

IoTを活用した設備監視サービス確立に 向けた故障診断解析技術

平成30年11月27日

株式会社関電工
戦略技術開発本部

宮本 裕介

目 次

1. はじめに
2. ターゲットの選定
3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み
4. まとめ
5. 今後の展開

1. はじめに

経済財政諮問会議・未来投資会議合同会議（2018年6月15日）

経済財政運営と改革の基本方針2018（一部抜粋）

第4次産業革命の社会実装により、日本の強み（技術力、人材、豊富なリアルデータ、資金）を最大活用して、誰もが活躍でき、様々な人口減少・高齢化、エネルギー・環境制約などの社会課題を解決できる、日本ならではの持続可能でインクルーシブな経済社会システムである「Society 5.0」を実現する。



Society 5.0で何が変わるか

■ 「生活」「産業」が変わる

- ✓ 自動化：移動・物流革命による人手不足・移動弱者の解消
- ✓ 遠隔・リアルタイム化：地理的・時間的制約の克服による新サービス創出

■ 経済活動の「糧」が変わる

21世紀のデータ駆動型社会では、経済活動の最も重要な「糧」は「リアルデータ」。これまで世の中に分散し眠っていたリアルデータを一気に収集・分析・活用（ビッグデータ化）することで、個別ニーズにきめ細かく対応できる商品やサービスの提供が可能となる。このリアルデータの利活用基盤を世界に先駆けて整備すれば、日本が新デジタル革命時代のフロントランナーとなることができる。

Society 5.0で何が変わるか

■ 「行政」「インフラ」が変わる

旧態依然としたアナログ行政から決別し、行政のあらゆるサービスを原則としてデジタルで完結させることで（「紙」から「データ」へ）、国民や企業が直面する時間・手間やコストを大幅に軽減する。港湾、空港、道路、上下水道などのインフラ管理においても、民間活力（PPP／PFI等）や技術革新の徹底活用を図り、設置・メンテナンスコストの劇的な改善とインフラの質の抜本的な向上が実現する。

■ 「人材」が変わる

人間がこれまで行ってきた単純作業や反復継続的な作業は、AI、ロボット等が肩代わりし、3K現場は激減する。多様なリカレント教育と、デジタル技術を活用した個別化学習、遠隔教育などを通じ、あらゆる人々に、やりがいや、よりキャリアアップした仕事を選択するチャンスが与えられる。

1. はじめに

Society 5.0で何が変わるか

これまでの情報社会(4.0)



Society 5.0



内閣府作成) http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

1. はじめに

Connected Industriesの考え方 2017年10月2日

～我が国産業が目指す姿（コンセプト）～

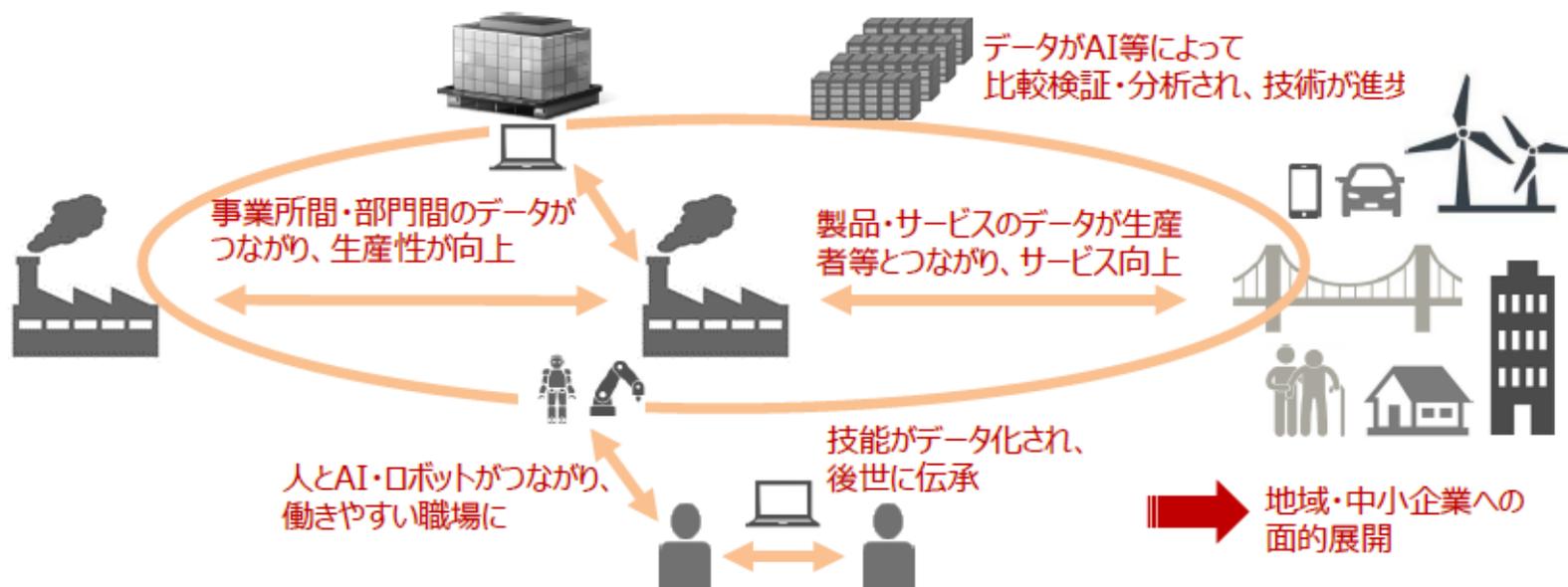
従来 事業所・工場、技術・技能等の電子データ化は進んでいるが、それぞれバラバラに管理され、連携していない

**産学官における
議論喚起・検討**

モビリティ、ものづくり、バイオ・素材、プラント保安、スマートライフなど分野別の取組
データ利活用、標準化、IT人材、サイバーセキュリティ、AI開発など横断的な取組

将来 データがつながり、有効活用されることにより、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じた課題解決へ

