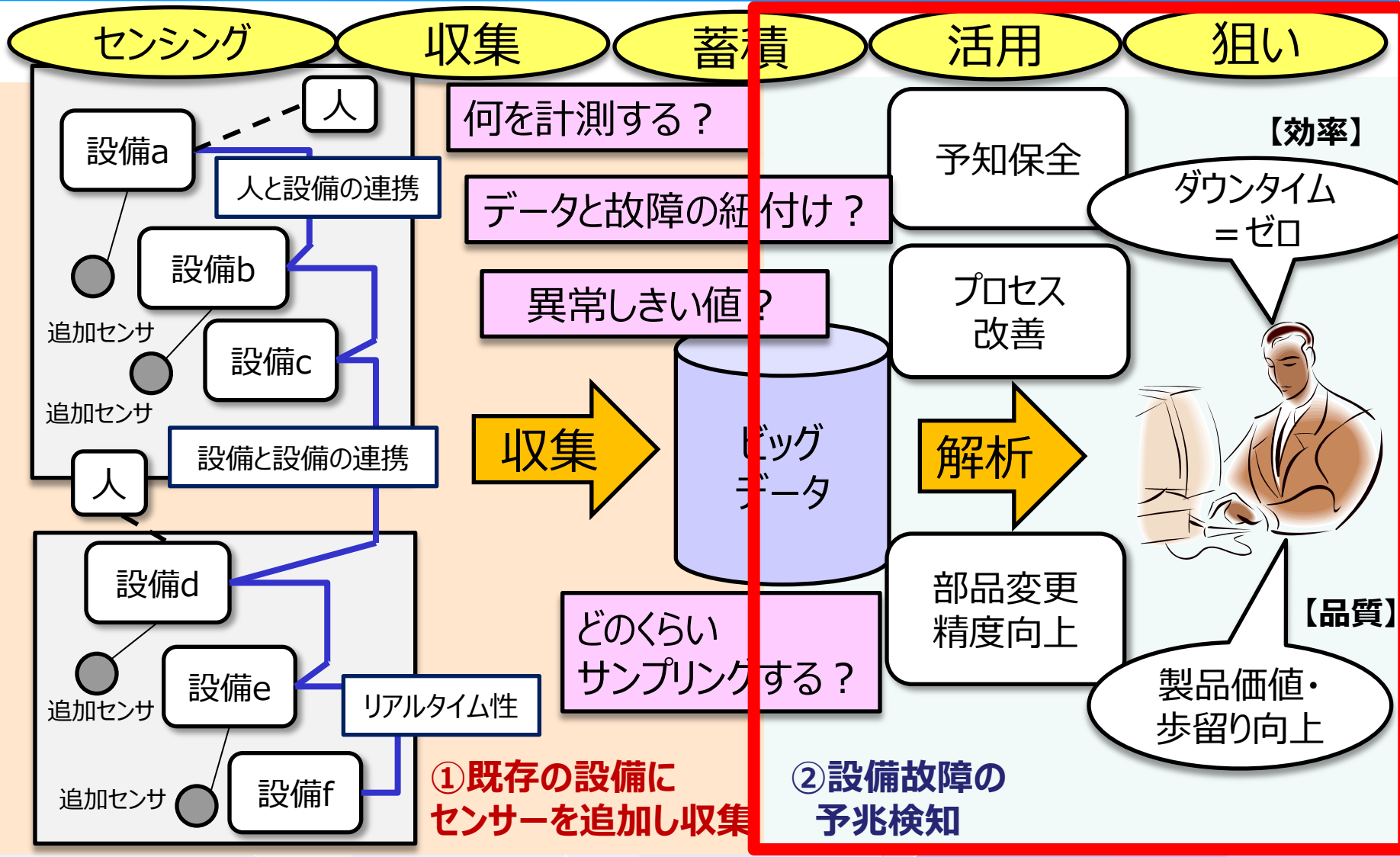



# プレス機とパネル搬送装置 における予知保全

WG-2K01


森 健一郎	オムロン (株)	(ファシリテーター)
北洞 義明	CKD (株)	(エディター)
茅野 眞一郎	三菱電機 (株)	(エディター)
植村 清司, 小森 一正	マツダ (株)	
中井 範匡	CKD (株)	
角田 実	(株) 日立製作所	
吉田 洋	富士通 (株)	
内藤 潤	(株) 電通国際情報サービス	
青山 督	ヤマザキマザック (株)	



# 保全管理の困りごと (As-is)



**【課題】 突発で故障発生**すると、保全作業者が故障部位を推定し、在庫部品と交換して、とにかく復旧させる。交換部品が無いような重篤な故障発生すると長時間生産が止まってしまう。



保全作業者は、機械の油にまみれながらメンテナンス作業に万全を期しているが..

