

# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

## 社会インフラシステムにおける プロジェクトの異常予測手法の適用

眠ったデータ資産を活用したらできちゃいました！  
プロジェクトの異常予測！

株式会社 東芝 インフラシステムソリューション社  
府中事業所 技術・情報システム部  
飯村 拓志

2016年 10月 13日

### ■ 共同著者

- IoTテクノロジーセンター：プロセス・品質技術開発部
  - 森 俊樹
- エネルギーシステムソリューション社：電力システムシステム部
  - 平井 桂子
  - 片川 毅哲
  - 野村 奈央
  - 齋藤 秀充
  - 乙丸 裕輝

# 発表目次

---

1. はじめに
2. 電力系統システム部の部門紹介
3. なぜこの活動がはじまったのか
4. プロジェクト異常予測手法の適用
5. 振り返りと今後の活動
6. まとめ

# TOSHIBA

Leading Innovation >>>



## 1. はじめに

2. 電力系統システム部の部門紹介

3. なぜこの活動がはじまったのか

4. プロジェクト異常予測手法の適用

5. 振り返りと今後の活動

6. まとめ

# 1. はじめに

- 本発表は、PJ異常予測手法の適用にあたり、重要なポイントと考えた、“**PJの異常/正常の定義**”活動を中心に紹介
- **PJ異常予測の課題**
  - 当社では、異常予測手法が研究されており、データがあれば予測は可能  
ただし・・・

**予測結果を見た時、  
現場が納得感を得られるかは別問題**

- **原因**
  - PJの異常/正常の定義が、現場感覚と乖離すると、予測結果も現場感覚と乖離してしまう

# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

1. はじめに

**2. 電力システムシステム部の部門紹介**

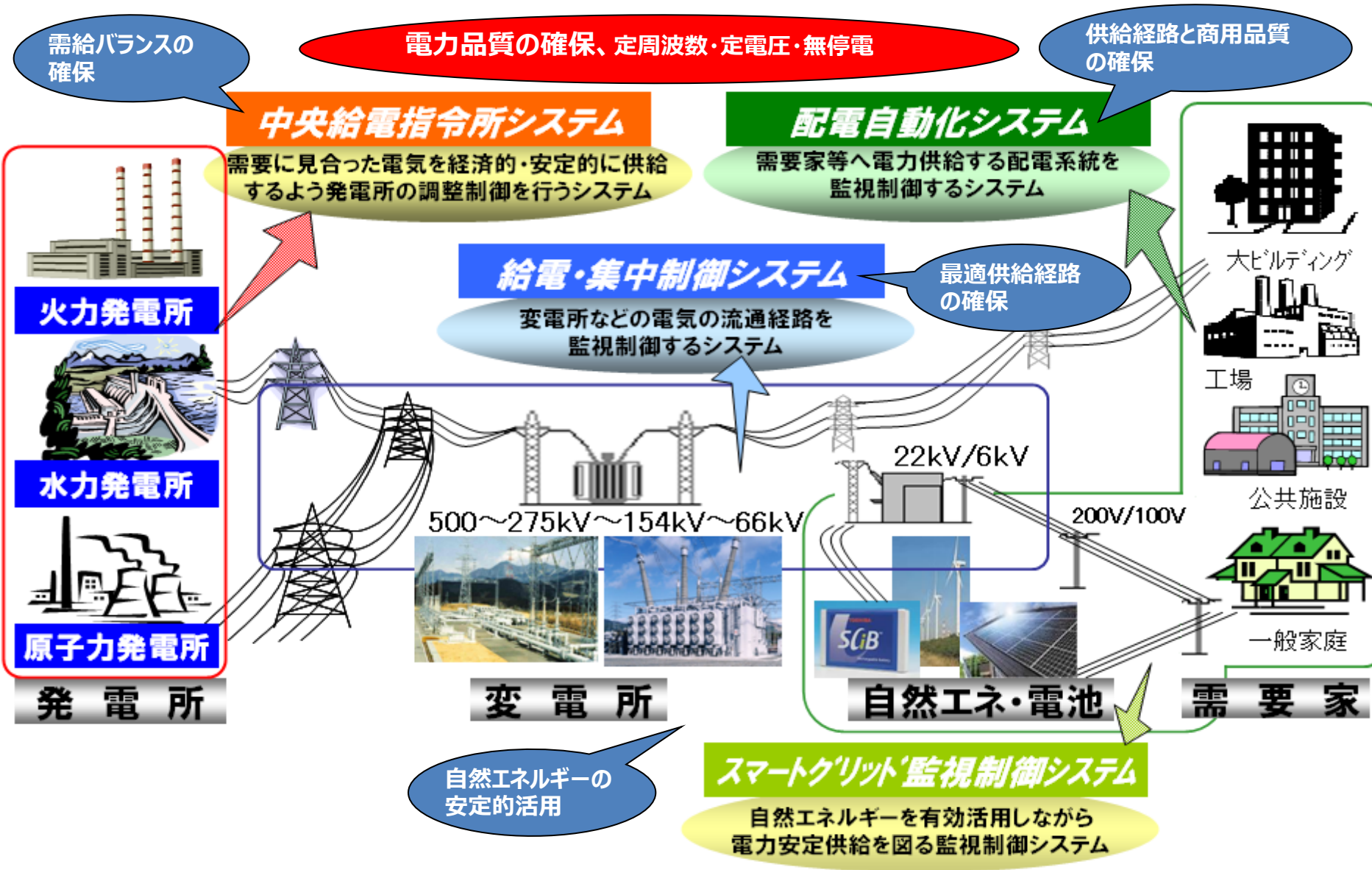
3. なぜこの活動がはじまったのか

4. プロジェクト異常予測手法の適用

5. 振り返りと今後の活動

6. まとめ

# 2-1. 電力システムシステム部の部門紹介

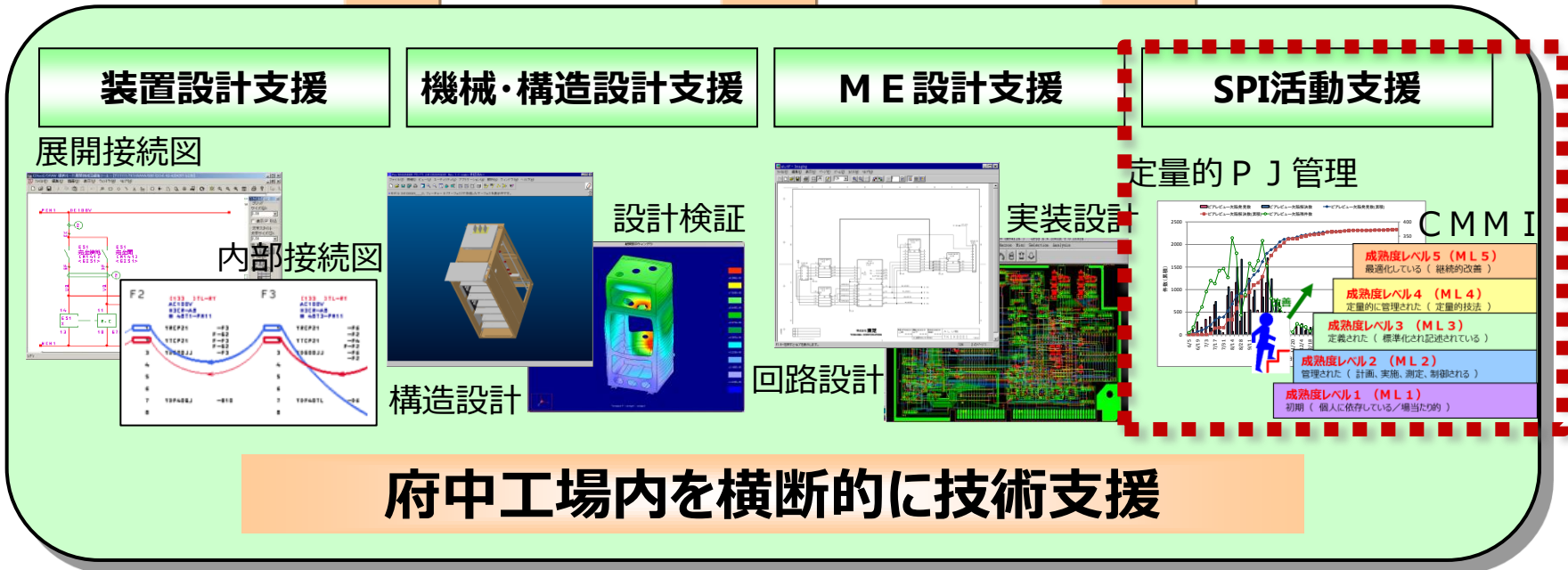


# 2 - 1. 電力システムシステム部の部門紹介



# 2 - 2. 発表者の担当領域

担当領域



SPI : System & Software Process Improvement



# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

1. はじめに
2. 電力システムシステム部の部門紹介
3. なぜこの活動が**はじめた**のか
4. プロジェクト異常予測手法の適用
5. 振り返りと今後の活動
6. まとめ

