

# 製鉄所の製造現場で使える 異常予兆検知システムの開発

2024年5月30日

(株) 神戸製鋼所

鉄鋼アルミ事業部門 加古川製鉄所 線材部 線材圧延技術室 井上佳賢  
技術開発本部 DITec AI・データサイエンス推進室 森居 数広

**KOBELCO**

1. 会社概要 P. 3
2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発 P. 7
3. MONADデモンストレーション P.18
4. まとめと今後 P.24

# KOBELCO



## 1. 会社概要

あしたにいいこと、  
KOBELCOと。

# 1. 会社概要

## 1. 会社概要

会社名	株式会社 神戸製鋼所
英文社名	Kobe Steel, Ltd.
グループブランド	KOBELCO
創業	1905年9月1日
設立	1911年6月28日
資本金	2,509億円（2023年3月31日現在）
代表取締役社長	勝川 四志彦
従業員数	連結 38,488人（2023年3月31日現在） 単体 11,368人（2023年3月31日現在、出向者を除く）
子会社	202社（2023年3月31日現在）
関連会社	49社（2023年3月31日現在）

# 1. 会社概要

## 2. 事業内容

素材系事業	鉄鋼アルミ	線材条鋼（線材、棒鋼）、薄板（熱延、冷延、表面処理）、厚板、アルミ板、その他（鋼片、鋳物用銑、製鋼用銑、スラグ製品）
	素形材	鋳鍛鋼品、アルミニウム合金及びマグネシウム合金鋳造品、チタン及びチタン合金、アルミニウム合金鍛造品及び加工品、アルミ押出材及び加工品、銅圧延品、鉄粉
	溶接	溶接材料（各種被覆アーク溶接棒、自動・半自動溶接用ワイヤ、フラックス）、溶接ロボット、溶接機、各種溶接ロボットシステム 溶接関連試験・分析・コンサルティング業
機械系事業	機械	エネルギー・化学関連機器、原子力関連機器、タイヤ・ゴム機械、樹脂機械、超高圧装置、真空成膜装置、金属加工機械、各種圧縮機、冷凍機、ヒートポンプ、各種プラント（製鉄圧延、非鉄等）、各種内燃機関 特殊合金他新材料（ターゲット材等）、各種材料の分析・解析
	エンジニアリング	各種プラント（還元鉄、ペレタイジング、石油化学、原子力関連、水処理、廃棄物処理等）、土木工事、新交通システム、化学・食品関連機器
	建設機械	油圧ショベル、ミニショベル、環境リサイクル機械、クローラクレーン、ホイールクレーン、DXソリューション
電力事業	電力	電力供給、熱供給
	その他事業	高圧ガス容器製造業、超電導製品、総合商社

# 1. 会社概要

## 3. 国内事業所（鉄鋼アルミ）

生産・技術開発拠点	所在地	主要製品・事業内容	その他
加古川製鉄所	兵庫県加古川市	線材・棒鋼、厚板、薄板製品の生産	敷地 : 5,036,522㎡ 従業員数 : 2,849人
神戸線条工場	兵庫県神戸市	線材・棒鋼製品の生産	敷地 : 1,202,185㎡ 従業員数 : 788人
真岡製造所	栃木県真岡市	アルミ板条製品の生産	敷地 : 456,156㎡ 従業員数 : 883人



加古川製鉄所



神戸線条工場



真岡製造所

## 2. 製鉄所の製造現場で使える 異常予兆検知システムの開発



## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

### 1. 我々のミッション

#### お客様のご要望に合わせた鋼材をタイムリーにお届けする

設計

製造

検査

輸送

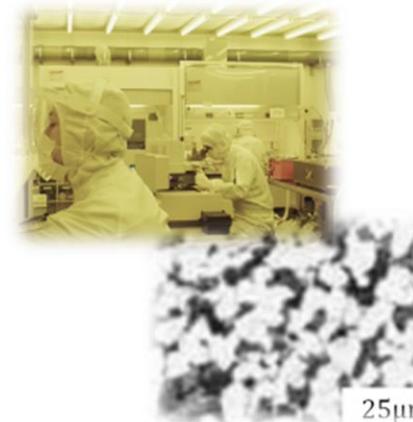
お客様



お客様仕様に  
基いた鋼材設計



設計に基いた条件で製造



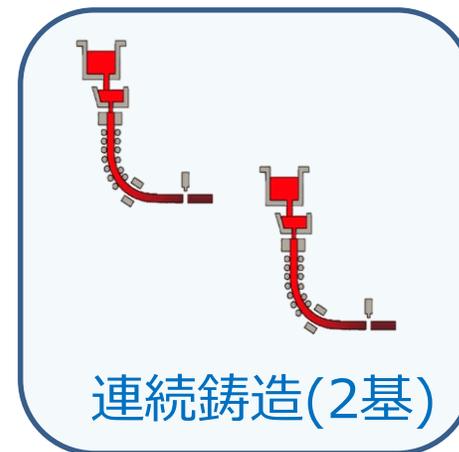
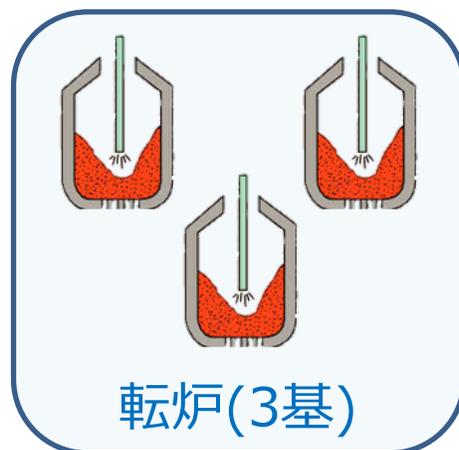
仕様・規格に基いた  
条件で検査



