

# Sigfox を用いた IoT 機器の製作と、ThingSpeak, Matlab/Simulink, 及び Twitter を用いた教育、研究、及び社会への応用

田中 武\*・岡光 序治\*\*・西野 憲史\*\*\*

(令和元年10月31日受付)

## Fabrication of IoT devices with Sigfox, and It's application to education, research, and society using ThingSpeak, Matlab / Simulink, and Twitter

Takeshi TANAKA, Nobuharu OKAMITSU, and Kenshi NISHINO

(Received Oct. 31, 2019)

### Abstract

We installed the Sigfox antenna in Hiroshima Institute of Technology and acquired the data of the water meter with IoT equipment via the Internet using the Sigfox network. In addition, Create an IoT device using Sigfox, receive the data transmitted from the device with ThinSpeak, calculate with Matlab / Simulink, and display the result on the smartphone via ThingSpeak. In the future, I would like to aim to build an educational system that can be used for actual lectures and practical training using materials for constructing educational systems.

**Key Words:** IoT (Internet of Things), Sigfox, LPWA (Low Power Wide Area), Matlab/simulink, ThingSpeak, Twitter

### 1 はじめに

インターネット技術や各種センサー・テクノロジーの進化等を背景に、パソコンやスマートフォンなど従来のインターネット接続端末に加え、家電や自動車、ビルや工場など、世界中の様々なモノがインターネットへつながる IoT 時代が到来している<sup>1)</sup>。

世界の IoT デバイス数の動向をみると、2017年時点で稼働数が多いのはスマートフォンや通信機器などの「通信」が挙げられる。ただ、それらは市場が成熟しているため、今後は、相対的に低成長が見込まれる<sup>1)</sup>。

