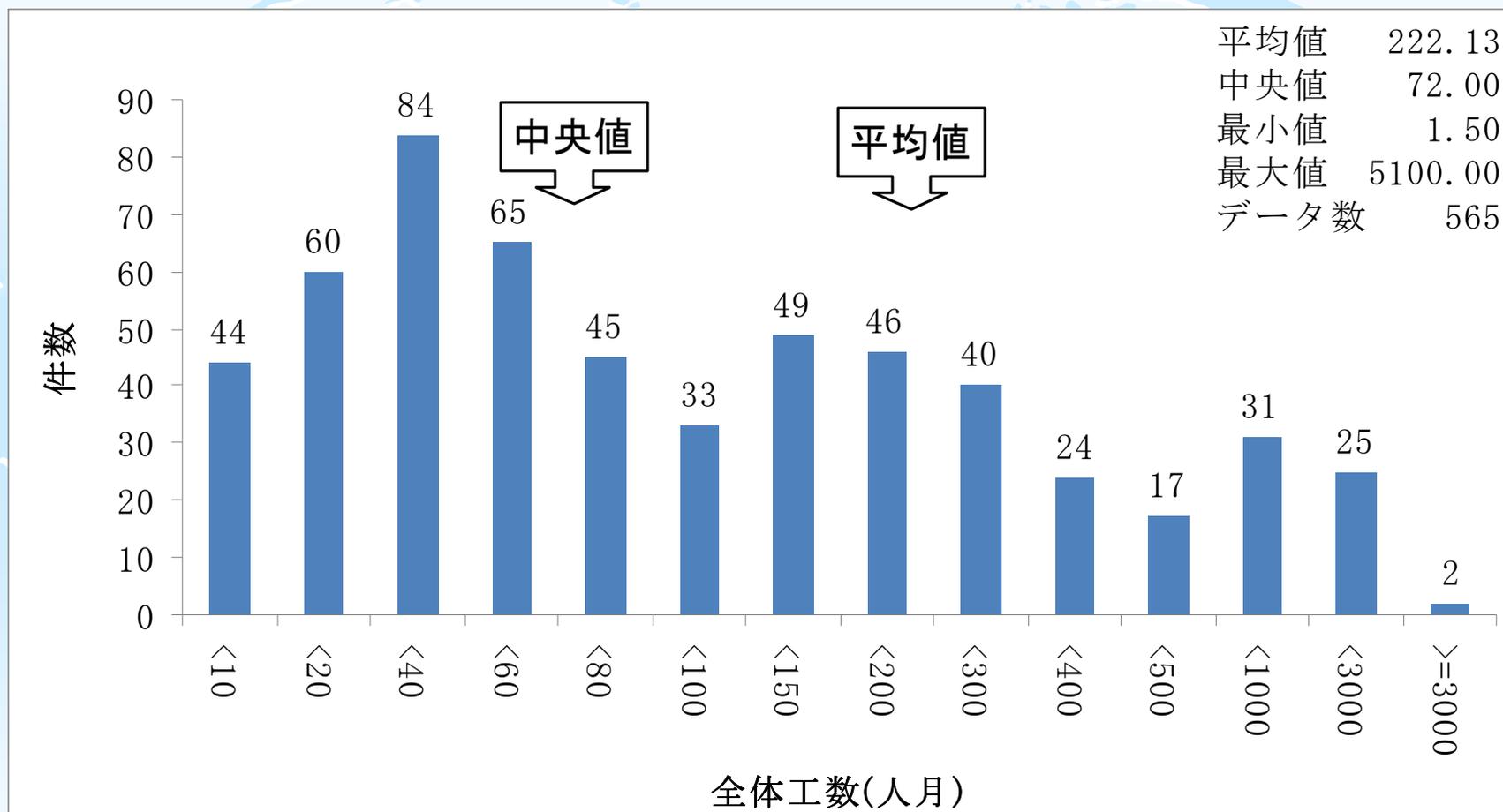
工期遅延理由分析

- 工期遅延理由の件数を集計した結果を下記に示す。

工期遅延理由	全体工数						合計	割合(%)
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	>=500人月	未回答		
システム化目的不適當		2	1		1		4	0.66
RFP内容不適當	2	4	4	9	1	2	22	3.65
要件仕様の決定遅れ	9	33	20	36	16	13	127	21.10
要件分析作業不十分	9	20	15	24	13	16	97	16.11
開発規模の増大	5	13	14	33	14	9	88	14.62
自社内メンバーの選択不適當	1	7	3	8	3	1	23	3.82
発注会社選択ミス		4	4	7	4	3	22	3.65
構築チーム能力不足	4	8	11	21	6	4	54	8.97
テスト計画不十分	3	13	11	5	7	6	45	7.48
受入検査不十分	1	1		6	4	3	15	2.49
総合テストの不足	2	8		6	6	5	27	4.49
プロジェクトマネージャーの管理不足	2	6	6	7	6	6	33	5.48
その他	2	11	11	12	3	6	45	7.48
合計	40	130	100	174	84	74	602	100.00

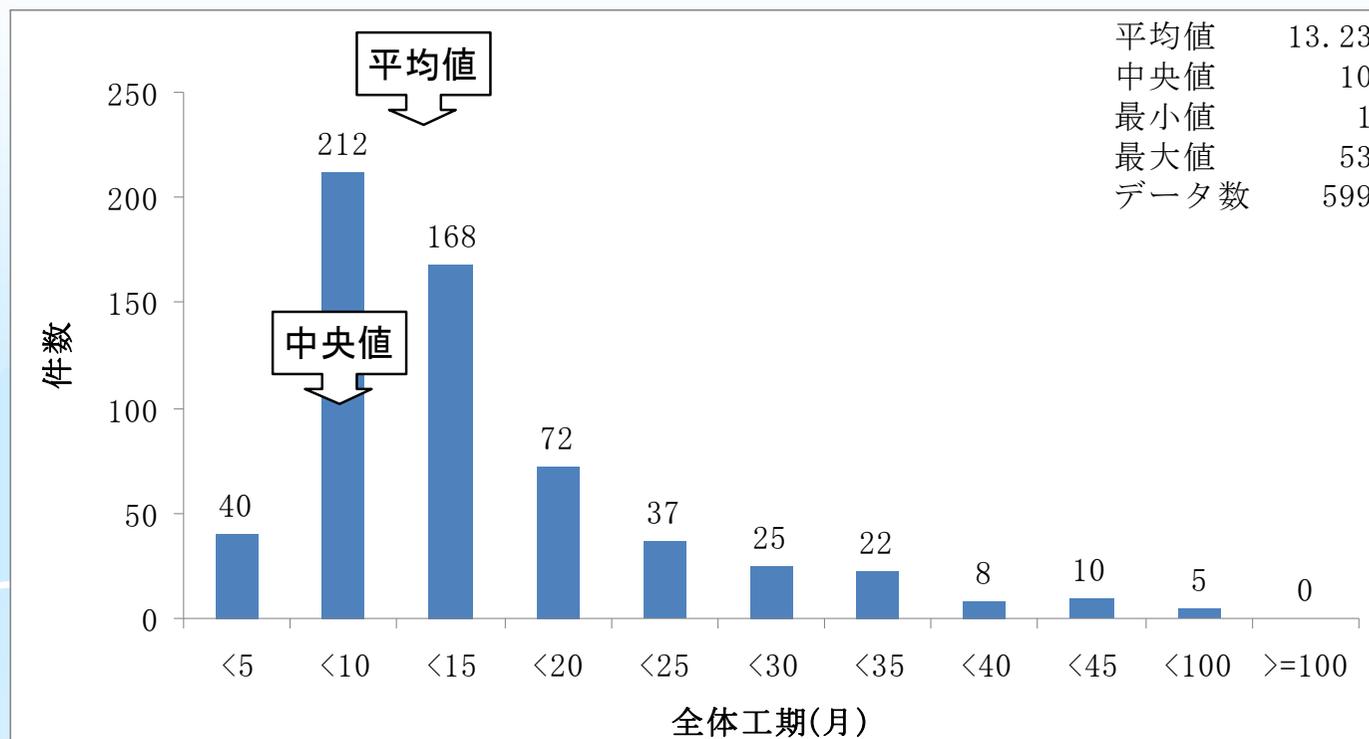
- **要件定義に原因**がある遅延理由の割合は37%である。
(上位工程での不具合が、全体工期の遅延につながる恐れが最も多い)
- プロジェクト管理の問題が残りを占める。

プロジェクト全体工数の分布と基本統計量



注 項目によって回答されたデータ件数が異なり、また、分析する視点によってデータの組み合わせが異なるため、分析結果の標本数は異なる。

工数規模別の全体工期分布



注 工期は企画～フォローまでの工期です。

		全体工期(月)別										合計
		<5	<10	<15	<20	<25	<30	<35	<40	<45	>=45	
規模別 工数	<10人月	18	20	3								41
	<50人月	14	102	40	8	1	1	1		1		168
	<100人月	2	34	40	16	2		3				97
	<500人月	2	32	57	37	19	11	3	3			164
	>=500人月		3	9	4	11	10	11	4	6		58
	未回答	4	21	19	7	4	3	4	1	3	5	71
	合計	40	212	168	72	37	25	22	8	10	5	599

工数比率(1)

1) 企画工数比率

対象システムのシステム企画時(要件定義以前)に発生した、企画工数と全体工数との比率(企画工数÷全体工数)を規模別に見る。

	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	8	30	27	46	15	126
平均企画工数(人月)	0.91	3.46	4.18	10.74	50.53	11.71
平均企画工数比率	14.91%	12.77%	5.94%	4.81%	3.99%	5.27%
企画工数(中央値)	1	1.5	2.5	5.5	18	3.95
企画工数比率(中央値)	12.68%	6.84%	3.69%	2.82%	2.00%	3.85%
平均工数	6.08	27.12	70.35	223.15	1266.66	222.13

- 小規模のプロジェクトでは比率は高く、大規模のプロジェクトでは低い。

2) 要件定義工数比率

要件定義工数比率(要件定義工数÷全体工数)を規模別にみる。

	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	15	86	56	105	34	296
平均要件定義工数(人月)	1.06	2.76	6.81	26.44	111.33	24.31
平均要件定義工数比率	17.48%	10.17%	9.68%	11.85%	8.79%	10.94%
要件定義工数(中央値)	1	2.1	6.19375	19.88	116.65	7.5
要件定義工数比率(中央値)	19.23%	10.00%	8.68%	9.32%	8.68%	9.32%
平均工数	6.08	27.12	70.35	223.15	1266.66	222.13

- 10人月以上のプロジェクトでは10%程度の要件定義工数比が必要である。

工数比(2)

3) 工程別、開発規模別工数比

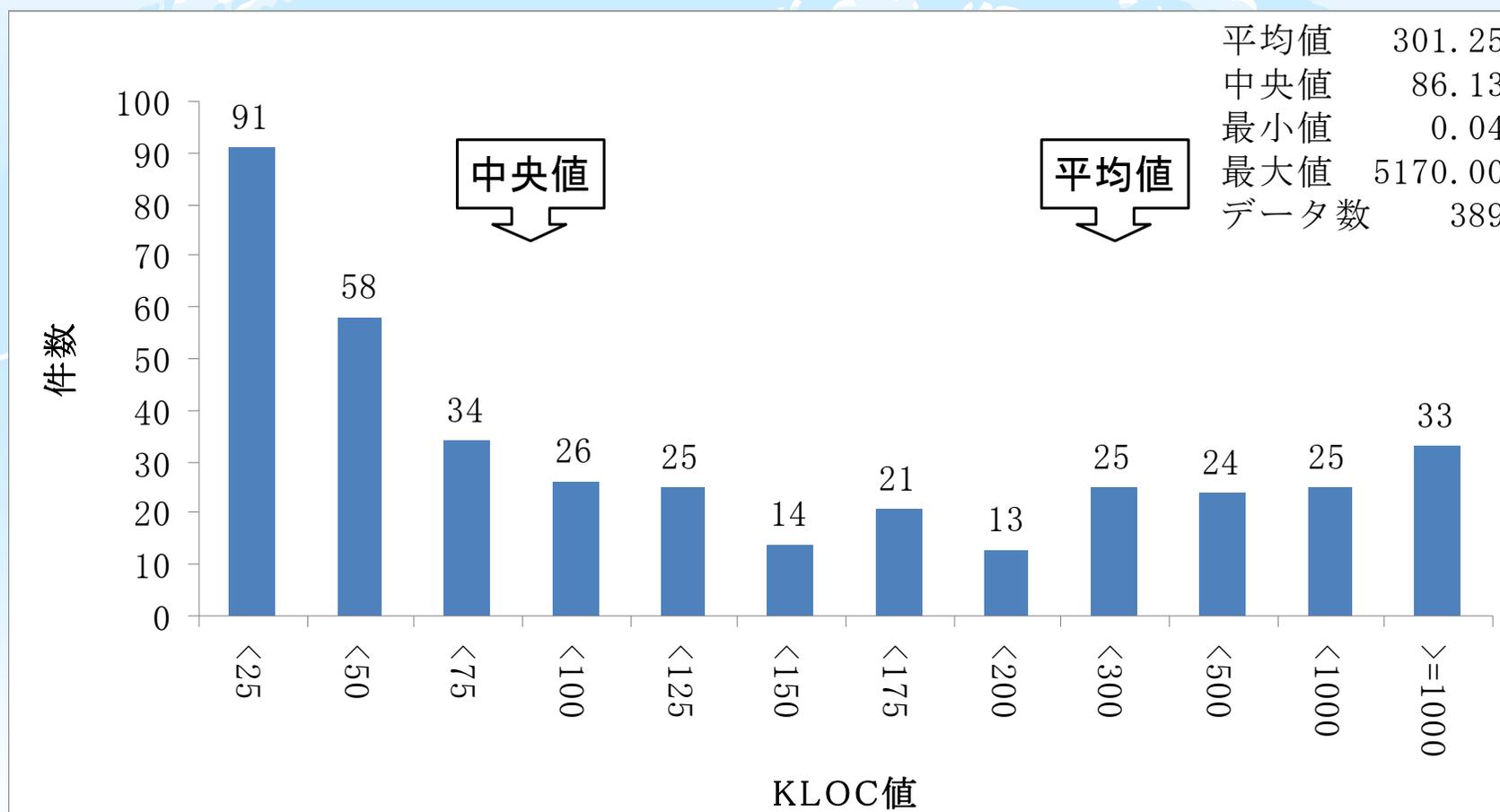
実装フェーズの工数を1としたときの設計フェーズ、テストフェーズの工数をプロジェクト規模(工数)別に見た。

	全体工数	件数	全体工数を1とした比率			合計を100%とした比率		
			設計工数	実装工数	テスト工数	設計工数	実装工数	テスト工数
新規	<10人月	12	0.82	1.00	0.55	20.47%	54.65%	24.88%
	<50人月	65	0.70	1.00	0.57	27.77%	49.98%	22.24%
	<100人月	23	0.80	1.00	0.61	29.18%	46.64%	24.18%
	<500人月	48	0.73	1.00	0.86	27.87%	42.26%	29.87%
	>=500人月	18	2.95	1.00	1.31	23.01%	38.27%	38.72%
	未回答	3	0.40	1.00	0.40	12.75%	58.14%	29.11%
	合計	169	0.96	1.00	0.73	24.69%	41.02%	34.28%
再開 開発・改修	<10人月	7	0.69	1.00	1.27	20.88%	40.58%	38.54%
	<50人月	46	0.59	1.00	1.07	22.65%	43.30%	34.05%
	<100人月	35	0.83	1.00	1.11	24.04%	44.49%	31.48%
	<500人月	47	0.96	1.00	1.16	24.69%	41.88%	33.43%
	>=500人月	12	0.62	1.00	0.70	24.96%	45.78%	29.26%
	未回答	3	0.61	1.00	0.71	23.61%	52.70%	23.69%
	合計	150	0.77	1.00	1.08	24.62%	43.98%	31.40%
合計	<10人月	19	0.77	1.00	0.82	20.61%	49.92%	29.47%
	<50人月	112	0.66	1.00	0.78	25.21%	46.45%	28.34%
	<100人月	60	0.80	1.00	0.91	26.06%	45.37%	28.58%
	<500人月	96	0.84	1.00	1.00	26.45%	42.12%	31.43%
	>=500人月	30	2.02	1.00	1.06	23.68%	40.88%	35.44%
	未回答	6	0.51	1.00	0.55	13.40%	57.82%	28.79%
	合計	323	0.87	1.00	0.90	24.67%	42.21%	33.13%

