



豊洲 Free LoRaWAN 実証実験

株式会社ミライト フロンティアサービス推進本部
フロンティアサービス推進部 第二部門部門長

たかどう ひろし
高堂 博司



1. はじめに

LoRaWANは、920MHz帯を利用するLPWA通信の一種である。

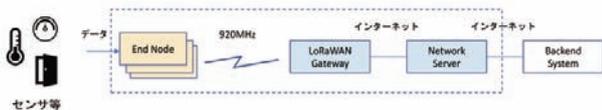
標準化団体のLoRa Allianceにより仕様が公開されておりオープン&グローバルがキーワードとなる。一般的にLoRaWANの特徴として低消費電力で長距離通信が可能とうたわれ、数百kmの通信が可能であったという記事も散見されるが、それらは気球などを利用し地上から上空間、富士山上頂と東京スカイツリー間などでの、ほぼ自由空間と捉えられる環境下でのチャンピオンデータであり、実利用環境下でも同様の通信距離が得られるとは言いがたい。

株式会社ミライト（以下、弊社）では、仕様がオープンで制約条件の少ないLoRaWANに早くから着目し技術検証や他社との共同PoC並びにお客様へのソリューション提供を行ってきた。今回は弊社で提供している「豊洲Free LoRaWAN」ネットワークを利用し各種検証を行い、得られた通信特性の一部を紹介する。

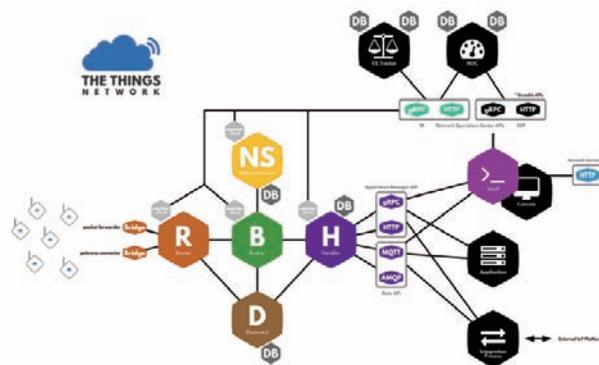
2. 豊洲Free LoRaWANとは

LoRaWANネットワークは、センシングデータなどをLoRaWANプロトコルで送信するエンドノード（デバイス）、エンドノードからの電波を集約するゲートウェイ、エンドノード及びゲートウェイの管理及びデータハンドリングを行うネットワークサーバより構成される（図1）。

弊社では2016年末からLoRaWANに関する調査研究を始め、その取組みの一環として東京都豊洲湾岸エリアの自社3ビル屋上にLoRaWANゲートウェイを設置、The Things Networkが提供するフリーのLoRaWANネットワークサーバに連携することで「豊洲Free LoRaWAN」ネットワークとし



■図1. LoRaWANの基本構成



■図2. The Thing Networkの分散型LoRaWANネットワークサーバ構成概念図

て2017年12月に開設・開放している。

ちなみにThe Things Network（以下、TTN）は、オランダ発祥で世界最大のLoRaWANコミュニティでありゲートウェイやエンドノード等を管理する分散型LoRaWANネットワークサーバ（図2）を開発、フリーのクラウドシステムとして提供を行っている。2019年8月現在、TTNには世界141か国で8300を超えるゲートウェイが接続されている*1。

また、ここで開発されたネットワークサーバのコア部分についてはGitHub経由でOSSとして提供も行われている*2。

弊社は、2017年4月にTTNと業務提携を行い、自社での技術習得を行う一方、TTNへ国内関連法や日本での利用を踏まえたフィードバックを行ってきた。TTNが開示している利用規約上は、個人、法人、商用問わずに利用可能とされている。TTNのネットワークサーバにゲートウェイを接続し開放することや利用自体に国内法の問題が無いことは関東総合通信局に確認済みであるが、商用利用を行う場合は電気通信事業法等の制約を受けることから留意されたい。

3. ゲートウェイ設置場所について

「豊洲Free LoRaWAN」のゲートウェイは東京都江東区の豊洲、新木場、枝川の自社3ビル屋上に設置しており、アンテナの設置高はそれぞれ60m、40m、20mほどである

*1 <https://www.thethingsnetwork.org>

*2 <https://github.com/thethingsnetwork>



■ 図3. 「豊洲Free LoRaWAN」ゲートウェイ設置場所
(括弧内はゲートウェイアンテナ設置高)



