

Wi-Fi6の展開とローカル5G

2020年12月21日

一般社団法人 無線LANビジネス推進連絡会

北條 博史

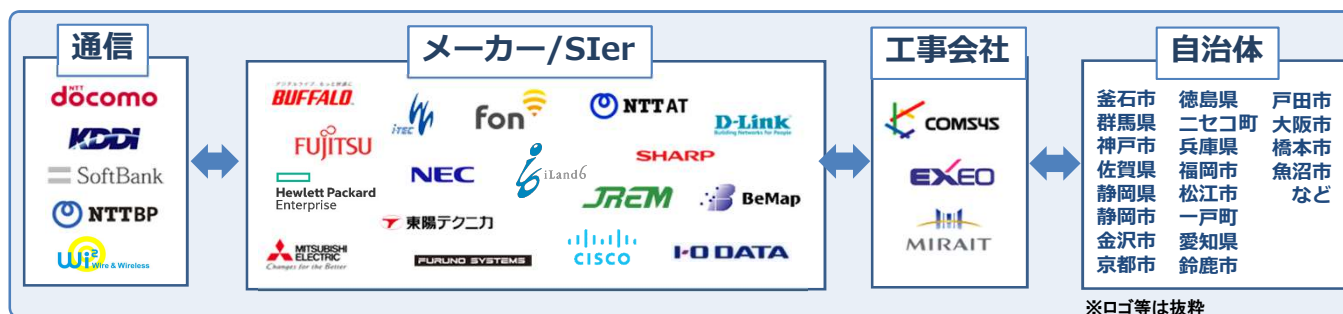
本日の講演内容

- 一般社団法人 無線LANビジネス推進連絡会のご紹介
- 無線LANの新方式・最新技術
 - ✓Wi-Fi6(802.11ax)の導入、さらにWi-Fi6Eへ
 - ✓新IoT方式 Wi-Fi HaLow(802.11ah)について
- 5G／ローカル5Gの特徴
 - ✓5G／ローカル5Gの特徴と周波数
 - ✓5G方式の導入シナリオ
 - ✓ローカル5G
- 5G時代の無線システムとは

一般社団法人 無線LANビジネス推進連絡会 のご紹介

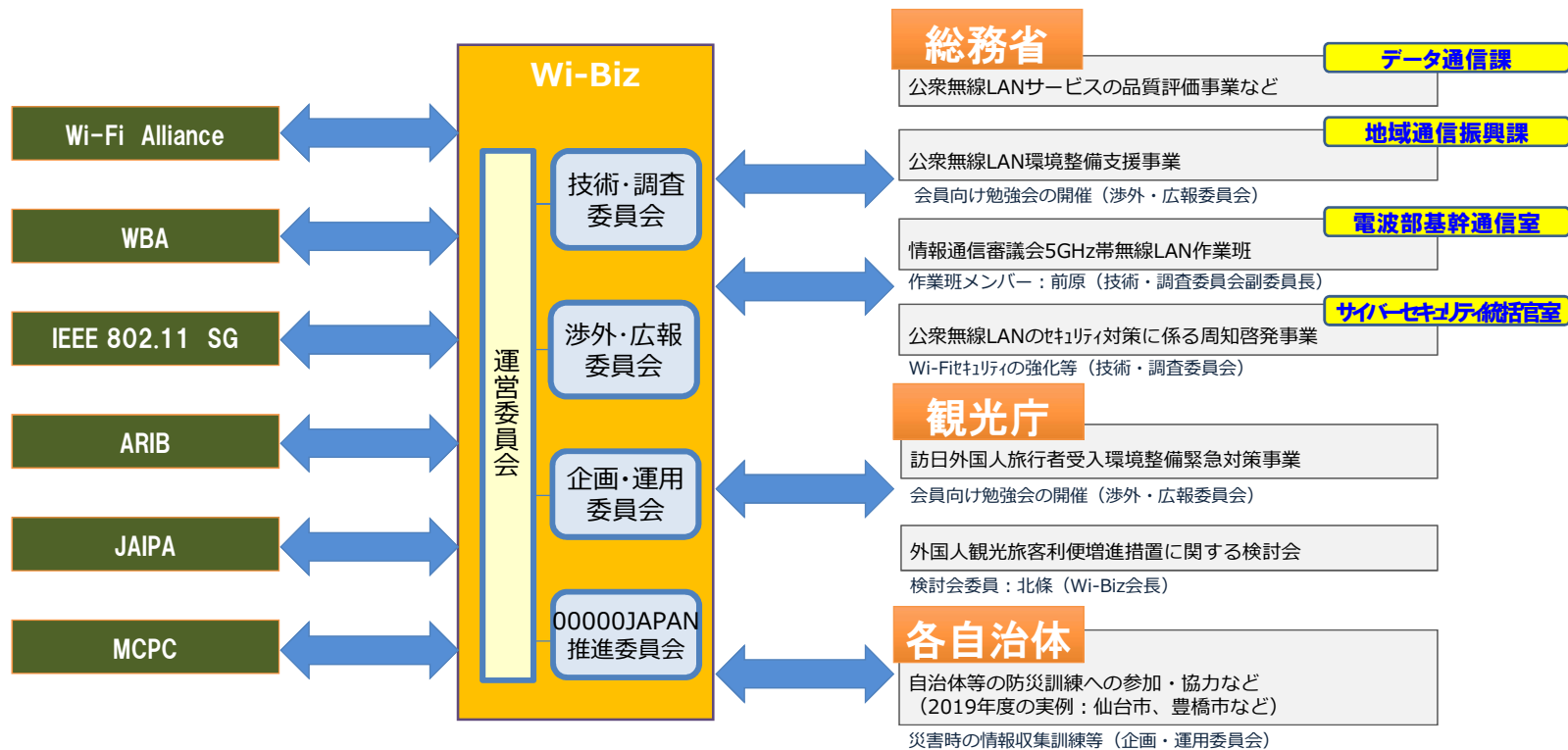
(一社)無線LANビジネス推進連絡会(Wi-Biz)

- 設立 2013年1月31日 → **2019年9月1日一般社団法人に移行**
- 目的 2012年3月から7月に行われた**総務省「無線LANビジネス研究会」**での提言を受け、無線LANを巡る諸問題に対して関係する企業等が自主的に取組む場として発足
- 活動
- 無線LANの健全な普及・拡大に向けた啓発活動、情報発信
ex) 「安心安全な公衆無線LAN提供のためのガイドライン」の提供(事業者向け)
 - 災害時対応等、連携・協調が可能で有用な取り組み
ex) **災害用統一SSID「00000JAPAN」**の運用・普及啓蒙
 - 無線LANビジネスの更なる発展と拡大を目的とした会員間の情報交換並びに共有
 - 無線LANに関する新技術調査及び技術情報の発信
- 会 員 152企業・団体(2020.12.14現在)／58企業・団体(2013.1発足時)



総務省／観光庁、外部機関との連携

無線LANに対する社会ニーズの高まりを受け総務省・自治体との連携が活発化



災害時公衆無線LAN無料開放統一SSID「00000JAPAN」の運営・普及活動



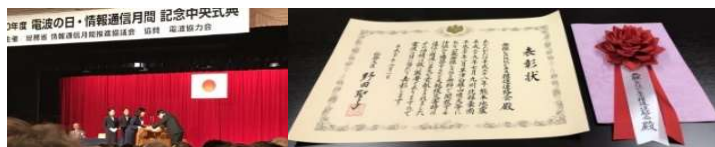
「00000JAPAN」とは・・・

大規模災害発生時に公衆無線LANを無料開放する取組みで、利用者が判り易い様にSSIDを「00000JAPAN」としています。



外部表彰受賞履歴

- モバイルプロジェクト・アワード2015『MCF社会貢献賞』受賞
※:MCFモバイルプロジェクトAward審査委員会、モバイル・コンテンツ・F主催
- 『平成30年 電波の日 総務大臣表彰』受彰
※:情報通信月間推進協議会 主催



発動実績(2018年度以降の主な実績)

- 2018/6 大阪北部地震
- 2018/7 北海道における大雨災害
- 2018/7 西日本豪雨
- 2018/9 台風21号
- 2018/9 北海道胆振東部地震
- 2019/8 台風10号
- 2019/9 台風15号
- 2019/10 台風19号
- 2020/07 令和2年7月豪雨
- 2020/09 台風10号

普及・啓蒙活動(2018年度以降の主な実績)

- ◆各自治体防災訓練等への参加・協力
 - 愛知県・津島市総合防災訓練(2018/8)
 - 宮城県仙台市帰宅困難者対応訓練(2018/8、2019/8)
 - 愛知県・豊橋市総合防災訓練(2019/09)
 - 東京ドーム防災訓練(2018/09、2019/10)

