Anritsu Advancing beyond

無線LAN搭載製品の評価事例
受信特性評価

~無線LAN用測定器の紹介~

ワイヤレス コネクティビティ テストセット MT8862A

最近ではデジカメ・掃除ロボット・白物家電・カメラ・センサ・工業機器などさまざまな製品に無線通信機能が搭載されており、本格的なIoTの普及に伴って今後もさらに拡大することが予想されます。

それらの機器/製品では、無線LANの通信機能を実現するために、一般的には **“無線LANモジュール"** が採用されています。

“無線LANモジュール”が送信・受信に求められる性能/機能を満たしていても、**そのモジュールを実装した製品状態で評価していないためトラブルが起きるケース**があります。

ワイヤレス コネクティビティ テストセット
MT8862A

無線LANモジュール

～ 製品状態の無線LAN機器のトラブルケース ～

- ✓ ユーザから「つながらない、すぐ回線が切れる」とクレームが増えた。
- ✓ ユーザから「他社より通信速度が遅い」などネットで比較されて販売ダメージを受けた。

想定されるリスク

- ✓ 受信感度が悪くなると無線LANが利用（通信）できるエリアが狭くなります。
- ✓ 定常的に通信エラーが発生する場合
  → 通信速度が遅くなる可能性があります。

これらのトラブルやリスクを低減するため、
無線LANモジュールを組込んだ製品状態にて「受信特性」を評価することが重要です。

最小受信感度（Receiver minimum input level sensitivity）の評価

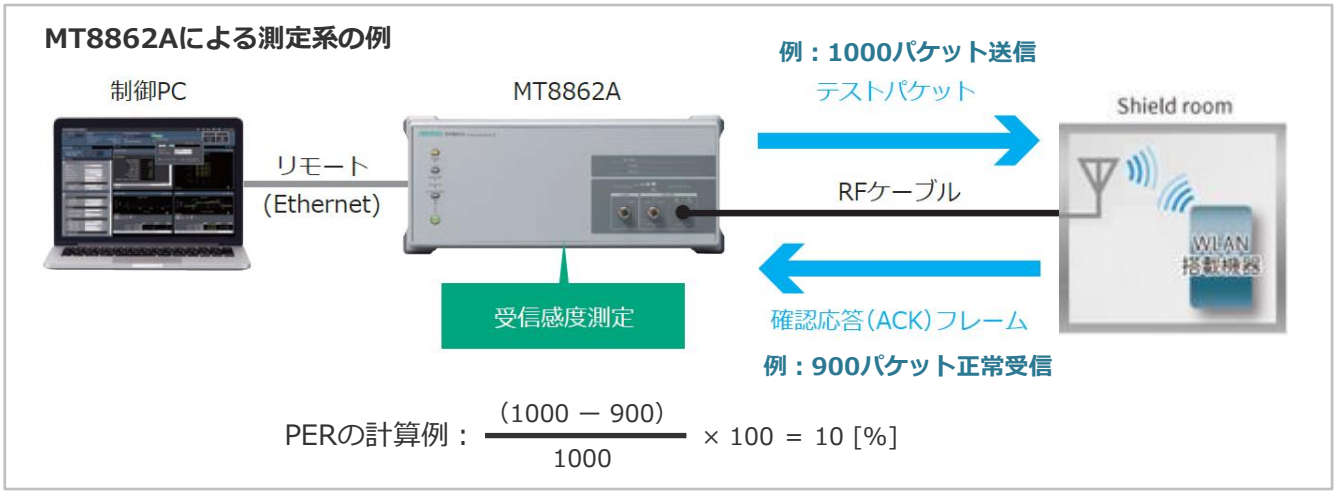
最小受信感度の許容値

IEEE802.11には、送信特性や受信特性など無線LAN機器に求められる仕様が規定されています。

受信特性の評価項目の一つが最小受信感度です。IEEEでは「Receiver minimum input level sensitivity」として規定されています。この試験では、対向機器から被測定物の無線LAN機器へ信号を入力し、徐々にレベルを下げながらPER（Packet Error Rate）が10%以下になった時の受信レベルを測定します。

