

LoRa[®]ソリューション for RAファミリ

ご紹介

2025年12月26日

ルネサス エレクトロニクス株式会社
エンベデッドプロセッシングプロダクトグループ
エンベデッドプロセッシング事業部
ソリューションマーケティング部

はじめに

本書は、LoRaWAN® 及びLoRa®に基づくアプリケーションの開発を始める前に、プロトコルスタック、評価ツール、ソフトウェア開発環境の理解を深めていただくためのガイドです。

次ページより、下記について紹介します。

- **LoRa®/LoRaWAN®概要**
- **LoRaソリューション for RAファミリ (プロトコルスタック, 評価ツール)**
- **ソフトウェア開発環境**

なお、文章中の青字+下線で記述された部分は、ウェブページまたはドキュメントへのリンクであることを示します。

(ご参考)

RL78ファミリ向け [「LoRa®ソリューション for RL78ファミリ ご紹介」 \(EP2P-AA-24-0399\)](#) は、以下のWeb Pageにて公開しています。

LoRa®ソリューション for RL78ファミリ

<https://www.renesas.com/jp/ja/application/communication-computing-infrastructure/wireless-network/lora-solutions/lora-solution-rl>

LoRa[®] / LoRaWAN[®] 概要

LoRa®とLoRaWAN®について

LoRa®は無線変調方式の1つです。LoRaWAN®はこの変調方式を利用した標準プロトコルの規格です。

- **LoRa® (Long Range)**

- Semtech社によって開発されたチャープ・スペクトラム拡散(CSS)によるスペクトラム拡散変調方式。
- 長距離(見通しで最大20km)、低データレート(数100bps~数10kbps)、低消費電力通信向けの変調方式。
- LoRa®変調で動作する標準プロトコル(LoRaWAN®)が規格化。
- LoRa®変調で独自プロトコルを使用することも可能。

- **LoRaWAN® (LoRa® Wide Area Network)**

- LoRa Alliance®が仕様策定した、IoT機器向けの省電力、長距離通信向けの通信プロトコル。
- 変調方式にはLoRa®とGFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)を使用。



LoRa®/LoRaWAN®のアプリケーション例

少量データ、低速、低頻度+定期的、広範囲のデータ通信用途

< Metering >

- ・ガス（都市・プロパン）・水道フローメータの一括データ収集
- ・飲料など自動販売機 のPOSデータ一括収集

< Industry / Building >

- ・交通網インフラのデータ管理・転送（バス・タクシー・レンタカー・自転車・信号機・街灯 等）
- ・構造物異変検知（トンネル・橋・ビル・看板などの老朽化）の一括データ収集
- ・ビル管理 ドアの開閉・施錠、エアコン/照明/カーテン等の動作管理、エレベータ/エスカレータの動作・位置管理、倉庫の在庫管理等の一括データ管理
域内 警報各種の発信
- ・農業・畜産管理 一括データ管理（水供給・家畜位置検出、鳥インフルエンザ検知 等）

< Consumer / Home >

- ・ヘルスケア(Wearable)のデータ管理・転送
- ・子供、高齢者の見守りシステム



LPWAに求められるもの

LPWAでは、容易にネットワークを構築できる、低消費電力の通信が求められます。

■ 容易にネットワークを構築

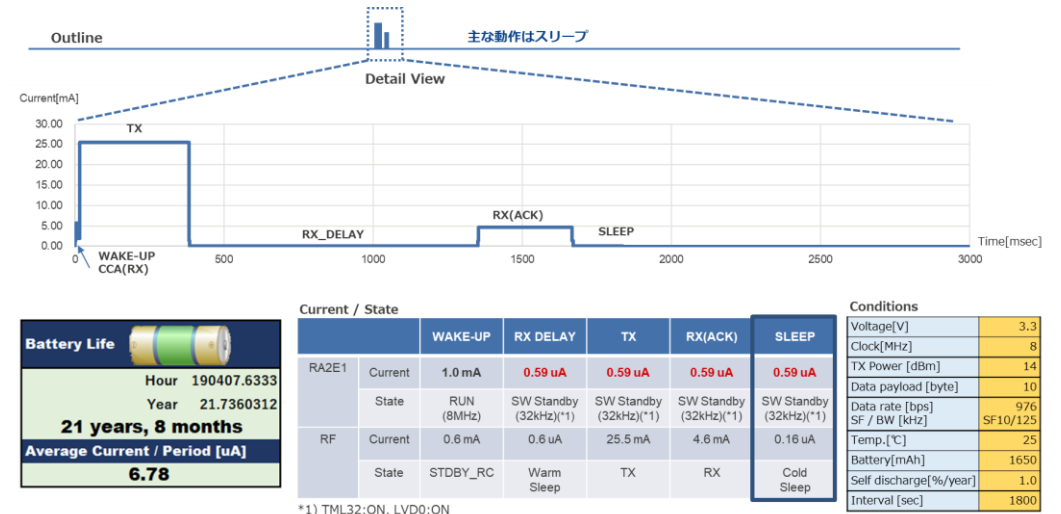
LoRaWAN®のエコシステムを利用して、LoRaWAN®に対応したエンドデバイス、ゲートウェイ、ネットワークサーバ、クラウドサービスを準備することで、容易にネットワークの構築ができます。

■ 低消費電力の通信

LPWAでは、少ない電池で長期間動作することを要求されることが比較的多いです。

この場合、数時間で1回の通知を行い、それ以外はスリープ状態となる間欠動作を使用します。

大半がスリープ状態となるため、スリープ状態の電流値が低いマイコンが求められます。



LoRa[®]ソリューション for RAファミリ

LoRa[®]ソリューション for RAファミリ

特長



バッテリーで長期間動作が要求されるIoTのエンドノードに最適な**超低消費電力**なソリューション

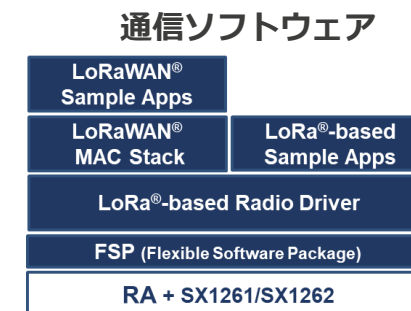
低消費電力

- 超低消費電力のマイコン(RA2E1/RA2L1/RA0E1/RA0E2) + Semtech社LoRa[®]トランシーバー(SX1261/SX1262)
 - RA2E1/RA2L1/RA0E1/RA0E2の省電力機能を最大限に活用し、低消費電力設計された通信ソフトウェア
- ➡ スリープ時の消費電流は1uA未満を達成 (RA0E1の場合 0.75μA)。
バッテリーの容量/本数の削減によるシステムの低コスト化、デバイスの動作期間の延長が可能。



設計が容易

- LoRaWAN[®]プロトコル対応の通信ソフトウェア
 - ATコマンドで簡単に制御可能なサンプルアプリ
 - クラウドサービス(AWS, Azure)と連携してセンサーデータを可視化するサンプルアプリ、等を提供。
- ➡ 低消費電力設計でLoRaWAN[®]のタイミング制約を満足するように最適化済みのため、LoRaWAN[®]を利用した低消費電力なIoTアプリケーションの設計が容易。



評価が容易

- 開発前の消費電力の見積もりや、試作後の無線特性評価、障害発生時のプロトコル解析に役立つ無線評価ツール(GUI)を提供
- ➡ 開発した無線ボード、アプリケーションの評価が容易。



LoRa[®]ソリューション for RAファミリ

消費電流, 無線特性



チップセット

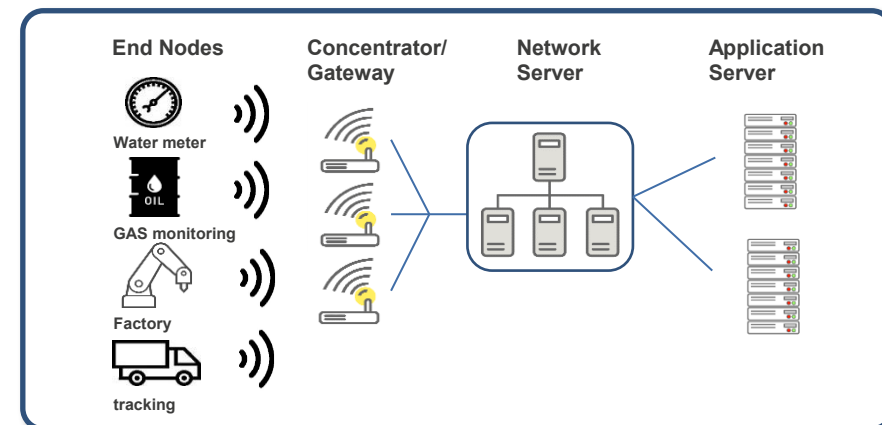
- RA2E1/RA2L1/RA0E1/RA0E2 (マイコン)
+ Semtech社SX1261/SX1262 (LoRa[®]トランシーバ)

バッテリー駆動に最適な超低消費電流性能

- RA0E1: 動作モード: 1.0mA@8MHz(*1)
Software Standbyモード: 590 nA(*1)(*2)
- SX1261/SX1262 : Tx: 32mA@+15Bm(*3), 118mA@:+22dBm(*4)
Rx: 4.6mA(*3)(*4)

長距離通信可能な高性能LoRa[®]トランシーバ

- 最小受信感度: -148dBm
- 最大送信パワー: +15dBm(*3), +22dBm(*4)
- 長距離: リンクバジェット170dBm (最大)



バッテリーで長期間動作が要求される
IoTのエンドノードに最適

低消費電力LoRa[®] RFIC(SX1261/SX1262)に対応
Semtech SX1276との比較：
・受信時電流 約50%減
・送信時電流 約20%減

*1) RA0E1(R7FA0E107), *2) LVD0: ON, TML32: ON
*3) Semtech SX1261, *4) Semtech SX1262

