

# NICTにおける Wi-SUN多様化のための取組み

---

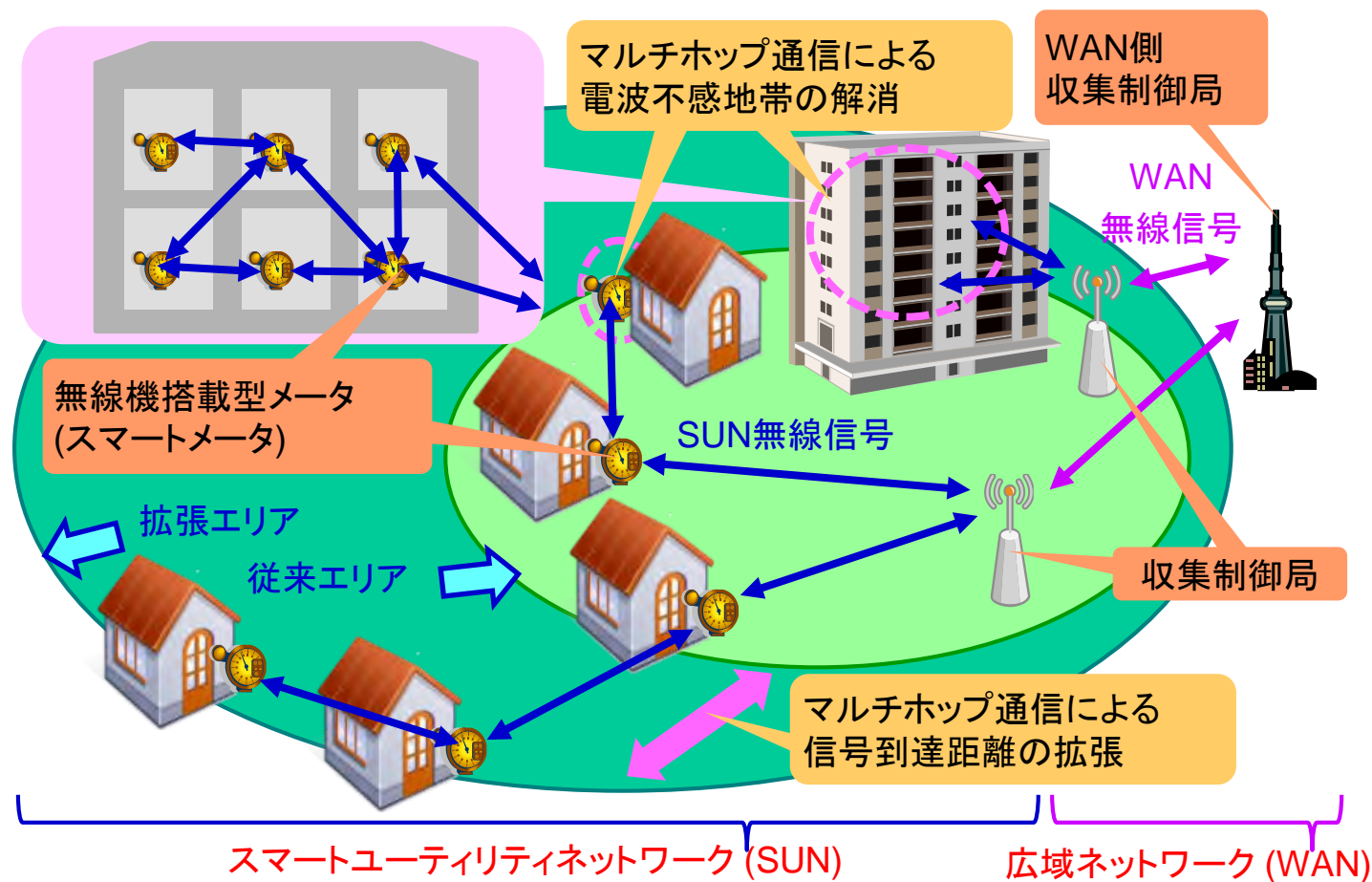
国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)  
ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
ワイヤレスシステム研究室  
児島史秀

ワイヤレスIoTセミナー  
2016年11月21日

- NICTは、国際標準規格Wi-SUNを主導的に策定し、同規格を含めるワイヤレスグリッドの円滑な社会展開を目指している
  - ▶ 近年注目を集めるIoT/M2M等の多様な無線システムに寄与
- 本講演では、基本無線システムであるスマートユーティリティネットワーク(SUN)の検討に始まる、Wi-SUNの社会展開に関するNICTの研究開発を紹介する
  - ▶ スマートメータ用無線SUNの概要
    - ▷ SUNの利用形態: 効率的なデータ収集(検針等)と制御。センサ・モニタにも応用可能
    - ▷ SUNの所要条件: 省電力動作、サービスエリア拡張等
  - ▶ NICTにおける研究開発
    - ▷ 省電力型マルチホップ通信の検討
    - ▷ SUN無線機の開発と実証試験
  - ▶ IEEE 802委員会における標準化
    - ▷ IEEE 802.15.4g/4eタスクグループにおいて2012年3月標準化終了
  - ▶ Wi-SUNアライアンスの設立
    - ▷ 規格認証団体Wi-SUNアライアンスの設立によるIEEE 802.15.4g無線機認証
  - ▶ Wi-SUN/ワイヤレスグリッドの将来展開
    - ▷ プロファイル・無線機実装の拡張
    - ▷ プロファイル多様化の概念

# スマートメータ用無線SUNの概要

- 電気/ガス/水道等の各種メータにSUN無線機を搭載し、マルチホップ通信(多段中継)を行いながら効率的にエネルギー消費データ(検針データ)を収集
- 収集データに基づいた、理想的なエネルギー消費形態への制御を行うことも可能



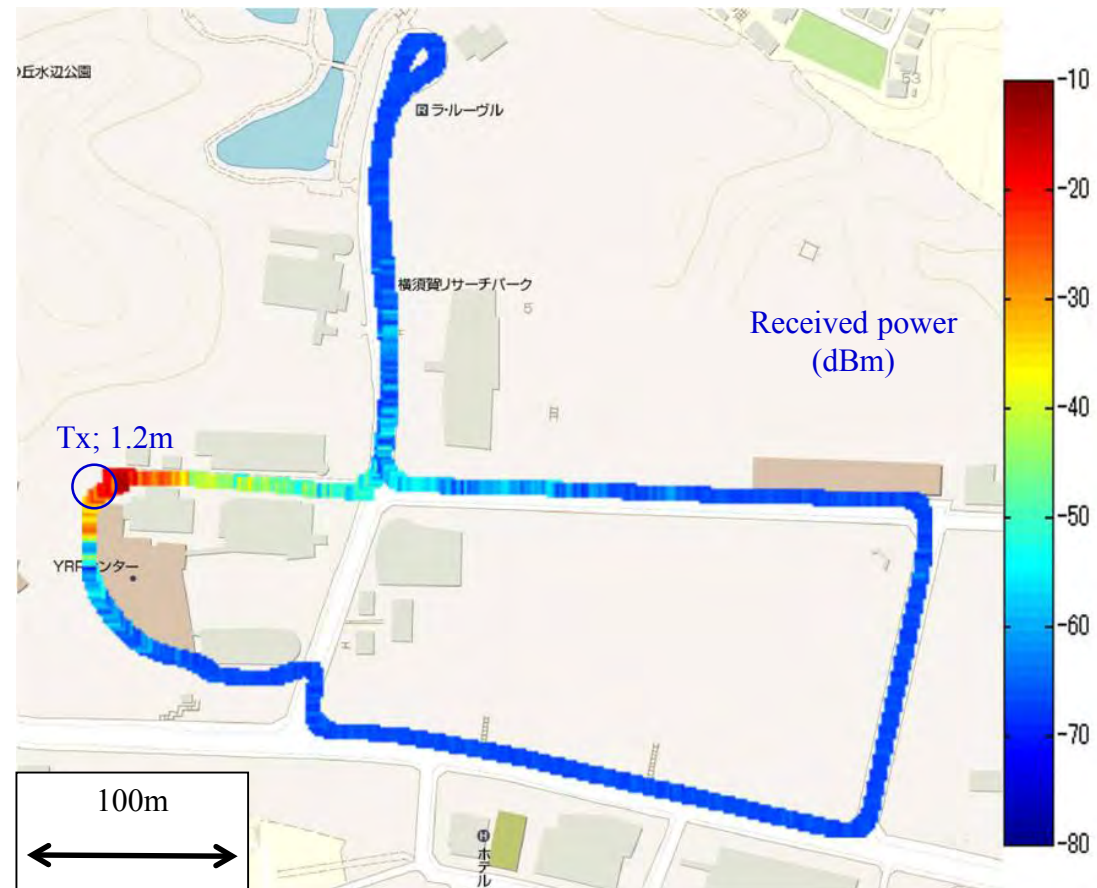
- SUN の所要条件:
  - ▶ 技術的要件
    - ▷ 基本要件
      - 省電力動作
        - » 電池による10年以上の動作
      - サービスエリア拡張
        - » マルチホップ通信(多段中継、バケツリレー)の効果的適用
    - ▷ 付加的要件
      - インターネット/クラウドとの連携
        - » 状況に応じた効果的なエネルギー消費削減が可能
        - » インフラ側は、移動端末対応等の無線システムの利点を享受
      - 柔軟なシステム周波数割当て
        - » 将来的なひっ迫に対する加入者容量の向上
        - » コグニティブ無線技術、TVホワイトスペース技術等との連携
      - 非常時通信への対応
        - » 省電力動作や、ロバストな無線通信手段を有効利用
  - ▶ 社会的要件
    - 国内/国外での普及を推進するための適切な標準化が必要

# NICTにおける研究開発

- 送信電力10mW時、-60dBm以上の受信電力が得られるエリアは200m程度

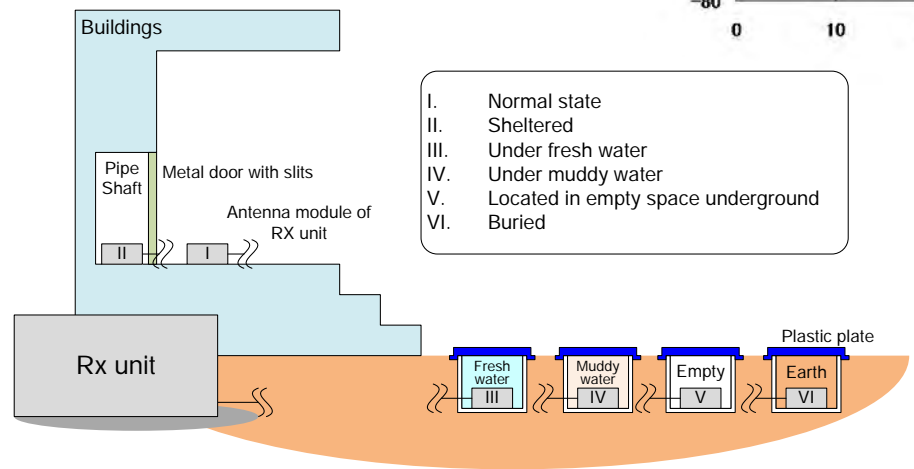
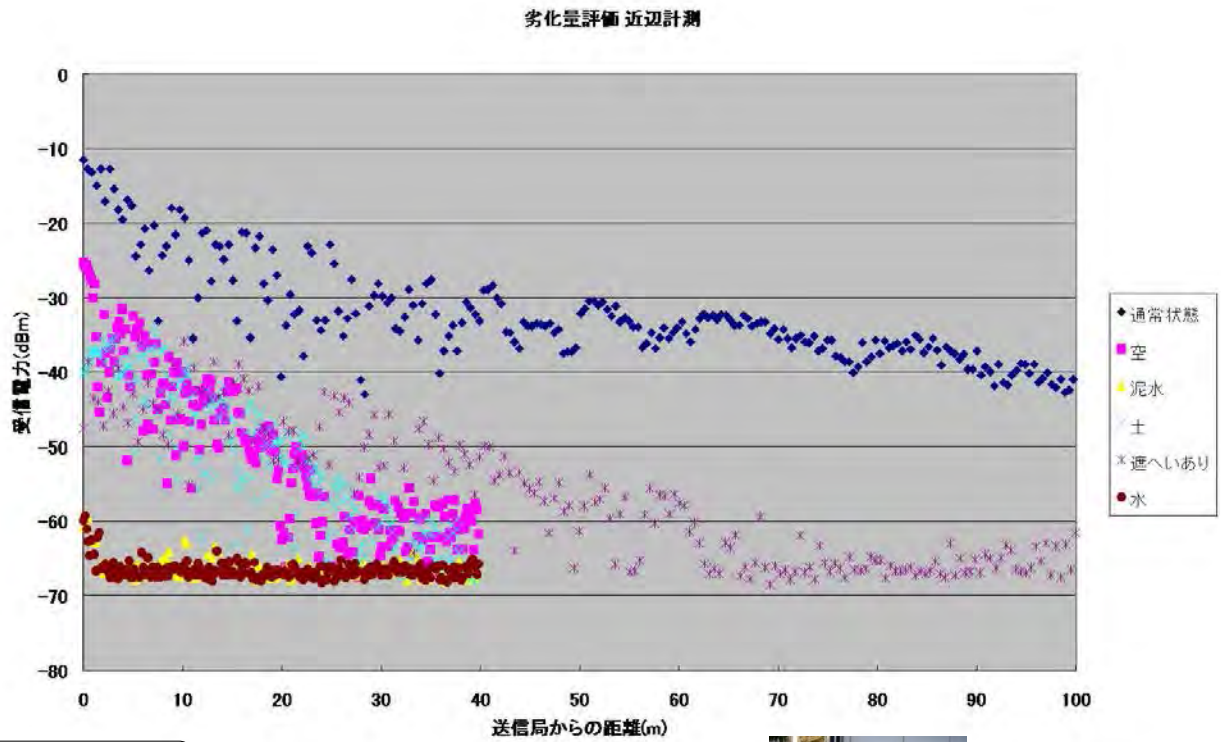
Center frequency	953.0MHz
Transmission power	10mW
Antenna gain	2.15dBi
Antenna height	1.2m
Modulation scheme	BPSK
Signal bandwidth	768kHz
Symbol rate	312.5kbps

