

社会人のためのIoT教育フレームワークの検討 ～閉域LTE回線を使用したIoT講習会の試み～

出木原 裕順^{1,a)} 越智 徹^{2,b)} 宮崎 龍二^{3,c)} 尾崎 拓郎^{4,d)}

概要：来たるべき第四次産業革命では、AIやIoTなどがコア技術の1つとなっている。しかしながら、AIやIoTなどの技術は、最新技術であるがゆえに体系化がなされていない。本稿では、IoTに焦点をあてて、IoT教育のフレームワークの開発を目的としており、その第一歩として閉域LTE回線を使用した社会人向けのIoT講習会を実施した。この講習会より得られた知見を基にして、まずIoTの知識が技術が喫緊に必要なとなる社会人向けの教育プログラムの基盤を開発すると共に、情報専門学科カリキュラム標準 J07 より必要となるコアカリキュラムを選定し、教育フレームワークを検討する。

Consideration of IoT Education Framework for Member of Society -Trial of IoT Workshop using the Closed LTE line-

HIROYUKI DEKIHARA^{1,a)} TORU OCHI^{2,b)} RYUJI MIYAZAKI^{3,c)} TAKURO OZAKI^{4,d)}

1. はじめに

1990年代から現在に至るまで、コンピュータやインターネットなどが主となってけん引する第三次産業革命 [1] が進展している。いわゆる「デジタル革命」と呼ばれるこの産業革命は、現在、次のフェーズである第四次産業革命へ移行すると言われている [2]。第四次産業革命という言葉が一般に認識し始めたのは、2010年にドイツが提唱した Industrie 4.0 に由来すると言われており、その提唱以降、欧米諸国やアジア諸国においても、第四次産業革命を意識した国家戦略や関連の取組みが進められ、2016年1月にスイスのダボスで開催された第46回世界経済フォーラム

(World Economic Forum) では、世界共通の主要テーマとして第四次産業革命が取り上げられた [3]。

日本政府も第四次産業革命に対する調査や政策を策定しており、日本における注目度も年々高まっている [3], [4]。第四次産業革命では、人工知能 (Artificial Intelligence: AI) や IoT (Internet of Things), ロボット技術などがコアになる技術だと言われているが、これらの技術は進展や変化が早く、第四次産業革命に対する調査において、人材育成が課題の1つに挙げられている [4], [5]。

本研究では、第四次産業革命のコア技術のうち、IoTに焦点をあてて、IoT教育のフレームワークの開発を研究の目的としており、その第一歩として実施した、閉域LTE回線を使用した社会人向けのIoT講習会について報告する。この講習会より得られた知見を基にして、まずIoTの知識が技術が喫緊に必要なとなる社会人向けの教育プログラムの基盤を開発すると共に、情報専門学科カリキュラム標準 J07[6] より必要となるコアカリキュラムを選定し、社会人を対象とした教育フレームワークについて検討する。

以下、第2章では、IoT講習会の概要と受講生のアンケート結果について記述する。第3章では、IoT教育に必要なとなるコアカリキュラムについて、IoT講習会の知見から情

¹ 広島修道大学
Hiroshima Shudo University

² 大阪工業大学
Osaka Institute of Technology

³ 広島国際大学
Hiroshima International University

⁴ 大阪教育大学
Osaka Kyoiku University

a) hdekihar@shudo-u.ac.jp

b) toru.ochi@oit.ac.jp

c) r-miyaza@he.hirokoku-u.ac.jp

d) ozaki@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

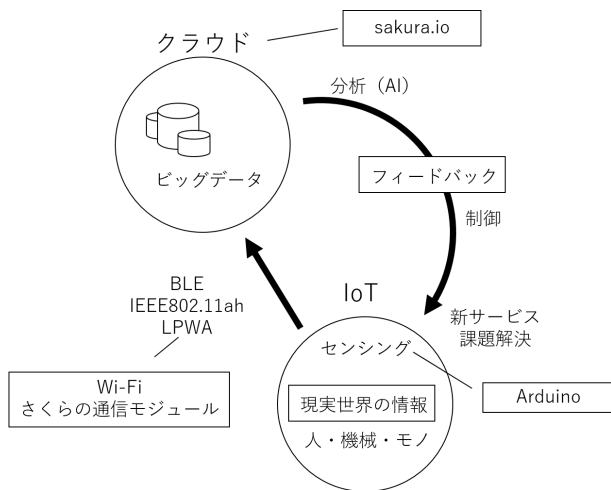


図 1 IoT の概要と講習会で利用したサービス

Fig. 1 Overview of IoT and services of the IoT Workshop.

