

本日の講演資料です
スマホを使える方は読み取ってください





2024.2.16

「スマート農業・最新技術」研修会・展示会
@なら食と農の魅力創造国際大学校附属セミナーハウス(奈良県)

スマート農業のための通信インフラ

—中山間地域におけるWiFi-LoRaメッシュネットワーク中継システムの試作—



溝口勝

東京大学

大学院農学生命科学研究科



技術の進歩

- 冷蔵庫 電気なければ ただの箱
– よみ人しらず
- コンピュータ、ソフトがなければただの箱
– よみ人しらず
- スマート化 ネットなければ ただの○○
– みぞぐちまさる(万葉の奈良にて)

通信環境整備に関する最近の動向

岸田政権：

- － 「デジタル田園都市国家構想基本方針」(2022年6月)
 - ・ 地方からデジタルの実装を進め、地方と都市の差を縮めていく

総務省：

- － 5Gの基地局を全国10kmごとに整備(2023年までに)

文部科学省：

- － GIGAスクール構想(2025年までに)
 - ・ 高速ネットワーク環境整備、生徒に1人1台の学習者用パソコン支給

農林水産省：

- － スマート農業加速化実証プロジェクト(2025年までに)
 - ・ 農業の担い手全員に農業用データを使えるようにする
- － 食料・農業・農村基本計画(2020年3月)
 - ・ スマート農業の加速化と農業DXの推進
 - ・ 「半農半X」
- － 農村振興局
 - ・ 2021年度から農業農村における情報通信環境整備の推進事業



