Anritsu Advancing beyond

# 宇宙/衛星・防衛・航空・船舶など通信品質の課題と取り組み(測定器活用例)

次世代の情報通信基盤や地球規模の環境対策などを背景に宇宙/衛星の利用が拡大しています。
衛星コンステレーションやHAPS(高高度基盤ステーション)などを活用して、セルラのNTN(非地上系ネットワーク)向け通信エリア拡大や災害時の通信確保、超高速/超低遅延の通信サービスを実現する電波/光のハイブリッドネットワーク、高度なリモートセンシングによる詳細な地表観測など新しいサービス実現が期待されています。
またこれらの技術は宇宙/衛星に限らず、防衛・航空・船舶などの通信/レーダーの高度化としても重要になります。

アンリツは、セルラ(5G/LTE)やネットワークインフラの評価で培ってきた経験と知識を活かした測定ソリューションで宇宙/衛星・防衛・航空・船舶など様々な通信品質の評価に貢献します。
本資料では、下図の機種についてご紹介します。 ※参照ページ

## 宇宙/衛星・防衛・航空・船舶など機器・デバイスの品質評価にアンリツの測定ソリューション




### 設置・保守(モニタリング)



p.5-6

**MS2720xA**
**Remote Spectrum Monitor**
最大43.5 GHz 広域モニタ



p.7-9

**MS2090A**
**Field Master Pro**
54 GHz, 110 MHz広帯域



p.10-12

**MT1000A/MT1040A**
**Network Master Pro**
10G-100G/400G
Ethernet, OTN,OTDR

### 装置検証



**ME7869A** p.2-4
**Module VNA System**
遠端での位相同期測定
衛星アンテナ、電波伝搬測定



**MA24400Aシリーズ** p.20
**USBパワーセンサ**
パルスの電力・時間特性の評価



p.18-19
p.21-23

**MS2840/MS2850A**
**Spectrum Analyzer**
一次レーダー特性評価

### 基板・デバイス・アンテナ 研究/開発



**ME7848A** p.24
**Opto-Electronic Network Analyzer**
O/E, E/O, O/Oデバイス測定
伝送特性、群遅延、
リターンロス測定



p.13

**MP1900A**
**Signal Quality Analyzer**
高性能BERT
宇宙LAN NW IF



p.13

**MP2110A**
**BERTWave**
10G～800G
光モジュール



p.13

**MS9740B**
**Optical Spectrum Analyzer**
光デバイス



p.17

**MG362x1A**
**RF/Microwave Signal Generator**
デバイス/アンテナ
ADC/DAC



p.14-16

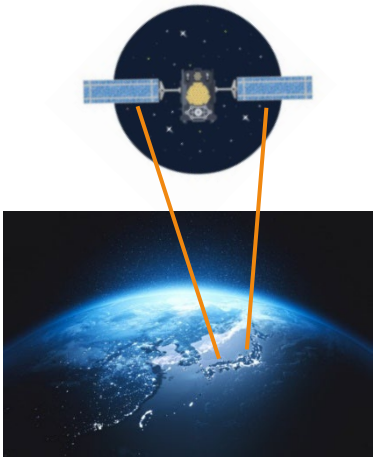
**ME7838 Series**
**V-Star Broadband VNA**
B5G/6G 基板,
デバイス
オンウェハ測定

# SAR衛星 地表観測システムの普及：アレイアンテナ特性評価

## 監視システム業界課題

- 民間宇宙ビジネスの本格化
- 合成開口レーダー(SAR)による地表観測事業の需要拡大
- 大型アレイアンテナの導入、衛星増加で精度向上
- 低軌道(LEO)衛星の増大

SAR：Synthetic Aperture Radar
LEO：Low Earth Orbit(低軌道)



## 課題解決に向けた取り組み

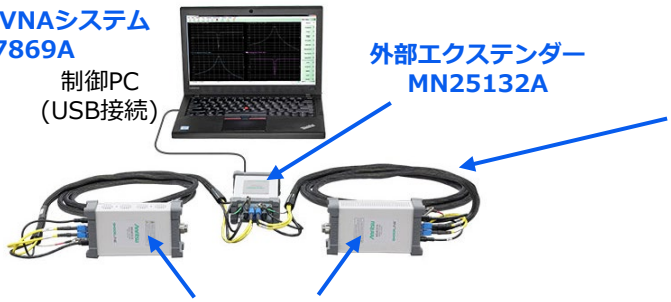
- 大型アレイアンテナ(数m)の実用化
- 遠方界で評価する場合、長距離かつ広範囲の評価スペース必要
- 近傍界で評価する場合、一般的に遠方界と相関性あり。
  一方で、ケーブルが長い・評価時に動くと位相ずれ発生、
  ⇒近傍界/遠方界の換算で誤差が大きくなるリスク

## 大型アレイアンテナの放射パターン評価
## ～近傍界評価システム(VNA＋平面スキャナ)～



下図は『モジュールVNAシステム ME7869A』です。
ME7869Aは、独立した2つのVNAポートを専用の光ケーブル(PhaseLync、光/電気 )で接続/同期することにより、2つの測定端が離れていてもベクトル(振幅・位相)の伝送特性を評価できます。

VNA：ベクトルネットワークアナライザ




**Phase Lync ケーブル：同期用**
- 専用光ケーブル(光/電気)
- 2台のVNAを同期

**光ケーブル**
長距離⇒位相ずれ なし

**同軸ケーブル**
長距離⇒位相ずれ あり

近傍界/遠方界の換算では振幅と位相情報が重要です。同軸ケーブルが曲がることにより位相が変化します。また、周波数が高くなるほど波長が短くなるため位相情報の精度が重要になります。

大型のアレイアンテナを評価する場合に、仮に長い同軸ケーブルを使うと、途中で曲がる部分も増えるので評価システム全体の位相誤差も大きくなり把握できません。

製品概要：

- 周波数モデル　：1 MHz～8/20/43.5 GHz
- Phase Lyncケーブル　：2/5/10/25/50/75 mから選択。
  ポート1とポート2の合計は100 mまで
- 軽量な測定ポート　：MS46131Aは約1 kg
- シンプルな構成：
  制御：PC×1台にVNA×2台をUSB接続
  同期：VNA×2台をPhase Lyncケーブルで接続

【ポイント】

- 一般的なVNAでは：
  測定器の表面に端子(測定ポート)が固定されているので、被測定物まで同軸ケーブルを延ばして、できるだけ同軸ケーブルが動かないように測定系を組んでいました。しかし、大型のアレイアンテナを評価する場合には同軸ケーブルが数mと長くなり、測定時にはどうしても同軸ケーブルが動いてしまうので、位相が変化するという問題があります。また位相が変化するとケーブル内の定在波の条件が変化するので振幅値にも影響します。
- ME7869Aでは：
  図のように2つのVNAモジュール(測定ポート)を離して配置できるので、被測定物の近くに置くことができます。
  光ケーブルが動いても位相は変化しないので、大きなアレイアンテナの評価でも測定可能です。

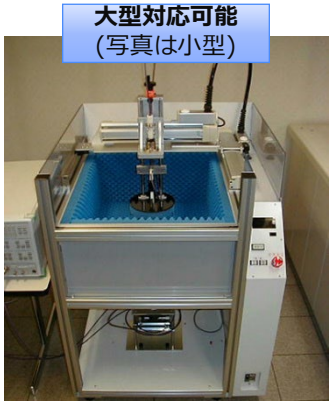
## 大型アレイアンテナの放射パターン評価
## ～近傍界評価システム(VNA＋平面スキャナ)～(続き)



ME7869Aを組み込んだ『近傍界アンテナ測定システム』(協業：東海テクノ様)により
大型のアレイアンテナの評価に対応。

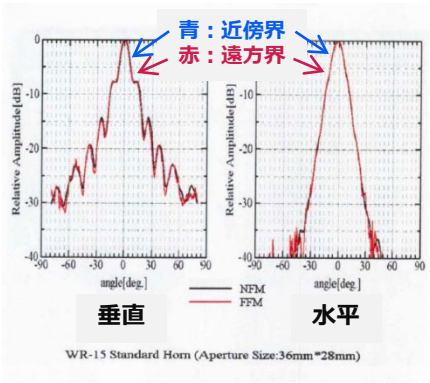
特長：

- 水平スキャン方式：測定アンテナと受信アンテナを平行に設置。高さ方向の設置空間が不要
- 大型平面アンテナスキャナ：大型(数m)のアレイアンテナにも対応可能
- 近傍界/遠方界 変換アルゴリズム：近傍界の振幅と位相の情報から遠方界のパターンを算出できるアルゴリズム(アンリツ)により高い相関性を実現



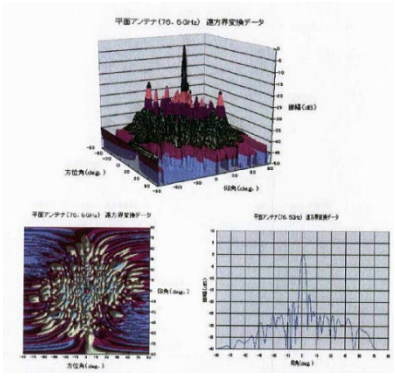

**平面アンテナスキャナ**

- 水平スキャン方式
- 大型アレイアンテナにも対応




**近傍界/遠方界 データ比較**

- 近傍界(青線)と遠方界(赤線)で相関性の高いデータ取得が可能



**平面アンテナ遠方界変換データ例**

- 絶対利得・偏波・2次元パターンを測定して評価可能。

出展(上図3点)：株式会社 東海テクノ様　https://tk-techno.co.jp/ant/

【ポイント】

- 水平スキャン方式：
  測定アンテナと受信アンテナは被測定物の上と下に平行に設置します。VNAが小型軽量なのでこのような構造が可能になります。
- 大型平面アンテナスキャナ：
  写真は小型ですが、大型アレイアンテナの場合には数m(例：7 m×1 m)でも実績があります。受信アンテナとモジュールはクレーンゲームのように前後左右に移動しますが、専用光ケーブルで位相補正されるので位相ずれがおきません。最終部分の測定端とアンテナを短いケーブルで接続していますが、ここは動かないように固定します。
- アルゴリズム：
  重要なポイントが変換アルゴリズムです。近傍界での振幅/位相のデータをもとに遠方界と相関性のある放射パターンを算出できます。青と赤のグラフがほとんど重なっていることから相関性があることがわかります。
  さらに東海テクノ様のシステムでは、測定する波長に合わせてプロットする距離と間隔を設定して、自動的に測定したり、遠方界の変換データとして絶対利得・偏波・2次元パターンなどをグラフで検証できます。
- 遠方界のデメリット：
  アンテナから数m離して測定する場合、測定対象範囲はかなり広くなります。そのため大規模な電波暗室などの評価環境が必要となり、建物の総工費が膨大になります。
  また、周波数が高いほど空間を伝搬する減衰量が大きくなります。そのため「サイドローブ(グラフの裾)がノイズに埋もれて特性がつかめない」というケースがあります。
- 近傍界のメリット：
  測定ポートと被測定物が近いので出力を抑えることができます。そのため平面アンテナスキャナの電波吸収体で十分であり、大規模な電波暗室は不要です。さらに平面で測定できるので設置場所の高さ方向も不要となります。
  また、近傍界のデータから換算するので 「サイドローブ(グラフの裾)」の特性も確認できます。



## オーダリングインフォメーション：ME7869A

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| ME7869A-010 | 8 GHz Modular 2 port VNA system | MS46131A(Opt. 010) × 2, MN25132A × 1 |
| ME7869A-020 | 20 GHz Modular 2 port VNA system | MS46131A(Opt. 020) × 2, MN25132A × 1 |
| ME7869A-043 | 43.5 GHz Modular 2 port VNA system | MS46131A(Opt. 043) × 2, MN25132A × 1 |
| MS46131A-025 | PhaseLync synchronization to 20 m | ・1つのシステムに同じ長さのPhaseLync synchronization オプションが 2 つ必要。<br>・その長さは 2 つのPhaseLync ケーブルの和以上が必要。 |
| MS46131A-050 | PhaseLync synchronization to 50 m | |
| MS46131A-100 | PhaseLync synchronization to 100 m | |
| 2000-2123-R | PhaseLync 2 m cable set | ・1 つのシステムにケーブルセットは 2 つ必要。<br>・長さの違うケーブルセットを組み合わせることも可能。<br>・組み合わせたケーブルセットの長さの和はPhaseLync synchronization オプションの長さ以下でなければならない。 |
| 2000-2124-R | PhaseLync 5 m cable set | |
| 2000-2125-R | PhaseLync 10 m cable set | |
| 2000-2126-R | PhaseLync 25 m cable set | |
| 2000-2127-R | PhaseLync 50 m cable set | |
| 2000-2128-R | PhaseLync 75 m cable set | |