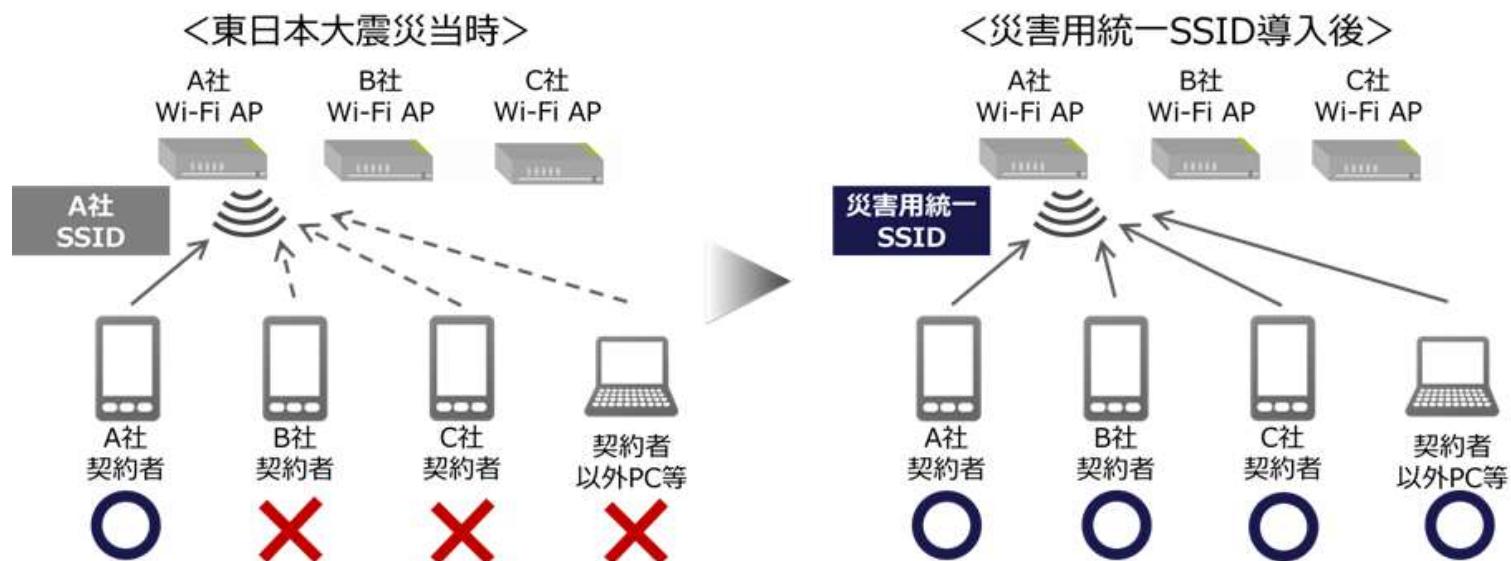
事業者の認定

「00000JAPAN」の健全な普及に向け、事業者がガイドラインが規定する仕組み・運用体制を有することを確認するための、登録申請確認及び認定を行っています。

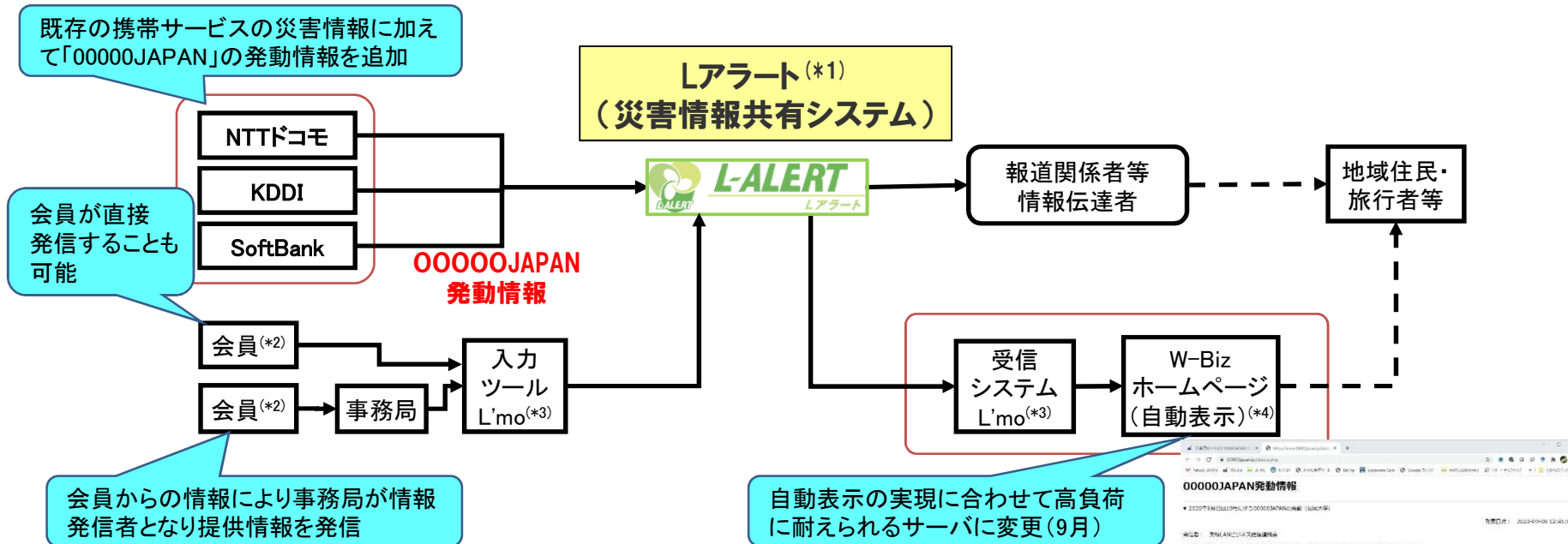
- 認定事業者数(計49団体) : 2020.8.31現在)
- ・通信キャリア : 7団体
 - ・地方自治体等 : 26団体
 - ・メーカー等 : 16団体



災害時において、契約キャリアに依存せず、
すべての人が公衆無線LANを使える環境を実現



ホームページの自動更新とLアラートとの連携



- *1 : Lアラートとは、災害発生時に自治体およびライフライン事業者等が、多様なメディアを通じて地域住民等に対して必要な情報を伝達する共通基盤
- *2 : 会員とは、携帯事業者3社以外の00000JAPAN登録事業者(自治体など)
- *3 : L'moとは(株)メイトコムが提供する、Lアラートへの情報を発信(入力ツール)、Lアラートからの情報を受信(受信システム)するためのシステム
- *4 : Lアラートに00000JAPAN関連の情報入力があれば、即時自動で反映される



Wi-Bizの広報活動

メールマガジン(月刊)

- メールマガジンを定期配信
- ・ 配信スケジュール
毎月15日に発行中
- ・ 配信内容
 - ◆ Wi-Biz内イベント情報
 - ◆ 官公庁関連情報
 - ◆ ビジネス情報
 - ◆ 技術情報
 - ◆ 海外情報
 - ◆ 会員企業紹介
 - ◆ 会員製品紹介



閲覧・登録は以下のURLにアクセス
<http://www.wlan-business.org/mailmagazine>

無線LAN白書2018

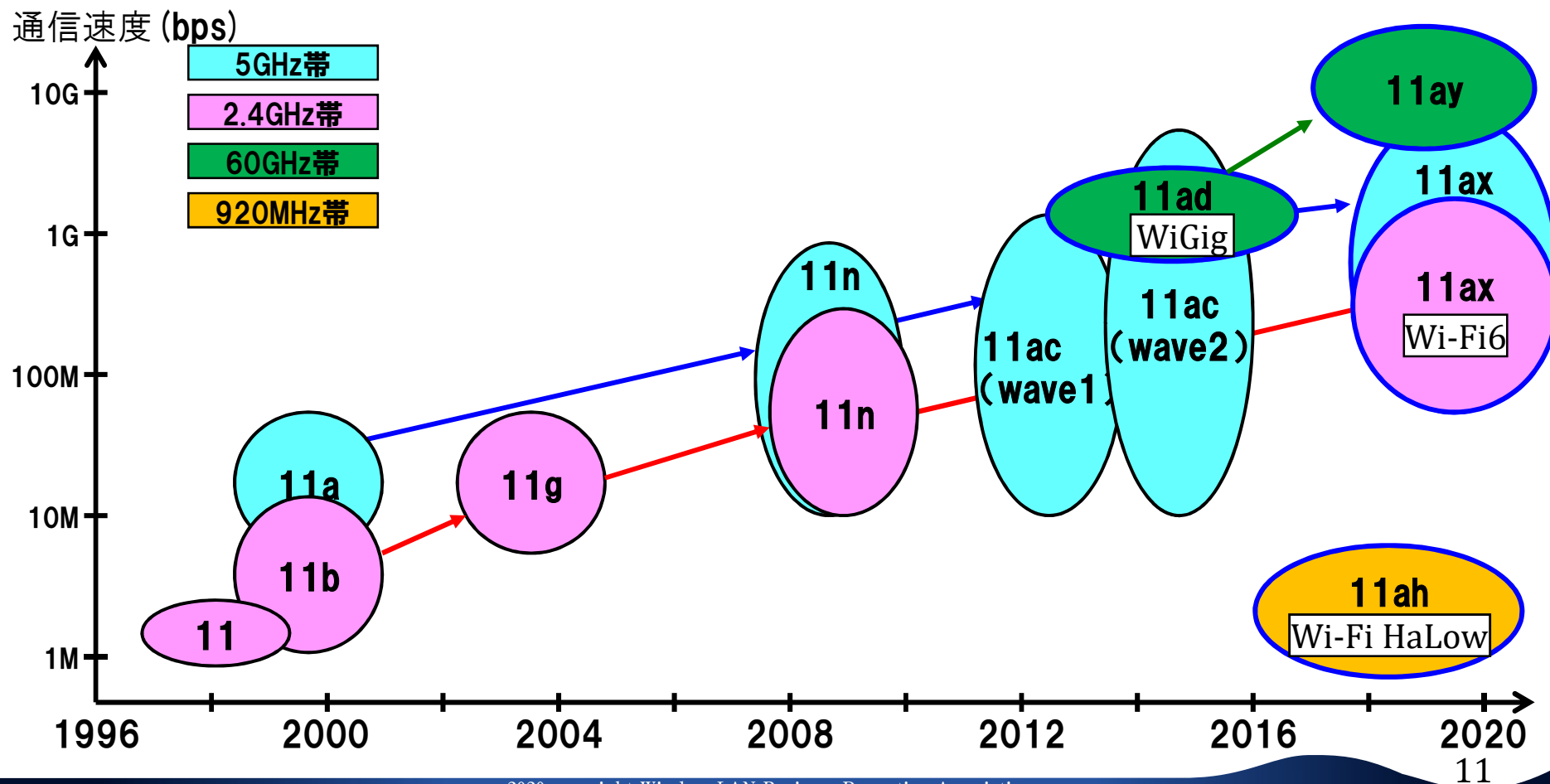
- 書籍「無線LAN白書2018」の販売
- ・ 無線LAN販売・導入・構築・運用に携わる企業の方必見！
- ・ Wi-Bizによるメーカー、キャリアの枠を超えた無線LANビジネスの新しい展望を示した国内初の技術ビジネス書です。



