

IoT技術の活用を目指したプログラミング教材の研究

Study of teaching materials for IoT programming technology

高橋 等 永田 奈央美
Hitoshi TAKAHASHI Naomi NAGATA

(平成30年10月2日受理)

要旨

IoT (Internet of Things) は、従来のパソコンやスマホなどの情報通信機器だけでなく、すべての「モノ」をインターネットにつなげることにより、あらゆる生産活動、ビジネス活動、日常生活に存在する課題を改善・解決して生産性の高い社会に変革すると期待されており、IoTの活用が社会を成長させると言われている。本研究では、IoTの活用方法を習得するための教材として、気温、湿度、気圧、の環境データを計測するキットを開発するとともに、プログラミングの学習教材を制作した。そして、高等学校教員を対象とした、「先生のための情報教員セミナー」で実際に使用して研修を行った。

キーワード：IoT, プログラミング教材, 教材開発, 情報科教育

1. はじめに

IoTは、「モノ」をインターネットにつなげることにより、生産活動、ビジネス活動、日常生活に存在するあらゆる課題を改善・解決して生産性の高い社会に変革すると期待されており、IoTの活用が社会の成長にとって重要であると言われている。

例えば、製造業での機械の状態監視、建設業でのインフラの状態監視、流通業での物品の流通経路のトレース、医療看護でのバイタルのリモートモニタリングなど、産業界ではIoTの活用が進んでいる。家庭でも、外出先からのエアコンのON/OFFや、一人暮らしの高齢者の生活を電気ポット使用の有無で見守るなどの活用例があるが、産業界に比べると事例は少ない。

このように、今後もIoTによる課題解決の方法は産業界から社会や家庭に提供されていくと思われるが、解決すべき課題は身近な社会や日常の家庭生活の中にあるので、小中高生でもIoT技術を理解すれば課題解決の提案ができるようになると思う。

そこで、本研究では共通教科「情報」の授業でも実施可能なIoT技術の授業計画と学習教材の開発を行った。

2. IoTをテーマとした授業計画例

IoTによる課題解決方法を学習するには、IoT技術がどのようなものであるかを理解させる必要がある。そのためには、IoTデバイスを使用した実習が不可欠であるが、技術的な内容に深く入り込むと共通教科情報の内容としては難しくなる。そこで、表1のように、1「IoTの基本的な技術の理解」(IoTを実現するには何が必要か)、2「IoTで解決する課題の発見」(この課題はIoTで解決できそうか)、3「課題を解決するシステムの構築あるいは提案」(データの蓄積・分析・加工・フィードバックする仕組み)の3つの分野に分け、課題解決の過程を学習の主たる目的とする授業計画を作成した。

表1 IoTをテーマとした授業計画例

1 「IoTの基本的な技術の理解」

項目	内容
・インターネットへの無線接続の種類と特徴	3G, Wi-Fi, Bluetooth
・インターネットへの無線接続の方法	SSID, パスワード, IP アドレス, TCP, UDP
△IoTデバイスの製作	ブレッドボード上の試作
・測定事象に対応したセンサの選択と使用方法	温度, 湿度, 気圧, 人感, 接続方法, 定格
△センサの動作原理と特性	動作原理, 特性, 出力換算, 補正, ADC, I2C
△アクチュエータの選択と使用方法	LED, DC モータ, サーボモータ, ソリッドステートリレー
△アクチュエータの動作原理と特性	動作原理, 特性, 定格, DAC
・IoTデバイスの設定	完成プログラムのロード ArduinoIDE
△IoTデバイスのプログラミング	用途に合わせたプログラムの作成 C言語
・IoTデバイスによる計測制御実験	データの計測と表示 HTML, アクセスポイント

2 「IoTで解決する課題の発見」(グループワーク)

項目	内容
・IoTによる課題解決例の調査	Web を利用した IoT デバイスとサービスの事例調査
・IoTで解決できそうな課題の提案	ブレインストーミング, ミニマインドマップ
・IoT デバイスの機能と課題解決の関係の検討	KJ 法, グループ協議

