

TDS2000Cシリーズ・オシロスコープを  
使用した設計のトラブルシューティング



# 目次

TDS2000Cシリーズ・オシロスコープを使用した設計のトラブルシュート .....	4
はじめに .....	5
グリッチと異常信号の捕捉 .....	6-7
デジタル・タイミング問題のデバッグ .....	8
タイミング関係の検証 .....	9
シグナル・インテグリティの確認 .....	10-11
デジタル・システム・ロックアップのデバッグ .....	12
ビデオ信号の確認テスト .....	13
意図しない回路ノイズの観測 .....	14-15
電源ラインの高調波解析 .....	16-17
異常波形の自動取込みと保存 .....	18
デバイスの迅速なパス／フェイル・テスト .....	19
OpenChoice®ソフトウェアによる測定結果の文書化 .....	20
波形測定のログ .....	21
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Editionによる波形解析 .....	22

# TDS2000Cシリーズ・オシロスコープを使用した設計のトラブルシュート

今日のエンジニアが直面しているトラブルシューティング作業において、その複雑さと重要度は増す一方です。最新のデジタル回路設計では、レース・コンディション（競合状態）、トランジェント（過渡的現象）、シグナル・アベレーション（信号異常）、バス競合問題など、発見の難しい新しい問題への対処が必要です。また、製品を市場に投入するまでの時間短縮も要求され、トラブルシューティングはすばやく正確に完了させなければなりません。

これらの問題を抱えたエンジニアにとって、価格対性能比とポータビリティに優れたTDS2000Cシリーズは、素早い対応と解決を可能にしてくれる心強い味方です。基本的な周波数帯域をカバーしているだけではありません。問題の存在を明らかにし、その問題を高い確度で取込み、解析して根本原因を探り、いち早く解決に結び付けることができます。

次のページから、トラブルシューティング作業をより簡単に行うためのヒントを説明します。詳細な情報が必要な場合は、当社お客様コールセンター、販売特約店までご連絡ください。または、当社ウェブ・サイト（[www.tektronix.com/ja/oscilloscopes](http://www.tektronix.com/ja/oscilloscopes)）をご覧ください。

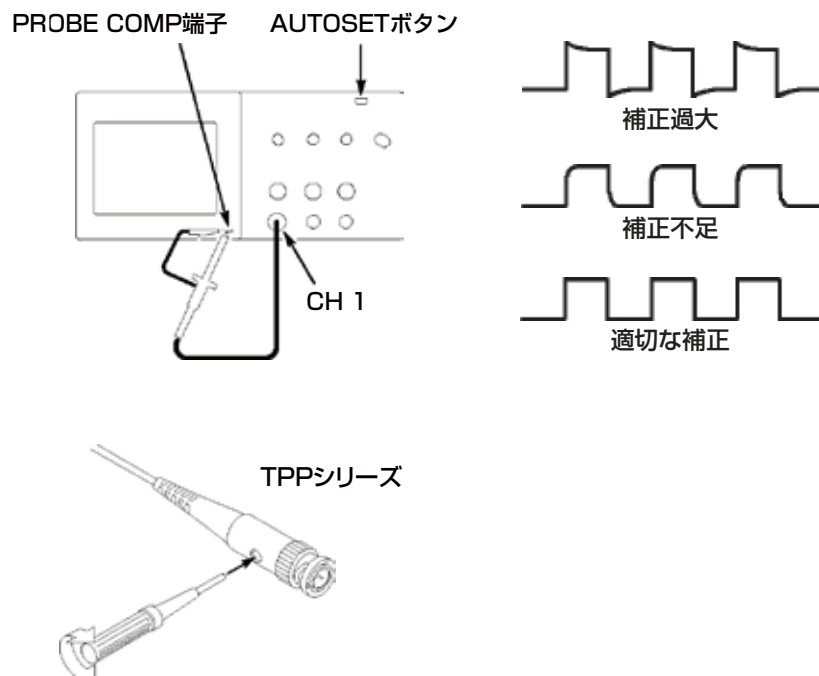
## TDS2000Cシリーズの特長

- 50、70、100、および200MHz機種
- 最高サンプル・レート：2GS/s（全チャンネル）
- 離れたところからでも見やすく、視野角が広く、照明が暗い環境でも見やすいアクティブTFTカラー・ディスプレイ
- USBホスト／デバイス・ポートを標準で装備
- PC接続ソフトウェアにより、文書化と解析が容易
- 10年以上のライフタイム・ワランティ\*

\*一部制限があります。条件等の詳細については、  
当社Webサイト（[www.tektronix.com/ja/lifetimewarranty](http://www.tektronix.com/ja/lifetimewarranty)）をご参照ください。

## はじめに

これから説明するトラブルシューティングを確実に実行するには、まずプローブの補正と減衰比の設定を適切に行い、設定をデフォルト（工場出荷時）の状態に戻し、自動的にオシロスコープを設定することが重要です。



次の手順を実行し、プローブを最適に補正し、減衰比を正しく設定します。

1. CH 1にプローブを接続します。
2. プローブ・チップとグランド・リードを**PROBE COMP**（プローブ補正）端子に接続します。プローブ・フックチップを使用する場合は、フックチップをねじりながら差し込み、確実にプローブに接続してください。
3. 前面パネルの**Probe Check**ボタンを押します。
4. プローブの減衰比と、表示される波形形状が自動的にチェックされます。プローブが正しく補正されていることを確認します。
5. 補正が必要な場合は、プローブ補正を調整するようメッセージが表示されます。

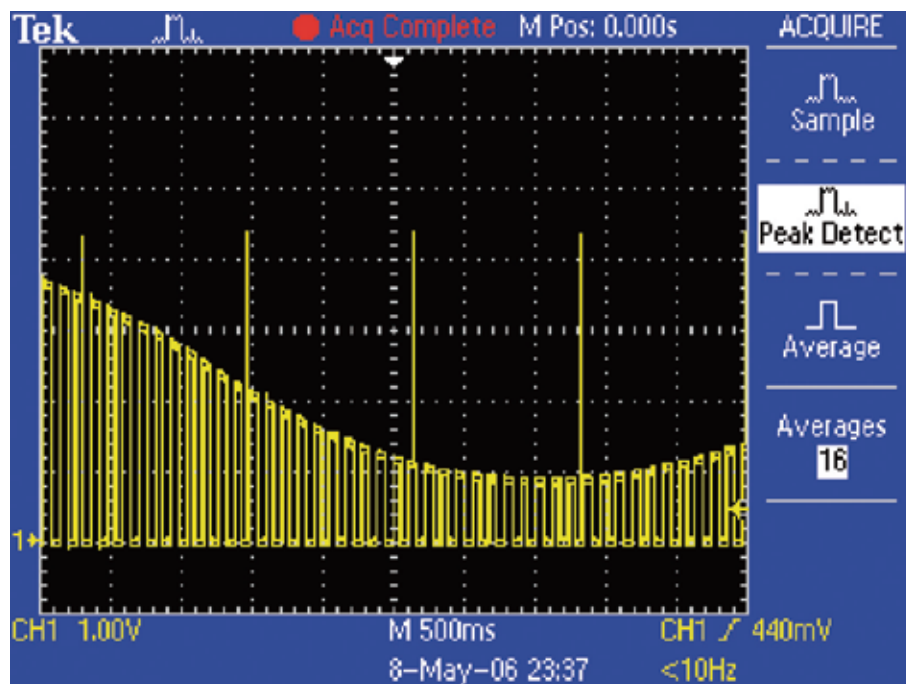
工場出荷時の設定に戻して自動的にオシロスコープを設定する手順を次に示します。

1. 前面パネルの**Default Setup**ボタンを押します。
2. 前面パネルの**Autoset**ボタンを押します。

## グリッチの捕捉

今日の高速デジタル回路設計では、グリッチや間欠的に発生する異常信号によって回路に障害が発生することがあります。従来、このようなグリッチの検出は簡単ではありませんでしたが、TDS2000Cシリーズではピー