# 3 - 1. 部門が抱えている悩みと課題

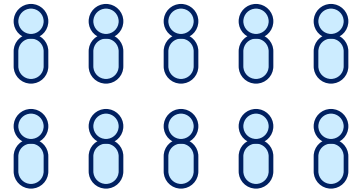
大規模プロジェクト管理では、**リーダーの目が行き届かない**  
また、リーダーによって**管理スキルのバラつき**がある

リーダー/管理者



←  
プロジェクトの  
状況把握

ソフトウェア開発プロジェクト



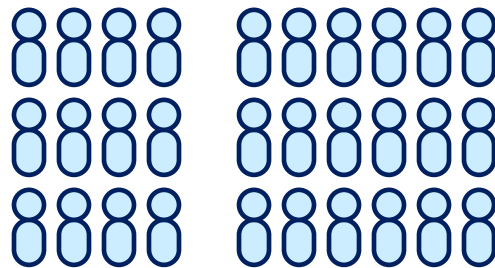
優秀なリーダーであれば、日々の管理で異常に気付き、対策をとれるが…

リーダー/管理者



←  
プロジェクトの  
状況把握

ソフトウェア開発プロジェクト

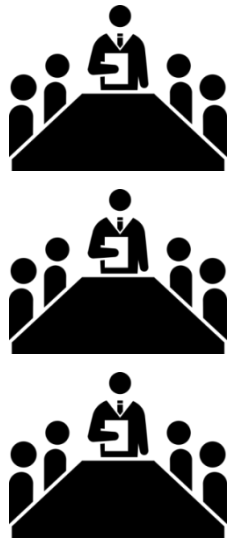


監視すべき対象が増えると、**リーダーの目が行き届かない範囲が多くなる**  
→ **データを活用した状況把握が重要**

## 3 - 2. CMMI簡易診断の結果から

CMMIの簡易診断の結果から、PJで蓄積したデータについて、**組織的な視点での分析や、分析結果のPJへのFB**が十分でないことが伺える

プロジェクトの活動



プロジェクトのデータ



組織で十分に  
活用できていない

組織活動

蓄積したデータを“**組織**”観点では十分に活用できていない



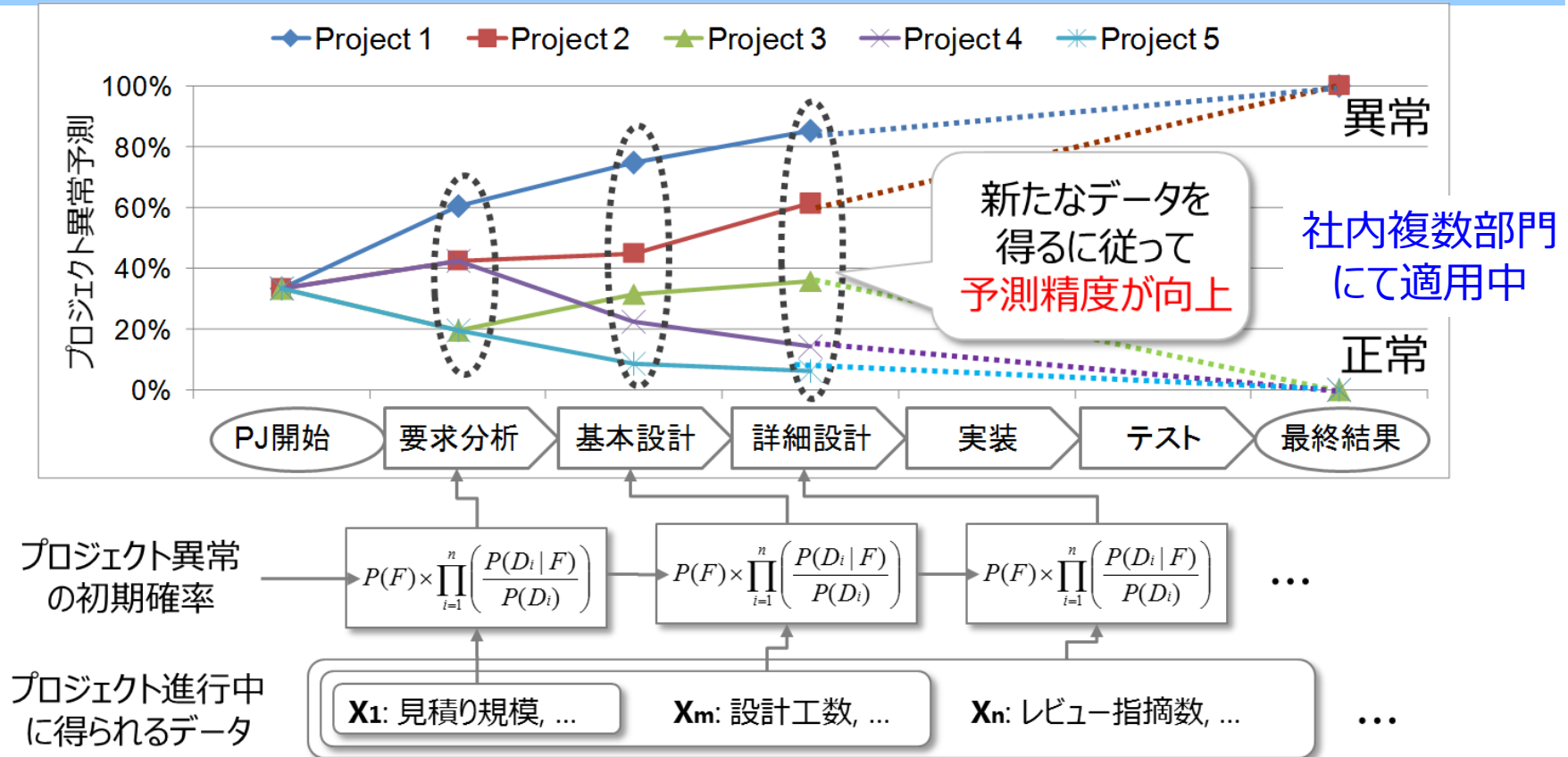
組織活動の中で、**PJのデータを横断的に**収集・分析する仕組みが十分でない



プロセスモデルとのGAP分析からも、**データ活用という点で部門が抱える悩みと通じる**部分がある

# 3-3. 課題解決へのアプローチ

## IoT テクノロジーセンターが開発した“PJ異常予測手法”を適用

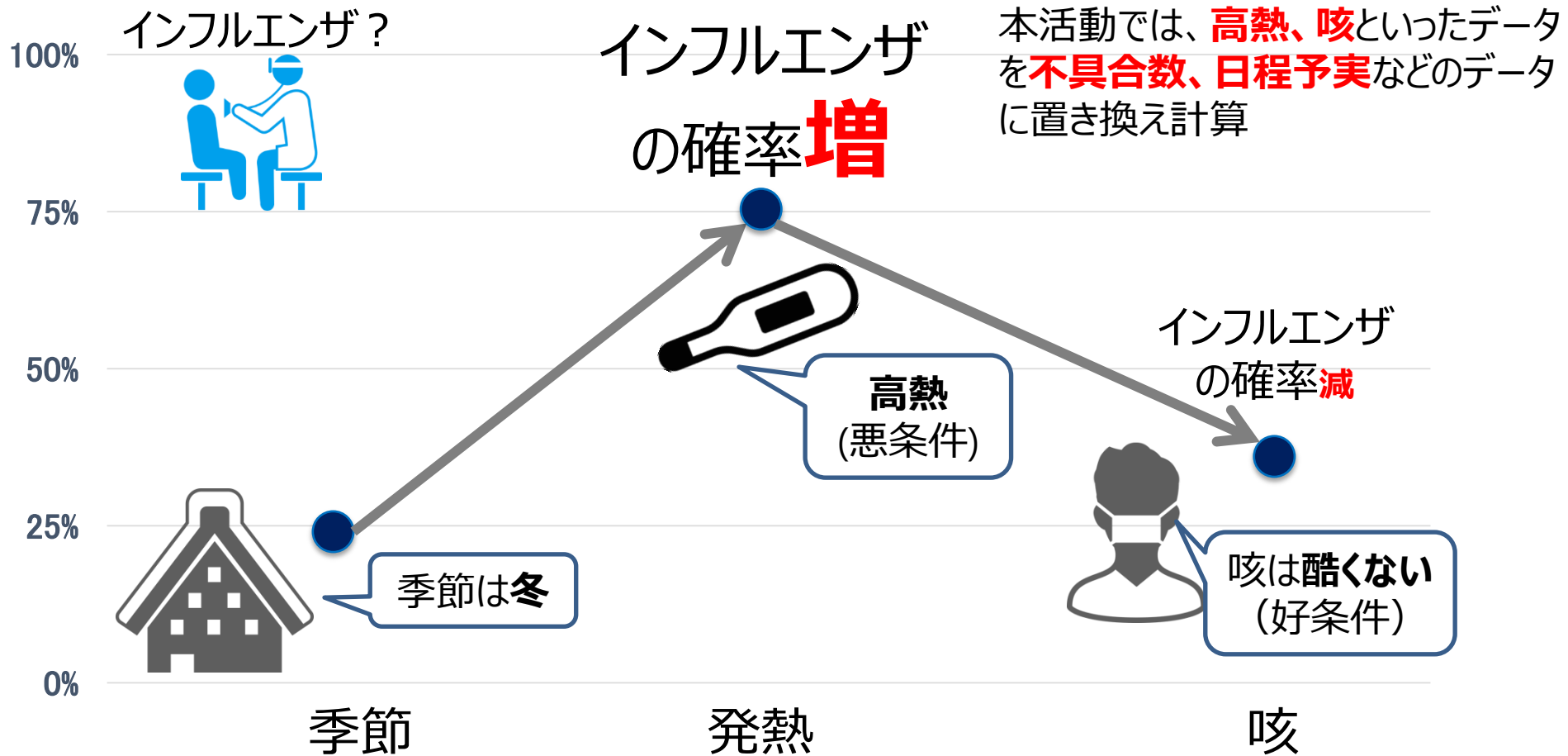


### 参考文献

- [1] T. Mori, et. al., "Incremental Estimation of Project Failure Risk with Naive Bayes Classifier", ACM/IEEE ESEM, 2013.