LoRa[®]-based Solutions for RA Family

消費電流 (スリープ, フレーム送受信時)

Ultra low power consumption

	RA2E1 SX1261	RA0E1 SX1261	
Sleep	0.89 μ A	0.75 μ A	消費電流(スリープ時) (MCU + RF)
Rx / Tx	4.6 / 25.5 mA	4.6 / 25.5 mA	消費電流(受信/送信時) (MCU + RF)

MCU: RA2E1(R7FA2E1A9), RA0E1(R7FA0E107), 3.3V

RF: SX1261, LoRa(SF7, BW125KHz)@915MHz, Tx 14dBm

Sleep(RF+RA2E1): Cold sleep(RF)+Software Standby+2ch AGT+LVD0(RA2E1)

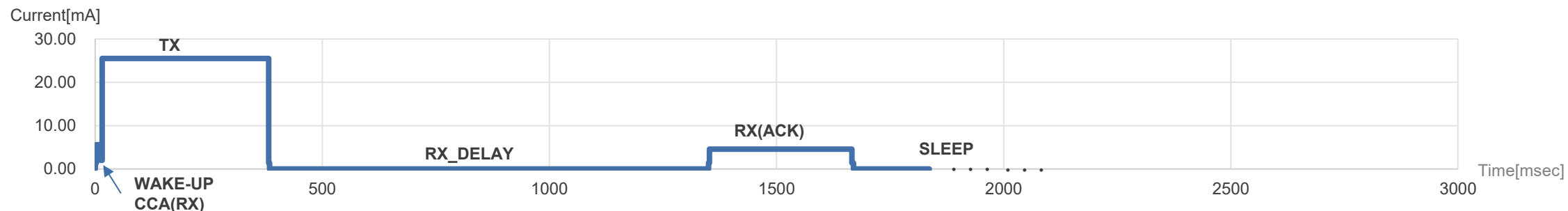
Sleep(RF+RA0E1): Cold sleep(RF)+Software Standby+TML32+LVD0(RA0E1)


LoRaWAN®平均電流見積もり

LoRaWAN® Class A動作時 - TX + RX(ACK)

LoRaWAN®スタック低消費機能

- LoRaWAN®スタックが、内部動作状態に応じてRF部を自動的に最適な低消費モードに移行。
- フレーム送受信中にMCU部を低消費モードに移行可能。
- 間欠動作に最適化した低消費のタイマ機能をサポート。アプリからも利用可能。



Battery Life 	
Hour	190407.6333
Year	21.7360312
21 years, 8 months	
Average Current / Period [uA]	
6.78	

		WAKE-UP	RX DELAY	TX	RX(ACK)	SLEEP
RA0E1 (*1)	Current	1.0 mA	0.59 uA	0.59 uA	0.59 uA	0.59 uA
	State	RUN (8MHz)	SW Standby (32kHz)(*2)	SW Standby (32kHz)(*2)	SW Standby (32kHz)(*2)	SW Standby (32kHz)(*2)
RF	Current	0.6 mA	0.6 uA	25.5 mA	4.6 mA	0.16 uA
	State	STDBY_RC	Warm Sleep	TX	RX	Cold Sleep

*1) RA0E1(R7FA0E107), 2) TML32:ON, LVD0:ON

Voltage[V]	3.3
Clock[MHz]	8
TX Power [dBm]	14
Data payload [byte]	10
Data rate [bps]	976
SF / BW [kHz]	SF10/125
Temp.[°C]	25
Battery[mAh]	1650
Self discharge[%/year]	1.0
Interval [sec]	1800

LoRa®通信ソフトウェアパッケージ 内容

■ 通信ソフトウェア、評価ツール、ドキュメントは、1つのパッケージになっています(*1)。

➤ LoRa®-based Wireless Software Package (Sample Code)

はじめに、以下のアプリケーションノートを参照してください。

LoRa®-based Wireless Software Package (Application Note)

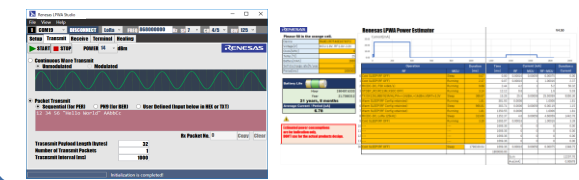
(内容)

- **通信ソフトウェア/サンプルアプリケーション(6種類)** 格納ディレクトリ: samples¥project
 - **RadioEvalApp**: 無線評価プログラム(ATコマンド動作)
 - **Ping-pong**: RFドライバを使用したシンプルアプリケーション
 - **LoRaSample**: LoRaWAN®サンプルアプリケーション(ATコマンド動作)
 - **LoRaFuotaSample**: LoRaWAN® FUOTAサンプルアプリケーション(ATコマンド動作)
 - **PrivateLoRaSample**: プライベートLoRa®ネットワークサンプルアプリケーション(ATコマンド動作)
 - **LoraWanPrivateLoRaComboSample**: LoRaWAN®-プライベートLoRa®連携サンプルアプリケーション(ATコマンド動作)
- **評価ツール(2種類)** 格納ディレクトリ: samples¥tools
 - **Renesas LPWA Studio**: 無線特性評価ツール(GUI)
 - **Renesas Power Estimator**: 消費電流見積りツール(Excel)
- **ドキュメント** 格納ディレクトリ: samples¥documents

通信ソフトウェア

LoRaWAN®スタックソフトウェア	プライベートLoRa®ネットワークソフトウェア	RFドライバソフトウェア
サンプルアプリケーションプログラム	サンプルアプリケーションプログラム	サンプルアプリケーションプログラム
LoRaWAN® MAC	プライベートLoRa®ネットワークMAC	
RFドライバ	RFドライバ	RFドライバ
RAZE1/RAZL1/RAE1/RAE2 + Semtech SX1261/SX1262	RAZE1/RAZL1/RAE1/RAE2 + Semtech SX1261/SX1262	RAZE1/RAZL1/RAE1/RAE2 + Semtech SX1261/SX1262

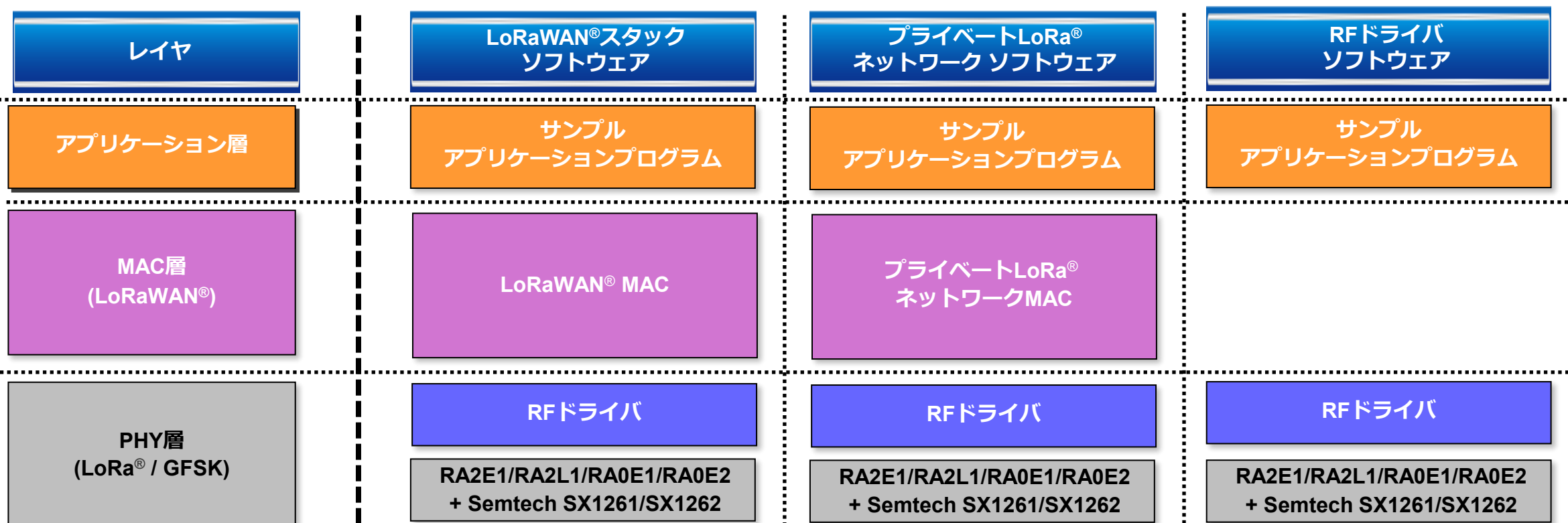
評価ツール



*1) LoRaWAN® Sensor Demoを除く。

LoRa®通信ソフトウェア

- LoRa®通信ソフトウェアとして、3種類のソフトウェアをご用意。
 - LoRaWAN®プロトコルスタック：LoRaWAN®仕様準拠。他社相互接続性が要求されるアプリケーション向け。
 - プライベートLoRa®ネットワーク：LoRa®ベースの独自通信仕様。他社相互接続性が不要なアプリケーション向け。
 - RFドライバ：ユーザ独自プロトコルを利用可能。他社相互接続性が不要なアプリケーション向け。