ク検出機能により、低周波信号に含まれる幅の狭いグリッチであっても難なく捕捉することができます。



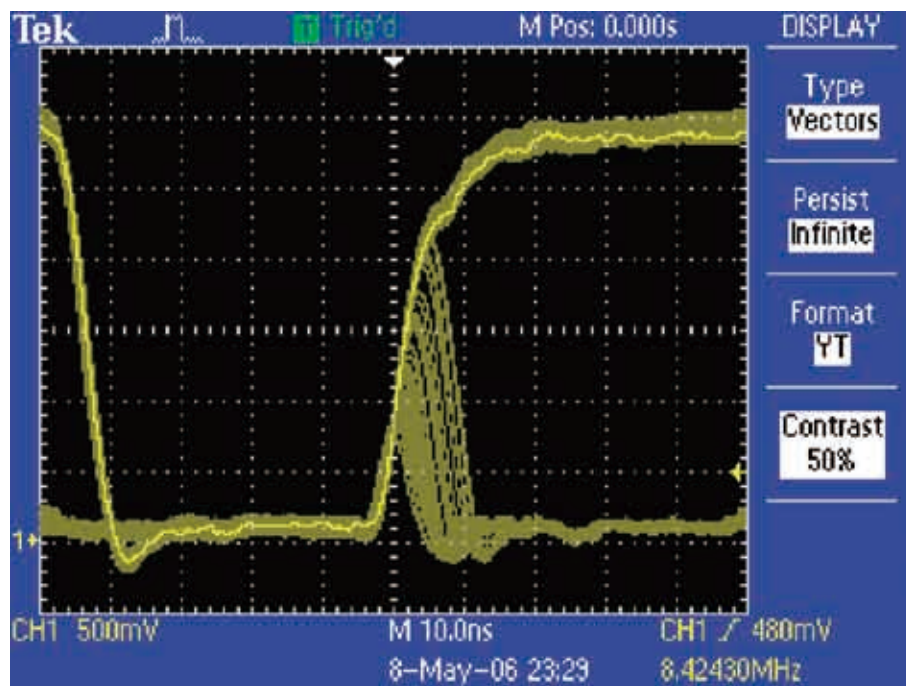
### ピーク検出機能の手順を次に示します。

1. ディスプレイに波形を表示させます。
2. 前面パネルの**Acquire**ボタンを押します。
3. **Peak Detect**（ピーク）メニュー・ボタンを押します。
4. 掃引速度が遅くても、非常に幅の狭いグリッチを捕捉できることにご注目ください。ピーク検出機能なしでは、これだけの数のグリッチを観測することはできません。

## グリッチの捕捉（続き）

間欠的に発生する異常信号も、観測がむずかしい現象の一つです。TDS2000Cシリーズには可変／無限パーシスタンス表示機能があり、

時間経過に沿って信号の変動を確認できます。補足したトランジェント信号の特性が容易に理解できます。



パーシスタンス表示機能の手順を次に示します。

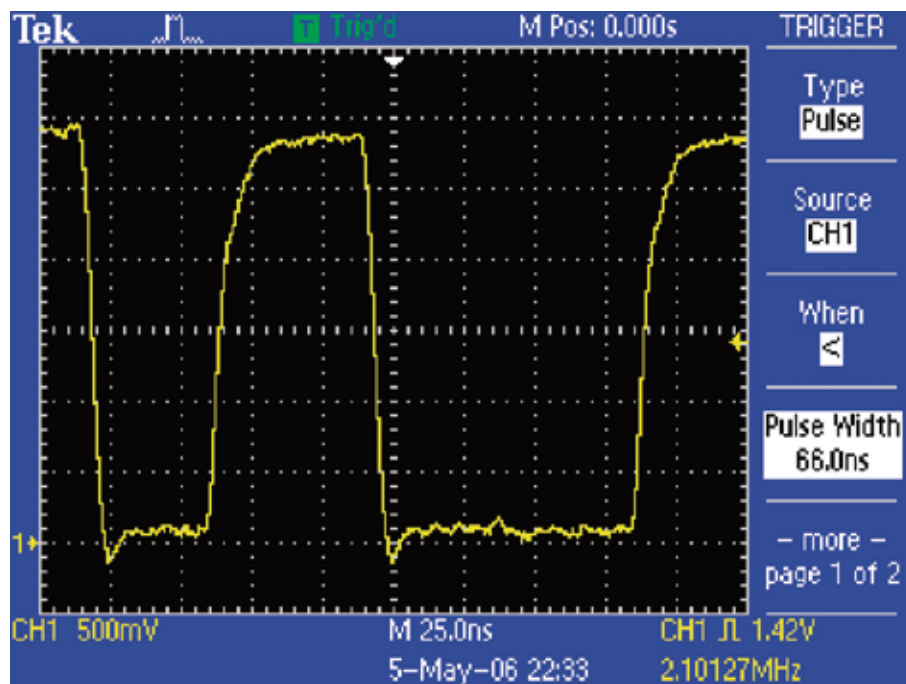
1. ディスプレイに波形を表示させます。
2. 前面パネルの**Display**ボタンを押します。
3. 希望の残光波形表示が得られるまで**Persist**（表示時間）メニュー・ボタンを押します。
4. 取込まれた直後の波形は明るく表示され、時間と共に暗くなることにご注目ください。更新される輝度変化を観測することで、異常信号の相対的な発生頻度を判断することができます。



## デジタル・タイミング問題のデバッグ

デジタル回路の設計エンジニアは、回路のさまざまなタイミング問題をすばやく検出し、解析しなければなりません。例えば、レース・コンディションとトランジエントは、回路の異常動作の原因となります。

TDS2000Cシリーズのパルス幅トリガ機能は、設定したパルス幅よりも狭い、広い、等しいまたは等しくない信号に対してトリガすることができ、このような状況におけるトラブルシュートに役立ちます。