3 「課題を解決するシステムの構築あるいは提案」

項目	内容
・課題解決のために必要なシステム要件の検討	センサの選定, 計測回数, データ数, データ処理方法, データ表示方法
・既存クラウドの選定と利用または提案	Ambient (グラフ表示), Blynk (スマホ利用)
△クラウド・データベースの作成	PHP, HTML5, CSS3, Apache, MySQL
・システムの稼働と結果の検証	結果の検証, 統計, アンケート, インタビュー
△IoT 応用システムの提案	画像転送, ラジコン, ウェアラブル

△省略してもよい高度な内容

3. 実習用IoTデバイス

実習用 IoT デバイスには小型 Wi-Fi モジュール EPS8266 をベースとした EPS-WROOM-02モジュール (技適取得) を使用し、USB-シリアル変換モジュールや電源ICを搭載したオリジナル基板を製作した。

EPS-WROOM_02はArduino互換なので開発が易しく、価格も単体で500円程度、自作基板で1,000円、市販品で2,000円程度なので個人持ちの教材にすることも可能である。また、Wi-Fi接続であるため、アクセスポイントを介してインターネット接続ができ、インターネット接続ができない教室でもアクセスポイントさえ用意すればローカルネットワークで実習ができる。(図1)



図1 IoT実習用基板と基板を使用した計測セット

4. IoTデバイスのプログラミング学習

EPS-WROOM_02はArduino IDEでプログラミングを行う。以下、学習計画に沿ったプログラミング学習を示す。

4.1 スタンドアロンでの計測

最初の学習として、センサとWi-Fiモジュールの動作確認及びArduino IDEのプログラミングに慣れるため、LANに接続せず、スタンドアロンで温度計測・LED点滅のプログ

ラミングを行う。(図2)(図3)



図2 スタンドアロンの計測レイアウト図

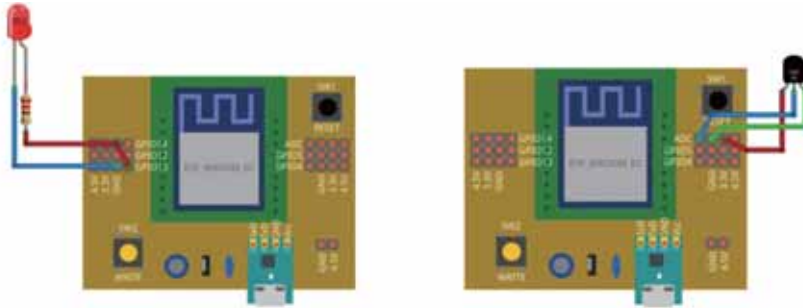


図3 実態配線図 LED点灯回路(左) 温度計測回路(右)

4.2 サーバ機能によるリモート計測

サーバ機能によるリモート計測では、Wi-FiモジュールのWebサーバ機能で、計測値を配信する。(図4) この実習では、温度・湿度・気圧を計測するセンサをWi-Fiモジュールに接続し、プログラムの中書き込んだHTMLで、計測データを表示するWebページを制作する。(図5)(図6) LAN、Webサーバ、HTMLの動作が理解できる一方で、このサーバをグローバルに接続するには、ルータの設置が必要であり、モジュールの処理能力にも限界があることも分かる。