注) 他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

## オーダリングインフォメーション：メカニカル校正キット

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| TOSLN50A-8 | 精密校正キット、N(m)、DC～8 GHz、50Ω | 8 GHz、N(m) |
| TOSLKF50A-20 | 精密校正キット、K(f)、DC～20 GHz、50Ω | 20 GHz、K(f) |
| TOSLKF50A-43.5 | 精密校正キット、Extended-K、K(f)、DC～43.5 GHz、50Ω | 43.5 GHz、K(f) |

注) 他にもご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

注)『近傍界アンテナ測定システム』には、東海テクノ様の製品が別途必要です。

# 衛星地上局 監視システムの高度化：搬送波/干渉波の監視とトラブル回避

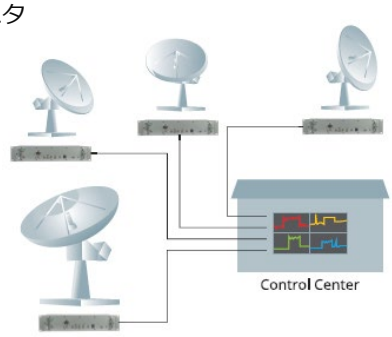
## 監視システム業界課題

- 無線通信利用のモニタシステムの安定動作
  (通信品質の維持)
- 周波数共用など通信複雑化、
  ノイズ影響、および妨害波/干渉波の把握
- 通信障害の原因追及と対策



## 課題解決に向けた取り組み

- スペクトルを監視する機能の実装
  - 共用周波数帯におけるシステム共存の管理
  - 24時間 365日稼働：連続稼働前提の設計/モニタ
  - 電波状況の確認：当該無線設備および
    妨害波/干渉波のモニタリング
  - 妨害波/干渉波の位置探索




衛星地上局の監視モニタリング



妨害波/干渉波の探索

## 地上局の運用波および妨害波/干渉波の常時モニタリング
## ～リモート型SPAによる長期間/自動/遠隔で状態監視～



現場(遠隔地)に設置したスペクトラムアナライザをネットワーク経由で操作＆測定します。
例えば、長期電波監視により妨害/干渉などの通信障害の原因解析に役立ちます。




製品概要：

- 周波数モデル　：9 kHz～9/14/20/26.5/32/43.5/54 GHz
- 解析帯域幅　：20MHz(標準)、110 MHz(オプション)
- 遠隔制御　：PCアプリケーションソフトウェア
- 監視ソフト　：長期モニタリングデータ(Vision™)
- 運用と復旧　：長期間の連続運用。機器トラブル時の
  ウォッチドッグタイマによるリセット、自動復旧機能
- 筐体：19インチラックマウント筐体、高さ2U

**衛星地上局モニタリング**

衛星からのダウンリンク信号は、非常に低いレベルで地表に到達します。一例として、下記の周波数帯が利用されています。

- ✓ 宇宙研究：8～9 GHz(X帯)
- ✓ テレビ放送：12 GHz帯(Ku帯) など

衛星地上局の受信機は非常に感度が良いため、干渉信号の影響を受けやすくなります。

堅牢な通信を維持するため帯域内および隣接する周波数の継続的なモニタが不可欠です。

【ポイント】

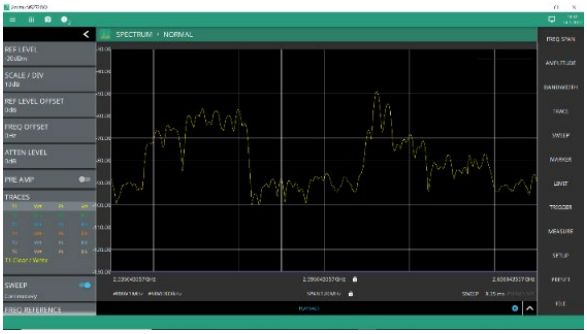
- 大型タッチパネルなど無駄なコストを省き、リモート制御に特化したスペクトラムアナライザです。
- 機器トラブル時にも自動復旧できるので、現地に行って再起動する必要はありません。
- 複数のアンテナを持つ地上局の場合、アンテナごとにMS27201Aを配置して事務所のPCから監視できます。

## 地上局の運用波および妨害波/干渉波の常時モニタリング
## ～リモート型SPAによる長期間/自動/遠隔で状態監視～ (続き)

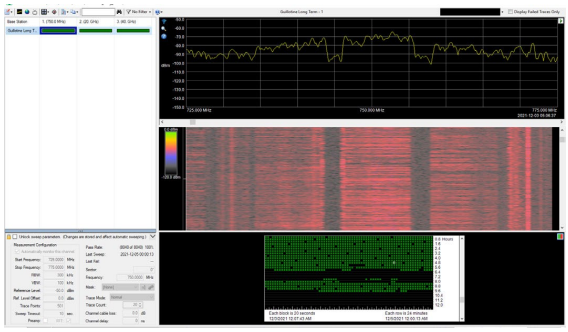


特長：

- ネットワークを介して遠隔地のスペクトラム波形を監視し、異常時の状況分析を効果的にサポート
- 遠隔制御に適したインタフェースと機能：PCアプリケーションソフトウェア
- 長期間記録とアラーム/アラートによる干渉監視：専用ソフトウエア(Vision™)



PCアプリケーションソフトウェア



長期モニタリングデータ(Vision™)

- **制御対象：**
  同一ネットワーク上の任意のMS27201Aに接続。
  機器を制御して測定結果を保存。
- **保存＆呼出：**
  トレースとIQデータをPCメモリに保存。
  保存したトレースを後から呼び出して再生/確認。
- **保存指定：**
  全画面キャプチャ、個々のトレース、イベント発生時のトレース、定義した期間の連続的なトレースなど
- **長期間モニタに適した機能：**
  長期間の信号をモニタして測定結果を保存。
  定期的にデータベースにアップロード。
  任意のスケジュールで数ヵ月/数年の履歴を記録。
- **短期的/断続的な信号を補足：**
  自動アラームのリミットラインを設定して抽出
- **保存データの検索：**
  検索にて調査対象の信号の有無をチェック。
  例えば違法/無許可の信号の存在を立証する際にも有効。

## オーダリングインフォメーション：推奨最小構成

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| MS27201A | リモートスペクトラムモニタ | 本体 |
| MS27201A-0709 | 9 kHz～9 GHz | 周波数範囲。<br>いずれか一つ選択。 |
| MS27201A-0714 | 9 kHz～14 GHz | |
| MS27201A-0720 | 9 kHz～20 GHz | |
| MS27201A-0726 | 9 kHz～26.5 GHz | |
| MS27201A-0732 | 9 kHz～32 GHz | |
| MS27201A-0743 | 9 kHz～43.5 GHz | |
| MS27201A-0754 | 9 kHz～54 GHz | |
| MS27201A-0400 | ビジョンモニタ | |
| MS27201A-0401 | ビジョンロケート | 要オプション0400 |
| MS27201A-0407 | ビジョンハイスピードポートスキャナ | |
| MS27201A-0031 | GPS受信機能 | 要GPSアンテナ |
| MS27201A-0104 | 110 MHz解析帯域幅 | |
| MS27201A-0199 | リアルタイムスペクトラムアナライザ機能 | |
| MS27201A-0124 | IQ波形キャプチャ | |
| MS27201A-0125 | IQストリーミング | 要オプション0124 |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

## 地上局に対する妨害波/干渉波の発生源探索
## ～リアルタイム(FFT)SPAによる位置特定～



可搬型のスペクトラムアナライザでは、妨害波/干渉波の探索に適した機能を備えています。

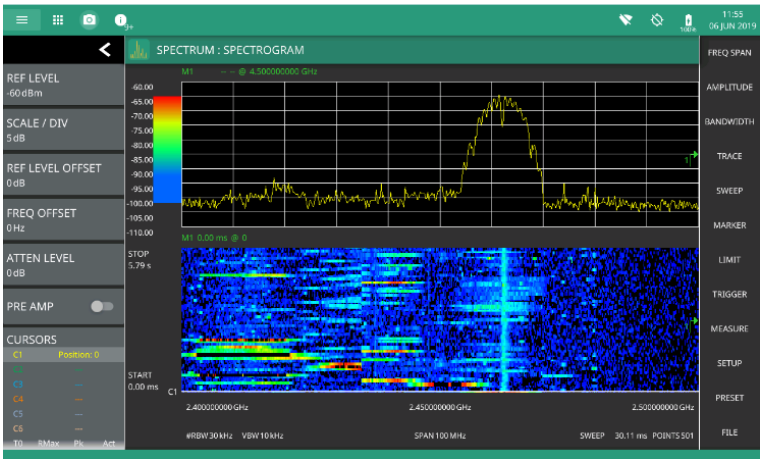
FFT: Fast Fourier Transform



**フィールドマスタ プロ**
**MS2090A**

製品概要：

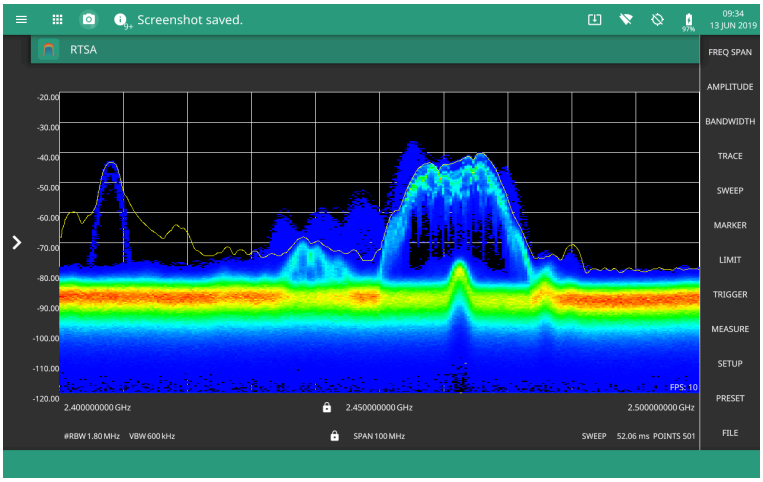
- 周波数モデル　：9 kHz～9/14/20/26.5/32/43.5/54 GHz
- 小型/可搬　　：約6kg、314(W)/235(H)/95(D)、バッテリ約2時間typ.
- リアルタイムスペアナ(RTSA)：
  - 設定帯域幅：22 MHz、55 MHz、110 MHz
  - 表示：パワースペクトラム密度、スペクトログラム(分解能：50 ms～5 s)
- インターフェアレンス ファインダ・ハンター：
  指向性アンテナと組み合わせて干渉源を探索/警告音
- カバレッジマッピング：画面のマップに信号強度(色)などを表示




**スペクトログラム 表示**

【ポイント】

- スペクトログラム表示：
  下側の画面は、横軸が周波数、縦軸が時間、色が電力の強度を示しています。一般的な掃引型のスペクトラムアナライザは瞬間的な信号を捉えることは困難ですが、FFT型であれば設定した帯域幅の信号を連続的に捉えることができます。




**パワースペクトラム密度 表示**

- パワースペクトラム密度表示：
  スペクトログラムで見ると時間方向ではランダムに出現する信号がいることがわかります。この出現率を色で表現したものがパワースペクトラム密度です。一般的な掃引型のスペクトラムアナライザでは、波形の中に別の信号がいても認識することができませんが、パワースペクトラム密度であれば隠れた信号の存在に気付くことができるので搬送波に対する妨害波/干渉波の探索に有効です。

