

横須賀市における ハイブリッドLPWAテストベッド計画と 防災利活用の検討

2018年6月21日
YRP研究開発推進協会
柘植 晃

第1部

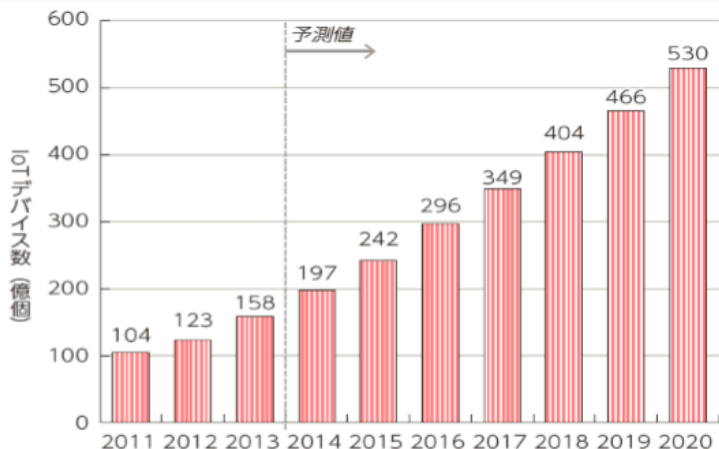
横須賀市における ハイブリッドLPWAテストベッド の取組みについて

1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

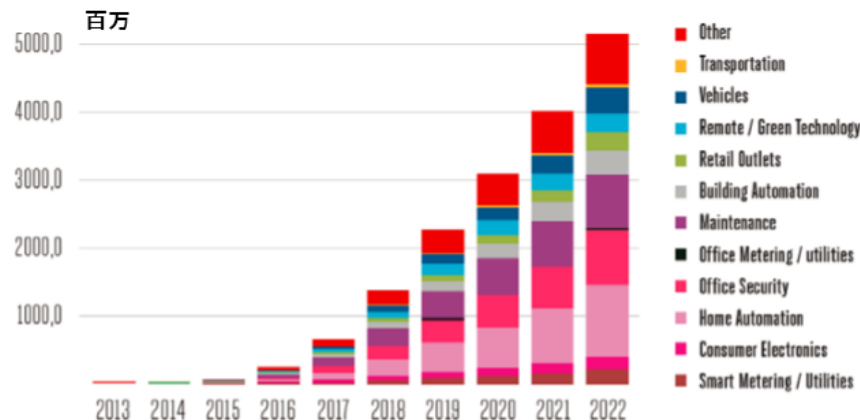
1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

ネットワークに接続される端末数の予測

ネットワークに接続される IoT端末／デバイス数がグローバルに急増



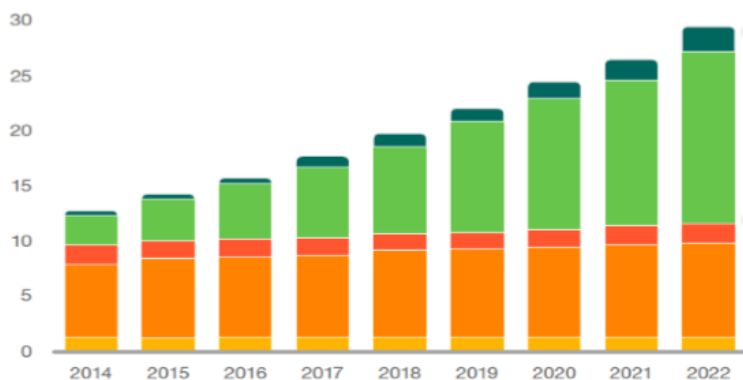
図：インターネットにつながるモノ(IoTデバイス)の数 (出典：平成27年版情報通信白書)



図：LPWA端末の接続数

出典：Mobile Internet of Things
Low Power Wide Area Connectivity
GSMA Industry Paper

ネットワークにつながる端末数単位：10億 (billions)



IoT端末の
成長が予測

| | 2016 | 2022 | CAGR (年平均成長率) |
|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Wide-area IoT | 0.4 | 2.1 | 30% |
| Short-range IoT | 5.2 | 16 | 20% |
| PC/laptop/tablet | 1.6 | 1.7 | 0% |
| Mobile phones | 7.3 | 8.6 | 3% |
| Fixed phones | 1.4 | 1.3 | 0% |
| Total | 16 billion | 29 billion | 10% |

図：ネットワークに接続される端末数の予測

出典：Ericsson Mobility Report (2016年11月)

出典：総務省 情報推進審議会 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/index.html

IoTにおけるワイヤレスセンサーネットワークの重要性 YRP Yokosuka Research Park



IoT システムのアプリケーションサービス



- 温度センサー
- 湿度センサー
- PM2.5センサー
- 風力センサー
- 土壌水分センサー
- 塩分濃度センサー
- 加速度センサー
- 圧力センサー
- 風力センサー
- 水位センサー
- 雨量センサー
- 震度センサー
- 傾斜センサー
- ワイヤーセンサー
- 人感センサー
- バイタルセンサー
- 放射能センサー
- phセンサー
- アンモニアセンサー

**あらゆるセンサー、機器をネットにつなげる
ワイヤレスセンサーネットワークの需要が拡大**



IoT システムのアプリケーションサービス

- 1日に何回か定期的ポーリング
- 積分値など分析データが必要
- データ量よりも距離優先
- 距離よりもデータ量優先
- モビリティ優先
- メッシュNWによるエリアカバー

- 温度センサー
- 湿度センサー
- PM2.5センサー
- 風力センサー
- 土壌水分センサー
- 塩分濃度センサー
- 加速度センサー
- 圧力センサー
- 風力センサー



- 水位センサー
- 雨量センサー
- 震度センサー
- 傾斜センサー
- ワイヤーセンサー
- 人感センサー
- バイタルセンサー
- 放射能センサー
- phセンサー
- アンモニアセンサー

- リアルタイム割り込み処理
- 超低レイテンシーリアルタイム処理
- セキュリティ優先
- コスト優先
- 電池寿命優先

アプリサービス分野、センサー種別によってワイヤレス方式への要件が異なる。

1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

LPWA 「どれくらい届くのか？」



| 名称 | SIGFOX (Ultra Narrow Band) | LoRaWAN | Wi-Fi HaLow | Wi-SUN | RPMA | Flexnet | NB-IoT |
|---------|--|---|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| 推進団体・企業 | 仏SIGFOX | LoRa Alliance | Wi-Fi Alliance | Wi-SUN Alliance | 米Ingenu (旧米On-Ramp Wireless) | 米Sensus | 3GPP |
| 電波免許 | 免許不要帯を利用 | | | | | 免許帯域を利用 | |
| 利用周波数帯 | サブGHz帯 (欧州868MHz、北米915MHz、日本920MHzなど) | | | | 2.4GHz帯 | 280MHz帯 | LTE帯域 |
| 通信速度 | 約100 ビット/秒 | 約250~50kビット/秒 | 約150kビット/秒 | 約50k~400kビット/秒 | 約40kビット/秒 | 約10kビット/秒 | 約100kビット/秒 |
| 最大伝搬距離 | 50km程度 | 15km程度 | 1km程度 | 1km程度 | 20km程度 | 20km程度 | 20km程度 |
| 備考 | 仕様はクローズ。SIGFOX、またはパートナー企業による通信サービスを提供するビジネスモデル | 仕様はオープン。誰もがネットワークを展開可能で、欧州や米国、ロシア、韓国でサービス開始 | 仕様はオープン。2018年頃からWi-Fi Allianceによる認証が始まる見込み | 仕様はオープン。日本のスマートメーター向け通信方式の一つとして採用 | 仕様はクローズ。プライベートネットワーク向け技術から、IoT向け通信サービス (Machine Networkという名称) の提供にビジネスモデルを転換 | 仕様はクローズ。欧州や米国でスマートメーター向け通信方式として採用 | 仕様はオープン。2016年6月に標準化が完了。2016年後半から携帯電話事業者を中心に採用が始まる見込み |

出典：日経IT Pro <https://goo.gl/GLjfqP>

| | 通信距離 |
|--------|-------------------|
| Sigfox | 50km程度？ 数10km？ |
| LoRa | 15km程度？ 数km？ |
| Wi-SUN | 1km程度？ |

- 条件によって全く異なる。
- きちんとした評価が必要

1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
- 3. 電波伝搬特性によるモデル化**
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

- 電波がどれくらい届くかは重要な問題だが、条件に大きく依存し、予測することは難しい。
- 携帯電話システムでは、伝搬特性をモデル化して統計的に推定している。
- その手法をLPWAに適用し、誰でもある程度の推定を出来るようにする。

※ YRP協会 WSN協議会 通信基盤部会長 電気通信大学 中嶋教授
「IoTを支える無線技術の特徴と比較」より

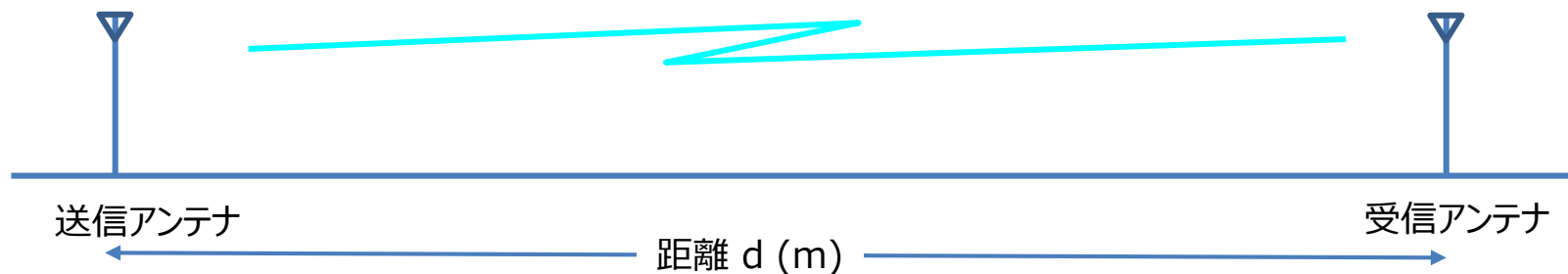
無線通信の基本的性質

アンテナ利得 G_a (dBi)

送信電力 P_T (dBm)

アンテナ利得 G_b (dBi)

受信電力(受信感度) P_R (dBm)



d B表現 P_R (dBm) = G_a (dBi) - 伝搬損失(dB) + G_b (dBi) + P_T (dBm)

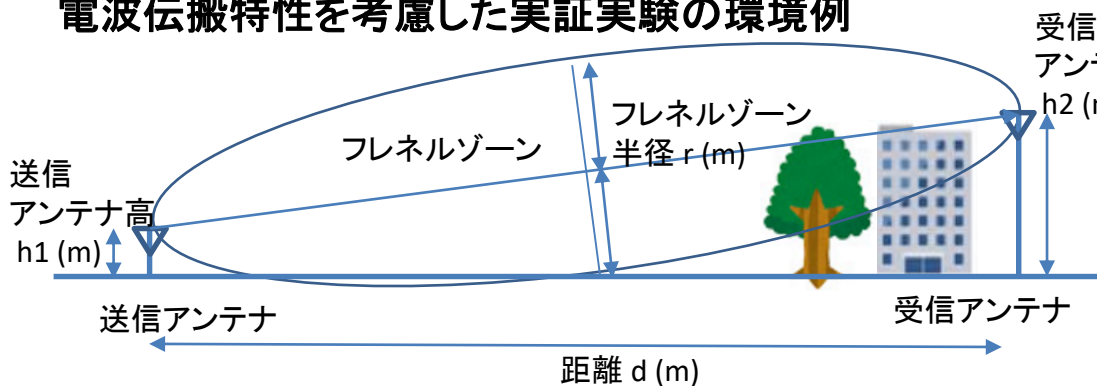
真値 (電力) 表現 $P_R = G_a \times G_b \times P_T / (4\pi d / \lambda)^2$

| | | |
|-------------|-------------------------------------|--|
| 受信感度 | 帯域幅に反比例 通信速度にほぼ反比例 | ウルトラナローバンドの Sigfoxは有利 (通信速度は遅い 100bps) |
| 通信距離 | 周波数に反比例 送信出力の二乗に比例 受信感度の二乗の比例 | 2.4GHz (Zig-Bee, Bluetooth, Wi-Fi)に 対して920MHz (LPWA) は 2.6倍 届く。 |

