

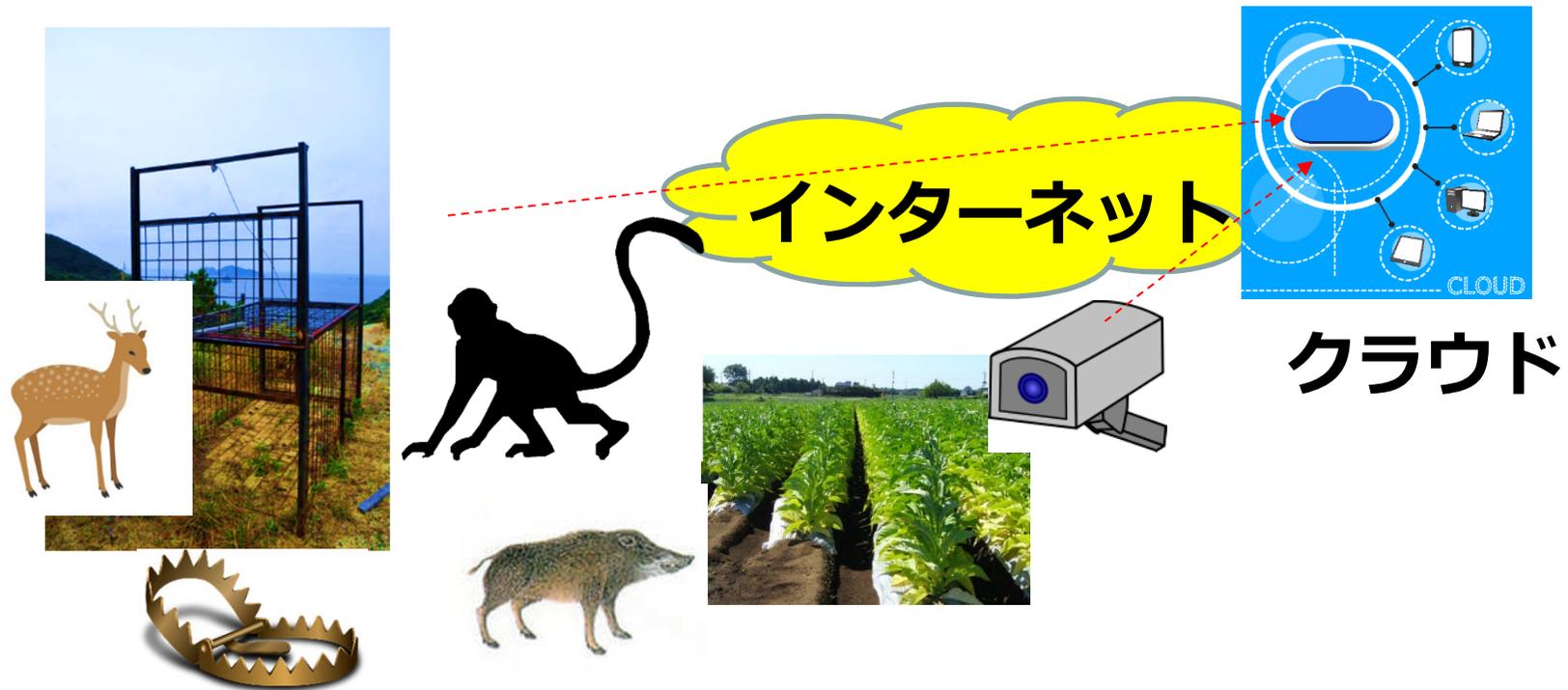
衛星測位システムを用いる 多元接続方式のLPWAへの適用

金沢工業大学 工学部 情報工学科
教授 向井 宏明

2019年8月20日

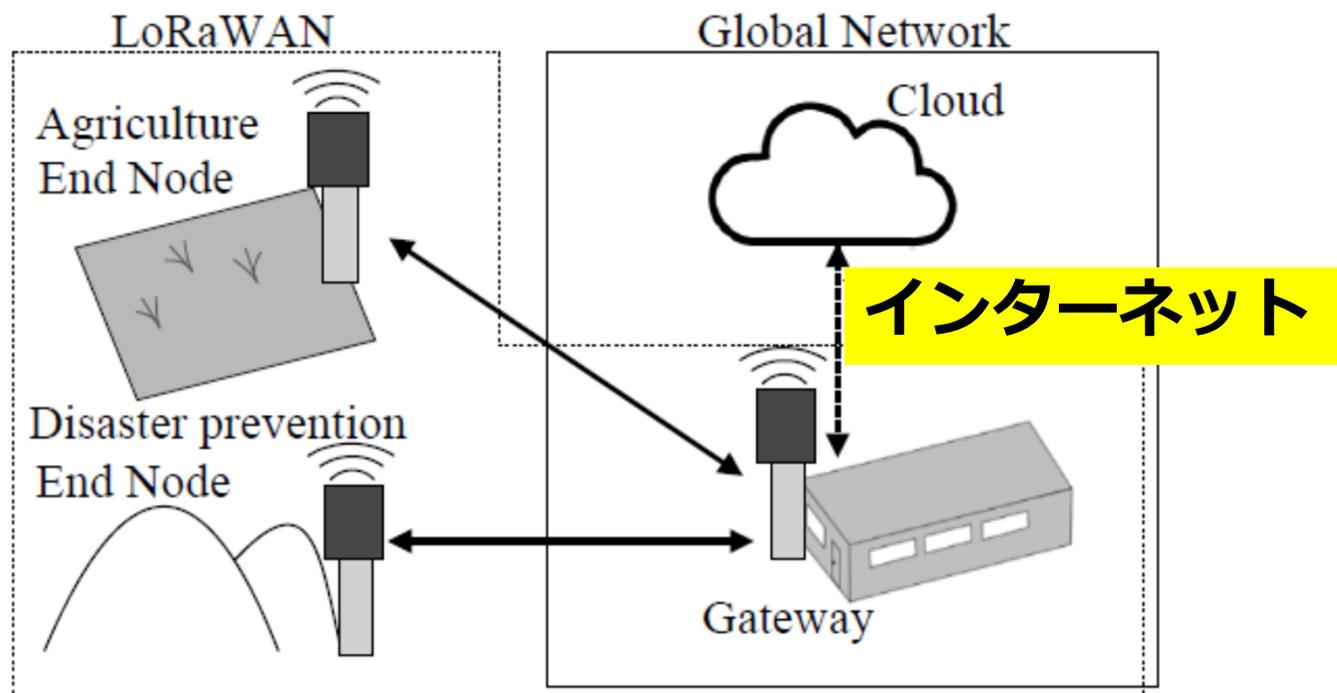
背景

- 獣害対策、環境モニタリング、防災などの用途のIoTシステムでは、**屋外の広範囲**にて**多数**のセンサーデバイスを設置する
- 屋外では有線の通信回線や電源供給設備が無いいため、無線通信を用いたバッテリーによる長期間の連続稼働が求められる



従来技術

- 広範囲かつ省電力という要求条件に**LPWA** (Low Power Wide Area)が有望。
- 免許不要で、省電力、数km~十数km通信可能なLoRaWANはLPWAにおいて最も広く展開されている通信方式
 物理層: LoRa変調(チャープ・スペクトラム拡散)
 MAC層: LoRaWAN(スター型ネットワーク)