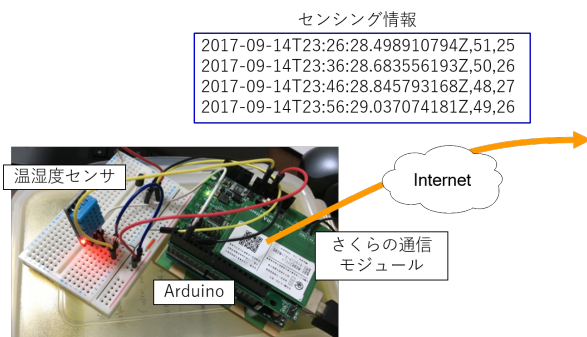


図 2 Arduino とさくらの通信モジュール

Fig. 2 Arduino and sakura LTE module.

報専門学科カリキュラム標準 J07 を基に考察する。最後に、第 4 章で本研究を総括する。

2. IoT 講習会

筆者らはこれまでも、色々な教育プログラムを開発してきている [7], [8]。今回は、社会人のための IoT 教育フレームワークを構築するために、IoT に関する講習会を実施した。本章では、講習会の概要および講習会の受講者に対して実施した受講生アンケートについて記述する。

2.1 IoT 講習会の概要

IoT 講習会では、IoT を図 1 のように現実世界の情報をセンシングしてモニタリングし、データ化した情報をクラウドにアップロードしてビッグデータ化するシステムと定義した。IoT に関連する技術は日進月歩であるが、この IoT 講座では、センシング用のセンサネットワークを構築する基盤として Arduino[9] を採用した。Wi-Fi 通信には、IEEE 802.11b/g/n に対応 (2.4GHz) した ESP-WROOM-02 Wi-Fi モジュールを採用した。また、LPWA には、さくらの通信モジュールを、センシングしたデータを蓄積するクラウドサービスとして sakura.io を利用した [10]。

表 1 IoT 講習会のスケジュール

Table 1 Schedule of the IoT Workshop.

1 日目	講座概要, 先端 IoT 事例, 各種センサー (基本)
2 日目	各種センサ (実践), ネットワーク通信 (Wi-Fi)
3 日目	クラウド通信 (LTE), 総合演習・確認筆記試験

Arduino とさくらの通信モジュールを利用した形態を図 2 に示す。図 2 は、温度と湿度を計測する温湿度センサをジャンパーワイヤとブレッドボードを使って Arduino に接続し、さらにクラウド上にセンシングデータをアップロードするさくらの通信モジュールを Arduino の上部から取り付けている例である。

IoT 講習会に求められる知識や演習内容として、以下のような項目を事前に挙げ、その中から必須となる項目を選定し、表 1 のようなスケジュールで 3 日間 (合計 30 時間) で実施した。

(1) 講義

(a) IoT 概論

(i) IoT の概論・定義

(ii) Raspberry Pi・Arduino などの組込ボードの種類・用途

(iii) モーションセンサ (加速度センサー, ジャイロセンサー)

(iv) 位置センサ (地磁気センサ, 超音波センサ)

(v) 環境センサ (温度センサ, 光センサ) など

(b) IoT とネットワーク

(i) 組込ボードと通信モジュール

(ii) TCP/IP の概要

(iii) OSI モデル

(iv) クラウドコンピューティングの概要

(v) クラウドと IoT の関係など

(2) 演習

(a) センサの基礎

(i) LED や温度センサなどの環境系センサを使用して組込ボードの基礎を学ぶ

(b) 通信の基礎

(i) Wi-Fi・LTE といった通信モジュールを接続し、組込ボードからの通信を学ぶ

(c) クラウドとの連携

(i) AWS などのクラウドサービスに IoT 機器からデータをアップロードして集約する

(d) 応用実習

(i) クラウドと IoT 機器, 各種センサの連携によって、様々なデータの収集とそのモニタリングを行う

IoT 講習会の様子を図 3 に示す。講習会では、ノート PC と Arduino 本体, センサーモジュールや通信モジュール



図 3 IoT 講習会の様子

Fig. 3 View of the IoT Workshop.