## 地上局に対する妨害波/干渉波の発生源探索 ～リアルタイム(FFT)SPAによる位置特定～ (続き)

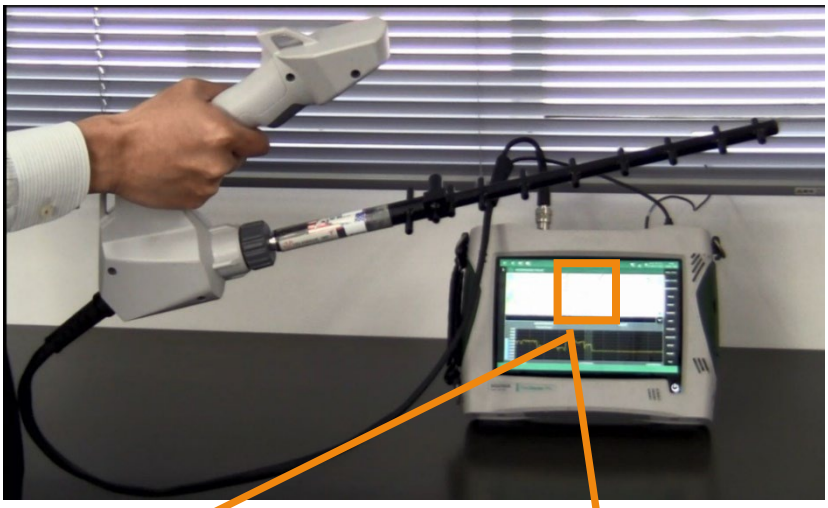


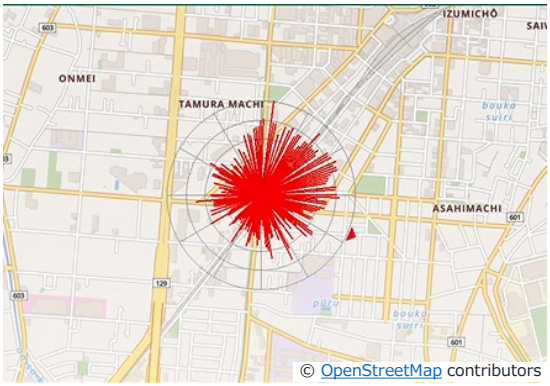
特長：※6 GHz以下で利用可能

- オプションのインターフェアレンス ファインダとインターフェアレンス ハンターを組み合わせ
- 妨害波/干渉波の方向探索で役立つ機能：(Polar画面・Map画面)を利用可能
- 電波の強弱を音で確認しながら探索

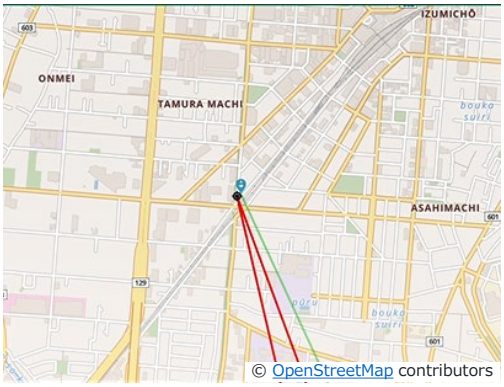


**インターフェアレンス ハンター (9 kHz ～ 6 GHz)**






**Polar 画面**




**Map 画面**

**インターフェアレンス ファインダ + インターフェアレンス ハンター**

【ポイント】

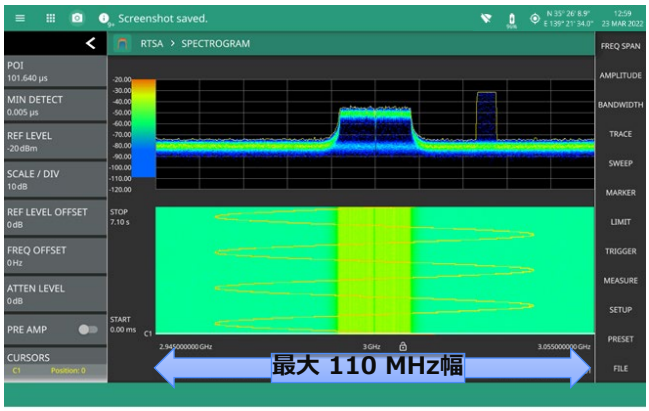
- 指向性アンテナと組み合わせて、屋内や屋外の干渉波の方向を探索する際に便利です。検出した信号の強度に合わせて、音のピッチや音量が変わります。画面の波形や数値を目で追いかけなくても、音で強弱を判別することで方向を探索できます。
- インターフェアレンス ハンターの方位検出機能とMS2090A本体は連動しており、インターフェアレンス ファインダとハンターを組み合わせることで『Polar画面』と『Map画面』を利用できます。
  - Polar画面：
    アンテナの向きによって電波の強度が変わると、その方位と強度をPolar画面に描画します。この画面がない場合、画面の数値を360度記憶しながら電波が強い方位を探索するのでとても大変です。
  - Map画面：
    Polar画面で方位の見当をつけたらMap画面で絞り込んでいきます。緑のラインは現在アンテナが向いている方位です。電波が強い方位でハンターのトリガスイッチを押すと赤いラインで記録されます。少し距離が離れた数か所(例：3か所)で同様に測定することで、妨害波/干渉波の発生源を探索できます。

## 地上局に対する妨害波/干渉波の発生源探索 ～リアルタイム(FFT)SPAによる位置特定～ (続き)



特長：※6 GHz超で推奨

- 市販の指向性アンテナ＋ポーラメータで妨害波/干渉波の方角を探索
- FFT解析/パワースペクトラム密度により搬送波に隠れた妨害波/干渉波をチェック
- 測定時の位置情報(緯度/経度)を本体で記録







測定地点の緯度/経度




測定地点から妨害波/干渉波の方位を確認



地図にて測定地点(緯度経度)と方位から発生源を推測

【ポイント】

- 指向性アンテナと組み合わせて、屋内や屋外の干渉波の方向を探索する際に便利です。検出した信号の強度に合わせて、音のピッチや音量が変わります。画面の波形や数値を目で追いかけなくても、音で強弱を判別することで方向を探索できます。(注：前ページのPolar画面/Map画面はご利用いただけません。ハンターが必要です。)
- 市販の指向性アンテナとポーラメータを組み合わせることで、MS2090A本体の上限周波数の範囲であれば測定できます。この場合、緯度経度の情報は本体に表示されるので画面コピーなどで記録してください。またポーラメータとMS2090A本体は連動しておりませんので、測定時の方位は手書きメモなどで記録してください。最終的に、お手持ちの地図に測定地点(緯度経度)と方位を手書きで記載して発生源の推測にご利用ください。
- 少し距離が離れた数か所(例：3か所)で同様に測定することで、妨害波/干渉波の発生源を探索できます。

## オーダリングインフォメーション：推奨最小構成

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| MS2090A | フィールドマスタプロ | 本体 |
| MS2090A-0709 | 9 GHzスペクトラムアナライザ | 周波数範囲。いずれか一つ選択。 |
| MS2090A-0714 | 14 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0720 | 20 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0726 | 26.5 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0732 | 32 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0743 | 43.5 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0754 | 54 GHzスペクトラムアナライザ | |
| MS2090A-0024 | インターフェアレンス ファインダ | 『Polar画面』『Map画面』を利用可能。 |
| MA2700A | インターフェアレンス ハンター | 注：ハンターは上限6 GHz。 |
| (アンテナ) | | 注：測定する周波数帯ごとに適宜選択 |
| MS2090A-0031 | GPS受信機能 | GPSアンテナが必要 |
| 2000-1760-R | ミニチュアアンテナ | GPSアンテナ |
| MS2090A-0104 | 110 MHz解析帯域幅 | 22/55 MHzも選択可能 |
| MS2090A-0199 | リアルタイムスペクトラムアナライザ機能 | 解析帯域幅22/55/110 MHzのいずれか必要 |
| MS2090A-0431 | カバレッジマッピング | opt.0031が必要 |

注) 他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

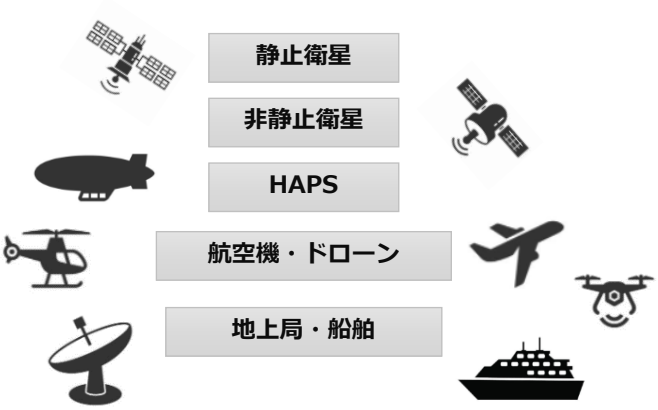
# 衛星通信サービスの多様化：ネットワークの通信品質評価

### 衛星通信サービス業界課題

- 次世代の移動通信：衛星-地上の連動
- 非地上系通信(NTN)の多様化
- セルラ(3GPP)でもNTN強化で議論
- 衛星の急増による周波数不足/干渉
  ：電波・光・ハイブリッド

### 課題解決に向けた取り組み

- NTNは、通信衛星・HAPS・航空機・ドローン・船舶 など宇宙/陸海空のあらゆる移動体を多層的に通信
- 実際の搭載環境における通信性能の評価＆検証が課題




## 無線/光のネットワークの品質評価
## ～ネットワークマスタプロ(スループット・遅延)～



無線/有線などネットワーク性能(スループット･遅延)の検証



**ネットワークマスタプロ**
**MT1000A/MT1040A**

- バッテリ駆動
- B5サイズ




製品概要：

- 10M～100Gbps(MT1000A)、10M～400Gbps(MT1040A)、
- 評価対象ネットワーク：Ethernet、OTN、SDH/SONET、Fiber Channel、CPRI/eCPRI など
- GPS同期：離れた拠点間で単方向の遅延評価も可能。時系列の遅延時間の変動量をグラフ化。
- ワンボタンで自動測定：シナリオ作成＆自動化試験。短時間・効率化。

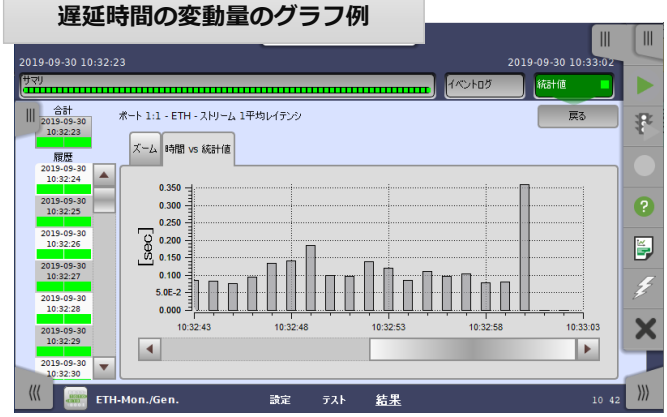
## 無線/光のネットワークの品質評価
## ～ネットワークマスタプロ(スループット・遅延)～ (続き)