今後は、コネクテッドカーの普及により IoT 化の進展が見込まれる「自動車・輸送機器」、デジタルヘルスケアの市場が拡大している「医療」、スマート工場やスマートシ

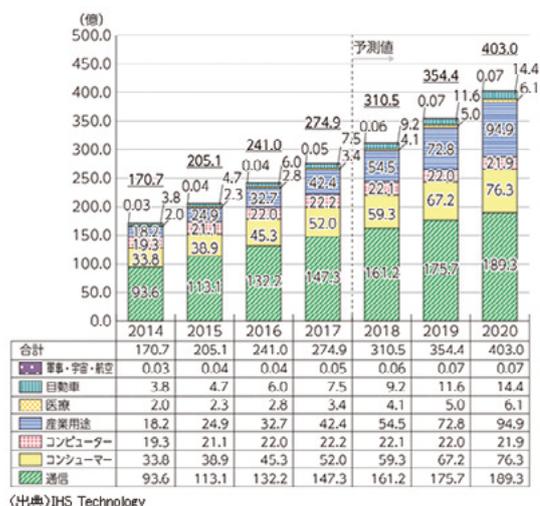


Fig. 1 世界の IoT デバイス数の推移及び予測<sup>1)</sup>

\* 広島工業大学工学部電子情報工学科

\*\* 広島工業大学大学院工学系研究科知的機能科学専攻

\*\*\* 医療法人ふらて会西野病院

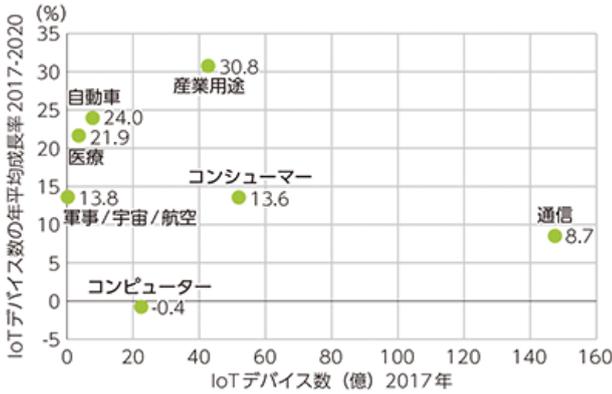


Fig. 2 分野・産業別のIoTデバイス数及び成長率予測<sup>1)</sup>

ティが拡大する 「産業用途 (工場、インフラ、物流)」 などの高成長が予測される<sup>1)</sup> (Fig. 1、Fig. 2参照)。

IoT時代においては、多様なアプリケーションの通信ニーズに対応することが求められる。例えば、遠隔手術のように高精細な映像が必要な用途では高速接続性が求められ、環境モニタリングやスマートメーターのように多数のIoT端末から情報を収集する用途では収容性が求められる。また、接続手段としては、上述の携帯電話システムの他、広域なエリアを効率的にカバー可能な衛星通信や、近距離で超高速な通信を実現する無線通信技術など、アプリケーションによって様々な接続手段から適切なものを利用することが重要である。特に、産業用途など、デバイスや回線あたりに通信容量は小さいが大量接続をサポートすることが求められる通信用途・ニーズにおいては、低コストであることや、センサー機器に組み込み長期間使えるような低消費電力などの要件に対応する必要がある<sup>2)</sup>。

こうした要件に特化して現在開発・提供等が進んでいるのがLPWA (Low Power Wide Area) と呼ばれるコンセプトである。LPWAの通信速度は数kbpsから数百kbps程度と携帯電話システムと比較して低速なものの、一般的な電池で数年から数十年にわたって運用可能な省電力性や、数kmから数十kmもの通信が可能な広域性を有している。既にフランスなどではSigfox社により全土にLPWAのネットワークが構築され、米国などでもLoRa規格によるLPWAの導入が始まっている<sup>2)</sup>。

また、本学ではSigfoxのアンテナを設置し、Sigfoxネットワークを用いて、IoT機器を付加した水道メータのデータをインターネット経由で取得することを実現し、そのシステムを用いたSigfoxの初歩的な教育システムを構築した<sup>3, 4)</sup>。

本研究では、Sigfoxを用いたIoT機器を製作し、その機器から発信されるデータをThinSpeakで受信し、Matlab/Simulinkで演算し、その結果をThingSpeakを経由して、HomePageで公開する。また、必要であれば、Twitterを

用いて、データを送信する。さらに、社会にこの装置を実装し、得られたデータから考察した

## 2. Sigfoxを用いたIoT機器の製作

Arduino Uno Rev3に、Sigfox Shield for Arduino V2Sを差し込み、IoT機器を作成した (Fig. 3参照)。



Fig. 3 Sigfoxを用いたIoT機器

IoT機器内のセンサーは、温湿度・気圧センサ (BOSCH BME-280) を用いた。そのセンサーの仕様<sup>5)</sup>は、  
 ・動作温度範囲: -40 ~ +85 °C (定格)  
 ・湿度: 0 ~ 100 % (相対湿度)  
 ・気圧: 300 ~ 1100 hPa  
 ・温度精度: ± 1 °C (0 ~ 65°C)  
 ・湿度精度: ± 3 %RH (25°C、絶対精度の公差)  
 ・気圧精度: ± 1.0 hPa (0 ~ 65°C、絶対精度)である。

