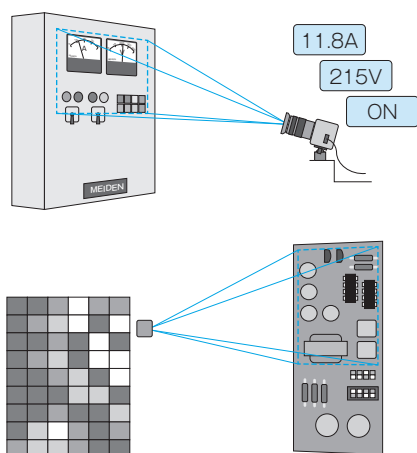


# メータ読み取り装置と非接触温度センサ実証検証

キーワード IoT, センシング, 見える化, 調整

## 概要



メータ読み取り装置 (上) と非接触温度センサ (下)

センシング技術に用いるセンサは、単純なものから複合的なものまで多くの種類が存在する。センサを選定するにあたっては、メーカーのカatalogやWebサイトで情報を収集することが多い。しかし、設置方法や調整法については、詳細な情報が得られないことが多い。また、実際に使用すると予期しない問題に遭遇することが多々ある。設置する現場が理想的な環境であるとは限らず、想定していない問題が多い。

当社は、カタログでは分からない実際の使用感を評価するため、製品開発の一業務として実証検証を行っている。

## 1 まえがき

令和の時代となった現在でも、昭和の電気設備は現役で稼働しているものもある。これらモノのインターネット (IoT) が普及する以前の設備を「見える化」するためには、センシング技術が欠かせない。当社も故障予兆診断をはじめとする各種センシングシステムを開発している。その性能を十分に発揮するためには、センサの設置・調整が重要となる。本稿では、メータ読み取り装置及び非接触温度センサの実証検証事例の中から主に設置・調整の留意点を紹介する。

## 2 アナログメータ読み取り装置の検証

### 2.1 アナログメータ読み取り装置

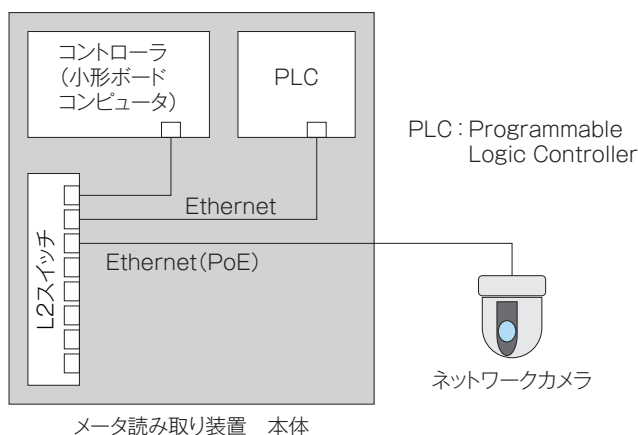
本装置は、盤面に設置されたメータ・表示ランプ

などをカメラで撮影し、画像処理から計測値や状態をデジタルデータ化する。ネットワークに組み込まない古い設備を「見える化」する手法として有効であり、既存設備を改造することなく実現できることが大きな特長である。最近の傾向でもあり、当社も開発している。今回は、A社製の製品で検証した。**第1図**にアナログメータ読み取り装置を示す。

### 2.2 カメラの選定

使用するカメラは、ズーム機能搭載か固定焦点レンズかの違いで適応条件が異なってくる。**第1表**に本検証で使用した二機種のカメラの比較を示す。それぞれに一長一短があるが、特定対象物を固定監視する用途であれば、構造が単純な固定焦点カメラが扱いやすい。

(1) 多機能ネットワークカメラ 筐体が大きいため強固な固定が必要となるが、設置場所の自由度は



(a) システム構成



(b) カメラで撮影している様子

第 1 図 アナログメータ読み取り装置

システム構成と盤面をカメラが撮影している様子を示す。コントローラには小形ボードコンピュータが使われている。

第 1 表 検証に用いたカメラの比較

設置条件に合ったカメラの選定が重要になる。

項目	仕様	
カメラのタイプ	多機能ネットワークカメラ	固定焦点カメラ
外観		
大きさ・質量	固定焦点カメラと比較して大きく重い ・強固な取り付けが必要	小形・軽量 ・アームなどで簡易取り付けが可能
撮影方向・画角	360度全方位・ズーム ・最適な画角調整が可能	設置時固定・単焦点レンズ(交換可能) ・8.6・12・16・25・35・50mm ・撮影範囲に応じたレンズを選択
通信方式	ネットワーク(10BASE-T/100BASE-TX) ・PoE給電で100m ・設置個所の自由度が高い	USB 3.0 ・USBの規格上5m ・コントローラから遠い設置は困難

