

食品、日本酒製造を対象とした IoTシステム導入の取り組み紹介

山形県工業技術センター

○ 高野 秀昭
奥山 隆史

本日の内容

① つながる工場テストベッド事業

② デジタル技術を活用した日本酒製造
条件管理技術の開発 研究事業

つながる工場テストベッド

公設試と産総研をつなぎ、IoTのデモや技術者育成を行う事業。

山形県は第二期で参加中。

山形県といえば・・・



さくらんぼ



らーめん



山形県



山形牛



お米・お酒

テストベッドの
ターゲットに！

食品産業 が主要産業の1つ

テストベッドでの取り組み

山形県の **食品産業** の特徴 ※

- 従業員 **10名以下の少人数事業所** が多い
- 出荷額は多いが、付加価値額が低く、工業分野と比べて **利益が少ない**
- 手作業が多く、**IT技術に不慣れな人が多い**

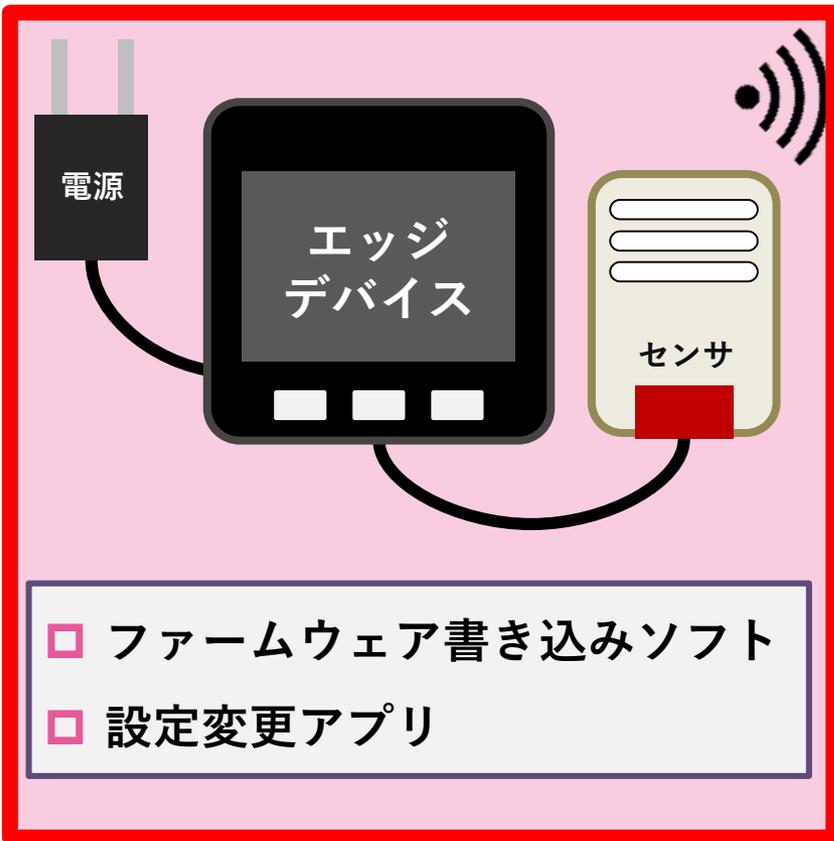
低コスト で始められて、**簡単に使える**
IoT プラットフォームが必要

とにかく **使ってみるまでの敷居を低く、**
かつ **簡単に変更や追加が可能** な構成を目指した

※「山形県の工業2020年工業統計調査結果報告書」より

YRIT IoT プラットフォームの全体像

エッジデバイス側



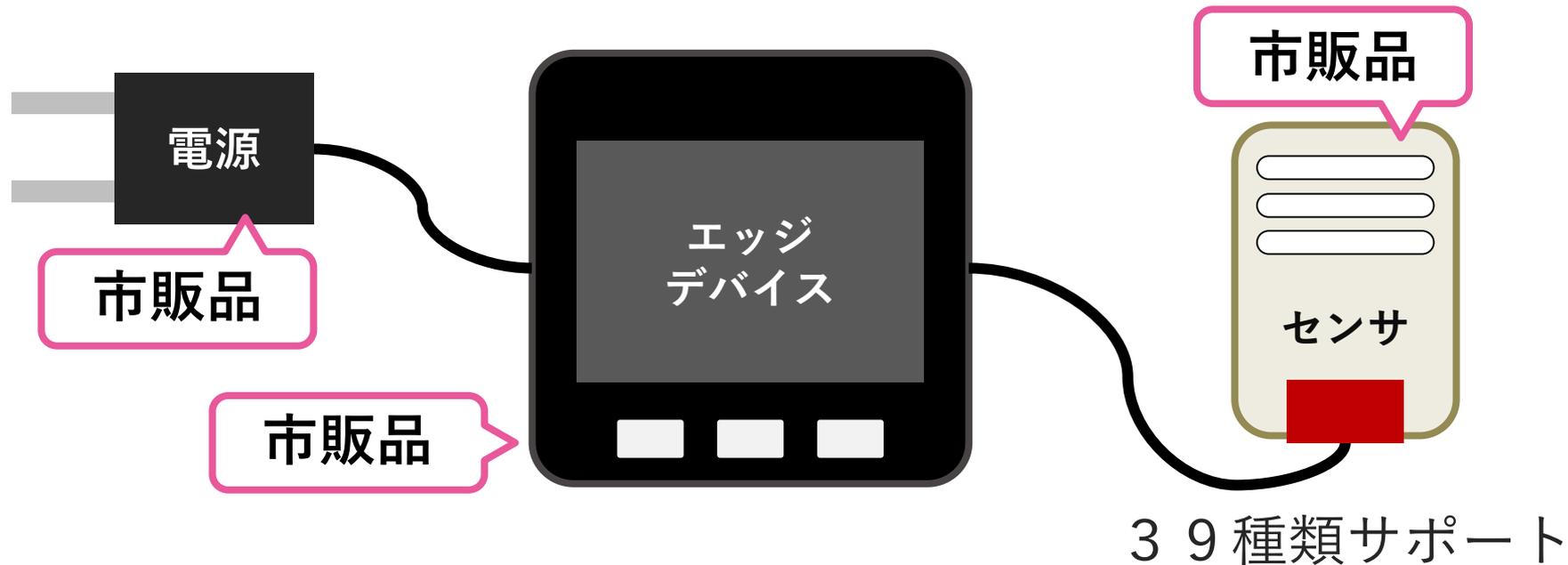
サーバ側



構成は標準的なIoTシステムとほぼ同じ

市販品やオープンソースソフトウェア（OSS）で構成

ハードウェアは市販品を繋げるだけ



数千円のデバイスとセンサを、

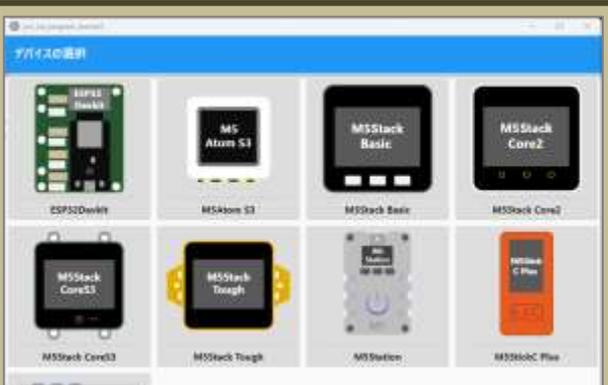
買って きて **繋げる** だけ！

はんだ付け：**不要**

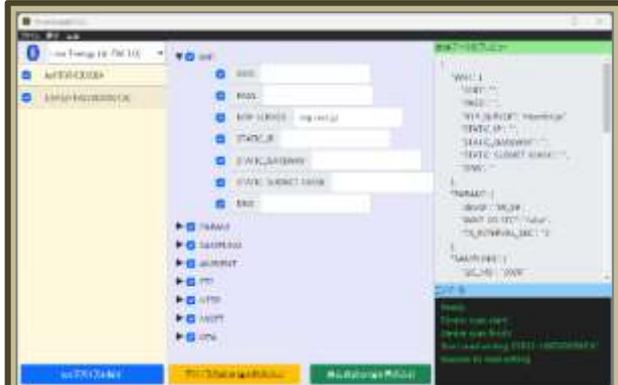
回路・配線作成：**不要**



3ステップで使用可能に



① プログラムを書きこむ



② 設定アプリで設定

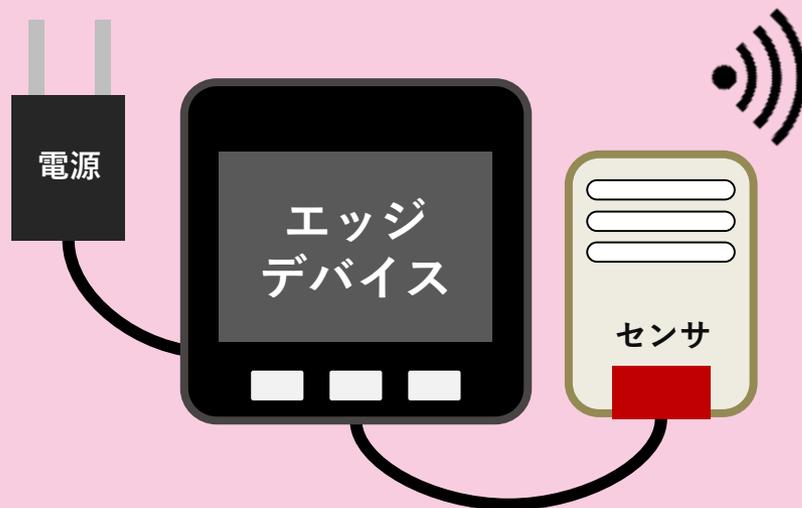


③ センサを挿して再起動

インストール不要な山形県工業技術センター製のアプリを使えば
デバイスのセットアップを、**直感的な操作で**

YRIT IoT プラットフォームの全体像

エッジデバイス側



- ファームウェア書き込みソフト