- 新規開発のテスト工数は全体工数が増加するにしたがって増加するが、再開開発では必ずしもこの傾向にはない。
- 既存資産の継続活用のための確認負荷が高い。

KLOC値の分布と基本統計量

- 各システムで使用する言語別のKLOC値の単純合計値であり、言語別換算等を行っていない。

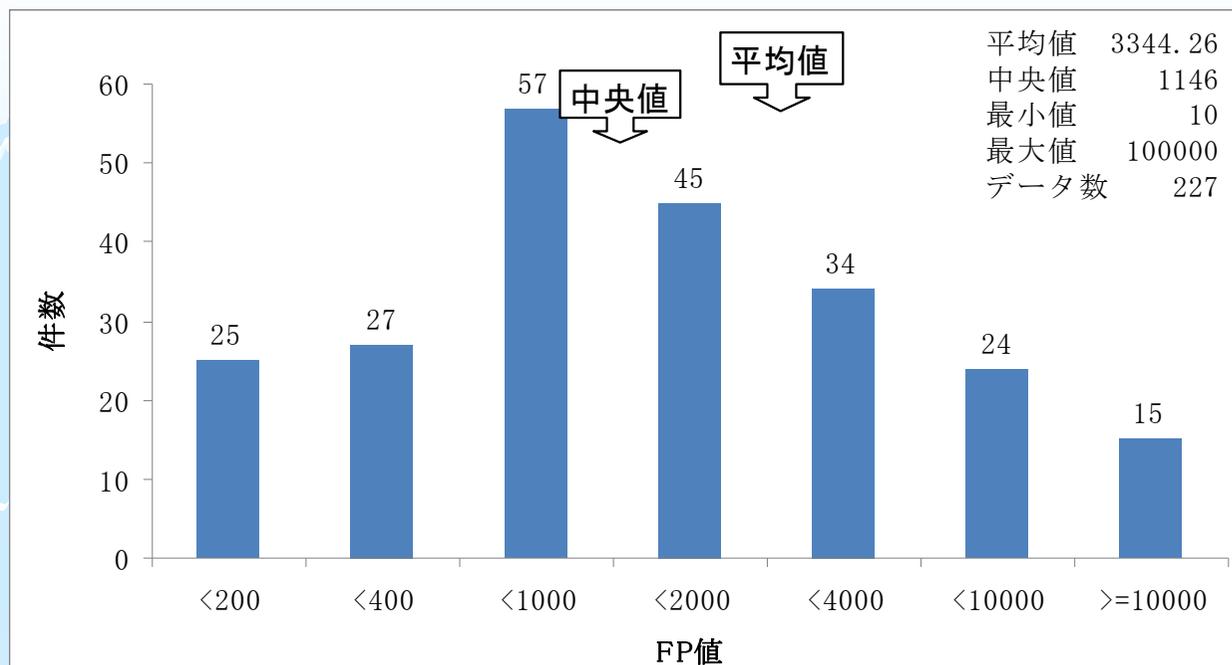


- 300KLOC以上のプロジェクトがほぼ2割ある。

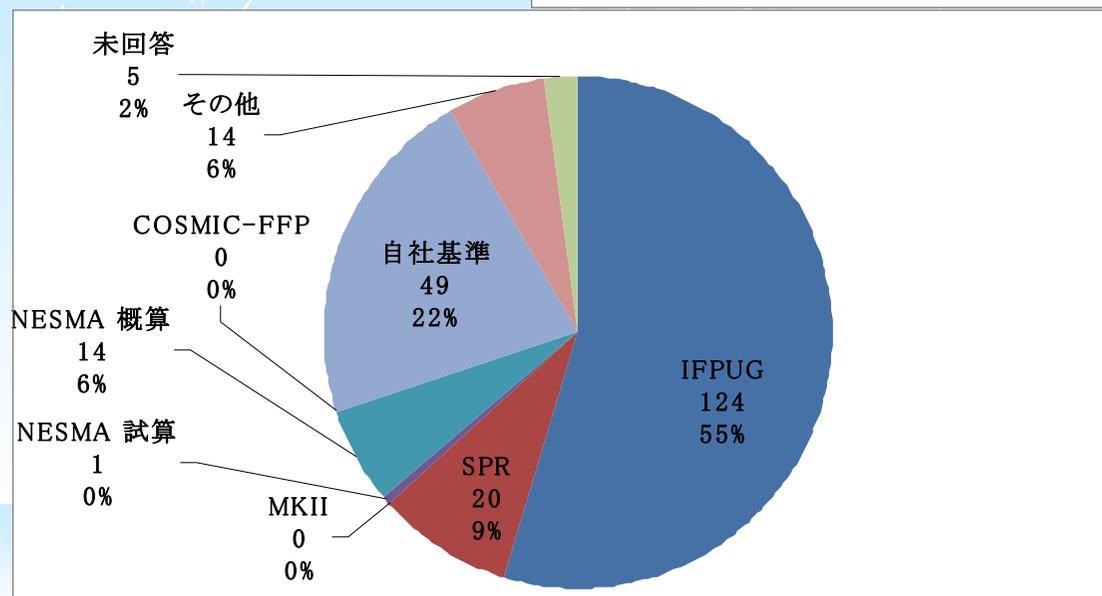
FP値の分布と基本統計量

1) FP値

- 4000FP以上のプロジェクトがほぼ2割ある。



2) FP計測手法



- IFPUG法が55%を占めるが、IFPUG法の不足部分を改善して活用している自社基準も22%存在している。IFPUG法の改善が期待されている。

システム企画工程におけるQCDの優先順位

- 対象プロジェクトを企画する際に、品質Q、コストC、納期Dのうちどれを優先させたか。
- 654プロジェクトのうち、
 - 優先順位をつけなかったという回答: 64件(約9.8%)
 - QCDのどれかを優先したという回答: 238件(36.4%)

優先順位	品質	コスト	納期	合計	なし
件数	74	51	113	238	64
割合	31.09%	21.43%	47.48%	100.00%	26.89%

- 納期優先のプロジェクトが多い。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

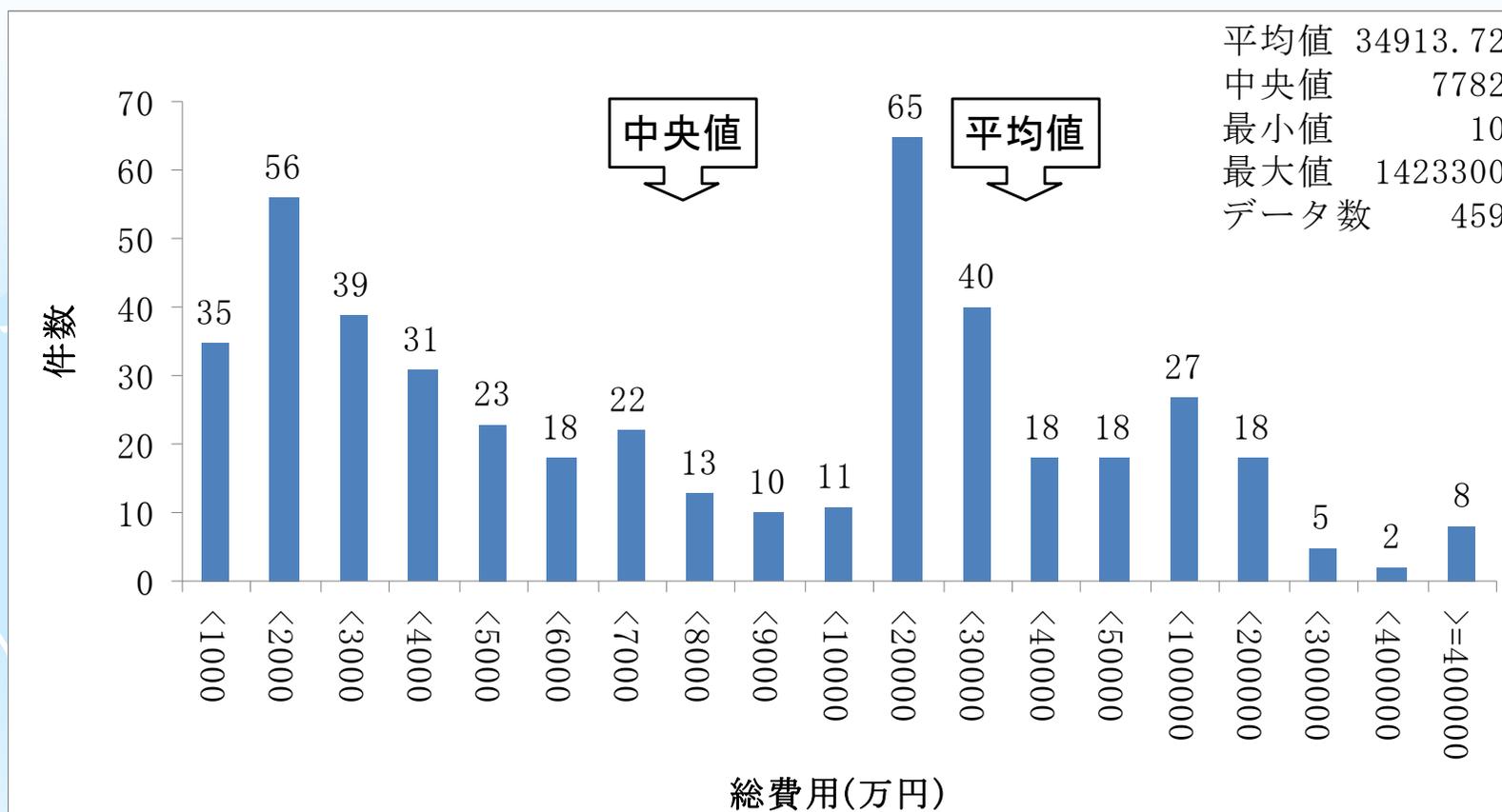
2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用などのクロス分析」

3. まとめ

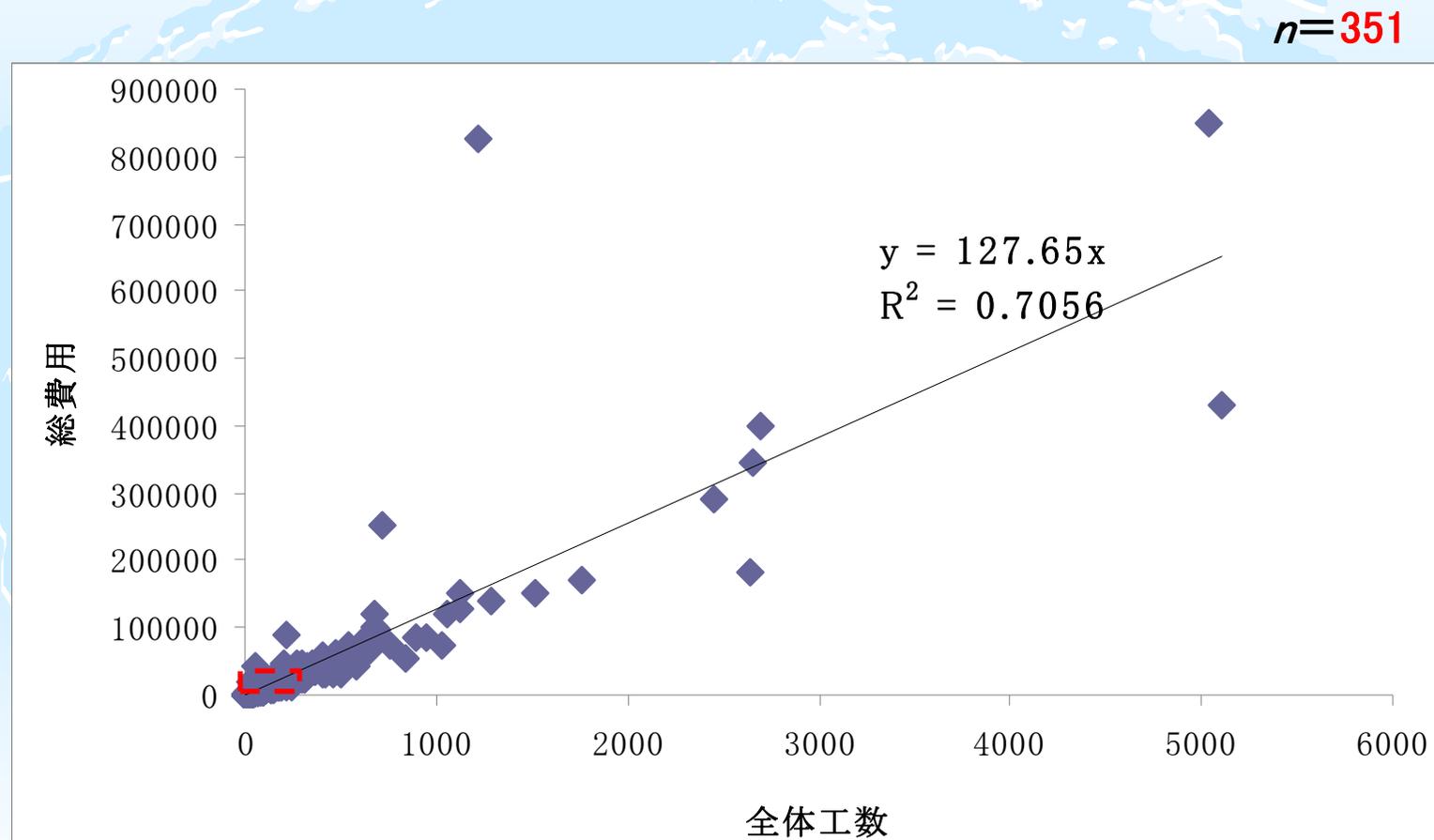
総費用の分布と基本統計量



- 総費用で見ると、プロジェクトは二極化されている。
- 最大値は142億円。459件中、1億円以上が201件、10億円以上も33件ある。
- 3億円以上の大規模プロジェクトの割合は、ほぼ20%ある。

総費用 対 全体工数(1)

1) 総費用 対 全体工数(人月) 分布



- 人月単価=約128万円となる。
- 相関係数は0.87で高度に有意である。

総費用対全体工数(2)

2) 規模別人月単価

人月単価＝総費用÷全体工数と定義して、工数区分別に、工数単価を計算した。

	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	26	119	75	110	31	361
総費用(万円)	19,906	370,261	744,685	2,704,457	5,673,116	9,512,425
工数合計(人月)	167.30	3081.31	5308.01	23973.58	43091.55	75621.74
加重平均単価(万円/人月)	118.99	120.16	140.29	112.81	131.65	125.79

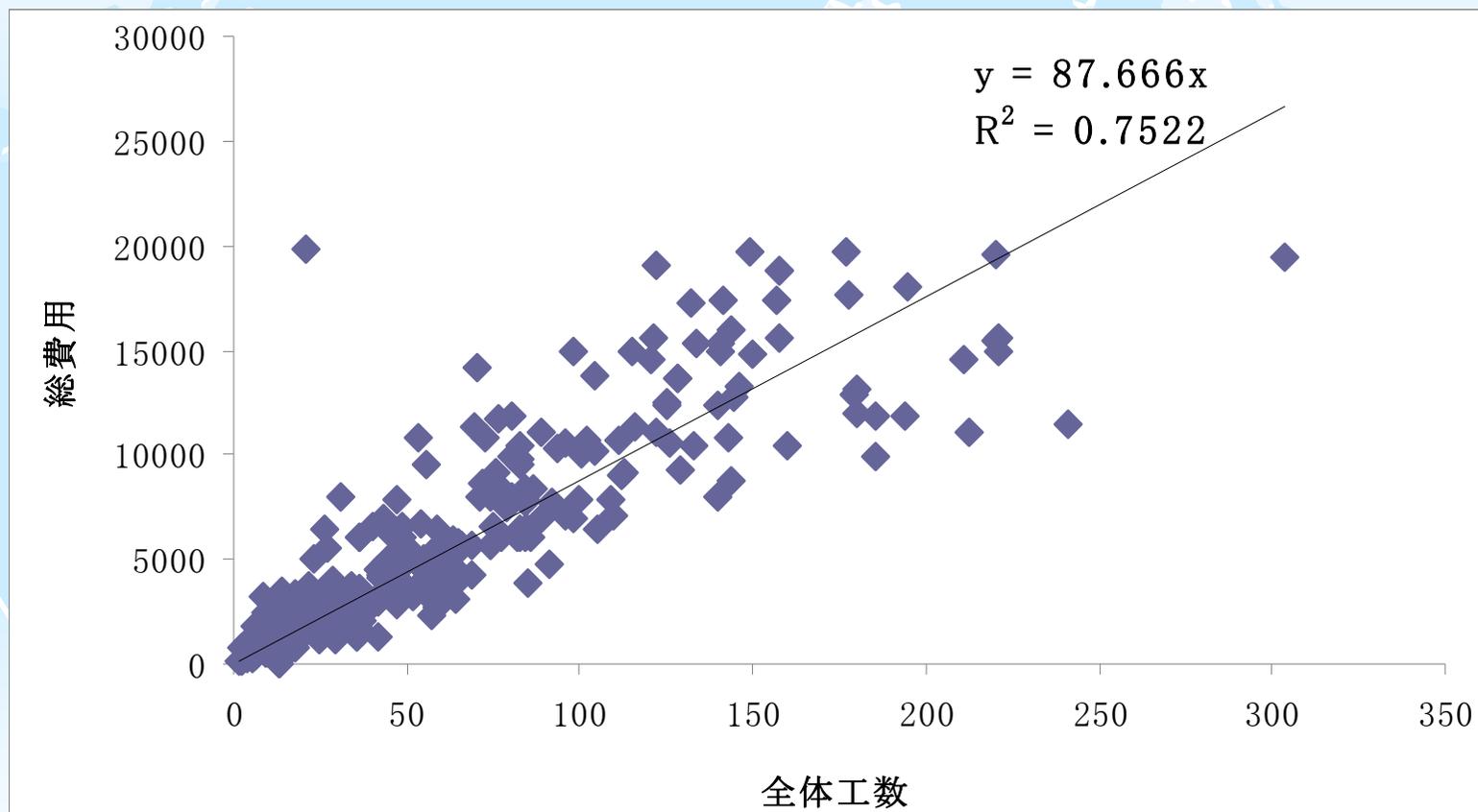
- 工数単価の平均値は126万円/月、回帰式から求めた値は128万円/月という事になる。
- 500人月以上のプロジェクトでは、平均単価が高くなっている。
- 工数単価について議論する場合には、工数によって区分する必要がある。