- [2] 森 俊樹, 他, "プロジェクト失敗リスク予測モデルの構築", PM学会誌, Vol.15, No.4, 2013.
- [3] 森 俊樹, 他, "プロジェクト失敗リスク予測モデル", 東芝レビュー, Vol.69, No.1, 2014.

# 3-4. PJ異常予測のイメージ

求めたい事象について、様々な情報を追加して  
繰り返し確率を求めていく



# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

1. はじめに
2. 電力システムシステム部の部門紹介
3. なぜこの活動がはじまったのか
- 4. プロジェクト異常予測手法の適用**
5. 振り返りと今後の活動
6. まとめ

# 4 - 1. 異常予測手法の適用ステップ

Step1

PJの異常/正常の定義

Step2

データの収集

異常予測手法の  
適用4ステップ

異常予測モデルの構築

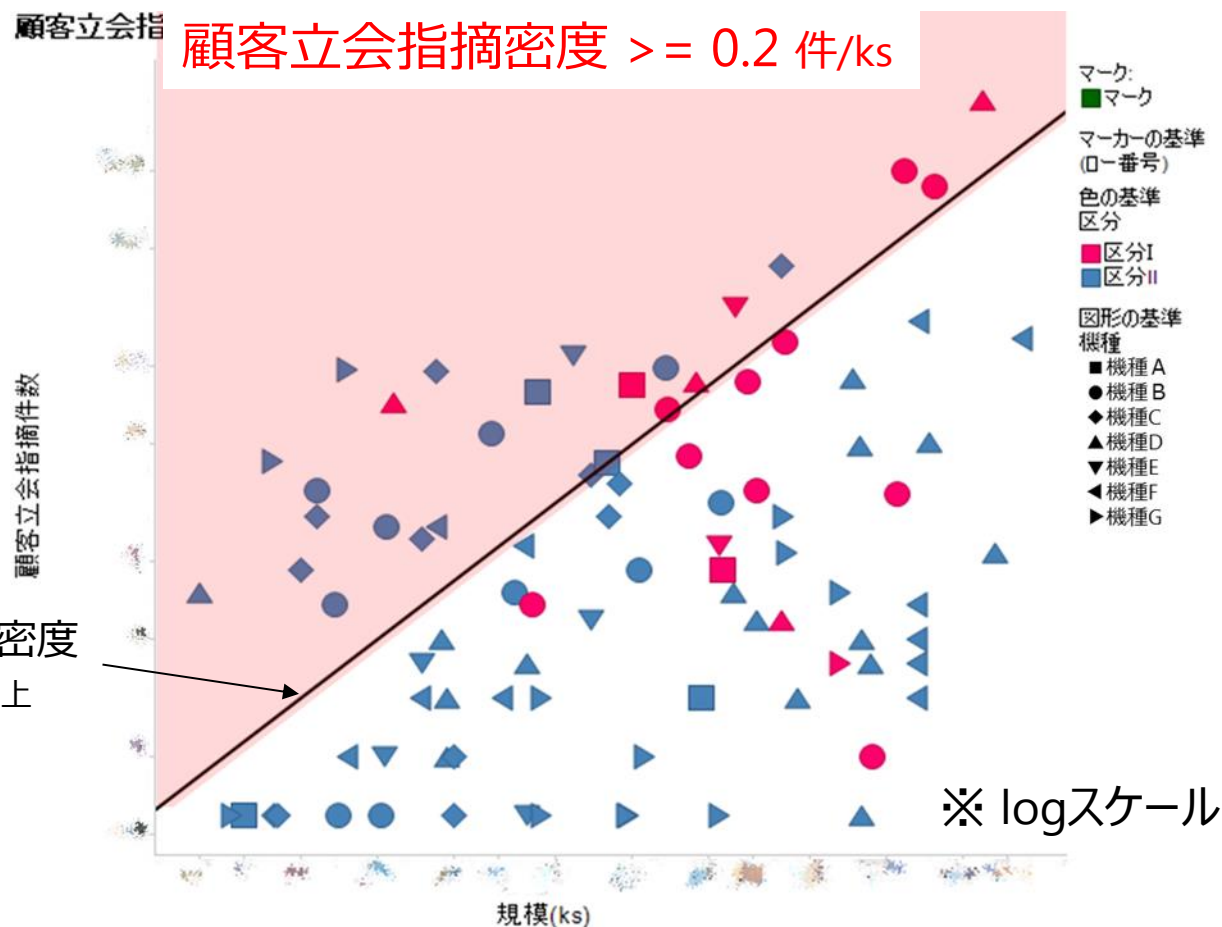
Step3

異常予測モデルの評価/適用

Step4

# 4-2. PJの異常/正常の定義

PJの異常/正常の定義について、PJで異常が発生していた感覚に乖離がないことをWGで確認。**顧客立会指摘密度**をPJの異常メトリクスとして定義





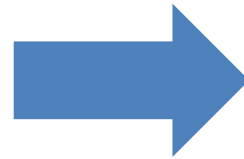
# 4 - 3. データ収集の仕組み

## ・ 異常予測モデルの構築に必要なデータを収集

– データは基幹システムに整備されている「プロジェクト管理システム」から取得



プロジェクトのデータ



工場の基幹システム  
プロジェクト管理システム



過去5年、大規模PJに絞り込んで  
約**200**件のPJデータを選定

### プロジェクト管理システムのデータ

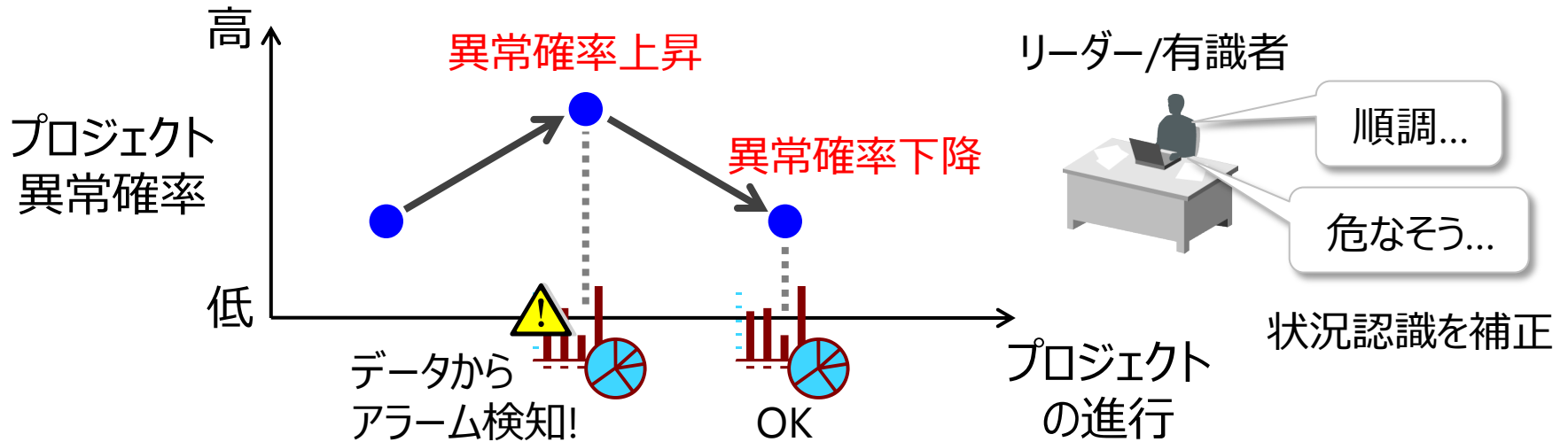


- データの概要
  - プロジェクト情報、マイルストーンの予実、レビューの指摘内容、件数、出荷時QCD情報・・・など。
  - 取得できたメトリクスのは数は313個

