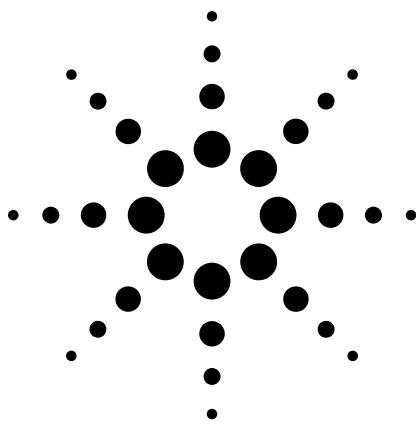


適切なオシロスコープを選定するための10ステップ



オシロスコープは毎日使うものですが、使用条件にあった正しいオシロスコープを選定するのは重要な作業です。異なるメーカーの製品仕様や特徴を比較検討するのは時間の無駄であり、混乱の元になります。以下に紹介するステップは、選定作業を短縮し、共通の間違いを避けるためのものです。これから使おうとするオシロスコープがどのメーカーのものであっても、以下のステップによって装置を客観的に評価することができます。

これらの10ステップを完了すれば、業務に最適なオシロスコープを選定するための情報が得られます。

装置を選定する場合、まず価格が問題

になります。オシロスコープの価格は、帯域、サンプルレート、チャネル数、メモリ容量など多くの要素によって異なります。価格だけを基準にしてオシロスコープを購入するのであれば、意図した性能が得られないことがあります。そのため、価格よりも価値を重視します。予算が限られている場合には、レンタルを利用するか中古の装置を購入するとよいでしょう。

1. アナログかデジタルかを決める

アナログとデジタルのオシロスコープにはそれぞれ長所と短所があります。最近の技術の進歩によって、デジタルオシロスコープはより高性能になり、応答性が向上し、価格も下がっています。

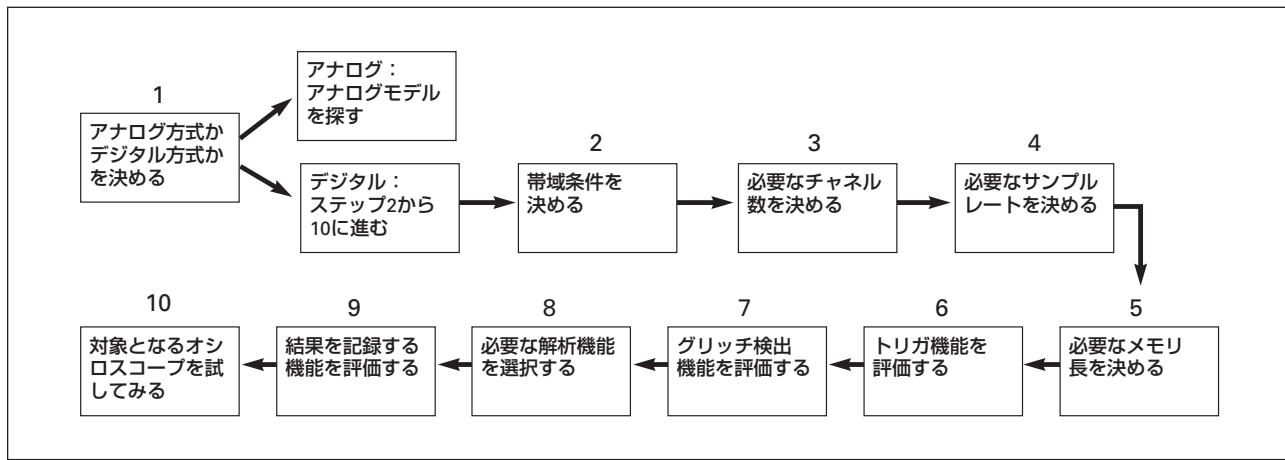
す。このような改良によって、デジタルオシロスコープをしのぐ長所をアナログオシロスコープに見いだすのは困難です。

アナログオシロスコープの長所としては以下の点があげられます。

- 使いなれた操作性
- 即座に更新して表示するためリアルタイムの調整が可能
- 垂直感度、タイムベース速度、トレース位置、トリガレベルなどのような使用頻度の高い調整を専用機構で直接制御
- 低価格

