

# 開発プロジェクトの生産性評価に関する事例

～ 真の価値と工数削減効果を計測する手法 ～

BITS 2016

NIHON UNISYS GROUP BUSINESS & ICT STRATEGY FORUM

ユニシス研究会

全国カンファレンス

Foresight in sight



東北インフォメーション・システムズ株式会社  
佐藤 浩明

# 自己紹介

## ■ 会社概要

- 東北インフォメーション・システムズ株式会社【略称：**TOINX**(トインクス)】
  - ◆ 情報システムの企画・コンサルから開発・運用，保守・維持管理，そしてセキュリティサービスなど，総合的な情報システムサービス「トータルソリューション」を提供。
  - ◆ 従業員数：678名(平成27年7月1日 現在)
  - ◆ 本社所在地：宮城県仙台市
  - ◆ URL：<http://www.toinx.co.jp/>

## ■ 所属：開発運用本部 業務管理部

## ■ 担当業務

- **PMO (プロジェクト・マネジメント・オフィス)**
  - ◆ 大規模プロジェクト(PJ)の監視・点検・支援
- **SPI (ソフトウェア・プロセス改善)**
  - ◆ ITメトリクス分析
  - ◆ 開発標準プロセスの整備・維持
  - ◆ 開発プロジェクトへの適用支援
  - ◆ 各種研修の開催・講師
  - ◆ 品質保証活動 など



# 目次

1. 論文の概要
2. 生産性指標の定義
3. FP生産性の分析と**特定した問題**
4. **新たな生産性評価手法の導入**
5. 工数生産性評価モデルによる生産性の評価
6. **工数生産性評価モデルの今後の方向性**
7. おわりに

※. 今回は**赤字部分**を中心に紹介します。

# 1. 論文の概要

開発PJの真の価値とは・・・

生産性の変化を把握する方法とは・・・

生産性向上による工数の削減量は・・・

生産性向上施策の有効性は・・・



開発PJの生産性を評価するための手法を紹介します。

## 2. 生産性指標の定義

### 2.1. 生産性とは

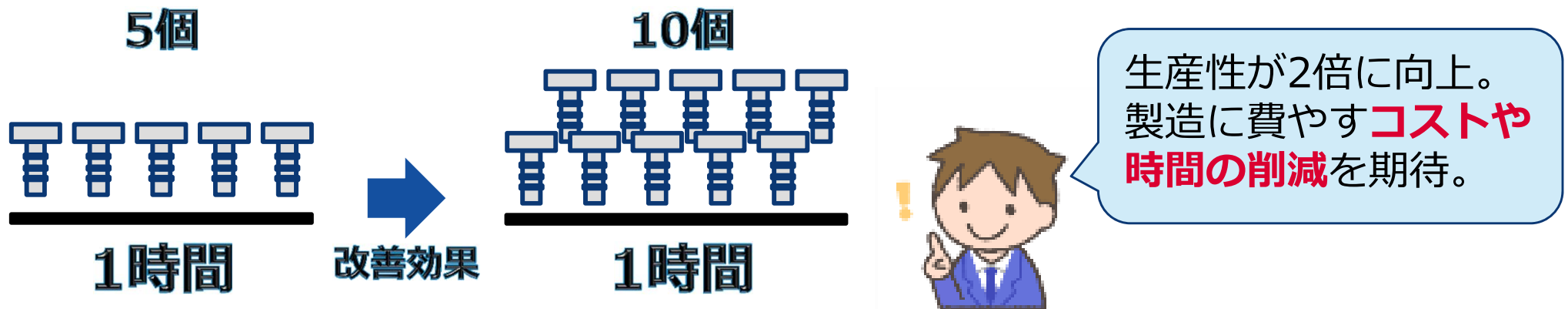
### 2.2. IT分野における生産性指標

ここでは、生産性の本来の定義と、IT分野における代表的な生産性指標について再確認します。

## 2.1. 生産性とは

- 実は曖昧な用語。対象分野によって算出方法が異なる。
- ただし、その本質は明確。

$$\text{生産性} = \frac{\text{成果量}}{\text{投入量}} = \frac{\text{規模尺度 (個数, 重量, 面積, 複雑さ など)}}{\text{工数, 時間, 人数, コスト など}}$$



企業経営に対する影響や効果に直結する指標。

## 2.1. IT分野における生産性指標

- 開発PJの成果量を表す「**規模尺度**」が少ない。

$$\text{代表的な生産性} = \frac{\text{FP or SLOC}}{\text{実績工数}}$$

### ➤ FP(Function Point)の特徴

- ◆ 厳密な計測ルールがある。(IFPUG法など)
- ◆ 計測作業の負荷は高い。
- ◆ 原則，政府情報システムの見積り時に必須。(H27年4月施行)

### ➤ SLOC(Source Lines of Code)の特徴

- ◆ 言語別の計測ルールが曖昧。
- ◆ 複数言語の扱いが不明確。
- ◆ SLOCと工数の**関係が弱い**場合が。(特に機能改良)

SLOCの特徴を考慮し「FP生産性」を採用することに・・・

## 3. FP生産性の分析と特定した問題

### 3.1. FP生産性の分析結果-1~2

### 3.2. FP生産性の問題-1~3

弊社の約250PJの実績データによる「FP生産性」の分析結果と、この分析で特定した「3つの重大な問題」を紹介します。

### 3.1. FP生産性の分析結果-1

#### ■ 幾何平均値

- 組織全体のFP生産性の**基準値**。

#### ■ $\pm 1\sigma$ (標準偏差)

- FP生産性の正常範囲を示す**上・下限値**。

※. 全データの約2/3(68.27%)が含まれる。)

