

業務シナリオセッションD
品質つくりこみ大国ニッポンを取り戻せ

IVIシンポジウム2019-Spring
2019年3月15日

4B02 エッジ上での A I 利用による製品品質安定化

- | | |
|--|--------------------|
|  吉本 康浩 : 三菱電機 (株) | 岡崎 玄 : パナソニック (株) |
|  町井 暢且 : (株) ニコン | 国保 典男 : CKD (株) |
|  柏田 淳一 : アビームシステムズ (株) | 吉岡 徹 : CKD (株) |
|  後藤 満 : アビームコンサルティング (株) | 上野 正裕 : (株) ジェイテクト |
| 大竹 康介 : (株) 大竹麵機 | 薩摩 剛 : (株) ジェイテクト |
| 吉澤 孝文 : (株) 大竹麵機 | 清水 康二 : トヨタ自動車 (株) |
| 井戸 信介 : (株) アーレスティ | 藤代 真人 : 京セラ (株) |
| 梅木 遼 : AGC (株) | 丸山 敏和 : AAC (株) |
| 梅田 彰 : (株) サトー | 山本 寛 : 中村留精密工業 (株) |

1. 4 B02概要
2. システムの構成
3. 実証実験の結果
4. まとめ

1. 4B02概要

1-1. 現状課題と目指す姿

実証実験

協力企業: イトメン株式会社 様
対象設備: 即席麺製造ライン

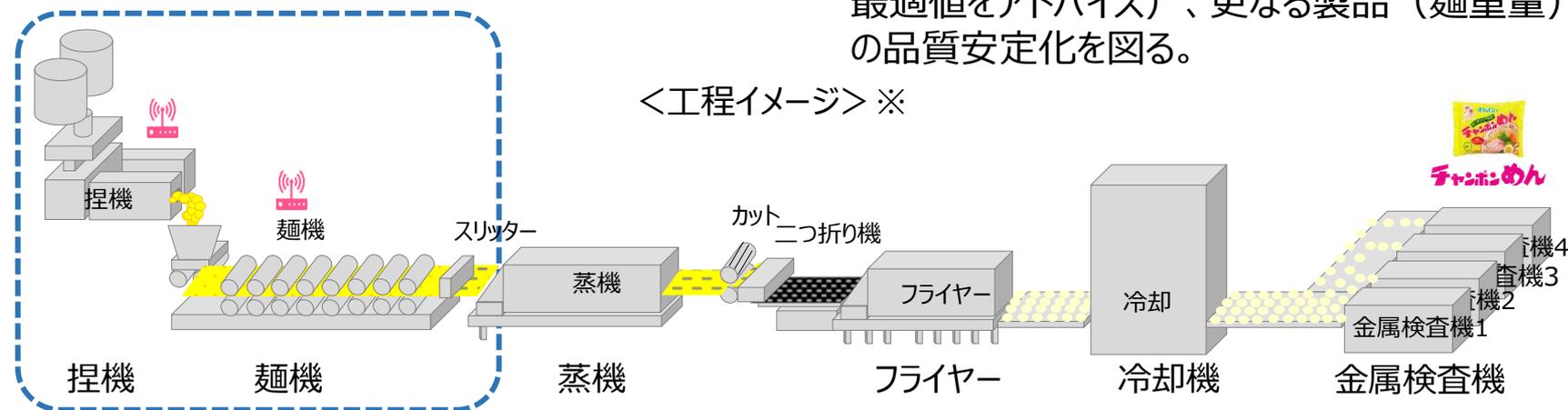


現状課題 (AS-IS)

- 製品品質を安定化させるために、熟練オペレータが環境条件等から**経験と勘によって設備の動作条件を決めている**。製品品質 (麺重量) のバラツキを完全に抑えるのは困難。

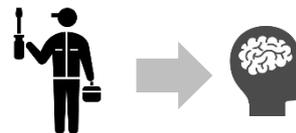
目指す姿 (TO-BE)

- 製品周辺や材料等の環境データをエッジコンピュータ (リアルタイムアナライザ) 上に集めて、**AI技術等を利用した分析により品質を安定化させる**設備の最適設定値を求め (オペレータに最適値をアドバイス)、更なる製品 (麺重量) の品質安定化を図る。