10ステップを完了すれば、業務に最適なオシロスコープを選定するための情報が得られます。

装置を選定する場合、まず価格が問題



ご注意

2002年6月13日より、製品のオプション構成が変更されています。
カタログの記載と異なりますので、ご発注の前にご確認をお願いします。



Agilent Technologies

アナログオシロスコープの短所は次のとおりです。

- 低精度
- 表示が不鮮明でちらつきがある
- トリガ前の状態を見る機能がない
- 帯域に制約がある
- 所有するにはコスト高
- 測定機能に制約がある

デジタルオシロスコープの長所は次のとおりです。

- 表示用記憶装置
- 高精度測定
- 事実上すべての掃引速度で鮮明で焦点調節に優れた表示
- トリガ前の状態表示機能
- ピーク／グリッチ検出
- 自動測定
- コンピュータ、プリンタ、プロッタとの接続
- 波形一致機能を含む波形処理機能
- 平均化および無限持続表示モード
- 自己校正機能

デジタルオシロスコープの短所は次のとおりです。

- 比較的コスト高
- 操作が分かりにくい（多機能であるため）

使用目的に応じてアナログオシロスコープとデジタルオシロスコープの長所と短所を考慮します。必要とする機能をもつデジタルオシロスコープを選択したら、ステップ2から10に進みます。

2. 帯域条件を決める

AC波形を測定する装置は、通常、最大周波数をもっており、これを超えると測定精度が低下します。この周波数が装置の帯域幅であり、通常、装置の周波数応答が3dB低下する周波数として定義されます。必要とする帯域幅の量は、測定する信号の特性と希望の測定精度によって決まります。

オシロスコープの帯域幅には、繰り返し（アナログ）帯域幅とリアルタイム帯域幅の2種類があります。多くのデ

ジタルオシロスコープは、基本サンプリングレートよりも高い繰り返し帯域幅を提供します。信号が繰り返し型である場合には、オシロスコープは、これをすべて一度にサンプリングする必要がありません。オシロスコープは、トリガが発生するたびに波形の一部を取得し、多くのトリガサイクルの後で表示トレースを生成します。（通常、この処理はきわめて高速に行なわれますので、ユーザはその発生を意識しません。）そのため、繰り返し帯域幅仕様は、オシロスコープのサンプリングレートには依存しません。実際には、オシロスコープのアナログ増幅部の帯域幅を測定したものになります。

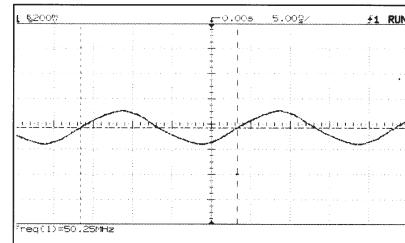
リアルタイム帯域幅は、繰り返し型でない信号またはシングルショットの信号に適用されます。このような信号は、オシロスコープが1回のトリガでデジタル化するものです。したがって、リアルタイム帯域幅は、オシロスコープのサンプリングレートに依存します。また、サンプリングレートと帯域幅の比率は変化します。オシロスコープにデジタル再構成機能がある場合、比率は4から1になります。再構成機能がない場合には、通常、比率は10から1になります。

サンプリングレートの詳細については、ステップ4を参照してください。多くの波形には、波形の基本周波数よりも何倍もの有意な周波数要素が含まれています。たとえば、方形波には、信号の基本周波数よりも少なくとも10倍の周波数があります。オシロスコープの帯域幅が大きくなるほど、高周波数要素をより詳細に表示できます。

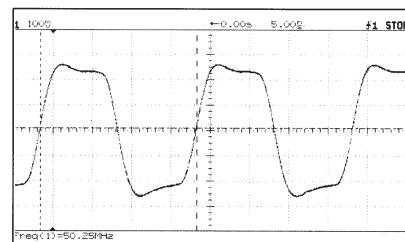
以下に示す画面のスナップショットは、異なる帯域幅をもつ4種類のオシロスコープで同じ50 MHzの方形波を表示したものです。

500 MHzのオシロスコープは、高周波数をきわめて詳細に示しており、信号の立ち上がり時間がよく分かります。150 MHzのオシロスコープによる表示では高周波数の詳細情報が失われています。表示された立ち上がり時間は、実際よりも遅くなっています。100 MHzのオシロスコープでは立ち上がり時間

