

Obniz マイコンボードと LEGO Mindstorms EV3 を用いた IoT システム開発実習の教材開発

味戸 克裕^{† a)} 原 秀樹[†]

Development of teaching materials for an IoT system development practical training subject using Obniz microcomputer boards and LEGO Mindstorms EV3

Katsuhiko AJITO^{† a)}, Hideki HARA[†]

あらまし 2021年に開学し、2年次からのグループワークでの開発実習の授業である IoT システム開発実習は、専門職大学の特長の1つである実践型の PBL 学習の科目として IoT システムコースに設定されている。スマート社会を実現するための IoT システムを作成するため、Obniz マイコンボードと LEGO® Mindstorms EV3 を用いて教材開発を行ったので報告する。

キーワード PBL, WBS, ガントチャート, 要求仕様書, 概要設計書, 週報, UML, 距離センサ, 温度センサ, 人感センサ

Abstract Our university opened in 2021, and an IoT system development practical training subject was designed and developed as a practice oriented PBL subject with group work for second-year students and above as one of the special features of a professional university. We report on the development of teaching materials using Obniz microcomputer boards and LEGO® Mindstorms EV3 in order to create an IoT system for realizing a smart society.

Keywords PBL, WBS, Gantt chart, requirement specification, outline specification, weekly report, UML, distance sensor, temperature sensor, human detection sensor

1. まえがき

従来の大学教育が一般的に学術を中心に広く知識を修得する学びであるのに対し、実践を重視する本学では、知識・理論と技術・実務の双方を学び、早い段階から実社会を見据えた実習授業も行われる。情報工学科の1年次で実際の製品やシステムの調査分析を通してものづくりやサービス開発の基礎を修得し、専門コースに分かれる2年次から、実践型の PBL 学習としてグループワークでの「開発実習」の授業がスタートし、企画から開発までの専門的な知識・技術を身につける。IoT

(Internet of Things) システムコースの実習科目である IoT システム開発実習では具体的なテーマとして、スマート社会を実現するための IoT システムを扱う [1]-[3]。IoT システムにおいて「見守り」はその代表例であるが、実習の授業で実際に見守りの対象物を何にするかは大きな課題である。今回は世界各国のロボット工学の教材として定評のある小型ロボットである LEGO® Mindstorms EV3 (以降 Mindstorms と略す) [4]-[5] を見守りの対象物とした。

本稿では、見守りの対象物として Mindstorms を活用し、スマート社会を実現するための IoT システムを扱う実習の授業のため、株式会社 obniz 製 obniz Board 1Y (以降 Obniz と略す) マイコンボードと組み合わせた教材開発を行ったので報告する。

† 大阪国際工科専門職大学 工科学部 情報工学科, 大阪府

Department of Information Technology, Faculty of Technology,
International Professional University of Technology in Osaka, 3-3-1
Umeda, Kita-ku, Osaka, 530-0001 Japan

a) E-mail: ajito.katsuhiko@iput.ac.jp

2. IoT システム開発実習の授業実施内容

介護現場の見守りシステムや商業施設での環境監視システムなどの先行事例を参考に、各自で地域企業の課題解決やサービス高度化をテーマに定め IoT システムを開発する。センサデバイス、アクチュエータなど物理世界からヒトへのインタフェースを持つデバイスに加えて、小型ボードコンピュータやスマートデバイスを組み合わせたプロダクトを製作することで、事例調査からニーズ・アイデア検討、仕様策定、システム実装、動作検証までのプロダクト開発の方法論の基礎を習得する。それぞれのデバイスに応じた有線無線の通信インタフェースやそのプログラミング手法を選び、IoT システムの特徴であるサイバー・フィジカル連携の実際を体験する実習を行う。5人程度のチームを編成して、チームごとに自らテーマを決め、またチームメンバーは、それぞれ役割分担を明確にしてグループワークでの作業を進めた。