総費用 VS 全体工数(3)

3)大規模プロジェクトを除いた分析

- 全体工数 ≤ 300人月、総費用 ≤ 2億円のみを抽出

$n=304$



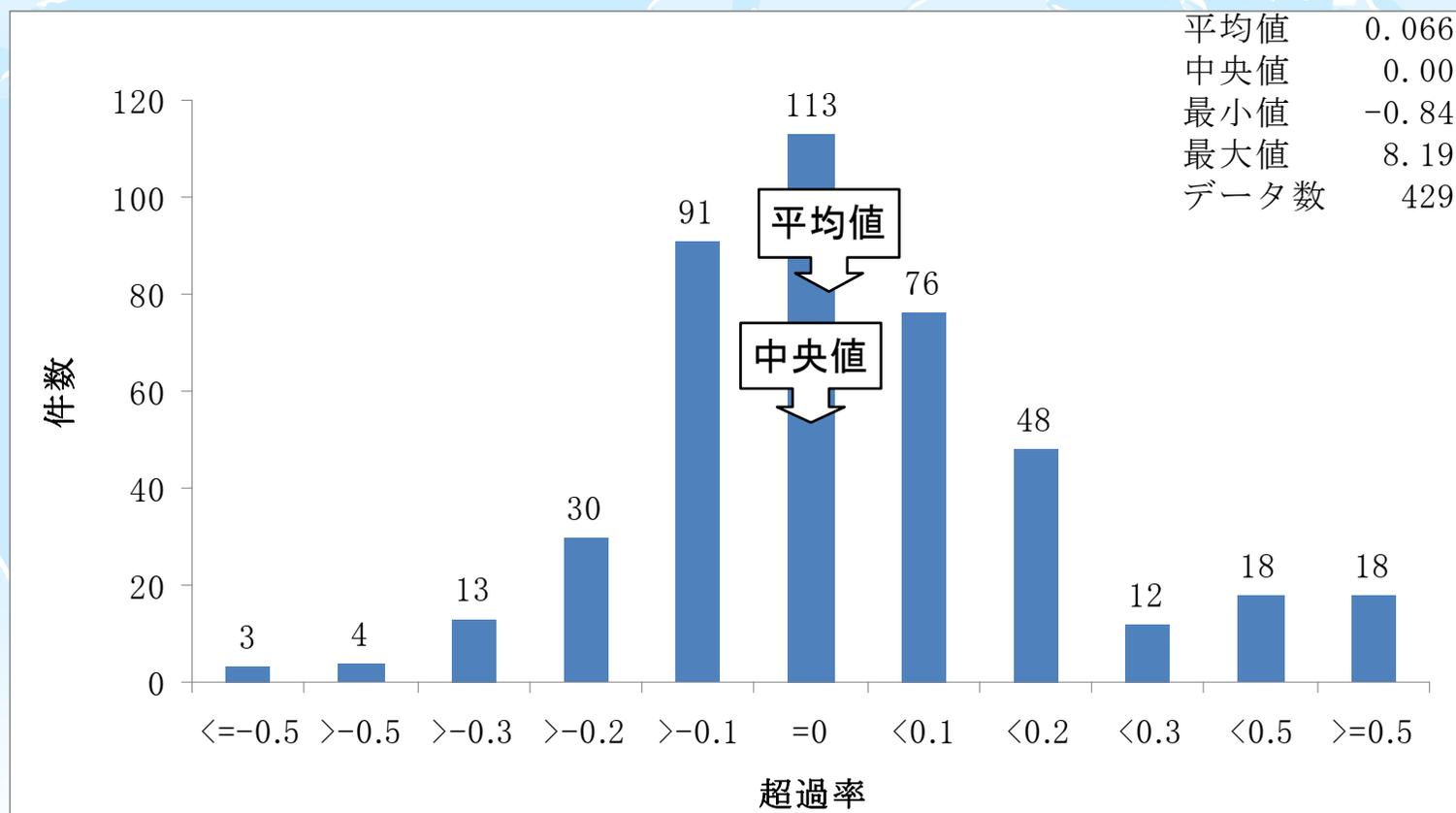
- 発注先企業の実力、システムの規模・難易度、工期の緊急度、要求品質などによって工数単価は異なるが、回帰分析の結果、95%のプロジェクトでは、84.3万円～91.1万円の間に入る。

総費用の計画値と実績値の対比(1)

1) 予算超過率分布

- 予算超過の実態分析を行った。
- 予算超過率の定義

$$\text{予算超過率} = \frac{\text{実績総費用} - \text{計画総費用}}{\text{計画総費用}}$$



- 平均予算超過率は6.6%、中央値は0(計画どおり)である

総費用の計画値と実績値の対比(2)

2) 規模別予算超過状況

- 計画通り: 実績値が計画値の±5%未満に収まっている。

工数区分		予算超過状況			合計
		予算未満	予算通り	予算超過	
<10人月	件数	6	12	10	28
	割合	21.43%	42.86%	35.71%	100.00%
	平均超過率	-8.16%	0.00%	36.23%	11.19%
<50人月	件数	42	43	46	131
	割合	32.06%	32.82%	35.11%	100.00%
	平均超過率	-14.65%	0.00%	14.79%	0.49%
<100人月	件数	32	20	30	82
	割合	39.02%	24.39%	36.59%	100.00%
	平均超過率	-8.75%	0.00%	43.41%	12.47%
<500人月	件数	48	18	55	121
	割合	39.67%	14.88%	45.45%	100.00%
	平均超過率	-7.00%	0.00%	24.11%	8.18%
>=500人月	件数	12	4	24	40
	割合	30.00%	10.00%	60.00%	100.00%
	平均超過率	-8.18%	0.00%	25.52%	12.86%
未回答	件数	4	16	7	27
	割合	14.81%	59.26%	25.93%	100.00%
	平均超過率	-45.63%	0.00%	12.63%	-3.48%
合計	件数	144	113	172	429
	割合	33.57%	26.34%	40.09%	100.00%
	平均超過率	-10.84%	0.00%	25.42%	6.55%

- 仮説: 規模が大きいプロジェクトほど、予算超過率が高い
- 結果: 仮説は採択された
- プロジェクト管理が困難になるため。

外注コスト(外注比率)

計画外注比率／実績外注比率

- $\text{計画外注比率} = \frac{\text{計画外注コスト}}{\text{計画総費用}}$
- $\text{実績外注比率} = \frac{\text{実績外注コスト}}{\text{実績総費用}}$

を規模別に計算した。

<計画外注比率>

	工数区分						合計
	<10	<50	<100	<500	>=500	未回答	
件数	17	97	62	94	37	22	329
計画外注比(平均;%)	74.90	63.10	71.67	71.35	77.72	87.60	70.96
計画外注比(最大値;%)	100.00	133.33	100.00	115.00	100.00	100.00	133.33
計画外注比(最小値;%)	29.44	3.95	14.00	2.79	3.50	40.00	2.79

<実績外注比率>

	工数区分						合計
	<10	<50	<100	<500	>=500	未回答	
件数	17	102	63	108	39	22	351
実績外注比(平均;%)	73.36	62.04	73.07	72.66	79.08	88.50	71.39
実績外注比(最大値;%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
実績外注比(最小値;%)	32.80	2.29	4.87	2.90	3.89	40.00	2.29

- すべての区分で、計画外注比率が100%のプロジェクトが見られた。
- 外注比率は平均で71%であり、ほぼ計画どおりの比率となっている。
- 工数10人月以上のプロジェクトでは、工数が大きくなると外注比率が高くなる。

外注コスト(計画・実績対比)

外注予算が、計画値から実績が増えているか減っているかに関して規模別に集計した。

規模		外注コストの差異:実績外注コスト-計画外注コスト			
		計画未滿	計画通り	予算超過	合計
<10人月	件数	4	10	3	17
	割合	23.53%	58.82%	17.65%	100.00%
	平均超過額	-155.25	109.2	14	30.17647059
	外注比比率	-0.13	0.00	0.16	0.00
<50人月	件数	19	55	21	95
	割合	20.00%	57.89%	22.11%	100.00%
	平均超過額	-252.71	9.84	168.21	-7.66
	外注比比率	-0.20	0.00	0.22	0.01
<100人月	件数	6	40	16	62
	割合	9.68%	64.52%	25.81%	100.00%
	平均超過額	-375.17	25.45	660.81	150.65
	外注比比率	-0.30	0.00	0.26	0.04
<500人月	件数	12	64	18	94
	割合	12.77%	68.09%	19.15%	100.00%
	平均超過額	6375.25	-55.00	2661.03	1285.97
	外注比比率	-0.14	0.00	0.21	0.02
>=500人月	件数	1	25	9	35
	割合	2.86%	71.43%	25.71%	100.00%
	平均超過額	11984.00	17486.12	45389.44	24504.06
	外注比比率	-0.14	0.00	0.12	0.03
未回答	件数		19	3	22
	割合	0.00%	86.36%	13.64%	100.00%
	平均超過額		7300.26	-100.00	6291.14
	外注比比率		0.00	0.10	0.01
合計	件数	42	213	70	325
	割合	12.92%	65.54%	21.54%	100.00%
	平均超過額	1924.13	2699.48	6717.87	3464.78
	外注比比率	-0.19	0.00	0.21	0.02

- 計画通り:実績値が計画値の±5%未滿に収まっている。
- 仮説:プロジェクト規模が大ききと予算超過の割合が高くなる
- 結果:仮説は採択される。
- 規模が大きいほどプロジェクト管理が難しくなることと、開発工期が長期化するので環境変化が発生し仕様変更が多くなるため。

パッケージ費用の分析結果

- 総予算に対するパッケージ関連費用比率(合計を100%とする)

	パッケージ費用内訳				
	コンサル費用	本体費用	カスタマイズ費用	社内人件費	合計
件数	40	40	40	40	40
平均(万円)	1,649	6,714	17,736	1,087	27,186
最大(万円)	15,411	140,000	308,400	34,000	492,000
最小(万円)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
費用の割合	6.07%	24.70%	65.24%	4.00%	100.00%

- 2010年度調査では、パッケージ関連費用として、社内人件費を追加した。
- パッケージ本体費用に対してカスタマイズ費用は平均で2.64倍となっている。
- まだデータ数が少ないため、結果の解釈には慎重を要する

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

→ 2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用などのクロス分析」

3. まとめ

生産性の評価

- 例年どおり、人月単価、KLOC単価、FP単価、KLOC生産性、FP生産性等を生産性の指標として計算し、分析を行った。
- 2007年度調査からはパッケージ開発のデータを除いて分析している。
- パッケージ開発とスクラッチ開発とでは、工数-費用-サイズの関係が同じではないとの想定に基づく。
- パッケージ開発プロジェクトに関しては、パッケージ費用内訳に関する設問を追加し、別途分析を行った。

工程別基準単価

- 工程毎に130件前後、全体工程では163件の回答があった。
- パッケージ使用の有無に従って回答をまとめた。

		企画単価	要件定義単価	設計単価	実装単価	テスト単価	トータル単価	
パッケージ の追加開発	ERP利用	件数		2	2	2	2	
		最大値		375.43	1303.12	465.14	375.80	581.22
		平均値		284.53	738.90	305.28	279.62	371.00
		最小値		193.64	174.69	145.42	183.44	160.79
	単体パッ ケージ利用	件数	1	2	2	2	2	2
		最大値	100.00	187.50	243.75	241.67	241.67	228.00
		平均値	100.00	144.09	165.88	152.50	171.33	160.19
		最小値	100.00	100.69	88.00	63.33	101.00	92.38
	不明	件数		13	12	12	12	16
		最大値		574.29	350.00	256.63	1117.56	434.32
		平均値		245.87	188.57	156.76	234.72	189.67
		最小値		100.00	93.73	21.61	97.62	50.69
スクラッチ開発		件数	9	120	119	114	111	143
		最大値	300.00	999.00	1413.67	3252.50	3778.00	1886.10
		平均値	146.70	166.55	156.70	165.62	163.43	159.21
		最小値	14.12	11.50	11.68	9.63	10.42	10.78
合計		件数	10	137	135	130	127	163
		最大値	300.00	999.00	1413.67	3252.50	3778.00	1886.10
		平均値	142.03	175.47	168.30	166.74	172.12	164.81
		最小値	14.12	11.50	11.68	9.63	10.42	10.78

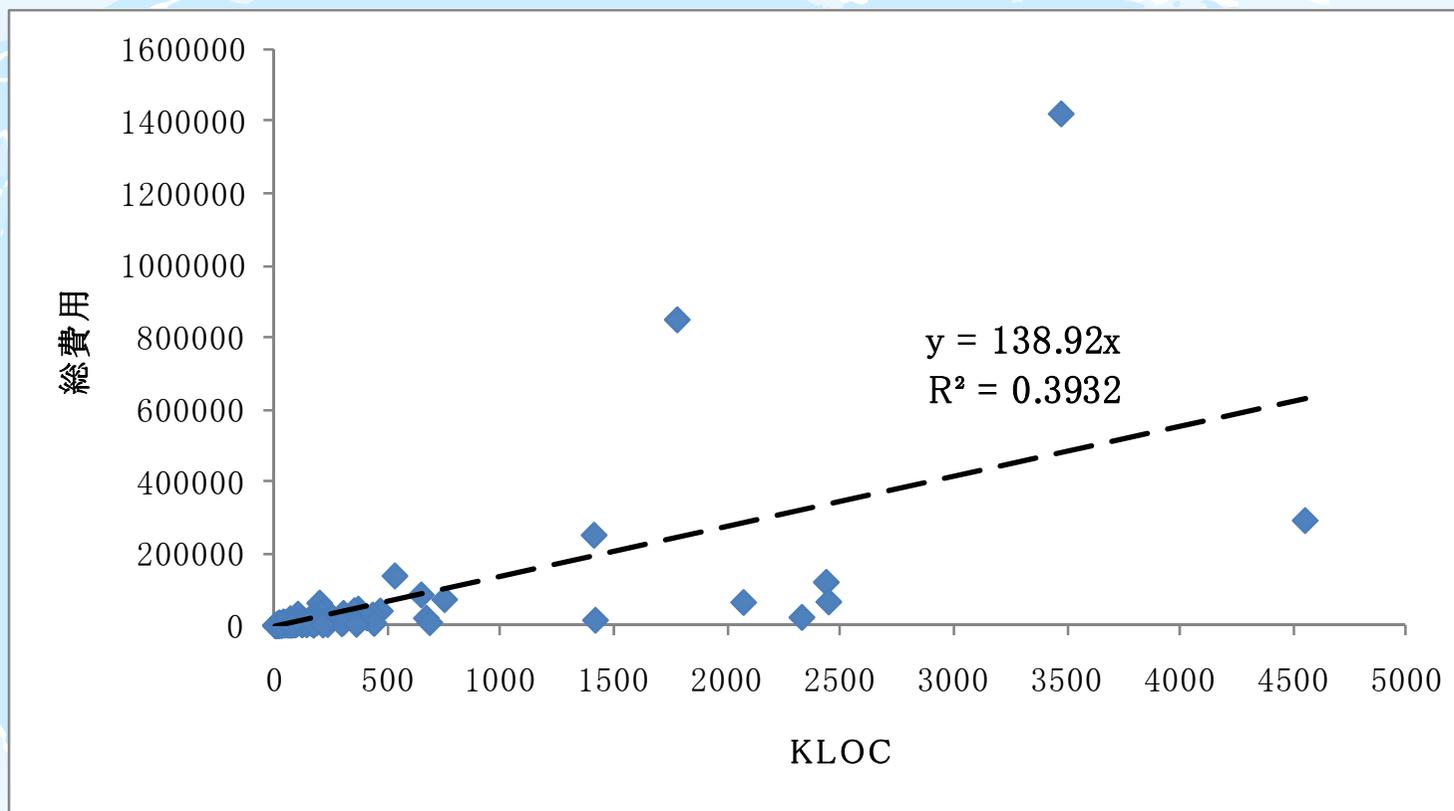
- ERP利用によるパッケージ開発の工程別基準単価は、スクラッチ開発より高めに出ている。

