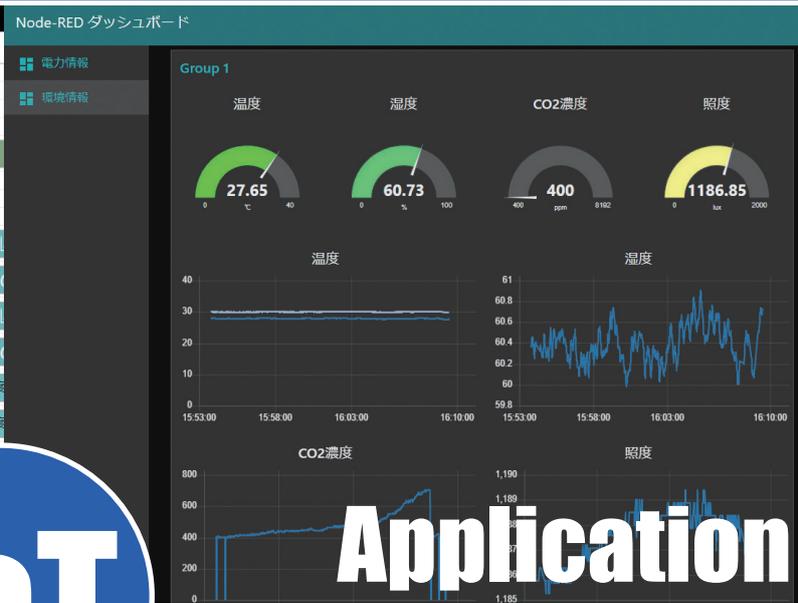
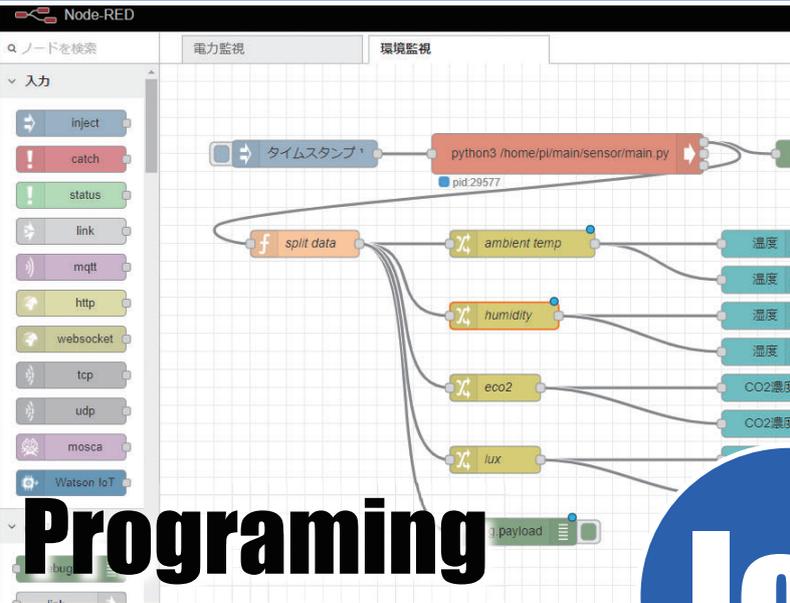


TECHNORIDGE

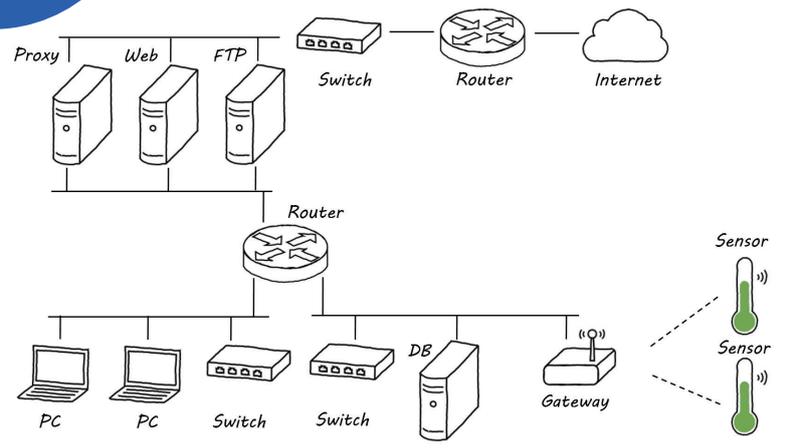
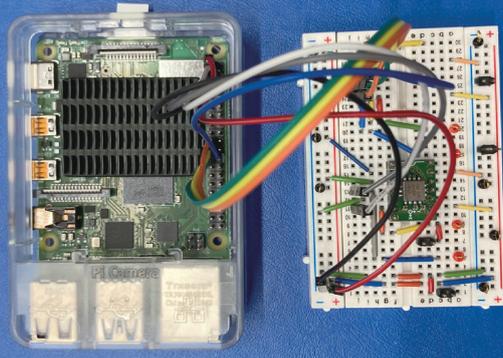
2021 328



