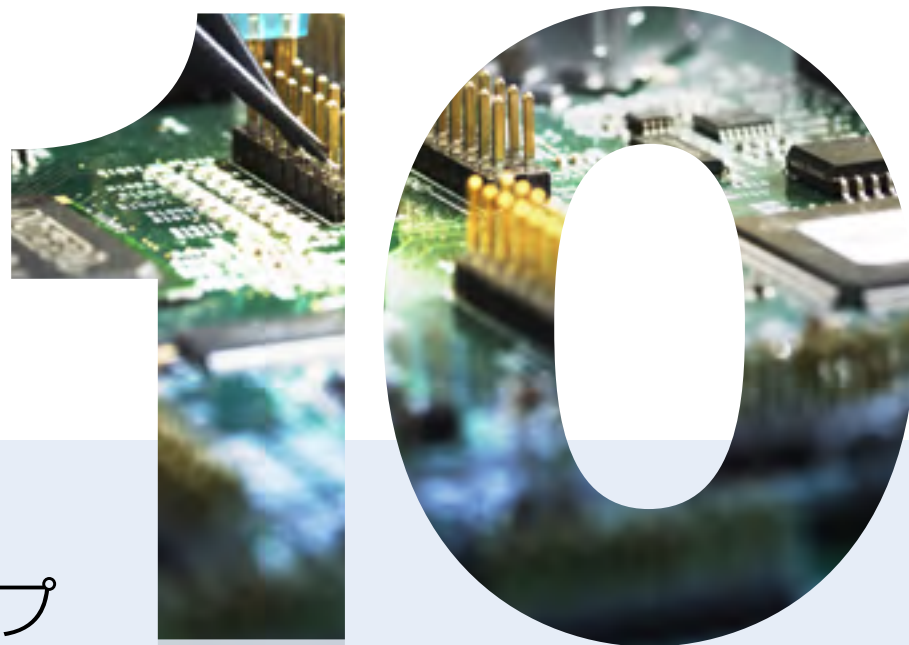




》ベーシック・オシロスコープ
選択に必要な10項目

ベーシック・オシロスコープ選択に必要な10項目

ベーシック・オシロスコープは、回路のトラブルシュートまたは信号品質のチェックのために信号を観測する“窓”として使用されます。一般的に、周波数帯域は50MHzから200MHzであり、ほとんどの実験室、研究室、サービス・センター、製造現場で見ることができます。

このガイドでは、仕事に適したベーシック・オシロスコープを選択する際に最も重要な10の項目について説明します。

この対話型PDFドキュメントには、いくつかの操作方法があります。

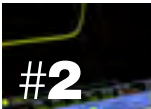
- 目次をクリックします（3ページ）。
- ページ上部のページ番号や章、または矢印ボタンをクリックすると、それぞれのページ、章にジャンプし、移動します。
- キーボードの矢印キーを使用します。
- マウスのスクロール機能を使用します。
- 左クリックすると次のページに、右クリックすると前のページに移動します（フルスクリーン・モードの場合のみ）。
-  アイコンをクリックするとイメージが拡大表示されます。

デジタル・ストレージ・オシロスコープ

オシロスコープは、電子機器を設計、製造、修理する技術エンジニアにとっての基本ツールです。デジタル・ストレージ・オシロスコープ（このガイドでは、以降DSOと呼びます）は、波形を取込んで保存します。波形を観測することで、信号の電圧や周波数、または信号が歪んでいないか、信号間のタイミング、どの程度のノイズがあるかなど、さまざまなことがわかります。



目次

PAGE		PAGE	
» デジタル・ストレージ・オシロスコープの概要 2			
	» 周波数帯域 4		» 自動測定／解析 16
	» サンプル・レート 6		» 使いやすさ 18
	» 十分な入力チャンネル数と、必要なチャンネル数の選択 8		» 接続性 20
	» 対応プローブ 10		» シリアル・バスのデコード 22
	» トリガ 12		» サポート：11番目の項目 24
	» レコード長 14		» お問い合わせ先 25

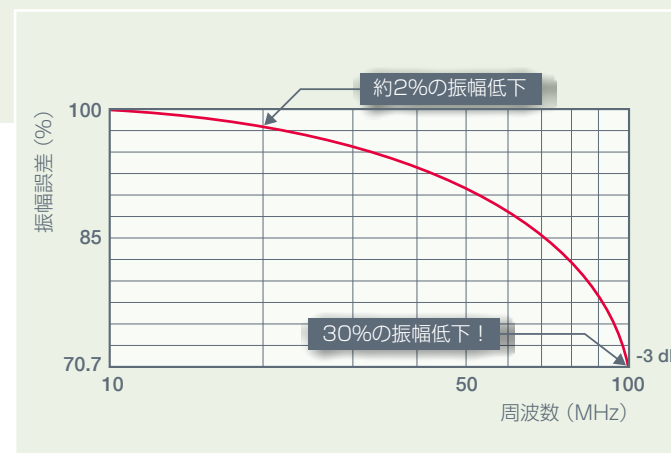


周波数帯域

周波数帯域は、オシロスコープがアナログ信号を測定する能力を示します。特に、正確に測定できる最高周波数を示します。周波数帯域は、価格を決定する要素でもあります。

ニーズの把握

- 例えば、周波数帯域100MHzのオシロスコープは、通常、100MHzの信号が30%未満の減衰で測定できることを保証しています。このオシロスコープで振幅確度2%より良い確度で測定できる入力信号は20MHz未満です。
- デジタル信号では、立上り時間、立下り時間の測定が重要になります。測定できる最も高速な立上り時間は、オシロスコープの周波数帯域、サンプル・レートで決まります。
- プローブとオシロスコープで構成される測定システムで周波数帯域が決まります。低帯域のプローブを使用すると全体としての周波数帯域を低下させてしまうため、オシロスコープに適したプローブを使用する必要があります。

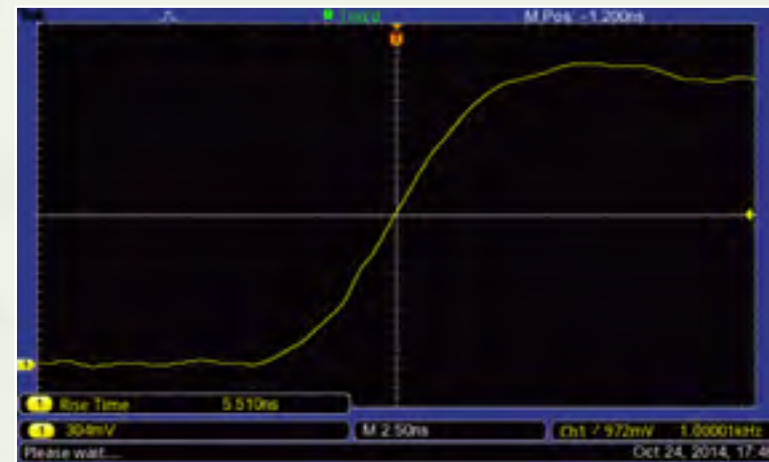


周波数帯域は、正弦波入力信号がその本来の振幅に対して70.7%（-3dBポイント、この例では100MHzのオシロスコープ）のレベルに減衰したポイントにおける周波数と定義されます。