2022.9.16 @ 栃木県大田原市立西原小学校

農業農村における情報通信環境整備（農村振興局整備部地域整備課）

地域活性化・スマート農業

地域活性化

活性化施設の
公衆無線LAN



農業体験等での活用



スマート農業
自動走行農機
での活用



鳥獣害センサー

農業農村インフラの管理の省力化・高度化



集落排水施設の監視



農道橋の監視



排水機場の
監視・制御



分水ゲートの
監視・制御



※ 無線基地局は地域の実状を踏まえて適切な通信規格（LPWA、BWA、Wi-Fi等）を選定

研究の目的

- 面的な通信インフラ整備には無線方式が有利

しかし

- 日本の農業農村地域には中山間地が多い
 - 山林が広域通信を困難にしている

そこで、本研究では

- 通信範囲を拡張する現地実証実験を実施
 - 無線(WiFiとLoRa)中継器による拡張
 - 中継器の電池電圧をLoRa通信方式でモニター

LoRa

Long Range

WiFi: 高速大容量・短距離通信
LoRa: 低速小容量・長距離通信

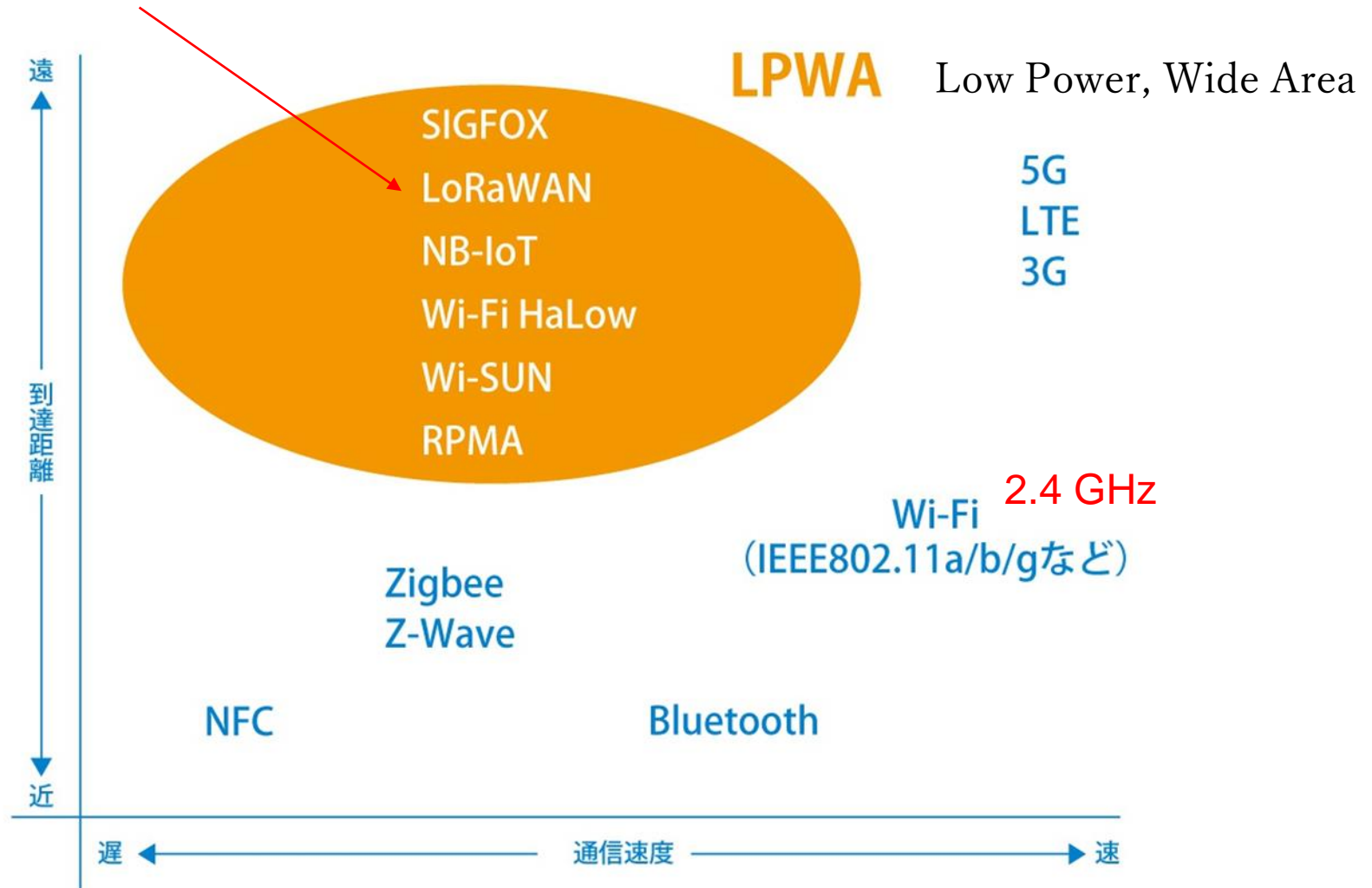


図: <https://www.sbbit.jp/article/cont1/33292>

(1)実証実験サイト

- 福島県飯舘村佐須集落
 - 飯舘村は75%が山林でその合間に集落
- 基地局
 - 集落の民家に基地局 (WiFi: 2台, LoRa: 1台)
- 中継器
 - WiFi: 集落の街道沿いと水田の畦等に
 - WSルート: 5台, WKルート: 8台
 - LoRa: 山林のピークに2か所