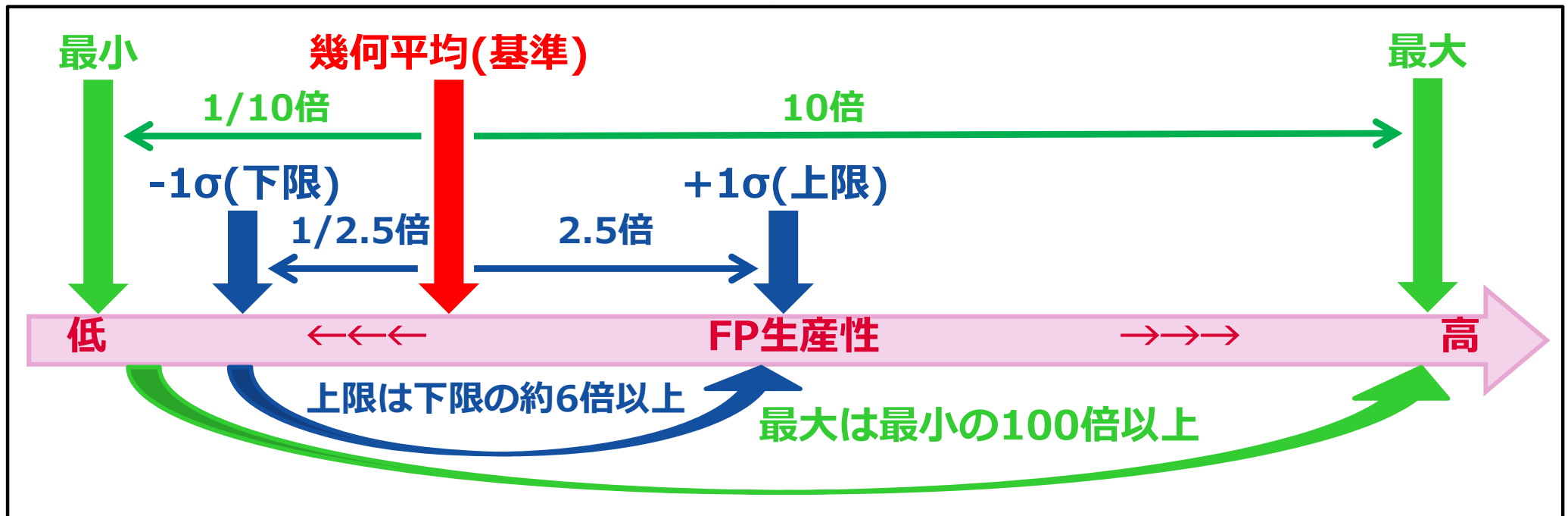
#### ■ 最小・最大値

- FP生産性が**最も低い値**と**高い値**。



1人月あたり「10FP」が基準値だと「4~25FP」が正常範囲。  
こんなバラツキで生産性を評価できるの？

※.データを同じ共通点を持つグループに分類(層別)することで、バラツキは多少であるが狭まります。



**非常に大きなバラツキを確認。(想定範囲外)**

## 3.1. FP生産性の分析結果-2

### 評価① 「t検定」による分析

※.2つの集団の平均値の違いを調べる統計技法。2012年度を基準に2013・14年度の**組織全体**の生産性を検定。

- 生産性の変化に「**意味のある差はない**」という結論。
- 2012年度からの変化は「**誤差の範囲**」という結果。

### 評価② 基準値との比較

※.2012年度の基準値と、2013・14年度の**各PJ**のFP生産性の大小を直接比較。

- 成功PJが基準値の**半分程度の低生産性**と評価？
- やや苦戦気味のPJが基準値の**数倍の高生産性**と評価？



代表的な規模尺度のFPでは、開発PJの生産性を把握できない！！  
(SLOCも同様の結果に)

