

A light blue world map with white outlines of continents, serving as a background for the title text.

**ユーザー企業SWM2010  
調査報告  
(開発プロジェクト)**

**2010.4.21**

# 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

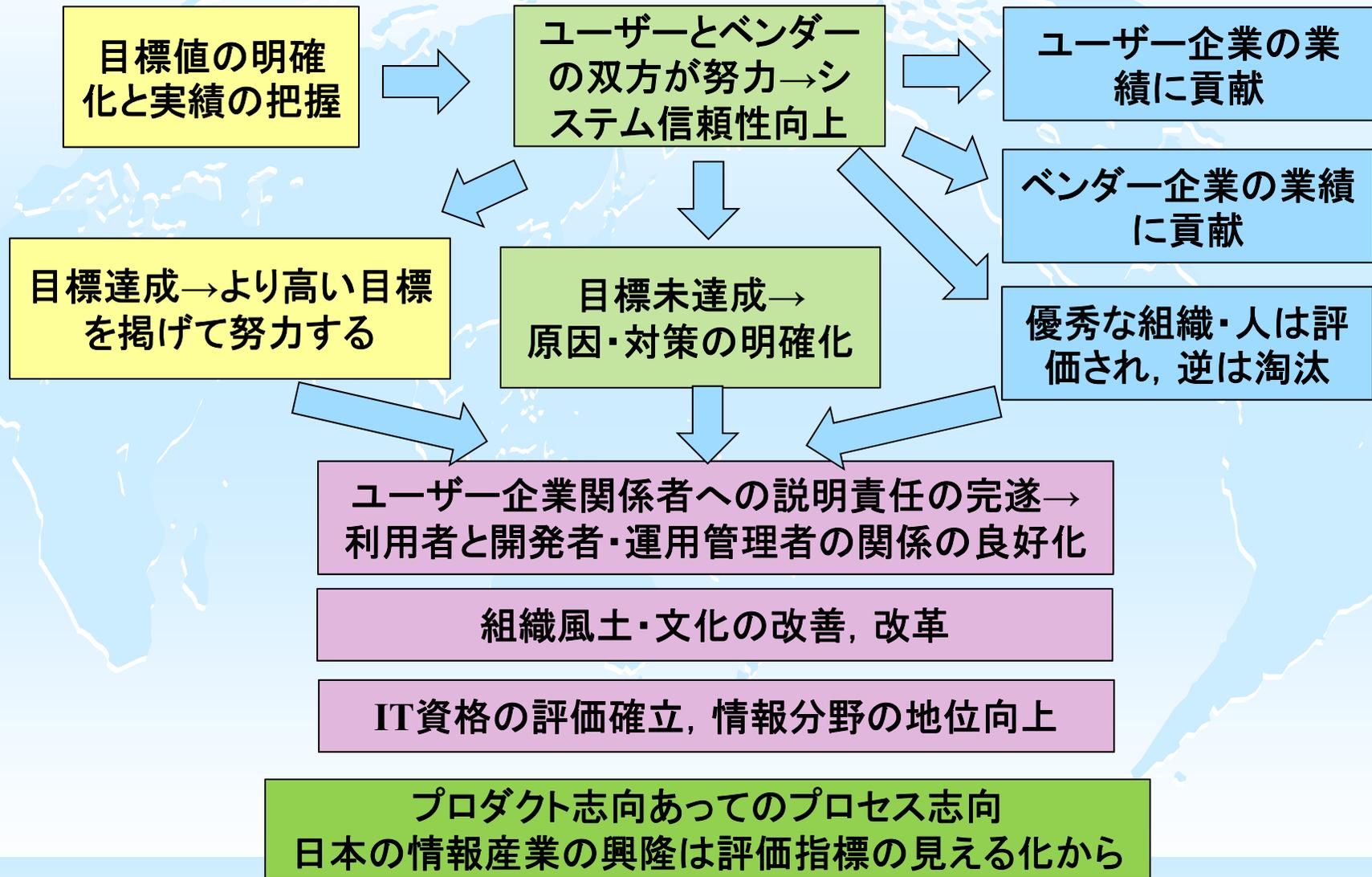
	ハードウェア (他の産業、機械工業・建設業)	ソフトウェア (情報産業)
商品の保証	規格や標準に規定されている 規格違反は法律違反となる 規格の種類は国別に多数あり	商品の品質特性の規定は存在するが 守るべき数値目標の規定はない
製造プロセス の規定	特に規定はない	開発フェーズ別になすべきActivityのガイドは存在する。
不良品	欠陥品個数は6sigma以下(通念) 不良品は即時取り替えが原則	バグはあるのが当たり前 不良品がまかり通る世界から徐々に許されない世界へ
歴史	数千年の歴史を持つ	数十年の歴史
今後	無欠陥商品の追究 不良品は刑事責任を問われる	EASE(Empirical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

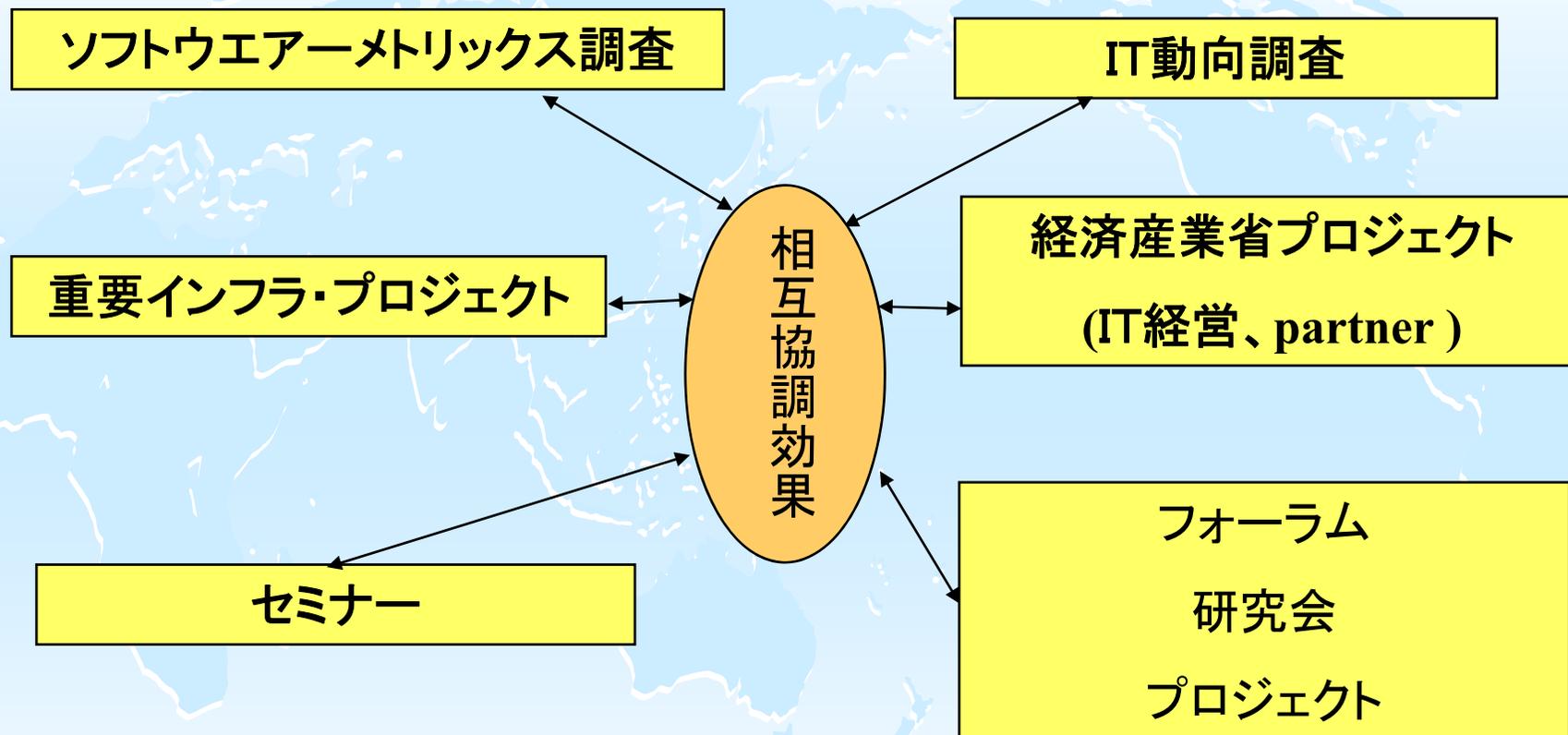
## 1.プロダクト志向をソフトウェア商品に持ち込む意味

	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

# 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



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 3.0億円 最大値は 82億円超 中央値は 7531万円	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:532件, 保守:298件, 運用:80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。

# 2009年度の分析データについて

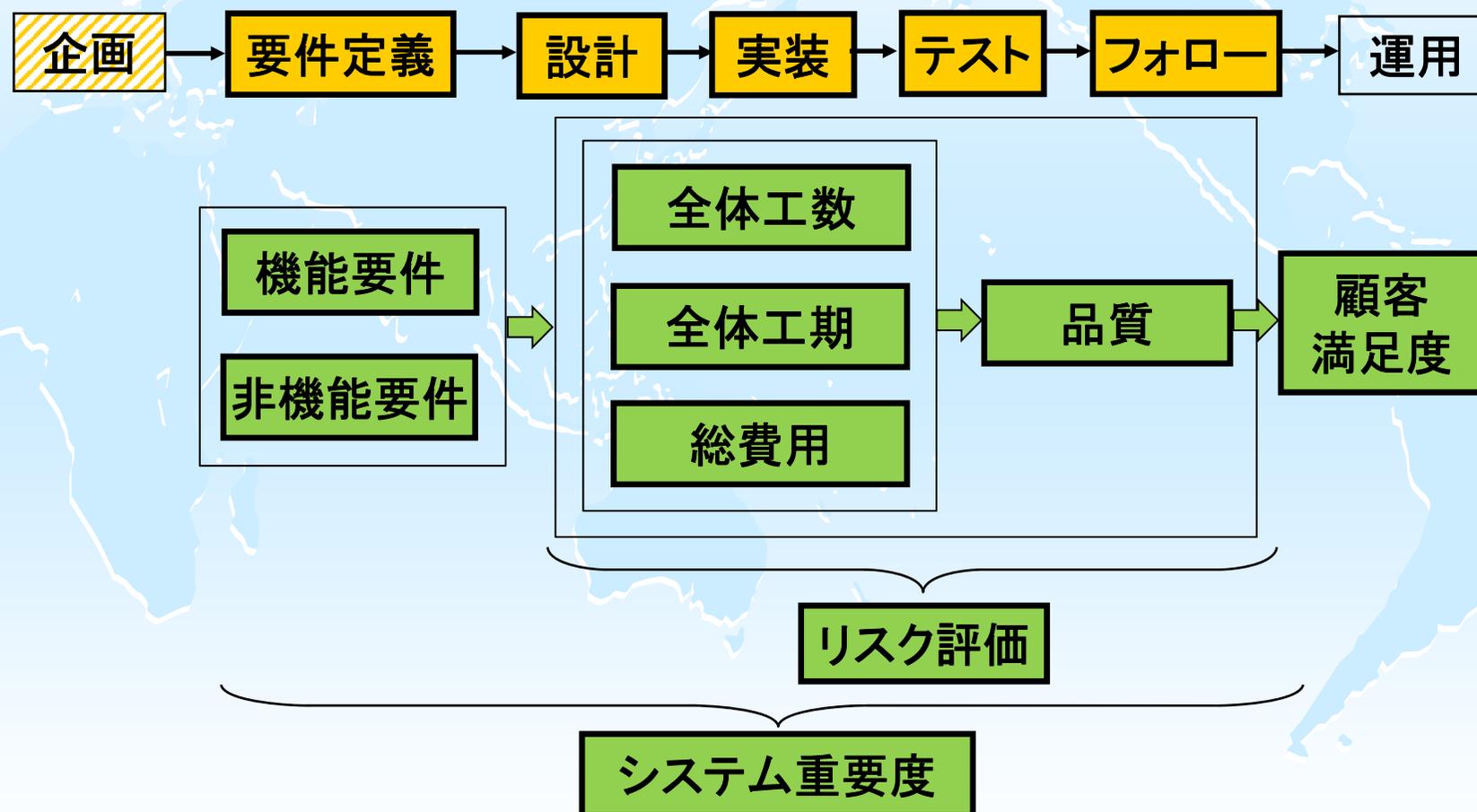
- 2009年度の開発調査において新たに追加した設問
  - PMO(プロジェクトマネジメントオフィサー)に関する設問
- 新たにいくつかの分析を追加した。

- 分析対象データ

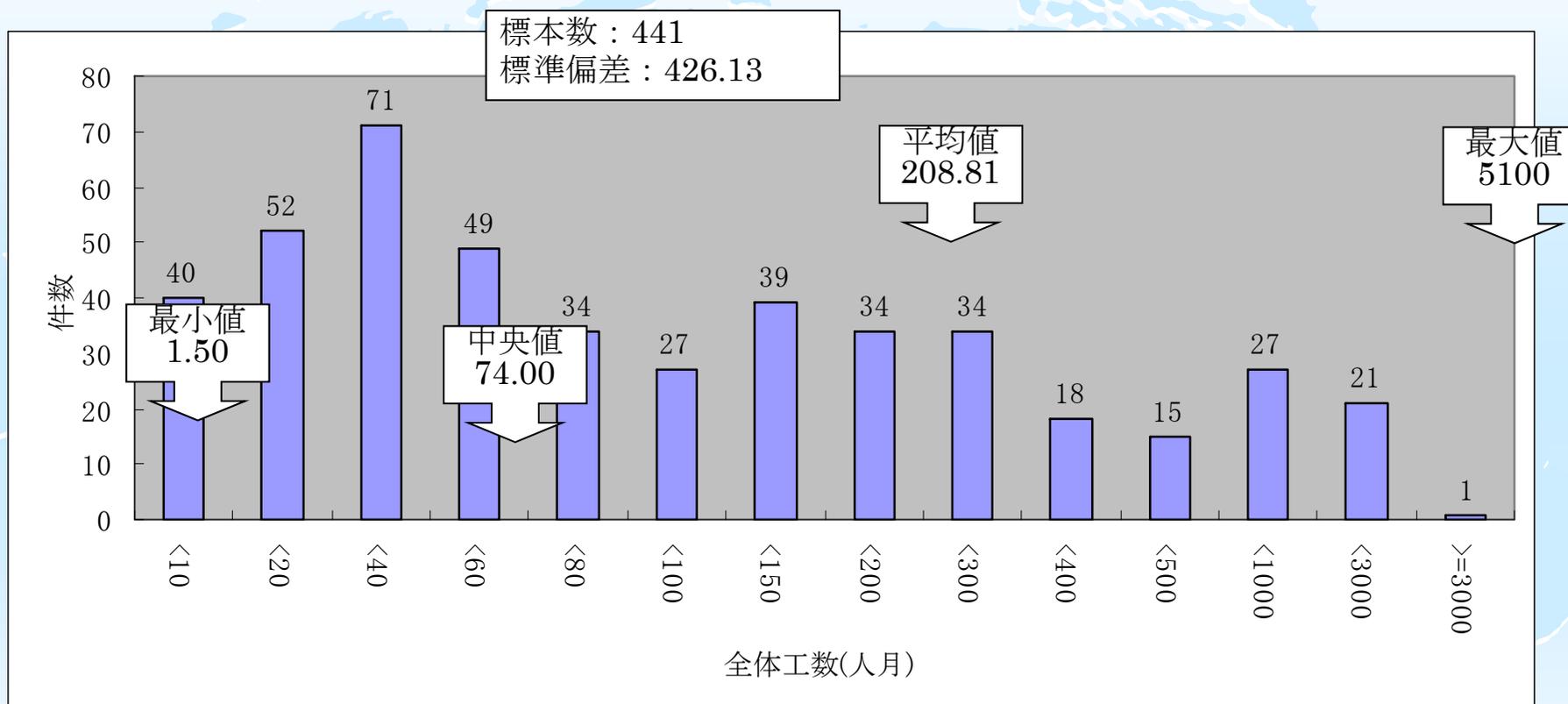
これまでの蓄積	435件	(142社)
<u>新規追加プロジェクト</u>	<u>97件</u>	<u>(24社)</u>
合 計	532件	

