802.11ah(Wi-Fi HaLow)の実力・ユースケースの紹介とプライベートワイヤレスへの活用

802.11ah推進協議会　運営委員

一般社団法人 無線LANビジネス推進連絡会　会長
NTTブロードバンドプラットフォーム株式会社　取締役
神奈川工科大学　客員教授

北條　博史

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

802.11ah推進協議会とは

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

「802.11ah推進協議会」について

IEEE802.11ahの日本国内での利用実現に向け
関係する企業・団体が自主的に取り組む場として
「802.11ah推進協議会」が2018年11月に発足

通信キャリア、メーカー・SIer、学術団体他より

106 社・団体

2021年4月末現在

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

活動方針

2018/11/7 設立総会資料より

- 可及的速やかに実験局免許を取得して802.11ahの実証試験を始めます
- 802.11ahの通信パフォーマンスの試験結果を会員にオープンにします
- 802.11ahの最新情報を会員と共有します
- 上記実験結果や情報を関係機関と共有し、11ahの国内展開に向けた活動を行います

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

802.11ah推進協議会(AHPC)の概要

設立	2018年11月7日
所在地	〒101-0032　東京都千代田区岩本町3-2-4　岩本町ビル 2F
URL	https://www.11ahpc.org/
会員	会員一覧（別紙）
会長	小林　忠男（無線LANビジネス推進連絡会）
副会長	鷹取　泰司（NTTアクセスサービスシステム研究所）
監事	岡村　聖司（株式会社ミライト）
運営委員 （50音順）	江副　浩（株式会社アイランドシックス） 小中　陽介（富士通クライアントコンピューティング株式会社） 小林　忠男（無線LANビジネス推進連絡会） 酒井　大雅（東日本電信電話株式会社） 鷹取　泰司（NTTアクセスサービスシステム研究所） 藤井　慎（株式会社フルノシステムズ） 北條　博史（無線LANビジネス推進連絡会） AHPCホームページ
アドバイザー	竹田　義行（元 総務省）
目的	IEEE標準規格802.11ahの国内利用実現に向け、関係する企業・団体等で活動を行うことを目的とする。

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

「802.11ah推進協議会」会員一覧

【別紙】

■正会員	
No.	法人・団体名
<通信キャリア>:12社	
1	アイテック阪急阪神株式会社
2	ＮＴＴアクセスサービスシステム研究所
3	株式会社NTTドコモ
4	NTTブロードバンドプラットフォーム株式会社
5	株式会社キャッチネットワーク
6	KDDI株式会社
7	ソフトバンク株式会社
8	西日本電信電話株式会社
9	東日本電信電話株式会社
10	株式会社USEN NETWORKS
11	株式会社ワイヤ・アンド・ワイヤレス
12	株式会社ワイヤレスゲート
<機器メーカー・Sier等>：79社	
13	アイシン精機株式会社
14	アイディア株式会社
15	株式会社アイ・オー・データ機器
16	株式会社アイランドシックス
17	Askey Japan Co., Ltd.
18	アズビル株式会社
19	Upside合同会社
20	Aviacomm Inc.
21	株式会社アプレット
22	株式会社網屋
23	アルテリア・ネットワークス株式会社
24	アロー・エレクトロニクス・ジャパン
25	株式会社石橋
26	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
27	SCSK株式会社
28	NECネッツエスアイ株式会社
29	NTTアドバンステクノロジ株式会社
30	NTTデータカスタマサービス株式会社
31	株式会社エイトセンス
32	株式会社LTE-X
33	エレコム株式会社
34	加賀電子株式会社
35	川崎重工業株式会社
36	株式会社協和エクシオ

■正会員	
No.	法人・団体名
<機器メーカー・Sier等>	
37	GOKE JAPAN株式会社
38	コーンズテクノロジー株式会社
39	株式会社コンテック
40	サイレックス・テクノロジー株式会社
41	サクサ株式会社
42	シスコシステムズ合同会社
43	スタッフ株式会社
44	スマートロジック株式会社
45	セコム株式会社
46	センスシングスジャパン株式会社
47	センチュリー・システムズ株式会社
48	株式会社ゼンリンデータコム
49	中央電子株式会社
50	ディーリンクジャパン株式会社
51	株式会社東陽テクニカ
52	株式会社　ナカヨ
53	日本アンテナ株式会社
54	日本板硝子株式会社
55	日本システム開発株式会社
56	日本コムシス株式会社
57	日本電業工作株式会社
58	日本ヒューレット・パッカード株式会社
59	日本ライトン株式会社
60	パーソルR&D株式会社
61	株式会社 バイオス
62	株式会社バッファロー
63	パナソニック株式会社
64	パラレルネットワークス合同会社
65	株式会社ビート・クラフト
66	株式会社ビーマップ
67	PicoCELA株式会社
68	株式会社日立製作所
69	株式会社ブイ・アール・テクノセンター
70	株式会社フィールドブレイン
71	藤田ソリューションパートナーズ株式会社
72	富士通株式会社
73	富士通九州ネットワークテクノロジーズ株式会社

■正会員	
No.	法人・団体名
<機器メーカー・Sier等>	
74	富士通クライアントコンピューティング株式会社
75	株式会社富士通研究所
76	富士通ネットワークソリューションズ株式会社
77	株式会社フルノシステムズ
78	株式会社ボイドルーターシステムズ
79	マイクロウェーブファクトリー株式会社
80	マイクロサミット株式会社
81	マスプロ電工株式会社
82	三菱電機株式会社
83	株式会社ミライト
84	株式会社ミライト・テクノロジーズ
85	株式会社村田製作所
86	明成通信株式会社
87	株式会社モバイルテクノ
88	ユビクォス 日本オフィス
89	横河電機株式会社
90	株式会社ルートウエブス
91	レンジャーシステムズ株式会社
<学術団体>：6団体	
92	神奈川工科大学
93	国立大学法人東京海洋大学
94	東京大学
95	兵庫県立大学大学院
96	北陸先端科学技術大学院大学　高信頼IoT社会基盤研究拠点
97	室蘭工業大学
<その他>：6社	
98	特定非営利活動法人Update Success Academy
99	一般社団法人長野経済研究所
100	神奈川県水産技術センター相模湾試験場
101	株式会社ディアステージ
102	株式会社リックテレコム
103	高知県
■特別会員	
No.	法人・団体名
104	一般社団法人全国自治会活動支援ネット
105	一般社団法人無線LANビジネス推進連絡会
106	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム

（※カテゴリー別・50音順）

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

本日の講演内容

- 802.11ah（Wi-Fi HaLow）について
  - ✓技術的特長
    ⇒ 低消費電力／長距離通信を実現、動画伝送可能
  - ✓想定されるユースケースとトライアルによる評価
    ⇒ 農業分野など始めとした各種ユースケースへの展開
  - ✓商用導入に向けた向けた取り組み
    ⇒ 電波利用及び商品化に向けた取り組み

- プラベートワイヤレスについて
  - ✓いろいろなワイヤレス方式の活用について
    ⇒ローカル5G、Wi-Fi6、802.11ahなど
    ⇒IoTシステムの選定に向けて

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

本日の講演内容

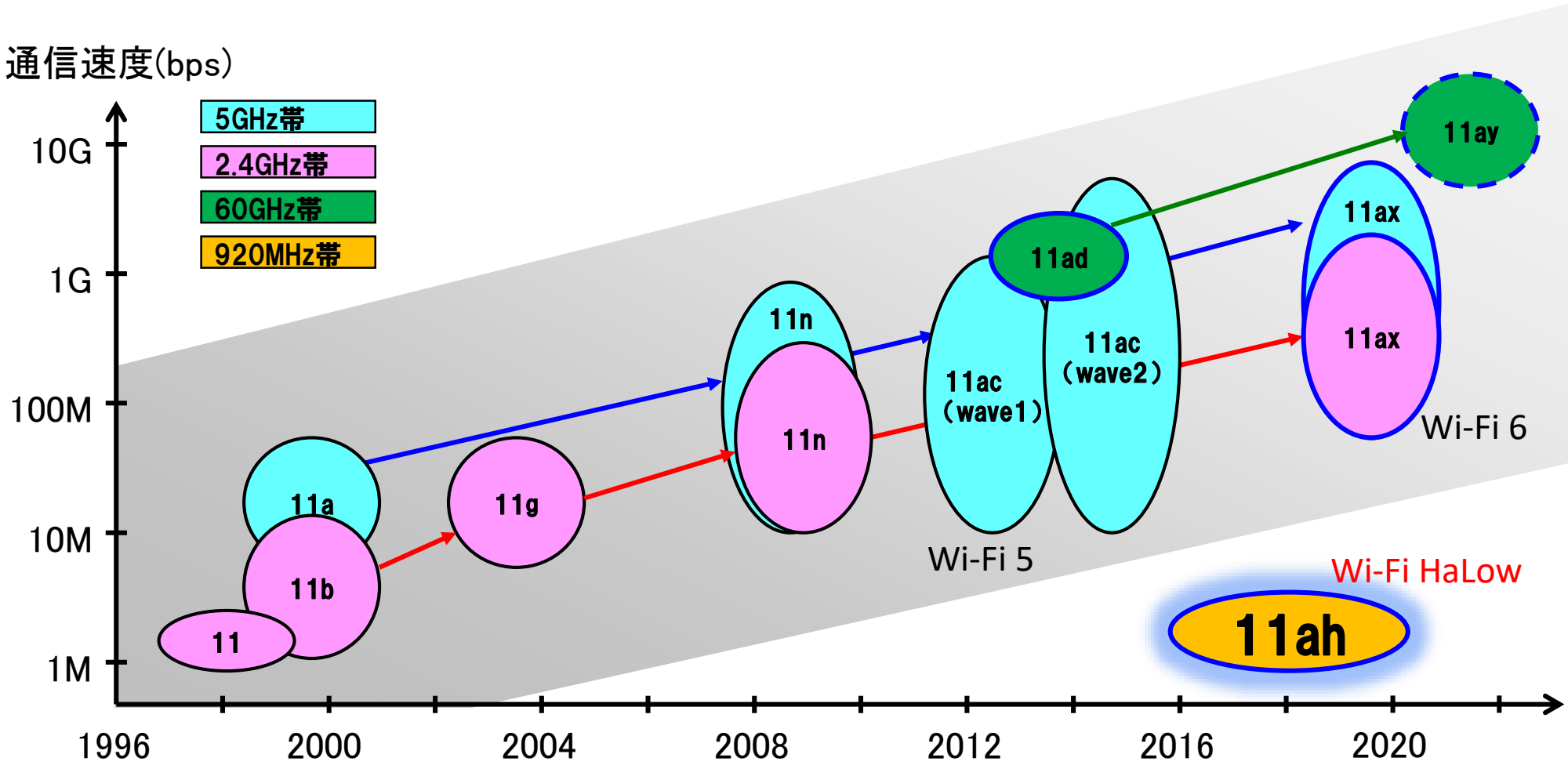
- 802.11ah（Wi-Fi HaLow）について
  - ✓**技術的特長**
    ⇒ 低消費電力／長距離通信を実現、動画伝送可能
  - ✓想定されるユースケースとトライアルによる評価
    ⇒ 農業分野など始めとした各種ユースケースへの展開
  - ✓商用導入に向けた向けた取り組み
    ⇒ 電波利用及び商品化に向けた取り組み

- プラベートワイヤレスについて
  - ✓いろいろなワイヤレス方式の活用について
    ⇒ローカル5G、Wi-Fi6、802.11ahなど
    ⇒IoTシステムの選定に向けて

