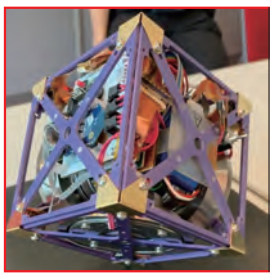


第8章 8チャンネル同時受信&ドップラー・シフト対応のCubeSat搭載用

10 mWで1500 km! 超高感度-148 dBmのLoRa SDRゲートウェイ



山手線内、関東一円など、半径数十kmの広域圏に、センサと無線機能を搭載した計測装置を置いて大量のデータを一気にクラウドに収集し、AIを駆使したデータ処理を行うサービスが、IoT(Internet of Things)の応用の1つです。

このような用途に利用できる広域無線規格には、Sigfox, ELTRES, Wi-SUNなどさまざまなものがあり、総称はLPWA(Low Power Wide Area)です。LPWA端末は、消費電力が少ないため電池で長時間動作し、数十km圏を超える広い範囲に電波が届きます。メーカーは技適の取得義務がありますが、ユーザはライセンスがなくてもOKです。

LPWAは、1000 km以上の遠方と確実に通信したい宇宙機用の無線機に有効です。東京大学 中須賀研究室では、世界のさまざまな地域にLPWA無線端末を置き、上空400 kmを飛行するミニ衛星CubeSatにLoRa受信機を搭載して、データを回収し、地上にダウンリンクする実験に成功しています(図1)。

本稿で紹介するのは、この受信機を大きく進化させた**8チャンネル同時受信が可能なLoRaゲートウェイ**です(写真1)。I/Q復調器、65 MSPSの10ビットA-Dコンバータ、MAX10 FPGA、STM32Fマイコンを実装した帯域32 MHzのSDRモジュール(ラジアン製、<http://radiun.net/>)に、LoRa特有のチャープ復調用のファームウェアが組み込まれています。-148 dBmを越える高い受信感度とドップラ

ー・シフト追従機能を備え、1000 km上空の宇宙空間を毎時28万kmで超高速飛行する衛星と確実に通信できます。データ・レートは数十bps(エラー訂正なしの場合)です。

MAX10 FPGAは、地上のLoRaトランシーバが送信するチャープ信号を復調して、SDRAMにデータを蓄積します。STM32Fマイコンは、SDRAMのデータを読み込んでFFT処理します。今回はマイコンで行うべき処理をパソコンで実行し、アルゴリズムを検証します。 (編集部)

開発したLoRa SDRゲートウェイのあらまし

● ロー・パワーで長距離通信が可能なLoRaのチャープ変調

LPWA無線通信規格の中から、電波利用に費用がかからず、通信距離がとて長いLoRaを採用しました。

多くの無線機は変調周波数が一定ですが、LoRa無線の送信機は、連続的に変調周波数を変化させます(スイープする)。連続的に周波数が変化する信号を「チャープ信号」と呼びます。受信機では単一周波数に戻します。変調周波数を変化させながら通信するので、周波数が単一のノイズや妨害波の影響を受けにくく、長距離通信が可能です。

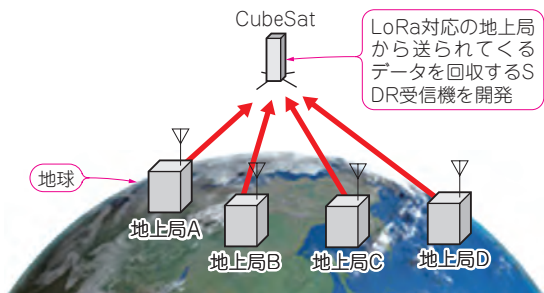


図1 周回軌道上を移動するCubeSat用のLoRa SDRレシーバを開発した
センサを搭載したLoRa送信機を地上にばらまいて、CubeSatで測定データを回収する。地球の環境の変化を調べたりできる

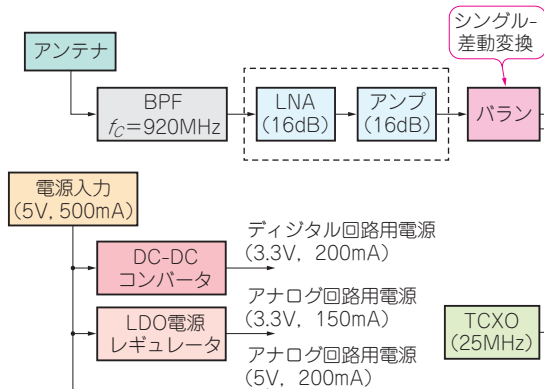


図2 CubeSat搭載用LoRa SDRレシーバのハードウェア
アンテナ入力部のBPF、FPGAやSTM32Fマイコンに書き込んだ信号処理プログラムでさまざまな通信方式に柔軟に対応できる。今回はLoRa用にカスタマイズした

【セミナー案内】 [ビギナー向け] [実習セミナー] [演習あり] 初めてのアナログ回路設計講座：高精度A/D変換の極意(その2)
— アナログ信号を正確に数値化するための関連知識強化セミナー
【講師】 中村 黄三 氏, 6/7(日) 25,000円(税込込み), <https://seminar.cqpub.co.jp/>