# 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。

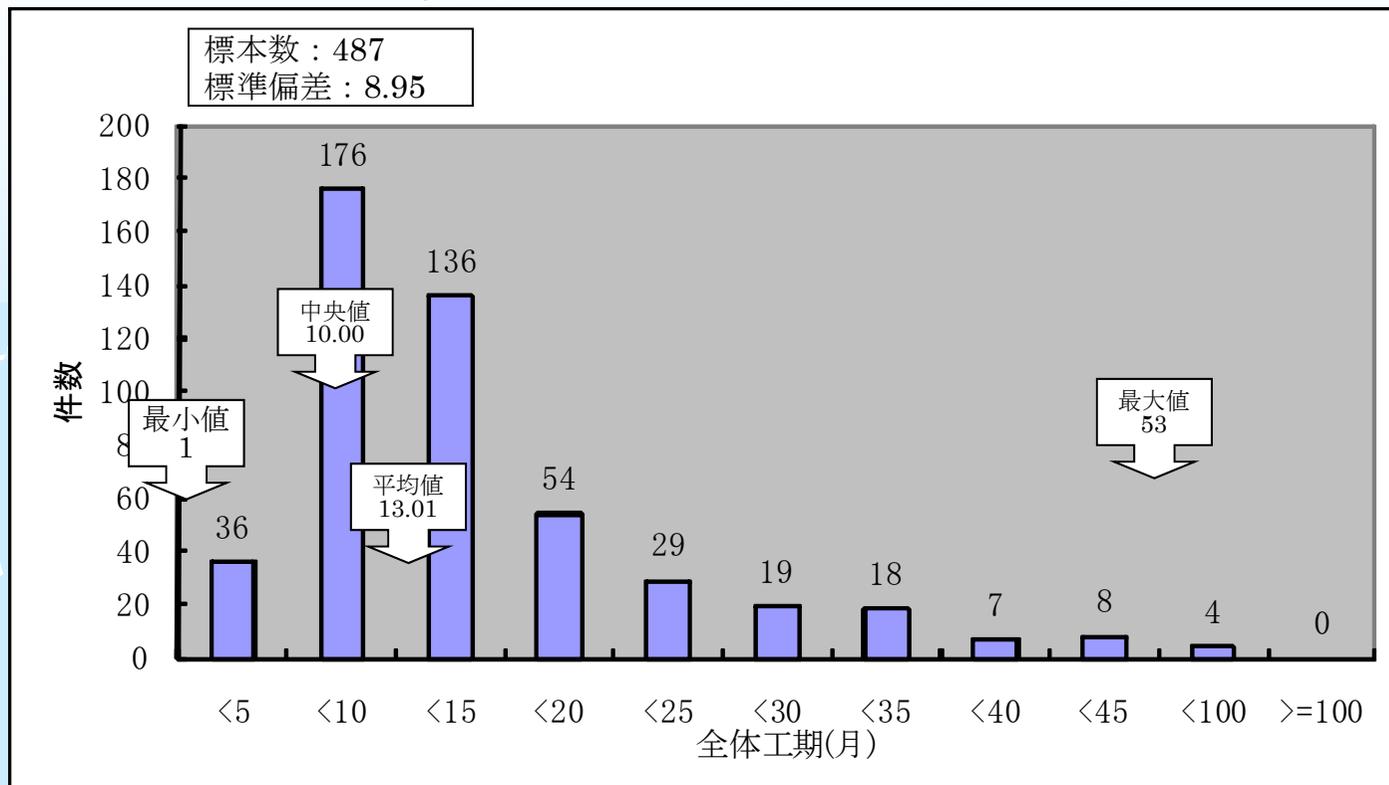


# プロジェクト全体工数の分布と基本統計量



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。

# 規模別全体工期分布

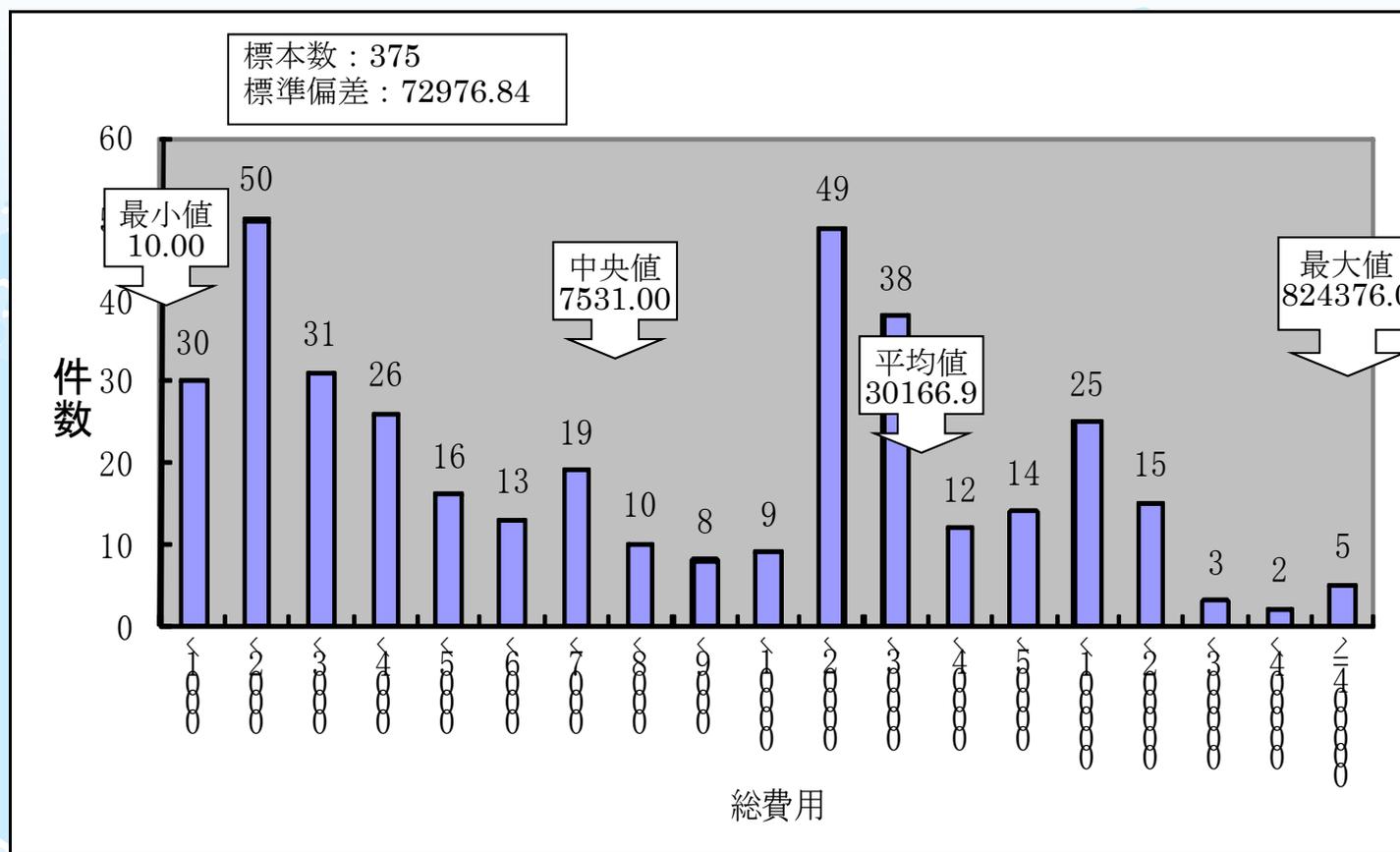


工数規模が大きくなると、工期も長くなる。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

		全体工期(月)別										
		<5	<10	<15	<20	<25	<30	<35	<40	<45	>=45	合計
規模別 工期	<10人月	17	17	3								37
	<50人月	12	86	33	6	1	1	1		1		141
	<100人月	2	24	32	12	2		2				74
	<500人月	1	28	46	27	14	8	2	3			129
	>=500人月		3	8	4	9	8	9	4	4		49
	未回答	4	18	14	5	3	2	4		3	4	57
合計		36	176	136	54	29	19	18	7	8	4	487

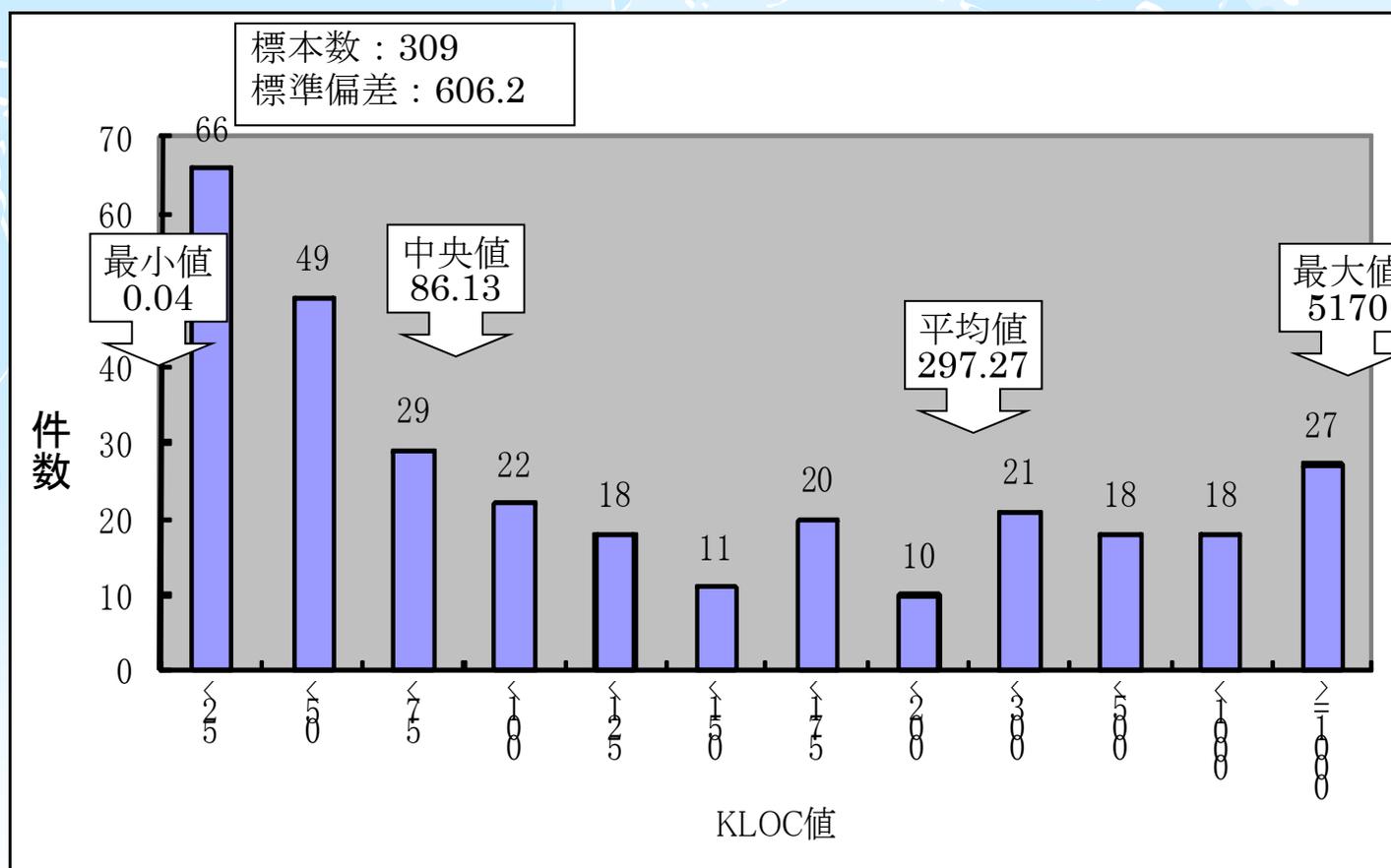
# 総費用の分布と基本統計量



- プロジェクトの総費用は二極化されている。
- 最大値は82億円。375件中、1億円以上が163件、10億円以上も25件ある。

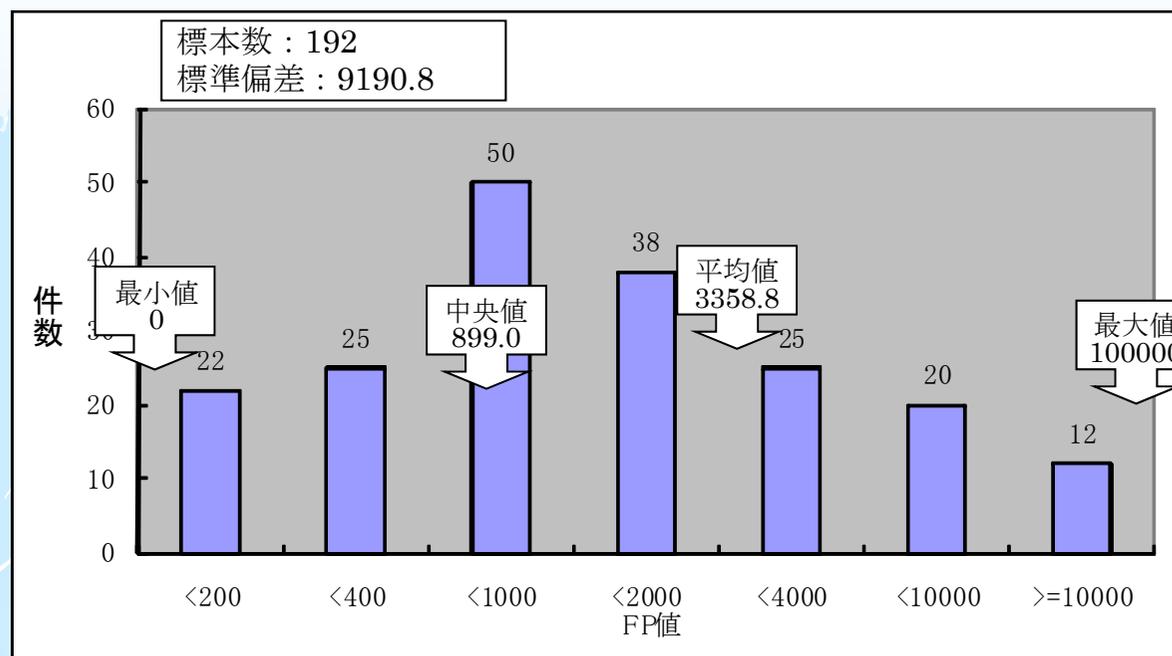
# KLOC値の分布と基本統計量

- システム規模としてKLOC値を取得できたプロジェクトのみを対象とする。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。

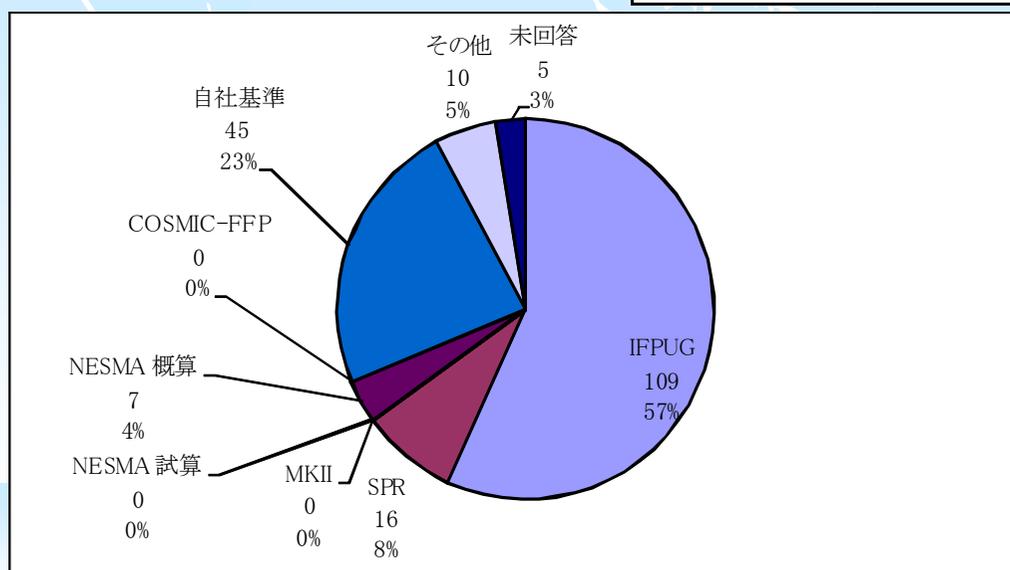


# FP値の分布と基本統計量

## 1) FP値



## 2) FP計測手法



## 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。
- 回答数532プロジェクトのうち、優先順位をつけていたのは170プロジェクトで全回答数の32.0%であった。

優先順位	品質	コスト	納期	合計	なし
件数	50	38	82	170	49
割合	29.41%	22.35%	48.24%	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」は採択できなかった。
- オープン系RDBMSの採用割合は徐々に増加している。

ソフト名	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度
Oracle	48.86%	59.32%	51.56%	46.51%	43.86%
SQL Server	14.77%	11.86%	14.06%	13.95%	14.04%
PostgreSQL	1.14%	5.08%	3.13%	4.65%	7.02%
MySQL	0.00%	3.39%	3.13%	0.00%	5.26%
Sybase	1.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Informix	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISAM	2.27%	0.00%	0.00%	0.00%	1.75%
DB2・UDB	20.45%	11.86%	18.75%	9.30%	14.04%
Access	0.00%	1.69%	1.56%	2.33%	0.00%
HiRDB	2.27%	0.00%	1.56%	0.00%	1.75%
IMS	5.68%	5.08%	1.56%	4.65%	5.26%
その他 DB	3.41%	1.69%	4.69%	16.28%	7.02%

# プロジェクトプロフィールの時系列的な比較

- 全体工数、全体工期、総費用をプロジェクトのプロフィールを示すデータとした。
- 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年度	2007年度	2008年度	2009年度
対象プロジェクト件数		231	341	435	532
全体工数(人月)	データ件数	204	291	374	462
	平均値	186	214	204	216
全体工期(月)	データ件数	229	334	395	487
	平均値	11.5	12.3	12.7	13.0
総費用(万円)	データ件数	173	244	304	375
	平均値	27,979	28,483	28,656	30,166

- 全体工期と総費用の平均値は年々増加している。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

## 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。

## 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

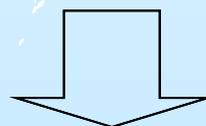
# 全体工期の評価

- 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)