FP生産性には、**3つの重大な問題**が内在。  
しかし、この問題が十分に認識されていない可能性も・・・

## 3.2. FP生産性の問題-1

### 【問題1】 成果量の網羅性が低い

真の価値

FPで説明できる  
成果量

FPで説明できない  
成果量

FPが説明するのは機能規模のみ。  
この割合は、PJ特性によって異なる。

「成果量」は、以下の要因も。

- ・ 要求される品質レベル
- ・ 開発言語や技術特性
- ・ お客様の特性 など

Aプロジェクト

10FP/人月

= 1000FP/100人月

- ・ 稼動後の障害も、ある程度は許容される



Bプロジェクト

8FP/人月

= 10000FP/1250人月

- ・ 厳しいセキュリティと性能
- ・ 極めて高レベルの品質
- ・ 内部処理のロジックは非常に複雑  
⇒Aプロジェクトの数10倍のテスト



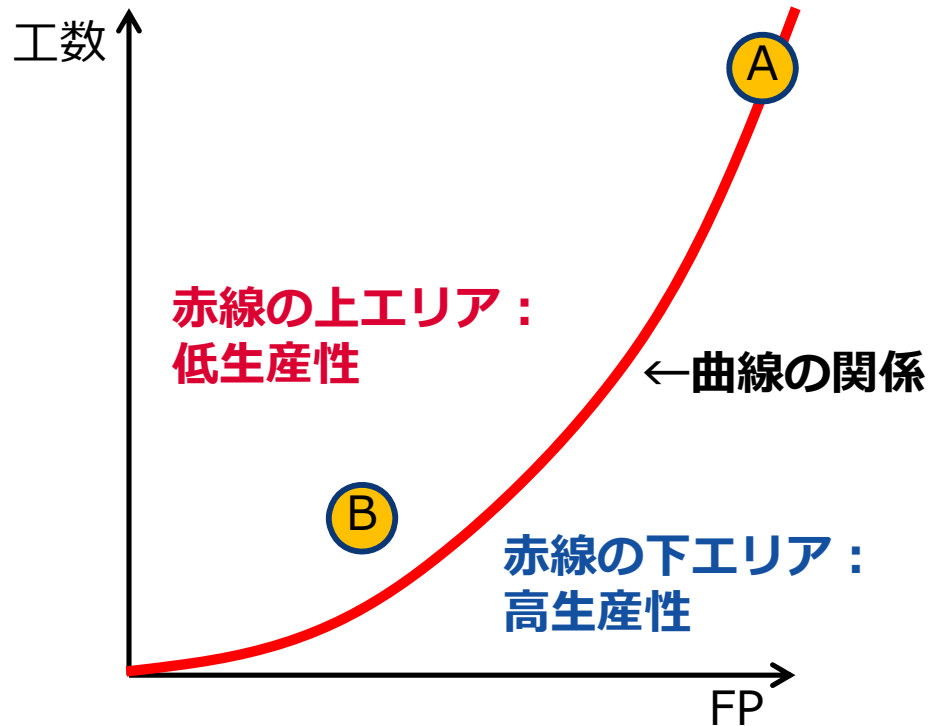
単純に、Bが**低生産性**と評価するの？

開発PJの「真の価値」とは、複数の要因を網羅した全ての「成果量」。FPやSLOCだけで単純に説明することは困難。

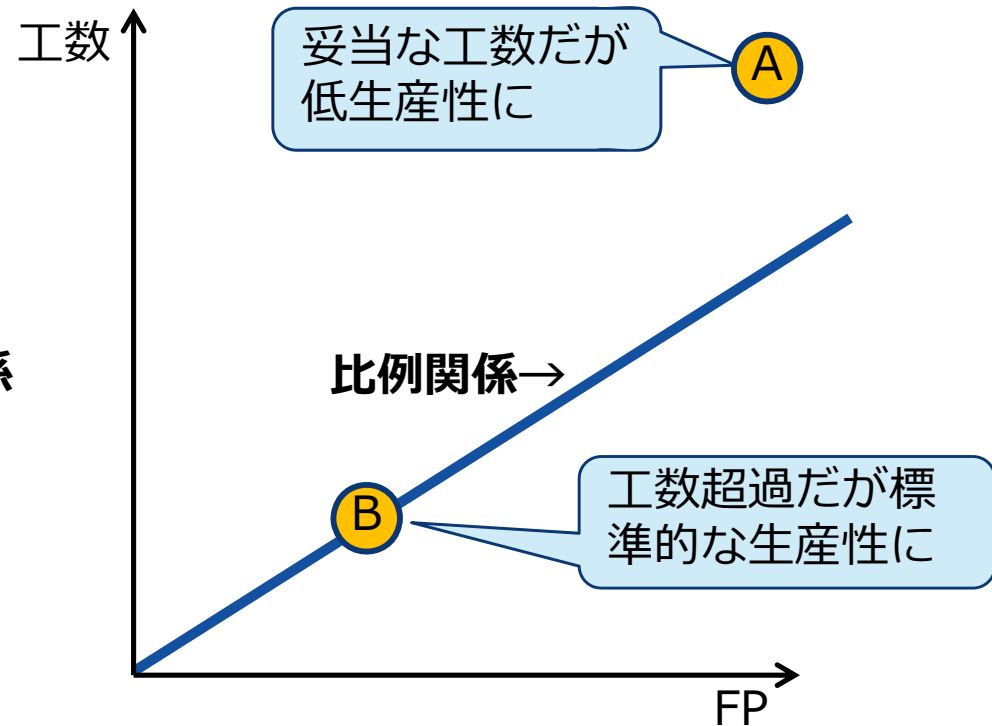
## 3.2. FP生産性の問題-2

### 【問題2】 規模特性の未反映

#### 真のFPと工数の関係(曲線関係)



#### FP生産性のFPと工数の関係(比例関係)



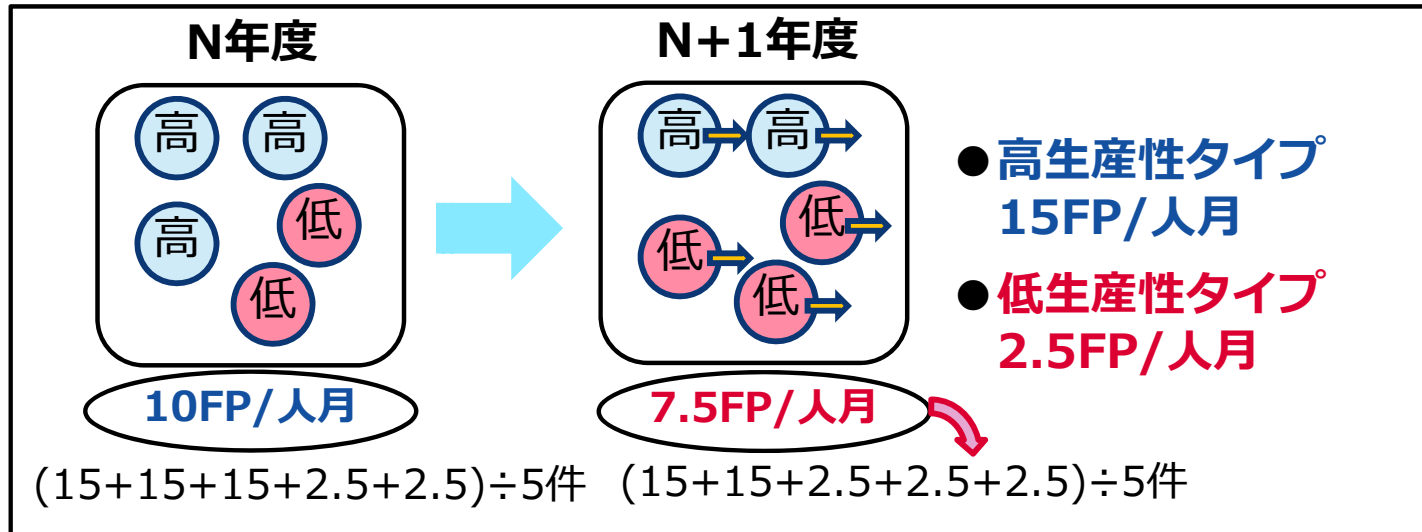
※. 上のグラフでは, 赤線の上側に位置すると低生産性, 下側だと高生産性を表す。