高い。ズーム機能は撮影領域(画角)の調整が簡単で、一般的にLAN(Local Area Network)接続のため配線距離の心配が不要である。ただし、以下の現象を確認した。

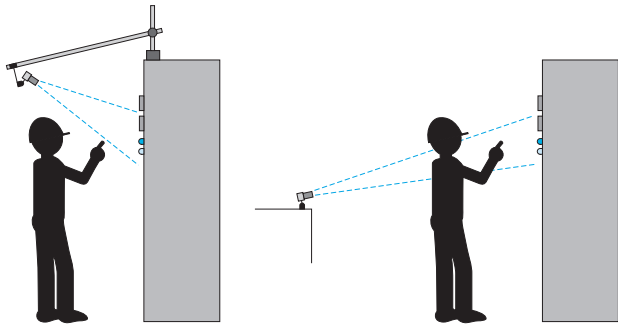
検証での機種は、電源投入時に初期化処理としてレンズが一時的に可動する。レンズの方向をプリ

セット位置に戻すための処理と推測するが、正確に元の位置に戻るものではなく微妙なずれが生じる。僅かなずれだが画像処理に影響し、エラーや読み取り精度が低下する原因となる。

今回検証したA社製装置は、多少のずれを補正する機能を備えていた。撮影領域の周囲に規定のマーカを貼り付け、ソフトウェアで補正を行う方式である。ただし、他の類似製品が同等の機能を備えているかは未確認である。カメラの特性として頭に留めておく必要がある。

(2) 固定焦点カメラ 撮影画角の調整が必須であることから、レンズを交換できる製品が前提となる。小形・軽量なため簡易的に設置できる。マグネット取り付け形のアームは穴あけ加工が不要で、より設置が簡単である。ただし、何らかの要因でカメラの向きがずれてしまう可能性がある。多少のずれには前述したマーカの貼り付けが有効であり、予防策として施しておくことよい。レンズは数種類の焦点距離から選択でき、距離と撮影したい領域から最適なレンズを選定する。

通信がUSBに限定されている製品では、接続するコントローラとの距離が5mに制限されるため注意が必要である。リピータ(通信ネットワークの中継機器)を用いると延長できるが、その都度動作検証が必要となる。基本的にはコントローラに近い位置への設置が前提となる。



第2図 カメラ設置位置の違いによる影響

カメラの設置は、視界が遮られる可能性が低い場所が望ましい。

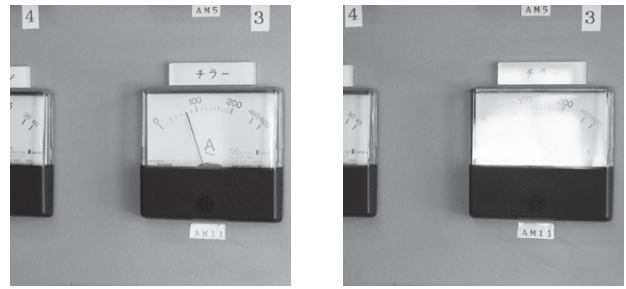
### 2.3 被写体の人による遮り

カメラの撮影領域を人などが遮るとデータが取得できない。装置の仕組み上避けられない現象であるが、設置場所次第で軽減できる。第2図にカメラの設置位置の違いによる影響を示す。この遮りで映像が得られない場合、エラーになれば確認しやすいが、誤認識することがある。一例として、表示ランプのON/OFF状態を誤認識する場合があります、状況に応じて対策が必要になる。タイマーで一定時間のON/OFF反転を無視するなどソフトウェア処理による二次的対策で改善が望める。

### 2.4 被写体の時間的環境の変化

本検証では、アナログメータと表示ランプを監視対象としている。監視する部屋の照度は一定ではないことが多い。室内照明は夜間など不要な時間は消灯され、暗所では読み取り不能となる。この場合、照明を確保する方法を検討する。

もう一つ大きな問題がある。蛍光灯などの照明はメータの表面に反射して読み取り不良の原因となる。同様に窓がある部屋では、太陽光の差し込みが反射問題を引き起こすことがある。第3図に照明・間接太陽光の反射の様子を示す。撮影画像が「白とび」してしまい、読み取りできない状態の一例である。太陽光の反射は、昼夜・年間を通して刻々と変化する要素で厄介な問題である。長期的な試行錯誤が必要になるが、ブラインドなどで遮光できれば優先して対応したい。