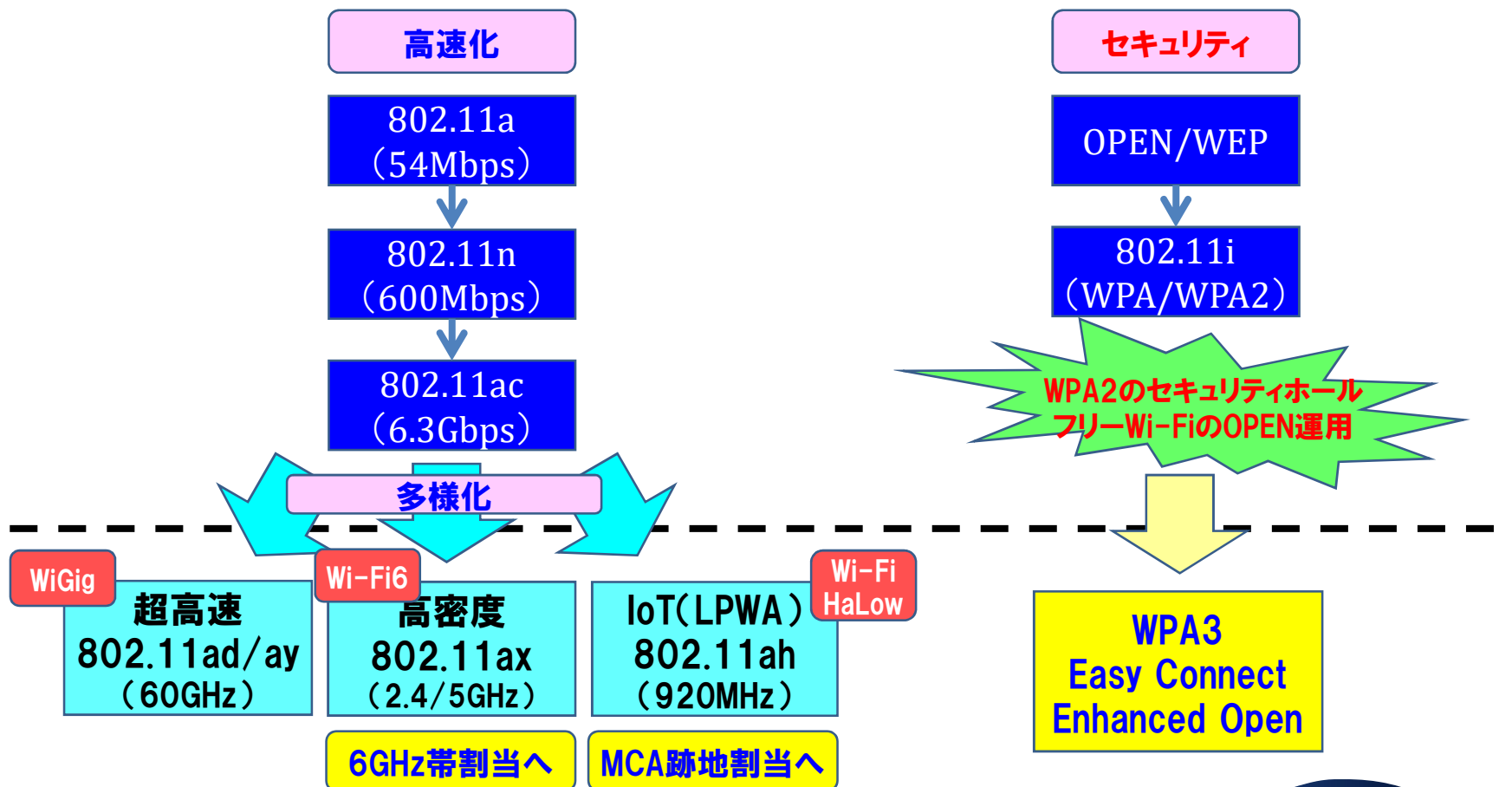
【定価】 2,400円(税抜き)
【出版社】 リックテレコム

無線LANの新方式・最新技術

無線LANの高度化と多様化



無線LANの新たな標準の策定



無線LAN新規格(Wi-Fi6)

802.11ax

Wi-Fi5 ↔ Wi-Fi6 性能比較

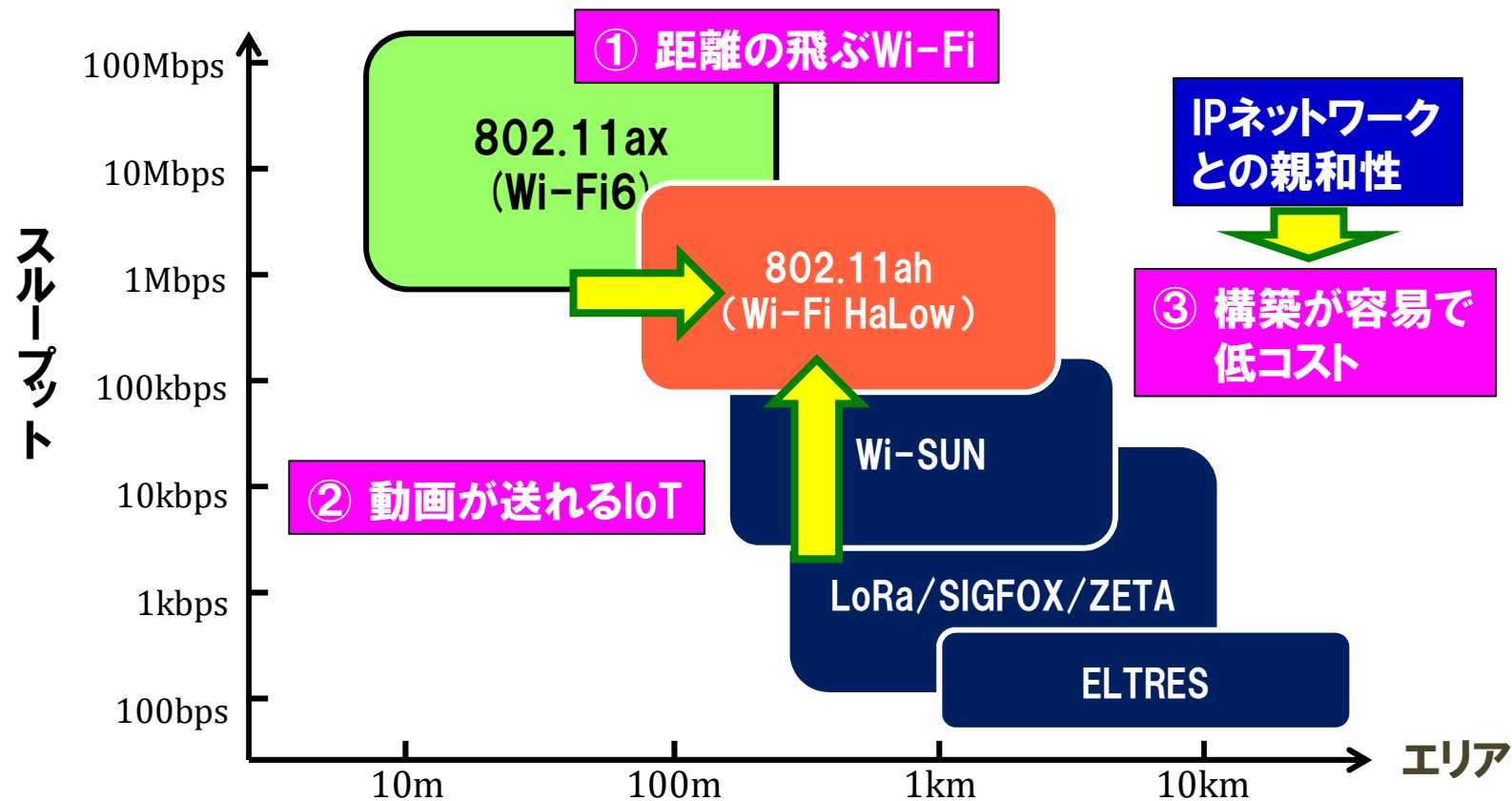
| | Wi-Fi5 (802.11ac) | Wi-Fi6 (802.11ax) |
|---------|----------------------|----------------------|
| 周波数帯 | 5GHz | 2.4GHz/5GHz |
| 最高速度 | 6.3Gbps | 9.6Gbps |
| 変調方式 | 256QAM | 1024QAM |
| 多重方式 | OFDM | OFDMA |
| MU-MIMO | 下りのみ | 上下両方向 |

●注目すべき新技術

- 通信方式の高度化(伝送容量の増加)
 - 多重度を向上させるOFDMA
 - 上り下りのMU-MIMO
 - 更なる高速変調方式 / 1024QAM
 - BASS Coloring(同時通信)技術
- エリア拡大
 - Extended Range技術
- 端末の省電力化
 - TWT技術(端末個別スリープ)

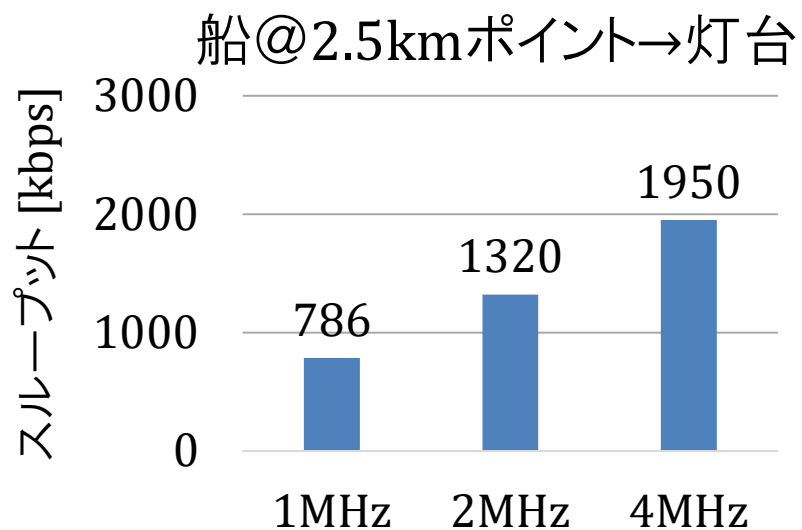
⇒ スタジアムなど高密度環境で威力を発揮
IoTでの利用が可能

Wi-Fi HaLow (802.11ah)