Programming Sensor

IoT

Application Network



特集 IoT(モノのインターネット)

TECHNORIDGE

2021 328



Raspberry Pi

目次

巻頭言	2
無線通信によりデータを送る	3
職員の現在位置を可視化する	5
装置の稼働状況を把握する	7
機器紹介	8

IoTは生産現場におけるDXの第一歩

編集担当
野村 侑平

近頃、DX(デジタルトランスフォーメーション)という言葉を見る機会が多くなってきました。DXは、デジタル技術を単なる自動化・省力化に使うのではなく、さらに一歩進んで、旧来のビジネスモデルを変革(トランスフォーム)させようというのがコンセプトです。全国的に見てもDXに取り組んでいる企業数はまだ少ないのが現状ですが、新型コロナウイルス感染症の影響もあり、その前段階であるデジタル技術の活用は、これまで以上に重要になってきています。

DXを実現するデジタル技術は、いわゆるAIやビッグデータなどが代表例ですが、マーケティングやサプライチェーン、製造など、その場面・用途に合わせて使い分ける必要があります。その中で、製造業の生産現場において特に重要となるのがIoT(モノのインターネット)です。IoTとは簡単に言えば、現実の様々な現象やモノの状態をセンサなどにより数値化(デジタル化)し、遠隔から活用する技術です。基本的な活用方法はデータの可視化ですが、場合によってはモノを遠隔操作することもあります。工場など生産現場におけるDXの到達点は、完全に無人化され、どの製品がどの工程にあるかがすぐに把握でき、生産計画に合わせてラインが随時自動調整され、・・・といったSF映画に出てくる未来の工場のようなものになるかと思えます。このような工場をスマートファクトリーと呼んだりもしますが、この姿を目指していくには、まず現状を把握するためにIoTのようなデータ収集技術が不可欠となってきます。

和歌山県工業技術センター(以下、当センター)では、県内企業へのAI・IoT・産業用ロボットの導入を支援するため、2年前に「自動化促進ラボ」を開設しました。当ラボでは、実機に触れながら自動化システムの試作検討や技術相談を行うことが可能です。特に、IoTについては「自作によるIoTのスタート」をテーマに、簡易的なIoTシステムの試作方法などについて、技術講習会の開催や事例の作成に取り組んでいます。本号では、IoTで重要となる技術や、これまでに当センターで取り組んだ自作IoTシステムの導入事例についてご紹介いたします。「どのような技術で成り立っているのか」「どのようなことが実現できるのか」など、IoTを理解する上での一助となれば幸いです。ご興味のあるテーマ等がありましたら、ぜひ当センターまでご相談ください。

1) 経済産業省「DXレポート2(中間取りまとめ)」2020年12月28日

無線通信によりデータを送る

ものづくり支援部 竿本 仁志

はじめに

巻頭言で述べましたとおり、IoT とは、現実の様々な現象やモノの状態を、センサなどにより数値化（デジタル化）し、コンピュータに取り込めるようにする技術です。IoT を構成する要素技術の中で特に重要なものは、遠く離れた場所にデータを送信する無線通信技術だと考えられます。センサとコンピュータ間の通信環境は、次ページの「所在可視化システム」のように通信距離が数メートル程度というものだけではなく、センサからコンピュータまでが非常に離れている場合や、障害物が複数あり電波が届きにくい場合もあります。

本稿では、IoT で用いられている無線通信方式を簡単に比較した後、長距離通信が可能な LPWA(Low Power Wide Area) 通信方式の特徴と LPWA 通信を用いて試作した「温湿度モニタリングシステム」を紹介いたします。