パルス幅トリガ機能の手順を次に示します。

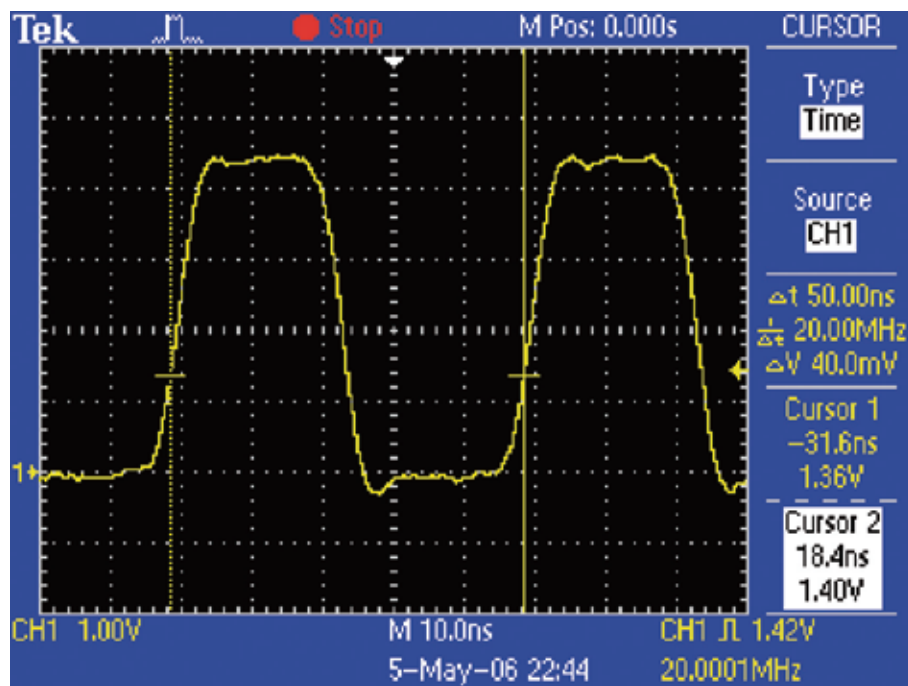
1. 前面パネルの**Trig Menu**ボタンを押します。
2. サイド・メニューの**Type**（項目）を繰り返し押して**Pulse**（パルス）を選択します。
3. サイド・メニューの**When**（条件）を繰り返し押して**<**を選択します。
4. 汎用ノブを回して最小パルス幅を設定します。
5. 必要に応じて**Source**（ソース）、**Polarity**（極性）、**Mode**（モード）、**Coupling**（結合）を設定します。



## タイミング関係の検証

電気エンジニアは、回路が設計どおりに動作しているか確認しなければなりません。オシロスコープで測定する一般的項目に、パルス幅、周期、周

波数などのタイミング測定がありますが、TDS2000Cシリーズのカーソル機能を使うと、このような測定をすばやく簡単に実行できます。



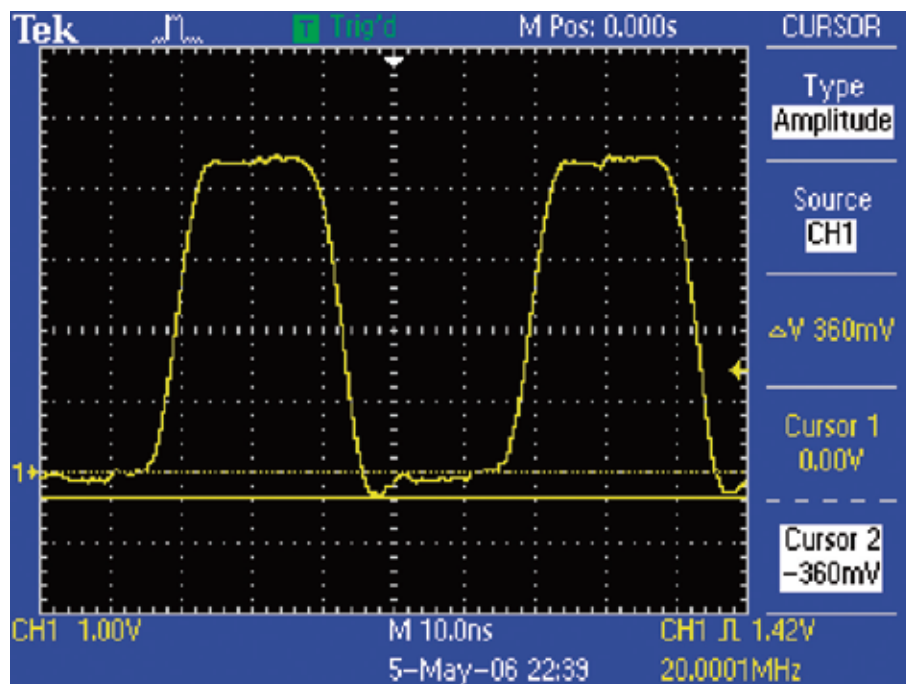
カーソルを使用したタイミング測定の手順を次に示します。

1. 前面パネルの**Cursor**ボタンを押します。
2. **Type**（項目）メニュー・ボタンを繰り返し押して、カーソルの種類を**Time**（時間）にします。
3. **Cursor 1**（カーソル1）メニュー・ボタンを押します。
4. 2つの信号間のタイミング関係を測定するため、汎用ノブを回してカーソル1を最初の信号エッジに合わせます。
5. **Cursor 2**（カーソル2）ボタンを押し、汎用ノブを回してカーソル2を2番目の信号エッジのほぼ同じ電圧レベルに合わせます。
6. カーソルのリードアウトには、トリガ・ポイントからカーソルまでの時間が表示されます。この例では、 $\Delta$ は波形の周期を、 $1/\Delta$ は信号の周波数を示します。

## シグナル・インテグリティの確認

現実の回路では、意図しないさまざまな電氣的イベントが発生し、本来とは異なる動作を示す場合があります。このようなイベントの特性を評価するには、オーバーシュート、リングング、グラウンド・バウンス、クロストーク、その他のシグナル・インテグリティに関する項目を測定する必要があります。

