

11be・6 GHz帯・320 MHz帯域幅・WPA3に対応

IEEE802.11beの規格に沿った 送信 & 受信特性の評価に

ワイヤレスコネクティビティテストセット MT8862A

WLAN 802.11be オプション MX886200A-003

320MHz帯域幅 MX886200A-031

RF周波数6GHz MT8862A-002

拡張RFハードウェア MT8862A-010

拡張帯域幅ハードウェア MT8862A-011

Wi-Fi 7 ベースとなるIEEE802.11be(以下11be)の規格が2024年末に標準化される予定です。(現Draft版)
本書では、MT8862Aによる11be規格に沿った送信 & 受信の評価についてご紹介します。

11beでは11ax同様に**OFDMA・Resource Unit(以下RU)・Multi-User**などの技術が採用され、さらに11axで拡張された周波数帯(2.4/5 GHz帯+**6 GHz帯**)にてMulti Link Operation機能(以下MLO)が採用されました。帯域幅では**320 MHz帯域幅**まで拡張され、その活用も期待されます。



IEEE802.11be 送信 & 受信 評価項目 ※IEEE Std 802.11be™ (2024年3月 Draft版(5.01))より

下表は11beの送信 & 受信の評価項目およびMT8862Aの対応を示します。画面例は各ページと図番を記載しています。
11beの評価内容は、従来方式に比べて少し変更(11axと類似)されていますが、MT8862Aで下表のとおり対応可能です。

Chapter	Title	MT8862A 対応可能 (✓)	MT8862A 画面例	
			Single-User	Multi-User
36.3.16.3	Pre-correction accuracy requirements			
	Transmit power and RSSI measurement accuracy	✓	*3	p.10 図12
	Carrier frequency offset (CFO) error	✓	*3	p.11 図14
	The transmission start time	✓ *1	*3	*4
36.3.20	Transmit specification			
36.3.20.1	Transmit spectral mask	✓	p.6 図2	p.8 図7
36.3.20.2	Spectral flatness	✓	p.6 図3	p.8 図8
36.3.20.3	Transmit center frequency and symbol clock frequency tolerance	✓	p.6 図4	p.8 図9 *5
36.3.20.4.2	Transmit center frequency leakage	✓	p.7 図5	p.9 図10
36.3.20.4.3	Transmitter constellation error	✓	p.7 図6	p.9 図11
36.3.20.4.4	Transmitter modulation accuracy (EVM) test	✓	p.7 図6	p.9 図11 *6
36.3.21	Receiver specification			
36.3.21.2	Receiver minimum input sensitivity	✓	*4	*7
36.3.21.3	Adjacent channel rejection	✓ *2	*4	*7
36.3.21.4	Nonadjacent channel rejection	✓ *2	*4	*7
36.3.21.5	Receiver maximum input level	✓	*4	*7

*1: スペクトラムアナライザが必要 *2: 妨害波用信号発生器が必要 *3: 36.3.16.3は Single-User は対象外、STAかつMulti-User(EHTTB)が対象。

*4: 本リーフレットでは画面等は省略。

*5: STAかつMulti-User(EHTTB)は、36.3.20.3に次のとおり記載されています。
「EHTTB PPDU format is subject to additional requirements as defined in 36.3.16」

*6: Resource Unit の設定によりUnused Tone Error の評価が追加

*7: 36.3.21はSingle-User(EHTMU)で評価。

※推奨印刷設定: A3/中とじ/ホチキス

無線LANの現状とリスク

機器が増えると安定通信できない! ?

最近ではスマートフォンやパソコンだけでなく、さまざまなモノが無線LANで通信しています。

一方で身の回りに無線LANの通信が増えると、パケットの衝突や空き時間/空きチャネルの減少などの問題が発生します。

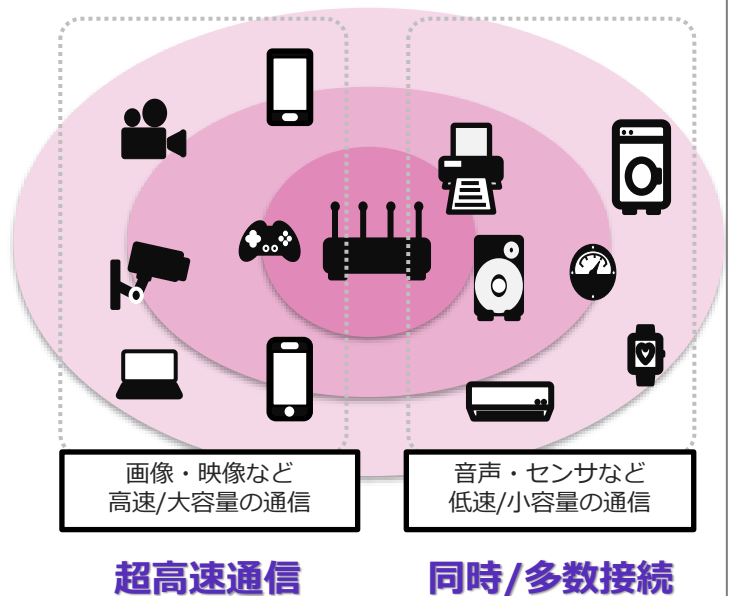
結果として「通信が遅い」「すぐに切れる」などのトラブルが増え、安定したサービス提供が困難になります。

このようなリスクを低減するためにも、11beでは下記の新しい技術を採用しています。



【11beで採用された新技術】

- ✓ 320 MHz帯域幅
- ✓ 変調方式 4096AM
- ✓ マルチリソースユニット(Multi-RU)
- ✓ マルチリンクオペレーション(MLO)
- ✓ プリアンブルパングチャリング

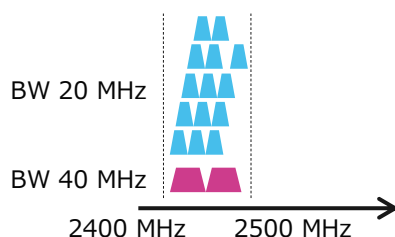


Extremely High Throughput(EHT)

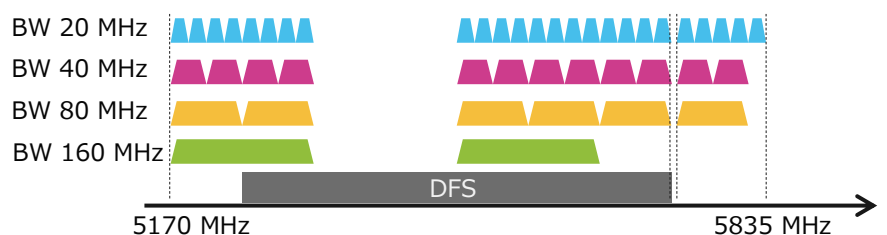
11beでは超高速データ転送を超低レイテンシー化の提供により、4K/8KビデオストリーミングやAR/VRなどの最新アプリケーションを支える技術としても期待されています。

周波数帯 2.4/5/6 GHz および チャネル配置 (イメージ)

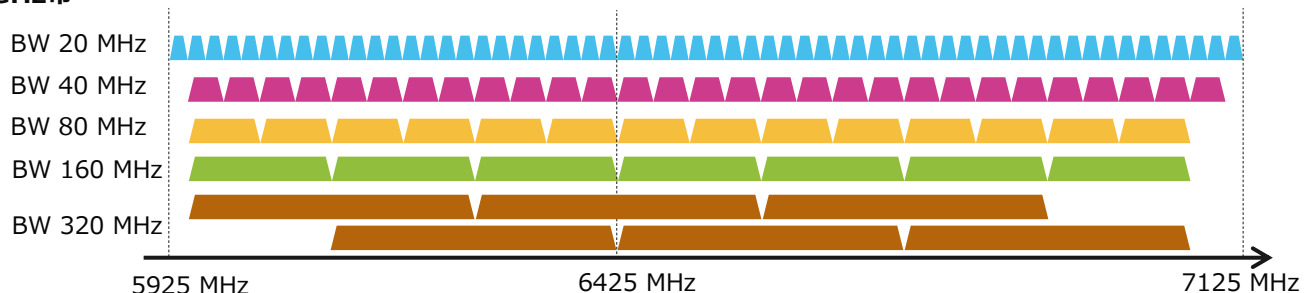
2.4 GHz帯



5 GHz帯



6 GHz帯



注意) MT8862Aの11be 測定では、帯域幅は2.4 GHz帯の20/40 MHz、5 GHz帯の20/40/80/160 MHz、6 GHz帯の20/40/80/160/320 MHz に対応しています。

11be は 従来の無線LANと何が違う？

マルチユーザモードとは？

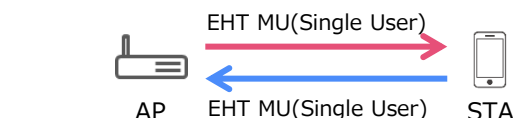
従来の無線LANは「OFDM」でしたが、11ax/11beでは「OFDMA」も採用されました。OFDMの動作モードをシングルユーザ、OFDMAの動作モードをマルチユーザと言います。

シングルユーザではAP/STAともEHT MU(Single User)というフレームを送信します。マルチユーザではAPはEHT MU、STAはEHT TBというフレームを送信します。