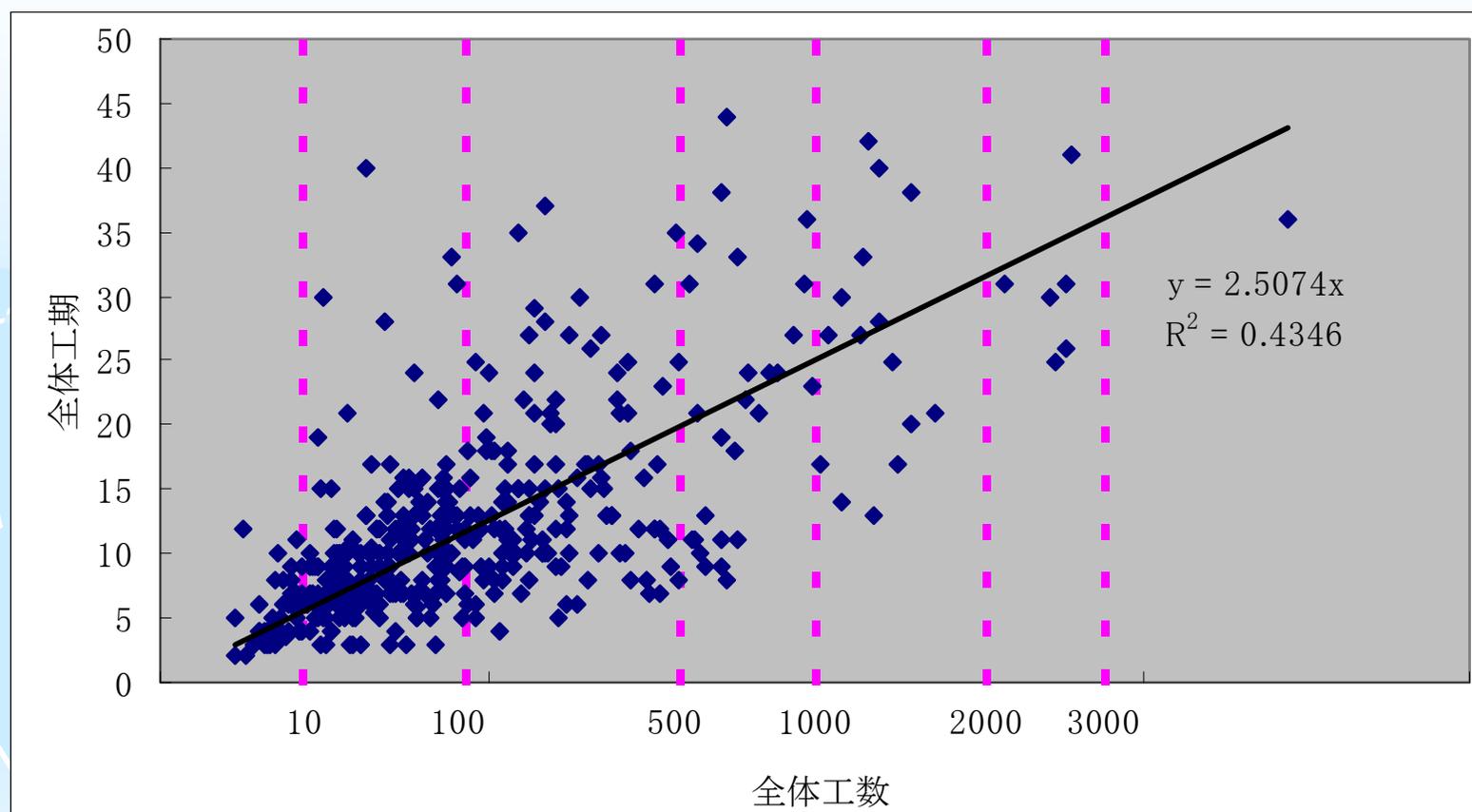
COCOMOモデルに従って全体工期と全体工数の関係を推定。

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



- 例えば 全体工数<sup>0.32</sup> 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。

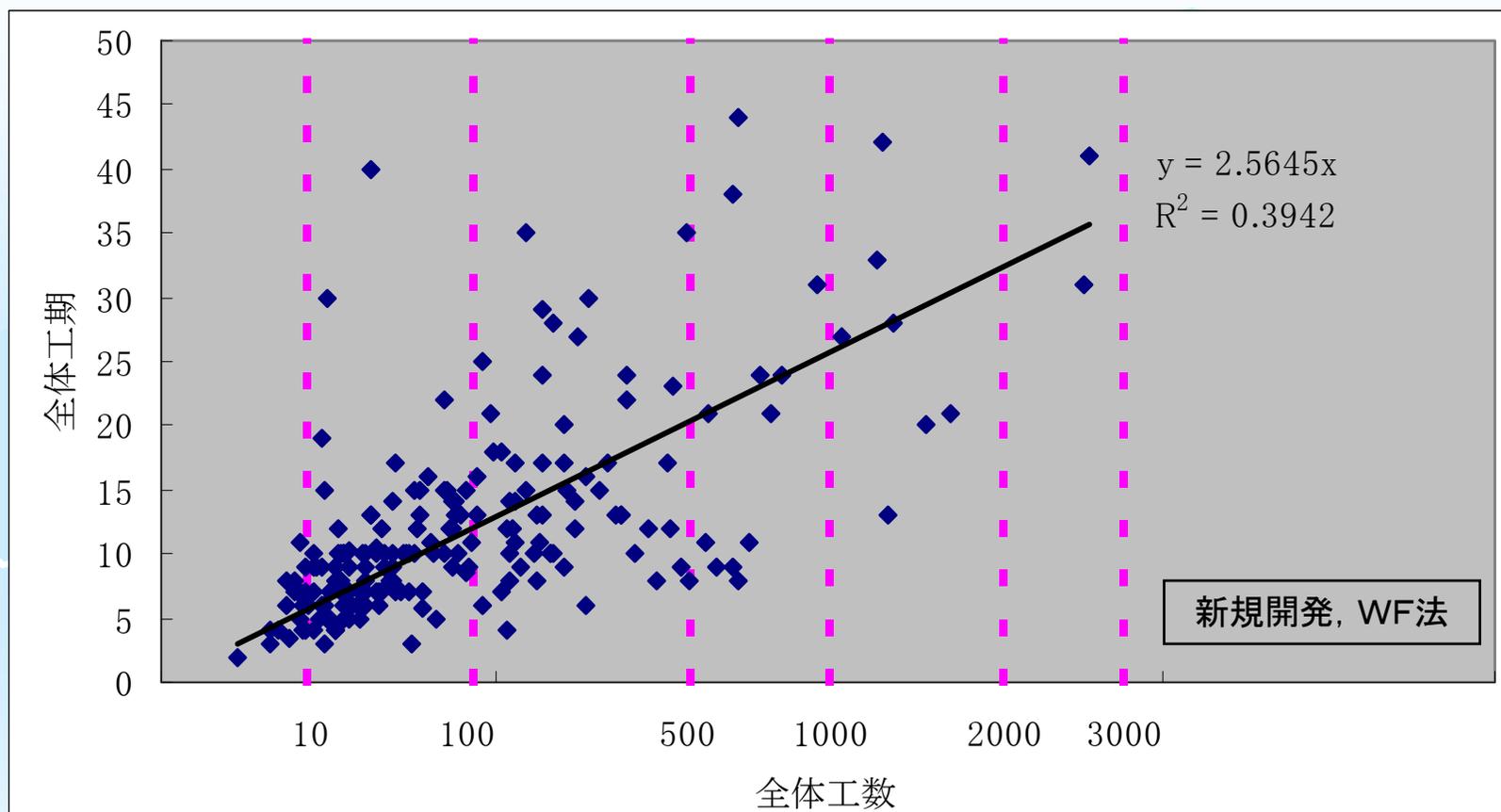
## 標準工期(適正工期)の考察(2)



- 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**430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、回帰分析を行った。
- 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。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

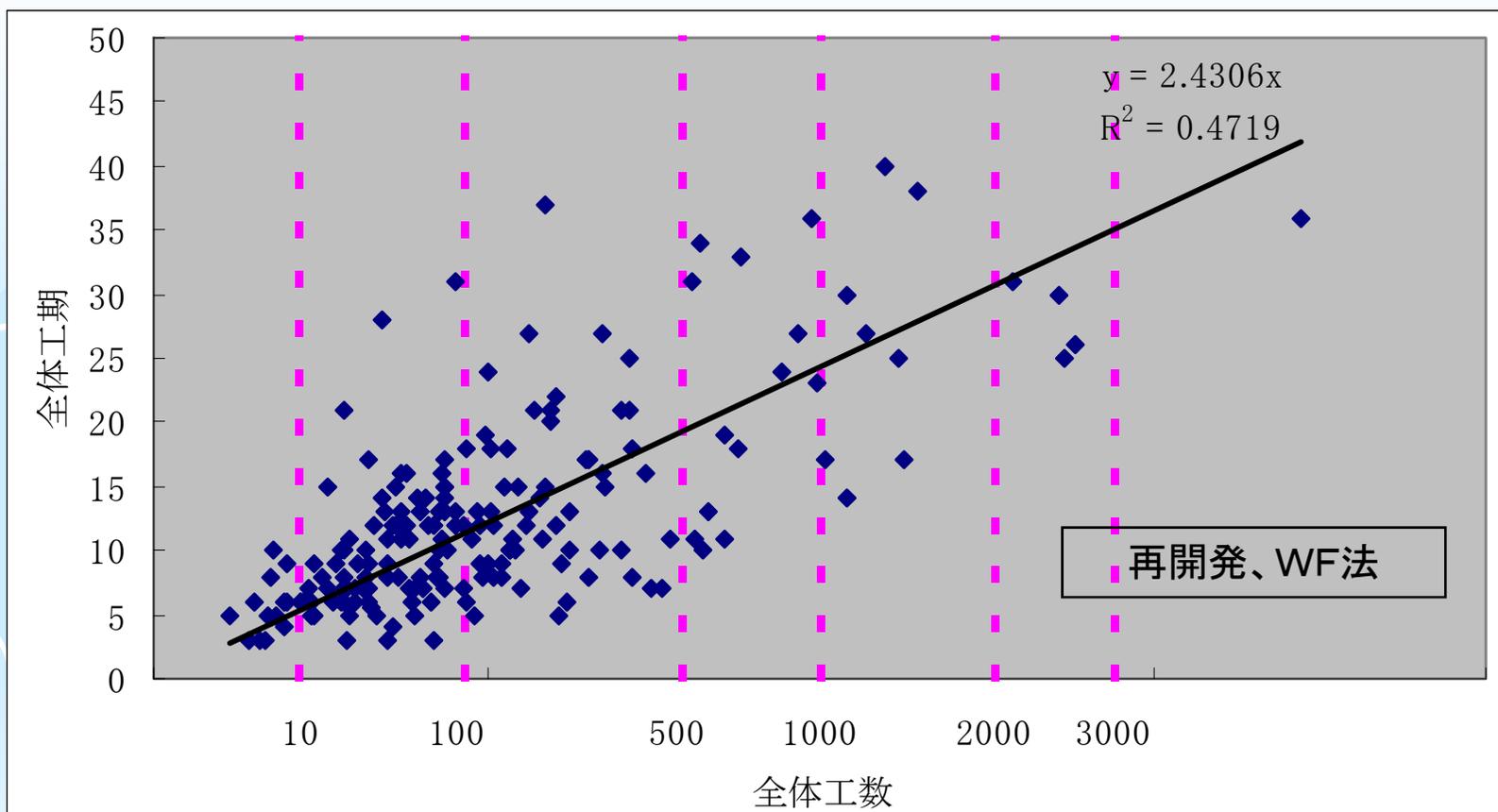
# 標準工期(スクラッチ新規開発)の考察(3)



- 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**430プロジェクト**のうちウォーターフォール法でかつ**新規開発の199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、回帰分析を行った。
- 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。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

## 標準工期(再開発・改修)の考察(4)



- 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**430プロジェクト**のうちウォーターフォール法でかつ**再開発・改修の188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、回帰分析を行った。
- 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。

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

## 標準工期(適正工期)の考察(5)

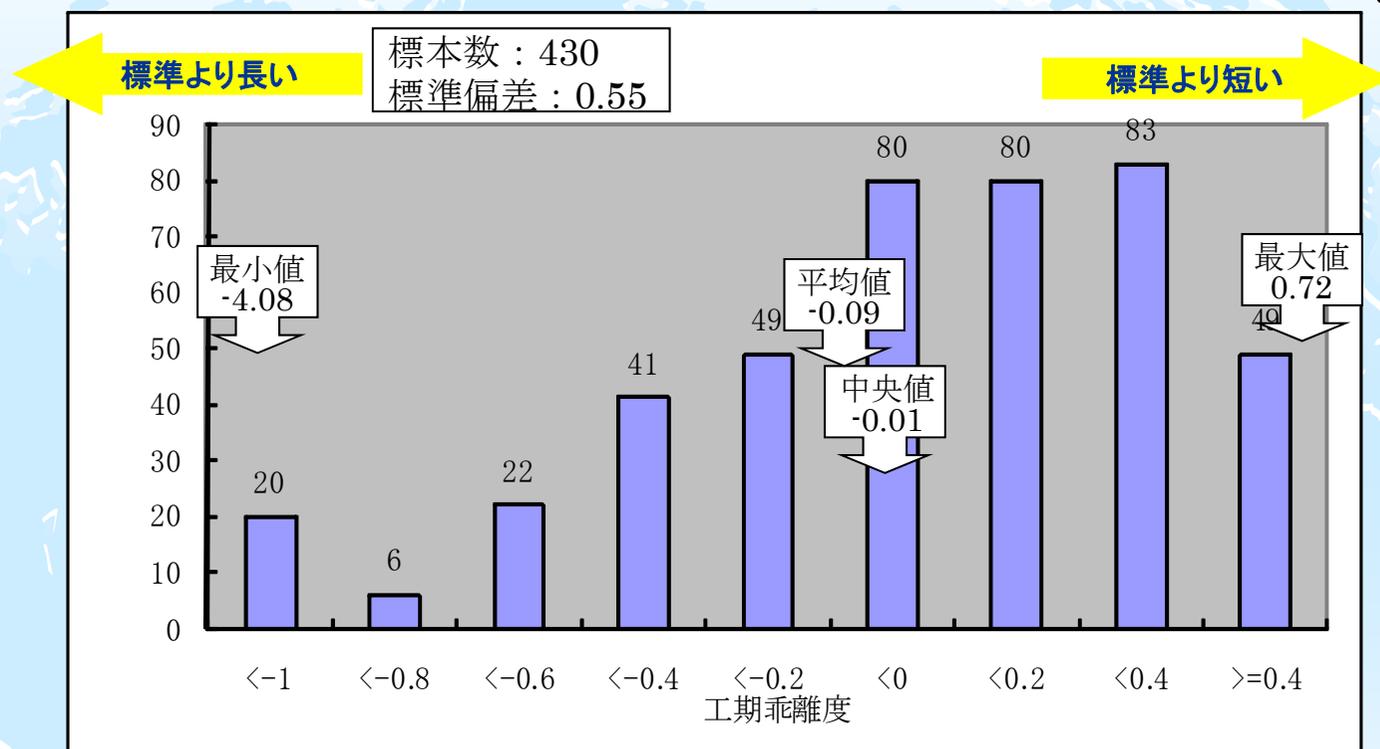
- Y切片をゼロとして回帰分析を行った結果、回帰の有意性が確認され、回帰直線は、 $Y=2.51X$ と求められた。(X:全体工数の3乗根)
- この係数は2008年度調査と異なるが、COCOMOの $Y=2.7X$ と比較すると係数が小さい。(2008年度調査の係数は2.53であった)
- 相関係数は0.66であった。(2008年度調査は0.70)

回帰統計								
重相関 R	0.66							
重決定 R2	0.43							
補正 R2	0.43							
標準誤差	6.04							
観測数	430							
		切片	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
		0	2.51	0.05	46.56	0.00	2.40	2.61
		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
		X 値 1						

# 標準工期(適正工期)の考察(6)

- 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	← 0.25 > 0 > -0.32 →			合計
	短工期	適正工期	長工期	
件数	112	210	108	430
割合	26.05%	48.84%	25.12%	100.00%

# 標準工期(適正工期)の考察(7)

## 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2.51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	・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

# 全体工数別フェーズ別の工期比率

	開発種別	件数	設計工期を1とした比率			合計を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	6	1.00	1.22	0.97	31.42%	38.20%	30.37%
	改修・再開発	7	1.00	2.13	1.45	21.84%	46.49%	31.67%
	合計	13	1.00	1.71	1.21	25.54%	43.60%	30.86%
<50人月	新規	51	1.00	1.72	1.12	26.02%	44.73%	29.25%
	改修・再開発	35	1.00	1.46	1.42	25.77%	37.58%	36.64%
	合計	86	1.00	1.61	1.25	25.91%	41.79%	32.30%
<100人月	新規	17	1.00	1.54	1.28	26.20%	40.22%	33.57%
	改修・再開発	23	1.00	1.61	1.59	23.79%	38.42%	37.79%
	合計	40	1.00	1.58	1.46	24.76%	39.15%	36.09%
<500人月	新規	41	1.00	1.12	1.17	30.44%	34.02%	35.54%
	改修・再開発	40	1.00	1.20	1.43	27.55%	33.10%	39.35%
	合計	81	1.00	1.16	1.30	28.94%	33.55%	37.52%
≥500人月	新規	12	1.00	1.51	1.19	27.03%	40.75%	32.22%
	改修・再開発	14	1.00	1.67	1.38	24.74%	41.21%	34.04%
	合計	26	1.00	1.59	1.29	25.75%	41.01%	33.24%
未回答	新規	10	1.00	1.57	1.92	22.29%	34.98%	42.73%
	改修・再開発	8	1.00	2.43	1.70	19.49%	47.33%	33.19%
	合計	18	1.00	1.95	1.82	20.95%	40.88%	38.17%
合計	新規	137	1.00	1.46	1.21	27.18%	39.81%	33.00%
	改修・再開発	127	1.00	1.53	1.47	25.03%	38.22%	36.75%
	合計	264	1.00	1.49	1.34	26.10%	39.01%	34.88%

- 設計工期に比べてテスト工期が長い。
- 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。

4:6:5

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です。

# 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	9	1.00	1.47	0.90
会計・経理	51	1.00	1.54	1.29
営業・販売	67	1.00	1.46	1.47
生産・物流	35	1.00	1.44	1.37
人事・厚生	13	1.00	2.03	1.41
管理一般	23	1.00	1.29	0.90
総務・一般事務	15	1.00	1.83	1.33
研究・開発	5	1.00	2.13	1.34
技術・制御	11	1.00	1.48	1.70
マスター管理	36	1.00	1.26	1.15
受注・発注・在庫	48	1.00	1.51	1.20
物流管理	12	1.00	1.51	1.45
外部業者管理	4	1.00	0.82	0.49
約定・受渡	11	1.00	1.36	1.34
顧客管理	25	1.00	1.07	1.33
商品計画	3	1.00	1.49	1.30
商品管理	17	1.00	1.44	1.78
施設・設備(店舗)	12	1.00	1.36	1.17
情報分析	27	1.00	1.23	1.16
その他	37	1.00	1.41	1.09
未記入	1	1.00	1.33	1.00

- 実装工期の比を見ても、0.82から2.13までばらついている。
- テスト工期では、0.49から1.78までばらついている。
- モノの動きが伴うシステムはテスト工期比が長い

# 規模別の工期遅延度の分布

- 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**456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						合計	遅延度 20%以上 の割
		予定より 早い	予定ど おり	<10%	<20%	<50%	≥50%		
<10人月	件数	2	25		2	2	4	35	
	割合(%)	5.71	71.43	0.00	5.71	5.71	11.43	100.00	17.14%
<50人月	件数	12	89	3	11	13	8	136	
	割合(%)	8.82	65.44	2.21	8.09	9.56	5.88	100.00	15.44%
<100人月	件数	5	43	3	5	9	5	70	
	割合(%)	7.14	61.43	4.29	7.14	12.86	7.14	100.00	20.00%
<500人月	件数	10	89	8	8	2	5	122	
	割合(%)	8.20	72.95	6.56	6.56	1.64	4.10	100.00	5.74%
>=500人月	件数	3	27	7	1	8	2	48	
	割合(%)	6.25	56.25	14.58	2.08	16.67	4.17	100.00	20.83%
未回答	件数	2	25	3	7	8		45	
	割合(%)	4.44	55.56	6.67	15.56	17.78	0.00	100.00	17.78%
合計	件数	34	298	24	34	42	24	456	
	割合(%)	7.46	65.35	5.26	7.46	9.21	5.26	100.00	14.47%

- 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72.8%、20%以上遅延したプロジェクトは14.5%
- 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)

## 要件定義～テスト工期の比率

- 要件定義を含めた設計工期と実装工期、テスト工期の比率は0.41:1:1.64:1.24となる。

全体工数	件数	工期別期間(月)				工期別比率(%)			
		要件定義	設計	実装	テスト	要件定義	設計	実装	テスト
<10人月	11	1.07	0.85	2.48	1.23	18.95	15.12	44.06	21.86
<50人月	67	2.46	5.38	10.25	6.41	10.05	21.97	41.84	26.14
<100人月	40	6.90	16.18	27.35	16.84	10.25	24.05	40.66	25.04
<500人月	67	21.84	46.13	72.68	60.38	10.86	22.95	36.15	30.04
>=500人月	23	88.84	237.00	392.86	290.33	8.80	23.49	38.93	28.77
合計	208	19.03	45.96	75.55	56.92	9.64	23.27	38.26	28.83
設計工期比		0.41	1.00	1.64	1.24				
全体工期の割合		9.64%	23.27%	38.26%	28.83%				

- 要件定義と設計工期比率の合計が $9.64+23.27=32.9\%$ となり、ほぼ1/3を確保している。

# 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						遅延度 20%以上 の割合	
		予定より 早い	予定ど おり	<10%	<20%	<50%	≥50%		合計
長工期	件数	5	57	9	7	8	14	100	
	平均遅延度	-0.166	0	0.0581	0.1433	0.2633	0.8708	0.1499	
	割合(%)	5.00	57.00	9.00	7.00	8.00	14.00	100.00	22.00%
適正工期	件数	10	140	11	14	19	9	203	
	平均遅延度	-0.194	0	0.0697	0.1458	0.3002	0.6675	0.062	
	割合(%)	4.93	68.97	5.42	6.90	9.36	4.43	100.00	13.79%
短工期	件数	17	76	1	6	7	1	108	
	平均遅延度	-0.311	0	0.0625	0.1449	0.2948	0.625	-0.015	
	割合(%)	15.74	70.37	0.93	5.56	6.48	0.93	100.00	7.41%
合計	件数	32	273	21	27	34	24	411	
	平均遅延度	-0.252	0	0.0644	0.1449	0.2904	0.7843	0.063	
	割合(%)	7.79	66.42	5.11	6.57	8.27	5.84	100.00	14.11%

短工期が納期を守れた割合は、最も高い。予定外のことが発生し、結果的に長工期になったプロジェクトがある状況がうかがえる

# 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					未回答	合計	割合(%)
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	>=500人月			
システム化目的不適當		2	1		1		4	0.76
RFP内容不適當	2	3	3	8	1	2	19	3.59
要件仕様の決定遅れ	9	30	19	30	14	10	112	21.17
要件分析作業不十分	9	18	12	19	12	12	82	15.50
開発規模の増大	5	12	12	30	13	7	79	14.93
自社内メンバーの選択不適當	1	7	3	7	3	1	22	4.16
発注会社選択ミス		4	4	6	4	2	20	3.78
構築チーム能力不足	3	6	10	17	6	4	46	8.70
テスト計画不十分	3	11	11	5	6	4	40	7.56
受入検査不十分	1	1		6	3	3	14	2.65
総合テストの不足	2	8		6	5	5	26	4.91
プロジェクトマネージャーの管理不足	2	5	6	7	6	4	30	5.67
その他	1	9	9	8	3	5	35	6.62
合計	38	116	90	149	77	59	529	100.00