実施エリア



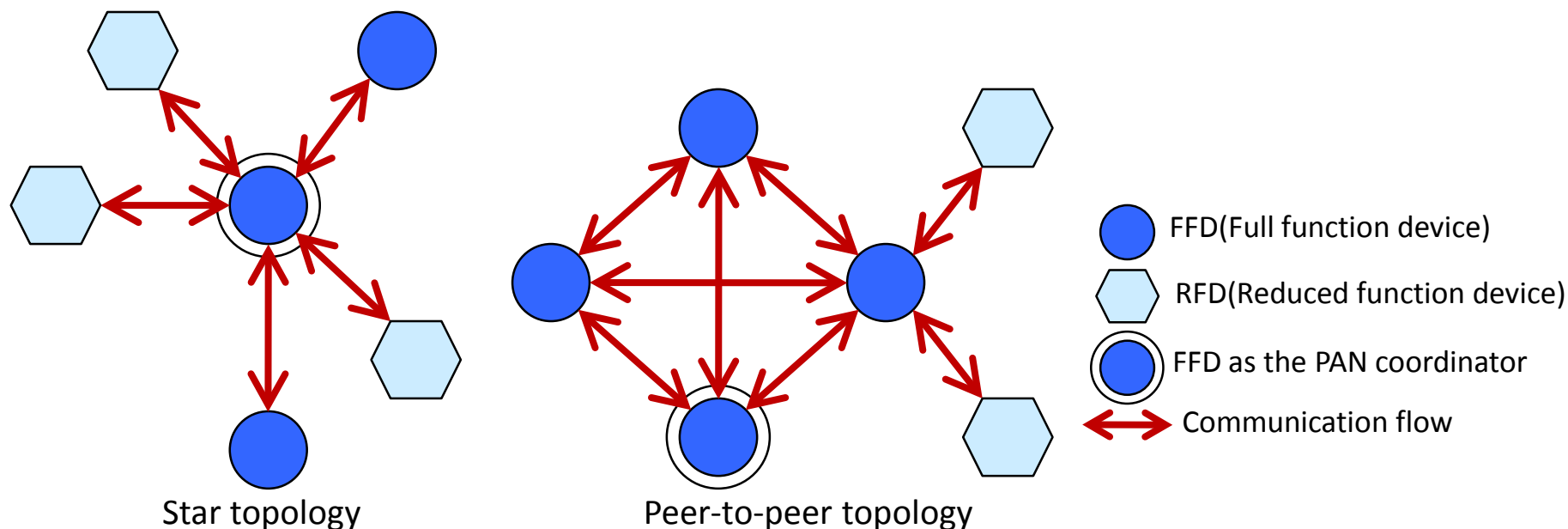
# 伝搬特性評価: アンテナ設置状態による減衰評価

- メータの設置状況について、相対的に以下の減衰を受けることがわかった
  - ▶ 遮蔽: 20dB減衰
  - ▶ 水没(水): 40dB~50dB減衰
  - ▶ 水没(泥水): 40dB~50dB減衰
  - ▶ 埋没(土なし): 20dB~30dB 減衰
  - ▶ 埋没(土あり): 20dB~30dB減衰



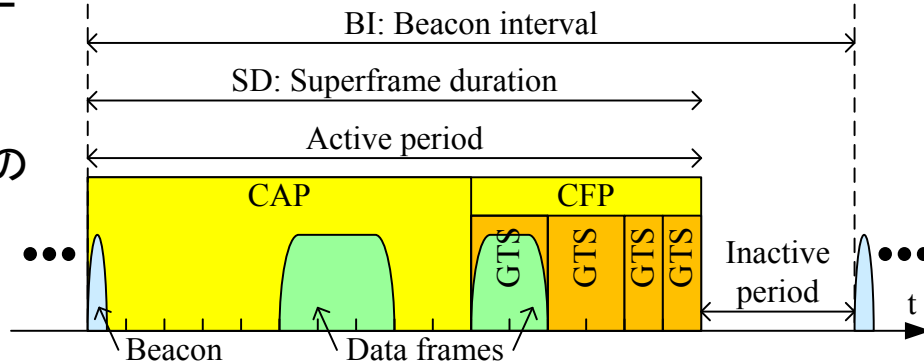


- 既存規格IEEE 802.15.4のトポロジを運用
  - ▶ 2種類の無線デバイス
    - ▷ FFD (Full function device): 新規デバイスのPAN加入承認、スーパーフレームの定義が可能
    - ▷ RFD (Reduced function device): 以上の機能を有しない機能制限型デバイス
  - ▶ 2種類のネットワークトポロジ
    - ▷ Starトポロジ(Beacon-enabled PAN): デバイス間にマスター・スレーブの関係。マスターが定期的な同期用信号(ビーコン)を送信することによるTDMA制御
    - ▷ Peer-to-peerトポロジ(Non-beacon-enabled PAN): 全デバイスが対等。CSMA制御



- StartポロジにおいてFFD は、定期的なビーコンの送信によりTDMA制御を行う
  - ▶ BI(ビーコン間隔; TDMA周期): アクティブ期間、非アクティブ期間から成る
    - ▷ アクティブ期間: スーパーフレーム長(SD)として定義され、CAPとCFPから成る
      - CAP: コンテンションアクセス期間
      - CFP: タイムスロット(GTS)予約型のコンテンツフリーアクセス期間
    - ▷ 非アクティブ期間: スリープ期間

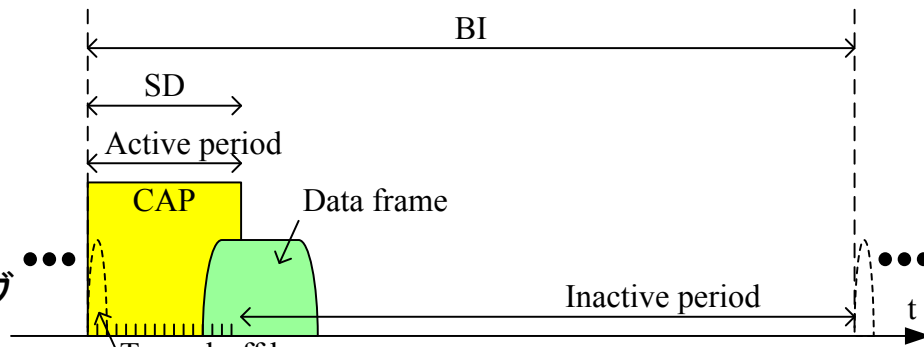
CAP: Contention access period  
 CFP: Contention free period  
 GTS: Guaranteed time slot



(a) Superframe in IEEE 802.15.4 MAC

● 既存スーパーフレームの変更による省電力化

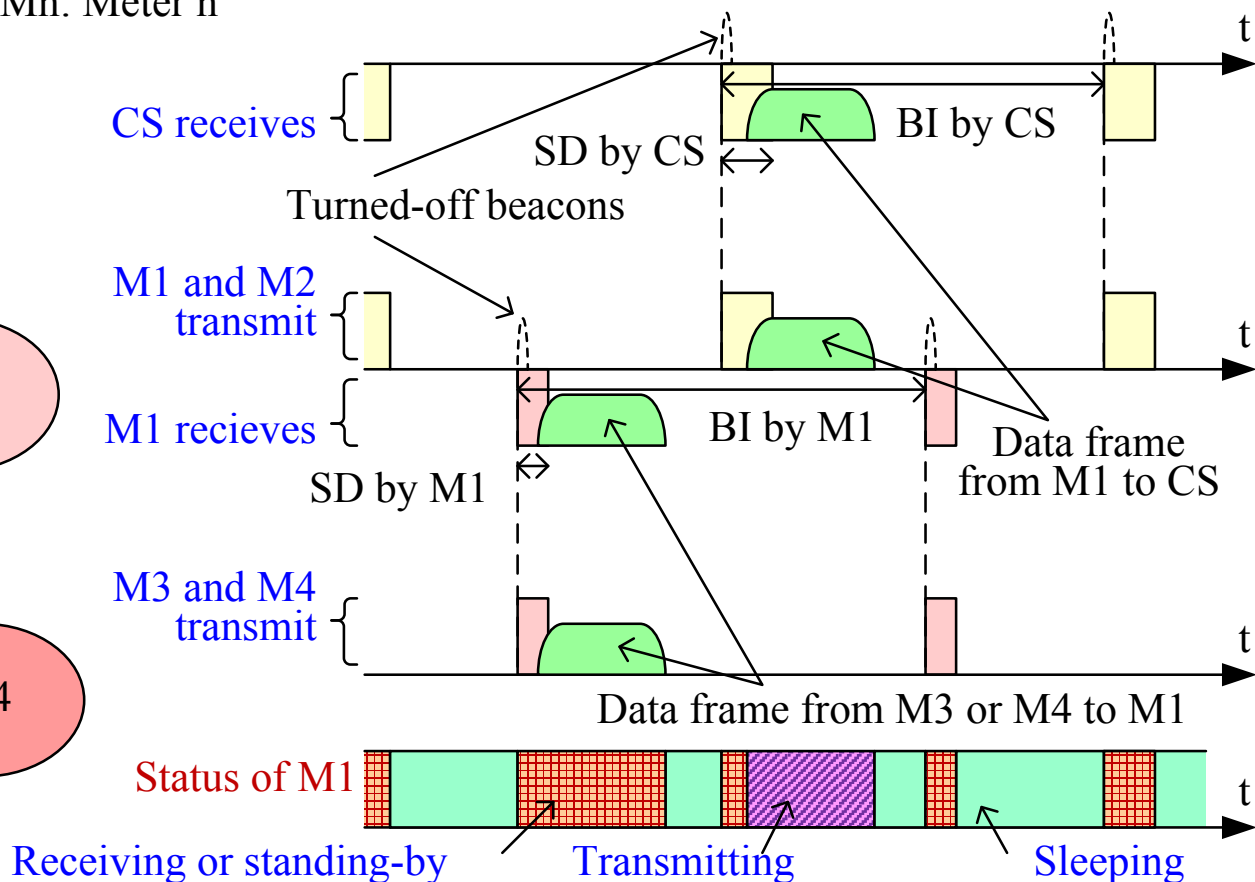
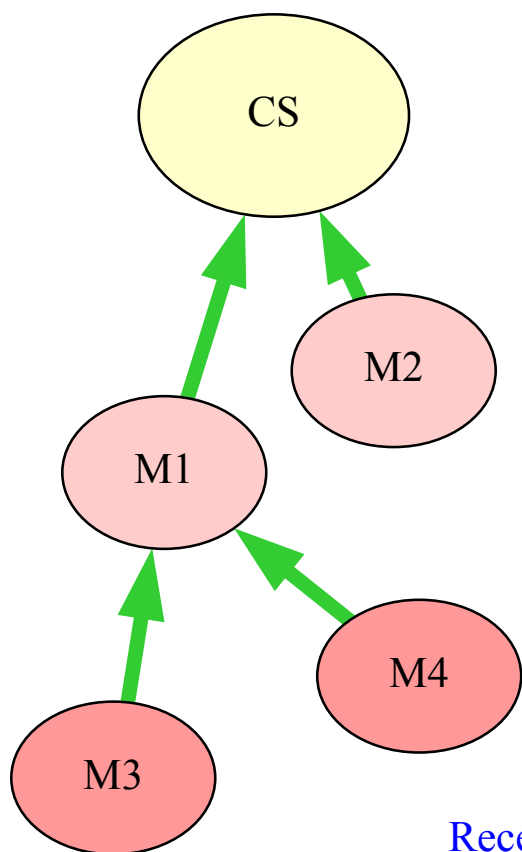
- ▶ ビーコンの休止
  - ▷ BI によるTDMA制御は保持
  - ▷ ビーコンは原則オンデマンドで送信
- ▶ アクティブ期間外までのデータ送信延長
  - ▷ 受信希望者だけが受信延長
  - ▷ データサイズに関わらず、短いアクティブ期間の運用が可能



(b) Modified superframe proposed in IEEE 802.15.4e

- 収集局を根とするTree状のネットワーク形状を実現
  - ▶ 本図では、メータM1が、CSの定めるスーパフレームと、自身で定めるスーパフレームの2種類の通信周期に従いながら収集局へのデータ中継を行っている

CS: Collection station, Mn: Meter n



- 3段階のPhaseから成るプロトタイプ開発を行った

- Phase 1: 小型ロングライフ小電力無線デバイス
  - ▶ 小型端末の試作
  - ▶ 独自の無線通信仕様



- Phase 2: PHY/MAC詳細仕様検討用試験装置
  - ▶ 標準規格を意識したPHY/MAC方式の基礎実証試験



- Phase 3: IEEE 802.15.4g/4e準拠SUN実証装置
  - ▶ IEEEドラフト準拠のPHY/MAC方式を実装
  - ▶ ガスメータとの接続、実証試験



- ガスメータ実機とのインタフェースを具備し、検針値の収集を実証



スマートメータ 検針・制御システム

目録設定

### SUNによるスマートメータ検針・制御システム

No.	ID	受信時刻	検針時刻	メータ値
29	3	10:26:40	10:25:45	000004.813
28	1	10:26:30	10:26:08	000004.813
27	4	10:26:20	10:25:47	000006.177
26	2	10:26:10	10:25:51	000004.817
25	4	10:25:40	10:24:47	000006.177
24	3	10:25:20	10:24:45	000004.813
23	2	10:25:10	10:24:51	000004.817
22	3	10:24:40	10:23:45	000004.813
21	1	10:24:30	10:24:08	000004.813
20	4	10:24:20	10:23:47	000006.178
19	2	10:24:10	10:23:51	000004.817
18	4	10:23:30	10:22:47	000006.165