各種無線通信方式の比較

無線通信といっても方式は多々あります。主だった無線通信方式を消費電力・通信速度、通信距離で分類すると、図1のようになります。5G、4G、Wi-Fi は、スマホ等で利用されているため、馴染みのある通信方式だと思います。これらの通信方式は、通信速度が速く、画像や動画を送受信できます。一方で、Bluetooth、ZigBee、LPWA は、通信速度があまり速くないため、大きなデータを送ることはできませんが、消費電力を抑えることができます。一般的に、IoT 用のセンサを設置する場所は外部電源が取れなかったり、電池を頻繁に交換できなかったりすることが多いため、消費電力を抑えられることは IoT のシステム構築には非常に

有利な点です。

長距離無線通信方式 LPWA の特徴

図1の無線通信方式の中で、LPWA は他の通信方式と異なる点があります。通常、5G や4G のように、通信距離が長い無線通信の利用には免許が必要になります。一方で、LPWA は免許が不要なものがあるため、機器を導入するだけで長距離通信が実現できます。LPWA の通信距離は、見通しのよいところなら数十 km に達する機器もあります。また、送信機と受信機の間の中継機を設置し、通信距離を実質的に延ばすことが可能なマルチホップ通信も利用できます。LPWA の周波数帯域は主に 920MHz 帯であることから、障害物があっても回り込みにより電波が通りやすく、2.4GHz 帯を使用する Wi-Fi や Bluetooth と干渉しにくい特徴もあります。LPWA は非常に優れた電波特性を有していますが、通信速度があまり速くないという点は少し残念です。しかしながら、センサから得られたデータを送信するには十分な通信速度であり、長距離無線通信が必要な IoT システムには最適な方式といえます。

LPWA 無線通信機による通信テスト

LPWA 無線通信の実際の通信性能を確認するために、見通しのよい環境と障害物がある環境での通信テストを行いました。通信テストに用いた機器は、当センターの貸付対象機器でもある「IoT 情報収集装置」（コード No.187 プログラマブルコントローラ FP7 シリーズ）に付属の LPWA の送信機（温湿度センサ機能付き）及び受信機です。なお、メーカー仕様では、この組合せで、見通しの良い環境なら 200m の通信が可能とされています。まず、見通しの良い環境の通信テストとして、当センター西側駐車場南端に送信機、140m 離れた当

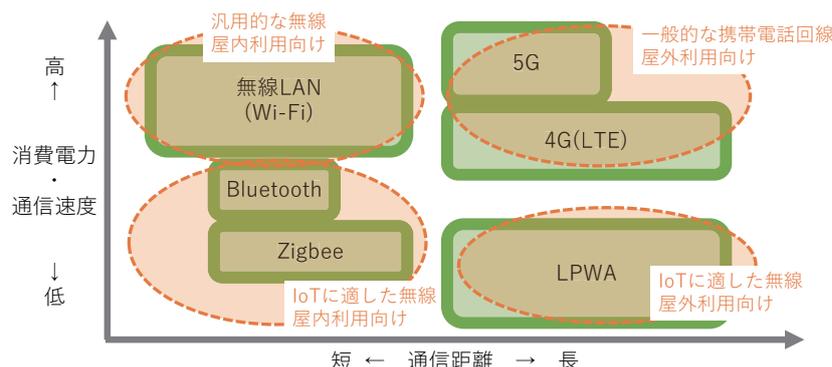


図1 IoTで利用されている無線通信方式

センターの北端の正門付近に受信機を地上 1.5mの高さに設置してテストを行いました。テストの結果、電波強度が大きく減衰することなくセンサのデータを送信することができました。次に、障害物のある環境での通信テストとして、当センター建屋の6階に送信機、1階に受信機を設置し、データ送信が可能かテストを行いました。なお、通信距離は約 20m、障害物は6階から1階の間の床、天井、机、実験機器などです。通信テストの結果、残念ながら、複数の障害物による電波強度の減衰のため、センサのデータを1階では受信できませんでした。そこで、マルチホップ通信を採用し、4階に中継機（メーカーの仕様では見通しのよいところなら通信距離は約 1 km）を設置したところ、6階から1階まで問題なくデータ送信できることがわかりました。