Arduino IDEを用いて、Arduino UNO Rev3にスケッチを入れた。

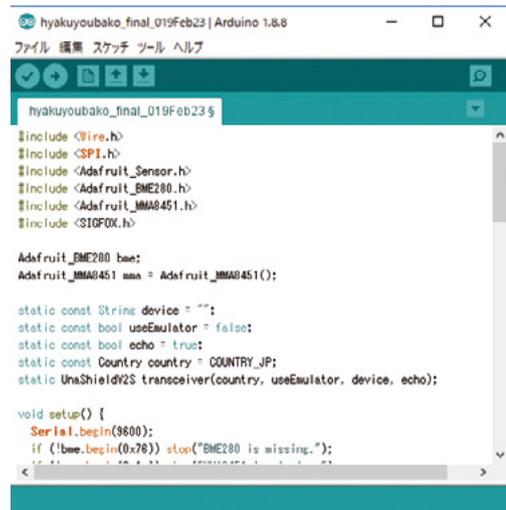


Fig. 4 本研究に用いたArduinoのスケッチ例

IoT機器からの測定値の電子メールを Fig. 5に示す。



Fig. 5 受信メールの例

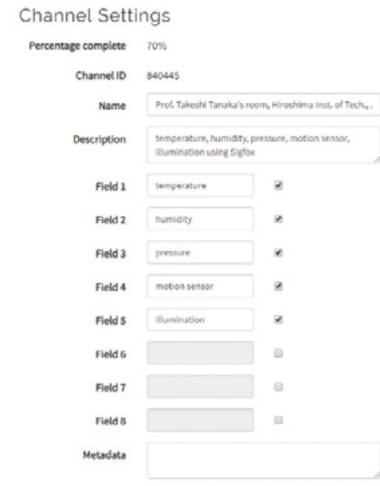


Fig. 8 ThingSpeak のチャネル設定例

次に、人感センサーと、部屋の照度の目安を得るために、CdS を、IoT 機器 (Fig. 3参照) に組み込み、測定した。

### 3) ThingSpeak, Matlab/Simulink, 及び Twitter を用いたデータ処理

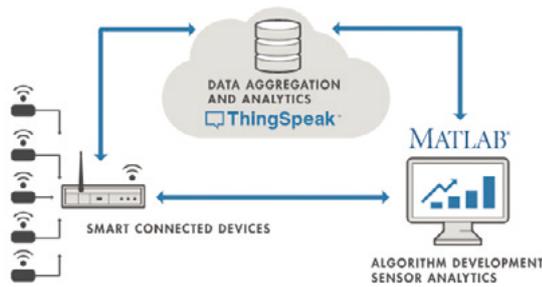


Fig. 6 IoT 機器、ThingSpeak, Matlab/Simulink の概要<sup>6)</sup>

ThingSpeak のデータ処理は、Analytics, および、Actions で構成される。

Analyticsとしては、MATLAB Analysis, MATLAB visualizations, Pluginsがある。

Actionsとしては、ThingTweet, TimeControl, React, TalkBack, ThingHTTPがある。



Fig. 7 Sigfox Shield for Arduino V2S の Callback の例

### 4) 実際の測定例

#### 4-1 広島工業大学田中武先生の部屋

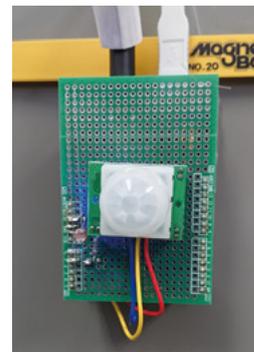


Fig. 9 田中武先生の部屋の見守り設置写真

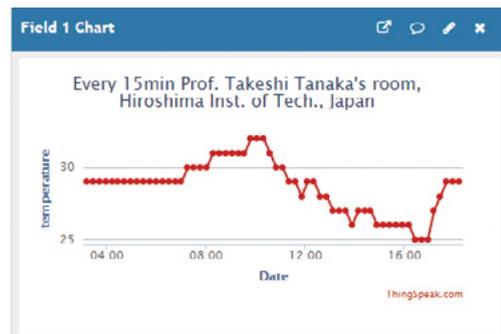


Fig. 10 広島工業大学田中武先生の部屋の温度



Fig. 11 広島工業大学田中武先生の部屋の湿度

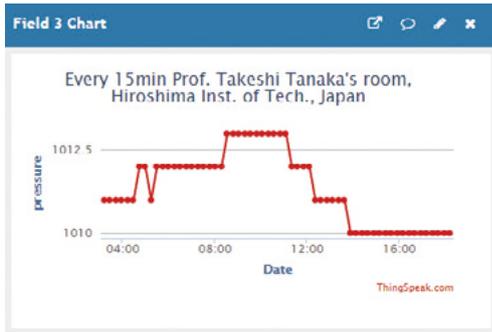


Fig. 12 広島工業大学田中武先生の部屋の気圧

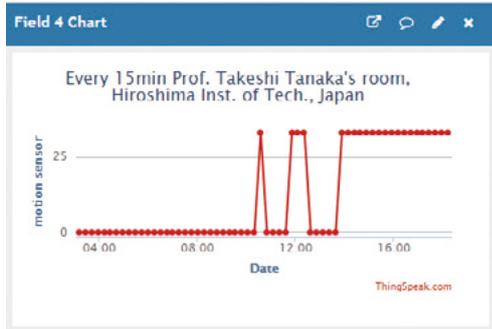


Fig. 13 広島工業大学田中武先生の部屋の人感センサーの値 (25を越えていると在室、0は不在)

