

IoTプログラミング実験における グループ創造性教育の取り組み

* 三浦 元喜

千葉工業大学 工学部 情報通信システム工学科

要旨：我々は学生の開発経験を重視し、学生の自由度と創造性を高めるため、IoTプログラミング実験にグループ創造性教育を導入した。本稿ではこの実験における講義設計や運用、学生の学習成果等について紹介する。教員によるサンプルプログラムを多数用意したうえで、導入時の設定作業を軽減するため独自の開発環境を構築した。またデバイスを学生一人二台ずつ貸与し、持ち帰って利用できるようにした。これらの工夫と、PBLに基づくグループ活動を取り入れることで、報告書の多様性を高めることができた。

キーワード：Project-based Learning (PBL), M5StickCPlus, グループ学習, クロスコンパイル環境

1 背景と目的

著者が所属する学科では、3年前期に情報通信工学実験1という実験科目を開講している。この実験科目は5人の教員がテーマを一つずつ持ち寄って担当する。学生は各テーマについて二週間ずつ取り組み、最後に発表会を行う形式をとっている。学生は4人一組の班に分かれ、一週4時間×2回(二週)の実験講義時間および自宅学習で報告書の作成を行う。また最後に担当したテーマについて班ごとに発表会を行う。



図 1: 以前の IoT デバイス演習ボード

2020年以前の実験では、図1に示すIoTデバイス演習ボードを各班一台利用し、図2に示すEclipse IDEでプログラミング実験を行っていた。

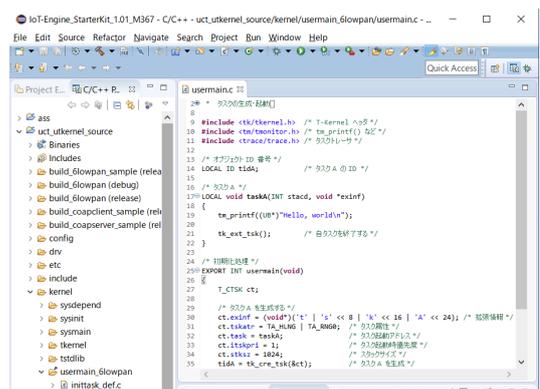


図 2: 以前の開発環境 (Eclipse IDE)

これらの環境はタスクの状態や動作状況を可視化でき、評価用の高度な機能を備えていたが、演習ボードと開発PCが班に一台であったため、実験をすすめる班員が限定されてしまったり、IoTデバイス実機を用いた活動が行いにくいといった問題があった。

そこで我々は、学生の開発体験を重視し、学生の自由度と創造性を高めるため、Project-based Learning (PBL)によるグループ創造性教育を導入した。また、一人一台使える比較的安価なデバイスを使用することにした。本稿では、これらの教育を導入するうえでの設計や運用、学生の学習

成果等について報告する。

2 グループによる創造活動を取り入れた実験テーマ

ここでは、我々がPBL形式を導入した実験の設計と評価基準、工夫した点について述べる。

2.1 実験の設計

我々は2021年から比較的安価なIoTデバイス(M5StickCPlus)を学生が一人一台ずつ使えるようにした。M5StickCPlus(図3)は、液晶ディスプレイとBluetooth/WiFi、赤色LED、赤外LED、マイク、ブザー、加速度/ジャイロセンサ、外部の電子部品・センサとの接続用ポート等を備えた、バッテリー駆動可能な小型マイコンボードである。

学生は自身のPC(Windows, MacOSまたはLinux)に開発環境(Arduino IDE[1]等)をインストールし、班員とコミュニケーションをとりながら実現可能なシステムの調査と設計、構築を行い、報告書としてまとめる。

我々は過去実施していたPBL形式の学習活動[2]の経験に基づき、実験指示書[3]として、デバイスが備える各種機能を使うためのサンプルコードを用意した。一週目は一人1~2台のデバイスを用いながら、入出力・通信機能を調査したうえで、班で制作するシステム(実生活や社会における問題解決につながるもの)と分担方法について話し合いを行う。一週目から二週目のあいだに、主に自宅学習で分担部分のプログラミングを行う。そして二週目で一つのシステム・作品にまとめ、班で一つの報告書を分担執筆する。図4に実験室の様子を示す。

液晶ディスプレイを備えた小型多機能マイコンを用いたプログラミングは学生の興味を促進するとともに、これまでのプログラミング講義で学んだ内容を実際の開発に結びつけることができるため、有意義であると考えている。

2.2 評価基準

報告書(レポート)の評価基準を、以下に示す。

- 成果物(「システム」や「作品」)や実験・検証の目的、意図が十分に述べられているか?