2.1 実習のテーマに対する教材のコンセプト

実習のテーマは、見守り（お年寄り、子供、ペット、自動車、産業機械など動くものを対象）、生活の自動化、商業施設や工場での環境監視などの先行事例を参考にして、スマート社会を実現する

ための IoT システムとした。このテーマを実習として行う際に、見守りを行うための各種センサを搭載したマイコンボードを選定した。マイコンボードは、クラウド環境が標準で整っていてサイバー・フィジカル連携を体験でき、低消費電力でモバイルバッテリーでの動作が可能であることから Obniz を選択した。今年度は、半導体不足で海外のマイコンボードの入手が困難だったため、国産であるメリットは大きかった。見守りの対象物として動的なものが想定される場合が多いため、小型ロボットである Mindstorms を IoT システムのプロトタイプを作成する際の「人間や動物、自動車など動く対象物」の例えとして活用することを考案した。図1に Obniz と Mindstorms を用いた IoT システム開発実習の教材のコンセプト図を示す。図では Obniz に超音波センサを接続し距離を測定し、別の Obniz でスマートフォンのカメラを制御し、さらに TensorFlow の機械学習ライブラリーを使って AI での物体認識を行った。

2.2 実習の教材

教材の詳細を以下に示す

- (1) Obniz マイコンボード本体
- (2) LED マトリックス (Obniz 用)
- (3) LED 信号機 (Obniz 用)
- (4) LED 5 色 (Obniz 用)

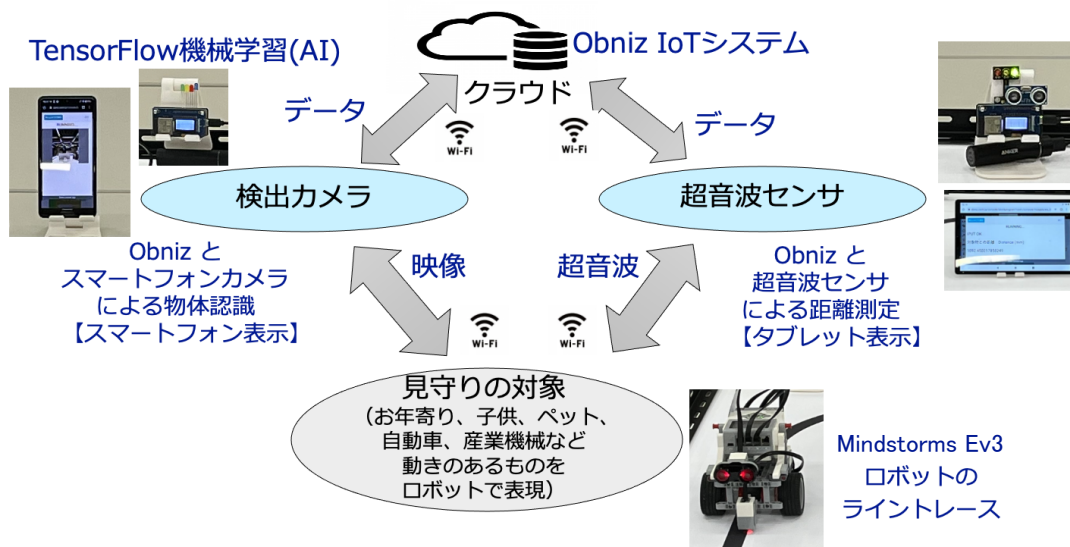


図1 Obniz マイコンボードと LEGO Mindstorms EV3 を用いた IoT システム開発実習の教材のコンセプト図

Figure 1 Concept of the teaching materials in the IoT system development practical training subject using Obniz microcomputer boards and LEGO Mindstorms EV3.

