The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	教育分野におけるIoTに関する研究
Author(s)	趙, 思邈
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69299
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

平成 29 年度　博士論文

教育分野における IoT に関する研究

大阪大学大学院　人間科学研究科

博士後期課程　人間科学専攻

趙 思邈

目次

第 1 章　序論

1.0　要約　4

1.1　IoT とは何か　5

1.2　IoT の教育分野への活用　13

1.3　英国 micro:bit の衝撃　16

1.4　研究目的　19

1.5　本章のまとめ　20

第 1 章の引用・参考文献　21

第 2 章　教育分野における ICT の活用と IoT の開発動向

2.0　要約　23

2.1　教育分野における ICT の活用　25

2.1.1　各国の教育における ICT の活用　25

2.1.2　日本の教育における ICT の活用　31

2.1.3　「フューチャースクール推進事業」と「学びのイノベーション事業」　33

2.1.4　「ICT ドリームスクール」　37

2.2　IoT の開発動向　43

2.2.1　各国の IoT の開発動向　43

2.2.2　日本の ICT の活用動向と IoT　47

2.2.3　「IoT サービス創出支援事業」　52

2.2.4　「IoT サービス創出支援事業」の教育及び関連分野に関する内容　63

2.3　本章のまとめ　68
第2章の引用・参考文献　69

第3章　IoTによる生体情報等の収集・活用
3.0　要約　76
3.1　IoTによる生体情報の収集技術　77
3.2　micro:bitによる試作　84
3.2.1　micro:bitの物理的な特徴　84
3.2.2　micro:bitのコネクタ端子　85
3.2.3　micro:bitの使い方　87
3.2.4　micro:bitのGroveによる拡張　89
3.2.5　micro:bitによる身長計と体温計の試作　90
3.3　本章のまとめ　97
第3章の引用・参考文献　98

第4章　子ども園におけるIoTによる生体情報の収集・活用
4.0　要約　100
4.1　母子健康手帳データ化とIoT　101
4.2　子ども園における実験の概要　105
4.3　子どもの昼寝時の生体データ　111
4.4　本章のまとめ　120
第4章の引用・参考文献　121

第5章　総論　122

第 1 章　序論

1.0　要約

本章は IoT という用語の意味を明確化すると共に、IoT が教育にどのような意義を持っているかを説明する。また、教育用 IoT としての micro:bit を紹介した。その上で、本論文の研究目的を説明する。

1.1　IoT とは何か

IoT は Internet of Things の略で、「モノがつながる」「モノのインターネット」と翻訳されている。モノがインターネットのように繋がるとは、どういう事かを理解するには、IoT という言葉の意味をさらに把握する必要があると考える。IoT は近年、各国政府や組織、会社や研究者に注目されている。そして、新たな戦略や計画が立てられる時や研究が開始される時に、IoT に関連する話が出てくる。IoT の定義やイメージに関する記述は多く見つかる。技術の進歩やさまざまな実践が行われる中で、今の段階では IoT を厳密に定義するのは難しい。また、広く認められる明確な定義があるとも言えない。そこで、さまざまな定義から IoT の現段階のイメージを捉えられないかと考えた。以下は IoT を理解することに役立つと期待して調査した、IoT の意味と意義に関する記述である。

1982 年、カーネギーメロン大学でコーラ販売機がインターネットに接続された例があった[1]。コーラの販売機が不便なところにあったため、コーラが無くなったり、冷たいコーラが欲しいのにまだ温かいことがあったりすることに対して、コーラの販売機にマイクロスイッチ等を付設し、大学のネットワークに接続した。そして、コーラが何本残っているのか、まだ温かいのか、もう冷たくなったのかを検出し、コンピュータからプログラムを使って調べることができた。このコーラ販売機は歴史的遺産として残されている。

入手出来た文献の限りに、IoT のコンセプトを確実に説明したのが坂村 健である。1984 年に坂村 健は TRON（The Real-time Operating system Nucleus/トロン）というプロジェクトを開始した。TRON では、全てのモノにコンピュータを組み込み、人間の生活をサポートするには、どうすればいいかと考えてプロ

[1] CMU SCS Coke Machine (2005). https://www.cs.cmu.edu/~coke/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ジェクトが進められた[2]。

1987 年、坂村 健は発表論文の中で IoT のコンセプトを確立していった[3]。IoT のコンセプトは超機能分散システム（Highly Functionally Distributed System/ HFDS）という用語で表された。「どこでもコンピュータ」と簡単な一言で描述されていた TRON プロジェクトは、HDFS を実現するための研究となった。現在まで続けられてきた TRON の研究と実証は、IoT の時代に近づくにつれ、重要性が一層増したと考えられる[4]。

「HDFS は、さまざまな性能を持つ多くのコンピュータシステムを疎結合で結合し、これらのシステムよりも高度なサービスを提供できるようにする。」と記述されていた。「小型で安価なコンピュータとセンサの『インテリジェンス』によって洗練されたサービスを提供できるマシンは、″インテリジェントオブジェクト″という。」「エレベーターやエアコン、家具やビルまで、様々なマシンは、組み込みのコンピュータとセンサを備えたインテリジェントオブジェクトになる。」自己とのコミュニケーション、他者とのコミュニケーション、機械とのコミュニケーションができるコミュニケーションマシンがある。みんなコミュニケーションマシンを持ち、情報関連タスクがその間を取り持つ。マイクロプロセッサの性能を向上させるために、専用のメインフレームコンピュータを使用して洗練されたサービスを提供する。コンピュータ化された社会で最も重要なことは、インテリジェントオブジェクトをネットワークという形で繋ぐことである。（図 1-1）

---

[2] TRON――ユビキタス・コンピューティングのためのオープン・リアルタイム・プラットフォーム(2006).
http://www.candc.or.jp/kensyo/2006/Dr_Sakamura.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）
[3] Sakamura K. (1987) The Objectives of the TRON Project. In: Sakamura K. (eds) TRON Project 1987 Open-Architecture Computer Systems. Springer, Tokyo,3-16.
[4] Sanjay Acharya (2015) ITU marks 150th anniversary with global celebrations. http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/13.aspx#.WkZEF7puL4d(閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

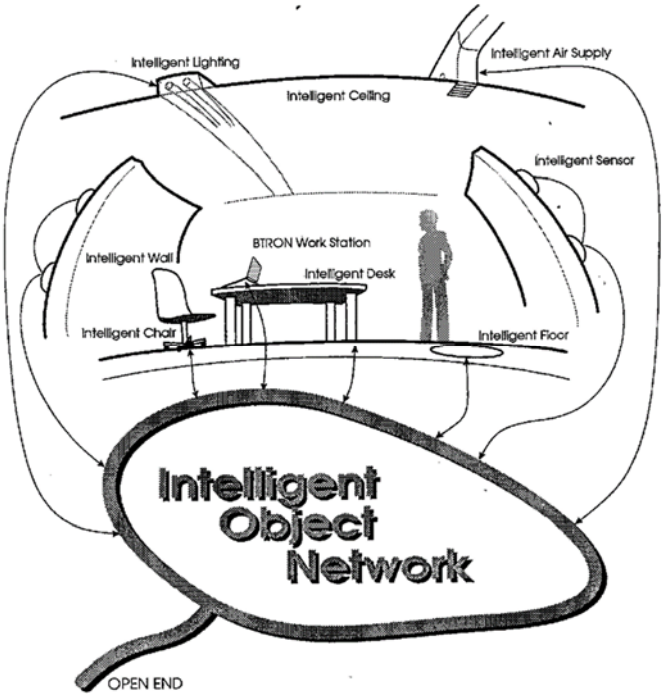


図 1-1 超機能分散システム（Highly Functionally Distributed System/ HFDS）

[5]

坂村 健による IoT は、モノが繋がれるオープンインフラである。コンピュータの組み込まれたモノ同士がオープンに連携できるネットワークであり、その連携により社会や生活を支援することである。モノとモノの連携動作の可能性が伺える[6]。

1991 年、Mark Weiser が「Scientific American」で発表した「The computer for the 21st century」[7]という文章では「Ubiquitous computing」というコンセプトを提言していた。コンピュータが遍在し、いつでもどこでも使える状態を表わしている。コンピュータを日常のあらゆる物に埋め込み、環境に溶け込

[5] Sakamura K. (1987) The Objectives of the TRON Project. In: Sakamura K. (eds) TRON Project 1987 Open-Architecture Computer Systems. Springer, Tokyo,3-16.
[6] 坂村健 (2016) IoT とは何か–技術革新から社会革新へ.角川新書
[7] Mark Weiser (1991) The computer for the 21st century. Scientific American, September, 94-104.

ませるという説明もあった。あらゆる場所であらゆるモノがネットワークに繋がることをUbiquitousネットワークと呼んでいる。これはIoTとは言葉が違うが、意味することは一緒だと考える。2005年、国際電気通信連合が出版した「ITU Internet Report 2005：Internet of Things」[8]というレポートはIoTを主題とし、Ubiquitous も含めて IoT の意味と将来社会の重要性を説明、IoT 時代が到来したことを世の中に報告した。IoTについては次のような説明が行なわれている。「今日、モバイルインターネットサービスと3G（IMT-2000）のような高速モバイルネットワークの導入により、ユーザーはほぼあらゆる場所から接続することができる。また、常時接続（有線および無線ブロードバンド）を通じて、いつでもネットワークにアクセスできる。この技術革新の次のステップは、無生物と物を通信ネットワークにつなぐことである。これは真にユビキタスなネットワークのビジョンである。」「いつでも、どこでも、誰とでも」。「製品には小型の無線送信機またはタグ付きハイパーリンクとセンサが埋み込まれている。（中略）接続性はまったく新しい次元になる。今日、ユーザーはいつでもどこでも接続できる。明日のグローバルネットワークでは人間や電子デバイスだけで構成されているが、あらゆる種類の無生物も含まれている。これらのものは他のものと通信することができる。食料品店を備えた冷蔵庫、衣類を着た洗濯機、医療機器が埋め込まれたタグ、および静止物や動く物を持つ車両などがある。サイエンスフィクションは、ユビキタスなネットワーク接続性に基づいた物物のインターネットで、徐々に科学的事実に変わっているように見えるだろう。」

言葉の使用では、1985年にPeter T. Lewis氏がIoTという言葉を初めて造語

[8] ITU Internet Report 2005: Internet of Things (2005).
https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf

コンセプト化し、発表したという記述がある[9]。

1999 年 Kevin Ashton という技術者は初めて「Internet of Things」という言葉を使っている[10]。

1999 年、Procter & Gamble 社のマネジメントマネージャであった Kevin Ashton 氏が、会社重役に対して「Radio Frequency Identifier(RFID)」という電子タグがサプライチェーンを変革するということを説得するプレゼンテーションを行なった。そのプレゼンテーションのタイトルとして IoT という言葉を用いている[11]。

Kevin Ashton 氏は IoT の意味を次のように述べている：

「今日のコンピュータ（したがってインターネット）は、ほぼ完全に人間の情報に依存している。 ……人間によって捕捉され、作成された。……問題は、人々が時間、注意力、正確さが限られていることである。つまり、現実世界の物事に関するデータを捕捉することはあまり良くない。……私たちの助けなしにデータを集め物事を知ることができるコンピュータを持っていれば、すべてを追跡してカウントし、無駄や損失、コストを大幅に削減することができる。」

Wiki では、モノのインターネット（英語: Internet of Things, IoT）とはさまざまな「モノ（物）」がインターネットに接続され（単に繋がるだけではなく、モノがインターネットのように繋がる）、情報交換することにより相互に制御する仕組みであると記述されている[12]。

平成 29 年 5 月 30 日の閣議決定「世界最先端 IT 国家創造宣言・官民データ活

---

9 Chetan sharma consulting. Correcting the IoT History. http://www.chetansharma.com/correcting-the-iot-history/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

10 Ashton, K (2009) That “Internet of Things” Thing. RFiD Journal, 22, 97-114.

11 坂村健 (2016) IoT とは何か−技術革新から社会革新へ.角川新書

12 Wiki.モノのインターネット. https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%83%8E%E3%81%AE%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

用推進基本計画について」の用語集では、IoT は Internet of Things（モノのインターネット）の略となっている。自動車、家電、ロボット、施設などあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化等が進展し、新たな付加価値を生み出すというコンセプトを表した語である[13]。

W3C では、以下の記述がある[14]。「IoT とは、Internet のさまざまなオブジェクトを仮想的に表現し、インターネットや Web ベースのシステムやサービスに統合することを指し、RFID、NFC、バーコード、2D コードなどのインタラクションやコミュニケーションインターフェイスに基づいて、システムとサービスに統合可能な機能や機能を備えている。」

IEEE の報告書[15]には「センサが埋め込まれるそしてインターネットに接続されている各アイテムのネットワークである。」と記述されている。

現在では IoT についての標準を狙って、競争が激化しているところである。2015 年 IEEE は、IoT への理解のために、これまで標準を設定してきた複数の ICT 組織や、国の計画や白書、影響があった研究レポートや本から、IoT の定義に関する、まとまった文献を出版した[16]。

モノをインターネットにつなぐことにより、離れたモノの状態を知ることや操作することが可能となる。例えば、IoT で温度、湿度、気圧、照度、騒音、回転、加速度、色などを知る環境モニタリングや、衝撃、振動、傾斜、転倒、落

---

13 総務省. 2017 年 5 月 30 日の閣議決定「世界最先端 IT 国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について」の用語集.
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/sankou_yougo.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

14 W3C: Internet of Things.
https://www.w3.org/WAI/RD/wiki/Internet_of_Things (閲覧日:2018 年 2 月 14 日)

15 Special Report: The Internet of Things.
http://theinstitute.ieee.org/static/special-report-the-internet-of-things (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

16 Define IoT. https://iot.ieee.org/definition.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

下、移動などモノの動きを知ること、存在検知、近接検知、通過検知などモノの位置を知ること、ドア、窓、戸棚、引き出しなどモノの開閉を知ること、留守中のペットの行動を知ることや植物の土壌の水分量を調べ水やりのタイミングを知ること、また、照明機器やエアコン、ヘルスケア機器やその他の家電をインターネットに接続し、機器の状態モニターやリモコン制御等をすることなど[17]。

IoT に関するさまざまの記述から、その意義を理解することが可能となる。

IoT は、従来のさまざまな技術進歩の蓄積の上に出来あがってきている。

コンピュータは、1946 年の開発当時の巨大なものからサーバーステーション、個人用コンピュータ、そしてタブレット端末、モバイル端末などがある。CPU(中央処理装置)の処理能力は増すと共に小さくなって、近年 GPU(画像処理プロセッサ)も多く使われるようになってきた。古くは大学などの一部にネットワークが引かれていたが、近年では選択肢が広がり、インターネットや Wifi、Bluetooth など多様になった。そして今では、モノがインターネットにつながることより、モノ同士も繋がる様になってきた。また、センサはハードウェア面の進歩により、小型で多機能、省電力になり、使いやすくなった。多数の端末の通信を可能とするために、IP アドレスが２進数で 32 桁の IPv4（接続可能な機器数は約 43 億台）から２進数で 128 桁の IPv6（接続できる機器数は約 340 澗（かん））と大幅に拡張され利用可能になるなど、IoT はさまざまな技術進歩の恩恵を享受している。

IoT 端末をインターネットに繋ぐのは、モノ同士で情報交換を行なう目的が多い。インターネットが使われるようになって時間が経過したが、IoT の通信基盤としても使い続けられている。インターネットは、技術的にはほぼ完成しつつ

[17] MONO WIRELESS. モノをつなぐ無線.
https://mono-wireless.com/jp/products/overview/index.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

あり、現在、進行しているのは技術の変革だけでなく、利用目的の変革であると言える。これまでのインターネット活用の主な目的が人間の情報の交換のためだったのに対して、IoT はモノとモノの繋がりである。モノ同士が自動的に情報を交換し、操作できるためである。ここのモノというのは、物だけでなく、人もその一部である。

IoT は技術の拡張や高度化だけではなく、生活の質を向上させ、社会問題の解決を目指す。IoT は様々な特性を持ち、便利をもたらす。時間を節約し、負担を軽減することも目的となる。これまで解決出来ていないさまざまな社会問題を解決することが期待できる。

このように、IoT はこれからの情報社会の ICT であると考える。

1.2　IoT の教育分野への活用

IoT は、あらゆる面で教育を変える可能性がある。

1 つ目は、教育目標の変更である。 IoT 時代の到来は教育目標を変えようとしている。モノとモノの間がつながり、人の力が入らない状況でも、自動的に動作するサービスが人のさまざまな希望を達成することができるようになる。人々は単純で冗長な仕事から解放され、便利なスマート社会に住み、思考や創造が必要な仕事を行なう機会が増え、人々がお互いに協力する機会も増える。これは、健全な性格や独自の思考力、そして優れた社会的スキルを持つ個人を必要とする。IoT 時代には、時代に適応できるだけでなく、IoT 時代を創り出す人が必要である。IoT 時代には、技術が時間を節約し、その結果、教育の目標はますます優れた心理的特性を持つ人材を育成することになるであろう。これらの心理的特性には、共感、好奇心、興味、批判的思考、創造的思考、チームワークの意識、コミュニケーションスキル、社会的スキルなどが含まれている。

教育目標の変更に伴い、必然的に教育の内容も変化する。IoT は、それ自体が最初に教育コンテンツになる。IoT 技術は教育の不可欠な課題の 1 つである。その結果、基本的な教育指導内容としての IoT や基本スキルとしてのプログラミング技能が徐々に教育に展開されている。また、情報技術を超えたあらゆる種類の科学、技術、工学、数学（STEM：Science、Technology、Engineering、Mathematics）およびその他の分野が、学校教育の優先事項になるであろう。また、人間性を豊かにする芸術など科目も重要な教育内容（Art を含めた STEAM）になると考えられる。

さらに、学習スタイルの変革がある。学校、家族、地域社会などの学習環境がシームレスに結びついていくので、学習は、いつでも、どこでも、また誰でもできるようになる。学習者は、自分の特性やニーズに応じて学習コンテンツを

選択し、リアルタイムのフィードバックを通じて学習状況を把握し、自分のペースに従って学習進捗状況を調整することができるようになると考えられる。体験、探究、問題解決、協働学習などの学習スタイルは、学習者のアクティブラーニングを促進する。学習者は、デジタル上の学習仲間またはデジタル上の指導者を持つこともできる。さらに、IoT 時代は生涯学習をより容易にする。

教授法の変更に伴い、IoT 時代には、教員は徐々に重複的な作業から解放され、生徒への対応に、より多くの時間とエネルギーを注ぐことが可能になるであろう。教員と生徒のつながりはますます深くなるであろう。このつながりは、生徒をより良くサポートするために有益であるだけでなく、生徒の長期的な発展のために、教員がもっと配慮や支援を行なうために役立つ。教員の役割は、知識を与えることから、学習および対人関係の支援者へと移行する。教員は、IoT 時代の教育環境で、これまでとは異なる作業を行なうことになり、より創造的に教育問題を解決することになろう。

キャンパス環境も変化すると考えられる。IoT 時代のキャンパスは、スマートセンシングデバイスが多い、スマートキャンパスになると思われる。生徒の行動や学問の状況、健康管理、出席や安全管理、エネルギーや機器の管理などの機能が充実したキャンパス環境が作り出されると考えられる。

教育と社会のつながりにも変化が起きると思われ。IoT によりシームレスに接続された教育環境は、家庭、学校、コミュニティをつなぐ。教育内容としての IoT 自体は、学校やビジネス、関連機関のつながりを促進する。スマート図書館、スマート博物館、スマート科学館、スマート美術館なども教育の発展を促進し、つながりの対象になるであろう。健全な人格教育の追求の時代はまた、人々の間に深いつながりをもたらす。IoT の時代はつながる時代であり、教育分野においても、家族、学校、コミュニティ、企業などのさまざまな組織間や人と人の

つながりを深める必要があると思われる。

最後に、プライバシーへのチャレンジがある IoT 時代の教育環境においては個人情報を含む各種情報が高密度に自動的に収集される。生徒の心理的状態、学習状況、位置情報などを把握する方法を、教員や学校が正しく使用し、情報が流出しないようにするなどの問題に直面しなければならず、現場で解決しなくてはならない課題となろう。

1.3　英国 micro:bit の衝撃

2016 年、英国は micro:bit という IoT ボードを 11～12 歳の生徒全員に無料で配布した。この事件は、世界的に大きな反響を呼び起こしていた。

micro:bit を開発したのは英国放送協会（BBC）である。BBC は 1980 年代に BBC Computer Literacy Project[18]を行ない、BBC Micro というコンピュータを開発した。BBC Micro は英国中に広がり、コンピュータ教育のマイルストーンと言える機種となり、パーソナルコンピュータ普及の初期の波を創りだすと共に、英国を情報先進国に据えるのを助けた。それから 30 年以上、情報教育の活動が英国内に染み込む中で、2015 年に Make it Digital[19]のプロジェクトが開始された。BBC Make it Digital は、BBC Micro の精神を捉え受け継いでいる。Make it Digital という initiative は英国全土を巻き込み、デジタルによるクリエイティビティ環境に人々が興奮してくれることを目指している。世界最先端のテレビ、ラジオ、オンラインコンテンツを通じて若者と老人を鼓舞し、特に若者がデジタル技術で創造的になり、科学、技術、工学の中核となるスキルを磨くように促す。その最初のステップを踏み出すのを micro:bit が支援している。

micro:bit は、子どもたちが基本的なコーディングとプログラミングを学び、さらなる学習のための足がかりとして、Arduino、Galileo、Kano、Raspberry Pi のような、より高度な製品の学習を開始するのに役立つことを目指している。micro:bit を使って、ロボットから楽器まで、さまざまな創造的活動が可能となる[20]。

---

18 BBC Continuing education television (1982) Computer Literacy Project. http://www.computinghistory.org.uk/pdf/acorn/BBC-Computer-Literacy-Project.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

19 Make it Digital. http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/1gkwk58DPmRzt2TzDp3pr9x/about-make-it-digital(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

20 micro:bit.http://microbit.org/ja/（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

micro:bit は子どもが活用できる IoT ボードである。micro:bit の目標は IoT を活用したものづくりである。背景として、プログラミングの理解を深めることも、micro:bit の重要な動機である。[21]

micro:bit は STEM（Science「科学」、Technology「技術」、Engineering「工学」、Mathematics「数学」）教育にも最適である。[22] micro:bit は STEM 教育の四つの領域を統合でき、特に「ものづくり」の視点を付け加え総合性が高いものである。STEM 教育のツールとして非常に有用である。

micro:bit は、革新的な方法で IoT ツールを使用して、子どもがコーディングし、創造し、将来を作る準備をする新しい方法を提供している。新しい世代を技術の受動的消費者からデジタル世界のクリエイターやイノベーターに変える。

micro:bit は 2016 年の初めから利用可能となり、英国全体で 11〜12 歳の全児童を含む 100 万台のデバイスが配布された。プログラミング教育で使われているが、様々な科目で使われていることもある。一日をかけて、micro:bit がカリキュラムを越えて影響するような設備を準備した学校もある。テキスタイルについての学習では、micro:bit が点灯するようにプログラムされ、衣服に縫い付けられたことがある。生徒も micro:bit が STEM や言語、体育、芸術など多科目と関わることに気づいた。「例えば、コーディングで三角形を作ったら、角度の知識を勉強する必要がある。」レコーダーを micro:bit に加えて、発音を録音し、フランス語の発音を矯正すること、体育で加速度センサを使って自分の走る速度をモニタリングすること、加速度センサをテニスボールの中に入れて打撃速度を知ることなども生徒から報告された。micro:bit が学校に到着した後、教員

---

[21] Yvonne Rogers, Venus Shum, Nic Marquardt, Susan Lechelt, Rose Johnson, Howard Baker, Matt Davies (2017) From theBBC Micro to micro:bit and Beyond: A British Innovation. Interactions, 24(2),74-77.

[22] スイッチエデュケーション編集部 (2017) micro:bit ではじめるプログラミング. オライリー・ジャパン

と生徒から収集したフェードバックにより、micro:bit は学習動機を引き出し、実体験により学習を支え、協働と創造の機会を提供している。[23]また、BBC の調査により[24]、生徒はmicro:bit の使用について、誰でもコードが作成できること、コーディングが思ったほど困難ではないこと、ICT /コンピュータサイエンスを将来的には対象オプションとして認める傾向を示した。教員が micro:bit を使用しようという傾向、コンピューティングの指導にあまり自信がない教員でも自信が増してきた、という結果がある。

英国から始まったが、micro:bit は今世界中に広がっていて、コンピュータ教育や創造性の育成などに活躍している。

---

[23] Sue Sentance, Jane Waite, Steve Hodges, Emily MacLeod, Lucy Yeomans (2017) "Creating Cool Stuff" -Pupils' experience of the BBC micro:bit. In Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017.

