

平成30年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「これからのIoT システムの標準となる LoRa-BLE を活用した IoT 通信システムの構築による超低消費電流で安価な長距離通信の実現と、mruby を活用したソフトウェアを開発しやすい手法と高セキュリティの確保による、即実用化可能な世界初のプラットフォームの開発」

研究開発成果等報告書

令和元年5月
(事業実施期間：平成29年度～平成30年度)

担当局 九州経済産業局
補助事業者 公益財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-2 研究体制

1-3 成果概要

(1) LoRa～BLEブリッジ通信プラットフォーム

- LoRa～BLEブリッジ中継器

- BLE 端末

- mruby 開発フレームワーク

1-4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

【1. LoRa～BLEブリッジ中継器の開発】

【2. BLE 端末の開発】

【3. LoRa～BLEブリッジ通信プラットフォームにおける mruby 開発フレームワークの開発】

【4. LoRa～BLEブリッジ通信プラットフォームにおける mruby 開発フレームワーク評価実験】

最終章 全体総括

3-1 研究開発成果の総括

3-2 研究開発後の課題・事業化展開

3-3 その他成果

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

2014 年頃より「Internet of Things（以下、IoT と呼ぶ）」と呼ばれる技術や概念が注目され、開発が進められている。これは、「世の中のあらゆる「モノ」にセンサを付け無線通信を介して「インターネット」に繋ぐ事で、あらゆる産業でサービスの拡大や付加価値の新たな探求、そして人材不足を補う解決策としても注目されている。

ところが、普及面では多くの課題が指摘されている。それは、(i)電源が確保できない環境では、長距離通信(LTE 通信)は使用できない。(ii)端末のコストが高いため、大量のセンサを導入できない。(iii)ソフトウェアのプログラム容量が大きい為、消費電流が大きい。これらの課題が IoT 普及の足枷となっている。

<背景とニーズ>

先ず、IoT の実現には無線通信技術が切り離せない。昨今のスマートフォン(LTE 通信)の普及により、Bluetooth Low Energy（以下、BLE と呼ぶ）が近距離通信の標準方式と成った。しかも、この BLE はコイン電池 1 個で 1 年以上の動作が可能な程に低消費で、IoT 機器の普及・発展に不可欠な物となっている。（図 1 参照）

ただし、BLE 通信の課題は、安価に多数のセンサを構成できるが、直接インターネットに接続できない。また、LTE 通信の課題は、長距離通信には便利だが、コストが高く、商用 100V 電源が必要である。

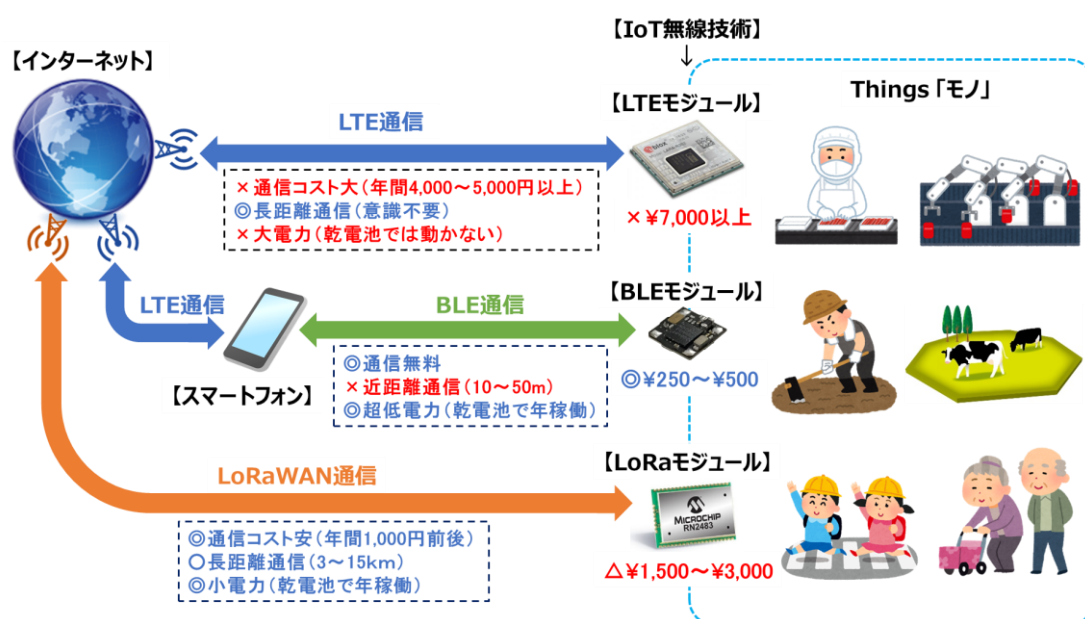


図 1 IoT における無線通信技術の比較

これらの課題を解決すべく、Low Power Wide Area network（以下 LPWA と呼ぶ）という技術の開発・普及が進められてきた。この LPWA 技術で現在注目されている規格の中で、通信の運用面とコスト面から、我々は「LoRaWAN 方式」が最も有力だと分析している。

LoRaWAN 方式は、3km~15km という長距離通信を実現し、消費電流は、乾電池で 1~3 年間の連続運用が可能な程少ない。

一方、BLE 規格は 2017 年末に、Bluetooth 規格のメジャーアップデート(Ver4.2→Ver5.0)が予定されている。これに合わせて、IC チップ自体も通信距離を拡大する「LongRange(長距離通信)仕様」が組み込まれる(図 2 参照)。この「BT5.0 規格」と「LongRange 仕様」のアップデートを合わせて「BT5.0-LR」と呼ぶ。

これは、超低消費電流で、ラストワンマイル（長距離通信の通信末端部で、更なる 1mile(1.6km)を別通信方式で拡張する概念）とされる半径 1~2km の通信範囲（エリア）をカバーできる。これまでに、この概念を実用化できた通信方式は、無い。

