

LoRaWAN®クラス B 通信における NTP サーバーを用いた時刻同期方式

高田 祥平[†] 金城 皓羽[†] 森田 智子[†] 石原 達也[†]

NTT 西日本[†]

1. はじめに

IoT(Internet of Things)社会の到来に向け、センサー情報を低消費電力、広いカバーエリアで収集可能な Low Power Wide Area(LPWA)ネットワークが期待されている。LPWA の一種である LoRaWAN®は米国のセムテック社が開発した無線の周波数変調方式を採用したネットワーク規格であり、A・B・C の 3 種類のクラスが規定されている。中でも、クラス B 通信については消費電力を抑えながらネットワークサーバー(NWS)主導でダウンリンク(DL)通信が可能なプロトコルであり、安定した電源のない環境下におけるセンサー制御に有効である。

クラス B 通信では、図 1 のようにエンドデバイス(ED)は決められたタイミングで DL 通信の受信時間(ping slot)を設けることでゲートウェイ(GW)からの制御信号受信を実現している。GW と ED 間で正確に ping slot の時刻を合わせる必要があるため、ED は GW から定期的に発出されるビーコンに含まれる時刻情報を用いて時刻を補正することで、GW と時刻を同期させている。しかし、時刻同期が正確でない場合、ED が複数の GW と通信可能な環境下では、ED は複数ビーコンを時間差で受信するとビーコン衝突により正確に復号できない可能性がある。この事象を防ぐために、2 つのビーコンの受信時間差は 1ms 以内とすることが推奨されており¹、現行方式では、GW は GPS を用いた時刻同期方式によりクラス B 通信を実現している。

一方で、屋内のように GPS 電波の届かない環境下では、NTP サーバーなどを用いて GW の時刻補正を行うことが想定されるが、通信区間の遅延などから時刻差 1ms 未満の精度で GW 間時刻を同期させることは困難であり、ED がビーコン受信に失敗する可能性がある。さらに、GW と ED 間で時刻差が広がることで、GW と ED 間の ping slot の時刻がずれて DL 通信が失敗する懸念がある。

そこで本稿では、GW のビーコン発出動作を定期的の間引いて ED が単一のビーコンを受信できる時間を設けるビーコン間引き機能と NTP サーバーを用いた時刻同期を組み合わせた新しい時刻同期方式を検討する。

2. 提案方式

GW に下記 2 点の技術を組み合わせた方式を提案する。

- NTP 時刻同期機能

GPS 通信不可の環境下での GW の時刻同期手段として、インターネットを經由して NTP サーバーから定期的に時刻情報を取得し、時刻を補正する。

- ビーコン間引き機能

LoRaWAN®の仕様では、GW は 128 秒周期でビーコンを全デバイスに向けたブロードキャストで発出している。そこで図 1 のように一部 GW のビーコンを間引きさせることで ED が定期的に単一ビーコンを受信できる時間を設ける。

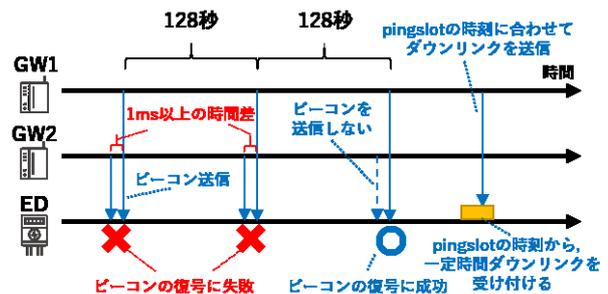


図 1: LoRaWAN®クラス B の DL 通信フローとビーコン間引きの動作

3. 評価実験

GPS 電波を受信できない環境におけるクラス B 通信の実現性を評価するため、スペクトラムアナライザーにて-100dBm 以上の強度の 920MHz 帯信号がないことを確認した NTT 西日本社内の会議室にて本方式の評価実験を行う。ED を設置し、NTP サーバーで時刻同期を行う GW 1 台構成時および GW 2 台構成時のアップリンク(UL)・DL 通信の安定性を評価する。

Time Synchronization Method Using NTP Server in LoRaWAN® Class B Communication

[†]Takada Shohei, Kinjo Koha, Morita Tomoko, Ishihara Tatsuya, NTT West

¹セムテック社 LoRa® DEVELOPER PORTAL (<https://lora-developers.semtech.com/documentation/tech-papers-and-guides/lorawan-class-b-devices/>)

