

IoT 利活用人材育成を目的とした PBL 取り組みの事例

福井工業大学 経営情報学部 経営情報学科

北上 眞二

1. はじめに

内閣府の調査[1]によると、国内で情報通信技術を学んだ IT 人材が製造業などの非 IT 系産業に従事する割合は 30%以下であり、諸外国の半分以下となっている(図 1)。これは、IT を活用すべき非 IT 系産業の国際競争力低下の一因となっていると考えられる。また、IoT(Internet of Things; モノのインターネット)は IT(Information Technology; 情報技術)と OT(Operational Technology; 運用技術)の組合せと言われるが、高等教育機関や製造業においては、IT と OT との間には壁があると考えられる[2](図 2)。すなわち、高等教育機関において、ネットワーク技術やデータベース技術などの IT は主に情報系学部で学び、電気技術や機械技術などの OT は主に工学系学部にて学ぶ。それぞれの人材は、製造業においては、IT 人材は情報システム部門、OT 人材は開発・製造部門に配属される場合が多いため、IT と OT の双方に精通した IoT 利活用人材が育成されないという課題がある。

このような背景と課題に対して、福井工業大学 経営情報学科では、IoT 利活用人材育成を目的とした取り組みを推進している。具体的には、実際に AI や IoT を体験することにより AI/IoT に対する興味を持たせるための小中高生向け「AI/IoT 体験ラボ」、実際に動作する IoT システムの開発に取り組むことにより IoT の仕組みを理解し、IoT 利活用アイデアの創出を

促すための大学在学学生向け「IoT プロトタイプ開発実習」、および自社製品の IoT 化を推進するきっかけを作るための電気・機械技術者向け「IoT リカレント教育」に取り組んでいる。本稿では、このうち、令和 3 年度に本学の PBL 科目として実施した「IoT プロトタイプ開発実習」(受講者 12 名)について紹介する。

2. IoT プロトタイプ開発実習

IoT プロトタイプ開発実習は、3 年次の前期(FUT 実践学演習 I)と後期(FUT 実践学演習 II)の 1 年間に渡って実施している。前期に、座学で IoT 概要と IoT を支える技術について学んだ後に、与えられた課題に沿って、IoT プロトタイプ開発の実習に取り組む。後期は、個人またはグループに分かれて、前期で学んだ IoT の開発手法を活用して、身近な問題を解決するための IoT システムの開発に取り組む。IoT プロトタイプ開発実習の全体像と、その標準的なカリキュラムを図 3 と表 1 に示す。

なお、本 PBL 科目では、受講者に実習の目的と期待する成果についての事前レポートの提出を義務付けており、実習に取り組む目的意識の明確化を図っている。また、前期の第 9 回目に、グループごとに IoT を活用したアプリケーション事例の調査結果を発表し、全員で議論する場を設けている。これは、実例をもとに IoT によって収集したデータの活用方法や IoT 活用の効果を把握することを目的としている。