このような測定の役に立つのがTDS2000Cシリーズのカーソル機能です。

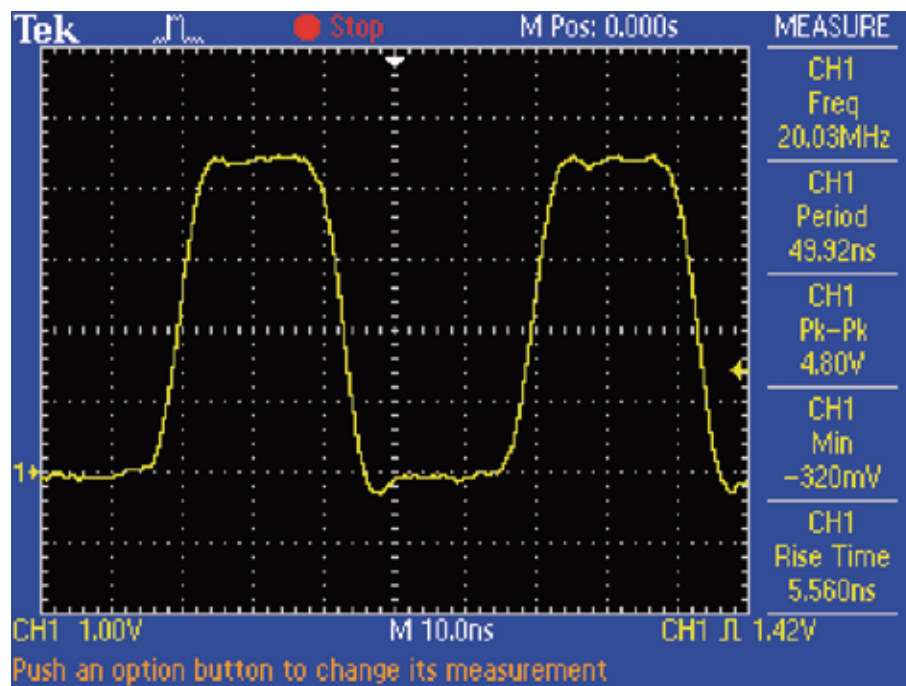


### カーソルを使用したシグナル・インテグリティ測定手順を次に示します。

1. 前面パネルの**Cursor**ボタンを押します。
2. **Type**（項目）メニュー・ボタンを繰り返し押してカーソルの種類を**Amplitude**（振幅）にします。
3. **Cursor 1**（カーソル1）メニュー・ボタンを押します。
4. グラウンド・レベル以下のピーク・リングングを測定するには、汎用ノブを回してカーソル1を0Vに合わせます。
5. **Cursor 2**（カーソル2）メニュー・ボタンを押し、汎用ノブを回してカーソル2を負のピークに合わせます。
6. ディスプレイ端に表示されるカーソル・リードアウトには、電圧の絶対値が表示されます。Δのリードアウトには、2本のカーソル間の電位差が表示されます。

## シグナル・インテグリティの確認（続き）

TDS2000Cシリーズの自動測定システムを使うと、このような測定をすばやく自動的に実行できます。

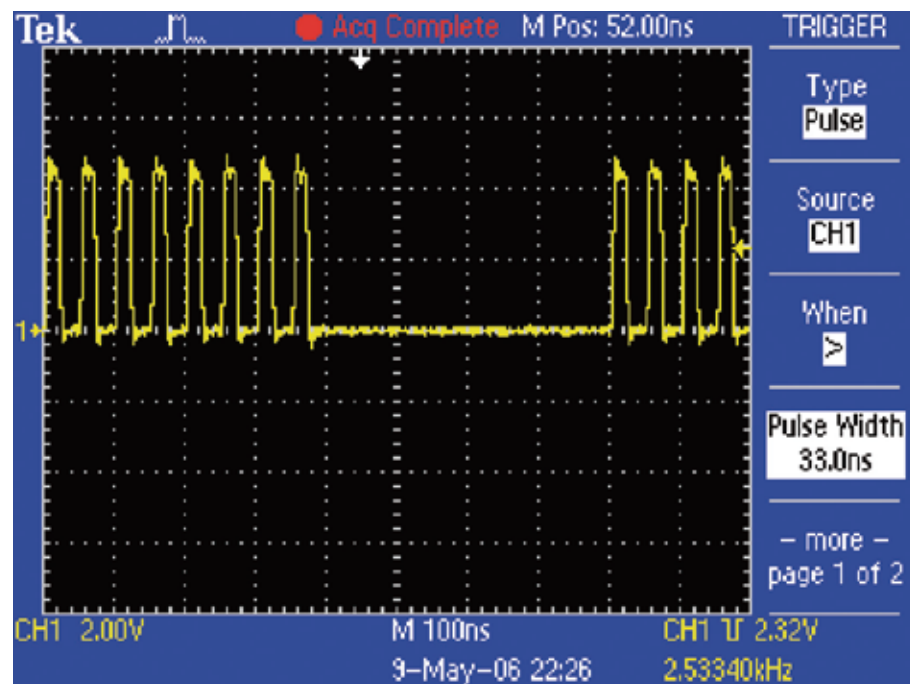


自動測定システムによるシグナル・インテグリティ測定の手順を次に示します。

1. 前面パネルの**Measure**ボタンを押します。
2. **CH1**サイド・メニュー・ボタンを押し、自動測定を追加します。
3. **Type**（項目）サイド・メニュー・ボタンを繰り返し押し必要測定項目を選択し、次に**Back**（戻る）を押します。
4. 手順2と手順3を繰り返すことで、最大5項目を選択し、表示することができます。
5. 選択した測定項目は、ディスプレイ右に表示されます。

## デジタル・システム・ロックアップのデバッグ

デジタル・システムにおけるロックアップの原因の1つに、クロックの欠落があります。TDS2000Cシリーズのトリガ・システムを使うと、予期せぬクロック信号の欠落をすばやく簡単に検出できます。

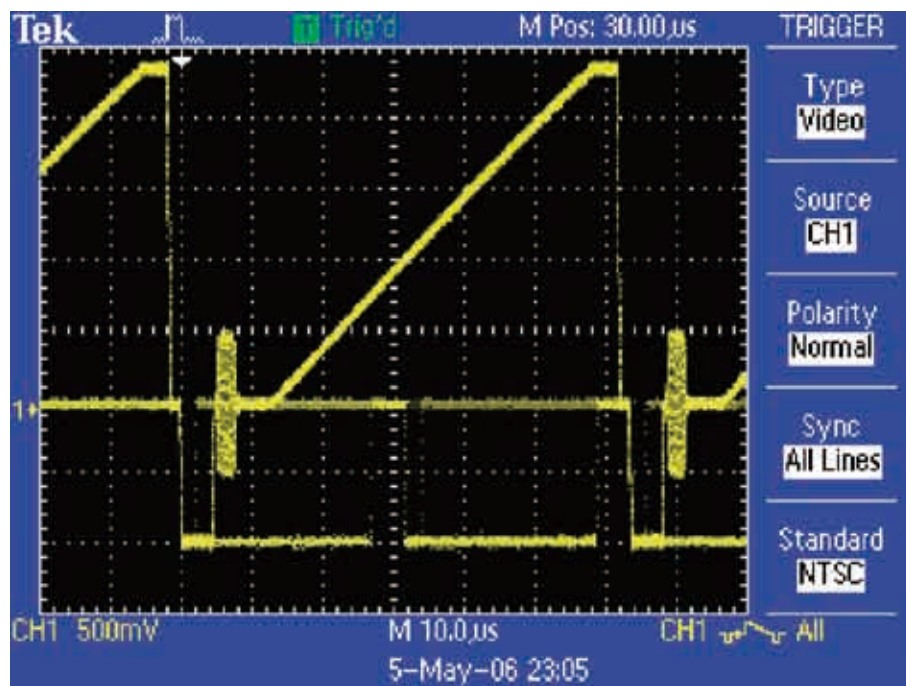


1. 前面パネルの**Trig Menu**ボタンを押します。
2. **Type**（項目）サイド・メニュー・ボタンを繰り返し押しして**Pulse**（パルス）を選択します。
3. **When**（条件）を繰り返し押しして**>**を選択します。
4. 汎用ノブを回し、**Pulse Width**（パルス幅）の値がクロック・パルス幅よりわずかに大きくなるように設定します。
5. **-more-**（一次へー）を押し、次にPolarity（極性）を繰り返し押ししてNegative（負）を選択します。
6. **Trigger Level**ノブを回すことで、振幅の小さなパルス（ラント・パルス）を取込むこともできます。

