



MDO4000C シリーズ  
ミックスト・ドメイン・オシロスコープ  
ユーザ・マニュアル







# MDO4000C シリーズ ミックスド・ドメイン・オシロスコープ ユーザ・マニュアル

## 警告

保守点検に関する説明は、資格のあるサービス担当者のみを対象としています。危害がおよぶ恐れがありますので、資格がない限り保守点検を行わないでください。保守点検を実行する前に、すべての安全性に関するサマリをご覧ください。

ファームウェア V1.02 以降をサポート

[www.tek.com](http://www.tek.com)

077-1177-01

Copyright ©Tektronix. All rights reserved. 使用許諾ソフトウェア製品は、Tektronix またはその子会社や供給者が所有するもので、米国著作権法および国際条約の規定によって保護されています。Tektronix 製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。

TEKTRONIX および TEK は Tektronix, Inc. の登録商標です。

## **Tektronix 連絡先**

Tektronix, Inc.  
14150 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート:

- 北米内: 1-800-833-9200 までお電話ください。
- 世界の他の地域では、[www.tek.com](http://www.tek.com) にアクセスし、お近くの代理店をお探してください。

# 目次

安全性に関する重要な情報	ix
安全にご使用いただくために	ix
安全に保守点検していただくために	xii
本マニュアル内の用語	xii
本機に関する用語	xii
本製品の記号	xiii
適合性に関する情報	xv
EMC 適合性	xv
安全性	xvi
環境基準に対する適合性	xviii
まえがき	xix
主な特長	xix
本マニュアルで使用する表記規則	xix
保証期間	xix

## 設置

設置の前に	1
使用時の設置方法	7
プローブの接続	8
オシロスコープの盗難防止	10
電源投入	10
オシロスコープの電源オフ	11
機能チェック	12
TPP0500B 型または TPP1000 型受動電圧プローブの補正	14
TPP0500B 型または TPP1000 型以外の受動電圧プローブの補正	16
アプリケーション・モジュールの無料トライアル	17
アプリケーション・モジュールの取り付け	17
帯域幅のアップグレード	18
ユーザ・インタフェースまたはキーボードの言語の変更	19
日時の変更	20
時間領域と周波数領域の信号パス補正	21
ファームウェアのアップグレード	23
オシロスコープとコンピュータの接続	25
VISA の使用	25
e*Scope の使用	26

LXI Web ページと e*Scope の使用方法 .....	27
ソケット・サーバの使用 .....	27
USB キーボードとオシロスコープの接続 .....	29

## 機器の概要

フロント・パネルのメニュー、コントロール、コネクタ .....	31
フロント・パネルのメニューとコントロール .....	32
メニュー・システムの使用 .....	32
メニュー・ボタンの使用 .....	34
ディスプレイ下のボタン .....	35
スペクトラム解析コントロールの使用 .....	36
その他のコントロールの使用 .....	37
時間領域表示の項目 .....	40
周波数領域表示の項目 .....	45
任意波形／ファンクション・ジェネレータに表示される項目 .....	45
デジタル電圧計に表示される項目 .....	46
リア・パネル・コネクタ .....	47

## 信号の取り込み

アナログ・チャンネルのセットアップ .....	49
デフォルト設定の使用 .....	52
オートセットの使用 .....	53
アキュイジションの概念 .....	54
FastAcq の使用 .....	56
アナログ・アキュイジション・モードの仕組み .....	58
アキュイジション・モード、レコード長、および遅延時間の変更 .....	59
ロール・モードの使用 .....	61
Act on Event .....	61
シリアル・バスまたはパラレル・バスのセットアップ .....	62
バスを使用する 2 つの手順 .....	63
バス・パラメータのセットアップ .....	63
I2C バス .....	67
SPI バス .....	68
RS232 バス .....	69
CAN、CAN FD バス .....	70
LIN バス .....	71
FlexRay バス .....	73

Ethernet .....	73
オーディオ・バス .....	73
USB バス .....	74
MIL STD 1553 .....	74
物理層のバス・アクティビティ .....	74
イベント・テーブル .....	75
チャンネルとバスのラベル付け .....	75
デジタル・チャンネルのセットアップ .....	77
MagniVu をオンにする場合とその理由 .....	79
MagniVu の使用 .....	80
RF 入力のセットアップ .....	80
周波数パラメータおよびスパン・パラメータ .....	80
基準レベル .....	81
分解能帯域幅 .....	81

## トリガ・セットアップ

トリガの概念 .....	85
トリガ・イベント .....	85
トリガ・モード .....	86
トリガ・ホールドオフ .....	86
トリガ・カップリング .....	86
Horizontal Position .....	87
スロープおよびレベル .....	87
トリガ・タイプの選択 .....	89
トリガの選択 .....	89
バスでのトリガ .....	93
パラレル・バス・トリガ .....	93
I2C バスでのトリガ .....	94
SPI バスでのトリガ .....	94
RS-232 バスでのトリガ .....	95
CAN と CAN FD バス・トリガ .....	95
LIN バス・トリガ .....	95
FlexRay バス・トリガ .....	96
オーディオ・バス・トリガ .....	96
USB バス・トリガ .....	96
イーサネット・バス・トリガ .....	96
MIL-STD-1553 バス・トリガ .....	96

シリアル・バス・トリガのデータ照合 .....	97
データ値の照合 .....	98
パラレル・バス・トリガのデータ照合 .....	98
トリガ設定のチェック .....	99
シーケンス・トリガ(A(メイン)およびB(遅延))の使用 .....	99
Bトリガ、遅延時間後 .....	100
トリガ、B イベント .....	100
アキュイジションの開始および停止 .....	101

## 波形またはトレース・データの表示

波形の追加と消去 .....	103
表示スタイルとパーシスタンスの設定 .....	103
目盛スタイルの設定 .....	105
LCD バックライトの輝度および減光の設定 .....	106
波形輝度の設定 .....	107
波形のスケーリングと位置調整 .....	108
入力パラメータの設定 .....	109
バス信号の位置調整とラベル付け .....	111
デジタル・チャンネルの位置調整、スケーリング、およびグループ化 .....	113
デジタル・チャンネルの表示 .....	114
画面の注釈 .....	115
トリガ周波数の表示 .....	116
周波数領域メニューの表示 .....	117
トレース・タイプ .....	117
検出タイプ .....	119
スペクトログラム表示 .....	120

## 波形またはトレース・データの解析

周波数領域でのマーカの使用 .....	121
自動ピーク・マーカ .....	121
マニュアル・マーカ .....	123
時間領域での自動測定の実行 .....	124
時間領域での自動測定を選択 .....	125
時間領域での自動測定のカスタマイズ .....	128
ゲーティング .....	128
統計 .....	129
スナップショット .....	129

基準レベル .....	131
周波数領域での自動測定 .....	132
デジタル電圧計を使用した測定の実行 .....	132
カーソルを使用した手動測定の実行 .....	134
カーソル・リードアウトの使用 .....	137
ヒストグラムの設定 .....	138
ヒストグラムを表示する .....	138
ヒストグラム・データに測定項目を追加する .....	139
ヒストグラムの測定項目および統計をリセットする .....	139
演算波形の使用 .....	141
FFT の使用 .....	142
拡張演算の使用 .....	145
スペクトラム演算の使用 .....	146
リファレンス波形およびトレースの使用 .....	147
Wave Inspector を使用した長いレコード長の波形の管理 .....	149
波形のズーム .....	149
波形のパン .....	150
波形の実行と停止 .....	150
波形の検索とマーキング .....	151
自動拡大 .....	155
リミット／マスク・テスト .....	156
マスクの作成または選択 .....	156
テストの設定 .....	158
テストの実行と結果の表示 .....	159
ビデオ・テストの実行 .....	160
自動パワー測定の実行 .....	163

## 情報の保存と呼び出し

外部ファイル構造 .....	165
ファイル名をつける .....	165
ファイル、ディレクトリ、リファレンス波形、または機器設定名の編集 .....	167
画面イメージの保存 .....	169
波形データとトレース・データの保存と呼び出し .....	170
ファイルへの波形の保存 .....	171
リファレンス・メモリへの波形またはトレースの保存 .....	171
リファレンス波形の表示 .....	171
表示からのリファレンス波形の消去 .....	172

設定の保存と呼び出し .....	173
ワン・ボタン・プッシュを使用した保存 .....	175
ドライブ、ディレクトリ、およびファイルの管理 .....	176
ネットワーク・ドライブのマウント .....	176
ハードコピーの印刷 .....	178
プリンタとオシロスコープの接続 .....	178
印刷パラメータのセットアップ .....	178
PictBridge 対応のプリンタへの印刷 .....	179
イーサネットを介した印刷 .....	179
電子メール印刷 .....	180
ワン・ボタン・プッシュを使用した印刷 .....	181
オシロスコープのセキュリティ機能の使用 .....	181
オシロスコープのメモリの消去 .....	181
オプション MDO4SEC 型がない場合の TekSecure の使用手順 .....	181
オプション MDO4SEC 型がある場合の TekSecure の使用手順 .....	182

## 任意波形／ファンクション・ジェネレータ

AFG にアクセスする方法 .....	185
---------------------	-----

## アプリケーション・モジュールの使用

アプリケーション・モジュールの使用 .....	187
-------------------------	-----

## 付録 A: MDO4000C シリーズ仕様

.....	189
-------	-----

## 付録 B: TPP0500B 型 (500 MHz) および TPP1000 型 (1 GHz) 10X 受 動プローブについて

動作情報 .....	191
オシロスコープへのプローブの接続 .....	191
MDO4000C シリーズ・オシロスコープでのプローブの補正 .....	191
スタンダード・アクセサリ .....	192
オプション・アクセサリ .....	193
プローブ・チップの交換 .....	194
仕様 .....	194
性能グラフ .....	194

安全にご使用いただくために .....	196
---------------------	-----

## 付録 C: P6616 型汎用ロジック・プローブについて

製品の説明 .....	197
オシロスコープへのプローブの接続 .....	197
プローブと測定回路の接続 .....	198
機能チェック .....	198
主な用途 .....	198
アクセサリ .....	199
仕様 .....	200
安全にご使用いただくために .....	201
接続と切断は正しく行ってください .....	201
すべての端子の定格に従ってください .....	201
カバーを外した状態で動作させないでください .....	201
露出した回路への接触は避けてください .....	201
故障の疑いがあるときは使用しないでください .....	201
湿気の多いところでは動作させないでください .....	201
製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください .....	201
本マニュアル内の用語 .....	201
本製品の記号 .....	201



# 安全性に関する重要な情報

このマニュアルには、操作を行うユーザの安全を確保し、製品を安全な状態に保つために順守しなければならない情報および警告が記載されています。

本機の点検にあたっては「安全にご使用いただくために」に続く「Service safety summary」を参照して、事故防止につとめてください。

## 安全にご使用いただくために

製品は指定された方法でのみご使用ください。人体への損傷を避け、本製品や本製品に接続されている製品の破損を防止するために、安全性に関する次の注意事項をよくお読みください。すべての指示事項を注意深くお読みください。必要なときに参照できるように、説明書を安全な場所に保管しておいてください。

該当する地域および国の安全基準に従ってご使用ください。

本製品を正しく安全にご使用になるには、このマニュアルに記載された注意事項に従うだけでなく、一般に認められている安全対策を徹底しておく必要があります。

本製品は訓練を受けた専門知識のあるユーザによる使用を想定しています。

製品のカバーを取り外して修理や保守、または調整を実施できるのは、あらゆる危険性を認識した専門的知識のある適格者のみに限定する必要があります。

使用前に、既知の情報源と十分に照らし合わせて、製品が正しく動作していることを常にチェックしてください。

本製品は危険電圧の検出用にはご利用になれません。

危険な通電導体が露出している部分では、感電やアーク・フラッシュによってけがをするおそれがありますので、保護具を使用してください。

本機を大きなシステムの下で使用する場合、そのシステムを構成する他のパーツにアクセスしなければならない場合があります。他のシステムの操作に関する警告や注意事項については、その製品コンポーネントのマニュアルにある安全に関するセクションをお読みください。

本機をシステムの一部として使用する場合、そのシステムの安全性についてはシステムの構築者が責任を負うものとします。

## 火災や人体への損傷を避けるには

**適切な電源コードを使用してください:** 電源コードは本機に適した仕様で、使用国の基準を満たすもののみを使用してください。他の製品の電源コードは使用しないでください。

**本製品を接地してください:** 本製品の電源コードには接地用のグラウンド線が付いています。感電を避けるため、グラウンド線をアースに接続する必要があります。本製品の入出力端子に接続する前に、製品が正しく接地されていることを確認してください。電源コードのグラウンド接続を無効にしないでください。

**電源の切断:** 本製品は、電源コードを引き抜いて電源ソースから切断します。スイッチの位置については、使用説明書を参照してください。電源コードの取り扱いが困難な場所には設置しないでください。必要に応じてすぐに電源を遮断できるように、ユーザが常にアクセスできる状態にしておく必要があります。

**接続と切断は正しく行ってください:** プローブと検査リードは、電圧ソースに接続されている間は着脱しないでください。電圧プローブ、テスト・リード、およびアダプタは、製品に付属した絶縁されたものか、当社が製品に使用できると明示したのもののみを使用してください。

**すべての端子の定格に従ってください:** 発火や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。測定カテゴリ(CAT)の定格および電圧と電流の定格については、製品、プローブ、またはアクセサリのうちで最も低い定格を超えないように使用してください。1:1 のテスト・リードを使用するときは、プローブ・チップの電圧が直接製品に伝送されるため注意が必要です。

**すべての端子の定格に従ってください:** 発火や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

コモン端子を含むどの端子にも、その端子の最大定格を超える電位をかけないでください。

コモン端子の定格電圧を超えてコモン端子をフローティングさせないでください。

**カバーを外した状態で動作させないでください:** カバーやパネルを外した状態やケースを開いたまま動作させないでください。危険性の高い電圧に接触してしまう可能性があります。

**露出した回路への接触は避けてください:** 電源が投入されているときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

**故障の疑いがあるときは使用しないでください:** 本製品に故障の疑いがある場合には、資格のあるサービス担当者に検査を依頼してください。

製品が故障している場合には、使用を停止してください。製品が故障している場合や正常に動作していない場合には、製品を使用しないでください。安全上の問題が疑われる場合には、電源を切って電源コードを取り外してください。誤って使用されることがないように、問題のある製品を区別できるようにしておいてください。

使用前に、電圧プローブ、テスト・リード、およびアクセサリに機械的損傷がないかを検査し、故障している場合には交換してください。金属部が露出していたり、摩耗インジケータが見えているなど、損傷が見られるプローブまたはテスト・リードは使用しないでください。

使用する前に、製品の外観に変化がないかよく注意してください。ひび割れや欠落した部品がないことを確認してください。

指定された交換部品のみを使用するようにしてください。

**適切なヒューズを使用してください:** 本製品用に指定されたヒューズ・タイプおよび定格のみを使用してください。

**保護メガネを着用してください:** 強力な光線またはレーザー照射にさらされる危険性がある場合は、保護メガネを着用してください。

**湿気の多いところでは動作させないでください:** 機器を寒い場所から暖かい場所に移動する際には、結露にご注意ください。

**爆発性のガスがある場所では使用しないでください:**

**製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください:** 製品の清掃を開始する前に、入力信号を取り外してください。

**適切に通気してください:** ユーザ・マニュアルの設置手順を参照し、十分な換気を確保してください。

製品には通気用のスロットや開口部があります。その部分を覆ったり、通気が妨げられたりすることがないようにしてください。開口部には異物を入れないでください。

**安全な作業環境を確保してください:** 製品は常にディスプレイやインジケータがよく見える場所に設置してください。

キーボードやポインタ、ボタン・パッドは正しく使用し、長時間の連続使用は避けてください。キーボードやポインタの使用方法を誤ると、身体に深刻な影響が及ぶ可能性があります。

作業場が該当する人間工学規格を満たしていることを確認してください。ストレスに由来するけががないように、人間工学の専門家に助言を求めてください。

製品を持ち上げたり運んだりする作業は慎重に行ってください。本製品には持ち運び用のハンドルが取り付けられています。

本製品には指定された当社のラック取り付け金具のみを使用してください。

## プローブとテスト・リード

プローブやテスト・リードを接続する前に、電源コードを使用して本機を適切に接地された AC コンセントに接続してください。

感電を避けるために、指ガードの先に指を出さないように注意してください。

使用しないプローブ、テスト・リード、アクセサリはすべて取り外してください。

測定に使用するプローブ、テスト・リード、アダプタは、測定カテゴリ (CAT)、電圧、温度、高度、アンペア数の定格が適切なもののみを使用してください。

**高電圧に注意:** 使用するプローブの電圧定格について理解し、その定格を超えないようにしてください。特に次の 2 つの定格についてはよく理解しておく必要があります。

- プローブ・チップとプローブの基準リード間の最大測定電圧
- プローブの基準リードとアース間の最大フローティング電圧

上記の 2 つの電圧定格はプローブと用途によって異なります。詳細については、プローブのマニュアルの仕様関連セクションを参照してください。



**警告:** 感電を防止するために、オシロスコープの入力 BNC コネクタ、プローブ・チップ、またはプローブ基準リードの最大測定電圧や最大フローティング電圧を超えないように注意してください。

**接続と切断は正しく行ってください:** プローブ出力を測定器に接続してから、プローブを被測定回路に接続してください。被測定回路にプローブの基準リードを接続してから、プローブ入力を接続してください。プローブ入力とプローブの基準リードを被測定回路から切断した後で、プローブを測定器から切断してください。

**着脱は正しく行ってください:** 被測定回路は、電流プローブを着脱する前に電源を切断してください。

プローブの基準リードはアースにのみ接続してください。

電流プローブを、その定格電圧を超える電圧の電線に接続しないでください。

**プローブとアクセサリを検査してください:** 使用前には必ずプローブとアクセサリに損傷がないことを確認してください (プローブ本体、アクセサリ、ケーブル被覆などの断線、裂け目、欠陥)。損傷がある場合には使用しないでください。

**グランド基準のオシロスコープの使用:** グランド基準のオシロスコープで使用する場合、プローブの基準リードはフローティングさせないでください。基準リードは接地電位 (0 V) に接続しなければなりません。

## 安全に保守点検していただくために

「安全に保守点検していただくために」のセクションには、製品の保守点検を安全に行うために必要な詳細な情報が記載されています。資格のあるサービス担当者以外は、保守点検手順を実行しないでください。保守点検を行う前には、この「安全に保守点検していただくために」と「安全にご使用いただくために」をお読みください。

**感電を避けるため、**：露出した接続部には触れないでください。

**保守点検は単独で行わないでください。**：応急処置と救急蘇生ができる人の介在がない限り、本製品の内部点検や調整を行わないでください。

**電源を切断してください。**：保守点検の際にカバーやパネルを外したり、ケースを開く前に、感電を避けるため、製品の電源を切り、電源コードを電源コンセントから抜いてください。

**電源オン時の保守点検には十分注意してください。**：本製品には、危険な電圧や電流が存在している可能性があります。保護パネルの取り外し、はんだ付け、コンポーネントの交換をする前に、電源の切断、バッテリーの取り外し(可能な場合)、テスト・リードの切断を行ってください。

**修理後の安全確認。**：修理を行った後には、常にグラウンド導通と電源の絶縁耐力を再チェックしてください。

## 本マニュアル内の用語

本マニュアルでは以下の用語を使用しています。



---

**警告：** 人体や生命に危害をおよぼすおそれのある状態や行為を示します。

---



---

**注意：** 本機やその他の接続機器に損害を与えるおそれのある状態や行為を示します。

---

## 本機に関する用語

本機では次の用語を使用します。

- **危険：** ただちに人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- **警告：** 人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- **注意：** 本製品を含む周辺機器に損傷を与える可能性があることを示します。

## 本製品の記号



製品にこの記号が表記されているときは、マニュアルを参照して、想定される危険性とそれらを回避するために必要な行動について確認してください。(マニュアルでは、この記号はユーザに定格を示すために使用される場合があります)。

本製品では、次の記号を使用します。



注意  
マニユ  
アル参  
照



保護接地  
(アース)  
端子



シャーシ  
のグラ  
ンド



スタン  
バイ



# 適合性に関する情報

このセクションでは、本製品が適合している EMC 基準、安全基準、および環境基準について説明します。

## EMC 適合性

### EU EMC Directive

指令 2014/30/EU 電磁環境両立性に適合します。『Official Journal of the European Communities』に記載の以下の基準に準拠します。

**EN 61326-1、EN 61326-2-1.** 測定、制御、および実験用途の電気機器を対象とする EMC 基準<sup>1234</sup>

- CISPR 11: グループ 1、クラス A、放射および伝導エミッション
- IEC 61000-4-2: 静電気放電イミュニティ
- IEC 61000-4-3: RF 電磁界イミュニティ<sup>5</sup>
- IEC 61000-4-4: 電流高速トランゼント／バースト・イミュニティ
- IEC 61000-4-5: 電力線サージ・イミュニティ
- IEC 61000-4-6: 伝導 RF イミュニティ<sup>6</sup>
- IEC 61000-4-8: 電力周波数磁界イミュニティ・テスト
- IEC 61000-4-11: 電圧低下と遮断イミュニティ

**EN 61000-3-2.** AC 電源ライン高調波エミッション

**EN 61000-3-3.** 電圧の変化、変動、およびフリッカ

### 製造元適合性に関するお問い合わせ先.

Tektronix, Inc. PO Box 500, MS 19-045  
Beaverton, OR 97077, USA  
[jp.tek.com](http://jp.tek.com)

<sup>1</sup> 本製品は住居区域以外での使用を目的としたものです。住居区域で使用すると、電磁干渉の原因となることがあります。

<sup>2</sup> 本製品をテスト対象に接続した状態では、この規格が要求するレベルを超えるエミッションが発生する可能性があります。

<sup>3</sup> 機器にテスト・リードまたはテスト・プローブが接続されているときには、これらのリード／プローブに電磁干渉がカップリングされるため、ここに記載されている標準により規定されたイミュニティ要件を満たせるとは限りません。電磁干渉による影響を最小限に抑えるには、信号の非シールド部分と対応するリターン・リードの間のループ領域を最小にします。また、電波障害の発生源からできるだけ遠ざけるようにします。ループ領域を少なくするための効率的な方法は、非シールド部分のテスト・リードをツイストペアにすることです。プローブの場合、グランド・リターン・リードをできるだけ短くし、プローブ本体に近づけるようにします。そうした処置を効率的に行えるように、プローブによっては、アクセサリとしてプローブ・チップ・アダプタが提供されている機種もあります。いずれの場合も、使用するプローブまたはリードの取扱説明書を十分に読むようにしてください。

<sup>4</sup> ここに挙げた各種 EMC 規格に確実に準拠するには、高品質なシールドを持つインタフェース・ケーブルが必要です。

<sup>5</sup> 4.0div 以下の波形変位または 8.0div 以下の p-p ノイズの増加。

本製品が IEC 61000-4-3 テストによる周波数 1GHz 以下の電磁妨害にさらされると、RF セクションの残留スプリアス信号が<sup>6</sup>-65dBm(代表値)まで増加することがあります。また 1GHz を超える周波数では、-45dBm まで増加することがあります。

<sup>6</sup> 4.0div 以下の波形変位または 8.0div 以下の p-p ノイズの増加。

本製品が IEC 61000-4-6 テストによる電磁妨害にさらされると、RF セクションの残留スプリアス信号が<sup>6</sup>-80dBm(代表値)まで増加することがあります。

## オーストラリア／ニュージーランド適合宣言－EMC

ACMA に従い、次の規格に準拠することで Radiocommunications Act の EMC 条項に適合しています。

- CISPR 11: グループ 1、クラス A、放射および伝導エミッション (EN61326-1 および EN61326-2-1 に準拠)

## ロシア連邦

本機はロシア政府から GOST マークの表示許可を得ています。

## 安全性

このセクションでは、製品が適合している安全規格およびその他の基準について説明します。

### EU 適合宣言 - 低電圧

『Official Journal of the European Union』にリストされている次の仕様に準拠します。

低電圧指令: 2014/35/EU

- EN 61010-1: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 1 部: 一般要件
- EN 61010-2-030: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要求事項

### 米国の国家認定試験機関のリスト

- UL 61010-1: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 1 部: 一般要件
- UL 61010-2-030: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要求事項

### カナダ規格

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1: 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 1 部: 一般要件
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030: 測定、制御、および実験用途の電子装置に対する安全基準 – 第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要求事項

### その他の基準に対する適合性

- IEC 61010-1: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 1 部: 一般要件
- IEC 61010-2-030: 測定、制御、および研究用途の電子装置に対する安全基準、第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要求事項

### 機器の種類

テスト機器および計測機器

## 安全クラス

クラス 1 - アース付き製品

## 汚染度について

製品内部およびその周辺で発生する可能性がある汚染度の尺度です。通常、製品の内部環境は外部環境と同じ規定が適用されるものとみなされます。製品は、その製品に指定されている環境でのみ使用してください。

- 汚染度 1: 汚染なし、または乾燥した非導電性の汚染のみが発生します。このカテゴリの製品は、通常、被包性、密封性のあるものか、クリーン・ルームでの使用を想定したものです。
- 汚染度 2: 通常、乾燥した非導電性の汚染のみが発生します。ただし、結露によって一時的な導電性が発生することもまれにあります。これは、標準的なオフィスや家庭内の環境に相当します。一時的な結露は製品非動作時のみ発生します。
- 汚染度 3: 伝導性のある汚染、または通常は乾燥して導電性を持たないが結露時に導電性を帯びる汚染。これらは、温度、湿度のいずれも管理されていない屋内環境に相当します。日光や雨、風に対する直接の曝露からは保護されている領域です。
- 汚染度 4: 導電性のある塵、雨、または雪により持続的に導電性が生じている汚染。これは一般的な屋外環境に相当します。

## 汚染度

汚染度 2 (IEC 61010-1 の定義による) 注: 乾燥した屋内でのみ使用できます。

## IP 定格

IP20 (IEC 60529 で定義)。

## 測定および過電圧カテゴリについて

本製品の測定端子は、測定する電源電圧について次の 1 つまたは複数のカテゴリに評価されます。

- 測定カテゴリ II: 低電圧インストレーションに直接接続された回路で実施する測定用。
- 測定カテゴリ III: 建築物の屋内配線で実施する測定
- 測定カテゴリ IV: 低電圧電源を使用して実施する測定

---

**NOTE.** 過電圧カテゴリ定格に該当するのは主電源回路のみです。測定カテゴリ定格に該当するのは測定回路のみです。製品内部のその他の回路にはいずれの定格も該当しません。

---

## 主電源過電圧カテゴリ定格

過電圧カテゴリ II (IEC 61010-1 の定義による)

## 環境基準に対する適合性

このセクションでは本製品が環境におよぼす影響について説明します。

### 使用済み製品の処理方法

機器またはコンポーネントをリサイクルする際には、次のガイドラインを順守してください。

**機器のリサイクル.** 本製品の製造には天然資源が使用されています。本製品には環境または人体に有害となる可能性のある物質が含まれているため、製品を廃棄する際には適切に処理する必要があります。有害物質の放出を防ぎ、天然資源の使用を減らすため、本製品の部材の再利用とリサイクルの徹底にご協力ください。



このマークは、本製品が WEEE (廃棄電気・電子機器) およびバッテリーに関する指令 2012/19/EC および 2006/66/EC に基づき、EU の諸要件に準拠していることを示しています。リサイクル方法については、当社の Web サイトのサービス・セクション ([www.tek.com/productrecycling](http://www.tek.com/productrecycling)) を参照してください。

**過塩素酸塩の取り扱い.** 本製品には CR リチウム電池が搭載されています。CR リチウム電池はカリフォルニア州法により過塩素酸塩材として規定され、特別な取り扱いが求められています。詳細については、[www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate](http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate) を参照してください。

# まえがき

このマニュアルには、次のオシロスコープの操作に関する情報が含まれています。

MDO4024C 型

MDO4034C 型

MDO4054C 型

MDO4104C 型

## 主な特長

MDO4000C シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープには、それぞれが卓越した性能を備えた計測器を最大 6 種類組み込むことができるため、困難な課題にも対応できます。すべて強力なトリガ、検索、および解析機能を備えており、アナログ信号、デジタル信号、RF 信号の同期解析機能を提供する唯一のオシロスコープです。

MDO4000C シリーズはカスタマイズが可能なほか、拡張性に優れています。

- 200MHz から 1GHz までの帯域幅に対応した各種のモデルを利用可能
- すべてのアナログ・チャンネルにおいて、2.5 または 5GS/s のサンプル・レート(型による)
- すべてのチャンネルにおいて、20M ポイントのレコード長
- 340,000 波形／秒を超える最大波形取り込みレート
- 周波数領域測定専用の RF 入力チャンネル(オプション)
- アナログ、デジタル、RF 信号を 1 つの計測器に時間の同期をとって取り込み
- 50MHz の任意波形／ファンクション・ジェネレータ(オプション)
- 時間領域測定用の 16 デジタル・チャンネルおよび 4 アナログ・チャンネル(オプション)
- 高度なトリガおよび解析: I<sup>2</sup>C、SPI、USB 2.0、CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、RS-232、RS-422、RS-485、UART、I<sup>2</sup>S、左詰め(LJ)、右詰め(RJ)、TDM、イーサネット、MIL-STD-1553(適切なアプリケーション・モジュール)、およびパラレル(オプション)
- パワー解析、リミット／マスク・テスト・アプリケーション・モジュール(オプション)

## 本マニュアルで使用する表記規則

このマニュアルでは、次のアイコンが使用されています。

実行順序	フロントパネルの電源	電源の接続	ネットワーク	USB
1				

## 保証期間

本体と部品(プローブを除く)はすべて 3 年保証



# 設置

## 設置の前に

オシロスコープを開梱し、スタンダード・アクセサリとして記載されているすべての付属品が含まれていることを確認してください。次のページに、推奨されるアクセサリとプローブ、機器オプション、およびアップグレードを一覧表示します。最新の情報について、当社 Web サイト ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) を参照します。

すべての製品は、インストールと安全確保に関する印刷されたマニュアル(英語、日本語、簡体字中国語、またはフランス語版)付きで出荷されます。以下に示す各言語版の完全なユーザ・マニュアルは、[www.tektronix.com/downloads](http://www.tektronix.com/downloads) にて PDF 形式で提供しています。

表 1: スタンダード・アクセサリ

アクセサリ	説明	当社部品番号
MDO4000C シリーズ・オシロスコープ・ユーザ・マニュアルこれらのマニュアルについては <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> をご覧ください。	英語(オプション L0 型)	077-1167-XX
	フランス語(オプション L1 型)	077-1168-XX
	イタリア語(オプション L2 型)	077-1170-XX
	ドイツ語(オプション L3 型)	077-1169-XX
	スペイン語(オプション L4 型)	077-1171-XX
	日本語(オプション L5 型)	077-1177-XX
	ポルトガル語(オプション L6 型)	077-1172-XX
	簡体字中国語(オプション L7 型)	077-1174-XX
	繁体字中国語(オプション L8 型)	077-1175-XX
	韓国語(オプション L9 型)	077-1176-XX
ロシア語(オプション L10 型)	077-1173-XX	
計量標準総合センターへのトレーサビリティと、ISO9001 品質システム登録を文書化した校正証明書		--

アクセサリ	説明	当社部品番号
フロント・パネル・オーバーレイ言語オプションを選択された場合、選択した言語版のフロント・パネル・オーバーレイが2つ付属します。機器と一致するオーバーレイを使用してください。	フランス語(オプション L1 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3598-XX 335-3608-XX
	イタリア語(オプション L2 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3600-XX 335-3610-XX
	ドイツ語(オプション L3 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3601-XX 335-3611-XX
	スペイン語(オプション L4 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3602-XX 335-3612-XX
	日本語(オプション L5 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3603-XX 335-3613-XX
	ポルトガル語(オプション L6 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3604-XX 335-3614-XX
	簡体字中国語(オプション L7 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3605-XX 335-3615-XX
	繁体字中国語(オプション L8 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-0306-XX 335-3616-XX
	韓国語(オプション L9 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3607-XX 335-3617-XX
	ロシア語(オプション L10 型)SAバージョン 非 SA バージョン	335-3599-XX 335-3609-XX
プローブ	200MHz、350MHz モデルおよび500MHz モデルには 500MHz、10X 受動プローブ 1 本/チャンネル	TPP0500B 型
	1GHz モデルには 1GHz、10X 受動プローブ 1 本/チャンネル	TPP1000 型
アダプタ(オプション SA3 型または SA6 型付きモデル用)	N(オス)-BNC(メス)	103-0045-00
フロント・カバー	機器を保護するのに役立つハード・プラスチック・カバー	200-5130-00

アクセサリ	説明	当社部品番号
電源コード	北米(オプション A0 型)	161-0348-00
	欧州全域(オプション A1 型)	161-0343-00
	英国(オプション A2 型)	161-0344-00
	オーストラリア(オプション A3 型)	161-0346-00
	スイス(オプション A5 型)	161-0347-00
	日本(オプション A6 型)	161-0342-00
	中国(オプション A10 型)	161-0341-00
	インド(オプション A11 型)	161-0349-00
	ブラジル(オプション A12)	161-0356-00
	電源コードおよび AC アダプタなし (オプション A99 型)	--
ロジック・プローブ(オプション MDO4MSO 型付き)	16 チャンネル・ロジック・プローブ 1 本(アクセサリ付き)	P6616
プローブおよびアクセサリ・ポーチ	プローブおよび関連するアクセサリを収納するバッグ	016-2030-XX

表 2: オプション・アクセサリ

アクセサリ	説明	当社部品番号
航空宇宙シリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	MIL-STD-1553 シリアル・バスでのトリガが可能です。また、信号のデジタル表示、バス表示、バス・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのデコード・テーブルが使用できます。	DPO4AERO 型
オーディオ・シリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	I <sup>2</sup> S、左詰め(LJ)、右詰め(RJ)、および TDM オーディオ・バスをサポートしています。また、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブルが使用できます。	DPO4AUDIO 型
自動車シリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	CAN、CAN FD および LIN シリアル・バスのパケット・レベル情報でのトリガを可能にします。また、信号のデジタル表示、バス表示、バス・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブルが使用できます。	DPO4AUTO 型

アクセサリ	説明	当社部品番号
FlexRay、CAN、CAN FD および LIN のシリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	FlexRay、CAN、CAN FD および LIN バスのパケット・レベル情報でのトリガが可能です。また、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、タイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブル、およびアイ・ダイアグラム解析ソフトウェアが使用できます。	DPO4AUTOMAX 型
バンドル・アプリケーション・モジュール	このモジュールにより、DPO4AERO 型、DPO4AUDIO 型、DPO4AUTO 型、DPO4COMP 型、DPO4EMBD 型、DPO4ENET 型、DPO4LMT 型、DPO4PWR 型、DPO4USB 型、および DPO4VID 型の機能が有効になります。	DPO4BND 型
コンピュータ・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	RS-232、RS-422、RS-485、および UART シリアル・バスをサポートします。また、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブルが使用できます。	DPO4COMP 型
組込みシリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	I <sup>2</sup> C および SPI シリアル・バスのパケット・レベル情報でのトリガを可能にします。また、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブルが使用できます。	DPO4EMBD 型
イーサネット・シリアル・トリガおよび解析アプリケーション・モジュール	10base-T および 100base-TX バスでのトリガが可能となります。また、検索ツール、バス表示、タイムスタンプ情報付きのデコード・テーブルが使用できます。  <i>注: 100BASE-TX には、帯域 350MHz 以上のモデルを推奨します。</i>	DPO4ENET 型
リミット／マスク・テスト・アプリケーション・モジュール	リミット・テストおよびテレコム標準のマスクまたはカスタム・マスクによるテストをサポートします。  <i>注: 55Mbps を超えるテレコム標準には、帯域 350MHz 以上のモデルを推奨します。ハイスピード(HS)USB を使用するには、帯域幅 1GHz のモデルを推奨します。</i>	DPO4LMT 型

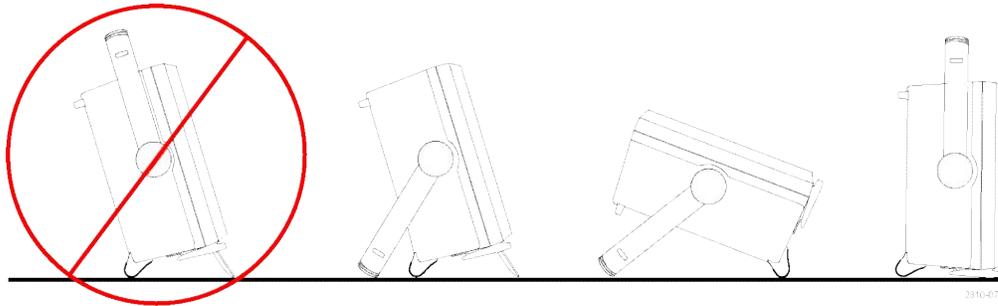
アクセサリ	説明	当社部品番号
パワー解析アプリケーション・モジュール	電源品質、スイッチング損失、高調波、リップル、変調、安全動作領域、およびスルー・レート (dV/dt および dI/dt) の測定が可能です。	DPO4PWR 型
USBトリガおよび解析アプリケーション・モジュール	USB 2.0 シリアル・バスのパケット・レベル情報でのトリガを可能にします。また、信号のデジタル表示、バス表示、16 進/2 進/ASCII データのバス・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのパケット・デコード・テーブルが使用できます。  <i>注: ハイスピード(HS)USB を使用するには、帯域幅 1GHz のモデルが必要です。</i>	DPO4USB 型
拡張ビデオ・アプリケーション・モジュール	さまざまな標準 HDTV 信号によるトリガのほか、3~4,000 ラインのカスタム (非標準) の 2 レベルおよび 3 レベル・ビデオ信号によるトリガが可能になります。	DPO4VID 型
拡張 RF トリガ・アプリケーション・モジュール (オプション SA3 型または SA6 型を装備した機器用)	パルス幅、タイムアウト、ラント、ロジック、およびシーケンスの各トリガ・ソースとして RF 電力を使用できます。	MDO4TRIG 型
NEX-HD2HEADER	Mictor コネクタから 0.1 インチのヘッダ・ピンにチャンネルを転送するアダプタ。	NEX-HD2HEADER
TEK-USB-488 型アダプタ	GPIB-USB 変換アダプタ	TEK-USB-488
ラックマウント・キット	ラックマウント・ブラケットを追加します	RMD5000 型
ソフト・キャリング・ケース	機器の運搬用ケース	ACD4000B 型
ハード・キャリング・ケース	持ち運び用ケース。ただし運搬用ソフト・ケース (ACD4000B) が必要です。	HCTEK54 型
MSO4000B、DPO4000B、MDO4000/B/C、MDO3000 シリーズ・オシロスコープ・プログラマ・マニュアル	オシロスコープのリモート・コントロール用コマンドについての説明。このマニュアルは、 <a href="http://www.tektronix.com/downloads">www.tektronix.com/downloads</a> からダウンロードできます。	077-0510-XX
MDO4000C シリーズ・オシロスコープの仕様および性能検査のテクニカル・リファレンス・マニュアル	オシロスコープの仕様と性能検査手順についての説明。このマニュアルは、 <a href="http://www.tektronix.com/downloads">www.tektronix.com/downloads</a> からダウンロードできます。	077-1178-XX
MDO4000C シリーズ・オシロスコープ・サービス・マニュアル	MDO4000C シリーズ・オシロスコープのサービス情報。	077-1179-XX

アクセサリ	説明	当社部品番号
MDO4000C シリーズ・アプリケーション・モジュールのインストールの手順	オシロスコープにアプリケーション・モジュールをインストールする方法について説明します。	071-3253-XX
DPO3PWR 型および DPO4PWR 型パワー測定モジュール・ユーザ・マニュアル	英語(オプション L0 型)	071-2631-XX
	フランス語(オプション L1 型)	077-0235-XX
	イタリア語(オプション L2 型)	077-0236-XX
	ドイツ語(オプション L3 型)	077-0237-XX
	スペイン語(オプション L4 型)	077-0238-XX
	日本語(オプション L5 型)	077-0239-XX
	ポルトガル語(オプション L6 型)	077-0240-XX
	簡体字中国語(オプション L7 型)	077-0241-XX
	繁体字中国語(オプション L8 型)	077-0242-XX
	韓国語(オプション L9 型)	077-0243-XX
ロシア語(オプション L10 型)	077-0244-XX	
MDO4000C シリーズ・オシロスコープの機密およびセキュリティに関する説明	当社 MDO4000C シリーズのオシロスコープからメモリ・デバイスを取り外し、格納された機密情報を消去する手順について説明します。	077-1180-00
TekVPI プローブ	<p>当社の Web サイト (www.tektronix.com) の Oscilloscope Probe and Accessory Selector Tool をご利用ください。</p> <p><i>注: RF 入力には TekVPI プローブのサブセットも使用できます。これらのプローブには下記の TPA-N-VPI アダプタが必要です。</i></p>	
TPA-N-VPI アダプタ	N 型コネクタ(RF 入力)を TekVPI プローブに接続するアダプタ。	TPA-N-VPI 型
TPA-BNC アダプタ	TekVPI-TekProbe II BNC アダプタ	TPA-BNC

MDO4000C シリーズ・オシロスコープでは、多くのオプション・プローブが使用できます。[プローブの接続](#) (8 ページ) を参照してください。最新情報については、当社の Web サイト (www.tektronix.com) で、Oscilloscope Probe and Accessory Selector Tool をご利用ください。

## 使用時の設置方法

ハンドルと前のスタンドを調整して、使いやすい状態にオシロスコープを設置します。スタンドを展開した場合、ハンドルは必ず下げてください。

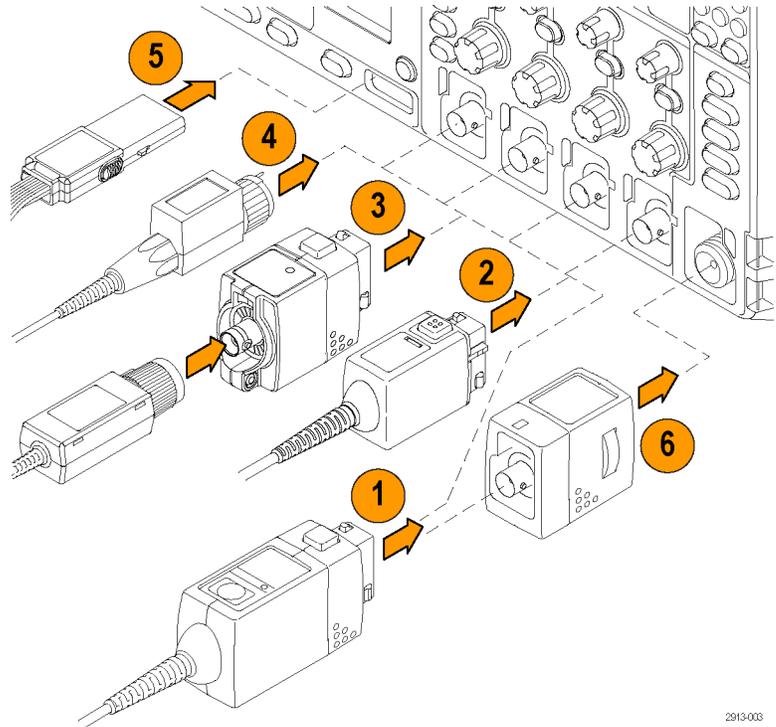


## プローブの接続

本機では、次のものを使用したプローブをサポートしています。

### 1. Tektronix 汎用プローブ・インタフェース (TekVPI)

これらのプローブは、画面上のメニューおよびリモート設定可能な機能を通して、オシロスコープとの双方向通信をサポートしています。リモート・コントロールは、システムがプローブ・パラメータをプリセットする ATE などで役に立ちます。



2913-003

### 2. 受動プローブ用 Tektronix 汎用プローブ・インタフェース (TekVPI)

これらのプローブは TekVPI インタフェースの機能に基づいています。各プローブをオシロスコープの対応するチャンネルとマッチさせ、オシロスコープの入カパスを最適化します。これにより、全周波数帯域に AC 補正が適用されます。

### 3. TPA-BNC アダプタ

TPA-BNC アダプタにより、プローブに電源を供給したりスケール情報や単位情報をオシロスコープに送るような、TEKPROBE II プローブの機能が使用可能になります。

#### 4. BNC インタフェース

これらのインタフェースの中には TEKPROBE 機能を使用して波形信号とスケールリング情報をオシロスコープに送るものもありますが、波形信号のみを送るものもあります。

#### 5. ロジック・プローブ・インタフェース

P6616 型プローブは、16 チャンネルのデジタル情報(オン/オフ状態)を提供します。

#### 6. TPA-N-VPI アダプタを使用すると、RF 入力に TekVPI プローブを使用できます。

MDO4000C シリーズ・オシロスコープでは、多くのオプション・プローブが使用できます。当社の Web サイト ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) で、Oscilloscope Probe and Accessory Selector Tool をご利用ください。

## オシロスコープの盗難防止

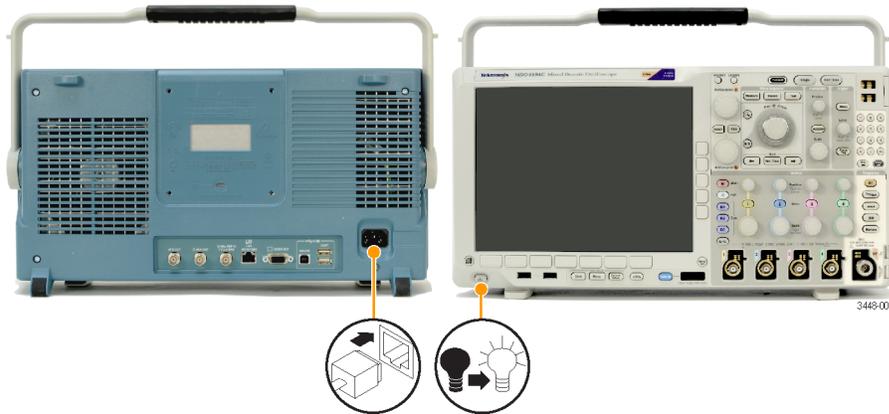
1. ラップトップ・コンピュータ用のセキュリティ・ロックをオシロスコープにも使用できます。盗難防止にお役立てください。



## 電源投入

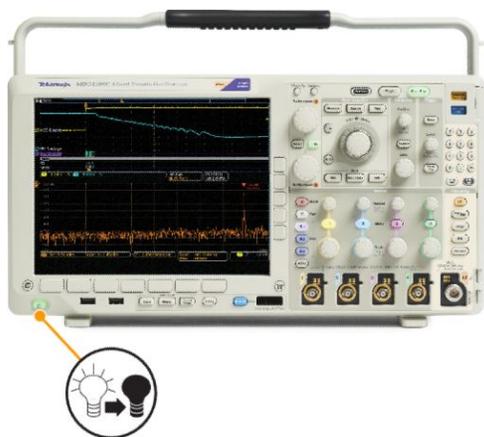
1. 付属の電源コードをリア・パネルの電源コネクタに接続します。
2. フロント・パネルの電源ボタンを押して、電源を投入します。

**注:** フロント・パネルのスタンバイ・ボタンは、押しても主電源を切断できません。主電源を切断するには、リア・パネルの電源コードを抜く必要があります。



## オシロスコープの電源オフ

電源をオフにするには、オシロスコープの前面にある電源ボタンを押します。

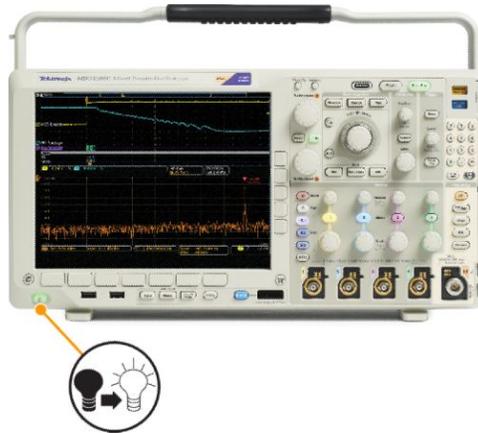


機器の電源を切るには、機器のフロント・パネルにある電源ボタンを押し直してオフにし、電源コードを取り外します。

## 機能チェック

以下の簡単な機能チェックを実行して、オシロスコープが正常に動作しているか確認します。

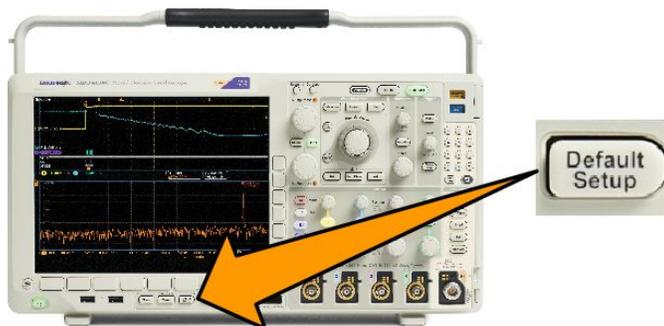
1. オシロスコープの電源コードを接続します。
2. オシロスコープの電源をオンにします。



3. プローブのコネクタをオシロスコープのチャンネル1に接続し、プローブのチップと基準リードをオシロスコープのフロント・パネルの右側にある PROBE COMP 端子に接続します。



4. **Default Setup** (工場出荷時設定) を押します。



5. **Autoset**(オートセット)を押します。振幅約 2.5 V、周波数 1 kHz の方形波が画面に表示されます。

信号は表示されているのに形状がゆがんでいる場合は、プローブの補正手順を実行します。

信号が表示されない場合は、同じ手順を再度実行します。それでも問題が解消されない場合は、資格のあるサービス担当者による機器の修理を受けてください。



## TPP0500B 型または TPP1000 型受動電圧プローブの補正

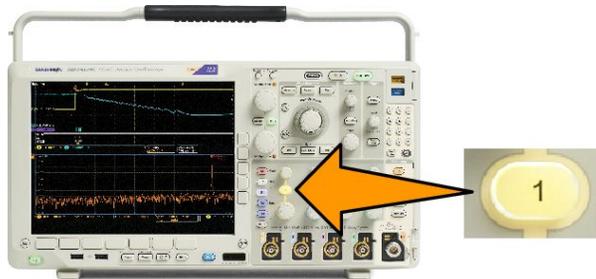
当社製オシロスコープは、TPP0500B 型および TPP1000 型プローブを自動的に補正することができます。これにより、他のプローブでは必要な手動によるプローブの補正作業が不要となります。

補正では、特定のプローブとチャンネルの組み合わせに応じて、複数の値が生成されます。そのプローブを他のチャンネルで使用するために、プローブとチャンネルの新たな組み合わせで補正する場合は、その組み合わせについて一連の新規補正ステップを実行しなければなりません。

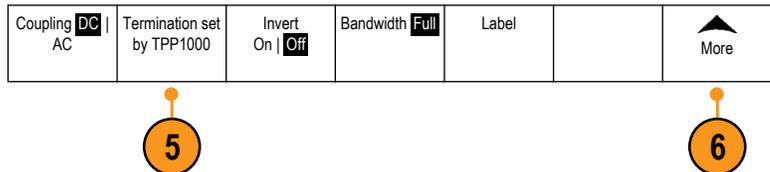
1. オシロスコープの電源コードを接続します。
2. オシロスコープの電源コードを接続します。
3. プローブ・コネクタをオシロスコープのチャンネルに接続し、プローブのチップと基準リードをオシロスコープのフロント・パネルにある **PROBE COMP** 端子に接続します。

*注: 同時に複数のプローブをプローブの補正端子に接続することはできません。*

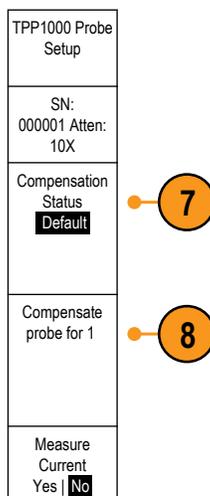
4. 補正するプローブに接続している入力チャンネルのフロント・パネル・ボタンを押します(1、2、3、4 のいずれか)。



5. 下のメニューに、プローブの終端値が自動的に設定されていることに注意してください。
6. **More**(次へ)を繰り返し押して、表示されるポップアップ・メニューから **Probe Setup**(プローブ設定)を選択します。



7. 補正ステータスは、**Default**(デフォルト)から始まることに注意してください。
8. **Compensate probe**(プローブの補正)を押して、画面に表示される指示に従います。



オシロスコープで TPP0500B/TPP1000 型プローブの補正を行う場合は次のことに注意してください。

- 補正では、特定のプローブとチャンネルの組み合わせに応じて、複数の値が生成されます。そのプローブを他のチャンネルで使用するために、プローブとチャンネルの新たな組み合わせで補正する場合は、一連の新規補正ステップを実行しなければなりません。
- 各チャンネルには、プローブ 10 本分の補正値が保存されます。特定のチャンネルで 11 本目のプローブの補正を行うと、使用された最も古いプローブの値が削除され、新しいプローブの値が追加されます。
- Aux In チャンネルに接続された TPP0500B/TPP1000 型プローブには、デフォルトの補正値が割り当てられません。