[24] BBC micro:bit celebrates huge impact in first year, with 90% of students saying it helped show that anyone can code (2017) http://www.bbc.co.uk/mediacentre/latestnews/2017/microbit-first-year(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

1.4　研究目的

IoT・ビックデータ・AI の時代には、データをどのように利活用するのかが重要となる。これらは、産業やビジネスに変化をもたらすだけでなく、社会の隅々に浸透し、既存の社会問題を解決することも期待できる。

このような変化の中、教育分野も例外ではない。IoT を積極的に取り込み、コストを削減し、教育効果の向上を図ることが狙いとなる。教育分野では、従来から ICT の導入が行われているものの、IoT の時代を迎えて新たな対応が必要となってきたと言える。

そこで本論文では、IoT が教育分野に果たす役割を模索し、IoT を教育分野でどのように利用するのか試みることを目的とした。

次に、本論文の章構成を述べる。

第 1 章では、IoT のコンセプトを明確にし、教育への影響を述べた。教育分野の IoT 実践として、micro:bit という教育用 IoT ボードについて紹介した。その上で、本論文研究目的を述べた。

第 2 章では、これまでの教育現場における ICT の利用状況と IoT の開発動向を述べた。

第 3 章では、生体データ等の取得等の技術動向について調査すると共に、教育用 IoT（英国 micro:bit）を用いた身長計や温度計を試作した。

第 4 章では、実際の子ども園（保育園）に生体情報と位置情報の測定を行なう IoT 機器を導入、データを収集して分析を行なった実証例を述べた。

第 5 章では本論文をまとめた。教育現場における IoT の利活用に関する技術や課題について総括すると共に、保護者や教員など関係者との関係について実証的に検討した結果についてまとめている。

1.5　本章のまとめ

IoT(Internet of Things)にはさまざまな意味や定義、解釈があるが、これらを調査・検討することで、IoT の意義の明確化を図った。IoT はインターネットをはじめとする通信ネットワークを基盤として、簡便にデータの受け渡しが出来るように規格を定め自由度を増すと共に、センサやマイクロコンピュータなどの情報収集・処理システムの小型化や高度化、省電力化で、身の回りのモノも相互に情報交換が行なえるようになり、生活の質向上や社会の問題解決の実現を目指す基盤になってきた。

IoT 技術は、インターネットの拡張や高度化のみならず、簡素化を伴って急速な拡大を見せた。そして、インターネットが人間相互の情報交換を主対象としていたのに対して、IoT は、身の回りのモノが主体的に情報交換を行なうことを想定している。

IoT は、これまでの情報化社会の方向性を大きく変革すると共に、教育分野にもさまざまな影響を与える、これからの ICT と言うことが出来ることを述べた。さらに、英国 BBC が教育用に開発した IoT ボード micro:bit について述べた。IoT 教育、プログラミング教育や STEM 教育を狙い、英国が国内 11～12 才の生徒全員に無償配布した。教科を越え、創造的に使われている。効果も評価された。

第 1 章の引用・参考文献

CMU SCS Coke Machine (2005).
https://www.cs.cmu.edu/~coke/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

TRON――ユビキタス・コンピューティングのためのオープン・リアルタイム・プラットフォーム(2006).
http://www.candc.or.jp/kensyo/2006/Dr_Sakamura.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Sakamura K. (1987) The Objectives of the TRON Project. In: Sakamura K. (eds) TRON Project 1987 Open-Architecture Computer Systems. Springer, Tokyo,3-16

Sanjay Acharya (2015) ITU marks 150th anniversary with global celebrations.
http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/13.aspx#.WkZEF7puL4d(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

坂村健 (2016) IoT とは何か―技術革新から社会革新へ.角川新書

Mark Weiser (1991) The computer for the 21st century. Scientific American, September, 94-104.

ITU Internet Report 2005: Internet of Things (2005).
https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Chetan sharma consulting. Correcting the IoT History.
http://www.chetansharma.com/correcting-the-iot-history/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Ashton, K (2009) That “Internet of Things” Thing. RFiD Journal, 22, 97-114.

Wiki.モノのインターネット.
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%83%8E%E3%81%AE%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

総務省. 2017 年 5 月 30 日の閣議決定「世界最先端 IT 国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について」の用語集.
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/sankou_yougo

.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

W3C: Internet of Things.
https://www.w3.org/WAI/RD/wiki/Internet_of_Things (閲覧日:2018 年 2 月 14 日)

Special Report: The Internet of Things.
http://theinstitute.ieee.org/static/special-report-the-internet-of-things (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Define IoT. https://iot.ieee.org/definition.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

MONO WIRELESS. モノをつなぐ無線.
https://mono-wireless.com/jp/products/overview/index.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

BBC Continuing education television (1982) Computer Literacy Project.
http://www.computinghistory.org.uk/pdf/acorn/BBC-Computer-Literacy-Project.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Make it Digital.
http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/1gkwk58DPmRzt2TzDp3pr9x/about-make-it-digital(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

micro:bit.http://microbit.org/ja/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Yvonne Rogers, Venus Shum, Nic Marquardt, Susan Lechelt, Rose Johnson, Howard Baker, Matt Davies (2017) From theBBC Micro to micro:bit and Beyond: A British Innovation. Interactions, 24(2),74-77.

スイッチエデュケーション編集部 (2017) micro:bit ではじめるプログラミング. オライリー・ジャパン

Sue Sentance, Jane Waite, Steve Hodges, Emily MacLeod, Lucy Yeomans (2017) "Creating Cool Stuff" -Pupils' experience of the BBC micro:bit. In Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017.

BBC micro:bit celebrates huge impact in first year, with 90% of students saying it helped show that anyone can code (2017)
http://www.bbc.co.uk/mediacentre/latestnews/2017/microbit-first-year(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

第２章　教育分野における ICT の活用と IoT の開発動向

2.0　要約

シンガポールや韓国を初め世界の各国で ICT の重要性が認識され、教育分野においても ICT 活用が、積極的に進められてきた。2009 年の時点で、コンピュータやインターネットの整備、デジタル教科書などの作成、教員の ICT 活用能力の育成を目的とした研修や関連組織の構築も行われた。さらに、ICT 環境を利活用し、自律学習、協働学習、個に応じた学習などが実践され、教育効果を上げている。その一方で、日本では ICT のインフラが整備されたが、利活用の段階で大幅な遅れをとっていた。そこで、2010 年総務省が「フェーチャースクール実証事業」を展開し、協働学習環境を構築するためにハードウェア面と技術面に関する問題の解決が試みられた。また、2011 年文部科学省は「フェーチャースクール実証事業」と連携し、「学びのイノベーション事業」を展開した。この事業では、「フェーチャースクール実証事業」で整備された ICT 環境を利活用するために、デジタル教科書の開発が行われた。以上のように、2013 年までに行われたこれらの事業は、日本の教育分野の ICT 活用への大きな一歩となった。しかし、これらの事業では解決されなかった課題や、技術の進歩に伴い、より新たな可能性も出現し、他の国と比べて日本の教育分野の ICT 活用が依然として遅れを取ることが危惧された。そこで、総務省は 2014 年から 2017 年にかけて「ICT ドリームスクール」を展開した。総務省の「先導的教育システム実証事業」は文部科学省の「先導的体制構築事業」と連携し、個に応じた最適な学習環境を提供するクラウドプラットフォームを構築し、またその利活用も実

証した。

技術の進歩に従って、IoT・ビックデータの時代が到来した。データをどのように利活用するのかを各国が競争すると共に、社会問題の解決にも期待が持てるようになった。生活に身近な分野の課題解決に向け、データ利活用のルールを整備するため、総務省は、2016 年から「IoT サービス創出支援事業」を立ち上げた。2016 年から 2017 年かけて、都市（スマートシティ）、家庭（スマートホーム）、放送、医療・福祉、教育、農業、小売り、防災、地域ビジネス、シャアリングエコノミー等の 34 件分野の提案が採用された。教育と関連する分野の提案は 5 つあり、IoT が日本の教育分野にもたらす可能性が見える。

2.1　教育分野における ICT の活用

2.1.1　各国の教育分野における ICT の活用

ICT はその進歩と共に、社会の様々な分野に浸透し、情報化社会を加速させている。世界各国は社会インフラとしての ICT 整備に取り組み、効率をあげている。また、教育の現場にも積極的に ICT を取り入れ、教育に変革をもたらしている。

教育分野における ICT 導入の先進国であるシンガポールには、教育は将来のニーズを継続的に見込む必要があるという哲学が根底にあり、1997 年、教育における ICT のための政策 Masterplan for ICT in Education[25]を打ち出した。教育における ICT 利用を広く一般に受け入れてもらうため、学校が基本的な ICT インフラストラクチャーを提供し、教員に ICT 統合能力の基本レベルを習得させた。このことが、ICT を活用するための強固な土台の形成につながった。また、児童生徒のカリキュラム時間の 30%をコンピュータの使用にあてることも目標とされた。2002 年まで、コンピュータ 1 台にあたりの児童生徒数は小学校が 6.6 台、中学校が 5 台で、全部の学校でコンピュータ 1 台にあたりの教員数は 2 人であった。

2003 年には、教育における ICT 活用をさらに普及させ、より効果的な利用を目指すために、第 2 次 Masterplan for ICT in Education[26]が策定された。学校のインフラストラクチャーと教員の基本的スキルに焦点を当てた最初の Masterplan for ICT in Education に比べ、完全かつ体系的なアプローチが開発

---

[25] ICT CONNECTION. Masterplan 1.
https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-1 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[26] ICT CONNECTION. Masterplan 2.
https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-2 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

された。カリキュラムへの ICT の統合、児童生徒のベースライン ICT 基準の確立、学校間の ICT の革新的利用の促進を強化した。2008 年には、調査対象の児童生徒は、基本的な ICT ツールを使用することができ、ほぼすべてがインターネットの使い方を知っていた。一方、教員は、基本ツールを難なく使いこなせ、全体の 3 分の 2 が既存の ICT ツールと教材を十分に使用することができた。80%の学校では ICT の実装の目標を満たしており、そのうち約 15%が目標を上回っていた。学校ではワイヤレスネットワークなどの新しいテクノロジーを試すことを可能にするような汎用性の高いネットワーク環境が整備された。また、すべての学校において、児童生徒対コンピュータの比率を小学校では 6.5：1、中学校では 4：1 の達成するための資金措置があった。第 2 次 Masterplan for ICT in Education をきっかけとして、Future School @ Singapore プログラムが始まり、学校では Tablet PC とインキング技術の使用も試みられた。

2009 年第 3 次 Masterplan for ICT in Education[27]では、情報技術を最大限に活用して、自律学習や協働学習の能力を育成するという利点が強調された。

韓国も教育分野の ICT 活用を重視している国である。1996 年から 5 年ごとに Master Plan という教育 ICT 化推進計画を打ち出している[28]。1996 年の Master Plan I では、教育用 PC の導入、教育機器の近代化、学校へのイントラネット、インターネットの導入などにより、必要なハードウェアとソフトウェアのインフラが整備され、教育情報化の基盤を確立した。また、教育学術情報化のさらなる発展を目標に、EDUNET、RISS などのサービスの提供や KERIS の開設がなさ

---

27 ICT CONNECTION. Masterplan for ICT in Education 3. https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-3（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

28 Dae Joon Hwang (2016) The Initiatives on ICT in Education in Korea: Cyber Learning System, National Education Information System. http://k-learn.adb.org/system/files/materials/2016/11/201611-initiatives-ict-education-korea-cyber-learning-system-and-national-education-information.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

れた。また、さまざまな教育プログラムの開発や配布、さらに、教員を対象とする情報教育の推進、小・中学校の情報化管理システムの導入も実施された。また、2000 年に「Guidelines for ICT in Education in primary & secondary schools」が発表された。2001 年の Master Plan Ⅱでは教育情報化の基盤を強化する目的で、教育の質の改善における ICT 活用を目指した。そのため教育情報化の範囲は拡大され、生涯学習、幼児学習、小学校や中学校などの分野に適用され、Educational content sharing system、Improving teacher training program、 NEIS、Cyber Home Learning System、e-Learning Global Cooperation Center などが整備された。2006 年の Master Plan Ⅲは教育の質の向上に焦点を当てたもので、結果として目標を上回った。インターネット環境が無線に移行する中、教育情報化政策も e ラーニングから u ラーニングに移行し、また、Digital Textbook Development Plan と Operation of Digital Textbook Model Schools を立ち上げ、U-classroom、Education Cyber Security Center、KOCW が始まった。このような韓国の教育 ICT 化の成果を目の当たりにした多くの国では、韓国モデルを参考に、教育情報化を図った。

英国政府は、学校と家庭が協力して、個人の状況やニーズに応じた個別学習の促進を図るため、2004 年に「Every child matters: change for children」[29]、2006 年に「Personalized learning: adding value to the learning journey」[30]、2008 年に「Personalized Learning - A Practical Guide」[31]などいつかの

---

[29] Every child mattes: change for children (2004).
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/CM5860.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[30] David Miliband (2004) Personalized Learning: Building a New Relationship with Schools.
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/personalised-learning.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

提案をおこなった。

北アイルランドでは、クラスルーム 2000 プロジェクト[32]というものがある。それは、北アイルランド教育省が 2012 年から実施している学校の回線・無線 LAN の強化し、小中学校の児童生徒と教員にクラウドサービスを提供するというものである[33]。このクラウドサービスによって、いつ、どこでも、どのような端末かに関わらず、豊かな教材やツールを利用でき、反転授業なども可能にしてくれる。

フィンランドでは、ドリームスクールプロジェクトが行われている。教育分野への効果的な ICT 活用や ICT コストを軽減するため、低コストのクラウドプラットフォームを開発し、いつでも、どこでも、様々な端末から利用できる教育サービスを提供している。また、オープンソース型教育ができ、海外展開もできる[34]。

米国は Teachers Pay Teachers というプラットフォームを提供するサービスを実施している。教員がオリジナルの教材を購入して販売するオンラインマーケットである。教室で何ができるのかを理解している教育者によって作成された 280 万以上の無料および有料のリソースを提供している[35]。

---

31 Personalized learning-A Practical Guide (2008). http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/00844-2008DOM-EN.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

32 C2k Corporate website. http://www.c2kni.org.uk/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

33 Sharon Lawlor (2012) The C2k Service in Northern Ireland. https://www.ief.org.uk/wp-content/uploads/2012/10/DE-Northgate-and-C2K.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

34 Pekka Leviäkangas, Allan Schneitz, and Aki Aapaoja (2016) The Evolution of Finnish "Dream School" – Via Public Entrepreneurship from Innovative Concepts to National Scale-up. International Journal of Information and Education Technology (6),508-515.

35 Teachers Pay Teachers. https://www.teacherspayteachers.com/About-Us(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

米国ニューヨーク市では、Teach to One: Math　プログラム[36]というものがある。膨大で複雑なビッグデータを分析し、知見を獲得できるという特長を学習記録のデータ活用に応用している。そのため、児童生徒一人ひとりの特性や進捗に応じた最適な教材提供や学習指導が可能となり、意思決定の予測もできる。このプログラムは、実施前と比べて成績が大きく上がったという結果が得られている。

ところで HTML5 は、W3C が策定するインターネットで用いられる標準的ドキュメント体系の最新版であり、関連する技術を組み合わせて用いることで、マルチプラットフォームへの対応ができ、表現力も高い。ビデオや音声の再生はプラグインなしに利用でき、また、Flash で実現していた動画や、数式、日本語の縦書き表示などにも対応している。さらに、オフラインへの対応ができ、インターネットがつながっていなくても、利用者間で双方向にデータをやり取りすることが可能となっている。このため、コンテンツを開発するときなど、異なる端末に個別に対応する必要が少なくなり、学習・教育用アプリケーション開発やスマートデバイスの教育応用も容易になる。コンテンツの内容も動画で表現するのが容易になる。また、オフラインに対応、さらに双方向通信により児童生徒や教員がリアルタイムに学習状況を共有するツール等も提供可能となる。Adobe 社は、Flash のアニメーションを HTML5 に変換するツール「Wallaby」[37]をテクノロジープレビューとしてリリースした。日本では ALC Smart Learning[38]などの実践例がある。

MOOCS（Massive Open Online Courses、大規模オープンオンライン講座）は、

---

36 Teach to One: Math. https://www.newclassrooms.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
37Adobe.Wallaby. https://helpx.adobe.com/animate/using/creating-publishing-html5-canvas-document.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
38 空義晴,山本康裕 (2016) HTML5 を用いた効果的な学習コンテンツの開発 ALC Smart Learning. NTT ジャーナル(25),40-43.

2012 年に世界に広がった、インターネット上で誰でも無料で受講できる大規模な講義配信の仕組みである。受講しやすいよう短時間の動画を用意し、受講者・講師のコミュニケーションが重視されている。一部コースでは単位認定まで行っており、修了認定証等の発行もされる。そのため MOOCS は、高等教育のあり方を根本的に変える可能性を持っている。代表的なプラットフォームとしては edX[39]、Coursera[40]、Udasity[41]などが、また、日本では JMOOC が提供する gacco[42]等が存在する。米国では、Khan Academy[43]という取り組みがある。初等・中等教育に対応した無料の MOOC サービスである。ここでは、数学、科学、人文科学、プログラミングなど幅広いコースや、豊富で質の高い教材、また、学習状況管理ツールも提供されている。このサービスにより、個々に応じた学習や反転学習が可能となり、学校に通えない子どもたちにも教育を提供している。そのうえ、質の高い学びのチャンスを広く提供でき、教育の格差の解消にも役に立つ。また、米国の udemy[44]というプラットフォームは、有料または無料で、誰でも先生と生徒両方になれるという特徴で有名である。専門スキルがあったら先生になることが出来、講師として収入も得ることができる。また、豊富なコースから一人ひとりのニーズに沿ったコースを検索し、利用できる。

プログラミング教育も盛んになっている。早めにプログラミング教育を必修化したり導入したりした国もあるが、2013 年に米国で設立された CODE.org[45]という非営利団体は、IT 企業や大学との連係でプログラミング教育をしている。Amazon 社、Facebook 社、Google 社、Microsoft 社なども協賛した。民間団体で

---

39 edX. https://www.edx.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
40 Coursera. https://www.coursera.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
41 Udacity. https://www.udacity.com/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
42 gacco. http://gacco.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
43 Khan Academy. https://www.khanacademy.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
44 udemy. https://www.udemy.com/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
45 CODE.org. https://code.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

はあるが、プログラミング教育のため、カリキュラム、教材、指導案、教員研修でも支援を行なっている。

米国では子ども、教員、保護者に向けてセキュアなコミュニケーション環境を提供しているEdmodo[46]というSNSサービスもある。

また、学校の教育用コンピュータを整備し、一人一台の環境を実現していくために、私有端末を学校に持って行くことも盛んになっている。このことをBring Your Own Device (BYOD) と呼ぶ。国により大きなばらつきがあるが、欧州ではBYODが浸透しつつある[47]。

さらに、教育用で子どもの利用に特化した情報通信端末の提供も進んでいる。タブレットやノート PC にコンテンツやソフトがセットで提供されていることが増加してきている。Intel社のClassmate PC[48] とTablets for Education[49]がその例である。

2.1.2 日本の教育分野におけるICTの活用

2009年の「情報通信白書」[50]には日本、米国、英国、韓国、シンガポール、デンマーク、スウェーデンのICT先進7カ国を対象に、ICTの進行状況を比較している。ICTの基盤整備に関して、日本の偏差値は63.6で、ランキングトップで

---

46 Edmodo. https://www.edmodo.com/?language=ja(閲覧日:2018年1月28日)
47 豊福晋平 (2014) 北欧における初等中等教育の情報化. コンピュータ＆エデュケーション(37),29-34.
48 Intel. Classmate PC. https://www.intel.com/content/www/us/en/support/products/69319/education/intel-education-hardware/intel-classmate-pc.html?_ga=2.122309195.1367295982.1517198599-861884095.1517149519 (閲覧日:2018年1月28日)
49 Tablets for Education. https://www.intel.com/content/www/us/en/education/right-device/tablets-for-education.html(閲覧日:2018年1月28日)
50 平成21年版情報通信白書. http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h21/index.html (閲覧日:2018年1月28日)

あり、二位の韓国の 56.9 の偏差値を大きく引き離した。指標別には、高速性において、ブロードバンド速度が 7 カ国中一位で、モバイル度においては第 3 世代携帯比率が他国に比べて最も高かった。一方、ICT の利活用では、日本は 42.3 の偏差値で五位と低くなっている。一位のシンガポールと分野別に比較しても、ほとんどの分野で日本の方は偏差値が低い。特に、教育・人材分野は、日本が 17.0 で、シンガポールが 57.5 となっており、最も差が大きい分野でもある。また、日本は情報通信への安心感に関して、非常に低い値となっている。日本人はパソコンのボット感染度が最も低いし、パソコンに侵入された経験が最も低い。それにもかかわらず、情報通信利用への不安感が最も高くなっている。したがって、インフラとしての ICT 基盤は世界の最高水準だが、利活用の面で遅れており、また安全な情報通信利用環境ではあるが、不安を感じやすい傾向のあることが分かった。

2009 年度「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」[51]によると、2010 年 3 月 31 日時点で、教員の校務用コンピュータ整備率は 98.3%であるが、コンピュータ 1 台にあたりの児童生徒数は 6.4 人である。また、普通教室の校内 LAN 整備率は 81.2%で、30Mbps 以上の超高速インターネット接続率は 65.5%である。電子黒板について、整備台数は約 56000 台で、電子黒板のある学校の割合は 58.8%である。そして、教材研究や指導の準備と評価などに ICT を活用する能力、情報モラルなどを指導する能力、校務に ICT を活用する能力を持っているのがいずれも約 7 割であるが、授業中に ICT を活用して指導する能力と児童の ICT 活用を指導する能力は約 6 割である。2009 年度中に ICT 活用指導力に関する研修を受講した教員の割合は 19.4%しかない。

---

[51] 2009 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果【速報値】. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/07052402/__icsFiles/afieldfile/2010/06/25/1295101_1_1.pdf （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

2009 年の PISA 調査[52]では、ICT スキルの重要性の認識から、コンピュータを使ったデジタル読解力調査が行われた。日本の国語、数学、理科の授業でコンピュータが使われた割合は、いずれも２％以下で、ほとんどない状況だった。日本は社会経済文化的背景の影響が OECD 平均よりも低く、かつデジタル読解力得点が OECD 平均よりも高いという結果であるが、やはり自宅でコンピュータを利用しているかどうかで児童生徒のデジタル読解力に有意な差がある。マルチメディア作品の作成及び表計算ソフトを使ったグラフの作成の質問に、「自分で上手にできる」「誰かに手伝ってもらえばできる」と回答した児童生徒の割合は、他国と比較して低い水準にある。日本の教育分野において、ICT の整備はまだ不十分で、ICT の利活用も遅れているということが分かった。

2.1.3　「フューチャースクール推進事業」と「学びのイノベーション事業」

2009 年「原口ビジョン」が発表され、初めてフューチャースクールによる協働型教育改革が提言された[53]。2010 年 5 月に日本政府は「新たな情報通信技術戦略」決定された。この戦略では、ICT を活用し子ども同士が学び合い、教職員の負担の軽減、子どもの情報活用能力の向上を目指し、21 世紀にふさわしい学校教育の環境を整えることが重点とした。また、同年 6 月に閣議で「新成長戦略」[54]決定された。この戦略では、協働教育の実現など、教育現場における情報通信技術の利活用を向上させ、ブロードバンドサービスの利用を更に進めることが盛り込まれた。

---

52 PISA2009 年デジタル読解力調査～国際結果の概要～ .
http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2009_Result_Outline.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

53 平成 22 年 4 月 28 日　新たな成長戦略ビジョン.
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy04/pdf/20100428/20100428_jimukyokuhear_soumu_haihu_2.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

54 新成長戦略 ～「元気な日本」復活のシナリオ～.
https://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

2010 年、これらの状況を踏まえ、総務省は「フューチャースクール推進事業」[55]を始めた。この事業は、教育分野での ICT 利活用を推進することで、主に学校現場における情報通信技術面を中心とした推進していた。まず、実証する学校を選んだ。東日本地域と西日本地域全国 2 ブロックで、小学校 10 校、中学校８校、特別支援学校２校を対象にした。2010 年から 2013 年にかけて、協働教育プラットフォームを核とした ICT 環境を構築した。学校には、担任教員と生徒に 1 人 1 台のタブレット PC、教室に 1 台のインタラクティブホワイトボード、無線 LAN 環境による通信ネットワークが全て整備された。「クラウドコンピューティング技術を活用した協働教育プラットフォーム」は授業でアプリケーションや教育コンテンツを活用する一方、ポータルサイトを活用し情報交換した。タブレット PC の持ち帰りによる家庭学習も行われた。「フューチャースクール推進事業」の成果として「教育分野における ICT 利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン」[56]などが発表された。

2011 年に「フューチャースクール推進事業」と連携して、文部科学省が「学びのイノベーション事業」[57]を始めた。「フューチャースクール推進事業」で整備された ICT 環境において、デジタル教科書・教材を活用した教育の効果を検証した。指導方法の開発、モデルコンテンツの開発等を行った。この実証研究を 2011 年から 2013 年にかけて進めてきて「学びのイノベーション事業実証研究報告書」[58]など「学びのイノベーション事業」の成果として発表した。

---

55 フューチャースクール推進事業.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/future_school.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
56 教育分野における ICT 利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/future_school.html
(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
57 学びのイノベーション事業.
http://jouhouka.mext.go.jp/school/innovation/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
58 学びのイノベーション事業実証研究報告書.