従来技術

- LoRaWAN では通信速度は50～250bpsと低レート
- 以下の通信モードがある

Class A⇒消費電力が最も少ないモード⇒屋外には最適

- 常にノードから通信を開始する
- データ送信後に受信スロットを開放し、ゲートウェイからデータを受信できる

Class B

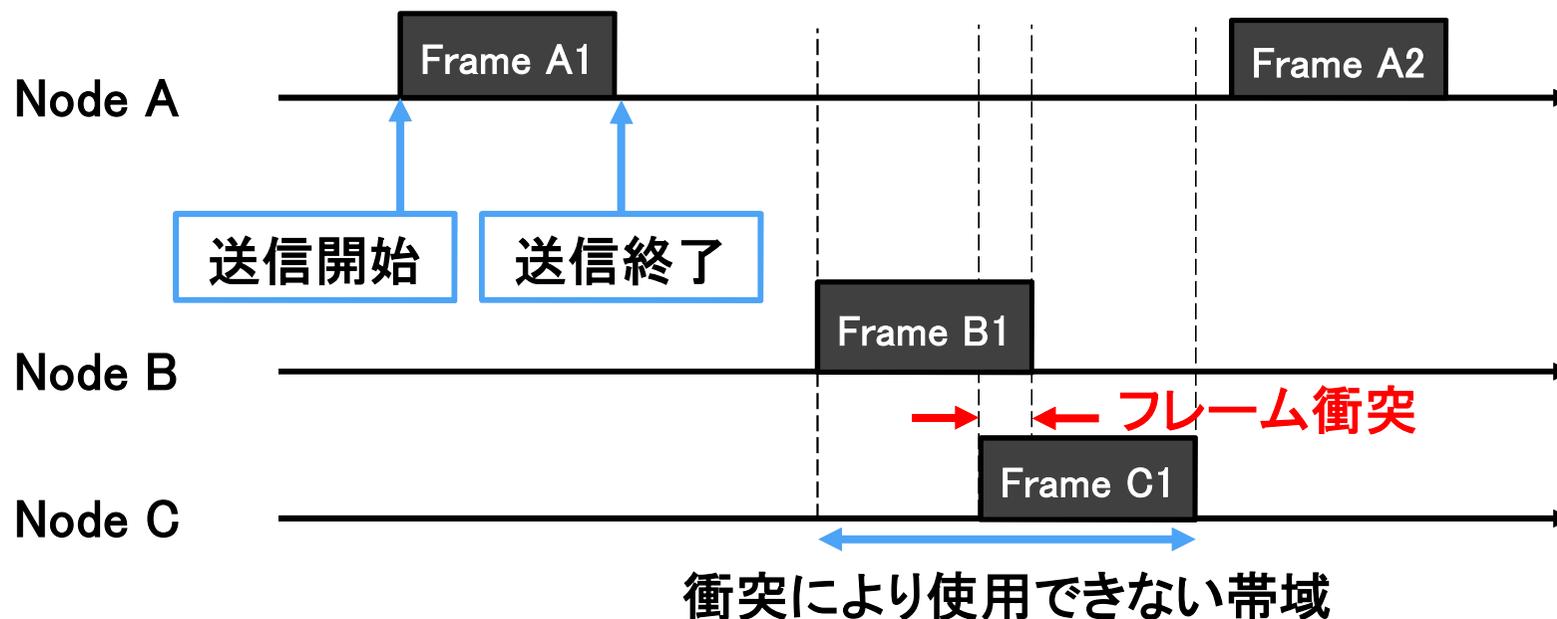
- Class Aの動作に加えて、ノードは定期的に受信スロットを開放し、ゲートウェイからデータを受信できる