我が国の IT 人材配置状況

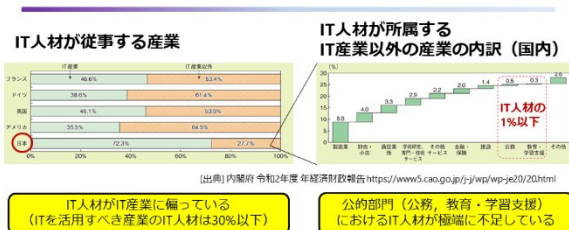


図 1 我が国の IT 人材配置状況

製造業における IT と OT の壁

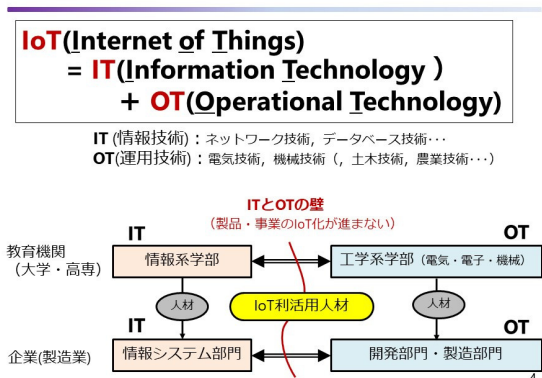


図 2 製造業における IT と OT の壁

3. FUT 実践学演習 I (前期)

前期の IoT プロトタイプ開発実習は、第 4 回～第 6 回の予備的な実習と準備の後に、3 つの実習課題に取り組む。この実習の目的は、電気電子回路の実装からクラウド・システムの開発まで、最新の IoT 技術を活用した IoT システムの基本的な開発手法を総合的に習得することである(図 4)。本実習では、ピアラーニングを推進するために、2 名 1 組のグループ分けを行った。

IoTプロトタイプ開発実習

大学／高専向けのIoTシステム開発実習

実際に動作するIoTシステムの開発に取り組むことにより、IoTの仕組みを理解し、IoT活用アイデアの創出を促す

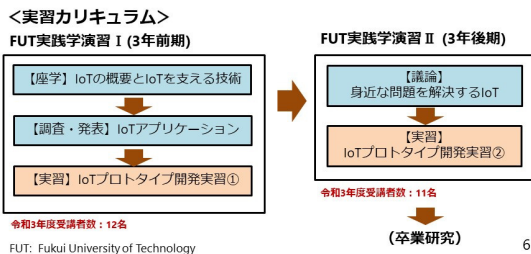


図 3 IoT プロトタイプ開発実習の全体像

表 1 FUT 実践学演習 I / II 標準カリキュラム

FUT 実践学演習 I (3 年次前期)	
第 1 回	オリエンテーション
第 2 回	【座学】 IoT 概要と IoT を支える技術
第 3 回	【発表】 事前課題レポート内容
第 4/5/6 回	【実習】 電気電子回路の実装と IoT デバイス開発の準備
第 7/8 回	【実習】 IoT デバイスの開発
第 9 回	【発表】 IoT アプリケーション調査
第 10/11 回	【実習】 センサデータの可視化
第 12/13 回	【実習】 IoT デバイス連携
第 14 回	【実習】 実習成果のまとめ
第 15 回	【発表】 実習成果発表と議論
FUT 実践学演習 II (3 年次後期)	
第 1 回～第 3 回	【議論】 身近な問題を解決する IoT
第 4 回～第 14 回	【実習】 IoT プロトタイプ開発 (個人またはグループ)
第 15 回	【発表】 実習成果発表と議論

3-1. 実習課題(a)IoT デバイスの開発

1 つ目の実習課題は、シングルボードコンピュータである Raspberry Pi を使用して、センサとアクチュエータを連携させる IoT デバイスの開発に取り組む(図 5)。具体的には、光センサで計測した部屋の明るさに応じて LED を点滅させたりサーボモータを動作させたりする。この課題に取り組むことによって、AD コンバータなどの電子素子の使い方、PWM(Pulse Width Modulation)によるサーボモータ制御、および IoT デバイスに搭載するソフトウェアの開発手法などについて習得する。

IoT デバイスのソフトウェア開発は、フローベースのビジュアルプログラミング環境である Node-RED を採用した。Node-RED は、ノーコード/ローコードで IoT ソフトウェアの開発に取り組むことができるため、プログラミング経験が少ない非 IT 系学生も IoT デバイスの開発に取り組みやすいというメリットがある。

【実習】IoTプロトタイプ開発実習①

- 実習目的
 - 電気電子回路の実装からクラウド・システムの開発まで、最新のIoT技術を使って、IoTシステム開発手法を総合的に習得する
- 実習課題
 - (a) IoTデバイスの開発
ボタンや部屋の明るさによるLEDを点灯/消灯、ステップモータの制御
 - (b) センサデータの可視化
光センサの値をゲージとグラフで可視化 (パソコンやスマートフォンで確認)
 - (c) IoTデバイスの連携
複数のIoTデバイスをインターネット経由で連携 (部屋の明るさによって遠隔のIoTデバイスに接続されたLEDを点灯/消灯する)