2013 年度「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」[59]によると、2014 年 3 月 1 日時点で、教員の校務用コンピュータ整備率は 111.1%であるが、コンピュータ 1 台当たりの児童生徒数は 6.5 人であった。普通教室の校内 LAN 整備率は 85.6%で、校内 LAN を整備する普通教室のうち、無線 LAN を整備する教室の割合は 24.9%である。30Mbps 以上の超高速インターネット接続率は 79.1%である。電子黒板の整備台数は 82,528 台で、電子黒板のある学校の割合は 76.4%になった。実物投影機の整備台数は 159,934 台で、年々増加している。教育用コンピュータのうち、タブレット型コンピュータ台数は 72,678 台で、前年度と比較して 2 倍以上に増加した。デジタル教科書の整備の割合について、全国平均は 37.4%に上昇し、校務支援システムのある学校の割合は、全国平均が 80.5%になった。教員の ICT 活用指導力について、教材研究や指導の準備と評価などに ICT を活用する能力を持っている教員は 80.9%で、情報モラルなどを指導する能力を持っている教員は 76.1%、校務に ICT を活用する能力を持っている割合は 77.0%であるが、授業中に ICT を活用して指導する能力と児童の ICT 活用を指導する能力はそれぞれ 64.5%と 69.4%である。2013 年度中に ICT 活用指導力に関する研修を受講した教員の割合は 31.0%にまで増加した。また、ICT 学習環境下では、生徒の学習意欲、情報リテラシー、コミュニケーションスキルがすべて向上していた。

「フューチャースクール推進事業」と「学びのイノベーション事業」では、学校の ICT 環境に関する検証が行なわれ、多くの成果が上がっている。2013 年まで、これらの事業により、日本の教育分野における ICT 活用は大変進歩した。

---

http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

[59] 2013 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（2013）
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/__icsFiles/afieldfile/2014/09/25/1350411_01.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

しかし、日本の教育分野における ICT 活用は、まだ不十分である。これらの事業で解決していない課題や、進歩した技術の応用より、新たな可能性の出現もあり、また、他の国と比べて日本の教育分野における ICT 活用は、まだ遅れている部分がある。

「フューチャースクール推進事業」で、既存の ICT 環境の運用のみで解決することのできない課題に、対応が必要であることが判明した。今まで作っていた教育用 ICT 環境を最大限活用するため、その取り組みを全国に普及していくことが重要である。例えば、デジタル教材やツールをクラウド上のプラットフォームに登録し、全国からどこでも利用できるようにする。プラットフォームが構築され、ユーザー認証の仕組みやユーザーインターフェース、学習記録データの保持の方法などが共有化されれば、利便性をもたらすとともに、コンテンツ提供者の競争を行って、教育の向上に寄与することが理想的だろう。このように 2013 年度「教育分野における最先端 ICT 利活用に関する調査研究」[60]において、クラウド等の最先端の情報通信技術を教育現場で利活用する技術的手法について調査研究を行ない、知見を収集した。図 2-1 が示すように、従来のネットワークに対してクラウドプラットフォームの形のネットワークが推奨されている。

[60] 2013 年度教育分野における最先端 ICT 利活用に関する調査研究.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000301027.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

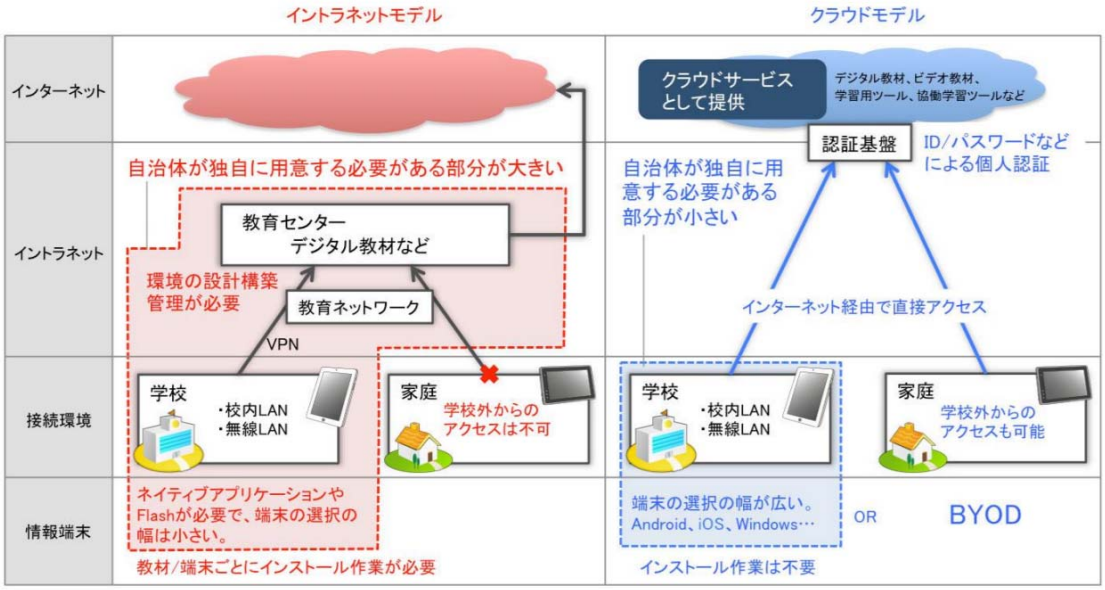


図 2-1　従来のネットワーク（左）とクラウドプラットフォーム（右）[61]

これを踏まえ、2014 年からは教育・学習用クラウドプラットフォームの実証及び標準化に取り組み、教育分野の ICT 化の全国展開が積極的に行われた。

日本の課題と外国の先進事例を考慮し、2014 年から総務省は「先導的教育システム実証事業」[62]を開始、「ICT ドリームスクール」[63]を展開した。連携して文部科学省は「先導的な教育体制構築事業」[64]を進めた。

2.1.4　「ICT ドリームスクール」

シンガポール、韓国等をはじめとする海外各国においては、国家プロジェク

---

61 2013 年度教育分野における最先端 ICT 利活用に関する調査研究.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000301027.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
62 先導的教育システム実証事業.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/sendou.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
63 総務省. ICT ドリームスクール実践モデルに係る提案公募の開始.
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu05_02000067.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
64 文部科学省.「先導的な教育体制構築事業」に係る提案公募開始.
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/07/1350445.htm(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

トとして教育分野での ICT 利活用を推進してきた。その一方、日本の教育 ICT 化はさまざまな課題に直面していた。世界最先端のブロードバンド環境が整備されているものの、教育分野における ICT の利活用は十分に進んでいない。

教育分野における ICT 活用が全国へ普及しつつ、ICT 関連技術が依然として急速に進歩し続けている。具体的には、クラウドやビッグデータ、HTML5 や MOOCs 等の新たな技術やサービスが開発された。また、技術の進歩により、プログラミング学習や SNS の応用などが進み、設備の面では BYOD などの普及が始まった。

クラウドは、サーバーについてのコストと負荷の軽減やサーバーの不具合によるデータ消失のリスク低減もでき、災害などの緊急事態への対応力も強い。内容をクラウド上に登録しておけば、時間と場所、端末を選ばず、いつでも、どこでも学習できる。また、ファイルの管理、ウイルス対策、アカウント認証などの機能は、クラウドサービスにより容易に行うことができる。

ICT ドリームスクールの理念は「個に応じた最適な学びを、誰でも・いつでも・どこでも・安全安心に提供」である。まず、「個に応じた最適な学びを提供」というのは、高いレベルで学ぶ子どものさらなる成長と、つまずきを抱える子どもの着実な成長を共に支援し、一人ひとりに応じた学習・教育環境を提供することである。次に、「誰でも」というのは特別支援を必要とする子ども、病院や自宅で学ぶ子どもを含めて、全ての子どもたちに適切な学習機会を提供し、本質的な理解を高めるための支援を実施することを示唆している。そして、「いつでも」というのは学校における授業の充実に加え、課外学習・自由研究、家庭学習についても時間を問わず充実した学びを実現し、学校・家庭・地域をシームレスにつなぐ環境を提供することを表している。また、「どこでも」というのは山間部・離島部等、従来は都市部に比べて学習資源の限られていた地域においても、質の高い学習・教育を実現すること示している。最後に、「安全安心に

提供」というのは情報セキュリティの確保や個人情報保護への技術的・制度的対応を確立し、柔軟な学習・教育活動と両立する、厳格過ぎない適度な管理を実現すること指している。

ICT ドリームスクールの理念に向けて、学習者を中心とした学びの環境整備、及び多様な主体と連携するコミュニティエコシステム形成、普及・展開を前提とした取り組みを進める。図 2-2 では ICT ドリームスクール実現に向けて、三つの取り組みをそれぞれ推進している。

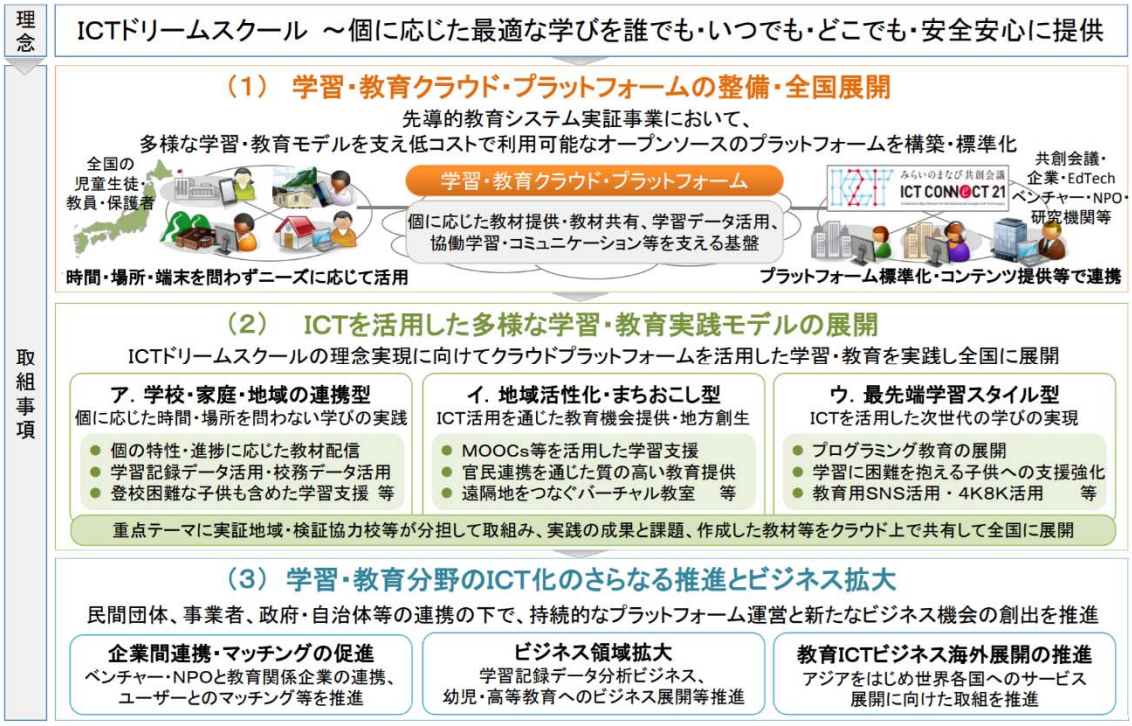


図 2-2　ICT ドリームスクール実現に向けた取組の全体像[65]

本事業においては、ICT CONNECT 21 をはじめとする関連団体と連携しながら、低コストで利用可能なオープンソースのプラットフォームを構築し、関連する

[65] ICT ドリームスクール懇談会中間とりまとめ(2015)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000378698.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

技術標準も定めるものとする。そして、コンテンツやアプリとの連携、学習記録データをいずれも標準化し、オープンできるようにする。構築及び標準化・オープン化を進めながら、活用する上での課題となる、学習記録データや著作権の適切な管理、自治体や学校におけるセキュリティポリシーやインフラの整備等にどのように対応すべきか、着実に検討を進めることが必要である。またデジタル教材の流通に当たり、適切な決済手続や品質管理のあり方についても考慮しなければならない。財源上の制約面から、BYOD を導入することも有効な選択肢となる。プラットフォームの BYOD 端末への円滑な利用は、BYOD の全国展開と 1 人 1 台の情報端末環境の実現に寄与するだろう。また、クラウドプラットフォームの活用により、情報端末やサーバーコンテンツ、運用保守、初期設定など費用を削減することも可能になる。図 2-3 はクラウドプラットフォームによりシームレスな学習・教育環境を示している。

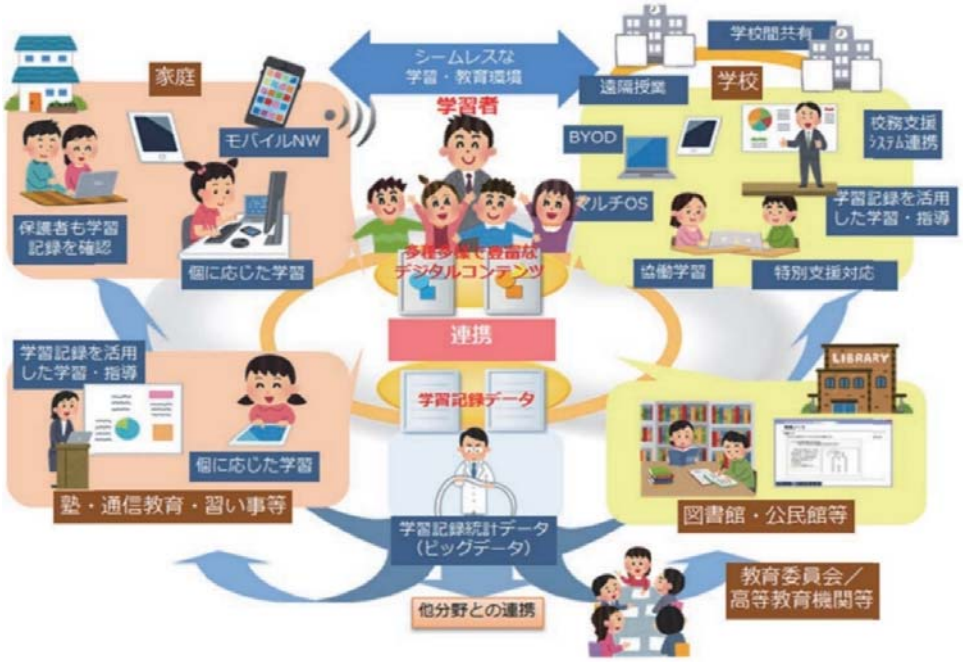


図 2-3　クラウドプラットフォームよりシームレスな学習・教育環境[66]

[66] 平成 28 年度最先端情報通信技術を活用した教育クラウドプラットフォームに関する実

これらの取り組みを進めるため、民間団体（ICT CONNECT 21 等）や事業者が中心となり、国・自治体等とも相互に連携して、持続的なプラットフォーム運営とビジネス拡大を進めるための体制整備を図っている。図 2-4 は関係アクターの連携下で持続的にプラットフォームの運営、ビジネス展開を進める体制の構築を示している。

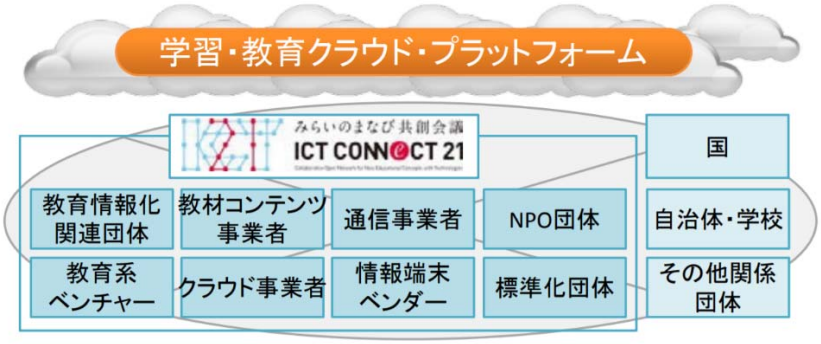


図 2-4　関係アクターの連携の下で持続的にプラットフォームの運営・ビジネス展開を進める体制の構築[67]

図 2-5 は、ICT ドリームスクールの実現に向けたロードマップを示している。

証実施報告書(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000517203.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[67] ICT ドリームスクール懇談会中間とりまとめ(2015)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000378698.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

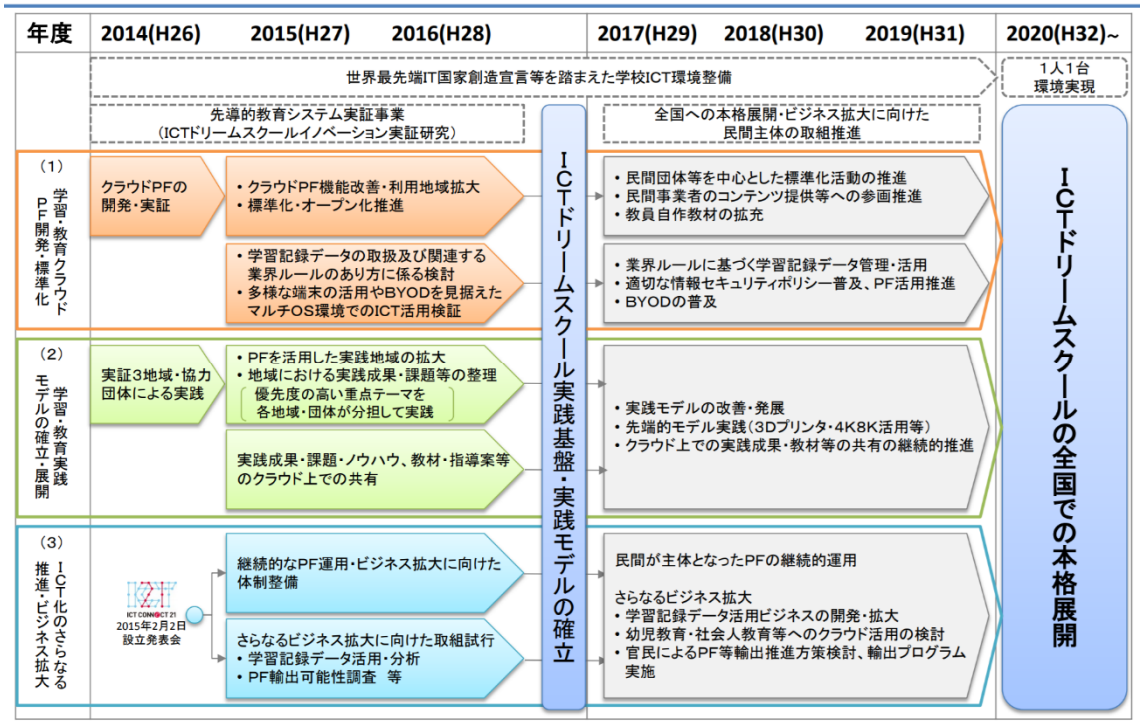


図 2-5　ICT ドリームスクールの実現に向けたロードマップ[68]

ICT ドリームスクールを展開した成果として、「教育 ICT ガイドブック Ver. 1」「教育クラウドプラットフォーム参考技術仕様」「教育クラウドプラットフォーム等参考調達仕様」「教育クラウドプラットフォーム等参考調達仕様【解説書】」が公表されている[69]。「教育 ICT ガイドブック Ver. 1」では、教育 ICT の意義、クラウドの活用効果を述べた上で、クラウドで変えた教育 ICT 先進事例、クラウドベースの ICT 活用を実現するプロセスが詳細に説明されている。

---

68 ICT ドリームスクール懇談会中間とりまとめ(2015)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000378698.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
69 先導的教育システム実証事業.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/sendou.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

2.2　IoT の開発動向

2.2.1　各国の IoT の開発動向

データを取得しそこから知見を得るために、人やモノにセンサを付けるが、これは IoT の分野である。センサを付けて、そこから膨大なデータが取得されるが、これはビッグデータと言われている。センビッグデータを人工知能(AI)で解析し、そこから知見を得る。近年、技術の進歩と共に IoT に関する分野の研究が盛んになってきている。そのような動きの中で、世界諸国が様々な取り組みを進めている。

米国では、大統領府主導による産官学連携イニシアティブ「Smart America Challenge」[70]が 2013 年 12 月に開始された。産業界、政府、教育機関が協力して、米国に雇用、新しいビジネスチャンス、社会経済的利益をもたらすことを目的としていた。ホーム/ビルディング、気候/環境、災害からの回復、製造業、交通、健康管理、セキュリティ、省エネルギーの 8 分野がリストアップされ、IoT がこれらの分野を向上させる方法について検討が行われた。24 チーム 100 以上の組織が集まり、分野を超えた実践が展開された。 z-1 にその分野とプロジェクトを示す。

[70] Smart America Challenge.http://smartamerica.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-1 Smart America Challenge の 8 分野の 24 プロジェクト[71]

分野	プロジェクト
ホーム/ビルディング	Convergence of Smart Home and Building Architecture; SCALE - Safe Community Alert Network; Smart Home/Business Gateway Platform; Smart Power, Smart Light - Made in Detroit; Smart Rooftops; Service Enablement Provider;
気候/環境	Enhanced Water Distribution Infrastructure; Smart Cities USA;
災害からの回復	Event Management for Smart Cities; SERS - Smart Emergency Response System; Smartphone Disaster Mode;
製造業	Smart Manufacturing; Smart Shape Technology;
交通	Applied Robotics for Installation and Base Operations; Smart Roads; Smart Vehicle Communications; Southeast Michigan Smart Transportation;

71 「Smart America Challenge」の内容より作成
Smart America Challenge.http://smartamerica.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-1 Smart America Challenge の 8 分野の 24 プロジェクト（継続）[72]

分野	プロジェクト
健康管理	Closed Loop Healthcare; Connecting Smart Systems to Optimize Emergency ; Neurological Life Support; Project Boundary; SCALE - Safe Community Alert Network;
セキュリティ	Cyber-secure SyncroPhasers with Security Fabric; Smart Energy CPS; The Agile Fractal Grid;
省エネルギー	Cyber-secure SyncroPhaser with Security Fabric; Smart Energy CPS; Smart Power, Smart Light - Made in Detroit; Smart Rooftops; Transactive Energy Management;

民間の取り組みとしては Industrial Internet Consortium[73]や Open Interconnect Consortium[74]などの団体の取り組みがある。Industrial Internet Consortium は 2014 年にジェネラルエレクトリック(GE)、IBM 等 4 社が設立し、「インテリジェント機器」「高度なデータ分析」「人々のつながり」を組み合わせることで、複数のテストベッドを運営して、知見を共有している。Open

[72] 「Smart America Challenge」の内容より作成
Smart America Challenge.http://smartamerica.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[73] Industrial Internet Consortium.
https://www.iiconsortium.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[74] Open Interconnect Consortium.https://openconnectivity.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Interconnect Consortium は 2014 年に Intel、Dell、サムスン電子等 5 社が設立し、IoT に関する国際標準化を目指している。産業界が主導しており、「IoTvity」[75]という標準を支援している。

ドイツでは、インダストリー4.0 というコンセプトがあり、政府が国の戦略として推し進めてきた。インダストリー4.0 プロジェクト[76]は、ドイツが技術的なリーダーシップの役割を確保して、リードマーケットとプロバイダーとして構築することが目的である。連邦政府はこの分野における急速な技術的または社会的発展を訴えて、ドイツにおけるすべてのイノベーションの主体の間で協力するための仕組みを築いた。インダストリー4.0 ワーキンググループは、第 4 次産業革命に成功するための必要条件を明らかにし、2013 年 3 月に、「Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0」[77]と題する報告書を発表した。6000 社以上の企業をかかえる BITKOM、VDMA、ZVEI の協会は、インダストリー4.0 プロジェクトの継続およびさらなる開発の提案に取り組み、協会全体で理想的な協力をするために Plattform Industrie 4.0[78]が決定した。Plattform Industrie 4.0 は、2013 年にハノーバーフェアで正式に発表された。2015 年 4 月、Plattform Industrie 4.0 が拡大され、企業、団体、組合、科学、政治の行動者が増えた。Plattform Industrie 4.0 のホームページには、今までの IoT プロジェクトについての説明が掲載されている。

---

75 IoTivity.https://www.iotivity.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

76 Germany Trade & Invest.INDUSTRIE 4.0–Smart Manufactring for the Future. https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

77 Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0(2013). http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

78 Plattform Industrie 4.0. http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

英国では「The Internet of Things: Making the most of the Second Digital Revolution」[79]、「Promoting investment and innovation in the Internet of Things」[80]という報告書があり、韓国では「「IoT 基本計画」[81]がある。

2.2.2　日本の ICT の活用動向と IoT

2015 年の「通信自由化以降の通信政策の評価と ICT 社会の未来像等に関する調査研究」[82]では、ICT の未来を図 2-6 のように捉えている。

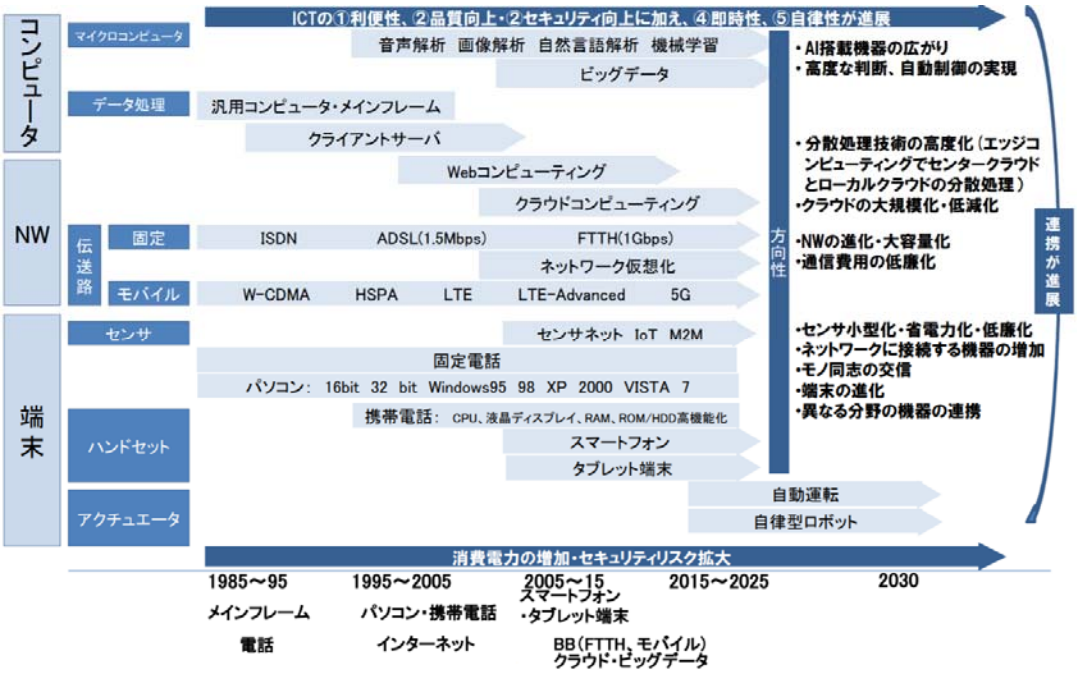


図 2-6　提供者側（供給面）から ICT 未来を捉える：ICT の進展：全体[83]

---

79 The Internet of Things: Making the most of the Second Digital Revolution(2014). https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

80 Promoting investment and innovation in the Internet of Things (2015). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/38275/iotstatement.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

81 三澤かおり(2016)国を挙げて IoT 活性化に取り組む韓国. ITU ジャーナル(46), 58-61.

