

カメラを用いた産業技術センターのスマート化

高橋慶行・水沼一英*・中島成継**・新井宏章***

Smart transformation of industrial technology center using cameras

TAKAHASHI Yoshiyuki, MIZUNUMA Kazuhide, NAKAJIMA Naritsugu, ARAI Hiroaki

産業技術センター職員の業務効率を向上させるため、カメラを活用した監視システムを構築した。設備状態を遠隔で監視することで、現場での確認作業が不要となり、業務負担を大幅に軽減した。

キーワード：カメラ、スマート化、デジタル、監視

To improve work efficiency for staff at the industrial technology center, a monitoring system using cameras was developed. The introduction of this system has made it possible to monitor equipment, eliminating the need for on-site inspections and significantly reducing the work burden.

Keywords: Camera, Smart transformation, Digital, Monitoring

1 はじめに

産業技術センター（以下「センター」）は、施設運営のために多くの設備を使用している。これらの設備は、電気や水道などのインフラを支え、安定した職場環境を維持するために24時間稼働している。設備は、使用環境や負荷状況により常に状態が変動し、急激な変化はトラブルの兆候となる。そのため、日常的な監視が必要である。

センターが保有する設備の特徴としては、最新のデジタル設備からアナログ設備まで、幅広く存在している。デジタル機能を持たないアナログ設備は、常時監視が出来ないため、職員の移動を伴う現場作業（目視確認）が不可欠となっている。

そこで本研究では、デジタル技術を活用した設備の監視を行い、センター全体の業務効率の向上を図る。

2 方法

2. 1 スマート化の課題と要件

設備はセンターの様々な場所に設置されており、それぞれ使用環境や用途が異なる。これらは、センター職員だけでなく、多くの企業や団体が利用する場所にあるため、確認できる時間が不規則となり、業務時間内に設備状況を確認できないことがある。こうした予測できない想定外の作業は、職員の業務効率を低下させる要因となっているため、解決する必要がある。

このような課題を解決するため、デジタル技術

を活用した「スマート化」が必要となる。スマート化とは、現場での確認作業に対して、デジタル技術で代替し設備監視を行い、業務効率を向上させることを指す。スマート化に対する4つの要件を定義する。

- ① センター内で使用するネットワーク（以下、「センターネットワーク」という）を活用し、安全で信頼性の高い環境で構築すること。
- ② センターが保有する様々な設備を、同時に監視できる仕組みを構築すること。
- ③ 設備の稼働状況を正しく把握するため、監視時間を任意に設定できること。
- ④ 職員の要望に応じて、Web画面のレイアウトやデザインを変更できること。

以上、4つの要件を基に監視システムを構築する。

2. 2 ネットワークを用いた監視システム

本研究では、センターネットワークを活用し、要件に基づいた監視システムを開発する。監視システムのフローを図1に示す。

はじめに、対象設備をカメラで撮影し、取得した画像データを、ネットワーク経由でサーバへ送信する。サーバには、ネットワーク接続型ストレージ(NAS)を使用し、画像データはNASに保存される。その後、NAS上で動作するWebサーバを通じて、職員が画像を閲覧する。

利便性向上のため、システム設定等の変更を容

易に行える、管理画面を設けた。さらに閲覧画面には、職員の作業性や要望等を考慮し、カスタマイズできる Web アプリケーションを搭載する。

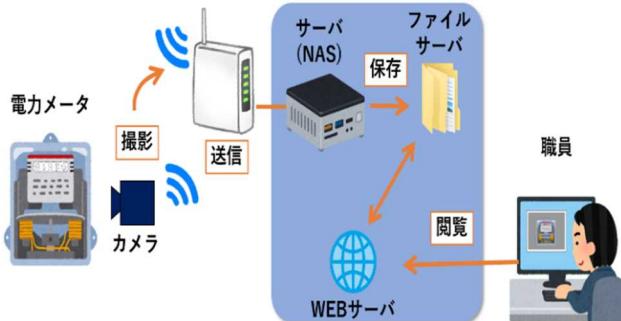


図 1 システムフローの概要

2. 3 監視設備

職員に対してアンケート調査を実施し、監視対象となる設備を 16 台選定した。選定された設備は、電気や水道メーターなど、施設運営に関わるインフラ設備である。これらの設備は、施設の安定した運営に不可欠であり、正常な状態を維持する必要がある。万が一、設備に問題が生じると、センター全体に支障をきたし運営が滞る。したがって、設備を監視することで、早期に変化や異常を検知し、迅速な対応や予防が可能となる。