- **上位2つの回答は要件定義に原因**がある割合は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。

## 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

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

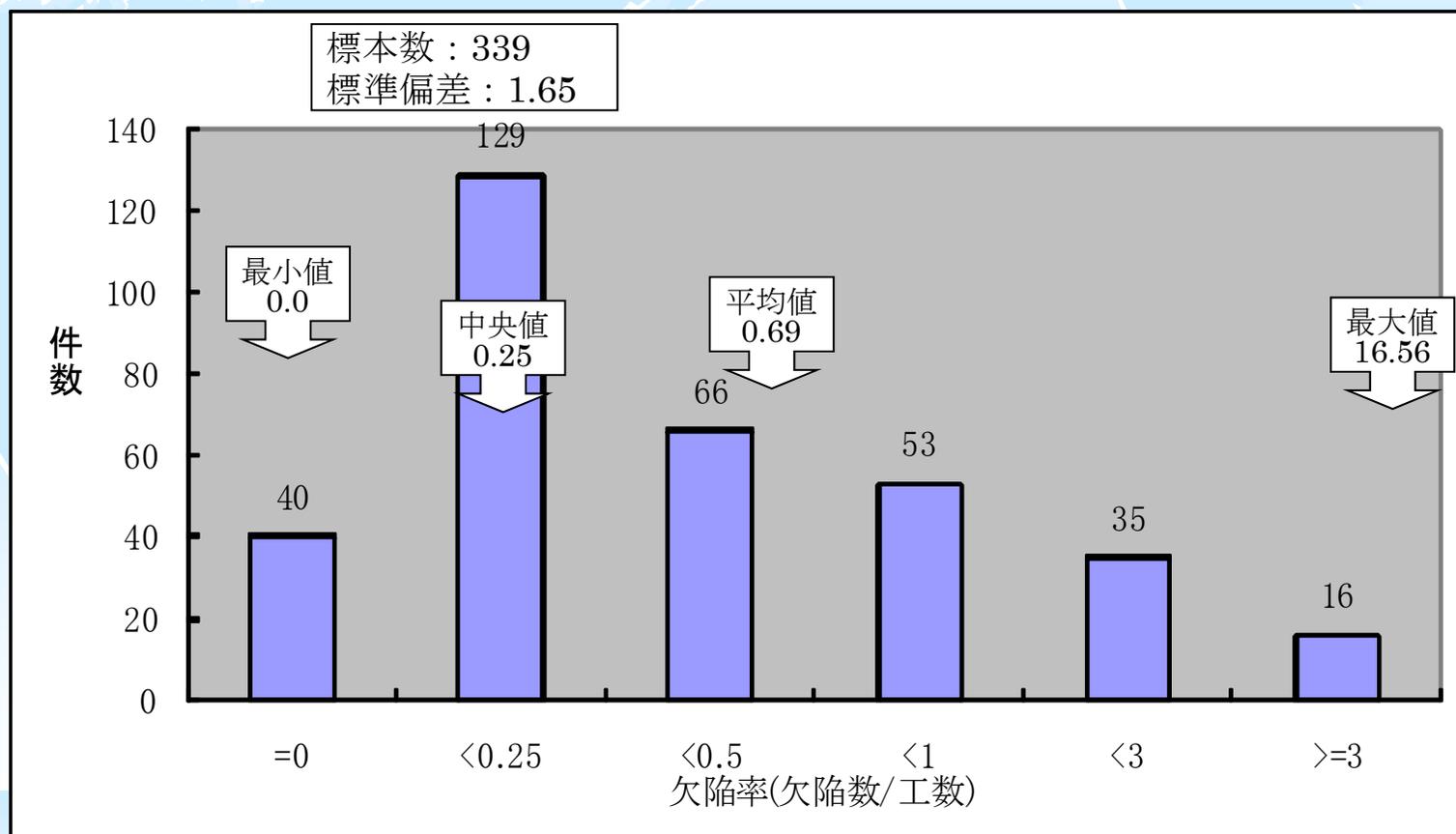
- 欠陥数\_大、欠陥数\_中、欠陥数\_小は、それぞれ、アンケート項目の不具合報告数(大)、不具合報告数(中)、不具合報告数(小)に対応する。

- 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**339件**であった。
- 平均値は**1人月あたり0.69件のバグ** (10人月あたり7個のバグ)
- 中央値は**1人月あたり0.25件** (4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)

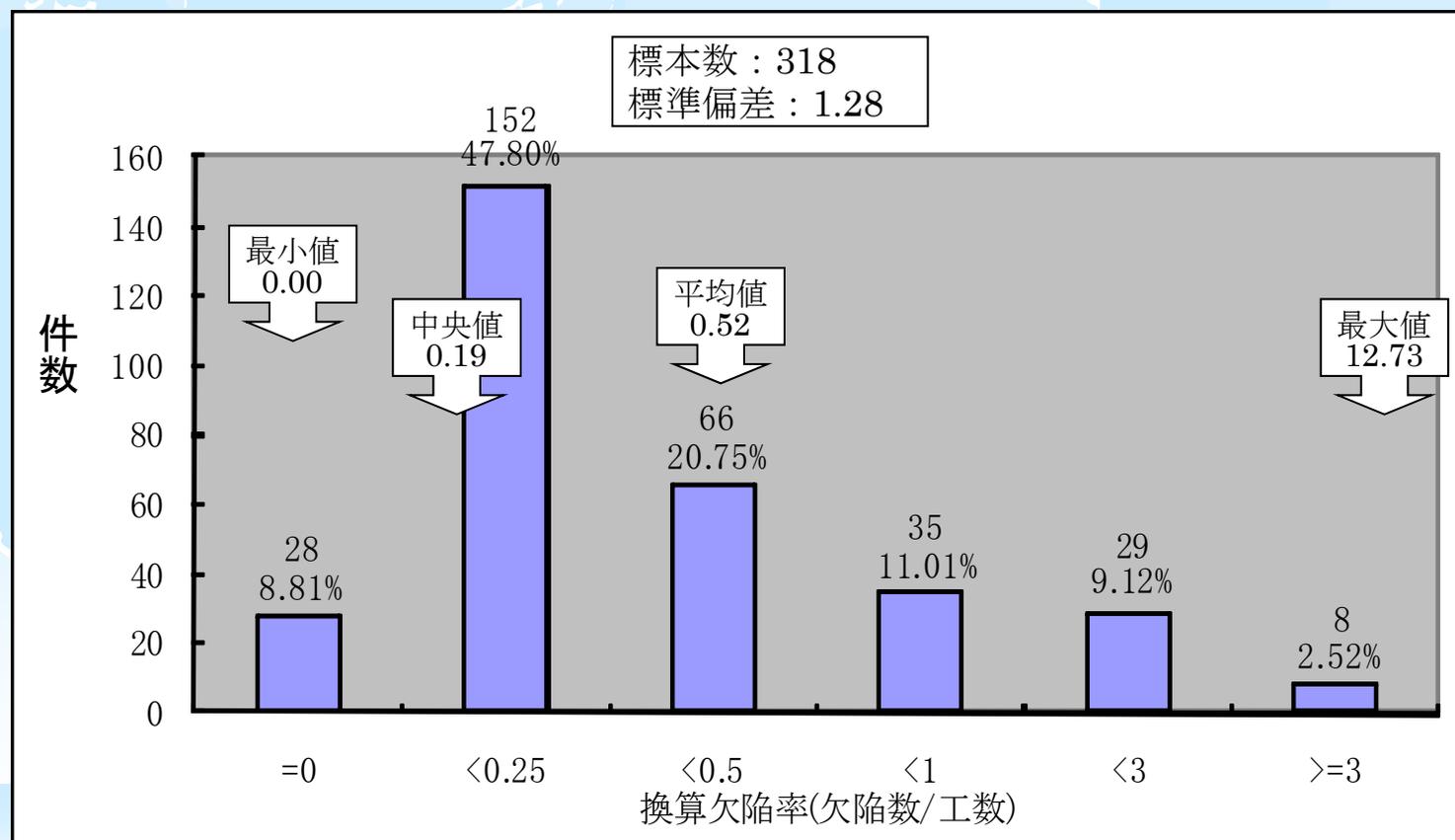
- 欠陥率が0.25未満に収まっているデータは全体の約55%であった。世界的に見て優秀な値である。
- 欠陥率(318件全データ, 2009年度のみ)を、品質のランクに応じて区分してみた。
  - Aランク 欠陥率=0                      Bランク 欠陥率=0.25未満
  - Cランク 欠陥率=0.5未満              Dランク 欠陥率= 1未満
  - Eランク 欠陥率= 3未満                Fランク 欠陥率= 3以上

		欠陥率						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F( $\geq 3$ )	
全体	件数	28	127	65	52	31	15	318
	割合	8.81%	39.94%	20.44%	16.35%	9.75%	4.72%	100.00%
2009年度のみ	件数	4	24	8	10	3	2	51
	割合	7.84%	47.06%	15.69%	19.61%	5.88%	3.92%	100.00%

2009年度の品質良好のプロジェクトの割合は、従来よりも増加している

# 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ランクの再評価
- 平均値は欠陥率0.69に対して換算欠陥率0.52となった。
- 標準偏差は、欠陥率の1.65に対して1.28と小さく、換算したほうがバラツキが少ない。



## 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

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)	28	8.81%	A(=0)	28	8.26%
B(<0.25)	127	39.94%	B(<0.25)	152	44.84%
C(<0.5)	65	20.44%	C(<0.5)	66	19.47%
D(<1)	52	16.35%	D(<1)	35	10.32%
E(<3)	31	9.75%	E(<3)	29	8.55%
F( $\geq 3$ )	15	4.72%	F( $\geq 3$ )	29	8.55%
合計	318	100.00%	合計	339	100.00%

# 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		換算欠陥率					合計	
		A(=0)	B(<0.2)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)		F(≥3)
長工期	件数	4	23	19	9	9	7	71
	平均換算欠陥率	0.00	0.11	0.36	0.71	1.93	7.39	1.19
	最大換算欠陥率	0.00	0.24	0.47	0.92	2.95	12.73	12.73
	最小換算欠陥率	0.00	0.00	0.26	0.52	1.03	3.76	0.00
適正工期	件数	5	37	14	11	6	1	74
	平均換算欠陥率	0.00	0.09	0.38	0.67	1.47	4.93	0.40
	最大換算欠陥率	0.00	0.23	0.49	0.82	2.75	4.93	4.93
	最小換算欠陥率	0.00	0.00	0.25	0.53	1.00	4.93	0.00
短工期	件数	16	80	25	13	13		147
	平均換算欠陥率	0.00	0.10	0.34	0.63	1.52		0.30
	最大換算欠陥率	0.00	0.24	0.48	0.99	2.62		2.62
	最小換算欠陥率	0.00	0.01	0.25	0.50	1.06		0.00
未回答	件数	3	12	8	2	1		26
	平均換算欠陥率	0.00	0.06	0.38	0.81	2.08		0.29
	最大換算欠陥率	0.00	0.15	0.45	0.83	2.08		2.08
	最小換算欠陥率	0.00	0.01	0.31	0.79	2.08		0.00
合計	件数	28	152	66	35	29	8	318
	平均換算欠陥率	0.00	0.09	0.36	0.68	1.66	7.08	0.52
	最大換算欠陥率	0.00	0.24	0.49	0.99	2.95	12.73	12.73
	最小換算欠陥率	0.00	0.00	0.25	0.50	1.00	3.76	0.00

注 工期はプロジェクト全体の工期です。

- 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

- 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「工期乖離度区分において長工期となるプロジェクトはテスト工期比が大きい」を検証する。

		件数	設計工期比	実装工期比	テスト工期比
短工期	設計工期比率	108	1.00	1.46	1.26
	全体工期割合		26.87%	39.21%	33.92%
適正工期	設計工期比率	210	1.00	1.49	1.27
	全体工期割合		26.55%	39.68%	33.77%
長工期	設計工期比率	112	1.00	1.39	1.44
	全体工期割合		26.12%	36.28%	37.59%

・長工期プロジェクトは、実装期間を短縮し、品質が悪いので、テスト工期が長くなっている

# 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」

		PM(ユーザースキル)						合計
		1	2	3	4	5	未回答	
長工期	件数	13	21	20	21	11	22	108
	割合	12.04%	19.44%	18.52%	19.44%	10.19%	20.37%	100.00%
適正工期	件数	22	39	41	39	42	27	210
	割合	10.48%	18.57%	19.52%	18.57%	20.00%	12.86%	100.00%
短工期	件数	18	15	23	27	12	17	112
	割合	16.07%	13.39%	20.54%	24.11%	10.71%	15.18%	100.00%
未記入	件数	16	17	17	24	10	18	102
	割合	15.69%	16.67%	16.67%	23.53%	9.80%	17.65%	100.00%
合計	件数	69	92	101	111	75	84	532
	割合	12.97%	17.29%	18.98%	20.86%	14.10%	15.79%	100.00%

		PM(ベンダースキル)						合計
		1	2	3	4	5	未回答	
長工期	件数	19	14	44	12	2	17	108
	割合	17.59%	12.96%	40.74%	11.11%	1.85%	15.74%	100.00%
適正工期	件数	47	44	58	31	7	23	210
	割合	22.38%	20.95%	27.62%	14.76%	3.33%	10.95%	100.00%
短工期	件数	49	13	18	15	2	15	112
	割合	43.75%	11.61%	16.07%	13.39%	1.79%	13.39%	100.00%
未記入	件数	27	22	26	10	1	16	102
	割合	26.47%	21.57%	25.49%	9.80%	0.98%	15.69%	100.00%
合計	件数	142	93	146	68	12	71	532
	割合	26.69%	17.48%	27.44%	12.78%	2.26%	13.35%	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を当てていることがわかる。 <sup>44</sup>

# 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		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	21	2	1	24	4	87.50%
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B(<0.25)	件数	103	35	6	144	8	71.53%
	平均	0.08	0.12	0.08	0.09	0.10	
C(<0.5)	件数	29	22	5	56	10	51.79%
	平均	0.35	0.37	0.34	0.36	0.37	
D(<1)	件数	16	13	4	33	2	48.48%
	平均	0.68	0.68	0.61	0.67	0.73	
E(<3)	件数	17	9	3	29		58.62%
	平均	1.73	1.48	1.82	1.66		
F(≦3)	件数	3	3	1	7	1	42.86%
	平均	6.73	6.12	12.73	7.33	5.37	
合計	件数	189	84	20	293	25	64.51%
	平均	0.42	0.63	1.14	0.53	0.45	

- 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43%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。規模が小さいと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。

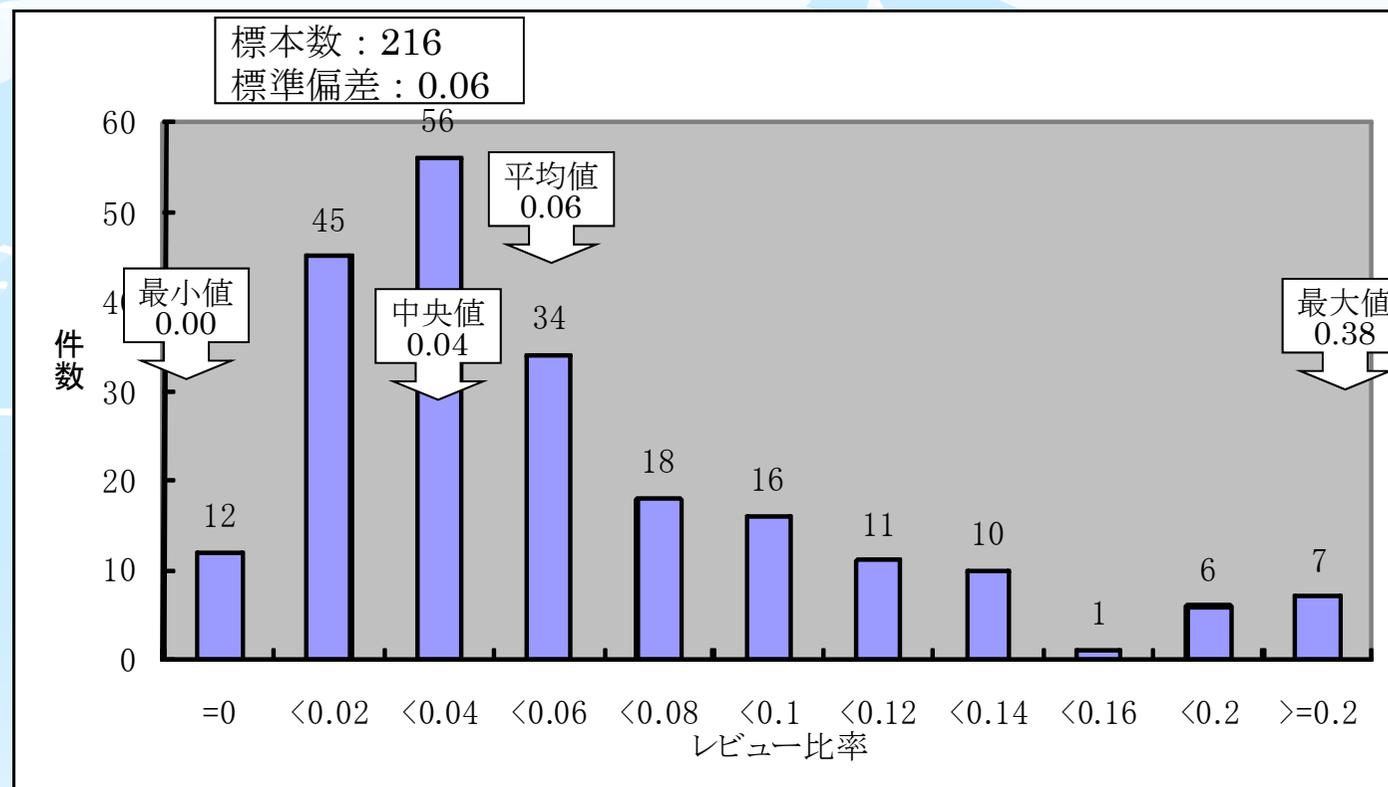
⇒50人月以上のプロジェクトで再計算。

換算欠陥率		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	10	2	1	13		76.92%
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00		
B(<0.25)	件数	76	27	6	109	6	69.72%
	平均	0.08	0.11	0.08	0.09	0.08	
C(<0.5)	件数	11	13	4	28	5	39.29%
	平均	0.37	0.37	0.34	0.37	0.31	
D(<1)	件数	4	8	4	16	2	25.00%
	平均	0.67	0.64	0.61	0.64	0.73	
E(<3)	件数	6	5	3	14		42.86%
	平均	1.89	1.59	1.82	1.76		
F(≦3)	件数	1	1	1	3		33.33%
	平均	3.76	4.38	12.73	6.96		
合計	件数	108	56	19	183	13	59.02%
	平均	0.26	0.45	1.18	0.41	0.27	

