

IVI公開シンポジウム2024-Spring-
2024年3月14日(ハイブリッド開催)

【業務シナリオWGセッション①】 設備とプロセス技術

セッションモデレーター

IVIビジネス連携委員長(マツダ) 江草 秀幸



業務シナリオセッション① ～設備とプロセス技術～

■ セッションモデレーター 江草 秀幸 / マツダ

テーマ / 発表者	
【9B01】 エッジデータと遠隔による現場支援	加納 健司(三菱電機)
【9B03】 工程前バッファの清流化	大橋 誉司(メイラ)
【9C01】 AIによるプラント施設保全業務生産性向上2	竹崎 宏(マツダ)

セッション① ～設備とプロセス技術～ キーワード



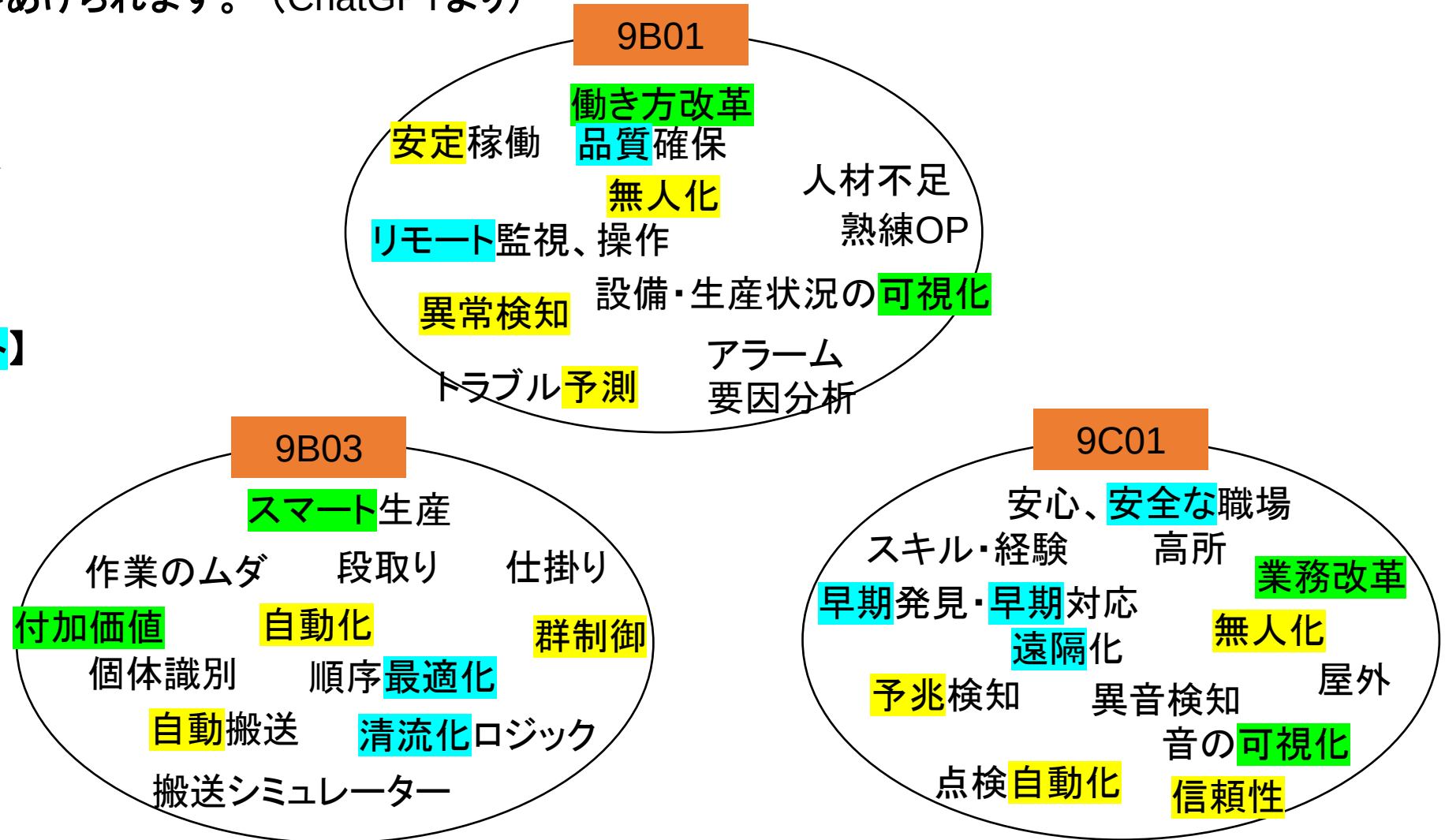
設備とプロセス技術が 製造や生産において効果的かつ効率的に機能するために考慮される側面として 下記のようなポイントがあげられます。(ChatGPTより)

【設備のポイント】

1. 効率と生産性
2. 信頼性とメンテナンス
3. 自動化と制御
4. 環境への配慮

【プロセス技術のポイント】

1. プロセス最適化
2. 品質管理
3. 安全性
4. 柔軟性と適応性
5. 持続可能性



「エッジデータと遠隔による現場支援」

加納 健司  (三菱電機)

森山 晃裕  (CKD)、吉本 康浩 (三菱電機)

柳平 茂夫 (シチズンマシナリー)、金谷 英行 (シチズンマシナリー)、

小檜山 智久 (日立産機システム)、鈴木 健介 (三菱電機)、綱島 久司 (YKK AP)、

萩原 徹 (いすゞ自動車)、佐藤 庭礼 (いすゞ自動車)、岩谷 幹太 (アビームコンサルティング)、

塩田 海渡 (アビームコンサルティング)、塚本 忠隆 (テックポート)、菅原 秀樹 (ジェイテクト)、

小森 紘太郎 (日進製作所)、武藤 一夫 (武藤技術研究所)



1. 実証試験対象とテーマ選定
2. 現状課題と目指す姿
3. 実証実験シナリオ
4. システムの構成
5. 実証実験の結果
6. 成果と今後の課題
7. 最後に

対象とする工場や設備/部品

■ 対象とする工場

- 金松工業(諏訪)
- 小物金属部品加工
- 工作機械による自動生産
- 従業員10名程度

■ 製品や資材の特徴

- 棒状の小物金属部品
- 自動給材機で材料を供給
⇒ 自動盤で加工
- ロット: 1~2個、数十万個/月
- 加工時間: 数十秒~数分/個



目指す姿

- コロナで待った無しとなった働き方改革を見据え、
「エッジデータと遠隔による現場支援」

1st Step (2021): 設備稼働状態の遠隔監視、生産データ収集

2nd Step (2022): 稼働率分析、生産状況の見える化

3rd Step (2023): アラーム分析、取得データとの紐付

4th Step (2024): 刃具摩耗予測(今年度未実施)

必要な日時に、必要な数の製品が、無人で生産を実現する。

背景/困りごと

■ 対象とする背景・問題

- 24H稼働(夜中は無人)
- オペレータ3人で50台を担当≒17~30台/人

■ 課題の概要

- 工場全体のマシンの稼働状態が把握できていない。
⇒ 生産停止時に迅速な対応ができない(夜中・無人)。
- 工具の摩耗、刃具折れ、設備調整不良等により、
不良品が発生。
⇒ 安定稼働・品質確保のための加工パラメータ調整は、
熟練オペレータ頼り、寿命管理が品質・コストに影響。
- 人が居ないと、追加の材料供給、段取り変更ができない。

シナリオ概要

■ TO-BE

- 現場オペレータに頼らず、リモートで監視、操作。
- 工具、設備、品質の変化を捉え、トラブルを予測し、
事前に対応。



現状課題と目指す姿



夜中は人が居ないので、
迅速な対応ができない。

ストックが無くなると、
生産停止。
マシンが多くて迅速な
補給ができない

材料(棒材)の自動供給

寿命管理(人)が
コスト・品質に影響



刃具管理(タップ加工用)

経験により8割の原因
は把握できるが、
2割は不明。
⇒改善が進まない。



自動盤による自動加工



刃具装着・調整

工場全体のマシンの稼働状態が
把握できていない。

刃具折れ・摩耗は、
不良品が出る



1個でも不良品が出ると
選別が大変



検査・出荷

工具が消耗・破損しても機械が加工を続ける。
⇒事前に機械停止できれば望ましい。
材料のムダを防ぐことができる。

交換時期等(人)、刃具管理が大変



最新複合型(M32) 自動盤での加工の様子



汎用型(L12) 自動盤での加工の様子

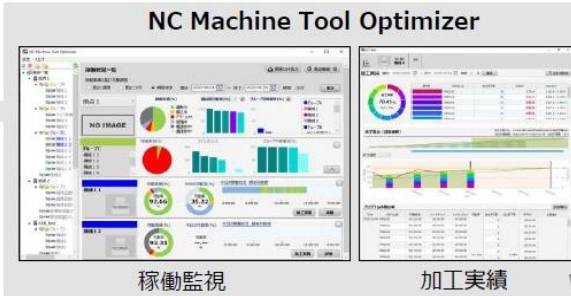


実証実験シナリオ①



工作機械の
稼働監視システム

産業用パソコン



稼働監視

加工実績

WiFi化

Point ①

幅広いメーカーの工作機械や
FA機器からデータ収集

Point ②

画面が用意されており、
簡単に稼働監視を実現



- ・シチズンマシナリー製自動盤(三菱電機製NC):3台接続
L12#1/L12#2/M32
- ・設備稼働データ + アラーム情報等の収集
- ・配線レスの為のWiFi化

①2022年度導入システムの検証

- ・複数マシンの稼働状況見える化 ⇒データ解析
- ・アラーム要因分析

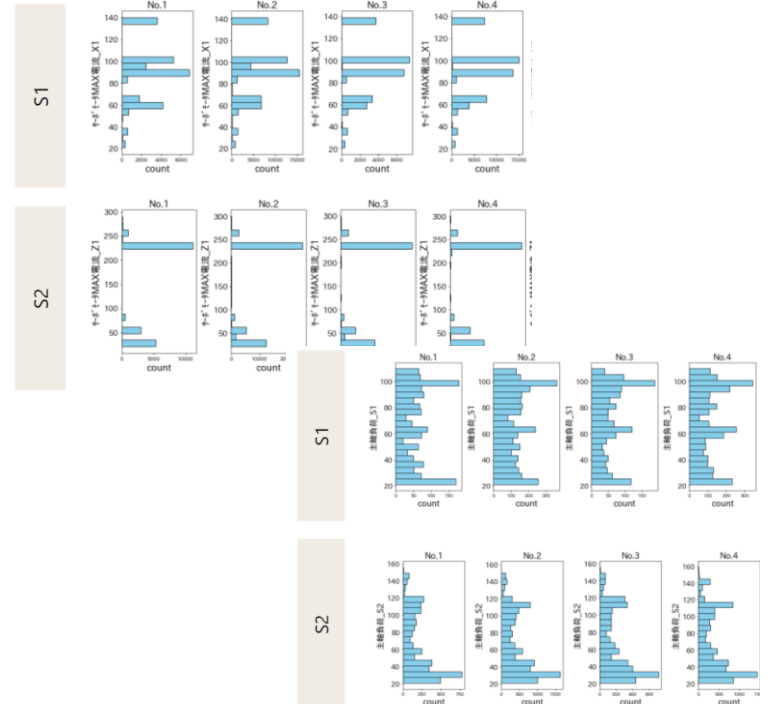
②刃具摩耗の把握 ⇒L12E(ステンレス加工用設備)

- ・タップ加工刃具

設備データとの相関分析、交換時期の最適化(来年度)



主軸モータ
電流データ



実装方針

- 対象設備
 - 自動盤(金属加工用工作機械)
- 適用技術製品
 - 遠隔監視&操作
 - 工具の自動補正と交換時期の予測
- 活用製品
 - 設備の稼働監視
 - ⇒ S/W NC Machine Tool Optimizer(三菱電機)
 - シズナルカートライブ2/CTZコンバータ+Edgecross/MTConnect
 - 工具(刃具)摩耗診断
 - ⇒ モータ電流:iQMonozukuri工作機械工具摩耗診断(三菱電機アプリケーションパッケージ)
 - 中小金属加工業種向けKPI ⇒ 継続検討

実証実験

10月:実証システムの導入案作成
11~12月:データ収集のための技術検証
1月:対象顧客でのデータ収集
2月:データ分析・課題検討実施
3月:IVI春の公開シンポジウム 成果発表

ソリューションの概要(来年度)

工具(刃具)摩耗の把握検証(VS 熟練オペレータ)

刃具交換を加工回数での交換時期 ⇒ 摩耗状態で交換時期

- ・工具交換頻度の減少:工具費、交換工数削減する。
- ・歯折れ前に事前交換することで、安定生産を目指す。

【自動盤での課題】

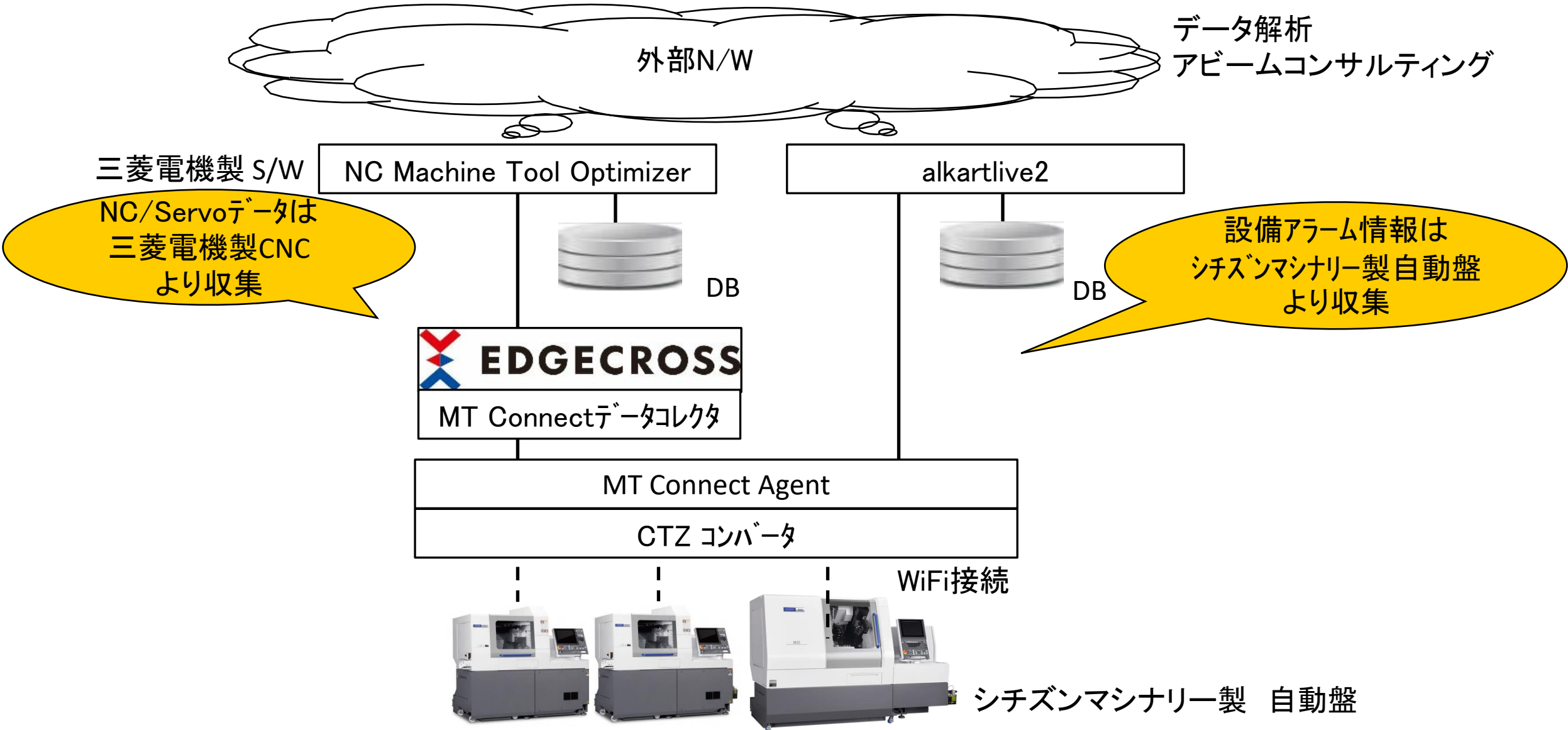
切削に関わる各軸トルクや回転数などで複合的に判断しないと加工異常が診断できない!

主軸や送り軸のうち工具摩耗や加工異常の変化が現れる軸(単変量)の変化で診断を実施していた。しかしながら、曲面加工など複数軸が協調して切削する場合には、軸毎の診断では加工異常を発見できないケースがあった。

旋盤や複合加工機などの旋削加工の診断ができない!

マシニングによる加工では回転数が一定での切削のため、切削トルク抽出が容易のため加工診断ができた。しかしながら旋削では切り取り量一定制御(周速一定制御)により切削トルク抽出が難しく、加工診断ができなかった。





実証実験の途中経過(データ確認状況: 1/15~2/26)



データ項目

データ項目は下記の通り。それぞれ和名に変換。

フラグ情報

ファイル名	カラム名_元データ	カラム名_和名
edgecross	TIME	日時
//	Machine_name	機械No.
//	CommunicationState_1	通信中フラグ
//	ContinuousOpState_1	連続運転中フラグ
//	EmergencyState_1	非常停止中フラグ
//	MachineAlarmState_1	機械アラームありフラグ
//	Preparation	段取り中フラグ
//	MainProg	メインプログラム番号
//	P1_OneCycleTime	1サイクル時間
//	P1_CurrentToolNumber	P1_現在ツール選択番号
//	P1_ToolOffsetNumber	P1_現在ツールオフセット番号
//	P1_OffsetWear_X	P1_オフセット摩耗X
//	P1_OffsetWear_Y	P1_オフセット摩耗Y
//	P1_OffsetWear_Z	P1_オフセット摩耗Z
//	P2_CurrentToolNumber	P2_現在ツール選択番号
//	P2_ToolOffsetNumber	P2_現在ツールオフセット番号
//	P2_OffsetWear_X	P2_オフセット摩耗X
//	P2_OffsetWear_Y	P2_オフセット摩耗Y
//	P2_OffsetWear_Z	P2_オフセット摩耗Z
//	P3_CurrentToolNumber	P3_現在ツール選択番号
//	P3_ToolOffsetNumber	P3_現在ツールオフセット番号
//	P3_OffsetWear_X	P3_オフセット摩耗X
//	P3_OffsetWear_Y	P3_オフセット摩耗Y
//	P3_OffsetWear_Z	P3_オフセット摩耗Z

ファイル名	カラム名_元データ	カラム名_和名
edgecross	SpindleMotorLoad_S1	主軸負荷_S1
//	SpindleMotorLoad_S2	主軸負荷_S2
//	SpindleRotationSpeed_S1	主軸回転速度_S1
//	SpindleRotationSpeed_S2	主軸回転速度_S2
//	SpindleTemp_S1	主軸温度_S1
//	SpindleTemp_S2	主軸温度_S2
//	ServoMotorMaxCurrent_X1	サーボモータMAX電流_X1
//	ServoMotorMaxCurrent_Z1	サーボモータMAX電流_Z1
//	ServoMotorMaxCurrent_Y1	サーボモータMAX電流_Y1
//	ServoMotorMaxCurrent_X2	サーボモータMAX電流_X2
//	ServoMotorMaxCurrent_Z2	サーボモータMAX電流_Z2
//	ServoMotorMaxCurrent_Y2	サーボモータMAX電流_Y2
//	ServoMotorMaxCurrent_X3	サーボモータMAX電流_X3
//	ServoMotorMaxCurrent_Z3	サーボモータMAX電流_Z3
//	ServoMotorMaxCurrent_Y3	サーボモータMAX電流_Y3
//	RotaryToolMaxCurrent_R1	回転工具モータMAX電流_R1
//	RotaryToolMaxCurrent_R2	回転工具モータMAX電流_R2
//	RotaryToolMaxCurrent_R3	サーボモータMAX電流_Y3
//	PowerConsumption	消費電力量
//	TotalProcessedParts	加工済み部品数
alkatlive2	Type	アラーム_タイプ
//	Number	アラーム_No.
//	Message	アラーム_メッセージ

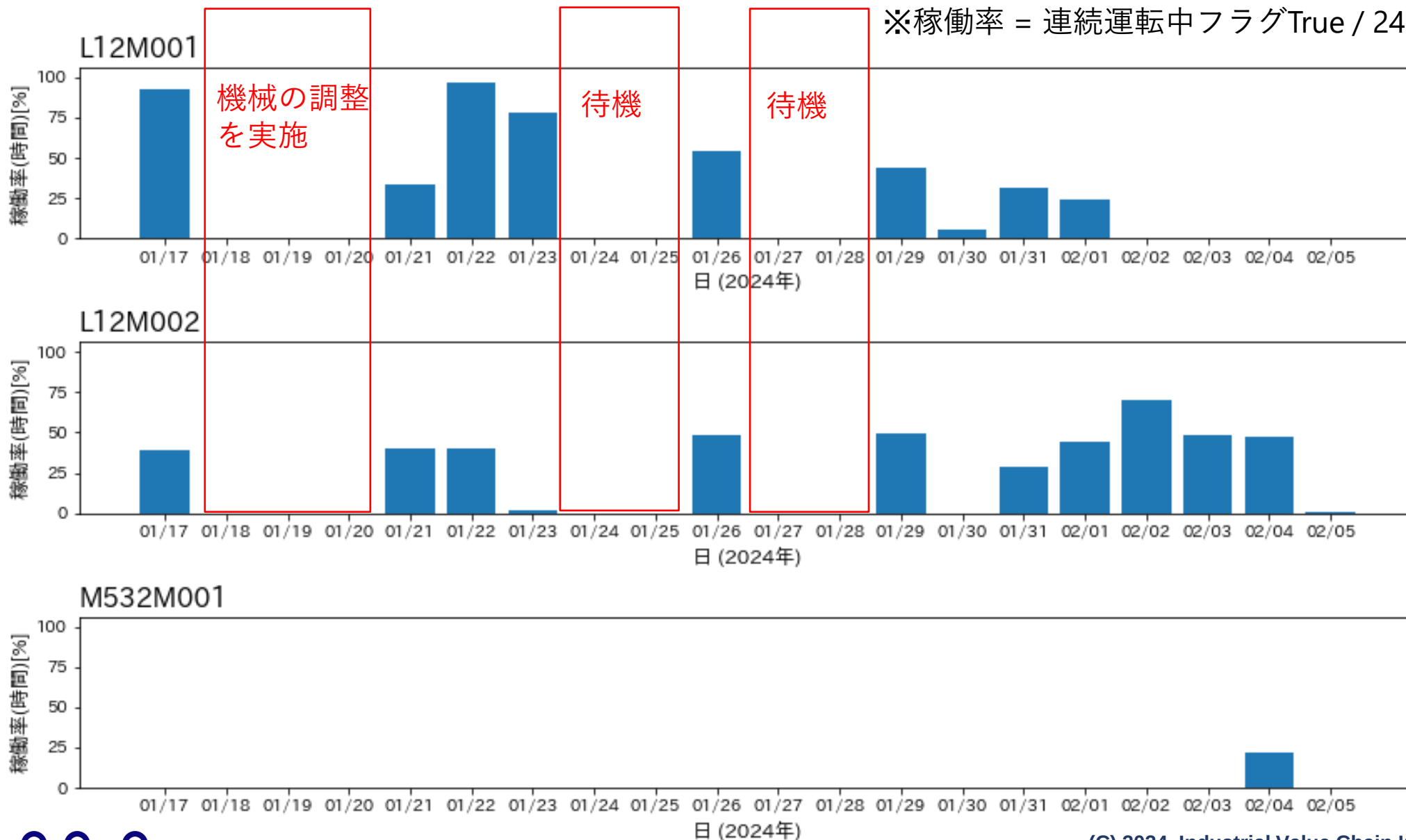


■ 実証実験の途中経過(データ確認状況: 1/15~2/26)



稼働率

※稼働率 = 連続運転中フラグTrue / 24時間 で計算



実証実験の途中経過(データ確認状況: 1/15~2/26)



データ項目

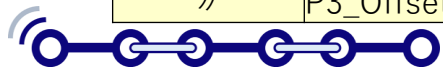
データ項目は下記の通り。それぞれ和名に変換。

連続値情報(単位があるデータ)

番号情報(単位のないデータ)

ファイル名	カラム名_元データ	カラム名_和名
edgecross	TIME	日時
//	Machine_name	機械No.
//	CommunicationState_1	通信中フラグ
//	ContinuousOpState_1	連続運転中フラグ
//	EmergencyState_1	非常停止中フラグ
//	MachineAlarmState_1	機械アラームありフラグ
//	Preparation	段取り中フラグ
//	MainProg	メインプログラム番号
//	P1_OneCycleTime	1サイクル時間
//	P1_CurrentToolNumber	P1_現在ツール選択番号
//	P1_ToolOffsetNumber	P1_現在ツールオフセット番号
//	P1_OffsetWear_X	P1_オフセット摩耗X
//	P1_OffsetWear_Y	P1_オフセット摩耗Y
//	P1_OffsetWear_Z	P1_オフセット摩耗Z
//	P2_CurrentToolNumber	P2_現在ツール選択番号
//	P2_ToolOffsetNumber	P2_現在ツールオフセット番号
//	P2_OffsetWear_X	P2_オフセット摩耗X
//	P2_OffsetWear_Y	P2_オフセット摩耗Y
//	P2_OffsetWear_Z	P2_オフセット摩耗Z
//	P3_CurrentToolNumber	P3_現在ツール選択番号
//	P3_ToolOffsetNumber	P3_現在ツールオフセット番号
//	P3_OffsetWear_X	P3_オフセット摩耗X
//	P3_OffsetWear_Y	P3_オフセット摩耗Y
//	P3_OffsetWear_Z	P3_オフセット摩耗Z

ファイル名	カラム名_元データ	カラム名_和名
edgecross	SpindleMotorLoad_S1	主軸負荷_S1
//	SpindleMotorLoad_S2	主軸負荷_S2
//	SpindleRotationSpeed_S1	主軸回転速度_S1
//	SpindleRotationSpeed_S2	主軸回転速度_S2
//	SpindleTemp_S1	主軸温度_S1
//	SpindleTemp_S2	主軸温度_S2
//	ServoMotorMaxCurrent_X1	サーボモータMAX電流_X1
//	ServoMotorMaxCurrent_Z1	サーボモータMAX電流_Z1
//	ServoMotorMaxCurrent_Y1	サーボモータMAX電流_Y1
//	ServoMotorMaxCurrent_X2	サーボモータMAX電流_X2
//	ServoMotorMaxCurrent_Z2	サーボモータMAX電流_Z2
//	ServoMotorMaxCurrent_Y2	サーボモータMAX電流_Y2
//	ServoMotorMaxCurrent_X3	サーボモータMAX電流_X3
//	ServoMotorMaxCurrent_Z3	サーボモータMAX電流_Z3
//	ServoMotorMaxCurrent_Y3	サーボモータMAX電流_Y3
//	RotaryToolMaxCurrent_R1	回転工具モータMAX電流_R1
//	RotaryToolMaxCurrent_R2	回転工具モータMAX電流_R2
//	RotaryToolMaxCurrent_R3	サーボモータMAX電流_Y3
//	PowerConsumption	消費電力量
//	TotalProcessedParts	加工済み部品数
alkatlive2	Type	アラーム_タイプ
//	Number	アラーム_No.
//	Message	アラーム_メッセージ

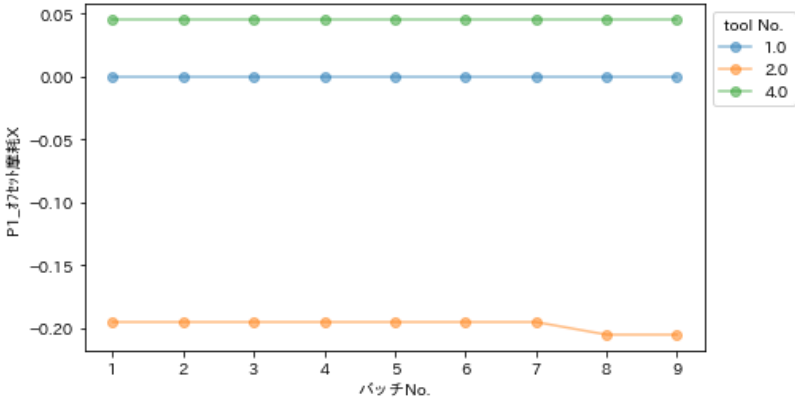




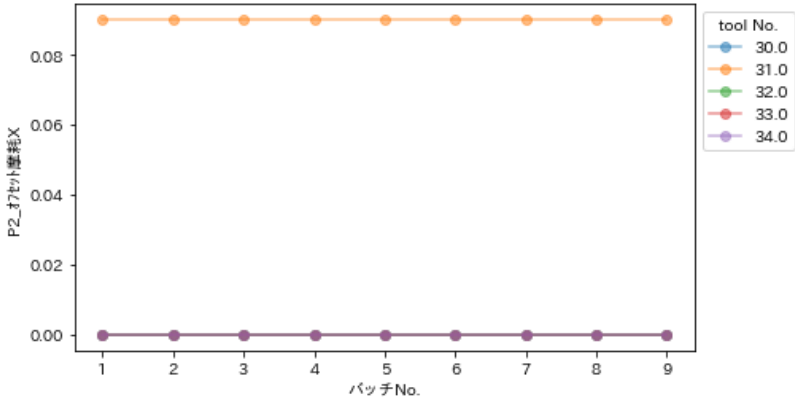
オフセット摩耗(X軸)

L12M001

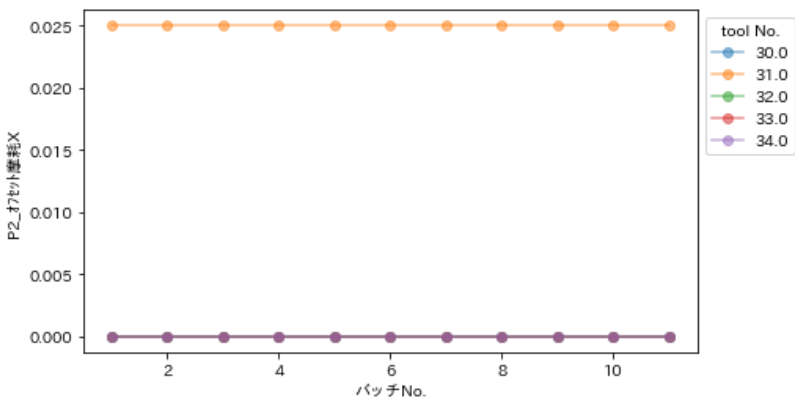
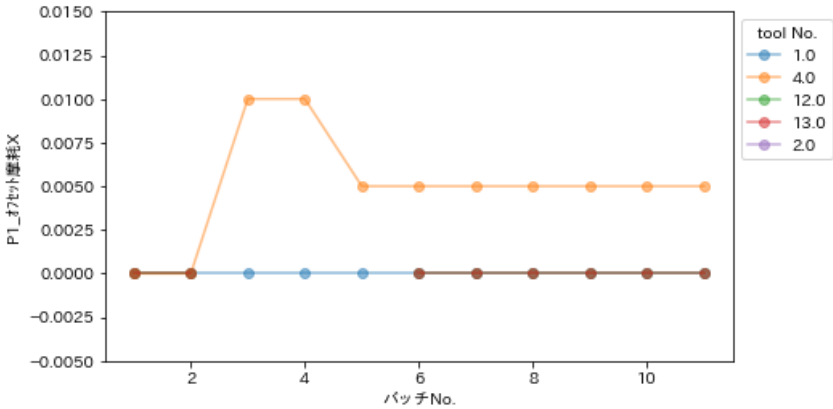
P1