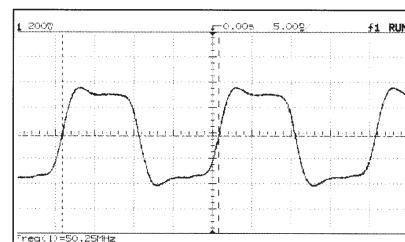
がさらに遅くなっています。次に振幅減衰に注目してみます。方形波の基本周波数よりも低い帯域幅をもつオシロスコープを使って波形を表示すると、結果の表示に大きなひずみが生じます。原則として、オシロスコープの帯域幅は、測定対象とする最高速の信号の基本周波数の少なくとも3倍である必要があります。さらに高い精度が要求さ



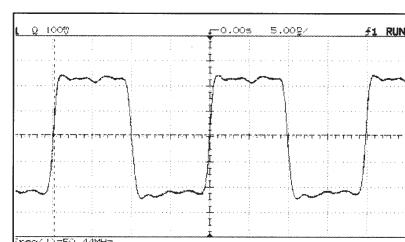
20 MHzのオシロスコープで測定した50 MHz方形波



100 MHzのオシロスコープで測定した50 MHz方形波



150 MHzのオシロスコープで測定した50 MHz方形波



500 MHzのオシロスコープで測定した50 MHz方形波

れる場合には、さらに広い帯域幅が必要になります。オシロスコープの周波数応答では対応できない正確な振幅測定を行なうためには、オシロスコープの帯域幅を測定信号の周波数の10倍にします。

代表的な装置の場合、立ち上がり時間と帯域幅の関係は次のとおりです。

$$T_r = \frac{0.35}{3 \text{ dB} \text{ 帯域幅 (ヘルツ)}}$$

タイミング測定の場合、信号の立ち上がり時間とオシロスコープの立ち上がり時間の比率が高くなればなるほど、誤差が小さくなります。次の表を参照してください。

信号 T_r と オシロスコープ T_r の比	計算された 測定誤差
1 : 1	41.4%
3 : 1	5.4%
5 : 1	2.0%
10 : 1	0.5%

要約すると、帯域幅が広くなればなるほど（立ち上がり時間が早くなればなるほど）、測定結果が正確になります。

注意点を以下に示します。

- プローブを使っても測定精度に影響が出ます。
- オシロスコープによっては、特定の電圧範囲または 50Ω にかぎって最高性能を実現する帯域幅定格をもつものもあります。
- アナログオシロスコープの帯域幅が400 MHzを超えることはまれですが、デジタルオシロスコープの場合、帯域幅が最大50 GHzになるものもあります。

3. 必要なチャネル数を決める

必要なチャネル数は、被測定物によって異なります。2チャネルのオシロスコープが最もよく使われます。ただし、多くの技術者は、多様な業務に対応することから4チャネルのオシロスコープをよく使います。

注意点を以下に示します。

- 同じトリガが発生したときに複数のチャネルを取得する必要があるかどうかを判断します。必要である場合には、同時取得機能をもつオシロスコープを選ぶか、各チャネルに対してA/D変換器を別に取り付けます。信号が繰り返し型である場合には、同時取得機能は不要です。
- オシロスコープには2+2構成のものがあります。ここで、2入力はフルチャネルで、残りの2入力は制限付きの減衰範囲をもつ補助チャネルです。この場合、2入力のA/D変換器だけを4入力のチャネルで共有します。補助チャネルによって、デジタル信号を柔軟に調べることができます。
- 2チャネルのオシロスコープでは外部トリガが利用できますので、表示用チャネルの1つをトリガにする必要がありません。
- デジタルタイミング測定を実施し、4チャネルでは不十分な場合にはロジックアナライザを検討します。垂直解像度は得られませんが、チャネル数は多くなり、トリガと解析に関する拡張機能が得られます。

4. 必要なサンプルレートを決める

シングルショット測定の性能に重要な要因がサンプルレートです。これは、オシロスコープが入力信号の「スナップショット」を得るための速度です。サンプルレートが高いほど、リアルタイム帯域幅が広くなり、リアルタイム解像度が向上します。