## ビデオ信号の確認テスト

ビデオ・エンジニアは、テスト・ポイントを何箇所かチェックし、ビデオ信号がきていることをすばやく確認しなければなりません。野外にサイトがある場合、測定現場まで容易に運べる小型軽量のテスト機器が必

要です。TDS2000Cシリーズのビデオ・トリガ機能は、このような測定エンジニアにとっては便利なツールです。

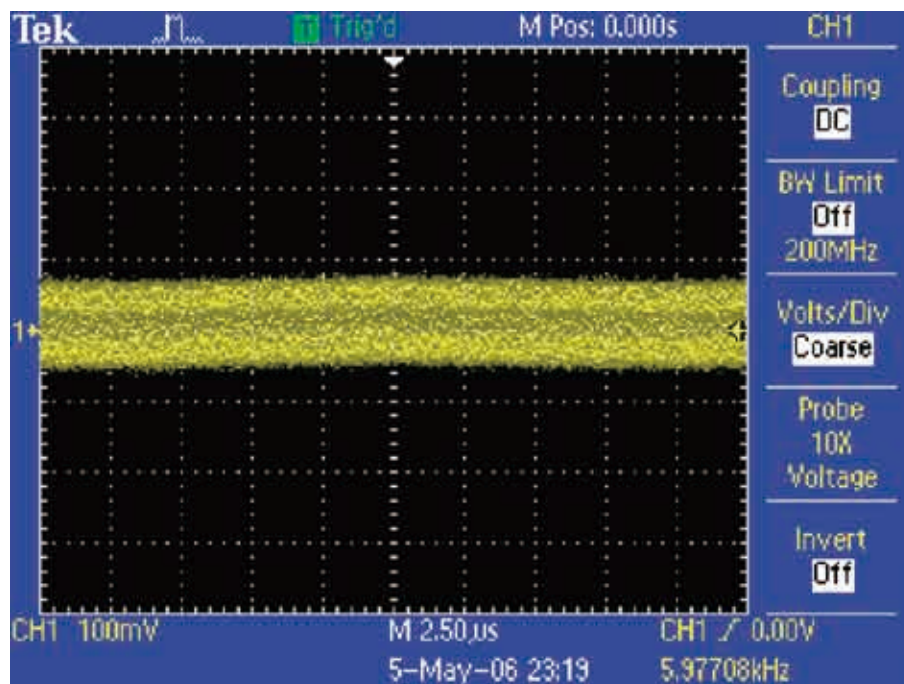


1. 必要に応じて適切なアダプタと75Ωのターミネータを使用し、ビデオ信号をオシロスコープに接続します。
2. 前面パネルの**Autoset**ボタンを押します。
3. **Type**（項目）メニュー・ボタンを押してビデオ・ライン・トリガを選択します。放送規格のビデオ信号が受信された場合、全ラインにトリガされた、安定したビデオ波形が表示されます。
4. パーシスタンス表示する場合、前面パネルの**Display**ボタンを押し、**Persist**（表示時間）を押して適切なパーシスタンスを選択します。
5. 必要に応じて垂直ポジションとスケールを調整します。
6. トリガを設定する場合、前面パネルの**Trig Menu**ボタンを押し、**Source**（ソース）、**Polarity**（極性）、**Standard**（規格）を設定します。
7. 必要に応じて、他のテスト・ポイントでも測定します。オシロスコープの設定は変更する必要がありません。



## 意図しない回路ノイズの観測

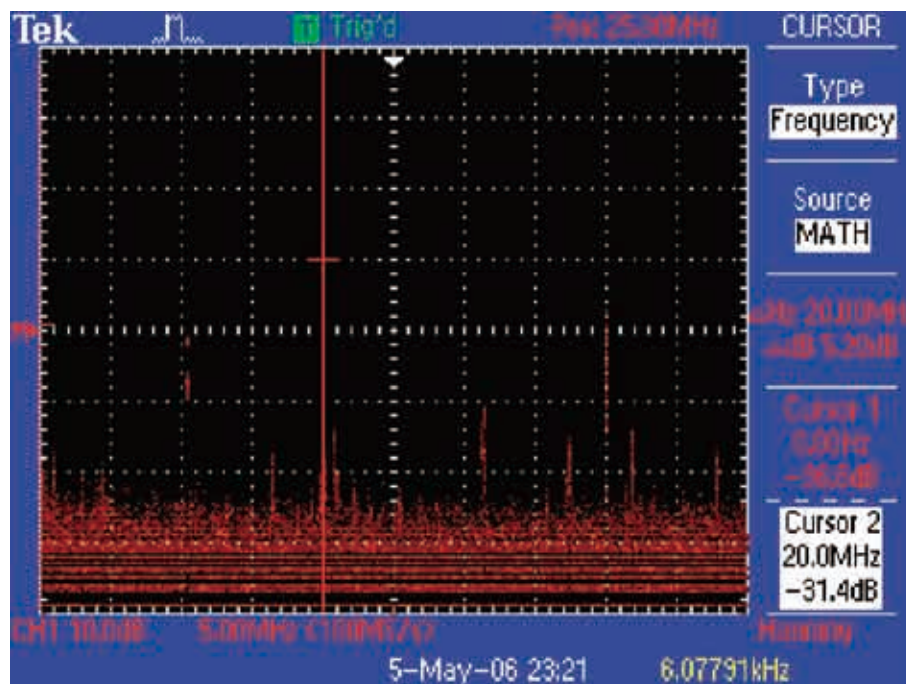
開発エンジニアは、試作回路のノイズをチェックしなければなりません。しかし、下図に示すように、ノイズ信号を時間領域で解析するのは難しいものです。



- FFT (Fast Fourier Transform、高速フーリエ変換) は、信号を複数の周波数成分に分解します。オシロスコープに標準で表示されるのは信号の時間領域ですが、FFTでは周波数領域が表示されます。
- 開発エンジニアは、この周波数成分をシステム・クロック、オシレータ、リード/ライト・ストローブ、表示信号、スイッチング電源など、既知のシステム信号と照合することができます。