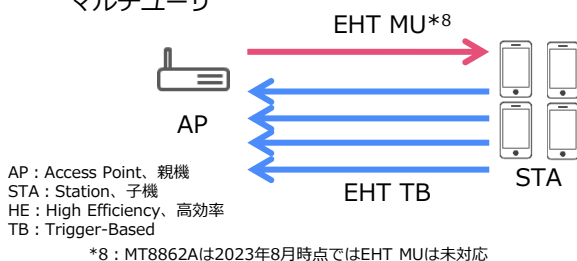
シングルユーザではAPとSTAが1台ずつしか同時通信できませんが、マルチユーザではOFDMAによりAP1台と複数のSTAが同時通信できます。

動作モード

シングルユーザ



マルチユーザ



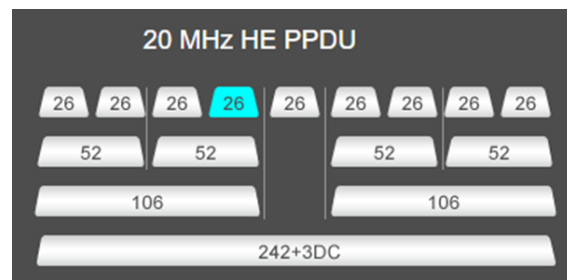
OFDMA・RU(Resource Unit)とは？

従来の無線LANではAP1台とSTA1台が通信していると、その時間はチャネル(周波数)を占有していました。

OFDMAは1つのチャネルを周波数軸上で分割できるのでAP1台と複数のSTAが同時通信できます。分割の単位はRU(Resource Unit)と呼ばれます。

11beでは11axのRU機能を継承し、かつ複数のRUを同時選択できるように機能拡張されています。(Multi-RU)

RU(Resource Unit)



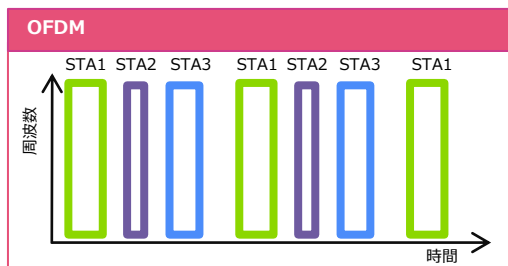
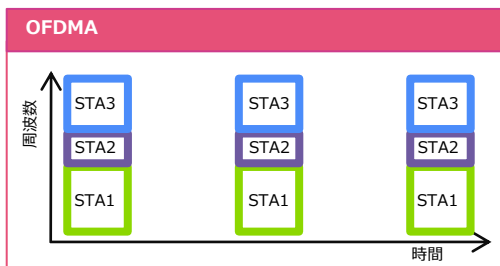
RUのサブキャリア数と配置位置
(20 MHz帯域幅のとき)

OFDMとOFDMAの違いは？

下図は無線LANの通信を時間軸で表したイメージ図です。

OFDMの場合、通信するデータ量が少なくても通信中はそのチャネル(周波数)を占有します。そのため通信するSTAが増えるほど空き時間は減ることになり、空き時間ができるまで待つ必要があります。これが「つながりにくい」「通信速度が遅い」といったトラブルにつながります。

OFDMAでは、周波数軸で分割して複数のSTAが同じ時間に通信できます。また通信するデータ量に応じて割り当てるRUを変えられます。そのため低速/小容量でデータ通信するモノが増えても周波数を独占するケースが減り、安定通信を実現できます。



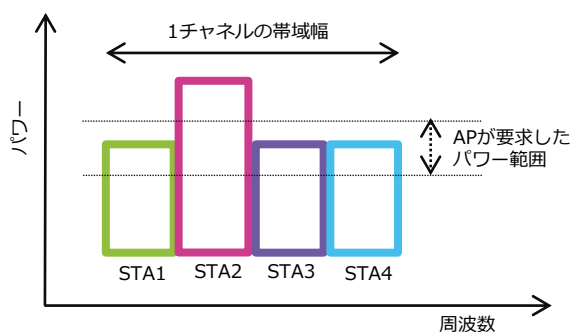
OFDMAは
同一時間に複数
ユーザが接続

STAのパワー制御

APが複数のSTAと通信するため、STAは「APから要求されたパワー(RSSI)」にパワー制御する必要があります。

右図の例では、STA2が最大パワーで通信しています。APが要求したパワー範囲を超えるため、STA2はAPと通信できなくなる可能性があります。

さらに同時に通信している他のSTAにとっては妨害波になるので、他のSTAも通信できなくなる可能性があります。



STAは正常にパワー制御できるか検証する必要があります。

MT8862A：設定画面・オプション構成 【11be、6 GHz帯チャンネル、320 MHz帯域幅】

MT8862Aの設定画面および必要なオプションと概要をご紹介します。

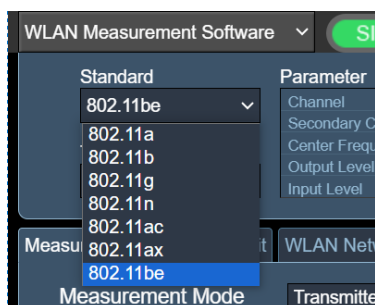


図1-1：MT8862A設定画面・Standard選択

802.11be を選択できます。

※下記オプションが必要です。

- ❑ **MX886200A**：WLAN測定ソフトウェア（必須）
- ❑ **MX886200A-003：WLAN 802.11be オプション**
IEEE802.11be測定用ソフトウェア。
11beの送信電力、変調解析、受信感度などの送信＆受信の評価に対応。

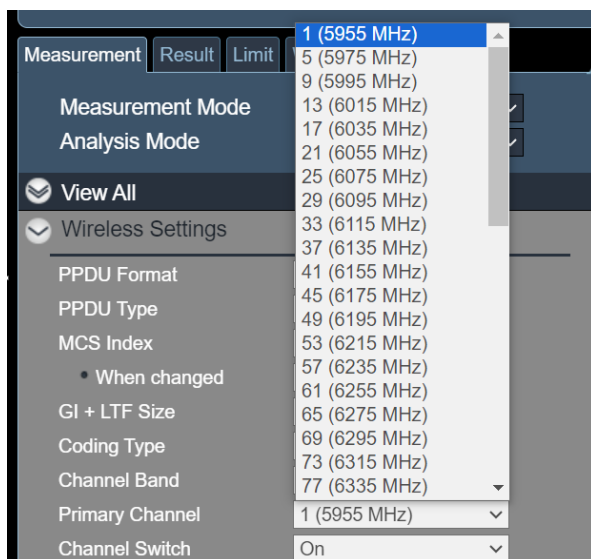


図1-2：MT8862A設定画面・チャンネル(周波数)選択

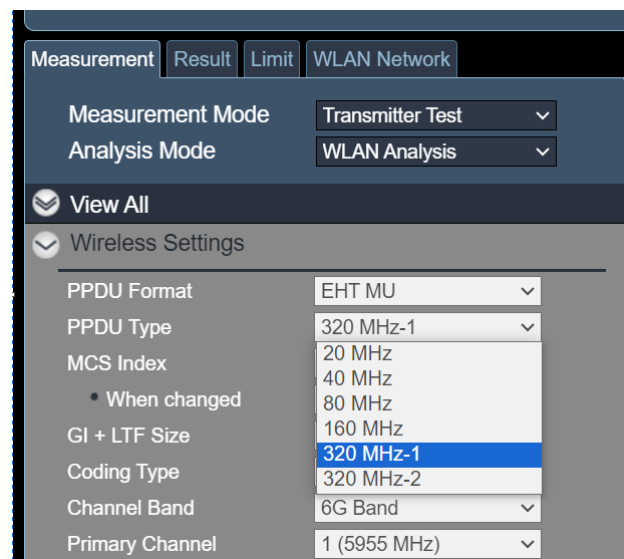


図1-3：MT8862A設定画面・帯域幅選択

6 GHz帯のチャンネル を選択できます。

※下記オプションが必要です。

- ❑ **MT8862A-001：RF周波数2.4 GHz、5 GHz**（必須）
- ❑ **MT8862A-002：RF周波数6 GHz**
MX886200A WLAN 測定ソフトウェアで、6 GHz帯のWLAN用周波数帯(5995～7115 MHz)に対応。
- ❑ **MT8862A-010：拡張RFハードウェア**
MT8862A本体の上限周波数を7.3 GHzに拡張。
本オプション非搭載時の周波数上限は6 GHz。

320 MHz帯域幅 を選択できます。

※下記オプションが必要です。

- ❑ **MT8862A-001,002,010**
- ❑ **MT8862A-011：拡張帯域幅ハードウェア**
最大解析帯域幅を320 MHzに拡張(ハードウェア)
- ❑ **MX886200A-031：320 MHz帯域幅**
最大解析帯域幅を320 MHzに拡張(ソフトウェア)

