

A light blue, semi-transparent world map is centered in the background of the slide, showing the outlines of continents and major landmasses.

ユーザー企業SWM2009 調査報告 (開発プロジェクト) 2009.4.14.

社団法人日本情報システム・ユーザー協会
(JUAS)

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→Action

* 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。	条件設定があっ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

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期の評価」

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

ユーザデータの特徴(ベンダデータとの比較)

	ユーザ	ベンダ
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 2.8億円 最大値は 43億円超 中央値は 7313万円	一次請負企業のプロジェクト金額は大きいですが、二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:435件, 保守:231件, 運用:50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(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ユーザ満足度	評価把握が可能である。	明確には分からない。

2008年度の分析データについて

- 2008年度の開発調査において新たに追加した設問

- 非機能要件に関する設問

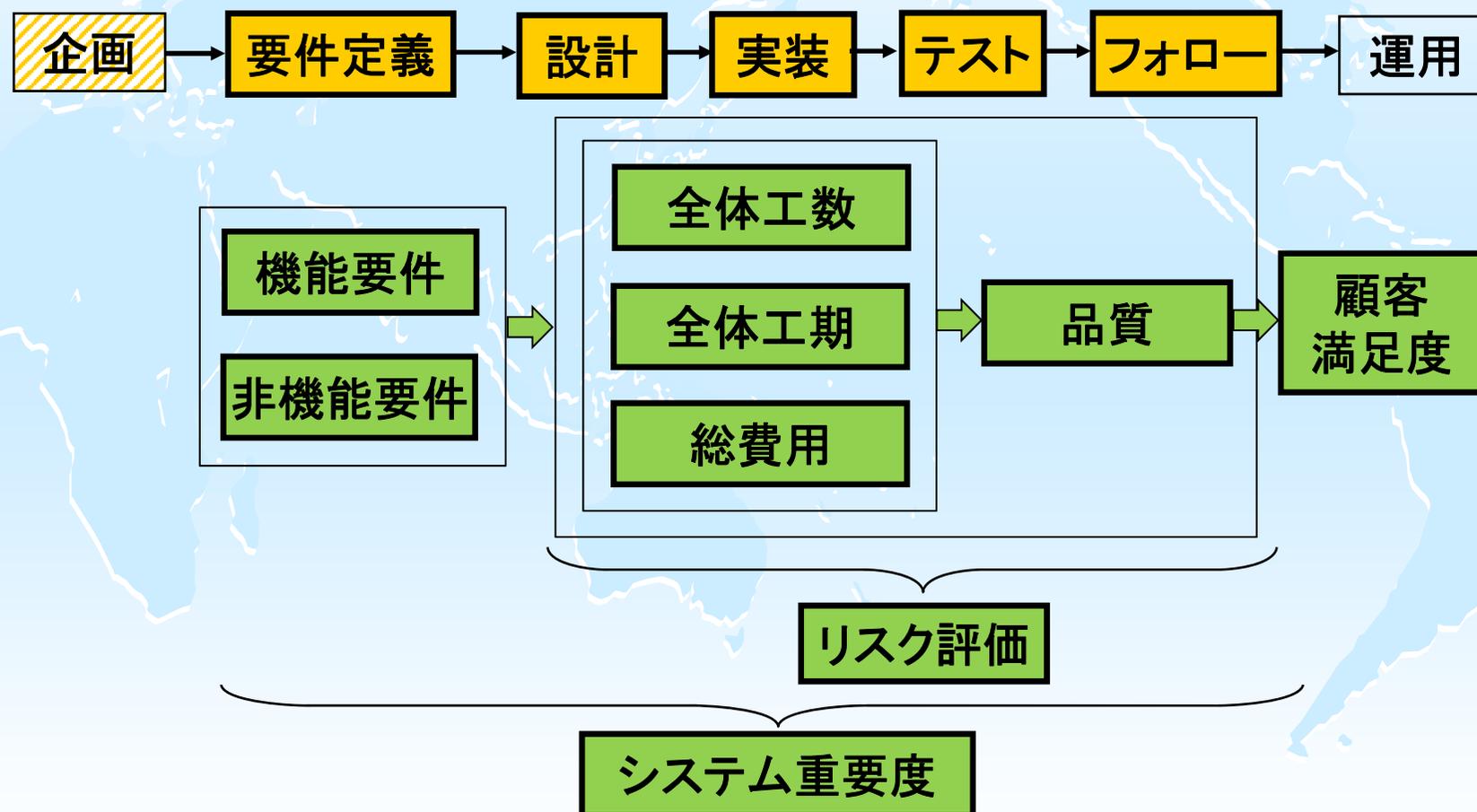
- 新たにいくつかの分析を追加した。

- 分析対象データ

これまでの蓄積	341件	
<u>新規追加プロジェクト</u>	<u>94件</u>	<u>(63社)</u>
合計	435件	

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。

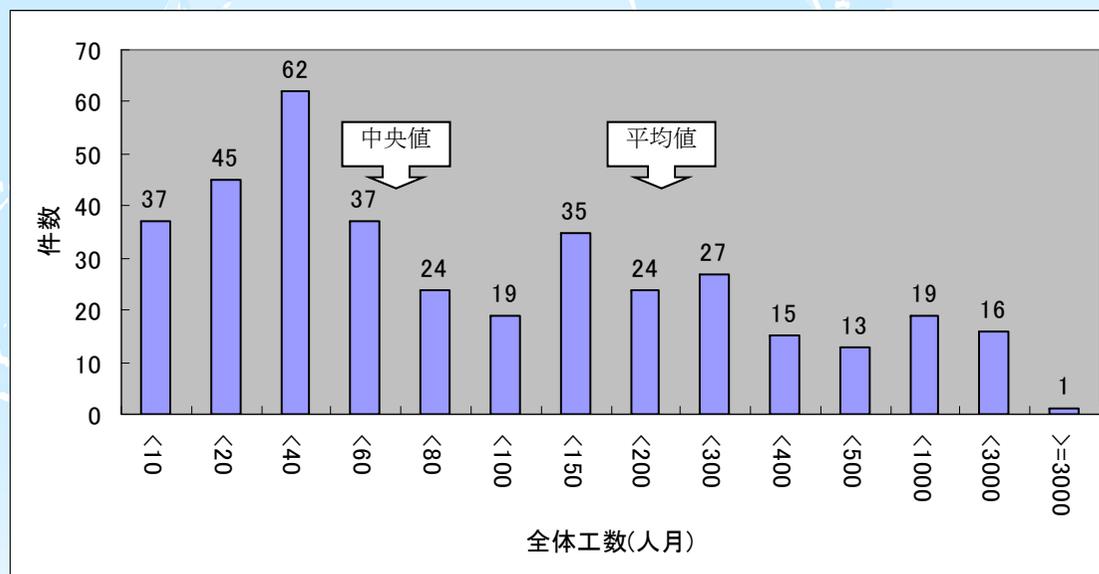


プロジェクト全体工数の分布と基本統計量

- 全体工数を取得できたプロジェクトは、**374プロジェクト**であった。全体工数の基本分布と統計量は以下の通り。

1) 基本統計量と分布

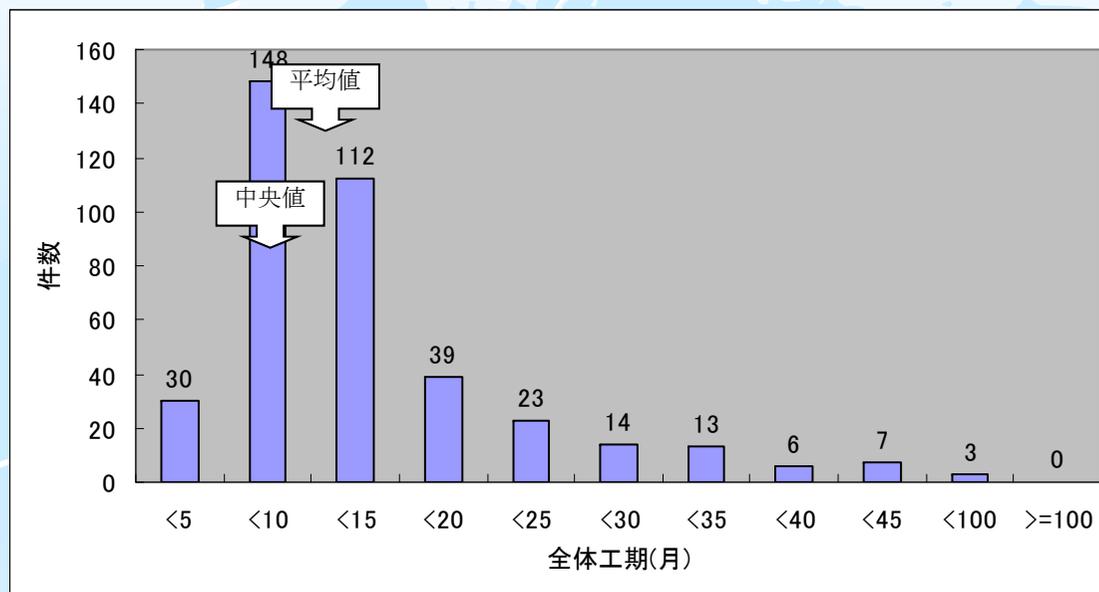
全体工数の基本統計量	
平均値	204.12人月
中央値(メジアン)	66.80人月
標準偏差値	424.38人月
最小値	1.50人月
最大値	4550.00人月
標本数	374



- 平均値は204人月
(2007年度:213人月)
- 最大値は4550人月
(2007年度:2837人月)
- 中央値は67人月
(2007年度:67人月)

規模別全体工期分布

- 全体工期を取得できたプロジェクトは、395プロジェクトであった。



- 平均値は12.7か月
(2007年度:12.3か月)
- 中央値は10ヶ月
(2007年度:10か月)

当然の事ながら、工数規模が大きくなると、工期も長くなっている。

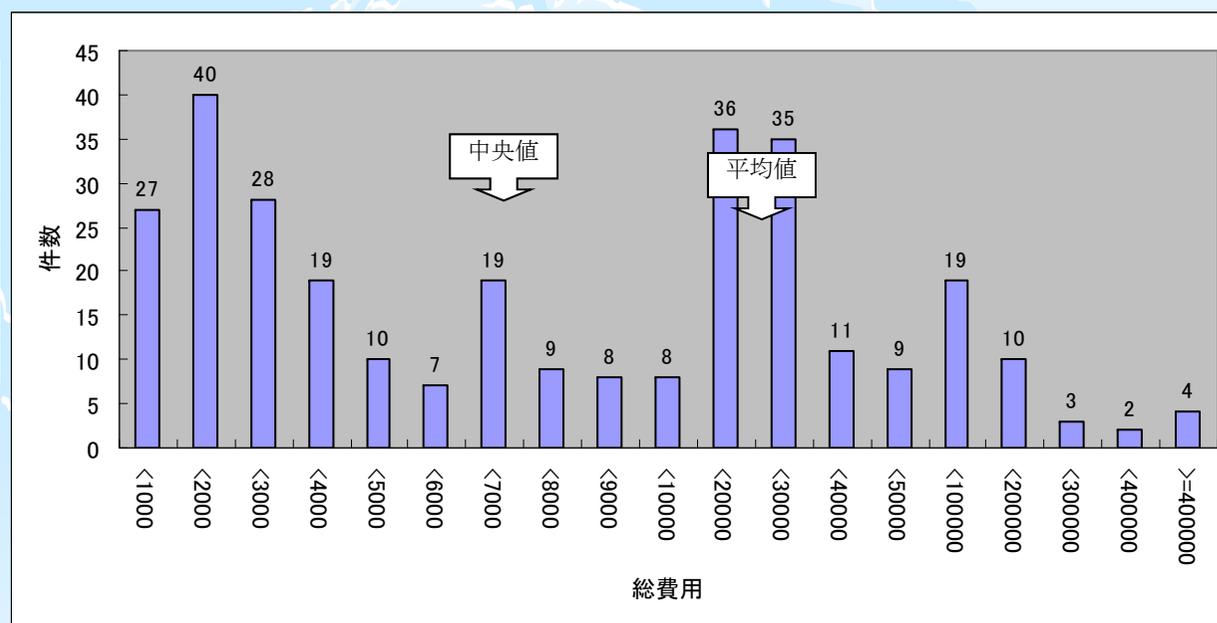
		全体工期(月)別										
		<5月	<10月	<15月	<20月	<25月	<30月	<35月	<40月	<45月	≥45	合計
規模別 工数	<10人月	15	17	3								35
	<50人月	9	72	28	6	2	1					118
	<100人月	1	18	24	8			1				52
	<500人月	1	22	39	19	12	6	3	2			104
	≥500		3	5	3	6	5	6	4	4		36
	未回答	4	16	13	3	3	2	3		3	3	50
合計		30	148	112	39	23	14	13	6	7	3	395

総費用の分布と基本統計量

- 総費用を取得できたプロジェクトは、**304プロジェクト**であった。

1) 基本統計量と基本分布

全体予算基本統計量	
平均値	28,656.30万円
中央値(メジアン)	7313万円
標準偏差値	64,216.52万円
最小値	150万円
最大値	430,500万円
標本数	304



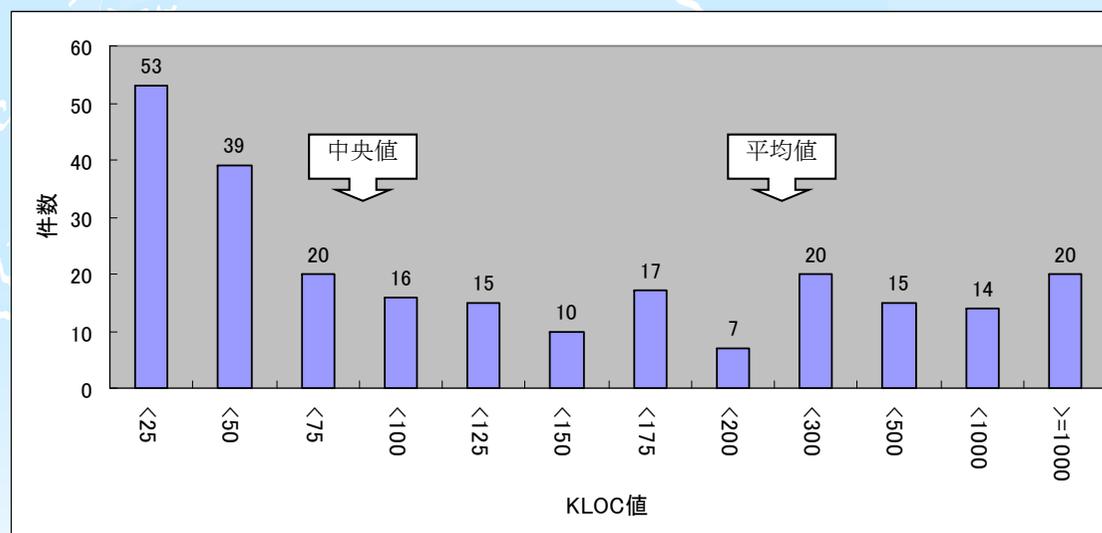
- 平均値は2.8億円(2007年度:2.8億円)であるが、中央値は7,313万円。(2007年度:6,180万円)
グラフからもわかるように、二極化されているためである。
- 最大値は43億円。304件中、1億円以上が129件、10億円以上も19件ある。

KLOC値の分布と基本統計量

- システムサイズとしてKLOC値を取得できたプロジェクトは、**246プロジェクト**であった。工数の基本分布と統計量は次の通り。
但しKLOC値は当該システムの各言語別KLOCの単純合計値であり、言語別換算等を行っていない。

1) 基本統計量と分布

KLOC値の基本統計量	
平均値	297.44KLOC
中央値(メジアン)	92.83 KLOC
標準偏差値	605.48 KLOC
最小値	0.04 KLOC
最大値	5170.00 KLOC
標本数	246