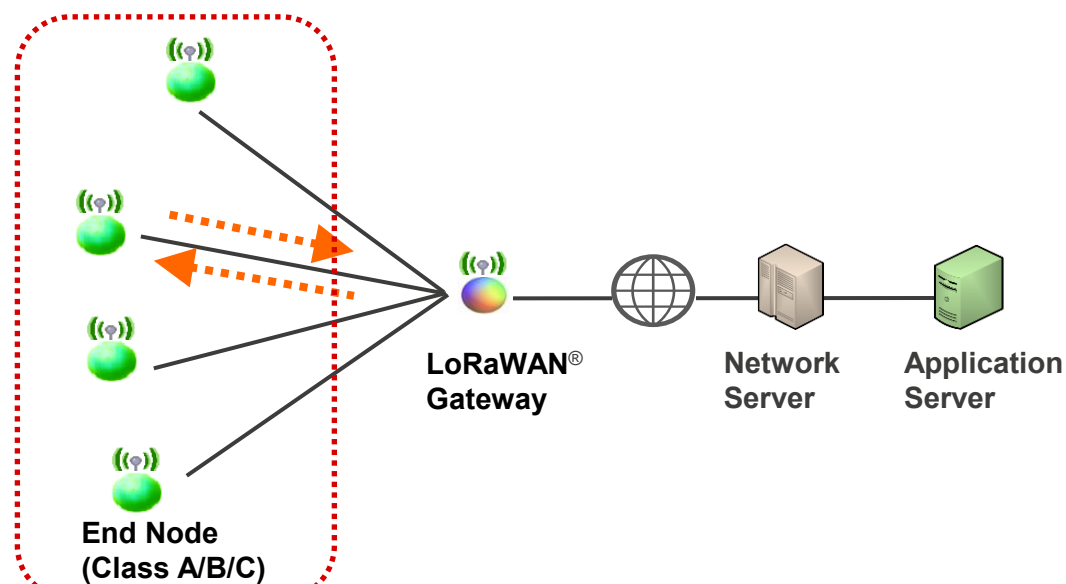


ネットワーク構成例

LoRaWAN®スタック

- ・標準化されたプロトコル
- ・マルチベンダでの相互接続性

LoRaWAN®ネットワーク

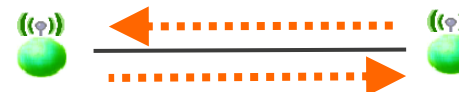


* LoRaWAN®スタックはEnd Nodeをサポート

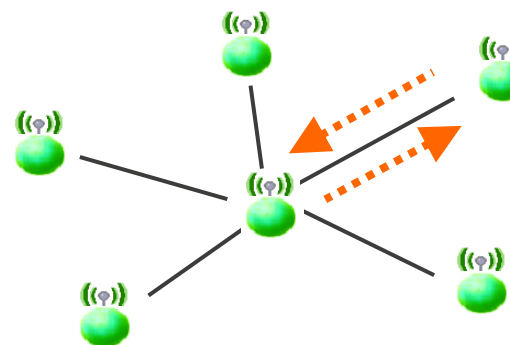
プライベートLoRa®ネットワーク RFドライバ

- ・独自プロトコルを利用可能
- ・様々なアプリケーションに柔軟に対応

P2Pネットワーク(1対1)



スター型ネットワーク(1対N)



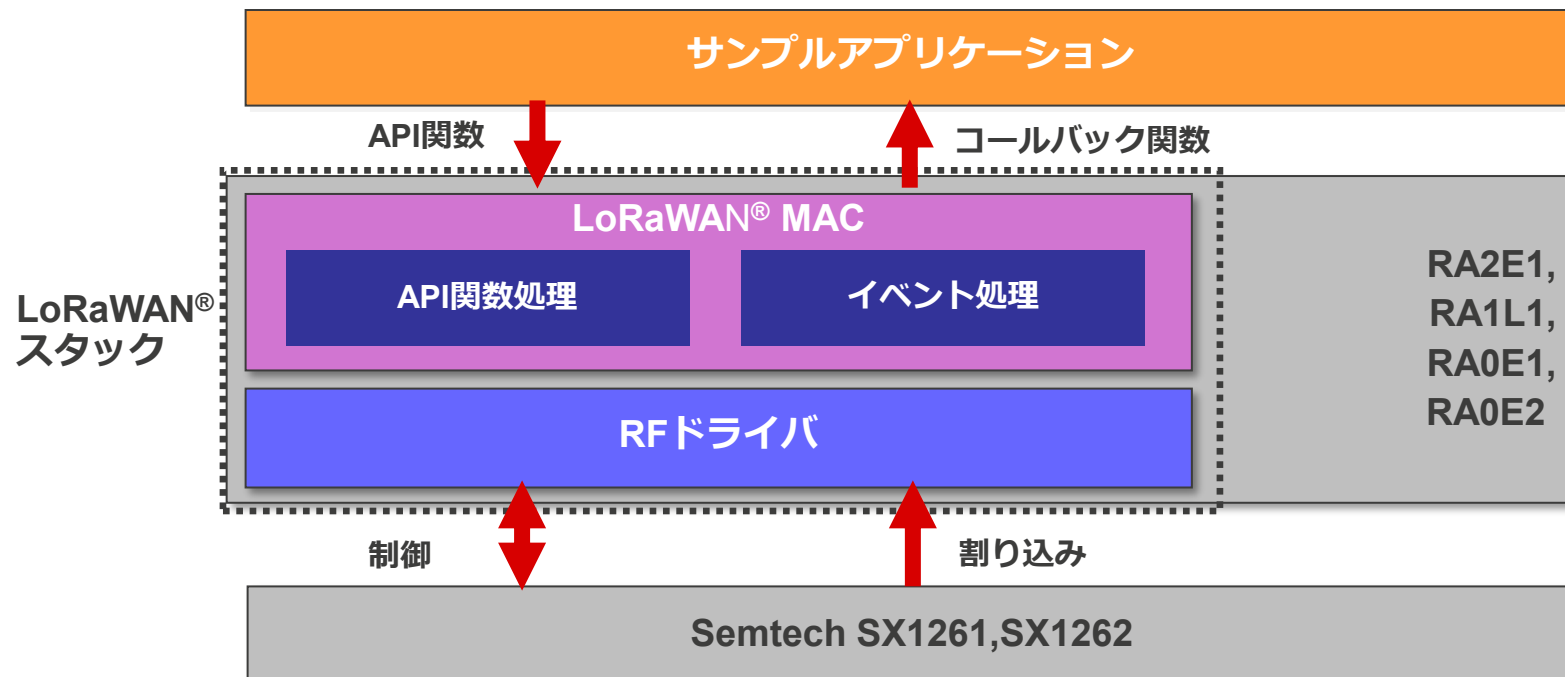
LoRaWAN®とプライベートLoRa®ネットワークの比較

- LoRaWAN®は、LoRa Alliance®規格化された通信プロトコルを使用し、相互接続性が高く、サードパーティを利用したインターネット接続が容易にでき、大規模のネットワークを構築することに適しています。
- プライベートLoRa®ネットワークは、LoRa®ベースの独自通信プロトコルを使用し、環境に合わせた通信速度や通信頻度を制御することができ、小規模のネットワークを構築することに適しています。

	LoRaWAN®	Private LoRa®-based Network
プロトコル	LoRa® Alliance Standard	独自(カスタム)
他社相互接続性	○	×
クラウド接続	○	△
ネットワーク収容台数	大	小
エコシステムの構築	○	△
ゲートウェイ/サーバ	必要	不要
カスタマイズ性	△	○
通信コスト	△	○
双方向通信	△	○
低消費電力機能	○	○
セキュリティ機能(暗号化、改ざん防止)	○	○

LoRaWAN®プロトコルスタック・ソフトウェア 特長

- LoRaWAN®プロトコル制御、マイコン部のパワー制御、低消費電力動作に最適化されたタイマ制御に対応したAPI関数
- アプリケーションはAPI関数を介してLoRaWAN®スタックを制御可能 (例：送受信要求)
- アプリケーションに対して、コールバック関数を介して非同期にイベントを通知 (例：送受信完了通知)
- LoRaWAN®スタックは、RF部のパワーコントロールを自動で制御
- OS非依存のため、様々なシステムに組み込み容易