# 異常発生！！

「はい、保全担当です」

「真空圧で異常値を示しています」

「分かった、直ぐ確認する」

2016/10/06

# 故障で生産ライン停止

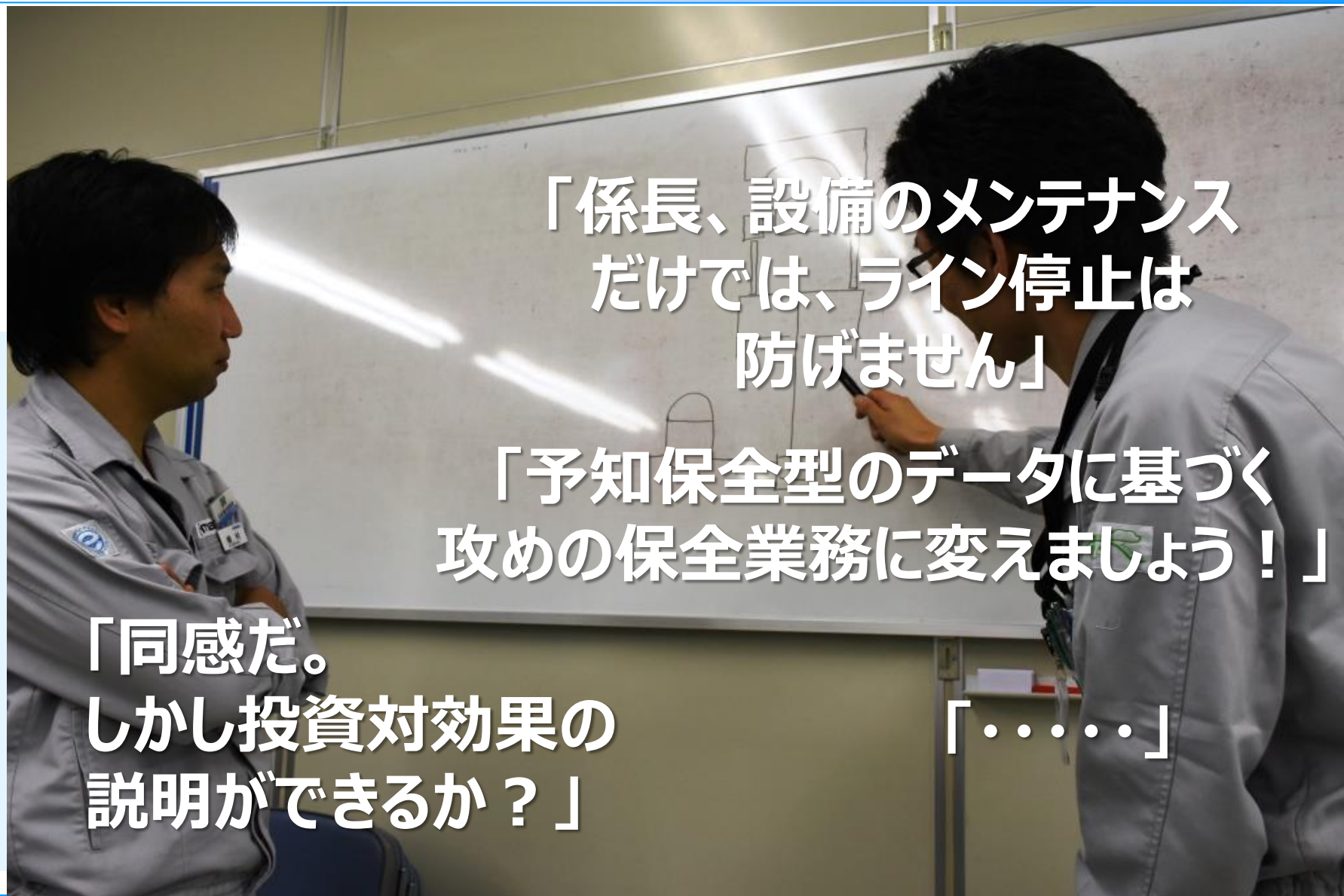
突発で故障が発生し、生産ラインが停止

原因は、稼働中の真空ポンプのうち  
1台の故障であった

突発の故障を何とか防げないか

2016/10/06

# データに基づく保全管理を提案



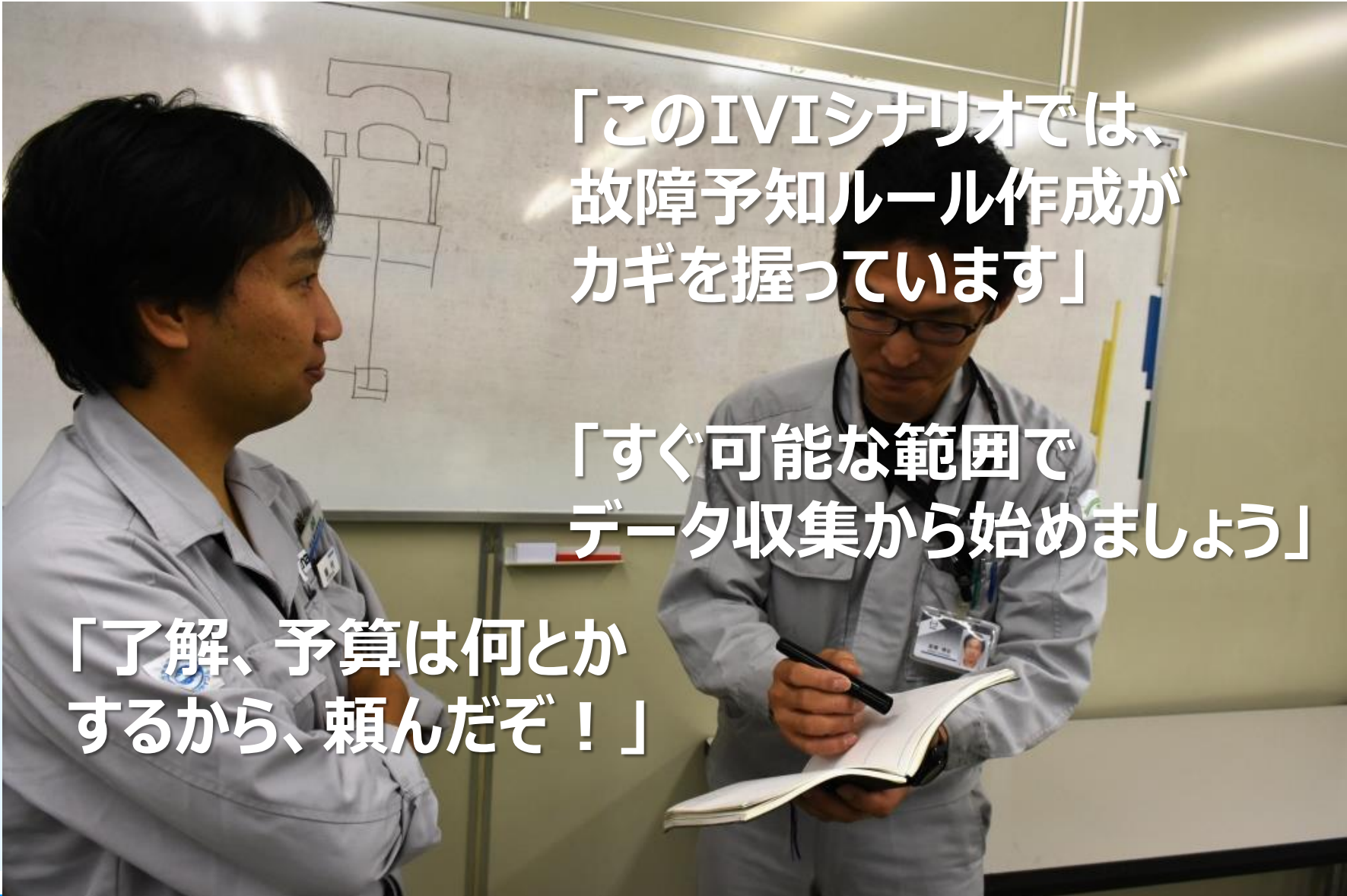
「係長、設備のメンテナンス  
だけでは、ライン停止は  
防げません」

「予知保全型のデータに基づく  
攻めの保全業務に変えましょう！」

「同感だ。  
しかし投資対効果の  
説明ができるか？」

「……」

# あるべき姿に向け試行開始



「このIVIシナリオでは、  
故障予知ルール作成が  
カギを握っています」

「すぐ可能な範囲で  
データ収集から始めましょう」

「了解、予算は何とか  
するから、頼んだぞ！」

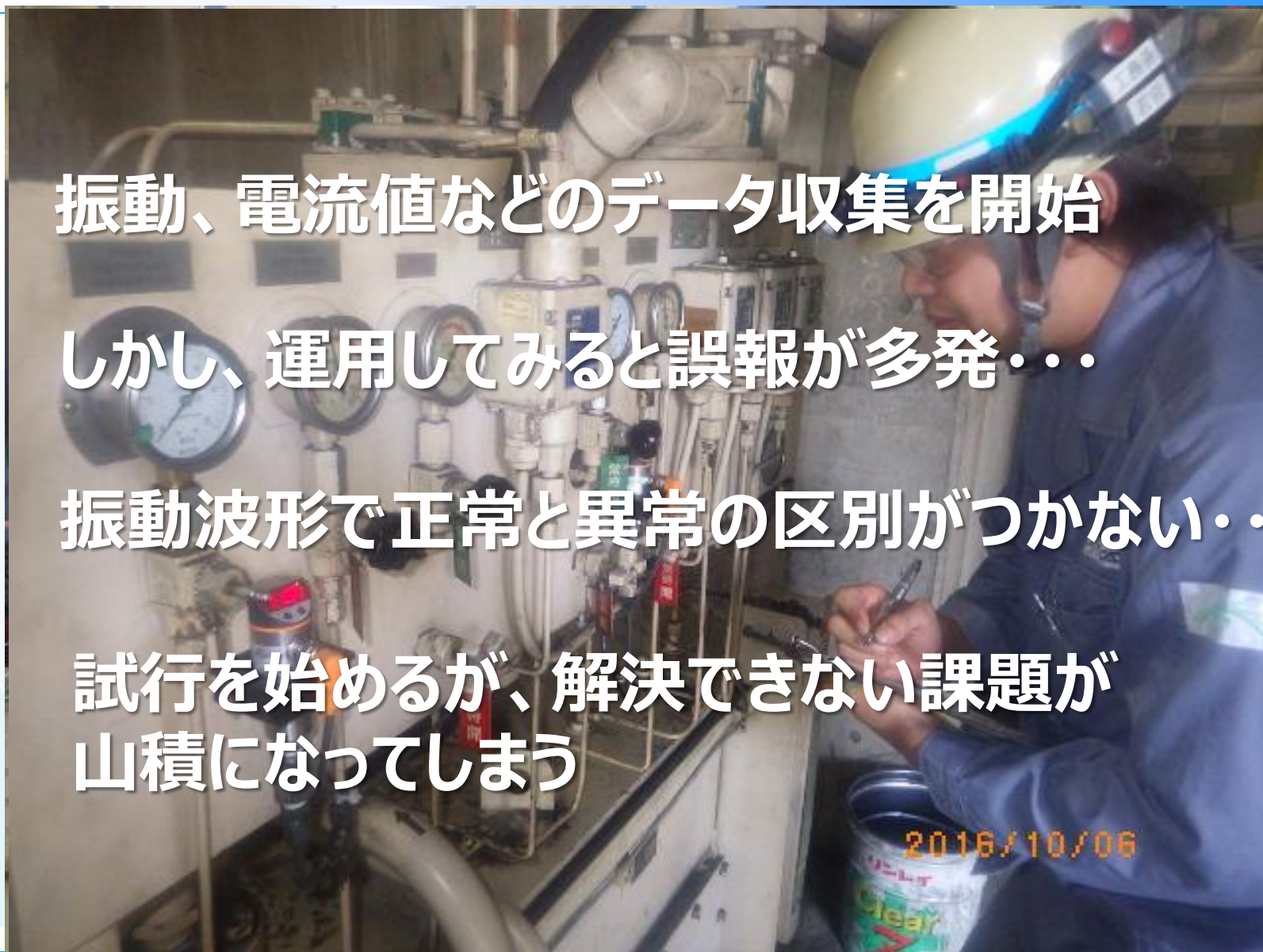
# 現場だけでは解決が困難

振動、電流値などのデータ収集を開始

しかし、運用してみると誤報が多発...

