

Transform Tomorrow. Today.

# ROHDE & SCHWARZ TECHNOLOGY SYMPOSIUM 2024 JAPAN

## Wi-Fi7 主要技術概要とその評価手法

中上 剛

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社  
アプリケーション・エンジニア

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



ワイヤレスコミュニケーション

# Wi-Fi 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ Wi-Fi 7 技術要素
- ◆ Wi-Fi 試験要件と評価手法
- ◆ 次期 Wi-Fi

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



ワイヤレスコミュニケーション

# Wi-Fi 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ Wi-Fi 7 技術要素
- ◆ Wi-Fi 試験要件と評価手法
- ◆ 次期 Wi-Fi

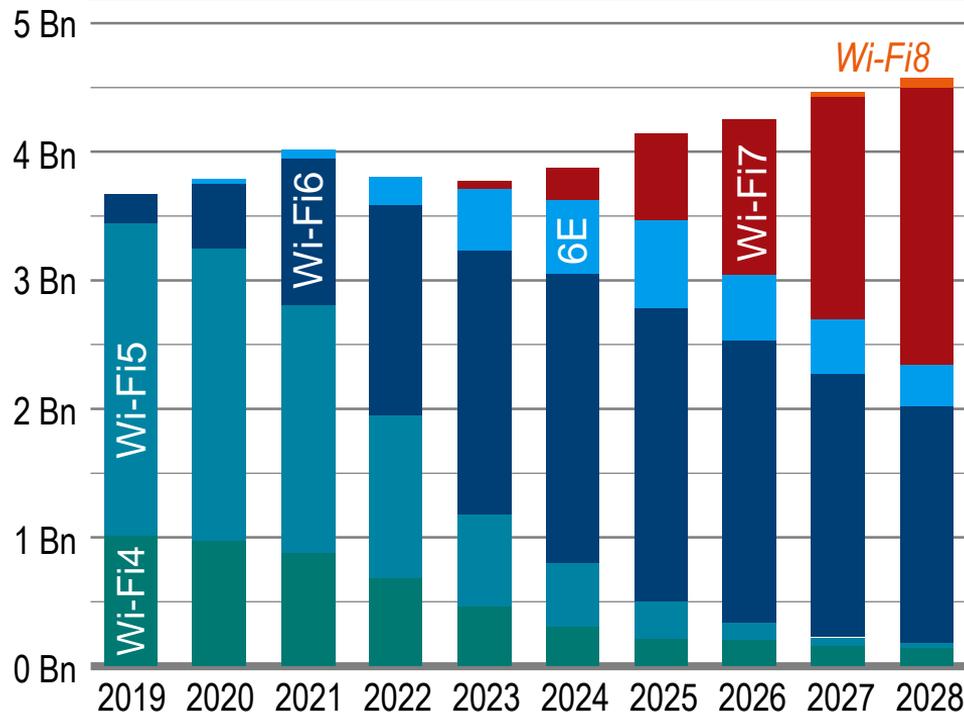
**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# 2022/23 以後の落ち込み Wi-Fi 7 で市場回復を狙う

## Wi-Fi 6, Wi-Fi 6E, Wi-Fi 7 市場投入予測

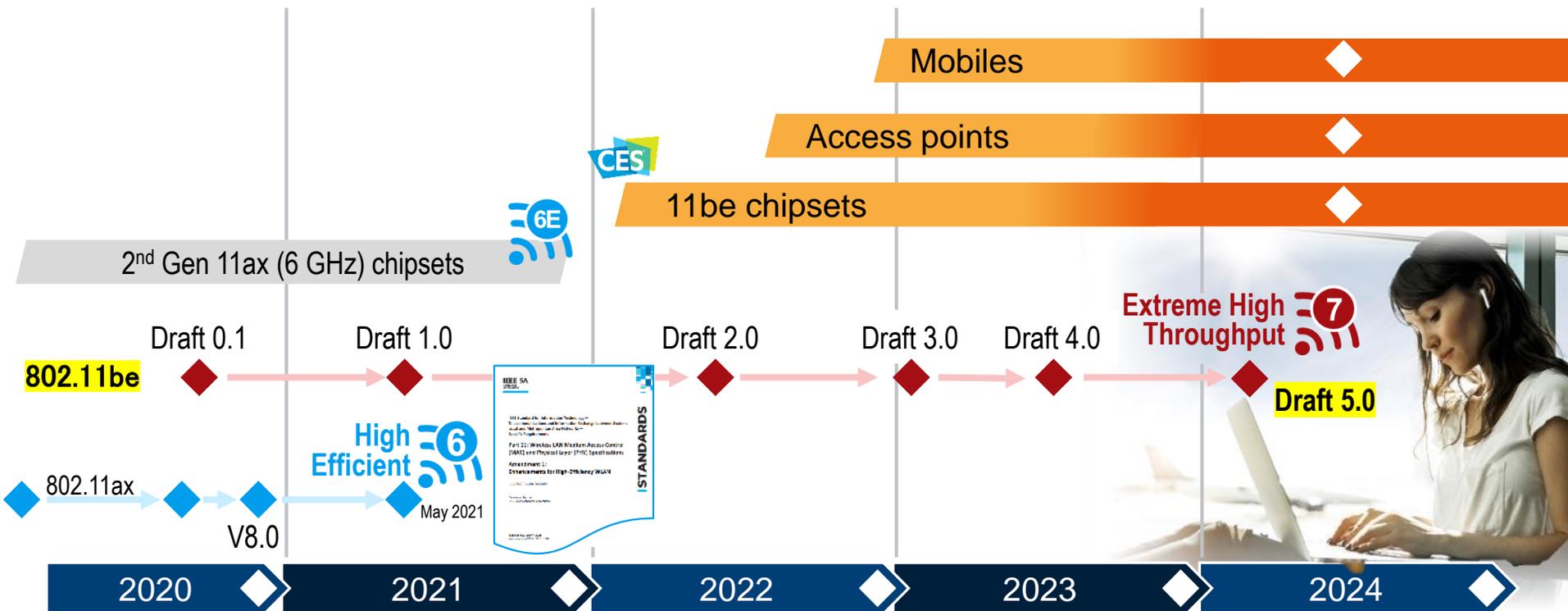


Source: IDC: Wi-Fi market update, March 2024

- Wi-Fi 6 と 6E の組み合わせが予測期間を通じて優位
- 2027年に、6 GHz Wi-Fi (6E and 7) は非 6 GHz Wi-Fi を上回る
- Wi-Fi 7 は、その役割をスマートフォン、メディアタブレット、PC、アクセスポイント、TVに焦点



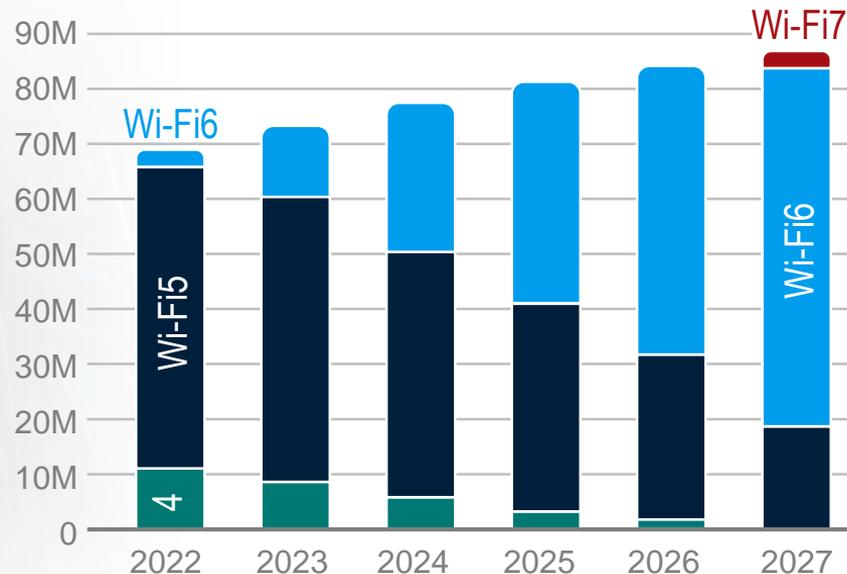
# Wi-Fi 7 Extreme High Throughput WLAN (based on IEEE 802.11be) 急速に市場へ参入しはじめる



# 車載機 ハイエンドインフォテインメントとして Wi-Fi 6 へ移行中 2027年頃 Premium model にて Wi-Fi 7 が市場投入？



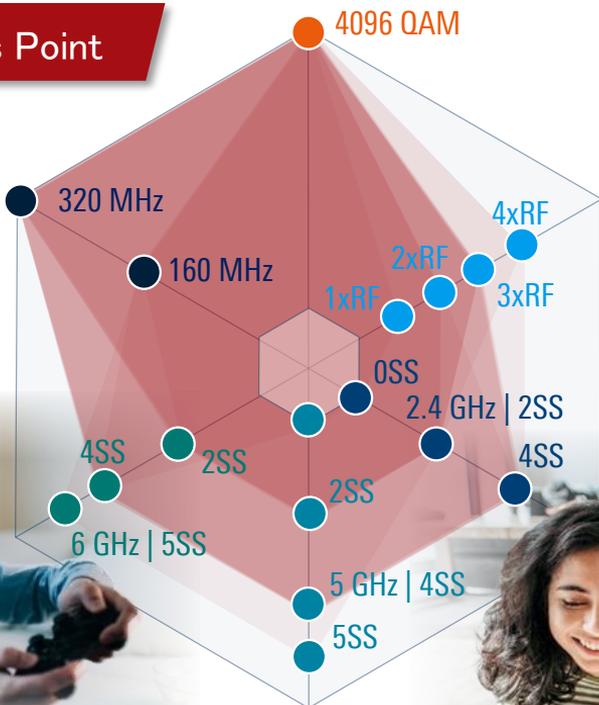
Automotive IVI Wi-Fi market trend (units)