Class C

- ノードが常時受信待機状態を維持する

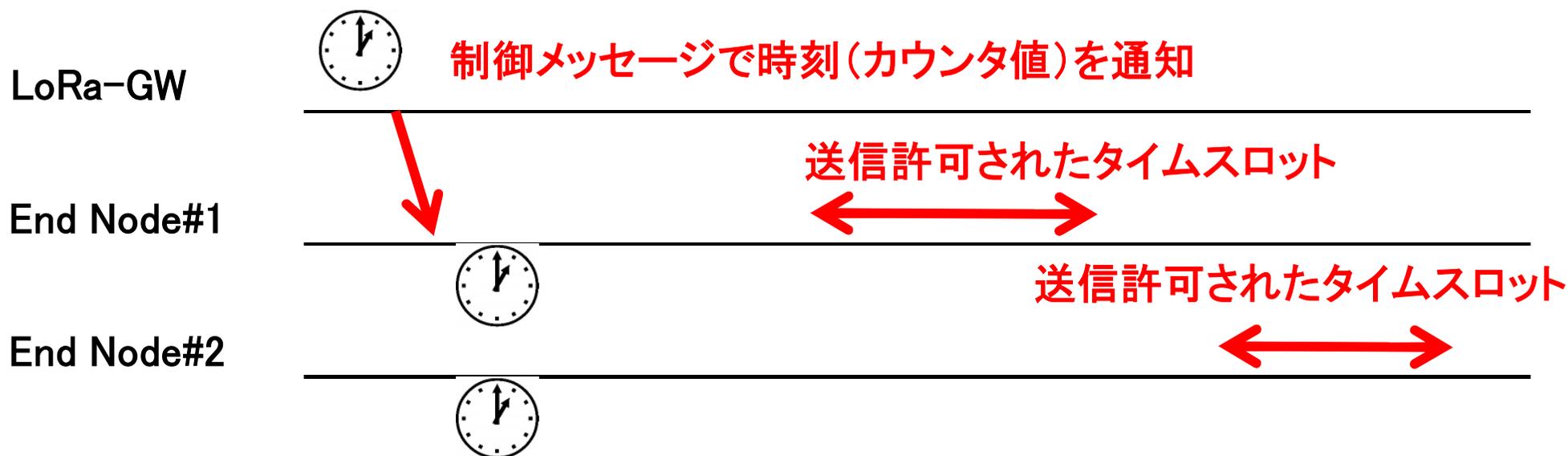
従来技術の問題点

- LoRaWAN Class Aで採用されているALOHA方式では各ノードが任意の時刻にデータ(フレーム)送信をするため、通信衝突が発生しデータ送信に失敗することがある。
- データ送信頻度が高いほど顕著になる。



従来技術の問題点

- 通信衝突を避ける従来の方法として、親局と子局間で制御メッセージ送受信により時刻を同期、送信タイムスロットを指定する時分割多元接続方式がある^[1]。
- しかし、伝送レートが低いLoRaでは制御メッセージが占有する帯域によりユーザデータ用の帯域が圧迫されてしまう。