ビットレート: 100kbps    CRCモード: CRC-16    Incomingスライス: アイドル

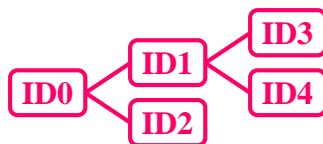
#### メータ 4

時刻	メータ値 (m³)
10:21:47	6.155
10:22:47	6.165
10:23:47	6.176
10:24:47	6.177
10:25:47	6.177

メータ1: 000004.813    メータ2: 000004.817    メータ3: 000004.813    **メータ4: 000006.177**

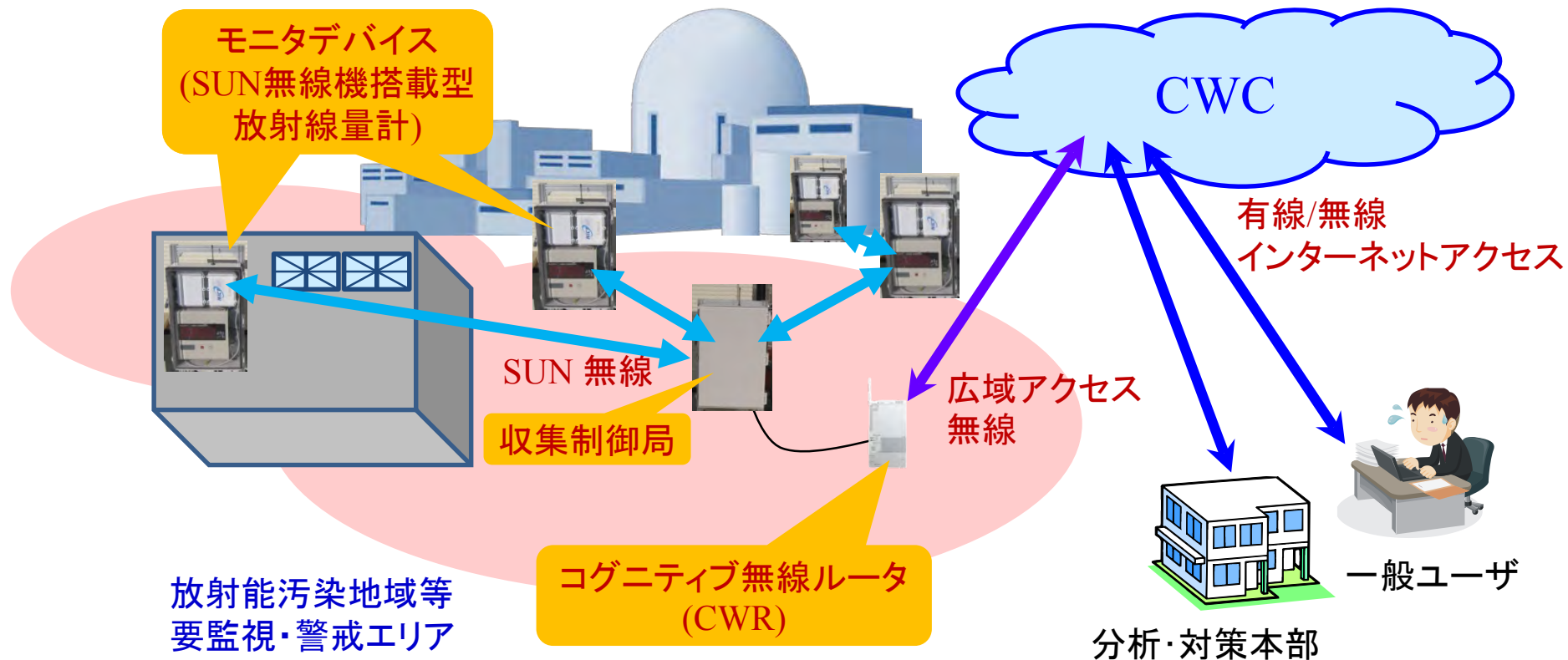
メータ5:    メータ6:    メータ7:    メータ8:

収集・制御局(ID0)と、4台のメータ(ID1~4)の、無線によるツリー形状の中継経路を表示。ここでは、ID0の下にID1と2が接続し、ID1の下にさらにID3と4が接続。

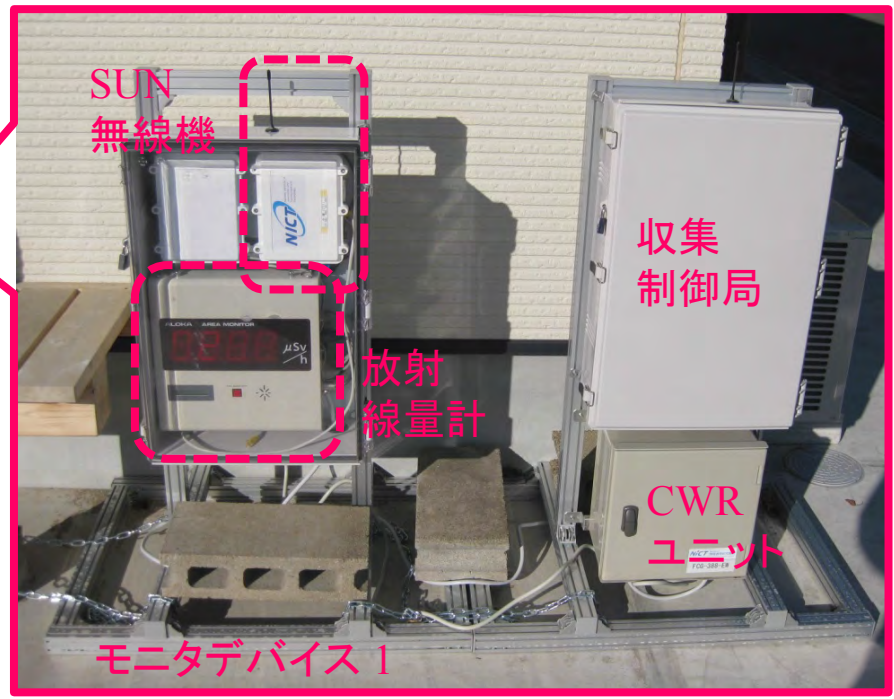


収集制御局(ID0)に到来する、4台のメータからの検針値 (メータ値; 単位は [m³]) をそれぞれ表示。ここでは、メータ 4 (ID4) の検針値の時間的な増加を示している。

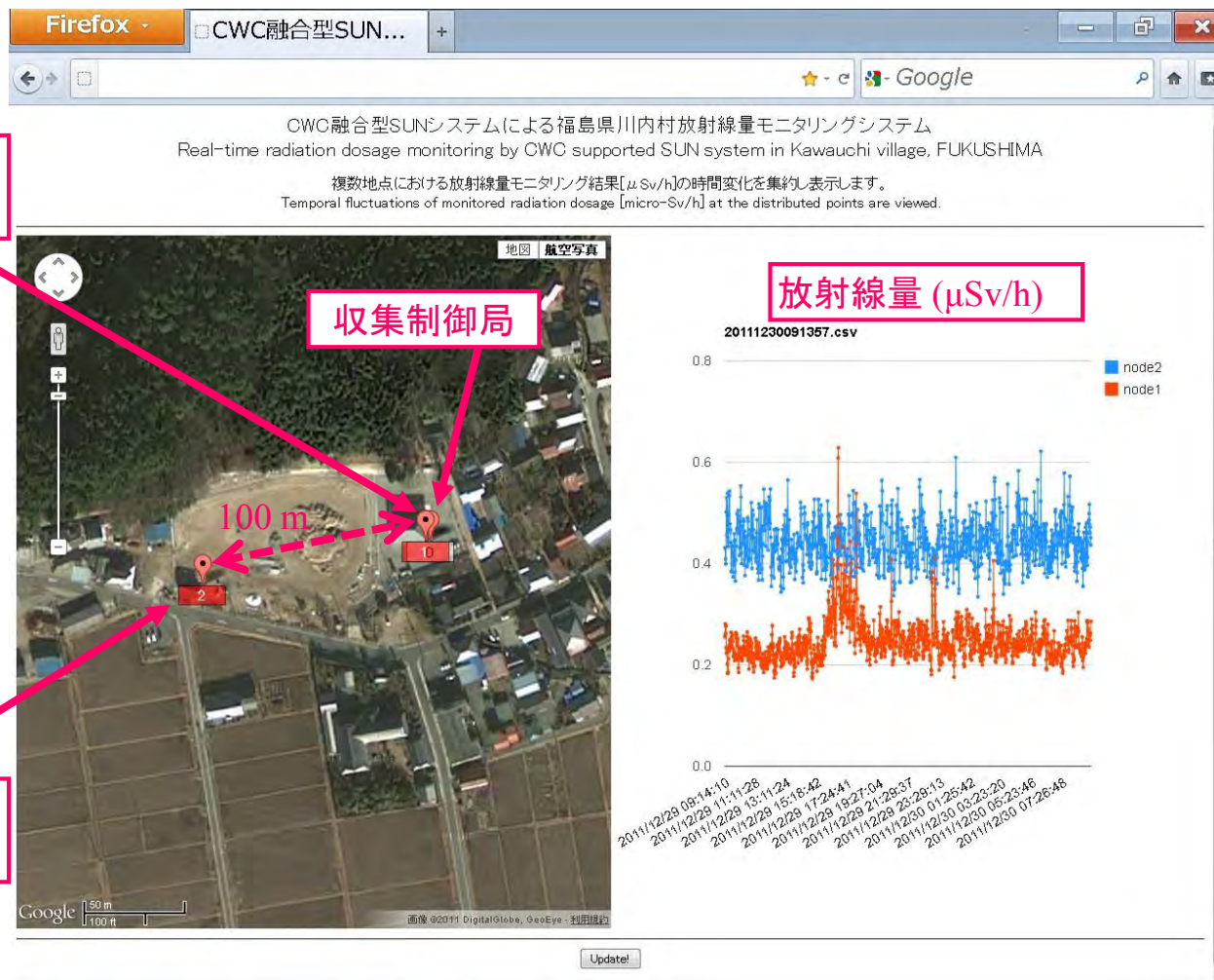
- 要監視・警戒エリア内の放射線量計間をSUN無線で結び、全放射線量計の測定データをリアルタイムで収集
- 収集データは、コグニティブワイヤレスクラウド(CWC)等広域ネットワーク上サーバにアップロードされ、全世界からのアクセス・活用が可能
- 福島県川内村における設置実績(2011年12月~2012年3月)



- 各モニタデバイスは、放射線量計の測定値データをSUN無線機を通じて定期的に発信
- 収集制御局は測定値データを収集し、コグニティブ無線ルータを通じてインターネット上にアップロード



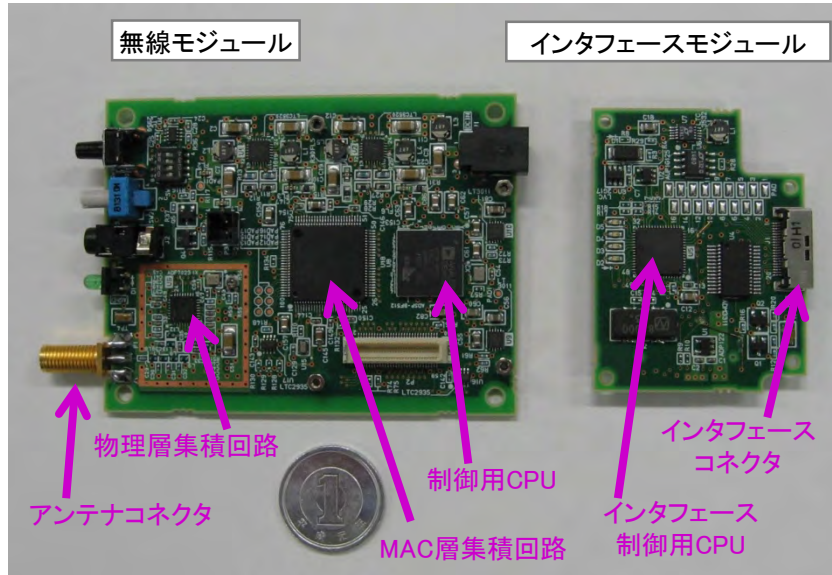
- 放射線量測定値の地理的・時間的変動を、インターネットを介して確認





# 小型・省電力SUN無線機の開発

- IEEE 802.15.4g/4e仕様最終版に準拠した小型・省電力SUN無線機を世界で初めて開発
  - ▶ 標準規格IEEE 802.15.4g/4eに準拠した物理層・MAC層仕様
    - ▷ 国内920MHz帯に対応した物理層仕様 (技術基準適合証明取得済)
      - FSK変調による低コスト実装
      - 検針値等の短データから、2047オクテットの長データまで柔軟に対応
    - ▷ 省電力動作を可能とするMAC層仕様
      - 適切なスリープ期間の設定により平均消費電流を低減
  - ▶ マルチホップ通信をサポート
  - ▶ 上位層プロトコル対応のための拡張が可能
  - ▶ ソフトウェアによるインタフェースの拡張が可能



