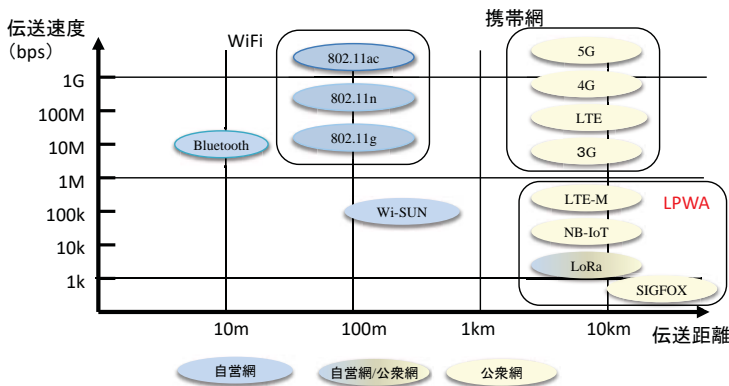


## LoRaを用いたマルチホップ通信技術

### 1. LPWA通信技術とLoRaの位置付け

- IoT向け通信技術として、長距離伝送、低消費電力を特徴とするLPWA (Low Power Wide-Area Network) 通信技術が注目されている。
- LPWA通信技術のうちLoRaは自営網の構築が可能な技術であり、実用化が期待されている。



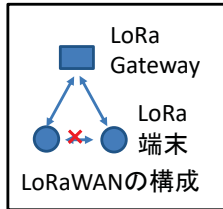
### 2. LoRaの概要



- 2015年設立のLoRaアライアンスがIoT向けネットワークのオープンスタンダードとして提案
- LoRaの技術的特徴
  - 周波数帯：無免許運用可能な920MHz帯用
  - 変調：チャープ信号を用いたスペクトル拡散技術
    - 長距離(公称10km以上)、低消費電力(電池駆動で10年間使用可能)を実現

#### 規格は二種類

- 物理層を規定したLoRa規格
- MAC層までを規定したLoRaWAN規格
  - LoRa Gatewayと複数のLoRa端末をつリー状に接続する構成
    - LoRa端末間の直接通信不可



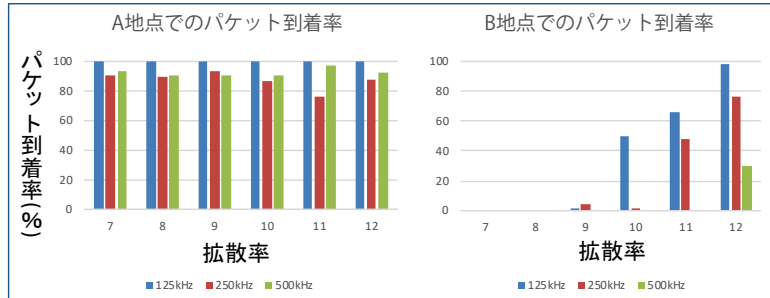
### 3. LoRaの性能評価

- LoRa通信ボードを用いた性能評価を実施
- A、B地点にて帯域幅と拡散率を変えてパケット到着率を測定 (パケット長：10Byte)



A地点、B地点ともある程度の見通しあり

\*) BW&W社製, LoRaモジュールはEASEL社のES920LR



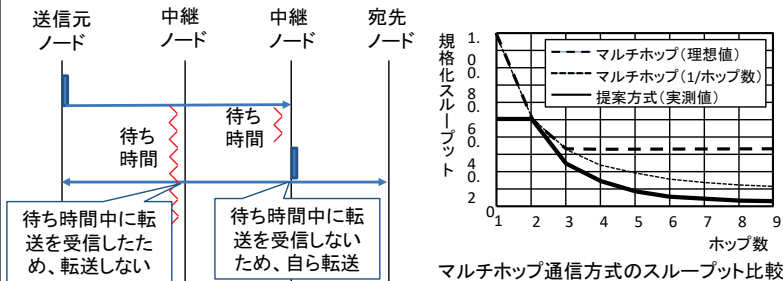
- A地点では全てのパラメータの組み合わせでパケット到着率が90%以上
- 帯域幅250kHzでは拡散率が大きくなるとパケット到着率が低下しているが、原因は不明
- B地点では拡散率が9以下ではパケット到着率はほぼ0%
- 帯域幅125kHz、拡散率12の場合にはA地点、B地点ともパケット到着率はほぼ100%(RSSIの最悪値：-135dBm程度)

### 4. LoRaを用いたマルチホップ通信方式

- 見通し外環境や数十km以上の長距離通信を実現を目指し、LoRaを用いたマルチホップ通信方式を開発
- 3ホップ以上に適用するためLoRa規格を採用
- LoRa規格にはMACがないため、開発方式でMAC機能を実現

#### [マルチホップ通信方式]

- 送信ノードはブロードキャストでパケットを送信
- 中継ノードはある時間待ち、その間に他の中継ノードの転送パケットを受信しない場合にパケットを転送
- 宛先ノードに近い中継ノードほど短い待ち時間を設定



- 提案方式を実装しスループットを測定
- 測定値は理論値とほぼ一致
- 5ホップで従来方式での実測値(1/ホップ数)の半分程度のスループット
- 提案方式は、4から5ホップ程度以下のシステムで実用可能

### 5. 今後の展開

- 提案方式の改良及び実環境での評価