ほとんどのオシロスコープメーカーは、サンプルレートとリアルタイム帯域幅の比を少なくとも4:1(デジタル再構成機能を使用する場合)または10:1(デジタル再構成機能を使用しない場合)にしてエリアジングを防いでいます。オシロスコープによっては、サンプルレートを独立に制御するものもあります。すなわち、一方が他方に影響を及ぼす設定をせずに、サンプルレートと画面に表示されるデータ量(タイムベース)の両方を調整できます。この機能によって、希望の解像度を維持することができます。

注意点を以下に示します。

- オシロスコープで指定したサンプルレートは、單一チャネルの取得だけに適用される場合があります。複数のチャネルが起動されている場合、オシロスコープによっては、サンプルレートが減少するものがあります。このため、信号の帯域幅に関してオシロスコープのサンプリング速度を変化させることによって、信号にエリアジングが発生する可能性が大きくなります。
- 記録長が限られているため、大部分のオシロスコープは、きわめて高速な掃引速度では最大レートだけでサンプリングを行ないます。また、低速の掃引速度ではサンプルレートは減少します。
- シングルショットイベントを捕捉する場合、サンプルレートと同様にメモリ容量も重要な要素です。中断することなくパルス列を取得する必要がある場合には、適切な解像度すべての事象が捕捉できるように、オシロスコープに十分なメモリが必要になります。
- サンプルレートは、表示アップデート・レートには無関係です。

5. 必要なメモリ長を決める

必要なメモリ長は、全体の測定時間と必須な時間解像度によって異なります。高解像度で長時間記録する場合には、多くのメモリが必要になります。大容量のメモリを使えば、低い掃引速度でも高いサンプルレートを使うことができます。そのため、エリアジングの可能性が少くなり、波形をさらに詳細に調べることができます。

必要な記録長は、次の式で求めることができます。

$$\text{記録長} = \frac{\text{タイムスパン}}{\text{必要な分解能}}$$

大容量メモリの短所は、大量のデータを処理する必要性から、オシロスコープの応答が遅くなるという点です。

6. トリガ機能を評価する

多くの汎用オシロスコープには、トリガ機能が備わっています。業務によっては、拡張トリガ機能があると便利な場合があります。高度なトリガ機能を使えば、表示したいイベントを取り出すことができます。デジタル処理の場合、複数のチャネルを通じて特定のパターンでトリガを生じさせると大変便利です。さらに、状態のトリガによって、パターントリガをクロックエッジに同期させることができます。グリッチトリガを使えば、正または負になるグリッチでトリガを起動したり、特定の幅よりも大きなまたは小さいパルスでトリガを起動したりすることができます。これらの機能は、特にトラブルシューティングに便利です。障害箇所でトリガを起動し、時間軸の後ろのほうを調べて（遅延または水平位置つまみを使用）、問題の原因を見つけます。さらに高度なロジックトリガが必要な場合には、ロジックアナライザを検討します。

TVトリガは、調べたいフィールドと特定のラインでトリガを発生できます。オシロスコープによっては、これはオプション機能になります。

7. グリッチ検出機能を評価する

オシロスコープがグリッチを検出する機能には、3つの重要な要素があります。

アップデート・レート：デジタルオシロスコープは最初にデータを取得し、次に処理し、最後にこれを表示します。オシロスコープが行なうこの3段階の工程の1秒当たりの回数が、アップデート・レートです。アップデート・レートが速いオシロスコープでは、頻度の低いグリッチを検出する可能性が高くなります。マルチプロセッサ構成のオシロスコープは、通常のシングルプロセッサのオシロスコープに比べてアップデート・レートが何倍も速くなりますので、頻度の低いグリッチを検出するのに適しています。マルチプロセッサ構成では、アナログオシロスコープの表示に匹敵する表示性能と応答性が可能です。

ピーク検出機能：大部分のデジタルオシロスコープは、サンプルポイントを単に破棄することによって遅い掃引速度の有効サンプルレートを低減します。これには問題があります。それは、高速のタイムベース設定で簡単に測定できる狭いパルスやグリッチが、掃引速度の低下とともに消滅するからです。そこで、ピーク検出またはグリッチ検出と呼ばれる特殊な取得モードを検討します。このモードによって、すべての掃引速度で最大のサンプルレートが得られます。また、それぞれのサンプル期間で発生する最小値と最大値が記録されます。検出可能な最小グリッチは、オシロスコープのサンプルレートによって変化します。