802.11ahの実験結果(海面反射波の影響)

- 海面反射のある沿岸部において、既存の2波モデルをベースとした伝搬モデルによって伝搬損失が推定できることを確認
- 2.5km離れた場所でも、2MHz伝送で1.3Mbps、4MHz伝送で約2Mbpsのスループットを確認



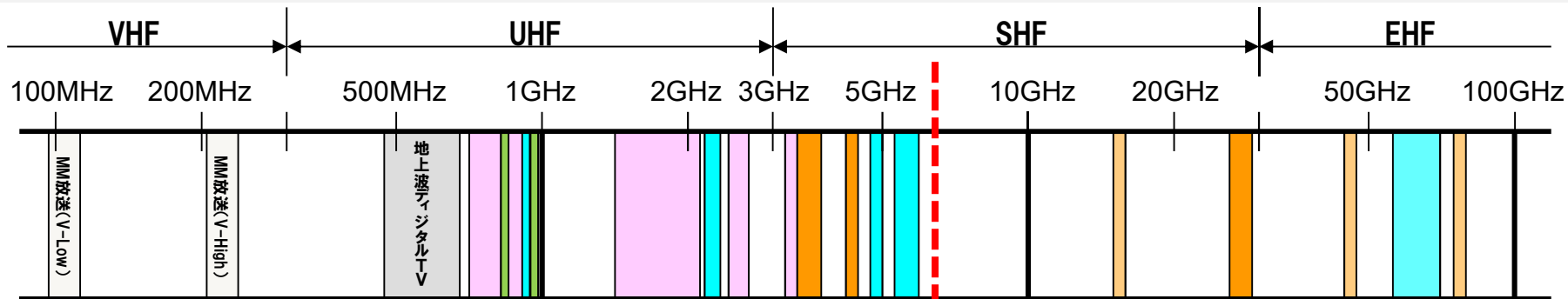
調査船位置: N 35 12.990, E 139 8.785

さらなる拡張に向けて

○周波数再編アクションプラン(2020年9月)

- 無線LANの6GHz帯への周波数拡張
 - ✓ 令和2年度中に技術的条件の検討を開始する
- 5.2GHz帯の自動車内利用
 - ✓ WRC-19の結果を踏まえ、令和2年度中に技術的条件の検討を開始する
- D-MCA移行後の周波数有効利用
 - ✓ 周波数共用による段階的導入を含め、その技術的条件について、令和2年度に実施する技術試験の結果等を踏まえ、検討を進める

モバイル／無線LANの割当周波数

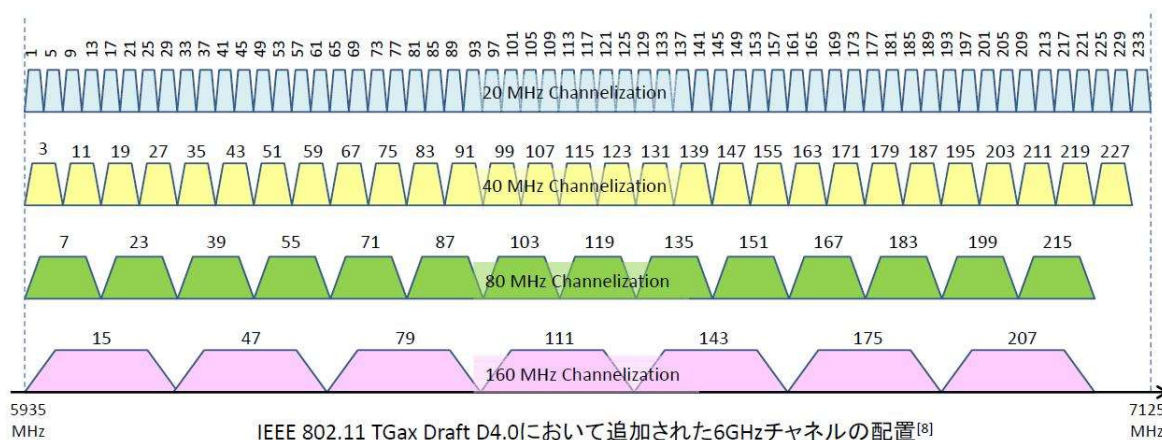


| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------|---------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------|--------------|-------------------|-------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| システム | 3G FD-LTE | Wi-Fi HaLow 11ah | Wi-Fi HaLow 11ah | 3G FD-LTE | Wi-Fi Wi-Fi5/6 | AXGP/ WiMAX2+ | LTE-A | 5G | 5G | Wi-Fi 11j | Wi-Fi Wi-Fi5/6 | Wi-Fi 6E | 5G | 5G | 5G | WiGig 11ad | 5G |
| 周波数 | 700~ 900MHz | 916.5~ 927.5MHz | 845~860 928~940 MHz | 1.5~ 2.1GHz | 2.4GHz | 2.5GHz | 3.5GHz | 3.7GHz | 4.5GHz | 4.9GHz | 5GHz | 6GHz | 15GHz | 28GHz | 44GHz | 55GHz~ 65GHz | 70GHz |
| 帯域幅 | 75MHz x2 | 11MHz | 25MHz | 130MHz x2 | 97MHz | 90MHz | 200MHz | 500MHz | 300MHz | 100MHz | 455MHz | 1200MHz | ? | 2.5GHz | ? | 10GHz | ? |
| 利用 形態 | セルラー | RFタグ LPWA | RFタグ LPWA等 | セルラー | WLAN (ISMバンド) | セルラー／固定 | セルラー | セルラー | セルラー | FWA | WLAN | WLAN | セルラー | セルラー | セルラー | WLAN 他 | セルラー |
| 事業者 | ドコモ/ au/SB | - | - | ドコモ/au SB/楽天 | - | WCP/UQCom 地域WiMAX | ドコモ/ au/SB | ドコモ/au SB/楽天 | ドコモ | - | - | - | ? | ドコモ/au SB/楽天 | ? | - | ? |
| 備考 | プラチナ バンド | アン ライセンス | アン ライセンス | | アン ライセンス | TD-LTE互換 | | | ローカル 5G | 登録制 | アン ライセンス | アン ライセンス | | ローカル 5G | | アン ライセンス | |

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が明確になった。

- ・米国ではすでに屋内等の制限付きで利用可能(今年中に商用開始?)
- ・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検討中



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>

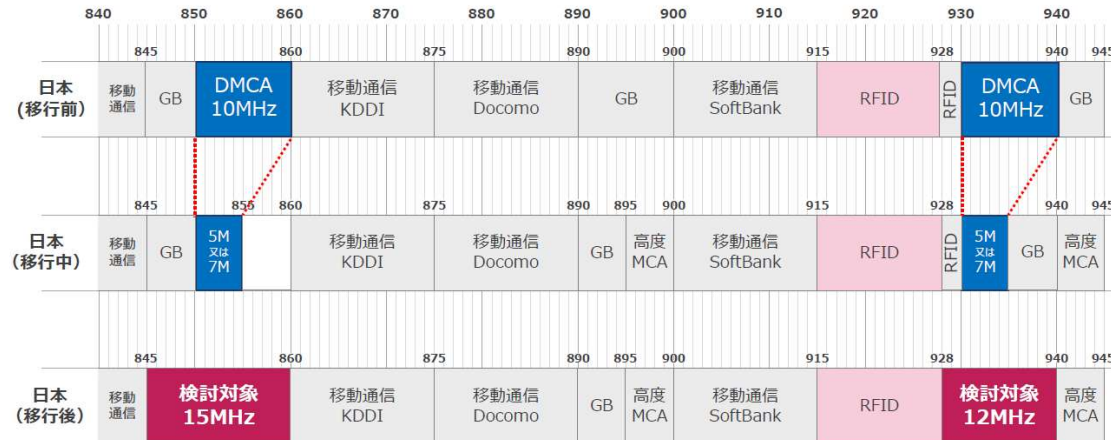
IoT用へ新しい周波数を割当

高度MCAへの移行シナリオ(第1回調査検討会資料より再掲・一部修正)