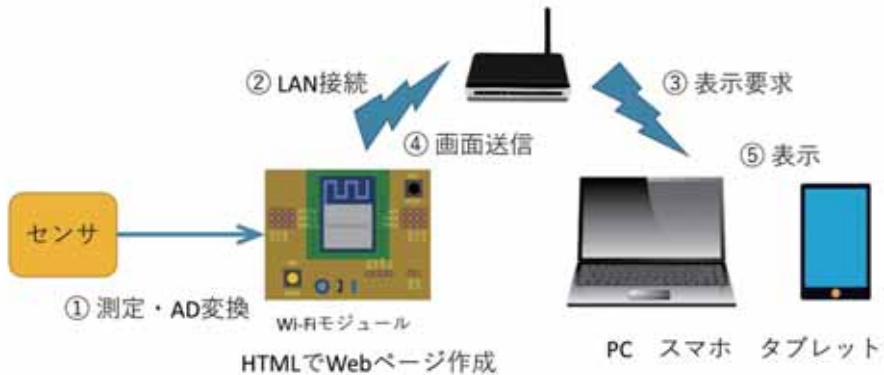
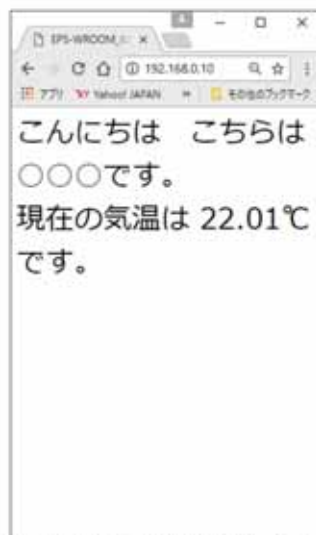


図4 サーバ機能によるリモート計測のレイアウト図



Wi-Fi モジュールに HTML を書き込む



ブラウザで計測結果を見る

図5 プログラムのHTML部分

図6 計測画面

4.3 クライアント機能によるサーバ利用

クライアント機能とはWebページを閲覧したりデータを入力したりするブラウザの機能であり、ここでは外部に設置したWebサーバに、計測データを送信する機能を使用する。外部のWebサーバは、計測データを受け取り、データを数値やグラフで表示するWebページに構成して配信する。(図7) クライアント機能でサーバにデータを送信できれば、処理能力の高いサーバから一度に多くの配信ができ、サーバのプログラムを工夫すればグラフ表示、データ蓄積、データ解析など様々な処理ができることが分かる。(図8) (図9) (図10)

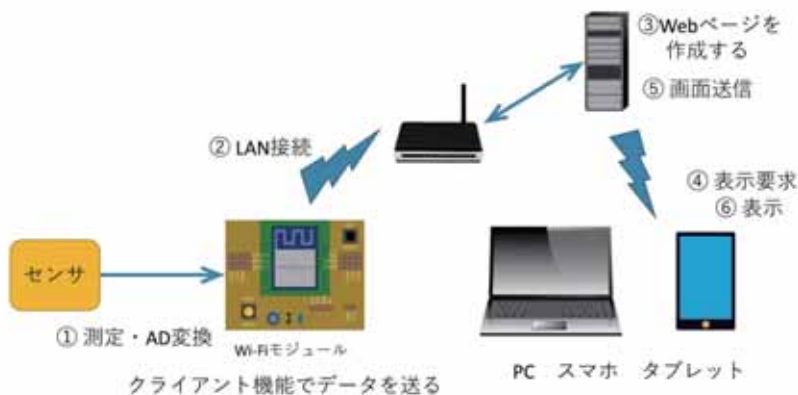
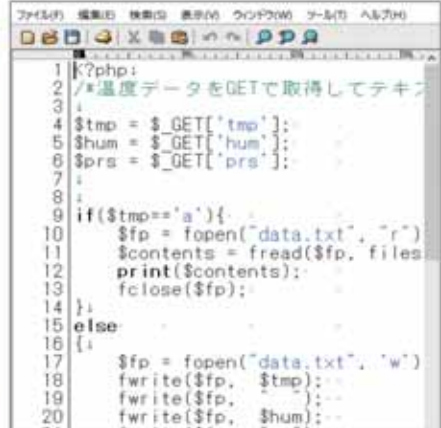


図7 クライアント機能によるサーバ利用のレイアウト



```
106 //URLとGET合成と配信
107 // URL例 http://xx.xx.xx.xx/ESP8266-02/test2.php
108 //      Host:xx.xx.xx.xx
109 //      Connection:close
110 client.print(String("GET ") + url +
111              "?tmp=" + temperature +
112              "&hum=" + humidity +
113              "&prs=" + pressure + " HTTP/1.1\r\n"
114              "Host: " + host + "\r\n" +
115              "Connection: close\r\n\r\n");
116
```