- 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(17件中7件)ある。

# レビューと換算欠陥率(1)

## 1)レビュー比率

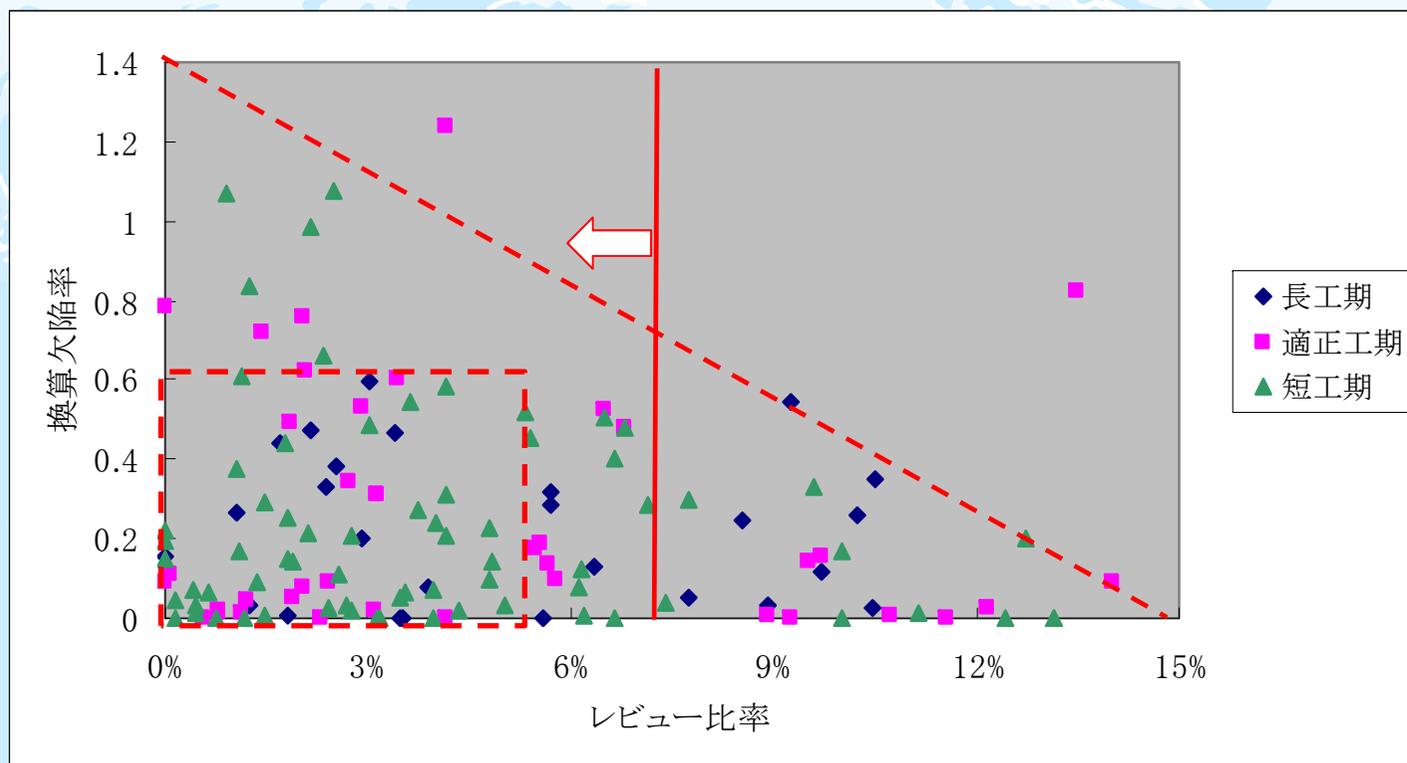


レビュー比率の平均は約6%、中央値は約4%であり、94%は15%以下。

- 仮説「ユーザーレビューが多いと、品質が向上する」
- 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=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)

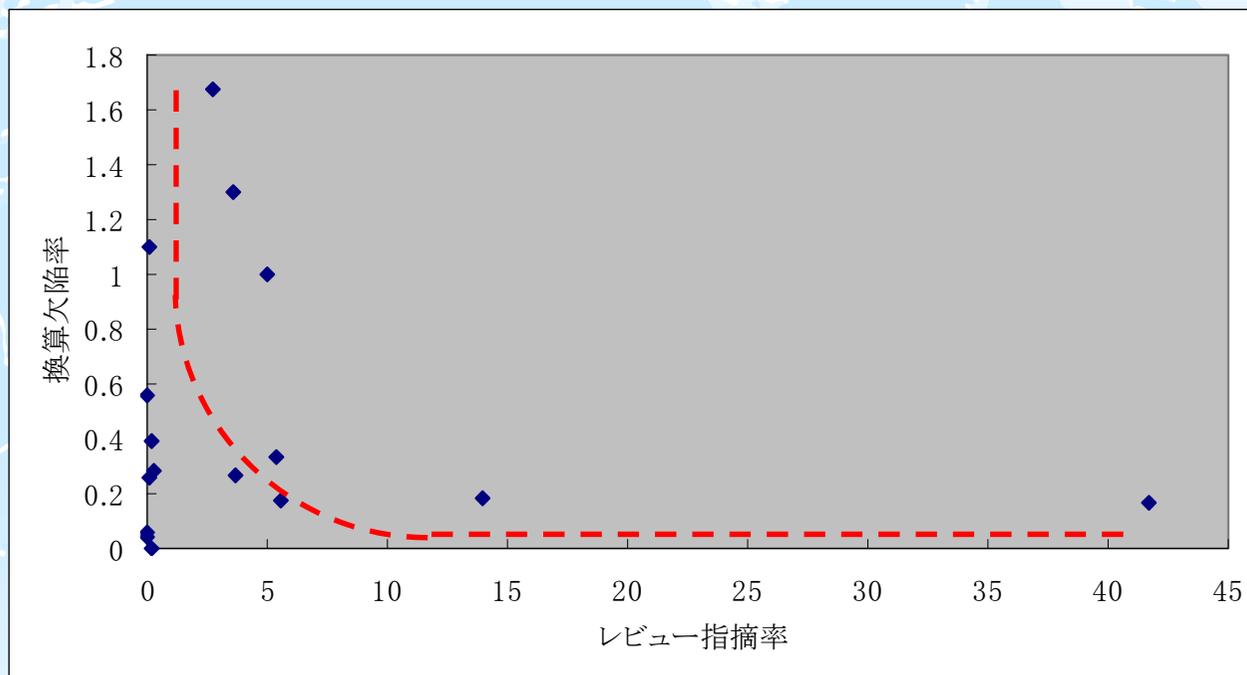
- レビュー比率と換算欠陥率の相関係数は0.07であり、相関はなかった。
- レビュー比率<15% かつ 換算欠陥率<1.5の部分のみを取り出した散布図



- 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時間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。

# 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16件であった。



- **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、といえそうである。特に、レビュー指摘率が低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)

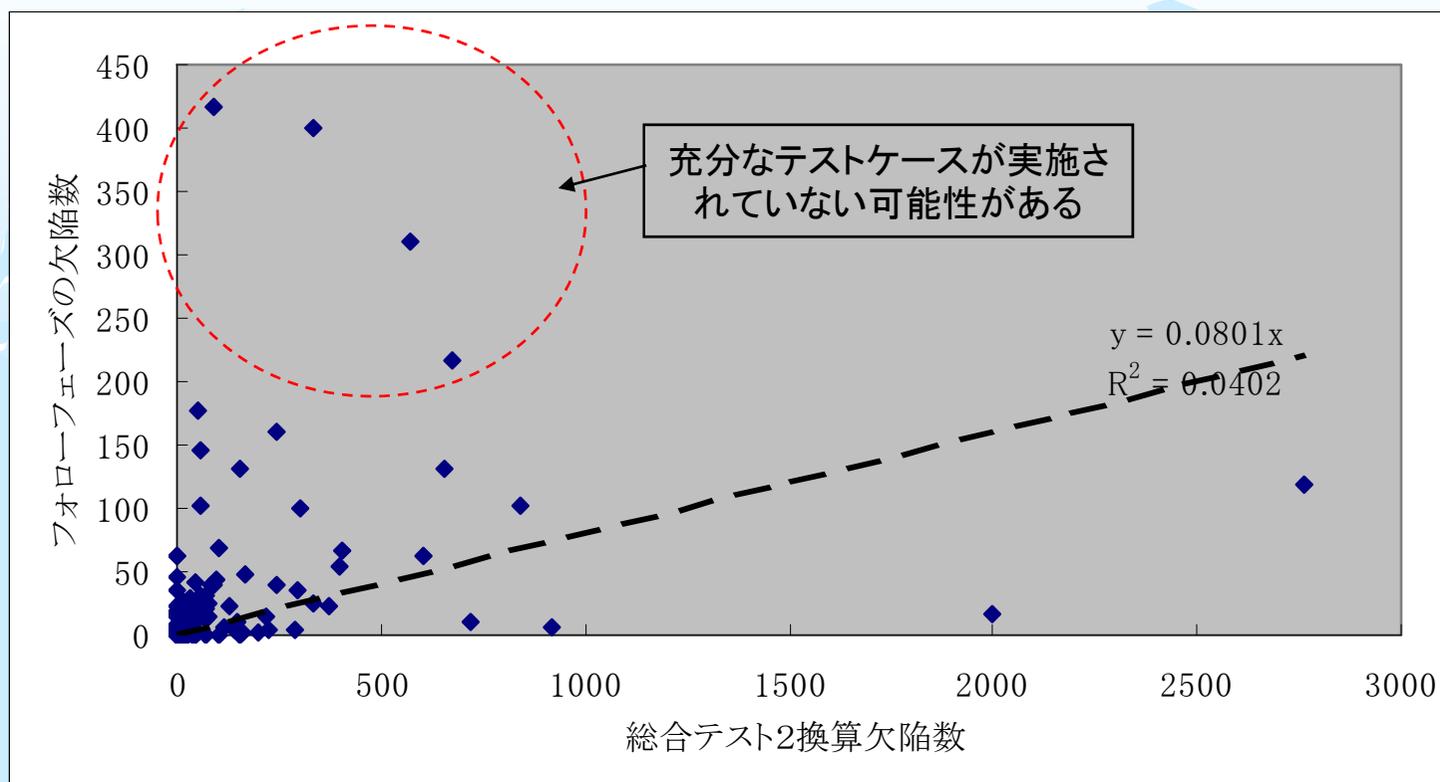
- 仮説 「品質基準があると、換算欠陥率を抑えられる」
- 品質基準の有無と換算欠陥率のクロス集計を行った。

## 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	148	165	5	318
平均	0.31	0.72	0.37	0.52
割合	46.54%	51.89%	1.57%	100.00%
最大	2.65	12.73	1.18	12.73
最小	0.00	0.00	0.05	0.00

- 全体の**46%強**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。 $(0.72/0.31=2.3)$ 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。
- 2008年度調査では35%、2007年度調査では37%であった。

# フォローフェーズの欠陥数vs総合テスト2欠陥数

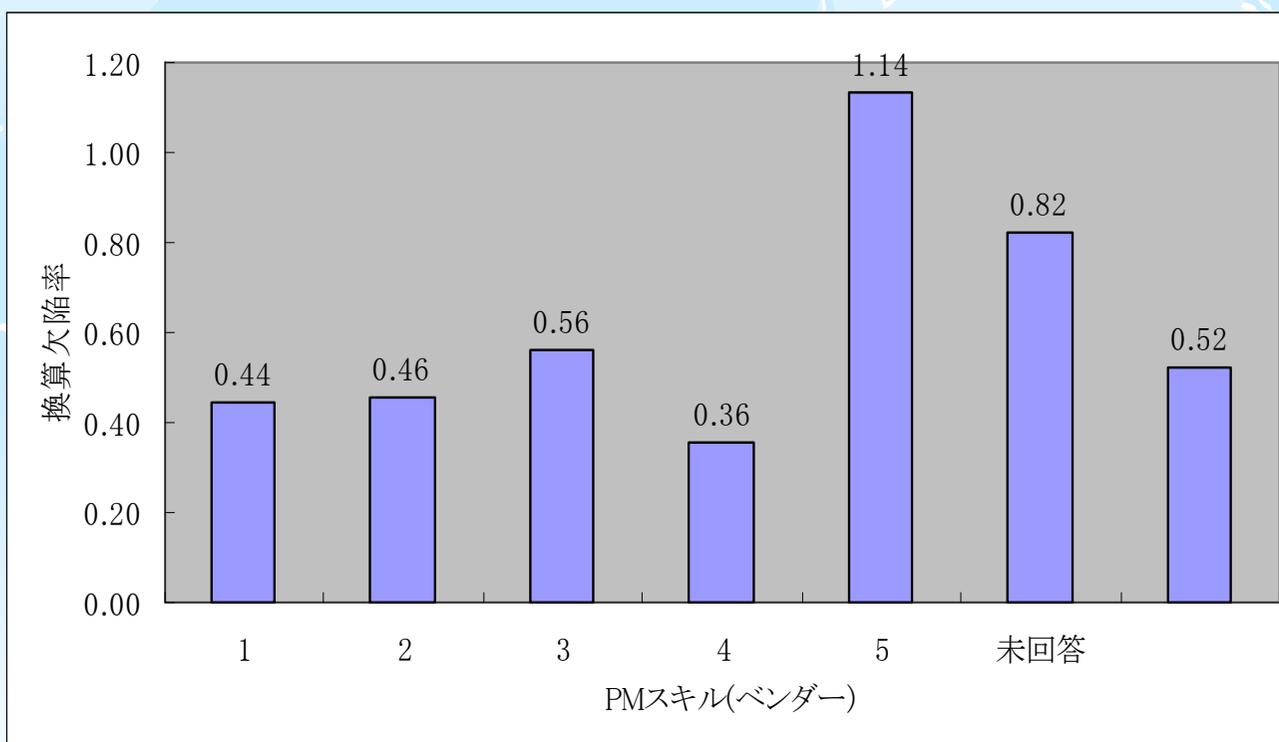


- ユーザーの総合テスト2で発見された欠陥数(X)とフォローフェーズ(カットオーバー後)の欠陥数(Y)の関係を分析。バラツキは大きい。(2007年度調査  $Y=0.13X$ )
- 総合テスト2で欠陥が100個発見されたケースでは、カットオーバー後に欠陥が4個はでることになる。総合テストをやり直すと $8 \times 0.08 \rightarrow$ 個程度に減少する。
- フォローフェーズ欠陥数/総合テスト2欠陥数を求め、この比率が0~1の間のデータ 51  
のみに絞って分析した。

# 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



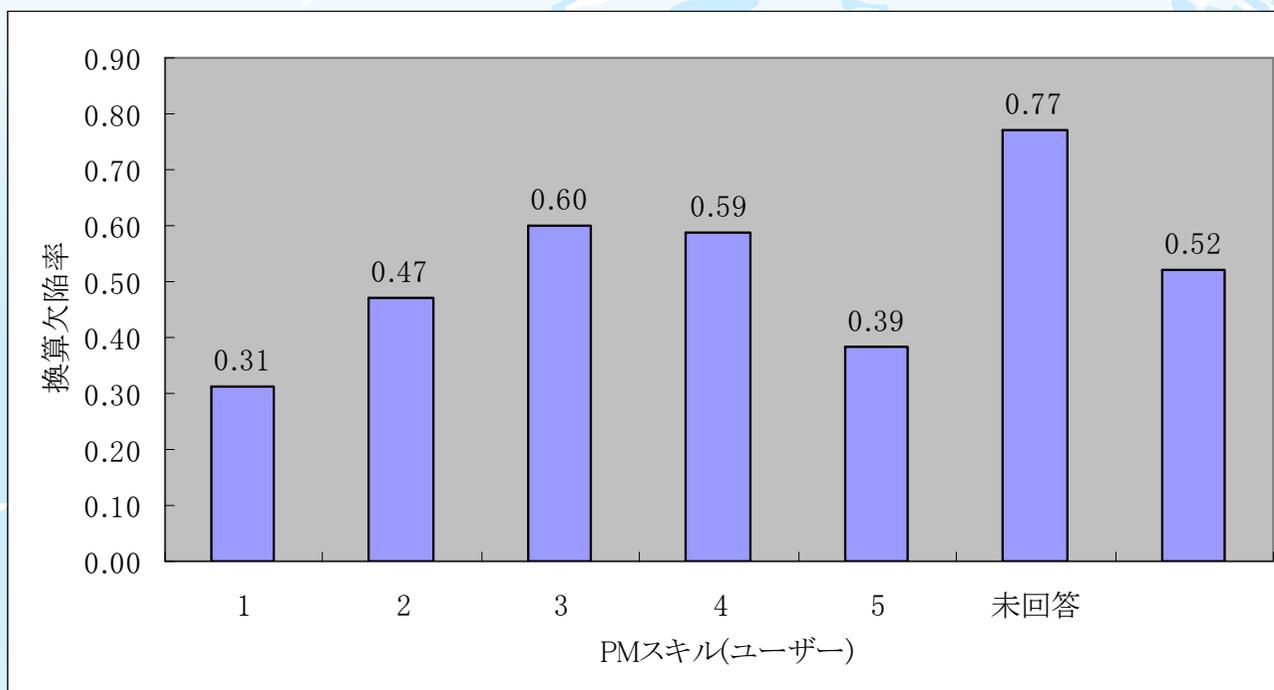
### PMスキル

- 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。

# PM(ユーザー)の能力

## PM(ユーザー)の業務精通度と工期遅延度

PM(ユーザー)の業務精通度		工期遅延度						合計	20%以上の割合
		予定より早い	予定通り	<10%	<20%	<50%	>=50%		
十分精通していた	件数	13	137	9	13	16	7	195	11.79
	割合(%)	6.67	70.26	4.62	6.67	8.21	3.59	100.00	
	平均工期遅延度	-0.33	0.00	0.07	0.14	0.32	0.65	0.04	
ある程度のレベルまでは精通していたとは言えない	件数	13	102	12	14	18	8	167	15.57
	割合(%)	7.78	61.08	7.19	8.38	10.78	4.79	100.00	
	平均工期遅延度	-0.24	0.00	0.06	0.15	0.29	0.78	0.07	
全く経験も知識もなかった	件数	4	28	1	6	5	4	48	18.75
	割合(%)	8.33	58.33	2.08	12.50	10.42	8.33	100.00	
	平均工期遅延度	-0.18	0.00	0.08	0.15	0.28	0.75	0.10	
未記入	件数	2	7	1			3	13	23.08
	割合(%)	15.38	53.85	7.69	0.00	0.00	23.08	100.00	
	平均工期遅延度	-0.41	0.00	0.08			1.03	0.18	
合計	件数	2	24	1	1	3	2	33	15.15
	割合(%)	6.06	72.73	3.03	3.03	9.09	6.06	100.00	
	平均工期遅延度	-0.14	0.00	0.06	0.11	0.29	1.00	0.08	
合計	件数	34	298	24	34	42	24	456	14.47
	割合(%)	7.46	65.35	5.26	7.46	9.21	5.26	100.00	
	平均工期遅延度	-0.27	0.00	0.06	0.14	0.30	0.78	0.06	

