



TELEDYNE TEST TOOLS
Everywhereyoulook™

T3DSO700HD シリーズ

オシロスコープ マニュアル



March 2026

著作権と宣言

Copyright

Teledyne LeCroy. All Rights Reserved.

商標情報

Teledyne Test Tools は、Teledyne LeCroy の登録商標です。

Declaration

Teledyne Test Tools 製品は特許法によって保護されています。

Teledyne Test Tools は、唯一の決定で仕様書または価格ポリシーの一部またはすべてを変更または変更する権利を有します。この刊行物に記載されている情報は、これまでに対応していたすべて **Teledyne Test Tools** の許可なく、このマニュアルの内容をコピー、抽出、または翻訳する方法は許可されていません。

内容

安全情報	2
安全上のご注意	2
安全に関する用語と記号	3
環境	4
換気の必要条件	6
一般的なケアと清掃	6
測定端子の定格	7
AC 電源	7
納入時のチェック	8
基本操作	9
製品の寸法	9
フットを調節する	9
電源操作	10
フロントパネル	11
水平軸	13
アナログチャンネルの垂直軸	14
トリガ	15
その他のボタン	16
「Universal」ノブ	17
リアパネル	18
画面表示	20
A) メニューバー	20
B) 波形表示エリア	22
C) チャンネルディスクリプタ	24
D) タイムベースディスクリプタ	26
E) トリガディスクリプタ	27
F) トリガ状態インジケータ	29

G) 設定メニュー.....	30
H) 外部接続のステータス.....	31
プローブインターフェース.....	33
T3PP350 パッシブプローブ仕様.....	33
プローブ補償.....	35
パッシブプローブ付属品.....	36
接続可能なプローブ.....	37
プロービングの注意.....	38
垂直軸の設定.....	40
設定項目.....	40
画面上での操作.....	43
操作手順.....	45
その他の設定.....	47
水平軸の設定.....	49
水平スケールの設定.....	49
遅延（ディレイ）の設定.....	49
ロールモードの設定.....	50
ズームの使用法.....	51
サンプリング・システムの設定.....	54
設定項目.....	54
サンプリング概要.....	56
メモリ長の上限選択.....	57
アキュジションモード.....	59
ノーマルモード.....	59
ピーク検出モード.....	59
シーケンスモード.....	60
設定手順.....	61
セグメント波形表示手順.....	61

補間モードの選択	63
XY モード	64
トリガ設定	66
トリガの種類と特徴	67
Run コントロールとトリガモード	69
トリガ基本設定	71
[信号源 Source]	71
トリガレベルとスロープ	72
[結合 Coupling]	73
ホールドオフ	74
[雑音除去 Noise Reject]	76
トリガアウト出力	77
トリガの種類	78
エッジ	78
スロープ	79
パルス	81
ビデオ	83
ウィンド	87
インターバル	88
ドロップアウト	91
ラント	93
パターン	95
Qualified	97
Nth Edge	99
Delay	100
シリアルトリガとデコード	102
デコード概要	102
デコード結果	103
テーブル表示	103

シリアルトリガ概要.....	105
I2C トリガとシリアルデコード	106
プロトコル概要	106
I2C デコード	107
I2C トリガ	110
SPI トリガとシリアルデコード	113
プロトコル概要	113
SPI デコード	114
SPI トリガ	117
UART/RS232 トリガとシリアルデコード	119
プロトコル概要	119
UART/RS232 デコード	120
UART/RS232 トリガ	123
CAN トリガとシリアルデコード	125
プロトコル概要	125
CAN デコード	126
CAN トリガ	128
LIN トリガとシリアルデコード	130
プロトコル概要	130
LIN デコード	130
LIN トリガ	134
参照波形メモリ	136
設定項目	136
チャンネル波形を参照波形メモリへ保存する手順	137
チャンネル波形を USB メモリに保存する手順	137
USB メモリに保存されている参照波形(*.REF)を呼び出す手順	137
参照波形メモリの表示手順	138
参照波形の調整	138

参照波形のクリア	139
波形演算	140
設定項目	140
四則演算	143
アベレージ	144
ERES	145
反転	146
Max hold / Min hold	146
FFT	147
Configure(FFT の設定)	149
Vertical(垂直軸)	151
Horizontal(水平軸)	151
Tools	152
FFT 設定手順	153
カーソルで FFT の測定	154
デジタルフィルタ(Filter)	155
微分 (Derivative)	156
積分(Integral)	157
平方根(Square root)	158
絶対値(Absolute)	158
符号関数(Sign)	159
指数関数(Exp / Exp10)	159
対数関数(Ln / lg)	160
補間(Interpolate)	160
Formula Editor	161
カーソルによる測定	163
トラックカーソル	164
設定項目	164
トラックカーソル設定手順	165

マニュアルカーソル.....	166
設定項目.....	166
マニュアルカーソル設定手順.....	167
パラメータによる測定.....	168
設定項目.....	169
パラメータの種類.....	171
電圧パラメータ.....	171
時間パラメータ.....	173
遅延パラメータ.....	174
その他パラメータ.....	176
パラメータの消去.....	177
Simple モード.....	178
Advanced モード.....	179
統計値表示.....	180
ヒストグラム表示.....	181
トレンド表示.....	181
トラック表示.....	182
Config.....	183
振幅の条件.....	183
スレッショールド.....	184
Display Mode (Advanced モードのみ).....	184
ゲート設定.....	184
デジタルチャンネル.....	186
設定項目.....	187
T3-DALS-16-LS (オプション).....	188
デジタルプローブの接続.....	188
デジタルチャンネルを使った捕捉.....	190
チャンネルとバスの表示について.....	190

各チャンネルのオン/オフとラベル編集	191
デジタルチャンネルのスレッシュホールド	192
バス表示	192
表示設定	194
設定項目	194
パーシスタンス	195
メニュー表示の設定	196
メニュー表示時間の設定	196
メニューの配置設定	196
波形表示エリアの設定	197
波形表示スタイル	197
グリッドタイプ	197
波形の輝度	198
グリッドの輝度	198
トレースの色	198
軸ラベルの表示	199
保存と呼び出し	200
設定項目	200
保存データの種類	203
画像イメージ	205
バイナリ形式波形データ	206
CSV と Matlab データ	212
ファイルマネージャ File Manager	213
ツリービューペイン	213
メインペイン	214
ツールバー	214
保存と呼び出し手順	215
ファイル操作	216

File Converter Tool.....	218
ユーティリティ	219
設定項目.....	219
システム情報の表示.....	220
System Settings	220
言語	220
Reference Pos 設定.....	221
スクリーンセーバ.....	221
ビープ音	222
Auto Power On	222
時計の調整	222
I/O インターフェース設定	223
LAN Config	223
ソフトウェアオプション	224
メンテナンス	225
自己校正	225
ファームウェアアップデート	226
セルフテスト	227
Quick Cal	229
サービス.....	230
Web	230
SMB File Share	230
ユーザ定義ボタン	232
Save ボタン	232
Quick Action ボタン	232
マスクテスト	234
設定項目.....	235
波形からマスクを作成し、マスクテストを実行する手順.....	235
Mask Editor	237
電源解析	240

Power Quality.....	241
Current Harmonics.....	243
Inrush Current.....	246
Switching Loss.....	249
Slew Rate.....	252
Modulation.....	254
Output Ripple.....	255
Turn On/Turn Off.....	256
Transient Response.....	258
PSRR.....	260
Power Efficiency.....	263
SOA.....	265
波形イベント検索.....	267
波形イベント検索設定項目.....	267
設定手順.....	268
結果表示とナビゲート機能.....	269
ヒストリ機能.....	270
設定項目.....	271
設定手順.....	271
ナビゲート.....	273
設定項目.....	273
時間ナビゲート.....	274
ボード線図 (Bode Plot).....	275
設定項目.....	275
Configuration ダイアログ.....	277
Profile Editor の設定方法.....	279
表示設定.....	280
データ解析.....	280
負帰還回路の安定性解析例.....	283
任意波形発生器 (オプション).....	285
設定項目.....	285

任意波形の選択.....	287
ゼロ調整.....	288
出力インピーダンス.....	288
波形出力.....	288
カウンタ.....	289
設定項目.....	290
リモートコントロール.....	291
Telnet 使用例.....	291
USBTMC、または VXI-11 のリモート接続確認.....	292
USB(USBTMC)経由.....	292
LAN (VXI-11) 経由.....	293
内蔵 Web サーバー.....	294
トラブルシューティング.....	297
サービス & サポート.....	300
メンテナンス概要.....	300
製品の修理.....	301
お預かりから納品まで.....	301

安全情報

安全上のご注意

このセクションには、この計測器を正常かつ安全にお使い頂くために、守っていただかなければならない情報や注意事項が掲載されています。ユーザは安全に関する手順に従うことを要求され、さらにこのセクションで決められている安全に関する予防措置を守る事を要求されます。

付属の AC コードを使用する

この計測器には、モールドされた三極プラグを持つ AC パワーケーブルが付属しています。付属の AC コードにより、電源との安全な接続が可能になります。AC ケーブルのグランド端子は、計測器のフレームと直接接続されています。電気ショックによる危険を回避するには、AC コードのプラグが正しくアースされている必要があります。

信号グランド線を正しく接続する

付属プローブの GND 端子や本製品の筐体、BNC コネクタ、電源ケーブルの GND 線は全て共通に接続されています。付属プローブの GND などに高い電圧を接続するとショートする可能性があります。また電源ケーブルに 2P-3P 変換を接続して、フローティングされた状態で測定した場合、ユーザが筐体に触った時点でユーザの体を通して電流が流れる可能性があります。とても危険です。

全ての端子の最大定格を確認する

火災や感電を避けるために、機器のすべての定格と注意・警告の指示を確認してください。本器を接続する前に、本書をよくお読みになり、評価についての詳細をご確認ください。

適切な過電圧保護を使用する

過電圧（雷雨など）が発生しないようにしてください。そうしないと、感電の危険があります。

静電気防止

静電気放電による保護のため、静電気による損傷を避けるために使用してください。接続する前に、必ず静電気を放電するために、ケーブルの内部導体と外部導体の両方を接地してください。

換気し続ける

換気が不十分な場合、製品温度が上昇し、最終的に機器が損傷することがあります。この機器は内部ファンと通気孔により強制空冷を行っています。本オシロスコープの通気孔を遮らないよう注意してください。

露出した回路またはコンポーネントとの接触を避ける

電源が入っている露出した回路に触れないでください。

カバーを開けない

製品のカバーを開ける、又は内部の部品を取り外さないでください。

機器の故障が疑われる状態で動作させない

機器に損傷が生じていると思われる場合は、その後の操作の前に弊社サービスに点検を依頼してください。特に回路やアクセサリのメンテナンス、調整、交換は Teledyne Test Tools の資格を持ったエンジニアが行う必要があります。

高い湿度環境で動作させない

装置内部の短絡や感電を避けるため、高湿度環境下では使用しないでください。

爆発性雰囲気では使用しないでください。

装置の損傷または人身傷害を避けるために、可燃性ガスが空気中にある状態や粉塵が舞うような場所での機器の仕様は避けてください。爆発性雰囲気から遠ざけることは重要です。