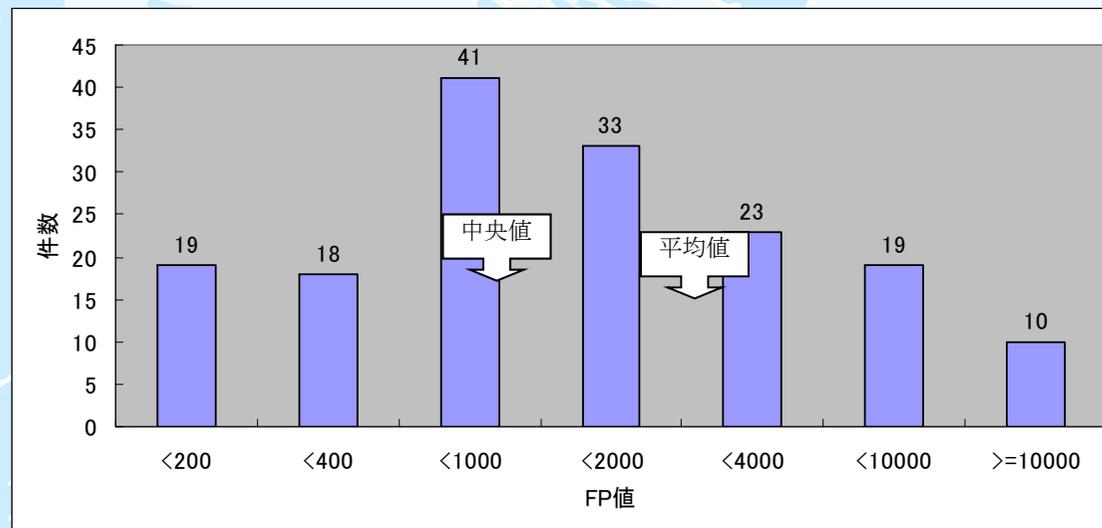
- 平均値は297KLOC
(2007年度:278KLOC)
- 最大値は5170KLOC
(2007年度:3000KLOC)
- 中央値は93KLOC
(2007年度:91KLOC)

FP値の分布と基本統計量

● FP値を取得できたプロジェクトは、**131プロジェクト**であった。

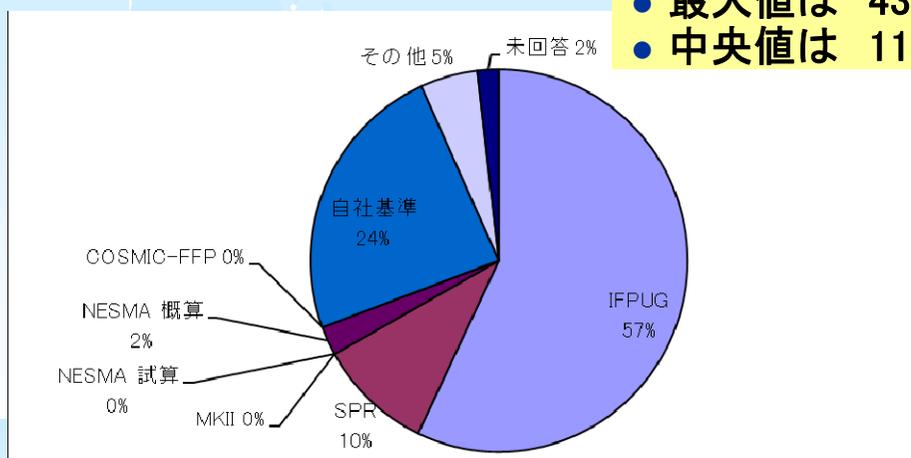
1) 工数の基本分布と統計量

FP値の基本統計量	
平均値	3113.1
中央値(メジアン)	1148
標準偏差値	6341.3
最小値	10
最大値	43825
標本数	163



2) FP計測手法

- 平均値は 3113FP (2007年度3,341FP)
- 最大値は 43,825FP (2007年度43,825FP)
- 中央値は 1148FP (2007年度1148FP)



計測手法	件数	割合
IFPUG	93	57.06%
SPR	16	9.82%
MKII	0	0.00%
NESMA 試算	0	0.00%
NESMA 概算	4	2.45%
COSMIC-FFP	0	0.00%
自社基準	39	23.93%
その他	8	4.91%
未回答	3	1.84%
合計	163	100.00%

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に関する集計結果である。
- 回答数435プロジェクトのうち、優先順位をつけていたのは163プロジェクトで全回答数の37.5%であった。

優先順位	品質	コスト	納期	合計	なし
件数	45	36	82	163	49
割合	27.61%	22.09%	50.31%	100.00%	

RDBMS採用割合の推移

- 仮説「開発年度が新しくなるにつれて、オープン系のRDBMSを採用するプロジェクトが多くなる」
- 調査した各年度の単年データをもとに、新規開発プロジェクトにおいて採用されたRDBMSの割合の推移を見た。年度は、そのプロジェクトが調査に回答した年度としている。
- オープン系RDBMSの採用割合はあまり増加していない。

ソフト名	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度
Oracle	48.86%	63.79%	61.90%	65.22%
SQL Server	14.77%	10.34%	9.52%	8.70%
PostgreSQL	1.14%	1.72%	1.59%	2.17%
MySQL	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sybase	1.14%	1.72%	1.59%	2.17%
Informix	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISAM	2.27%	1.72%	1.59%	2.17%
DB2・UDB	20.45%	12.07%	14.29%	10.87%
その他 DB	11.361%	8.625%	9.527%	8.697%

プロジェクトプロフィールの時系列的な比較

- プロジェクトのプロフィールを示す全体工数、全体工期、総費用の3項目に関する基本統計量を時系列的に比較した。
- 回答のない項目もあるため、指標によってデータ件数は異なる。

項 目		2006年度	2007年度	2008年度
対象プロジェクト件数		231	341	435
全体工数(人月)	データ件数	204	291	374
	平均値	186	214	204
全体工期(月)	データ件数	229	334	395
	平均値	11.5	12.3	12.7
総費用(万円)	データ件数	173	244	304
	平均値	2790	2850	2866

- 全体工期と総費用の平均値は年々増加している。

顧客(ユーザ)満足度

- ユーザ満足度については、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を特定しようとしても、差はつきにくい。
- 顧客満足度を品質・工期実績だけで評価するのではなく、プロセスを評価する仕組みが必要。
→ 次年度のサービス・サイエンスで検討予定

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「全体工期の評価」

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

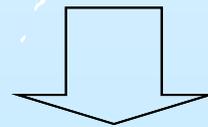
全体工期の評価

- 全体工期の対象とする工程の範囲
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 全体工期によって、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)の考察(1)

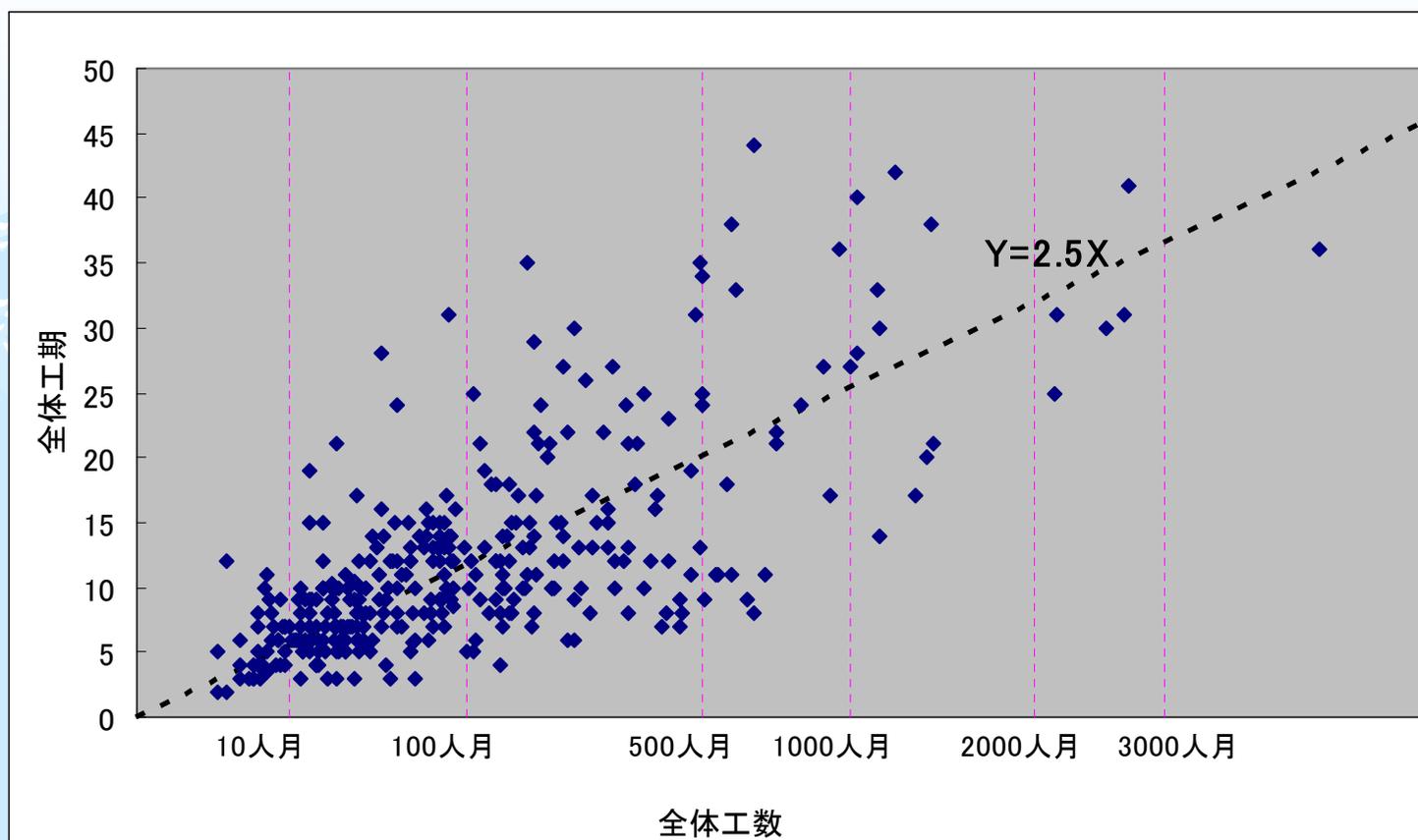
COCOMOモデルに従って全体工期と全体工数の関係を推定。

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



- 例えば 全体工数^{0.32} の値等はコンピュータがないと計算できずに不便。
- JUASではこれを簡略化して、 $b=1/3$ と見なし、毎年の開発生産性調査で a を推定している。
- $b=1/3$ という事は全体工数の三乗根となる。
 - 1,000(人月)の3乗根は10等、暗算が可能となる。

標準工期(適正工期)の考察(2)



- プロジェクト全体工数と、全体工期がともに記入されている**435プロジェクト**について、**全体工数の3乗根と全体工期**をグラフ化し、回帰直線を引いた。
- 全体工期・工数共に、実績の回答がある場合には実績工期・工数を、計画しかない場合には計画工期・工数を採用する。

標準工期（適正工期）の考察（3）

- Y切片をゼロとして回帰をした結果、回帰の有意性が確認され、回帰直線が、 $Y=2.5X$ と求められた。（Xは全体工数の3乗根）
- この係数は2007年度とことなるが、COCOMOの $Y=2.7X$ と比較すると係数が小さい。（2007年度の係数は2.4であった）
- 相関係数は0.70であった。（2007年度は0.91）

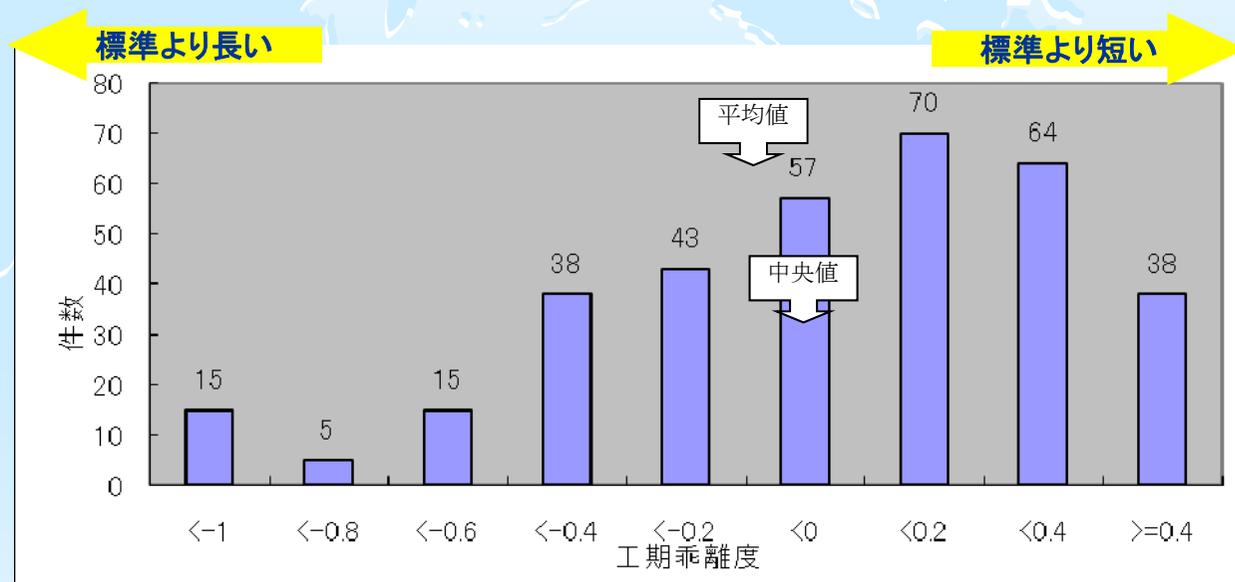
回帰統計										
重相関 R	0.7									
重決定 R2	0.49									
補正 R2	0.49									
標準誤差	5.66		係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下 限	上 限
観測数	345	切片	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
		全体工数 3 乗根	2.53	0.06	44.14	9.78E-144	2.42	2.65	2.42	2.65

標準工期(適正工期)の考察(4)

- 実績工期が標準工期に対してどの程度乖離しているかという尺度を定義。

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

平均値	-0.08
中央値(メジアン)	0
標準偏差値	0.49
最小値	-2.76
最大値	0.7
標本数	345



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、**工期乖離度の基準を設定。** **>0.25を短工期、<-0.34を長工期**とした。

	短工期	適正工期	長工期	合計
件数	85	175	85	345
割合	24.64%	50.72%	24.64%	100.00%

標準工期(適正工期)の考察(5)

標準工期の使い方

- ▶ 標準工期と実績工期との差(乖離)に着目して対応ノウハウを蓄積する。
 - ・ 工程乖離度を計算し、過去の行動実績と比較した上で準備をすれば、失敗は減少する。

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

	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2.4倍(例:1000人月のプロジェクトは24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	・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	・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 + ・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 + ・ベテランPMによる采配と会社あげでの協力及び監視 ・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

規模(工数)別フェーズ別工期と比率

全体工数	開発種別	件数	設計工期	実装工期	テスト工期
<10人月	新規	6	1.00	1.22	0.97
	改修・再開発	6	1.00	1.92	1.58
	合計	12	1.00	1.57	1.28
<50人月	新規	43	1.00	1.80	1.12
	改修・再開発	32	1.00	1.56	1.46
	合計	75	1.00	1.70	1.27
<100人月	新規	9	1.00	1.16	1.22
	改修・再開発	16	1.00	1.74	2.15
	合計	25	1.00	1.53	1.81
<500人月	新規	26	1.00	1.05	1.03
	改修・再開発	9	1.00	1.22	1.29
	合計	53	1.00	1.14	1.16
>=500人月	新規	6	1.00	1.50	0.94
	改修・再開発	7	1.00	1.56	1.08
	合計	12	1.00	1.53	1.02
未記入	新規	4	1.00	0.71	1.16
	改修・再開発	7	1.00	2.63	1.66
	合計	11	1.00	1.93	1.48
合計	新規	93	1.00	1.43	1.09
	改修・再開発	95	1.00	1.60	1.52
	合計	188	1.00	1.51	1.31