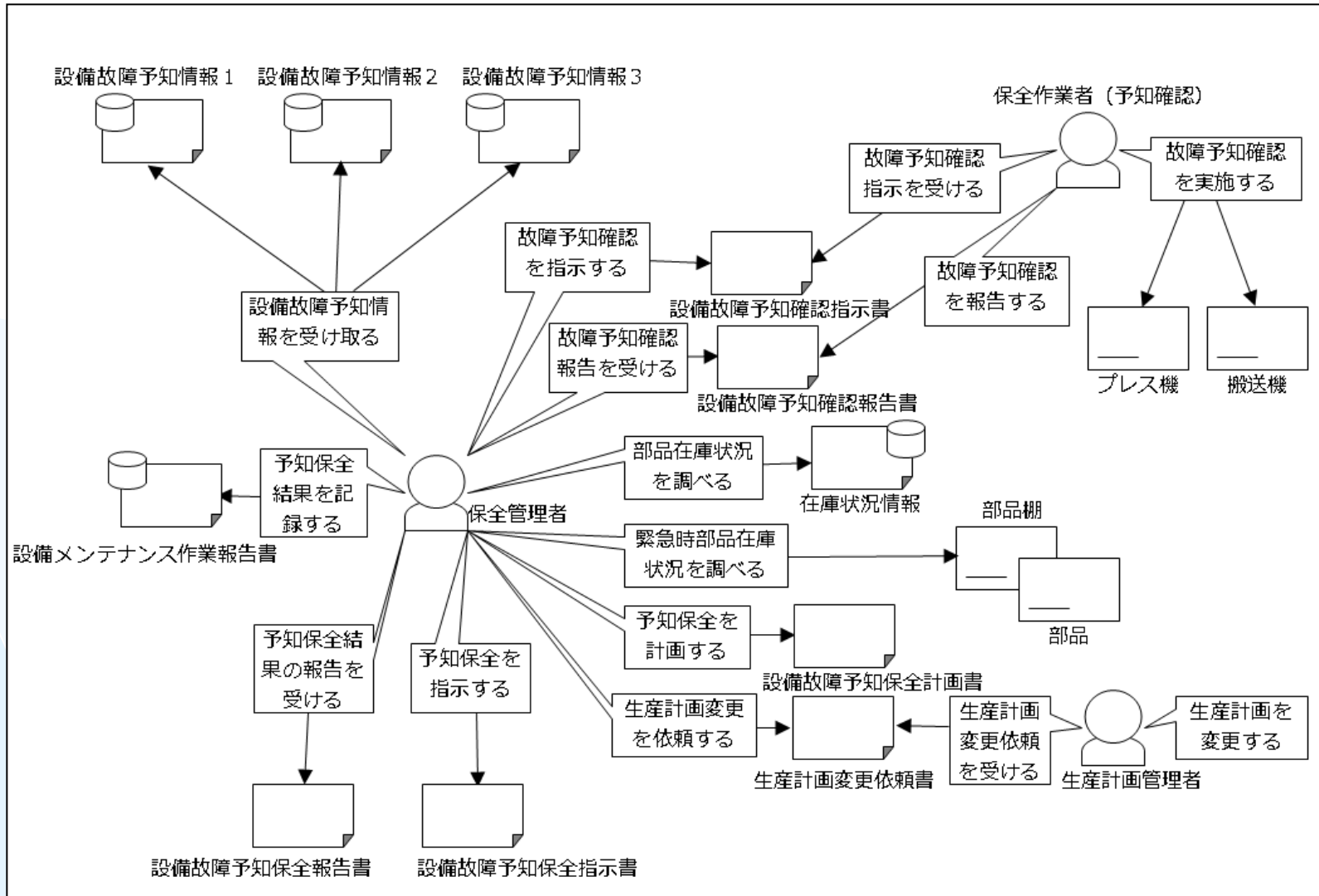
振動波形で正常と異常の区別がつかない...

試行を始めるが、解決できない課題が  
山積になってしまう





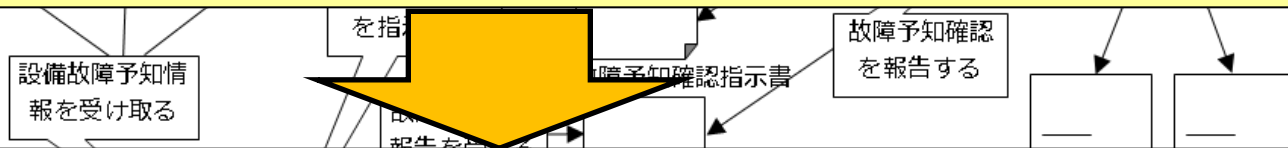
# 予知保全実施のシナリオ (To-Beモデル)



# 予知保全実施のシナリオ（To-Beモデル）

## 【特徴】

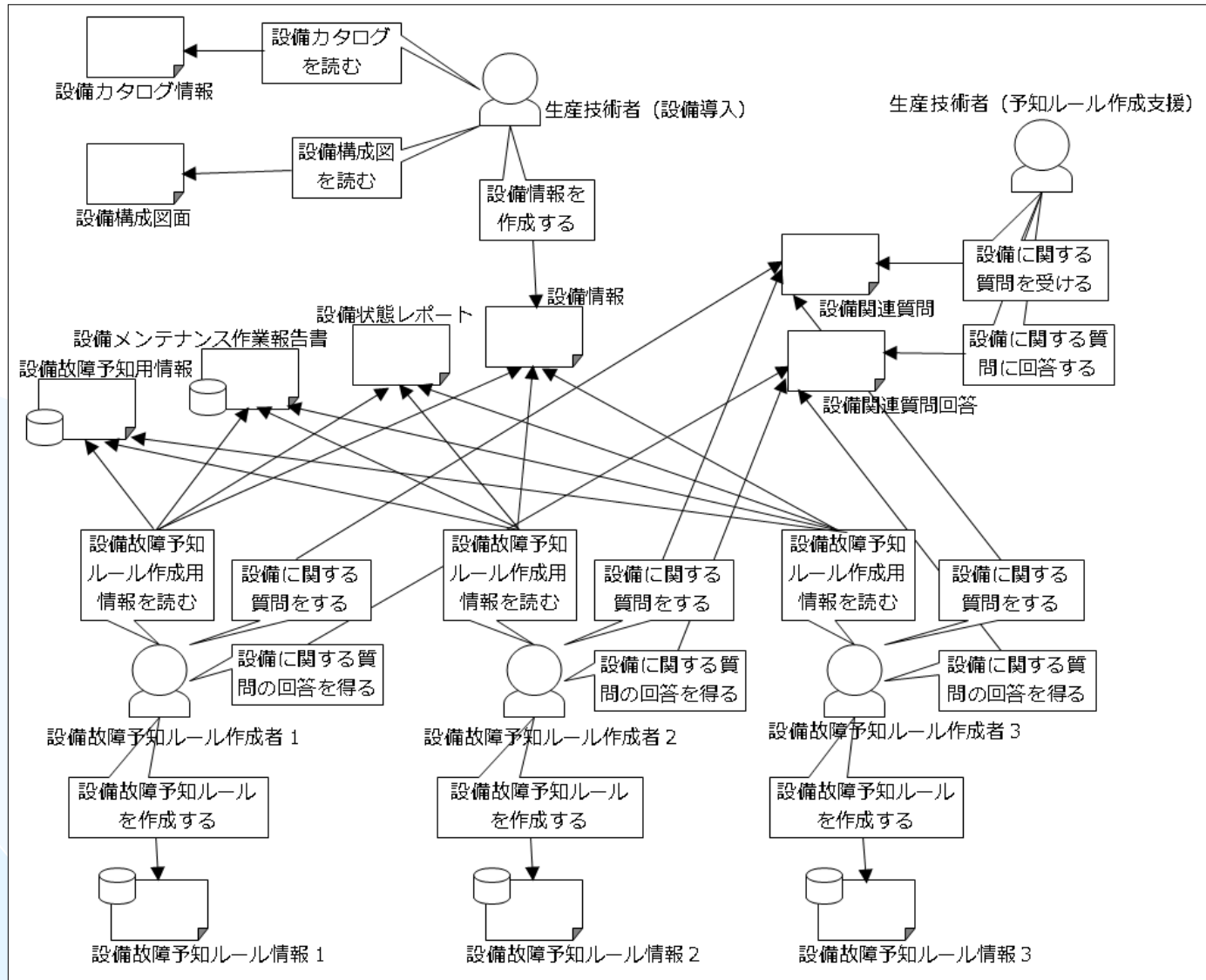
IoTを活用した予知保全により、設備故障の予兆を捉え、  
データに基づく保全業務に変える。



## 【解決策】

既存の設備に各種センサーを追加し、時系列データを収集。  
ビッグデータ解析することにより、故障が発生する可能性があるかを予測。  
保全管理者は、この解析結果を元に関連部門と協議して、  
故障を未然に防ぐ事前の保全活動、  
さらには品質バラツキ最小化や歩留まり向上につなげることができる。

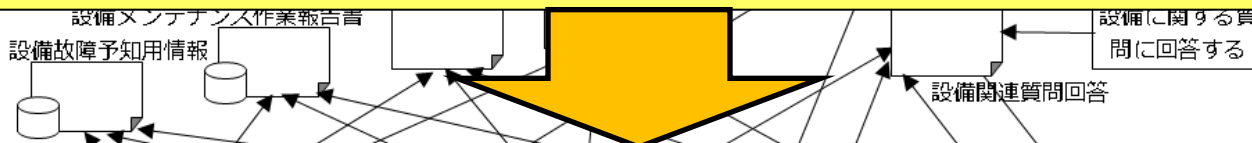
# 予知保全情報準備のシナリオ (To-Beモデル)