P2



L12M002

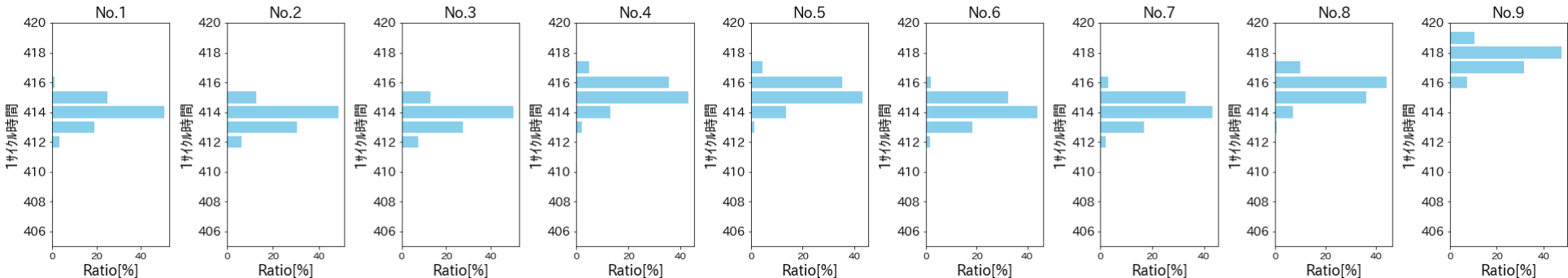




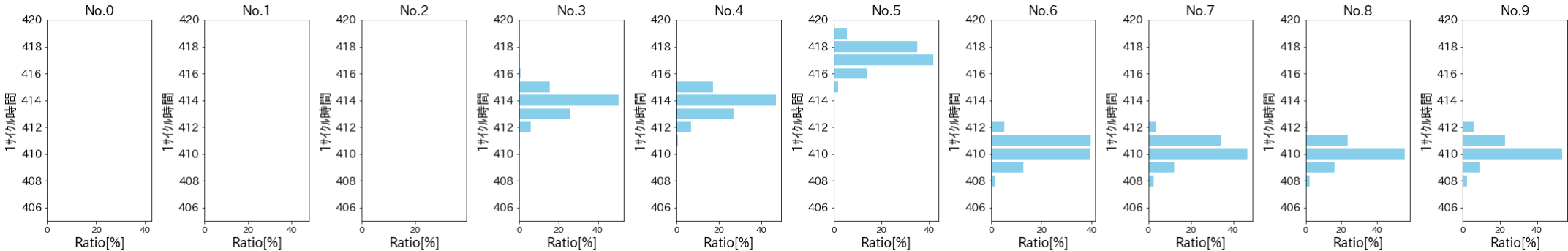
1サイクル時間

※420s以上は少数のため不記載。

L12M001



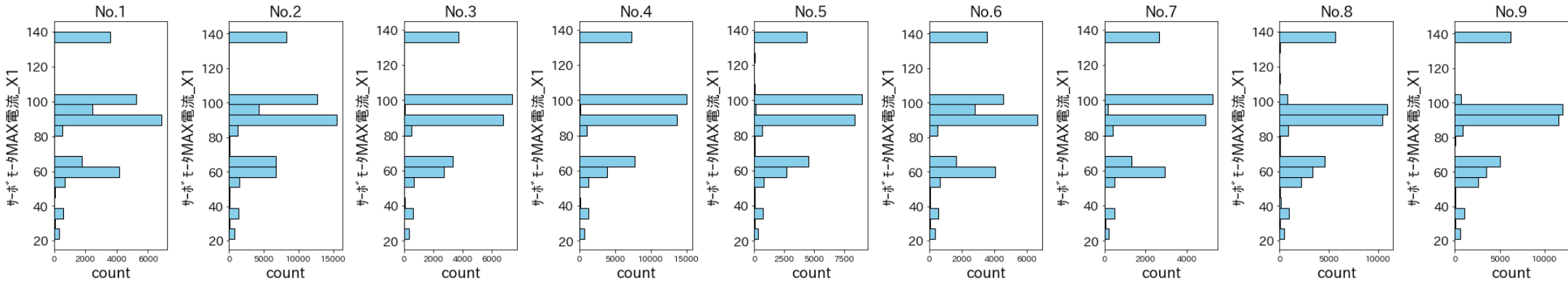
L12M002



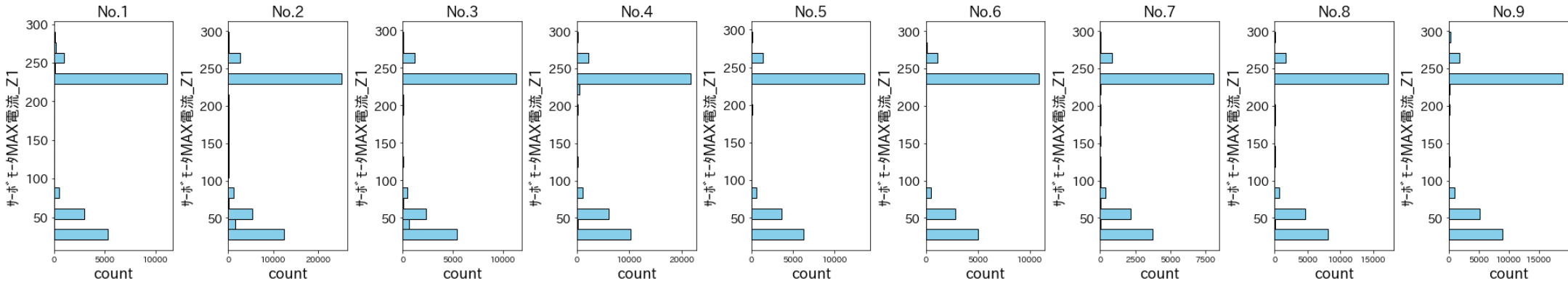


サーボモーターMAX電流

S1

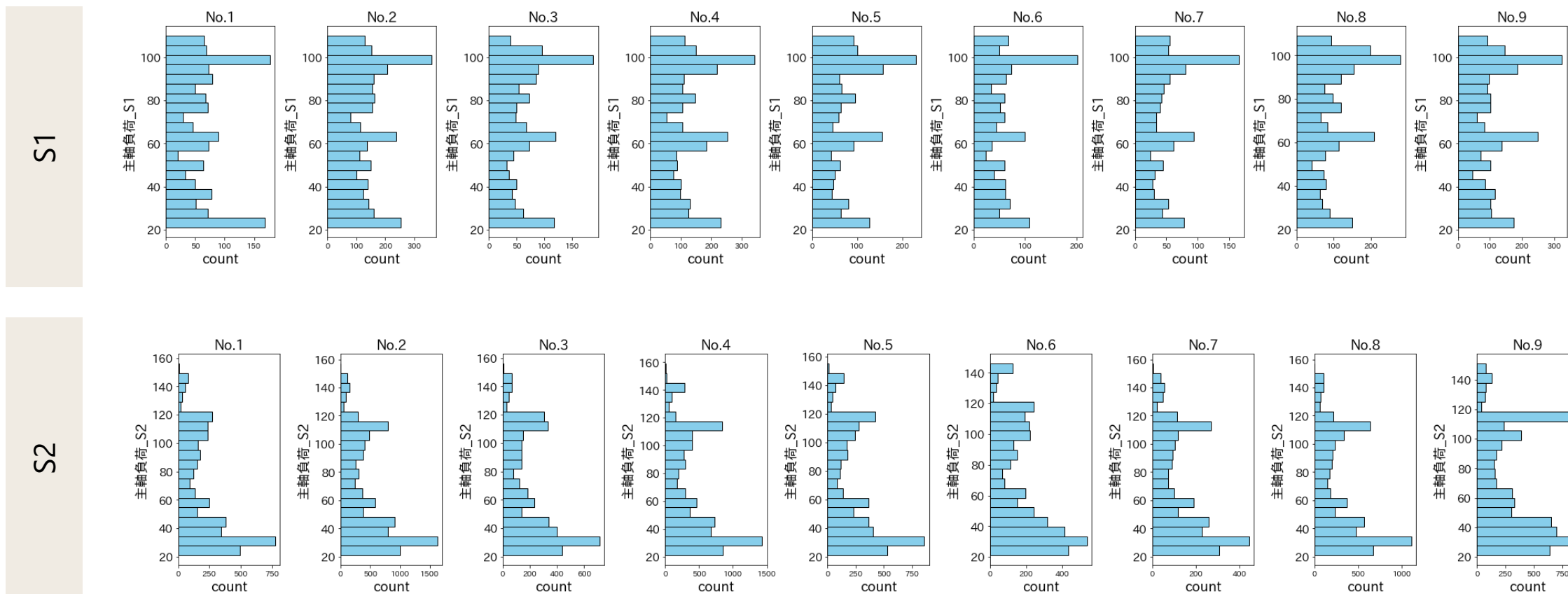


S2



主軸負荷

主軸負荷(L12M001) の分布





- ◆ 工場設備の稼働監視データとアラーム情報をWiFi接続の外部ネットワークシステムで収集（期間：1月15日～継続中）
 - ⇒ 稼働率グラフから設備待機時の電力消費削減を提案可能に
 - ⇒ 稼働データと設備アラームとを紐付けし、不具合要因の解明が可能に
 - ⇒ 工具摩耗のオフセット値のデータ入力を最適化
（完全自動化が理想であるが、まずはデータ入力回数を減らすことで省人化）
- ◆ 刃具摩耗把握を目的としたアプリケーション（iQMonozukuri工作機械工具摩耗診断）の工場設備への適用は実現できなかった
 - ⇒ 来年度の課題

最後に(メンバー紹介)



植松社長始め、工作機械、制御機器、自動車関連ベンダー、IT分析プロのメンバーです。

工程前バッファの清流化



堀水 修 (メイラ)

大橋 誉司 (メイラ)



伊藤昭仁 (シムトップス)

都築俊行 (ジェイテクト)

松村 瞭 (三菱電機)

河野庄一郎 (日進製作所)

出浦 全 (キャセイ・トライテック)

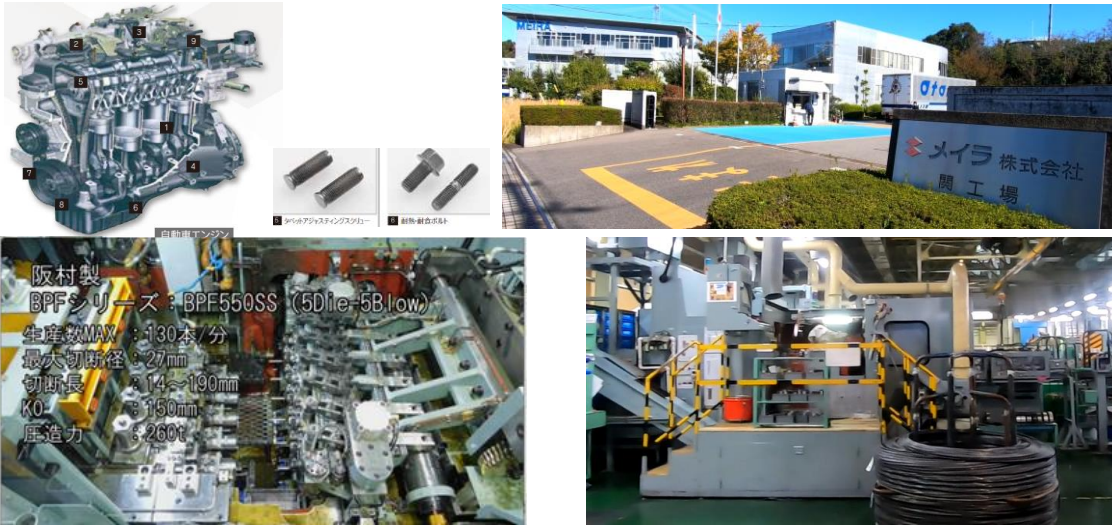
前田智彦 (富士通)

永井祐気 (IHI)



対象とする工場や設備/部品

メイラ関工場「冷間鍛造」(圧造/転造/熱処理/表面処理)



目指す姿

- ①物探しのムダをなくす。
- ②工程間の移動を運搬員に頼らない。
- ③工程間バッファの並べ方は人に依存しない。
- ④最適な物流経路を事前に検討できる。
- ⑤各工程の最適着工順の指示を人に依存しない。
⇒ 最終的に、**生産LT/仕掛りの半減**を目指す。

現状課題 (背景/困りごと)

- ✓ 初工程に限り、(生管)が設備毎に着工順序を決める。
- ✓ 材料が1tを超える重量素材であり、**材料&金型の段取り替えに時間がかかる。**
- ✓ 次工程は、前工程との1台当り能力差があり、**複数の設備に加工が分散**する。
- ✓ 次工程を終えると**意図した生産計画とは違った順序**になる。
- ✓ 工程間バッファ量は脈動し、**並べ方に明確なルールがない。**
- ✓ 前工程の都合でネック工程に流れると、**製造条件変更の時間ロス**で、予定の生産能力を達成することができない。
⇒結果的に**生産LTが長く仕掛り量の多い生産**となる。

シナリオ概要

- ①**個体識別**方法の探索と検証。
- ②**低床型自動搬送**の探索と検証。
- ③バッファ**清流化ロジック**の開発。
- ④**搬送シミュレーション**による動線・搬送能力検証。
- ⑤**生産計画スケジューラ**の日次運用。
⇒ 人に依存しない**スマート生産ライン**の構築。

■ 実証実験シナリオ



圧造工程に効率の
良い順序で着工



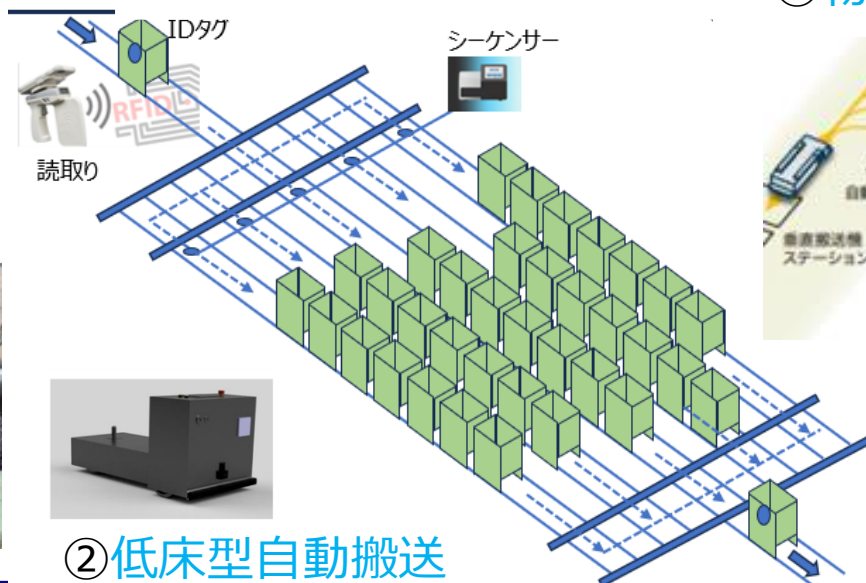
①物探しのムダ
②運搬のムダ
⇒人に依存した工程間搬送

①投入順の都度検討
②人による並べ替え
⇒作りすぎのムダ

①物探しのムダを無くす

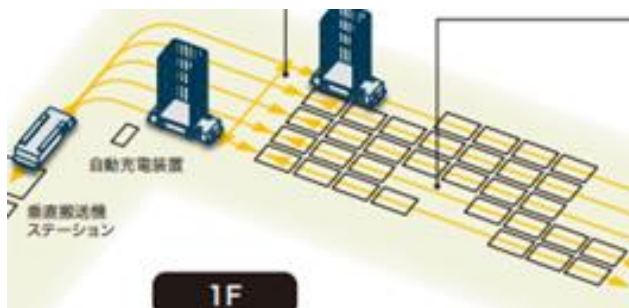


③人に依存しない並べ方



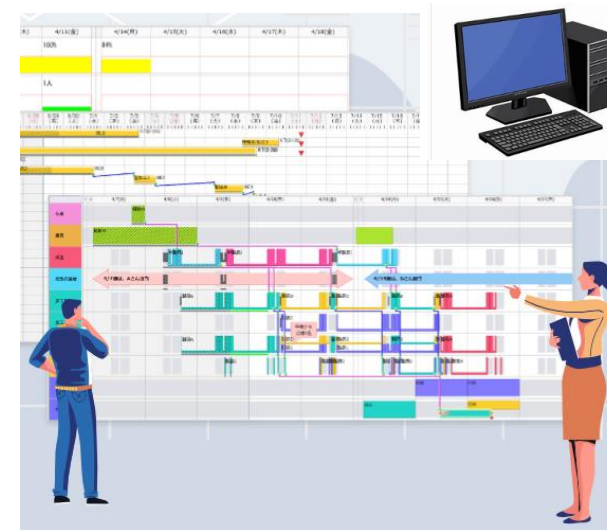
②低床型自動搬送

④物流経路の事前検討



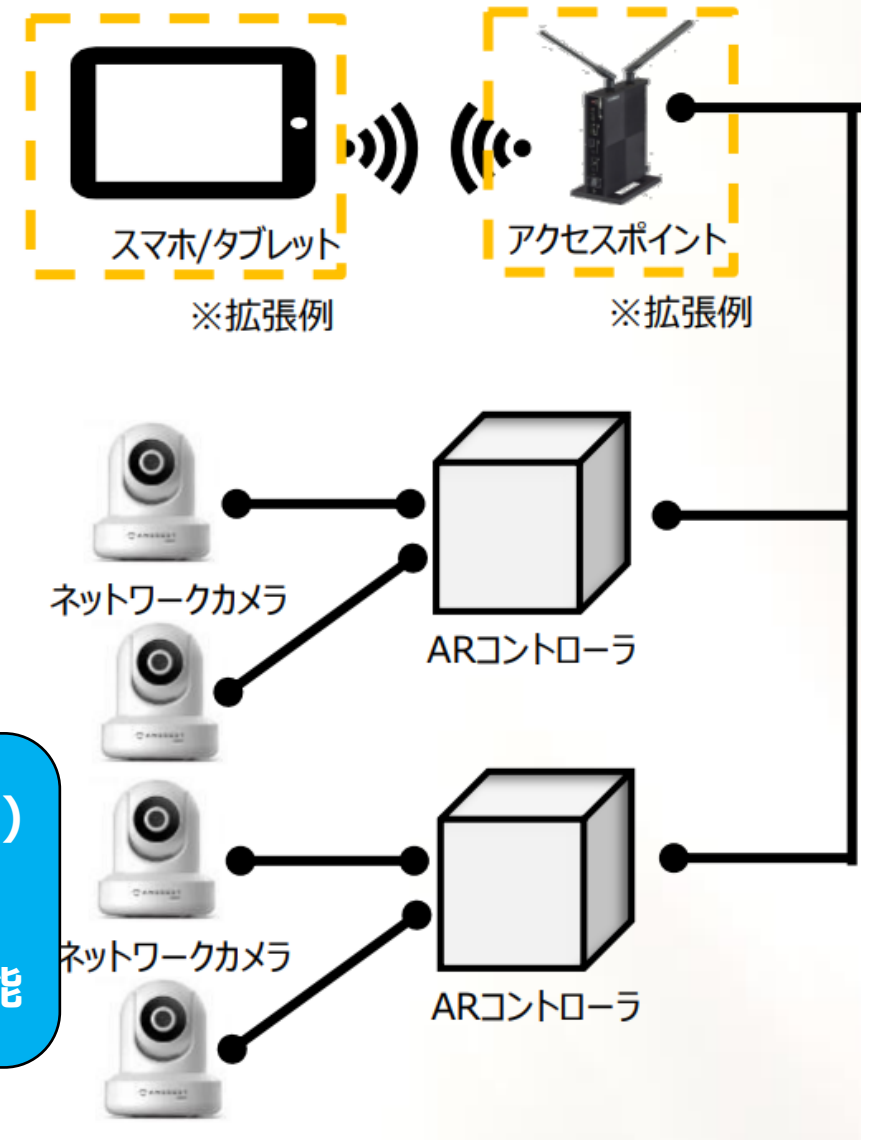
KPI :
生産LT50%
仕掛け量半減

⑤最適着工順序の指示



システムの構成（その1）

①仕掛品個体識別のシステム構成



【実証実験①】（10/22）

現品票にマーカを印字
すればカメラ等で認識可能

システムの構成（その2）

②自動搬送のシステム構成

DATASHEET ODM
V03/2023

AGILOX

**OMNIDIRECTIONAL DOLLY MOVER
MADE FOR INTELLIGENT TRANSPORTS
OF SMALL LOAD CARRIERS**

DIMENSIONS

(L x W x H)

1,095 MM
43.1 IN

400 MM
15.8 IN

1,235 MM
48.6 IN

PERFORMANCE DATA

250 MM
9.8 IN

300 KG
661 LB

1.4 M/S
4.6 FT/S

タンク積載 & 走行可能

バーコード読み取り実験

BCRオプション機能

QRコード読み取り実験

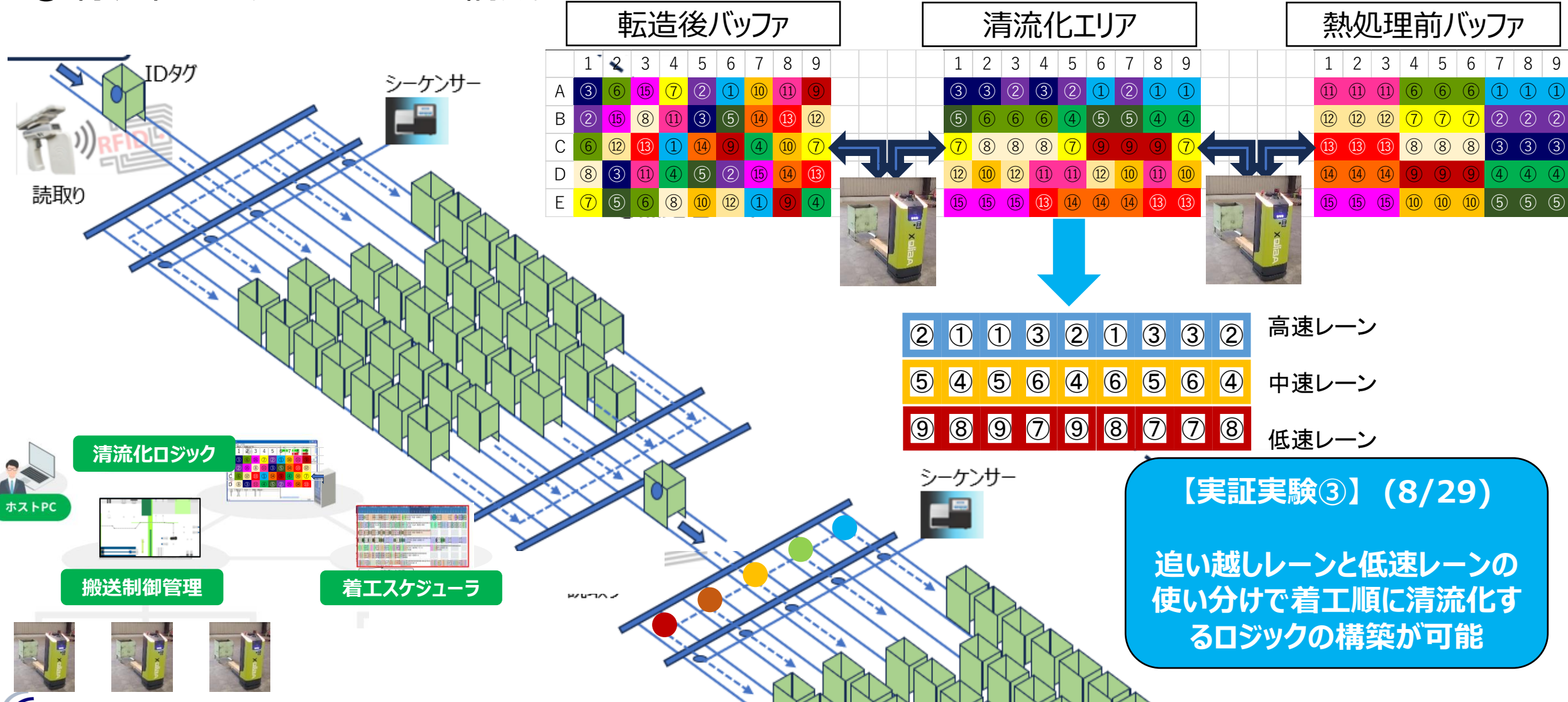
Barcode Reader

Scanner for detection of barcodes
or QR codes

【実証実験②】（1/22）
Austria製AGV 性能評価
✓ タンク積載し走行可能
✓ QRコード読み取り可能

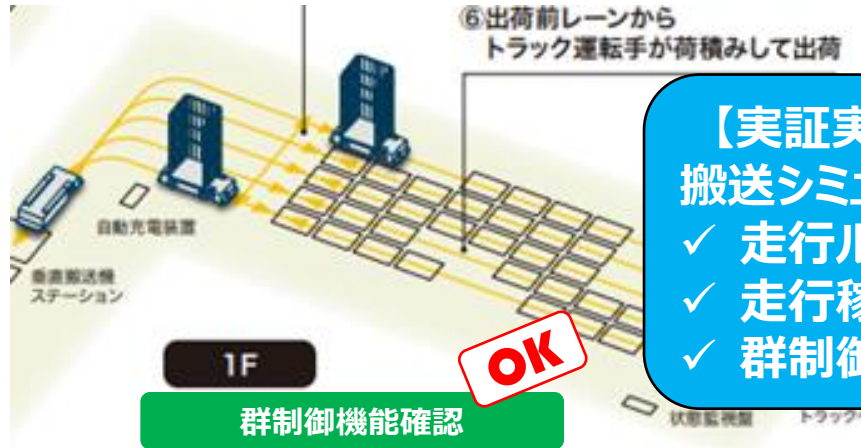


③清流化ロジックのシステム構成



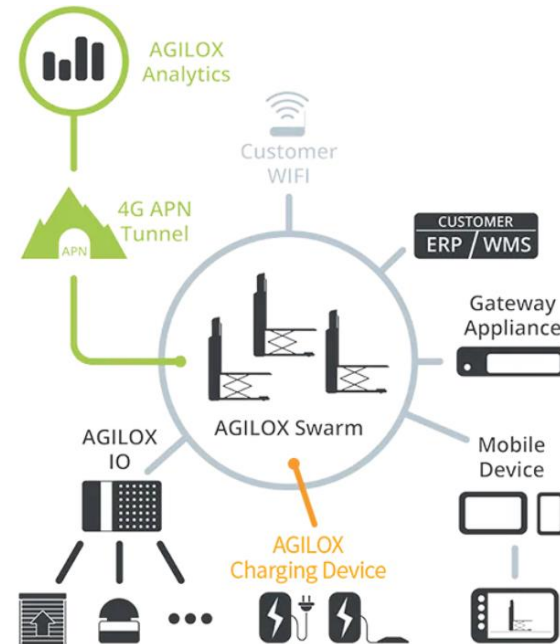
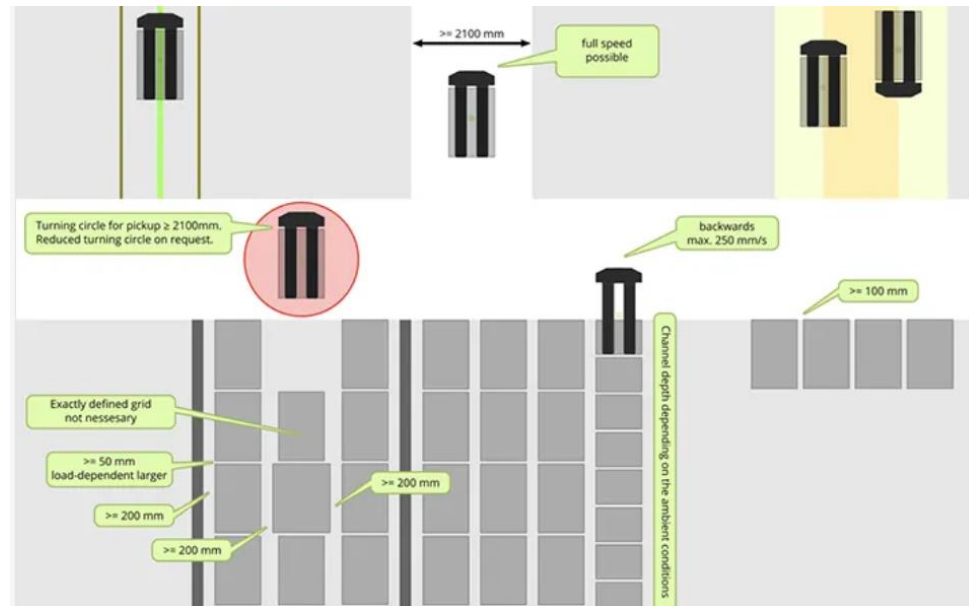
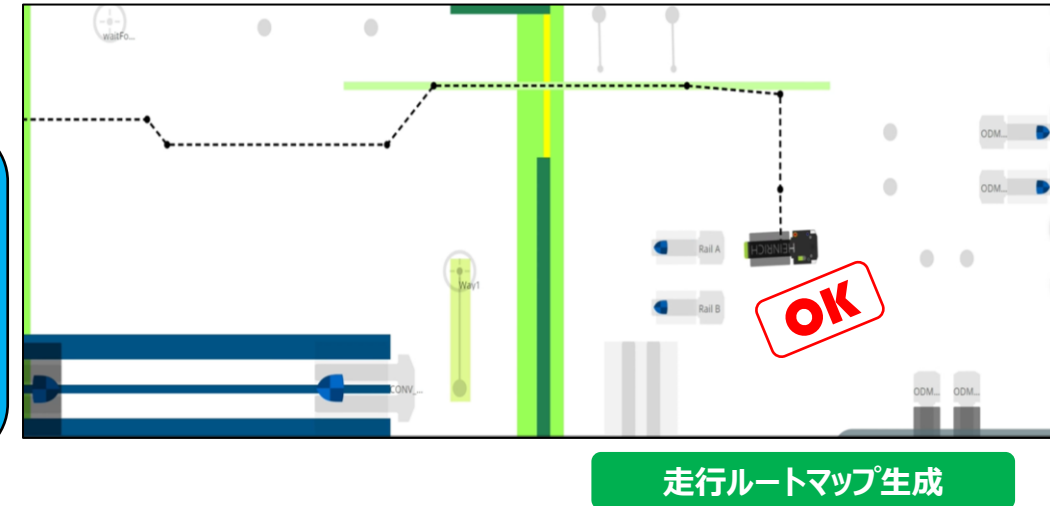
システムの構成（その4）

