



貼りまくり! ばらまきまくり!
ソーラ発電だからエンドレス&メンテナンス・フリー

電池レス無線マイコン EnOceanで センサIoT製作入門

見通し最大
300m!

エネルギー・ハーベスト
日曜電子工作に!

堺谷 智/渡辺 明禎/松香 光信/西田 衣織/大野 謙司/坪井 義浩 著



発売中! EnOcean開発キット 送信機+受信機+CD-ROM+解説書

EnOceanの温度センサ搭載送信機とUSBタイプの受信モジュール、応用開発に使えるツールやサンプル・プログラムを収録したCD-ROMと解説書(本書)のセットです。すぐにエネルギー・ハーベストなEnOceanでの通信を体験できます。

- STM431J温度センサ・モジュール(送信機)
モジュール搭載の太陽電池は、太陽光や屋内の照明光でも発電でき温度センサ・モジュールの電池レス動作が可能です。キャパシタに蓄電した電力を使い温度情報を定期的に無線送信します。ファームウェアの変更も可能です。
- USB400J受信用USBモジュール
PCへのUSB接続が可能な受信用モジュールです。専用ソフトウェア(DolphinView Advanced)を使用することで、無線信号のテレグラムをPC購入は不要です。Windows/Linux/macOSに対応しています。



オリジナル・プログラム 収録CD-ROM



- EnOceanモジュール用ファームウェアのライター・ソフト
- USB400Jが受信したデータの表示ソフト
- 通信実験用スレーブ側制御ソフト
- EnOcean使用ホーム・セキュリティ用制御ソフト
- EnOcean使用の風速、気圧表示、超音波風速計
- 気圧センサ用制御ソフト
- 「植物つたー」EnOcean版アプリケーションほか

見本

<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/MTR/MTRZ201704.htm>

CQ出版社

電池が不要な無線通信技術 EnOcean の基礎知識

エネルギー・ハーベスティングで IoT を実現する

堺谷 智

近年、IoT (Internet of Things, モノのインターネット) や M2M (Machine to Machine) といった言葉に代表される応用技術が、人々の生活をより便利にしてくれるものとして注目されています。この IoT や M2M を支える技術の中で、ワイヤレス・センサ・ネットワークの果たす役割はとて大きく、センサと無線通信技術を組み合わせた機器の活用やサービスが様々な分野で広がってきています。

例えば、昨今問題になっているエネルギー問題や少子高齢化対策などの社会的課題を解決する手段の一つとして、すでに商用の機器やサービスも出始めており、近い将来には非常に多くのワイヤレス・センサ・ネットワーク機器が、私たちの身の回りにあふれることになると予想されています。

ワイヤレス・センサ・ネットワークは、外界の状態や動作を検知するセンサ・デバイス、無線通信デバイス、電源回路、それらをコントロールするマイコンなどで構成されます。通常、一つのシステムの中に多数のセンサ・ノードが使われることになるため、それらへの電源の供給が課題になります。

さらに、メンテナンスが簡単で環境負荷も少ないことも重要です。そこで、電池を使用せずに、その代わりにエネルギー・ハーベスティング¹による発電を行うことでワイヤレス・センサ・ネットワークを実現

する方法が盛んに議論されています。

このような社会的背景や技術動向のもと、環境にやさしい電池レス無線通信技術である“EnOcean (エンオーシャン)”が、海外では数多くの建物に採用されてデファクト・スタンダードになりつつあります。電池を使わずに無線通信を実現する“EnOcean”は、その価値が認められて数々の受賞歴のあるグリーンな技術であり、近年日本においても急速に注目を集めています。

本章では、電池レス無線通信技術“EnOcean”とは一体どのような技術なのか、EnOcean通信について概観し、そのコンセプトや特徴について紹介します。

1-1 EnOcean GmbH という会社について

電池レス無線通信技術“EnOcean”²の技術を提供しているのは、ドイツのミュンヘン近郊に本社を構える EnOcean GmbH という企業です。図 1-1 は、同社の商標とロゴです。

EnOcean GmbH は、1990 年半ばにドイツのシーメンス社 (Siemens AG) の中央研究所でエネルギー・ハーベスティングの研究を行っていた研究開発メンバーがスピノフし、シーメンス社から設立資金を得て 2001 年に設立されました。

同社はエネルギー・ハーベスティングの先駆的な存在であり、エネルギー・ハーベスティング技術を使った無線通信デバイスやシステムに関する基本特許ならびに多数の関連特許を保有しています。その技術は現在では世界中で活用されており、オフィスビルや産業機器、オートメーションなど、様々な方面へ応用されています。

現在、EnOcean の推進団体として「EnOcean アライアンス」が設立されており、EnOcean の普及ならびに



EnOcean
Self-powered IoT

図 1-1 EnOcean の商標とロゴ・デザイン

1 エネルギー・ハーベスティングは、周囲の環境からエネルギーを収穫 (harvest: ハーベスト) して電力に変換する技術のことで、「環境発電技術」とも呼ばれる。

2 “EnOcean”は Energy + Ocean に由来しており、社名であり無線通信の名前でもある。

電池不要の無線モジュールの種類と活用法

超低消費電力無線通信を簡単に実現できる

堺谷 智

本章では、電池レス無線通信“EnOcean”に使われる各種モジュールの特徴や使い方、使用上の注意点などについて解説し、これらを組み合わせることでのような応用に活用できるかを議論していきます。

図2-1は、EnOceanがどのようなコンセプトで電池レス無線通信を実現しているか、そしてEnOcean GmbHが提供している代表的な無線センサ・モジュールにはどのようなものがあるかについて説明したものです。

エネルギー・ハーベスティングで得られる電力はわずかなので、EnOceanモジュールには超低消費電力の無線通信技術が要求されます。それを実現するために、カスタマイズされた無線IC(Dolphin IC)ならびに無線に必要な電力消費を極小にする独自の通信プロトコルを採用しています。EnOceanモジュールには、