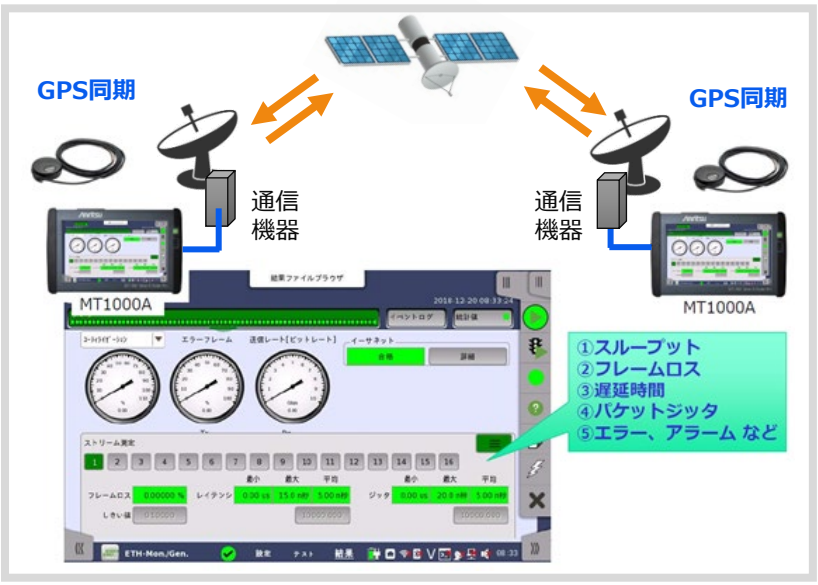


特長：

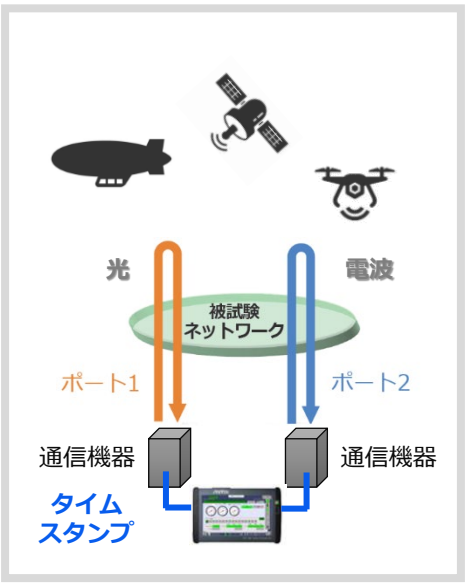
- 遅延測定(GPS同期、時系列の変動量評価)
- ポート間比較：2ポート測定により2つの回線の性能比較や干渉の有無を検証

**遅延時間の変動量のグラフ例**




**離れた２地点間の評価**




**同一地点の評価/2ルート比較**

【ポイント】

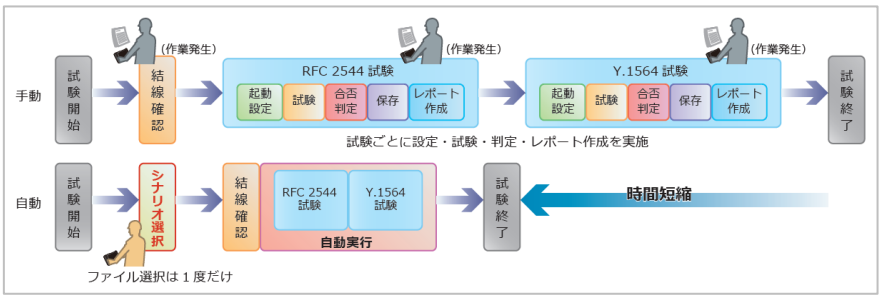
- 離れた２地点間の評価：
  左下図のように専用のGPSレシーバを利用することで、離れた複数拠点(図は2拠点のイメージ)にある測定器の時刻情報を同期させます。片方からタイムスタンプの情報をパケットに載せて送信して、もう片方で受信しますが、送信側と受信側でほぼ同一の時刻情報を持っているので、片方向の遅延でも評価できます。
  また、遅延時間は時間ごとに変動するため横軸が時間、縦軸が遅延量というグラフ(右上)で確認することもできます。例えば、1秒ごとの遅延量を直感的に把握することができます。また「負荷条件で遅延が変わる」というケースでは、グラフのデータをCSVファイルで保存して複数の条件を比較すると便利です。
- 同一地点の評価/2ルート比較：
  右下図のように同一地点で異なるネットワークの品質を評価するイメージです。ネットワーク側でループバックでパケットを返す機能がある場合、測定器から試験パケットを送信して遅延時間を評価します。単体の測定器なので基準となる時刻情報は共通になりますので遅延量を確認できます。このイメージでは、仮に電波と光のハイブリッドに対応したネットワークを想定して、それぞれのスループット・遅延・ジッタなどのネットワーク性能を評価する測定系を想定しています。
- 回線の負荷状況によって遅延が変化するというケースもあるようです。そのため測定器を使って定量的に評価することが重要になります。

## 無線/光のネットワークの品質評価
## ～ネットワークマスタプロ(スループット・遅延)～ (続き)



特長：

- ◘ ワンボタンで自動測定
- ✓ PCでシナリオ作成
- ✓ 本体でシナリオ実行
- ✓ 設定・試験・合否判定・結果保存・レポート作成




【ポイント】

◘ ワンボタンで自動試験：
自動試験機能では、あらかじめPCでシナリオファイルを生成しておきます。シナリオファイルでは、試験項目や手順、合否判定の条件などを保存します。このシナリオを本体で実行することで、自動的に試験を実行します。設定・試験・合否判定・結果保存・レポート作成にかかる作業負担を軽減できます。実証実験など、繰り返し評価をする際にも作業時間を短縮できます。

## オーダリング・インフォメーション：推奨最小構成(MT1000A/1ポート・2台構成の例)

構成の一例です。実際の試験条件に合わせてオプションを選択してください。

| 形名 | 員数 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|---|
| MT1000A | 2 | ネットワークマスタプロ | 本体 |
| MT1000A-003 | 2 | WLAN/Bluetooth接続 | |
| G0325A | 2 | GPSレシーバ | |
| | | | |
| MU100011A | 2 | 100Gマルチレートモジュール | |
| MU100011A-001 | 2 | 10G以下シングルチャネル | |
| MU100011A-015 | 2 | イーサネット100Gシングルチャネル | |
| MU100011A-020 | 2 | TCPスループット | opt.001か003が必要 |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

# 光通信技術の活用：光デバイス/モジュールの品質評価

### 光通信技術活用の業界課題

- 光デバイス/モジュールの品質
- 長距離伝送/天候などによる光信号の劣化

### 課題解決に向けた取り組み

- 光通信デバイスの開発/製造で培ったコア・コンピテンシーを活用して各プロセスに適したテストソリューションをご提案
- 長距離伝送/天候などによる光通信の品質評価

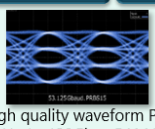


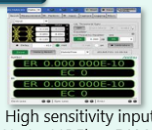
## アンリツの光関連測定器

### MP1900A Signal Quality Analyzer

32G/64G NRZ/PAM4 BERT
Jitter Tolerance Test

PAM4 | PCI Express | Thunderbolt | USB


High quality waveform PPG
Up to 128Gbps PAM4


High sensitivity input
Up to 112Gbps PAM4

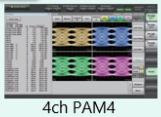
### MP2110A BERTWave

Opt./Elec. EYE analysis + BERT
26G/53G Clock Recovery

NRZ/PAM4 EYE analysis | 53G Clock Recovery | -15dBm high sensitivity | 250kSa/s high Speed measurement

BERT
Sampling Oscilloscope

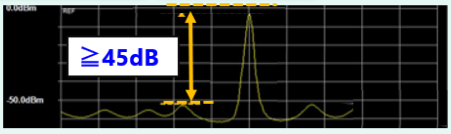

4ch NRZ
mask margin measurement


4ch PAM4
TDECQ measurement

### MS9740B Optical Spectrum Analyzer

Optical Spectrum Analyzer
R&D/Mfg of optical devices

High Dynamic range ≧45dB | Fast sweeping time 0.3s | Minimum Resolution 30pm | Light-input sensitivity -90dBm

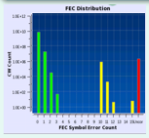



### MT1040A Network Master Pro 400G Ethernet Analyzer

Ethernet tester (Flame, FEC test)

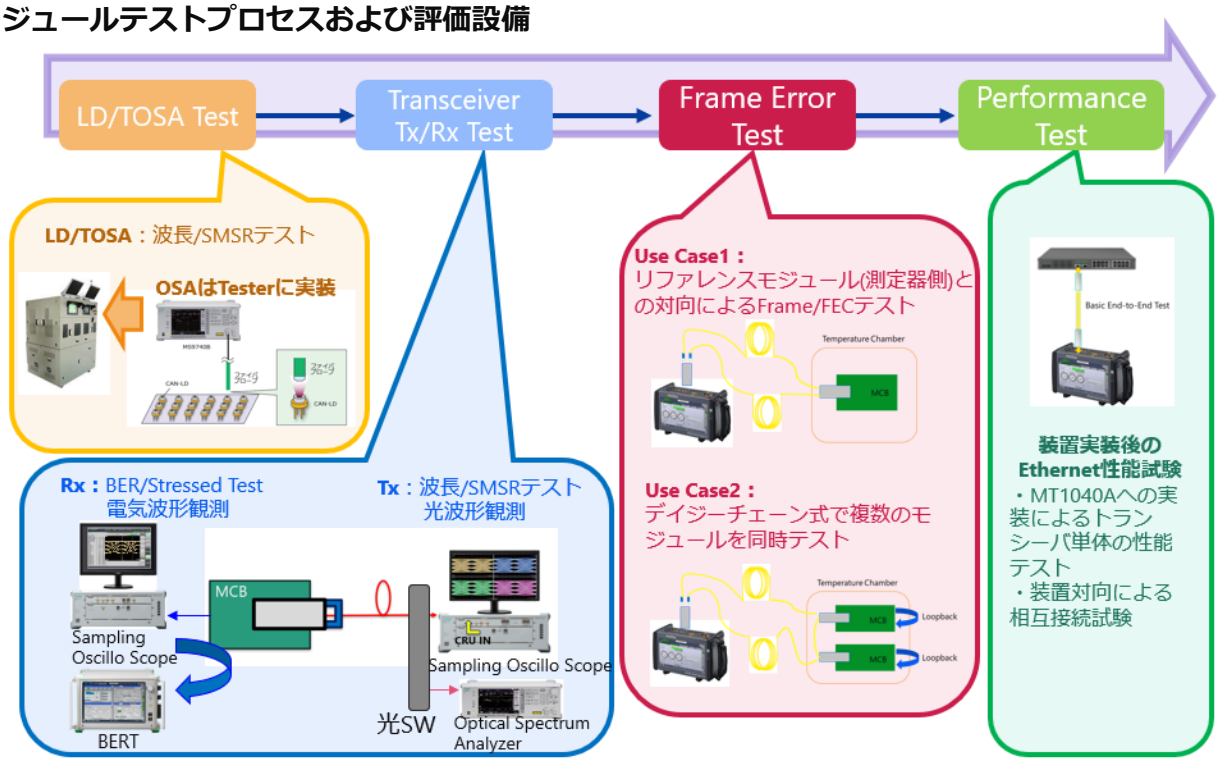
Two ports 400G | Support 10M to 400G | Direct module support QSFP-DD/OSFP etc. | Support FEC Test





FEC analysis
Displays color-coded alarms when threshold values exceeded

## 光モジュールテストプロセスおよび評価設備



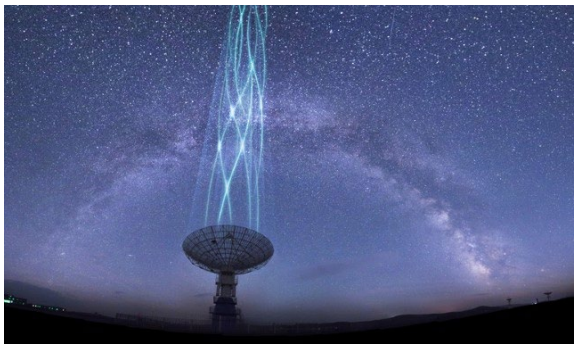
# 電波の周波数資源の開拓：ミリ波の部品/デバイスの特性評価

**RF通信技術活用の業界課題**

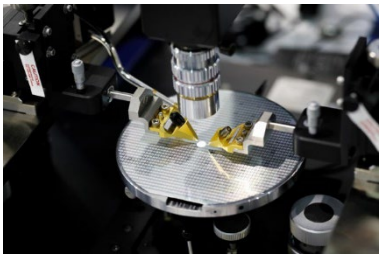
- ミリ波活用に向けた部品/デバイスの実現
- 広帯域の周波数特性の評価

**課題解決に向けた取り組み**

- ミリ波の部品/デバイスのSパラメータ評価
- 複数バンドをワンシステムで一括測定
  (広帯域モデル)



