

第4回テストベッド分科会 LPWAテストベッド 検討状況報告

**2018年9月14日（金）
YRP研究開発推進協会
WSN協議会
柘植 晃**

1. 今までの検討経緯

2. 今年度の運用開始について

- ・ 無料の試験運用開始案内および環境準備状況

3. 今後の検討項目

- ・ 基地局拡大検討について
- ・ NICTテストベッドとの連携検討について
- ・ その他

Agenda

1. 今までの検討経緯

2. 今年度の運用開始について

- ・ 無料の試験運用開始案内および環境準備状況

3. 今後の検討項目

- ・ 基地局拡大検討について
- ・ NICTテストベッドとの連携検討について
- ・ その他

IoTにおけるワイヤレスセンサーネットワーク

3



**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**

LPWA「どれくらい届くのか？」

	 sigfox	 LoRa	 Wi-Fi	 Wi-SUN ALLIANCE		 3GPP	
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Ingeniu (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>

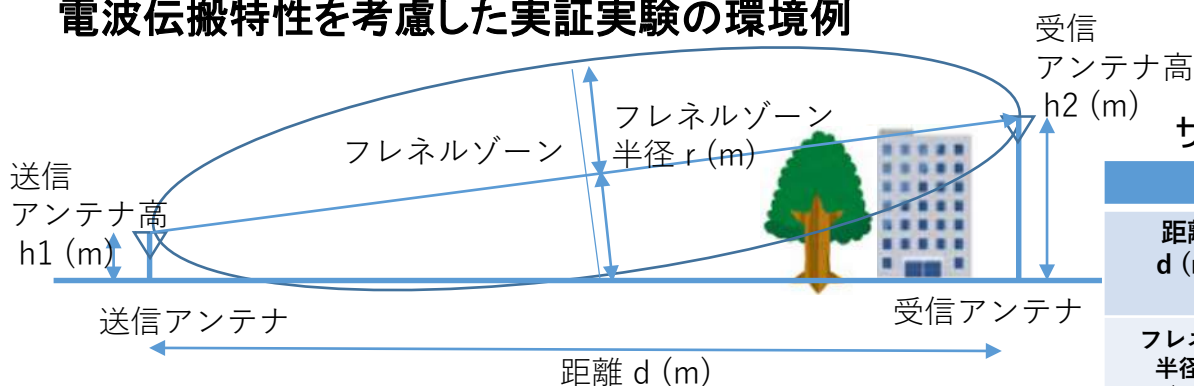
	通信距離
Sigfox	50km程度？ 数10km？
LoRa	15km程度？ 数km？
Wi-SUN	1km程度？

- × チャンピオンデータの比較
- ・ 条件によって全く異なる。
 - ・ きちんとした評価が必要

電波伝搬に関する環境条件など

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



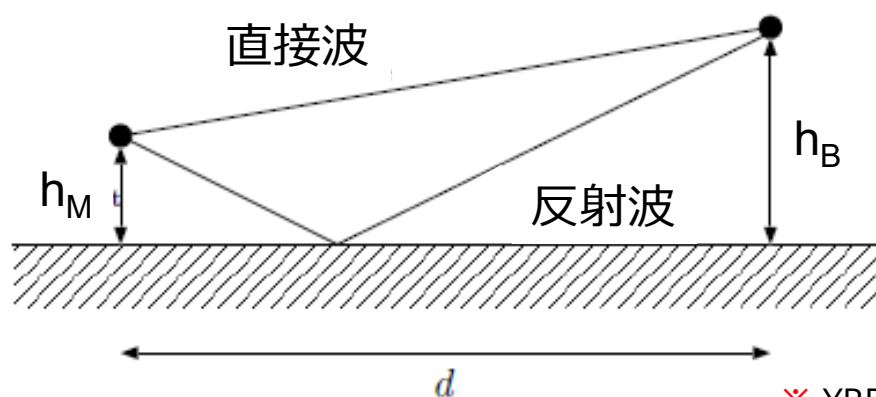
サブギガ帯（920MHzなど）の場合

	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) h_B = 送信アンテナ高(m)

P_T = 送信電力(W) h_M = 受信アンテナ高(m)

G_B = 送信アンテナ利得 d = 送受信間距離(m)