- 設定変更アプリ

サーバ側



IoTの標準的なサーバ構成を用意

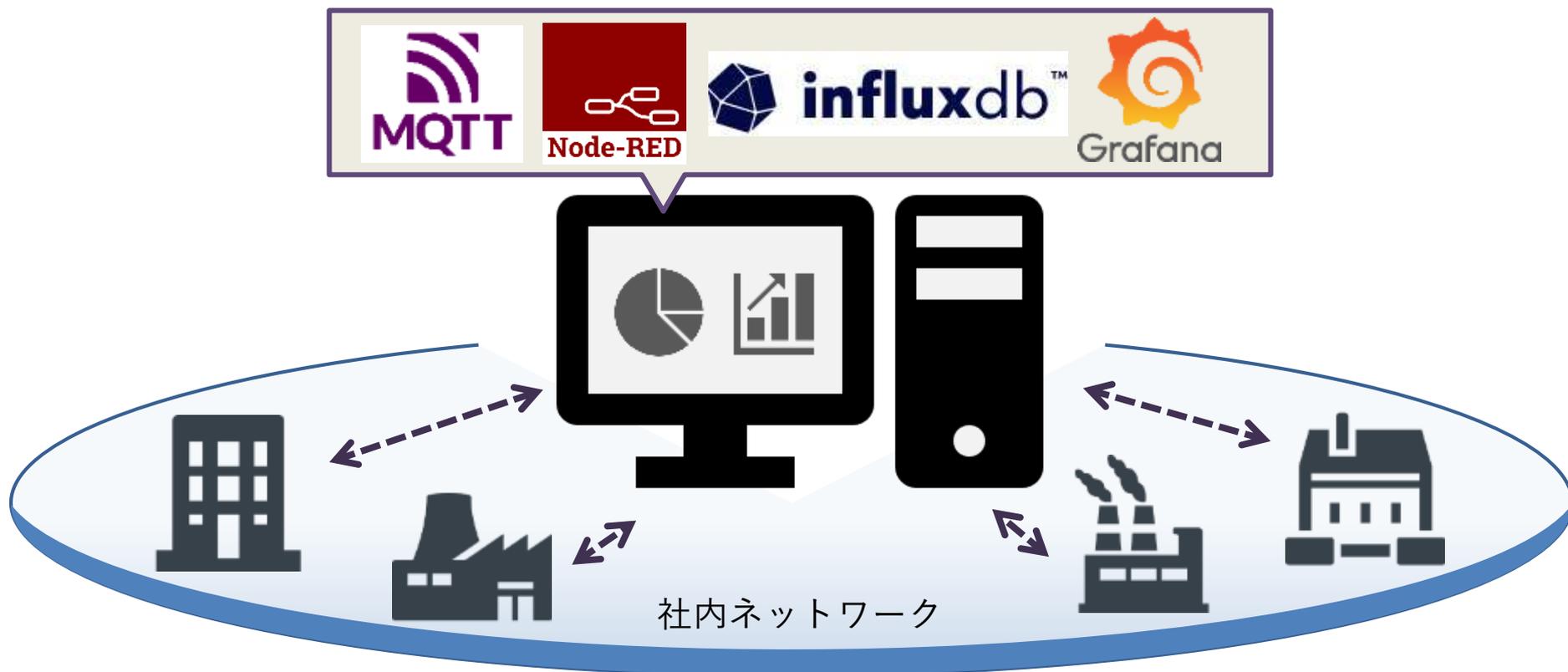
FTP

HTTP

MQTT

Ambient

4つの送信方法のうち、MQTTを使った標準構成を用意



自社内だけでつながるIoTシステムもすぐに構築可能

パソコン 1 台あればOK!



NAS



SBC



PC



レンタルサーバ

仮想化技術を使うため、PC種別やOSの種類は**問いません**

コマンド 1 つでサーバ構築完了

```
$ docker compose up -d
```

複雑な初期設定やインストール作業は **不要** です

山形県工業技術センターとテストベッド

庄内試験場



- インキュベータ
 - 食品試験室
- など

工業技術センター（本所）

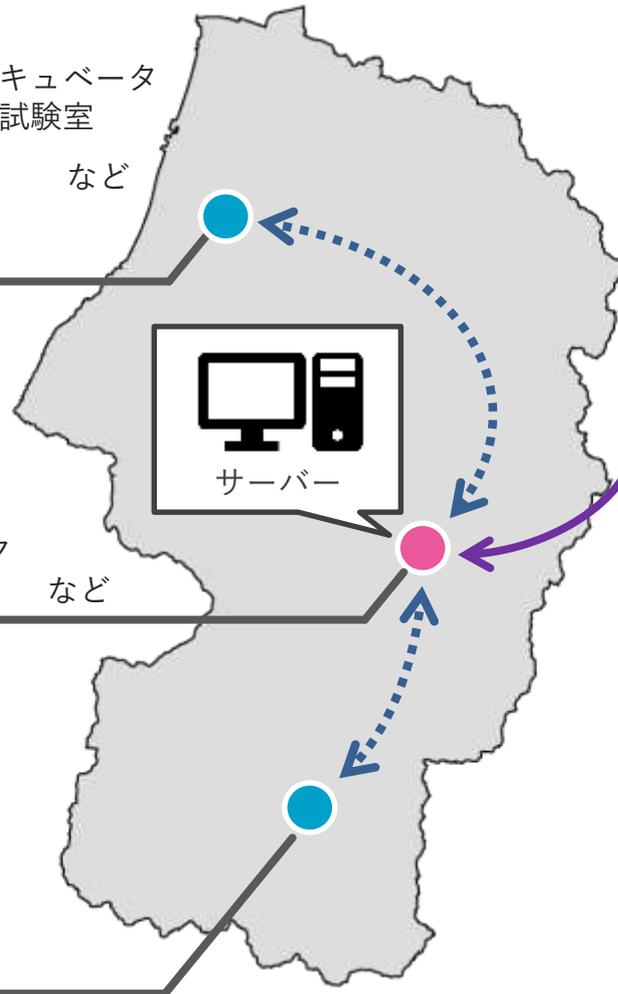


- 麹室
 - インキュベータ
 - ワインサーマルタンク
 - 清酒サーマルタンク
- など

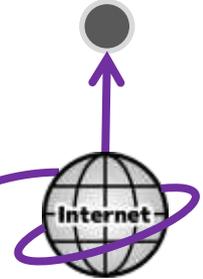
置賜試験場



- 小型環境試験機
 - 材料物性試験室
 - 振動試験室
- など



産総研
臨海センター



構築したテストベッドの
可視化画面はコチラから



3つの拠点をつなげたIoTテストベッドを構築

その他 技術移転・勉強会



合同勉強会の様子



個別勉強会の様子



標準キット



個別勉強会の様子

✓ 温度測定ができる標準キットを使って **15社に研修を実施**

✓ その後も個別勉強会等を通じて現在約**約40社**で利用中

デジタル技術を活用した日本酒製造条件管理技術の開発

本研究は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティー））の委託を受け山形県工業技術センターが研究実施主体となり実施しています。

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の委託研究（23303）により得られたものです。

事業名：データ利活用等によるデジタル化推進による社会課題・地域課題解決のための実証型研究開発（第2回）

課題名：デジタル技術を活用した日本酒製造条件管理技術の開発(23303)

