



通信技術の発展と ソフトウェア制御

城田 雅一

クアルコムジャパン合同会社

2025年8月6日

@qualcomm

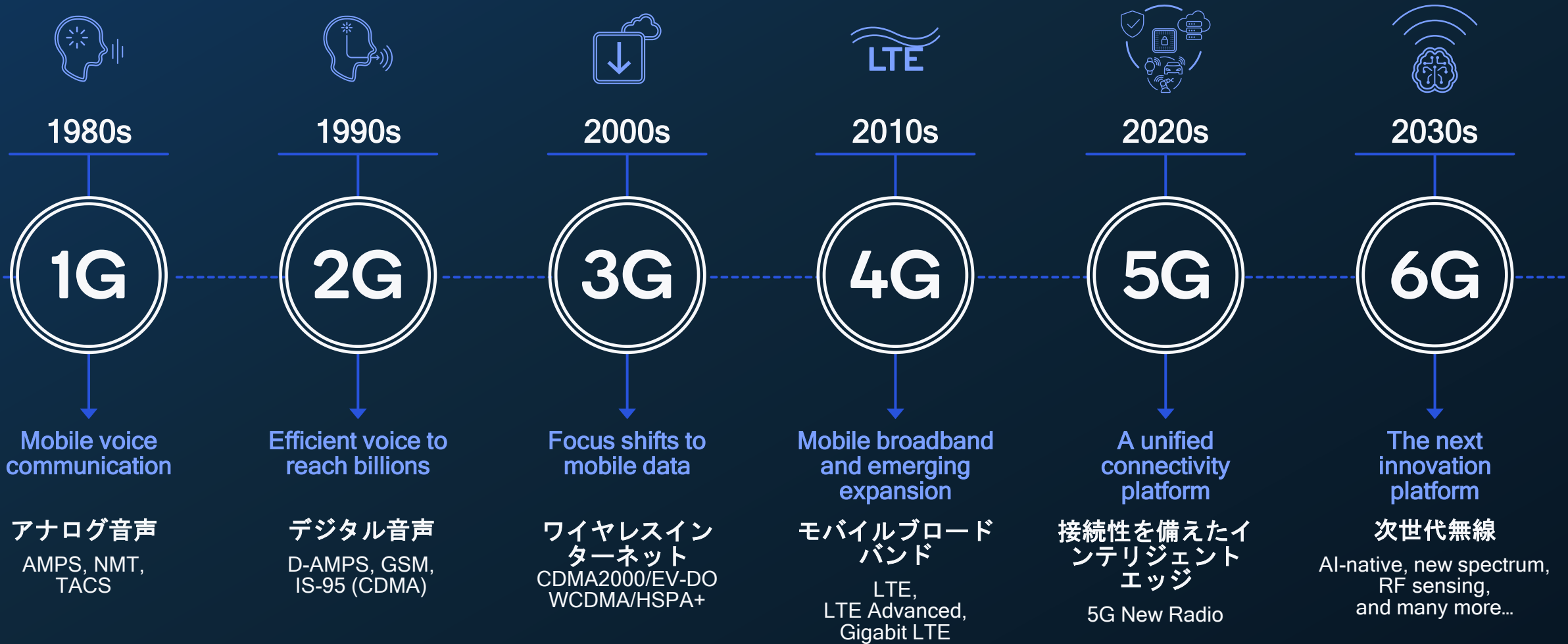
Snapdragon and Qualcomm branded products are products of Qualcomm Technologies, Inc. and/or its subsidiaries.
Qualcomm patented technologies are licensed by Qualcomm Incorporated.