大規模PJになるほど複雑度やインターフェースが激増し, より多くの工数を費やす。  
しかし, FP生産性は, PJの規模特性を反映できない。

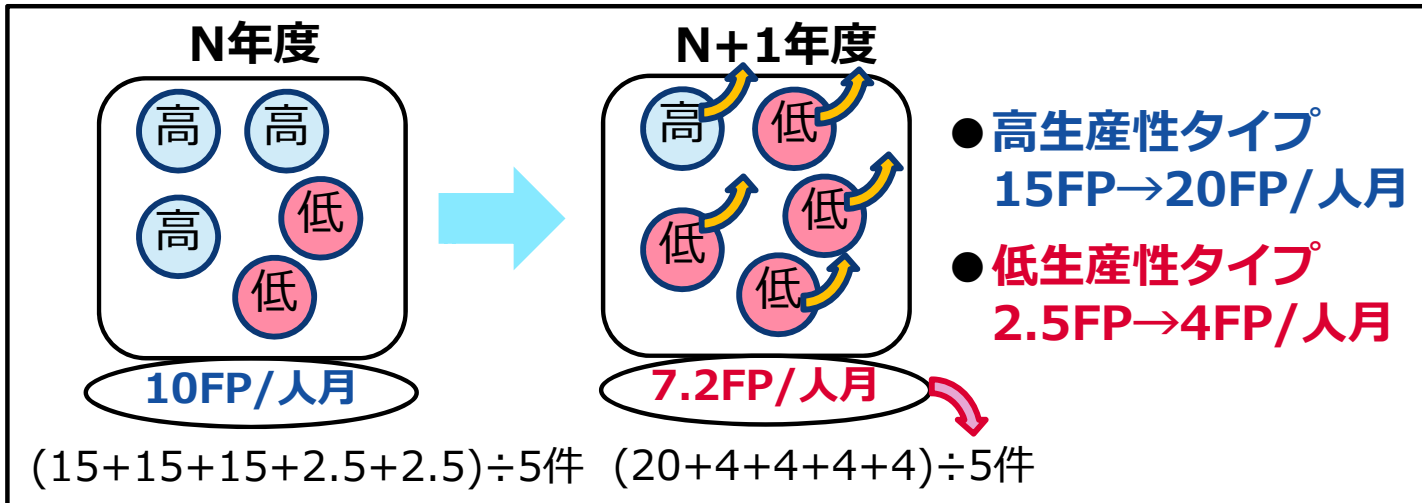
## 3.2. FP生産性の問題-3

※.組織全体のFP生産性は幾何平均値を用いますが、説明がやや複雑になるため、本例では算術平均値を用いて説明します。

### 【問題3】プロジェクト構成による影響



各PJの生産性に**変化がなく**ても、組織全体では**下降**？



各PJの生産性が**向上しても**、組織全体では**下降**？

このパラドックスでは、真の生産性向上を果たしていないのに、**向上したと誤る**場合もある。

## 4. 新たな生産性評価手法の導入

4.1. 問題解決へのアプローチ

4.2. 工数生産性の概念

4.3. 工数生産性評価モデルの特徴

4.4. 3つの問題の解決-1~3

FP生産性の問題を解決する新たな生産性指標の「工数生産性」と、この生産性を評価するためのツールである「工数生産性評価モデル」の特徴を紹介します。

## 4.1. 問題解決へのアプローチ

- FP生産性の3つの問題を整理すると。

問題点	解決方針	解決策
1. 成果量の網羅性が低い	単純に、成果量に対する網羅性を最大まで高めればよい。	<ul style="list-style-type: none"><li>• 複数の規模尺度を組み合わせてみる。</li><li>• 成果量を最も説明できる区分(PJ特性)を探し出す。</li></ul>
2. PJの規模特性が反映できない	大規模PJの生産性低下傾向を成果量に反映すればよい。	<ul style="list-style-type: none"><li>• 成果量を設定する際に、PJ規模に関する情報を反映する曲線的な関係式を使う。</li></ul>
3. PJ構成に影響を受ける	そもそも、特性の違うPJのデータで比較すること自体が問題。同じ特性のPJ同士で比較すればよい。	<ul style="list-style-type: none"><li>• 同じ特性を持つPJ同士で生産性を比較するために、各PJの特性に対応する詳細な区分を設ける。</li></ul>

### 行き着いた結論は・・・

FPやSLOCという単一の規模尺度に固執する必要はない。  
各PJの特性に応じた「基準となる価値」を求めて「成果量」に設定すればよい！！

## 4.2. 工数生産性の概念

- 当社は、約250PJの「**実績データ**」を蓄積。
- この実績データから、各PJの特性に応じた基準となる「**標準工数**」を予測し、「**成果量**」として設定。
- この指標を「**工数生産性**」と定義。

例えば、「新規開発 – Java – Solaris – 顧客A – 1000FP」のPJでは、これまでの実績から「100人月」を費やすのが標準だと予測する。

$$\text{工数生産性} = \frac{\text{標準工数}}{\text{実績工数}} = \frac{\text{成果量}}{\text{投入量}}$$

指標は単純で、「標準工数」と「実績工数」を比較するだけ。



この指標は、各PJと組織全体の**生産性の変化に加えて、工数の削減量も計測可能。** (詳細は5章で解説)

## 4.3. 工数生産性評価モデルの特徴

- 工数生産性評価モデルとは、「標準工数」を予測し、「工数生産性」を評価するツール。

➤ 「標準工数」の算出には重回帰分析(※)を利用。

※. あるデータを他の複数のデータ(説明変数)で予測する**回帰式**を作る手法。

(例)  $\text{住宅価格} = \text{切片} + b1 \times \text{居住面積} + b2 \times \text{築年数} + b3 \times \text{駅からの距離}$

居住面積だけで住宅価格の予想は難しいが、築年数なども加えると予測精度が飛躍的に向上。

1. 成果量に対する網羅性が高い

2. PJの規模特性を反映する

3. PJ構成による影響を受けない



このモデルは、3つの大きな特徴があります。

この評価モデルの特徴は、FP生産性の3つの問題を解決。

## 4.4. 3つの問題の解決-1

### 【特徴1】 成果量に対する網羅性が高い

- 各PJの特性に応じ、以下の区分の組合せから、最も「成果量」を説明する回帰式を自動で選択。
- 説明変数に各テストケース数を利用。品質要求も反映し「成果量」の網羅性を高める。

#### ●区分

区分名	解説
開発タイプ	新規開発, 再構築, コンバージョン, エンハンス, メンテナンス など
主言語	Java, PL/I, VB系, C系 など
主OS	Solaris, Windows, AIX, Z/OS など
顧客	顧客の企業名や部門名