経験と勘による設定変更をAI技術により最適化

等



INSTANT NOODLE Making Process



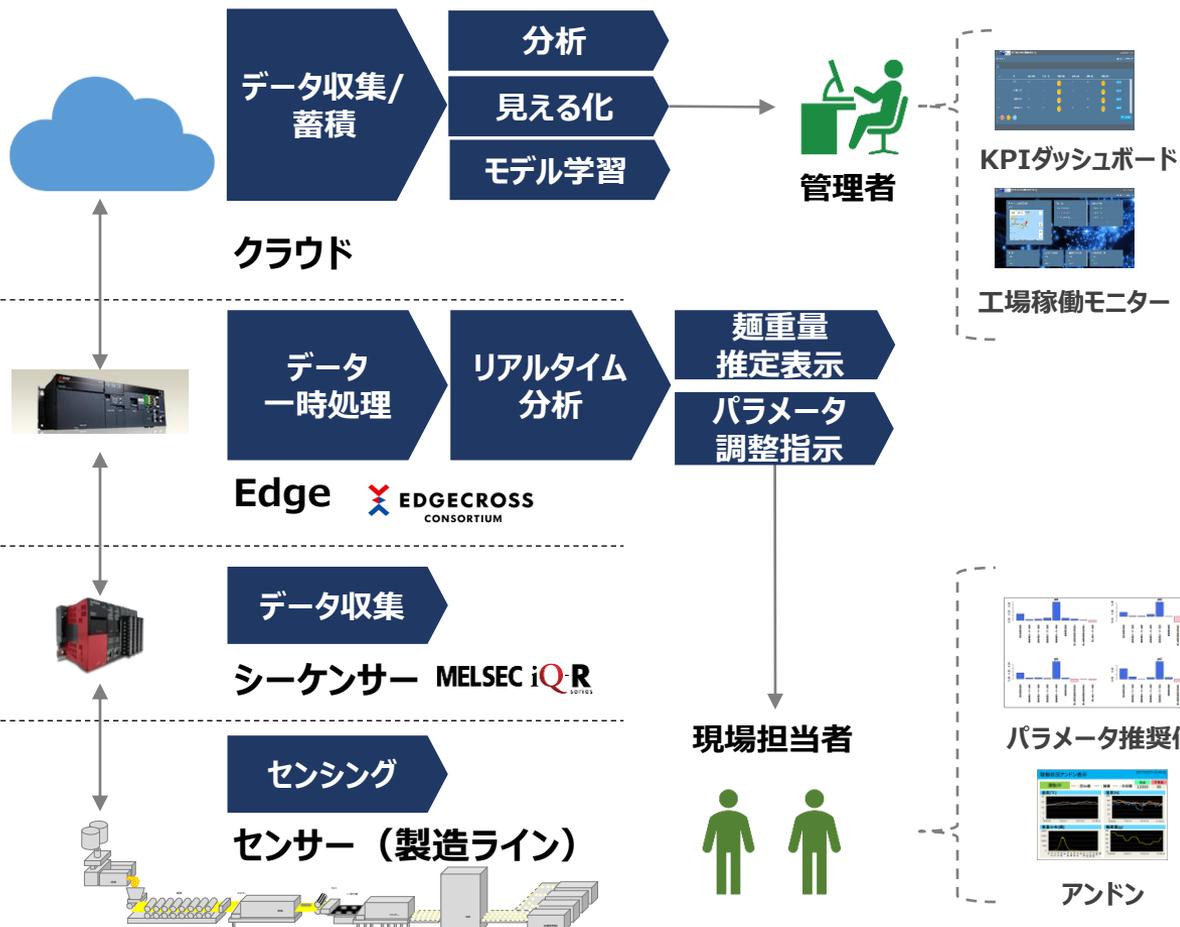
1. 4B02概要

1-3. コンセプト

- Edge、Cloud技術を活用した「製品品質の安定化」と「現場での活用定着」につなげる仕組みづくりに取り組んでいます。

取組みイメージ

取組み内容

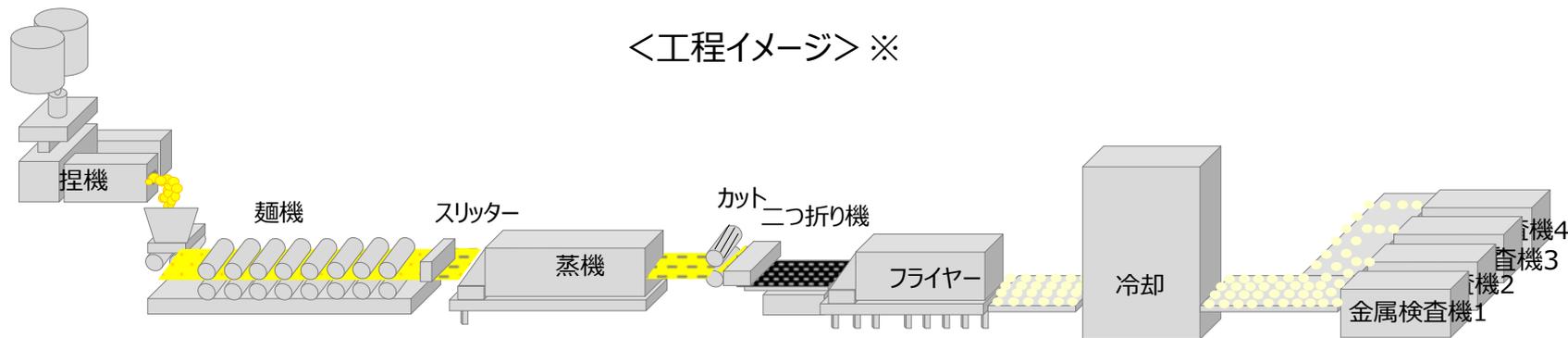


- 1 データ収集と分析システム構築 (EdgeとCloud活用)
 - 2 ビックデータを用いた品質影響要因特定とモデル化
 - 3
 - モデルとシステム導入
 - 現場での実証実験
 - 4
 - 製品品質の安定化
 - 現場での活用定着
- ステップ



2. システムの構成

2-1. 取得データ一覧



麺生地の状態



プロセス



設備



データ
(16年度)

速度/電流/室温/湿度	ローラー(電流/速度、振動)/麵厚/室温/湿度	ローラー(電流/速度)	抜き取り重量(ハカリ)	室温/湿度	麵重量(2/4台)
-------------	-------------------------	-------------	-------------	-------	-----------

データ
(17年度に追加)

かん水・真水投入量	生産品種切刃(RFID)	油温度	麵重量(4/4台)
-----------	--------------	-----	-----------



2. システムの構成

2-2. システムの全体像 (TO-BE)

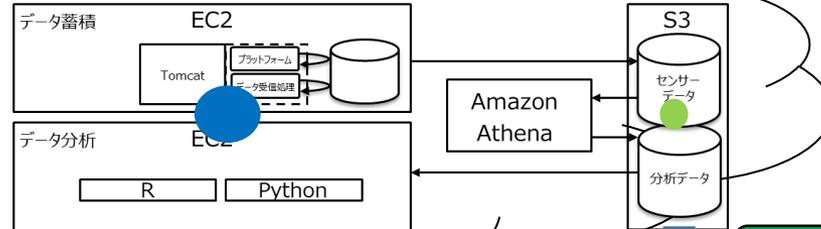
④長期データを使った分析とモデル学習

効果の見える化 (KPIダッシュボード)



ABeam Consulting IoT Data-Driven Manufacturing

クラウド (AWS)