G_M = 受信アンテナ利得 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

LPWAテストベッド環境

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な環境

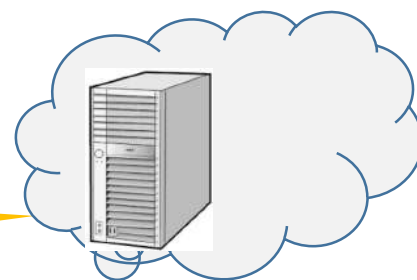


ハイブリッドLPWA
テストベッド基地局

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



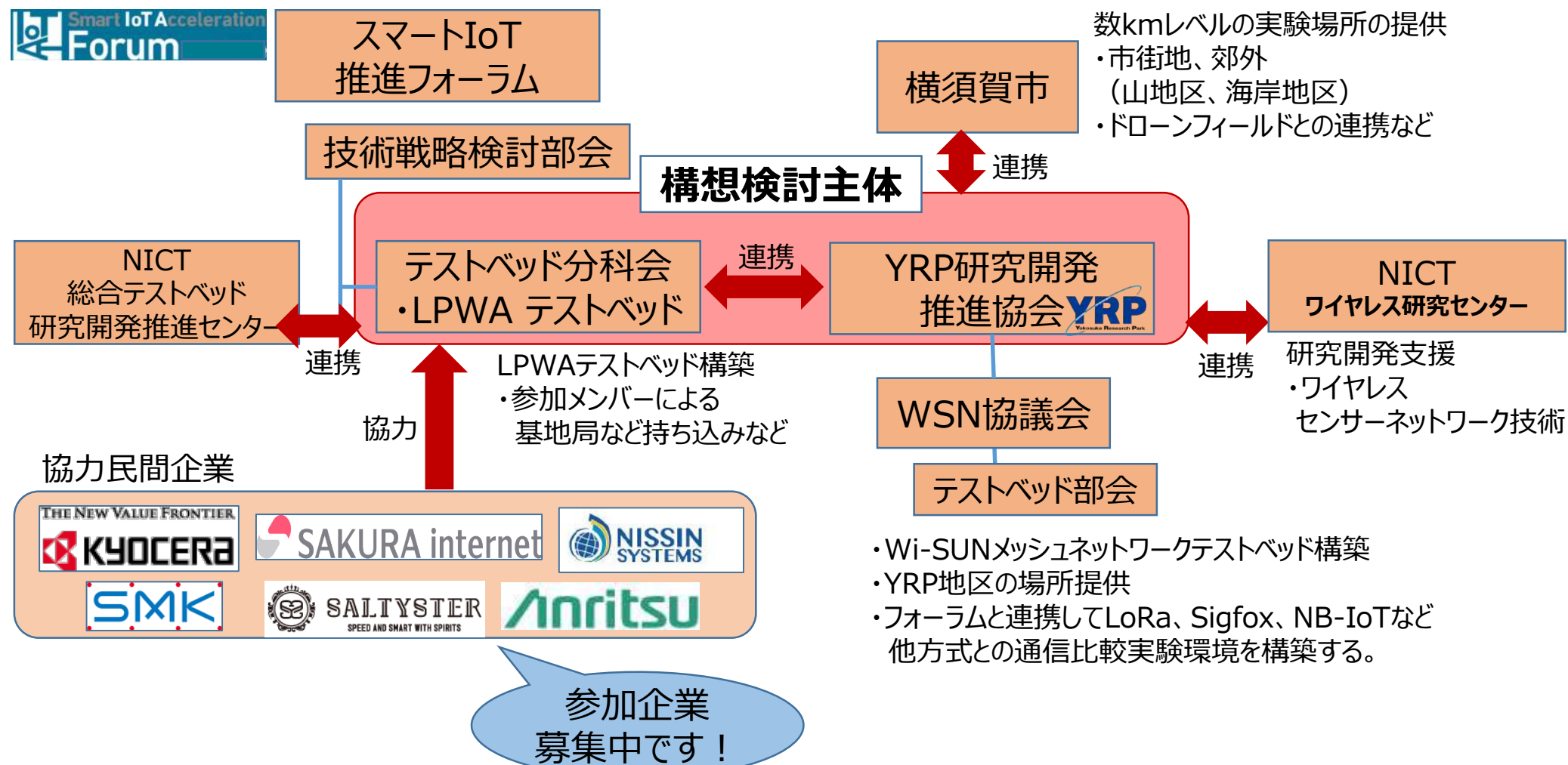
LPWAテストベッド 今までの検討経緯

7

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7月12日	第10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NICTテストベッドとの連携取組みについて
2018年9月14日 (本日)	第5回テストベッド分科会	横須賀市におけるLPWAテストベッド状況報告 無料試験運用申込み開始について