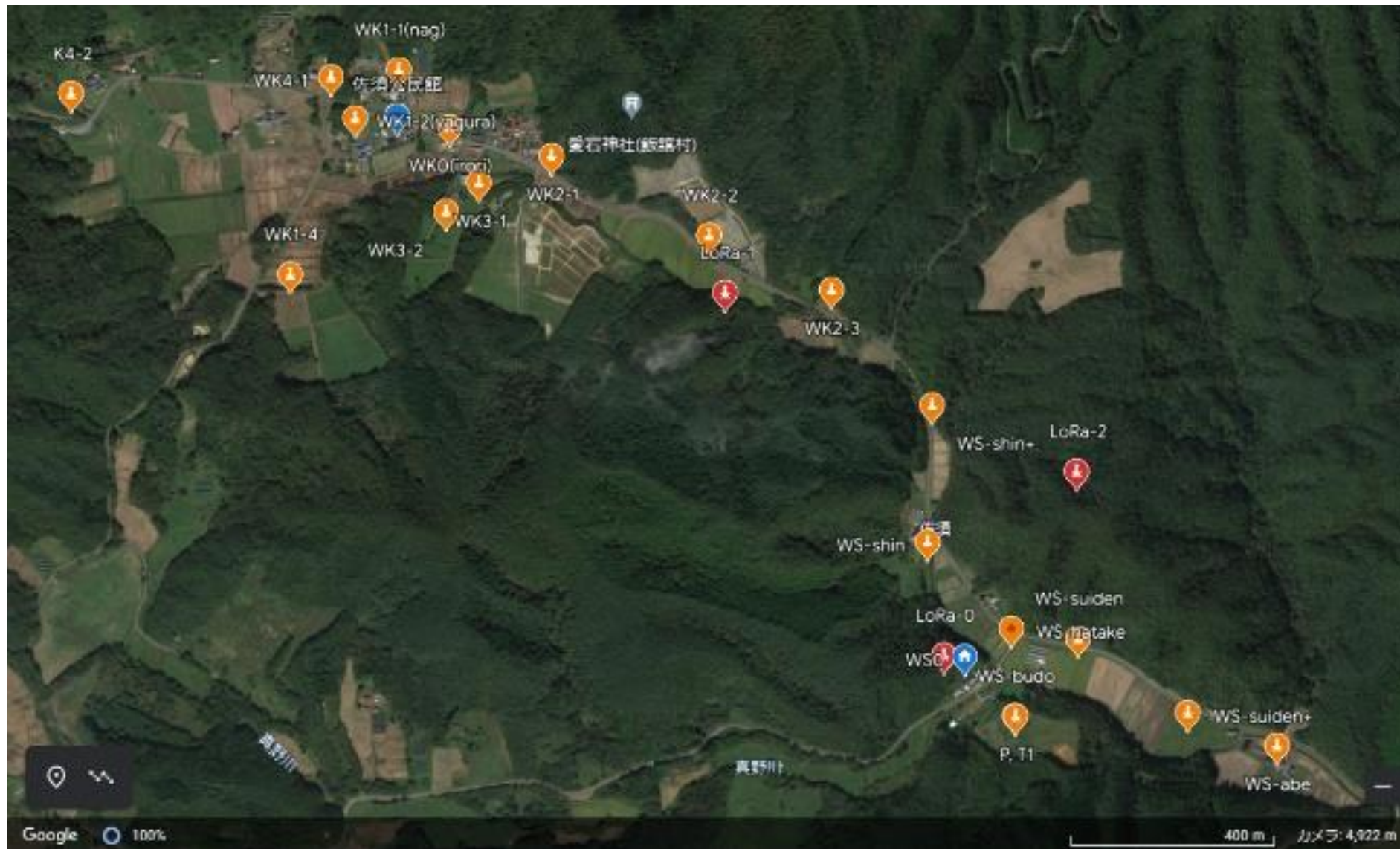


図1 WiFiとLoRaの基地局と中継器の設置場所(Google Earthより) 赤色がLoRa基地局と中継器、青色がWiFi基地局、黄色がWiFi中継器の位置を示す

方法

(2)中継器システム

- WiFi:
 - EAP225-OutdoorV1 (屋外) TP-Link社
 - OC200 V1 (屋内) Omadaコントローラー
- LoRa:
 - ES920GWX2, EASEL社
- 屋内の100V商用電源を使うことを前提
 - 中山間地域の屋外で電源を得るのは難しい
 - 中継器の電源を太陽光発電により確保



Gateway
ES920GWX2

方法

(2)中継器システム

- 電源部(太陽光パネル、鉛蓄電池、電源制御盤)と通信部(アンテナ)で構成
- 天候に応じて中継器の消費電力を節約するために遠隔操作で通信時間帯を変更可能
- 大容量の鉛電池(約20kg)を担いで山林内の電池交換作業は**かなり重労働**