グリッチトリガ：グリッチトリガ機能をもつオシロスコープを使えば、検出しにくいグリッチを分離し、ここでトリガを起動できます。この高度な機能によって、回路動作の障害原因を見つけることができます。トリガの詳細についてはステップ6を参照してください。

8. 必要な解析機能を選択する

自動測定と内蔵の分析機能によって時間が節約でき、作業が簡単になります。通常、デジタルオシロスコープには、アナログオシロスコープにはないいくつかの測定機能と解析オプションが装備されています。

数値演算機能には、加減乗除、積分、微分があります。測定統計（最小、最大、平均）によって測定の不確定性が明確になりますので、ノイズとタイミングマージンの特性を決定するときに不可欠です。デジタルオシロスコープには、FFT機能をもつものもあります。これらの高度な機能をすべて備えたオシロスコープは高価ですので、予算を考慮して選定する必要があります。これらの機能を備えたオシロスコープを選定するときには、当面の業務を指針にします。

9. 結果を記録する機能を評価する

大部分のデジタルオシロスコープは、GPIB、RS-232、またはセントロニクスインターフェースによってコンピュータ、プリンタ、プロッタと接続できます。利用可能なインターフェースと互換性のあるプリンタについて調査します。印字品質に関しては、感熱プリンタに比べてレーザープリンタとインクジェットプリンタのほうがはるかに高品質です。

デジタルオシロスコープにはフロッピーディスクドライブ付きの製品、または波形イメージと波形データをコンピュータに簡単に転送するソフトウェアパッケージ付きの製品もあります。このような機能があると、スクリーンショットを報告書に取り込み、波形データをスプレッドシートに転送するときに時間を節約し、手間を省くことができます。

10. 対象となるオシロスコープを試してみる

詳細は計測お客さま窓口
(0120-421-345) まで

以上の9ステップを考慮すると、使用条件にかなうオシロスコープの選択範囲がせばまります。最後に対象となるオシロスコープを実際に試して、個別に比較検討します。数日間、オシロスコープを借りて十分に評価します。オシロスコープを使うときに考慮すべき点を次に示します。

使いやすさ：試用期間中、次の点に関してそれぞれのオシロスコープの使いやすさを評価します。

垂直感度、タイムベース速度、トレース位置、トリガレベルなど使用頻度の高い調整項目について使いやすい専用のつまみがあるか

ーある操作から次の操作に移るときいくつの押しボタンを操作する必要があるか

一回路を試験している最中でもオシロスコープの操作は分かりやすいか

表示応答性：オシロスコープを評価するときは、表示応答性に注目します。これは、オシロスコープをトラブルシューティングに使う場合でも、大量のデータを収集する場合でも重要な要素です。

V/div、Time/div、および位置の設定を変更するときに、オシロスコープが迅速に応答するかどうかをチェックします。また、測定機能を有効にして同じことを試し、応答性が著しく低下するかどうかを調べます。

以上の項目をすべて調べ、目的とするオシロスコープを評価したら、どのモデルが使用目的に合っているかが分かります。まだ納得できない場合には、すでにオシロスコープを使っている他のユーザに相談するか、メーカの技術担当者に問い合わせるといいでしょう。

Agilentオシロスコープの詳細に関しましては、計測お客様窓口にお問い合わせください。これは、すべての**Agilent**測定器全般に関する情報と解決策を得るためのホットラインです。

お電話いただくだけで、製品仕様や正しい選定に必要な適切な技術資料が得られます。また、技術サポートでは、**Agilent**測定器に関して経験豊かな技術者と直接お話しいただける体制を用意しております。いうまでもなく、ご注文に関しましても迅速に対応いたします。

アジレント・テクノロジー株式会社
本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測
お客様窓口

受付時間 9:00~19:00
(土・日・祭日を除く)
※FAXは24時間受付け

TEL 0120-421-345
(0426-56-7832)

FAX 0120-421-678
(0426-56-7840)

E-mail: contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ
<http://www.agilent.co.jp/find/tm>

●記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2001
アジレント・テクノロジー株式会社



Agilent Technologies

July 27, 2001

00-1003
0000-00H