※ YRP協会 WSN協議会 通信基盤部会長 電気通信大学 中嶋教授
「IoTを支える無線技術の特徴と比較」より

フレネルゾーン内に出来るだけ障害物がない時に最大効率で送信できる。

電波伝搬特性を考慮した実証実験の環境例

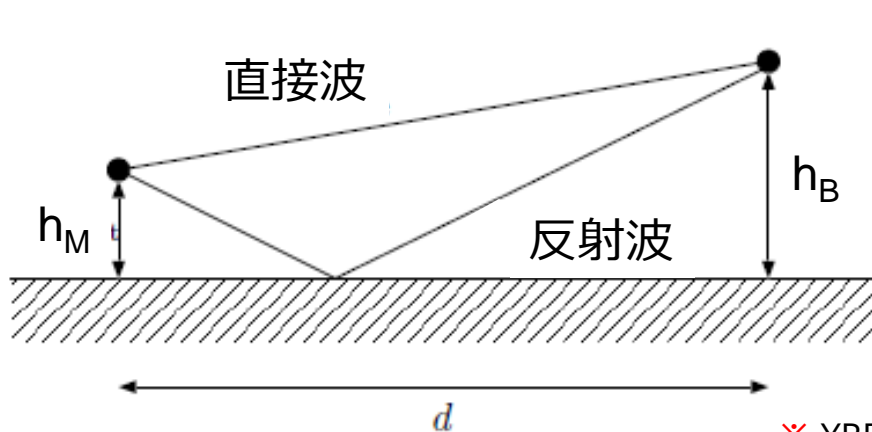


サブギガ帯（920MHzなど）の場合

| | | 距離とフレネル半径の関係 | | | | |
|--------------|------|--------------|------|------|-------|--|
| 距離 d (m) | 100 | 300 | 500 | 700 | 1,000 | |
| フレネル半径 r (m) | 2.85 | 4.94 | 6.37 | 7.54 | 9.01 | |

※YRP研究開発推進協会 WSN協議会の資料から
<http://www.yrp.co.jp/yrprdc/wsn/index.html>

2波モデル 距離が遠くなるほど反射波がほぼ等振幅・逆相となり主波を打ち消す。



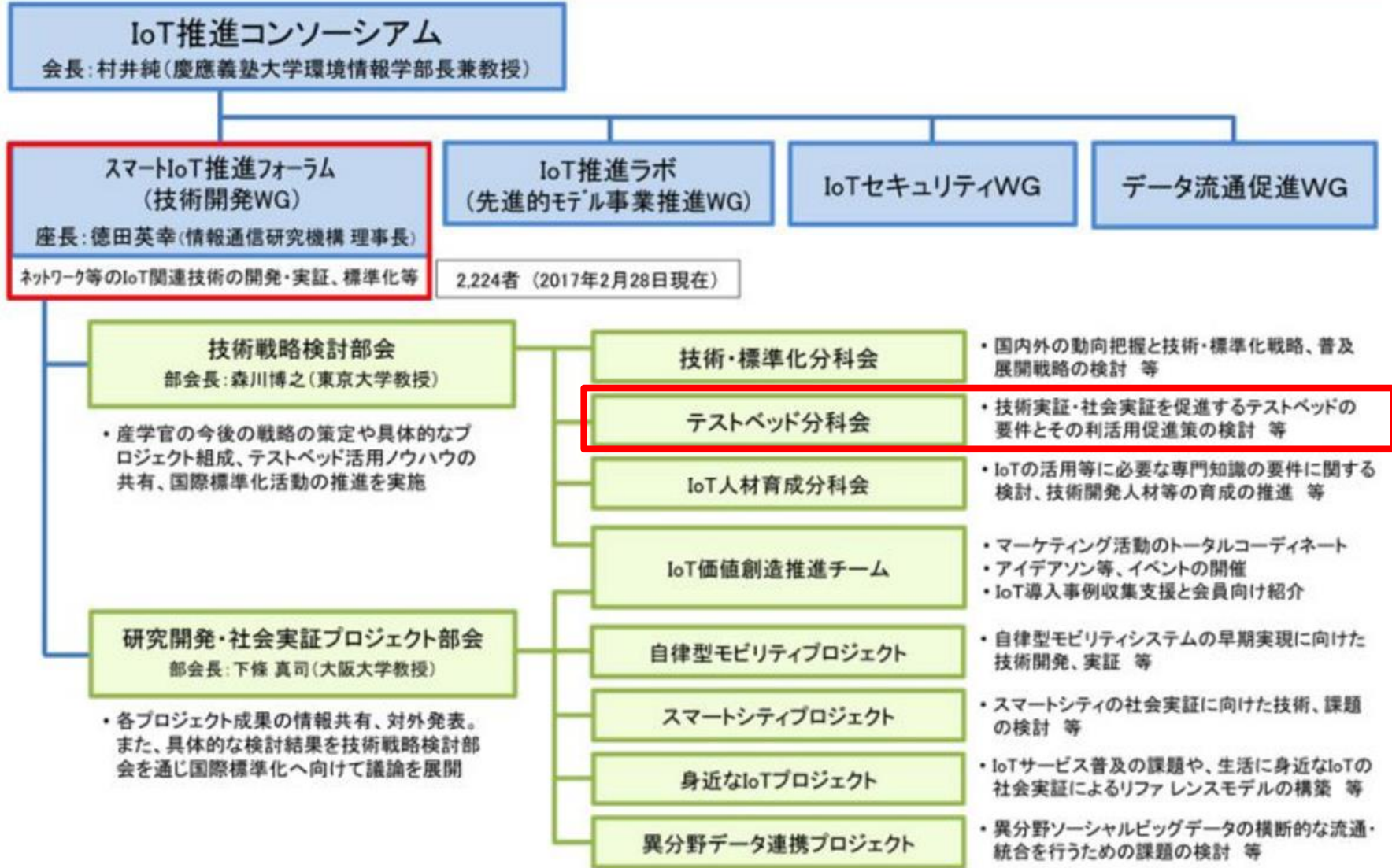
$$P_R = G_B G_M \left[\frac{h_B h_M}{d^2} \right]^2 \left[\frac{40}{f} \right]^2 P_T$$

- P_{R50} = 受信電力50%値(W)
- P_T = 送信電力(W)
- G_B = 送信アンテナ利得
- G_M = 受信アンテナ利得
- h_B = 送信アンテナ高(m)
- h_M = 受信アンテナ高(m)
- d = 送受信間距離(m)
- f = 周波数(MHz)

※ YRP協会 WSN協議会 通信基盤部会長 電気通信大学 中嶋教授
 「IoTを支える無線技術の特徴と比較」より

1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. **スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み**
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

スマートIoT推進フォーラムの体制図



| 日時 | 会議 | 内容 |
|----------------------|-----------------------------|--|
| 2016年12月6日 ～7月12日 | 第1回コアメンバー会議 ～第4回コアメンバー会議 | YRP協会/WSN協議会の活動紹介、LPWAベンチマーク、LPWAテストベッドの基本要件検討、民間で出来ないこと |
| 2017年8月30日 | 第5回コアメンバー会議 | フォーラムとYRPが連携して横須賀市におけるLPWAテストベッド構築について提案 |
| 2017年9月27日 | 第3回テストベッド分科会 | 横須賀市におけるLPWAテストベッド検討紹介 |
| 2017年10月30日 | 第6回コアメンバー会議 | 各社様との基地局設置現場検討報告および今後の検討課題について |
| 2017年12月4日 | 第7回コアメンバー会議 | LPWAテストベッド運用体制の検討骨子提案 |
| 2018年1月24日 | 第8回コアメンバー会議 | LPWAテストベッド運用体制の具体検討案提案 |
| 2018年2月21日 | 第4回テストベッド分科会 | 横須賀市におけるLPWAテストベッド運用開始に向けた検討状況紹介 |
| 2018年3月9日 | 報道発表 | 4月から横須賀市においてハイブリッドLPWAテストベッドスタートのアナウンス |
| 2018年4月18日 | LPWAテストベッドWG | 横須賀市におけるLPWAテストベッド運用開始に向けた今までの検討状況および今年度の今後の取組みについて |
| 2018年5月21日 | 第9回コアメンバー会議 | 横須賀市におけるLPWAテストベッド運用開始に向けた状況報告 および 今年度の今後の取組みについて |
| 2018年5月 23日～25日 | 基地局工事 | 横須賀市役所とYRP屋上に ハイブリッドLPWA基地局設置 |

1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. **横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み**
6. 今後の取組み
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

2018年3月9日に報道発表



※横須賀市におけるハイブリッドLPWAテストベッドの構築と利用開始について

<http://www.nict.go.jp/info/topics/2018/03/180309-1.html>



Home > お知らせ&イベント > お知らせ > 横須賀市におけるハイブリッドLPWAテストベッドの構築と利用開始について



横須賀市におけるハイブリッドLPWAテストベッドの構築と利用開始について

～Sigfox、LoRa、Wi-SUNの3方式が同時に使えるテストベッド～

2018年3月9日

国立研究開発法人情報通信研究機構
スマートIoT推進フォーラム 技術戦略検討部会 テストベッド分科会
YRP研究開発推進協会 WSN協議会
株式会社横須賀テレコムリサーチパーク
横須賀市
京セラコミュニケーションシステム株式会社
さくらインターネット株式会社
アンリツエンジニアリング株式会社