■ 写真1. ミライト豊洲ビルLoRaWANゲートウェイ設置状況

(図3及び写真1)。

各拠点に設置したゲートウェイはKerlink社(仏)のWirnet Station 923に1m高の6dBiアンテナを取り付けたものである。

4. 電波到達状況

LoRaWAN通信特性の検証に利用したエンドノード機材の一部を写真2に示す。

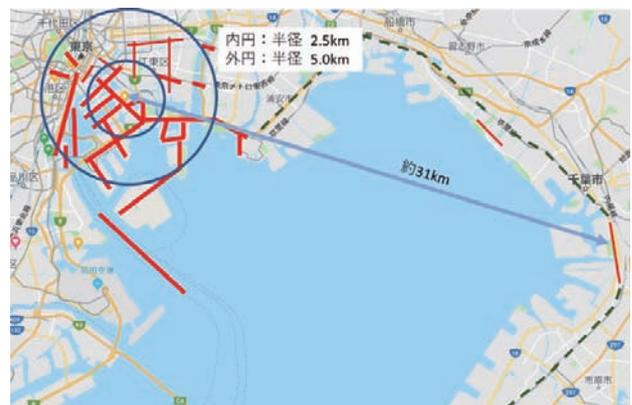
大半の機材にはSemtech社(米)のRFチップが搭載されているがRF回路構成や利用しているアンテナ種別などにより、決して少なくない特性差が見られるが今回は概要として代表的な値を提示している。

また、LoRaWANの特徴としてチャープ型スペクトラム拡散方式の拡散率(SF値)を動的に変えて受信に必要な感度(言い換えれば電波到達距離)と送受信可能なデータ量をトレードオフすることができるADR(Adaptive Data Rate)の仕組みがあるが、調査ではSF値を10(Data Rate 2)に固定、エンドノードの高さも1m(手持ち)~2m弱(車載)程度として極力同一条件での計測を試みた。

図4はGPSトラッカーを持ち徒歩、自転車、自動車、電車、船舶を利用してゲートウェイでの電波到達状況をプロットし



■ 写真2. LoRaWAN電波特性調査に利用したエンドノード機材(一部)



■ 図4. 豊洲Free LoRaWAN電波到達状況

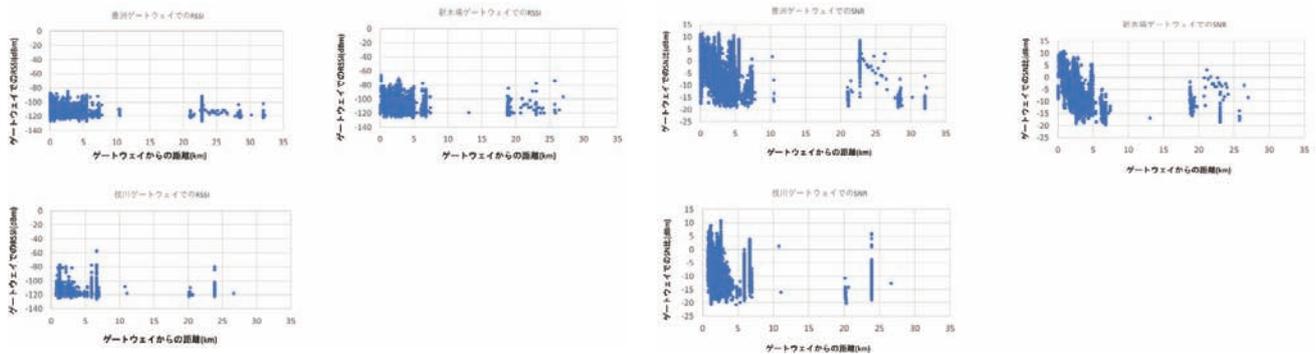
たマクロサマリーである。

赤の実線はおおむねの電波受信度合を示しており太ければ大半が到達し、細ければ受信率が低く散発的であったことを示している。京葉線及び内房線上の破線部分は、その場所を通ったが乗車した状態であるため車両自体にシールドされたか、ゲートウェイから見ての見通しが無いため届いていないことを示している。