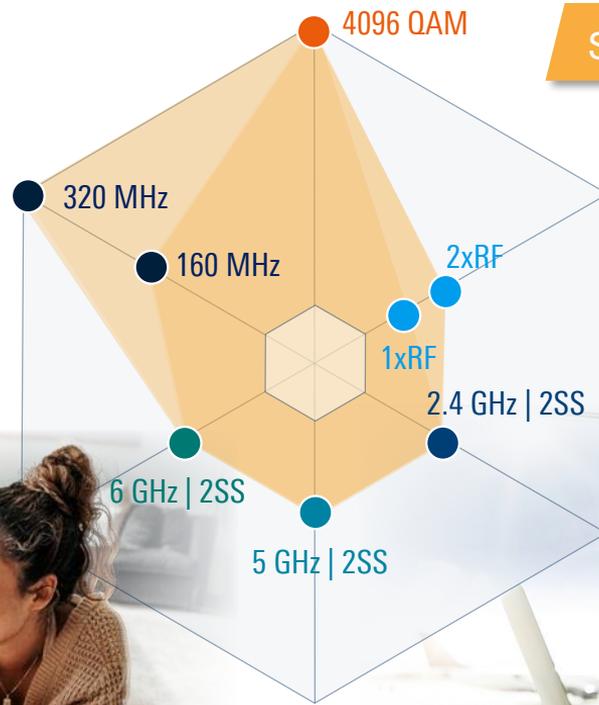
Source: Techno System Research, 2022 Wireless connectivity market analysis, summary report, June 2022  
<https://iotbusinessnews.com/download/2022-TSR-Wireless-Connectivity-Market-Report-Summary.pdf>

# 未だ不完全な Wi-Fi 7 今日入手可能なチップセット機能状況

Access Point



Station



SS: Special Stream

RF: number of RF signal (i.e. Multi Link Operation)

# Wi-Fi CERTIFIED 7 登場! WFA による 2024/1月認証機器 2024年中 2億3300万台 Wi-Fi 7 機器市場投入と予想

					
 QUALCOMM	 QUALCOMM	 QUALCOMM	 QUALCOMM	 QUALCOMM MEDiatek	 QUALCOMM
					
 BROADCOM	 QUALCOMM	 QUALCOMM MEDiatek	 QUALCOMM	 QUALCOMM MEDiatek	 QUALCOMM
					

ワイヤレスコミュニケーション

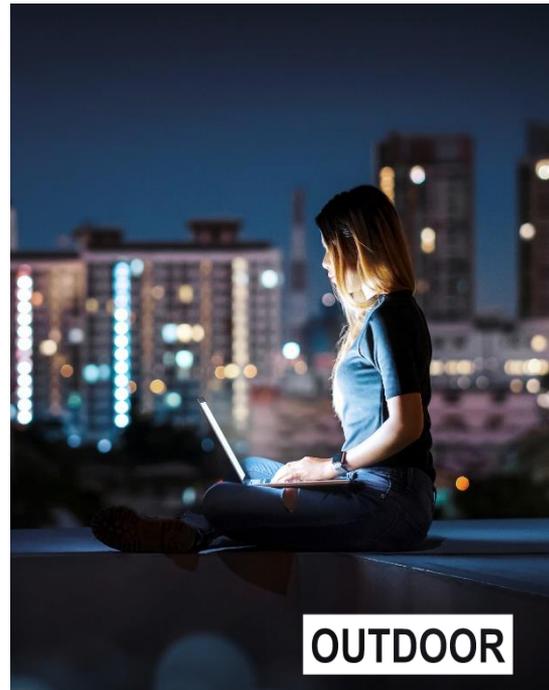
# Wi-Fi 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ Wi-Fi 7 技術要素
- ◆ Wi-Fi 試験要件と評価手法
- ◆ 次期 Wi-Fi

**ROHDE & SCHWARZ**

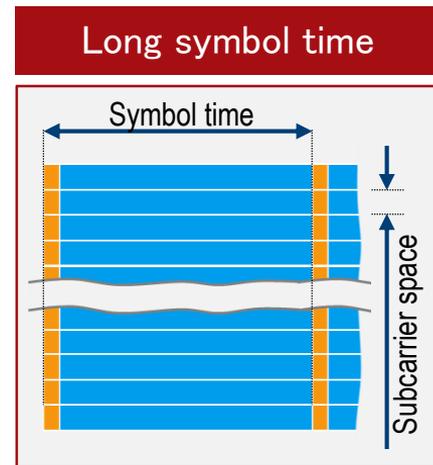
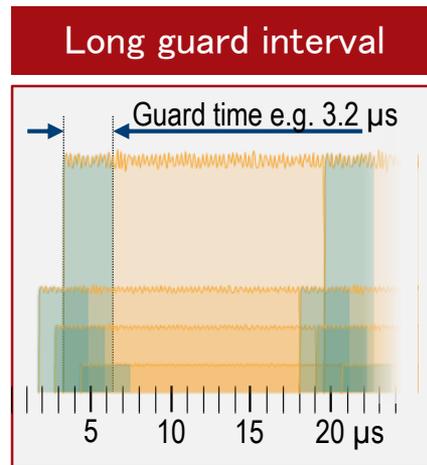
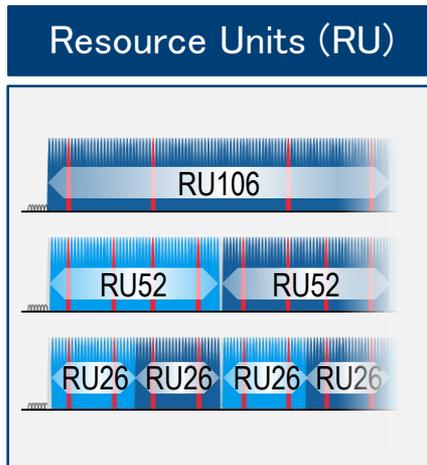
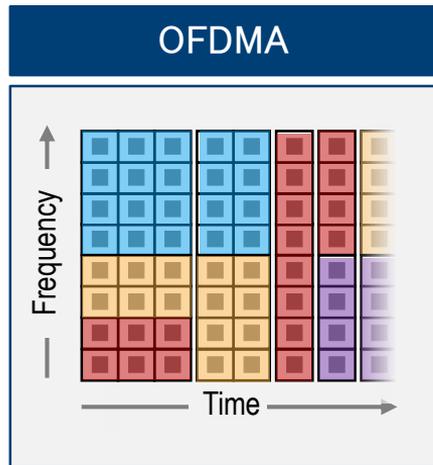
Make ideas real





# 高い利用効率を目指した 第6世代 Wi-Fi (Wi-Fi 6) 屋内外混雑エリア / 屋外使用

# Wi-Fi 6 (IEEE802.11ax) は Wi-Fi に革命を起こした 高効率を目指す **OFDMA** の導入



- ◆ 利用可能なスペクトラムの効率的な運用
- ◆ マルチユーザ運用及び遅延低減
- ◆ Resource Unit 導入 (i.e: RU26 9ユーザ BW20MHz)

- ◆ シンボル間干渉の回避
- ◆ 利用可能なリソースの効率的な運用

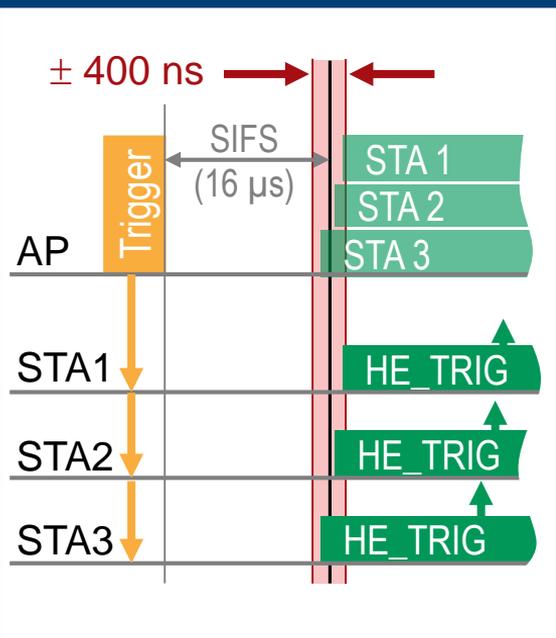
# Wi-Fi 6<sub>(物理層)</sub> 新しい技術要素

	Wi-Fi 4 (802.11n) High Throughput (HT)	Wi-Fi 5 (802.11ac) Very High Throughput (VHT)	Wi-Fi 6 (802.11ax) High Efficiency (HE)
対応バンド	2 GHz, 5 GHz	5 GHz	2 GHz, 5 GHz
チャンネル帯域幅 (MHz)	20, 40	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40, 80, 80+80, 160
伝送方式	OFDM	OFDM	OFDM, <b>OFDMA</b>
サブキャリア間隔	312.5 kHz	312.5 kHz	<b>78.125 kHz</b>
ガードインターバル	0.4 $\mu$ s, 0.8 $\mu$ s	0.4 $\mu$ s, 0.8 $\mu$ s	0.8 $\mu$ s, <b>1.6 <math>\mu</math>s</b> , <b>3.2 <math>\mu</math>s</b>
空間多重	4x4 (SU-MIMO only)	8x8 (incl. DL-MU-MIMO)	8x8 (incl. MU-MIMO)
最高変調指数	64QAM	256QAM	<b>1024QAM</b>
理論最大データレート	540 Mbps*	6 934 Mbps*	9 765 Mbps*

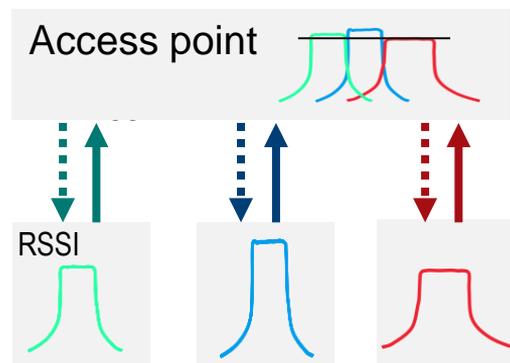
\* dependent on configuration (GI) and incl. signaling overhead