[1] Rajeev Piyare, Amy L. Murphy, Michele Magno and Luca Benini, "On-Demand LoRa: Asynchronous TDMA for Energy Efficient and Low Latency Communication in IoT", Sensors (Basel). 2018 Nov. 1;18(11). Pii: E3718. doi: 10.3390/s18113718.

新技術の特徴

- IoTデバイスには、位置情報を把握する目的でGPSに代表される衛星測位システム用の衛星信号受信器を搭載するが多い。



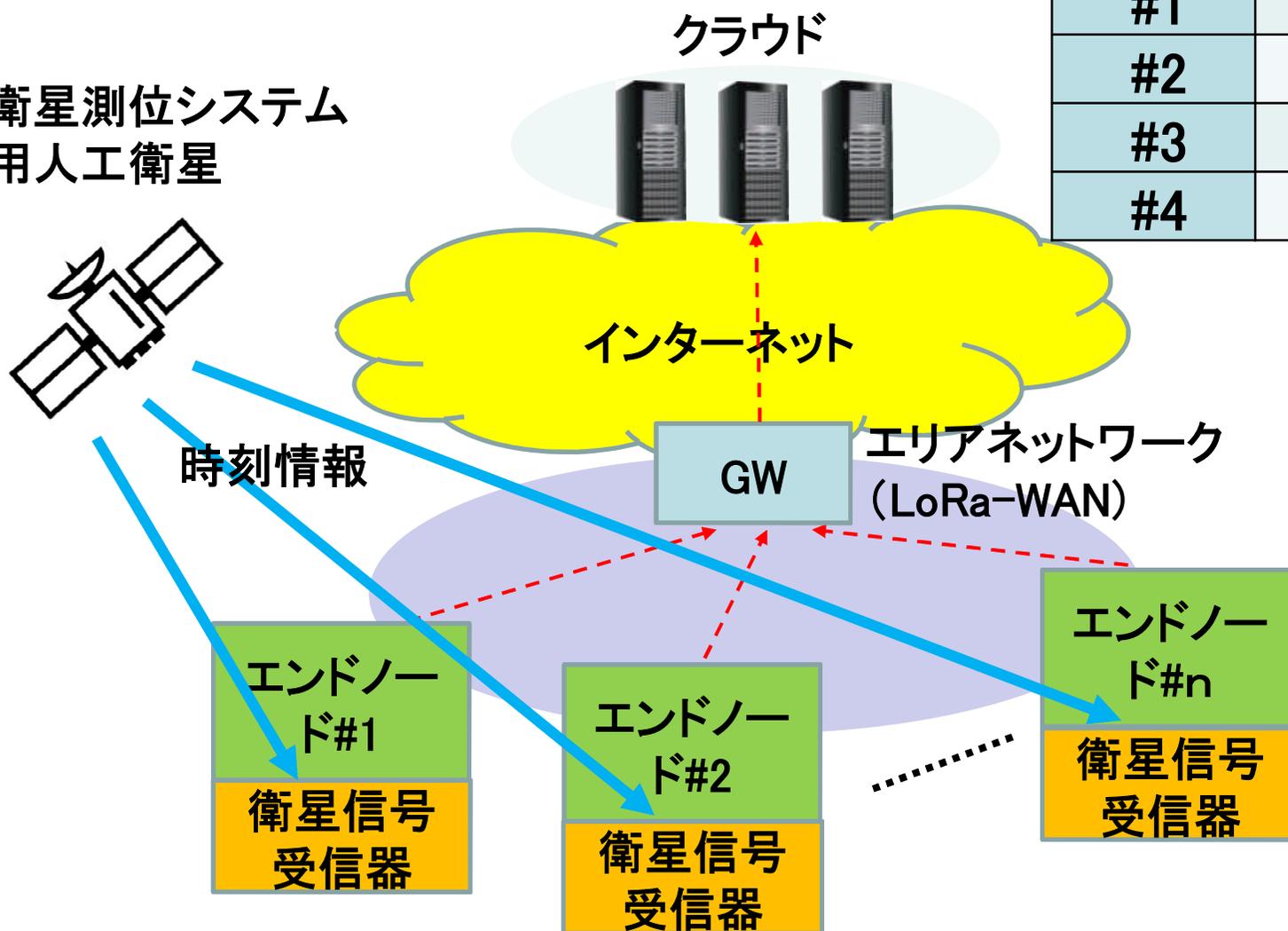
- 衛星信号の時刻情報をデバイスのデータ送信タイミングに転用
- データ発生タイミング自体をエンドデバイス間でスケジューリングされた状態とする