#### ●説明変数(規模尺度)

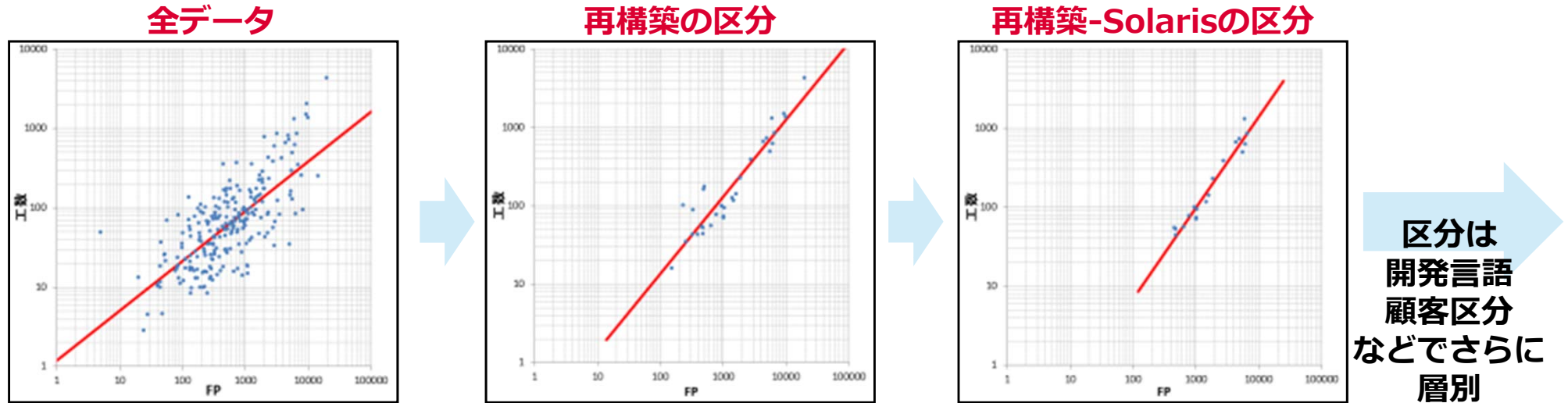
説明変数名	解説
FP	FP値, または, 画面数や帳票数などから算出した当社オリジナルのFP推測値
SLOC	空白行, コメント行を除く物理行数
UT	単体テストで実施した総テストケース数
IT	サブシステム・リンクテストと統合テストで実施したテストケース数の合計値
ST	システムテストで実施した総テストケース数

## 4.4. 3つの問題の解決-1

### 【特徴1】 成果量に対する網羅性が高い(続き)

#### ■ 回帰式の選択イメージ

標準工数を最も説明できる区分の回帰式を自動選択。



#### ■ 成果量の網羅のイメージ

【新規開発-Java-Solaris-顧客A】

【メンテナンス-PL/I-Z/OS-顧客B】

#### FPで説明できる成果量

統合テストケース  
(IT)数で説明でき  
る成果量

システムテストケ  
ース(ST)数で説明でき  
る成果量

$$\text{標準工数} = e^{b_0} \times FP^{b_1} \times IT^{b_2} \times ST^{b_3}$$

#### SLOCで説明できる成果量

単体テストケース(UT)  
数で説明できる成果量

統合テストケース(IT)  
数で説明できる成果量

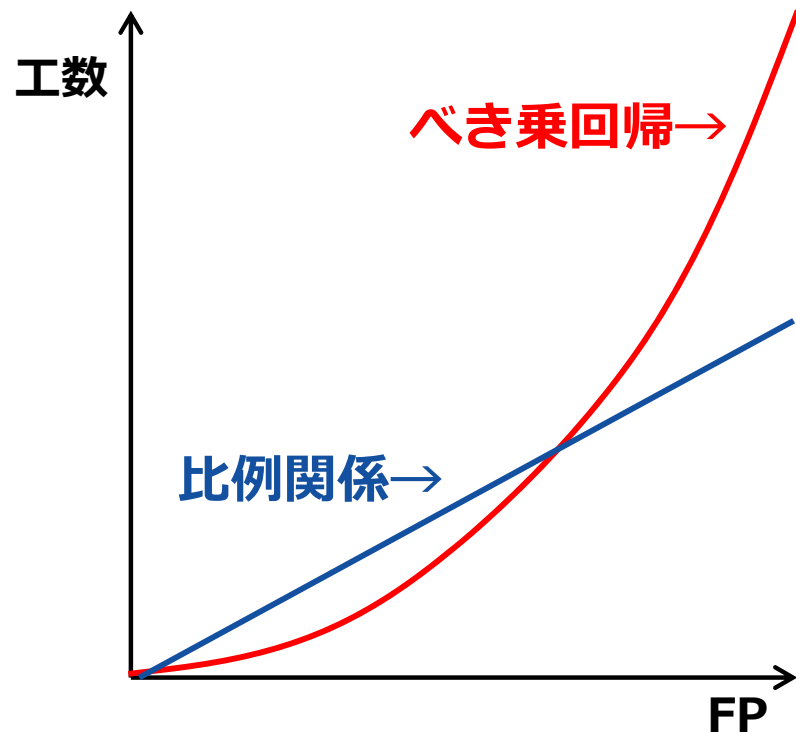
$$\text{標準工数} = e^{b_0} \times SLOC^{b_1} \times UT^{b_2} \times IT^{b_3}$$

