

Web との関係を意識させる IoT プログラミング実習の提案

山川 広人^{*1}, 小松川 浩^{*1}

^{*1} 千歳科学技術大学 理工学部

Proposal of IoT Programming Practice Aimed at Experiential Learning Using Web-APIs

Hiroto Yamakawa^{*1}, Hiroshi Komatsugawa^{*1}

^{*1} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

本研究は、理工系の情報系カリキュラムの中で実践的なスキルを身につけられる体験的学習にむけ、IoT 技術をテーマとするカリキュラムを提案し実用化を目指すものである。先行研究で設計した実習には、センシングデバイスと Web の連携の重要性や実装方法について学習者の理解が進まない課題があった。本稿ではセンシングデバイスと Web の連携を学習者に意識させ、これによるセンシング情報を可視化する実習内容を提案する。

キーワード: プログラミング教育, Wio Node, Web-API, IoT

1. はじめに

本研究では、大学の情報系カリキュラムの中で、IoT 時代にむけた実践的な教育プログラムの検討を目的とし、IoT 技術を用いたプログラミング実習を設計し提案する。IoT のソフトウェア開発部分の技術要素を、センサデバイス作成 (プログラミング初学者むけ)、Web との関係 (プログラミング経験者むけ)、全体システム設計 (上級者むけ) の 3 段階の難易度に大別した上で、検証フィールドである理工系学部の情報系カリキュラムとの整合を図る。筆者らが先行研究で提案した、シングルボードコンピュータを用いた経験者むけの IoT プログラミング実習⁽¹⁾では、「学習者が環境・生体情報のセンシングを体験的に理解できるものの、センシングデバイスから Web へのデータ送信の体験・理解には難度が高い」という問題点があった。本稿はこの解決を図り、Web-API を用いたセンシングデバイスと Web の関係に学習者の目を向けさせる「プログラミング経験者むけ」の実習内容を提案する。

2. プログラミング経験者の定義

本稿では、プログラミング経験者となる学習者を

①プログラミングの基礎を学習済みである ②センサデバイス作成実習の経験がある という 2 つの条件を兼ねる学習者と定義する。以下にそれぞれの条件の想定レベルと、本提案が前提としている具体的な経験内容を述べる。

2.1 経験者としての想定レベル

条件①では、何らかのプログラミング言語を用い、プログラミングの概念 (逐次処理, 変数, 条件分岐, 繰り返し, 配列, 関数など) と基礎文法を知識的に学び、いわゆる Fizz Buzz やソートなどの簡単なアルゴリズムや処理フローのプログラムを作成できるスキルを備えた段階を想定している。つまり、大学の情報系カリキュラムの中での、汎用的なプログラミング言語を用いた基礎的な実習科目の受講者や既修者がこれにあたる。

条件②では、マイコンやシングルボードコンピュータとセンサーを接続したセンシングデバイスを用い、センサーをプログラムによって制御し、環境や生体の情報を入力する体験学習を想定している。これには、温度や光量といった物理的な情報をセンサーで取得し、LCD/LED 等に表示する例を考えている。

2.2 本提案が前提とする学習者の具体的な経験

本提案では、先に述べた条件①・②の想定レベルに対して、学習者が経験済みの具体的な内容を前提として設定する。それぞれ以下に述べる。

条件①では、C プログラミング実習科目の受講を前提にする。逐次処理、変数、条件分岐、繰り返し、配列、関数といった概念部分や、コード上の文法について授業レベルの知識を得ており、何らかの処理フローの実現が達成課題として与えられた際に、上記の概念を用いたCプログラムの作成に円滑に取り組めるノウハウおよびスキルを得ているものとする。

条件②では、筆者らがプログラミング初学者向けに実践している^②、「chibi:bit マイコンの制御実習の体験」を想定する。これは、複数台の教育用マイコンボード chibi:bit を用い、chibi:bit の光センサーと BLE モジュールによって、他方の chibi:bit が測定する光量に応じて他方の chibi:bit を反応させるプログラムの開発体験を通じて、センシングと機器間通信の動作原理について学習者の理解を促すことを狙う実習である（詳細は参考文献(2)を参照されたい）。