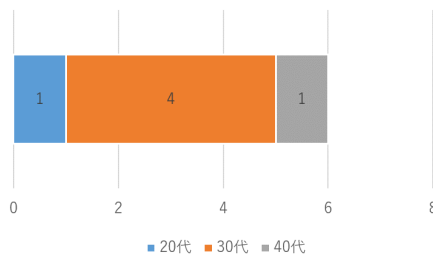


図 4 IoT 講習会の参加者の年代

Fig. 4 Age of members of the IoT Workshop.

ル, LED, ジャンパワイヤなどの演習セットなどを一人ずつに用意した。IoT 講習会の実施風景を図 3 に示す。IoT 講座の受講生は一般に募集したところ, 6 名の応募があった。6 名の年代の割合を図 4 に, それぞれの業務を図 5 に示す。また, IoT 分野への期待度や既存知識の回答を図 6 に示す。図 6 より, IoT 分野に非常に興味を持っているが, IoT に関する知識があまり無い, もしくはほとんど無いと思っている参加者が多いことが確認できた。また, 受講した理由としては, 以下のような回答があった。

- (1) IoT という新しい分野の技術を自社の開発で役立てるために「何ができるのか」「どうやってやるのか」の基礎知識を身につけるためです。
- (2) 上司からの勧めで受講しました。
- (3) 業務にて開発しているアプリケーションと IoT 機器の連携を試作する機会があるが, 独学を元に行っている現状があり, 体系的な知識を学びたいと思ったため。
- (4) 弊社で推進している IoT 事業の情報収集のため。

この 6 名に対して, 表 1 の内容とスケジュールで 3 日間の IoT 講習会を行った。

2.2 IoT 講習会の内容

IoT 講習会では, 主に以下の内容について講義と演習を

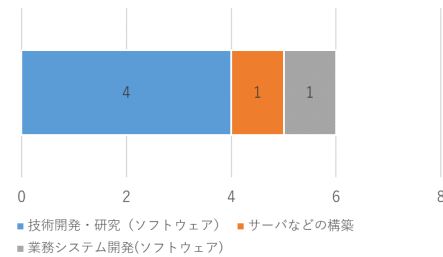


図 5 IoT 講習会の参加者の業務

Fig. 5 Work of members of the IoT Workshop.

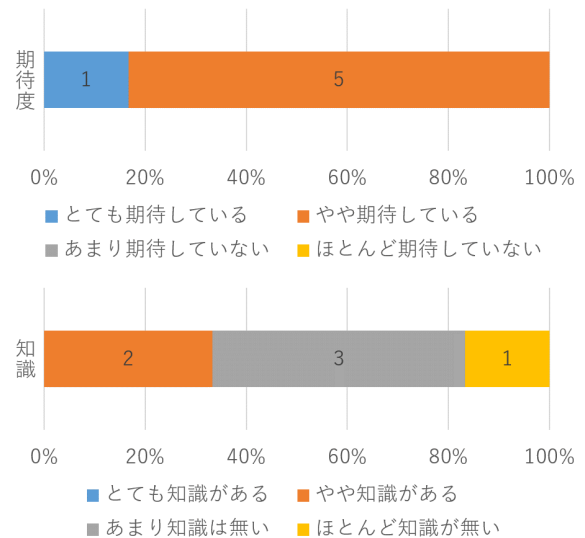


図 6 IoT に関する期待度と知識

Fig. 6 Expectation and knowledge about IoT.

実施した。

(1) 講義

(a) IoT 概論

- (i) IoT の概論・定義, 国内外の動向, 事例紹介
- (ii) 組込ボードの種類・用途, Arduino の歴史
- (iii) 電気回路の基礎・注意点, オームの法則
- (iv) 位置センサ (地磁気センサ, 超音波センサなど)
- (v) 環境センサ (温度センサ, 光センサなど)

(b) IoT とネットワーク

- (i) 組込ボードと通信モジュール
- (ii) TCP/IP と OSI モデル
- (iii) クラウドコンピューティングの概要
- (iv) クラウドと IoT の関係

(2) 演習

(a) センサの基礎

- (i) 位置センサ (地磁気センサ, 赤外線接近センサなど)
- (ii) 環境センサ (温度センサ, 光センサ, 傾斜センサ, 振動センサ, 磁気センサなど)