④搬送シミュレータのシステム構成



【実証実験4】（1/22）
搬送シミュレーション機能評価

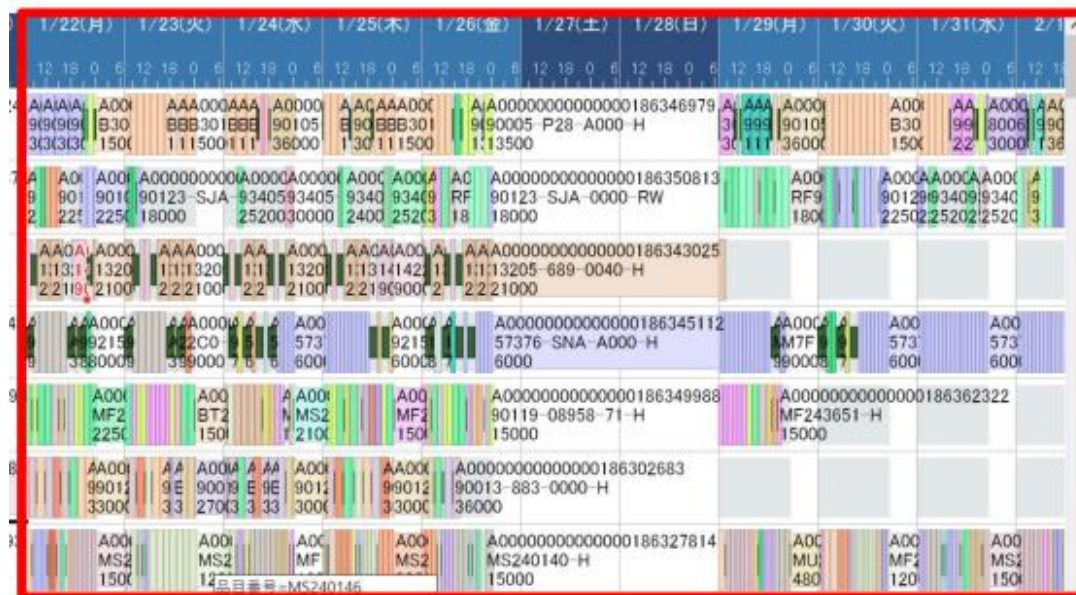
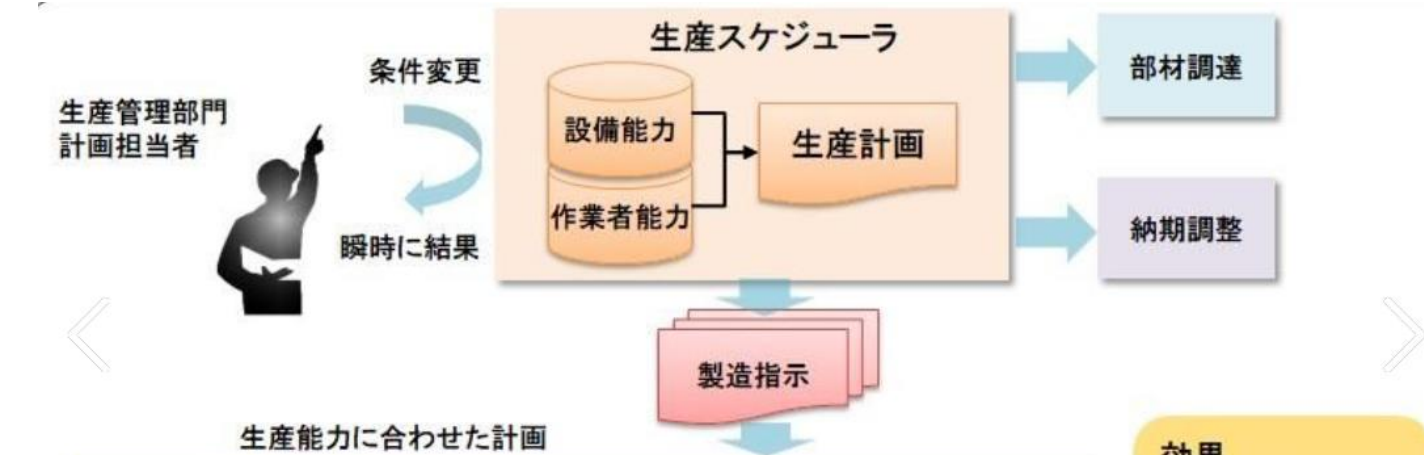
- ✓ 走行ルートマップ生成
- ✓ 走行稼働状況モニタ
- ✓ 群制御機能確認



システムの構成（その5）



⑤生産計画スケジューラのシステム構成



- 効果
- 納期遵守率向上
 - 製造時間短縮
 - 作業平準化
 - 在庫削減

【実証実験5】（1/27） 生産スケジューラ機能改修

- ✓ 実行可能な計画生成プロト作成
- ✓ 設備/作業者能力マスタの精度アップ
- ✓ スケジューラ習熟度UP教育

：弊社社主体作業

2/27

製造時間短縮 作業平準化 在庫削減		2024/1月				2024/2月			
		8	15	22	29	5	12	19	26
		ご契約 ▲	Kick-off ▲	トライアルセット納入 ▲	月次報告会 ▲				成果報告会 ▲
圧着工程 Asprova 割付改善	準備	要求事項整理・課題対策検討			改造仕様書作成		成果報告書 作成サポート		
	準備	要求事項説明	課題対策レビュー		ドキュメントレビュー		成果報告書作成		
プロトタイプ		プロト作成				プロト改善			
		プロト検証							
マスタ準備		マスタ支援							
		マスタ作成・マスタ改善				適宜 マスタ修正			
習熟度UP 教育		習熟度UP教育支援							
		習熟度UP教育							



走行試験の動画

実験結果

- ①仕掛品に個体識別IDを印字し、リーダで認識できた。
 - ②工程間バッファの移動で、清流化するロジックを検証した。
 - ③タンクを搬送し、着工順に整列するAGVの走行を確認した。
 - ④搬送ルート/台数などを検証するシミュレーションを評価した。
 - ⑤実行可能な生産計画をスケジュールが立案する見通しを得た。
- 上記コンポーネントの実装により、生産LT半減をめざす。

ソリューションの展望

QRコード/ARコードの評価
清流化ロジックのPGM開発
AGVの改造&導入試行
走行MAP生成と能力評価
開発したプロトの現場評価
実績に応じた標準LTの定着

実証実験の計画と実績

	10月	11月	12月	1月	2月	3月
個体識別	調査・検討		実証・評価			
清流化logic	検討	実証・評価				
低床AGV	調査・検討		実証・評価		改造計画	
Simulation	検討	実証・評価				
Scheduler		検討		実証・評価		

成果

- 現場の困りごとと起点から、目指す姿を議論しながら、5つの課題を明確にして、**同時並行的に先進的な手法や技術にトライ**できた。
- **IVIのスマート・シンキングの手法**を用いて、**短期間で「調査・検討・実装・評価」のプロセスを体験**することができた。

今後の課題

- 低コストで安定した運用に向けて、最適な個体識別技術の評価を継続。
- 自動搬送について、段階的に導入にトライし効果を検証
- スケジューラに関して、製造現場が納得する最適な生産計画の立案に向け、機能のブラッシュアップを推進。

振り返り（苦心談）

- 金属製のタンクの個体識別は、**難易度が高く**様々なIDを技術的に評価することとなった。多くのメンバからアイデアや実証実験の申し出を頂き、非常に感謝したい。
- 仕掛品を積載し、走行する**AGVの探索に苦労**した。昭和から変わらぬ金属箱なので、**ハンドリングが難しい**。
- 搬送時に「清流化」という付加価値を加えたことで、投資価値を増した。**ロジック開発にはゲーム感覚を持つ「若手」の感性の重要性**を改めて実感した。
- 搬送制御もハードによる差別化から**ソフトによる差別化に時代が変わって来た**と気づかされた。
- **「スケジューラはマスタが命である」**ことが良く分かった。また、習熟には時間をかけて取り組む必要を感じた。



ご清聴ありがとうございました。

AIによるプラント施設保全業務生産性向上 2



竹崎 宏 (マツダ(株))



深澤 俊男 (ビジネスエンジニアリング(株))

東森 一範 (BIPROGY(株))

下川 裕之 (株)シーイーシー)

苗村 万紀子 (株)日立産機システム)

柏木 明久 (株)日立産機システム)

大塚 広晃 (株)ディー・オー・エス)



実証実験シナリオ

数多くの “パートナー企業様” との共創活動

自動化 & 効率化
要求事項

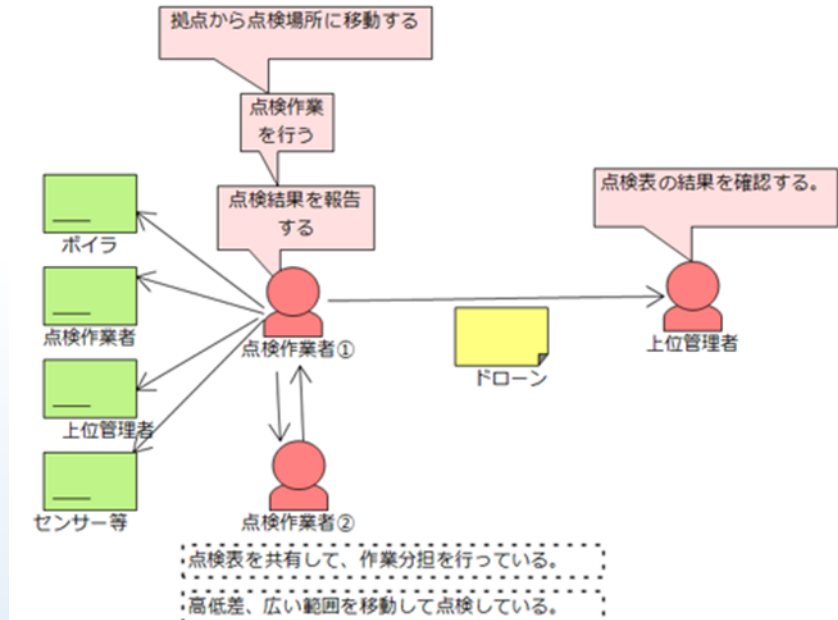
適用技術

データ入手
機器

ソリューション
検討



困りごと（AS-IS）



<保全マンの“安全”と“健康”>

- ・ 階段 **昇降に伴う危険**
- ・ 昇降が多く 敷地も広いため、**体力的な負担が大きい**

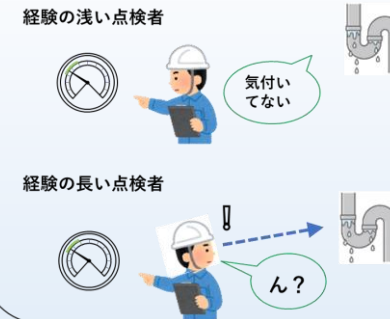
<保全マンの“責任への重圧”>

- ・ 経験による **点検品質の差異** が発生

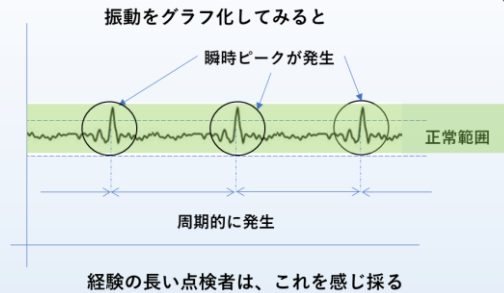
計器読み判定の差



違和感の感知の差



触診・聴音の検知力の差



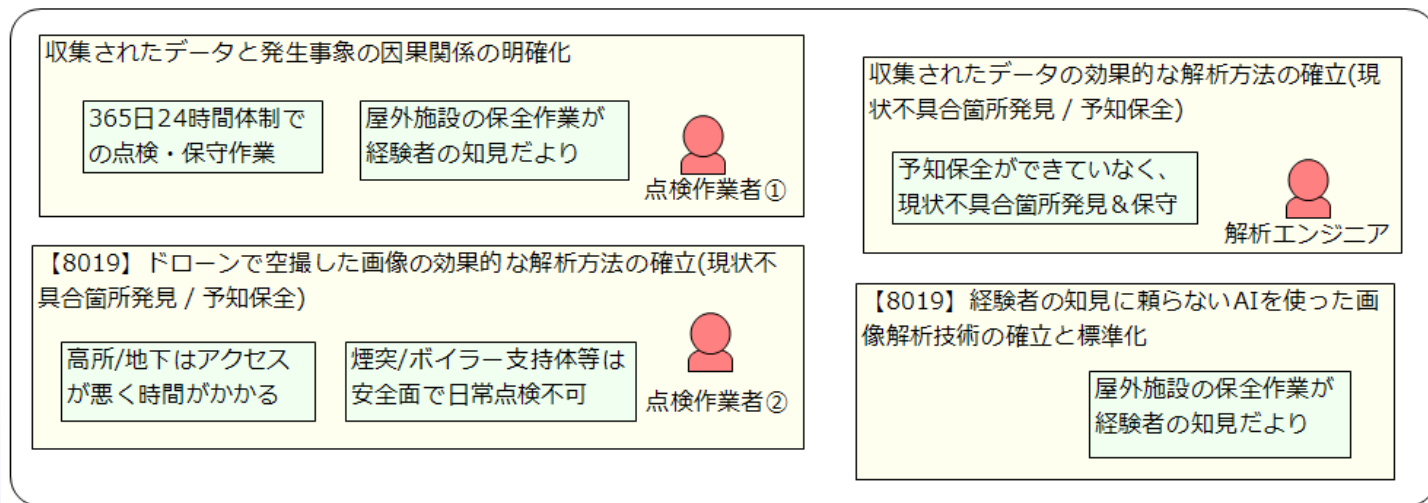
技術的に数多くの知見は積み重ねてきたが、

保全マンの“**スキル**”と“**経験**”だよりの業務体制で運営

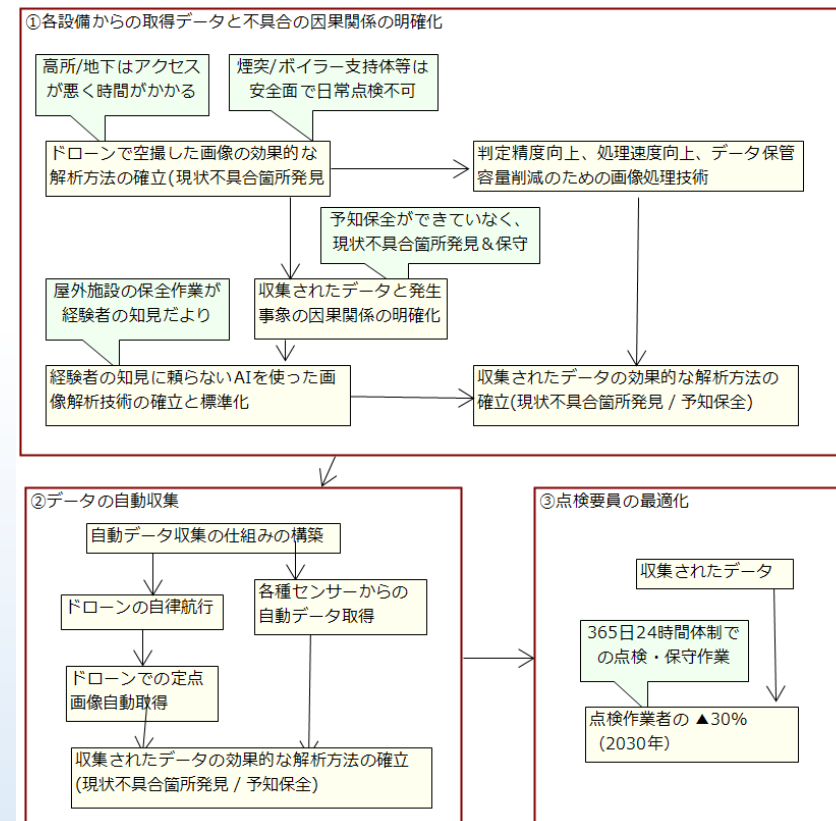


■ 昨年の振り返り：製造現場の困りごと

困りごとチャート



なぜなぜチャート



<困りごと>

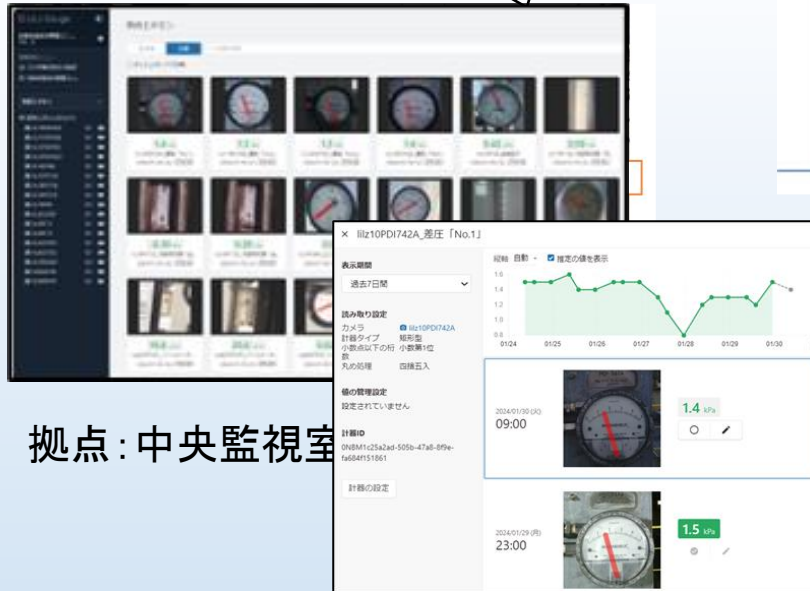
“最新データ入手技術” と “AI” を使い、業務改革を加速したい



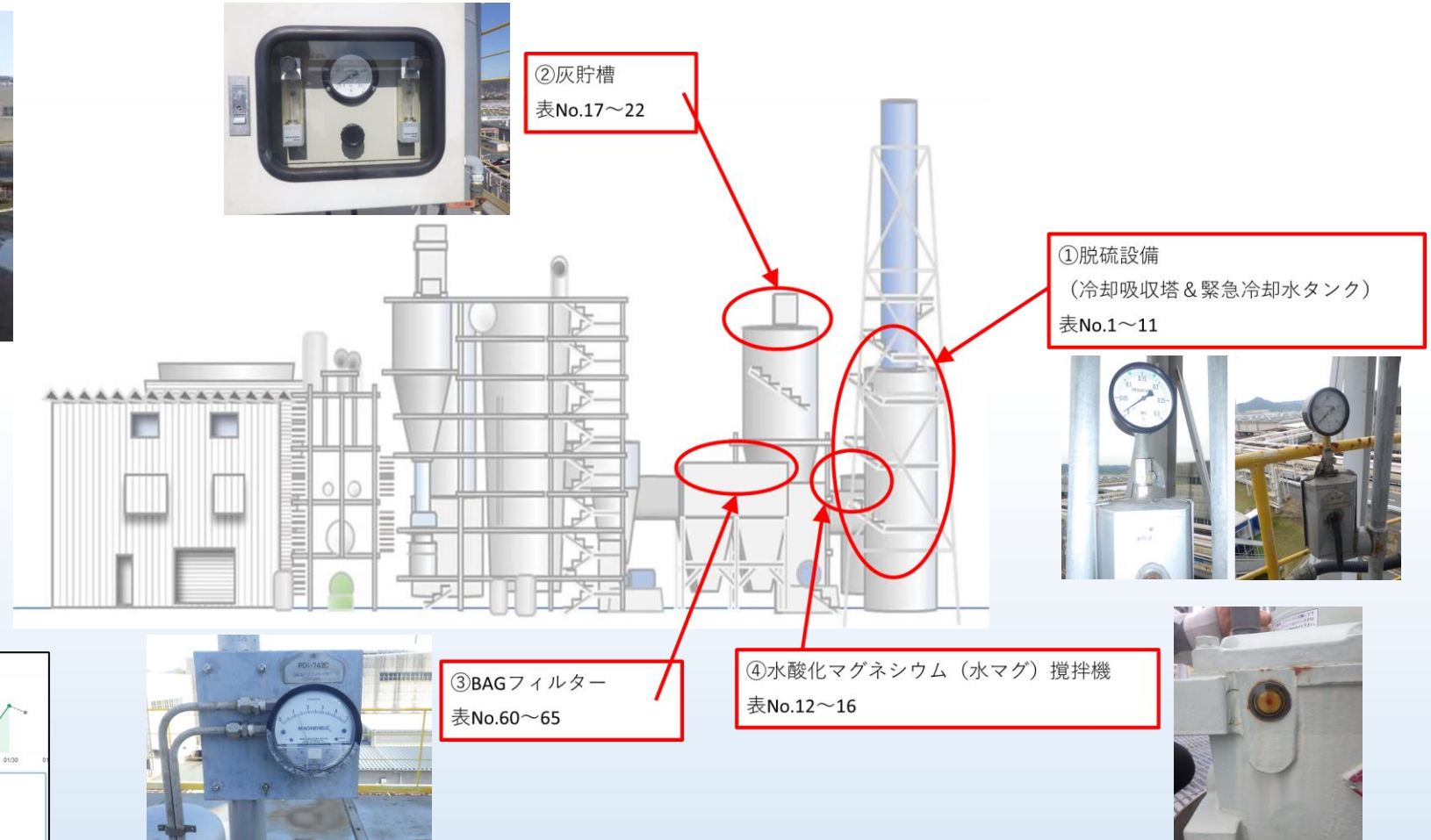
その後：検針の遠隔化



現場



拠点：中央監視室



高所・遠方の巡回点検箇所の無人化の実現



実証実験の対象工場の紹介 と 活動概要

対象とする施設：火力発電所

山口県防府市
(防府工場)



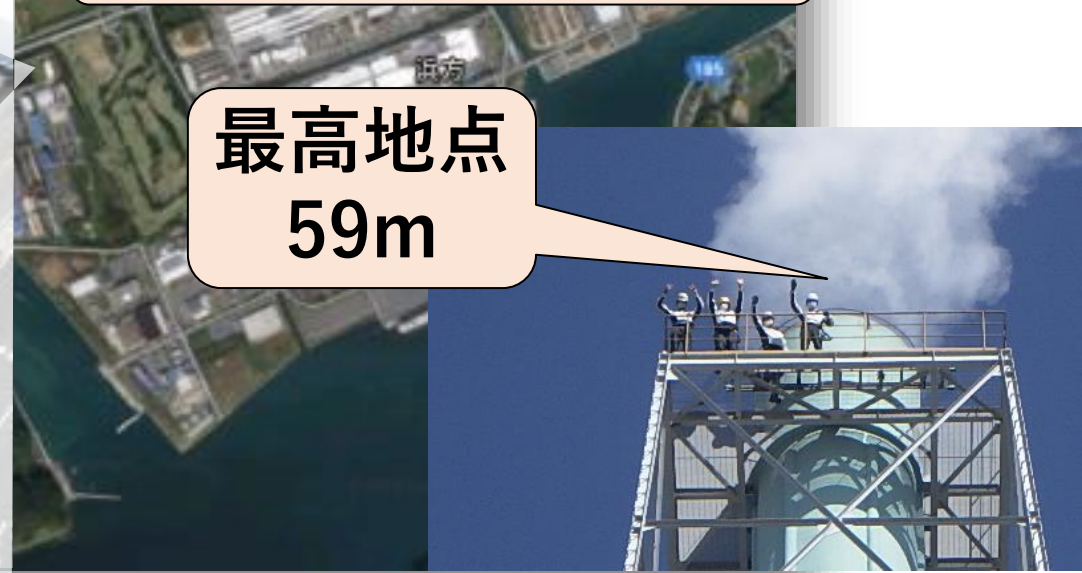
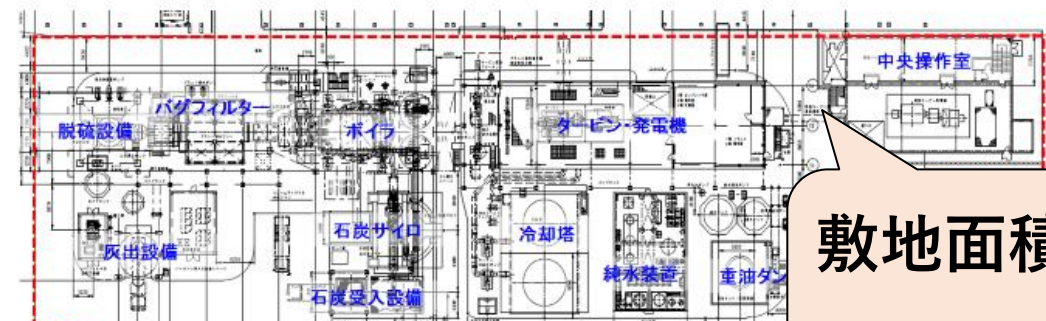
対象とする施設：火力発電所



