

*SPI Japan 2010*

# ソフトウェア開発組織のプロセスの 強み・弱みを定量化する試み

2010年11月11日

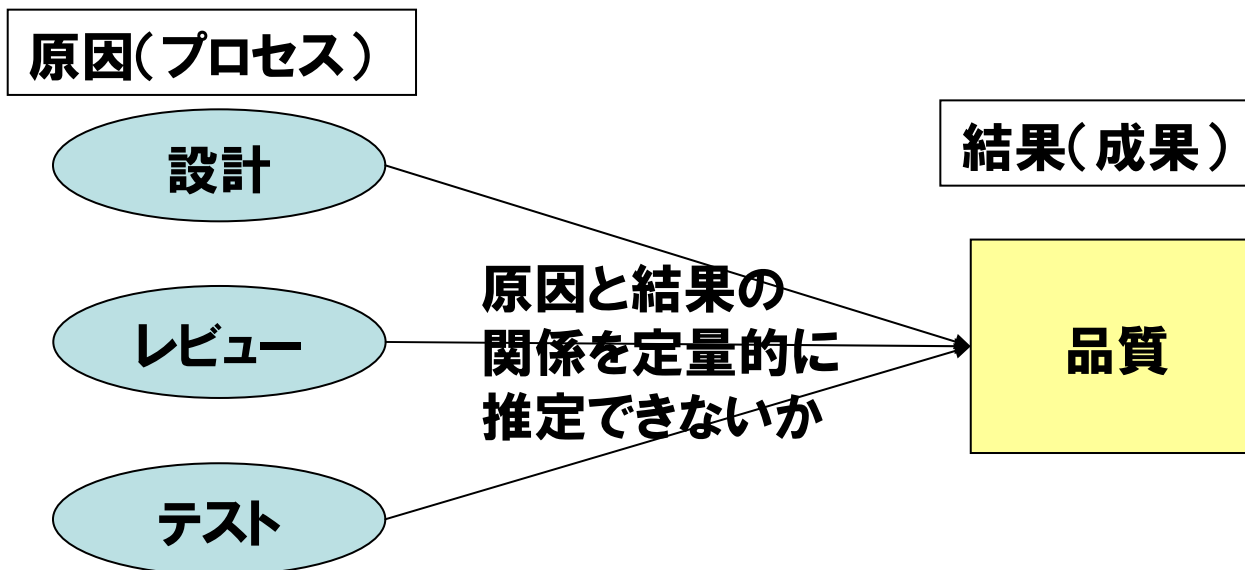
パナソニック株式会社  
板橋 吉徳

- **ソフトウェアプロセスを定量的に改善するには**
  - **CMMIにならえば、**
    - **定性的に成熟度(プロセス能力)を上げていき、ある段階になれば、統計的プロセス制御(SPC)手法で定量的に改善ができるようになる...**
  - **しかし、SPCの適用までに多くの課題がある**
    - **改善対象のプロセスを決定するために組織に対するプロセスの強み・弱みを定量的に推定できないか**
    - **低成熟度の段階で定量的手法を適用するために多くの誤差要因の中から重要な要因だけを抽出できないか**