Packet Error Rateとは？

被測定物に対して対向装置から一定数のパケットを送信し、被測定物が受信できなった（エラーになった）パケット数を百分率で示します。



例：IEEE 802.11　17.3.10.2　Table 17-18
Receiver performance requirements

最小受信感度レベルがIEEE802.11の規定値よりも低いことが無線LAN機器には求められます。

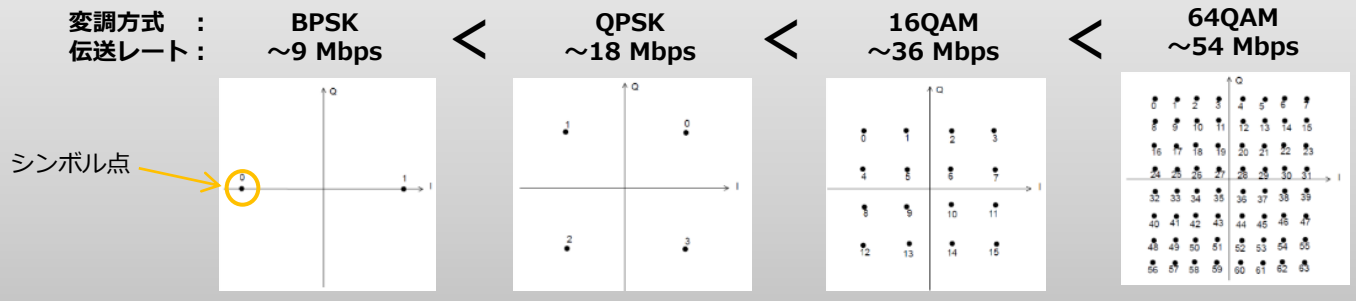
さらにそのレベルが低いほど「弱い信号でも受信できる」、受信感度が良い製品となります。

変調方式	コードレート	Minimum sensitivity [dBm]			伝送レート（通信速度）
		20 MHz ch	10 MHz ch	5 MHz ch	
BPSK	1/2	-82	-85	-88	6 Mbps
BPSK	3/4	-81	-84	-87	9 Mbps
QPSK	1/2	-79	-82	-85	12 Mbps
QPSK	3/4	-77	-80	-83	18 Mbps
16QAM	1/2	-74	-77	-80	24 Mbps
16QAM	3/4	-70	-73	-76	36 Mbps
64QAM	2/3	-66	-69	-72	48 Mbps
64QAM	3/4	-65	-68	-71	54 Mbps

出展：IEEE Std 802.11-2020

変調方式と伝送レート（通信速度）の関係：　BPSK/QPSK/16QAM/64QAMとは？

一例として11a/g等の変調方式（上段）と伝送レート（下段）の組み合わせです。



変調のシンボル点が増えるほど送れるデータ数が増えます。しかし、シンボル点が多いほど隣り合うシンボルとの間隔が狭くなるので、ノイズ等の影響を受けやすくなります。

無線LANは通信状況に応じて伝送レート（通信速度）が変わるため、
被測定物の伝送レートを指定して測定しなければ定量的な評価になりません。

MT8862Aの受信特性評価機能の紹介

概要

- MT8862Aは無線LAN搭載機器に対して特殊なUDPパケット（Test Packet） を送信し、無線LAN搭載機器から送信されるACKフレームをカウントすることによりPER（Packet Error Rate）/FRR（Frame Reception Rate）を測定します。
- ネットワークモードにより、無線LAN搭載機器を製品状態で、かつ実動作状態に近い環境における受信特性を評価できます。