温湿度モニタリングシステム

センサのデータを送信できたことから、通信機をそのまま利用し、6階にある大会議室の温湿度を各職員の端末で確認できる、「温湿度モニタリングシステム」を構築しました（図2）。システムの構成は、温湿度センサ及び通信機には通信テストに用いた「IoT 情報収集装置」、データの収集及び保存には「簡易 IoT システム」(コード No.186 Raspberry Pi※¹)、可視化アプリケーションにはオープンソースソフトウェアの「Node-RED※²」を用いました。図2右上の挿入図は、大会議室の温湿度を Web ブラウザで表示したものです。システムの構築では、IoT 情報収集装置と簡易 IoT

システム間のシリアル通信規格の違いを解消するため、若干の技術的検討は必要でしたが、問題なくシステムを組み上げることができました。今回試作したシステムは、1地点だけのモニタリングシステムでしたが、LPWA の特徴であるマルチホップ通信を使えば複数地点をモニタリングすることが可能です。つまり、機器の数さえ揃えれば、センター内全室の温湿度をモニターすることも可能であり、LPWA は非常に拡張性が高い通信方式だということがわかりました。

おわりに

本稿で紹介したように、無線通信には様々な方式があります。IoT システムの設計では、送信するデータ量、送信する距離、消費電力、免許の有無などを考慮し、最適な通信方式を決定する必要があります。これから、IoT を検討されていて無線通信でのデータ送信を考えている方や、今回構築したシステムに興味を持たれた方は、当センターまでお問合せください。