目次

- モバイル通信とネットワークの進化
- 無線LAN技術の進化
- 無線LANにおけるソフトウェアアップデートによる機能追加の事例

モバイル通信とネットワークの進化

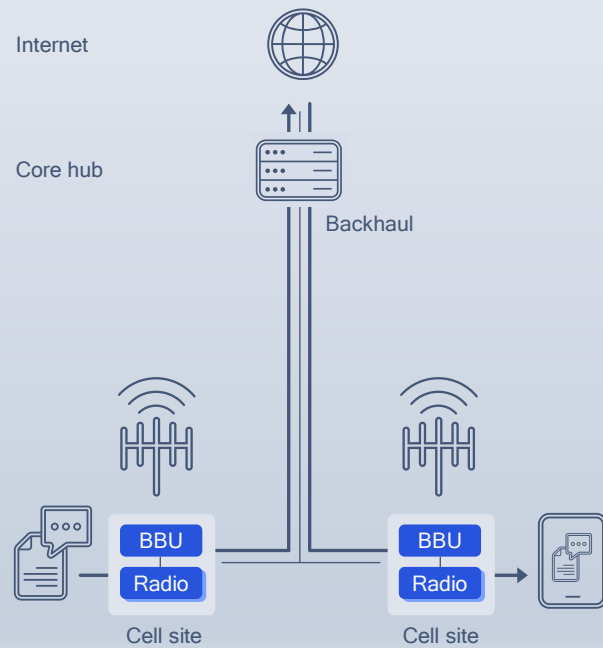


モバイル通信は約10年ごとに飛躍的な進化を遂げてきた

5Gネットワークの進化

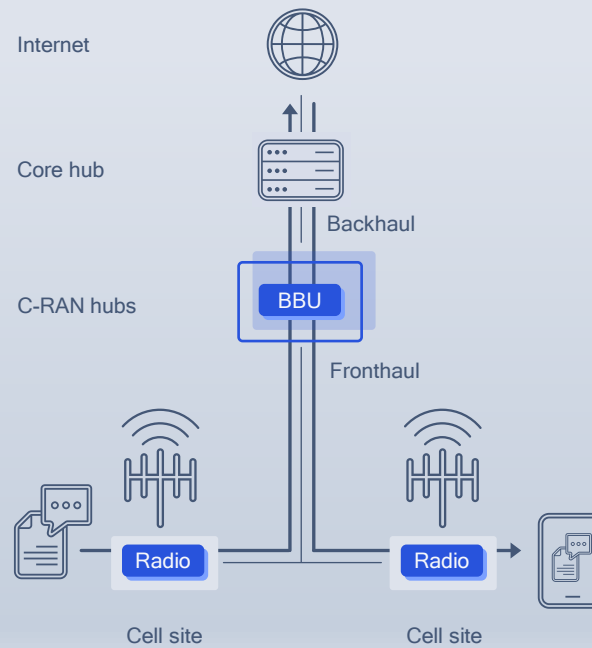
従来のRAN

ベースバンド処理部と無線部の一体型ユニット



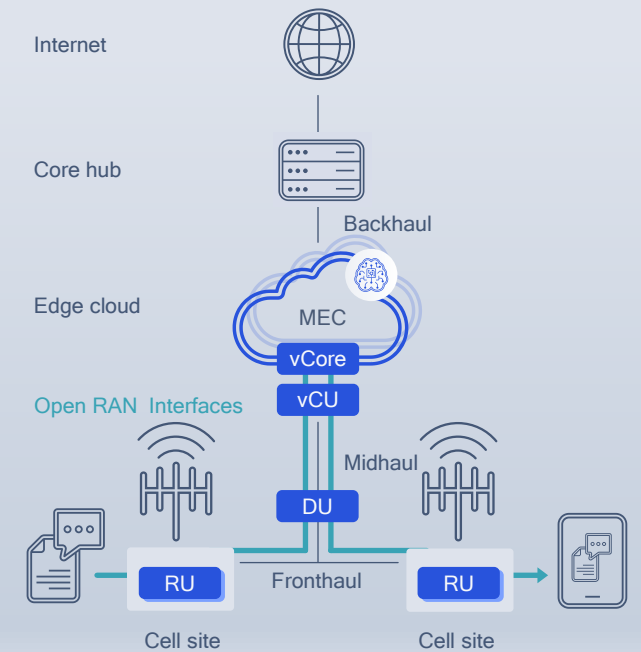
セントラライズドRAN (C-RAN)

