

ローカル IoT サーバの開発及び利用例 (GPS マップ) について

林田 平馬^{*1)}

Development of a Local IoT Server and Usage Example (GPS map)

HAYASHIDA Heima^{*1)}

コンピュータの処理能力の向上や低消費電力化が著しく進み、生活の様々な場面において一段とデジタル技術の利活用が進んでいる。近年では、携帯電話網の高速大容量化を進める 5G への移行に加え、広域でのセンサネットワークを低コストで実現する LPWA (Low Power Wide Area) の整備も進みつつあり、AI 利用技術の進展と相まって、社会活動の多くの場面でコンピュータの利便性を、誰もが享受できるようになってきている。AI 処理等の機械判別の高精度化を進めるにあたっては、精度の良い機械学習用の学習データを大量に整備する必要がある。このため、日常で使うシステムに IoT 技術を駆使したデータ整備機能を組み込むことで、低コストで安定したデータ収集が可能な仕組みを構築し、AI 活用をいち早く試みるのが、地域産業の発展に重要であると考えている。そこで、当センター IoT 推進グループでは、2016 年からスタートした中期研究開発方針において、「地域情報の活用」を掲げ、低コストで扱いやすいデータ整備のための仕組み作りを進めるため、ベースとなる仕組みとしてローカル IoT サーバの開発を行い、ローカル IoT サーバを用いた試作システム開発を続けている。本資料では、奈良県の漢方のメッカ推進プロジェクトにおいて実施している、キハダの生育状況を把握するためのデータ収集システム (GPS マップ) を、県内公設研究機関の連携プロジェクトとして開発・運用しており、その仕組みについて解説する。

1. 緒言

IoT は、スマートフォンやパソコンなどの情報端末、工場などで稼働する機器のコントローラ、車などの移動体の制御システム、センサノードなどを、通信網を使って接続し、場所や時間を越えて自在にデータをやり取りすることで、これまでにない効果を得ようとする仕組みである。IoT を構成する要素としては、情報とデータを変換するエッジ側の処理と、集められたデータを処理したり、保存したりするサーバ側の処理とに分かれ、エッジ側では、マイコンに書き込んだプログラムを用いて、センサや通信モジュールを操作するなど、「組込み」と呼ばれる回路設計技術とソフトウェア開発技術が用いられる。また、省電力化やロバスト性能が要求されるため機能を絞った専用のコンピュータであるマイコンや専用チップなどが用いられる。一方で、サーバ側は多数のノードとのデータのやり取りや、集められたデータの処理や保存など、大規模な計算能力と記録容量を持ち、高可用性も求められるためクラウドサービス上に設計されることが多い。クラウドサービスは、OS 上で動く膨大な数のソフトウェアを組合せ、高機能なサービス群を構成し、専用の操作インターフェースを使って、自在にシステム構成が変更できる仕組みとなっており、一部の大手 Sier が独占的にサービス展開している。更に、多くのユーザーで共用することで低コスト化と高機能化を実現する一方で、システムの根幹を外部リソースに委ねるリスク (情報

漏洩、仕様変更、通信やサービスの不具合による停止等) があり、ランニングコストも割高となるなどの特徴がある。そのため、直接利益があがる Web サービスを開発・運用する場合には、必然の選択となっているが、社内状況の見守りや情報共有のための仕組みや、新サービス立ち上げに向けた予備試験など、利益に直結しない仕組みには向かない。そこで、社内などのオンプレミス環境で利用でき、少ない学習コストで IoT システムのサーバ側が構築でき、簡易なユーザインターフェースの提供までを迅速に実装できるローカル IoT サーバの開発を当センターで進めている。企業のエンジニアや研究者が、現場で抱えているニーズを手早く実装し、デジタル技術を活用した新しい方法論を試し、改善し続けることで、圧倒的な改善効果が得られる新しい道具の開発に、つなげようとしている。本稿では、漢方のメッカ推進プロジェクトにおいて実施しているキハダの生育調査を題材に、ローカル IoT サーバをベースに構築した GPS マップの機能や構成について紹介する。

2. ローカル IoT サーバ

2.1 ローカル IoT サーバの要件

IoT や AI を活用したデジタル化は、これまでの慣行で行ってきた様々な意思決定の過程を、最新のデジタル技術を大胆に取り入れることで、意思決定の速さと正確さ、更には理にかなった組織運営を実現するものである。一方で、