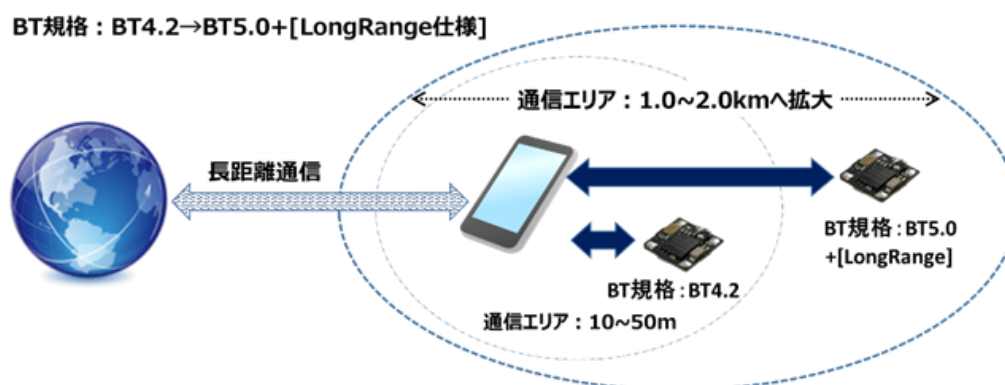


図 2 BLE 規格のアップデートによる通信距離の拡大

IoT 普及の課題として述べた内、「LoRaWAN」技術と「BLE(BT5.0-LR)」技術で、課題の 2つを解決する。一方、OS ベースでのソフトウェアではプログラム全体の容量が大きく IoT システムには適さない。ここは、軽量化された組み込みソフトウェアが必要である。今回我々は、プログラム軽量化とセキュリティを同時に解決できる mruby、mruby/c を活用する。mruby とは生産性の高い国産のプログラミング言語 Ruby を 2010 年経済産業局「地域イノベーション創出」事業において組み込み向けに軽量化した言語である。

<課題の解決手法>

(i) 電源が確保できない環境では、長距離通信(LTE 通信)は使用できない。

→ 「LoRaWAN」技術を活用して解決する

(LoRaWAN は電池駆動が前提であり、通信距離は充分なため)

(ii) 端末のコストが高いため、大量のセンサを導入できない。

→ 「BLE(BT5.0-LR)」技術を活用して解決する

(BLE 機器ならば 1,000~1,500 円程度で安価なため)

(iii) ソフトウェアのプログラム容量が大きい為、消費電流が大きい。

→ 「mruby, mruby/c」技術を活用して解決する

(ソフトウェア軽量化とセキュリティを同時に解決できるため)

<目的>

我々は、LoRaWAN 技術と BLE 新規格(BT5.0-LR)をブリッジ(中継)させる「LoRa~BLEブリッジ中継器」を開発することで可能とする「これからの標準となる世界初のIoT 通信システム」(図 3 参照)を提唱し、この「IoT 通信システムを具現化する、超低消費電流で安価な長距離通信が即実用化可能な、世界初のプラットフォームを構築」することを目的とする。

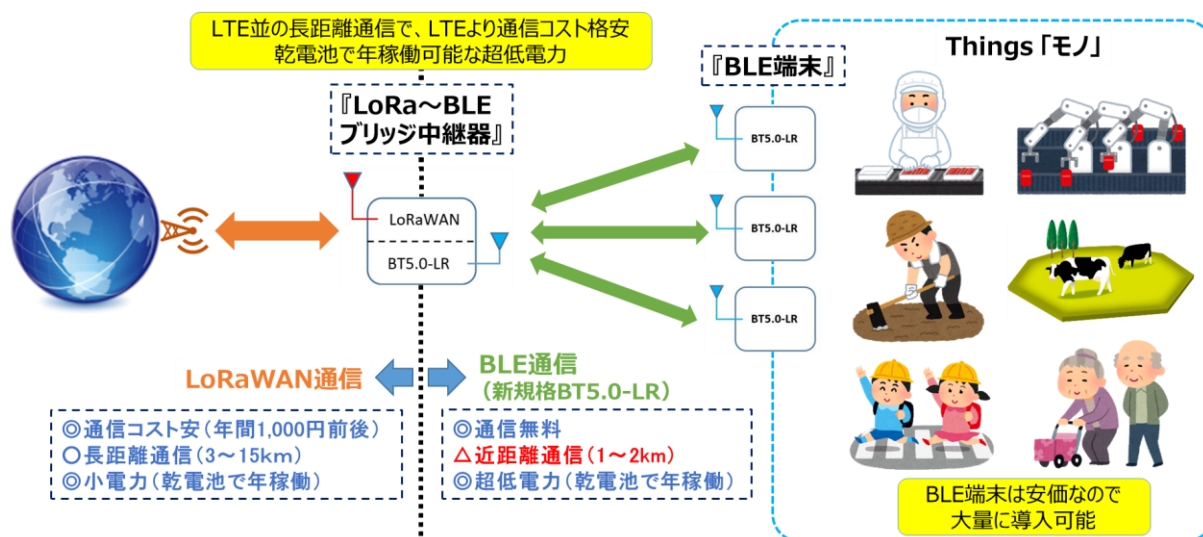
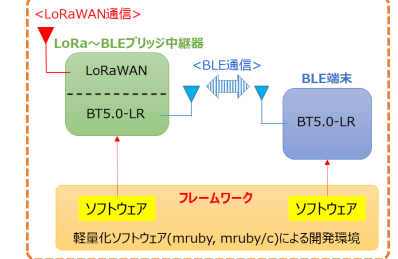


図 3 これからの標準となる世界初のIoT 通信システム

＜従来装置との比較＞

比較項目		従来技術	新技術
構成		ラズベリーPi + LTE モデム 	LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォーム 
電源面	消費電流	700mA～1,500mA 以上で、電源の確保が必須	「LoRa～BLE ブリッジ中継器」：1mA 以下(平均) 「BLE 端末」：0.025mA 程度(平均)
	通信距離	LTE 通信網の範囲	LoRaWAN 網：3～15km + BLE(BT5.0-LR)網：1～2km
コスト面	システム価格	30,000 円～40,000 円以上	「LoRa～BLE ブリッジ中継器」：3,000 円程度 「BLE 端末」：1,000～3,000 円程度
	複数運用性	高額過ぎて、あらゆるモノには装着不可能	安価なので、あらゆるものに装着可能 BLE はスター型ネットワーク構築可能
ソフトウェア容量		1GB (1,000,000KB) 以上	512KB 以下