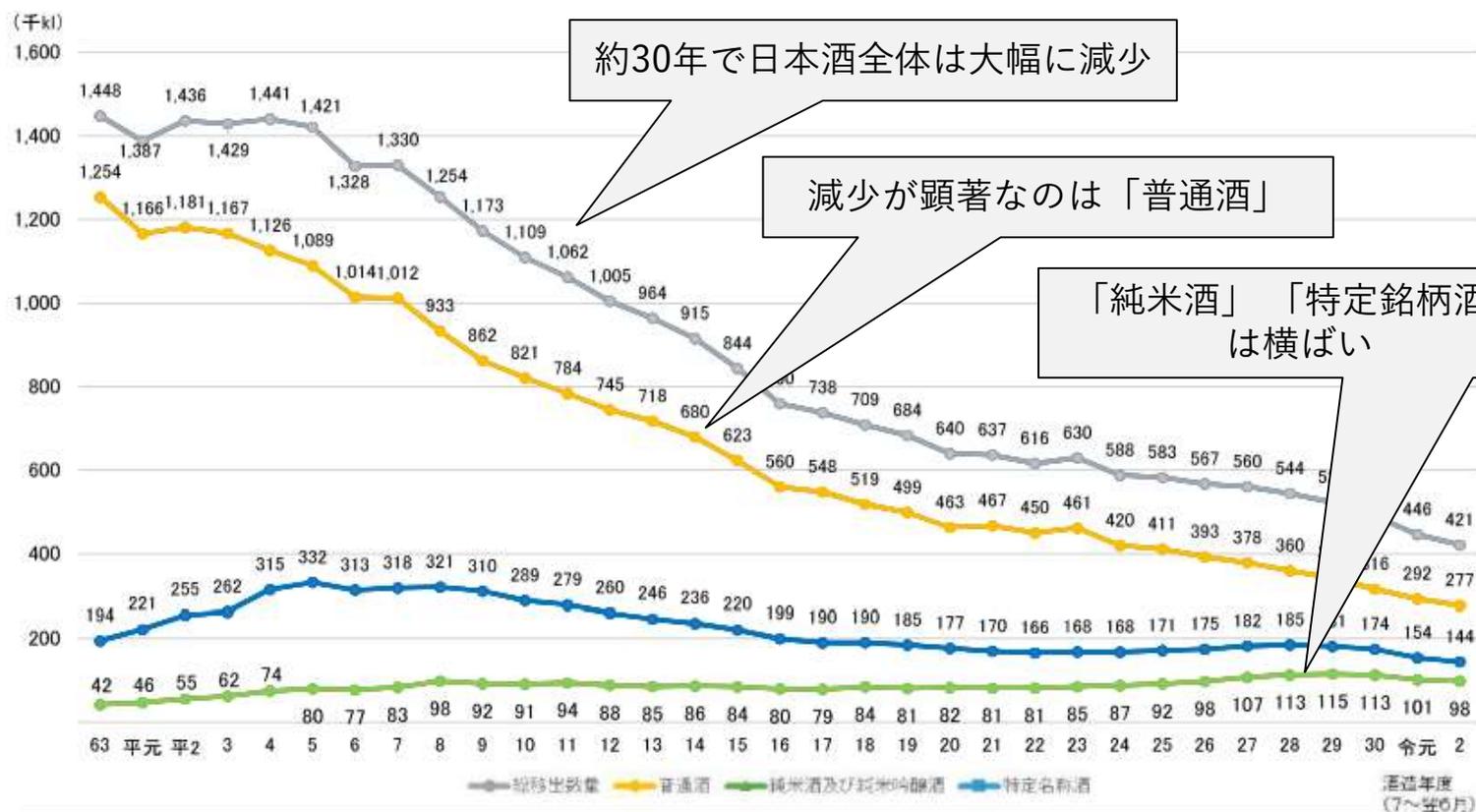
実施期間：令和5年度～令和7年度

（令和6年度に以降の継続を判断する中間評価）



【社会背景】 日本酒の消費

特定名称の清酒のタイプ別課税移出数量の推移

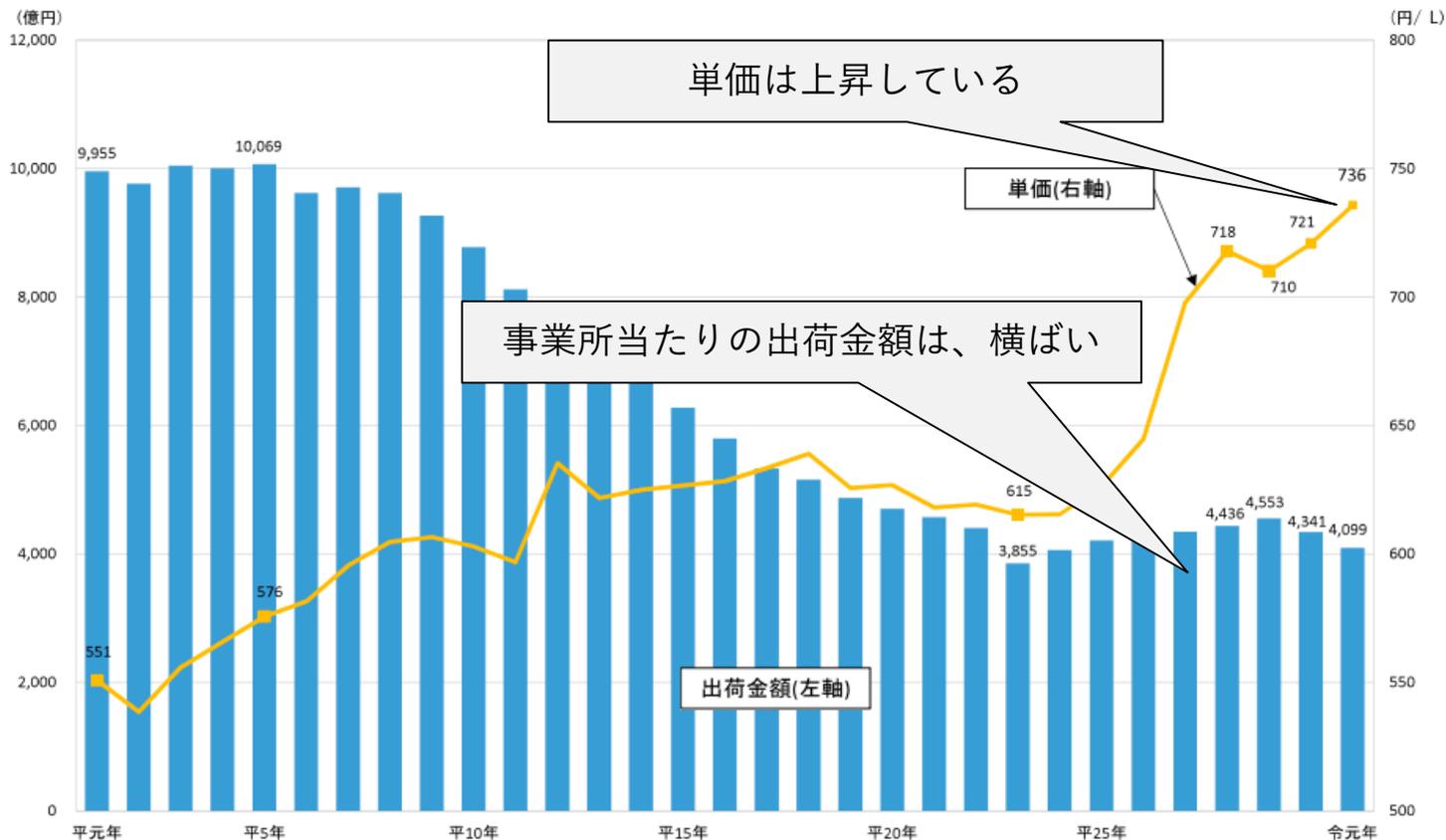


(注) 1 特定名称酒とは、清酒の製法品質表示基準（平成元年11月国税庁告示第8号）に定められた要件により分類された「吟醸酒」「純米酒」「本醸造酒」等の特定名称を表示した清酒をいう。
 2 普通酒とは、特定名称酒以外の清酒をいう。
 出典：「清酒製造状況等調査」（国税庁）より作成