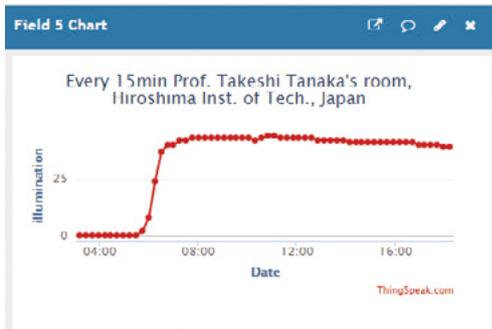


Fig. 14 広島工業大学田中武先生の部屋の照度 (a.u.)



Fig. 15 広島工業大学田中武先生の部屋の不快係数

とり(熱収支)に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい①湿度、②日射・輻射(ふくしゃ)など周辺の熱環境、③気温の3つを取り入れた指標です<sup>7)</sup>。



Fig. 16 広島工業大学田中武先生の部屋の暑さ係数



Fig. 17 広島工業大学田中武先生の部屋の位置

気温が32℃以上になると、Twitterで知らせるシステムを構築し、知らせた内容をFig. 18に示す。



Fig. 18 Twitterでお知らせしたスマートフォンの画面

暑さ指数(WBGT(湿球黒球温度): Wet Bulb Globe Temperature)は、熱中症を予防することを目的として1954年にアメリカで提案された指標です。単位は気温と同じ摂氏度(℃)で示されますが、その値は気温とは異なります。暑さ指数(WBGT)は人体と外気との熱のやり

#### 4-2 実験室の見守り



Fig. 19 広島工業大学の実験中の部屋の温度

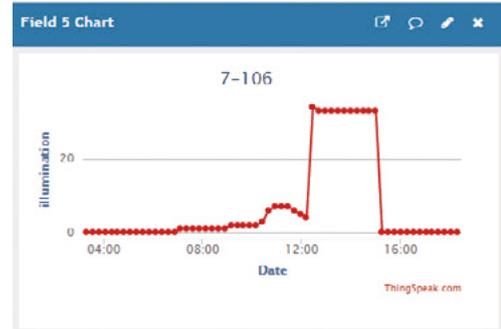


Fig. 23 広島工業大学の実験中の部屋の明るさ (目安)



Fig. 20 広島工業大学の実験中の部屋の湿度

また、取り扱いに注意を要する水素ガスなどのセンサーの動作も把握が可能になった。(Figs. 24 and 25参照)



Fig. 24 水素センサー MQ-8の写真<sup>8)</sup>



Fig. 21 広島工業大学の実験中の部屋の気圧

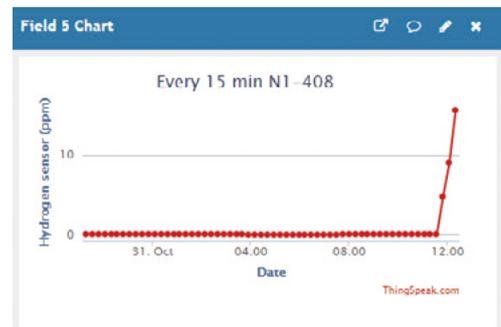


Fig. 25 広島工業大学の実験中の別の部屋の水素濃度 (ppm)



Fig. 22 広島工業大学の実験中の部屋の人感センサーの値 (25を越えていると在室、0は不在)