授業法やカリキュラムとしての一般化を考えれば、条件①の既習のプログラミング言語や、条件②のセンシングデバイスを用いた体験実習は、固有事例のみに絞るべきではない。しかしながら本研究は、最終的な目的として、上記のマイコン実習、本提案の実習、また今後の検討課題である上級者向け実習の3つの大別を、検証フィールドとなる大学のカリキュラムとの整合を図る中で設計し、IoT の技術全体を包括的に体験し学ぶ教育プログラムの検討を狙っている。このため、すでに実際のカリキュラム上で実現されている上記の経験を前提に採用し、提案を進める。

3. プログラミング実習の設計

筆者らは先行研究において、シングルボードコンピュータを用いた経験者むけのIoTプログラミング実習（以後、旧提案と記載する）を提案・試行した^①。旧提案では、学習者の到達目標を

到達目標 1：シングルボードコンピュータ（Intel Edison）と Grove System センサー群をコネクタ

でつなぎ、センシングデバイスとして組み立てた上で、いくつかのセンサー群から環境・生体情報を取得できる **JavaScript** プログラミングを体験する

到達目標 2：目標 1 で組み立てたセンサデバイスを用いて、センシングデータとその具体的な用途を考えた上で、クラウド上のグラフ化サービスやメールサービスに **Web-API** を通じて送信*し、IoT による情報システムのプロトタイピングを体験する

の 2 点で構成していた。それぞれの目標にむけた実習を設計し、C プログラミングを修了済みの情報系の学部 2 年生 3 名に試行したところ、目標 1 はプログラミング言語の違いに大きく戸惑うこともなく、概ね達成できた。しかしながら目標 2 では、ほぼ全員の学習者が、Web 上でセンシングデータを可視化・利活用する具体的なイメージや用途を思いつけず、センシングデバイス上のプログラムに、Web-API との関係を行うプログラムを組み込む段階に至らなかった。

本稿は、この事例を旧提案の改善点の現れと捉え、2 章で述べたプログラミング経験者を対象として、Web-API を用いたセンシングデバイスと Web リソース間の関係への理解を学習者に促す、IoT システムのプログラミング実習を新たに提案するものである。以下に詳細を述べる。

3.1 学習者の到達目標

2.2 で述べたとおり、本提案での学習者は、基本的な C プログラミングや、マイコンによるセンシングデバイスの制御・デバイス間通信を体験している。これは旧提案の目標 1 にあたる部分でもある。そこで本提案では、旧提案の目標 2 の再検討に議論を絞る。

旧提案の目標 2 の重心は、プログラミングによる「IoT による情報システムのプロトタイピング」にある。学習者が、利用できる 30 種類のセンサー群で得られるデータと、そのデータをグラフ化・メール送信することで可視化や利活用できる用途を考察し、IoT システム例として提案した上で、プロトタイピングを行う想定であった。ここで本稿では、グラフ化・メール送信という形で、学習者が道標として意識できる可視化（センシングデータの活用）手段を限ってしまった点が、学習者にとって、どのセンシングデータを何の

* 先行事例では、AT&T の M2X と Google の Gmail API の利用サンプルコードを学習者に提供した。ともに Web-API の利用には認証系（API-Key や Oauth2）の対応も必要であり、これも学習者にとって難易度が向上した一因の可能性はある。

用途に利活用するために Web に送信（蓄積）すればよいのか、広い視点でのプロトタイピングのテーマや完成像をイメージ・提案しづらい一因だったと仮定する。これを踏まえて、本提案の学習者の到達目標は、

本提案の到達目標：センシング情報を Web-API を通じて受信し可視化する 体験（プロトタイピング）を行い、センシングデバイスと Web 連携の動作原理を理解した上で、IoT の具体的な用途を考察するに切り替えることにした。Web-API との連携を、センシングデバイス→Web へのデータの送信ではなく、Web を介して、センシングデバイス→ユーザの手元へのデータ受信の体験に切り替える。つまり、Web との関係、ひいては IoT の一部の動作原理の理解を促す体験を、データ送信（蓄積）から、データ可視化（活用）に変化させる。これにより複数のセンシングデバイスから送られる情報に応じて（もしくはそれらを組み合わせる）Web サイト上で可視化や表現できる体験を通じて、Web とセンサデバイスの関係を意識できることを狙う。動作原理を先に理解することで、旧提案では学習者にとってイメージしづらかった IoT の用途への考察や気づきにもつなげられると考えている。