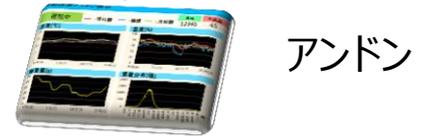


⑤学習結果のモデル反映

②リアルタイム可視化分析

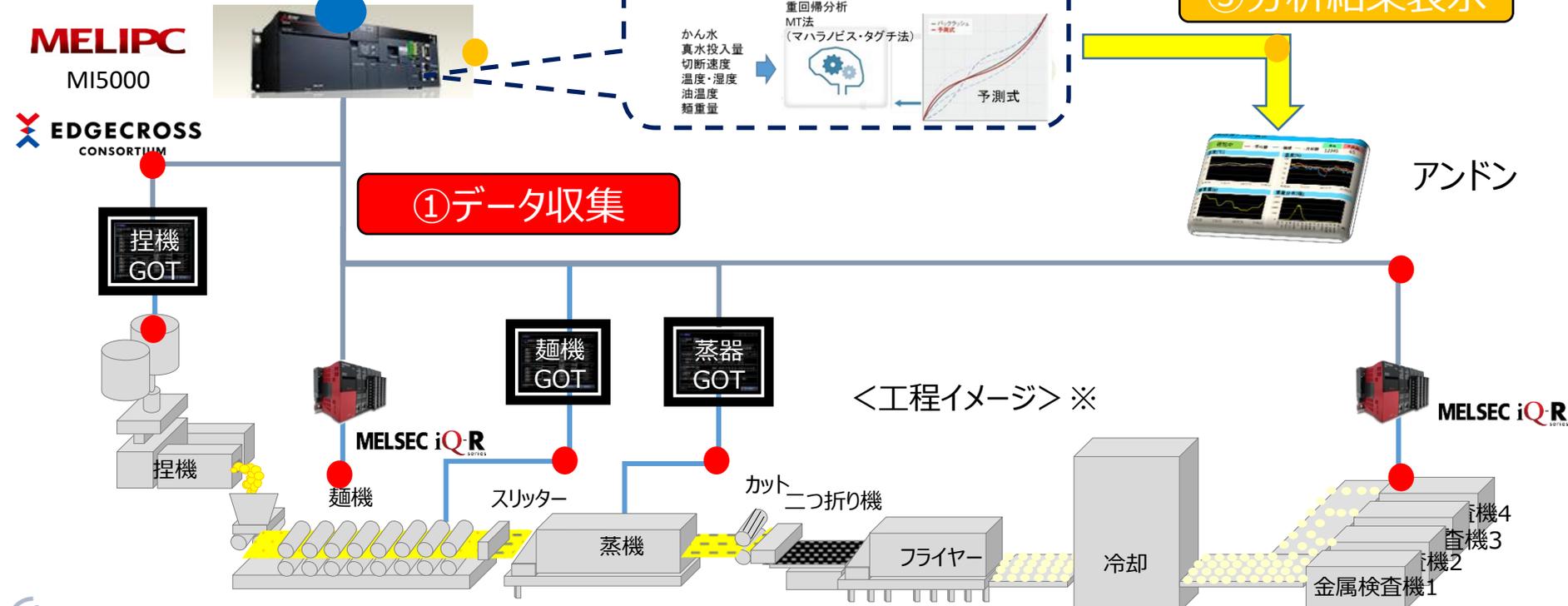


③分析結果表示



アンドン

①データ収集



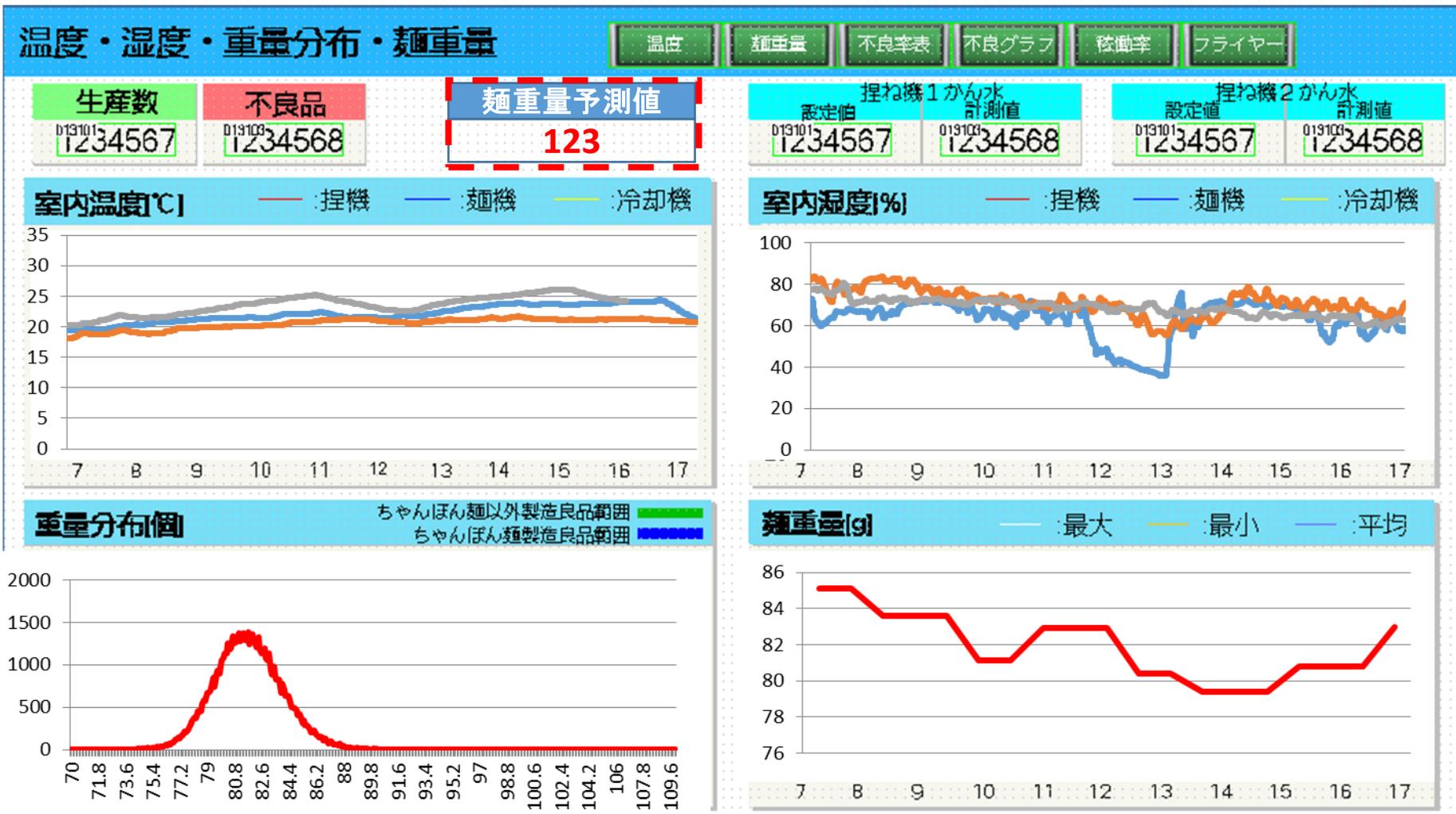
<工程イメージ> ※

※工程イメージはアビームコンサルティング(株)が作成したものを利用

2. システムの構成

2-3. アンドン表示

- 現場担当者が生産状況やライン状況、周辺の状況が把握できる仕組みを導入しました。



3. 実証実験の結果

3-1. 実証実験の結果サマリ

Edgeコンピューティング活用

- EdgeとCloudの特性を活かした機能配置定義と実装（リアルタイム処理、ビックデータでの分析など）
- Edgex対応製品の活用

製品品質の安定化

- 麺重量に影響を与える要因が日によってばらつく
- 麺重量と設備状態（立上がり、安定、再稼働、終了間際）の相関が強い
- 設備の状態を時間帯で定義することで予測精度の高いモデルを構築