さらに、水素濃度が 10 ppm 以上になると、Twitter で知らせるシステムを構築し、知らせた内容を Fig. 26に示す。



Fig. 26 Twitter でお知らせしたスマートフォンの画面

4-3 ある病院の見守り



Fig. 27 ある病院の見守り設置写真

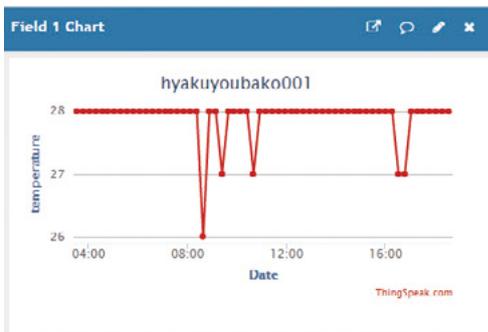


Fig. 28 ある病院の部屋の気温



Fig. 29 ある病院の部屋の湿度

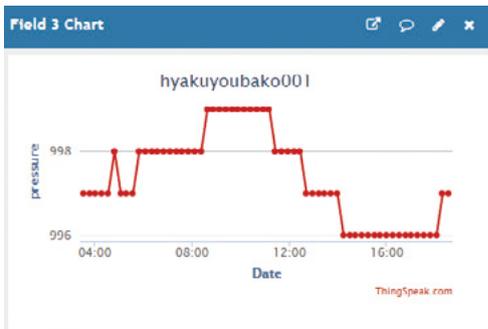


Fig. 30 ある病院の部屋の気圧

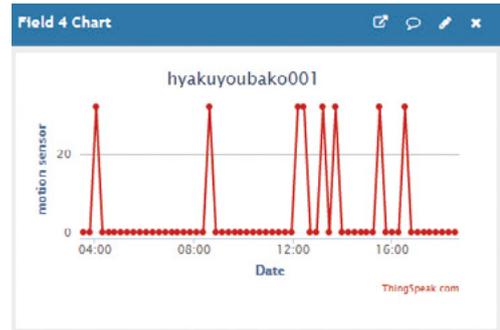


Fig. 31 ある病院の部屋の人感センサーの値 (25を越えていると在室、0は不在)

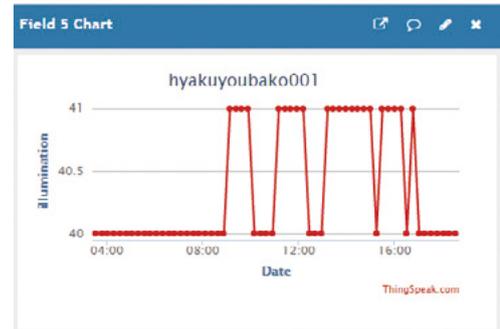


Fig. 32 ある病院の部屋の照度 (a.u.)

4-4 ある店舗の見守り



Fig. 33 ある店舗の部屋の温度



Fig. 34 ある店舗の部屋の湿度



Fig. 35 ある店舗の部屋の気圧



Fig. 39 あるお宅の部屋の気圧

#### 4-5 あるお宅の部屋の見守り

設置場所の写真を、Fig. 36に示す。



Fig. 36 あるお宅の部屋の見守り設置写真



Fig. 40 あるお宅の部屋の人感センサー



Fig. 41 あるお宅の部屋の照度 (a.u.)



Fig. 37 あるお宅の部屋の温度



Fig. 38 あるお宅の部屋の湿度

あるお宅の場合、温度、湿度で住まわれている環境が、ある程度推測できる。また、設置されているお宅の関係者に何うと、照度の変化で住まわれている方の行動が推測できるとのことでした。

また、このシステムにカメラが使われていないので、住まわれている方は安心されているそうです。

#### 4-6 広島県立呉三津田高等学校での見守りの教育応用

生徒が、教室で Sigfox を用いた、見守りシステムについて、ディスカッションしている様子を Fig. 42 に示す。生徒に、IoT 機器を直接触らせることにより、身近に感じられ、教育効果が増大する可能性が示唆された。



も、データ傾向を観察できる、初歩的なデータが取れていることが確認された。

## 6) 地域の気象データの活用 (OpenWeatherMap の利用) による天気予測

OpenWeatherMap を利用すると、無料の ID で 3 時間ごと 5 日先までの気温 (Fig. 50)、湿度 (Fig. 51)、気圧 (Fig. 52)、雲量 (Fig. 53)、風速 (Fig. 54)、および風向 (Fig. 55) を示す。