## 意図しない回路ノイズの観測（続き）

TDS2000Cシリーズには標準でFFT機能が装備されており、回路に含まれるノイズの原因を特定するのに理想的なツールと言えます。FFT表示の手順を次に示します。



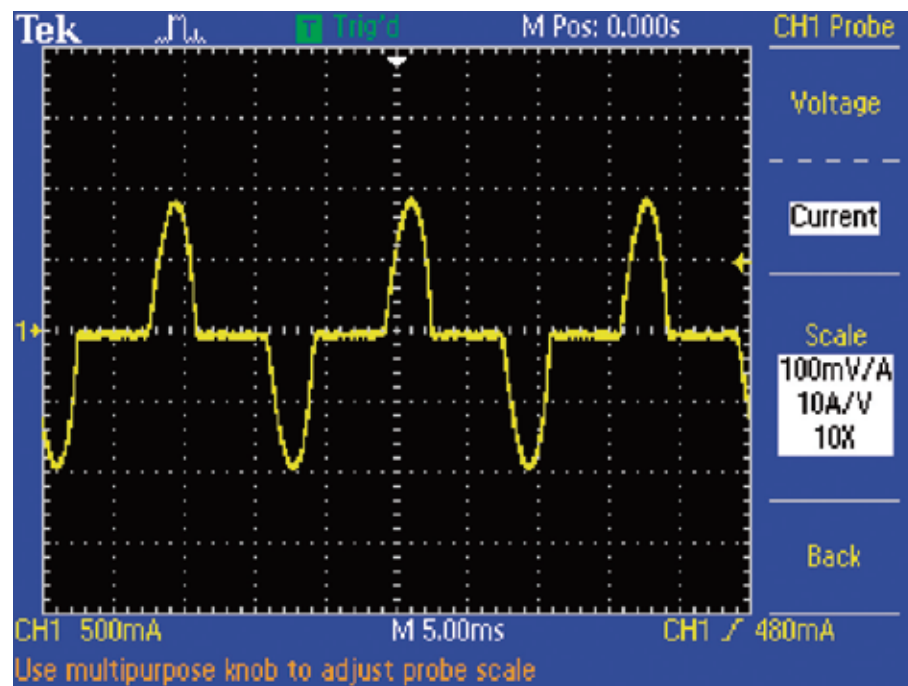
1. 前面パネルの**Math**ボタンを押します。
2. **Operation**（演算）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**FFT**を選択します。
3. **Window**（ウィンドウ）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**Hanning**ウィンドウを選択します。Hanningウィンドウでは周波数の解像度が最も高くなります。
4. 必要に応じて垂直軸、水平軸の**POSITION**ノブ、**SCALE**ノブを回し、FFT波形の大きさ、表示位置を調節します。
5. カーソルを使用すると、FFT波形を高確度で測定することができます。前面パネルの**Cursor**ボタンを押します。
6. **Source**（チャンネル）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**MATH**を選択します。
7. **Type**（項目）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**Frequency**（周波数）を選択します。
8. **Cursor 1**（カーソル1）メニュー・ボタンを押します。汎用ノブを回してカーソル1をディスプレイの左端に合わせます。
9. **Cursor 2**（カーソル2）メニュー・ボタンを押します。カーソル2を波形の最も高い部分に合わせます。
10. リードアウトには、ノイズ・ソースの1つが表示されます。この例では、20MHz成分の発生源がシステム・クロックであり、それが信号と結合していることがわかります。



## 電源ラインの高調波解析

電源回路の設計では、電源ラインに与える回路の影響を解析しなければなりません。理想的な電源であれば電源ラインに与える負荷は一定のはずですが、現実の電源では一定の負荷とはならず、電源ラインに高調波を生成

します。TDS2000Cシリーズは、電源電流の測定、電源ラインの高調波解析が簡単に行えます。



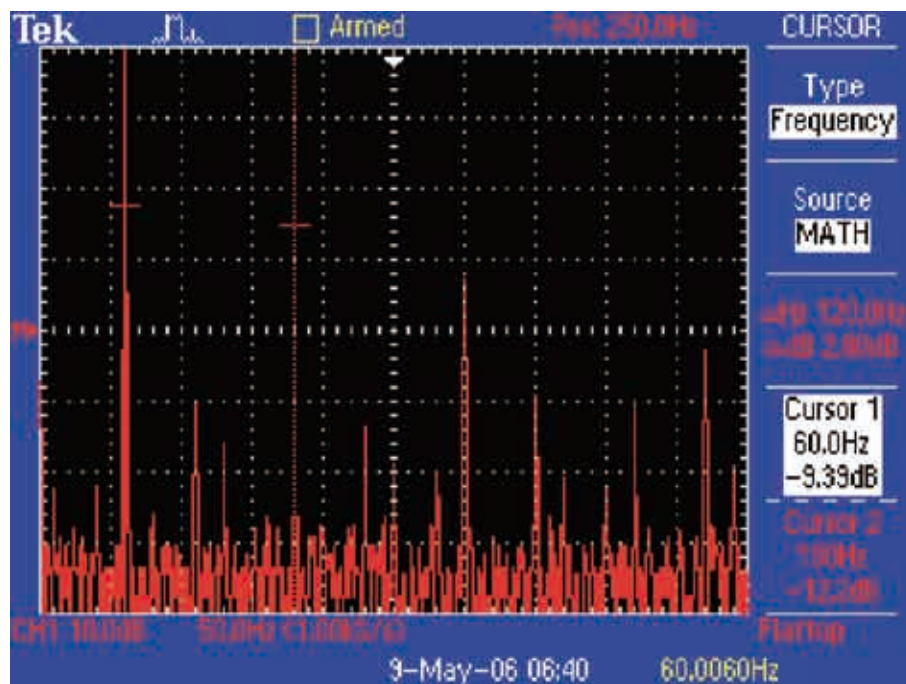
電流波形に含まれる電源ライン高調波の表示手順を次に示します。

1. 前面パネルの**CH 1 Menu**ボタンを押します。
2. **Probe**（プローブ）メニュー・ボタンを押します。
3. **Current**（電流）メニュー・ボタンを押して電流プローブを選択します。
4. **Scale**（スケール）メニュー・ボタンを繰り返し押し、電流プローブの適切な倍率を選択します。
5. ディスプレイ下に表示されるリードアウトの波形垂直軸単位がミリアンペア（mA）に変わっていることを確認します。
6. 前面パネルの**Math**ボタンを押します。
7. **Operation**（演算）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**FFT**を選択します。
8. **Window**（ウィンドウ）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**Flattop**を選択します。このウィンドウでは振幅を最も正確に測定できます。