受信測定項目一覧

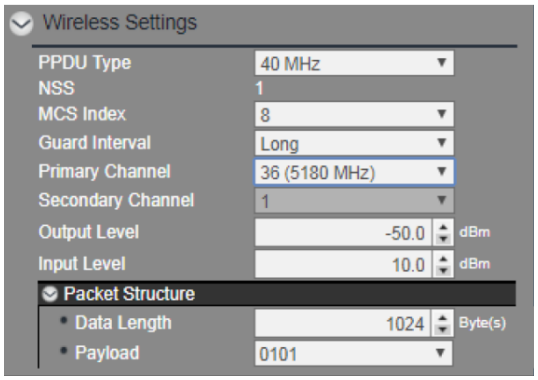
No.	測定項目
Numeric Result	
1	Packet Error Rate List (PER List)
2	Frame Reception Rate List (FRR List)
Graph Result	
1	Packet Error Rate (PER)
2	Frame Reception Rate (FRR)

11ax の HE TB モードは、Receiver Testの対象外です。
11be の EHT TB モードは、Receiver Testの対象外です。

MT8862Aではチャネル（周波数）、伝送レート、出力レベルなどを固定して受信感度を評価できます。

無線設定（Wireless Settings）

右図は11acの設定画面例です。PPDUタイプ（帯域幅）、MCS Index（伝送レート）、プライマリチャネル（周波数）などを任意に設定して評価できます。11a/b/g/nも同じくチャネル（周波数）・伝送レート（変調方式）など設定できます。



無線設定 画面例（11ac）

テストパラメータ（Test Parameter）

測定するパケット数を設定します。必要に応じて遅延時間を調整します。

パケット構成（Packet Structure）

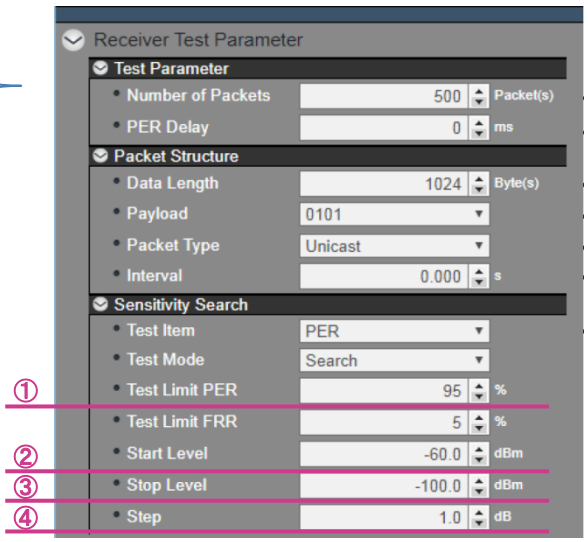
パケットのデータ長、データ通信に使用されるペイロードタイプ、パケット情報のタイプ、パケット間のインターバル長を設定します。

無線LANモジュールによっては、データ長が多いとエラーが発生したり、インターバルがないと受信できないなどの制約あるので、モジュールの採用段階でチェックすることが重要です。