図3: M5StickCPlus とサーボモータ



図4: 実験室の様子

また、最終的に目的が達成されたかどうかを示されているか?

- なんらかの「通信」機能をもちいたシステムや作品、実験・検証とすること。M5以外のデバイス(スマホやPC, サーバ等)と連携することも妨げない。
- チーム活動が円滑に行えたかどうか(班として調査項目の洗い出しと分担、機能の統合がうまくできたかどうか)や、レポートの執筆担当範囲が明確になっているか?
 - プログラムはGitリポジトリで班内共有することが望ましい。円滑に行うため工夫した点や反省点もレポートに加えてよい。
- 成果物を再現するための情報と、各機能レベルの実験内容が十分に記述されているか?
- 図や写真を効果的に用いて、わかりやすく記述されているか?
 - レポート内での表現の工夫に加えて、成果物の動作を動画撮影し、Youtube等にあげ、レポートにURLを貼ることが望ましい。

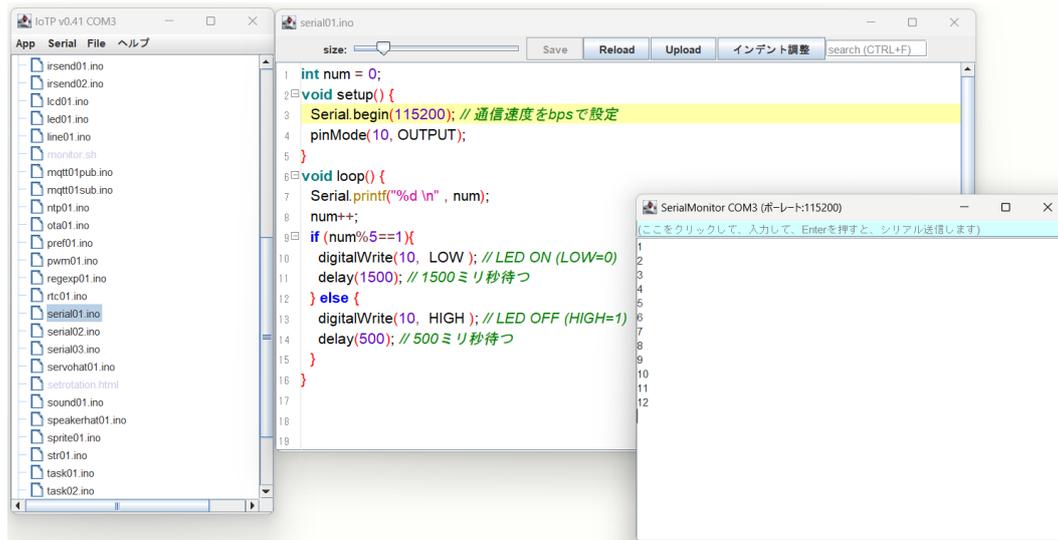


図 5: 簡易開発環境 IoTTP の画面 (左) サンプル一覧 (中央) エディタ (右) シリアルモニタ

- 引用する場合、引用部分と班として記述した部分が明確に区別できるか？参考文献が明記されているか？
- 説明の一貫性と、読みやすさ（書式、文体は統一されているか？）
 - － 適切な抽象度の単語・用語を用いているか？
- うまくいかなかった場合は、その理由がどの程度明確になっているか、解決の道筋・方向性が示されているか？

班の最終レポートは発表会后、受講者に公開している。また、2021年から優秀なレポート・成果物を作成した班に「IoT プログラミング実験優秀賞」を授与している。表彰においては学内の「正課活動における学生表彰支援制度」を利用しており、毎年三つの班を選定し、副賞として学生一人一つの M5StickCPlus を贈呈している。

2.3 工夫した点

一つ目は、実世界とのつながりを意識させるため、多様な通信方式や複数のセンサを利用する方法やサンプルプログラムを教材として提供していることである。本実験の目的は、「M5StickCPlus を用いて、実世界の情報を読み取り、インターネット上の機器と連携動作しながら、実世界の環境に