## 電源ラインの高調波解析（続き）

FFTでは電源ライン信号が周波数領域で表示され、電源ラインの基本波と基本周波数の整数倍の高調波が表示されます。TDS2000Cシリーズの

カーソル測定機能を使用すると、この複雑な表示を簡単かつ高確度で解析できます。

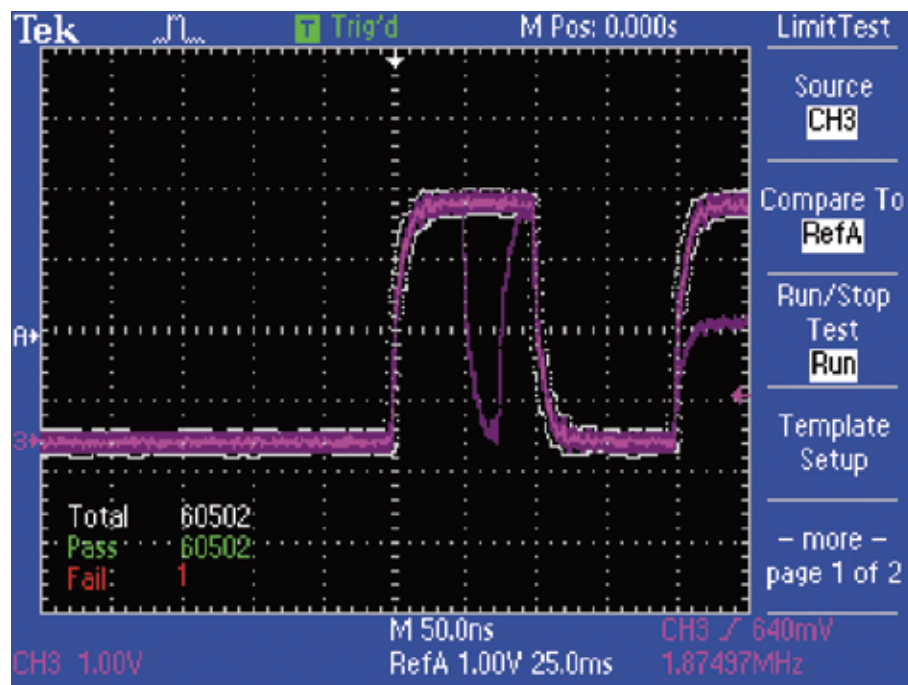


1. 前面パネルの**Cursor**ボタンを押します。
2. **Source**（チャンネル）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**MATH**を選択します。
3. **Type**（項目）メニュー・ボタンを繰り返し押しして**Frequency**（周波数）を選択します。
4. **Cursor 1**（カーソル1）メニュー・ボタンを押し、汎用ノブを回してクロスヘア・カーソルを左端のピーク（基本波）に合わせます。
5. **Cursor 2**（カーソル2）メニュー・ボタンを押し、汎用ノブを回してクロスヘア・カーソルを2番目に高いピーク（この例では3次高調波）に合わせます。
6. ディスプレイ右のリードアウトには、周波数、振幅の絶対値と相対値が表示されます。

## デバイスの迅速なパス／フェイル・テスト

設計エンジニアが行う検証テスト、デバッグ、あるいは製造エンジニアが行う繰返しテストでは、ライブ波形信号を既知の基準信号と比較しなければならないことがあります。TDS2000Cシリーズは、実際の信号をユーザ定義したテンプレート波形と比較する、リミット・テストとして知られるパス／フェイル・テストがすばやく行えます。オシロスコープは合格の波形、不合格の波形の数をカウントすることができます。マニュアル

で取込み、時間、波形カウント、波形違反をマニュアルで停止するなどの停止条件を設定することもできます。エラーが検出された場合のアクションも、波形の取込停止、スクリーン・イメージまたは波形ファイルのUSBメモリへの保存などから選択することができ、無人による動作が行えます。



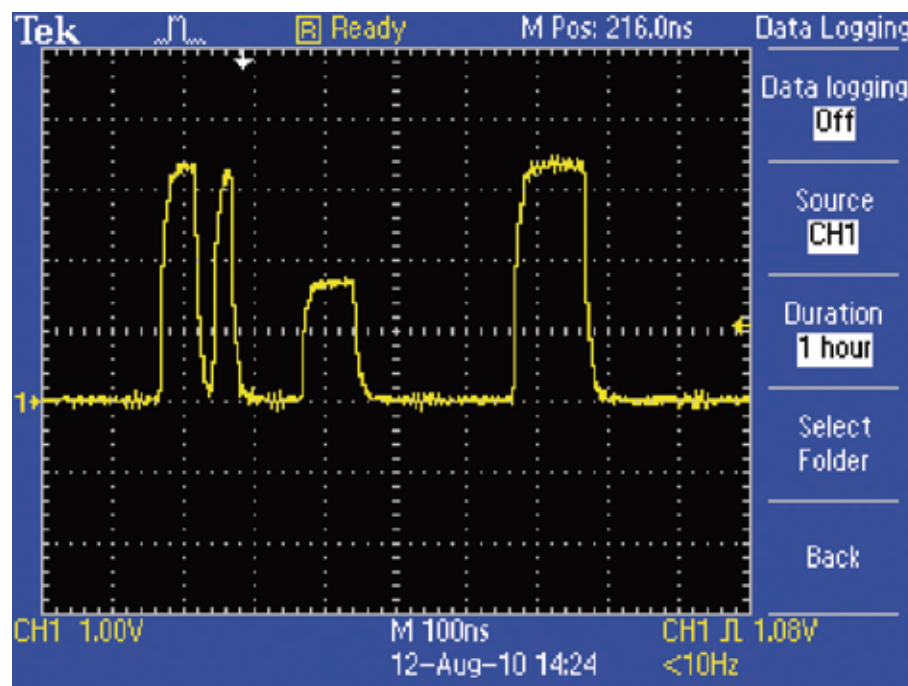
リミット・テストのテンプレートを作成し、リミット・テストを実行する手順を次に示します。

1. 前面パネルの**Utility**ボタンを押します。
2. **Limit Test** (リミット・テスト) メニュー・ボタンを押してリミット・テストを有効にします。
3. **Template Setup** (テンプレート設定) メニュー・ボタンを押してテンプレート設定を有効にします。
4. **V Limit**、**H Limit**のメニュー・ボタンを押し、汎用ノブを回してテンプレートの垂直軸と水平軸のリミット値を設定します。
5. **Apply Template** (テンプレート適用) メニュー・ボタンを押し、テンプレートを保存します。
6. 次の手順でメニュー・ボタンを押し、違反時のアクションを設定します。  
–more– (一次へ) → **Back** (戻る) → **Action on Violation** (違反時のアクション)
7. **Stop After** (停止条件) メニュー・ボタンを押し、取込みを停止する条件を設定します。
8. **Back** (戻る) メニュー・ボタンを押し、次に**Run/Stop Test**サイド・メニュー・ボタンを押してテストを開始／停止します。

## 異常波形の自動取込みと保存

エンジニアは、特定のイベントまたは異常波形を取込むのに何時間もかかることがあります。TDS2000Cシリーズにはデータ・ロギング機能があり、ユーザが定義するトリガ条件によって特定の信号を取込むことができます。トリガされた波形は、30分刻みで8時間まで、ユーザが設定する