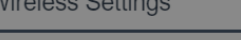
MT8862A オプション構成ガイド

構成	形 名	品 名	概 要	周波数帯		解析帯域幅		通信システム ※○=選択可					
				6GHz帯	160MHz	320MHz	b/g	a	n	ac	ax	be	
基本構成	MT8862A	ワイヤレスコネクティビティテストセット	本体	基本構成（必須）									
	MT8862A-001	RF周波数2.4GHz、5GHz	オプション										
	MX886200A	WLAN測定ソフトウェア	IEEE 802.11b/g/a/nの送受信評価用										
本体拡張	MT8862A-002	RF周波数6GHz	周波数6GHz帯(5995～7115 MHz)に拡張 ※5GHz帯の173/177ch(5865/5885 MHz)含む	必要		---	---	---	○	○	○		
	MT8862A-010	拡張RFハードウェア	上限周波数を7.3GHzに拡張 解析帯域幅を160MHzに拡張	必要	必要	---	---	---	○	○	○		
	MX886200A-030	160MHz帯域幅	解析帯域幅を160MHzに拡張	---		---	---	○	○	○			
	MT8862A-011	拡張帯域幅ハードウェア	解析帯域幅を320MHzに拡張	---	必要	---	---	---	---	---	○		
	MX886200A-031	320MHz帯域幅	解析帯域幅を320MHzに拡張	---		---	---	---	---	---	○		
解析拡張	MX886200A-001	WLAN 802.11ac オプション	IEEE 802.11ac の送受信評価用			---	---	---	必要	---	---		
	MX886200A-002	WLAN 802.11ax オプション	IEEE 802.11ax の送受信評価用			---	---	---	---	必要	---		
	MX886200A-003	WLAN 802.11be オプション	IEEE 802.11be の送受信評価用			---	---	---	---	---	必要		
機能拡張	MX886200A-020	WLANセキュリティ機能	WEP、WPA/WPA2/WPA3-Personalに対応			○	○	○	○	○	○		
	MX886200A-010	2x2MIMO測定ソフトウェア	11n/acの2x2MIMOの受信評価用			---	---	○	○	---	---		
	J1777A	Expansion IOケーブル	本体背面のExpansion I/O用ケーブル			---	---	○	○	---	---		

MT8862A : 設定画面 【RU Allocation】

STAかつMulti-User(EHT TB)の評価項目(36.3.16)では、測定対象のSTAのRUサイズ/配置などを指定して評価する必要があります。

この評価では、MT8862A(AP側)から測定対象のSTAに対して任意のRUサイズ/配置を要求し、STAから送信されたヘッダー情報をMT8862Aで解析することでSTAのRUサイズ/配置などが正しく設定されていることを確認します。



※RU : Resource Unit

RU Allocationの右側にある歯車ボタンを押すと、RU Allocation Setting画面(下図)が開きます。

画面のRUをクリックするだけなので、誰でも簡単に任意の配置を設定できます。

図1-4 : MT8862A設定画面・RU Allocation選択

Ru Allocation Setting

Single-Multiple RU Select

Single Multiple

20 MHz EHT PPDU

26-tone RU: 26, 26, 26, 26, 26, 26, 26, 26, 26, 26

52-tone RU: 52, 52, 52, 52

106-tone RU: 106, 106

242-tone RU: 242+3DC

RU Type: 26-tone

RU Index: 3

Ok Cancel

図1-5 : MT8862A設定画面・RU Allocation選択 (20 MHz)

[illegible]

図1-6 : MT8862A設定画面・RU Allocation選択 (40 MHz)

Ru Allocation Setting

Single-Multiple RU Select

Single Multiple

80 MHz EHT PPDU

26-tone RU

52-tone RU

106-tone RU

242-tone RU

484-tone RU

996-tone RU

996+5DC

RU Type: 26-tone

RU Index: 6

Ok Cancel

図1-7：MT8862A設定画面・RU Allocation選択 (80 MHz)

The screenshot shows the 'Ru Allocation Setting' dialog box. At the top, there's a title bar 'Ru Allocation Setting'. Below it, a 'Single/Multiple RU Select' section has two buttons: 'Single' and 'Multiple', with 'Multiple' being selected. The main area displays a frequency spectrum visualization with various Resource Units (RUs) of different sizes (26-tone, 52-tone, 106-tone, 242-tone, 484-tone, 996-tone, and 2x996-tone) allocated across the spectrum. A red box highlights a 160 MHz EHT PPDU allocation. The 'RU Type' is set to '26-tone' and the 'RU Index' is set to '12'. At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

図1-8 : MT8862A設定画面・RU Allocation選択 (160 MHz)

MT8862A : 11be 解析画面 【Single-User】

MT8862Aによる11be規格に沿った送信評価についてご紹介します。

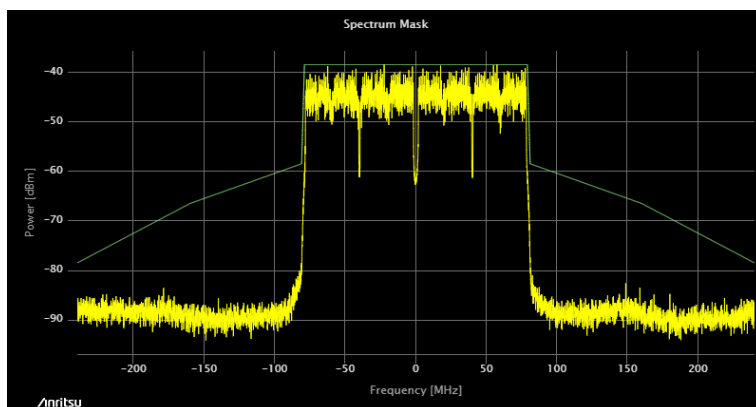


図2-1 : MT8862A解析画面・Spectrum Mask (グラフ)

Spectrum Mask		Averaged Spectrum	Per Packet Spectrum	
Gate1 Pass/Fail		PASS	PASS	
Spectrum Mask Margin				
	L4	L3	L2	L1
Gate1 Average [dB]	-	-10.35	-20.90	-19.38
Gate1 Maximum [dB]	-	-7.00	-17.97	-18.74
Gate1 Minimum [dB]	-	-9.48	-21.04	-19.86
	U1	U2	U3	U4
Gate1 Average [dB]	-17.48	-19.22	-9.70	-
Gate1 Maximum [dB]	-17.21	-16.75	-6.29	-
Gate1 Minimum [dB]	-17.70	-19.67	-9.30	-

図2-2 : MT8862A解析画面・Spectrum Mask (数値)

36.3.20.1 Transmit spectral mask

11beでは20/40/80/160/320 MHzの帯域幅ごとにマスクが規定されています。

MT8862Aでは設定条件から自動的に規格に沿ったマスクで測定し、グラフを表示します。数値結果ではマージンと判定結果(PASS/FAIL)を表示します。

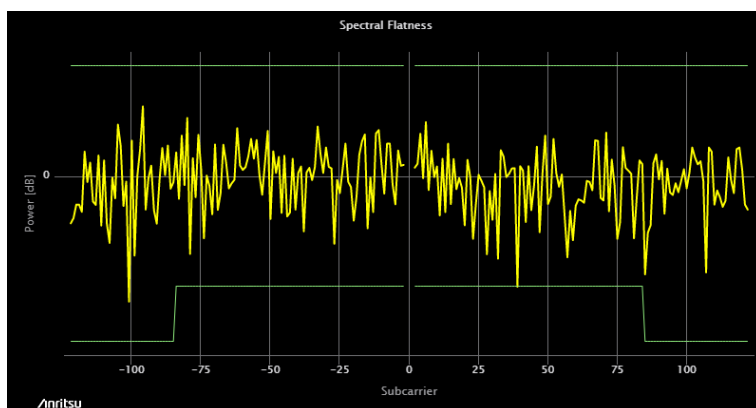


図3-1 : MT8862A解析画面・Spectral Flatness (グラフ)

Spectral Flatness		Averaged Spectrum	Per Packet Spectrum
Pass/Fail		PASS	-

図3-2 : MT8862A解析画面・Spectral Flatness (数値)

36.3.20.2 Spectral flatness

11beでは20/40/80/160/320 MHzの帯域幅ごとに許容値が規定されています。

MT8862Aでは設定条件から自動的にフラットネスの条件を変えてグラフを表示します。また判定結果(PASS/FAIL)も表示します。

Center Frequency Tolerance		Average	Maximum	Minimum
Center Frequency Tolerance [ppm]		3.6	3.7	3.5
Center Frequency Tolerance [Hz]		20042	20552	19643
Symbol Clock Frequency Tolerance		Average	Maximum	Minimum
Symbol Clock Frequency Tolerance [ppm]		-9.89	-9.71	-10.08
Symbol Clock Frequency Tolerance [Hz]		-2	-2	-3

図4 : MT8862A解析画面

Center Frequency Tolerance, Symbol Clock Frequency Tolerance (数値)

36.3.20.3 Transmit center frequency and symbol clock frequency tolerance

11beでは周波数帯2.4/5/6 GHzごとに許容値が規定されています。

MT8862Aでは数値結果を[ppm]と[Hz]で表示します。

許容値 2.4 GHz帯 : ±25 ppm
 5/6 GHz帯 : ±20 ppm

注 : 規格の詳細は IEEE Std 802.11be の最新版をご覧ください。

MT8862Aによる11be規格に沿った送信評価についてご紹介します。

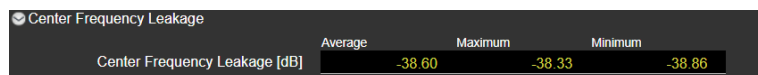


図5 : MT8862A解析画面・Center Frequency Leakage (数値)