「Connected Industries」は、Made in Japan、産業用ロボット、カイゼン等続く、日本の新たな強みに



1. はじめに

「自動走行・モビリティサービス」

- データ協調の在り方を早急に整理
- AI開発・人材育成の強化
- 物流等も含むモビリティサービスやEV化の将来像を見据えた取組

「ものづくり・ロボティクス」

- データ形式等の国際標準化
- サイバーセキュリティ・人材育成等の協調領域での企業間連携の強化
- 中小企業向けのIoTツール等の基盤整備

「バイオ・素材」

- 協調領域におけるデータ連携の実現
- 実用化に向けたAI技術プラットフォームの構築
- 社会的受容性の確保

本日のターゲット

「プラント・インフラ保安」

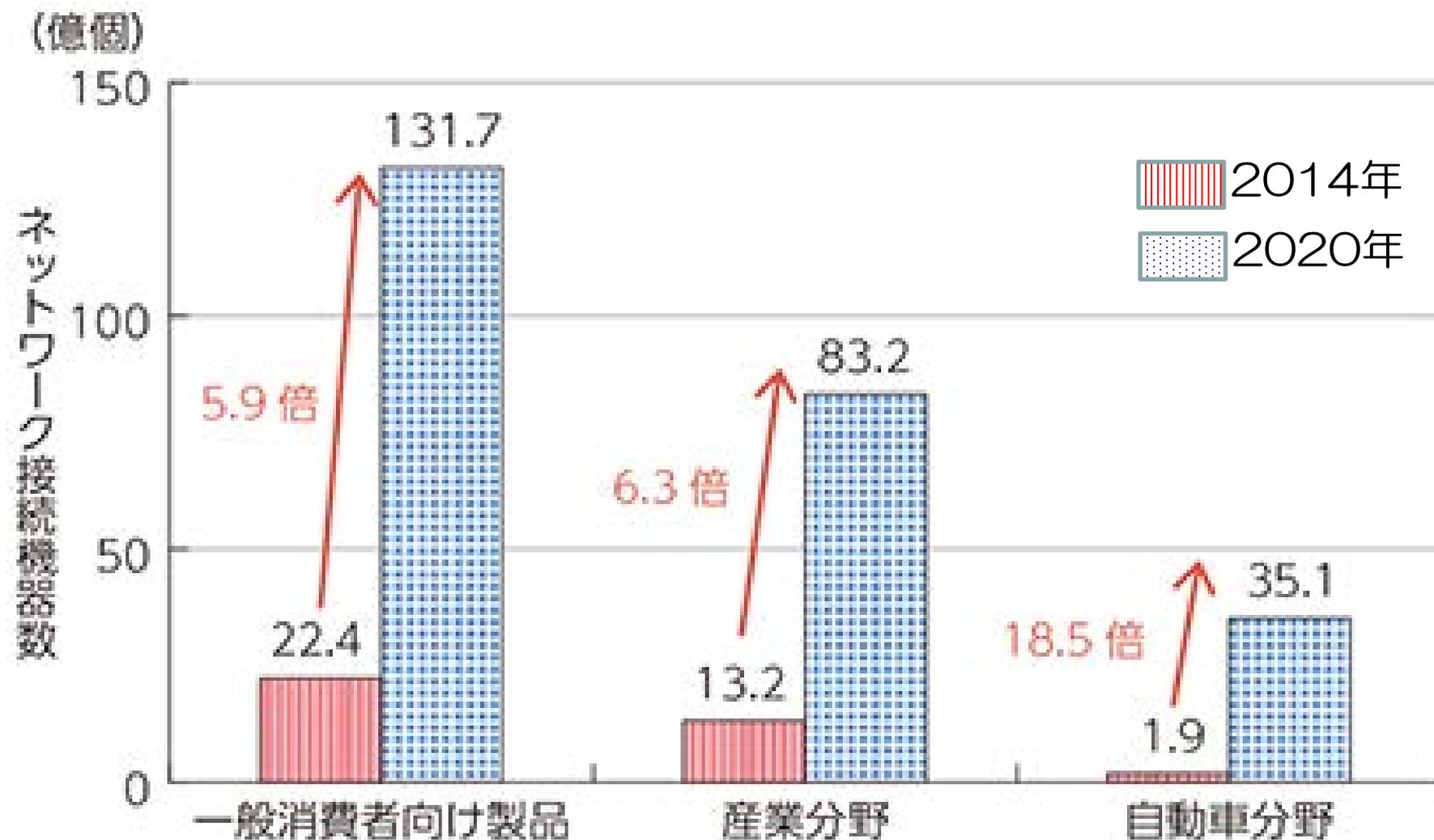
- IoTを活用した自主保安技術の向上
- 企業間のデータ協調に向けたガイドライン等の整備
- さらなる規制制度改革の推進

「スマートライフ」

- ニーズの掘り起こし、サービスの具体化
- 企業間アライアンスによるデータ連携
- データの利活用に係るルール整備



IoT化の現状と目標



1. はじめに

ディープラーニング（人工知能：AI）

2016年3月
アルファ碁がイ・セドル九段に勝利
（4勝1敗）



<https://matome.naver.jp/odai/2145786064020953701>

2017年10月
囲碁のルールのみを教えて自己学習を行う
アルファ碁ゼロを開発
⇒70時間で超人的な強さに
（アルファ碁に100-0で勝利）

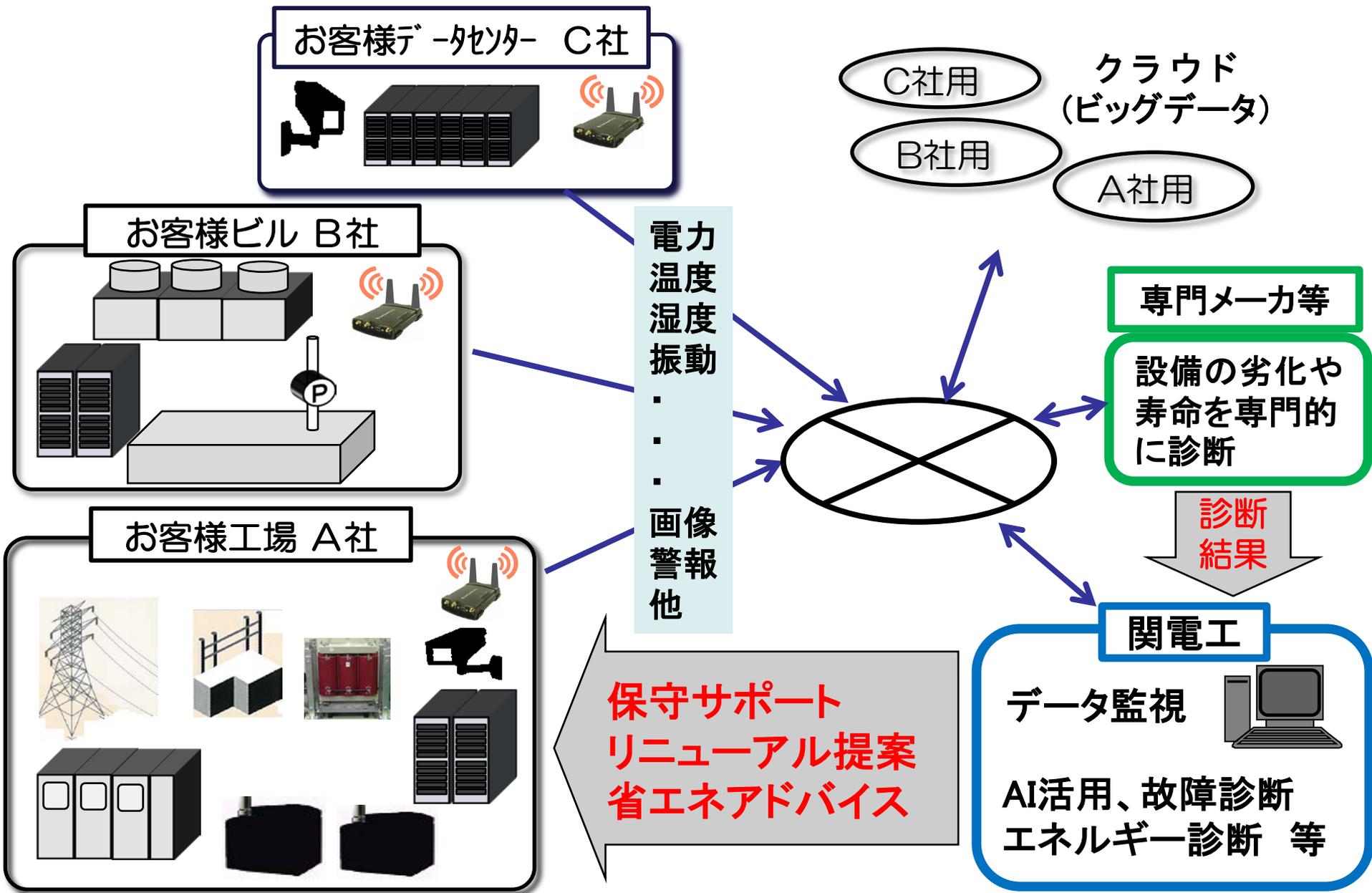


70 hours

AlphaGo Zero plays at super-human level.
The game is disciplined and involves
multiple challenges across the board.