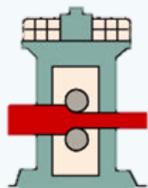
輸送中も傷をケアした  
方法でお客様へ納入

## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

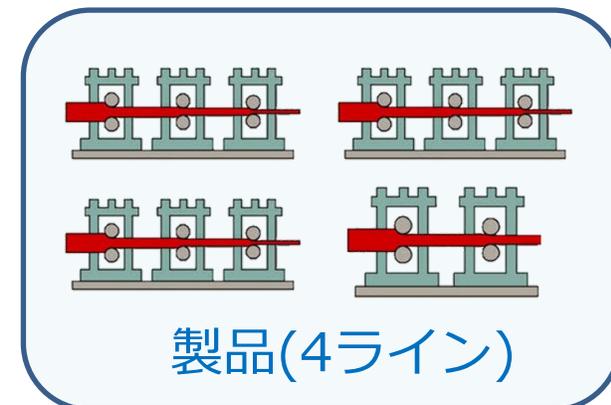
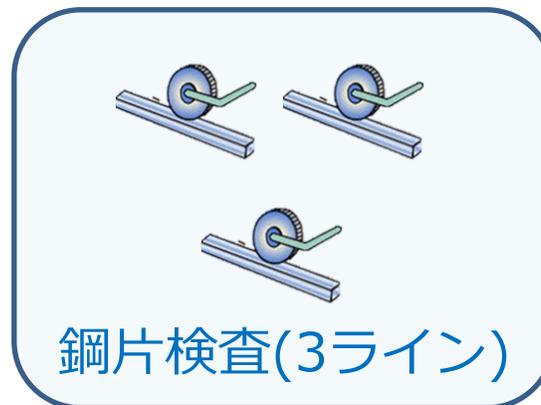
### 2. 線条製品製造工程フロー



1ラインのみ



分塊(1ライン)

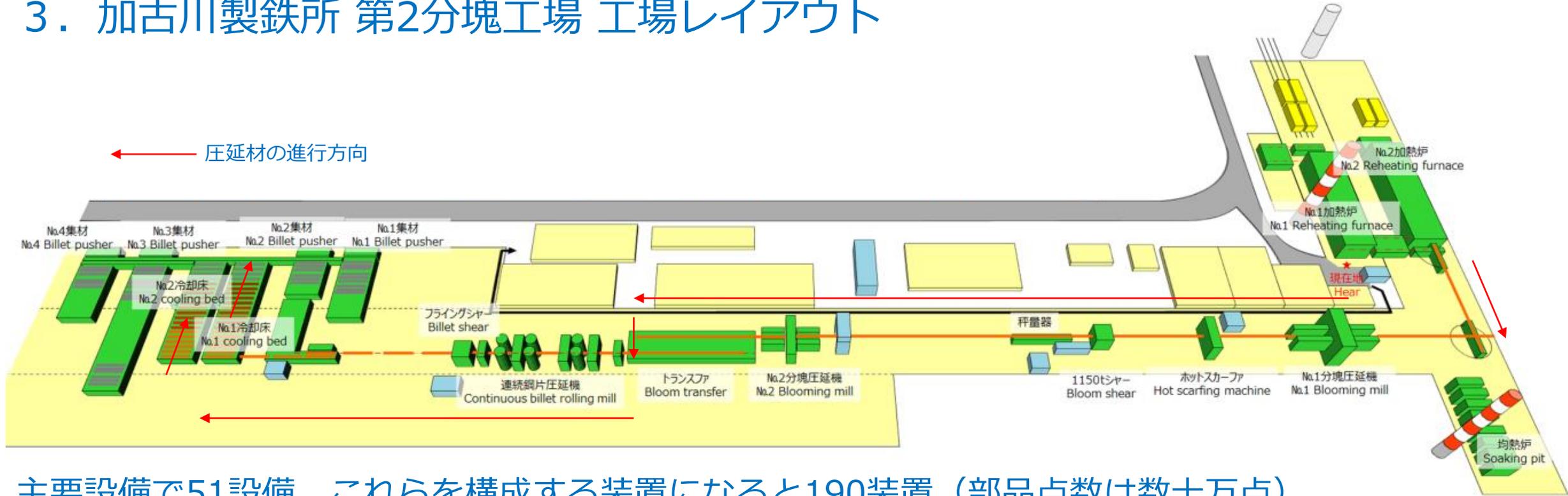


お客様への  
供給が滞る!