- (5) サーボモータ (Obniz 用)
- (6) ブザー (Obniz 用)
- (7) ボタン (Obniz 用)
- (8) 温度センサ (Obniz 用)
- (9) 人感センサ (Obniz 用)
- (10) 超音波センサ (Obniz 用)
- (11) Obniz Cloud (Obniz 用) ※デバイス管理やオンラインエディタなどの機能が利用できるクラウド。
- (12) Android スマートフォン (Obniz 用)
- (13) Android タブレット (Obniz 用)
- (14) モバイルバッテリー (Obniz 用)
- (15) Mindstorms 本体
- (16) 超音波センサ (Mindstorms 用)
- (17) カラーセンサ (Mindstorms 用)
- (18) タッチセンサ (Mindstorms 用)
- (19) サーボモータ M サイズ (Mindstorms 用)
- (20) サーボモータ L サイズ (Mindstorms 用)

2.3 実習のソフトウェア

実習で使用したソフトウェアを以下に示す。

- (1) JavaScript 言語 (Obniz 用)
- (2) ブロックプログラム (Obniz 用) ※ JavaScript 言語へ変換可能
- (3) C 言語, ARM 用 GCC (Mindstorms 用)
- (4) TOPPERS/EV3RT (Mindstorms 用)

- (5) EV3 Classroom (Mindstorms 用)
- (6) 株式会社チェンジビジョン astah* professional

2.4 授業の流れ

授業は、1コマ(90分)×45回で構成され、オリエンテーションから始まり、8チームに分かれて、それぞれのチームがアイディアを出し合いながら進め、最終発表まで以下の通り行った。

- (1) オリエンテーション
- (2) センサ, サーバシステムなどの開発環境や開発手法について学び, スマート社会を実現するためのIoTシステムのアイディアを創出し, テーマ(ユースケース)を決める。
- (3) プロジェクトマネジメント(開発工程や管理手法など)と実践ツールに対する理解を深める
- (4) アイディアレビュー
- (5) IoTシステム実装(PoCの作製を含む)
- (6) 中間発表
- (7) アイディアと作製したPoCのレビュー
- (8) 最終発表