---

**注:** 工場での校正を行うと格納された補正値はすべて消去されます。

---

**注:** プローブの補正が失敗した場合、その原因の多くは、プローブ・チップまたはグランド接続の補正中の断続的な接続不良です。補正に失敗した場合、プローブ補正の失敗前に補正値が存在すれば、その補正値が引き続き使用されます。

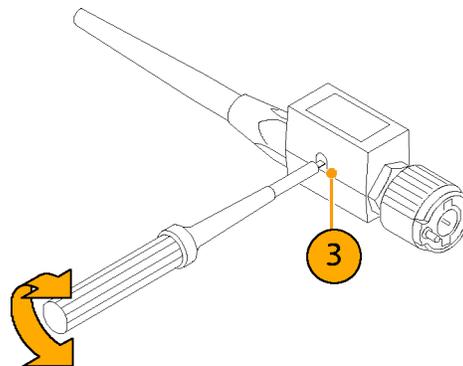
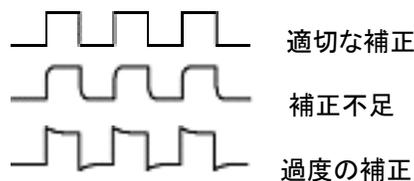
---

## TPP0500B 型または TPP1000 型以外の受動電圧プローブの補正

受動電圧プローブを初めて入力チャンネルに取り付ける場合は、必ずプローブを補正して、対応するオシロスコープの入力チャンネルに適合させるようにします。

TPP0500B 型および TPP1000 型プローブ用の前述の自動プローブ補正手順を TPP0500B 型または TPP1000 型以外の当社受動プローブに使用する場合は、プローブの取扱説明書で使用可能なことを確認してください（[TPP0500B 型または TPP1000 型受動電圧プローブの補正](#)（14 ページ）参照）。自動補正できない場合に、受動プローブを正しく補正するには、次の手順を実行します。

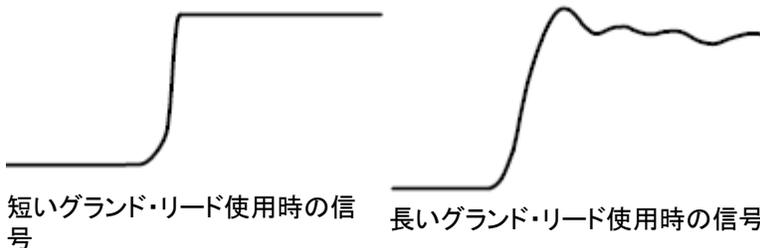
1. 次の手順に従って、機能チェックを実施します。（[機能チェック](#)（12 ページ）を参照）。
2. 表示される波形の形状をチェックして、プローブが正しく補正されているか確認します。
3. 必要に応じて、プローブを調整します。必要なだけ調整を繰り返します。



1785-140

### ヒント

グランド・リードと信号パスを可能な限り短くして、プローブに起因する測定信号上のリングングおよび歪を最小限にします。



## アプリケーション・モジュールの無料トライアル

オシロスコープにインストールされていないアプリケーション・モジュール・ライセンスは、どれも 30 日間無料で試用できます。トライアル期間は、初めてオシロスコープの電源をオンにした時点から起算されます。

30 日経過後も継続使用するには、モジュールをご購入いただく必要があります。トライアル期間の終了日を確認するには、フロント・パネルの **Utility** (ユーティリティ) を押して、下位メニューの **Utility Page** (ユーティリティ ページ) を押します。次に、汎用ノブ **a** を使用して **Config** (設定) を選択し、下位メニューの **About** (バージョン情報) を押します。さらに、サイド・メニューの **Application Modules** (アプリケーション・モジュール) を押すと、トライアル期間の終了日が表示されます。

## アプリケーション・モジュールの取り付け



**注意:** オシロスコープやアプリケーション・モジュールの損傷を防ぐために、ESD (静電気放電) の注意事項に従ってください。(電源投入(10 ページ)を参照)。

アプリケーション・モジュールの取り外しまたは取り付けの際には、オシロスコープの電源をオフにします。

[オシロスコープの電源オフ\(11 ページ\)](#) を参照してください。

オプションのアプリケーション・モジュール・パッケージを使用すると、オシロスコープの機能が拡張されます。

最大 4 つのアプリケーション・モジュールを同時に物理的に取り付けることができます。アプリケーション・モジュールは、フロント・パネルの右上隅のウィンドウを使用して、2 つのスロットに差し込みます。残りの 2 つのスロットは、見えている 2 つのスロットのすぐ後ろにあります。これらのスロットを使用するには、ラベル面を後ろに向けてモジュールをインストールしてください。

一部のモジュールでは、アプリケーション・モジュールとオシロスコープとの間でライセンスを移動できます。モジュールをライセンスごと、オシロスコープからオシロスコープへと移動することもできます。この他に、ライセンスをモジュールからオシロスコープに移動することもできます。この方法を使用すると、モジュールをオシロスコープとは別に安全に保管することができる、さらにはオシロスコープ上で同時に 5 つ以上のアプリケーションを使用できるというメリットがあります。ライセンスをモジュールからオシロスコープへ、またオシロスコープからモジュールへ移動する手順は次のとおりです。

1. オシロスコープの電源をオフにします。アプリケーション・モジュールをオシロスコープに挿入します。電源をオンにします。
2. フロント・パネルの **Utility** (ユーティリティ) を押します。必要に応じて、下位メニューの **Utility Page** (ユーティリティ ページ) を押し、汎用ノブ **a** を回して **Config** (設定) を選択します。下位メニューの **Manage Modules and Options** (管理 モジュール & オプション) を押し、サイド・メニューで "Modules" (モジュール) が選択されるまで、**Licence Type** (ライセンス種類) を押します。オシロスコープに保存されているライセンスがサイド・メニューに表示されます。転送するライセンスの横にあるボタンを押します。ライセンスは同時に 4 つまで移動できます。
3. オシロスコープの電源をオフにした後で、アプリケーション・モジュール本体をオシロスコープから取り外すことができます。

アプリケーション・モジュールのインストールとテストの手順については、アプリケーション・モジュールに付属の『MDO3000 および MDO4000 シリーズ・アプリケーション・モジュール・インストール・マニュアル』を参照してください。

注: ライセンスをオシロスコープに移動したモジュールは、そのままでは他のオシロスコープでは使用できません。使用前にライセンスをオシロスコープからモジュールに戻す必要があります。モジュール本体を保管する際は、日付、モジュール名、ライセンスを保持しているオシロスコープの機種とシリアル番号を書いたラベルを添えることをおすすめします。こうしておけば、後日、そのモジュールを他のオシロスコープに装着しても動作せず、原因が分からずに悩むといった事態を防ぐことができます。

## 帯域幅のアップグレード

プロジェクトで高い性能が要求される場合には、機器の帯域幅を増やすことができます。このためにはアップグレードの購入が必要になります。

アップグレードするには、必ずご使用の機器を当社サービス・センターまで返送していただく必要があります。また、完全な校正を行う必要があります。

アップグレード対象	オプション SA3 型または SA6 型(スペクトラム・アナライザ)	アップグレード前の帯域	アップグレード後の帯域	型名
MDO4024C 型	いいえ	200 MHz	350 MHz	MDO4BW2T34
		200 MHz	500 MHz	MDO4BW2T54
		200 MHz	1 GHz	MDO4BW2T104
		350 MHz	500 MHz	MDO4BW3T54
		350 MHz	1 GHz	MDO4BW3T104
		500 MHz	1 GHz	MDO4BW5T104
MDO4034C 型	いいえ	350 MHz	500 MHz	MDO4BW3T54
		350 MHz	1 GHz	MDO4BW3T104
		500 MHz	1 GHz	MDO4BW5T104
MDO4054C 型	いいえ	500 MHz	1 GHz	MDOBW5T104
MDO4024C 型	はい	200 MHz	350 MHz	MDO4BW2T34-SA
		200 MHz	500 MHz	MDO4BW2T54-SA
		200 MHz	1 GHz	MDO4BW2T104-SA
		350 MHz	500 MHz	MDO4BW3T54-SA
		350 MHz	1 GHz	MDO4BW3T104-SA
		500 MHz	1 GHz	MDO4BW5T104-SA
MDO4034C 型	はい	350 MHz	500 MHz	MDO4BW3T54-SA
		350 MHz	1 GHz	MDO4BW3T104-SA
		500 MHz	1 GHz	MDO4BW5T104-SA
MDO4054C 型	はい	500 MHz	1 GHz	MDO4BS5T104-SA

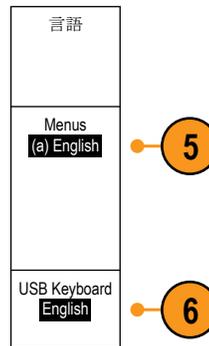
## ユーザ・インタフェースまたはキーボードの言語の変更

オシロスコープのユーザ・インタフェースまたはキーボードの言語を変更したり、オーバーレイを使用してフロント・パネル・ボタンのラベルを変更したりするには、次の手順を実行します。

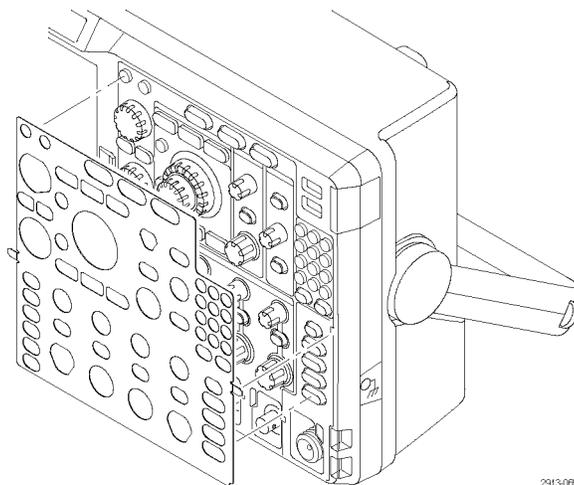
1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
3. 汎用ノブ **a** を回して、**Config** (設定) を選択します。



4. 表示された下位メニューの **Language** (言語) を押します。
5. 表示されたサイド・メニューから **Menu** (メニュー) を押し、汎用ノブ **a** を回して希望のユーザ・インタフェースを選択します。
6. 表示されたサイド・メニューから **USB Keyboard** (USB キーボード) を押し、汎用ノブ **a** を回して、使用する言語版のキーボードを選択します。
7. 英語を使用するように選択した場合は、プラスチックのフロント・パネル・オーバーレイを取り除きます。



英語以外の言語を選択した場合は、その言語のラベルを表示するために、フロント・パネルの上に目的の言語のプラスチック・オーバーレイを取り付けます。



2913-005

**注:** 言語オプションをご注文の場合、ご注文いただいた言語版のフロント・パネル・オーバーレイが2 つ付属します。一方はRF オプション付きのモデル (オプション SA3 型または SA6 型) 用で、もう一方はRF オプションのないモデル用です。フロント・パネル・オーバーレイに付属する説明書に従ってください。

## 日時の変更

現在の日時を使用して内部クロックを設定するには、次の手順を実行します。

1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。



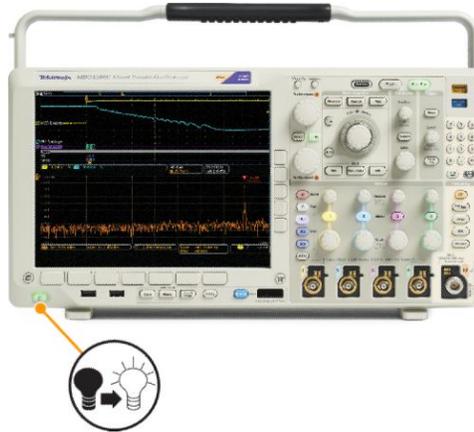
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
3. 汎用ノブ **a** を回して、**Config** (設定) を選択します。
5. サイド・メニュー・ボタンを押して、両方の汎用ノブ (**a** と **b**) を回して、日時の値を設定します。
6. **OK Set Date & Time** (日時の設定) を押します。

## 時間領域と周波数領域の信号パス補正

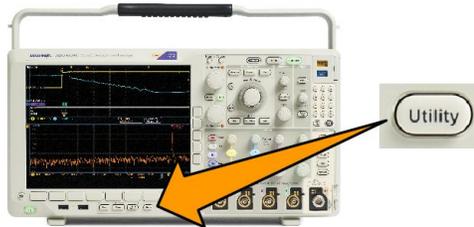
信号パス補正 (SPC) では、周囲温度の変化や長期ドリフトによって生じる DC 確度の誤差を修正します。周囲温度が 10 °C (18 °F) 以上変化した場合は、そのたびに補正が必要です。また、垂直軸スケールを 5 mV/div 以下に設定している場合は、週 1 回の補正が必要です。この補正を怠ると、当該 V/div 設定での保証性能レベルが満たされなくなる可能性があります。

信号パスを補正するには、次の手順を実行します。

1. オシロスコープを 20 分以上ウォーム・アップします。チャンネル入力から、入力信号 (プローブおよびケーブル) をすべて取り外します。AC 成分を含む入力信号は、SPC に悪い影響を与えます。



2. **Utility** (ユーティリティ) を押します。



3. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
4. 汎用ノブ a を回して、**Calibration** (校正) を選択します。
5. 下位メニューの **Signal Path** (信号パス) を押します。



6. 表示されたサイド・メニューで **OK Compensate Signal Paths** (信号パスの補正を許可) を押します。

校正が完了するまでには、約 10 分かかります。

7. 校正後、下位メニューのステータス・インジケータが、**Pass**(合格)を表示していることを確認します。合格にならない場合は、機器を再度校正するか、当社営業所により機器のサービスを受けてください。サービス担当者は工場校正機能により、外部ソースを使用してオシロスコープの内部基準電圧を校正します。工場校正のサポートについては、当社営業所または担当者にお問い合わせください。

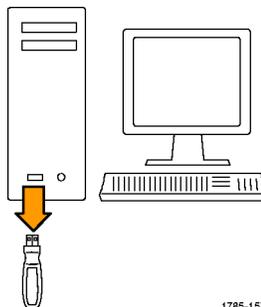
Utility Page Calibration	Signal Path Pass	Factory Pass				
-----------------------------	---------------------	-----------------	--	--	--	--

**注:** 信号パス補正には、プローブ・チップの校正は含まれていません。

## ファームウェアのアップグレード

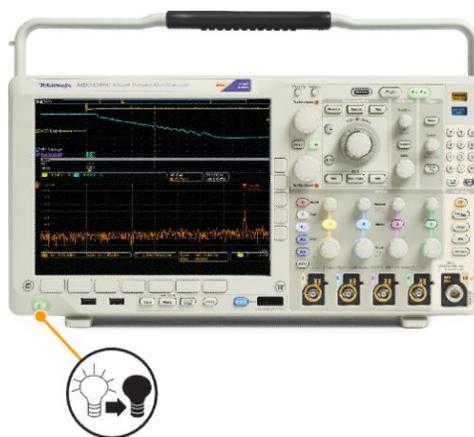
オシロスコープのファームウェアをアップグレードするには、次の手順を実行します。

1. Web ブラウザを起動して、  
[www.tektronix.com/software/downloads](http://www.tektronix.com/software/downloads)  
にアクセスし、ソフトウェア・ファイン  
ダを実行します。ご使用のオシロス  
コープ用の最新ファームウェアを PC  
にダウンロードします。



ダウンロードしたファイルを解凍し、  
firmware.img ファイルを USB フラッシュ・ド  
ライブまたは USB ハード・ドライブのルー  
ト・フォルダにコピーします。

2. オシロスコープの電源を切ります。



3. USB フラッシュ・ドライブまたはハー  
ド・ドライブをオシロスコープの fronts  
パネルにある USB ポートに挿入  
します。

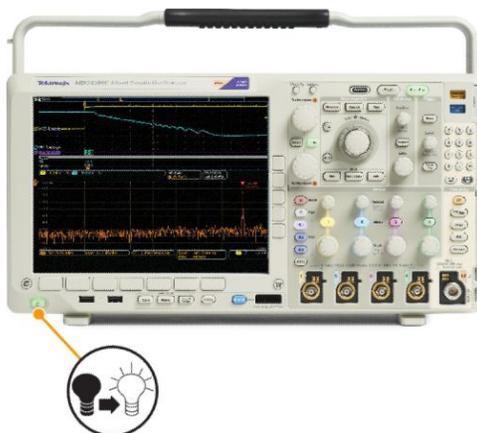
4. オシロスコープの電源をオンにします。アップグレード用ファームウェアが自動的に認識されてインストールされます。

ファームウェアのインストールが開始されない場合は、手順を再度実行します。手順を繰り返してもインストールできない場合は、別の USB フラッシュドライブまたはハードドライブを試してください。それでも問題が解決しない場合は、当社営業所にご連絡ください。

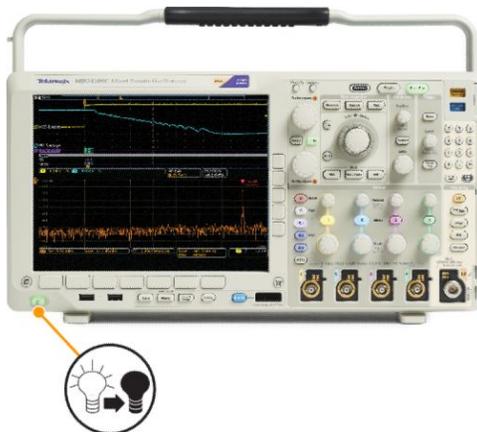
---

**注:** ファームウェアのインストールが完了するまで、オシロスコープの電源を切ったり、USB ドライブを取り外したりしないでください。

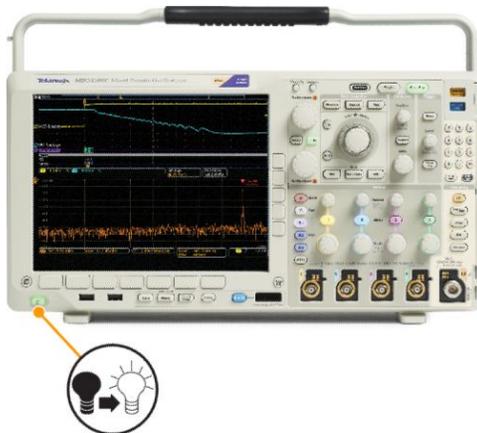
---



5. オシロスコープの電源を切って、USB フラッシュドライブまたはハードドライブを取り外します。



6. オシロスコープの電源をオンにします。



7. **Utility** (ユーティリティ) を押します。



8. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
9. 汎用ノブ **a** を回して、**Config** (設定) を選択します。
10. **About** (バージョン情報) を押します。
11. バージョン番号が、新しいファームウェアの番号に一致していることを確認します。

## オシロスコープとコンピュータの接続

PC でデータの解析、スクリーン・イメージの収集、オシロスコープの制御を行うには、オシロスコープをコンピュータに直接接続します。

オシロスコープをコンピュータに接続する方法は 3 つあります。1 つは VISA ドライバを経由する方法、もう 1 つは Web に対応した e\*Scope ツールを使用する方法、そして 3 つ目はソケット・サーバを使用する方法です。VISA を使用すると、コンピュータからソフトウェア・アプリケーション (Tektronix OpenChoice デスクトップ®など) を介してオシロスコープと通信できます。e\*Scope を使用すると、Web ブラウザ (Microsoft Internet Explorer など) を介してオシロスコープと通信できます。最良の結果を得るには、HTML 5 対応のブラウザを使用してください。

### VISA の使用

VISA を使用すると、オシロスコープから Windows コンピュータへデータを取り込み、そのデータを Microsoft Excel、National Instruments LabVIEW、Tektronix OpenChoice デスクトップ・ソフトウェア、その他の解析パッケージ (独自開発プログラムを含む) で使用することができます。USB、イーサネット、GPIB などの一般的な通信接続を使用して、コンピュータをオシロスコープに接続することもできます。

VISA を使用するには、VISA ドライバをコンピュータに読み込みます。また、OpenChoice デスクトップなどのアプリケーションも読み込みます。ドライバと OpenChoice デスクトップ・ソフトウェアは、当社 Web サイト ([www.tektronix.com/downloads](http://www.tektronix.com/downloads)) からダウンロードできます。

## e\*Scope の使用

e\*Scope を使用すると、コンピュータのブラウザから、インターネット接続されている任意の MDO4000C シリーズ・オシロスコープにアクセスして制御することができます。

LAN ポートを使用して、オシロスコープをご使用のネットワークに接続します。組込み LXI Web インタフェース (Core 2011、バージョン 1.4) には、編集およびカスタマイズ可能なネットワーク構成情報が備わっています。または、e\*Scope ユーザ・インタフェースを使用してリモート機器制御を行うこともできます。ここでは、機器設定の制御、画面イメージの保存、機器データまたはセットアップの保存などを行うことが可能です。これらの操作すべては、パスワードで保護可能な Web インタフェースを使用して行います。

オシロスコープとコンピュータ間の VISA 通信を設定するには、次の手順を実行します。

1. コンピュータに VISA ドライバを読み込みます。また、OpenChoice デスクトップなどのアプリケーションも読み込みます。  
 ドライバと OpenChoice デスクトップ・ソフトウェアは、[Tektronix のソフトウェア・ファインダ・ホームページ \(www.tektronix.com/downloads\)](http://www.tektronix.com/downloads) からダウンロードできます。
2. 適切な USB ケーブルまたはイーサネット・ケーブルを使用して、オシロスコープをコンピュータに接続します。  
 オシロスコープと GPIB システム間で通信を行うには、USB ケーブルを使用してオシロスコープを TEK-USB-488 GPIB-USB アダプタに接続します。次に、GPIB ケーブルを使用して、アダプタを GPIB システムに接続します。オシロスコープの電源を入れ直します。
3. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
4. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
5. **汎用 a** を回して、I/O を選択します。
6. USB を使用しており、USB が有効になっている場合は、システムは自動的に設定されます。  
 下位メニューで USB をチェックして、USB が有効になっていることを確認してください。有効になっていない場合は、**USB** を押し、サイド・メニューの **Connect to Computer** (コンピュータに接続) を押します。
7. イーサネットを使用するには、下位メニューの **Ethernet & LXI** (イーサネットおよび LXI) を押します。  
 必要に応じて、サイド・メニュー・ボタンを使用してネットワーク設定を調整します。詳細については、後述の e\*Scope 設定情報を参照してください。
8. ソケット・サーバのパラメータを変更する場合は、**Socket Server** (ソケット・サーバ) を押して、表示されるサイド・メニューで新しい値を入力します。
9. GPIB を使用する場合には、**GPIB** を押します。汎用ノブ **a** を回し、サイド・メニューで GPIB アドレスを入力します。  
 この手順により、取り付けられた TEK-USB-488 アダプタの GPIB アドレスが設定できます。
10. コンピュータ上で、アプリケーション・ソフトウェアを実行します。

### ヒント:

- オシロスコープとコンピュータ間の接続を効率化できる、さまざまな Windows ベースのソフトウェア・ツールに当社ウェブ・サイトからアクセスできます。Microsoft Excel および Word との接続を迅速化するツールバーや Tektronix OpenChoice デスクトップというスタンドアロンのアクイジション・プログラムが用意されています。
- リア・パネルの USB 2.0 デバイス・ポートは、コンピュータとの接続に使用します。リア・パネルおよびフロント・パネルの USB 2.0 ホスト・ポートを使用して、オシロスコープと USB フラッシュ・ドライブを接続します。リア・パネルの USB デバイス・ポートを使用して、PC または PictBridge 対応プリンタにオシロスコープを接続します。

## LXI Web ページと e\*Scope の使用方法

e\*Scope を使用すると、コンピュータのブラウザから、インターネット接続されている任意の MDO4000C シリーズ・オシロスコープにアクセスすることができます。

オシロスコープとリモート・コンピュータで実行中の Web ブラウザ間の e\*Scope 通信を設定するには、次の手順を実行します。

1. 適切なイーサネット・ケーブルを使用して、オシロスコープをコンピュータ・ネットワークに接続します。
2. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
3. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
4. 汎用ノブを回して、I/O を選択します。
5. **Ethernet & LXI** (イーサネットおよび LXI) を押します。
6. サイド・メニューの一番上の項目で LAN の状態を調べます。状態が良好な場合は緑色になり、デバイスにエラーがある場合は赤色になります。
7. **LAN Settings** (LAN 設定) を押してオシロスコープに設定されたネットワーク・パラメータを表示します。
8. **LAN Reset** (LAN リセット) を押すと、オシロスコープの LAN 設定がデフォルトに戻ります。
9. **Test Connection** (接続テスト) を押すと、接続されたネットワークを検出できるかどうかのチェックを行います。
10. **More** (その他) を押すと、サイド・メニュー項目の次のページが表示されます。
11. **Change Names** (名前の変更) を押すと、オシロスコープの名前、ネットワーク・ドメイン、サービス名を変更できます。
12. **Change Ethernet & LXI Password** (イーサネットおよび LXI パスワードの変更) を押すと、パスワードの名前を変更できます。
13. **Change e\*Scope Password** (e\*Scope パスワードの変更) を押すと、Web ブラウザから行われる LAN の設定変更から、LXI パスワードを使用してオシロスコープを保護します。
14. リモート・コンピュータ上でブラウザを起動します。ブラウザのアドレス行にホスト名、ドット、ドメイン名の順に入力します。または、機器の IP アドレスを入力することもできます。これにより、LXI ウェルカム・ページがコンピュータ画面の Web ブラウザに表示されます。
15. **Network Configuration** (ネットワーク設定) をクリックすると、ネットワーク構成の設定を参照したり編集したりできます。パスワードを使用していて設定を変更する場合、デフォルトのユーザ名は "lxuser" です。
16. e\*Scope については、LXI ウェルカム・ページの左側にある Instrument Control (e\*Scope) のリンクをクリックしてください。これにより、ブラウザに新規タブ (またはウィンドウ) が開き e\*Scope が実行されます。

## ソケット・サーバの使用

ソケット・サーバは、インターネット・プロトコル・ベースのコンピュータ・ネットワークを介して双方向通信を可能にします。オシロスコープのソケット・サーバ機能を利用することで、オシロスコープはリモート・ターミナル・デバイスやコンピュータの通信を行うことができます。

オシロスコープとリモート端末またはコンピュータ間のソケット・サーバをセットアップおよび使用するには、次の手順を実行します。

1. **Utility** ボタンを押します。
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
3. 汎用 a を回して、I/O を選択します。
4. **Socket Server** (ソケット・サーバ) を押します。
5. 表示されるソケット・サーバのサイド・メニューで、一番上のエントリを押して **Enabled** (有効) をハイライトします。

6. プロトコルを None(なし)または Terminal(ターミナル)から選択します。  
 ユーザがキーボードから実行する通信セッションでは通常、ターミナル・プロトコルが使用されます。自動化されたセッションでは、オシロスコープからこれらのプロトコルなしで、独自の通信が処理されることがあります。
7. 必要に応じて、汎用 a を回してポート番号を変更します。
8. 新しいポート番号を設定するには OK を押します(必要な場合)。
9. ソケット・サーバのパラメータの変更が完了すると、コンピュータとオシロスコープの通信の準備が整います。MS Windows PC を使用している場合は、コマンド・インタフェースを持つデフォルトのクライアント、Telnet を実行できます。これを使用するには、コマンド・プロンプトに「Telnet」と入力します。PC に Telnet ウィンドウが開きます。

---

*注: MS Windows 7 で Telnet を使用するには、最初に Telnet を有効にする必要があります。*

---

10. コンピュータとオシロスコープのターミナル・セッションを開始するには、open コマンドにオシロスコープの LAN アドレスとポート番号を付けて入力します。  
 LAN アドレスを確認するには、下位メニュー・ボタンの Ethernet & LXI 項目を押し、表示される LAN Settings (LAN 設定) サイド・メニュー・ボタンで Ethernet & LXI Setting (Ethernet & LXI 設定) 画面を表示します。ポート番号は、下位メニューの Socket Server (ソケット・サーバ) 項目を押し、表示される Current Port (現在のポート) サイド・メニュー項目で知ることができます。  
 たとえば、オシロスコープの IP アドレスが 123.45.67.89 でポート番号がデフォルトの 4000 の場合、MS Windows の Telnet 画面に o 123.45.67.89 4000 と入力します。  
 オシロスコープは、コンピュータとの接続が確立されると、コンピュータにヘルプ画面を送信します。
11. これで、\*idn? などの、標準問い合わせコマンドを入力できます。

Telnet セッションのウィンドウには、その機器について説明する文字列が表示されます。

この Telnet セッションのウィンドウを使用して、さらに問い合わせコマンドを入力し、その結果を見ることができます。その他の関連するコマンド、問い合わせコマンドの構文や関連するステータス・コードについては、当社 Web サイトで提供しているプログラマ・マニュアルを参照してください。

---

*注: オシロスコープとの MS Windows Telnet セッションでは、コンピュータの Backspace キーは使用しないでください。*

---

## USB キーボードとオシロスコープの接続

オシロスコープのリア・パネルまたはフロント・パネルにある USB ホスト・ポートに USB キーボードを接続できます。オシロスコープの電源がオンのときでも、キーボードを接続すると自動的に検出されます。

キーボードを使用すると、名前やラベルをすばやく作成できます。**Label**(ラベル)メニューは、**Channel**(チャンネル)ボタンまたは **Bus**(バス)ボタンを押すと下位メニューに表示されます。キーボードの矢印キーを使用して挿入ポイントを移動し、名前またはラベルを入力します。チャンネルやバスにラベルを付けると、画面上の情報を識別しやすくなります。

使用するキーボードを米国(US)キー・レイアウトにするか、他のレイアウトにするかを選択するには、次の手順に従います。

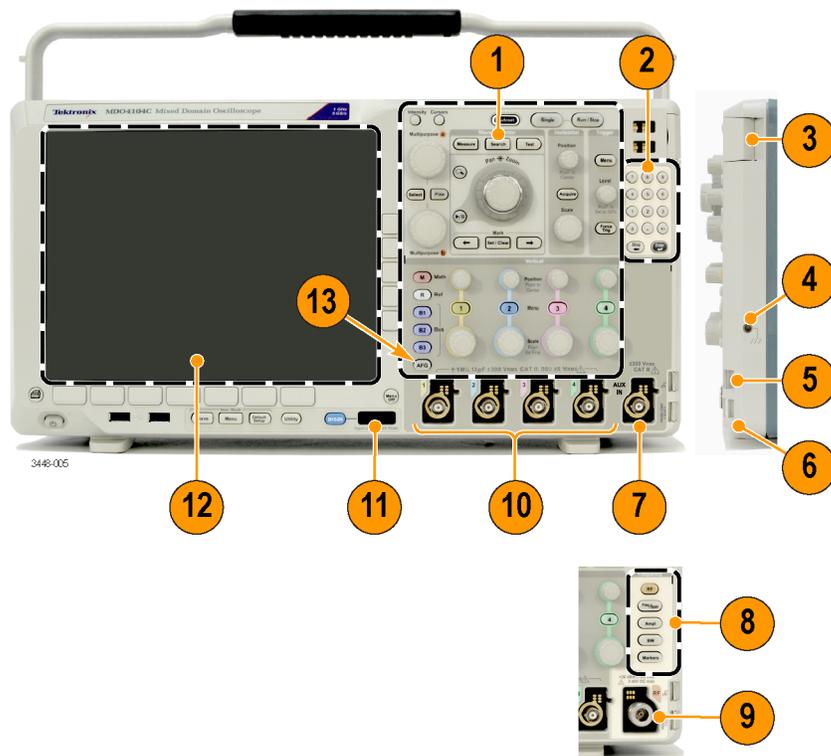
1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。
3. 汎用ノブ **a** を回して、**Config** (設定) を選択します。
4. 下位メニューの **Language** (言語) を押します。
5. サイド・メニューの **USB Keyboard** (USB キーボード) を押します。
6. 汎用ノブ **a** を回して、表示されたメニューから希望のキーボード・レイアウト・スタイルを選択します。



# 機器の概要

## フロント・パネルのメニュー、コントロール、コネクタ

フロント・パネルには、頻繁に使用する機能に対するボタンとコントロールが備えられています。メニュー・ボタンを使用すると、さらに詳細な機能にアクセスできます。



1. 従来のオシロスコープのフロント・パネル・コントロール
2. 10 個の数字で構成されたキーパッド
3. アプリケーション・モジュール・スロット
4. グランド・ストラップ・コネクタ
5. グランド
6. PROBE COMP (プローブ補正)
7. 補助入力 (オプション SA3 型または SA6 を装備していない機器のみ)
8. スペクトラム解析専用コントロール (オプション SA3 型および SA6 型で使用可能)
9. RF 入力専用 N 型コネクタ (オプション SA3 型および SA6 型で使用可能)
10. アナログ・チャンネル (1、2、3、4) 入力 (TekVPI 汎用プローブ・インタフェースを使用)
11. デジタル・チャンネル入力

12. ディスプレイ: 周波数領域または時間領域を表示
13. 任意波形／ファンクション・ジェネレータ (AFG) 有効化ボタン

## フロント・パネルのメニューとコントロール

フロント・パネルには、頻繁に使用する機能に対するボタンとコントロールが備えられています。メニュー・ボタンを使用すると、さらに詳細な機能にアクセスできます。

### メニュー・システムの使用

メニュー・システムを使用するには、次の手順を実行します。

1. フロント・パネルのメニュー・ボタンを押して、使用するメニューを表示します。

---

**注:** B1、B2、B3 のボタンは複数のシリアルまたはパラレル・バスをサポートします。

---



2. 下位メニュー・ボタンを押します。ポップアウト・メニューが表示された場合は、汎用ノブ a を回して目的の項目を選択します。ポップアップ・メニューが表示された場合は、ボタンを再度押して、目的の項目を選択します。



3. サイド・メニュー・ボタンを押します。

メニュー項目が複数の選択肢を含む場合は、側面ボタンを繰り返し押して、選択肢を繰り返し表示させます。ポップアウト・メニューが表示された場合は、汎用ノブ a を回して目的の項目を選択します。



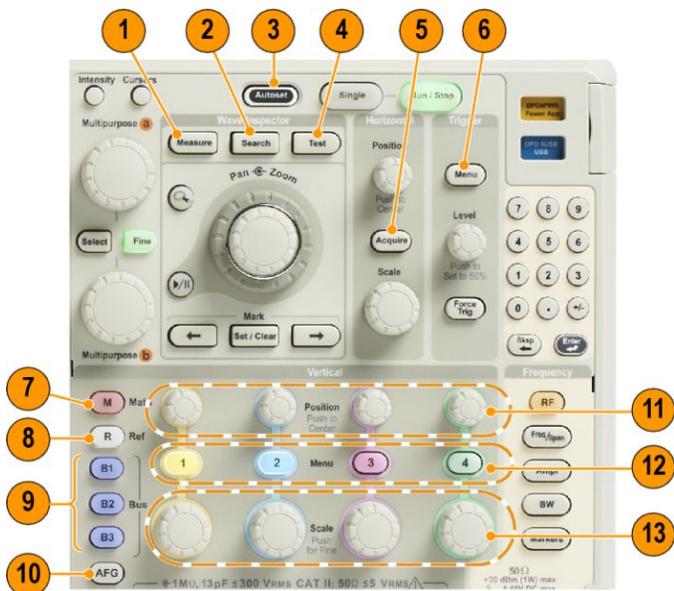
4. サイド・メニューを消去するには、下部のボタンを再度押すか、または **Menu Off** を押します。
5. メニュー項目の中には、数値を設定しなければセットアップを完了できないものもあります。上と下の汎用ノブ a と b を使用して値を調整します。また、フロント・パネルにある 10 個の数字で構成されたキーパッドを使用して、複数桁の数値を設定することもできます。



6. **Fine** (微調整) を押すと、より微細な調整機能のオン／オフを切り替えることができます。

## メニュー・ボタンの使用

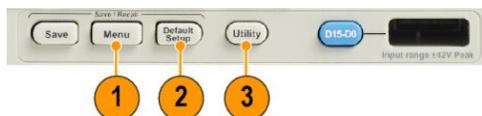
メニュー・ボタンを使用すると、オシロスコープのさまざまな機能が実行できます。



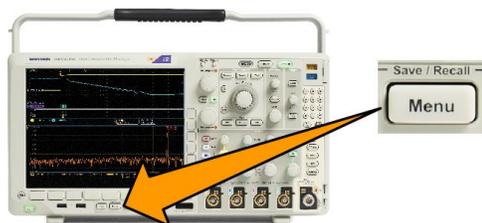
1. **Measure** (波形測定)。このボタンを押すと、波形の自動測定を実行できます。また、デジタル電圧計 (DVM) や波形ヒストグラムなどの機能にアクセスできます。
2. **Search** (検索)。このボタンを押すと、取り込んだ波形からユーザ定義のイベント／基準を自動的に検索することができます。
3. **Autoset** (オートセット)。このボタンを押すと、オシロスコープの設定を自動的にセットアップできます。
4. **Test** (テスト)。このボタンを押すと、高度なあるいはアプリケーション固有のテスト機能が起動します。
5. **Acquire** (波形測定)。このボタンを押すと、アキュジション・モードを設定してレコード長を調節することができます。
6. **Trigger Menu** (「トリガ」の「メニュー」)。このボタンを押すと、トリガ設定を指定できます。
7. **M**。このボタンを押すと、演算波形の管理 (表示／非表示の切り替えなど) ができます。
8. **R**。このボタンを押すと、リファレンス波形の管理 (表示／非表示の切り替えなど) ができます。
9. **B1**, **B2**, または **B3**。適切なモジュールがある場合は、これらのボタンを押すことで、シリアル・バスを定義することができます。オプション MDO4MSO 型がインストールされている MDO4000C 製品では、パラレル・バスも使用できます。適切なボタンを押すと、対応するバスを表示したり、削除したりもできます。
10. **AFG**。押すと、任意波形／ファンクション・ジェネレータの出力が有効になり、AFG メニューにアクセスします。
11. 「**垂直軸**」の「**位置**」。このボタンを回すと、対応する波形の垂直軸位置が調整できます。押すと、波形ベースライン・インジケータが中心位置に来ます。
12. チャンネル 1、2、3、4 の **Menu** (メニュー)。これらのボタンを押すと、入力波形の垂直軸パラメータを設定したり、対応する波形をディスプレイに表示したり、ディスプレイから消去したりできます。
13. 「**垂直軸**」の「**スケール**」。このボタンを回すと、対応する波形の垂直軸スケール・ファクタ (V/div) を調整できます。押すと、微調整と粗調整を切り替えられます。

## ディスプレイ下のボタン

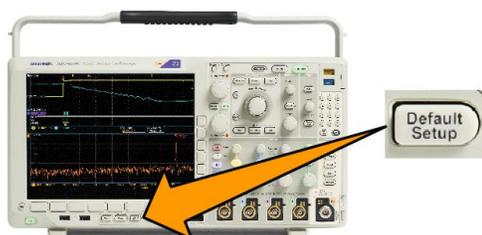
ディスプレイ下のボタンを使用すると、オシロスコープのさまざまな機能が実行できます。



1. **Save / Recall Menu(保存／呼出しメニュー)**。保存(Save)ボタンを押すと、設定、波形、画面イメージを内部メモリ、USB フラッシュドライブ、またはマウントされたネットワーク・ドライブに保存したり、またはこれらのデータを呼び出すように定義できます。



2. **デフォルト・セットアップ**。このボタンを押すと、オシロスコープがただちにデフォルト設定に戻ります。



3. **ユーティリティ**。このボタンを押すと、言語の選択または日時の設定などのシステム・ユーティリティ機能が起動します。



4. **B1、B2、または B3。**適切なモジュール・アプリケーション・キーがある場合、このボタンを押すと、バスを定義したり表示したりできます。

- DPO4AERO 型は MIL-STD-1553 バスをサポートしています。
- DPO4AUDIO 型は、I<sup>2</sup>S、左詰め (LJ)、右詰め (RJ)、および TDM バスをサポートしています。
- DPO4AUTO 型は、CAN、CAN FD、および LIN バスをサポートしています。
- DPO4AUTOMAX 型は、CAN、CAN FD、LIN、および FlexRay バスをサポートしています。これには FlexRay での物理層テストが含まれます。
- DPO4BND 型では、DPO4AERO 型、DPO4AUDIO 型、DPO4AUTO 型、DPO4COMP 型、DPO4EMBD 型、DPO4ENET 型、DPO4USB 型、DPO4LMT 型、DPO4PWR 型、および DPO4VID 型のサポートが追加されています。
- DPO4COMP 型は、RS-232、RS-422、RS-485、および UART バスをサポートしています。
- DPO4EMBD 型は、I<sup>2</sup>C および SPI バスをサポートしています。
- DPO4ENET 型は 100BASE-T バスと 1000BASE-T バスをサポートしています。
- DPO4USB 型は、USB 2.0 バスをサポートしています。

**B1、B2、または B3** ボタンを押すと、対応するバスを表示したり、削除したりできます。

- MDO4TRIG 型は拡張 RF パワー・レベル・トリガをサポートします。
- MDO4MSO 型は、P6616 型デジタル・プローブとアクセサリを含む、デジタル 16 チャンネルを追加します。
- MDO4AFG 型は任意波形／ファンクション・ジェネレータを任意の MDO4000C シリーズ製品に追加します。

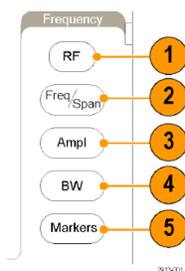


5. **R。**このボタンを押すと、リファレンス波形およびトレースの管理(個別の表示／非表示の切り替えなど)ができます。

6. **M。**このボタンを押すと、演算波形またはトレースの管理(個別の表示／非表示の切り替えなど)ができます。

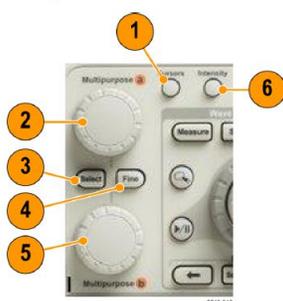
### スペクトラム解析コントロールの使用

以下のボタンを使用して、RF 入力のアキュイジションおよびディスプレイを構成します。



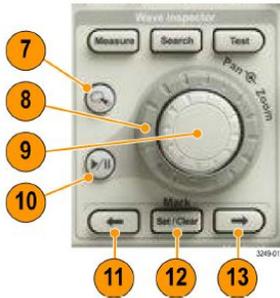
1. **RF**。周波数領域のディスプレイとメニューを表示する場合に押します。RF メニューを使用すると、スペクトログラム表示にアクセスできます。
2. **Freq/Span**(周波数/スパン)。どの部分のスペクトラムをディスプレイに表示するかを指定する場合に押します。周波数またはスパンの中心を設定するか、開始周波数および停止周波数を設定します。
3. **Ampl**(振幅)。基準レベルを設定する場合に押します。
4. **BW**(帯域幅)。分解能帯域幅を定義する場合に押します。
5. **Markers**(マーカ)。自動マーカまたは手動マーカを設定するときに押します。

### その他のコントロールの使用

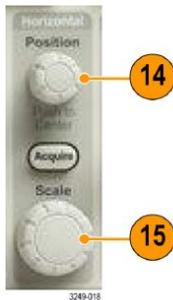


1. **カーソル**。このボタンを一度押すと、2つの垂直カーソルがオンになります。再度押すと、カーソルはすべてオフになります。押したままにすると、カーソル・メニューが表示されます。このメニューを使用して、タイプ、ソース、向き、リンク・ステータス、単位などのカーソル機能を選択します。  
カーソルがオンの場合は、汎用ノブを回してその位置を調節できます。
2. 上側の汎用ノブ a(アクティブ時)。カーソル移動、メニュー項目のパラメータ数値の設定、または、ポップアウト・リストの項目選択に使用します。**Fine**(微調整)ボタンを押すと、粗調整と微調整を切り替えられます。  
a あるいは b がアクティブな場合は、画面のアイコンにより示されます。
3. **Select**(選択)。このボタンを押すと、その時々状況に応じた機能がオンになります。  
たとえば、2つの垂直カーソルを使用している場合(水平カーソルはオフ)、このボタンを押すとカーソルをリンクさせたり、リンクを解除したりできます。2つの垂直カーソルと2つの水平カーソルが両方もオンの場合は、このボタンを押して垂直カーソルまたは水平カーソルのいずれかをアクティブにできます。
4. **Fine**(微調整)。汎用ノブ a と b のさまざまな操作を使用するときに、粗調整と微調整を切り替える場合に押します。
5. 下側の汎用ノブ b(アクティブ時)。カーソル移動、またはメニュー項目のパラメータ数値の設定に使用します。**Fine**(微調整)を押すと、さらにゆっくりと調整が行えます。

6. **Intensity** (波形輝度)。このボタンを押すと、汎用 a を使用して波形表示輝度を設定し、汎用 b を使用して目盛輝度を設定できるようになります。

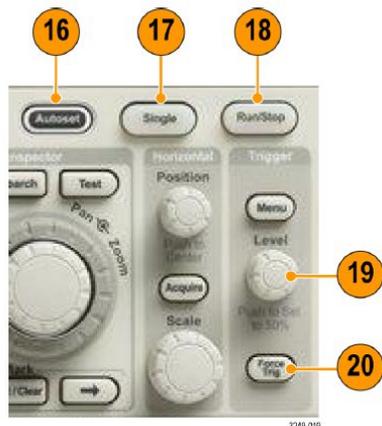


7. **ズーム** ボタン。このボタンを押すと、ズーム・モードがオンになります。
8. **パン** (外側ノブ)。このノブを回すと、取り込んだ波形内でズーム・ウィンドウをスクロールできます。
9. **ズーム** (内側ノブ)。このノブを回すと、ズーム・ファクタを制御できます。時計回りに回すと、さらにズーム・インします。反時計回りに回すと、ズーム・アウトします。
10. **再生/停止** ボタン。このボタンを押すと、波形の自動パンを開始または停止できます。速度および方向を制御するには、パン・ノブを使用します。
11. ← **Prev** (前)。このボタンを押すと、前の波形マークに移動します。
12. **Set/Clear Mark** 「マーク」の「設定/クリア」。このボタンを押すと、波形マークを設定または削除できます。
13. → **Next** (次)。このボタンを押すと、次の波形マークに移動します。

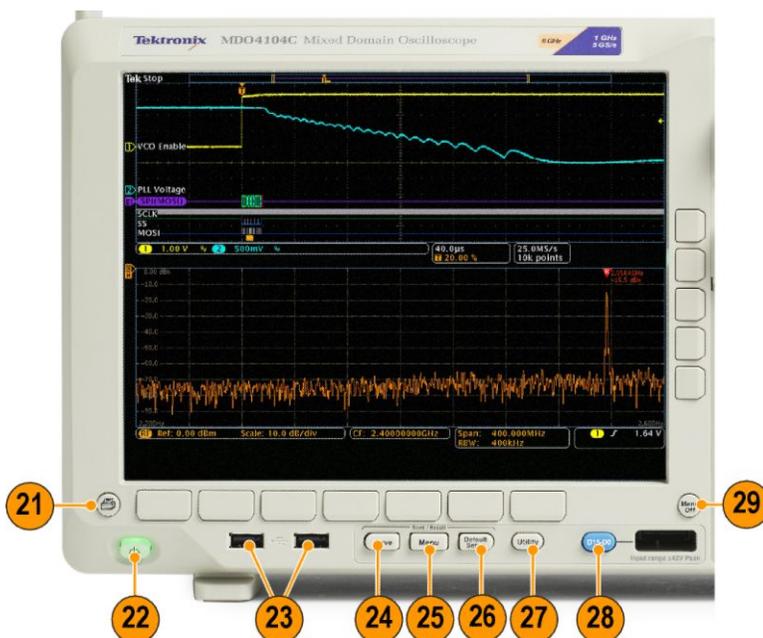


14. 「**水平軸**」の「**位置**」。このボタンを回すと、取込んだ波形に対するトリガ・ポイントの相対位置を調整できます。ディスプレイがオンの場合に押すと、中心に位置するようになります。ディスプレイがオフの場合に押すと、10% に設定されます。

15. 「水平軸」の「スケール」。このボタンを回すと、水平軸スケール(時間/div)を調整できます。



16. Autoset(オートセット)。このボタンを押すと、適切な安定した表示のための垂直、水平、およびトリガ・コントロールを自動で設定できます。
17. Single(シングル)。このボタンを押すと、シングル・シーケンス・アキュジションを実行します。
18. Run/Stop(実行/停止)。このボタンを押すと、アキュジションを開始または停止できます。
19. 「トリガ」の「レベル」。このボタンを回すと、トリガ・レベルを調整できます。  
50% 振幅。トリガのレベル・ノブを押すと、トリガ・レベルが波形の中間点に設定されます。
20. Force Trig(強制トリガ)。このボタンを押すと、イベントをただちに強制的にトリガします。

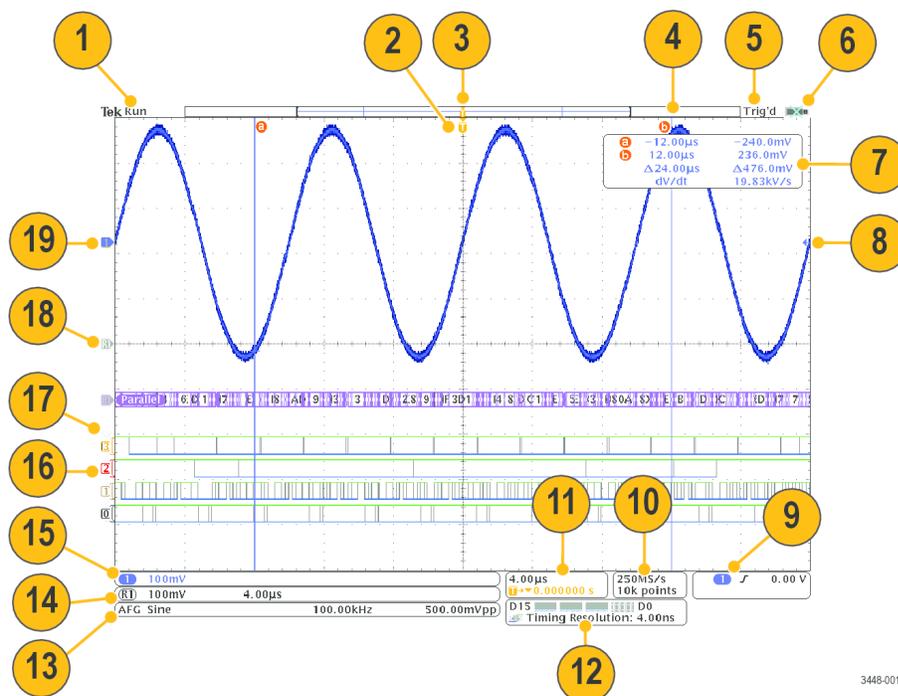


21. 印刷。このボタンを押して、選択したプリンタに印刷します。
22. 電源スイッチ。オシロスコープの電源をオンまたはオフにします。

23. **USB 2.0 ホスト・ポート**。キーボードやフラッシュ・ドライブなどの USB 周辺機器をオシロスコープに接続します。
24. **Save (保存)**。このボタンを押すと、ただちに保存操作が実行されます。保存操作では、Save / Recall (保存／呼出)メニューで定義された現在の保存パラメータが使用されます。
25. **Save / Recall (保存／呼出) メニュー**。このボタンを押すと、設定、波形、画面イメージを内部メモリまたは USB フラッシュ・ドライブに保存することや、これらのデータを呼び出すことができます。
26. **Default Setup (デフォルト・セットアップ)**。このボタンを押すと、オシロスコープがただちにデフォルト設定に戻ります。
27. **Utility (ユーティリティ)**。このボタンを押すと、言語の選択または日時の設定などのシステム・ユーティリティ機能が起動します。
28. **D15 - D0**。このボタンを押すと、ディスプレイでデジタル・チャンネルの表示／非表示を切り替えたり、デジタル・チャンネルのセットアップ・メニューにアクセスしたりできます (オプション MDO4MSO のみ)。
29. **Menu Off (メニュー オフ)**。このボタンを押すと、開いているメニューが閉じます。

### 時間領域表示の項目

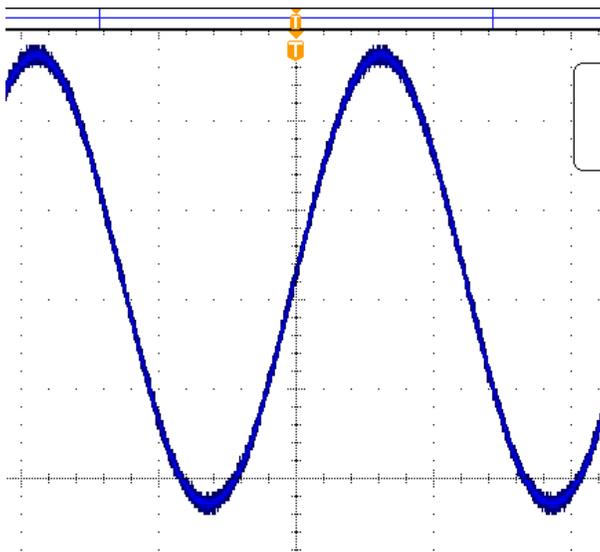
次の図に示されている項目が、画面に表示されます。ある時点において、これらの項目がすべて表示されているわけではありません。リードアウトの中には、メニューがオフになると目盛領域の外側に移動するものもあります。