^{*1)} IoT 推進グループ

これまで続いてきた企業や商品の本質や個性を失うことは避けなければならない。そのため、パッケージソフトなどの既存システムに合わせてデジタル化を推進することで、効率を追求することもできるが、企業や商品の個性を失う危険性や変化への対応も重要であるため、自社で開発（少なくとも要件定義やメンテナンス）を主導し、変化に合わせてシステムの改良が迅速に、持続的に行えるかが、デジタルシフトの成否を分けると考える。企業に必要なシステムの要件定義は、ITの専門知識をもつシステム会社のエンジニアより、現場で働くエンジニアの方が的確にできるはずで、簡単に試作し、評価できる道具があれば、適正なコストで、的確なシステム設計ができる。その試作・評価（PoC）のために作成するシステムをより手軽に実装する道具として、ローカル IoT サーバの開発と普及活動を進めている。ローカル IoT サーバの主な要件としては、次のとおりである。

- 1) 試作から短期的な実運用までを想定し、開発からメンテナンス、仕様変更等も含めたトータルコストが低く抑えられること
- 2) 効果的なシステムをつくるため、手早く試作・評価・改修ができ、細やかなニーズにも対応できること
- 3) 非 IT 系人材が利用することを想定し、IT 系の学習コストも最低限で済むこと
- 4) 用途（現場でのニーズ）として、見える化（センサ情報やカメラ映像）、機器の遠隔監視や操作、多様な作業ログの収集、情報共有、データの変換、システム連携等を想定し、それぞれの用途で共通となる機能を備えること

現状で、これらの要件を満たせるサーバサイド技術は Web システムのみである。

2.2 ローカル IoT サーバの構成

Web システムの実装には、PHP や Ruby が多く用いられてきたが、近年では簡易な Web サーバ機能まで内包した Microsoft 社の .NET Framework や Node.js¹⁾ が多く用いられるようになってきている。特に Node.js は、プログラミング言語としては JavaScript を使用するため、サーバサイドの処理だけではなく、GUI 表示を行うブラウザ側の処理も同じ JavaScript で記述でき、学習コストを低く抑えることができる。また、Web システムを構築する際に必須となる通信やストレージ接続などの機能は、オープンな規格に準拠したオープンソースのクラスライブラリが整備されていたり、その上位で動作するアプリケーション寄りの処理も、利用者同士の共有財産として、オープンソースで公開されていたりするなど、個人でも非常に多機能なシステムを手早く構築できるようになってきている。大手の商用サービスでも採用され、コア部分の処理能力は十分な実績と信頼性のあるパッケージとなっている。この Node.js を GUI 操作で

システム開発が行える Node-RED²⁾ は、Node.js の信頼性を備えた上に、拡張性とシステム開発の容易さが加わり、PoC におけるシステム開発に最適な環境と言える。ローカル IoT サーバの開発は、この Node-RED で用意されているノードを用いて共通部分を開発しておき、様々な用途にあわせて必要な機能を付け外しすることで実現している。図 1 に、データの保存、可視化、アラート通知を備えたローカル IoT サーバの基本形を示す。

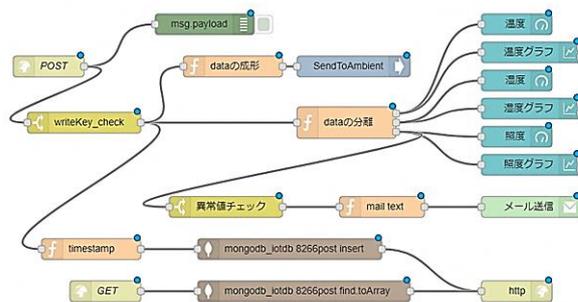


図 1 ローカル IoT サーバの基本形

2.3 Node-RED による開発

Node-RED は、自身も Node.js で開発された Web システムとなっており、Node.js がインストールされた環境であれば Windows, macOS, Linux などの主要な OS 上で動かすことができる。特に Linux パッケージの Ubuntu でも動作することから、動作環境として Raspberry Pi を用いることができ、既存の LAN 環境と PC 等を使って、数千円の投資で本格的な PoC を始めることもできる。Web システムである Node-RED は、システムの開発もブラウザで行う。ブラウザを使って開発用ページにアクセスし、フローエディタを使って GUI で Node.js 上で動作するシステムを開発し、実行できる。図 2 に、Node-RED のエディタ画面を、図 3 に Node-RED と Node.js の関係を示す。エディタ上で作成したフローは、右上のデプロイボタンで即座に実行され、簡単にコピー&ペーストで別の Node-RED 環境に移すこともできる。