➤PM(ユーザー)が業務に精通していると、工期遅延度が20%以上の遅れるプロジェクトは減少する。

# 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

リスクマネージメントを	実施した	実施しなかった	合計
件数	239	56	295
割合	81.02%	18.98%	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	184	59	243
	割合	75.72%	24.28%	100.00%
開始時に	件数	193	50	243
	割合	79.42%	20.58%	100.00%
期間中に	件数	198	43	241
	割合	82.16%	17.84%	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。
- 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い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	65.27%	27.20%	3.35%	4.18%
	実施しなかった	50.00%	35.71%	14.29%	0.00%
	合計	62.37%	28.81%	5.42%	3.39%
品質満足度	実施した	59.00%	23.01%	6.69%	11.30%
	実施しなかった	41.07%	28.57%	19.64%	10.71%
	合計	55.59%	24.07%	9.15%	11.19%
工期満足度	実施した	60.67%	24.69%	6.28%	8.37%
	実施しなかった	51.79%	26.79%	16.07%	5.36%
	合計	58.98%	25.08%	8.14%	7.80%

## 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0.29:1.50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みるわけにはいかない。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
実施した	149	0.29
実施しなかった	25	1.50
合計	174	0.46

## 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	6	24	23	40	14	107
平均企画工数(人月)	0.92	3.83	4.50	11.02	46.93	12.14
平均企画工数比率	20.94%	16.88%	6.42%	5.68%	2.49%	8.79%
企画工数(中央値)	1	1.5	2.5	6	15	4
企画工数比率(中央値)	12.68%	7.04%	3.69%	3.08%	1.83%	3.85%

- 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	13	73	44	88	28	246
平均要件定義工数(人月)	0.97	2.78	7.14	26.42	96.97	22.64
平均要件定義工数比率	19.91%	11.52%	9.74%	12.18%	10.33%	11.75%

- 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。

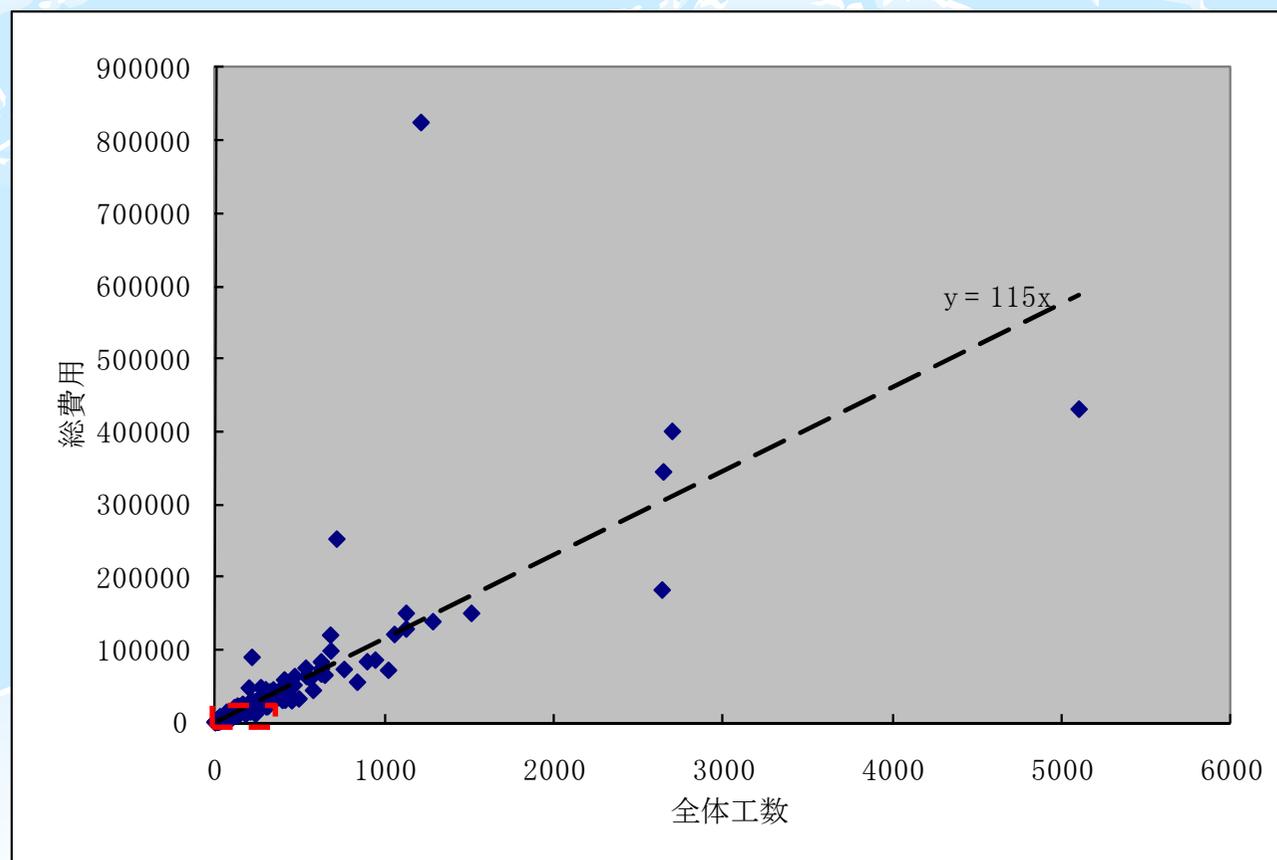
	全体工数	件数	実装工数を1とした比率			合計を100%とした割合		
			設計工数	実装工数	テスト工数	設計工数	実装工数	テスト工数
新規	<10人月	10	0.81	1.00	0.48	35.43%	43.63%	20.95%
	<50人月	54	0.70	1.00	0.56	31.05%	44.11%	24.84%
	<100人月	19	0.84	1.00	0.53	35.60%	42.16%	22.24%
	<500人月	38	0.74	1.00	0.92	27.95%	37.55%	34.50%
	>=500人月	13	0.99	1.00	0.98	33.23%	33.67%	33.10%
	未回答	2	0.32	1.00	0.54	17.13%	53.78%	29.09%
	合計	136	0.76	1.00	0.69	31.12%	40.73%	28.15%
再開発・改修	<10人月	7	0.69	1.00	1.27	23.27%	33.80%	42.93%
	<50人月	37	0.61	1.00	1.17	21.92%	36.04%	42.04%
	<100人月	26	0.65	1.00	1.04	24.15%	37.21%	38.64%
	<500人月	40	1.02	1.00	1.25	31.08%	30.61%	38.31%
	>=500人月	12	0.62	1.00	0.70	26.68%	43.20%	30.12%
	未回答	2	0.76	1.00	0.54	32.93%	43.57%	23.49%
	合計	124	0.76	1.00	1.12	26.31%	34.80%	38.89%
合計	<10人月	17	0.76	1.00	0.81	29.66%	38.96%	31.38%
	<50人月	91	0.67	1.00	0.81	26.89%	40.43%	32.68%
	<100人月	45	0.73	1.00	0.82	28.64%	39.15%	32.21%
	<500人月	78	0.88	1.00	1.09	29.71%	33.64%	36.64%
	>=500人月	25	0.81	1.00	0.85	30.49%	37.66%	31.85%
	未回答	4	0.54	1.00	0.54	25.86%	48.14%	26.00%
	合計	260	0.76	1.00	0.89	28.64%	37.67%	33.69%

- 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。

# 総費用 対 全体工数(1)

## 1) 総費用 対 全体工数(人月) 分布

全体工数がとれた441件のうち、総費用の記入があった353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289件について、総予算と工数(人月)の分布を見た。



- 人月単価=約115万円となる。
- 相関係数は0.91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。

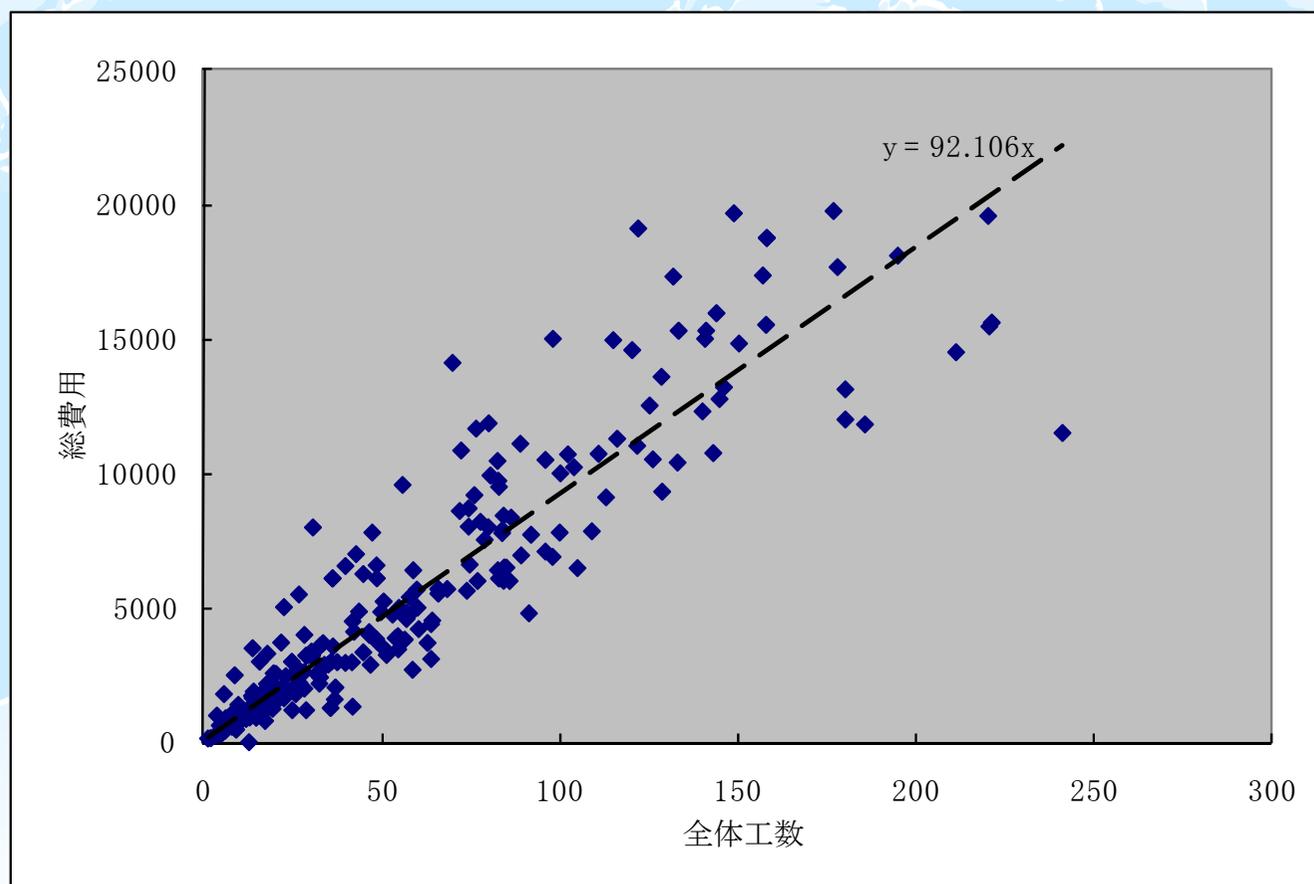
	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	22	100	59	89	27	297
総費用(万円)	14,434	304,906	605,186	2,238,910	4,258,286	7,421,722
工数合計(人月)	142.60	2536.09	4243.41	19492.08	33158.05	59572.24
加重平均単価(万円/人月)	101.22	120.23	142.62	114.86	128.42	124.58

- 工数単価の平均値は125万円/月、回帰式から求めた値は115万円/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) 大型プロジェクトを除いた分析

- 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。

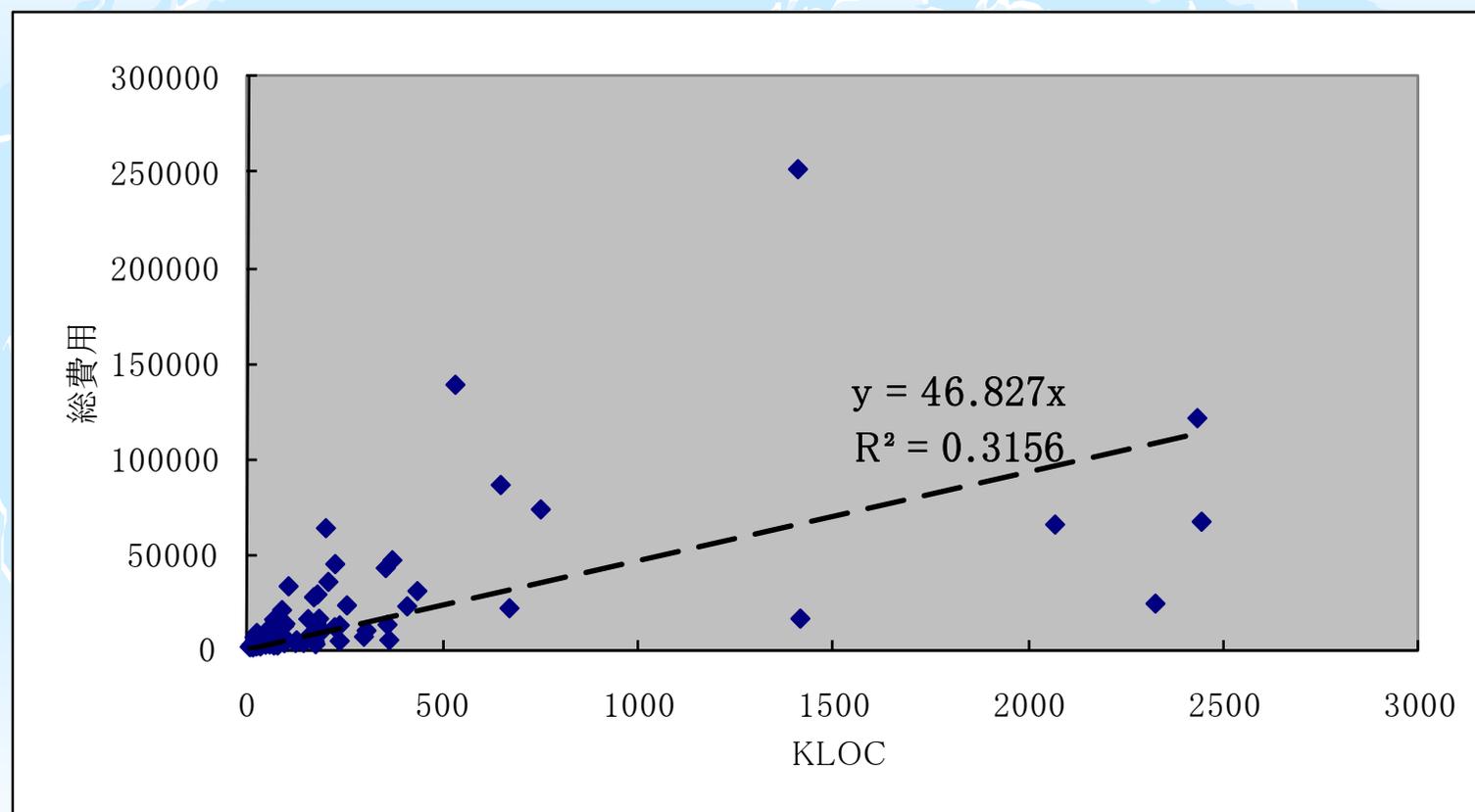


- 発注先企業の実力、システムの規模・難易度、工期の緊急度、要求品質などによって工数単価は異なるが、92万円/124万円の間に入りそうである

# 総費用 対 KLOC値(1)

## 1) 総費用 Vs. KLOC分布

総費用がとれた375件のうち、規模(KLOC)の記入があった新規開発でパッケージ開発データとはずれ値データを除いた89件について、回帰式を求めた。



- 回帰式は  $Y = 46.8 X$  (相関係数 = 0.56) となった。傾き = KLOC単価 = 46.8万円
- ◇ 言語種類別の分析などを試みる必要がある

# 総費用対KLOC値(2)

## 2) 規模別KLOC単価

KLOC値と総費用についても、KLOC単価＝総費用÷KLOC値として、KLOC単価の平均値を規模別に計算した。パッケージ開発は除く。

	工数区分					合計
	<10人月	<50人月	<100人月	<500人月	≥500人月	
件数	7	32	19	28	8	94
総費用/KLOC(加重平均)	66.70	42.34	65.76	61.88	80.49	68.42

- 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。
- ◇ オフショアの採用などの要因も含めて調査する必要がある

## 3) KLOC単価の時系列比較

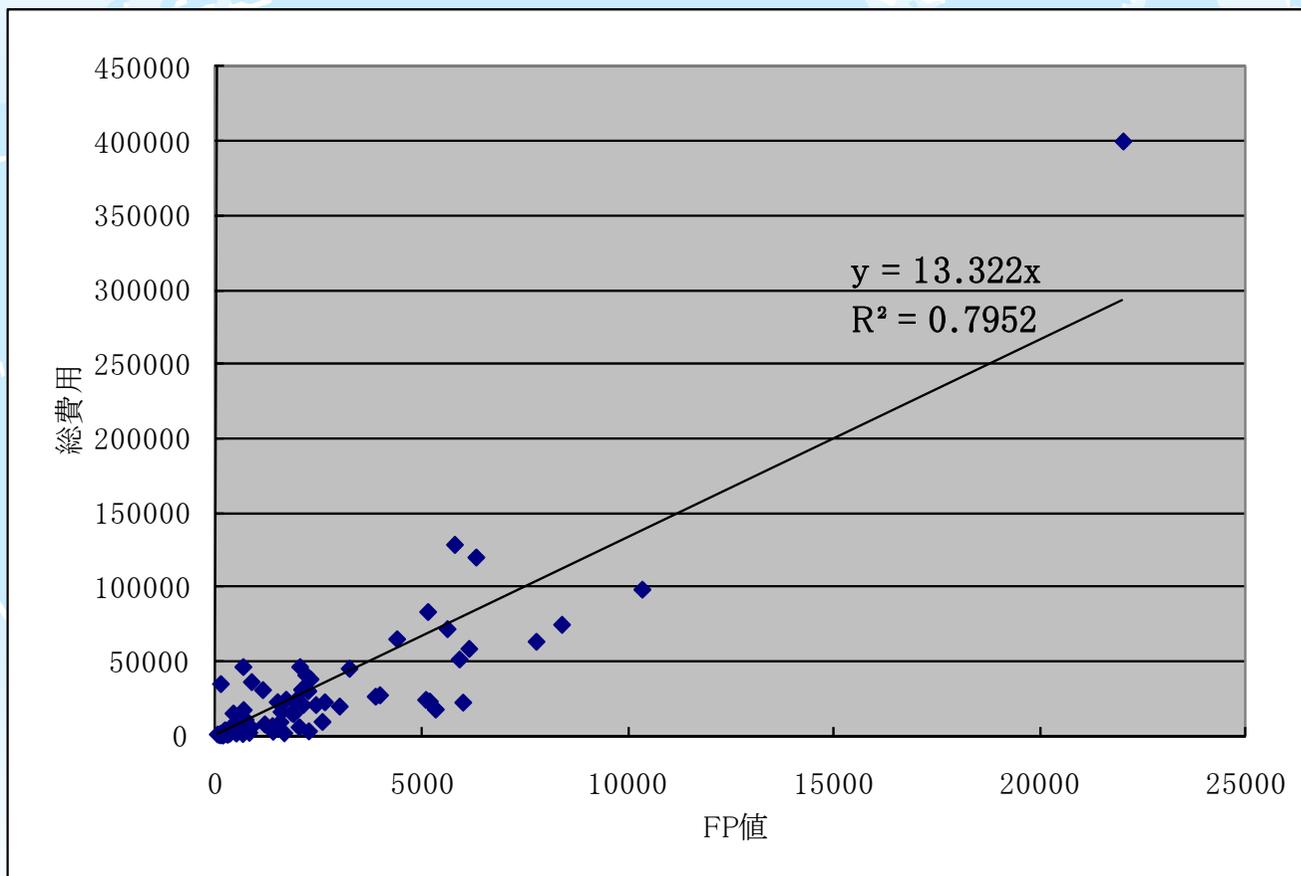
過去の分析と比較するためにパッケージ開発も併せて計算した結果を示す。

総費用対KLOC	KLOC単価(加重平均)			
	2009年度	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	83.66	76.8	60.4	
パッケージの追加開発	90.18	81.17	82.9	88.3