計測値を GET 機能でサーバに送る



```
1 [?php:
2 /*温度データをGETで取得してテキスト
3
4 $tmp = $_GET['tmp'];
5 $hum = $_GET['hum'];
6 $prs = $_GET['prs'];
7
8
9 if($tmp=='a'){
10     $fp = fopen("data.txt", "r");
11     $contents = fread($fp, filesize($fp));
12     print($contents);
13     fclose($fp);
14 }
15 else
16 {
17     $fp = fopen("data.txt", "w");
18     fwrite($fp, $tmp);
19     fwrite($fp, $hum);
20     fwrite($fp, $prs);
21 }
```

サーバで計測値を Web 表示する

図8 データ送信部分のプログラム分

図9 サーバのデータ処理プログラム



図10 ブラウザでの計測値表示

4.4 無料クラウドサービスの利用

データのグラフ化や操作パネルのデザインは、プログラミングしなくても、クラウドサービスを利用することで実現できる。また、クラウドサービスにデータが集めることができれば、AIを利用して高度な処理ができることが分かる。(図11)

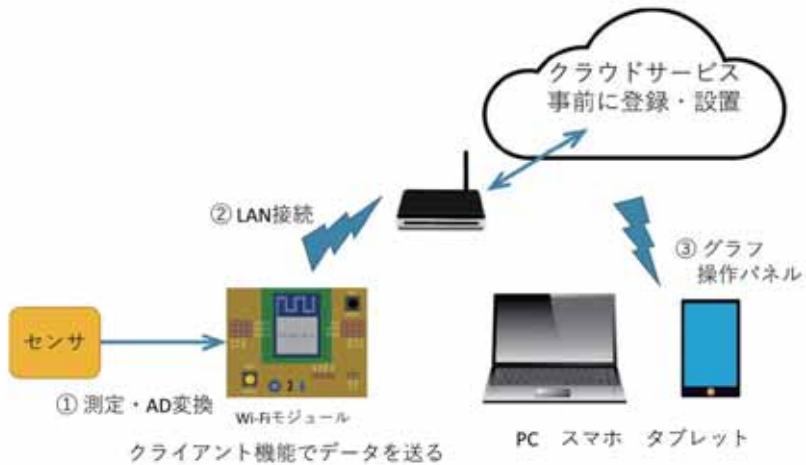


図11 クラウドサービスを利用するレイアウト

(1) クラウドサービスBlynk

クラウドサービスのBlynkはスマホ用の計測アプリであり、テキスト、グラフ、スライドバーなどの部品を配置して簡単に計測画面を作成することができる。画面の部品に対して、Wi-Fiモジュールからクラウドにデータを送れば、スマートフォンでデータが表示され、ボタンやスライドバーの操作を行うことができる。(図12) (図13)



部品を選択して、キャプションや変数などの属性を設定する。

図12 Blynkの設定画面



スマホで計測値を表示する

図13 Blynkの計測表示画面

(2) クラウドサービスAmbient

Ambientは、クラウドへ送信したデータをグラフにして表示するサービスである。Ambientのサイトにメールアドレスとパスワードを登録して、データを特定するチャンネルID、リードキー、ライトキーを作成する。このキーをArduino用に用意されたライブラリへ書き込み、データをクラウドに送ると、ブラウザでグラフを見ることができる。(図14)

