

未来のモノ同士通信を支える ワイヤレスグリッド技術

児島 史秀

国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)

ワイヤレスネットワーク総合研究センター ワイヤレスシステム研究室

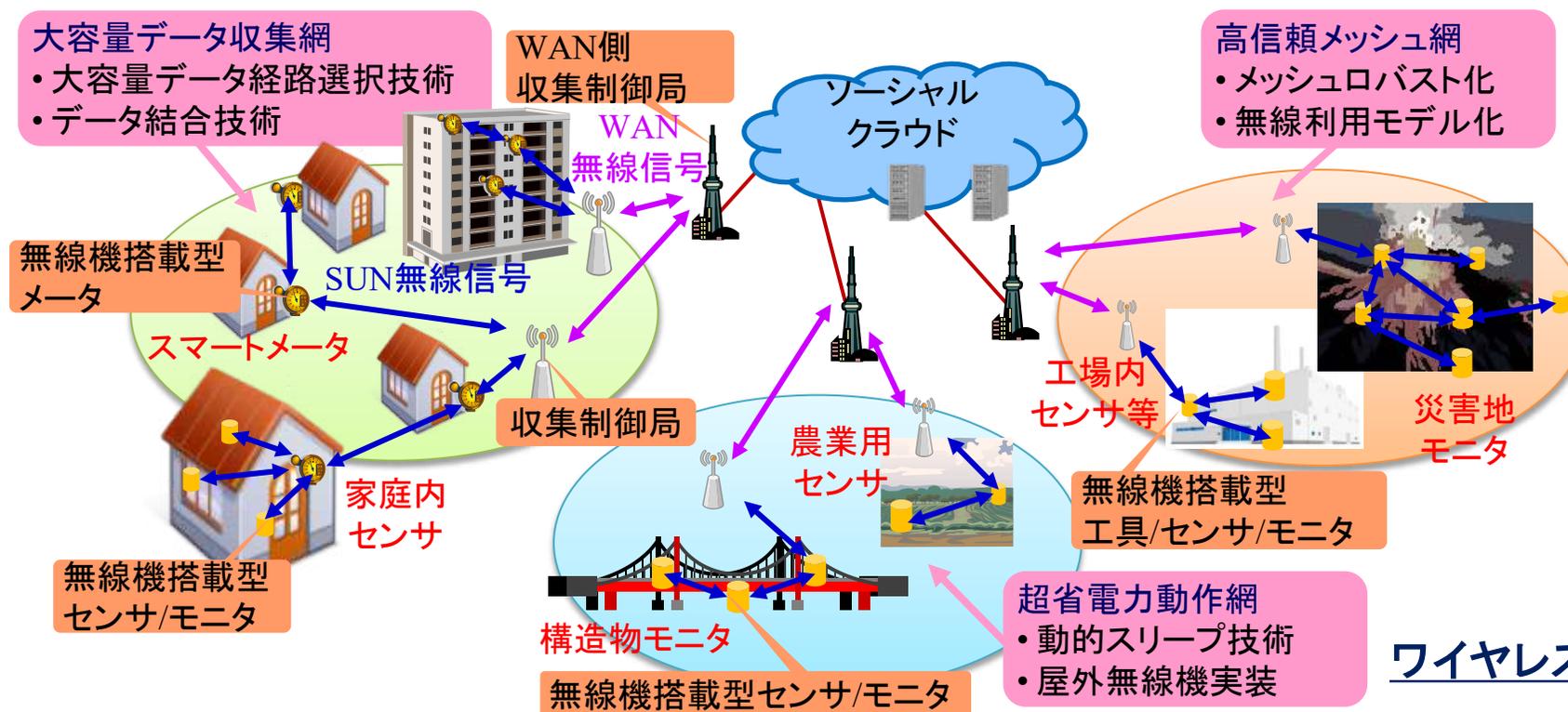
E-mail: f-kojima@nict.go.jp

NICTワイヤレスネットワーク総合研究センター

オープンラボ2021

2021年2月12日

- モノ同士通信に資する無線機網構造(ワイヤレスグリッド)実現のための研究開発
 - ▶ 「ヒト」時代にはありえない条件:電池駆動で10年以上の動作等
 - ▶ 「ヒト」に囚われない大胆な多様化
- SUNシステムの拡張により、以下の技術要件の確立を検討
 - ▶ 多数端末間の自律分散的な協調動作技術
 - ▶ 付加的制御を有する省電力動作技術