3. IoTシステム開発実習における提出物

実習はものづくりやプログラミングが注目されるが, それと同様に, 色々な工程におけるドキュメントや工程管理自体もプロジェクトマネジメン

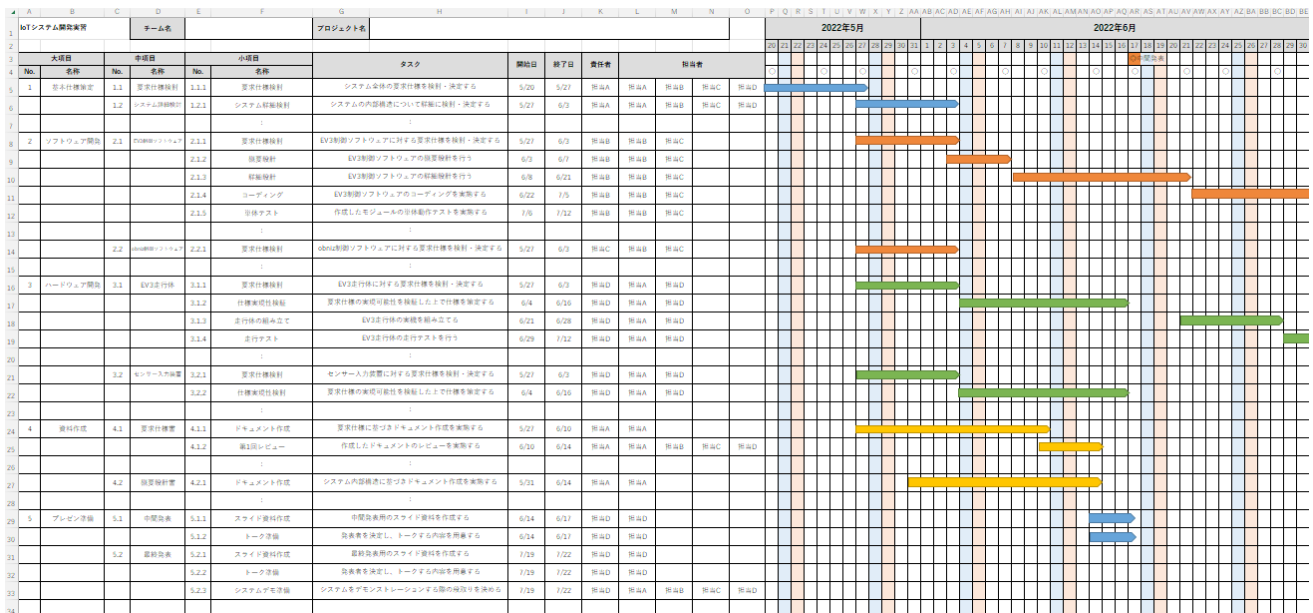


図2 IoTシステム開発実習におけるガントチャートを使ったプロジェクトマネジメントの学習
Figure 2 Study of the project management using the Gantt chart in the IoT system development practical training subject.

トとして重要である。以下その一例を示す。

- (1) WBS (作業分解構造図)
- (2) ガントチャート
- (3) 要求仕様書
- (4) 概要設計書
- (5) 週報
- (6) UML

3.1 WBS

WBSはWork Breakdown Structureの略で、作業分解構造図ともいう。プロジェクトマネジメントに必要で、細かい作業を分解して構造化し、より管理しやすい開発やスケジュール計画の作成を可能にする。プロジェクトをスケジュール通りに管理するために重要である。授業では、カップラーメンの作り方・食べ方を例に教え、各チームがそれぞれのテーマを大項目、中項目、小項目にブレークダウンした。小項目の役割分担を決めることで、次に説明するガントチャートでのスケジュール管理が可能となった。

3.2 ガントチャート

ガントチャートは主にプロジェクトにおける作業工程や進捗状況を管理するための図表である。図2に示すように、縦軸でWBS(作業内容・担当者、開始日・終了日など)、横軸で日時を表すことで視覚的に作業期間や進捗を表現することができる。プロジェクト管理において非常に有効な手段であり多用されている。授業では作成済みのWBSを基にガントチャートを作成し、実際の開発作業に役立てることができた。

3.3 要求仕様書

要求仕様書とは開発するシステムに求められる様々な要件やスケジュールなどをまとめたものであり、システム開発の初期段階で作成する。今回はチームごとに自ら開発するシステムの要求仕様書を作成した。授業ではシステムに求める要件を機能要件および非機能要件に分けてドキュメント作成を行った。

3.4 概要設計書

概要設計書とは要求仕様書を基にシステムの概要をまとめたものである。今回は作成済みの要求仕様書を基にチームごとに概要設計書を作成し

た。授業では要求仕様書を基にシステムを構成するハードウェアおよびソフトウェアに関する概要をまとめるドキュメント作成を行った。

3.5 週報

メンバー間で作業進捗の確認や意思疎通を図るため週単位で状況報告を行う週報を作成した。授業では進捗を確認するミーティングを毎週実施した上で予定された作業内容の進捗状況や問題点などをまとめた週報を毎週作成した。この週報はシステム開発作業を円滑に進めるための重要な資料となった。

3.6 UML

UMLとはUnified Modeling Languageの略で、ソフトウェア工学においてシステム設計を図式化して表現する世界標準のモデリング言語である。システム内部の状態遷移などを視覚的に分かりやすく表現することができる。授業ではastah* professionalのソフトウェアの使用法を教え、システムの挙動を明確化するための一手段として設計ドキュメント内でUMLを用いた。

3.7 その他

詳細設計書、関数仕様書、状態遷移表、回路図などはオプションとして、評価の加点の材料とした。

4. 各チームの実習のテーマについて

8チームのテーマは以下の通りであった。

- (1) 室内情報管理システム
- (2) 自動信号検知システム
- (3) 自動車の車内の未来 ～居眠り運転防止のための、振動と音のアシスト～
- (4) スマート手押し車
- (5) その場所の気温によって風の強さを変えてくれる扇風機
- (6) Obnizを活用した入退室管理システム
- (7) Obnizを使ったエリア内位置情報取得システム
- (8) 外観検査自動化システム