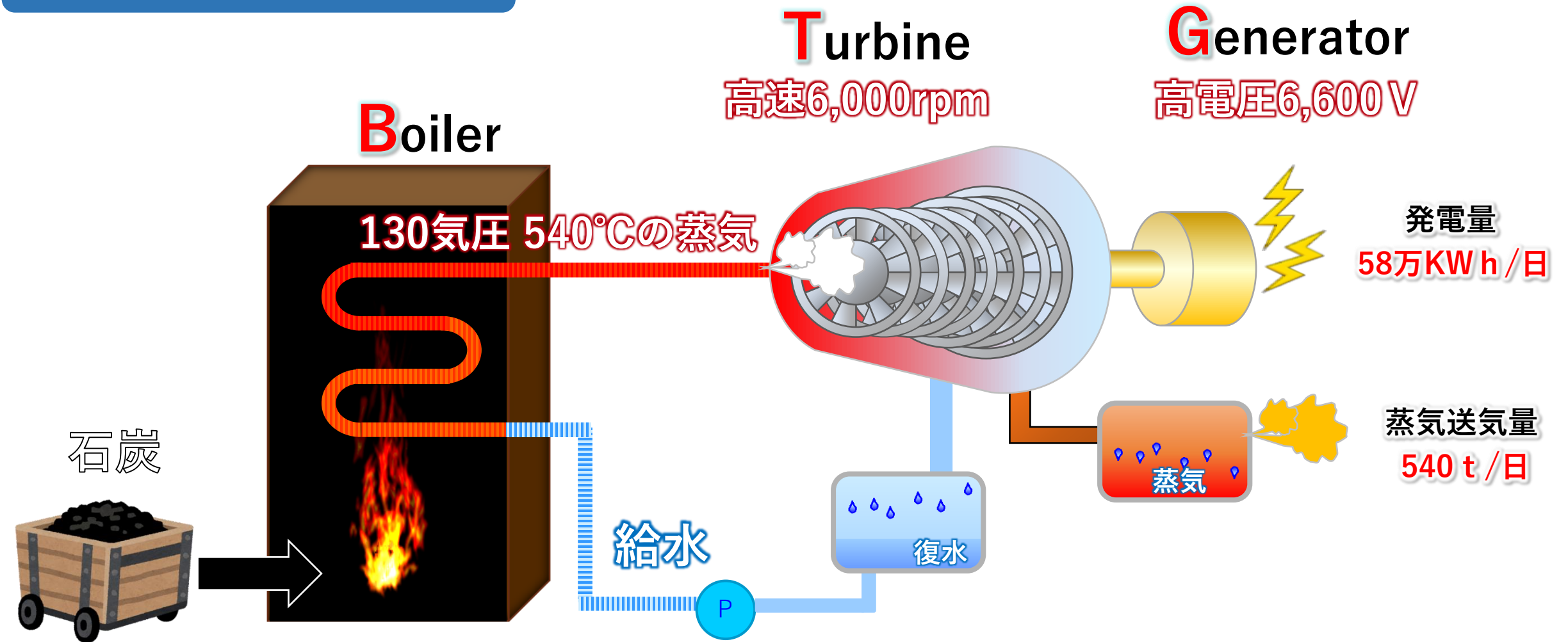
対象とする施設：火力発電所



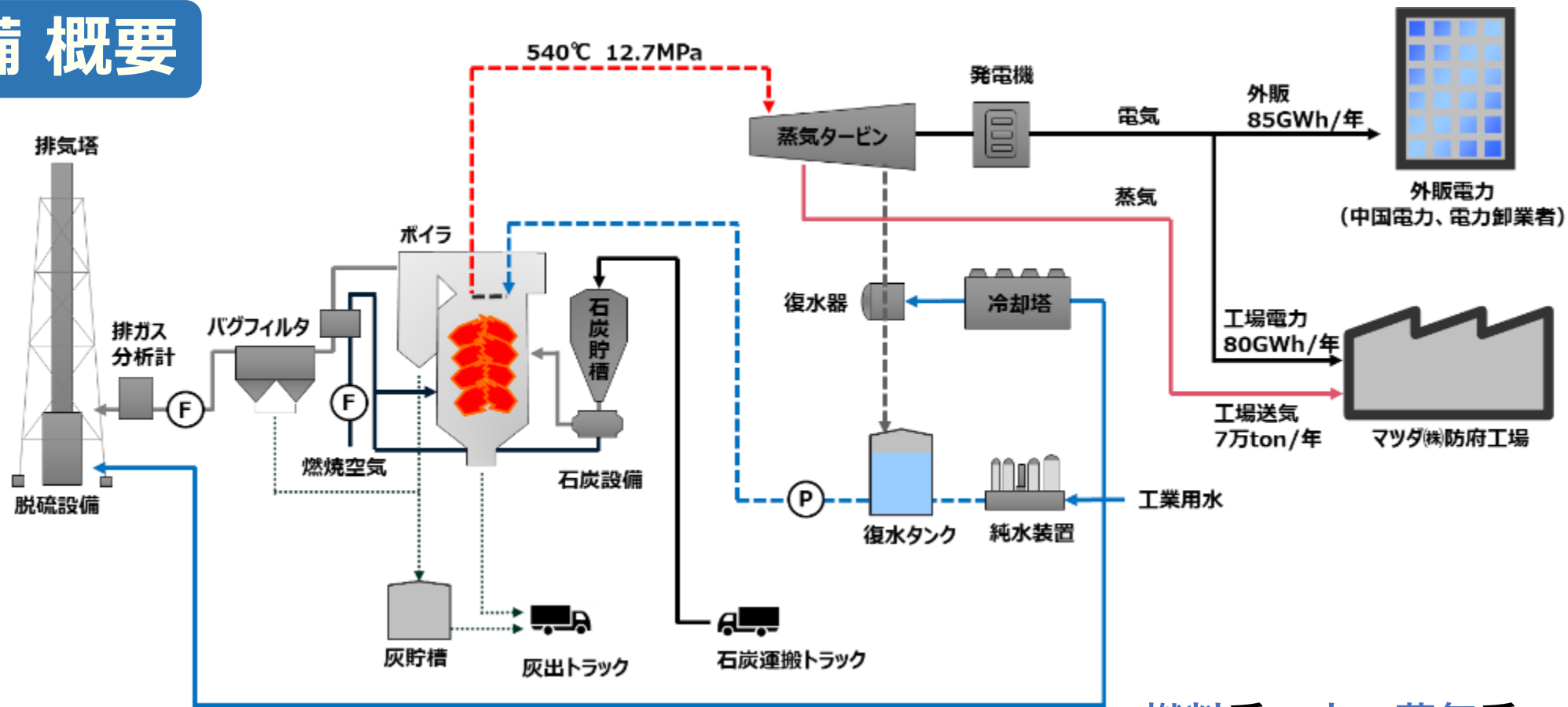
工場施設の規模



火力発電所の仕組み



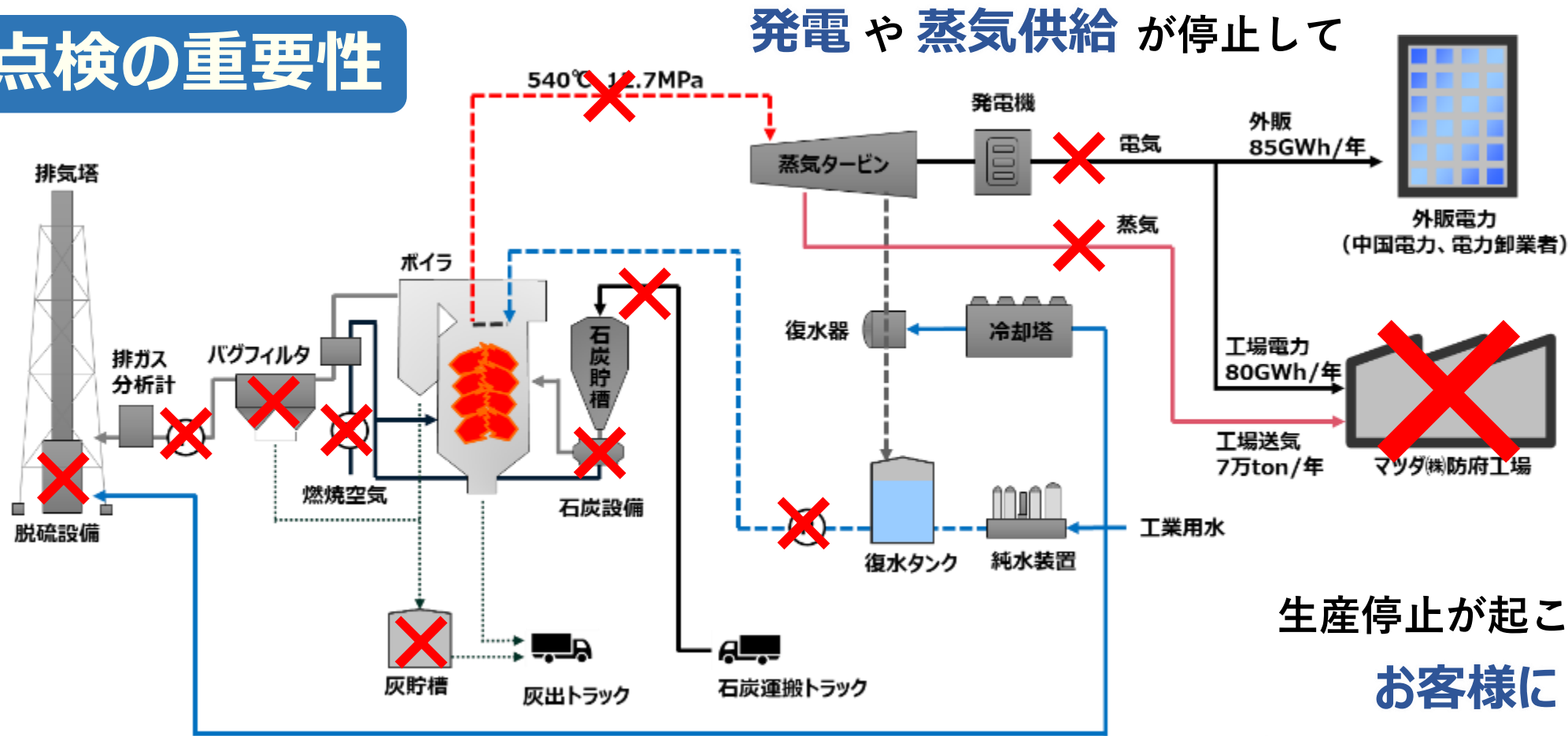
設備 概要



1日の発電量 **58万KWh**
防府市の90% (5万世帯分)

燃料系、水・蒸気系、燃焼空気系
排ガス系、電気（高圧・低圧系）
100以上にも及ぶ設備で構成

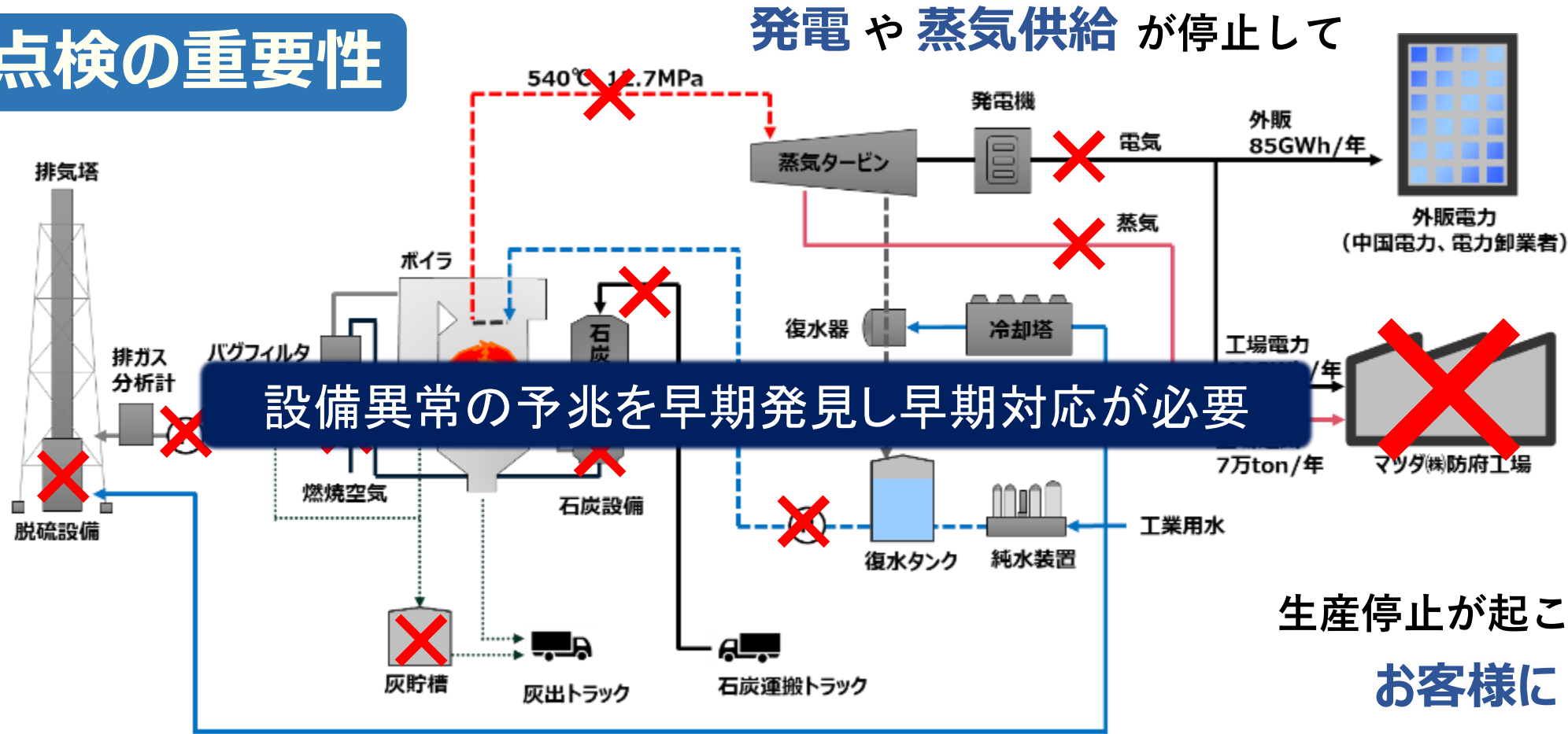
日常点検の重要性



そのどれか 一つでも設備が止まって しまうと

生産停止が起こると
お客様に
クルマを届けられない

日常点検の重要性



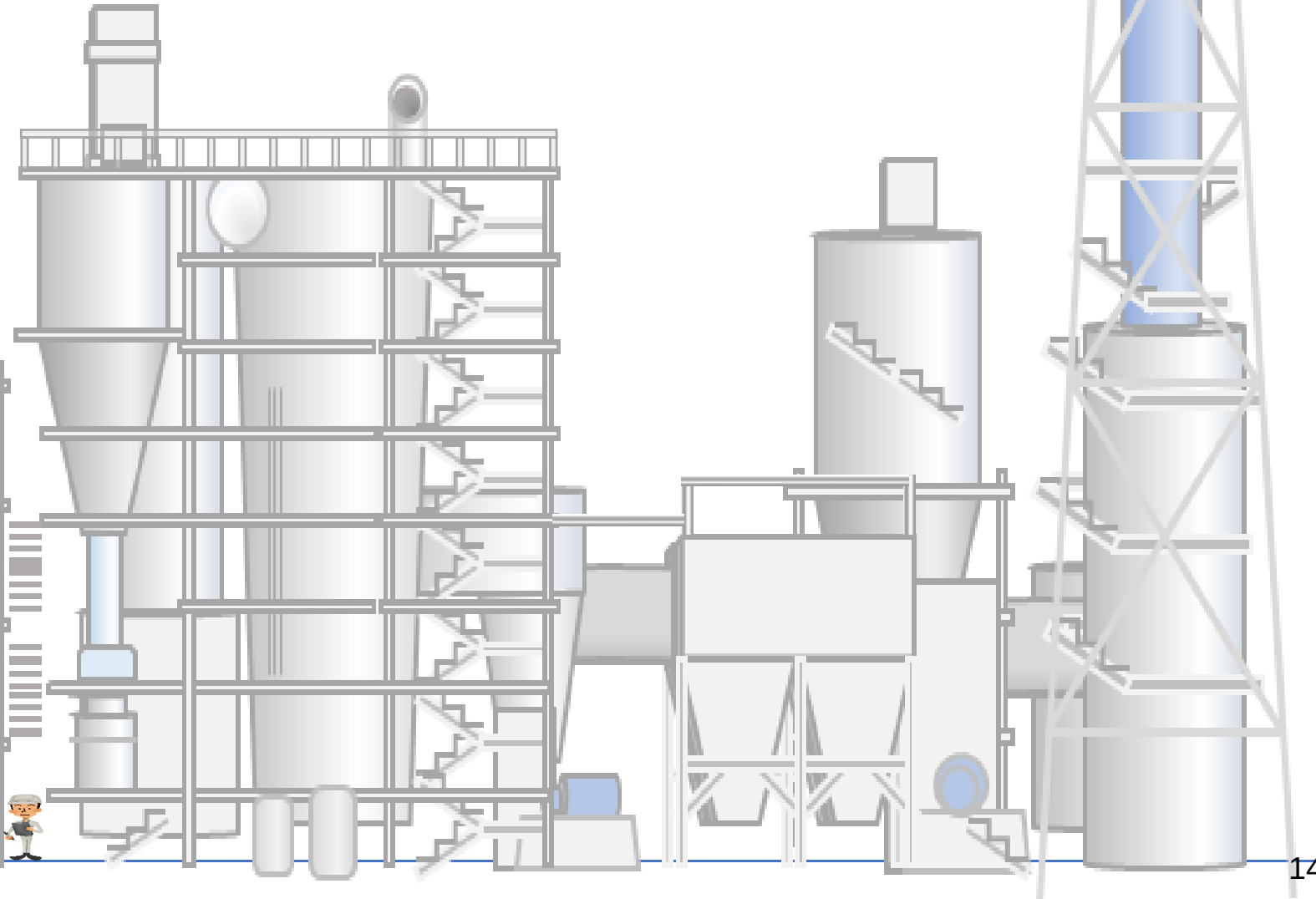
そのどれか 一つでも設備が止まって しまうと

生産停止が起こると
お客様に
クルマを届けられない

日夜、設備の点検を行っている



保全員のある1日



保全員のある1日



微粉炭漏れ 発見！



圧力異常 検知！



減速機モーター異音検知！



蒸気漏れ 発見！

日常点検の現状

<点検時間>

中高所・高所：33%

<点検項目数>

中高所・高所：29%

高所
410 時間

石炭設備トップ
180 時間/年

ボイラトップ
170 時間/年

灰貯槽
50 時間/年

排気塔
10 時間/年

脱気器
65 時間/年

ボイラ中間階
50 時間/年

灰処理
70 時間/年

脱硫設備
120 時間/年

工場送気
265 時間/年

中高所
570 時間

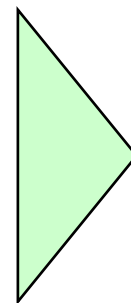
低所
2,000 時間

地上エリア 2,000 時間/年

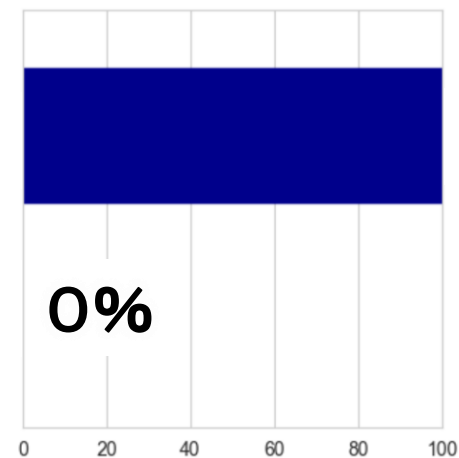
TO-BE（ありたい姿：音で検知）



漏れ無



NASHI

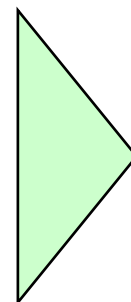


100%

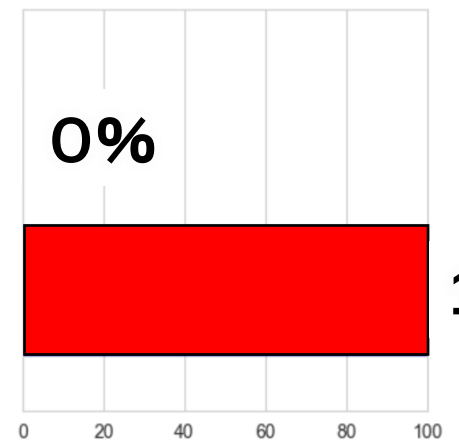
ARI 0%

判定確率

漏れ有



NASHI



0%

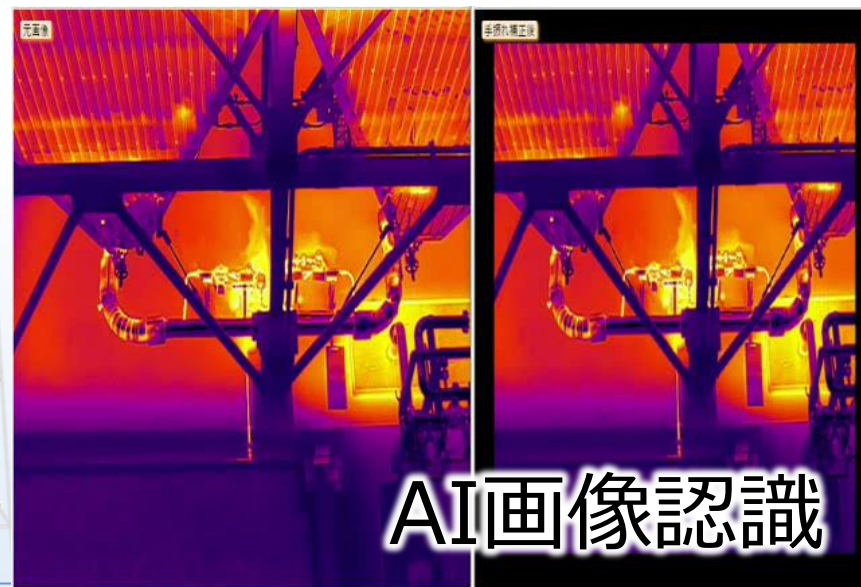
ARI 100%

判定確率

※動画は分かりやすい蒸気漏れですが、実際の検証はエア漏れで実施。

活動内容 詳細のご紹介

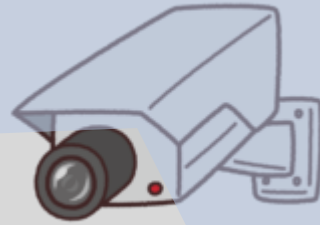
困りごと (AS-IS)



ドローンやカメラとAI画像認識で異常検知が出来ることは実証できた。

しかし、このままでは対象全部に個別対応が必要。





写ってない！



見えてない！



蒸気漏れ

異常は**見つける**より**音で気づく**方が多い

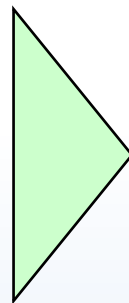
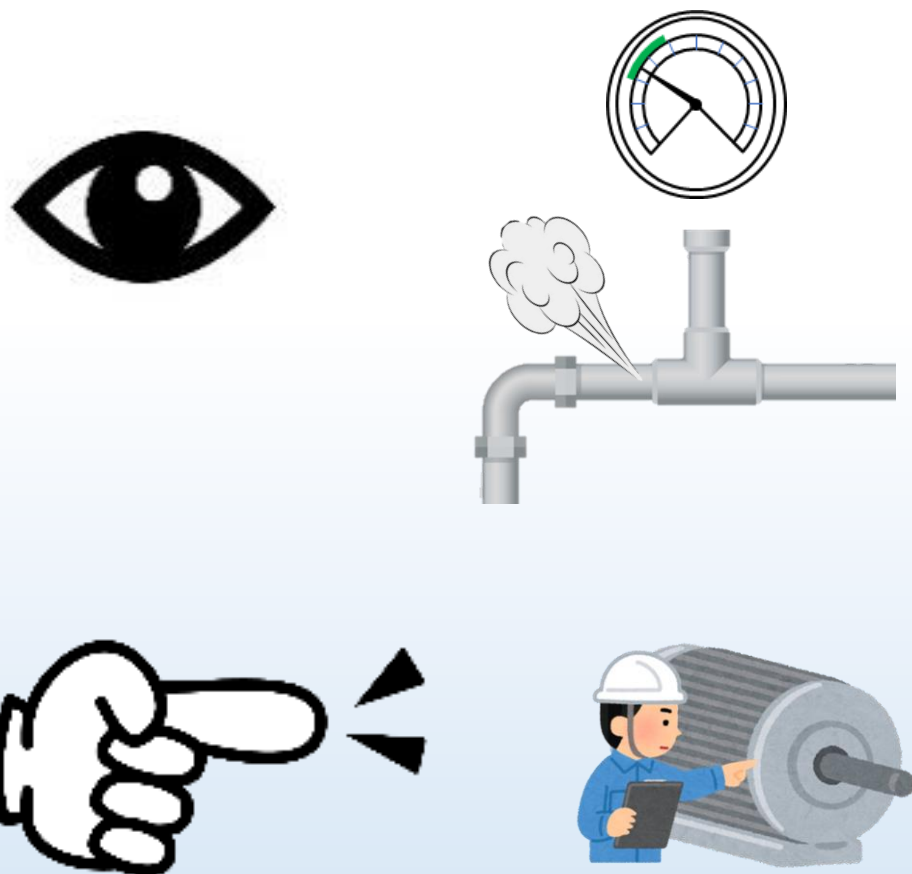




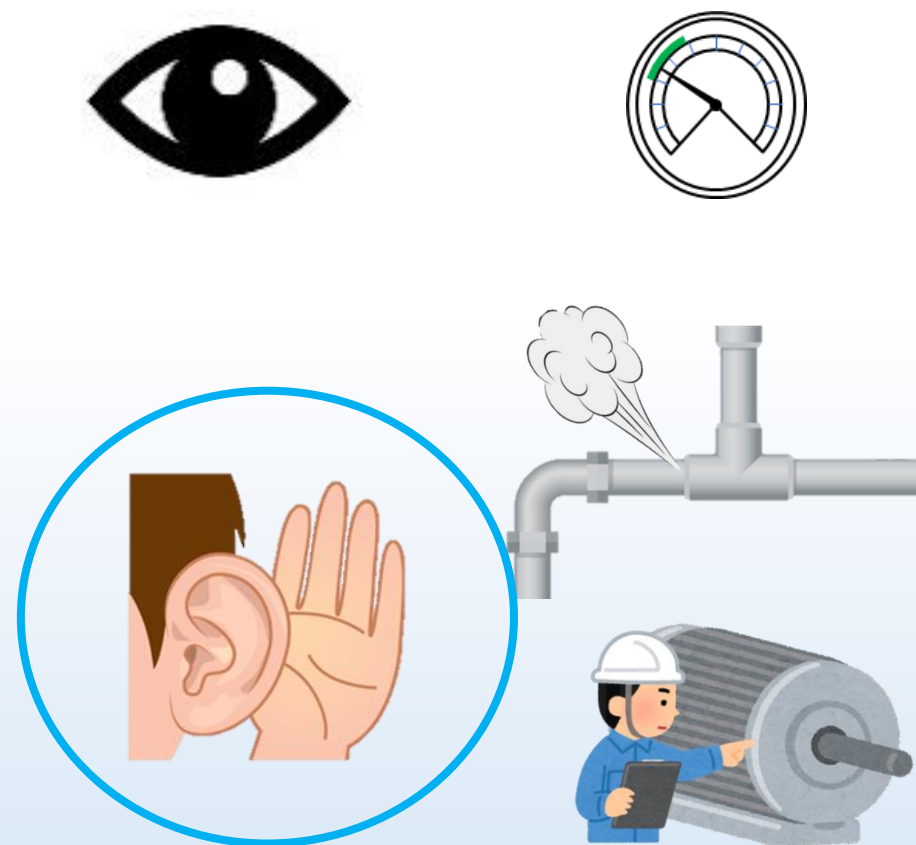
異常は**見つける**より**音で気づく**方が多い



Part 1



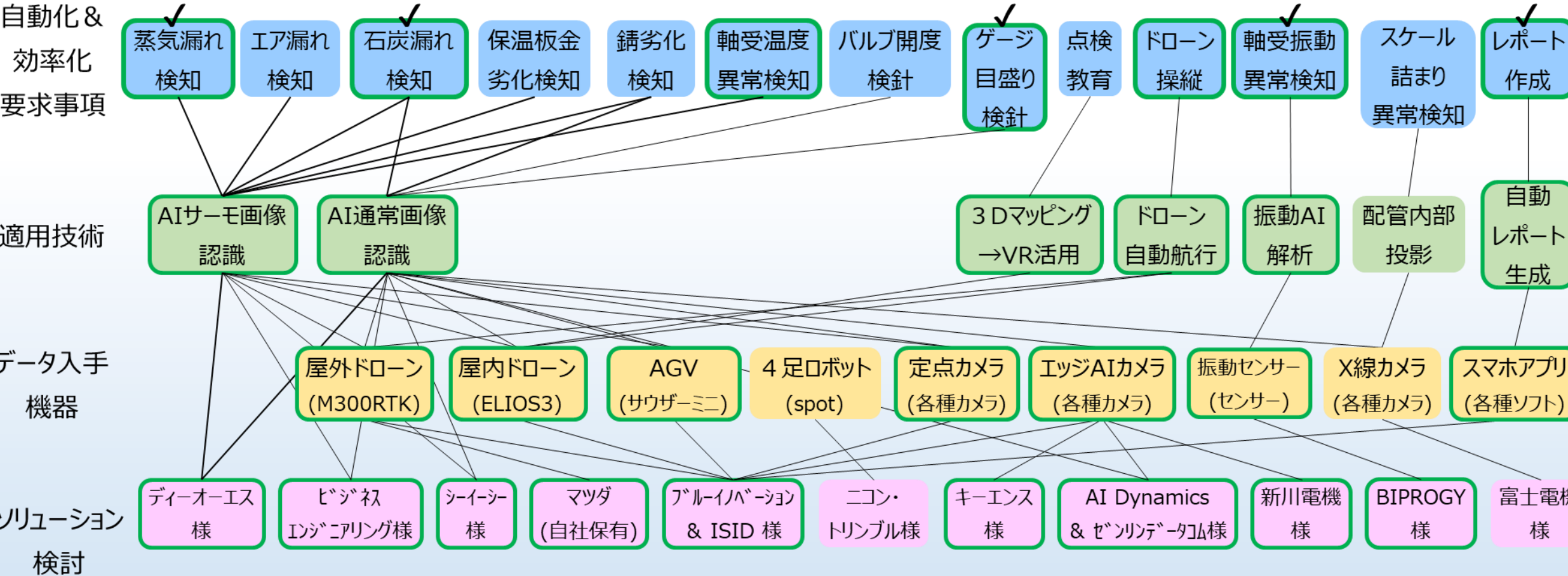
Part 2 (今年度)