36.3.20.4.2

Transmit center frequency leakage

MT8862Aでは数値結果を表示します。

許容値 < -32 dB

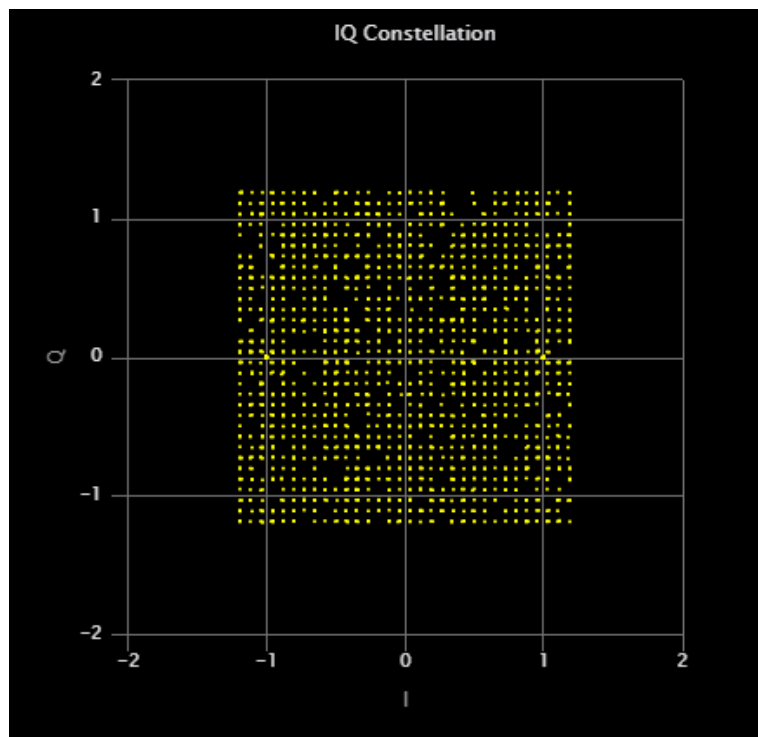


図6-1 : MT8862A解析画面・IQ Constellation (グラフ)



図6-2 : MT8862A解析画面・EVM (数値)

36.3.20.4.3

Transmitter constellation error

36.3.20.4.4

Transmitter modulation accuracy (EVM) test

11beではMCS12とMCS13として変調方式4096QAMが追加されました。

MCS0～13で変調方式とコードレートが異なり、EVMの許容値も異なります。

また20/40/80/160/320 MHzの帯域幅で共通の許容値が適用されています。

EVM許容値

出典 : IEEE P802.11be™ (2024年3月 Draft版(5.01))

MCS	Modulation	Coding rate	EVM [dB]	EVMrms [%]
0	BPSK	1/2	≤ -5	≤ 56.2
1	QPSK	1/2	≤ -10	≤ 31.6
2	QPSK	3/4	≤ -13	≤ 22.4
3	16QAM	1/2	≤ -16	≤ 15.8
4	16QAM	3/4	≤ -19	≤ 11.2
5	64QAM	2/3	≤ -22	≤ 7.9
6	64QAM	3/4	≤ -25	≤ 5.6
7	64QAM	5/6	≤ -27	≤ 4.5
8	256QAM	3/4	≤ -30	≤ 3.2
9	256QAM	5/6	≤ -32	≤ 2.5
10	1024QAM	3/4	≤ -35	≤ 1.8
11	1024QAM	5/6	≤ -35	≤ 1.8
12	4096QAM	3/4	≤ -38	≤ 1.3
13	4096QAM	5/6	≤ -38	≤ 1.3

MT8862A : 11be 解析画面 【Multi-User】

MT8862Aによる11be規格に沿った送信評価についてご紹介します。

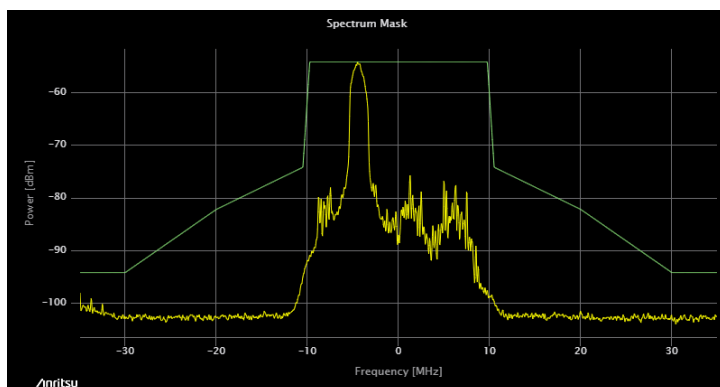


図7-1 : MT8862A解析画面・Spectrum Mask (グラフ)

Spectrum Measurements					
Spectrum Mask					
	Gate1 Pass/Fail	Averaged Spectrum	Per Packet Spectrum		
Spectrum Mask Margin					
		L4	L3	L2	L1
Gate1 Average [dB]		-15.80	-16.34	-6.68	-8.31
Gate1 Maximum [dB]		-15.80	-16.34	-6.68	-8.31
Gate1 Minimum [dB]		-15.80	-16.34	-6.68	-8.31
		U1	U2	U3	U4
Gate1 Average [dB]		-9.59	-8.78	-15.00	-12.61
Gate1 Maximum [dB]		-9.59	-8.78	-15.00	-12.61
Gate1 Minimum [dB]		-9.59	-8.78	-15.00	-12.61

図7-2 : MT8862A解析画面・Spectrum Mask (数値)

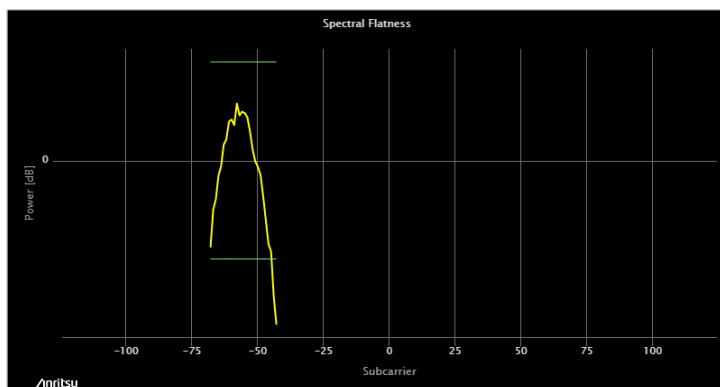


図8-1 : MT8862A解析画面・Spectral Flatness (グラフ)

Spectral Flatness		
	Averaged Spectrum	Per Packet Spectrum
Pass/Fail	PASS	-

図8-2 : MT8862A解析画面・Spectral Flatness (数値)

Center Frequency Tolerance			
Center Frequency Tolerance [ppm]	Average	Maximum	Minimum
	0.1	0.1	0.1
Center Frequency Tolerance [Hz]	272	272	272
Carrier Frequency Offset Error			
CCDF 10% CFO Error [Hz]	273		
Symbol Clock Frequency Tolerance			
Symbol Clock Frequency Tolerance [ppm]	Average	Maximum	Minimum
	-0.09	-0.09	-0.09
Symbol Clock Frequency Tolerance [Hz]	0	0	0

図9 : MT8862A解析画面

Center Frequency Tolerance, Symbol Clock Frequency Tolerance (数値)

STAかつMulti-User (EHT TB) は、36.3.20.3に次のとおり記載されています。

「EHTTB PPDU format is subject to additional requirements as defined in 36.3.16」

注 : 規格の詳細は IEEE Std 802.11be の最新版をご覧ください。

36.3.20.1 Transmit spectral mask

Multi-User でも Single-User と同じ許容値(マスク)を適用します。

11beでは20/40/80/160/320 MHzの帯域幅ごとにマスクが規定されています。

MT8862Aでは設定条件から自動的に規格に沿ったマスクで測定し、グラフを表示します。数値結果ではマージンと判定結果(PASS/FAIL)を表示します。

36.3.20.2 Spectral flatness

Multi-User では指定したRU部分だけを測定します。

MT8862Aでは設定条件から自動的にフラットネスの条件を変えてグラフを表示します。また判定結果(PASS/FAIL)も表示します。

36.3.20.3 Transmit center frequency and symbol clock frequency tolerance

Multi-User でも Single-User と同じ許容値が適用されます。

11beでは周波数帯2.4/5/6 GHzごとに許容値が規定されています。

MT8862Aでは数値結果を[ppm]と[Hz]で表示します。

許容値 2.4 GHz帯 : ±25 ppm
 5/6 GHz帯 : ±20 ppm

※CFO Errorはp.11の図15もご覧ください。

MT8862Aによる11be規格に沿った送信評価についてご紹介します。

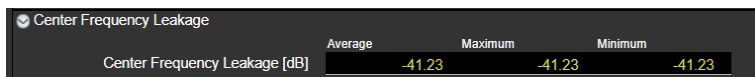


図10 : MT8862A解析画面・Center Frequency Leakage (数値)