取得したデータについて、一部クレンジングを実施

# 4-4. PJ異常予測モデルの概要

「このまま進むと危ない」を定量する手法を活用してモデルを構築する



異常確率計算の仕組みとして、**ベイズ統計**を利用

$$P(F) \times \frac{P(D|F)}{P(D)} \rightarrow P(F|D)$$

データを得る前のプロジェクト異常確率 (事前確率)

アラーム検知による確率の補正係数 (リフト値)

アラーム検知後のプロジェクト異常確率 (事後確率)

F: プロジェクトが異常  
D: データからアラーム検知

# 4 - 5. 異常予測モデルの構築

Y に影響する因子(X)の候補

最終的に313変数中、  
**41変数**を選定

PJ異常の定義 (Y)

PJ開始時

コーディング

- 顧客立会指摘密度  
>= 0.2 件/Kstep



- 区分
  - 注文主
  - 機種
  - 発番NET
  - 発番NET\_ハード
  - 発番NET\_ソフト
  - 発番NET計
- 7変数**

- (合計)DR-C予実差
  - (合計)DR-D予実差
  - (合計)DR-E1先延ばし日数
  - (合計)DR-S予実差
  - (合計)FMEA予実差
  - DR-Cの合計指摘件数
  - ...
- 10変数**

仕様検討～設計

結合～総合試験

■ 過去データでモデル適合率を評価

- DR-B0指摘件数
  - DR-B0の合計指摘件数
  - (合計)DR-B1予実差
  - (合計)DR-B2予実差
- 4変数**

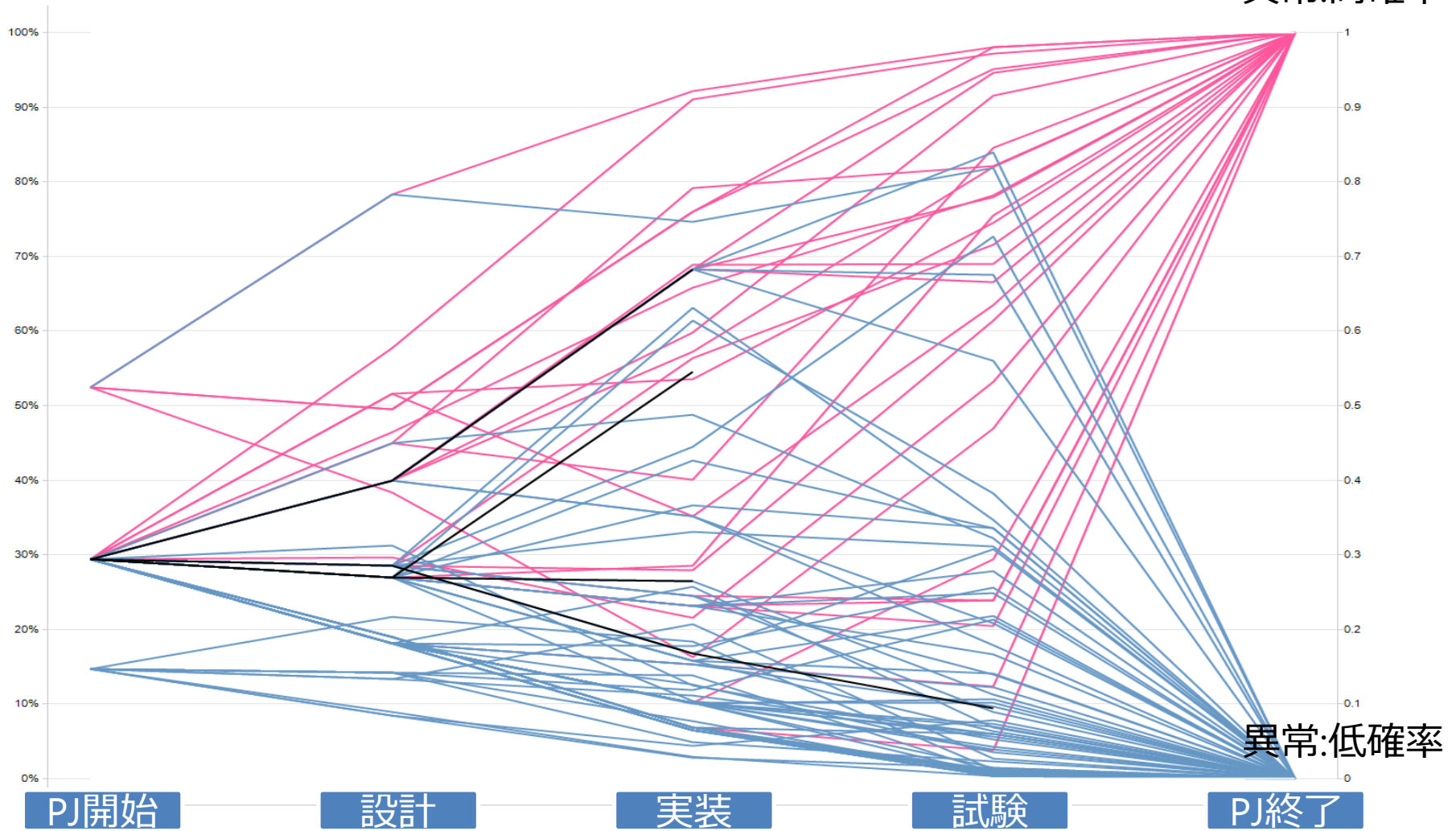
- DR-Eの合計指摘件数
  - エラーヒット率
  - エラー件数
  - エラー密度
  - 規模(ks)
  - データベース\_改造部分
  - ...
- 20変数**

