

空調コントロールシステム

IoT技術を活用した次世代の環境監視ソリューション。離れた場所の空気質をリアルタイムで可視化し、現場での即時警告を実現します。



目的：環境データの「可視化」と「即時警告」

目に見えない環境要素（温度・湿度・CO₂濃度）を数値で可視化し、異常時には直感的に警告。オフィスやサーバールームの快適性と機器保護を両立します。



環境モニタリングで見える化
温度・湿度・CO₂を数値で監視します。



LED色分けの意味



緑色 (正常)

Safe environment range



黄色 (注意)

Ventilation recommended



赤色 (危険)

Immediate action required

LEDによる視覚的警告



Immediate visual feedback system



Color-coded alerts (green/yellow/red)



Customizable thresholds



No need for constant dashboard monitoring

遠隔モニタリング



リアルタイムデータ収集

複数の場所から環境データをリアルタイムで収集し、常に最新の状況を把握できます。



コスト削減

現地での確認作業を削減し、異常発生時の迅速な対応により、運用コストを大幅に抑制します。



一元管理

すべてのデータを集約し、単一のプラットフォームで効率的に管理・監視。運用負担を軽減します。



長期トレンド分析

蓄積されたデータを基に、長期的な環境変化の傾向を分析し、将来予測や改善策の立案に貢献します。

CO2濃度管理が事業運営に不可欠な理由

→ 健康と生産性への影響

CO2濃度の上昇は、集中力の低下、倦怠感、換気不足による病気のリスク増加など、従業員の健康を損ない生産性を低下させます。

→ 機器へのリスク

データセンターや工場において、高濃度のCO2は電子機器の誤作動や故障の原因となり、ビジネスの中止や多大な損失を引き起こす可能性があります。

→ 早期警告ソリューション

当社のシステムは、CO2レベルの異常をリアルタイムで検知し、即座に警告を発することで、これらのリスクを未然に防ぎ、快適で安全な環境を維持します。

健康と生産性

CO2上昇で集中力や体調が低下します

早期警告ソリューション

リアルタイム検知で即座に警告します



機器へのリスク

高濃度CO2で機器故障や誤作動が起きます

システム構成と採用ハードウェア

本システムは、エッジコンピューティングの概念を深く取り入れ、センサノード側でのリアルタイム一次処理と、中央サーバー側での高度なデータ集約・分析処理を効率的に分担します。

これにより、ネットワーク遅延の最小化、帯域幅の最適化、プライバシー保護の強化、およびシステム全体の堅牢性向上を実現しています。特に、環境データの即時性と信頼性が求められるユースケースにおいて、エッジでの迅速な判断とフィードバックが、中央集約型システムでは達成困難な運用上の利点をもたらします。本カードでは、システムの主要なハードウェアコンポーネントの概要を紹介し、その詳細は後続のカードで詳しく説明します。

中央サーバー

高度な分析と長期保存

センサノード

リアルタイム一次処理
を実行

システム構成と採用ハ ードウェア

無線通信モジュー ル

低遅延でデータ送信

エッジゲートウェ イ

データ集約

センサーとLED



温湿度センサー

高分解能でキャリブレーション不要なデジタルセンサーを使用し、**温度±0.3°C**、**湿度±2%RH**の範囲で正確なデータを提供します。



CO2センサー

非分散型赤外線（NDIR）方式を採用し、長期的な安定性と高精度（ $\pm 50 \text{ ppm}$ + 読み取り値の5%以内が一般的）を実現します。



RGB LEDモジュール

PWM制御が可能な高輝度LEDで、**24ビットフルカラー（約1600万色）**を表現。緑（正常）、黄（注意）、赤（危険）の色分けで直感的な視覚的警告を提供します。

Raspberry Pi 5



プロセッサ

Quad-core ARM Cortex-A76 processor (up to 2.4GHz)



メモリ

4GB or 8GB LPDDR4X SDRAM



ネットワーク

Gigabit Ethernet and dual-band Wi-Fi 5



ストレージ

NVMe SSD support



役割

データ集約と分析用セントラルサーバー

Raspberry Pi Pico 2W

プロセッサ

デュアルコアARM Cortex-M0+ (133MHz)