資料900M-2-2

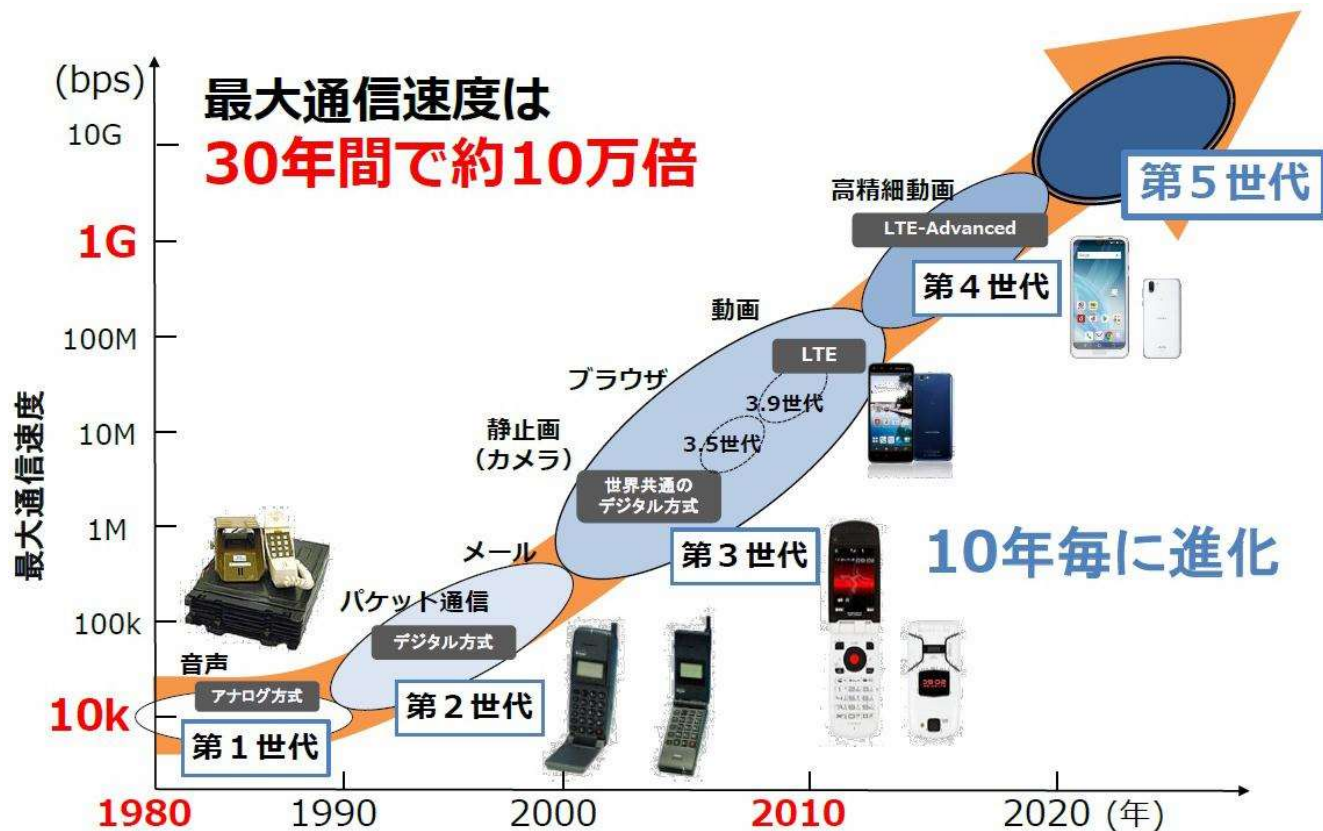


- 現在、デジタルMCA(DMCA)が上りと下り、それぞれ10MHz幅の帯域を使用している。
- 2021年4月から、高度MCAがサービス開始されると、デジタルMCAの利用帯域は、5MHz(地域によっては7MHz)に縮減予定。
- 高度MCAに移行完了後は、全ての帯域が空く予定。
- 現状、高度MCAへの移行完了時期は、未定。



5G／ローカル5Gの特徴

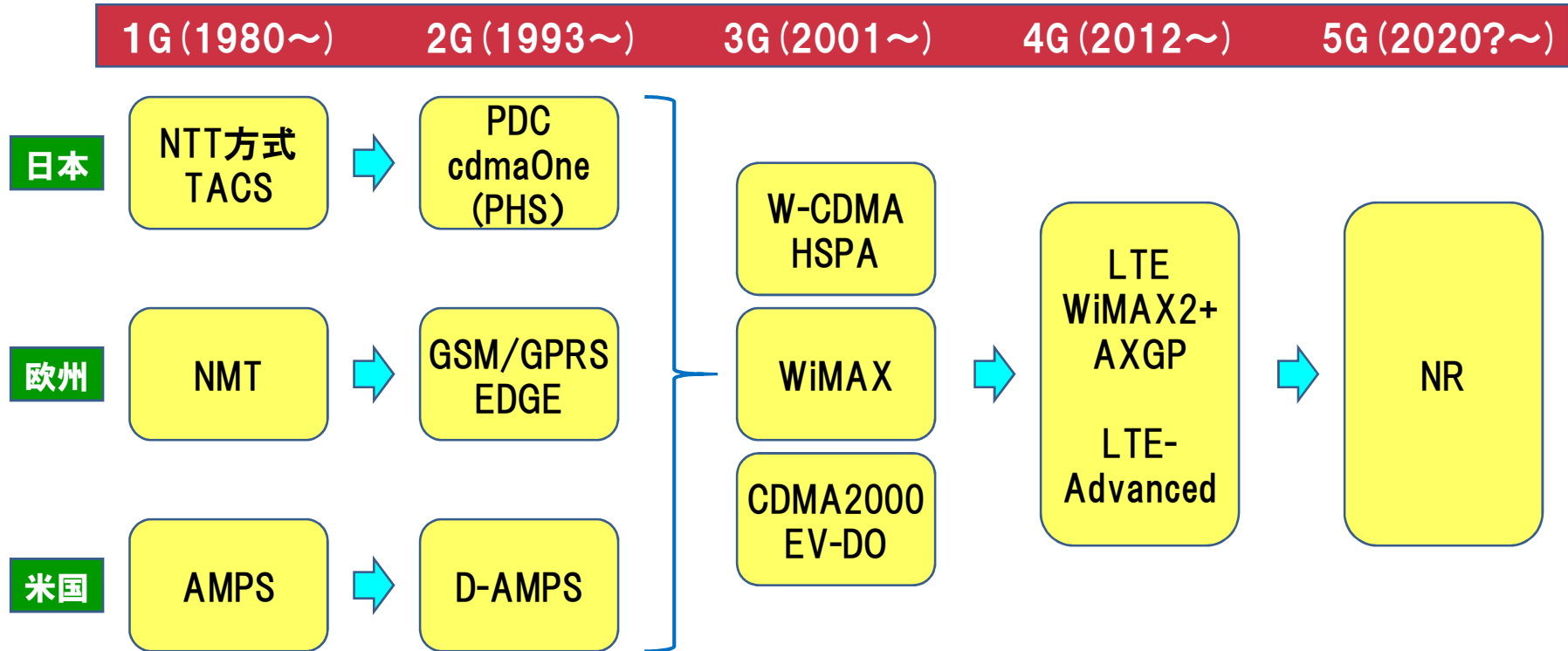
これまでのモバイルの進化



H30.11 総務省総合通信基盤局

「第5世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設に関する指針案について」より抜粋

モバイル通信の方式の変遷



5Gへの周波数の割り当て

○WRC-19(世界周波数会議:周波数の割り当てなどに関する国際的な取り決めに規定)

→ 結果報告:https://www.soumu.go.jp/main_content/000670379.pdf

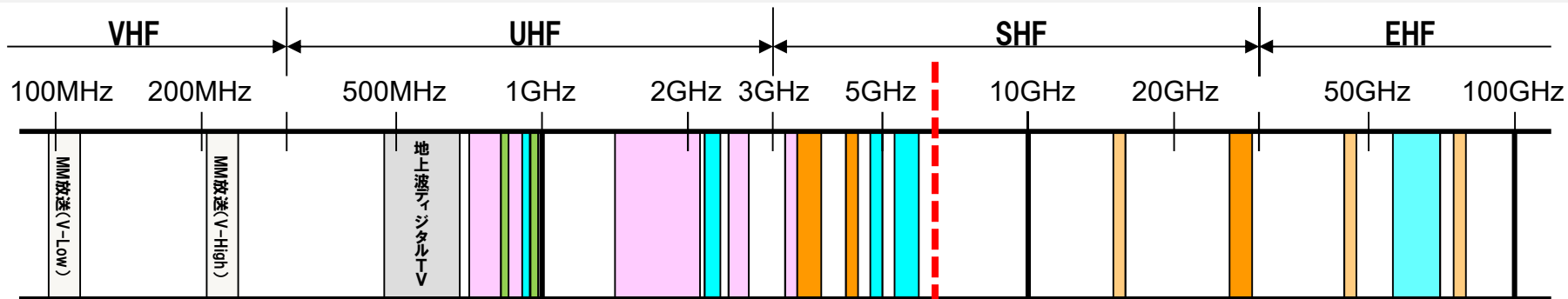
- 国際的に調和のとれた5G用周波数の確保
 - ✓ 計15.75 GHzの帯域(24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、47.2-48.2GHz、66-71GHz)が新たに合意。

○総務省周波数再編アクションプラン(2020年9月)

→ 意見募集:https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000376.html

- 5Gの追加周波数割り当て
 - ✓ WRC-19の結果を踏まえ、**4.9～5.0GHz 帯、26.6～27.0GHz 帯及び39.5～43.5GHz 帯**において既存無線システムとの共用検討等を実施する。
- 既存バンドの5G対応化
 - ✓ 現在4G/BWAで用いられている、**3.6GHz 以下の周波数帯における5Gの導入**に向けて、令和2年8月に制度整備を行った。今後は、事業者からの申請に応じて、順次既存の開設計画の変更認定等、5Gへの高度化に向けた取組を推進する。
- ローカル5Gへの周波数割り当て
 - ✓ 7月の情報通信審議会の答申を踏まえ、**4.6～4.9GHz及び28.3～29.1GHzを令和2年中に制度整備を行う。**

モバイル／無線LANの割当周波数



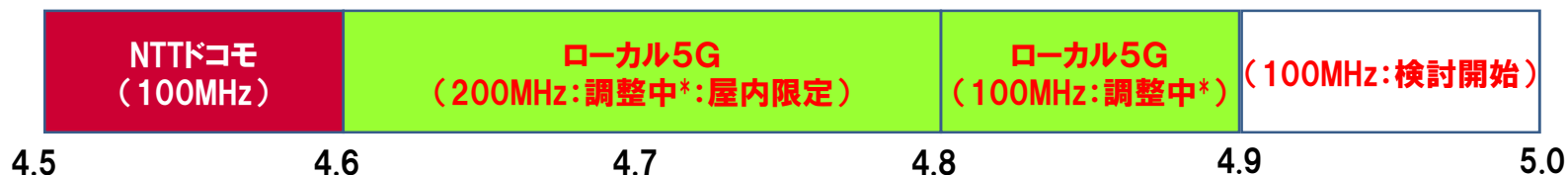
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------|---------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------|-----------------|------------|--------------|-------------------|-------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| システム | 3G FD-LTE | Wi-Fi HaLow 11ah | Wi-Fi HaLow 11ah | 3G FD-LTE | Wi-Fi Wi-Fi5/6 | AXGP/ WiMAX2+ | LTE-A | 5G | 5G | Wi-Fi 11j | Wi-Fi Wi-Fi5/6 | Wi-Fi 6E | 5G | 5G | 5G | WiGig 11ad | 5G |
| 周波数 | 700~ 900MHz | 916.5~ 927.5MHz | 845~860 928~940 MHz | 1.5~ 2.1GHz | 2.4GHz | 2.5GHz | 3.5GHz | 3.7GHz | 4.5GHz | 4.9GHz | 5GHz | 6GHz | 15GHz | 28GHz | 44GHz | 55GHz~ 65GHz | 70GHz |
| 帯域幅 | 75MHz x2 | 11MHz | 25MHz | 130MHz x2 | 97MHz | 90MHz | 200MHz | 500MHz | 300MHz | 100MHz | 455MHz | 1200MHz | ? | 2.5GHz | ? | 10GHz | ? |
| 利用 形態 | セルラー | RFタグ LPWA | RFタグ LPWA等 | セルラー | WLAN (ISMバンド) | セルラー／固定 | セルラー | セルラー | セルラー | FWA | WLAN | WLAN | セルラー | セルラー | セルラー | WLAN 他 | セルラー |
| 事業者 | ドコモ/ au/SB | - | - | ドコモ/au SB/楽天 | - | WCP/UQCom 地域WiMAX | ドコモ/ au/SB | ドコモ/au SB/楽天 | ドコモ | - | - | - | ? | ドコモ/au SB/楽天 | ? | - | ? |
| 備考 | プラチナ バンド | アン ライセンス | アン ライセンス | | アン ライセンス | TD-LTE互換 | | | ローカル 5G | 登録制 | アン ライセンス | アン ライセンス | | ローカル 5G | | アン ライセンス | |