製品の表面を清潔で乾燥した状態に保つ。

空気中のほこりや湿気の影響を避けるために、機器の表面は清潔で乾燥した状態に保ってください。

安全対策

パネル上のボタン、ノブのインターフェース、およびその他の部品への損傷を避けるために、輸送中は慎重に取り扱ってください。

製造元の仕様を満たすプローブアセンブリのみを使用しなければならない

2X / ... / 10000X プローブアセンブリを使用する場合、プローブアセンブリは、二重または強化絶縁によって測定回路から絶縁されていなければなりません。

すべてのプローブアセンブリは、プローブの安全規格 UL 61010-031 および CAN / CSA-C22.2 No. 61010-031-07 の要件を満たす必要があります。

製造業者が指定しない方法で機器が使用される場合、機器によって提供される保護が損なわれる可能性があります。

高圧差動プローブなどを使用せずに主電源回路に直接接続しないでください。マニュアルに記載された最大電圧を超える測定には使用しないでください。また最大過渡電圧で 1300V を超えてはいけません。

安全に関する用語と記号

このマニュアルの用語。このマニュアルには次の用語が含まれています。

	警告文は、けがや人命の喪失につながる可能性のある状態または慣行を示しています。
	この記号は、感電の危険性を警告します。
	この記号は、測定接地接続を示すために使用されます。
	この記号は、安全接地接続を示すために使用されます。
	この記号は、スイッチがオン/スタンバイ スイッチであることを示します。スイッチを 1 回押すと、オシロスコープの状態が動作状態とスタンバイ状態に切り替わります。このスイッチはデバイスの電源を切

	断しません。オシロスコープの電源を完全にオフにするには、オシロスコープがスタンバイモードになった後、AC コンセントから電源コードを抜く必要があります。
WARNING	「注意」記号は潜在的な危険を示します。手順、慣行、または条件に従う必要があります。手順、慣行、または条件に従わない場合、機器に損傷が発生する可能性があります。注意が示されている場合は、その条件を十分に理解し、満たしている場合にのみ続行してください。
CAUTION	「警告」記号は潜在的な危険を示します。従わない場合、人身傷害または死亡につながる可能性のある手順、慣行、または条件の遵守が必要です。警告がマークされている場合は、その条件を十分に理解し、満たしている場合にのみ続行してください。

このような記号が製品に記載されていることが判明した場合は、マニュアルを参照して、潜在的な危険の性質と措置を確認してください。

環境

本製品は測定器に適用される安全規格 EN61010-1 に準拠しています。また次の仕様にも準拠しています。

CISPR11/EN55011：装置から放射または伝導する妨害波が許容範囲かを示す EMI 仕様

クラス A (全ての環境) ,グループ 1 (妨害波は内部で発生)

放射：150kHz – 30MHz、伝導：1.30MHz – 1GHz

IEC/EN61000-4-2：主に帯電した人体が触れた時に発生する静電気に対する耐性

4kV：直接放電、8kV：気中放電

IEC/EN61000-4-3：主に放送や通信の電波に対する耐性

10V/m：80MHz～1GHz、3V/m：1.4GHz～2GHz、1V/m：2GHz～2.7GHz、

IEC/EN61000-4-4：主に電力供給システムから来る他の装置からの電源閉開のバーストやチャタリングに対する耐性

電源ポートに 2kV

IEC/EN61000-4-5：主に電力システムの切り替えや雷などで発生するサージに対する耐性

線間：1kV、コモンに対して：2kV

IEC/EN61000-4-6：主に電源やケーブルを伝導する低周波の妨害波に対する耐性

3V、0.15～80MHz

IEC/EN61000-4-11：電力供給システムの短時間の電圧低下や瞬停に対する耐性(/は AC50/60Hz)

電圧ディップ：振幅 0%—1 周期、振幅 40%—10/12 周期、振幅 70%—25/30 周期

短時間停電：250/300 周期

注意) 上記は事務用オフィスで使用することを想定した仕様です。特殊な環境は想定していません。特殊な環境でのみ発生する不具合は弊社で対処できません。お客様側で対処していただく必要があります。

温度

動作時：0°C～+ 40°C

非動作時：-30°C～+ 70°C

湿度

動作時：+30°C以下では 5%～90%RH（非結露）、上限+50°Cでの 50%RH まで低下

非動作時：5%～95% RH（結露なし）

WARNING



機器内部のショートや感電を避けるため、湿気が多い環境では使用しないでください。

高度

動作時: 3,000m 以下

非動作時: 15,000m 以下

設置カテゴリ（または過電圧カテゴリ）

設置カテゴリはが接続できる AC 電源の接続先を示します。本製品は、設置カテゴリ II(室内の壁コンセント)に準拠した電源から給電してください。

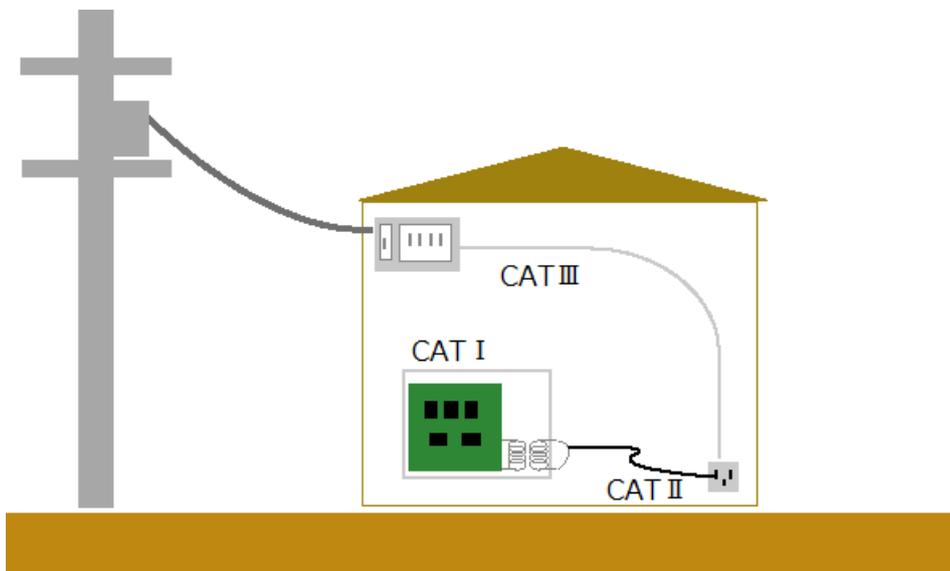
WARNING



過度電圧（雷など）が製品に届かないようにしてください。そうしないと、感電の危険があります。

設置カテゴリの定義

設置カテゴリは安全に関する規格です。AC 電源に接続された機器が落雷などの過渡的な高電圧のスパイクに対しても耐性が必要になります。設置カテゴリはその耐性に関する安全規格です。カテゴリの後に続く数字は電源を接続する場所による分類です。数値が高くなるにつれてより高電圧が発生しうる危険性のある場所を示し、その耐性を持っていることを意味します。



設置 CAT I は、室内の壁コンセントから電源を受けている機器がトランスなどで電力変換が行われ、2 次側に出力したレベルです。

設置 CAT II は、室内の壁コンセントから電源を受けている機器がトランスなどで電力変換する前のローカル配電レベルを指します。

換気の必要条件

このオシロスコープは冷却のためにファンを使用します。吸排気部に障害物がないこと、空気の流れがあることを確認してください。ベンチトップまたはラックの設定でオシロスコープを使用する場合は、適切な換気のために、装置の上下左右に少なくとも 15cm のクリアランスを設けてください。

WARNING 換気が不十分な場合、温度が上昇して装置が損傷する場合があります。そのため、使用中に本器を十分に換気し、定期的にファンを点検してください



一般的なケアと清掃

長時間、直射日光の当たる場所に放置しないでください。

WARNING 機器やプローブの損傷を防ぐため、霧、液体、または溶剤に入れてください



清掃

以下の手順を実行して、装置の動作状態に応じて定期的に清掃してください。

1. 電源をすべての電源から切り離し、柔らかい布で拭いてください。
2. 機器の外側のほこりや柔らかい布でプローブを拭きます。LCD を掃除するときは、傷つけないように注意してください。

WARNING



機器やプローブの表面に損傷を与えないように、腐食性の液体やケミカルクレンザーは使用しないでください

WARNING



短絡や人身事故を避けるために、機器を完全に乾かしてから再起動してください。

測定端子の定格

IEC / EN 61010-031 : 2015 に準拠した定格測定カテゴリはありません。この製品の測定端子は、主電源に直接接続することはできません。

- アナログチャンネル (C1-C4)

入力カップリングにより最大入力耐圧が異なります。

1MΩ	Max < 400 V pk (DC + peak AC) DC - 10 kHz.
-----	--

AC 電源

入力電圧と周波数：50/60Hz(+/-5%) 100-240 Vrms (+/-10%)に対応します（電圧自動認識）。

消費電力：最大 80W、代表値 40W、スタンバイ 4W

IEC / EN 61010-1 : 2010 CAT II に準拠し、建物の壁コンセントから利用することを目的とした機器です。

取り付けられているアクセサリ (デジタルプローブ、AWG) に応じて、機器は最大 80 W の電力を消費する可能性があります。

注意) 本製品は事務用オフィスのコンセントから電源を供給することを想定しています。特殊な環境では正しい測定ができない可能性があります。このような場合、別途お客様側で対処していただく必要があります。弊社では事務用オフィスのコンセントでは問題が発生しないケースでは対応することができません。

注意) UPS (無停電電源) を使用する場合は十分な消費電力を出力でき、正弦波で出力できる製品を使用してください。

納入時のチェック

1. 輸送による損傷をチェック

製品がお手元に届きましたら、ご購入いただきました製品のモデルやオプションをご確認いただき、製品の動作に問題がないことをご確認いただくまで梱包箱やクッション材は保管しておいてください。

荷送人または運送業者は、出荷に起因する機器の損傷の責任を負うものとします。弊社は、輸送中の損傷に対して機器の交換や無償修理の責任を負いません。

2. 製品のチェック

損傷、欠陥、または故障の場合は、弊社営業担当者にご連絡ください。

3. 付属品のチェック

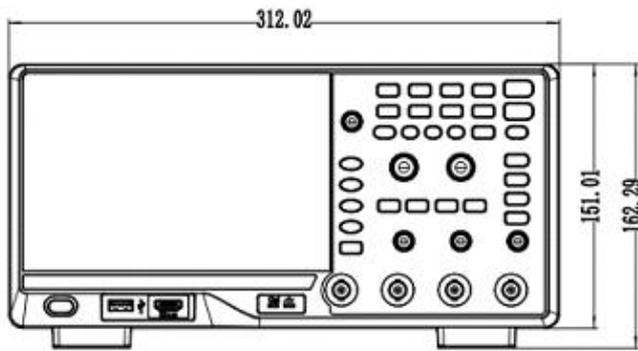
付属品を確認してください。付属品が不完全または損傷している場合は、弊社営業担当者に連絡してください。