お知らせ

- 2018年
- 2017年
- 2016年
- 2015年
- 2014年
- 2013年
- 2012年
- 2011年
- 2009年

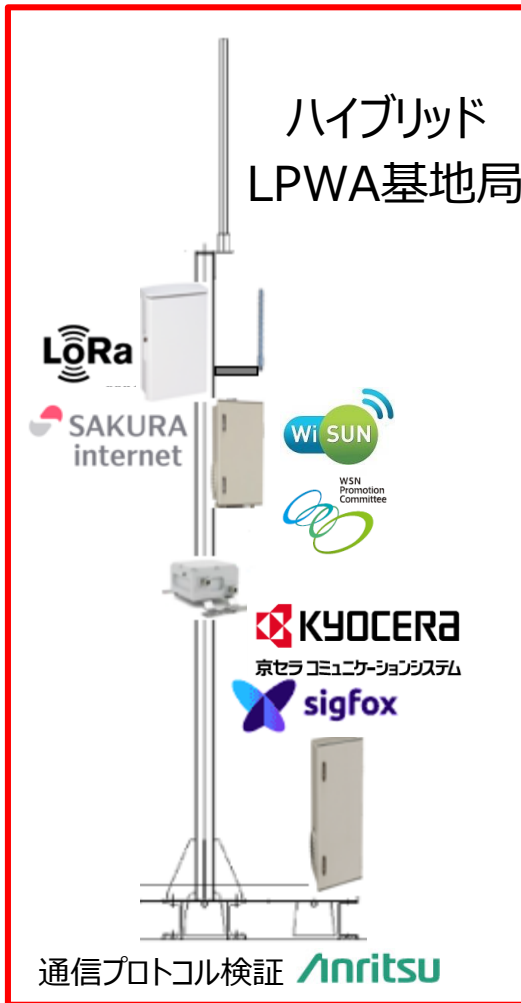
YRPを中心に市内複数個所に「ハイブリッドLPWA基地局」を設置

市街地エリア

- ・横須賀市役所
- ・久里浜駅、YRP野比駅、衣笠周辺

起伏帯エリア

- ・YRP
- ・横須賀市ドローンフィールド



YRPセンター屋上と横須賀市役所屋上に 「ハイブリッドLPWA基地局」を設置

YRPセンター屋上

横須賀市役所屋上



ハイブリッドLPWAテストベッド

市街地、起伏エリアなど全く同一条件で複数方式の通信実験が可能

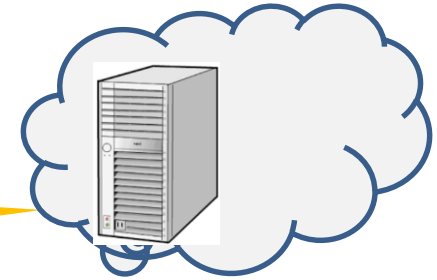


ハイブリッドLPWA
テストベッド基地局

横須賀市
ドローンフィールド



クラウドサービス



エッジコンピューティング
ハイブリッドクラウド検討



センサーデータ取得
IoTアプリケーション検証



通信距離、通信速度検証

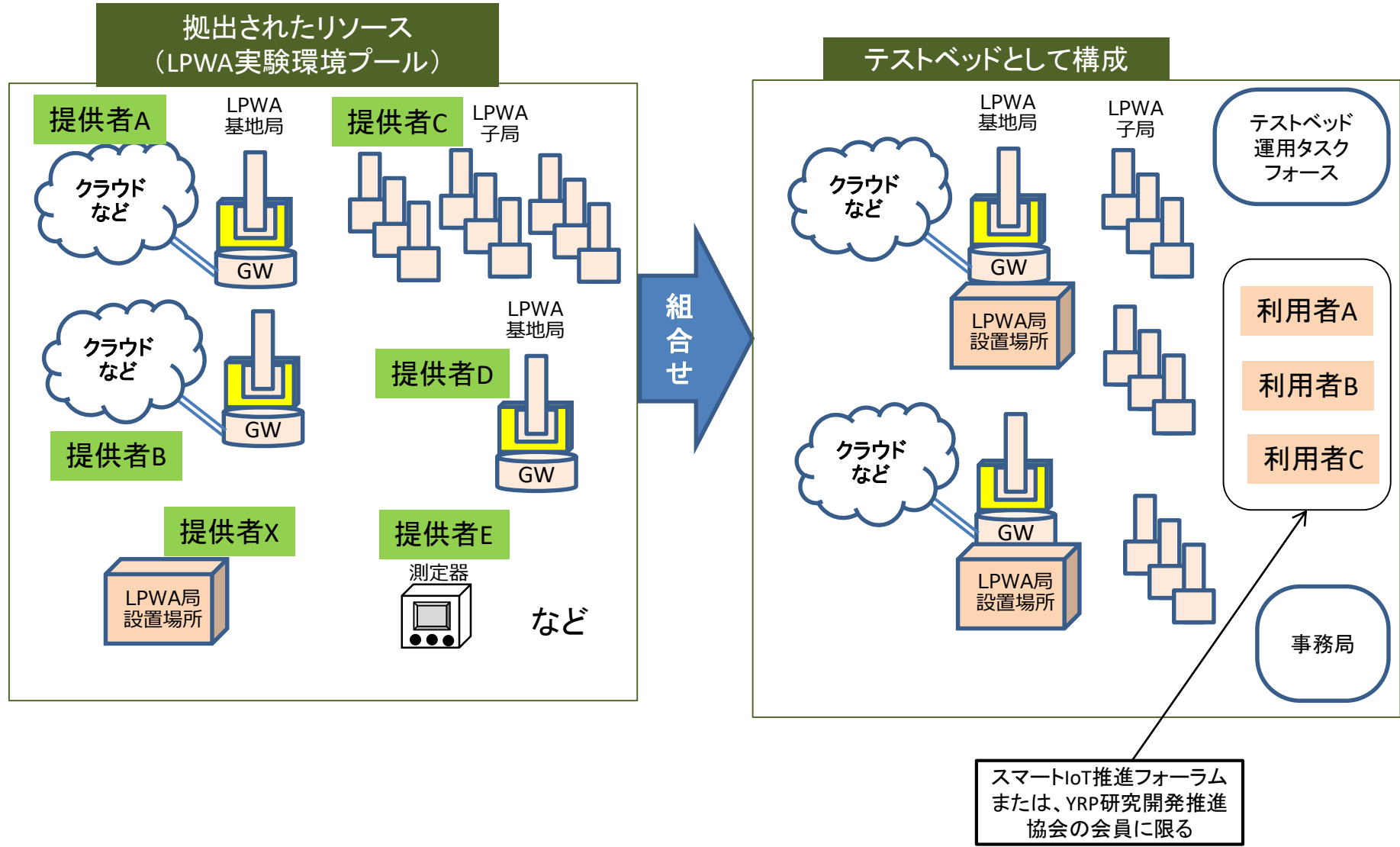
通信プロトコル検証 Anritsu

※横須賀市におけるハイブリッドLPWAテストベッドの構築と利用開始について

<http://www.nict.go.jp/info/topics/2018/03/180309-1.html>

LPWAテストベッド運用の考え方

ハイブリッドLPWAテストベッド運用の基本的な考え方（案）



テストベッド環境 全体概要

ハイブリッドLPWAテストベッドの利用者に以下の環境を提供。
 その他必要な環境、デバイスなどは利用者の持ち込みを歓迎。

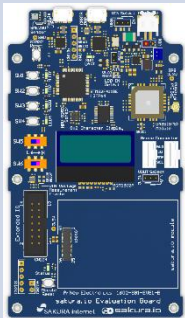

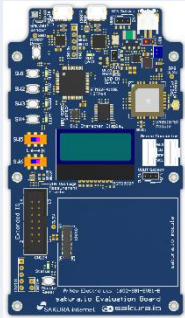


| 分類 | サービス概要 |
|--|---|
| <p>クラウド環境</p> | <p>LPWAテストベッド用にクラウド利用ID環境を提供</p> |
| <p>基地局環境</p>  | <p>今後参加者の要望に応じて設置場所、設置方式を拡大</p> |
| <p>子機デバイス環境</p>  | <p>標準センサー型 温湿度、気圧など標準のセンサーを用いたデータ取得が可能</p>  <p>センサー持込型 接続したいセンサーを持込んで接続が可能 (一定の開発が必要)</p>  |
| <p>測定環境・ツール環境</p> | <p>簡易RFモニターからプロトコルモニタなどの測定環境を利用可能</p>  |

STEP1 (1) Sigfox子機デバイス環境


1. 標準センサー型 すぐに接続実験をされたい利用者向け
2. センサー持込型 一定の開発環境が必要な利用者向け

| 種類 | 内容 | |
|--|---|---|
| <p>標準センサー型 まずはすぐに接続 実験が可能</p> | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Sens'it</p> <p>プログラミングなどは不要ですぐに使えるキットです。温湿度、加速度、磁気、照度、振動検知センサーが搭載されています。標準で各種データが閲覧できるGUIページが用意されています。</p> <p>https://soracom.jp/products/sigfox/sensit/</p> </div> </div> | |
| <p>センサー持込型 特定のセンサーデ バイスの接続など 一定の開発が可 能な環境</p> | <p style="text-align: center;">Arduino開発ボード Uno R3</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">https://www.switch-science.com/catalog/789/</p> <p>汎用の開発ボード。簡単なプログラミングで様々なデバイスの試作品を作成することが可能です。</p> | <p style="text-align: center;">Sigfox Shield for Arduino</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">https://www.switch-science.com/catalog/3354/</p> <p>Arduino用のSigfox通信モジュールがついたshieldです。加速度センサー、温湿度・気圧センサーが標準搭載されています。これをArduinoボードへ接続することでセンサーデータをSigfox通信でハイブリッドLPWA基地局へ送信することができます。</p> |

1. 標準センサー型 すぐに接続実験をされたい利用者向け
2. センサー持込型 一定の開発環境が必要な利用者向け




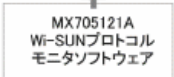
| 種類 | 内容 | |
|--|--|--|
| <p>標準センサー型 まずはすぐに接続 実験が可能</p> | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  +  </div> <p>LoRaモジュール+エバリュエーションボード</p> <p>マイコン・温湿度・気圧・9軸センサ・GPS 搭載の検証用ボードとLoRaモジュールです。 エバリュエーションボードに搭載されているS TM32マイコンにプログラムを書き込むことで 各種センサで取得したデータをLoRaで送信可能です。</p> | |
| <p>センサー持込型 特定のセンサーデ バイスの接続など 一定の開発が可 能な環境</p> | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin: 0 20px;">  <p>LTEモジュール</p> </div> <div style="margin: 0 20px;">  <p>LoRaモジュール</p> </div> </div> <p>エバリュエーションボード</p> <p>トライアルキットでできる事に加え、LTEモジュールが付属していま す。 プログラムには互換性があるため、LoRaモジュールで送信できな いと言った場合、LTEモジュールに差し替えるだけでLTE経由で データを送信することができます。無線通信方式の差異検証や プログラムデバッグ等にご活用頂けます。</p> | |

- 1. 標準センサー型 すぐに接続実験をされたい利用者向け
- 2. センサー持込型 一定の開発環境が必要な利用者向け

| 種類 | 内容 |
|---|---|
| <p>標準センサー型 まずはすぐに接続実験が可能</p> | <p style="text-align: center;">検討中</p> |
| <p>センサー持込型 特定のセンサーデバイスの接続など一定の開発が可能な環境</p> | <p style="text-align: center;"> OpenBlocks VX2 + Wi-SUNモジュール </p> <div data-bbox="937 872 1136 1053" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"> https://openblocks.plathome.co.jp/products/obs_iot/vx2/ </p> <p style="text-align: center;">汎用の開発用IoTGW。簡単なプログラミングで様々なデバイスの試作品を作成することが可能です。</p> |

STEP1 測定環境・ツール環境 (1/2)

1. 簡易RFモニター 簡易にRFモニタ可能なハンディタイプモニタ
2. 測定環境/ツール デバイス間の通信トラフィックをリアルタイムにプロトコル解析

| 種類 | 内容 |
|--------------------------|--|
| <p>簡易RFモニター</p> | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div> <p>ARN-7010</p> <p>ハンディタイプのサブギガ帯と2.4GHz帯の簡易RFモニターです。USB経由でPCモニター可能です。</p> </div> </div> |
| <p>測定環境 プロトコルモニタ</p> | <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>CE7052A プロトコルモニタセット</p>  <p style="text-align: center;">Wireshark</p> </div> <div style="margin-right: 20px;">  <p style="text-align: center;">CN7308A Wi-SUNプロトコル モニタユニット</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>+</p> </div> <div>  <p style="text-align: center;">MX705121A Wi-SUNプロトコル モニタソフトウェア</p> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">プロトコルモニタユニットとプロトコルソフトウェアを使用して、Wi-SUNデバイス間の通信トラフィックをリアルタイムにプロトコル解析することができます。</p> |

2. 測定環境/ツール

| 分類 | 品番 | 概要 | |
|-----------------------------|--------------------------------|---|---|
| ワイヤレス コミュニケーション アナライザ | テクトロニクス WCA380 | RF信号を分析する8GHz ダウンコンバータを搭載した ワイヤレスコミュニケーションアナライザ |  |
| ネットワーク アナライザ | アドバンテスト R3767CG/R3 765CG | スペクトル ネットワークアナライザ 測定範囲 300Hz~8GHz |  |
| | ローデシュワルツ ZVL3 | 測定範囲 ~3GHz |  |
| 信号発生器 | アジレント E8241A | パフォーマンス シグナルジェネレータ |  |
| その他 | | オシロスコープ、可変アッテネータ、固定アッテネータ、 SMAケーブル、 920MHz帯アンテナ | |