実績 \ 予測	正常	異常
正常	57PJ	7PJ
異常	5PJ	19PJ

モデルの適合率  
(57+19)/88 = **86.3%**  
概ね良好と判断

# 4-6. 異常予測モデルの評価と適用

平行座標プロット



# 4-7. 異常予測の重要なステップ

Step1

PJの異常/正常の定義

Step1が

**最も重要**

Step2

データの収集

**異常予測手法の  
適用4ステップ**

異常予測モデルの構築

異常予測モデルの評価/適用

Step3

Step1の活動が十分に行えないと、

**異常予測の結果が現実で使用できないものになってしまう**

Step4

# 4 - 8. PJ異常/正常を定義するための視点

- PJ異常/正常とはなにか？

- 異常を測定するメトリクス(Y)
- 異常の閾値

①概念

②データ

3つの視点が整合しているか？

③現実

- ①②が現実と照らし合わせて整合しているか？

## 4-9. 異常定義の仮説設定（抜粋）



仮説① PJの**損益**がマイナスとなったPJ

シンプルな仮説として、マイナス損益は異常（Y）とした時、説明変数（X）との関係がみえそう



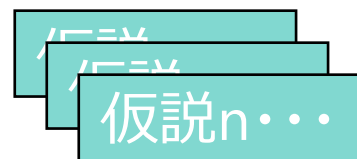
仮説② **DR-E2**が2週間遅れ

PJLの経験から、DR-E2の予実差が後工程に影響することの経験則が背景



仮説③ **競争力/組織力貢献**の評価が低い

アンケート調査で得た、競争力/組織力貢献の評価値が低いPJは異常とできないか

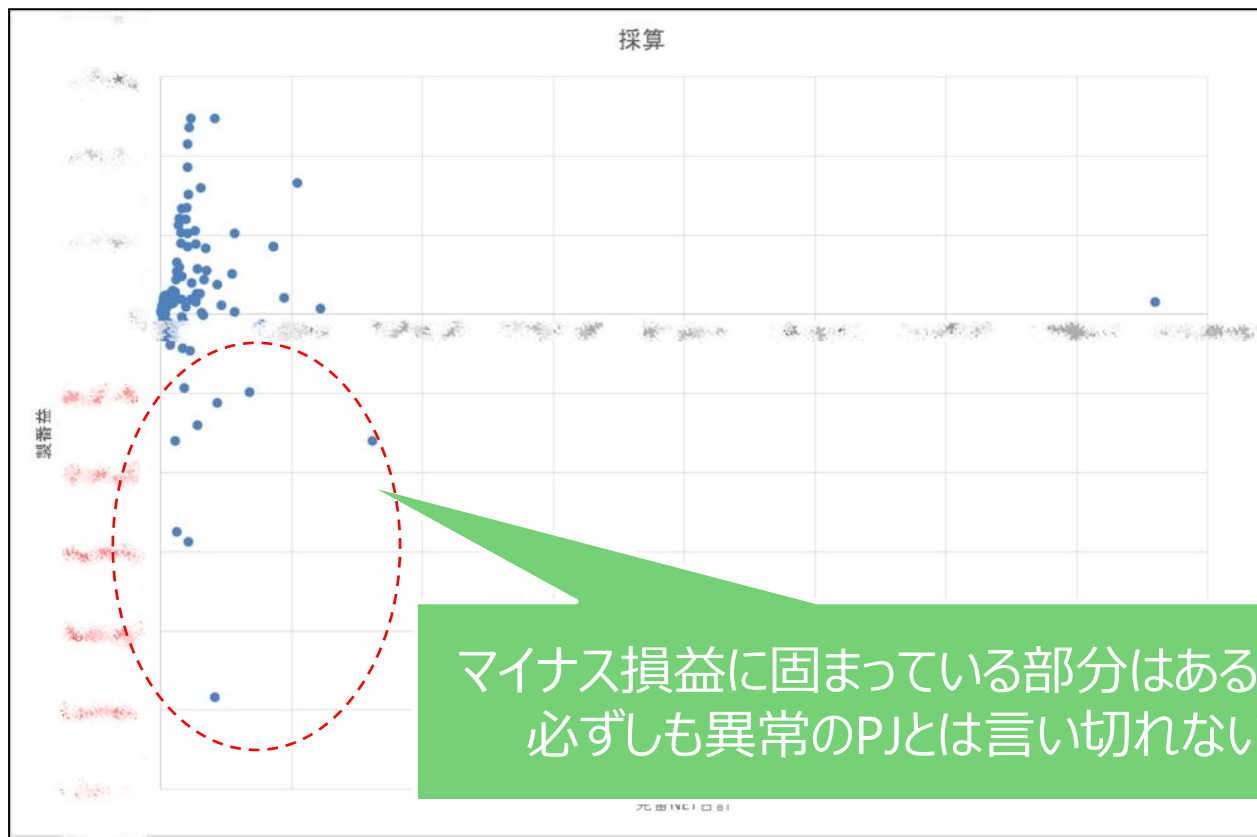


現場感覚を仮説化

収集したデータを可視化し、仮説について  
**過去データと現場感覚が**一致しているか確認

戦略の上でマイナス損益となっている場合もある。  
単純にPJの損益が「**マイナス = 異常**」とは定義できない

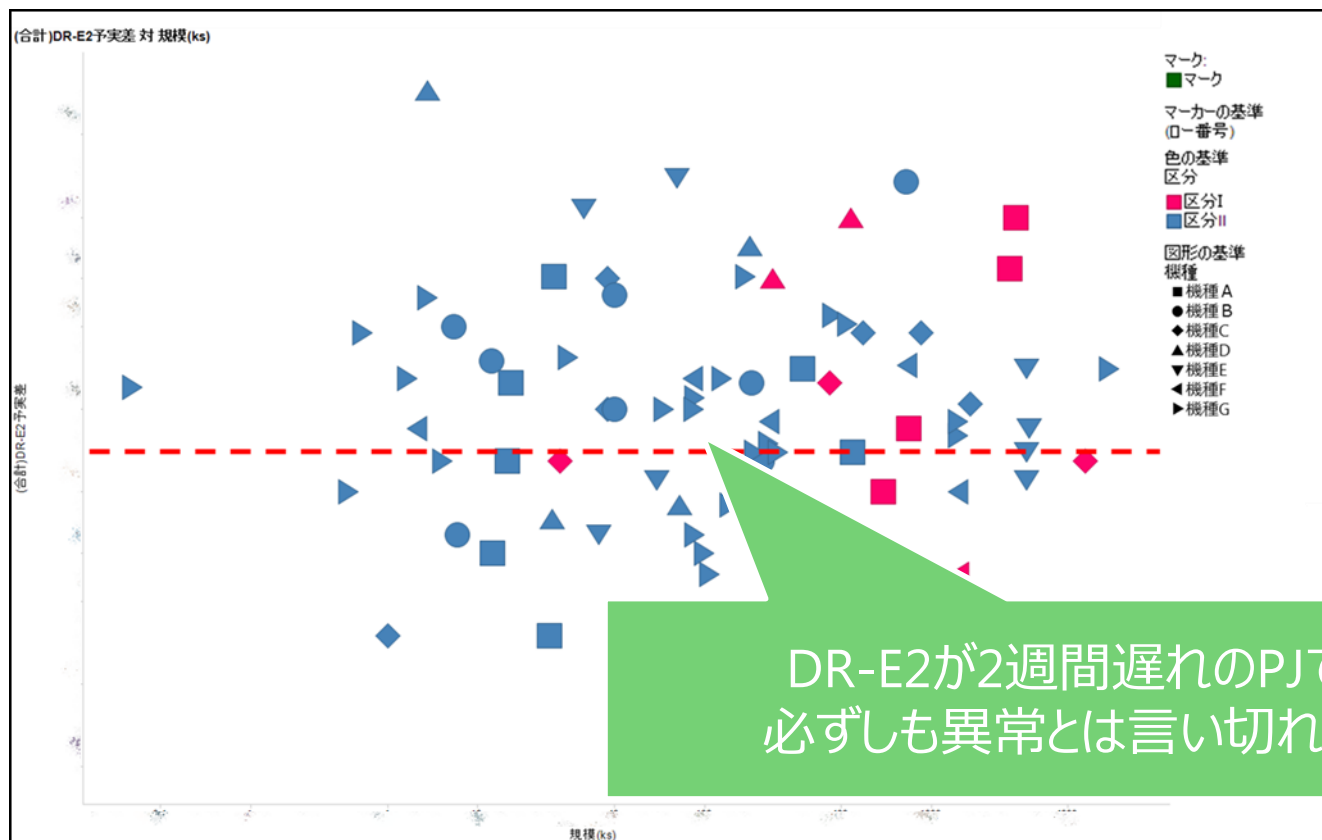
## ■ 損益と開発費用の関係





DR-E2の予実に関するデータについて  
異常と判断できそうな**傾向は見られない**

## ■ DR-E2の予実差と規模の関係



## 競争力/組織力貢献について 異常と判断できそうな傾向は見られない

### ■追加でアンケート調査を実施

	観点
競争力貢献	新技術開発の有無
組織力貢献	人材の成長の有無

- 評価基準は下記の通り
  - (2)：十分あった
  - △(1)：若干あった
  - X(0)：なかった

※QCDについても調査は実施

アンケート調査で低評価となっても  
マイナス損益のPJが多いといった傾向なし

### ■競争力/組織力貢献と損益の関係



# 4-10. PJ正常/異常の概念について再考

- 可視化分析と検討を重ねたがWG内で、定量的観点で納得のいく異常の定義に至らず（YとXの関係性が見えにくい）
- 観点を換え、「**避けたい、注意したいことは何か**」の観点で再検討