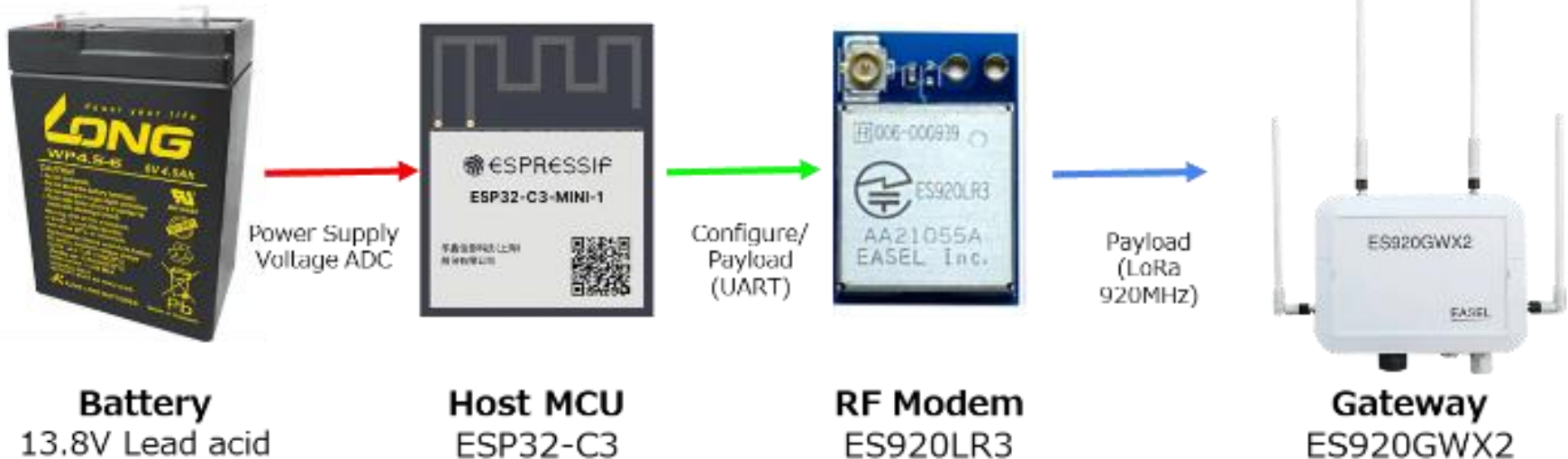


(3) 電池電圧のモニタリング

- 中山間地域の無線ネットワーク管理(電池交換のタイミング)
- 中継器の電池残量をLoRa通信方式で常時モニタリング



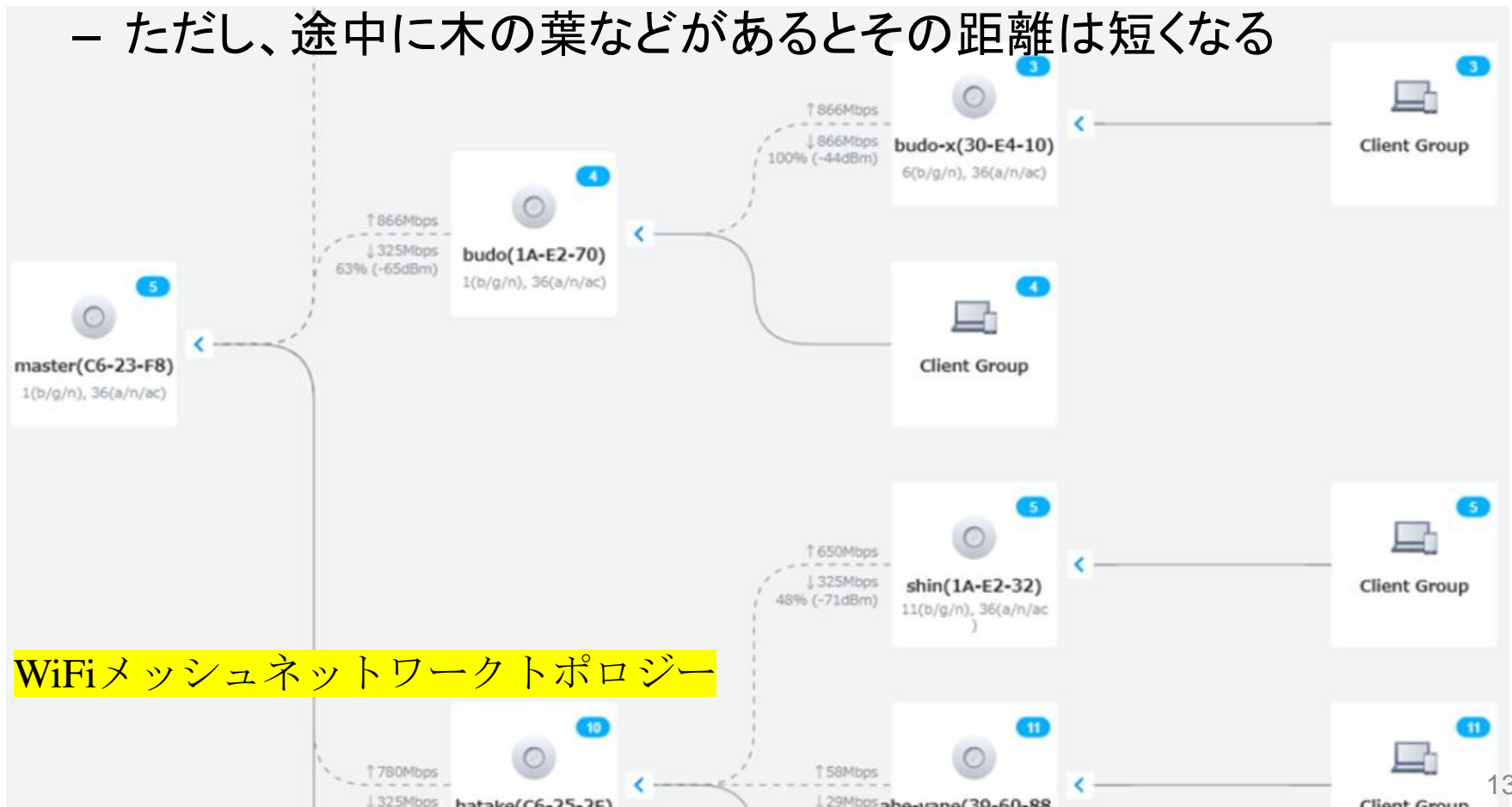
Payload/Meta data
(Ethernet)