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

IEEE802.11のロードマップ

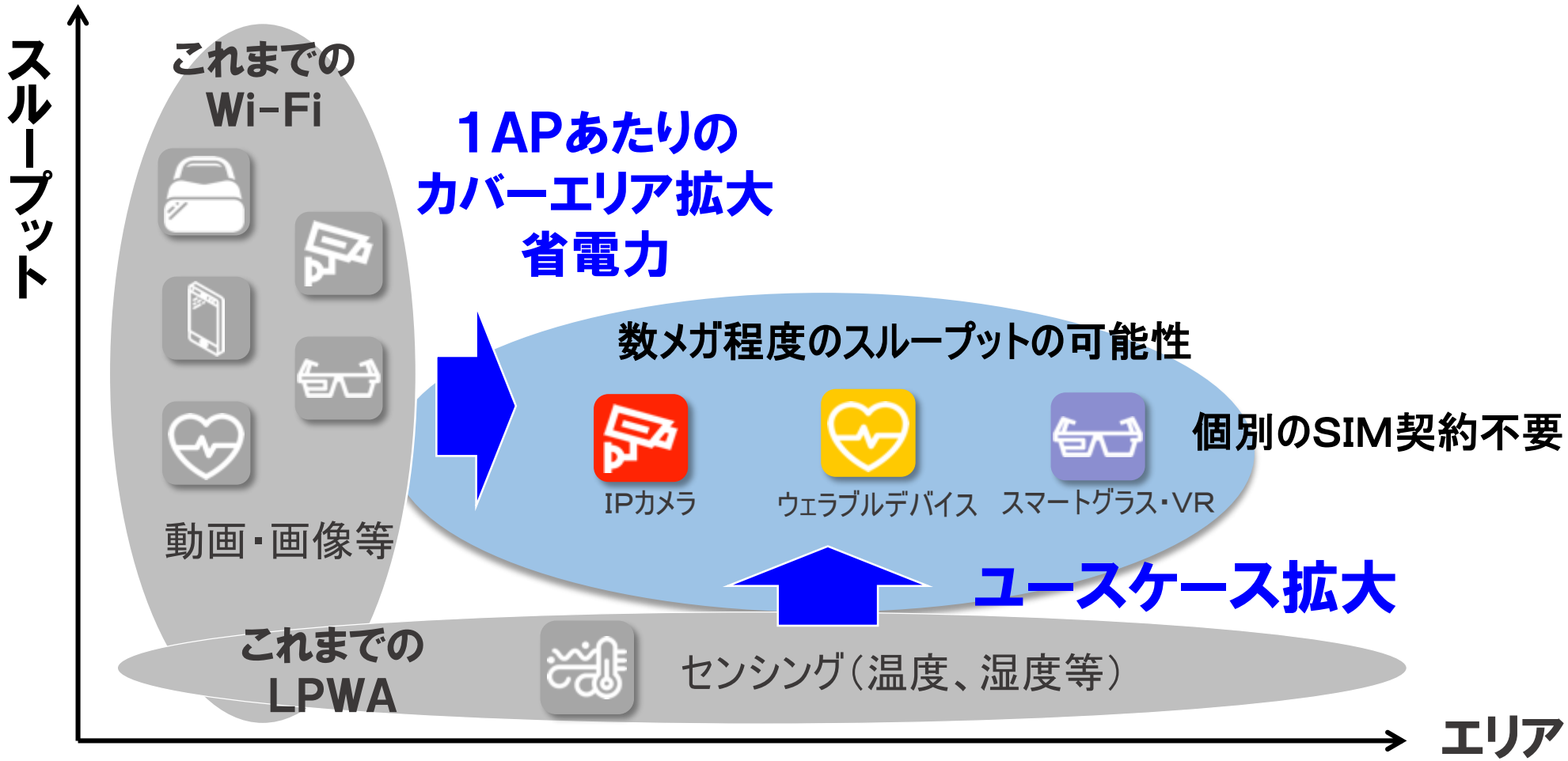
IEEE802.11ahは、IEEE802.11-2007の改訂版として2017年に公開された**標準無線ネットワークプロトコル**です



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

802.11ahの特長

スマートシティを構成する様々なユースケースを11ahがカバーできる可能性



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

長距離をカバーするIEEE802.11ah

サブ1GHz

- 1kmを超える伝搬距離
- 見通し外通信に適した周波数

設計が容易

- スター/ツリー構成共に可能
- 1APあたり1024台まで収容
- 中継機能あり

サブ1GHz（802.11ah）

低消費電力

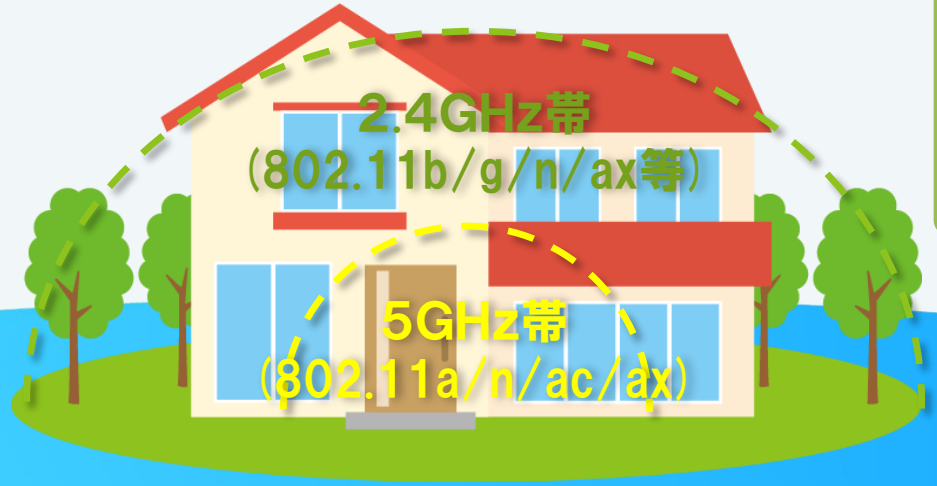
- より省電力なスリープモード
- 省電力機構搭載

柔軟な帯域

- 1MHz～4MHz幅に対応
- 150kbps～数Mbps

Wi-FiブランドIoT

- 国際的なIPベース規格
- 実績のあるQoS機能
- AESベースの暗号化機能



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

屋外の伝搬特性の測定

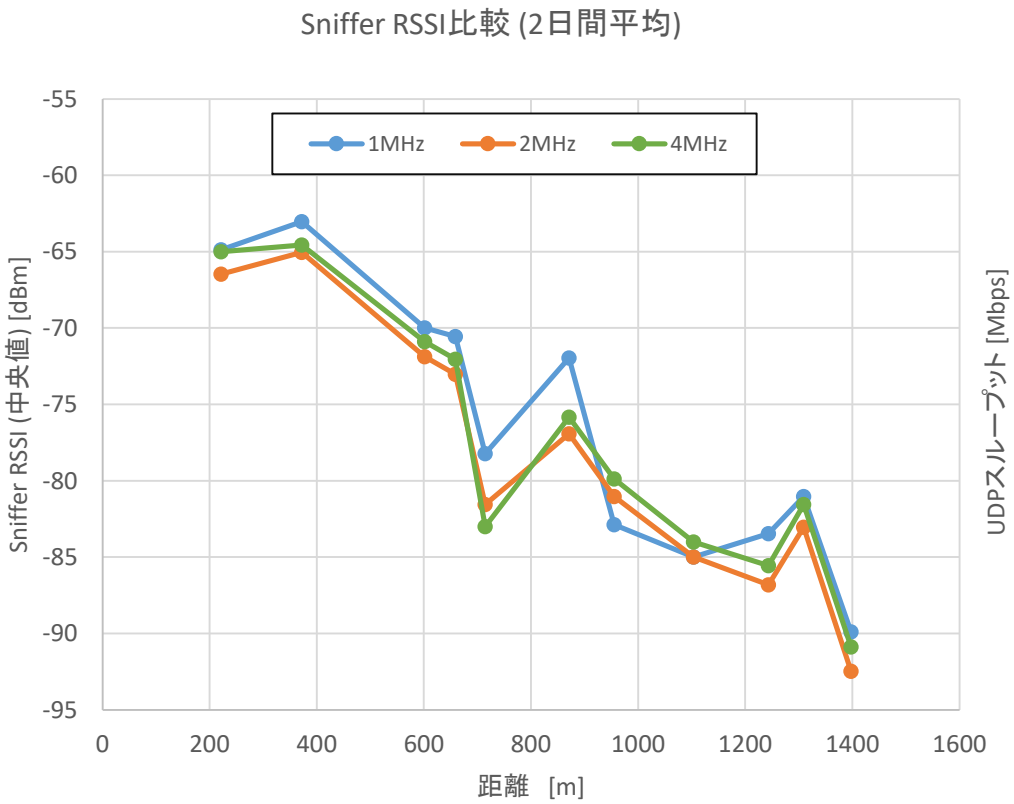
◆ 横須賀のNTT研究所の屋上からYRPに向けて送信

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

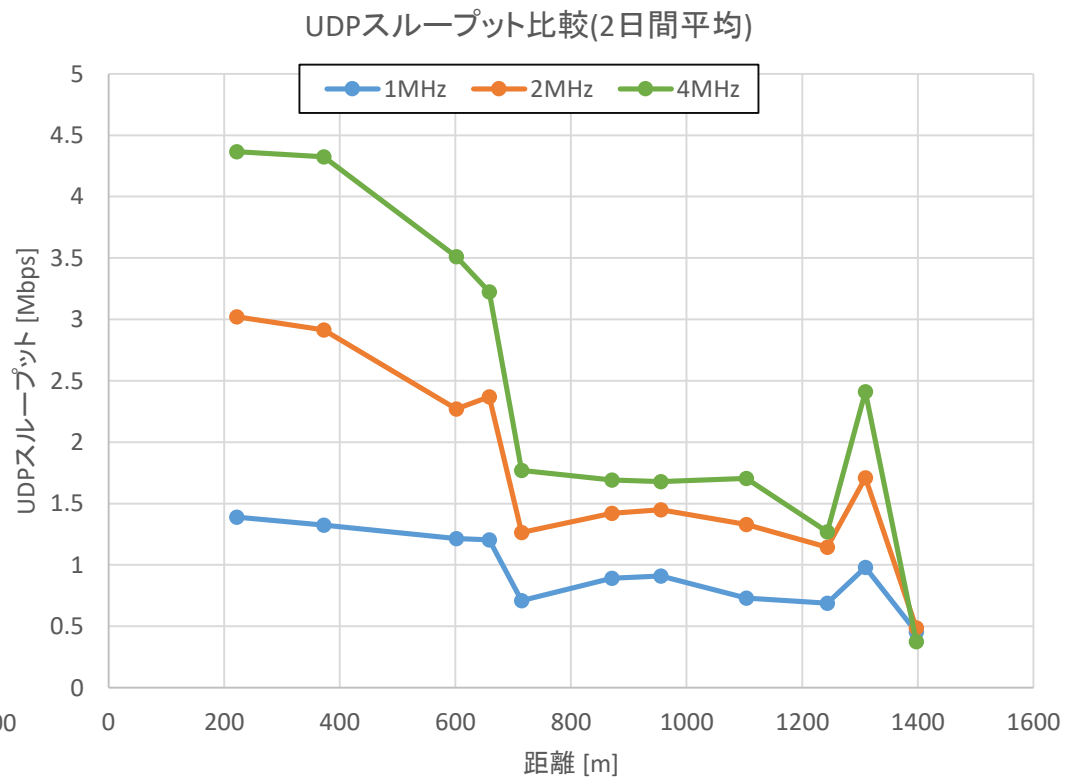
802.11ahの距離測定結果

受信レベルとUDPスループットを測定。地形の関係で700mあたりから見通し外通信となっている。

受信レベル特性



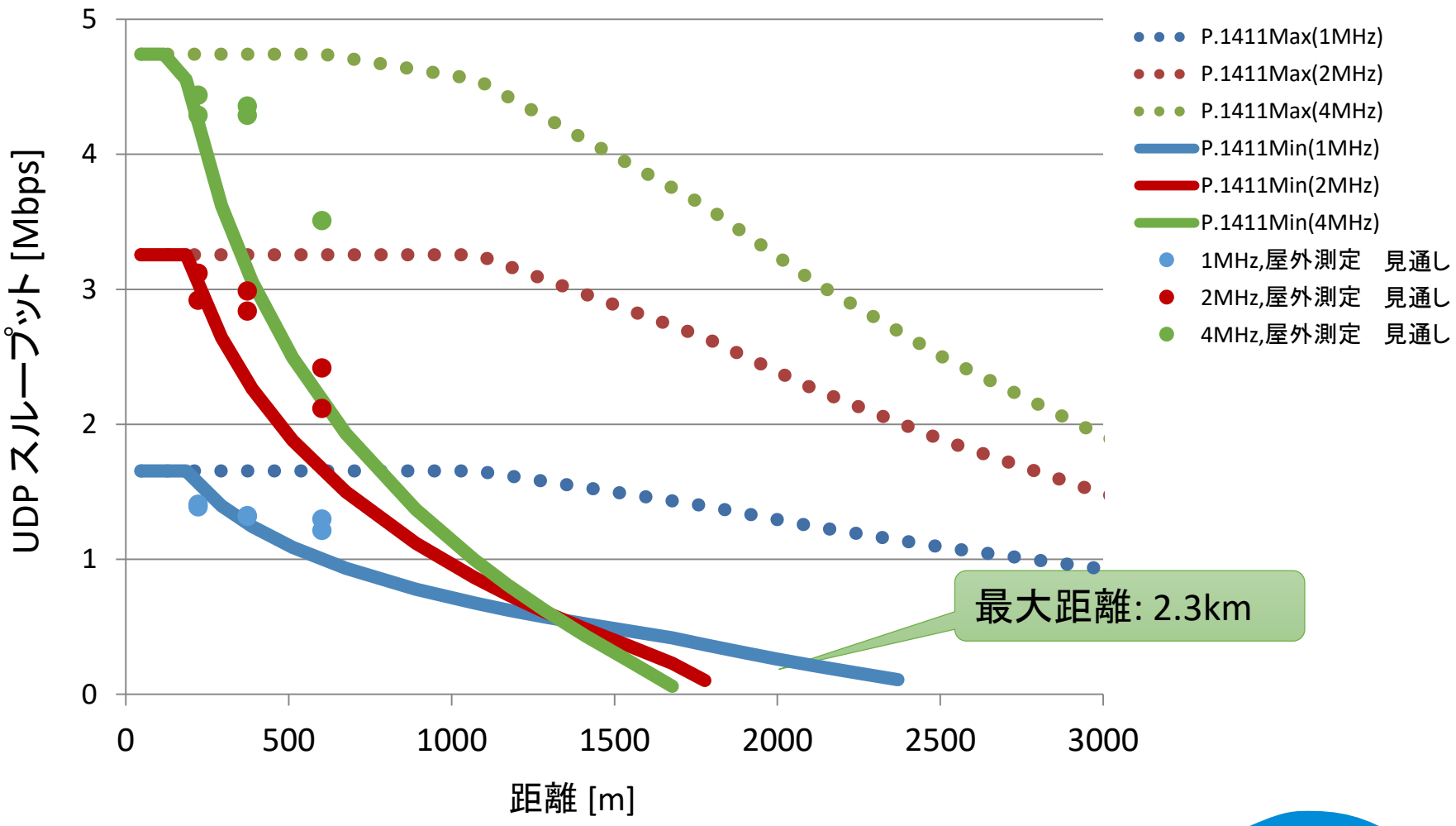
UDPスループット特性



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

見通し環境での11ahの接続距離推定

見通し伝搬モデルの損失上限を想定した場合、最大伝送距離は2.3km



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

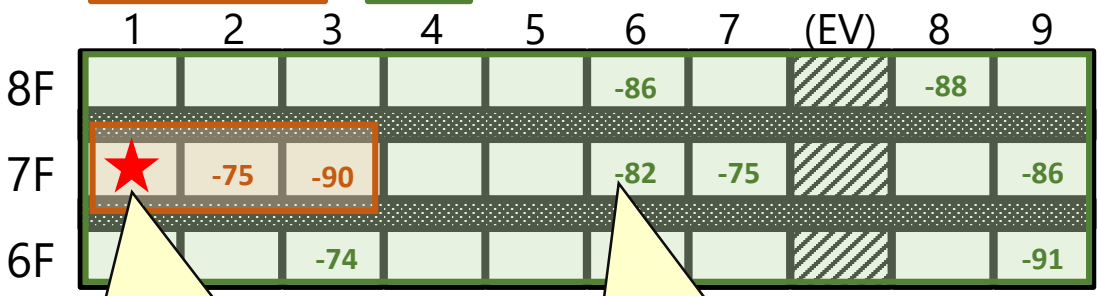
集合住宅の伝搬評価

◆ 集合住宅の廊下にAPを設置し、部屋内の端末を接続するケースを想定した屋内外経路の伝搬損失を評価。

◆ **11ah AP1台で幅100m(18部屋相当)×3フロアをカバー**をすることを確認しました。

11n(2.4GHz)　11ah

※各住戸の各部屋の測定結果のうち、最低のRSSI値を記載 (単位: dBm)