※1 Raspberry Pi とは

イギリスのラズベリーパイ財団が教育用途として開発した小型のマイコンボード。安価で汎用性が高いため、教育だけでなく IoT や産業用途にも利用されている。

※2 Node-RED とは

文字をほとんど書かずにプログラムを作成できるローコード開発ツールの一つ。フローチャートを書くようにプログラミングができる。

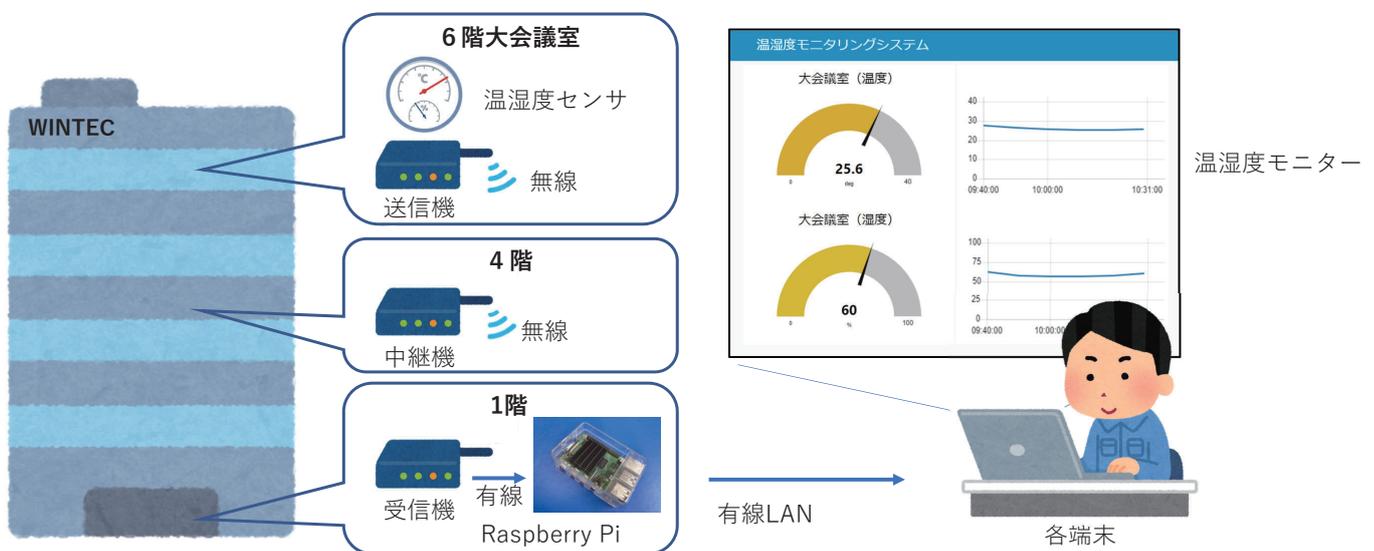


図2 温湿度モニタリングシステム概要

職員の現在位置を可視化する

ものづくり支援部 野村 侑平

はじめに

当センターには数十人の職員がいますが、多様な試験や研究を実施するため、業務時間中は所内を頻繁に移動します。そのため、すぐに連絡が取れないことも多く、館内放送による呼び出しなどで対応を行ってきました。広い工場や事業所内においても、誰々さんにすぐに連絡を取りたい、でも今どこにいるか分からない、分からないから何度も電話を取り次いだり・・・という事態は度々起るのではないのでしょうか。このような問題に対して最も単純かつ直接的な解決手段は、各個人が社用の携帯端末を所有することです。しかし現実には、導入や維持にかかるコストの問題から、導入自体が容易ではありません。そこで代替手段を考えると、例えば各部屋に内線電話機が既に設置されている場合、最低限誰が今どの部屋にいるのかが分かれば、より安価に実現できそうです。本稿では、以上の背景から試作した、「職員の所在可視化システム」についてご紹介いたします。

屋内測位技術

現在位置を知るための技術としては、全地球測位システム (Global Positioning System; GPS) が有名です。しかしながら、GPS は人工衛星からの電波を用いるため、天井や壁の影響を受けやすい屋内などでは、うまく電波が届かなかったりして正確な位置を把握できません。それをカバーする技術として、屋内などの局所範囲内における位置を測定する、屋内測位システム (Indoor Positioning System; IPS) が存在します。IPS では近距離無線などを用いるため、屋内でも数メートル以内の誤差精度で位置を推定することができます。

近距離無線を用いた IPS は主に「発信機 (ビーコン)」と「受信機」で構成され、ビーコンから出る電波を受信機が受け取り、その識別情報と電波強度から位置を推定します。今回の事例では、精度としては「どの部屋にいるのか」がおおよそ分かれば十分であったため、図1に示すように、各部屋に受信機を1台ずつ設置し、付近のビーコンの電波を感知する方式にしました。この場合、近隣の部屋でも同一のビーコンの電波を拾うことがあります。近距離無線は障害物による減衰が大きいので、電波強度が強い方が近いと推定できます。

所在可視化システム

今回試作したシステムの全体像は図2のとおりで、大まかには以下の流れで動作します。

- ①各職員が所持するビーコンから発せられる電波を、各部屋に設置された受信機が感知
- ②各部屋の受信機が感知したビーコンの電波情報を、1台の管理サーバ上に集約
- ③管理サーバに集約されたデータを演算し、マップ画面として各端末上で可視化

この一連の流れを一定間隔で実施することで、絶えず最新情報に更新し続けるようになっています。なお、マップ画面は、所内の全ての端末から web ブラウザ上で表示できるようになっています。

システムを構築するために必要なものは、ハードウェア (電子機器) と、各ハードウェア上で動作するソフトウェア (プログラム) です。基本方針としては、市販品でそのまま使えるものは使って、カスタマイズが必要な部分については自作することにしました。