T3DSO700HD 標準アクセサリ

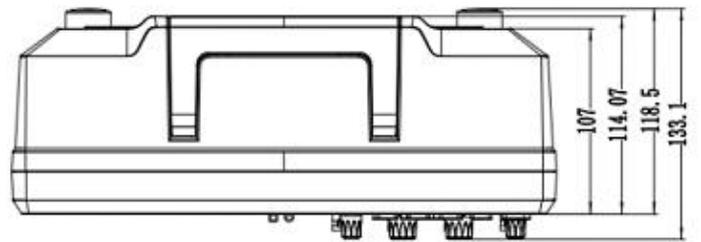
- パッシブプローブ 4本
- USB ケーブル
- 電源コード (3種類)
- クイックスタートガイド (英文)
- 校正証明書 (データは含まれません)

基本操作

製品の寸法



フロント



トップ

重量：2.6kg

フットを調節する

フットを適切に調整してオシロスコープを上向きに傾けると、画面の見やすさや機器の操作が容易になります。



注意) オシロスコープは通気口を塞くような障害物のない、安定した机などにおいてください。

電源操作

オシロスコープは、100-240 V、50 / 60Hz または 100-120 V、400Hz の電源に対応しています。オシロスコープの電源接続には、付属の電源コードを使用してください。



電源ソケット



電源

電源ボタンを押すと、フロントパネルの全ての LED が一度点灯し、画面に Teledyne Test Tools のロゴが表示されます。若干のリレー音の後オシロスコープの画面が表示されます。起動中、電源の LED は白く点灯します。起動の状態はシャットダウンした時の設定と同じになります。

注意) 精度の高い測定をするために、オシロスコープの内部温度が安定するまで使用前 30 分程度はこのままにしてください。また 30 分経過後、「Default」ボタンを押して初期化してから、メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチし、メニュー内の[Maintenance]→[Self Calibration]をタッチして、自己校正を行ってください。

終了時はメニューバーの[Utility]→[Shutdown]を選択してシャットダウンします。

注意)オシロスコープはシャットダウン後スタンバイモードになり、スタンバイ消費電力は約 4W です。オシロスコープが電力を消費し続けることを望まない場合は、電源ケーブルを取り外してください。

フロントパネル



NO.	説明
A	7 インチ静電容量式タッチパネル・ディスプレイ(1024×600)
B	フロントパネル
C	電源スイッチ
D	USB ホスト(USB2.0 メモリ、キーボード、マウス、T3DSO-FGMOD 用)
E	16ch MSO デジタルプローブ用入力端子(T3-DALS-16)
F	プローブ補償用信号源 (矩形波 1KHz 0-3V) ,および GND 端子
G	アナログ入力端子 最大入力電圧： $1M\Omega \cong 400Vpk(DC+AC)$
H	フット (脚を立てることで画面の向きを見やすいように傾けることができます)

注意) タッチパネルに保護用のフィルムを取り付けることで反応しない場合があります。またタッチパネルはノイズなどの環境要因により誤動作する場合があります。その場合は USB のマウスなどで操作してください。

注意) USB ハブを経由しての接続は対応していません。キーボードやマウスに他の USB 機器用の端子を持つものも対応していません。

注意) USB メモリのフォーマットは FAT32、または FAT16 のみ利用可能です。ハードディスクで使用される NTFS などのフォーマットには対応していません。

注意) USB3.x 対応 USB メモリは USB2.0 として完全な互換性を持っていない製品があり、認識できない場合もあります。



フロントパネルは、ソフトウェアメニューを開かなくても基本機能を操作できるように設計されています。フロントパネルにあるボタンやノブは、タッチスクリーンディスプレイに表示されるメニューでも操作可能ですが、より敏速に操作が行えます。

フロントパネルのすべてのノブは回転するだけでなく、押すこともできます。ノブを押すと、特定の機能がすばやく実行されます。押した時に実行される機能はボタン下のシルクスクリーンで示されます。

水平軸



A : 水平スケールノブ

時間軸のスケールを調整します。時計回りに回すとスケールの時間が短く、反時計回りに回すとスケールの時間が長く設定されます。アクイジションを停止した状態でノブを回すと、すべてのチャンネルの波形が拡張モードまたは圧縮モードで表示され、画面右下の **Timebase** にタイムベースの情報がそれに応じて変更されます。

ノブを押すとズームで表示させることができます。またズーム状態でノブを押すと、ズームと元波形の選択ができます。

B : Zoom

Zoom 機能を有効/無効にします。詳細は 51 ページを参照してください。

C : Roll

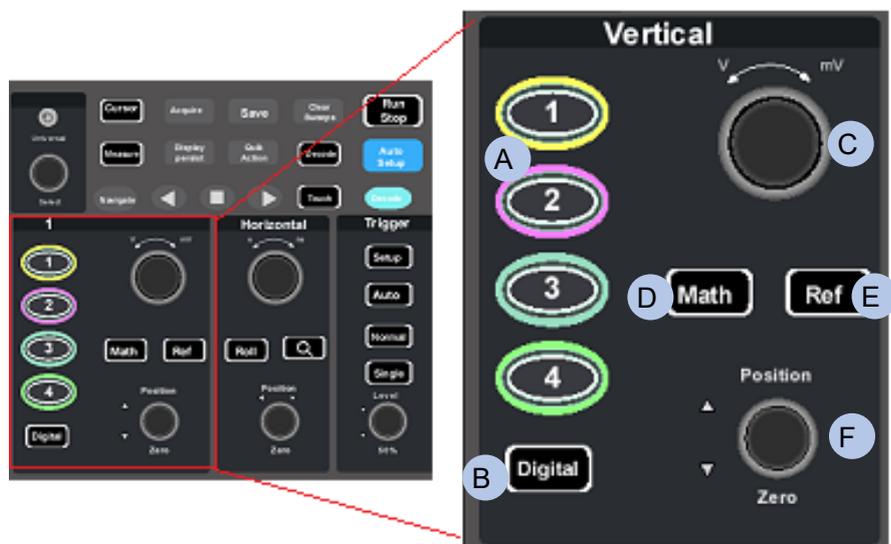
このボタンを押して、ロールモードに入ることができます。対応する時間軸範囲は $50\text{mS}/\text{div}$ — $1000\text{S}/\text{div}$ です。ボタンを押すと、自動的に対応する時間軸に切り替わります。

D : 水平ポジションノブ

波形を左右に移動します。これは画面上にトリガ・ポイントを配置することと同じになります。画面中央にトリガが重なる位置が基準です。変更中、すべてのチャンネルの波形が左右に移動し、画面の右下の **Timebase** にトリガ位置の値が表示されます。ノブを押すと、トリガ位置をすばやく画面中央にリセットします。

詳細は 49 ページを参照してください。

アナログチャンネルの垂直軸



- A : チャンネル選択ボタン** アナログチャンネルのオン/オフや非アクティブになっているチャンネルをアクティブにすることができます。アクティブなチャンネルはメニューが表示させます。
- B : Digital** デジタル波形の表示をオン/オフとデジタルチャンネルのメニューを表示します。詳細は 186 ページを参照してください。
- C : 垂直スケールノブ** 選択されているチャンネルの垂直スケールを調整します。スケールの情報は画面下側に並ぶ各チャンネルのディスクリプタボックスに表示されます。ノブを回した時の変化率は、このノブを押して変更することができます。
- D : Math** 演算機能のメニューを表示します。詳細は 140 ページを参照してください。
- E : Ref** 参照波形のメニューを表示します。参照波形は指定された波形を画面上に残して、他の波形と比較するために使用します。詳細は 136 ページを参照してください。
- F : 垂直ポジションノブ** 選択されているチャンネルの垂直位置を調整します。ポジションの情報は画面下側に並ぶ各チャンネルのディスクリプタボックスに表示されます。ポジションをリセットするには、ボタンを押します。

詳細は 40 ページを参照してください。

注意)各ボタンに組み込まれた LED はトレースの選択で点灯します。LED が点灯しているトレースに対して Vertical セクションのノブは機能します。

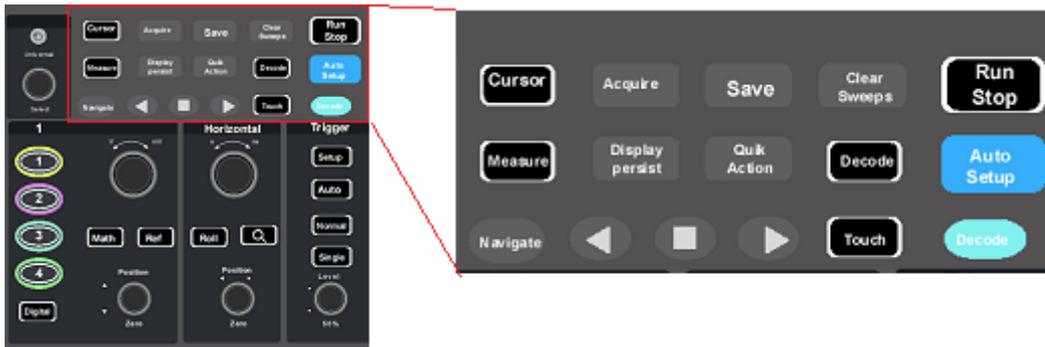
トリガ



- A : Setup TRIGGER 機能メニューに入ります。オシロスコープは豊富な高度なトリガ機能を備えています。
- B : Auto トリガモードをオートに設定します。
- C : Normal トリガモードをノーマルに設定します。
- D : Single トリガモードをシングルに設定します。
- E : トリガレベル・ノブ トリガレベルを調整します。トリガの情報は画面右下の Trigger ディスクリプタ ボックスに表示されます。
- ノブを押すと、トリガレベルを波形の 50%位置に設定します。

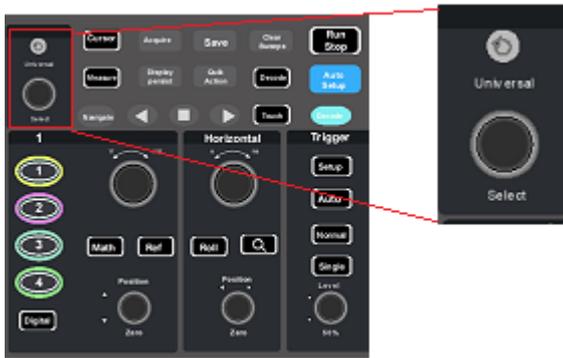
詳細は 66 ページを参照してください。

その他のボタン



- Run/Stop**
(詳細は 69 ページ)
波形捕捉を実行、または停止します。RUN 状態では、ボタンは緑色に点灯します。停止状態では、ボタンは赤色に点灯します。
- Auto Setup**
自動設定機能が動作します。オシロスコープは、有効にしているチャンネルだけを対象に、入力信号の状態をチェックします。信号が入力されている場合は、垂直軸や時間軸、トリガの設定を入力信号に合わせて調整され、トリガモードは **Auto** になります。
- Default**
設定を初期状態に戻します。
- Clear Sweeps**
測定メニューで統計値がオンになっている場合、統計値のデータをクリアします。またパーシスタンスが有効になっている場合は、パーシスタンス画像を一度リセットします。
- Decode**
低速シリアル信号の I2C, SPI, UART, CAN, LIN のデコードメニューを表示します。
- Touch**
タッチスクリーンを有効/無効にします
- Cursor**
(詳細は 163 ページ)
カーソルメニューを表示します。
- Acquire**
ピーク検出モード、シーケンスモード、XY 表示など捕捉メニューを表示します。
- Save**
(詳細は 232 ページ)
設定された形式で画像イメージをファイルに保存します。設定はメニューバーの [Utility] → [Save Button] をタッチします。
- Measure**
(詳細は 168 ページ)
自動測定メニューを表示します。
- Display / Persist**
パーシスタンス表示やメニュー表示などの設定メニューを表示します。
- Quick Action**
(詳細は 232 ページ)
ユーザ定義の機能を実行します。設定はメニューバーの [Utility] → [Quick Action] を押し、Quick Action メニューで設定します
- Navigate**
ナビゲーションメニューを表示します。