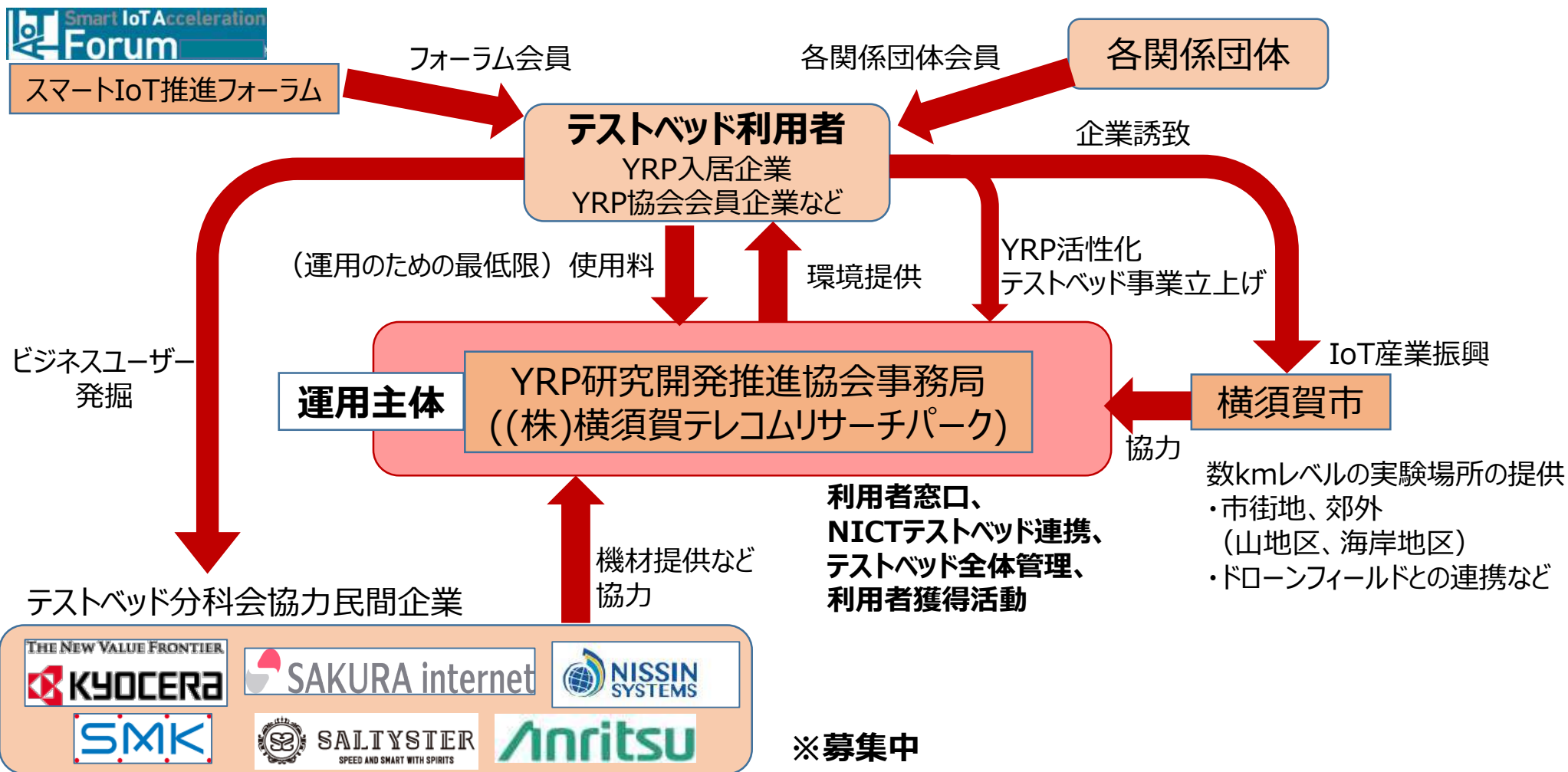
構想検討体制

テストベッド分科会 LPWAテストベッド構想検討推進体制



テストベッド運用推進体制

テストベッド分科会と連携した LPWAテストベッド運用推進体制



通信機器、疑似デバイス、クラウドサービス、エッジ環境などの提供とメンテナンス

Agenda

1. 今までの検討経緯

2. 今年度の運用開始について

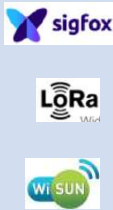
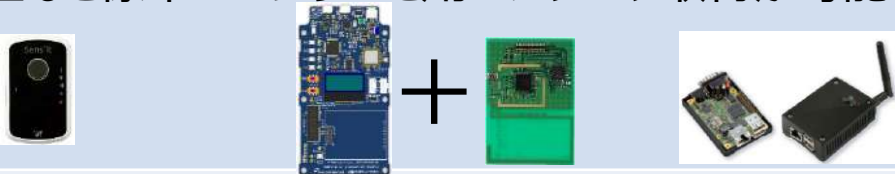
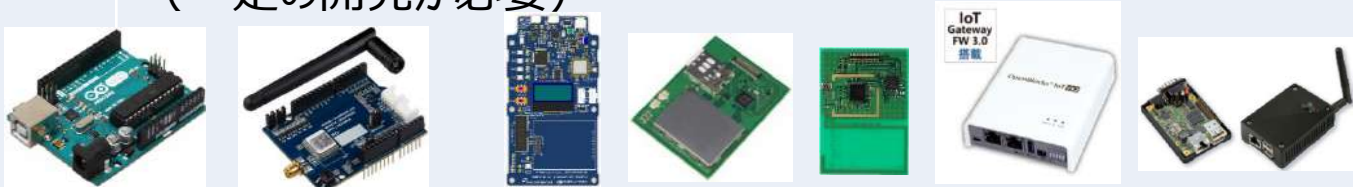
- ・ 無料の試験運用開始案内および環境準備状況