LoRaWAN®プロトコルスタック

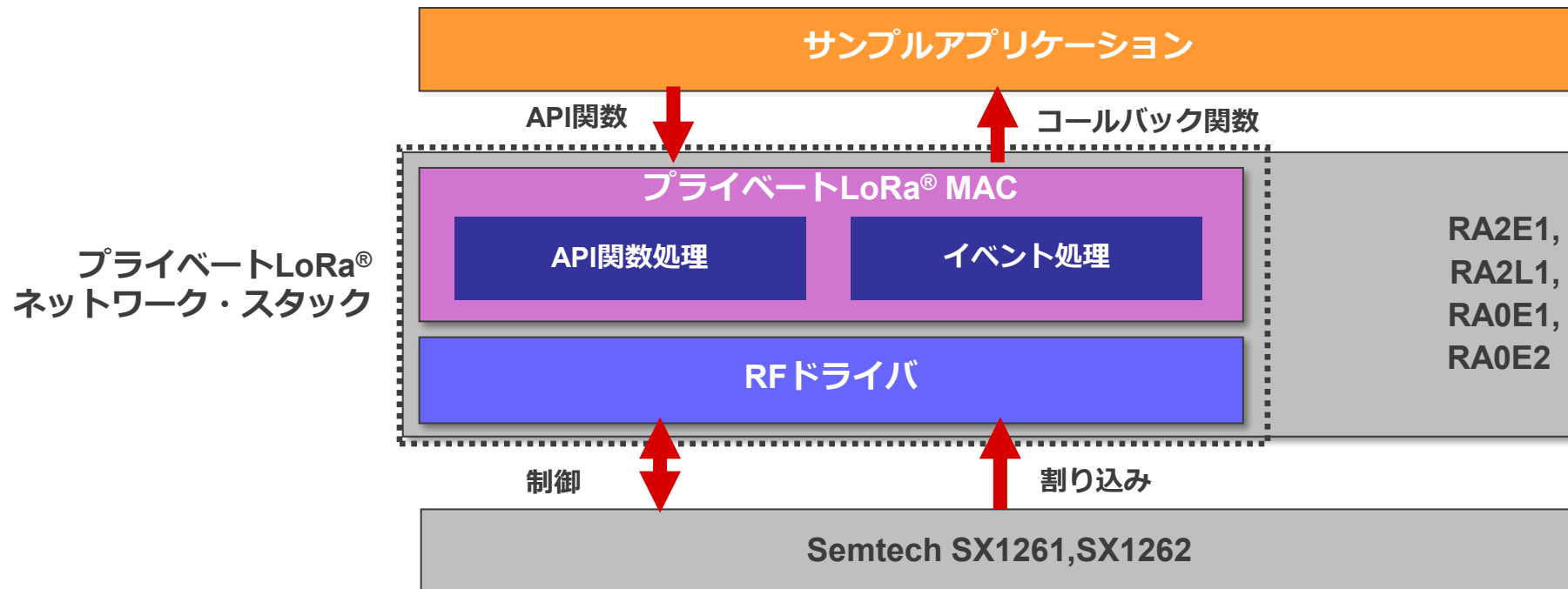
仕様概要

機能	仕様
LoRaWAN®仕様バージョン	V1.0.4/1.0.3/1.0.2
デバイスタイプ	End-device (Class A, Class B*1, Class C)
周波数帯	868MHz(EU), 915MHz(US), 920MHz(ASEAN/Japan), 865MHz(India), 915MHz(Australia), 920MHz(Korea)
変調方式	LoRa® / GFSK
データレート	データレートはリージョン仕様に依存 (例 : AS923/EU868の場合、LoRa® : 250 bps - 11 kbps, FSK: 50 kbps)
データサイズ	データサイズはリージョン仕様に依存 (例 : AS923/EU868の場合、最大250バイト)
送信時オプション	Listen before talk, ACK request
フレームタイプ	Join Request, Join Accept, Confirmed/Unconfirmed data message
セキュリティ	認証(OTAA), 暗号化/復号化(AES-CTR), 改竄防止(AES-CMAC)
無線規制制御サポート機能	無線パラメータの設定値が各国/地域の無線規制に適合するかフレーム送受信前に確認
低消費電力サポート機能	マイコン部のパワーモード制御、低消費電力動作に最適化されたタイマ制御用API関数 RF部のパワーモードの自動制御

*1) RA2E1, RA2L1でサポート

プライベートLoRa[®]ネットワーク・サンプルソフトウェア 特長

- プライベートLoRa[®]ネットワーク用のプロトコル制御、マイコン部のパワー制御、低消費電力動作に最適化されたタイマ制御に対応したAPI関数
- アプリケーションはAPI関数を介してプライベートLoRa[®]ネットワーク・スタックを制御可能 (例：送受信要求)
- アプリケーションに対して、コールバック関数を介して非同期にイベントを通知 (例：送受信完了通知)
- プライベートLoRa[®]ネットワーク・スタックは、RF部のパワーコントロールを自動で制御
- OS非依存のため、様々なシステムに組み込み容易



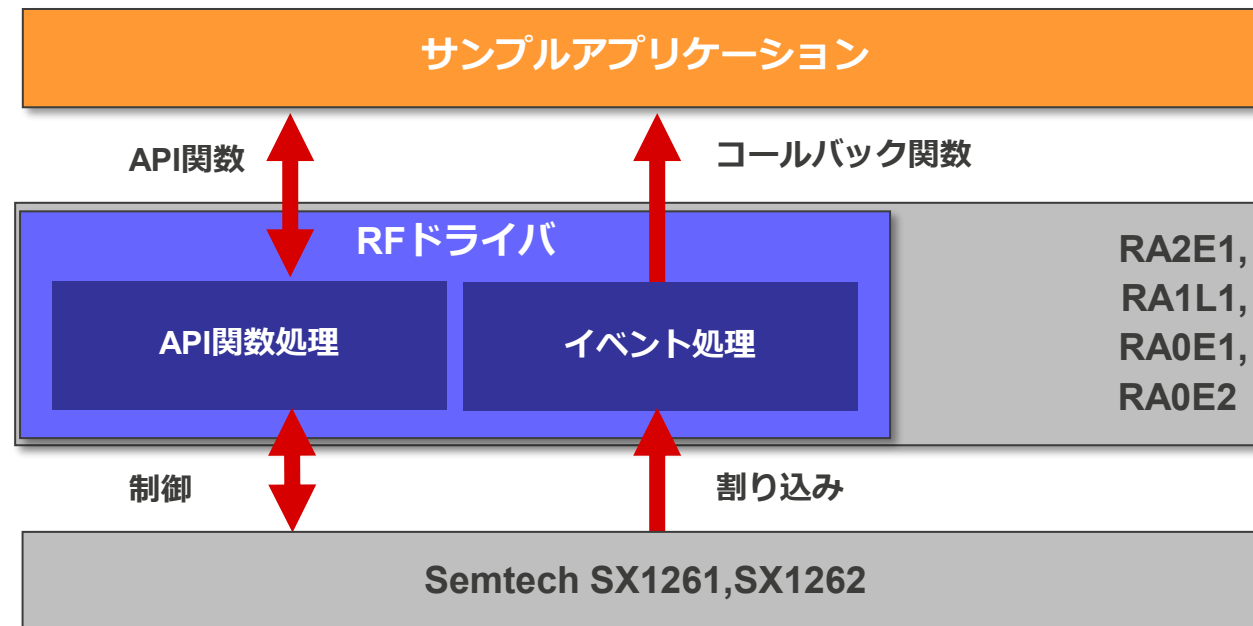
プライベートLoRa[®]ネットワークサンプル

仕様概要

機能	仕様
動作モード	間欠送受信モード / 常時受信モード
周波数帯	868MHz(EU), 915MHz(US), 920MHz(ASEAN/Japan), 865MHz(India), 915MHz(Australia), 920MHz(Korea)
変調方式	LoRa [®] / GFSK
データレート	データレートはリージョン仕様に依存 (例 : ASEAN/EUの場合、LoRa [®] : 250 bps - 11 kbps, FSK: 50 kbps)
データサイズ	データサイズはリージョン仕様に依存 (例 : ASEAN/EUの場合、最大250バイト)
送信時オプション	Listen before talk, ACK request
セキュリティ	暗号化/復号化(AES-CTR), 改竄防止(AES-CMAC)
無線規制制御サポート機能	無線パラメータの設定値が各国/地域の無線規制に適合するかフレーム送受信前に確認
低消費電力サポート機能	マイコン部のパワーモード制御、低消費電力動作に最適化されたタイマ制御用API関数 RF部のパワーモードの自動制御

RFドライバ 特長

- LoRa®とGFSKのPHY層の制御、RF部とMCU部のパワー制御、低消費電力動作に最適化されたタイマの制御に対応したAPI関数
- アプリケーションはAPI関数を介してRFドライバを制御可能 (例：送受信要求)
- アプリケーションに対して、コールバック関数を介して非同期にイベントを通知 (例：送受信完了通知)
- OS非依存のため、様々なシステムに組み込み容易



RFドライバ 関数仕様概要

項目	LoRa®	GFSK
周波数範囲	426MHz ~ 928MHz	
データサイズ	255 bytes	
データレート	11.4bps ~ 62.5kbps	600bps ~ 300kbps
バンド幅	7.8kHz ~ 500kHz	2.6kHz ~ 250kHz
拡散率(Spread factor)	SF5 ~ SF12	-
誤り訂正率(Coding rate)	4/5, 4/6, 4/7, 4/8	-
キャリアセンス機能	○ (サポート)	
Energy Detection機能	○ (サポート)	
無線特性評価機能	連続無変調送信 / 連続変調送信	
無線規制制御サポート機能	無線パラメータの設定値が各国/地域の無線規制に適合するかフレーム送受信前に確認	
低消費電力サポート機能	マイコン部のパワーモード制御、低消費電力動作に最適化されたタイマ制御用API関数	

RFドライバ

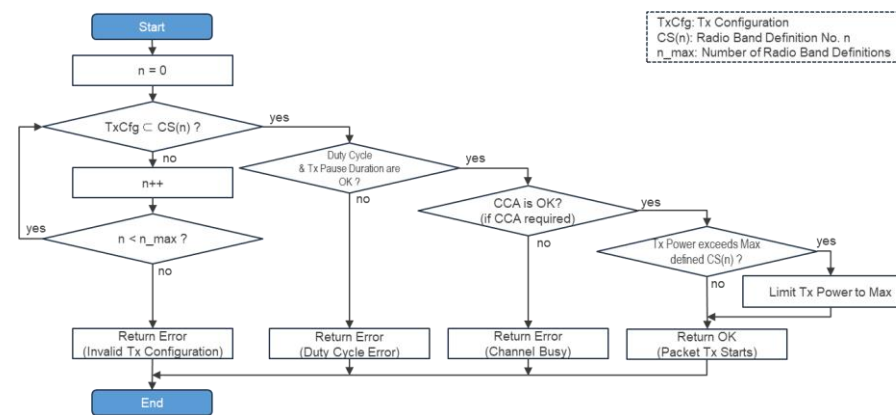
無線規制制御サポート機能

- RFドライバは、RFドライバ上で動作する通信プロトコルやアプリケーションの各国/地域の電波法に準拠するための制御を軽減する機能をサポートしています。

対象国/地域: 868MHz(EU), 915MHz(US), 920MHz(ASEAN/Japan), 865MHz(India), 915MHz(Australia), 920MHz(Korea)

- 本機能を有効にした場合、フレームの送受信前に以下の無線パラメータの設定値や送信間隔等を確認し、各国/地域の電波法に準拠しないと判断した場合は、フレームの送受信をキャンセルします。また、各国/地域の電波法でキャリアセンスが要求される場合は、フレームの送信前に自動的にキャリアセンスを実施し、キャリアを検出したと判断した場合は、フレームの送信をキャンセルします。

- チャンネル周波数、チャンネル帯域
- 最小送信休止時間
- 最大連続送信時間
- 送信デューティサイクル



■ 免責事項

本機能は、電波法の準拠させるための制御をサポートしてユーザーの負担を軽減するためのものであり、各国の電波法準拠を保証するものではありません。最終的にはお客様の責任で電波法への適合を確認してください。