結果と考察

(1) WiFiメッシュネットワーク中継システムの動作

- メーカーが推奨する通信可能なアンテナ間の距離は180 m
- 見通しの良いアンテナ間では約600 mの距離でも通信できた
 - ただし、途中に木の葉などがあるとその距離は短くなる



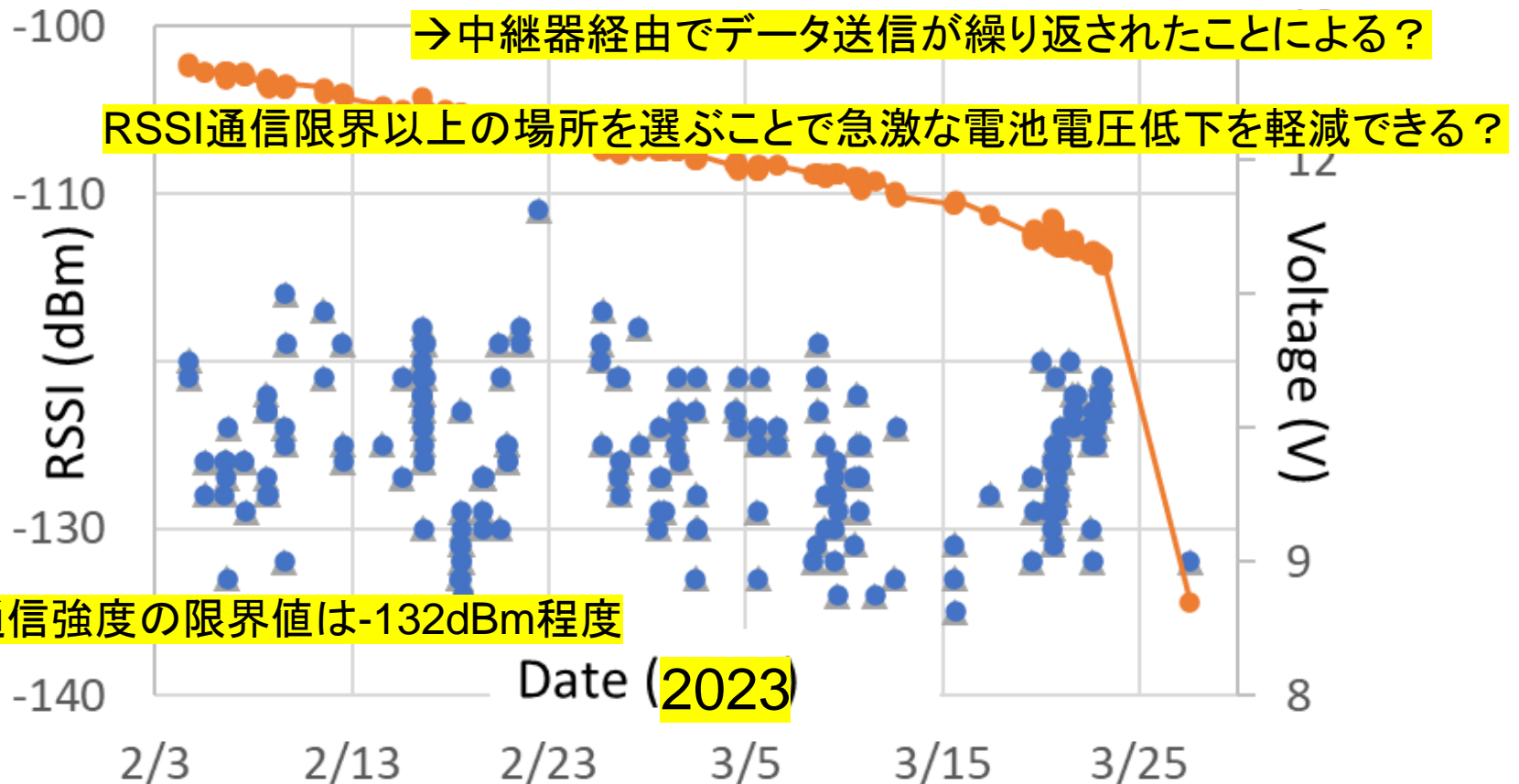
(2) LoRaメッシュネットワーク中継システムの動作

- 山岳地図を基づいて山林のピークに中継器を設置することにより集落内の広範囲で通信できた
 - しかし、広葉樹の葉が繁茂し始める5月中旬から7月には太陽光パネルが日陰になり電池電圧が低下し中継器が停止した
- 山林内で電源を確保するためには、比較的陽当たりの良い場所に発電容量の大きな太陽光パネルを設置しているが、現地の環境によっては小水力や風力による発電も選択できるようなすることも考えられる。

結果と考察