82 通信自由化以降の通信政策の評価と ICT 社会の未来像等に関する調査研究(2015). http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h27_01_houkoku.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

83 通信自由化以降の通信政策の評価と ICT 社会の未来像等に関する調査研究(2015).

情報システム担当者が使うホストコンピュータや、ワークステーションから屋内の特定の場所でオフィスワーカが使うパソコン、そして若者から高齢者まで、どこでもだれでも利用するモバイル端末など、入力端末は高機能化、小型化している。センサも小型化、省電力化、低廉化し、ネットワークに接続する機器も増加している。そこで取得されるデータの種類は多様化し、データ量は増加している。CPU の性能は指数関数的に向上し、データを蓄積するストレージも大容量化している。データが増加するにしたがってネットワークも大容量化し、その処理を行なうクラウドコンピューティングが急速に普及する傾向がある。

ICT の進歩によりその利活用が広がり、日常のあらゆる場面をサポートするような社会になる。図 2-7 はそのような未来を示している。

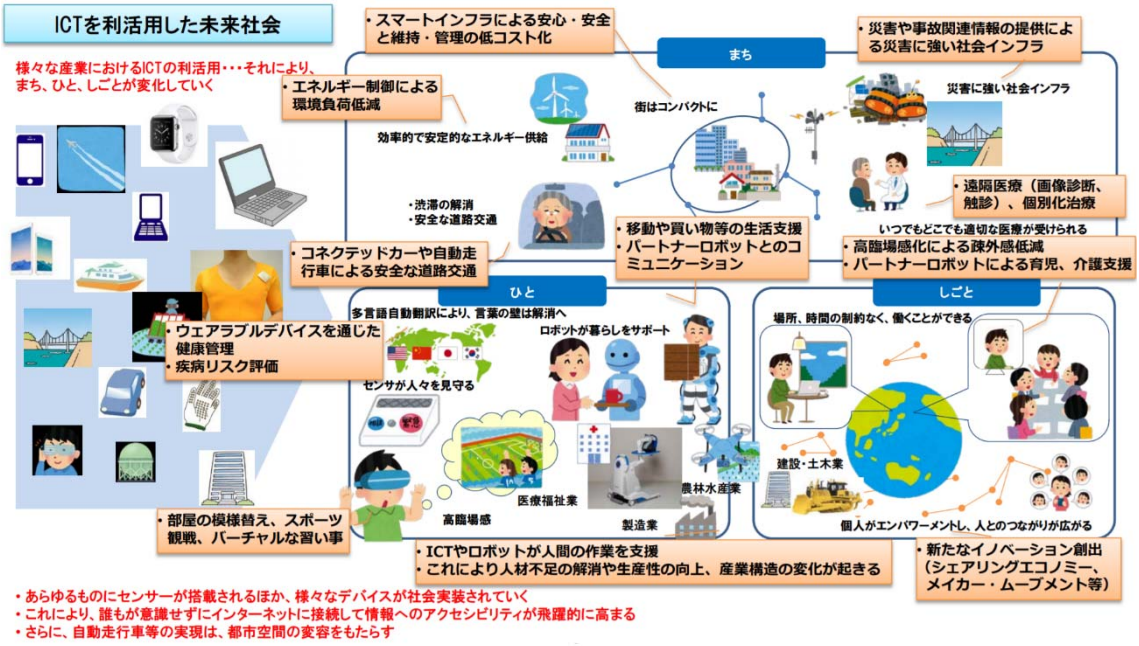


図 2-7　生活者・利用者側（需要面）から未来を捉える[84]

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h27_01_houkoku.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[84] 通信自由化以降の通信政策の評価と ICT 社会の未来像等に関する調査研究(2015).

このように IoT によって将来の ICT の進展のみならず、社会がよりよくなることにも期待できる。IoT の進展により、様々な実社会のデータが収集・蓄積されており、実社会がデジタル化されつつある。これを活用して社会システムをモニタリングしたり、最適化しようとする動きが出てきており、あらゆる産業セグメントでの活用が期待されている。

これまで ICT は、諸手続きの電子化、サービスの効率化といった内容が中心であったが、これからは IoT、ビッグデータが重要になると考えられている。情報通信環境や社会環境も大きく変化しつつあり、データの利活用による生産性の向上、社会課題の解決が期待でき、成長分野への投資を通じた雇用の創出、国際競争力の強化にも決定的に重要となってきている。こうしたビジネスをはじめ社会変革を実現するために IoT やデータのオープン化、プライバシーやセキュリティなどへの対応等の課題を解決するとともに、IoT 時代に即したネットワークのあり方、国際的なルールづくりについて集中的に検討する必要があるとされた。このため、2015 年 9 月 25 日に総務省では、情報通信審議会に対して「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」について諮問[85]を行い、検討を進めてきた。その中で、IoT／ビッグデータによる経営や社会の変革の実現方策、情報通信インフラ整備の在り方、国際連携の在り方などについて検討し、制度整備や予算などへのアウトプットを目指した。そして、2017 年にかけて検討を続けながら、「次世代衛星放送テストベッド事業」[86]、「IoT サ

---

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h27_01_houkoku.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[85] 「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」の情報通信審議会への諮問(2015).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000161.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[86] 平成 24 年度次世代衛星放送テストベッド事業に係る提案の公募(2013).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu11_02000021.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ービス創出支援事業」[87]、「データ利活用型スマートシティ推進事業」[88]などいくつかの事業を進めている。

2015 年 12 月 14 日の「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」第一次中間答申報告書[89]においては、データの利活用ルールについて検討がなされた。IoT／ビッグデータは、個人の身体情報や行動履歴なども収集する。しかし、利活用するとしても、個人情報保護とのバランスについての社会的ルールが統一されていない。そこで、必要なルールを可能な限り明確化し、データを利活用することができる環境を作っていくことが重要であるとされた。IoT 関連サービスの創出のためには、データの利活用ルールの整備が必要であるとの提言を行われた。また、サービスの創出に当たっては、個別分野ごとに具体的な対応の検討を行なっておくことが有益である。しかし、IoT/ビッグデータの浸透度等に地域差があることから、生活に「身近」な成功事例を集約し、IoT/ビッグデータへの理解を得ていくことが重要であるとされた。そして、IoT サービスの普及に当たって克服すべき課題を特定し、その課題の解決に向けた生活に身近な分野における先行的なリファレンスモデルを構築するために、「IoT サービス創出支援事業」が決定され、2016 年 3 月 29 日提案の公募が行われた[90]。

---

87 IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000124.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

88 平成 29 年度予算データ利活用型スマートシティ推進事業に係る提案の公募(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000221.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

89 「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」(平成 27 年諮問第 23 号)に関する情報通信審議会からの中間答申(2015).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000180.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

90 IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000124.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

2016 年 7 月 7 日に公表された「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策」第二次中間答申報告書[91]においても、第四次産業革命を概観したデータ利活用、人材育成、インフラの整備、国際標準などについて議論が行なわれた。また、さまざまな課題に対する各分野の取り組みについても議論された。データ利活用の部分については、ルールの重要性が強調された。「利用者が安全に、安心してサービスを利用できるためのルールづくりにより、データ利活用を促進するモデルを構築していく必要がある。特に、先端的な技術や革新的なビジネスモデルの社会への導入にあたっては、既存の制度との関係を整理したり、必要なルールが不在である場合に明確化したりといった取組が求められる。」という提言がなされた。この提言を受けて、2016 年 10 月 28 日にデータ利活用を促進するモデルを構築するとともに、必要なルールの明確化を行うことを目的とした「IoT サービス創出支援事業」提案の第二次公募行われた[92]。

2017 年 1 月 27 日に公表された「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」第三次中間答申報告書[93]においては、「IoT 総合戦略」がまとめられた。さらに、IoT 基盤を含めて、地域の生活に身近な分野の枠組みで「地域 IoT 実装ロードマップ」もまとめられた。「IoT 総合戦略」によると「IoT サービス創出支援事業」はサービス層に属し、データ利活用の促進等に必要なルールの明確化等を主な取り組みとしている。「地域 IoT 実装推進ロードマップ」

---

91 「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」(平成 27 年諮問第 23 号)に関する情報通信審議会からの第二次中間答申(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000137.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

92 平成 28 年度第 2 次補正予算 IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000148.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

93 「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」(平成 27 年諮問第 23 号)に関する情報通信審議会からの第三次中間答申(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000216.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

によると、「IoT サービス創出支援事業」は IoT 基盤の利活用ルールの部分である。報告書では、データ収集とその利活用を図ろうとした場合、従来の規制がその妨げになり、逆にルールが存在しないと利用者の安全性などが確保されない可能性があるため、「IoT サービス創出支援事業」を活用したルール整備など、民間の取り組みに対する政府の支援を一層強化する必要があることが提言された。2017 年 4 月 11 日、第三次中間答申を踏まえて、「IoT サービス創出支援事業」の第三次提案の募集が行われた[94]。

2.2.3 「IoT サービス創出支援事業」

「IoT サービス創出支援事業」は「身近な IoT プロジェクト」[95]と呼ばれている。図 2-8 は事業のイメージを示している。

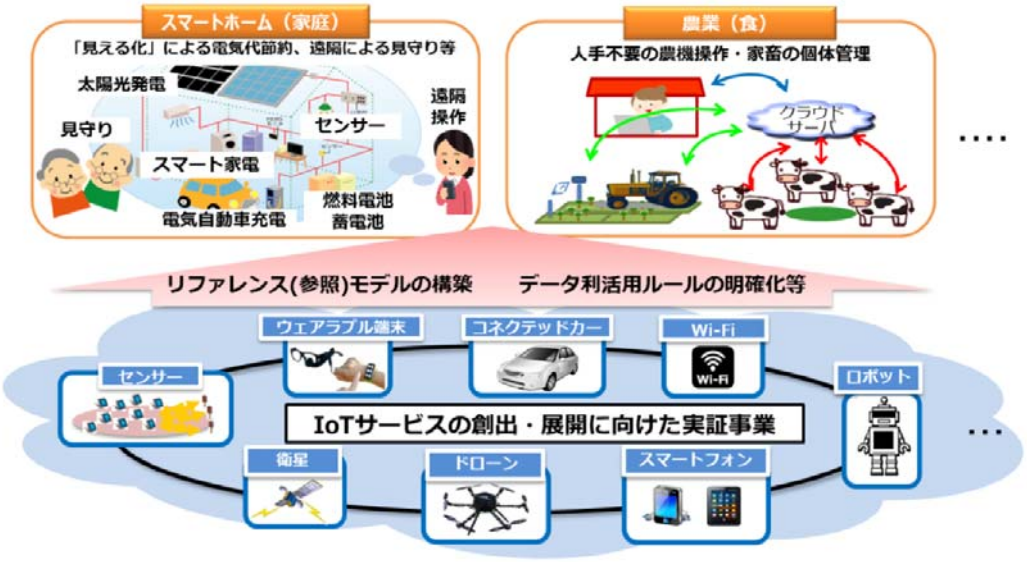


図 2-8 「IoT サービス創出支援事業」事業イメージ[96]

---

94 平成 29 年度予算 IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000170.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

95 身近な IoT プロジェクト. http://www.midika-iot.jp/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

96 （平成 28 年 10 月時点）IoT サービス創出支援事業の取組について(2016).

「IoT サービス創出支援事業」は、第 4 次産業革命に向けて、生活に身近な分野における IoT サービスを創出し、その展開に当たって克服すべき課題を特定し解決に資する参照モデルを構築するとともに、データ利活用の促進等に必要なルール整備等につなげるために行う実証事業とされている。実践の主体は地方公共団体、民間法人、大学、NPO 法人等からなるコンソーシアムであり、実践の領域は都市（スマートシティ）、家庭（スマートホーム）、放送、医療・福祉、教育、農業、小売り、防災、地域ビジネス、シャアリングエコノミー等の生活に身近な分野とされた。実証から生じた課題は、地域経済や地域創生のために解決すべき問題である。求められる成果の一つ目は、IoT サービスの創出・展開に当たって克服すべき課題に資する先行的な参照モデルの構築であり、二つ目は、必要なルールの明確化である。

「IoT サービス創出支援事業」の提案募集要件[97]は以下のとおりであった。

1）多種多様なモノをネットワークに接続させ、そこから得られるデータを利活用する IoT サービスの創出･展開に当たって克服すべき具体的な課題を特定し、その課題の解決に資するリファレンスモデルを構築するとともに、データ利活用の促進等に必要なルールの整備等につなげるものであること

2）リファレンスモデルは、新規性・独自性を有するとともに、国内他地域・諸外国等への展開、地域経済・雇用の活性化、中小事業者の生産性向上のいずれかに資するものであること

3）課題の解決に向けて必要と考えられるルール整備等（法令、条例、ガイドライン、規格等の新設、見直し等）につながるものであること、実証終了後の事業の継続を見込んだ多業種にまたがる民産学官の連携体制を構築すること

---

http://www.midika-iot.jp/wp-content/uploads/2016/10/IoT サービス創出支援事業の取組について_201610.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

97 「IoT サービス創出支援事業」の提案募集要件.
http://www.midika-iot.jp/about（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

4) 実証の実施に当たっては、IoT に関する多種多様な法人・団体等との連携や、多様な分野の事業者が IoT システムの開発・検証を行うことができる国立研究開発法人情報通信研究機構のテストベッド環境の活用に努めること

5) 実証事業終了後に、同事業を通じて構築したリファレンスモデル、得られた知見等を生かして、誰がどのような IoT サービスを誰に提供し、どのように収益を得て自立的に運営することを想定しているか、また、他地域への普及展開の可能性についてどのように考えているかを明確にすること。

「IoT サービス創出支援事業」は総務省が主導する事業である。総務省は、2016 年から 2017 年にかけて、「IoT サービス創造支援事業」に予算をつけさまざまな分野の提案を公募した。その進捗状況を表 2-2 に示す[98]。総務省は提案を 3 回募集した。予算規模は、1 提案に当たり 6 千万円以下とされた。表 2-3 に示されるように、2016 年度第一次補正予算が都市、家庭、放送、医療・福祉、教育、農業等の領域の 8 つの分野に割り当てられていた[99]。表 2-4 に示すように、2017 年度補正予算は防災、都市、医療・福祉、家庭、防災、教育、シャアリングエコノミー等の領域の 17 の提案に割り当てられた[100]。さらに、2017 年度予算が表 2-5 に示されるように、防災、都市、医療・福祉、教育、農業、地域ビジネス、シャアリングエコノミー等の領域の 9 つの提案に割り当てられた[101]。

---

98 「IoT サービス創出支援事業」の提案募集要件.
http://www.midika-iot.jp/about (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

99 IoT サービス創出支援事業に係る委託先候補の決定(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000134.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

100 IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

101 IoT サービス創出支援事業（平成 29 年予算）に係る委託先候補の決定(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000178.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-2　「IoT サービス創造支援事業」のスケジュール[102]

	2016					2017						2018		
	3 月	4 月	6 月	10 月	12 月	2 月	4 月	5 月	7 月	10 月	12 月	2 月	3 月	5 月
2016 年度第一次補正予算（2.9 億円）	3 月 29 日公募開始	4 月 28 日提案提出の締め切り	6 月 14 日候補の決定、公表			実証期間終了		成果報告会						
2016 度第二次補正予算（7.0 億円）				10 月 28 日公募開始	12 月 9 日提案提出の締め切り	2 月 28 日候補の決定、公表	4 月下旬契約の締結			10 月下旬中間報告		実証期間終了		
2017 年度正予算（5.1 億円）							4 月 11 日公募開始	5 月 17 日提案提出の締め切り	7 月 7 日候補の決定、公表 7 月中契約の締結		12 月末中間報告		実証期間終了	成果報告会

[102] IoT サービス創出支援事業の募集要項と説明資料より作成
身近な IoT プロジェクト.http://www.midika-iot.jp/（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

表 2-3　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第一次補正予算）に係る委託先候補の決定[103]

No	代表提案者	事業名	実施地域
1	一般社団法人救急医療・災害対応無人機等自動支援システム推進協議会（略称：EDAC）	救急医療・災害対応における IoT 利活用モデル実証事業	福岡県福岡市
2	合同会社ゼロワン研究所	スマートホームを想定した連携 IoT 機器のセキュリティ検証用テストベッドの構築	東京都目黒区、沖縄県那覇市
3	株式会社 HAROiD	テレビの IoT 化とオーディエンスデータ連携による地域経済活性化実証プロジェクト	静岡県及び関東地方
4	本田屋本店有限会社	会津若松スマートウェルネスシティ　IoT ヘルスケアプラットフォーム事業	福島県会津若松市
5	株式会社つくばウエルネスリサーチ	インセンティブ付き IoT 健康サービスの有料化挑戦事業	新潟県見附市、福島県伊達市、大阪府高石市、栃木県大田原市、千葉県浦安市、岡山県岡山市

[103] IoT サービス創出支援事業に係る委託先候補の決定(2016). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000134.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

表 2-3　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第一次補正予算）に係る委託先候補の決定[104]　（継続）

No	代表提案者	事業名	実施地域
6	株式会社電通	学校授業のための学習空間状態と事前学習理解度の最適化	神奈川県南足柄市
7	株式会社アグリガーデンスクール＆アカデミー	発酵土壌づくりのためのセンシングネットワークシステムとナレッジ提供のためのアルゴリズム開発	福岡県朝倉市
8	一般社団法人東松島みらいとし機構	海洋ビッグデータを活用したスマート漁業モデル事業	宮城県東松島市

[104] IoT サービス創出支援事業に係る委託先候補の決定(2016). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000134.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

表 2-4　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第二次補正予算）に係る委託先候補の決定[105]

No	代表提案者	事業名	実施地域
1	NEC ソリューションイノベータ株式会社	地域を網羅する賢いバス停による見守りサービス事業の創出と展開	石川県野々市市
2	株式会社ピクセラ	爾後取付け式 IoT システムを用いた民泊向け IoT サービスの実証事業	大阪府泉佐野市
3	徳島県美波町	“止まらない通信網”を活用した命をつなぐ減災推進事業	徳島県海部郡美波町日和佐地区
4	株式会社エイビット	IoT･AI を活用したリアルタイムハザードマップの作成と行動支援情報の提供モデル実証事業	東京都八王子市
5	株式会社ミサワホーム総合研究所	地震情報・被災度情報によるビッグデータを活用した防災ネットワークシステムのモデル事業	徳島県内（40 カ所）
6	次世代宇宙システム技術研究組合	地方企業参加による防災・広域巨大災害対策	紀伊半島沿岸地域（和歌山県和歌山市、和歌山県那智勝浦町、和歌山県田辺市、奈良県十津川村）

105 IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定(2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-4　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第二次補正予算）に係る委託先候補の決定[106]　（継続）

No	代表提案者	事業名	実施地域
7	株式会社カナミックネットワーク	医療・介護データを活用した介護サービス及び業務支援モデル事業	千葉県柏市、千葉県千葉市、千葉県船橋市、東京都大田区、東京都板橋区、神奈川県藤沢市、埼玉県越谷市
8	母子健康手帳データ化推進協議会	スマートキッズ City “YAOCCO”－成長への切れ目のない支援事業	大阪府八尾市
9	社会医療法人春回会井上病院	IoT を活用した睡眠時無呼吸症候群スクリーニングの実証検証	長崎県長崎市およびその近郊地域
10	一般社団法人子ども教育創造機構	高専 IoT ネットワークを活用した地域 IoT データの取得、教育を主とした小規模自治体利活用モデルの実証事業	熊本県阿蘇郡南小国町、埼玉県秩父郡横瀬町
11	株式会社エーティーエルシステムズ	子どもの運動習慣データを基盤としたスマート運動教育モデル事業	山梨県甲府市

106 IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定(2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

表 2-4　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第二次補正予算）に係る委託先候補の決定[107]　（継続）

No	代表提案者	事業名	実施地域
12	信州大学経法学部	IoT を活用した地域ブランド創出スキームの構築 ～千曲川ワインバレー特区におけるワインの地理的表示取得に向けて～	長野県、千曲川ワインバレー特区（長野県上田市、長野県小諸市、長野県千曲市、長野県東御市、長野県立科町、長野県青木村、長野県長和町、長野県坂城町）
13	国立大学法人愛媛大学	海洋物理モデルと海況 4D ビッグデータを活用した水産業支援 “IoT 海況予測サービス”の創出	愛媛県西宇和郡伊方町、愛媛県八幡浜市、愛媛県西予市、愛媛県宇和島市、愛媛県南宇和郡愛南町
14	東レ建設株式会社	地域雇用創出を実現する“シェアリング農業”モデルの構築	京都府相楽郡精華町、大阪府四条畷市、千葉県君津市
15	株式会社ガイアックス	デジタル身分証とスマートロックを利用した自治体スペースシェア	秋田県湯沢市

107 IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定 (2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

表 2-4　IoT サービス創出支援事業（2016 年度第二次補正予算）に係る委託先候補の決定[108]　（継続）

No	代表提案者	事業名	実施地域
16	LOOP Japan 株式会社	電動バイク・アシスト自転車のシェアリングサービスによる観光振興と地域活性化	神奈川県鎌倉市
17	トラストパーク株式会社	シェアリングエコノミー型九州周遊観光サービスモデル事業	熊本県阿蘇市、熊本県阿蘇郡南阿蘇村、熊本県玉名郡和水町、熊本県球磨郡錦町、熊本県球磨郡五木村、長崎県島原市、長崎県東彼杵郡川棚町

108 IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定 (2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-5　IoT サービス創出支援事業（2017 年度予算）に係る委託先候補の決定[109]