Radio Driver Support Functions for Regional Radio Regulations

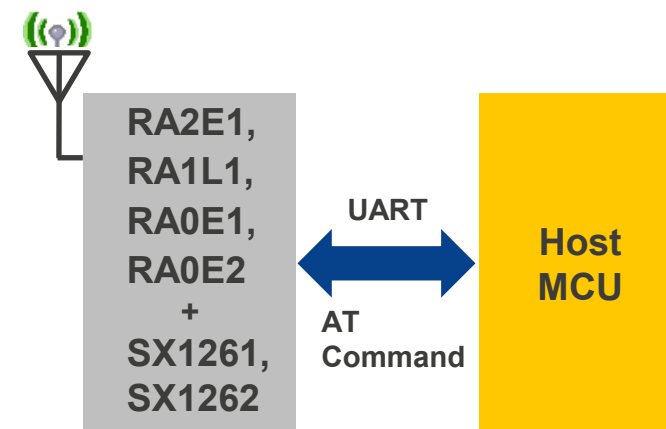
<https://www.renesas.com/node/25467896>

LoRaWAN®プロトコルスタック

サンプルプログラム ATコマンド(抜粋)

- LoRaWAN®スタック・サンプルプログラムは、ATコマンドでLoRaWAN®スタックを制御し、ネットワークへの参加、データ送受信等が可能です。
- LoRaWAN®の認証試験に利用可能な、認証試験モードもサポートしています。

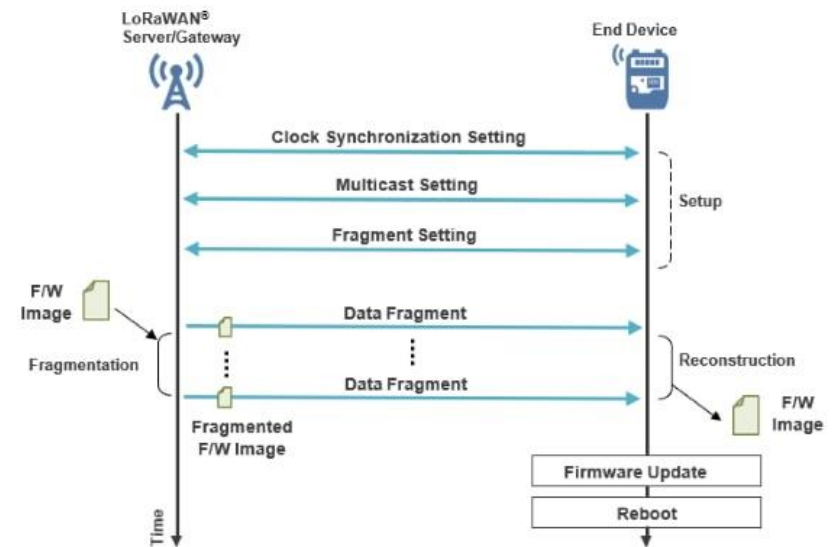
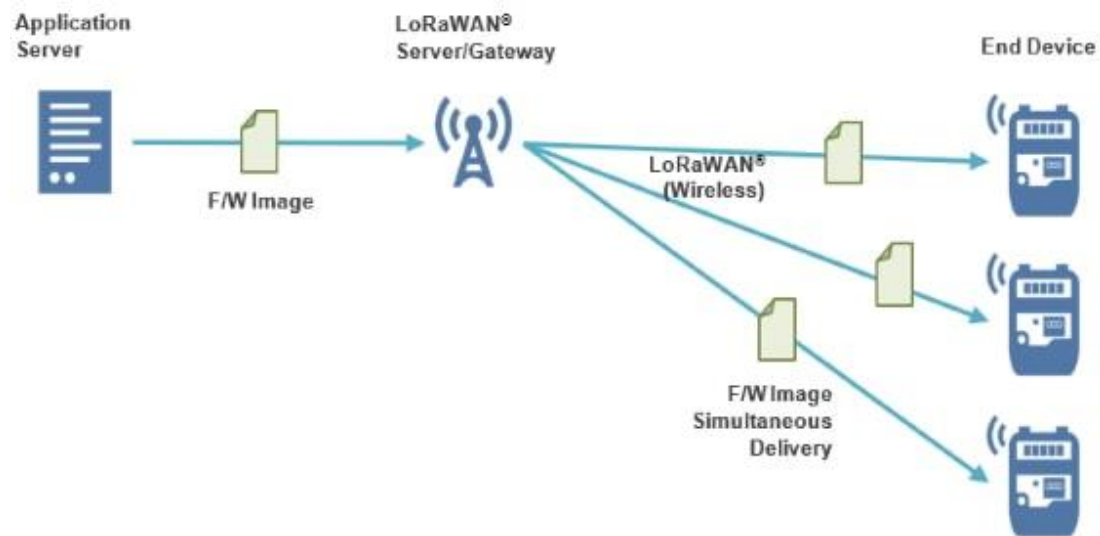
コマンド	説明
+SAVE	設定パラメータのデータフラッシュへの格納
+LOAD	設定パラメータのデータフラッシュからの読出し
+REGION	リージョンの設定・読出し
+CLASS	クラスの設定・読出し
+ACTMODE	アクティベーション・モードの設定・読出し
+DEVEUI	デバイスEUI(DevEUI)の設定・読出し
+APPEUI	アプリケーションEUI(AppEUI)の設定・読出し
+APPKEY	アプリケーション鍵(AppKey)の設定
+JOIN	アクティベーション(ネットワーク参加)
+MTYPE	データメッセージのタイプ(確認要求有り/無し)の設定・読出し
+FPORT	データメッセージのポート番号(FPort)sentの設定・読出し
+RSSI	RSSI表示モードの設定・読出し
+SENDHEX	データメッセージの送信(16進数)
+RCVD	データメッセージの受信通知
+ADR	ADRの設定・読出し
+DR	デフォルトデータレートの設定・読出し(ADR無効時に設定可)
+DCYCLE	Duty Cycle制御の設定・読出し
+COMPLIANCE	認証試験モードの設定・読出し、認証試験モードの有効化



LoRaWAN®プロトコルスタック

LoRaWAN®無線によるファームウェア更新*1

- FUOTA (Firmware Updates Over The Air) は、無線通信を介してファームウェアをリモートで更新する機能を提供します。この機能は、フィールドに広く展開され、長期的な運用が必要なIoTアプリケーションにとって重要な機能です。
- LoRa Alliance®では、Clock Synchronization Message Package、Remote Multicast Setup Package、Fragmented Data Block Transport Packageなど、LoRaWAN®プロトコルに加えてアプリケーション層プロトコルを利用したFUOTAプロセスを標準化しています。これらのプロトコルにより、アプリケーションサーバーによって指定された時間に複数のデバイスにファームウェアイメージを配信することが可能となります。
- マイコンのファームウェア更新には、RA2マイコンのStartup Area選択機能を用いてファームウェア書換プログラムに切替えることで、通信部分も含めたアプリケーションプログラムの更新ができます。