集中処理型ベースバンドユニット



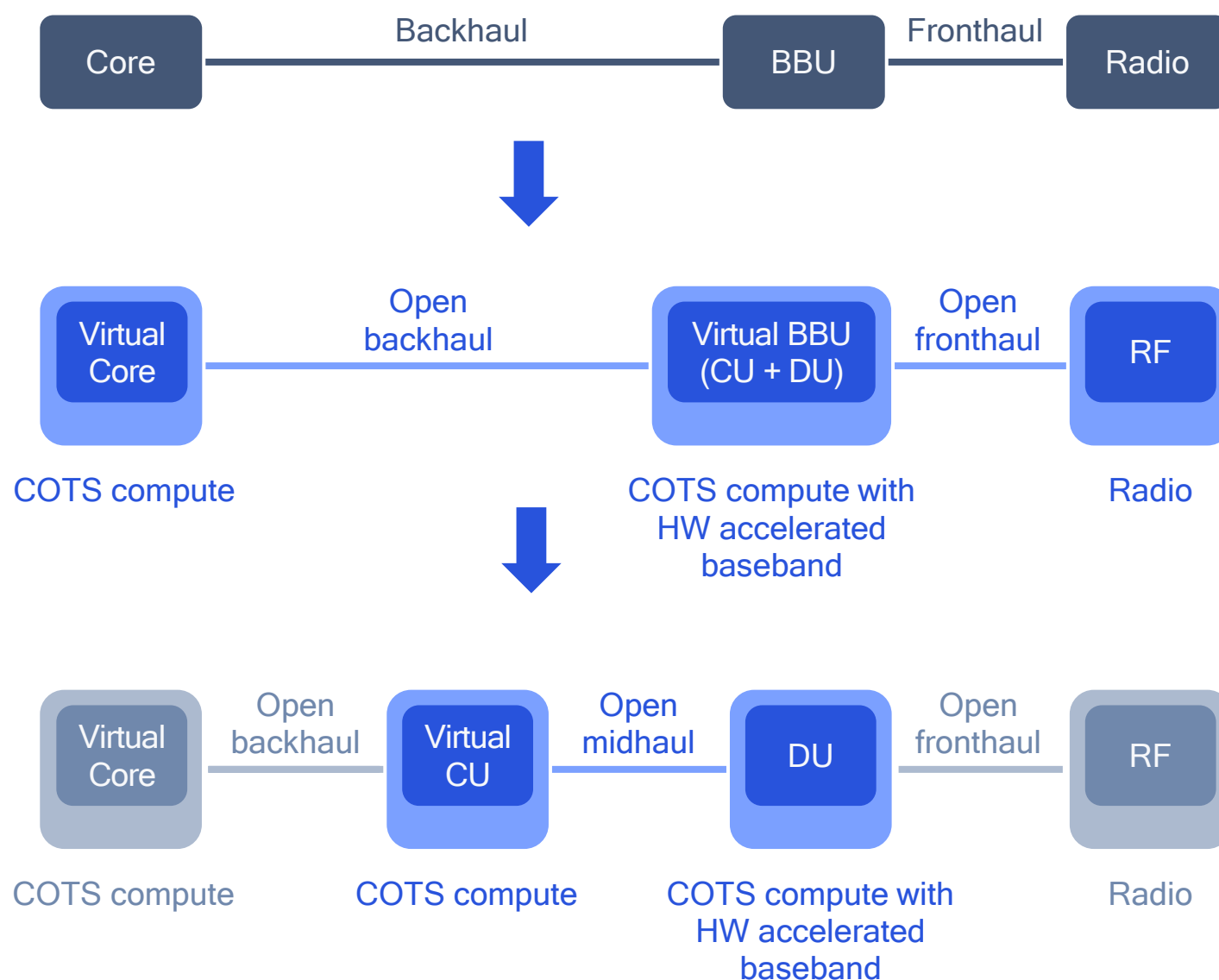
バーチャルRAN (vRAN) + MEC

分離型仮想ベースバンド処理装置



連携の強化、容量の拡張性、展開の迅速化、遅延の低減、新たなユースケースへの対応を目的として進化

機能分離により、よりオープンで相互運用性の高い仮想RANを実現



汎用ハードウェア（COTS）を用いて、RANのハードウェアとソフトウェアを分離

プロトコルスタックの各レイヤーを分離

モバイル通信におけるソフトウェアアップデートによる機能追加

- 3GPPバンドn79 (4.4 - 5.0GHz)への対応
 - 3GPPでは4.4 - 5.0GHzはバンドn79として定義されており、基地局や移動機はこの帯域全域を実装して性能要件を満たす必要がある。
 - 日本国内ではこの帯域は3つの異なる技術的条件により異なる時期に制度整備されたが、装置はソフトウェア改修で対応可能である。
- 3GPP High-power UEへの対応
 - HPUEは他国では早い時期から導入されていたため、世界的に展開されるグローバル端末はHPUEを実装していた。
 - 一方日本国内ではHPUEの制度化が遅れたため、ソフトウェア的に送信電力を制限するという対応が行われていた。
 - したがって、HPUEにソフトウェア改修で対応できるが、認証は取れていない端末が存在する。
- 4Gと5G互換、または5Gと6G互換の基地局・端末装置
 - 4Gと5Gは同じ周波数で運用が可能なよう設計されている。5Gと6Gも同様に同じ周波数で運用可能とすることが検討されている。
 - ある周波数において複数Gに対応するようハードウェアが実装され、ソフトウェア改修で対応できるものの、国内では後発Gの認証を取っていないために運用できない基地局・端末装置が存在する可能性はある。

無線LAN技術の進化

速度・容量・信頼性を向上させるためのネットワークの進化

コア技術の進化とQualcomm Technologiesのリーダーシップ

Wi-Fi

The first 10 Billion
Enabling mobility

- Speed #s prioritized
- Increased bandwidth
- Introduced modulation schemes
- Introduced MIMO

Wi-Fi

The next 20 Billion
Connecting everything

- Network efficiency
- Usable performance at device
- Value when AP/Clients reach critical mass