新技術の特徴

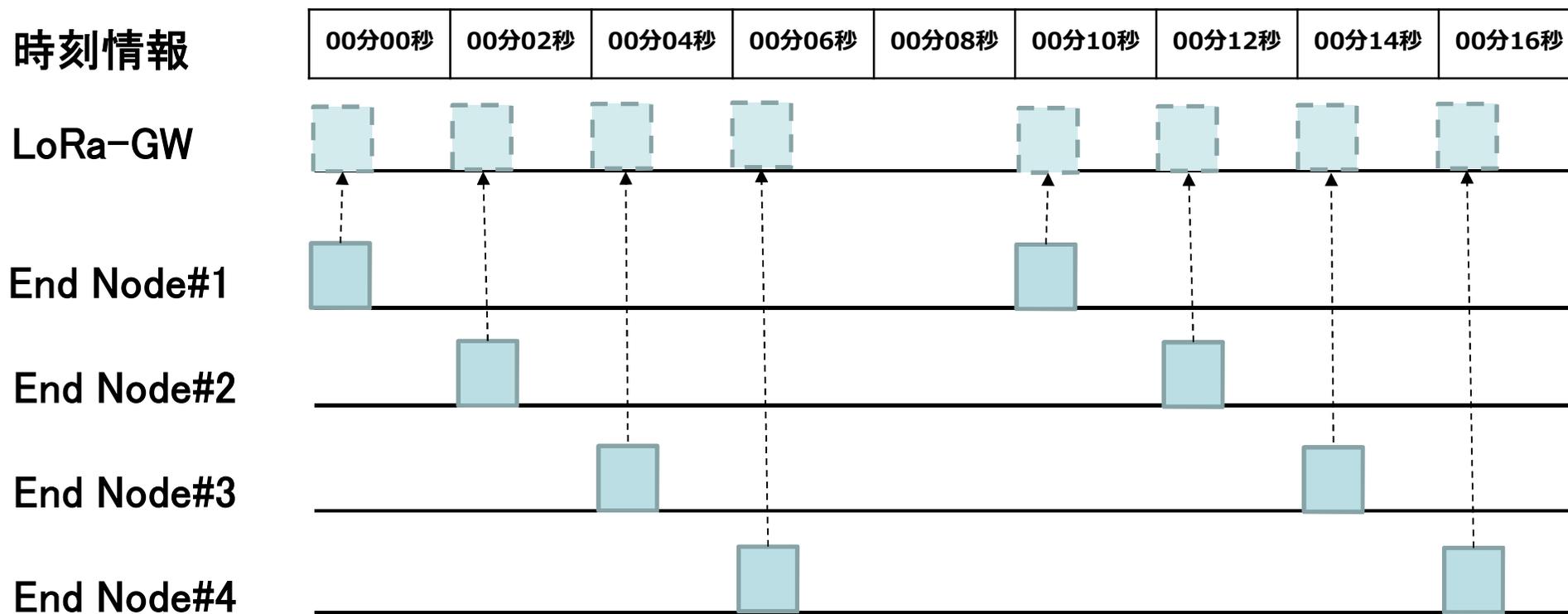
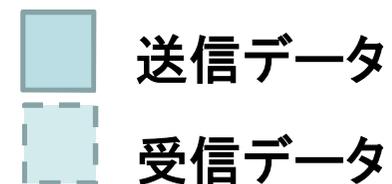
送信タイミング設定例