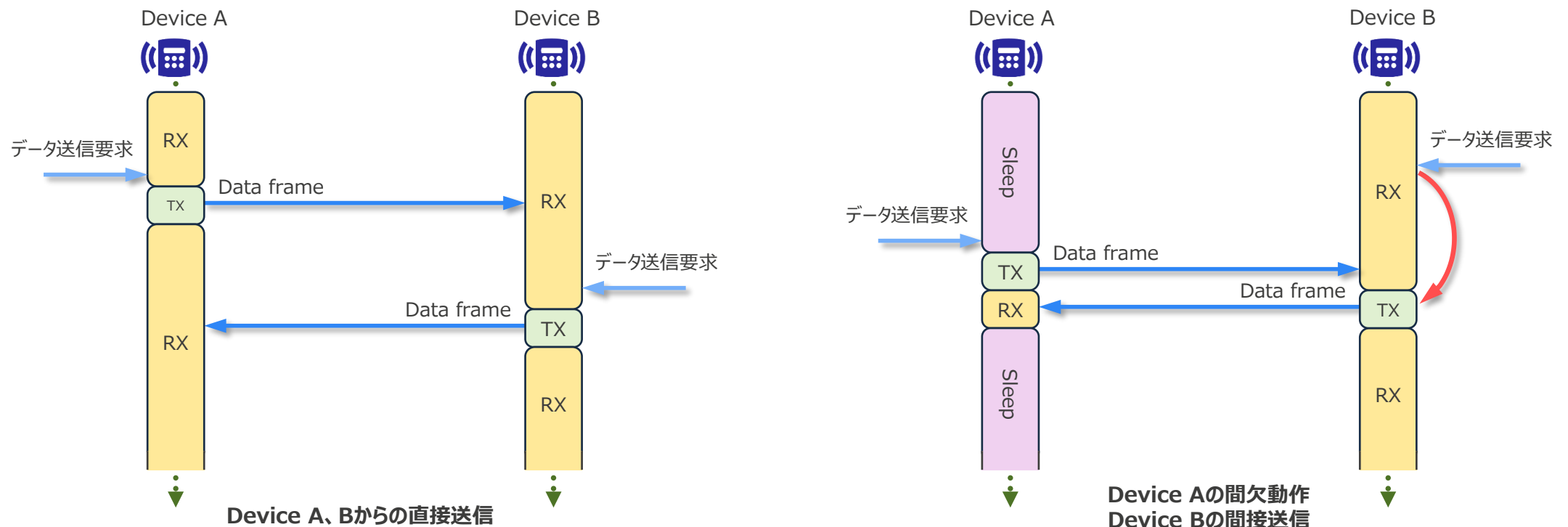


*1) RA2L1でサポート

プライベートLoRa®ネットワークサンプル

特長

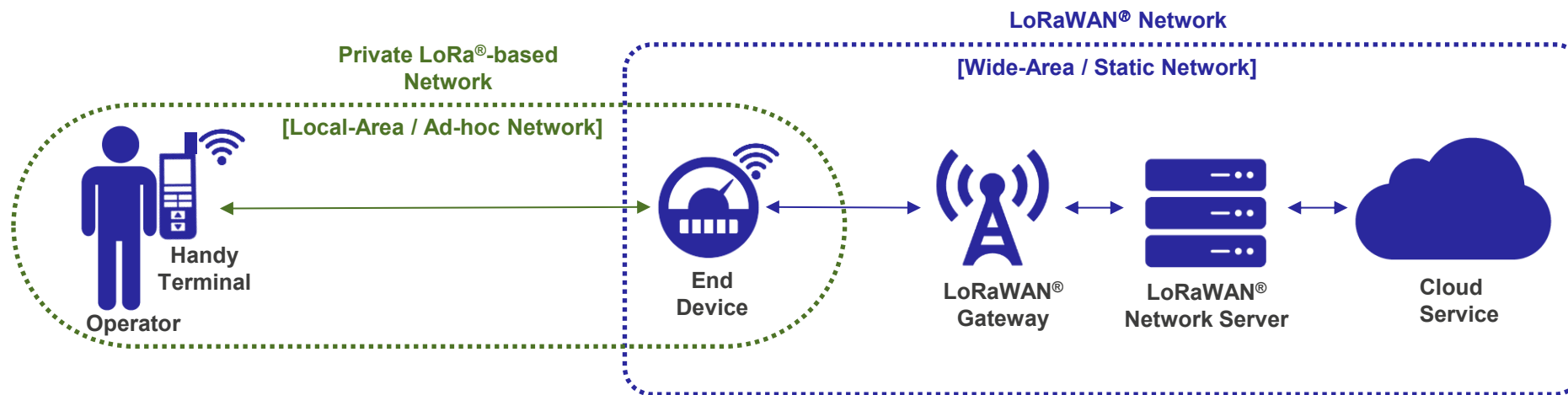
- プライベートLoRa®ネットワークサンプルは、LoRa®ベースのプロトコルを利用した小規模ネットワーク環境を提供
- デバイス間の直接送信や間接送信、双方向通信が可能。
- ATコマンドによる、間欠動作やセキュリティに必要な鍵交換等の制御が可能であり、容易にネットワーク環境を構築することが可能。
- 通信間隔を柔軟に変更することが出来るため、データ通信量と消費電力とのバランス調整が容易。



プライベートLoRa[®]ネットワークサンプル

LoRaWAN[®] - プライベートLoRa[®]ネットワーク連携サンプル*1

- 広域/大規模通信可能なLoRaWAN[®]と小規模/アドホック通信が可能なプライベートLoRa[®]を動的に切り替えて使用可能(時分割動作)。
- LoRaWAN[®]とプライベートLoRa[®]ネットワークの通信に必要なパラメータを保持することにより、通信方式を切り替え後すぐに通信の再開が可能。間欠動作による低消費電力機能、フレームの暗号化・改ざん防止機能もサポート。
- (例) メータ自動検針: メータのデータを自動収集するために広域通信可能なLoRaWAN[®]を主要なネットワークとして使用。無線環境の悪いメータがある場合は、検針員がプライベートLoRa[®]ネットワークに切り替えてメータから直接データを取得。



*1) RA2E1, RA2L1でサポート

LoRa®評価ツール

Renesas LPWA Studio

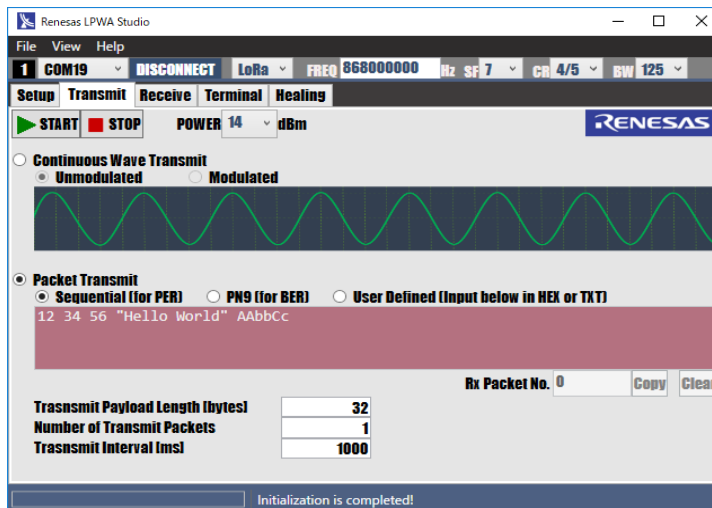
■ 無線特性評価機能

連続無変調/変調送信、フレーム送受信、PER/BER(*1)測定、RSSI(*2)の測定等の無線特性の評価に利用可能。

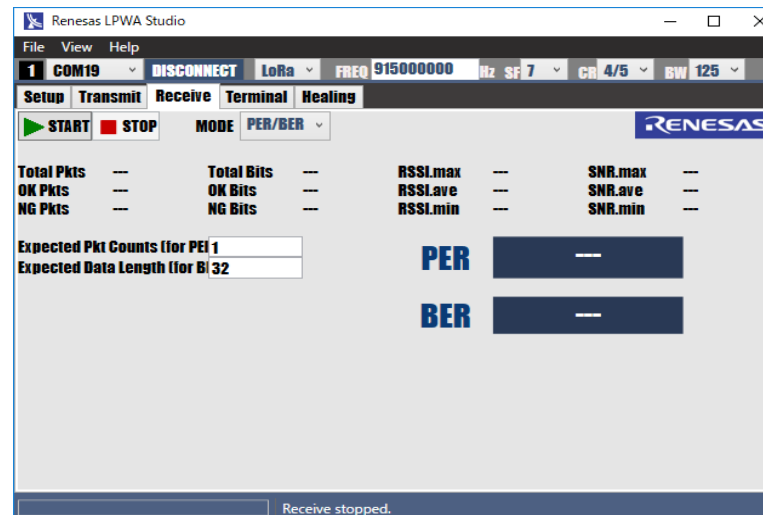
■ スニファ機能

LoRa® / GFSK変調方式のフレームをキャプチャ、解析し、その結果を表示。
LoRaWAN®プロトコルのフレームの解析、表示にも対応。

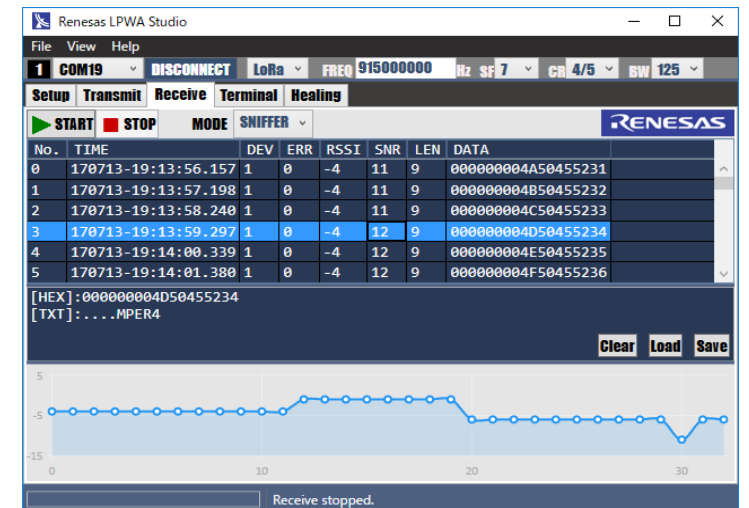
*1) PER: Packet Error Rate, BER: Bit Error Rate



送信モード



受信モード (PER/BER測定)