開発の主な手順

- ① 開発用ページの左サイドにあるパレットから、必要な機能を担うノードを、ドラッグアンドドロップで中央のエディタ上に配置する。
- ② 配置したノード間を、線でつなぐ。線をつなげたノード全体をフローと呼ぶ。
- ③ ノードのプロパティで必要に応じてパラメータ設定を行う。
- ④ フローが完成したら、右上のデプロイボタンを押す。
- ⑤ デプロイが完了すると、作成したフローは即座に Web システムとして動作を開始する。

ローカル IoT サーバの活用先は、多種多様に想定されるが、主だった機能は以下ようになる。Node-RED の標準ノード又は拡張ノードを利用し、指定されているデータフォーマットに整形する処理部を作成していけば、比較的容易に機能を構成できる。

- ・通信 (TCP/IP, HTTP, WebSocket, シリアル通信)
- ・ストレージとの接続 (ファイル, データベース, メモリ上のバッファ)
- ・通知機能 (メール, SNS, サウンド)
- ・描画 (グラフ表示, リスト表示, 画像や動画の埋込み)
- ・様々なシステムに合わせたデータフォーマットの変換

上記に加えて、多種多様な表現やクライアント側のユーザビリティを向上するためのインタフェースを個別につくり込む場合は `template` ノードを用いることで、HTML5 の Canvas 等を用いて、アプリケーション部分をつくり込むことも可能である。また、`exec` ノードを使うことで、ローカルのシェルスクリプトを実行したり、`http` ノードを使って他サーバの WebAPI を利用したりするリモートプロシージャコールも利用可能である。これらのバックヤード処理とフロントエンド処理を適宜組み合わせることで、非常に低コストで、実用的なシステム構築が可能になることから、ローカル IoT サーバのシステム開発ベースとして Node-RED を採用している。

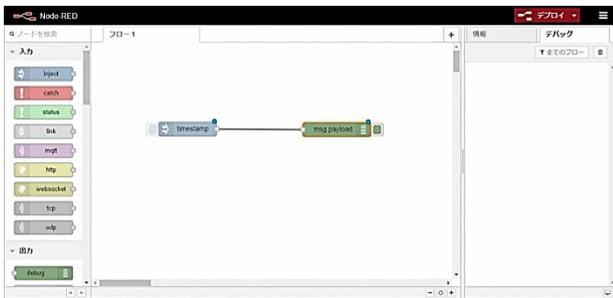


図 2 Node-RED のエディタ画面

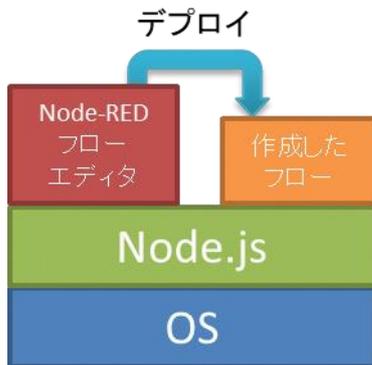


図 3 Node-RED と Node.js の関係

3. GPS マップ

3.1 GPS マップ開発の背景

奈良県では、2018 年度より県内の 6 公設試験研究機関から構成する奈良県研究分野統合本部の研究テーマの 1 つとして「県産キハダ (オウバク) の栽培促進と有効利用に関する研究」を進めている。キハダは、漢方薬の原料として、県内でも一定量の消費があり、毎年安定した量を提供し、安定した成分含量の原料を、県外買入価格並みで提供できれば、県産品の供給を求める声がある。そのため、県の研究機関連携で、県産キハダの生育調査や成分の含有量調査を行っている³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。調査は、キハダの生育場所の特定、数量の調査、伐採による含有量調査を、県内広域で実施しており、その全体像の把握を手早く行いたいとの要望を受け、ローカル IoT サーバをベースに GPS マップの作製を行った。GPS マップ全体の動作イメージを図 4 に示す。