すべてこの無線ICが搭載されています。

次に、個々のモジュール製品について解説します。

2-1 スイッチ・モジュール PTM210J

写真2-1に示すスイッチ・モジュールPTM210Jは、電池を必要とせずにワイヤレス・リモコンの機能を実現する無線通信モジュールです。電力は、内蔵されている電磁誘導型の発電素子(ECO200)によって供給され、“押す”という動作を電気エネルギーに変え、その生成エネルギーのみで動作します。

PTM210Jは、電磁誘導型の発電素子(ECO200)、低消費電力の無線モジュール、その他に機構部品(バネなど)で構成されており、それらがあらかじめ組み合わせられたスイッチ・モジュールとなっています。人

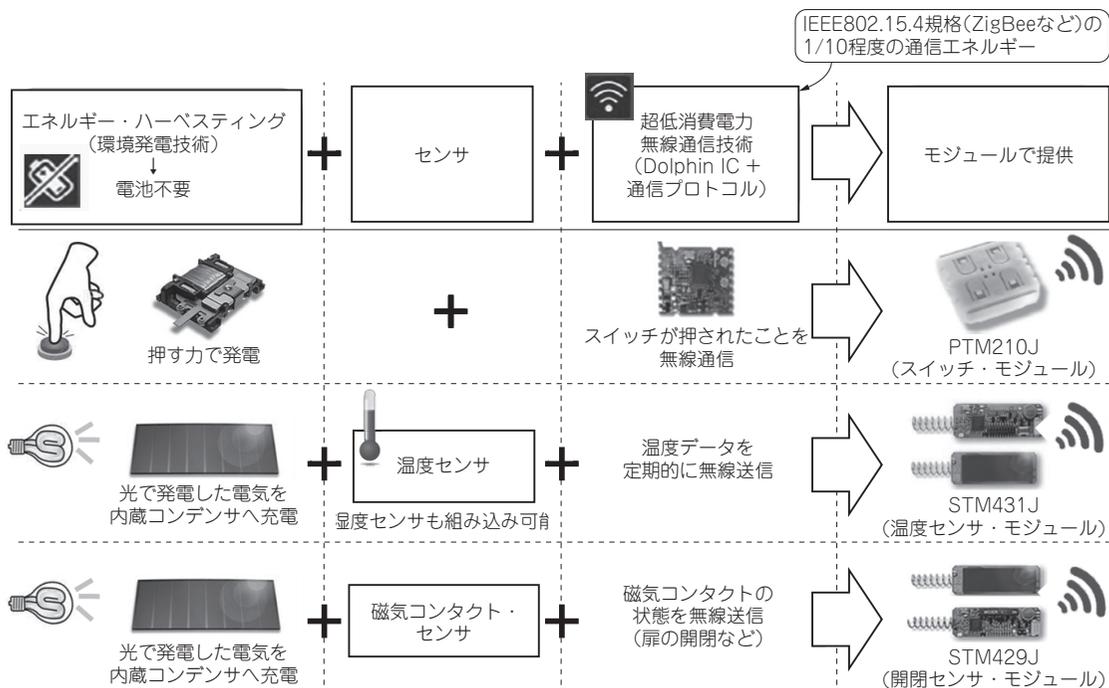


図2-1 EnOcean通信=環境発電+超低消費電力無線

見本

Dolphin V4 プラットフォームのアーキテクチャ

EnOcean 無線通信のハードウェアとソフトウェアの詳細

堺谷 智

本章では、電池レス無線通信 EnOcean を支えるハードウェアならびにソフトウェア・アーキテクチャについて解説していきます。さらに、EnOcean 通信のソフトウェア・スタックを構成する各レイヤ (物理層からアプリケーション層まで) についても説明します。

3-1 Dolphin V4 プラットフォームのハードウェア

Dolphin V4 ハードウェア・プラットフォームは、すべての EnOcean 無線通信の根幹をなすものです。すなわち、双方向かつ超低消費電力のソリューションを実現するために開発された、EnOcean 通信専用の System on Chip (SoC) の送受信モジュールです。この SoC は、125kbps のデータ・レートを提供する RF 送受信 IC と 8 ビット・マイコン 8051 により構成されています。

Dolphin V4 は、図 3-1 に示すように多くの周辺回路と超低消費電力を実現する電源管理部分からなっています。表 3-1 に、Dolphin V4 コアのテクニカル・データを示します。

Dolphin V4 コアは、OFF モードとアクティブ・モー

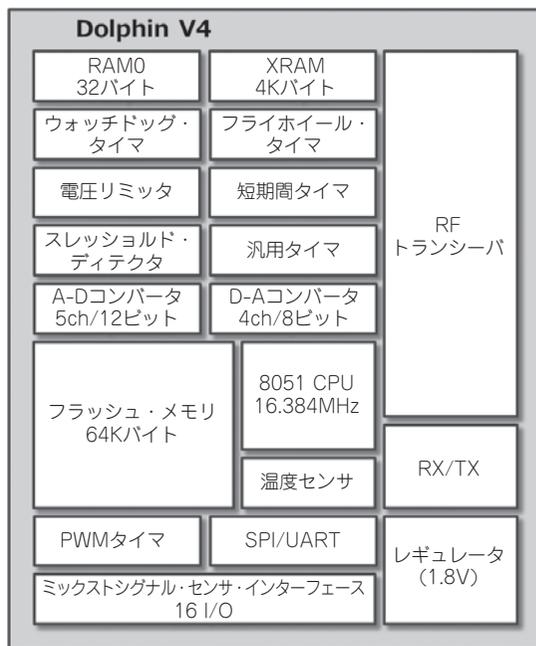


図 3-1 Dolphin V4 のハードウェア構成

表 3-1 Dolphin V4 のテクニカル・データ

項目	仕様
周波数 (変調方式)	868.300MHz (ASK) 902.875MHz (FSK) / 928.350MHz (FSK)
送信電力	-2 ~ +6dBm (アプリケーションに対応して調整)
受信感度	-96dBm (868.300MHz) -98dBm (902.875MHz) -95dBm (928.350MHz)
データ・レート (トランスミッタ)	125kbps
無線プロトコル	EnOcean
Ultra Low Power Management	標準で 100nA (ディープ・スリープ・モード時)
マイコン	16.384MHz 8051, 64kB Flash, 4kB RAM
割り込み	14本の I/O ピン, 2本の Wake up 入力ピン
I/O 周辺回路	SPI, PWM, UART, シュミット・トリガ
A-D/D-A 変換回路	最大 12 ビット 5 チャネル A-D / 8 ビット 4 チャネル D-A コンバータ
電圧レギュレータ	外部に 1.8V を供給できる オンチップ・レギュレータ
電源電圧	2 ~ 5V, threshold for start-up : 2.6V
無線規格	EN 300220, FCC 47 CFR part 15, ARIB-STD108 に対応