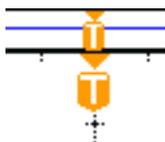
1. **アキュイジション・リードアウト**は、アキュイジションが実行中である、停止している、あるいはアキュイジション・プレビューが有効であることを示します。
  - Run (取込中) = アキュイジションは有効です。
  - Stop (停止) = アキュイジションは有効ではありません。
  - Roll = ロール・モード (40 ms/div 以下) です。
  - PreVu = オシロスコープは停止しているか、またはトリガ待ちです。

水平または垂直の位置やスケールを変更して、次のアキュイジションのおおよその様子を参照できます。A/B = アキュイジション・モードにアベレージを使用しているときは、B は平均化されたアキュイジションの合計数を示しており(アキュイジション・モード・サイド・メニューを使用して設定)、A はこの合計数に対しての現在の進行状況を示します。

- トリガ位置アイコンは、アキュイジション内でのトリガの位置を示します。



- 拡大中心ポイント・アイコンは、水平軸スケールを拡大および縮小する中心のポイントを示します。拡大中心ポイントをトリガ・ポイントと一致させる(下図参照)には、**波形取込**を押して、下位メニューの **Delay**(遅延)項目を **Off**(オフ)に設定します。



- 波形レコード・ビューは、波形レコードに対するトリガの位置を示します。ラインの色は、選択した波形の色に対応しています。角カッホは、画面に現在表示されているレコードの部分を表します。

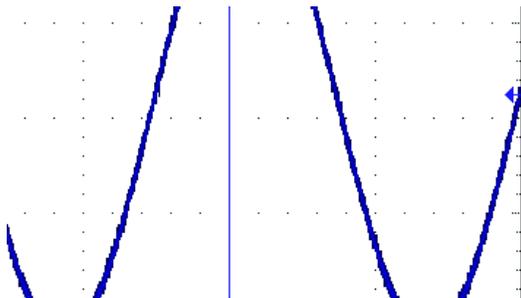


- トリガ・ステータス・リードアウトは、トリガのステータスを示します。ステータス状態は次の通りです。
  - PrTrig(プリトリガ): プリトリガ・データを取り込んでいます。
  - Trig?(トリガ待ち): トリガ待ちです。
  - Trig'd(トリガ検出): トリガされました。
  - Auto(オート): トリガされていないデータを取り込んでいます。
- 入力ポートが無効になると、セキュリティ・アイコンにそのことが示されます。

7. カーソル・リードアウトは、それぞれのカーソルに対して時間、振幅、および差 ( $\Delta$ ) を示します。FFT 測定の場合は、周波数および振幅を示します。シリアル・バスおよびパラレル・バスの場合、リードアウトにはデコードされた値が表示されます。

a	-12.00 $\mu$ s	-240.0mV
b	12.00 $\mu$ s	236.0mV
	$\Delta$ 24.00 $\mu$ s	$\Delta$ 476.0mV
	dV/dt	19.83kV/s

8. トリガ・レベル・アイコンは、波形上でのトリガ・レベルを示します。アイコンの色は、トリガ・ソースの色に対応しています。



9. トリガ・リードアウトには、トリガのソース、スロープ、およびレベルが表示されます。リードアウトに表示されるパラメータは、トリガの種類によって異なります。

1	↗	0.00 V
---	---	--------

10. レコード長／サンプリング・レートのリードアウトの上段にはサンプリング・レートが表示されます。「水平軸」の「スケール」ノブを使用して調整することができます。下段にはレコード長が表示されます。下位メニューの Acquire (波形取込) および Record Length (レコード長) を押して調整できます。

250MS/s
10k points

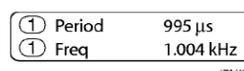
11. 水平軸位置／スケール・リードアウトは、上部のラインで水平スケールを示します（「水平軸」の「スケール」ノブを使用して調整）。Delay Mode (遅延モード) がオンの場合、下部のラインで T シンボルから拡張ポイント・アイコンまでの時間を示します（「水平軸」の「位置」ノブを使用して調整）。水平位置を使用して、トリガが発生した時間と実際にデータを取込んだ時間との間の追加された遅延を挿入します。負の時間を挿入すると、さらにプリトリガ情報を取り込みます。Delay Mode (遅延モード) がオフの場合、下部のラインでアキュイジション内のトリガの時間位置を比率で示します。

4.00 $\mu$ s
0.000000 s

12. タイミング分解能のリードアウトには、デジタル・チャンネルのタイミング分解能が表示されます。タイミング分解能とは、サンプル間の時間のことです。これは、デジタル・サンプル・レートの逆数です。MagniVu コントローラがオンの場合、リードアウトには "MagniVu" と表示されます。



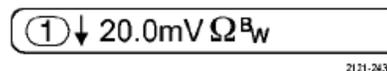
13. 測定リードアウトには、選択した測定が表示されます。一度に最大 4 つの測定を選択して、表示できます。記号  が、垂直方向にクリッピング状態が存在する場合に、得られる測定値の代わりに表示されます (波形の残りの部分は、表示の上または下にあります)。適切な測定値を得るには、垂直スケールと位置のノブを回して、画面内に波形をすべて表示します。



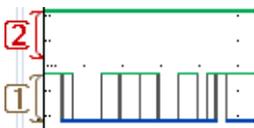
14. 補助波形リードアウトは、演算およびリファレンス波形の垂直軸および水平軸のスケール・ファクタを示します。



15. チャンネル・リードアウトには、チャンネル・スケール・ファクタ (div あたり)、カップリング、極性反転および帯域幅が表示されます。Vertical Scale (垂直軸スケール) ノブ、およびチャンネル 1、2、3、または 4 メニューを使用して調整します。



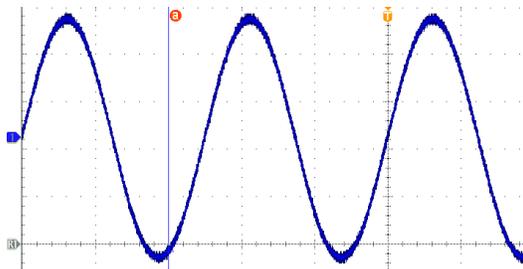
16. デジタル・チャンネルの場合、ベースライン・インジケータはハイ・レベルとロー・レベルを示します。インジケータの色は、レジスタで使用されるカラー・コードに従っています。たとえば、D0 インジケータは黒、D1 インジケータは茶、D2 インジケータは赤という具合に表示されます。



17. グループ・アイコンは、デジタル・チャンネルがグループ化されている場合に表示されます。

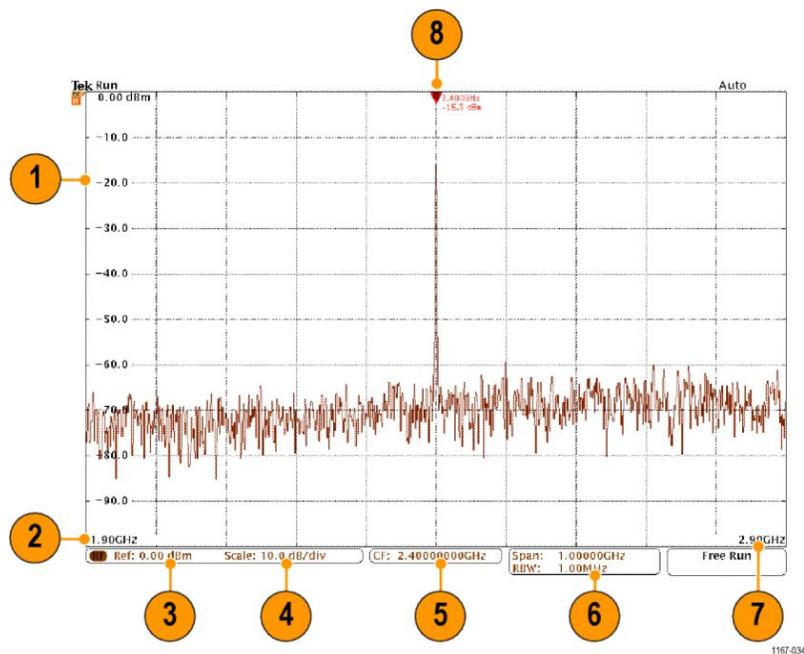


18. バス表示には、シリアル・バスまたはパラレル・バスのデコードされたパケット・レベル情報が表示されます。バス・インジケータには、バス番号とバスの種類が示されます。
19. アナログ・チャンネルの場合、波形ベースライン・インジケータは、波形の 0V レベルを示します (オフセットは使用していない場合)。アイコンの色は、波形の色に対応しています。



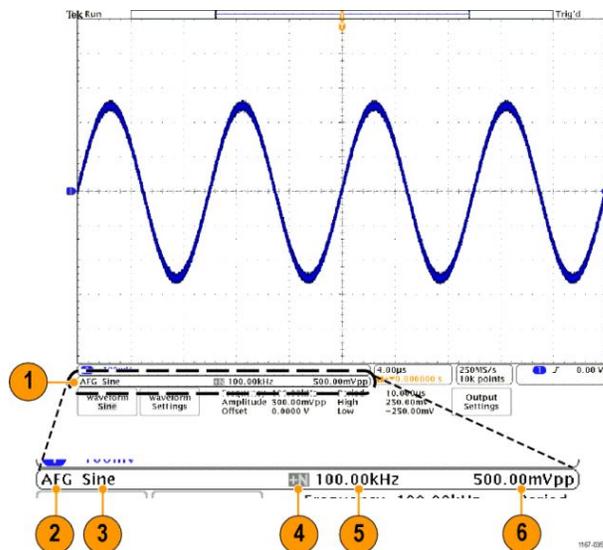
## 周波数領域表示の項目

周波数領域表示を有効にするには、フロント・パネルの RF ボタンを押します。



1. 垂直目盛りラベル
2. 開始周波数
3. 基準レベル
4. 垂直軸スケール
5. 中心周波数
6. スパンおよび分解能帯域幅
7. 停止周波数
8. 基準マーカ

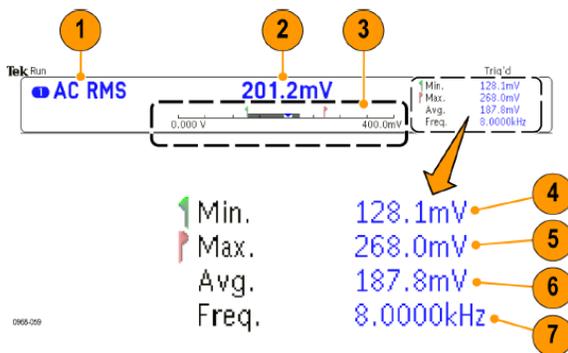
## 任意波形／ファンクション・ジェネレータに表示される項目



1. 表示されている場合は、AFG 出力がオン
2. AFG ラベル
3. 波形タイプ (正弦波など)
4. 加法性ノイズ・アイコン
5. 周波数
6. 振幅

(「[任意波形／ファンクション・ジェネレータ](#)」を参照してください。)

### デジタル電圧計に表示される項目

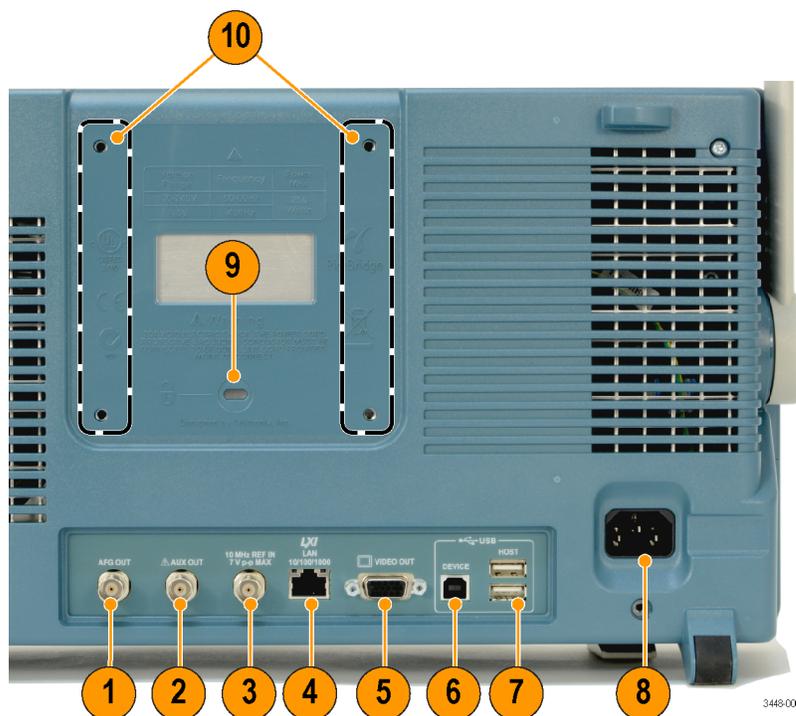


1. 測定タイプ (AC+DC RMS、DC、AC RMS、または周波数)
2. 現在の測定数値
3. グラフィック (最小値、最大値、値、5 秒のロール範囲)  
 グラフィックのリニア・スケール左側の数字は、レンジの最小値です (0.000 V など)。  
 グラフィックのリニア・スケール右側の数字は、レンジの最大値です (400.0 mV など)。  
 灰色のバーは、測定値の 5 秒間のローリング平均を示しています。  
 逆三角形は、スケール上での現在の測定値の位置を示しています。
4. 機器の電源をオンにした時点、または前回 **Reset DVM Statistics** (DVM 統計のリセット) メニュー項目を押した時点から記録されている測定値のうちの最小値を示します。
5. 機器の電源をオンにした時点、または前回 **Reset DVM Statistics** (DVM 統計のリセット) メニュー項目を押した時点から記録されている測定値のうちの最大値を示します。
6. 機器の電源をオンにした時点、または前回 **Reset DVM Statistics** (DVM 統計のリセット) メニュー項目を押した時点から記録されているすべての測定値の平均値を示します。
7. 周波数

**注:** 10 KHz 以上で電圧測定を行うと、"Over bandwidth" (オーバー帯域) というメッセージが表示されます。また、10 Hz 以下で電圧測定を行うと、"Under bandwidth" (アンダー帯域) というメッセージが表示されます。範囲外の場合には、測定値の最小値または最大値の隣に "?" という記号が表示されます。Reset DVM Statistics (DVM 統計のリセット) を押せば、"?" メッセージを消去できます。

(「[デジタル電圧計を使用した測定の実行](#)」を参照してください。)

## リア・パネル・コネクタ



1. **AFG OUT (AFG 出力)**。AFG OUT ポートは、任意波形ファンクション・ゼネレータからの信号を送信する場合に使用します。
2. **AUX OUT (外部出力)**。Trigger (トリガ)、Signal Out (信号出力)、または AFG Sync Out (AFG 同期出力) を出力するのに使用します。また、メイン・トリガ・パルスに同期した信号、10 MHz リファレンス信号、またはマスク・リミット・テストのイベントなど他のイベント時に信号を出力するために使用します。
3. **REF IN (基準入力)**。10 MHz の外部基準入力を使用して、外部タイムベースを供給します。
4. **LAN**。LAN (イーサネット) ポート (RJ-45 コネクタ) を使用して、10/100/1000 Base-T ローカル・エリア・ネットワークにオシロスコープを接続します。
5. **Video Out (ビデオ出力)**。ビデオ出力ポート (DB-15 メス型コネクタ) を使用すると、外部モニターやプロジェクタ上にオシロスコープの画面を表示できます。
6. **USB 2.0 Device port (USB 2.0 デバイス・ポート)**。USB 2.0 高速デバイス・ポートに PictBridge 対応プリンタを接続します。また、USBTMC プロトコルを使用して、PC からオシロスコープを直接制御することもできます。

*注: USB 2.0 デバイス・ポートとホスト・コンピュータを接続するケーブルは、高速ホスト・コントローラに接続する場合の高速動作に関する USB2.0 仕様に準拠していなければなりません。*

7. **USB 2.0 ホスト・ポート**。USB メモリ・デバイスまたは USB キーボードに接続する場合、USB 2.0 高速ホスト・ポートを使用します。
8. **Power (電源入力)**。アース付きの AC 電源ケーブルを接続します。
9. **ロック**。オシロスコープを盗難から保護するために使用します。
10. **VESA マウント**。オシロスコープを盗難から保護するために使用します。



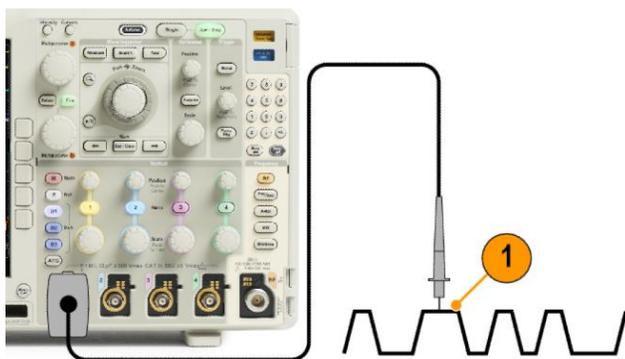
# 信号の取り込み

このセクションでは、オシロスコープを設定して目的の信号を取込むための概念とその手順について説明します。

## アナログ・チャンネルのセットアップ

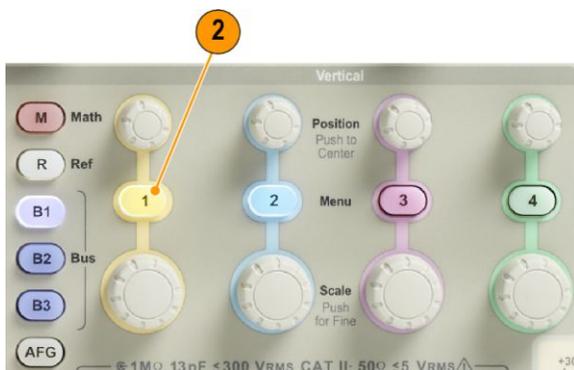
フロント・パネルのボタンとノブを使用して、アナログ・チャンネルを使用して信号を取り込むように機器を設定します。

1. TPP0500B 型／TPP1000 型または VPI プローブを入力信号源に接続します。



2. フロント・パネルのボタンを押して、入力チャンネルを選択します。

**注:** プローブ・エンコードをサポートしていないプローブを使用している場合は、オシロスコープの垂直軸メニューで、プローブに一致するチャンネル減衰比(プローブ・ファクタ)を設定してください。



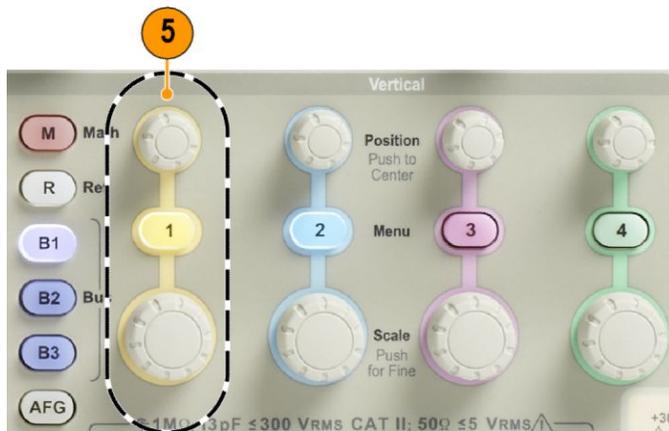
3. Default Setup (工場出荷時設定) を押します。



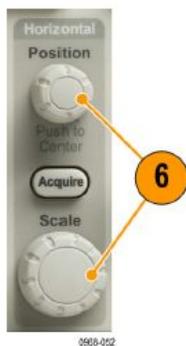
4. Autoset (オートセット) を押します。



5. 目的のチャンネル・ボタンを押します。垂直軸位置およびスケールを調整します。



6. 水平位置およびスケールを調整します。水平位置により、プリトリガとポストトリガのサンプル数が決定されます。



水平スケールにより、波形に対するアキュイジション・ウィンドウのサイズが決定されます。ウィンドウのサイズを変更して、波形エッジ、1 サイクル、複数サイクル、あるいは数千サイクルを含めることができます。

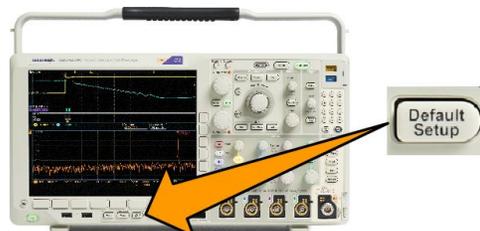


**ヒント:** ズーム機能を使用すると、ディスプレイの上部に信号の複数のサイクルを表示して、下部に1つのサイクルを表示できます。(「[Wave Inspector を使用した長いレコード長の波形の管理](#)」参照)。

## デフォルト設定の使用

オシロスコープをデフォルトの設定に戻すには、次の手順を実行します。

1. **Default Setup** (工場出荷時設定) を押します。



2. 操作を取り消す場合は、**Undo Default Setup** (デフォルト・セットアップの取消) を押して、直前のデフォルト設定を取り消します。



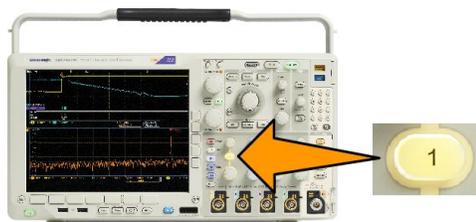
## オートセットの使用

オートセットを使用して機器(アキュイジション・コントロール、水平コントロール、トリガ・コントロール、および垂直コントロール)を調整すると、中間レベル付近のトリガを持つアナログ・チャンネルの4～5つの波形サイクルと、デジタル・チャンネルの10個のサイクルが表示されます。

オートセットは、アナログ・チャンネルとデジタル・チャンネルのどちらでも動作します。

1. アナログ・チャンネルでオートセットを行うには、アナログ・プローブを接続し、入力チャンネルを選択します。

デジタル・チャンネルでオートセットを行うには、ロジック・プローブを接続し、入力チャンネルを選択します。  
[デジタル・チャンネルのセットアップ](#) (77 ページ)。



2. **Autoset** (オートセット) を押して、オートセットを実行します。



3. 必要に応じて、**Undo Autoset** (オートセット実行前の設定) を押して、直前のオートセットを取り消します。

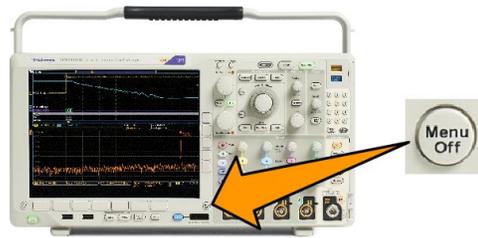


オートセット機能は無効にすることもできます。オートセット機能の有効と無効を切り替えるには、次の手順に従います。

1. **Autoset** (オートセット) ボタンを押し、そのまま押し続けます。



2. **Menu Off** ボタンを押し、そのまま押し続けます。
3. **Menu Off** ボタンを離し、次に **Autoset** (オートセット) ボタンを離します。



4. サイド・メニューを使って目的の設定 (Autoset Enabled (オートセット有効) または Autoset Disabled (オートセット無効)) を選択します。

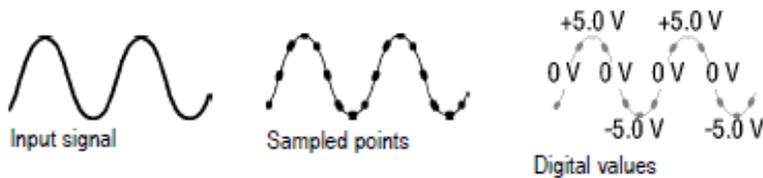
#### ヒント

- オートセットでは、波形の位置を適切に調整するために垂直軸位置が変更される場合があります。オートセットは、垂直軸オフセットを常に 0 V に設定します。
- チャンネルが表示されていないときにオートセットを実行すると、機器はチャンネル 1 をオンにして、スケールリングします。
- オートセットを使用している場合は、オシロスコープでビデオ信号が検出されると、ビデオごとのトリガの種類が自動的に設定され、ビデオ信号の安定した表示を実現するためにさまざまな調整が行われます。

## アキュイジションの概念

信号を表示するには、信号が入力チャンネルを通過し、そこでスケールングおよびデジタル化される必要があります。各チャンネルには、専用の入力増幅器とデジタイザが備えられています。各チャンネルでデジタル・データ・ストリームが生成され、そのデータから波形レコードが抽出されます。

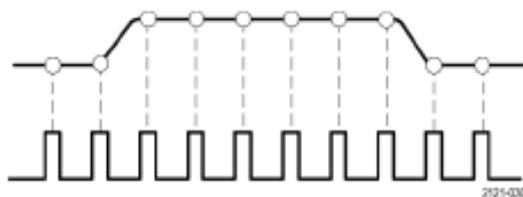
#### サンプリング処理



アキュイジションは、アナログ信号をサンプリングしてデジタル・データに変換し、それを波形レコードにまとめる処理です。作成された波形レコードは、アキュイジション・メモリに格納されます。

#### リアルタイム・サンプリング

## Record points

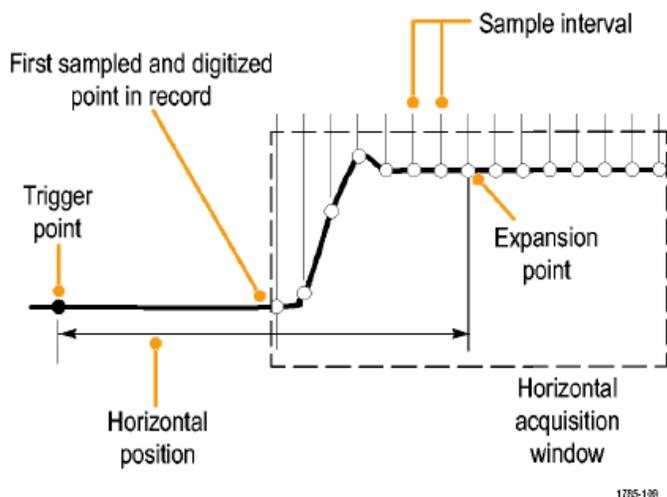


## Sampling rate

MDO4000C シリーズ・オシロスコープでは、リアルタイム・サンプリングが使用されます。リアルタイム・サンプリングでは、トリガ・イベントに基づいてポイントを取り込み、そのすべてをデジタル化して格納します。

## 波形レコード

機器は、次のパラメータを使用して、波形レコードを生成します。



- **サンプル・インターバル**: 記録されたサンプル・ポイント間の時間間隔。この間隔を調整するには、**Horizontal Scale** (水平軸スケール) ノブを回すか、**Acquire** (波形取込) を押し、Acquire メニューでレコード長を変更します。
- **レコード長**: 波形レコードの生成に必要なサンプル数。レコード長を設定するには、**Acquire** (波形取込) ボタンを押し、下位メニューおよびサイド・メニューを使用します。
- **トリガ・ポイント**: 波形レコード内の時刻ゼロの基準。画面上には、オレンジ色の T で表示されます。
- **水平位置**: **Delay Mode** (遅延モード) がオンの場合、これはトリガ・ポイントから拡大中心ポイントまでの時間です。**Horizontal** (水平軸) の **Position** (位置) ノブを回して調整します。  
正の時間を指定すると、トリガ・ポイント後のレコードを取込みます。負の時間を指定すると、トリガ・ポイント前のレコードを取込みます。
- **拡大中心ポイント**: 水平スケールを拡大したり、縮小したりする中心ポイント。オレンジ色の三角形で表示されます。

## FastAcq の使用

FastAcq™ は、高速な波形取り込み機能を提供します。捉えるのが困難な信号異常の検出に役立ちます。高速アキュイジション・モードでは、波形のアキュイジションが行われる間のデッド・タイムが短縮されるため、グリッチやラント・パルスなどの過渡的イベントであっても、取り込み、表示することができます。また、高速アキュイジション・モードでは、発生頻度に応じた輝度で波形現象を表示できます。

1. フロント・パネルの Acquire (波形取込) を押します。



2. 下位メニューの FastAcq (高速アキュイジション) を押します。

Mode Sample	Record Length 10k	FastAcq Off	Delay On Off	Set Horiz. Position to 10%	Waveform Display	XY Display Off
----------------	----------------------	----------------	-----------------	-------------------------------------	---------------------	-------------------

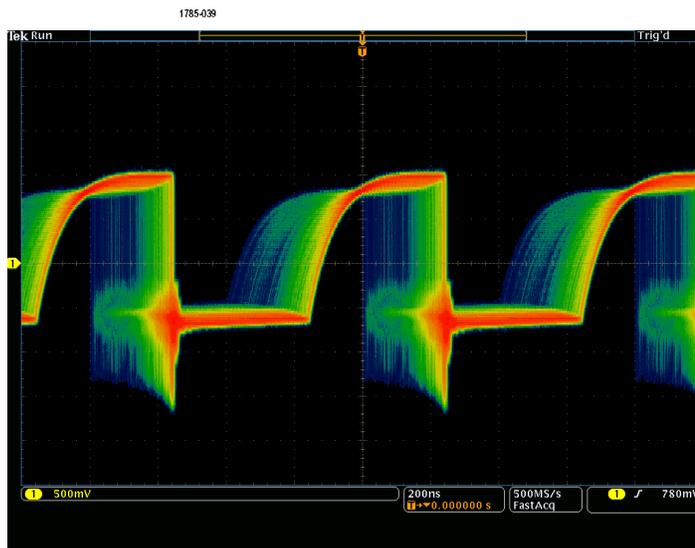
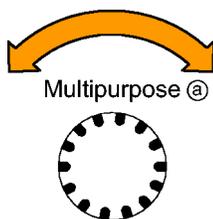


3. サイド・メニューで FastAcq (高速アキュイジション) を切り替えて、On (オン) を選択します。

FastAcq
Fast Acq On Off
Waveform Palette a Temper- ature



4. サイドメニューの Waveform Palette (波形パレット) を押し、汎用ノブを使用して目的の表示パレットを選択します。



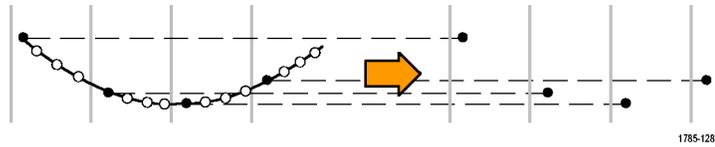
波形パレットを使用すると、イベントの可視性が向上します。この選択では、輝度階調表示を使用して、通常信号と比較してまれにしか発生しない過渡的現象の発生状況を示します。選択項目は、Temperature (温度)、Spectral (スペクトル)、Normal (ノーマル)、および Inverted (反転) です。

- **Temperature (温度)** では、色階調を使用して発生頻度を表します。赤／黄などの暖色の場合にはイベントの発生頻度が高いことを示し、青／緑などの寒色の場合には発生がまれであることを示します。
- **Spectral (スペクトル)** では、色階調を使用して発生頻度を表します。青／緑などの寒色の場合にはイベントの発生頻度が高いことを示し、赤／黄などの暖色の場合には発生がまれであることを示します。
- **Normal (ノーマル)** では、グレー・スケールと合わせてデフォルトのチャンネルの色 (チャンネル 1 は黄など) を使用して発生頻度を表します。この場合、イベントの発生頻度が高いと明るく表示されます。
- **Inverted (反転)** では、グレー・スケールと合わせてデフォルトのチャンネルの色を使用して発生頻度を表します。こちらは、イベントの発生がまれだと明るく表示されます。

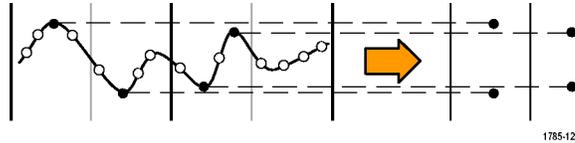
これらのカラー・パレットを使用すると、そのイベントが頻繁に発生しているのか、まれにしか発生していないのかを判断しやすくなります。

## アナログ・アキュイジション・モードの仕組み

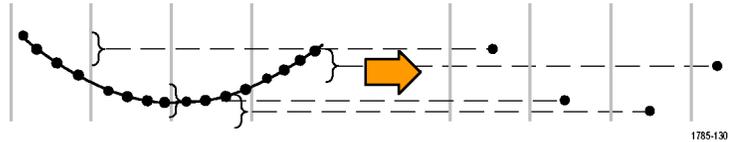
**Sample (サンプル)モード**では、各アキュイジション・インターバルからサンプリングされた最初のポイントが保持されます。サンプルは、デフォルトのアキュイジション・モードです。



**Peak Detect (ピーク検出)モード**では、連続した2つのアキュイジション・インターバルに含まれるすべてのサンプルのうち最大のサンプルと最小のサンプルが使用されます。このモードは、補間のないリアルタイム・サンプリングでのみ使用でき、高周波数のグリッチを捕捉するのに便利です。



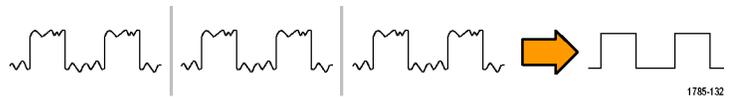
**Hi Res (ハイレゾ)モード**では、各アキュイジション・インターバルのすべてのサンプルの平均が算出されます。このモードも、補間のないリアルタイムのサンプリングでのみ使用できます。ハイレゾは、高分解能で低帯域幅の波形を表示します。



**Envelope (エンベロープ)モード**では、すべてのアキュイジションから最大レコード・ポイントと最小レコード・ポイントが検出されます。エンベロープ・モードでは、各アキュイジションにピーク検出を使用します。



**Average (アベレージ)モード**では、各レコード・ポイントに対して、ユーザが指定したアキュイジション数を使用して平均値が計算されます。アベレージ・モードでは、各アキュイジションにサンプル・モードを使用します。アベレージ・モードを使用すると、不規則ノイズが減少します。



## アキュイジション・モード、レコード長、および遅延時間の変更

アキュイジション・モードを変更するには、次の手順を使用します。

1. **Acquire** (波形取込) を押します。

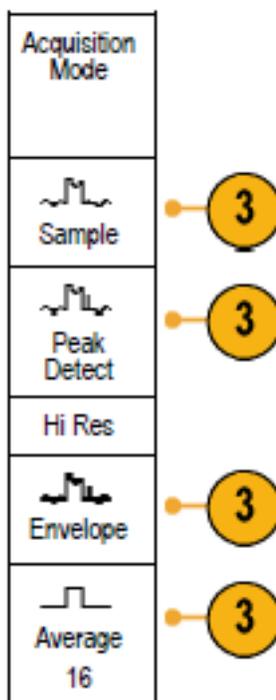


2. **Mode** (モード) を押します。

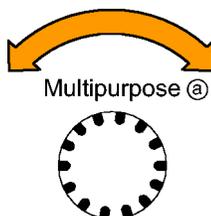
Mode Sample	Record Length 10k	FastAcq Off	Delay On Off	Set Horiz. Position to 10%	Waveform Display	XY Display Off
----------------	----------------------	----------------	-----------------	-------------------------------------	---------------------	-------------------



3. サイド・メニューから、アキュイジション・モードを選択します。次のモードが選択できます。サンプル、ピーク検出、ハイレゾ、エンベロープ、あるいはアベレージ。

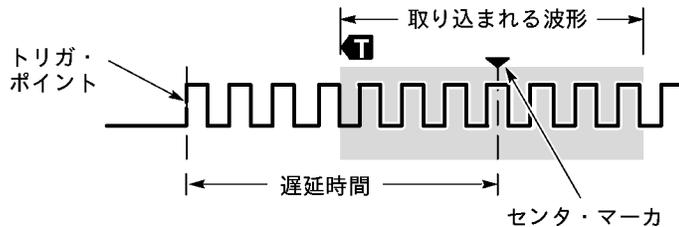


4. **Average** (アベレージ) を選択した場合は、汎用ノブ a を回して、平均化する波形の数を設定します。



1785-039

5. **Record Length**(レコード長)を押します。
6. 選択可能な項目をスクロールします。1000、10 k、100 k、1 M、5 M、10 M、および 20 M ポイントから選択できます。
7. トリガ・イベントを基準としてアキュジションを遅延させるには、下位メニューの **Delay**(遅延)を押して、**On**(オン)を選択します。



**Delay**(遅延時間)を **On**(オン)に設定し、**Horizontal**(水平軸)の **Position**(位置)ノブを反時計方向に回すと遅延が増加します。トリガ・ポイントは、取り込まれた波形の外側に出るまで左方向に移動します。この状態で、画面中央の測定対象領域を詳しく観測できるように **Horizontal**(水平軸)の **Scale**(スケール)ノブを調整します。

この遅延をオンにすると、トリガ・ポイントは水平拡大ポイントから離れます。水平拡大ポイントは画面中央にとどまります。トリガ・ポイントは画面の外まで移動できます。この状態では、トリガ・ポイントが存在する方向がトリガ・マーカで示されます。

トリガ・イベントから十分な時間で隔てられた時点で波形の詳細を取り込む場合に、遅延機能を使用します。たとえば、10 ms ごとに発生する同期パルスでオシロスコープをトリガし、その同期パルスの 6 ms 後に発生する信号の高速特性を調べることができます。

遅延機能が **Off** に設定されると、拡大中心ポイントはトリガ・ポイントと関連するため、スケールの変更はトリガ・ポイントを中心に行われます。

## ロール・モードの使用

ロール・モードは、低周波信号をストリップ・チャート・レコーダのように表示できます。ロール・モードを使用すると、完全な波形レコードが取込まれるのを待たずに、取込んだデータ・ポイントを表示できます。

ロール・モードは、トリガ・モードがオートで、水平軸スケールが 40 ms/div 以下の場合に有効です。

### ヒント

- エンベロープまたはアベレージのアクイジション・モードに切り替えたり、デジタル・チャンネルを使用したり、演算波形を使用したり、バスをオンにしたり、ノーマル・トリガに切り替えたりすると、ロール・モードは無効になります。
- 水平スケールを 20 ms/div 以上に設定しても、ロール・モードは無効になります。
- **Run/Stop**(実行/停止)を押すと、ロール・モードは停止します。



## Act on Event

定義されたイベントが発生した後に、定義されたアクションを実行するように、オシロスコープを設定します。定義可能なイベントとしては、トリガまたは一定のアクイジション数があります。以下のアクションを定義できます。

- アクイジションの停止
  - 波形または画面表示をファイルに保存する
  - 印刷物
  - AUX OUT ポートにパルスを送出する
  - リモート・インタフェースの SRQ を生成する
  - 電子メール通知の送信
  - オシロスコープの画面にメッセージを表示する
1. フロント・パネルの **Test**(テスト)を押します。



2. 下位メニューの **Application**(アプリケーション)を押します。

3. 汎用ノブを回して、**Act on Event**(イベント時のアクション)を選択します。
4. 下位メニューの **Event**(イベント)を押すと、Event Type(イベント・タイプ)サイド・メニューが表示されます。目的のイベント種類を選択します。
5. 下位メニューの **Actions**(アクション)を押すと、Actions(アクション)サイド・メニューが表示されます。このメニューを使用して、先ほど選択したイベント発生時に実行するアクションを選択します。
6. ポップアップ・メニューからアクションの種類を選択します。
7. アクションを有効にするかどうかを選択します。
8. アクションのリストから E-mail Notification(電子メールの通知)を選択した場合は、サイド・メニューから **Configure E-mail**(電子メールを設定)を選択して、電子メールのパラメータを定義できます。

*注: Act on Event (イベント時のアクション)の電子メール通知とネットワーク・プリンタ(Utility(ユーティリティ)> Print Setup(印刷設定)> Select Printer(プリンタの選択)> Add E-mail Printer(ネットワーク・プリンタの追加)メニューで設定)では、どちらについても、共通のSMTPサーバ設定のセットが保存されています。これらの2つのSMTP設定のどちらかを変更した場合には、もう1方の設定も同じように変更されます。*

9. 下位メニューの **Repeat**(リピート)を押して、このイベントとアクションの組み合わせをリピートする回数を設定します。

## シリアル・バスまたはパラレル・バスのセットアップ

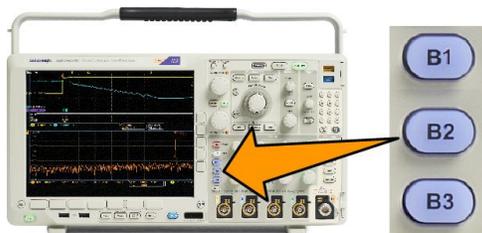
オシロスコープは、以下で発生する信号イベントまたは条件でデコードおよびトリガすることができます。

バス・タイプ	使用するハードウェア
MIL-STD-1553	DPO4AERO 型アプリケーション・モジュール
オーディオ (I2S、左詰め(LJ)、右詰め(RJ)、および TDM)	DPO4AUDIO 型アプリケーション・モジュール
CAN、CAN FD、および LIN	DPO4AUTO 型アプリケーション・モジュール
CAN、CAN FD、LIN、および FlexRay	DPO4AUTOMAX 型アプリケーション・モジュール
I <sup>2</sup> C および SPI	DPO4EMBD 型アプリケーション・モジュール
10BASE-T/100BASE-TX イーサネット	DPO4ENET 型アプリケーション・モジュール
パラレル	MDO4000C シリーズ・オシロスコープ(オプション MDO4MSO 型を使用)
RS-232、RS-422、RS-485、および UART	DPO4COMP 型アプリケーション・モジュール
USB 2.0	DPO4USB 型アプリケーション・モジュール
	<i>注: 高速(HS)USBを使用するには、帯域1GHzのモデルが必要です。</i>

「[アプリケーション・モジュールの無料トライアル](#)」参照。

## バスを使用する2つの手順

以下はシリアル・バスのトリガを簡単に使用方法です。



1. B1、B2、または B3 を押して、デコードするバスのパラメータを入力します。  
B1、B2、または B3 の各ボタンには、異なるバスを割り当てることができます。
2. Trigger(トリガ)セクションの Menu(メニュー)を押して、トリガ・パラメータを入力します。



バス信号をトリガせずにバスの情報が表示できます。

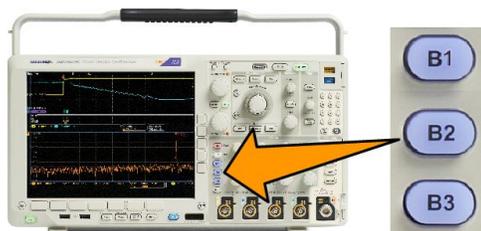
## バス・パラメータのセットアップ

**注:** ほとんどのバス・ソースにおいて、チャンネル1~4、およびD15~D0を任意の組み合わせで使用できます。バスによっては、Ref 1~4 および Math もプロトコル・デコードのソースとして使用することができます。

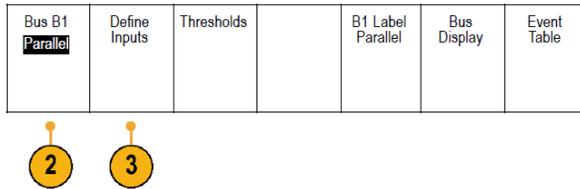
シリアル・バスまたはパラレル・バスの状況に基づいてトリガするには、「バスでのトリガ」を参照してください。(バスでのトリガ。)

バス・パラメータをセットアップするには、次の手順を実行します。

1. B1、B2、または B3 を押して、下のバス・メニューを表示します。



2. **バス(Bus)**を押します。**汎用 a(Multipurpose a)**を回してバスのリストをスクロールし、**パラレル**、I<sup>2</sup>C、SPI、CAN、CAN FD、RS-232、LIN、FlexRay、Audio、USB、Ethernet、または MIL-STD-1553 から**目的のバス**を選択します。



表示される実際のメニュー項目は、オシロスコープのモデルとインストールされているアプリケーション・モジュールによって異なります。

3. **定義 入力(Define Inputs)**を押します。設定項目は選択したバスによって異なります。
- サイド・メニュー・ボタンを使用して、アナログ・チャンネルやデジタル・チャンネルに対する特定の信号などの入力パラメータを定義します。
  - **パラレル(Parallel)**を選択した場合は、サイド・メニューを押して**同期データ(Clocked Data)**を有効または無効にします。
  - サイド・メニュー・ボタンを押して、データを同期する**クロック・エッジ(Clock Edge)**を選択します。立上りエッジ、立下りエッジ、または両方のエッジを選択できます。
  - **汎用 a(Multipurpose a)**を回して、**パラレル・バスのデータ・ビット数(Number of Data Bits)**を選択します。
  - **汎用 a(Multipurpose a)**を回して、定義する**目的のビット**を選択します。
  - **汎用 b(Multipurpose b)**を回して、このビットのソースとして**目的のアナログ・チャンネルまたはデジタル・チャンネル**を選択します。

4. しきい値(Thresholds)を押します。

Bus B1 Parallel	Define Inputs	Thresholds		B1 Label Parallel	Bus Display	Event Table
--------------------	------------------	------------	--	----------------------	----------------	----------------



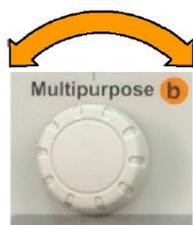
プリセット値のリストから、パラレル・バスまたはシリアル・バスのすべてのチャンネルについてしきい値を設定できます。バスの種類により、プリセット値は異なります。

あるいは、パラレル・バスまたはシリアル・バスを構成している信号について、しきい値を特定の値に設定することもできます。その場合は、サイド・メニューの**選択(Select)**を押し、**汎用 a (Multipurpose a)**を回してビットまたはチャンネル番号(信号名)を選択します。



2319045

次に、**汎用 b (Multipurpose b)**を回して、オシロスコープで信号をロジック・ハイまたはロジック・ローと認識する境目となる電圧レベルを定義します。



2319065

---

**注:** バスによってはチャンネルごとに2つのしきい値を使用します。

---

5. B1 Label(B1 ラベル)を押し、バスのラベルを編集します(オプション)。(チャンネルとバスのラベル付け。)

Bus B1 Parallel	Define Inputs	Thresholds		B1 Label Parallel	Bus Display	Event Table
--------------------	------------------	------------	--	----------------------	----------------	----------------



6. **バス表示(Bus Display)**を押し、サイド・メニューを使用して**パラレル・バス**または**シリアル・バス**を表示する方法を定義します。

Bus
Bus and Waveforms
<b>Hex</b>
Binary
ASCII

バスにより、サイド・メニューまたはノブで数値形式を設定します。

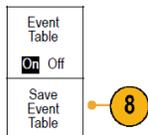
7. **イベントテーブル(Event Table)**を押し**オン(On)**を選択し、**バス・パケット**と**タイムスタンプ**の一覧を表示します。

クロック制御**パラレル・バス**の場合、テーブルには各**クロック・エッジ**にある**バスの値**が一覧表示されます。非**クロック制御パラレル・バス**の場合、テーブルには**バスのいずれかのビット**が**変化するたびにバスの値**が一覧表示されます。

イベントテーブル(Event Table)には、**バスに依存してバイト数、ワード数、パケット数のいずれかが**バスに応じて表示されます。

[イベント・テーブル\(75 ページ\)](#)

8. **イベントテーブルの保存(Save Event Table)**を押します。現在選択している**ストレージ・デバイス**に、**イベント・テーブルのデータ**が、**csv (スプレッドシート)**形式で保存されます。



この例は、RS-232 バスのイベント・テーブルです。

Tektronix		version v1.24
Bus Definition: RS232		
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	.	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

2519-085

RS-232 イベント・テーブルでは、パケットがオフに設定されている場合、7 または 8 ビット・バイトごとに 1 行が表示されます。RS-232 イベント・テーブルでは、パケットがオンに設定されている場合、パケットごとに 1 行が表示されます。

その他のバスの場合、何が 1 行として表示されるか(ワード、フレーム、パケット)は、バスによって異なります。

9. B1、B2、または B3 を押し、汎用 a(Multipurpose a)を回して、画面のバス表示を上下に移動します。

## I2C バス

I2C バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

1. I2C を選択した場合は、Define Inputs (入力の定義)を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。

Bus B1 <b>I2C</b>	Define Inputs	Thresholds	Include R/W in Address <b>No</b>	B1 Label I2C	Bus Display	Event Table
	1		2			

事前に定義された SCLK Input (SCLK 入力) または SDA Input (SDA 入力) を信号に接続したチャンネルに割り当てることができます。

2. Include R/W in Address (アドレスに R/W を含む) を押し、適切なサイド・ボタンを押します。

このコントロールでは、バス・デコード・トレース、カーソル・リードアウト、イベント・テーブルの一覧、およびトリガ設定での I2C アドレスの表示形式を決定します。

**Yes** (はい) を選択すると、7 ビットのアドレスが 8 つのビットとして表示され、8 番目のビット (LSB) は R/W ビットになります。10 ビットのアドレスは 11 ビットとして表示され、3 番目のビットが R/W ビットになります。

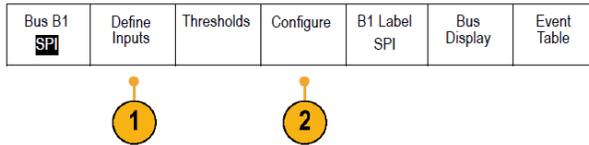
**No** (いいえ) を選択した場合は、7 ビットのアドレスは 7 ビットとして表示され、10 ビットのアドレスは 10 ビットとして表示されます。

I2C プロトコルの物理層では、10 ビットの I2C アドレスの先頭に、11110 という 5 ビット・コードが付加されます。これらの 5 ビットはアドレス・リードアウトに表示されません。

## SPI バス

SPI バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

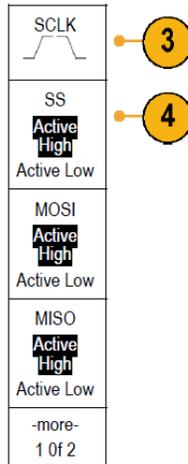
1. **SPI** を選択した場合は、**Define Inputs** (入力の定義) を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。



**Framing** (フレーミング) を SS (Slave Select) またはアイドル時間に設定できます。

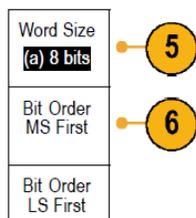
各チャンネルに、事前定義された **SCLK** 信号、**SS** 信号、**MOSI** 信号、または **MISO** 信号を割り当てることができます。

2. **Configure** (設定) を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。
3. **SCLK** を押して、取り込み対象となる SPI バスに合わせて信号エッジを設定します。



4. SPI バスに合わせて、SS 信号、MOSI 信号、および MISO 信号のレベルを設定します。  
 アクティブ・ハイとは、信号がしきい値より大きい場合にアクティブとみなされることを意味します。  
 アクティブ・ローとは、信号がしきい値より小さい場合にアクティブとみなされることを意味します。

5. 汎用 a を使用して、SPI バスのワード・サイズのビット数を設定します。



6. サイド・メニューのいずれかのボタンを押して、SPI バスのビット・オーダーを設定します。

## RS232 バス

RS-232 バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

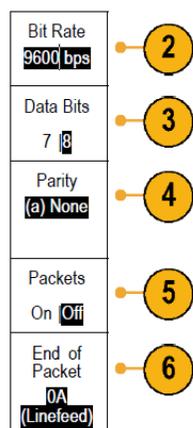
1. RS-232 を選択した場合は、Configure (設定) を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。サイド・メニューを使用してバスを設定します。RS-232 の信号にはノーマル極性を使用し、RS-422、RS-485、お

Bus B1 RS-232	Define Inputs	Thresholds	Configure 9600-8-N	B1 Label RS-232	Bus Display	Event Table
------------------	------------------	------------	-----------------------	--------------------	----------------	----------------



よび UART バスには反転極性を使用します。

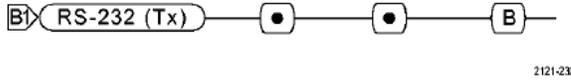
2. Bit Rate (ビット・レート) を押し、汎用 a を回して適切なビット・レートを選択します。
3. Data Bits (データ・ビット) を押し、対象バスのデータ・ビットを選択します。



4. Parity (パリティ) を押し、汎用 a を回して、バスで使用する極性を None (なし)、Odd (奇数)、または Even (偶数) から選択します。
5. Packets (パケット) を押し、オンまたはオフを選択します。

- 汎用 a を回して、パケットの末尾文字を選択します。

RS-232 デコーディングは、バイトのストリームを表示します。このストリームは、パケット末尾文字を使用して複数のパケットとして表現できます。



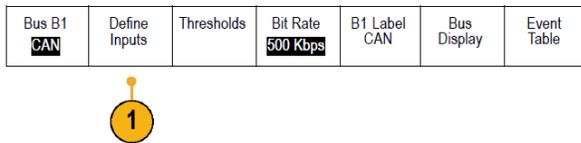
RS-232 デコードに使用するパケットの末尾文字を定義した場合は、バイトのストリームが複数のパケットとして表示されます。