＜新技術を実現するために解決すべき研究課題＞

(二) 情報処理に係る技術に関する事項
1 情報処理に係る技術において達成すべき高度化目標
(三) 川下分野横断的な共通の事項
①川下製造業者等の共通の課題及びニーズ
イ. 新たな活用分野の開拓
エ. 製品・システムの安全性の確保・信頼性の向上
オ. 製品・システムの品質向上、開発期間短縮、開発コスト低減

＜川下製造業者等の共通の課題及びニーズ＞

(i) 電源が確保できない環境では、長距離通信(LTE 通信)は使用できない。

これまで実証実験に良く使用されてきた「ラズベリーPi」 + 「LTE 通信」を組み合わせであるが、余りにも電源消費が大きく、巨大なバッテリーで充電を繰り返すか、AC アダプタが繋がれる環境でのみ使用可能であった。長距離通信を実現しつつ、小電力で長期間運用（1 年以上）できる無線通信システムはこれまでに無く、そのニーズは非常に多い。

(ii) 端末のコストが高いため、大量のセンサを導入できない。

多くの人に持たせる用途や家畜のモニタリング等、使用のニーズは高いが、価格が高いため実用化できないという課題は非常に多い。あらゆるモノにセンサを付けるという IoT の本来のテーマの実現は、高額な端末価格が原因で実用実験レベルに終始し、実用化を断念しなければなら

かった。あらゆるモノにセンサを設置するには、センサ端末の低コスト化が必須とされる。それは、端末価格で 5,000 円以下である。合わせて、品質・信頼性は市販の製品レベルが要求される。

(株)Braveridge は、BLE 端末で小売単価 1,000 円(docomo ショップ扱いで)を実現したノウハウと実績を元に、センサ端末を低価格化する。これにより、川下業者や最終顧客の導入は増え、設置台数も大幅に増える。

(iii) ソフトウェアのプログラム容量が大きい為、消費電流が大きい。

- ・ソフトウェアのプログラム容量～消費電流：CPU の消費電流は、プログラム容量(サイズ)に比例する。CPU の消費電流は 1bit 当りの消費電流という考え方をするため、一命令当りの消費電流が計算できる。よって、如何にプログラムを軽量化するかが、消費電流を決定することとなる。このプログラムの軽量化が、長期運用性が求められる IoT 機器の成否を決める。

- ・プログラム開発の容易性～開発期間～開発コスト：開発期間と開発コストは比例する。開発コストを下げる為にはプログラム開発の容易性が求められる。

この 2 つの課題を解決するためには、我々は mruby, mruby/c が最適と考える。このプログラム言語環境がプラットフォーム化されれば、全体的なコスト低減に大きく成果が期待される。

<これまでの取り組み・既有技術>

研究開発メンバーは、これまでに以下の研究開発を行ってきており、これらの開発で獲得した知見を今回の研究開発に活かすことで、最小限の開発資源（開発費用と期間）により研究目標を達成できる。

(株)Braveridge：BLE 通信において国内随一の開発能力と製造能力を持っている。また、2014 年末から LoRaWAN の基礎研究と開発を続けている。BLE 端末の開発において難解とされる「プロファイル」の独自開発、RF 通信チップを制御するスタックを独自開発、LoRaWAN スタックを国内で最初に開発した実績を持つ。国内で販売されている BLE 製品のおよそ殆どの開発に関わっており、BLE チップ開発ベンダーとの協業レベルも国内随一である。

九州工業大学：NEDO の次世代スマートデバイス開発プロジェクトにおいて、国産の暗号技術を利用したセキュリティ機能（暗号機能とソフトウェア認証機能）を開発した。また、mruby の開発メンバーであり、省電力を目指した小型 mruby (mruby/c) の開発を行った。

SCSK 九州(株)：NEDO の次世代スマートデバイス開発プロジェクトにおいて、異なる IoT デバイスのソフトウェアを統一的に開発するフレームワーク「plato」の開発を行った。さらに、

IoT に必要な多くのセンサ・ネットワークライブラリも、この NEDO のプロジェクトにおいて開発した。また、mruby の開発メンバーである。

(株)アイ・エル・シー： 2016 年に異なる装置をシームレスに接続する組み込みシステム向けのプラットフォーム「SEP」を開発し、リリースを開始した。同社は、「制御」「GUI」「通信」の技術をコアに、組み込み機器向けのソフトウェアパッケージの開発と販売を行っている。組み込み機器向けの GUI 開発環境およびライブラリでは高い評価を受けており、国内の組み込み GUI 開発ツールのシェア 54%に同社のツール/ライブラリが使われている。mruby に関しても mruby を利用した組み込み技術者向けの教育教材を販売している。

＜目標とする商品＞

我々が研究開発するのは、本格的な商用ベースでの IoT 運用を実現可能とする、図 4 に示す「LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォーム」である。

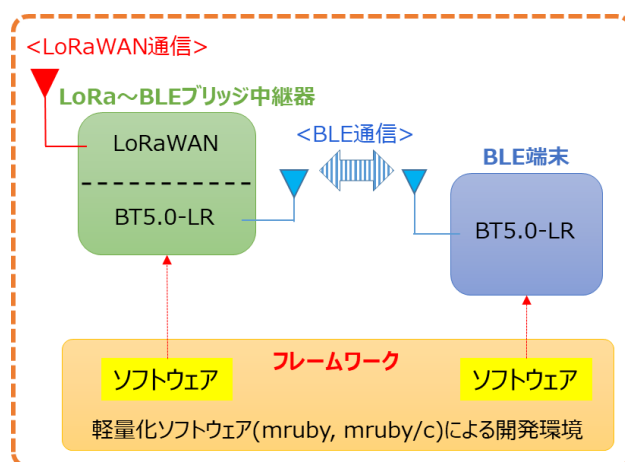


図 4 LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォーム

＜本商品の新規性等＞

BLE 機器は世界中で大きな成功をおさめている。LoRaWAN についても EU 諸国や米国では実運用も始まっており、将来性についても成長が期待されている。今回、長距離通信の「LoRaWAN」と近距離通信の「BLE(BT5.0-LR)」をブリッジし、エリア拡大とコストダウンを両立したプラットフォーム化を実現するには各通信技術の経験とノウハウが必須である。