「Universal」ノブ



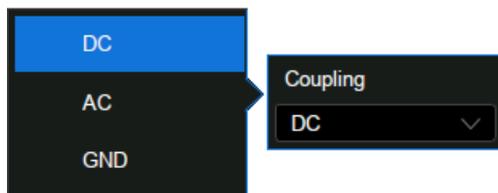
ノブが有効になるとLEDが光る

1. 波形強度の調整

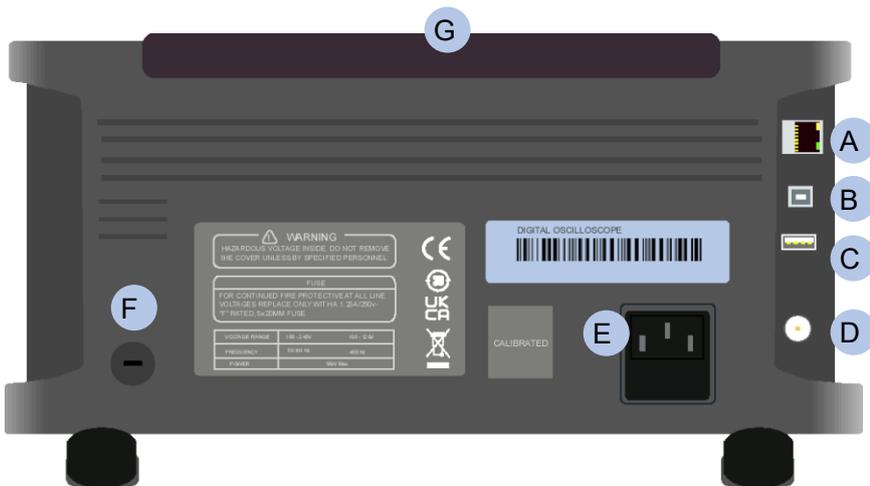
何も選択されていない状態でノブを回すと、波形強度の調整ができます。

2. メニュー内の選択

メニューの中で選択の移動に「Universal」ノブを使用できます。メニューを選択すると、次図のようにメニューの上に選択項目が表示されます。「Universal」ノブを回してカーソルを移動し、ノブを押して確定します。



リアパネル



A. LAN

100BaseT の LAN ポートです。主に 3つの目的で使用できます。

1. ネットワークを接続して、オシロスコープをリモートコントロールできます。プロトコルは VXI-11/Telnet/Socket に対応しています。
2. 内臓の Web サーバー機能が搭載されています。PC の Web ブラウザでオシロスコープの画面を定期的に更新しながら表示し、タッチパネルを操作するようにマウスでクリックすることでリモートコントロールすることができます。また PC に画面イメージや波形データの転送も可能です。(詳細は 294 ページ)
3. ネットワークドライブへのアクセス機能。ファイル保存する際に LAN に接続された PC が共有ドライブとして設定されていれば、その共有ドライブをマップして、波形ファイルや画像イメージを共有ドライブに保存することができます。(詳細は 230 ページ)

B. USB2.0 デバイス

USB2.0 のリモートコントロール用のポートです。プロトコルは USBTMC を使用しています。PC に接続した際に使用するドライバは National Instruments 社の NI-VISA を使用します。SCPI リモートコントロールコマンドに対応し、ユーザは USB 経由でオシロスコープをコントロールすることができます。

C. USB2.0 ホスト

USB2.0 メモリ、キーボード、マウス、T3DSO-FGMOD 用のポートです。USB メモリのフォーマットは FAT、および FAT32 以外認識しません。

D. AUX OUT

この BNC 端子はトリガ出力、または合否判定用です。3V のパルスを出力します(ハイインピーダンス負荷)。オシロスコープがトリガしたタイミング、または合否判定でテストパルスを出力します。

E. AC 電源コネクタ

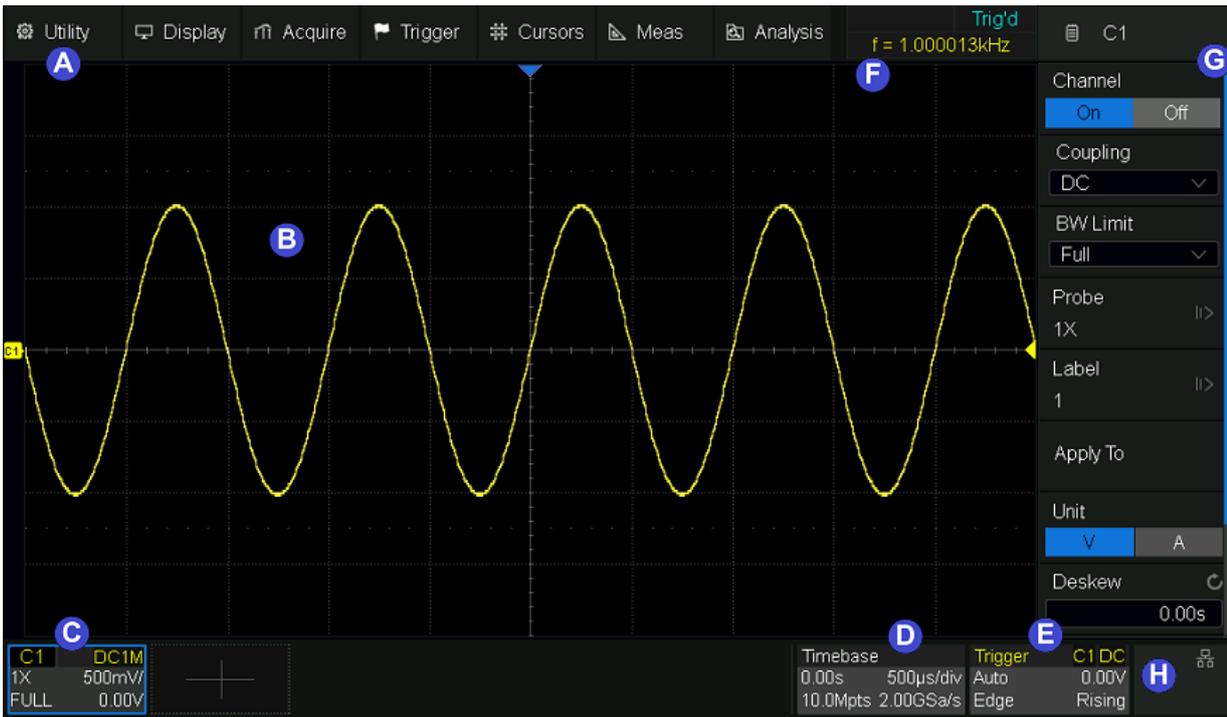
AC 電源入力コネクタ。本オシロスコープは 100-240 V、50/60/400 Hz に対応しています。オシロスコープへの接続は付属の電源コードを使用してください。

F. セキュリティーワイヤー用スロット

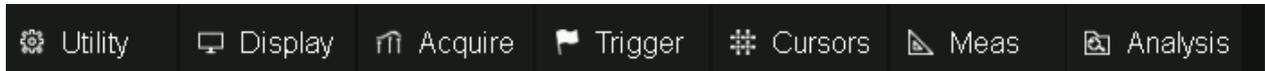
7mm × 3mm のスロット

G. ハンドル

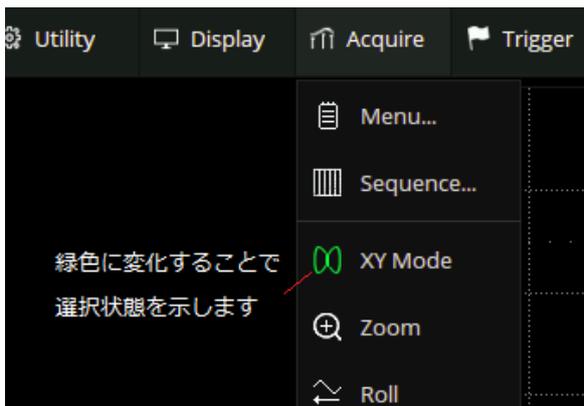
画面表示



A) メニューバー



メニューバーは全ての設定メニューへのアクセスを提供します。メニューのアイテムをタッチすると、サブメニューが表示され、サブメニューのアイテムが選択されると、アクションの実行や画面の右に設定メニューが表示されます。いくつかのサブメニューはアイコンが緑色に変化し、モード選択状態を示します。



設定メニューへのアクセスはメニューバー以外にもフロントパネル内のボタンや各ディスクリプタラベルのタッチでアクセスすることができます。

● メニュー項目

メニュー		説明
Utility	Menu	UTILITY メニューを表示
	Save/Recall	SAVE メニューを表示
	Save Button	Save ボタンの動作を選択するメニューを表示
	Quick Action	Quick Action ボタンの動作を選択するメニューを表示
	Wave Gen	AWG メニューを表示
	Print	USB メモリへ画像イメージ保存
	Reboot	再起動
	Shutdown	システム終了
Display	Menu	DISPLAY メニューを表示
	Persist	パーシスタンスの On または Off
	Clear Display	表示トレースをクリア
	Full Grid	波形表示エリアをグリッドで表示
	Light Grid	波形表示エリアを中央と枠線のみ表示
	No Grid	波形表示エリアを枠線のみで表示
Acquire	Menu	ACQUIRE メニューを表示
	Sequence	シーケンスモードの On または Off と SEQUENCE メニュー表示
	XY Mode	XY モードの On または Off
	Zoom	Zoom モード On または Off
	Roll	Roll モード On または Off
	Clear Sweeps	クリアスイープ
	RunStop	Run モードの変更。Run または Stop
	Auto Setup	オートセットアップの実行
	Default	工場出荷時設定の呼び出し
Trigger	Menu	TRIGGER メニューを表示
	Auto	トリガモードを Auto に設定
	Single	トリガモードを Single に設定
	Normal	トリガモードを Normal に設定
	Force	トリガの強制実行
Cursors	Menu	CURSORS メニューを表示
	X	Manual カーソル時にタイプを X に設定
	Y	Manual カーソル時にタイプを Y に設定
	X-Y	Manual カーソル時にタイプを X-Y に設定
Measure	Menu	MEASURE メニューを表示
	Simple	Simple モードの選択
	Advanced	Advanced モードの選択
Analysis	Search	SEARCH メニューを表示
	Navigate	NAVIGATE メニューを表示
	History	HISTORY メニューを表示
	Decode	DECODE メニューを表示
	Mask Test	MASK TEST メニューを表示
	Bode Plot	BODE PLOT メニューを表示
	Power Analysis	POWER ANALYSIS メニューを表示
	Counter	COUNTER メニューを表示