異音の検出に挑戦！

適用技術の検討

去年は緑枠を実施



適用技術の検討

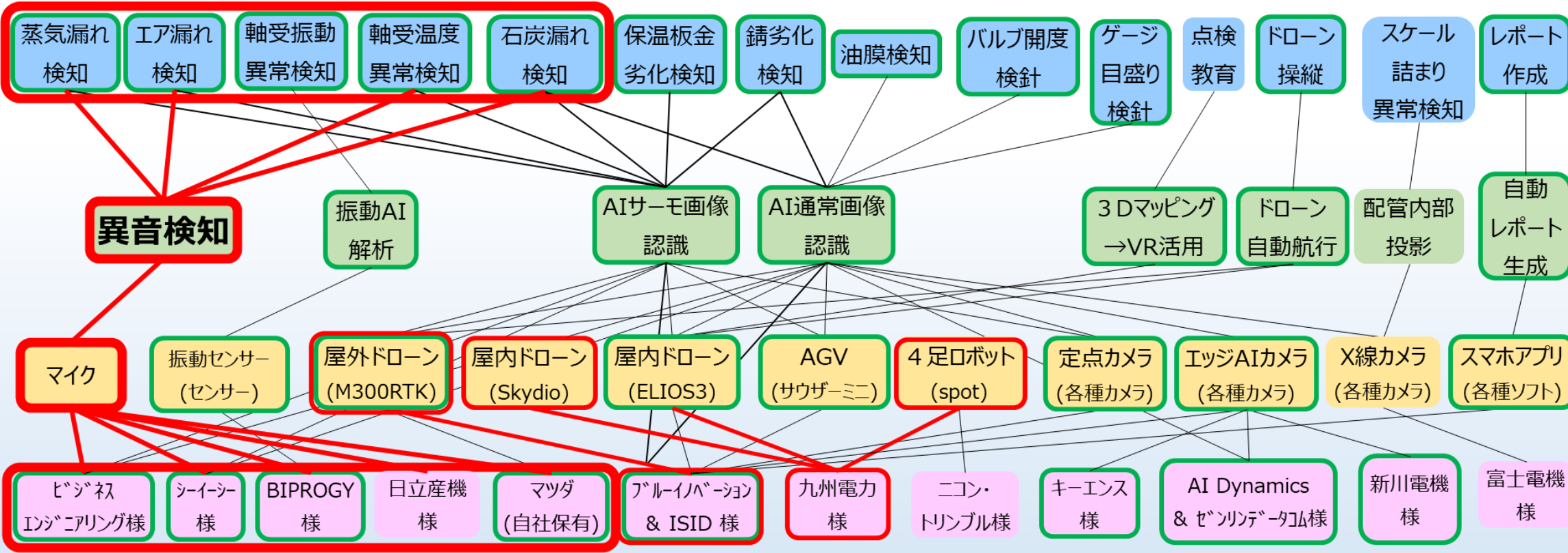
今年は赤枠にTry

自動化 & 効率化 要求事項

適用技術

データ入手 機器

ソリューション 検討

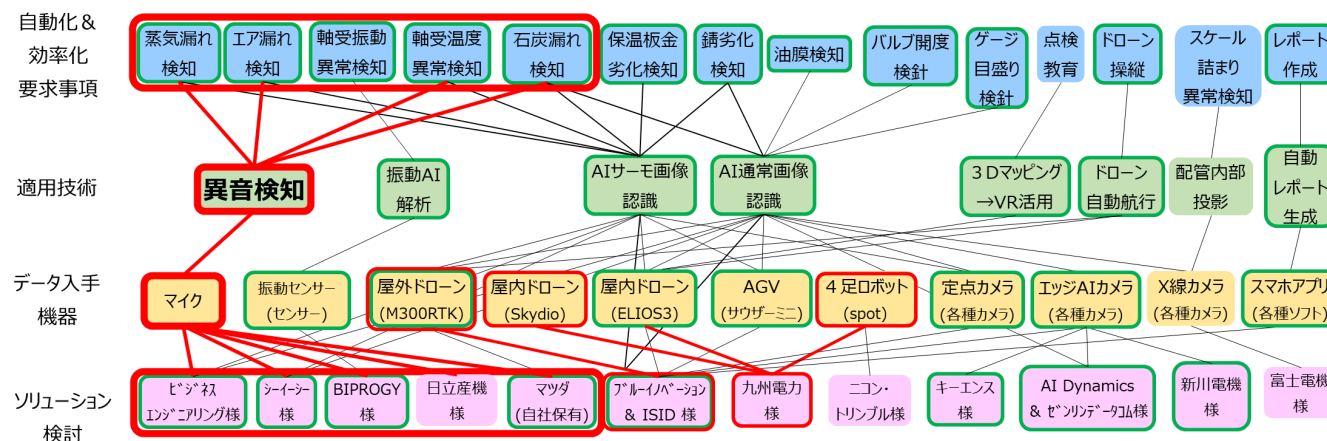


目指す姿のイメージ



点検を自動化し、データに基づいた
“予知・予兆保全”へシフトする

活動の進め方（実証実験シナリオ）



今年度の活動の進め方

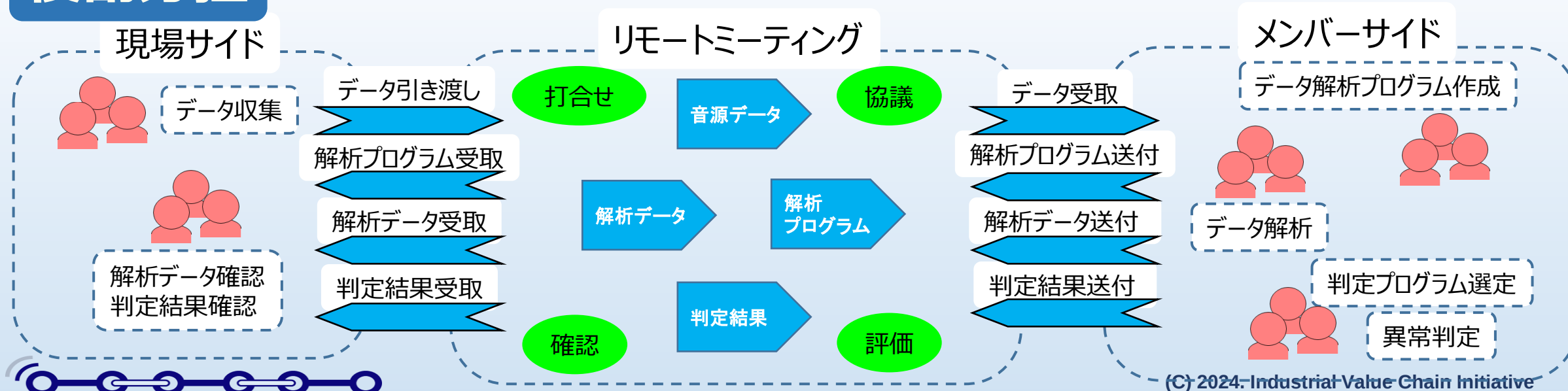
Step1：人による音の確認

Step2：解析手法の方針検討

Step3：解析・確認・修正

Step4：異常判定へのTry

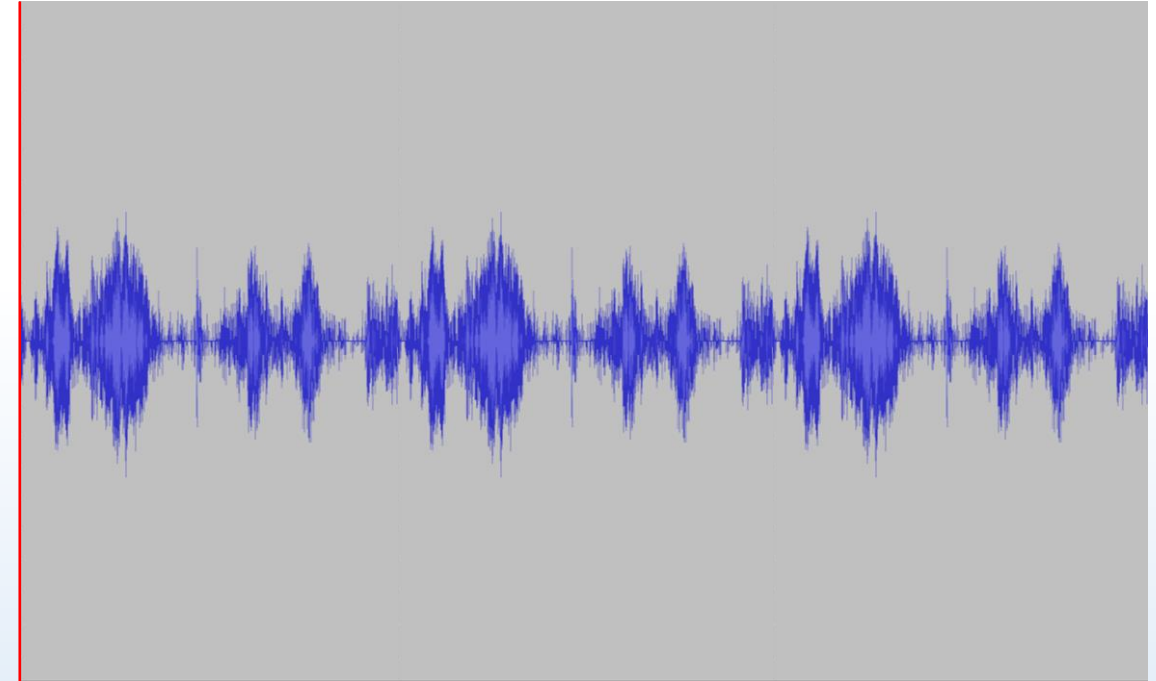
役割分担



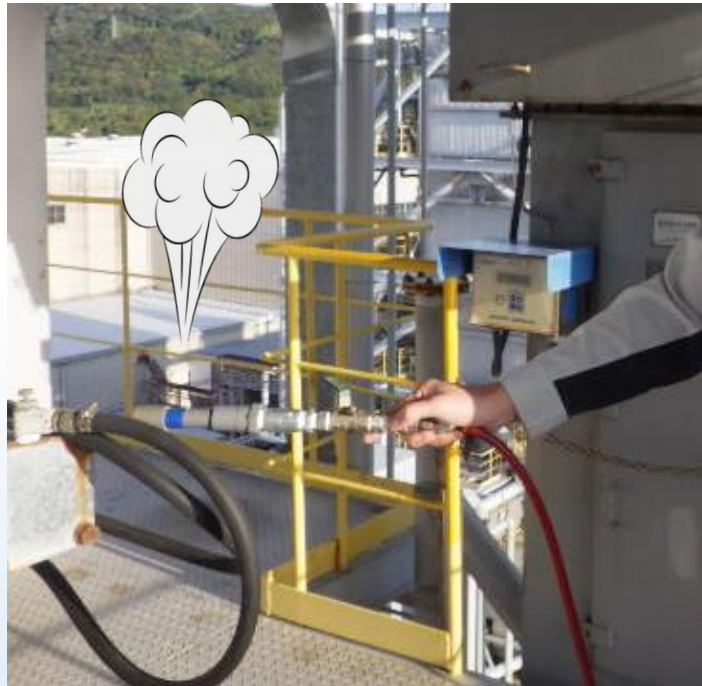
実際の音の事例



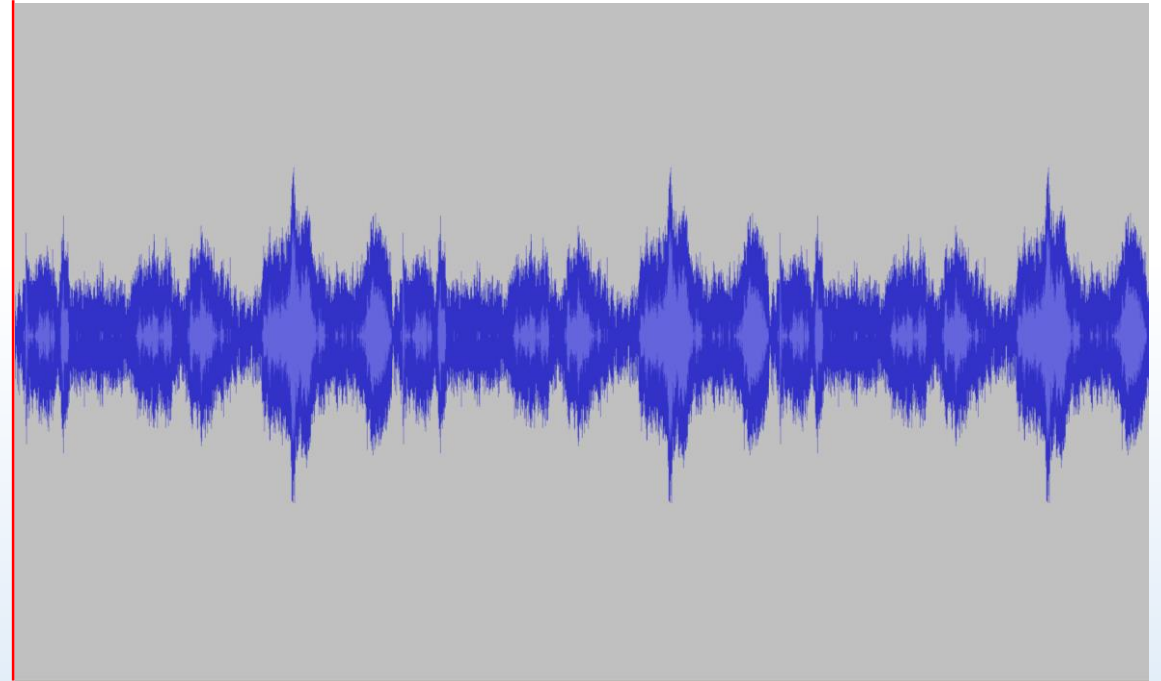
発電所 風景



何もないときの音です

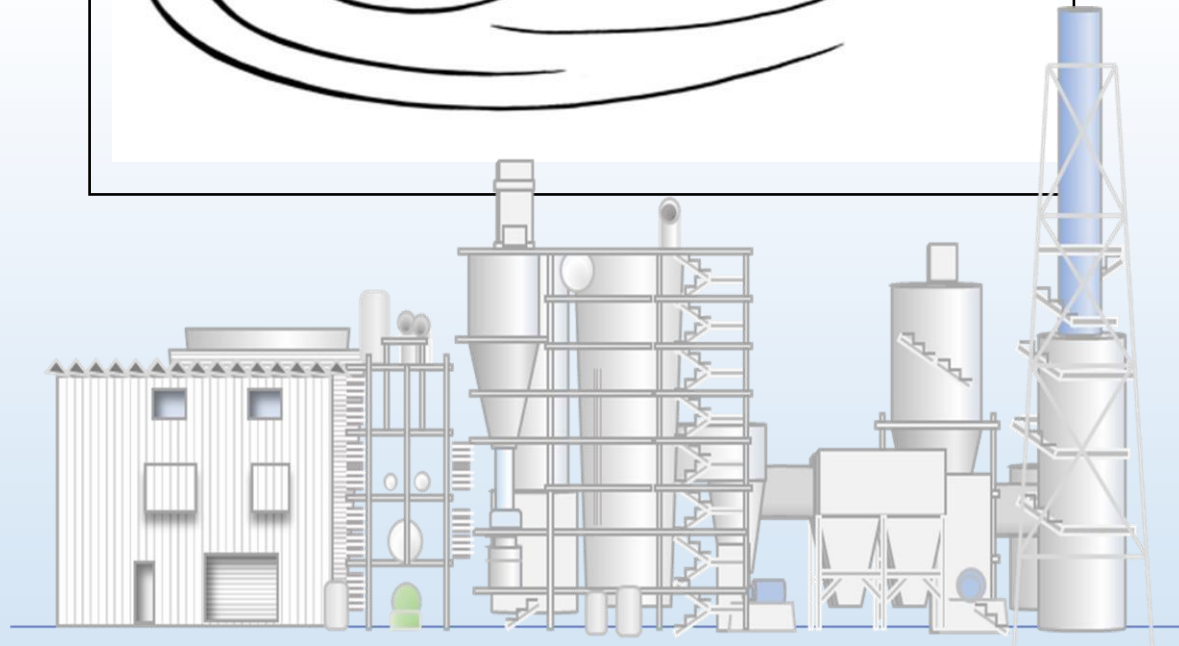
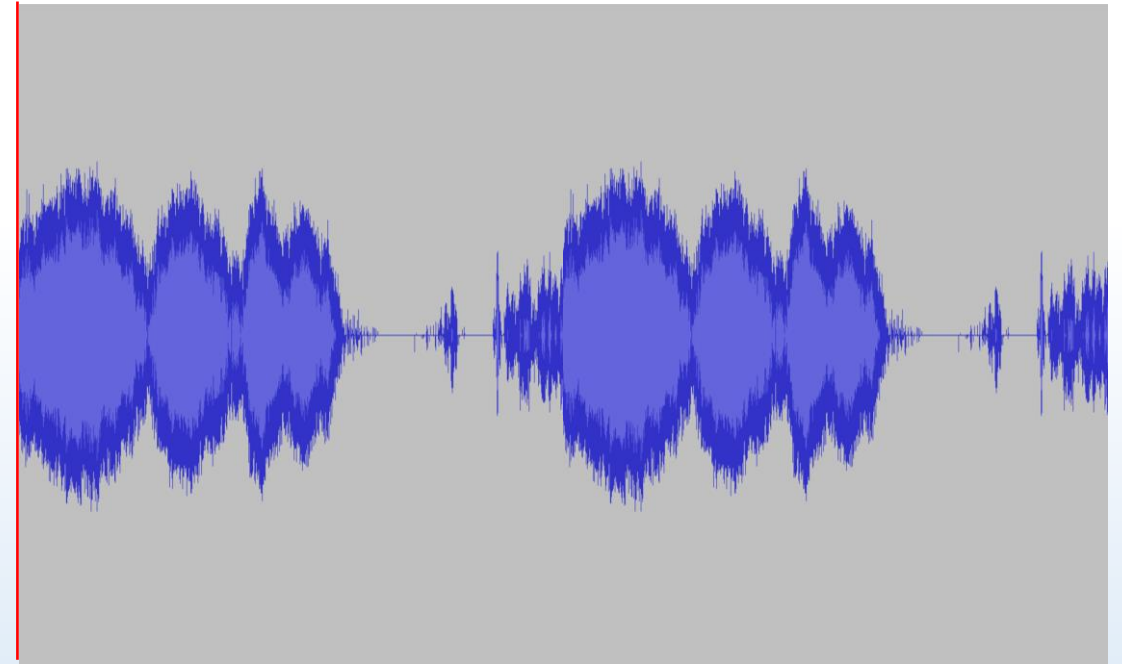
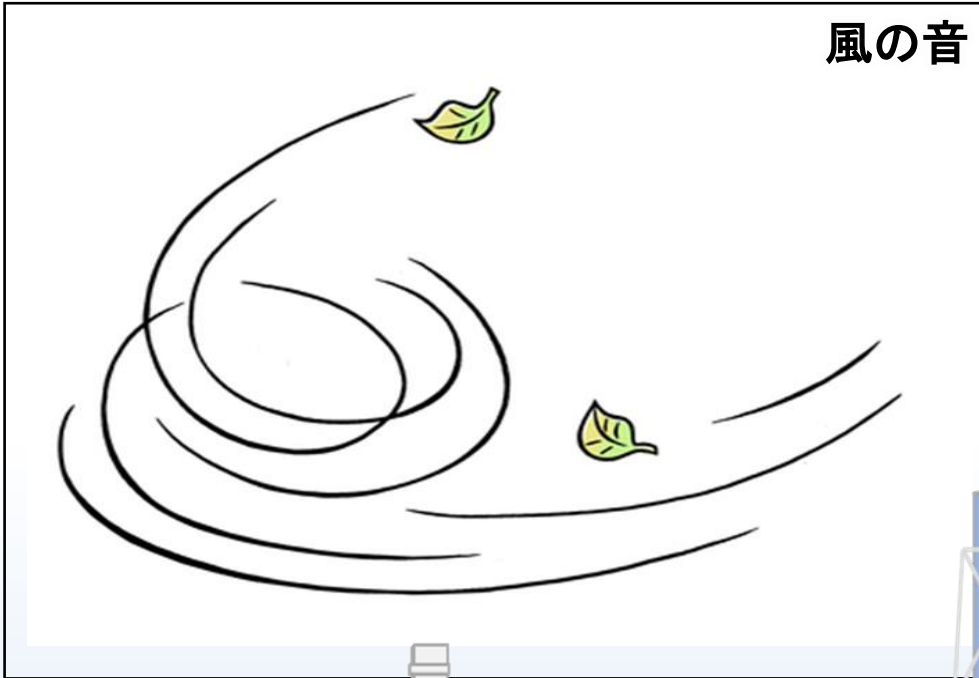


エア漏れを再現



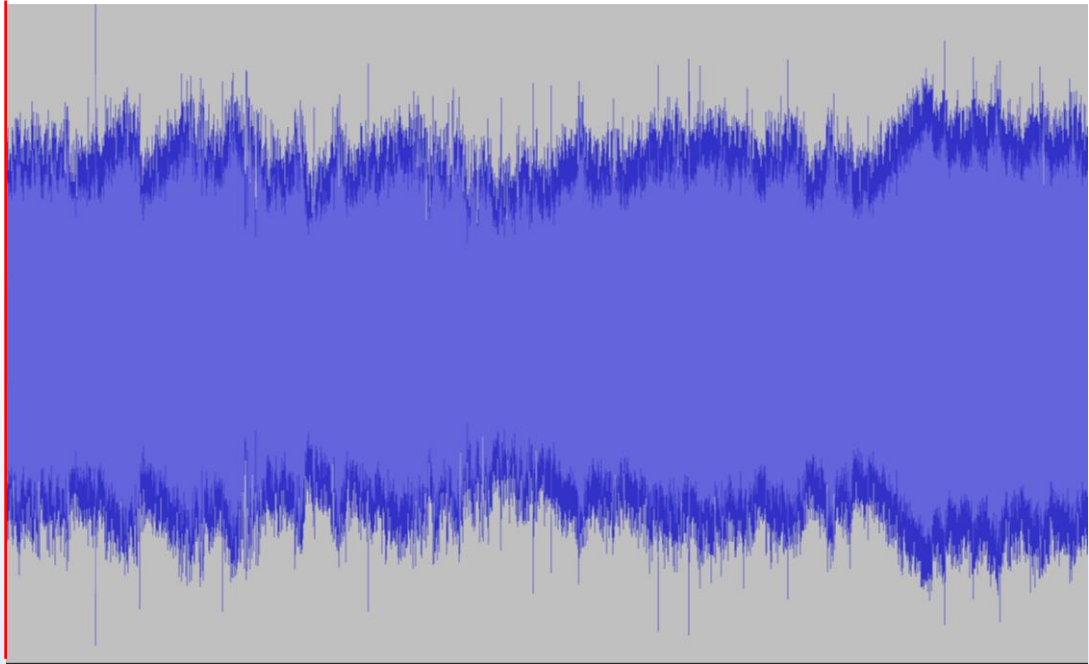
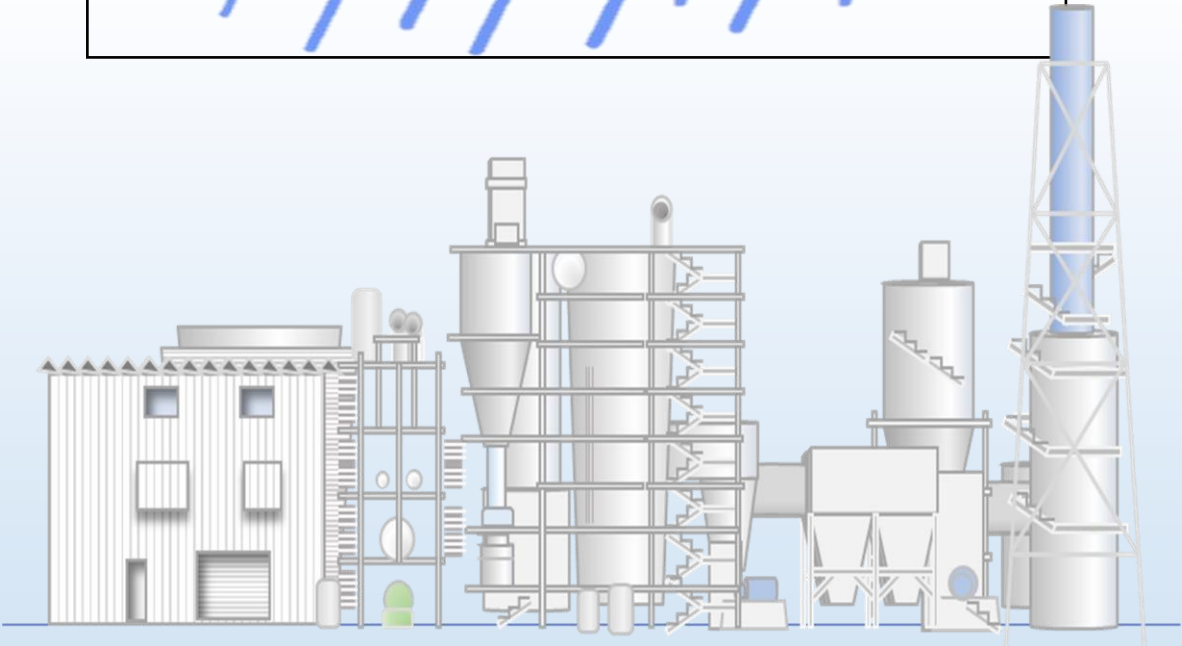
これがエア漏れの音です

風の音

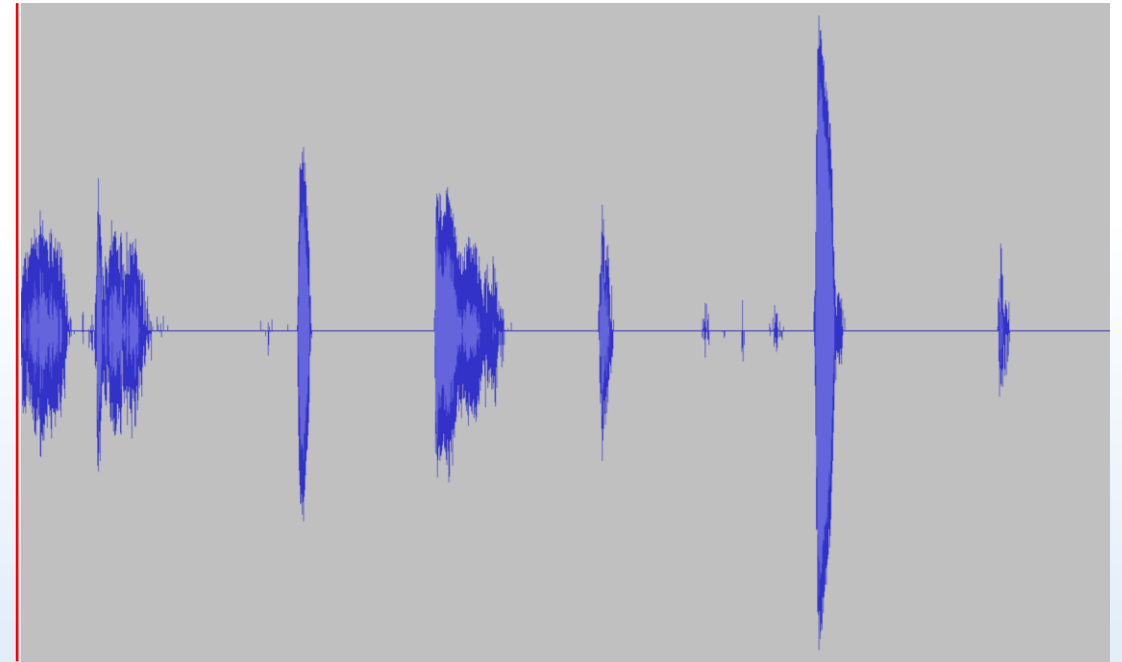
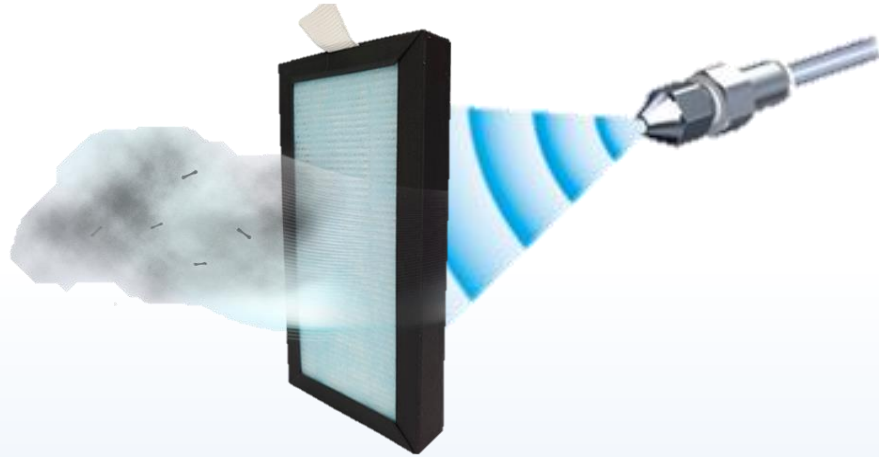


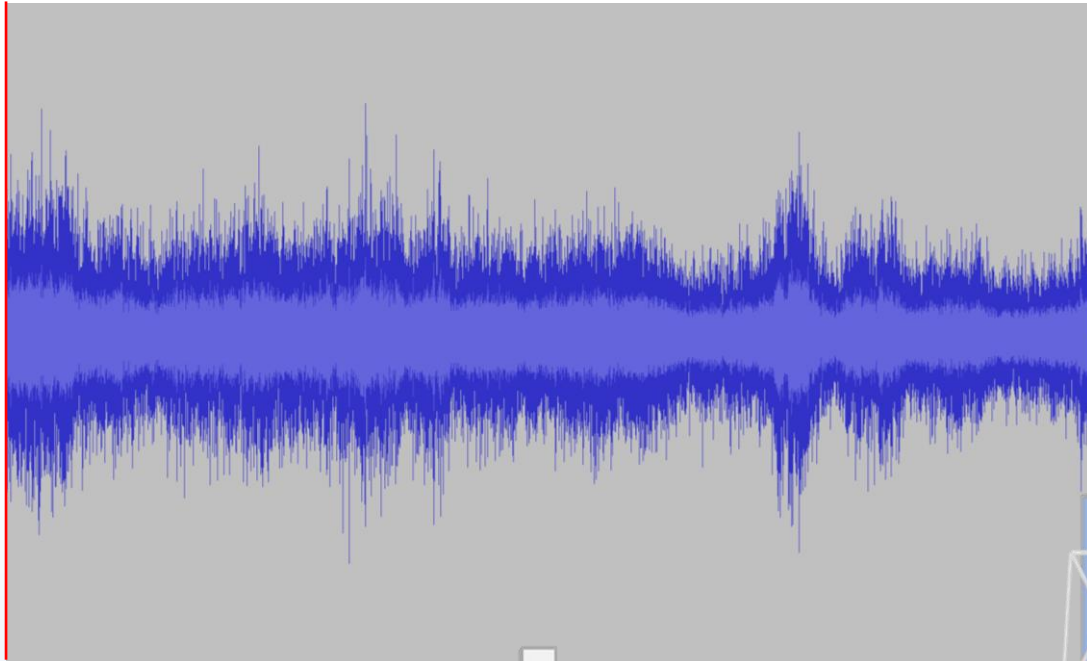


活動内容：実際の音の事例

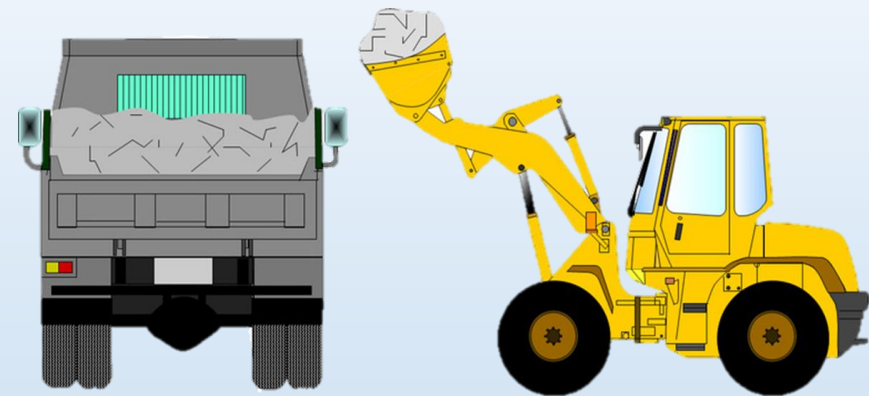


エア機器の作動音
(エアシリンダー・エアブロー等)





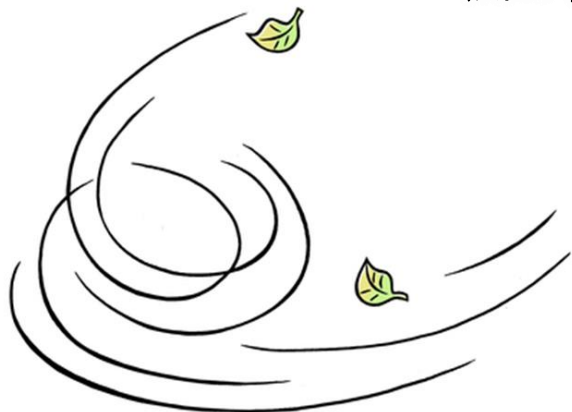
スクラップの処理音



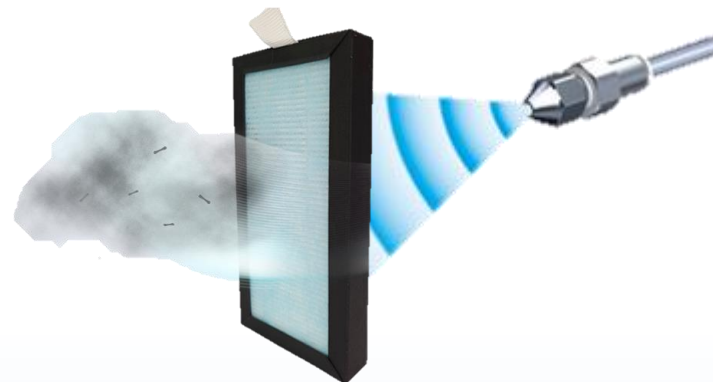
雨の音



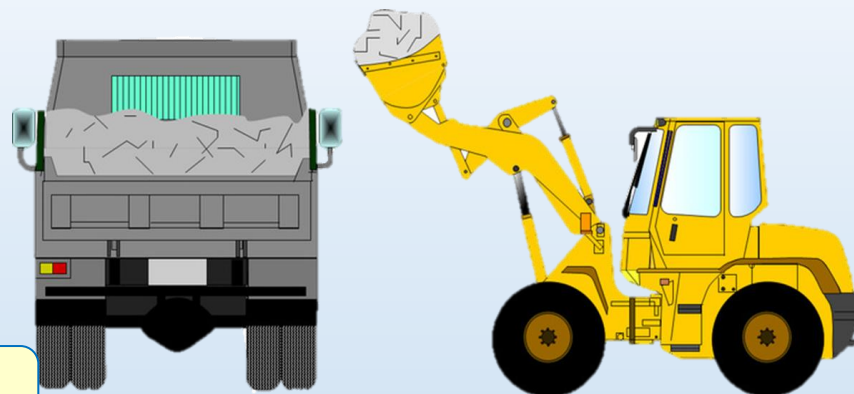
風の音



エア機器の作動音
(エアシリンダー・エアブロー等)