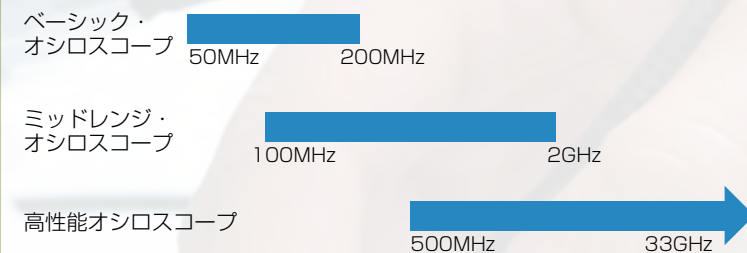
周波数帯域の選択では、“5倍ルール”を使用します。

オシロスコープの周波数帯域は、測定する最高周波数の5倍以上

オシロスコープの周波数帯域が十分ないと、高周波成分の変化を表示できません。波形は歪み、立上りは鈍り、信号の詳細は失われます。

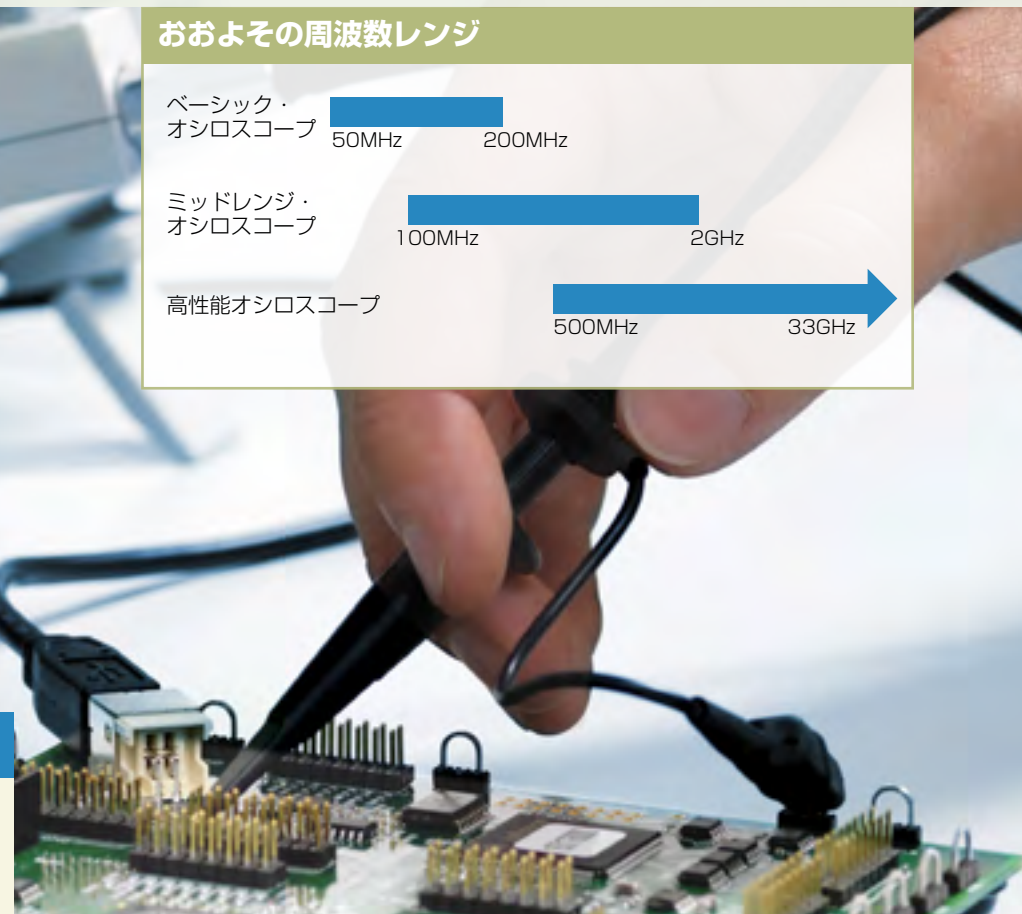


およその周波数レンジ



上位性能のオシロスコープを検討する

ベーシック・オシロスコープの周波数帯域は、通常50MHzから200MHzです。より広帯域が必要な場合は上位性能のオシロスコープが用意されており、周波数帯域は350MHzから数GHzまであります。