PJの成果量を「標準工数」という単一の尺度で最大限に網羅。

## 4.4. 3つの問題の解決-2

### 【特徴2】プロジェクトの規模特性を反映する

- 大規模PJのFP生産性は、基準値の数分の1から数十分の1になることが。
  - FP生産性が、PJの規模特性を無視した**比例関係**であるため。
- この評価モデルは、「**べき乗回帰**」という曲線の回帰式を採用。



$$\text{比例関係} = FP \times b1$$

1,000FPで100人月の場合、10,000FP  
なら1,000人月となる関係。

$$\text{べき乗回帰} = e^{b0} \times FP^{b1}$$

1,000FPで100人月の場合、10,000FP  
なら1,000人月を超える工数(例：1,200  
人月)になる関係。

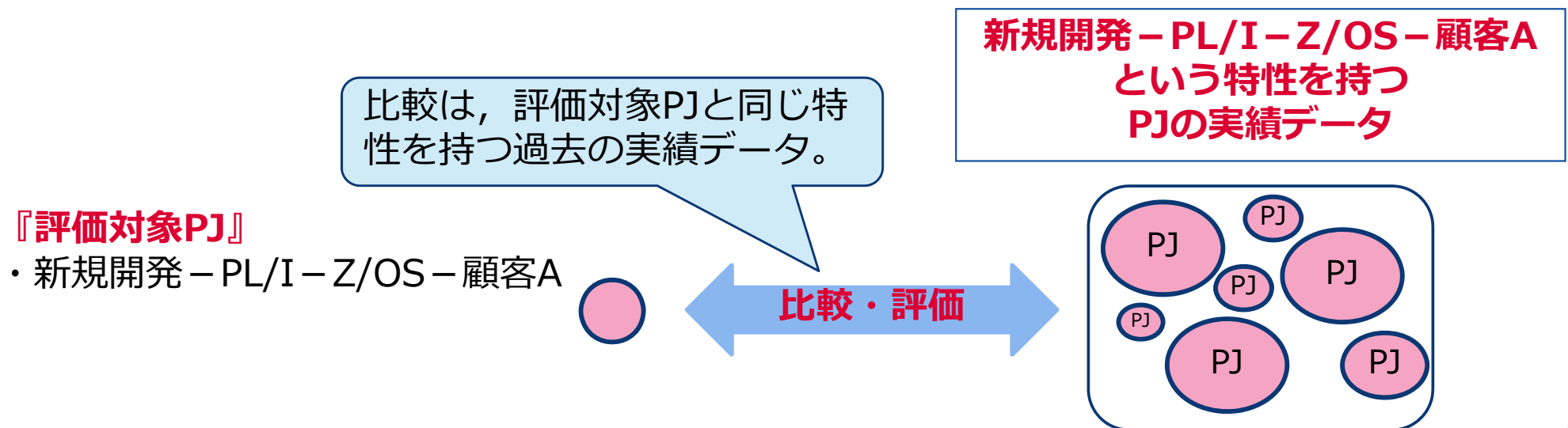
※.左図は「 $b1 > 1$ 」の場合

**大規模PJの生産性低下傾向を反映した「標準工数」を予測。**

## 4.4. 3つの問題の解決-3

### 【特徴3】プロジェクト構成による影響を受けない

- 標準工数は、対象PJと同じ特性を持つ実績データから算出するため、組織や対象年度のPJ構成に影響を受けない。
  - ある年度や部門に、低生産性になりがちなメインフレーム系の大規模PJが集中しても評価に支障はない。



同じ特性の実績データから予測した「標準工数」で比較・評価するため、PJ構成の偏りによる誤分析は発生しない。

## 5. 工数生産性評価モデルによる生産性の評価

5.1. 各プロジェクトの評価方法

5.2. 各プロジェクトの評価結果

5.3. 組織全体の評価方法

5.4. 組織全体の評価結果

「工数生産性評価モデル」による評価方法と、このモデルを用いて各PJと組織全体の生産性を評価した結果を紹介します。

## 5.1. 各プロジェクトの評価方法

■ 評価は、以下の単純な式で算出。

➤ **工数生産性 = 標準工数 ÷ 実績工数**

➤ **工数削減効果 = 標準工数 - 実績工数**

(例) 標準工数：100人月，実績工数：80人月

$$\text{工数生産性} = \frac{100\text{人月}}{80\text{人月}} = 1.25$$

過去の同じ特性を持つPJと比較して1.25倍の効率で作業ができた。生産性は25%向上した。



過去の同様のPJと比較すると20人月の工数削減を達成できた。

$$\text{工数削減効果} = 100\text{人月} - 80\text{人月} = 20\text{人月}$$



## 5.2. 各プロジェクトの評価結果

■ 2012年度を基準に、2013・14年度に完了した計46のPJを評価。

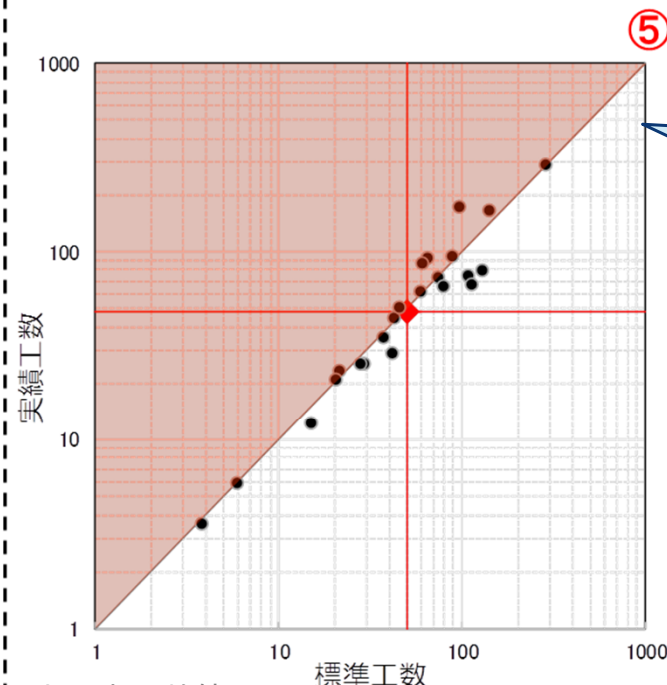
- 大部分のPJは、基準値の**±10%程度**の結果。
- 生産性が30%以上低いと判断したPJは追跡調査。
  - ◆ 要件変更の多発、開発期間の極端な圧縮などを確認。

①に該当PJの規模データや特性を入力。

【規模】	
FP入力タイプ	直接入力
直接入力FP値	350
SLOC(K)	22.5
UT数	872
LT数+IT数	1436
ST数	541
【実績工数】	
工数(人月)	48.4
【プロジェクト特性】	
開発タイプ	エンハンス
主OS	Solaris
主言語	Java
顧客	顧客A
【該当工程】	
要件定義	該当
詳細設計	該当
プログラム設計	該当
コーディング/UT	該当
統合テスト(LT・IT)	該当
システムテスト	該当
移行	該当
該当工程調整	1.000