B) 波形表示エリア

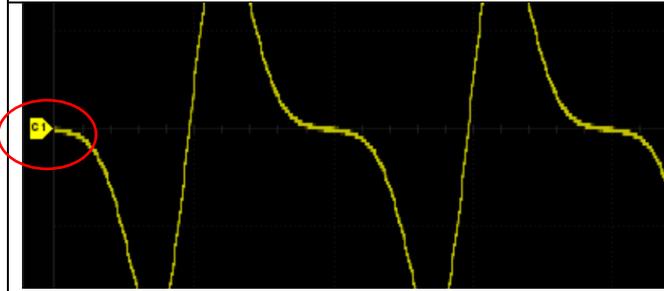
波形表示エリアは垂直 8 目盛と水平 10 目盛に分けられたグリッドが表示されます。グリッドの 1 つの目盛りは Div と呼び、時間軸や垂直軸の設定はこの Div を基準としています。例えば、Time/Div が 100ms/Div に設定している場合、水平に 10Div あるため、画面に表示されている時間は $100\text{ms} \times 10\text{Div} = 1$ 秒です。



波形表示エリアの設定は、メニューバーの [Display] → [Menu] から設定します。ディスプレイメニューはグリッド、ボタン、波形の表示強度やパーシスタンス表示の設定が用意されています (194 ページ参照)。

波形表示エリアの周囲には波形の捕捉条件などを示すインジケータが配置されます。インジケータにはディレイ、トリガレベル、波形の 0V の位置が示されます。

	<p>トリガレベル</p> <p>トリガレベルはトリガのレベルを表すグリッド右側に配置される色分けされた三角形のラベルです。この色はトリガで選択されているチャンネルの色で表示されます。トリガレベルの値は Trigger ディスクリプタラベルに表示されます。</p> <p>トリガレベルはフロントパネルの Trigger セクションの「Level」ノブを回すことで変更できます。</p>
	<p>トリガディレイ</p> <p>これはグリッド上端に配置された青色の三角形のインジケータです。トリガディレイは水平軸上のトリガ位置を示しています。このインジケータよりも左側にある波形はトリガ発生前の時間の信号を意味し、プリトリガと呼ばれます。このプリトリガは画面の右端が最大となります。トリガインジケータより右側にある波形はポストトリガと呼ばれます。ポストトリガは画面の左端より長く設定することができます。このトリガディレイはフロントパネルの Horizontal セクションの下側のノ</p>

	<p>ズで調節することができます。</p> <p>波形の0Vレベル</p> <p>各波形のゼロ電圧のレベルを表すグリッド左側に配置される色分けされたラベルです。オフセットの設定が変更されると、ゼロ電圧レベルが移動します。オフセット電圧は各チャンネルのディスクリプタラベルに値が表示されます。</p>
---	---

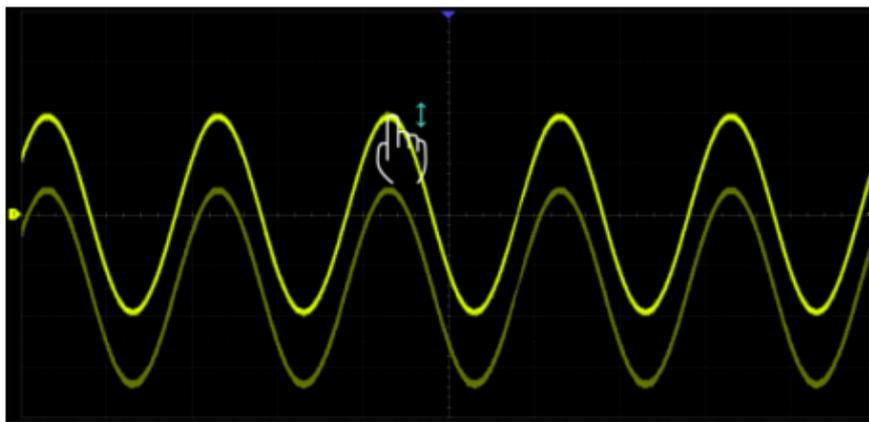
タッチスクリーン操作

T3DSO700HD は波形表示エリア上でいくつかのタッチスクリーン操作が可能になっています。

- オフセットのドラック操作

選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて上下にドラックすると、波形のポジションを移動することができます。

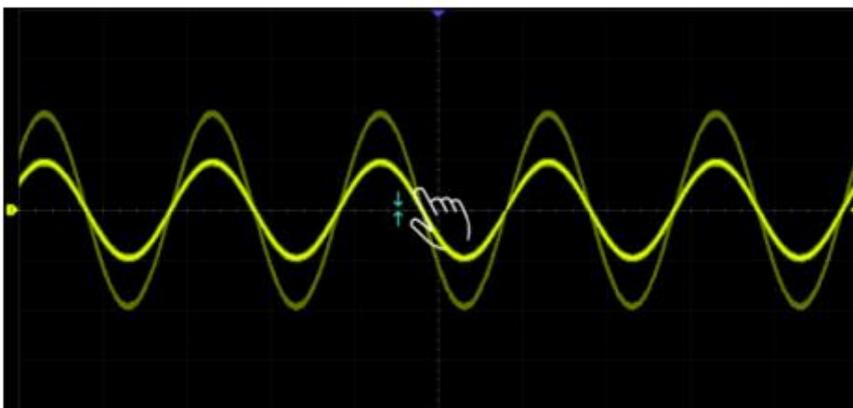
注意) トレースの選択はチャンネルディスクリプタなどをタッチしてください。



- Volt/Div のピンチ操作

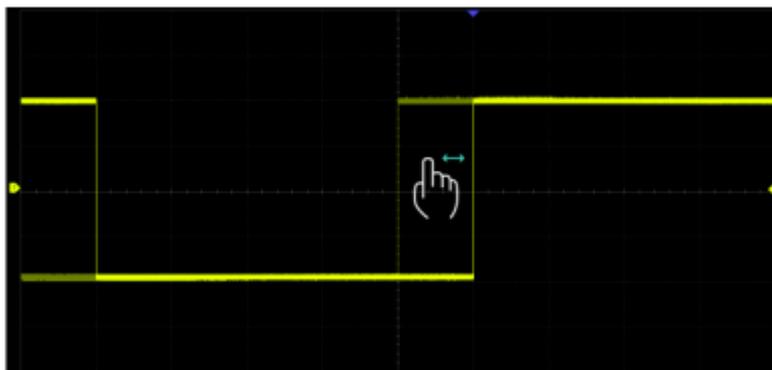
選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて上下方向にピンチ操作（つまむような操作）すると、波形の Volt/Div を変更することができます。

注意) トレースの選択はチャンネルディスクリプタなどをタッチしてください。



- 水平方向のドラック操作

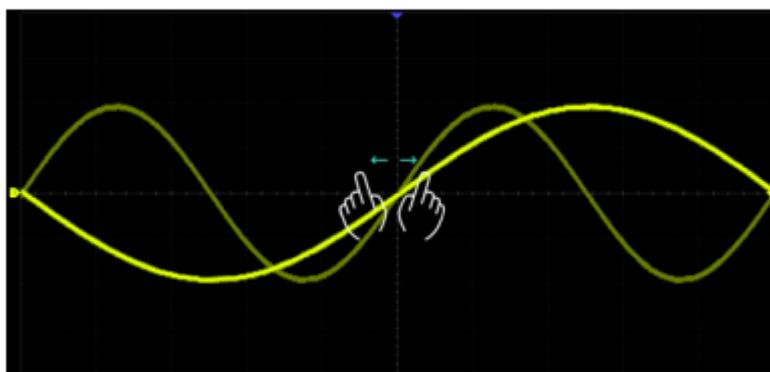
選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて左右方向にドラック操作すると、波形を移動することができます。



- Time/Div のピンチ操作

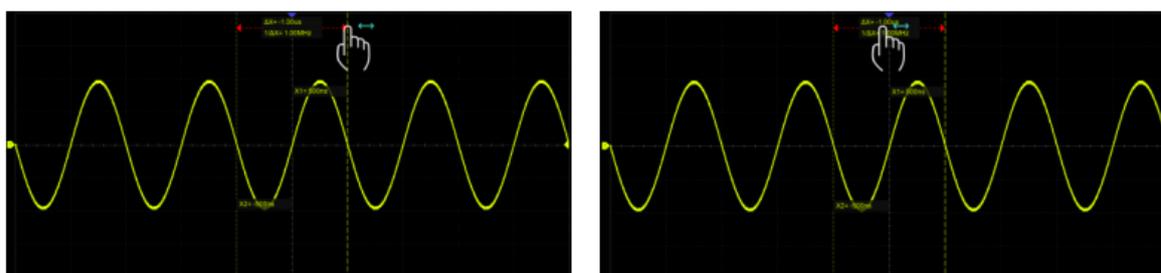
選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて左右方向にピンチ操作（つまむような操作）すると、波形の Time/Div を変更することができます。

注意) トレースの選択はチャンネルディスクリプタなどをタッチしてください。



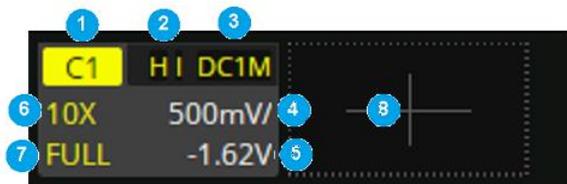
- カーソルの移動

カーソルが表示されている状態でカーソルのラインをタッチしてドラックすると選択したカーソルを移動することができます。また、カーソルの情報が表示されている部分をタッチして移動すると、カーソルのペアを移動することができます。

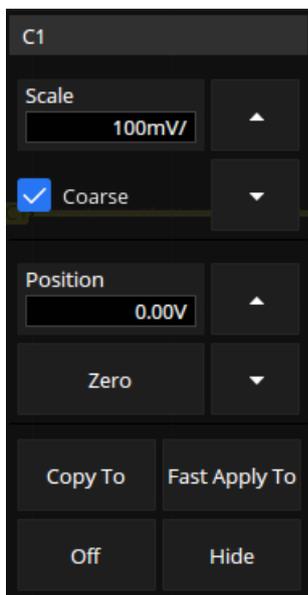


C) チャンネルディスクリプタ

グリッドの下に表示される矩形のボックス内にチャンネルの各種情報が表示されたものをチャンネルディスクリプタと呼びます。ディスクリプタにはステータス情報が表示されます。



チャンネルディスクリプタをタッチすると、画面右側に表示される⑧のメニュー表示と、次のクイックダイアログが表示されます。クイックダイアログを使って簡単にチャンネルの設定を変更できます。クイックダイアログやメニューを閉じたい場合には波形表示エリアをタッチしてください。