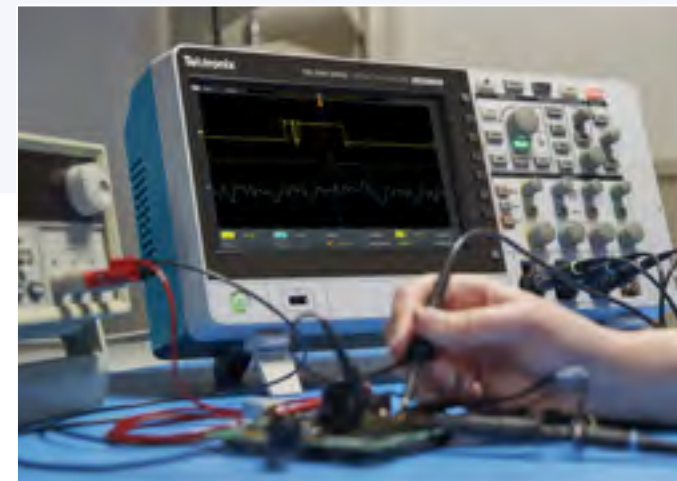
#2

サンプル・レート

オシロスコープのサンプル・レートはビデオ・カメラのフレーム・レートに似ており、どの程度細部まで取込めるかを示します。

二つの把握

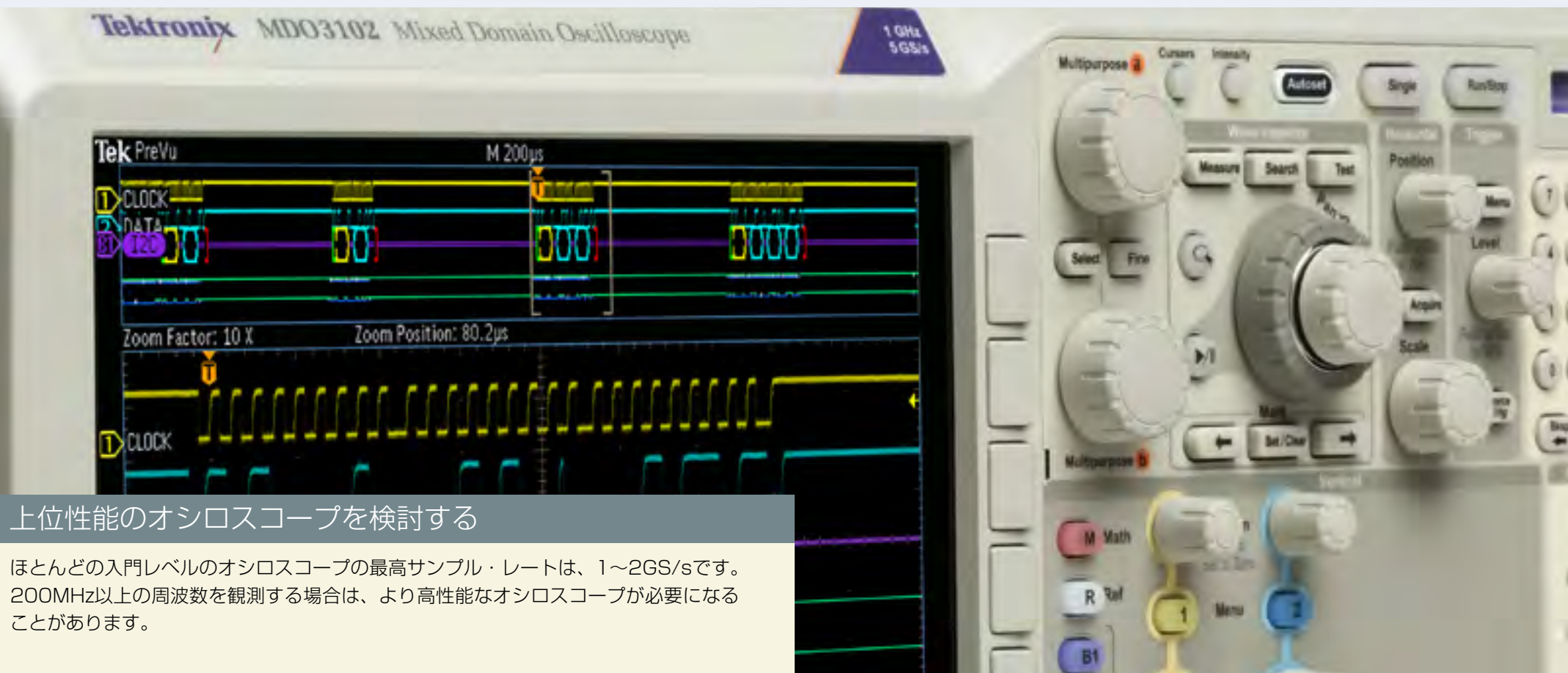
- サンプル・レートはS/s（サンプル数／秒）で表わされ、オシロスコープがどの程度の頻度で信号をサンプリングするかを表します。ここでも“5倍ルール”を推奨しており、回路の最も高い周波数成分の最低5倍のサンプル・レートを使用します。
- ほとんどのベーシック・オシロスコープの最高サンプル・レートは、1~2GS/sです。繰り返しになりますが、ベーシック・オシロスコープの最高周波数帯域は200MHzであるため、オシロスコープの設計エンジニアは最高周波数帯域の5~10倍のオーバーサンプリングで利用できます。
- サンプル・レートが高速であると見落とす情報は少なくなり、テストする信号の細部まで再現できます。ただし、サンプル・レートが高速であるとすぐにメモリが一杯になるため、取込める時間が短くなります。



どの程度正確に再現できるかは、サンプル・レートと補間方法によります。直線補間はサンプル・ポイント間を直線で結びますが、この方法は直線エッジの信号の再現に限定されます。Sin (x)/x補間は、実際のサンプル間を埋めるポイントをサイン関数で求めます。この方法は曲線や不規則な信号形状に適しています。実際には、観測する信号は純粋な方形波パルスではなく、曲線や不規則な信号であることがほとんどです。したがって、ほとんどのアプリケーションではSin (x)/x補間が使用されます。

グリッチの取込み

ナイキストの定理によると、高周波成分を正確に再現し、エイリアシング（アンダーサンプリング）を防ぐためには、最も高い周波数成分の少なくとも2倍の速度でサンプリングする必要があります。しかし、ナイキストは絶対最小であり、正弦波のみに適用され、連続信号を想定しています。グリッチは連続して起きないため、最高周波数成分の2倍のサンプル・レートでは事実上不十分です。



上位性能のオシロスコープを検討する

ほとんどの入門レベルのオシロスコープの最高サンプル・レートは、1~2GS/sです。200MHz以上の周波数を観測する場合は、より高性能なオシロスコープが必要になることがあります。

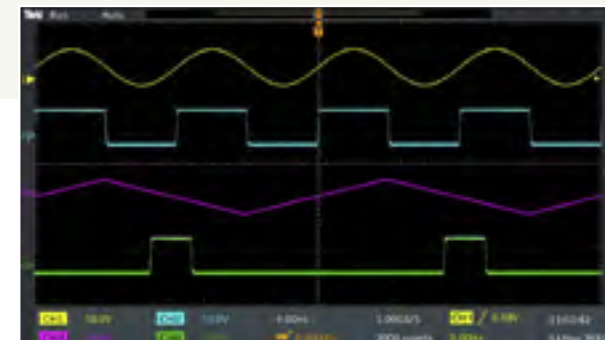
#3

十分な入力チャンネル数と、
必要なチャンネル数の選択

デジタル・オシロスコープは、アナログ・チャンネルをサンプリング、保存、表示します。チャンネル数が多いに越したことはありませんが、チャンネル数が増えると価格に反映されます。

ニーズの把握

- アプリケーションの必要性に応じて2チャンネルまたは4チャンネルを選択します。例えば、2チャンネルあれば、コンポーネントの入力と出力が比較できます。4チャンネルあるとそれ以上の信号が比較でき、さらにそれらのチャンネルの演算処理が可能になります（掛け算することで電力が、引き算することで差動測定が可能になります）。
- ミックスド・シグナル・オシロスコープ（MSO）にはデジタル・チャンネルが追加されており、ハイとローのステートがわかり、バス波形として表示できます。いずれの機種を選ぶにしても、すべてのチャンネルは十分なレンジ、優れた直線性、確度、フラットネス、静電放電に対する耐性を持っている必要があります。
- 機種によっては、チャンネル間でサンプリング・システムを共有しているものもあります。オンにするチャンネル数によっては、サンプル・レートが低下することがあるため、注意が必要です。



必要なチャンネル数の選択

時間的に相関のとれるアナログ／デジタル・チャンネルの数が多いほど、回路で同時に観測できるポイントの数が多くなります。例を挙げると、ワイド・パラレル信号が容易にデコードできます。この例では、2つのアナログ波形、2つのデジタル波形、1つのデコードされたバス波形が表示されています。

アナログ

バス

デジタル



上位性能のオシロスコープを検討する

最新のミックスド・ドメイン・オシロスコープ (MDO) には、スペクトラム・アナライザと専用のRF入力が統合されており、周波数ドメインが測定できます。オシロスコープによっては、ファンクション・ジェネレータを内蔵しているものもあります。

絶縁チャンネルを装備しているものもあり、フローティング測定が簡単に行えます。グランド基準のオシロスコープと違い、入力コネクタのシェルはチャンネル間およびグランドから絶縁されています。

#4

対応プローブ

正確な計測のためには、まずプローブが大切です。オシロスコープとプローブはシステムとして機能するため、オシロスコープを選択する場合、プローブも慎重に検討する必要があります。