さらに、「LoRaWAN」における「通信スタック」の開発、「BLE 通信」における「プロファイルの開発」を一体化しブリッジする試みは世界初で、成功している例は無い。

＜解決すべき研究課題＞

ハードウェアの製品化とその開発プラットフォームの構築には膨大な資金が必要となる。ハードウェア製品を1台開発するだけでも4,000～8,000万円程の開発コストが必要となる。これほどの開発コストでは、川下事業者が積極的にIoTビジネスに参入できない。そこで、今回のプラットフォーム化には、製品として販売できる状態に開発した、各IoT端末の製品化と、開発環境を構築するという構想全体が研究課題となる。

【1. LoRa～BLEブリッジ中継器の開発】

LoRaWANの低消費電流・長距離通信の特徴と、BT5.0-LRの超低消費電流・ラストワンマイルの特徴を合わせ持った完成品を製品化する。その為には、低コストの「LoRa～BLEブリッジ中継器」の製品化、及び「LoRaWANスタック」、「BT5.0-LRのブリッジプロファイル」の開発が必要となる。

【2. BLE 端末の開発】

BT5.0-LRの超低消費電流・低コストの無線モジュールを開発し、それに各種センサを組み込んだ低コストの共通IoT端末を完成品として製品化する。その為には、低コストの「BLE端末」の製品化、及び「BLEプロファイル」、「デバイスドライバ」の開発が必要となる。

【3. LoRa～BLEブリッジ通信プラットフォームにおけるmruby開発フレームワークの開発】

IoT機器のビジネス化を拡大・成長させるためのハードウェア機器の完成と製品化に合わせて、ソフトウェア開発全体の効率化を実現するために開発環境を含めたフレームワークを構築する。

この開発環境構築には、mruby/cポータリング、ライブラリ開発、クラスライブラリを開発、デバイスドライバ開発、SEPポータリング、mruby/cのVM機能拡張(セキュリティ機能等)、応答式アプリ雛形、等の開発が必要となる。

＜本補助金事業での研究開発でのポイント＞

「LoRa～BLEブリッジ通信のプラットフォーム」の構築により、世界初の「IoT通信システム」を実現できる。この実現の為に、「LoRa～BLEブリッジ中継器」と「BLE端末」の製品化と、mruby環境のフレームワーク開発に挑む。我々の研究には、各開発メンバーの高い技術と、各分野の専門家によるアドバイス、及び世界的ICメーカーの支援と全面的サポートによって実現できる。本研究開発によって、IoTビジネスにおける実用化の課題を解決し、川下企業や顧客の利用範囲を拡大する。さらにIoTビジネスの商業化と顧客マッチングをも含めた「場」の提供で、IoTの拡大を実現する。

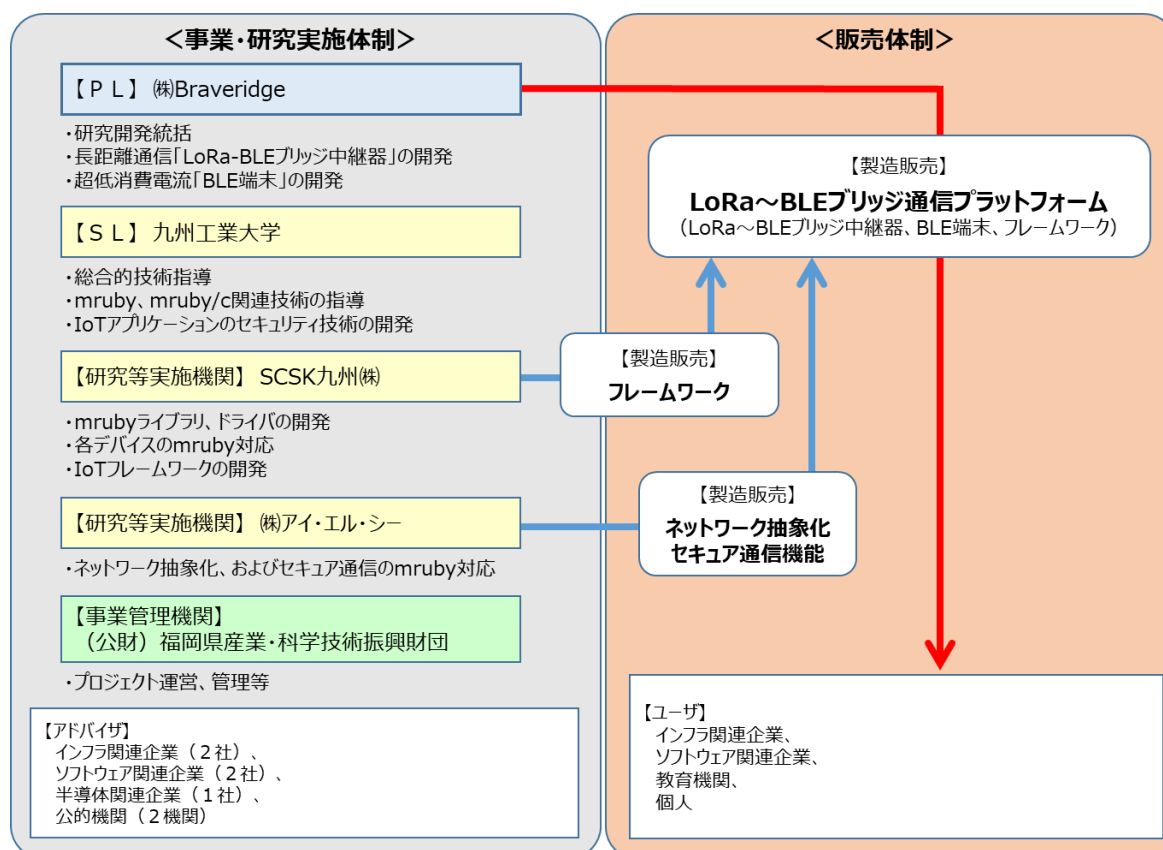
<研究開発の高度化目標及び技術的目標値>

- (二) 情報処理に係る技術に関する事項
- 1 情報処理に係る技術において達成すべき高度化目標
- (3) 川下分野横断的な共通の事項
- ②高度化目標
 - ア. 当該技術により実現される機能の高度化
 - i) 製品の高性能化・高機能化に向けた技術の高度化