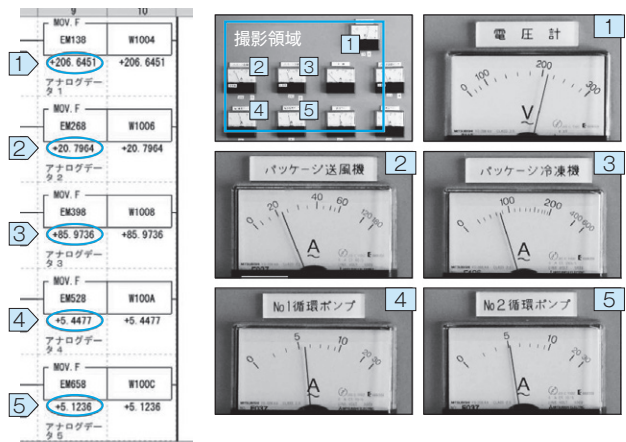


(a) 反射なし

(b) 反射あり

第3図 照明・間接太陽光の反射

メータ面に照明の反射が起こらないカメラの設置位置を探す。間接太陽光は時間・季節によって異なるため注意が必要である。



第4図 メータ読み取りの実例

左はPLCラダープログラムをモニタした生データを示す。読み取ったメータ値は、十分実用的である。

### 2.5 まとめ

カメラ映像の品質が本装置の精度に大きく関わる。その意味からカメラの選定は重要で、設置・調整が肝となる。また、画像処理に関するパラメータの設定が読み取り精度に大きく影響する。このパラメータの設定が悪いと誤認識が多くなるため、精度の向上を図る必要がある。

適切な設定ができたとき、読み取り精度は十分に実用的で「見える化」の実現に有効となる。しかし、100%完全な読み取りはあり得ないため、制御の一部に用いるなど重要な用途には向かない。第4図にメータの読み取りの実例を示す。

### 3 非接触温度センサの実証検証

#### 3.1 非接触温度センサ

非接触温度センサとは、熱電対などとは異なり、熱源に接触することなく温度を測定する赤外線放射温度計である。製品の多くは一点を測定するが、本稿で取り上げる製品は、測定領域を多分割測定するマルチポイント温度センサである。

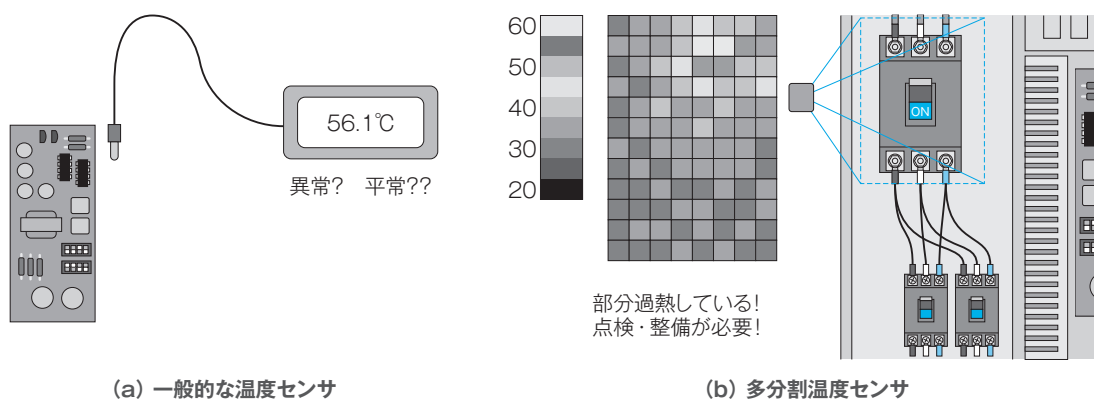
電気設備の盤内に温度センサ（以下、センサ）を設置することで、温度分布を見ることができる。温度分布の可視化は部分過熱の発見につながり、故障予知として有効な手段となる。第5図に一般的な温度センサと多分割温度センサを示す。

温度データはModbus RTUによる通信でPLCや各種SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）システムに取り込み活用する。B社の