①

【標準工数と生産性評価】	
標準工数	50.26
下限	38.0
上限	66.5
生産性評価	1.038
工数削減効果	1.86



上図内の数値は、発表用のイメージです。実際の値とは異なりますのでご注意ください。

②に予測した標準工数を表示。

③に生産性の評価結果を表示。(3.8%向上)

④に工数削減効果を表示。(1.86人月の削減)

⑤黒点は過去のPJ。赤点は評価対象PJの位置付け。

⑥

【推奨工数モデル】	
モデルID	X030FUS
開発タイプ	エンハンス
主OS	
主言語	Java
顧客	
規模要因	FUS
データ数	23
寄与率	92%
上下限係数	1.32

⑥には標準工数を算出した回帰式の情報を表示。

## 5.3. 組織全体の評価方法

- 評価は、各PJの評価結果を集約するだけ。
  - **工数生産性 = 各PJの標準工数の総和 ÷ 各PJの実績工数の総和**
  - **平均工数生産性 = 各PJの工数生産性の総和 ÷ PJ数**
    - ◆ **生産性向上施策の効果を判定する指標。(PJ規模に影響を受けない性質)**
  - **工数削減効果 = 各PJの標準工数の総和 - 各PJの実績工数の総和**

(例) 各PJの標準工数の総和 : 1,000人月, 実績工数の総和 : 900人月

$$\text{工数生産性} = \frac{1000\text{人月}}{900\text{人月}} = 1.11$$



基準の年度と比較して11%の生産性向上を果たした。

$$\text{工数削減効果} = 1000\text{人月} - 900\text{人月} = 100\text{人月}$$



組織全体では、100人月の工数削減が達成できた。

## 5.4. 組織全体の評価結果

- 2012年度を基準として、2013・14年度を評価。

### ➤ 工数生産性 (実力の変化)

- ◆ 2013年度が**10.4%**，2014年度は**6.7%**の向上

- 2013年度は，9,000FPの大規模PJが+20%の評価。この影響で全体が大きく向上。
- 2014年度は，極端な高，または低生産性の大規模PJは存在しない。やや高生産性の中規模PJが多い傾向。

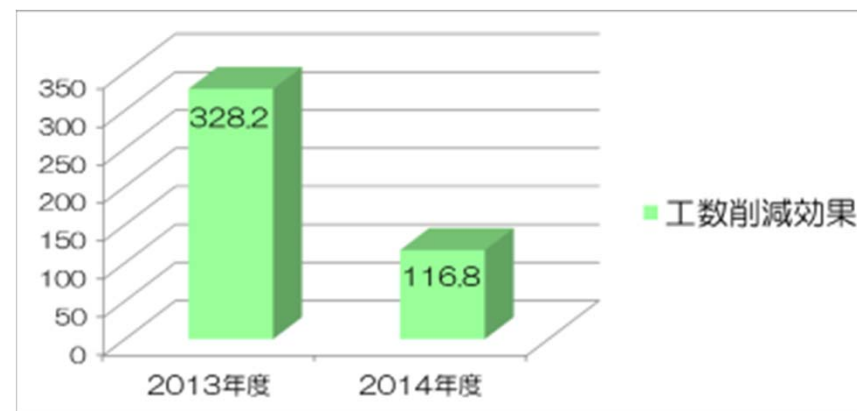
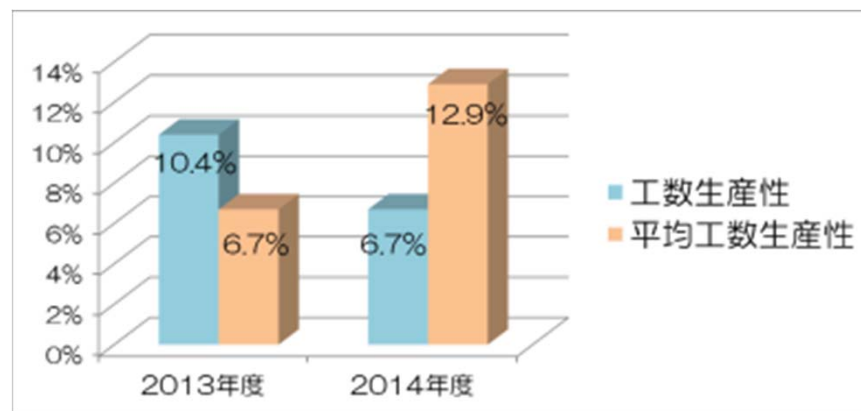
### ➤ 平均工数生産性 (生産性向上施策の効果)

- ◆ 2013年度が**6.7%**，2014年度は**12.9%**の向上(適用した施策の有効性を確認)

- 2014年度が高い値だが，これは数件の小規模PJが，極端に高い生産性であることが原因。ただし，この数件を除いても**8%程度**の向上。

### ➤ 工数削減効果 (企業経営に対する影響)

- ◆ 2013年度が**328.2人月**，2014年度は**116.8人月**の工数を削減。



## 6. 工数生産性評価モデルの今後の方向性

### 6.1. 評価精度向上のための拡張

### 6.2. 工数見積り・評価機能としての流用

**「工数生産性評価モデル」の評価精度を向上するための拡張方法と、工数見積りツールとしての利用方法を紹介します。**

## 6.1. 評価精度向上のための拡張

### ■ 実績データの追加【毎年実施】

- 2015年度は、2013・14年度の完了PJのデータを追加し、モデルを更新。
  - ◆ 寄与率<sup>(※)</sup>が0.9以上の回帰式が倍増。標準工数の予測精度が大きく向上。

※.回帰式の予測精度を表す統計量。値は0から1で、通常は0.5以上の場合に回帰式が利用可能。

### ■ 説明変数(規模尺度)の追加【今後実施予定】

- 現行の仕組みでは、FP, SLOC, 各テストケースを利用。
- レビュー回数や、ページ数なども蓄積しており、適切な説明変数の追加で精度向上を期待。

### ■ 定性的要因の追加【今後実施予定】

- 統計学には、定性的なデータから定量的なデータを予測する手法が。この手法を適用し、更なる評価精度向上を図る。
  - ◆ 要件の明確度・確定時期、顧客との関係、移行の特性 など