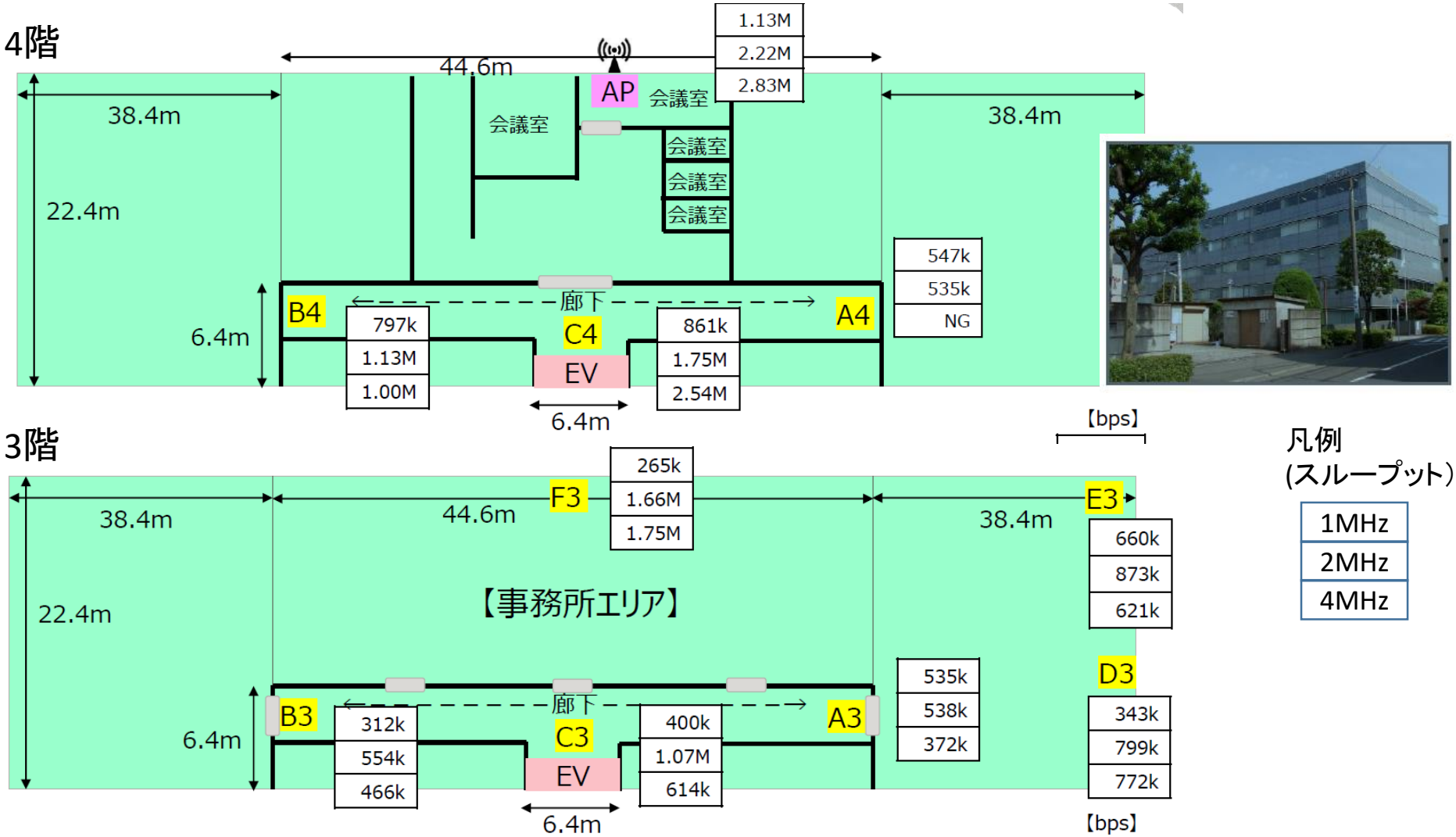
AP設置環境(廊下)

STA設置環境例(屋内)

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

屋内・オフィス環境での伝送特性

1台のAPで複数のフロアをカバー

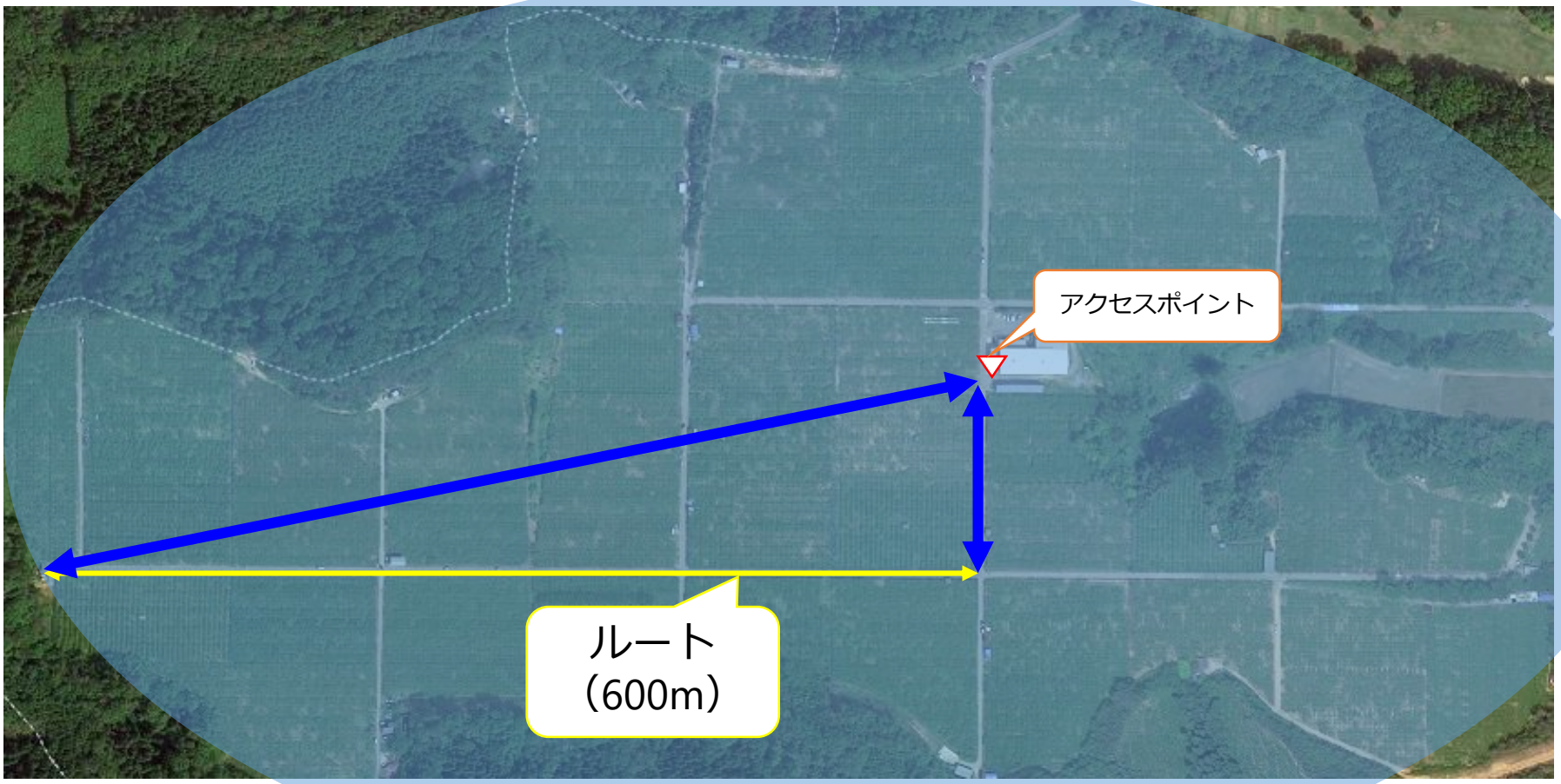


（協力：富士通、FCCL、MTC、FNETS）

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

屋外ルーラル（葉が密集する植生）の伝搬測定

測定環境（圃場全体）

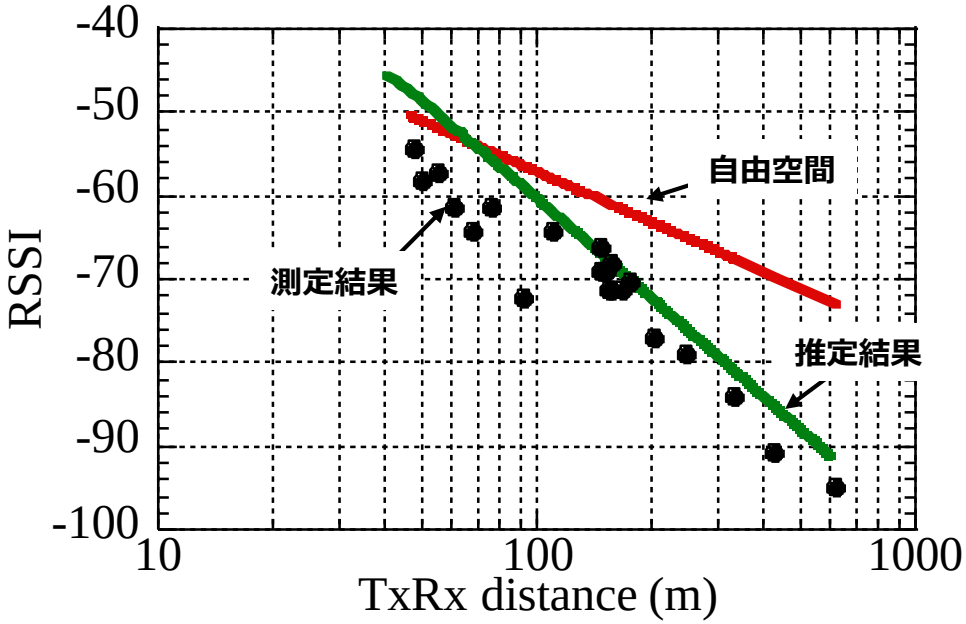


2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

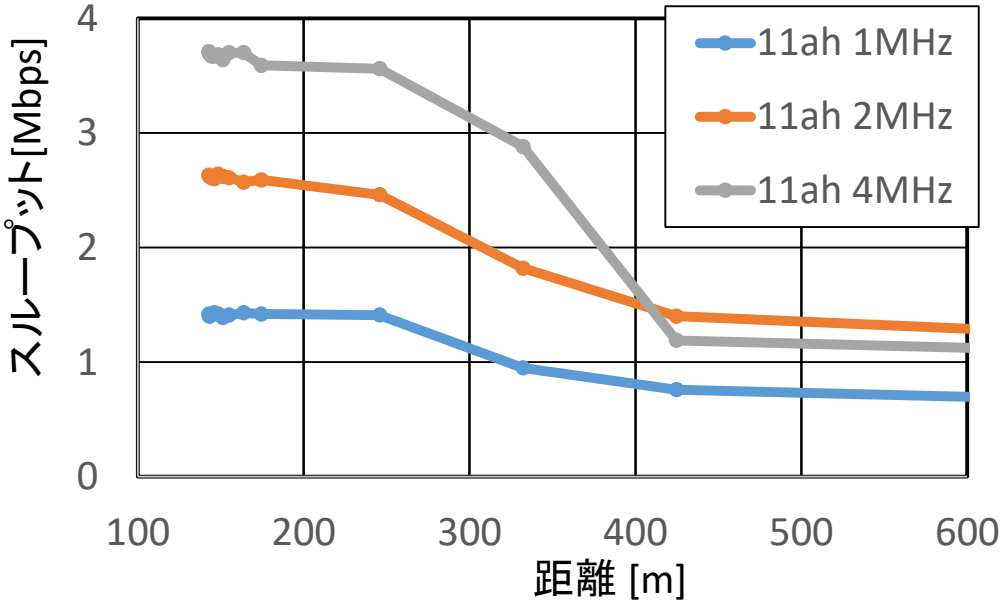
屋外ルーラルの測定結果

- 葉の影響が大きい果樹園において、既存のITU-Rモデル式の拡張等でモデル化できることを確認（モデルの詳細化を検討中）
- 見通し環境を確保することで、**数百mにわたるターゲットエリアを１つのAPでカバー**