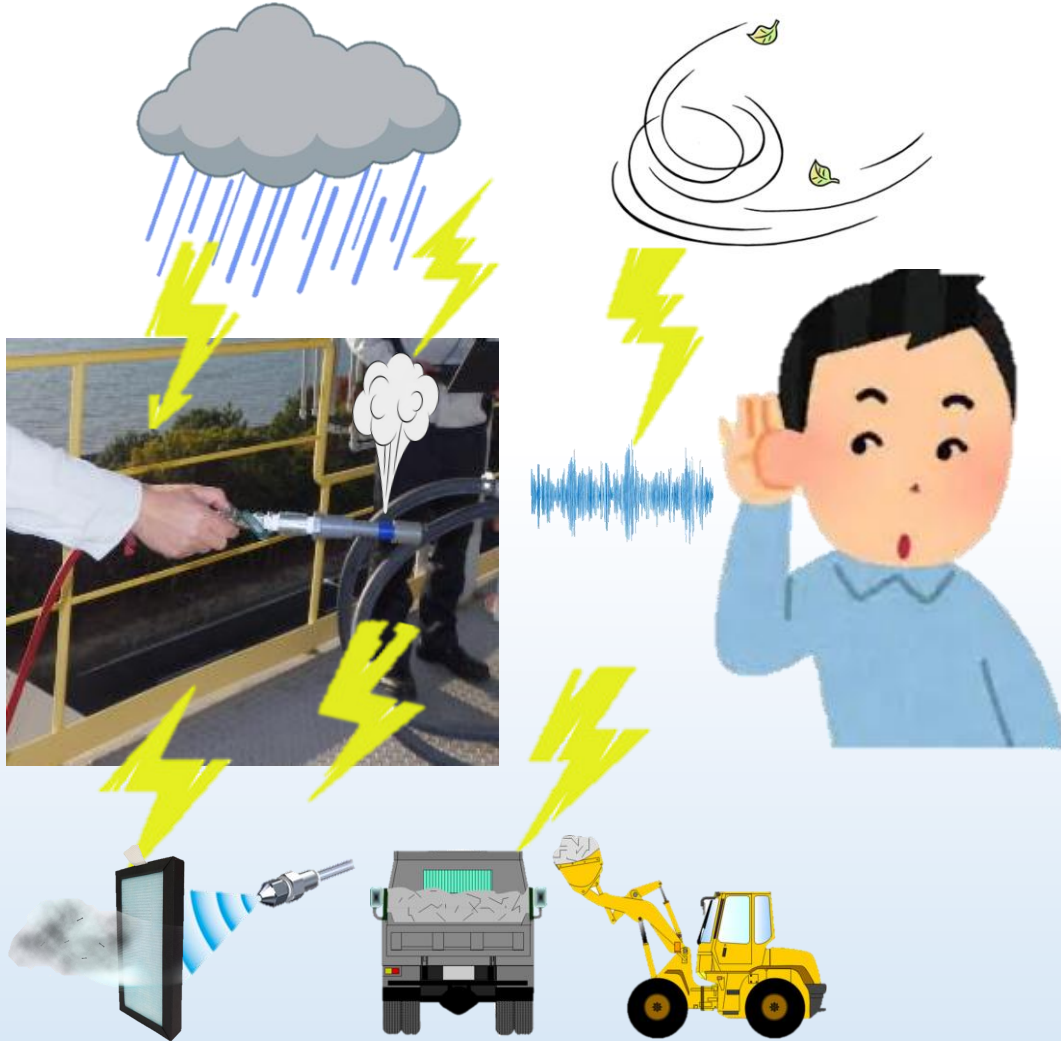


スクラップの処理音



エア漏れ音が聞き取れない！

活動目標：AIによる異音検出手法の構築



このままでは、エア漏れ音が検知できない



このままでは、エア漏れ音が検知できない





このままでは、エア漏れ音が検知できない

音の見える化

異常音の特定

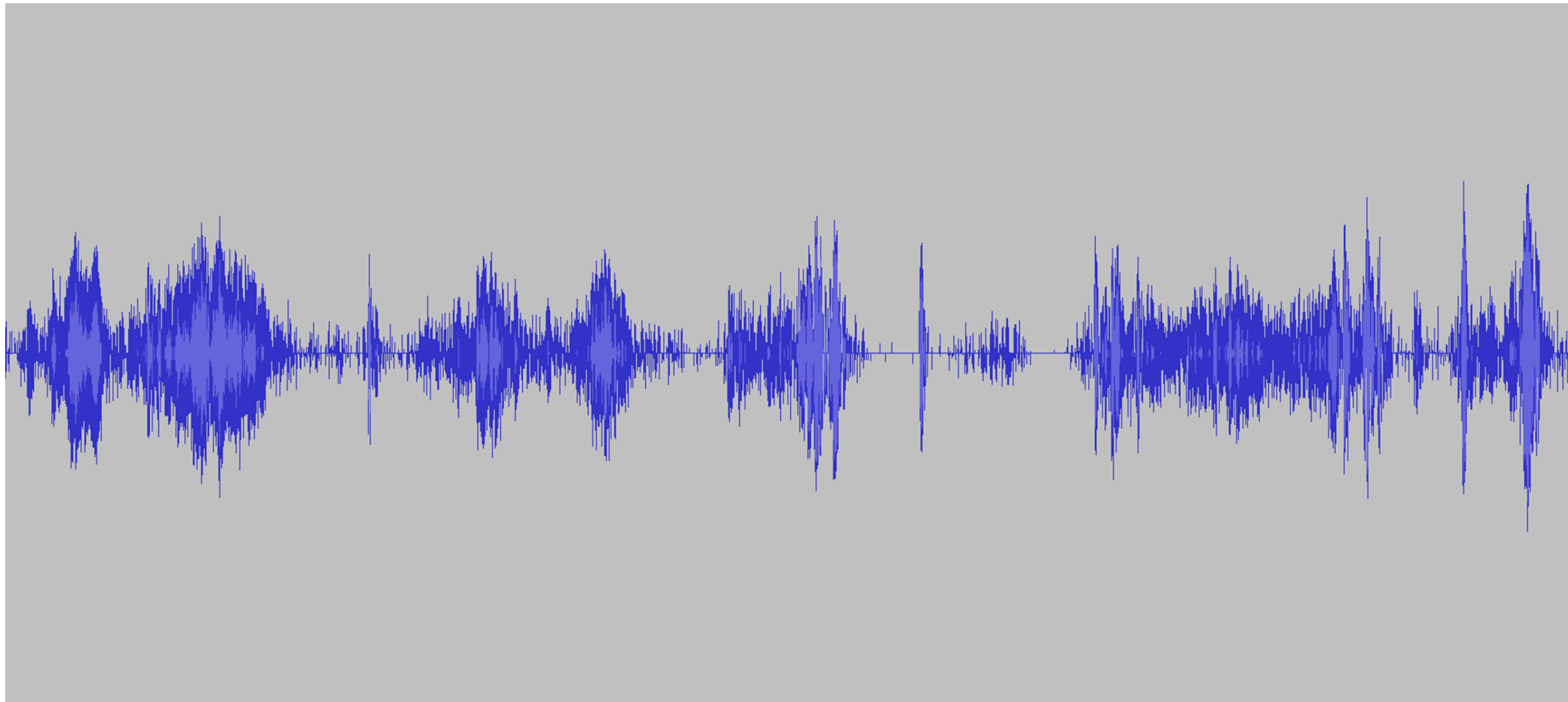


異常音の特徴把握

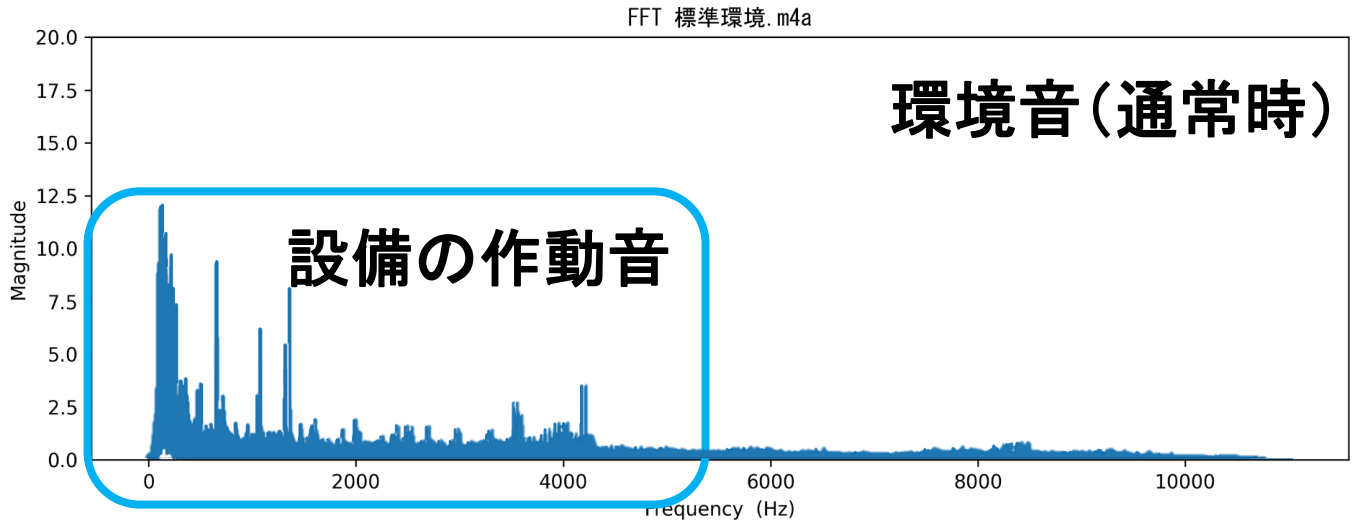
異常音の判定



異常音の特定

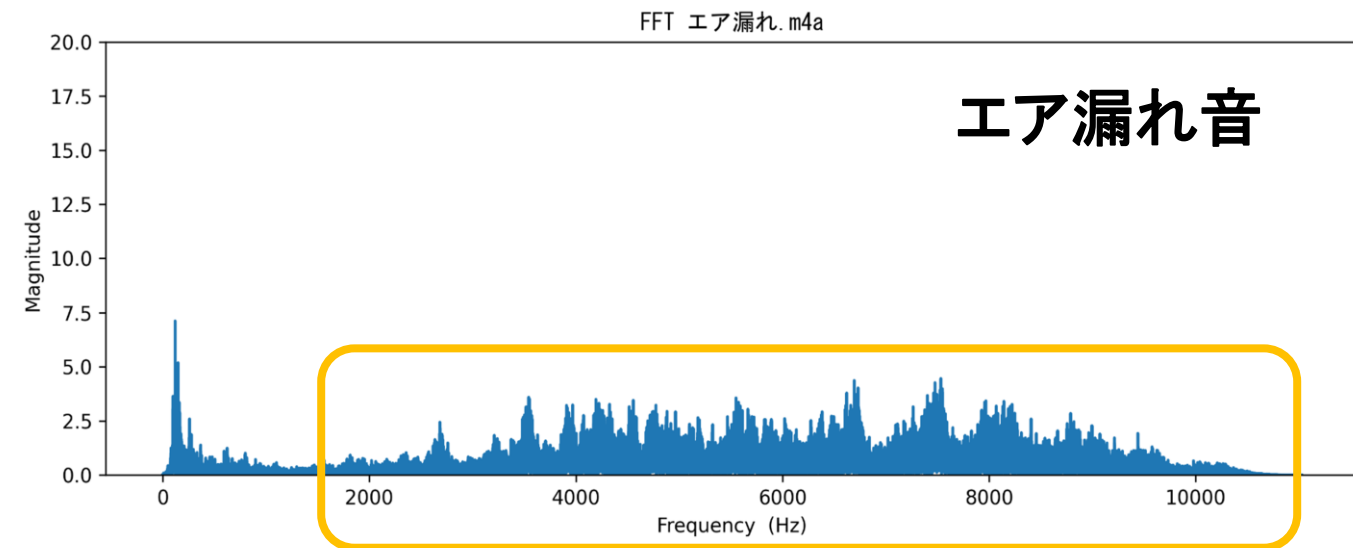


FFT解析グラフ

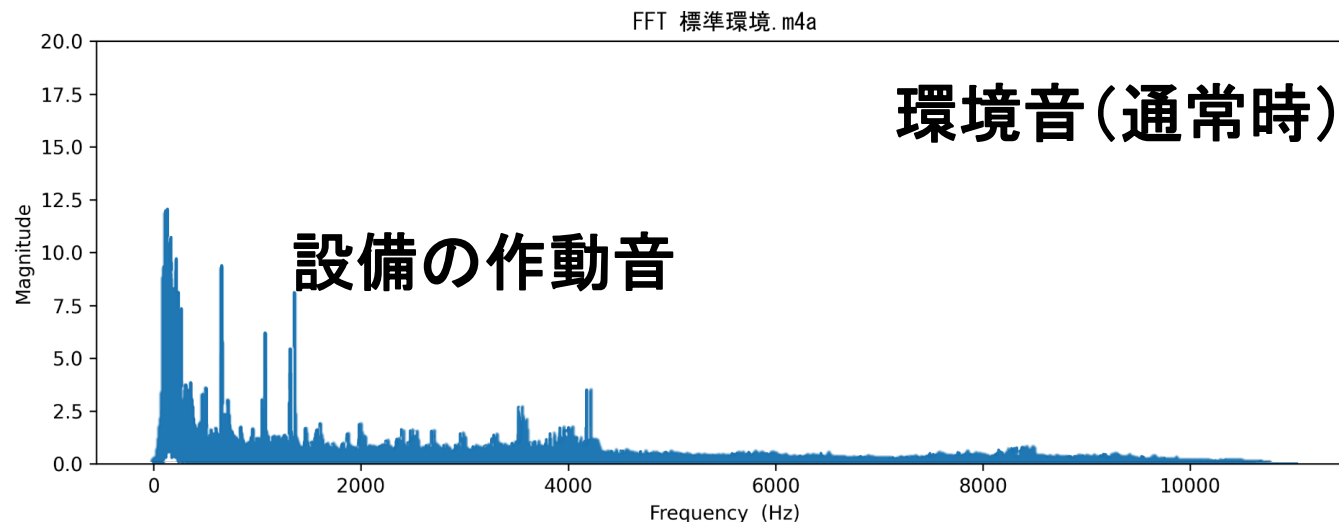


横軸：周波数(Hz)
(音の高低)

縦軸：ピーク値
(音の大きさ)

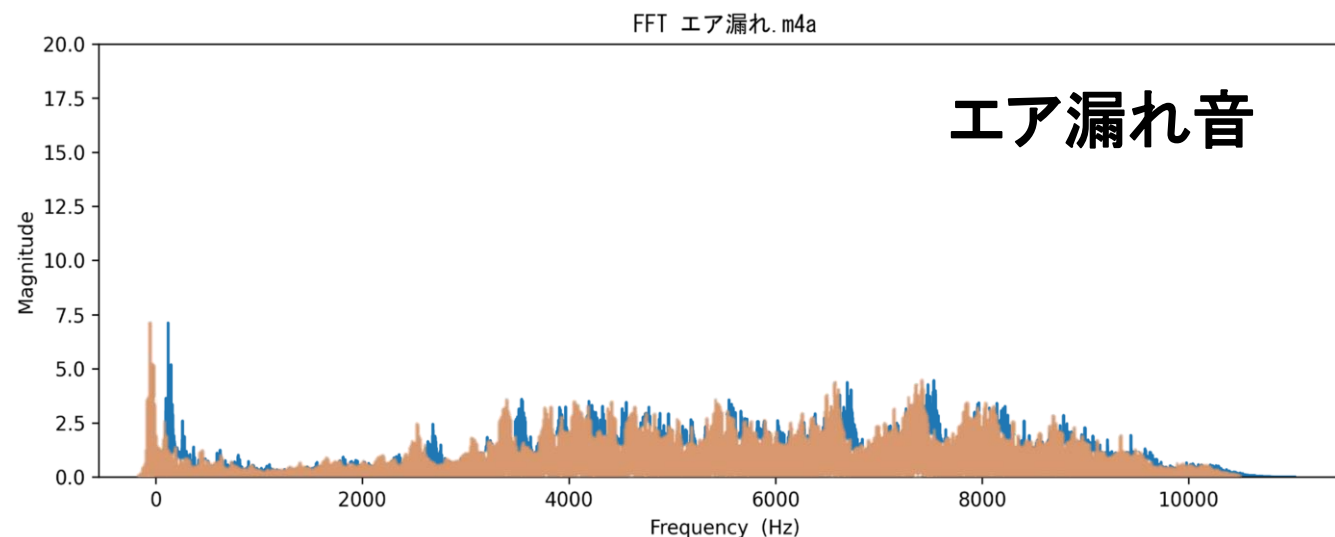


FFT解析グラフ

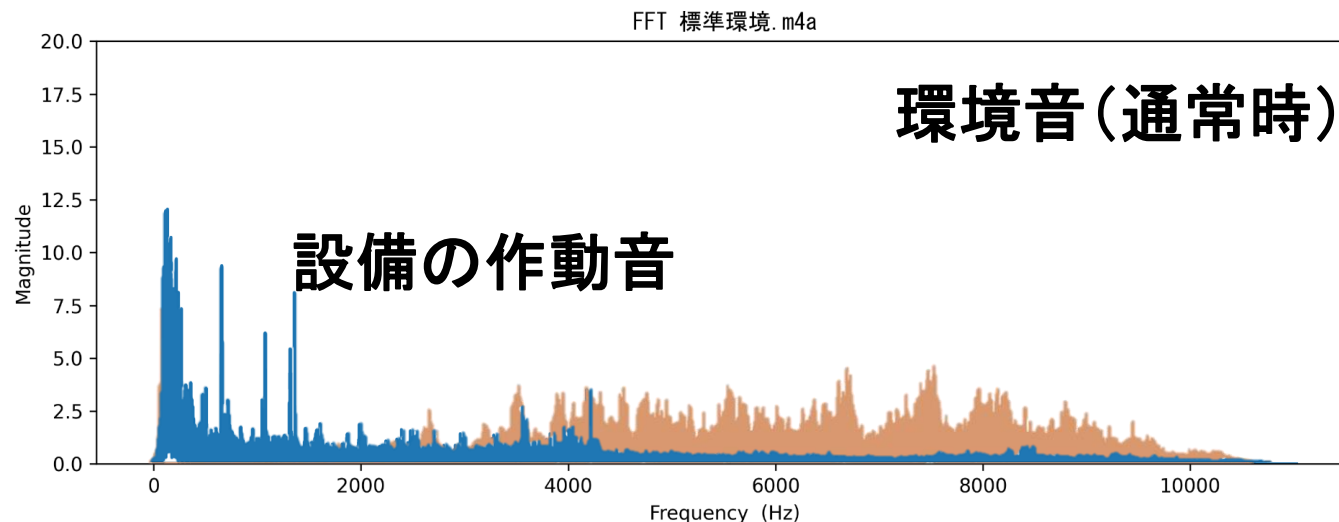


横軸：周波数(Hz)
(音の高低)

縦軸：ピーク値
(音の大きさ)



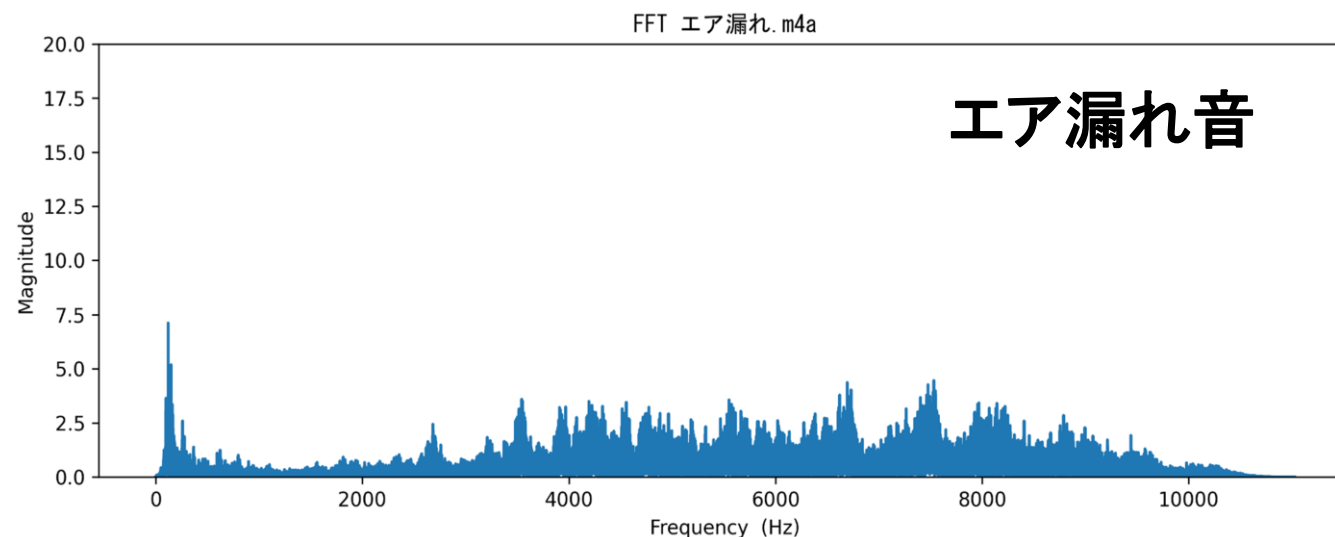
FFT解析グラフ



横軸：周波数(Hz)
(音の高低)

縦軸：ピーク値
(音の大きさ)

