

# 10 LoRa のマルチチャネル通信の検討

石田大騎, 姫宮一輝, 村河亮利

Study of Multi-channel LoRa Transmission

ISHIDA Daiki, HIMEMIYA Kazuki and MURAKAWA Akitoshi

LPWA technology, developed for IoT networks, is capable of low power consumption and wide-area data communications. However, it has low data rate compared to other wireless technologies such as 4G and Wi-Fi. We expected that parallel transmission using multiple pairs of LPWA modules and multiple channels would achieve higher throughput rather than typical single transmission. In this study, we tested this expectation with two Raspberry Pi computers and three pairs of LoRa modules. The results showed that increasing the modules improved the apparent throughput of LoRa.

キーワード：無線通信, LPWA, LoRa

## 1 緒 言

IoT (Internet of Things) のために開発された LPWA (Low Power Wide Area) は、低消費電力かつ広域データ通信が可能な無線通信技術である<sup>1)</sup>。その一方で、4G や Wi-Fi などの無線通信技術に比べると、LPWA 通信はデータレートが低いという短所がある。そこで、筆者らは複数の無線モジュール及び異なるチャネルを用いてデータを並列的に送信することで、通信トラフィックを分散させて見かけの通信速度を向上できるという仮説を立てた。本研究では、デバイスコストが安価かつ利用料金が不要な LoRa モジュールを使用し、通信に要する時間を実機により検証した。

## 2 実験方法

### 2.1 使用機器及び機器構成

本実験で使用した LoRa モジュールを図1に示す。このモジュールは、EASEL 社の 920 MHz 帯 LoRa/FSK モジュールが組み込まれたスイッチサイエンス社製のブレイクアウト基板であり、TX, RX 端子をマイコンなどの外部機器に接続することで UART 通信できる<sup>2)</sup>。図2に複数対の LoRa モジュールにより並列通信を行う場合の機器構成を示す。送信側(左側)と受信側(右側)で対となる複数の LoRa モジュール、両側で1台ずつの制御・処理用端末(Raspberry Pi 4)を用意した。Raspberry Pi と各 LoRa モジュール間は UART で接続した。

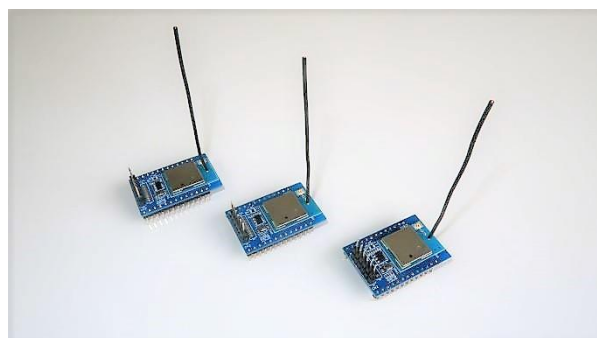


図1 使用した LoRa モジュール

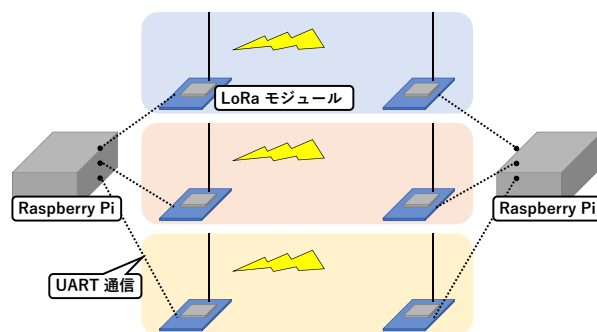


図2 機器構成

### 2.2 プログラム

Raspberry Pi では Python プログラムによりデータ処理及び通信制御を行った。送信側では、Raspberry Pi で生成した送信データを LoRa で送信可能なサイズ(今回は 20 バイトとした)に分割し、データ順にタグを付加した後、LoRa ごとのキューに格納する。

LoRa モジュールへのデータ転送はマルチスレッド処理 (図3) を用いて、分割したデータを LoRa から同時送信した。受信側では、並列的に送信されてきたデータを一旦キューに格納し、その後、タグによりデータをソートすることでデータを復元している。