図 4 IoT プロトタイプ開発(前期)

【実習】IoTプロトタイプ開発実習①

実習課題(a) IoTデバイスの開発

- タクトスイッチでLEDを点灯/消灯させる (Lチカ)
- 部屋が暗くなったらLEDを点灯させる
- 部屋の明るさによってサーボモータを制御する

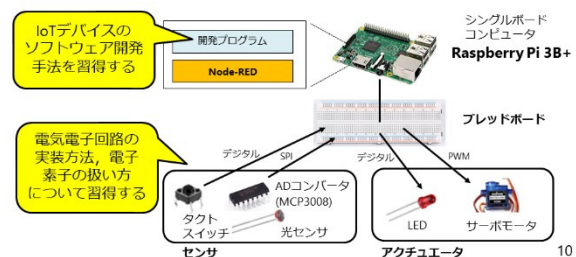


図 5 実習課題(a)IoT デバイスの開発

3-2. 実習課題(b) センサデータの可視化

2 つ目の実習課題は、実習課題(a)で開発した IoT デバイスの光センサで計測した照度データを定期的にクラウドサーバに送信し可視化する(図6)。具体的には、パソコンやスマートフォンからクラウドサーバにアクセスして、部屋の明るさがゲージや折れ線グラフなどで可視化されることを確認する。IoT デバイスは、パブリッシュ/サブスクライブ型の通信プロトコルである MQTT(Message Queueing Telemetry Transport)を使用してデータをクラウドサーバに送信する。

この実習課題では、IoT 向けの通信プロトコルのデファクトスタンダードである MQTT の使い方とクラウドサーバにおけるデータ可視化ソフトウェアの開発手法を習得する。クラウドサーバのソフトウェア開発は、実習課題(a)と同じ Node-RED を使用する。なお、実習で利用したクラウドサーバは、共有の実習/研究基盤として大学で年間契約しているものであり、担当教員が運用管理を行っている。

【実習】IoTプロトタイプ開発実習①

実習課題(b) センサデータの可視化

- 光センサで計測した部屋の明るさをゲージとグラフで可視化し、PCやスマートフォンで確認できるようにする

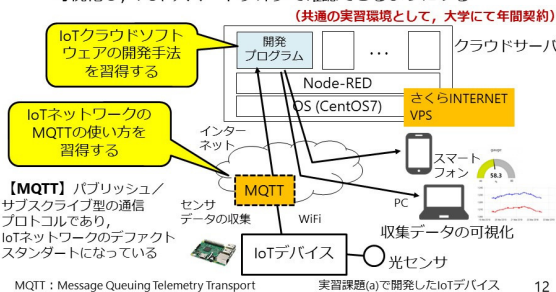


図6 実習課題(b) センサデータの可視化

【実習】IoTプロトタイプ開発実習①

実習課題(c) IoTデバイスの連携

- 光センサで計測した部屋の明るさによって、他のIoTデバイスに接続されたLEDを点灯/消灯させる

(インターネットを活用した遠隔制御の手法について学ぶ)