まずは、ハードウェアについて説明いたします。ビー

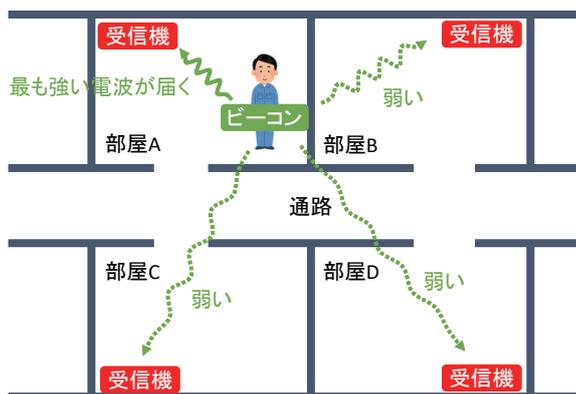


図1 位置情報の推定方法

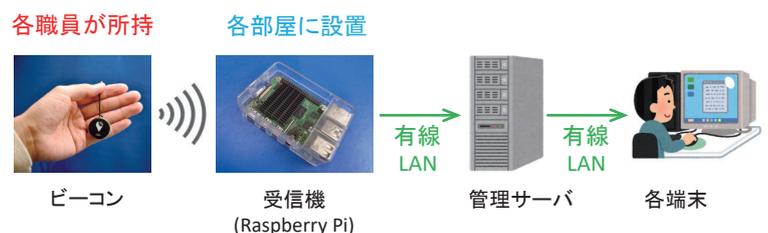


図2 所在可視化システムの概要

コンは、一定時間おきに周囲に電波を発信するだけの電子機器です。近頃知名度が高まってきたいわゆる「忘れ物防止タグ」は、近距離無線規格である Bluetooth Low Energy (BLE) が使用されており、常に一定間隔で電波を発信しているため、ビーコンの代用品となります。今回は手頃な価格で入手しやすい、市販の忘れ物防止タグをビーコンとして使用しました。受信機には、Bluetooth が使えて、LAN への接続が可能な Raspberry Pi を使用しました。Wi-Fi 環境が整っている場合には、より安価なマイコンボード (ESP32 など) も候補となります。管理サーバについては、ある程度のスペックを持つパソコンを使用しましたが、数人で使う程度であれば Raspberry Pi でも十分かもしれません。

次に、ソフトウェアについてです。受信機と管理サーバ上で動作するプログラムは自作しました。多くの部分は Node-RED と呼ばれるビジュアルプログラミングツールを使用したこともあり、短時間でプログラムを作成できました。一方で、マップとして各端末に表示する部分のプログラムは、見た目にこだわったため、使用できそうなオープンソースソフトウェア (OSS) が見つからず、ほぼ全て自作しました。自作 IoT におけるソフトウェア部分は、OSS をどれだけ活用できるかが重要なポイントとなります。

導入による効果

一部の職員と部屋を対象にシステムを構築し、その導入効果を検証しました。検証の方法としては、外線電話があった場合の対応結果について、「直接連絡が繋がった件数」、「他者に一旦取り次いだ件数」などの項目で一定期間集計を行いました。その結果、電話をかけたい相手に直接繋がった割合が上昇しており、期待どおりに効果が出ていることが分かりました。

おわりに

IoT の普及に伴う、屋内測位システムに対するニーズの高まりを受け、様々な製品が販売されています。どの機器を用いたらよいのかについては、目的や場所の特性 (障害物の有無、既存の無線環境の有無など) によって変わります。最初は何を選べばよいのか分からない上、いきなり全域に導入するのはコストもかかりますので、まずは局所的・簡易的に構築してみて、効果を見極めることから始めてみるのはいかがでしょうか。ご不明なところがありましたら、当センターまでご相談ください。