【社会背景】

日本酒の消費

清酒製造業の出荷金額と単価の推移



(注) 従業員4人以上の事業所
(出典) 経済産業省「工業統計表」より作成

国税庁課税部酒税課・輸出促進室「酒のしおり」令和4年3月版より

消費者は、高級な日本酒を様々飲み比べるような楽しみ方に変化
量産より、特徴を持った高級路線に

山形県の日本酒製造業

- 本県酒蔵50社 → 小規模で各酒蔵が特色を持つ
- 少子高齢化による継承者の不足
- 伝統的な製法を守る **小規模酒蔵の人材確保、経営は厳しい状況**

このままでは、これまで培ってきた醸造技術、日本の文化が途絶えてしまう



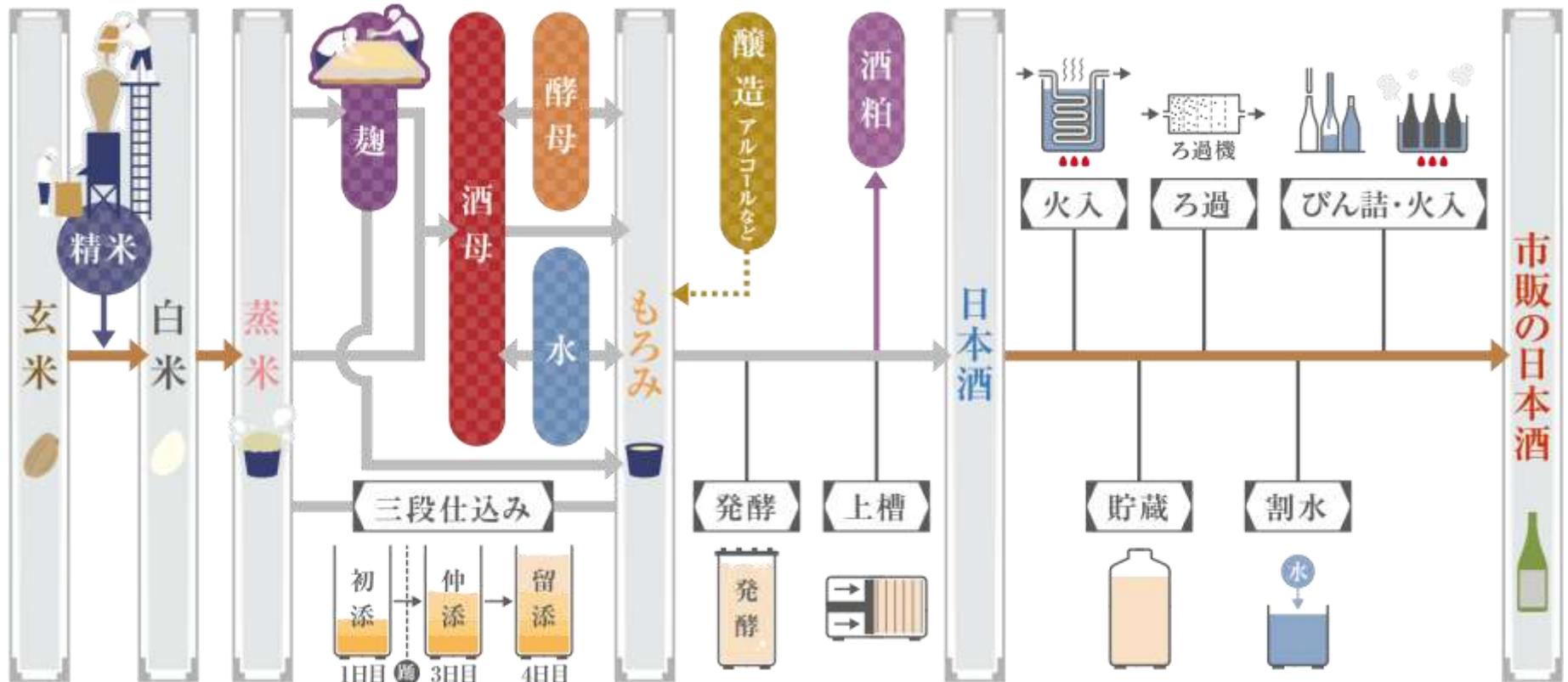
R6年
ユネスコ無形文化遺産登録
「伝統的酒造り」
途絶えてしまう！

大山観光協会 <http://ooyama-kankou.jp>

デジタル技術の活用により持続可能な酒造りの実現をめざす

日本酒の製造工程

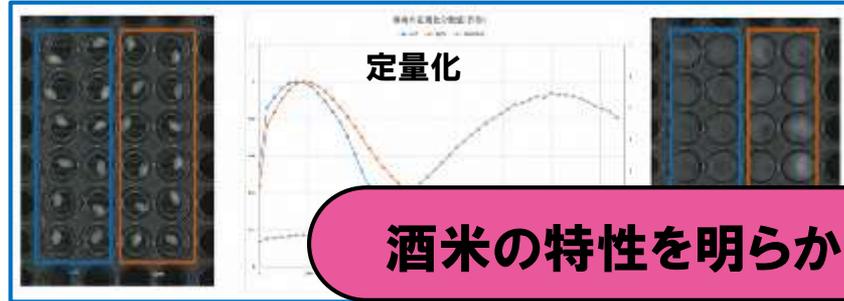
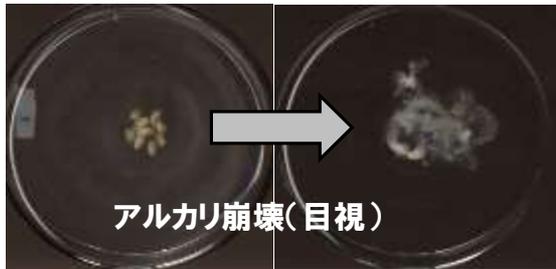
日本酒はとても複雑な工程を経て造られる。
「一麴（いちこうじ）二酛（にもと）三造り（さんつくり）」と言われる。
全行程で約60日かけて作られる。



3つの研究内容

【研究①】

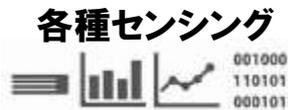
アルカリ崩壊試験法(特許出願中)による酒米溶解特性の定量化



酒米の特性を明らかにする

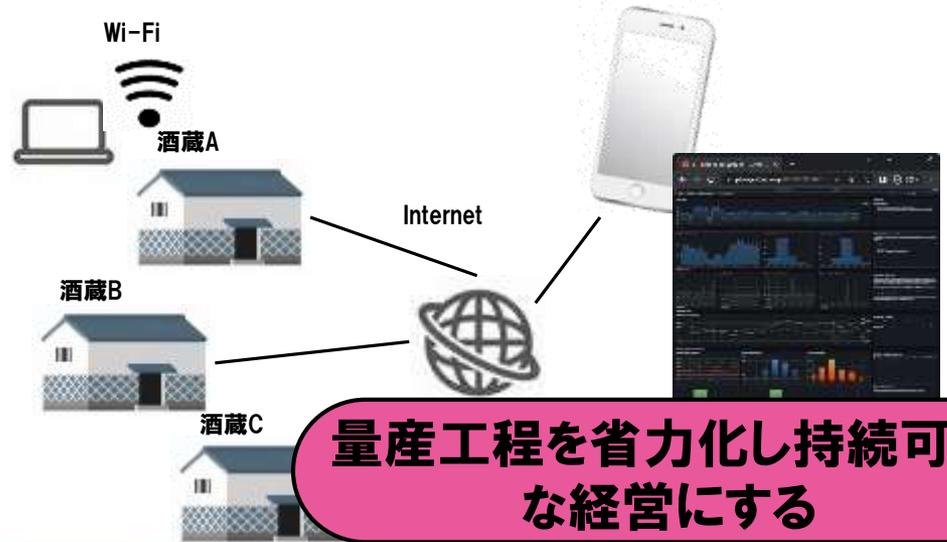
【研究②】

醪発酵特性分析



発酵プロセスを明らかにする

【研究③】・・・①②の分析データを反映
仕込み工程のIoTモニタリングシステム構築



量産工程を省力化し持続可能な経営にする

【研究開発項目1】

アルカリ崩壊試験法による醸造条件の確立

- 解決すべき課題
 - 酒米は品種、収穫年、産地、圃場ごとに溶解特性が異なる。酒米の溶解特性によって醸造条件（温度管理等）を変える必要がある
- 研究手法
 - アルカリ崩壊試験による酒米溶解特性の把握
 - 装置開発によるアルカリ崩壊試験の効率化
 - 酒米ごとの溶解特性定量データから製造工程への反映