受信レベル特性例



スループット特性（600mルート）



※同じエリアにおける1kmを超えるルートでも、150Kbps程度での通信を確認

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

屋外ルーラル（中山間部）での伝搬特性

出典：GoogleEARTH

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

本日の講演内容

- 802.11ah（Wi-Fi HaLow）について
  - ✓技術的特長
    ⇒ 低消費電力／長距離通信を実現、動画伝送可能
  - **✓想定されるユースケースとトライアルによる評価**
    ⇒ 農業分野など始めとした各種ユースケースへの展開
  - ✓商用導入に向けた向けた取り組み
    ⇒ 電波利用及び商品化に向けた取り組み

- プラベートワイヤレスについて
  - ✓いろいろなワイヤレス方式の活用について
    ⇒ローカル5G、Wi-Fi6、802.11ahなど
    ⇒IoTシステムの選定に向けて

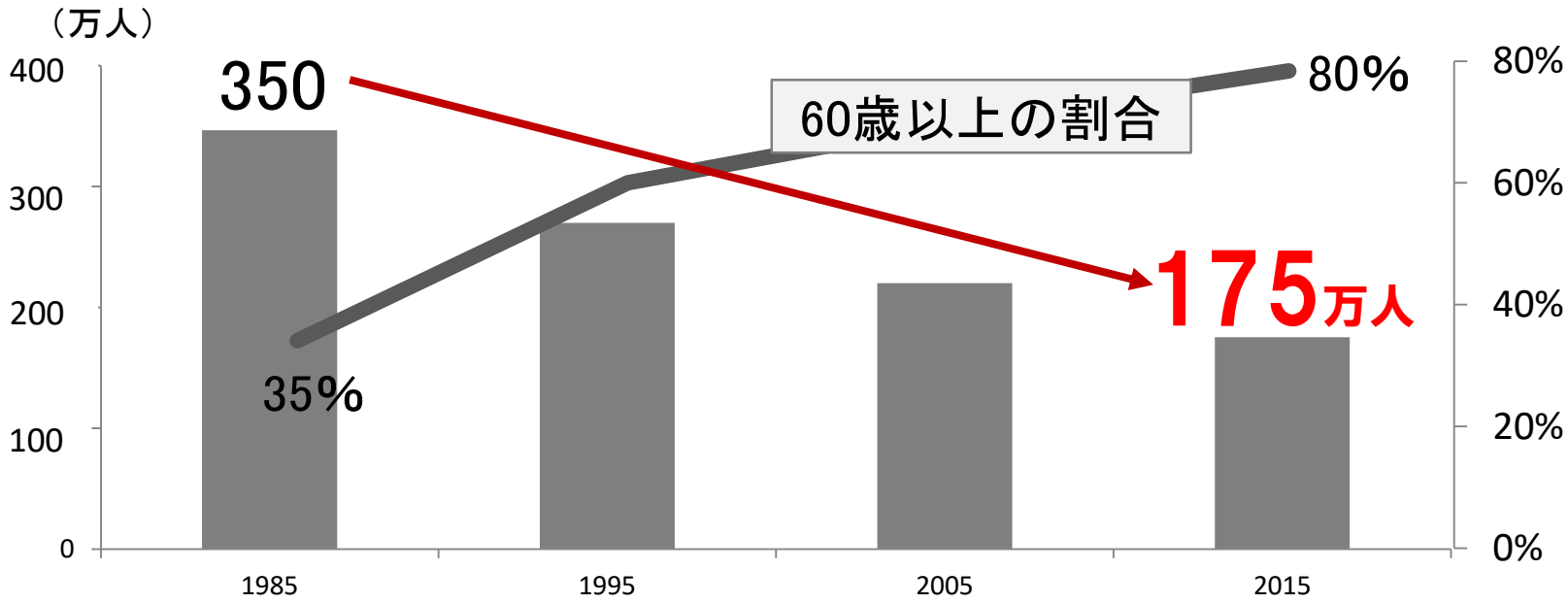
2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

国内農業の市場環境

全産業の中でも少子高齢化の速度が速い
ビジネス農家の数は少しづつではあるが増えている

農業従事者数

高齢化等に伴い
約30年間で農業従事者数は半減

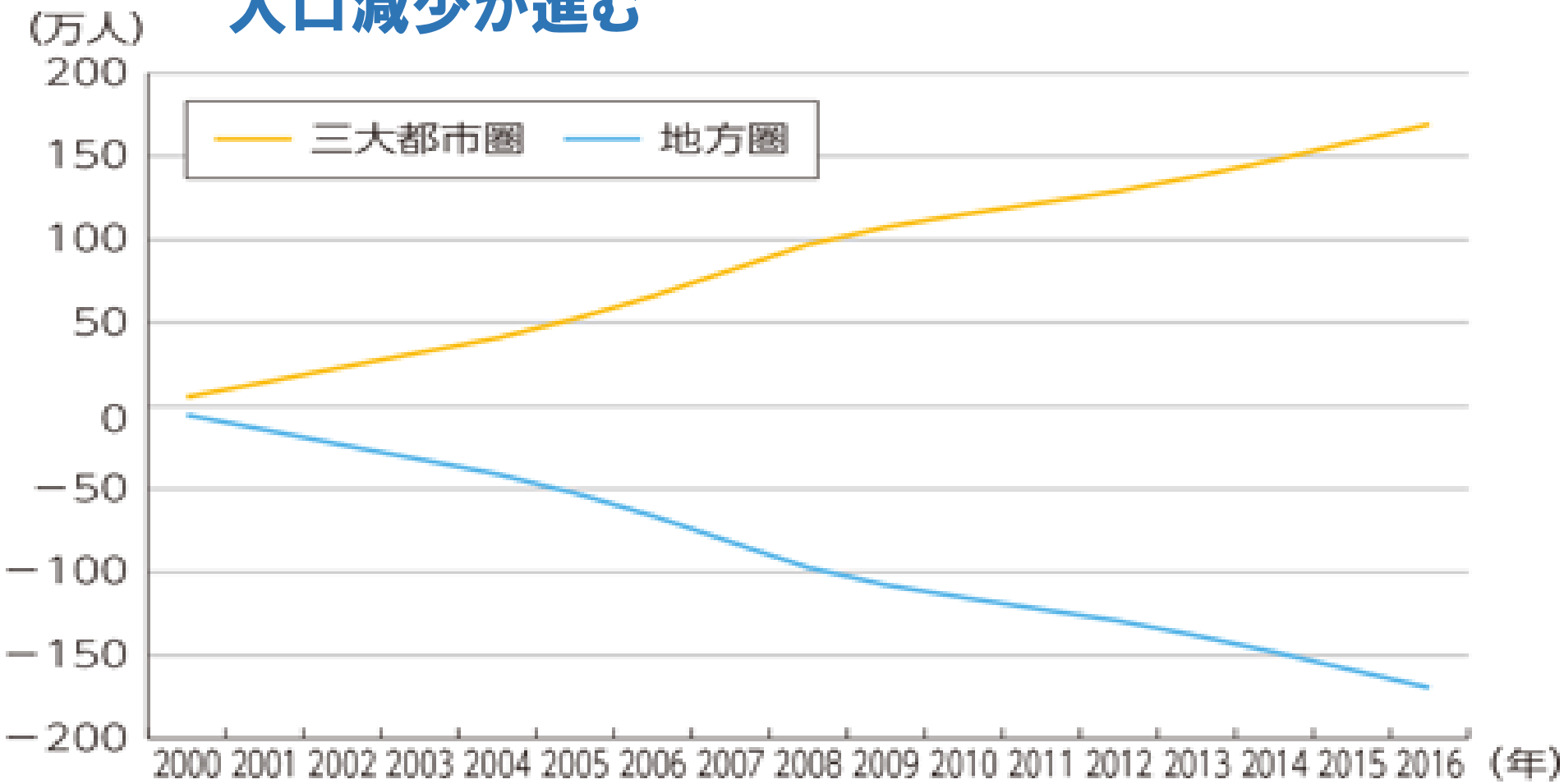


【出典】農林水産省「2015年農林業センサス」

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

地域における担い手不足

一次産業が地域の経済基盤となる地方圏で人口減少が進む



三大都市圏：埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、岐阜県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県

【出典】総務省「情報通信白書」

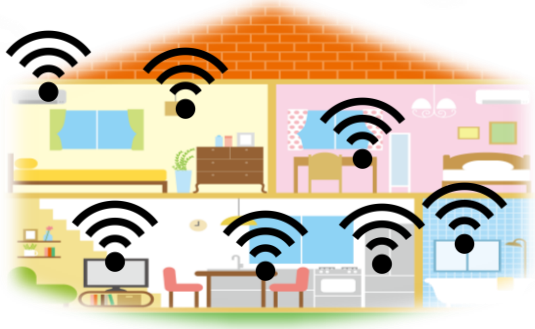
2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

様々な利用シーンで期待される11ah

サブ1GHzの周波数の利用により1km以上の距離をカバーしつつ
従来のLPWAを凌ぐ伝送速度で通信が可能

スマートシティ、オフィス、ホーム、農業などにおいて
これまでに無い価値を11ahが提供

スマートホーム



スマートシティ

スマート農業

スマートファクトリー

スマートオフィス

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

11ahがスマートシティの重要な基盤へ

（当協議会調べ）

LoRaWAN

独自プロトコルや専用システムが必要

・独自のプロトコルを用いる仕様
・顧客個別の環境に合わせて、検討・導入を行うモデル

SIGFOX

送信できるデータ量制限あり

・画像や映像の送受信よりセンシング用途に適した規格
・あらかじめ展開されたエリアを活用するモデル

Wi-SUN

他の規格と比べて伝送距離が短い（スマートメーター用途）

・伝送距離が500mであり、スマートメーター用途としては十分だが、
　他の規格と比べて比較的狭い伝搬範囲
・グローバルでの利用が限定的

産業や地域課題解決を進める
利用者に適した規格

IEEE802.11ah

既存IP資産を有効活用

独自プロトコルではなく、
市中IP資産（端末・ソフト等）を活用

画像・映像を活用したい

センシングデータのみならず、
遠隔からビジュアルで監視・分析

広範囲での利用

Wi-Fiのように自由に設計できる
ネットワークをより広いエリアで利用

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

農業で11ahを活用する効果

これまでの課題

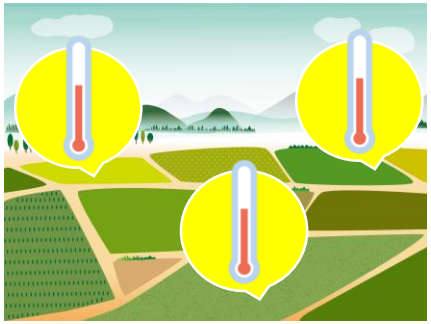
- 従来は人手にて広いエリア内において植物の生育状況を把握するため目視点検を実施
- 高齢化、担い手不足により効率化が求められている
- 既存のLPWAでは映像・画像の送信に適さず、SIMの利用は電源・コストの問題が生じる

自営ネットワークにて映像を広いエリアで収集・効率化

見回りの効率化

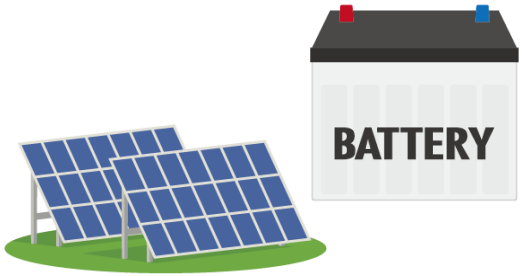
映像の活用により
現場巡回を代替

コストの最適化



広大な農地を多数のセンシングで
カバーする際の優位性

画像映像を省電力で送信



バッテリーなどを活用し
電源のない農地で活用

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

農業分野のユースケース（加賀市等とのプロジェクト）

広大な農地の見回りを映像を活用し効率化
季節毎の植物の生長変化を踏まえた伝搬特性を検証

32ヘクタール（東京ドーム10個分相当）の広大な農地をフィールドに
ユースケースを検証

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

鳥獣害対策で11ahを活用する効果

これまでの課題

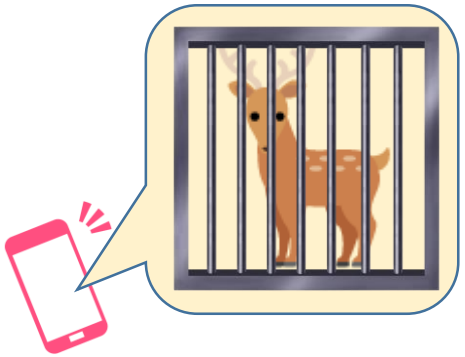
- 従来は罠の稼働状況を遠隔から把握できるのみであり、害獣の出没状況は把握できない
- 猟師の勘や経験、害獣の残した痕跡を元として、罠資源の活用先を選定
- 既存のLPWAでは映像・画像の送信に適さず、SIMの利用は電源・コストの問題が生じる