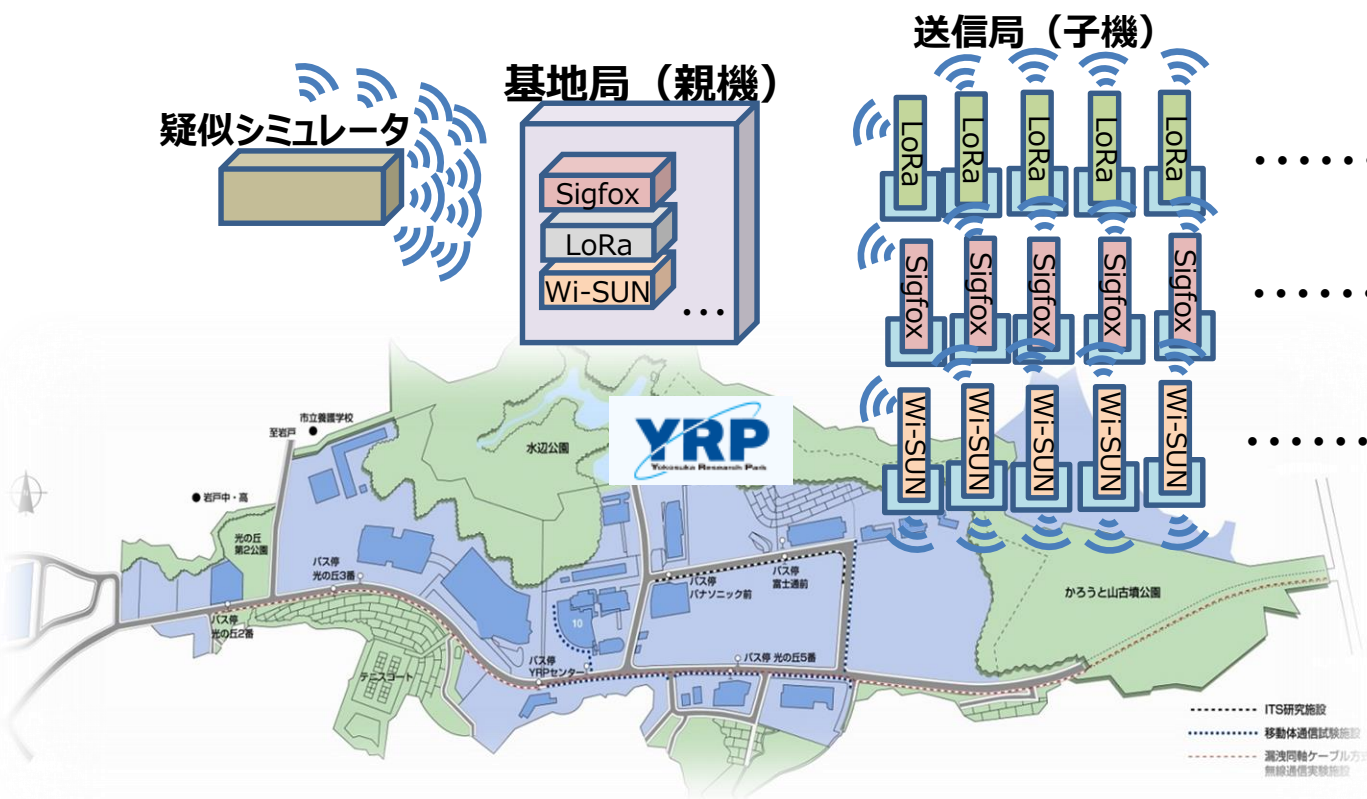
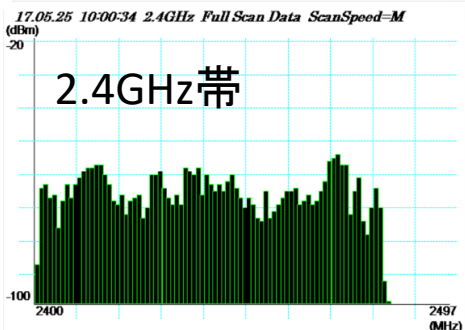
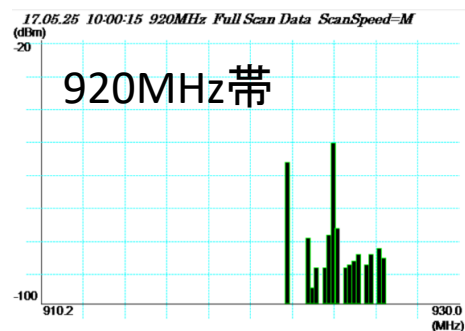
1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. **今後の取組み**
7. ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

今後の展開に向けての検討項目案から、今年度の目標設定を議論

| 分類 | 項目 | 要検討項目 |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|
| STEP1 環境拡大検討 | LPWA方式拡大 | LPWA各社様のご参加 |
| | ハイブリッド基地局設置拡大 | 設置場所候補検討 |
| | 子機デバイス拡大 | 機材確保 |
| | 耐混信・干渉シミュレーション環境 | 実験場所検討 |
| | 多数接続環境 | 実験環境検討 |
| IoT他システム連携 | ドローンフィールド実証連携 | IoT推進他団体様との連携 |
| | 地域BWA連携 | IoT推進他団体様との連携 |
| STEP2 環境検討 | ハイブリッドセンサーネットワーク環境 | ハイブリッドセンサーネットワークAPI検討 |
| | リモートテスト環境 | 環境構築検討 |
| IoTユースケース実証 | 病院、学校、防災、交通など具体的なユースケース実証現場の提供 | 自治体連携 |
| その他 | | |

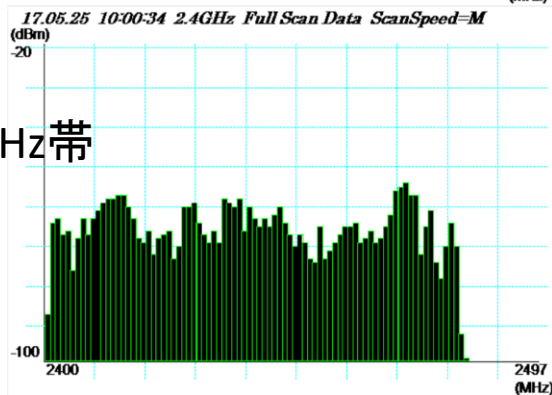
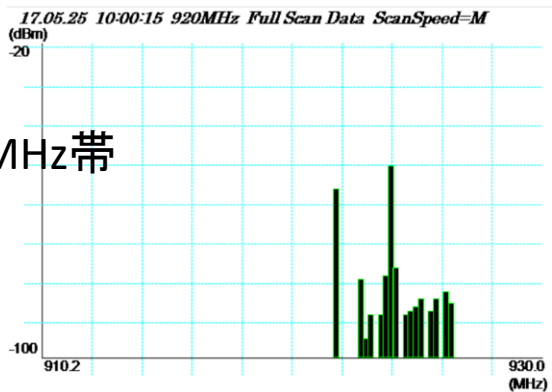
多数のサブギガ帯送信機の混信、干渉検証環境

- 各方式の子機を多数設置、または疑似シミュレータ環境を用意し、サブギガ帯の同一周波数帯の複数方式の送信機を多数配置したときの混信、干渉の検証環境
- 電波暗室内の法定外環境検証（屋外電波特区も検討）

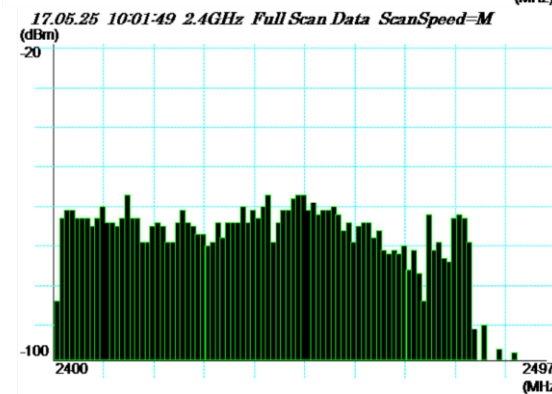
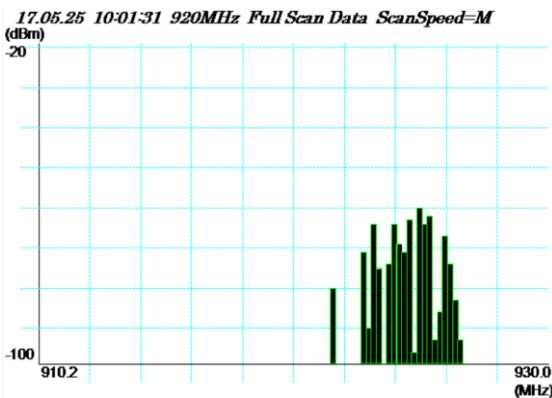


展示会場などでの実測例

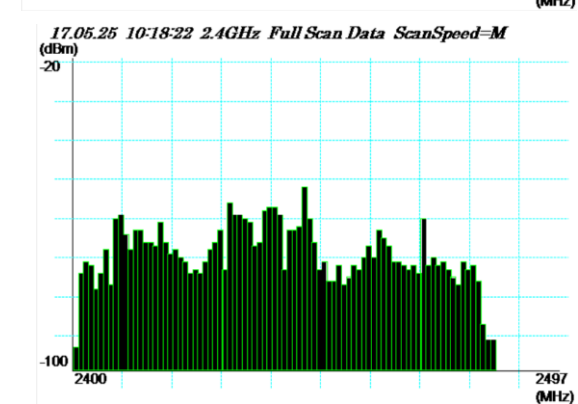
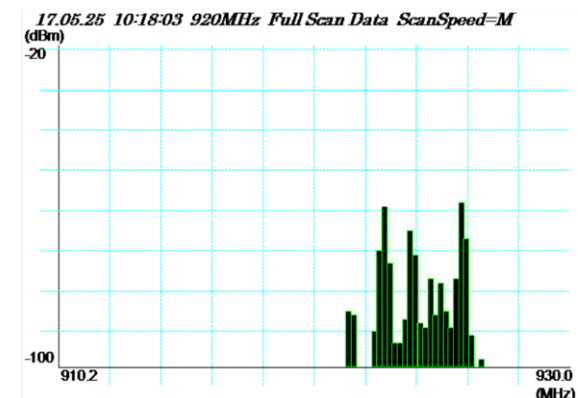
12 LoRa, Sigfoxブース