No	代表提案者	事業名	実施地域
1	アジア航測株式会社	リアルタイム車載カメラ画像等 IoT を用いた迅速な災害時対応と配送支援モデル事業	神奈川県川崎市
2	特定非営利活動法人 ASP・SaaS・IoT・クラウドコンソーシアム	認知症対応型 IoT サービス	高知県高知市（横浜、塚ノ原、春野町）高知県いの町中追地域
3	株式会社アルファシステム	ウェアラブルにより高齢者療養の場における日常生活リスクを予防する医療 IoT システムの構築	秋田県仙北市
4	社会福祉法人グロー	障害者総合サービス：生涯を支える環境づくり	滋賀県湖南市・甲賀市
5	一般財団法人 SFC フォーラム	高校における学生の記述プロセスのデータ解析を用いた記述力指導事業	長崎県長崎市、大阪府摂津市、神奈川県藤沢市
6	株式会社データホライゾン	IoT 技術を活用した勝ち残る養豚経営	沖縄県南城市、沖縄県豊見城市、沖縄県八重瀬町、埼玉県深谷市、千葉県旭市

[109] IoT サービス創出支援事業（平成 29 年予算）に係る委託先候補の決定(2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000178.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-5　IoT サービス創出支援事業（2017 年度予算）に係る委託先候補の決定[110]

（継続）

No	代表提案者	事業名	実施地域
7	HR ソリューションズ株式会社	官民連携と IoT 活用による、愛媛県移住・地域雇用創出同時促進事業	愛媛県
8	一般社団法人九州経済連合会	ブロックチェーン技術を利用した中食・外食の食材トレーサビリティー社会実装	九州圏内（福岡県福岡市、宮崎県宮崎市、鹿児島県肝属郡　等）
9	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ東北	地域交通情報プラットフォームによる地域交通の最適化実証事業	宮城県石巻市

2.2.4　「IoT サービス創出支援事業」の教育及び関連分野に関する内容

「IoT サービス創出支援事業」は、生活に身近な分野の提案を募集しており、教育も大切な実践分野とされた。すなわち、募集要項では、教育分野の提案について以下のような公募がなされた[111]。「高い教育効果や効率化が見込まれ、簡単・快適に児童生徒や教職員が利用でき、低コストで導入・運用可能な教育機器・教育空間・教材等の開発に資するデータ利活用モデルを策定する。」この趣旨に導き、様々な団体によって教育およびその関連分野に関する提案がなされた。

[110] IoT サービス創出支援事業（平成 29 年予算）に係る委託先候補の決定(2017). http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000178.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[111] 「IoT サービス創出支援事業」提案の募集要項. http://www.soumu.go.jp/main_content/000405691.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

候補が決まった 34 個の事業の内、教育とその関連分野の提案は 5 つであった。その提案を表 2-6 に示す。

表 2-6　「IoT サービス創出支援事業」教育及び関連分野の提案[112]

事業名	事業概要
学校授業のための学習空間状態と事前学習理解度の最適化	学校授業の学習効果最大化を目的とし ①教室空間配置センサにより CO2 濃度・気温・湿度等の取得データの利活用による学校授業の最適化を行う。 ②本人同意に基づきパーソナル情報を含む各種校務情報（時間割・出欠・成績等）を教材事業者と連携し、学習理解を最適化するための補習教材を配信する。
スマートキッズ City“YAOCCO”－成長への切れ目のない支援事業	子供の日常生活等から収集するビックデータを活用し ①発達障がい・虐待・病気のリスク兆候予測 ②健康記録の自動化による保育士の仕事の軽減 ③保護者のデジタルバディー（子育てをする保護者のバーチャル伴走者：予防接種・感染症管理、子どもの健康状態、信頼できる子育て情報提供） ④保・幼・小連携システムとデータの共有化・ポートフォリオの構築

112 IoT サービス創出支援事業提案概要により作成
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000423702.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000469031.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000495490.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-6　「IoT サービス創出支援事業」教育及び関連分野の提案[113]　（継続）

事業名	事業概要
高専 IoT ネットワークを活用した地域 IoT データの取得､教育を主とした小規模自治体利活用モデルの実証業	全国高専で開発している IoT オープンプラットフォームを用いて地域 IoT データを取得、蓄積。 ①地域活用を進めると同時に、データを活用し、エビデンス（データ・情報）に基づき課題解決ができる基礎力をもった人材を日本全体で育成すべく、各地の高専と小・中学校が連携し、授業内で IoT データを使った授業を進める。 ②学校規模が小さく、1 人の先生に多くの役割と負担が発生している小規模自治体をネットワーク化し、各地で実施した指導案等を共有。教材再利用と改良を進め負担低減を図る。
子どもの運動習慣データを基盤としたスマート運動教育モデル事業業	子どもの運動能力データや関係ビッグテータを活用したスマート運動教育モデルを実証する。 ①運動能力の測定・分析・提供システムを構築し、運動効果の見える化と運動能力測定の習慣化を図る。 ②プレイリーダの育成システムを構築し、運動効果向上の明確化と導入環境の整備を図る。 ③運動習慣促進プログラムを構築し、運動習慣等のデータ活用の必要性の認識を高める。

113 IoT サービス創出支援事業提案概要により作成
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000423702.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000469031.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000495490.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

表 2-6　「IoT サービス創出支援事業」教育及び関連分野の提案[114]　（継続）

事業名	事業概要
高校における学生の記述プロセスのデータ解析を用いた記述力指導事業	①学生の学習データが学内外の専門家間で安全に扱われる学習ネットワーク運用手法の確立。 ②社会要請が高い論理的な記述力指導において、アナログデータである学生の記述思考プロセスをデジタル化する IOT 技術の確立と半自動解析を行う AI 技術の確立。 ③高校負担（教員時間負担と学生金銭負担）が少ない低コスト多頻度な個別添削事業の実現

これらの特色について述べる。

第一に、教育における健康上の懸念があげられる。「学校授業のための学習空間状態と事前学習理解度の最適化」という提案は、教室の環境を改善し学校授業の最適化を行うものである。「スマートキッズ City“YAOCCO”－成長への切れ目のない支援事業」の提案は、継続的な健康記録によって子どもの成長へ切れ目のない支援を行うものである。「子どもの運動習慣データを基盤としたスマート運動教育モデル事業」の提案は、子どもが運動しているときの生理データの分析を通して運動能力を向上させ、運動習慣を鍛えるものである。

第二に、教員の負担軽減に配慮した提案があげられる。IoT の導入に際して、規模の小さい学校の教員は、教員としての役割に加えてさらなる負担が発生す

114 IoT サービス創出支援事業提案概要により作成
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000423702.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000469031.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
IoT サービス創出支援事業提案概要(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000495490.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

る場合がある。「高専 IoT ネットワークを活用した地域 IoT データの取得、教育を主とした小規模自治体利活用モデルの実証業」という提案では、小規模自治体相互をネットワーク化して、各地で実施した指導案等をその中で共有することで、教材の再利用と改良を進め教員の負担軽減を図ろうとしている。「高校における学生の記述プロセスのデータ解析を用いた記述力指導事業」という提案は、記述添削を IoT サービスにより半自動とすることで、教員の負担軽減を図ろうとしている。

第三に、IoT 時代への対応があげられる。「学校授業のための学習空間状態と事前学習理解度の最適化」という提案は、デジタル教科書の導入や、プログラミング学習の必修化に際してタブレットの一層の普及が見込まれるため、アダプティブラーニングについて実証実験を行うものである。「高専 IoT ネットワークを活用した地域 IoT データの取得、教育を主とした小規模自治体利活用モデルの実証」という提案は、データを利活用できる人材を育成するための実証実験を行なおうとするものである。

2.3　本章のまとめ

本章では､教育分野における ICT の活用と IoT の開発動向について検討した。

まず、これまでの教育分野における ICT の利活用の状況について、諸外国の事例を調査した。また、我が国の状況についても振り返ると共に、2010 年から総務省を中心に実施された、小中学校で充実した ICT 環境を構築する「フューチャースクール」事業や、2011 年から文部科学省が「フューチャースクール」事業に連携して、電子教材や ICT の活用を目指した「学びのイノベーション事業」について述べた。さらに、2014 年から総務省が開始した、ICT を活用して個々の進捗状況に応じて勉強できる学習環境の構築を図り、誰でもどこでもいつでも安心できる学習環境を目指した「ICT ドリームスクール」事業について調査を行なった。

次に、これまでの ICT の活用実践を踏まえ、これからの IoT 利活用の方向を探るため、諸外国の状況と、2016 年から総務省を中心に開始された「IoT サービス創出支援事業」について調査した。「IoT サービス創出支援事業」は IoT 活用の基盤として必要なルールを整備することを目指し、さまざまな分野におけるモデル事業で成果の確認を図っていた。すなわち、生活に身近な分野における IoT サービスの創出・展開に当たって克服すべき課題の特定と、官民協力による環境整備等で解決を図ろうとしていた。その中で、教育及び関連分野で採択された５つの提案を中心に調査を行なった。内容は、教育・学習に直接、関連する内容のみならず、教室の環境や生徒の健康など幅広い領域に渡り、ビックデータやグラウド技術、センサなどの活用が図られていた。

第 2 章の引用・参考文献

ICT CONNECTION. Masterplan 1.
https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-1 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ICT CONNECTION. Masterplan 2.
https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-2 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ICT CONNECTION. Masterplan for ICT in Education 3.
https://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4/our-ict-journey/masterplan-3 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Dae Joon Hwang (2016) The Initiatives on ICT in Education in Korea: Cyber Learning System, National Education Information System.
http://k-learn.adb.org/system/files/materials/2016/11/201611-initiatives-ict-education-korea-cyber-learning-system-and-national-education-information.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Every child mattes: change for children (2004).
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/CM5860.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

David Miliband (2004) Personalised Learning: Building a New Relationship with Schools.
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/personalised-learning.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Personalized learning-A Pracitcal Guide (2008).
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/00844-2008DOM-EN.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

C2k Corporate website. http://www.c2kni.org.uk/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Sharon Lawlor (2012) The C2k Service in Northern Ireland.
https://www.ief.org.uk/wp-content/uploads/2012/10/DE-Northgate-and-C2K.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Pekka Leviäkangas, Allan Schneitz, and Aki Aapaoja (2016) The Evolution of Finnish “Dream School” - Via Public Entrepreneurship from Innovative Concepts to National Scale-up. International Journal of Information and Education Technology (6),508-515.

Teachers Pay Teachers.
https://www.teacherspayteachers.com/About-Us(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Teach to One: Math.
https://www.newclassrooms.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Adobe.Wallaby.
https://helpx.adobe.com/animate/using/creating-publishing-html5-canvas-document.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

空義晴,山本康裕 (2016) HTML5 を用いた効果的な学習コンテンツの開発 ALC Smart Learning. NTT ジャーナル(25),40-43.

edX. https://www.edx.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Coursera. https://www.coursera.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Udacity. https://www.udacity.com/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

gacco. http://gacco.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Khan Academy. https://www.khanacademy.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

udemy. https://www.udemy.com/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

CODE.org. https://code.org/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Edmodo. https://www.edmodo.com/?language=ja(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

豊福晋平 (2014) 北欧における初等中等教育の情報化. コンピュータ＆エデュケーション(37),29-34.

Intel. Classmate PC.
https://www.intel.com/content/www/us/en/support/products/69319/education/intel-education-hardware/intel-classmate-pc.html?_ga=2.122309195.1367295982.1517198599-861884095.1517149519 (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Tablets for Education.
https://www.intel.com/content/www/us/en/education/right-device/tablets-for-education.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

平成 21 年版情報通信白書.
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h21/index.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

2009 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果【速報値】.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/07052402/__icsFiles/afieldfile/2010/06/25/1295101_1_1.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

PISA2009 年デジタル読解力調査～国際結果の概要～ .
http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2009_Result_Outline.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

平成 22 年 4 月 28 日　新たな成長戦略ビジョン.
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy04/pdf/20100428/20100428_jimukyokuhear_soumu_haihu_2.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

新成長戦略 ～「元気な日本」復活のシナリオ～.
https://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

フューチャースクール推進事業.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/future_school.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

教育分野における ICT 利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/future_school.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

学びのイノベーション事業.
http://jouhouka.mext.go.jp/school/innovation/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

学びのイノベーション事業実証研究報告書.
http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

2013 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 (2013)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/__icsFiles/afieldfile/2014

/09/25/1350411_01.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

2013 年度教育分野における最先端 ICT 利活用に関する調査研究.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000301027.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

先導的教育システム実証事業.
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/sendou.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

総務省. ICT ドリームスクール実践モデルに係る提案公募の開始.
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu05_02000067.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

文部科学省.「先導的な教育体制構築事業」に係る提案公募開始.
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/07/1350445.htm(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Smart America Challenge.
http://smartamerica.org/（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

Industrial Internet Consortium.
https://www.iiconsortium.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Open Interconnect Consortium.
https://openconnectivity.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

IoTivity.https://www.iotivity.org/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Germany Trade & Invest.INDUSTRIE 4.0-Smart Manufactring for the Future.https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0(2013).
http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Plattform Industrie 4.0.
http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html(閲覧

日:2018 年 1 月 28 日)

The Internet of Things: Making the most of the Second Digital Revolution (2014).
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Promoting investment and innovation in the Internet of Things (2015).
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/38275/iotstatement.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

三澤かおり(2016)国を挙げて IoT 活性化に取り組む韓国. ITU ジャーナル(46), 58-61.

通信自由化以降の通信政策の評価と ICT 社会の未来像等に関する調査研究 (2015).
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h27_01_houkoku.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」の情報通信審議会への諮問(2015).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000161.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

平成 24 年度次世代衛星放送テストベッド事業に係る提案の公募(2013).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu11_02000021.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000124.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

平成 29 年度予算データ利活用型スマートシティ推進事業に係る提案の公募 (2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000221.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」(平成 27 年諮問第 23 号) に関する情報通信審議会からの中間答申(2015).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000180.html (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000124.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」（平成 27 年諮問第 23 号）に関する情報通信審議会からの第二次中間答申(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000137.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

平成28年度第2次補正予算IoTサービス創出支援事業に係る提案の公募(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000148.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」（平成 27 年諮問第 23 号）に関する情報通信審議会からの第三次中間答申(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin01_02000216.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

平成 29 年度予算 IoT サービス創出支援事業に係る提案の公募(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000170.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

身近な IoT プロジェクト.
http://www.midika-iot.jp/（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

（平成 28 年 10 月時点）IoT サービス創出支援事業の取組について(2016).
http://www.midika-iot.jp/wp-content/uploads/2016/10/IoT サービス創出支援事業の取組について_201610.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

「IoT サービス創出支援事業」の提案募集要件.
http://www.midika-iot.jp/about（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

IoT サービス創出支援事業に係る委託先候補の決定(2016).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000134.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

IoT サービス創出支援事業（平成 28 年度第 2 次補正予算）に係る委託先候補の決定(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000162.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

IoT サービス創出支援事業（平成 29 年予算）に係る委託先候補の決定(2017).
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000178.html（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

「IoT サービス創出支援事業」提案の募集要項(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000405691.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000423702.pdf

IoT サービス創出支援事業提案概要(2016).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000469031.pdf

IoT サービス創出支援事業提案概要(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000495490.pdf

ICT ドリームスクール懇談会中間とりまとめ(2015)
http://www.soumu.go.jp/main_content/000378698.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

平成 28 年度最先端情報通信技術を活用した教育クラウドプラットフォームに関する実証実施報告書(2017).
http://www.soumu.go.jp/main_content/000517203.pdf（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

第3章　IoTによる生体情報の収集

3.0　要約

本章では、IoT による生体情報の収集技術について紹介した。成人にも適用なものであるが、身長の測定には、Growcheck 身体測定デバイス、InBody ポータル身長計、Seeed 社の超音波距離測定器などを活用できる。体温を測定するにはCroise.A Thermo Capsule PTD-100 や Melexis 社 Infra-Red Thermometer などを活用できる。心拍数や血圧相当値を測定するには、Zoetek 社 Z2-Health Watch などが活用できる。また、教育用に開発された IoT ボードである英国 BBC の micro:bit の物理的な機能、使い方、拡張センサの接続法などを紹介し、身長計と無接触温度計(体温計)を試作した。

3.1　IoT による生体情報の収集技術

生体情報とは、体温や心拍をはじめとする生命に関する基本的な情報である。従来は、生体情報を病院や健康診断で測っていたが、IoT の時代には病気の診断だけではなく、日常生活中で、健康を維持するために測定する機会が増えてきた。IoT やセンサ、ウェアラブルに関する研究の進展に合わせて、新しい測定方法が開発されている。成人にも適用可能なものであるが、子ども、特に学齢期前までの子どもに適用出来るものを述べる。

学校や保健所でデジタル身長・体重計が使われている。靴を脱ぎ、台に乗って足裏から頭頂までの距離を測りながら体重も測ることができる。

近年は IoT 技術を使う身長計もある。例えば、Growcheck[115]という製品は、初めて IoT 技術を応用した身体測定デバイスと言われる。外観等を図 3-1 に示す。Growcheck には折り畳み式の体重測定台があり、乗って体重が測定できるほか、身長計測用バーを頭の上に添えて、身長も測定できる。測定結果をクラウド上に登録することで、携帯電話等のアプリで結果を表示させることができるため、家族の健康や子どもの成長を支える、日常生活の道具として使うことができる。

図 3-1　Growcheck 身体測定デバイス(左)とその特徴（右）[116]

115 Growcheck.http://i-growcheck.com/hw.jsp(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
116 Growcheck.http://i-growcheck.com/hw.jsp(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

身長の測定には、レーザーセンサが使われている。レーザーを物体に照射し、反射してくる波形と内部基準の波形の差から距離を計算する。レーザーセンサは精度が高いが、材質や色などに影響を受けやすい、測定範囲が狭いといった課題もある。

材質や色などに影響を受け難く、測定範囲が広い超音波センサを使っても身長を測れる。超音波は人間の耳には聞こえない周波数 20KHz 以上、40KHz 程度の音波を利用するものである。超音波は指向性が鋭く、物体に当たると反射する。発生させた超音波が、反射して戻るまでの時間から距離を計算する。超音波身長計は、サイズを小さく構成することが出来、片手で持つことも可能である。

超音波身長計はいろいろな計測法の機器が開発されている。図 3-2 は、InBody[117]の身長計である。超音波センサを内蔵したバーを身長測定時に頭頂に水平に置き、床面で反射させた音波の到達時間から身長を計算することができる。

図 3-2　InBody 身長計

超音波センサを使って接触しなくても身長を測る身長計を作ることもできる。また、市販の製品はたくさんあるが、幼児用など個々のニーズに応じた身

117 InBody の身長計.
https://www.inbody.co.jp/jp/product/inkids.aspx(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

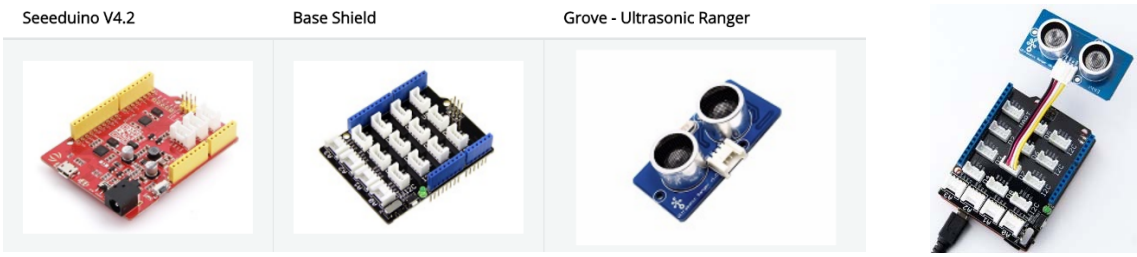
長計は、なかなか見つからないため、目的に合わせ、センサを使って身長計を作るのも考えられる。

図 3-3 は、Seeed 社の超音波距離測定器である[118]。

図 3-3　Seeed 社の超音波レンジャー

このセンサのサイズは 5cm×2.5cm×1.6cm で、13g と軽量である。2cm から 350cm まで 1cm の精度で距離を測定することが出来る。Arduino と Raspberry Pi などを使って、手軽に身長計を作ることが出来る。例えば、図 3-4 右上のようにシールド経由で接続して、簡素なプログラム（図 3-4 左下参照）で身長測定ができる（図 3-4 右上参照）。

[118] Grove - Ultrasonic Ranger. http://wiki.seeed.cc/Grove-Ultrasonic_Ranger/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)




```
#include "Ultrasonic.h"

Ultrasonic ultrasonic(7);
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
    long RangeInInches;
    long RangeInCentimeters;

    Serial.println("The distance to obstacles in front is: ");
    RangeInInches = ultrasonic.MeasureInInches();
    Serial.print(RangeInInches);//0~157 inches
    Serial.println(" inch");
    delay(250);

    RangeInCentimeters = ultrasonic.MeasureInCentimeters(); // two measurements should keep an interval
    Serial.print(RangeInCentimeters);//0~400cm
    Serial.println(" cm");
    delay(250);
}
```

```
The distance to obstacles in front is:
2 inches
6 cm
The distance to obstacles in front is:
2 inches
6 cm
The distance to obstacles in front is:
2 inches
6 cm
```

図 3-4　Arduino と超音波センサで身長を測る[119]

体温計にはさまざまな形態のものが開発されている。例えば、図 3-5 のように脇や口中で使う体温計がある。このような体温計は広く使われている。また、耳に入れて 1 秒程度で体温を素早く測れる耳式体温計が開発されている。赤外線センサで鼓膜周辺の温度を測る[120]。

---

119 Grove - Ultrasonic Ranger.
http://wiki.seeed.cc/Grove-Ultrasonic_Ranger/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
120 オムロン.耳式体温計 MC-581 取扱説明書.
http://www.healthcare.omron.co.jp/support/download/manual/pdf/MC-581_m.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

図 3-5　オムロン　電子体温計 MC-170 と耳式体温計 MC-510[121]

IoT 技術の応用として、スマートフォンに付けて計測できる赤外線温度センサがある。例えば図 3-6 は、Croise.A Thermo Capsule PTD-100[122]という非接触で体温が計測できる体温計である。身体から放出される赤外線から体温が測れる。このセンサはスマートフォンのイヤフォン端子部分に挿して、額などに向けて使う。皮膚表面から 3cm から 5cm 離れた距離から 5 秒程度で体温が測れる。測定されたデータはスマートフォンのアプリで記録し、体温の変化などが可視化できる。

図 3-6　Croise.A Thermo Capsule PTD-100[123]

121 オムロン.電子体温計 MC-170.
http://www.healthcare.omron.co.jp/product/mc/mc-170.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
オムロン.耳式体温計 MC-510.
http://www.healthcare.omron.co.jp/product/mc/mc-510.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
122 Croise.A Thermo Capsule PTD-100.
http://www.croise.co.kr/eng/product/product_0601.php#(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
123 Croise.A Thermo Capsule PTD-100.