- (iii)入力モジュール (ボタン, ジョイスティック, ロータリーエンコーダなど)
- (iv)出力モジュール (LED, LCD, サーボ, モーターなど)
- (b) 通信の基礎
 - (i) 赤外線・Bluetooth・Wi-Fi・LTE といった通信モジュールでのデータ通信
 - (ii) シミュレータを使った Web サーバによるデータの受信と DB 蓄積
- (c) クラウドとの連携
 - (i) クラウドサービス sakura.io の利用
 - (ii) sakura.io でのデータ集約と連携
 - (iii) IoT 機器へのフィードバック
- (d) 応用実習
 - (i) クラウドと IoT 機器, 各種センサの連携
 - (ii) 様々なデータの収集とそのモニタリング
 - (iii) 受講者自身による IoT システムの構築

2.3 IoT 講習会終了後のアンケート

IoT 講習会の終了後に, 受講生に対して講習会に関するアンケートを行った. IoT 講習会の満足度とその理由に関するアンケート結果を図 7 に示す. 図 7 より, 受講生の全員が「大変満足」か「満足」との回答であった. また, その理由として, 1 名を除いて「研修内容が期待以上だった.」「研修が十分理解できた。」を挙げていた. なお, 1 名ほど「その他」として, 「時折, テキストに書かれていないが重要な情報が口頭で伝えられ, 聞きのがした際のリカバリが難しかった。」との意見があった. その他に次のような意見があった.

- (1) センサーや WiFi, IoT モジュールを使用して, 実際に構築することで理解できた.
- (2) 様々な種類のセンサーを利用することが出来た.
- (3) Arduino と WiFi ユニットを利用した IoT のシステム作成について十分知ることができた.
- (4) もう少し時間が欲しかった.
- (5) 手を動かす時間が多くて良かったです.
- (6) 様々な演習ができて良かった.
- (7) やや準備不足な感があったが大変分かりやすく理解できた.
- (8) 資料の準備不足が否めない.
- (9) 少しスピードが速かったように感じます.
- (10) 分かりやすかった.

以上の受講生の反応より, 今回実施した IoT 講習会の内容は, 興味を持った社会人に対して満足が得られるほど十分な内容であったと判断することができる. よって, 今回の IoT 講習会の内容を社会人向けの教育プログラムの基盤

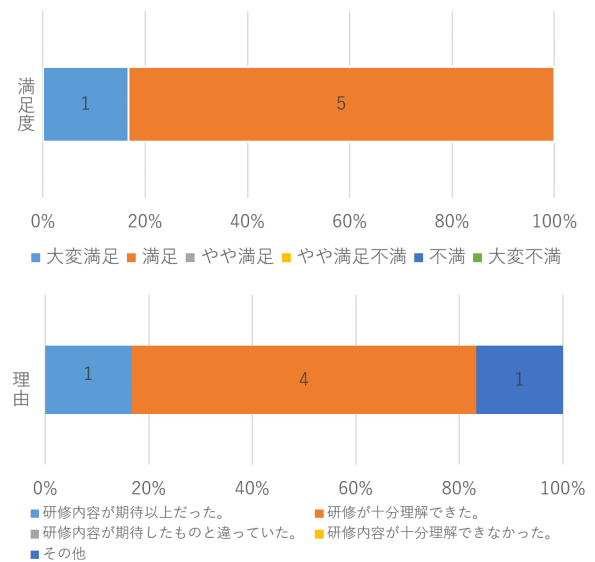


図 7 IoT 講習会の満足度とその理由
Fig. 7 Satisfaction of the IoT Workshop and the reasons.

として採用したい. 今後, この IoT 講習会の内容を改良しながら社会人向け IoT 講習会の教育プログラムを開発していく予定である.

3. IoT 教育カリキュラムの開発

本章では, IoT 教育に必要となるコアカリキュラムについて, IoT 講習会の知見から情報専門学科カリキュラム標準 J07 を基に考察する. 以下, 社会人を対象とした教育フレームワークの概要, 情報専門学科カリキュラム標準 J07, および IoT 講習会の講師が選定した情報専門学科カリキュラム標準 J07 (CS[11], CE[12], IT[13]) の知識エリアに関する IoT カリキュラムへの優先度について記述する.

3.1 教育フレームワークの概要

社会人を対象とした教育フレームワークの概要を図 8 に示す. 図 8 より, IoT に直接関係のある必須の知識・技術群については, IoT 講習会の会場で直接学習する. IoT に必要となる予備知識は事前に e-learning により反転授業で学習し, 不明な箇所は IoT 講習会で講師に直接質問する.