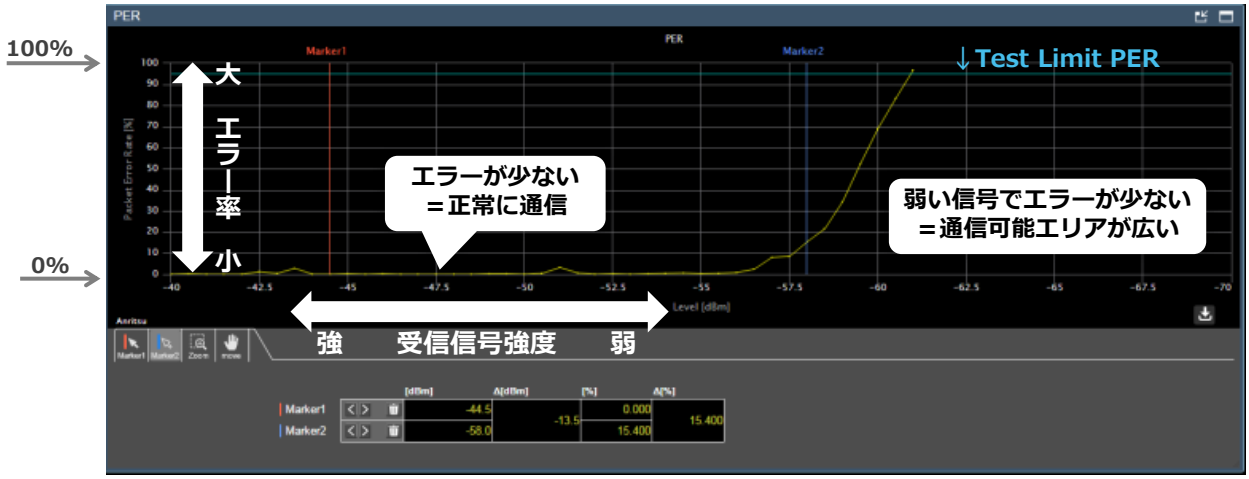
感度レベルの自動サーチ（Sensitivity Search）

一般的に受信感度レベルでは、手動または自動で測定器の出力レベルを変更しながらPERを測定します。手動で行う場合、レベルの設定、PERの測定結果取得をレベルを変えながら繰り返し行うため、評価に多くの時間がかかります。一方、自動系を構築するには測定器の制御をプログラミングするための負担が大きくなります。

MT8862Aは、右図のように**テスト限界値**①、MT8862Aの信号出力の**開始レベル**②と**終了レベル**③および**ステップサイズ**④のパラメータを入力すれば、PERの結果を取得し、下図のようにグラフを自動描画する機能を標準で備えています。また測定後の解析のために取得した結果をファイル保存することも可能です。