鳥獣害対策を題材に中山間部での活用事例を構築

罠資源の有効活用

害獣の出没状況などから
効果的な場所への設置が可能

遠隔から事象把握



ジビエ加工にも活用が可能な
害獣の種類、サイズ等を確認

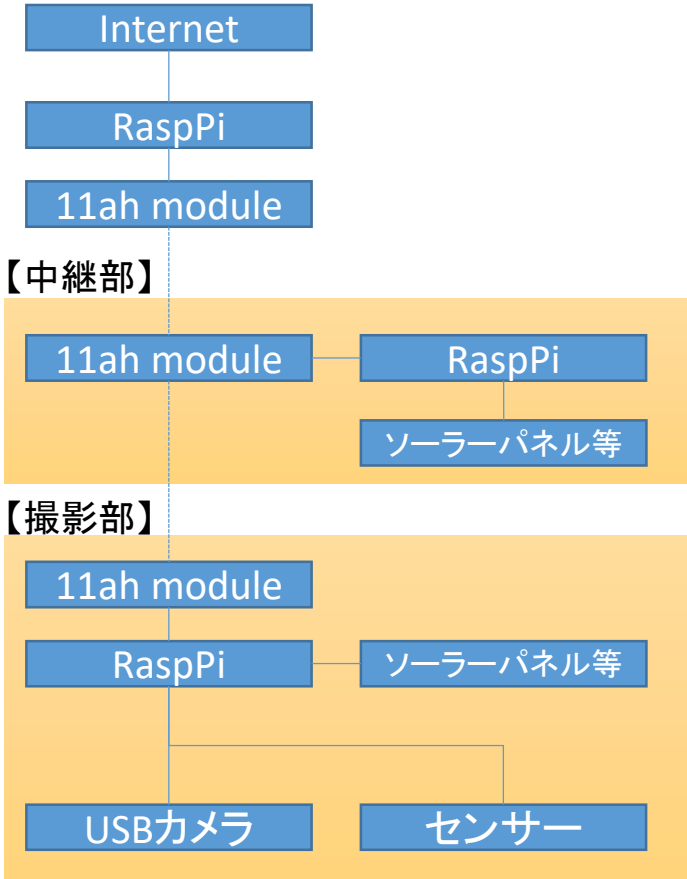
安全・防災へのつながり

中山間部における
崖崩れなどの早期発見

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

鳥獣害分野のユースケース（木更津市とのプロジェクト）

中山間部にて映像を用いた鳥獣害対策の効率化

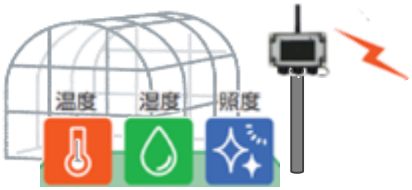


2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

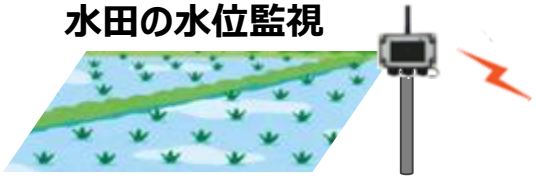
木更津市での事例（11ahで実証）

農業センシング

電源確保が困難な圃場のセンシング

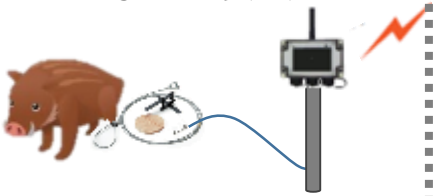


水田の水位監視

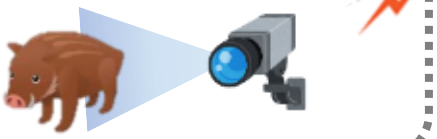


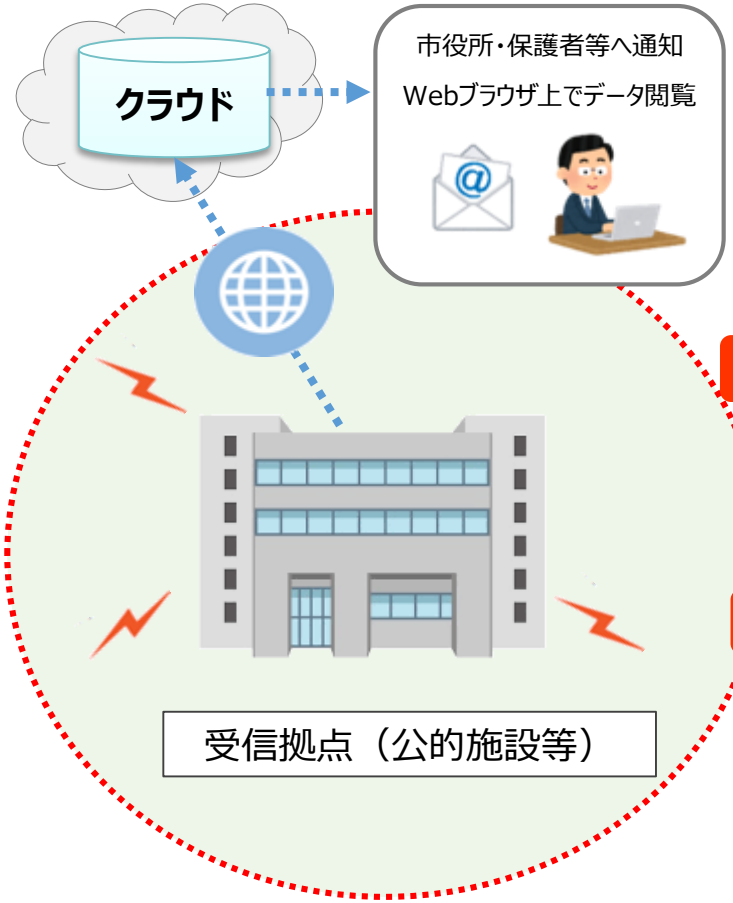
鳥獣害対策

センサーによる捕獲通知



カメラ画像による生態把握





児童・高齢者の見守り

取り組み① センサーによる下校通知

取り組み② 避難所での安否確認

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

水産業で11ahを活用する効果

これまでの課題

- 定置網漁では魚量確認が遠隔から行えないため、漁場まで燃料を使って現場まで移動する
- ドローンなどで取得した映像を確認、分析するためには帰港する必要がある
- 沿岸部では携帯電話が利用できない場所もあり、現地からの映像の送信は困難

産業の持続化や効率化につながるインフラ

広範囲をカバー

船内搭載の機器や
端末の通信

業務の効率化

現場から映像を送信し
有識者と連携を図る

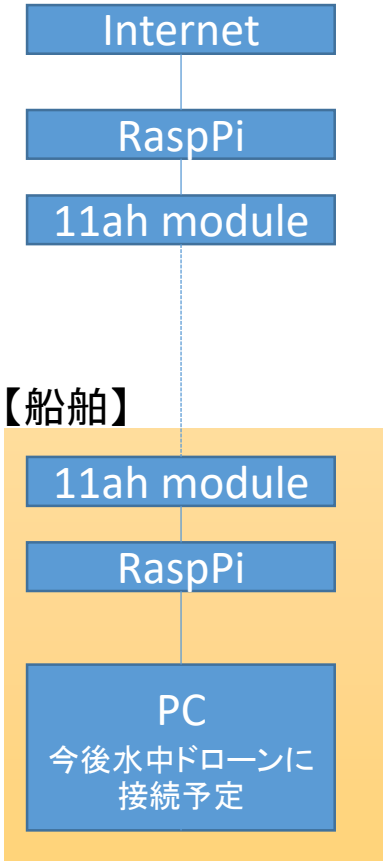
安全性向上の取組に活用

産業の持続化や
サプライチェーンでの活用

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

水産業分野のユースケース（小田原市とのプロジェクト）

ネットワークのない沿岸をテーマに、映像を活用した定置網の見回りの効率化



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

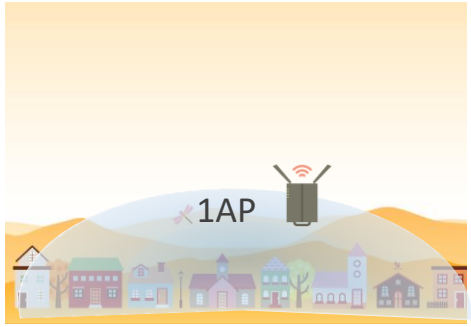
地方部で11ahを活用する効果

これまでの課題

- 積雪時や雪解けの際の河川の増水により、浸水など生活環境が脅かされている
- 水門などは中心部から離れており、見回りのための稼働負担が大きい
- 既存LPWAでは広いエリアのセンサー情報を収集できるが、画像を集めることができない

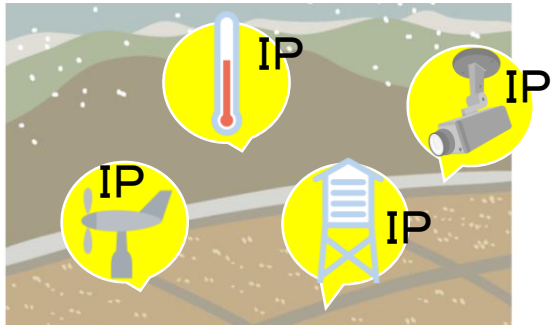
IP機器を活用した地域のスマートシティ化

広範囲をカバー



長距離を一つのAPで
効率的にカバー

IoT機器導入のインフラ



市販のIP機器やサービスを
活用して住民サービスを向上

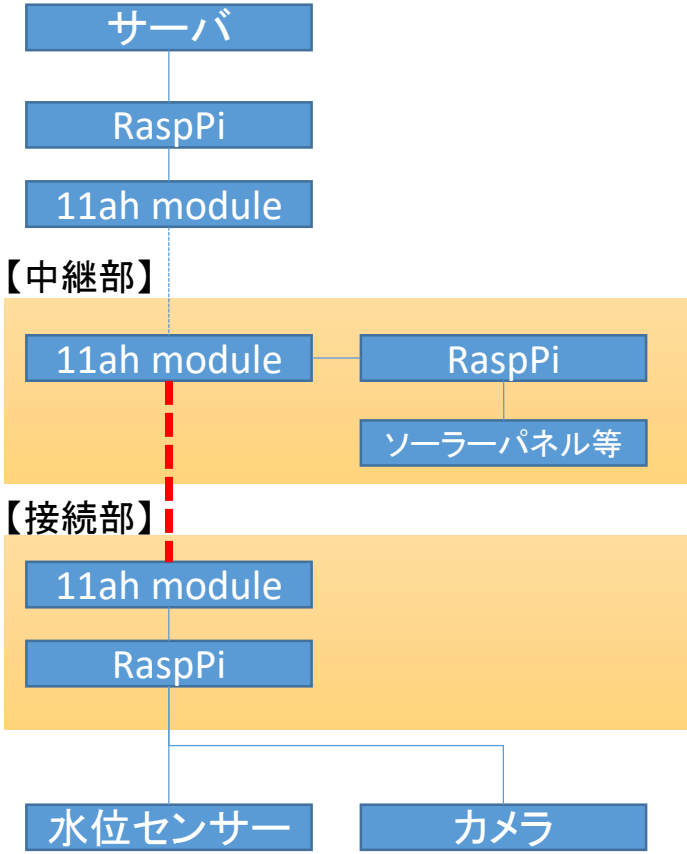
スマートシティ化を加速

安心安全など地域の課題に
沿った課題解決

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

地方部でのユースケース（岩見沢市とのプロジェクト）

地域の防災をテーマに、ahによる水路監視の効率化を実施



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

本日の講演内容

- 802.11ah（Wi-Fi HaLow）について
  - ✓技術的特長
    ⇒ 低消費電力／長距離通信を実現、動画伝送可能
  - ✓想定されるユースケースとトライアルによる評価
    ⇒ 農業分野など始めとした各種ユースケースへの展開
  - **✓商用導入に向けた向けた取り組み**
    ⇒ 電波利用及び商品化に向けた取り組み

- プラベートワイヤレスについて
  - ✓いろいろなワイヤレス方式の活用について
    ⇒ローカル5G、Wi-Fi6、802.11ahなど
    ⇒IoTシステムの選定に向けて

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

RFタグやIoT用の周波数(920MHz帯)