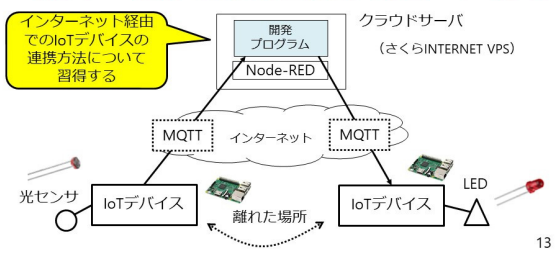


図7 実習課題(c) IoTデバイスの連携

3-3. 実習課題(c) IoT デバイスの連携

3 つ目の実習課題は、実習課題(a)で開発した複数の IoT デバイスをインターネット経由で連携させる(図7)。すなわち、1 台目の IoT デバイスの光センサで計測した照度データをクラウドサーバに送信する。クラウドサーバでは、その値によって 2 台目の IoT デバイスに LED の点灯/消灯を指示するコマンドを送信する。1 台目の IoT デバイスからの照度データ送信と 2 台目の IoT デバイスへのコマンド送信は、実習課題(b)で使用方法を習得した MQTT を利用する。この実習課題に取り組むことにより、離れた場所の IoT デバイス同士をインターネット経由で連携させる本格的な IoT システムの開発を実体験することになる。

以上の 3 つの実習課題に取り組んだ後に、実習成果について発表を行うとともに、実習で工夫したり苦労したりした点について受講者全員で議論を行うことにより、IoT システム開発に係るノウハウの共有を図った。

4. FUT 実践学演習 II (後期)

後期は、実習受講者の興味や問題意識に合わせて、独自の IoT システムの開発に取り組んだ。すなわち、受講者が IoT により解決をしたい課題を取り上げ、担当教員のアドバイスをもとに、その課題を解決する IoT システムの開発に取り組む。ここでは、4 名のグループで開発に取り組んだ「IoT 作物育成監視システム」について紹介する。

4-1. システム要件の明確化

前期の IoT アプリケーション事例の調査において、農業への IoT 活用を取り上げた受講者が多く、農業を対象とした IoT システムの開発に取り組むことになった。しかしながら、本学は農学系の学科がないため、どのような課題を解決すべきかの議論を進めることができなかった。そこで、福井県立大学 生物資源学科の協力を得て、植物栄養学のイチゴ育成実習に取り組む学生から、作物の育成実習を進める上での課題をオンラインでヒアリングし、特に重要と思われる下記の課題を解決する「IoT 作物育成監視システム」を開発することとした(図8~図10)。

- 気温や明るさと作物の育成状態の関係を把握するために、気温変化を記録したい
- 水やりのタイミングを計画するために、土の乾燥状態を把握したい
- 害虫や病変をいち早くみつけるために作物の表面状態を監視したい

4-2. システム開発

上記で述べた 3 つの課題を解決するために、温湿度センサ、光センサ、土壌水分センサを接続して計測結果を収集する IoT デバイスの開発に取り組んだ。使用するセンサは、学生が自ら調査を行って適切なセンサを選定した。また、作物の表面状態を監視するために、USB カメラを接続できるようにした。計測

したデータの可視化については、前期で習得した方法では、現在の計測データを折れ線グラフで可視化することしかできなかった。そこで、過去の計測データや撮影写真を Google Drive に保存する方法を調査し実装した。これらの機能を実現するソフトウェアの開発や通信プロトコルは、前期に習得した Node-RED や MQTT を活用することができた。

4-3. 設置と有効性評価

開発した IoT 作物監視システムを、福井県立大学の実習圃場に設置し、正しく動作することを確認した。また、イチゴ育成実習に取り組んでいる学生に試用をしてもらうことにより、開発成果の有効性評価を行った。現在、実習圃場に設置した「IoT 作物育成監視システム」は、イチゴ育成実習以外の実習にも活用されている。なお、今回の農業分野における福井県立大学と福井工業大学との大学間連携実習については、令和 3 年 12 月 21 日付の福井新聞一面で紹介された[3]。

5. 考察

今回の IoT プロトタイプ開発実習では、前期に IoT システムの基本的な開発手法を習得してから、後期に独自システムの開発に取り組んだため、受講者はシステムの検討の段階から実現性も考慮することができた。また、教育だけを目的とした教材を使用せずに、商用 IoT システムの開発でも広く利用されている開発環境やネットワーク機能を利用した。これにより、今後 IoT システムを開発する際に、その知識が活用できるようになることが期待できる。さらに、一般的な IoT 開発実習では、IoT デバイスの開発に留まる場合が多いが、本実習ではクラウド開発まで取り込んでいる点が特長的であると考えられる。