## ■ プロセスの強み／弱み の意味

### ■ 成果目標が達成できる／できない

- 成果を達成するための活動が十分である／不足している
- 成果を達成するための活動の質が高い／低い

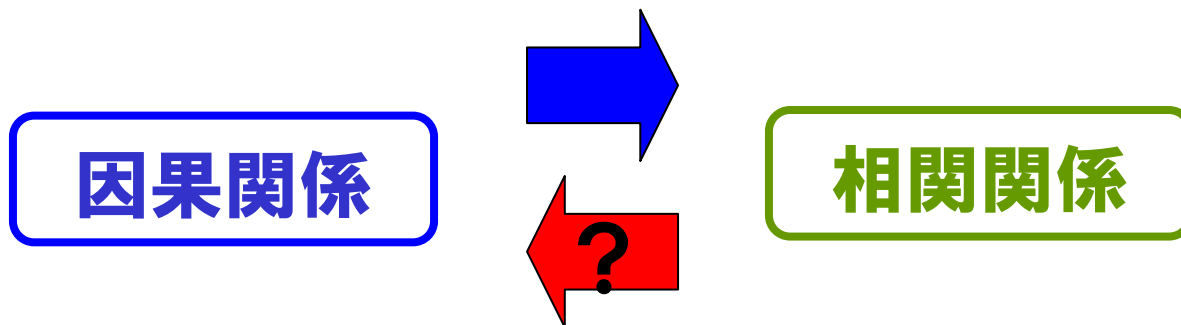


- **プロセス改善における原因・結果を表す指標の間で原因が結果に影響を与える度合いは、その原因指標と結果指標との1対1の関係を決めるだけでは正しく求まらない**
  - **原因指標は互いに独立ではなく、それらの関係はそのプロセスを実施するための基盤環境(組織、開発手法、ツール)に依存する**
- **複数の原因指標の間の相関関係を考慮して、原因・結果指標の因果関係を求めることが必要である**
  - **従来の多変量統計手法(重回帰分析、因子分析など)では複雑な相関構造や因果関係を分析することが困難である。特に交絡(見かけ上の相関)などを見つけにくい**