3.2 実習に用いる機器

3.1 の到達目標に沿った実習を実現するためには、少なくとも複数のセンサーによるセンシング情報を、学習者が Web-API を通じて受信できる実習環境が必要である。本提案では、教員ないしは学習者が容易に環境を整えられることを狙い、Seeed Studio が提供する Wio Node^③を用いる。Wio Node は、Grove System 仕様のセンサーを最大 2 コネクタ接続できる、安価な小型マイコンボードである。スマートフォンのアプリを用いることで、Wio Node が通信に用いる Wi-Fi アクセスポイントと、Wio Node に接続するセンサーを設定できる。ここで、接続するセンサーをアプリ上で選択するだけで、リアルタイムなセンシングデータを取得できるクラウド上の REST API (Web-API) が、プログラミングレスで準備される特徴がある。Wio Node とセンサーの接続例を図 1 に、アプリ上の設定画面例と発行される REST API の例を図 2 に示す。これにより、十分な数のセンサーとそのデータを、学習者の手元で受信できる Web-API 環境を手軽に構築できる。

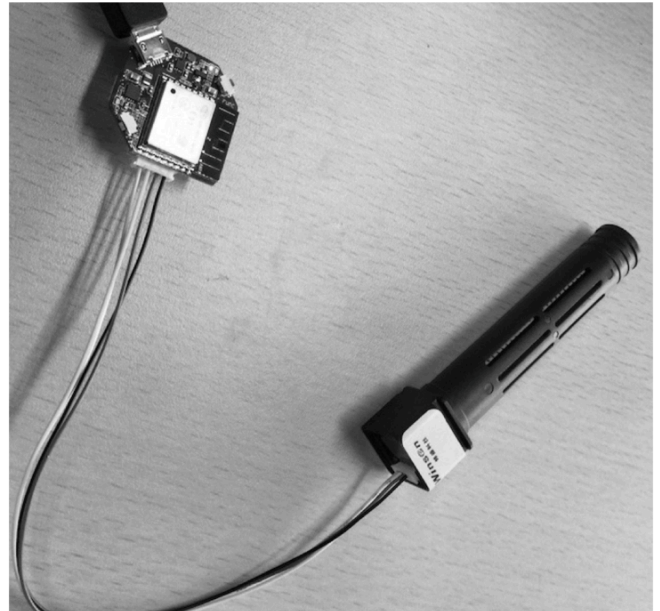


図 1 Wio Node の CO₂ センサ接続例

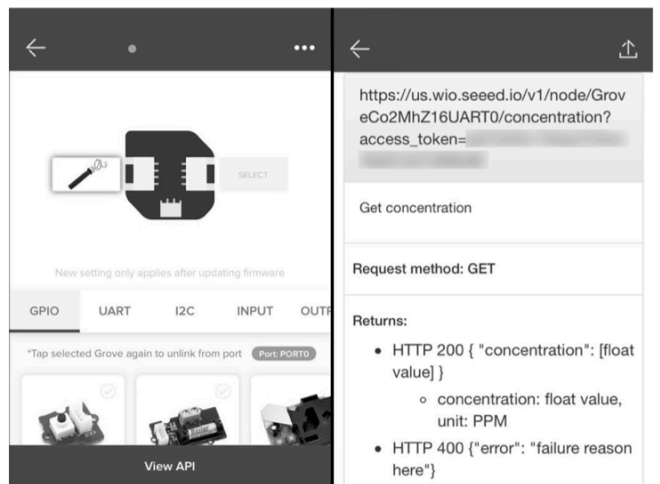


図 2 設定画面と発行された REST API の例

3.3 実習内容の設計

3.2 で述べたように、Wio Node の利用を前提として実習内容を設計する。実習は次の手順で行う。

手順① Wio Node とセンサーを接続する。実習に確保できる時間によって、教員が事前に準備するか、学習者が体験的にセンサーの接続とアプリによる設定を行う。IoT の動作原理の理解には、後者の方が望ましいと考えている。

手順② Wio Node の REST API に Web ブラウザから複数回アクセスし、センサーの動的な計測値が HTTP (Web-API) を経由して受信・利用できることを学習者に確認させる。

手順③ Java Script を用いて、Web ブラウザ上のプログラムから Wio Node の REST API にアクセスし、

プログラムを用いた場合も手順②と同様にセンサーの計測値が得られることを学習者に確認させる。

手順④手順③のプログラムを変更し、センサーの計測値に応じて Web ブラウザ上の表示を変化させる可視化プログラムを学習者に作成させる。(CO2 センサーで計測できる二酸化炭素の量に応じて、顔マークの表情を切り替えるといった例が考えられる)