# OFDDMA 複数ユーザ収容に伴う計測上のチャレンジ

## 送信タイミングの精緻化



## 細かいパワーコントロール



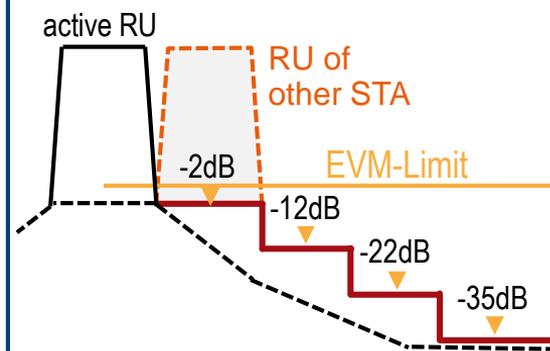
### STA RSSI 測定精度:

class A:  $\pm 3$  dB class B:  $\pm 5$  dB

### STA 送信電力許容誤差:

class A:  $\pm 3$  dB class B:  $\pm 9$  dB

## RU単位のマスク



干渉回避のため、占有されていないサブキャリアのRU送信変調精度保証:

**Unused Tone Error**

# HE MU PPDU

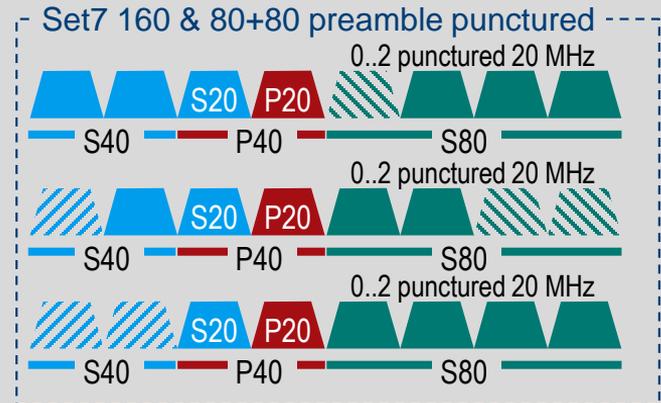
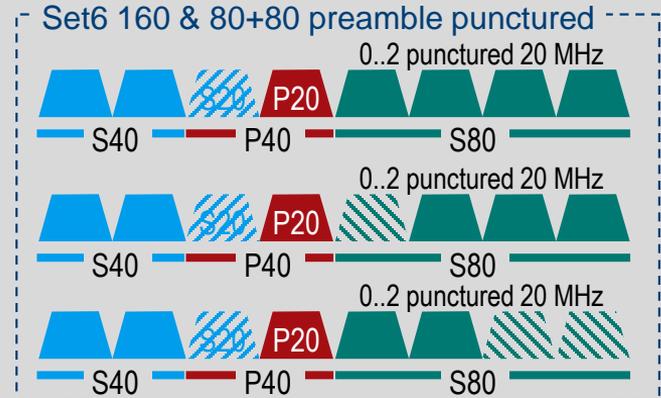
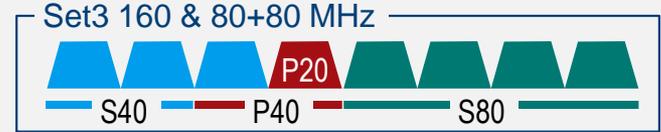
## Preamble/Subchannel Puncturing (パンクチャリング)

IEEE802.11axにて Preamble puncturing 技術が導入されました。これは、OFDMA 機能が、80/ 160 MHz など広域なチャネル帯域幅にて、ある 20MHz サブチャネルの伝送を避けるために使用されます。避けるサブチャネルでは、

- ▶ 使用中 (CCA)
- ▶ DFS 運用中
- ▶ other interferences

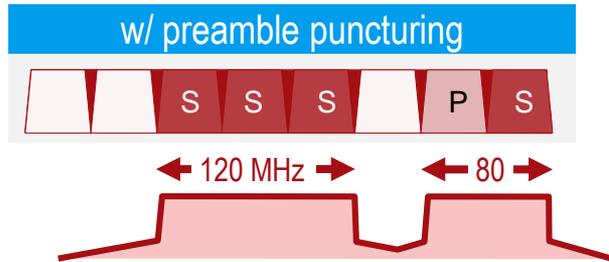
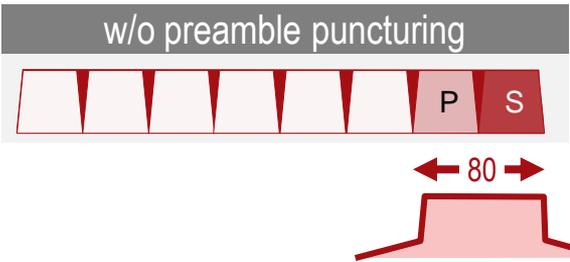
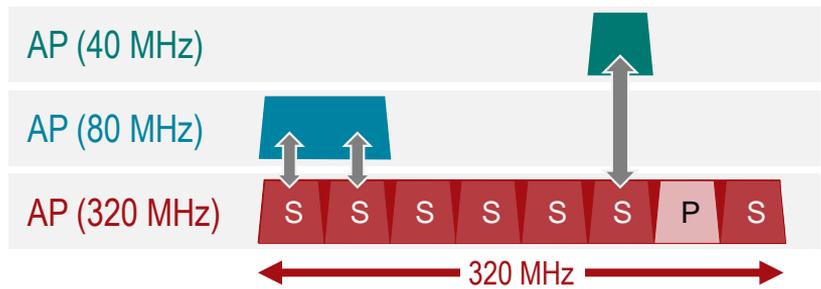
が伝送されているためです。

(DFS: Dynamic Frequency Selection)



# パングチャリングはより重要な要素に

Trying to use wide channel on a shared medium ...

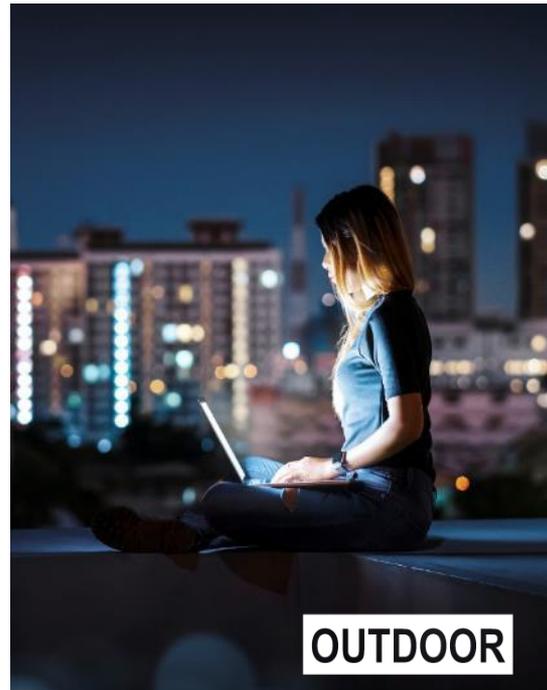


**OFDMA:** Defined per 80 MHz subblock with 20 MHz subchannels

**Non-OFDMA:** Defined for 80/160 MHz PDDUs with a 20 MHz subchannel granularity and for 320 MHz channels with 40 MHz subchannels.

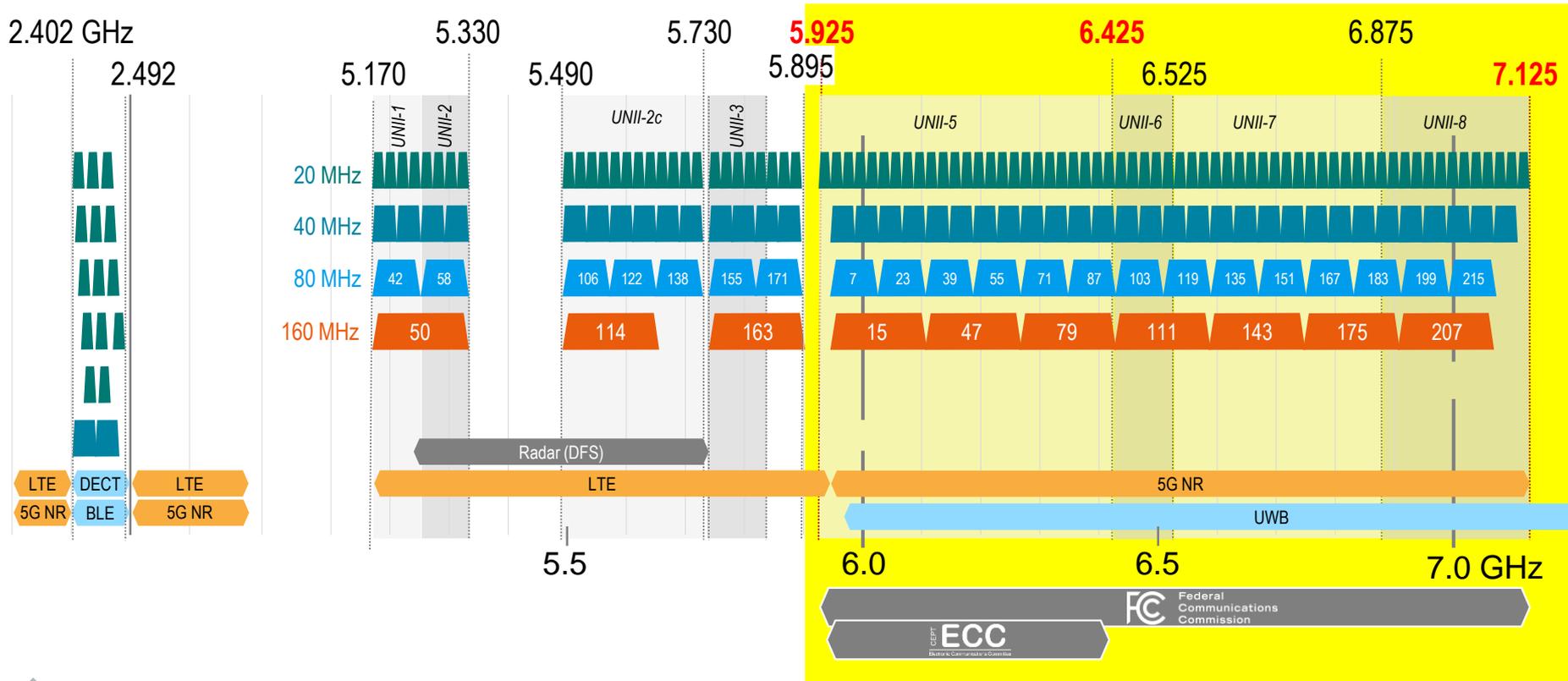
Example non-OFDMA puncture patterns for 320 MHz PPDUs