実習終了後の受講者アンケートでは、IoT を活用した課題解決の手順が身に付いた、IoT システムの開発では利用者との対話が重要であることが理解できた、データの利活用の要望から収集するデータの種類や収集方法を定める必要があることが分かった、などの感想が得られ、今回の取り組みが IoT 利活用人材の育成に効果的であることが確認できた。

6. まとめ

IoT 利活用人材育成を目的とした PBL 取り組みの事例として、福井工業大学において実施している IoT プロトタイプ開発実習について紹介した。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K03151 の助成を受けたものである。また、福井県立大学との大学間連携実習の企画・実施にあたって、福井県立大学 塩野克

【事例】 IoT作物育成監視システムの開発

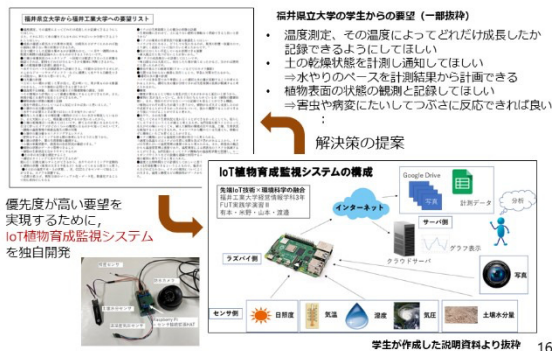


図 8 IoT 作物育成監視システムの開発(1)

【事例】 IoT作物育成監視システムの開発

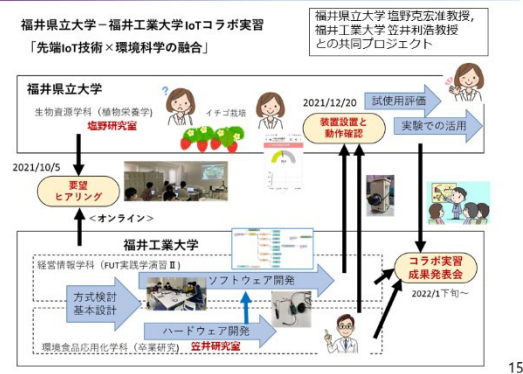


図 9 IoT 作物育成監視システムの開発(2)

【事例】 IoT作物育成監視システムの開発

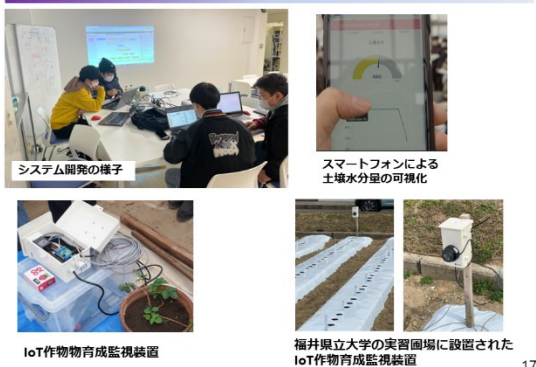


図 10 IoT 作物育成監視システムの開発(3)

宏准教授と福井工業大学 笠井利浩教授の協力に感謝したい。

参考文献

- [1]内閣府, 「令和2年度 年経済財政報告」,
<https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je20/20.html> (2022年12月6日 参照)
- [2]北上, 長谷川, 小泉, 井上 「IoTプロトタイプ開発実習のオンライン化に向けた取り組み」, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2020 論文集, 2020年12月
- [3]KANAI GAKUEN ACTION BOOK, 「先端IoT技術で農作業の省力化を目指す|福井工大×福井県大 コラボ実習レポート」, (2022年12月6日 参照)