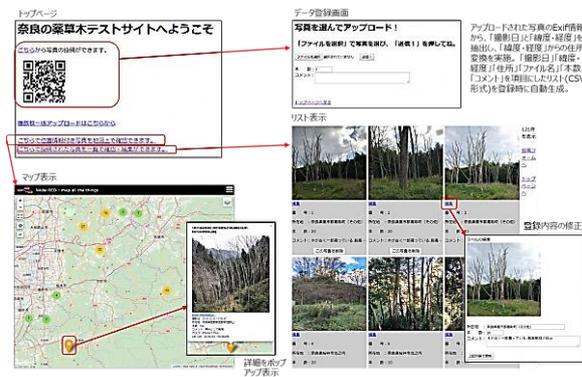


図 4 GPS マップ全体の動作イメージ

3.2 GPS マップの機能概要

GPS マップは、生育調査に訪れた現地で GPS 機能を ON にしたスマートフォンで撮影した写真を投稿し、必要な付加情報を加えて登録することで、即座にマップ表示とリスト表示が行えるシステムで、リストを一括ダウンロードすることもできる。GPS 情報は、各写真のヘッダ部に日本電子工業振興協会で規格化された Exif (Exchangeable image file format) で保存されており、その情報をアップロード時に参照することで、位置情報に変換、住所情報に変換するなどしている。撮影日時も同時に Exif から得られることから、撮影時に確認した調査に必要な情報のみを入力するだけで、登録が完了する。また、位置情報があることで Google 社のストリートビューと連携させることや、国土交通省が公開する地理情報や気象庁の気象情報などの紐づけも図れることから、今後の研究における分析にも活用できる。基本的な仕組み (写真を投稿しマップ上に表示する) の構築は最初のヒアリングから 2 週間程度で行った。最初のシステム提示後、利用する研究者からのフィードバックを得ながら、既存の報告システムやマップサービスでは得られ

ない手間の軽減と、集めたデータが利用しやすいように、システム改修を行った。基本機能の構築を手早く済ませ、使いながら機能の確認を進め、新しい課題を議論することに時間を割くことにより、利用者が真に求めている仕組みに短期間で辿り着けることが、ローカル IoT サーバの最大の特徴となる。

3.3 GPS マップの構成

GPS マップのシステム構成イメージを図5に示す。



図5 システム構成イメージ

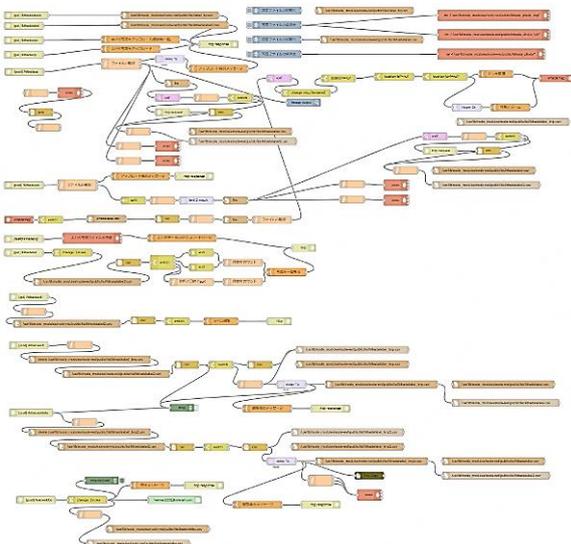


図6 プログラムの全容

サーバサイドの処理となる、写真を含む報告データの受け取りやデータの保存はローカル IoT サーバの機能として準備したものを流用し、Exif 情報の解析や地図表示は、node-red-node-exif や node-red-contrib-web-worldmap 等のノードを新たに追加し利用している。リスト表示部はHTML5のfigure要素とCSSの機能を使い、動的なレイアウト調整を行えるようにJavaScriptとHTMLで記述し、多様なデバ

イスの画面サイズでも、破綻しにくい仕組みとしている。また、データが溜まってきた際に、見やすくするため「住所(50音順)」「撮影日」でソートできるようにし、表示順を変えられるようにもしている。ソースコードの全容を図6に示す。高度にクラス化されたNode-REDをベースに開発しているため、非常に少ないコードで多機能を実現でき、バグも少なく安定した動作が得られている。マップデータはオープンソースで開発、メンテナンスが行われているOpenStreetMapの地図データを利用しており、表示結果を印刷しての利用や、画像データとして改変しての再利用を含め、著作権表記を行えば自由にできる仕様となっている。マップ表示例を図7に、リスト表示例を図8に示す。