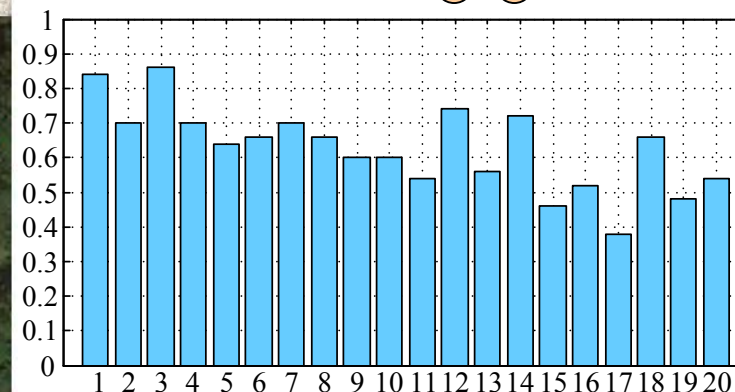
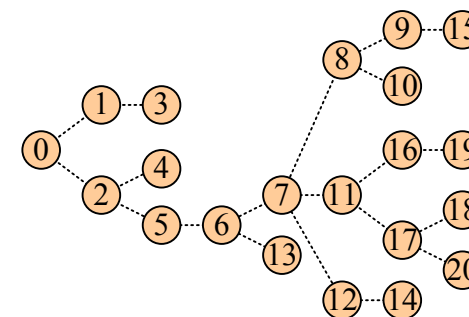
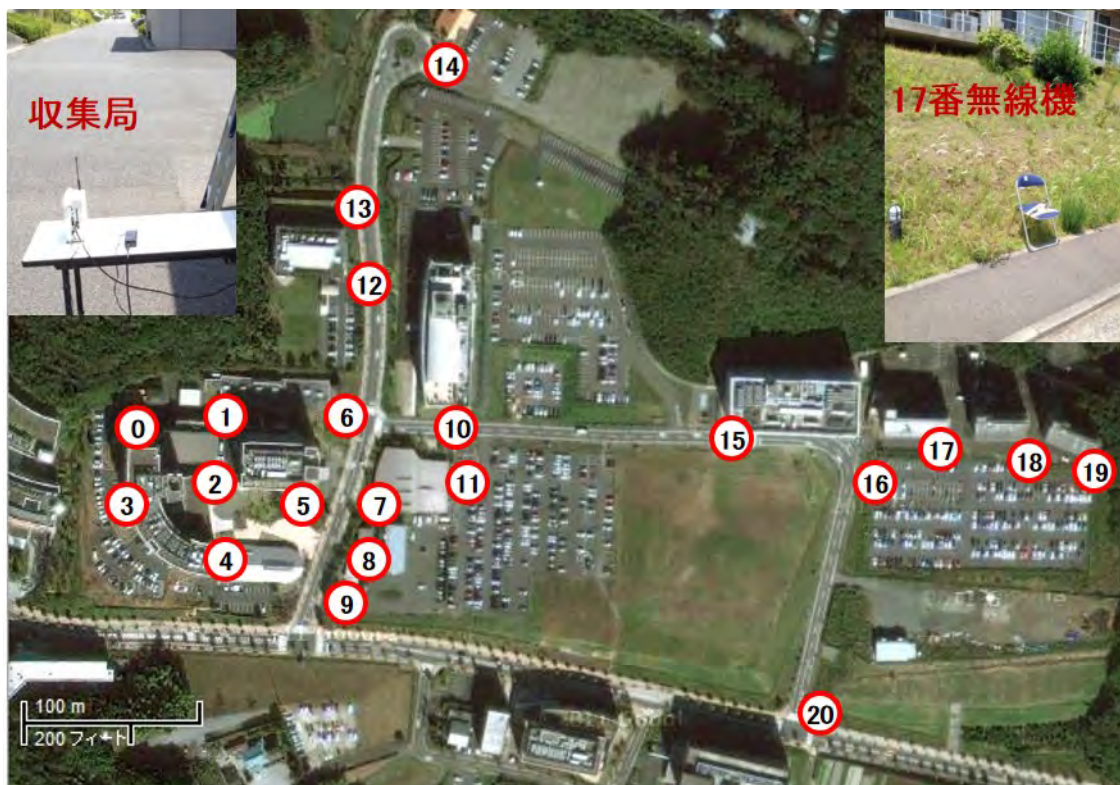
サイズ	82mm × 70mm × 35mm (アンテナを除く)
重量	165g
周波数	926.3MHz ~ 927.9MHz
送信電力	20mW
変調方式	2GFSK
伝送速度	50kbps、100kbps、200kbps
最大データ長	2047octets
通信距離	約600m
電源	単1形電池 × 3、単3形電池 × 3、AC電源
インタフェース	RS-232C、RS-485、U-LINE (追加拡張可能)

- 920MHz帯省電力マルチホップ無線機を20台配置し、省電力スーパフレームの適用による屋内外でのデータ収集実証に成功している
  - ▶ 通信距離: 見通し内で**1ホップ500m程度**の通信距離を確認
  - ▶ 屋外実証: 500m程度の郊外地(以下)におけるデータ収集実証
  - ▶ 屋内実証: ビル内にて、1階、2階、3階に散在する無線機からのデータ収集を実証

## 実証時パラメータ

周波数	920MHz
送信電力	20mW
ビーコン間隔	9.83s (BO=10)
アクティブ期間長	76.8ms (SO = 3)
休止ビーコン数	60 (=589.8s)
変調方式	2GFSK
データレート	100kbps
データサイズ	100、1000オクテット
データ発生間隔	240s

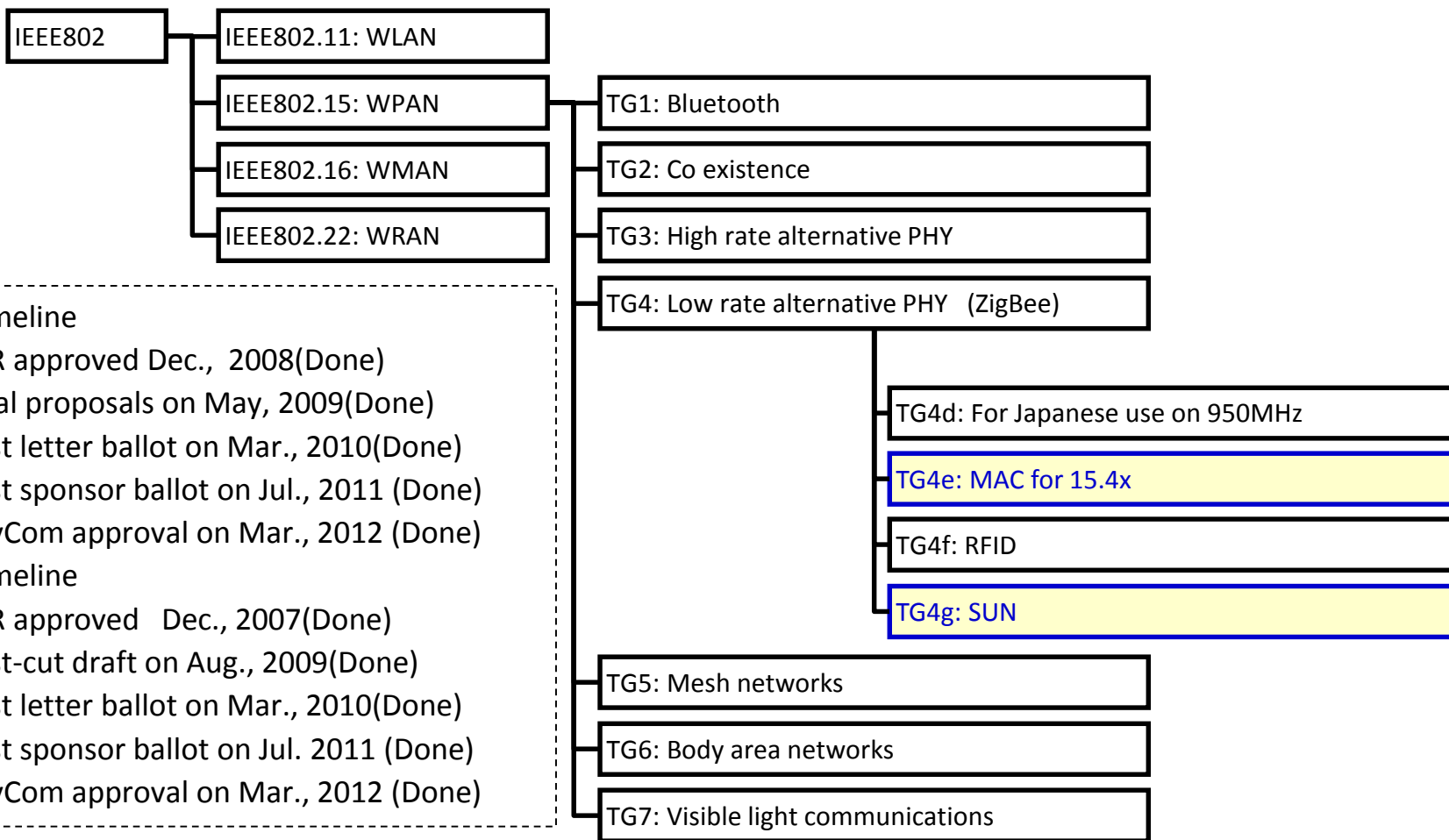
## 屋外実証時の無線機配置 (0番が収集局)



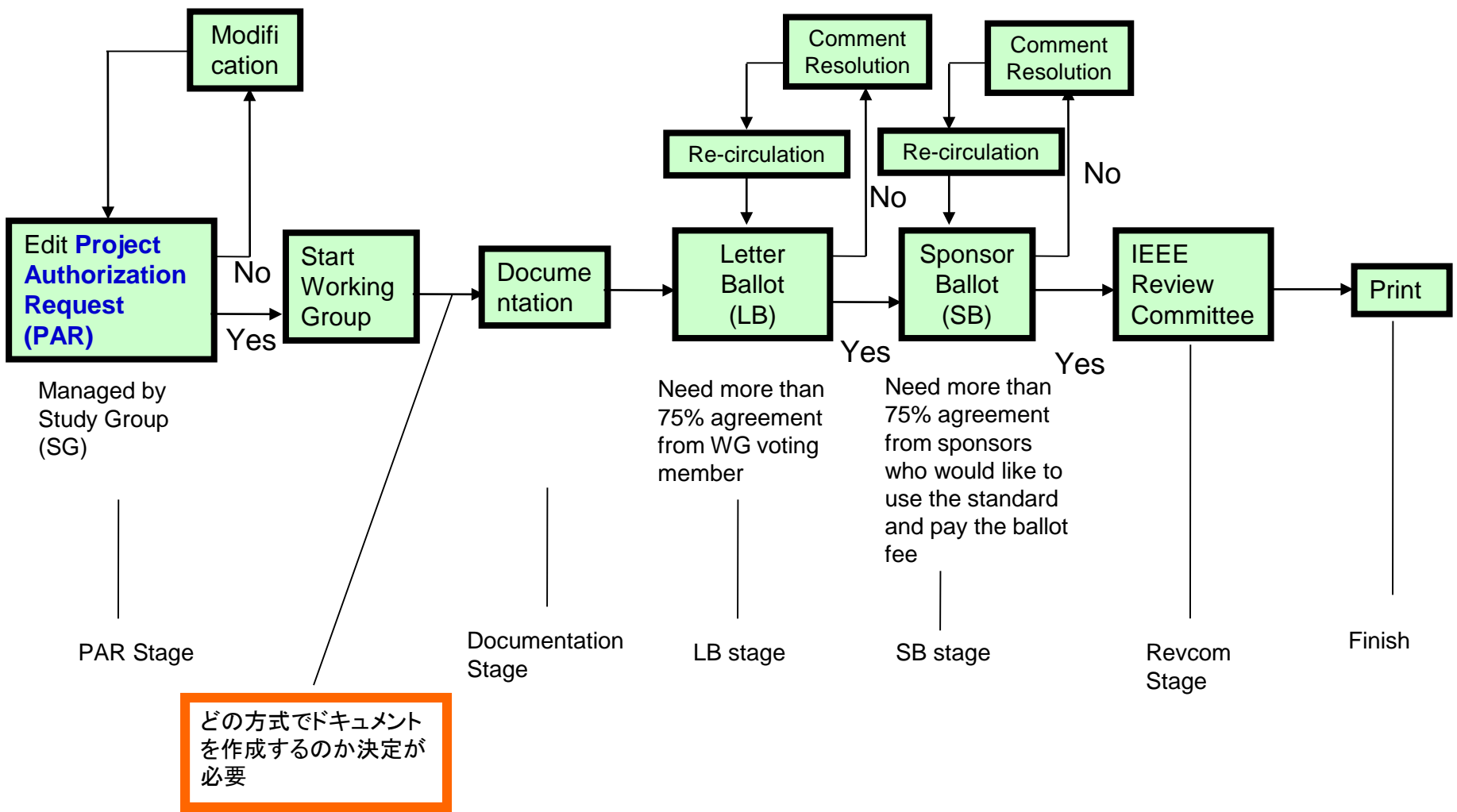
# IEEE 802委員会における標準化

# IEEE 802 委員会の構成(抜粋)

- タスクグループ IEEE 802.15.4g、IEEE 802.15.4e が、SUNのためのPHY層仕様、MAC層仕様をそれぞれ策定している



- TG4g timeline
- PAR approved Dec., 2008(Done)
  - Final proposals on May, 2009(Done)
  - First letter ballot on Mar., 2010(Done)
  - First sponsor ballot on Jul., 2011 (Done)
  - RevCom approval on Mar., 2012 (Done)
- TG4e timeline
- PAR approved Dec., 2007(Done)
  - First-cut draft on Aug., 2009(Done)
  - First letter ballot on Mar., 2010(Done)
  - First sponsor ballot on Jul. 2011 (Done)
  - RevCom approval on Mar., 2012 (Done)