RS-232 バスを ASCII モードでデコードする場合、値が印刷可能な ASCII 範囲外の文字は、ラージ・ドット(大きな点)で表示されます。

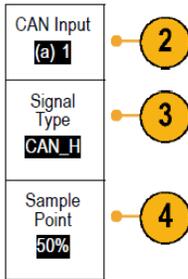
## CAN、CAN FD バス

CAN バスまたは CAN FD バスからデータを獲得するには、次の項目を設定する必要があります。

- CAN を選択した場合は、**入力の定義(Define Inputs)**を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。



- 汎用 a(Multipurpose a)を回し、CAN バス・ソースに接続されているチャンネルを選択します。



- 汎用 a(Multipurpose a)を回し、次の中から CAN 信号の種類を選択します。CAN\_H、CAN\_L、Rx、Tx、または差動。
- 汎用 a(Multipurpose a)を回し、サンプル点(Sample Point)をビット周期またはユニット・インターバル内での位置のパーセンテージに設定します。

CAN 2.0 バスの場合、サンプル・ポイントの許容範囲は、5%~95%です。

CAN FD バスの場合、サンプル・ポイントの許容範囲は、15%～95%です。

**注:** CAN FD のデコードおよびトリガリングが正しく行われるようにするには、サンプル・ポイントを正確に指定する必要があります。

**注:** CAN FD では、SD ビット・レートおよびFD ビット・レートで転送されたビットと同じサンプル・ポイント(パーセンテージ)が使用されます。最大の性能が得られるように、サンプル・ポイントは、SD ビット("調停フェーズ"のサンプル・レート)に使用した値に設定します。

5. **ビット・レート(Bit Rate)**を押し、**汎用 a(Multipurpose a)**を回して事前定義のビット・レートのリストから選択します。

Bus B1 CAN	Define Inputs	Thresholds	Bit Rate 500 Kbps	B1 Label CAN	Bus Display	Event Table
---------------	------------------	------------	----------------------	-----------------	----------------	----------------



または、ビット・レートを任意の値に設定することもできます。その場合は、**カスタム(Custom)**を選択し、**汎用 b(Multipurpose b)**を回して、10,000～1,000,000 の範囲でビット・レートを設定します。

- Standard(標準)**を押し、デコードノトリガ標準として、CAN 2.0 または CAN FD を選択します。  
CAN FD は、CAN 2.0 パケットに対して後方互換性がありますが、バス・コンフィグレーションが CAN FD でない場合には、性能が最大になるように、CAN 2.0 を選択しなければなりません。
- ビット・レート(Bit Rate)**を押し、**汎用 a(Multipurpose a)**を回して適切な事前定義のビット・レートを選択します。  
または、ビット・レートを任意の値に設定することもできます。その場合には、**カスタム(Custom)**を選択し、**汎用 b(Multipurpose b)**を回して、10kbps～1Mbps の範囲でビット・レートを設定します。  
Standard(標準)が CAN FD に設定されると、これは SD ビット・レートになります。
- Standard(標準)**が CAN FD に設定されている場合は、**FD Bit Rate(FD ビット・レート)**を押し、**汎用 a(Multipurpose a)**を回し、事前定義のビット・レートのリストから選択します。  
または、ビット・レートを任意の値に設定することもできます。その場合には、**カスタム(Custom)**を選択し、**汎用 b(Multipurpose b)**を回して、500kbps～7Mbps の範囲で MDO3000 シリーズのビットレートを設定します。
- Standard(標準)が CAN FD に設定されている場合、**FD Standard(FD 標準)**を押し、ISO (11898-1:2015)または non-ISO (非 ISO) (Bosch:2012) から、いずれかのプロトコル規格を選択します。

## LIN バス

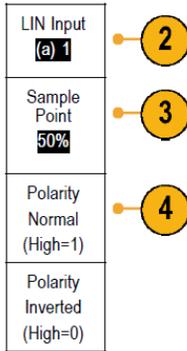
LIN バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

1. LIN を選択した場合は、**Define Inputs (入力の定義)**を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。

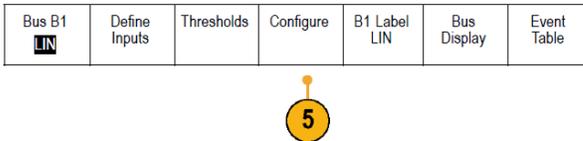
Bus B1 LIN	Define Inputs	Thresholds	Configure	B1 Label LIN	Bus Display	Event Table
---------------	------------------	------------	-----------	-----------------	----------------	----------------



- 汎用 a を回し、LIN バス・ソースに接続されているチャンネルを選択します。

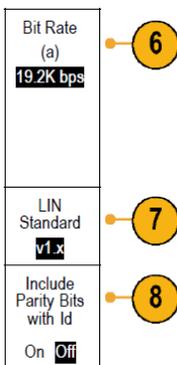


- 汎用 a を回し、ビット周期またはユニット・インターバル内での位置の 5 ~ 95% の範囲で **Sample Point** (サンプル点) を設定します。
- 取り込み対象となる LIN バスの **Polarity** (極性) を選択します。
- Configure** (設定) を押し、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。



- ビット・レート** を押し、汎用 a を回して適切な事前定義のビット・レートを選択します。

または、ビット・レートを任意の値に設定することもできます。その場合には、**Custom** (カスタム) を選択し、汎用 b を回して、800 ~ 100,000 bps の範囲でビット・レートを設定します。

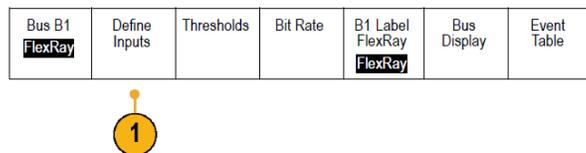


- LIN Standard** (LIN Standard) を押し、汎用 a を回して適切な標準を選択します。
- Include Parity Bits with Id** (ID にパリティビットを含む) を押し、パリティ・ビットを含めるかどうかを選択します。

## FlexRay バス

FlexRay バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

1. **FlexRay** を選択した場合は、**Define Inputs** (入力の定義) を押して、サイド・メニューから適切なオプションを選択します。

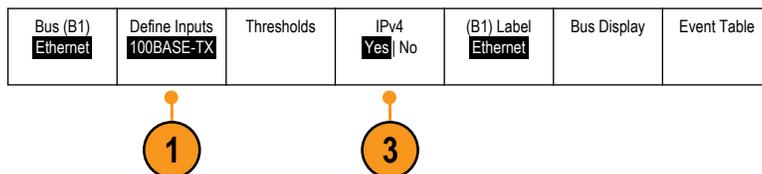


2. 必要に応じて、Threshold (スレッショルド)、Bit Rate (ビット・レート)、Label (ラベル)、Bus Display (バス表示)、および Event Table (イベント・テーブル) の各ボタンを押し、対応するパラメータ値を設定します。

## Ethernet

イーサネット・バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

1. **Ethernet** (イーサネット) を選択した場合は、**Define Inputs** (入力の定義) を押して、サイド・メニューから適切なオプションを選択します。

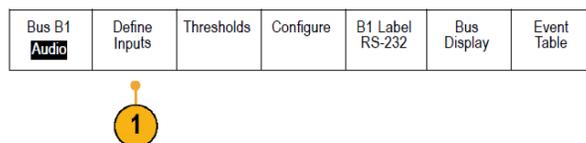


2. しきい値、バス表示、およびイベント・テーブルの各メニューは、他のシリアル・バスでも同様に動作します。
3. IP v4 信号をデコードしてトリガするかどうかを指定するには **IPv4** を押しします。

## オーディオ・バス

オーディオ・バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。

1. **Audio** (オーディオ) を選択した場合は、**Define Inputs** (入力の定義) を押して、サイド・メニューから適切なオプションを選択します。

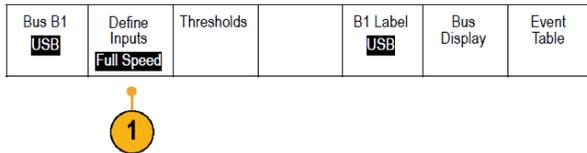


2. **Type** (種類) を押し、**汎用 a** を回して、トリガするオーディオ・バス・データ構成の種類を選択します。
3. 標準の Inter-IC Sound (または Integrated Interchip Sound) 電子シリアル・バス・インタフェース標準ステレオ・フォーマットでトリガする場合には、**I2S** を選択します。
4. ビット・クロック遅延がなく、データがワード・セレクト・クロックのエッジからちょうど始まる場合は、**Left Justified** (左詰め) を選択して I2S ストリームでトリガします。

5. データがワード・セレクト・クロックの右側のエッジに沿っている場合は、**Right Justified** (右詰め) を選択して I2S ストリームでトリガします。
6. 時分割マルチプレクサでトリガする場合は、**TDM** を選択します。
7. **Configure** (設定) を押し、サイド・メニューで適切なボタンを選択して I2S のトリガ設定を続けます。

## USB バス

USB バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。



1. **USB** を選択した後、**Define Inputs** (入力の定義) を押して USB バスの速度とプローブ・タイプを設定します。
2. しきい値、ラベル、バス表示、およびイベントテーブルの各メニューは、他のシリアル・バスでも同様に動作します。

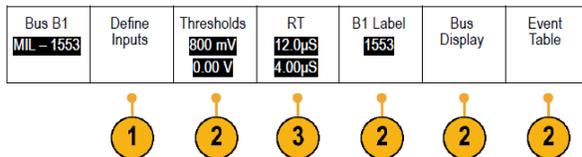
---

**注:** ハイスピード(HS)USB を使用するには、帯域幅 1 GHz のモデルが必要です。

---

## MIL STD 1553

MIL-STD 1553 バスからデータを取り込むには、さらに次の項目を設定する必要があります。



1. **Define Inputs** (入力の定義) を選択した場合は、**汎用 a** を回して、サイド・メニューで適切なオプションを選択します。  
取り込み対象となる MIL-STD-1553 バスの極性を選択します。
2. **Thresholds** (しきい値) **ラベル**、**Bus Display** (バス表示)、および **Event Table** (イベント・テーブル) のメニュー項目は、他のシリアル・バスでも同様に動作します。
3. 応答時間 (RT) の最大値および最小値のデフォルト値を変更するには、**RT** を押します。

## 物理層のバス・アクティビティ

アナログ・チャンネル 1~4、デジタル・チャンネル D15~D0、演算波形、およびバスを表示したときのオシロスコープの波形トレースは、常に物理層のバス・アクティビティを表します。物理層の表示では、先に転送されたビットが左に、後に転送されたビットが右に表示されます。

- I<sup>2</sup>C、CAN、および CAN FD バスは、MSB (最上位ビット) を最初に転送します。
- SPI バスはビット順序を指定しません。
- RS-232 バスおよび LIN バスは、LSB (最下位ビット) を最初に転送します。

---

**注:** デコード・トレースとイベント・テーブルは、どのバスでも MSB を左、LSB を右に表示します。

---

たとえば、RS-232 信号(開始ビットの後)は、ハイ、ハイ、ハイ、ロー、ハイ、ロー、ロー、ハイになります。RS-232 プロトコルは、0 にハイを、1 にローを使用するので、この値は 0001 0110 となります。

デコードは MSB を最初に表示するので、オシロスコープはビットの順番を逆転させ、h と表示します。

## イベント・テーブル

デコードされたパケット・データがバス波形上で見えるだけでなく、取込んだすべてのパケットを、ロジック・アナライザのようにリスト形式で見ることができます。パケットにはタイムスタンプが付き、アドレス、データなど、コンポーネントごとにカラムとして連続にリスト表示されます。イベント・テーブル・データは、CSV フォーマットで保存できます。

イベント・テーブルを使用して次のことを行うことができます。

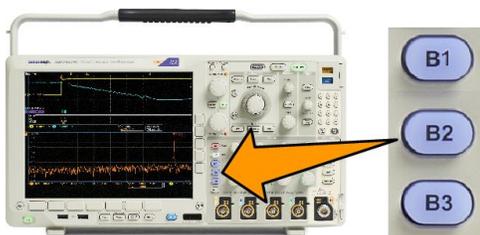
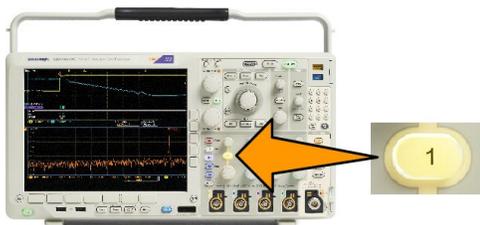
- イベント・テーブルをスクロールして、波形の表示ポイントを更新します。  
イベント・テーブルの各行は、バスの種類によって異なりますが、タイムスタンプの付いたバイト、パケット、またはワードを表します。汎用ノブを使用してイベント・テーブルをスクロールすると、オシロスコープ・ディスプレイの表示ポイントが更新され、イベント・テーブルのイベントに対応した波形の位置が表示されます。
- イベント・テーブルを保存します。[バス・パラメータのセットアップ](#)(63 ページ)  
イベント・テーブルを保存すると、オシロスコープ上に表示されている以上のデータが保存される場合があります。これらの保存されたファイルを使用すると、オフライン解析が行えます。

## チャンネルとバスのラベル付け

識別しやすいように、ディスプレイに表示されるチャンネルとバスにラベルを追加できます。ラベルは、画面の左側にある波形ベースライン・インジケータ上に配置されます。ラベルには、最大で 32 文字を使用できます。

チャンネルにラベルを付けるには、アナログ・チャンネルのチャンネル入力ボタンを押します。

1. 入力チャンネルまたはバスのフロント・パネル・ボタンを押します。



2. 下位メニュー・ボタンを押して、チャンネル 1 用または B1 用などのラベルを作成します。
3. Choose Preset Label(プリセット・ラベルの選択)を押して、ラベルの一覧を表示します。
4. 汎用 b を回してリストをスクロールし、目的のラベルを探します。ラベルは追加後も必要に応じて編集できます。
5. Insert Preset Label(プリセット・ラベルの挿入)を押して、ラベルを追加します。

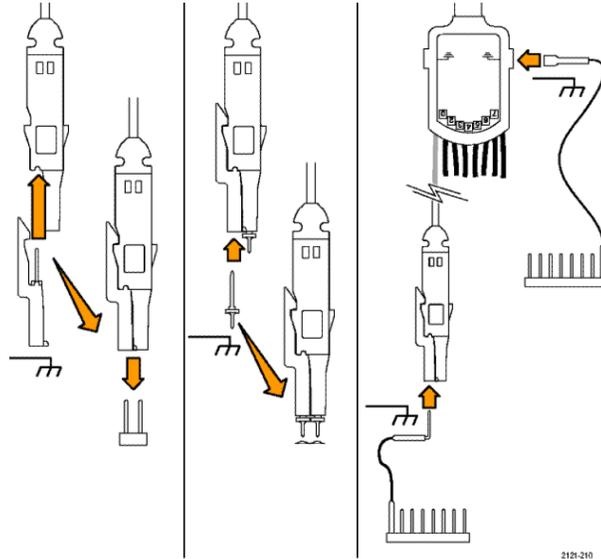
USB キーボードを使用している場合は、矢印キーを使用して挿入ポイントの位置を調整して、挿入したラベルを編集するか新しいラベルを入力します。(「[USB キーボードとオンロスコープの接続](#)」を参照)。

6. USB キーボードを接続していない場合は、サイドメニューおよび下位メニューの矢印キーを押して、挿入ポイントの位置を調整します。
7. **汎用 a** を回して、文字、数字、および他の文字の一覧をスクロールし、入力する名前に使用する文字を探します。
8. **Select** (選択) または **Enter Character** (文字の入力) を押して、使用する適切な文字を選択します。  
必要に応じて、下位メニューのボタンを使用して、ラベルを編集することができます。
9. 続けてスクロールし、**Select** (選択) を押して、目的の文字をすべて入力します。別のラベルを作成する場合は、サイドメニューおよび下位メニューの矢印キーを押して、挿入ポイントの位置を変更します。
10. **Display Labels** (ラベルの表示) を押して、**On** (オン) を選択してラベルを表示します。

## デジタル・チャンネルのセットアップ

デジタル・チャンネルを使用して信号を取り込むように機器を設定するには、フロント・パネルのボタンとノブを使用します。

1. P6616 型 16 チャンネル・ロジック・プローブを入力信号ソースに接続します。



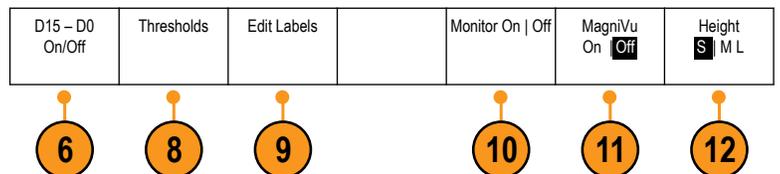
2. 1つまたは複数のグランド・リードを回路グランドに接続します。

チャンネルごとに異なるリードを接続することも、8本のワイヤのグループごとに共通のグランド・リードを接続することもできます。

3. 必要な場合は、各プローブの適切なグラバをプローブ・チップに接続します。
4. 各プローブを目的の回路テスト・ポイントに接続します。
5. フロント・パネルの D15-D0 を押して、メニューを表示します。



6. 下位メニューの D15-D0 ボタンを押して、D15-D0 On or Off (D15-D0 オン/オフ)メニューにアクセスします。

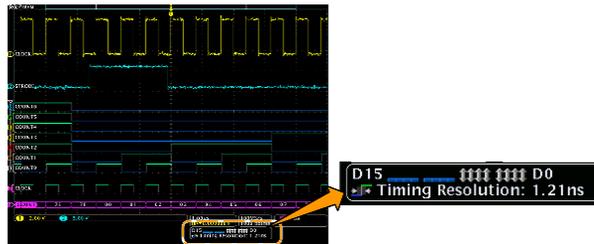


7. 汎用ノブ **a** を回して、デジタル・チャンネルの一覧をスクロールします。汎用ノブ **b** を回して、選択したチャンネルの位置を調整します。

ディスプレイ上でチャンネルを隣接させて配置すると、それらのチャンネルが自動的にグループ化され、そのグループがポップアップ・リストに追加されます。このリストからグループを選択すると、グループ内のすべてのチャンネルを移動でき、チャンネルを個別に移動しなくて済みます。

8. 下位メニューの **Thresholds** (しきい値) を押します。チャンネルごとに異なるしきい値を割り当てることができます。
9. 下位メニューの **Edit Labels** (ラベルの編集) を押して、ラベルを作成します。フロント・パネルもしくはオプションの USB キーボードを使用してラベルを作成できます。

10. **Monitor** (モニタ) を押せば、デジタル・チャンネル上のアクティビティをひと目で確認できます。



11. 下位メニューの **MagniVu** を押して、タイミング分解能を大きくします。
12. 下位メニューの **Height** (高さ) を繰り返し押し、信号の高さを設定します。この操作を一度実行するだけで、すべてのデジタル・チャンネルの高さを設定できます。

## ヒント

- ズーム機能を使用すると、ディスプレイの上部に信号の複数のサイクルを表示して、下部に1つのサイクルを表示できます。
- ロジック・プローブを設定する場合、ロジック・プローブ上の最初の8本のリード・セット (ピン7 ~ 0) には、リード・ボックスで **GROUP 1** というマークが付けられます。2つ目のセット (ピン15 ~ 8) には、**GROUP 2** というマークが付けられます。
- 各グループにある最初のチャンネルのリードは、テストでロジック・プローブがデバイスに接続していることが識別しやすいように、青色で表示されます。他のリードは灰色で表示されます。
- デジタル・チャンネルには、各サンプルのハイ/ロー状態が保管されます。ハイとローの境界となるしきい値は、チャンネルごとに設定できます。

## MagniVu をオンにする場合とその理由

Tektronix MagniVu アクイジション技術を使用すれば、高分解能でエッジ配置をより正確に測定できるようになるため、デジタル・エッジの正確なタイミング測定が可能になります。MagniVu を使用すれば、通常のデジタル・チャンネル・サンプリングの場合と比べて、最大 32 倍の詳細度で表示できます。

MagniVu レコードは、メインのデジタル・アクイジションと並行して取り込まれ、動作時でも停止時でも任意の時点で利用できます。MagniVu は、トリガを中心として 10,000 個のポイントについて、最大分解能 60.6 ps でサンプリングされたデータの超高分解能表示を可能にします。

---

**注:** MagniVu は、トリガ・ポイントを中心にして表示されます。長いレコード長で MagniVu をオンにすると、トリガ・ポイント以外の場所を見たい場合、その部分が画面から外れてしまうことがあります。多くの場合、上側の全体表示でデジタル信号を探し、状況に応じてパンすることで、デジタル・レコードを見つけることができます。

---

**注:** エッジ位置の不確定性を示す薄い灰色の陰影が表示されているときは、MagniVu をオンにしてください。陰影が表示されていない場合は、MagniVu を使用する必要はありません。[デジタル・チャンネルの表示](#)(114 ページ)を参照してください。

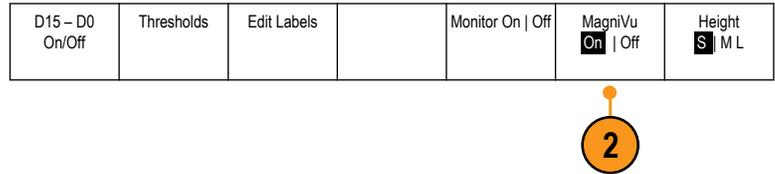
---

## MagniVu の使用

1. D15 - D0 を押します。



2. MagniVu を押して、On (オン) を選択します。



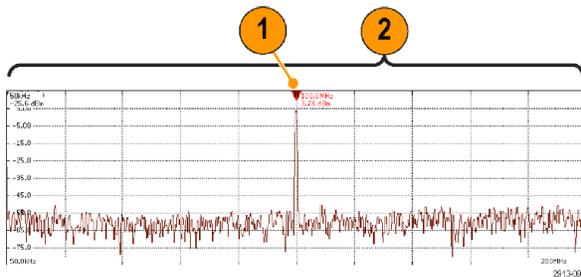
### ヒント

- タイミング分解能が十分でない場合は、MagniVu をオンにして分解能を高めてください。
- MagniVu は常に取り込まれています。オシロスコープが停止状態の場合は、MagniVu をオンにした状態で、別のアキュジションを行わずに分解能を取得できます。
- シリアル・バス機能では、MagniVu モードで取り込まれたデータは使用されません。

## RF 入力のセットアップ

### 周波数パラメータおよびスパン・パラメータ

1. 中心周波数は、画面中央の正確な周波数です。これは、多くのアプリケーションで搬送周波数となります。
2. スパンは中心周波数を中央にして観察可能な周波数の範囲です。



中心周波数とスパンは次のようにして指定します。

1. フロント・パネルの Freq/Span (周波数/スパン) ボタンを押します。
2. サイド・メニューの Center Frequency (中心周波数) を押し、汎用 a ノブまたはオシロスコープのキーパッドを使用して、適切な中心周波数を入力します。キーパッドを使用する場合は、表示されるサイド・メニューを使用して単位を入力できます。

3. **Span** (スパン) を押し、**汎用 b** ノブまたはキーパッドを使用して、適切なスパンを入力します。キーパッドを使用する場合は、表示されるサイド・メニューを使用して単位を入力できます。
4. **Start** (開始) を押し、取り込む最低周波数を設定します。
5. **Stop** (停止) を押し、取り込む最高周波数を設定します。
6. **To Center** (中心周波数へ) を押し、基準マーカが示す周波数を中心周波数に移動します。

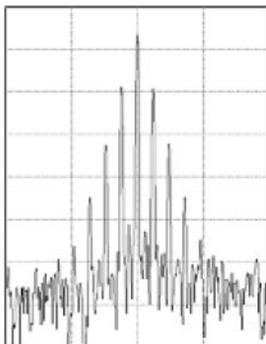
### 基準レベル

1. **Ampl** (振幅) を押し、RF の振幅を設定するサイド・メニューを表示します。
2. **Ref Level** (基準レベル) を押し、汎用 a を回して、周波数目盛の上部に表示されているベースライン・インジケータが示す、おおよその最大電力レベルを設定します。
3. **Vertical** (垂直軸) を押し、汎用 a を回して、垂直位置を調整します。ベースライン・インジケータを上下に動かします。これは、画面で見えるように信号を動かしたいときに役立ちます。  
汎用 b を回して、垂直軸スケールを調整します。
4. **Vertical Units** (垂直軸単位) を押し、汎用 a を回して、周波数領域での測定の垂直軸単位を定義します。選択肢は次の通りです。dBm、dBμW、dBmV、dBμV、dBmA、および dBμA。  
これは、現在表示されている単位と異なる測定単位がアプリケーションで必要な場合に便利です。
5. オシロスコープに基準レベルを計算させ自動的に設定させるには、**Auto Level** (オート・レベル) を押します。

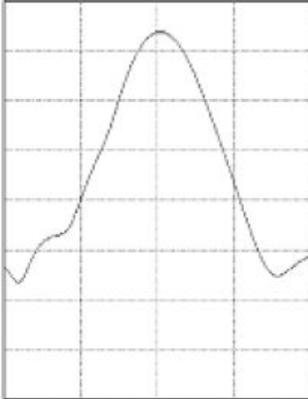
### 分解能帯域幅

分解能帯域幅 (RBW) は、オシロスコープが周波数領域で個々の周波数を分解できるレベルを決定します。たとえば、テスト信号に 1kHz 離れた 2 本の搬送波が含まれている場合、RBW が 1kHz より小さくない限り、それらを識別することはできません。

下図は両方とも同じ信号を示しています。異なるのは RBW です。



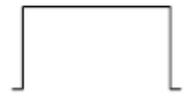
Lower (narrower) RBWs take longer to process, but have finer frequency resolution and a lower noise floor.



Higher (wider) RBWs take less time to process, but have less frequency resolution and a higher noise floor.

1. **BW** を押して分解能帯域幅のサイド・メニューを表示します。これにより、周波数軸で識別可能な周波数の最小差異を設定することができます。
2. **RBW Mode** (RBW モード) を押して、**Auto** (自動) または **Manual** (手動) を選択します。  
**Auto** (自動) では、スパンを変えると分解能帯域幅が自動的に設定されます。デフォルトでは  $RBW = \text{スパン} / 1000$  となります。  
**Manual** (手動) では、分解能帯域幅を任意に設定できます。
3. **RBW** を手動で調整するには、**RBW** を押し、汎用 a を回します。
4. **Span : RBW** (スパン : RBW) を押して、汎用 a を回し、スパン / RBW 比を設定します。  
この比は **RBW Mode** (RBW モード) が **Auto** (自動) に設定されているときに使用されます。デフォルトは 1000:1 ですが、この比は 1-2-5 の順 (たとえば 1000、20000、50000) で他の値に設定することができます。
5. **Window** (窓関数) を押して、汎用 a を回し、使用する FFT 窓関数の種類を選択します。  
カイザー窓、方形波、ハミング、ハニング、ブラックマン・ハリス、フラットトップがあります。

RF 帯域の FFT 機能には、6 種類の窓が用意されています。それぞれの窓は、周波数分解能と振幅精度の点で相反する性質を持っています。どの窓を使用するは、測定対象とソース信号の特性に依存します。次のガイドラインに従って、最適な窓を選択してください。

説明	窓
<p><b>カイザー</b>                      カイザー窓を使用した場合の周波数解像度は普通であり、スペクトラム・リークと振幅確度は良好です。                      カイザー窓は、周波数が同じ値に非常に近く、振幅が大幅に異なる場合（サイド・ローブ・レベルと形状ファクタが従来のガウシアン RBW に最も近い）に最適です。この窓はランダム信号にも有効です。</p>	
<p><b>方形波</b>                      方形（またはボックスカー）窓使用時の周波数分解能は非常に良く、スペクトラム・リークが高く、振幅確度はあまり良くありません。                      方形窓は、イベント前後の信号レベルがほぼ等しい過渡現象やバーストを測定するのに使用します。また、この窓は、相互に周波数が非常に近く等振幅の正弦波や、比較的遅い変動のスペクトラムを持つ広帯域不規則ノイズにも使用されます。非反復信号の周波数スペクトラムおよび DC 近辺の周波数成分の測定に最適なタイプです。</p>	
<p><b>ハミング</b>                      ハミング窓を使用した場合の周波数分解能は良く（ハニングよりわずかに良い）、スペクトラム・リークは中程度で、振幅確度は普通です。                      ハミング窓は、正弦波、周期性、また狭帯域不規則ノイズの測定に適しています。イベント前後の信号レベルが著しく異なる過渡現象やバーストの測定にも良好に使用できます。</p>	
<p><b>ハニング</b>                      ハニング窓（ハンとも呼ばれる）を使用した場合の周波数分解能は良く、スペクトラム・リークは低く、振幅確度は普通です。                      ハニング窓は、正弦波、周期性、また狭帯域不規則ノイズの測定に適しています。イベント前後の信号レベルが著しく異なる過渡現象やバーストの測定にも良好に使用できます。</p>	
<p><b>ブラックマン・ハリス</b>                      ブラックマン・ハリス窓を使用した場合の周波数分解能は低く、スペクトラム・リークは非常に低く、振幅確度は良好です。                      支配的な単一周波数波形の高次高調波を調べたり、間隔が中ぐらいから広く開いた数本の正弦波信号の測定にはブラックマン・ハリス窓を使用します。</p>	
<p><b>フラットトップ</b>                      フラットトップ窓を使用した場合の周波数分解能は低く、スペクトラム・リークは低く、振幅確度は非常に良好です。                      間隔が中ぐらいから広く開いた正弦波信号の振幅測定を高確度に行うには、フラットトップ窓を使用します。</p>	



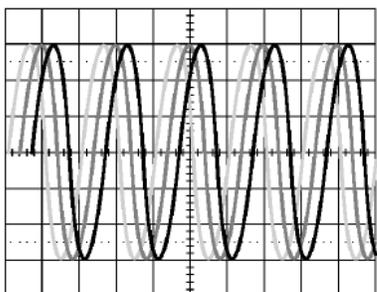
# トリガ・セットアップ

このセクションでは、オシロスコープを設定して信号でトリガする概念とその手順について説明します。

## トリガの概念

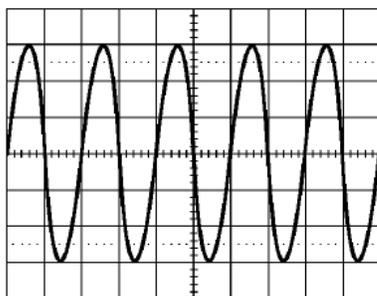
### トリガ・イベント

トリガ・イベントにより、波形レコードに時間の基準ポイントが設定されます。すべての波形レコード・データは、そのポイントを基準にして時間順に並べられます。本機は、波形レコードのプリトリガ部分が一杯になるように、サンプル・ポイントを連続的に取り込んで保持します。それは、画面上でトリガ・イベントより前、つまり左側に表示される波形の部分です。トリガ・イベントが発生すると、機器はサンプルの取込みを開始して、波形レコードのポストトリガ部分、言い換えるとトリガ・イベントの後、つまり右側に表示される部分を作成します。トリガが認識されると、アクイジションが完了し、ホールドオフ時間が切れるまで、機器は次のトリガを受け入れません。



1795-087a

Untriggered display



1795-087b

Triggered display

## トリガ・モード

トリガ・モードは、トリガ・イベントがない場合に機器の動作を決定します。

- ノーマル・トリガ・モードは、トリガされた場合にだけ機器が波形を取り込むことができますようにします。トリガが発生しない場合は、前に取り込んだ波形レコードがそのまま表示されます。前の波形がない場合、波形は表示されません。
- オート・トリガ・モードは、トリガが発生しない場合でも、機器が波形を取り込むことができますようにします。オート・モードでは、アキュジションの開始時にスタートするタイマを使用して、プリトリガ情報を取得します。タイマがタイム・アウトするまでにトリガ・イベントが検出されない場合は、強制的にトリガが実行されます。トリガ・イベントを待機する時間は、タイムベース設定に基づきます。

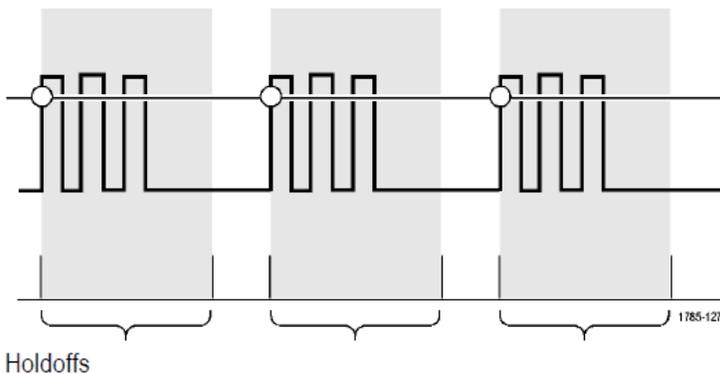
オート・モードでは、有効なトリガ・イベントがなくても強制的にトリガされるので、ディスプレイ上の波形の同期は取れません。波形は、画面全体に波打って表示されます。有効なトリガが発生するとディスプレイは安定します。

フロント・パネルの Force Trig (強制トリガ) ボタンを押すことにより、機器を強制的にトリガすることもできます。

## トリガ・ホールドオフ

機器が好ましくないトリガ・イベントでトリガしている場合は、ホールドオフを調整すると、安定したトリガが得られません。

ホールドオフ時間中は新しいトリガが認識されないので、トリガ・ホールドオフはトリガを安定させるのに役立ちます。機器は、トリガ・イベントを認識すると、アキュジションが完了するまでトリガ・システムを無効にします。さらに、トリガ・システムは、各アキュジション後のホールドオフ期間も無効のままになります。

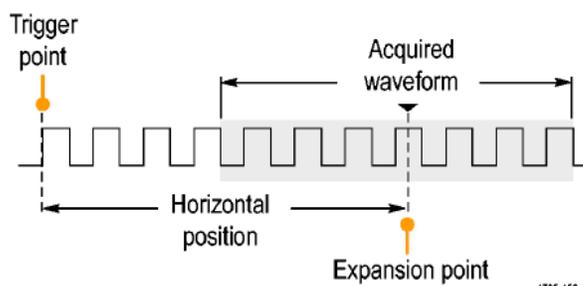


## トリガ・カップリング

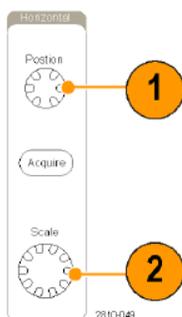
トリガ・カップリングにより、トリガ回路に渡す信号の部分指定します。エッジ・トリガおよびシーケンス・トリガでは、有効なすべてのカップリング・タイプ (DC、AC、低周波除去、高周波除去、ノイズ除去) を使用できます。その他のトリガ・タイプでは、DC カップリングのみを使用します。

## Horizontal Position

Delay Mode (遅延モード) がオンのとき、トリガ位置から時間が大きく離れている領域で波形の詳細を取込む場合は、水平位置を使用します。



1. Horizontal Position (水平位置) ノブを回して、時間の位置 (遅延) を調整します。
2. 水平方向の SCALE (スケール) を回して、拡大中心ポイントの位置周辺の必要な詳細 (遅延) を取り込みます。



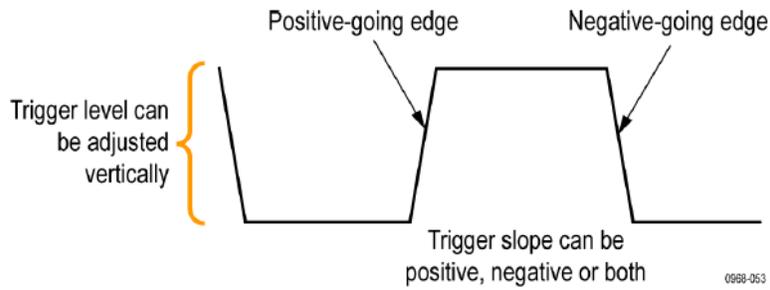
トリガの前にあるレコードは、プリトリガ部分です。トリガの後にあるレコードは、ポストトリガ部分です。プリトリガ・データは、問題の解決に役立ちます。たとえば、テスト回路にある不要なグリッチの原因を調査する場合は、プリトリガ期間を十分に長くしてグリッチでトリガすることで、グリッチの前のデータを取込むことができます。グリッチの前に発生する事象を解析することにより、グリッチの原因の調査に役立つ情報を入手できる可能性があります。または、トリガ・イベントの結果としてシステムで発生している事象を観察する場合は、ポストトリガ期間を十分に長くして、トリガ後のデータを取り込みます。

## スロープおよびレベル

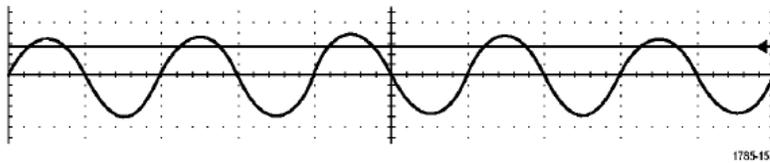
スロープ・コントロールは、信号の立上りエッジと立下りエッジのどちらでトリガ・ポイントを検出するかを決定します。

レベル・コントロールは、トリガ・ポイントがあるエッジ上の場所を決定します。

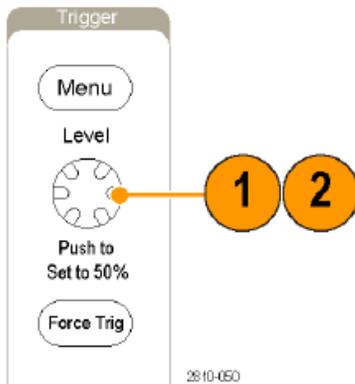
オシロスコープには、トリガ・レベルを一時的に表示するために、長い水平バーまたは目盛を横切るバーが用意されています。



1. フロント・パネルのトリガ Level(レベル)ノブを回すと、メニューを使用せずにトリガ・レベルを調整できます。



2. フロント・パネルのトリガ Level(レベル)ノブを押すと、簡単にトリガ・レベルを波形の中間に設定できます。



## トリガ・タイプの選択

トリガを選択するには、次の手順を実行します。

1. トリガ Menu(メニュー)を押します。

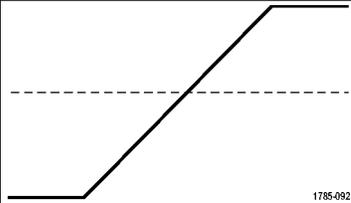
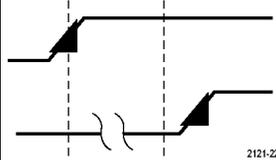
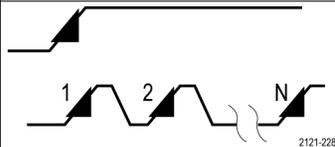


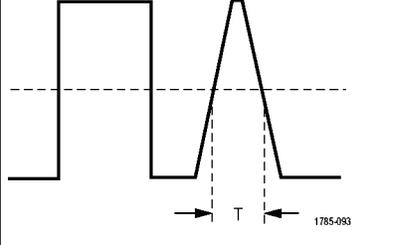
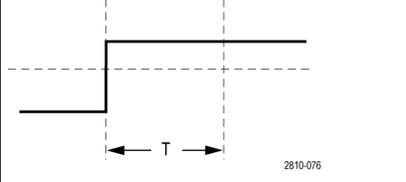
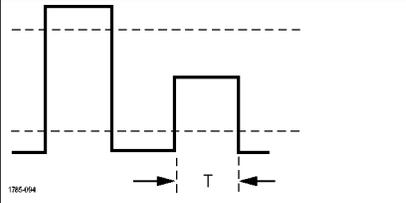
2. Type(トリガ種類)を押して、Trigger Type(トリガ種類)サイド・メニューを表示します。

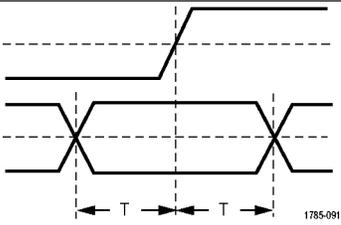
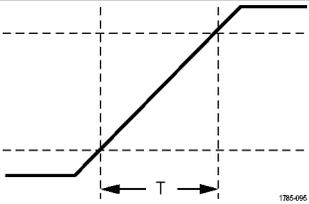
**注:** MDO4000C シリーズのバス・トリガは、アプリケーション・モジュールがなくてもパラレル・バスで動作します。他のバスでバス・トリガを使用する場合は、DPO4AERO 型、DPO4AUDIO 型、DPO4AUTO、DPO4AUTOMAX 型、DPO4COMP 型、DPO4EMBD 型、DPO4ENET 型、または DPO4USB 型アプリケーション・モジュールを使用する必要があります。

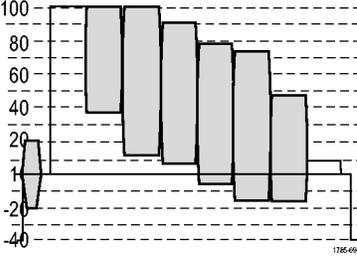
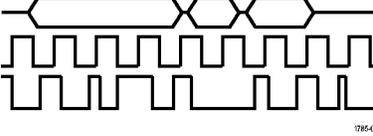
3. 汎用 a を回して、目的のトリガの種類を選択します。
4. トリガ・タイプに表示される下位メニューのコントロールを使用して、トリガの設定を完了します。トリガを設定するためのコントロールは、トリガ・タイプにより異なります。

## トリガの選択

トリガ・タイプ		トリガ条件
エッジ		スロープ・コントロールの定義に従い、立上りエッジまたは立下りエッジ、または両方でトリガします。カップリングとして、DC、LF 除去、HF 除去、およびノイズ除去を選択できます。 エッジ・トリガは、最も単純で、最も一般的に使用されるトリガです。アナログ信号とデジタル信号の両方で使用されます。エッジ・トリガ・イベントは、トリガ・ソースが、指定された電圧レベルを指定された方向に通過すると発生します。
シーケンス (Bトリガ)		エッジ A イベント(メイン)トリガと B イベント(遅延)トリガを併用すると、さらに複雑な信号が取り込めます。 <b>時間。</b> トリガ・システムは、A イベントの発生後に指定された時間だけ待機し、B イベントを検出した後、トリガして波形を表示します。
		<b>イベント。</b> トリガ・システムは、A イベントの発生後に指定された数の B イベントを検出し、トリガして波形を表示します。

トリガ・タイプ	トリガ条件
<p>パルス幅</p> 	<p>指定した時間より短い、長い、等しい、あるいは等しくないパルスでトリガできます。さらに、パルス幅が指定した2つの時刻の範囲に収まっているかいないかでもトリガできます。正のパルスまたは負のパルスでトリガできます。パルスノ幅トリガは、主にデジタル信号で使用されます。</p>
<p>タイムアウト</p> 	<p>指定した時間内にパルスが検出されない場合にトリガします。信号が設定値の上または下(つまり、上または下のいずれか)に、設定された時間とどまる場合です。</p>
<p>ラント</p> 	<p>2つのしきい値の一方を通過してから他方を通過する前に、最初のしきい値を再度通過するパルス振幅でトリガします。指定した幅より広い、狭い、長い、等しい、あるいは等しくない正または負(または両方)のラントを検出できます。ラント・トリガは、主にデジタル信号で使用されます。</p>
<p>ロジック</p> 	<p>すべてのチャンネルが指定された状態に遷移するとトリガします。汎用ノブ a を使用してチャンネルを選択します。サイド・メニューの対応するボタンを押して、チャンネルの状態を High (H)、Low (L)、または任意 (X)(Don't Care (X)) に設定します。</p> <p>サイド・メニューの <b>クロック(Clock)</b> を押して、クロック制御の(状態)トリガを有効にします。最大1つのクロック・チャンネルを設定できます。下位メニューの <b>クロック エッジ(Clock Edge)</b> を押して、クロック・エッジの極性を変更します。クロック制御のトリガをオフに切り替え、クロック・チャンネルを選択して High、Low、または任意(Don't care) に設定し、非クロック制御(パターン)トリガに戻ります。</p> <p>非クロック制御トリガの場合は、デフォルトでは、選択した状態が真になったときにトリガが発生します。また、状態が偽の場合にトリガするように選択したり、時間に基づいたトリガを選択したりすることもできます。</p> <p>ロジック・トリガでは最大 21 のチャンネル(アナログ 4 チャンネル、デジタル 16 チャンネル、RF1 チャンネル)を使用できます。</p> <hr/> <p><b>注:</b> ロジック・トリガで RF 入力を使用するには、MDO4TRIG アプリケーション・モジュールを最初にインストールする必要があります。</p> <hr/> <p><b>注:</b> ロジック・トリガの最適なパフォーマンスは、アナログ・チャンネルのみかデジタル・チャンネルのみを使用した場合に達成されます。</p>

トリガ・タイプ		トリガ条件
セットアップ／ホールド時間		<p>クロック・エッジを基準にしたセットアップ時間とホールド時間内に、ロジック・データの入力の状態が変化した場合にトリガします。</p> <p>セットアップは、クロックのエッジの前にデータが安定し、変化しない時間のことです。ホールドは、クロックのエッジの後にデータが安定し、変化しない時間のことです。</p> <p>MDO4000C シリーズのオシロスコープでは、複数チャンネルのセットアップ／ホールド・トリガが可能であり、セットアップ／ホールド違反についてバス全体の状態を監視できます。セットアップ／ホールド・トリガでは最大 20 のチャンネル(アナログ 4 チャンネル、デジタル 16 チャンネル)を使用できます。</p> <p>サイド・メニューの<b>クロック(Clock)</b>を押して、クロック・チャンネルを選択します。<b>選択(Select)</b>制御、<b>データ(Data)</b>、および<b>未使用(Not used)</b>ボタンを使用して、セットアップ／ホールド・トリガ違反を監視する 1 つまたは複数のチャンネルを押します。</p> <p><b>注:</b> セットアップ／ホールド・トリガの最適なパフォーマンスは、アナログ・チャンネルのみかデジタル・チャンネルのみを使用した場合に達成されます。</p>
立上り／立下り時間		<p>立上り／立下り時間でトリガします。指定した時間より高速または低速のレートで、2 つのしきい値間を遷移するパルス・エッジを検出してトリガします。パルス・エッジとして、正、負、あるいは両方が指定できます。</p>

トリガ・タイプ	トリガ条件
ビデオ	 <p>コンポジット・ビデオ信号の指定したフィールド、またはラインでトリガします。コンポジット信号フォーマットのみがサポートされています。                      NTSC、PAL、あるいは SECAM 信号でトリガします。マクロビジョン信号で動作します。                      DPO4VID 型モジュールでは、さまざまな HDTV ビデオ信号によるトリガのほか、3~4,000 ラインを持つ、カスタム (非標準) の 2 レベルおよび 3 レベル・ビデオ信号によるトリガが可能です。</p>
バス	 <p>さまざまなバス状態でトリガします。                      I<sup>2</sup>C には、DPO4EMBD 型モジュールが必要です。                      SPI には、DPO4EMBD 型モジュールが必要です。                      CAN、CAN FD には、DPO4AUTO 型または DPO4AUTOMAX 型モジュールが必要です。                      RS-232、RS-422、RS-485、および UART には、DPO4COMP 型モジュールが必要です。                      LIN には、DPO4AUTO 型または DPO4AUTOMAX 型のいずれかのモジュールが必要です。                      FlexRay には、DPO4AUTOMAX 型モジュールが必要です。                      オーディオには、DPO4AUDIO 型モジュールが必要です。                      USB には、DPO4USB 型モジュールが必要です。                      イーサネットには、DPO4ENET 型モジュールが必要です。                      MIL-STD-1553 には、DPO4AERO 型モジュールが必要です。  <a href="#">アプリケーション・モジュールの無料トライアル</a>(17 ページ)を参照してください。</p>

## バスでのトリガ

適切なアプリケーション・モジュールがインストールされている場合、複数のデータ・バスでトリガするようにしてオシロスコープを使用することができます。オプション MDO4MSO 型を装備した MDO4000C シリーズは、アプリケーション・モジュールがなくてもパラレル・バスでトリガできます。物理層はアナログ波形として、プロトコル・レベルの情報はデジタルおよびシンボル波形として表示することができます。

バス・トリガを設定するには、次の手順を実行します。

1. バスがまだ定義されていない場合は、フロント・パネルの **B1**、**B2**、または **B3** ボタンを使用して定義します。
2. トリガ **Menu** (メニュー) を押します。



3. **Type** (トリガ種類) を押します。
4. 汎用ノブ **a** を回して、サイド・メニューをスクロールし、**Bus** (バス) を選択します。
5. **Source Bus** (ソース・バス) を押し、ソース・バスのサイド・メニューを使用してトリガするバスを選択します。
6. **Trigger On** (トリガ) を押し、サイド・メニューで目的のトリガ機能を選択します。

## パラレル・バス・トリガ

(オプション MDO4MSO 型が必要です。)

バイナリ・データ値または 16 進データ値でトリガできます。下位メニューの **Data** (データ) ボタンを押して、汎用ノブ **a** と **b** を使用して目的のパラメータを入力します。

## I<sup>2</sup>C バスでのトリガ

**開始 (Start)、繰り返し開始 (Repeated Start)、停止 (Stop)、ACK なし (Missing Ack)、アドレス、データ、またはアドレス/データ**でトリガすることができます。

I<sup>2</sup>C トリガを設定していて、**Trigger On (トリガ)**で **Address (アドレス)**または **Address/Data (アドレス/データ)**を選択した場合は、下位メニューの **Address (アドレス)**を押して、サイドメニューの I<sup>2</sup>C アドレスにアクセスします。

サイドメニューの **Address Mode (アドレス・モード)** ボタンを押して、**7 bit (7 ビット)**または **10 bit (10 ビット)**を選択します。サイドメニューの **Address (アドレス)** ボタンを押します。汎用ノブ **a** と **b** を使用して、目的のアドレス・パラメータを入力します。

次に、下位メニューの **Direction (方向)**を押して、次の中から目的の方向を入力します。**Read (読み込み)**、**Write (書き込み)**、または **Read or Write (読み込み/書き込み)**。

**Trigger On (トリガ)**で **Data (データ)**または **Address/Data (アドレス/データ)**を選択した場合は、下位メニューの **Data (データ)**を押して、サイドメニューの I<sup>2</sup>C データにアクセスします。

**Number of Bytes (バイト数)** を押し、汎用ノブ **a** を使用してバイト数を入力します。

サイドメニューの **Address Mode ア (アドレス・モード)** ボタンを押して、**7 bit (7 ビット)**または **10 bit (10 ビット)**を選択します。サイドメニューの **Data (データ)** ボタンを押します。汎用ノブ **a** と **b** を使用して、目的のデータ・パラメータを入力します。

I<sup>2</sup>C アドレス・フォーマットの詳細については、「[バス・パラメータの設定](#)」の項目 2 を参照してください。

## SPI バスでのトリガ

**SS Active、MOSI、MISO、または MOSI & MISO** でトリガすることができます。

SPI トリガを設定していて、**Trigger On (トリガ)**で **MOSI** または **MISO** を選択した場合は、下位メニューの **Data (データ)** ボタンを押して、サイドメニューの **MOSI** または **MISO** ボタンを押して、汎用ノブ **a** と **b** を使用して目的のデータ・パラメータを入力します。

さらに、**Number of Bytes (バイト数)** ボタンを押して、汎用ノブ **a** を使用してバイト数を入力します。

**MOSI & MISO** を選択した場合は、下位メニューの **Data (データ)** ボタンを押して、サイドメニューで目的のパラメータを入力します。

## RS-232 バスでのトリガ

**Tx Start Bit** (Tx 開始ビット)、**Rx Start Bit** (Rx 開始ビット)、**Tx End of Packet** (Tx パケットの末尾)、**Rx End of Packet** (Rx パケットの末尾)、**Tx Data** (Tx データ)、または **Rx Data** (Rx データ) でトリガすることができます。

RS-232トリガを設定していて、**Trigger On** (トリガ) で **Tx Data** (Tx データ) または **Rx Data** (Rx データ) を選択した場合は、下位メニューの **Data** (データ) を押します。

**Number of Bytes** (バイト数) を押し、汎用ノブ a を使用してバイト数を入力します。

サイド・メニューの **Data** (データ) を押して、汎用ノブ a と b を使用して目的のパラメータを入力します。

## CAN と CAN FD バス・トリガ

**フレームの開始** (Start of Frame)、**フレームタイプ** (Type of Frame)、**識別子** (Identifier)、**データ** (Data)、**ID & データ** (Id & Data)、**フレームの終了** (End of Frame)、**ビットスタッフ・エラー** (Bit Stuffing Error)、**Ack の欠落** (Missing Ack)、**FD BRS Bit** (FD BRS ビット)、**FD ESI Bit** (FD ESI ビット)、**Form Error** (フォーム・エラー)、また **Any Error** (すべてのエラー) でトリガできます。FD BRS ビット、FD ESI ビット、フォーム・エラー、およびすべてのエラーは、CAN FD がバスとして選択されている場合のみ利用できます。