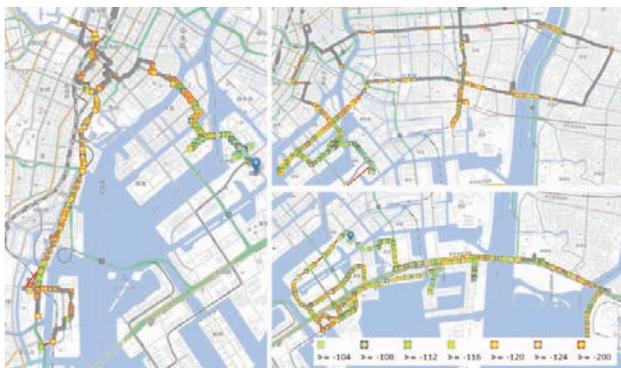
図5は3か所のゲートウェイで受信できたGPSトラッカーからの信号をグラフ化したものである。

なお、図5のグラフは図4に記載のデータから海上で取得したデータ等を除いたものとなっている。

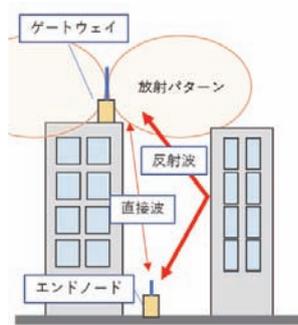
マクロに見ると半径2~3km程度は比較的良好に届き、電波の見通しによっては5km以上も飛んでいるといえる。ゲートウェイの設置場所は厳密には異なるため一律には評価できないがゲートウェイのアンテナ設置高と通信可能な距離は比例している。また、今回はデータを提示していないがアンテナの設置高による影響はゲートウェイ側のみではなくエンドノード側でも大きく生じており、地表に近いところでは



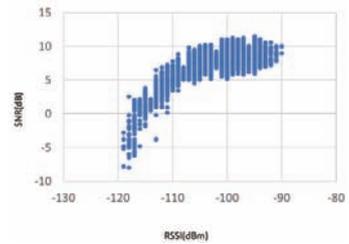
■ 図5. 各ゲートウェイでの電波受信強度とノイズ比



■ 図6. GPSトラッカー（A製品）によるRSSIトレース状況



■ 図7. ゲートウェイ直下での状況



■ 図8. 6か月間の定点観測結果

遠くまで届かず、地表から離れ高ければ高いほど良いことが実験結果からも得られている。これは、いわゆるフレネルゾーンに従っているということであろう。

少しミクロに観察すると、近距離である、電波強度（RSSI）が強いという状況下でも受信が不良であったり、高架をまたいだ前後で大きく状況が異なるというようなことが見て取れる（図6）。

前者は920MHz帯がWi-Fiなどに比べて回折しやすいと言われているが、大きな遮蔽物の背面まで十分に回り込むわけではなく、ノイズ比（SNR）にも大きく影響していると考えられ、後者についてはフレネルゾーンを高架が遮る影響によるものと想定される。また、大きな遮蔽物があっても電波が到達する場合もあるが、これは回折ではなく反射によるものと推測している。

反射について補綴するとゲートウェイのアンテナはオムニアンテナであり水平方向は無指向性だが垂直方向には8の字を描くことから、いわゆる「灯台もと暗し」でありゲートウェイ直下に存在するエンドノードとの通信はゲートウェイとエンドノード間の直接の伝搬以外に周辺ビル等での反射が大きく影響することが分っている（図7）。

図8はゲートウェイから300mほど離れた見通しのある地

点で6か月間（2019年2月～7月）にわたって1時間ごとに同一エンドノードからのRSSIとSNRを計測した結果をグラフ化したものである。送受信パラメータに変化は無くとも外部環境的要因で大きく変動することが見て取れる。

5. おわりに

920MHz帯を利用するLoRaWANは、スペクトラム拡散方式により弱い電波でも受信でき、障害物にも強くIoTに最適な通信方式と言われている。これは純粋に物理特性を表す言葉としては正しいが、実際の環境下では単純な話ではないことが分った。遮蔽物が少なくかつ狭いエリアでLoRaWANを利用する場合は、シビアさは不要かも知れないが、km単位での広域利用を考えると単純な机上シミュレーションだけでは不足であり、周辺環境と利用実態を見据えた現地調査や経時性を考慮した余裕ある設計が必須であると言える。

最後に、本調査にあたっては弊社メンバーのほか、LoRaWANネットワークサーバのIPLISを独自開発している株式会社アクティスの近藤氏、須藤氏にも多大なる協力を頂いたことに謝辞を述べたい。