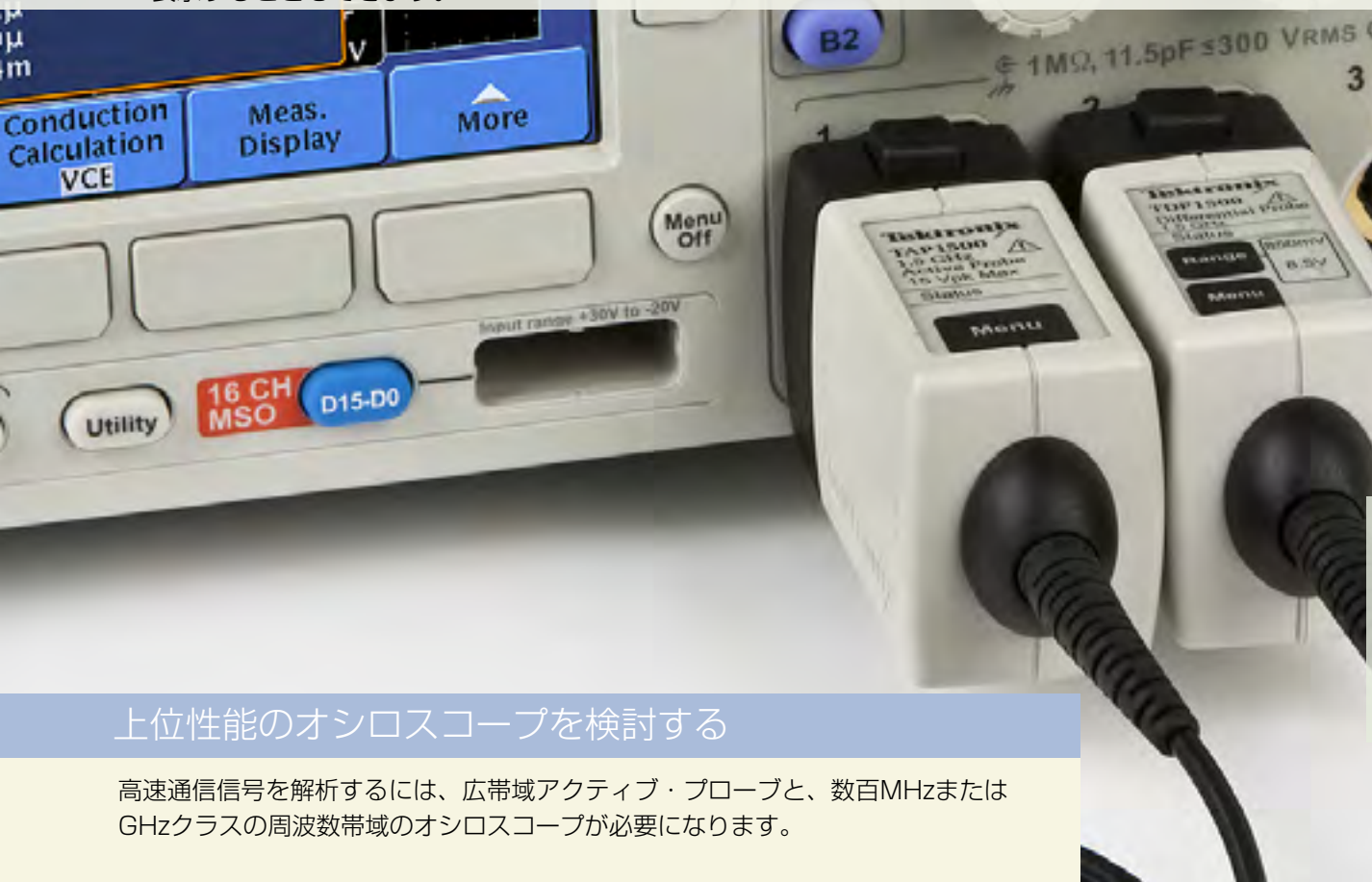
- 測定において、プローブを使用するということはプローブが回路の一部になるということであり、抵抗負荷、容量負荷、誘導負荷となって測定結果に影響を及ぼします。
- この影響を最小限に抑えるため、使用するオシロスコープ用に設計されたプローブを使用します。
- 十分な周波数帯域を備えた受動プローブを選択します。プローブの周波数帯域は、オシロスコープの周波数帯域に合ったものにします。
- 豊富な種類のプローブが用意されており、アプリケーションに合ったプローブが選べます。プローブ購入前に、オシロスコープに適合していることを確認する必要があります。



アプリケーションに合ったプローブ：測定するのは電圧ですか、電流ですか、その両方ですか？信号の周波数は？振幅の大きさは？信号の差分を測定する必要がありますか？何を測定するかによって、必要となるプローブが決まります。

最適なプローブを使用する

- **受動プローブ**：減衰比10：1のプローブでは、測定する回路に抑制されたインピーダンスとキャパシタンスが加わるため、ほとんどのグラウンド基準の測定に適しています。ほとんどのオシロスコープに付属しており、入力チャンネルごとに1本必要になります。
- **高電圧差動プローブ**：差動プローブを使用することで、グラウンド基準のオシロスコープを使用した、安全、正確なフローティング／差動測定が行えます。どの実験室でも、最低は1本用意しておく必要があります。
- **ロジック・プローブ**：MSOのフロント・エンドにデジタル信号を入力する場合にロジック・プローブを使用します。回路基板の小さなテスト・ポイントに接続するために設計された、フライング・リードを含むアクセサリが付属しています。
- **電流プローブ**：オシロスコープで電流プローブを使用すると電流が測定できますが、瞬時電力を計算して表示することもできます。

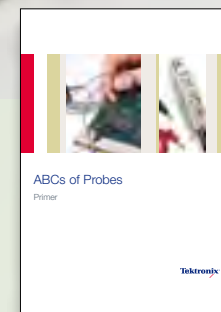


上位性能のオシロスコープを検討する

高速通信信号を解析するには、広帯域アクティブ・プローブと、数百MHzまたはGHzクラスの周波数帯域のオシロスコープが必要になります。

ダウンロード

プローブの種類と仕様の詳細が書かれています。「プローブ入門」がダウンロードできます。



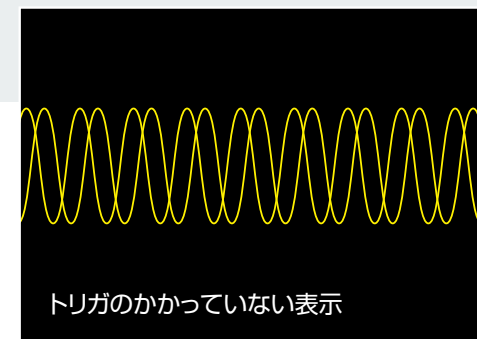
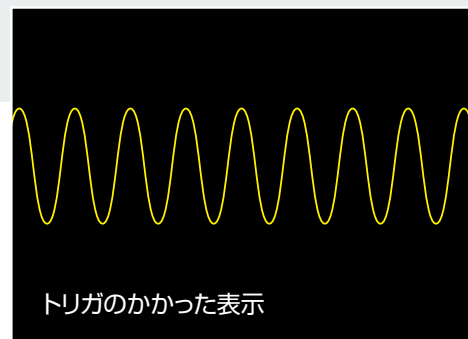
#5

トリガ

トリガは、安定した波形表示を可能にし、複雑な波形の特定の部分に基準を合わせます。

二つの把握

- すべてのオシロスコープにはエッジ・トリガがあり、多くのオシロスコープはパルス幅トリガを備えています。
- 異常信号を取込み、オシロスコープのレコード長を有効に利用するには、より難しい信号のトリガを可能にする拡張トリガを備えたオシロスコープを探す必要があります。
- トリガ・オプションの選択肢が豊富なほど、オシロスコープの用途が広がります（また、問題の原因をすばやく見つけることができます）。
 - ー デジタル／パルス・トリガ：パルス幅、ラント・パルス、立上り／立下り時間、セットアップ／ホールド時間
 - ー ロジック・トリガ
 - ー シリアル・データ・トリガ：組込みシステム設計では、シリアル（I²C、SPI、CAN/LINなど）とパラレル・バスを使用します。
 - ー ビデオ・トリガ