<https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/>

1. はじめに



2. ターゲットの選定

ターゲット設備の選定



空調機械設備
(駆動部あり)

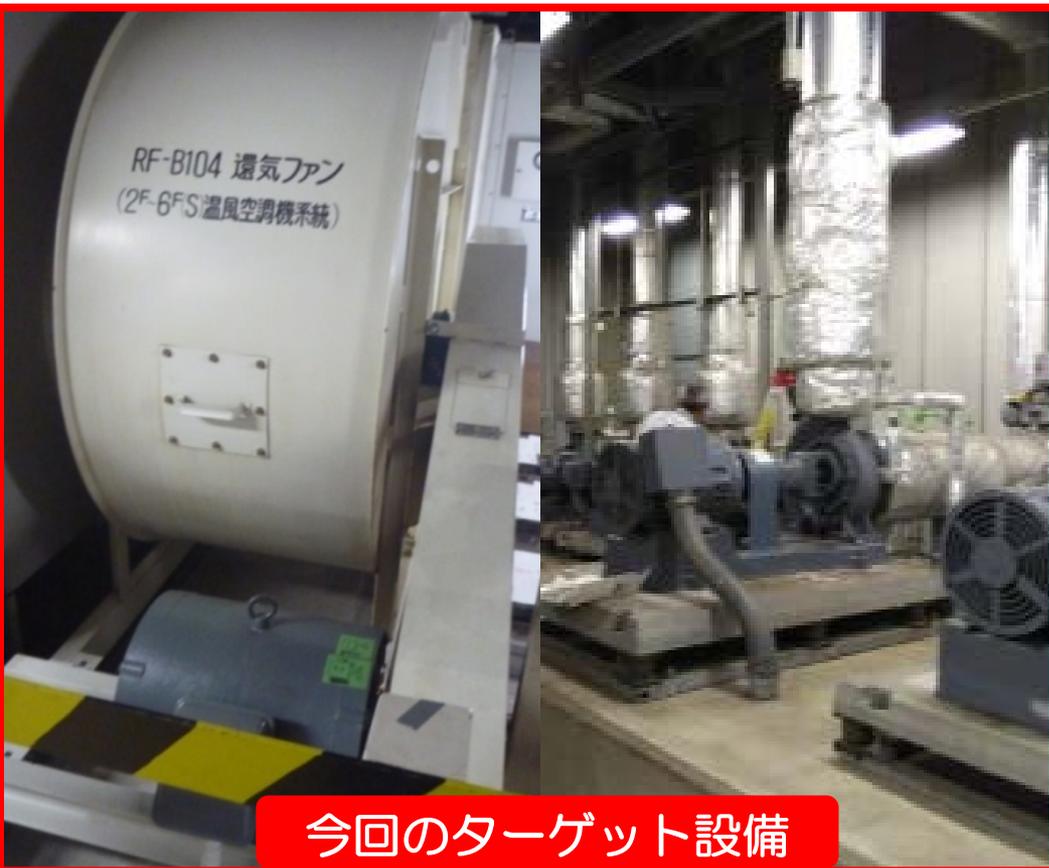


電気設備
(駆動部なし)

電気設備に関する設備診断事例

2. ターゲットの選定

ターゲット設備の選定



空調機械設備
(駆動部あり)

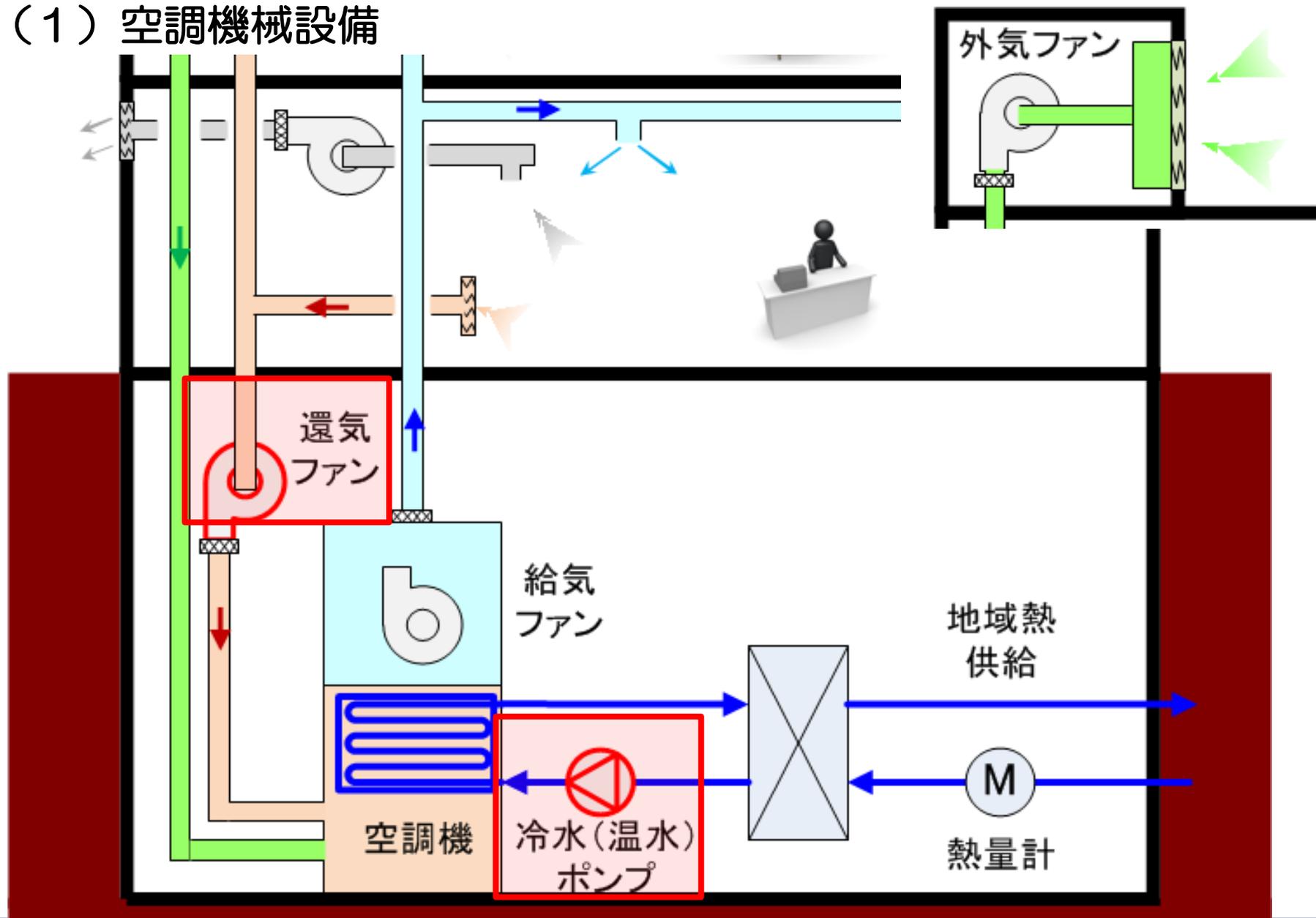


電気設備
(駆動部なし)