# 予知保全情報準備のシナリオ（To-Beモデル）

## 【役者】 設備故障予知ルール作成者

統計量解析や機械学習によって、設備故障の予兆を捉えるために予知ルールを作成する。

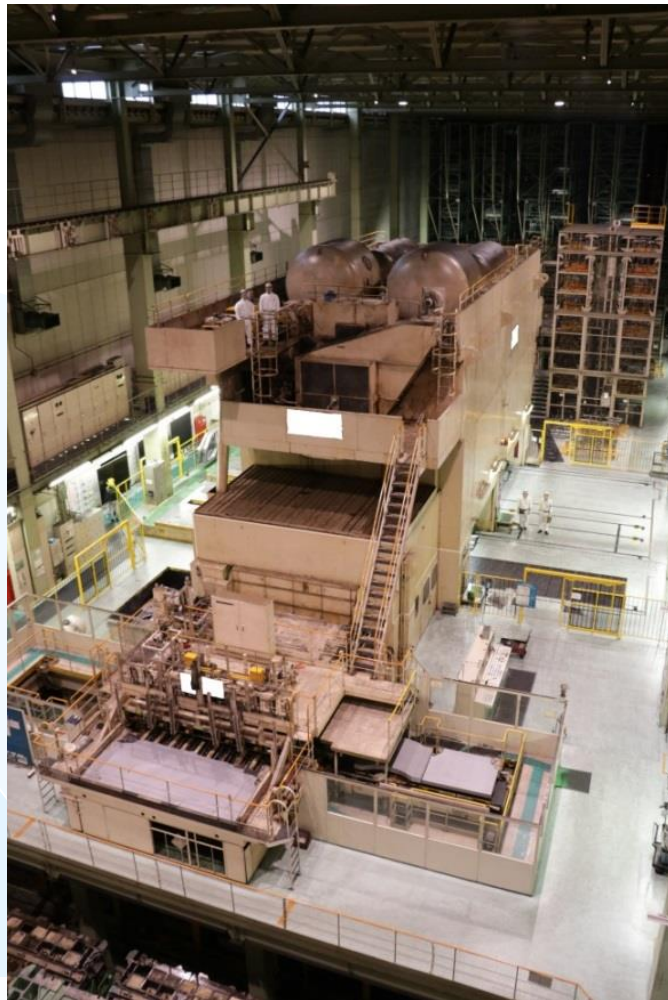


今回の実験では、予知ルール作成者と保全管理者・生産技術者が、議論しながら、仮説検証（PDCA）のプロセスをまわしてみる。

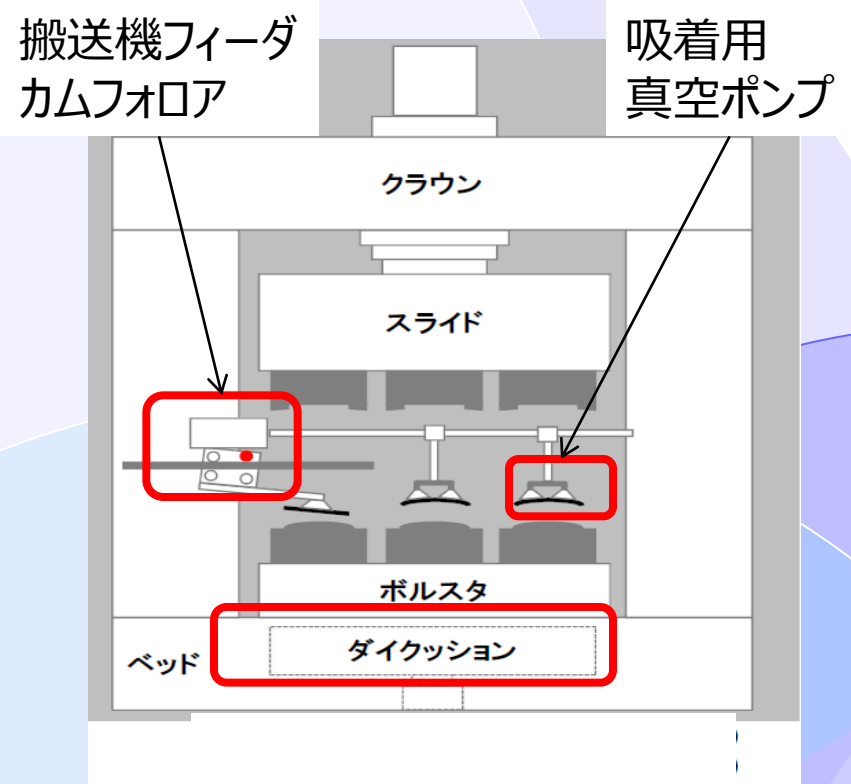
- ① センサーデータの選定や欠落データの補完
- ② 統計量モデルと異常度の閾値を作成
- ③ 故障発生前のデータ群から予兆（の仮説）を得る
- ④ 予兆（の仮説）と故障事象を突合せ、関係づける
- ⑤ 故障予知ルールを更新し、進化させる