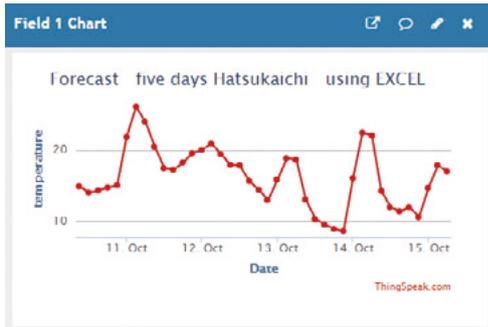


Fig. 50 廿日市市の気温の予測

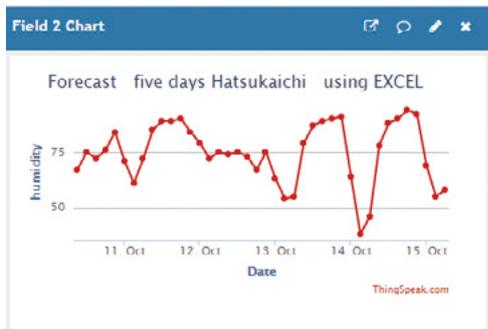


Fig. 51 廿日市市の湿度の予測

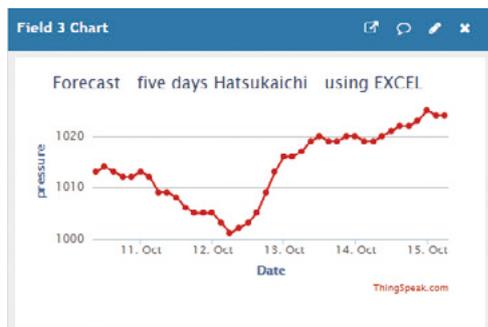


Fig. 52 廿日市市の気圧の予測

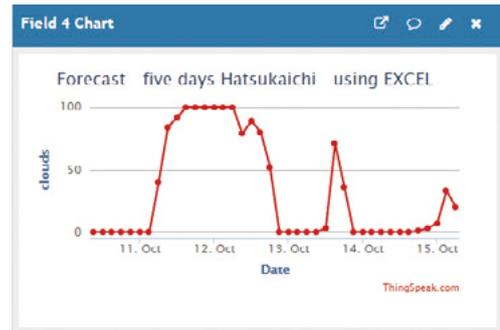


Fig. 53 廿日市市の雲量の予測

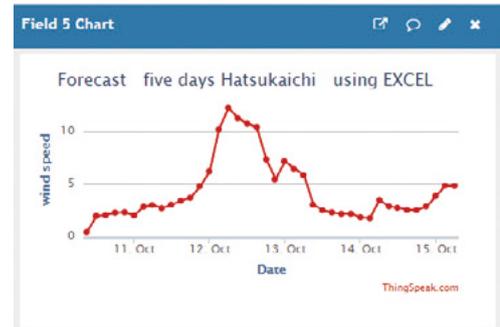


Fig. 54 廿日市市の風速の予測

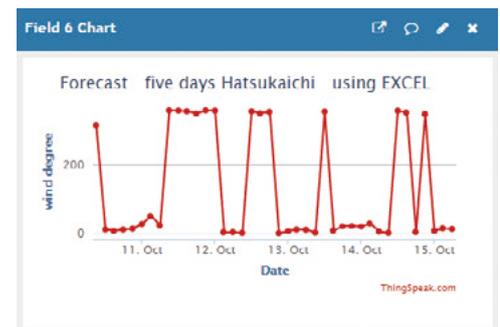


Fig. 55 廿日市市の風向の予測

## 7. 衛星画像による周辺調査

一般財団法人リモート・センシング技術センターの衛星総覧に、Sentinel-2A / 2B / 2C / 2D の情報がある<sup>10)</sup>。



Fig. 56 衛星概観図 (image credit: ESA, EADS Astrium)<sup>10)</sup>

広島工業大学近辺の True color を、Fig. 57に示す。また、Moisture Index を Fig. 58に示す。Fig. 58に示すように、水蒸気濃度も場所により異なるため、詳細な検討が必要と考えられる。