36.3.20.4.2

Transmit center frequency leakage

Multi-User でも Single-User と同じ許容値を適用します。

MT8862Aでは数値結果を表示します。

許容値 < -32 dB

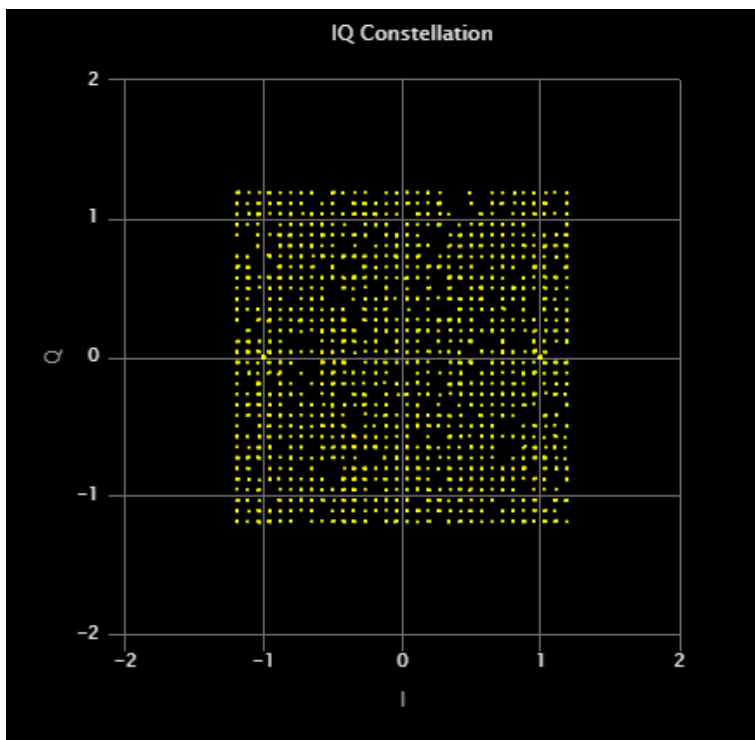


図11-1 : MT8862A解析画面・IQ Constellation (グラフ)



図11-2 : MT8862A解析画面・EVM (数値)

36.3.20.4.3

Transmitter constellation error

36.3.20.4.4 Transmitter modulation accuracy (EVM) test

Multi-User ではチャネル内で信号出力しているRUを対象に測定します。

Single-User と同じ許容値を適用します。

11beではMCS12とMCS13として変調方式4096QAMが追加されました。

MCS0～13で変調方式とコードレートが異なり、EVMの許容値も異なります。

また20/40/80/160/320 MHzの帯域幅で共通の許容値が適用されています。

※ 図11-1、図11-2はSingle-Userの測定画面例です。MT8862AではMulti-Userの測定も可能です。

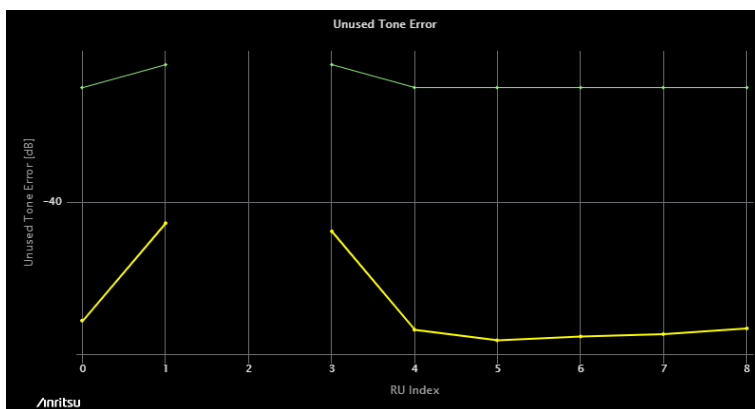


図11-3 : MT8862A解析画面・Unused Tone Error (グラフ)

【新評価】 Unused Tone Error

STAかつMulti-User (EHT TB) の場合に測定します。

Unused Tone Error は、非占有26-tone RU ごとのサブキャリアの平均パワーと占有RU のサブキャリアの平均パワーの比率を表示します。

測定結果がMask 線を越えていないか Summary の平均値に対して判定します。

被測定物がEHT TBに対応していない場合、MT8862Aの測定と判定は実施されません。

※p.11の図14もご覧ください。

MT8862A : 設定/解析画面 【STAかつMulti-User (EHT TB)】

MT8862Aに11be用オプション(MX886200A-003)を搭載することで下記の評価ができます。

① MT8862A(AP側)から任意にRUサイズ/配置を任意に要求し、STAの送信のサイズ/配置を確認

PPDU Formatを"EHT TB"に設定します。

RU Allocationのエディットボックス右側の  を押すとRU Allocation Settingダイアログが開きます。

RUのサイズと配置位置を設定します。

STAから送信されたヘッダー情報をMT8862Aで解析します。

Standard(11be)、PPDU Format(EHT TB)、RU Allocationが要求どおりに制御できているか確認します。

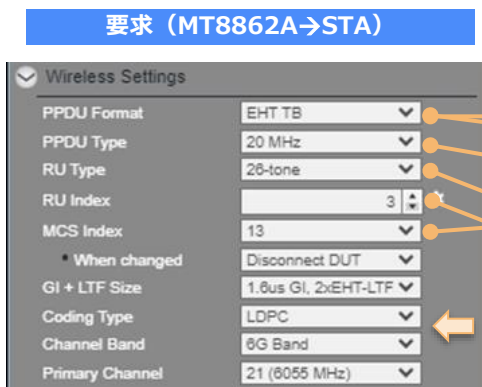


図12-1 : MT8862A設定画面

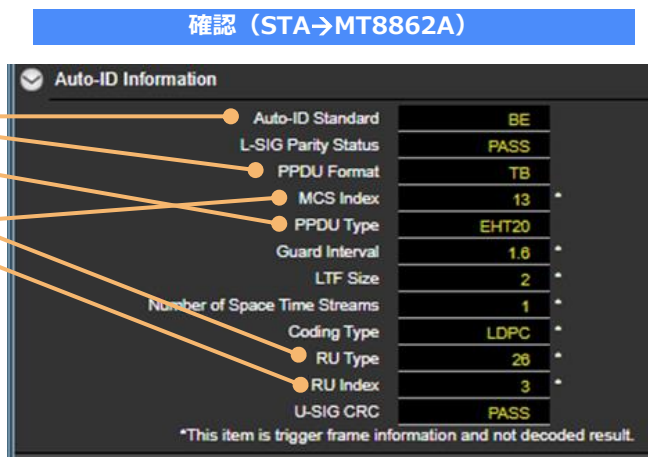


図12-2 : MT8862A解析画面 (数値)

② MT8862A(AP側)からパワー目標値 (RSSI) を要求して、STAの送信パワー および RSSI測定パワー を確認

36.3.16.3 Pre-correction accuracy requirements

□ Transmit power and RSSI measurement accuracy

Absolute transmit power accuracy : $\pm 3 \text{ dB}^{*10}$
RSSI measurement accuracy : $\pm 3 \text{ dB}^{*10}$

*10: Class A の例

MT8862A(AP側)で受信するパワーの目標値を"RSSI"に設定します。

STAから送信されて、MT8862A(AP側)で受信されるパワーを測定します。STAのパワー制御が適切に機能し、空間減衰量を考慮して送信できるか確認します。

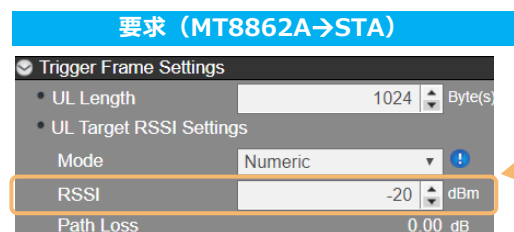
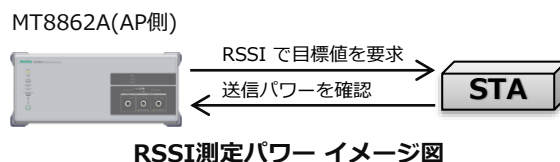
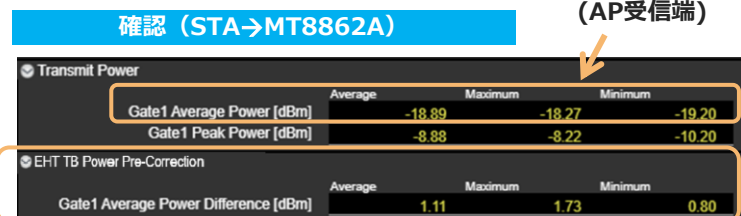


図13-1 : MT8862A設定画面



RSSI測定パワー イメージ図



RSSI測定パワー : Target RSSIとAP側(MT8862A)で受信したパワーの差

図13-2 : MT8862A解析画面 (数値)

EHT TB Power Pre-Correction :

Power Pre-Correction は、11be EHT TB フォーマットの場合に測定します。

Power Pre-Correction はGate 区間内の信号の平均パワーとTarget RSSI との差を測定したものです。

Power Pre-Correction は、MT8862A(AP側)が送信したトリガーフレームをもとにSTA側で経路ロスを算出し、MT8862A(AP側)の受信端でTarget RSSI となるようにSTA 側が送信パワーを調整する機能に対する測定です。

11beのEHT TBでは、AP側の要求に対してSTA側がRUサイズ/配置やパワーを制御するという評価が必要です。MT8862AがAP側となり、STA側と通信して評価できます。

③ 非占有26-toneごとのサブキャリアのパワーを確認

36.3.20.4.4 Transmitter modulation accuracy (EVM) test

Unused Tone Error :

Unused Tone Error は、11be EHT TB フォーマットの場合に測定します。

Unused Tone Error は、非占有26-tone RU ごとのサブキャリアの平均パワーと占有RU のサブキャリアの平均パワーの比率を測定します。測定結果がMask 線を越えていないかをSummary の平均値に対して判定します。