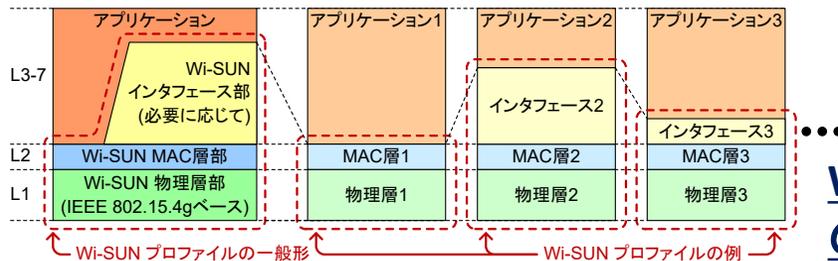
ワイヤレスグリッドの概念

スマートメータシステムSUNの研究開発

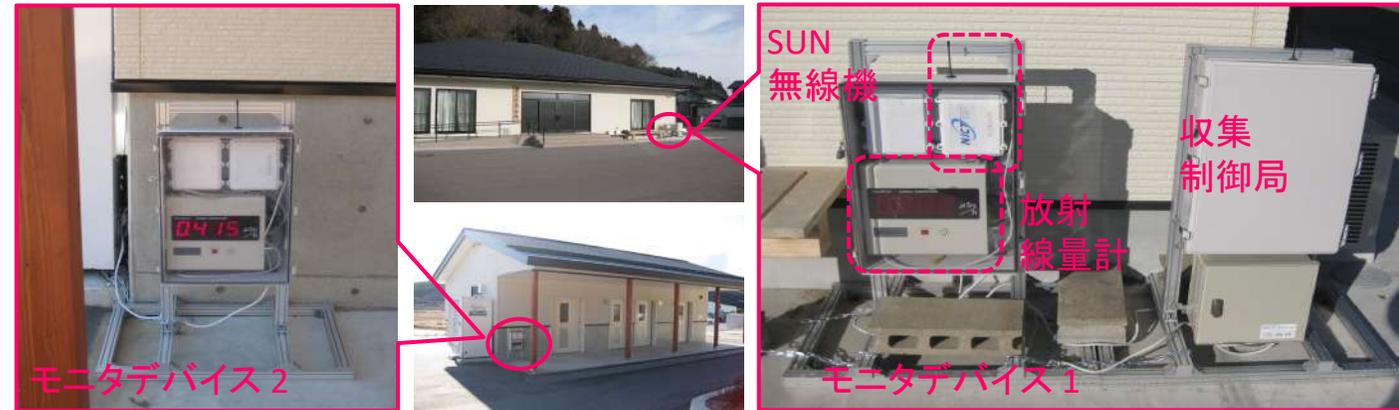
- スマートメータシステムのためのSUN技術要件の研究開発を実施
 - ▶ 1ヶ月2000オペレーションで、単三乾電池3個程度の消費電力で10年程度動作
 - ▶ 無線機間で多段中継(最大30ホップまで実証済み)
- IEEE 802における国際標準規格化
 - ▶ IEEE 802.15.4g: 変調方式、データフレームフォーマットを含む物理層技術仕様
 - ▶ IEEE 802.15.4e: 省電力動作を含むMAC層技術仕様
- Wi-SUNアライアンスによる規格準拠無線機の認証を推進
 - ▶ 認証により規格適合性と相互接続性の保証を実現し、機器の円滑な社会展開を推進
 - ▶ アプリケーションに応じて、物理層、MAC層、上位層仕様をWi-SUNプロファイル(認証規範スタック)として規定