トリガは、現在の波形表示が終わったポイントから次の波形表示を開始するのではなく、信号の適切なポイントでの水平軸スイープの同期をとります。シングル・トリガは、すべての入力チャンネルを同時に取込みます。

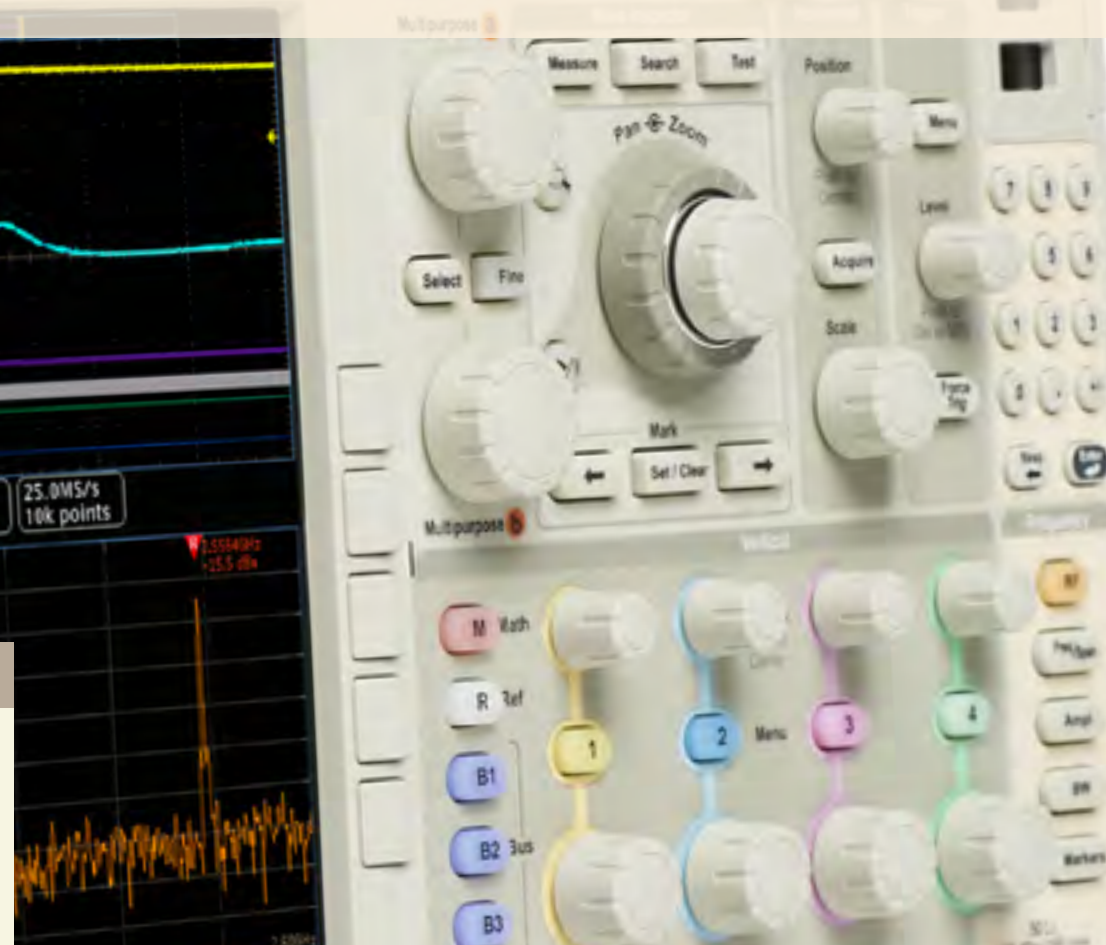
拡張トリガで正しい情報を見つける

トリガにより、波形のグループを特定し、何が問題なのかを知ることができます。特殊なトリガにより、入力信号に対してより厳密に条件を指定し、本来の幅よりも狭いパルス波形であっても簡単に検出することができます。



上位性能のオシロスコープを検討する

シーケンス・トリガは、捕まえにくい信号イベントの取込みに役立ちます。A then Bトリガとも呼ばれ、マルチ・チャンネルのシーケンスをもとに取込むことができます。USBやEthernetなどのシステムで伝送されるデータにトリガするには、ベーシック・オシロスコープ以上の周波数帯域、サンプル・レートが必要になります。

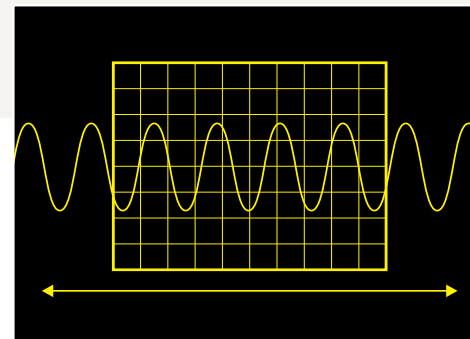


#6 レコード長

レコード長は、波形レコードを構築するポイント数です。オシロスコープは限られた数のサンプルしか保存できないため、一般にはレコード長は長いほど良いとされています。

ニーズの把握

- 波形取込時間＝レコード長÷サンプル・レート。したがって、レコード長1Mポイント、サンプル・レート250MS/sの場合、オシロスコープの取込可能な時間間隔は4msになります。
- 今日のオシロスコープでは、レコード長を選択して最適な波形表示にできるものもあります。
- 優れたベーシック・オシロスコープは2,000ポイント以上のレコード長を持っており、安定した正弦波信号（500ポイント程度が必要）では十分な長さです。しかし、複雑なデジタル・データ・ストリームでのタイミング異常の原因を特定するには、1Mポイント以上のレコード長を検討する必要があります。
- ズーム／パン機能は、特定のイベントをズームし、時間的に前後を移動することができます。
- サーチ&マーク機能は、取込んだ波形すべてをサーチして、ユーザが設定したすべての条件に合致したイベントに対して自動的にマーカを付けることができます。