総費用 対 KLOC値

1) 総費用 Vs. KLOC分布

- 新規開発でパッケージ開発以外

$n = 123$



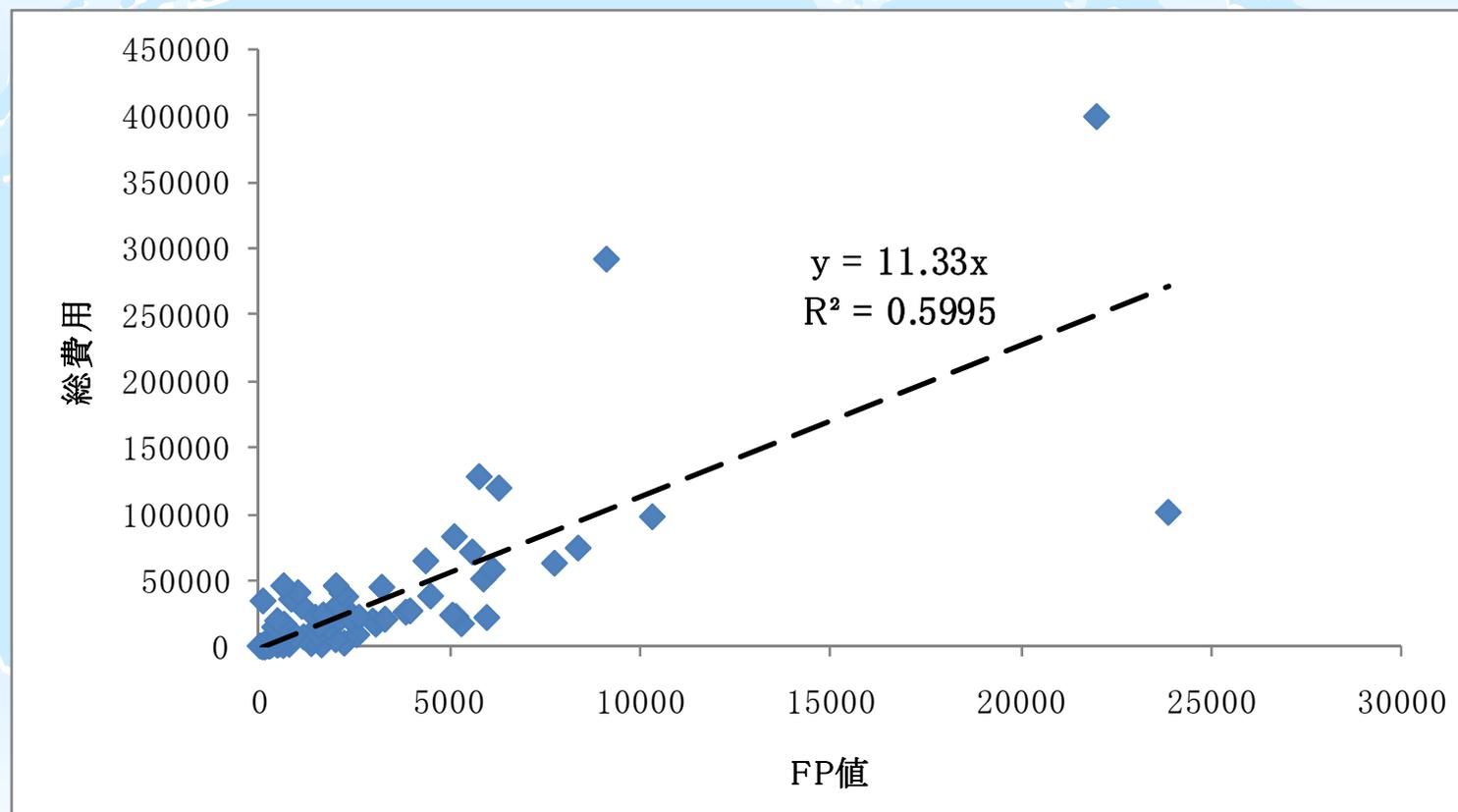
- KLOC単価**138.9万円**(相関係数=0.63、決定係数0.39) となった。
- ◇ 言語種類別の分析などを試みる必要がある

総費用 対 FP値

1) 総費用 Vs. FP分布

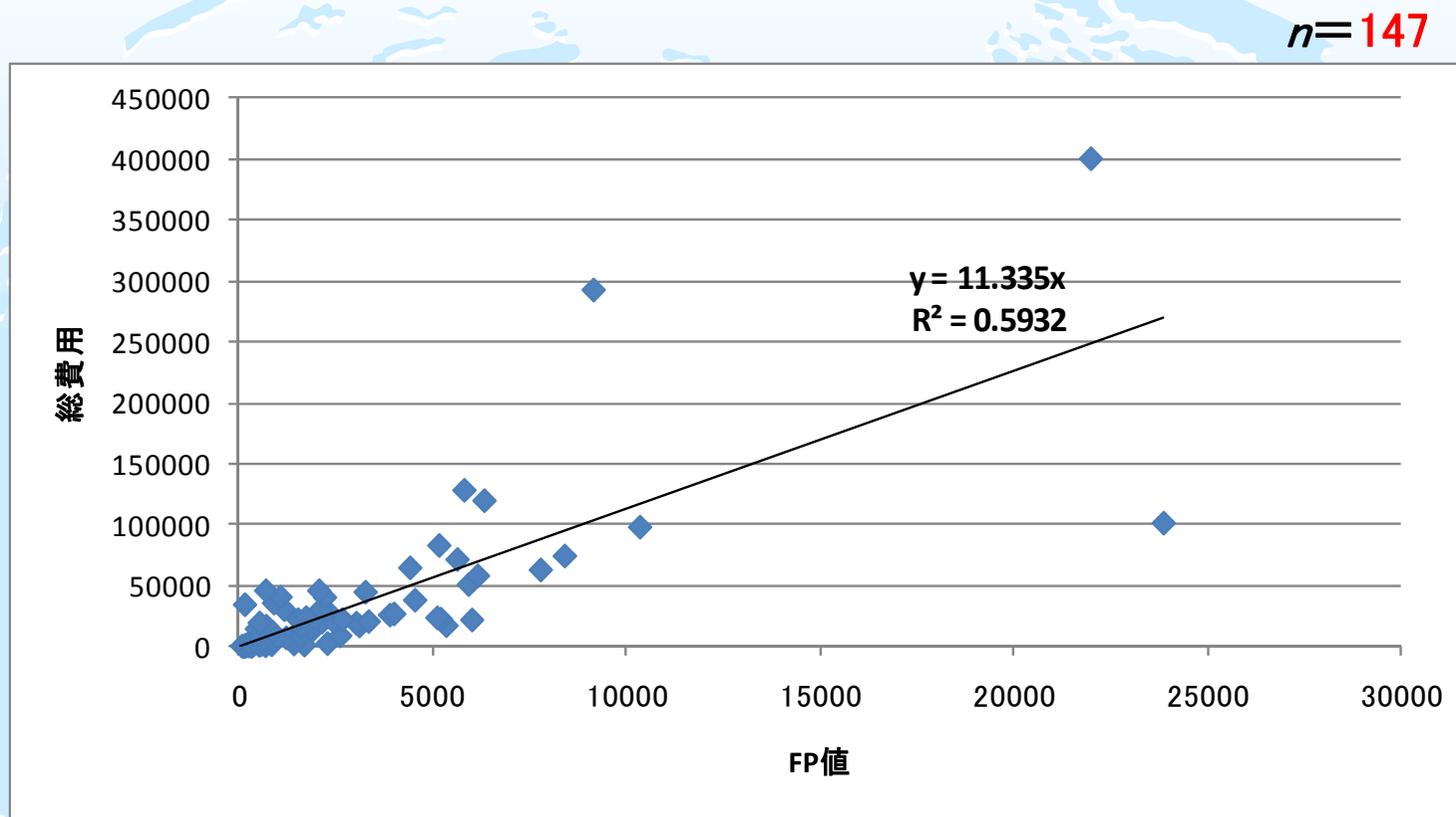
- **パッケージ開発以外で、かつ計測手法としてIFPUGを採用したもの**

$n=98$



- **FP単価=11.3万円**ということになる。
- **相関係数は0.77**で高い。

FP値から見た総開発費



- ウォーターフォール型開発における総費用を、FP値を基準にして推計した。
 - 反復型開発については、データ件数が少ないため実施していない。
- ◇ データ数をさらに増加して分析する必要がある

KLOC/FP生産性(1)

1) KLOC生産性((パッケージ開発以外))

開発種別	KLOC生産性	工数区分					合計
		<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
新規	件数	8	48	28	48	14	146
	KLOC/人月(加重)	1.23	2.14	1.67	1.50	1.04	1.27
改修・再開発	件数	9	44	45	52	13	163
	KLOC/人月(加重)	1.07	2.26	3.22	0.93	0.89	1.19
合計	件数	17	92	73	100	27	309
	KLOC/人月(加重)	1.16	2.20	2.64	1.20	0.97	1.23

- 再開発・改修プロジェクトの方が生産性は低い。既存資産の機能を継承するために負荷がかかることが原因と考えられる。
- 新規開発では、10人月以上50人月未満の小規模プロジェクト、再開発は50～100人月未満のプロジェクトは、その他の区分よりもKLOC生産性が高い。プロジェクトの最適サイズと関係がありそうである。

KLOC/FP生産性(2)

2)FP生産性

パッケージ開発以外のIFPUGデータについて計算した。

開発種別	FP生産性	工数区分					合計
		<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
新規	件数	3	21	12	16	7	59
	FP/人月(加重)	20.12	23.79	11.56	11.07	7.49	9.47
改修・再開発	件数	3	3	6	24	6	42
	FP/人月(加重)	35.56	16.61	11.73	11.39	10.31	10.97
合計	件数	6	24	18	40	13	101
	FP/人月(加重)	26.68	22.95	11.62	11.26	8.61	10.16

- KLOC生産性とは異なり、新規開発プロジェクトに限らず全開発種別において、50人月未満の小規模プロジェクトのFP生産性が高くなっている。また、10人月以上では、規模が大きくなるにつれて生産性が低下している。
- ◇FP法の特長とも関係がありそうである。(プロジェクトの規模が大きくなるとコミュニケーション負荷が大きくなるが、FP法ベースのカウントにはふくまれていない)

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用のクロス分析」

3. まとめ

品質の評価

- 品質に関するJUASの定義

欠陥率 = ユーザが発見した欠陥数の密度

$$= \frac{\text{顧客側総合テスト～フォローのフェーズで発見された不具合数}}{\text{プロジェクト全体工数}}$$

- 2007年度調査から換算欠陥率を指標として追加採用している。

換算欠陥数 = 欠陥数_大×2 + 欠陥数_中 + 欠陥数_小×0.5

換算欠陥率 = 換算欠陥数 ÷ プロジェクト全体工数

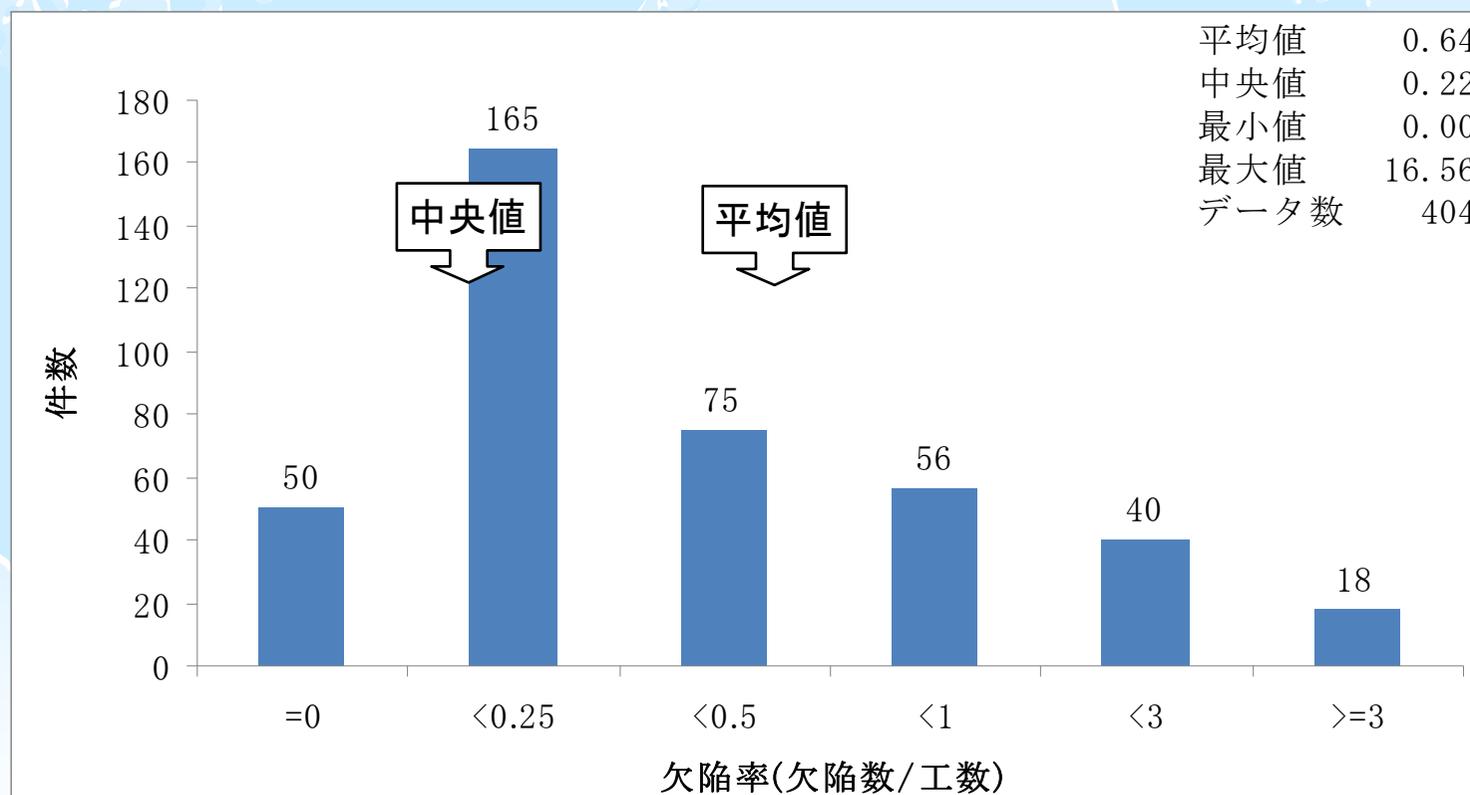
- 欠陥数_大、欠陥数_中、欠陥数_小は、それぞれ、アンケート項目の不具合報告数(大)、不具合報告数(中)、不具合報告数(小)に対応する。

- 欠陥率よりも換算欠陥率のほうが実際の修正作業負荷に適合していると考えられる。

- 今年度の分析では、品質に関する仮説の検証等の評価をする際には、原則、換算欠陥率を用いる事とし、欠陥率に関しては、分布を見るに留めた。

品質の指標と基本統計量・分布(1)

- 対象件数(不具合数、全体工数ともに記入あり)は**404件**であった。
- 平均値は**1人月あたり0.64件のバグ** (10人月あたり6個のバグ)
- 中央値は**1人月あたり0.22件** (5人月あたり、1個)
 平均値は非常に品質の悪いプロジェクトの影響を受けており目標値としては使い難い。



品質の指標と基本統計量・分布(2)

- 欠陥率(過去からのデータの累積、2010年度のみ)を、品質のランクに応じて区分してみた。
 - Aランク 欠陥率=0 Bランク 欠陥率=0.25未満
 - Cランク 欠陥率=0.5未満 Dランク 欠陥率= 1未満
 - Eランク 欠陥率= 3未満 Fランク 欠陥率= 3以上

		欠陥率						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F(≥3)	
全体	件数	50	165	75	56	40	18	404
	割合	12.38%	40.84%	18.56%	13.86%	9.90%	4.46%	100.00%
2010年度のみ	件数	10	36	9	3	5	2	65
	割合	15.38%	55.38%	13.85%	4.62%	7.69%	3.08%	100.00%