【研究開発項目1】

酒米の溶解特性とは

- 米がどれくらいの速度で溶けるかは、日本酒造りの重要な要素

アルカリ崩壊性試験結果

糸島東部 山田錦

H29

H28

H27



H29 > H28

H28 < H27

ref. 九州酒造協会HP

<http://qit.jpn.org/sakamai.html>



ref. 加賀酒造HP

<https://www.kikuhime.co.jp/info/material/>「純一酒米分析」

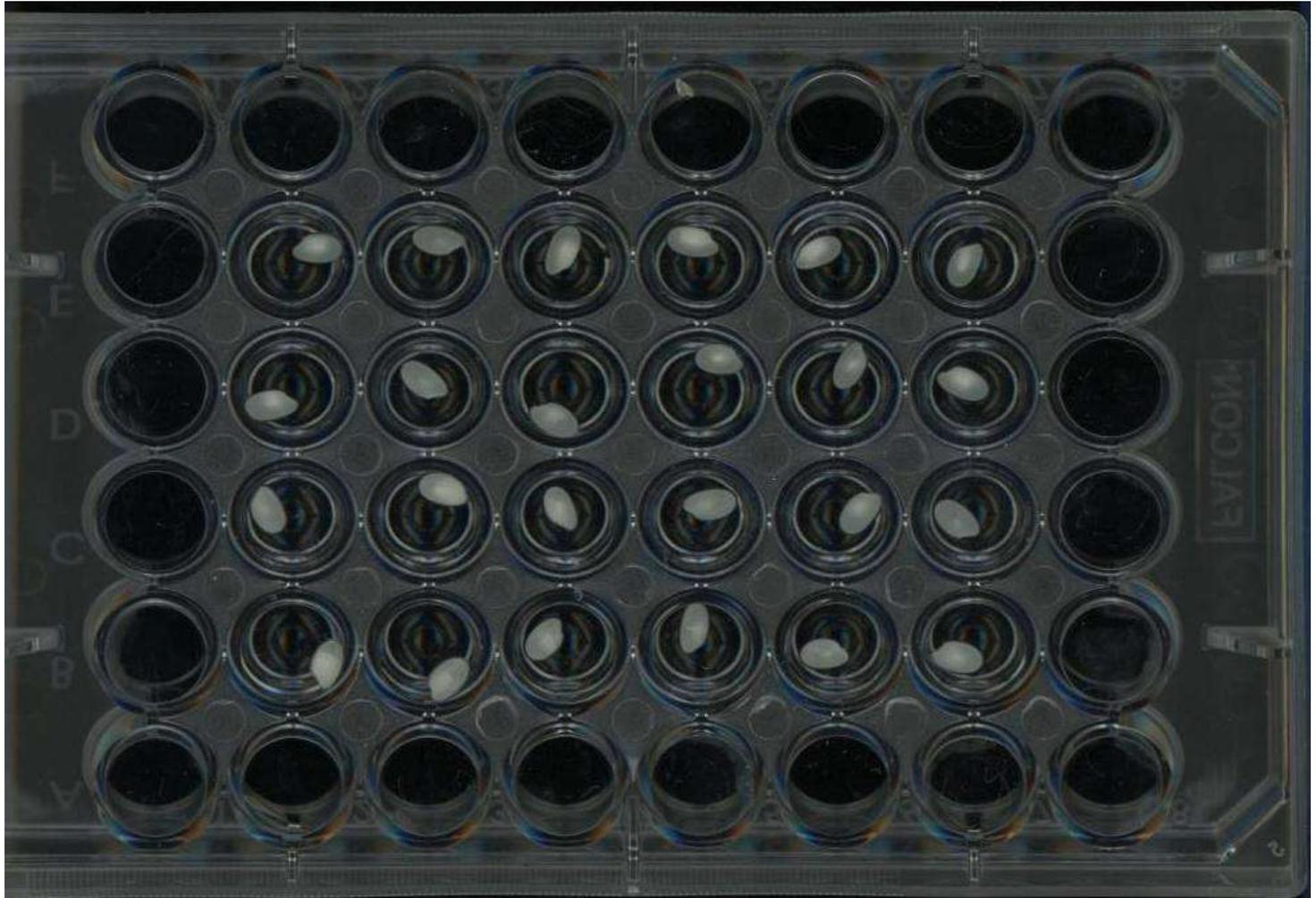
重要な米の特性を示す指標だが、定量化手法が確立していない

【研究開発項目1】

アルカリ崩壊試験法

- 撮影例 in マイクロセル

カバーあり
30min
3.5day



【研究開発項目1】

アルカリ崩壊試験法

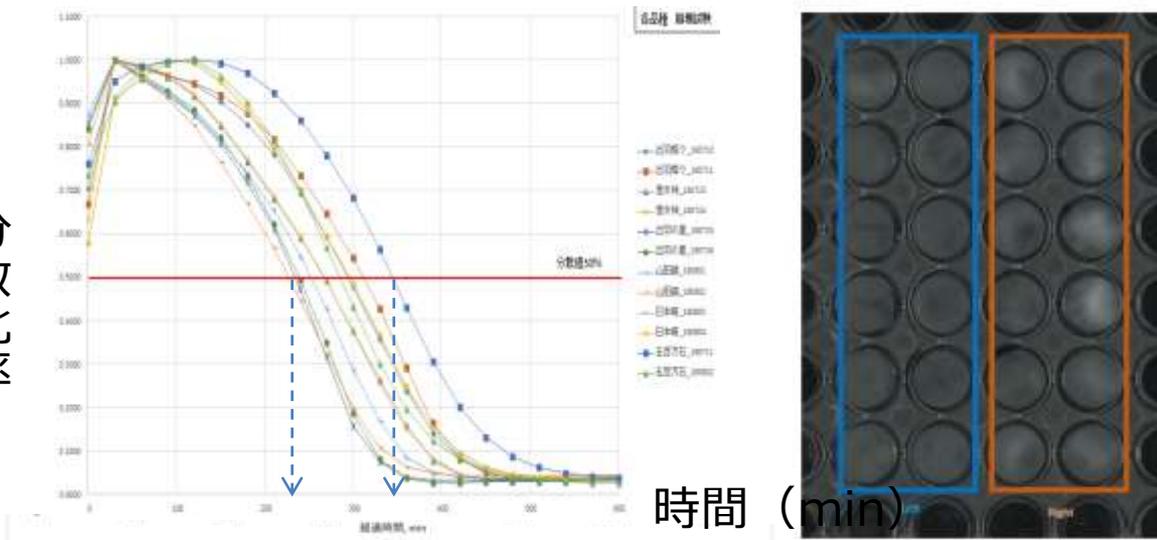
<特徴量の例>

○米1粒の入ったセル内の色分散値を数値化する

○初期は吸水で分散値上昇 → 溶液に溶けて色調は均一化して数値は0に漸近



分散比率



時間 (min)

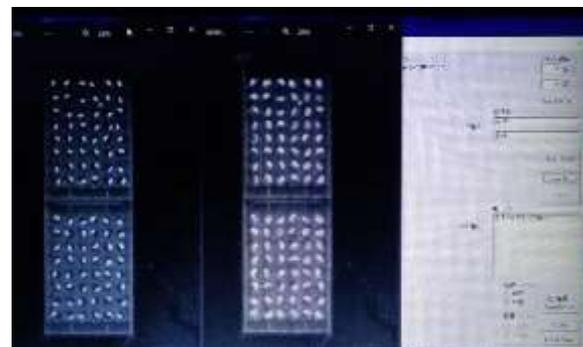
※ 分散値特性を評価

【研究開発項目1】

アルカリ崩壊試験法による醸造条件の確立

2023年酒米のアルカリ崩壊試験データの一部
(数値が大きいほど溶けにくいことを表す)

品種	Avg
出羽燦々①	600
出羽燦々②	609
出羽燦々③	618
出羽燦々④	652
出羽燦々⑤	633
出羽燦々⑥	578
出羽燦々⑦	573
出羽燦々⑧	644
出羽燦々⑨	640
出羽燦々⑩	631
雪女神①	598
雪女神②	583
雪女神③	534
雪女神④	611
雪女神⑤	657
雪女神⑥	705
雪女神⑦	651
雪女神⑧	612
出羽の里①	592
出羽の里②	728
出羽の里③	611
美山錦	625
試験栽培米①	651
試験栽培米②	665
試験栽培米③	626
試験栽培米④	655
試験栽培米⑤	675
試験栽培米⑥	719
試験栽培米A	571
試験栽培米B	704
試験栽培米C	602
R5 チェック米	554