- Scheduled access
- MU-MIMO / OFDMA

1997
802.11

1999
11a/b

2003
11g

2007
11n

2013
11ac (w1)

2015
11ac

2018/19
11ax | Wi-Fi 6

2024
11be | Wi-Fi 7

2028
11bn | Wi-Fi 8

OFDM
20 MHz

Up to 4x4 MIMO
40 MHz
2.4 / 5 GHz

Up to 8x8 MIMO
80 MHz
5 GHz only
256 QAM

DL MU-MIMO
5GHz only

8x8 MIMO
OFDMA
Scheduled Access
2.4 / 5 GHz
1024 QAM

Multi-link operation
320 MHz Bandwidth
4096 QAM

Multi-AP coordination
PHY layer improvements
Co-existence management
Spectrum efficiency
Power efficiency

世界的に成功を収めてきた、複数世代のWi-Fi標準規格



無線LANにおけるソフトウェアアップデートによる 機能追加の事例

無線LANにおけるソフトウェアアップデートによる機能追加の事例

- 世界標準であるIEEE 802.11系に準拠した無線LAN製品は、多くの国や地域で展開されている。新技術が導入された無線LAN方式は、日本では制度改革を必要とすることが多いが、制度整備の状況次第では他の国で先行的に市場展開されていることがある。
- グローバルベンダーの多くは、同一の製品をソフトウェアで制御することにより、それぞれの国の制度に合うようにして運用できるようにしている。
- 日本では6 GHzが導入される前の時点で、既に市場に6 GHzの能力を備えた無線LAN機器が機能を無効化して展開されていた。6 GHzが無線LANに開放された時点で、ソフトウェアアップデートで機能を有効化することが可能であったが、同番認証が認められなかったため製品によっては6 GHzが使用できない状況になっている。
- その他、ソフトウェアアップデートにより新たな制度に対応できる事例として
 - WiFi6EからWiFi7の320 MHzのチャネルオプシンの有効化
 - Preamble Puncturingの他システムとの共用へ利用の有効化
 - Off Channel CACの有効化
 - AFC導入後、SPモードへ対応した無線LAN端末(STA)のSPモードの有効化
 - 802.11bn (WiFi8)への対応などがあげられる（すべて同番認証で対応できることが望ましい）