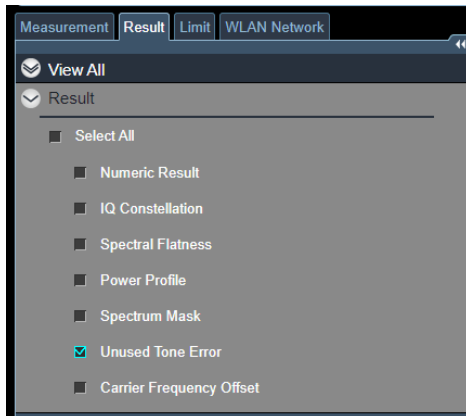


図14-1 : MT8862A設定画面・結果表示選択

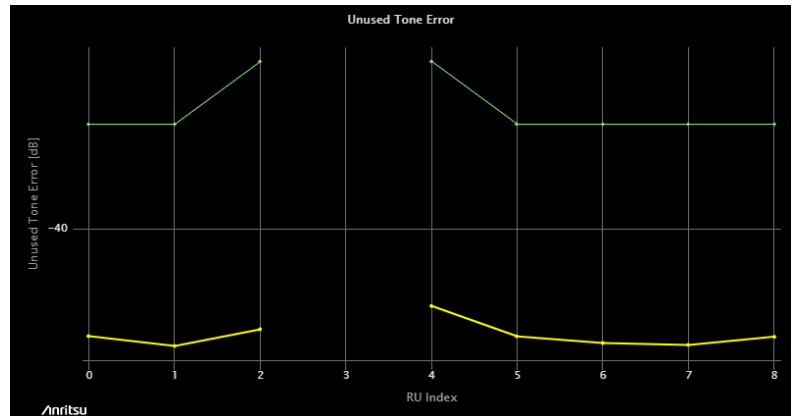


図14-2 : MT8862A解析画面・Unused Tone Error (グラフ)

④ AP側のトリガフレームに対するSTA側のキャリア周波数オフセットを確認

36.3.16.3 Pre-correction accuracy requirements

carrier frequency offset error

CFOのCCDFの10% : ≤ 350 Hz

Carrier Frequency Offset Error :

Carrier Frequency Offset (CFO) Error は、11be EHT TB フォーマットの場合に測定します。

CFOの相補累積分布関数 (CCDF) が10%となる周波数を測定します。数値結果はHz で表示されます。

また、相補累積分布関数 (CCDF)はグラフでも確認できます。横軸の周波数オフセットは拡大/縮小できます。

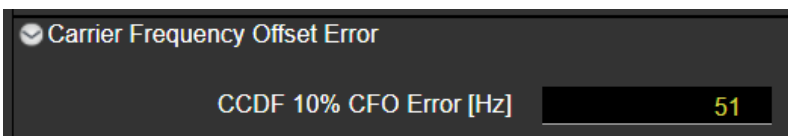


図15-1 : MT8862A解析画面・CFO (数値)

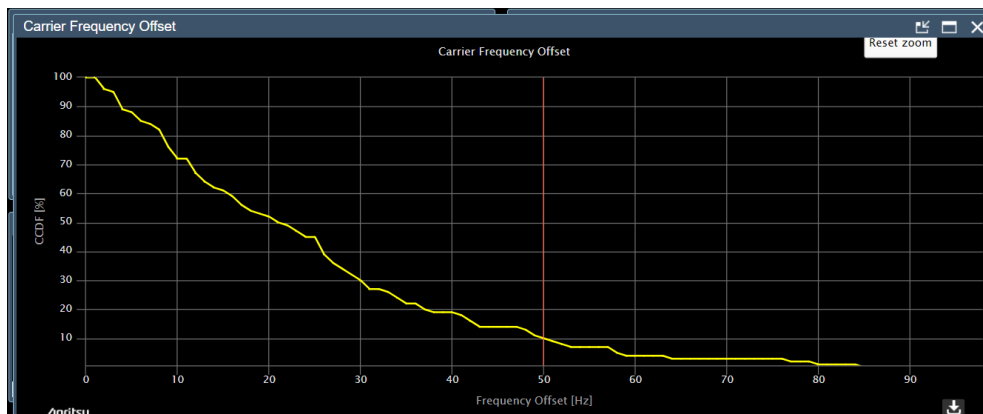


図15-2 : MT8862A解析画面・CFO (CCDFグラフ)

※11beと同様にMulti-Userの評価項目がある11ax機器を対象とした検証事例をご紹介します。

検証事例①

MT8862A（AP側）を使用し、STA側の11ax機器（甲・乙）に対してマルチユーザモード(MU)の機能の動作を確認

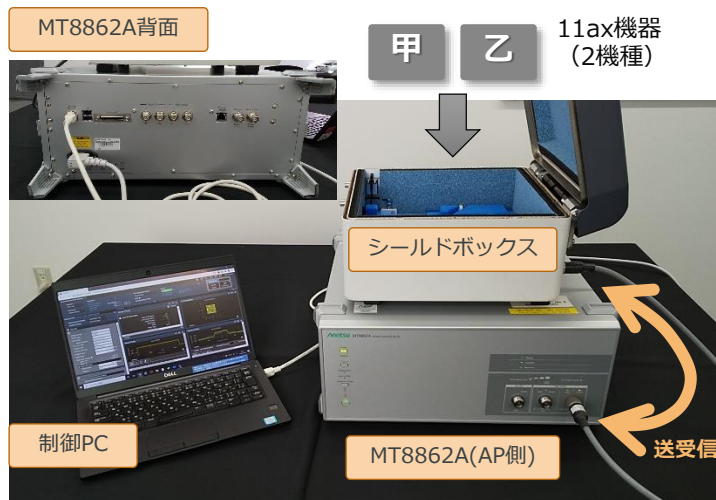
MT8862AをAP側として、STA側の11ax機器（2機種）を対象にマルチユーザおよびRU設定の動作を評価した事例をご紹介します。

測定対象：

- ・11ax機器
2機種「甲」「乙」

目的：

- ・マルチユーザモード(MU)と
RU設定の動作確認



評価条件および結果

Standard		11ac	11ax SU	11ax MU
評価条件	チャンネル	36, 52, 100, 116		
	帯域幅	20, 40, 80 MHz		
	MCS	1, 6	1, 6, 9	1, 6, 9
	RU	---	---	3, 38, 53, 61
結果	甲	OK	OK	OK
	乙	OK	OK	NG

甲

- ✓ 11ac・11ax SUにてMT8862Aと正常に接続して評価できることを確認。
- ✓ 11ax MUも正常に接続し、MT8862A(AP側)の要求通りにSTAから出力されていることを確認。

乙

- ✓ 11ac・11ax SUにてMT8862Aと正常に接続して評価できることを確認。
- ✓ 11ax MUは、MT8862A(AP側)の要求に対して応答なし。
→ 「乙」は Multi-User 未対応。

MT8862Aによる解析事例：正常時「甲」（例：11ax HE-TB、20 MHz、RU=3）

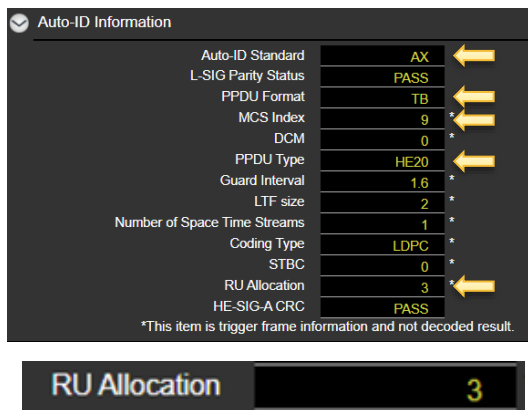


図16-1：MT8862A設定画面

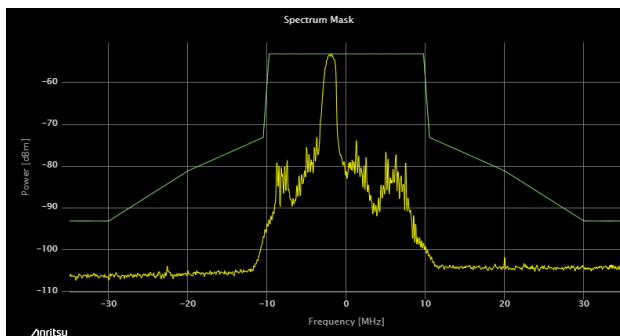


図16-2：MT8862A解析画面・Spectrum Mask (グラフ)

MT8862Aによる解析事例 : 異常時「乙」



MT8862A 接続エラー (タイムアウト)

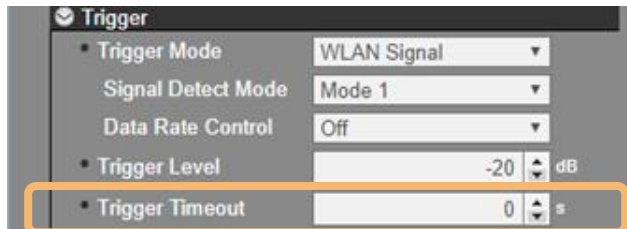


図17-1 : MT8862A設定画面・Trigger Timeout
※設定範囲 : 0s~60s

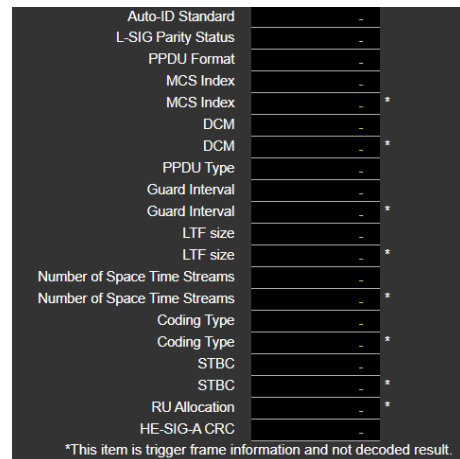


図17-1 : MT8862A解析画面 (数値)
※STAがRU未対応の画面例

「乙」はMT8862A(AP側)から要求しても送信されず「Trigger Timeout」になり、解析画面(数値結果)には何も表示されません。また「乙」はチャネル・帯域幅・MCSを変えても応答はありませんでした。これらの評価から「乙」はMU未対応であると判断できます。
「Trigger Timeout」の時間は、0s~60sで任意に設定できます。