駆動部を有する空調機械設備を第1ターゲットとして選定

3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(1) 空調機械設備



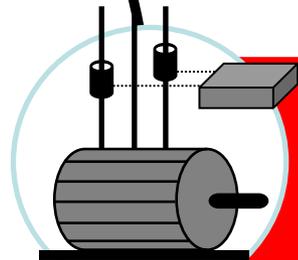
3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(2) 診断の流れ



1. 初期診断

ポータブル機器を用いた診断



2. 継続的なデータ収集による診断

低価格常時モニタリングシステムによる診断



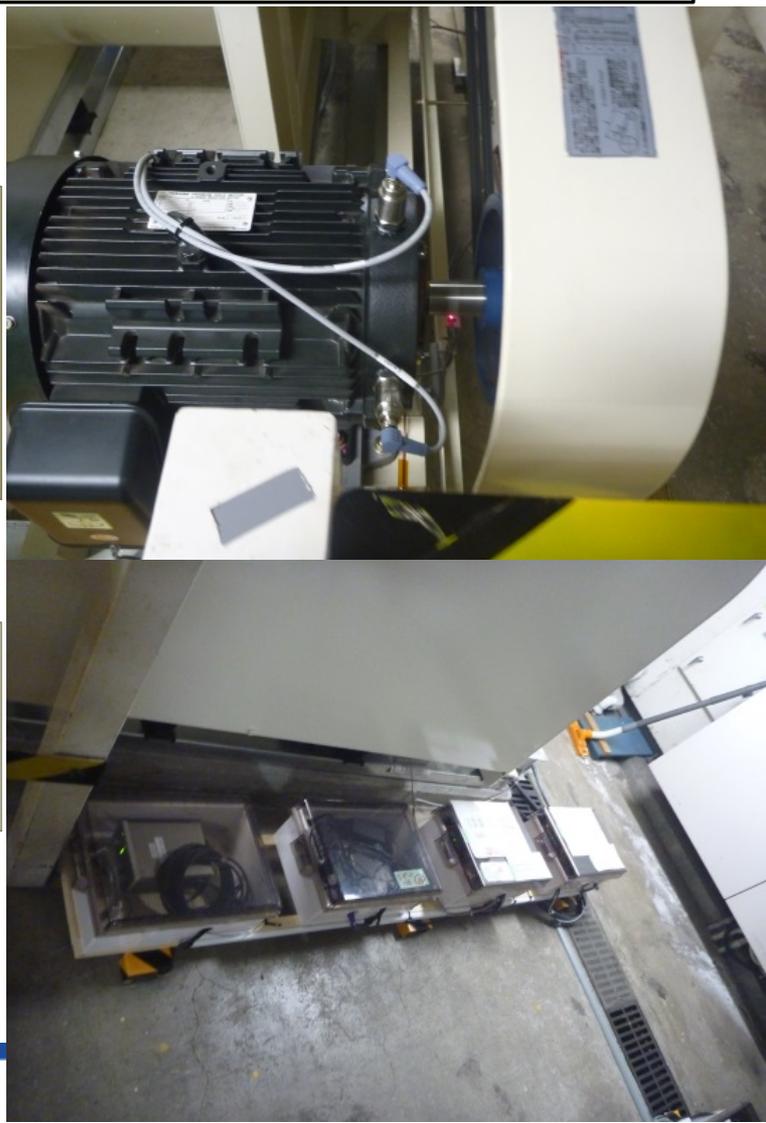
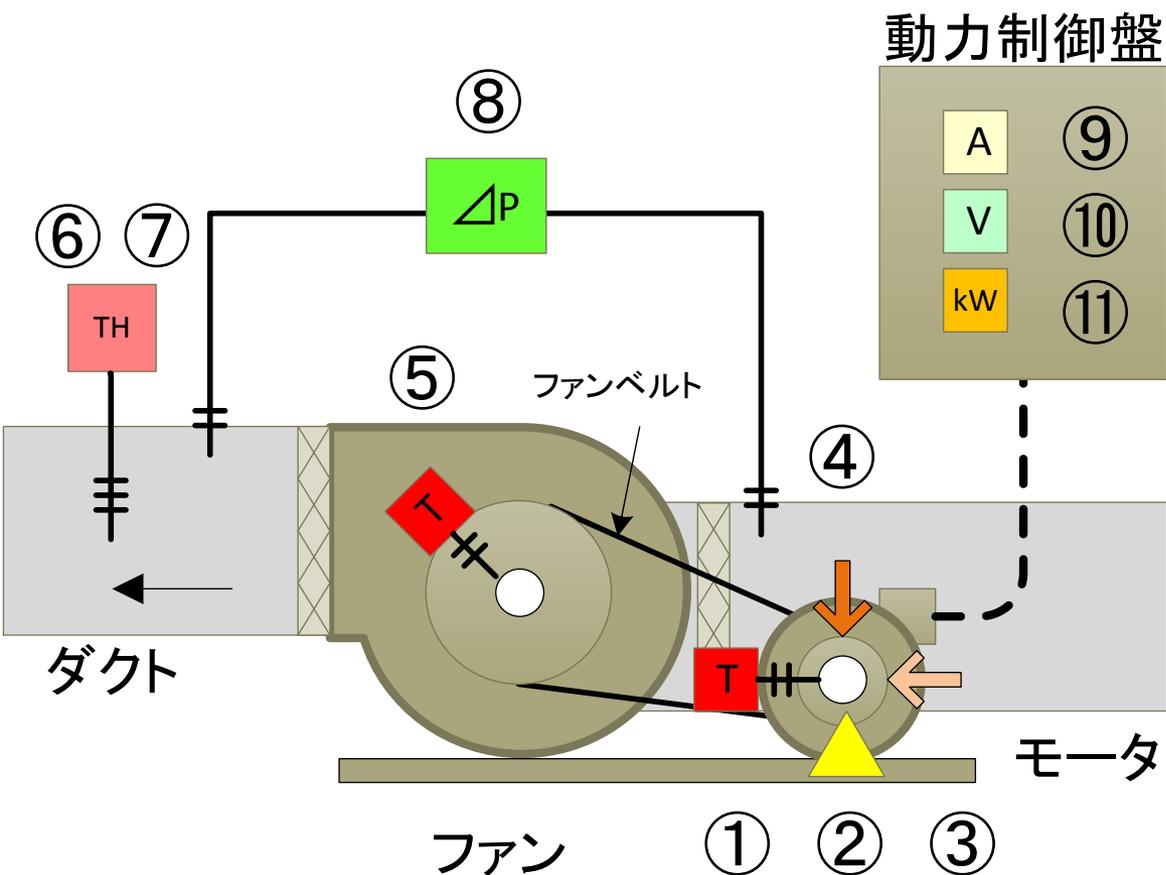
3. 運用診断