表 1 に選定した設備と数量、確認回数および確認作業時間を示す。

表 1 設備の詳細と確認頻度

	監視設備	設置場所	数量 (個)	確認回数 (回/月)	確認時間 (分)
1	電気メーター	溶接検定試験室	8	7	20
2	電気メーター	自動販売機	2	1	5
3	電気メーター	サーバールーム	1	1	10
4	電気メーター	東毛センター屋上	1	1	10
5	水道メーター	射出検定試験室	1	7	10
6	水道メーター	東毛センター内	1	毎日	5
7	正門	前橋センター北側	1	毎日	5
8	駐車場	東毛センター内	1	毎日	10

2. 4 デジタル機器

監視用のデジタル機器について、カメラの仕様検討を行った。スマート化の要件を踏まえ、市販の Web 対応監視カメラと、シングルボードコンピュータである Raspberry Pi およびカメラモジュ

ール(以下、「RasPi + カメラモジュール」という)の 2 つを比較した。

昨今、市販の Web 対応監視カメラは、高精度で比較的安価に購入でき、撮影の解像度も高く、初めてのユーザーでも使いやすい。このようなカメラは、一般的な用途には十分対応できるが、センターの監視要件には合致しない点がある。まず、撮影方式について、市販のカメラは動画撮影が主流であり、保存されるデータ容量が膨大である。そのため、一定期間経過後に自動的に削除されるため、過去のデータを蓄積および確認することができない。また、撮影の時間指定が可能な機種は限られており、同時に接続できる台数が制限されている。さらに、セキュリティ面においては、センターネットワークと接続ができない機種がある。最も重要な要件である、職員の要望に応じたオリジナル性については、Web 画面のカスタマイズができない、柔軟な対応は困難である。

一方、RasPi + カメラモジュールは、センターネットワークに複数台を同時接続し、カメラによる監視が可能である。撮影方式は、動画に加えてデータ容量の小さい静止画にも対応しており、プログラムを調整することで、撮影時間の自由な設定が可能である。さらに、職員の要望に応じて Web 画面のレイアウトやデザインを柔軟に変更できるため、カスタマイズ性にも優れている。

以上の特徴を踏まえ、本研究では、静止画を用いることで処理負荷を抑えた設備監視システムを構築する。RasPi + カメラモジュールを活用し、センター職員のニーズに応じた、効率的な監視を実現する。本システムで使用する、機器と機能を表 2、使用する製品を図 2 に示す。

表 2 使用機器と機能

	使用機器	機能
1	Raspberry Pi Zero 2 W	シングルボードコンピューター。 Wi-FiとBluetoothを内蔵し、設備制御等ができる。
2	Raspberry Pi カメラモジュール V3	Raspberry Pi用の高性能カメラ。 高解像度・オートフォーカス対応。
3	Raspberry Pi Zero用カメラケーブル	Raspberry Pi Zero 2 Wとカメラとのデータ送信 や通信を行うためのケーブル。
4	ドライバー内蔵 リレーモジュール	低電圧で機器を制御できるリレーモジュール。 LEDライトのON/OFFの制御を行う。
5	USB型LEDライト	USB接続のLEDライト。 暗室時の監視の補助照明。
6	カメラV3用 超小型Pi Zeroケース	Raspberry Piとカメラを保護および 固定するためのケース。
7	フレキシブルマグネット式 カメラマウント	マグネット式で金属面に固定・取り外し、および カメラの角度を自由に調整できるマウント。