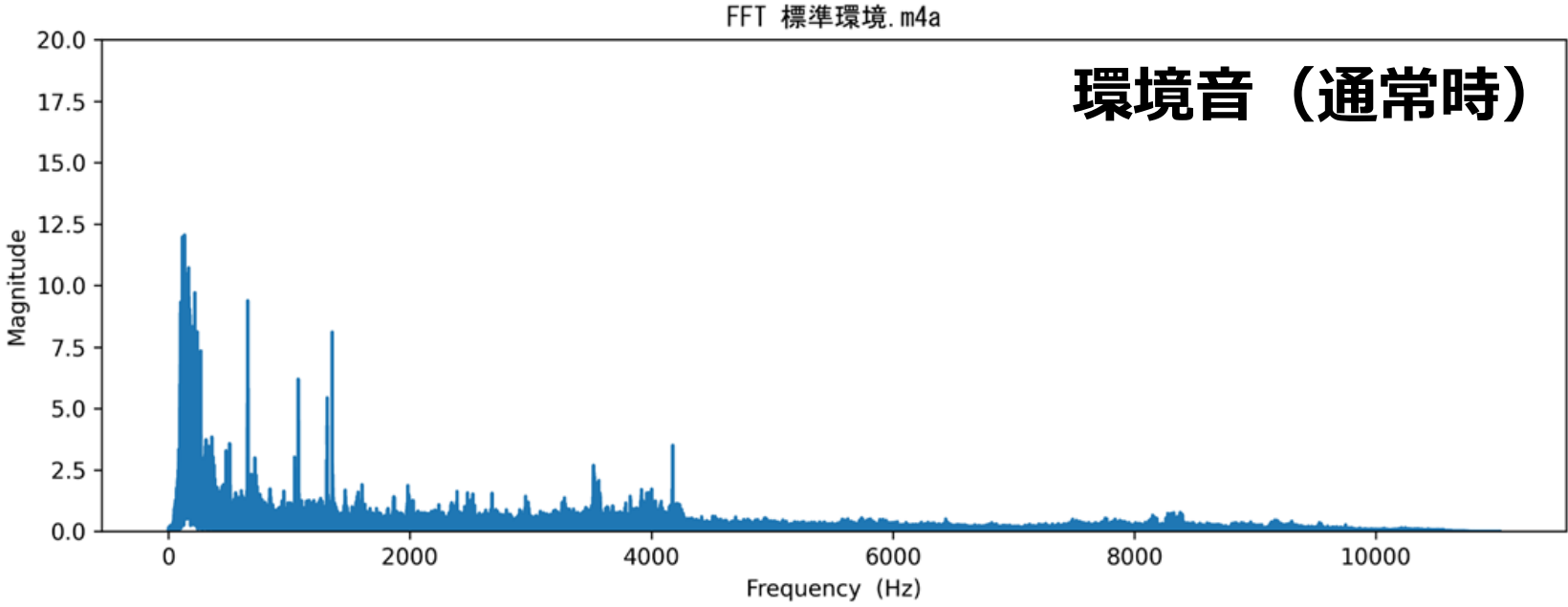
通常時にエア漏れが発生した時は
FFT解析で異音の検知が可能



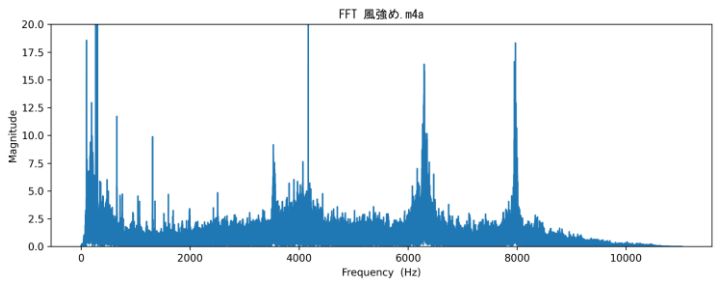
しかし



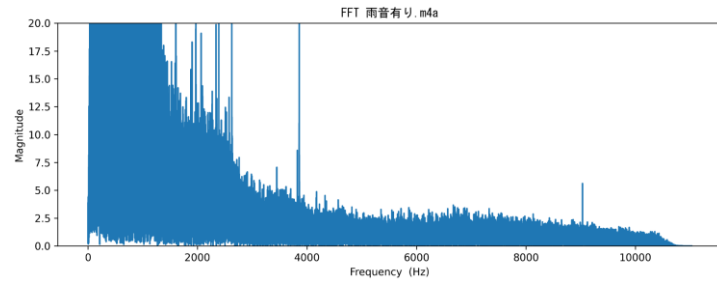
活動内容：音の見える化 異常音の特定



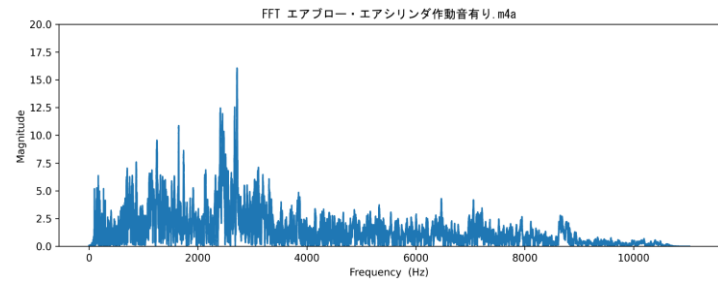
+



強風時



雨天時

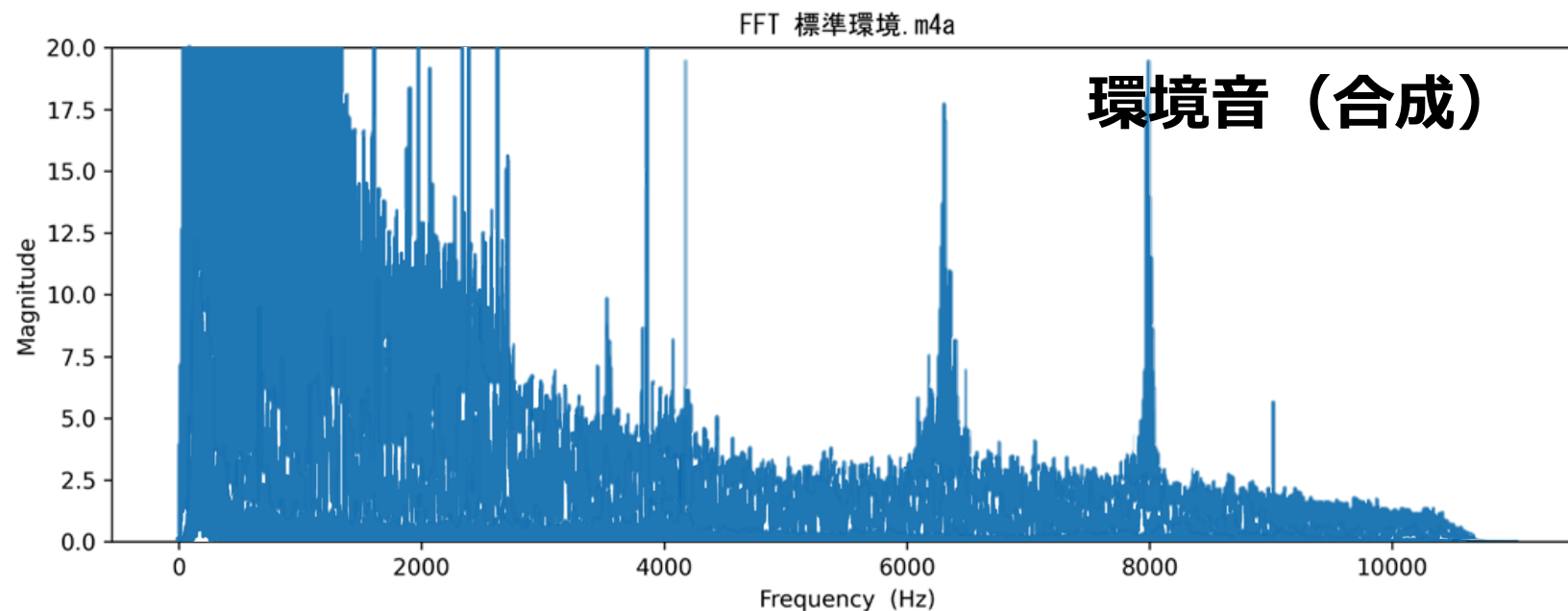


エア機器の作動音

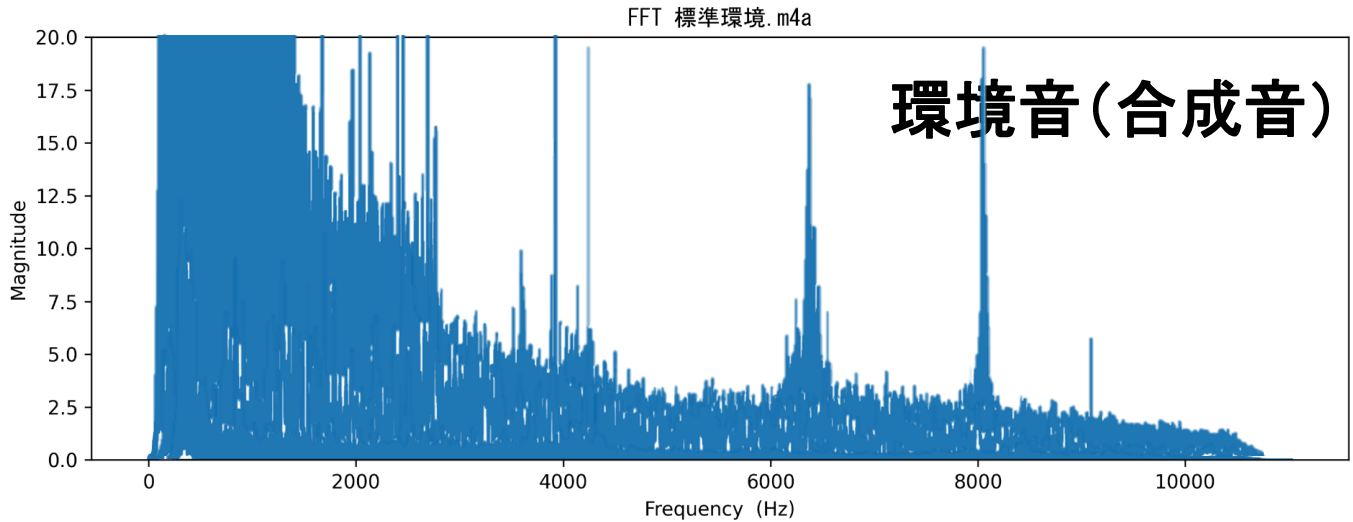




活動内容：音の見える化 異常音の特定

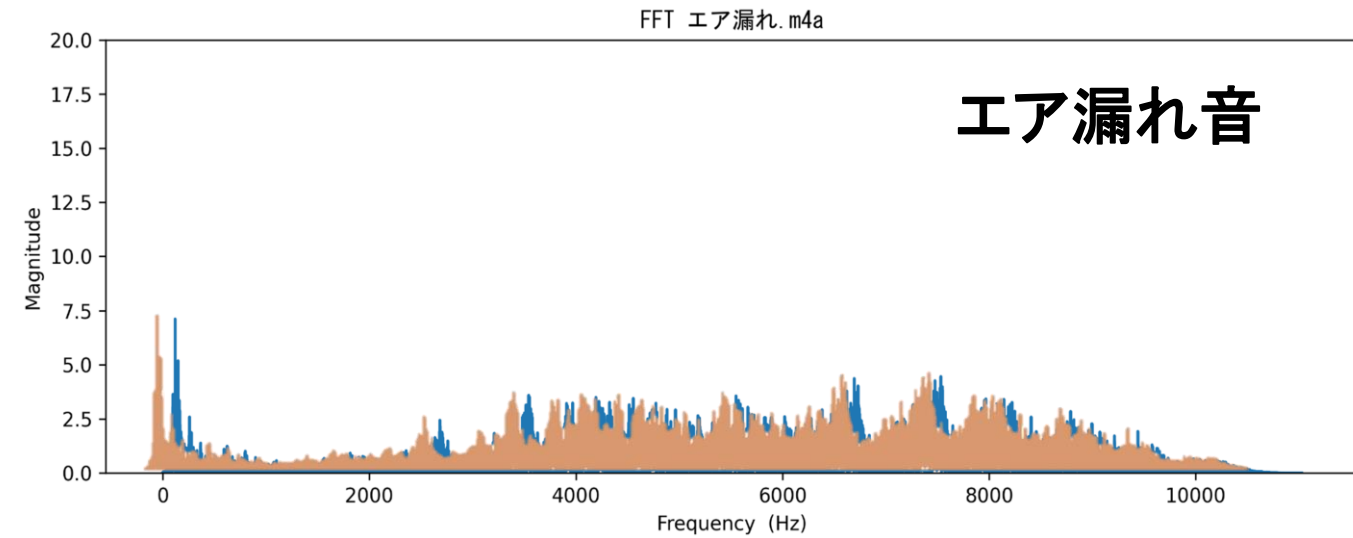


FFT解析グラフ

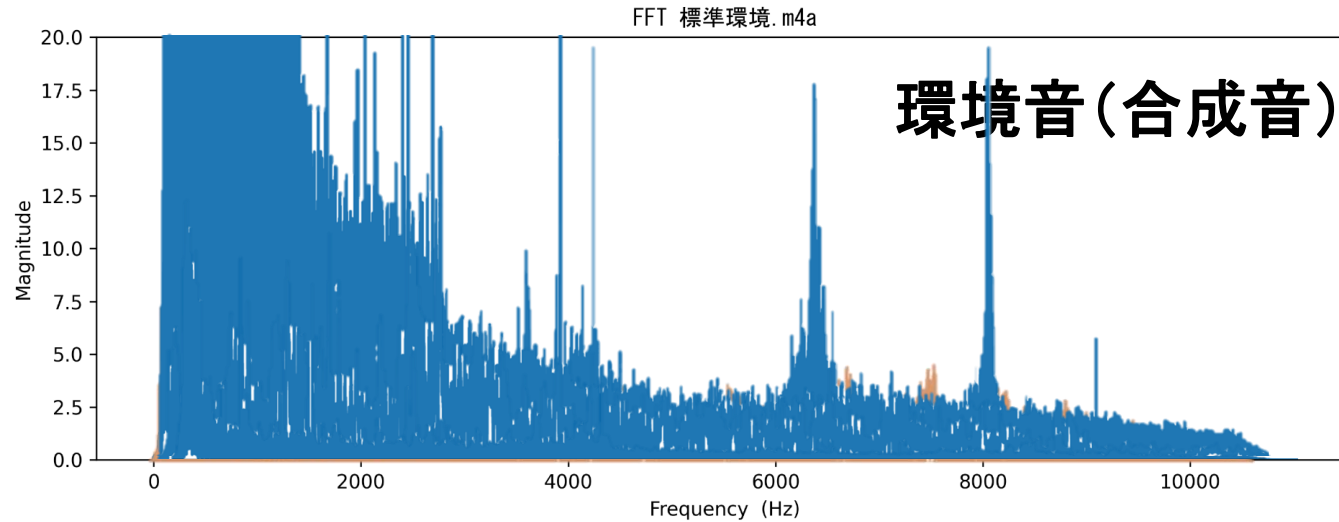


横軸：周波数(Hz)
(音の高低)

縦軸：ピーク値
(音の大きさ)

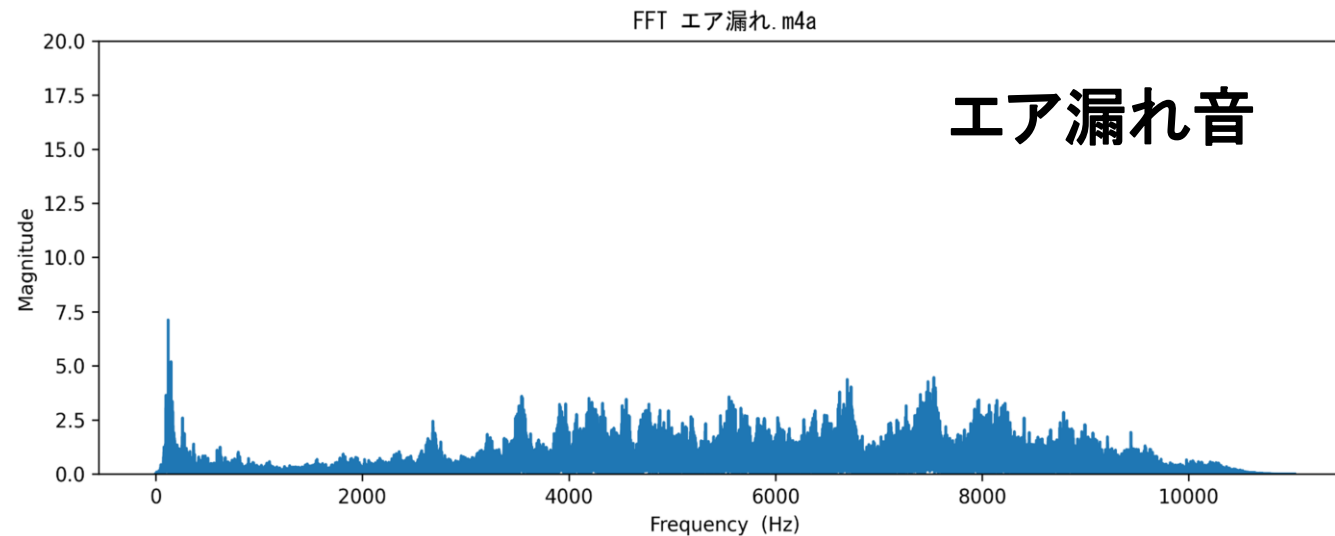


FFT解析グラフ



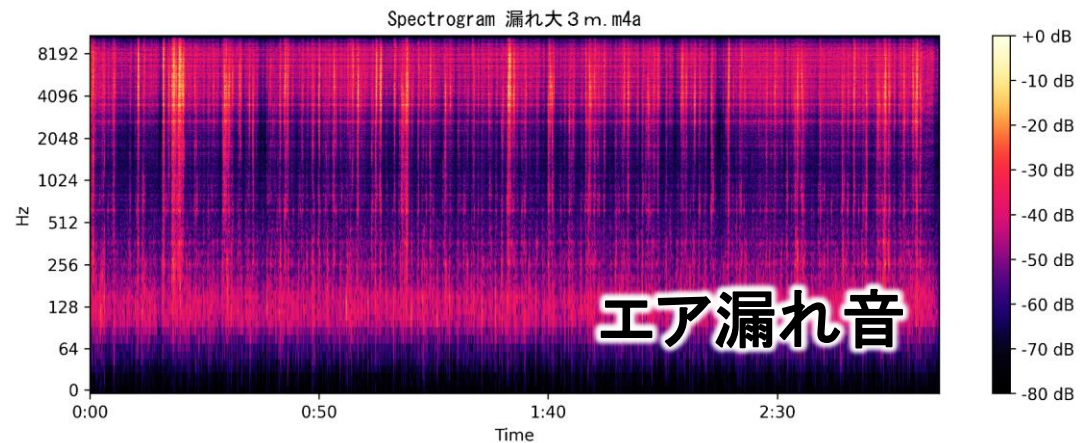
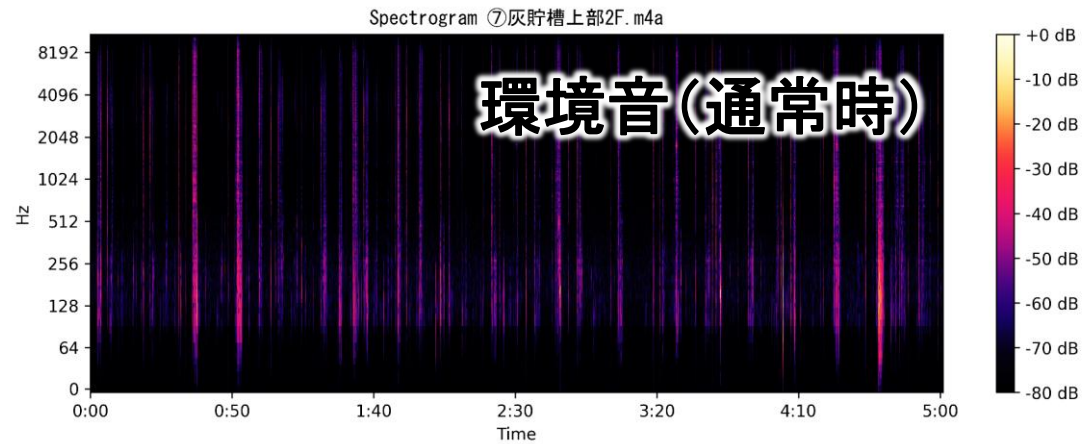
横軸：周波数(Hz)
(音の高低)

縦軸：ピーク値
(音の大きさ)



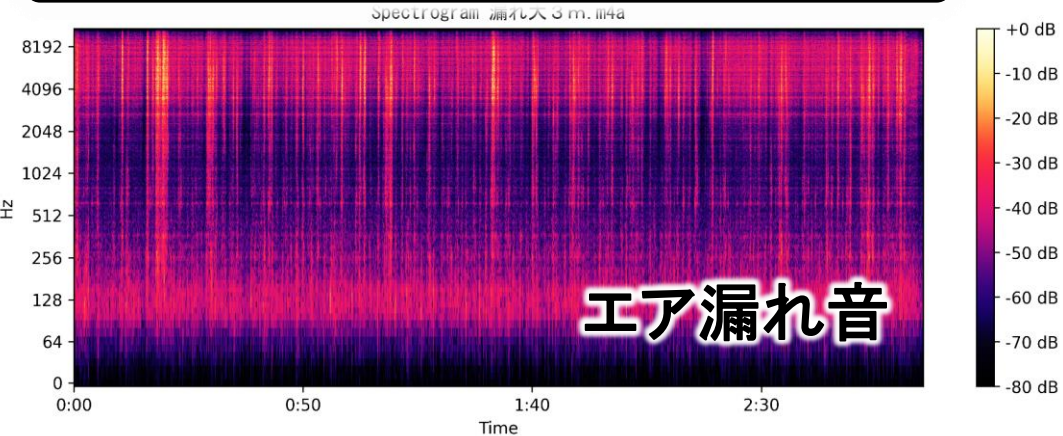
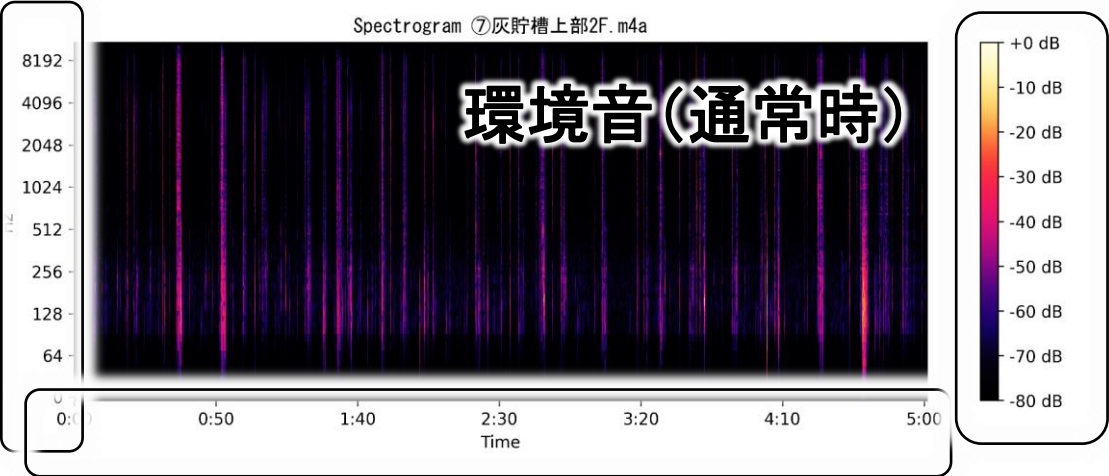
その他の環境音が加わると
エア漏れ音が埋もれてしまい
検知できない

そこで



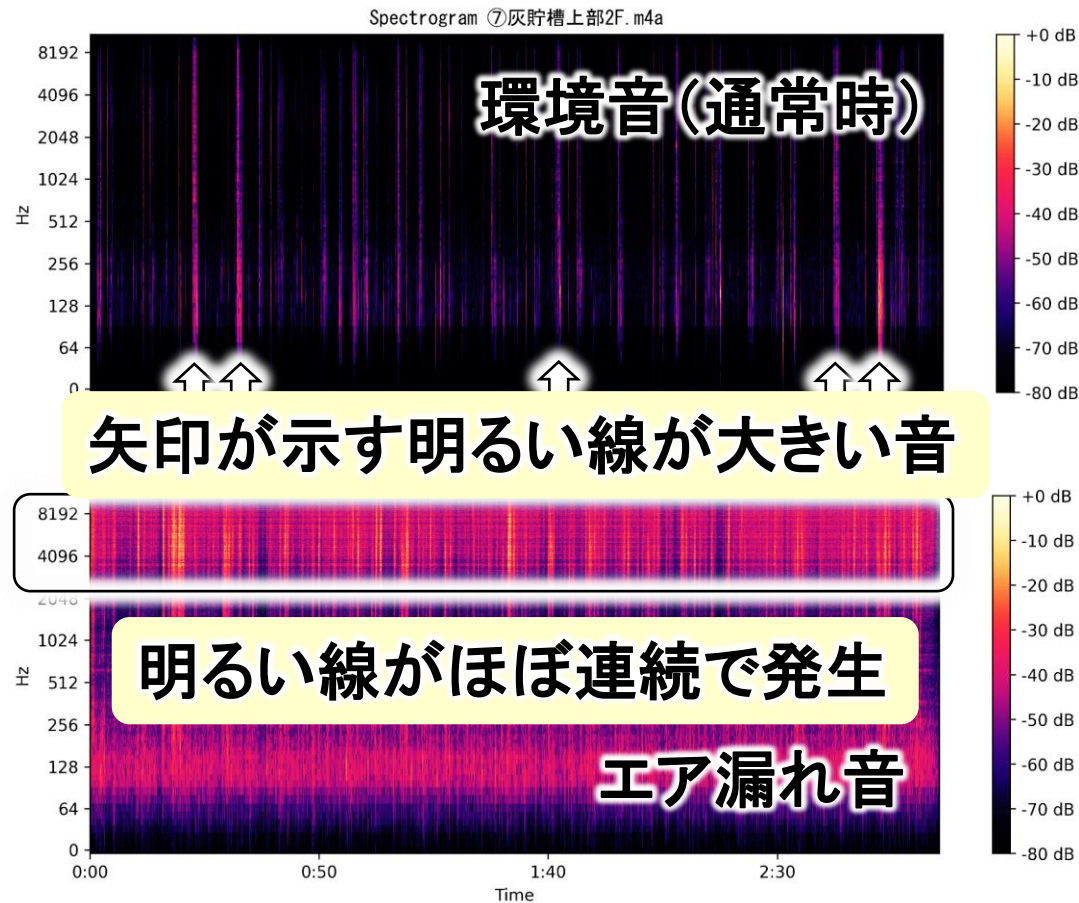
SPECTROGRAM
(スペクトログラム)





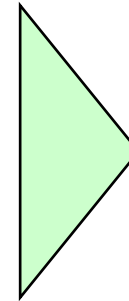
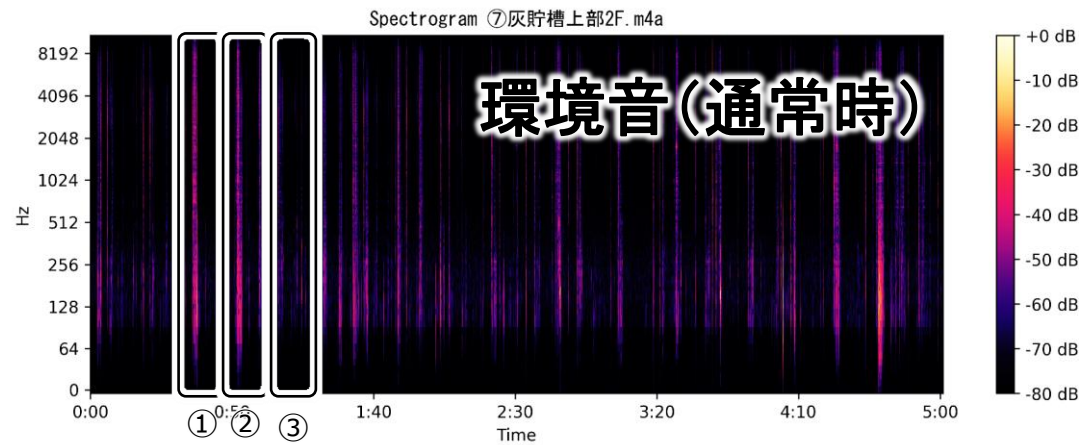
SPECTROGRAM
(スペクトログラム)



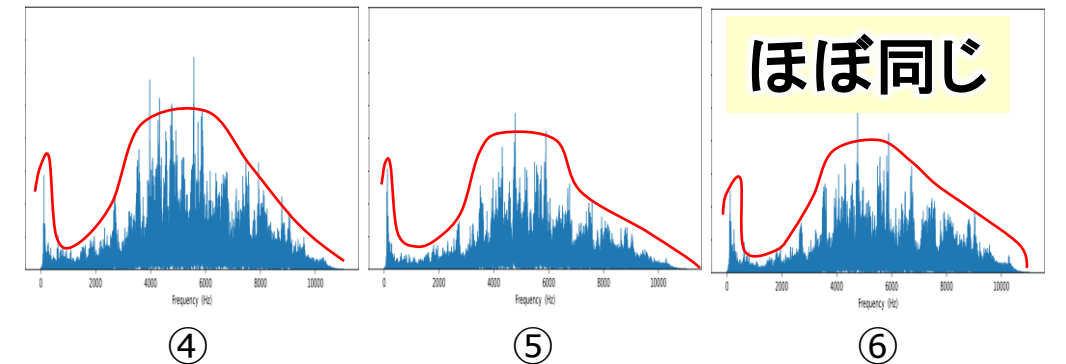
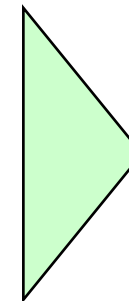
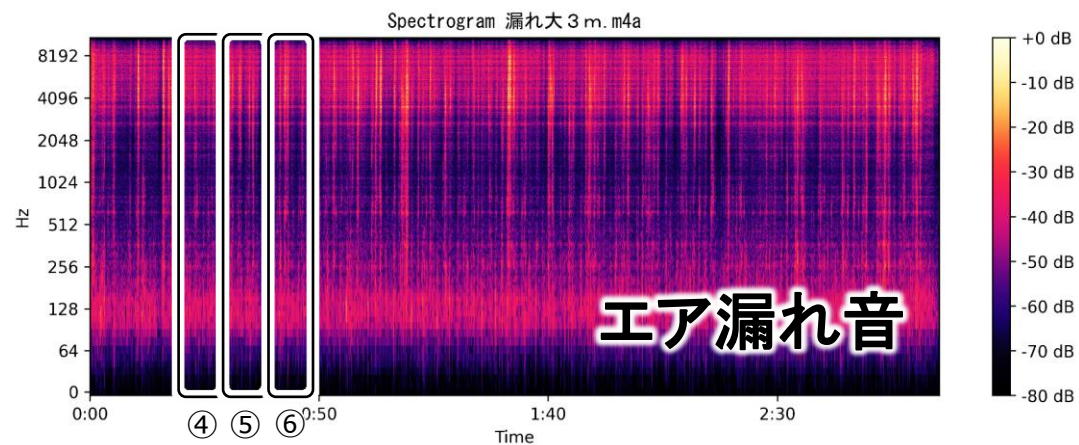
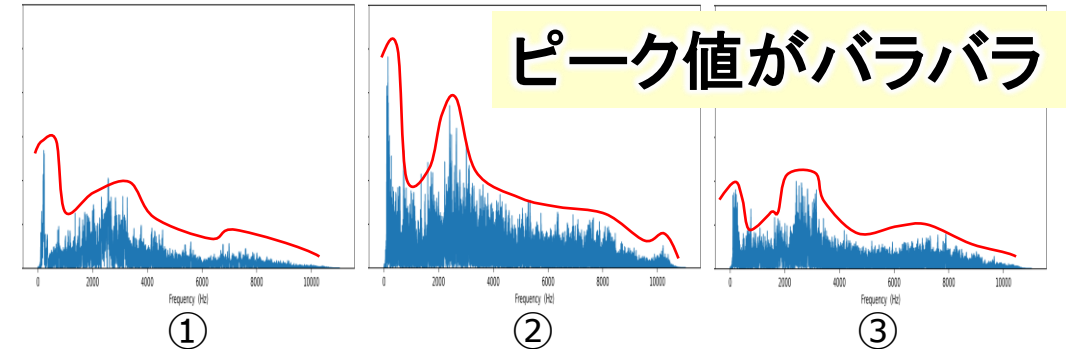


環境音は時間経過とともに発生する音の強弱が大きく変化する ⇒ 散発音

異常音(エア漏れ等)は一定時間同じ周波数の音が継続する ⇒ 連続音



時間帯毎のFFT解析グラフの差異



環境音は時間経過とともに発生する音の強弱が大きく変化する ⇒ 散発音

異常音(エア漏れ等)は一定時間同じ周波数の音が継続する ⇒ 連続音



異常音の特徴把握

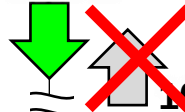


エア漏れ音

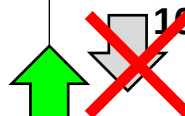
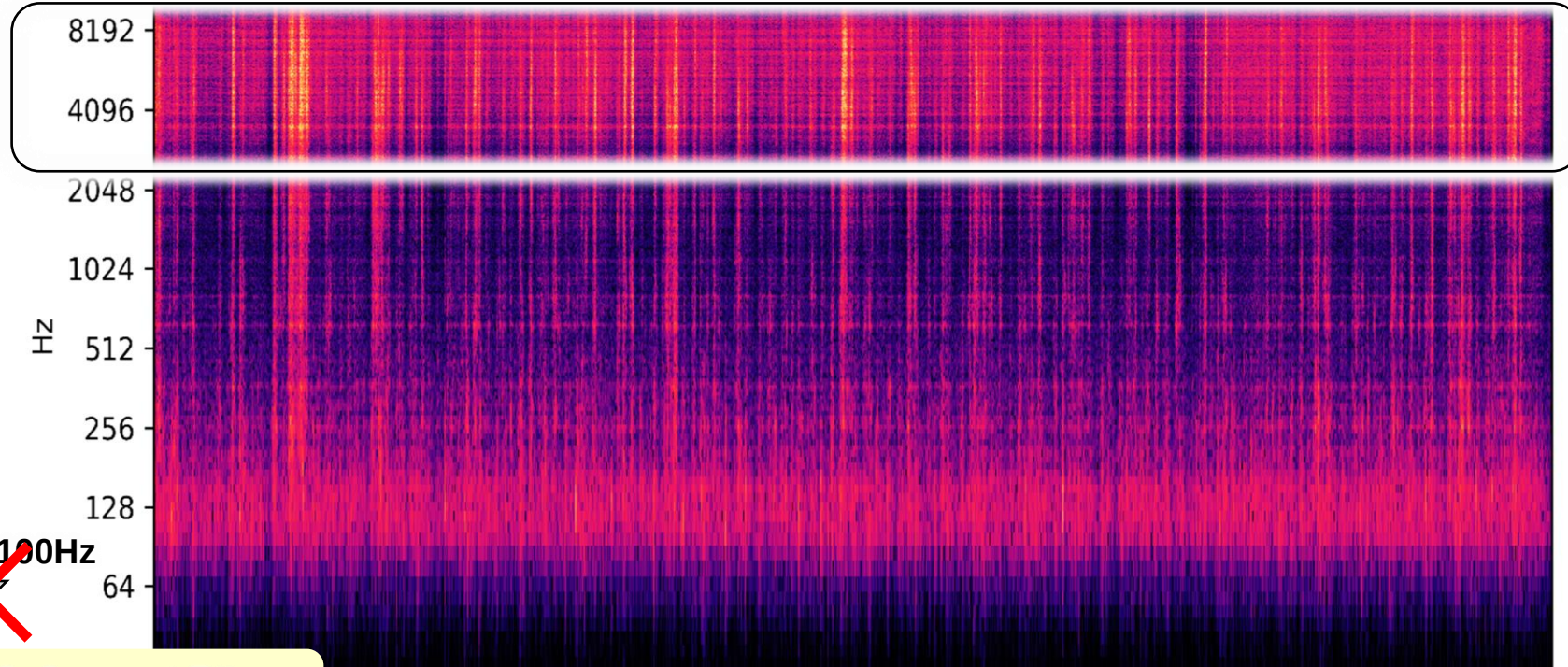
エアの漏れる音
(シュー)

