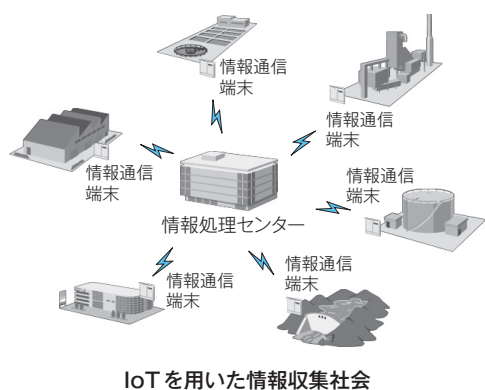


# LPWA (Low Power Wide Area) 対応情報通信端末の開発

秀島裕人 Hiroto Hideshima  
興津俊幸 Toshiyuki Okitsu  
工藤雅彦 Masahiko Kudo  
太田優希 Yuki Ota

キーワード IoT, LPWA, 低消費電力化技術, エネルギーハーベスティング技術

## 概要



近年、IoT (Internet of Things) によって、様々な機器がインターネットに接続され、収集した様々な情報を通信している。収集される情報には、従来取得していなかったものや収集が難しかったものがあり、それらの情報を解析することで新しいビジネスを生み出している。

これらのシステムでは、監視対象及び収集する情報によって適切な収集タイミングや情報量が異なり、通信するデータ量にも違いがあるが、通信コストは安価で、システムの設置・運用にかかるコストもより安価な情報通信端末が望まれている。

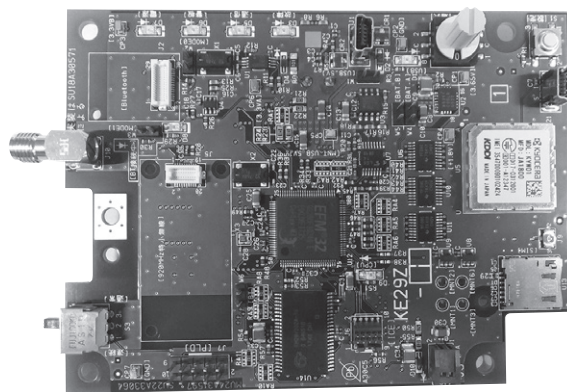
当社では、通信規格のLTE (Long Term Evolution)・LPWA (Low Power Wide Area) 通信を採用して通信コストを低減するとともに、長期間の電池駆動を可能にし、配線工事などのコストを抑えた情報通信端末を開発した。

## 1 まえがき

近年、これまで人の作業によって得ていた情報や、積極的に取得していなかった情報が自動的に収集され、様々なメンテナンスやサービスに活用されている。例えば、機器の温度・振動などの稼働状況を計測し、正常時のデータと比較・分析する予兆診断サービスなどである。今後もその流れは変わらず、より多くのものから情報が集められるものと思われる。

これらの情報を取得するためには、その手段が容易である必要がある。また、情報収集の対象は多様なものが考えられるため、電源工事レス・配線レスなどの要求が多い。

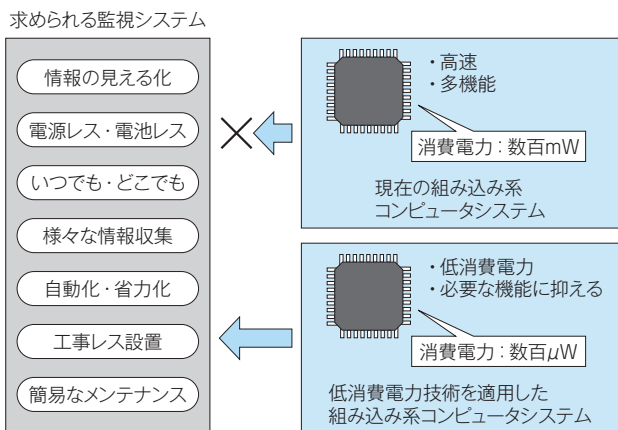
このような要求を満たすため、当社では超低消費電力マイコン技術と、低消費電力での遠距離通信を実現するLPWA (Low Power Wide Area) 通