# 実証実験の対象とする故障部位

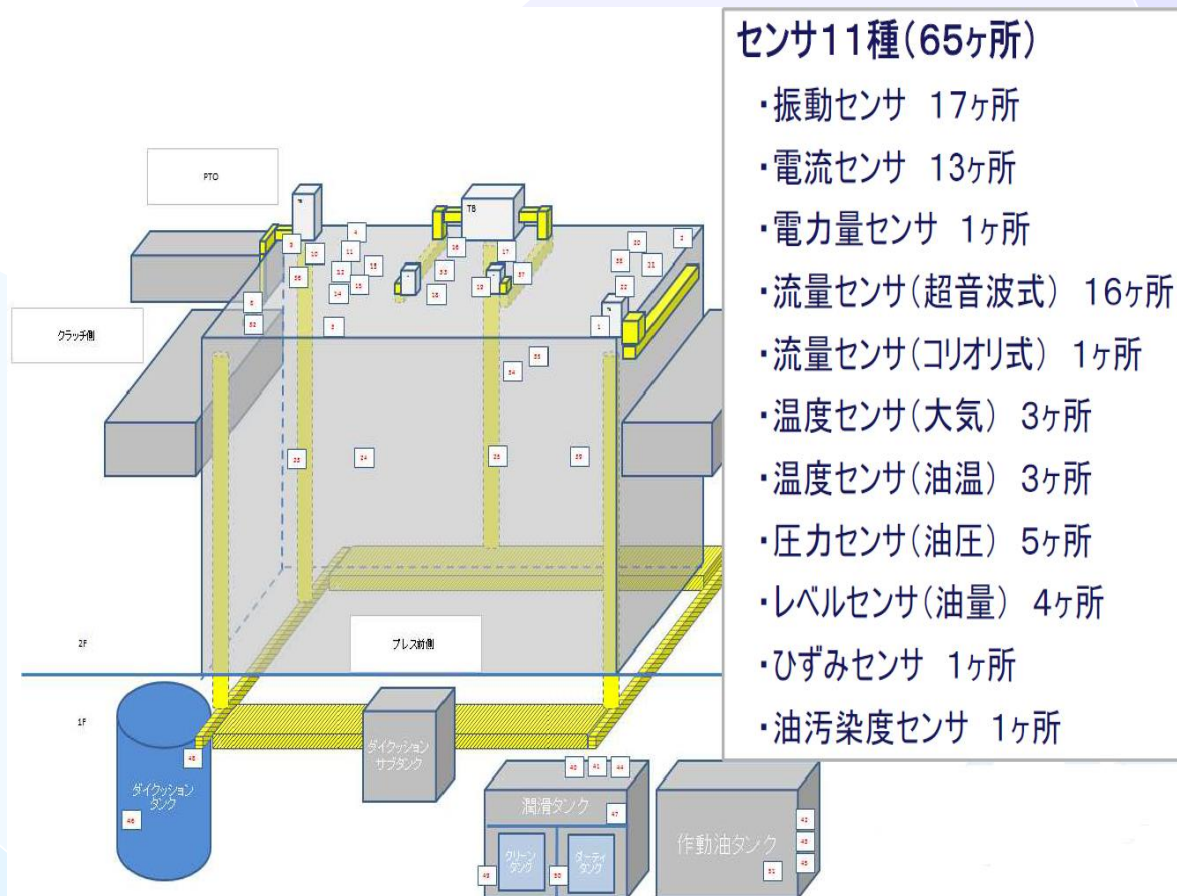
マツダ（株）宇品工場  
ボディ用の大型プレス機



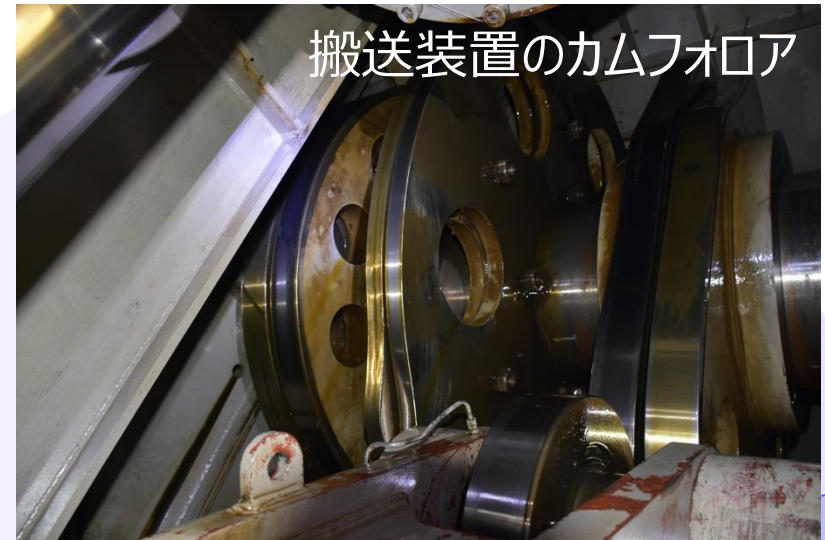
プレス機概略図



センサを65カ所に後付けで設置し、フィールドネットとPLCでロギング。  
約1年半の間、データ収集を継続し、実際の故障時データを収集した。



# 実験対象とする3つの故障項目



	装置名	故障部位	故障モード	追加センサ
1	パネル搬送装置	吸着用真空ポンプ	ブレード破損	モーター電流値
2	パネル搬送装置	フィーダ カムフォロア	ツール破損 カムフォロア破損	振動
3	プレス機	ダイクッション	ロッキング異常	油圧 クッションストローク動作値

# 2K01 WGで解決策を議論



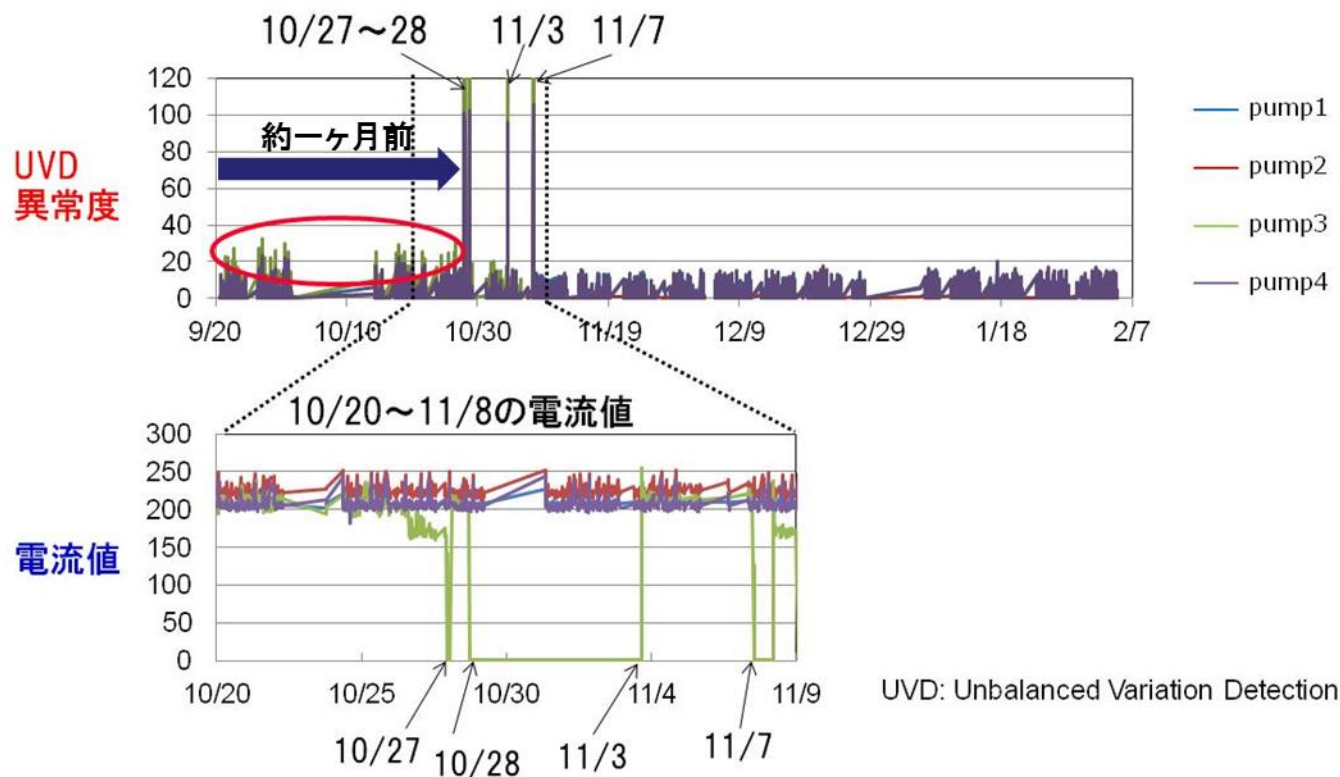
毎月、現場とIVIメンバが真剣に議論  
そして・・・ついに予兆を捉えた！



# 実験結果：①吸着用真空ポンプの故障

4つの真空ポンプのモーター電流値間のバランスを分析し、異常度を検知。約1ヶ月前から故障の予兆を捉えることができた。

- 約一ヶ月前からポンプ3に対してUVD高異常を検出
- 2016/11/10～2017/2/5においてUVD高異常を未検出

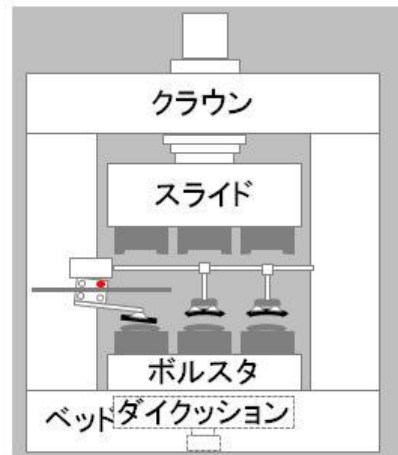


# UVD分析法（日立製作所）

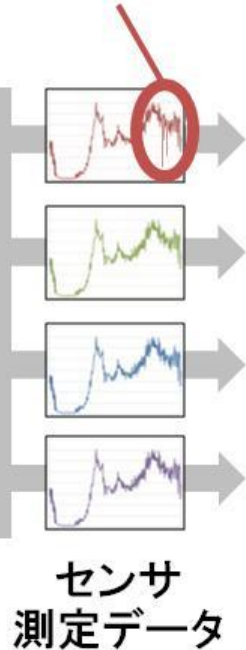
日次変化に隠れた故障情報  
(クラスタリング分析で検出困難)

UVD分析サーバ

保守担当者



予防保守  
対象機器



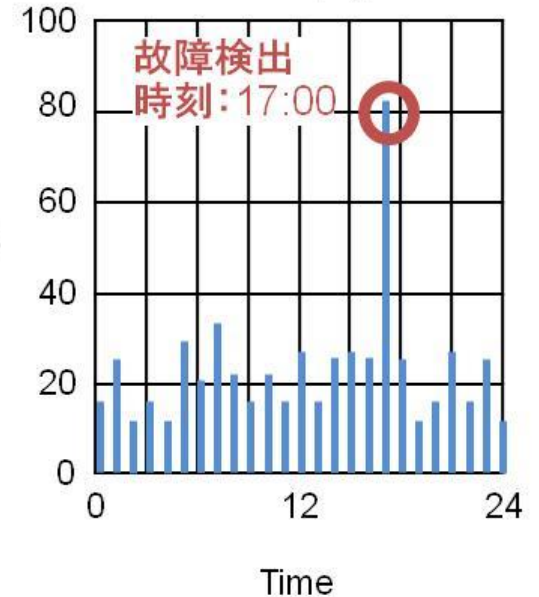
相互判定  
(測定データ間の  
バランスを分析)

機械学習  
(測定データ間の  
バランスを学習)