参考

Preamble Puncturingの利点

- 現行、規格ではpuncturingができない場合、チャンネルボンディングはprimary 20 MHz channel (Beaconフレームを送信するチャンネル)から順に連続したsecondary 20 MHz channel、secondary 40 MHz channel、...と拡張する制限がある。
- つまり、下記の図(参考: IEEE Std 802.11-2020 Figure 8-1)を使うと、図中の例を用いるとsecondary 20 MHz channel (図中ではsecondaryと記載)で送信できない場合には、primary 20 MHz channel (図中ではprimaryと記載)の20 MHzでしか送信できない。
- 一方、puncturingができる場合、secondary 20 MHz channelが送信できないとしても、secondary 40 MHz、secondary 80 MHzが送信できるなら、**合計140 MHzで送信が可能となり周波数を有効に使用することができる。**

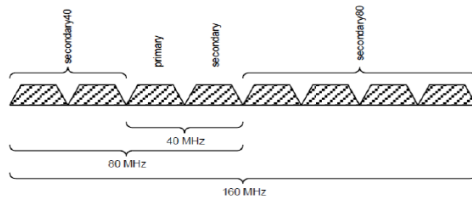
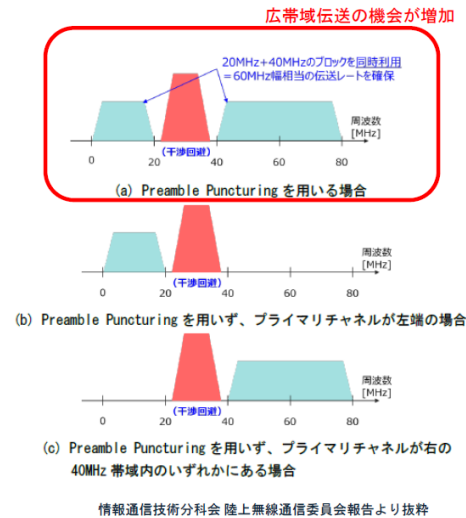


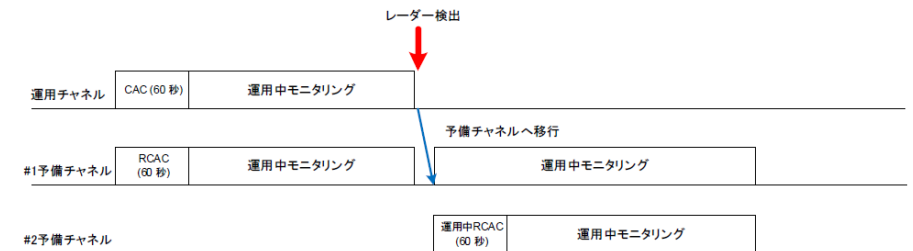
Figure 8-1—The channel-list parameter entry for 40 MHz, 80 MHz, and 160 MHz channel width



5

DFS新機能

- 弊社のこれまでの実装では、予備の無線LANチャンネルは1つしか保持できず、そのチャンネルで運用された後は予備チャンネルを持つことができなかった。
- ここで紹介する新機能は、予備チャンネルの運用が開始されたあと、追加の予備チャンネル準備するものである。
- 課題点: 無線LAN運用が開始された後に、追加予備チャンネルを探すため、運用前のように通信を行わない状態でレーダーのみを受信する時間を持つことができない。さらなる予備チャンネルを探す場合は、運用中モニタリングの状態でレーダーの有無を確認することになる。



Preamble Puncturing概要(作業班12-2)

新しいDFS実装 (Off Channel CAC) (作業班12-4)

陸上無線通信委員会 5.2 GHz帯及び6 GHz帯無線LAN作業班 第12回資料より