▶ TBM/CBMとデータに基づいた保全≒異常予兆検知で安定稼働体制を確立

## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

### 3. 加古川製鉄所 第2分塊工場 工場レイアウト



▶ 多様な装置についてモデル作成を行い異常予兆検知を活用した保全体制を構築する

## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

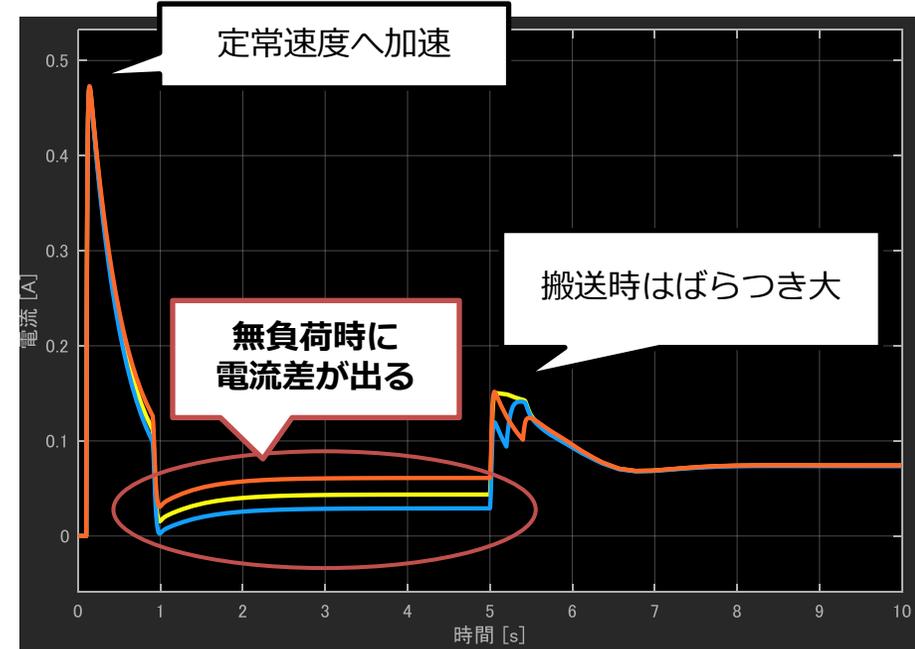
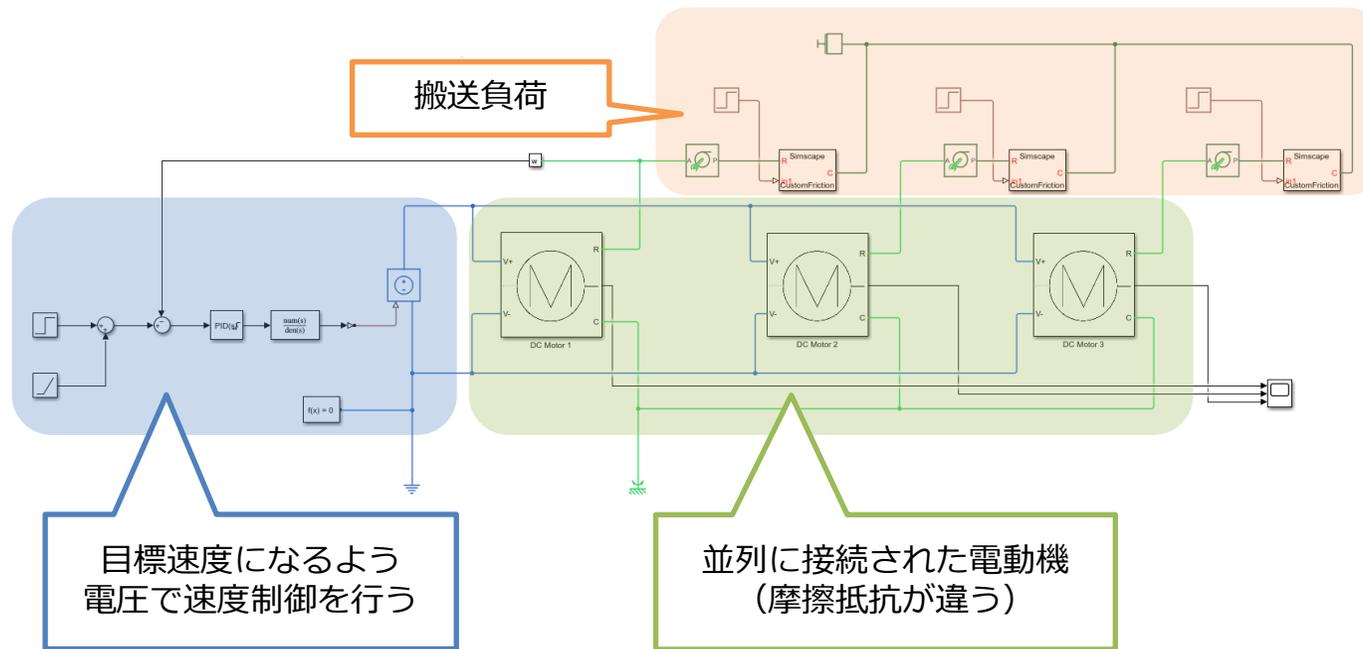
### 4. 課題