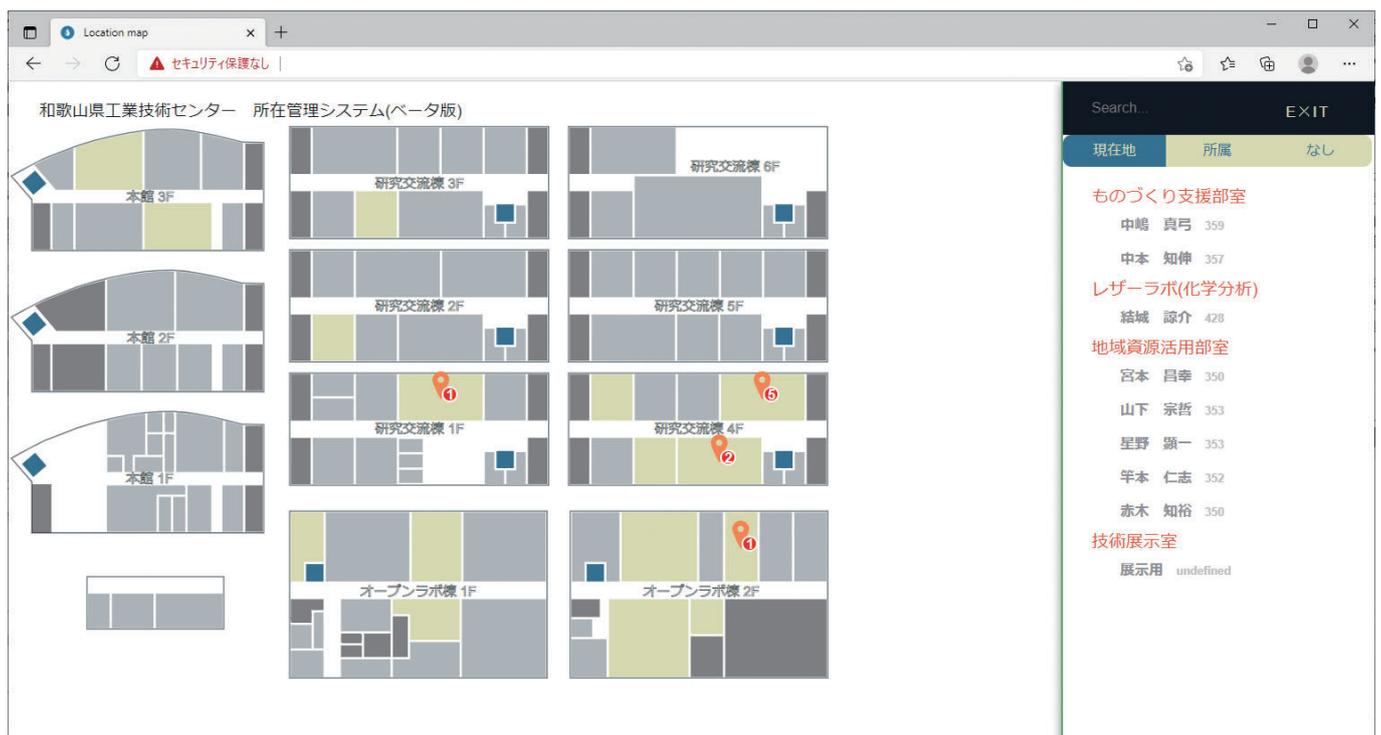


図3 所在可視化システムのマップ画面

装置の稼働状況を把握する

ものづくり支援部 中嶋 真弓

はじめに

「外出先から設備（機器）の稼働状況がわかればいいな」、「ついでに、作業終了を自動で知らせてくれたらもっといいな」と思うことはありませんか？そうした機能を備えた設備が市販されており、導入にかかる費用も準備できるのであれば話は簡単ですが、そうでない場合は既存の設備をIoT化することで目的を達成することもできます。

本稿では、当センター保有の3Dプリンターを題材に、IoT技術を使って稼働状況を可視化した事例についてご紹介します。

課題

当センター「3Dスマートものづくりラボ」に設置の3Dプリンターは、大きなものを造形する場合、丸1日以上かかることもあります。造形完了の予定時間は本体の画面に表示されるものの目安に過ぎず、正直なところあまり当てになりません。さらに、何らかの要因により設備が異常停止してしまうと造形が最初からやり直しになるだけでなく、異常停止に気づくまでの時間も無駄になります。そのため、これまでは担当職員が1日に何度も「居室」と「3Dスマートものづくりラボ」を往復して目視確認を行ってきました。しかしながら、この目視確認にかかる時間と労力を他の業務に振り替えることができれば業務の効率化につながるため、今回、設備稼働状況の可視化に取り組みました。

電流値による稼働状況可視化

まず、稼働状況の可視化のため、3Dプリンターの「造形中と停止中で異なる値を示すもの」を探しました。その結果、造形中と停止中ではそれぞれの電流値に明確な差が出ることが分かりま

した。そこで、クランプ式電流センサを利用して電流値を計測し、3Dプリンターの稼働状況を把握することにしました。クランプ式電流センサは、電源ケーブルを挟むだけなので、設備の電源回路を遮断する必要がなく、本事例のように既存の設備に追加する場合に適しています。

システムの構成

システムの構成を図1に示します。まず、3Dプリンターの電源ケーブルをクランプ式電流センサで挟むことで電流値データを取得し、マイコンを使ってそのデータをIoTゲートウェイ※1へ無線で送信するようにしました。データを受信したIoTゲートウェイは、当センターのIoT研究用インターネット回線を経由して、クラウドサービスへ電流値データを送ります。この電流値データの可視化には、IoT用クラウドサービスのweb表示機能を利用しました。webブラウザ上に、時間に対する電流値の増減がグラフ化されて表示されるため、PCやスマホから稼働状況及びその履歴を一目でチェックできるようになります（図2）。

そのほかに、3Dプリンターの稼働状況の変化を、メッセージアプリへ通知する機能を追加しました。具体的には、3Dプリンターが造形を開始して電流値が一定の数値以上に変化した場合は、メッセージアプリに「造形を開始しました。」と通知し、電流値が一定の数値以下に変化した場合には「造形を停止しました。」と通知するようにしました（図3）。これにより、webブラウザを開かなくても、外出先から手軽に稼働状況の把握ができるようになりました。

なお、本事例のデータ処理に関する部分である、「IoTゲートウェイでの電流値データの受信からクラウドへのデータ送信」、さらに「メッセージアプリへのメッセージ送信」等のプログラ