3. 今後の検討項目

- ・ 基地局拡大検討について
- ・ NICTテストベッドとの連携検討について
- ・ その他

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も歓迎。

分類		サービス概要
クラウド環境		LPWAテストベッド用にクラウド利用ID環境を提供
 基地局環境		YRP、横須賀市役所から 今後拡大予定
子機デバイス 環境 	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 
	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) 
測定環境・ツール環境		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
		

「ハイブリッドLPWA基地局」を設置

ハイブリッドLPWAテストベッド基地局を YRPセンター屋上と横須賀市役所屋上に設置

YRPセンター屋上



横須賀市役所
屋上



LPWAテストベッド環境 貸出し子機環境

(1) 標準センサー型

温度など標準的なセンサーが内蔵されているなど、特にセンサー接続のための開発は不要です。
LPWAの通信実験をすぐにされたい利用者様に最適です。

Sigfox



Sens'it

センサーデバイスの開発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。

LoRa



LoRa 通信モジュール内蔵センサーデバイス

温度センサーなど標準的なセンサーが搭載されています。
LoRaの通信実験をすぐに実験可能です。

検討中

Wi-SUN

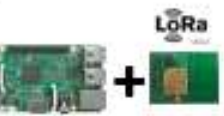


Wi-SUN FAN 評価環境

Wi-SUN FANによるマルチホップ環境の評価環境です。
センサーシミュレーション機能により、疑似データでセンサーなしでもすぐに
接続確認が出来ます。

LPWAテストベッド環境 貸出し子機環境

(2) センサー持込型 持ち込みのセンサーを接続してLPWAで通信したいなど、一定の開発環境を含んだ環境です。

Sigfox		Arduino + Sigfox Arduino用シールド Arduinoベースで開発可能です。 一般に市販されているArduinoに接続可能なセンサー、その他一定の開発が必要ですが接続されたいセンサーの検証などが可能です。
		Arduino + LoRa 通信モジュール Arduinoベースで開発可能です。 一般に市販されているArduinoに接続可能なセンサー、その他一定の開発が必要ですが接続されたいセンサーの検証などが可能です。
LoRa		Raspberry Pi + LoRa 通信モジュール Raspberry Pi ベースで開発可能です。 一般に市販されているRaspberry Pi に接続可能なセンサー、その他一定の開発が必要ですが接続されたいセンサーの検証などが可能です。
		エバリュエーションボード + LoRa 通信モジュール 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STM32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。
Wi-SUN		OpenBlocks VX2 + Wi-SUNモジュール さまざまなIoT I/Fに対応するIoT ゲートウェイであるOpenBlocksにWi-SUN FANモジュールを組み込んでLinux上で開発可能な環境です。
		Armadillo-640 + Wi-SUNモジュール さまざまなIoT I/Fに対応するIoTゲートウェイであるArmadillo-640にWi-SUN FAN モジュールを搭載したARM+Linux上で開発可能な環境です。

無料の試験運用開始

無料の試験運用申込開始を8/31に公開しました。
全ての環境を無料でお使い頂けます。
ぜひ広くご活用下さい！

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

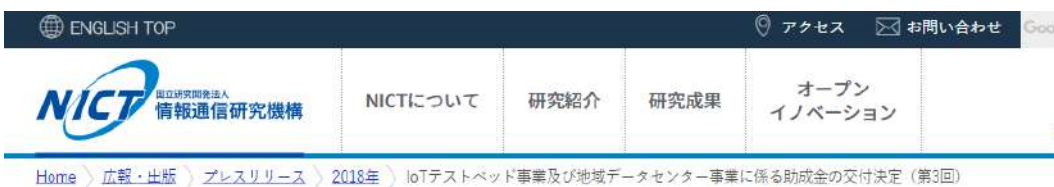


以下の各団体様からご協力いただいています

(順不同)