SUN無線機の開発概要



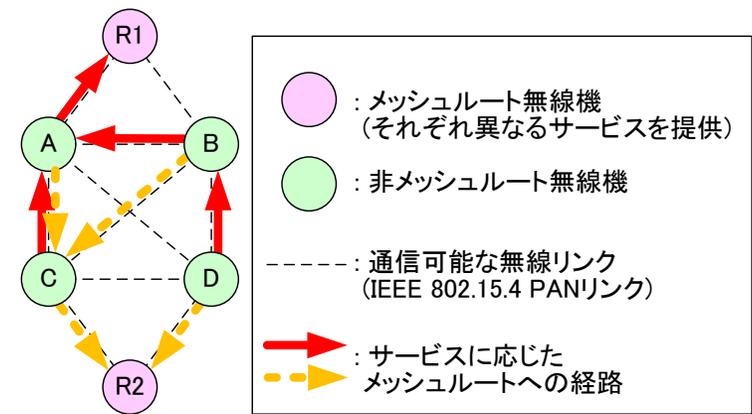
Wi-SUN認証 の概念



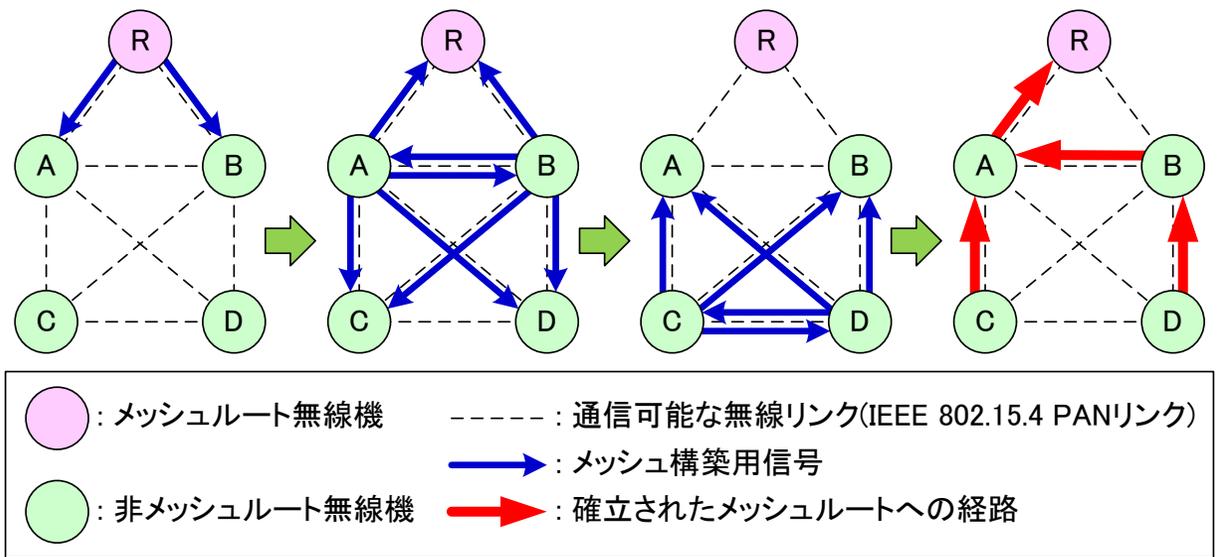
東日本大震災後の放射線量モニタ実証

- 独自ルーティングトポロジの導入による、高効率ルーティング制御の実現検討
- トポロジの探索、無線機アドレス管理等の制御を、MAC層におけるIE (Information Element; 情報要素) により実現
- 経路選択制御技術による通信性能向上を実現

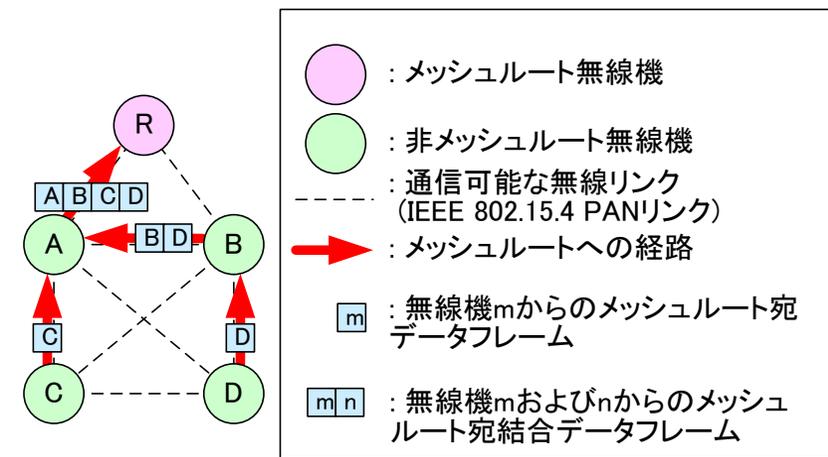
- ▶ 自律型メッシュ構築機能
- ▶ 無線通信仮想化機能
- ▶ データ結合機能



無線通信仮想化機能

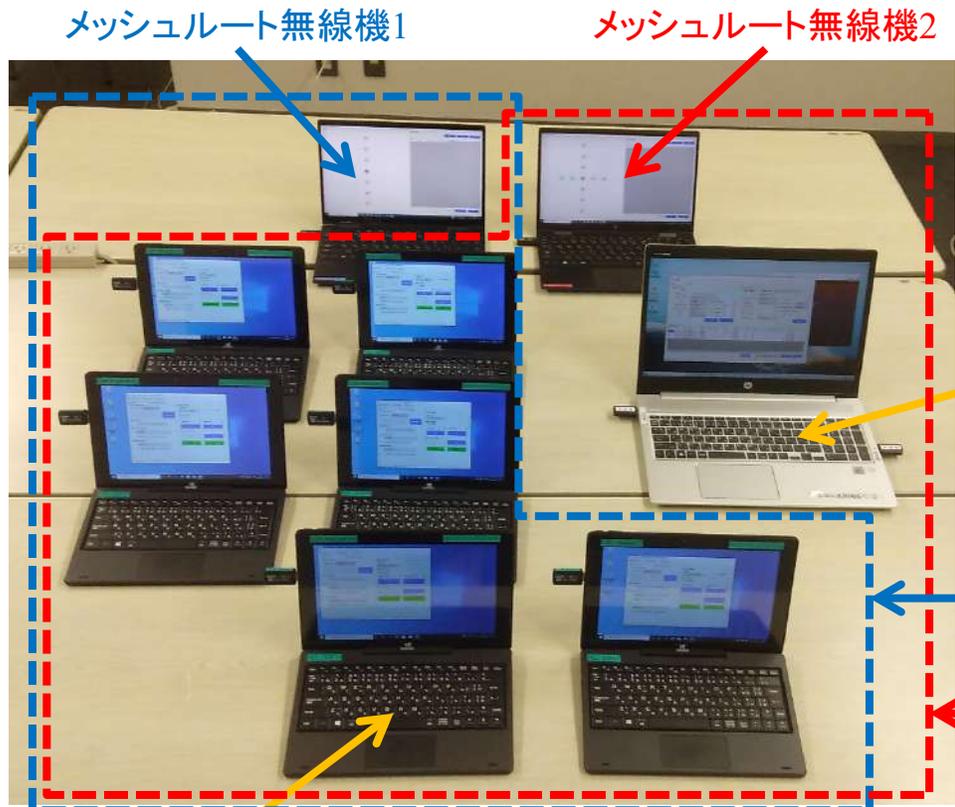


自律型メッシュ構築機能



データ結合機能

- IEEE 802.15.10 MAC層経路選択制御技術(L2R)の実装評価中
- 無線メッシュの動作状態は、トポロジ表示ソフトにより確認、評価可能
- 一部無線機(メッシュルータ及びルータ)のシミュレータによる仮想的な実装が可能