運用データを用いたエネルギー計測・診断 等

3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(3) 空調機械設備診断方法 (AHU部位別計測)

- | | | | |
|--------|----------|-----------|--------|
| ①軸受温度 | ③軸受振動速度 | ⑤ファン軸受温度 | ⑧ダクト差圧 |
| ②主軸回転数 | ④軸受振動加速度 | ⑥,⑦ダクト温湿度 | ⑨モータ電力 |

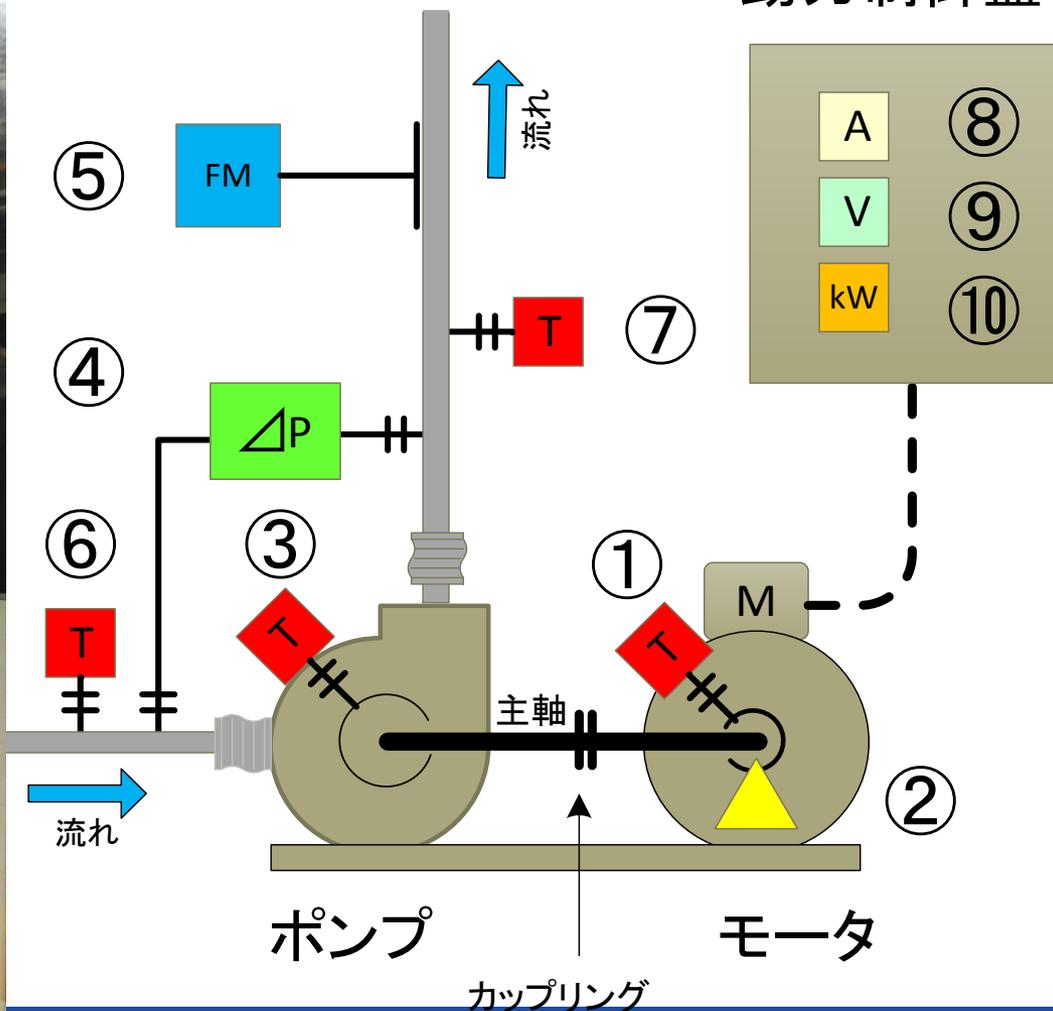


3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(4) 空調機械設備診断方法（ポンプ部位別計測）

- ①軸受温度
- ②主軸回転数
- ③ポンプ軸受温度
- ④ポンプ前後差圧
- ⑤ポンプ流量
- ⑥ポンプ入口水温
- ⑦ポンプ出口水温
- ⑧モーター電力

動力制御盤

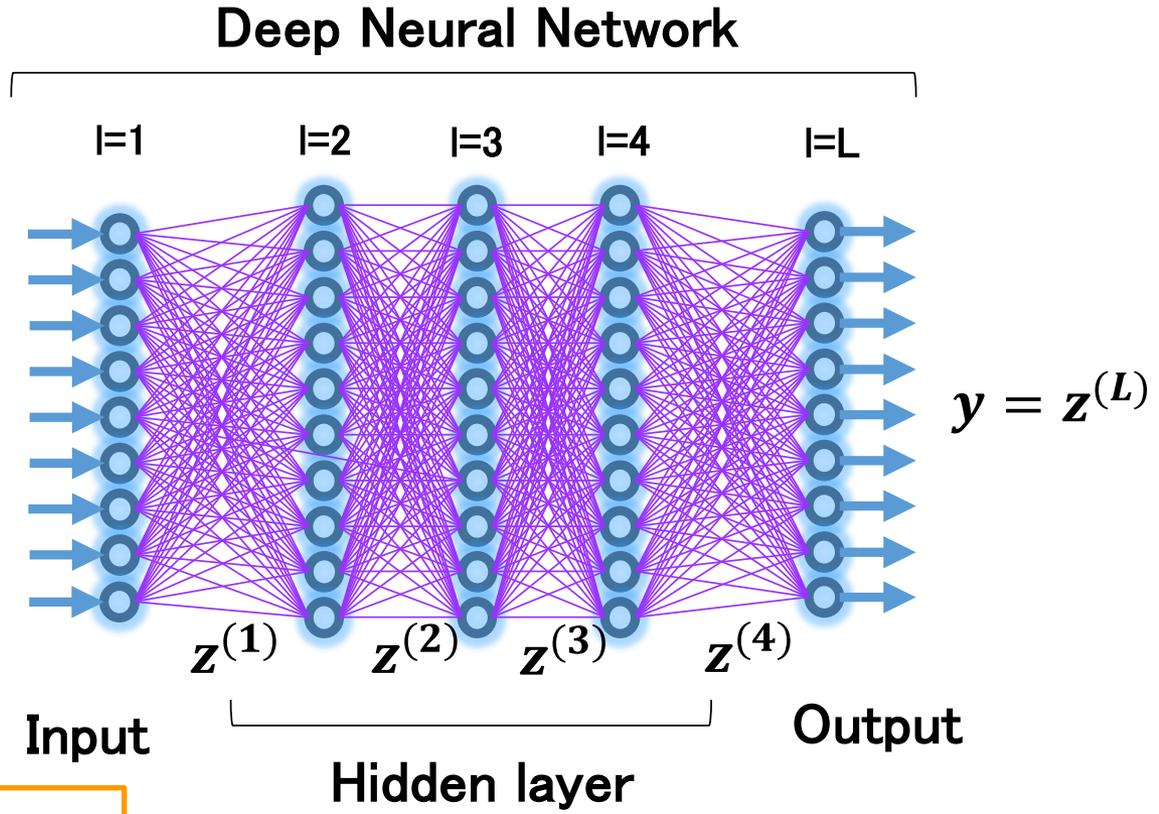
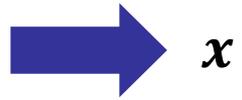