**2023年の米は総じて
硬く仕込みにくい米**

事前に酒蔵に情報提供し、仕込み方法を改善

2024年米についても現在試験中

【研究開発項目2】

醪発酵工程管理手法の開発

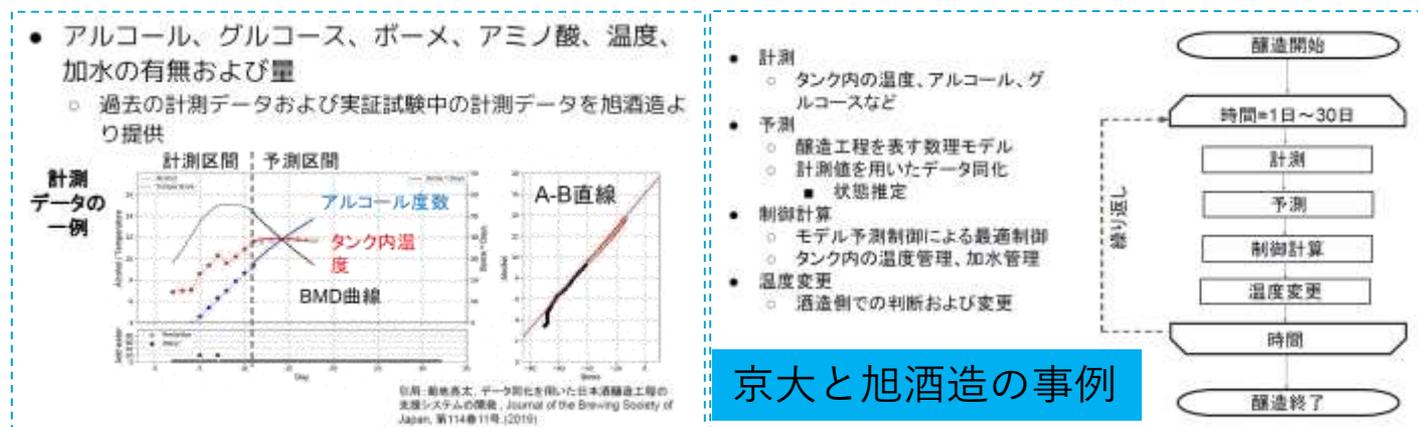
- 解決すべき課題
 - 醪発酵は麹菌や酵母、酵素の働きによって複雑な過程を経て化学変化するプロセスであり不明な点が多い

【研究開発項目2】

醪発酵工程管理手法の開発

【研究手法】

- ①比重（ボーム度）、アルコール度数、糖などの分析とIoTによる時系列データ取得と変化予測



- ②測定データの分析により小仕込みと本槽の関連性分析画像処理を用いた発酵状態の外部からの推測



発酵状態
を予測



【研究開発項目2】

醪発酵工程管理手法の開発

分析装置、センサー等を整備し、データ取得を進めている



原料米吸光度測定装置



原料米吸光度測定装置



高圧滅菌装置



電動ピペット



サーマルタンク
(温湿度センサー等)



インキュベーター
(温度センサー)

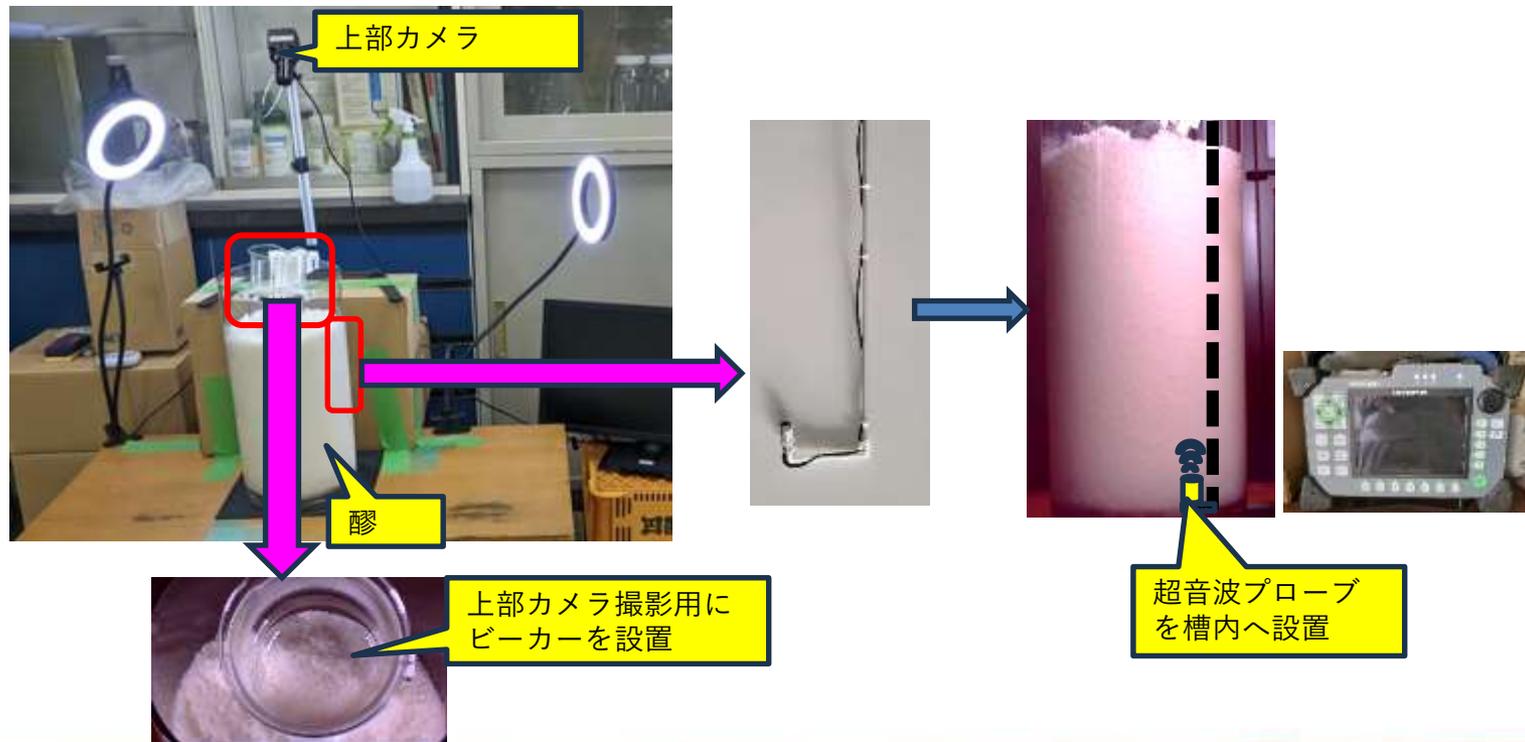
【研究開発項目2】

画像処理による醪発酵の状態把握

醪発酵の状態把握のため、画像と超音波による反射波のモニタリングを実施

①画像撮影環境

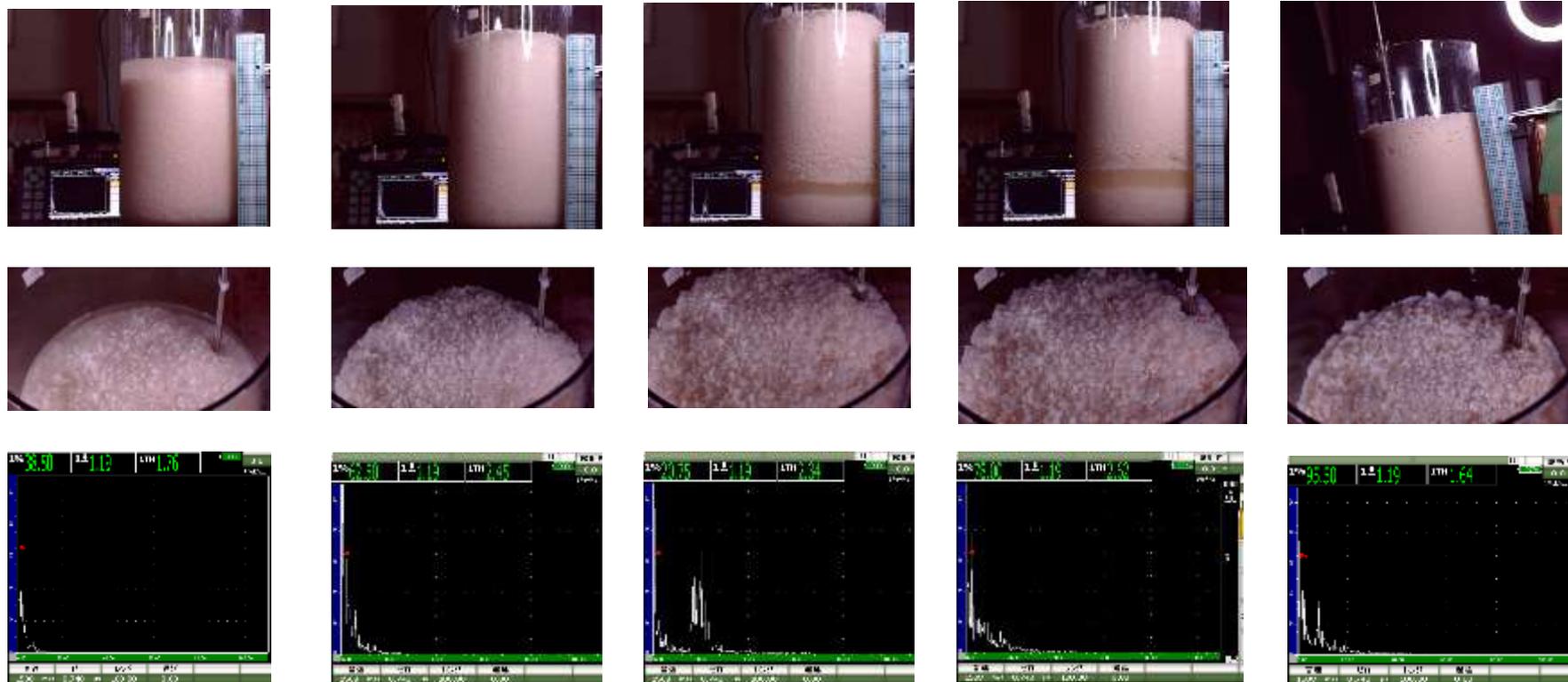
- ・カメラを上部からと横からの2方向から撮影
- ・一定間隔で撮影を行うタイムラプス撮影方法。