(2) 中継器の電池電圧の変化

電池電圧は12.7 Vから11.2 Vくらいまで直線的に低下
5日後に急激に8.7 Vまで低下した後、通信が途絶えた



* RSSI(Received Signal Strength Indicator) 受信信号強度

まとめ

- 本研究の知見は中継器を使って基地局の周辺の通信範囲を拡張する際に役に立つ
 - 個人宅のWiFiルータ
 - 総務省や農水省が整備する基地局
 - 市町村が整備する基地局
 - 中山間地域に設置可能なStarlink衛星インターネット基地局
- 残る課題は結局のところ山林内での電源を確保する技術開発である

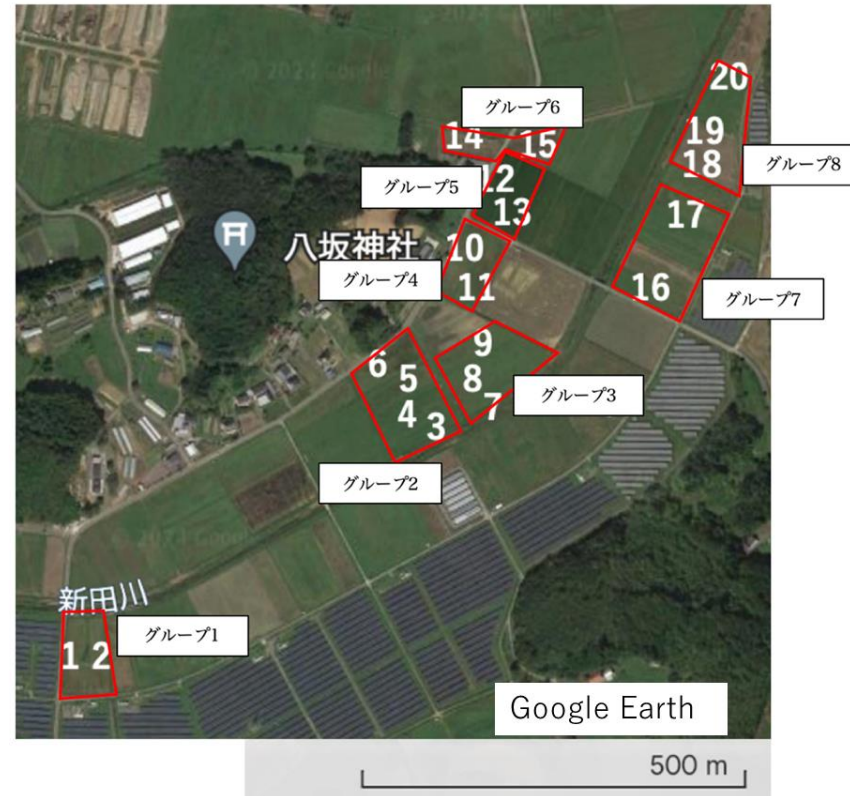
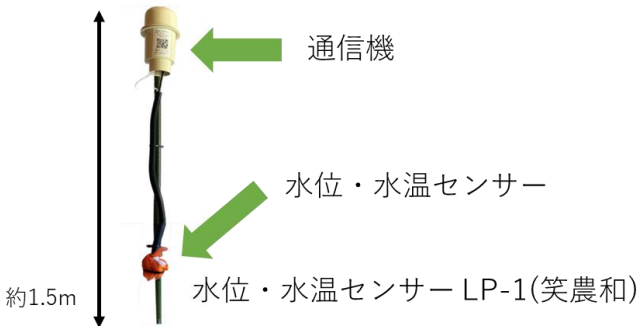
パラボラWiFiアンテナによる 長距離通信 (780m)