第4章

EnOceanの開発ツールと開発フロー

モジュール・コンフィグレーションとファームウェアの開発方法

堺谷 智

電池レス無線通信EnOceanの特徴を活かしたアプリケーションの開発をサポートするために、EnOcean GmbHから各種ツール群が提供されています。例えば、無線テレグラムを可視化するツールや、ファームウェア書き込みツール、製品のコンフィグレーション変更やチップのキャリブレーションなどをサポートするツールです。

本章では、EnOceanの各種開発ツールについて紹介するとともに、これらのツール群を使った開発フローについて解説します。

4-1 EnOcean 提供のツール

EnOcean開発者向けとして、以下の開発ツールが提供されています。

- Dolphin V4 API
- Dolphin V4 Suite
 - Dolphin V4 API Configurator
 - Dolphin V4 Module Configurator
 - Dolphin V4 Calibration
 - Dolphin V4 Programmer
- DolphinView Basic/Advanced

アプリケーションを開発するためには、Keil製統合開発環境(μ Vision4またはそれ以降のバージョン)が必要となります(図4-1参照)。

なお、ツール名に“Dolphin V4”が含まれるツールは、日本国内向けのEnOceanモジュール(928.350MHz/FSK方式)で採用されているDolphin V4プラットフォームに対応した専用ツールとなっています。

海外向けEnOceanモジュール(868.300MHz/ASK

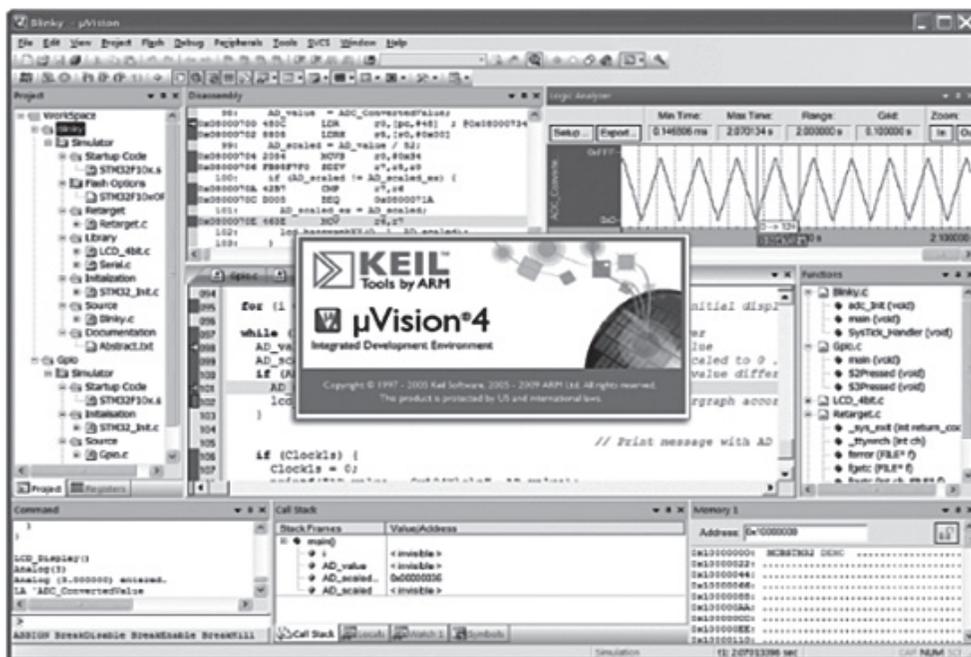


図4-1 Keil製統合開発環境(μ Vision4)

見本

EnOcean を活用した 開発事例と導入事例

電池レスで配線レスが画期的な応用を生み出す

堺谷 智

前章までは、電池レス無線通信EnOceanの仕組みならびにファームウェアの開発方法などについて解説してきましたが、本章ではEnOceanが具体的にどのように活用されているのか実際の開発事例や導入事例について紹介します。

5-1 EnOcean ゲートウェイ 開発キット

EnOceanゲートウェイ開発キットは、EnOceanのセンサ群をシステムに接続するためのゲートウェイの開発用キットです。Linuxを搭載した小型/省電力の組み込みCPUボードを採用しているため、無線LANや有線LANによりインターネットに接続できるためクラウドとも連携しやすく、IoTゲートウェイのプラットフォームとして最適です(回線モジュールは別売)。

実際のシステムは、図5-1のような構成になっています。センサから送信される信号をゲートウェイが取りまとめ、インターネットで流通できる情報に変換してクラウド上にアップロードします。これを解析し可

視化して、ユーザが理解できる意味のある情報にして提供するというアプリケーションです。このゲートウェイがEnOcean通信の受信にも対応したことによって、EnOceanデバイスとインターネットのブリッジの役割を果たすことが可能になりました。

図5-2は、EnOcean通信に対応したゲートウェイ開発キットの構成です。ゲートウェイにUSB400Jを挿すことで、EnOcean無線スイッチやEnOceanセンサの情報を受け取ることが可能になり、各種通信方式のブリッジとしてインターネットに信号を渡します。

図5-3は、実際の使用例を示します。スイッチやセンサ情報をスマートフォンなどの端末でモニタしたり、またEnOcean通信を通して照明の制御を行ったりすることができます。