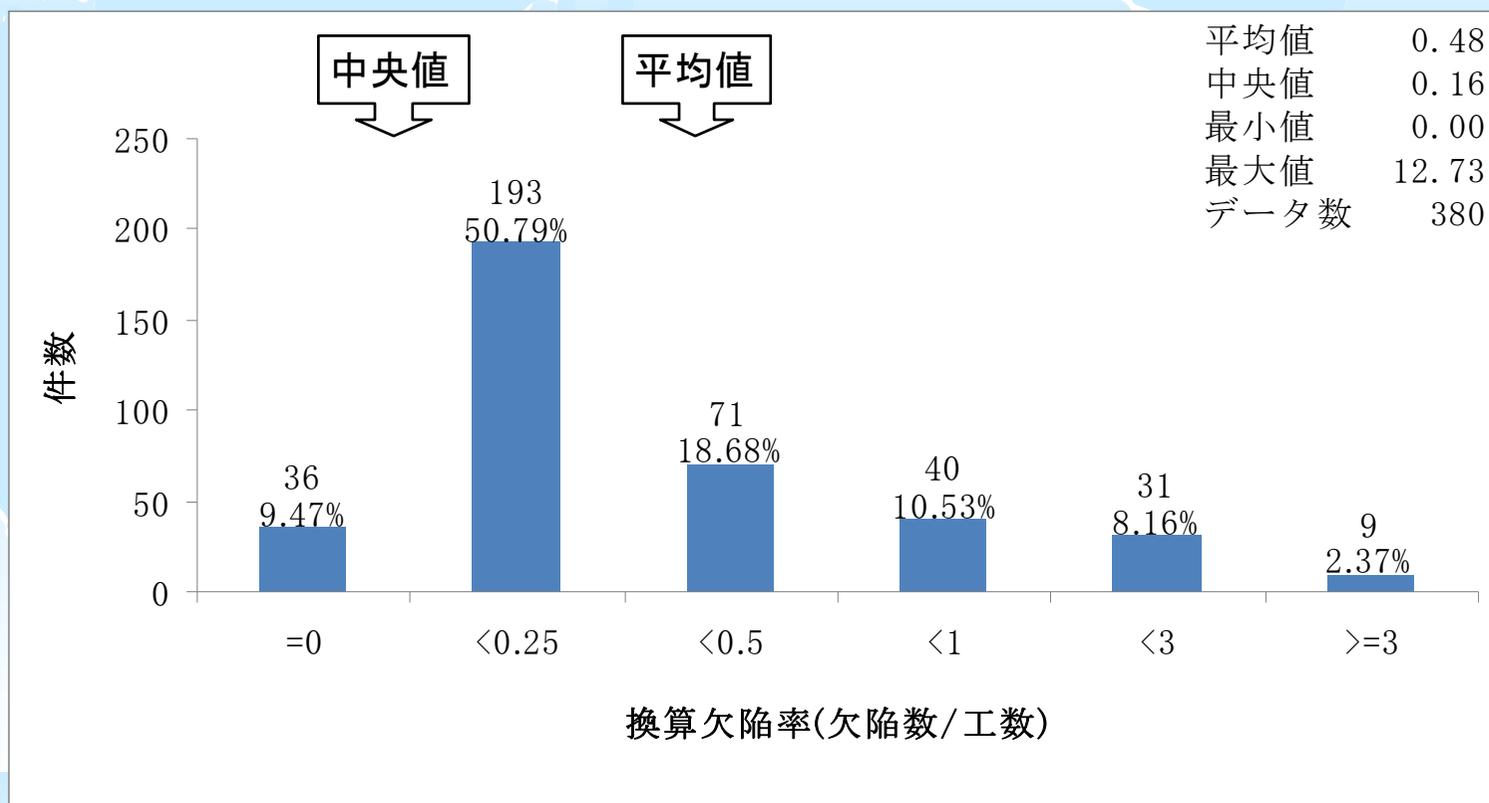
- 欠陥率は0.25未満に収まっているプロジェクトの割合は全体で53%であったが、2010年度のみでは70%に達し、品質は改善されている。
- 仮に、125万円/人月とすれば、おおよそ500万円につき1件の障害発生件数となる。

品質の指標と基本統計量・分布(3)

- 欠陥数を重み付けした換算欠陥数による品質の再評価

$$\text{換算欠陥数} = \text{欠陥数_大} \times 2 + \text{欠陥数_中} + \text{欠陥数_小} \times 0.5$$

$$\text{換算欠陥率} = \text{換算欠陥数} \div \text{プロジェクト全体工数}$$
- 平均値は欠陥率:0.63に対して換算欠陥率:0.48となった。



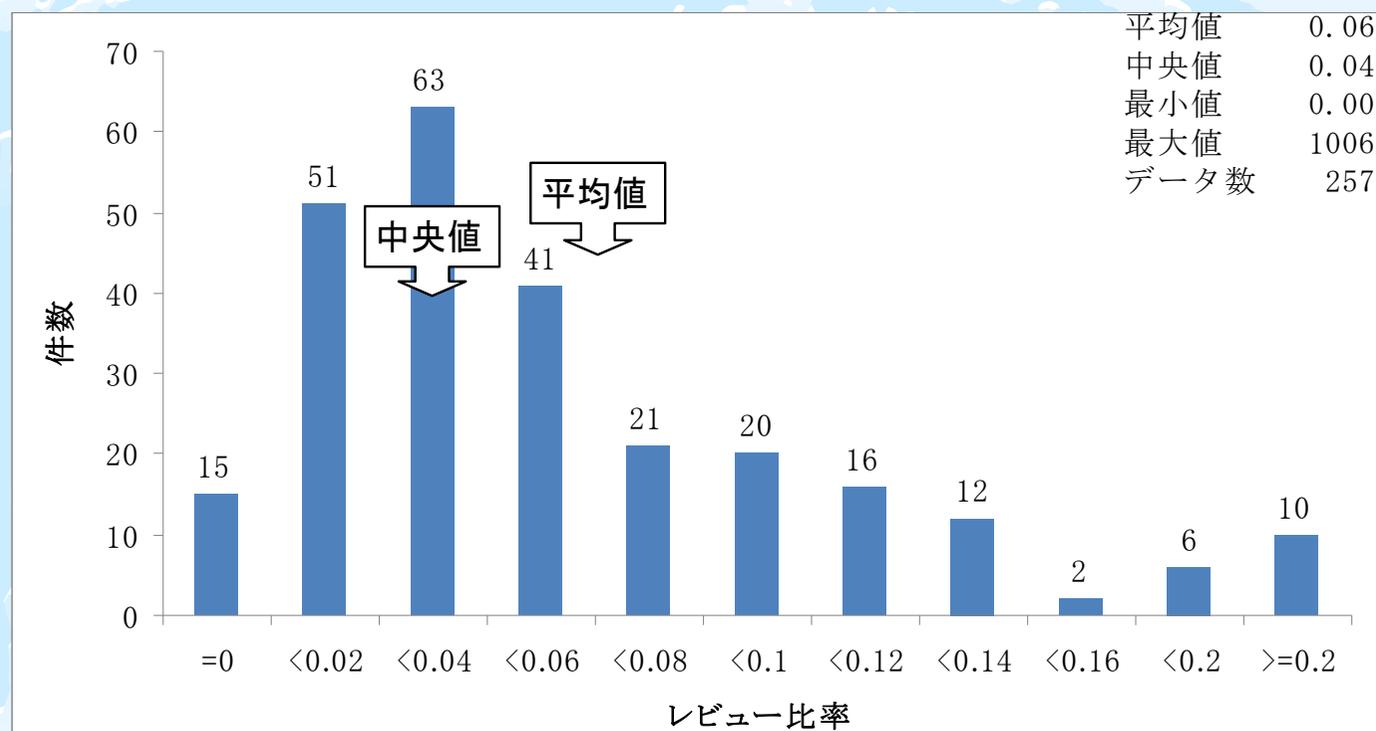
品質の指標と基本統計量・分布(4)

- 換算欠陥数による品質のランク分類
 - Aランク: 換算欠陥率=0
 - Bランク: 換算欠陥率=0.25未満
 - Cランク: 換算欠陥率=0.5未満
 - Dランク: 換算欠陥率= 1未満
 - Eランク: 換算欠陥率= 3未満
 - Fランク: 換算欠陥率= 3以上
- 各品質ランクのプロジェクト件数

欠陥率による品質評価			換算欠陥率による品質評価		
ランク	件数	割合	ランク	件数	割合
A(=0)	50	12.38%	A(=0)	36	9.47%
B(<0.25)	165	40.84%	B(<0.25)	193	50.79%
C(<0.5)	75	18.56%	C(<0.5)	71	18.68%
D(<1)	56	13.86%	D(<1)	40	10.53%
E(<3)	40	9.90%	E(<3)	31	8.16%
F(≥3)	18	4.46%	F(≥3)	9	2.37%
合計	404	100.00%	合計	380	100.00%

レビューと換算欠陥率(1)

- レビュー比率の平均は約6%、中央値は約4%であり、
- レビュー比率10%未満のプロジェクトが82%ある。

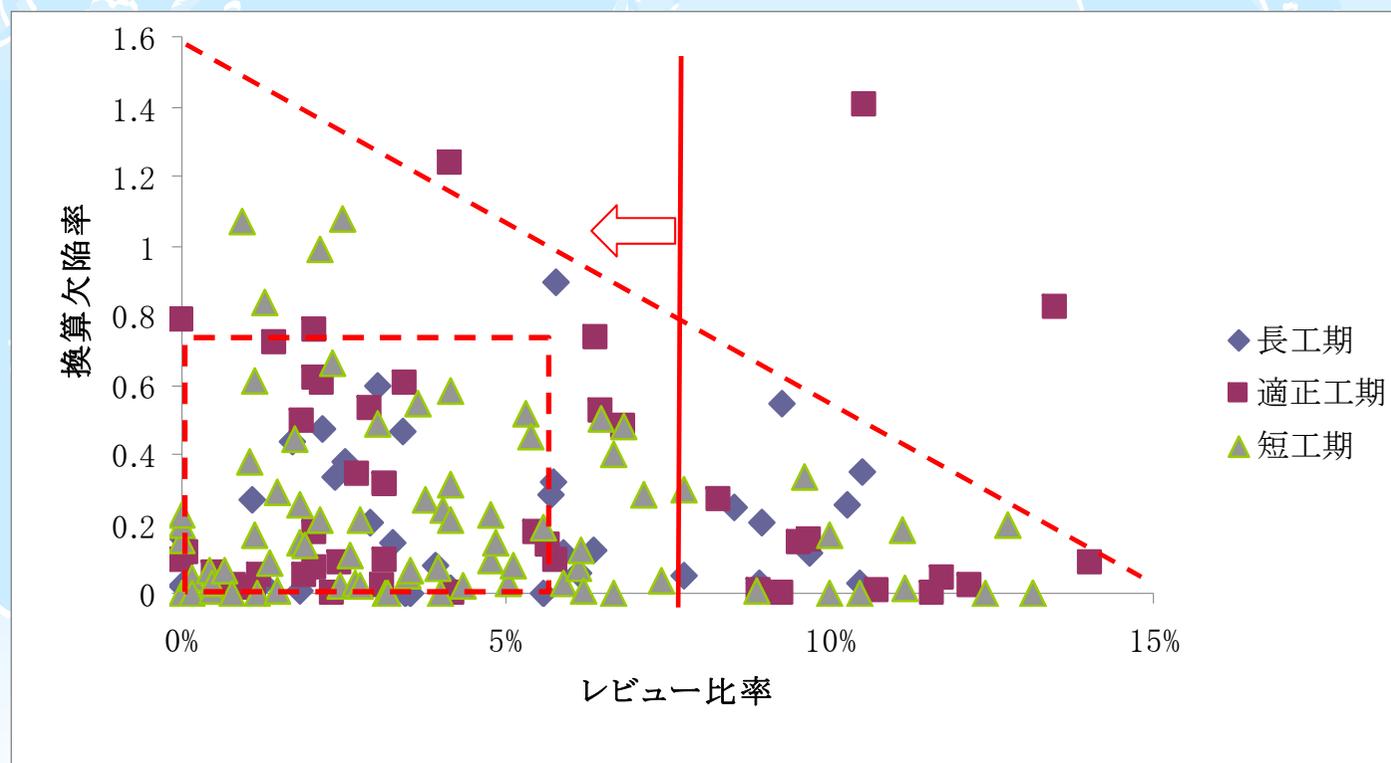


- レビュー比率、レビュー指摘率と換算欠陥率の関係を調べた。
 - ・レビュー比率 = $\text{レビュー工数} \div \text{プロジェクト合計工数}$
 - ・レビュー指摘率 = $\text{レビュー指摘数} \div \text{プロジェクト合計工数}$
- 仮説 「要件決定者が参加したレビュー工数が多いと、品質が向上する」 59

レビューと換算欠陥率(2)

- レビュー比率と換算欠陥率の相関係数は0.24であり、相関はなかった。
- レビュー比率>10%のエリアでは、目だって大きな換算欠陥率の点がプロットされていない。逆に5%より少ないエリアでは大きな換算欠陥率の点が散見される。
- ある程度以上ユーザーレビュー工数を確保することにより、欠陥率の上昇(品質の劣化)を防ぐことができると解釈できる。

$n=79$

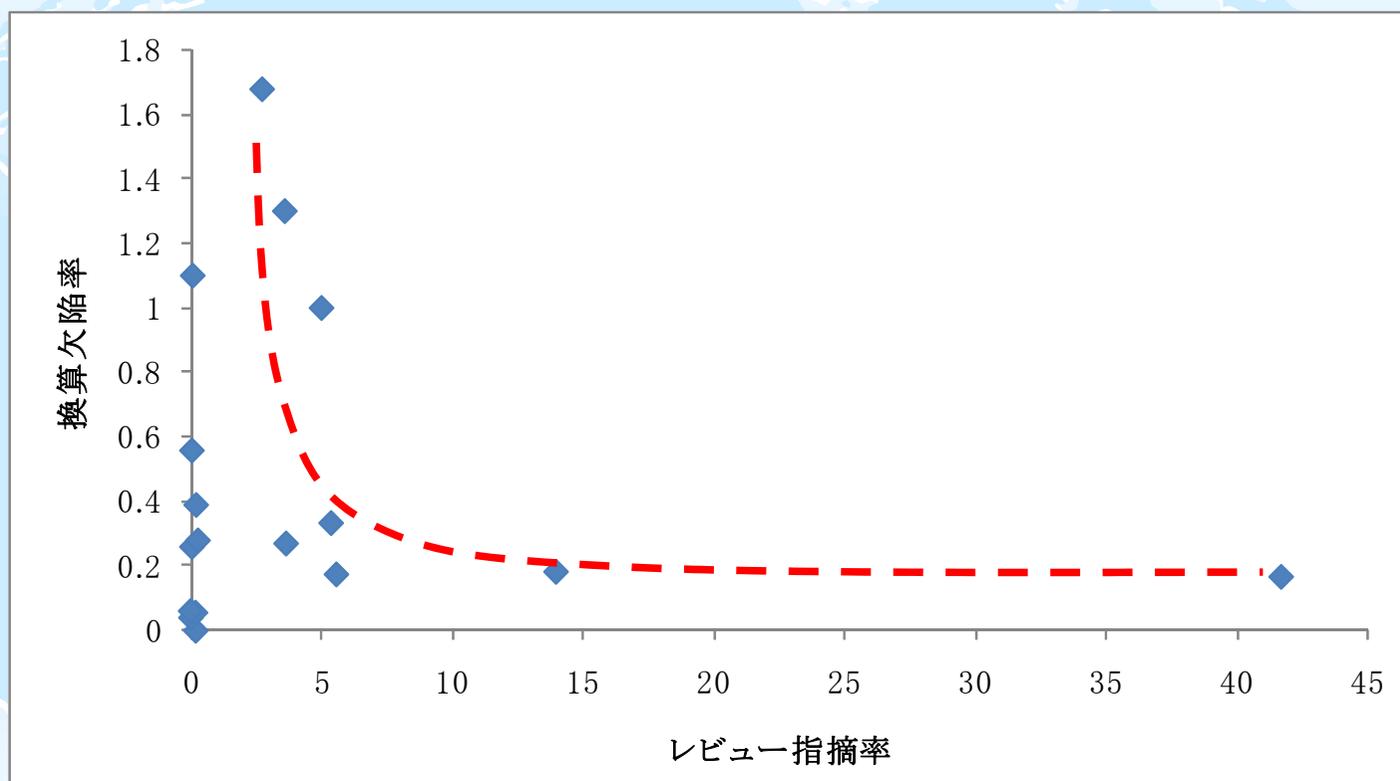


- レビュー比率<15% かつ 換算欠陥率<1.5の部分のみを抽出

反復型プロジェクトの品質

- 反復型開発プロジェクトにおいて、レビュー比率による品質への影響を分析した。

$n=17$



- レビュー指摘率が30%以上のプロジェクトもあり、反復型の特徴が表れている。
- レビュー指摘率が高いと換算欠陥率が低くなるという傾向が読み取れる。

品質基準の有無と換算欠陥率(1)