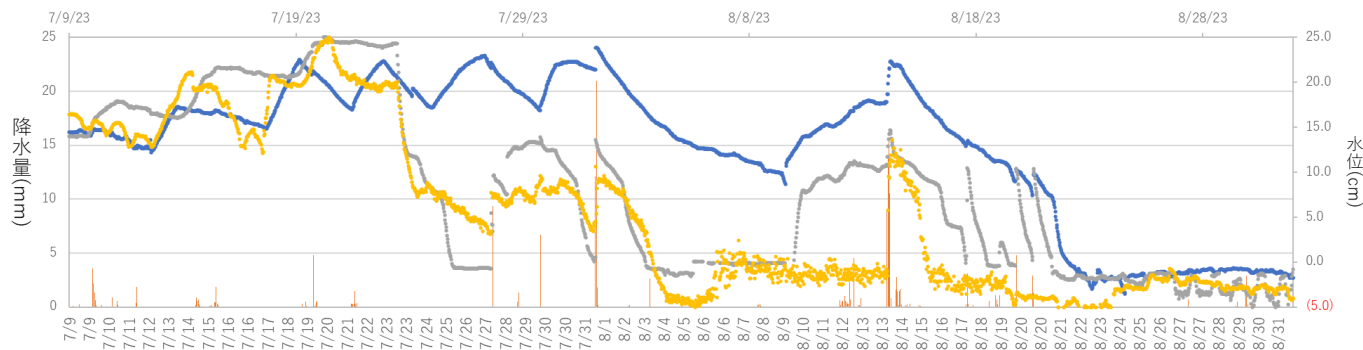
LoRaWANを用いた水位・水温モニタリング

研究地

- ・ 飯舘村松塚地区の20枚の水田
- ・ 1から20の番号をつけて区別
- ・ 同じ水路を水源とする8グループに分類



3, 4, 5





(おまけ)
ハチ公は本当に忠犬だったのか?

- ハチ公(1923-1935)の飼主
 - 上野英三郎博士(1872-1925)
 - 東大農学部の教授
 - 農業工学(農業土木)



[いいってハチ公そばの秘密](#)

- 上野先生とハチ公コレクション
 - [ホームページ](#)

- ハチ公は本当に忠犬だったのか?
 - [要旨](#), [Abstract](#), [パワポ](#)



[上野ハチ公ラーメンの秘密](#)

参考資料

- みぞらぼ [Mizo lab](#)
 - [飯舘村モニタリング](#)
 - [飯舘村現場写真集](#)
 - [みぞらぼトピック](#)
- [原発事故後の農業と地域社会の再生](#),
 - 農村と都市をむすぶ, No.854, pp.40-51, (2023)
- [ドロえもん博士の震災復興](#)
 - (NHKラジオ深夜便▽明日へのことば)
- [ウイズ生成AI の時代を生きる](#),
 - 水土の知, 91, pp.1-2, (2023)
- [第3のインフラ整備をリードする農業農村情報研究部会](#)
 - 水土の知, 90, pp.873-876, (2023)



<http://madeiuniv.jp/phoenix/>