- ① チャンネル表示
- ② ステータス

表示	説明
H	トレースが非表示されていることを示します
I	トレースが反転表示されていることを示します

- ③ カップリング

表示	説明
DC1M	DC カップリング、入力インピーダンス 1MΩ
AC1M	AC カップリング、入力インピーダンス 1MΩ
GND	GND カップリング

- ④ 垂直スケール(Volt/Div)

波形表示エリアは垂直方向に 8 分割されています。垂直スケールはその分割された一つの大きさを示しています。例えば、垂直スケールが 1.00 V / div の場合、オシロスコープのフルスケールは $1.00 \text{ V / div} * 8 \text{ div} = 8\text{V}$ です。

- ⑤ 垂直オフセット

垂直方向のチャンネルのオフセットを示します。垂直オフセットが0の場合、チャンネルオフセットインジケータは垂直軸の中央にあります。

⑥ プローブ減衰率

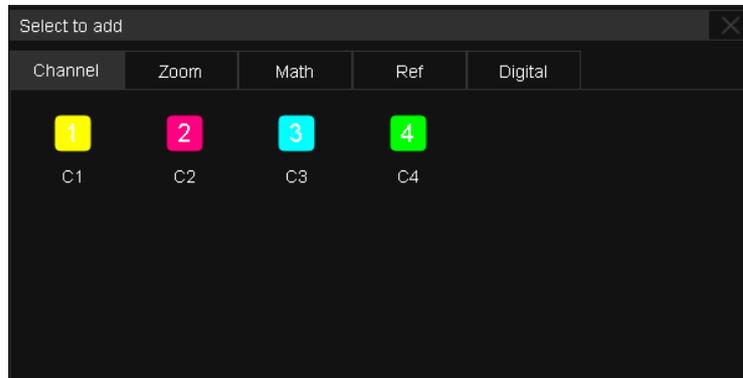
1X、10X、100X などプローブに合わせて選択します。パッシブプローブでは 10X を選択します。

⑦ 帯域制限

表示	説明
Full	帯域制限がオフ状態です
20M	20MHz の帯域制限

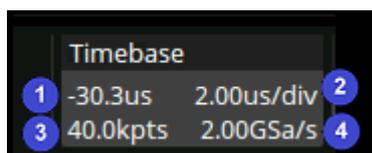
⑧ トレースの追加

チャンネルディスクリプタの隣にある[+]をタッチすると、次のメニューが表示され、トレースを追加することができます。

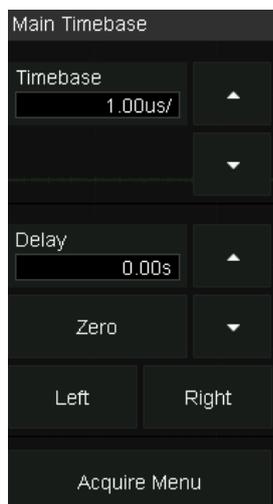


D) タイムベースディスクリプタ

グリッドの下に表示される **Timebase** の矩形ボックス内はタイムベースディスクリプタと呼びます。タイムベースディスクリプタには時間軸の情報が表示されます。



タイムベースディスクリプタをタッチすると、次のクイックダイアログが表示されます。クイックダイアログを使って簡単に時間軸設定を変更できます。クイックダイアログやメニューを閉じたい場合には波形表示エリアをタッチしてください。



① トリガディレイ

トリガ位置の時間オフセットを示します。トリガディレイが0の場合、波形表示エリアの上端に表示されるトリガディレイのインジケータが水平軸の中央にあります。

② 時間軸スケール

波形表示エリアは水平方向に10分割されています。時間軸スケールはその分割された一つの大きさを示しています。例えば、スケールが500μs/divの場合、各グリッドの時間は500μsであり、オシロスコプの捕捉時間範囲は500μs/div * 10div = 5msです。

③ サンプルポイント

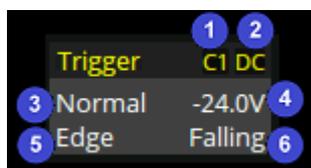
画面に表示されている波形が構成されているサンプルの数を示します。

④ サンプルングレート

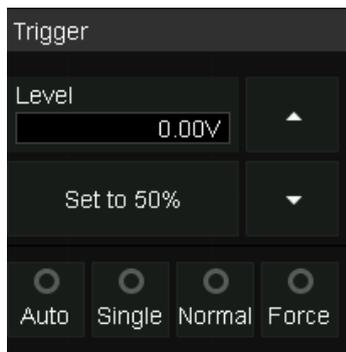
現在のサンプルング速度を示します。

E) トリガディスクリプタ

グリッドの下に表示される Trigger の矩形ボックス内はトリガディスクリプタと呼びます。トリガディスクリプタにはトリガの情報が表示されます。



トリガディスクリプタをタッチすると、画面右側に表示される④のメニュー表示と、次のクイックダイアログが表示されます。クイックダイアログを使って簡単にトリガの設定を変更できます。クイックダイアログやメニューを閉じたい場合には波形表示エリアをタッチしてください。



① トリガソース

表示	説明
C1, C2, C3, C4	アナログ入力チャンネル
AC Line	商用電源の信号
D0~D15	デジタル入力

② カップリング

表示	説明
DC	DC カップリング
AC	AC カップリング
HFR	ローパスフィルタで高周波を除去し、低周波の信号だけで安定してトリガします
LFR	ハイパスフィルタで低周波を除去し、高周波の信号だけで安定してトリガします

③ 捕捉モード

表示	説明
NORMAL	トリガ条件に一致した場合だけトリガします。トリガ後波形を更新し、再度トリガ待ちに戻ります。
AUTO	トリガ条件に一致した場合トリガしますが、条件に一致していない場合でも時間が経過すると自動的にそのときの波形を更新します。入力信号が不明な場合に状態を確認するために使用します。
SINGLE	トリガ条件に一致した場合だけトリガします。トリガ後に波形を更新し、STOP モードに移行します。
FORCE	トリガを強制実行します。実行後はそれ以前のトリガに戻ります。AUTO モードで FORCE トリガした後は AUTO に戻りますが、Single モードは実行後 STOP モードに移行します。
STOP	波形の更新が停止していることを示します。

④ トリガレベル

トリガの垂直方向の閾値を示します。画面中心から+4div から-4div の範囲で移動することができます。移動はフロントパネルの Trigger セクションにある「Level」ノブで調整します。トリガタイプにより2つの閾値がある場合には「Level」ノブを押して、選択されている閾値を変更します。現在の選択状態はトリガディスクリプタ内のトリガレベル値の左側に L、または H で選択状態が示されます。

⑤ トリガタイプ

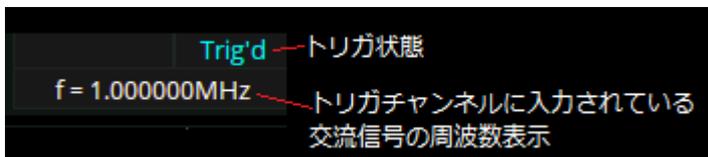
表示	説明
Edge	トリガレベルを通過するエッジでトリガ
Slope	2つのスレッシュホールドを通過するエッジの時間でトリガ
Pulse	パルス幅の時間でトリガ
VIDEO	ビデオ信号でトリガ
Window	電圧レベルの範囲を上、または下に超えた場合にトリガ
Interval	信号周期の時間でトリガ
Dropout	信号に変化がない状態が続いた時間でトリガ
Runt	2つのスレッシュホールド範囲外にある信号が1つのスレッシュホールドを通過し、2つめのスレッシュホールドを通過せずに戻り1つめのスレッシュホールドを通過するとトリガ
Pattern	複数チャンネルの信号レベルの組み合わせによりトリガ
Serial	シリアル信号のデータに対してトリガ

⑥ スロープ

トリガタイプにより表示が異なりますが、Edge トリガは Rising, Falling, Alternating、Pulse トリガは Positive, Negative などに表示されます。

F) トリガ状態インジケータ

水色の文字で表示される状態はトリガの状態を示しています。下の f= の値はトリガのソースチャンネルで測定された交流信号の周波数を示します。これはトリガがかからない場合に交流信号が流れている状態かどうかを知ることでトリガ条件による問題か信号による問題かを判断するのに役立ちます。



表示	説明
Arm	捕捉が開始され、トリガ準備できるまで表示されます。
Ready	Normal や Single モードでトリガ信号を受け入れる準備ができたことを示します
Auto	Auto モードでトリガ信号を受け入れる準備ができたことを示します
Trig'd	トリガされたことを示します
Stop	停止状態

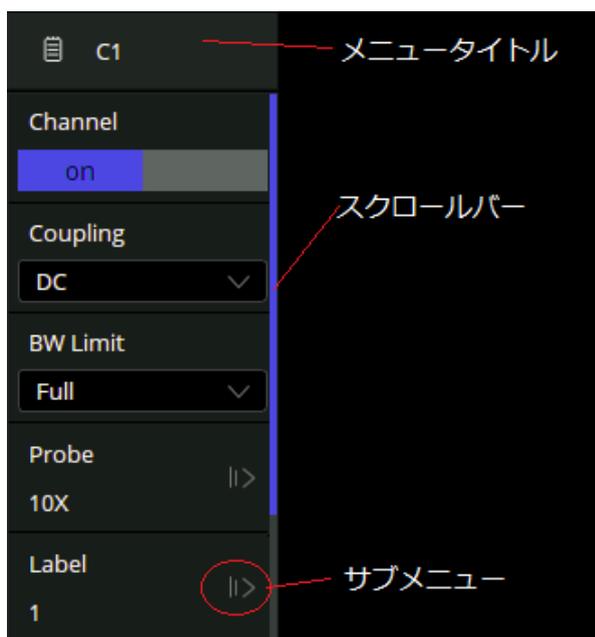
G) 設定メニュー

メニューバーやフロントパネルのボタンなどから設定メニューを表示することができます。現在選択状態のメニューのタイトルが一番上に表示されます。メニューはメニュータイトルをタッチすることで閉じることができます。再度メニュータイトルをタッチすると、再表示されます。

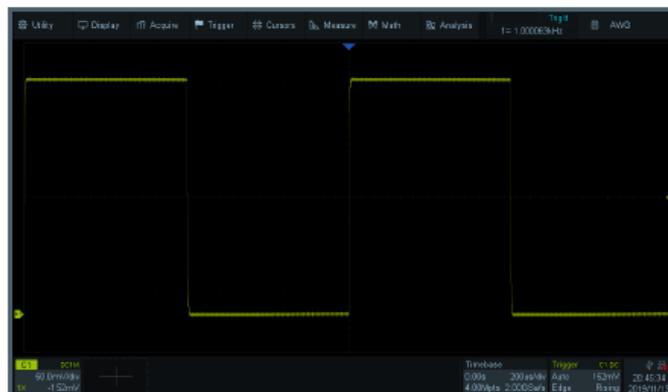
メニュー内のアイテムが画面に入りきらない場合は青いスクロールバーが表示され、メニューを上、または下にドラックすることで表示アイテムを移動することができます。