エンドノード	データ送信タイミング (xxは任意の数値)
#1	xx時xx分00秒で送信
#2	xx時xx分02秒で送信
#3	xx時xx分04秒で送信
#4	xx時xx分06秒で送信

衛星測位システム
用人工衛星



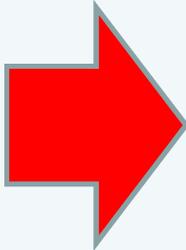
新技術の特徴



データ送受信タイミングチャート

従来技術との比較

エンドノードからLoRa-GWへのデータ到達率^[1]

	従来方式(ALOHA)			提案方式
	1回目	2回目		
Node#1	0.20	0.00		1.00
Node#2	0.80	0.00		1.00
Node#3	0.08	0.00		1.00
Node#4	0.92	0.60		1.00

- ・ペイロードサイズ5バイト
- ・各エンドノードが5秒周期で400フレーム送信(再送制御無し)
- ・データ到達率はエンドノードの初期状態に依存してバラつく

- ・ペイロードサイズ5バイト
- ・各エンドノード10秒周期で1000フレームずつ送信

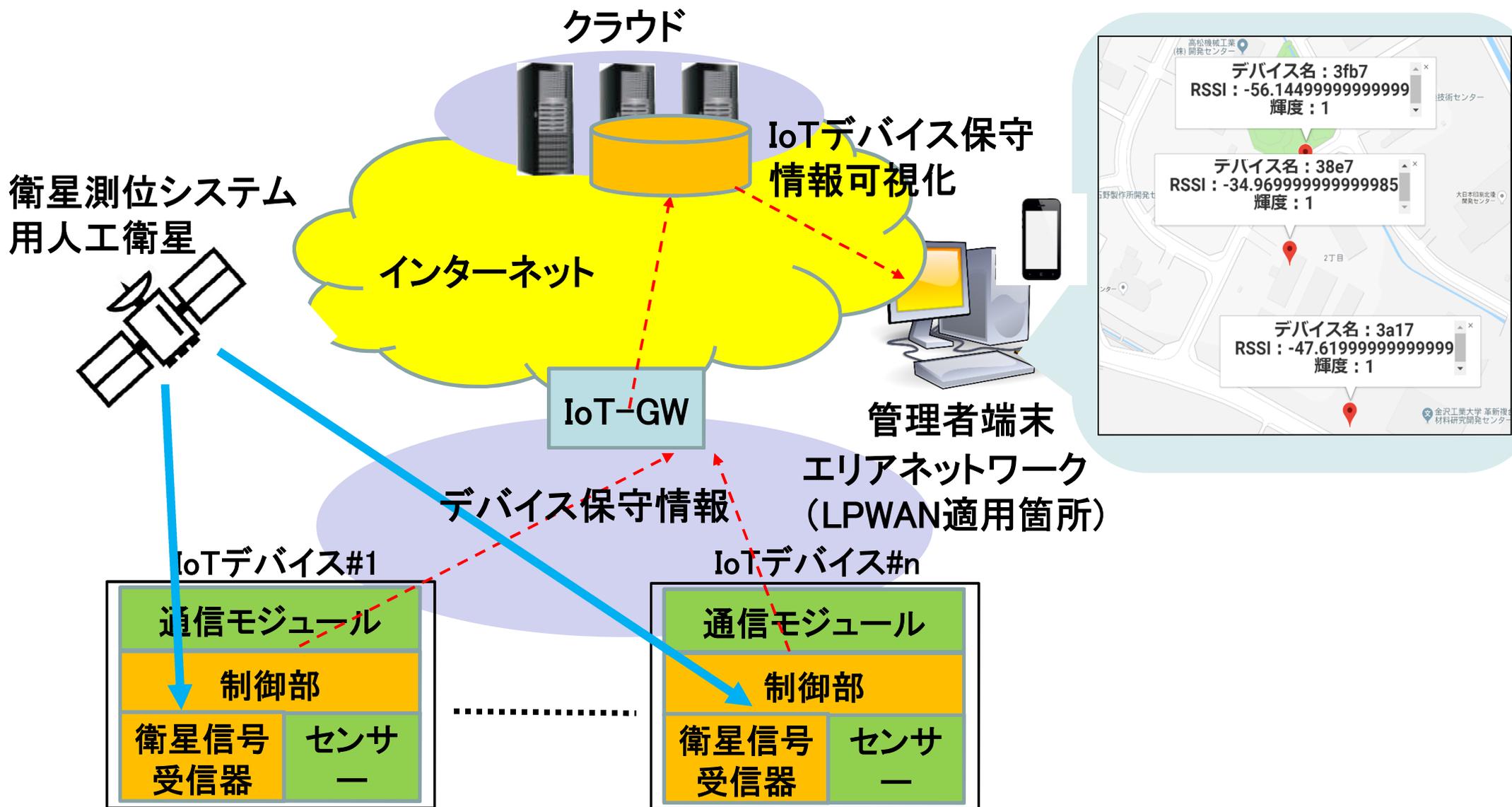
[1] 向井宏明, 寺田恵太郎, 横谷哲也, “IoTシステムに適用する高信頼LPWAN”, 信学技報, vol. 119, no. 62, SR2019-7, pp. 43-48, 2019年5月