学習データ

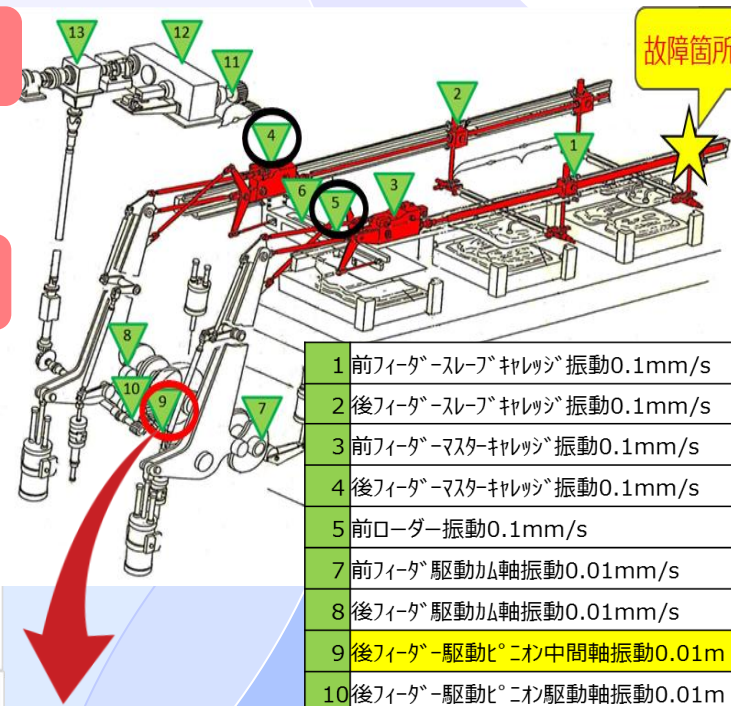
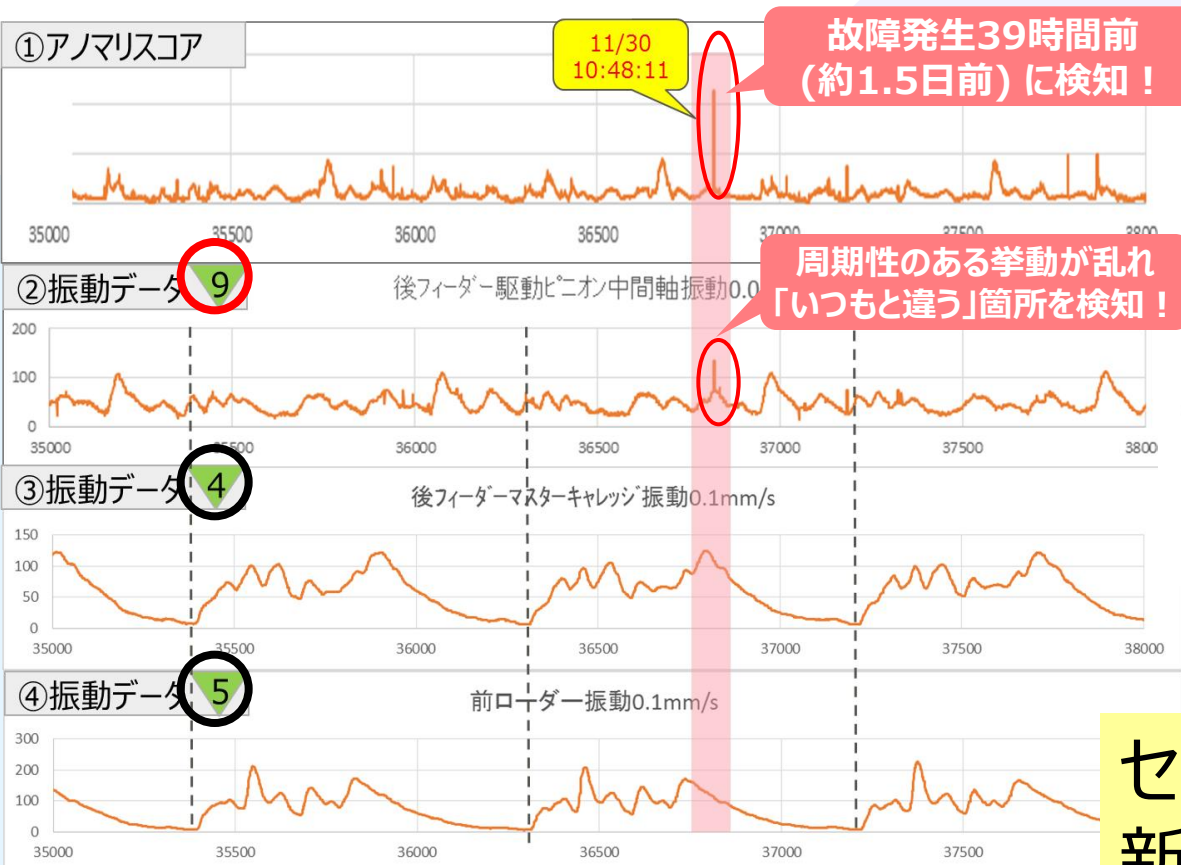
異常度



UVD: Unbalanced Variation Detection

# 実験結果：②搬送フィーダの故障

9個の振動センサ値から、いつもと違うことを検知し、故障発生の1.5日前に予兆を捉えることができた。  
**故障部位から最も遠い位置**の振動センサがこの予兆を捉えていた。



センサ取付け位置に関して  
 新たな知見が得られた

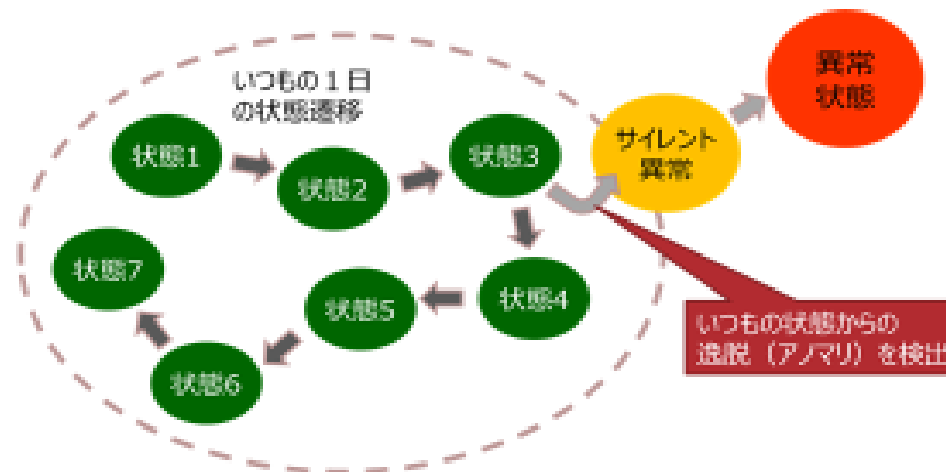
※9点の振動データのうち3点のグラフを抜粋

# アノマリ分析法（富士通株式会社）

FUJITSU

## アノマリ分析 -富士通(株)独自技術- とは

- 機械学習により「いつもの状態」や「遷移」をモデル化
- いつもと違う状態を検知することで、異常の予兆を監視



### 従来の異常検知

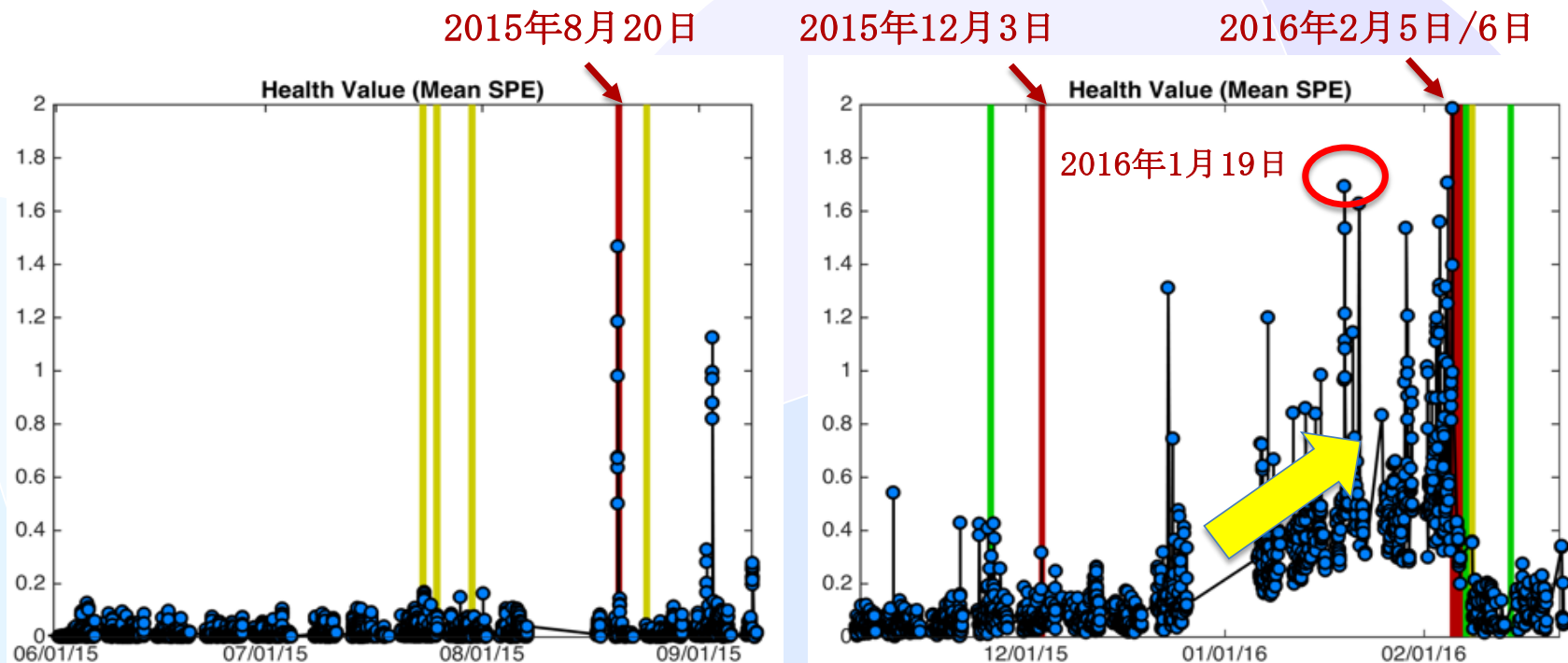
- ✓ 過去に発生した異常パターンを学習（教師あり機械学習）
- ✓ 過去に発生した異常パターンと一致した場合、異常として検知