CAN または CAN FD トリガを設定していて、**Trigger On** (トリガ) で **フレームタイプ** (Type of Frame) を選択した場合は、下位メニューの **フレームタイプ** (Type of Frame) ボタンを押して、**データフレーム** (Data Frame)、**リモート・フレーム** (Remote Frame)、**エラーフレーム** (Error Frame)、または **過負荷フレーム** (Overload Frame) を選択します。すべての CAN FD データパケットは **データフレーム** (Data Frame) として登録されます。

**Trigger On** (トリガ) で **識別子** (Identifier) を選択した場合は、下位メニューの **識別子** (Identifier) ボタンを押して、**フォーマット** (Format) を選択します。次に、サイド・メニューの **Identifier** (識別子) ボタンを押して、汎用ノブ a と b を使用して 2 進または 16 進の値を入力します。

次に、下位メニューの **方向** (Direction) ボタンを押して目的の方向、**読み込み** (Read)、**書き込み** (Write)、または **読み込み/書き込み** (Read or Write) を選択します。すべての CAN FD データパケットは、**書き込み** (Write) 方向として登録されます。

**Trigger On** (トリガ) で **データ** (Data) を選択した場合は、下位メニューの **データ** (Data) を押して、目的のパラメータを入力します。

## LIN バス・トリガ

**Sync** (同期)、**Identifier** (識別子)、**Data** (データ)、**ID & Data** (ID & データ)、**Wakeup Frame** (ウェイクアップ)、**Sleep Frame** (スリープ)、または **Error** (エラー) でトリガすることができます。

LIN トリガを設定していて、**Trigger On** (トリガ) で **Identifier** (識別子)、**Data** (データ)、または **Identifier & Data** (Id & データ) を選択した場合は、下位メニューの **Identifier** (識別子) または **Data** (データ) を押して、表示されたサイド・メニューで目的のパラメータを入力します。

**Trigger On** (トリガ) で **Error** (エラー) を選択した場合は、下位メニューの **Error Type** (エラーの種類) を押して、サイド・メニューで目的のパラメータを入力します。

## FlexRay バス・トリガ

**Start of Frame** (フレームの開始)、**Type of Frame** (フレーム・タイプ)、**Identifier** (識別子)、**Cycle Count** (サイクル数)、**Header Fields** (ヘッダ)、**Data** (データ)、**ID & Data** (ID & データ)、**End of Frame** (フレームの終了)、または **Error** (エラー) でトリガすることができます。

## オーディオ・バス・トリガ

I2C、左寄せ (LJ)、または右寄せ (RJ) オーディオ・バスを使用している場合は、**Word Select** (ワード選択) または **Data** (データ) でトリガすることができます。

TDM オーディオ・バスを使用している場合は、**Frame Sync** (フレーム同期) または **Data** (データ) でトリガすることができます。

## USB バス・トリガ

**Sync** (同期)、**Reset** (リセット)、**Suspend** (サスペンド)、**Resume** (再開)、**End of Packet** (パケットの末尾)、**Token (Address) Packet** (トークン (アドレス) パケット)、**Data Packet** (データ・パケット)、**Handshake Packet** (ハンドシェイク・パケット)、**Special Packet** (特殊パケット)、または **Error** (エラー) でトリガすることができます。

---

*注: 高速 USB バス (480 MB/s) でのトリガには、350 MHz 以上の帯域を持つオシロスコープを使用してください。*

---

## イーサネット・バス・トリガ

**Start Frame Delimiter** (開始フレームの区切り)、**MAC Addresses** (MAC アドレス)、**MAC Length/Type** (MAC 長さ/種類)、**TCP/IPv4 Client Data** (TCP/IPv4 クライアント・データ)、**End of Packet** (パケットの末尾)、**Idle** (アイドル)、または **FCS (CRC) Error** (FCS (CRC) エラー) でトリガすることができます。**Q-(VLAN) Tagging** (Q-(VLAN) タギング) をオンにした場合は、**MAC Q-Tag Control Information** (MAC Q タグ制御情報) でもトリガすることができます。

## MIL-STD-1553 バス・トリガ

**Sync** (同期)、**Command** (コマンド)、**Status** (ステータス)、**Data** (データ)、**Time (RT/IMG)** (時間)、または **Error** (エラー) でトリガすることができます。

MIL-STD-1553 のトリガを設定していて、**Trigger On** (トリガ) に **Command** (コマンド) を選択した場合は、下位メニューの **RT Address** (RT アドレス) ボタンを押してトリガする **RT アドレス** の値を入力します。下位メニューの **Command Word Details** (コマンド・ワード詳細) ボタンを押して、**T/R bit** (T/R ビット) 値、**Subaddress/Mode** (サブアドレス/モード) 値、**Word Count/Mode Code** (ワード・カウント/モード・コード) 値、および **Parity** (パリティ) 値を入力します。

MIL-STD-1553 のトリガを設定していて、**Trigger On** (トリガ) に **Status** (ステータス) を選択した場合は、下位メニューの **RT Address** (RT アドレス) ボタンを押してトリガする **RT アドレス** の値を入力します。下位メニューの **Status Word Bits** (ステータス・ワード・ビット) ボタンを押して、**Message Error (bit 9)** (メッセージ・エラー (ビット 9))、**Instr. (bit 10)** (Instr. (ビット 10))、**Service Req. (bit 11)** (サービス・リクエスト (ビット 11))、**BCR (bit 15)** (BCR (ビット 15))、**Busy (bit 16)** (Busy (ビット 16))、**Subsystem Flag (bit 17)** (サブシステム・フラグ (ビット 17))、**DBCA (bit 18)** (DBCA (ビット 18))、**Terminal Flag (bit 19)** (ターミナル・フラグ (ビット 19))、**Parity** (パリティ) の各値を入力します。

MIL-STD-1553 の設定をしていて、**Trigger On** (トリガ) に **Data** (データ) を選択した場合は、下位メニューの **Data** (データ) ボタンを押してデータの値およびパリティの値を入力します。

MIL-STD-1553 の設定をしていて、Trigger On(トリガ)に Time(RT/IMG)(時間(RT/IMG))を選択した場合は、下位メニューの Trigger When(トリガ)ボタンを押してトリガ条件を設定します。下位メニューの Times(時間)ボタンを押して、Maximum(最大)および Minimum(最小)の時間を設定します。

MIL-STD-1553 の設定をしていて、Trigger On(トリガ)に Error(エラー)を選択した場合は、下位メニューの Error Type(エラー種類)ボタンを押してトリガする条件を設定します。

## シリアル・バス・トリガのデータ照合

I2C、SPI、USB、CAN、CAN FD、LIN および FlexRay に対するローリング・ウィンドウでのバイト照合ローリング・ウィンドウを使用してデータでトリガするには、照合するバイト数を指定します。オシロスコープは、ローリング・ウィンドウを使用してパケット内で一致するバイトを検出し、このウィンドウは 1 バイトずつローリングします。

たとえばバイト数が 1 の場合、オシロスコープは、パケット内の最初のバイト、2 番目のバイト、3 番目のバイトというように照合を試みます。

バイト数が 2 の場合は、オシロスコープは、1 番目と 2 番目、2 番目と 3 番目、3 番目と 4 番目のバイトというように 2 つの連続するバイトを照合しようとします。オシロスコープは、一致するバイトを検出するとトリガします。

USB、CAN、CAN FD、または FlexRay では、データ・メニューの Byte Offset(バイト・オフセット)を Don't care(任意)に設定し、ローリング・ウィンドウ照合を行います。

I2C、SPI、USB、CAN、CAN FD、LIN、および FlexRay に対する特定バイトの照合(パケット内の特定位置の非ローリング・ウィンドウ照合) I2C、SPI、CAN、CAN FD、LIN、および FlexRay については、以下の方法により、特定のバイトでトリガすることができます。

- I2C および SPI に対して、信号内を照合するバイト数を入力します。任意 (X)(don't cares (X))を使用して、対象としないバイトをマスクします。
- I2C に対しては、下位メニューの Trigger On(トリガ)を押してアドレスデータ(Address/Data)でトリガします。アドレス(Address)を押します。サイド・メニューのアドレス(Address)を押して、汎用 a(Multipurpose a)と汎用 b(Multipurpose b)を必要に応じて回します。アドレスをマスクする場合は、アドレスを任意 (X)(don't cares (X))に設定します。ローリング・ウィンドウを使用せずに、先頭バイトからデータの照合が開始されます。
- USB の場合、選択したデータ入力が、信号のバイト・オフセットから始まるデータと識別子に一致した場合にトリガが発生します。照合する目的のバイト数を設定します。データ識別子を使用して次の演算を行います：  
=、!=、<、>、>=、および<=。
- CAN と CAN FD の場合、選択したデータ入力が、信号のバイト・オフセットから始まるデータと識別子に一致した場合にトリガが発生します。照合する目的のバイト数を設定します。データ識別子を使用して次の演算を行います：  
=、!=、<、>、>=、および<=。識別子とデータでトリガすると、常に指定された識別子で完全一致が実行され、信号のバイト・オフセットから始まるデータで、選択された修飾子の演算が使用されます。"="を実行するように修飾子を設定すると、データの最大 8 バイト分との一致を実行できます。他の修飾子では、指定されたデータの 4 バイト分に制限されます。
- LIN の場合は、選択したデータ入力が、信号の先頭バイトからのデータおよび識別子に一致した場合にトリガが発生します。照合する目的のバイト数を設定します。データ修飾子を使用して、=、!=、<、>、>=、<=、範囲内、範囲外といった演算を実行します。識別子とデータでトリガすると、常に指定された識別子で完全一致が実行され、信号の先頭バイトから、選択された修飾子の演算が使用されます。"="を実行するように修飾子を設定すると、データの最大 8 バイト分との一致を実行できます。他の修飾子では、指定されたデータの 4 バイト分に制限されます。ローリング・ウィンドウは使用されません。
- FlexRay とイーサネットの場合は、選択したデータ入力が、信号のバイト・オフセットからのデータおよび識別子に一致した場合にトリガが発生します。照合する目的のバイト数を設定します。データ識別子を使用して次の演算を行います：  
=、!=、<、>、>=、および<=。識別子およびデータでのトリガでは、ユーザが選択した識別子とデータとの照合が、常に先頭バイトから開始されます。ローリング・ウィンドウは使用されません。

## データ値の照合

RS-232 バイトの特定のデータ値でトリガできます。RS-232 バス・デコードで使用するパケット末尾文字を指定した場合は、それと同じパケット末尾文字をトリガ・データ照合用のデータ値として使用できます。このためには、Trigger On(トリガ)で Tx End of Packet(Tx パケットの末尾)または Rx End of Packet(Rx パケットの末尾)の文字を選択します。

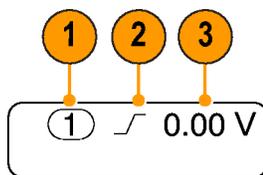
他のバスで特定のデータ値でトリガすることもできます。

## パラレル・バス・トリガのデータ照合

パラレル・バス・トリガは、アナログ・チャンネルのみ、またはデジタル・チャンネルのみという場合にチャンネルの種類を揃えて使用すると、良好なパフォーマンスが得られます。

## トリガ設定のチェック

いくつかの主要なトリガ・パラメータの設定をすばやく確認するには、表示の下部でトリガ・リードアウトをチェックします。リードアウトは、エッジ・トリガと拡張トリガで異なります。



1. トリガ・ソース = チャンネル 1。
2. トリガ・スロープ = 立上り。
3. トリガ・レベル = 0.00 V。

## シーケンス・トリガ(A(メイン)およびB(遅延))の使用

エッジ A イベント(メイン)トリガと B イベント(遅延)トリガを併用すると、さらに複雑な信号が取り込めます。トリガ・システムは、A イベントの発生後に、B イベントを検出してからトリガして波形を表示します。

AトリガとBトリガには、個別のソースを設定できます(通常はこのようにします)。

**注:** スロープの種類として、**Falling** (立下り)または**Rising** (立上り)のどちらかを選択するときは、シーケンス・トリガを選択できますが、**Both** (両方)の場合には、選択できません。

Edge(エッジ)トリガ・メニューを使用して最初に Aトリガを設定します。次に、Bトリガを使用するには、次の手順を実行します。

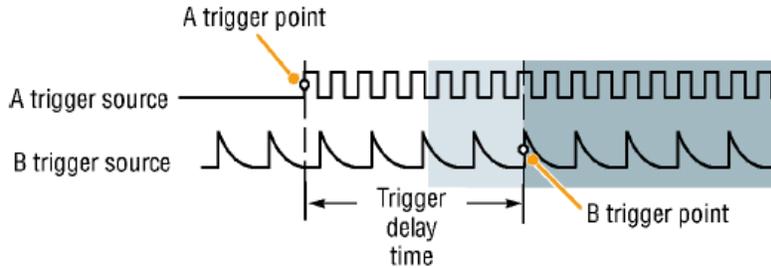
1. トリガ Menu(メニュー)を押します。



2. **Type**(トリガ種類)を押します。
3. **汎用 a** を回して、トリガの種類として **Sequence (B Trigger)**(シーケンス(Bトリガ))を選択します。  
これにより、**Sequence (B Trigger)**(シーケンス(Bトリガ))メニューが表示されます。
4. **B Trigger After A**(Aの後でBトリガ)を押します。  
サイド・メニュー・ボタンを押して、Aトリガの後にBトリガという順序を選択します。
5. 関連するサイド・メニューまたは下位メニューで、他のシーケンス・トリガ・パラメータを設定します。

## Bトリガ、遅延時間後

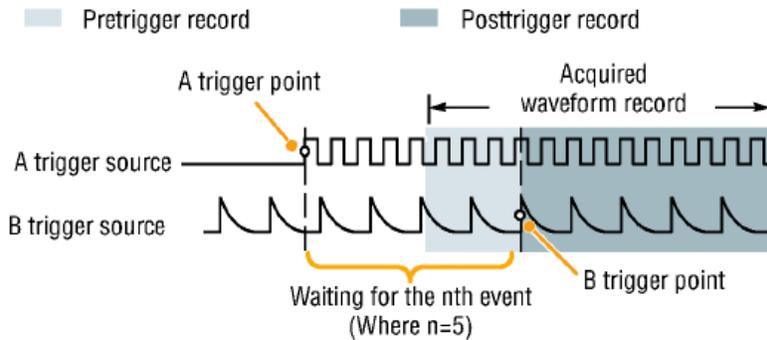
Aトリガで機器が動作可能になります。ポストトリガ・アクイジションは、トリガ遅延時間の経過後に最初のBエッジ



で開始されます。

## トリガ、B イベント

Aトリガで機器が動作可能になります。ポストトリガ・アクイジションが、n 番目の B イベントから開始されます。



### ヒント:

- Bトリガの遅延時間と水平位置は、別々の機能です。Aトリガのみを使用するかAトリガとBトリガの両方を使用してトリガ条件を設定する場合は、水平位置コントロールも使用して、アクイジションをさらに遅延させることができます。
- Bトリガを使用する場合は、AおよびBトリガ・タイプはエッジのみにしか設定できません。

## アキュイジションの開始および停止

1. アキュイジションおよびトリガ・パラメータを定義してから、**Run/Stop** (実行/停止) または **Single** (シングル) を使用してアキュイジションを開始します。



- **Run/Stop** (実行/停止) を押して、アキュイジションを開始します。このボタンをもう一度押してアキュイジションを停止するまで、オシロスコープは取り込みを繰り返します。
- **Single** (シングル) を押すと、1 回のアキュイジションを実行します。
- RFトレースおよび他のデジタルやアナログの波形がアクティブな場合、**Run/Stop** (実行/停止) を押してアキュイジションを止めようとする、オシロスコープはトリガ・イベントをもう 1 回待ってから停止します。トリガ・イベントの待機中、**Run/Stop** (実行/停止) は黄色に、**Single** (シングル) ボタンは緑色に変わります。アキュイジションが始まると、**Run/Stop** (実行/停止) ボタンが赤に変化し、**Single** (シングル) ボタンが消灯します。

シングル・アキュイジションに対しては、トリガ・モードは **Normal** (ノーマル) に設定されます。

トリガ・モードがオートで、他のトリガ・イベントがオート・トリガのタイムアウト期間内に起こらなかった場合は、アキュイジションが 1 回行われてから機器が停止します。

トリガ・モードがノーマルに設定されている場合は、オシロスコープは必要な限りトリガ・イベントの発生を待機し続けます。

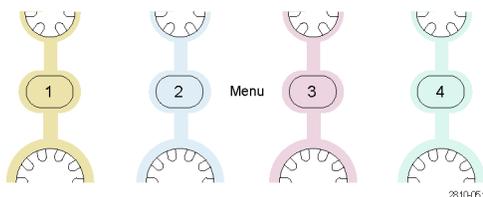


# 波形またはトレース・データの表示

このセクションでは、取込んだ波形またはトレースの表示に関する概念とその手順について説明します。

## 波形の追加と消去

1. 波形をディスプレイに追加したりディスプレイから消去したりするには、対応するフロント・パネルのチャンネル・ボタンまたは D15-D0 ボタンを押します。

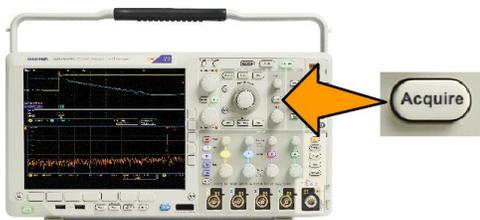


表示されているかどうかにかかわらず、そのチャンネルをトリガ・ソースとして使用することができます。



## 表示スタイルとパーシスタンスの設定

1. 表示スタイルを設定するには、Acquire (波形取込) を押します。

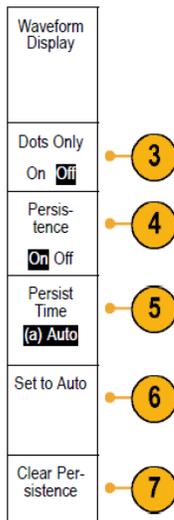


2. Waveform Display (波形表示) を押します。

Mode Sample	Record Length 10k	FastAcq Off	Delay On Off	Set Horiz. Position to 10%	Waveform Display	XY Display On
----------------	----------------------	----------------	-----------------	-------------------------------	------------------	------------------



3. サイド・メニューの **Dots Only On Off** (ドット表示オン／オフ) を押します。ドット表示をオンにすると、波形のレコード・ポイントを画面上にドットで表示します。ドット表示をオフにすると、ドットをベクトルで接続します。



4. **Persistence** (パーシスタンス) を押して **Off** にし、ディスプレイ・パーシスタンスを表示します。
5. **Persist Time** (パーシスト表示) を押し、波形データがユーザの期待する時間だけ画面上に表示されるよう、汎用 **a** を回します。
6. **Set to Auto** (自動設定) を押すと、オシロスコープが自動的にパーシスタンスを決定します。
7. **Clear Persistence** (パーシスタンスのリセット) を押すと、パーシスタンスの情報をリセットします。
8. 波形の振幅を他の波形の振幅との比較で表示するには、XY Display (XY 表示) を押します。次に、サイド・メニューの Triggered XY (トリガ付 XY) を押します。

1 番目の波形のデータ・ポイントはその表示ポイントの水平方向の位置を示し、2 番目の波形のデータ・ポイントはその表示ポイントの垂直方向の位置を示します。

オプションで YT 表示と XY 表示を同じ画面に同時に表示させることもできます。

**注:**

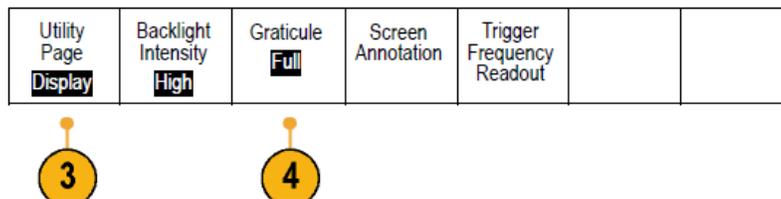
- 可変パーシスタンスでは、指定された時間インターバルの間、レコード・ポイントを蓄積します。各レコード・ポイントは、時間インターバルに従って個別に減衰します。可変パーシスタンスを使用すると、グリッチなど間欠的に発生する信号異常を表示できます。
- 無限パーシスタンスは、アキュジション表示設定の 1 つを変更するまで、連続的にレコード・ポイントを累積します。無限パーシスタンスを使用すると、グリッチなどの特有の信号異常を表示できます。
- XY 表示モードでは、決められた組の波形データをグラフ化します。

## 目盛スタイルの設定

1. 目盛スタイルを設定するには、Utility(ユーティリティ)を押します。

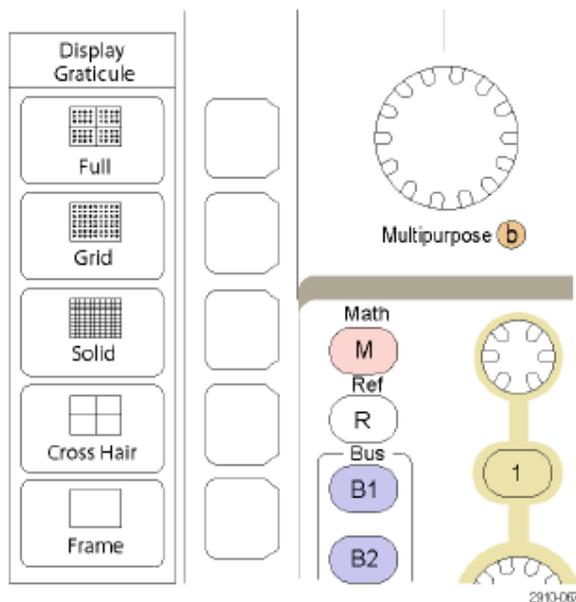


2. Utility Page(ユーティリティ・ページ)を押します。
3. 汎用 a を回して、Display(表示)を選択します。
4. 下位メニューの Graticule(目盛)を押します。



5. サイド・メニューで目的のスタイルを選択します。

Frame(フレーム)目盛は簡潔な画面で、自動測定の結果や画面上のテキストが最も読みやすくなります。  
Full(全目盛)はハードコピー上でカーソルが読み取り易くなります。

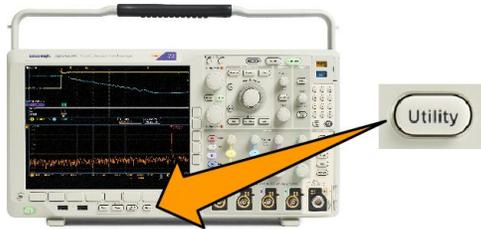




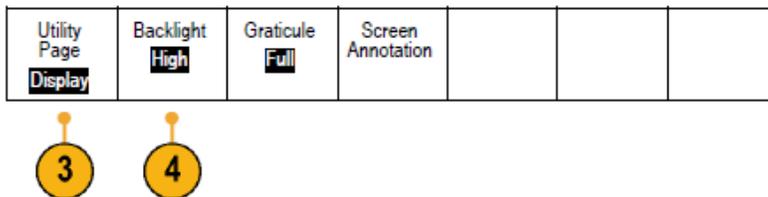
**ヒント:** IRE 目盛とmV 目盛を表示できます。表示するには、トリガの種類をビデオに設定し、垂直軸スケールを114 mV/div に設定します(トリガの種類をビデオに設定すると、チャンネルの垂直軸スケールの微調整で114 mV/div を選択できるようになります)。NTSC 信号の場合はIRE 目盛が自動的に表示され、PAL、SECAM、HDTV、カスタムなど、その他のビデオ信号の場合はmV 目盛が自動的に表示されます。

## LCD バックライトの輝度および減光の設定

1. Utility(ユーティリティ)を押します。



2. Utility Page(ユーティリティ・ページ)を押します。
3. 汎用 a を回して、Display(表示)を選択します。
4. Backlight(バックライト)を押します。



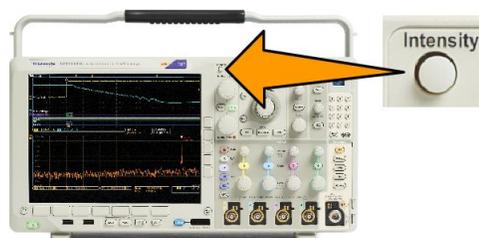
5. サイド・メニューで輝度レベルを選択します。選択肢は次の通りです。High(明るい)、Medium(中間)、およびLow(暗い)。



6. Auto-Dim(自動減光)を有効にすると、設定時間が経過すると画面の明るさが暗くなります。この機能によって、LCD の寿命を延ばすことができます。

## 波形輝度の設定

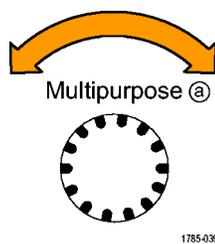
1. フロント・パネルの **Intensity** (波形輝度) を押します。



この操作により、表示上で輝度リードアウトがオンになります。

- a) Waveform Intensity: 35%
- b) Graticule Intensity: 75%

2. 汎用ノブ **a** を回して、目的の波形輝度を選択します。



3. 汎用ノブ **b** を回して、目盛の輝度を目的の明るさに設定します。

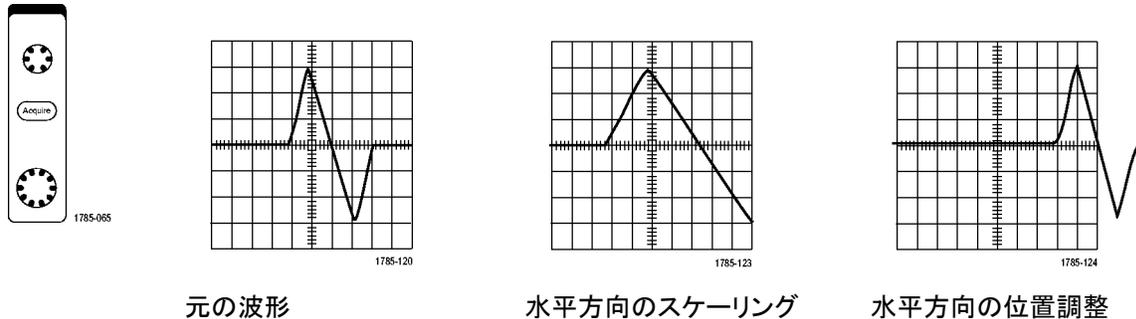
4. **Intensity** (波形輝度) を再度押して、表示から輝度リードアウトをクリアします。



## 波形のスケージングと位置調整

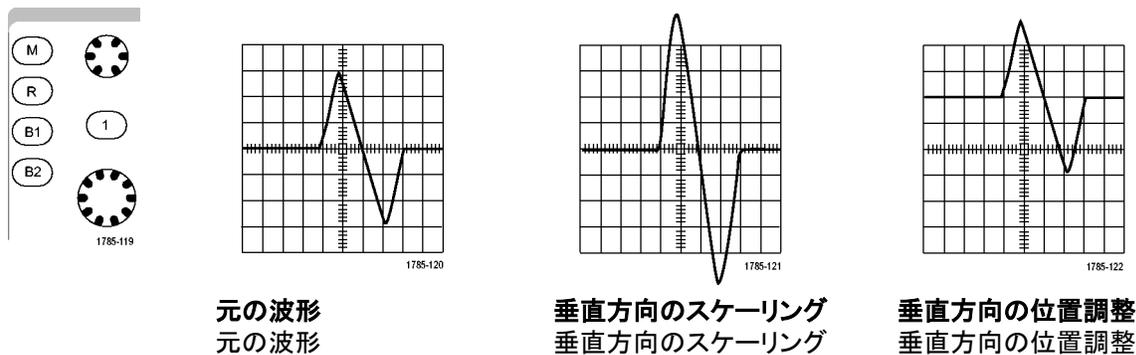
水平コントロールを使用すると、時間軸を調整したり、トリガ・ポイントを調整したり、波形をより詳しく調べたりできます。Wave Inspector のパン・コントロールとズーム・コントロールを使用して、波形の表示を調整することもできます。(Wave Inspector を使用した長いレコード長の波形の管理(149 ページ)を参照)。

Horizontal Position(水平軸の位置)ノブを押したときに、Delay(遅延)が On(オン)に設定されている場合は、水平軸の位置は 0 秒に設定されます。ノブを押したときに、Delay(遅延)が Off(オフ)に設定されている場合には、水平軸の位置は 10% に設定されます。



垂直コントロールを使用すると、波形の選択、波形の垂直位置とスケールの調整、および入力パラメータの設定が実行できます。チャンネル・メニュー・ボタン(1、2、3、または 4)を必要な回数だけ押し、関連するメニュー項目を押し、波形を選択、追加、または削除します。

Vertical Position(垂直位置)コントロールを押すと、波形の垂直位置が中央に揃います。また、Vertical Scale(垂直スケール)コントロールを押すと、スケールが Coarse(粗調整)から Fine(微調整)に切り替わります。



### ヒント

- **プレビュー。** アクイジションが停止しているか、あるいは次のトリガ待ちのときに、ポジションまたはスケール・コントロールを変更した場合は、オシロスコープは新しいコントロール設定にตอบสนองして、対応する波形のスケージングおよび位置調整を行います。次に RUN(実行)ボタンを押すと、表示の様子をシミュレートします。オシロスコープは、次のアクイジションに対しては、新しい設定を使用します。

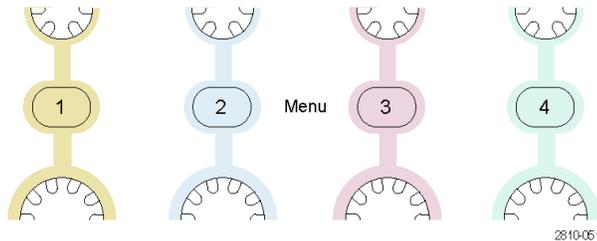
元のアクイジションが画面に収まりきらない場合は、クリップした波形になります。

演算波形、カーソル、および自動測定は、プレビューを使用している間も、アクティブで有効になったままです。

## 入力パラメータの設定

垂直コントロールを使用すると、波形の選択、波形の垂直位置とスケールの調整、および入力パラメータの設定が実行できます。

1. チャンネル・メニュー・ボタン 1、2、3、または 4 を押し、指定された波形の垂直軸メニューを表示します。垂直軸メニューは、選択した波形にのみ適用されます。

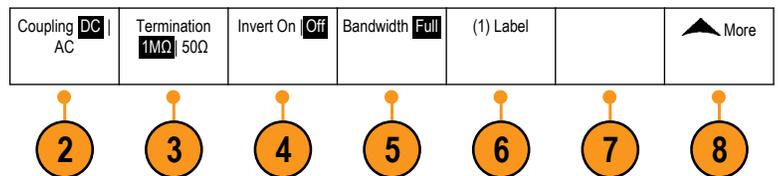


チャンネル・ボタンを押すと、その波形を選択したり、選択をキャンセルしたりもできます。

2. **Coupling** (カップリング) を繰り返し押し、使用するカップリングを選択します。

DC カップリングを使用すると、AC および DC の両方の成分が通過します。

AC カップリングを使用すると、DC 成分をブロックし、AC 信号のみを表示します。



3. **Termination** (終端) を押し、使用する入力インピーダンスを選択します。

DC カップリングを使用する場合は、入力インピーダンス (終端) を 50 Ω または 1 MΩ に設定します。AC カップリングを使用する場合は、入力インピーダンスは自動的に 1 MΩ に設定されます。

4. **Invert** (極性反転) を押し、信号が反転します。

一般的な操作の場合は **Invert Off** (極性反転オフ) を選択します。**Invert On** (極性反転オン) を選択すると、プリアンプで信号の極性が反転します。

5. **Bandwidth** (帯域制限) を押し、サイド・メニューで目的の帯域幅を選択します。

設定の選択肢は次の通りです。全帯域、250 MHz、および 20 MHz。使用するプローブによっては、別の選択肢が表示される場合もあります。

**Full** (全帯域) を選択すると、帯域幅をオシロスコープの全帯域に設定します。

**250 MHz** を選択すると、帯域幅を 250 MHz に設定します。

**20 MHz** を選択すると、帯域幅を 20 MHz に設定します。

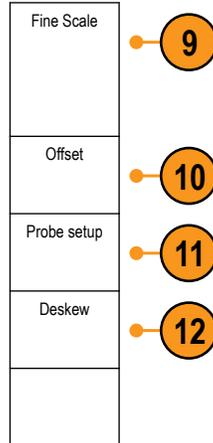
*注: 200 MHz モデルのオシロスコープのメニューには 250 MHz オプションはありません。*

6. **Label** (ラベル) を押し、チャンネルのラベルを作成します。

7. 一部のプローブでは、このボタンを押して、プローブ・チップからオシロスコープの特定のチャンネルまでの全信号経路について AC 校正を行うことができます。これにより、全周波数範囲について、より平坦な周波数応答が得られます。

8. **More** を押して、追加のサイド・メニューにアクセスします。

9. **Fine Scale** (スケール微調) を選択して、汎用ノブ a による垂直軸スケールの微調整を可能にします。



10. **Offset** (オフセット) を選択して、汎用ノブ a による垂直軸オフセットの調整を可能にします。  
サイド・メニューで、**Set to 0 V** (0 V に設定) を押し、垂直軸オフセットを 0 V に設定します。

11. **Probe Setup** (プローブ設定) を選択して、プローブ・パラメータを定義します。

サイド・メニューで、次の操作を行います。

- **Voltage** (電圧) または **Current** (電流) を選択して、TekProbe Level 1、TekProbe II (TPA-BNC アダプタが必要)、または TekVPI インタフェースを備えていないプローブの種類を設定します。
- Tek インタフェースを持たないプローブで、**Probe Type** (種類) が **Voltage** (電圧) に設定されている場合は、汎用ノブ a を使用してプローブに合った **Attenuation** (減衰) を設定します。
- Tek インタフェースを持たないプローブの場合、**Probe Type** (種類) が **Current** (電流) に設定されている場合は、汎用ノブ a を使用してプローブに合った Amps/volts 比率 (減衰) を設定します。
- 抵抗器による電圧降下をプローブして電流を測定する場合は、**Measure Current** (電流測定) で **Yes** (はい) を設定します。サイド・メニューの **A/V** 比率ボタンを押し、汎用ノブ a を回して必要な Amps/Volts または Volts/Amp 比率に設定します。たとえば、2 Ω の抵抗器で電圧降下を測定する場合は、V/A 比率を 2 に設定します。

12. **Deskew** を選択して、伝搬遅延に差異のあるプローブの表示および測定の調節を行います。電流プローブを電圧プローブと一緒に使用する際は、この調節が重要です。

最適な結果を得るには、Tektronix 067-1686-xx のようなデスクュー・フィクスチャを使用してください。

デスクュー・フィクスチャがない場合は、各プローブの公称伝搬遅延に基づき、デスクュー・メニューのコントロールを使用してオシロスコープのデスクュー・パラメータを推奨値に設定できます。TekVPIプローブおよび TekProbe II (TPA-BNC アダプタが必要) プローブの伝搬遅延の公称値は自動的に読み込まれます。他の一般的なプローブの場合は、最初にサイド・メニューの **Select** (選択) を押してからプローブを接続するチャンネルを選択します。次にサイド・メニューの **Probe Model** (プローブ・モデル番号) を押して、プローブのモデル名を選択します。プローブが一覧にない場合には、プローブ・モデルを **Other** (その他) に設定して **Propagation Delay** (伝播遅延) を押し、汎用ノブ **a** を回してその伝搬遅延に合わせます。

オシロスコープが計算した推奨デスクュー値を表示するには、サイド・メニューの **Show rec. deskews** (推奨デスクュー値の表示) を **Yes** (はい) に設定します。

各チャンネルのデスクュー値を推奨値に設定するには、サイド・メニューの **Set all deskews to recommended values** (全デスクューを推奨値に設定) を押します。

### ヒント:

- **TekProbe II および TekVPI インタフェースを備えたプローブの使用。** TekProbe II または TekVPI インタフェースを備えたプローブを取り付けると、オシロスコープは、プローブの状態に一致するように、チャンネル感度、カップリング、および終端抵抗を自動的に設定します。Tek Probe II プローブを使用するには、TPA-BNC アダプタが必要です。
- **垂直位置とオフセットの違い。** 垂直位置を調整すると、観測対象の波形を移動できます。波形ベースライン・インジケータは、各波形の 0 V (または 0 A) レベルを表します。チャンネルの垂直軸スケールを調整すると、波形は波形ベースライン・インジケータを中心に拡大または縮小します。

チャンネル <x> > **More** (次へ) > **Offset** (オフセット) > **Vertical Offset** (垂直軸オフセット) コントロールを使用して波形を移動すると、ベースライン・インジケータは 0 ではなく、オフセットのレベルを示すようになります。チャンネルの垂直軸スケールを調整すると、波形は波形ベースライン・インジケータを中心に拡大または縮小します。

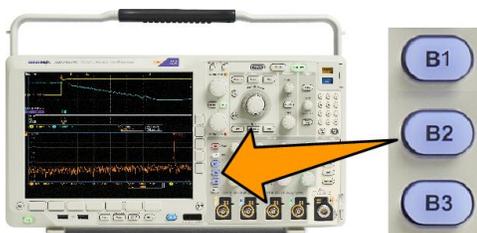
- **50 Ω 保護。** 50 Ω 終端を選択した場合は、最大垂直軸スケール・ファクタは 1 V/div に制限されます (例外として、10:1 プローブの場合はスケール・ファクタは 10 V です)。過度の入力電圧が印加された場合、オシロスコープは自動的に 1 MΩ 終端に切り替えて、内部の 50 Ω 終端を保護します。詳細については、『MDO4000C シリーズ・オシロスコープ・テクニカル・リファレンス』に記載された仕様を参照してください。

## バス信号の位置調整とラベル付け

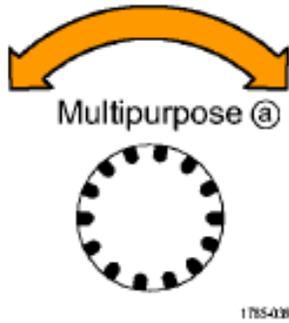
### バス信号の位置調整。

フロント・パネルの適切なバス・ボタンを押し、汎用 a ノブを回して、選択したバスの垂直位置を調整します。

1. フロント・パネルの適切なバス・ボタンを押し、そのバスを選択します。

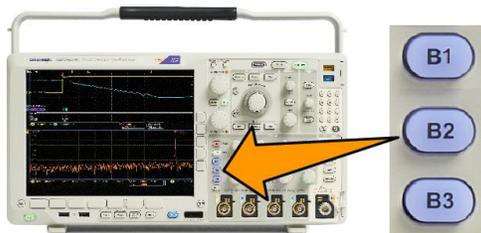


2. 汎用 a ノブを回して、選択したバスの垂直位置を調整します。



バス信号のラベル付け。バスにラベルを付けるには、次の手順を実行します。

1. フロント・パネルの適切なバス・ボタンを押します。



- 2.

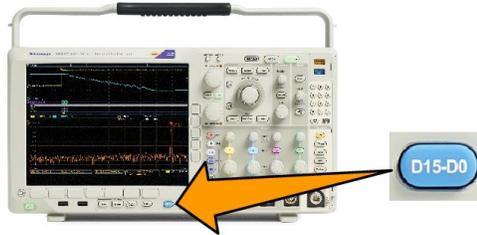
Bus (B1) Parallel	Define Inputs	Thresholds		(B1) Label Parallel	Bus Display	Event Table
----------------------	------------------	------------	--	------------------------	----------------	----------------



Label(ラベル)を押します。

## デジタル・チャンネルの位置調整、スケーリング、およびグループ化

1. フロント・パネルの D15-D0 ボタンを押します。

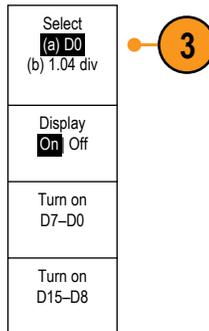


2. 下位メニューの D15-D0 を押します。

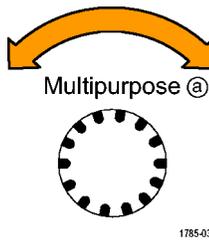
D15 - D0 On/Off	Thresholds	Edit Labels		Monitor	MagniVu On Off	Height S M L
--------------------	------------	-------------	--	---------	-------------------	-----------------



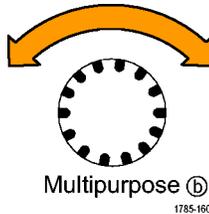
3. サイド・メニューの Select (選択) を押します。



4. 汎用ノブ a を回して、移動するチャンネルを選択します。



5. 汎用ノブ b を回して、選択したチャンネルを移動します。



**注:** チャンネル(またはグループ)の表示は、ノブの回転を停止した後で移動します。

6. デジタル・チャンネルのスケール(高さ)を変更するには、下位メニューの **Height**(高さ)を押します。

**注:** **S**(小)を選択すると、各波形が0.2 div の高さで表示されます。**M**(中)を選択すると、各波形が0.5 div の高さで表示されます。**L**(大)を選択すると、各波形が1 div の高さで表示されます。**L**(大)を選択できるのは、それらの波形を表示するための十分なスペースがディスプレイ内にある場合だけです。同時に表示できる**L**(大)波形は最大10個です。

7. 識別しやすいように、デジタル・チャンネルごとにラベル付けできます。[チャンネルとバスのラベル付け](#)(75ページ)。
8. 一部またはすべてのデジタル・チャンネルをグループ化するには、それらのチャンネルを移動して隣り合わせになるようにします。相互に隣り合わせになっているすべてのチャンネルは、自動的にグループを構成します。

グループを表示するには、サイド・メニューの **Select**(選択)を押して、汎用ノブ **a** を回します。

グループを選択したら、汎用ノブ **b** を回してグループ全体を移動します。

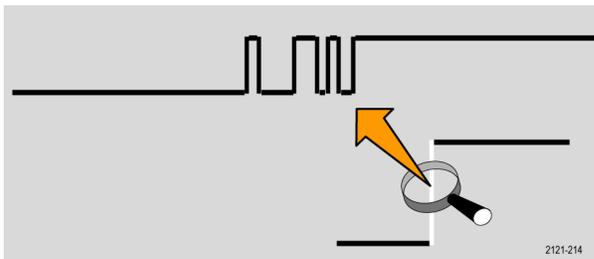
## デジタル・チャンネルの表示

デジタル・チャンネルのデータをさまざまな方法で表示することで、信号を解析するのに役立ちます。デジタル・チャンネルには、各サンプルのハイ/ロー状態が保管されます。

ロジックのハイ・レベルは緑色で表示されます。ロジックのロー・レベルは青色で表示されます。1つのピクセル列によって表現される時間中に単一のトランジションが発生した場合は、そのトランジション(エッジ)は灰色で表示されます。

1つのピクセル列によって表現される時間中に複数のトランジションが発生した場合は、そのトランジション(エッジ)は白色で表示されます。

ディスプレイに複数のトランジションを示す白いエッジが表示された場合は、ズーム・インして個別のエッジを表示できることがあります。



大幅にズーム・インして、サンプルあたり複数のピクセル列が表示されているときは、薄い灰色の陰影によってエッジ位置の不確実性が示されます。



**注:** 薄い灰色の陰影が表示された場合は、*MagniVu* を使用してください。

## 画面の注釈

次の手順を実行すると、画面に独自のテキストを追加できます。

1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。



3. 汎用ノブ **a** を回して、**Display** (表示) を選択します。
4. 表示された下位メニューの **Screen Annotation** (画面注釈) を押します。

Utility Page Display	Backlight Intensity High	Graticule Full	Screen Annotation	Trigger Frequency Readout		
-------------------------	-----------------------------	-------------------	-------------------	---------------------------	--	--



5. **Display Annotation** (表示注釈) を押して、サイド・メニューで **On** (オン) を選択します。  
注釈ウィンドウが表示されます。汎用ノブ **a** および **b** を回して配置します。
6. サイド・メニューの **Edit Annotation** (注釈の編集) を押します。
7. 汎用ノブ **a** を回して、文字、数字、その他記号の一覧をスクロールし、それぞれ目的の文字を選択します。  
または、USB キーボードを使用して文字を入力します。( [USB キーボードとオシロスコープの接続](#) (29 ページ) を参照)。

注釈したテキストを移動するには、サイド・メニューの **Position** (位置) を押し、必要に応じて、汎用ノブ **a** および **b** を回します。

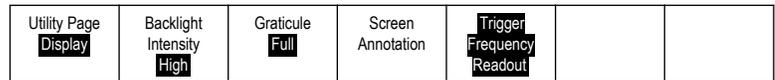
## トリガ周波数の表示

トリガ周波数のリードアウトを表示することができます。リードアウトでは、オシロスコープがトリガするかどうかに関係なくトリガ可能なイベントをすべて数え、それらの 1 秒あたりの発生回数を表示します。このリードアウトを表示するには、次の手順に従います。

1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。



3. 汎用ノブ **a** を回して、**Display** (表示) を選択します。

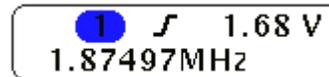


4. 表示された下位メニューの **Trigger Frequency Readout** (トリガ周波数リードアウト) を押します。



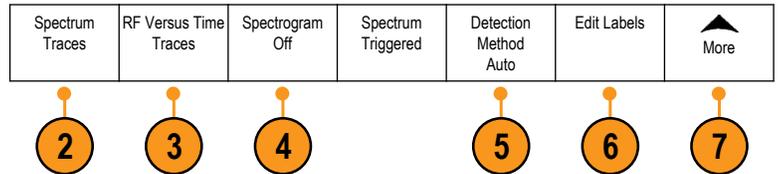
5. サイド・メニューの **On** (オン) を押します。

表示の右下寄りのトリガ・リードアウトに、トリガ周波数が表示されます。



## 周波数領域メニューの表示

1. RF を押して、周波数領域メニューを表示します。
2. **Spectrum Traces** (スペクトラム・トレース) を押すと、機器で表示できる 4 種類のスペクトラム・トレースのサイド・メニューが表示されます。



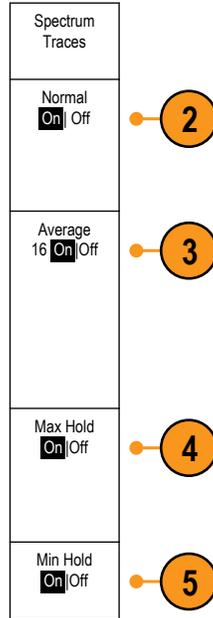
3. **RF Versus Time Traces** (RF 対時間トレース) を押すと、MDO4000B シリーズで表示できる 3 種類の RF 対時間トレースのサイド・メニューが表示されます。
4. **Spectrogram** (スペクトログラム) を押すと、スペクトログラム表示の有効化や設定のためのサイド・メニューが表示されます。
5. **Detection Method** (検出方法) を押し、サイド・メニューを表示して、FFT 出力を 1,000 ピクセル・ワイド・ディスプレイに合わせて縮小するための方法を選択します。
6. **Edit Label** (ラベルの編集) を押すと、RF および RF 対時間のトレースにラベルを付けることができます。
7. **More** (次へ) を押すと、RF 信号パスを補正したり、RF 入力プローブを設定するサイド・メニューに切り替えることができます。

### トレース・タイプ

周波数領域のウィンドウでは、4 種類のスペクトラム・トレースがサポートされます。これらの各トレースは個別にオン/オフすることが可能です。これらの一部またはすべてを同時に表示できます。

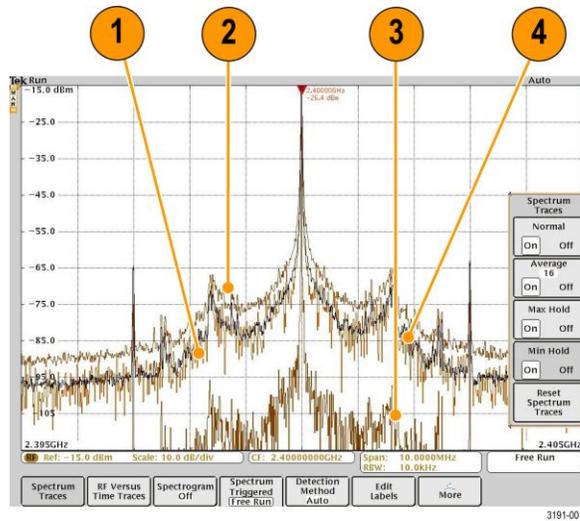
1. RF メニューから **Spectrum Traces** (スペクトラム・トレース) を押して、関連するサイド・メニューを開きます。

2. **Normal**(ノーマル)を **On**(オン)に設定して、ノーマル・トレースを表示します。
3. **Average**(アベレージ)を **On**(オン)に設定して、アベレージ・トレースを表示します。汎用ノブ a を回して、アベレージングの対象となる波形数を設定します。
4. **Max Hold**(MAX 値ホールド)を **On**(オン)に設定して、MAX 値ホールド・トレースを表示します。
5. **Min Hold**(MIN 値ホールド)を **On**(オン)に設定して、MIN 値ホールド・トレースを表示します。



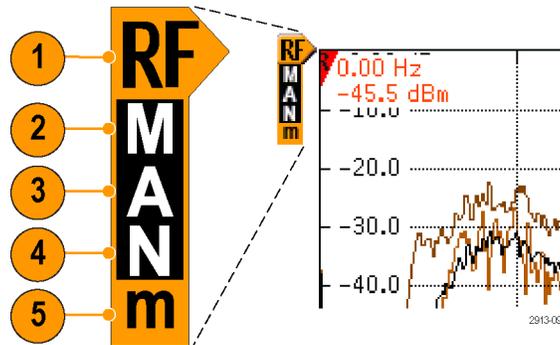
右図に、これらのトレース・タイプを示します。

1. ノーマル・トレース: 各アキュイジション結果は、新規データの取り込みとともに破棄されます。
2. MAX 値ホールド・トレース: ノーマル・トレースの複数回のアキュイジションにわたって最大データ値が累積されます。
3. MIN 値ホールド・トレース: ノーマル・トレースの複数回のアキュイジションにわたって最小データ値が累積されます。
4. アベレージ・トレース: 複数回のアキュイジションにわたってノーマル・トレースのデータの平均値を算出します。これが対数変換前の真の電力平均値です。各 2 乗平均により、表示ノイズが 3 dB 減衰します。



右図は、周波数領域ウィンドウにおける  
トレース・インジケータを示します。

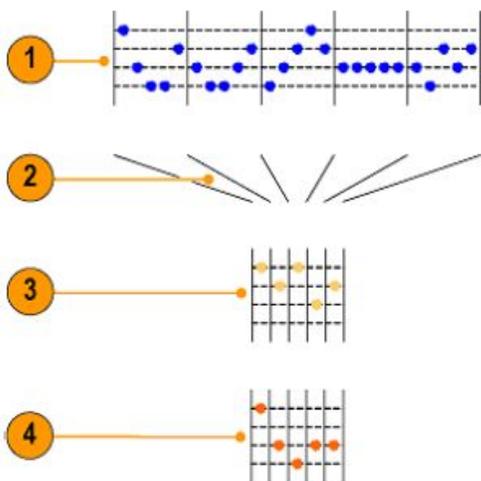
1. RFトレース・インジケータが基準レベルに置かれています。
2. 大文字 M は、最大値トレースがオンの場合に表示されます。
3. 大文字 A は、平均値トレースがオンの場合に表示されます。
4. 大文字 N は、ノーマル・トレースがオンの場合に表示されます。
5. 小文字 m は、最小値トレースがオンの場合に表示されます。



現在選択されているトレースはオレンジ色で表示されます。右図では、最小値トレースを示す小文字 m がハイライト表示されています。これは、現在最小値トレースが選択されていることを示しています。

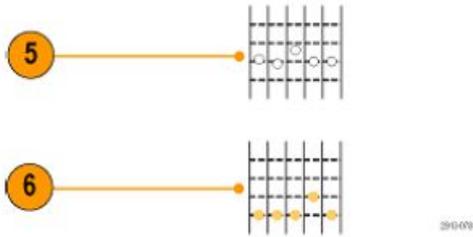
## 検出タイプ

MDO4000C シリーズ・オシロスコープでは、アキュイジションの設定により、1,000 ~ 約 2,000,000 ポイントの FFT 出力が計算されます。次に、この FFT 出力が 750 ピクセルの画面幅に合わせて間引かれます。これは、約 1 ~ 2,000 の FFT ポイントが 1 つのピクセル列に間引かれることを意味します。MDO4000C シリーズでは、この間引き方法をいくつか選択することができます。選択肢には、+ピーク、サンプル、アベラージュ、および -ピークがあります。下図は、5 ポイントを各ピクセル列に間引く 5:1 の圧縮で、これらの検出方法がどのように作用するかを示すものです。



1. FFT ポイント
2. 間引き
3. 正ピーク:各区間で最大振幅ポイントを使用します。

4. サンプル:各区間で最初のポイントを使用します。



5. アベレージ:各区内のすべてのポイントの平均値をとります。
6. 負ピーク:各区間で最小振幅ポイントを使用します。

### スペクトログラム表示

スペクトログラム表示は、ゆっくりと変化する RF の現象を観察する際に特に有用です。通常のスペクトラム表示と同様に、X 軸は周波数を表します。Y 軸は時間を表します。振幅は色で表します。