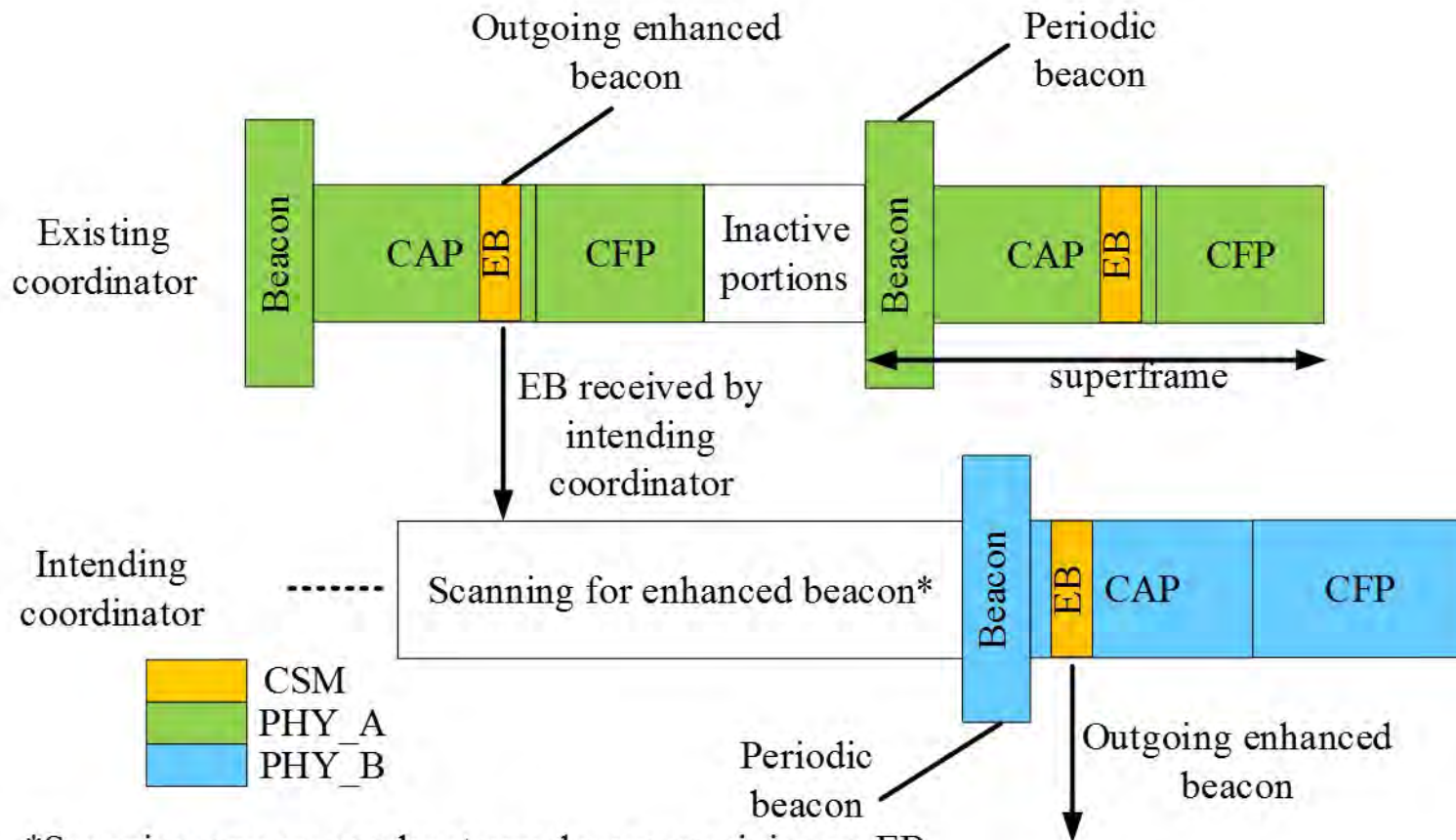


- IEEE 802.15.4g は、SUNへの適用のために必要となる標準規格IEEE 802.15.4のPHY変更を策定するタスクグループ
- IEEE 802.15.4g の主な特徴:
  1. 3つのPHY方式(FSK, OFDM and OQPSK) が共存し、割当周波数に応じて独自の諸元が決められている
    - ▷ 国内では、920MHz帯におけるFSK方式が主流
  2. PHY フレーム構造が変更されている
    - ▷ SFD(フレーム開始表示フィールド)がフレームのFEC(誤り訂正符号)に関する情報を含む
    - ▷ フレーム長1500オクテットまで対応するPHY ヘッダ拡張
  3. 異なるPHY間の共存・干渉回避のために、共通信号(CSM; Common Signaling Mode )を用いるMPM(Multi-Physical layer Management) 機構が採用されている

- 割当周波数、ひいては運用地域により、独自のPHY方式が採用される

PHYs in IEEE 802.15.4g				
Frequency band (MHz)	Expected region	PHY allocation		
		FSK	OFDM	OQPSK
450 – 470	US	Yes	–	–
470 – 510	China	Yes	Yes	Yes
779 – 787	China	–	–	Yes
863 – 870	EU	Yes	Yes	–
868 – 870	EU	–	–	Yes
896 – 901	US	Yes	–	–
901 – 902	US	Yes	–	–
902 – 928	US	Yes	Yes	Yes
917 – 923.5	Korea	Yes	Yes	Yes
920 – 928	Japan	Yes	Yes	Yes
928 – 960	US	Yes	–	–
1422 – 1518	US, Canada	Yes	–	–
2400 – 2483.5	Worldwide	Yes	Yes	Yes

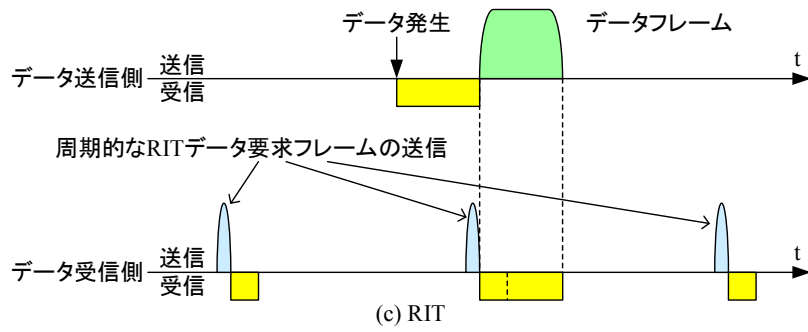
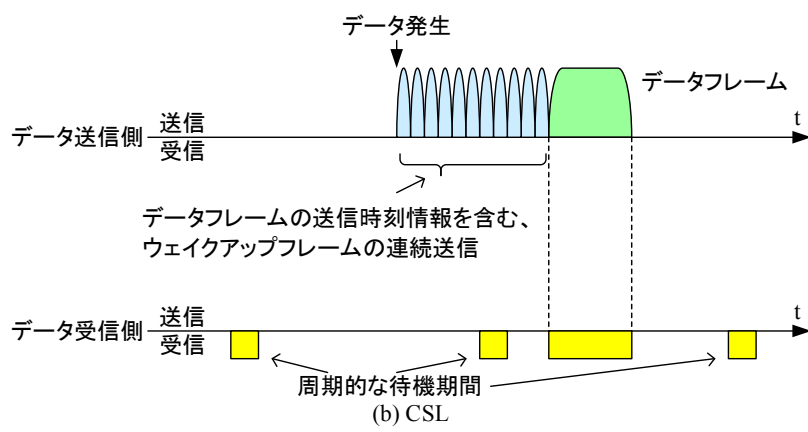
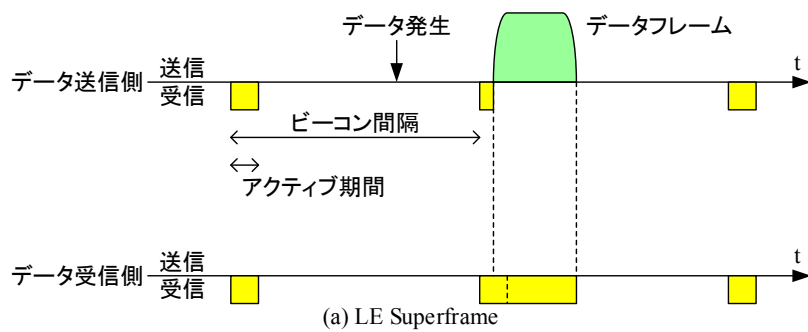
- CSMによる拡張ビーコン信号(EB; Enhanced Beacon)を定期的に送信することにより、ネットワーク同士で存在を認知し、干渉回避を行う





- IEEE 802.15.4eは、IEEE 802.15.4gを例とするすべての“PHY 変更規格”をサポートするために必要となる標準規格IEEE 802.15.4のMAC変更を策定するタスクグループ
- SUNに関連するIEEE 802.15.4e の特徴:
  - ▶ 低消費電力のためのMAC変更が提案されている
    - ▷ スーパーフレーム構造の変更によるもの
      - LE Superframe
    - ▷ MACプロトコルの定義によるもの
      - CSL (Coordinated Sampled Listening)
      - RIT (Receiver Initiated Transmission)

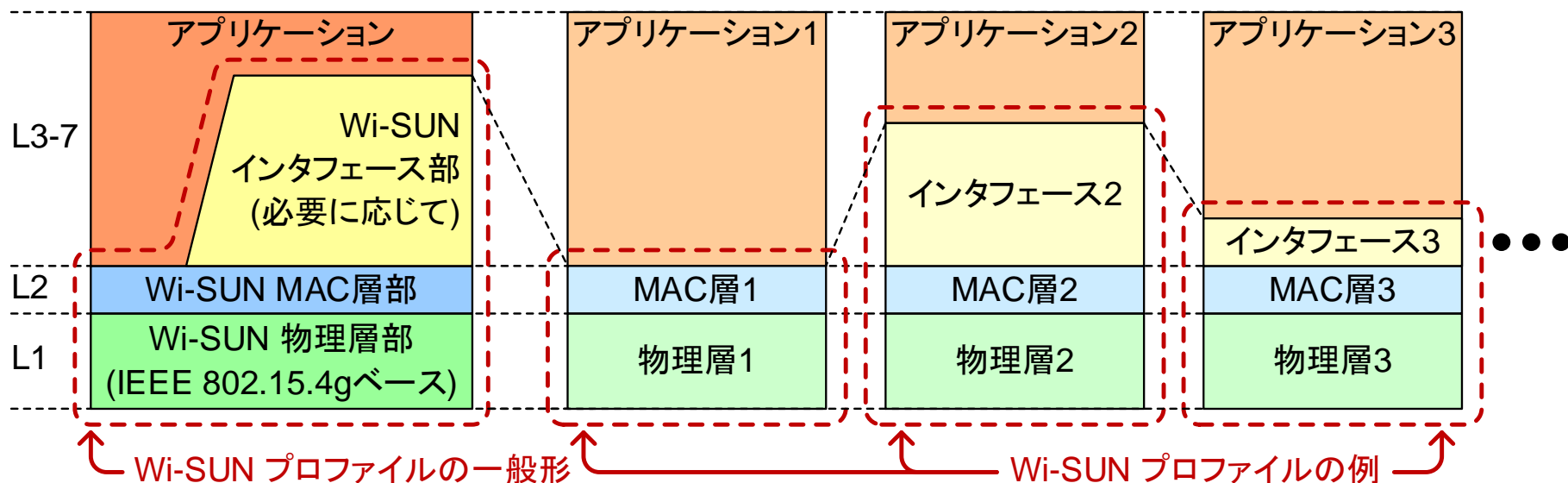
- LE Superframe
  - ▶ 同期用のビーコン信号の休止
  - ▶ アクティブ期間に準ずる間欠的な待ち受けを実現
- CSL
  - ▶ 各端末は定期的な短区間の待ち受けを繰返し
  - ▶ 送信データの前に連続する同期用信号を送信
- RIT
  - ▶ 各端末はデータ受信のための同期用信号を定期的を送信
  - ▶ データ送信端末は、受信端末の本同期用信号に合わせてデータ送信



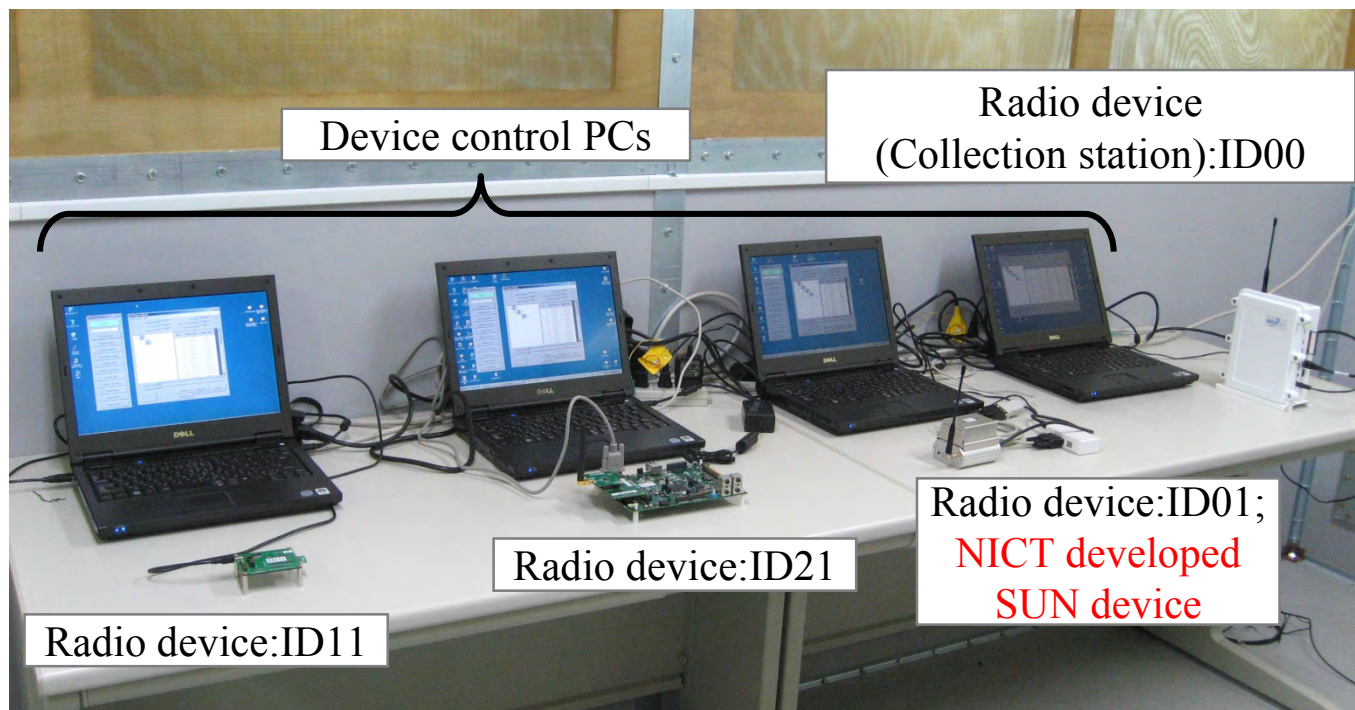
# Wi-SUNアライアンスの設立

- Wi-SUN アライアンスは、IEEE 802.15.4g規格を用いる無線機の世界初の規格認証団体(2012年1月24日設立)
  - ▶ 設立の背景
    - ▷ IEEE 802.15.4g規格策定後、次の理由等による普及化の遅れが予想された
      - 認証、ならびにベンダ間相互接続性試験を行う機関が存在しなかった
      - IEEE 802.15.4g規格を物理層仕様とする無線機需要の中にも、上位層仕様に多様性がみられた
        - » 例えば、IEEE 802.15.4やIEEE 802.15.4e 以外のMAC層仕様等
  - ▶ プロモータメンバ(アライアンスの運営を行う)
    - ▷ アナログデバイスズ、シスコシステムズ、オムロン、村田製作所、NICT、ルネサス、ローム、シルバースプリング、東芝
  - ▶ Wi-SUNアライアンスのミッション
    - ▷ IEEE 802.15.4g-2012、IEEE 802.15.4-2011規格に基づく無線機要求仕様の策定
    - ▷ ベンダ間相互接続性試験手順の策定
    - ▷ 相互接続性試験手順書、試験設備を具備する試験機関の設立
    - ▷ 市場動向の調査
    - ▷ 営業計画の作成
    - ▷ 他の標準化・認証団体への寄与、ならびに当該団体との連携