# 総費用 対 FP値 (1)

## 1) 総費用 Vs. FP分布

総費用がとれた375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86件について、原点を通る回帰式を求めた。



- **FP単価 = 13.3万円**ということになる。
- 相関係数は**0.89**で高い。

## 総費用対FP値(2)

### 2) 規模別FP単価(パッケージ開発以外)

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	
件数	9	44	31	42	10	136
総費用/FP(加重平均)	2.28	5.02	7.53	8.32	16.09	9.94

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

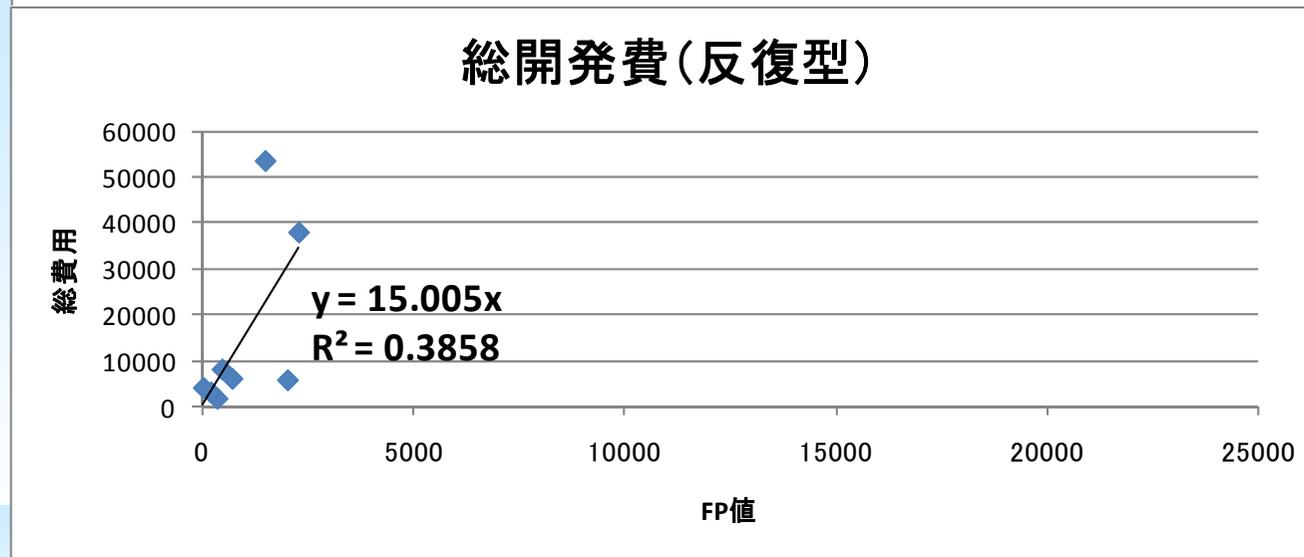
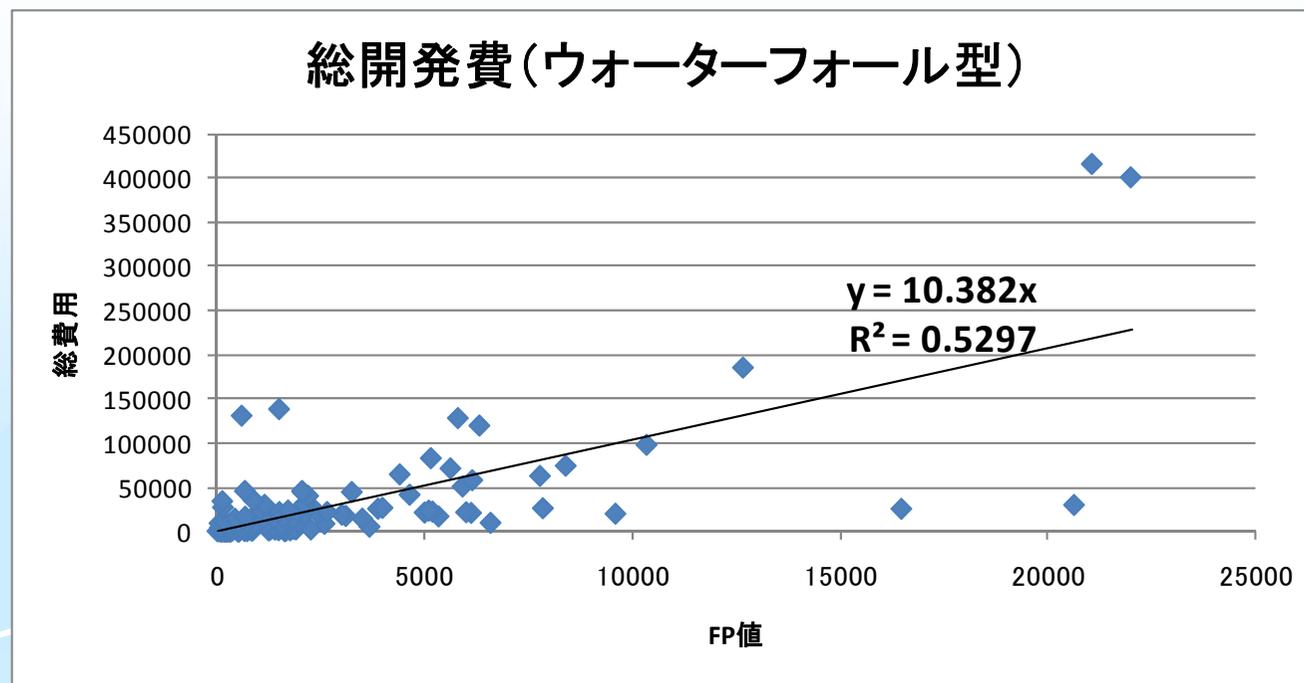
### 3) FP単価の時系列比較(パッケージ開発含む)

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。

総費用対FP	FP単価(加重平均)			
	2009年度	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	9.94	11.67	12.2	
パッケージの追加開発	10.27	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・回帰式ともに小さくなっている(KLOC単価と逆の傾向)

# FP値から見た総開発費



- 同じFP値規模のシステムの開発であれば、反復型の方が1.5倍の費用がかかると言える。
- 反復型には大規模システムの開発事例は回答されていない。
- ◇ データ数をさらに増加して分析する必要がある

# 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。

		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		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
	単体パッ ケージ利 用	件数		1	1	1	1	1
		最大値		100.69	88.00	63.33	101.00	92.38
		平均値		100.69	88.00	63.33	101.00	92.38
		最小値		100.69	88.00	63.33	101.00	92.38
スクラッチ開発		件数	4	99	95	94	92	118
		最大値	111.00	733.33	898.27	1466.67	1320.00	1100.00
		平均値	75.45	160.07	145.99	143.24	134.61	149.50
		最小値	14.12	11.50	11.68	9.63	10.42	10.78
合計		件数	4	113	108	107	105	135
		最大値	111.00	733.33	898.27	1466.67	1320.00	1100.00
		平均値	75.45	169.42	150.19	144.01	145.73	153.84
		最小値	14.12	11.50	11.68	9.63	10.42	10.78

パッケージ開発の場合のほうが、工程別単価は27%高めに出ている。

# KLOC/FP生産性(1)

## 1) KLOC生産性(パッケージ開発以外)

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**を対象に、KLOCあたり生産性を規模、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	7	38	21	39	10	115
	KLOC/人月(加重)	1.31	2.21	1.40	1.43	1.45	1.48
改修・再開発	件数	8	37	36	41	13	135
	KLOC/人月(加重)	0.95	1.47	3.85	0.81	0.89	1.14
合計	件数	15	75	57	80	23	250
	KLOC/人月(加重)	1.15	1.80	2.95	1.11	1.08	1.28

- 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

同様にFP値に関しても、**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	17	11	14	6	51
	FP/人月(加重)	20.12	21.98	11.01	10.48	9.10	10.31
改修・再開発	件数	3	3	5	20	5	36
	FP/人月(加重)	35.56	16.61	11.42	11.52	6.72	9.35
合計	件数	6	20	16	34	11	87
	FP/人月(加重)	26.68	21.25	11.15	11.10	8.03	9.84

- 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)

# KLOC/FP生産性(3)

## 3) 過去分析との対比

- 2009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(新規開発のみを対象)

総費用対KLOC	KLOC単価(加重平均)			
	2009年度	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	83.66	76.8	60.4	
パッケージの追加開発	90.18	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。。

### ②FP生産性

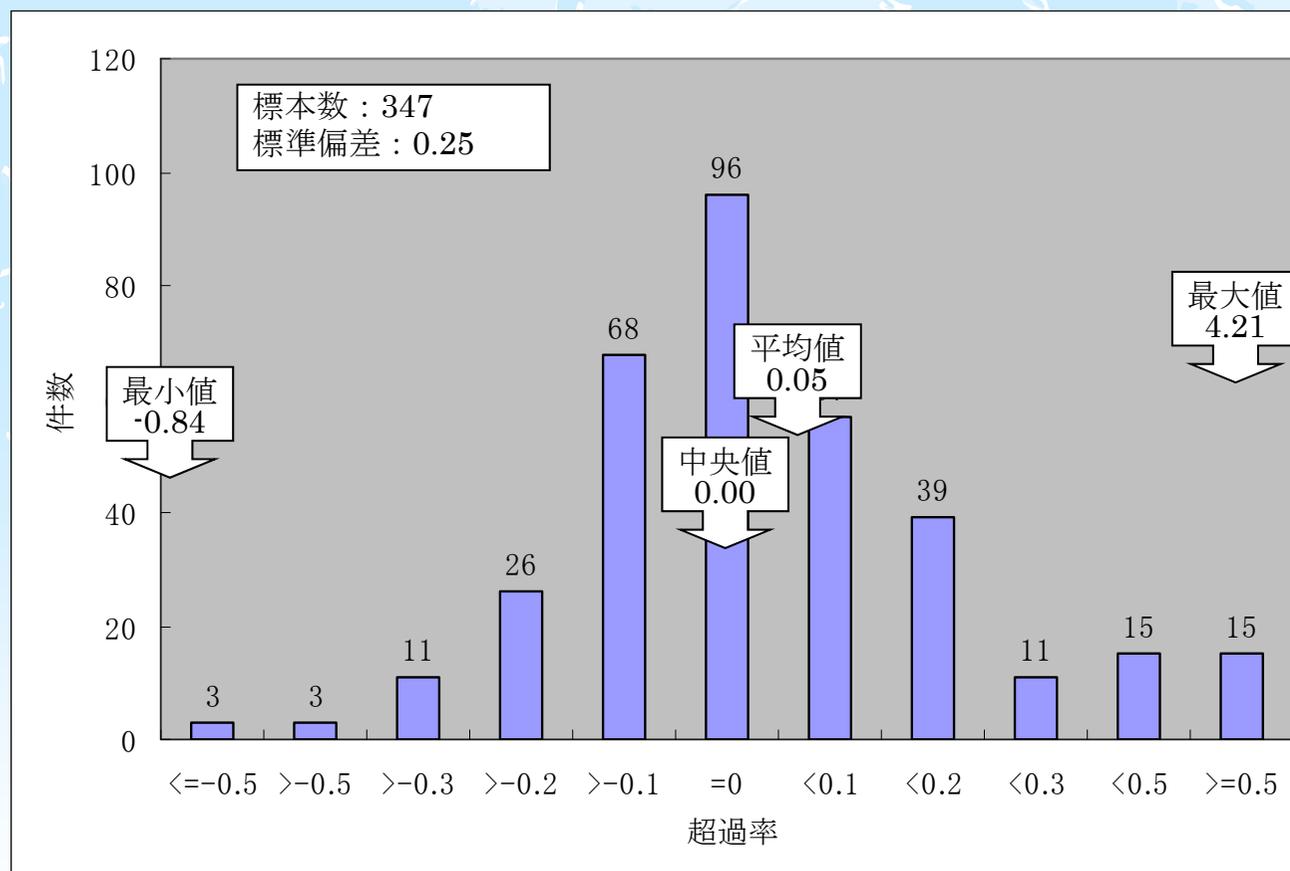
総費用対FP	FP単価(加重平均)			
	2009年度	2008年度	2007年度	2006年度
スクラッチ開発	9.94	11.67	12.2	
パッケージの追加開発	10.27	11.41	11.8	11.7

# 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5.0%, 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

工数区分		予算超過状況			
		予算未満	予算通り	予算超過	合計
<10人月	件数	4	11	9	24
	割合	16.67%	45.83%	37.50%	100.00%
	平均超過率	-4.40%	0.00%	39.52%	14.09%
<50人月	件数	34	36	39	109
	割合	31.19%	33.03%	35.78%	100.00%
	平均超過率	-15.69%	0.00%	16.32%	0.95%
<100人月	件数	24	18	21	63
	割合	38.10%	28.57%	33.33%	100.00%
	平均超過率	-8.50%	0.00%	18.02%	2.77%
<500人月	件数	39	14	44	97
	割合	40.21%	14.43%	45.36%	100.00%
	平均超過率	-8.10%	0.00%	24.97%	8.07%
>=500人月	件数	9	4	19	32
	割合	28.13%	12.50%	59.38%	100.00%
	平均超過率	-9.24%	0.00%	28.96%	14.60%
未回答	件数	4	13	5	22
	割合	18.18%	59.09%	22.73%	100.00%
	平均超過率	-45.63%	0.00%	9.61%	-6.11%
合計	件数	114	96	137	347
	割合	32.85%	27.67%	39.48%	100.00%
	平均超過率	-11.72%	0.00%	22.39%	4.99%

- 347件のプロジェクト中、予算超過は137件(39.5%)、予算通りは96件(27.7%)、予算未満は114件(33.9%)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59%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33%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

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

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	14	83	48	76	30	18	269
計画外注比(平均;%)	76.36	63.77	75.42	73.49	75.05	88.01	72.13
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	32.22	4.66	3.50	40.00	3.50

## <実績外注比率>

	工数区分						合計
	<10	<50	<100	<500	>=500	未回答	
件数	14	87	49	88	31	18	287
実績外注比(平均;%)	75.34	63.16	77.14	74.83	77.49	88.46	72.85
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;%)	34.29	8.05	41.67	4.66	3.89	40.00	3.89

- 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73%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	2	10	2	14
	割合	14.29%	71.43%	14.29%	100.00%
	平均超過額	-0.16	0.00	0.08	-0.01
	外注比比率	-0.17	0.00	0.20	0.00
<50人月	件数	17	43	21	81
	割合	20.99%	53.09%	25.93%	100.00%
	平均超過額	-0.11	0.00	0.07	0.00
	外注比比率	-0.20	0.00	0.22	0.02
<100人月	件数	4	32	12	48
	割合	8.33%	66.67%	25.00%	100.00%
	平均超過額	-0.11	0.00	0.13	0.02
	外注比比率	-0.16	0.00	0.23	0.04
<500人月	件数	12	51	13	76
	割合	15.79%	67.11%	17.11%	100.00%
	平均超過額	-0.08	0.00	0.09	0.00
	外注比比率	-0.14	0.00	0.15	0.00
≥500人月	件数	1	19	8	28
	割合	3.57%	67.86%	28.57%	100.00%
	平均超過額	-0.11	0.00	0.07	0.02
	外注比比率	-0.14	0.00	0.12	0.03
未回答	件数		16	2	18
	割合	0.00%	88.89%	11.11%	100.00%
	平均超過額		0.00	0.06	0.00
	外注比比率		0.00	0.08	0.01
合計	件数	36	171	58	265
	割合	13.58%	64.53%	21.89%	100.00%
	平均超過額	-0.10	0.00	0.09	0.01
	外注比比率	-0.17	0.00	0.19	0.02

- 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29%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)

パッケージ費用内訳(総費用を100%とした場合)				
	コンサル費用	本体費用	カスタマイズ費用	合計
件数	6	15	17	23
平均	6.15%	14.52%	47.95%	46.51%
最大	10.56%	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)

パッケージ費用内訳				
	コンサル費用	本体費用	カスタマイズ費用	合計
件数	7	22	12	22
平均(万円)	5,712	4,516	16,288	15,218
最大(万円)	15,411	32,358	93,100	113,600
最小(万円)	39	10	100	240

- 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46.5%になった。カスタマイズ費用の大きさに引きずられている。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47.95%、最大では100.0%、最小では2.1%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」

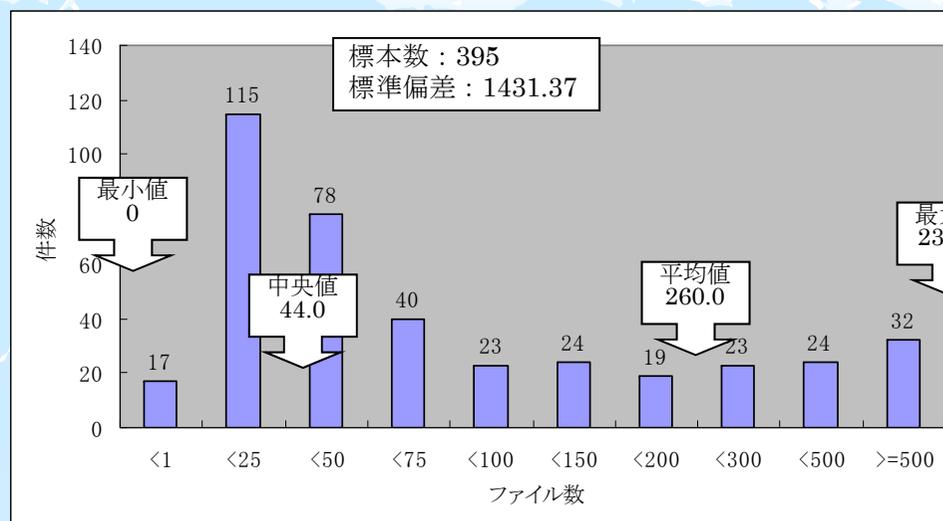
2. 6 「重要インフラ分析」

## 3. まとめ

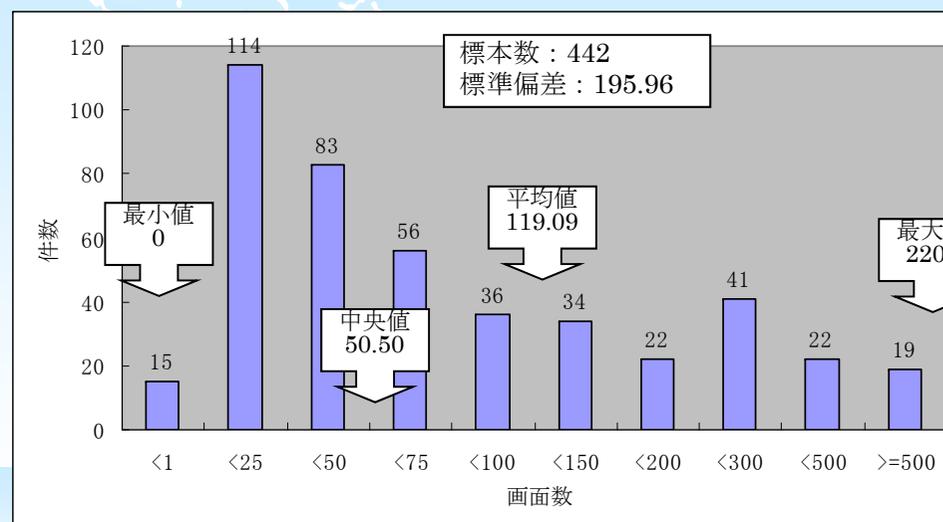
# 4変数の分布と基本統計量(1)