5G／ローカル5Gの割当周波数

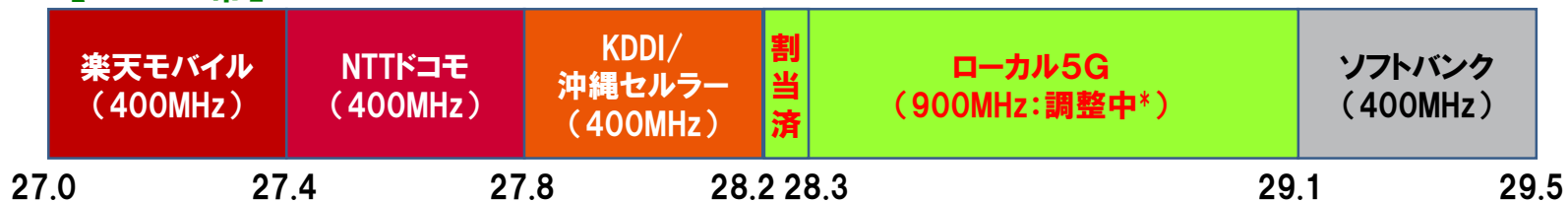
【3.7GHz帯】



【4.5GHz帯】



【28GHz帯】



*：平成2年中に制度整備実施予定

5Gの特徴と実現に向けた課題

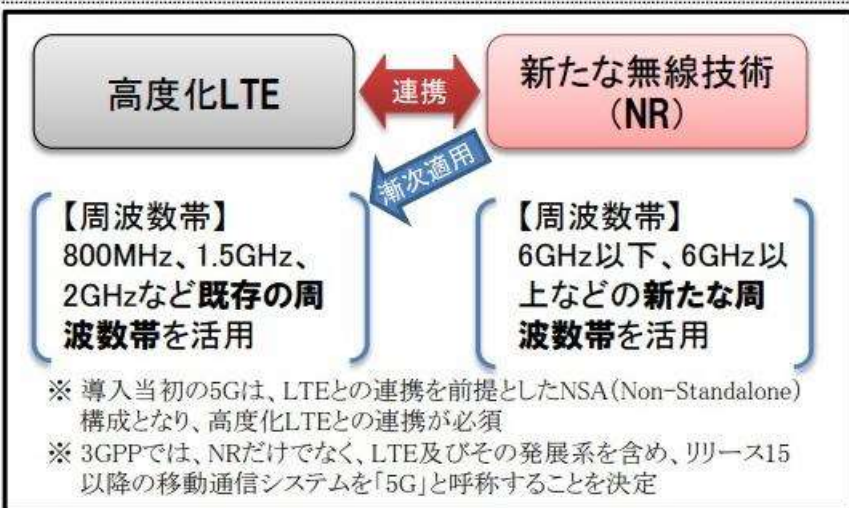
| | 超高速 | 低遅延 | 多数同時接続 |
|----------|--|--|---|
| | eMBB (Enhanced mobile broadband) | URLLC (Ultra-reliable low latency communication) | mMTC (Massive machine type communication) |
| スペック | 10Gbps(→20Gbps) (LTEの10倍) | 1msec (LTEの1/10) | 100万台/km ² (LTEの30~40倍) |
| 技術要素 | 周波数の拡大(28GHz帯) 非直交多元接続(NOMA ^{*1}) マッシブMIMO など | Short TTI Fast HARQ-ACK 可変フレーム長 など | Grant Free Access |
| 実現に向けた課題 | <ul style="list-style-type: none"> 既存周波数と28GHz帯の電波の飛びの違い <ul style="list-style-type: none"> - エリア半径 - 障害物の回り込み など (28GHz帯単独での通信は当面不可)→ NSA ^{*3} | <ul style="list-style-type: none"> End-Endにおける低遅延の実現 (→ MEC^{*2}の実現が必須) パケットロスへの対応 (人命に関わるものには使えない?) | <ul style="list-style-type: none"> 電話番号の不足 (→020の13ケタ化) 端末の電波利用料 (→利用料低減へ?) |

*1 : NOMA(Non-Orthogonal Multiple Access)、*2 : MEC(Multi-access Edge Computing)、*3 : NSA(Non-Stand Alone)

5Gの導入を容易にするLTE連携(Non-Stand Alone)

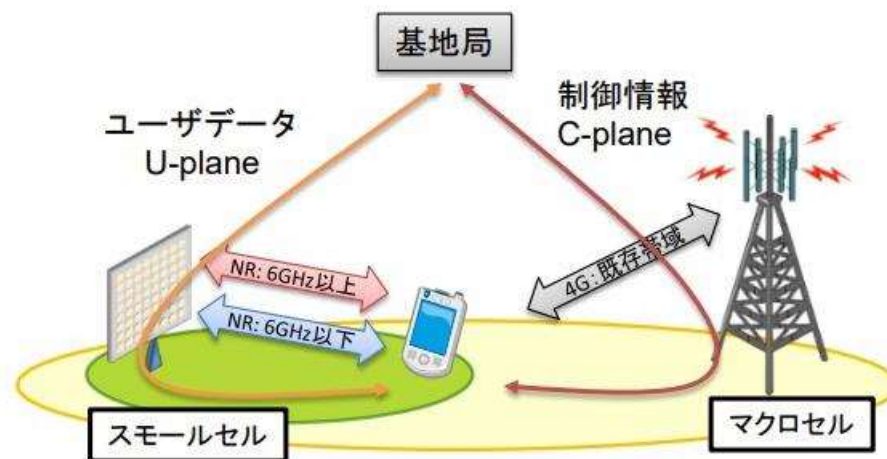
5Gの無線アクセスネットワーク

- 導入当初の5Gは、新たな無線技術(NR)と高度化したLTEが連携して一体的に動作(NSA構成)
- 新たな無線技術(NR)は、6GHz以下や6GHz以上などの新たな周波数帯への導入を想定。その後、順次既存の周波数帯へ展開



C/U分離

- 周波数帯やカバレッジ等の異なる複数のセルで制御情報とユーザデータを分離して伝送
- 具体的には、カバレッジの広いマクロセルで制御情報を提供(C-plane)し、超高速通信等が提供可能なスモールセルでユーザデータを提供(U-plane)



新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班中間報告 資料より抜粋

5Gのコアネットワーク

○5Gのコアアーキテクチャ

- 制御プレーン(C-plane)とユーザプレーン(U-plane)を明確に分離。

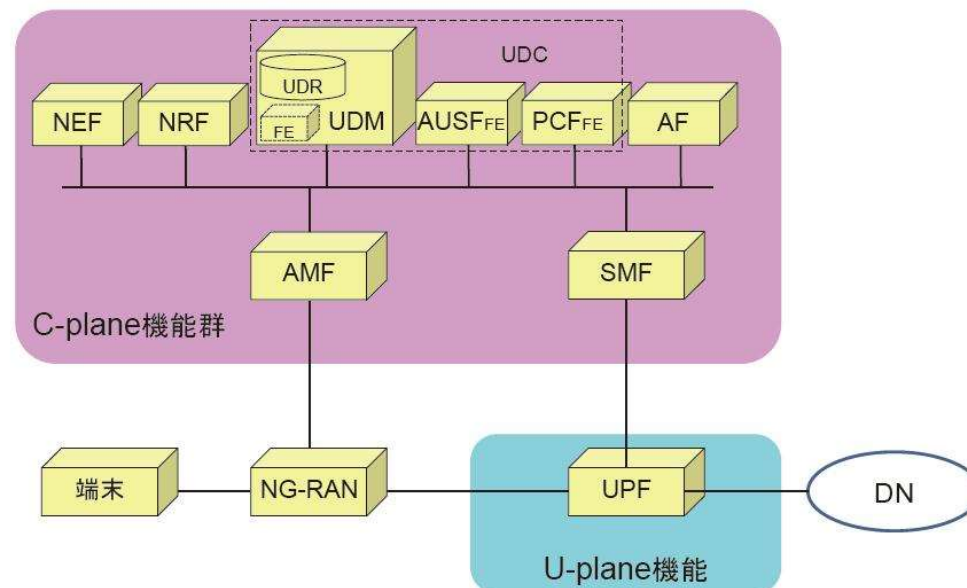
⇒ NSA(Non Stand Alone)を実現

- 音声と低遅延データなど異なる性能要件ごとにネットワークスライスした構成とし、一つの端末が複数のネットワークスライスに同時に接続できるようにした。

⇒ 異なる通信形態を1つのネットワークに多重

- 仮想化のさらなるサポートによるハードウェアとソフトウェアの分離を図った。

⇒ **装置コストの低減。ソフトウェアのオープン化によるコストの低減**

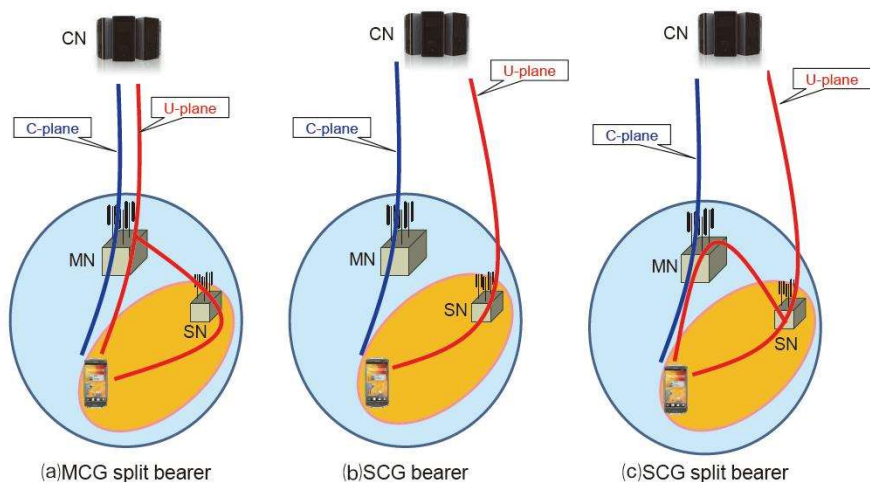


DN: Data Network
FE: Front End

5Gにおけるコアネットワークアーキテクチャ
(NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル Vol.25 No3より抜粋)