## Sパラメータ測定システム



**プローブステーション**
**(イメージ)**

プローブによるSパラメータ測定は、下記で実現します。

- **プローブステーション**
- **プローブチップ**
- **ベクトルネットワークアナライザ(VNA)**

アンリツのミリ波モジュールは、小型・軽量を実現しており、
省スペースかつコンパクトなプローブ測定システムを実現できます。

**プローブチップ：同軸コネクタ**
□ ～110 GHz, 1 mm



**広帯域モデル**

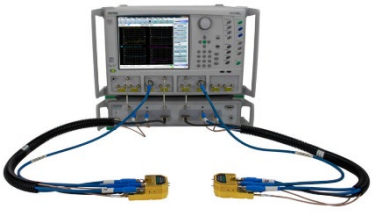
**70 kHz ～ 125 GHz**
✓広帯域VNA ME7838AX
✓ミリ波モジュール 3743AX
(1mmコネクタ)

**プローブチップ：導波管**
□ 110 GHz～170 GHz, WR-6



**110 GHz ～ 170 GHz**
✓VNA MS4644B/MS4647B
✓テストセット 3739C
✓ミリ波導波管 Extender Module
(WR-6.5)

**プローブチップ：**
**0.6 mm同軸インターフェース**
□ ～220 GHz, 0.6 mm



**広帯域モデル** p.15-16参照

**70 kHz ～ 220 GHz**
✓広帯域VNA ME7838G
✓ミリ波モジュール MA25400A
(0.6 mmコネクタ)

**プローブチップ：導波管**
□ 220 GHz～325 GHz, WR-3.4



**220 GHz ～ 330 GHz**
✓VNA MS4644B/MS4647B
✓テストセット 3739C
✓ミリ波導波管 Extender Module
(WR-3.4)

プローブステーション、プローブチップ、校正基板は、
各メーカの製品を組み合わせてご利用ください。

注意：
上記は主要製品の一部を示します。
詳細な構成は別途ご相談ください。

## 220 GHzプローブ測定システム：　ME7838G＋MPI社プローバー

広帯域モデル

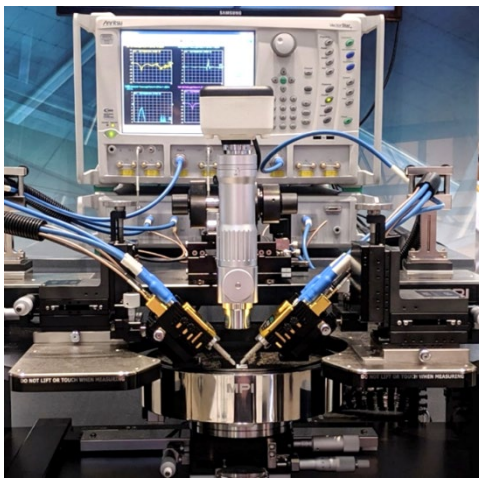
### 220 GHzプローブ測定システム

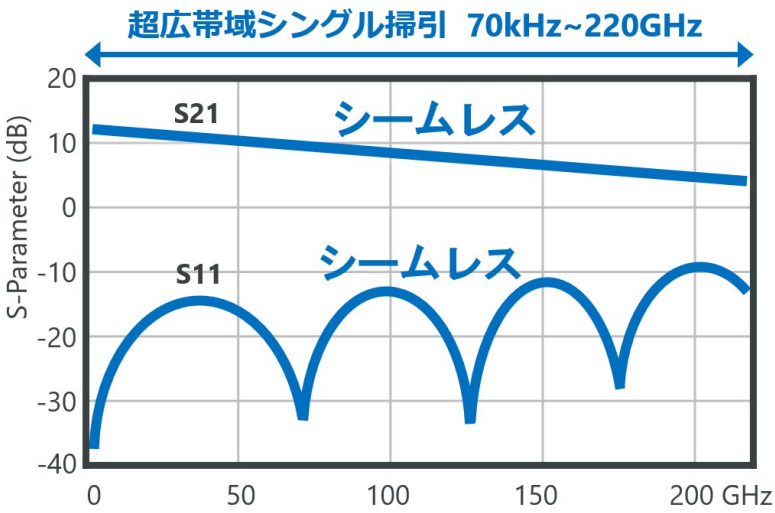
特長：

- 70 kHzから220 GHzまで一括測定できます。
- 導波管モジュールを交換する必要がないので、データのつなぎ合わせもなく段差もありません。

**「従来方式(分割測定)で2週間かかる作業が2時間で終わった！」**
と好評いただいたケースもあります。

補足：従来方式は周波数バンドごとにミリ波モジュールを交換するため、付け替え/再校正/DCバイアス調整など評価環境の変更が面倒であり、気力/体力と作業時間を浪費します。

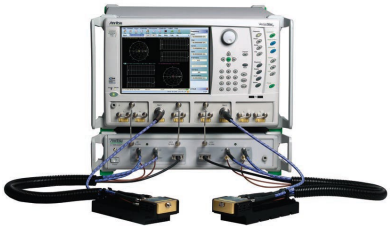




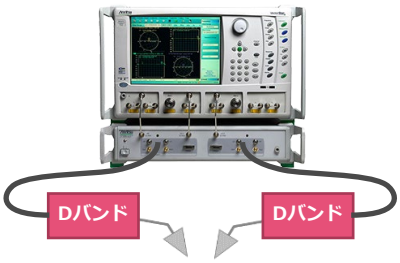

### 従来方式

110 GHzを超える周波数範囲を測定する場合、周波数バンドごとに導波管モジュールを交換しながらデータを取得して、そのデータをパソコンでつなぎ合わせていました。

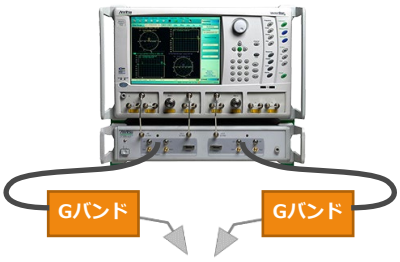
この方式では**「再現性が悪い」「評価のやり直しが多い」「付け替え/再校正/DCバイアスなど評価系の変更が面倒」**という課題がありました。



1mm ミリ波モジュール
70 kHz – 110 GHz




Dバンド導波管モジュール
110 GHz – 170 GHz



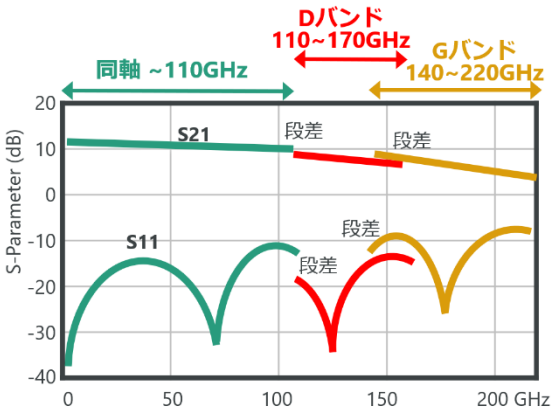

Gバンド導波管モジュール
140 GHz – 220 GHz

【ポイント】従来方法の課題

まず、導波管モジュールを交換してから測定系を校正/DCバイアス調整するので作業負担が非常に大きく面倒です。

さらに測定系が変わるので、データのずれが発生しやすく、バンドのつなぎ目で段差が生じます。

その要因が測定系なのか、被測定物の特性なのか切り分けるために、何度も測定をやりなおすことになります。



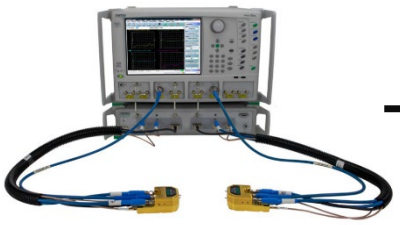
## 220 GHzプローブ測定システム： ME7838G＋MPI社プローバー (続き)

広帯域モデル

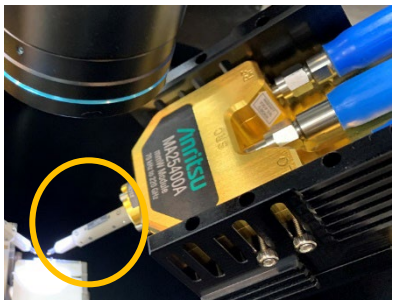
220 GHzのプローブ測定システムは、220G-VNA、MA25400A 専用プローブチップ、MPI社プローブステーションで実現します。専用プローブチップ、プローブステーション、校正基板はMPI社(代理店：ベクタセミコン社)を推奨します。

特長：

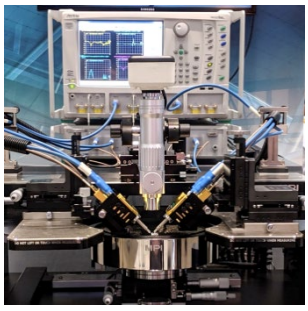
- **周波数範囲： 70 kHz～220 GHz**
- **正確な位置合わせ：**
  精密ガイドピンを持つ導波管フランジ(UG-387) により0.6 mm同軸ラインの位置合わせ精度向上
- **信頼性/耐久性・低損失：**
  ネジ式同軸コネクタよりも衝撃や振動に強く、挿抜耐久性は1,000回以上。
  優れた信頼性/再現性および低損失の嵌合を実現。



220G-VNA
(MS4647B,3739C,MA25400A)




専用プローブチップ
(MA25400A + プローブチップ)

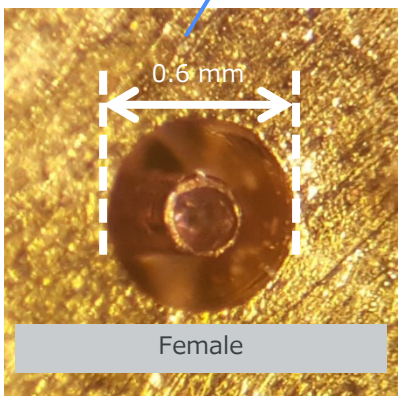


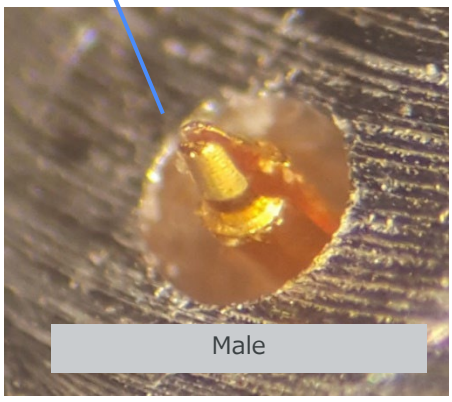
MPIプローブステーション

### 70 kHz～220 GHz 広帯域の連続測定に対応 (専用プローブチップ)




- **220 GHz GSG プローブ**
- **独自のダイレクトモジュールインタフェースにより最適なオンウェハ性能**



# RF/マイクロ波で求められる信号品質の向上

## レーダー、送信機、ADC/DAC、コンポーネントなどの評価に
## ～RF/マイクロ波信号発生器～

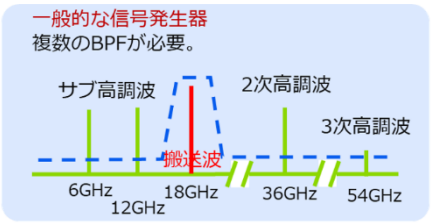


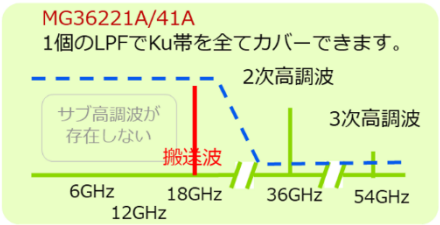
**RF/マイクロ波信号発生器**
**MG36221A/MG36241A/MG36271A**