- Wi-SUNにおける認証・相互接続性試験の対象は、原則として物理層とMAC層であり、これをWi-SUNプロファイルと定義する
  - ▶ 必要に応じて上位のネットワーク層を含める
  - ▶ アプリケーションに応じて、複数のWi-SUNプロファイルを検討する
- 物理層仕様はIEEE 802.15.4g規格をベースとすることが前提
- MAC層以上の仕様は特にベースを限定しない



- IEEE 802.15.4g/4e標準規格準拠の小型・省電力無線機が、物理層およびMAC層の両面から、他社開発の無線機との相互接続性を保持することが実証された



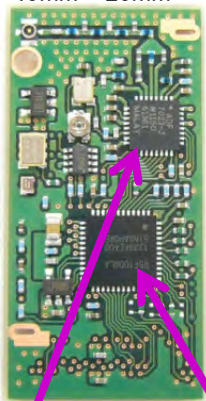
# Wi-SUN/ワイヤレスグリッドの将来展開

# 高度化無線機の開発

- Wi-SUNプロファイルに対応したプロトコルスタックを選択実装
  - ▶ 標準規格IEEE 802.15.4gに対応した物理層
    - FSK変調による低コスト実装仕様 (国内920MHz帯技術基準適合証明取得済)
    - 検針値等の短データから、2047オクテットの長データまで柔軟に対応
    - 所望受信品質に応じてシステムティック誤り訂正符号を適用可能
  - ▶ 省電力動作を実現するMAC層
    - 適切なスリープ期間の設定により平均消費電流を低減可能
    - 標準規格IEEE 802.15.4e、ANSI/TIA PN-4957.200を選択実装
  - ▶ 上位層プロトコルおよび外部機器対応のためのインタフェースを具備
    - マルチホップ通信 (多段中継) をサポート可能
    - ECHONET Liteをサポート可能 (TTC JJ.-300.10規格準拠)
    - インタフェースのソフトウェア拡張が可能

無線モジュール

40mm × 20mm



物理層集積回路

制御用MCU

(裏面)



MAC層集積回路

無線機実装例と諸元

インタフェースモジュール、  
バッテリーを具備した無線機  
の実装例

※ 本無線機のプロトコル  
スタックのソフトウェア  
実装 (Porting) も検討  
可能

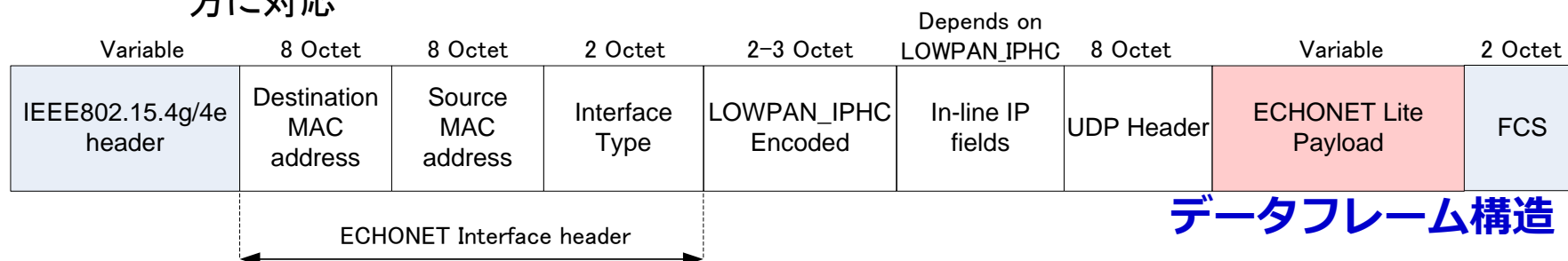


920 MHz帯  
ホップ  
アンテナ

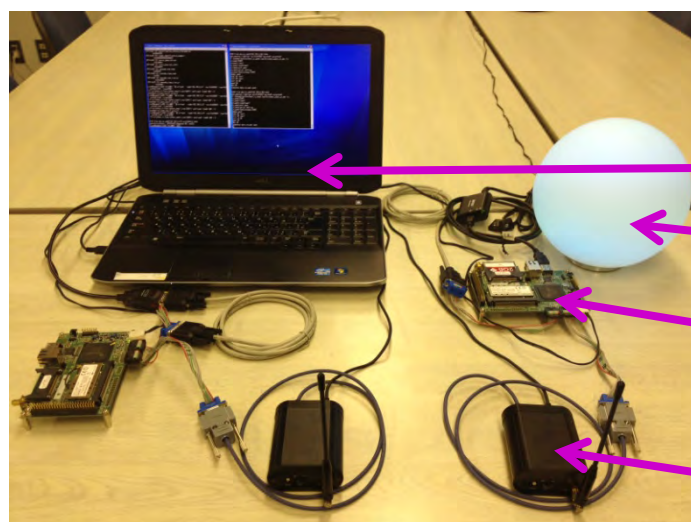
サイズ	85mm × 70mm × 35mm (アンテナを除く)
重量	165g
周波数	920MHz~928MHz
送信電力	20mW
変調方式	2GFSK
伝送速度	50kbps、100kbps、200kbps
最大データ長	2047octets
通信距離	約500m
電源	単3形電池 × 3、AC電源
消費電流	アクティブ時: 50 mA、スリープ時: 2 mA
外部通信インタフェース	RS-232C、RS-485、U-LINE (追加拡張可能)



- HEMS標準プロトコルであるECHONET LiteのSUN無線機による実現
  - ▶ 標準規格TTC JJ300.10に準拠したSUNスタックを適用
    - ▷ UDPを利用
    - ▷ 6LoWPANインターフェースを適用
    - ▷ IEEE 802.15.4/4e準拠MACを利用し、ビーコンモードおよびノンビーコンモードの双方に対応



## ECHONET Liteによる照明の制御を、SUN無線により実現



操作作用PC (操作画面)

照明

IPv6および6LoWPAN インタフェースモジュール

SUN無線機

- ECHONET Lite用Wi-SUNプロファイルの着実な普及が予想される
  - ▶ 情報通信技術委員会 (TTC) が策定する、920MHz帯無線を用いたECHONET Lite実装方式の標準規格に収録 (TTC JJ300.10)

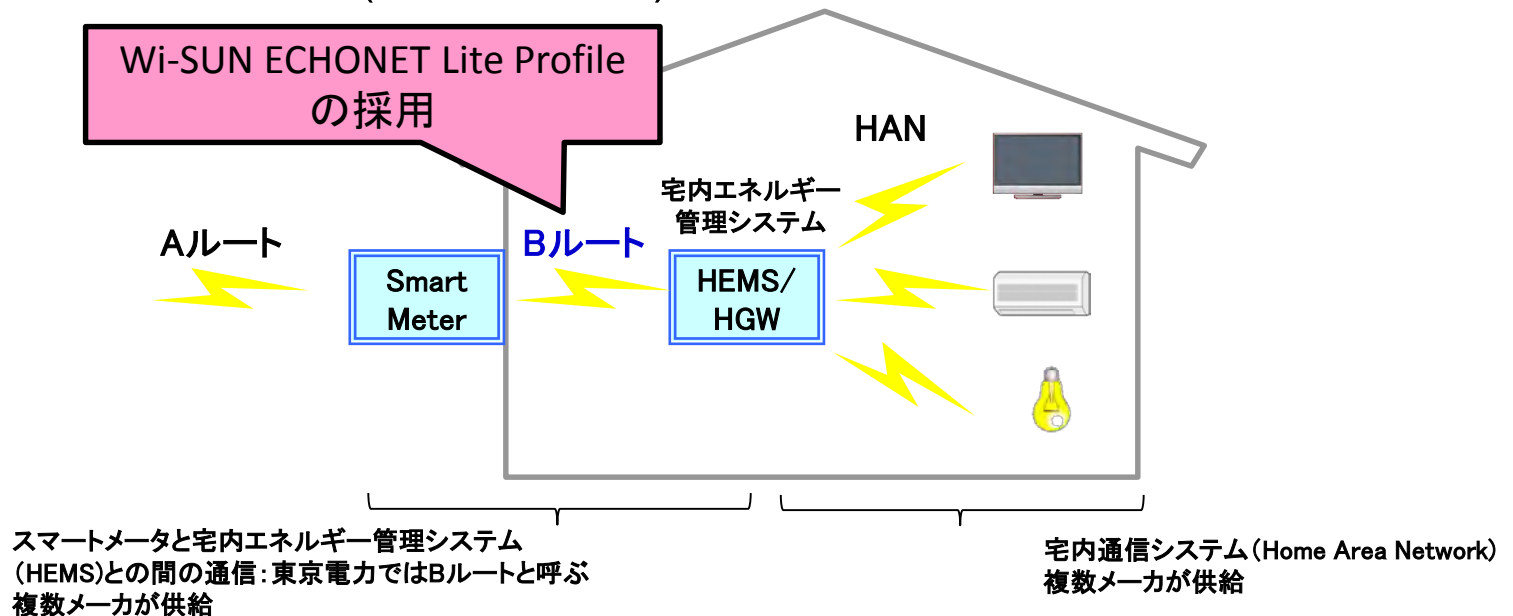
第5-7層	アプリケーション部	[ECHONET Lite]
第4層	Wi-SUN インタフェース部	Wi-SUN トランスポート層セキュリティ [PANA]
		Wi-SUN トランスポート層プロファイル [TCP, UDP]
第3層		Wi-SUN ネットワーク層プロファイル [IPv6, ICMPv6]
		Wi-SUN アダプテーション層プロファイル [6LoWPAN]
第2層	Wi-SUN MAC層部	Wi-SUN MAC層プロファイル [IEEE 802.15.4/4e]
第1層	Wi-SUN 物理層部	Wi-SUN 物理層プロファイル [IEEE 802.15.4g]

ECHONET Lite用Wi-SUNプロファイル:  
Wi-SUN アライアンスで  
認証・相互接続性試験を行う

## ECHONET Lite プロファイル概要

## ● スマートメーターシステムの概要

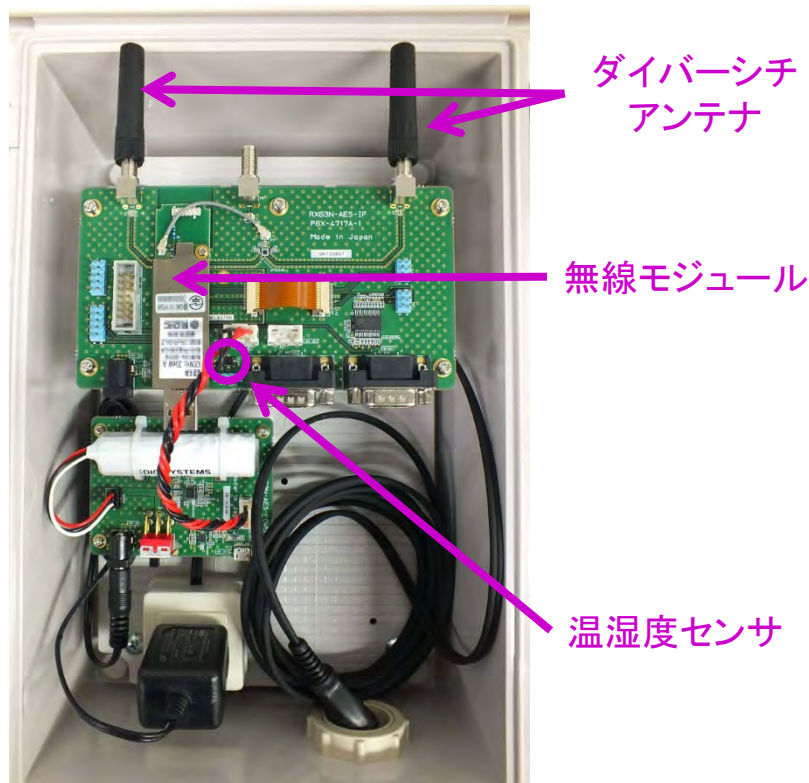
- ▶ 双方向通信部の具備により、出向・検針業務コストダウン、電気料金メニュー多様化、使用量見える化、新たな付加価値サービスの創造
- ▶ メータ間通信を行うAルート、メータと宅内エネルギー管理システムとの間の通信を行うBルートがある
- ▶ 東京電力では、H26年度、H32年度までにそれぞれ200万戸、2700万戸(全管内)のBルートの無線方式として導入見込み。併せて、国内主要10電力会社における採用が決定(約8000万戸)