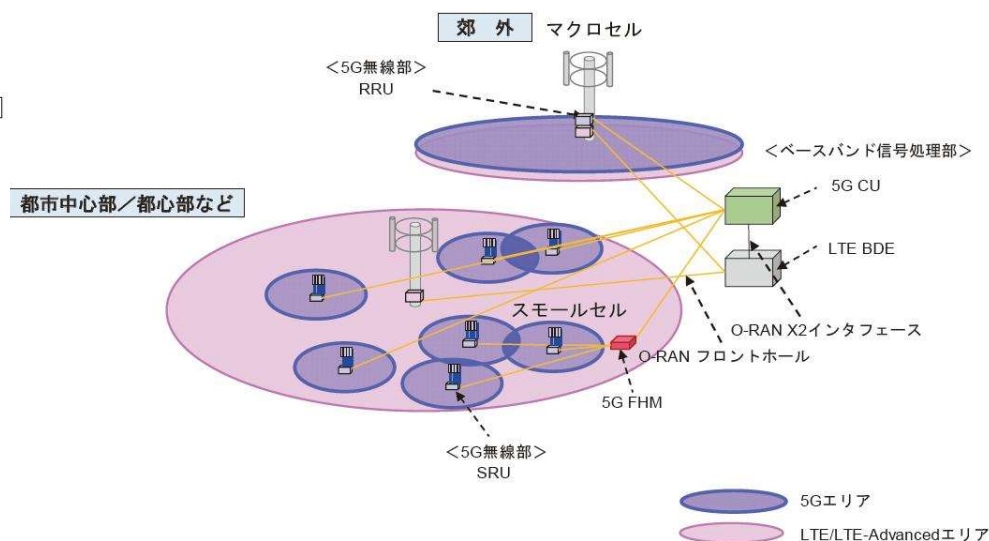
5Gの無線アクセスネットワーク

- NSAを実現するLTE-NR DC (Dual Connectivity)
- NSAとともにユーザデータを2つの基地局から送受信する機能
- ⇒ サブ6/LTEと28GHz帯を同時利用することが可能



(NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル Vol.25 No3より抜粋)

- O-LANによる共通インターフェース化
- 多様な装置／モジュールを組み合わせて構築できるオープンなRAN (Radio Access Network)を実現
- ⇒ LTEから5Gへのスムーズな移行が可能
- ⇒ **異ベンダ間の接続が可能になることによるコスト低減**



(NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル Vol.28 No2より抜粋)

ローカル5Gの定義

「ローカル5G」とは、

地域のニーズや多様な産業分野の個別ニーズに応じて、様々な主体が柔軟に構築／利用可能な5G

であると表現されている。

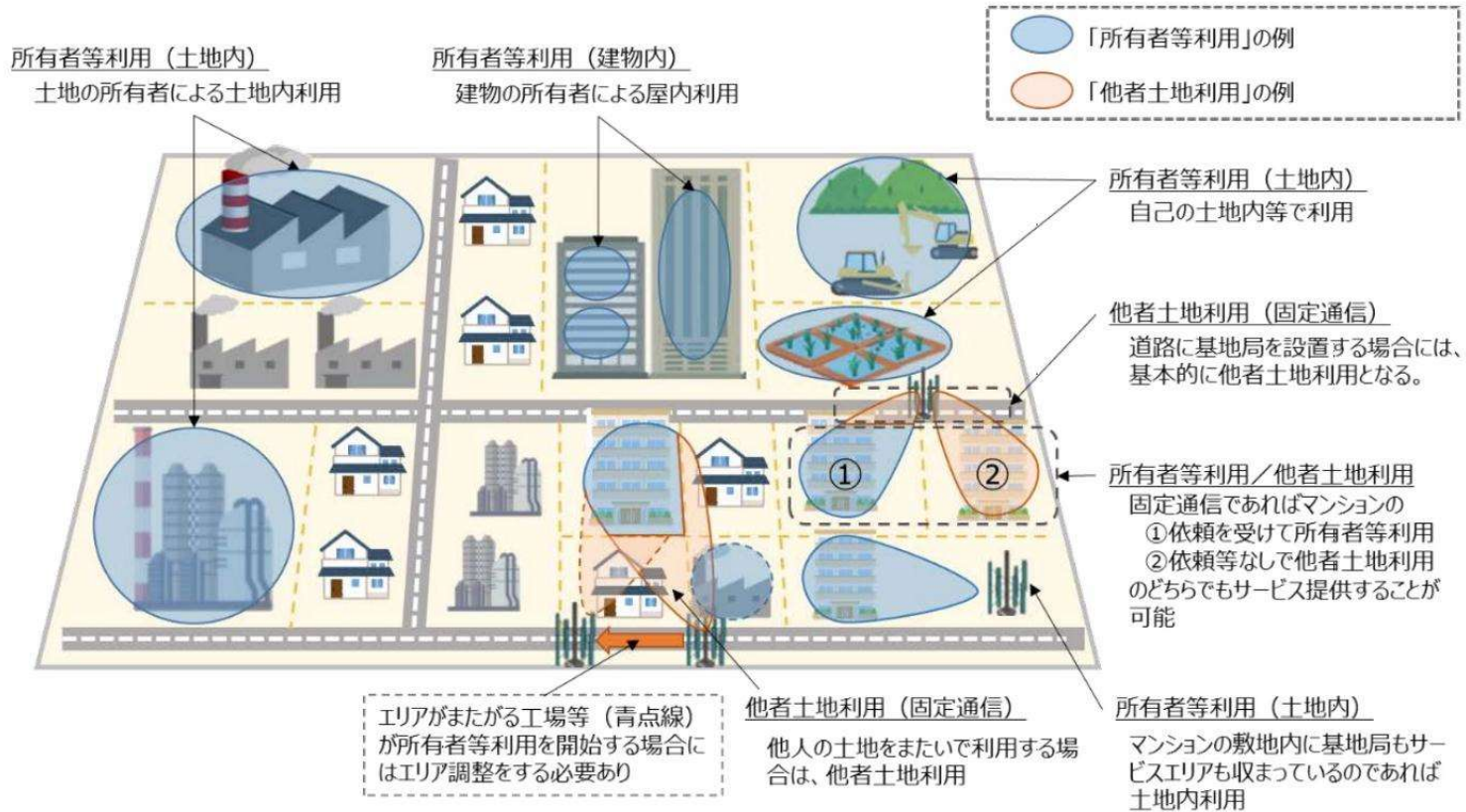
具体的な免許人の条件としては、

- ✓ **「自己の建物」、「自己の土地の敷地内」で、建物または土地の所有者**
- ✓ 建物または土地の所有者等からシステム構築を依頼された者(ただし依頼を受けた範囲)
(ただし、他者の土地を利用する場合は、固定通信のみ)