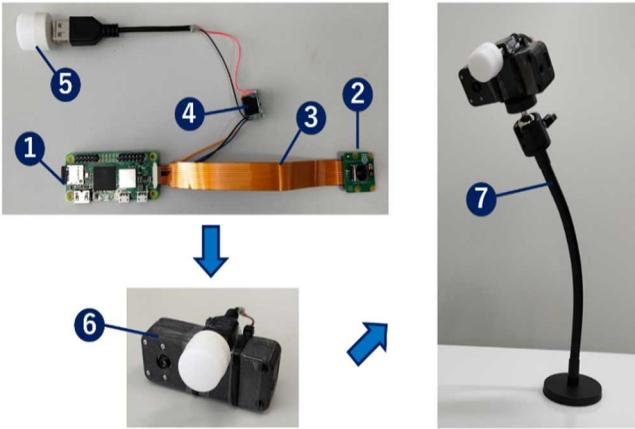


図2 使用する製品

3. 結果

本研究では、デジタル機器とセンターネットワークを活用した監視システムを開発し、職員の要望に応じた機能を搭載した。具体的には、カメラの表示名や撮影角度、撮影時間、保存先のサーバ選択など、設定が容易に変更できる仕様にした。

職員は管理ツールを使用して、PC の Web ブラウザを通じて設定変更を行う。この変更は、PHP を使用して Raspberry Pi 上で処理され、反映される仕組みにした。これにより、様々な要望に応じたカスタマイズが可能となった。設定画面を図 3 に示す。

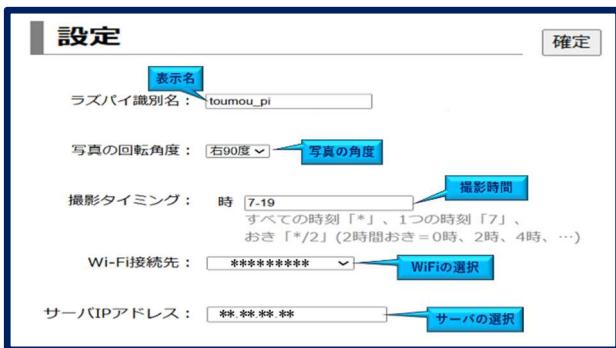


図3 Raspberry Pi + カメラの設定画面

加えて、NAS 上の Web サーバを活用し、撮影した画像を閲覧できる Web アプリケーションを開発した。このアプリケーションには、カレンダー機能を搭載し、日付や時間を指定することで、過去のデータを容易に検索し閲覧できる。複数の監視設備に対しては、事業所ごとに分類し、まとめて表示できる機能を搭載した。これにより、利便性が向上し、職員の作業効率が大幅に改善された。

また Web 画面は、ネットワークに接続可能な場所であれば、いつでも PC やタブレットを用いて確認し、設備の状態を監視できるようになった。監視用の Web 画面を図 4 に示す。



図4 監視用 Web 画面

3. 1 複数の設備監視

具体的な研究成果として、3 つの事例を紹介する。まず、監視台数が多い電気メーター（溶接検定室）の状況について説明する。従来、電気メーターの確認は、設備が停止する夜間に行なうことが望ましかったが、職員が不在のため夜間の現場確認は困難だった。

そこで、プログラム制御した RasPi + カメラモジュールを、電気メーターに設置し、夜間の自動撮影によって 24 時間の監視を実現した。これにより、従来の現場確認作業は不要となった。また、夜間撮影時には、自動でライトが点灯するよう制御することで、暗い環境でもディスプレイの数値は鮮明に記録できるようにした。監視カメラおよび撮影された Web 画面を図 5 に示す。