成果

- ① 麺重量に影響あたえる因子が抽出でき、品質安定化を見いだせた
- ② 実証先にて実験のシステムを構築できた



3. 実証実験の結果

3-2. Edgeコンピューティングの活用検証

- 1日分のデータをインプットに、Edgeアプリケーションでのリアルタイムデータ処理について検証しました。

エビデンス

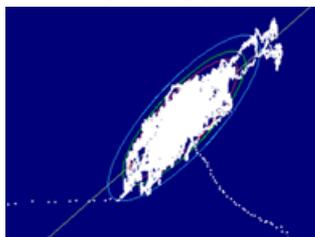
データ
一次処理

- ちゃんぽん麺データの抽出
- データ取得粒度の定義（0.5秒単位）
- データの外れ値除外
- 結果データと要因データの時系列合わせ
- 麺重量の中央値設定

リアルタイム
分析

相関分析

麺重量



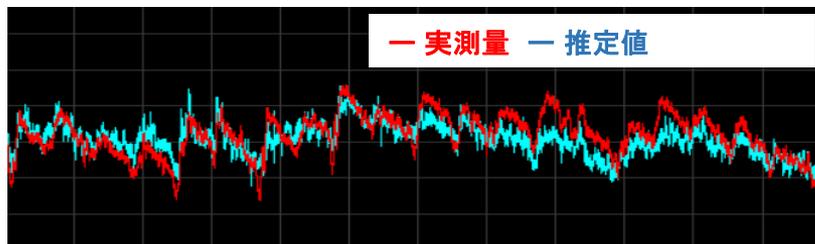
圧延ローラー6番回転数

Edgecross対応ソフトウェア
リアルタイムデータアナライザ

麺重量推定

麺重量推定
表示

麺重量



解釈とNext step

- 1日分のデータについて、前処理から相関分析、麺重量推定までの一連の分析をEdgeアプリケーションで実行可能であることが確認できた

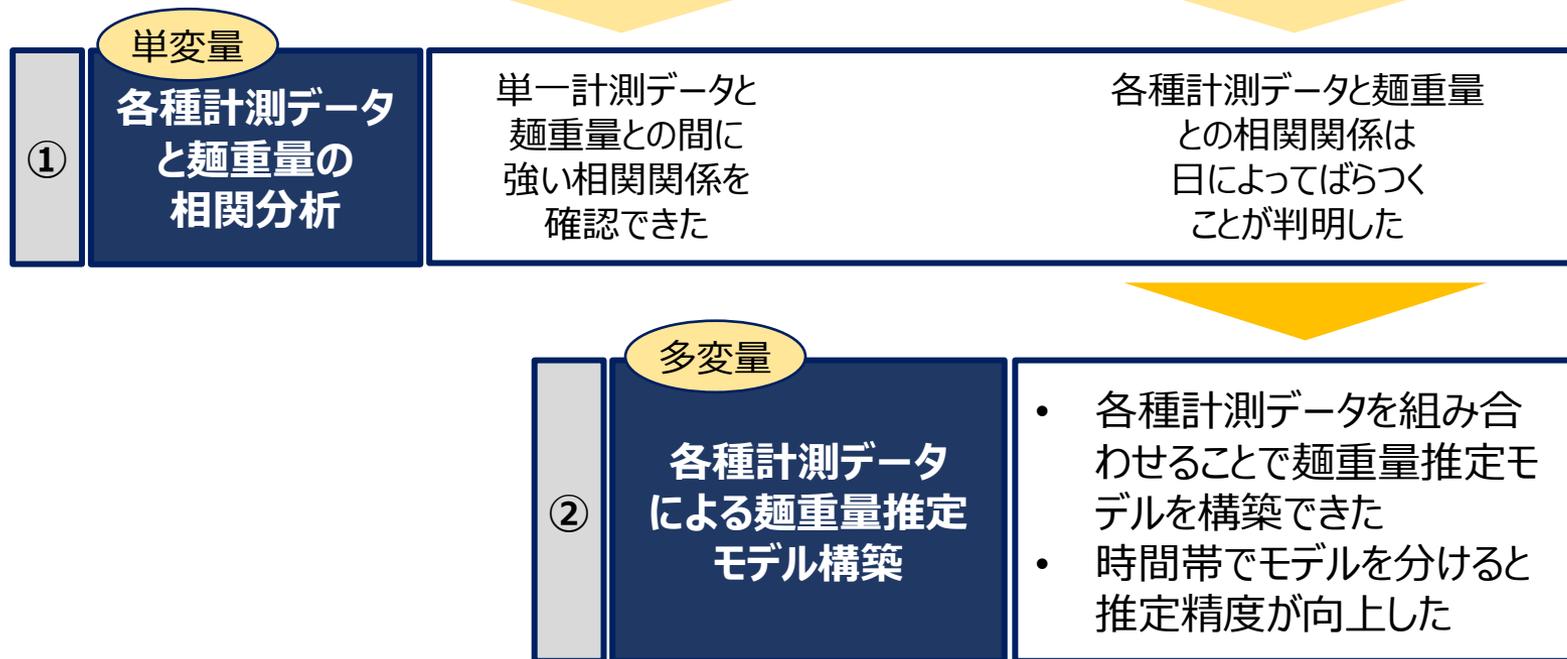
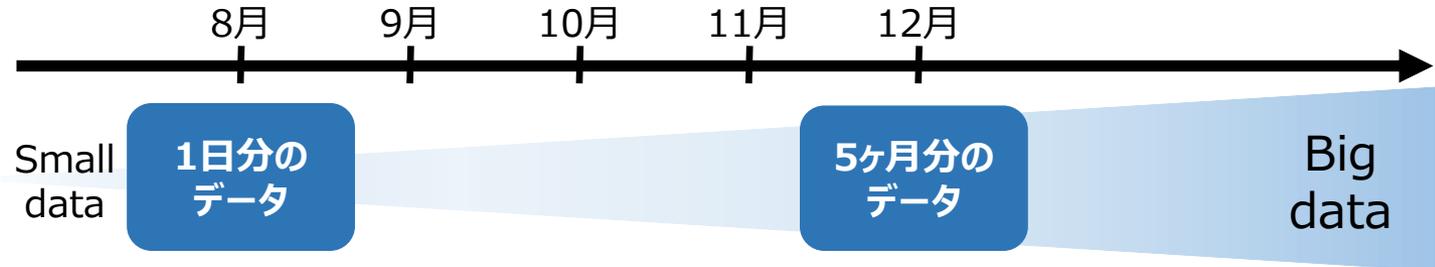
- 現場へのシステム導入が完了
- 来年度は現場での実証実験を通じた検証を行う