メッシュルータ無線機1

メッシュルータ無線機2

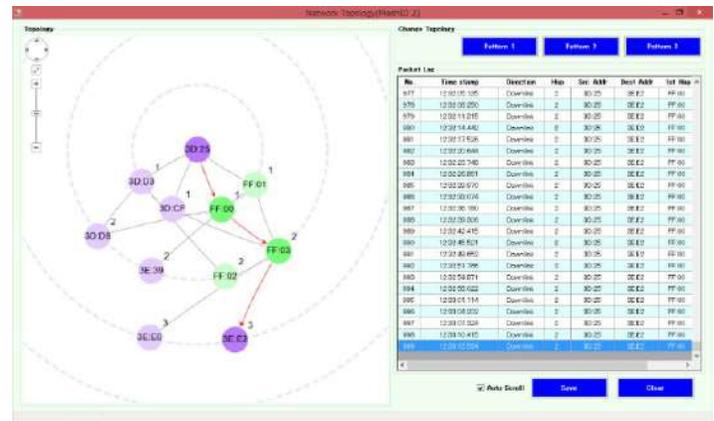
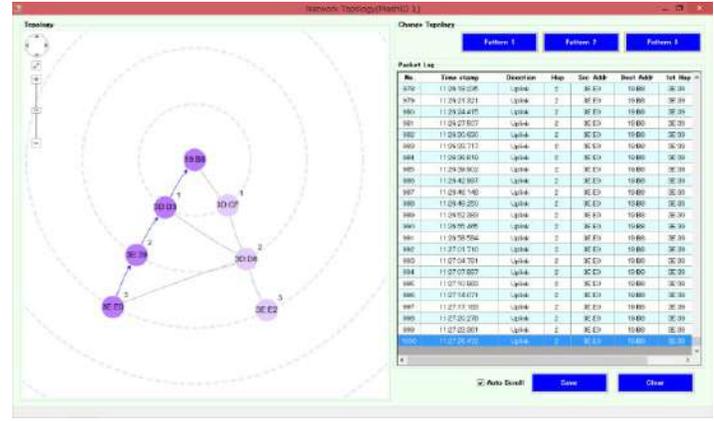
シミュレータ:
非メッシュルータ無線機×4を
仮想的に実装

メッシュルータ無線機1
によるメッシュ1

メッシュルータ無線機2
によるメッシュ2

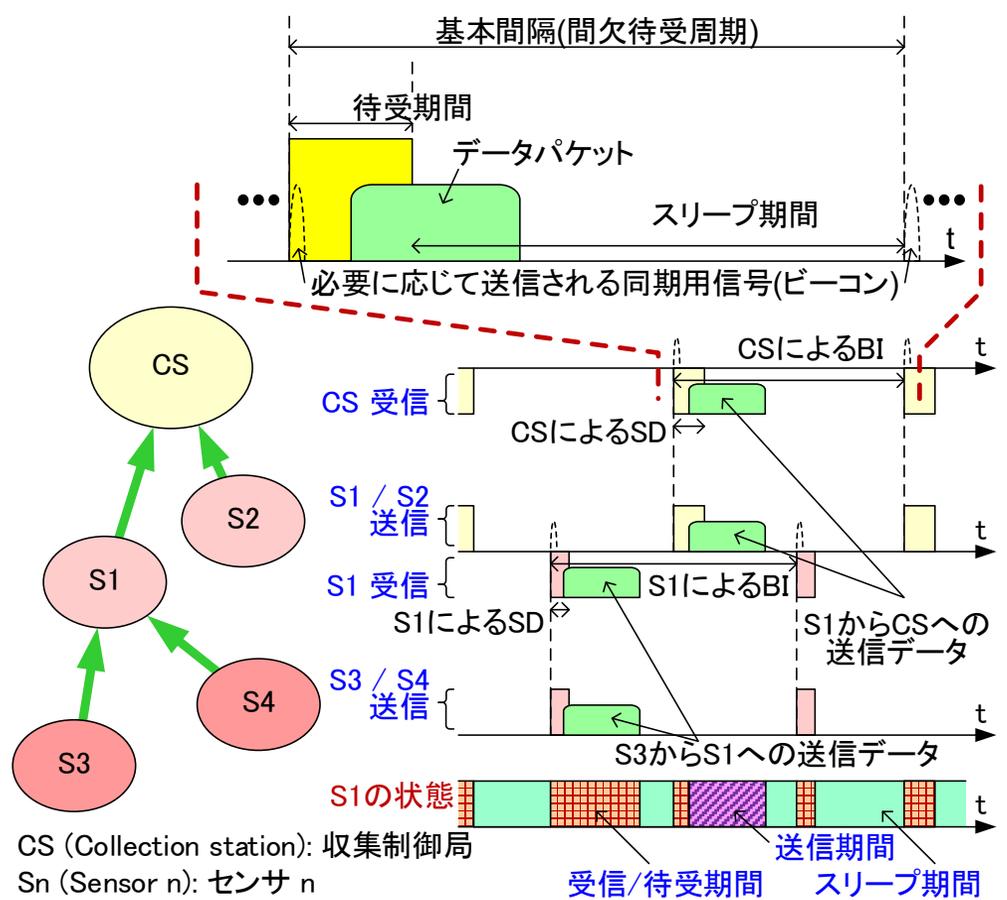
非メッシュルータ無線機 (実機×6)