#### 工場内の設備には、多種多様な操業モード（状況・条件）がある

- ▶ ドメイン知識抜きでは、“Apple to Apple” の評価がしづらい
- ▶ どのようなイレギュラーな動きが、捉えたい「異常」なのか、分からない
- ▶ データサイエンティスト任せでは、使えるモデルは組みづらい

例：搬送ローラ

一つの駆動電源で並列に接続された電動機を同期して制御するような場合

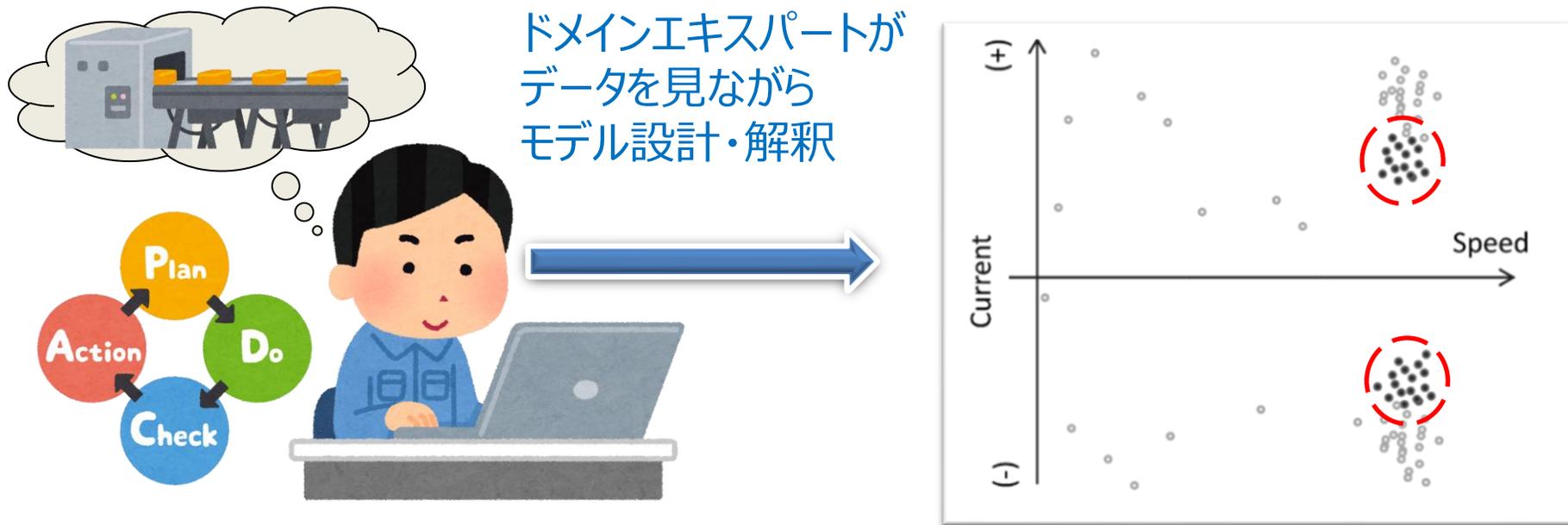


## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

### 5. 採用した解決策

操業現場に近いところにいるドメインエキスパート（十数名）に、  
モデル構築から運用まで任せることにした

#### ▶ ドメインエキスパートが設備知見を活かした前処理や結果の解釈を実施



## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

### 6. モデル構築の流れ

- ▶ 異常検知アルゴリズムは、解釈性の高い2変数に対するLOFを主に活用
- ▶ 異常発報時は、ドメインエキスパートが見れば、何が起きているか判断できる