4:6:5

- テスト工期の比率が高い。
- 再開発プロジェクトは新規プロジェクトよりテストの工期比率が高かった。

基幹業務別工期と比率

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	実装工期	テスト工期
1.経営・企画	6	1.00	1.80	0.89
2.会計・経理	27	1.00	1.54	1.34
3.営業・販売	39	1.00	1.47	1.62
4.生産・物流	21	1.00	1.46	0.98
5.人事・厚生	7	1.00	1.80	1.09
6.管理一般	9	1.00	1.50	1.12
7.総務・一般事務	7	1.00	2.32	1.91
8.研究・開発	3	1.00	2.94	1.89
9.技術・制御	4	1.00	1.06	1.00
10.マスター管理	12	1.00	1.28	1.25
11.受注・発注・在庫	12	1.00	1.64	1.06
12.物流管理	2	1.00	1.88	2.29
13.外部業者管理	0			
14.約定・受渡	1	1.00	0.97	0.57
15.顧客管理	7	1.00	1.08	1.12
16.商品計画(管理する対象商品別)	0			
17.商品管理(管理する対象商品別)	8	1.00	0.98	1.47
18.施設・設備(店舗)	5	1.00	0.98	1.14
19.情報分析	4	1.00	1.56	1.13
20.その他	12	1.00	1.70	1.35
未記入	2	1.00	0.92	0.75

- 実装工期の比を見ても、0.92から2.94までばらついている。
- テスト工期では、0.57から2.29までばらついている。

工期遅延度 計画値 VS 実績値

- 全体工期の計画値、実績値をとともに取得できたプロジェクトは**367件**であった。
- **(実績工期－計画工期)／計画工期** を工期遅延度と定義してプロジェクト規模別の遅延度分析を行った。

規模(工数)		工期遅延度						遅延度20%以上の割合	
		予定より早い	予定通り	<10%	<20%	<50%	≥50%		合計
<10人月	件数	2	24		2	2	4	34	17.65%
	割合(%)	5.88	70.59	0	5.88	5.88	11.76	100	
<50人月	件数	7	75	2	11	14	5	114	16.67%
	割合(%)	6.14	65.79	1.75	9.65	12.28	4.39	100	
<100人月	件数	5	27	5	4	5	2	48	14.58%
	割合(%)	10.42	56.25	10.42	8.33	10.42	4.17	100	
<500人月	件数	9	72	7	5	1	4	98	5.10%
	割合(%)	9.18	73.47	7.14	5.1	1.02	4.08	100	
≥500人月	件数	1	22	6		5	1	35	17.14%
	割合(%)	2.86	62.86	17.14	0	14.29	2.86	100	
未回答	件数	2	20	3	5	8		38	21.05%
	割合(%)	5.26	52.63	7.89	13.16	21.05	0	100	
合計	件数	26	240	23	27	35	16	367	13.90%
	割合(%)	7.08	65.4	6.27	7.36	9.54	4.36	100	

- 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72.5%(2007年度調査では72.7%)、20%以上遅延したプロジェクトは13.9%(2007年度調査では13.5%)。いずれも2007年度調査と同じ結果。
- 工数規模別にみても明確な傾向は出ていない。

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	0.91
RFP内容不適當	2	2	1	7	1	2	15	3.42
要件仕様の決定遅れ	9	23	16	26	11	11	96	21.87
要件分析作業不十分	8	15	9	16	9	12	69	15.72
開発規模の増大	4	10	10	23	9	8	64	14.58
自社内メンバーの選択不適當	1	5	2	7	1	1	17	3.87
発注会社選択ミス		5		6	3	2	16	3.64
構築チーム能力不足	2	7	8	11	5	5	38	8.66
テスト計画不十分	3	10	6	6	4	4	33	7.52
受入検査不十分				7	2	3	12	2.73
総合テストの不足	2	8		7	3	5	25	5.69
プロジェクトマネージャーの管理不足	2	3	3	6	6	4	24	5.47
その他	1	11	4	4	2	4	26	5.92
合計	34	101	60	127	56	61	439	100

- 上位2つの回答は要件定義フェーズに原因があるというもの。
(回答全体の4割を占める。)
- 理由の第3位は規模の増大であった。
- 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ことがわかる。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期の評価」

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

品質の評価

- 品質に関するJUASの定義は、

$$\text{欠陥率} = \frac{\text{ユーザが発見した欠陥数の密度}}{\text{顧客側総合テスト～フォローのフェーズで見られた不具合数}} \\ = \frac{\text{プロジェクト全体工数}}{\text{プロジェクト全体工数}}$$

としていた。

- 2007年度調査から欠陥数(率)に加え、欠陥の内容に従って重み付けした換算欠陥率を指標として採用している。

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

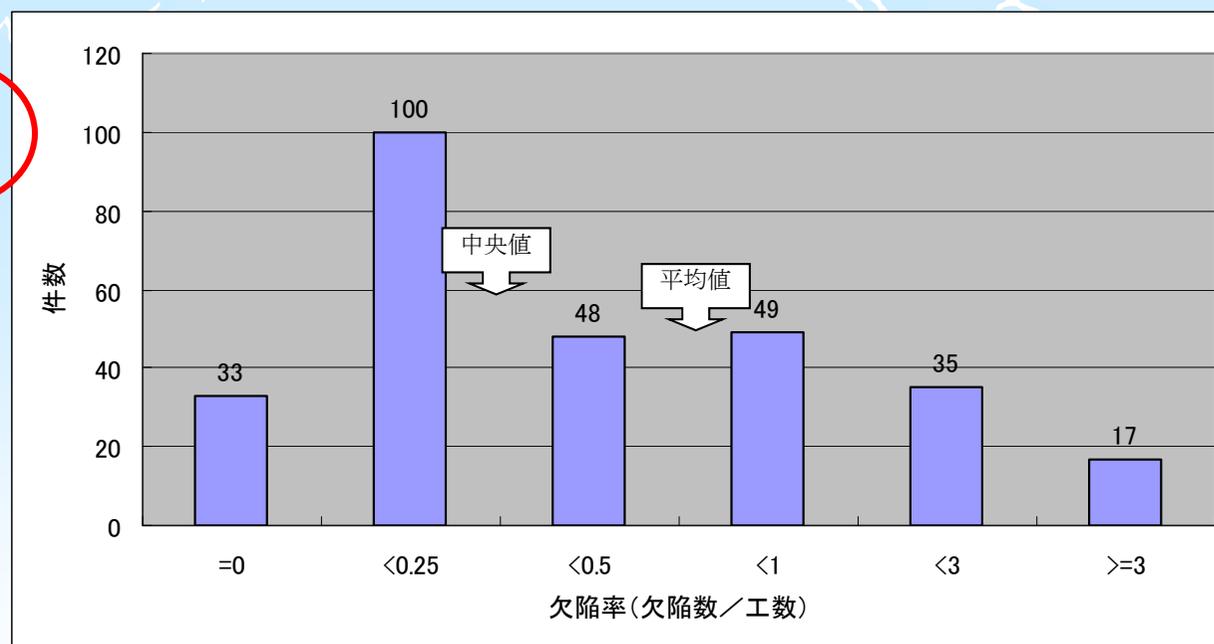
$$\text{換算欠陥率} = \text{換算欠陥数} \div \text{プロジェクト全体工数}$$

- 欠陥率よりも換算欠陥率のほうがより感度が良く、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)

- 欠陥率が計算できたプロジェクト(不具合数、工数ともに記入されている回答数)は**282件**であった。
- 平均値は**1人月あたり0.83件のバグ** (5人月あたり4個のバグ)
- 中央値は**1人月あたり0.31件** (5人月あたり、1.5個)

平均値	0.83
中央値(メジアン)	0.31
標準偏差	2.14
最小値	0
最大値	23.33
標本数	282



品質の指標と基本統計量・分布(2)

- 5人月(500万円)あたり1件に納まっているデータはプロジェクト全体の約40%と、4年連続して同じ水準であった。
- 欠陥率(282件全データ, 2008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

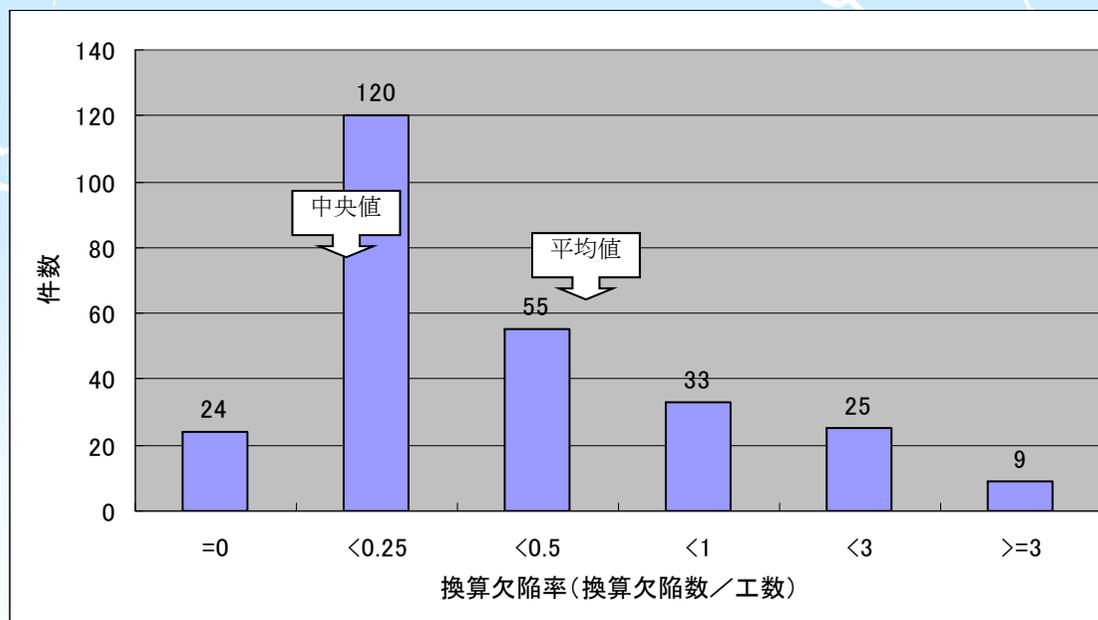
		欠陥率						合計
		Aランク	Bランク	Cランク	Dランク	Eランク	Fランク	
全体	件数	33	100	48	49	35	17	282
	割合	11.70%	35.46%	17.02%	17.38%	12.41%	6.03%	100.00%
2008年度のみ	件数	13	24	8	11	4	3	63
	割合	20.63%	38.10%	12.70%	17.46%	6.35%	4.76%	100.00%

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ランクの再評価
- 平均値は欠陥率0.83に対して換算欠陥率0.63となった。
- 標準偏差は、欠陥率の2.14に対して1.62と小さく、換算したほうがバラツキが少ない。

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。

換算欠陥率の基本統計量	
平均値	0.63
中央値(メジアン)	0.21
標準偏差	1.62
最小値	0
最大値	14.94
標本数	266



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を、欠陥率による品質ランク分類と同様に以下の通りとした。
 - 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

換算欠陥率による品質評価		
ランク	件数	割合
A	24	9.02%
B	120	45.11%
C	55	20.68%
D	55	20.68%
E	33	12.41%
F	25	9.40%
合計	266	100.00%

全体工期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		換算欠陥率						
		Aランク	Bランク	Cランク	Dランク	Eランク	Fランク	合計
長工期	件数	3	18	13	9	7	8	58
	平均換算欠陥率	0	0.12	0.35	0.63	1.84	8.02	1.54
	最大換算欠陥率	0	0.23	0.48	0.86	2.8	14.94	14.94
	最小換算欠陥率	0	0.026	0.28	0.5	1.03	3.41	0
適正工期	件数	11	53	29	18	13	1	125
	平均換算欠陥率	0	0.1	0.34	0.68	1.77	4.85	0.44
	最大換算欠陥率	0	0.24	0.48	0.99	2.75	4.85	4.85
	最小換算欠陥率	0	0.003	0.25	0.52	1.01	4.85	0
短工期	件数	7	37	7	4	4		59
	平均換算欠陥率	0	0.08	0.36	0.58	1.61		0.24
	最大換算欠陥率	0	0.22	0.45	0.7	2.82		2.82
	最小換算欠陥率	0	0.008	0.25	0.5	1.06		0
未回答	件数	3	12	6	2	1		24
	平均換算欠陥率	0	0.069	0.39	0.75	2.53		0.3
	最大換算欠陥率	0	0.19	0.5	0.92	2.53		2.53
	最小換算欠陥率	0	0.009	0.31	0.58	2.53		0
合計	件数	24	120	55	33	25	9	266
	平均換算欠陥率	0	0.1	0.35	0.66	1.79	7.67	0.63
	最大換算欠陥率	0	0.24	0.5	0.99	2.82	14.94	14.94
	最小換算欠陥率	0	0.003	0.25	0.5	1.01	3.41	0

- 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。
- 長工期のプロジェクトでは、Aランク(欠陥率0)のプロジェクトもある一方、3以上のプロジェクト(品質Fランク)の大半が長工期のプロジェクトで占められている。
- 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。(「急がば廻れ」の逆)

全体工期と各工期の比率の関係

- 工期について長工期と短工期のプロジェクトに分け、仮説「短工期のプロジェクトは設計工期比が大きい」を検証する。

	件数	設計工期	実装工期	テスト工期
長工期	55	1.00	0.71	4.29
適正工期	99	1.00	1.89	3.52
短工期	40	1.00	1.19	3.46

- テスト工期に比率については(設計工期比率を1.00とすると)、
長工期 > 適正工期 > 短工期の順に長い。
- 実装工期の比率については設計工期比率を1.00とすると)、
適正工期 > 短工期 > 長工期の順に長い。
- したがって、仮説は採択されないことになる。

工期別に担当するPM

- 全体工期の長さによって、担当するPM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が担当する」

	ユーザ側PMスキル						合計
	1	2	3	4	5	未記入	
長工期	6	19	19	15	9	17	85
適正工期	14	36	33	31	38	23	175
短工期	12	10	18	20	10	15	85
未記入	14	14	14	21	9	18	90
合計	46	79	84	87	66	73	435

	ベンダ側PMスキル						合計
	1	2	3	4	5	未記入	
長工期	16	11	32	10	2	14	85
適正工期	42	37	41	25	8	22	175
短工期	35	11	14	12	1	12	85
未記入	20	21	23	10	1	15	90
合計	113	80	110	57	12	63	435

- 短工期のプロジェクトでは、ユーザ側は、**経験有無を問わず**、小・中規模プロジェクトの経験者、ベンダ側は、**規模を問わず**、経験のあるPMを当てていることがわかる。³⁷

換算欠陥率と顧客満足度の関係(1)

- 仮説 「ユーザの目に触れる欠陥が多いと(換算欠陥率が高いと)、顧客満足度も低下する」

換算欠陥率		顧客満足度(品質)					満足度
		満足	やや不満	不満	合計	未回答	
0	件数	18	1	1	20	4	90.00%
	平均	0	0	0	0	0	
0.25未満	件数	77	32	5	114	6	67.54%
	平均	0.086	0.126	0.084	0.1	0.065	
0.5未満	件数	26	15	5	46	9	56.52%
	平均	0.35	0.36	0.36	0.35	0.34	
1未満	件数	15	11	4	30	3	50.00%
	平均	0.68	0.63	0.64	0.65	0.68	
3未満	件数	15	8	2	25		60.00%
	平均	1.79	1.86	1.54	1.79		
3以上	件数	5	2	1	8	1	62.50%
	平均	5.88	9.19	14.94	7.84	6.27	
合計	件数	156	69	18	243	23	64.20%
	平均	0.53	0.72	1.27	0.64	0.51	