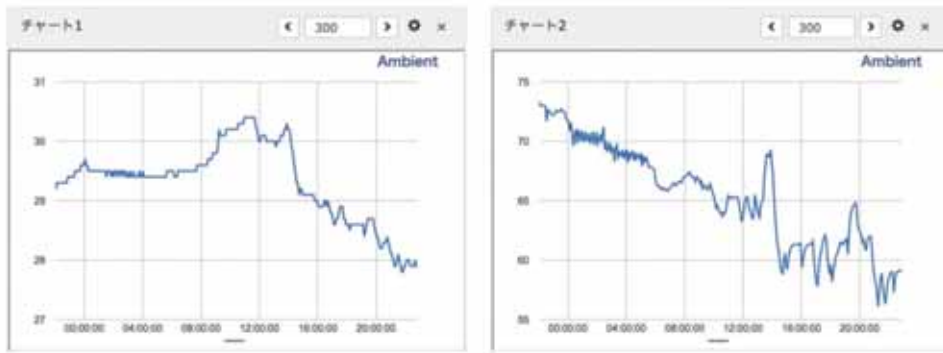


図14. 計測した気温と湿度のグラフ

5. 研修と授業実践

本研究で開発した教材は、静岡産業大学主催の「平成29年度 先生のための情報教育セミナー」において、テーマ「IoTってなんなの? IoTでどうなるの?」—Wi-FiによるIoTシステム—として静岡県内外の高校教員に授業実践の研修を行った。(表2)

IoTに関する先生方の関心は高く、高校生でも理解できる授業内容と教材であると好評を得た。研修後には、静岡県立沼津工業高校電子科から、実習として授業を実施したとの報告を得た。

表2 先生のための情報教育セミナー概要

平成29年度 先生のための情報教育セミナー	
テーマ	「IoTってなんなの？ IoTでどうなるの？」・Wi-FiによるIoTシステム・
日程	平成29年7月15日（土） 10:00～15:30
	9:30-10:00 受付
	10:00-11:30 「LEDを点滅しよう」－実験の準備－ 「気温・湿度・気圧を計ろう」－環境のWebモニタリング－ 「音・振動・電流・人を計ろう」－各種センサの利用－
	11:30-13:00 昼食・校内見学
	13:00-15:00 「フルカラーLEDを制御しよう」－機器のリモート制御－ 「計測データをグラフにしよう」－クラウドサービスの利用－ 「私たちの生活とIoT」－IoTによる課題解決－
	15:00-15:30 研究協議
参加者	県内高校教員 16人 東京 大学教員 高校教員各1人

6. おわりに

本研究では、IoT技術を利用して気温・湿度・気圧の計測データをWebで配信する教材を題材に、ハードウェア及びプログラミングの学習方法を提案することができた。

従来では、マイクロコンピュータとセンサ、アクチュエータの接続には、電子回路の知識やはんだ付けの技能が必要であったが、部品点数の減少により配線は最小限になり、高性能化によりテスタやオシロスコープなどの計測器による校正が不要になった。また、部品の価格も数千円程度になり普通高校や中学校でも導入可能な教材になってきている。

ここまでの学習でIoTを活用するための第1段階「IoTの基本的な技術の理解」（IoTを実現するには何が必要か）が習得できるが、最終的な目標はIoT技術による社会や家庭の課題解決なので、今後は、第2段階「IoTで解決する課題の発見」（この課題はIoTで解決できそうか）、第3段階「課題を解決するシステムの構築あるいは提案」（データの蓄積・分析・加工・フィードバックする仕組み）について実践的な研究を進めたい。

謝辞

本研究は、静岡産業大学特別研究支援経費「ICT・IoTに対応したプログラミング教育教材の開発」の助成を受けたものある。ここに感謝の意を表す。

参考文献

[1] 大中邦彦, 国野 亘: Web電脳接続! Wi-Fi/3G/LTEでIoT製作, トランジスタ技術,

- 2016年9月号, p36-p115.
- [2] 大中邦彦：超特急製作！IoT回路百科事典，トランジスタ技術，2017年3月号，p35-p132.
 - [3] 佐伯嘉康：ESP8266で始めるWi-Fi IoTプロジェクト，Amazon.
 - [4] ESP-WROOM-02資料，スイッチサイエンス社，<https://www.switch-science.com/catalog/2620/>
 - [5] 文部科学省：“小学校学習指導要領解説（平成29年告示）解説 総合的な学習の時間” 2017年
http://www.mext.go.jp/component/amenu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf
 - [6] 文部科学省：“中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編” 2017年
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf.
 - [7] 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説 情報編（平成30年）” 2018年
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_11.pdf.
 - [8] 高橋等,永田奈央美：IoTの技術と活用方法の理解を目指した学習教材の研究，日本情報科教育学会第10回全国大会講演論文集，pp.55-56，2017年7月.