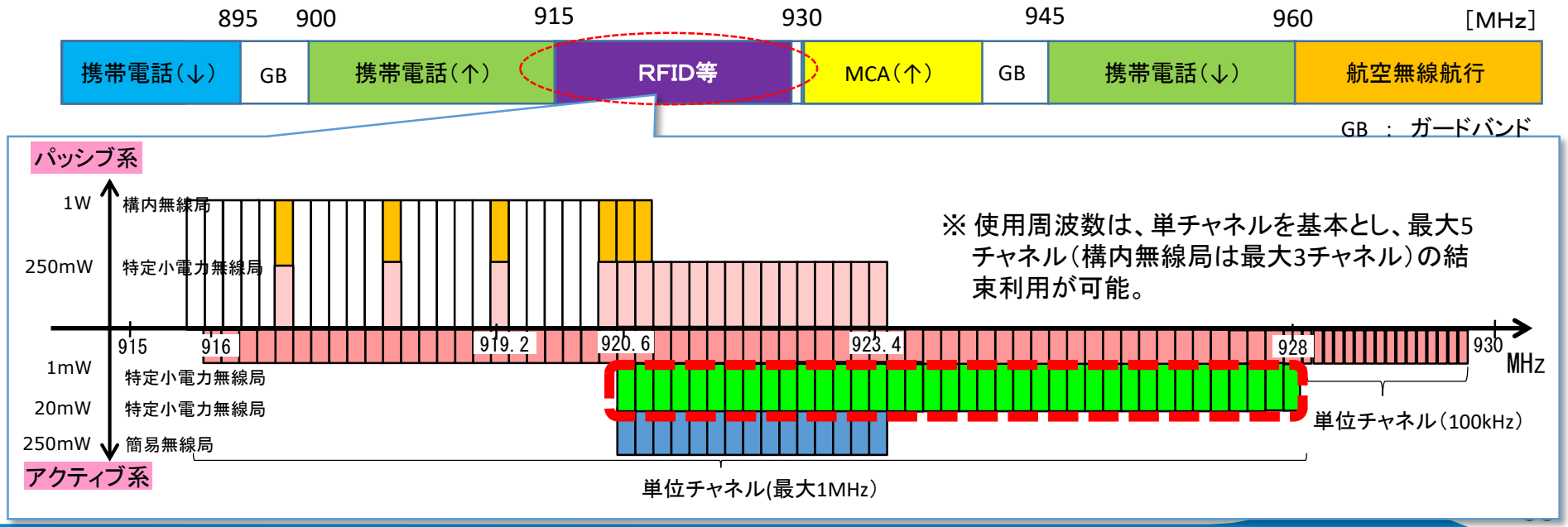
- 免許不要で20mW出力が可能な、920.5-928.1MHz帯
- 共存する主な無線システム:

  アクティブシステム:　Wi-SUN, LoRa, SIGFOX, ELTRES

  パッシブ系システム　※922.3MHz以下
- 隣接する無線システム:

  携帯電話　上りリンク:　900-915MHz

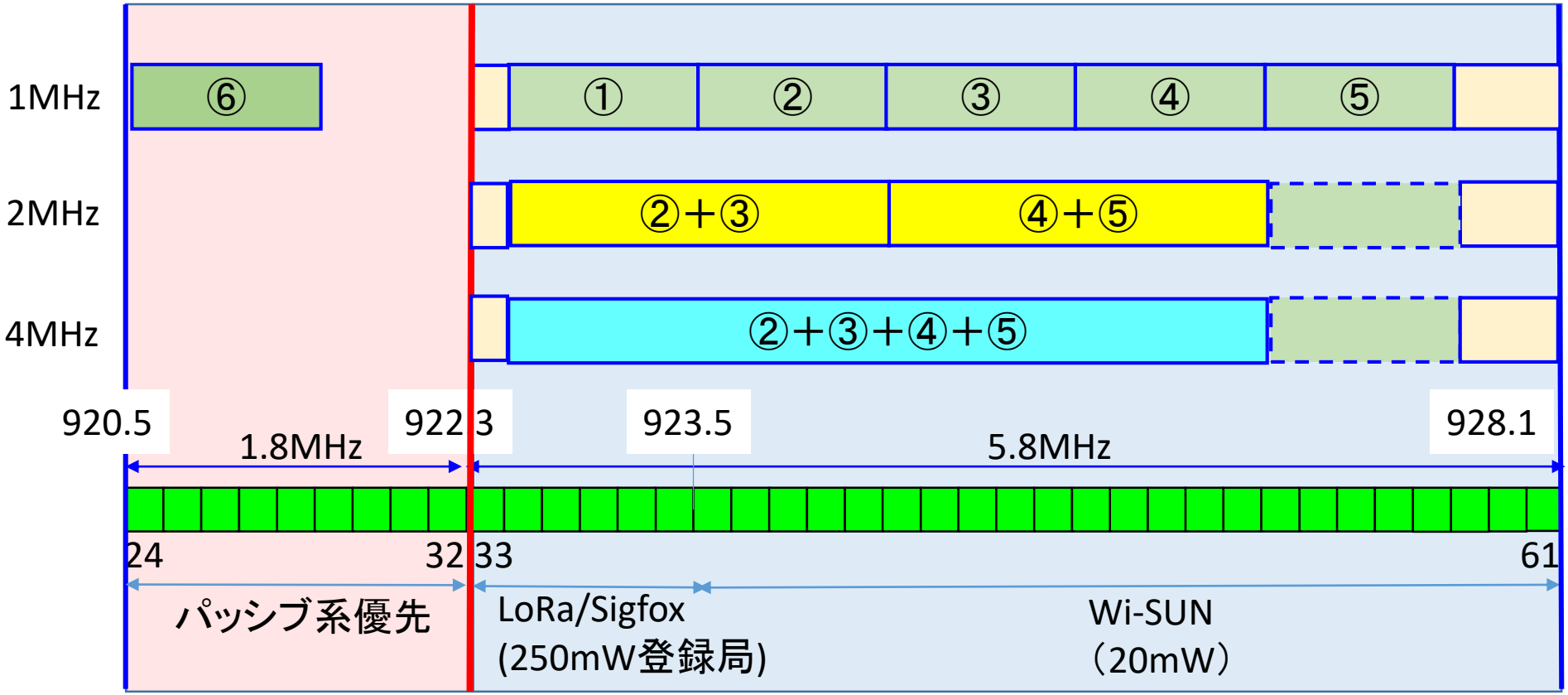
  MCA　　上りリンク:　930-940MHz



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

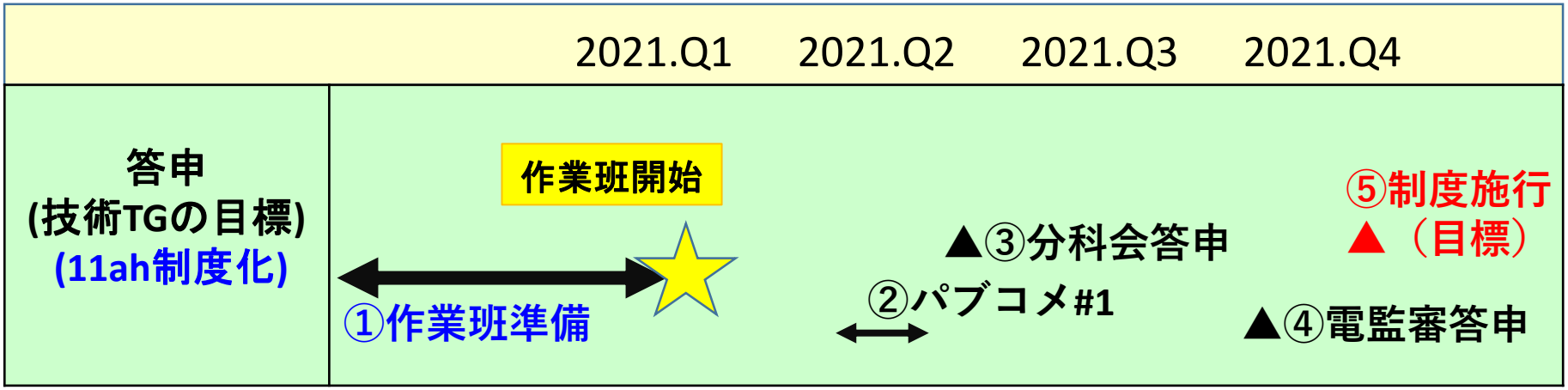
周波数チャネルの配置例

- **4MHz伝送**まで規定される方向で調整中。
- 1MHz伝送はアクティブ優先/専用の**5チャネル+パッシブ優先の1チャネル**を確保できる見通し。



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

制度化のスケジュール



- 近々、総務省情通審での検討をスタート

- 2021年度内に11ahの制度化を完了（目標）

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

海外におけるチップベンダの動き

ahに注目するチップベンダやデバイスメーカーが登場

【802.11ahに注目するチップベンダ】

Newracom社

Palma Ceia Semidesign社

Adapt-ip社

MorseMicro社

Methods2Business社

Huge-IC社

（順不同・協議会調べ）

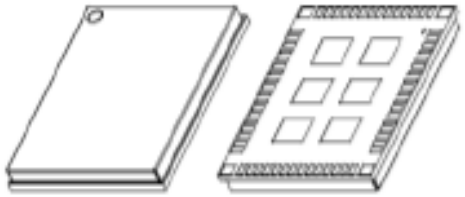
2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

国内外で広がる端末の多様化

規格の展開を踏まえて対応デバイスが拡大

富士通
屋外エリア伝搬評価用タブレット端末

LITEON社
USBドングル



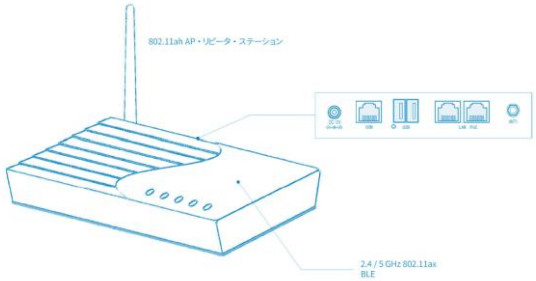
AzureWave社
ワイヤレスLANモジュール

サイレックス・テクノロジー社
アクセスポイント

ビート・クラフト社
Raspberry Pi ピン互換型

ALFAネットワーク社
室内Wi-Fi+HaLowゲートウェイ

ALFAネットワーク社
屋外ゲートウェイ



フルノシステムズ社
トライバンドAP（2.4/5GHz/920MHz）

（順不同）

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

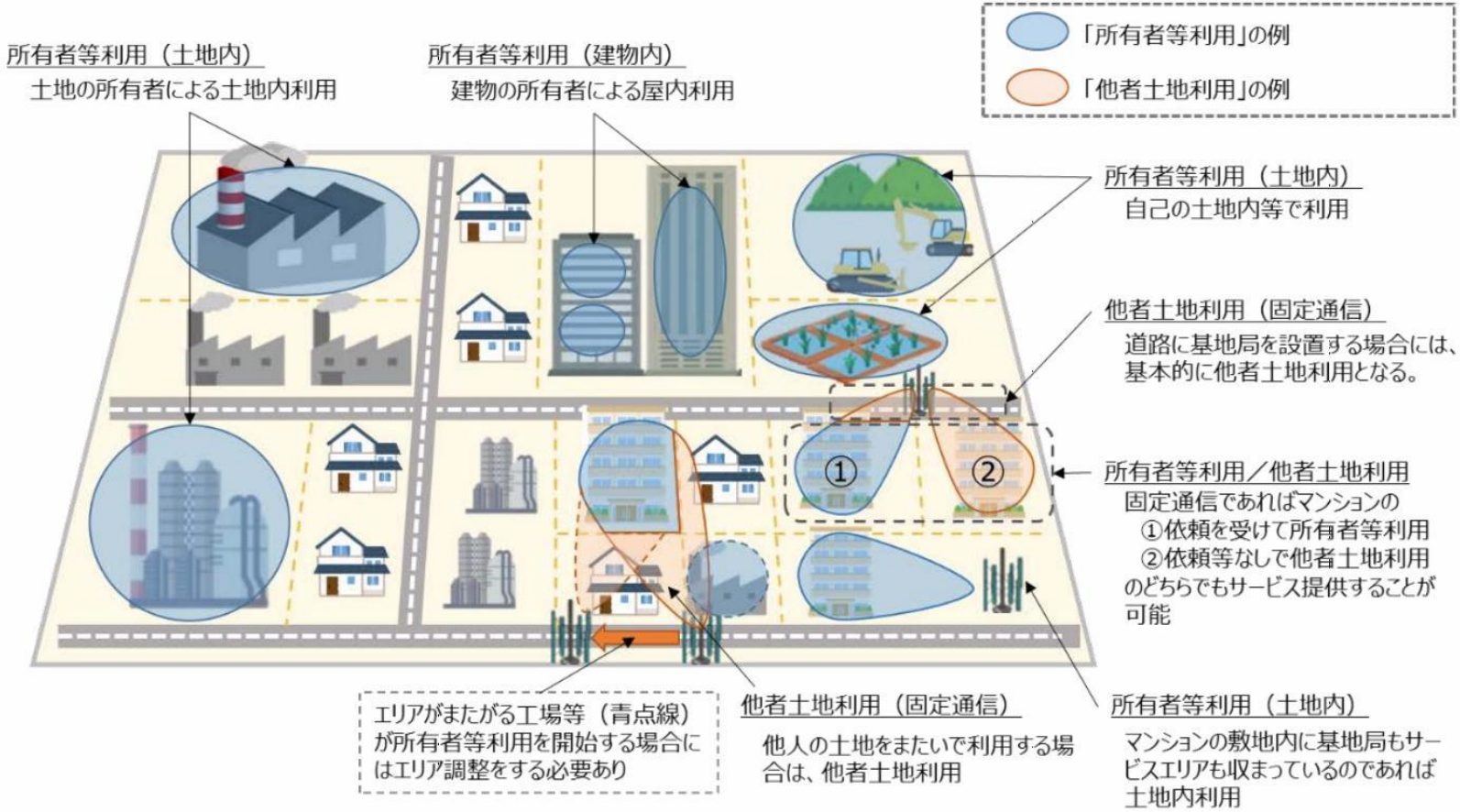
本日の講演内容

- 802.11ah（Wi-Fi HaLow）について
  - ✓技術的特長
    ⇒ 低消費電力／長距離通信を実現、動画伝送可能
  - ✓想定されるユースケースとトライアルによる評価
    ⇒ 農業分野など始めとした各種ユースケースへの展開
  - ✓商用導入に向けた向けた取り組み
    ⇒ 電波利用及び商品化に向けた取り組み