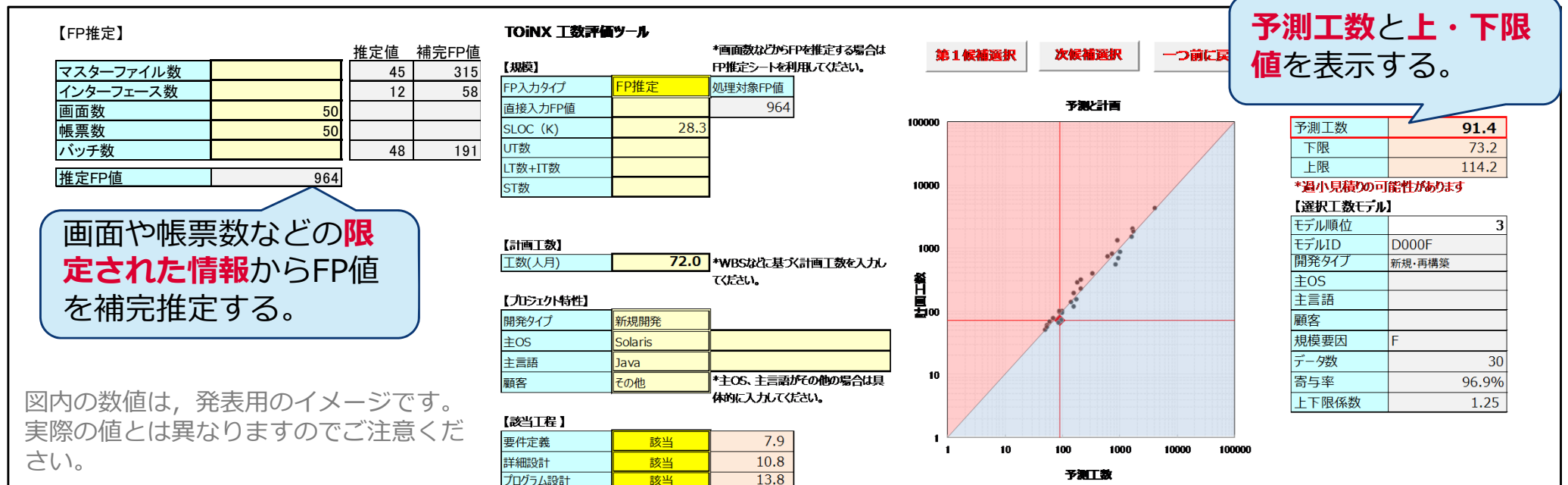
**このモデルは、データの蓄積さえ行えば、あらゆるIT企業で適用可能。データの増加で評価精度は向上する！！**

## 6.2. 工数見積り・評価機能としての流用

- 工数生産性評価モデルは、「**工数見積り・評価機能**」も包含。PJ早期段階での過小・過大見積りの防止を目的に、この機能に特化したツールを作成。

### 【ツールの特徴】

- ◆ 当社の実績データで作成した**500超**の工数予測式を内蔵。(PJ特性から自動選択)
- ◆ 画面数や帳票数などの**限定された情報**でも工数が予測可能。**(FP推定補完機能)**
- ◆ 工数予測式ごとの正常範囲(上・下限値)を提示。
- ◆ 全体工程のほか、特定の工程に対する工数予測も可能。
- ◆ FPやSLOCの入力値が予測式の適用範囲を超える場合に警告を表示。



## 7. おわりに

- 生産性とは、企業経営に対する影響・効果を説明する指標。
- FP(SLOC)だけでは、開発PJの「成果量(真の価値)」が説明できない。
- 「標準工数」とは、自社の実績データから導き出す、各PJの特性に応じた「基準となる価値」のこと。
- 「標準工数」を用いた「工数生産性」は、生産性の変化と工数削減量の両方が計測可能。
- 「標準工数」の予測は、工数見積りと表裏一体。
- 「工数生産性評価モデル」は、データを蓄積さえすれば、あらゆるIT企業で適用可能。

**開発PJの生産性評価でお悩みの場合は、「工数生産性評価モデル」の構築を推奨します。**

# ご清聴ありがとうございました



- 工数生産性評価モデルの構築には、論文内では紹介できない複雑なデータ解析技術が必要となります。
- 弊社のデータ解析技術や、工数生産性評価モデルの構築に対して、ご興味がありましたら、是非ともお問合せください。

# 参考文献

1. Capers Jones 著, 2010年, ソフトウェア開発の定量化手法 – 生産性と品質の向上を目指して – 第3版, (株)構造計画研究所
2. International Function Point Users Group 編集, 2007年, 情報技術計測 – ソフトウェア開発組織の明日のために –, (株)構造計画研究所
3. 独立行政法人 情報処理推進機構(IPA) 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター(SEC) 監修, 2014年, ソフトウェア開発データ白書2014-2015, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA)
4. 一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 編集, 2015年, ソフトウェア開発データリポジトリの分析, 一般財団法人 経済調査会
5. 独立行政法人 情報処理推進機構(IPA) 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター(SEC) 監修, 2013年, 共通フレーム2013 ~経営者, 業務部門とともに取り組む「使える」システムの実現~, 独立行政法人 情報処理推進機構(IPA)
6. 金子栄一/梶山昌之, 2006年, アプリケーション・マネジメント・サービス(AMS)における開発生産性評価プロセスの確立, IBM ProVISION Winter 2006 No. 48, P100-107, 日本アイ・ビー・エム株式会社
7. 佐藤浩明, 2013年, 定量的マネジメントを目指したメトリクス分析の実践~開発プロジェクトの成功確率を高めるために~, 2012年度 ユニシス研究会応募論文(二席), ユニシス研究会
8. 亀井秀敏/佐藤浩明, 2014年, システム開発プロジェクトの健全度可視化と定量的マネジメントへの取り組み, 第52回IBMユーザー論文(金賞), IBMユーザー研究会