無線設定 画面例（11b）



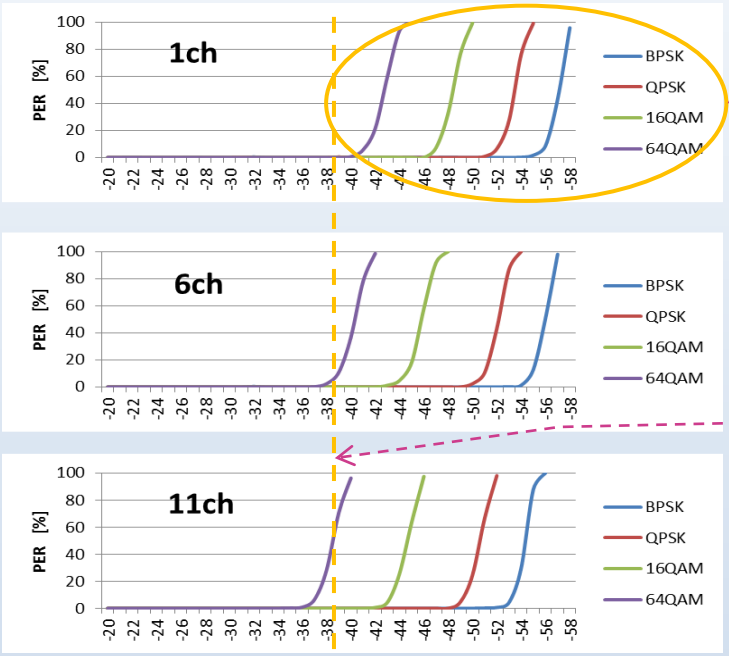
MT8862A　PER測定 グラフ例

指定した感度（Test Limit PER）になるまで自動的にレベルを変えながらPER測定結果を取得します。

MT8862Aによる最小受信感度の測定例（市販品の測定結果比較例）

製品A

11g、2.4 GHz帯
チャネル（周波数）と伝送レート（変調方式）ごとの受信感度



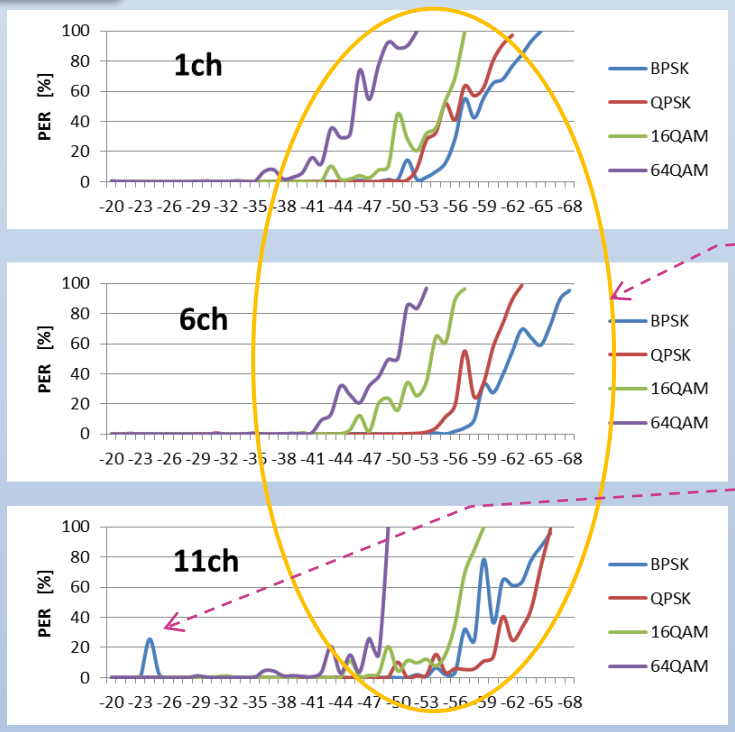
伝送レート（変調方式）：
64QAM→16QAM→QPSK→BPSKと受信感度が良くなりますが、伝送レートは遅くなっています。アクセスポイントやスマートフォンを対向装置として被測定物を測定すると伝送レートを固定できないので、定量的な評価になりません。

周波数特性：
1ch/6ch/11chとチャネル（周波数）を変えると、低い周波数は感度が良く、高い周波数は悪いことがわかります。

まず無線モジュールの選定段階で、最終的な運用の仕様に沿った条件で性能を確認しておくことが重要です。
そして製品状態であらためてモジュールの性能が維持されていることを評価することが重要です。

製品B

11g、2.4 GHz帯
チャネル（周波数）と伝送レート（変調方式）ごとの受信感度



無線機器/モジュールの固有特性：
左図は上図とは別の無線機のPER測定例です。

一般的には上図のように感度点付近の数dBでPERが上昇しますが、この無線機ではレベルが高い段階でも10%を超えるエラーが発生しています。

異常エラー：
十分レベルが高く、本来はエラーが発生しないレベルでも20%を超えるエラーが発生しています。

IEEE802.11の受信特性の試験項目と章番号

表は、IEEE802.11の送信特性の試験項目とそれぞれの章番号です。MT8862Aは下表の試験項目をサポートしています。

"--" は規格で規定されていない項目です。

試験項目	11a	11b	11g	11n	11ac	11ax	11be
Receiver minimum input level sensitivity	17.3.10.2	16.3.8.2	18.4.8.2	19.3.19.1	21.3.18.1	27.3.20.2	36.3.21.2
Adjacent channel rejection *1	17.3.10.3	16.3.8.4	18.4.8.3	19.3.19.2	21.3.18.2	27.3.20.3	36.3.21.3
Nonadjacent channel rejection *1	17.3.10.4	--	17.3.10.4	19.3.19.3	21.3.18.3	27.3.20.4	36.3.21.4
Receiver maximum input level	17.3.10.5	16.3.8.3	18.4.8.4	19.3.19.4	21.3.18.4	27.3.20.5	36.3.21.5

＊1：別途、妨害波用の信号発生器が必要です。

出展： IEEE Std 802.11™-2020
IEEE Std 802.11ax™-2021
IEEE Std 802.11be™/D4.0-2023

アンリツ株式会社
https://www.anritsu.com

計測器営業本部　営業推進部
TEL：0120-133-099/FAX：046-296-1248
E-mail：SJPost@zy.anritsu.co.jp

公知　2024-4 MJM No. MT8862A-Leaflet-J-L-8-(4.00)