- 仮説は採択されない。品質の定義には、使用性、保守性など欠陥以外の要素も含まれるということも影響していると思われる。
- 換算欠陥率が0のプロジェクトでは、品質の満足率が90%であった。
- 換算欠陥率が3以上のプロジェクト(品質Fランク)でも満足と答えた回答が63%もある。この内訳には規模の小さい、少人数(1人から2人)開発プロジェクトが多かった。

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が甘くなる可能性がある。

⇒50人月以上のプロジェクトで再計算。

換算欠陥率		顧客満足度(品質)					満足率
		満足	やや不満	不満	合計	未回答	
0	件数	8	1	1	10		80.00%
	平均	0	0	0	0		
0.25未満	件数	56	24	5	85	5	65.88%
	平均	0.078	0.115	0.084	0.09	0.059	
0.5未満	件数	8	10	4	22	4	36.36%
	平均	0.38	0.38	0.36	0.36	0.3	
1未満	件数	5	6	4	15	1	33.33%
	平均	0.68	0.61	0.64	0.66	0.92	
3未満	件数	3	4	2	9		33.33%
	平均	1.84	1.93	1.54	1.82		
3以上	件数	3	1		4		75.00%
	平均	4.22	4.79		4.36		
合計	件数	83	46	16	145	10	57.24%
	平均	0.35	0.49	0.47	0.4	0.24	

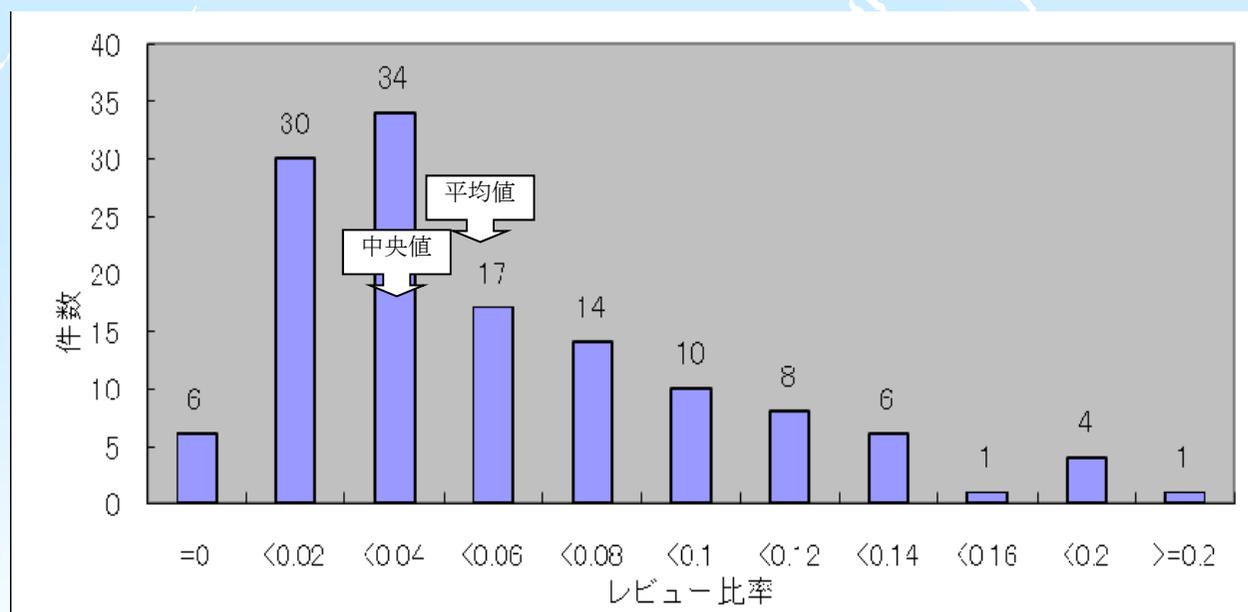
- 換算欠陥率が1未満までは、品質が悪くなると満足率も下がっている。
- 換算欠陥率が1以上になるとその傾向は崩れている。
- 換算欠陥率が1以上のプロジェクトで満足と答えた回答が50%程度(13件中6件)ある。

レビューと換算欠陥率(1)

- 仮説 「ユーザレビューが多いと、品質が向上する」
 - 昨年度と同様
 - ・レビュー比率=レビュー工数÷プロジェクト合計工数
 - ・レビュー指摘率=レビュー指摘数÷プロジェクト合計工数
- レビュー比率と欠陥率及び、レビュー指摘率と欠陥率の関係を調べた。

1)レビュー比率分布(サンプル数143)

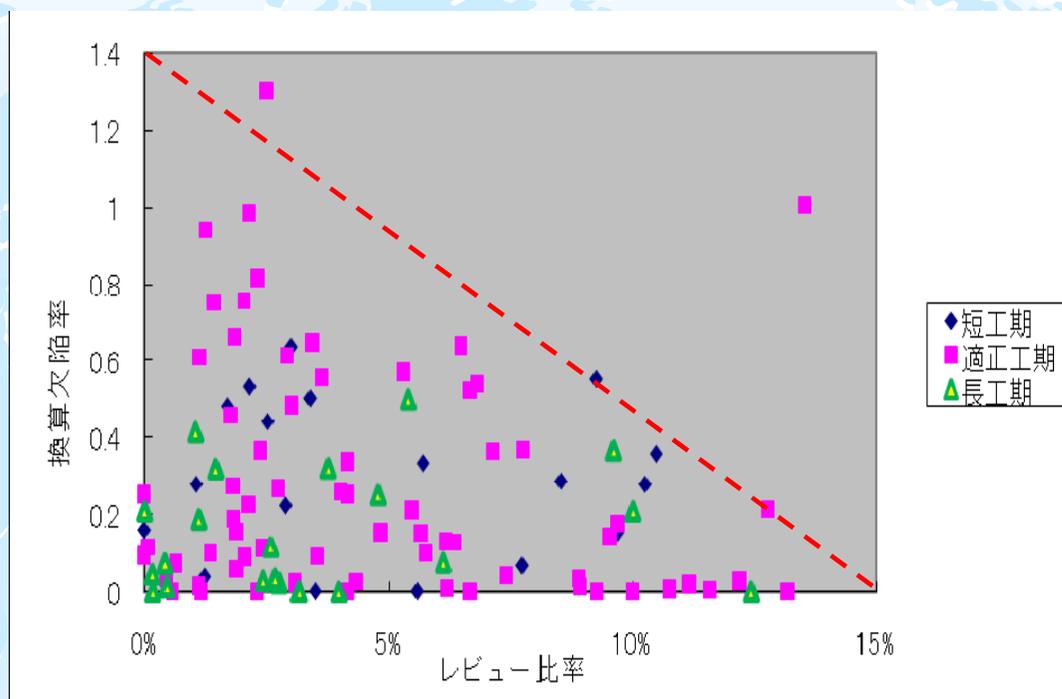
レビュー比率の基本統計量	
平均値	0.059
中央値(メジアン)	0.04
標準偏差	0.063
最小値	0
最大値	0.378
標本数	143



レビュー比率は平均が約6%、中央値が約4%であり、殆どが15%以下。

レビュー比率と換算欠陥率(2)

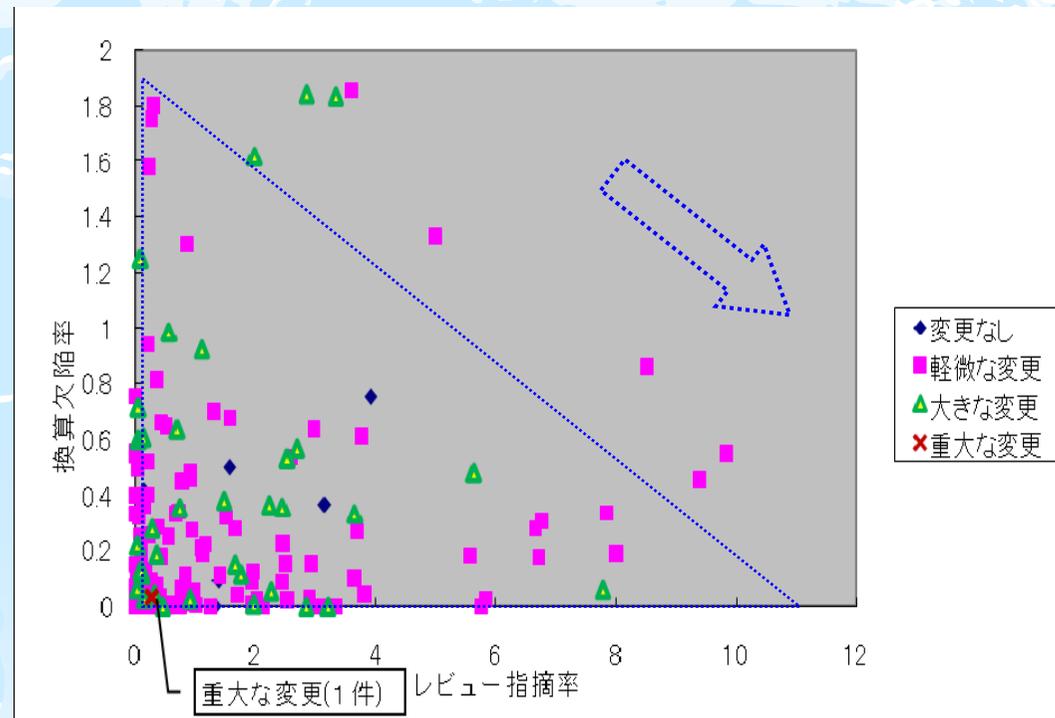
- レビュー比率と換算欠陥率の相関係数は0.07であり、相関はなかった。
- レビュー比率 < 15% かつ 換算欠陥率 < 1.5の部分のみを取り出した散布図



- 散布図では、対角線の下側にデータが集中。
- 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おらず、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レビュー回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いう解釈ができる。

レビュー指摘率と換算欠陥率(2)

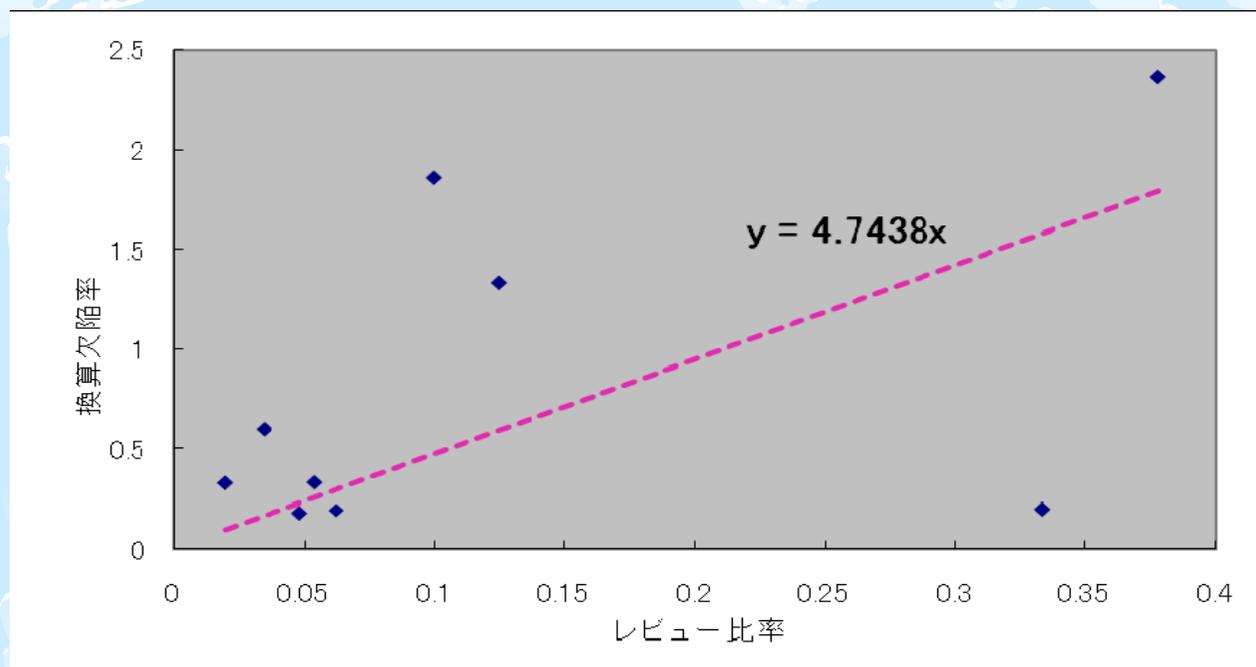
- レビュー指摘率と換算欠陥率の相関係数は0.03であり、相関はなかった。
- 換算欠陥率<2かつレビュー指摘率<10のみを取り出した散布図



- 散布図では、対角線の下側にデータが集中。
- レビュー指摘率6以上では換算欠陥率が1以下に収まっており、レビュー指摘率が高いと悪い品質にはならないと言えそうであるが、データを更に収集する必要がある。

反復型プロジェクトの品質

- 反復型開発プロジェクトでレビュー比率と換算欠陥率の両方のデータを取得できたものは9件であった。



- **レビュー比率が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。**
- レビュー比率と換算欠陥率には相関はない。特に、レビュー比率が高いプロジェクトでは品質が大きくばらついている。
- ウォーターフォール型開発と比較して、換算欠陥率の大きいプロジェクトが存在するが、換算欠陥率が0.5を下回るものもある。
- 更に対策とデータ収集基準を追求する必要がある。

品質基準の有無と欠陥率(1)

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

1) 品質基準の有無

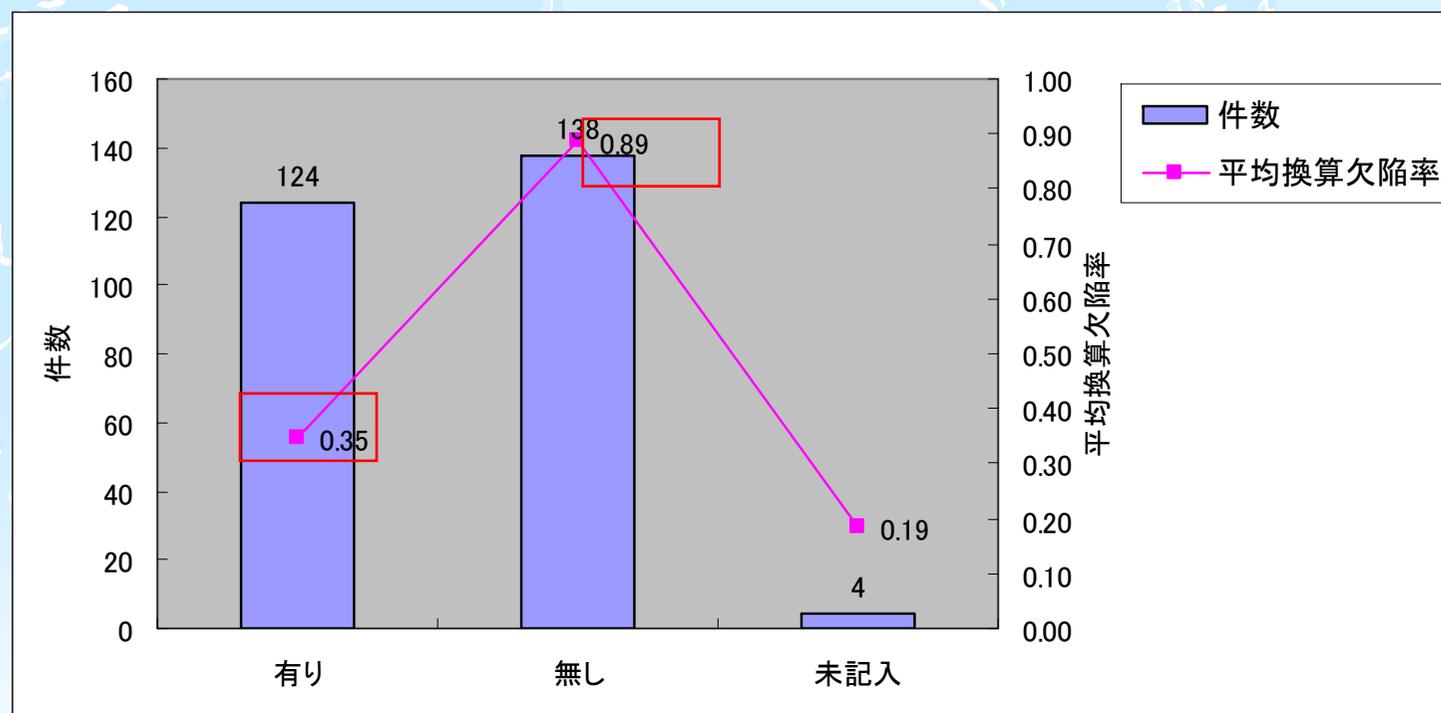
	品質基準			
	有り	無し	未回答	合計
件数	131	146	5	282
割合	46.45%	51.77%	1.77%	100.00%
平均	0.49	1.15	0.31	0.83
最大	3.48	23.33	0.56	23.33
最小	0	0	0.05	0