- 仮説 「品質基準があると、換算欠陥率を抑えられる」
- 品質基準の有無と換算欠陥率のクロス集計を行った。

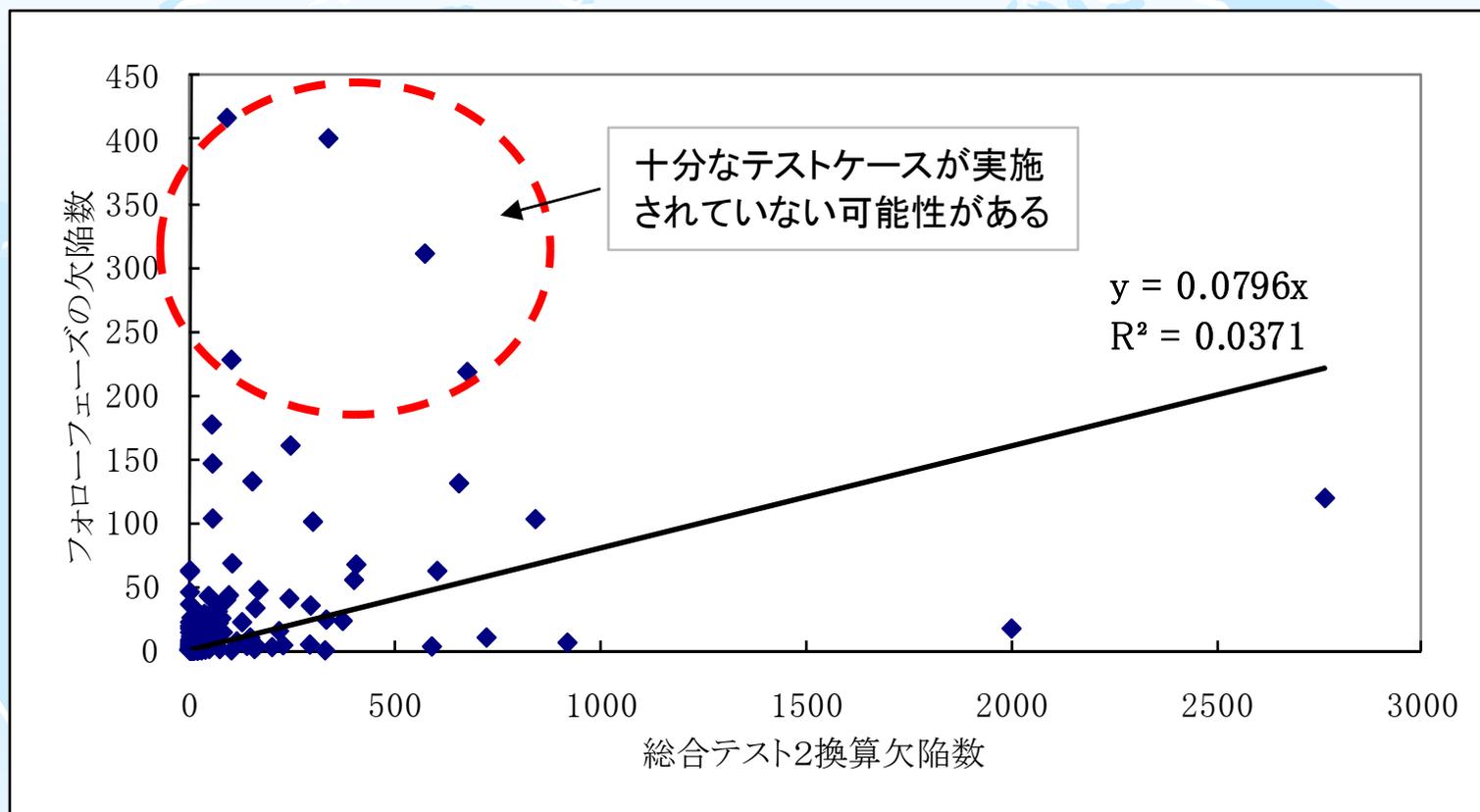
1) 品質基準の有無と換算欠陥率

換算欠陥率	品質基準			合計
	有り	無し	未回答	
件数	182	187	11	380
平均	0.28	0.66	0.83	0.48
割合	47.89%	49.21%	2.89%	100.00%
最大	2.65	12.73	6.36	12.73
最小	0.00	0.00	0.00	0.00

- 全体の約**50%**は品質基準を持って、開発にあたっている。
- 品質目標があると品質が向上する。(0.66/0.28=2.4)また劣悪な品質にはならない。また極端な品質悪化プロジェクトにはならない。
- 2009年度調査では31%、2008年度調査では35%であった。

フォローフェーズの欠陥数vs総合テスト2換算欠陥数(1)

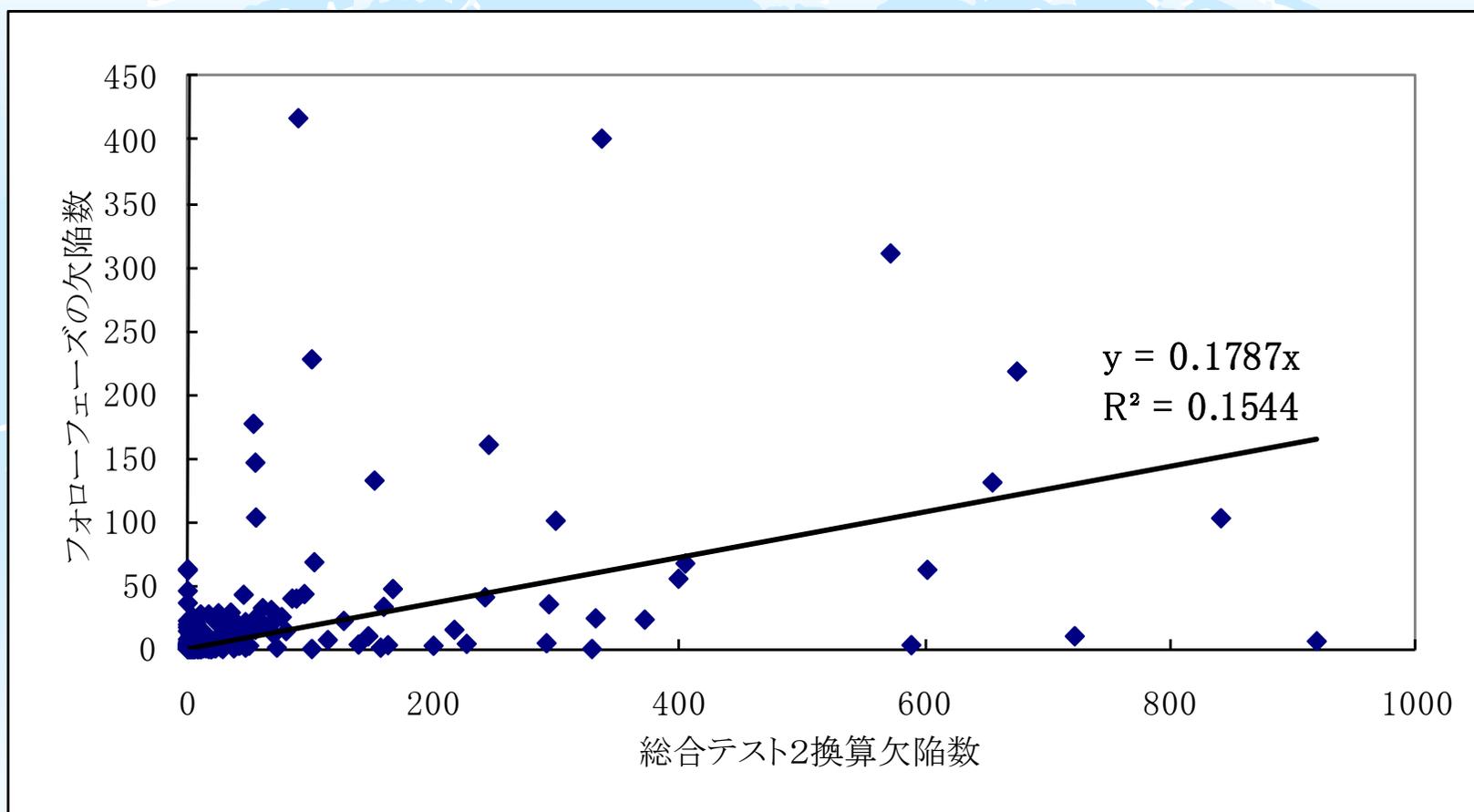
$n=272$



- ユーザーの総合テスト2で発見された欠陥数(X)とフォローフェーズ(カットオーバー後)の欠陥数(Y)の関係を分析。
- 補正決定係数R2は0.037であり、説明力は弱い。

フォローフェーズの欠陥数vs総合テスト2換算欠陥数(2)

- 総合テスト2換算欠陥数1000以下のデータのみ絞ってみた。 $n=270$

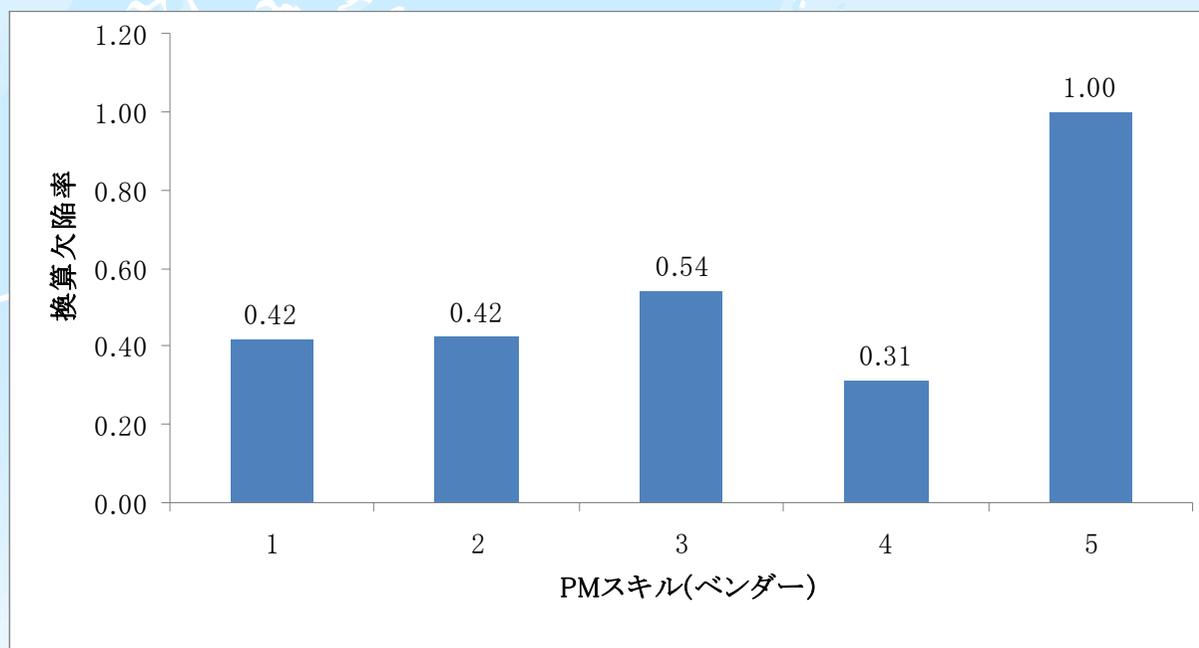


- 相関係数は0.39となったが、点の散布状況からは、やはり、十分な説明力はない。

PMの能力と換算欠陥率(1)

- 仮説 「PM(ベンダー、ユーザー)の能力が低いと換算欠陥率が高い(出来上がり後のバグが多い)」
- PMの能力と換算欠陥率の関係を調べた。

1) PM(ベンダー)スキルと欠陥率・換算欠陥率



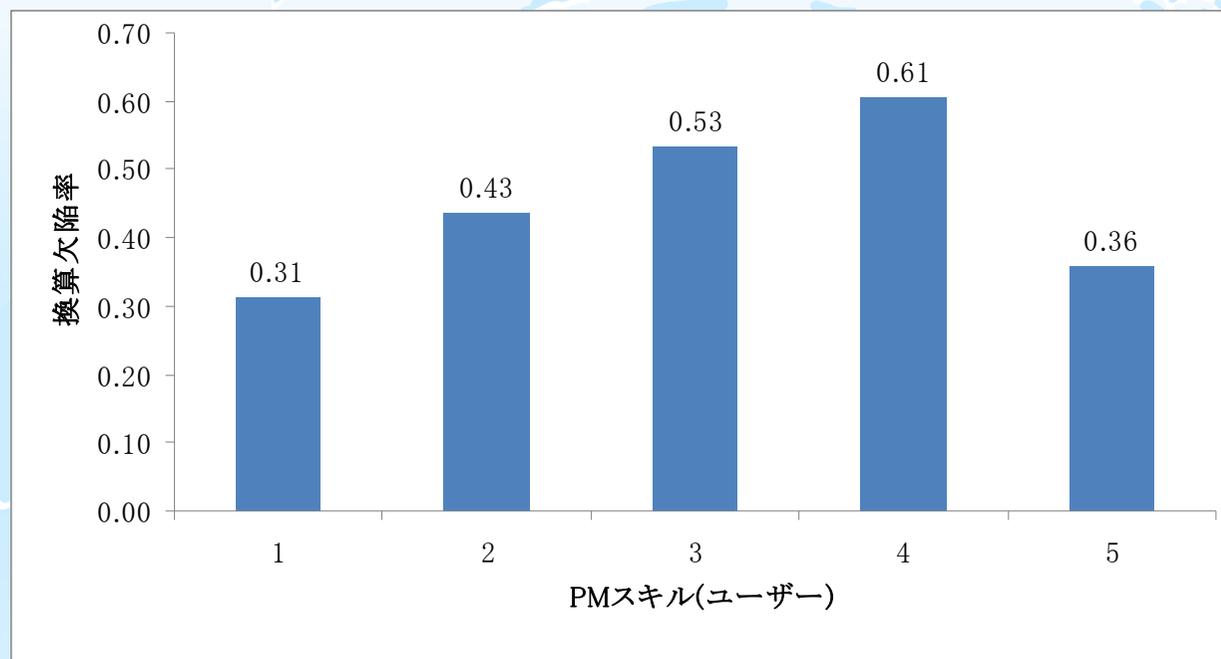
PMスキル

- 1.多数の中・大規模プロジェクトの管理を経験
- 2.少数の中・大規模プロジェクトの管理を経験
- 3.多数の小・中規模プロジェクトの管理を経験
- 4.少数の小・中規模プロジェクトの管理を経験
- 5.プロジェクト管理の経験なし

- **プロジェクト管理の経験があるPM(ベンダー)であれば、経験なしのPM(スキル5)のプロジェクトと比べると、品質が良好であるといえる**

PMの能力と換算欠陥率(2)

2)PM(ユーザー)スキルと欠陥率・換算欠陥率



PMスキル

- 1.多数の中・大規模プロジェクトの管理を経験
- 2.少数の中・大規模プロジェクトの管理を経験
- 3.多数の小・中規模プロジェクトの管理を経験
- 4.少数の小・中規模プロジェクトの管理を経験
- 5.プロジェクト管理の経験なし

- ユーザー側のPMの能力と品質に関しては、あきらかな傾向は見られない。

- PMスキル、PM業務精通度、PM技術精通度全てにおいて**ベンダー側のPMの能力が高いと換算欠陥率が低い(品質が良い)**が、ユーザー側のPMの能力と品質に関しては、明らかな傾向は見られない。
- 6年連続して同じ傾向が確認できた。

リスクマネジメントの分析結果

- リスクマネジメント実施の有無

リスクマネージメントを	実施した	実施しなかった	合計
件数	334	73	407
割合	82.06%	17.94%	100.00%

- リスク評価の実施時期

プロジェクトリスク評価を		実施した	実施しなかった	合計
開始前に	件数	267	73	340
	割合	78.53%	21.47%	100.00%
開始時に	件数	275	65	340
	割合	80.88%	19.12%	100.00%
期間中に	件数	279	59	338
	割合	82.54%	17.46%	100.00%

- 8割超のプロジェクトでリスクマネジメントが実施されていた。
- そのうち8割近くが期間中リスク評価を行っていた。
- 8割近くのプロジェクトが、開始前に評価を行っていた。