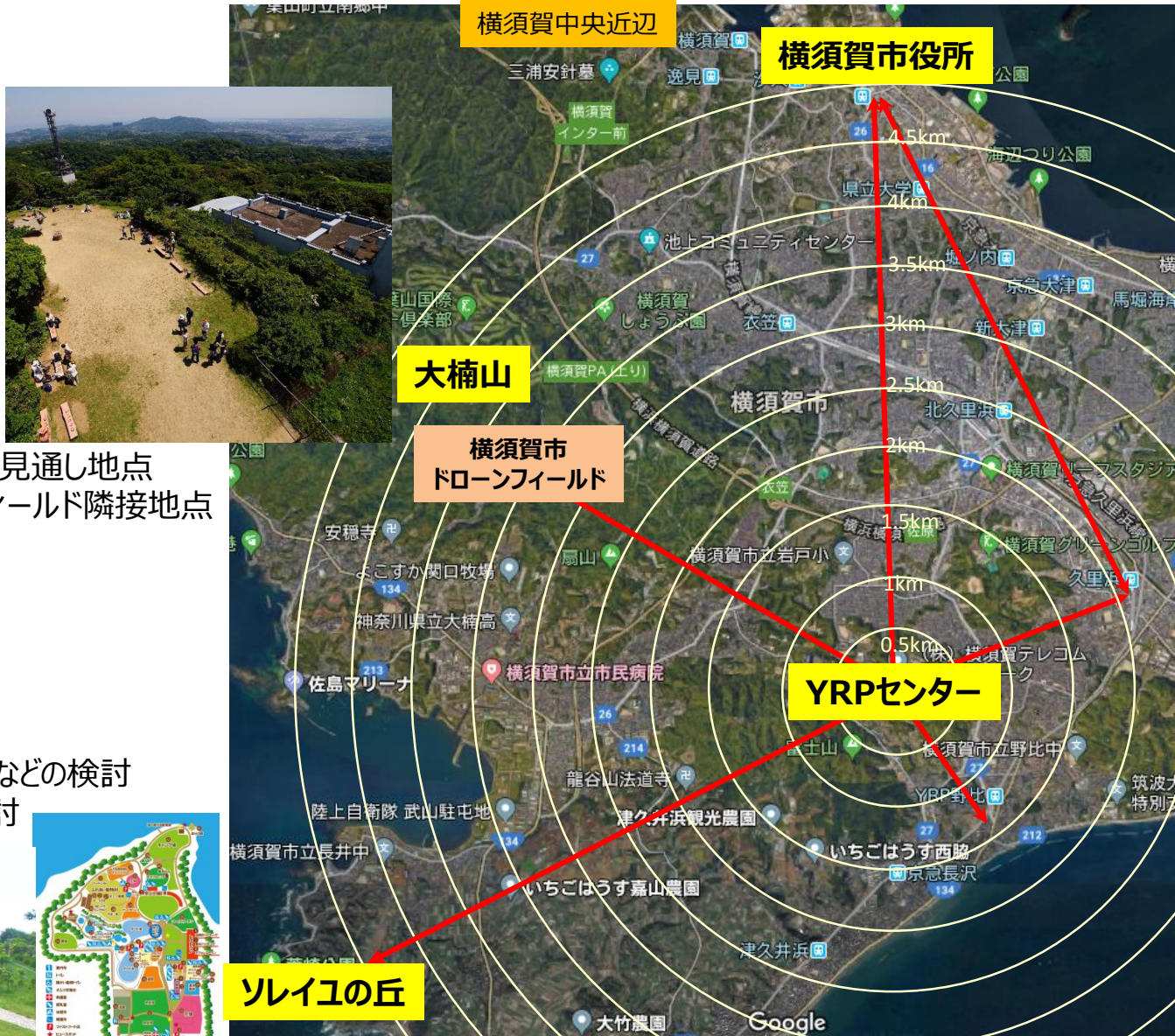
14 Wi-SUN Allianceブース



19 NICTブース



次期基地局設置場所の検討（案）



三浦半島見通し地点
ドローンフィールド隣接地点

テーマパークにおける実証などの検討
農業IoTの実証などの検討



クラウド連携／ハイブリッドセンサーネットワークサービス

各クラウドサービス間で連携／仮想化されたハイブリッドセンサーネットワークサービスレイヤを構築

アプリケーションサービス レイヤ



ハイブリッドセンサーネットワークサービス

KYOCERA
sigfox クラウド

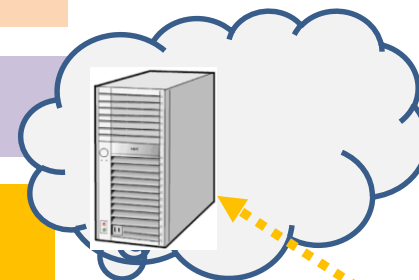
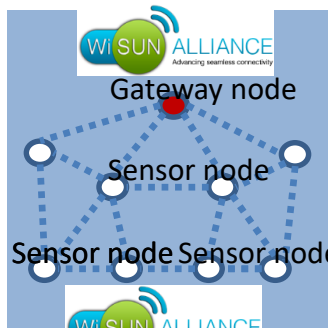
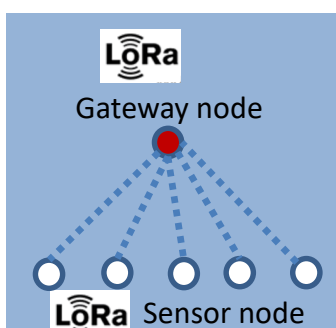
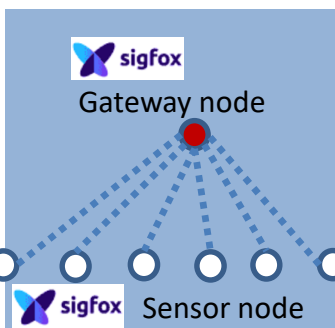
SAKURA internet
sakura.io クラウド

クラウド
NICTクラウド

3G/
lte

lte 閉域網

3G/
lte



.....



アプリケーションからは
仮想化されたセンサーネットワーク
I/Fとしてアクセス可能

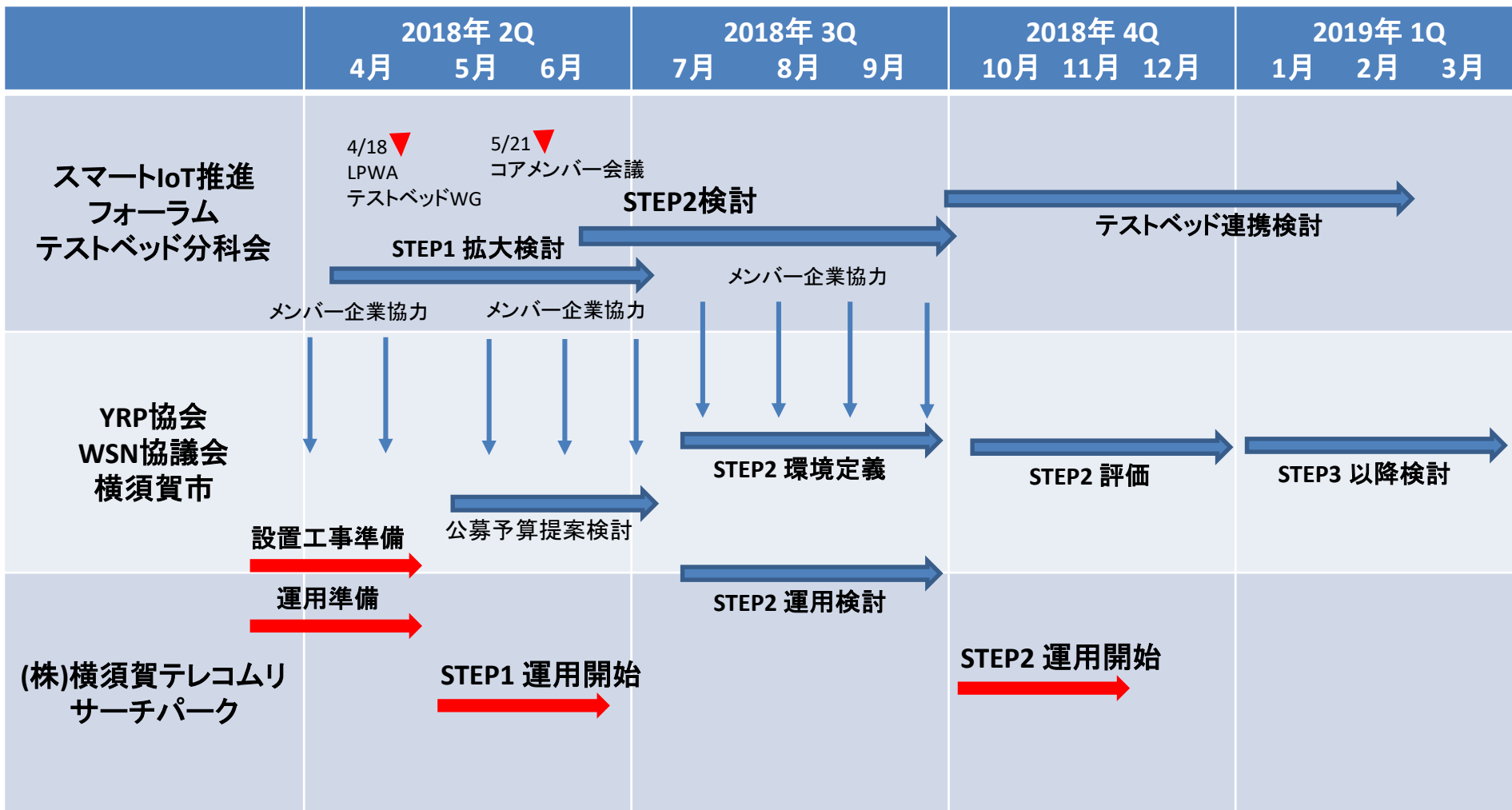
エッジコンピューティング
ハイブリッドクラウド検討



今後の推進スケジュール (案)

STEP1運用拡大の検討 (基地局、子機、干渉測定環境など)

STEP2環境の検討 (ハイブリッドセンサーネットワーク・クラウドサービスなど)



LoRaWAN、Sigfoxなど単一のLPWA方式をベースにした取組み

| 名称 | 概要 | 推進団体 |
|---|---|--------------------------|
| Fukuoka City LoRaWAN http://www.city.fukuoka.lg.jp/keizai/kagakugijutsu/business/lorawan.html | 誰もが利用可能な実証環境を市内広域に構築。利用者は無償でLoRaネットワークを利用して実証実験が可能 | 福岡市 NTTネオメイト |
| IoT(LPWA)プラットフォームを活用した実証実験 http://www.city.fujieda.shizuoka.jp/boshu/1496191592605.html | 藤枝市におけるIoT(LoRaWAN)プラットフォームを実証フィールドとして提供。実証実験の実施事業者を公募。補助金交付(1/2以内で200万円を限度)。7月末で8件決定。 | 藤枝市 ソフトバンク |
| 「どこでもオープンにつながる街」実現に向けた大規模LoRaWANハッカソン http://uhuru.co.jp/information/20170509-2/ | 伊那市は20年前にADSL導入実験を国内初実施したこともあり、LPWAの一つであるLoRaWAN技術を付加することで日本最大の「IoTテストベッドシティ」とすべく活動 | ウフル ソラコム 伊那市 |
| AI/IoTを活用した次世代施設園芸システムの確立に向けたテストベッド http://www.kccs.co.jp/release/2017/1010-2/ | 総務省のH28年度IoTテストベッド事業として採択された事業として次世代施設園芸システムの確立に向け、栽培や生産管理などでのAI/IoT活用を実証する農的空間を整備したテストベッドを設置 | ヤンマー 京セラコミュニケーションシステム |
| 柏の葉IoTハッカソン http://senseway.net/iot-hackathon/ | 東京・本郷～柏～つくば地域を結び、柏の葉キャンパスを中心に最大規模のIoTハッカソンを開催。IoTを核にした地域振興プロジェクト | センスウェイ |