NICTのIoTテストベッド補助



<http://www.nict.go.jp/press/2018/08/21-1.html>



IoTテストベッド事業及び地域データセンター事業 に係る助成金の交付決定（第3回）

2018年8月21日

国立研究開発法人情報通信研究機構

ツイート いいね! 0

NICTは、新技術開発施設（IoTテストベッド）供用事業及び地域特定電気通信設備（地域データセンター）供用事業への助成金交付対象事業を決定しましたので、下記のとおり、その概要をお知らせします。

IoTテストベッド事業

番号	事業者名	事業の名称
1	(株) 横須賀テレコムリサーチパーク（本社: 神奈川県横須賀市）	ハイブリッドLPWA技術の開発・実証のためのテストベッド供用事業（Wi-SUN等） 概要: 別添 のとおり

NICTのIoTテストベッド補助が 確定しました！

Agenda

1. 今までの検討経緯

2. 今年度の運用開始について

- ・ 無料の試験運用開始案内および環境準備状況

3. 今後の検討項目

- ・ 基地局拡大検討について
- ・ NICTテストベッドとの連携検討について
- ・ その他

ハイブリッド基地局拡大検討状況

8月23日に横須賀市へ大楠山の工事説明実施。

No.3 ハイブリッドLPWA基地局候補



三浦半島見通し地点
ドローンフィールド隣接地点

大楠山

横須賀市
ドローンフィールド

横須賀市役所

YRPセンター

ソレイユの丘

No.4 基地局候補

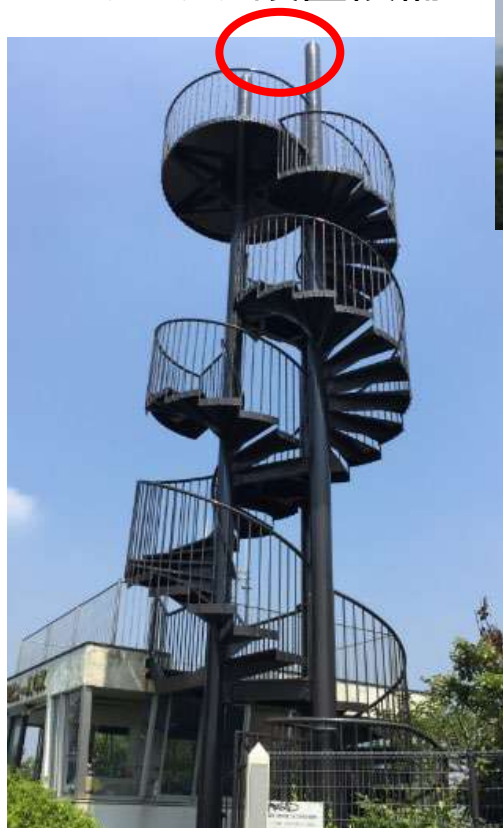
テーマパークにおける実証などの検討
農業IoTの実証などの検討



ハイブリッド基地局拡大検討状況

(1) 大楠山 山頂

アンテナ設置候補



大楠山 山頂の展望台からの眺め
・ほぼ360度見通しあります。