第1図 当社が開発した情報通信端末

当社が開発した情報通信端末を示す。

信方式を組み合わせた情報通信端末を開発した。第1図に外観を示す。本稿では、当社の情報通信端末を紹介する。



第2図 今後求められる監視システム概要

IoT社会を実現するために求められる監視システムの概要と、当社組み込み系コンピュータシステムの対応状況を示す。従来の組み込み系コンピュータシステムは、消費電力が多く、求められる監視システムには向かない。

## 2 低消費電力マイコン

第2図に今後求められる監視システムの概要を示す。当社の組み込み系コンピュータシステムに採用してきたマイコンは、高速化・多機能化が求められてきた。

これらのマイコンは、その消費電力が増大傾向にあり、一般的に数百mW程度を消費するため、電源レス環境下の長期稼働には大容量の電池が必要となるなど、情報通信端末には向いていない。低消費電力マイコンは、これまでとは異なり、機能を限定してでも消費電力を下げることを主眼としている。採用したCPU (Central Processing Unit) は動作時10mA、スリープ時約1μAまで消費電力を下げる事ができる。この低消費電力マイコンを採用し、少ない電力で長期間運用できる情報通信端末を開発した。

## 3 低消費電力通信

これまでの情報通信端末では、情報の通信に携帯電話通信規格を用いていた。当初、CDMA (Code Division Multiple Access) 規格を採用した通信モジュールを搭載し、近年では携帯電話網の移り変わりからLTE (Long Term Evolution) 規格の通信

モジュールを搭載していた。当初は従量課金制であった通信料も定額制サービスが主流となり、通信コストを抑えた大容量・高速通信を実現してきた。

しかし、IoT (Internet of Things) における通信では、情報収集の対象によっては大容量・高速の必要が無く、それよりも消費電力・通信コストの削減が重要視される。そのため、低消費電力・低ビットレート・広域カバレッジを特長としたLPWAを通信方法として採用した。LPWAでは、LTEに比べ通信時の消費電力は1/3、待ち受け時はモードによっては1/100以下にできる。LPWAと定義される通信規格は複数あるが、当社の情報通信端末ではLoRa・SIGFOX・Cat-M1の各通信方式の通信モジュールを搭載できる。

### 3.1 通信規格「LoRa」

免許不要の周波数帯域を利用する通信方式で、LoRa Allianceという非営利団体が普及活動を行っている。通信速度は数十kbpsで、通信距離は見通しで最大15km程度と言われている。

### 3.2 通信規格「SIGFOX」

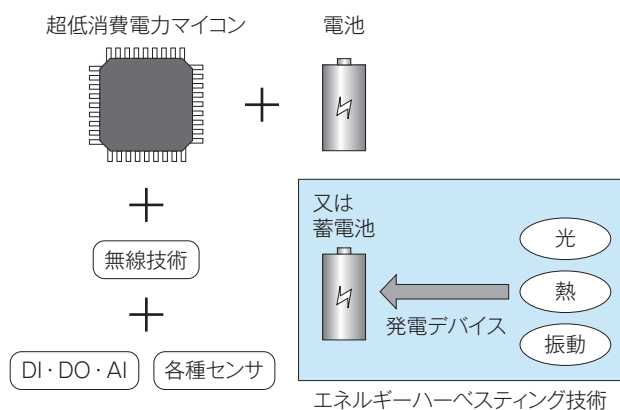
LoRaと同じく免許を必要としない。フランスのSIGFOX社が運用し、異なる周波数で3回送信するなどが特長で、通信速度は100bps、通信距離は最大50km程度と言われている。

### 3.3 通信規格「Cat-M1」

免許が必要な周波数帯域を利用し、携帯電話向けの通信方式の標準化団体である3GPP (3rd Generation Partnership Project) によって標準化された規格で、国内ではKDDI(株)などがサービスを提供している。1Mbpsの通信速度を持ち、通信距離は数kmと言われている。通信モジュールにスリープ機能を設けるなど省電力性に優れ、通信コストも他の規格に比べ安価であることが多い。