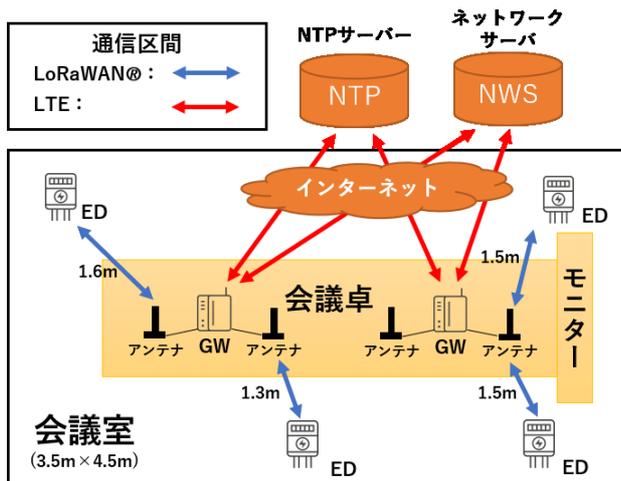


図 2: 実験構成図

3. 1. 実験構成

図 2 の通り，GW 1 台および 2 台構成時それぞれにおいて，スマートメータを模した ED を屋内一室の 4 か所に設置する．

3. 2. 実験設定

実験設定を表 1 に示す．GW の時刻補正では時刻同期アルゴリズムの一種である Chrony を使用する．同期先の NTP サーバーは NICT を選定し，LTE を介して 180 秒周期で時刻情報を取得する．なお，事前実験から，本構成においては伝送遅延等により 2 台の GW 間で最大 10ms 程度の時刻差がランダムに発生することを確認している．

表 1: 実験設定一覧

設定項目	UL	DL
対象 ED 数	4 台	
試行回数	各 ED 25 回ずつ ※実験時の装置不具合のため，GW 2 台構成時の DL 評価対象試行回数は ED 4 台合計で 86 回(間引きなし)，93 回(間引きあり)	
SF 値	8	9
データサイズ	100byte	53byte
時刻同期先	NICT NTP サーバー	
時刻同期間隔	180 秒	

GW 2 台構成時の DL 試験においては，ビーコン間引き機能の有無による DL 通信成功率の違いも評価する．ビーコン間引きありの場合は，2 台の GW のビーコン送信間隔をそれぞれ 128 秒と 384 秒とする．

3. 3. 評価指標

各実験項目において，ED 4 台の全試行回数

における通信成功した試行数の割合を通信成功率として評価する．UL 通信においては NWS でのパケット受信，DL 通信においては ED でのパケット受信をそれぞれ通信成功の基準とする．また，DL 通信においては ED がビーコン受信に成功した割合についても評価する．

3. 4. 実験結果

実験項目別の通信成功率を表 2 に示す．

表 2: 実験結果

実験項目	通信成功率	ビーコン受信成功率
GW 1 台 UL	98.0%	-
GW 2 台 UL	99.0%	-
GW 1 台 DL	98.0%	99.5%
GW 2 台 DL ビーコン間引きなし	98.8%	98.4%
GW 2 台 DL ビーコン間引きあり	98.9%	100.0%

いずれの検証項目においても，通信成功率は 98%を超えており，GPS 電波の届かない環境下においても安定したクラス B 通信が可能であることが分かった．

一方で，GW 2 台構成の DL 通信については，ビーコン間引き有無にかかわらず通信成功率は 98%以上であった．ED のログを確認したところ，ビーコン間引きなしの場合も問題なく全ビーコンを受信しており，GW 間の時刻差が 1ms 以上ある本構成においてビーコンの衝突が発生していないことを確認した．

4. まとめ

本稿では，GPS 電波の届かない環境で LoRaWAN@クラス B を実現するため，GW 間の時刻ずれを考慮し，ビーコン間引き機能と NTP サーバーによる時刻同期を組み合わせた方式について提案した．評価実験の結果，想定していたビーコン衝突は発生しておらず，ビーコン間引きの有無にかかわらず安定した UL 通信・DL 通信が可能であることがわかった．

本実験の環境では GPS を用いた時刻同期を行っている屋外 GW の -110dBm 以下の微弱なビーコンも届いていたが，ED はより信号強度の高い実験用のビーコンを受信していたことから，GW 間に時刻差がある場合においてもビーコンの信号強度に差があれば受信可能であると考えられる．ビーコン信号強度差と衝突の関係や 2 つのビーコンの信号強度差が小さいときのビーコン間引きの有効性については今後の検討課題である．