非接触赤外線センサで必要に応じて体温計を作ることも出来る。例えば、Melexis 社 MLX90614 family[124] (Single and Dual Zone Infra Red Thermometer) のシリーズには、使用する電圧と精度、サーモパイルの種類などでさまざまな製品がある。0.1 度の医療精度で、連続して測定することもできる。このシリーズのセンサで温度計を作った事例を図 3-7 に示す[125]。ボタンを押すと測定が始まり、温度を表示する。1 分間の間にボタンが押さないと自動に電気が切れる。

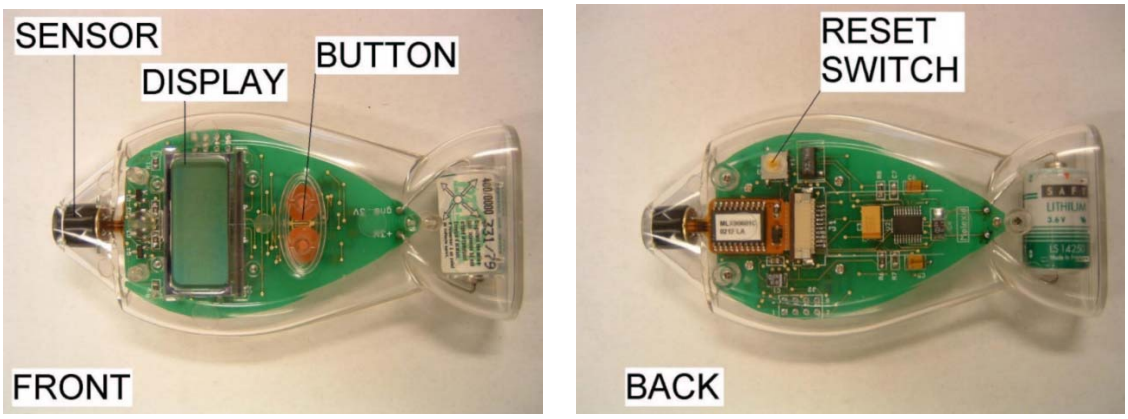


図 3-7　Handheld infrared (IR) non-contact thermometer[126]

心拍数は重要な生体情報である。1 分間当たりの心拍数の変動から体調変化を確認できるのみならず、心拍間隔の微妙な変化から緊張状態を推定できることが知られている。心拍を正確に知るためには、身体に電極を貼り、心電計などを用い電位を測定していた。この測定方法は、病院など専門診断システムでは

http://www.croise.co.kr/eng/product/product_0601.php#(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[124] Melexis. Digital plug & play infrared thermometer in a TO-can. https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[125] Handheld infrared (IR) non-contact thermometer. https://www.melexis.com/en/product/Thermometer/Handheld-InfraRed-Non-Contact-Thermometer(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
[126] Handheld infrared (IR) non-contact thermometer. https://www.melexis.com/en/product/Thermometer/Handheld-InfraRed-Non-Contact-Thermometer(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

適当であるものの、日常の測定には使い難い。

近年、簡易に心拍等を検出する光電式容積脈波記録法が広く使われるようになった。光電式容積脈波記録法を採用すれば、時計やバンドなどウェアブルデバイスに埋め込み、心拍数などを手軽に測定できる。そのため、健康時計や運動用バンドが多数、開発されている。図 3-8 は、台湾で開発された Zoetek 社の Z2-Health Watch[127]が示している。

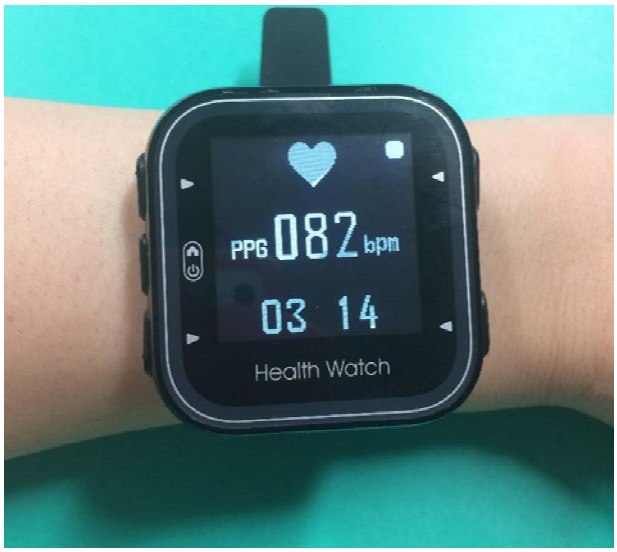


図 3-8　手首に装着した Z2-Health Watch

127 李仁貴等(2017) 着用可能な生物医学的測定原理と実験：Android スタジオ開発の使用. 全華図書

3.2　micro:bit による試作

3.2.1　micro:bit の物理的な特徴[128]

micro:bit はいくつかの物理的な特徴を持っている。表面には 5 段 5 列で総数 25 個の、個別にプログラム可能な LED（Light Emitting Diode）があり、ディスプレイとして、文字や数字、イメージが表示できる。2 つのプログラム可能なボタンがあり、トリガーに利用できる。

micro:bit の端には物理的な接続ピンがあり、外部とつながることができる 25 本分の端子がある。プログラムで動かせるモーターや LED、外部のセンサ等をつなぐことが出来る。LED スクリーンは基本的な光センサとして周囲の明暗を測定することも出来る。周囲の温度を測れる温度センサや加速度センサも内蔵されており、micro:bit の動きを感知し加速度を測定することが出来るため、振れ、傾き、自由落下などのアクションを検出することもできる。コンパスも内蔵されているため、micro:bit がどの方向を向いているのかが検出できる。

ラジオという機能により、micro:bit と他の micro:bit との無線通信ができる。BLE（Bluetooth Low Energy）無線通信もできる。内蔵のアンテナにより、micro:bit は Bluetooth 信号を送受信でき、PC、携帯電話、タブレット等とワイヤレスで通信できるようになる。この機能を用いて、micro:bit から携帯電話を制御し、携帯電話からデバイスに無線でコードを送信することができる。

USB インターフェースにより、Micro USB ケーブルを使用して micro:bit をコンピュータやタブレットに接続することが出来、電源の供給や、micro:bit に自分で開発を行なったプログラムスクリプトをダウンロードして実行させることができる。

---

[128] micro:bit の多くの機能を探検する.
http://microbit.org/zh-CN/guide/features/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

3.2.2　micro:bit のコネクタ端子[129]

micro:bit のピンが強い機能が果たしている。

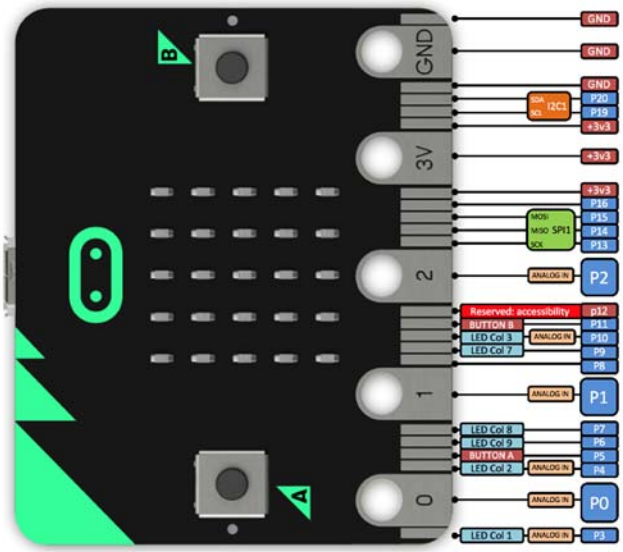


図 3-9　micro:bit ピン[130]

図 3-9 に示しているように、BBC の micro:bit はボードのエッジコネクタに 25 個の外部接続端子を持っている。これは「ピン」と呼ばれている。エッジコネクタには 5 つの大きなピンがあり、0、1、2、3V および GND のラベルが付いたボードの穴にも接続されている。同じエッジに沿って、コネクタに差し込むことができる小さなピン計 20 個が準備されている。

5 本の大きなピンには、ワニロクリップや 4mm バナナプラグを簡単に取り付けることができる。0、1、2 とラベル付けされた 3 本は、GPIO「汎用入出力」端子と呼ばれ、多くの異なる目的に使用できる。これら 3 つのピンは、アナログ-デ

---

129 BBC micro:bit Pins.
http://microbit.org/guide/hardware/pins/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)
130 BBC micro:bit Pins.
http://microbit.org/guide/hardware/pins/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ジタル変換器（ADC）と呼ばれる装置を介して、アナログ電圧を読み取る機能も備えている。3V ピンは 3 ボルトの電源を入出力できる。micro:bit が USB またはバッテリーで駆動されている場合、3V ピンを電源出力として使用して、周辺機器に電力を供給できる。micro:bit が USB またはバッテリーで電力供給されていない場合、電源入力として 3V ピンを介して、micro:bit に電力を供給することができる。GND は回路を完成させるためのグランドに接続する。3V ピンを使用する場合にも必要となる。一方の手で GND ピンを持っている場合は、もう一方の手で 0、1 または 2 のピンに触れているかを micro:bit のプログラムから確認することができる。すなわち、体を通して電気回路のループが完成しているかをチェックすることが出来る。

3 から 22 まで、順番に番号が付けられた 20 個の小さなピンがある。小さなピンのいくつかは micro:bit ボード上の他のコンポーネントと共有されている。

ピン 3 は、micro:bit の画面上の LED スクリーンの Col 1 と共有されている。そのため、画面を使用してメッセージをスクロールする場合、このピンを使用できない。LED スクリーンがオフのとき、ADC（アナログ-デジタル変換器）やデジタル I/O に使用できる。ピン 4 とピン 10 は、LED スクリーンの Col 4 と Col 10 と共有して降り、ピン 3 と同様に使える。

ピン 5 は GPIO のボタン A と共有されている。これにより、ボタン A のクリックを外部で検出したり、外部からトリガーすることができる。このピンはプルアップ抵抗を備え、デフォルトでは 3V が印加されている。ボタン A を外部ボタンに置き換えるには、外部ボタンの一端をピン 5 に接続し、他端を GND に接続する。ボタンを押すと、ピン 5 の電圧が 0V にプルダウンされ、ボタンクリックイベントが生成される。ピン 11 は GPIO のボタン B と共有されている。ピン 5 と同様に使える。

ピン 6、ピン 7、ピン 9 は、micro:bit の画面上の LED スクリーンの Col 9、Col 8、Col 7 と共有されている。LED スクリーンがオフのとき、デジタル I/O に使用できる。

ピン 8、12、16 は専用の GPIO である。ピン 8 とピン 12 はデジタル信号を送信しセンシングする。ピン 16 は 3 線シリアルペリフェラルインターフェイス（SPI）バス規格の集積回路を外部接続する場合のチップセレクト機能にも使用されている GPIO 端子である。

ピン 13 は SPI バスのシリアルクロック(SCK)信号、ピン 14 は SPI バスの MISO（Master In Slave Out）信号、ピン 15 は SPI バスの MOSI（Master Out Slave In）信号用に使用されている専用の GPIO 端子である。

ピン 17 とピン 18 は、大きな「3V」パッドと同様に、3V 電源に配線されている。

ピン 19 とピン 20 は I2C バス通信プロトコルのクロック信号（SCL）とデータライン（SDA）を実装する。 I2C では、複数のデバイスを同じバスに接続し、CPU との間でメッセージの送受信を行うことができる。内部的には、加速度計とコンパスに接続されている。

ピン 21 とピン 22 は GND ピンに配線されている。

小さなピンに接続するには、Edge Connector Breakout Board for BBC micro:bit-Pre-built などエッジコネクタを取得することを勧められている。

3.2.3 micro:bit の使い方[131]

micro:bit をマイクロ USB ケーブルでコンピュータに接続する。Mac、PC、Chromebook、Raspberry Pi を含む Linux システムはすべてサポートされている。

[131] マイクロビットを簡単に使うための 5 つのステップ.
http://microbit.org/ja/guide/quick/（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

micro:bit はコンピュータに「MICRO:BIT」というドライブとして表示されるが、普通の USB ディスクではない。

プログラムは、エディタを使って、micro:bit コードで作成する。エディタとしては、JavaScript Blocks エディタや Python エディタを使う。 Android や iOS アプリでもコードの編集ができ、Bluetooth で micro:bit に送信できる。

プログラムの作成が終了すると、エディタの[ダウンロード]ボタンをクリックし、micro:bit が読むことができるフォーマットである 'hex' ファイルをダウンロードする。16 進ファイルがダウンロードされたら、ファイルを USB ドライブにコピーするのと同じように、16 進ファイルを micro:bit にコピーする。Windows では右クリックして「送信→MICRO:BIT」を選択できる。Mac では、ドラッグ＆ドロップする。

ダウンロードされている間、micro:bit は一時停止し、背面の黄色の LED が点滅する。それが終わったら、コードは自動的に実行される。MICRO:BIT ドライブは、ダウンロードが行なわれるたびに自動的に新しいコードを実行するが、その前の 16 進ファイルは消えてしまう。

micro:bit は、ボタン、光、動き、温度に反応することができるし、他の micro:bit と無線でメッセージを送受信することもできる。また、JavaScript ブロックだけでなく Python やテキストベースの JavaScript を使ってプログラミングすることもできる。「Let's Code page」[132]というページでさまざまな言語を見たり「Ideas page」[133]というページでアイディアをチェックすることもできる。

---

[132] Power your imagination with code.
http://microbit.org/code/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

[133] Lessons, projects and more to inspire.
http://microbit.org/ideas/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

3.2.4 micro:bit の Grove による拡張[134]

Grove は米国で開発されたモジュール式の標準化されたコネクタ試作システムで、エ電子回路の組み立てに Building Block アプローチを採用している。ジャンパー線や半田ごてを利用するシステムと比較すると、学習システムを接続、実験、構築、簡素化することが簡単になった。Grove システムでは、実際に動作するシステムを構築することができる。Grove システムは、ベースユニット(stem)と、標準化されたコネクタを備えたさまざまなモジュール（twigs）で構成されている。ベースユニットを介することで、一般的なコンピュータボードに Grove モジュールからの入力または出力を簡単に接続することができる。Grove モジュールは、単純なボタンから、より複雑な心拍センサなどの機能まで対応している。ケーブル（Grove to Pin Header Converter）を使用して、Raspberry Pi または Arduino のピンから Grove コネクタに接続することもできる。

Grove Inventor Kit for micro:bit では、micro : bit で直ぐに作業を開始できるように 8 つのグローブモジュールが準備されている。スピーカー、超音波距離測定センサ、回転角センサ、4 桁ディスプレイ、赤色 LED、ジェスチャーセンサ、光センサ、防水 LED ストリップ（30 個 1m の LED 帯)、ワニロケーブル、マイクロ USB ケーブル、Grove シールド、Grove ケーブル、マニュアルが含まれている。図 3-10 が示している。これらのグローブモジュールを使用すると、距離を測定して表示したり、ジェスチャーを使用してさまざまな音楽を切り換えて演奏したり、机や部屋のスマートガードを試作することができる。無料ダウンロードに必要なすべてのライブラリ（パッケージ）が準備されており、初心者の場合は、ステップバイステップで学ぶことができる。 上級ユーザーは、創造性の高いプロジェクトに活用できる。

---

[134] Seeed. Grove system introduction.
http://wiki.seeed.cc/Grove_System/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

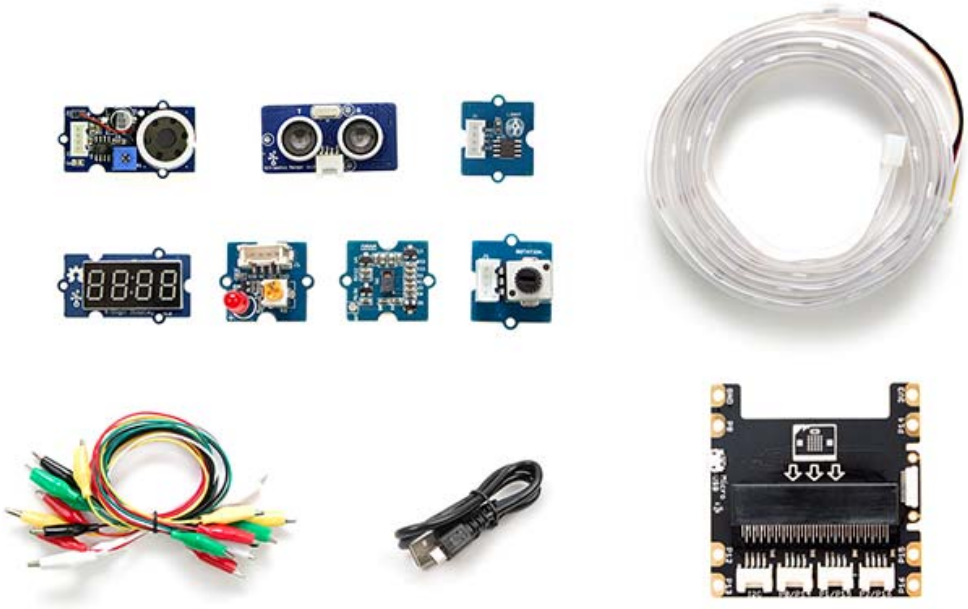


図 3-10　Grove モジュール[135]

Grove モジュールでプログラミングするためには、micro:bit のプログラム環境に Grove PXT パッケージを追加する必要がある。

3.2.5 micro:bit による身長計と体温計の試作

Grove Inventor Kit for micro:bit で身長計を作成した。

距離を測るために超音波距離測定センサを利用した。このセンサは非接触で距離を測ることができる。センサの前に置かれた物体までの距離が測定できる。その物体が移動しても、移動に従って距離の変化が測定出来る。接続を容易にするために Grove シールドを使った。身長の結果を表示するために Grove 4 桁ディスプレイを接続した。また、コンピュータに接続しない状態で動作させるため、電池が必要となった。

---

135 Seeed.Grove Inventor Kit for micro:bit. https://www.seeedstudio.com/Grove-Inventor-Kit-for-micro%3Abit-p-2891.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

ハードウェアは図 3-11 のような構成になった。超音波距離測定センサとディスプレイをそれぞれ P0/P14 ピン、P2/P15 ピンに接続した。

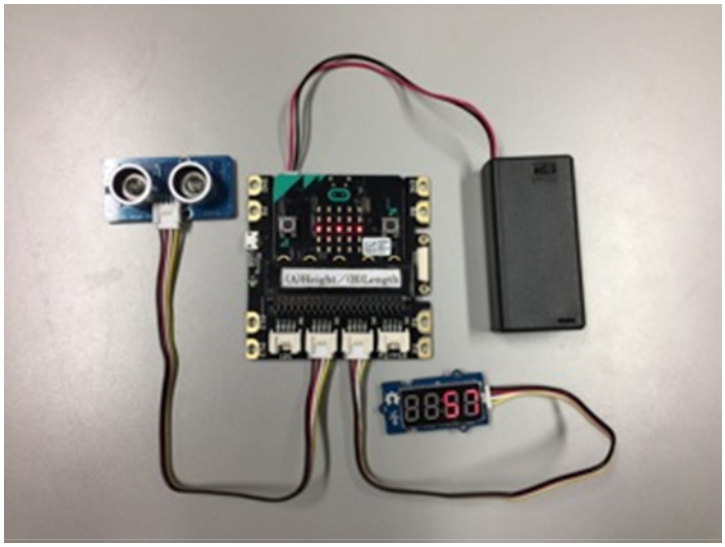


図 3-11　micro:bit を用いて作成した身長計の構成

ハードウェアを動作させるプログラムを図 3-12 と図 3-13 に示す。プログラムが動作した時、micro:bit 自体の LED がライトアップする。

このプログラムの機能は主に二つある。ボタン A を押すと、超音波距離測定センサからその対面の物体までの距離が測定されるようになる。ボタン B を押すと、その対面の物体までの距離が測定され、以後は、その値からリアルタイムの測定値を減算した数値を表示する。身長を測定する時は、超音波距離測定センサを床に向けて頭上に設置し、人のいない時にボタン B を押すと、人が入った時に身長が測定できる。幼児等では、人が横になる状態で壁を使っても、同様の方法で身長が取得できる。

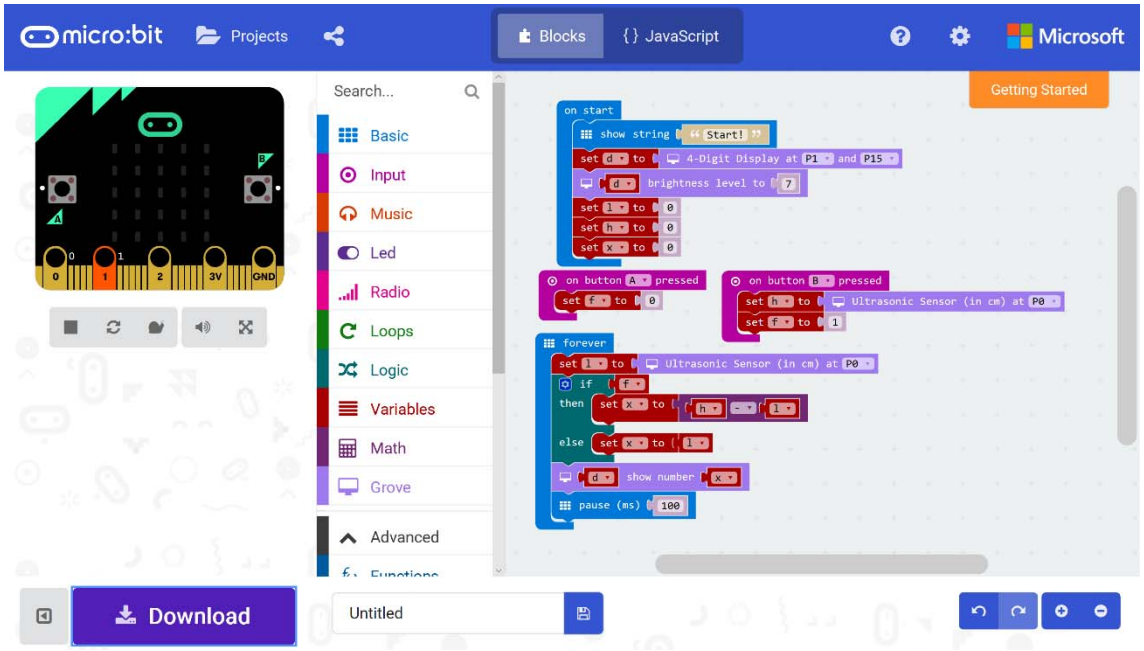


図 3-12　身長計のプログラミング（micro:bit in Blocks）

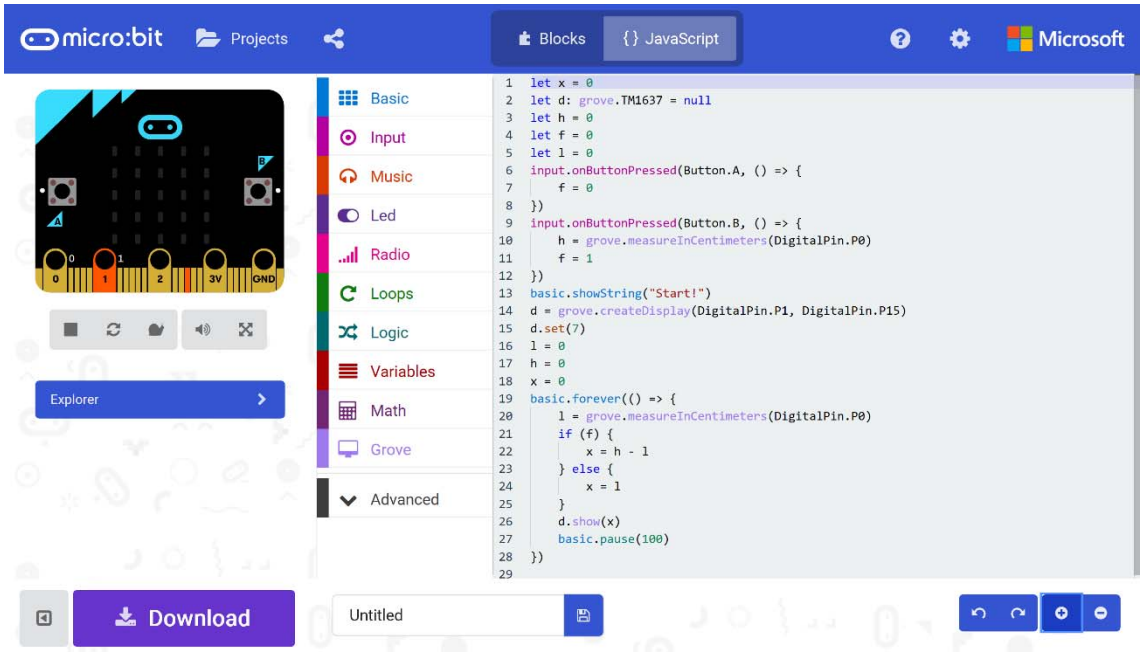


図 3-13　身長計のプログラミング（JavaScript　コード）

ハードウェアがこのままでは使いにくいので、プログラミングの動作を確

認した上で、箱に入れた。図 3-14 に示す。

図 3-14 micro:bit を用いて作成した身長計

次に、体温測定を簡単に行なうための体温計を作成した。

Grove Inventor Kit for micro:bit には温度測定センサが無いので、Melexis 社の赤外線温度計を使った。このセンサは非接触で温度を測定することが出来る。接続を容易にするために Grove シールドを使い、測定結果を表示するために Grove 4 桁ディスプレイを接続した。また、コンピュータを接続しない時にも動作させるため、電池が必要となった。

図 3-15 はハードウェアの構成を示している。赤外線温度計とディスプレイはそれぞれ I2C ピン、P2/P15 ピンに接続した。

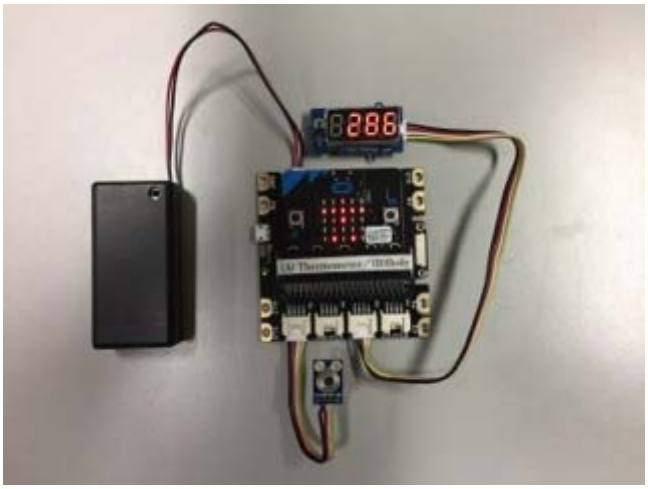


図 3-15　micro:bit を用いて作成した体温計の構成

ハードウェアを動作させるプログラムを図 3-16 と図 3-17 に示す。プログラムが動作した時、micro:bit 自体の LED がライトアップする。このプログラムの機能は赤外線温度センサの結果をディスプレイに示すことである。