評価用無線ネットワーク

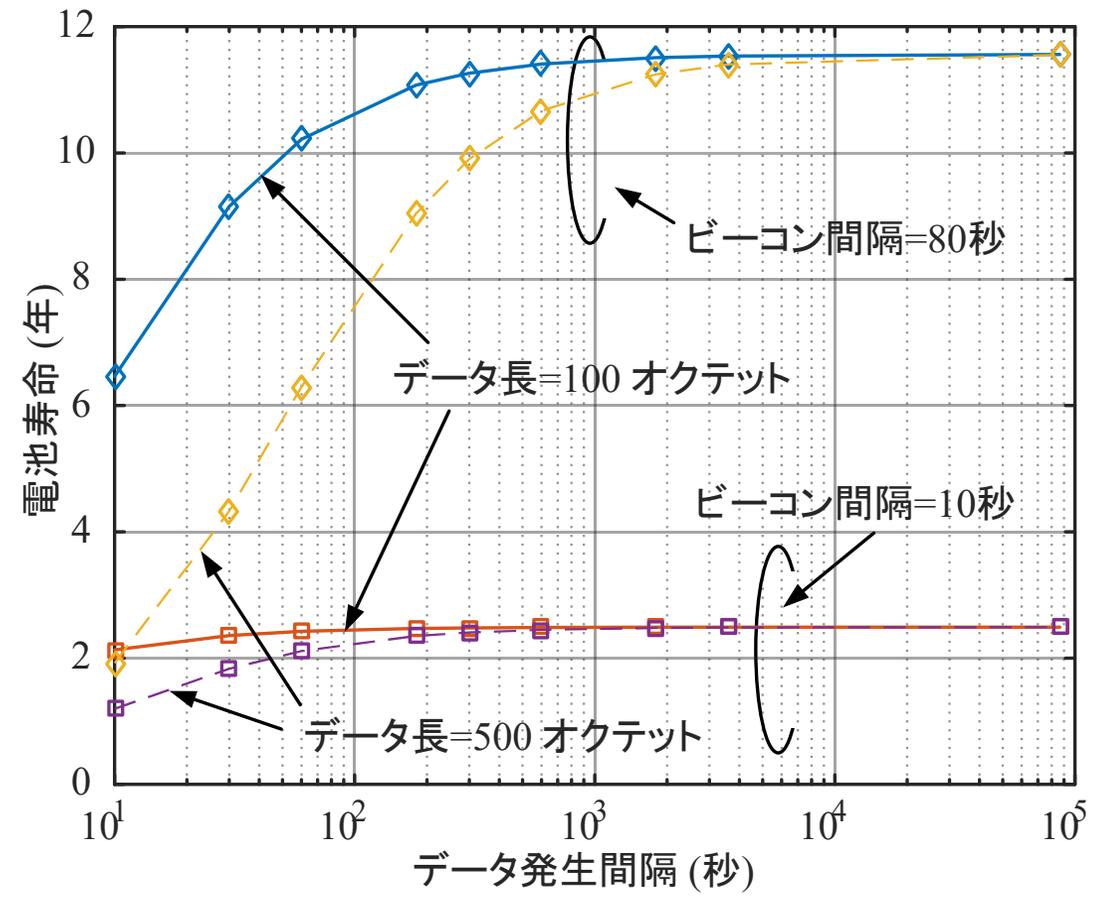


トポロジ表示結果: (上) メッシュ1、(下) メッシュ2

- IEEE 802.15.4eにて規定される省電力スーパーフレーム構造を用いて、乾電池でも10年以上の動作が可能な省電力動作を提案。ガス・水道メータや、農業用センサ等の電池駆動無線機への適用を想定