3. 実証実験の結果

3-3. 製品品質の要因分析アプローチ

- 麺重量と各種計測データとの相関関係は日によってばらつくことが判明した。
- 多変量解析により麺重量推定モデルが構築でき、時間帯でモデルを分けると精度が向上した。



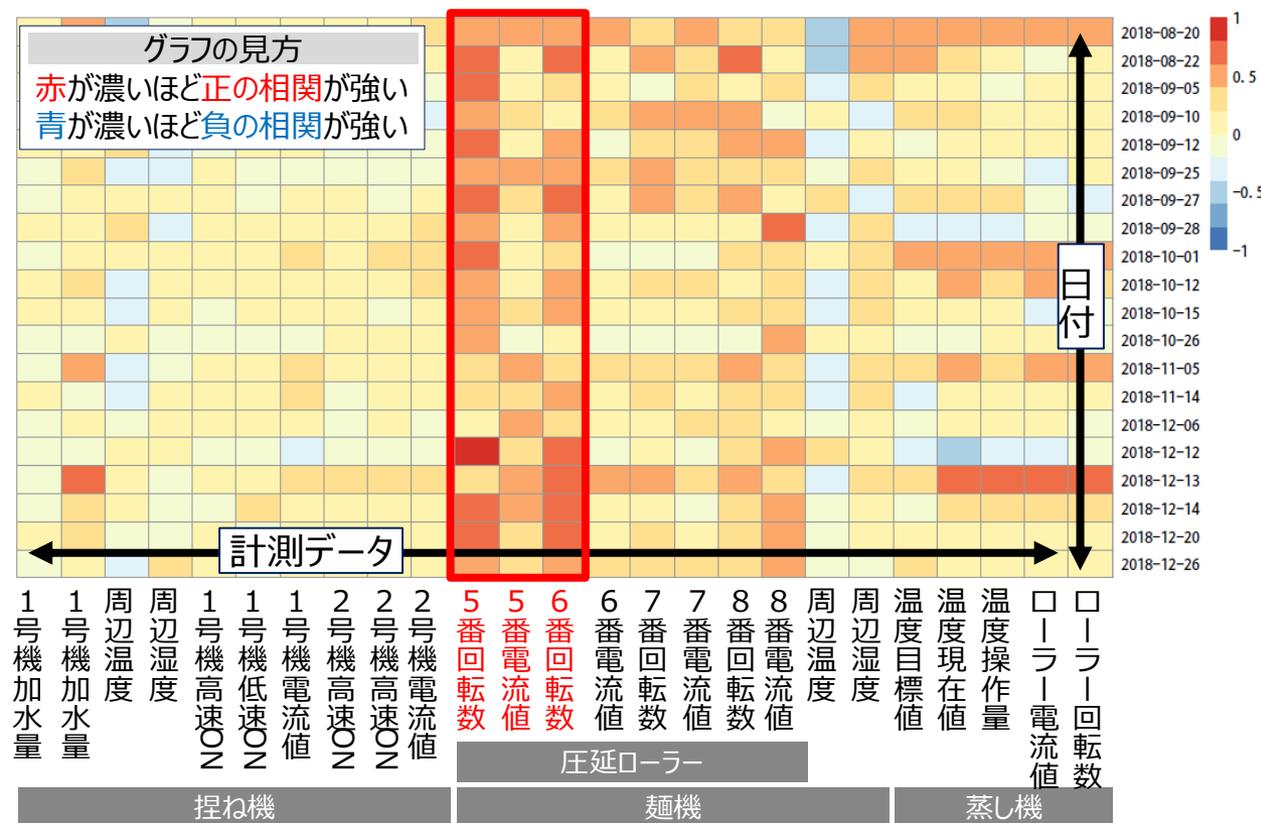
3. 実証実験の結果

3-4. 各種計測データと麺重量の相関分析

- 5ヶ月間データを蓄積した結果、様々な計測データと麺重量との相関関係が確認できたものの、日によって傾向が異なることが判明した。

エビデンス

製造日ごとの各種計測データと麺重量との相関関係



解釈とNext step

- 麺機圧延ローラー5番・6番と麺重量の相関が強い日が多いが、日によってばらつきがある
- 単一の計測データでは麺重量との汎用的な相関関係を見出すことができない

各種計測データを組合せて麺重量を推定する汎用モデルが構築できるか検証する



3. 実証実験の結果

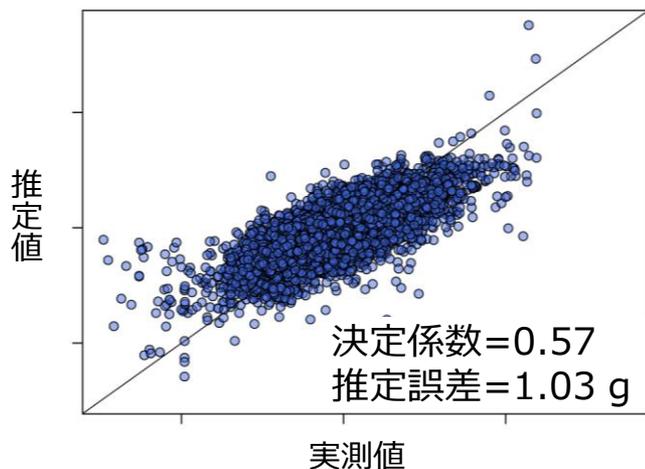
3-4. 麺重量推定モデル 1/4