【研究開発項目2】

画像処理による醪発酵の状態把握

画像と超音波の測定結果



1日目

2日目

3日目

9日目

時間

醪が固体、液体、気体の複雑な変化していることがとらえられそう。超音波により、把握できないかチャレンジを続ける。

【研究開発項目3】

IoTによる醸造条件モニタシステム構築

- 解決すべき課題
 - 酒造りは冬に集中して行われるため作業負荷が大きい。醸造に関するデータは杜氏の手書きの記録が多く技能継承が難しい。酒蔵の多くは、IoTやデジタルデータの活用ができていない。
- 研究手法
 - 共通して使えるIoT醸造条件モニタシステムを構築
 - 実証酒蔵3社にモニタシステムを設置し現場実証、LPWAなども活用し設置を容易に
 - 項目1：酒米溶解特性、項目2：醪発酵工程管理で得られた知見もあわせて、日本酒製造条件管理のシステム化

【研究開発項目3】

実証酒蔵3社

酒田酒造株式会社

住所：山形県酒田市日吉町2丁目3-25

創業：1946年



千代寿虎屋株式会社

住所：山形県寒河江市南町2丁目1-16

創業：1922年10月



男山酒造株式会社

住所：山形県山形市八日町2-4-13

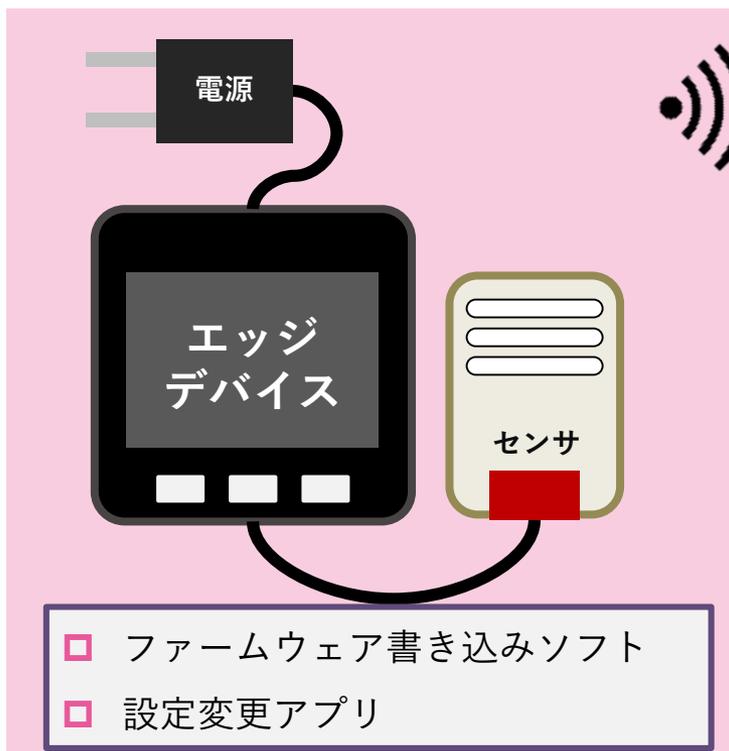
創業：寛政元年（1789年）



醸造現場にネットワーク環境(Wi-Fi)があるのは1社のみ

ネットワークの整備からスタート

YRIT IoTプラットフォームの構成



エッジデバイス側



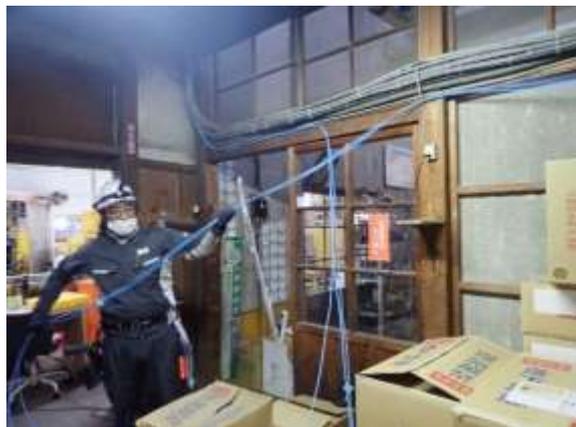
