

イギリス留学生に対する Raspberry Piを使ったIoT実験 Experiment and Practical Training of IoT by using Raspberry Pi for International Students from UK

鎌田 真

Shin Kamada

広島市立大学大学院情報科学研究科
情報科学専攻

Email: da65002@e.hiroshima-cu.ac.jp

市村 匠

Takumi Ichimura

県立広島大学経営情報学部

Email: ichimura@pu-hiroshima.ac.jp

重安 哲也

Tetsuya Shigeyasu

県立広島大学経営情報学部

Email: shigeyasu@pu-hiroshima.ac.jp

Abstract—Recently, every student in our university has an increasing chance to go to abroad as an exchange student. Because we promote to make an agreement with overseas universities. Our department also accepts 5 Britishes every year as exchange students. The foreign students in this year belong to the course of information technology. The teachers conducted the class of embedded system development coding reference and IoT practical training based on their own coding rules with Raspberry Pi. The Japanese students attended the class to enjoy international program with English.

I. はじめに

近時、我が国の大学（大学院を含む）等で学ぶ外国人学生の数は増加している傾向にある。平成16年4月に設立された独立行政法人日本学生支援機構による統計情報 [1] によると、平成28年5月1日現在の留学生数は239,287人であり、前年比30,908人(14.8%)増となっている。大学院と学部を比較してみると、大学院には43,478人、学部には72,229人と学部への留学生数が多いことが分かる。また、地方別では、北海道が1.4%、東北が2.5%、関東が55.6%、中部が8.3%、近畿が16.9%、中国が3.8%、四国が0.7%、九州が11.0%となっている。

さらに、出身地域別留学生の割合は、アジア地域からの留学生が93.0%(前年度92.7%)であるのに比べ、欧州・北米地域からの留学生は4.6%(前年度4.8%)となり、大きな地域差が生じている。具体的な出資別留学生は、中国、ベトナムからの留学生は63.7%と高く、アメリカ(1.1%)、英国(0.2%)、ドイツ(0.4%)となっている。

さらに、文献 [1] を見ると、「短期留学生」の情報が掲載されている。短期留学生とは、必ずしも我が国での学位取得を目的とせず、大学等における学習、異文化体験、語学の実地習得などを目的として、概ね1学年以内の教育を受けて単位を修得又は研究指導を受け

る留学生として定義している。出身国（地域）別短期留学生数を調べると、中国・韓国・台湾からの短期留学生を合わせると50.4%であるが、アメリカ、フランス、ドイツ、イギリスを合わせると、19.9%となっている。この数字をみると、1年以内の留学であれば、日本に留学する欧州・北米地域からであっても、日本での修学希望者が一定数存在することが分かる。これらは、交換留学制度や短期留学制度などが充実してきており、日本人学生もこの制度を利用して海外での留学を経験する学生も増え始めている。

県立広島大学経営情報学部経営情報学科でも、イギリスアルスター大学との交換留学生(学部)を2016年9月からスタートし、外国人留学生に対して、英語による講義が始まった。外国人留学生が興味をもつ講義内容として、日本人学生と外国人学生がチームとなり、ディスカッションを通じてアクティブに学ぶ授業を行ったので、本論文ではこれらの取り組みについて報告する。

II. C言語コーディング作法

C言語を用いて開発されるソフトウェアのソースコードの品質をよりよいものとするを目的として、独立行政法人 情報処理推進機構は、コーディングの際に注意すべきことやノウハウを「組込みソフトウェア向けコーディング作法ガイド」として出版している [2]。

文献 [2] によると、通常、コーディング規約とは「品質を保つために守るべきコードの書き方（ルール）」を整理したものとなっているが、一般的なコーディング規約に関しては、いくつかの課題が確認されている。すなわち、

- 1) ルールの必要性が理解されない。またはルール違反に対する正しい対処方法が理解されていない。
- 2) ルールが多すぎて覚えきれない。あるいはルールが少なくカバー範囲が不足している。
- 3) ルールの遵守状況を確認するための高精度のツールがなく、確認を技術者が目視で行うレビューに