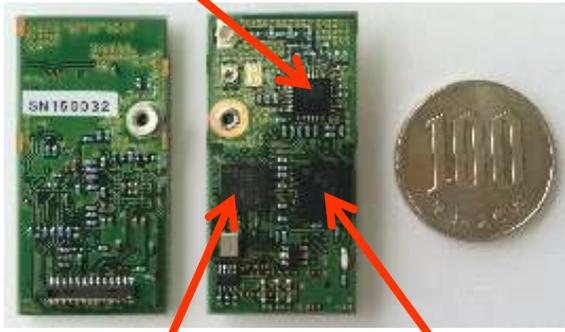
省電力マルチホップ通信の概要



電池寿命の試算

- 省電力SUN無線機を搭載したセンサブイによる、沖縄県南城市のもずく養殖場での漁業向けセンシングを実施

物理層集積回路



MAC層
集積回路

制御用
MCU

省電力無線モジュール

SUN無線機



電池

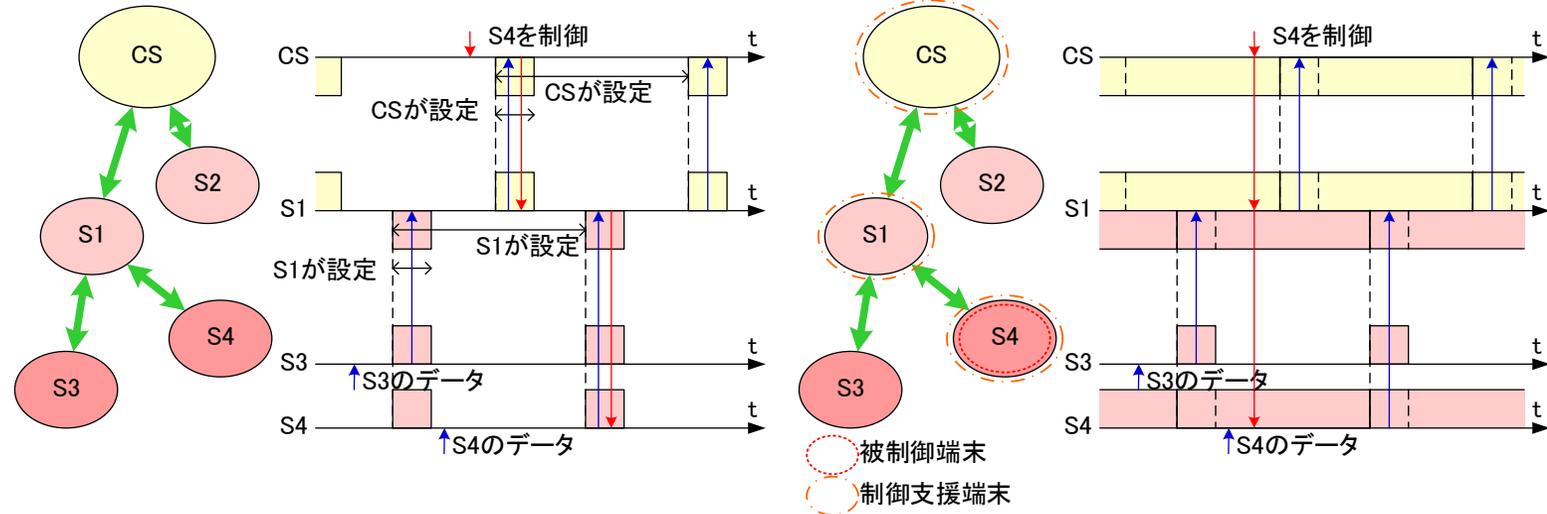
水温・塩分濃度
センサ



SUN無線機搭載センサブイと設置の様子

- 広域圃場への適用を想定し、SUN省電力無線機の実験棟および屋外圃場への実装実証に成功

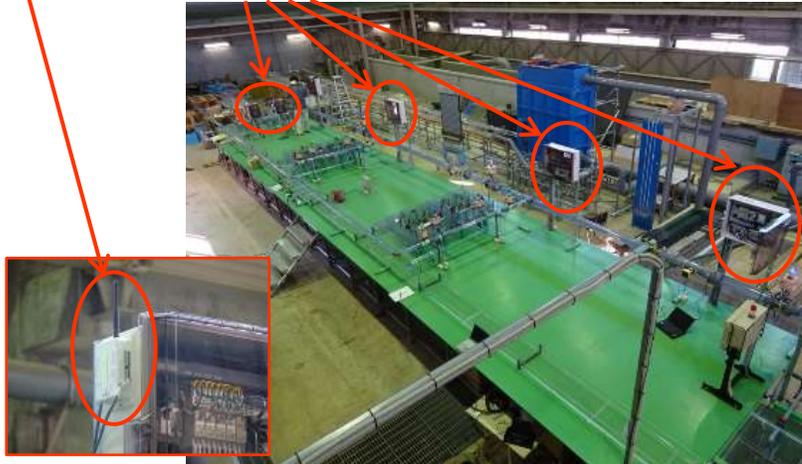
- ▶ センシング動作だけでなく、アクチュエータ等を想定した制御のための動作における遅延時間制御を検討