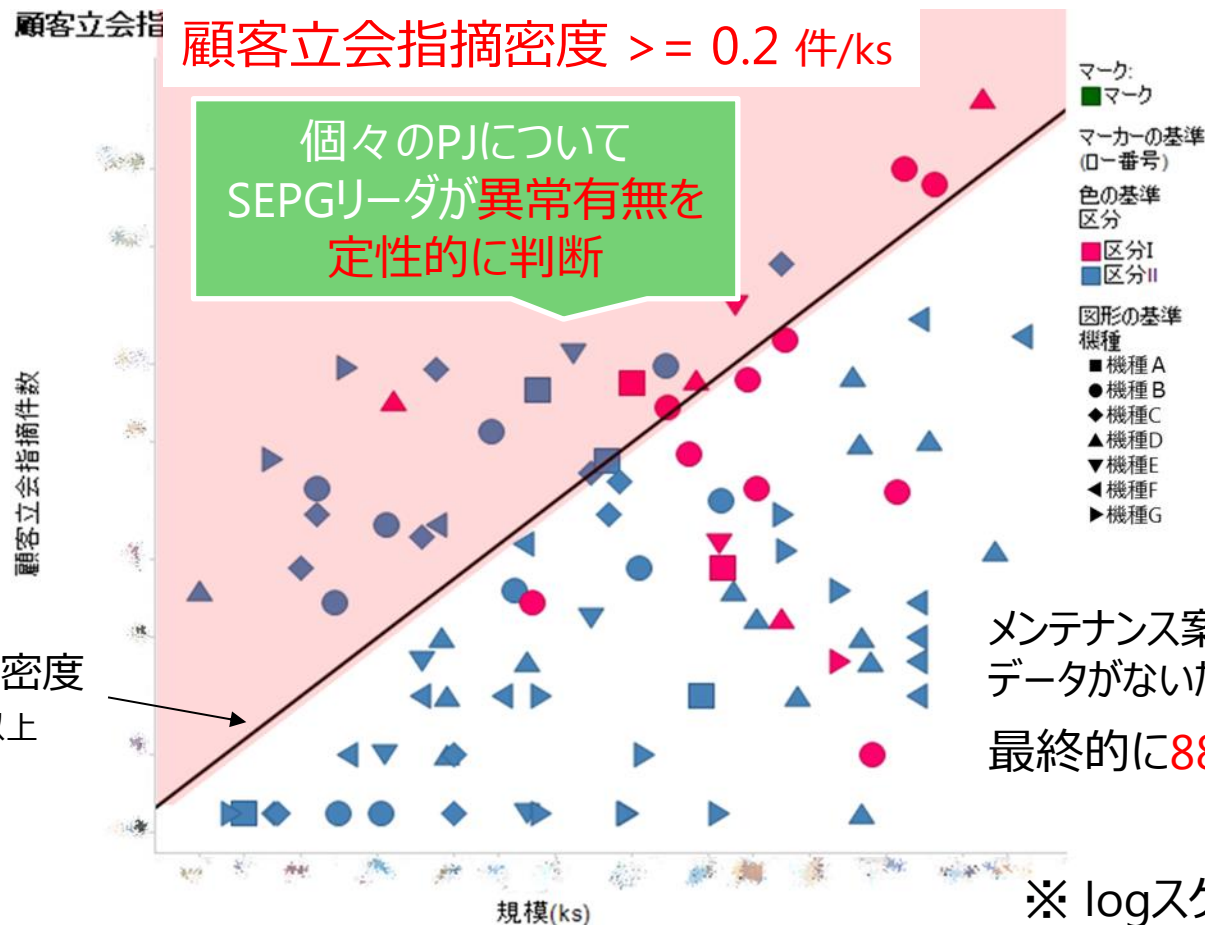
客先で指摘されることは非常に問題。  
リスクが高いため、注意したい

〔顧客立会試験時の**指摘件数・密度**に注目〕

〔指摘件数・密度の**上位30%**を異常と仮定義〕

# 4-10. 顧客立会試験の再分析

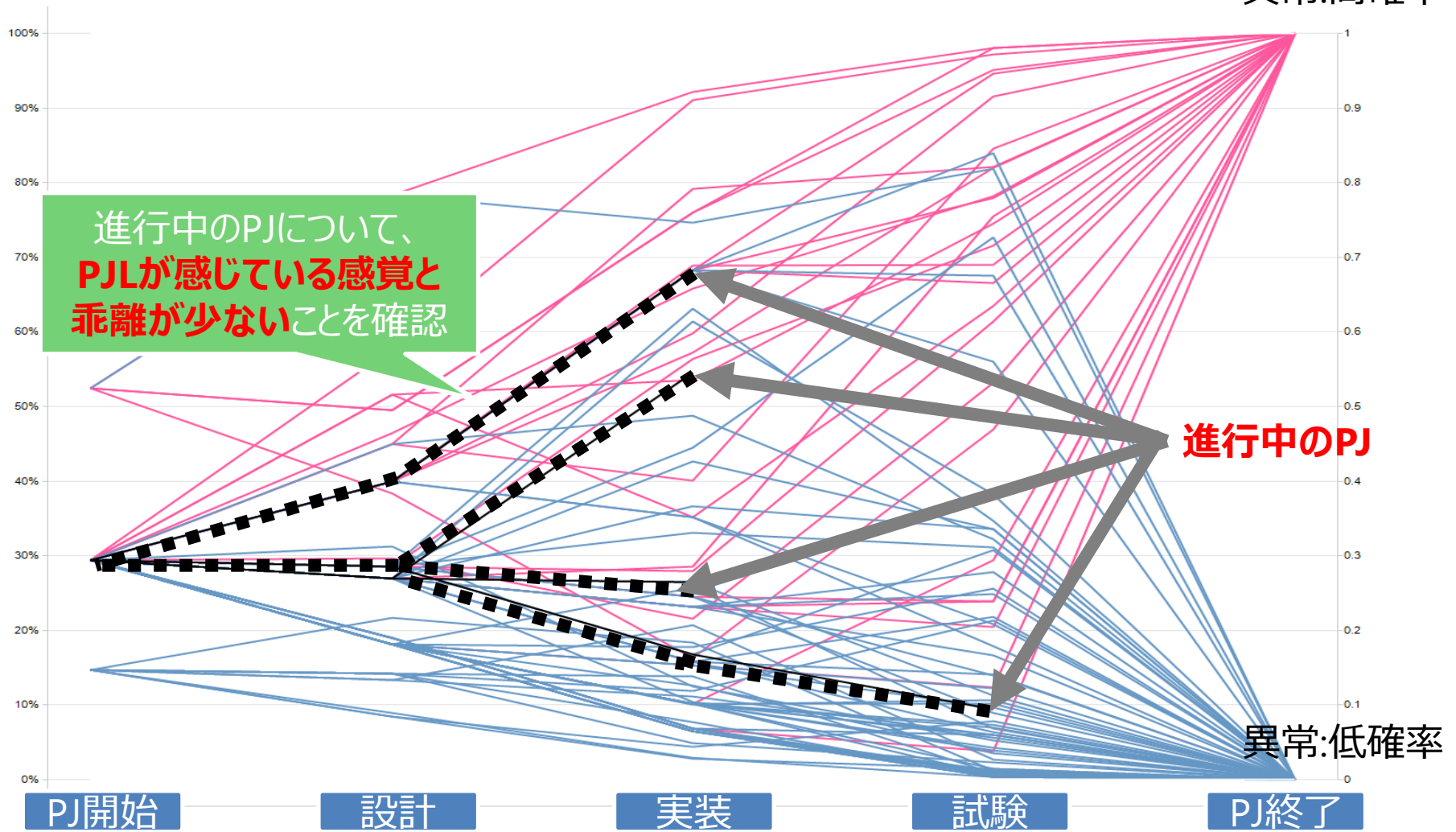
顧客立会指摘密度をPJの異常メトリクスとして定義  
**現場の感覚を重視した異常の定義**を行った



メンテナンス案件のPJは立会試験のデータがないため、該当データは除外。  
最終的に88PJのデータから分析

# 4-11. 異常予測モデルの評価と適用

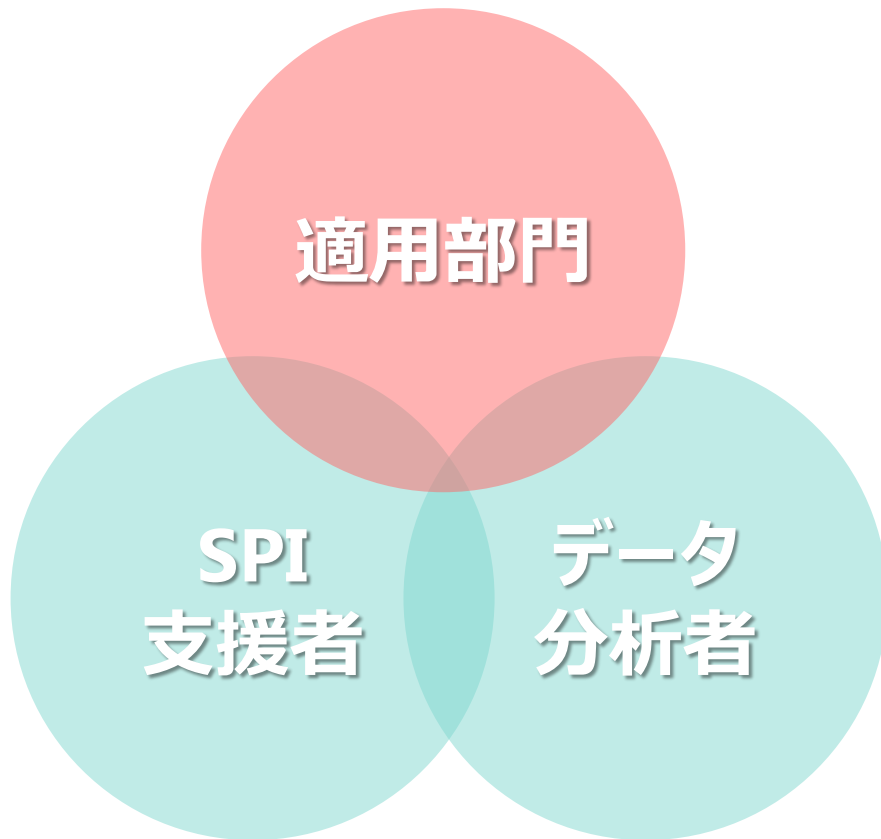
平行座標プロット



# 4 - 1 1. PJ異常予測の活動を成功させるポイント

現場に詳しい有識者、プロセス改善推進者、データ分析の専門家がチームを構成し、**3つの視点（概念、データ、現実）を整合させる**

## ■ 活動体制の概念図



## ■ それぞれの役割

- **適用部門**
  - データの解釈
  - 部門側への展開
  - 上位管理者への説明
  - ...
- **SPI支援者/データ分析者**
  - データ収集・集計の支援
  - データ分析、予測モデル構築などの専門知識の提供
  - ...