サーバ側

構成は標準的なIoTシステムとほぼ同じ

市販品やオープンソースソフトウェア（OSS）で構成

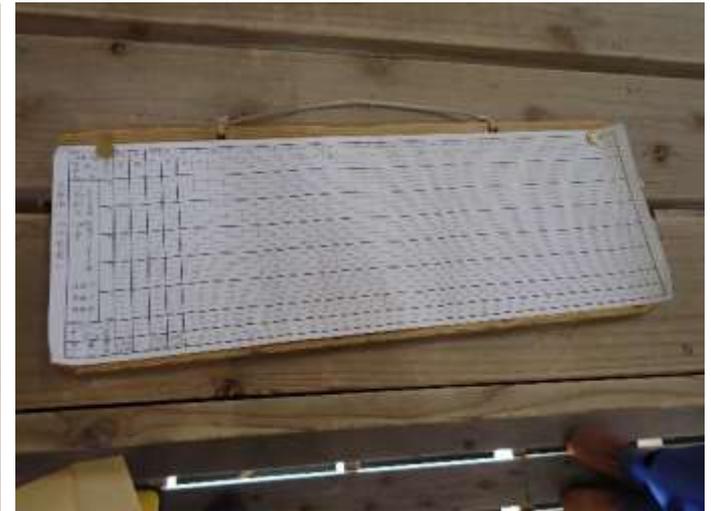
酒蔵のWi-Fi環境整備

IoT機器設置できるように、酒造りの現場にWi-Fi環境を整備



酒造りに必要なIoTエッジデバイス

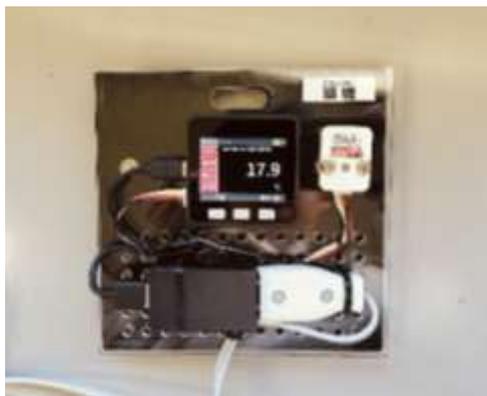
現状の手作業の測定と記録



酒造りに必要なIoTエッジデバイス

はじめに取り掛かるべきは、

- ① 麹室・仕込み蔵の温湿度環境測定 ② 麹の温度測定 ③ 醪の温度測定



温湿度環境測定デバイス



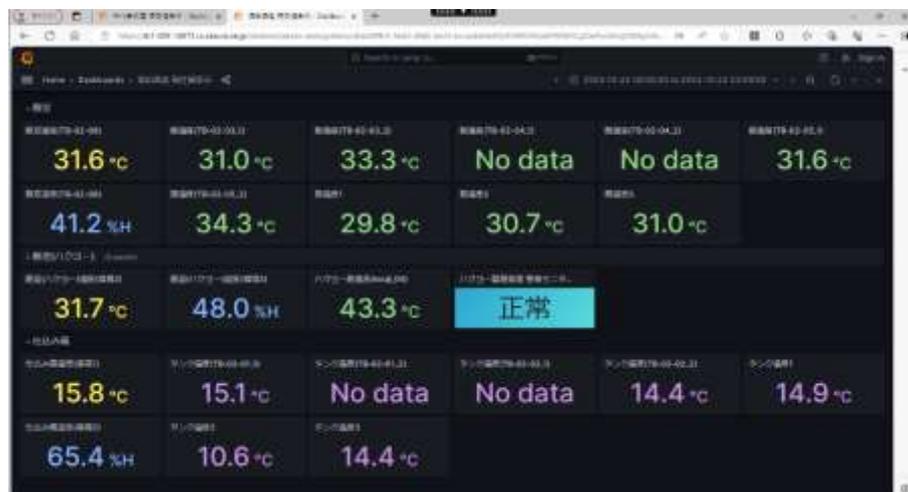
麹温度測定デバイス



醪温度測定デバイス

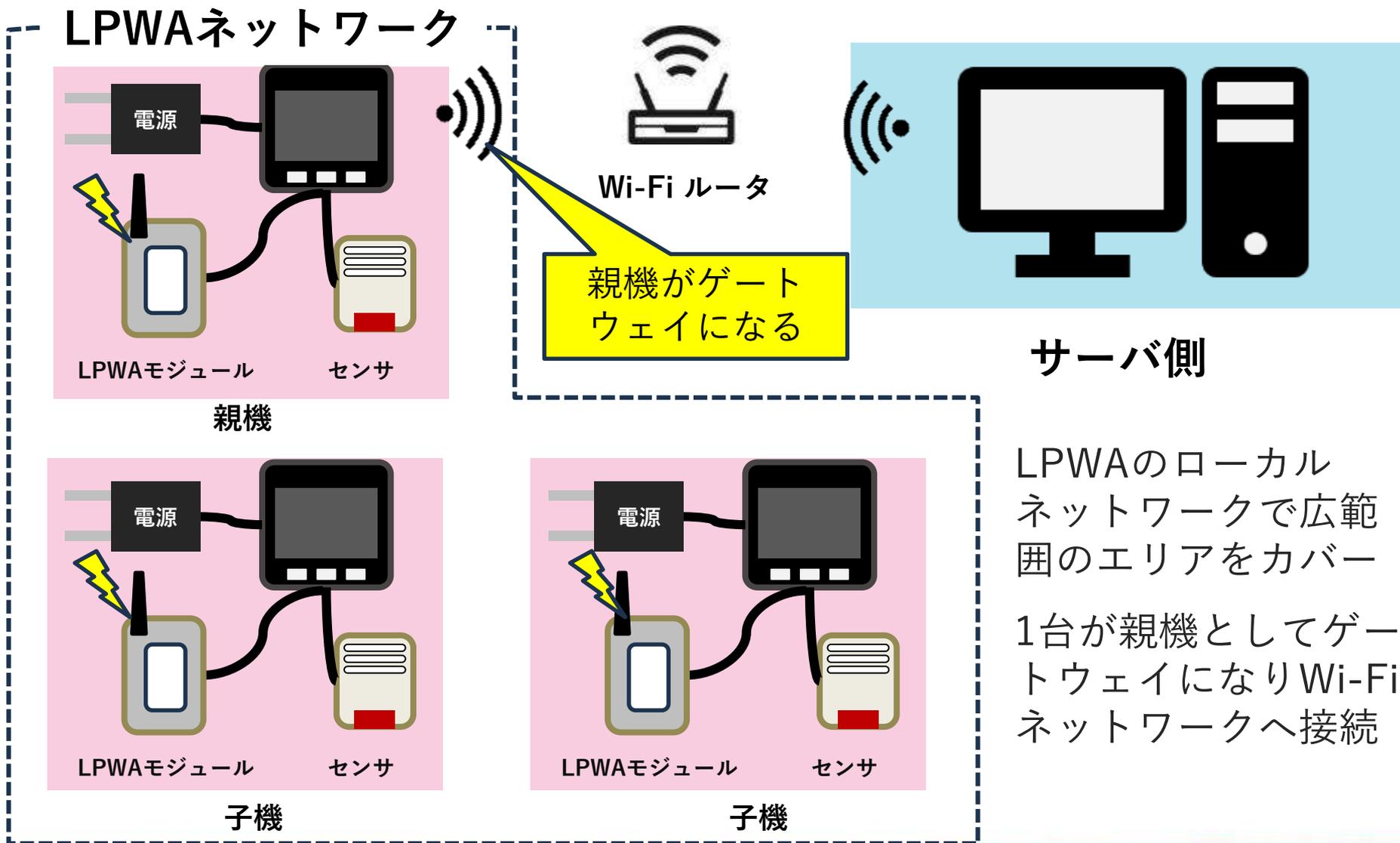
防水性や現場での使用に違和感がないよう造作を工夫

見える化



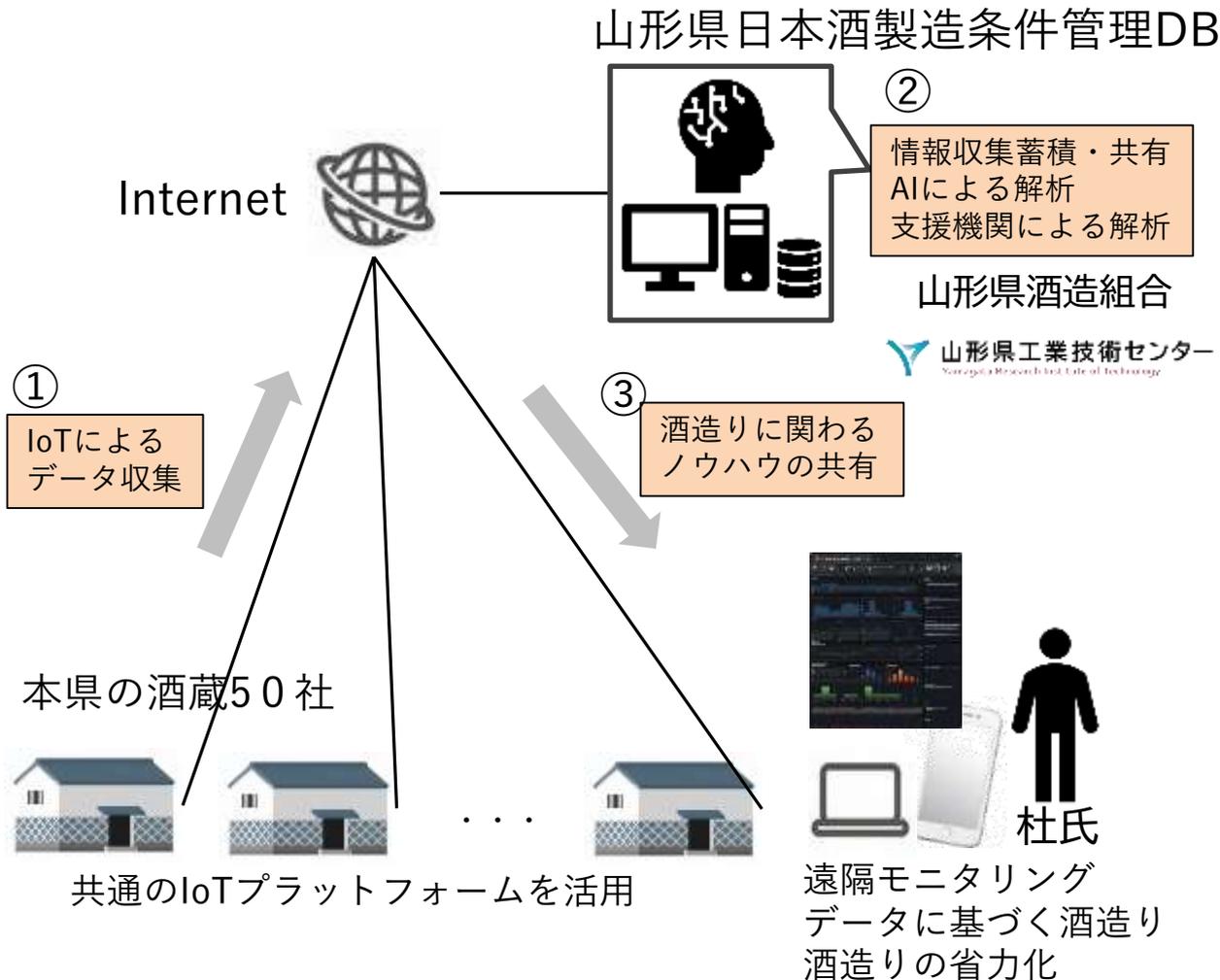
現場に行かずにスマートフォンで確認
できる点が好評

LPWAデバイスを使用した構成案



LPWAのローカルネットワークで広範囲のエリアをカバー
1台が親機としてゲートウェイになりWi-Fiネットワークへ接続

日本酒製造条件管理システム化の目指す姿



- デジタル技術活用
 - データ収集解析業務の省力化
 - 本県酒蔵の情報共有による地域のブランド力強化
 - 支援機関のバックアップ



YRIT