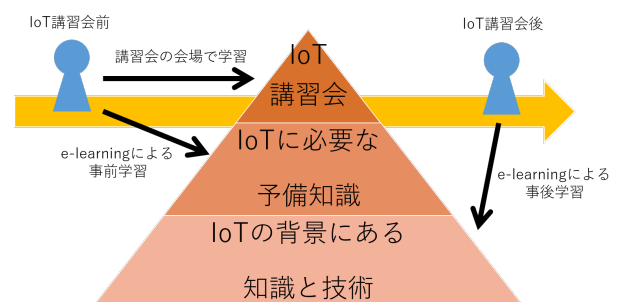


図 8 IoT 講習会による教育フレームワークの概要
Fig. 8 Scheme of the IoT Education by the IoT Workshop.

そして、IoTに間接的に関連があり、IoTの背景に位置する膨大な情報処理の知識と技術に関しては、IoT講習会の後にe-learningにより学習していく流れとなる。すなわち、IoTの必須知識と技術を楔にして、そこから情報処理の知識と技術を広めていく形態となる。

3.2 情報専門学科カリキュラム標準 J07

情報専門学科カリキュラム標準 J07 は、2007～2008 年度に情報処理教育委員会によって策定されたカリキュラムであり、1997 年に情報処理学会が公表したコンピュータサイエンス教育カリキュラム J97 を改定したものである。J07 では、CS (Computer Science), IS (Information Systems), SE (Software Engineering), CE (Computer Engineering), IT (Information Technology) の 5 領域から成る。本稿では、この 5 領域のうち、IoT に関連の深い CS, CE, IT の 3 つに焦点を当て、この 3 領域から IoT のコアカリキュラムとして優先すべきものを選定して行く。今回選定されたものは、図 8 における IoT 講習会の前後の学習、すなわち「IoT の背景にある知識と技術」を学習するときのカリキュラムとして利用することを想定している。

3.3 J07-CS/CE/IT カリキュラムの選定

IoT 講習会の講師に対して、IoT 講習会終了時に受講生に習得してもらいたい知識項目という観点から、J07-CS/CE/IT カリキュラムのエリアに優先度をつけてもらった。エリアにはそれぞれユニット呼ばれるトピック群が列挙されており、このエリア名とトピックから判断してもらった。例えば、J07-CS におけるエリア「DS 離散構造」と「PF プログラミング」のユニットは次のようになる。なお、行末の括弧内は最低履修時間数を表し、黒丸は必修を、白丸は選択を表す。

- (1) DS 離散構造 (41)
 - (a) ● DS1 関数, 関係, 集合 (6)
 - (b) ● DS2 論理 (6)
 - (c) ● DS3 グラフ (4)
 - (d) ● DS4 証明技法 (8)
 - (e) ● DS5 数え上げと離散確率の基礎 (7)
 - (f) ● DS6 オートマトンと正規表現 (6)
 - (g) ● DS7 計算機概論 (4)
 - (h) ○ DS8 計算論
- (2) PF プログラミング (38)
 - (a) ● PF1 プログラミングの基本的構成要素 (9)
 - (b) ● PF2 アルゴリズムと問題解決 (6)
 - (c) ● PF3 基本データ構造 (14)
 - (d) ● PF4 再帰 (5)
 - (e) ● PF5 イベント駆動プログラミング (4)

表 2 選択肢のラベル

Table 2 Label of choices.

7	必ず習得して欲しい
6	
5	習得が望ましい
4	
3	必要があれば習得して欲しい
2	
1	必要ない

IoT 講習会の講師 3 人に対して、J07-CS/CE/IT カリキュラムの 43 個のエリアに対して、各エリアのユニットも参考にしながら 7 件法で優先度を付けてもらった。優先度の尺度は表 2 のようにラベルを付けた。J07-CS/CE/IT カリキュラムのエリアを平均点順に並べたもののうち、平均値が 5.00 以上のものを以下に示す。

- (1) CS PF プログラミングの基礎 (38) 6.75
- (2) IT PF プログラミング基礎 (38) 6.00
- (3) CE CE-ESY 組込システム設計 (31) 6.00
- (4) CE CE-PRF プログラミング (6) 5.75
- (5) CS AL アルゴリズム (20) 5.75
- (6) CS PL プログラミング言語 (17) 5.75
- (7) IT NET ネットワーク (20) 5.50
- (8) IT WS Web システムとその技術 (21) 5.50
- (9) CE CE-ALG アルゴリズム (20) 5.25
- (10) CE CE-DIG デジタル論理 (23) 5.25
- (11) CE CE-CSG 回路および信号 (22) 5.00
- (12) IT ITF IT 基礎 (33) 5.00