- 多様なアプリケーションへの対応を想定しながら、無線機実装形態、およびWi-SUNプロファイルの拡張について検討中
  - ▶ 無線機実装形態の拡張
    - ▷ 用途だけでなく、場所や給電等の設置条件を考慮し、適切な実装形態の検討が必要
  - ▶ Wi-SUNプロファイルの拡張
    - ▷ 想定アプリケーションに関する無線機認証は必須
    - ▷ 予想されるプロファイルの例：
      - Aルート/HAN for ECHONET Lite
      - FAN (Field Area Network)
      - M2M (Machine to Machine)
      - FA (Factory Automation)
      - 等

- 温湿度センサを具備した屋外ボックス設置型無線機や、PC等への接続を想定したUSB端子付無線機等を開発

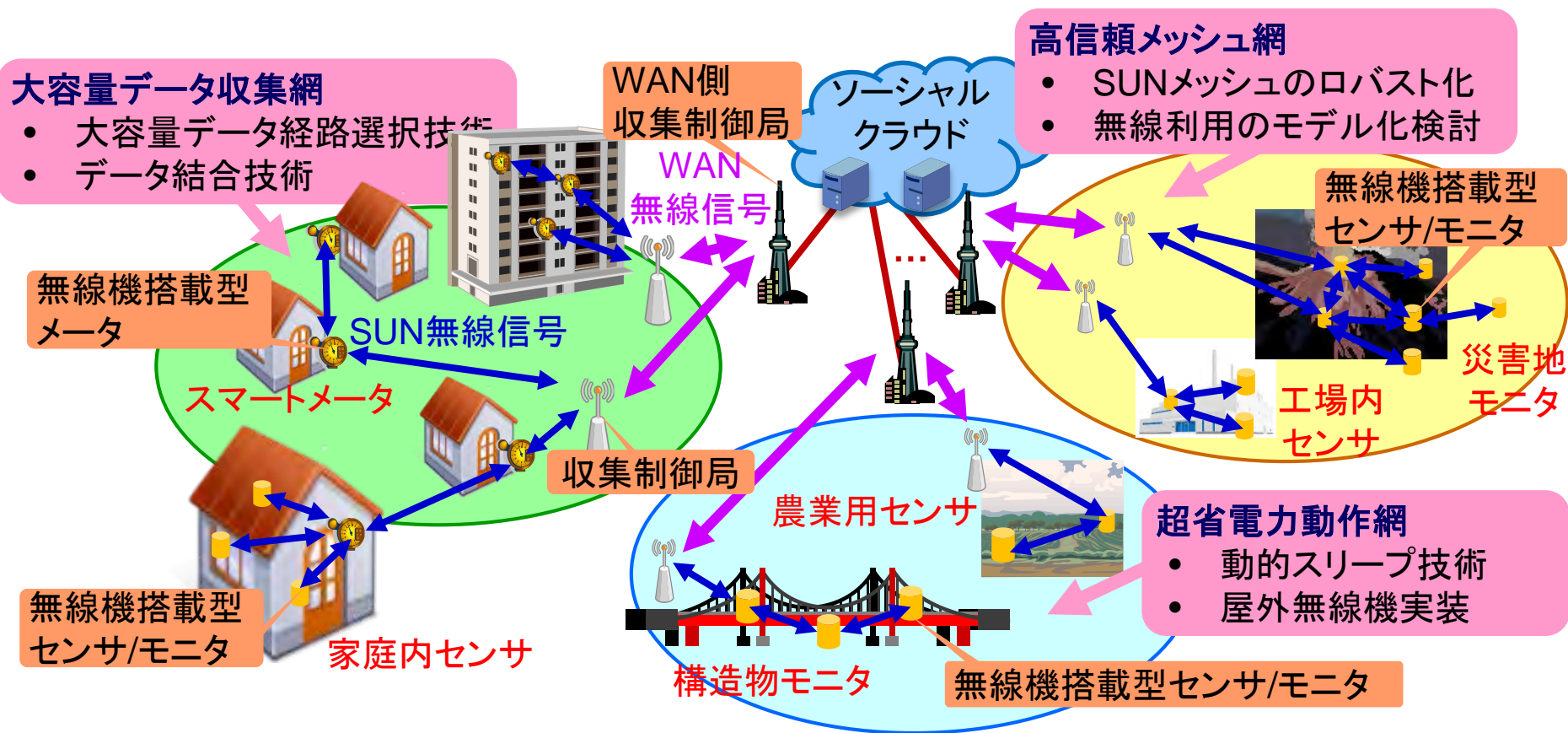
温湿度センサ内蔵屋外設置ボックス



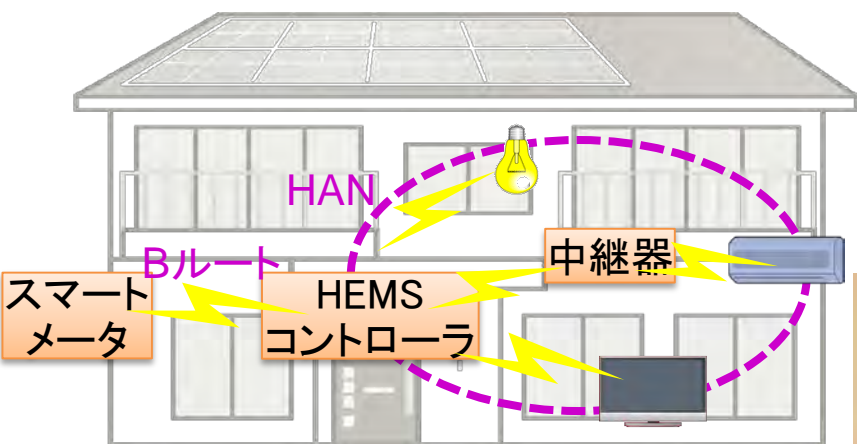
USB端子付無線機



- アプリケーションに応じて、物理層・MAC層・上位層技術諸元を選択的に設定
  - ▶ 策定された技術諸元のWi-SUNプロフィールへの反映も想定



- 複数家電機器や、中継通信に対応したECHONET Liteアプリケーションの、Wi-SUNによる実現を検討中。HEMS(宅内エネルギー管理システム)における、HAN (Home Area Network; 宅内家電網) にも有効に適用可能



HANの概要

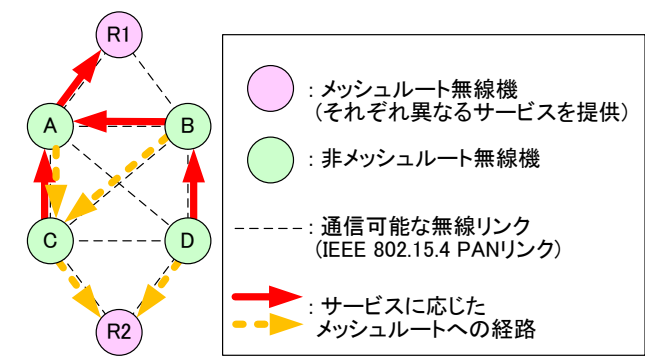


HEMSコントローラ側無線機

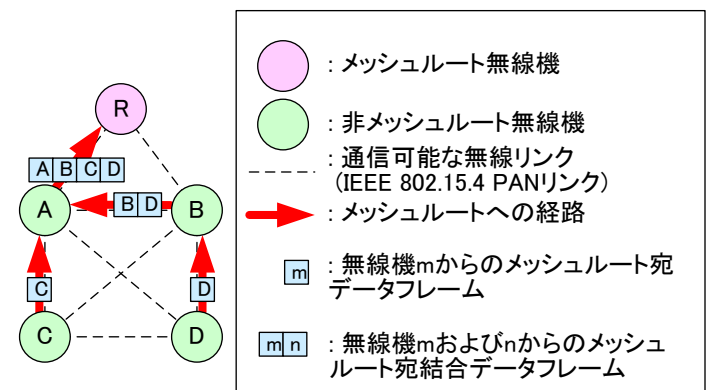
HANプロフィールの実証

- 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を検討
- トポロジの探索、次ホップのアドレス管理等の必要制御を、MAC層におけるIE (Information Element; 情報要素) により実現
- 経路選択制御技術を検討しています。

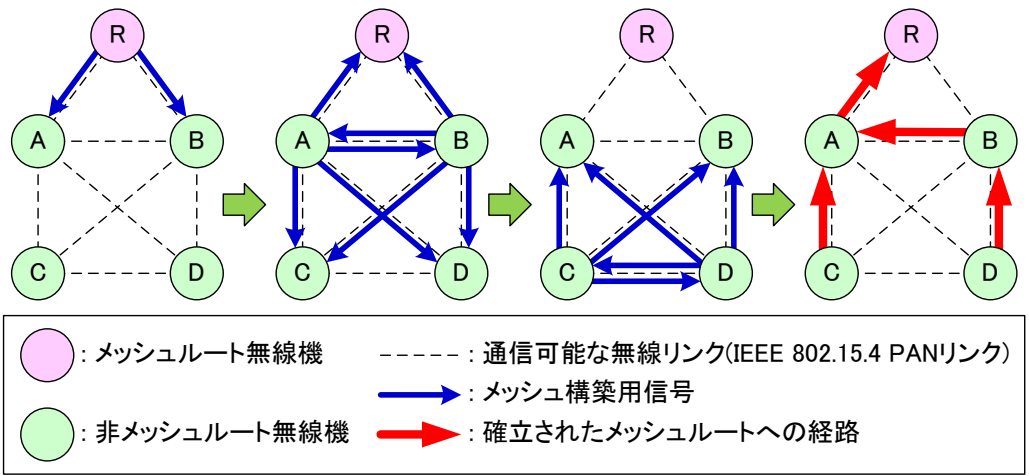
- ▶ 自律型メッシュ構築機能
- ▶ 無線通信仮想化機能
- ▶ データ結合機能



## 無線通信仮想化機能



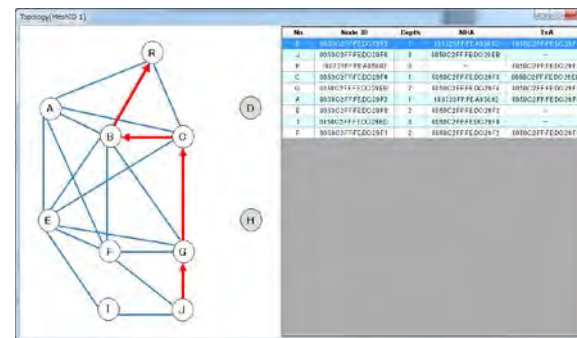
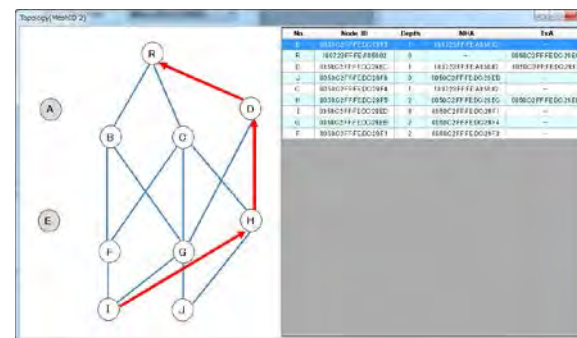
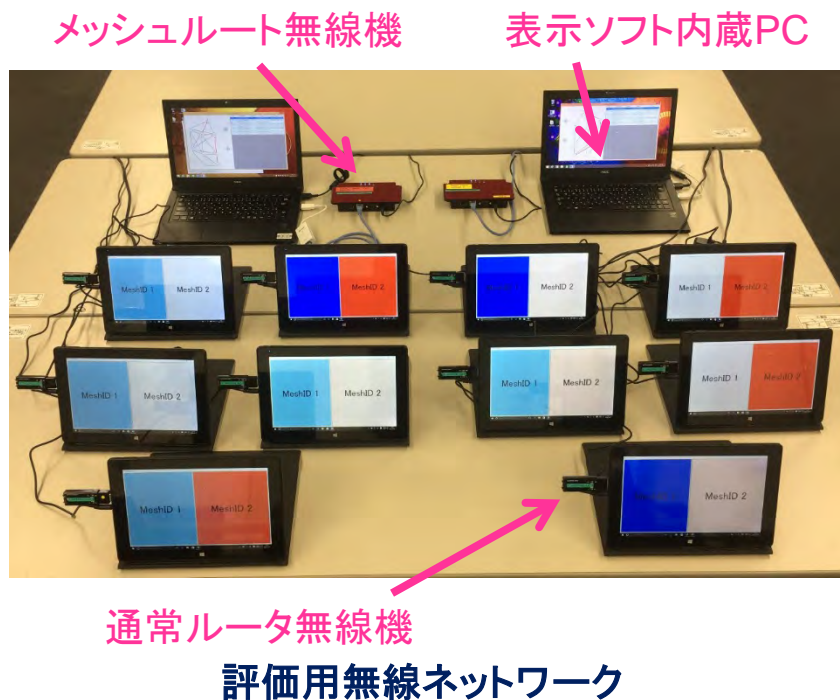
## データ結合機能