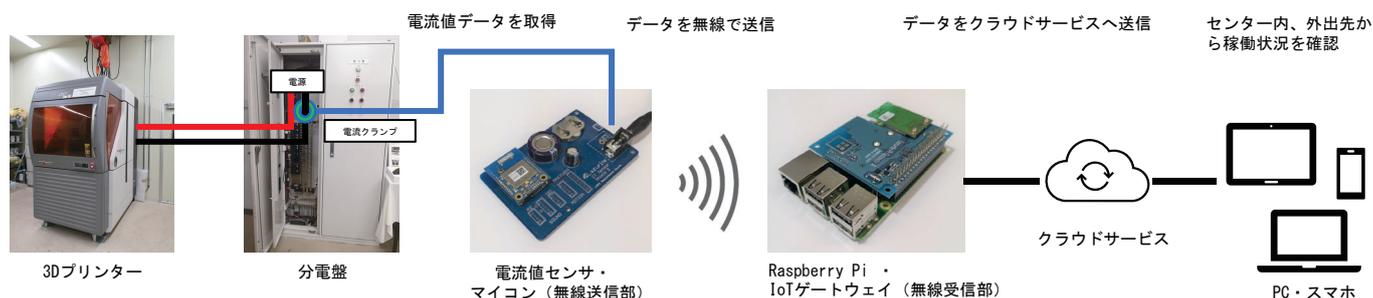


図1 3Dプリンター稼働状況可視化システム構成図

装置の稼働状況を把握する

ミングは、Node-REDを利用しました。Node-REDは、難解なプログラミング言語を習得しなくても直感的に使えるため、IoT初心者にも理解しやすく使いやすいものです。

効果

3Dプリンターの稼働状況をIoTで可視化することにより、担当職員の3Dプリンターの状況確認にかけていた時間を73%削減することができました。さらに、予期しないタイミングでの造形停止をリアルタイムに通知することで、異常停止を迅速に発見することができるようになりました。IoT技術により、時間や労力の無駄を削減し、業務効率の向上を確認できました。

おわりに

スマホの普及でセンサが大量生産され、価格

が安くなってきています。さらに、インターネットで情報の収集も容易になりました。本事例でも、可視化ツールや通知サービス、プログラミングまで既存のサービスを利用し組み合わせることで、短時間でシステムを構築することができました。ドラえもんが叶えてくれると思っていたあんなゆめ、こんなゆめがIoTにより自分で叶えられるようになったとも言えます。あなたの職場環境の改善やビジネスにSF、もといSB(少し便利)を。IoTにご興味持たれましたら、ものづくり支援部までご相談ください。

※1 IoTゲートウェイとは

IoTシステムの司令塔となる電子機器。センサデータの収集やネットワークへのデータ転送等の役割を担う。IoTシステムの試作では、安価な小型マイコンボードが利用されるケースが多い。



図2 IoT用クラウドサービスでの稼働状況可視化画面



図3 メッセージアプリへの稼働状況通知

機器紹介

事業名：令和3年度機械振興補助事業（公益財団法人 JKA）
機器名：液体クロマトグラフィー質量分析装置

KEIRIN 

●この設備の仕様は？

○製品名（メーカー）

超高速液体クロマトグラフィー/シングル四重極質量分析装置
ACQUITY UPLC I-Class PLUS / SQD2 (Waters)

○仕様

- ・超高速分析に対応（最大耐圧：18,000psi）
- ・各種検出器を搭載（フォトダイオードアレイ検出器 (PDA)、蛍光検出器 (FLR)、蒸発光散乱検出器 (ELS))
- ・幅広い質量範囲で測定可能（～ 3,000m/z）
- ・2D システムによる、特定ピークの高分離・脱塩・濃縮が可能

●この設備の特徴・用途は？

○特徴

化成品、天然物、高分子、複合材料及び機械・金属材料等に含まれる有機成分の定性・定量分析及び構造解析を行うことができます。

○用途

- ・製品や部素材に含まれる添加材等の機能性成分の定性・定量分析
- ・製品トラブル（変色、劣化、不純物混入など）の解析
- ・有機化合物の構造解析



技術情報誌
編集・発行
和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地

発行日
2021年11月5日
TEL / 0773-4477-2880

印刷所
御坊市
TEL / 0738-220115