#### 前処理：

定負荷/定常運転時等を抽出

搬送設備駆動モータ電流値

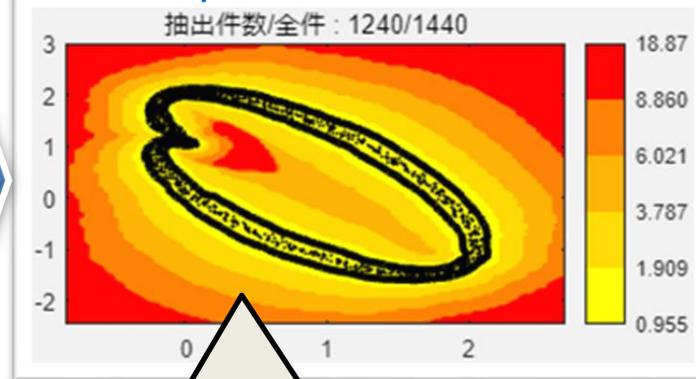


特殊な操業モード  
⇒誤検知要因のため除外

#### モデル構築：

主に2次元のLOFを使用

散布図/異常度ヒートマップ



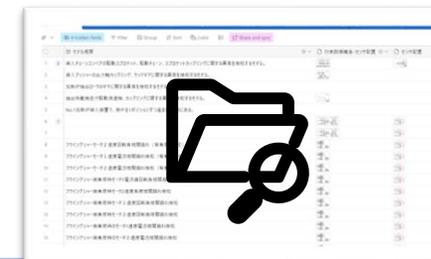
散布図上の各領域  
の異常度スコアを確認

#### 異常発報：

異常度判定時、メールが届く

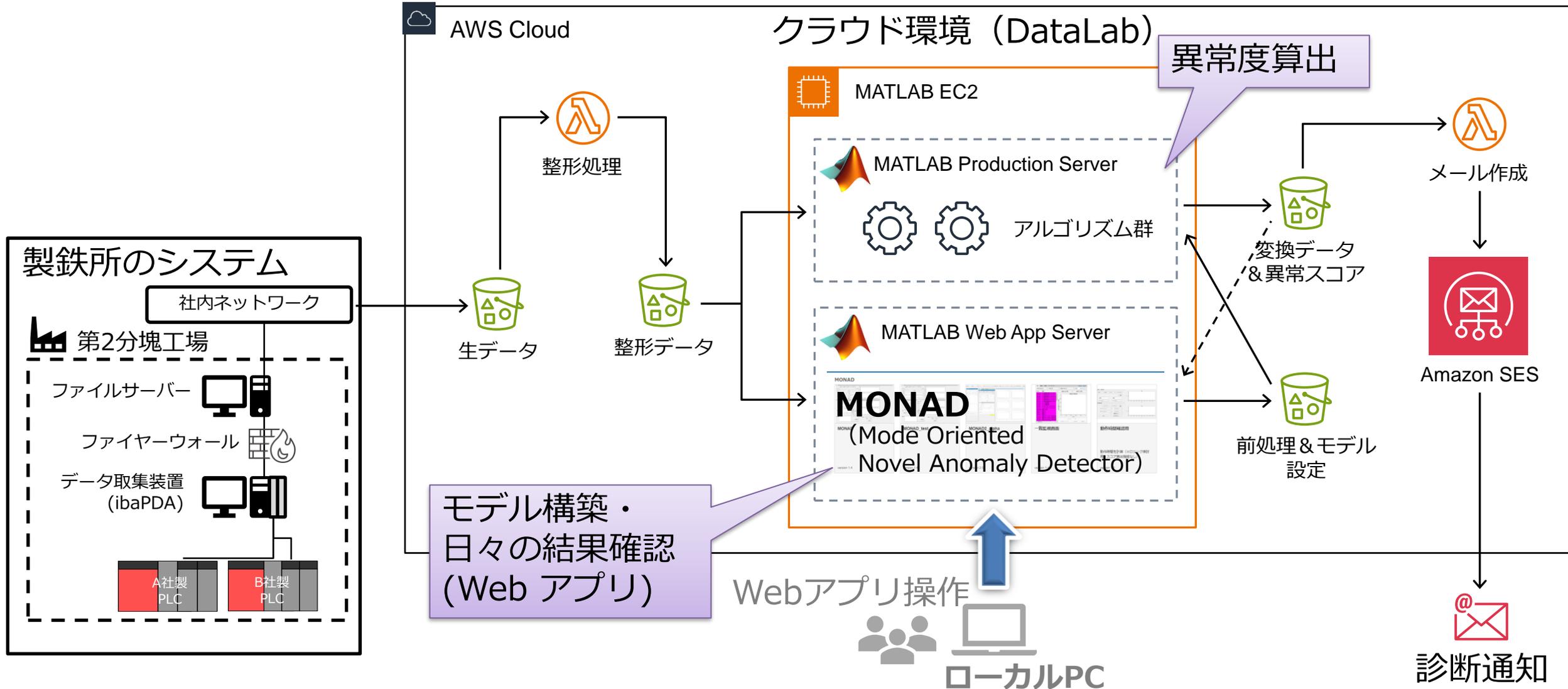


ドキュメント化：  
設計内容や前処理の思想は  
クラウド上に保存



## 7. システム構成

### ▶ 「MONAD (Mode Oriented Novel Anomaly Detector)」をアジャイル開発



### 8. 試運用の成果

- ▶ データ解析・ドメイン知識のドキュメント化により、設備知見・気づきの獲得と共有が進んだ
- ▶ ユーザFBをもとに、アプリを継続的に改善・機能追加
- ▶ 成功例：鋼片搬送設備の軸受潤滑不良の初期症状を検知
  - ▶ F1スコア89%を達成