No puncturing	1	1	1	1	1	1	1	1
40 MHz	X	1	1	1	1	1	1	1
	1	X	1	1	1	1	1	1
	1	1	X	1	1	1	1	1
	1	1	1	X	1	1	1	1
	1	1	1	1	X	1	1	1
	1	1	1	1	1	X	1	1
	1	1	1	1	1	1	X	1
80 MHz	1	1	1	1	1	1	1	X
	X	X	1	1	1	1	1	1
	1	1	X	X	1	1	1	1
	1	1	1	1	X	X	1	1
80+40 MHz	1	1	1	1	1	1	X	X
	X	X	X	1	1	1	1	1
	X	X	1	X	1	1	1	1
	X	X	1	1	X	1	1	1
	X	X	1	1	1	1	X	1
	X	X	1	1	1	1	1	X
	X	1	1	1	1	1	X	X
	1	X	1	1	1	1	X	X
	1	1	X	1	1	1	X	X
	1	1	1	X	1	1	X	X
	1	1	1	1	1	X	X	X

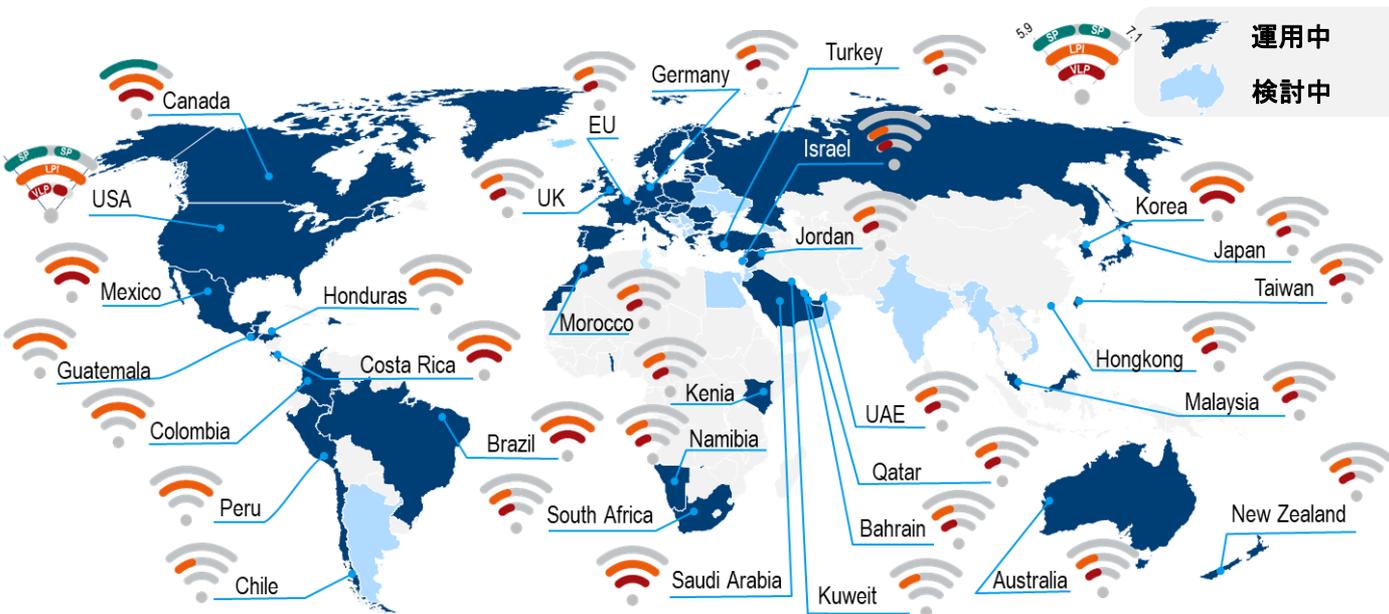


# Wi-Fi 6E Wi-Fi 6 を最大限に活用

# Wi-Fi 6 を最大限活用する要素 運用周波数の拡張 (Wi-Fi 6E) 低混雑? 6GHz バンド解放



# 各国の 6GHz バンド運用と規制 (周波数と送信電力): Standard Power w/ AFC, Low Power Indoor and Very Low Power



AFC: Automated Frequency Coordination

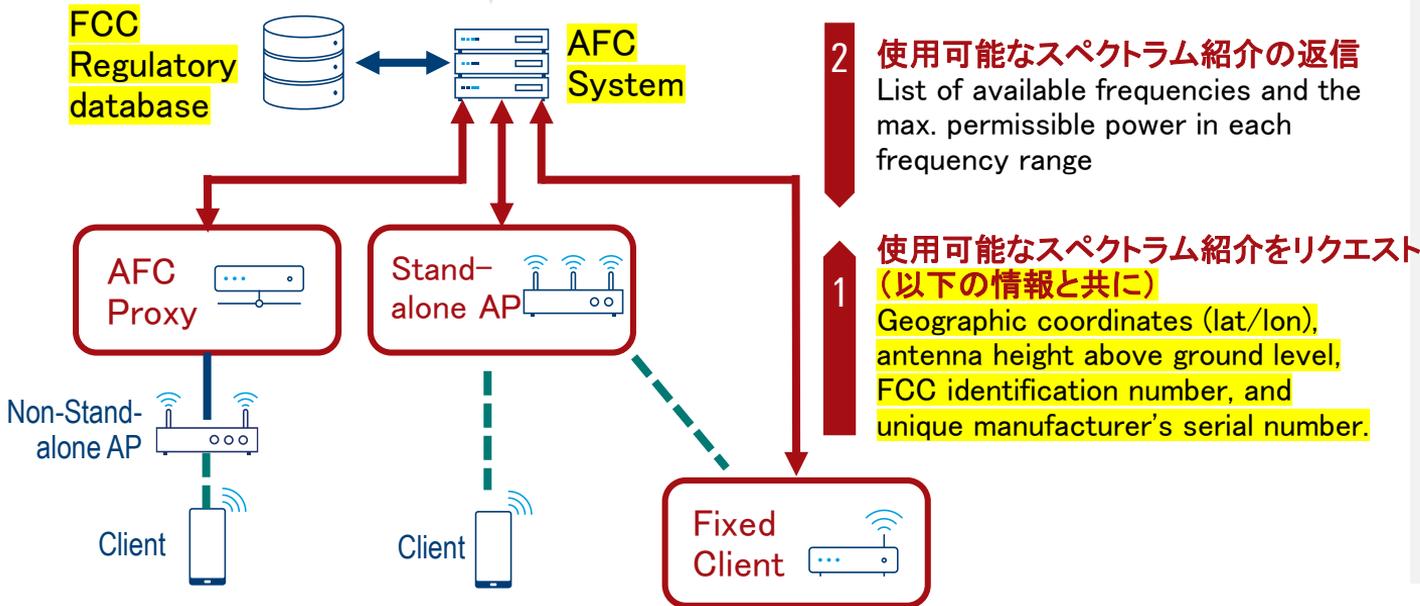
Source: Wi-Fi Alliance

<https://www.wi-fi.org/regulations-enabling-6-ghz-wi-fi>

EIRP limits	
<b>FC</b>	<b>ECC</b> Electronic Communications Committee
Standard Power (SP) w/ AFC	
AP: 36 dBm UE: 30 dBm	n.a.
Low Power Indoor (LPI)	
AP: 30 dBm UE: 24 dBm	AP: 23 dBm UE: 23 dBm
Very Low Power (VLP)	
UE: 14 dBm	UE: 14 dBm

# AFC (Automated Frequency Coordination) システム構造 (北米)

2024年2月: FCC は、6GHz 運用に関して 7 AFC システムに認可を与えた



**AFC Device (AFC DUT) Compliance Test Plan**  
Four test cases:

- Successful registration & spectrum access request
- Unsuccessful spectrum access request
- Successful spectrum access update
- Unsuccessful spectrum access update

*A standard power AP and a fixed client must include either an internal geo-location capability or an integrated capability to securely connect to an external geolocation devices or service, to automatically determine geographic coordinates and location uncertainty (in meters), with a confidence level of 95%.*

ワイヤレスコミュニケーション

# Wi-Fi 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ **Wi-Fi 7 技術要素**
- ◆ Wi-Fi 試験要件と評価手法
- ◆ 次期 Wi-Fi

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real





# 第7世代 Wi-Fi (Wi-Fi 7) 家庭、事務所、工場で Extreme High Throughput (EHT)

# Wi-Fi 7 Extreme High Throughput どのように実現？



# of modulated bits

**4096QAM**



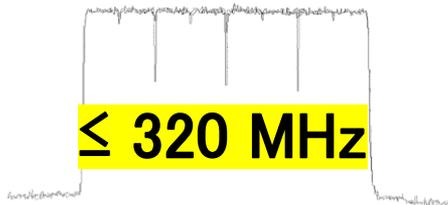
$$\text{Max. phy data rate} = N_{SD} \frac{N_{CBPS} \cdot R}{T_{SYM}} N_{SS}$$