低遅延伝送の概念

省電力SUN無線機

無線機搭載センサ、無線機搭載PLC



実験棟実証

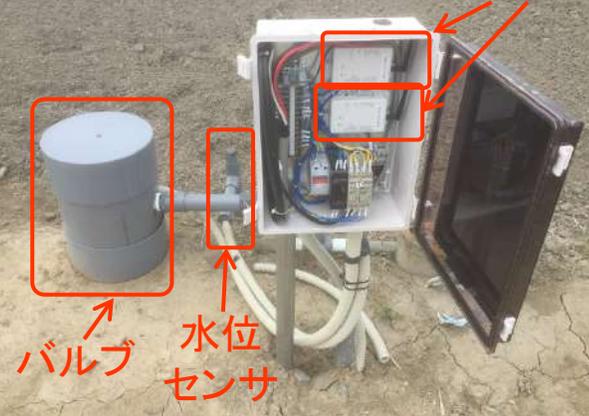
無線機内蔵屋外ボックス

アンテナ



水位センサ

省電力SUN無線機



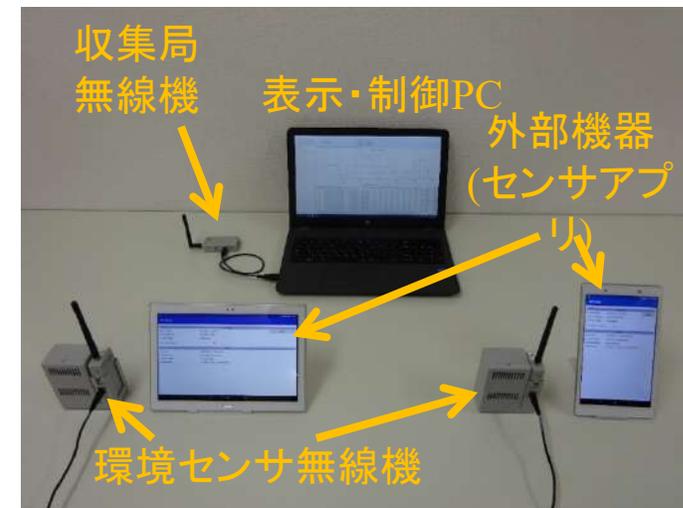
バルブ 水位センサ

屋外圃場実証

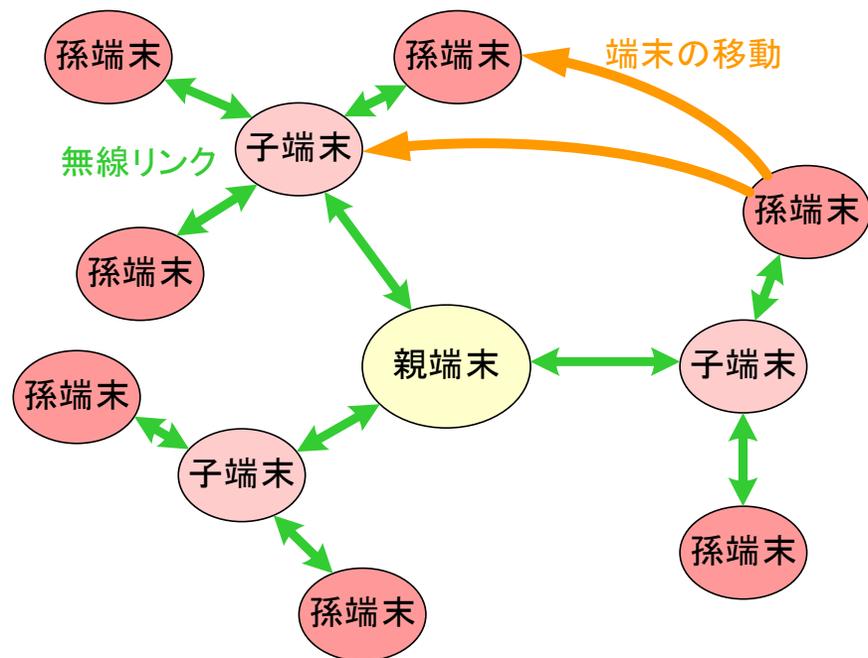
本研究(の一部)は、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人:農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター)によって実施された。

環境センシングにおける無線端末移動対応

- 複数の環境センサを具備し、各端末の移動も想定しながらトポロジ形状を構築・運用する省電力センサ端末について検討している
 - ▶ 省電力マルチホップ通信によるセンサデータ収集を実現
 - ▶ 環境センサ無線機は、BLE無線リンクにより外部機器のデータも取得可能