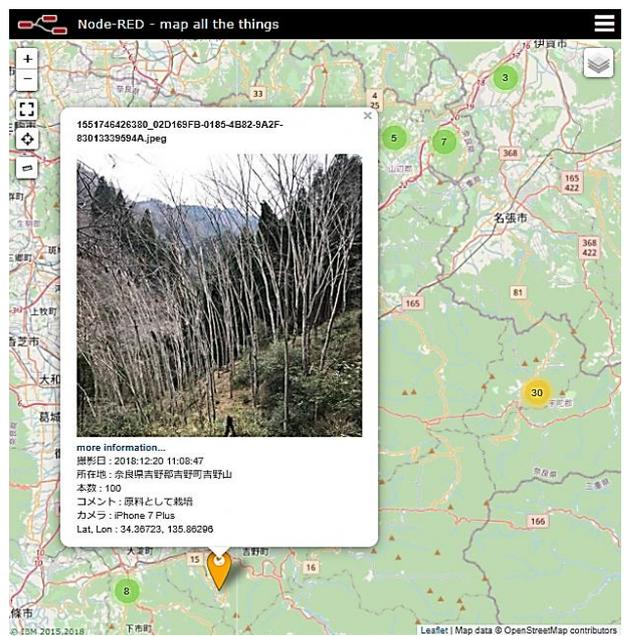


図7 マップ表示例



図8 リスト表示例(186件の内の一部)

マップ表示では地図上の所在地に示されたピンをクリックすることで、詳細情報がポップアップ表示され、リスト表示では、登録内容の編集や削除が行える。報告は、即座に反映されるため、内容の確認も含め、現地でスマートフォンだけで完結できる。

4. まとめ

GPS マップは、2019 年度に稼働を始め、2 年間の運用で 186 件の情報登録となった。2021 年度も、調査を実施する際に報告が追加される予定となっている。新たな改善要望は出ていないが、位置情報付きの調査データが溜まっていくことから、国土交通省地理院や気象庁が公開するオープンデータとの組み合わせによる分析など、時空間情報との紐づけによる、新たな知見の発掘も検討していければと考えている。IoT 技術による情報の見える化は、様々な活動のやり方を大きく変える可能性があり、今後も最新の技術を取り込みながら、現場での活用機会を見つけ、手早くシステムを構築し、効果を確認していきたい。日常で利用する仕組みに組み込んでいくことで、今は活用が難しくても、将来的な AI 利用につながる可能性を意識し、集めるデータの項目やフォーマットの検討等の提案も進めていければと考えている。本報告の事例では、研究者との取組であったが、これは IoT で集めるデータが、研究や AI 等の学習用データと相性がよく、取組として進めやすいためである。

研究者の求める仕様に応えることで、IoT サーバの開発バ

リエーションを増やし、今後増えると予想される企業からの相談にも迅速に応えられるように準備を進めていく。現時点で、県内ものづくり企業への提供は 10 件程度となっている。今後セミナー活動等を通じて普及推進に努め、機械判別用のデータを持続的に生み出し、活用していける企業を増やせればと考えている。

参考文献

- 1) <https://nodejs.org>
- 2) <https://nodered.org>
- 3) 立本行江, 西原正和, 林田平馬, 奈良県内のキハダ生育地調査とベルベリン型アルカロイド含量の傾向, 生薬学雑誌, Vol.74(2), 98-105, 2020
- 4) 成瀬達哉, 酒井温子, キハダ材の人工乾燥スケジュールの推定, 奈良県森林技術センター研究報告, 49, 51-55, 2020
- 5) 米田正樹, 樋上絢, 立本行江, キハダの果実および葉の農薬分析法の妥当性評価および残留農薬実態調査, 日本食品化学学会誌, Vol.27 (1), 1-9, 2020
- 6) 西原正和, 大住優子, 田中尚, 国内産キハダ葉中のクロロゲン酸分析における抽出条件の検討及び含有量調査, YAKUGAKU ZASSHI, Vol.140 (1), 113-116, 2020
- 7) 首藤明子, 清水浩美, キハダの実と葉の有効活用の検討 (第 1 報), 奈良県産業振興総合センター研究報告, No.46, 33-36, 2020