頼っており負担が大きい。

と書かれている。

大学においては、C言語プログラミング習得が複数の講義で行われているものの、ポインターやメモリの操作など、学生が理解しにくい箇所については、深い知識が得られないまま、研究室に配属されていると著者らは考えている。このため、プログラミング言語の再確認をゼミ配属後に行う必要が生じている。仮に、この学び直し過程を実施しなかった場合、卒業論文等で行われた実験結果について、信ぴょう性が低く、場合によっては、間違いに気づかないまま考察が行われている卒業論文も見られる。このような可能性を限りなく少なくするために、文献 [2] で述べられている「組込みソフトウェア向けコーディング作法ガイド」は有効であると考えられる。

III. RASPBERRY PI

Raspberry Pi(ラズベリーパイ)とは、イギリスのラズベリー財団によって開発された ARM プロセッサを搭載した組み込みボードである。最新のモデルは、表 I に示す Raspberry Pi 3 Model B と呼ばれるモデルである。基本的な性能は、以前のモデルである Raspberry Pi 2 と比べて大きな違いはないが、Raspberry Pi 3 は無線 LAN および Bluetooth が標準で搭載されている。どちらのモデルも、標準で搭載されているインターフェースとして、有線イーサネット、HDMI ビデオ出力、3.5mm 4 極ジャックオーディオ出力、USB、40 ピン GPIO コネクタ、micro SD カードスロットがある。ここで、GPIO コネクタは、様々なセンサーを接続するためのインターフェースである。電源供給は Micro USB から行う。OS は micro SD カードのストレージから起動し、Raspbian と呼ばれる Debian ベースの Linux で動作する。

ここでは、外国人留学生に対して、Raspberry Pi 2 Model B を用いて、IoT によるデータ収集実験を演習として行った。使用するセンサーとして USB の Web カメラ、GPS センサー、温度計を用いた。GPIO コネクタを使用する場合は、場合によってはハンダ付けを行う必要があるため、ここでは手軽に利用できる USB センサーを用いた。

表 I
RASPBERRY PI の仕様

モデル	Raspberry Pi 2 Model B	Raspberry Pi 3 Model B
SoC	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2836
CPU	デュアルコア VideoCore IV 400MHz (3D 300MHz)	デュアルコア VideoCore IV 400MHz (3D 250MHz)
RBM	1GB DDR2 450MHz 低電圧 B8132B4PB-8D-F)	SDRAM (ELPIDA
消費電力	最大約 12.5W	最大約 9W
サイズ	85 × 56 × 17 mm	

IV. USB センサーを用いた IoT 実験

A. Web カメラ

まず、USB Web カメラを用いたデータ収集の実験を行った。USB Web カメラ扱うためには、USB のドライバ等のライブラリが必要となるが、Raspberry Pi は Debian ベースの Linux で動作するため、これらのシステムを容易に利用することができる。ここでは、fswebcam、gucvview、motion と呼ばれる 3 種類のオープンソース・ソフトウェアを用いて、Web カメラによる画像・動画データの収集実験を行った。また、Web カメラとして、ロジテック社の“HD Pro Webcam C910”を使用した。

fswebcam は、Web カメラを用いて画像のキャプチャを行う最もシンプルなプログラムで、次のようにコマンドライン上で実行することができる。“fswebcam” コマンドは、キャプチャ画像を PNG もしくは JPEG 形式のファイルとしてを保存できるコマンドである。

```
$ sudo apt-get install fswebcam
$ fswebcam output.jpg
```

gucvview は、fswebcam と同様に Web カメラのキャプチャを行うソフトウェアであるが、コマンドラインだけでなく、GTK+によるグラフィカルインターフェースが提供されている。また、単純な画像のキャプチャだけでなく、動画の録画や、Web カメラの輝度等の簡易設定を行うこともできる。次のように gucvview をインストールし、グラフィカルインターフェースを起動できる。

```
$ sudo apt-get install gucvview
$ gucvview &
```

motion は、モーション画像の検知システムである。監視カメラのように、Web カメラを通じてモニタリングを行いながら、変化した部分のみを切り出し、記録することができる。また、単体でストリーミングサーバとしての機能も持ち、キャプチャされた動画を Web ブラウザ上でモニタリングすることができる。ここでは、個々の Raspberry Pi において Web カメラによりキャプチャされた動画をストリーミングしながら、互いのマシンのキャプチャ動画を監視する実験を行い、ストリーミングサーバの仕組みおよびその動作について演習を行った。次のように motion をインストールし、設定を行い、システムの起動を行った。

```
$ sudo apt-get install motion
$ sudo vi /etc/motion/motion.conf
# ポート番号8080を使用する設定
webcontrol_port 8080
# ローカルホスト以外の閲覧を許可
stream_localhost off

$ sudo vi /etc/default/motion
# デーモンとして動作することを許可
start_motion_daemon=yes
```