大楠山 山頂の展望台

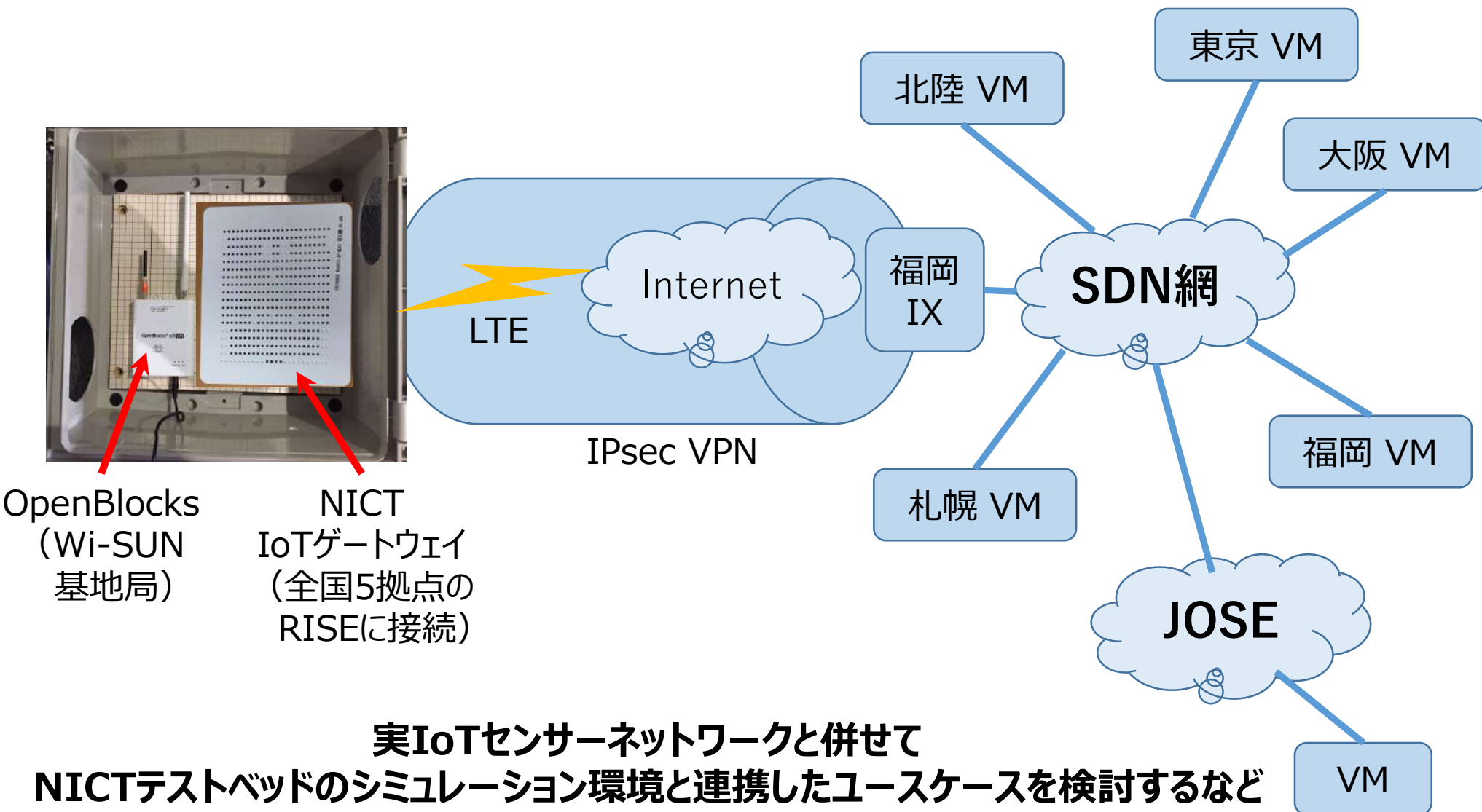
・鉄柱の最高地点に設置出来るか検討中

ハイブリッド基地局拡大検討状況

(2) ソレイユの丘 Wi-SUN FANの実証フィールドとして検討



NICT テストベッドとの接続検討について



STEP2に向けた検討

STEP2 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

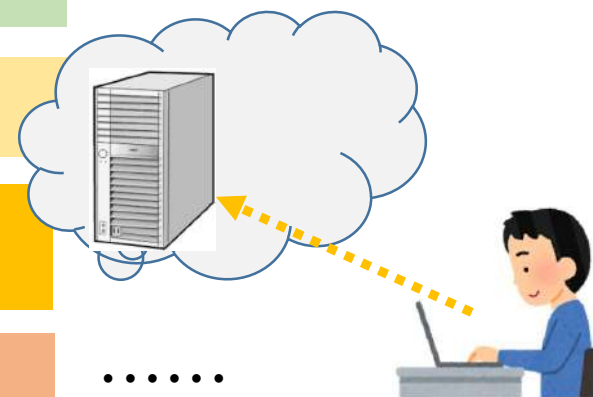
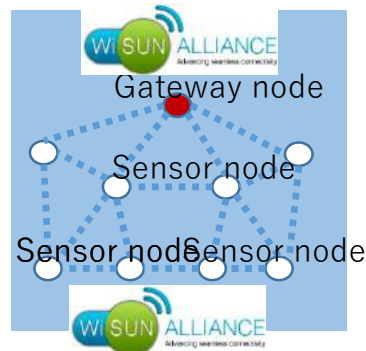
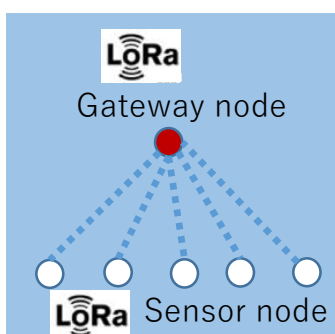
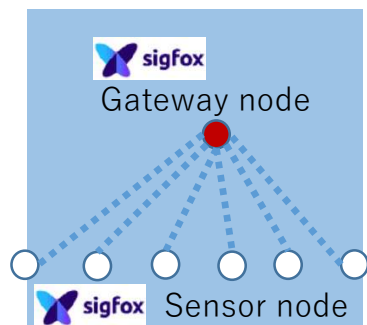
環境構築案

- ・クラウド連携により各サービスをハイブリッドに活用可能
- ・ハイブリッドセンサーネットワークレイヤにより、アプリからは仮想化されたI/Fとしてアクセス可能

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



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

MCPC モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium

- ③地上 2 m 程度で、250 m の距離で 5 Mbps のリンク速度での同期通信が確認できた。
- ④512 byte の ping 試験 100 で、250 m 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、250 m 程度までは使えそう。(再送可で救える範囲)