IoT 機器の普及を促進するためには、実用性向上と低コスト化が必要である。この 2 つの両立をするためには、「LoRa～BLE ブリッジ通信」機能を「プラットフォーム」化する事で、開発プロセス全体の高機能化が必要である。この実現の為に、分野別の個別課題の解決では根本的な解決には至らない。根本的な解決を実現するには、総合的な IoT プラットフォーム化の開発研究を通じて、総合技術の高度化が不可欠である。

ハードウェア企業は、ソフトウェア開発環境の共通化でソフトウェア企業のサポートやデバッグを共有し、ソフトウェア企業は、ハードウェア機器の共通化でハードウェア企業のサポートやデバッグを共有する。この相互補完が可能なプラットフォームの構築を通じて、ハードウェア企業とソフトウェア企業双方の技術の高度化を目標とする。

1-2 研究体制



1-3 成果概要

(1) LoRa~BLE ブリッジ通信プラットフォーム

安価な近距離通信の「BLE (BT5.0-LR)」を長距離通信の「LoRaWAN」へブリッジ（中継）する通信システムと、mruby を活用した開発フレームワークにてソフトウェア開発全体の効率化を実現するプラットフォームを開発した。

プラットフォームは以下の3点「LoRa~BLE ブリッジ中継器」「BLE 端末」「mruby 開発フレームワーク」から構成される。

・LoRa~BLE ブリッジ中継器

BLE (BT5.0-LR) 通信を LoRaWAN 長距離通信へブリッジ（中継）するブリッジ中継器を開発した（図5参照）。



- ・W60xD60xH17mm/LiPo 電池
- ・LoRa~BLE5.0 ブリッジ機能
- ・LED(フルカラー)
- ・-20℃~+65℃対応(固体電池)
- ・防水：IPx5 ※IPx7 対応可能

図5 LoRa~BLE ブリッジ中継器

また、今回の実績を需要の旺盛な新 LPWA である LTE-M 仕様にも拡張し開発した（図6参照）。これにより、今回の成果を元に他 LPWA 仕様への展開が容易であることを証明できた。



- ・W60xD60xH17mm/LiPo 電池
- ・LTE-M~BLE5.0 ブリッジ機能
- ・LED(フルカラー)
- ・-20℃~+65℃対応(固体電池)
- ・防水：IPx5 ※IPx7 対応可能

図6 LTE-M~BLE ブリッジ中継器

• BLE 端末

GPS 無しでボタン電池駆動を実現した《ボタン電池版》と、GPS 有りで充電電池駆動の《Li-Po 電池版》の2種類を開発した（図7参照）。



《ボタン電池版》
・W60xD43xH11.5mm/**CR2032**
・加速度/温湿度/気圧/照度/etc
・BT5.0 ロングレンジ対応
・LED（フルカラー）



《Li-Po 電池版》
・W60xD60xH17mm/**LiPo 電池**
・加速度/温湿度/気圧/照度/**GPS**/etc
・BLE5.0 ロングレンジ対応
・LED(フルカラー)
・-20℃～+65℃対応(固体電池)
・防水：IPx5 ※IPx7 対応可能

図7 BLE 端末（2種類）

• mruby 開発フレームワーク

ソフトウェア開発全体（開発期間、コスト等）の効率化を実現する開発フレームワークを開発した（図8参照）。

- ・センサの選択、動作タイミング、条件選択、動作内容がドラッグ&ドロップで設定可能。
- ・Job で Job を操作することが可能。これにより現実的でより複雑なアプリケーションの作成が手軽に行える。

（例：温度を 10 分おきに送信し（Job1）、30 度になったら（条件選択）5 分おきの送信間隔に変更し、湿度も測定開始する（Job2）、同時に扇風機を回す（Job3）など）