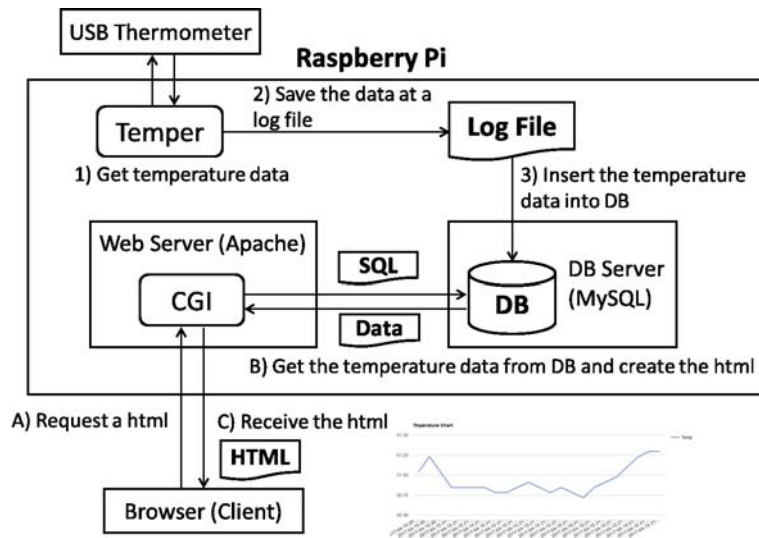


図 1. Web システムの概要

```
# 保存ディレクトリの書き込み権限の付与
$ sudo chown -R motion.video /var/lib/motion/

# デーモンの再起動
$ sudo /etc/init.d/motion restart
```

設定後、Web ブラウザで “http://[IP address]:8080” にアクセスすると、キャプチャ動画をモニタリングできる。

B. GPS

GPS センサーとしては、様々なインターフェースを持つ製品が開発されている。ここでは、手軽に利用できる USB の GPS センサーとして、“Globalsat BU-353S4 GPS” を利用した。この GPS センサーは、USB 接続後、センサーによる計測が自動で開始され、計測結果がシリアルポート経由で送信される。ここでは、“cu” コマンドを用いて、シリアルポート通信により送信された計測結果をモニタリングした。

```
$ sudo apt-get install cu
# USBデバイスの接続確認
$ lsusb
# デバイスのパスを確認
$ ls /dev/tty*
$ cu -s 4800 -l /dev/ttyUSB0
```

ここで、出力結果は NMEA-0183 フォーマット [3] と呼ばれる形式で表示される。このフォーマットは米国家洋電子機器協会により定義され、計測の分野で広く使われているフォーマットである。

C. 温度計

USB の温度計として、PCsensor 社による “TEMPer” と呼ばれる製品を使用し、Raspberry Pi を通じて温度の測定を行った。Windows では、付属のドライバソフトウェアが提供されているが、Linux の場合では、“temper”

と呼ばれるオープンソースソフトウェアが GitHub で公開されている [4]。temper は、次のようにインストールし、利用できる。

```
$ sudo apt-get install gcc libusb-dev
$ git clone git://github.com/bitplane/temper.git
$ cd temper/
$ make
$ sudo ./temper
16-Apr-2017 05:38,29.689531
```

ここでは、出力結果をログファイルとして保存し、その動作確認を行った。

D. Web サーバ、MySQL サーバを利用した Web システムの開発

前節の USB 温度計により測定された結果を、Web サーバ上でリアルタイムに閲覧できるモニタリングシステムの構築を行った。図 1 は、開発した Web システムの概要である。ここでは、Web サーバ (Apache) と DB サーバ (MySQL) の構築を行い、Temper により計測された温度データを DB に保存し、Web サーバの CGI を通じて、計測結果を Web ブラウザ上で図 2 のように表示するシステムを構築した。なお、本来は、セキュリティの観点から詳細な設定を行う必要があるが、ここでは、演習のため、最小限の設定のみを次のように行った。