- プラベートワイヤレスについて
  - **✓いろいろなワイヤレス方式の活用について**
    ⇒ローカル5G、Wi-Fi6、802.11ahなど
    ⇒IoTシステムの選定に向けて

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

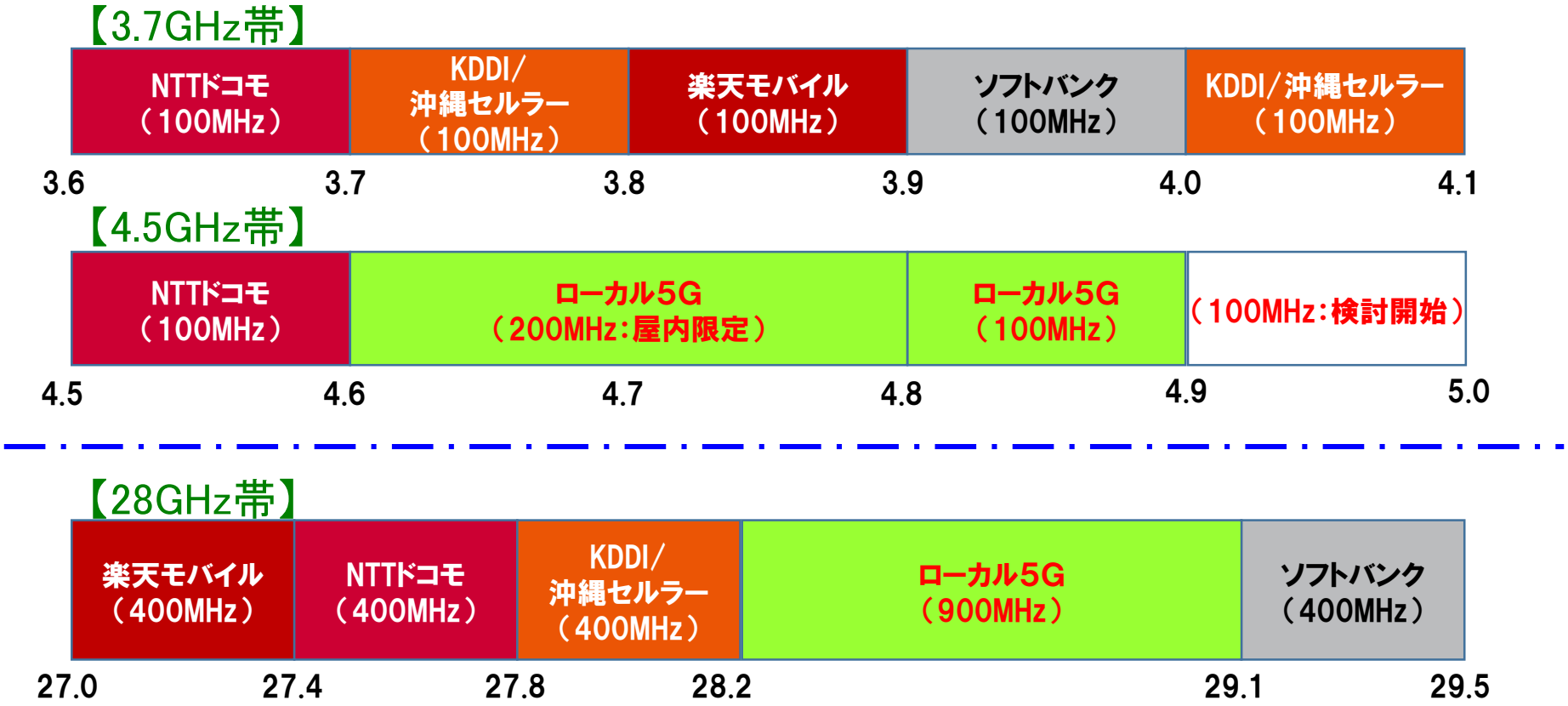
ローカル5Gの利用イメージ



新世代モバイル通信システム委員会　ローカル5G検討作業班　資料より抜粋

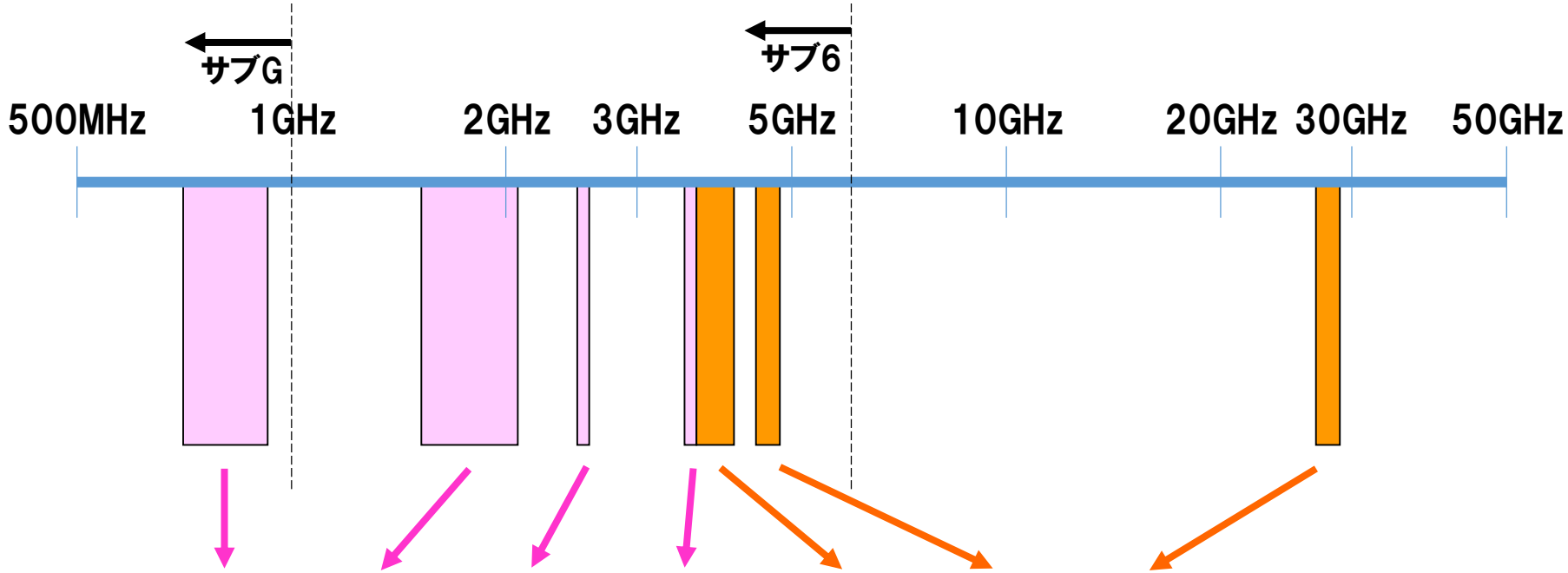
2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

5G／ローカル5Gの割当周波数



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

図表9－5　4G／5Gの利用周波数



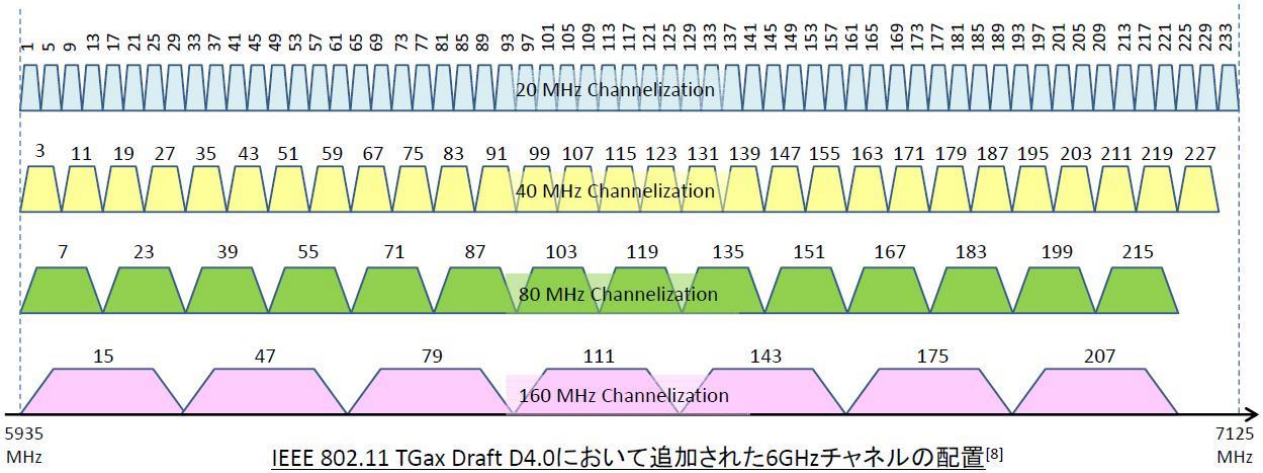
システム	3G/FD-LTE	3G/FD-LTE	AXGP/WiMAX2	LTE-A	5G	5G	5G
周波数	700～900MHz	1.5～2.1GHz	2.5GHz	3.5GHz	3.6～4.1GHz	4.5～4.9GHz	27～29.5GHz
帯域幅	75MHzx2	130MHzx2	90MHz	120MHz	500MHz	400MHz	400MHz
利用形態	セルラー	セルラー	セルラー	セルラー	セルラー	セルラー	セルラー
事業者	ドコモ/au/SB	ドコモ/au/SB/楽天	WCP/UQ 地域WiMAX	ドコモ/au/SB	ドコモ/au/SB/楽天	ドコモ	ドコモ
備考	プラチナバンド		TD-LTE互換			ローカル5G含む	ローカル5G含む

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

無線LANへの新しい帯域の割当（Wi-Fi 6E）

既存の5GHz帯の上側の6GHz帯を新たに無線LANに割り当てる世界的な動き
- 米国ではすでに屋内等の制限付きで利用可能
- 韓国でも同時期に利用可能となるよう国内調整中
- 欧州も一部帯域の割り当てを決定

日本でも昨年度より新しい作業班（5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班）設置
- 割り当てに向けた技術試験事務（調査検討会）がスタート



IEEE 802.11 TGax Draft D4.0において追加された6GHzチャネルの配置[8]

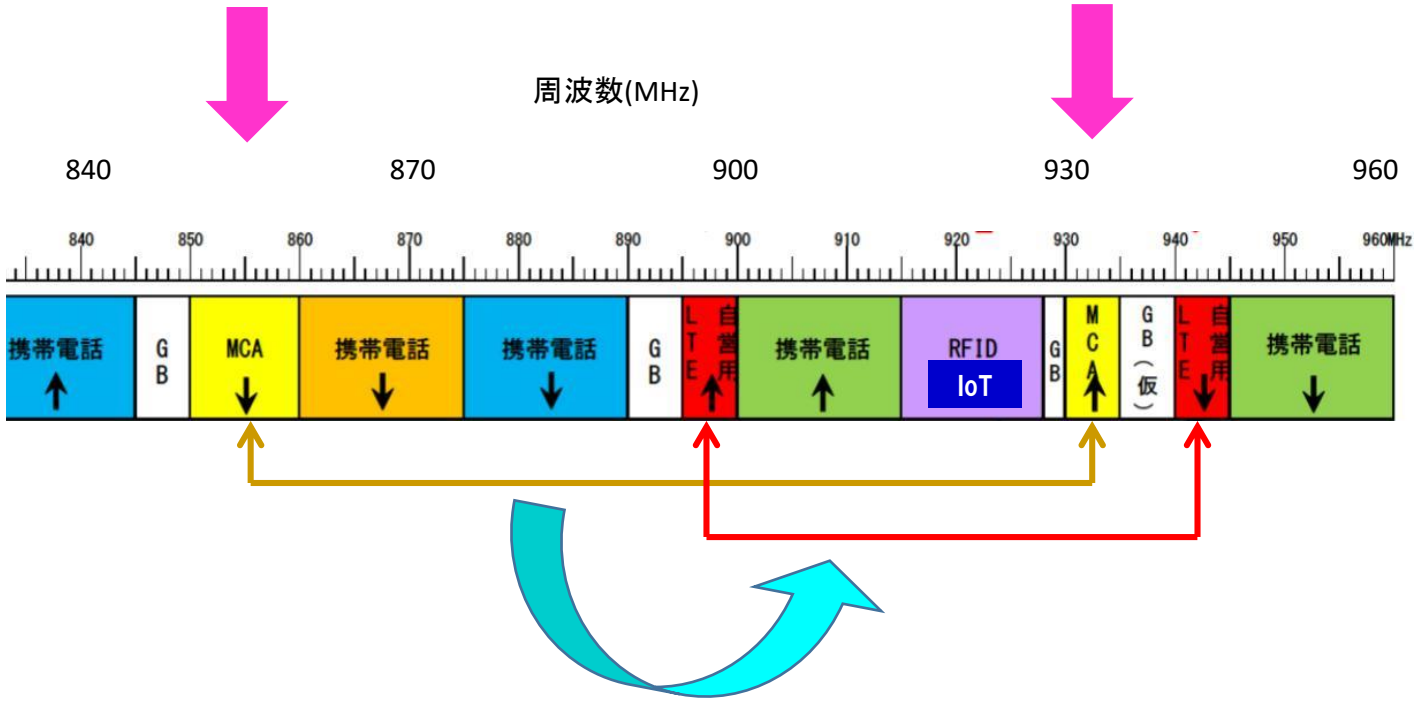
2.4GHz帯
2.400～2.497GHz（97MHz）
5GHz帯
5.150～5.350GHz（200MHz）
5.470～5.725GHz（255MHz）
6GHz帯
5.925～7.125GHz
（1200MHz）