## 4 情報通信端末の開発コンセプト

第3図に開発コンセプトを示す。消費電力を下



### 第3図 情報通信端末の開発コンセプト

当社が開発した情報通信端末の開発コンセプトを示す。IoT社会に求められる監視システムに対応するため、超低消費電力マイコンをはじめとした低消費電力化したデバイスを採用した。間欠動作をさせることで長期間の一次電池での運用ができる。また、電源レスへの対応策としてエネルギーハーベスティング技術を用いて二次電池（蓄電池）へ充電し、利用できる。

### 第1表 情報通信端末仕様

当社が開発した情報通信端末の仕様を示す。

項目	仕様	
CPU	CPU	32bit RISC 48MHz
	内蔵フラッシュメモリ	1024KB
	内蔵SRAM	128KB
	SRAM	512KB
	FRAM	256KB
	A/D変換器	12bit 8ch
無線/有線	Cat-M1通信	Cat-M1通信モジュール
	特定小電力無線	LoRaWAN通信モジュール・SIGFOX通信モジュール
	メンテナンス用シリアルポート	CPU内蔵UART
監視・制御	AI	4ch (0~5V又は4~12mA), 電源電圧監視
	DI	8ch
	DO	4ch
	I2C	1ch
電源回路	3.3VA・3.3VB・3.65V・24V	
エネルギーハーベスティング電源	熱発電	30~500mV
	振動発電	2.6~23V
	光発電	0.3~4.75V, 2.6~23V
	二次電池	リチウム電池各種
一次電源	14.4V, 5V	リチウム電池3.6V, 4直列バック
OS	T-Kernel2.0	

げるために、マイクロコンピュータを含め低消費電力化された部品を採用し、稼働時の電力を削減する

とともに、非稼働時はスリープさせて低消費電力化している。第1表に情報通信端末の仕様を示す。情報通信端末として適用できるようにデジタル入力 (DI) 回路・デジタル出力 (DO) 回路・アナログ入力 (AI) 回路を備え、各種センサを接続できる。情報通信端末は間欠動作を基本としているため、内蔵のカレンダーIC (Integrated Circuit) による定周期起動と、DIの状態変化やAIのアナログ値変動によって、マイクロコンピュータを起動させる機能を持たせた。

また収集した情報の伝達手段として、無線通信機能を搭載した。電源は一次電池での稼働を想定し、間欠動作の周期にもよるが、搭載する一次電池で数年の稼働期間を実現した。ソフトウェアには、組み込み系リアルタイムOSのT-Kernelを採用している。

## 5 エネルギーハーベスティング技術

周囲の環境にある様々な形態の微小なエネルギーを「収穫」し、電気に変換する技術が「エネルギーハーベスティング技術」である。この技術で得られる電力は微弱であるため、大きな機器を稼働させるには向かないが、低消費電力化した機器であれば利用できる。これが実現できれば電力コストが不要となり、電力供給用の配線も不要となるため、機器設置の自由度が増す。当社の情報通信端末でも、環境に存在するエネルギー（光・熱・振動）を選択して電力に変換し、二次電池に充電して利用できる電源構成とした。

## 6 むすび

低消費電力化した情報通信機器は、今後のIoT社会では不可欠な存在であり、今後も様々な発展が見込まれる。

当社は、低消費電力化やエネルギーハーベスティング技術への対応を進めるとともに、市場要求に即した技術を取り込んだ製品開発を進めていく所存である。

- ・ LoRa は, Semtech Corporation の登録商標である。
- ・ SIGFOX は, SIGFOX S.A 社の登録商標である。
- ・ 本論文に記載されている会社名・製品名などは, それぞれの会社の商標又は登録商標である。

## 《執筆者紹介》

---



**秀島裕人**  
Hiroto Hideshima  
製品技術研究所  
保護・制御装置のソフトウェア開発に従事

---



**興津俊幸**  
Toshiyuki Okitsu  
開発統括部  
保護・制御装置のハードウェア開発に従事

---



**工藤雅彦**  
Masahiko Kudo  
製品技術研究所  
保護・制御装置のソフトウェア開発に従事

---



**太田優希**  
Yuki Ota  
製品技術研究所  
制御装置のハードウェア開発に従事

---