Code rate

Symbol time

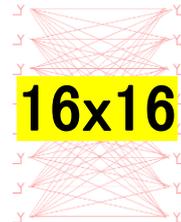
# of data carriers

**≤ 320 MHz**



# of spatial streams

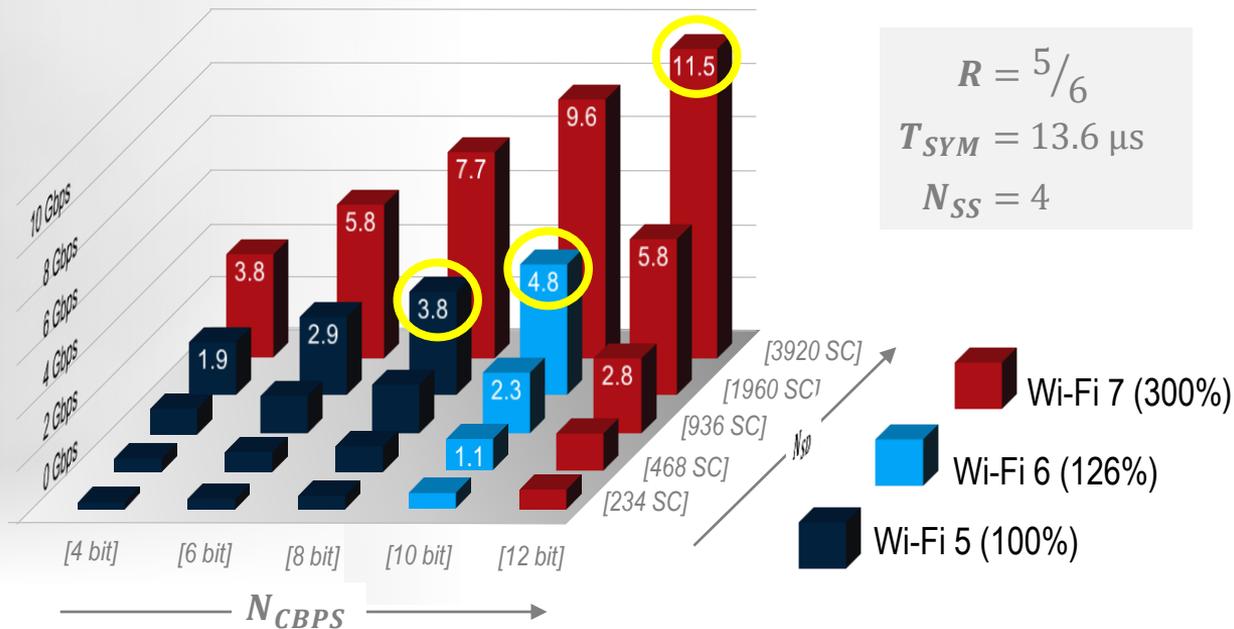
**16x16**



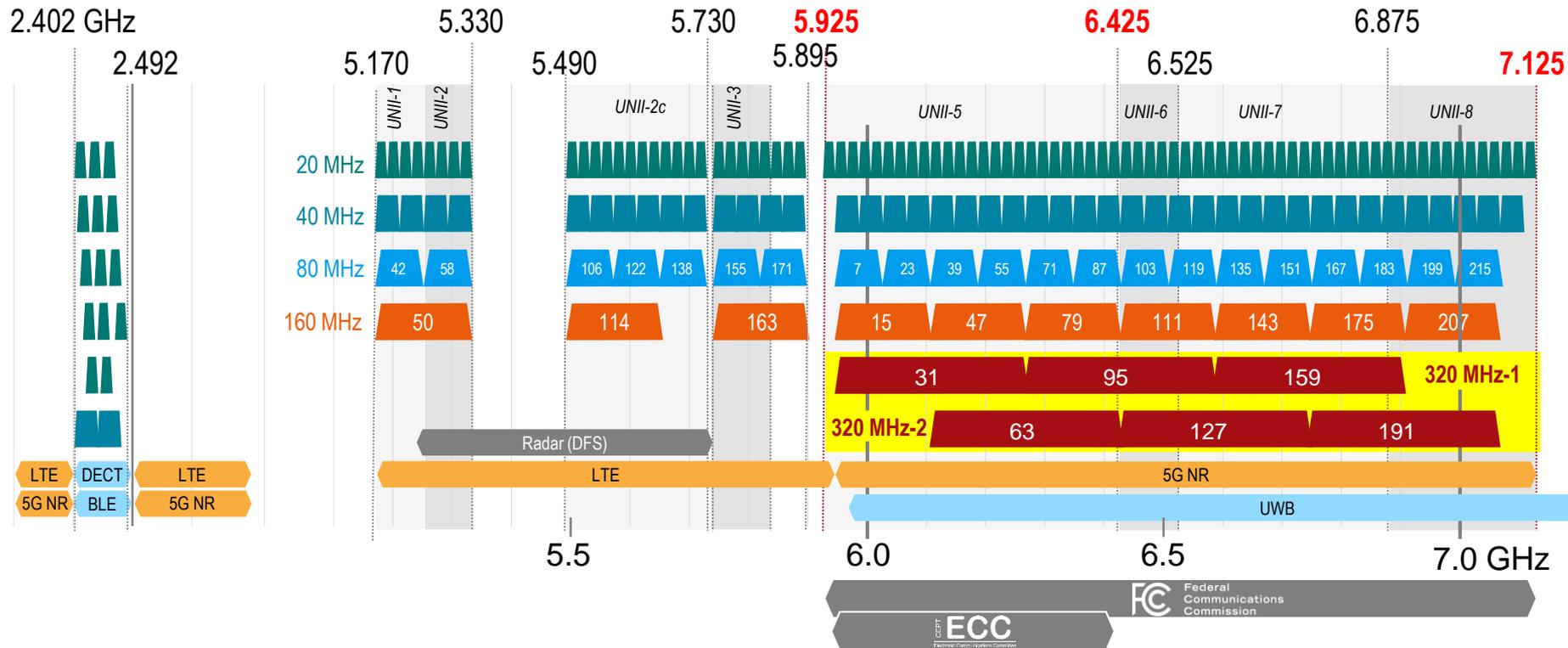
# Wi-Fi 7 Extreme High Throughput データレート比較



$$\text{Max physical data rate per link} = \underbrace{N_{SD}}_{\substack{\# \text{ of data carriers} \\ \# \text{ modulated bits}}} \cdot \underbrace{\frac{N_{CBPS} \cdot R}{T_{SYM}}}_{\substack{\text{symbol time} \\ \text{code rate}}} \cdot \underbrace{N_{SS}}_{\substack{\# \text{ spatial streams}}}$$



# 重なる 320 MHz チャンネル帯域幅規定 (6 GHz band)



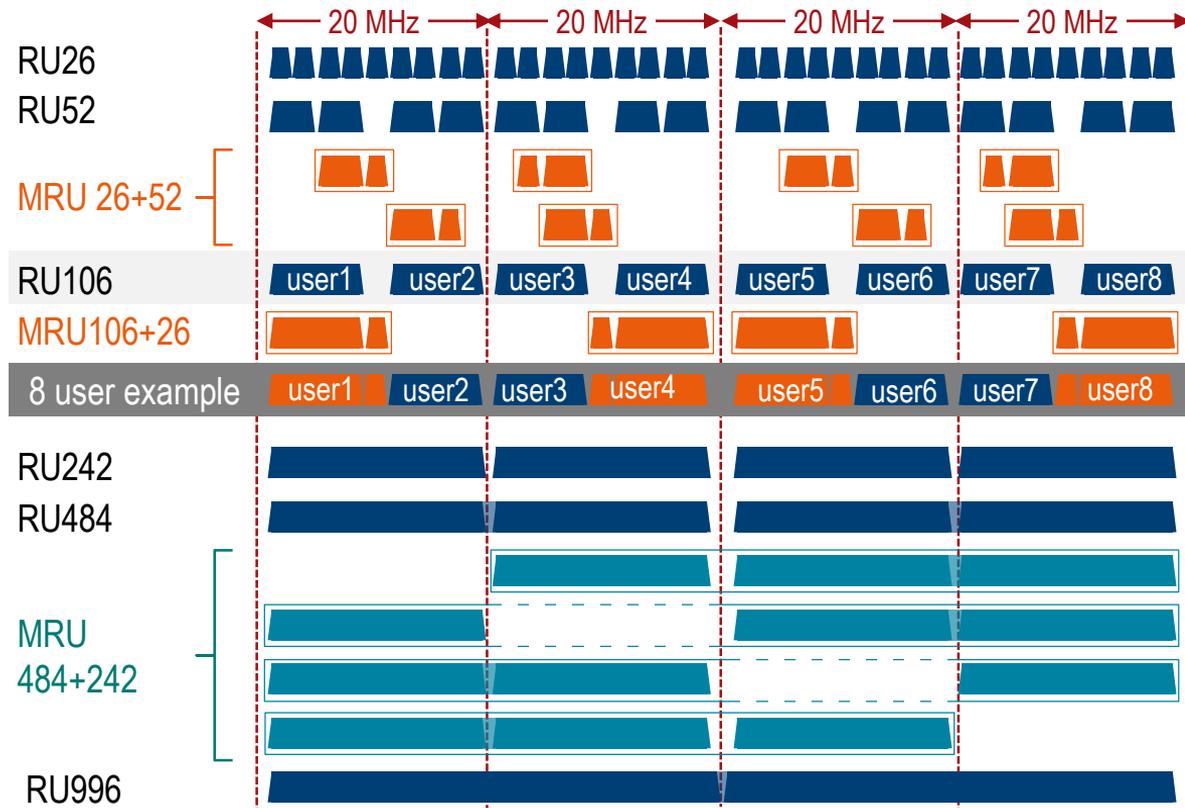
# 最大スループット 6倍に増加

	Wi-Fi 5 (802.11ac) Very High Throughput (VHT) <sup>5</sup>	Wi-Fi 6E (802.11ax) High Efficiency (HE) <sup>6</sup>	Wi-Fi 7 (802.11be) Extreme High Throughput (EHT) <sup>7</sup>
サポートバンド	5 GHz	2 GHz, 5 GHz, <u>6 GHz</u>	2 GHz, 5 GHz, 6 GHz
チャンネル帯域幅 (MHz)	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40, 80, 160, <u>320</u>
伝送方式	OFDM	OFDM, <u>OFDMA</u>	OFDM, OFDMA
サブキャリア間隔	312.5 kHz	<u>78.125 kHz</u>	78.125 kHz
ガードインターバル	0.4 $\mu$ s, 0.8 $\mu$ s	0.8 $\mu$ s, <u>1.6 <math>\mu</math>s</u> , 3.2 $\mu$ s	0.8 $\mu$ s, 1.6 $\mu$ s, 3.2 $\mu$ s
空間多重	8x8 (incl. DL-MU-MIMO)	8x8 (incl. MU-MIMO)	<u>16x16</u> (incl. MU-MIMO)
変調方式 (最高度)	256QAM (8 bit)	<u>1024QAM</u> (10 bit)	<u>4096QAM</u> (12 bit)