働きかける仕組みについての基礎を学んだうえで、グループによる創造的な開発を進められるようになること」である。そのため、WiFi, Bluetooth, 赤外線通信, 超音波といった複数の通信接続方式を提供している。

二つ目は、開発環境の改良である。2021年は Arduino IDE, 2022年は arduino-cli[4] と Visual Studio Code を用いていたが、開発環境の構築・設定に手間がかかっていた。そこで 2023 年は図 5 に示す簡易開発環境 IoTTP を開発した [5]。IoTTP では内部的には arduino-cli を呼び出してコンパイルや書き込みを行うが、サンプルソースコードを簡単に個別のウィンドウに表示・編集することができる。また編集後はボタン一つでコンパイルしてデバイスに書き込むことができる。さらにデバイス書き込み後はシリアルモニタを自動的に表示する。これにより、サンプルプログラムの理解や動作確認、ソースコードの改変といった開発プロセス全体を円滑にすることができる。

三つ目は、グループでの共同作業を行いやすくする点である。報告書雛形を Google ドキュメントで最初から共有編集しやすい形式で提供している。また、2.2 で述べているようにバージョン管理システムである Git の利用を推奨している。

3 学習成果

各班が自由にテーマ設定できるようにすることで、画一的な報告書がなくなり、多様なレポートが提出されるようになったことは大きな変化であった。なお、以下に2021～2023年の受賞班とレポートの題名（内容）を示す。

- 2023-A4 班 じゃんけん（2つのデバイス間で通信し結果表示）
- 2023-C2 班 運動強度測定装置
- 2023-D4 班 戸締り確認システム
- 2022-A4 班 モールス信号
- 2022-B2 班 歩数計
- 2022-E5 班 暑さ指数
- 2021-B6 班 天気の情報 を SNS に送信
- 2021-E1 班 ナースコール
- 2021-E5 班 多機能統合型システム

学生が作成した作品を紹介する動画へのリンクは脚注¹のURLで示すサイトに掲載している。

4 まとめと今後の課題

本稿では、学生の開発体験を重視し、学生の自由度と創造性を高めるため、Project-based Learning (PBL) によるグループ創造性教育を導入したIoTプログラミング実験における講義設計や運用、学生の学習成果等について述べた。教員によるサンプルプログラムを多数用意し、多様な機能をプロジェクトの開発物に取り入れやすくした。限られた実験講義時間内で最大限の学習効果を得るために、一週目と二週目のあいだにデバイスを持ち帰って自宅で開発できるようにした。また、デバイスを一人二台使えるようにすることで、通信機能を含む動作確認を行いやすくした。

簡易ながら対応デバイスを限定した独自開発環境を提供することにより設定が不要となり、環境構

築における設定の負荷を下げることもできた。またプログラムのアップロード時にシリアルモニタの接続を管理することにより、書き込みの成功率を高めることができた。これらの工夫により、限られた実験講義時間を有効に活用し、円滑な実験・演習が行えるようになった。また各班の自主性を高めることで、多様なレポートが提出されるようになった。

今後の課題として、実世界の情報を読み取るためのセンサを増やしたり、信号処理や通信におけるサンプルを拡充したりすることによって、より多様性が高まるように教材を改良することが挙げられる。また、プログラミング時におけるコメントやコミュニケーションの量および質に基づいた評価を導入することも考えられる。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費JP22K12319の支援によるものです。

参考文献

- [1] Arduino SA, Arduino IDE, <https://www.arduino.cc/en/software>（2023年8月24日確認）
- [2] Miura, M. (2019) Analysis of student performance and mutual evaluation activity in creative project-based learning using LEGO mindstorms, The 41st Annual Conference of Japan Creativity Society, Proceedings of International Session, pp. 17–20.
- [3] 三浦元喜 IoT プログラミング（実験指示書）, <https://cit.istlab.info/m5stickcplus/index.html>（2023年8月24日確認）
- [4] The Arduino Team, Arduino CLI, <https://github.com/arduino/arduino-cli/>（2023年8月24日確認）
- [5] 金原雄大, 三浦元喜 (2023) IoT プログラミング実験に特化した統合開発環境の設計と実装, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2023), pp. 255–258.

¹<https://www.miulab.it-chiba.ac.jp/s/20/miuralecture2023/index.html#iotprogrammingwinners.md>