チームの代表として、(6) Obnizを活用した入退室管理システムについて詳細を述べる。

4.1 システムの目的

生活の自動化，商業施設や工場での環境監視などの先行事例を参考にして，入退室情報・室内人数の管理と個人の識別を行い，スマート社会を実現するための IoT システムを開発する。

4.2 システムの概要

- (1) 出入り口を想定した場所にそれぞれ超音波センサーを設置し，室内人数・入退室の状況を記録する。
- (2) AI カメラによる物体検出であらかじめ登録しておいた個人を識別する。

4.3 システムの内容

Obniz を活用した入退室管理システムを図 3 に示す。中央に見守りの対象物を撮影するカメラがあるが，スマートフォン内蔵のカメラを物体認識に利用している。検出カメラの両側には Obniz に超音波センサーを接続したものを 2 セット用意し，入室検知センサーと退出検知センサーとしている。さらに，Mindstorms で対象物の入退出を再現している。中央奥のノート PC には入室している人数の棒グラフが表示されており，リアルタイムでの人数が棒の長さとして表されている。

- (1) 人の入退室を再現するために Mindstorms の ライントレース走行を使用する。ラインレースでは，EV3 のカラーセンサを用いた。この時，走行車の側面に個人識別用の写真を貼り付けた。
- (2) 入退室を検知するために 2 台の超音波センサー（入室検知と退出検知）を接続した Obniz を使用した。
- (3) 個人を識別するため走行車に貼り付けられている写真とスマートフォンのカメラ映像機能を使用した。
- (4) 識別した個人の入退室を検知するため，スマートフォンのカメラ映像機能と Obniz の AI 処理機能を連携し，TensorFlow の機械学習ライブラリーを使って物体認識を行った。
- (5) 入室管理（日時，個人の入退室状況）と現在の入室人数を記録させ，グラフを作成・更新するため Google スプレッドシートを使用した。