スペクトラムのスライスとは、各スペクトラムを取り出し、それが 1 ピクセルの高さの行になるように端に付け加えて生成します。次に、その周波数の振幅に応じて各ピクセルに色を割り当てます。寒色の青や緑は小さな振幅を表し、暖色の黄や赤は大きな振幅を表します。新規アキュイジションが行われるたびに、スペクトログラムの下端にスライスが追加されます。前の履歴は 1 行上に移動します。

アキュイジションが停止すると、サイド・メニューのスライス・コントロールを押し、汎用 a ノブを回すことにより、スペクトラムの履歴をナビゲートできます。アキュイジションが停止し、スペクトログラムが表示されると、スペクトログラムのスライス・トレースが、ノーマル・スペクトラム・トレースとして表示されます。

スペクトログラム機能を使用するには、RF メニューから **Spectrogram** (スペクトログラム) を押して、対応するサイド・メニューを開きます。

1. **Display** (表示) を押して、On にし、スペクトログラムを開始します。
2. スペクトログラムに取り込んだ各スペクトラムを確認するには、**Run / Stop** (実行 / 停止) を押して、RF アキュイジションを停止します。汎用 a を回します。

# 波形またはトレース・データの解析

アクイジションの設定を適切に行い、トリガして、目的の波形またはトレースを表示したら、結果を解析することができます。カーソル、自動測定、統計測定、波形ヒストグラム、演算、および FFT などの機能が選択できます。

## 周波数領域でのマーカの使用

1. **Markers** (マーカ) を押します。この操作により、**Markers** (マーカ) サイド・メニューが表示されます。



2. **Peak Markers** (ピーク・マーカ) を押し、**汎用 a** を回して、画面でラベルを付けるピークの数を選択します。

*注: これは、マークされるピークの最大数です。しきい値とエクスカージョン条件に合致するピークの数、このコントロールで指定するピーク・マーカ数を超える場合は、大きな振幅を持つ指定数のピークのみがマークされます。*

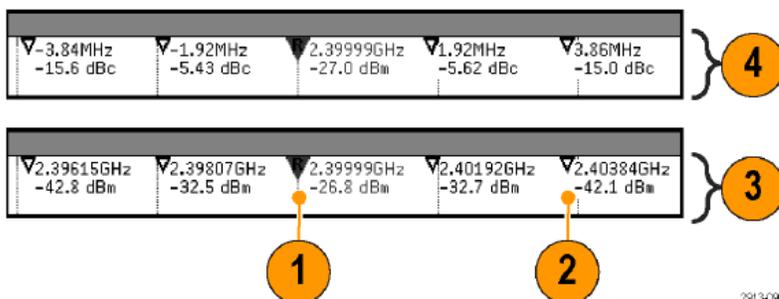
3.  を押します。

To Center (中心周波数へ) を押して、中心周波数を基準マーカが示す周波数に設定します。基準マーカは自動的に最大振幅のピークに置かれます。

4. **Threshold** (しきい値) を押し、**汎用 a** を回して、ピーク・マーカのしきい値を定義します。**汎用 b** を回して、エクスカージョン値を定義します。
5. **Manual Markers** (手動マーカ) を押して手動マーカを有効にします。スペクトラム中のピーク以外の領域を測定するには手動マーカを使用します。
6. **Readout** (リードアウト) を押して、リードアウトに Absolute (絶対) または Delta (差分) を選択します。差分リードアウトは、基準マーカに対する相対的な値です。

### 自動ピーク・マーカ

デフォルトで自動ピーク・マーカはオンとなっており、スペクトラム中のピークの周波数と振幅を素早く知ることができます。

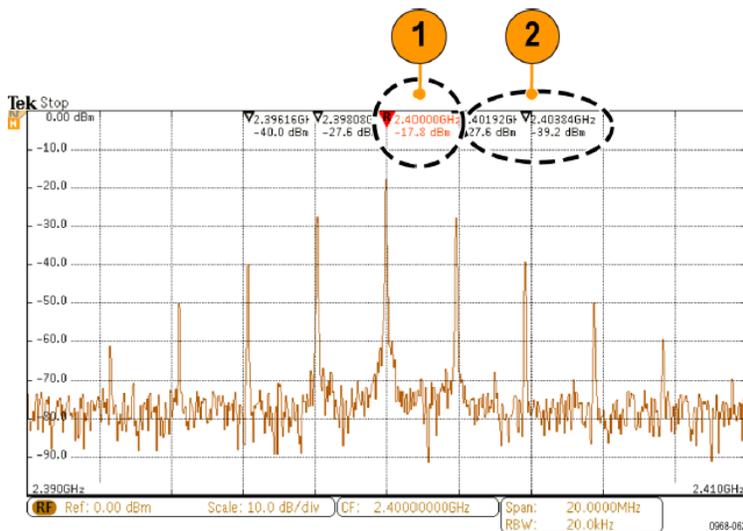


2913-090

1. 基準マーカは最大振幅のピークに置かれます。基準マーカは、赤色の三角形とRで示されます。 
2. 自動マーカには周波数と振幅が表示されます。
3. 絶対リードアウトでは、自動マーカの実際の周波数と振幅が表示されます。
4. 差分リードアウトでは、自動マーカの周波数と振幅を基準マーカからの相対値として表示します。

下に示すスクリーン・ショットで、ピークにはそれぞれマーカが置かれています。基準マーカが最高のピークに置かれています。三角形に赤のRのマークが付き、そのリードアウトは赤文字で示されています。

1. 基準マーカ
2. 自動マーカ



**Threshold**(しきい値)と **Excursion**(エクスカージョン)を使用して、マークするピークを定義します。

しきい値は、有効なピークと認識されるために信号が超さなければならない最小振幅です。しきい値が低いと、マーカが付くピーク数が増えます。しきい値が高いと、マーカが付くピーク数が減ります。

エクスカージョンは、マーク付けされたピークの中で、信号の振幅がどこまで落ちなければ別の有効なピークとして識別されないかを示します。エクスカージョンが低いと、関連マーカが付くピーク数が増えます。エクスカージョンが高いと、関連マーカが付くピーク数が減ります。

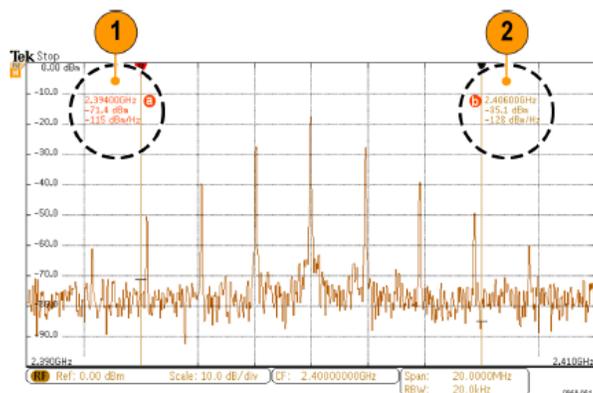
各自動マーカには、そのリードアウトがあります。これらは、絶対または差分のリードアウトが可能です。マーカの絶対リードアウトは、その実際の周波数と振幅を示します。マーカの差分リードアウトは、基準マーカとの周波数と振幅の差異を示します。基準マーカのリードアウトは、リードアウトの種類に関わらず、絶対周波数と絶対振幅を示します。

## マニュアル・マーカ

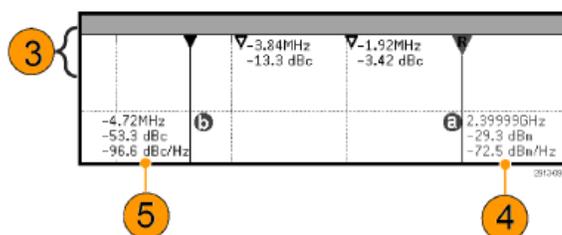
手動マーカが2つ用意されており、スペクトラムのピーク以外の領域の測定や、ノイズ密度および位相ノイズの測定に使用できます。手動マーカをオンにすると、最大の振幅ピークに基準マーカが自動的に表示されなくなります。基準マーカは汎用 a ノブに割り当てられており、任意の場所に移動させることができます。これにより、スペクトラムのどの場所でも簡単に測定でき、またスペクトラムの任意の部分でデルタ測定を行うことができます。また、ピーク外の任意のスペクトル成分を測定することもできます。手動マーカのリードアウトは、自動マーカのリードアウトと同様に、周波数と振幅を表示します。

自動ピーク・マーカのリードアウトと同様に、手動マーカのリードアウトも絶対値か差分値を表示することができます。

1. 一方の手動マーカは、汎用 a で調整します。
2. もう一方の手動マーカは、汎用 b で調整します。



3. 周波数と振幅の差分リードアウトは、ディスプレイの最上部に表示されます。



4. 手動マーカ a の 3 行目には常にノイズ密度 (dBm/Hz) が表示されます。
5. 絶対マーカを選択した場合、手動マーカ b の 3 行目には常にノイズ密度が表示されます。差分マーカを選択すると、ここには位相ノイズ (dBc/Hz) が表示されます。

## 時間領域での自動測定の実行

時間領域で自動測定を実行するには、以下の手順を実行します。

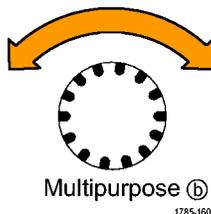
1. **Measure** (波形測定) を押します。



2. **Domain** (領域) を押し、**Time** (時間) 領域測定を選択します。

3. **Add Measurement** (測定項目の追加) を押します。

4. 汎用ノブ **b** を回して、特定の測定項目を選択します。必要に応じて、汎用ノブ **a** を回して、測定するチャンネルを選択します。



5. 測定項目を削除するには、**Remove Measurement** (測定項目の削除) を押し、汎用ノブ **a** を回して特定の測定項目を選択し、サイド・メニューで **OK Remove Measurement** (OK 測定項目の削除) を押します。

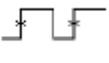
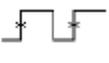
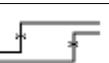
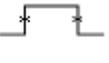
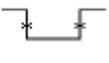
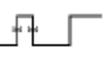
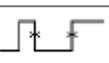
### ヒント

- すべての測定項目を削除するには、**Remove All Measurements** (すべての測定項目を削除) を選択します。
- ⚠ 記号が、垂直方向にクリッピング状態が存在する場合に、得られる測定値の代わりに表示されます。波形の残りの部分は、表示の上または下にあります。適切な測定値を得るには、垂直スケールと位置のノブを回して、画面内に波形をすべて表示します。
- オシロスコープから **Low Resolution** (低解像度) というメッセージが表示されたら、アキュイジションのレコード長を長くして、測定値を計算する元となるポイント数を増やします。

## 時間領域での自動測定を選択

次の表は、各自動測定を次のカテゴリで一覧表示しています。時間または振幅。(「[時間領域での自動測定の実行](#)(124 ページ)」を参照)。

表 3 : 時間測定

測定		概要
周波数		波形領域またはゲート領域にある最初のサイクル。周波数は周期の逆数です。単位はヘルツ(Hz)で、1 Hz は 1 サイクル/秒です。
周期		波形またはゲート領域の最初のサイクルを完了するのに要する時間で、周期は周波数の逆数で、単位は秒です。
立上り時間		波形またはゲート領域の最初のパルスの立上りエッジで、低基準値(デフォルト = 10%)から最終値の高基準値(デフォルト = 90%)まで上昇するのに要する時間です。
立下り		波形またはゲート領域の最初のパルスの立下りエッジで、高基準値(デフォルト = 90%)から最終値の低基準値(デフォルト = 10%)まで下降するのに要する時間です。
遅延		2つの異なる波形の中間基準(デフォルトは 50%) 振幅ポイント間の時間です。
位相		波形の一方が他方よりも先行または遅延する時間量を角度で表します。360°が 1 波形サイクルに相当します。
正パルス幅		正パルスの中間基準(デフォルトは 50%) 振幅ポイント間の距離(時間)です。波形またはゲート領域における最初のパルスで測定されます。
負パルス幅		負パルスの中間基準(デフォルトは 50%) 振幅ポイント間の距離(時間)です。波形またはゲート領域における最初のパルスで測定されます。
正デューティ比		信号周期に対する正のパルス幅の比率をパーセンテージで表します。デューティ比は、波形またはゲート領域の最初のサイクルで測定されます。
負デューティ比		信号周期に対する負のパルス幅の比率をパーセンテージで表します。デューティ比は、波形またはゲート領域の最初のサイクルで測定されます。
バースト幅		波形全体またはゲート領域全体について測定されたバースト(一連の過渡的現象)の継続時間です。

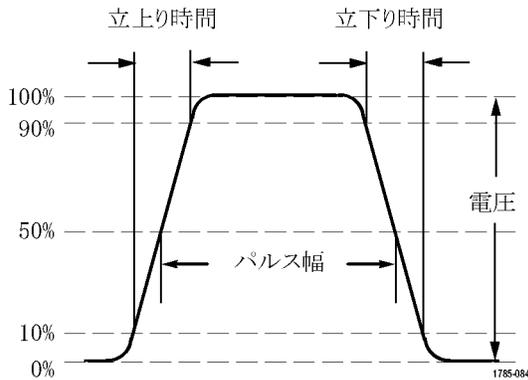


表 4: 振幅測定

測定		概要
ピーク・ツー・ピーク		波形全体またはゲート領域における最大振幅と最小振幅の絶対差です。
振幅		波形全体またはゲート領域で測定されたハイ値からロー値を引きます。
最大値		通常は、正の最大ピークの電圧です。最大値は、波形全体またはゲート領域全体について測定されます。
最小値		通常は、負の最大ピークの電圧です。最小値は、波形全体またはゲート領域全体について測定されます。
ハイ値		この値は、立下り時間や立上り時間の測定などで、高基準値、中間基準値、低基準値が必要な場合に 100% 値として使用されます。最小／最大方式またはヒストグラム方式のいずれかを使用して計算されます。最小／最大方式では、検出された最大値を使用します。ヒストグラム方式では、中点より上で最も頻繁に出現する値を使用します。この値は、波形全体またはゲートされた領域について測定されます。
ロー値		この値は、立下り時間や立上り時間の測定などで、高基準値、中間基準値、低基準値が必要な場合に 0% 値として使用されます。最小／最大方式またはヒストグラム方式のいずれかを使用して計算されます。最小／最大方式では、検出された最小値を使用します。ヒストグラム方式では、中点より下で最も頻繁に発生する値を使用します。この値は、波形全体またはゲートされた領域について測定されます。
正オーバーシュート		この値は、波形全体またはゲート領域全体について測定され、次の式で表されます。 正オーバーシュート = (最大値 - ハイ値) / 振幅 × 100%
負オーバーシュート		この値は、波形全体またはゲート領域全体について測定され、次の式で表されます。 負オーバーシュート = (ロー値 - 最小値) / 振幅 × 100%
平均値		波形全体またはゲート領域にわたる算術平均です。

測定		概要
サイクル平均値		波形の最初のサイクルまたはゲート領域の最初のサイクルにわたる算術平均です。
実効値		波形全体またはゲート領域の真の実効値(RMS)電圧です。
サイクル実効値		波形の最初のサイクルまたはゲート領域の最初のサイクルにわたる真の実効値(RMS)電圧です。

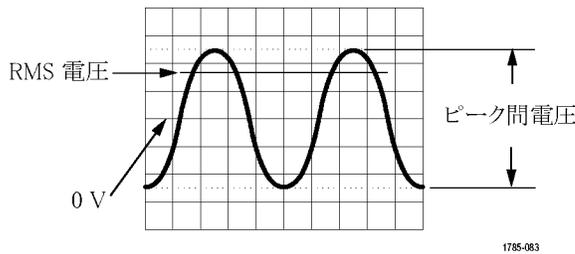


表 5: その他の測定

測定		概要
正パルス数		波形またはゲートされた範囲において中間基準値を超える正のパルス数。
負パルス数		波形またはゲートされた範囲において中間基準値より低い負のパルス数。
立上りエッジ数		波形またはゲート範囲における低基準値から高基準値への正のトランジション数。
立下りエッジ数		波形またはゲート範囲における高基準値から低基準値への負のトランジション数。
領域		領域測定は、電圧の時間変化を測定したものです。波形全体またはゲート領域を電圧・秒で表します。グランドより上の測定領域は正、グランドより下の測定領域は負です。
サイクル領域		時間経過に伴う電圧の変化を測定したものです。この測定は、波形の最初のサイクル上またはゲート領域の最初のサイクル上の領域が対象なり、「電圧・秒」の単位で表されます。共通基準ポイントより上の領域は正となり、下の領域は負となります。

表 6: ヒストグラムの測定項目

測定	概要
Waveform Count (波形カウント)	ヒストグラムに含まれる波形数を表示します。
Hits in Box (ボックス内ヒット数)	ヒストグラム・ボックス内またはボックスの境界上のサンプル数を表示します。

測定	概要
Peak Hits (ピーク・ヒット数)	ヒット数が最も多く含まれるビン内のサンプル数を表示します。
Mediam (メジアン)	ヒストグラム・データの中央値、つまりヒストグラムの全データ・ポイントのうち、半分がこの値より小で、半分がこの値より大という値です。
ピーク・ツー・ピーク	ヒストグラムの p-p 値を表示します。垂直ヒストグラムは、ゼロ以外の最高ビンの電圧からゼロ以外の最低ビンの電圧を引いた値を表示します。水平ヒストグラムには、ゼロ以外の最も右側にあるビンの時間からゼロ以外の最も左側にあるビンの時間を引いた値が表示されます。
Histogram Max (ヒストグラム最大値)	垂直ヒストグラムにはゼロ以外の最も高いビンの電圧、水平ヒストグラムにはゼロ以外の最も右側にあるビンの時間が表示されます。
Histogram Min (ヒストグラム最小値)	垂直ヒストグラムにはゼロ以外の最も低いビンの電圧、水平ヒストグラムにはゼロ以外の最も左側にあるビンの時間が表示されます。
Histogram Mean (ヒストグラム平均値)	ヒストグラム・ボックス内またはヒストグラム・ボックス上のすべてのデータ・ポイントを取り込み、平均値を測定します。
Standard Deviation (標準偏差)	ヒストグラム・ボックス内またはボックス上のすべてのデータ・ポイントの標準偏差 (実効値 (RMS) 偏差) を測定します。
Sigma1	ヒストグラム内で、ヒストグラム平均から 1 標準偏差内にあるヒット数のパーセンテージを表示します。
Sigma2	ヒストグラム内で、ヒストグラム平均から 2 標準偏差内にあるヒット数のパーセンテージを表示します。
Sigma3	ヒストグラム内で、ヒストグラム平均から 3 標準偏差内にあるヒット数のパーセンテージを表示します。

## 時間領域での自動測定のカスタマイズ

ゲートの使用、測定統計の修正、測定基準レベルの調整、またはスナップショットの取得により、自動測定をカスタマイズすることができます。

### ゲーティング

ゲート測定では、測定を波形の特定部分に限定します。使用するには、次の手順を実行します。

1. **Measure** (波形測定) を押します。



2. **More** を必要な回数だけ押して、表示されたポップアップ・メニューから **Gating** (ゲート) を選択します。
3. サイド・メニュー・オプションで、ゲートの位置調整を行います。

## 統計

統計測定により測定の実定性を評価できます。統計測定を調整するには、次の手順を実行します。

1. **Measure** (波形測定) を押します。



2. **More** を必要な回数だけ押して、表示されたポップアップ・メニューから **Statistics** (統計測定) を選択します。
3. サイド・メニュー・オプションを押します。ここでは、統計測定をオンにするかオフにするか、および平均値と標準偏差の計算に使用するサンプル数が設定できます。

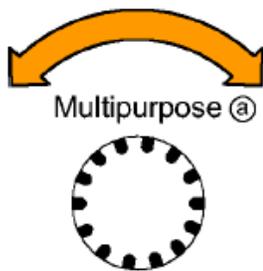
## スナップショット

一度に、すべての単一ソースの測定を観察するには、次の手順を実行します。

1. **Measure** (波形測定) を押します。

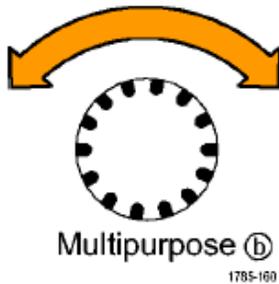


2. **Add Measurement** (測定項目の追加) を押します。
3. 汎用 a を回して、目的の **Source** (ソース) チャンネルを選択します。



1785-039

4. 汎用ノブ b を回して、Snapshot (スナップショット) の Measurement Type (測定項目の種類) を選択します。



5. OK Snapshot All Measurements (全測定項目のスナップショット) を押します。  
6. 結果を確認します。

Snapshot on 1

Period	: 312.2 $\mu$ s	Freq	: 3.203 kHz
+Width	: 103.7 $\mu$ s	-Width	: 208.5 $\mu$ s
Burst W	: 936.5 $\mu$ s	Fall	: 1.144 $\mu$ s
Rise	: 1.452 $\mu$ s	$\pm$ Over	: 14.286%
+Duty	: 33.23%	-Duty	: 66.77 %
+Over	: 7.143%	-Over	: 7.143 %
High	: 9.200 V	Low	: -7.600 V
Max	: 10.40 V	Min	: -8.800 V
Ampl	: 16.80 V	Pk-Pk	: 19.20 V
Mean	: -5.396 V	CycleMean	: -5.396 V
RMS	: 7.769 V	CycleRMS	: 8.206 V
Area	: -21.58 mVs	CycleArea	: -654.6 $\mu$ Vs
+Edges	: 1	-Edges	: 0
+Pulses	: 2	-Pulses	: 2

## 基準レベル

基準レベルにより、時間関連の測定の取込み方法が決定されます。たとえば、基準レベルは、立上りおよび立下り時間を計算するのに使用されます。

1. **Measure** (波形測定) を押します。



2. **More** を必要な回数だけ押して、表示されたポップアップ・メニューから **Reference Levels** (基準レベル) を選択します。
3. サイド・メニューでレベルを設定します。基準  
立上り時間および立下り時間の計算には、High Ref (High 基準値) および Low Ref (Low 基準値) を使用します。  
中間基準は、主にパルス幅などのエッジ間の測定に使用します。

## 周波数領域での自動測定

周波数領域で自動測定を実行するには、以下の手順を実行します(オプション SA3 型または SA6 型を装備したモデルでのみ利用可能)。

1. **Measure** (波形測定) を押します。
2. **Domain** (領域) を押して、**Frequency** (周波数) を選択します。
3. **Select Measurement** (測定項目の選択) を押します。



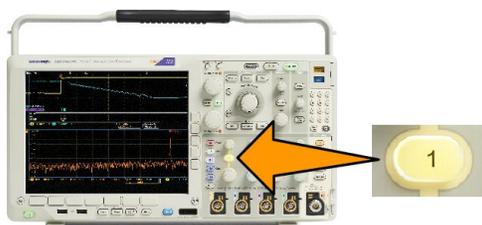
4. サイド・メニューから周波数領域の測定を選択します。
  - チャンネル電力: チャンネル幅で定義される帯域幅における総電力。
  - 隣接チャンネル電力比: メイン・チャンネルの電力およびそれに隣接する上側のチャンネルおよび下側のチャンネルの電力の主電源に対する比。
  - 占有帯域幅: 解析帯域幅において指定の割合の電力に対応する帯域幅の部分。

周波数測定を選択すると、その測定の目的について説明するヘルプ画面が表示されます。下位メニューに **Configure** (設定) メニュー項目が表示されます。 **Configure** (設定) を押して表示されるサイド・メニューで測定パラメータを設定すると、スパンが自動的に設定されます。RF 測定がオンの場合は、自動検出により、すべての周波数領域のトレースが **Average** (アベレージ) 検出に設定されます。これにより、最高の測定確度が得られます。

## デジタル電圧計を使用した測定の実行

デジタル電圧計を使用して、電気回路における 2 点間の電位差を測定します。

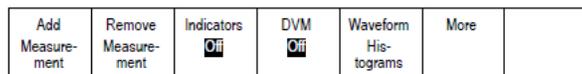
1. **チャンネル 1** を押します。



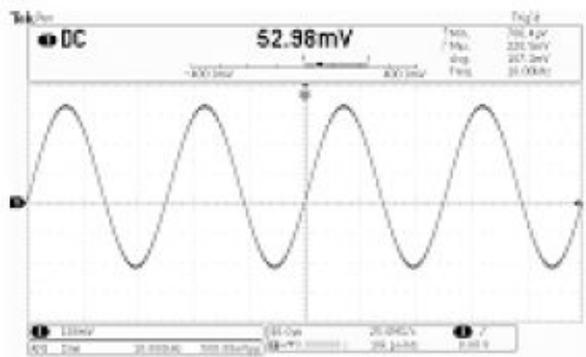
2. **Measure** (波形測定) を押します。



- 一番下の DVM と表示されたメニュー・ボタンを押します。



- サイド・メニューから、適切なモード、Source (ソース)、および Style (スタイル) を選択します。
- 最終結果を確認します。

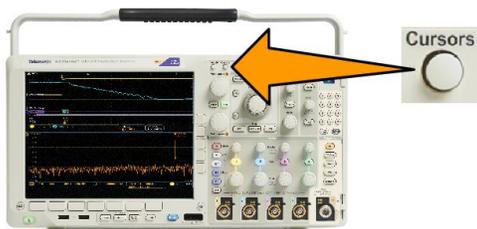


## カーソルを使用した手動測定の実行

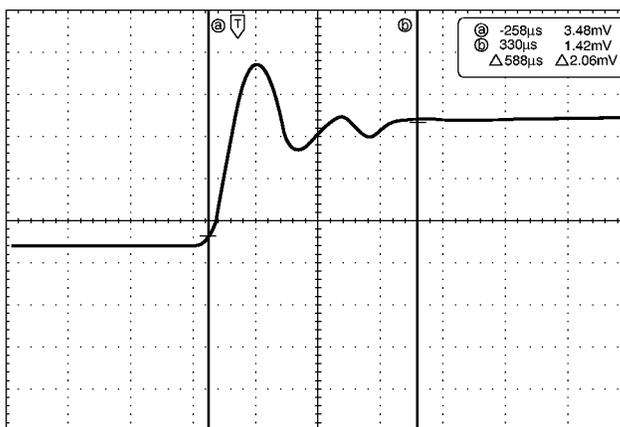
カーソルとは、波形ディスプレイ内に配置して、取り込み済みデータの手動測定を実行するための画面マーカのことです。カーソルは、水平ラインと垂直ラインの一方または両方として表示されます。アナログ・チャンネルまたはデジタル・チャンネルでカーソルを使用するには、次の手順を実行します。

1. **Cursors** (カーソル) を押してカーソルをオンにします。

**注:** もう一度押すと、カーソルはオフになります。**Cursors** (カーソル) を押したままにすると、カーソル・メニューが表示されます。



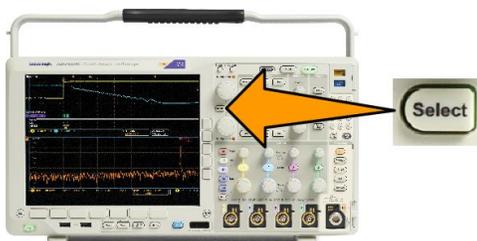
この例では、2つの垂直カーソルが、選択した波形上に表示されています。汎用ノブ a を回して、片方のカーソルを右または左に移動します。ノブ b を回すと、もう片方のカーソルが移動します。



1785-146

2. カーソルがオンの状態で、**Select** (選択) を押します。

この操作により、カーソルのリンクをオンまたはオフにできます。リンクがオンの場合、汎用ノブ a を回すと、2つのカーソルが同時に移動します。汎用ノブ b を回して、カーソル間の時間を調整します。



3. **Fine** (微調整) を押すと、汎用ノブ a と b の機能を、粗調整と微調整との間で切り替えることができます。

**Fine** (微調整) を押すことにより、他のノブの感度も同様に変更できます。

4. **Cursors** (カーソル) を押したままにして、カーソル・メニューを表示します。

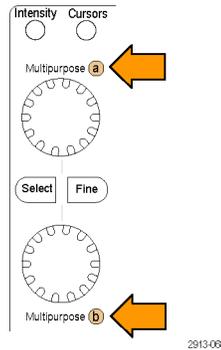
5. 下位メニューの **Cursors** (カーソル) を押して、カーソルを **Screen** (スクリーン) に設定します。

スクリーン・モードでは、2つの水平バーおよび2つの垂直バーが、目盛上に表示されます。

Cursors Waveform <b>Screen</b>	Source <b>Selected</b> Waveform	Bars Horizontal Vertical	Linked On <b>Off</b>	Bring Cursors On Screen	Cursor Units	
--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------	--



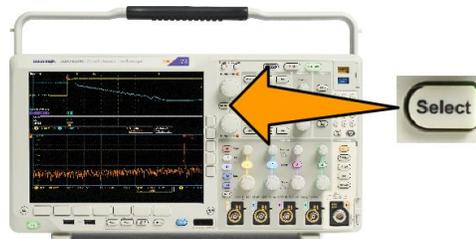
6. 汎用ノブ a と b を回すと、水平カーソルがペアで移動します。



7. **Select** (選択) を押します。

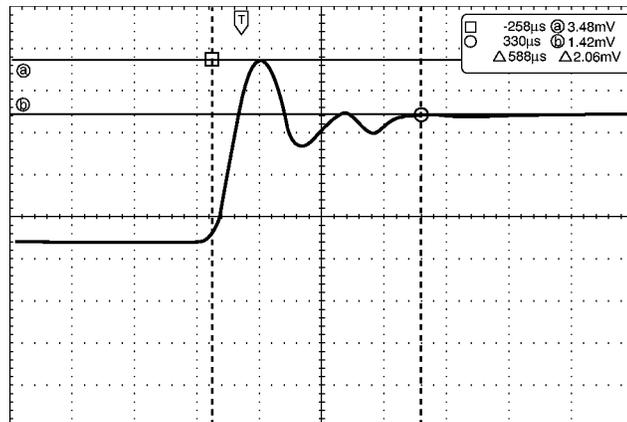
この操作により、垂直カーソルがアクティブになり、水平カーソルが非アクティブになります。汎用ノブを回すと、垂直カーソルが移動します。

再度 **Select** (選択) を押すと、水平カーソルが再度アクティブになります。



8. カーソルとカーソル・リードアウトが表示されます。

**注:** デジタル・チャンネルでは、カーソルを使用してタイミングを測定できませんが、振幅は測定できません。



1785-147

9. チャンネル 1 ~ 4 のボタンまたは **D15 - D0** ボタンを押すと、画面に複数の波形を表示することができます。

10. **Cursors** (カーソル) を押したままにすると、カーソル・メニューが再び表示されます。



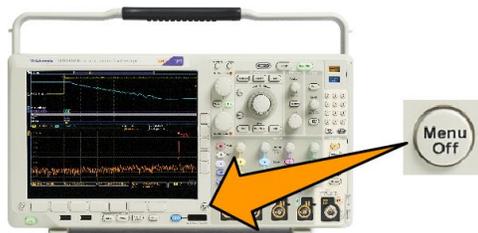
11. 下位メニューの **Source** (ソース) を押します。

ポップアップ・メニューが表示されます。デフォルトの **Selected Waveform** (選択した波形) では、選択された (最後に使用された) 波形についてカーソルによる測定が行われます。

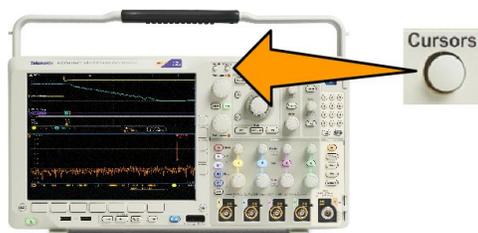
12. **Selected Waveform** (選択した波形) で選択されたチャンネル以外のチャンネルを測定するには、汎用ノブ **a** を回して選択します。

13. **Menu Off** (メニュー・オフ) ボタンを押して、ポップアップ・メニューを消します。

14. 汎用ノブ **a** を回して、別の波形のカーソル測定を行います。



15. 再度 **Cursors** (カーソル) を押します。この操作によりカーソルがオフになります。画面にはカーソルもカーソル・リードアウトも表示されません。



## カーソル・リードアウトの使用

カーソル・リードアウトには、現在のカーソル位置に関するテキスト情報と数値情報が表示されます。カーソルがオンの場合は、常にリードアウトが表示されます。

リードアウトは、目盛の右上隅に表示されます。ズームがオンの場合、リードアウトは、ズーム・ウィンドウの右上隅に表示されます。

バスが選択されている場合、リードアウトには、デコードされたバス・データがバス・メニューで選択したフォーマットで表示されます。デジタル・チャンネルが選択されている場合、カーソルには、すべての表示されているデジタル・チャンネルの値が表示されます。

**注:** シリアル・バスまたはパラレル・バスが選択されている場合、そのポイントのデータ値がカーソル・リードアウトに表示されます。

△ リードアウト:

△ リードアウトは、カーソル位置間の差を示します。

<b>a</b>	400.0ns	152.0mV
<b>b</b>	2.800μs	-240.0mV
	Δ2.400μs	Δ392.0mV
	dV/dt	-163.3kV/s

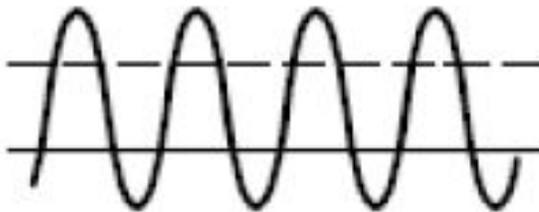
a リードアウト:

値が汎用 a ノブによって制御されていることを示しています。

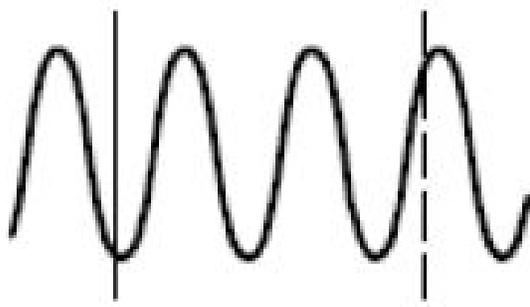
b リードアウト:

値が汎用 b ノブによって制御されていることを示しています。

表示上の水平カーソル・ラインを使用して、垂直パラメータ(一般的には、電圧)を測定します。



表示上の垂直カーソル・ラインを使用して、水平パラメータ(一般的には、時間)を測定します。



垂直と水平の両方のカーソルが存在している場合は、リードアウト内の四角や丸の図形は汎用ノブに対応しています。

### XY カーソルの使用

XY 表示モードをオンにすると、下側の目盛(XY)の右にカーソルのリードアウトが表示されます。このリードアウトには、Rectangular、Polar、Product、および Ratio のリードアウトがあります。上側の目盛(YT)には、垂直バー波形カーソルが表示されます。

## ヒストグラムの設定

垂直(電圧)または水平(時間)ヒストグラムを表示できます。ヒストグラム測定を使用して、1つの軸に沿った波形のセクションに関する統計測定データを取得できます。ヒストグラムのソースとしては、アナログの4または2チャンネルから任意のチャンネル、演算波形、また4つまたは2つのリファレンス波形から任意の波形を使用できます。

### ヒストグラムを表示する

1. ヒストグラムを測定する波形を表示するために、オシロスコープを設定します。適切な場合は、Autoset(オートセット)を使用します。



2. Measure(波形測定)を押します。

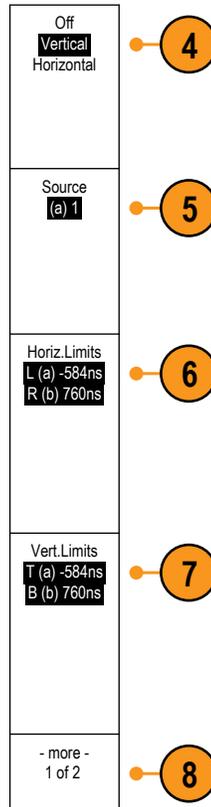


3. 下位メニューの Waveform Histograms(波形ヒストグラム)を押します。

Add Measurement	Remove Measurement	Indicators	Waveform Histograms	More	Bring Cursors On Screen
-----------------	--------------------	------------	---------------------	------	-------------------------



4. サイド・メニューの一番上のボタンを押して、ヒストグラム値を表示する **Vertical**(垂直)または **Horizontal**(水平)の波形軸を選択します。
5. サイド・メニューの **Source**(ソース)を押し、汎用ノブ **a**を使用してヒストグラムの測定値を表示するチャンネルを選択します。
6. サイド・メニューの **Horiz.Limits**(水平リミット)を押し、汎用ノブ **a** および **b** を使用して、ヒストグラム・ボックスの **L**(左)および **R**(右)の境界を設定します。
7. サイド・メニューの **Vert.Limits**(垂直リミット)を押し、汎用ノブ **a** および **b** を使用して、ヒストグラム・ボックスの **T**(上)および **B**(下)の境界を設定します。
8. **- more - 1 of 2**(- 次へ - 1/2)を押します。



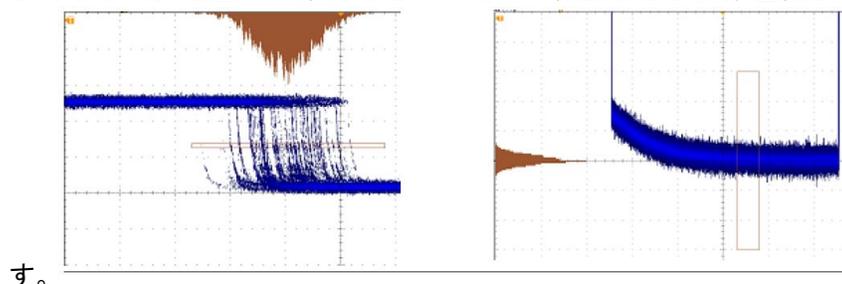
### ヒストグラム・データに測定項目を追加する

1. 下位メニューの **Add Measurement**(測定項目の追加)を押して、ヒストグラム・データに測定項目を追加します。
2. サイド・メニューの **Source**(ソース)を押し、汎用 **a** を使用して、ヒストグラム測定項目に **H** を選択します。
3. サイド・メニューの **Measurement Type**(測定項目の種類)を押し、汎用 **a** を使用して、ヒストグラム測定項目を選択します。
4. サイド・メニューの **OK Add Measurement**(測定項目の追加)を押して、測定項目を測定のリードアウト・リストに追加します。

### ヒストグラムの測定項目および統計をリセットする

1. サイド・メニューの **More**(次へ)を押します。
2. 下位メニューの **Waveform Histograms**(波形ヒストグラム)を押します。
3. サイド・メニューの **- more - 1 of 2**(- 次へ - 1/2)を押します。- more - 1 of 2
4. サイド・メニューの **Reset Histogram Counts**(ヒストグラム・カウントのリセット)を押します。
5. サイド・メニューの **Reset Statistics**(統計のリセット)を押します。Reset Statistics

ヒストグラムは、目盛の上部(水平ヒストグラムの場合)または左端(垂直ヒストグラムの場合)に表示されま



す。



**ヒント:**

- 水平ヒストグラムは信号のジッタ測定に使用します。
  - 垂直ヒストグラムは信号のノイズ測定に使用します。
-

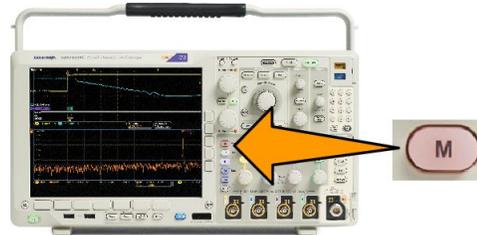
## 演算波形の使用

チャンネル波形やリファレンス波形の解析をサポートするには、演算波形を作成します。ソース波形などのデータを組み合わせたり変換したりすることで、実際に必要なデータ表示を導出することができます。

**注:** 演算波形はシリアル・バスでは使用できません。

以下の手順を使用して、2つの波形上で簡単な演算操作(+、-、\*、÷)を実行できます。

1. Math(演算)を押します。

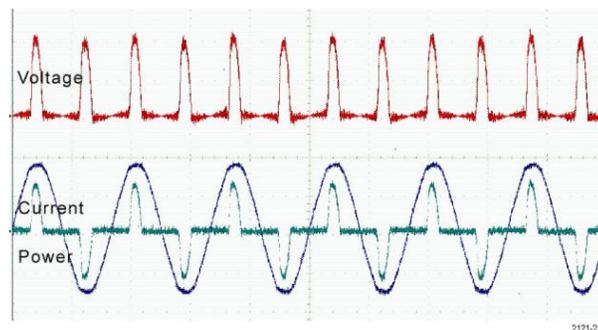


2. Dual Wfm Math(デュアル波形演算)を押します。

Dual Wfm Math	FFT	Advanced Math	Spectrum Math	(M) Label		
---------------	-----	---------------	---------------	-----------	--	--



3. サイド・メニューで、ソースを、チャンネル 1、2、3、4、あるいはリファレンス波形 R1、2、3、4 のいずれかに設定します。演算子を、+、-、x、あるいは ÷ から選択します。
4. たとえば、電圧波形と電流波形を乗算すると電力が計算できます。



### ヒント

- 演算波形は、チャンネル波形、リファレンス波形、あるいはそれらを組み合わせて作成できます。
- 演算波形に対する測定は、チャンネル波形と同じ方法で行うことができます。
- 演算波形の水平スケールおよび位置は、演算式のソースから導出されます。ソース波形のこれらのコントロールを調整すると、演算波形も調整されます。
- Pan-Zoom(パン・ズーム)コントロールの内側ノブを使用すると、演算波形にズーム・インできます。外側ノブを使用して、ズームされた領域の位置調整を行います。(Wave Inspector を使用した長いレコード長の波形の管理(149 ページ)を参照)。

## FFT の使用

FFT 機能を使用すると、信号が周波数成分に分解され、オシロスコープの標準である時間領域グラフとは反対に、信号の周波数領域グラフが表示できます。これらの周波数成分を、システム・クロック、オシレータ、あるいは電源などの既知のシステム周波数成分に一致させることができます。

1. **Math** (演算) を押します。



2. **FFT** を押します。

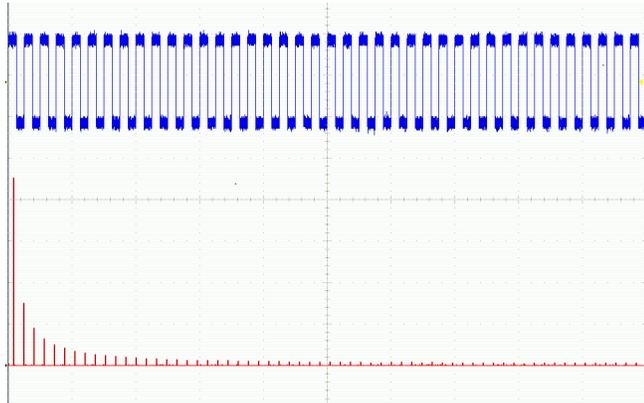
Dual Wfm Math	<b>FFT</b>	Advanced Math	Spectrum Math	(M) Label		
---------------	------------	---------------	---------------	-----------	--	--



3. 必要に応じて、サイド・メニューの **FFT Source** (FFT ソース) を押し、汎用ノブ **a** を回して使用するソースを選択します。選択肢は次の通りです。チャンネル 1、2、3、4、リファレンス波形 1、2、3、および 4。
4. サイド・メニューの **Vertical Scale** (垂直軸スケール) を繰り返し押し、リニア RMS または dBV RMS のいずれかを選択します。
5. サイド・メニューの **Window** (ウィンドウ) を繰り返し押し、目的のウィンドウを選択します。ウィンドウの選択肢は次の通りです。方形波、ハミング、ハンニング、およびブラックマン・ハリス。
6. サイド・メニューの **Horizontal** (水平) を押し、汎用ノブ **a** と **b** を有効にして、FFT 表示をパンおよびズームします。

FFT	
FFT Source <b>1</b>	<b>3</b>
Vertical Units <b>Linear RMS</b>	<b>4</b>
Window <b>Hanning</b>	<b>5</b>
Horizontal <b>625kHz</b> <b>1.25kHz/div</b>	<b>6</b>

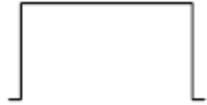
7. FFT が画面に表示されます。



#### ヒント

- 短いレコード長を使用すると、機器の応答が速くなります。
- 長いレコード長を使用すると、信号に対してノイズが低減するため、周波数分解能が向上します。
- 必要な場合は、ズーム機能と水平 **Position** (位置) および **Scale** (スケール) コントロールを使用して、FFT 波形の拡大および位置調整を行います。
- デフォルトの dBV RMS スケールを使用すると、複数の周波数成分が非常に異なる振幅を持つ場合でも、詳細な表示ができます。リニア RMS スケールを使用すると、すべての周波数成分をお互いに比較できるように全体が表示できます。
- 演算 FFT 機能には 4 つのウィンドウがあります。それぞれの窓は、周波数分解能と振幅精度の点で相反する性質を持っています。どの窓を使用するは、測定対象とソース信号の特性に依存します。次のガイドラインに従って、最適な窓を選択してください。

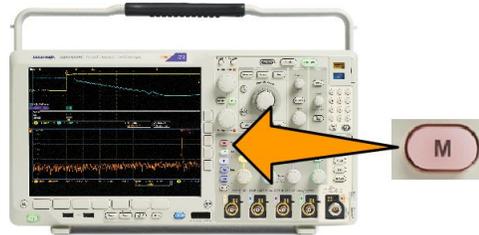
表 7: ウィンドウの選択肢

ウィンドウ	波形
<p><b>方形</b>                      方形窓(ボックスカー窓とも呼ばれる)使用時の周波数分解能は非常に良く、スペクトラム・リークが高く、振幅確度は良くありません。                      方形窓は、イベント前後の信号レベルがほぼ等しい過渡現象やバーストを測定するのに使用します。また、この窓は、相互に周波数が非常に近く等振幅の正弦波や、比較的遅い変動のスペクトラムを持つ広帯域不規則ノイズにも使用されます。非反復信号の周波数スペクトラムおよび DC 近辺の周波数成分の測定に最適なタイプです。</p>	
<p><b>ハミング</b>                      ハミング窓を使用した場合の周波数分解能は良く(ハミングよりわずかに良い)、スペクトラム・リークは中ぐらいで、振幅確度は普通です。                      ハミング窓は、正弦波、周期性、また狭帯域不規則ノイズの測定に適しています。イベント前後の信号レベルが著しく異なる過渡現象やバーストの測定にも良好に使用できます。</p>	
<p><b>ハニング</b>                      ハニング窓(ハンとも呼ばれる)を使用した場合の周波数分解能は良く、スペクトラム・リークは低く、振幅確度は普通です。                      ハニング窓は、正弦波、周期性、また狭帯域不規則ノイズの測定に適しています。イベント前後の信号レベルが著しく異なる過渡現象やバーストの測定にも良好に使用できます。</p>	
<p><b>ブラックマンハリス</b>                      ブラックマン・ハリス窓を使用した場合の周波数分解能は低く、スペクトラム・リークは非常に低く、振幅確度は良好です。                      支配的な単一周波数波形の高次高調波を調べたり、間隔が中ぐらいから広く開いた数本の正弦波信号の測定にはブラックマン・ハリス窓を使用します。</p>	

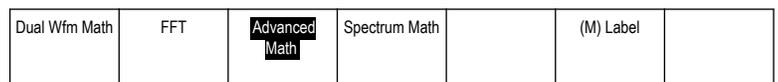
## 拡張演算の使用

拡張演算機能を使用すると、波形演算式をカスタマイズして、アクティブな波形、リファレンス波形、測定結果、および数値定数を取り込むことができます。この機能を使用するには、次の手順を実行します。

1. **Math** (演算) を押します。



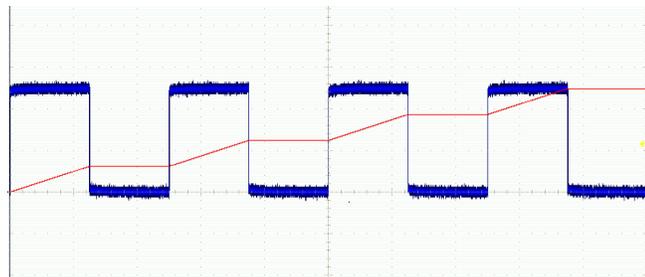
2. **Advanced Math** (拡張演算) を押します。



3. サイド・メニュー・ボタンを使用して、カスタム演算式を作成します。
4. **Edit Expression** (演算式の編集) を押し、汎用ノブと表示された下位メニュー・ボタンを使用して、演算式を作成します。完了したら、**OK Accept** (OK 決定) を押します。

たとえば、**Edit Expression** (演算式の編集) を使用して方形波を積分するには、次の手順を実行します。

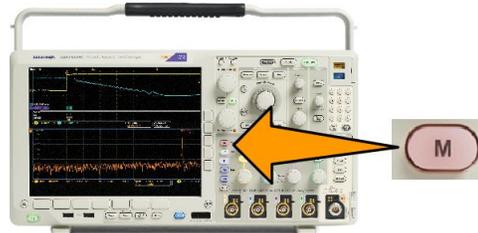
1. 下位メニューの **Clear** (消去) を押します。
2. 汎用ノブ **a** を回して、**Intg** (積分) を選択します。
3. **Enter Selection** (項目の入力) を押します。
4. 汎用ノブ **a** を回して、チャンネル **1** を選択します。
5. **Enter Selection** (項目の入力) を押します。
6. 汎用ノブ **a** を回して、**)** (閉括弧) を選択します。
7. **OK Accept** (OK) を押します。



## スペクトラム演算の使用

スペクトラム演算機能を使用すると、周波数トレースの加算または減算によって、演算波形を作成できます。利用できるのはオプション SA3 型または SA6 型を装備したモデルのみです。

1. **Math** (演算) を押します。



2. **Spectrum Math** (スペクトラム演算) を押します。

Dual Wfm Math	FFT	Advanced Math	<b>Spectrum Math</b>		(M) Label	
---------------	-----	---------------	----------------------	--	-----------	--



サイド・メニューを使用して、目的の演算トレースを作成します。

3. **1st Source** (第 1 ソース) を押して、RF ノーマル・トレース (RF:N)、RF アベレージ・トレース (RF:A)、RF 最大値トレース (RF:M)、RF 最小値トレース (RF:m) を選択するか、周波数領域の情報を持つ任意のリファレンス・メモリを選択します。
4. 演算子として、+ または - を選択します。
5. 表示されるオプションから第 2 ソースを選択します。

演算波形が赤のトレースで画面に表示されます。

6. 下位メニューから **Label** (ラベル) を選択し、表示されるサイド・メニューを使用して、演算トレースに適切なラベルを指定します。

---

**注:** ソース波形の測定単位の組み合わせが論理的に意味がある場合のみ、オシロスコープによる計算が実行されます。

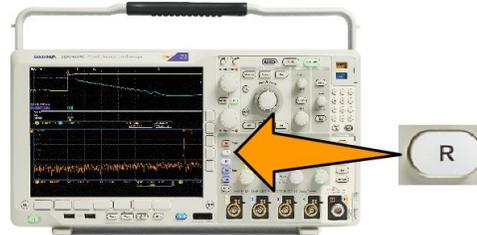
---

## リファレンス波形およびトレースの使用

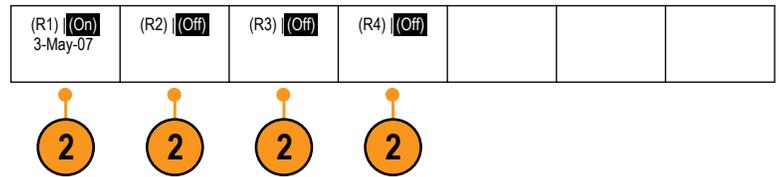
リファレンス波形またはリファレンス・トレースを作成して、記憶します。たとえば、この手順を実行すると、他の波形と比較する基になるスタンダードを設定できます。リファレンス波形またはリファレンス・トレースを使用するには、次の手順を実行します。

**注:** 5 M、10 M、および 20 M のリファレンス波形は揮発性であるため、オシロスコープの電源を切ると失われます。これらの波形を保存するには外部ストレージを使用してください。

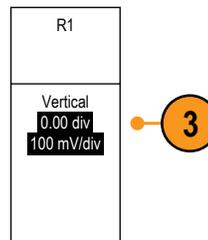
1. **Ref R** を押します。この操作により、下位リファレンス・メニューが表示されます。



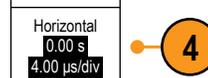
2. 表示された下位メニューの選択肢を使用して、リファレンス波形またはリファレンス・トレースを表示または選択します。



3. サイド・メニューの **Vertical** (垂直軸) を押し、汎用ノブを使用して、リファレンス波形またはトレースの垂直軸設定を調整します。



4. サイド・メニューの **Horizontal** (水平軸) を押し、汎用ノブを使用して、リファレンス波形またはトレースの水平軸設定を調整します。



5. **Edit Label** (ラベルの編集) を押し、表示されるメニューを使用してリファレンス波形またはトレースに表示するラベルを定義します。



6. **Ref Details** (Ref 詳細) を押して、選択したリファレンスに関する情報を確認します。これにより、リファレンスがアナログ波形か RF トレースであるかを知ることができます。