# 課題(因果関係-1)

## ■ 相関関係と因果関係

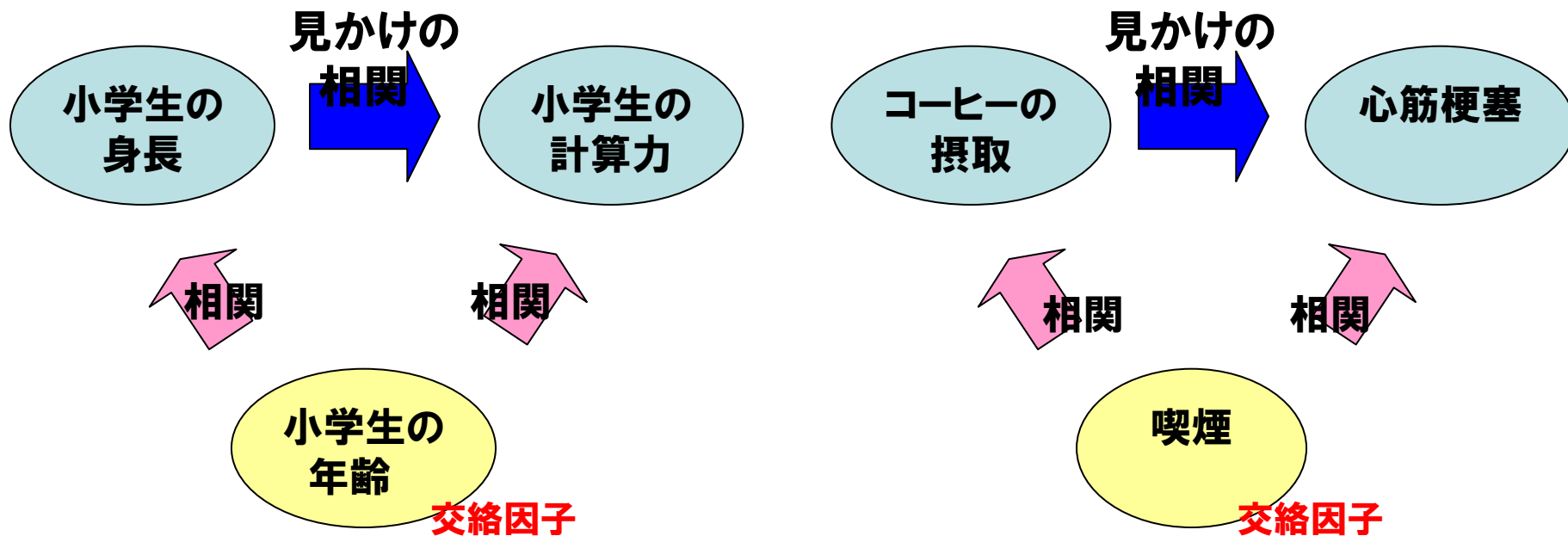
- 相関関係が存在しても、必ずしも因果関係の存在を意味しない



# 課題(因果関係-2)

## ■ 交絡因子

- 原因と結果の両方に関連をもつ第3の因子
- 見かけ上の相関などの潜在的な関係を生む場合がある



## ■ 統計的因果推論

- 心理学、医学、社会学などの分野で開発され発展
- 複雑な相関関係をもつ多変数間の関連構造を推定

## ■ グラフィカルモデリング (GM: Graphical Modeling)

- 多変量データの相関構造をグラフで表現する統計モデル
- 独立グラフにより、因果関係を視覚的に表現する
- 統計モデルをあらかじめ想定せずに機械的に決定できる

# 課題解決のための方法(2)

## ■ 交絡の回避

- 対照群を設定して交絡の影響を消す
  - 実験計画法、ケースコントロール試験などを適用
  - しかし、ソフトウェア開発組織を対象とした実験は困難

⇒ グラフィカルモデリングの適用

## ■ 未知因子の対応

- 未知の原因の影響をできるだけ減らす
  - 母集団の層別では解消できない
  - しかし、ここでは普遍的な因果関係を見つけるのではなく、特定の組織における原因プロセスと結果の関係を見出せばよい

⇒ 同じプロセスを共有する組織単位に対して適用



# グラフィカルモデリングとは

$R = (\gamma_{ij})$  : 相関係数行列       $R^{-1} = (\gamma^{ij})$  : 偏相関係数行列

$X_i$  と  $X_j$  以外の変数を与えられたときの、 $X_i$  と  $X_j$  の偏相関係数:

$$\gamma_{ij-rest} = \frac{-\gamma^{ij}}{\sqrt{\gamma^{ii}} \cdot \sqrt{\gamma^{jj}}}$$

この偏相関係数変数が 0 のとき ( $\gamma^{ij} = 0$ )、 $X_i$  と  $X_j$  はそれ以外の変数が一定の場合に条件付独立 ( $X_i \perp\!\!\!\perp X_j \mid X_{rest}$ )

※独立 = 無相関

共分散選択 (Dempster の定理):

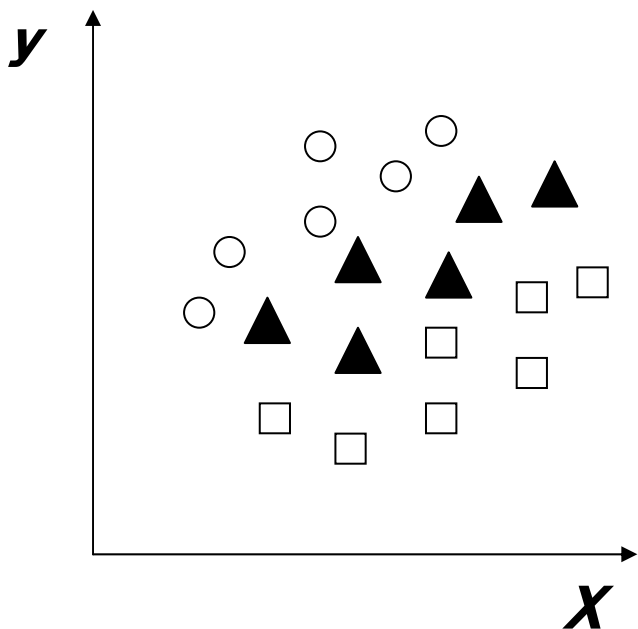
$X_i$  と  $X_j$  の偏相関係数が 0 に近いものを 0 に置き換えた相関構造を選択する。

適合基準:

選択した偏相関係数行列を相関係数行列に戻し、元データの標本分散共分散行列との比較を行い、逸脱度とよばれる適合基準が算出できる

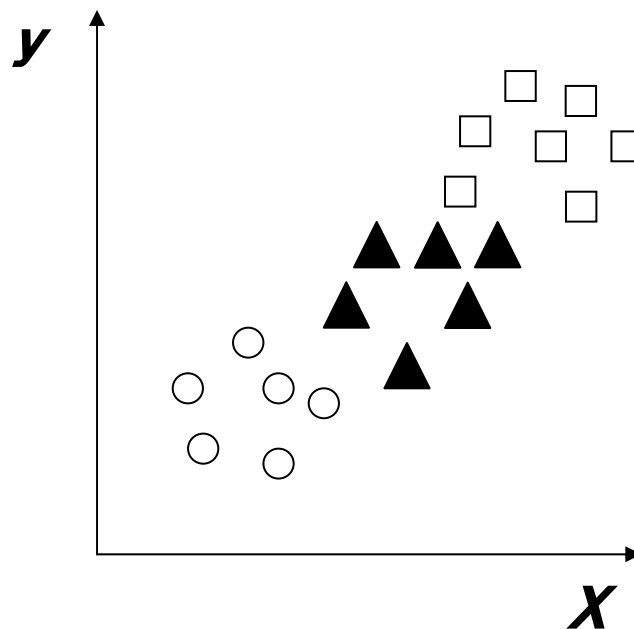
# 条件付き独立

$x \perp\!\!\!\perp y | z$   
条件付独立ではない



$x$ と $y$ は無相関であるが  
 $z$ で層別すると相関がある

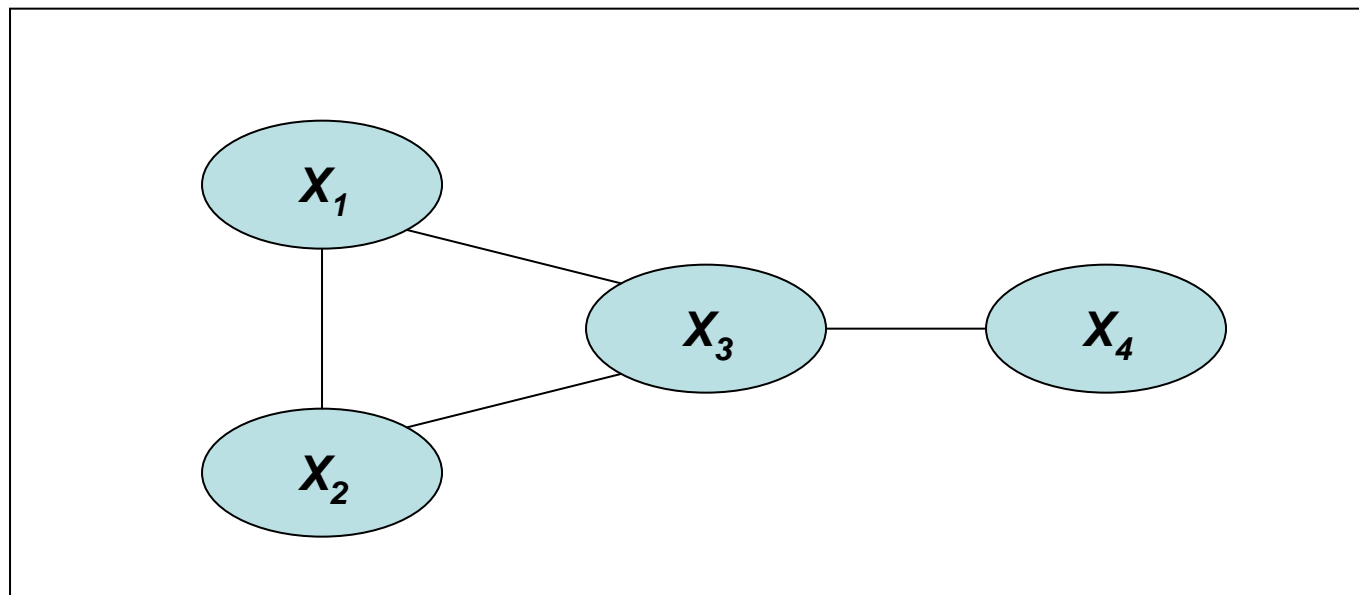
$x \perp\!\!\!\perp y | z$   
条件付独立である



$x$ と $y$ には相関があるが  
 $z$ で層別すると無相関である

- :  $z$  大
- ▲ :  $z$  中
- :  $z$  小

# 独立グラフ



条件付独立が成立する

$$X_1 \perp\!\!\!\perp X_4 \mid (X_2, X_3)$$

$$X_2 \perp\!\!\!\perp X_4 \mid (X_1, X_3)$$

条件付独立ではない変数の頂点同士を結んでできたグラフが(無向)独立グラフ

# プロセスの弱みの推定法

## ■ 組織のプロセスの弱みを推定するための手順:

### ■ 改善目標を定義する

- 開発組織が達成すべきプロセス改善の目標を特定し、その目標の達成状況を表現する定量的な指標（結果指標）を決定する