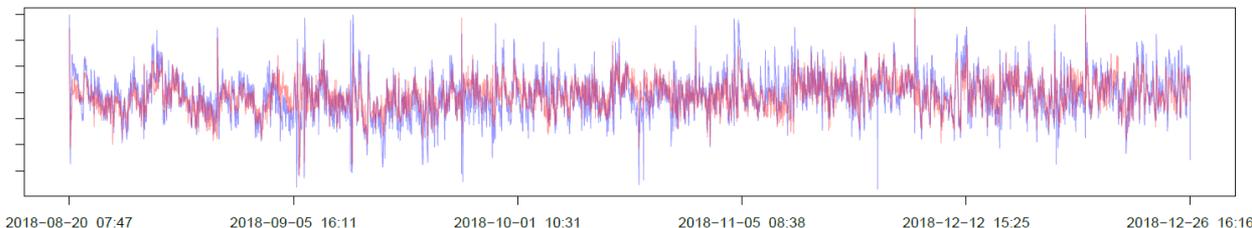
- 各種計測データを組み合わせることにより汎用性のある麺重量推定モデルを構築できたが、推定精度に課題が残った。

エビデンス

各種計測データを用いて麺重量推定モデルを作成した結果



— 実測値 — 重回帰による推定値



解釈とNext step

- 各種計測データを組み合わせることにより推定誤差1g程度の麺重量推定モデルを構築できる
- 推定値は麺重量の変化を概ね捉えているが、部分的に誤差が大きくなる

設備の状態は1日の中でも変動していると考えられ、1日を複数の時間帯に分割してモデル化することで推定精度の向上を実現できないか検討する

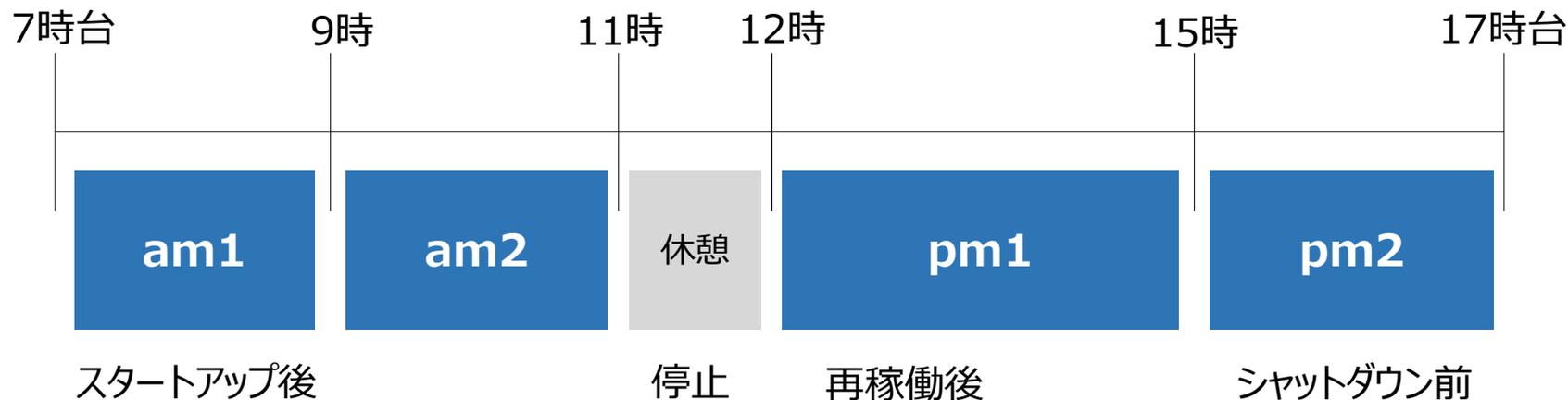


3. 実証実験の結果

3-4. 麺重量推定モデル 2/4

- 製造設備の状態は朝のスタートアップ直後や休憩後の再稼働時等、一日の内でも変動していると考えれる。
- そこで、1日を4つの時間帯に分割し、時間帯ごとに麺重量推定モデルを構築した。(時間帯の分割方法は業務担当者からのヒアリング結果等をもとに今後最適化する予定)