製品で検証したが、ほかにC社からも類似の製品が発売されている。第6図に検証に用いた非接触温度センサを示す。

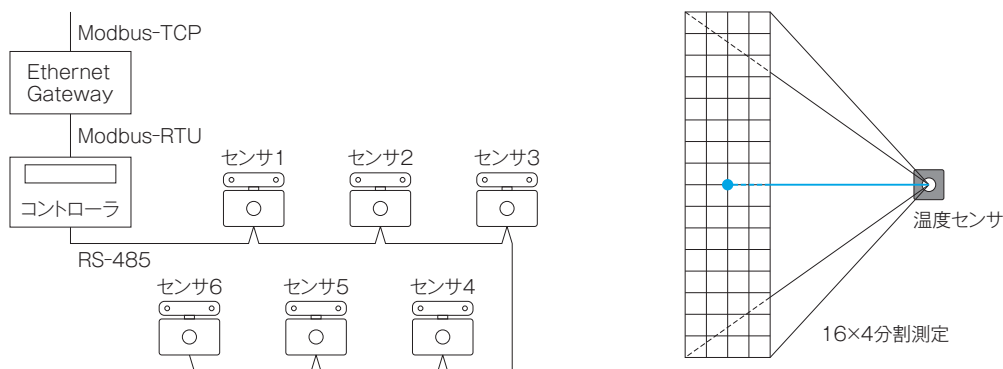
#### 3.2 センサの取り付け

センサはネジによる取り付けが想定されているが、実際の取り付けは簡単ではない。盤内温度を測定する場合、センサは盤扉の内面へ取り付ける。ところが、電気設備の盤扉には計器・スイッチ・補助リレーなどの部品が配置されていることが多く、センサを自由に配置することは難しい場合がある。その制限の中で最適な位置を模索するには、簡単な脱着が不可欠となる。そこでネオジム磁石を用いた固定方法を採用した。強力で十分な吸着力があり、微妙な位置調整ができるため有効である。第7図にセンサの取り付け例を示す。



第5図 一般的な温度センサと多分割温度センサ

温度分布を見ることで部分過熱の有無を視覚的に認識できる。



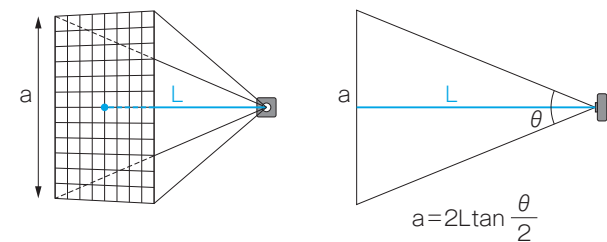
第6図 検証に用いた非接触温度センサ

システム構成を示す。本検証では、6個のセンサを接続している。温度データはModbus-TCPに変換して上位に上げている。



第7図 センサの取り付け

センサの取り付けに強力なネオジム磁石を使うことで、取り付けの作業性は格段に上がる。



第8図 測定領域の計算式

センサ固有の角度と測定対象物までの距離で測定領域が決定する。

第2表 測定角度に対する代表的な距離の撮影領域（長さ）

角度60°の製品では距離の約1.1倍、角度90°の製品では距離の2倍となる。

単位：mm

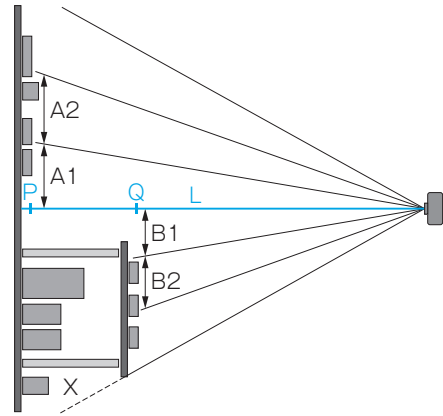
距離 (L)	B社		C社
	縦×60°	横×16°	縦・横90°
100	115	28	200
200	231	56	400
300	346	84	600
500	577	141	1000
700	808	197	1400
1000	1154	281	2000

### 3.3 測定領域

センサは、縦・横に一定の角度で測定領域を持つ。測定領域は、センサ固有の測定角度と対象物までの距離から求められる。第8図に計算式を、第2表に測定角度に対する代表的な距離の撮影領域（長さ）を示す。角度に対応する測定領域の目安は、以下のとおりである。