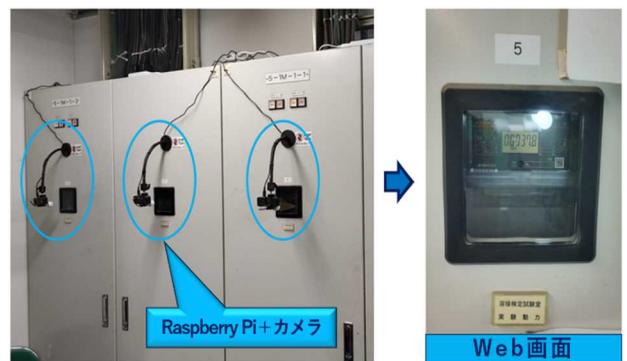


図5 電気メーター監視と Web 画面

3. 2 WiFi 環境と電源がない場所の監視

次に、駐車場の監視システムについて説明する。WiFi 環境と電源が確保できない駐車場では、電源として、ソーラー発電式バッテリーを使用し、太陽光で発電した電気を蓄電および給電することで、電源のない場所でもデジタル機器の安定した使用を可能とした。

また、WiFi も利用できない環境のため、WiFi ルーターを導入することでネットワークを拡充し、遠隔監視を実現した。さらに、風雨や温度変化のある屋外に対応するため、RasPi+カメラモジュール本体を防水仕様に加工し、長期間の運用を可能とした。防水カメラとバッテリーを用いた、監視システムおよび Web 画面を図 6 に示す。

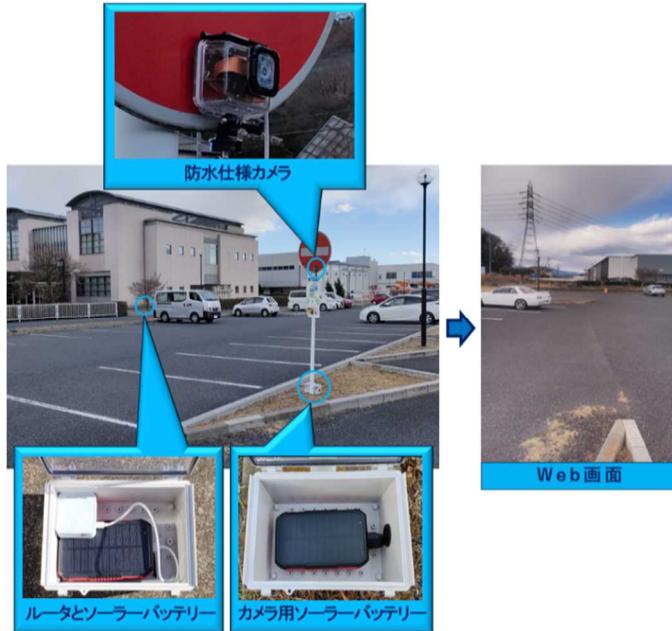


図 6 駐車場監視と Web 画面

3. 3 センターネットワーク外の設備監視

水道メーターに対する、監視システムについて説明する。本システムでは、Web 画面を通じてメーターの数値を確認し、水漏れなどの異常が発生した場合には、迅速に対応できる仕組みを構築した。水道メーターの監視状況と Web 画面を図 7 に示す。

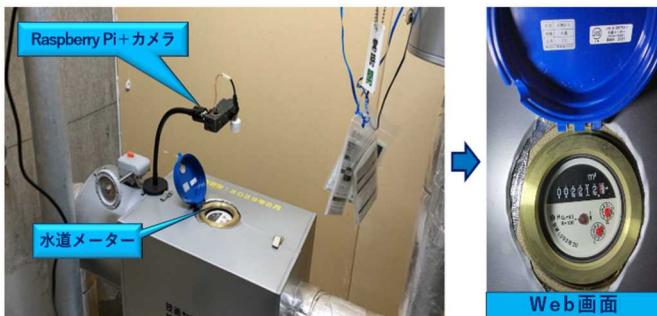


図 7 水道メーター監視と Web 画面

しかし本システムは、センターネットワーク内のみ監視が可能であり、自宅や外出先などのセンター外におけるネットワーク環境では、確認できないという課題があった。そのため、異常が疑われる場合にはセンターに戻り、確認する必要があった。