手順⑤ 複数の計測値や、センサーの計測値の時系列的な変化情報を使って、さらなる可視化プログラムを学習者に作成させる。(温度・紫外線センサーを用いて、おすすめの服装を画面に示すといった例が考えられる)

手順⑥ 実習のまとめとして、IoT の動作原理の確認テストや、IoT の用途の考察を学習者に課す。特に考察では、利用するセンサー、計測する値、計測データの活用方法、製品・サービス利用者へのメリット、利用イメージといった観点でアイデアをまとめ、レポートとして提出させる例が考えられる。

3.4 実習の実現にむけた工夫

本提案の実習を実現するために、工夫の必要が考えられる内容を述べる。授業の中に用いるといった形で、多数の学習者が同時に本提案の実習を行う場合には、Wio Node の REST API に大量のアクセスや負荷がかかることを、アクセス制限などが行われなためにも避けるべきであろう。また、Wio Node はあくまでリアルタイムなセンシング情報を REST-API で公開しているため、長期間蓄積されたセンシングデータの実習への利用には、他のしかけが必要となる。こうした点に配慮するには、教員側で、Wio Node のサーバを独自に立ち上げるか⁴⁾、Wio Node の REST API の代理となる独自の Web-API を準備しておく工夫が必要であろう。これも踏まえた実習環境の構成図を図 3 に示す。代理 Web-API は、Wio Node 群から定期的にセンシングデータを取得することで、多数の学習者が直接利用する場合よりもアクセス負荷を下げるができる。データベースも用意しておくことで、Wio Node からのデータを蓄積した上で、学習者向けに時系列データの形式で利用させることもできる。こうした構成作することで、Wio Node 以外にも様々なセンサーや外部の Web-API

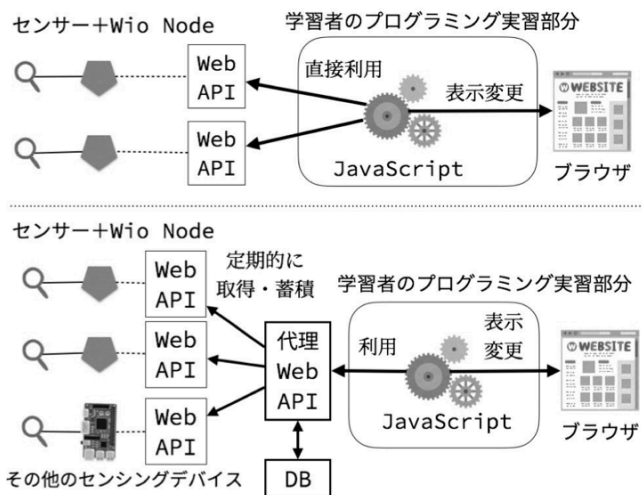


図 3 実現にむけた実習環境の構成図**

から得られるデータを(認証の手間なども代理 Web-API によって解決した形で)、学習者の開発体験に活用できる発展的課題も実現できるようになる。

4. おわりに

本稿では、プログラミングの概念やセンシングデバイス制御の経験を前提としたプログラミング経験者レベルの学習者にむけて、センシングデバイスから送信される情報を Web-API を用いて受信し可視化する IoT のプロトタイピングをテーマにしたプログラミング実習を提案した。今後は本提案の試行や実践を行い、その効果や実用性を検討していく。

参考文献

- (1) 山川広人, 小松川浩: "IoT を適用したプログラミング実習の設計: 初学者・経験者レベルでの実践", 教育システム情報学会研究報告 vol. 31, No. 7, pp. 119-124 (2017)
- (2) 山川広人, 小松川浩: "chibi:bit を用いた M2M への理解を狙うプログラミング実習の実践", 第 42 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 掲載予定 (2017)
- (3) Wio Node, http://wiki.seeed.cc/Wio_Node/ (2017 年 6 月 8 日確認)
- (4) Seeed-Studio/Wio_Link: Server Setup guide, https://github.com/Seeed-Studio/Wio_Link/wiki/Server-Deployment-Guide (2017 年 6 月 8 日確認)

** 上は、少人数での実習を想定し、学習者は Wio Node を直接利用する。下は、大人数での実習を想定し、学習者は Wio Node を代理する独自の Web-API を利用する。