製品概要：

- 周波数モデル　：9 kHz～20/43.5/70 GHz
- 変調：AM、FM、PM、パルス
- 波形：正弦波、方形波、パルス、三角波
- パルス幅 設定：最小10ns(Unleveled)
- 非高調波性能：20 GHzの基本発振器を採用。
  20 GHzまでサブ高調波が発生せずに利用可能
- 超低位相雑音性能：(下グラフ参照)



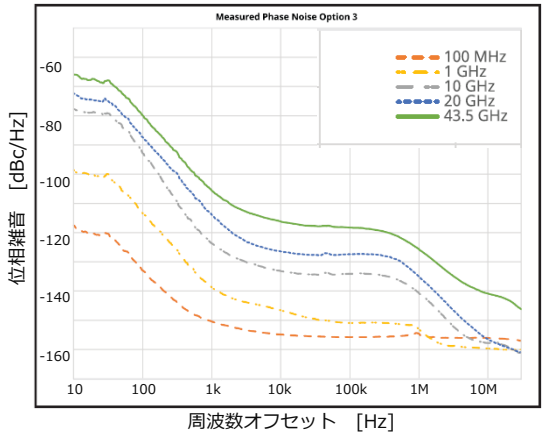




**GaN等化合物デバイス測定に：**

一般的な信号発生器で20 GHzの信号を出力する場合、基本波を逓倍するためサブ高調波が発生します。MG36221A/41Aは、20 GHzまで基本波で信号出力できるのでサブ高調波が発生しません。例えばKu帯レーダーのアンプ評価で搬送波だけを利用する場合、 MG36221A/41Aはローパスフィルタで対応できますが、一般的な信号発生器はバンドパスフィルタが必要になります。

**EMCサイトの校正に：**

CISPR16-1-1の上限周波数(18 GHz)がセルラ5Gの運用周波数(43.5 GHz)に合わせて拡張するように検討中です。また2.92 mmコネクタの上限周波数も43.5 GHzとするようにIEC SC46Fで審議中です。MG36241Aは上限周波数・コネクタともに条件を満たしていますので、規格改定後の運用を見据えてご利用いただけます。




**位相雑音性能 グラフ (meas.)　opt.0003**

※詳細はカタログをご覧ください。

【ポイント】

- 非高調波性能：
  アンプやミキサのP1dB・IP2/IP3などの非線形測定や、ADC/DACのSFDR・THD測定の精度向上で重視される性能です。またクロック信号源として使用する場合にも、一般的に高調波やスプリアスを低減するためにフィルタ処理が必要ですがその手間と費用を軽減できます。
- 超低位相雑音性能：
  パルスレーダー受信機や通信トランシーバの評価時に周波数変換(up/down コンバータ)の低ノイズローカル信号源として使用する場合などで重視される性能です。

SFDR : Spurious Free Dynamic Range
THD : Total Harmonic Distortion

## オーダリングインフォメーション：推奨最小構成

| 形名(x=2,4) | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| MG36221A | Signal Generator 20 GHz | 周波数範囲。<br>いずれか一つ選択。 |
| MG36241A | Signal Generator 43.5 GHz | |
| MG36271A | Signal Generator 70 GHz | |
| MG362x1A-0003 | Low Phase Noise and High Stability | 位相雑音性能向上。opt.0013が必要 |
| MG362x1A-0013 | Ultra Low Phase Noise | 位相雑音性能向上。opt.0003が必要 |
| MG362x1A-0012 | AM/FM/ΦM Function of Internal and External | AM/FM/位相変調。opt.0027が必要 |
| MG362x1A-0026 | PM Function of Internal and External | パルス変調。opt.0027が必要 |
| MG362x1A-0027 | Modulation Hardware | 変調用ハードウェア |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

# パルス/チャープ信号の精度向上

## 一次レーダー等で利用されるパルス/チャープ信号の評価に ～シグナルアナライザ/スペクトラムアナライザ～



掃引型のスペクトラムアナライザでは捉えることが困難なパルス/
チャープ信号を、FFT機能で取り込んで複数の解析画面で評価できます。



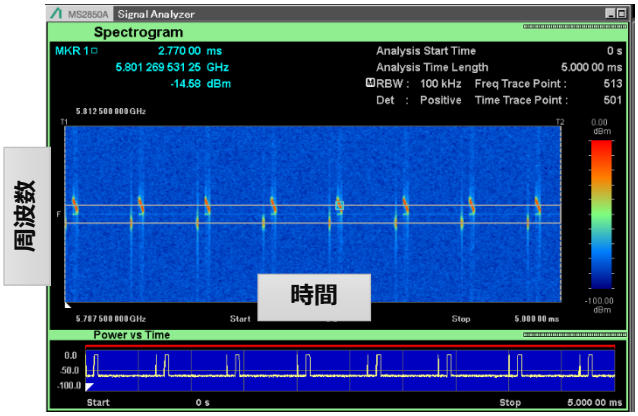
**シグナルアナライザ**
**MS2840A/MS2850A**

製品概要：

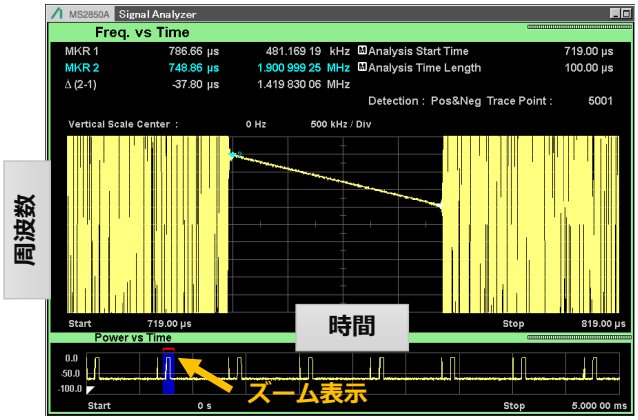
- 周波数モデル：
  9 kHz～3.6/6/26.5/44.5 GHz(MS2840A)
  9 kHz～32/44.5 GHz(MS2850A)
- 解析帯域幅：
  1 kHz～31.25/62.5/125 MHz(MS2840A)
  1 kHz～255/510/1000 MHz(MS2850A)
- 解析画面：スペクトラム、パワーvs.時間、CCDF、スペクトログラム、周波数vs.時間、位相vs.時間

【ポイント】

- 一般的な掃引型のスペクトラムアナライザは瞬間的な信号を捉えることは困難ですが、FFT型であれば設定した帯域幅の信号を連続的に捉えることができます。
- スペクトログラム：
  横軸が時間、縦軸が周波数、色が電力の強度を示しています。上図の例では、周波数が少し異なる２つのパルス信号で、片方がチャープしていることが確認できます。
- 周波数vs.時間：
  横軸が時間、縦軸が周波数を示しています。さらに画面下側には『ズーム表示』とありますが、一度キャプチャした信号のデータを保持しているので、解析対象の範囲を選択(赤線部分)して上側の画面に表示できます。この機能により、一つのパルスをズームして、周波数vs.時間の画面でチャープの時間と周波数偏移を確認できます。
- 位相vs.時間：
  横軸が時間、縦軸が位相の解析画面もあります。一次レーダーでは送信機の位相が変化していないことを確認したり、もしくは任意に位相を調整することができる場合には設定どおりに位相が変わっていることを確認することがあります。

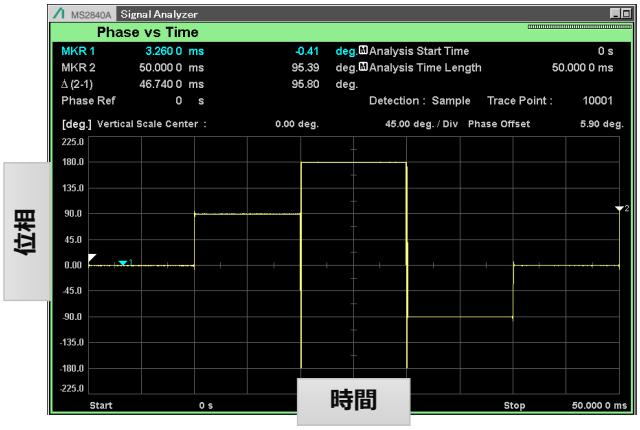



スペクトログラム




周波数 vs.時間

例：上のスペクトログラムのデータをキャプチャ(保持)したまま、2つ目のチャープ信号部分をズームしています。マーカを使ってチャープの周波数幅・時間を確認できます。




位相 vs.時間

例：QPSK信号(0-90-180-270deg)を対象とした測定例です。
1マスを45degに設定すると2マスで90deg変化していることがわかります。

## 一次レーダー等で利用されるパルス/チャープ信号の評価に
## ～シグナルアナライザ/スペクトラムアナライザ～



### オーダリングインフォメーション：推奨最小構成(MS2840Aの例)

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| MS2840A | シグナルアナライザ | 本体 |
| MS2840A-041 | 6 GHz シグナルアナライザ | 周波数範囲。<br>いずれか一つ選択。 |
| MS2840A-044 | 26.5 GHz シグナルアナライザ | |
| MS2840A-046 | 44.5 GHz シグナルアナライザ | |
| MS2840A-002 | 高安定基準発振器 | opt.040/041用　※opt.044/046は標準搭載 |
| MS2840A-019 | 2 dBステップアッテネータ ミリ波用 | opt.046専用 |
| 標準搭載 | 解析帯域幅 31.25 MHz | |
| MS2840A-077 | 解析帯域幅 62.5 MHz | |
| MS2840A-078 | 解析帯域幅 125 MHz | opt.077が必要 |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

### オーダリングインフォメーション：推奨最小構成(MS2850Aの例)

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| MS2850A | シグナルアナライザ | 本体 |
| MS2840A-047 | 32 GHz シグナルアナライザ | 周波数範囲。<br>いずれか一つ選択。 |
| MS2840A-046 | 44.5 GHz シグナルアナライザ | |
| 標準搭載 | 解析帯域幅 255 MHz | |
| MS2840A-033 | 解析帯域幅 510 MHz | |
| MS2840A-034 | 解析帯域幅 1 GHz | opt.033が必要 |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

# 一次レーダー等で利用されるパルス信号の評価

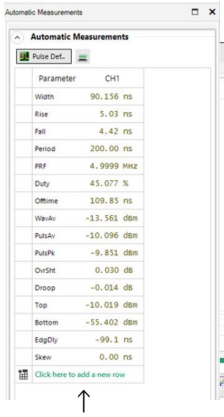
## USBピークパワーセンサ




USBピークパワーセンサ
MA24400A シリーズ



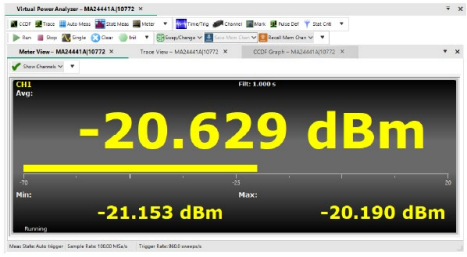

| 形名 | 周波数範囲 | レベル範囲 | | 応答時間：立上り | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 平均パワー範囲 | パルスパワー範囲 | 高速 | 標準 |
| MA24406A | 50 MHz ～ 6 GHz | -60 dBm ～ +20 dBm | -50 dBm ～ +20 dBm | **3 ns** | <10 us |
| MA24408A | 50 MHz ～ 8 GHz | -53 dBm ～ +20 dBm | -43 dBm ～ +20 dBm | **4 ns** | <10 us |
| MA24418A | 50 MHz ～ 18 GHz | -34 dBm ～ +20 dBm | -24 dBm ～ +20 dBm | **5 ns** | <10 us |
| MA24440A | 50 MHz ～ 40GHz | -34 dBm ～ +20 dBm | -24 dBm ～ +20 dBm | **5 ns** | <10 us |