図 3-16　体温計のプログラミング（micro:bit in Blocks）

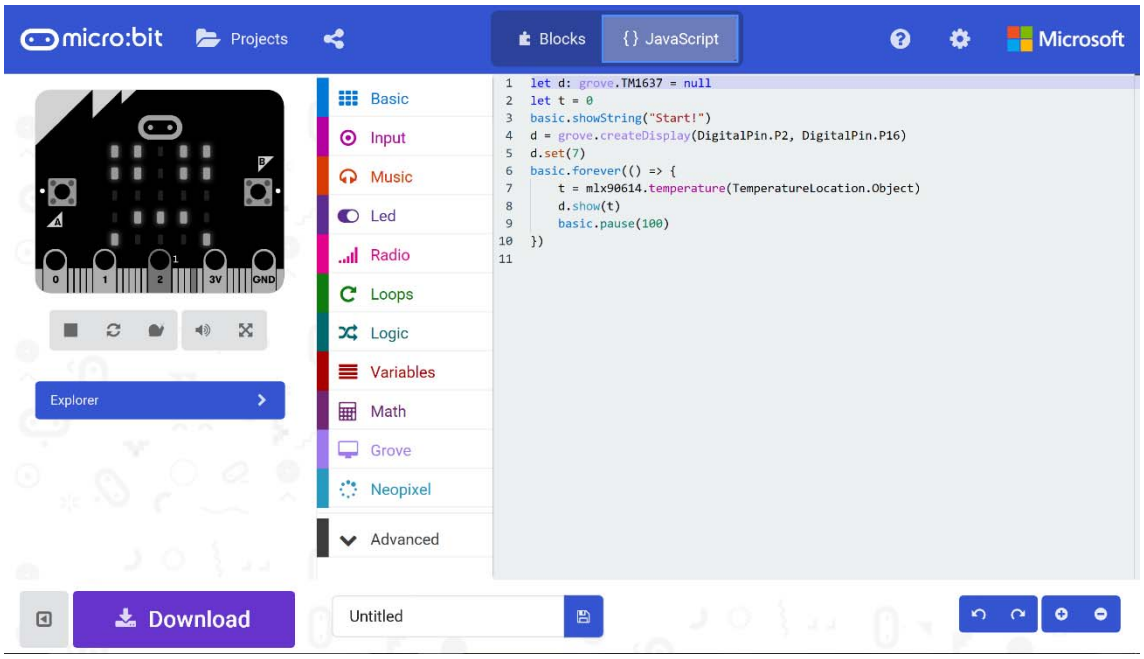


図 3-17　体温計のプログラミング（JavaScript　コード）

ハードウェアがこのままでは使いにくいので、プログラミングの動作を確認した上で、箱に入れた。図 3-18 に示す。

図 3-18　micro:bit を用いて作成した体温計

micro:bit で作成した身長計と体温計はサイズが小さく、手持ちが可能である。非接触なので、より使いやすい、清潔で多人数で使っても大丈夫であると考えられる。子どもが列に並ばなくても、いつでも簡単に身長や体温が測定できる。必要に応じてさまざまなプログラムを追加することで機能を変更や向上させることができる。

この身長計と体温計を使って、IoT の体験が可能になると考える。子どもが日常生活に IoT 技術のデバイスを使い慣れて IoT への理解を深めることが期待でき、IoT の時代の素養になるであろう。

micro:bit で作った身長計と体温計の無線通信機能でリアルタイムに子どもの生体情報をクラウド上に登録することも期待できる。個人識別が可能な ID バンドなどと組み合わせ、クラウド上のデータの分析を個別に長期間行うことも期待できる。

3.3　本章のまとめ

第 3 章では、IoT のさまざまな技術の中で、生体情報の取得等についての技術特に学前までの子どもに適用する技術について調査した。特に生体データとして、体温、身長、心拍等について検討を行なった。その中には、超音波の到達時間による距離測定技術や体温を赤外線放射光による非接触表面温度で測定する技術、心拍数推定をウェアラブルセンサで行なう方法などが含まれる。

第 3 章の引用・参考文献

Growcheck. http://i-growcheck.com/hw.jsp(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

InBody の身長計.
https://www.inbody.co.jp/jp/product/inkids.aspx(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Grove - Ultrasonic Ranger.
http://wiki.seeed.cc/Grove-Ultrasonic_Ranger/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

オムロン.電子体温計 MC-170.
http://www.healthcare.omron.co.jp/product/mc/mc-170.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

オムロン.耳式体温計 MC-510.
http://www.healthcare.omron.co.jp/product/mc/mc-510.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

オムロン.耳式体温計 MC-581 取扱説明書.
http://www.healthcare.omron.co.jp/support/download/manual/pdf/MC-581_m.pdf(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Croise.A Thermo Capsule PTD-100.
http://www.croise.co.kr/eng/product/product_0601.php#(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Handheld infrared (IR) non-contact thermometer.
https://www.melexis.com/en/product/Thermometer/Handheld-InfraRed-Non-Contact-Thermometer(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

micro:bit の多くの機能を探検する.
http://microbit.org/zh-CN/guide/features/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

BBC micro:bit Pins.
http://microbit.org/guide/hardware/pins/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

マイクロビットを簡単に使うための 5 つのステップ.
http://microbit.org/ja/guide/quick/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Power your imagination with code.
http://microbit.org/code/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Lessons, projects and more to inspire.
http://microbit.org/ideas/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Seeed. Grove system introduction.
http://wiki.seeed.cc/Grove_System/(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

Seeed. Grove Inventor Kit for micro:bit.
https://www.seeedstudio.com/Grove-Inventor-Kit-for-micro%3Abit-p-2891.html(閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

李仁貴等(2017) 着用可能な生物医学的測定原理と実験：Android スタジオ開発の使用.全華図書

第 4 章　子ども園における IoT による生体情報の収集・活用

4.0　要約

今回の実験は総務省「IoT サービス創出支援事業」の「スマートキッズ City “YAOCCO”－成長への切れ目のない支援事業」がきっかけで、K こども園で実験を行なった。実験は子どもの生理データを取得し、そのデータから子どもの心身健康や成長についての情報を取得するためである。こども園の実情を考えて、センサが付いているバンドで子どもの生体データを記録した。まず、子どもの昼寝中睡眠のデータを取得・分析した。装着具合によりデータが取れない時もあるが、とりあえず分析を進めている。今後は、こども園に滞在しながら子どもの行動を観察し、データと合わせて一緒に解析することが必要だと考える。

4.1　母子健康手帳データ化と IoT

IoT で生理データを取得することが容易になる。生理データにより生理的な状態を取得でき、心理的な状態の分析もできる。これによって、IoT を教育分野に応用し、生理データで心身健康を保全し、学習効果を向上させることが可能になる。「IoT サービス創出支援事業」の提案の中で、「スマートキッズ City“YAOCCO”ー成長への切れ目のない支援事業」[136]（以下「YAOCCO 事業」と言う。）という提案が事業化され、IoT を応用し心身健康を支える先行実践モデルが進められることとなった。

「YAOCCO 事業」の概要は以下のとおりである：子どもの日常生活等から収集するビックデータを活用し

① 発達障がい・虐待・病気のリスク兆候予測 、

② 健康記録の自動化による保育士の仕事の軽減、

③ 保護者のデジタルバディー（子育てをする保護者のバーチャル伴走者：予防接種・感染症管理、子どもの健康状態、信頼できる子育て情報提供)、

④保・幼・小連携システムとデータの共有化・ポートフォリオの構築。

「YAOCCO 事業」は大阪府八尾市で実証実験を行われている。子どもの日常生活等から収集するビックデータを活用し、子どもの心身健康を把握し、成長を継続的に支える。八尾市は「スマートキッズ City」として、子どもに良好な成長環境を提供することを目指している。

「YAOCCO 事業」の鍵は母子健康手帳にある。母子健康手帳[137]は、妊娠期から

---

136 身近な IoT プロジェクト第 3 回会合各実証事業概要資料一式.
http://www.midika-iot.jp/wp-content/uploads/2015/12/02-%E5%90%84%E5%AE%9F%E8%A8%BC%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E6%A6%82%E8%A6%81%E8%B3%87%E6%96%99%E4%B8%80%E5%BC%8F.pdf （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

137 厚生労働省.母子健康手帳の交付・活用の手引き.
https://www.niph.go.jp/soshiki/07shougai/hatsuiku/index.files/koufu.pdf.（閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

乳幼児期までの健康に関する重要な情報を記録する手帳である。今までの母子健康手帳は紙バージョンで、妊婦健康診査や乳幼児健康診査など各種の健康診査や訪問指導、保健指導の母子保健サービスを受けた際の記録や、予防接種の接種状況の記録がなされている。母子健康手帳の最も重要な意義は、重要な情報が一つの手帳で管理されるということである。このため、異なる場所で、異なる時期に、異なる専門職が母子保健サービスを行なう場合でも、これまでの記録を参照するなどして、継続性・一貫性のあるケアを提供できるメリットがある。また、信頼のできる情報を提供する媒体とし、子育て支援ツールとしての活用も期待されている。

「YAOCCO 事業」の基本的な内容は母子健康手帳のデータ化である。「YAOCCO 事業」は IoT で素早くリアルタイムで自動的に子どもの健康データを収集する。新しい母子健康手帳では、紙バージョンに含まれる健康診査や予防接種の記録だけではなく、子どもが保育園にいる時のリアルタイムの健康情報も含まれる。紙バージョンの手帳の紛失のリスクを避け、健康情報も充実出来る。「YAOCCO 事業」はデータを「子どもデータ BANK」に預かり、「YAOCCO ポートフォリオ」を構築する。子どもの成長を保護者、学校、医療機関等で共有し、子どもの成長の各ステージを繋ぐことで、すべての関係者や機関の力で支える。まず、保育園、幼稚園と小学校の連携システムで、連続した教育を実現しようとしている。紙バージョンの健康情報以外に、データ分析から病気のリスク、発達障がい、いじめ等の早期発見が期待されている。また、データ化により、母子健康手帳の機能を拡張する可能性が広がる。例えば、外国人への多言語対応など。

「YAOCCO 事業」の枠組みを図 4-1 に示している。

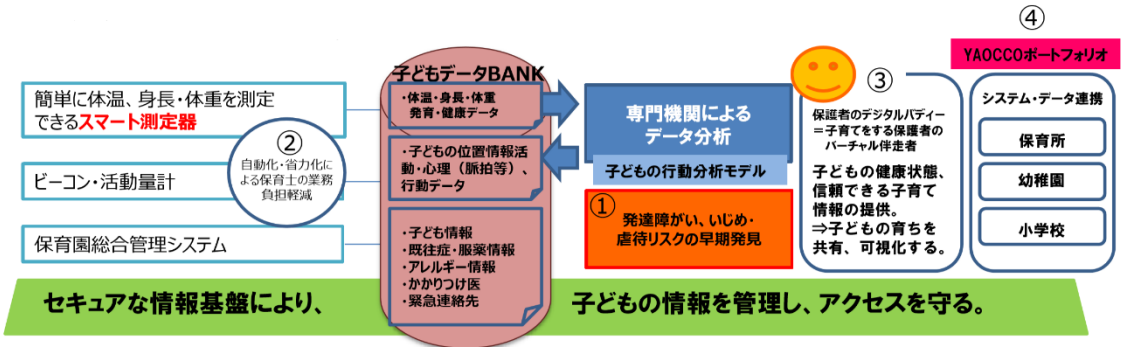


図 4-1　「YAOCCO 事業」の枠組み[138]

この枠組みに従って、レファレンスモデル検証には三つが挙げられている：「子どものデータ収集方法」、「子どものポートフォリオ」、「保護者デジタルバディー」である。「子どものデータ収集方法」というレファレンスモデル検証の課題は、短時間での正確なデータ収集、保育士の作業の軽減とデータ収集の自動化である。「子どものポートフォリオ」というレファレンスモデル検証の課題はセキュアな機器、プライバシー保護、子どものビックデータ活用である。「保護者デジタルバディー」というレファレンスモデル検証の課題は、信頼できる情報提供、保護者の同意、個人情報の取り扱いである。これらの課題の結果として、課題解決に向けて必要とされるルール整備が予定されている。一つ目は、個人情報保護法をにらみ、現代社会に合ったルールの最適化である。二つ目は、カード内の子ども情報を閲覧できる権限のルール化である。

「YAOCCO 事業」の代表提案者は、母子健康手帳データ化推進協議会[139]である。共同提案者は八尾市役所、社会福祉法人日本コイノニア福祉会、特定非営利活動法人 HANDS、大阪府立大学、一般財団法人日本教育支援機構、シャープビジネ

138 身近な IoT プロジェクト第 3 回会合各実証事業概要資料一式. http://www.midika-iot.jp/wp-content/uploads/2015/12/02-%E5%90%84%E5%AE%9F%E8%A8%BC%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E6%A6%82%E8%A6%81%E8%B3%87%E6%96%99%E4%B8%80%E5%BC%8F.pdf （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

139 母子健康手帳データ化推進協議会. http://jeso.or.jp/council/ (閲覧日:2018 年 1 月 28 日)

スソリューション株式会社、株式会社イングラムジャパンである。多くの機関を巻き込み、現場でおこなう支援の充実を目標に関係者が集っており、今回の試みに期待できる。

4.2 子ども園における実験の概要

現在、「YAOCCO 事業」は八尾市 K こども園で実証実験を試みている。まず K こども園で実証モデルを作り、IoT 利活用のルールをガイドラインとしてまとめ、八尾市全体の就学前教育に広げる計画である。この先駆けとしての実験が「YAOCCO 事業」のきっかけで、K こども園で行われることになった。

K こども園には約 50 名の職員が働いている。産休明け約 6 ヶ月から就学前までの子どもが入園できる。定員 200 名の子どもを受け入れることができる。

K こども園の保育時間は月曜日から金曜日、7：00 から 19：30 まで、土曜日は 7：00 から 18：30 までである。園の一日の行事は以下の図のとおりである。

表 4-1　K こども園の一日の流れ

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">0、1、2 歳児</td><td colspan="2">3、4、5 歳児</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">自由遊び・合同保育</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">排泄・手洗い</td></tr>
<tr><td>9：30</td><td colspan="4">朝の集まり</td></tr>
<tr><td>10：00</td><td colspan="2">おやつ</td><td colspan="2">出席しらべ</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">設定保育</td></tr>
<tr><td>11：15</td><td colspan="4">排泄・手洗い</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">給食準備
給食</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">排泄・手洗い</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">歯磨き・着替え</td><td colspan="2">歯磨き</td></tr>
<tr><td>13：00</td><td colspan="2" rowspan="2">午睡</td><td>3 歳児</td><td>4・5 歳児</td></tr>
<tr><td></td><td>着替え・午睡</td><td rowspan="2">設定保育</td></tr>
<tr><td>15：00</td><td colspan="2">目覚め・着替え</td><td>目覚め・着替え</td></tr>
<tr><td>15：30</td><td colspan="4">おやつ</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">帰りの集まり</td></tr>
<tr><td>16:00</td><td colspan="4">降園準備</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">自由遊び・合同保育</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">順次降園</td></tr>
</table>

「健康」「人間関係」「環境」「言葉」「表現」の領域にわたるカリキュラムが作成され、保育にあたっている。「障がい児教育」「０歳児よりの乳児保育」「長時間保育」に積極的に取り組んでいる。

今までの健康管理は、毎年のこども園医師による定期の健康診断と毎月の身体測定である。結果を健康手帳に記入して、保護者と共有している。

このこども園には、これまでに昼寝中に呼吸が一時止まった子どもがいた。じっとしていない子どももいる。そのため、このような状況があった時、子ども達の状況をちゃんと把握したいとの希望があった。子どもの熱が出ているかどうかも大切なことなので、その状況もちゃんと把握したい。また、閉じ籠りなどが疑われる状況や場所などの不安を取り除きたいとの希望も寄せられた。そこで、子どもたちの位置や生体データからその状況を把握しようとしている。

今回の「YAOCCO 事業」がきっかけで、子どもがカードを使って登園降園を自分で登録することができるようになってきている。現在は、登園中の子どもの健康に関連する情報を自動的に取得し、健康管理をより細かく行なえるようになること、子どもの人間関係にも注目している。これをきっかけに、既存の課題を解決しながら教職員の仕事の負担も軽減することが望まれている。これらの課題の解決に向け実験が行われている。その中で、2017 年 9 月末、子どもの位置と生体データを自動的に取得できるシステムが導入された。

子どもの位置と生理データを測定出来るセンサは、バンドにはめ込み、子どもの手首か足首に装着される（図 4-2 参照)。充電後は、最長 16 時連続して動作できる。使わない時は、USB 充電器に置いて充電する。使った後は綺麗に消毒し、充電器に置かれていた。センサには記名シートと番号が貼ってある。

図 4-2　子ども位置と生理データを測るセンサ（左）、バンド（左中）、センサがついたバンド（右中）、充電器（右）

センサは Bluetooth を介してデータを送信する。園内の部屋や廊下の壁面の隅々に、センサの受信機となるスマホが固定配置された。センサから得られるデータは、園内に配置されたコンピュータ画面に表示される。

図 4-3 はコンピュータ画面を示している。このページに、こども園の部屋の地図があり、リアルタイムで子どもがどこにいるのかが確認できる。また、心拍数も表示されており、緊急事態を知ることもできる。一部の子どもを選んで状況を見ることもできる。

図 4-3　職員が使用しているコンピュータ画面

センサからのデータは、最短 1 秒ごとに記録される。センサからのデータは１分間に数回など不定期で記録されることもあるが、振動などが無かったり、電波が途切れたためと考えられる。データはクラウド上に蓄積され、こども園が使うシステムのページでもダウンロードできる。データは一日ごとに一つの CSV 型ファイルにまとめられ、次の日にダウンロードできる。ファイルの中にはセンサで取得されたさまざまのデータがある。表で示しているように、心拍数をはじめ、いろいろなデータ項目がある。しかし、子どもがバンドをちゃんとついていないこともあるので、データが全部取得できるとは限らない。また、センサの装着状況により、その項目の精度は一定ではない。

表 4-1　項目と意味・内容

項目	意味・尺度
心拍	1 分間の心拍数を表示。
最高血圧	最高血圧値を表示。
最低血圧	最低血圧値を表示。
ストレスレベル	ストレスの度合いを表示。数値が大きいと高ストレス状態。一般てきに 8～20 までが標準、20～50 以上ではストレス状態、50 以上では高ストレス状態。
歩数	カウントした歩数を表示。充電時にゼロリセットする。
消費カロリー	歩数による消費カロリーを表示。単位は kcal。充電時にゼロリセットする。
行動認識	0～4 の値が表示される。各数値と状態の関連は以下である。安静時は「2」が表示される。 0:deep sleep、1:sleep、2:rest、3:walk、4:run
エリア侵入	通常は使用せず、「0」を表示。専用アプリを使用し、エリア侵入検知すると「1」表示。
転倒検知	累計転倒回数を表示。充電時にゼロリセットする。
バッテリー電圧	電池電圧を表示。350(3.5V)以下になると電池警告マークが点滅表示する。330(3.3V)以下になると電池切れとなり、動作停止するので、充電必要である。
充電状態	充電時は「1」、未充電時は「0」が表示。

今回の実験では、センサは 40 個用意された。記名シートには、記名は行なっていない。1 番から 15 番までのセンサは固定で、番号と子どもが対応している。

同じ組で 0 歳から 1 歳までの子どもである。使う時には時間を記録している。子どもが欠席のときには、その番号のセンサは使わない。他のセンサは固定していない。使う時に誰がつけているのか、いつ使っているのか、その時に記録する。園の計画や状況によりセンサを使っている。1 番〜15 番までは、2017 年 12 月では、1 日（13 人出席）、6 日（14 人出席）、11 日（14 人出席）、13 日（13 人出席）、14 日（13 人出席）に使われ、2018 年 1 月に入って、9 日（14 人出席）、10 日（13 人出席）、11 日（13 人出席）、12 日（13 人出席）に連続して使われていた。

4.3　子どもの昼寝時の生体データ

突然死防止等の観点から、昼寝時のデータ分析を行っている。

子どもがセンサの装着に慣れるまでには、時間を必要としたようである。慣れないうちはセンサへの違和感があったためか、データがその影響を反映している可能性が読み取れる。このため、2017 年 10 月と 11 月のデータは選んでいない。2018 年 1 月にセンサが 4 日連続して使割れていたので、これらのデータを分析した。まず 1 月 11 日と 12 日のデータを観察する。

データはクラウド上から一日分をダウンロードした。生データのファイルは通常数十メガぐらいで、データの行数は数百万行である。手元のソフトで直接分析するのが難しく、また、子どもが保育時間だけ園にいて、数時間だけセンサを使うので、全部のデータを分析する必要はないと考える。そこで、先に EmEditor というソフトで必要なデータを切り出し､EXCEL ファイルを作成した。

子どもの昼寝は 13：00～15：00 までで、15：00 に必ず起床させる。余裕を持って昼寝前の 12 時台にセンサを子どもに装着させている。そのため、子どもの昼寝中のデータを狙って、子どもの昼寝の時間帯のデータを切り出すには 11：00～16：00 の間が適当だと考えた。

切り出したデータを観察したところ、時々データが取られない部分があった。このままではデータの観察がしにくいので、ファイル中の空白セルの値を負(-5)にして区別した。

A 君と B 君のデータがある。

図 4-1 は 1 月 11 日 A 君の心拍数とストレスレベルである。心拍数とストレスレベルには 12:29:18、12:29:19、12:29:20、12:29:21、13:29:18 の時点でデータが途切れているものの、変化を見ることは可能と考える。12：15：59 から 14：22：57 まで、データはほぼ連続して記録されていた。

図 4-2 は 1 月 11 日 B 君の心拍数とストレスレベルである。心拍数とストレスレベルは 13:29:18 の時点でデータが途切れているものの、変化を見ることは可能と考える。12：15：51 から 14：14：36 まで、ほとんど連続して記録されていた。

図 4-3 は 1 月 12 日 A 君の心拍数とストレスレベルである。心拍数とストレスレベルは 13：29：17 の時点で途切れているものの、変化を見ることは可能と考える。12：10：36 から 15：03：03 までほとんど連続して記録されていた。

図 4-4 は 1 月 12 日に B 君の心拍数とストレスレベルである。心拍数とストレスレベルは 13：29：17 の時点で途切れているものの、変化を見ることは可能と考える。13：06：05 から 15：05：39 までほとんど連続して記録されていた。

1 月 11 日に、A 君と B 君の心拍数データが連続で記録され初めた時間はそれぞれ 12：15：59 と 12：15：51 である。ストレスレベルデータが連続で記録された時間の初めは 12：15：59 と 12：15：51 である。そのため、子どもたちにセンサが装着されたのは、この時間帯と考えられる。心拍数が連続で記録された時間の終わりは 14：26：43 と 14：14：37 である。そのため、この時間帯に子どもたちがセンサを外したと考えられる。また、ストレスレベルデータが連続で記録された時間の終わりは 14：26：43 と 14：14：36 である。

1 月 12 日は、A 君と B 君の連続で記録された時間が違う。A 君の心拍数データが連続で記録された時間の初めは 12：10：36 で、ストレスレベルデータが連続で記録された時間の初めは 12：10：36 であった。B 君の心拍数データが連続で記録された時間の初めは 13：06：05 で、ストレスレベルデータが連続で記録された時間の初めは 13：06：05 であった。ただ、12：10：52 にデータが残されているので、B 君のセンサは 13：06：05 の近くまでちゃんと装着されていなかったと考えられる。心拍数が連続で記録された時間の終わりは 15：14：39 と 15：

22：30 で、ストレスレベルが連続で記録された時間の終わりは 15：14：35 と 15：22：29 であった。そのため、この時間帯に子どもたちはセンサを外したと考えられる。

A 君の心拍数データは、パターンを持っていると考えられる。装着後から一回急激に上昇し、ゆっくり下がって穏やかになってから、もう 2 回繰り返して急激に上昇し、ゆっくり下がって穏やかになっている。ストレスレベルのデータも上昇と下降を繰り返す傾向があると考える。

B 君の子どもの心拍数データもパターンが持っていると考える。急激に上昇したり下降したりすることがない。穏やかであるが、上昇と下降を繰り返す傾向だと考えられる。ストレスレベルのデータは変化が大きく、上昇と下降を繰り返す傾向があると考えられる。

両日とも、A 君が心拍数データの上昇と下降を 2 回繰り返したのは、13 時の時間帯である。13 時の初めに上昇したのち穏やかになり、また急激に上昇するまで大体40分であった。園のスケジュールによると、13時に昼寝が始まるので、13 時の急上昇と次の急上昇までの時間帯が子どもの睡眠時間と推測される。両日とも B 君の心拍数の変化は大きくないものの、この傾向に合っていると考えられる。