またアイテム内に「||>」表示がある場合は、さらに深いレベルでメニューがあることを示しています。タッチすることで設定メニューエリアに下層のメニューが表示されます。

ほとんどの設定はアイテムをタッチすることで変更することができます。

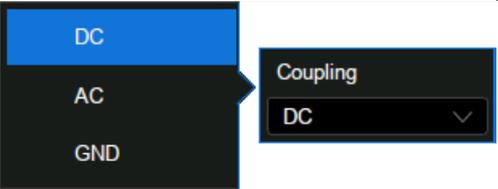


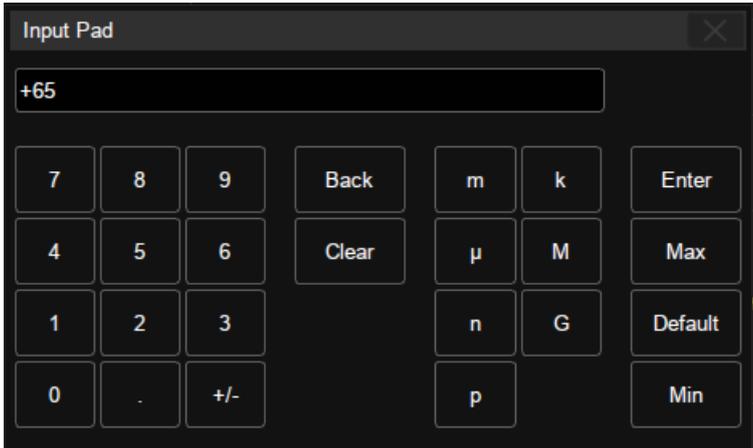
設定メニューは最小化することができます。最小化することで、波形表示エリアを水平方向に広くすることができます。設定メニューダイアログの上にあるタイトルをタッチすると、メニューの最小化や最小化されたダイアログを元に戻すことができます。



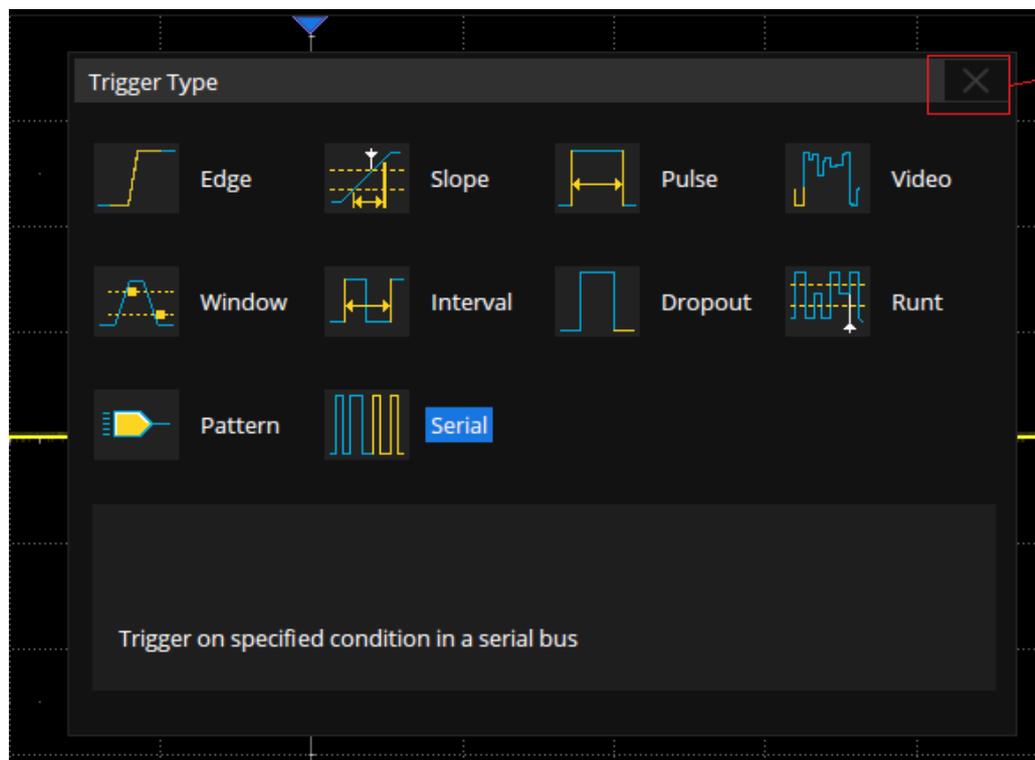
● メニューの入力および選択方法

T3DSO700HD は、パラメータを入力/選択するための次のような方法を提供します。

	<p>リスト：チャンネルのカップリングモードなど、3つ以上のオプションから選択する場合に使われます。パラメータ領域をタッチして、ポップアップリストからオプションを選択します。</p>
	<p>仮想キーボード：パラメータを数値で設定します。パラメータ領域をタッチすると、フロントパネルの「Universal」ノブでパラメータを調整できます。もう一度領域をタッチすると、仮想キーボードが表示されます。</p>



この他に選択できるアイテム数がリスト形式では足りないような場合や設定が複雑な場合には、波形表示エリアにポップアップで選択項目が表示されます。



ポップアップを閉じるには×をタッチします

H) 外部接続のステータス

LAN の接続や USB メモリの接続状態を表示します。



-  LAN接続中
-  LAN切断中
-  USBメモリ接続中

プローブインターフェース

プローブはアナログ入力用の BNC コネクタに接続します。



T3DSO704HD オシロスコープには 70MHz 帯域の PB470、T3DSO714HD オシロスコープには 100MHz 帯域の PP510、T3DSO724HD オシロスコープには 200MHz 帯域の PP215 パッシブ・プローブが各チャンネルに一本付属しています。このプローブは 1:1 と 10:1 の減衰率を切り替える切り替えスイッチがプローブにあります。10:1 は一般的な目的で使用します。1:1 は周波数帯域幅が 10MHz に減衰しますが、プローブ接続時の最大感度が 500uV/Div と高く (10:1 では 5mV/Div が最大)、スイッチング電源の DC 出力のリップルなど微小な電圧の変化を測定するのに適しています。

注意) PB470 や PP215、PP510 は個別に販売していません。プローブの故障による交換用プローブは T3PP350 です。

注意) プローブの減衰率を自動認識できません。プローブ接続時にカップリング、プローブ倍率、単位をご確認ください。



チャンネルの色に合わせてプローブに付属品のカラーコードリングを取り付けるとプローブのチャンネルが分かりやすくなります。



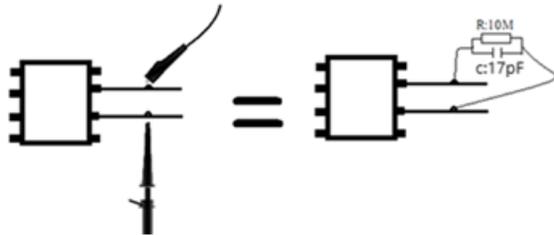
プローブに付属品のカラーコードリングを取り付けるとチャンネルの見分けが付きやすくなります。

T3PP350 パッシブプローブ仕様

PP215 や PP510 の仕様はプローブに付属する User's Guide を参照してください。

モデル	減衰率	DC 入力抵抗	入力容量	帯域幅	立ち上り時間	最大入力電圧	補償レンジ
T3PP350	1x,	1MΩ±2%	85 –120 pF			100Vrms	10-35pF
	10×	10MΩ±2%	17 – 20 pF	350MHz(10x)	1ns	300Vrms	

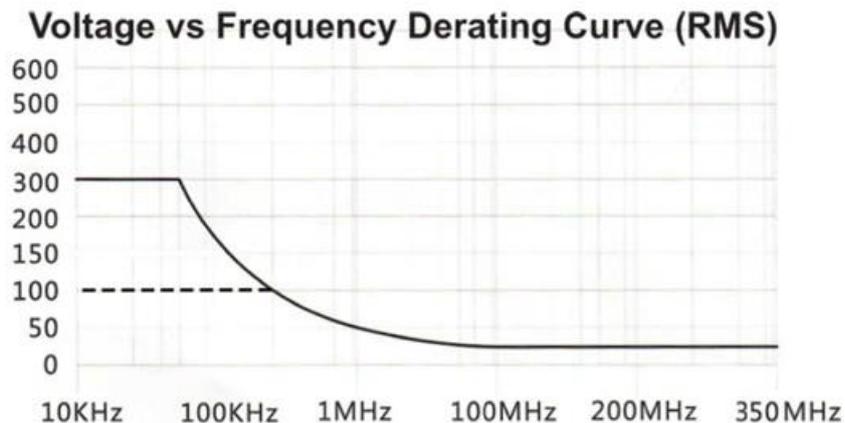
- DC 入力抵抗と入力容量は負荷効果の項目です。プローブを回路に接続したときに容量と抵抗が並列に接続された事と同等の振る舞いをします。高周波になるにつれて容量成分に電流が流れるためインピーダンスが低下します。信号ラインに影響を与える可能性や電流が多く流れて故障しないように高周波の電圧成分がディレーティング・カーブを超えていないか注意する必要があります。



- 計測カテゴリ：CATII 300Vrms

(計測カテゴリ CATII は商用電源の室内コンセント側への接続が可能になっていることを示しています。但し、プローブの GND 側はコンセントに接続できないことに注意してください)

- 汚染度：2
- 動作温度：0°C~+50°C
- ディレーティング・カーブ(T3PP350)



(ディレーティング・カーブは測定する信号の周波数に対する最大入力電圧を示します。信号の周波数により最大入力電圧が 300Vrms から下がることに注意してください)

プローブ補償

パッシブ・プローブは、入力信号の周波数が 1Khz を超える成分は補償トリマーの調整により振幅の大きさが変化します。周波数による振幅の大きさがフラットになるようにするには、次の手順に従い調整を行ってください。

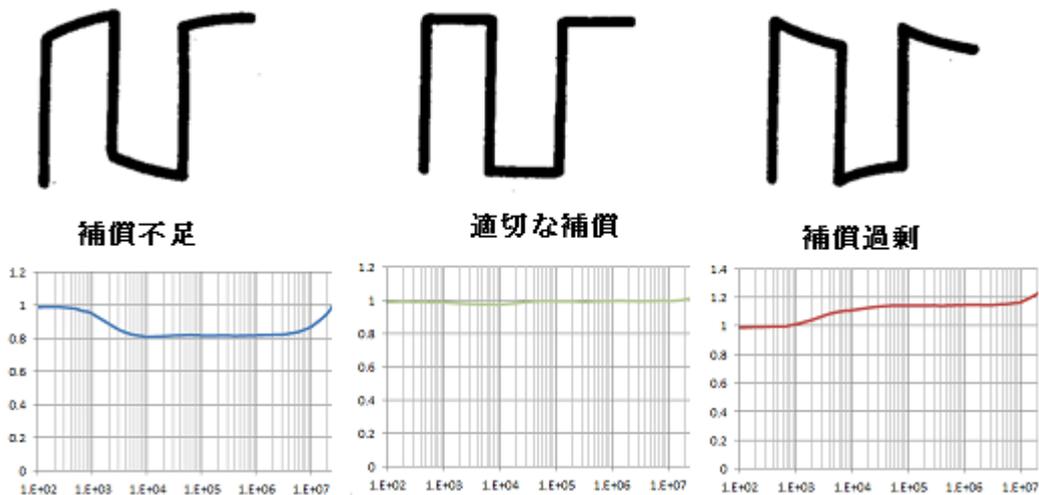
1. プローブのコネクタ側を任意のチャンネルに取り付けます。
2. プローブ先端を、オシロスコープのフロントパネルにある「1kHz」端子に接続します。