7. **Save to File** (ファイルへ保存) を押し、リファレンス情報を外部ストレージに保存します。





**ヒント:**

- **リファレンス波形の選択と表示:** すべてのリファレンス波形を同時に表示できます。対応する画面ボタンを押して、特定のリファレンス波形を選択します。
  - **表示からのリファレンス波形の削除。** 表示からリファレンス波形を削除するには、フロント・パネルの R ボタンを押して、下位メニューにアクセスします。下位メニューの関連するボタンを押して、リファレンス波形をオフにします。
  - **リファレンス波形のスケール調整と位置調整:** リファレンス波形は、表示されている他のすべての波形と無関係に、その位置とスケールを調整できます。リファレンス波形を選択し、汎用ノブを使用して調整を行います。この操作は、アクイシオンが動作中かどうかにかかわらず実行できます。

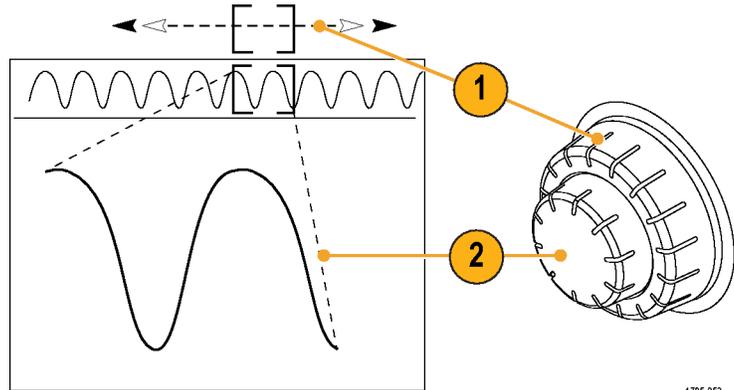
リファレンス波形を選択すると、ズームがオンであるかオフであるかにかかわらず、同様にリファレンス波形のスケールリングと位置調整が行われます。
  - **10 M および 20 M リファレンス波形の保存:** 10 M および 20 M リファレンス波形は揮発性であるため、オシロスコープの電源を切ると失われます。これらの波形を保存するには外部ストレージを使用してください。
-

## Wave Inspector を使用した長いレコード長の波形の管理

Wave Inspector のコントロール(ズーム/パン、実行/停止、マーク、検索)を使用すると、長いレコード長の波形を効率的に操作できます。波形を水平方向に拡大するには、Zoom(ズーム)ノブを回します。ズームされた波形をスクロールするには、Pan(パン)ノブを回します。

Pan-Zoom(パン - ズーム)コントロールは、次の部分から構成されます。

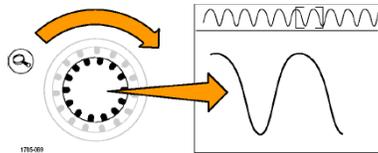
1. 外側のパン・ノブ。
2. 内側のズーム・ノブ。



1785-053

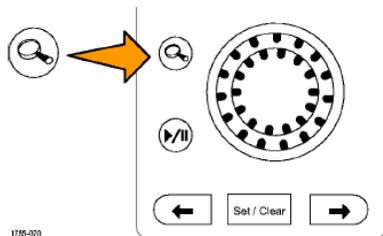
### 波形のズーム

1. Pan-Zoom(パン - ズーム)コントロールの内側ノブを時計回りに回すと、波形の選択した部分にズーム・インします。ノブを反時計回りに回すと、ズーム・アウトします。



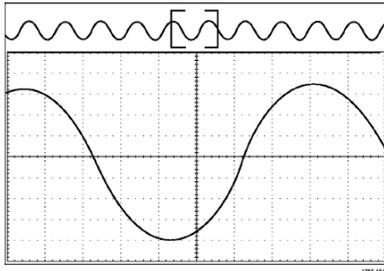
1785-069

2. ズーム・ボタンを押して、ズーム・モードの有効または無効を交互に切り替えます。



1785-070

3. ズームされて、画面の下側の部分により大きく表示された波形表示を観察します。表示の上側の部分には、全体のレコード内で、波形のズームされた部分の位置とサイズが表示されます。

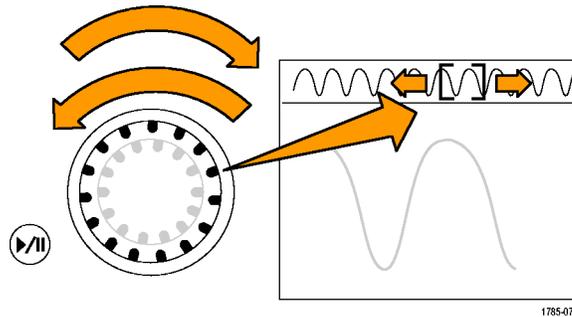


### 波形のパン

ズーム機能がオンの間は、パン機能を使用して、波形をすばやくスクロールできます。パンを使用するには、次の手順を実行します。

1. パン・ズーム・コントロールのパン（外側）ノブを回して、波形をパンします。

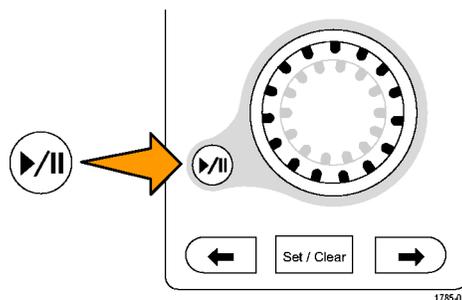
ノブを時計回りに回すと、前方にパンします。反時計回りに回すと、後方にパンします。さらにノブを回し続けると、ズーム・ウィンドウのパンの速度が上がります。



### 波形の実行と停止

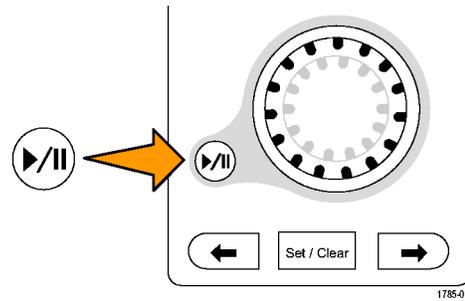
再生／停止機能を使用すると、自動的に波形レコードをパンできます。使用するには、次の手順を実行します。

1. 実行／停止ボタンを押して、実行／停止モードを有効にします。
2. さらにパン（外側）ノブを回して、再生速度を調整します。ノブを回すほど、速度は上がります。



3. パン・ノブを回す方向を反対にすると、実行方向が変更されます。
4. 実行中は、ある程度までは、ノブを回すほど波形が加速されます。ノブを最高速度で回した場合、実行速度は変化せずに、その方向にズーム・ボックスがすばやく移動します。この最大の回転機能を使用すると、以前観察した、または再度観察する必要のある波形の一部が再実行されます。

5. 実行/停止ボタンを再度押して、実行/停止機能を停止します。



## 波形の検索とマーキング

取り込んだ波形に対して、目的の位置をマークすることができます。このマークは、波形の解析を特定の領域に限定して行いたいときに便利です。波形がある特別な条件を満たしたときにその領域を自動的にマークするように設定したり、項目ごとに手動でマークしたりすることができます。矢印キーを使用して、マークからマークへ（目的の領域から目的の領域へ）移動することができます。トリガに使用する同じパラメータの多くを、自動的に検索してマークできます。

検索マークは、リファレンスに対して波形領域をマークする1つの方法です。検索条件を使用して、自動的にマークするよう設定できます。特定のエッジ、パルス幅、ラント、ロジック・ステート、立上り/立下り時間、セットアップ/ホールド、およびバス検索の種類を使用して、領域の検索およびマークができます。

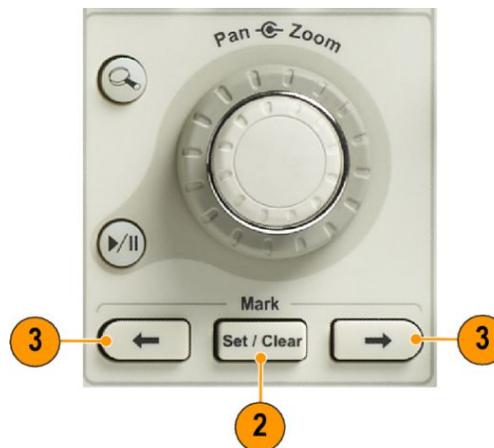
マークを手動で設定およびクリア（消去）するには、次の手順を実行します。

1. パン（外側）ノブを回して、検索マークを設定あるいはクリアする波形の領域に（ズーム・ボックスを）移動します。  
次（→）または前（←）矢印ボタンを押して、既存のマークに移動します。

2. **Set/Clear（設定/クリア）**を押します。

画面中央に検索マークがない場合は、マークが追加されます。

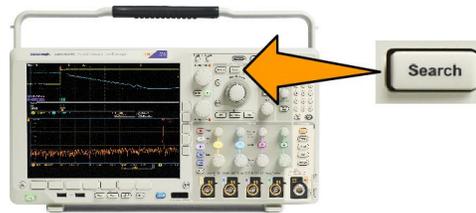
3. 検索マーク間を移動して波形を調べます。次（→）または前（←）を示す矢印ボタンを使用して、他のコントロールを調整せずにマークされた場所の間を移動します。



4. マークを削除します。次（→）または前（←）を示す矢印ボタンを押して、削除するマークに移動します。中央に配置された現在のマークを削除するには、**Set/Clear（設定/クリア）**を押します。これにより、手動または自動のどちらで作成されたマークも削除できます。

検索マークを自動で設定およびクリア（消去）するには、次の手順を実行します。

1. 検索(Search)を押します。



2. 下位メニューから、目的の検索の種類を選択します。

検索(Search) オフ(Off)	検索の種類 (Search Type) エッジ(Edge)	ソース(Source) 1	スロープ 	しきい値 (Threshold) 0.00V
-----------------------	-------------------------------------	------------------	----------	------------------------------

検索メニューは、トリガ・メニューに類似しています。

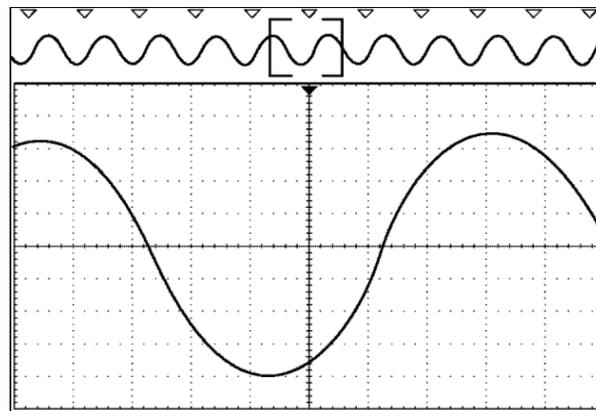


3. サイド・メニューで、検索をオンにします。

必要に応じて、サイド・メニューの次のページを開いて、マーク・テーブルの検索をオンにします。マーク・テーブルの検索では、各イベントがタイム・スタンプ付きでリスト表示されます。



4. 画面上では、白抜ききの三角形が自動マークの位置を示し、塗りつぶされた三角形がカスタム(ユーザ定義)の位置を示します。この三角形とラインは、標準の波形画面およびズームした波形画面の両方で表示されます。



5. 次(→)および前(←)を示す矢印ボタンを使用して検索マーク間を移動することで、波形をすばやく調べることができます。他の調整は不要です。

2121-240



**ヒント:**

- トリガ設定をコピーして、取込んだ波形内でトリガ条件を満たすような他の位置を検索することができます。
- 検索設定をトリガにコピーすることもできます。
- カスタム(ユーザ)マークは、波形が保存されるとき、および設定が保存されるときに、波形とともに保存されます。
- 波形を保存しても、自動検索マークはその波形と共に保存されません。ただし、検索機能を再度使用することにより、これらのマークを簡単に再び取り込めます。
- 検索条件は、設定内に保存されます。

Wave Inspector には次の検索機能が備えられています。

検索	説明
エッジ	ユーザが指定したしきい値レベルを使用して、立上り、立下り、またはその両方のエッジを検索します。
パルス幅	ユーザが指定したパルス幅より大きい(>)、小さい(<)、等しい(=)、等しくない(≠)、または指定範囲の範囲内／範囲外の正または負のパルス幅を検索します。
タイムアウト	パルスのない状態を検索します。信号が設定値の上または下(つまり、上または下のいずれか)に、設定された時間とどまります。
ラント	一方の振幅しきい値と交差し、もう一方のしきい値とは交差せずに最初のしきい値と再び交差する正パルスまたは負パルスを検索します。すべてのラント・パルス、またはユーザ指定の時間よりも大きい(>)、小さい(<)、あるいはユーザ指定の時間と等しい(=)、または等しくない(≠)時間を持つラント・パルスを検索します。
ロジック	High(High)、Low(Low)、任意(Don't Care)のいずれかに設定された各入力によって、複数の波形でロジック・パターン(AND、OR、NAND、またはNOR)を検索します。イベントが True になったとき、False になったとき、またはユーザ指定の時間よりも大きい(>)、小さい(<)、あるいはユーザ指定の時間と等しい(=)、または等しくない(≠)ときに、そのイベントを検索します。さらに、いずれかの入力を、同期(ステート)検索のクロックとして指定することもできます。
セットアップ & ホールド	ユーザが指定したセットアップ／ホールド時間の違反を検索します。
立上り／立下り時間	ユーザが指定した時間より長い(>)、短い(<)、等しい(=)、あるいは等しくない(≠)ような立上り／立下りエッジを検索します。

検索	説明
バス	<p>パラレル: 2 進値または 16 進値を検索します。</p> <p>I2C: 開始、繰り返し開始、停止、Ack なし、アドレス、データ、あるいはアドレス/データを検索します。</p> <p>SPI: SS Active、MOSI、MISO、または MOSI &amp; MISO RS-232、RS-422、RS-485 を検索します。UART: Tx 開始ビット、Rx 開始ビット、Tx パケットの末尾、Rx パケットの末尾、Tx データ、Rx データ、Tx パリティ・エラー、Rx パリティ・エラーを検索します。</p> <p>CAN、CAN FD: フレーム開始、フレーム・タイプ(データ、リモート、エラー、過負荷)、識別子(標準または拡張)、データ、識別子とデータ、フレームの終了、ビット・スタッフィング・エラー、Ack なし、FD BRS ビット、FD ESI ビット、フォーム・エラー、またはその他のエラーを検索します。<sup>1</sup></p> <p>LIN: 同期、識別子、データ、ID &amp; データ、ウェイクアップ・フレーム、スリープ・フレーム、エラーを検索します。</p> <p>FlexRay: フレームの開始、フレーム・タイプ、識別子、サイクル数、ヘッダ・フィールド、データ、ID &amp; データ、フレームの終了、エラーを検索します。</p> <p>オーディオ: ワード選択またはデータを検索します。</p> <p>イーサネット: イーサネット・シリアル・トリガと解析モジュール。10BASE-T と 100BASE-TX 4 バスにおけるパケット・レベルでのトリガが可能で、信号のデジタル表示、バスの観測、パケット・デコーディング、検索ツール、タイムスタンプ付パケット・デコード・テーブルなどの解析ツールを提供。</p> <p>USB: SYNC、リセット、サスペンド、レジューム、EOP (End of Packet)、トークン(アドレス)パケット、データ・パケット、ハンドシェイク・パケット、特殊パケット、またはエラーを検索します。</p> <p>MIL-STD-1553: SYNC、コマンド、ステータス、データ、時間(RT/IMG)、エラー 152 を検索します。</p>

<sup>1</sup> FD BRS ビット、FD ESI ビット、フォーム・エラーおよびその他のエラーは、CAN FD がバスとして選択された場合にのみ利用できます。

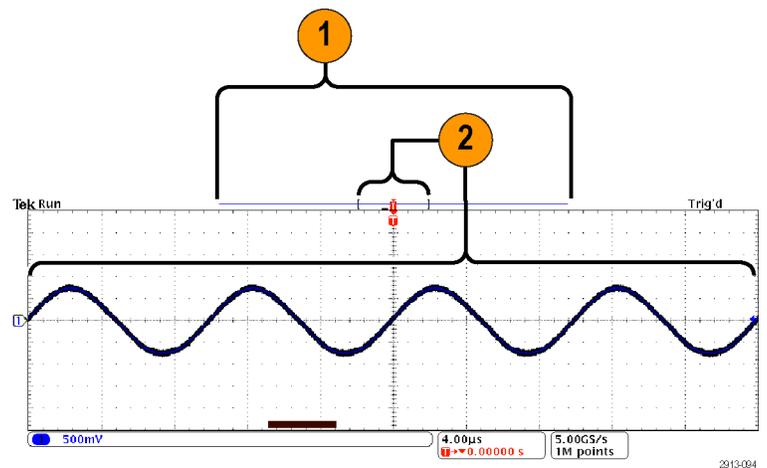
## 自動拡大

水平軸スケールのコントロールを速い時間/div 設定に変えるにつれ、MDO4000C シリーズは自動的にサンプル・レートを高くし、より短時間に同じ記録長を取り込もうとします。最後にオシロスコープの最大サンプル・レートに到達してしまいます。機器の最大サンプル・レートを超えて、さらに速いタイムベースに設定を変えると、オシロスコープは自動拡大モードで動作するようになります。自動拡大モードでは、より高速な時間/div 設定が表示され、必要な記録長を取り込み続けます。結果として、必要な時間/div 設定内のすべての取り込みポイントを表示できなくなります。

代わりに、オシロスコープは時間領域の目盛に記録の一部分のみを表示します。これにより、小さなズーム・スクリーン表示を使用せずに、記録の一部を拡大することが可能となります。これにより、サンプル・レート/記録長を組み合わせ、最大のメリットを得ることができます。自動拡大により、最大サンプル・レートで記録長全体にわたってアクセスすることができます。

**注:** 自動拡大は、ズーム機能がオフの場合のみ有効になります。

1. アクイジション全体はディスプレイ上部の水平バーで示されています。



2. 時間領域目盛に表示されるアクイジションの部分は、ディスプレイ上部の角カッコで示されています。

**注:** 周波数領域と自動拡大を同時に使用していて、目盛に表示されているアクイジション部分の外部にスペクトラム時間を移動すると、他の周波数領域における表示と同様にして、時間領域の表示でスペクトラム時間を示すオレンジ色のバーは消滅します。

## リミット／マスク・テスト

DPO4LMT 型リミット／マスク・テスト・モジュールを使用して、マスクに照らしてアクティブな入力信号を監視します。その結果、合否判定が表示されます。

それをもとに、入力信号がユーザが定義したマスクの垂直および水平の境界内にあるかどうかを判断できます。マスクは独自に作成することも、またはファイルから呼び出すこともできます。リミット／マスク／テストをセットアップするには、次の手順を実行します。

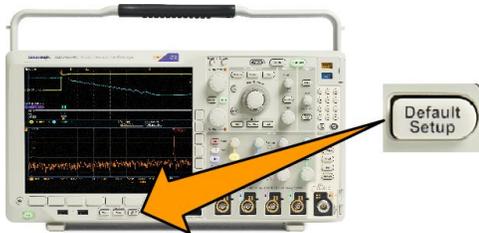
1. マスクを選択するか作成します。
2. テストを設定します。
3. テストを実行して結果を表示します。

### マスクの作成または選択

作成または選択できるマスクの種類は、リミット・テストとカスタムの 2 種類です。

リミット・テストのマスクの作成:

1. フロント・パネルの **Default Setup** (デフォルト セットアップ) ボタンを押します。



2. オシロスコープのプロブをマスク・ソースに接続します。
3. フロント・パネルの **AUTOSET** (オートセット) ボタンを押します。



4. フロント・パネルの **Test** (テスト) ボタンを押します。



5. 下位メニューの **Application** (アプリケーション) を押します。汎用 a を回して、**Limit/Mask Test** (リミット/マスク・テスト) を選択します。
6. 下位メニューの **Select Mask** (マスクの選択) を押し、表示されるサイド・メニューから **Limit Test** (リミットテスト) を選択します。
7. 下位メニューで **Create Limit Mask** (リミット/マスクの作成) を押します。
8. 表示されるサイド・メニューで **Source Channel** (ソース・チャンネル) を押し、汎用 a を回して、リミット・テストのテンプレートとして使用する波形を選択します。
9. 下位メニューで **Horizontal ±Limit** (水平 ±リミット) を押します。単位は目盛の区切りを基準とし、1つの主目盛に 1,000 mdiv が含まれます。
10. 下位メニューで **Vertical ±Limit** (垂直 ±リミット) を押します。単位は目盛の区切りを基準とし、1つの主目盛に 1,000 mdiv が含まれます。
11. **OK Create Limit Mask** (OK リミット・マスクの作成) を押して、オシロスコープにマスクを作成します。

### テキスト・ファイルでのカスタム・マスクの作成:

1. フロント・パネルの **Test**(テスト) ボタンを押します。
2. 下位メニューの **Application**(アプリケーション)を押します。汎用 **a** を回して、**Limit/Mask Test**(リミット/マスク・テスト)を選択します。
3. 下位メニューで **Set Up Mask**(マスクのセットアップ)を押します。
4. 表示されるサイド・メニューで、**Recall Mask from File**(ファイルからマスクを呼出し)を押します。

マスクのテキスト・ファイルは ".msk" というファイル名拡張子を持ち、次の形式に従う必要があります。

```
:REM "Initialize the custom mask" :MASK:CUSTOM INIT :REM "Mask Setup
Information" :MASK:USER:LABEL "Custom Mask of STS-1" :MASK:USER:AMPLITUDE
1.0000 :MASK:USER:VSCALE 200.0000E-3 :MASK:USER:VPOS
-2.5000 :MASK:USER:VOFFSET 0.0E+0 :MASK:USER:HSCALE
4.0000E-9 :MASK:USER:HTRIGPOS 318.1000E-3 :MASK:USER:WIDTH
29.5500E-9 :MASK:USER:RECORDLENGTH 1000 :MASK:USER:TRIGTOSAMP 7.2750E-9 :REM
"Mask Points are Defined in Volts and Seconds" :REM "Points in a segment
must be defined in counter clockwise order" :REM "A single point at
0,0 indicates an empty segment" :MASK:USER:SEG1:POINTS
-7.5000E-9,1.5000,-7.5000E-9,100.0000E-3,-5.1656E-
9,100.0000E-3,-1.3536E-9,500.0000E-3,-1.3536E-9,1.2000,7.2750E-9,1.1000,15.90
36E-
9,1.2000,15.9036E-9,500.0000E-3,19.7156E-9,100.0000E-3,22.0500E-9,100.0000E-
3,22.0500E-9,1.5000 :MASK:USER:SEG2:POINTS
-7.5000E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-100.0000E-3,13.42
14E-9,-200.0000E-3,13.4214E-9,500.0000E-3,11.6780E-9,800.0000E-
3,7.2750E-9,900.0000E-3,2.8720E-9,800.0000E-3,1.1286E-9,500.0000E-3,1.1286E-9
,-200.0000E-3,-7.5000E-9,-100.0000E-3 :MASK:USER:SEG3:POINTS 0.0E+0,0.0E
+0 :MASK:USER:SEG4:POINTS 0.0E+0,0.0E+0 :MASK:USER:SEG5:POINTS 0.0E+0,0.0E
+0 :MASK:USER:SEG6:POINTS 0.0E+0,0.0E+0 :MASK:USER:SEG7:POINTS 0.0E+0,0.0E
+0 :MASK:USER:SEG8:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
```

**リモート・インタフェース経由のマスクの作成:** リモート・インタフェース・コマンドを使用してマスクを作成し編集する方法については、Tektronix の Web サイトで提供しているプログラム・マニュアルを参照してください。

### テストの設定

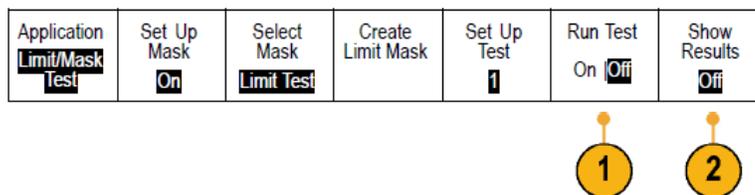
リミット・テストまたはマスク・テストを設定するには、テスト・ソースをオシロスコープに接続します。リミット・テストでは、テスト・ソースの水平軸と垂直軸の設定を、リミット・テストのマスクを作成する際に使用したのと同じ値にします。下のベゼル・メニューで、**Set Up Test**(テストのセットアップ)項目を押して、次の設定を行います。

設定	説明
Source Channel(ソース・チャンネル)	テストするチャンネルを選択します。
Violation Threshold(違反のスレッショルド)	テスト・ステータスが不合格と判定されるまでに許容される違反の数。
Stop After Waveform(停止波形カウント)	設定された波形カウント後にテストを停止します。
Stop After Time(停止時間)	設定された経過時間後にテストを停止します。

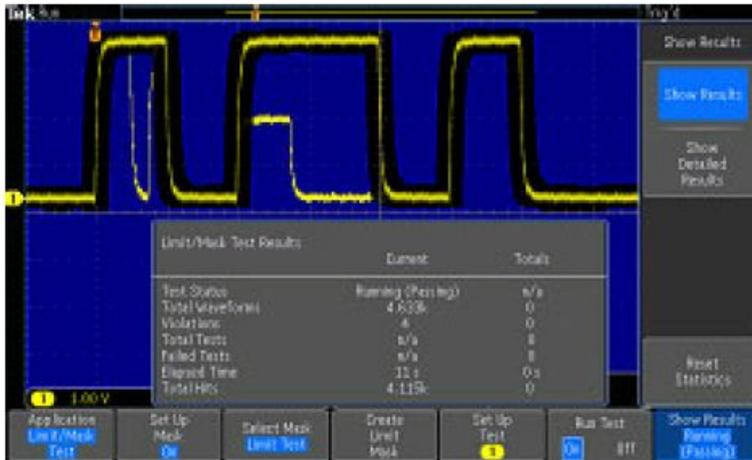
設定	説明
Select Action on Failure (不合格時の動作)	<p>テストで不合格になった場合のオシロスコープの動作を設定します。次のような複数の動作を設定することができます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ アクイジションの停止</li> <li>■ 波形をファイルに保存</li> <li>■ スクリーン・イメージをファイルに保存</li> <li>■ スクリーン・イメージを印刷</li> <li>■ Aux out にパルスを出力</li> <li>■ リモート・インタフェースのサービス・リクエスト (SRQ) を設定</li> </ul>
Select Action on Test Completion (テスト完了時の動作の選択)	<p>テストが完了した時のオシロスコープの動作を設定します。次のような複数の動作を設定することができます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aux out にパルスを出力</li> <li>■ リモート・インタフェースのサービス・リクエスト (SRQ) を設定</li> </ul>
Pre-Test Delay (テスト実行までの遅延)	テスト開始前の遅延を設定します。
Repeat Test (テストの繰り返し)	<p>波形カウントまたは停止時間の終了時にテストを繰り返すには、オンにします。 テストを 1 回だけ行い繰り返さない場合はオフに設定します。</p>
Mask Polarity (マスクの極性)	<p>テスト中に使用するマスクの極性を設定します。Both (両方) を選択すると、テストは予定の波形カウントまたは時間の約半分の間 Normal (ノーマル) 極性で実行され、残りのテストは Inverted (反転) した極性で行われます。</p>

## テストの実行と結果の表示

1. テストを開始したり終了したりするには、下位メニューの Run Test (テストの実行) を押します。



2. 下位メニュー **Show Results** (結果の表示) を押して、表示されるサイド・メニューを使用して、基本結果または詳細結果の表示を選択します。結果をリセットすることもできます。



#### ヒント:

- スムーズできれいなリミット・テストのマスクを作成するには、平均アキュジション・モードを使用します。
- 後でマスクを再使用する場合は、下位メニューで **Set Up Mask** (マスクのセットアップ) を選択し、表示されるサイド・メニューで **Save Mask to File** (マスクをファイルに保存) を選択します。
- テスト・ソースの設定を簡単に行うには、オシロスコープの設定を保存し、リミット・テスト用のテスト・ソースを適切に表示するための設定を後で再度読み込めるようにします。
- ソース・チャンネルの設定変更に伴ってマスクが自動的に再スケールされるようにするには、下位メニューから **Set Up Mask** (マスクのセットアップ) を選択して、表示される **Lock to Source** (マスクをソースにロック) を **On** (オン) にします。
- マスク・テストを使用する際は、演算波形は使用できません。

## ビデオ・テストの実行

ビデオ信号をトリガし、表示します。この機能では、標準装備のビデオ・テスト・ツールを使用します。このアプリケーションを使用するには、次の手順に従います。

1. **Test** (テスト) を押します。



2. 汎用 a を回して、Video Picture (ピクチャ) を選択します。



See a test pattern from a video generator

3. 下部のメニュー・ボタンを使用して、目的のビデオ・テストをセットアップします。

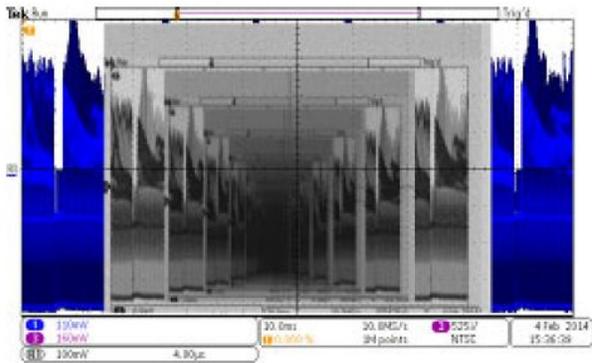
See a test pattern from a video generator



See an actual video picture

次の中から選択できます。

- 表示オン/オフ
- 標準: NTSC または PAL
- コントラスト / 更新レート
- 奇数 / 偶数 / インタレース
- ソース・チャンネル
- 結果を表示する画面上の場所

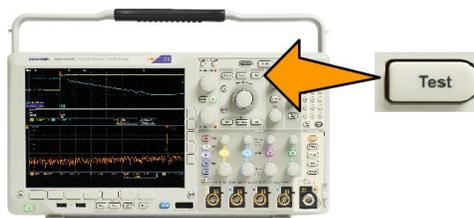


See a video of a video of a video ... signal by connecting a cable from the VIDEO OUT in the rear panel to an analog input channel in the front panel

## 自動パワー測定の実行

DPO4PWR 型パワー解析モジュールを使用して、電源信号の取り込み、測定、および解析を行います。このアプリケーションを使用するには、次の手順に従います。

1. **Test**(テスト)を押します。



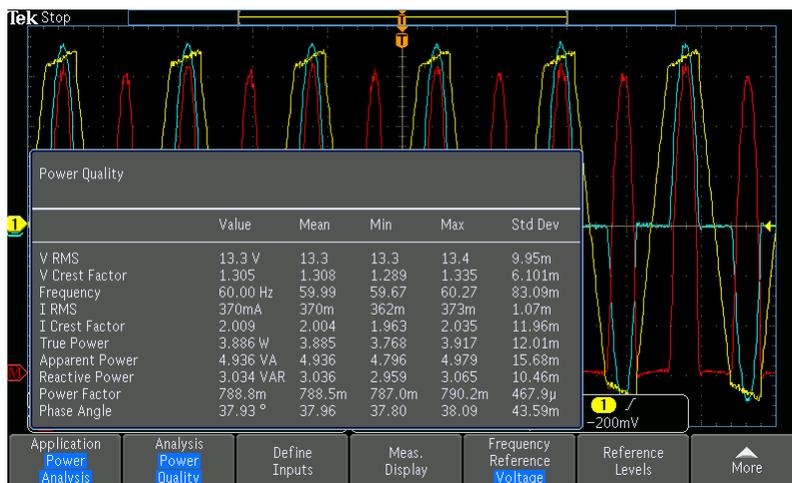
2. 汎用ノブ a を回して、**Power Analysis** (パワー解析)を選択します。



3. **Analysis**(解析)を押します。

4. サイド・メニュー・ボタンを使用して、目的の解析機能を選択します。

電源品質、スイッチング損失、高調波、リップル、変調、安全動作領域およびデスキューの中から選択します。詳細は、tek.com で提供している『パワー解析モジュール・ユーザ・マニュアル』を参照してください。





# 情報の保存と呼び出し

オシロスコープには、設定、波形、および画面イメージ用の固定記憶装置が装備されています。このオシロスコープの内部ストレージには、設定ファイルおよびリファレンス波形データを保存できます。

USBドライブやネットワークドライブなどの外部ストレージに、設定、波形、およびスクリーン・イメージを保存できます。外部ストレージを使用すると、データをリモート・コンピュータに取り込んで、詳細な解析やアーカイブ保管が可能になります。

## 外部ファイル構造

情報を外部ストレージに保存する場合は、適切なメニュー（セットアップと波形を保存するための **To File**（ファイル）に **サイド・メニュー** など）を選択し、汎用ノブ **a** を回して、外部ファイル構造をスクロールします。

- E: オシロスコープ前面の最初（左側）の USB ポートに接続された USB メモリ・デバイスです。
- F: オシロスコープ前面の 2 番目（右側）の USB ポートに接続された USB メモリ・デバイスです。
- G: と H: オシロスコープ背面の USB ポートに挿入された USB メモリ・ドライブです。
- I~Z はネットワーク・ストレージです。

汎用ノブ **a** を使用して、ファイルの一覧をスクロールします。フロント・パネルの **Select**（選択）を押して、フォルダをオープンまたはクローズします。

## ファイル名をつける

作成したすべてのファイルには、自動的に次の形式でデフォルトの名前が付けられます。

- セットアップ・ファイル: tekXXXXX (XXXXX は 00000 ~ 99999 の整数)
- イメージ・ファイル: tekXXXXX.png、tekXXXXX.bmp、または tekXXXXX.tif
- スプレッドシート・ファイル: tekXXXXYYY.csv、内部フォーマット・ファイル: tekXXXXYYY.isf

XXXXX は波形を識別する 0000 ~ 9999 の整数です。YYY は波形のチャンネル（次のいずれか）を識別する記号です。

- アナログ・チャンネル: CH1、CH2、CH3、または CH4
- デジタル・チャンネル: D00 ~ D15
- 演算波形: MTH
- リファレンス・メモリ波形: RF1、RF2、RF3、または RF4
- 複数のチャンネルが含まれた単一のスプレッドシート・ファイル: ALL (Save All Waveforms (すべての波形を保存) を選択したとき)

RF トレース（オプション SA3 型または SA6 型を装備したモデル）で、XXXX は 0000 ~ 9999 の整数です。YYY は トレースを示し、次のいずれかです。

- NRM: ノーマル・トレース
- AVG: アベレージ・トレース
- MAX: 最大値ホールド・トレース
- MIN: 最小値ホールド・トレース

- AVT: 振幅対時間トレース
- FVT: 周波数対時間トレース
- PVT: 位相対時間トレース
- TIQ: ベースバンド I & Q ファイル

---

**注:** ISF ファイルに保存できるのは、アナログ、デジタル、RF の波形とトレース、およびそれらのチャンネルから導出された波形 (演算波形やリファレンス波形など) です。すべてのチャンネルを ISF フォーマットで保存すると、ファイルのグループが保存されます。各ファイルの XXXX は同じ値になりますが、YYY の値は、「すべての波形を保存」が実行されたときにオンになっていたチャンネルに設定されます。

---

XXXX の値は、同一タイプのファイルを保存するたびに自動増加します。たとえば、初めて保存したファイルの名前は tek00000 になります。同じ種類のファイルを次回に保存すると、そのファイルの名前は tek00001 になります。

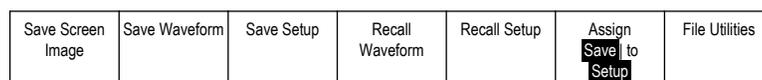
## ファイル、ディレクトリ、リファレンス波形、または機器設定名の編集

ファイルには、後で確認できるようにわかりやすい名前を付けておきます。ファイル名、ディレクトリ名、リファレンス波形名、および機器設定名を編集するには、次の手順を実行します。

1. **Save / Recall Menu** (保存／呼出のメニュー)を押します。



2. **Save Screen Image** (画面イメージの保存)、**Save Waveform** (波形の保存)、あるいは**Save Setup** (設定の保存)を押します。



3. 波形ファイルやセットアップ・ファイルについては、**サイド・メニュー・ボタン**の適切な項目を押して、**ファイル・マネージャ**を開きます。

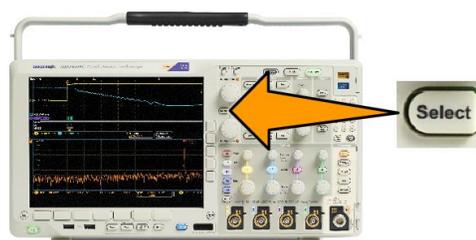


4. 汎用ノブ a を回して、ファイル構造をスクロールします。(外部ファイル構造(165 ページ)を参照)。



1785-039

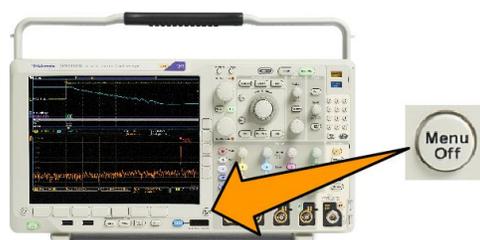
5. **Select** (選択)を押して、ファイル・フォルダを開くか、または閉じます。



6. **Edit File Name** (ファイル名編集)を押します。

チャンネルのラベルの編集と同じように、ファイル名を編集します。

7. **Menu Off** ボタンを押して、保存操作をキャンセルするか、またはサイドメニューの **OK Save** (OK 保存) を押して、操作を完了します。

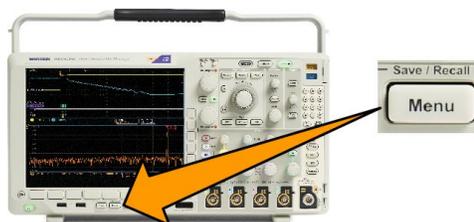


## 画面イメージの保存

画面イメージは、オシロスコープ画面のグラフィック・イメージで構成されています。これは、波形の各ポイントに対する数値で構成されている、波形データとは異なります。画面イメージを保存するには、次の手順を実行します。

1. **Save / Recall Menu** (保存／呼出のメニュー)を押します。

また、**Save** ボタンは押さないでください。



2. 下位メニューの **Save Screen Image** (画面イメージの保存)を押します。

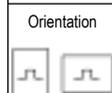
Save Screen Image	Save Waveform	Save Setup	Recall Waveform	Recall Setup	Assign Save to Setup	File Utilities
-------------------	---------------	------------	-----------------	--------------	----------------------	----------------



3. サイド・メニューの **File Format** (ファイル・フォーマット)を押して、次の中からフォーマットを選択します。**.tif**、**.bmp**、および **.png** フォーマット。



4. **Orientation** (方向)を押して、画像を横向き(水平)または縦向き(垂直)のいずれの方向に保存するかを選択します。



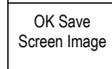
5. **Ink Saver** (インクセーバ)を押して、**Ink Saver** (インクセーバ)モードをオンまたはオフにします。このモードがオンの場合は、バックグラウンドは白です。



6. **Edit File Name** (ファイル名編集)を押して、画面イメージ・ファイルに付ける任意の名前を作成します。このステップを省略すると、デフォルトの名前を使用します。



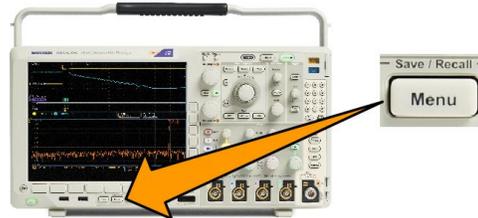
7. **OK Save Screen Image** (画面イメージの保存)を押して、画面を選択したメディアに書き込みます。



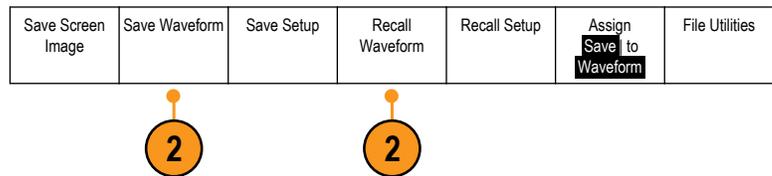
## 波形データとトレース・データの保存と呼び出し

波形データとトレース・データは、波形またはトレースの各ポイントに対する数値で構成されています。画面のグラフィック・イメージとは反対に、データをコピーします。現在の波形データまたはトレース・データを保存するか、あるいは以前に記憶した波形データまたはトレース・データを呼び出すには、次の手順を実行します。

1. **Save / Recall Menu** (保存／呼出のメニュー) を押します。



2. 下位メニューの **Save Waveform** (波形の保存) または **Recall Waveform** (波形の呼び出し) を押します。



**注:** このオシロスコープでは、デジタル波形をリファレンス・メモリではなく、.csv ファイルに保存できます。このオシロスコープではデジタル波形を呼び出すことはできません。

**注:** オシロスコープは RF アクイジションを .TIQ ファイルに保存できますが、それを呼び出すことはできません。.TIQ ファイルは、当社の SignalVu ベクトル信号解析ソフトウェアで使用することができます。

3. 汎用ノブ **a** を回し、サイド・メニューで表示された波形かトレースの 1 つを選びます。または、**All Displayed** (全表示波形) を選択します。

RF トレース・データを保存する際、それを標準表示データとして保存するか、ベースバンドの I および Q データ (TIQ ファイル) として保存するかを選択できます。I および Q データは、当社の SignalVu ベクトル信号解析ソフトウェアで使用します。

4. 汎用ノブ **b** を回して、波形またはトレース・データの保存先または呼び出し先を選択します。

情報を外部の USB ドライブ、またはマウント済みのネットワーク・ドライブ上のファイルに保存します。または、4 つのリファレンス・ファイルのうち、いずれかのファイルに情報を保存します。

5. **File Details** (ファイル詳細) を押し、USB またはネットワーク・ドライブに保存します。

## ファイルへの波形の保存

あるチャンネルを **Source** (ソース) とし、**File** (ファイル) を宛先として選択すると、**File Details** (ファイル詳細) オプションがサイド・メニューに表示されます。サイド・メニューの **File Details** (ファイル詳細) を押すと、サイド・メニューの内容が変わります。下記では、データを大容量ストレージ・ファイルに保存するためのサイド・メニュー項目について説明しています。

サイド・メニュー・ボタン	概要
機器固有ファイル・フォーマット (.ISF)	アナログ、デジタル、または RF チャンネルからのデータ (および可能な場合それらのチャンネルから派生した演算波形やリファレンス波形) を機器固有のフォーマット (.isf) で保存するように設定します。このフォーマットでの書き込みが最も高速です。ファイル・サイズも最小となります。 このフォーマットは、表示または測定のためにアナログ波形または RF トレースをリファレンス・メモリに呼び出すことを目的としている場合に使用します。
スプレッドシート・ファイル・フォーマット (.csv)	オシロスコープを設定すると、データを一般的なスプレッドシート・プログラムと互換性のあるカンマ区切りのデータ・ファイルとして保存できます。 このファイルフォーマットで保存したアナログおよび RF のデータもリファレンス・メモリに呼び出すことができます。

## リファレンス・メモリへの波形またはトレースの保存

波形またはトレースをオシロスコープ内の不揮発性メモリに保存するには、**Save Waveform** (波形の保存) スクリーン・ボタンを押して、保存する波形を選択し、次にリファレンス波形の保存場所を 4 つの中から選択します。

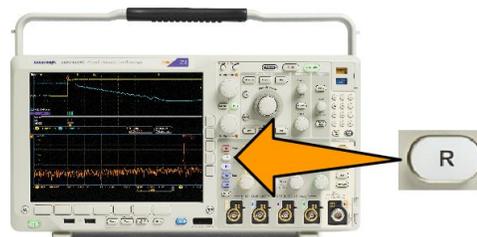
保存される波形には、最新のアクイジションのみが含まれます。グレイスケール情報がある場合でも、この情報は保存されません。

**注:** 5 M、10 M、および 20 M のリファレンス波形は揮発性であるため、オシロスコープの電源を切ると失われます。これらの波形を保存するには外部ストレージを使用してください。

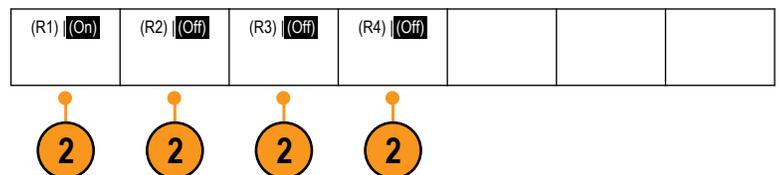
## リファレンス波形の表示

不揮発性メモリに記憶されている波形を表示するには、次の手順を実行します。

1. Ref R を押します。



2. R1、R2、R3、あるいは R4 を押します。

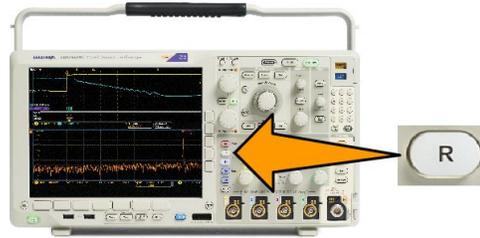


サイド・メニューの **Ref Details** (Ref 詳細) を押すと、リファレンス・メモリにアナログ波形が格納されているのか、RF トレース情報が格納されているのかを知ることができます。

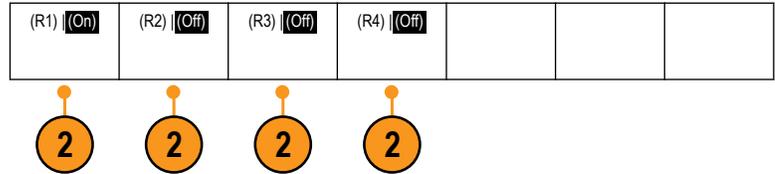
## 表示からのリファレンス波形の消去

表示からリファレンス波形を消去するには、次の手順を実行します。

1. Ref R を押します。



2. 下位メニューの R1、R2、R3、または R4 ボタンを押して、リファレンス波形またはリファレンス・トレースをディスプレイから消去します。



リファレンス波形は、不揮発性メモリに記憶されているため、ボタンをもう一度押すと再度表示できます。

---

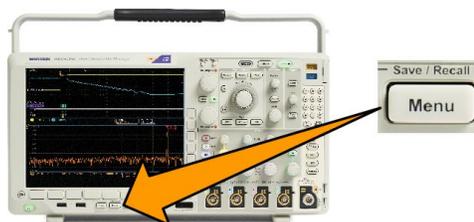
**注:** 5 M、10 M、および 20 M のリファレンス波形は揮発性であるため、オシロスコープの電源を切ると失われます。これらの波形を保存するには外部ストレージを使用してください。

---

## 設定の保存と呼び出し

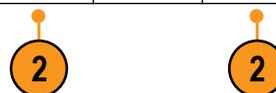
設定情報には、垂直、水平、トリガ、カーソル、および測定情報などのアキュジション情報が含まれます。GPIB アドレスなどの通信情報は含まれません。設定情報を保存するには、次の手順を実行します。

1. **Save / Recall Menu** (保存／呼出のメニュー) を押します。

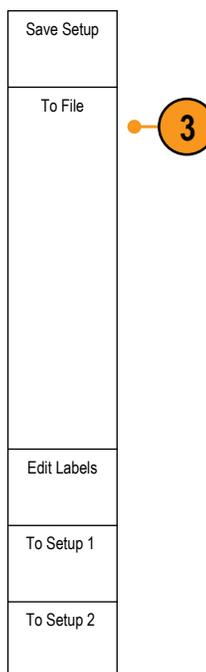


2. 下位メニューの **Save Setup** (設定の保存) または **Recall Setup** (設定の呼び出し) を押します。

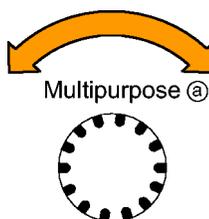
Save Screen Image	Save Waveform	Save Setup	Recall Waveform	Recall Setup	Assign Save to Setup	File Utilities
-------------------	---------------	------------	-----------------	--------------	----------------------	----------------



3. 表示されたサイド・メニューから、設定を保存する位置または呼び出す位置を選択します。  
設定情報をオシロスコープ内の 10 個の内部設定メモリのうちの 1 つに保存するには、対応するサイド・メニュー・ボタンを押します。  
USB またはネットワーク・ドライブに設定情報を保存するには、**To File** (ファイルに) ボタンを押します。

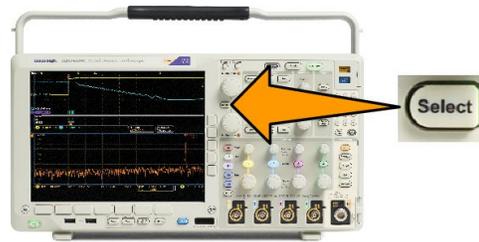


4. USB またはネットワーク・ドライブに情報を保存するには、汎用ノブ a を回してファイル構造をスクロールします。(外部ファイル構造(165 ページ)を参照)。

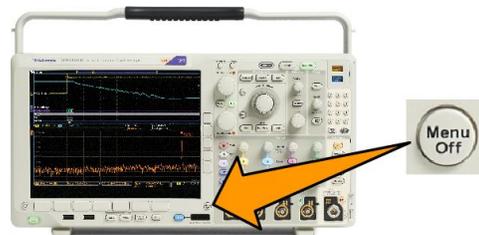


1785-039

**Select** (選択) を押して、ファイル・フォルダを開くか、または閉じます。



**Menu Off** ボタンを押して、保存操作をキャンセルするか、またはサイド・メニューの **Save to Selected File** (指定ファイルに保存) 項目を押して、操作を完了します。



5. ファイルを保存します。



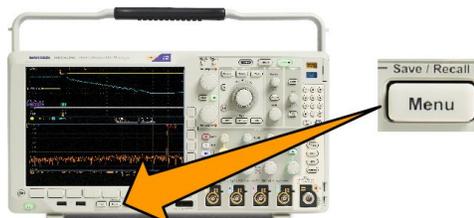
#### ヒント

- **Default Setup の呼び出し**。フロント・パネルの **Default Setup** ボタンを押すと、オシロスコープを既知の設定に初期化できます。( [デフォルト設定の使用](#)(52 ページ) を参照)。

## ワン・ボタン・プッシュを使用した保存

Save/Recall Menu (メニューの保存/呼び出し) ボタンとメニューを使用して保存/呼び出しパラメータを定義した後には、**Save** ボタンを一度押すだけでファイルを保存できます。たとえば、波形データを USB フラッシュ・ドライブに保存する操作を定義した場合は、**Save** ボタンを押すたびに、現在の波形データが指定された USB フラッシュ・ドライブに保存されます。

1. Save ボタンの動作を定義するには、**Save/Recall Menu** を押します。



2. **Assign Save to ...** (保存先の割り当て) ボタンを押します。

Save Screen Image	Save Waveform	Save Setup	Recall Waveform	Recall Setup	Assign Save to Setup	File Utilities
-------------------	---------------	------------	-----------------	--------------	----------------------	----------------

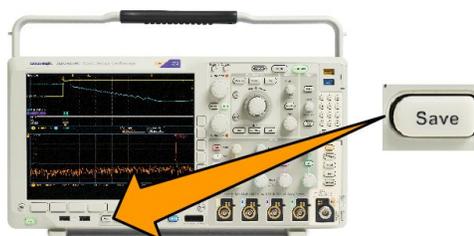


3. **Save** (保存) ボタンを押したときに保存したい項目に対応するサイド・メニュー・ボタンを押します。

Assign Save to
Screen Image
Waveform
Setup
Image, Waveform, and Setup



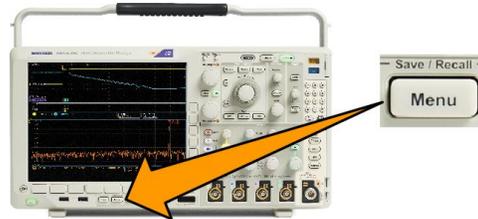
4. これ以降は、**Save** ボタンを押すだけで上記で指定した動作が自動的に実行され、毎回メニューを操作する必要がなくなります。



## ドライブ、ディレクトリ、およびファイルの管理

オシロスコープのユーザ・インターフェースからドライブ、ディレクトリ、およびファイルを管理することができます。

1. **Save / Recall Menu** (保存／呼出のメニュー) を押します。



2. **File Utilities** (ファイル操作) を押します。

Save Screen Image	Save Waveform	Save Setup	Recall Waveform	Recall Setup	Assign Save to Setup	File Utilities
-------------------	---------------	------------	-----------------	--------------	----------------------	----------------

2

サイド・メニューから目的の操作を選択します。次の操作を行うことができます。

- 新規フォルダを作成する
- 選択したディレクトリまたはファイルを削除する
- 選択したドライブ、ディレクトリ、ファイルをコピーする
- コピーしたドライブ、ディレクトリ、ファイルを貼り付ける
- ネットワーク・ドライブまたはローカル USB ドライブをマウント／マウント解除する
- 選択したドライブ、ディレクトリ、ファイルの名前を変更する
- 選択したドライブをフォーマットする