リスクマネジメントとシステム品質

- リスクマネジメントを実施したプロジェクトでは、実施しなかったプロジェクトに比べて、品質が0.29:1.27と大幅に良好である。最大換算欠陥率で見ても良好である。
- ただし、リスクマネジメントのみが結果に影響しているとはみられない。リスクマネジメントも含めて、プロジェクト管理が適切に実施された結果とみたほうがよい。

リスクマネジメントを	件数	換算欠陥率	最大換算欠陥数
実施した	201	0.29	7865.00
実施しなかった	30	1.27	892.50
合計	231	0.42	7865.00

重要インフラ等システムの品質(1)

- システム重要度別の品質目標の提示度合い
 仮説「重要度の高いシステムに対しては、品質目標を提示している」

システム重要度		品質目標の提示有無		合計
		Yes	No	
重要インフラ等システム	件数	8	14	22
	比率	36.36%	63.64%	100.00%
	換算欠陥率	0.01	0.03	0.02
企業基幹システム	件数	89	108	197
	比率	45.18%	54.82%	100.00%
	換算欠陥率	0.26	0.45	0.35
その他のシステム	件数	70	79	149
	比率	46.98%	53.02%	100.00%
	換算欠陥率	0.21	0.78	0.48
合計	件数	167	201	368
	比率	45.38%	54.62%	100.00%
	換算欠陥率	0.22	0.59	0.40

- システムの重要度に関わらず品質目標の提示割合はほぼ4:6となり、仮説は検証されなかった。
- 品質目標を提示するという習慣が定着していないためであろう。目標値を掲げることの効果を広めていきたい。
- システム品質では、重要インフラ等システムでは圧倒的に良好であり、その他システムのうち品質目標がないプロジェクトは他の区分より大幅に悪い。

重要インフラ等システムの品質(2)

●システム重要度別の換算欠陥率

システム重要度		換算欠陥率						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F(≥3)	
重要インフラ等システム	件数	3	7					10
	割合	30.00%	70.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
企業基幹システム	件数	13	60	14	10	6	2	105
	割合	12.38%	57.14%	13.33%	9.52%	5.71%	1.90%	100.00%
その他のシステム	件数	9	56	17	13	6	3	104
	割合	8.65%	53.85%	16.35%	12.50%	5.77%	2.88%	100.00%
合計	件数	25	123	31	23	12	5	219
	割合	11.42%	56.16%	14.16%	10.50%	5.48%	2.28%	100.00%

- 調査全体では換算欠陥率の中央値は0.16であった。
- ランクA、Bを括ると、重要インフラ等システムでは100%、企業基幹システムでは70%、その他システムでは62%であった。
- 重要インフラ等システムの品質は高いと言える。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」

2. 6 「工期、品質、費用のクロス分析」

3. まとめ

顧客(ユーザー)満足度

- ユーザー満足度に関して、プロジェクト全体満足度、工期満足度等、合計7種類の満足度について設問している。
- ソフトウェア機能満足度は75%のプロジェクトで「満足」と回答している。比較的うまく行ったプロジェクトを中心にアンケートに回答を頂いたという事がわかる。
- 「不満」回答は、全設問において10%未満であった。
- 満足度に影響を与える要因は限られた範囲では特定が可能。

換算欠陥率と顧客満足度の関係(1)

- 仮説 「ユーザーの目に触れる換算欠陥率が低いと、顧客満足度が高い」

換算欠陥率		品質満足度					満足率
		満足	やや不満	不満	合計	未回答	
A(=0)	件数	27	3	1	31	5	87.10%
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B(<0.25)	件数	132	40	7	179	14	73.74%
	平均	0.08	0.12	0.07	0.09	0.09	
C(<0.5)	件数	30	23	5	58	13	51.72%
	平均	0.35	0.37	0.34	0.35	0.37	
D(<1)	件数	18	14	5	37	3	48.65%
	平均	0.69	0.68	0.60	0.67	0.73	
E(<3)	件数	17	11	3	31		54.84%
	平均	1.73	1.48	1.82	1.65		
F(≥3)	件数	4	3	1	8	1	50.00%
	平均	6.64	6.12	12.73	7.21	5.37	
合計	件数	228	94	22	344	36	66.28%
	平均	0.39	0.61	1.06	0.49	0.38	

- 仮説は採択された。顧客満足度には、様々な要因が含まれるので、さらに分析する必要がある。
- Aランク0のプロジェクトでは、品質の満足率が87%であった。
- Fランクのプロジェクトでも満足と答えた回答が50%もある。内訳をみると、小規模かつ少人数(1~2人)開発のプロジェクトが多かった。発生した障害数も少なく、目立たないことも影響していると考えられる。

換算欠陥率と顧客満足度の関係(2)

小規模プロジェクトでは満足度評価が甘くなる可能性がある。

⇒50人月以上のプロジェクトを対象に再計算。

換算欠陥率		品質満足度				未回答	満足率
		満足	やや不満	不満	合計		
A(=0)	件数	12	2	1	15	1	80.00%
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B(<0.25)	件数	100	31	7	138	10	72.46%
	平均	0.07	0.11	0.07	0.08	0.06	
C(<0.5)	件数	11	14	4	29	7	37.93%
	平均	0.37	0.36	0.34	0.36	0.31	
D(<1)	件数	5	9	5	19	3	26.32%
	平均	0.72	0.64	0.60	0.65	0.73	
E(<3)	件数	6	7	3	16	0	37.50%
	平均	1.89	1.56	1.82	1.73		
F(≧3)	件数	1	1	1	3	0	33.33%
	平均	3.76	4.38	12.73	6.96		
合計	件数	135	64	21	220	21	61.36%
	平均	0.22	0.46	1.10	0.38	0.24	

- A~Dランクでは、品質が悪くなると満足率も下がっている。
- 換算欠陥率が0.25より悪くなると、満足率の議論は成り立たなくなる。

リスクマネジメントと満足度

リスクマネジメントを実施した場合としない場合では、プロジェクトのQCDにどのような影響が出るか。分析結果をまとめた。

リスクマネジメントを実施した場合のほうが、満足度が高い。また、実施しなかった場合に不満とした回答率は、実施した場合の回答率の3倍以上である。

	リスクマネジメントを	満足	やや不満	不満	未回答
プロジェクト全体満足度	実施した	69.46%	23.65%	2.99%	3.89%
	実施しなかった	50.68%	35.62%	10.96%	2.74%
	合計	66.09%	25.80%	4.42%	3.69%
品質満足度	実施した	59.58%	22.46%	6.59%	11.38%
	実施しなかった	41.10%	28.77%	16.44%	13.70%
	合計	56.27%	23.59%	8.35%	11.79%
工期満足度	実施した	63.77%	20.96%	5.69%	9.58%
	実施しなかった	50.68%	27.40%	13.70%	8.22%
	合計	61.43%	22.11%	7.13%	9.34%

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の分析」

2. 2 「費用の分析」

2. 3 「生産性の分析」

2. 4 「品質の分析」

2. 5 「満足度の分析」



2. 6 「工期、品質、費用などのクロス分析」

3. まとめ

工期乖離区分と換算欠陥率との関係

- 仮説「工期が標準よりも短かすぎると、ユーザーテスト時やカットオーバー後にバグが多くなる(欠陥率が高くなる)」
- 工期乖離度と品質ランクの関係に関する分析を行った。

工期乖離区分		欠陥率						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F(≥3)	
長工期	件数	9	28	20	13	11	13	94
	平均欠陥率	0.00	0.10	0.39	0.69	1.60	6.76	1.33
	最大欠陥率	0.00	0.24	0.49	0.94	2.93	16.56	16.56
	最小欠陥率	0.00	0.01	0.25	0.51	1.03	3.02	0.00
適正工期	件数	11	38	20	15	9	4	97
	平均欠陥率	0.00	0.10	0.38	0.71	1.55	4.37	0.55
	最大欠陥率	0.00	0.23	0.48	0.97	2.37	6.36	6.36
	最小欠陥率	0.00	0.00	0.27	0.54	1.00	3.13	0.00
短工期	件数	26	84	31	22	18	1	182
	平均欠陥率	0.00	0.10	0.35	0.63	1.79	3.21	0.38
	最大欠陥率	0.00	0.25	0.48	0.83	2.82	3.21	3.21
	最小欠陥率	0.00	0.01	0.25	0.51	1.05	3.21	0.00
未回答	件数	4	15	4	6	2	0	31
	平均欠陥率	0.00	0.10	0.37	0.76	1.99		0.37
	最大欠陥率	0.00	0.23	0.48	0.89	2.47		2.47
	最小欠陥率	0.00	0.02	0.33	0.62	1.51		0.00
合計	件数	50	165	75	56	40	18	404
	平均欠陥率	0.00	0.10	0.37	0.68	1.69	6.03	0.64
	最大欠陥率	0.00	0.25	0.49	0.97	2.93	16.56	16.56
	最小欠陥率	0.00	0.00	0.25	0.51	1.00	3.02	0.00

注 工期はプロジェクト全体の工期

- 長工期の平均欠陥率が最も悪いという、逆の傾向が見られた。
- 実績ベースの分析であるため、品質が悪く、結果として工期が長くなってしまったプロジェクトが平均欠陥率を押し上げていると思われる。
- 画面数・帳票数から推定した工数と比較すると、工数が過剰であった場合は短工期に分類されるので取り扱いに注意が必要である。

工数区分別品質区分の工数単価

- 換算欠陥率と工期区分ごとの工数単価に関する分析を行った。

工数区分		品質区分(換算欠陥率)						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F(≥3)	
<10人月	件数	5	7	5	2	4	2	25
	平均単価	183.54	175.08	87.65	95.51	150.00	86.18	142.57
<50人月	件数	12	34	24	15	10	4	99
	平均単価	80.99	116.20	212.86	112.25	104.69	160.87	135.80
<100人月	件数	5	33	12	7	4	1	62
	平均単価	117.66	92.77	85.16	85.45	102.35	81.74	92.83
<500人月	件数	7	71	12	11	6	2	109
	平均単価	86.60	113.68	91.37	97.16	95.01	65.22	105.90
≥500人月	件数	1	17	5	2	4	0	29
	平均単価	117.46	100.96	130.63	137.98	192.65		123.72
合計	件数	30	162	58	37	28	9	324
	平均単価	108.00	110.78	148.90	103.54	124.29	117.73	117.16

- 仮説 良い品質のプロジェクトは工数単価が高い
- 結果 仮説は成立しない
- 理由 品質目標とそれに見合った工数価格というコンセンサスが情報システム産業では確立されていない。

システム重要度別開発負荷(例)

重要度別適用生産性単価(ジャステック社資料)

システムの重要度	基本設計	詳細設計	プログラム設計	コーディング	単体テスト			統合テスト			システムテスト			基本設計～システムテスト(計算値)
					仕様書	実施	平均①	仕様書	実施	平均①	仕様書	実施	平均①	この差は1.3倍
重要インフラ等システム	2.16	2.15	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.77	1.67	1.70	6.17	1.77	3.22	2.10
企業基幹システム	1.57	1.57	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.36	1.28	1.31	4.94	1.38	2.55	1.61
一般システム	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

- ✓作業工数費に応じて配分計算した結果が右端列である。
- ✓一般システムと比較して基幹業務は1.6倍、重要インフラは2.1倍となっている
- ✓重要インフラ・システムの品質にも幅があるので、プロジェクトに応じて修正し活用すること

参考：重要インフラシステムと企業の基幹業務システムとの差

図表6-166 システムの重要度別の工数単価(平均値)

	件数	割合	工数単価(万円/人月)
重要インフラ等システム	7	2.78%	176.73
企業基幹システム	143	56.75%	127.96
その他のシステム	102	40.48%	127.43
合計	252	100.00%	129.10

$176.73/127.96=1.4$ 重要インフラシステムの人月単価は40%増しである
 数倍かけているわけではない

非機能要求分析

- JUASが2008年6月に発表した『非機能要求仕様定義ガイドライン』で定義した10項目＋その他項目を非機能要求項目として設定した。
- 機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性、移植性、障害抑制性、効果性、運用性、技術要件、その他。
- 2008年度に初めて設定した。
- 回答数 272件

非機能要求の提示状況

システム重要度別非機能要求

システム重要度		非機能要求			合計
		十分に提示している	一部提示している	まったく提示していない	
重要インフラ等システム	件数	4	5	2	11
	割合	36.36%	45.45%	18.18%	100.00%
企業基幹システム	件数	50	88	10	148
	割合	33.78%	59.46%	6.76%	100.00%
その他のシステム	件数	39	65	9	113
	割合	34.51%	57.52%	7.96%	100.00%
合計	件数	93	158	21	272
	割合	34.19%	58.09%	7.72%	100.00%

- 全体でも34%のプロジェクトが非機能要求を十分に提示している。
- 重要インフラ等システムの件数は11件であり、仮説を検証できるだけのデータ数は得られなかった。

非機能要求の提示内容

システム重要度	非機能要求												
	機能性	信頼性	使用性	効率性	保守性	移植性	障害抑制性	効果性	運用性	技術要件	その他	回答PJ	
重要インフラ等システム	件数	6	7	2	6	5	0	3	0	1	0	5	22
	割合	27.3	31.8	9.1	27.3	22.7	0.0	13.6	0.0	4.5	0.0	22.7	
企業基幹システム	件数	67	64	45	71	40	8	26	3	36	23	7	200
	割合	33.5	32.0	22.5	35.5	20.0	4.0	13.0	1.5	18.0	11.5	3.5	
その他のシステム	件数	51	45	26	40	28	3	16	6	41	18	11	153
	割合	33.3	29.4	17.0	26.1	18.3	2.0	10.5	3.9	26.8	11.8	7.2	
合計	件数	124	116	73	117	73	11	45	9	78	41	23	375
	割合	33.1	30.9	19.5	31.2	19.5	2.9	12.0	2.4	20.8	10.9	6.1	

- 全体としては、効率性、機能性、信頼性を要求するプロジェクトが多く、運用性、保守性を要求するものがそれに続いている。
- 企業基幹システムで見ると、効率性、信頼性、機能性、保守性、運用性の順に回答が多かった。重要インフラ等システムでも障害抑制性(障害の発生防止、障害の拡大防止策)の比重は小さい。
- ISO 9126に定義されていない「運用性」が4番目に多く挙がっているのが興味深い。

要求仕様の明確さ

- 要求仕様の明確さはプロジェクトの成否を支配するのではないか。具体的な結論は割愛。
 - 工期遅延度
 - プロジェクト全体満足度
 - 品質
 - 全体工数
 - システム品質
- もし、要求仕様が途中で変更されると、プロジェクトにどの程度の影響が及ぶのだろうか？

仕様変更理由

- ファイル数、画面数、帳票数、バッチ数を計画時に対して変更した理由を求めた(複数回答)。

n=101

仕様変更理由	ファイル数		画面数		帳票数		バッチ数	
	回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合
詳細検討の結果	53	81.54%	69	80.23%	50	80.65%	59	92.19%
ベンダーからの情報提供に基づく機能の追加変更	3	4.62%	6	6.98%	3	4.84%	2	3.13%
リーダー・担当者の変更による変更	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
開発期間中に、制度・ルールなどが変化	1	1.54%	3	3.49%	3	4.84%	2	3.13%
コンペティター等の出現による機能追加が必須となり変更	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
予算の制約による変更	1	1.54%	2	2.33%	1	1.61%	0	0.00%
表現力(文章力)の不足	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
納期の制約により諦めた	0	0.00%	0	0.00%	1	1.61%	0	0.00%
その他	7	10.77%	6	6.98%	4	6.45%	1	1.56%
合計	65	100.0%	86	100.0%	62	100.0%	64	100.0%

- 「詳細検討の結果」がダントツ1位。
- JUASの報告書UVC1、UVC2(2008.7発行)を参考にしていきたい

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期・工数の評価」

2. 2 「品質の評価」

2. 3 「生産性の評価」

2. 4 「工数画面数分析」

2. 5 「非機能要求分析」

2. 6 「重要インフラ分析」

3. まとめ

開発調査結果の経年変化(1)

	2004年度	2010年度	備考
工期推定式	2.67X+0.1	2.54X	ほぼ同じ
工期確保度	46.2%	63.5%	上昇
工期不満足度	24.1%(適正工期のみ)	29.7%	微増?
品質 欠陥率:平均 (中央値)	0.70 (0.28)	0.39 (0.08)	56%上昇
欠陥率:0.25未満	43.3%	53.2%	品質上昇
品質不満足度	18.1%(適正工期のみ)	23.1%(全体)	品質は良くなっているが、満足度は低下気味。顧客満足度評価の難しさが表れている。
外注予算	対外注予算比率:14.3% 対外注予算比率:2.9%	対外注予算比率:21% 対外注予算比率:2.0%	情報子会社の増加も影響している
実績外注比率	平均:64.4% 中央値:69.2%	平均:71.4%	情報子会社の増加も影響している
工数単価/KLOC	52万円(回帰式係数)	58.8万円(10億円以下を加重平均)	バラツキの範囲内か
工数単価/FP	—	11.25万円(加重平均)	