無線網構成



無線端末の移動対応の概念

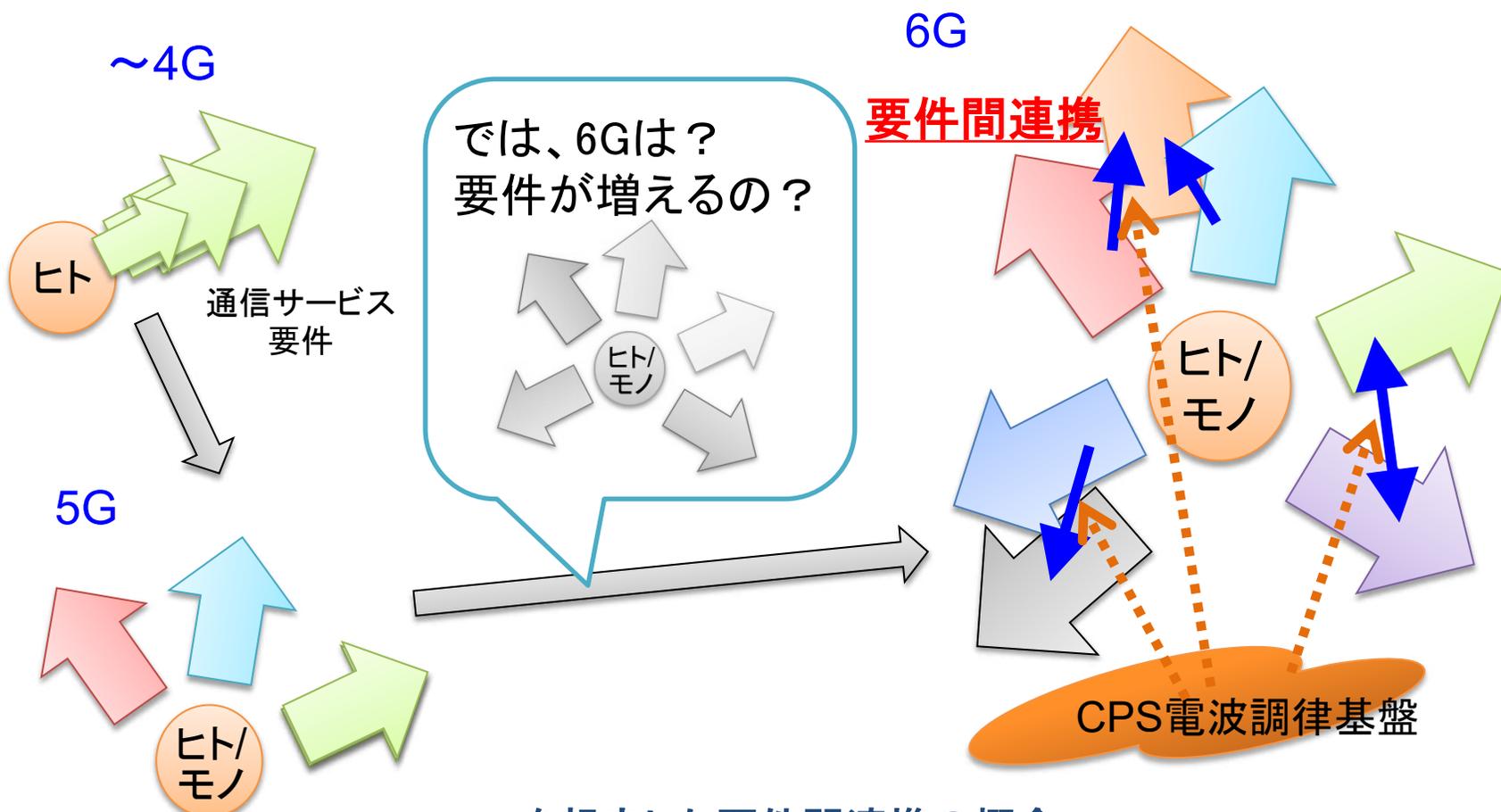


環境センサ無線機外観

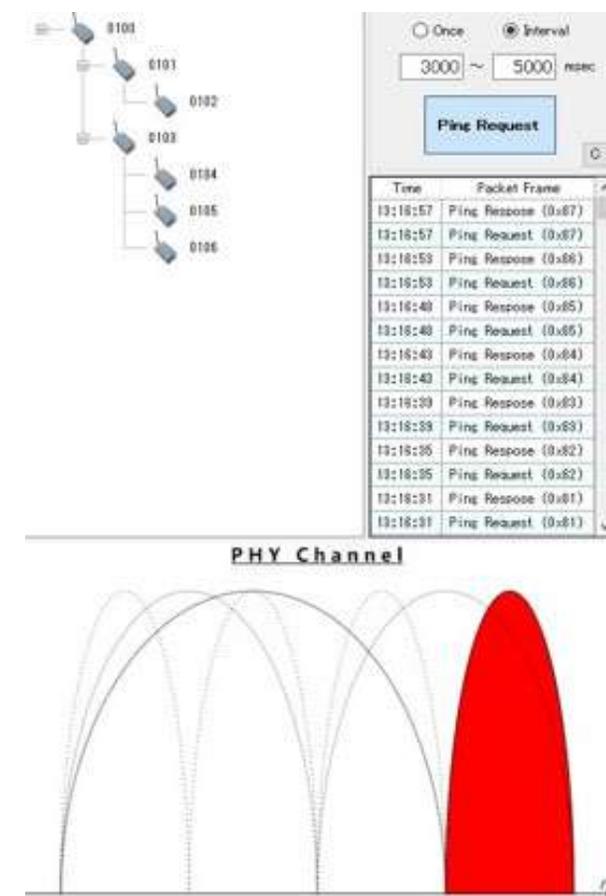


収集データ: (上) PM2.5、(下) 傾斜角

- CPS技術を活用したさらなるサービス多様化・高度化に期待
 - ▶ 通信サービス要件の向上、多様化に加えて、要件間連携・調和の可能性を想定



6Gを想定した要件間連携の概念



SUN網内動的チャンネル割当制御