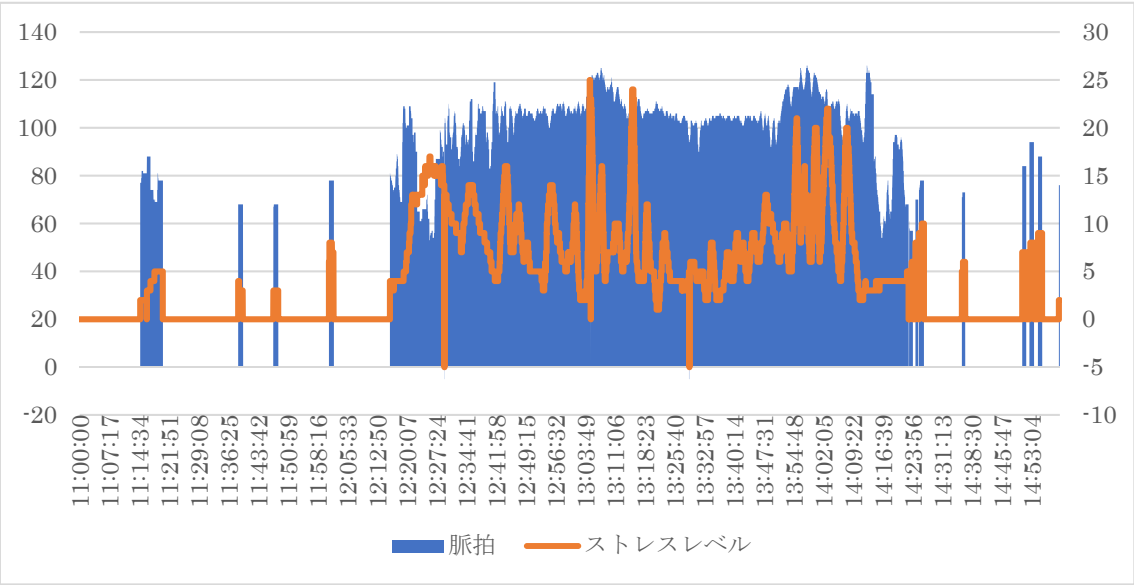


図 4-4　2018 年 1 月 11 日 11 時から 14 時まで A 君の心拍とストレスレベル

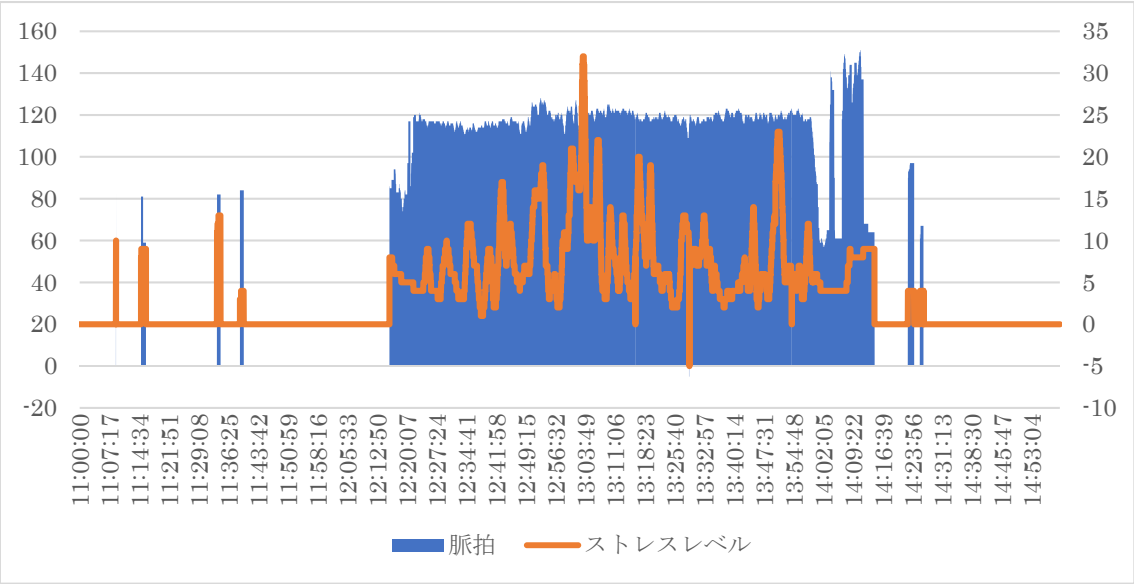


図 4-5　2018 年 1 月 11 日 11 時から 14 時まで B 君の心拍とストレスレベル

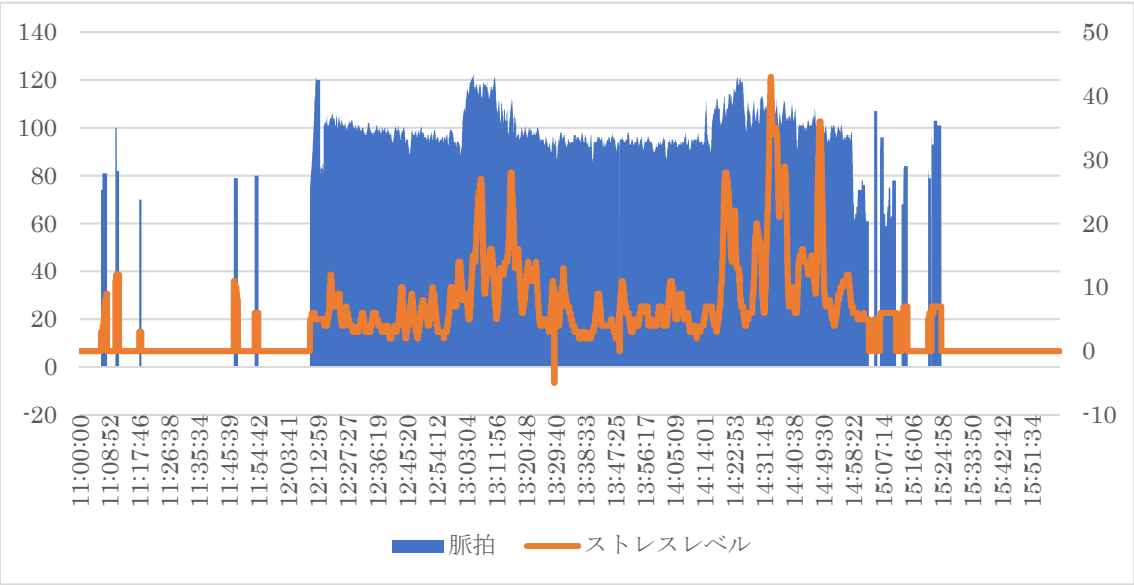


図 4-6　2018 年 1 月 12 日 11 時から 15 時まで A 君の心拍とストレスレベル

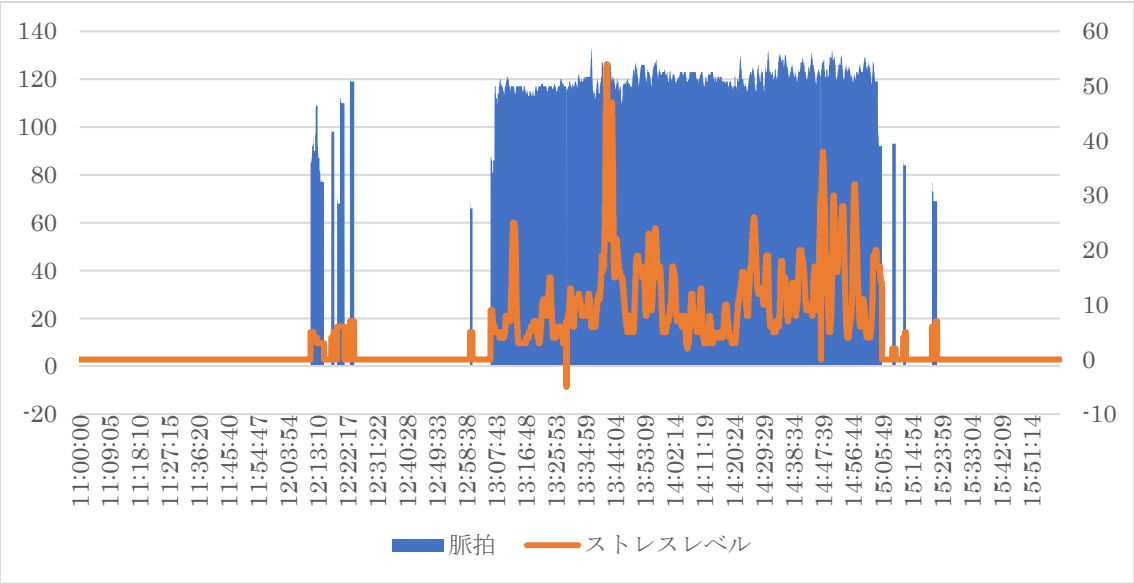


図 4-7　2018 年 1 月 12 日 11 時から 15 時まで B 君の心拍とストレスレベル

普段の心拍数は乳幼児で毎分 130 回前後であるが、その後成長につれて減少する。[140]「年齢別にみると、乳幼児は 100～140 回、小学生は 70～110 回、中学

[140] コトバンク.脈拍.

生になると成人とほぼ同じ脈拍数になる。」[141]という記述もある。また、北浦 孝によると、2 歳以内の子どもの睡眠時平均心拍数は 80～120 回まで、年齢につれて減少する。[142]A 君は 1 歳 8 ヶ月で、B 君は 1 歳 6 ヶ月で、心拍数の値が正常の範囲にあると考えている。

松本らの方法[143]により、心拍の揺らぎよる精神的ストレスを評価できる。心電図の RR 間隔（RRI）を横軸、次の RRI を縦軸にとり、散布図を作成する。通常はその図は楕円の形で分布する。その楕円の長軸と短軸をそれぞれ L と T で表示すると、L/T でストレスの状態を評価できる。安静状態になれば L/T が大きくなり、ストレス状態になるほど L/T が小さくなる。本論文は同じ考え方で、心拍数を横軸、次の心拍数を縦軸にとり、昼寝中のデータで散布図を作成した。その長軸と短軸の比例で昼寝中の心拍数とストレスを観察する。

昼寝時間帯となる 13 時からのデータの分析が適当と考える。2018 年 1 月 11 日の A 君と B 君、2018 年 1 月 12 日の A 君のデータは 13：00：00 から、2018 年 1 月 12 日の B 君は、センサが 13 時過ぎから付いていたので、13：10:00 からとした。

図 4-4 を参考に、図 4-8 では、2018 年 1 月 11 日の A 君のデータを、14：00：00 まで選択した。2018 年 1 月 11 日の B 君は、昼寝時間がより短いので、13：50：59 まで選択した。2018 年 1 月 12 日は昼寝データがより長いので、A 君も B 君もデータが 14：20：00 まで選択した。

図 4-8 から図 4-11 まで、何れも数か所の 0 値とマイナス値があり、雑音とし

---

https://kotobank.jp/word/%E8%84%88%E6%8B%8D-139509（閲覧日:2018 年 2 月 14 日）

141 脈拍数は健康のバロメーター！脈拍数の正常値と早い・遅いときの対処法. https://www.life-rhythm.net/pr-normal-level/(閲覧日:2018 年 2 月 14 日)

142 北浦孝（1991）子供の発育に伴う睡眠時心拍数の変化と身体活動量の関係について．日本体育学会大会号(42B),575.

143 松本佳昭,森信彰,三田尻涼,江鐘偉（2010）心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究.ライフサポート,22(3), 105-111.

て今回データの分析には加えていない。

図 4-8 と図 4-10 に示すように、A 君の昼寝中の心拍数範囲は大体 90～130 である。図 4-9 と図 4-11 に示すように、B 君の昼寝中の心拍数範囲は大体 110～130 である。A 君は B 君より昼寝中の心拍数の幅の広いことが分かった。

図 4-8 から図 4-11 まで、何れも楕円の形になった。A 君と B 君の楕円の短軸の差は小さい一方、A 君は B 君より楕円の長軸が明確に長い。長軸と短軸の比例を考えると、A君はB君よりストレスレベルが高い可能性のあることが分かった。

図 4-8 から図 4-11 まで考えて、A 君と B 君がそれぞれにパターンを持ち、図 4-4 から図 4-7 まで示した A 君と B 君のそれぞれにパターンがあるという結論と一致した。

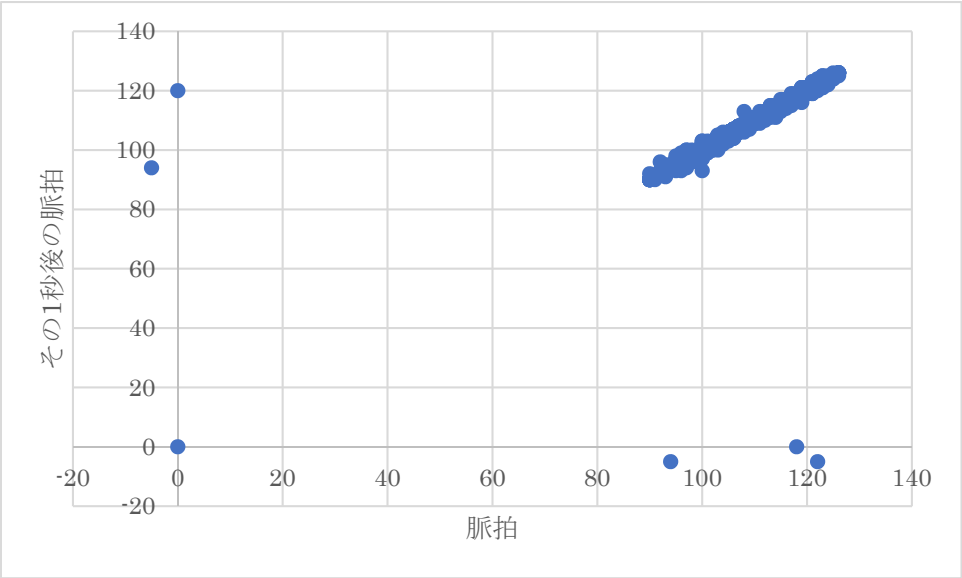


図 4-8　2018 年 1 月 11 日 13:00:00 から 14:00:00 まで

A 君の脈拍数とその 1 秒後の脈拍数の散布図

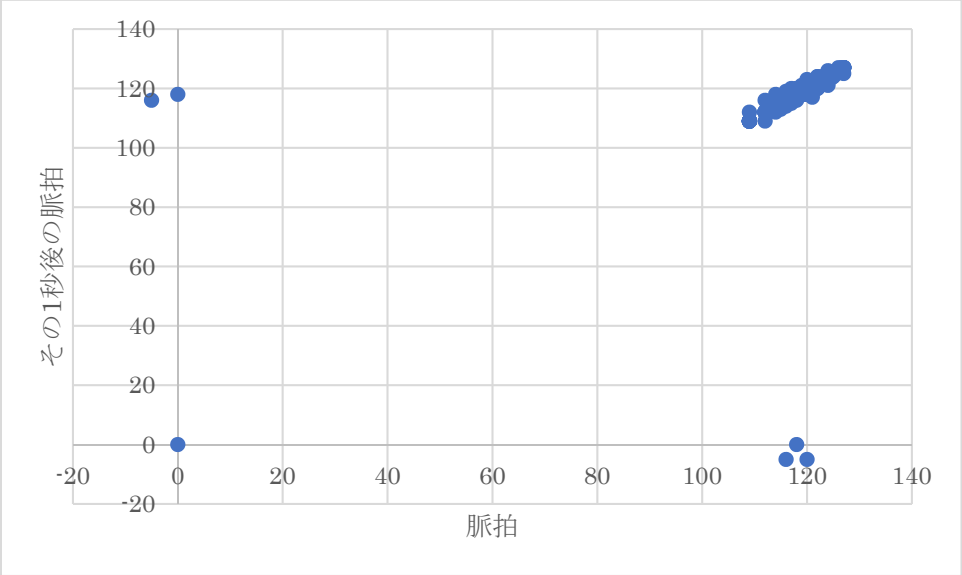


図 4-9　2018 年 1 月 11 日 13:00:00 から 13:50:59 まで

B 君の脈拍数とその 1 秒後の脈拍数の散布図

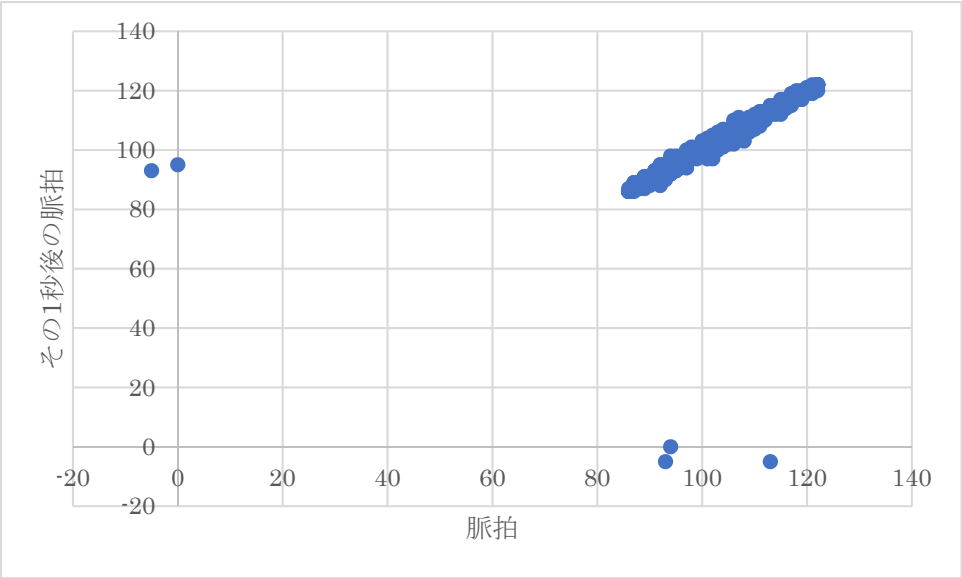


図 4-10　2018 年 1 月 12 日 13:00:00 から 14:20:00 まで

A 君の脈拍数とその 1 秒後の脈拍数の散布図

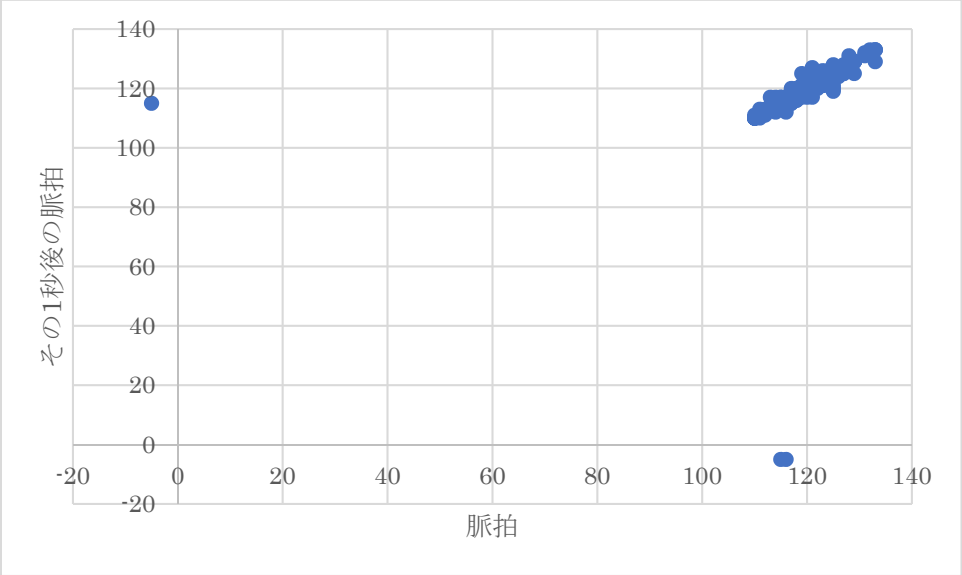


図 4-11　2018 年 1 月 12 日 13:10:00 から 14:20:00 まで

B 君の脈拍数とその 1 秒後の脈拍数の散布図

今後は、実際に現場で子どもの行動を観察してデータを分析することが必要だと考える。

4.4　本章のまとめ

第 4 章では、子ども園に生体情報の測定装置を設置、データを収集して分析を行なった実証結果を述べた。

まず、対象とした子ども園の状況を紹介すると共に、園の実情に基づくデータの取得方法について検討を行なった。心拍数や位置情報等は、腕や足首に装着したウェアラブルデバイスで検出を行なった。突然死防止等の観点から、昼寝時のデータ分析を行っており、今後は一人ひとりの相違を現場で確認すると共に、保育士の負担軽減の度合い等の定量化を試みたい。

第 4 章の引用・参考文献

身近な IoT プロジェクト第 3 回会合各実証事業概要資料一式.
http://www.midika-iot.jp/wp-content/uploads/2015/12/02-%E5%90%84%E5%AE%9F%E8%A8%BC%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E6%A6%82%E8%A6%81%E8%B3%87%E6%96%99%E4%B8%80%E5%BC%8F.pdf （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

厚生労働省.母子健康手帳の交付・活用の手引き.
https://www.niph.go.jp/soshiki/07shougai/hatsuiku/index.files/koufu.pdf. （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

母子健康手帳データ化推進協議会.
http://jeso.or.jp/council/ （閲覧日:2018 年 1 月 28 日）

コトバンク.脈拍.
https://kotobank.jp/word/%E8%84%88%E6%8B%8D-139509（閲覧日:2018 年 2 月 14 日）

脈拍数は健康のバロメーター！脈拍数の正常値と早い・遅いときの対処法.
https://www.life-rhythm.net/pr-normal-level/(閲覧日:2018 年 2 月 14 日）

北浦孝（1991）子供の発育に伴う睡眠時心拍数の変化と身体活動量の関係について. 日本体育学会大会号(42B),575.

松本佳昭,森信彰,三田尻涼,江鐘偉（2010）心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究.ライフサポート,22(3), 105-111.

第5章　総論

IoTが社会の隅々に浸透しつつあり、既存の問題の解決への活用が期待されているものの、時代に即した新たな対応が必要になってきた。

IoTには様々な定義や解釈がある。IoTの早期のプロトタイプや説明から現在までを振り返り、IoT のイメージを捉えたいと考えた。1982 年カーネギーメロン大学で開発されたコーラの自動販売機がIoTのプロトタイプの一つであった。IoTのコンセプトは、1987年「超機能分散システム」という言葉で、坂村 健により打ち出された。1991年にMark Weiserは「Ubiquitous computing」というコンセプトを提出し、2005 年国債電気通信連合のレポートは、IoT の時代が来たと報告した。1985年Peter T. Lewisが初めてIoTという言葉を使ったという記録がある。1999年Kevin Ashtonが会社のプレゼンテーションのタイトルとしてInternet of Thingsという言葉を使った。そのほか、日本の「世界最先端IT国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について」用語集、W3CやIEEEの報告書、MONO WIRELESSなどに記述がある。IoTは従来の技術の延長線上で、モノ同士の情報交換ためのネットワークとして、生活や社会に役立つという存在と考えられていることを確認した。

教育分野においても、IoTは教育目標、教育内容、学習スタイル、授業法、キャンパス環境及び社会との繋がりなどあらゆる面に影響を及ぼすと考えられている。同時に、プライバシー等の課題も残されている。

IoT 時代に対応する教育分野の先行者として、英国放送協会 BBC が開発したmicro:bitというIoTボードがある。2016年に英国11～12歳の生徒全員に無料

で配布されたことから話題になった。

日本に教育分野における ICT 活用では、各国の先進事例を参考に日本の実情と必要を考え、「フェーチャースクール実証事業」、「学びのイノベーション事業」、「ICT ドリームスクール」などの事業により環境整備が行われてきた。また、これからのIoT時代に向かって総務省は「IoTサービス創出支援事業」が展開した。

「IoT サービス創出支援事業」のうちに「スマートキッズ City“YAOCCO”－成長への切れ目のない支援事業」について調査した。事業は以下の内容を達成することを目指す：子どもの日常生活等から収集するビックデータを活用し、発達障がい、虐待、病気のリスク兆候予測 、健康記録の自動化による保育士の仕事の軽減、保護者へ予防接種や感染症管理、子どもの健康状態、信頼できる子育て情報提供、保・幼・小連携システムとデータの共有化、ポートフォリオの構築。

本論文では、この事業をきっかけに IoT が教育分野に果たす役割を模索し、実際のこども園の実験を例に、IoTを活用した教育現場データの分析を試みた。

まず、micro:bit とその関連製品を選んで身長計と体温計を試作した。機能の変更や向上が容易なため、プログラミング教育に活用できることを確認した。

また、子ども園に実験的に設置された、子どもの位置と生体情報を自動的に取得しクラウド上に記録するシステムを用い、昼寝時の子どもの心拍数とストレスレベルを取得、分析した。複数日のデータを個別に比較・観察したところ、各々パターンを有している事が読みとれた。

今後は一人ひとりの相違を現場で確認すると共に、保育士の負担軽減の度合い等の定量化を試みたい。