開発調査結果の経年変化(2)

単年度 データ	品質基準の有無と 欠陥率の割合		欠陥率0.25未 満件数の全 体比率
	品質基準有	品質基準無	
2006年度	—	—	42.80
2007年度	43.30	55.30	44.49
2008年度	46.62	51.88	47.16
2009年度	46.54	51.89	58.93
2010年度	47.89	49.21	70.76

欠陥率(不具合件数／全体工数)が0.25であれば、おおよそ開発総費用が500万円に相当する。この目標値は、ユーザーにとって活用しやすい値である。

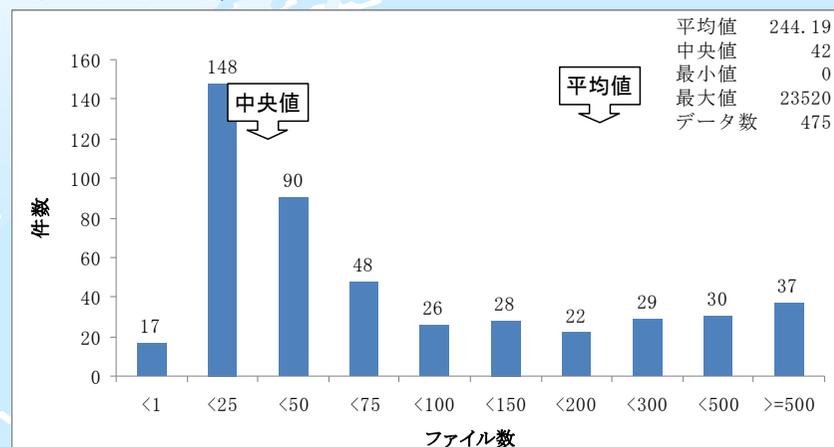
まとめ

- 全体工期・品質（換算欠陥率）・生産性における仮説の検証という点では、従来と結果が大きく異なることはなかった
- データ数が増加するにしたがって、データを層別することが可能になり、興味ある新知見や発展可能性が見えてきた。
（契約種別の品質差、開発方法による生産性の差、など）
- さらに、見積方法と価額の差、実績との差、要件定義の精度と工期、品質の実績の差など、実際の使用者が使えるデータへと発展させてゆくことが求められる。

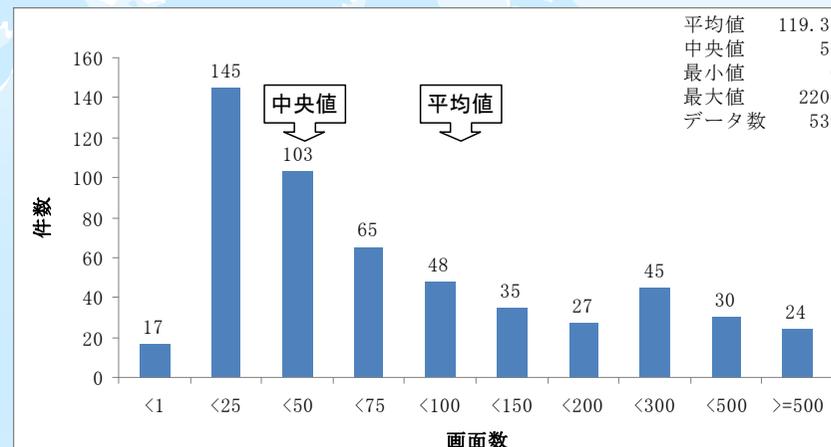
4変数の分布と基本統計量

- 4変数: ファイル数、画面数、帳票数、バッチ数であり、全体工数との回帰式の検討で使用する。

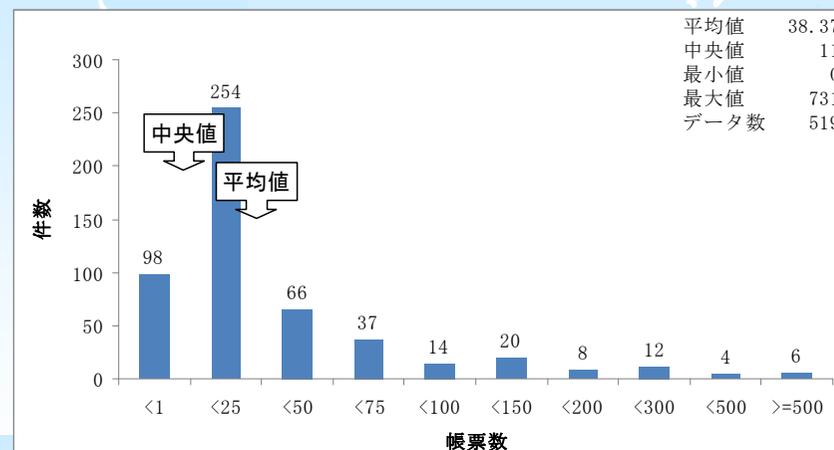
1) ファイル数



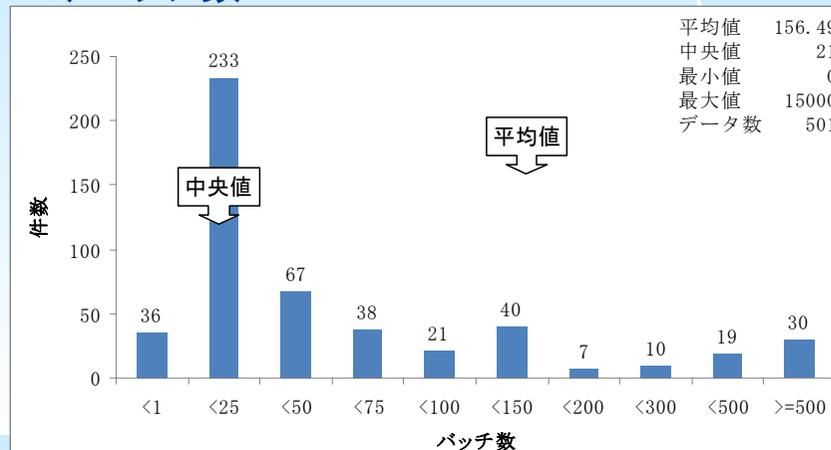
2) 画面数



3) 帳票数



4) バッチ数



ファイル数等と全体工数の関係(1)

「新規開発、ウォーターフォール型開発でパッケージ開発以外すべて」を対象として、ファイル数など4変数で全体工数を説明できる回帰式を求めた。

1) 相関行列

	全体工数	ファイル数	画面数	帳票数	バッチ数
全体工数	1				
ファイル数	0.12	1			
画面数	0.38	0.21	1		
帳票数	0.29	0.35	0.62	1	
バッチ数	0.08	0.06	0.08	0.14	1

- 分析には、これら5変数が全て回答されたデータで、かつ**パッケージ開発以外**のプロジェクトデータ**337件**を用いた。
- **最も相関が高い変数の組み合わせは、画面数と帳票数であった。**
- **全体工数と最も相関が高い変数は画面数であった。**
- 上記の相関関係の傾向は過去調査から継続して見られる傾向である。

ファイル数等と全体工数の関係(2)

2) 回帰分析(ステップワイズ法)

全体工数を目的変数に、ファイル数、画面数、帳票数、バッチ数の4変数を説明変数候補として、ステップワイズ回帰分析(原点を通る)を行った。ステップワイズ法では、説明力のある説明変数のみが残る。

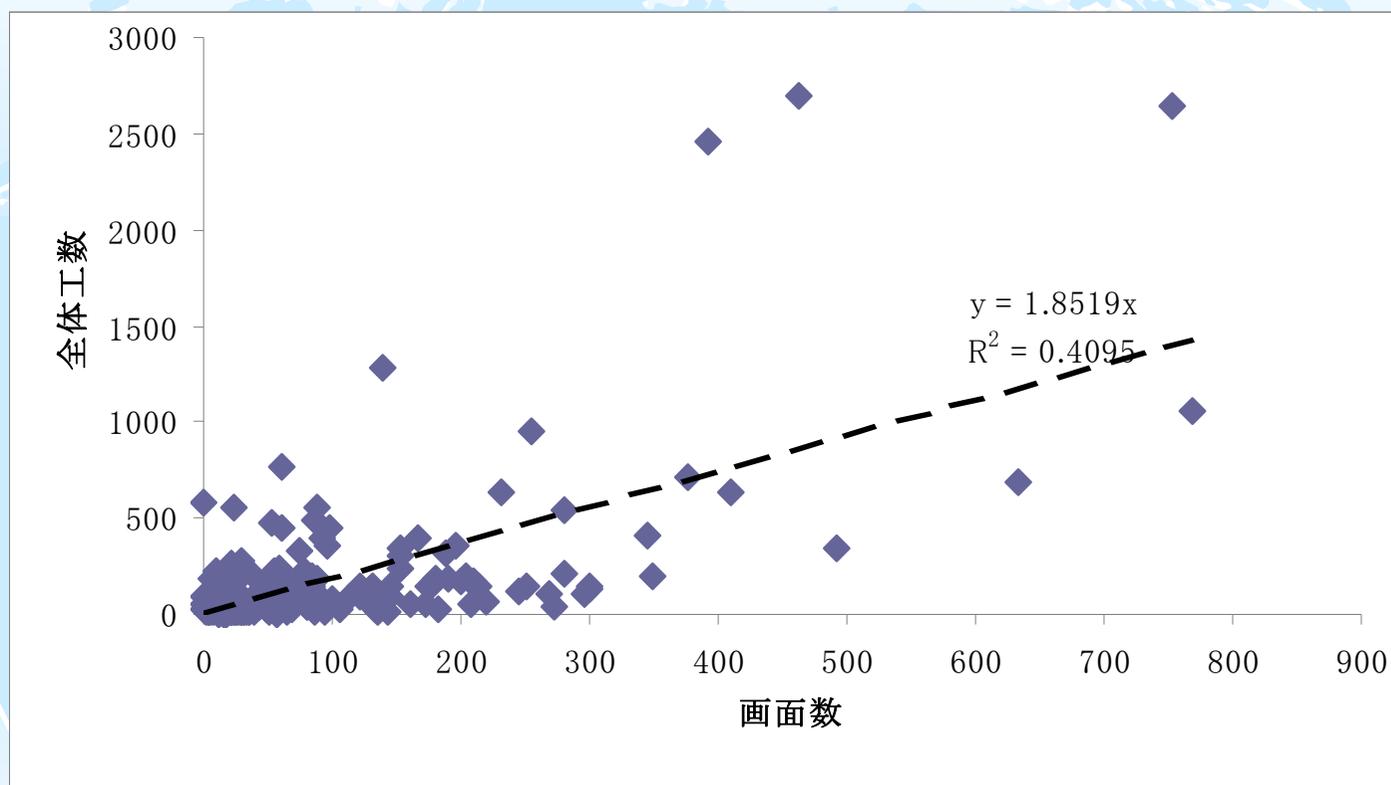
回帰統計		自由度	変動	分散	残された分散	有意 F
重相関 R	0.77	回帰	2	4508551.33	2254275.67	17.21
重決定 R ²	0.60	残差	23	3012365.89	130972.43	2.69E-05
補正 R ²	0.56	合計	25	7520917.22		
標準誤差	361.90					
観測数	26					

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	35.60	97.49	0.37	0.72	-166.07	237.27	-166.07	237.27
バッチ数	2.19	0.48	4.57	0.00	1.20	3.18	1.20	3.18
画面数	1.28	0.49	2.60	0.02	0.26	2.30	0.26	2.30

- 対象は26プロジェクトである。
- 画面数とバッチ数が説明変数として残った。
- **全体工数(人月) = 35.60 + 1.28 × 画面数 + 2.19 × バッチ数**
- 補正決定係数R²は0.56で、バラツキの44%を説明している。

画面数と全体工数の分布

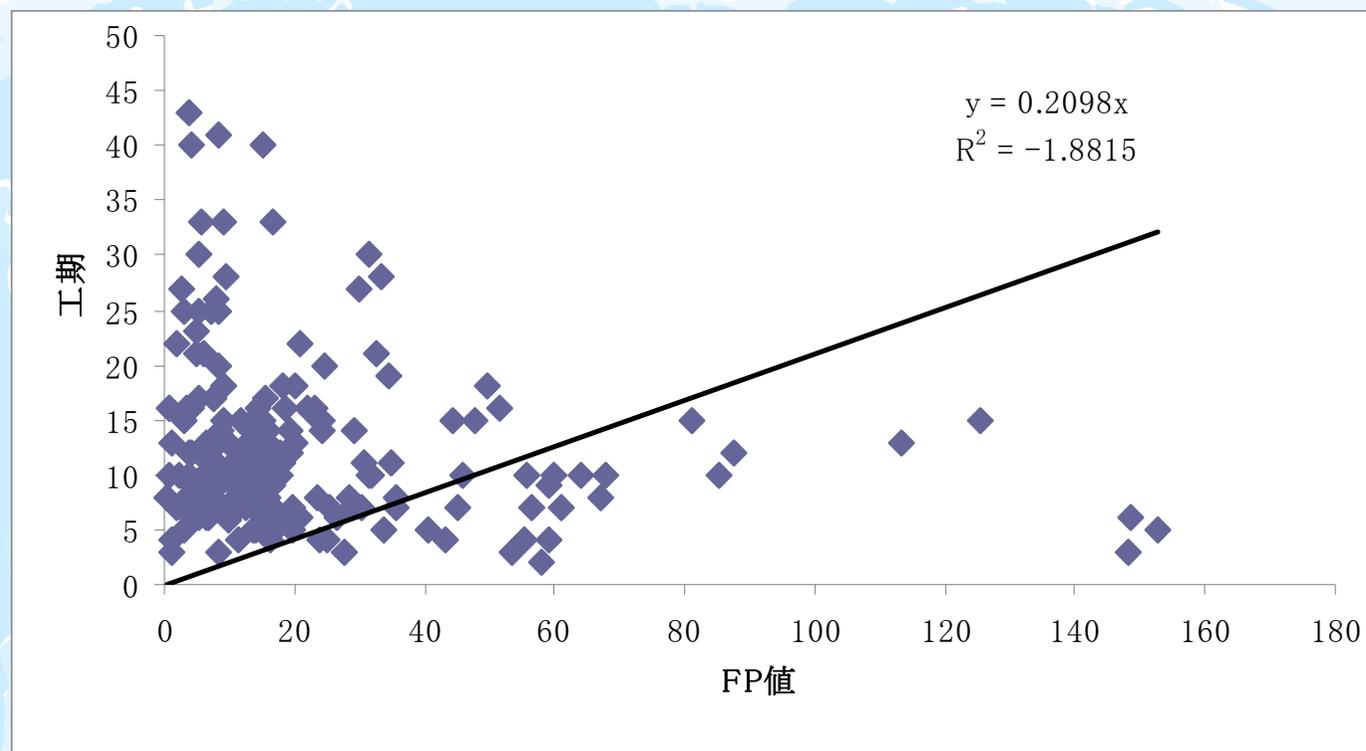
- 全体工数と最も高い相関を示した画面数との関連を以下に示す。



- **工数(人月) = 1.85 x 画面数 となった。**
- 相関係数は0.38(決定係数R2は0.14)である。

FP値と全体工期の分布

- FP値と全体工期との関連を以下に示す。



- 工期(月) = 0.20 x FP値 となった。
- フレームワークの活用との関係などの分析が必要

ファイル数等と全体工数の関係(2)

2) 回帰分析(ステップワイズ法)

全体工数を目的変数に、ファイル数、画面数、帳票数、バッチ数の4変数を説明変数候補として、ステップワイズ回帰分析(原点を通る)を行った。ステップワイズ法では、説明力のある説明変数のみが残る。

回帰統計		自由度	変動	分散	残された分散	有意 F
重相関 R	0.77	回帰	2	4508551.33	2254275.67	17.21
重決定 R ²	0.60	残差	23	3012365.89	130972.43	2.69E-05
補正 R ²	0.56	合計	25	7520917.22		
標準誤差	361.90					
観測数	26					

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	35.60	97.49	0.37	0.72	-166.07	237.27	-166.07	237.27
バッチ数	2.19	0.48	4.57	0.00	1.20	3.18	1.20	3.18
画面数	1.28	0.49	2.60	0.02	0.26	2.30	0.26	2.30

- 対象は26プロジェクトである。
- 画面数とバッチ数が説明変数として残った。
- **全体工数(人月) = 35.60 + 1.28 × 画面数 + 2.19 × バッチ数**
- 補正決定係数R²は0.56で、バラツキの44%を説明している。