時間帯の分割方法



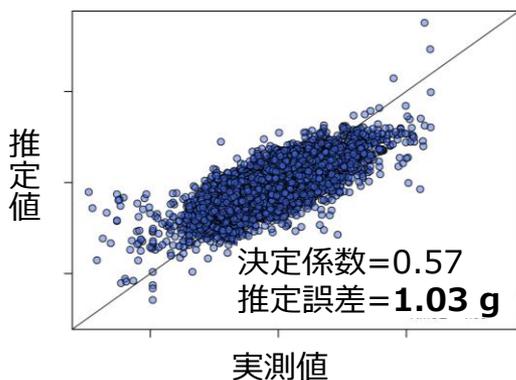
3. 実証実験の結果

3-4. 麺重量推定モデル 3/4

- 時間帯ごとにモデルを構築した結果、どの時間帯においてもモデル性能が向上した。

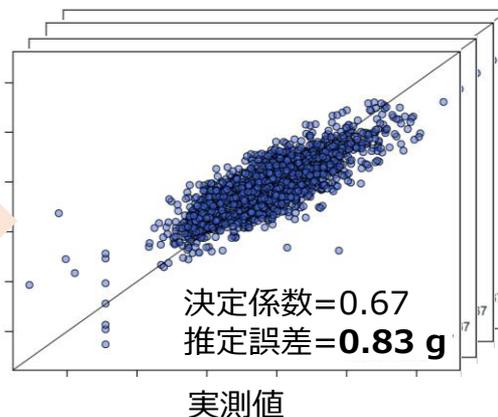
エビデンス

全時間帯一括



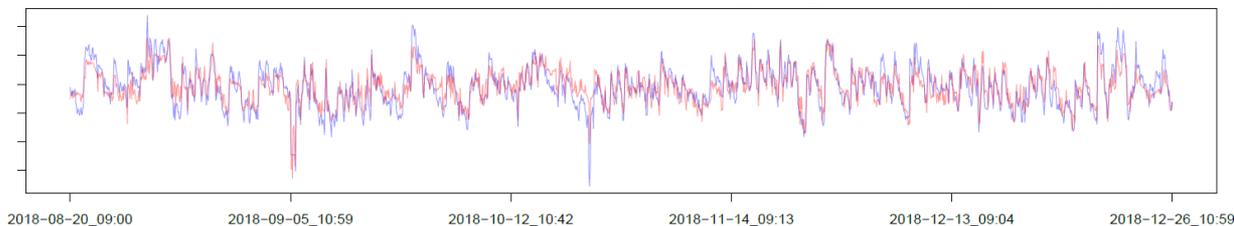
推定誤差が
約**2割改善**

am2



am2

— 実測値 — 重回帰による推定値



解釈とNext step

- 時間帯ごとにモデル化することで全時間帯一括でモデル化するよりも良好なモデルが得られた

モデルの変数重要度を検証し、
麺重量に強く影響する因子を特定する

3. 実証実験の結果

3-4. 麺重量推定モデル 4/4

- 麺重量に強く影響する因子は時間帯によって異なるが、どの時間帯でも麺機圧延ローラーの影響が強い。

エビデンス

麺重量推定モデルの変数重要度トップ5

青字：圧延ローラー関連

am1

- ① 圧延ローラー8番電流値
- ② 圧延ローラー8番回転数
- ③ 圧延ローラー5番電流値
- ④ 蒸し機ローラー回転数
- ⑤ 麺機周辺湿度

am2

- ① 圧延ローラー8番電流値
- ② 蒸し機温度(目標値)
- ③ 蒸し機ローラー電流値
- ④ 圧延ローラー8番回転数
- ⑤ 蒸し機ローラー回転数

pm1

- ① 圧延ローラー8番電流値
- ② 圧延ローラー6番電流値
- ③ 圧延ローラー5番回転数
- ④ 蒸し機ローラー電流値
- ⑤ 捏ね機周辺湿度

pm2

- ① 捏ね機周辺温度
- ② 麺機周辺温度
- ③ 圧延ローラー6番電流値
- ④ 圧延ローラー8番電流値
- ⑤ 圧延ローラー6番回転数

解釈とNext step

- 時間帯によって重要度の高い変数にばらつきがある
- どの時間帯でも麺機圧延ローラーの影響が強い
- 15時以降は設備周辺温度の影響が強い

- 製造現場にモデルを導入し、影響度の高い項目を重点的に管理し重量安定化効果を検証する
- 時間帯ごとに違いが生じる点について、業務と照らし合わせ現象の解釈・対策を試みる



3. 実証実験の結果

3-5. 現場課題の解決

- 現場の課題解決の加速やカイゼン活動への取り組みやすさ向上へ繋がる可能性を見いだせた。

現場課題

- 製品品質に影響を与えている要因が不明で、どこから手をつけたらよいのかわからない
- 作業者の設備操作によって出来上がってくる製品品質がばらつく

分析結果/モデルの活用

- 要因と影響度がわかりやすく、打ち手やディスカッションネタとして問題解決に繋がられる
- モデルの分析結果を参考にして作業者が判断、操作をするようになれば、人によるばらつきの低減に繋がる

気づきと今後

- 今回のような分析やモデルができるのであれば、人の作業なども記録し、分析に活かすような取り組みにも繋げやすい（やってみる価値を訴求しやすい）
- 分析結果をもとに現場とのディスカッションをサイクリック（分析→解釈→分析）に行うことで、現場で使える示唆を導出しやすくなる
- 今回の手法を利用して「麺厚の安定化による品質向上」をテーマに捏ね機の練上がりの状態と品質の関係を分析していく



4. まとめ

4-1. 成果と今後の課題

これまでの活動経緯

- 2016年度：設備、環境データ収集のシステム構築、分析
- 2017年度：設備へのセンサー追加（要因系データ追加）
- 2018年度：Edgeでのリアルタイム分析とCloudでのビックデータ分析

成果

- 2016年度からの継続した活動により蓄積したビックデータを分析、**麺重量に影響を与える要因を抽出でき品質安定化を見いだせた**
- 実証先にて実験のシステムを構築できた
- **今回提案した仕組みや手法は、同様の課題を持つ企業に対して適用可能と考える**