- 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

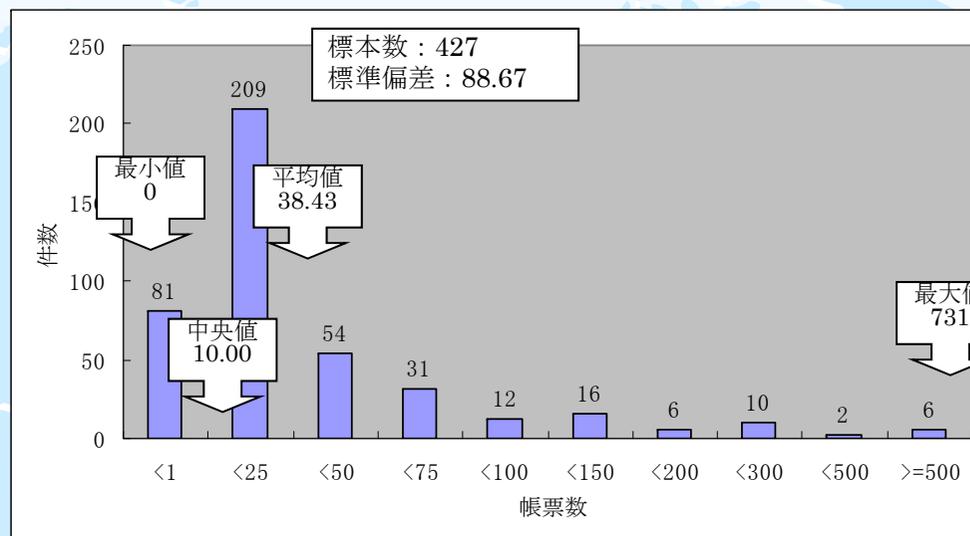


## 2) 画面数

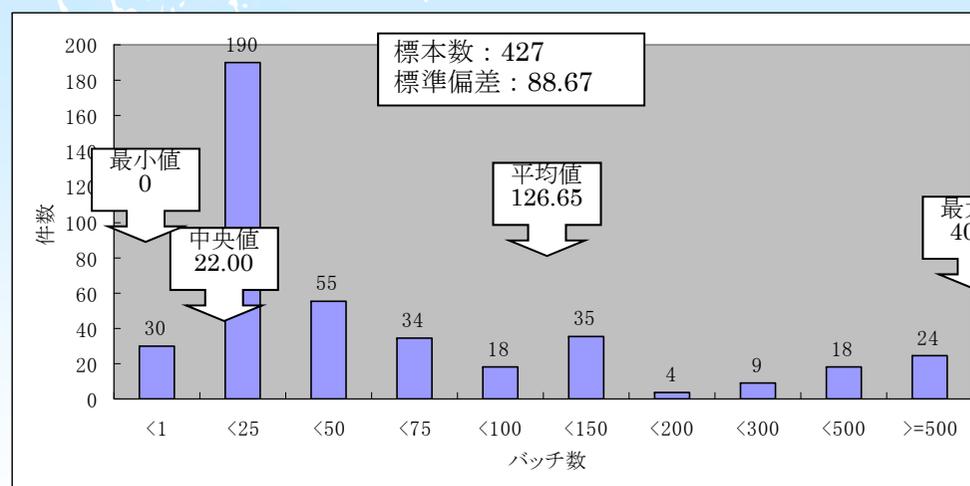


# 4変数の分布と基本統計量(2)

## 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	バッチ数	帳票数
全体工数	1				
ファイル数	0.09	1			
画面数	0.68	0.08	1		
バッチ数	0.34	0.02	0.29	1	
帳票数	0.45	0.12	0.52	0.23	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**283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。

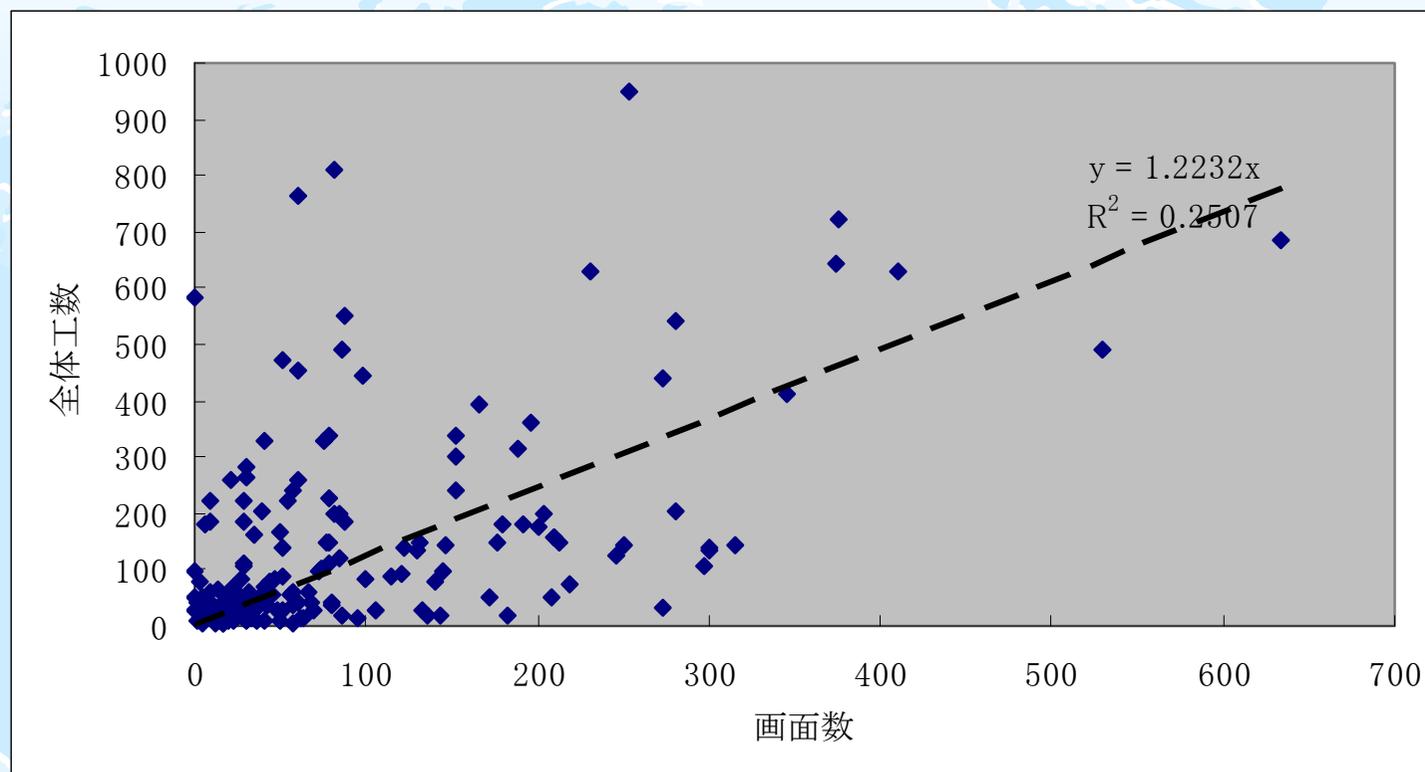
回帰統計		自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F	
重相関 R	0.70	回帰	2	9304077.45	4652039.73	66.13	0.00
重決定 R <sup>2</sup>	0.49	残差	140	9849075.85	70350.54		
補正 R <sup>2</sup>	0.48	合計	142	19153153.30			
標準誤差	265.24						
観測数	143						

	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	-12.22	27.99	-0.44	0.66	-67.56	43.12	-67.56	43.12
画面数	1.78	0.18	10.02	3.78E-18	1.43	2.14	1.43	2.14
バッチ数	0.16	0.06	2.53	0.01	0.04	0.29	0.04	0.29

- 対象は143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) = -12.22 + 1.78 × 画面数 + 0.16 × バッチ数**
- 補正決定係数R<sup>2</sup>は0.49で、バラツキの50%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) = 1.22 x 画面数 となった。
- 相関係数は0.50(決定係数R2は0.25)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: 83件
  - 再開発・改修プロジェクト: 88件合計171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	2	5	2	9
	割合	22.22%	55.56%	22.22%	100.00%
企業基幹システム	件数	28	50	4	82
	割合	34.15%	60.98%	4.88%	100.00%
その他のシステム	件数	28	41	7	76
	割合	36.84%	53.95%	9.21%	100.00%
合計	件数	58	96	13	167
	割合	34.73%	57.49%	7.78%	100.00%

- 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9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	合計
重要インフラ等システム	件数	4	5	1	4	4	0	1	0	0	0	5	24
	割合	16.7	20.8	4.2	16.7	16.7	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	20.8	
企業基幹システム	件数	34	32	17	35	20	4	13	0	18	14	5	192
	割合	17.7	16.7	8.9	18.2	10.4	2.1	6.8	0.0	9.4	7.3	2.6	
その他のシステム	件数	32	26	9	25	17	2	9	0	26	10	10	166
	割合	19.3	15.7	5.4	15.1	10.2	1.2	5.4	0.0	15.7	6.0	6.0	
合計	件数	70	63	27	64	41	6	23	0	44	24	20	382
	割合	18.3	16.5	7.1	16.8	10.7	1.6	6.0	0.0	11.5	6.3	5.2	

- 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。

## 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

- 複数回答による仕様変更の理由(187プロジェクトが回答)

仕様変更理由	回答数	割合
詳細検討の結果	161	86%
ベンダーからの情報提供に基づく機能の追加・変更	50	27%
リーダー・担当者の変更による変更	25	13%
開発期間中に、制度・ルールなどが変化	46	25%
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	3%
予算の制約による変更	26	14%
表現力(文章力)の不足	50	27%
納期の制約により諦めた	29	16%
その他	23	12%

- 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。 図表6-193
  - 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)を参考にしていきたい**

# 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。

システム重要度	合計	割合
重要インフラ等システム	18	6.90%
企業基幹システム	131	50.19%
その他のシステム	112	42.91%
合計	261	100.00%

- 回答データの7%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満の水準のもの。

## 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		品質目標の提示有無		合計
		Yes	No	
重要インフラ等システム	件数	6	12	18
	比率	33.33%	66.67%	100.00%
	換算欠陥率	0.01	0.03	0.02
企業基幹システム	件数	55	76	131
	比率	41.98%	58.02%	100.00%
	換算欠陥率	0.33	0.50	0.42
その他のシステム	件数	51	61	112
	比率	45.54%	54.46%	100.00%
	換算欠陥率	0.22	0.91	0.57
合計	件数	112	149	261
	比率	42.91%	57.09%	100.00%
	換算欠陥率	0.25	0.69	0.47

- 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						合計
		A(=0)	B(<0.25)	C(<0.5)	D(<1)	E(<3)	F(≤3)	
重要インフラ等シ	件数	3	6					9
	割合	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
企業基幹システム	件数	8	37	12	7	4	9	77
	割合	10.39%	48.05%	15.58%	9.09%	5.19%	11.69%	100.00%
その他のシステム	件数	7	41	16	11	6	5	86
	割合	8.14%	47.67%	18.60%	12.79%	6.98%	5.81%	100.00%
合計	件数	18	84	28	18	10	14	172
	割合	10.47%	48.84%	16.28%	10.47%	5.81%	8.14%	100.00%

- 調査全体では換算欠陥率の中央値は0.19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

## 開発契約形態とQCD

- フェーズごとの外注先との契約形態によって工期遅延度や換算欠陥率にどのような影響があるかを調べた。

フェーズごとの契約形態			工期遅延度				換算欠陥率			
要件定義	設計	実装	件数	平均値	中央値	標準偏差	件数	平均値	中央値	標準偏差
委任	委任	委任	29	0.05	0.00	0.13	22	0.29	0.06	0.59
委任	委任	請負	10	0.02	0.00	0.04	8	0.22	0.22	0.16
委任	請負	請負	32	0.09	0.00	0.40	35	0.32	0.14	0.42
請負	請負	請負	77	0.05	0.00	0.28	61	0.65	0.15	1.83
自社開発	自社開発	自社開発	35	0.04	0.00	0.10	23	0.29	0.14	0.50
総計			183	0.05	0.00	0.26	149	0.44	0.14	1.23

- 品質に関しては、**委任－委任－請負**という契約形態が最も良い。
- 工期遅延度で見ると、委任－委任－請負が最も遅延度が低く、**委任－請負－請負**の組み合わせが最も遅延度が大きかった。

## 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。

## <リスク> 見積標準体系

$$\text{見積金額} = \text{生産物} \times \text{生産性} \times \text{単価}$$

この中にリスクがあるが、リスク要因の見える化によるリスク低下を図る。そのため  
の考え方や基準を作成する

従来の方式

見積 提示 額	見積原価
	リスク

新方式

見積原価	見積 提示 額
リスク	

契約フェーズを細分化し、かつ生産物量、生産性、単価、残存リスクをベンダーから提示してもらい、ユーザーとベンダーが協力して、リスクを減らし、プロジェクトが成功するように努力する

## ＜リスク＞リスク表の使い方(設計製作編)

タイプ1(現状)	タイプ2	タイプ3
要件定義書を基に見積 (リスクはベンダー負担)	要件定義書を基に見積 (ただしリスクを発注者に明示)	確認修正済みの要件定義書を基に見積 (残存小リスクを発注者に明示)
リスクは明示できないので必要に応じて加算	必要作業費用とリスクを分離して提示	必要作業費用と残存小リスクを分離して提示
作業実施	作業実施	作業実施
評価配分 (仕様変更はベンダー側の負担となることが多い)	評価配分 (前提のリスクと比較して清算)	評価配分 (要件定義書は確認済みであり残存小リスク分のみを清算)
生産物、生産性、単価、リスクの表示なし	生産物、生産性、単価、リスクの表示あり	生産物、生産性、単価、小リスクの表示あり、

\* タイプ1~3を使い分ければよいが、タイプ3が増加することを期待したい

## ＜リスク＞価格モデル適用の効果 ～要件定義完了後の開発請負契約～

	要件定義	価格見積	価格交渉	実装 (基本設計～結合テスト)	保守・運用
ユーザ・ベンダーが共通	・リスク標準を参考に要件定義書の精度、充足度を向上させることが出来る	・見積精度の向上が得られるので、両者間で納得感のある見積となる	・品質やリスク度合いが共有されるので前向きな価格折衝が可能になる	・曖昧な仕様が少ないので計画通りの実行が可能となる	・品質の良いシステムが提供されるので保守運用の負荷が軽減される ・一定レベルのドキュメントが提供されるので、運用品質も安定する
ユーザ	・要件定義書を基にして高い精度で価格が把握でき、無駄な機能、過剰機能の要求を防ぐことが出来る。	・リスクを減らした見積結果を手で公平な評価が可能になる	・何を変更すれば望む結果が得られるのか判断でき、仕様変更の効果を確認できる	・仕様変更の問い合わせや折衝が少ないので、負荷が軽減される	・稼働率、稼働品質の信頼性が高くユーザー満足度が高い運用が可能となる
ベンダ	・ユーザと細部についての話し合いが可能になり、リスクを低下させることが出来る	・価格見積作業を自信を持って実施することが出来る	・技術力やリスク対応力などが正当に評価されるので納得ある、結果になる	・仕様変更が少なく予定通りのプロジェクトマネジメントが可能になる	・運用担当への引継ぎが確実になされ、正しい評価が得られる

## ＜リスク＞生産性と単価表(例)

工程	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	
					仕様書	結果	仕様書	結果	仕様書	結果
基準生産性	26.8 H/Kc	11.5 H/Kc	1.8 H/Kc	37.2 H/Ks	0.1 H/項目	0.2 H/項目	0.3 H/項目	0.7 H/項目	0.4 H/項目	1.1 H/項目
最低限度 生産性に 最低限度 対する環 境変数の 変動幅(アッパ ー%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	+207%	+207%	+76%	+76%	+76%	+76%	+171%	+171%	+171%	+171%
生産物量単価	167,000 円/Kc	64,000 円/Kc	8,000 円/Kc	170,000 円/Ks	380 円/項目	680 円/項目	1,300 円/項目	3,500 円/項目	2,200 円/項目	6,000 円/項目
(ステップ単価)	(333円/S)	(258円/S)	(121円/S)	(170円/S)	(37円/S)	(68円/S)	(78円/S)	(210円/S)	(44円/S)	(119円/S)
<p>【凡例】H : 時間 Kc: 1,000文字 S : ステップ Ks: 1,000ステップ 項目: テスト項目</p>					<p>【注】 1. 「ステップ」はコメントを含まない数である。 2. 「環境変数」には上表に示す生産性に対するもの以外に生産物規模に影響を与えるものがある。 3. 基本設計工程はお客様との作業分担により生産性や規模が変動する。 4. システムテスト工程はブラックボックステストのバリエーションの多寡により生産性や規模が変動する。</p>					

## <リスク>リスク要因と基準整備の必要性 (基本設計～ベンダー総合テストまで)

	副特性	副特性の説明	副特性の内容	コメント
生産物	正確性	品質精度の厳しさ	品質ランク別の欠陥数評価基準 (欠陥数、レビュー時間、テストケース数増加)	納入からC/Oを経て安定稼働までの欠陥数とコストアップ率の新基準の設定が必要
	操作性	使いやすさへの特別要求	操作性の要求度と費用の関係の基準例の提示が必要	凝った操作性と費用の関係の基準例の設定が必要
	障害対策	障害発見の容易性、防止、回復時間短縮	障害時の復旧時間短縮、障害波及防止策、障害予防、障害発見の容易性	障害対策方法と費用の基準例の提示が必要
	保守性	保守作業の効率化への配慮	コード化ルール(プログラム構造、Traceability, Comment 率など)	コード化の標準が必要 特別な要求以外は標準を採用
生産性	要求仕様の網羅性	要件定義の内容と深さの出来栄	基本設計以降の作業が円滑に出来るかの網羅性、完全性を評価	U/V間で、要件定義書の評価方法を確立することが条件
	顧客窓口特性	顧客窓口のリーダーシップ(応答内容と時間)	窓口担当の性格、経験と組織の権限委譲度	U/Vの作業分担と効率化対策の整理が必要
	工期の厳しさ	基準工期に対しての短縮率と対応方法	基準工期に対しての短縮率と対応費用の明示	JUAS、システムレファレンスマニュアルの評価基準の妥当性
	実行効率性	要求するレスポンスタイムとコストアップ	データ集中度とレスポンスタイムの要求度との関係の明示	インターネット含めてのデータ入力集中度とレスポンスタイム保証の考え方と費用の関係の条件設定

上記以外の生産物特性(セキュリティ、コミュニケーション基盤、開発環境特性)、生産性特性(Interface数、規格規則との整合性、移植性)は要件定義フェーズで顧客と確認しあい見積範囲に取り込むこと