MT8862A : 設定/解析画面 【STAかつMulti-User (HETB)】 市販品の検証事例②

※11beと同様にMulti-Userの評価項目がある11ax機器を対象とした検証事例をご紹介します。

検証事例②

MT8862Aを使用し、11ax機器(甲)のパワー制御機能を評価

次に11ax MUに対応している「甲」で、パワー制御機能を評価します。

(乙はMU未対応なので評価不可)

パワー制御の許容値は、前述のとおりIEEE802.11ax規格によって定義されています。

MT8862A(AP側)



RSSI で目標値を要求

受信パワーを確認

STA

パワー制御 イメージ図

測定対象 :
・ 11ax機器
1機種「甲」

目的 :
・ STA側の送信の
パワー制御の確認

評価条件 : チャネル : 1ch、36ch
RU : 3, 38, 53, 61

許容値 : ± 3 dB ※ClassA

結果

1ch(2412 MHz)			36ch(5180 MHz)		
RU	パワー差	判定	RU	パワー差	判定
RU3	0.72 dB	OK	RU3	-7.99 dB	NG
RU38	0.34 dB	OK	RU38	-7.25 dB	NG
RU53	0.45 dB	OK	RU53	-7.27 dB	NG
RU61	1.02 dB	OK	RU61	-6.15 dB	NG

甲

- ✓ 1chは、MT8862A(AP側)のRSSIの要求パワー ± 3 dBを満たすことを確認。
- ✓ 36chは、許容値を超えており性能を満たさないことを確認。

要求 (MT8862A→STA)

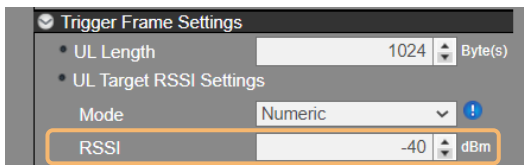


図18-1 : MT8862A設定画面・Target RSSI

正常時はRSSI±3 dBでパワー制御されていることが確認できました。
しかし異常時は許容値を超えています。
たとえば、周波数帯によってパワー制御が機能していない可能性が想定されます。

確認 (STA→MT8862A)

正常時

	Average	Maximum	Minimum
Gate1 Average Power [dBm]	-39.28	-39.28	-39.28
Gate1 Peak Power [dBm]	-30.36	-30.36	-30.36

異常時

	Average	Maximum	Minimum
Gate1 Average Power [dBm]	-47.99	-47.99	-47.99
Gate1 Peak Power [dBm]	-38.68	-38.68	-38.68

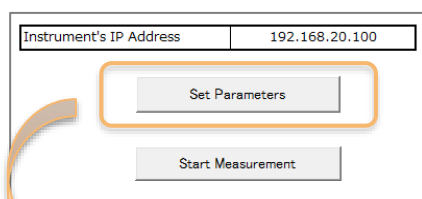
STA平均パワー
(AP受信端)

目標値(RSSI)と
STA平均パワーの誤差

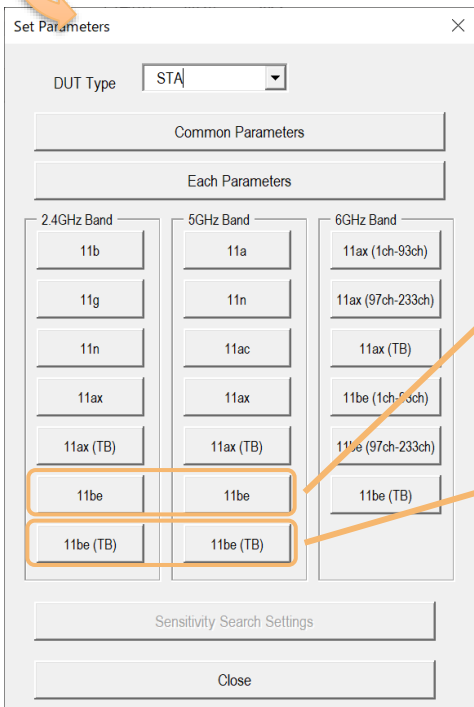
図18-2 : MT8862A解析画面 (数値)

MT8862A : 評価の作業負担を低減！ 自動測定ツール (無償サンプルソフトウェア)

MT8862Aでは、エクセルのマクロ機能を利用した「自動測定ツール(無償サンプルソフトウェア)」をご用意しています。
評価するパラメータ (MCS・帯域幅・チャネル・RUなど) の組み合わせを設定しておけば、自動測定して数値結果を取得します。

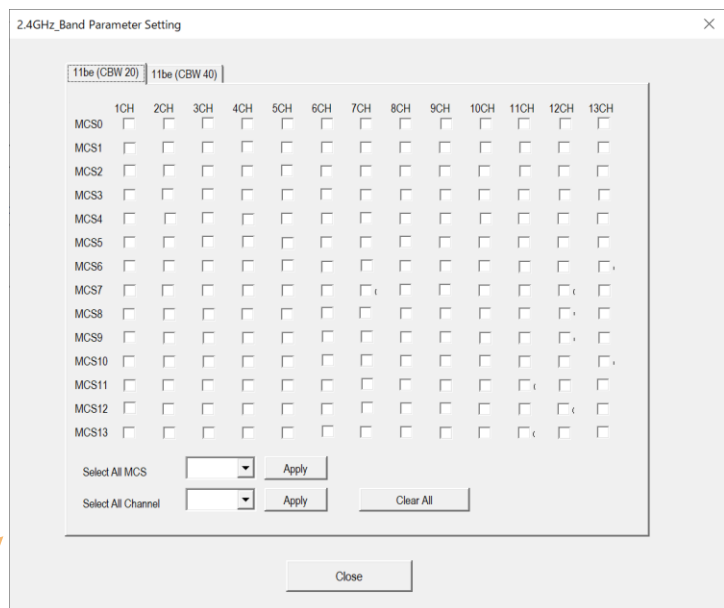


メイン画面

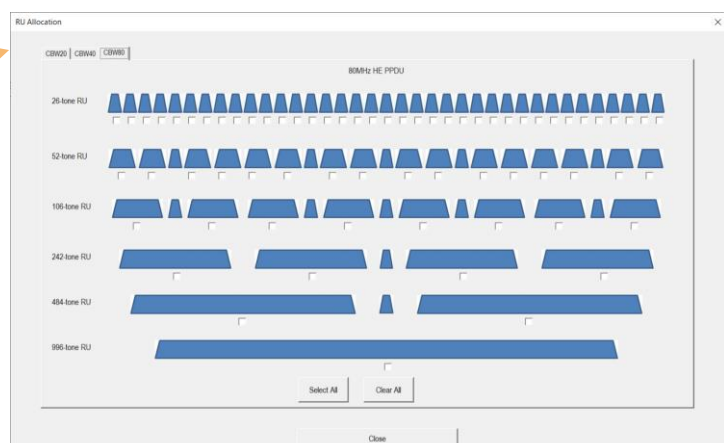


Set Parameters 画面

注 : チャネル・帯域幅・MCS・RUなど変更された際に、STA側で自動接続する場合には連続して自動測定できます。



設定 : 帯域幅ごとにチャネル・MCSを選択



設定 : 帯域幅ごとにRUを選択

6 GHz Band 設定画面

Set Parameters

DUT Type: STA

Common Parameters

Each Parameters

2.4GHz Band

5GHz Band

6GHz Band

11b

11g

11n

11ax

11ax (TB)

11be

11be (TB)

11a

11n

11ac

11ax

11ax (TB)

11be

11be (TB)

11ax (1ch-93ch)

11ax (97ch-233ch)

11ax (TB)

11be (1ch-93ch)

11be (97ch-233ch)

11be (TB)

Sensitivity Search Settings

Close

Set Parameters 画面

注：チャンネル・帯域幅・MCS・RUなど変更された際に、STA側で自動接続する場合には連続して自動測定できます。

6GHz_Band Parameter Setting

11be (CBW 20) | 11be (CBW 40) | 11be (CBW 80) | 11be (CBW 160)

1CH 5CH 9CH 13CH 17CH 21CH 25CH 29CH 33CH 37CH 41CH 45CH 49CH

MCS0 MCS1 MCS2 MCS3 MCS4 MCS5 MCS6 MCS7 MCS8 MCS9 MCS10 MCS11 MCS12 MCS13

Select All MCS Apply Select All Channel Apply Clear All

Close

設定：帯域幅ごとにチャンネル・MCSを選択

RU Allocation

26-tone RU

52-tone RU

106-tone RU

242-tone RU

484-tone RU

996-tone RU

Select All Clear All

Close

設定：帯域幅ごとにRUを選択

測定結果のイメージ

※実際に測定した一例であり、上記の測定条件（組合せ）とは別の検証事例です。

下図は「自動測定ツール(無償サンプルソフトウェア)」による実際の無線機の測定事例です。 ※一部抜粋

- 評価するパラメータ(MCS・帯域幅・チャンネル・RUなど)それぞれの数値結果を一行に表示します。
- 最左列にPASS/FAILの総合判定を表示し、FAILの項目は赤くなります。