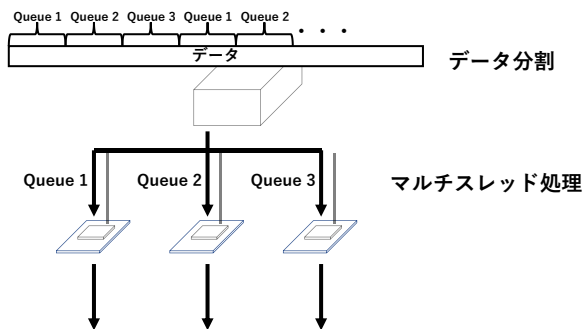


図3 マルチスレッド処理

### 3 実験方法

LoRa モジュールを1対1, 2対2, 3対3と増加させて通信したときの、それぞれの受信に要した時間を計測した。図4に実験条件を示す。モジュールの送信機・受信機間には3mの間隔を、送信機同士・受信機同士のアンテナ間にはそれぞれ5cmの間隔を設けた。送信するデータは文字列データとし、文字数は各条件それぞれ8,300文字、通信回数はいずれも合計415回とした。LoRa モジュールの設定値を表1にまとめる。以上のような条件で検証した。

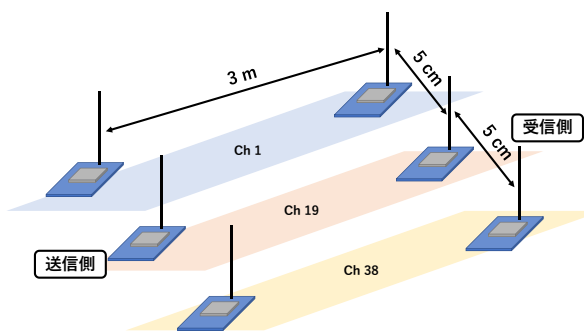


図4 実験条件

表1 LoRa モジュールの設定値

項目	設定値
帯域幅	125 kHz
拡散率	7
無線チャンネル番号	1, 19, 38
再送回数	3回

### 4 実験結果・考察

各条件に対して3回ずつ計測した結果の平均値を図5に示す。1対1通信では196秒を要した。2対2の場合の受信時間は100秒であり、1対1に比べて49%減, 3対3の場合の受信時間は69秒であり、1対1に比べて65%減となった。モジュール数を増加させる, つまり通信トラフィックの分散経路を増加させることにより受信時間はモジュール数に反比例して短くなり, 端末から見た見かけの通信速度はモジュール数に比例して大きくなることを確認した。したがって, 通信モジュールを3対3より増やした場合も線形性に従い通信速度が向上すると予想できる。なお, 通信速度の上限は最大チャンネル数 (今回使用したモジュールでは38チャンネル) で制限される。

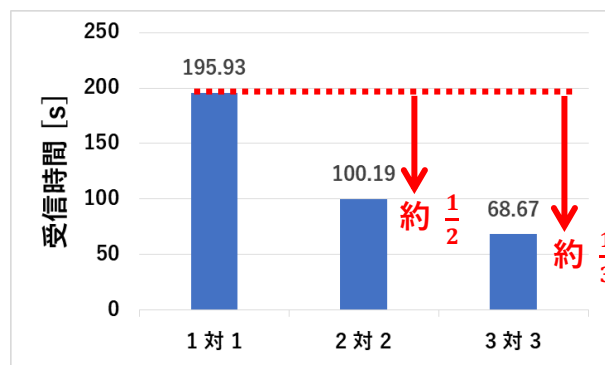


図5 実験結果

### 5 結 言

LPWA の通信速度の向上を目的に, 本研究では LPWA の一種である LoRa を用いて, 複数対の無線モジュールを並列的に通信させる実験を行った。その結果, 通信速度はモジュール数に比例して向上できることが確認できた。

本研究では検証として基本的な通信速度の調査を行ったが, 実用に向けては, 通信環境に応じた表1のLoRa モジュールの設定値を自動的に最適化する機能の実装などが課題となる。

### 文 献

- 1) 鄭 : IoT ネットワーク LPWA の基礎 -SIGFOX, LoRa, NB-IoT-, 株式会社リックテレコム, 2017
- 2) [http://ikkei.akiba.coocan.jp/ikkei\\_Electronics/LoRa.html](http://ikkei.akiba.coocan.jp/ikkei_Electronics/LoRa.html)