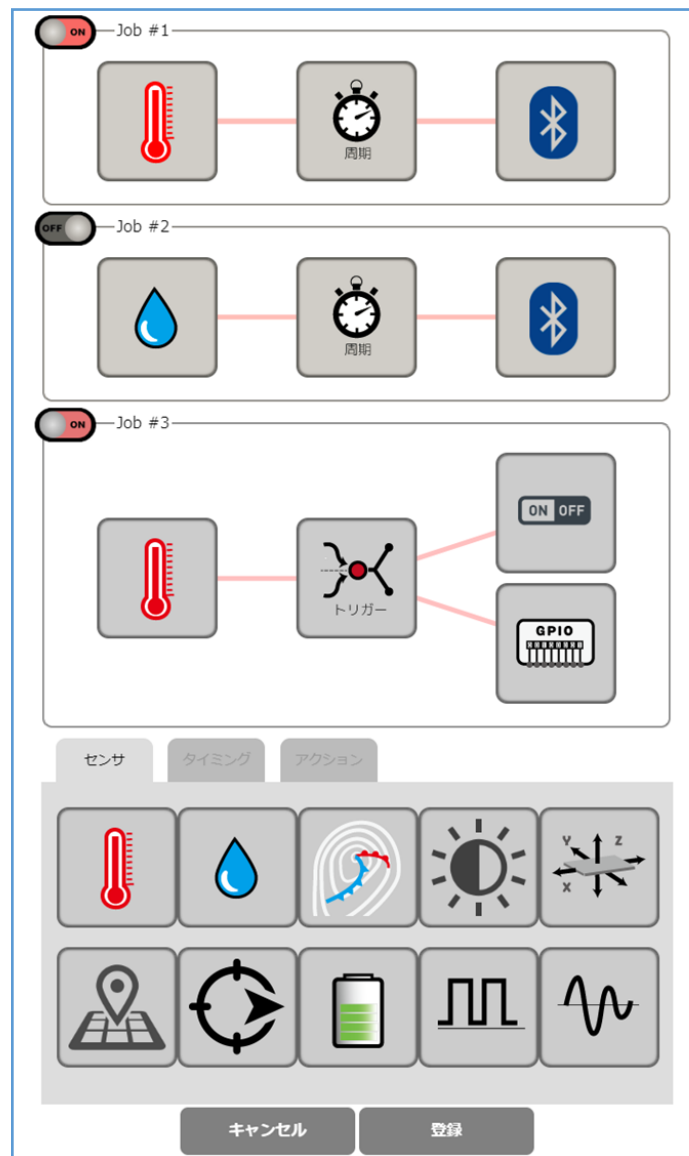


図8 mruby 開発フレームワーク「plato (プラトン)」

1-4 当該研究開発の連絡窓口

【事業管理機関】

所属：公益財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団 社会システム実証センター

役職・氏名：専門研究員・渡邊 恭弘

Tel：092-331-8510 Fax：092-331-8515

E-mail：y-watanabe@ist.or.jp

【総括研究代表者（PL）】

所属：株式会社 Braveridge 本社

役職・氏名：技術担当取締役・小橋 泰成

Tel：092-834-5789 Fax：092-807-7718

E-mail：ykohashi@braveridge.com

【副総括研究代表者（SL）】

所属：国立大学法人 九州工業大学 情報工学部

役職・氏名：准教授・田中 和明

Tel：0948-29-7750 Fax：0948-29-7751

E-mail：kazuaki@mse.kyutech.ac.jp

【研究等実施機関】

所属：SCSK 九州株式会社 組込みシステム部 第一開発課

役職・氏名：担当課長・石井 宏昌

Tel：092-686-7373 Fax：092-412-7760

E-mail：hiromasa_ishii@scsk-kyushu.co.jp

【研究等実施機関】

所属：株式会社アイ・エル・シー HDC INTAWORLD&INTALOGIC 開発チーム

役職・氏名：副センター長・熊野 靖

Tel：082-262-7700 Fax：082-263-4411

E-mail：yasushi_kumano194@ilc.co.jp

第2章 本論

【1. LoRa～BLEブリッジ中継器の開発】

【1-1】LoRa～BLEブリッジモジュールの開発

<研究内容>

「BT5.0-LR」対応のICは2018年春に量産予定。このICの型番はnRF52840となる。このICを使用して、mruby専用「LoRa～BLEブリッジモジュール」を開発する（図9参照）。モジュール化は、モジュール認証によりモジュールそのものを「電波法」に準拠した認証を取得し、このモジュールを再利用する他用途・他モデル展開時には、「電波法」の認証を再取得する必要が無いというメリットがある。

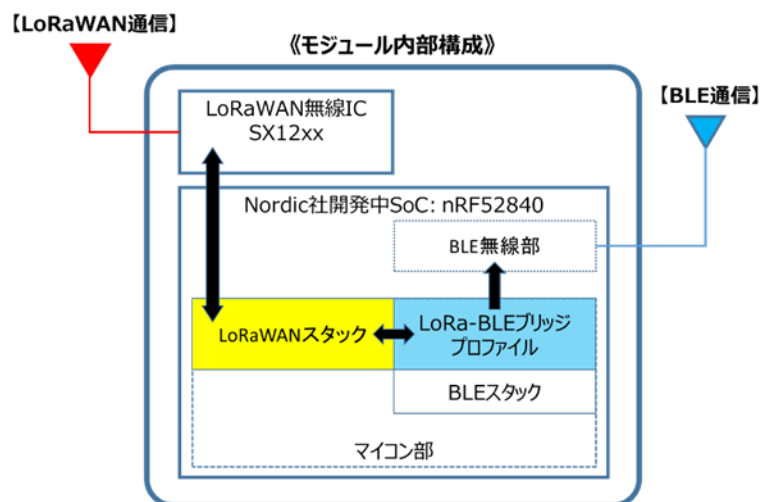


図9 LoRa～BLEブリッジモジュールの開発

<実施内容>

LoRa～BLEブリッジモジュールの回路図を作成し、「日本電波法」、「BTsig 認証」を取得し、量産試作を完成させた。BLE端末とLoRa～BLEブリッジ中継器間の通信が可能なライブラリを開発した。

【1-2】LoRa～BLEブリッジ中継器の開発

<研究内容>

mruby専用LoRa～BLEブリッジの完成品を開発する。この完成品は一般製品の信頼性要求に合致する。また、野外使用を前提とし、IPx5仕様を満たす。

<実施内容>

【1-1】のnRF52840のES品による試作モジュールを使用した、製品の回路図を作成し、

基板の試作を完了した。金型を完成させ、全てを組み合わせた完成品を作り上げた（図10参照）。

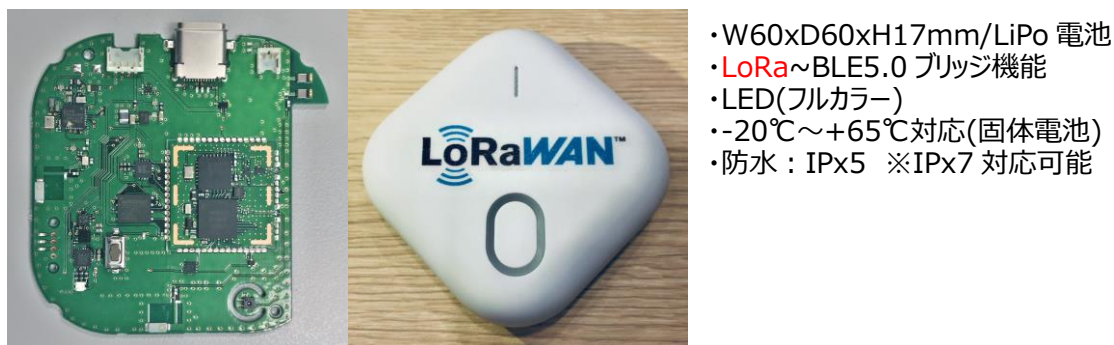


図10 LoRa~BLEブリッジ中継器の基板および完成品

また、今回の実績を需要の旺盛な新LPWAであるLTE-M仕様にも拡張し開発した（図11参照）。これにより、今回の成果を元に他LPWA仕様への展開が容易であることを証明できた。