この課題を解決するため、デジタル技術を活用し、センターネットワーク外でも監視可能なシステムを構築した。具体的には、SNS の Slack、ノーコードプログラムの Node-RED、プログラミング言語の Python を組み合わせることで、センターネットワーク外からの監視を実現した。

まず、撮影された画像は、NAS のファイルサーバに保存され、Python プログラムにより最新画像が選定される。その後、Node-RED を用いて、指定した時間に Slack と連携し、画像を PC やスマートフォンへ自動送信するシステムを構築した。これにより、センターネットワーク外からでも設備状態を、いつでも把握できるようになった。また、送信のタイミングについては、時間の変更も容易であり、職員の要望に応じて柔軟に設定できる仕様となっている。図 8 に Slack を用いた通知画面を示す。

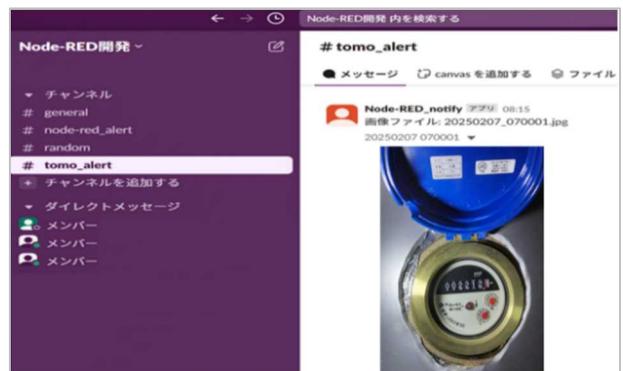


図 8 Slack を用いた通知画面

4 まとめ

本研究では、カメラとデジタル技術を活用し、産業技術センターの設備確認をスマート化するため、監視システムを構築した。このシステムにより、職員による現場確認作業を不要とし、設備状態を常時把握できるようになった。ネットワークと Raspberry Pi 等のデジタル機器を活用することで、遠隔地からも設備監視ができるシステムを実装できた。

その結果、職員の業務負担を大幅に軽減し、16 台の設備確認に費やした確認作業工数である、年間 135 時間を削減した。また、設備状態が可視化されることで、漏電や漏水などの異常を早期に発見できることになり、センター運営の安全性を向上させた。

まとめとして、冒頭に挙げた 4 つの要件に対する成果を示す。

- ① センター内で使用するネットワークを活用し、安全で信頼性の高い環境で構築すること。
→ 市販の Web 対応監視カメラでは、接続が困難だったセンターネットワークに対し、本シス

テムでは、センター内で承認された安全かつ信頼性の高い機器を用いることで、安定した接続を実現した。

- ② センターが保有する様々な設備を、同時に監視できる仕組みを構築すること。
 - RasPi+カメラモジュールは、設置台数の制限なく、16台の設備を同時に監視した。
- ③ 設備の稼働状況を正しく把握するため、監視時間を任意に設定できること。
 - 設定画面より、要望する確認頻度に応じて、容易に時間設定ができる仕様にした。
- ④ 職員の要望に応じて、Web画面のレイアウトやデザインを変更できること。
 - 使用する職員の要望と利便性を考慮し、閲覧しやすいレイアウトやデザイン、文字の大きさなど、様々なカスタマイズができる仕様にした。

今後の展開としては、本システムを企業へ展開し、少ない人員でも効率的に現場確認が行える仕組みとして広げていきたい。特に、人手不足に直面する中小企業に対して、本システムを有効活用できるよう支援し、現場の課題解決を目指す。

また、現状の本システムでは、職員自らがデータや情報を確認する必要がある。今後はAI技術等を活用し、自動識別や自動通知システムを開発する。デジタル技術を活用して、現場の負担を軽減し、より効率的かつ実用的なシステムの構築を図るとともに、現場業務の高度化とデジタル活用の推進を目指す。

参考文献

- 1) クジラ飛行机. シゴトがはかどる Python 自動処理の教科書. マイナビ出版, 2020.
- 2) 立山秀利. PythonでExcelやメール操作を自動化するツボとコツがゼッタイにわかる本. 秀和システム, 2023.