\* dependent on configuration (GI) and incl. signaling overhead

# Multiple Resource Units (MRU) 1ユーザーの利用効率向上

(例 80 MHz チャンネル帯域幅)



**小規模 MRU** (例 26, 52, 106 tone) が、MRU 形成のため、効率を目的とし他の小規模 RU とのみ結合されます。

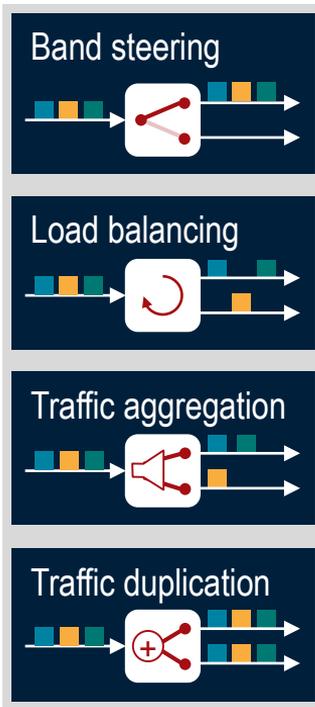
MRU 内複数 RU は、20MHz 境界で隣り合う必要があります。

許容される**大規模 MRU** 組み合わせ (例 242, 484, 996 tone) は、個々ユーザーに additional aggregated bandwidth options (例 60 MHz) を許容します。これは連続である必要はありません。

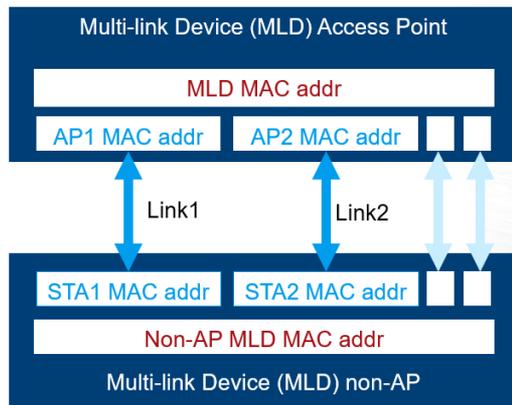
# Multi-Link Operation (MLO)

## さらなるスループット、遅延、効率の改良

### 運用の例

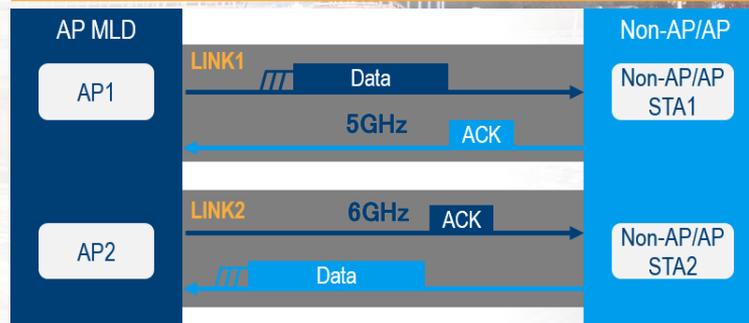


### マルチリンクデバイス MLO 基本モデル

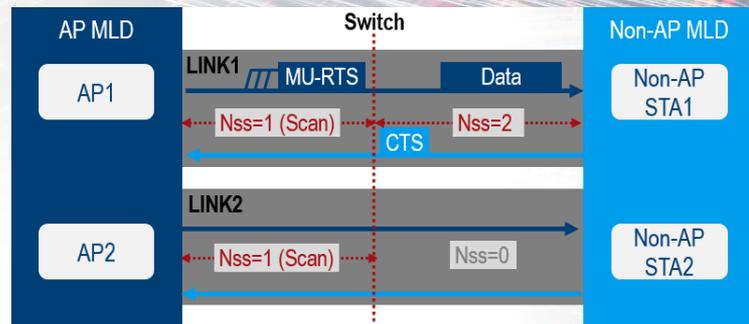


### 具体的な運用

#### Simultaneous transmit & receive (STR) operation



#### Enhanced Multi-link single-radio (EMLSR) operation



# EHT MU PPDU (UL/DL) 及び EHT TB PPDU (UL)に関する IEEE802.11be(Wi-Fi 7) での Puncturing 仕様拡張

## Non-OFDMA<sup>1)</sup> preamble puncturing

80 MHz	20 MHz
160 MHz	20 or 40 MHz
320 MHz	40 and/or 80 MHz

80 MHz: 484+242 - tone MRU 2



160 MHz: 996+484 - tone MRU 2



160 MHz: 996+484+242 - tone MRU 4



320 MHz: 3x 996-tone MRU 2



320 MHz: 2x 996+484-tone MRU 3



<sup>1)</sup> An EHT PPDU that is transmitted using a single RU or MRU that occupies all the non-punctured 20 MHz channels within the PPDU bandwidth.

## OFDMA preamble puncturing

80 MHz	0..4 20 MHz
160 MHz	in 80 MHz
320 MHz	sub blocks

80 MHz: 484-tone RU + 242-tone RU



160 MHz: 3x 242-tone RUs + 484-tone RU



160 MHz: 2x 242-tone RUs + 484+242-tone MRU



320 MHz: 2x 969-tone RUs + 2x 484-tone RUs



320 MHz: 2x 484+242-tone MRUs + 242-tone RU + 2x 484-tone RUs



ワイヤレスコミュニケーション

# WI-FI 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ Wi-Fi 7 技術要素
- ◆ **Wi-Fi 試験要件と評価手法**
- ◆ 次期 Wi-Fi

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# Wi-Fi STA 及び AP に関する試験要件一覧

## Conformance (適合性) ◆ Compliance(法令遵守) ◆ Acceptance(受入)

IEEE802.11標準 適合試験	Wi-Fi 相互運用試験	Wi-Fi 移動体機能 実装機器評価	Wi-Fi AP 通信事業者受入試験	規制への法令遵守
<p>Based on requirements defined in IEEE 802.11 like:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Spectrum mask</li><li>• Spectral flatness</li><li>• Transmitter modulation accuracy (EVM)</li><li>• Receiver minimum input sensitivity</li><li>• ...</li></ul>	<p>Validate interoperability with other Wi-Fi CERTIFIED equipment operating in the same frequency band. Examples are Wi-Fi certified 6 (incl. 6E) or Wi-Fi EasyMesh</p> 	<p>RF perform. evaluation of Wi-Fi mobile converged devices. The scope of testing includes for example handhelds, or access points, that support Wi-Fi as well as cellular technologies.</p> 	<p>Test cases for RF performance, coverage, capacity &amp; bandwidth, and stability / robustness defined in TR-398: Wi-Fi Residential &amp; SOHO Performance Testing</p> 	<p>Based on national laws covering:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interference</li><li>• Efficient use of RF resource</li><li>• Coexistence</li></ul> <p>ETSI EN 300 328, EN 301 893, EN 303 687 FCC 15.407, FCC15.247</p> 

# 送信及び受信特性試験要件 IEEE802.11be 標準適合試験

Spectral flatness

Center freq. leakage

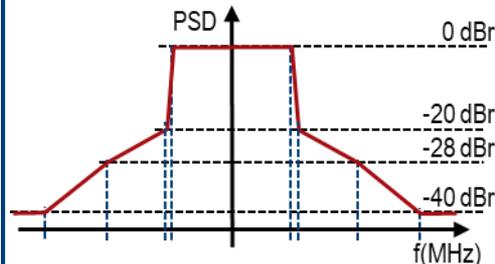
Min. input sensitivity

Channel rejection

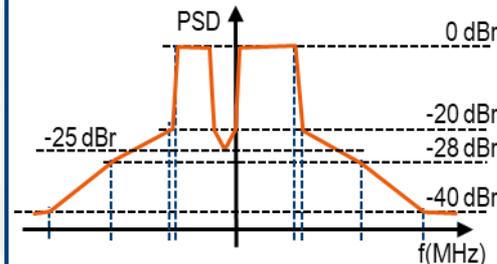
Maximum input level

320 MHz spectrum mask

NEW

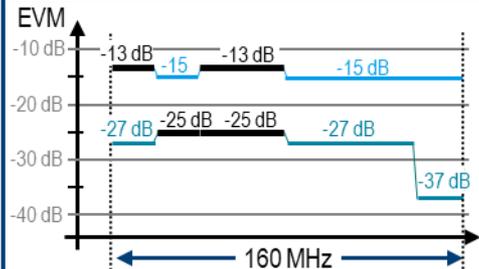


Punctured spectrum mask



MRU unused tone error

NEW



Transmitter constellation error

NEW

MCS	Mod.	Coding	Error Vector Magnitude of		
			EHT MU PDDU	EHT TB PDDU	
			P > MCS7	P ≤ MCS7	
12	4096-QAM	3/4	-38 dB	-38 dB	-38 dB
13	4096-QAM	5/6	-38 dB	-38 dB	-38 dB