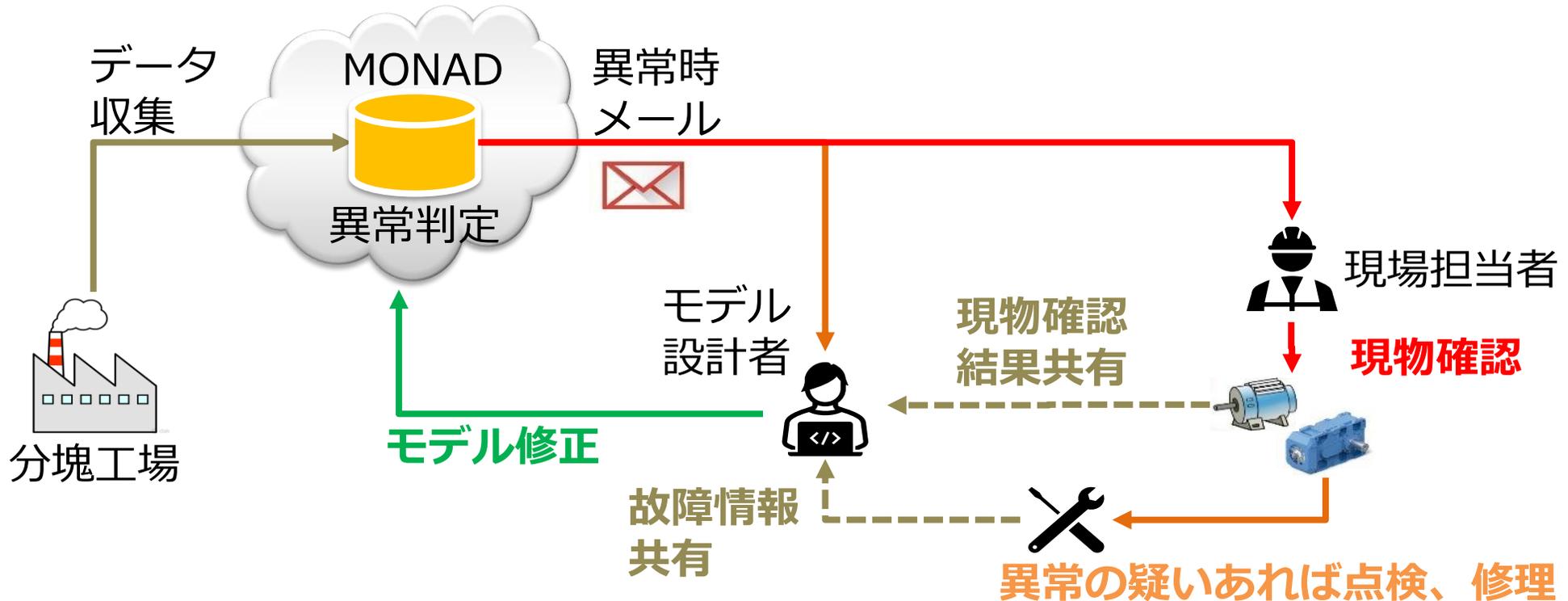
解放点検した結果、  
グリスが一部炭化していた



## 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

### 9. 現場運用の実施

- ▶ 異常予兆検知モデルを1か月で約90件試作
- ▶ 構築したモデルは、ロングラン検証（モデル設計者レベルでの試運用）を実施
- ▶ 有用なものは**業務フローを整備し、現場での実運用に持ち込んだ**