■ BWA（広帯域移動無線アクセス）システムの特徴

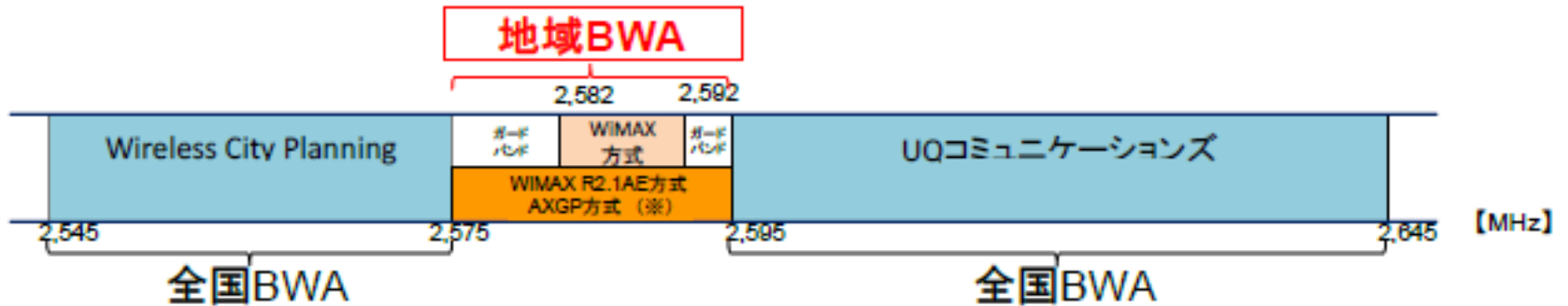
- 無線通信技術として、国際的な標準規格であるWiMAXやAXGPを利用。
- 固定光回線並みの高速通信（下り最大220Mbps※）が実現可能。
- 1つの基地局で広域をカバー可能（半径2～3Km）。

（※） 20MHz幅システムで4×4MIMOを使用した場合。



■ BWA（広帯域移動無線アクセス）システムとして、平成19年に以下の2つの区分が制度化。

- 全国BWA：日本全国において公衆向け高速データ通信を行うサービス
- 地域BWA：市町村においてデジタル・ディバイドの解消、地域の公共サービス向上等に資する高速データ通信を行うサービス



※ 国際的な標準化プロジェクトである3GPPによって策定された『TDD-LTE』と互換性のある方式

※地域BWA制度の概要 - 電波利用ホームページ - 総務省
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/area_bwa/002.pdf

ケーブル業界との連携検討参考 地域BWA制度の利活用イメージ

- ・ 地域BWAを活用した地域の公共の福祉の増進に寄与するサービス計画を有する等の要件を満たす者に対し、総務省が審査の上、当該地域における地域BWAの無線局免許を付与します。
- ・ 免許を付与された地域BWA事業者は、市町村と連携してサービス計画を確実に実施していくことが期待されます。



【想定されるサービス計画例】

- ・ 地域の防災情報、気象情報、交通情報、防犯情報その他の情報を広く住民に提供するためのサービス
- ・ 地域の商工組織、教育機関、学術研究機関、医療機関等が提供するサービスであって、広く住民に提供するためのもの
- ・ サービスが十分に提供されていない地域へのインターネット接続サービス
- ・ 上記以外の地域の公共の福祉の増進に寄与するサービスであって、広く住民に提供するためのもの

※地域BWA制度の概要 - 電波利用ホームページ - 総務省
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/area_bwa/002.pdf

YRPのドローンフィールドにての試験で得た知見

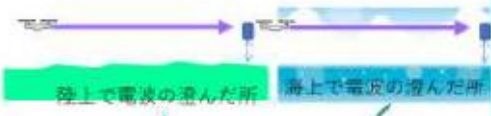


- ① 離島・山間での、特定地点でのアプリ活用に使える。
(離陸地点、計測やI/O利用地点)
- ② 250mまでであれば、64byte程度の制御情報の通信の2重通信目に使えそう
(LPWAで基礎的通信。制御の2重通信化には、Wi-Fiも近距離では候補にできる)

- ③ 地上2m程度で、250mの距離で5Mbpsのリンク速度での同期通信が確認できた。
- ④ 512byteのping試験100で、250mのところで、6回のUDP_PKT落ちが、確認できた。アプリ通信では、250m程度までは使えそう。(再送可で救える範囲)

26日の計測結果

アプリをになう、2.4G帯通信は、250mまで離島の海上などで使えそう。



64byte Ping 4回はどの地点もOKだったが、512byteは、250m地点で6%のロス

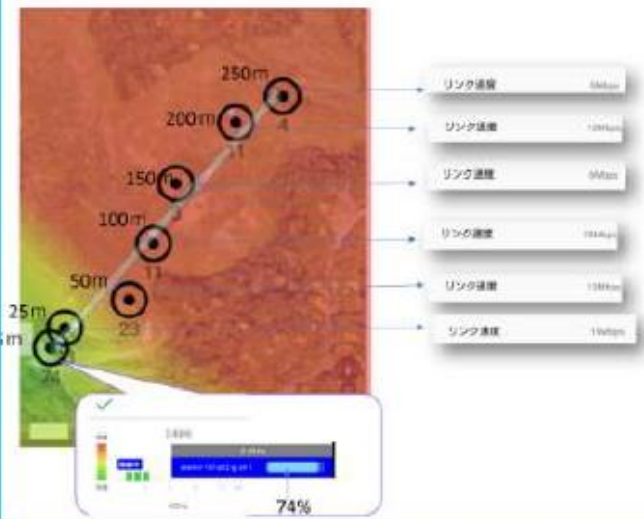


メモリ、機体制御には、使い方に工夫が必要(再送ありの部分や、ある程度のDATA喪失OKな部分で使う)

制御の基本部はLPWA通信などの使いが望まれます

- ④ 離島用 計算制御
 - ① ① セッション管理の簡便化(ワンクリック確認・レポート)
 - ② ② 離島用 計算制御、③ ③ 離島用 位置情報、④ ④ 離島用 位置情報、⑤ ⑤ 離島用 位置情報
 - ③ ③ センサー制御(温度、湿度、気圧、気流、など)と位置情報取得のための手元や付加装置制御
- アプリ 離島の管理に合わせた、用途固有の運用
 - ① ① アプリ制御
 - ② ② アプリの運用の簡便化(ワンクリック確認・レポート)による運用の効率化

航路、運行モデル



3月26, 27の試験の振り返り

1. 基礎情報取得/静的確認(単機)



<大目標>

LPWAとの連携での

制御通信試験

制御ミドルの通信

アプリの通信

として、無線LANがアプリ起点でどこまで役立ちそうか検証する。

五島列島(離島)や山間部での
 航路構築技術とその航路での効率的
 実社会貢献に結び付ける
 (物流、計測、陸海空の自動機
 連携、IO活用などへ貢献)

無線LAN部分で屋外送信できる 2. 4G帯での
 通信利用性を検証。

複数の通信の、共存、最適連携の基礎DATAを取る

・Wi-Fi + LPWA + IoT向けバンド群、IoTモバイル・・・

Wi-Fi

アプリの更新、すれ違時のDATA受け渡し
 (Wi-Fi_APへの近距離時、制御・運行ミドル)

LPWA

運行ミドル

グローバルイベント

・LPWA Americas 2017 (12月5日~6日) 横須賀/YRPにおけるLPWAテストベッドを紹介



DECEMBER 5 - 6, 2017 //

DOUBLETREE BY HILTON AIRPORT HOTEL

SAN JOSE, CALIFORNIA

<http://www.iotnetworksamericas.com/conference-agenda-2017>

<http://www.iotnetworksamericas.com/>



Global 提案活動

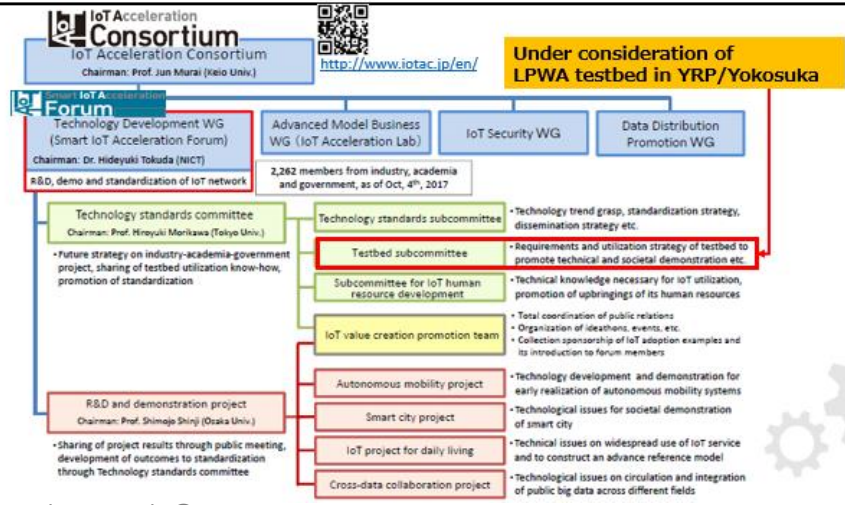
- ・2017年12月にIIC(Industrial Internet Consortium) F2F会議 (Burlingame)でスマートIoT推進フォーラムと連携した YRP/横須賀LPWAテストベッドの取組みを紹介



Federated EU-Japan
Smart City Testbed for IIC
Akira Tsuge (YRP / Keio Univ.)

2017-12-04

Collaboration with IoT Acceleration Consortium



“Yokosuka city whole IoT testbed”



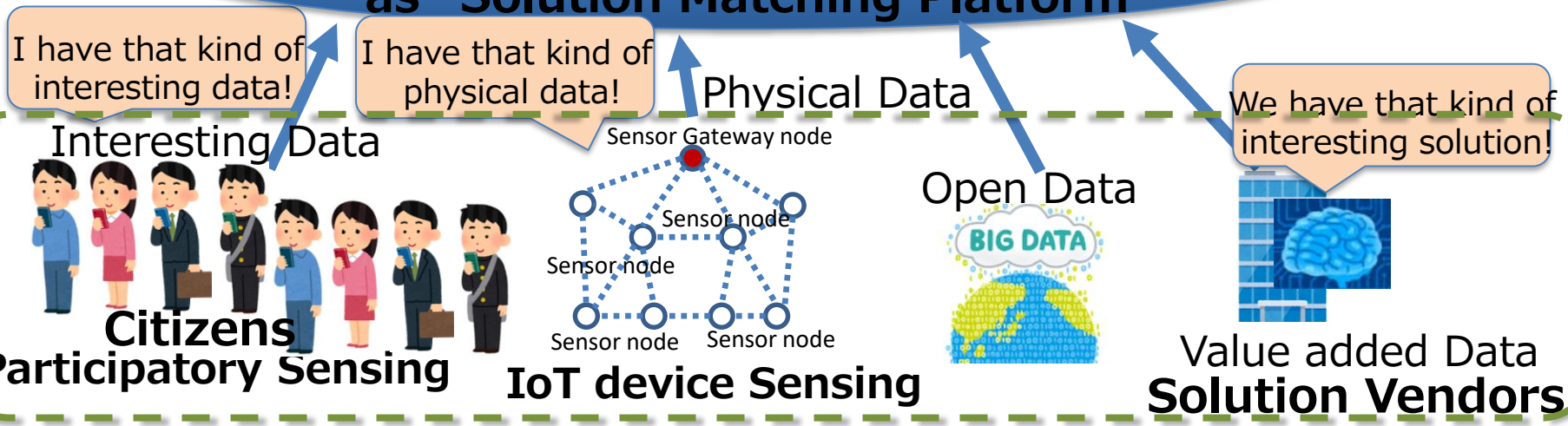
“Yokosuka City Drone Field”

“Yokosuka city drone field” opened for business in Dec.2016
5,000 m on the ground Airspace 40,000 m



1. 背景
2. LPWA「どれくらい届くのか？」
3. 電波伝搬特性によるモデル化
4. スマートIoT推進フォーラムと連携した取組み
5. 横須賀市／YRPにおける
「ハイブリッドLPWAテストベッド」の取組み
6. 今後の取組み
7. **ビッグデータ時代のセンサーネットワーク**

demand side

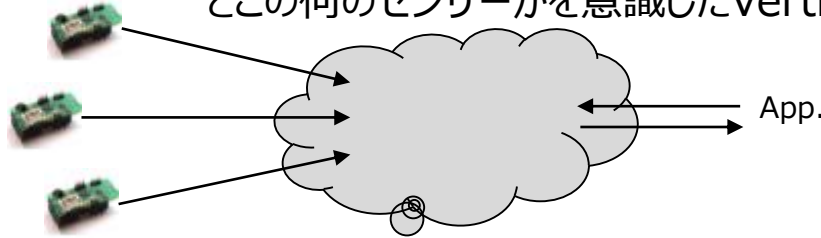


Provider side

- Provide the Values
- Receive the Values

現状のシステム (IoTセンシング)