Absolut power accuracy

Relative power accuracy

RSSI meas. accuracy

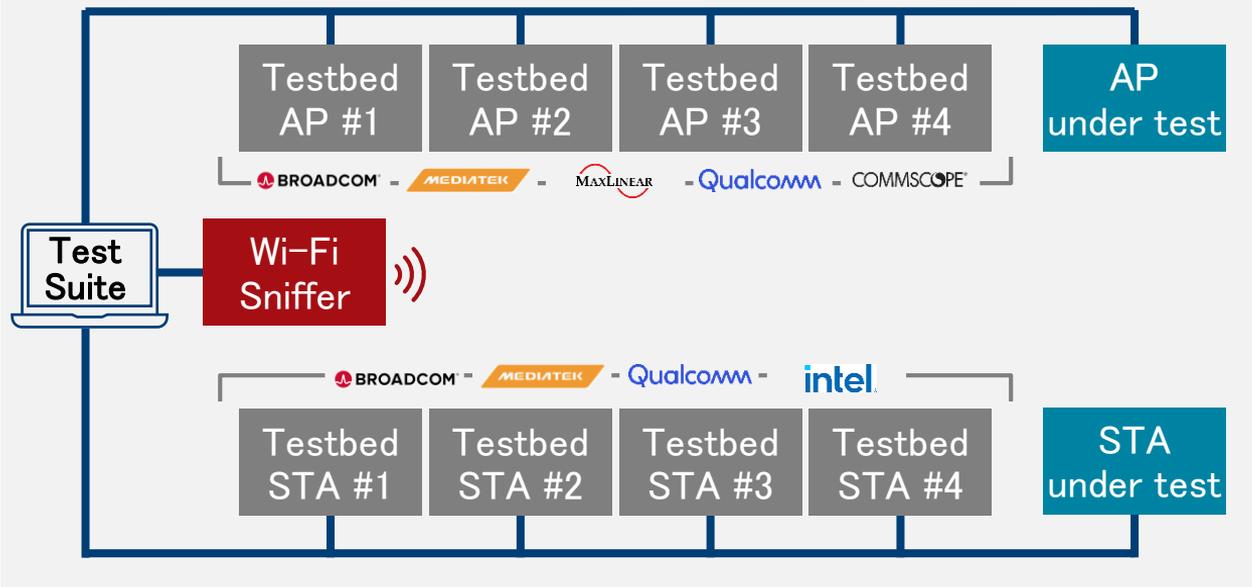
Carrier frequency offset

Accurate start time

# Wi-Fi Alliance®: Wi-Fi CERTIFIED 7™ 試験一例



## Wi-Fi Certified 7 test plan 実行時試験環境



A Wi-Fi CERTIFIED 7 AP/UT and Wi-Fi CERTIFIED 7 STA/UT device shall implement and pass the following Wi-Fi Alliance certifications as a **prerequisite**:

- Wi-Fi CERTIFIED WPA3™
- Wi-Fi Enhanced Open™
- Wi-Fi CERTIFIED™ 6
- Wi-Fi CERTIFIED™ n
- Wi-Fi CERTIFIED™ ac
- Wi-Fi CERTIFIED Agile Multiband™
- WMM® (Wi-Fi Multimedia™)
- Security Vulnerability Detection
- Protected Management Frames

# RF 性能評価

## Wi-Fi® 移動体機能実装機器(mobile converged devices)向け

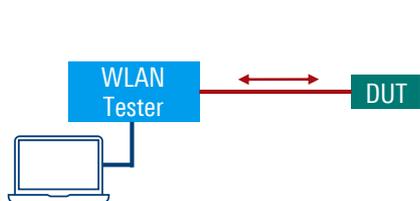


Wi-Fi およびセルラー技術をサポートする Wi-Fi モバイル コンバージド デバイス (ハンドヘルド、内蔵型 Wi-Fi/ モバイルモジュール、アクセス ポイント、ノートブックおよびタブレット デバイスを含む) の RF 性能評価

### Conducted RF 試験

感度や送信電力などの基本的な RF 性能を測定します

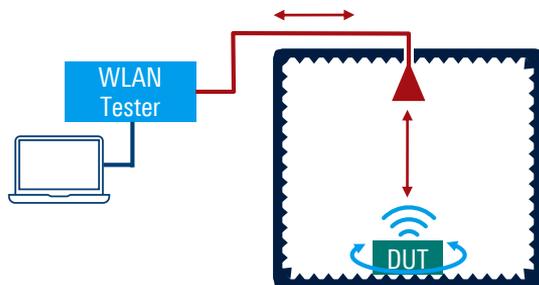
- Output Power (dBm)
- Receiver sensitivity (dBm)



### Radiated RF 試験

CTIA OTA 仕様に基づいた無線セットアップでの放射電力と同位体感度の測定

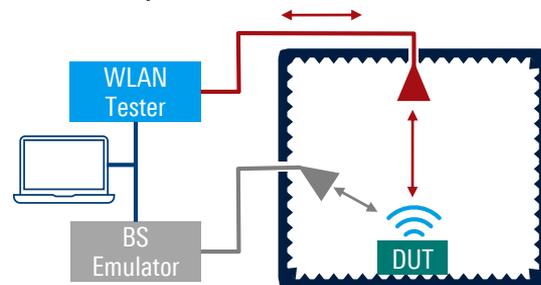
- Total Radiated Power (TRP)
- Total Isotropic Sensitivity (TIS)



### Desensitization 試験

Desensitization 試験では携帯無線が Wi-Fi 受信に与える影響またはその逆の影響を測定します

- Desensitization (dB)
- Max Provided EIS in case of complete failure (dBm)



# Wi-Fi 居住環境及び SOHO 評価試験

TR-398 は、802.11n/ac/ax 実装の合否要件を含む一連の性能試験ケースを提供し  
通信事業者による Wi-Fi 対応デバイスの選択を支援します

## RF capability

Provides a simplified receiver's sensitivity measurement related the point at which the connection degrades (MSC)

## Baseline performance

Several performance parameters like max #connections, airtime fairness , dual-band throughput, latency, bidirectional throughput, ...

## Coverage

Measuring range vs. rate, spatial consistency, and peak performance

## Parameter accuracies

Check the accuracy of parameters (receive channel power indicator , channel utilization, f noise levels) reported by the DUT

## Multiple STA performance

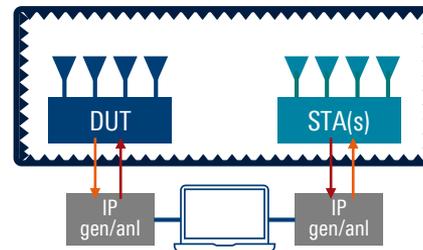
Multiple STAs performance and multiple association/disassociation stability measures, MU-MIMO performance

## Stability/Robustness

Stability performance of Wi-Fi device under stress, AP coexistence test, automatic channel selection test

## Mesh/Extender

Measuring throughput performance of a mesh Wi-Fi system, w/ and w/o 2-node Wi-Fi extender and roaming time test



# Wi-Fi 機器に関する規制試験要件

## CE RED & FCC 規制



Test results are part of 'technical documentation':

- Prepared before placing product on the market
- Made available to surveillance authorities
- Kept for 10 years from placed on the market

### Health & Safety Art 3.1a

Directive 2014/35/EU  
CENELEC – EN 50360  
Specific absorption rate

### Specific Topics Art 3.3

Guideline 2019/320 (E112)  
Emergency service

### EMC Art 3.1b

EN 301 489-1 Common  
**EN 301 489-17 WLAN**

### Radio Spectrum Art 3.2

**EN 300 328 WLAN 2.4 GHz**  
**EN 301 893 WLAN 5 GHz**  
**EN 303 687 WLAN 6 GHz**



Testing is performed by an  
FCC-recognized accredited testing  
laboratory.

### 47CFR § 15.247/15.407

**ANSI C63.10 American National Standard  
of Procedures for Compliance Testing of  
Unlicensed Wireless Devices**

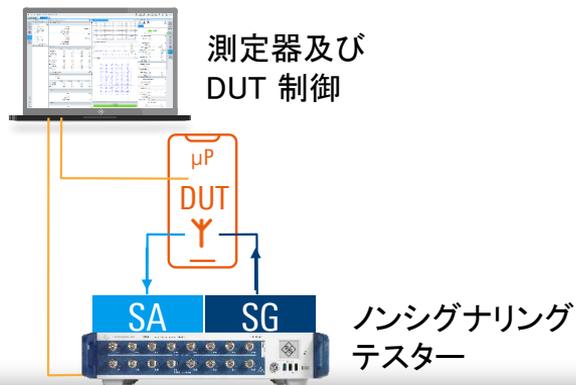
2.4 GHz: KDB 558074  
5 GHz: KDB 789033/KDB 905462  
**6 GHz: KDB 987594**

# Wi-Fi 機器性能試験に対する異なるアプローチ

PHY

## ハンシグナリング手法

デバイス/チップ固有のテストインターフェイスにより、初期の研究開発から製造で実施されるテストに対して DUT を制御

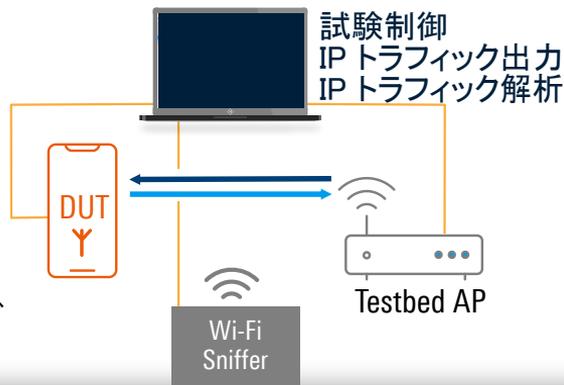


▶ 高速かつ信頼性の高い RF パフォーマンス  
コンプライアンステストおよびキャリブレーション

PHY/MAC

## 基準 STA/AP 手法

テストを実行するために基準デバイス (AP/STA) と必要な制御インターフェイスの可用性を利用する

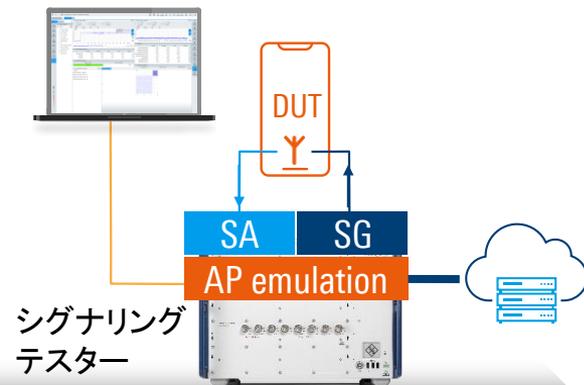


▶ テスト制御/柔軟性が制限された基準  
デバイスによるテスト

PHY/MAC

## シグナリング手法

AP/STA をエミュレートすると、明確に定義されたネットワーク条件下でのテストが可能になります。制限なし(規制など)



▶ 完全な制御と最大限の柔軟性を備えた  
デバイス試験に威力を最大限に発揮

# Wi-Fi STA 及び AP に関する試験要件一覧

## ROHDE&SCHWARZ® がアプローチ可能な要件は？

### IEEE802.11標準 適合試験

Based on requirements defined in IEEE 802.11 like:

- Spectrum mask
- Spectral flatness
- Transmitter modulation accuracy (EVM)
- Receiver minimum input sensitivity
- ...