### ■ 原因指標を選択する

- ソフトウェアライフサイクルの中でプロセス改善の目標に影響を与えることが可能な原因プロセスを特定し、そのプロセス特性を表現する指標（原因指標）を決定する

### ■ 相関行列を算出する

- 特定された原因プロセスを共通に使用する同じ組織内のソフトウェアプロジェクトの指標データを収集し、原因指標と結果指標に対応するすべての変数の間で相関係数行列を算出する

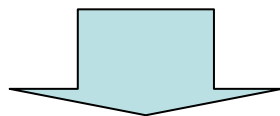
### ■ 因果関係をグラフで表現する

- 相関係数行列に対してグラフィカルモデリングを適用して、各指標の間の因果関係を表現する独立グラフを描く

# 適用事例の対象

## ■ 対象ソフトウェア組織プロファイル

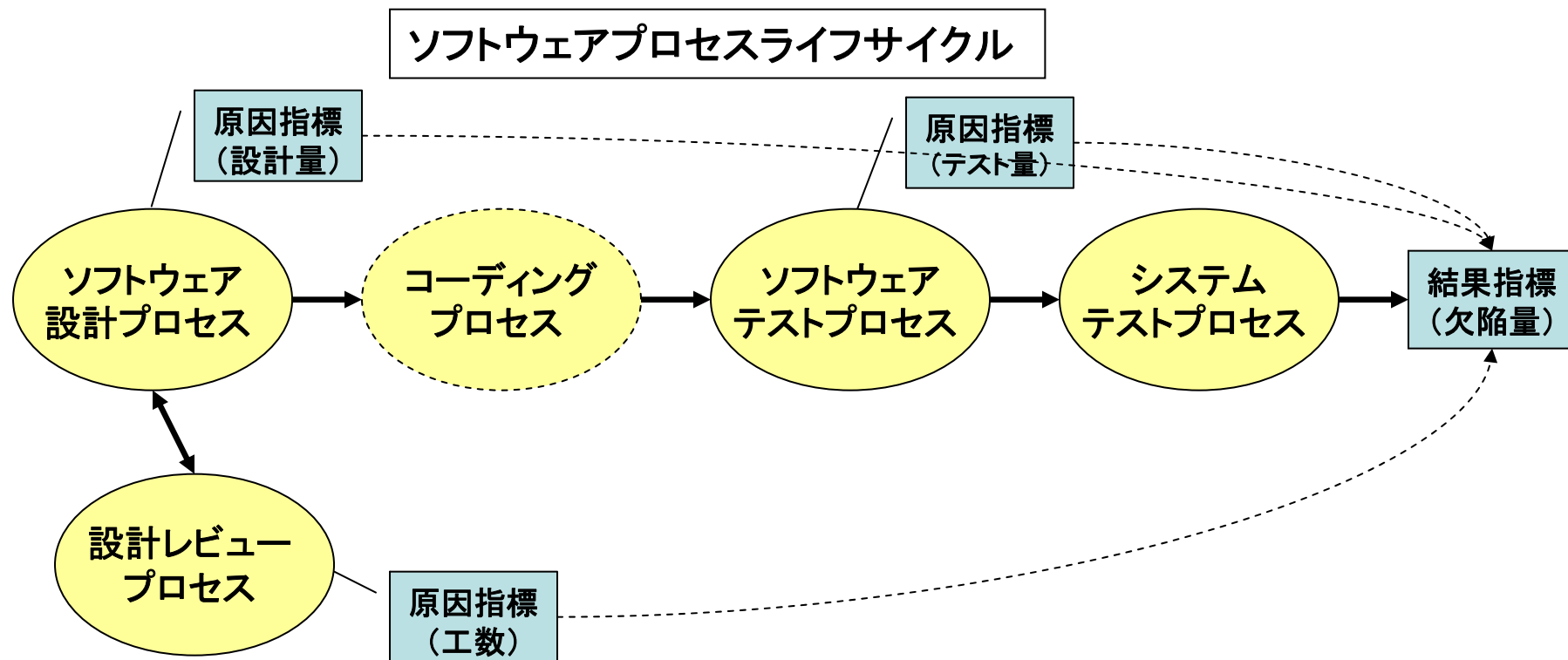
- 組込みソフトウェアの開発組織で約3年の間に9件の派生的な開発プロジェクトを継続している
- 組織の開発メンバはほぼ変わらない。  
ただし、各プロジェクトのメンバ構成は異なる
- 同じプロセスライフサイクルを使用している
- 開発するソフトウェア特性はほぼ同じである