Overall	Date & Time	Standard	MCS/Data R	Bandwidth	Channel	Transmit Power	Transmitter constellation error	Transmitter center frequency le
						ave (dBm) max (dBm)	ave (dB) max (dB) ave (%) max (%)	ave (dB) max (dB) min (dB)
PASS	2024/03/27 13:01:07	11be	MCS0	20MHZ	5	-13.05 -13.05	-39.22 -39.22 1.09 1.09	-45.58 -45.58
PASS	2024/03/27 13:01:22	11be	MCS0	20MHZ	21	-11.84 -11.84	-41.16 -41.16 0.87 0.87	-49.87 -49.87
PASS	2024/03/27 13:01:43	11be	MCS7	20MHZ	5	-13.07 -13.07	-40.09 -40.09 0.99 0.99	-44.17 -44.17
PASS	2024/03/27 13:02:05	11be	MCS7	20MHZ	21	-11.78 -11.78	-41.72 -41.72 0.82 0.82	-50.11 -50.11
PASS	2024/03/27 13:02:30	11be	MCS13	20MHZ	5	-12.91 -12.91	-37.92 -37.92 1.27 1.27	-44.41 -44.41
PASS	2024/03/27 13:03:05	11be	MCS13	20MHZ	21	-11.99 -11.99	-38.16 -38.16 1.24 1.24	-33.48 -33.48
Overall	Date & Time	Standard, RU	MCS/Data R	Bandwidth	Channel	Transmit Power	Transmitter constellation error	Transmitter center
						ave (dBm) max (dBm)	ave (dB) max (dB) ave (%) max (%)	ave (dB) max (dB) min (dB)
PASS	2024/03/27 13:03:25	11be_EHTTB (6G), 0	MCS0	20MHZ	5	-21.25 -21.25	-39.71 -39.71 1.03 1.03	PASS -45.35
PASS	2024/03/27 13:03:41	11be_EHTTB (6G), 8	MCS0	20MHZ	5	-19.84 -19.84	-39.92 -39.92 1.01 1.01	PASS -34.66
PASS	2024/03/27 13:03:57	11be_EHTTB (6G), 0	MCS0	20MHZ	21	-21.49 -21.49	-36.74 -36.74 1.46 1.46	PASS -38.29
PASS	2024/03/27 13:04:18	11be_EHTTB (6G), 8	MCS0	20MHZ	21	-19.15 -19.15	-41.96 -41.96 0.80 0.80	PASS -35.53
PASS	2024/03/27 13:04:43	11be_EHTTB (6G), 0	MCS7	20MHZ	5	-21.18 -21.18	-38.89 -38.89 1.14 1.14	PASS -43.05
PASS	2024/03/27 13:05:04	11be_EHTTB (6G), 8	MCS7	20MHZ	5	-19.71 -19.71	-36.18 -36.18 1.55 1.55	PASS -32.95
PASS	2024/03/27 13:05:25	11be_EHTTB (6G), 0	MCS7	20MHZ	21	-21.41 -21.41	-35.37 -35.37 1.70 1.70	PASS -49.70
PASS	2024/03/27 13:05:40	11be_EHTTB (6G), 8	MCS7	20MHZ	21	-19.24 -19.24	-37.46 -37.46 1.34 1.34	PASS -33.30
PASS	2024/03/27 13:06:01	11be_EHTTB (6G), 0	MCS13	20MHZ	5	-21.11 -21.11	-38.27 -38.27 1.22 1.22	PASS -42.98
PASS	2024/03/27 13:06:17	11be_EHTTB (6G), 8	MCS13	20MHZ	5	-19.68 -19.68	-36.39 -36.39 1.51 1.51	PASS -33.11
PASS	2024/03/27 13:06:37	11be_EHTTB (6G), 0	MCS13	20MHZ	21	-21.33 -21.33	-38.97 -38.97 1.13 1.13	PASS -45.49
PASS	2024/03/27 13:06:59	11be_EHTTB (6G), 8	MCS13	20MHZ	21	-19.21 -19.21	-37.08 -37.08 1.40 1.40	PASS -33.16

「自動測定ツール(無償サンプルソフトウェア)」について、下記webページの紹介動画も合わせてご覧ください。

無線LAN機器の評価負担を軽減 - IEEE802.11 送受信特性評価ツール

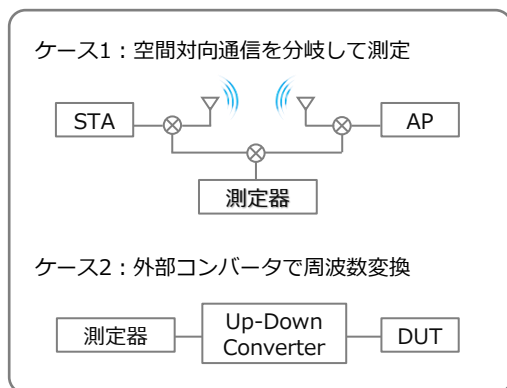
<https://pages.anritsu-jpresponse.com/mt8862a-autotesttool.html>

・自動測定ツール 紹介動画（約8分20秒）

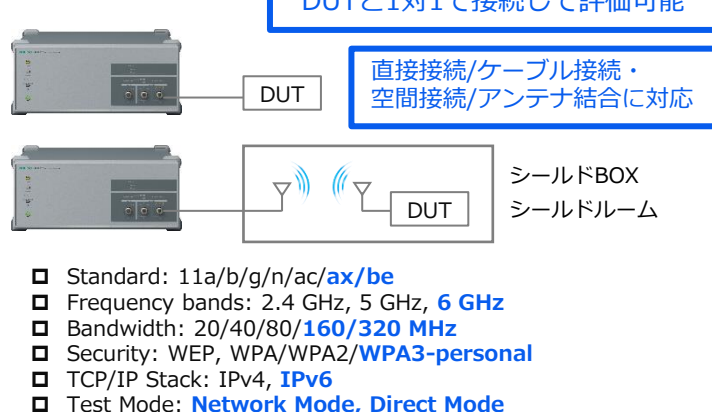


MT8862A : 6 GHz帯 評価時の測定系イメージ

◆ 一般的な測定器の場合



◆ MT8862Aの場合



MX886200A-020 WLAN セキュリティ機能

WEP / WPA-Personal / WPA2-Personal / **WPA3-Personal** セキュリティを使用して接続するオプションです。

完成品でセキュリティが有効になっている製品の場合、本オプションによって完成品とMT8862AのConnectionを確立して測定できます。 ※セキュリティの機能検証のオプションではありません。

また11ax/11beの規格では「6 GHz帯はWPA3-Personal対応が必須」と規定されています。
6GHz帯の評価の際には本オプションも合わせてご確認ください。

- AP評価時 : APからセキュリティの種類を指定して、MT8862AとConnectionを確立。
- STA評価時 : MT8862A(AP側)からセキュリティの種類を指定して、STAとConnectionを確立。

MT8862A : オーダリングインフォメーション

構成	形 名	品 名	概 要	周波数帯	解析帯域幅		通信システム ※○=選択可					
				6GHz帯	160MHz	320MHz	b/g	a	n	ac	ax	be
基本構成	MT8862A	ワイヤレスコネクティビティテストセット	本体	基本構成（必須）								
	MT8862A-001	RF周波数2.4GHz、5GHz	オプション									
	MX886200A	WLAN測定ソフトウェア	IEEE 802.11b/g/a/nの送受信評価用									
本体拡張	MT8862A-002	RF周波数6GHz	周波数6GHz帯(5995～7115 MHz)に拡張 ※5GHz帯の173/177ch(5865/5885 MHz)含む	必要			---	---	---	○	○	○
	MT8862A-010	拡張RFハードウェア	上限周波数を7.3GHzに拡張 解析帯域幅を160MHzに拡張	必要	必要	必要	---	---	---	○	○	○
	MX886200A-030	160MHz帯域幅	解析帯域幅を160MHzに拡張	---			---	---	---	○	○	○
	MT8862A-011	拡張帯域幅ハードウェア	解析帯域幅を320MHzに拡張	---	---		---	---	---	---	---	○
	MX886200A-031	320MHz帯域幅	解析帯域幅を320MHzに拡張	---	---		---	---	---	---	---	○
解析拡張	MX886200A-001	WLAN 802.11ac オプション	IEEE 802.11ac の送受信評価用				---	---	---	必要	---	---
	MX886200A-002	WLAN 802.11ax オプション	IEEE 802.11ax の送受信評価用				---	---	---	---	必要	---
	MX886200A-003	WLAN 802.11be オプション	IEEE 802.11be の送受信評価用				---	---	---	---	---	必要
機能拡張	MX886200A-020	WLANセキュリティ機能	WEP、WPA/WPA2/WPA3-Personalに対応				○	○	○	○	○	○
	MX886200A-010	2x2MIMO測定ソフトウェア	11n/acの2x2MIMOの受信評価用				---	---	○	○	---	---
	J1777A	Expansion IOケーブル	本体背面のExpansion I/O用ケーブル				---	---	○	○	---	---

注意) 11be の測定には、MX886200A-003が必要です。帯域幅は2.4 GHz帯の20/40 MHz、5 GHz帯の20/40/80/160 MHz、6 GHz帯の20/40/80/160/320 MHz に対応しています。MIMOには対応していません。