3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(5) ディープラーニングを用いた故障予知診断（一乖離度判別方式）

「正常状態からの乖離度 ω 」を以下のように定義し、時刻毎に多変量分析を実施し、乖離度を算出。

- ①モータ軸受温度
- ②主軸回転数
- ③軸受振動速度
- ④軸受振動加速度
- ⑤ファン軸受温度
- ⑥ダクト温度
- ⑦ダクト湿度
- ⑧ダクト差圧
- ⑨モータ電力



$$\omega(t) = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 (y_i(t) - x_i(t))^2$$

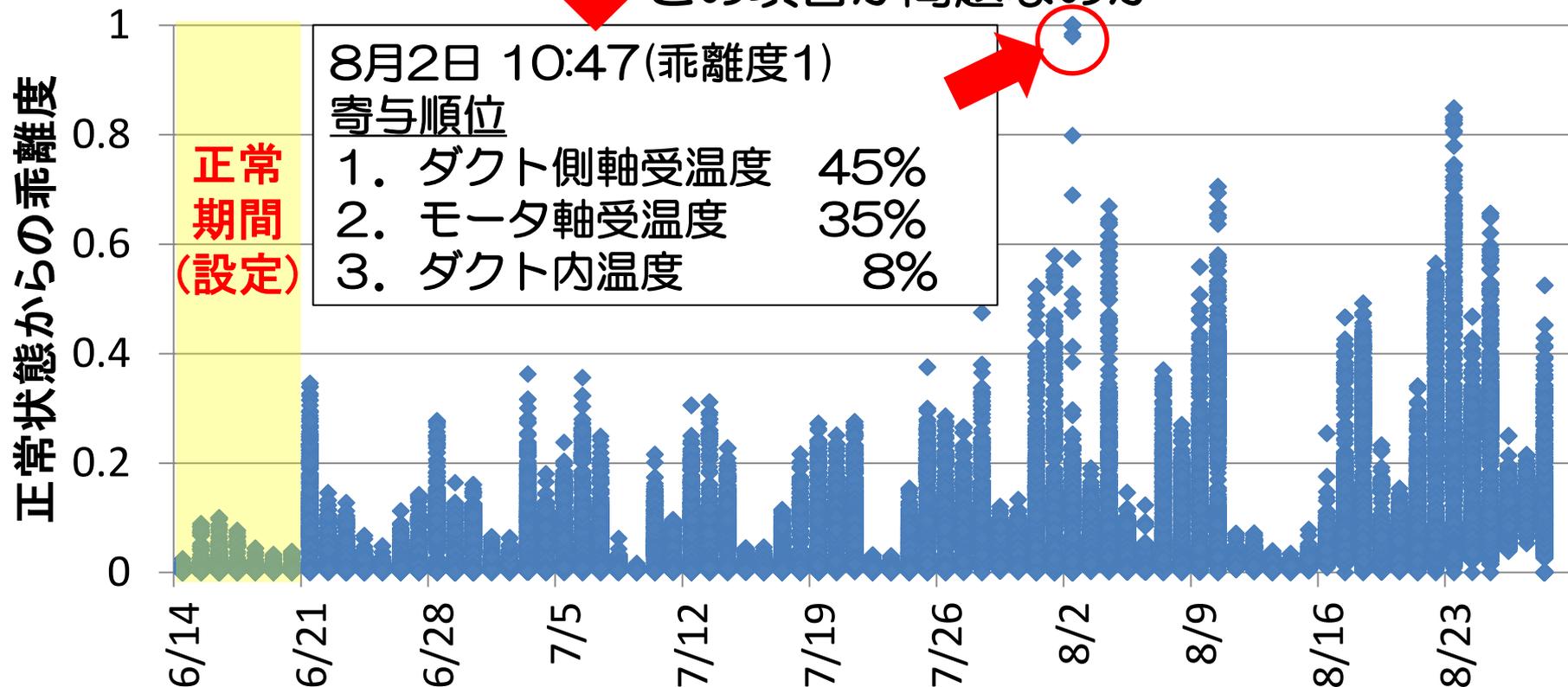
乖離度は、入出力の平均二乗誤差で定義

3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(6) 空調機械設備診断分析結果

$$\omega(t) = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \underbrace{(y_i(t) - x_i(t))^2}$$