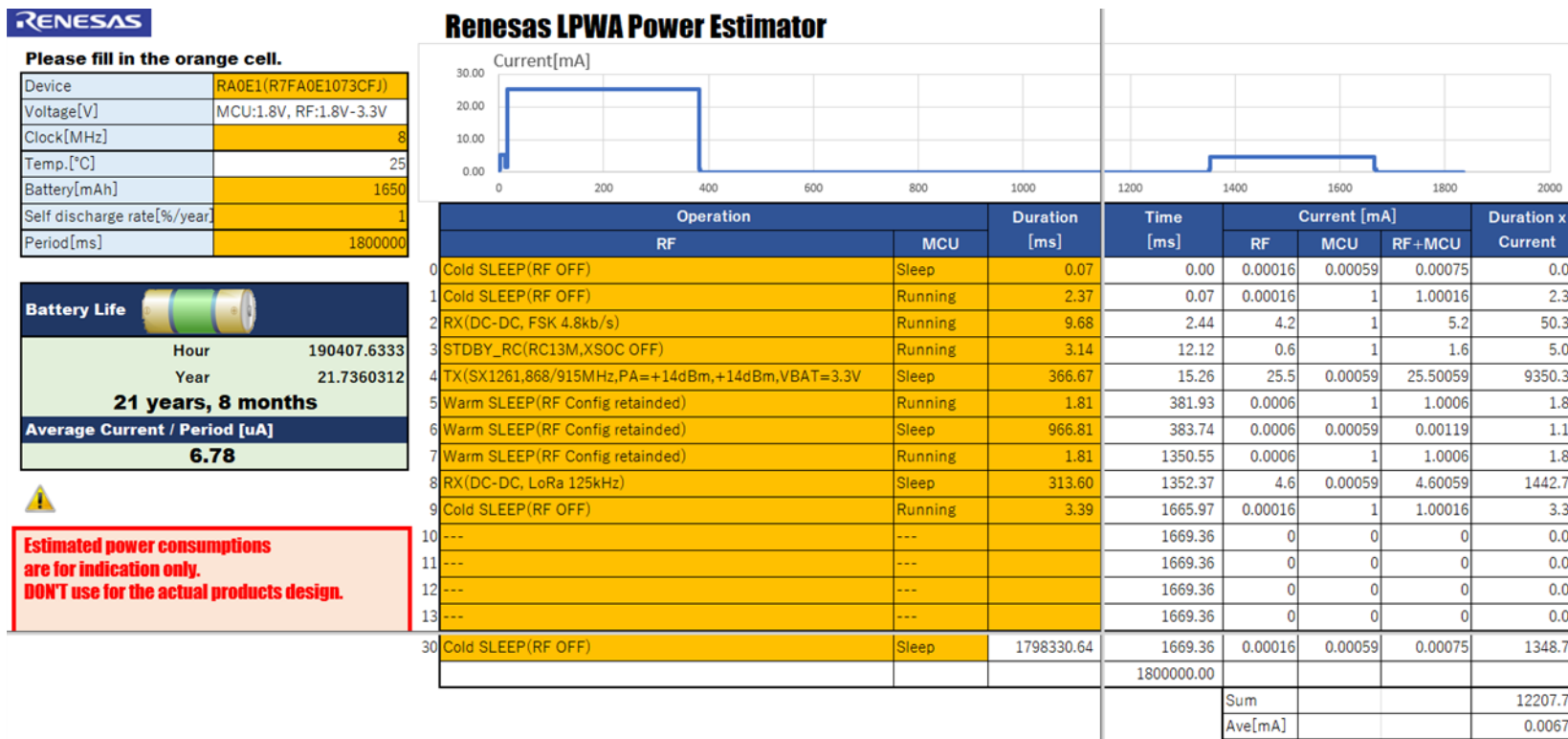
スニファモード

Renesas LPWA Studio: <https://www.renesas.com/node/1400056>

LoRa®評価ツール

Renesas Power Estimator

- 間欠動作(フレーム送受信、低消費動作等)時の平均消費電流、電池寿命を見積もる評価ツールです。
- 間欠動作時の周期、各状態の期間、動作電圧、電池容量等を入力すると、平均電流と電池寿命が表示されます。



Renesas Power Estimator: <https://www.renesas.com/node/704381>

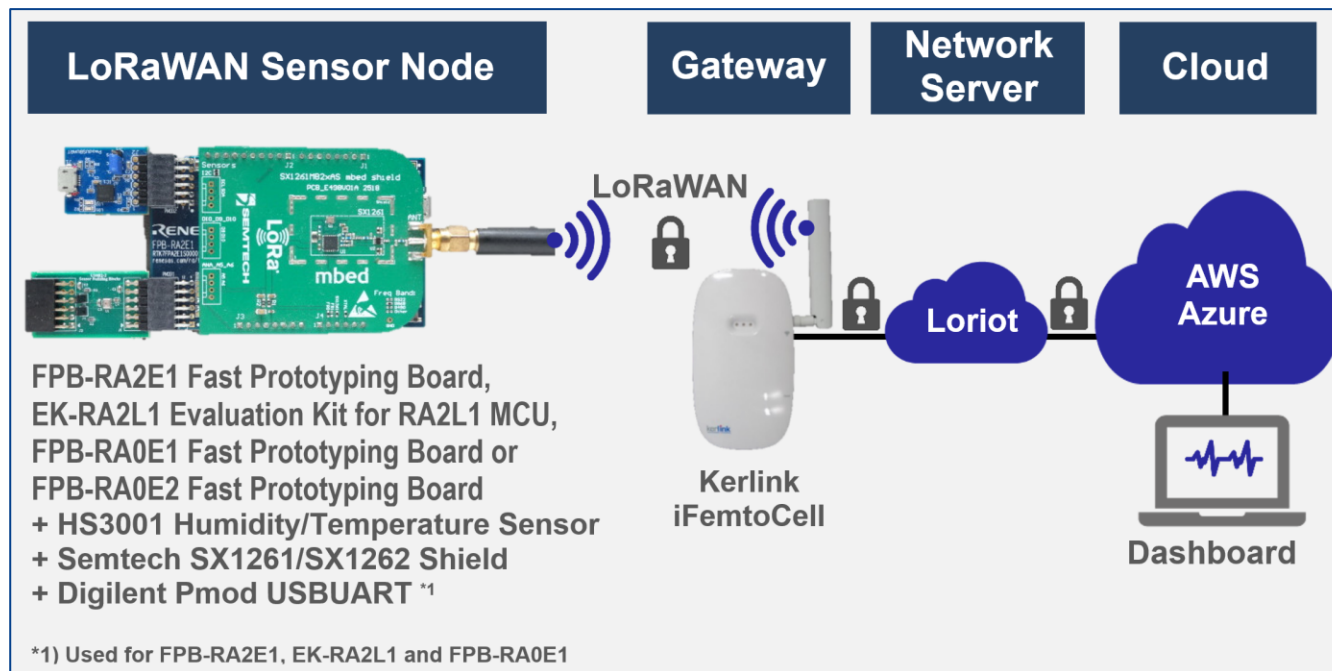
アプリケーション例

LoRaWAN® Sensor Demo

- “LoRaWAN® Sensor Demo”のアプリケーションノートでは、RA2E1/RA2L1/RA0E1/RA0E2センサノードからLoRaWAN®ネットワークを介してセンサデータを送信し、クラウド（AWS/Azure）上で視覚化する方法を紹介しています。

内容

- 評価ボードとデモ・アプリケーションのセットアップ方法
- LoRaWAN® Gatewayのセットアップ方法
- LoRaWAN® Network Serverのセットアップ方法
- クラウドサーバ（AWS/Azure）のセットアップ方法



HS3001は廃止品となりました。代替品等の詳細は、[PLC# : 250010 End-of- Life \(EOL\) process on select part numbers](#) をご参照ください。

RA2E1, RA2L1, RA0E1, RA0E2 LoRaWAN® Sensor Demo

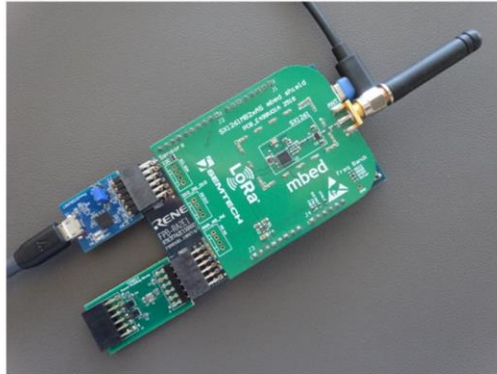
<https://www.renesas.com/node/1685416> (アプリケーションノート)

<https://www.renesas.com/node/1685421> (サンプルコード)

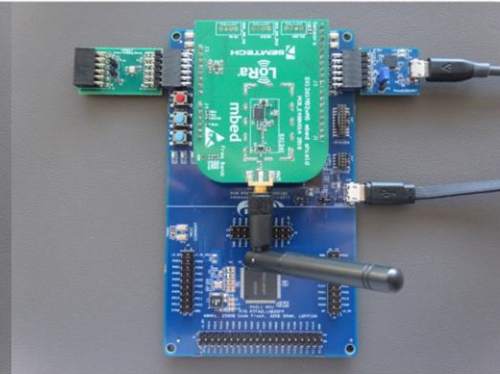
ソフトウェア開発環境

ソフトウェア開発環境 ハードウェア

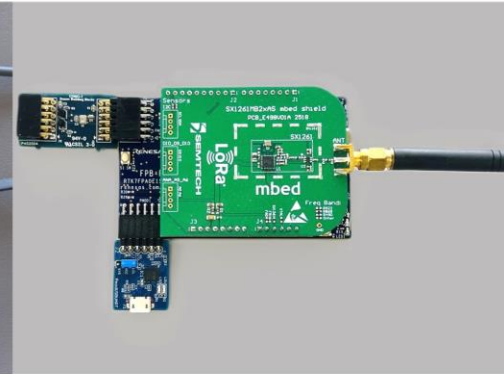
- RA2E1 Fast Prototyping Board (RTK7FPA2E1S00001BE), EK-RA2L1 (RTK7EKA2L1S00001BE), RA0E1 Fast Prototyping Board (RTK7FPA0E1S00001BJ), RA0E2 Fast Prototyping Board (RTK7FPA0E2S00001BJ)に Semtech SX1261/SX1262 Shieldを接続したものを、ソフトウェアの開発環境として使用することができます。
- 提供するソフトウェアを利用して、すぐにアプリケーションの開発、評価に着手できます。



FPB-RA2E1
(RA2E1 Fast Prototyping Board)
+ SX1261/SX1262 Shield
+ HS3001 Humidity Sensor



EK-RA2L1
(Evaluation Kit for RA2L1 MCU Group)
+ SX1261/SX1262 Shield
+ HS3001 Humidity Sensor



FPB-RA0E1
(RA0E1 Fast Prototyping Board)
+ SX1261/SX1262 Shield
+ HS3001 Humidity Sensor



FPB-RA0E2
(RA0E2 Fast Prototyping Board)
+ SX1261/SX1262 Shield
+ HS3001 Humidity Sensor

FPB-RA2E1: <https://www.renesas.com/jp/ja/products/microcontrollers-microprocessors/ra-cortex-m-mcus/rtk7fpa2e1s00001be-ra2e1-fast-prototyping-board>

EK-RA2L1: <https://www.renesas.com/jp/ja/products/microcontrollers-microprocessors/ra-cortex-m-mcus/ek-ra2l1-evaluation-kit-ra2l1-mcu-group>

FPB-RA0E1: <https://www.renesas.com/ja/products/microcontrollers-microprocessors/ra-cortex-m-mcus/fpb-ra0e1-ra0e1-fast-prototyping-board>

FPB-RA0E2: <https://www.renesas.com/ja/products/microcontrollers-microprocessors/ra-cortex-m-mcus/fpb-ra0e2-fast-prototyping-board-ra0e2-mcu-group>