当面、**既存(全国)モバイルキャリアは免許取得不可**

- ✓ キャリアサービスの補完としてのローカル5Gの利用は不可
- ✓ ローカル5G事業者の契約端末が公衆網にローミングするのは可能

ローカル5Gの利用イメージ



5G時代の無線システム利用形態

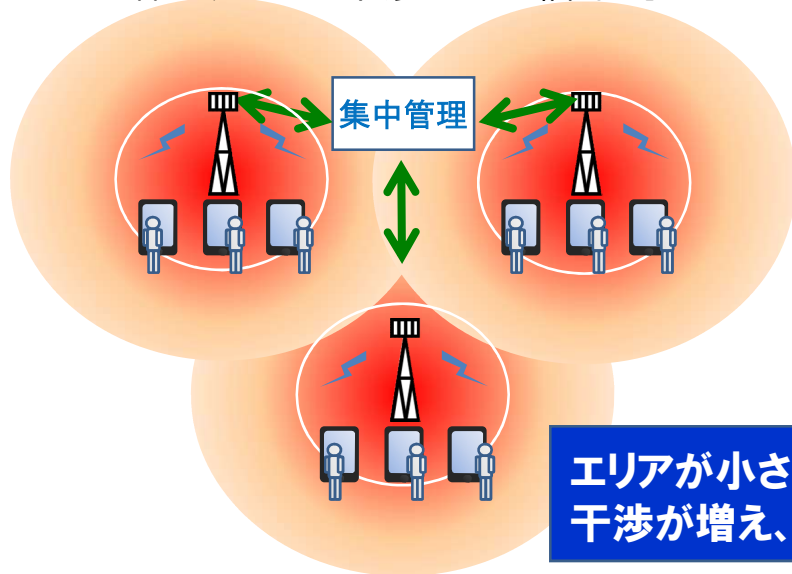
モバイルとWi-Fiの制御方式

モバイル

LTE/5Gは**一括集中制御**

全体をコントロール

増えすぎると干渉して通信不可

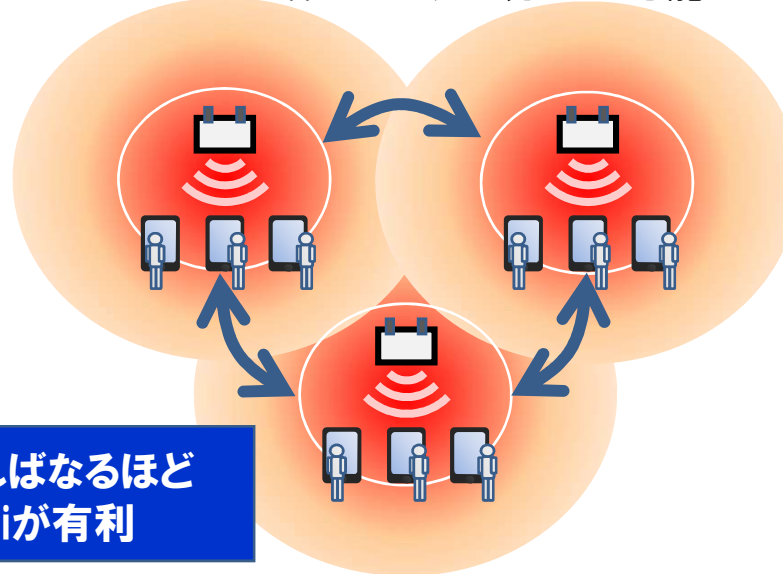


Wi-Fi

Wi-Fiは**自律分散制御**

お互いに協調する

どんなに増えてもすみ分けが可能



自営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 | | ◎ | ○（委託事業者からの漏洩） | △（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 | 自治体／エリアオーナーが投資（事業者投資の場合もあり） | 自治体／エリアオーナーが投資 |
| 初期コスト | 設備 | ユーザ共通のセンタ設備 | 個別のセンタ設備 | IP系センタ設備 |
| | 基地局 | キャリア設備の基地局（免許取得が必要） | 個別の基地局（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（キャリア発売の端末ベース） | 市販品（多様な端末あり） |
| | ユーザの負担 | 端末の購入のみ | 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との共存が可能（DHCP/DNSサーバなど） |

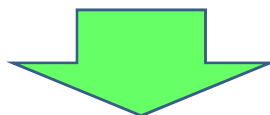
ローカル5Gのユースケース

ライセンスバンドの長所

- 高出力で**カバレッジを広く**することが可能
(アンライセンスは特定小電力の壁)
- 管理された周波数であるため他システムからの干渉が少なく、Wi-Fiなどと比べて**安定して高速な通信が可能**

5G/ローカル5Gの長所

- 割り当てられた周波数が広いので、広帯域を利用した**超高速通信**が可能
- 基地局で通信を管理することにより、**低遅延で通信**することが可能
- モードにより**超多端末の同時利用**が可能



長所を活かしたユースケース

- 頻繁なレイアウトの変更などがあり、監視情報や制御信号を誤りなく送受信する機能
⇒ **工場などの製造現場や物流倉庫など**
- 高精細な動画など大容量データを多数の端末に対してリアルタイムに送受信する機能
⇒ **イベント会場のライブ配信、遠隔授業、eスポーツの配信など**
- 遠隔から低遅延での制御が必要な機能
⇒ **農場等における自動運転、遠隔医療など**

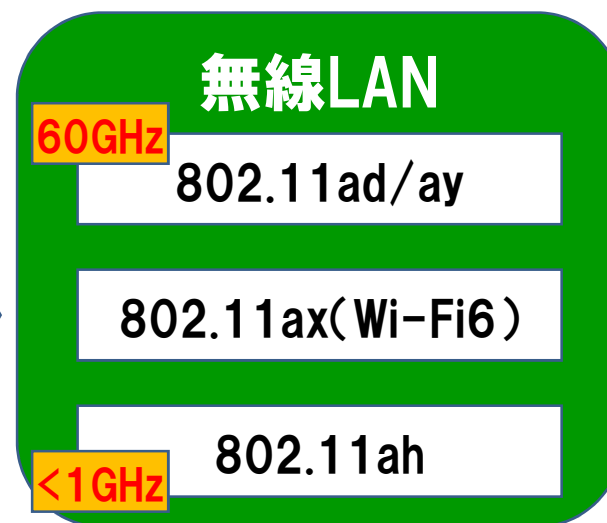
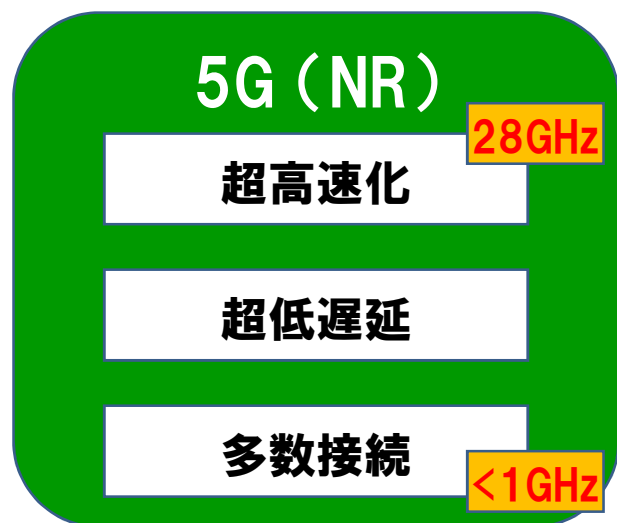
5G時代の無線システムの利用形態

ライセンスバンド by キャリア

アンライセンスバンド by 誰でも

4G (LTE-A)

802.11ac(Wi-Fi5)

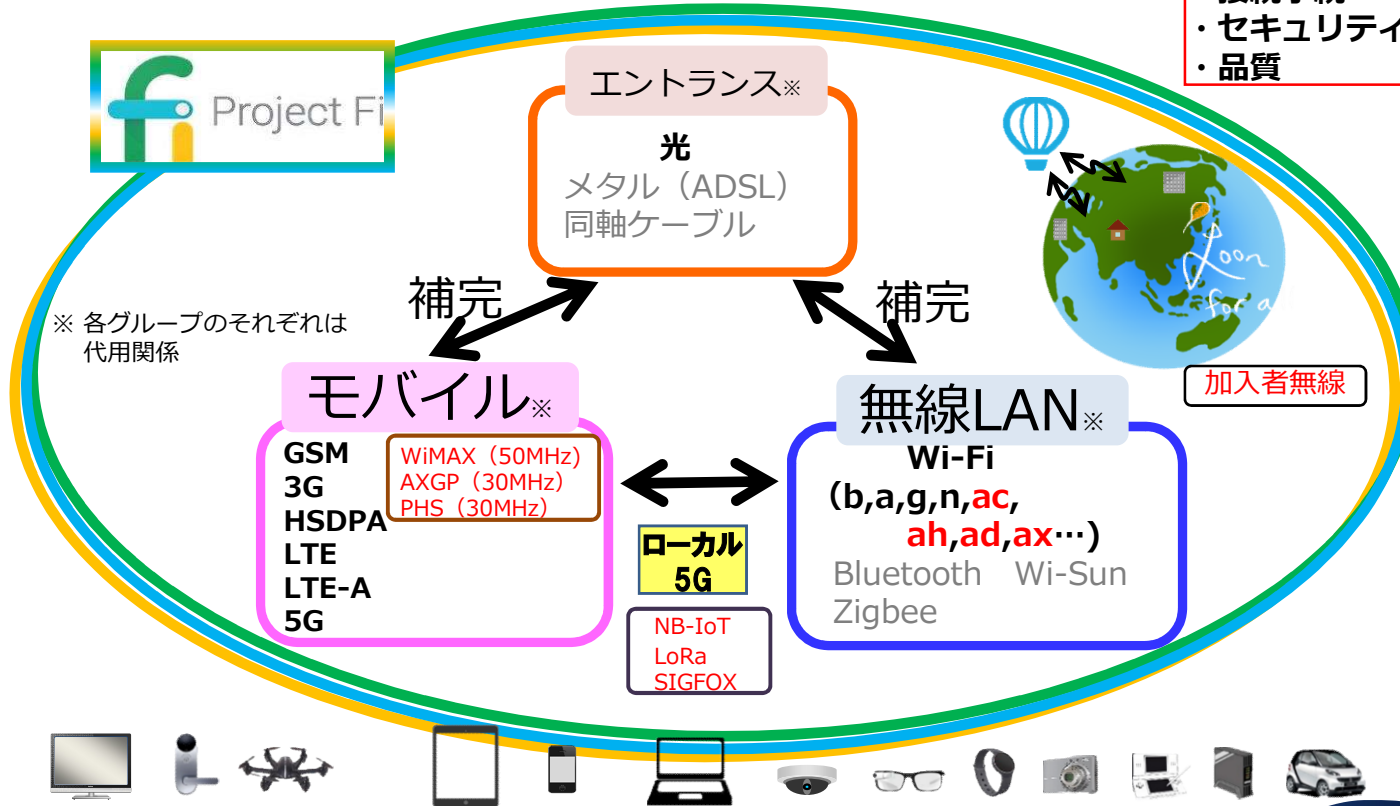


ワイヤレスと光の融合による全体最適の実現

占有から共有へ



- ・ 接続手続
- ・ セキュリティ
- ・ 品質



【参考】Wi-Bizメルマガ関連記事

[特別座談会]5GとWi-Fiの競合と補完を考える(上)

5Gの特徴をよく見てWi-Fiラインナップ全体との比較が必要

<https://www.wlan-business.org/archives/23247>



[特別座談会]5GとWi-Fiの競合と補完を考える(下)

キャリアバンドの5Gと自営型のWi-Fiとの住み分けが続く

<https://www.wlan-business.org/archives/23406>



Wi-Fi技術講座 Wi-Fi6 = IEEE 802.11ax
(その1～その3)

<https://www.wlan-business.org/archives/23683>

<https://www.wlan-business.org/archives/25279>

<https://www.wlan-business.org/archives/25022>



ローカル5G技術講座(第1回～第4回)

<https://www.wlan-business.org/archives/29359>

<https://www.wlan-business.org/archives/29539>

<https://www.wlan-business.org/archives/29865>

<https://www.wlan-business.org/archives/30234>