## ネットワーク・ドライブのマウント

PC やファイル・サーバのネットワーク・ストレージ・デバイスをマウントして、セットアップ、波形や画面イメージを直接ドライブに保存したり、ドライブから波形やセットアップを呼び出ししたりすることができます。

ネットワーク・ドライブにファイルを保存したり呼び出ししたりするには、最初にオシロスコープをネットワークに接続します。

**注:** ネットワーク関連の情報は、ネットワーク管理者に問い合わせてください。

ネットワークへの接続が完了したら、次の操作を行います。

1. フロント・パネルの **Save/Recall Menu** (保存／呼び出しメニュー) を押します。
2. 下位メニューの **File Utilities** (ファイル操作) を押して、表示されるサイドメニューから **- more - 1 of 2 (- 次へ - 1 / 2)** を選択します。次に、**Mount** (マウント) を選択します。
3. 表示されるサイドメニューで、次の設定を行います。

アイコン	概要
ドライブ文字	I: ~ Z: を選びます。
サーバ名または IP アドレス	USB キーボードか画面上のインターフェースを使用して、サーバ名または IP アドレスを入力します。
パス	USB キーボードか画面上のインターフェースを使用して、共有ファイルのパスを入力します。 たとえば、MS Windows の "C:\Example" という PC ディレクトリをマウントするには、"C\$\Example" と入力します。ドル記号により共有が可能となります。コロンは不要です。
ユーザ名	必要な場合は、USB キーボードか画面上のインターフェースを使用して、ユーザ名を入力します。
ユーザ・パスワード	必要な場合は、USB キーボードか画面上のインターフェースを使用して、ユーザ・パスワードを入力します。パスワードを入力してもオシロスコープには "*" しか表示されません。OK Accept (OK 決定) を押すと、パスワードは画面から消えます。

---

**注:** ネットワークのファイル共有が有効になっていることを確認してください。

---

4. OK Accept (OK) を押します。

---

**注:** ネットワーク・ドライブまたはローカル USB ドライブのマウントを解除するには、フロント・パネルの **Save/Recall Menu** (保存と呼び出し) のメニューを押し、下位メニューの **File Utilities** (ファイル操作)、サイドメニューの **- more - 1 of 2** (- 次へ 1/2)、そして **Unmount** (アンマウント) を押します。

---



---

**注:** オシロスコープの電源を切るときにマウントされていたネットワーク・ロケーションは、オシロスコープの電源が投入されるときに再度マウントされます。電源の投入時に自動的にマウントしたくないネットワーク・ロケーションはマウント解除してください。

---



---

**注:** マウント解除せずに USB ドライブをシステムから取り外すと、この USB フラッシュ・ドライブをコンピュータに挿入する際にスキャン・メッセージが表示されます。これを避けるために、オシロスコープから USB ドライブを取り外す前に適切にマウント解除することをお勧めします。

---

## ハードコピーの印刷

オシロスコープ画面上に表示されているイメージを印刷するには、次の手順を実行します。

### プリンタとオシロスコープの接続

PictBridge 非対応のプリンタは、オシロスコープのリアまたはフロント・パネルの USB ポートに接続します。または、PictBridge 対応のプリンタは、リア・パネルの USB デバイス・ポートに接続するか、イーサネット・ポート経由でネットワーク・プリンタを接続します。

---

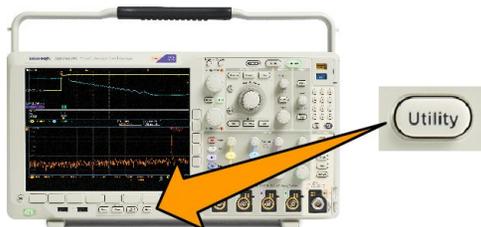
**注:** 互換性のあるプリンタについては、Web ページ([www.tektronix.com/printer\\_setup](http://www.tektronix.com/printer_setup))を参照してください。

---

### 印刷パラメータのセットアップ

オシロスコープを設定して、ハードコピーを印刷するには、次の手順を実行します。

1. **Utility**(ユーティリティ)を押します。



2. **Utility Page**(ユーティリティページ)を押します。
3. **汎用 a** を回して、**Print**(印刷)を選択します。
4. デフォルトのプリンタを変更する場合は、**Select Printer**(プリンタの選択)を押します。

**汎用 a** を回して、使用可能なプリンタの一覧をスクロールします。

**Select**(選択)を押して、目的のプリンタを選択します。

PictBridge 非対応の USB プリンタを一覧に追加するには、プリンタを USB ホスト・ポートに接続します。ほとんどのプリンタはオシロスコープ側で自動的に認識されます。

PictBridge 対応の USB プリンタの設定については、次ページのトピックを参照してください。

イーサネット・プリンタを一覧に追加する方法についても、そのトピックを参照してください。[イーサネットを介した印刷](#)(179 ページ)

5. 画像の方向(縦向き、または横向き)を選択します。
6. **Ink Saver On**(インク・セーバ・オン)または **Off**(オフ)を選択します。**On**(オン)を選択すると、明るい(白の)バックグラウンドにコピーを印刷します。

## PictBridge 対応のプリンタへの印刷

オシロスコープを設定して、PictBridge 対応のプリンタに対して印刷を行うには、次の手順を実行します。

1. **Utility**(ユーティリティ)を押します。
2. **Utility Page**(ユーティリティページ)を押します。
3. **汎用 a** を回して、**I/O** を選択します。
4. **USB** を押します。
5. **Connect to PictBridge Printer**(PictBridge プリンタに接続)を押します。

## イーサネットを介した印刷

オシロスコープを設定して、イーサネットを介した印刷を行うには、次の手順を実行します。

1. イーサネット・ケーブルを、リア・パネルのイーサネット・ポートに接続します。



2. **Utility** (ユーティリティ) を押します。
3. **Utility Page** (ユーティリティページ) を押します。
4. 汎用 a ノブを回して、**Print Setup** (印刷設定) を選択します。
5. **Select Printer** (プリンタの選択) を押します。
6. **Add Network Printer** (ネットワーク・プリンタの追加) を押します。
7. 汎用 a を回して、文字、数字、および他の文字の一覧をスクロールし、入力するプリンタに使用する文字を探します。  
USB キーボードを使用している場合は、矢印キーを使用して挿入ポイントの位置を調整して、プリンタ名を入力します。
8. **Select** (選択) または **Enter Character** (文字の入力) を押して、使用する適切な文字を選択します。  
必要に応じて、下位メニューのボタンを使用して、名前を編集することができます。
9. 続けてスクロールし、**Select** (選択) を押して、目的の文字をすべて入力します。
10. 下矢印キーを押して、文字カーソルを行の下に移動させ、**Server Name** (サーバ) フィールドに移動します。
11. 汎用 a ノブを回して、**Select** (選択) を押すか、または **Enter Character** (文字の入力) を名前を入力するのに必要な回数だけ押します。
12. 必要な場合は、下矢印キーを押して、文字カーソルを行の下に移動させて、**Server IP Address** (サーバの IP アドレス) フィールドに移動します。

13. 汎用 a を回して、Select (選択) を押すか、または Enter Character (文字の入力) を名前を入力するのに必要な回数だけ押します。
14. 完了したら、OK Accept (OK 決定) を押します。

---

**注:** オシロスコープに同時に複数のプリンタが接続されている場合は、Utility > System (システム) > Print Setup (印刷設定) > Select Printer (プリンタの選択) のメニュー項目に表示されているプリンタに印刷されます。

---

## 電子メール印刷

電子メールを使用して電子メール対応プリンタに印刷できるように、オシロスコープをセットアップするには、以下の手順を実行します。

1. イーサネット・ケーブルを、リア・パネルのイーサネット・ポートに接続します。



2. Utility (ユーティリティ) を押します。
3. Utility Page (ユーティリティ・ページ) を押します。
4. 汎用 a を回して、Print Setup (印刷設定) を選択します。
5. Select Printer (プリンタの選択) を押します。
6. Add E-Mail Printer (ネットワーク・プリンタの追加) を押します。
7. 汎用 a を回して、文字、数字、および他の文字の一覧をスクロールし、入力する名前に使用する最初の文字を探します。

USB キーボードを使用している場合は、矢印キーを使用して挿入ポイントの位置を調整して、プリンタ名を入力します。

---

**注:** 電子メール・プリンタと Act on Event (イベント時のアクション) の電子メール通知 (Test (テスト) > Application (アプリケーション) > Act on Event (イベント時のアクション) > Action (アクション) > E-mail Notification (電子メール通知) > Configure E-mail (電子メールを設定)) では、どちらについても、共通の SMTP サーバー設定のセットが保存されています。これらの 2 つの SMTP 設定のどちらかを変更した場合には、もう一方の設定も同じように変更されます。

---

8. Select (選択) または Enter Character (文字の入力) を押して、使用する適切な文字を選択します。  
必要に応じて、下位メニューのボタンを使用して、名前を編集することができます。
9. 続けてスクロールし、Select (選択) を押して、目的の文字をすべて入力します。
10. 下矢印キーを押して、文字カーソルを行の下に移動させ、入力する残りの行を表示します。

11. 汎用 a ノブを回して、**Select** (選択) を押すか、または **Enter Character** (文字の入力) を名前を入力するのに必要な回数だけ押します。
12. 必要に応じて、下矢印キーを押して、文字カーソルをさらに下の行に移動させます。
13. 汎用 a を回して、**Select** (選択) を押すか、または **Enter Character** (文字の入力) を名前を入力するのに必要な回数だけ押します。
14. 完了したら、**OK Accept** (OK 決定) を押します。

### ワン・ボタン・プッシュを使用した印刷

プリンタをオシロスコープに接続して、印刷パラメータを設定すると、ボタンを一度押すだけで現在の画面イメージを印刷できます。

フロント・パネルの左下隅のプリンタ・アイコン・ボタンを押します。

## オシロスコープのセキュリティ機能の使用

### オシロスコープのメモリの消去

MDO4000C シリーズのオプション機能として、機器のすべてのポートのオン/オフの切り替えをパスワードによって保護することができます。これにより、より強固なセキュリティを実現できます。

TekSecure 機能を使用すると、オシロスコープの不揮発性メモリに保存されている設定および波形情報をすべて消去できます。オシロスコープに部外秘データを取り込んだ場合は、TekSecure 機能を実行してから、オシロスコープを通常どおりに使用します。TekSecure 機能は次の通りです。

- リファレンス・メモリ内の波形をすべて 0 値で置き換え
- 現在のフロント・パネルの設定および記憶された設定をすべてデフォルト設定に置き換え
- 検査の合格、不合格に応じて、確認または警告メッセージを表示

オプション MDO4SEC 型を使用すれば、I/O ポートのオン/オフやファームウェアのアップグレード機能のオン/オフを切り替えることもできます。

### オプション MDO4SEC 型がない場合の TekSecure の使用手順

1. **Utility** (ユーティリティ) を押します。

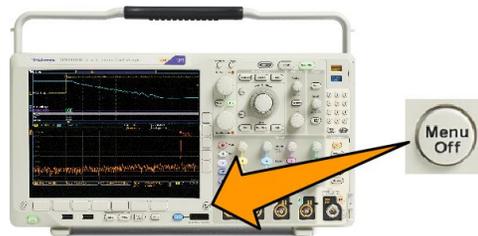


2. **Utility Page** (ユーティリティ・ページ) を押します。

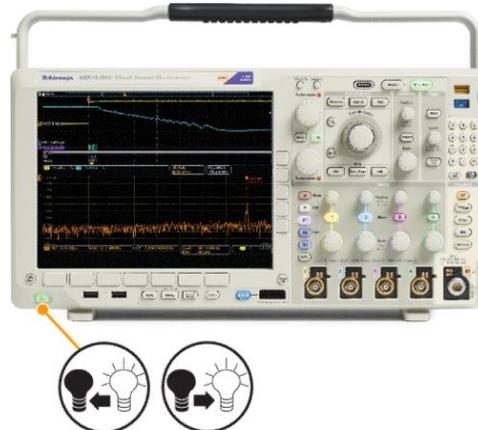
5. サイド・メニューの **OK Erase Setup and Ref Memory** (メモリを消去) を押します。



この手順を取り消すには、Menu Off を押します。

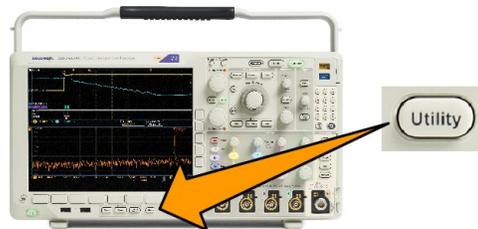


- 手順を完了するには、オシロスコープの電源をオフにして、もう一度オンにします。



### オプション MDO4SEC 型がある場合の TekSecure の使用手順

- Utility (ユーティリティ) を押します。

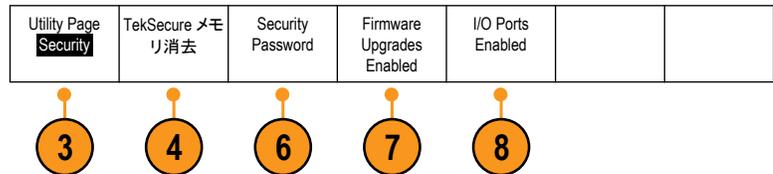


- Utility Page (ユーティリティ・ページ) を押します。



- 汎用ノブ a を回して、Security (セキュリティ) を選択します。

- TekSecure Erase Memory (TekSecure メモリ消去) を押します。



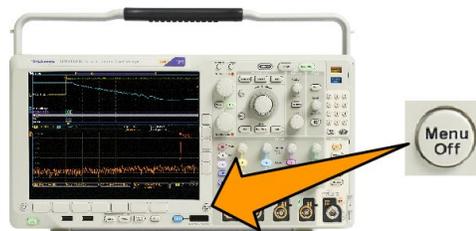
- サイド・メニューの OK Erase Setup and Ref Memory (メモリを消去) を押します。



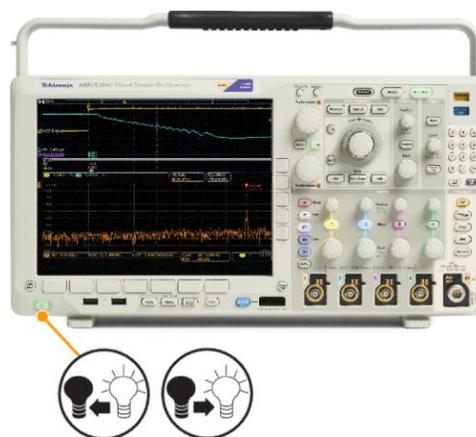
- Security Password (セキュリティ・パスワード) を押します。汎用 a とボタン・メニューを使用して、パスワードを入力します。

7. **Firmware Upgrades** (ファームウェアのアップグレード) を押します。画面に表示される警告をお読みください。オシロスコープに新しいファームウェアを読み込む機能を無効にするには、サイド・メニューで、**OK Disable Upgrades** (OK アップグレードを無効にする) を押します。
8. **I/O Ports** (I/O ポート) を押します。画面に表示される警告をお読みください。オシロスコープのすべての USB ポートと Ethernet ポートを無効にするには、サイド・メニューで、**OK Disable All Ports** (OK 全ポートを無効にする) を押します。

この手順を取り消すには、**Menu Off** を押します。



9. 手順を完了するには、オシロスコープの電源をオフにして、もう一度オンにします。





# 任意波形／ファンクション・ジェネレータ

MDO4000C シリーズは、オプションで任意波形／ファンクション・ジェネレータ (ADG) を組み込むことができます (オプション MDO4AFG 型)。この機能は、設計の内部の信号をシミュレートしたり、信号にノイズを追加してマージン・テストを実行する場合などに役立ちます。

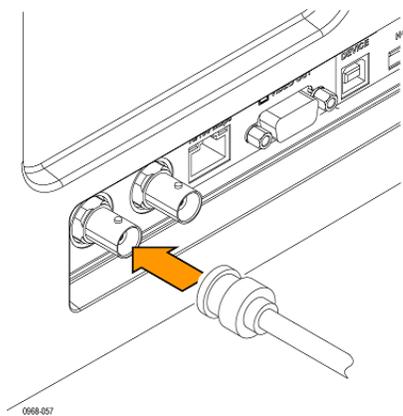
関数生成器は、事前に定義された最大 50 MHz の波形の出力を生成します。正弦波、方形波、パルス、ランプ波／三角波、DC、ノイズ、 $\sin(x)/x$  (Sync)、ガウシャン、ローレンツ、指数立上り立下り、ヘイバーサイン、およびカーディアック信号から選択できます。

AFG は、任意の波形について最大 131,072 ポイントを生成できます。波形は、4 つの任意波形内部メモリ、4 つ (または 2 つ) のアナログ・チャンネル、4 つ (または 2 つ) のリファレンス波形、演算波形、または 16 のデジタル・チャンネル波形のいずれからでも作成できます。また、外部に保存された .CSV (表計算) ファイルや事前に定義されたテンプレートを使用することもできます。

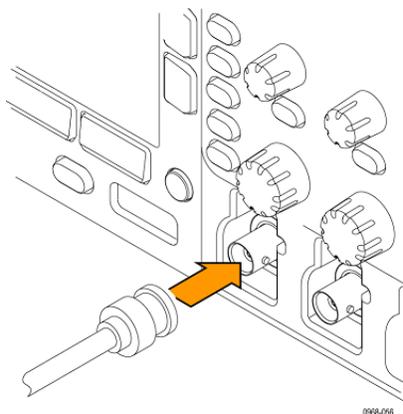
さらに、独自の任意波形をオンスクリーン・エディタで修正した後で、それを生成器から複製することもできます。より複雑な操作が必要な場合には、当社の PC ベースの波形作成／編集ソフトウェアである ArbExpress を使用できます。このソフトウェアは、[www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software) から無料でダウンロードできます。

## AFG にアクセスする方法

AFG 出力にアクセスするには、ケーブルをオシロスコープ背面の AFG OUT (AFG 出力) とマークされたポートに接続します。



出力された AFG を表示するには、ケーブルのもう一方の端を、オシロスコープ前面の入力チャンネルのいずれかに接続します。



フロント・パネルの AFG ボタンを押して、AFG 出力のオンとオフを切り替えます。

出力がオンの状態では、ボタンが点灯します。オフになると、消灯します。機器の設定を呼び出すと、オン／オフのステータスは常にオフになります。オシロスコープの電源をオンにしたときは、AFG の初期状態は常にオフです。

# アプリケーション・モジュールの使用

## アプリケーション・モジュールの使用

オプションのアプリケーション・モジュール・パッケージを使用すると、オシロスコープの機能が拡張されます。[アプリケーション・モジュールの無料トライアル](#)(17 ページ)および[アプリケーション・モジュールの取り付け](#)(17 ページ)を参照してください。

アプリケーション・モジュールのインストールとテストの手順については、アプリケーション・モジュールに付属の『MDO3000 および MDO4000 シリーズ・アプリケーション・モジュールのインストール・マニュアル』を参照してください。一部のモジュールについては以下で説明します。他にも使用できるモジュールがあります。詳細については、当社の担当者にお問い合わせいただくか、当社の Web サイト([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com))にアクセスしてください。または、巻頭の *Tektronix* 連絡先も参照してください。

- **DPO4BND 型**アプリケーション・モジュール・バンドルには、DPO4AERO 型、DPO4AUDIO 型、DPO4AUTO 型、DPO4COMP 型、DPO4EMBD 型、DPO4ENET 型、DPO4USB 型、DPO4LMT 型、DPO4PWR 型、および DPO4VID 型のサポートが含まれます。
- **DPO4AERO 型**航空宇宙シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、MIL-STD-1553 バスでのトリガと解析を行うことができます。
- **DPO4AUDIO 型**オーディオ・シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、 $I^2S$ 、左詰め(LJ)、右詰め(RJ)、および TDM バスでのトリガと解析を行うことができます。
- **DPO4AUTO 型**自動車シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、自動車設計で使用されるシリアル・バス(CAN、CAN FD および LIN)のパケット・レベル情報のトリガ、およびシリアル・バスの効率的な解析に役に立つ解析ツールを使用することができます。このツールには、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのイベント・テーブルが含まれています。
- **DPO4AUTOMAX 型** FlexRay、CAN、CAN FD、および LIN シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、DPO4AUTO 型モジュールの機能と FlexRay シリアル・バス・サポートが提供されます。
- **DPO4COMP 型**コンピュータ・シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、RS-232、RS-422、RS-485、および UART の各バスでのバイト・レベル情報やパケット・レベル情報でトリガしたり解析することができます。またシリアル・バスの効率的な解析に役に立つ解析ツールが使用可能です。これらのツールには、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのイベント・テーブルが含まれています。
- **DPO4EMBD 型**組込みシリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、組込み設計で使用されるシリアル・バス( $I^2C$  および SPI)でのパケット・レベル情報のトリガと解析を行うことができます。またシリアル・バスの効率的な解析に役に立つ解析ツールが追加されます。このツールには、信号のデジタル表示、バス表示、パケット・デコード、検索ツール、およびタイムスタンプ情報付きのイベント・テーブルが含まれています。
- **DPO4ENET 型**イーサネット・シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、10BASE-T と 100BASE-TX 4 バスにおけるパケット・レベルでのトリガが可能で、信号のデジタル表示、バスの観測、パケット・デコーディング、検索ツール、タイムスタンプ付パケット・デコード・テーブルなどの解析ツールが追加されます。

信号入力 - 任意の Ch1~Ch4、演算波形、リファレンス波形(1~4)

推奨プローブ - 10BASE-T: シングルエンドまたは差動、100BASE-TX: 差動

---

**注:** 100BASE-TX には、帯域 350MHz 以上のモデルを推奨します。

---

- **DPO4LMT 型リミットおよびマスク・テスト・モジュールを使用すると、取り込んだ波形を比較用波形と照合してテストすることができます。ユーザ定義による水平／垂直リミットと比較したり、テレコム標準のマスクやカスタム・マスクと比較することが可能です。**

---

*注: 55Mbps を超えるテレコム標準には、帯域 350MHz 以上のモデルを推奨します。*

*ハイスピード(HS)USB を使用するには、帯域幅 1GHz のモデルを推奨します。*

---

- **DPO4PWR 型パワー解析モジュールを使用すると、電源品質、スイッチング損失、高調波、リップル、変調、安全動作領域、およびスルー・レート (dV/dt および dI/dt) を測定する機能が追加されます。**
- **DPO4USB 型 USB 2.0 シリアル・トリガおよび解析モジュールを使用すると、USB の低速、フル・スピード、および高速バスでのトリガと解析を行うことができます。**

---

*注: ハイスピード(HS)USB を使用するには、帯域幅 1GHz のモデルが必要です。*

---

- **DPO4VID 型拡張ビデオ・モジュールを使用すると、さまざまな HDTV 信号によるトリガ機能のほか、3~4,000 ラインを持つ、カスタム(非標準)の 2 レベルおよび 3 レベル・ビデオ信号によるトリガ機能が追加されます。**
- **MDO4TRIG 型拡張 RF トリガ・モジュールでは、パルス幅、タイムアウト、ラント、ロジック、およびシーケンスの各トリガ・ソースとして RF 電力を使用できます。**

---

## 付録 A: MDO4000C シリーズ仕様

[Tektronix Web サイト](#)で提供している『MDO4000C シリーズ・オシロスコープの仕様および性能検査のテクニカル・リファレンス』を参照してください。



# 付録 B: TPP0500B 型 (500 MHz) および TPP1000 型 (1 GHz) 10X 受動プローブについて

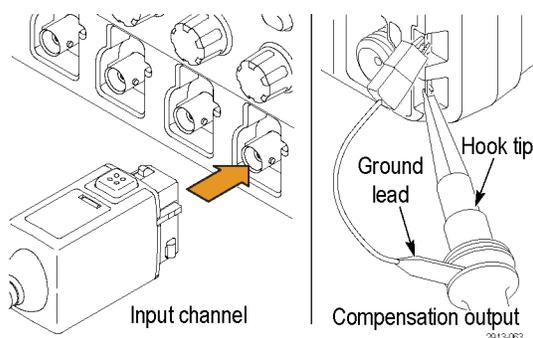
## 動作情報

TPP0500B 型および TPP1000 型 10X 受動プローブは、Tektronix MDO4000C シリーズのオシロスコープで使用するために設計された減衰比 10:1 の小型受動プローブです。

これらのプローブには、お客様や当社で修理できる部品はありません。

## オシロスコープへのプローブの接続

以下の図に示すようにプローブを接続します。



## MDO4000C シリーズ・オシロスコープでのプローブの補正

([TPP0500B 型または TPP1000 型受動電圧プローブの補正](#)(14 ページ)を参照)。

## スタンダード・アクセサリ

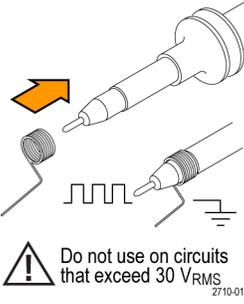
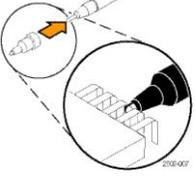
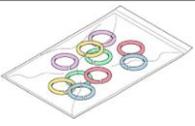
プローブに付属しているスタンダード・アクセサリを下記に示します。



**警告:** プローブやアクセサリの使用時の感電を避けるために、プローブ本体やアクセサリの指ガードの先には絶対に指を出さないようにしてください。

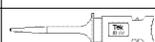
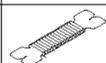
感電を避けるために、プローブをフローティング測定で使用する場合は、プローブを被測定回路に接続する前に、基準リード・アクセサリの接続が完全であることを確認してください。

項目	概要
	<p><b>フック・チップ</b> フック・チップをプローブ・チップにかぶせ、次にフックを回路に接続します。</p> <p>追加注文時の当社部品番号: 013-0362-XX</p>
	<p><b>マイクロ・フック・チップ</b> 狭い場所でテスト・ポイントに接続する場合にこのチップを使用します。フック・チップをプローブ・チップにかぶせ、次にフックを回路に接続します。</p> <p>追加注文時の当社部品番号: 013-0363-XX</p>
	<p><b>固定チップ</b> このチップ (灰色、図示されていない) はプローブの付属品ですが、事前に取り付けられてはいません。</p> <p>追加注文時の当社部品番号: 206-0610-XX</p>
	<p><b>ポーゴウ・チップ</b> このチップ (白色) は事前にプローブに取り付けられています。このスプリング付きチップは、回路基板の適合性試験に使用します。押すとプローブ・チップがわずかに動き、スプリングで固定されます。</p> <p>追加注文時の当社部品番号: 206-0611-XX</p>
	<p><b>ワニロクリップ付きグラウンド・リード</b> リードを確実にプローブ・ヘッドのグラウンドに接続し、次に回路のグラウンドに接続します。</p> <p>追加注文時の当社部品番号: 196-3521-XX</p>

項目	概要
 <p>Do not use on circuits that exceed 30 VRMS 2710-011</p>	<p><b>グランド・スプリング</b> スプリングをプローブ・チップのグランド・バンドに取り付け、グランド接続が近くにあるテスト・ポイントの測定で使用します (標準: &lt;0.75 インチ、短: 0.375 インチ)。 追加注文時の当社部品番号: 016-2028-XX (長、2 個) 016-2034-XX (短、2 個)</p>
	<p><b>ユニバーサル IC キャップ</b> このキャップを使用して、プローブ・チップと IC ピンの中でショートが発生しないようにします。 キャップをカチッと音がするまでプローブ・チップに押し込みます。次に、キャップを回して、プローブ・チップを露出させ、目的の IC リードに接続します。 追加注文時の当社部品番号: 013-0366-xx</p>
	<p><b>カラー・バンド</b> オシロスコープのチャンネルを色で識別できるように、プローブ・ヘッドに装着します。 追加注文時の当社部品番号: 016-06333-xx (5 対)</p>

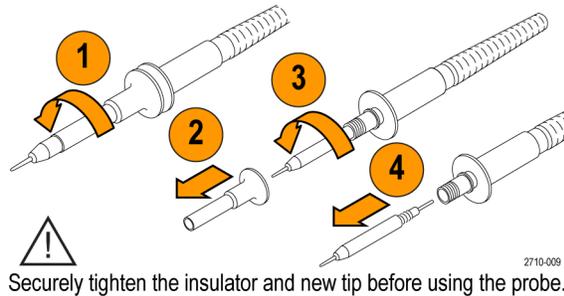
## オプション・アクセサリ

下記のプローブ・アクセサリをご購入いただけます。

アクセサリ		当社部品番号
グランド・リード、クリップオン (6 インチ)		196-3198-xx
ワニ口付きグランド・リード (12 インチ)		196-3512-xx
MicroCKT テスト・チップ		206-0569-xx
回路基板テスト・ポイント / PCB アダプタ		016-2016-xx
プローブ用シャーシ・マウント・テスト・ジャック		131-4210-xx
ワイヤ・スプール、32 AWG		020-3045-xx

## プローブ・チップの交換

固定チップの交換には当社部品番号 206-0610-xx を、またポーゴーク・ピンの交換には当社部品番号 206-0611-xx をご注文下さい。

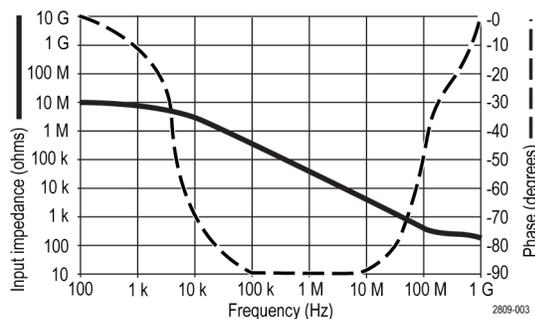


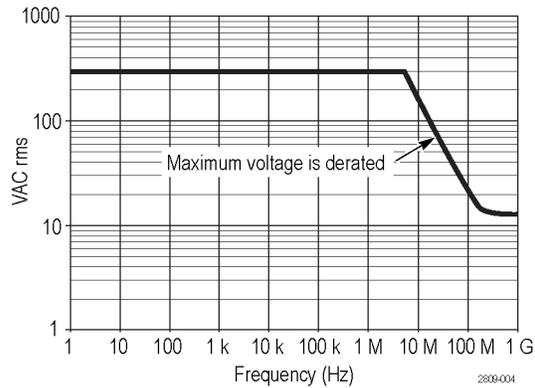
## 仕様

表 8: 電気仕様と機械仕様

特性	TPP0500B 型	TPP1000
周波数帯域 (-3dB)	500 MHz	1 GHz
システム立上り時間 (代表値)	700ps 未満	450ps 未満
システム入力容量	固定チップ: 3.9 pF ±0.3 pf ポーゴーク・ピン・チップ: 5.1 pf ±0.5 pf	
システム減衰確度	10:1 ±2.2%	
プローブ直列抵抗 @DC	9.75 MΩ ±0.5%	
システム入力抵抗 (DC)	10 MΩ ±2%	
Propagation delay	~5.67 ns	
最大入力電圧	300 V <sub>RMS</sub> CAT II	
ケーブル長	1.3 m、±3 cm	

## 性能グラフ





フローティング測定を行う際には、上記の基準リード・ディレーティング曲線を参考にしてください。

表 9: 環境仕様

性能	概要
温度	
動作時	-15 °C ~ +65 °C
非動作時	-62 °C ~ +85 °C
湿度	
動作時	30 °C以下で相対湿度 5% ~ 95%
非動作時	30 °C ~ 50 °C で相対湿度 5% ~ 45%
高度	
動作時	最高 4.6 Km (15,000 フィート)
非動作時	最高 12.2 Km (40,000 フィート)

表 10: 規格と承認

性能	概要								
EC 適合宣言	『Official Journal of the European Communities』に記載の以下の基準に準拠します。 低電圧指令 2006/95/EC: EN61010-031: 2002								
測定カテゴリ	<table border="1"> <thead> <tr> <th>カテゴリ</th> <th>このカテゴリの製品例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CAT III</td> <td>配電レベルの電源、固定設備</td> </tr> <tr> <td>CAT II</td> <td>局所レベルの電源、機器、携帯用機器</td> </tr> <tr> <td>CAT I</td> <td>AC 電源に直接接続されない機器</td> </tr> </tbody> </table>	カテゴリ	このカテゴリの製品例	CAT III	配電レベルの電源、固定設備	CAT II	局所レベルの電源、機器、携帯用機器	CAT I	AC 電源に直接接続されない機器
カテゴリ	このカテゴリの製品例								
CAT III	配電レベルの電源、固定設備								
CAT II	局所レベルの電源、機器、携帯用機器								
CAT I	AC 電源に直接接続されない機器								
汚染度 2	導電性汚染物質が存在する可能性のある環境では使用しないでください (IEC 61010-1 に定義)。屋内使用のみについての評価です。								
追加の安全規格	UL61010B-1 第 1 版および UL61010B-2-031 第 1 版 CAN/CSA-C22.2 No. 1010.1-92 および CAN/CSA-C22.2 No. 1010.2.031-94 IEC61010-031: 2002								



**機器のリサイクル:**本製品は WEEE Directive 2002/96/EC (廃棄電気・電子機器に関する指令) に基づく EU の諸要件に準拠しています。リサイクル方法の詳細については、当社 Web サイト ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) の「Support/Service」を参照してください。

## 安全にご使用いただくために

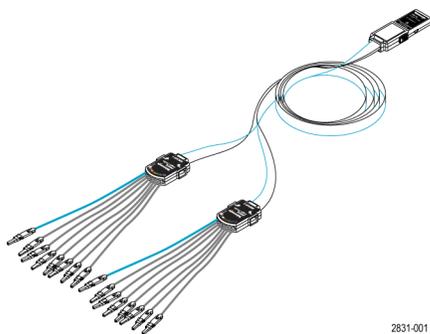
安全のために、指示に従って本プローブを使用してください。

# 付録 C: P6616 型汎用ロジック・プローブについて

## 製品の説明

P6616 型汎用ロジック・プローブは、当社 MDO4000C シリーズ・ミックスドシグナル・オシロスコープをターゲット・システムのデジタル・バスおよび信号に接続するために使用します。プローブは、16 のデータ・チャンネルが 2 つのリード・セットに分割されています (GROUP 1 および GROUP 2)。

両セットの最初のリードは青色の絶縁体で示され、他の 7 本のリードは灰色です。すべてのリードのチップにはグランド接続があります。プローブ・リードは、ターゲット・システムに個別に接続したり、プローブのチップ・ホルダを使用してグループ化したりすることができます。

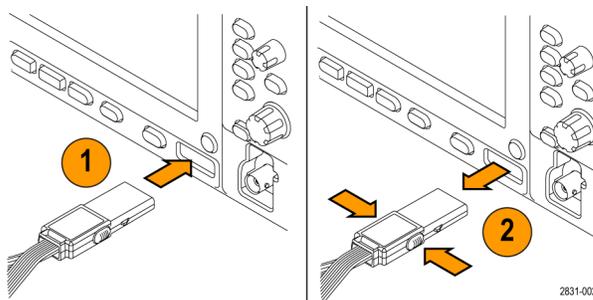


2831-001

## オシロスコープへのプローブの接続

以下の図に示すようにプローブを接続します。

1. ラベル面を上にして、プローブをオシロスコープのコネクタに挿入します。
2. プローブを取り外すには、両サイドのボタンを押してプローブを引き抜きます。



2831-002

## プローブと測定回路の接続

適切なコネクタとアダプタを使用してプローブを回路に接続します。最適な方法を選んで、次の「プローブのセットアップ」に記載された指示に従ってください。

デジタル・チャンネルのパラメータを設定したり表示するには、次のようにします。

D15-D0 ボタンを押します。

各デジタル・チャンネルについて、下記のパラメータを設定できます。

- スレッシュホールド電圧および垂直位置(デフォルトのスレッシュホールド電圧は 1.4 V)
- 信号の高さおよび位置(全 16 チャンネルを一括設定)
- チャンネル・ラベル

バス特性を設定したり表示するには、次のようにします。

B1 ~ B4 ボタンを押します。

セットアップ画面で、各種バスの特性を設定したり表示したりできます。

SPI および I<sup>2</sup>C などのバスには、適切なアプリケーション・モジュールが必要です。

## 機能チェック

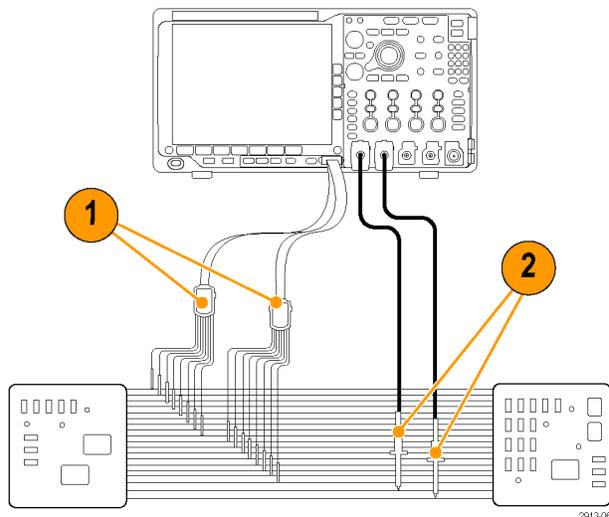
接続されたすべてのアクティブなチャンネルについて、ロジック動作が直ちに表示されます。アクティブな信号が表示されない場合は、次の操作を行ってください。

1. Trigger ボタンを押します。
2. トリガのタイプとして Edge を選択します。
3. ソースとしてセットアップするチャンネルを選択します。
4. Autoset(オートセット)ボタンを押します。

アクティブな信号が表示されない場合は、他のプローブ・チャンネル(またはアナログ・プローブ)を使用して、テスト・ポイントの回路動作を確認してください。

## 主な用途

1. P6616 型プローブは、システム・バスのデジタル信号の観測に使用します。
2. アナログ波形情報を観測するには、TPP0500B 型または TPP1000 型受動プローブなどのアナログ・プローブを使用します。



## アクセサリ

本プローブには下記の表に示すスタンダード・アクセサリが付属しています。後の図を参照してください。

項目	概要	数量	部品番号
-	ロジック・プローブ・アクセサリ・キット	項目 1-6	020-2662-xx
1	延長グランド・チップ	20 本入りセット	020-2711-xx
2	プローブ・チップ	10 本入りセット	131-5638-11
3	IC グラバ	20 本入りセット	020-2733-xx
4	プローブ・チップ・ホルダ	2 個	352-1115-XX
5	8 インチ・グランド・リード	2 本入りセット	020-2713-xx
6	3 インチ・グランド・リード	8 本入りセット	020-2712-xx
	取扱説明書 <sup>1</sup>	1 個	071-2831-xx

下記のオプション・アクセサリをご購入いただけます。

概要	部品番号
P6960 型プローブ D-MAX フットプリント用スクエア・ピン・ヘッダ・アダプタ	NEX-P6960PIN

<sup>1</sup> 取扱説明書はプローブに付属しています。アクセサリ・キットにはありません。取扱説明書は [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals) からダウンロードすることができます。

## 仕様

表 11: 電気仕様と機械仕様

特性	概要
入力チャンネル数	デジタル 16 チャンネル
入力抵抗	100 kΩ ±1.0%
入力キャパシタンス	3.0 pF
入力信号スイング	
最小値	400 mV p-p
最大	30 V p-p、≤200 MHz(プローブ・チップで DC スレッショルド電圧を中心に) 10 V p-p、≥200 MHz(プローブ・チップで DC スレッショルド電圧を中心に)
最大非破壊入力信号	±42 V
ユーザ定義のスレッショルド・レンジ	±40 V
検出可能最小パルス幅	1 ns
デジタル・チャンネル間スキュー	200 ps
プローブ長	1.3 m (130.15 cm)
最大入力ゲル・レート	500 MHz

表 12: 環境仕様

特性	概要
温度	
動作時	0 °C ~ +50 °C
非動作時	-55 °C ~ +75 °C
湿度	
動作時	相対湿度 5 ~ 95%
非動作時	相対湿度 10 ~ 95%
高度	
動作時	最高 4.6 km (15,092 フィート)
非動作時	最高 15 Km (50,000 フィート)



**機器のリサイクル:** 本製品は WEEE Directive 2002/96/EC (廃棄電気・電子機器に関する指令) に基づく EU の諸要件に準拠しています。リサイクル方法の詳細については、当社 Web サイト ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) の「Support/Service」を参照してください。

## 安全にご使用いただくために

安全のために、指示に従って本プローブを使用してください。

### 接続と切断は正しく行ってください

測定対象の回路にプローブを接続する前に、プローブ出力を測定機器に接続してください。測定機器からプローブを外す前に、測定対象の回路からプローブの入力とグランドを外してください。

### すべての端子の定格に従ってください

火災や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

### カバーを外した状態で動作させないでください

電源が投入されているときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

### 露出した回路への接触は避けてください

電源が投入されているときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

### 故障の疑いがあるときは使用しないでください

本製品に故障の疑いがある場合、資格のあるサービス担当者に検査してもらってください。

### 湿気の多いところでは動作させないでください

爆発しやすい環境で動作させないでください。

### 製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください

### 本マニュアル内の用語

本マニュアルでは以下の用語を使用しています。



**警告:** 人体や生命に危害をおよぼすおそれのある状態や行為を示します。



**注意:** 本機やその他の接続機器に損害を与えるおそれのある状態や行為を示します。

## 本製品の記号

本製品は以下の記号に注意してご使用ください。



注意  
マニ  
ュア  
ル参  
照



# 索引

## 数字

50 Ω 保護, 111

## A

ACD4000B 型, 5  
AFG OUT, 47  
Autoset ボタン, 13  
AUX OUT (AUX 出力), 47

## B

B1 / B2 / B3 / B4, 93  
BNC インタフェース, 9

## C

CAN  
    サンプル・ポイントの範囲, 70  
    バス・セットアップ, 70  
    バス・トリガ, 95  
CAN FD  
    サンプル・ポイント, 70  
    サンプル・ポイントの範囲, 70  
    バス・セットアップ, 70  
    バス・トリガ, 95

## D

Default Setup, 174  
dI/dt, 5  
DPO4AERO 型, 3, 187  
DPO4AUDIO 型, 3, 187  
DPO4AUTOMAX 型, 4, 187  
DPO4AUTO 型, 3, 187  
DPO4BND 型, 187  
DPO4COMP 型, 4, 187  
DPO4EMBD 型, 4, 187  
DPO4ENET 型, 4, 187  
DPO4LMT 型, 4, 188  
DPO4PWR 型, 5, 188  
DPO4USB 型, 5, 188

DPO4VID, 92  
DPO4VID 型, 5, 188  
dV/dt, 5

## F

FFT  
    コントロール, 142  
    ハニング, 144  
    ハミング, 144  
    ブラックマン・ハリス, 144  
    方形, 144  
firmware.img ファイル, 23  
FlexRay  
    バス・トリガ, 95

## H

HCTEK54 型ハード・キャリング・ケース, 5  
Histogram Max (ヒストグラム最大値) 測定項目, 128  
Histogram Mean (ヒストグラム平均値) 測定項目, 128  
Histogram Min (ヒストグラム最小値) 測定項目, 128  
Hits in Box (ボックス内ヒット数) 測定項目, 127

## I

I2C, 93  
I2S, 93  
ISF フォーマット, 171

## L

LIN, 93

## M

MagniVu, 79  
MAX 値ホールド・トレース, 118  
MDO4TRIG 型, 5, 188  
Mediam (メジアン) 測定項目, 128  
MIL-STD-1553  
    データ値の照合, 98

バス・トリガ, 96  
MIN 値ホールド・トレース, 118

## N

NEX-HD2HEADER, 5

## P

P6616, 78  
P6616 型ロジック・プローブ, 3  
PC  
    に接続, 25  
Peak Hits(ピーク・ヒット数)測定項目, 128  
PictBridge, 178

## R

REF IN(基準入力), 47  
RS-232  
    データ値の照合, 98  
    バス・トリガ, 94  
Run/Stop ボタン, 101

## S

Save / Recall Save ボタン, 167  
Save / Recall メニュー, 167  
Set / Clear Mark(マークの設定／クリア)ボタン, 151  
Sigma1 測定項目, 128  
Sigma2 測定項目, 128  
Sigma3 測定項目, 128  
SPI, 93  
SPI バス・トリガ, 94  
Standard Deviation(標準偏差)測定項目, 128

## T

TDM, 93  
TEK-USB-488 型アダプタ, 5  
TekSecure, 181  
TekVPI, 8  
TekVPI プローブ, 6  
TPA-BNC アダプタ, 8  
TPA-BNC アダプタ, 6

TPA-N-VPI アダプタ, 6  
TPP0500B 型または TPP1000 型の補正, 14  
TPP0500 型プローブ, 2  
TPP1000 型プローブ, 2

## U

USB  
    デバイス・ポート, 47  
    バス・トリガ, 96  
    ホスト・ポート, 47

## V

VESA マウント, 47

## W

Wave Inspector, 149  
Waveform Count(波形カウント)測定項目, 127

## あ

アクイジション  
    シングル,  
アクイジションの開始, 101  
アクイジションの停止, 101  
アクセサリ, 1  
アダプタ  
    TEK-USB-488 型, 5  
    TPA-BNC, 6, 8  
    TPA-N-VPI, 6  
アプリケーション・モジュール  
    30 日間の無料トライアル, 17  
DPO4AERO 型, 3  
DPO4AUDIO 型, 3  
DPO4AUTOMAX 型, 4  
DPO4AUTO 型, 3  
DPO4COMP 型, 4  
DPO4EMBD 型, 4  
DPO4ENET 型, 4  
DPO4LMT 型, 4  
DPO4PWR 型, 5

DPO4USB 型, 5  
 DPO4VID, 92  
 DPO4VID 型, 5  
 MDO4TRIG 型, 5  
 バス・タイプ, 62  
 アプリケーションモジュール, 187  
 アベレージ・アキュイジション・モード, 58  
 アベレージ・トレース, 118

## い

イーサネット  
 バス・トリガ, 96  
 インジケータ  
 トレース, 119  
 インピーダンス, 109

## え

エッジ  
 ファジー, 114  
 白, 114  
 エッジ・トリガ、定義済み, 89  
 エンベロープ・アキュイジション・モード, 58

## お

オーディオ  
 バス・トリガ, 96  
 オート・トリガ・モード,  
 オートセット  
 ビデオ, 54  
 オートセット無効, 53  
 オーバーレイ, 19  
 オシロスコープの  
 接続, 25  
 オフセットと位置, 111

## か

カーソル  
 リンキング, 134  
 測定, 134  
 カーソルのリードアウト, 134  
 カバー、フロント, 2

## き

キーボード  
 キー・レイアウト・スタイル, 29  
 言語, 19  
 接続, 29

キーボードのキー・レイアウト・スタイルの選択, 29  
 キャリング・ケース  
 ソフト, 5  
 ハード, 5

## く

グラウンド  
 リード, 16

## け

ケース  
 ソフト・キャリング, 5  
 ハード・キャリング, 5

## こ

コントロール, 32  
 コンピュータへの  
 接続方法, 25

## さ

サイクル実効値測定, 127  
 サイクル平均値測定, 127  
 サイクル領域測定, 127  
 サンプル・アキュイジション・モード, 58  
 サンプル・ポイントの範囲  
 CAN と CAN FD, 70  
 サンプル・レート, xix

## し

シーケンス(Bトリガ)、定義済み, 89  
 シリアル・バス  
 トリガ, 93  
 シングル・アキュイジション,  
 シングル・シーケンス, 101

## す

ズーム  
 目盛サイズ, 150  
 スケール

垂直, 108  
 水平軸, 143  
 スプレッドシート・ファイル・フォーマット, 171  
 スペクトラム・トレース, 117  
 スペクトラム演算, 146  
 スルー・レート, 5

## せ

セットアップ／ホールド・トリガ、定義済み, 91

## そ

ソフトウェア、オプション, 187

## た

タイムアウト・トリガ、定義済み, 90

## ち

チャンネルのグループ化, 78  
 チャンネル電力の測定, 132

## て

ディレクトリまたはファイルの削除, 176  
 データ値の照合, 98  
 デジタル・チャンネル, 114  
 デスキュー, 110  
 デフォルト設定, 52  
 デュアル波形演算, 141

## と

ドライブ、ディレクトリ、またはファイルのコピー, 176  
 ドライブ、ディレクトリ、またはファイルの名前の変更,  
 176  
 ドライブのフォーマット, 176  
 ドライブのマウントまたはマウント解除, 176  
 トランジション・トリガ、定義済み, 91  
 トリガ  
   CAN FD バス, 95  
   CAN バス, 95

CAN バス, 95  
 FlexRay バス, 95  
 MIL-STD-1553 データ値の照合, 98  
 MIL-STD-1553 バス, 96  
 RS-232 データ値の照合, 98  
 RS-232 バス, 94  
 SPI バス, 94  
 USB バス, 96  
 イーサネット・バス, 96  
 エッジ、定義済み, 89  
 オーディオ・バス, 96  
 シーケンス(Bトリガ)、定義済み, 89  
 セットアップ／ホールド、定義済み, 91  
 タイムアウト、定義済み, 90  
 バス, 93  
 バス、定義済み, 92  
 パラレル・バス, 93  
 パラレル・バスのデータ照合, 98  
 パルス幅、定義済み, 90  
 ビデオ、定義済み, 92  
 ラント、定義済み, 90  
 リードアウト, 99  
 ロジック、定義済み, 90  
 周波数のリードアウト, 116  
 立上り／立下り、定義済み, 91  
 トリガ・モード  
   オート,  
   標準,  
 トレース  
   MAX 値ホールド, 118  
   MIN 値ホールド, 118  
   アベレージ, 118  
   インジケータ, 119  
   ノーマル, 118

## ね

ネットワーク・ドライブ、マウント／マウント解除, 176  
 ネットワーク・ドライブのマウント／マウント解除, 176

## の

ノーマル・トリガ・モード,

ノーマル・トレース, 118

ノブ

ズーム, 141

パン, 150, 151

内側, 141

汎用, 170

も参照: フロント・パネル・コントロール

## は

バースト幅測定, 125

ハード・コピー, 178

ハイレゾ・アキュイジション・モード, 58

ハイ値測定, 126

バス

ボタン, 93

バス・タイプ

アプリケーション・モジュール, 62

バス・トリガ、定義済み, 92

バスでのトリガ, 93

バス検索, 154

ハニング FFT 窓, 144

ハミング FFT 窓, 144

パラレル・バス

トリガ, 93

パルス幅トリガ、定義済み, 90

パン

ノブ, 150, 151

## ひ

ピーク・ツー・ピーク測定, 126, 128

ピーク検出アキュイジション・モード, 58

ヒストグラムの測定項目, 127

ビデオ

オートセット, 54

ビデオ・トリガ、定義済み、, 92

ビデオ出力

ポート, 47

## ふ

ファームウェア

アップグレード, 23

ファームウェアのアップグレード, 23

ファイル・システム, 165, 170

ファイル・フォーマット

スプレッドシート, 171

機器固有ファイル・フォーマット (ISF), 171

ファイル名, 165

ファジー・エッジ, 114

ブラックマン・ハリス FFT 窓, 144

プローブ

BNC, 9

P6616 型, 197

TEK-USB-488 型アダプタ, 5

TekVPI, 6, 8

TPA-BNC アダプタ, 8

TPA-BNC アダプタ, 6

TPP0500 型, 191

TPP0500 型, 2

TPP1000 型, 191

TPP1000 型, 2

アクセサリ, 3

グランド・リード, 16

ロジック, 3, 9

接続, 8

プローブの補正

TPP0500B 型または TPP1000 型, 14

フロント・カバー, 2

フロント・パネル, 32

フロント・パネル・オーバーレイ, 19

フロント・パネル・コントロール, 31

## ほ

ポーチ、プローブおよびアクセサリ, 3

ボタン

Autoset, 13

B1 / B2 / B3 / B4, 93

Save / Recall, 167

Set / Clear Mark(マークの設定／クリア), 151

バス, 93

## ま

マーク, 151

## め

### メニュー

Save / Recall, 167

ボタン, 34

リファレンス, 148

メモリ、消去, 181

メモリの保護, 181

## も

モード、ロール, 61

## ゆ

ユーザ・インタフェース言語, 19

ユーザ・マーク, 151

## ら

ラックマウント, 5

ラント・トリガ、定義済み, 90

## り

リア・パネル・コネクタ, 47

### リードアウト

カーソル, 134

トリガ, 99

トリガ周波数, 116

リファレンス・メニュー, 148

### リファレンス波形

10 M および 20 M の波形の保存, 148

消去, 148, 171

表示, 171

リファレンス波形の消去, 171

リンクされたカーソル, 134

## れ

レコード長, xix

## ろ

ロール・モード, 61

ロー値測定, 126

ロジック・トリガ、定義済み, 90

ロジック・プローブ, 3

ロジック・プローブ・インタフェース, 9

ロジックトリガ、定義済み, 90