4.4 システムで使用した教材

本システムで使用した教材を以下に列挙する。

- (1) Obniz（本体と超音波センサー）
- (2) Obniz Cloud ※入室管理（日時，個人の入

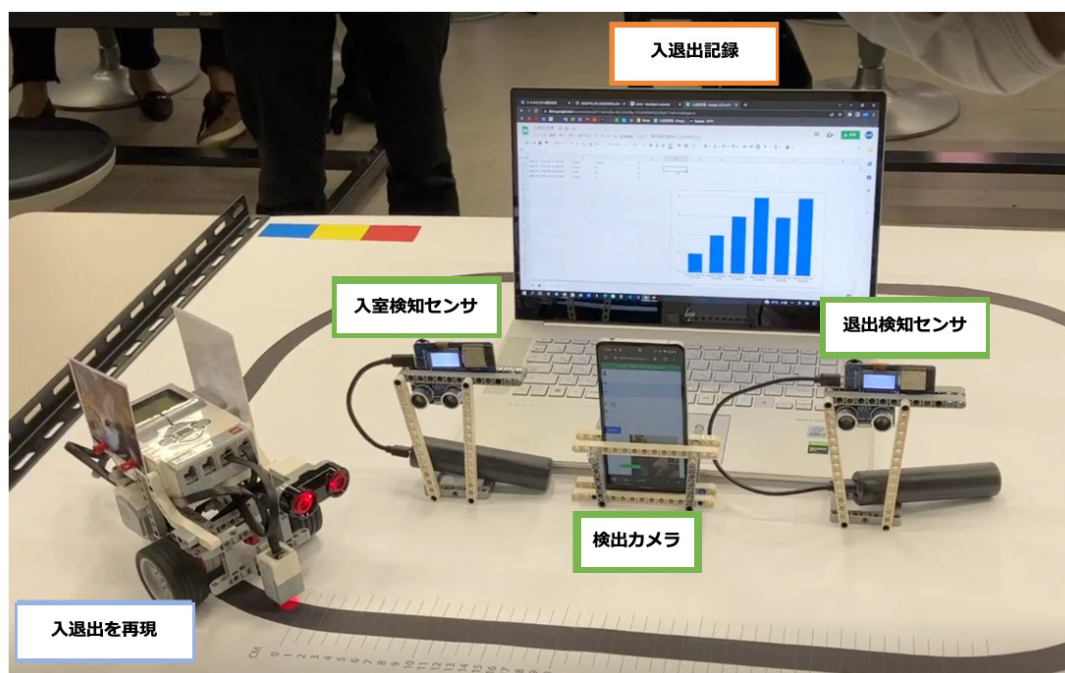


図 3 Obniz マイコンボードを活用した入退室管理システム

Figure 3 Entering and exiting room monitoring system utilizing the Obniz microcomputer boards.

退室状況)と現在の入室人数を記録させ、グラフを作成するために使用した。

- (3) Mindstorms (本体, 超音波センサ, カラーセンサ, サーボモータ Lサイズ) ※ライントレース走行を活用し人間などの動く対象物の例えとして利用。
- (4) Android スマートフォン ※AIカメラとして利用した。
- (5) ノート PC ※Google スプレッドシートからグラフを表示させるために使用した。

4.5 システムの活用場面

本システムの活用場面を以下に列挙する。

- (1) 店舗での活用
- ・スタッフのシフト調整・管理 (個人管理)
 - ・過去の売上や購買者数と併せた活用による売上予測
 - ・マーケティングに関する意思決定
- (2) オフィス・職場での活用
- ・勤怠管理と組み合わせた出退勤管理(個人管理)
 - ・夜間や休日の警備強化
 - ・会議室等の室内人数一括管理

5. むすび

スマート社会を実現するための IoT システムを扱う実習の授業のため、Obniz マイコンボードと LEGO Mindstorms EV3 を組み合わせた教材開発を行い、授業で実施した。入退室管理システムなど様々なシステムのアイデアを学生が考案でできることを確認した。

6. 謝辞

Obniz マイコンボードを活用した入退室管理システムについては、大阪国際工科専門職大学 2 年

次の三村裕孝さん、田中雄也さん、太田怜さん、黒川夢翔さんのチームが考案したものであり、また本内容をまとめるに際し、同大学管理部 深草あゆみ氏、日野智司氏に協力を頂いたことに感謝する。

文 献

- [1] 総務省, 情報通信審議会 情報通信政策部会, IoT 新時代の未来づくり検討委員会「未来をつかむ TECH 戦略」, 2018 年 8 月.
- [2] 総務省, 情報通信白書「デジタルで支える暮らしと経済」, 2021 年 7 月.
- [3] T https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0
- [4] Georgios Karalekas, Stavros Vologiannidis, John Kalomiros, "EUROPA: A Case Study for Teaching Sensors, Data Acquisition and Robotics via a ROS-Based Educational Robot," *Sensors* vol. 20, pp. 2469, April 2020.
- [5] Desmond Ng Yong Liang, Florence Ng Jia Yun, Nobuaki Minato, "Investigating the use of LEGO Bricks in education and training: A systematic literature review", *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 4, pp. 107-113, May 2021.

(2023 年 1 月 8 日受付, 2023 年 2 月 6 日再受付)



味戸 克裕

1995 年東京大学 大学院工学系研究科 応用化学専攻 博士課程修了。博士 (工学)。同年 NTT 研究所に入所。総務省テラヘルツ波プロジェクトに参画し、6G 次世代 ICT の国際標準化に従事。その後、現職にて 6G による現実空間と仮想空間を融合したサービスを研究。



原 秀樹

大阪工業大学 工学部 電子工学科 卒業。主にソフトウェア開発エンジニアとしてメカトロニクス応用機器、スマートフォンアプリなど多方面でのソフトウェア開発を手掛ける。



この記事は Creative Commons 4.0 に基づきライセンスされます
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>)。