「次世代高効率無線LAN規格 IEEE 802.11axに関する国内外の動向」より、抜粋
https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/equ/mra/pdf/30/j/15.pdf

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

IoTへの新しい帯域の割当（802.11ah）

MCA移行後の跡地についての検討開始



技術試験事務がスタート。共用条件の調整が完了すれば制度整備を行い利用が可能に！

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

プライベートシステムの選択肢と適用領域

		キャリア5G	ローカル5G	無線LAN
通信品質		**○ 低遅延／QoS可能**	**○ 低遅延／QoS可能**	△ベストエフォート
セキュリティ		**◎（キャリアグレード）**	**○（事業者のグレード）**	△（パスワード／PSKの漏洩）
コストの考え方		キャリアが投資、通信費で回収（エリアオーナ負担の場合あり	エリアオーナが投資（事業者投資の場合もあり）	エリアオーナが投資
初期コスト	センタ設備	**ユーザ共通のセンタ設備**	個別のセンタ設備	**個別のIP系センタ設備**
	基地局	キャリア設備の基地局	個別の基地局（エリアオーナ等の免許取得が必要）	個別のAP **（免許不要）**
	端末	キャリアの5G端末 （キャリア発売の端末ベース）	キャリアの5G端末を流用 （利用可能かどうか不確定）	**市販品** **（多様な端末あり）**
	ユーザの負担	設備の一部負担（？） **端末の購入**	設備、基地局、端末の購入	**AP及び端末の購入**
ランニングコスト		通信費（他ユーザと共用できない場合はすべて負担）	すべての設備の保守費 回線コスト	**APの保守コスト** **回線コスト**
その他		採算が取れない場合は、サービスを行わない可能性あり	センタ設備の費用を按分できるかがカギ	既存NWとの共用が可能（DHCP/DNSサーバなど）

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

プライベートワイヤレスの適用領域

		ローカル5G	無線LAN		
			802.11ax(Wi-Fi6)	802.11ad/ay(WiGig)	802.11ah(Wi-Fi HaLow)
周波数帯		4.7GHz帯／28GHz帯	2.4GHz帯／5GHz帯	60GHz帯	900MHz帯
通信品質	通信速度	○(～10Gbps)	○(9.6Gbps)	◎(6.8/270Gbps)	△(24Mbps)
	遅延	○(＜1ms以下)	×(保証できない)		
	QoS制御	○(設定可能)	△(優先制御のみ)		
システム規模	エリアサイズ	○(～数100m)	○(～100m)	△(～数10m)	◎(～数km)
	接続端末数	*1	*1	*1	◎(～8000台)
通信セキュリティ	認証	○ (SIMカードによる認証)	○(EAP-AKA/EAP-TTLSなど)、△(WPA3-PSKなど)		
	暗号化	○専用の暗号化方式	○(WPA3-PSK/AES)、○(Enhanced Open)		
初期コスト	装置コスト	×(5GCが著しく高価)	◎(世界的に普及)	○	○
	構築コスト	△(電波免許が必要)	◎(既存のネットワーク機器で構築可能)		
ランニングコスト	保守コスト	×(5GCが著しく高価)	◎(既存のネットワーク機器と同様の保守コスト)		
	端末管理	△(SIMカード管理)	○(サーバへの登録のみ)		
その他		・ コストダウンが最重要課題	・ 6GHz帯への拡張(Wi-Fi6E)	・ 今後の普及拡大によるコストダウンがカギ	・ 来年度から利用可能となる見込み

*1：装置個別の性能によって大きく異なる

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

LPWAの方式比較

規格 / 項目	802.11ah	従来の920MHz帯システム			セルラ
		LoRaWAN	Wi-SUN	SIGFOX	NB-IoT
使用周波数	Sub-1 GHz*	Sub-1 GHz*	Sub-1 GHz*	Sub-1 GHz*	Sub-1 GHz*
エリア範囲	>2.5 km**	<10 km	<1 km	<40 km	<10 km
伝送速度(bps)	150K-20M***	300-27k	6.25k-800 k	100 or 600	20k-127k
免許不要帯の利用	○	○	○	○	×
バッテリや電池での長期運用****	年オーダー	年オーダー	年オーダー	年オーダー	年オーダー

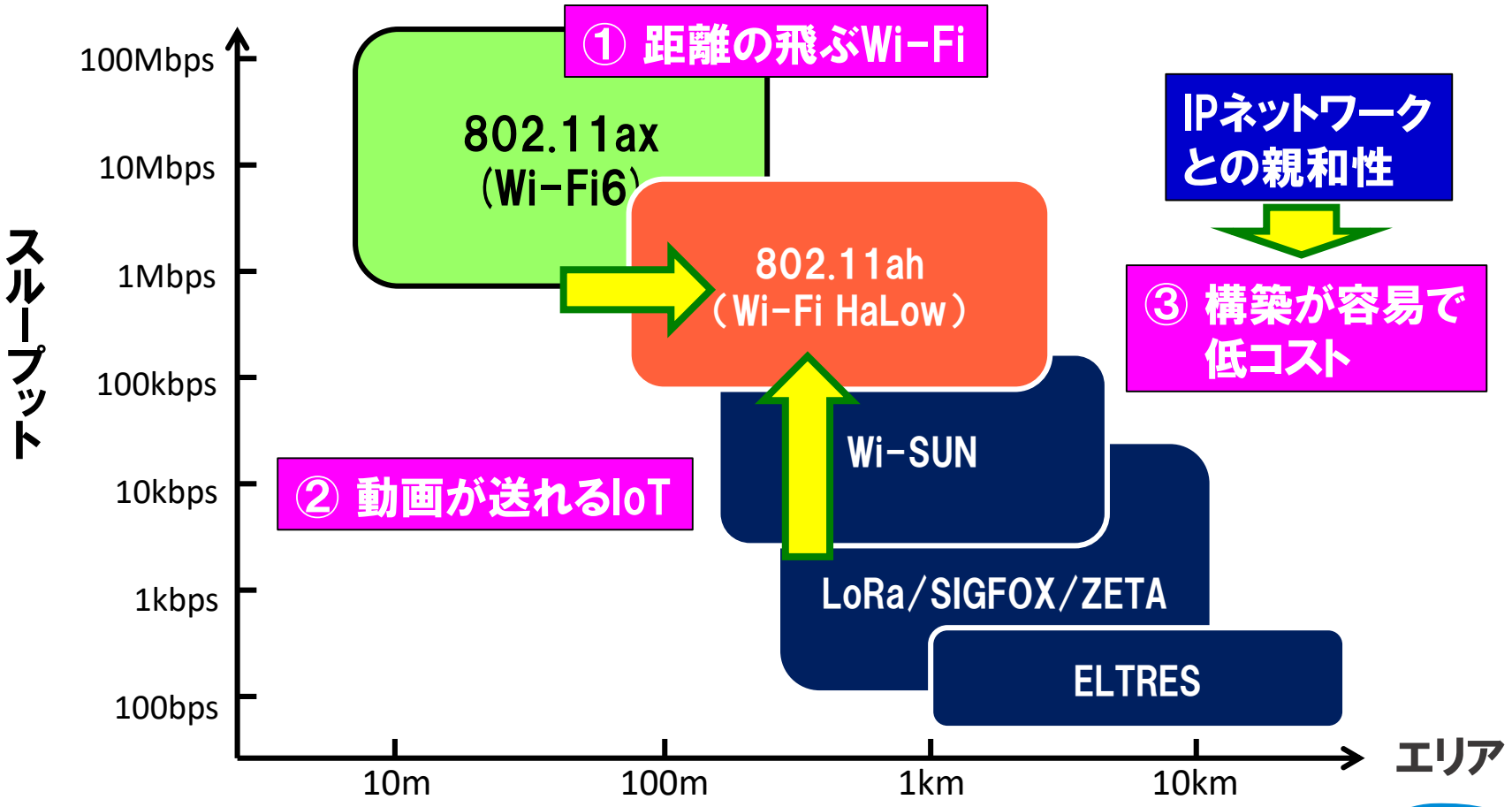
Wi-Fi Alliance Whitepaperの情報を元に作成

*Sub-1 GHz: 1GHz以下の周波数
**>2.5km: 11ah推進協議会での検証実験で2Mbps@2.5kmを確認
***20M: 4MHz帯域伝送時の規格上の最大伝送速度(1空間ストリーム)
****バッテリや電池での長期運用:センサデータでの運用

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

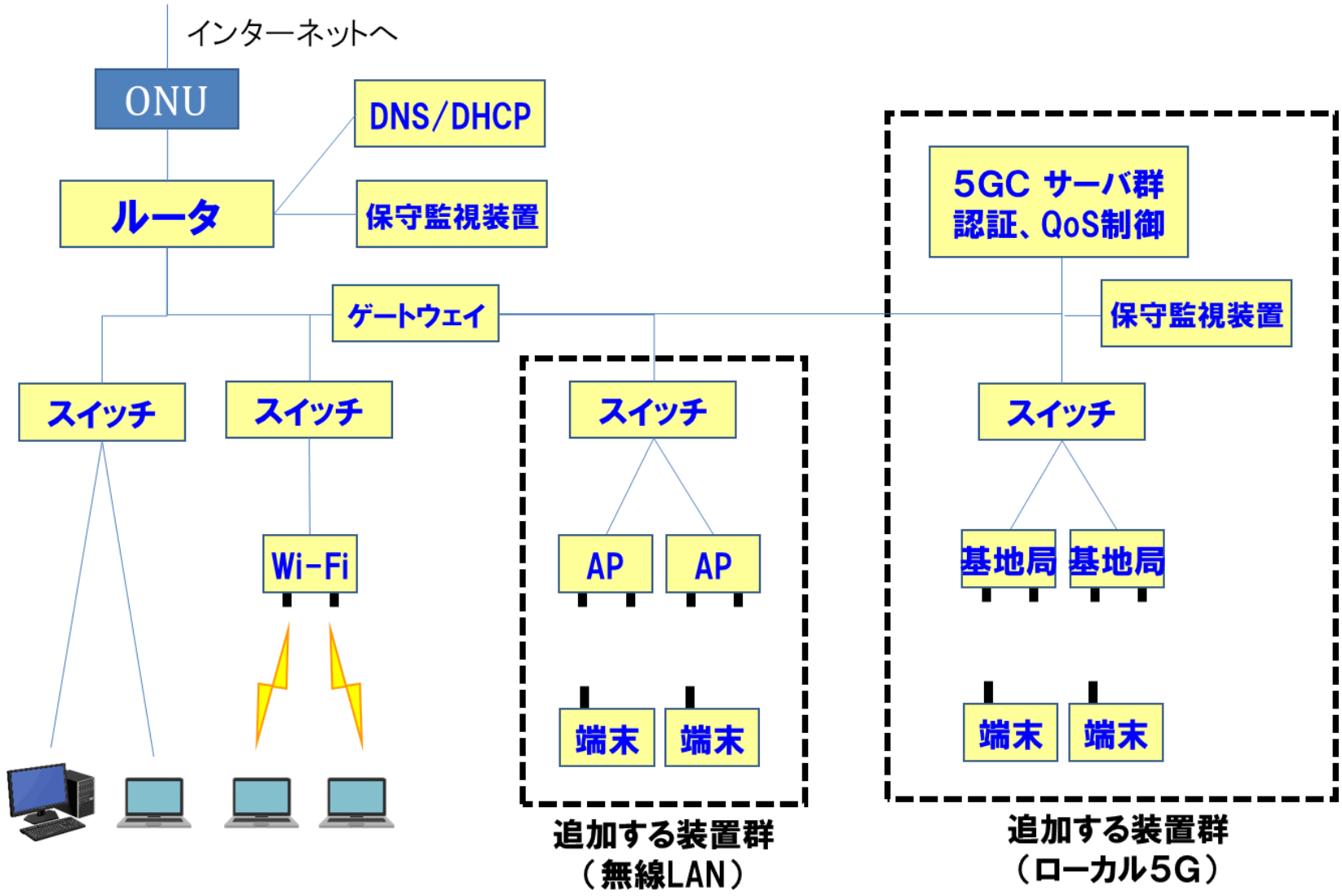
Wi-Fi HaLow（802.11ah）の特長

- Wi-Fiでありながら電池駆動など**低消費電力のIoT**の利用形態に対応
- サブ1GHzの周波数帯で**長距離通信**を実現（壁やその他の**障壁を回り込む**）
- **Mbpsクラスの通信が可能**（高精細画像や動画の送信が可能）
- **IPネットワークとの親和性**があり、誰でも自由に利用可能



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

無線システムのネットワーク構成



2021 Copyright 802.11ah Promotion Council

地域の街作りにおける11ahのフル活用

農業を初めとする
一次産業のＤＸ

地域のインフラ監視

自治体による
スマートシティ

家庭における
IoTの普及

IEEE802.11ah
Wi-Fi HaLow

製造業など
二次産業の効率化

エネルギーなど
生活基盤の効率化

物流小売りなど
三次産業の変革

2021 Copyright 802.11ah Promotion Council