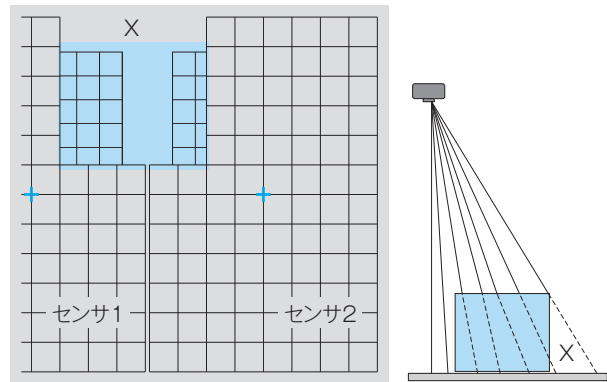
60°：範囲＝距離×1.1

45°：範囲＝距離×2



距離Lが異なるP点とQ点では測定領域(面積)が異なる。  
A1>B1、A2>B2  
X点は測定されない。

(a) 放射形状の特性



センサに近い部分は狭い領域を測定している。  
死角となるX点は測定されない。

(b) 実際に測定している領域

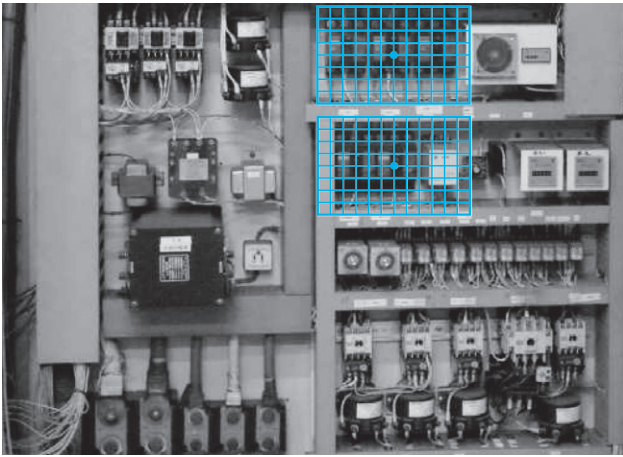
第9図 センサの測定領域

測定領域を把握するには放射形状を意識する必要がある。高さがある部位の外側は死角となりやすいため注意が必要である。

### 3.4 盤内の凹凸で変化する測定領域

測定対象物がほぼ平面であれば、センサの規則正しい配置で均一な測定ができる。しかし、実際の盤内は構造や高さのある部品によって凹凸があり、奥行きを意識する必要がある。センサからの距離に比例して測定領域が変化するため、距離が近ければ狭い領域、遠ければ広い領域となる。第9図にセンサの測定領域を示す。

以上のことから、盤内全面を均一に測定することは簡単ではなく、その意味も薄いことが分かる。過熱の可能性がありそうなポイントを絞り、必要な箇所だけに配置することが現実的である。第10図にセンサの配置を示す。



第10図 ポイントを絞ったセンサ配置

MCCBの部分過熱検出を目的とした設置を示す。電磁接触器は、励磁によって正常時でも過熱するため異常過熱の判別は難しい。

### 3.5 センサの照準合わせ

センサからは中心点を示す赤色マーカが照射される。これを目印に測定対象物に狙いを定め、センサと対照物の距離から測定領域を推定する。測定領域自体は目に見えないため、正確に認識することは難しい。そこで、あらかじめ距離に応じた領域の型紙や枠などを用意して作業する。

しかし、盤扉の内面にセンサを取り付けた場合、扉を閉めると赤色マーカが確認できないという問題がある。扉が閉まる直前の隙間からのぞき込み、マーカを確認することは簡単だが当然精度は落ちてしまう。本検証では使用していないが、正確性を求めるのであればファイバスコープによるのぞき込みが有効である。スマホに接続できる安価な製品が市販されているので、容易に使用できる。

### 3.6 まとめ

複数センサを組み合わせることで広範囲を網羅する設置方法は、見栄えがよく理想的である。しかし、調整は簡単ではない。異常過熱の発見が目的の場合、厳密なセンサの設置は必要ではなく、簡単な設置でよい。異常過熱の可能性がある部位はあらかじめ分かっており、個々のセンサがそれぞれ単独で狙いを定める設置であれば、センサ間の調整などシビアな調整は必要ない。労力対効果という観点からは、ピンポイントでの設置が適している。

## 4 むすび

アナログメータ読み取り装置及び非接触温度センサについて、実証検証時に思いがけず苦勞した事例を中心に紹介した。いずれも検証前の段階では想定していなかったことで、使用して初めて分かったことである。今回検証に用いた二製品以外にも類似の製品が販売されている。本稿で紹介した多くはほかの製品でも留意すべき事項であり、事前の予備知識として一助になれば幸いである。

- ・USBは、USB Implementers Forumの商標又は登録商標である。
- ・Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。
- ・Modbusは、Schneider Electric Inc. の登録商標である。
- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

### 《執筆者紹介》



椎橋 勇一  
Yuichi Shiihashi  
株式会社明電エンジニアリング  
電気設備の診断業務・IoT関連の開発に従事