予測結果を使う  
**現場の参画**が  
非常に重要

# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

1. はじめに
2. 電力システムシステム部の部門紹介
3. なぜこの活動がはじまったのか
4. プロジェクト異常予測手法の適用
- 5. 振り返りと今後の活動**
6. まとめ

# 5 – 1. 活動の振り返り

## • 成果効果、良かった点

- ナイーブベイズ手法は、データのノイズや欠損に強く、クレンジングをそれ程意識せずデータを使用できた
- 進行中のPJについて、PJLの感覚と予測値は一致していることを確認
  - 「このまま進むと危ない」を定量化できた
- 現場では本格的に使用できていないが、現場で使う人がWGに参画してモデル構築時に理論と現場感覚を摺合せしている

## • 課題

- 異常を予測できたが、**上流から異常をコントロールするのは困難**
  - 取得したデータが下流工程に集中しており、上流では使えないデータが多い
- 下流部分のメトリクス (X) についての閾値分析は不十分



# 5-2. 構築した異常予測モデルの課題

Yに影響する因子(X)の候補

最終的に313変数中、  
41変数を選定

上流部分のメトリクスが少なく、予測結果を元にした上流からの制御は困難

異常:高確率

PJ開始時

- 区分
- 注文主
- 機種
- 発番NET
- 発番NET\_ハード
- 発番NET\_ソフト
- 発番NET計

7変数

コーディング

- (合計)DR-C予実差
- (合計)DR-D予実差
- (合計)DR-E1先延ばし日数
- (合計)DR-S予実差
- (合計)FMEA予実差
- DR-Cの合計指摘件数
- ...

10変数

仕様検討～設計

- DR-B0指摘件数
- DR-B0の合計指摘件数
- (合計)DR-B1予実差
- (合計)DR-B2予実差

4変数

結合～総合試験

- DR-Eの合計指摘件数
- エラーヒット率
- エラー件数
- エラー密度
- 規模(ks)
- データベース\_改造部分
- ...

20変数

高確率の場合どうするか？

について、現段階で十分な解が得られていない(今後の課題)

進行中のPJ

異常:低確率

50%  
40%  
30%  
20%  
10%  
0%

PJ開始

設計

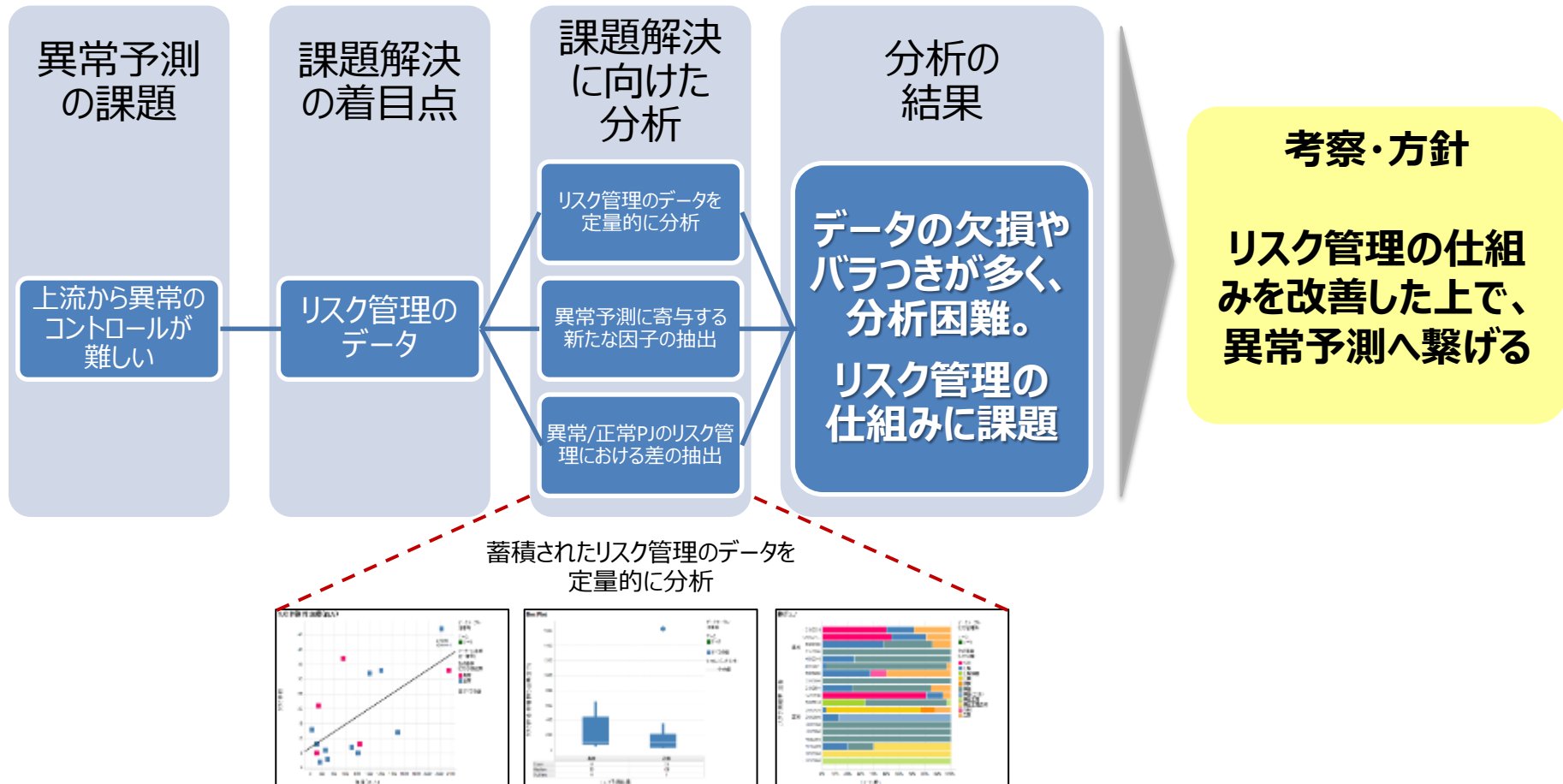
実装

試験

PJ終了

# 5 - 3. 今後はリスク管理のデータに注目

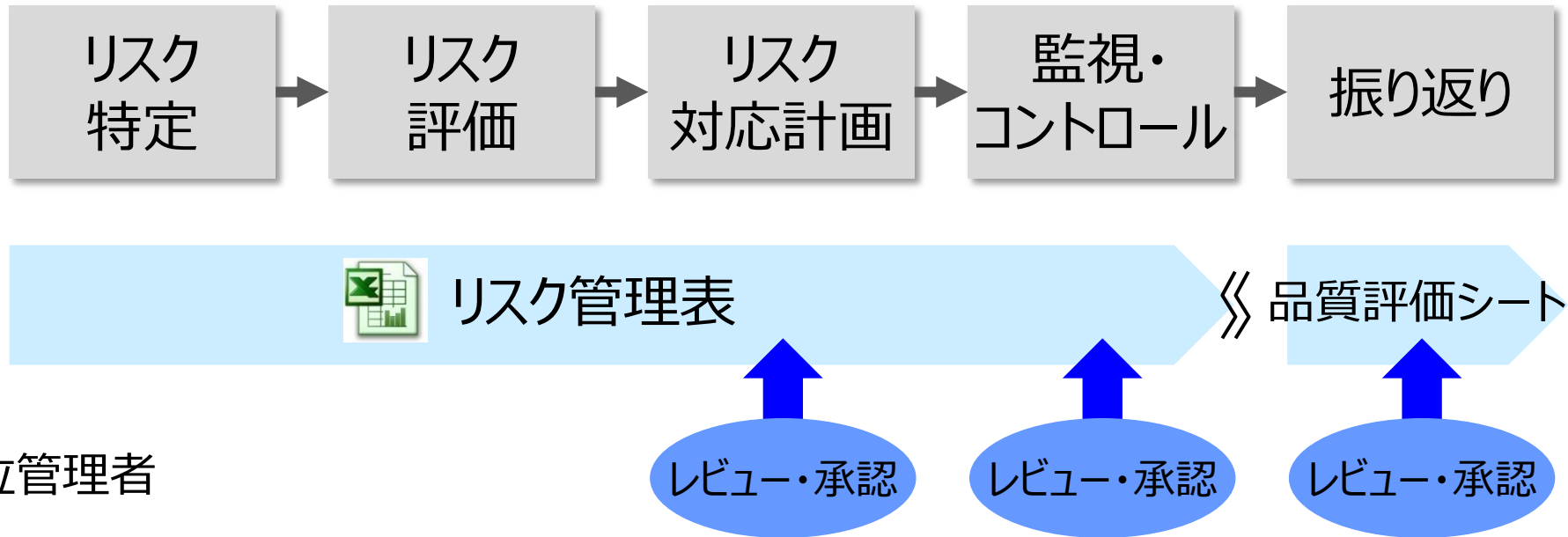
異常予測を上流段階からコントロールするために、リスク管理のデータに着目。  
**異常予測に影響する“新たな因子”**をリスク管理のデータから抽出可能か分析