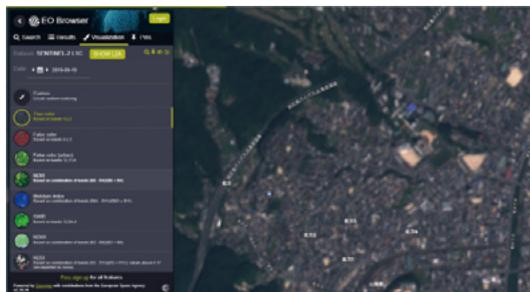


Fig. 57 True color<sup>11)</sup>

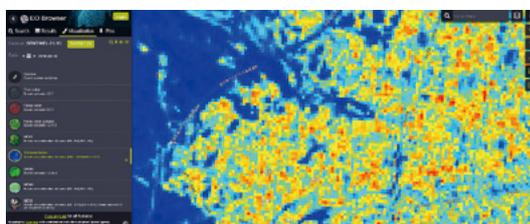


Fig. 58 Moisture Index<sup>12)</sup>

## 8. まとめ

Sigfox を用いた IoT 機器を製作し、その機器から発信されるデータを ThinSpeak で受信し、Matlab/Simulink で演算し、その結果を ThingSpeak で表示する。また、必要なときは、Twitter を経由して、スマートフォンにデータを表示する。例えば、気温のデータが32℃を越えた場合、Twitter を用いて、スマートフォンに送付することを実現した。社会にこの装置を実装し、15分程度の間隔で、気温、湿度、気圧雲量、風速、風向等のデータを取得すれば、データの傾向を初歩的に読むことが可能なことを示した。さらに、IoT 装置に関して、材料、電子デバイスから、回路、通信、データ処理、Web 表示までの一貫システムを構築した。今後は、上記のシステムの教育システムでの活用や、日本国内外の産業界、大学、高等学校等との連携を目指していきたいと思います。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、協力して頂いた広島県立呉三津田高等学校、病院、吉長酒店、個人宅、および、広島工業大学工学部電子情報工学科田中研究室に謝意を表します。

## 文 献

- (1) 「平成30年度情報通信白書」(総務省) <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd111200.html>
- (2) 「平成29年度情報通信白書」(総務省) <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc133220.html>
- (3) 田中武他、“Sigfox ネットワークを用いた IoT 機器との通信システムの構築と教育への応用”、広島工業大学紀要教育編第17巻 (2018) 59-63.
- (4) Ryota Matsuda, et al., “CONSTRUCTION OF COMMUNICATION SYSTEM IoT EQUIPMENT USING SIGFOX NETWORK AND ITS APPLICATION TO EDUCATION”, Int. J. Industry 4.0, iss.1, pp.11-14 (2018), ISSN 2543-8582.
- (5) [https://ae-bst.resource.bosch.com/media/\\_tech/media/datasheets/BST-BME280-DS002.pdf](https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/media/datasheets/BST-BME280-DS002.pdf)
- (6) [https://thingspeak.com/pages/commercial\\_learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/commercial_learn_more)
- (7) <http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>
- (8) Flammable Gas Sensor (Model: MQ-8) Manual Version: 1. 4, Valid from: 20150310, Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd.
- (9) <https://openweathermap.org/weathermap?basemap=map&cities=true&layer=temperature&lat=34.3663&lon=132.3450&zoom=5>
- (10) <https://www.restec.or.jp/satellite/sentinel-2-a-2-b>
- (11) [https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=34.36864&lng=132.34002&zoom=16&time=2019-09-19&preset=1\\_TRUE\\_COLOR&datasource=Sentinel-2%20L1C](https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=34.36864&lng=132.34002&zoom=16&time=2019-09-19&preset=1_TRUE_COLOR&datasource=Sentinel-2%20L1C)
- (12) <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=34.36864&lng=132.34002&zoom=16&time=2019-09-19&preset=5-MOISTURE-INDEX1&datasource=Sentinel-2%20L1C>