5-2 LED 照明用 PWM 調光コントローラ

写真5-1に示す事例は、EnOcean通信を通してLED照明のPWM調光制御を行うもので、EnOcean通信に対応した調光コントローラの外観と内部基板を示してい

センサから集めた情報を「人の目で見てわかる情報」にして利用する

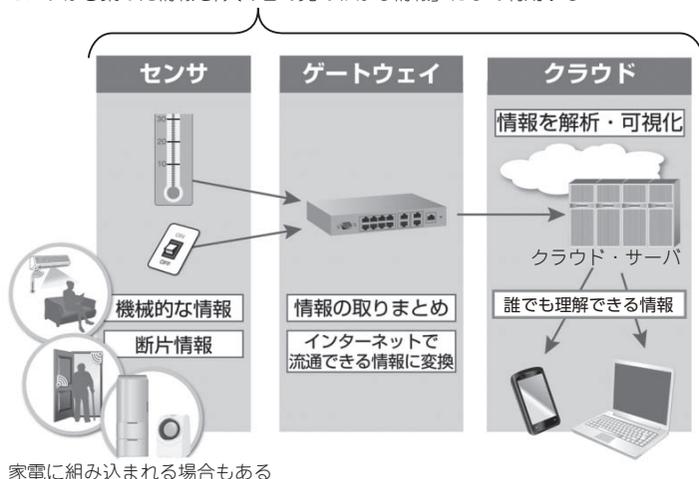


図5-1 ゲートウェイを介してセンサ・データをクラウドで解析

温度センサ STM431J と 無線受信機 USB400J の使い方

EnOcean モジュールの活用とファームウェアの書き換え方

渡辺 明禎

電池レス無線通信 EnOcean を実現するために各種のモジュールが販売されています。これらについては第2章でそれぞれの特徴や使い方について簡単に解説しました。本章では、EnOceanの代表的なデバイスであるSTM431JとUSB400Jを使って、より具体的にEnOceanモジュールの使い方を紹介していくことにします。

6-1 STM431JとUSB400Jを使ってみる

写真6-1 (a) に示すSTM431Jは、環境発電だけで無線通信ができる温度センサ・モジュールです。このモジュールは太陽電池で動作し、無電源で動作する無線センサとして簡単に使用することができます。

表6-1に、STM431Jのテクニカル・データを示します。照度が50ルクスから動作するので、室内の明るさでも余裕で動作します。デフォルトでは0～40℃の温度センサとして動作しますが、後で説明するようにファームウェアを変更することにより、データ通信ができるゲートウェイ・モジュールとしても使うことができます。

写真6-1 (b) に示すUSB400Jは小型のUSBスティックで、パソコンにプラグインするだけで、仮想シリア

ル・インターフェース (FTDI 仮想COMポート) により簡単にEnOcean通信の送受信機として使うことができます。STM431Jからの無線データを受信するだけでなく、ゲートウェイ・モジュールを使ったデータの送受信やリピータなど、幅広い応用に使うことができます。

●EnOceanモジュールのセットアップ

まず、STM431JとUSB400J を使えるようにする手順を説明します。

① EnOceanのホームページでユーザ登録をすると、下記のURLにあるツールの中から DolphinView Basic をダウンロードできるのでこれをインストールします。

<http://www.enocean.com/en/download/>

次に、USB400Jをパソコンに接続します。ここで

表6-1 STM431Jのテクニカル・データ

項目	仕様
アンテナ	ヘリカル・アンテナ
周波数	928.35MHz
データ・レート/変調方式	125kbps/FSK
送信出力	0dBm(標準)
電源電圧	内蔵太陽電池 照度：50～100000ルクス 電圧範囲：2.1～5.0V (スタート・アップ時は2.6V以上)
暗時の初期動作時間 (25℃)	4日(標準)、60時間(最小) フル充電、100s ウェークアップ、 1000s テレグラム送信
空充電時の動作 スタート・アップ時間	2.5分(標準)400ルクス/25℃時
入力チャネル	内部：温度センサ、LRN ボタン 外部：占有ボタン、設定ボリューム、HSM100
温度センサ	0～40℃、0.16K分解能 精度(標準)： ±0.5K(17～20℃)、±1K(0～40℃)
伝送距離	見通し伝播距離： 30m(廊下)、100mまで(ホール)
無線通信規則	ARIB STD-T108
モジュール・サイズ	43×16×8mm
重さ	4.5g



写真6-1 STM431JとUSB400Jの外観

見本

EnOcean モジュールを使った データ通信の実験

TCM410J によるデータ通信と STM431J を 使ったゲートウェイ

渡辺 明禎

第6章では、EnOceanモジュールの開発ツールを使ったコンフィグレーションの設定方法やファームウェアの書き換え方などについて説明しました。そこで本章では、実際にEnOceanモジュールでデータ通信を行ってみることにします。

7-1 双方向データ通信ができる TCM410J

TCM410Jは、写真7-1に示すようなSMD実装ができるトランシーバ・モジュールです。EnOceanの無線システム用ゲートウェイで、双方向のデータ通信を行うことができます。外部に接続したホスト・マイコンからシリアル・インターフェースを通して、データを透過的に無線で送受信できます。

さらに、ホストから制御コマンドを送ることも可能で、例えばリピータ機能やスマートAck機能を実現できます。スマートAck機能を使うと、TCM410Jは15個までの双方向センサのポスト・マスタとして使うことができます。

TCM410Jの主な特徴は、

- スマートAck制御機能
- 透過的な無線チャネル
- 1レベルのプログラム可能なりピータ機能
- ESP3 (EnOcean Serial Protocol V3) サポート