想定される用途

- 本技術は、単位時間当たりにデータの発生量が多い用途に適用するとデータを確実に受信可能になるという効果が得られる。
 - 防災などの用途で、ある時刻に一斉に多地点からのセンシング情報が必要なケース。
 - 乗り物などの位置情報をリアルタイムで表示する用途。

想定される用途

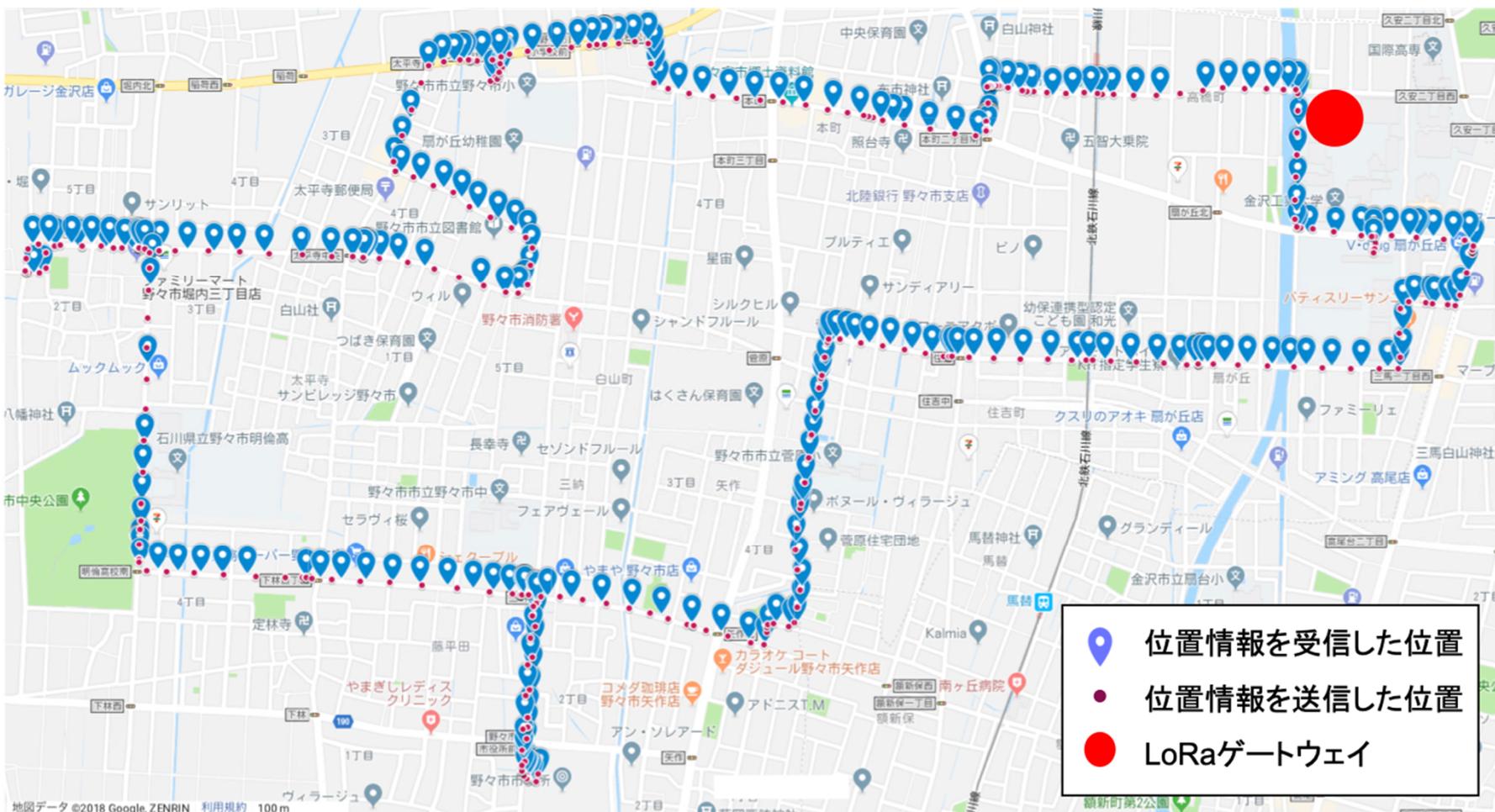
- デバイスの位置情報を用いる管理IoT向け管理システム^[1]



[1] 寺田恵太郎, 渡辺北斗, 福原将輝, 山田響希, 向井宏明, 横谷哲也, "ワイヤレスセンサーネットワークにおける通信の可用性向上に関する検討", 信学技報, vol. 119, no. 6, CS2019-9, pp. 45-50, 2019年4月

想定される用途

- 移動体(バス、トラック)などの位置情報表示^[1]



[1] 平櫻瞭太郎,小島夢人,加藤美範,小林鈴花,沢田真実,袖美樹子,向井宏明,“LPWA を用いたバスロケーションシステムの提案”,信学技報, vol.118, no.302, CQ2018-70, pp.37-42, 2018年11月

実用化に向けた課題

- 現在、実験室で検証が可能なところまで開発済み。しかし、屋外での多数のIoTデバイスを使用しての検証は未実施である。
- 同じ地域で他のワイヤレスセンサーネットワークと共存する場合の伝送特性への影響の有無の検証が必要。
- 今後、屋外にて多数のデバイスを広範囲に設置しての問題点の有無の洗い出しを行う。

企業への期待

- 屋外にセンサーデバイスを設置してのアプリケーション開発の技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- 屋外向けIoTシステムのセンサーデバイス開発の技術を持つ、企業との共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 時分割多元接続方式による無線通信システム及び無線通信方法
- 出願番号 : 特願2019-076967
- 出願人 : 金沢工業大学
- 発明者 : 向井宏明、平櫻瞭太郎

産学連携の経歴

- 2017年- NEDO 内閣戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)／重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保
- 2018年- NEDO 内閣戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／IoT社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ
- 2018年- 総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(国際標準獲得型)「スマートシティアプリケーションに拡張性と相互運用性をもたらす仮想IoT-クラウド連携基盤の研究開発」
- 2019年- 三菱電機株式会社と共同研究実施

お問い合わせ先

金沢工業大学
産学連携局 産学連携東京分室
新川 実、高田 理尋

TEL 03-5777-1964
FAX 03-5777-1965
e-mail iuctky@mlist.kanazawa-it.ac.jp