### アノマリ検知

- ✓ 「いつも」のパターンを学習（教師なし機械学習）
- ✓ 「いつも」のパターンからの外れ値を、アノマリとして検知

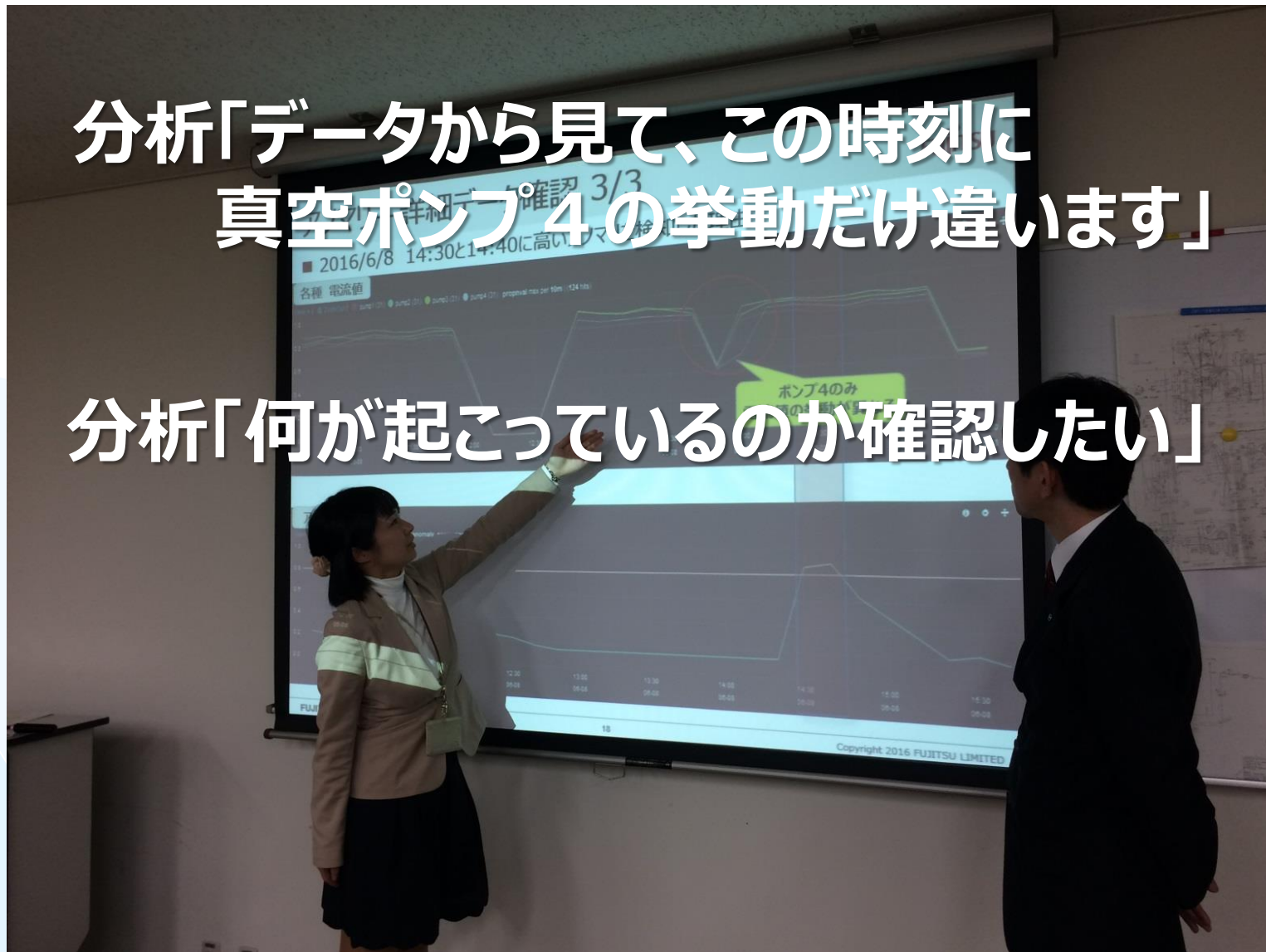
# 実験結果：③ダイクッション異常

ダイクッションの油圧やストローク動作値のセンサデータから、2月5日故障発生日の約1カ月前に予兆を検知できた。



ヘルス値による評価結果  
( (株) 電通国際情報サービス)

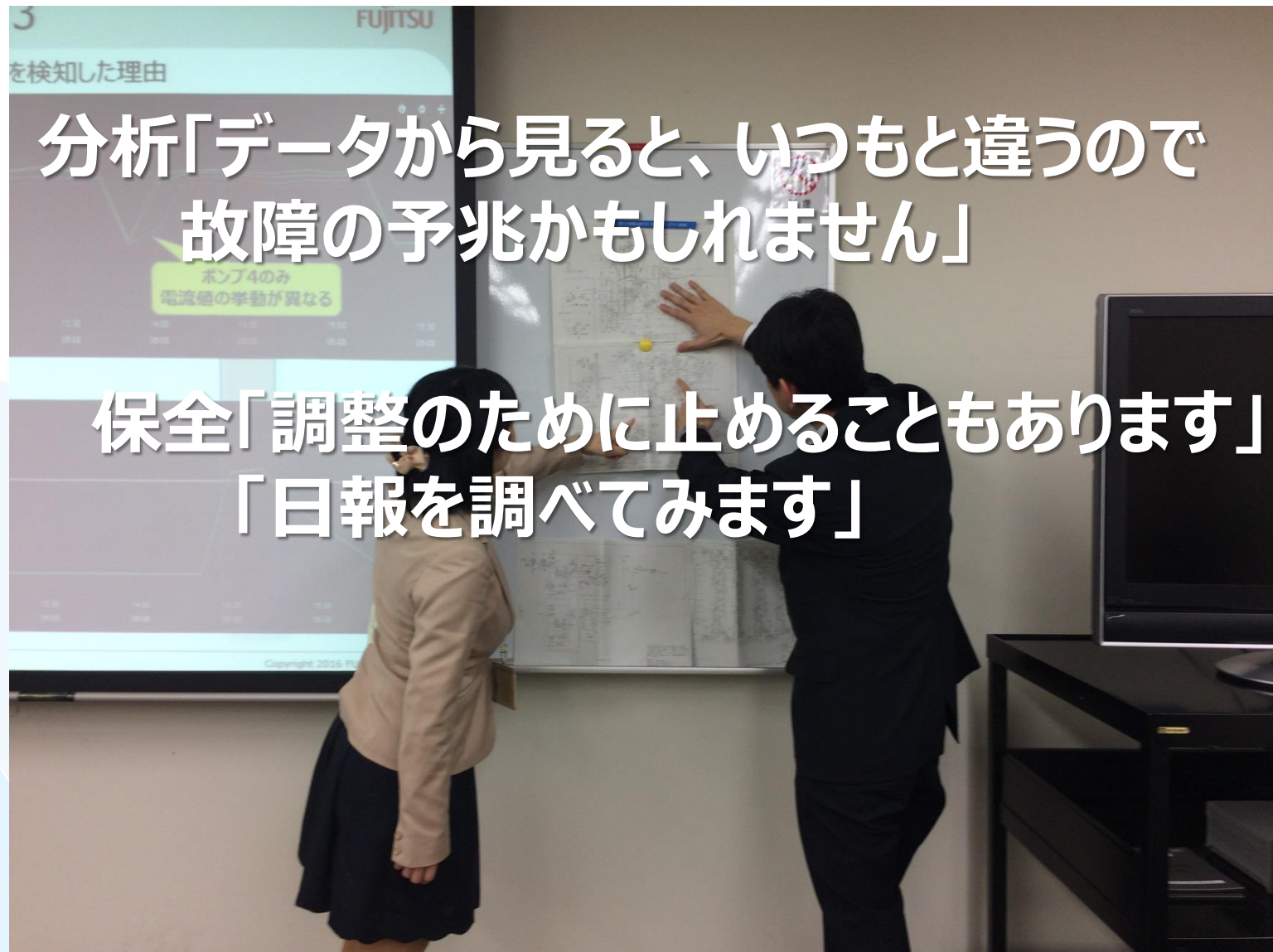
- 赤線：15分以上の停止があった日
- 黄線：1分～14分の停止時間があった日
- 緑線：メンテナンス作業があった日で停止時間は0分