### Wi-Fi 相互運用試験

Validate interoperability with other Wi-Fi CERTIFIED equipment operating in the same frequency band.

Examples are Wi-Fi CERTIFIED for **一部の試験** or Wi-Fi EasyMesh



### Wi-Fi 移動体機能 実装機器評価

RF perform. evaluation of Wi-Fi mobile converged devices. The scope of testing includes for example handhels, or access points, that support Wi-Fi as well as cellular technologies.



### Wi-Fi AP 通信事業者受入試験

Test cases for RF performance, coverage, capacity & bandwidth, and stability / robustness defined in TR-398: Wi-Fi Residential & SOHO Performance Testing



### 規制への法令遵守

Based on national laws covering:

- Interference
- Efficient use of RF resource
- Coexistence

ETSI EN 300 328, EN 301 893, EN 303 687

FCC 15.407, FCC15.247



# IEEE802.11be 信号発生及び解析\*



## R&S®SMM100A ベクトル信号発生器



- ▶ 周波数レンジ up to 44 GHz
- ▶ 1 GHz 変調帯域幅
- ▶ 優れた位相雑音特性
- ▶ 優れた変調周波数応答、EVM、ACPR
- ▶ 将来の無線LAN周波数／帯域幅要件への備え

## R&S®FSVA ベクトル・シグナル・アナライザ



- ▶ 周波数レンジ up to 54 GHz
- ▶ 1 GHz 変調解析帯域幅
- ▶ 優れた位相雑音及び感度特性
- ▶ EVM測定用優れた高ダイナミックレンジ

用途;

- IEEE802.11 標準適合試験
- Wi-Fi 移動体機能集約機器評価 (CTIA)
- 規制への法令遵守 (ETSI&FCC)

\*Based on actual draft specification of IEEE 802.11be

# IEEE802.11be 信号発生及び測定解析\*(量産及びR&D)

## R&S®CMP180 ラジオコミュニケーションテスタ



用途:

- IEEE802.11 標準適合試験
- Wi-Fi 移動体機能集約機器評価 (CTIA)
- 規制への法令遵守 (ETSI&FCC)
- 量産工程

\*Based on actual draft specification of IEEE 802.11be

### コンパクトな筐体 (2 HU x 19'')

- ◆ VSA/VSG 2 基実装可能
- ◆ 2x 8 RF (in/out) ポート
- ◆ コントローラ内蔵

### 量産ライン向け機能

- ◆ Smart Channel
- ◆ Broadcast

### 優れた RF 特性

- ◆ 400 MHz ~ up to 8 GHz
- ◆ 500 MHz 変調解析帯域幅
- ◆ 高い出力パワー (+8dBm)
- ◆ 優れた EVM 測定値

### 高い柔軟性

- ◆ 6 GHz / 8 GHz 選択
- ◆ 帯域幅 250 / 500 MHz 選択
- ◆ 1 VSA/VSG or 2 VSA/VSG
- ◆ 製品をスタック (4x4 MIMO)

## R&S® CMX500 ワイヤレスシグナリングテスター



- ◆ 全バンド(2.4, 5, 6GHz)及びチャンネルにて Wi-Fi7 (IEEE802.11be) までサポート **NEW**
- ◆ OFDMA 複数ユーザ及び Multi Link Operation (MLO)サポート
- ◆ アクセスポイント(AP) 及びステーション(STA) シミュレーション
- ◆ マルチテクノロジーをサポート。妨害波が存在する環境再現や 5G/Wi-Fi オフローディングなどにも対応
- ◆ Voice over WLAN などのアプリケーション試験対応

### 用途:

- IEEE802.11 標準適合試験
- Wi-Fi 相互運用試験 (Wi-Fi Alliance)
- Wi-Fi 移動体機能集約機器評価 (CTIA)
- 規制への法令遵守 (ETSI&FCC)

\*Based on actual draft specification of IEEE 802.11be

# IEEE802.11be Unused Tone Error 測定の一例

## R&S®CMP180 / R&S® CMX500



# R&S® 現在から将来に渡る Wi-Fi 試験ソリューション



## Conformance



R&S®TS8997

## RF performance



R&S®CMW500/270



R&S®CMX500 OBT



R&S®CMP180



R&S®CMW100

## Production



R&S®TS7124



Make ideas real



R&S®ZNA



R&S®FSW



R&S®SMM100A



R&S®VSE

## RF design and compliance



R&S®NGU



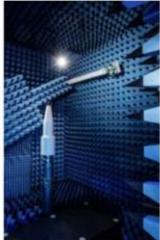
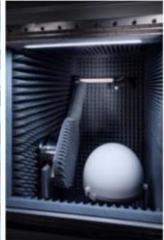
R&S®RTP

## Embedded design & power

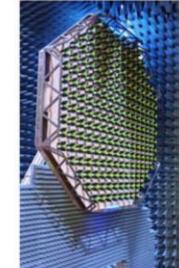


# R&S<sup>®</sup> 現在から将来に渡る試験ソリューション

## チャンバー

<b>UE FR1 CTIA &amp; FR2 R&amp;D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Most broadband</li> <li>• Highest flexibility</li> </ul>	<b>FR2 chip and antenna R&amp;D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fast, accurate, compact</li> <li>• 3-D thermal testing</li> </ul>	<b>FR2 UE R&amp;D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 cm QZ</li> <li>• Cost efficient</li> <li>• Can be rack-integrated</li> </ul>	<b>FR2 UE conformance &amp; CTIA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 cm QZ</li> <li>• RFCT, PCT, RRM</li> </ul>	<b>FR2 production &amp; R&amp;D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexible test capability</li> <li>• Can be rack-integrated</li> </ul>
				
WPTC	ATS1000	ATS800R	ATS1800C	CMQ200/500



<b>OTA Pre-compliance &amp; R&amp;D measurement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De-sense</li> <li>• Coexistence</li> </ul>	<b>Production Test</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple antennas</li> <li>• Up to 6 GHz</li> <li>• 19" rack integration</li> </ul>	<b>R&amp;D Test</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benchtop solution</li> <li>• Up to 87 GHz</li> <li>• 20 cm quiet zone</li> </ul>	<b>R&amp;D Radar Test</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 GHz to 87 GHz</li> <li>• 30cm quiet zone</li> <li>• Automotive sensors</li> </ul>	<b>BS Antenna Test for R&amp;D and Production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.3 GHz to 3.8 GHz</li> <li>• 1m quiet zone</li> </ul>
				
DST200	TS7124	ATS800B	ATS1500C	PWC200

ワイヤレスコミュニケーション

# Wi-Fi 7 主要技術概要とその評価手法

- ◆ Wi-Fi 市場動向
- ◆ Wi-Fi 6/6E 技術要素レビュー
- ◆ Wi-Fi 7 技術要素
- ◆ Wi-Fi 試験要件と評価手法
- ◆ 次期 Wi-Fi

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# 次期 WLAN (IEEE802.11 bn / Wi-Fi 8) 極限まで高い信頼性を目指す

拡張現実



工場制御



Internet of Things



企業ネットワーク



**UHR** ultra high reliability

IEEE 802.11bn

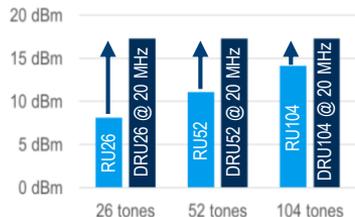
Ultra High Reliability に向けた拡張:

- 25% スループット向上
- 25% レイテンシ削減
- パケットロス削減、特にBSS間のシームレスな遷移  
AP 消費電力削減。P2P の改良

Amendment 802.11bn applies to carrier frequency operation between 1 GHz and 7.250 GHz and backward compatibility

# 提案されているいくつかの興味ある 802.11bn physical layer 仕様

(still under discussion)



## Distributed Resource Units (DRU)

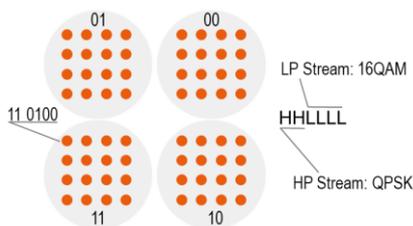
to distribute the tones belonging to a RU across the channel (e.g. 20 MHz). This should **achieve range extension and rate versus range (RvR) enhancement** by overcoming PSD limitations (e.g. in case of 6 GHz LPI: 5 dBm/MHz)

## Unequal Modulation (UQAM)

is proposed to **improve MIMO rate versus rang (RvR) performance**

e.g. 2ss, [256-QAM, 64-QAM]

e.g. 4ss, [1K-QAM, 1K-QAM, 256-QAM, 64-QAM]



## Hierarchical Modulation (HM)

Bits from **two different data streams (PPDUs) are modulated into a single symbol stream.**

- High priority (HP) stream
- Low priority (LP) stream



# 技術談窓口を開設しています！

- ▶ 弊社のアプリケーションエンジニアが、お客様の計測に関する、困りごとを解決します。是非、この機会に技術相談窓口にお立ち寄りください！



Rohde & Schwarz Technology Symposium 2024  
ローデ・シュワルツ・ジャパン  
技術相談窓口

普段のお仕事でお困りのことや疑問点を  
ぜひお気軽にご相談ください

ROHDE & SCHWARZ  
Measurement Solutions



## More information

Wi-Fi test solutions



**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real

ご静聴ありがとうございました。