- 全体の**46%強**は品質基準を持って、開発にあたっている。
- 昨年度は35%、一昨年度の調査では37%であった。

品質基準の有無と換算欠陥率(2)

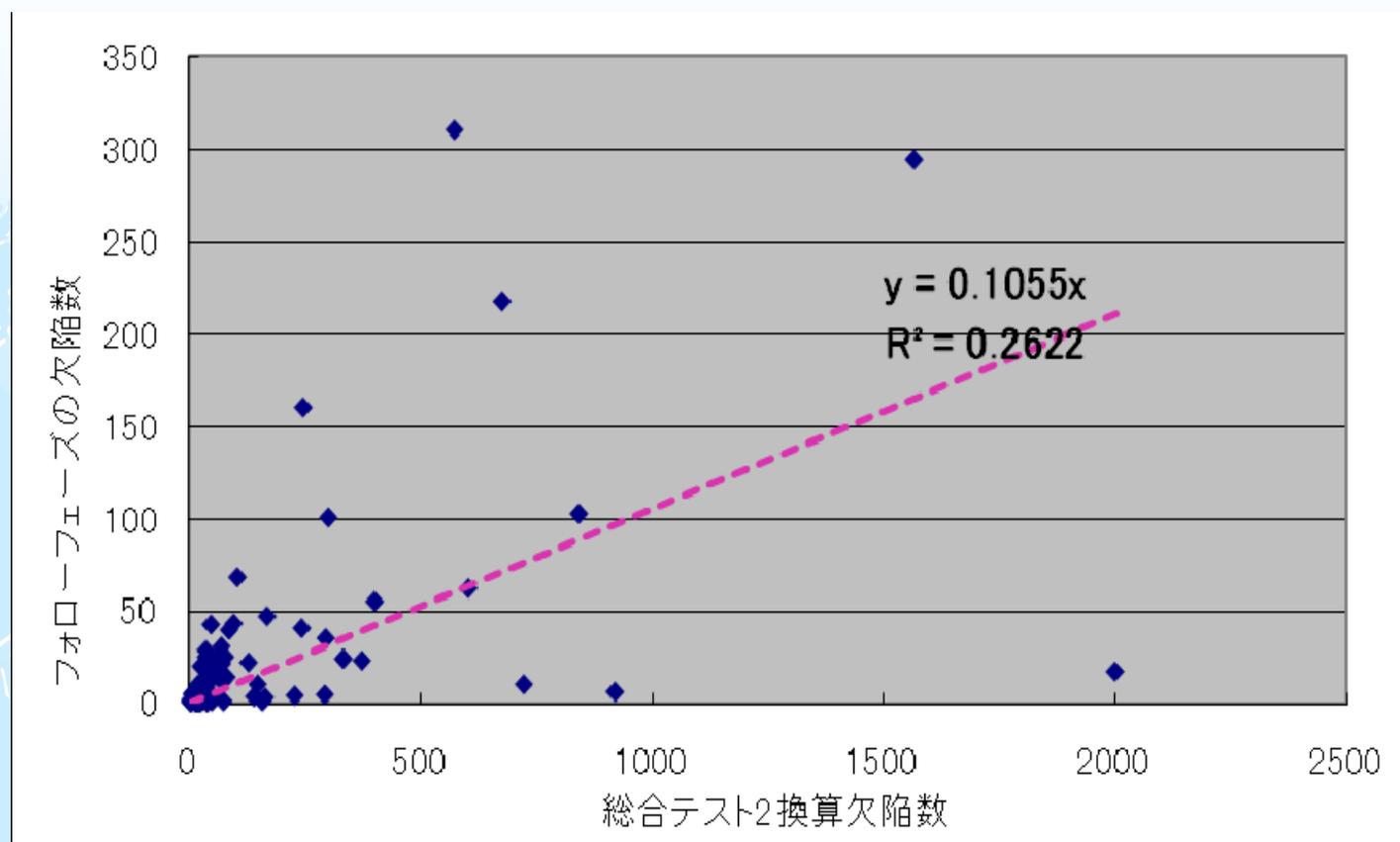
2) 品質基準の有無とプロジェクト品質

換算欠陥率が計算できた282プロジェクトについて、品質基準の有無と換算欠陥率の関係を調べた。



- 品質目標を持っていたプロジェクトと目標が無いプロジェクトでは換算欠陥率において2.5倍の差があった。

フォローフェーズの欠陥数vs総合テスト2欠陥数

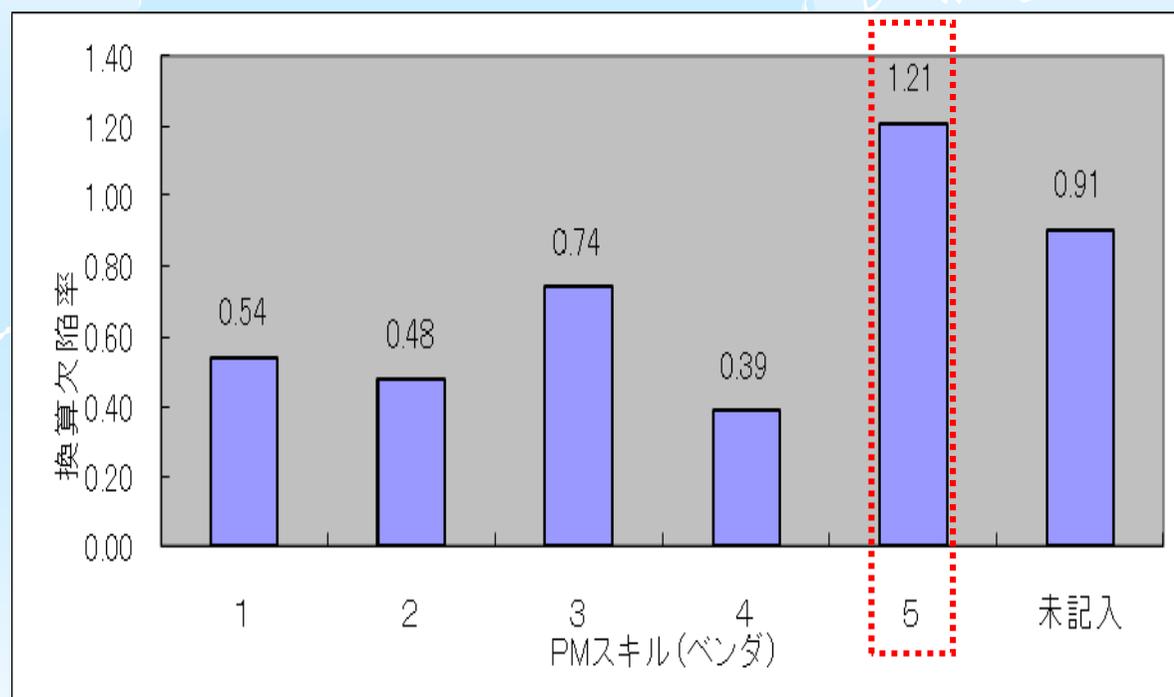


- ユーザーの総合テスト2で発見された欠陥数(X)とフォローフェーズ(カットオーバー後)の欠陥数(Y)の関係を分析。バラツキは大きい。(昨年度 $Y=0.13X$)
- 総合テスト2で欠陥が100個発見されたケースでは、カットオーバー後に欠陥が11個はでることとなる。総合テストをやり直すと $11 \times 0.11 \rightarrow 1$ 個程度に減少する。
- フォローフェーズ欠陥数/総合テスト2欠陥数を求め、この比率が0~1の間のデータ 46のみに絞って分析した。

PMの能力と換算欠陥率(1)

- 仮説 「PM(ベンダ、ユーザ)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)スキルと欠陥率・換算欠陥率



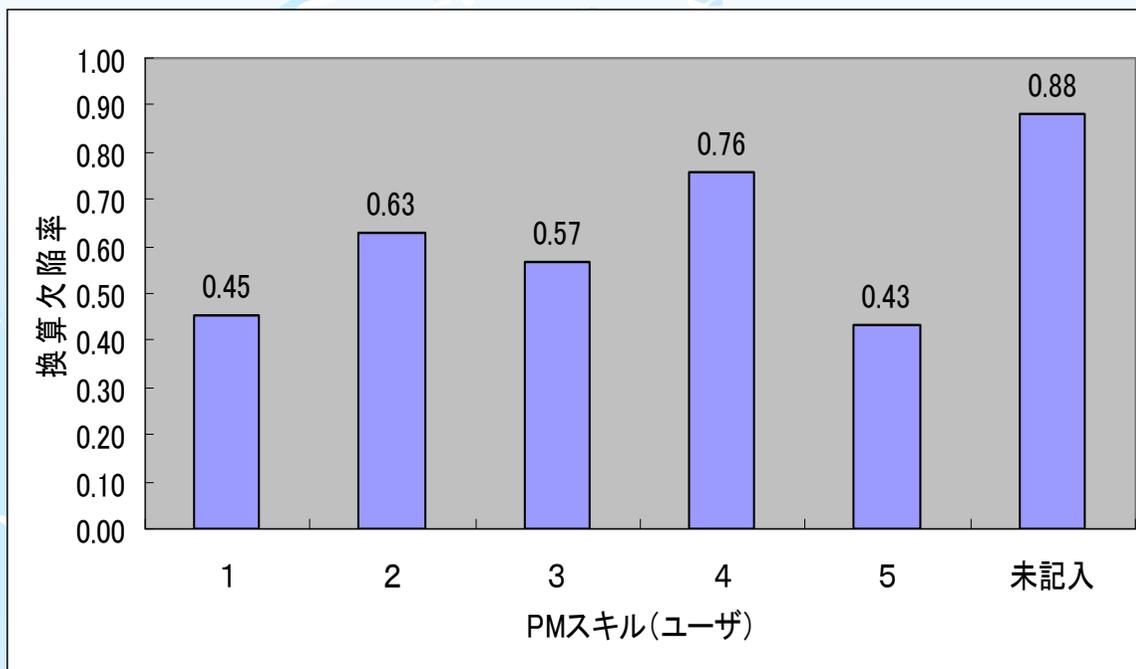
PMスキル

- 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)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)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)**いが、ユーザ側のPMの能力と品質に関しては、明らかな傾向は見られない。
- 5年連続して同じ傾向が確認できた。

ユーザPMの能力

PM(ユーザ)の業務精通度と納期遅延度

ユーザPM業務精通度		遅延度						遅延度 20%以上の割合	
		予定より早い	予定通り	10%未満	20%未満	50%未満	それ以上		総計
十分精通していた	件数	7	88	8	8	10	3	124	10.5%
	割合	5.6%	71.0%	6.5%	6.5%	8.1%	2.4%	100.0%	
	平均工期遅延率	-38.9%	0.0%	7.0%	14.1%	32.8%	71.3%	3.5%	
ある程度のレベルまでは 精通していた	件数	8	71	10	10	16	5	120	17.5%
	割合	6.7%	59.2%	8.3%	8.3%	13.3%	4.2%	100.0%	
	平均工期遅延率	-30.63%	0.00%	6.14%	15.36%	28.35%	60.83%	6.07%	
精通していたとはいえない	件数	3	23		5	4	1	36	13.9%
	割合	8.3%	63.9%	0.0%	13.9%	11.1%	2.8%	100.0%	
	平均工期遅延率	-21.9%	0.00%		14.22%	30.00%	66.67%	5.33%	
全く経験も知識もなかった	件数	2	6	1			2	11	18.2%
	割合	18.2%	54.5%	9.1%	0.0%	0.0%	18.2%	100.0%	
	平均工期遅延率	-40.8%	0.00%	7.69%			50.00%	2.37%	
記入なし	件数	1	18	1		1		21	4.8%
	割合	0.047619	85.7%	4.8%	0.0%	4.8%	0.0%	100.0%	
	平均工期遅延率	-11.11%	0.00%	6.25%		25.00%		0.96%	
合計	件数	21	206	20	23	31	11	312	13.5%
	割合	6.7%	66.0%	6.4%	7.4%	9.9%	3.5%	100.0%	
	平均工期遅延率	-32.18%	0.00%	6.58%	14.67%	29.91%	62.25%	4.50%	

➤ユーザPMが業務に十分精通していた場合の20%以上の遅延確率が低い

➤業務知識の無い場合は20%以上の遅延確率が最も高くなっている

ユーザ側のPMの能力は品質よりも、むしろ納期遵守と関係がある。

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

リスクマネジメントを	実施した	実施しなかった	合計
件数	158	40	198
割合	79.80%	20.20%	100.00%

- リスク評価の時期

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	118	43	161
	割合	73.29%	26.71%	100.00%
開始時に	件数	130	31	161
	割合	80.75%	19.25%	100.00%
期間中に	件数	135	24	159
	割合	84.91%	15.09%	100.00%

- 7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割以上で期間中リスク評価を行っていた。
- 7割のプロジェクトが、開始前に評価を行っていた。

リスクマネジメントと満足度

リスクマネジメントを実施した場合としなかった場合のプロジェクトの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	62.66	30.33	3.16	3.80
	実施しなかった	45.00	35.00	20.00	0.00
	合計	59.09	31.31	6.57	3.03
品質満足度	実施した	61.39	24.68	6.33	7.59
	実施しなかった	50.00	27.50	20.00	2.50
	合計	59.09	25.25	9.09	6.57
工期満足度	実施した	53.80	24.68	8.86	12.66
	実施しなかった	37.50	22.50	27.50	12.50
	合計	50.51	24.24	12.63	12.63

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0.33:2.12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	平均換算欠陥率	最大換算欠陥数
実施した	158	0.33	1859.50
実施しなかった	40	2.12	2882.00
合計	237	0.65	2017.00

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期の評価」

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

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	7	24	21	39	11	102
平均企画工数(人月)	3.64	2.62	4.6	10.43	58	12.06
平均企画工程比率	50.79%	12.27%	6.25%	5.45%	3.26%	10.09%

- 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	14	67	27	57	17	182
要件定義工数(人月)	1.69	2.67	3.46	3.84	6.06	3.40
要件定義工数比率	30.09%	12.63%	4.63%	2.16%	0.66%	8.39%