## 自律型メッシュ構築機能

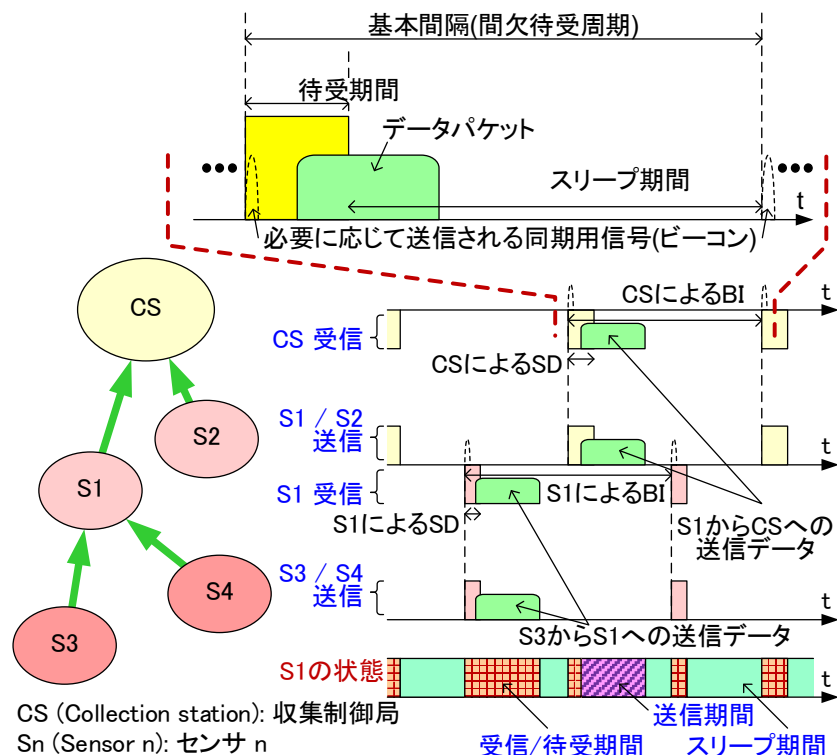


- 経路選択制御技術の実装評価中
- 無線メッシュの動作状態は、トポロジ表示ソフトにより確認、評価可能

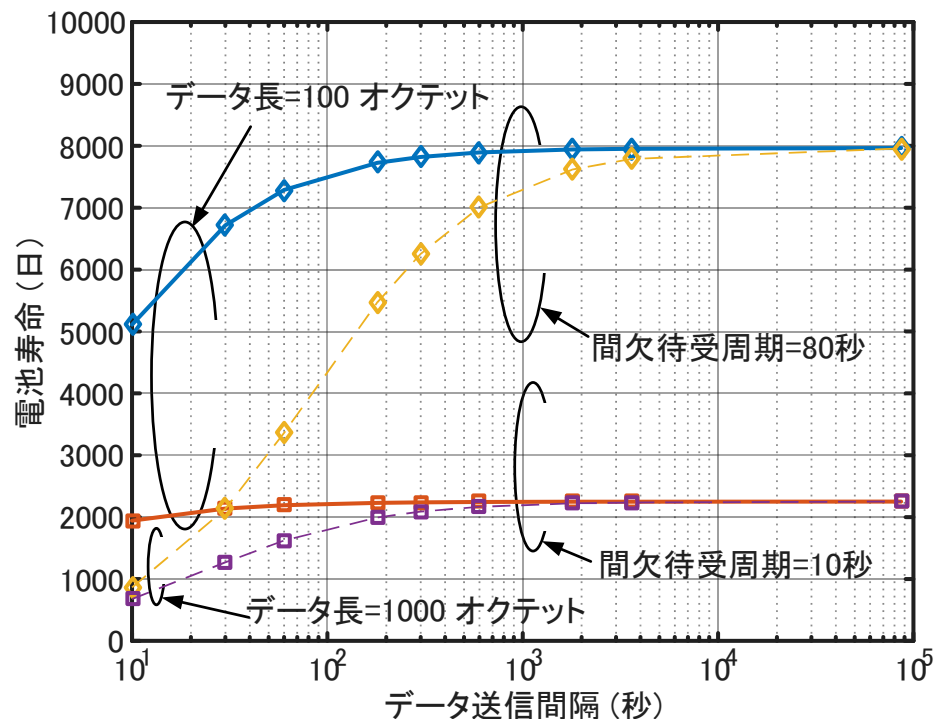


トポロジ表示結果

- IEEE 802.15.4eにて規定される省電力スーパ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

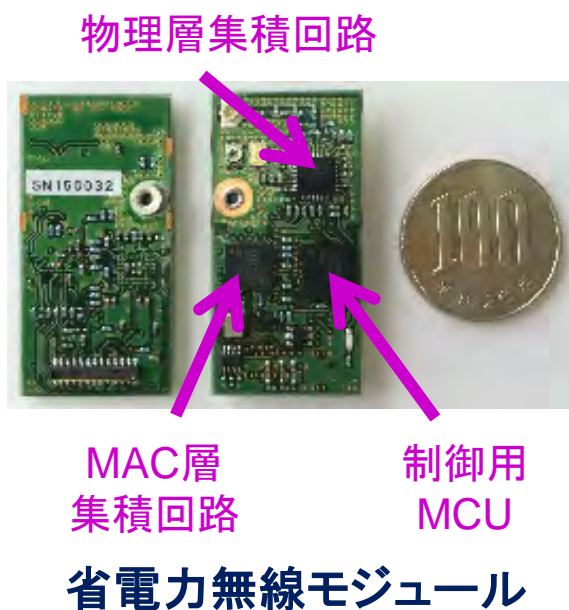


## 省電力マルチホップ通信の概要



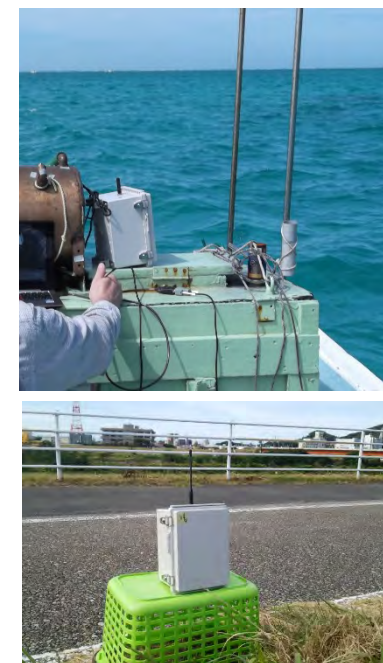
## 電池寿命の試算

- 主に屋外運用を想定し、スリープ動作を活用することで、電池駆動で10年以上の長期間動作を可能とする技術の検討・無線モジュール等装置開発・実証を行っている



サイズ	20mm × 40mm × 3mm
重量	4g
周波数	920.6MHz ~ 928MHz
低格出力	20mW
変調方式	2GFSK
伝送速度	50kbps、100kbps、200kbps
消費電流	アクティブ時: 50 mA、スリープ時: 30 $\mu$ A
インタフェース	シリアル

無線モジュール諸元



屋外伝送試験  
(海上・河川敷)

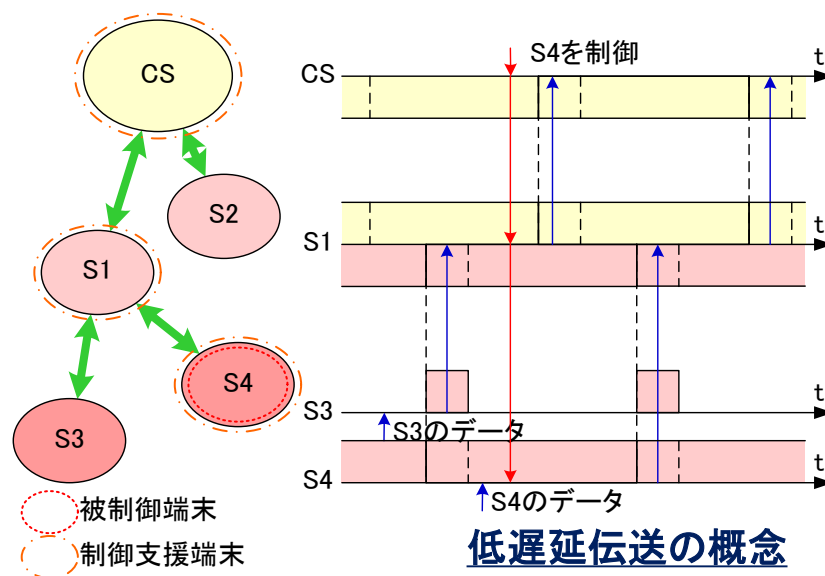
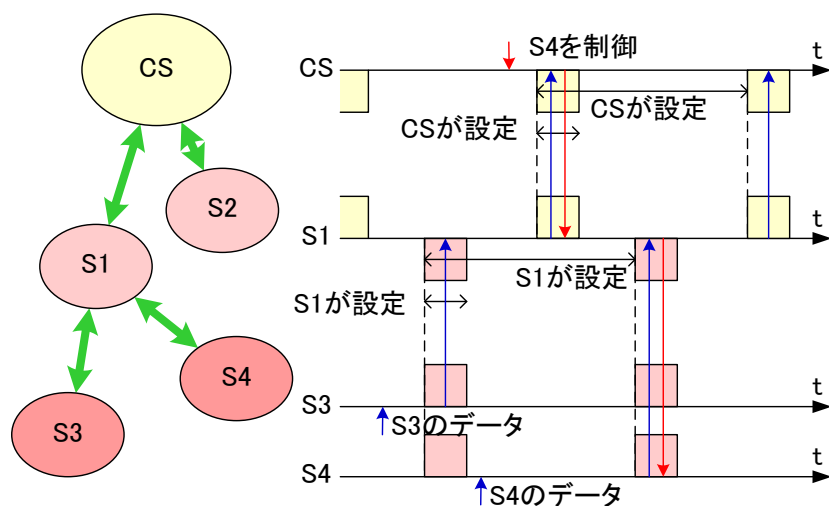
- 省電力Wi-SUN無線機を搭載したセンサブイによる、沖縄県南城市のもずく養殖場での漁業向けセンシングを実施中



Wi-SUN無線機搭載センサブイと設置の様子

センシング結果表示画面

- 様々な農業用機器に接続される無線機に関して、各機器における適切な省電力動作と低遅延伝送の実現を検討中



無線機の基本動作評価

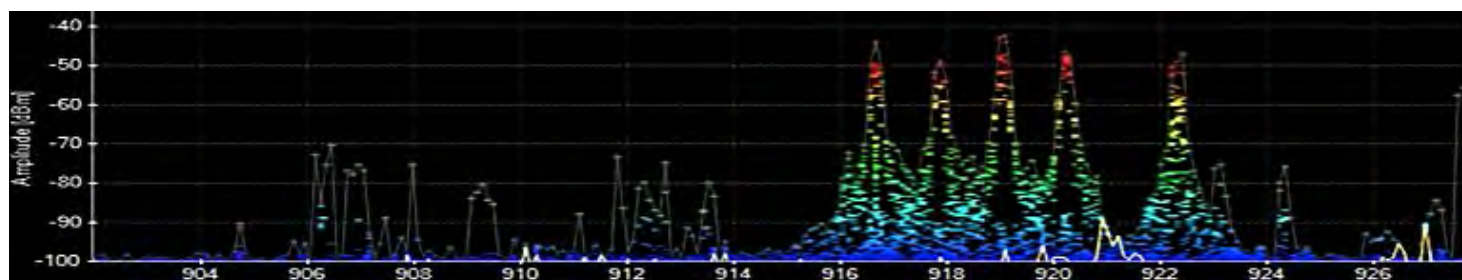
No.	Dest. Mac Address	Type	Send Time	Result
20	000CFE00012C	A	11:38:42	C.F.
21	000CFE00012A	A	11:38:42	C.F.
22	000CFE00012A	A	11:38:43	C.F.
23	000CFE00012C	B	11:38:46	C.F.
24	000CFE00012A	A	11:38:47	C.F.
25	000CFE00012C	D	11:38:47	C.F.
26	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
27	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
28	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
29	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
30	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
31	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
32	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
33	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
34	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
35	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
36	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
37	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
38	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
39	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
40	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
41	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
42	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
43	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
44	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
45	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.
46	000CFE00012C	D	11:38:48	C.F.

動作表示画面

- 工場内や、災害地等のSUN無線リンクの確保が困難なエリアで、各無線機が適切にメッシュ構造を構成し、確実にサービスエリアを確保できる技術を検討中
- SUNを含む複数の無線通信システムの適用形態のモデル化を検討中



工場内無線伝送試験



工場内無線通信利用状況の観測例 (920MHz)

- NICTは、国際標準規格Wi-SUNを主導的に策定し、同規格を含めるワイヤレスグリッドの円滑な社会展開を目指している
  - ▶ 近年注目を集めるIoT/M2M等の多様な無線システムに寄与
- 本講演では、基本無線システムであるスマートユーティリティネットワーク(SUN)の検討に始まる、Wi-SUNの社会展開に関するNICTの研究開発を紹介する
  - ▶ スマートメータ用無線SUNの概要
    - ▷ SUNの利用形態: 効率的なデータ収集(検針等)と制御。センサ・モニタにも応用可能
    - ▷ SUNの所要条件: 省電力動作、サービスエリア拡張等
  - ▶ NICTにおける研究開発
    - ▷ 省電力型マルチホップ通信の検討
    - ▷ SUN無線機の開発と実証試験
  - ▶ IEEE 802委員会における標準化
    - ▷ IEEE 802.15.4g/4eタスクグループにおいて2012年3月標準化終了
  - ▶ Wi-SUNアライアンスの設立
    - ▷ 規格認証団体Wi-SUNアライアンスの設立によるIEEE 802.15.4g無線機認証
  - ▶ Wi-SUN/ワイヤレスグリッドの将来展開
    - ▷ プロファイル・無線機実装の拡張
    - ▷ プロファイル多様化の概念

**ワイヤレスグリッドの国内展開に伴う、国内産業の活性化を目指す**