今後の課題

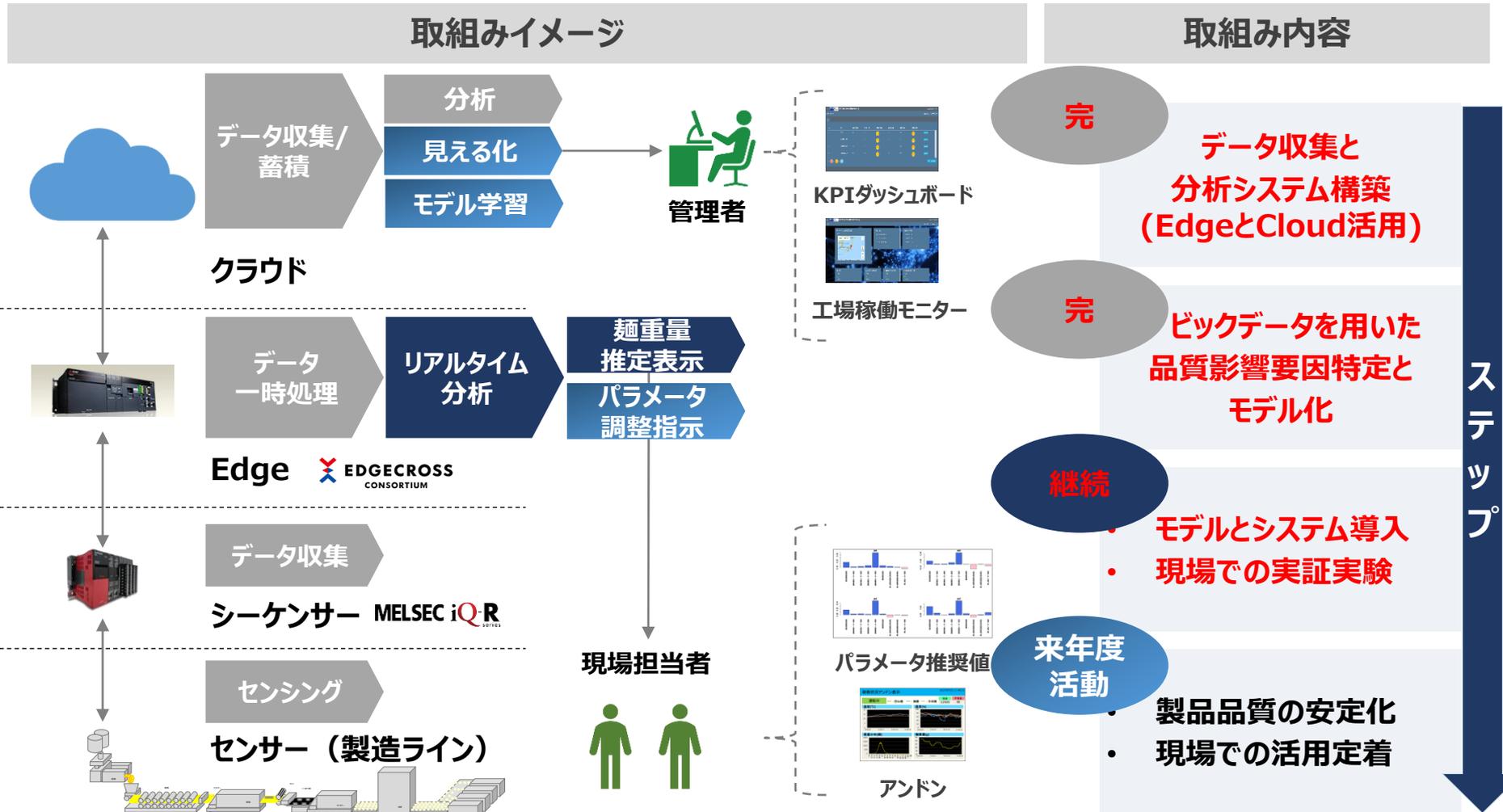
- 設備や環境データだけでなく、**“現場の人”の作業や感覚をデータ化し、分析のインプットとすることが必要**
- 季節性などの要因も加味するために、現状の5ヶ月間の蓄積データからさらにデータを蓄積し、最低1年間のデータを用いた分析が必要



4. まとめ

4-2. 今後の活動

- 来年度は現場での実証実験を行い、モデルとシステムの検証を行うとともに、**現場の方と一緒に品質の安定化に向けた仕組み作りを行います。**



ステップ

4. まとめ

4-3. ビデオ2 「IVI活動成果に感動した！」

登場人物のご紹介

品質管理者
@事務所オペレーター
@生産現場

即席麺の品質改善
についてやり取り

即席麺メーカー
(イトメン株式会社)

伊藤社長
(ご本人)

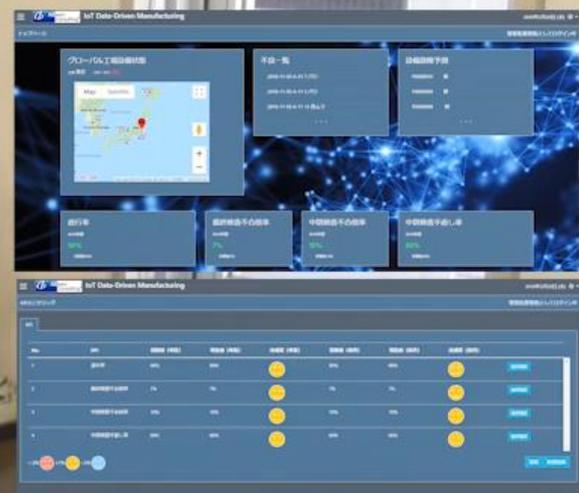
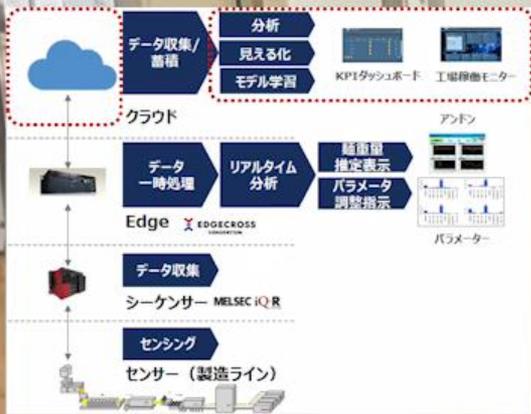
IVIの成果を共有

次期大竹社長
(ご本人)

設備メーカー
(株式会社大竹麺機)

4. まとめ

4-3. ビデオ2 「IVI活動成果に感動した！」



次に入れる機械にこのシステムを付けてもらえませんか？
まさにIoT万歳、IVI万歳だな。



イトメン株式会社



- 素麺のブランド「揖保乃糸」で有名な兵庫県たつの市に立地。麺作りに実直な創業73年の老舗製麺メーカー様です。
- 昭和30年代後半から「チャンポンめん」（油揚げめん）の生産を開始。エビ/シイタケの香りとあっさりした風味が好評で、現在も多くのファンに支えられた超ロングセラーの即席麺。
- 「ブラック チャンポンめん」、「レッドトマト チャンポンめん」などの限定商品や、自虐ネタにしたキャンペーンを展開するなど、ユーモアセンスにも溢れている。
- 九州以外の西日本が中心に販売。特に北陸地方ではおいしすぎて中毒者続出。
* Amazonでも販売。関東では、ドン・キホーテの一部店舗にあるとの噂。



チャンポンめん

* 実証試験対象製品



イトメン (株) HPから引用 <https://www.itomen.com/>



Special Thanks

望月様：イトメン(株)

式田 秀男：三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)

豊嶋 修平：アビームコンサルティング(株)

上平 安紘：アビームコンサルティング(株)

岡村 かすみ：アビームコンサルティング(株)

梶本 篤志：アビームコンサルティング(株)



IVI取組みによる
生産性向上
製品品質向上

途上国で現地生産推進
米原料の即席麺を
学校給食として提供

途上国の貧困を
断ち切る一助に！



深刻な飢餓に瀕する途上国

ただし、途上国の多くは
稲作の好適地



米原料でアレルギーフリー
お湯だけでできる即席麺

途上国へ更なる展開
現地生産サポート



持ち帰り食糧で家族にもおすそ分け
学校に通う家計損失を補う