- Web サーバ (Apache) のインストール
Web サーバのオープンソースとして知られている Apache のインストールを行った。ここでは、テストページの閲覧、新規 HTML ページの作成等の動作確認を行った。

```
$ sudo apt-get install apache2
$ sudo /etc/init.d/apache2 start
```

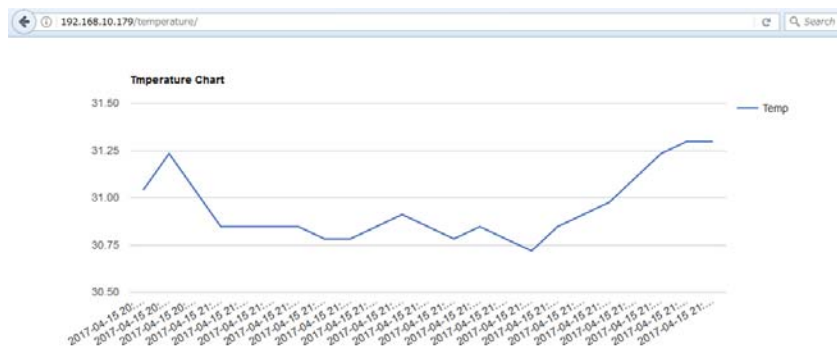



図 2. Web システムによる温度のモニタリング

- Apache の CGI モジュールの有効化

図 1 の Web システムでは、CGI を使用するため、CGI モジュールの有効化を行い、動作確認を行った。

```
$ sudo a2enmod cgi
$ sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

- DB サーバのインストール

計測結果を保存するための DB サーバとして、MySQL をインストールした。なお、DB に日本語を使用する場合は、文字コードの設定が必要であるが、ここでは使用しないため、その設定は行わなかった。

```
$ sudo apt-get install mysql-server
$ sudo /etc/init.d/mysql start
```

MySQL インストール後、DB のユーザアカウントの作成を行い、図 1 のシステムで計測結果を保存するために必要となるテーブル (計測値、計測した時刻を保存する簡単なテーブル) を作成した。

- Web システムのインストール

図 1 の Web システムのインストールを行い、動作確認を行った。

V. まとめ

県立広島大学経営情報学部経営情報学科でも、イギリスからの留学生に対して、英語による講義の結果を報告した。本論文では、外国人留学生が興味をもつ講義内容として、日本人学生と外国人学生がチームとなり、ディスカッションを通じてアクティブに学ぶ授業を行った。授業内容としては、まず、組み込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド [C 言語版] (英語版) により、C 言語コーディングにおける注意すべき規則を自ら選定した。次に、この規則をもとに、組み込み IoT(Internet of Things) システムの構築のため、Raspberry Pi を用いて、数種類のセンサーデバイスによる情報収集技術を学んだ。さらに、これらの内容を英語で議論することによって、本学学生の英語でのコミュニケーション能力向上にも寄与したと考えられる。

参考文献

- [1] 独立行政法人 日本学生支援機構, “平成 28 年度外国人留学生在籍状況調査結果”, [http://www.jasso.go.jp/about/statistics/intl_student_e/2016/_icsFiles/afieldfile/2017/03/30/data16.pdf\(2017\)](http://www.jasso.go.jp/about/statistics/intl_student_e/2016/_icsFiles/afieldfile/2017/03/30/data16.pdf(2017))
- [2] 独立行政法人 情報処理推進機構 <http://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/std/emb-escr.html>
- [3] 米国海洋電子機器協会, <http://www.nmea.org/>, 2017 年 6 月 29 日閲覧。
- [4] Temper, <https://github.com/bitplane/temper>, 2017 年 6 月 29 日閲覧。

問い合わせ先

〒 734-8558
 広島県広島市南区宇品東一丁目 1 番 71 号
 県立広島大学経営情報学部
 市村 匠