- 企画工数比率よりも、規模による比率の格差は大きい。2007年度調査では、安定していた。

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。

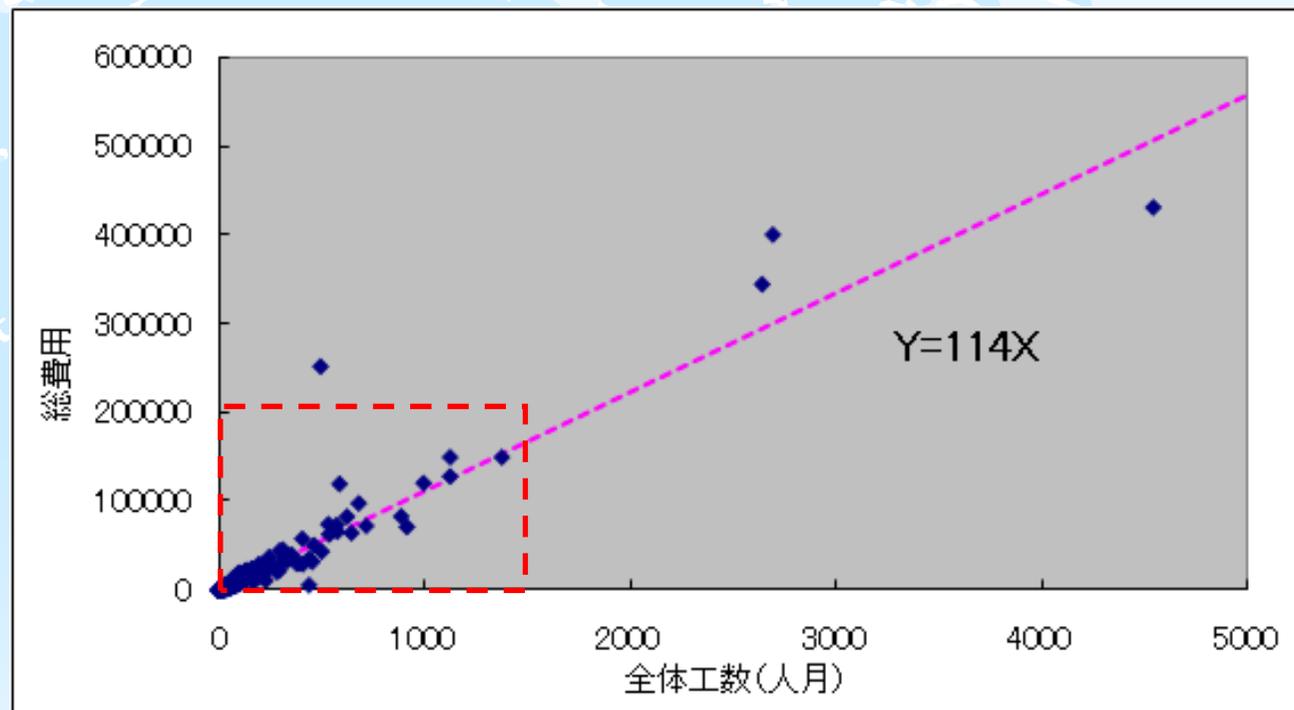
全体工数	件数	設計工数	実装工数	テスト工数比
<10人月	14	1.15	1	0.88
<50人月	78	0.96	1	0.86
<100人月	28	0.83	1	0.98
<500人月	66	1.22	1	1.22
≥500人月	17	0.84	1	0.85
合計	203	1.03	1	0.99

- 全体として、ほぼ設計工数:実装工数:テスト工数は1:1:1となっている。

総費用 VS 工数(1)

1) 総費用 Vs. 工数(人月) 分布

全体工数がとれた374件のうち、総費用の記入があった304件からパッケージ開発のデータ及びはずれ値データを除いた237件について、総予算と工数(人月)の分布を見た。



回帰統計	
重相関 R	0.95
重決定	0.91
補正 R2	0.9
標準誤差	16932.97
観測数	237

	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	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
全体工数	114.34	2.39	47.91	1.36E-123	109.64	119.05	109.64	119.05

- 傾き = 人月単価 = 約114万円になる。
- 相関係数は0.95で高度に有意である。

総費用 VS 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。

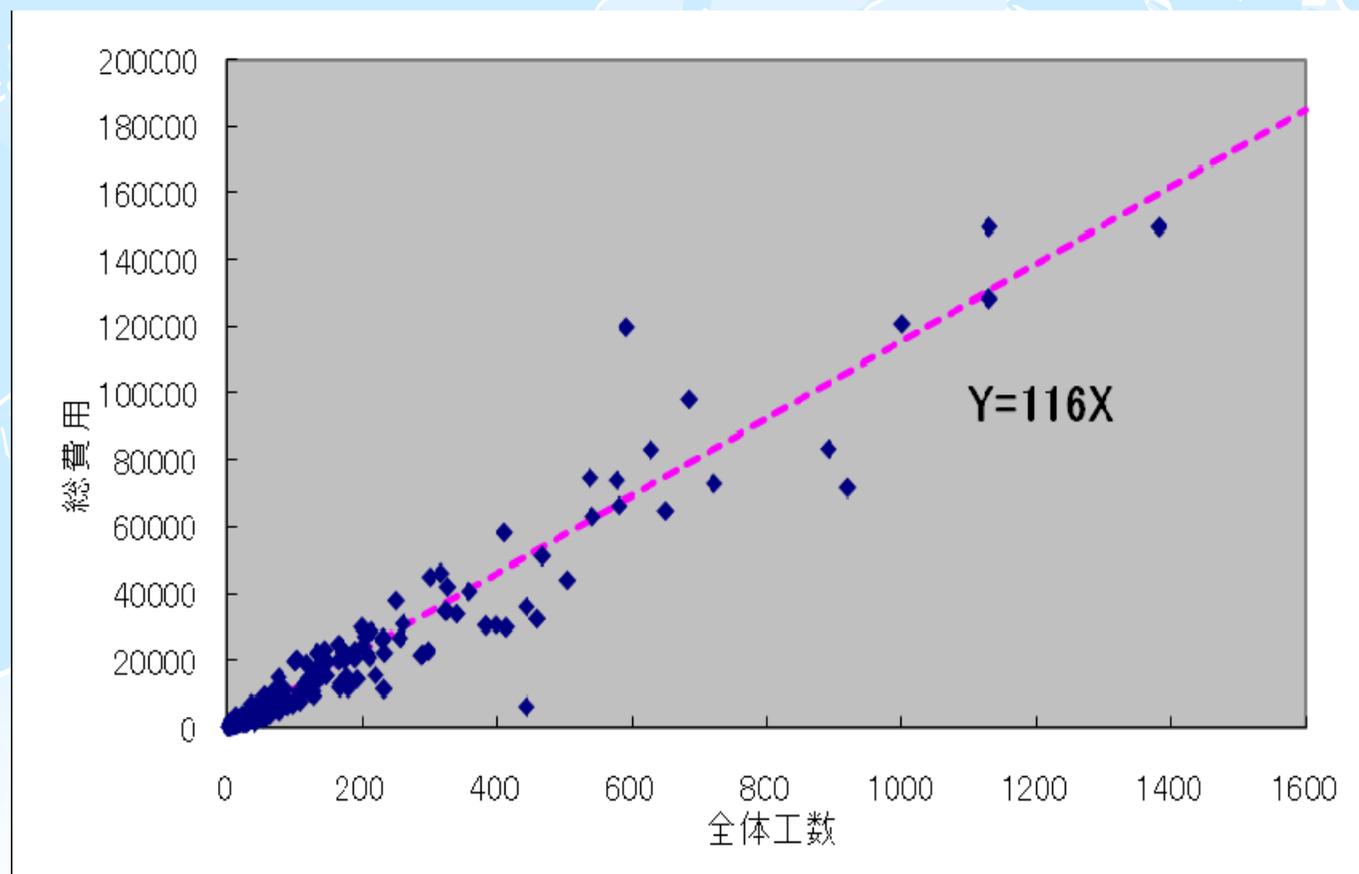
	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	19	85	41	72	20	237
総費用(万円)	12,971	206,039	295,748	1637426	2893897	5,046,080
工数合計(人月)	112.76	2,080	2,967	15,450	22,875	43,484
加重平均単価(万円/人月)	115.03	99.07	99.69	105.98	126.51	116.04

- **工数単価の平均値は116万円/月、回帰式から求めた値は114万円/月**という事になる。
- 10人月未満のプロジェクト及び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 工数(3)

3) 2008年度調査(まとめ)

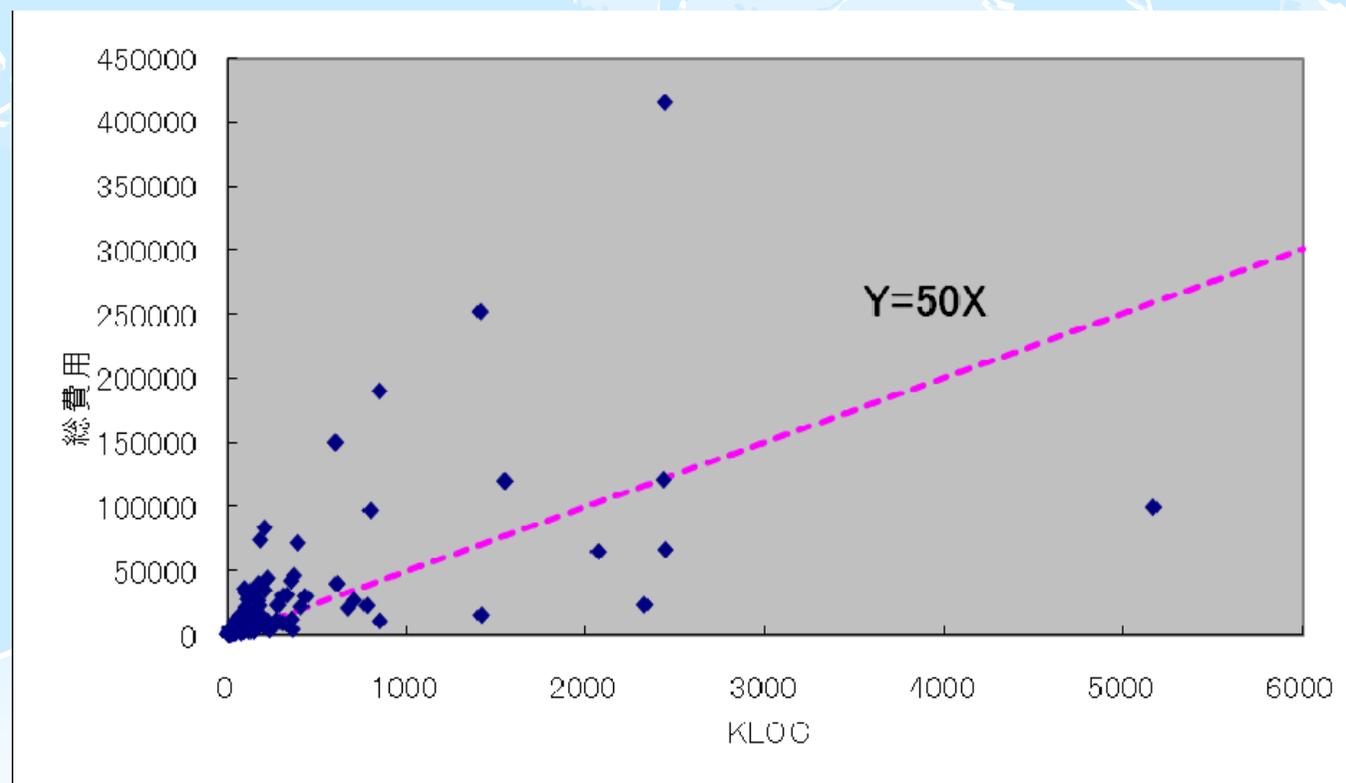
- 大規模データの影響を避けるため、1)のグラフの点線部分のみを抽出して、回帰式を求めた。



総費用 VS KLOC値(1)

1) 総費用 Vs. KLOC分布

総費用がとれた304件のうち、規模(KLOC)の記入があったパッケージ開発データとはずれ値データを除いた117件について、回帰式を求めた。



- 回帰式は $Y=50.2 X$ (相関係数=0.54) となった。
傾き=KLOC単価=50.2万円となった。

総費用 VS KLOC値(2)

2) 規模別KLOC単価

KLOC値と総費用についても、 $\text{KLOC単価} = \text{総費用} \div \text{KLOC値}$ として、KLOC単価の平均値を規模別に計算した。

	工数区分						合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	未回答	
件数	13	43	24	43	7	19	149
総費用/KLOC(加重平均)	67.73	56.78	122.84	82.72	99.7	57.1	81.17

回帰による単価が、平均よりも小さいのは、KLOC規模が大きくかつ少額のプロジェクトがいくつかあり、その影響を受けているからである。

3) KLOC単価の時系列比較

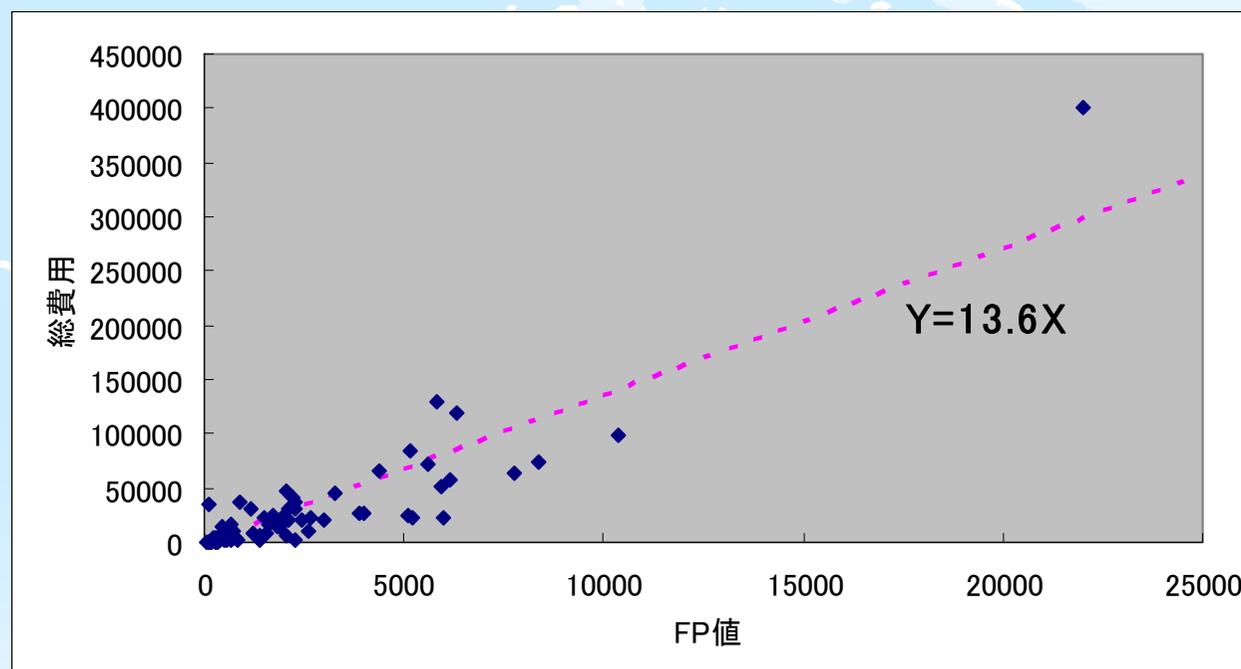
上記生産性分析は基本的にパッケージ開発データを除いて行ったが、過去の分析と比較するためにパッケージ開発データも含めて計算した結果を示す。

総予算対KLOC	KLOC単価(加重平均)		
	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	76.80	60.40	
パッケージの追加開発	81.17	82.90	88.30

総費用 VS FP値(1)

1) 総費用 Vs. FP分布

総費用がとれた304件のうち、**パッケージ開発以外**で、かつ計測手法が**IFPUG**のFP値が記入されていた73件について、原点を通る回帰式を求めた。



回帰統計	
重相関 R	0.9
重決定 R2	0.81
補正 R2	0.8
標準誤差	22523.76
観測数	73

	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	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
FP(IFPUG)	13.57	0.66	20.69	5.02E-32	12.27	14.88	12.27	14.88