# 5 - 3. 現行のリスク管理プロセス

リスク管理の作業全般が、**PJLの経験・スキルに過度に依存**。  
有識者の知見を取り込んで、**プロセスを継続的に改善**する仕組みが不十分

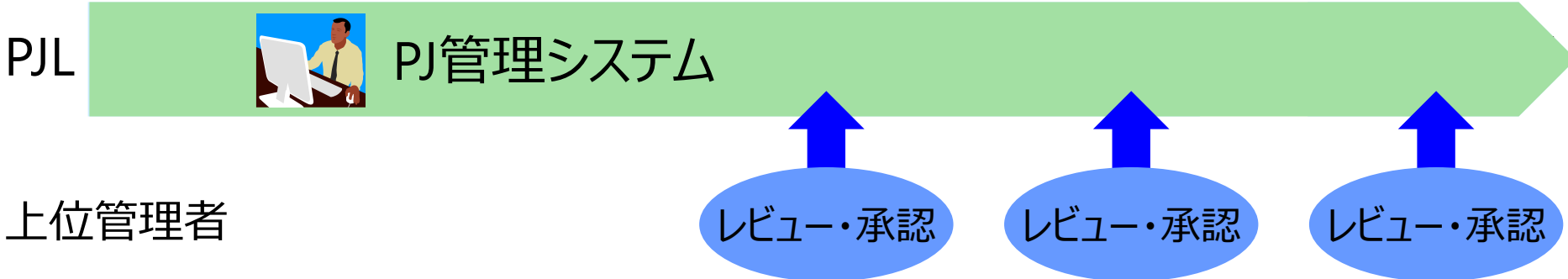
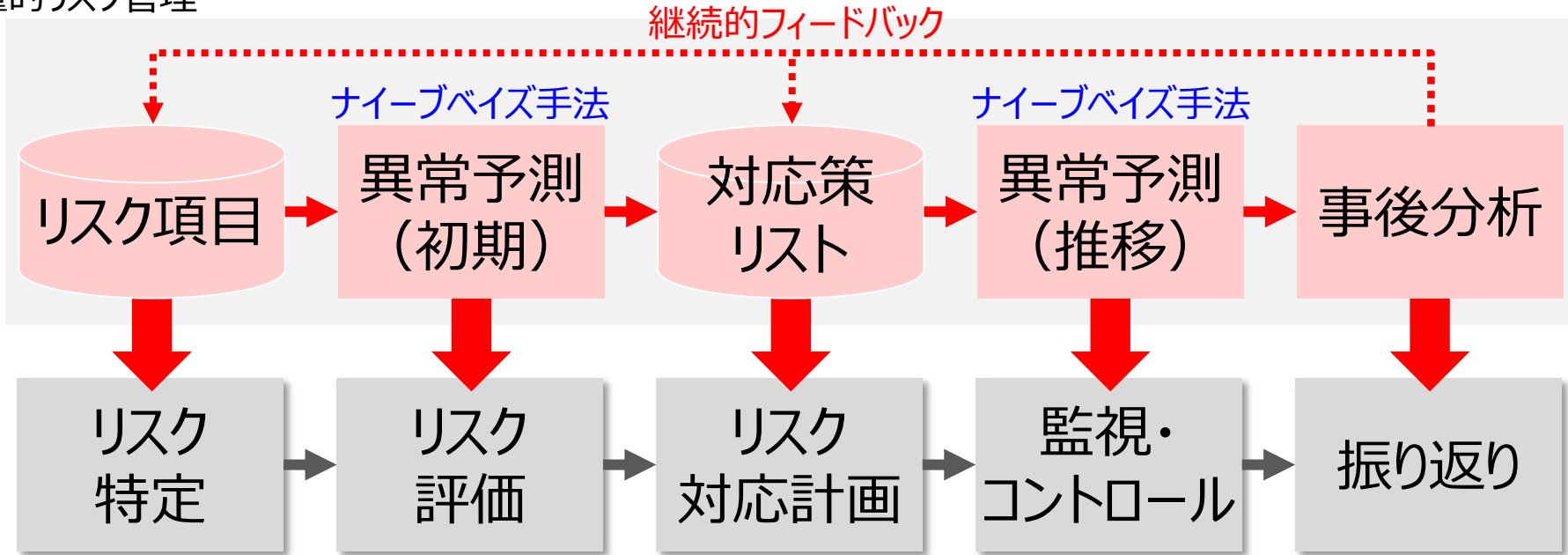
→ 硬直的なプロセスになりがち。形骸化の危険性。



# 5-3. 定量的リスク管理プロセス

TO-BE

定量的リスク管理



定量的リスク管理のプロセスを構築し、得られた知見を継続的にF/B。  
PJ管理システムと連携し、リスク関連データの一元管理と活用を狙う

# 5 - 4 . 定量的リスク管理プロセスの構築

## PJ活動

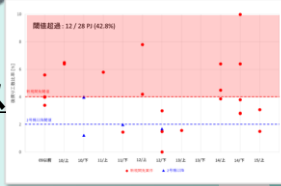
## 組織活動

進行/終了PJの  
リスク管理データ

項目	内容
顧客/要求	顧客からの要求を整理し、優先順位を決定する。
要件	顧客の要求に基づき、システム要件を定義する。
設計	システム要件に基づき、システム設計を行う。
開発	システム設計に基づき、システムを開発する。
テスト	開発されたシステムを検証し、品質を確保する。
運用	システムを運用し、メンテナンスを行う。



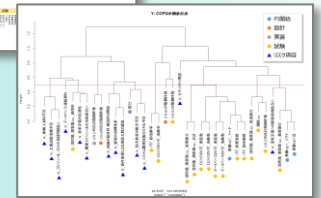
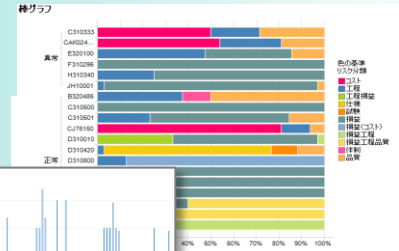
進行/終了PJの  
管理系メトリクス



データの  
蓄積・管理

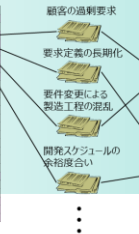
データの  
分析

分析結果の  
活用

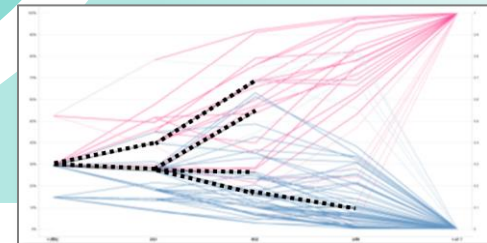


1. 主要リスクの特定
2. ヒアリング調査
3. 要因・対応策の深堀り

大項目	中項目	リスク項目
顧客/要求	顧客の過剰要求	顧客からの要求が多すぎる
		顧客からの要求が不明確である
		顧客からの要求が変更される
		顧客からの要求が実現不可能である
要件	要件定義の長期化	要件定義が長期化する
		要件定義が不明確である
		要件定義が変更される
		要件定義が実現不可能である
設計	要件変更による製造工程の混乱	要件変更による製造工程の混乱
		要件変更による製造工程の遅延
		要件変更による製造工程のコスト増大
		要件変更による製造工程の品質低下
開発	開発スケジュールの余裕(緩急)	開発スケジュールの余裕(緩急)
		開発スケジュールの遅延
		開発スケジュールのコスト増大
		開発スケジュールの品質低下
運用	顧客の過剰要求	顧客からの要求が多すぎる
		顧客からの要求が不明確である
		顧客からの要求が変更される
		顧客からの要求が実現不可能である



- チェック項目
  - 要求仕様を決定する際、比較すべき他社があるか？
  - 知識仕様の、契約仕様書を踏まえた要求があるか？
  - 優先順位付けを行う場合、重要事項を先行しているか？
  - 優先順位の順番について日報が明確になっているか？
- 主な対応策
  - 他社について調べれば、追加予算確保に動くこと
  - 過剰要求がある場合、追加予算確保に動くこと
- チェック項目
  - 要求定義の設計工程を先立ち合議できているか？
  - 要件変更の発生が工程に反映しているか？
  - 既設の仕様を把握できているか？
- 主な対応策
  - WBSを作成し、要求定義工程を細かく分割すること
  - 過去のシステムごとの情報と比較すること
  - 既設の顧客での運用方法を確認すること



# TOSHIBA

Leading Innovation >>>



1. はじめに
2. 電力系統システム部の部門紹介
3. なぜこの活動がはじまったのか
4. プロジェクト異常予測手法の適用
5. 今後の活動
- 6. まとめ**

## 6 - 1. まとめ

異常予測を**はじめた**ことで・・・

過去の  
プロジェクトデータ  
資産の**活用**

蓄積したデータ資産を活用

PJLの感覚を  
**定量化**

「このまま進むと危ない」  
を定量化

定量的視点で  
**新たな課題を抽出**

定量データを使うことで、今まで  
見えていなかった新たな課題を  
抽出

## 6 - 2. まとめ

重要だと  
思うこと

サポートが  
あると良いと  
思うこと

①適用部門の積極的関与

②斜に構えずはじめてみる

③とにかく「見せる化」

④データ収集の機械的な支援

⑤データ分析ツールの準備



**TOSHIBA**

**Leading Innovation >>>**