未知した理由

保全「真空ポンプ4台が、このような構造でつながっています」

保全「1台だけ挙動が異なっても、すぐには異常になりません」





保全「その時刻は、日報には何も記録  
ないですね」

分析「何か問題があったか、正常なものか、  
わからないでしょうか」

保全「当日の担当者に直接聞いてみます」

毎回この繰り返しで、精度を向上・・・

オフラインながら、実験手順に従って仮説検証（PDCA）プロセスを1回以上まわし、設備故障予知ルールが改善できた。

	装置名	故障部位	故障モード	追加センサ	データ解析手法	予兆の検知時期
1	パネル搬送装置	吸着用真空ポンプ	ブレード破損	モーター電流値	UVD法 (統計量解析と機械学習)	故障発生の約1ヶ月前
2	パネル搬送装置	フィーダカムフォロア	ツール破損 カムフォロア破損	振動	アノマリ分析法 (統計量解析と機械学習)	故障発生の1.5日前
3	プレス機	ダイクッション	ロッキング異常	油圧クッションストローク動作値	統計量解析と機械学習	故障発生の約1ヶ月前

# 実証実験からの気づき

- 設備機械はほとんど故障しないため、機械学習の教師データが不足。初期モデルの有効性の検証を行うには更なる教師データが必要。
- 欠落データの補完や対象データの分類等、センサデータの加工に工数がかかる。投資対効果が見込める故障事象から着手すべき。
- データ解析の担当者が、設備の特性の理解に時間がかかる。異常時の特徴を教え込む機械学習アプローチを行う上では避けられない。

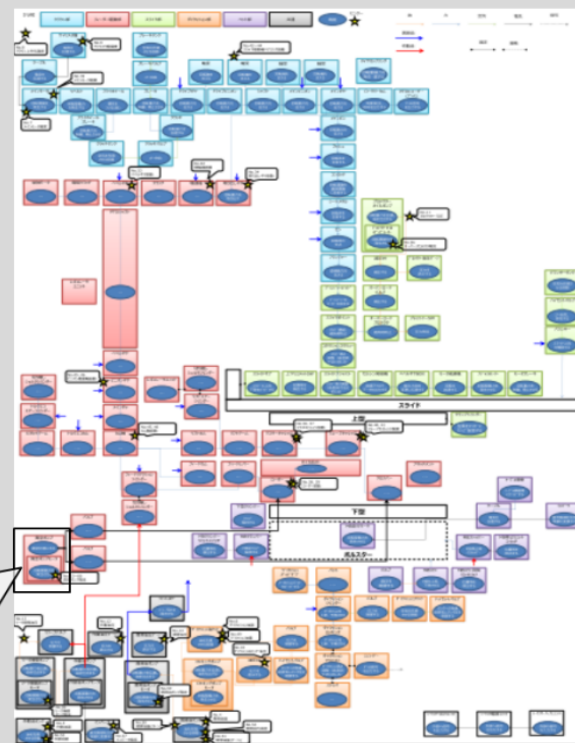
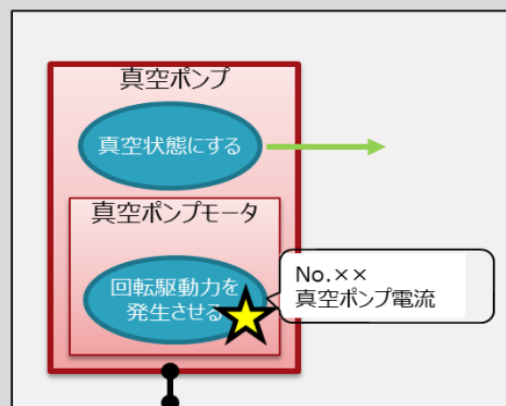
# 設備の機能・要素ブロック図の活用

( (株) iTiDコンサルティング )

センサ-センサ間の物理的な相関について、図に示すことによって、設備故障予知ルール作成者が理解しやすくなる。

- 機能・要素ブロック図を作成して、論理的な要因を検討する。
  - ▶ 要素間のインタフェースやモノ・情報・エネルギーの流れを見える化する。
  - ▶ 外乱なども記載して抜けモレなく要因が抽出できるようにする。

凡例



# 今後の課題

## ■ 日報（保全作業記録）

詳細な時刻の記載がない場合や、内容として保全担当者以外の人では理解が難しい表現も見受けられた。予知保全の質の向上を図るためには、詳細で定型化されたメンテナンス記録を作成する必要がある。

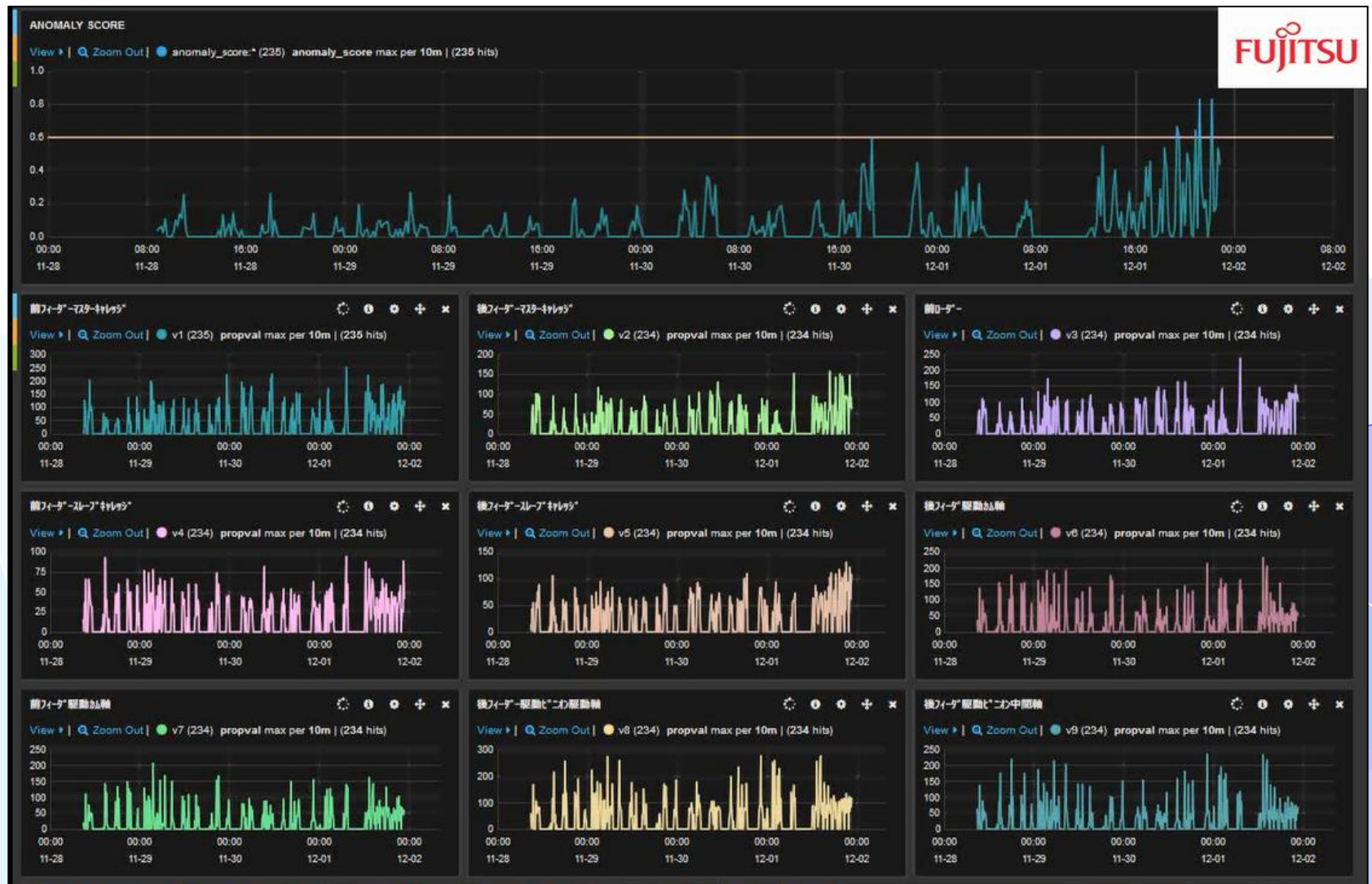
## ■ チューニング

今回作成した、初期の故障予知ルールを進化させ、誤報を減らし、予測精度をさらに向上する。

## ■ オンライン・システム化

保全作業者が、設備の状態や故障の予兆を容易に理解できるようにGUIを含めてプラットフォームに組み込み、構築する。

# オンライン化のダッシュボードイメージ



## ありがとうございました。

### ■ WGオブザーバー

荒木 友彦  
伊藤 雅和, 中島 一晃  
今井 嘉之  
駒田 節子  
徳永 昌宣  
藤田 登

ウイングアーク1st (株)  
マツダ (株)  
(株) アイキューブテクノロジー  
(株) iTiDコンサルティング  
富士通 (株)  
(株)日立製作所

### ■ データ解析協力

沖田 英樹, 宮本 啓生, 鈴木 敏明 (株)日立製作所  
若山 雄一, 榎本 友理枝, 堀江 祐太郎 富士通 (株)