2. 3. 3 其工作應與 電腦化作業 以 3000 小時為限(如未修滿 3000 小時者)

❌ WTP2018 YRPブースでのプレゼン資料より

ドローンとの連携検討参考 MCPC様の取組み

MCPC モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium

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

※ WTP2018 YRPブースでのプレゼン資料より

ケーブル業界との連携検討参考

BWA（広帯域移動無線アクセス）システムの概要

■ BWA（広帯域移動無線アクセス）システムの特徴

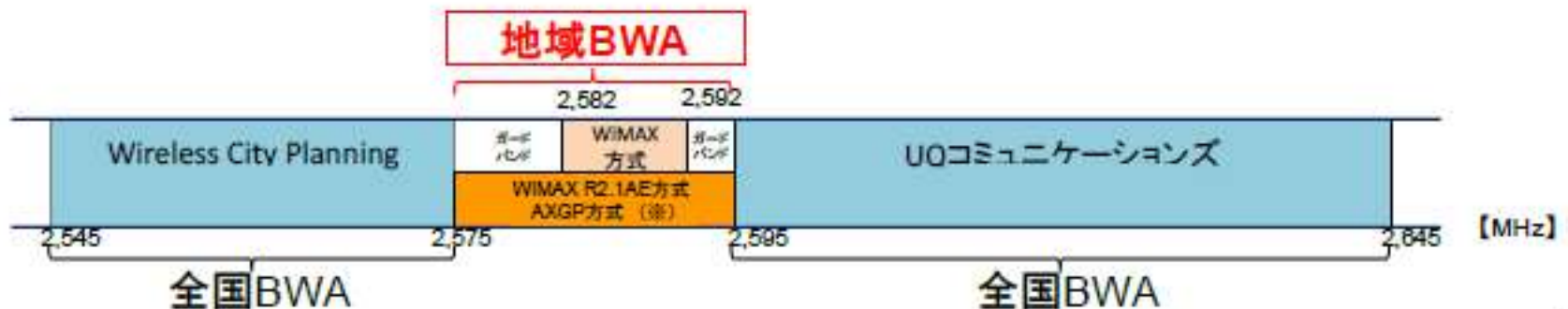
- 無線通信技術として、国際的な標準規格であるWiMAXやAXGPを利用。
- 固定光回線並みの高速通信（下り最大220Mbps（※））が実現可能。
- 1つの基地局で広域をカバー可能（半径2～3Km）。