表7-1 TCM410Jのテクニカル・データ

項目	仕様
アンテナ	外部ホイップ、50Ωアンテナ
周波数	928.35MHz
ラジオ・スタンダード	ERP2(EnOcean Radio Protocol V2) (FSK)
データ・レート/変調方式	125kbps/FSK
受信感度(25℃)	-95dBm(標準)
送信出力	0dBm(標準)
電源電圧	2.6~5.0V
シリアル・インターフェース	UART ESP3 (EnOcean Serial Protocol V3)
消費電流	受信時: 27mA 送信時: 22mA
無線通信規則	ARIB STD-T108
モジュール・サイズ	22×19×3.1mm

• API プログラマブル

TCM410Jの主なテクニカル・データを表7-1に示します。アンテナは64mmのビニル線を使ったホイップ・アンテナで十分です。データ・レートは125kbpsと高速なので、大量のデータを素早く転送することも可能です。消費電流は、受信時27mA、送信時22mAと小さく、システム全体の消費電流を小さくすることができます。

TCM410Jの電氣的仕様を表7-2に示します。2.6~5Vの電源電圧で動作するので、様々なマイコンと組み合わせて使用できます。ただし、デジタルIO端子の供給電圧は1.7~3.6Vなので注意が必要です。1.8Vレギュレータを内蔵しているため、デジタル側の供給電圧として使うことができます。

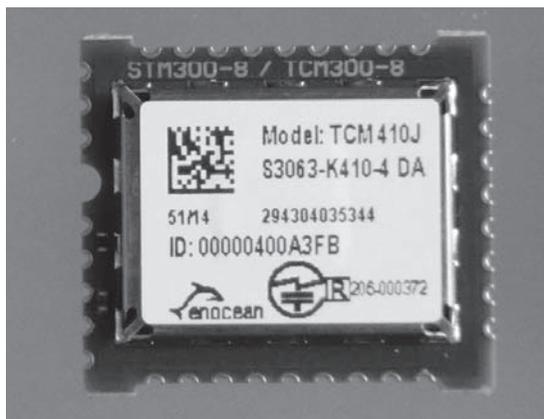


写真7-1 ゲートウェイ・モジュールTCM410Jの外観

表7-2 TCM410Jの電氣的仕様

記号	パラメータ	最小	最大	単位
V _{DD}	V _{DD} 端子の電源電圧	2.6	5	V
IOVDD	GPIO 端子の供給電圧	1.7	3.6	V
V _{INA}	アナログ端子時の電圧	0	2	V
V _{IND1}	WXIDIO/WXODIOを除くRESETと全デジタル入力端子の電圧	0	3.6	V
V _{IND2}	WXIDIO/WXODIO入力端子の電圧	0	2	V
V _{DDR}	V _{DD} 端子の最大リプル電圧		50	mV _{pp}

見本

EnOceanを使った ホーム・セキュリティ・システム

玄関や窓の防犯対策を簡単に実現できる

渡辺 明禎

筆者が子供のころは、昼間は家の鍵は空けばなしで、ホーム・セキュリティの必要など全く感じませんでした。しかし、最近は犯罪も多くなり、空き巣の被害も市役所などに掲示されている件数を見ると、とても無視できるような数ではありません。近くで空き巣被害があったといった話を聞くと、何らかのセキュリティ対策も必要なのかと思います。とはいっても、専門会社に頼むのは大げさですし、料金も安くはありません。

セキュリティ・システムを組む際に面倒に思うのは、各センサと接続する配線です。1, 2カ所なら大した手間ではありませんが、複数カ所で、それも1階、2階にわたる配線を考えると非常に億劫です。

そこで、EnOceanの無電源で使える無線モジュールを使ってホーム・セキュリティを組めば非常に簡単なのではないかと考え、実際に製作してみました。

8-1 ECO200とPTM430Jを使ってみる

写真8-1は、ECO200とPTM430Jを使って機械的に発生するエネルギーでデータを送信するモジュールです。具体的には、スイッチなどを押すというわずかな機械エネルギーでデータを1回送信します。家屋の中にはスイッチとそれによって電源がオン/オフされ

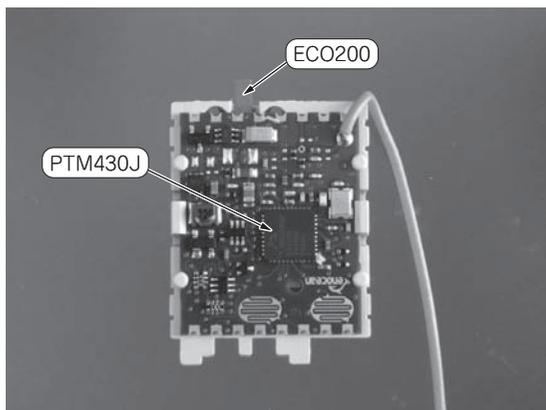


写真8-1 ECO200とPTM430Jによる送信モジュールの外観

る機器がたくさんあります。特に、廊下や階段などの電灯は複数のスイッチでオン/オフされますが、それらの配線はかなり複雑なものになっています。

ECO200を使うと配線をする必要がないので、簡単にスイッチの数を増やすことができます。工事費も大きく削減できるので、将来の家屋はこのような環境が一般的になると考えられます。今回は、このECO200+PTM430Jを窓の開閉を示すセンサ・スイッチとして使用します。ホーム・セキュリティでは、窓の開閉状態を常にモニタし、不審者の侵入を感知します。

これまでのセキュリティ装置は、スイッチと制御装置の間は有線で接続されていたため、その配線は意外と面倒でした。

●スイッチ用発電モジュールECO200

写真8-2に、ECO200の外観を示します。カンチ・レバーを動かすと、コイルとカンチ・レバーで組まれた磁路の向きが切り替えられ、それに伴う磁気の変化でコイルに電圧が発生します。表8-1に、ECO200の主なテクニカル・データを示します。図8-1はECO200を使った電源回路の概念図で、ECO200で発生した電気的エネルギーを82%の高効率で実際に使う電源電圧に変換し、最終的に2Vで120～210μJの電気エネルギーを得られます。