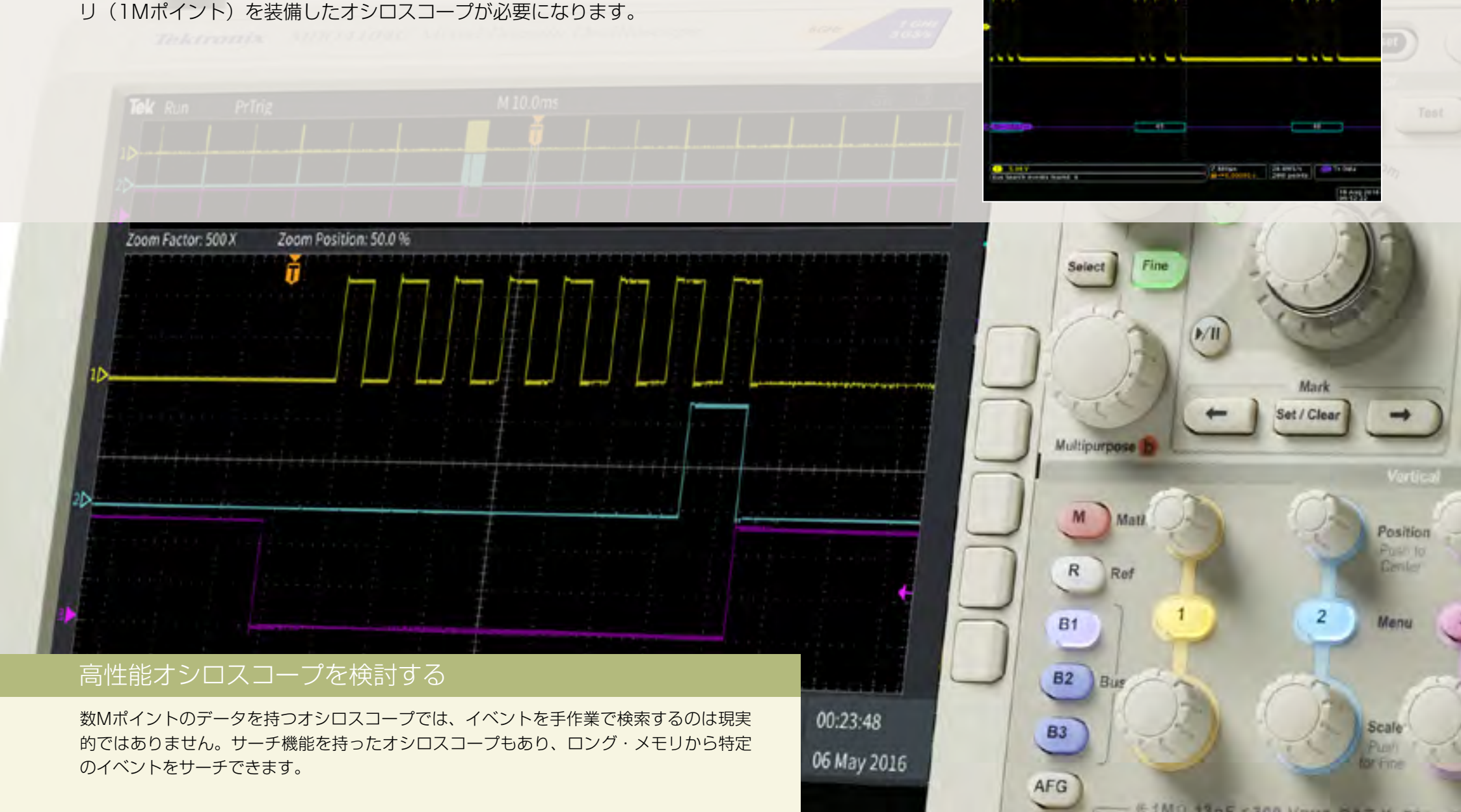
何百万ポイントのレコード長を持つオシロスコープは、数多くの画面分の信号の動きを観測できるため、複雑な波形を調べる上で重要になります。

保存できるポイント数（データ量）は限られているため、取込める波形の時間間隔はオシロスコープのサンプル・レートに反比例します。

波形取込時間＝レコード長÷サンプル・レート

ロング・メモリの観測

I²Cシリアル・データ・ストリームの意味を理解するには、ロング・メモリ（1Mポイント）を装備したオシロスコープが必要になります。



高性能オシロスコープを検討する

数Mポイントのデータを持つオシロスコープでは、イベントを手作業で検索するのは現実的ではありません。サーチ機能を持ったオシロスコープもあり、ロング・メモリから特定のイベントをサーチできます。



自動測定／解析

自動波形測定により、正確な数値での読取りが簡単に行えます。

ニーズの把握

- ほとんどのオシロスコープは、前面パネルの押しボタンやスクリーン・メニュー操作による自動測定機能を備えています。
- 多くのベーシック・オシロスコープの測定項目としては、振幅、周期、立上り／立下り時間が含まれています。さらに平均値、実効値の計算、デューティ・サイクル、数学的な計算も行えます。
- ゲート測定機能では、画面の特定のエリアまたはカーソル間で測定対象エリアを限定することができます。
- チャンネル演算機能では、複数の波形の加算、減算、乗算が行えます。波形の乗算では、電圧と電流を掛け合わせることで電力が求められます。減算することで、差動測定に近い演算が行えます。
- FFT（Fast Fourier Transform、フーリエ変換）により、取込んだ波形の周波数成分が観測できます。