可聴域

20kHz



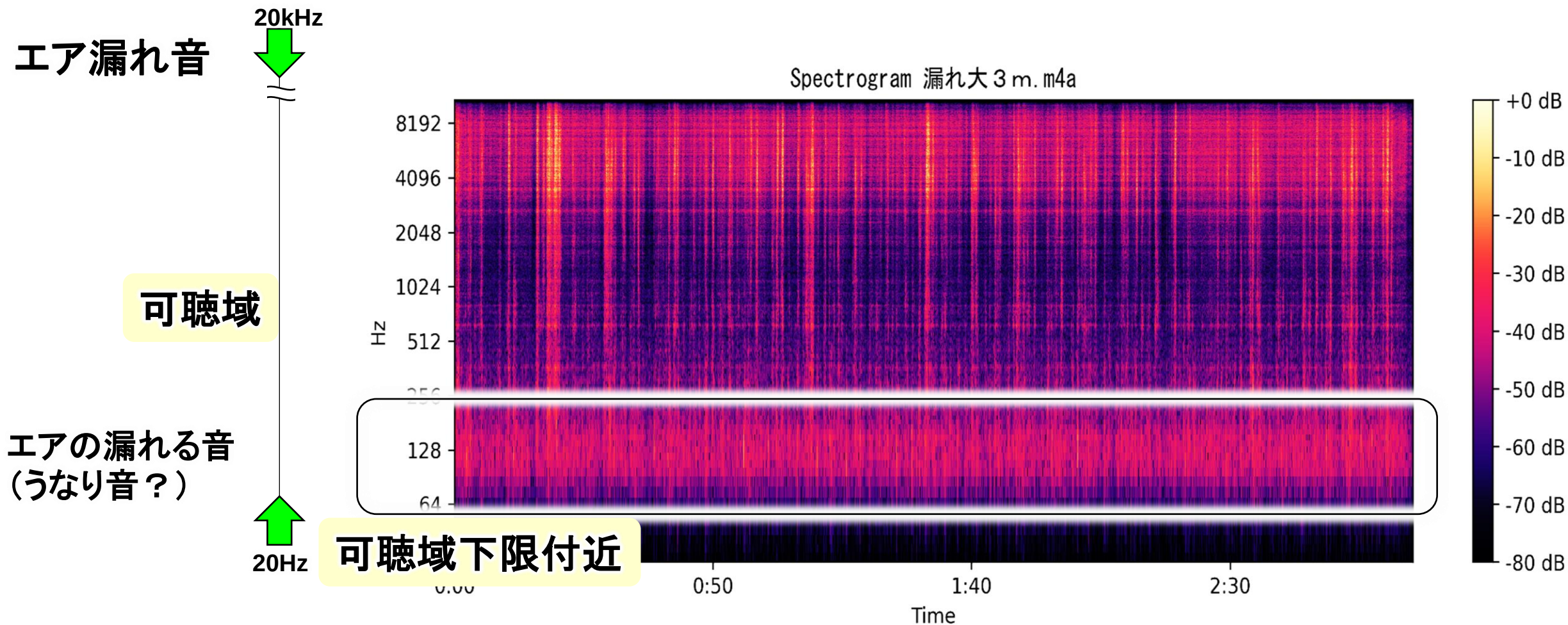
聴き取り難い



20Hz

聴き取り難い

「シュー」というよく聞くエア漏れ音は人の可聴域で良く聞こえる音の連続音



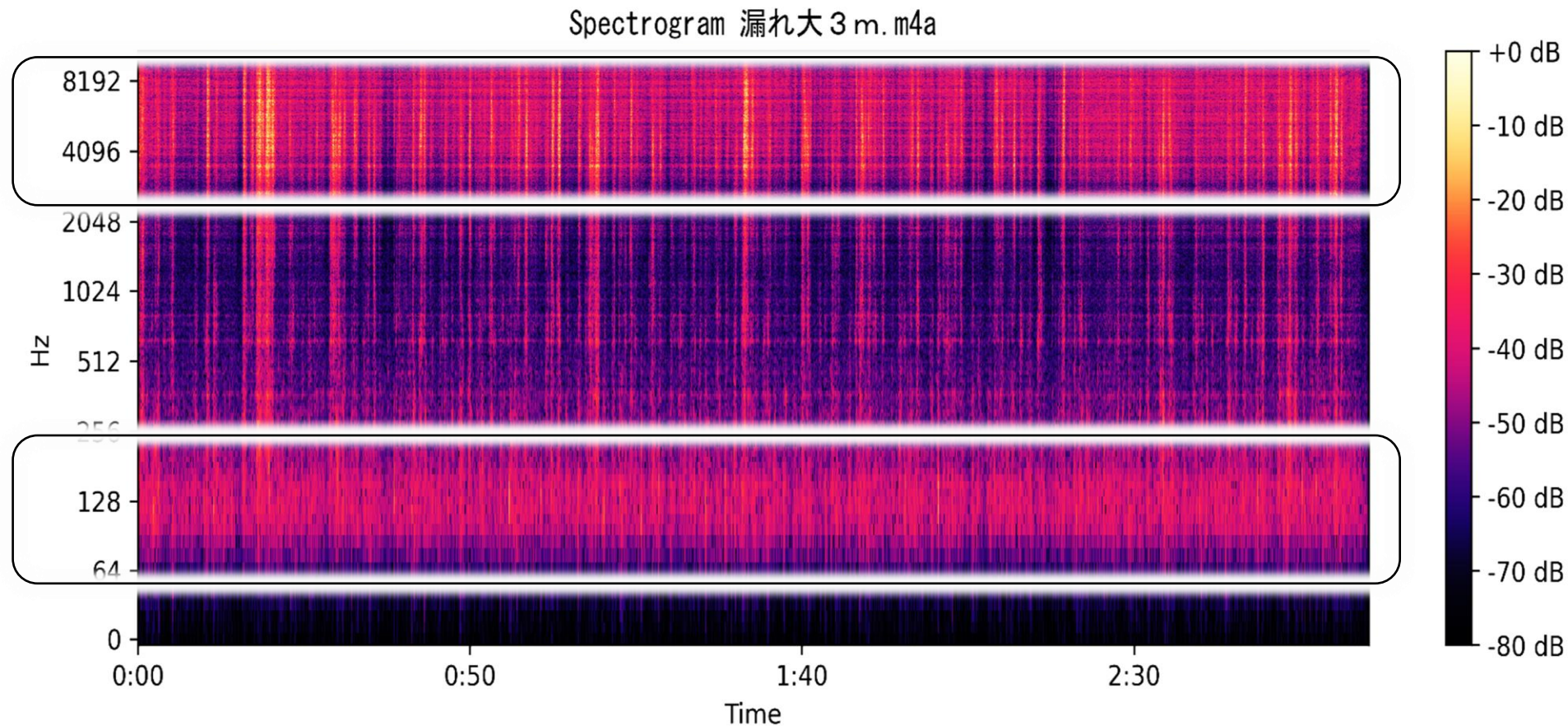
もう一つの特徴！人が聴き取り難い低周波数で、音の変化もあまりない連続音



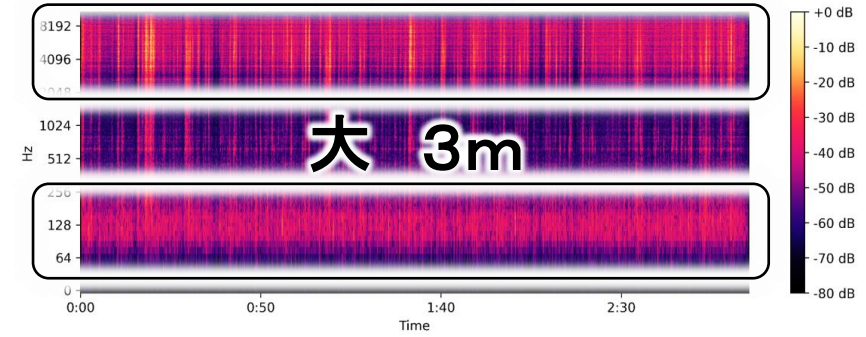
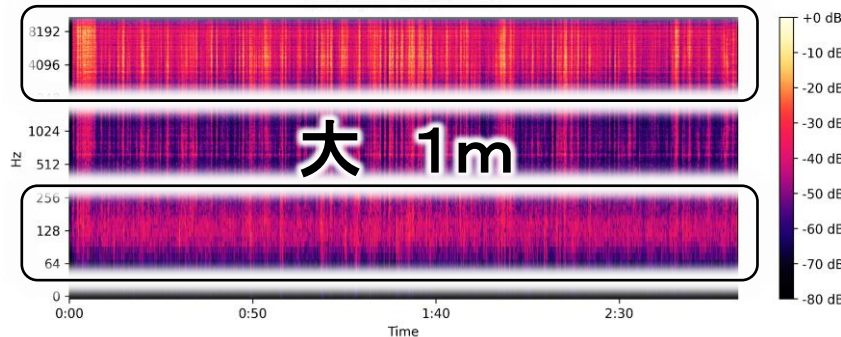
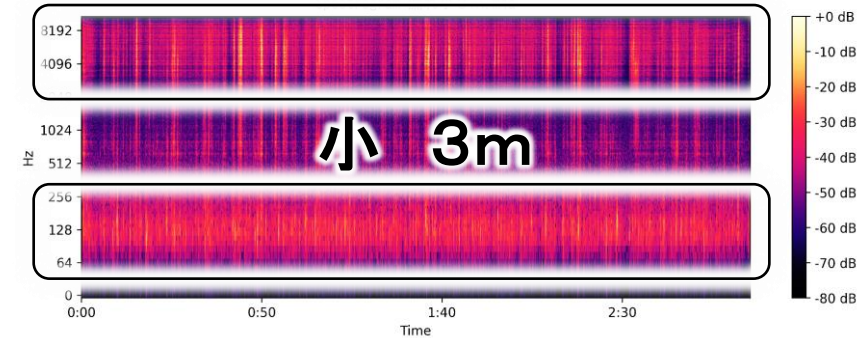
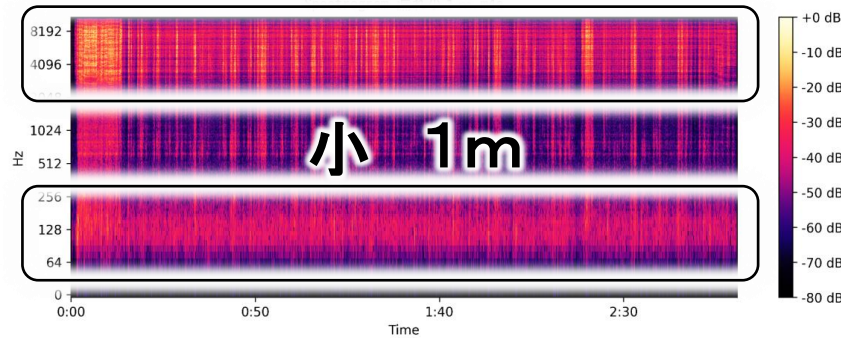
エア漏れ音

エアの漏れる音
(シュー)

エアの漏れる音
(うなり音?)



周波数が高い領域と周波数が低い領域の2つの領域が強く出る



漏れ音の大小の差 ⇒ 洩れ量が大きい方が高い周波数が多い

計測距離の遠近の差 ⇒ 遠い方が高い周波数の音が小さくなる

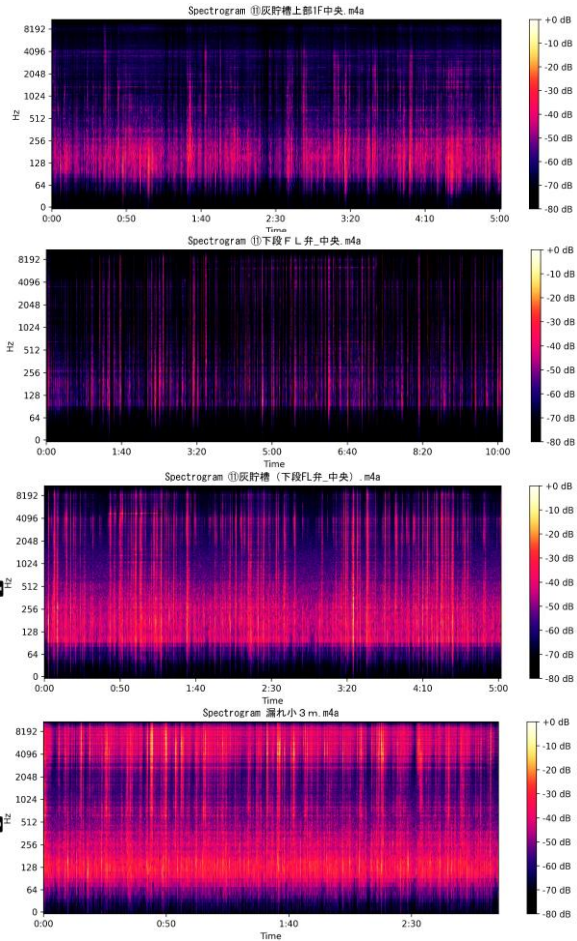
高低2つの周波数の特徴が出る距離なら異常音は検出できそう。



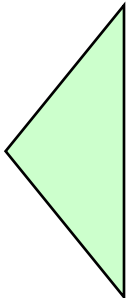
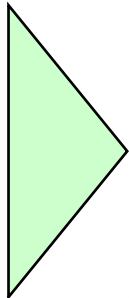
異常音の判定



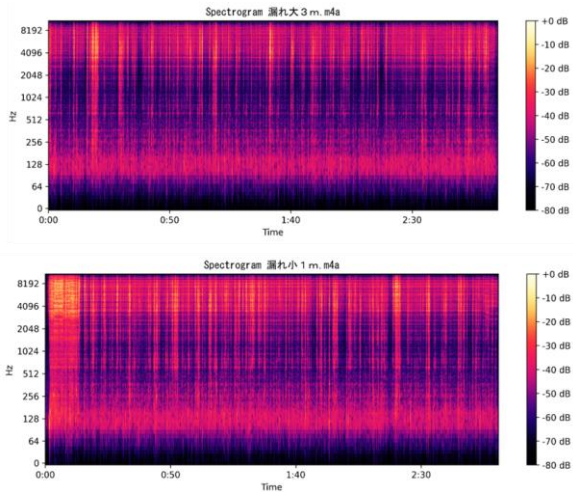
SPECTROGRAM(学習データ)



収集したデータ



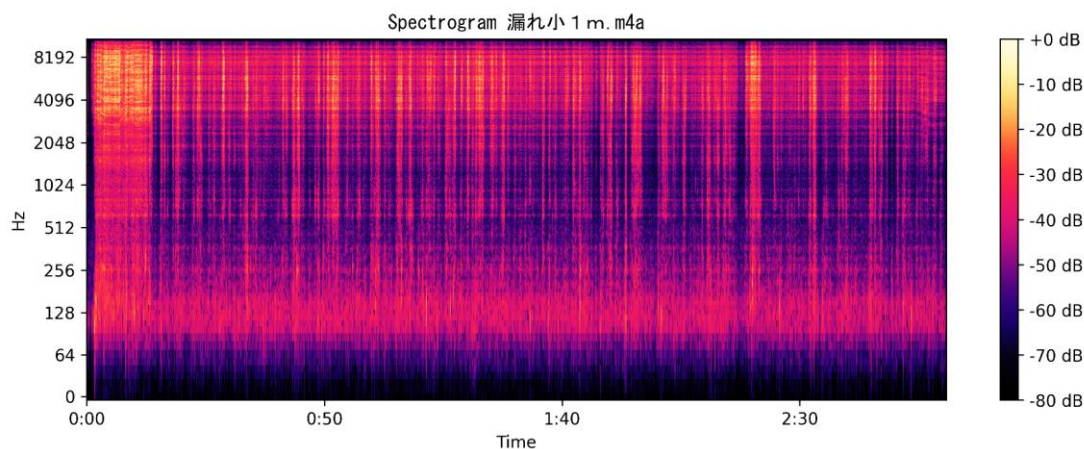
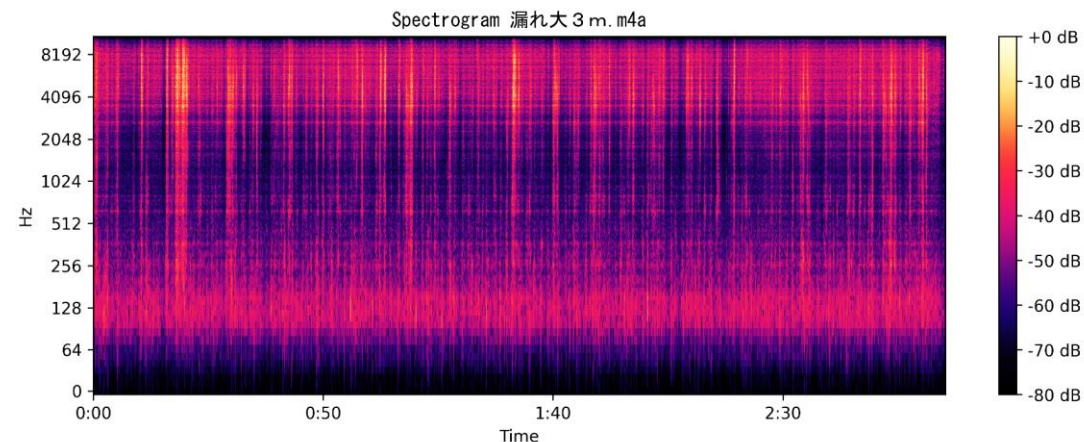
SPECTROGRAM (判定データ)



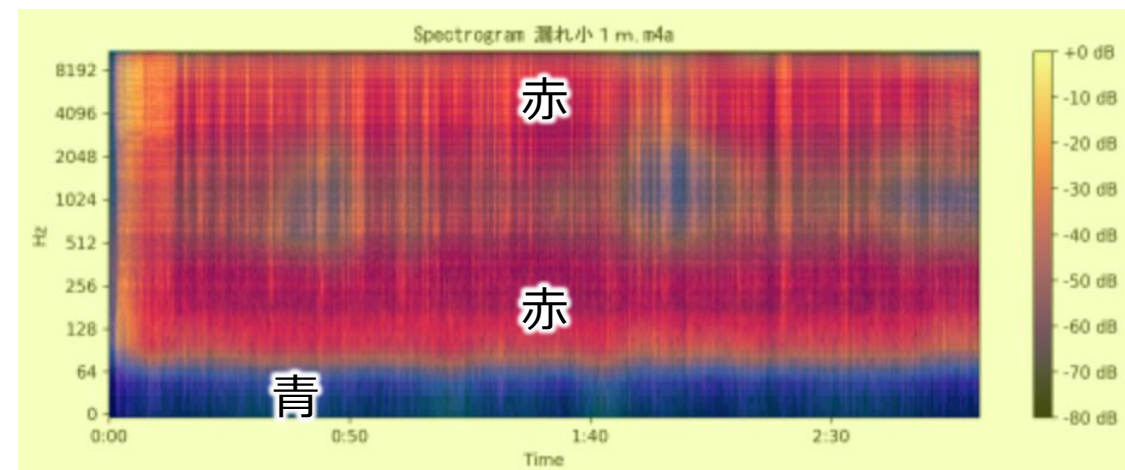
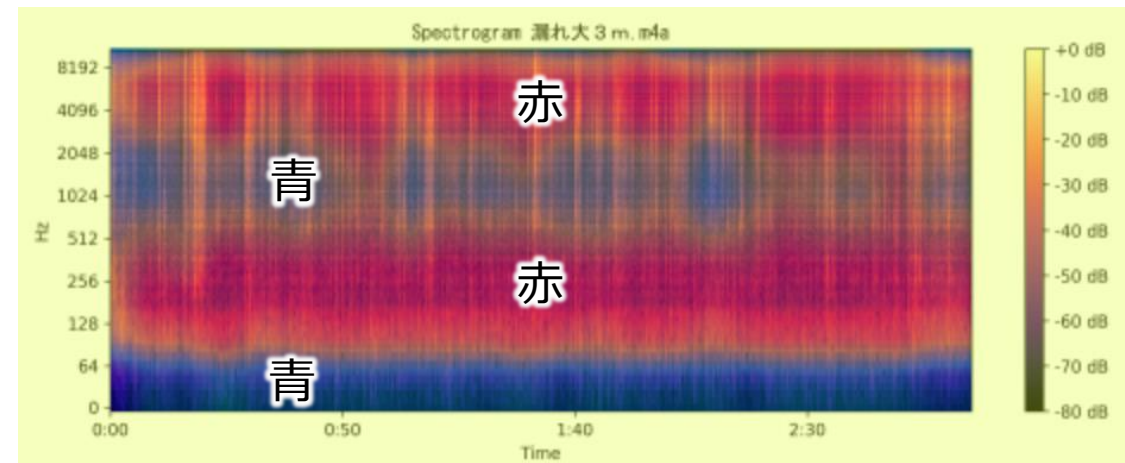
異常音の有り無しを判定



SPECTROGRAM(判定したいデータ)



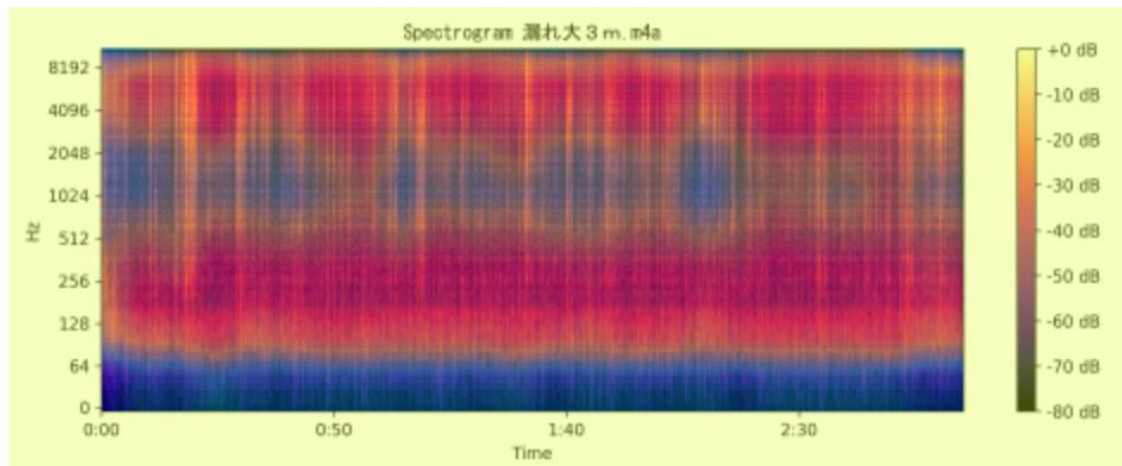
ヒートマップ



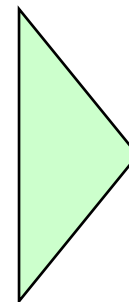
AIが注目した、赤や青の濃度や範囲から、異常の有り無しを判定



ヒートマップ



エア漏れ
有



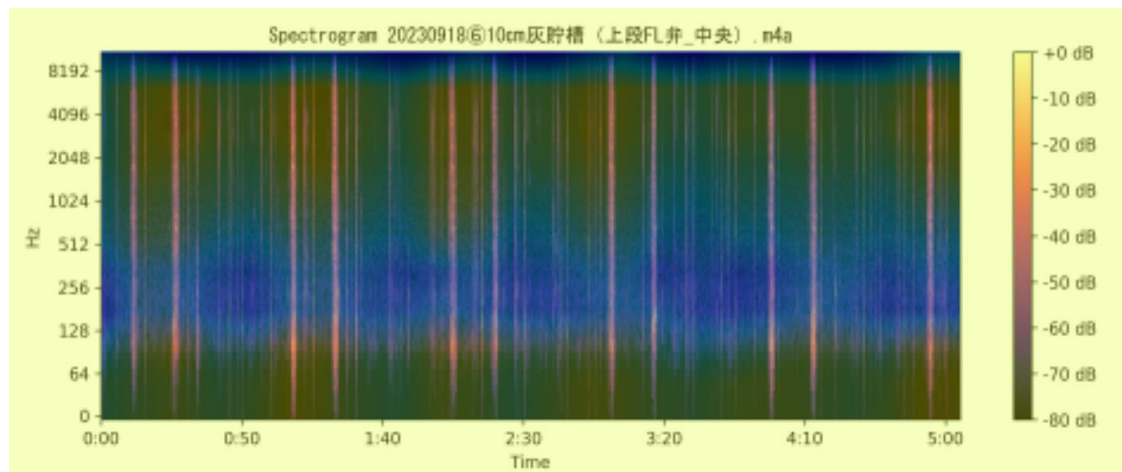
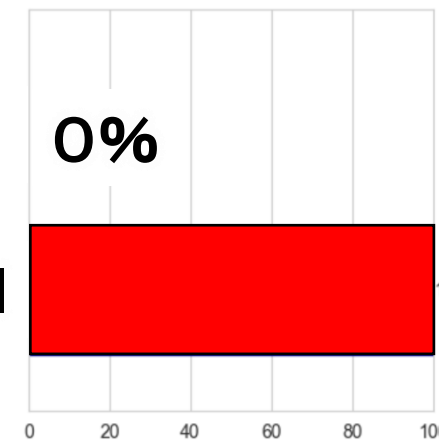
判定結果(判定確率)

NASHI

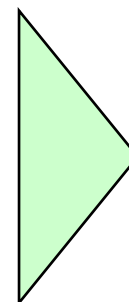
0%

ARI

100%



エア漏れ
無

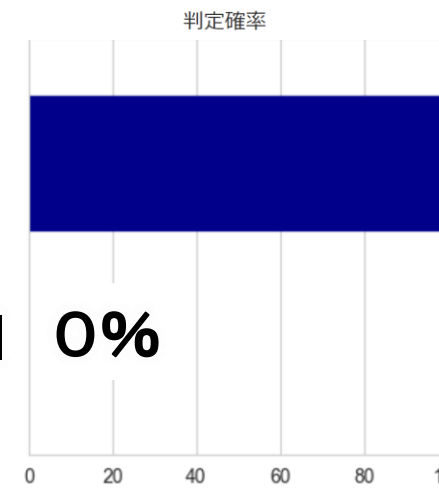


NASHI

100%

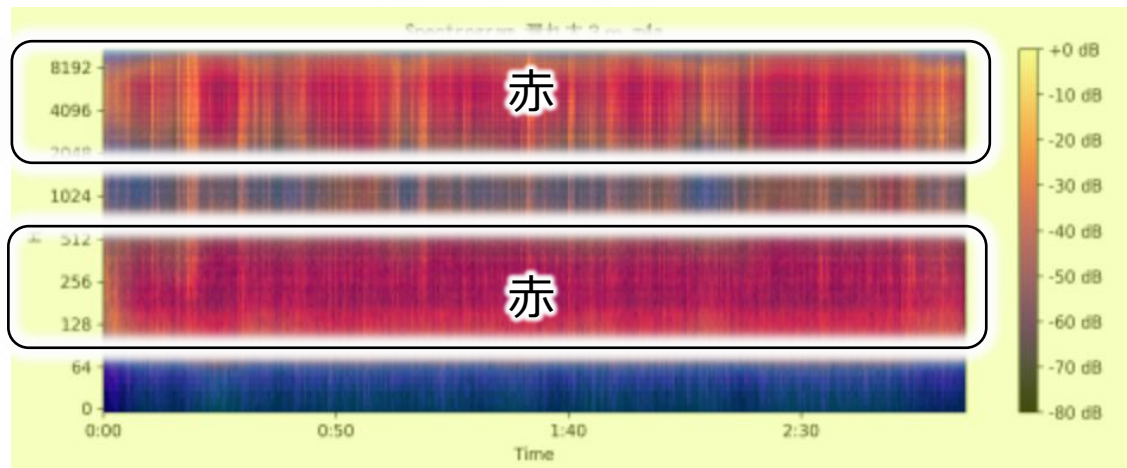
ARI

0%

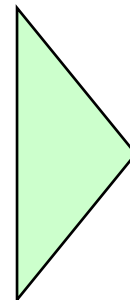




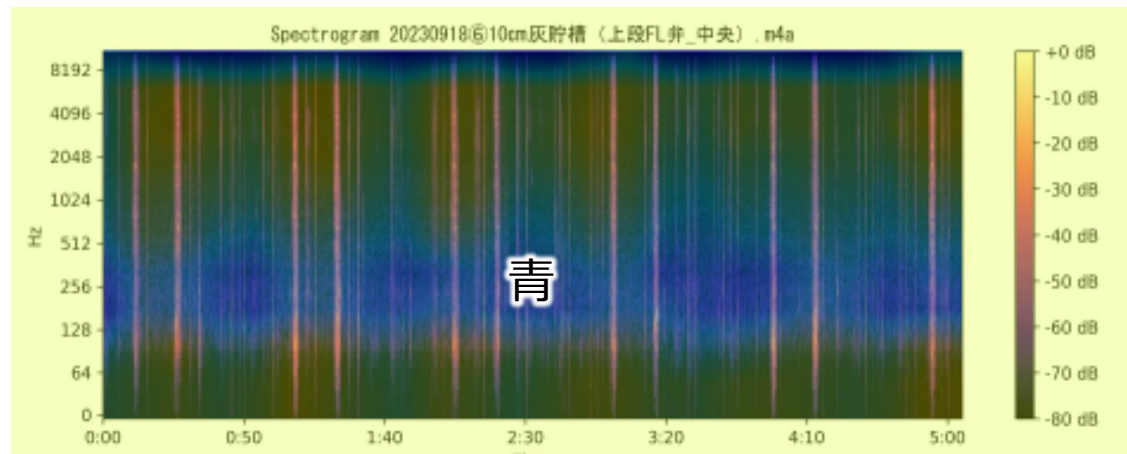
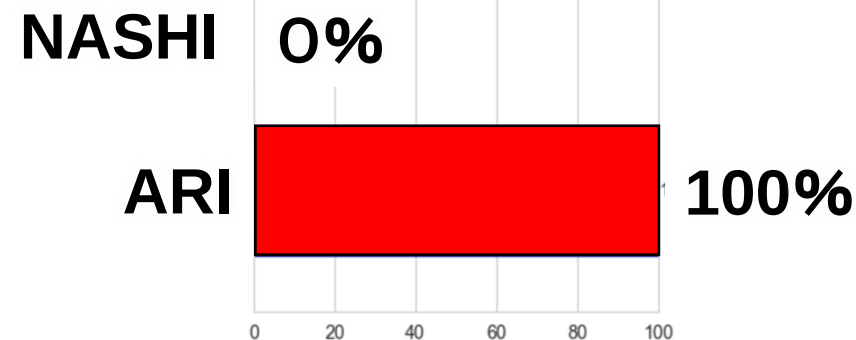
ヒートマップ



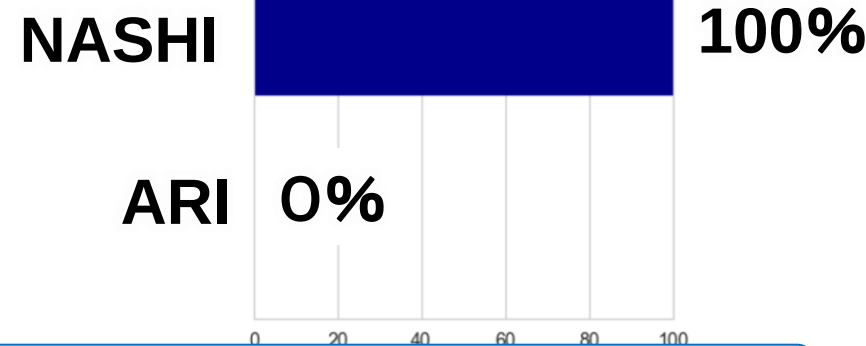
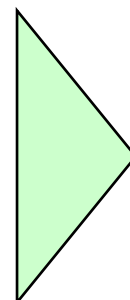
エア漏れ
有



判定結果(判定確率)



エア漏れ
無



今回の正答率は 60～100% → 学習データを増やせば精度向上見込み



活動成果

異音検出手法

高価なソリューションに頼らない異音検出の**基本的手法**を構築できた

✓ 音源の見える化

→ Pythonを利用した可視化プログラムの作成

✓ 可視化した音源の画像データからの**異音判定**

→ 環境音と異音（エア漏れ音）の特徴を捉えた判定

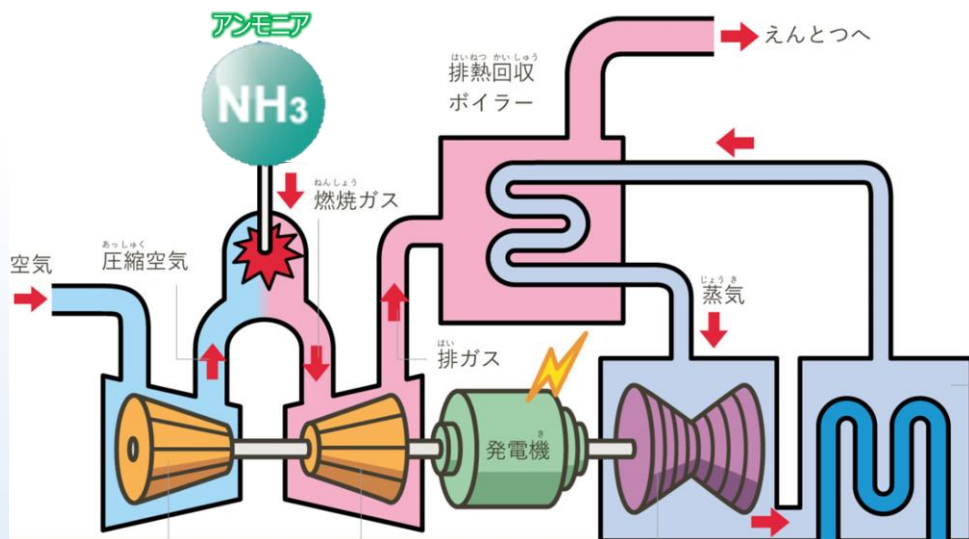
✓ 遠隔でのデータ取得と変換処理の確立

→ EDGE機器からネットを介したデータ転送とサーバーでの処理

今後の活動計画

アンモニア発電設備導入時の点検構想

＜CN化に向けてアンモニア発電設備を計画中＞



＜建設時に点検無人化を計画に織り込む＞

- ・ロボット/ドローンの組み込み
- ・カメラ/センサー/マイクを駆使したIoT化 等

TO-BE（将来のありたい姿）



“点検作業の無人化” へ向けた 目途をたてることができた！





✓ 解析技術の深化と水平展開

- 適用範囲拡大
- 解析精度向上のための学習データ拡充

✓ AI開発・運用の**技術者育成**

- 現場の実務者が自分たちで 開発・運用できる教育と環境作り

✓ 機器選定のシンプル化 と 設備投資の低コスト化

- 既存機器を適用した安価なシステム作りと改善の取り組み継続
- パートナー企業様との共創関係強化による 低コスト化の実現



素晴らしい仲間たちとの出会いに感謝！！



数多くの パートナー企業様との **共創関係** を築くことができました
そして、現場の最前線の方々に **支えられている** ことに 感謝！！





ご清聴ありがとうございました