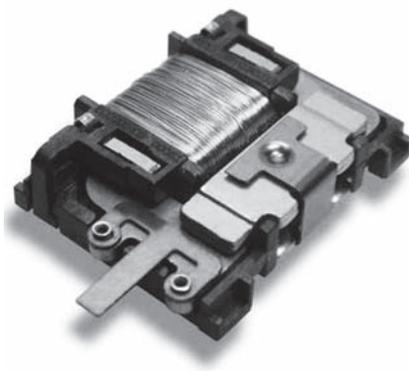


写真8-2 スイッチ発電モジュールECO200の外観

見本

第9章

簡易気象観測ステーションを作る

EnOcean 無線通信を使った
温度 / 湿度, 大気圧, 風速の計測

渡辺 明禎

気象観測ステーションはほとんどの場合、屋外に設置されます。したがって、電源は一般的に太陽電池＋蓄電池が使われています。また、観測データをリアルタイムで取得しようとすれば通信する必要がありますが、有線では延々と長い配線が必要となり現実的ではありません。このような場合、EnOceanの無線モジュールを使って観測データを送信すると、システムの構成が激的に簡単になります。

本章では、温度や湿度、大気圧、風速を計測し、EnOceanモジュールで無線によりデータ収集できる気象観測ステーションを製作します。

9-1 温度 / 湿度と大気圧の計測

温度と湿度を計測するには、EnOceanの温度センサ・モジュールSTM431Jに湿度センサ・モジュールHSM100を取り付ければ、単独で自由に設置できる、温/湿度センサができます。無線でデータを送信し、電源もいらないので、写真9-1に示したように日蔭となる壁に直に取り付けました。壁の温度の影響を受けることを気にする場合は、壁から少し浮かして取り付ければよいでしょう。

大気圧の計測には、STマイクロエレクトロニクス



写真9-1 壁に取り付けたSTM431J(温度/湿度センサ)

社の大気圧測定センサLPS25Hを使用しました。LPS25Hは、超小型で絶対圧力を測定できるピエゾ抵抗型MEMS圧力センサです。感知素子は、単一のモノ・シリコン単結晶基板の内部に構成されており、絶対圧力を検出することができます。

●LPS25Hの特徴と仕様

LPS25Hのおもな特徴を以下に示します。

- 測定範囲：260～1260hPa(絶対圧力)
- 高分解能：1Pa(0.01hPa) rms
- 低消費電力：25 μ A 高分解能時
- 高圧力耐力：フルスケールの20倍
- 温度補償内蔵
- データ・レート：1～25Hz(選択可能)
- SPI, I²C両インターフェース対応
- 電源電圧：1.7～3.6V
- パッケージ：HCLGA-10L(2.5×2.5×1.0mm)

図9-1に、LPS25Hのブロック図を示します。センシング素子はピエゾ抵抗で構成されたブリッジ回路です。ここで計測された微弱信号は低雑音アンプで増幅され、24ビットのA-Dコンバータでデジタル化されます。データは、温度補償後にI²CもしくはSPIインターフェースでマイコンなどに送られます。

図9-2に、LPS25Hのピン配置を示します。利用するインターフェースにより端子機能は異なります。今回はI²Cで使ったので、下線で示した端子機能で使いました。

表9-1に、LPS25Hのおもな仕様を示します。フル精度の温度範囲は0～80℃と広く、そのときの精度も ± 1 hPa(標準)と素晴らしい性能です。I/O電源電圧は別なので、様々なマイコンと組み合わせて使うことができます。消費電流はODR(出力データ・レート)が1Hzのときで25 μ Aと小さく、電池動作でもまったく問題ありません。なお、大気圧の変化は非常に遅いので、一般的に1Hzのデータ読み出し速度で十分です。

●LPS25Hの使い方(I²Cの場合)

LPS25Hの使い方は、内蔵レジスタに動作条件を設

見本

第10章

小型サーバ Armadillo を使った EnOcean データの活用

EnOcean ゲートウェイ開発キット・セットで実践する

松香 光信

EnOceanゲートウェイ開発キット・セットは、Linuxを搭載した小型サーバArmadillo-420および無線LANモジュール、各種EnOcean対応センサ(スイッチ・モジュール、マグネット・センサ、温度センサ)、受信モジュールを1つのセットにしたもので、これらを使って無線LANや有線LANを通したゲートウェイ開発が容易にできます。写真10-1がセットの内容で、表10-1はその製品の型番です。

このEnOceanゲートウェイ開発キット・セットは、下記のネット・ストアから購入することができます。

<http://www.zaikostore.com/zaikostore/itstoreSensor?cid=4>

その他、個別の温/湿度センサ(CS-EO431J-HSM)やマグネット・センサ、温度センサ用のケース(CS-ENCASE-TEMP/MAG)なども上記のネット・ストアから購入することが可能です。

本章では、このキット・セットとWindowsパソコンを使ったデータ受信の手法を解説します。

10-1 EnOceanの開発環境を構築する

いろいろなEnOceanセンサから送られるデータの受信は、USBタイプの受信モジュールUSB400Jにより行います。そしてUSB400Jは、UARTでシリアル通信(USB FTDI)を介してセンサからのデータをArmadillo-420に送信します。



写真10-1 EnOceanゲートウェイ開発キット・セット

ただし、Armadillo-420は、デフォルトではUSB FTDI Single Port Serial Driver が有効になっていないのでデータを受信することができません。アットマークテクノの下記のホームページには、EnOceanのファームウェアとリンクさせる手順について解説されているので、これを参考にして、Armadillo-420を再構築します。

<http://armadillo.atmark-techno.com/howto/EnOcean-Link>

また、Armadillo-420を再構築するために必要となる開発環境ATDE3は、アットマークテクノのホームページから無償で入手することができます。

下記のように、ATDE3上でカーネル・コンフィグレーションのUSB FTDI Single Port Serial Driverをチェックしてmakeし、kernelだけを更新します。

```

※Linux Kernel Configuration
Device Drivers
[*] USB Support ---->
[*] USB Support ---->
<*> USB Serial Convert Support -?
<*> USB FTDI Single Port Serial
Driver
    
```