取り上げていないプロセス特性による誤差変動が  
比較的小さいと予想される

## プロセス改善目標としての指標:

市場欠陥の代替として, システムテストでの欠陥密度を設定



# 原因指標の選択

## 各プロセスに対する原因指標:

プロセス	原因指標	測定単位
設計	設計書密度 (=設計書ページ数/コード量)	ページ数/SLOC
レビュー	レビュー工数率 (=レビュー工数/コード量)	人時/SLOC
テスト	テスト項目設定率 (=テスト項目数/コード量)	項目数/SLOC

# 相関係数行列の算出

原因・結果指標の相関係数行列を算出する:

	設計	レビュー	テスト	システム テスト
設計	1.00			
レビュー	0.439	1.00		
テスト	0.543	0.247	1.00	
システムテスト	-0.401	-0.684	-0.225	1.00

ほとんどの原因指標と結果指標あるいは  
原因指標間になんらかの相関が存在する

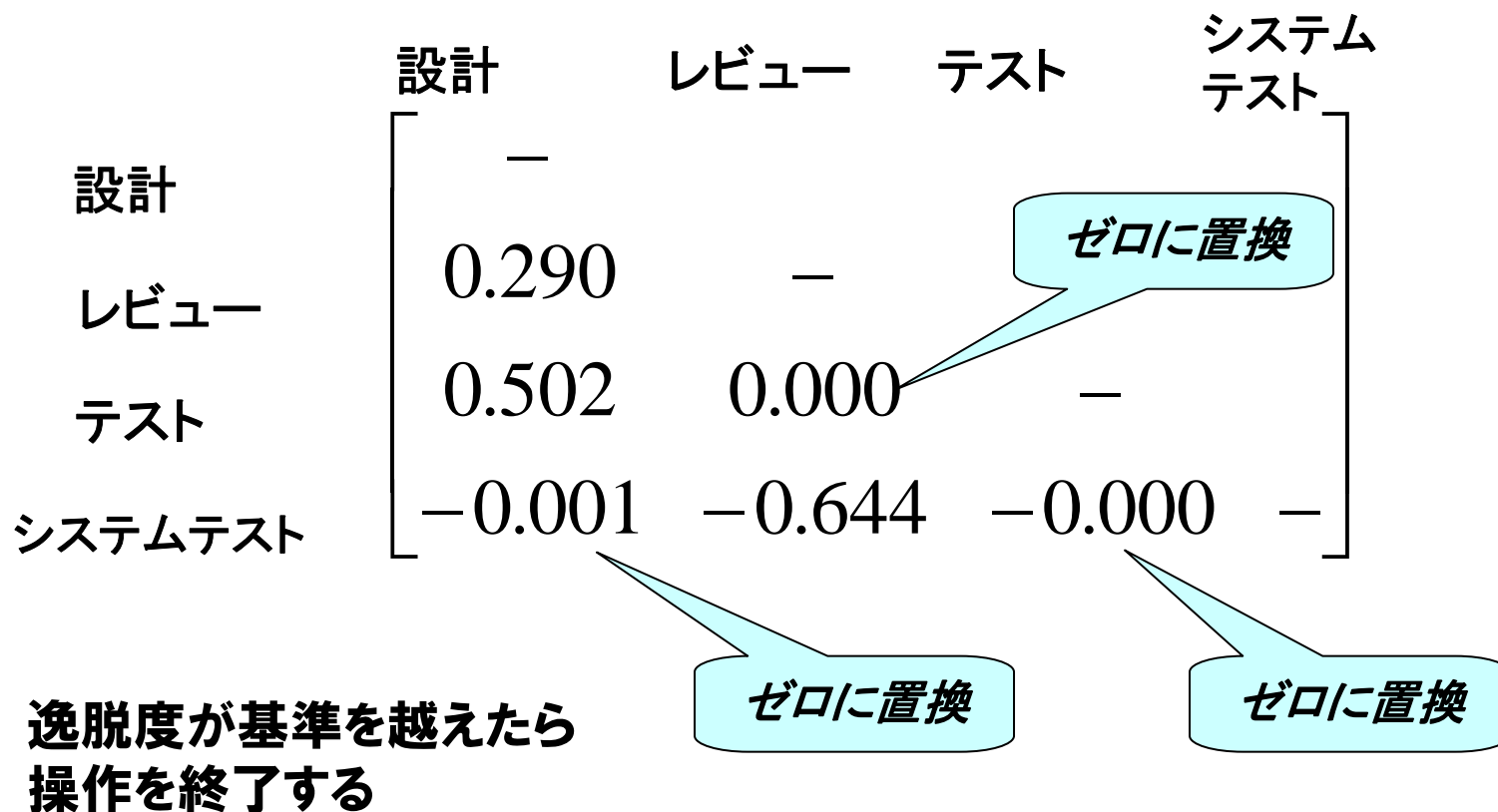


## 偏相関係数行列を算出する: (初期状態)

	設計	レビュー	テスト	システム テスト
設計	—			
レビュー	0.211	—		
テスト	0.495	0.007	—	
システムテスト	-0.132	-0.617	-0.003	—

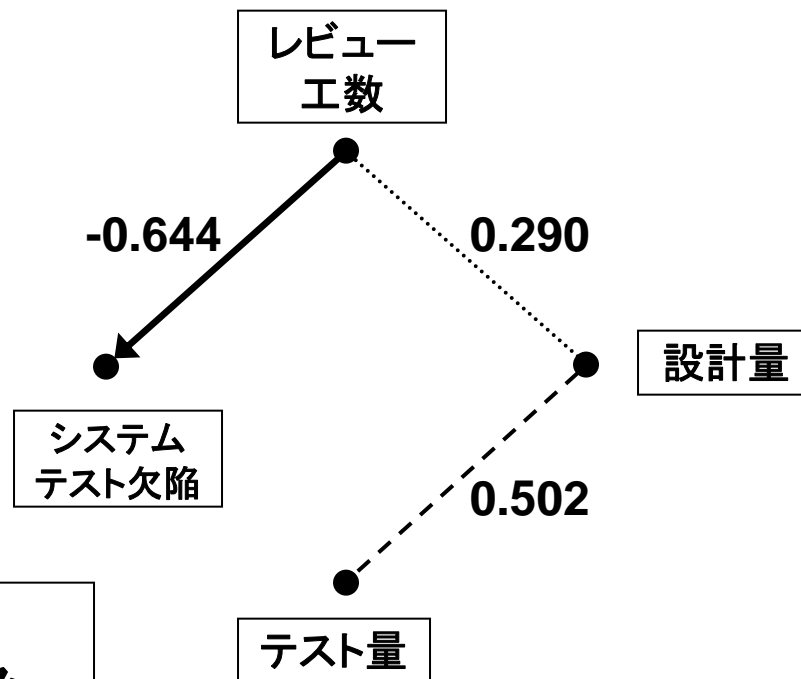
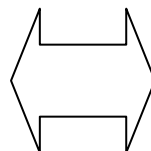
最小の係数を  
ゼロに置換