メモリ

264KB SRAM, 2MB Flash

接続性

内蔵Wi-Fi (IEEE 802.11n)

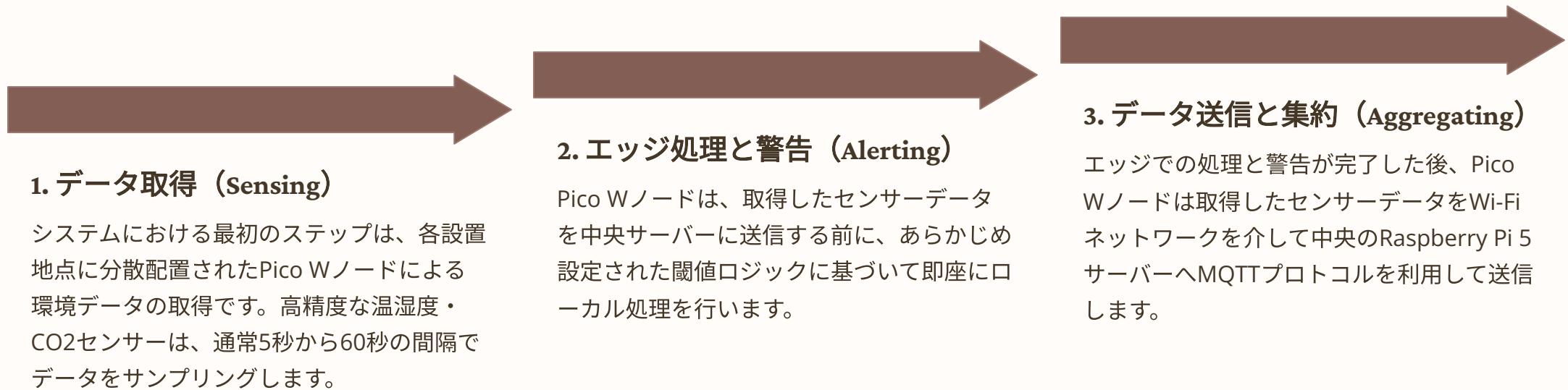
消費電力

低消費電力

役割

エッジ側のセンサーノード制御

システム動作の仕組み（アーキテクチャ）



1. データ取得 (Sensing)

システムにおける最初のステップは、各設置地点に分散配置されたPico Wノードによる環境データの取得です。高精度な温湿度・CO2センサーは、通常5秒から60秒の間隔でデータをサンプリングします。

2. エッジ処理と警告 (Alerting)

Pico Wノードは、取得したセンサーデータを中央サーバーに送信する前に、あらかじめ設定された閾値ロジックに基づいて即座にローカル処理を行います。

3. データ送信と集約 (Aggregating)

エッジでの処理と警告が完了した後、Pico Wノードは取得したセンサーデータをWi-Fiネットワークを介して中央のRaspberry Pi 5サーバーへMQTTプロトコルを利用して送信します。

システム信頼性とデータ管理

1

リアルタイムのエッジ処理

エッジノードは、現場での即時的な警告に重点を置き、ネットワークの状況に依存しない自律的な判断と視覚的フィードバックを提供します。

2

履歴データの集約と分析

中央サーバーは、膨大なセンサーデータを集約し、長期保存することで、詳細な傾向分析、予知保全、および運用改善のための貴重な洞察を可能にします。

3

エラーハンドリングとデータ検証

MQTTのQoSレベルを活用してメッセージ到達を保証し、エッジノードとサーバー側でそれぞれデータ検証を実施。これにより、ネットワーク不安定性やセンサー異常によるデータ損失を最小限に抑えます。

4

バックアップと復旧メカニズム

さらに、中央サーバーではデータベースの定期的なバックアップを自動化し、万一の障害時にもデータ復旧が可能な体制を構築しています。

5

将来的な冗長性向上

将来的な拡張として、MQTTプローカーのHA構成や、重要なPi 5サービスの監視と自動再起動メカニズムの導入により、システムの全体的な堅牢性をさらに高めることができます。