表10-1 EnOceanゲートウェイ開発キット・セットの内容 (型番: CS-A420W-ENOCEAN)

製品名	個数	型番
Armadillo-420	1	A4200-D00Z
WLAN オプション・モジュール(AWL13対応)	1	OP-A400-AWLMOD-10
EnOcean 受信用モジュール	1	USB400J
スイッチ・モジュール	1	PTM210J
マグネット・センサ	1	STM429J
マグネット・センサ用磁石	1	CS-ENOCEAN-MAG-01
温度センサ	1	STM431J
RS232C シリアル・ケーブル	1	OP-SCDSUB-00
RS232C レベル変換アダプタ	1	OP-SCLVL-10
Armadillo-WLAN 外付けアンテナ・セット	1	OP-AWL-ANT-01
ACアダプタ (5V/2.0A EIAJ#2)	1	OP-AC5V4-10
開発用DVD	1	

見本

STM431J と土壤湿度センサで ツイートする「植物ったー」の製作

EnOcean で植物とコミュニケーション してみよう

西田 衣織

筆者は、平日はIT系の企業に従事しながら、週末に興味の電子工作をしている週末Makerです。

本章では、筆者が趣味で製作したEnOceanモジュールを利用して植物とコミュニケーションできる「植物ったー EnOcean版」の実装方法について解説します。

11-1 「植物ったー」とは

「植物ったー」とは、温度センサ、土壤湿度センサ、照度センサの3つのセンサと天気情報、ツイッターを使ってガーデニングが趣味な方が植物とコミュニケーションしながら楽しく育てることができるIoT作品です。

植物を植えたプランターに送信センサ・デバイスをつなぐことで、例えば、土壤の水分量が低いと「喉が渴いたよ」とツイートしたり、水をあげると「ありがとう!」とツイートしてくれます。

本作品は、2015年8月に東京ビッグサイトで開催された「Maker Fair Tokyo 2015」に個人出展しました。「植物ったー」のより詳しい情報は、以下のサイトを参照してください。

<http://connect-me-net.tumblr.com/>

本章で解説する「植物ったー EnOcean版」は、温度センサ・モジュールSTM431Jと土壤湿度センサを使って、植物の状態をツイートするIoTアプリケーションです。ちょっとした実用的アプリケーションなので、作成した後は自宅でそのまま楽しむこともできます。本書に本アプリケーションのソース・コードを同梱していますので、実装を通じてEnOceanの魅力に触れていただき、さらにIoTも体験してください。

11-2 「植物ったー」に使用する EnOcean モジュール

「植物ったー EnOcean版」は、写真11-1のように温度センサ・モジュールSTM431Jと土壤湿度センサを組み合わせで作りました。「植物ったー EnOcean版」の機能は、表11-1のとおりです。動作環境は、筆者

の場合はハードウェアとしてRaspberry Pi2を使用していますが、Raspberry Pi3でも動作確認済みです。受信用USBモジュールUSB400Jを認識できれば、他の環境でも動作すると思います。

また、「植物ったー EnOcean版」のアプリケーションは、Python言語のバージョン3で記述しています。バージョン2.X系だと動作しないので注意してください。

アプリケーションの製作の組み合わせとして、3つの動作タイプを用意しました。「植物ったー EnOcean版」を製作するには、STM431J、USB400J以外に、土壤湿度センサ、プログラミング・ボードEOP350、各種電子部品などが必要になります。これらをすぐに準備できなくても製作できるように、STM431Jのみで動作するタイプ(STM431J)と、改良版として土壤温度センサではなくSTM431Jと湿度センサ・モジュールHSM100を組み合わせで動作するタイプ(STM431JH)を用意しました。

本書付属のSTM431JとUSB400J、そしてRaspberry Piさえあれば、温度のみで動作するタイプ(STM431J)で製作できるのでぜひ試してみてください。



写真11-1 「植物ったー EnOcean版」の完成イメージ(屋外では使用できない)

見本

EnOcean スイッチ制御と 温度計測アプリの制作

iOS/Android 端末用ソフト開発ボード
konashi を使用

大野 謙司

konashi(こなし)は、ユカイ工学が開発したiOSデバイスやAndroid端末のための、フィジカル・コンピューティング・ツールキットです¹。スマートフォン(スマホ)やタブレットから、BLE²により簡単にハードウェアにアクセスするプログラムを開発することができます。konashiを利用すると、BLEのファームウェアを開発することなく、ハードウェアにアクセスするプログラムを書くことができるので、簡単にプロトタイピングを実現できます。konashiの開発言語には、Objective-C(iOSデバイス)とJava(Android)およびJavascriptを採用しています。

konashiには、ハードウェア・インターフェースとして8つのデジタルI/O(そのうち3本をPWM出力として指定できる)、3つのアナログ入力(A-Dコンバータ)を搭載しています。さらに、シリアル通信インターフェースとして、EnOceanモジュール搭載のkonashi用シールドShimotsukiとの接続に使用するUARTの他にI²CとSPIをサポートしています。

konashiに搭載されているこれらのハードウェア・インターフェースには、iOSデバイスやAndroidのスマホやタブレットからBLEを介してアクセスするこ

とができます。その際、BLEのプログラミングは一切必要なく、スマホやタブレットの開発環境にkonashiのSDKを実装することで、iOSデバイスやAndroid端末のアプリから電子回路と連携させることができるようになります。

本章では、konashiとShimotsukiを組み合わせて、EnOceanの温度センサSTM431Jの情報やEnOceanスイッチのON/OFF状態をiPhoneでモニタするプロトタイプを作成する方法を解説します(図12-1)。

12-1 Shimotsuki を konashi に接続する

Shimotsukiはkonashiと同じ基板サイズで作られており、konashiのコネクタでkonashiにスタックして使います。Shimotsukiとkonashi間はUARTで接続されています。

また、konashiのコネクタ間ピッチはArduino Unoのコネクタ間ピッチと同じなので、ShimotsukiはkonashiだけでなくArduinoのシールドとしても使えるように設計してあります。ただし、信号の並びが異