↓ どの項目が問題なのか

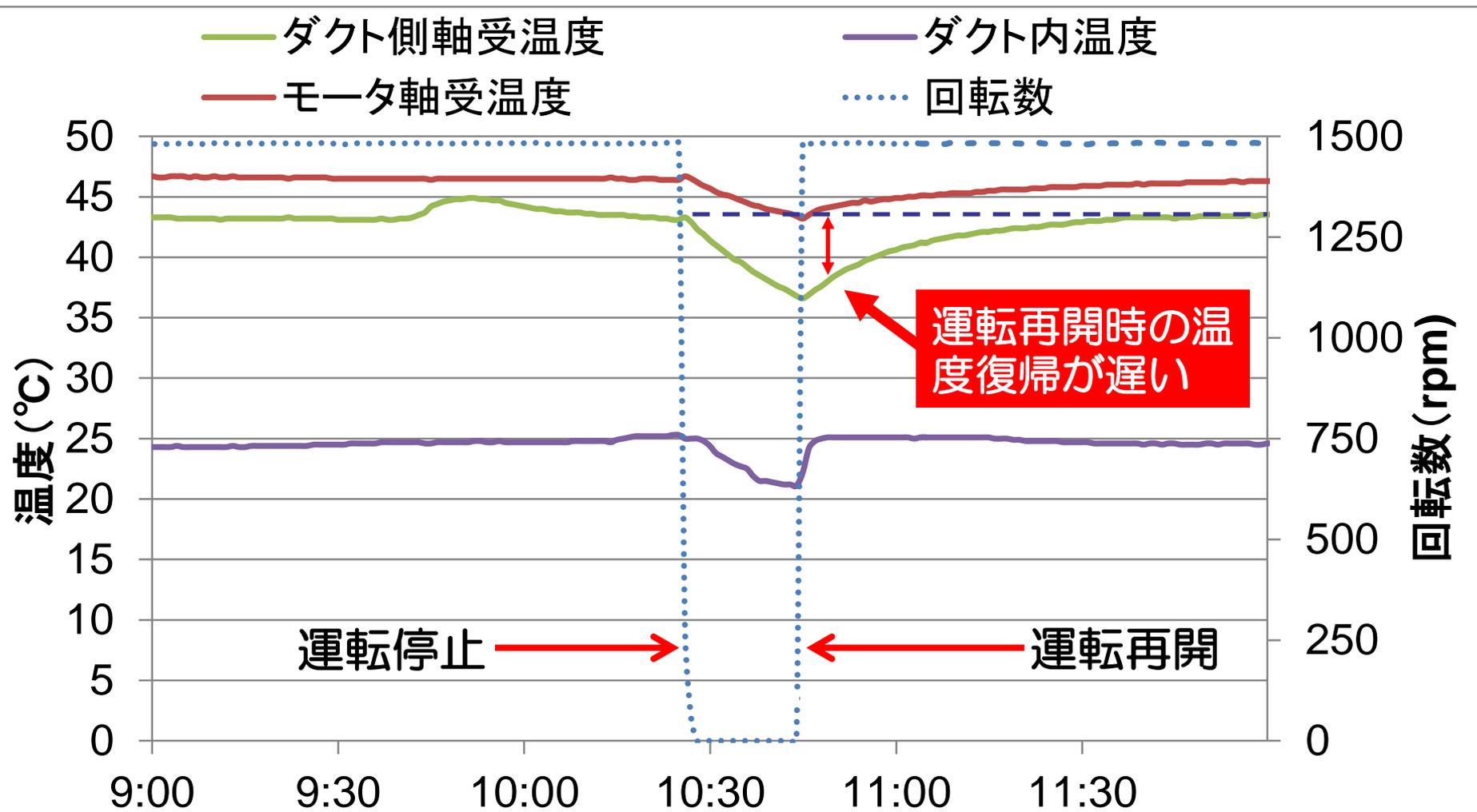


ディープラーニングを用いて正常状態からの乖離度を分析することにより、状態変化を検出することが可能。

3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(7) 空調機械設備診断分析結果 (8月2日 10:47前後詳細データ)

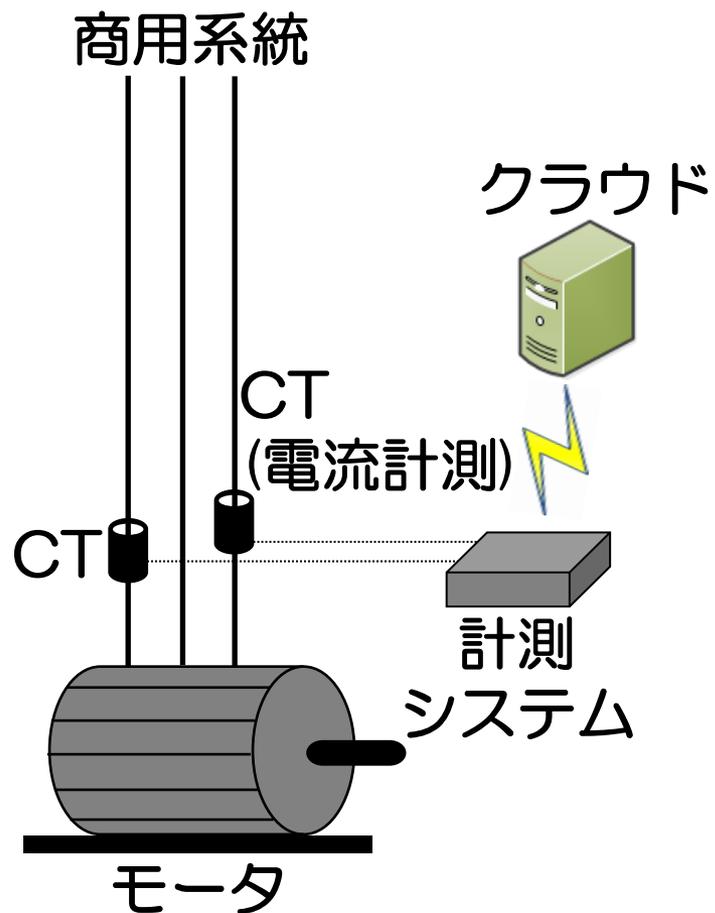
複数項目の状態を分析することで乖離値を算出可能
(以後、正常状態と設定することも可能)



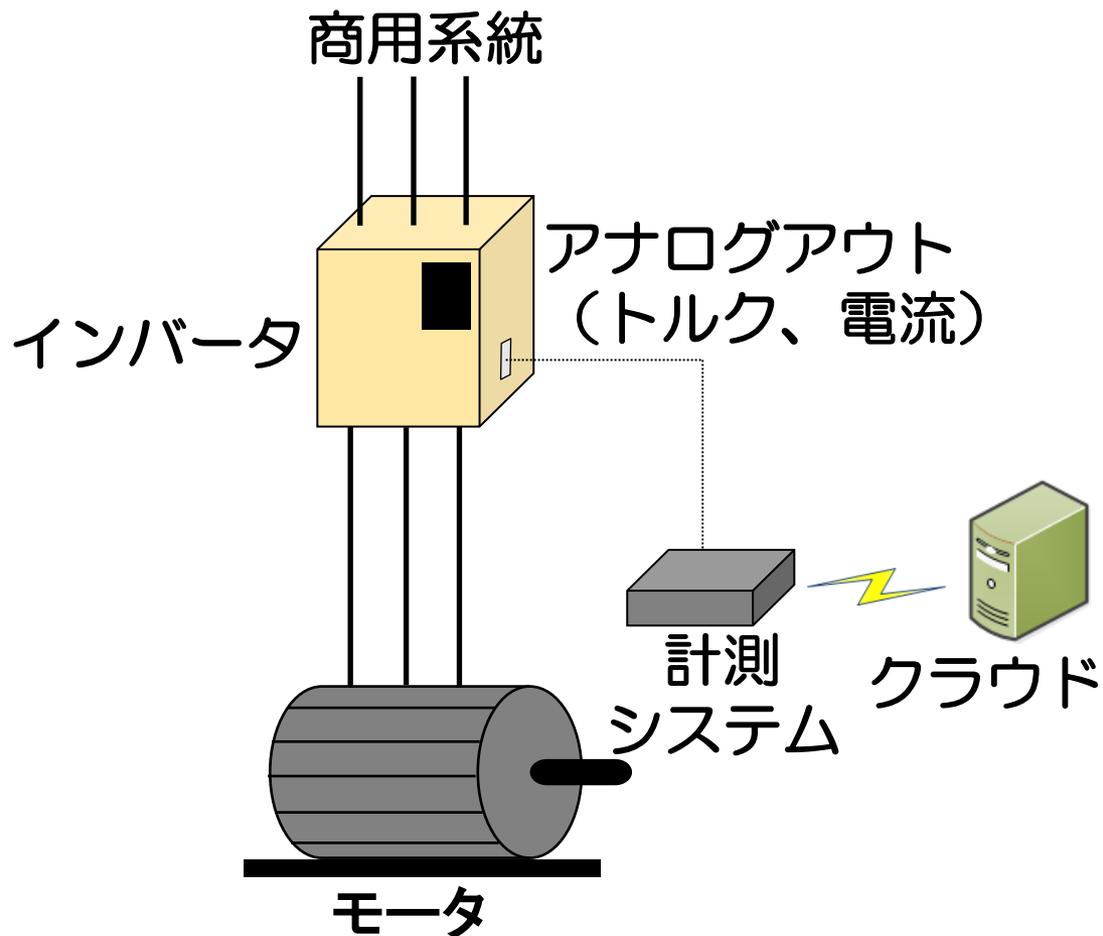
3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(9) 診断システムの低コスト化