- 回帰式は $Y=13.6 X$ となった。**傾き=FP単価=13.6万円**ということになる。
- 相関係数は0.9であった。

総費用 VS FP値(2)

2) 規模別FP単価

FP単価 = 総費用 ÷ FP値として、FP単価の平均値を規模別に計算した。

	工数区分						合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	未回答	
件数	5	14	13	32	11	6	81
総費用／FP(加重平均)	4.39	5.12	7.43	8.12	15.57	10.23	11.41

KLOC単価と同様、パッケージ開発データを除いた分析結果。工数規模が大きいとFP単価が高くなる傾向は、KLOC単価よりも顕著に現われている。

3) FP単価の時系列比較

過去の分析と比較するためにパッケージ開発データも含めた結果を示す。

総予算対FP	FP単価(加重平均)		
	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	11.41	12.2	
パッケージの追加開発	11.41	11.8	11.7

- パッケージ費用を含んだ場合よりも含まない場合のほうが、相関係数は大きい。
- FP単価は加重平均・回帰式ともに大きくなっている(KLOC単価と逆の傾向)

工程別単価

- 工程別の基準単価に関しては、工程毎に80～91件、全体工程では289件の回答があった。
- パッケージ使用の有無によって回答をまとめた。

		工程別単価(万円/人月)				
		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
パッケージ開発	件数	11	8	8	8	46
	最大値	335.00	200.00	146.73	1079.17	2441.86
	平均値	168.45	154.98	119.19	249.38	226.01
	最小値	92.94	100.00	86.01	97.54	56.81
スクラッチ開発	件数	78	72	70	71	241
	最大値	300.00	456.53	500.00	249.17	4240.57
	平均値	121.45	111.32	93.16	96.23	135.68
	最小値	33.33	15.30	10.50	1.82	1.30
合計	件数	89	80	78	79	289
	最大値	335.00	456.53	500.00	1079.17	4240.57
	平均値	127.26	115.69	95.83	111.74	150.16
	最小値	33.33	15.30	10.50	1.82	1.30

パッケージ開発の場合のほうが、工程別単価は高めに出ている。

KLOC/FP生産性(1)

1) KLOC生産性

全体工数とKLOC値の両方を回答した、**パッケージ開発以外のデータ199件**を対象に、KLOCあたり生産性を規模別、開発種別毎に計算した(言語別換算は行わず)

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	6	33	13	29	7	88
	KLOC/人月(加重)	1.52	2.55	1.62	1.86	2.04	1.95
改修・再開発	件数	8	38	26	32	7	111
	KLOC/人月(加重)	1.01	1.54	3.87	1.08	0.59	1.16
合計	件数	14	71	39	61	14	199
	KLOC/人月(加重)	1.28	1.95	3.12	1.42	1.13	1.48

- 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。
- 新規開発プロジェクトでは、10人月以上50人月未満の小規模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

同様にFP値に関しても、**パッケージ開発以外のIFPUGデータ73件**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	11	9	14	5	42
	FP/人月(加重)	24.54	24.65	12.65	11.02	9.54	10.74
改修・再開発	件数	2	3	3	18	5	31
	FP/人月(加重)	22.52	12.23	14.02	11.47	7.49	9.66
合計	件数	5	14	12	32	10	73
	FP/人月(加重)	23.77	21.2	13.04	11.28	8.62	10.21

- 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。

KLOC/FP生産性(3)

3) 過去分析との対比

- 2008年度の分析は、パッケージ開発データを除いて行ったが、過去の分析と比較するためにパッケージ開発も含めたデータで計算した結果を示す。

①KLOC生産性

総予算 対KLOC	KLOC単価(加重平均)		
	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	76.8	60.4	
パッケージ費用含む	81.17	82.9	88.3

KLOC単価は、パッケージ費用を含めた場合の方がスクラッチ開発より高い。パッケージ開発の工数にパッケージ導入関連工数が含まれているためと考えられる。

②FP生産性

総予算 対FP	FP単価(加重平均)		
	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	11.67	12.2	
パッケージ費用含む	11.41	11.8	11.7

パッケージ開発を含めた場合の方がスクラッチ開発よりもFP単価が小さい。

KLOC/FP生産性(4)

- FP単価について、開発完了年度ごとの単年度平均をとってみた。

総予算対FP		FP単価			
		2008年度	2007年度	2006年度	2005年度
スクラッチ開発	加重平均	8.38	12.14	11.46	11.77
パッケージ費用含む	加重平均	8.48	10.68	11.33	13.78

- パッケージ開発を含むプロジェクトでは、時系列的にFP単価は低減している。
- スクラッチ開発においても、同じ傾向が見える。

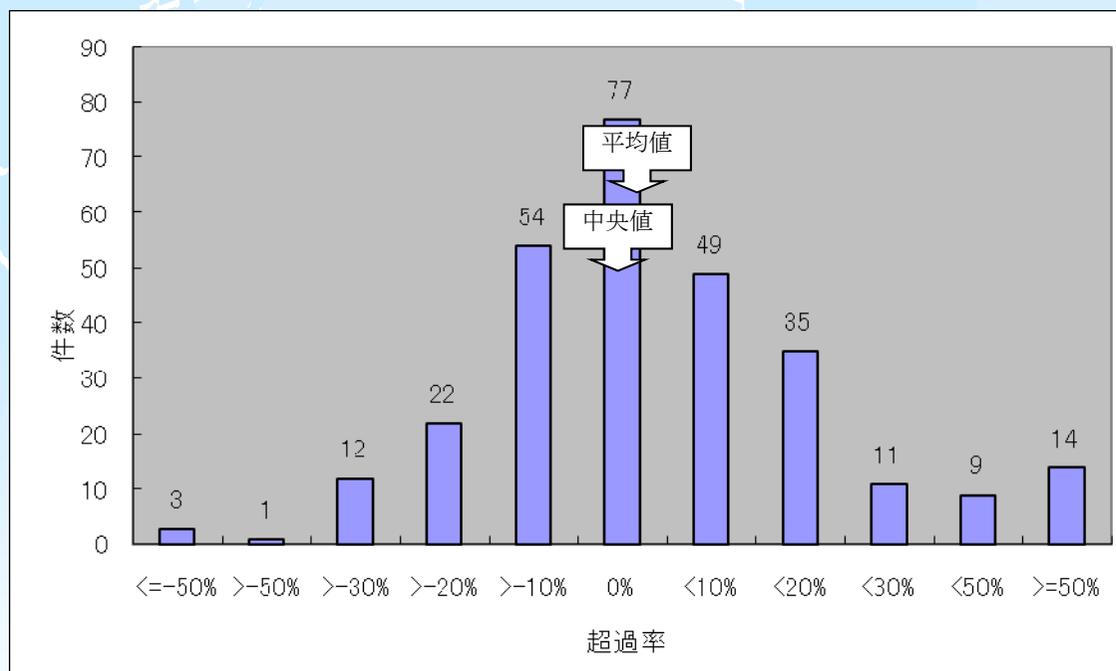
総費用 計画値 VS 実績値(1)

1) 予算超過率分布

- 総費用の計画値、実績値がともにとれたプロジェクトは**287件**であった。
- **予算超過率**を定義して予算超過の実態分析をおこなった。

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

予算超過率の基本統計量	
平均	0.054
中央値(メジアン)	0
最頻度(モード)	0
最小値	-0.84
最大値	4.21
標本数	287



- 平均予算超過率は5.4%
- 中央値、最頻値ともに0(計画どおり)である

総費用 計画値 VS 実績値(2)

2) 規模別予算超過状況

工数区分		予算未満	予算通り	予算超過	合計
<10人月	件数	3	11	9	23
	割合	13.04%	47.83%	39.13%	100.00%
	平均超過率	-4.75%	0.00%	39.52%	14.84%
<50人月	件数	29	29	35	93
	割合	31.18%	31.18%	37.63%	100.00%
	平均超過率	-15.03%	0.00%	14.70%	0.85%
<100人月	件数	19	11	15	45
	割合	42.22%	24.44%	33.33%	100.00%
	平均超過率	-8.43%	0.00%	17.59%	2.30%
<500人月	件数	31	12	39	82
	割合	37.80%	14.63%	47.56%	100.00%
	平均超過率	-8.63%	0.00%	26.96%	9.56%
≥500人月	件数	6	3	15	24
	割合	25.00%	12.50%	62.50%	100.00%
	平均超過率	-8.61%	0.00%	27.94%	15.31%
未回答	件数	4	11	5	20
	割合	20.00%	55.00%	25.00%	100.00%
	平均超過率	-45.63%	0.00%	9.61%	-6.72%
合計	件数	92	77	118	287
	割合	32.06%	26.83%	41.11%	100.00%
	平均超過率	-12.09%	0.00%	22.48%	5.37%

- 287件のプロジェクト中、予算超過は118件(41.1%)、予算通りは77件(26.8%)、予算未満は92件(32.1%)であった。
- 500人月以上の工数を要した大規模プロジェクトで63%のプロジェクトが予算超過となった。一方、全体で、予算未満との回答が32%もあることも興味深い。

外注コスト(外注比率)

計画外注比率／実績外注比率

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

を規模別に計算すると、以下のようになった。

<計画外注比率>

	工数区分(人月)						合計
	<10	<50	<100	<500	≥500	未回答	
件数	13	74	35	69	23	18	232
計画外注比率(平均;%)	77.89	64.16	76.39	74.5	79.42	86.92	73.13
計画外注比率(最大値;%)	100	133.33	100	115	100	100	133.33
計画外注比率(最小値;%)	29.44	3.95	32.22	27.02	5.05	40	3.95

<実績外注比率>

	工数区分(人月)						合計
	<10	<50	<100	<500	≥500	未回答	
件数	13	73	37	79	24	18	244
実績外注比率(平均;%)	76.56	64.09	78.39	75.53	81.92	87.37	74.1
実績外注比率(最大値;%)	100	100	100	100	100	100	100
実績外注比率(最小値;%)	34.29	8.05	39.74	25	33.08	40	8.05

- 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74%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をした。

規模		外注費:実績外注コスト-計画外注コスト			
		計画未済	計画通り	予算超過	合計
<10人月	件数	4	9	3	16
	割合	25.00%	56.25%	18.75%	100.00%
	平均超過額	-17.75	0	393.67	69.38
	外注費比率	-0.042	0	0.42	0.069
<50人月	件数	23	32	19	74
	割合	31.08%	43.24%	25.68%	100.00%
	平均超過額	-401.56	0	349.34	-35.11
	外注費比率	-0.2	0	0.29	0.013
<100人月	件数	12	12	16	40
	割合	30.00%	30.00%	40.00%	100.00%
	平均超過額	-747.75	0	830.38	107.83
	外注費比率	-0.091	0	0.21	0.06
<500人月	件数	27	19	28	74
	割合	36.49%	25.68%	37.84%	100.00%
	平均超過額	-2426.3	0	6303.48	1499.85
	外注費比率	-0.11	0	0.37	0.1
≥500人月	件数	6	4	14	24
	割合	25.00%	16.67%	58.33%	100.00%
	平均超過額	-10370	0	36926.1	18947.8
	外注費比率	-0.1	0	0.25	0.12
未回答	件数	7	10	5	22
	割合	31.82%	45.45%	22.73%	100.00%
	平均超過額	-733.29	0	4691.4	832.91
	外注費比率	-0.26	0	0.27	-0.02
合計	件数	79	86	85	250
	割合	31.60%	34.40%	34.00%	100.00%
	平均超過額	-1913.2	0	8682.65	2347.53
	外注費比率	-0.14	0	0.3	0.06

- 計画通りとは実績値が計画値の±5%未満に収まっていることをいう。
- 外注費が超過したプロジェクトの割合は、規模が大きいほど多い。
- 全体工数が500人月以上の大きなプロジェクトでは、外注コストが予算超過となるものが58%ある。PMの難しさがうかがわれる。

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(総費用を100%とする)

	パッケージ関連費用比率(総費用を100%とする)			
	コンサル費用	本体費用	カスタマイズ費用	合計
件数	3	11	12	17
平均	4.64%	15.61%	41.61%	40.29%
最大	7.91%	70.00%	100.00%	121.85%
最小	1.02%	0.17%	2.10%	0.86%

- パッケージ関連費用比率(本体費用を100%とする)

	パッケージ関連費用比率(本体費用を100%とする)		
	コンサル費用	本体費用	カスタマイズ費用
件数	7	13	13
平均	178.27%	100.00%	201.42%
最大	700.00%	100.00%	800.00%
最小	4.35%	100.00%	100.00%

- コンサル、本体、カスタマイズそれぞれの費用の比率はばらついているが、パッケージ費用全体としては、総費用の40.3%になった。カスタマイズ費用の大きさに引きづられている。残りの費用はパッケージを使わない開発に費やされている。
- パッケージ本体費用に対するカスタマイズ費用の割合は平均で201.5%、最大では800.0%、最小では100.0%と、同様にバラついた。
- 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」

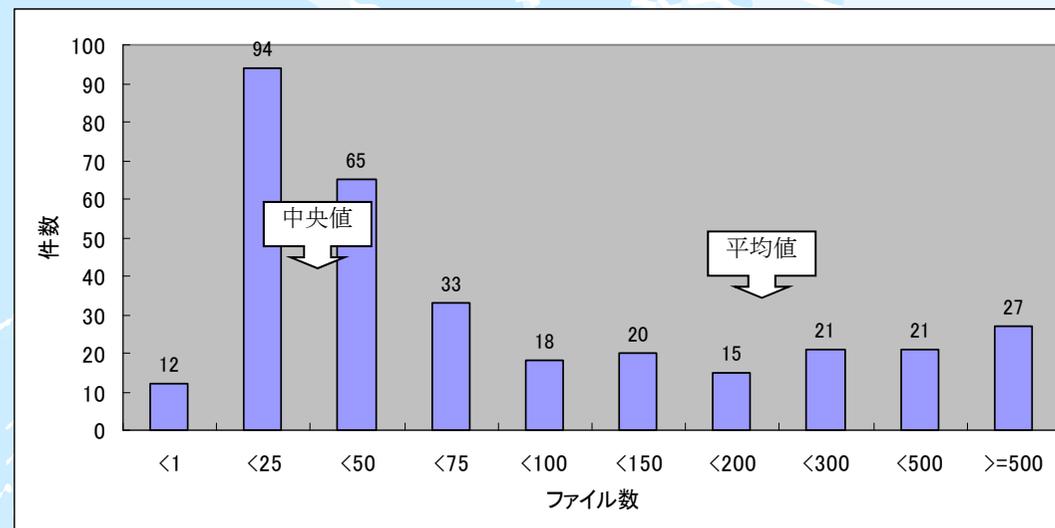
3. まとめ

ファイル数・画面数・帳票数・バッチ数の分布と基本統計量(1)