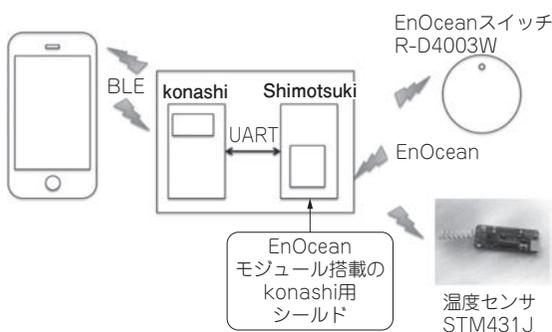


図12-1 KonashiとShimotsukiによるプロトタイピング・キットの構成

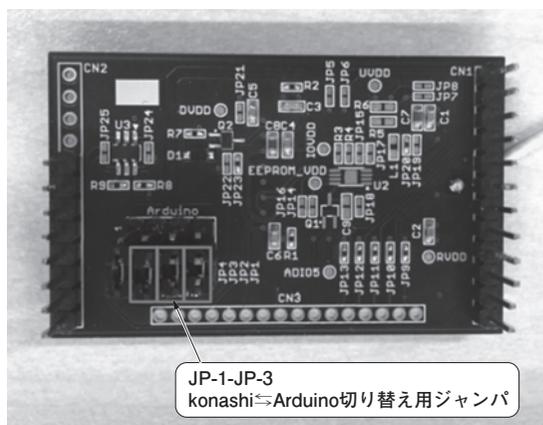


写真12-1 Shimotsukiの外観

1 konashiの詳細は、ユカイ工学のホームページ<http://konashi.ux-xu.com>を参照。製品情報以外にサンプル・コードなども紹介している。

2 BLEはBluetooth Low Energyの略で、Bluetoothバージョン4.0の呼称。

第13章

EnOcean による温度データ・マッピング・システムの製作

展示会場の温度分布を STM431J/USB400J と mbed で収集

坪井 義浩

EnOceanは928MHz、いわゆるサブギガ帯の無線通信です。サブギガ帯の特徴は、2.4GHz帯と比べると通信距離が長いという利点もありますが、展示会場などでは他のメリットもあります。それは、電波の混雑状況です。現在ではほぼ全員がスマートフォンを持ち歩いているので、多くの人で混み合っている展示会場では、2.4GHz帯の無線は混み合って安定した通信ができません。しかし、サブギガ帯は2.4GHz帯ほど多用されていないので、展示会場でも安定して通信ができます。

筆者は、IoTをわかりやすくデモするには、展示会場にセンサ・ノードを多数設置して、そこで得たデータをマップに重ねて表示することではないかと考えています。EnOceanのセンサは、STM431Jをはじめとしてバッテリーレスで使用できるので、展示会当日の設置も容易です。

13-1 EnOcean による温度データ・マッピング・システムの概要

EnOceanの温度センサにはSTM431Jを使用しました。STM431Jから送られたデータは、USB400Jで受信され、EnOcean Serial Protocol (ESP)というプロトコルによりUARTで出力されます。今回は、筆者が使い慣れているmbed LPC1768というマイコンをUSB400Jに接続し、UARTで送られてくるデータを

読み取りました。図13-1にシステムの全体図を示します。

mbed LPC1768は、アプリケーション・ボードという拡張ボードを取り付けることで、USBに接続することができます。mbedにはユーザが開発したUSB400Jのドライバが公開されているため、USBへの接続は簡単に行うことができます(図13-2)。

取得したデータをマップに重ねて使うために、今回はIBMのBluemixを使用しました。Bluemixはクラウド・プラットフォームで、インターネットを通して受け取ったセンサの値をデータベースに格納したり、Webブラウザからアクセスしてデータを取り出す、といったことができます。ARM社のmbedのホームページでは、BluemixにMQTT(Message Queuing Telemetry Transport)というプロトコルでデータを送るサンプル・プログラムが公開されています。そこで、UARTで受け取ったデータをmbed LPC1768からMQTTでBluemixに送信し、サーバとして利用することにします。

●MQTT はHTTPよりも軽量なプロトコル

MQTTというのは、IoTやM2Mの通信のために使われるプロトコルです。マイコンでHTTPを扱った経験のある方は、HTTPヘッダ、とりわけレスポンス・ヘッダの大きさを疎ましく感じたことがあると思いま

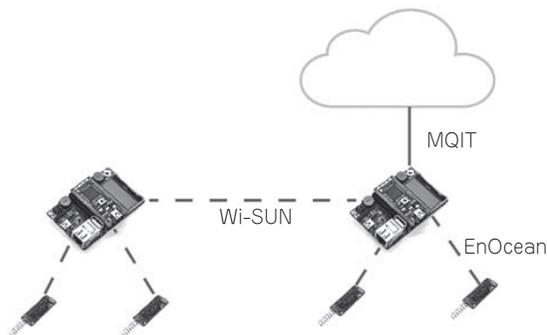


図13-1 システムの全体図

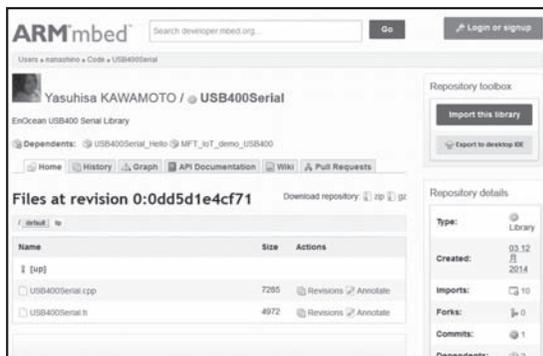


図13-2 mbed用USB400Jドライバが公開されている

見本

貼りまくり! ばらまきまくり!
ソーラ発電だからエンドレス&メンテナンス・フリー

電池レス無線マイコン EnOceanで センサIoT製作入門

協賛 ローム株式会社

雑誌 06664-04

Ⓛ 2017.6.12



491006640477

02000

見本