## 偏相関係数行列を算出する: (最終状態)



# 因果関係のグラフ表現

偏相関係数行列に対する独立グラフを描く:

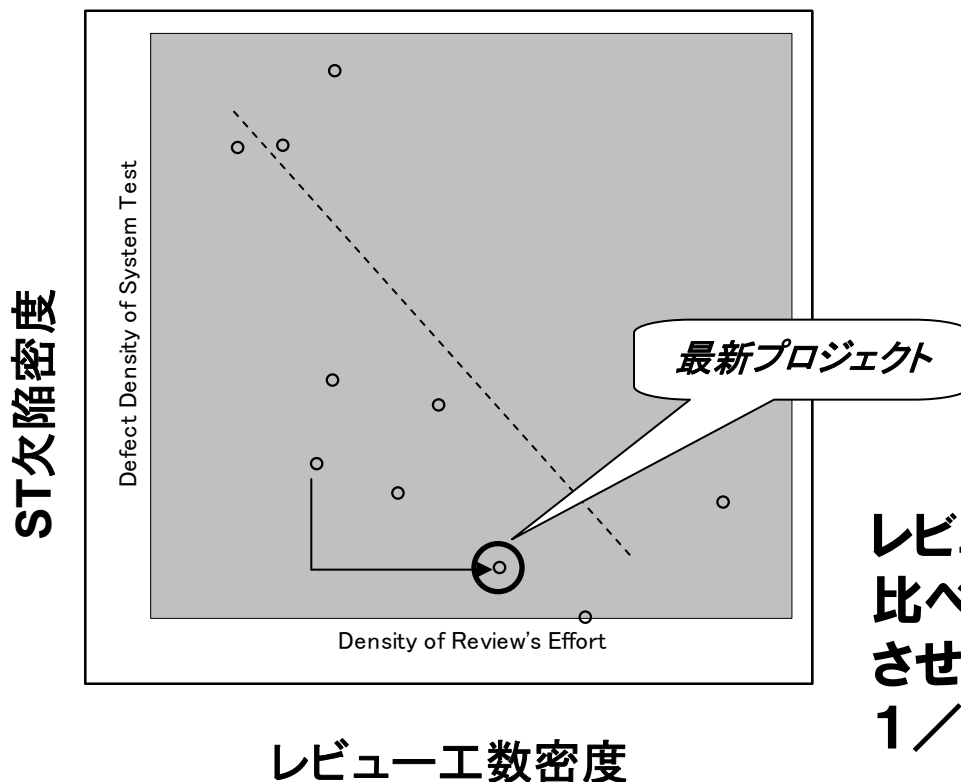
$$\begin{bmatrix} - & & & & \\ 0.290 & - & & & \\ 0.502 & 0.000 & - & & \\ -0.001 & -0.644 & -0.000 & - & \\ & & & & - \end{bmatrix}$$


**結論:**

ST欠陥に対する原因指標はレビュー工数のみであり、他のプロセスに比べてレビュープロセスが結果への影響が強い(弱みがある)と推定できる

# 推定結果の傍証

推定されたレビュープロセスの弱みを強化することで効率的に結果(ST欠陥密度)を改善した



レビュー工数率を前回に比べて、およそ2倍増加させると、欠陥密度が1/2以下になった

- **本手法により、原因となるプロセスの特性を表現する指標を用いて定量的にプロセスと改善目標との因果関係を推定することができる**
- **プロセスの誤差変動が大きい低成熟度組織においても、本手法は定量的にプロセスの特性と改善目標との因果関係の存在や強弱を評価する上で有効である**

ご静聴ありがとうございました

**Panasonic**  
ideas for life