LPWA、キャリアNW、クラウドサービスなどを經由しているが
どこの何のセンサーかを意識したVertical なシステム

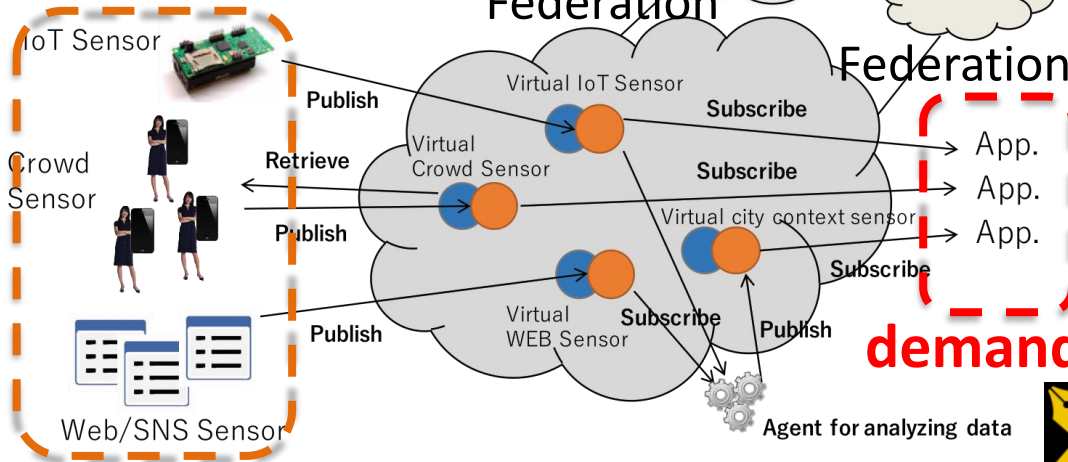


ビッグデータ時代のセンサーネットワーク (ユニバーサルセンサーネットワーク)

慶應大学SFC研 徳田研究室
SOXFire による取り組み

<http://www.sfcity.jp>

- ✓ Coping with various physical/virtual sensors
- ✓ Providing unified APIs for various languages
- ✓ Flexible Data Sharing



Provider side

demand side



こんなデータがないかなど、特定のIoTデバイスを意識しないで

Publish側とSubscribe側のマッチングをとるPub-Subモデルによる Horizontal なシステム

第2部

防災利活用の検討について

- 1. YRP協会 WSN協議会の活動について**
- 2. アプリ分野ごとの要件分析**
- 3. 「IoT×防災セミナー」**

- 1. YRP協会 WSN協議会の活動について**
2. アプリ分野ごとの要件分析
3. 「IoT×防災セミナー」

1. 認証・教育に関する取組み → 継続推進

2016度構築した 相互接続性認証、教材認証を推進するための仕組み、方針に基づき今年度も制度責任主体である（一社）WSN-ATECと連携しながら、活動を継続推進する。

2. 部会活動 → LPWAテストベッドと連携、これを活用する取組み

- (1) **アプリケーション部会** ・セキュリティ視点、アプリ視点からのテストベッド活用を検討
- (2) 通信基盤部会 ・LPWA各方式との比較実験をテストベッド活用して推進
- (3) テストベッド利用促進部会
 - ・LPWAテストベッドにおけるWi-SUNマルチホップメッシュネットワーク環境を推進

3. 会員連携、普及展開活動 → 「WSN-IoT AWARD2018」

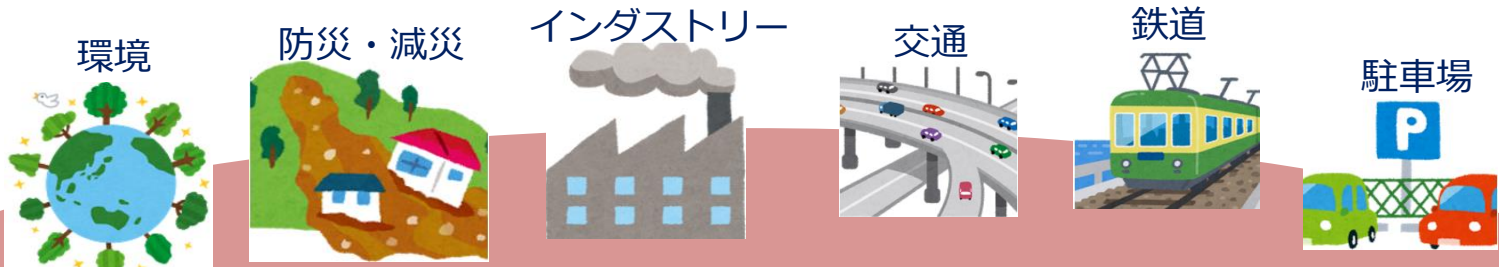
- ・優れたIoT取り組みを表彰する「WSN-IoT AWARD 2018」を実施し今後継続推進
- ・会員企業紹介を含んだWSN紹介パンフレットを作成し、ビジネスマッチング活動を促進

4. セミナー、展示会活動

- ・「IoT×介護・医療・健康」セミナーを企画、開催
- ・WTP2018、ET展などで会員企業と共同展示

5. その他の関連活動

1. YRP協会 WSN協議会の活動について
- 2. アプリ分野ごとの要件分析**
3. 「IoT×防災セミナー」



IoT システムのアプリケーションサービス



1日に何回か定期的ポーリング

積分値など分析データが必要

データ量よりも距離優先

距離よりもデータ量優先

モビリティ優先

メッシュNWによるエリアカバー

- 温度センサー
- 湿度センサー
- PM2.5センサー
- 風力センサー
- 土壌水分センサー
- 塩分濃度センサー
- 加速度センサー
- 圧力センサー
- 風力センサー



- 水位センサー
- 雨量センサー
- 震度センサー
- 傾斜センサー
- ワイヤーセンサー
- 人感センサー
- バイタルセンサー
- 放射能センサー
- phセンサー
- アンモニアセンサー

リアルタイム割り込み処理

超低レイテンシーリアルタイム処理

セキュリティ優先

コスト優先

電池寿命優先

アプリサービス分野、センサー種別によってワイヤレス方式への要件整理が必要



IoT システムのアプリケーションサービス

- 1日に何回か定期的ポーリング
- 積分値など分析データが必要
- データ量よりも距離優先
- 距離よりもデータ量優先
- モビリティ優先
- メッシュNWによるエリアカバー

- 温度センサー
- 湿度センサー
- PM2.5センサー
- 風力センサー
- 土壌水分センサー
- 塩分濃度センサー
- 加速度センサー
- 圧力センサー

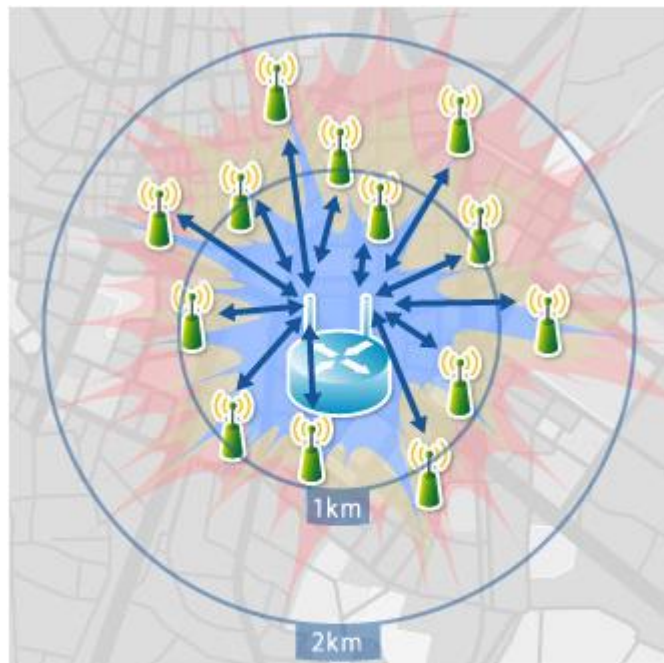


- 水位センサー
- 雨量センサー
- 震度センサー
- 傾斜センサー
- ワイヤーセンサー
- 人感センサー
- バイタルセンサー
- 放射能センサー
- phセンサー
- アンモニアセンサー

- リアルタイム割り込み処理
- 超低レイテンシーリアルタイム処理
- セキュリティ優先
- コスト優先
- 電池寿命優先

アプリサービス分野、センサー種別によってワイヤレス方式への要件整理が必要

長距離スター型（一般的なLPWA）



Border Router Node Leaf Node

※ 図はあくまで概念であり、実測とは異なる場合があります。

単一のゲートウェイにより広範囲をカバー

- × 密集した都市部では不感地帯が発生
- × 通信速度が遅い
- ・ 屋外での低頻度・小データ収集用途

長距離メッシュ型（Wi-SUN FAN）



Border Router Node Router Node Leaf Node

※ 図はあくまで概念であり、実測とは異なる場合があります。

メッシュ構成により広範囲をカバー

- 50kbps、100kbpsを選択可能
- ファームウェア更新なども可能
- × ホップ数が増えると遅延が発生
- ・ 屋内外でのデータ収集および機器制御用途

※ スマートシティにおけるWi-SUN FANソリューション より
http://www.co-nss.co.jp/solution/sol-wisun_fan.html

横須賀市と連携したアプリ実証環境を検討して行く。

| IoTアプリ領域 | 協力要請案 | 要検討項目 |
|-------------|-------|-------|
| 農林水産業モニタリング | | |
| ショッピング街 | | |
| 学校、通学見守り | | |
| 病院、高齢者介護 | | |
| 防災 | | |

横須賀市と連携しながら
実際のユーザー、関係団体への
ヒアリング



当初検討していたアプリユースケースごとの要件を具体的に整理する。

| ユースケースからのセンサーネットワークへの要件 | | | | WSN協議会 アプリ部会 | | V01 2017年2月13日 | | | |
|-------------------------|----------|-------------------------------|--------------------|----------------|----------|------------------|-----------------|-------------|----------|
| IoTシステム適用分野 | システム概要 | センサー種類 | センサー数 | ネットワークトポロジー | 必要な通信距離 | 必要な省電力特性 | データ取得 | データ取得頻度 | 通信速度データ量 |
| スマートシティ | 環境モニタリング | 温湿度 PM2.5 雨量計 | 数1,000 ~数10,000 | メッシュ | 500m~1km | 太陽電池など メンテフリー | ポーリング | 4回/1日 | |
| | 漏水モニタリング | | | | | | | | |
| 農林水産業 | ハウス栽培管理 | 温湿度 土壌水分 土壌温度 pHセンサー | 数個~数10 /ハウス | スター またはメッシュ | 100~500m | 電池で1年 | ポーリング | 4回/1日 | |
| | 路地栽培 | 温湿度 土壌水分 土壌温度 pHセンサー | | | | | | | |
| | 飛び地栽培 | 風速計 | | | | | | | |
| | 飛び地栽培 | | | メッシュ | ~数km | | ポーリング | 4回/1日 | |
| | 水産業養殖 | | | | ~数km | | ポーリング | 4回/1日 | |
| | 緊急災害発生通報 | 地震計 雨量計 温湿度 | 数個 /観測点 | スター | | | 割り込み (msレベル) | イベント 発生時 | |