- 435プロジェクト中**326プロジェクト**で、回答があった。

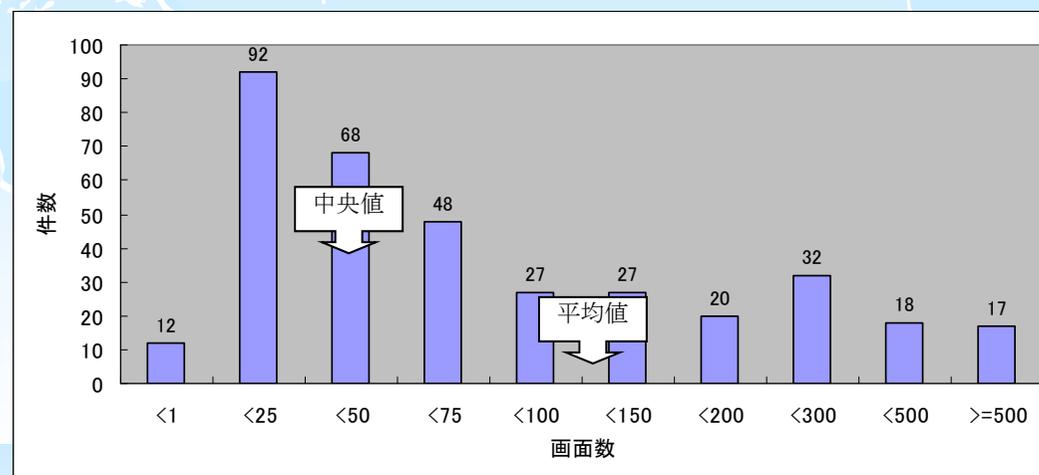
1) ファイル数

ファイル数の基本統計量	
平均値	221.43
中央値(メジアン)	44
標準偏差値	898.05
最小値	0
最大値	11231
標本数	326



2) 画面数

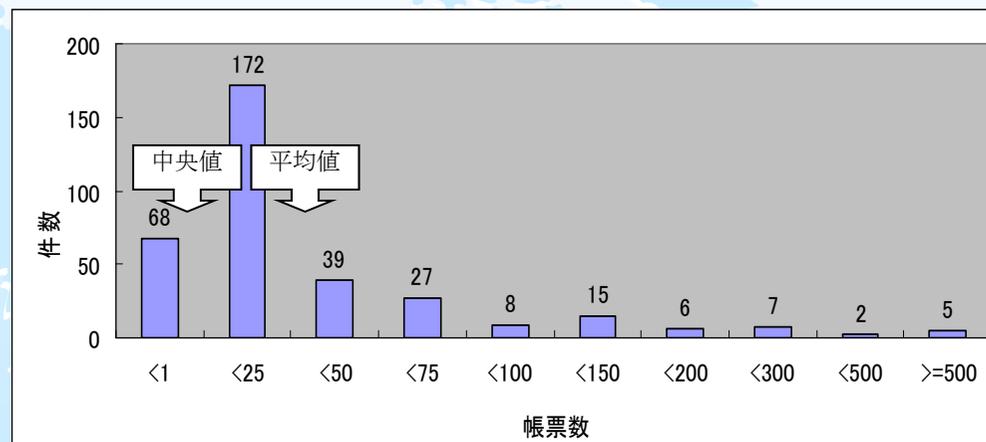
画面数の基本統計量	
平均値	122
中央値(メジアン)	50
標準偏差値	202.87
最小値	0
最大値	2200
標本数	361



ファイル数・画面数・帳票数・バッチ数の分布と基本統計量(2)

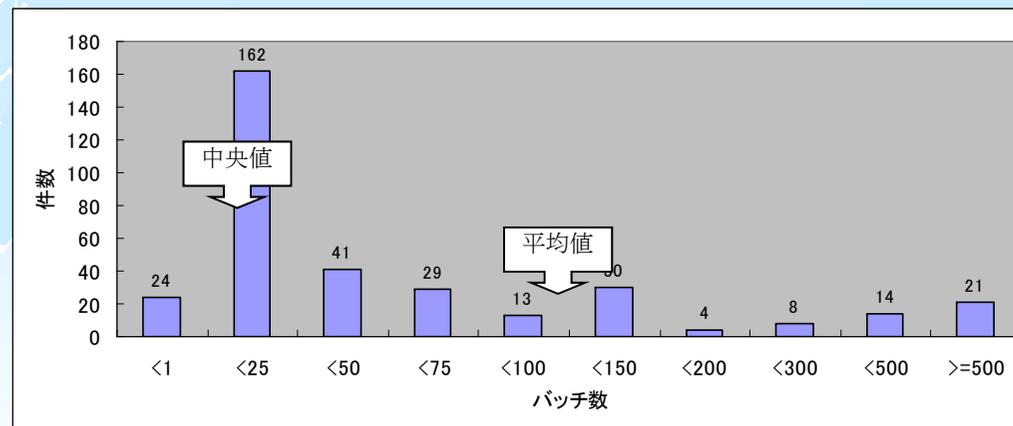
3) 帳票数

帳票数の基本統計量	
平均値	38.52
中央値(メジアン)	11
標準偏差値	87.51
最小値	0
最大値	679
標本数	349



4) バッチ数

バッチ数の基本統計量	
平均値	123.47
中央値(メジアン)	21
標準偏差値	378
最小値	0
最大値	4000
標本数	346



ファイル数等と総工数の関係(1)

1) 相関行列

- ファイル数・画面数・帳票数・バッチ数と総工数間の相関行列は以下の通りであった。

	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	0.0904	1			
画面数	0.388	0.16	1		
帳票数	0.3325	0.2795	0.7235	1	
バッチ数	0.3456	0.0255	0.2159	0.2463	1

- 分析には、ファイル数・画面数・帳票数・バッチ数・総工数が全て記述してあるデータで、且つパッケージ開発以外のプロジェクトデータ284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。
- 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。

ファイル数等と総工数の関係(2)

2) 回帰分析

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。結果は次の通りであった。

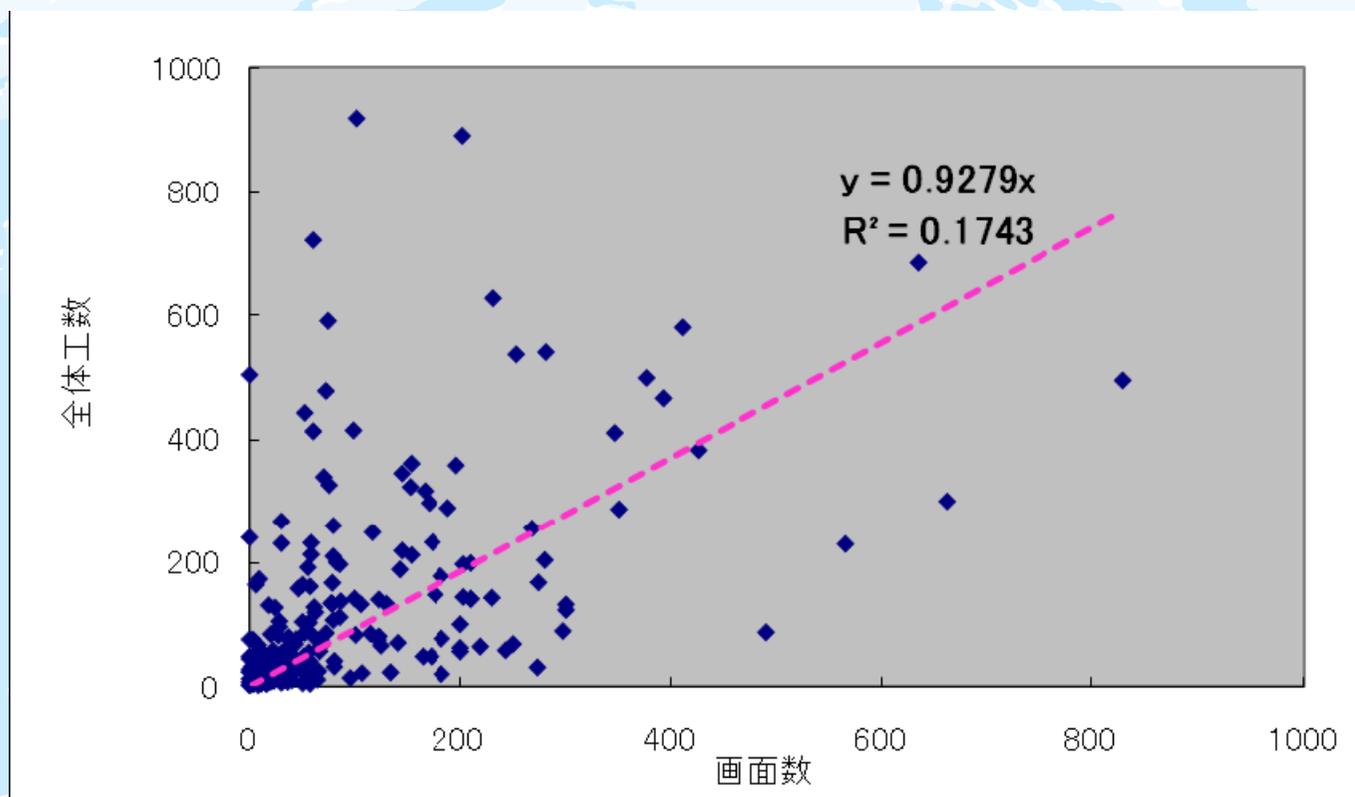
2変数による回帰統計		2変数による全体工数への分散分析表					
重相関 R	0.4717		自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
重決定 R2	0.2225	回帰	2	11767289	5883644.5	22.317757	2.99E-09
補正 R2	0.2125	残差	156	41126380	263630.64		
標準誤差	513.4	合計	158	52893669			
観測数	159						

	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	95.62	48.18	1.98	0.05	0.46	190.79	0.46	190.79
ファイル数	0.83	0.18	4.55	0	0.47	1.2	0.47	1.2
画面数	0.43	0.11	3.8	0	0.2	0.65	0.2	0.65

- サンプル数は159プロジェクトデータである。
- 全体工数(人月) = 95.62 + 0.8342 x 画面数 + 0.4270 x バッチ数
- 相関係数は0.47で、偏回帰係数はいずれも有意であった。
- 昨年度の分析と比べると、パッケージ開発を除いたため、サンプル数は186から159に減少した。

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) = 0.93 x 画面数 となった。
- 相関係数は0.42(決定係数R2は0.17)である。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期の評価」

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

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
 - － 開発プロジェクト: 38件
 - － 再開発・改修プロジェクト: 48件合計86件であった。

非機能要求の提示

- 提示の有無

	件数	割合
十分に提示している	27	31.40%
一部提示している	49	56.98%
まったく提示していない	10	11.63%
合計	86	100.00%

- 非機能要求の掲示項目

非機能項目	件数	回答の比率											合計
		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	
十分に提示している	件数	12	13	1	11	6	1	3	0	7	2	6	62
	割合	44	48	3.7	41	22	3.7	11	0	26	7.4	22	
一部提示している	件数	14	13	8	21	8	1	6	0	12	7	4	94
	割合	29	27	16	43	16	2	12	0	25	14	8.2	
十分＋一部提示	件数	26	26	9	32	14	2	9	0	19	9	10	156
	割合	30	30	11	37	16	2.3	11	0	22	11	12	

- 効率性、機能性、信頼性を要求するプロジェクトが多く、保守性、運用性を要求するものが続いている。
- 「十分＋一部提示」の行は、「十分に提示」と「一部提示」の件数の合計であり、非機能要求としての関心の高さを推し量れる。

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			
		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	合計
重要インフラ等システム	件数	1	1	0	2
	比率	50.00%	50.00%	0.00%	
企業基幹システム	件数	10	26	4	40
	比率	25.00%	65.00%	10.00%	
その他システム	件数	15	21	4	40
	比率	37.50%	52.50%	10.00%	
合計	件数	26	48	8	82
	比率	31.71%	58.54%	9.76%	

- 全体でも32%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10件であったが、非機能要求のあったプロジェクトは2件に過ぎず、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											合計
		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	
重要インフラ等システム	件数	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	7
	比率	14	14	0	29	14	0	0	0	0	0	29	
企業基幹システム	件数	10	11	5	14	8	2	5	0	7	5	3	70
	比率	14	16	7.1	20	11	2.9	7.1	0	10	7.1	4.3	
その他システム	件数	14	10	4	15	5	0	4	0	12	4	5	73
	比率	19	14	5.5	21	6.8	0	5.5	0	16	5.5	6.8	
合計	件数	25	22	9	31	14	2	9	0	19	9	10	150
	比率	17	15	6	21	9.3	1.3	6	0	13	6	6.7	

- 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には定義されていない「運用性」が4番目に多く挙がっているのが興味深い。

1. 調査データ概要

2. 調査分析

2. 1 「工期の評価」

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

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？

仕様書変更理由

● 自由回答による仕様変更の理由

詳細検討の結果	156
ベンダからの情報提供に基づく機能の追加・変更	48
リーダー・担当者の変更による変更	25
開発期間中に、制度・ルールなどが変化	45
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	5
予算の制約による変更	25
表現力(文章力)の不足	50
納期の制約により諦めた	27
その他	18

- 詳細検討の結果がダントツ1位、それに次の理由がほぼ同じ割合で続く。
 - ベンダーからの情報提供に基づく機能の追加・変更
 - 開発期間中に、制度・ルールなどが変化
 - 表現力(文章力)の不足
- 当初の計画どおりに行かなかった殆どの理由は基本計画のつめの甘さに起因している
- 要求仕様書の内容・書き方などのレベルアップが望まれる。
- **JUASの報告書UVC1、UVC2(2008.7発行)を参考にさせていただきたい**

重要インフラ等システム(1)

- 「情報システムの信頼性向上に関するガイドライン」で定義された分類ごとの回答は下表のとおり。2007年度からの調査であり、件数は少ない。

	件数	割合
重要インフラ等システム	10	5.85%
企業基幹システム	84	49.12%
その他のシステム	77	45.03%
合計	171	100.00%

- 回答データの6%が重要インフラ等システムであった。

(A)重要インフラ等システム

他に代替することが著しく困難なサービスを提供する事業が形成する国民生活・社会経済活動の基盤であり、その機能が低下又は利用不可能な状態に陥った場合に、我が国の国民生活・社会経済活動に多大な影響を及ぼすおそれが生じるもの、人命に影響を及ぼすもの及びそれに準ずるもの。

(B)企業基幹システム

企業活動の基盤であり、その機能が低下又は利用不可能な状態に陥った場合に、当該企業活動に多大な影響を及ぼすおそれが生じるとともに、相当程度の外部利用者にも影響を及ぼすもの。

(C)その他のシステム

重要インフラ等システム及び企業基幹システム未滿の水準のもの。

重要インフラ等システム(2)

- 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		品質目標指示の有無		合計
		YES	NO	
重要インフラ等システム	件数	4	6	10
	比率	40.00%	60.00%	100.00%
	換算欠陥率	0.01	0.02	0.01
企業基幹システム	件数	34	48	82
	比率	41.46%	58.54%	100.00%
	換算欠陥率	0.44	0.46	0.45
その他のシステム	件数	34	41	75
	比率	45.33%	54.67%	100.00%
	換算欠陥率	0.20	1.51	0.83
合計	件数	72	95	167
	比率	43.11%	56.89%	100.00%
	換算欠陥率	0.28	1.00	0.63

- 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、その他システムの品質目標がない場合には他の区分より大幅に悪い。

重要インフラ等システム(3)

●システム重要度別の換算欠陥率

システム重要度		換算欠陥率のランク						合計
		A	B	C	D	E	F	
重要インフラ等システム	件数	1	4					5
	比率(%)	20.00	80.00					100.00
企業基幹システム	件数	6	24	9	6	1	6	52
	比率(%)	11.54	46.15	17.31	11.54	1.92	11.54	100.00
その他システム	件数	7	28	9	5	6	5	60
	比率(%)	11.67	46.67	15.00	8.33	10.00	8.33	100.00
合計	件数	14	56	18	11	7	11	117
	比率(%)	11.97	47.86	15.38	9.40	5.98	9.40	100.00

- 調査全体では換算欠陥率の中央値は0.21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、その他システムではともに58%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

まとめ

- ◆ 2007年度調査までと、2008年度調査とでは、分析対象プロジェクトのプロフィールに大きな差異はない。継続的に調査することによって意味のある結論を得ることが重要である。
- ◆ 非機能要件に関する設問を追加し、分析を試みた。
- ◆ 重要インフラ等システムの開発に関して、品質確保への取組という視点から分析を行った。
→データ数が少ないため、まだ説得力がある分析には至っていない。
- ◆ 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、結果が大きく異なることはなかった。