HS3001は廃止品となりました。代替品等の詳細は、[PLC#: 250010 End-of-Life \(EOL\) process on select part numbers](#) をご参照ください。

ソフトウェア開発環境 開発ツール

- 統合開発環境: e² studio RAファミリ向け (GNUコンパイラ)

<https://www.renesas.com/ja/software-tool/e2studio-information-ra-family>



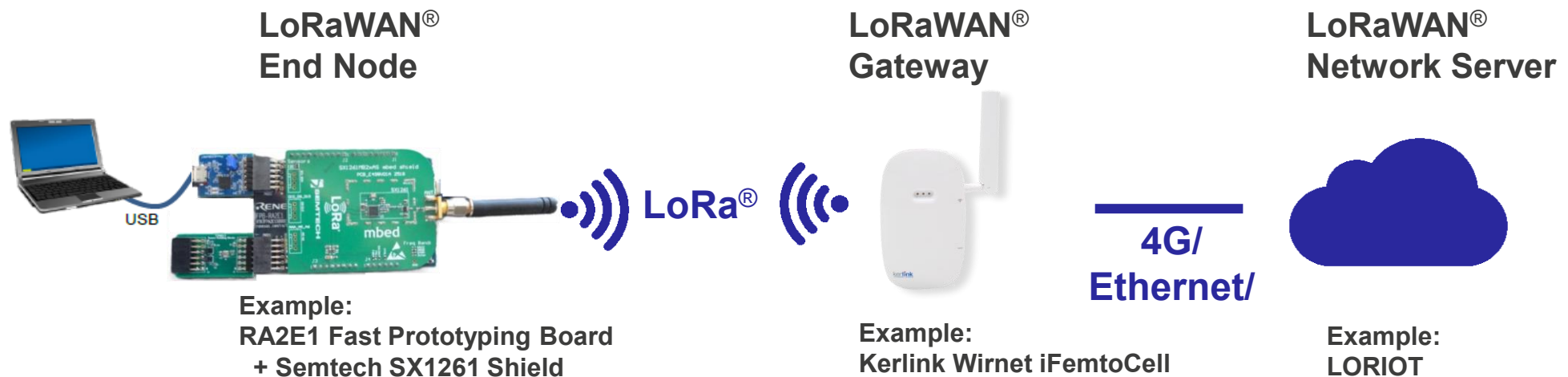
- RA Flexible Software Package (FSP)

<https://www.renesas.com/ja/software-tool/flexible-software-package-fsp>

Real-Time OS		Startup	
Azure RTOS ThreadX	FreeRTOS	Secure Bootloader (M2000)	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +
Azure RTOS	FreeRTOS	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	Customize Touch
Connectivity	USB	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	Customize & Settings
Security	File System	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	File System
Graphics	Trace	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +
WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +	WAF FSP (Clean, MPA, Touch) +

LoRaWAN®の評価環境

- LoRaWAN®の通信評価には、LoRaWAN® GatewayとLoRaWAN® Network Serverを準備する必要があります。
 - LoRaWAN® Gatewayは、LoRaWAN®に対応した製品が必要です。
 - LoRaWAN® Network Serverは、PoC向けに無償で使用できるサービスを用意しているベンダーもあります。
 - LoRaWAN® Network Serverとクラウドサービスを接続することも可能です。
 - クラウドサービスには、LoRaWAN® Network Serverをサポートしているものもあります。



LoRa®ソリューション紹介Webページ

- LoRa®ソリューションのホームページ
<https://www.renesas.com/jp/ja/application/communication-computing-infrastructure/wireless-network/lora-solutions>
- LoRa®ソリューション for RAファミリ
<https://www.renesas.com/jp/ja/application/communication-computing-infrastructure/wireless-network/lora-solutions/lora-solution-ra>
- ビデオ：RA LoRa®ソリューション
<https://www.renesas.com/jp/ja/show-video/nojs/13107416>
- ビデオ：RA LoRaWAN® Sensor Demo Tutorial
<https://www.renesas.com/jp/ja/show-video/nojs/13107421>
- ブログ：ルネサスのLoRa®ソリューションで、低消費電力なIoTアプリケーションを開発しませんか？
<https://www.renesas.com/jp/ja/blogs/would-you-use-lora-based-solution-renesas-develop-iot-applications-low-power-consumption>

LoRa®ソリューション



「省電力」で「広域通信」を可能にするLoRa®-ソリューション

Appendix

メモリサイズ

Application	FPB-RA2E1*1		EK-RA2L1*2		FPB-RA0E1*1		FPB-RA0E2*1	
	ROM	RAM	ROM	RAM	ROM	RAM	ROM	RAM
LoRaSample*3 *4 *5	68.7	9.5	68.9	9.5	53.7	8.7	66.1	9.4
LoRaFuotaSample*3 *4 *6	N/A	N/A	104.4	19.6	N/A	N/A	N/A	N/A
LoRaSensorSample*3 *4 *7	73	9.8	72.6	9.7	57.1	9.7	69.6	9.6
LoRaWanPrivateLoRaComboSample*3 *4 *8	86.1	10.5	86.4	10.5	N/A	N/A	83.5	10.3
PrivateLoRaSample*3 *4	54.9	7.7	55.2	7.7	45.1	7.4	52.4	7.5
RadioEvalApp*3 *9	50.1	8.1	49.6	8.1	42	8	47.4	8.2
Radio Driver Only*9	19.5	1.8	19.7	1.8	12.7	1.1	18.5	1.9
LoRaWAN MAC Only*4	21.5	2.6	21.5	2.6	24	2.6	21.3	2.6

Tool: GCC Toolchain: 13.2.1.arm-13-7, Optimize options: -Os (RA2E1, RA2L1, RA0E2), -Os -fto (RA0E1), FSP: 5.9.0.

Note1: FPB stands for Fast Prototyping Board.

Note2: EK stands for Evaluation Kit.

Note3: Stack size (2.0KiB) and heap size (1.0KiB) are included in the RAM size.

Note4: LoRaWAN V1.0.4, Class A/C, multicast and region EU868 are enabled. An additional ROM(7.7KiB) / RAM(0.4KiB) are required when Class B is enabled. (RA2E1, RA2L1, RA0E2)
LoRaWAN V1.0.4, Class A/C and region EU868 are enabled. Class B and multicast are not supported. (RA0E1)

Note5: ROM/RAM sizes include LoRaWAN MAC, Radio Driver, and the lower layer's code required by LoRaSample.
An additional ROM(9.0KiB) / RAM(0.4KiB) are required when Class B is enabled. (RA2E1, RA2L1, RA0E2)

Note6: ROM/RAM sizes include LoRaWAN MAC, Radio Driver, and the lower layer's code required by LoRaFuotaSample. RAM size also includes the fragment data block buffer for FUOTA (4KiB).
An additional ROM(9.6KiB) / RAM(0.4KiB) are required when Class B is enabled (RA2L1).

Note7: ROM/RAM sizes include LoRaWAN MAC, Radio Driver, and the lower layer's code required by LoRaSensorSample.
An additional ROM(9.0KiB) / RAM(0.4KiB) are required when Class B is enabled (RA2E1, RA2L1, RA0E2).

Note8: ROM/RAM sizes include LoRaWAN MAC, Radio Driver, and the lower layer's code required by LoRaWanPrivateLoRaComboSample.
An additional ROM(9.0KiB) / RAM(0.4KiB) are required when Class B is enabled (RA2E1, RA2L1, RA0E2).

Note9: ROM/RAM size includes the lower layer's code required by PrivateLoRaSample, RadioEvalApp, or Radio driver.

An additional ROM(3.4KiB(RA2E1, RA2L1), 2.9KiB(RA0E1), 3.5KiB(RA0E2)) / RAM(0.2 KiB) are required when regulatory function is enabled.

Appendix

ペリフェラルリソース

Resources	Function	FPB-RA2E1*1	EK-RA2L1*2	FPB-RA0E1*1	FPB-RA0E2*1
Timer	Interval timer Capture&Comp	AGT0 AGT1	AGT0 AGT1	TML32 TAU02	ML32 TAU02
SX126x	CLK MISO MOSI ANTSW NSS DIO1 BUSY XTAL_SEL DEVICE_SEL FREQ_SEL NRESET	SCK0 (P102) MISO0 (P100) MOSI0 (P101) OUT (P403) OUT (P113) IRQ5 (P302) IN (P104) IN (P003) IN (P002) IN (P001) OUT (P000)	SCK0 (P102) MISO0 (P100) MOSI0 (P101) OUT (P109) OUT (P113) IRQ4 (P111) IN (P400) IN (P003) IN (P002) IN (P001) OUT (P000)	SCK11 (P407) SI11 (P212) SO11 (P213) OUT (P109) OUT (P103) IRQ3 (P208) IN (P201) IN (P009) IN (P012) IN (P013) OUT (P014)	SCK00 (P500) SI00 (P502) SO00 (P501) OUT (P106) OUT (P115) IRQ5 (P201) IN (P409) IN (P012) IN (P013) IN (P014) OUT (P015)
UART	Tx Rx	TxD9 (P109) PMOD2 RxD9 (P110) PMOD2	TxD9 (P203) PMOD2 RxD9 (P202) PMOD2	TxD0 (P101) PMOD1 RxD0 (P100) PMOD1	TxDA0 (P101) RxDA0 (P100)
I²C for sensor (Option)	SCL SDA	SCL0 (P400) PMOD1 SDA0 (P401) PMOD1	SCL2 (P301) PMOD1 SDA2 (P302) PMOD1	SCL20 (P112) PMOD2 SDA20 (P110) PMOD2	SCLA1 (P400) PMOD2 SDAA1 (P401) PMOD2

Note1: FPB stands for Fast Prototyping Board, Note2: EK stands for Evaluation Kit

Renesas.com

- Semtech、LoRa[®]、および LoRaWAN[®] は、Semtech Corporation の登録商標です。