時間で記録することができます。波形にはタイムスタンプが付き、CSVフォーマットでUSBメモリに保存することができます。



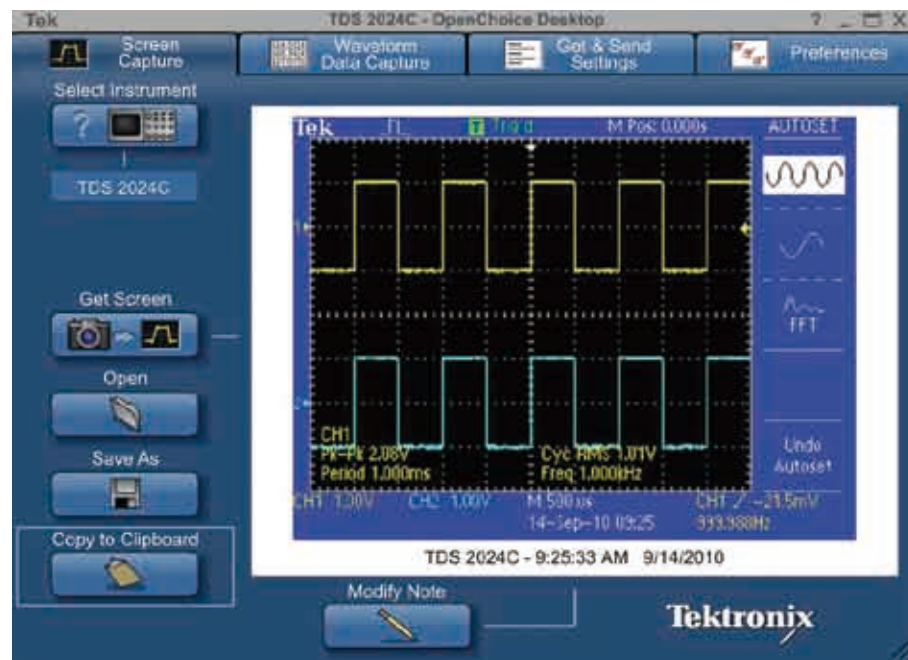
データ・ロギング機能の操作手順を次に示します。

1. トリガ・モード、アクイジション・モードを設定します。
2. オシロスコープの前面パネルのUSBポートに、USBメモリを差し込みます。
3. 前面パネルの**Utility**ボタンを押します。
4. **Data Logging**（データ記録）メニュー・ボタンを押してデータ・ロギング機能を有効にします。
5. 記録する時間を30分～8時間で設定します。
6. **Data Logging**（データ記録）メニュー・ボタンを押し、測定を開始／停止します。

# OpenChoice®ソフトウェアによる測定結果の文書化

実験室の設計エンジニアや現場の測定エンジニアは、オシロスコープによる作業結果を文書化しなければならないことがあります。従来は、スクリーン・イメージをいったんリムーバブル・メモリ・デバイスに格納してから、PCにコピーするという手順を踏む必要がありました。しかし、操作

が簡単なOpenChoiceソフトウェアのおかげで、スクリーン・イメージをUSB経由で直接PCに転送することができ、すぐに文書化に取りかかることができます。



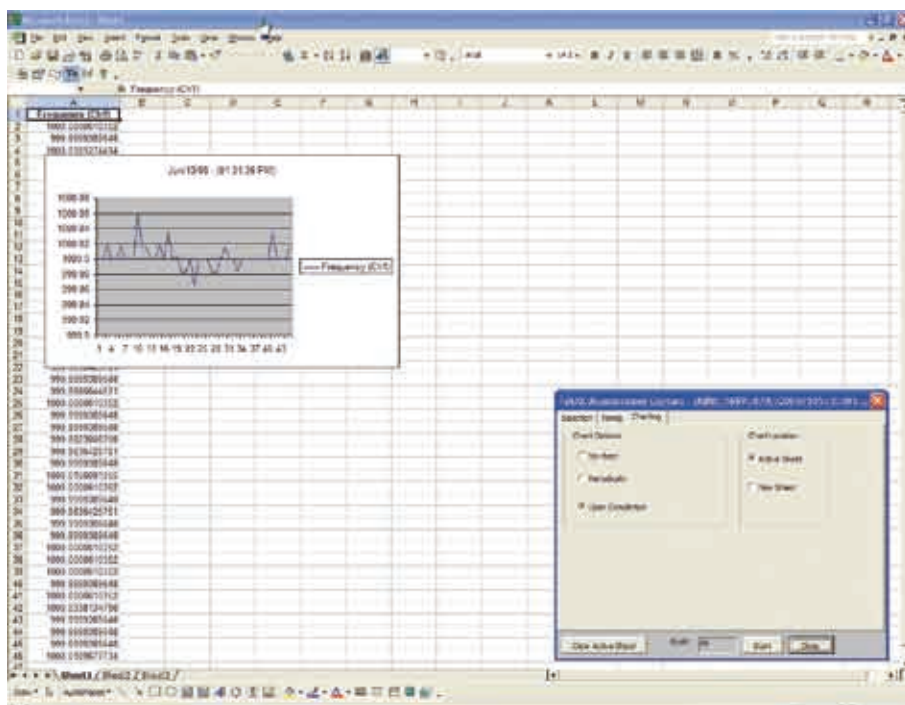
1. 信号を取込みます。
2. オシロスコープとPCをUSBケーブルで接続します。
3. **OpenChoice**デスクトップ・プログラムを起動します。
4. **Select Instrument**をクリックし、適切なUSB機器を選択して**OK**をクリックします。
5. **Get Screen**をクリックしてスクリーン・イメージを取込みます。
6. **Save As**をクリックし、スクリーン・イメージをファイルとしてPC上に保存します。
7. **Copy to Clipboard**をクリックします。文書作成プログラムを起動してイメージを貼り付けます。



## 波形測定ログ

従来、オシロスコープで測定した、時間に伴う回路性能の変化は、手作業で記録し、文書化しなければなりませんでした。しかし、これは時間のかかる作業であり、文書化において一定の品質が保てないことがあります。

操作が簡単なTekXLツールバーを使うと、データの収集とMicrosoft Excelでの文書化が簡単に行えます。



- 1 信号を取込みます。
2. オシロスコープとPCをUSBケーブルで接続します。
3. **Excel**を起動します。次に、**Tools→Add-ins...**を選択し、**Tekxltoolbar**のチェックボックスをチェックしてTekXLツールバーを有効にします。
4. **TekXL Connection**アイコンを選択し、適切な機器を選択してOKを押します。
5. **TekXL Measurement**アイコンを選択します。
6. Selectionタブで**Frequency**を選択します。
7. Timingタブで**45**サンプルを選択します。
8. Chartingタブで**Upon Completion**を選択します。

# NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Editionによる波形解析

TDS2000Cシリーズには優れた解析機能が搭載されていますが、PCベースのアプリケーションの中には、解析要件をより完全に満たしているもの

があります。SignalExpress Tektronix Editionは、USBプラグアンドプレイによる使いやすさと高度の解析機能を備えています。



1. 信号を取込みます。
2. オシロスコープとPCをUSBケーブルで接続します。
3. **SignalExpress TE**プログラムを起動します。
4. SignalExpressが起動すると、接続されている機器が自動的に認識され、そのデータがPCに転送されます。
5. 設定した制限値に対してリミット・テストを実行するには、**Add Step→Analog→Test→Limit Test**と選択します。
6. 信号のヒストグラムを表示するには、**Add Step→Analog→Time-Domain Measurement→Histogram**と選択します。





## Tektronix お問い合わせ先：

### 日本

お客様コールセンター

0120-441-046

### 地域拠点

米国 1-800-426-2200

中南米 52-55-54247900

東南アジア諸国／豪州 65-6356-3900

中国 86-10-6235-1230

インド 91-80-42922600

欧州／中近東／北アフリカ 41-52-675-3777

他 30 カ国

Updated 9 October 2009

## 詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ（[www.tektronix.com/ja](http://www.tektronix.com/ja)）をご参照ください。



TEKTRONIX および TEK は、Tektronix, Inc. の登録商標です。Microsoft、Windows は、米国 Microsoft Corporation の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

10/10

3GZ-19696-2

# Tektronix

Enabling Innovation

## 日本テクトロニクス株式会社

### [www.tektronix.co.jp](http://www.tektronix.co.jp)

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階 〒108-6106

技術的なご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL: 03-6714-3010 E-mail: [ccc.jp@tektronix.com](mailto:ccc.jp@tektronix.com)

電話受付時間／ 9:00～12:00・13:00～18:00 月曜～金曜（休祝日は除く）

■ 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。

© Tektronix