（※） 20MHz帯システムで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

1

※ 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。

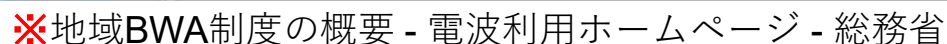


【想定されるサービス計画例】

- ・ 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

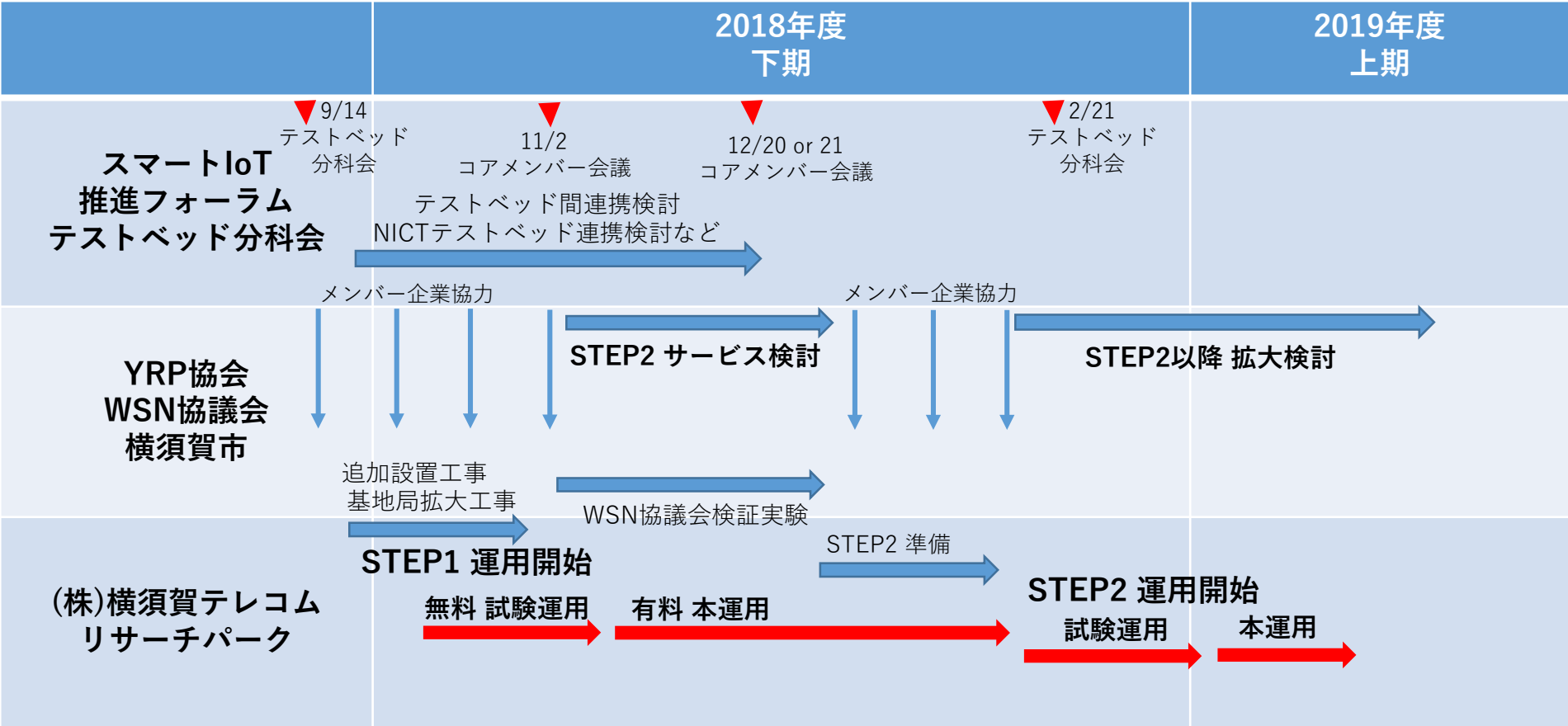
http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/area_bwa/002.pdf



第5回テストベッド分科会資料 2018年9月14日

今後の推進スケジュール（案）

無料の試験運用からスタートし、テストベッド環境整備、運用などの課題出しから次のステップに向けた環境検討構築を行っていく。



その他の関連活動

Embedded Technology2017

LPWAテストベッドを紹介 延べ 44セッション (3日間)



その他の関連活動

Global 提案活動

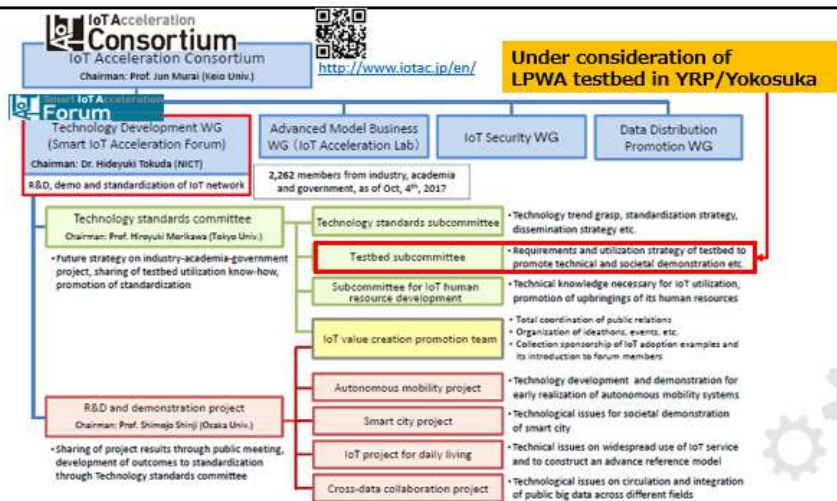
- ・2017年12月にIIC(Industrial Internet Consortium) F2F会議 (Burlingame)でスマートIoT推進フォーラムと連携した YRP/横須賀LPWAテストベッドの取組みを紹介



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 Area

YRP mainly
Consider setting base
station at point

City area
• Kurihama station,
YRP Nobi Station
• Yokosuka City Hall
• Around Kinugasa

Strip area
• YRP
• Drone Field in
Yokosuka



Base Station Area
Candidate Facility

“Yokosuka City Drone Field”

“Yokosuka city drone field” opened for business in Dec.2016
5,000 m² on the ground Airspace 40,000 m³

<https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/4471/drone.html>



その他の関連活動



DECEMBER 5 - 6, 2017 //

DOUBLETREE BY HILTON AIRPORT HOTEL

SAN JOSE, CALIFORNIA

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

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



ご清聴ありがとうございました。

**自社機材、ソフト環境持ち込み、
ユーザーとして使ってみたいなど
ご参加頂けるメンバーを募集中です！**

**スマートIoT推進フォーラム
テストベッド分科会
事務局まで ご連絡下さい。**