アプリケーションユースケースごとにセンサーおよびセンサーネットワーク に対するシステム要件を整理

| IoTシステム適用分野 | システム概要 | センサー種類 | センサー数 | ネットワーク トポロジー | 必要な 通信距離 | 必要な 省電力特性 | データ取得 トリガー | データ取得 頻度 |
|-------------|----------------|---|----------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| 農林水産業 | ハウス栽培管理 | 温湿度 土壌水分 土壌温度 pHセンサー | 数個～数10 ／ハウス | スター またはメッシュ | 100～500m | 電池で1年 | ポーリング | 4回／1日 |
| | 路地栽培 | 温湿度 土壌水分 土壌温度 pHセンサー 風速計 | | | | | | |
| | 飛び地栽培 水産業養殖 | | | メッシュ | ～数km ～数km | | ポーリング ポーリング | 4回／1日 4回／1日 |
| 防災 | 緊急災害発生通報 | 地震計 雨量計 温湿度 傾斜センサー ワイヤーセンサー | 数個 ／観測点 | スター | | | 割り込み (msレベル) | イベント 発生時 |
| | 緊急災害危険予測 | 同上 | | | | | ポーリング | 24回／1日 |

セキュリティ視点での評価(例)

Sigfox < LoRa < Wi-SUN < キャリア系 (ライセンスバンド) LPWA

GSMAから公開されたWhitepaperの表からWi-SUNを追加

<http://www.gsma.com/iot/news/new-report-outlines-security-considerations-lpwa-technology/>

LPWA Technology Security Comparison

| | Sigfox | LoRaWAN | Wi-SUN | LTE-M | NB-IoT | EC-GSM-IoT |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Globally Unique Identifiers | Yes (32 bits) | Optional (DevEUI) | X509 Certificate | IMSI | IMSI | IMSI |
| Device / Subscriber Authentication | Device | Device or Subscriber 4 | Device | UICC or eUICC 3 | UICC or eUICC 3 | UICC or eUICC 3 |
| Network Authentication | No | Optional | Optional | LTE AKA | LTE AKA | UMTS AKA |
| Identity Protection | No | Partial (DevAddr) | Partial (DevAddr) | TMSI | TMSI | TMSI |
| Data Confidentiality | No | Yes (AppSKey) | Yes | Yes (EEAx) | Yes (EEAx) | Optional (GEA4/5) |
| End-to-Middle Security | No | Yes (AppSKey) | Yes | No | No 5 | To visited network |
| Forward Secrecy | No | No | No | No | No | No |
| Data Integrity | Variable 7 | Limited 6 | Yes (AES MIC) | Limited 6 | Optional (with DoNAS) | Limited 6 |
| Control Integrity | unknown 8 | Yes | Yes (AES MIC) | Yes (EIAx) | Yes (EIAx) | Optional (GIA4/5) |
| Replay Protection | Yes | Yes | Yes | Yes | Optional (with DoNAS) | Limited 9 |
| Reliable Delivery | No | No | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Critical Infrastr. Class | No | No | No | Access Classes 11-15 | Access Classes 11-15 | Access Classes 11-15 |
| Updatibility (Device) | No | Limited 10 | Possible | Possible | Possible | Possible |
| Updatibility (Keys / Algs.) | No | Limited | No | Optional (SIM OTA) | Optional (SIM OTA) | Optional (SIM OTA) |
| Nwk. Monitoring and Filtering | Monitoring only | Limited | not specified | Yes | Yes | Yes |
| Key Provisioning | pre-provisioned | pre-provisioned (ABP) or OTAA | X509 Certificate | pre-provisioned or RSP | pre-provisioned or RSP | pre-provisioned or RSP |
| Algorithm Negotiation | No | No | No | Yes | Yes | Yes |
| Class Break Resistance | Yes 11 | Optional 12 | | Yes 11 | Yes 11 | Yes 11 |
| Certified Equipment | Required | Optional | Required | Required | Required | Required |
| IP Network | No | No | Optional | Optional | Optional | Yes |

※YRP研究開発推進協会 WSN協議会の資料から

<http://www.yrp.co.jp/yrprdc/wsn/index.html>

1. YRP協会 WSN協議会の活動について
2. アプリ分野ごとの要件分析
3. 「IoT×防災セミナー」

(ご参考) 前回開催の「IoT×防災」セミナー

「IoT×防災」セミナー

～IoTで進める地域社会と産学官の防災連携～

日時：2017年1月26日(木)13:30～16:40
 会場：都道府県会館(平河町)101大会議室 <http://www.tkai.jp/>
 主催：YRP研究開発推進協会 防災科学技術研究所(NIED) WSN協議会
 後援：総務省 文部科学省 情報通信研究機構(NICT)
 参加費：無料

プログラム (講演内容については裏面をご参照下さい。)

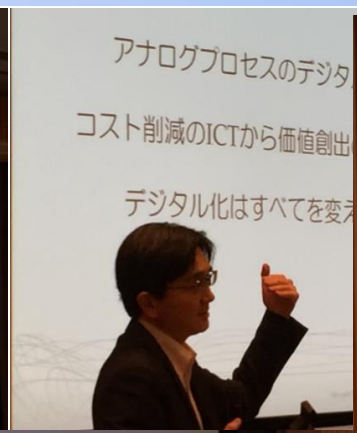
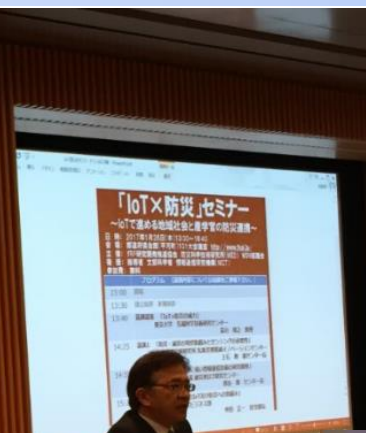
| | |
|-------|--|
| 13:00 | 開場 |
| 13:30 | 開会挨拶 来賓挨拶 |
| 13:40 | 基調講演 「IoT×防災の威力」 東京大学 先端科学技術研究センター 森川 博之 教授 |
| 14:25 | 講演1 「防災・減災の現状取り組みとセンシングの必要性」 防災科学技術研究所 気象災害軽減イノベーションセンター 上石 勲 副センター長 |
| 14:55 | 講演2 「IoT時代の災害に強い情報通信技術の研究開発」 情報通信研究機構 耐災害ICT研究センター 熊谷 博 センター長 |
| 15:25 | 講演3 「昨今のドコモのIoT及び防災への取り組み」 NTTドコモIoTビジネス部 仲田 正一 担当部長 |
| 15:45 | 休憩 |
| 15:55 | パネルディスカッション 「防災におけるIoTシステム展開と地域連携への期待」 モデレータ：九州工業大学 客員教授 田丸 喜一郎 |
| 16:40 | 閉会 |

講演内容

| | |
|-------------|---|
| 基調講演 | 「IoT×防災の威力」 東京大学 先端科学技術研究センター 森川 博之 教授 地球温暖化による世界的な防災・減災に対する関心の高まりから、IoTに対する期待が高まりつつある。IoT×防災を実現する上で、何が必要になるのか、何をしなければいけないのかについて考える。 |
| 講演1 | 「防災・減災の現状取り組みとセンシングの必要性」 防災科学技術研究所 気象災害軽減イノベーションセンター 上石 勲 副センター長 防災・減災には、災害自体やそれを引き起こす現象の面的な把握と、それに基づいた活用できる情報が重要である。イノベーションセンターではコンソーシアムを設立し、関連する産官学が糾合する研究開発体制を構築し始めた。安価なセンサーの研究開発やシステム化にも取り組み、熊本地震後の大雨による土砂災害対策や、雪による物流阻害を防ぐためのコンビニチェーンと共同したセンシングなども開始した。今後も、「防災」と「IoT」が相乗効果を生んでいくよう進めていきたい。 |
| 講演2 | 「IoT時代の災害に強い情報通信技術の研究開発」 情報通信研究機構 耐災害ICT研究センター 熊谷 博 センター長 災害情報を集める技術や配る技術において、IoTの適用が期待される。特に、災害時には通信インフラが正常ではない場合でも機能を果たすことが求められる。このような耐災害ICTについて検討する。 |
| 講演3 | 「昨今のドコモのIoT及び防災への取り組み」 NTTドコモIoTビジネス部 仲田 正一 担当部長 NTTドコモは災害時でも通信サービスが維持できる事を目指した対策や早期復旧に日々努めており、防災は非常に重要なテーマである。 一方、IoTについても2Gの頃からユビキタスやM2Mを経て継続して取り組んできている。通信サービス維持の取り組みについては熊本地震の時の状況などをトピックとして紹介し、IoTについては人工知能やドローンに関連した昨今の実証実験の紹介と、防災科学技術研究所様や地元の方々と一緒に取り組んできた防災関連の事例などを紹介する。 |
| パネルディスカッション | 「防災におけるIoTシステム展開と地域連携への期待」 モデレータ：九州工業大学 客員教授 田丸 喜一郎 「IoT×防災」のテーマに相応しい各界の著名な講演者をパネラーにお招きし、具体的にIoT技術を活用した防災システムの展開と、防災・減災を進めるための地域連携への期待について議論する。 |

(ご参考) 前回開催の「IoT×防災」セミナー

「IoT×防災」セミナー
後援：総務省 防災科学技術研究所 WSN協議会
文部科学省 情報通信研究機構

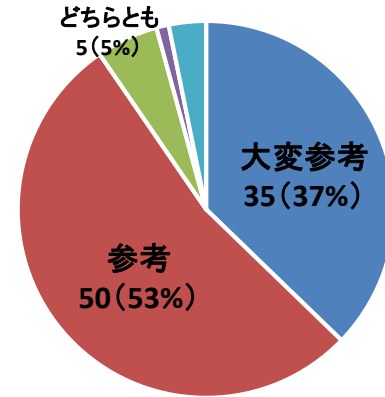


(ご参考) 前回開催の「IoT×防災」セミナー

開催日：2017年1月26日（木）13:30~16:40
会場：都道府県会館

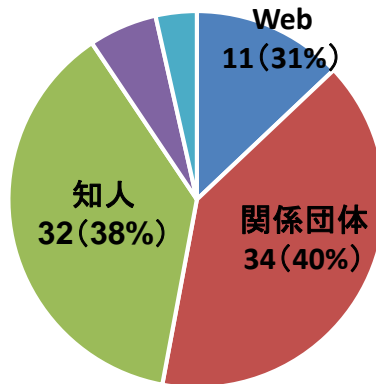
来場者数：184名（参加申し込みに対し80.3%）
（事前申し込み229名、当日参加8名）
アンケート回収：96名（回収率 52.2%）

セミナーは参考になりましたか？



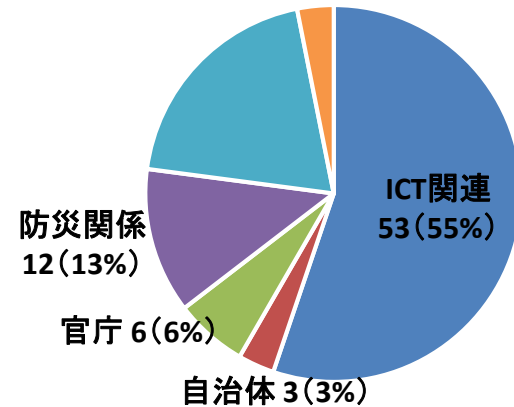
■ 大変参考 ■ 参考 ■ どちらとも ■ 参考にならなかった ■ 回答なし

どこでお知りになりましたか？



■ Web検索 ■ 関係団体 ■ 知人 ■ その他 ■ 回答なし

ご所属



■ ICT関連 ■ 自治体 ■ 省庁 ■ 防災関係 ■ その他 ■ 回答なし

ご清聴ありがとうございました。

YRP研究開発推進協会



<http://www.yrp.co.jp/yrprdc/index.html>

WSN協議会



<http://www.yrp.co.jp/yrprdc/wsn/>