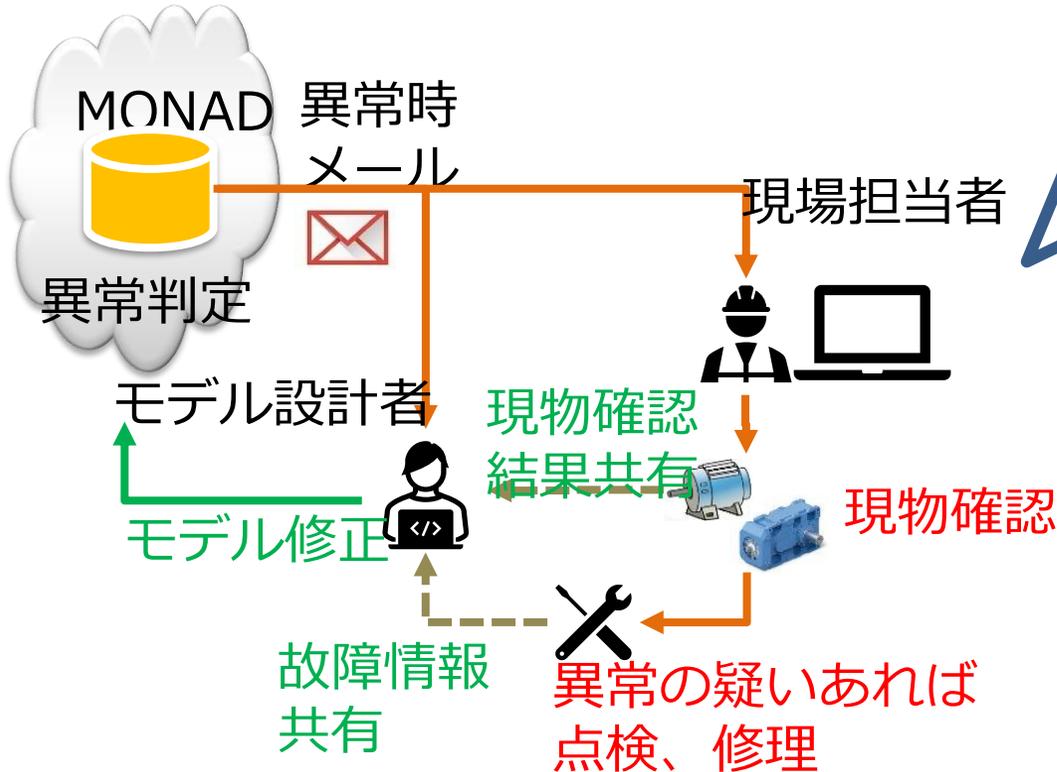


# 2. 製鉄所の製造現場で使える異常予兆検知システムの開発

## 10. 運用定着化に向けた取組

現場担当者を支援するWEBアプリを開発・運用フロー改善を実施中

- ▶ 各モデルの発報状況が一目で分かる
- ▶ 処置履歴をインプット可能



**WEBアプリ**

**一覧画面**

**処置履歴**

**詳細画面**

# KOBELCO

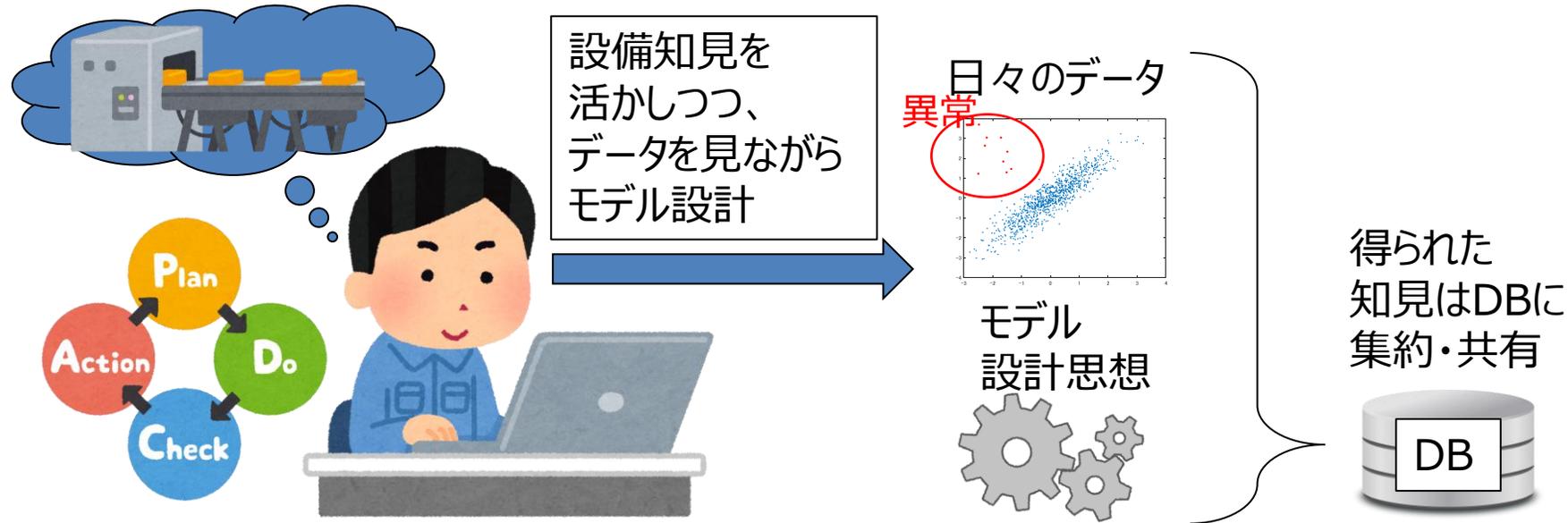
## 3. MONADデモンストレーション

---

### 3. MONADデモンストレーション

基本コンセプト：操業現場で、**使えて、作れる、簡易ツールを提供する**

- ▶ 「**使える**」：データを目で見えて分かる**異常**（「いつもと違う」状態）を**確実にとらえられる\***
- ▶ 「**作れる**」：スタッフが設備知見を活かしつつ、**簡易に異常検知モデルを組める**



\*人がデータ（散布図や波形）を見てもわからないような、高度な設備診断は本取組の対象外

# 3. MONADデモンストレーション

## データを見ながら、異常検知モデルを組めるMATLABアプリ

MATLAB App

Main 一括実行

ステップ1: タグリスト読み込みデータアップロード

PI  Excel

ステップ2: 分析対象データ項目設定

分析対象データ1検索

分析対象データ1選択 signal1   差分値を用いる

分析対象データ2検索

分析対象データ2選択 signal2   差分値を用いる

サンプリング周期(分)

異常判定閾値   原点(0,0)付近の異常度を下げる

連続異常閾値越え回数

閾値自動設定

ステップ3: 絞り込みに使用するデータの設定

データ検索

絞り込み条件 signal3  が  以上の時

条件切替前後の除外区間(サンプル数)