① インバータなし

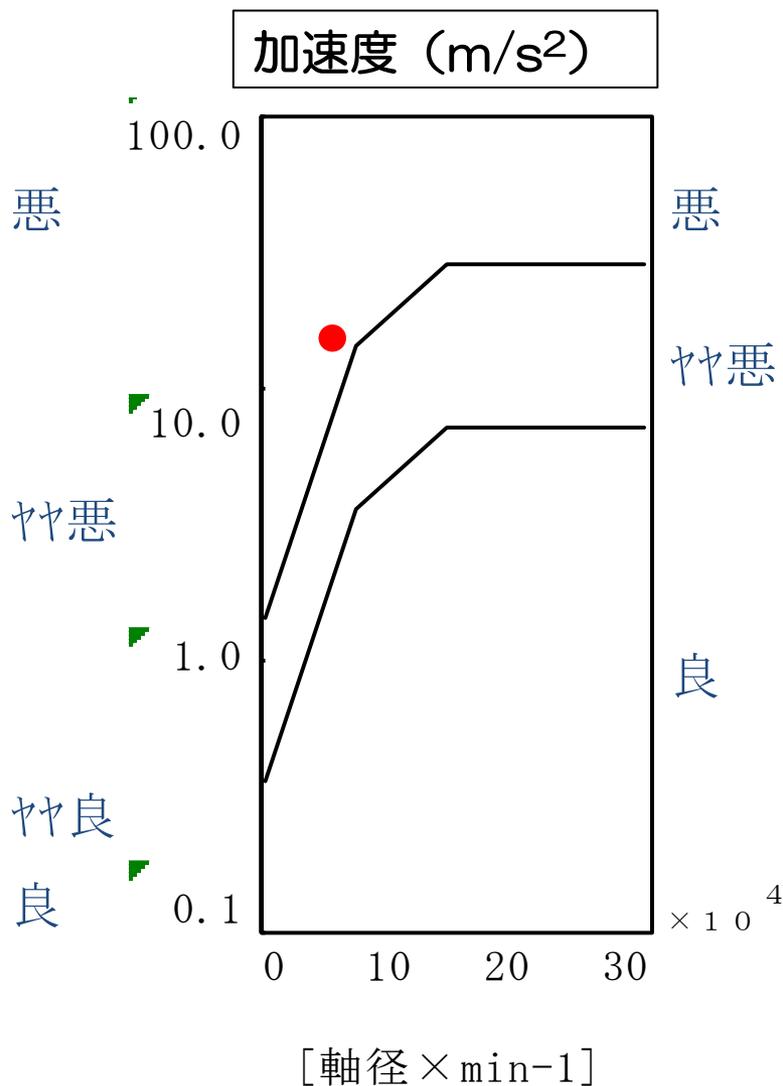
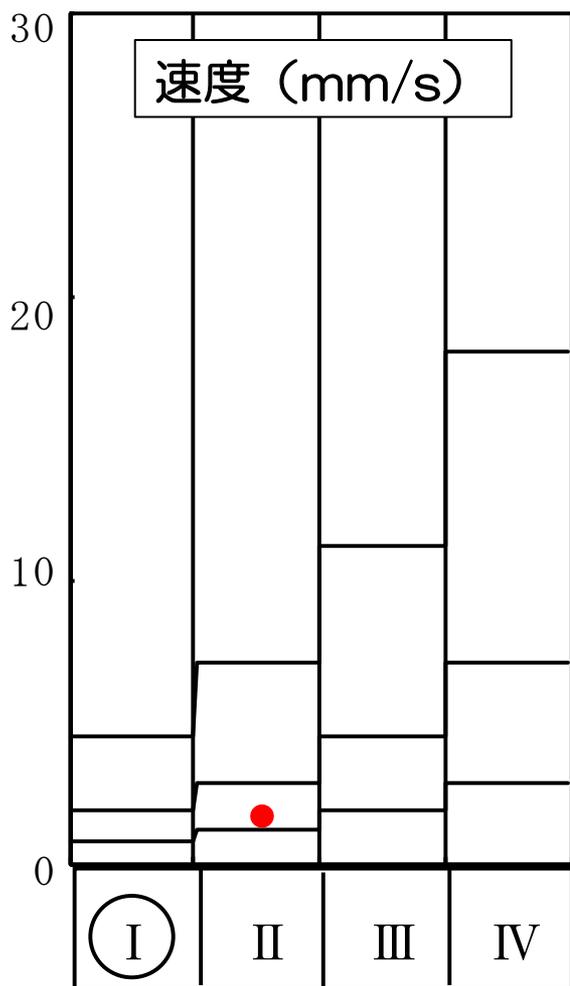
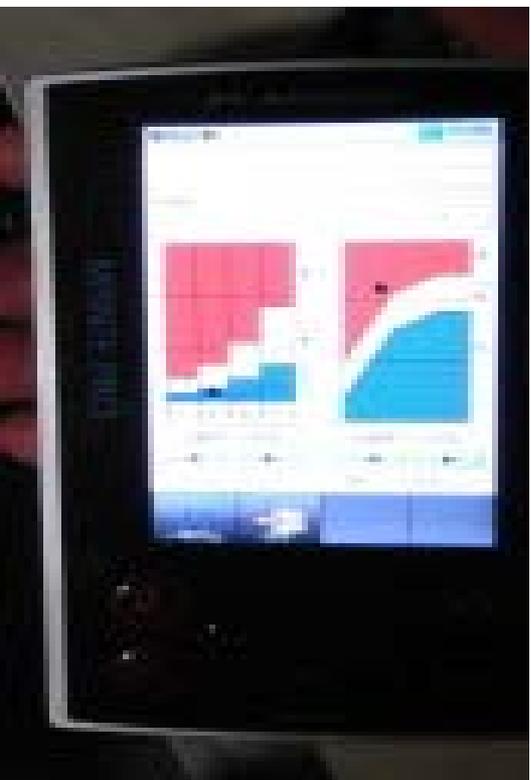


② インバータあり



3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(10) ポータブル診断機器の使用



当社設備においても既に「異常」と診断されるデータが収集された。初期値の収集や同一条件で運転中の他機器との比較が重要

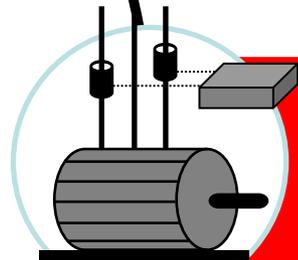
3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(1 1) 診断の流れ



1. 初期診断

ポータブル機器を用いた診断



2. 継続的なデータ収集による診断

低価格常時モニタリングシステムによる診断



3. 運用診断

運用データを用いたエネルギー計測・診断 等

3. 設備診断サービスに関する具体的な取り組み

(1 2) お客様のメリット

システム停止 時間の低減

システムの異常兆候を故障前に捉えることが可能となるため、的確な保全計画を立案可能

CBM採用による
TBMとの差額

O&M費用の 低減

- 部材交換時期の延長やメンテナンス人員の低減が可能

メンテ要員
経費削減

システム運用 の最適化

- 日報・月報では把握しにくい状態化した運用異常を把握可能

運用最適化による
エネルギーコスト削減



年間経費の大幅な低減が実現可能

- 空調機械設備診断フローを検討
- 設備診断に関する計測データ収集のため、低価格計測システムを採用
- ディープラーニング（乖離度判別方式）を用いた故障予兆検出アルゴリズム検討
- エネルギー計測・診断方法についても現在検討中
- 現在、フィールド試験実施中

ご清聴ありがとうございました