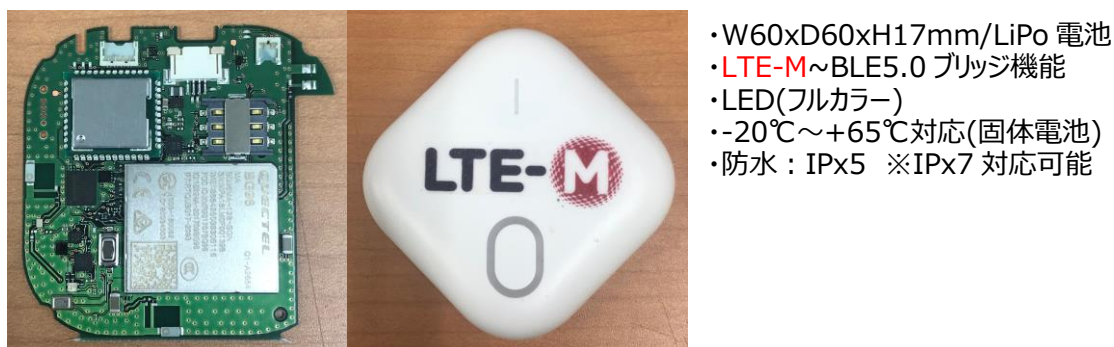


図11 LTE-M~BLEブリッジ中継器の基板および完成品

【2. BLE 端末の開発】

【2-1】BLE モジュールの開発

<研究内容>

nRF52840(【1-1】参照)を使用して、BT5.0-LR 対応の mruby 専用「BLE モジュール」を開発（図12参照）し、「日本電波法」「BTsig 認証」を取得する。モジュール化により、多用途・他モデル展開・新規取引先とのビジネスに、モジュール単品として販売可能。

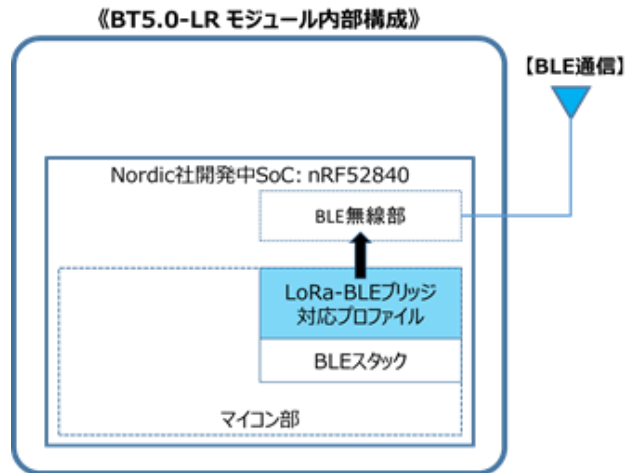


図1 2 BLE モジュールの開発

<実施内容>

BLE モジュールの回路図を作成し、「日本電波法」、「BTsig 認証」を取得し、量産試作を完成させた。

【2-2】BLE 端末の開発

<研究内容>

各種センサと BLE モジュールを使用した mruby 専用 BLE 端末（IoT センサデバイス）を開発する。このデバイスは、LoRa～BLE ブリッジと連携した動作を想定するが、単体の IoT センサデバイスとしても利用可能。

<実施内容>

【2-1】の nRF52840 の ES 品による試作モジュールを使用した、製品の回路図を作成し、基板の試作を完了した。金型を完成させ、全てを組み合わせた完成品を作り上げた。GPS 無しでボタン電池駆動を実現した《ボタン電池版》と、GPS 有りで充電電池駆動の《Li-Po 電池版》の2種類を作成した（図1 3参照）。



《ボタン電池版》
 ・W60xD43xH11.5mm/**CR2032**
 ・加速度/温湿度/気圧/照度/etc
 ・BT5.0 ロングレンジ対応
 ・LED（フルカラー）

《Li-Po 電池版》
 ・W60xD60xH17mm/**LiPo 電池**
 ・加速度/温湿度/気圧/照度/**GPS**/etc
 ・BLE5.0 ロングレンジ対応
 ・LED(フルカラー)
 ・-20℃～+65℃対応(固体電池)
 ・防水：IPx5 ※IPx7 対応可能

図1.3 BLE 端末の基板および完成品（2種類）

【2-3】電力管理機能を持つ mrubyVM の開発

＜研究内容＞

BLE モジュールに対応した mrubyVM を開発する。この VM は、BLE モジュールの持つ省電力機能（スリープ機能等）を利用し、mrubyVM が省電力制御を担う。

＜実施内容＞

mruby/c VM を高度なスリープ動作に対応させ、自動的に低消費電力モードに移行する機能を実現した。mruby でアプリケーションを開発する場合、省電力モードなど電力管理に関する記述を省くことができるようになった。結果として、ソフトウェア開発効率が高まった。

【3. LoRa～BLEブリッジ通信プラットフォームにおける

mruby 開発フレームワークの開発】

【3-1】ネットワーク抽象化とセキュア通信を実現するネットワークライブラリの開発

＜研究内容＞

ネットワークを仮想化する SEP ライブラリ（図1.4参照）を LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォームに対応させ、mruby/c で利用できるようにする。

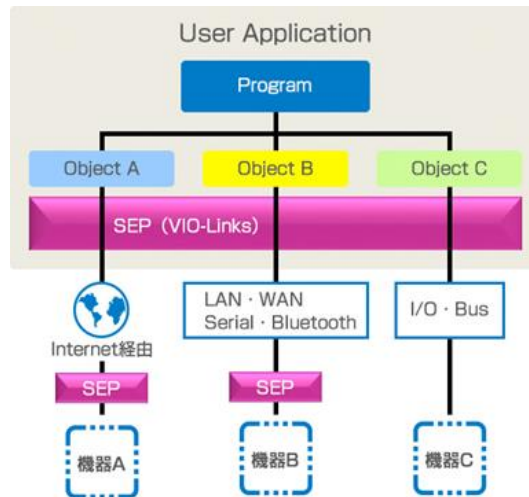


図 1 4 ネットワーク抽象化とセキュア通信を実現するネットワークライブラリ「SEP」

<実施内容>

デバイス間通信の暗号化、およびネットワーク抽象化を実現とした上で、IoT における連続通信（10 回/秒）を実現した。

【3-2】セキュリティ機能の自動設定機能の開発

<研究内容>

LoRa~BLE ブリッジ通信プラットフォームにセキュリティ機能を付加する。LoRa~BLE ブリッジ中継機に適合した Plato-GUARD（図 15 参照）を開発する。