ステップ4: 学習期間・評価期間の設定(2022/11/01~2022/11/02)

学習期間1 2022/11/01 ~ 2022/11/01

学習データ期間を追加

評価期間 2022/11/02 ~ 2022/11/02

ステップ5: データ描画/異常度計算

モデル保存  グラフ保存

メッセージ

評価 学習

— 全データ — 対象データ

● 学習データ(黒) ● 評価データ(スコアに応じて変色)

異常なし

# 3. MONADデモンストレーション（動画）

Main 一括実行

ステップ1：タグリスト読み込み/データアップロード

PI  Excel

ステップ2：分析対象データ項目設定

分析対象データ1検索

分析対象データ1選択   差分値を用いる

分析対象データ2検索

分析対象データ2選択   差分値を用いる

サンプリング周期(分)

異常判定閾値     原点(0.0)付近の異常度を下げる

連続異常閾値越え回数

閾値自動設定

ステップ3：絞り込みに使用するデータの設定

データ検索

絞り込み条件  が    以上の時

条件切替前後の除外区間(サンプル数)

ステップ4：学習期間・評価期間の設定

学習期間1   ~

学習データ期間を追加

評価期間   ~

ステップ5：データ保存/異常度計算

モデル保存  グラフ保存

メッセージ

# 3. MONADデモンストレーション

ユーザーのニーズに柔軟に応えつつ、アプリを継続的にアップデート

The screenshot displays the MONAD MATLAB App interface, which is divided into several functional panels:

- ワークスペース (Workspace):** Shows data selection for the period 2023/08/01 to 2023/08/02. It includes options for time series and scatter plots, and a model selection area with 'LOF' selected.
- モデル設計 (Model Design):** Contains a 'タグ条件' (Tag Conditions) table and a '選択' (Selection) table.
 

Check	Tag1	件数	選択	Check	Tag2	件数
<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	1	400		<input checked="" type="checkbox"/>	1	0
<input checked="" type="checkbox"/>	2	2480		<input checked="" type="checkbox"/>	2	2880

 Below this, there are settings for 'マスク' (Mask) and '異常検知' (Anomaly Detection) with tabs for LOF, distance, monotonicity, and wave anomaly.
- スコア (Score):** Shows a score of 1.2 and a frequency of 0.00%. It includes a '計算' (Calculate) button and a 'グラフ範囲' (Graph Range) set to 0 to 2.5.
- アラーム設定 (Alarm Settings):** Includes a '閾値' (Threshold) of 1.155 and a '頻度' (Frequency) of 2.581%, with a '運動' (Motion) button.
- グラフ (Graphs):**
  - 抽出件数/全件: 1240/1440:** A heatmap showing a ring-shaped data distribution.
  - 箱ひげ図 (Box Plot):** Compares data from 2023/08/01 and 2023/08/02.
  - 検知時刻 2023/08/01:** A line graph showing '類似学習データ' (Similar learning data) and '検知データ' (Detected data) with a 'スコア0.00'.
  - ヒストグラム (Histogram):** Shows a distribution with a peak at 1.18% and 178 items.

# 3. MONADデモンストレーション（動画）

The screenshot displays the MONAD software interface, which is divided into several functional areas:

- Top Bar:** Includes a search bar, a checkbox for "学習データ読み込み" (Load learning data), a "作成中" (Creating) status indicator, and buttons for "リスト" (List), "XLSX", "USER ID", and "NOTUSE".
- Workspace (ワークスペース):** Shows the current data range as "2023/08/01 ~ 2023/08/01". It includes options for "時系列" (Time series) and "散布図" (Scatter plot), and a list of models with details like "データ1: signal1", "データ2: signal2", and "タグ1: Tag1".
- Pre-processing Design (前処理設計):** Contains settings for data sources (test, test, test), a date filter (2023/08/01), and a file path (test/test/test2023/08/01/01v2.parquet). It also includes smoothing (平均), window size (窓の幅: 1), and step count (ステップ数: 1) settings.
- Graph Settings (グラフ設定):** Features a "タグ1" (Tag 1) section with a "タグ名" (Tag name) of "Tag1", a "方法" (Method) of "上下限" (Upper/Lower limit), and a "検索" (Search) field. It also includes a "平滑化" (Smoothing) section with "平均" (Average) and "窓の幅" (Window width) of 1.
- Graphs (グラフ):** A grid of six empty coordinate systems, each with axes ranging from 0 to 1. The top-left graph is highlighted with a red border and a checkmark in its top-left corner.

## 4 まとめと今後

あしたにいいこと、  
KOBELCOと。

## 4. まとめと今後

### まとめ

- ▶ データを見ながら、異常検知モデルを組めるMATLABアプリを開発
- ▶ 操業・保全技術者（ドメインエキスパート）が設備単位でアジャイルにモデルの製作を行える

### 今後

- ▶ 第2分塊工場での有効性検証を更に実施
- ▶ 社内の他の工場への展開

# KOBELCO

ご清聴ありがとうございました



あしたにいいこと、  
KOBELCOと。