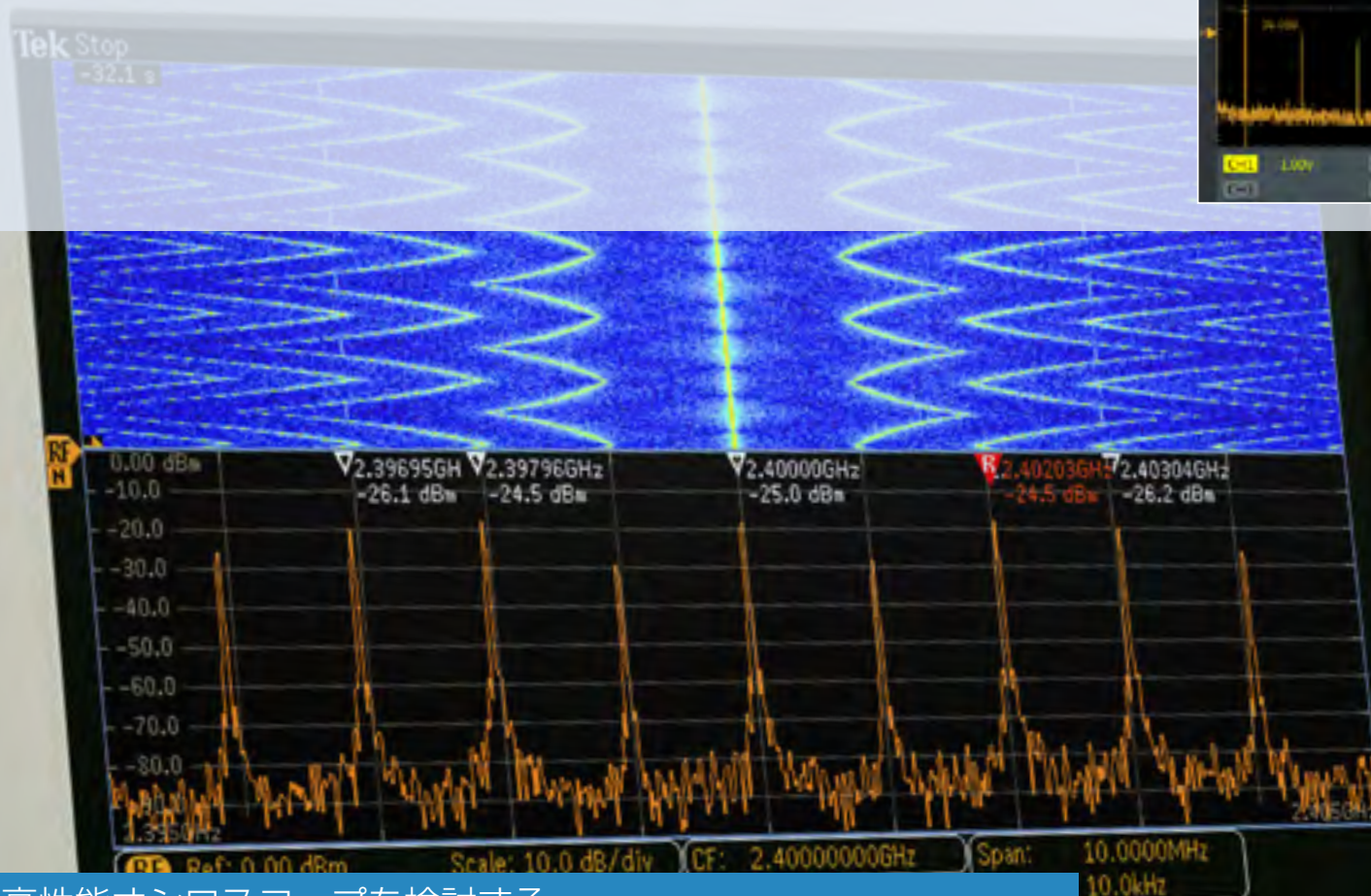
自動測定される項目の例

時間	周波数	周期	立上り時間	立下り時間
	遅延	位相	正のパルス幅	負のパルス幅
振幅	正のデューティ・サイクル	負のデューティ・サイクル	バースト幅	
	ピーク・ピーク	振幅	最大値	最小値
その他	ハイ	ロー	正のオーバーシュート	負のオーバーシュート
	平均値	サイクル平均値	実効値	サイクル実効値
その他	正のパルス数	負のパルス数	立上りエッジ数	立下りエッジ数
	領域	サイクル領域	位相	遅延FR（立下り－立上り）
その他	遅延FF（立下り－立下り）	遅延RR（立上り－立上り）	遅延RF（立上り－立下り）	

自動測定の結果は画面上に数値で表示され、画面の目盛を直接読取るよりも正確です。

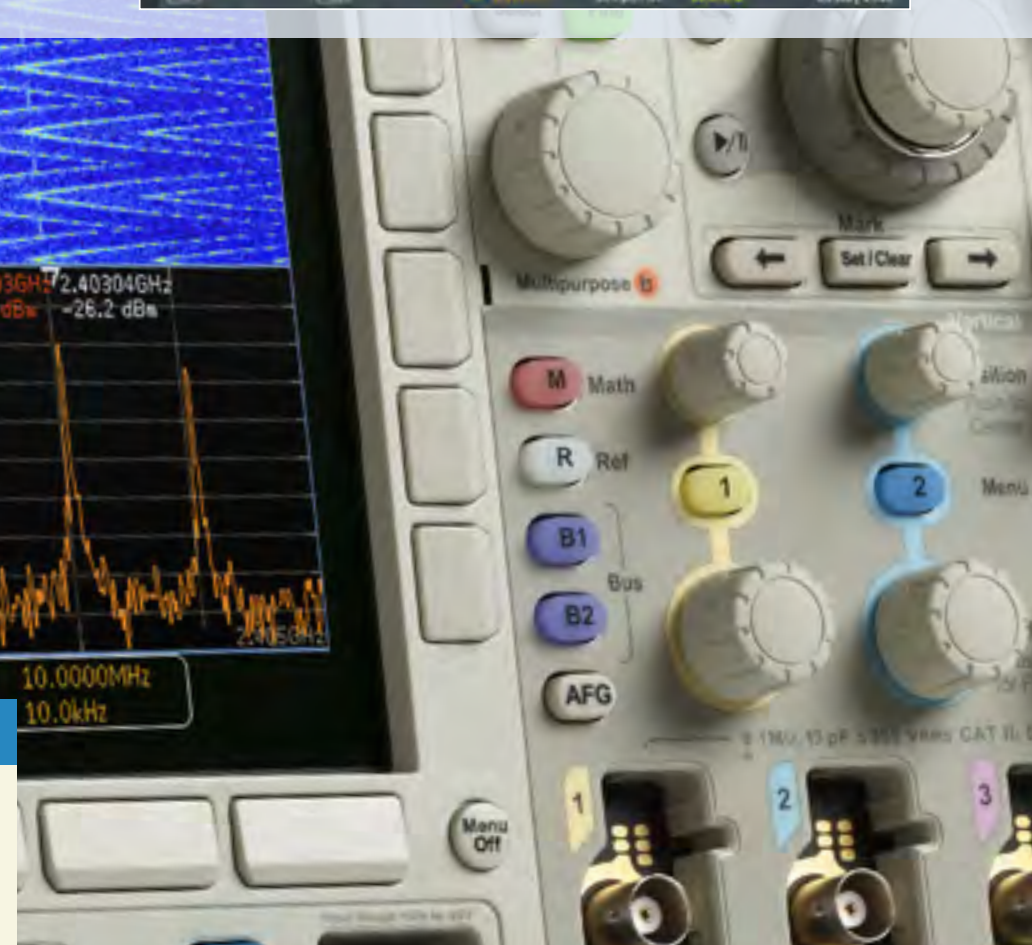
周波数ドメインのウィンドウ

ベーシック・オシロスコープにはFFTを装備しているものもあり、取込んだ波形のスペクトラムが観測できます。これは、ノイズ源を特定する場合などに便利な機能です。



高性能オシロスコープを検討する

ベーシック・オシロスコープは、スペクトラム・アナライザのように小さなRF信号を観測できるほどの十分なダイナミック・レンジを持っていません。一方、MDOは専用のスペクトラム・アナライザ入力を装備しているため、小さなRF信号でもはっきりと観測できます。



#8

使いやすさ

オシロスコープは、日頃使用しないユーザにとっても使いやすいものでなければなりません。その操作性は、ユーザ・インタフェースが重要な要素となります。

ニーズの把握

- 頻繁に行う設定では、専用のノブを持っている必要があります。
- AUTOSETやDEFAULTボタンがあると、ただちに設定機能が実行されます。
- オシロスコープの操作に対する反応は機敏で、ただちに応答する必要があります。
- ユーザ独自の言語に対応したメニュー・システム、内蔵ヘルプ、マニュアルが備わり、前面パネルのオーバーレイも装備していることが望めます。

教育用途

オシロスコープの比較的新しい機能として、実験手順や測定のヒントをディスプレイ上に表示するものがあります。
また、レポート作成機能もあり、学生の実験などに役立ちます。