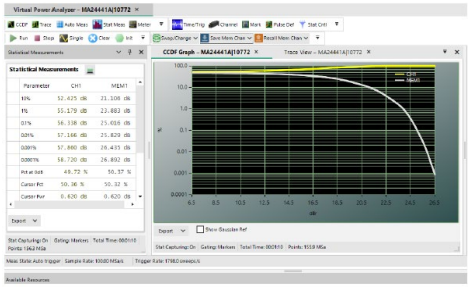

↑
数値結果



パルス測定 画面例




メータービュー 画面例



CCDF 画面例

**USBピークパワーセンサのメリット**

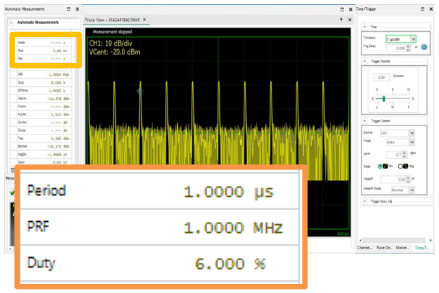
**パワー測定はもちろん、時間測定では**
**下記の実力を備えています。**

**①有効サンプリング： 10Gs/s(0.1ns)**
**②立上り/立下り保証値： 5ns**

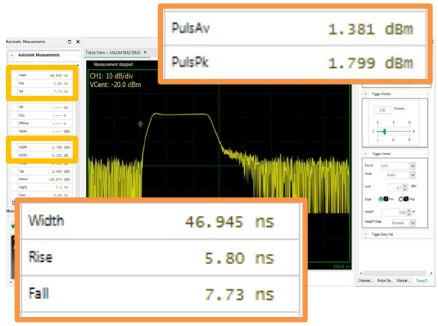
- 短パルスのパワー測定可能
- オシロスコープ＋検波器の代用に！

パルスの**平均/ピーク電力**だけでなく、**時間測定（パルス幅・パルス周期・立上り/立下り時間）**も測定できます。

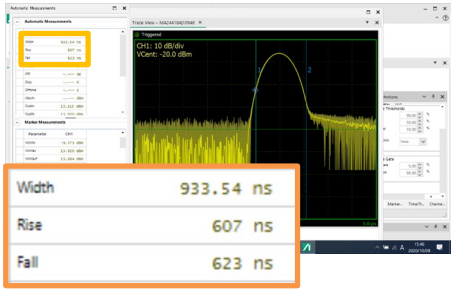
一般的に、時間測定はオシロスコープ＋検波器で評価されていますが、MA24418Aで代用できます。※信号仕様に依存します。




パルス幅・周期など




パルス幅 約50ns の測定例
※サンプリング 10Gs/s




擬似的な気象レーダの測定例
（パルス幅 約1us）

# 一次レーダなどの送信特性評価に

## パルスレーダ測定機能

パルスレーダ測定機能 MX284059Bは、シグナルアナライザ MS2840Aと組み合わせることで、気象レーダや船舶レーダなど**パルス変調かつチャープ信号**を使った機器の送信特性を自動的に測定し、測定結果を数値および画面で保存できます。

## パルスレーダ測定機能 MX284059B　とは？

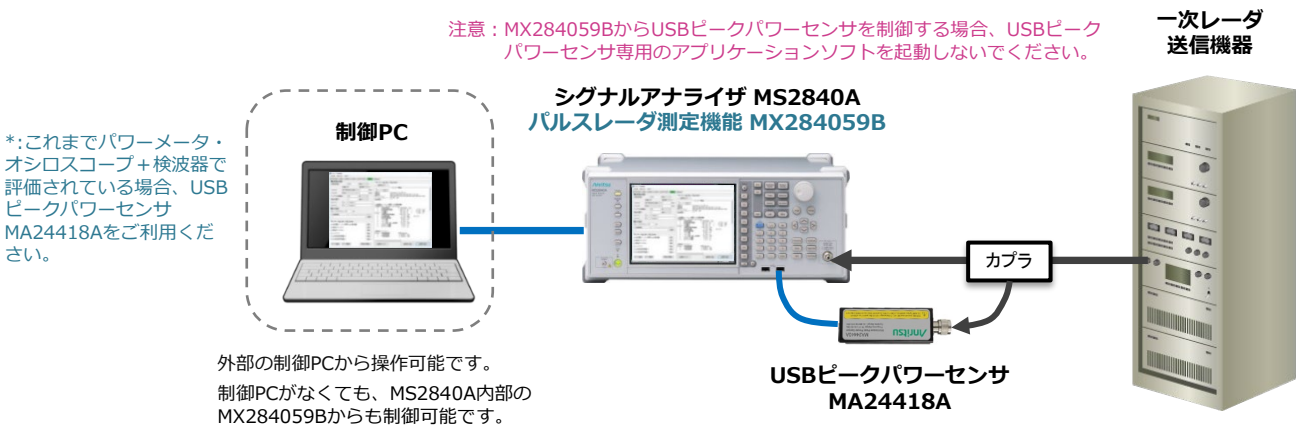
**パルスレーダ測定機能 MX284059Bの機能概要：**

- 送信電力*
- パルス時間*：パルス幅、立上り、立下り
- ドループ*
- 周波数偏移幅　※チャープの場合
- 周波数偏差
- 40 dB帯域幅算出
- 帯域外領域、スプリアス領域
- 占有周波数帯幅
- グラフ表示
  - 帯域外領域＋40 dB帯域幅＋許容値
  - スプリアス領域＋許容値
  - 占有周波数帯幅

**特長**

- 40 dB帯域幅の算出、帯域外領域などレーダの送信評価に特化
  **ITU-R：20/30/40 dB/decadeから選択可能**
  **国内法　：帯域外領域の判定規格ラインを設定可能**
- 短パルス・長パルス・短長混在など信号条件ごとに測定可能
- 外部の制御PCから操作可能。制御PCがなくても、MS2840A内部のMX284059Bからも制御可能。
- 宅配便による輸送や、現場の持ち運びも一人で可能
  寸法：426(W) × 177(H) × 390(D) mm（突起物は除く）
  質量：≦15.3 kg
  (MS2840A-044または046搭載、他のオプションを除く)

注意：MX284059BからUSBピークパワーセンサを制御する場合、USBピークパワーセンサ専用のアプリケーションソフトを起動しないでください。

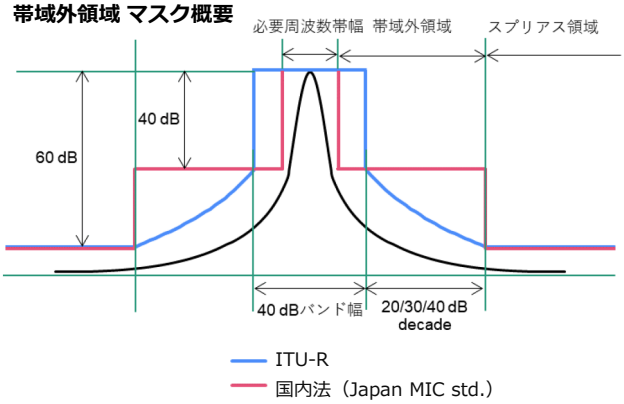



**USBピークパワーセンサのメリット**
**パワー測定はもちろん、時間測定では下記の実力を備えています。**
**①サンプリング：　10 Gs/s(0.1 ns)**
**②立上り/立下り保証値：　5 ns**

- ☐ 短パルスのパワー測定可能
- ☐ オシロスコープ＋検波器の代用に！
- ☐ カプラでRF信号を分岐しておけば、
  測定時の接続変更の作業カット

注意：
MS2840Aの時間分解能は『20 ns』です。
数ns～数十ns を評価する際には、
USBピークパワーセンサと連動してご利用ください。

**帯域外領域 マスク概要**



## パルスレーダの評価項目および測定機能のご紹介

### 例）一次レーダの評価項目と測定法

| 評価項目 | 既存/従来の測定法 | ご提案する測定法 |
|---|---|---|
| 送信パワー | パワーメータ | **USBピークパワーセンサ MA24418A** |
| パルス時間（パルス幅、立上り/立下り） | オシロスコープ＋検波器 | |
| 周波数偏差 | 周波数カウンタ | **（FFT解析機能）** |
| 周波数偏移幅 | （測定不可） | |
| スプリアス | **MS2840A+MX284059B（スペクトラムアナライザ機能）** | |
| 40 dB帯域幅算出* | | |
| 帯域外領域 | | |
| スプリアス領域 | | |
| 占有周波数帯幅 | | |

*：USBピークパワーセンサ MA24418Aの測定値を入力するとMX284059Bが自動的に算出

MX284059BからUSBピークパワーセンサを制御して送信電力とパルス時間特性(パルス幅、繰返し周期、立上り/立下り時間)を測定します。さらに数値結果から40 dB帯域幅を計算して帯域外領域のマスク測定まで自動実行します。

またMS2840Aは、31.25 MHzのFFT解析帯域幅を持つシグナルアナライザ機能を標準搭載しています。一般的な掃引型スペクトラムアナライザではとらえることが難しい「周波数偏移幅」などもFreq vs.Time 画面で測定できます。

### 画面コピー：

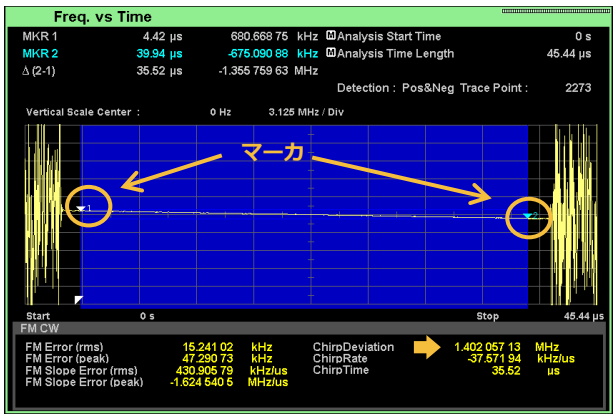
数値結果だけでなく画面コピーも自動的に記録します。
数値結果だけでは判断が難しい場合にはスペクトラムなどの画面と合わせてチェックできます。

画面コピーのファイル名：
**<パルス種別><測定項目><データ>.png**

| パルス種別（7 文字） | 説明 |
|---|---|
| Pulse_A | “パルス A”で測定 |
| Pulse_B | “パルス B”で測定 |
| PulseAB | “パルス A+B”で測定 |

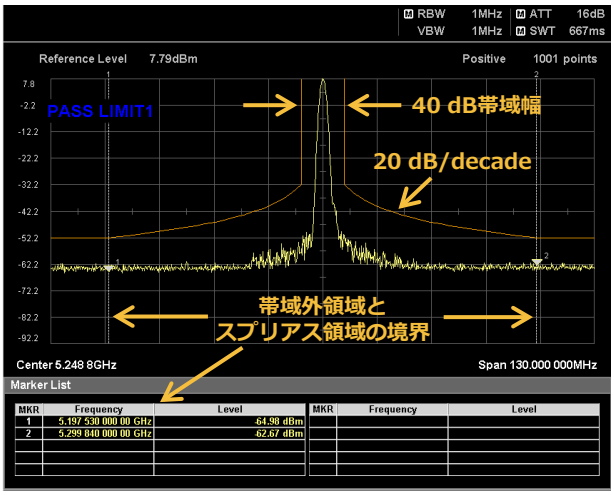
| 測定項目（2 文字） | データ（3 文字） | 説明 |
|---|---|---|
| 11 | 001 | 平均電力測定<br>(MA244xxA 使用時は保存されません。パルス幅測定の結果を参照してください。) |
| | 002/002P* | パルス幅測定 |
| | 003/003P* | パルス周期測定 |
| | 004/004P* | パルス立上がり時間測定 |
| | 005/005P* | パルス立下がり時間測定 |
| | 006 | 周波数偏移測定<br>(MA244xxA 使用時も 006 が保存されます。) |
| 21、22 | 001 | 帯域外マスク測定<br>区間 1:帯域外マスク測定で分割測定が On の場合 |
| | 001L | 区間 2:帯域外マスク測定で分割測定が On の場合 |
| | 001H | 区間 3:帯域外マスク測定で分割測定が On の場合 |
| 31 | 001～006 | スプリアス測定 <データ>は区間番号を示します。 |
| 41、42 | 001 | 占有周波数帯幅測定 |