このリストから重複しているものを整理すると、以下のようにならぬように 4 つの系統にグループ化できる。今後、この 4 つの系統に属するエリアのユニットを整理して、これらのカリキュラムに沿った IoT 教育のための e-learning 教材を開発していく予定である。

- (1) プログラミング系
 - (a) CS PF プログラミングの基礎 (38)
 - (b) IT PF プログラミング基礎 (38)
 - (c) CE CE-PRF プログラミング (6)
 - (d) CS AL アルゴリズム (20)
 - (e) CS PL プログラミング言語 (17)
 - (f) CE CE-ALG アルゴリズム (20)
- (2) ネットワーク系
 - (a) IT NET ネットワーク (20)
 - (b) IT WS Web システムとその技術 (21)
- (3) 組込回路系
 - (a) CE CE-ESY 組込システム設計 (31)
 - (b) CE CE-DIG デジタル論理 (23)
 - (c) CE CE-CSG 回路および信号 (22)

(4) その他

(a) IT ITF IT 基礎 (33)

4. おわりに

本稿では、IoT 教育のフレームワークの開発を目的として、閉域 LTE 回線を使用した社会人向けの IoT 講習会の成果を報告した。この講習会で作成した内容を IoT 教育プログラムの基盤とすると共に、情報専門学科カリキュラム標準 J07 から IoT 教育に必要なコアカリキュラムを選定し 4 つの系統に整理して、社会人を対象とした教育フレームワークについて提言した。今後の予定として、IoT 教育プログラムの改善および IoT 講習会の受講者の追跡調査によるフィードバックを実施した後に、IoT カリキュラムの策定を目指したい。

謝辞 本研究の一部は、株式会社ウチダ人材開発センタの受託研究の支援によって行われた。

参考文献

- [1] ジェレミー・リフキン (著), 田沢恭子 (翻訳), 第三次産業革命:原発後の次代へ、経済・政治・教育をどう変えていくか, インターシフト (2012).
- [2] クラウス・シュワブ (著), 世界経済フォーラム (翻訳): 第四次産業革命 ダボス会議が予測する未来, 日本経済新聞出版社 (2016).
- [3] 経済産業省産業構造審議会新産業構造部会: 新産業構造ビジョン ~第 4 次産業革命をリードする日本の戦略~中間整理, 入手先 <http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/ch_01.pdf> (2017.11.2).
- [4] 総務省: 平成 29 年版情報通信白書, 入手先 <<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/pdf/29honpen.pdf>> (2017.11.2).
- [5] 株式会社三菱総合研究所: IoT 時代における ICT 産業の構造分析と ICT による経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究, 入手先 <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28_01.houkoku.pdf> (2017.11.5).
- [6] 箕 捷彦: 情報専門学科カリキュラム標準「J07」: 1. 情報専門学科カリキュラム標準 J07 について, 情報処理, 49, 7, pp.721-727(2008).
- [7] 越智徹, 宮崎龍二, 出木原裕順, 間島利也: クラウド技術のための仮想マシンによる総合型情報技術演習の開発, 情報処理学会, コンピュータと教育研究会 128 回研究会報告, 2015-CE-128, 13, pp.1-4 (2015) .
- [8] Toru OCHI, Ryuji MIYAZAKI, Hiroyuki DEKIHARA, and Masaichi SATO: Development of Learning Contents for University Students and New Employees Unfamiliar to PCs, AACE, Proc. of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2016, pp.961-965(2016).
- [9] Tom Igoe: Making Things Talk: Using Sensors, Networks, and Arduino to See, Hear, and Feel Your World 3rd Edition, Maker Media, Inc(2017).
- [10] さくらインターネット株式会社: sakura.io(online), 入手先 <<https://sakura.io/index.html>> (2017.11.06).
- [11] 疋田 輝雄: 情報専門学科カリキュラム標準「J07」: 2. コ

ンピュータ科学領域 (J07-CS), 情報処理, 49, 7, pp.728-735(2008).

- [12] 大原 茂之: 情報専門学科カリキュラム標準「J07」: 5. コンピュータエンジニアリング領域 (J07-CE), 情報処理, 49, 7, pp.750-758(2008).
- [13] 駒谷昇一: 情報専門学科カリキュラム標準「J07」: 6. インフォメーションテクノロジー領域 (J07-IT), 情報処理, 49, 7, pp.759-767(2008).