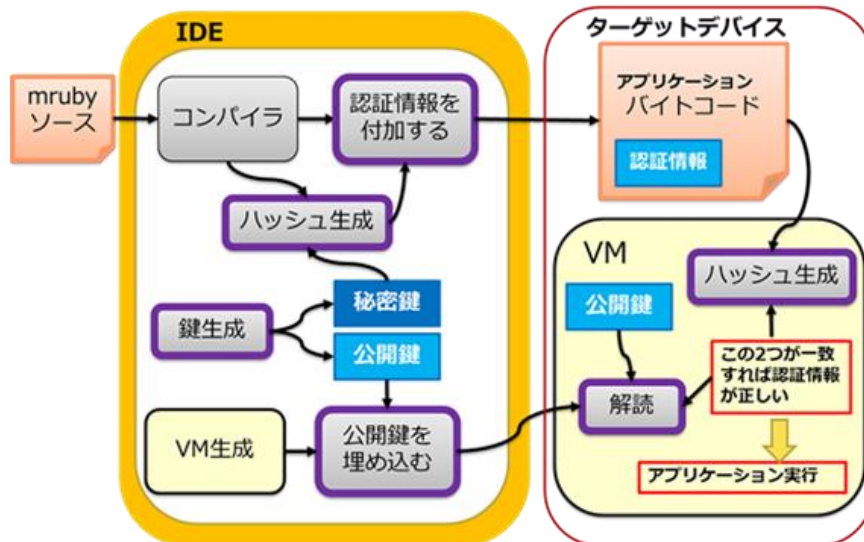


図 1 5 不正なアプリの動作を防止する「Plato-GUARD」

<実施内容>

開発フレームワーク上でセキュリティキーの指定ができる設定機能 UI（ユーザインターフェース）の設計、および試作を完了した。

【3-3】 応答式アプリ自動生成の開発

＜研究内容＞

GUI を使って IoT アプリケーションの機能を指定することで、アプリケーションを自動生成する。

＜実施内容＞

ソフトウェア開発全体（開発期間、コスト等）の効率化を実現する開発フレームワークを開発した。複数センサを様々な時刻や周期、条件によるトリガーで制御するアプリケーションの設定（図 1 6 参照）が高度な知識を必要とすることなく短時間で完了し、アプリケーション自動生成に必要な基本設定が短時間で完了し、プログラムコードの自動生成ができた。



図 1 6 mruby 開発フレームワーク設定メニュー

【3-4】電力管理機能の自動組込みの開発

＜研究内容＞

BLE 端末の電力管理機能を plato アプリケーションで設定できるようにする。

＜実施内容＞

電力管理機能の基本設計、試作を行った。電源管理機能の設定を不要とし、標準機能とした。
また、フレームワークで作成したアプリケーションの内容から未使用のセンサに対して電力供給を断つなどの省エネ動作も可能としている。

【4. LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォームにおける mruby 開発フレームワーク評価実験】

【4-1】性能試験の実施

＜研究内容＞

LoRa～BLE ブリッジの動作を評価実験により検証する。

＜実施内容＞

フレームワークで試作したアプリにより BLE 端末とブリッジ中継器間での双方向通信ができることを確認した。

【4-2】LoRa～BLE ブリッジ通信プラットフォームにおける mruby 開発フレームワーク評価実験

＜研究内容＞

LoRa～BLE ブリッジを構成する通信プラットフォームの動作を、評価実験により検証する。

＜実施内容＞

ブリッジ機能の遅延 500ms 以内、通信モジュールの連続運転 1 日以上を確認した。

最終章 全体総括

3-1 研究開発成果の総括

本事業により、超低消費電流で安価な長距離通信かつ即実用化可能な、世界初のプラットフォームを開発した。LoRaWAN 技術と BLE 新規格 (BT5.0-LR) をブリッジ (中継) させることで実現しており、さらに、mruby を活用したフレームワークを開発することで、ソフトウェア開発全体の効率化を実現した。

また、今回の成果を広めるべく、LPWA の中でも有望視されている LTE-M 版ブリッジ中継機も開発した。これにより、今回の成果が今後も各通信規格に展開できる事を証明できた。

他に類を見ない世界初の IoT 通信システム、およびプラットフォームであることから、IoT 社会のデファクト・スタンダードを狙う。

3-2 研究開発後の課題・事業化展開

全国規模の LoRaWAN の公共基地局サービスの開局が計画よりも遅れている。そこで、各種 LPWA に対応したモジュールやシステムの開発を実施し、どの LPWA にも対応可能な様に準備を行っている。

ハードウェアとプラットフォームだけでは、ユーザー側でアプリケーションの準備が必要なため、販売や推進に遅延が発生する可能性が高い。そこで、株式会社 Braveridge でクラウドサーバーとアプリケーションのプラットフォームも提供できるように準備を行っている。

インフラ関連企業を始め、複数社と販売に向けて交渉中であり、ソフトウェア関連企業や大学等の研究機関、個人に向けても事業を展開していく。

3-3 その他成果

IoT プラットフォームに関して、発表を行った。

- 1) Kazuaki Tanaka, Hirohito Higashi, 「Mruby—rapid IoT software development language」, 12th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2017 年
- 2) Kazuaki Tanaka, Hiroyuki Maeda, Hirohito Higashi, 「Concurrent Execution in Scripting Programming Language ‘mruby’」, International Conference on Computational Science and Its Applications - ICCSA 2018, 2018 年
- 3) 田中 和明, 小橋 泰成, 三牧 弘司, 石井 宏昌, 「ここまで来た開発言語 mruby・mruby/c

の最新情報とそれが開く” 本当に使える” IoT プラットフォーム」, ET & IoT Technology
2018, スペシャルセッション C-4 での講演, 2018 年