*：MA244xxA 使用時は末尾に P が付きます。

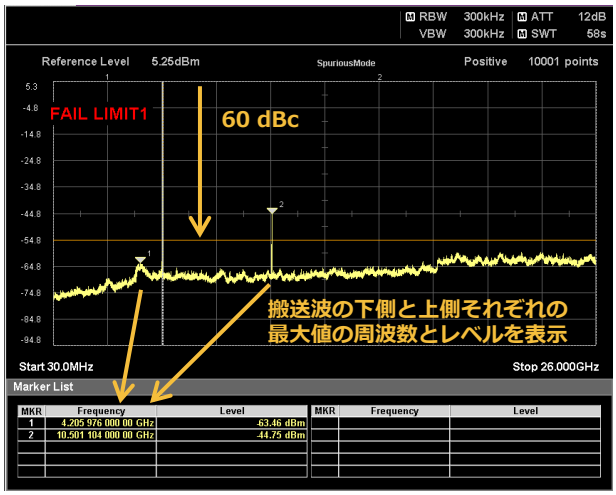



**MS2840A画面例：周波数偏移測定**
標準搭載のFFT解析機能で信号を取り込み、
Freq vs.Time画面のFMCW機能で周波数偏移幅を測定

MS2840Aのスペクトラムアナライザ機能では、帯域外領域およびスプリアス領域の測定を行います。
それぞれ許容値のラインおよび判定結果を画面に表示します。




**MS2840A画面例：帯域外マスク測定・40 dB帯域幅**
（例：20 dB/decade）
**20/30/40 dB decadeから選択可能**




**MS2840A画面例：スプリアス測定**（NG判定の場合）
**最大6つの周波数範囲（セグメント）に分割して測定可能**

## スプリアス領域不要発射において測定器に求められる性能

スプリアス測定において、測定器の性能で注意すべきポイントは表示平均雑音レベル（DANL：Display Average Noise Level）です。

一般的にスペクトラムアナライザでは、周波数が高くなるほどDANLは高くなります。DANLは1ヘルツあたりの電力（dBm/Hz）で表示されていたり、規格を定義している測定器の条件が実際に測定する設定とは違うなど判断が難しいところです。

以下に、スプリアス領域の不要発射で測定器に求められる性能の算出の例を記載します。

### 表示平均雑音レベル（DANL）　※MS2840A データシートより抜粋

18℃～28℃、Detector：Sample、VBW：1 Hz（Video Average）、入力アッテネータ：0 dBにて

MS2840A-044/046

| 周波数 | MS2840A-067未搭載、Frequency Band Mode: Normal | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MS2840A-068/069未搭載 | | MS2840A-068/069搭載、プリアンプ: Off | |
| | MS2840A-044/046 | MS2840A-046<br>MS2840A-019搭載 | MS2840A-044/046 | MS2840A-046<br>MS2840A-019搭載 |
| MS2840A-044/046 | | | | |
| 30MHz ≦ 周波数 < 1GHz | −153dBm/Hz | −153dBm/Hz | −153dBm/Hz | −153dBm/Hz |
| 1GHz ≦ 周波数 < 2.4GHz | −150dBm/Hz | −150dBm/Hz | −150dBm/Hz | −150dBm/Hz |
| 2.4GHz ≦ 周波数 ≦ 3.5GHz | −147dBm/Hz | −147dBm/Hz | −147dBm/Hz | −147dBm/Hz |
| 3.5GHz < 周波数 ≦ 4GHz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz |
| 4GHz < 周波数 ≦ 6GHz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz | −144dBm/Hz |
| 6GHz < 周波数 ≦ 13.5GHz | −151dBm/Hz | −150dBm/Hz | −147dBm/Hz | −146dBm/Hz |
| 13.5GHz < 周波数 ≦ 18.3GHz | −149dBm/Hz | −149dBm/Hz | −145dBm/Hz | −145dBm/Hz |
| 18.3GHz < 周波数 ≦ 26.5GHz | −146dBm/Hz | −146dBm/Hz | −141dBm/Hz | −141dBm/Hz |
| MS2840A-046 | | | | |
| 26.5GHz < 周波数 ≦ 34GHz | −146dBm/Hz | −146dBm/Hz | −141dBm/Hz | −140dBm/Hz |
| 34GHz < 周波数 ≦ 40GHz | −144dBm/Hz | −142dBm/Hz | −135dBm/Hz | −135dBm/Hz |
| 40GHz < 周波数 ≦ 44.5GHz | −140dBm/Hz | −137dBm/Hz | −132dBm/Hz | −130dBm/Hz |

スプリアス領域の測定に求められるスペクトラムアナライザの表示平均雑音レベル（DANL）を計算します。

| | |
|---|---|
| 許容値 | : -60 dBc |
| RBW(1MHz) | : -60 dB (1 Hz/1 MHz) |
| アッテネータ | : -10 dB * |
| 検波(Positive) | : - 8 dB * |
| **マージン** | **: - 6 dB** * |
| 必要性能 | : -144 dBm/Hz* |

＊：計算の一例であり明確に性能が規定されているものではありません。

注意事項：下記のオプションを搭載するとDANLが高くなります。スプリアス領域の測定でご利用になる場合には搭載しないことを推奨します。
MS2840A-067：マイクロ波プリセレクタバイパス
MS2840A-068：マイクロ波帯プリアンプ（MS2840A-046専用）
MS2840A-069：26.5 GHzマイクロ波帯プリアンプ（MS2840A-044専用）

## オーダリングインフォメーション

### シグナルアナライザ MS2840A

| 形　名 | 品　　名 | 備　　考 |
|---|---|---|
| MS2840A | シグナルアナライザ | 本体 |
| MS2840A-044* | 26.5 GHzシグナルアナライザ | 周波数範囲 9 kHz～26.5 GHz、コネクタ N(J) |
| MS2840A-046* | 44.5 GHzシグナルアナライザ | 周波数範囲 9 kHz～44.5 GHz、コネクタ K(J) |
| MX284059B | パルスレーダ測定機能 | 本体に内蔵。外部PCからも制御可能。 |
| MX2840A-019 | 2 dBステップアッテネータ ミリ波用 | MS2840A-046専用。スプリアス測定に必要。 |
| 標準搭載 | 高安定基準発振器 | エージングレート ± 1× $10^{-7}$/年 |
| 標準搭載 | 解析帯域幅 31.25 MHz | FFT（高速フーリエ変換）解析機能 |
| J1398A | N-SMAアダプタ | DC-26.5 GHz、N(P)-SMA(J)、MS2840A-044用。 |

＊：周波数範囲のオプションはいずれか一つ選択してください。後から拡張/変更できませんのでご注意ください。

### USBピークパワーセンサ MA24418A

| 形　名 | 品　　名 | 備　　考 |
|---|---|---|
| MA24418A | USBピークパワーセンサ | 周波数範囲 50 MHz～18 GHz、コネクタ N(P) |
| 1091-81-R | 変換アダプタ | DC～18 GHz、N(J)-SMA(J) |

1091-81-R



### カプラ（推奨品）：Mini-Circuits製 ZCDC10-01263-S+
### Mini-Circuits製 ZCDC10-K0144+

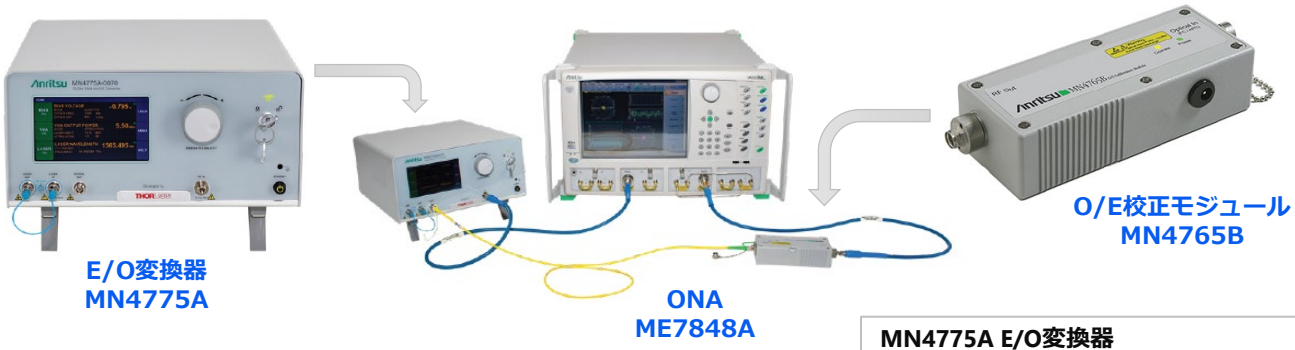
# 無線/光のネットワークの多様化

## 光ネットワークで利用されるデバイス/コンポーネントの評価に
## ～Opto-Electronic Network Analyzer(ONA)～

ME7848A ONAは、E/O・O/Eのデバイス/コンポーネントとサブシステムに対する、エラー補正された伝送特性、群遅延、リターンロスなど測定できます。MN4775A E/O変換器とMN4765B O/E校正モジュールを追加して、異なる波長に簡単に対応できます。 VectorStar ME7838A-100シリーズは、MN4775A E/O変換器を追加することで200シリーズにアップグレード可能です。

850、1310、1550 nmのO/E、E/O、O/Oデバイス測定を実施します。以下の2つのシリーズがあります。

- ME7848A-100シリーズ：VectorStar VNA 、MN4765B O/E校正モジュール
- ME7848A-200シリーズ：VectorStar VNA 、MN4765B O/E校正モジュール、MN4775A E/O変換器




製品概要：

※( )コネクタタイプ

- 周波数モデル　：70 kHz～40(K)/70(V)/110(W) GHz
- 受信 波長範囲　：800-1700, 1480-1620, 1300-1330 [nm]
- NIST(米国国立標準技術研究所)標準特性化：
  MN4765Bの振幅/位相は、NISTで特性化された一次標準器を用いてアンリツで校正しています。
- わかりやすいGUI：ME7848Aの専用メニューにより、測定に必要なセットアップとキャリブレーションをわかりやすくサポートします。

**MN4775A E/O変換器**
自動バイアスコントローラにより安定化されたニオブ酸リチウム(LiNbO3)変調器、波長可変レーザ光源または固定波長レーザ光源で構成されます。E/O変換の安定性は、被測定物(オプトエレクトロニクスデバイス 検出器／受信機)評価の一貫性に重要です。

**MN4765B O/E校正モジュール**
温度ドリフトの影響を除去できる熱安定フォトダイオードを使用した標準器です。フォトダイオードのバイアス電圧はモジュール内部で正確に制御されます。

## オーダリングインフォメーション：

| 形名 | 品名 | 備考 |
|---|---|---|
| ME7848A-0140 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～40 GHz、O/E校正モジュール含む、850 nm |
| ME7848A-0170 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュール含む、1550 nm |
| ME7848A-0171 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュール含む、1310 nm |
| ME7848A-0172 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュール含む、1310 nm/1550 nm |
| ME7848A-0240 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～40 GHz、O/E校正モジュールとE/O変換器を含む、850 nm |
| ME7848A-0270 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュールとE/O変換器を含む、1550 nm |
| ME7848A-0271 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュールとE/O変換器を含む、1310 nm |
| ME7848A-0272 | Opto-Electronic Network Analyzer | 10 MHz～70 GHz、O/E校正モジュールとE/O変換器を含む、1310 nm/1550 nm |

注）他にもオプションをご用意しています。機器構成をご検討の際には、弊社営業または代理店などへお問い合わせください。

本資料は、記載内容をおことわりなしに一部変更する場合があります。
また、各測定画面例の数値結果等は保証される値ではありません。規格値はカタログ/データシートをご覧ください。

アンリツ株式会社　https://www.anritsu.com
通信計測営業本部　営業推進部
TEL:　0120-133-099 / FAX: 046-296-1248
E-mail: SJPost@zy.anritsu.co.jp

弊社提供の資料類は、第三者への移転、輸出及び国外持出しの際には、「外国為替法及び外国貿易法」により日本政府の輸出許可や役務取引許可を必要とする場合があります。また、米国の「輸出管理規則」により、米国政府の再輸出許可を必要とする場合があります。法令に定められた要件に従ってお取り扱いいただきますようお願いいたします。