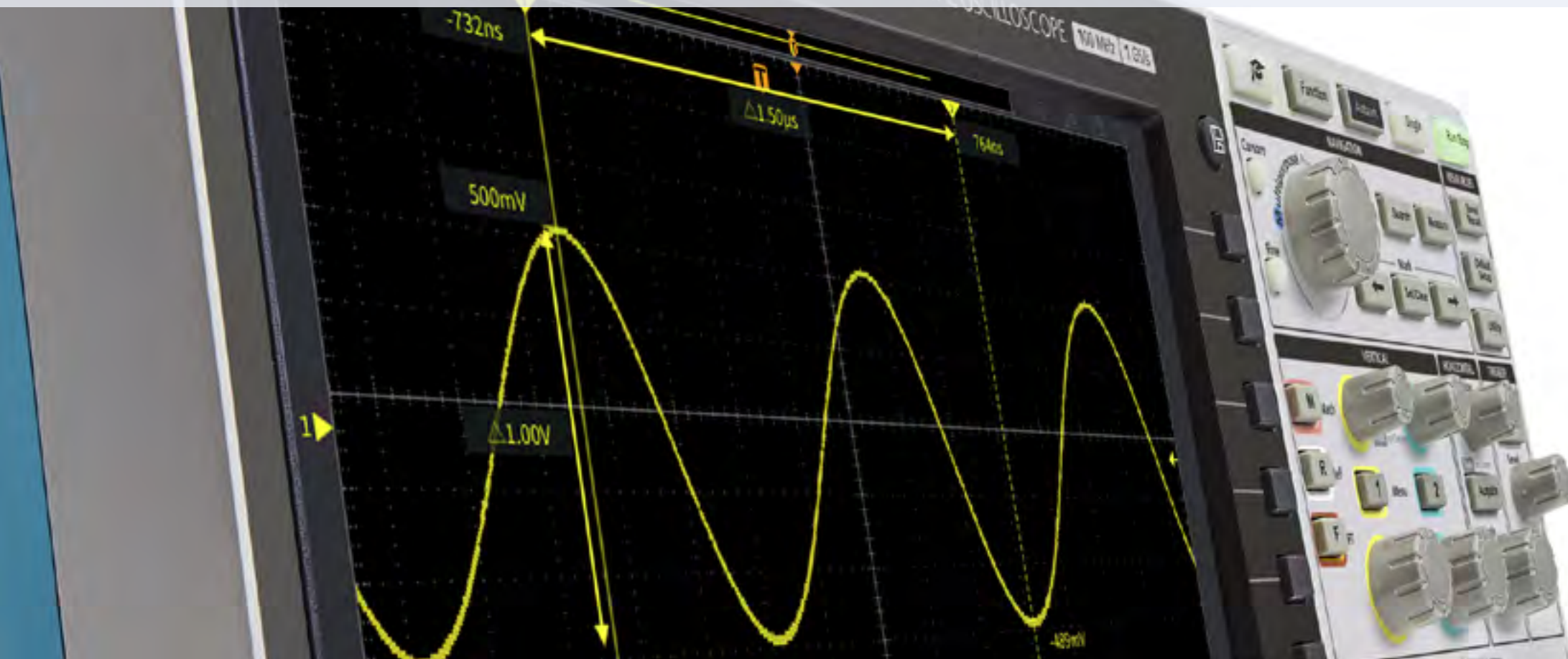
ほとんどの人は、オシロスコープを毎日操作しません。直感的な操作により、日頃オシロスコープを使用しないユーザでも違和感なく操作でき、日頃オシロスコープを使用しているユーザはさらに高度な機能を使いこなせます。多くのオシロスコープは、実験室や現場で使用できるようにポータブルに設計されています。

[ビデオを見る](#)

仕事の仕方に合わせた操作方法

オシロスコープは、さまざまな方法で操作できる必要があります。内蔵ヘルプは便利な内蔵マニュアルとして使用でき、スマート・メニューはマルチ機能、状況対応コマンドにも簡単にアクセスできます。

アイコンによる
グラフィック・
インタフェースでは、
高度な機能を直感的に
使用できます。





接続性

オシロスコープとコンピュータを直接に接続、またはポータブル・メディア経由でデータを転送することで、詳細な解析、容易なドキュメント作成、測定結果の共有が可能になります。

ニーズの把握

- レポートを作成しますか？多くのオシロスコープは、取り扱いが容易なJPG、BMPまたはPNGファイルを簡単に生成できます。
- サードパーティの解析／ドキュメント・ソフトウェアとの互換性を確認する必要があります。オフライン解析用のCSVファイルを生成できますか？
- しっかりと書かれたプログラマーズ・マニュアル、プログラム例があることを確認します。独自のプログラムを記述する場合、独立したプログラマーズ・マニュアルは大いに役立ちます。
- 多くのオシロスコープは、画面を取込み、波形データを収集し、オシロスコープ設定を保存するためのソフトウェアを付属していたり、またはダウンロードできるようになっています。
- 使い慣れているプログラム環境が用意されていることを確認します。利用可能なドライバがあると、作業のための時間が大幅に短縮できます。
- ある時点でオシロスコープをラック・システムに組込む予定がある場合、ラック・マウント・キットが用意されていることを確認します。
- VGA出力を装備しているオシロスコープもあり、外部モニタを接続してグループでオシロスコープ画面を観測することもできます。
- Wi-Fiサポート：ケーブルを使用せずにオシロスコープとの通信が可能



標準的なインタフェースとしては、USB、Ethernet、GPIB、またはRS-232があります。現在最も一般的なインタフェースがUSBであり、ほとんどのコンピュータが装備しています。Ethernetは電氣的に安定しており、インターネットを介してリモートで接続できます。

インタフェースについて

インタフェースを使用することで、オシロスコープとその他の作業環境が統合できます。

- USBホスト・ポート：迅速、簡単なデータ保存、印刷、USBキーボードの接続が可能
- USBデバイス・ポート：PCとの接続、またはプリンタに接続して直接印刷が可能
- Ethernetポート：ネットワーク接続が可能になり、対応可能なソフトウェアでスクリーンショット、波形データ、測定結果を取込むことが可能
- ビデオ・ポート：モニタまたはプロジェクタを接続してオシロスコープの画面を表示可能
- Wi-Fiサポート：ケーブルを使用せずにオシロスコープとの通信が可能



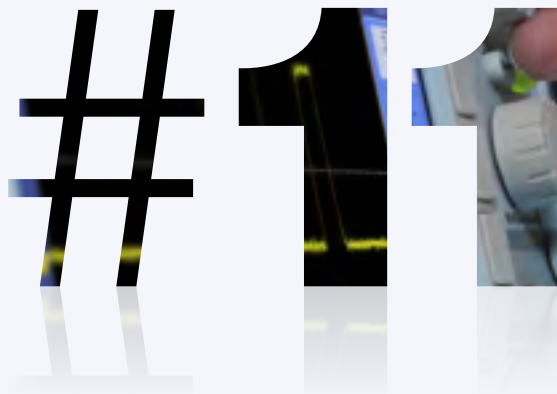
将来のニーズを考える

複雑な電子回路の設計が牽引となり、多くの業界で技術革新が起きています。オシロスコープは、現在、将来のアプリケーション・ニーズに対応したすべての機能を持っていなければなりません。



高性能オシロスコープを検討する

高性能オシロスコープでは、より多くのシリアル・バスがサポートされるようになっています。USBやEthernetなどのシステムで伝送されるデータにトリガするには、ベーシック・オシロスコープ以上の周波数帯域、サンプル・レートが必要になります。



サポート：11番目の項目

すべての仕様と機能について考察してきましたが、ここで、製品購入後のサポートについて考えてみます。

- ユーザの言語による、製造メーカーの総合ウェブ・サイト
- Eメール、または電話による顧客サポート
- 広範囲な特約店ネットワーク
- マニュアルのダウンロード
- 信頼でき、アクセスが容易な修理／校正サービス
- 技術を理解し、特定の測定の学習に役立つアプリケーション・ノート
- ソフトウェアとドライバ

これらのサポートは、製品リサーチの段階でも利用できます。製品選択時にこれらのサポートを利用することで、製品購入後における不安や戸惑いを回避することができます。





jp.tek.com

テクトロニクス／ケースレイインストルメンツ

お客様コールセンター：技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡

TEL: 0120-441-046 ヨリ良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～18:00
(土日祝日および当社休日を除く)

サービス・コールセンター：修理・校正の依頼

TEL: 0120-741-046 なんと良い オシロ 営業時間／9:00～12:00・13:00～17:30
(土日祝日および当社休日を除く)

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階

記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

Copyright © 2017, Tektronix. All rights reserved. TEKTRONIX およびTEK はTektronix, Inc. の登録商標です。
記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

2017年11月 3GZ-1019769-1