3. チャンネルボタンをタッチして、メニュー内の[Probe]が 10X になっていることを確認してください。
4. 方形波が出来るだけ平坦に見えるようにプローブの BNC 側にあるトリマーに調整ドライバーを使って、調整して下さい。



5. プローブを接続したチャンネルのボタンを押し、続いて「Auto Setup」ボタンを押します。
表示された波形が、以下の図のようになっているか確認して下さい。



パッシブプローブ付属品

パーツ	個数	説明	応用例
グラウンド・リード	1	被測定対象のグラウンドにワニ口・クリップで接続する場合に使用します。	
スプリング・フック	1	計測ポイントにフックを引っ掛けて計測することができます。スプリング・フックを引き、先端からフックが露出します	
カラーコードリング	各2	チャンネルと同色のカラーリングをプローブに取り付ける事により、カラーリングからチャンネルを判別することができます。	
調整ドライバ	1	プローブの周波数特性を調整するために使用します。	
グラウンドスプリング	1	GND との接続を最短にし、インダクタンスの増加を抑えて接続できます。	
IC 絶縁チップ	1	2.54mm ピッチの IC を隣のピンに触れずに測定することができます。	

接続可能なプローブ

T3DSO700HD は弊社の高圧プローブや T3 シリーズの高圧差動プローブや電流プローブに対応しています。弊社製品以外でも BNC 端子での出力を持つプローブであれば、T3DSO700HD シリーズに接続することが可能です。

・パッシブプローブ



パッシブプローブは受動素子のみで回路が構成され、電源の供給を必要としません。主に低周波の電圧を測定します。入力インピーダンスが高く、高い電圧を測定することができますが、入力キャパシタンスが高く、高周波では信号が減衰します。プローブのグランドはオシロスコープのグランドや電源のグランドと共通です。プローブのグランド接続先がオシロスコープのグランド電位と異なると故障の原因になります。プローブの減衰率はプローブ識別リングにより自動判別され、接続したチャンネルのディスクリプタボックスに減衰率が表示されます。

注意) パッシブプローブの中心導体は非常に細く、引っ張り方向の力に弱くなっています。取扱いには注意してください。

・低電圧差動プローブ



T3LVD プローブは差動信号を測定するためのプローブです。2つのテストポイントにプローブの D+と D-を接続し、接地点を基準に測定された2つのテストポイントの電圧差をオシロスコープに伝送します。高い電圧は測定できませんが、高い入力インピーダンスと低キャパシタンスで測定対象に影響を与えずに高周波の信号を測定できます。同じ信号に D+,D-を接続した場合に、理想的には 0V になりますが、素子の微小の違いなどで微小な信号が観測されることがあります。差動プローブはこの同相入力の影響度を CMRR で表します。オシロスコープは 50 Ω 終端を必要とします。本製品では別途 BNC 貫通タイプの 50Ω 終端のアクセサリが必要になります。

・高電圧プローブ



高圧パッシブプローブは高電圧を安全に測定するために設計されています。普通のパッシブプローブより更に高い電圧を測定することができます。しかし高い周波数になるにつれ、測定可能な電圧は下がります。高周波で使用される場合はマニュアルのディレーティング特性を確認してください。プローブのグランドはオシロスコープのグランドや電源のグランドと共通です。プローブのグランド接続先がオシロスコープのグランド電位と異なると故障の原因になります。

・高圧差動プローブ



T3HVD 高圧差動プローブはスイッチング電源やモーターなどのフローティング回路や三相交流電源など高電圧でありながら、グランドでは無い2つの信号の差を測定する場合に使用します。2つのテストポイントにプローブの D+と D-を接続し、接地点を基準に測定された2つのテストポイントの電圧差をオシロスコープ

に伝送します。しかし高い周波数になるにつれ、測定可能な電圧は下がります。高周波で使用される場合はマニュアルのディレーティング特性を確認してください。同じ信号に D+, D- を接続した場合に、理想的には 0V になりますが、素子の微小の違いなどで微小な信号が観測されることがあります。差動プローブはこの同相入力の影響度を CMRR で表します。

・ 電流プローブ



T3CP 電流プローブはワイヤを通過する電流を計測します。これは従来から行なわれているテストポイントにシャント抵抗を取り付けて、その両端の電圧を測定する方法とは異なり、ワイヤをプローブの先端の口で挟み込む(クランプする)事でプローブすることができます。

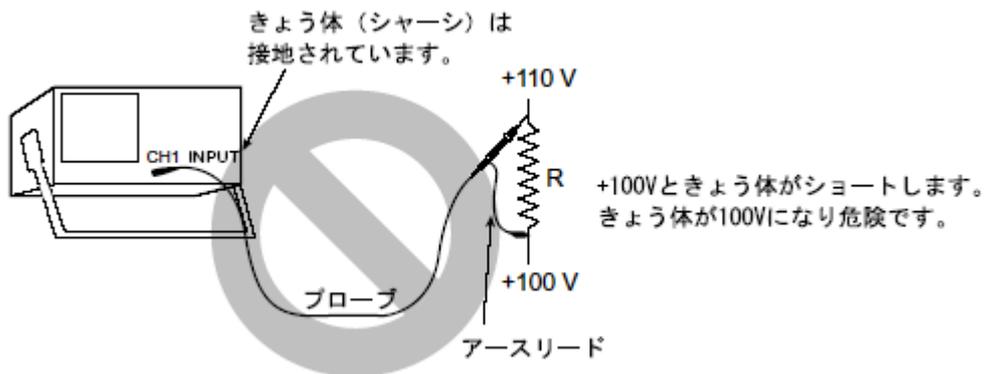
また、通常の電流プローブより大きな電流で測定するロゴスキーコイル(T3RC)も用意されています。

プロービングの注意

被測定物へ接続する際の注意

通常はプローブのグランドリードを被測定物のグランドに接続します。しかし、被測定物のグランドがオシロスコープのグランド・レベルと大きく異なる場合は注意が必要です。プローブのグランドリードはオシロスコープの筐体グランドを通して電源のグランドに接地されます。グランドリードの接続先が電源の接地電位と異なる場合、感電、故障の原因になります。

[わるい例]



フローティング電位を測定する場合には、高圧差動プローブ、又は、下図の例のように差動方式による測定をお勧めします。

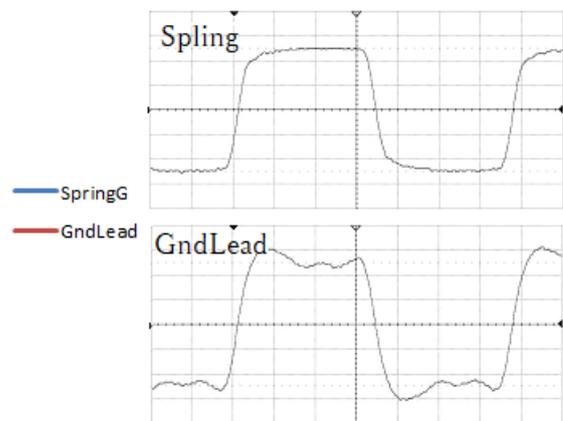
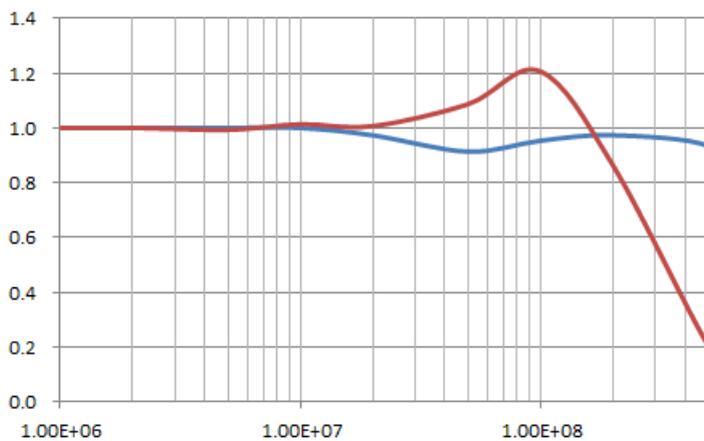
[よい例]



2つのチャンネルで測定した波形は波形演算機能(143 ページ)の減算演算を使って目的の波形を得る事ができます。

• GND リードの影響

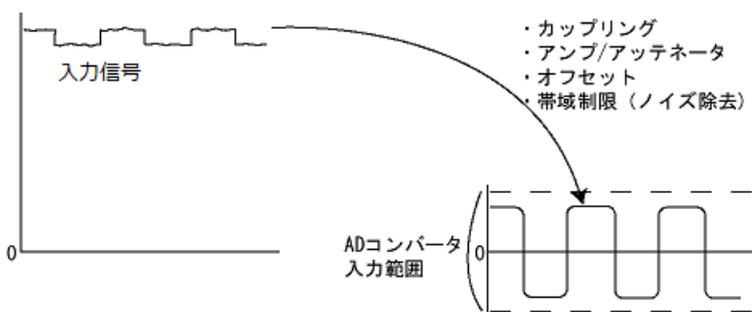
グランドリードはインダクタンスが増加することにより、共振がプローブ帯域内で発生します。比較的に低周波のデジタル信号では、遷移後の波形が振動、またはノイズが多い波形になります。また 10MHz 以上の周波数成分を持つ波形では、大きなオーバーシュートや波形が変形しているように見えます。下図はグランドスプリングとグランドリードの影響の違いを示しています。周波数特性や 30MHz の矩形波を測定した場合の違いです。グランドを最短にしたグランドスプリングは影響を受けにくく、高い信号忠実度を得られます。



垂直軸の設定

垂直軸の設定は信号が AD コンバータの入力に最適な状態になるように、信号を整えるための機能を提供します。オシロスコープの AD コンバータは入力できる電圧の範囲が固定されているため、さまざまな信号を測定するには、前段のオフセットやアンプ(または減衰器)などで信号を適度な大きさや位置に調整する必要があります。

その他にもノイズ除去のための帯域制限フィルタ、接続するプローブやケーブルの伝搬遅延を補償するためのデスキュー機能も提供します。



注意) 垂直軸の DC 精度はオフセットとゲインの精度で決まります(精度の仕様はカタログをご確認ください)。ゲイン精度は入力電圧値に対しての%です。オフセット精度はオフセット設定値に対する% + AD コンバータの電圧範囲に対する%(Volt/Div 設定値×8%) + 1mV です。例えば、1V/Div、オフセット 1V の設定にし、2V を入力した場合の精度は次のように計算します。

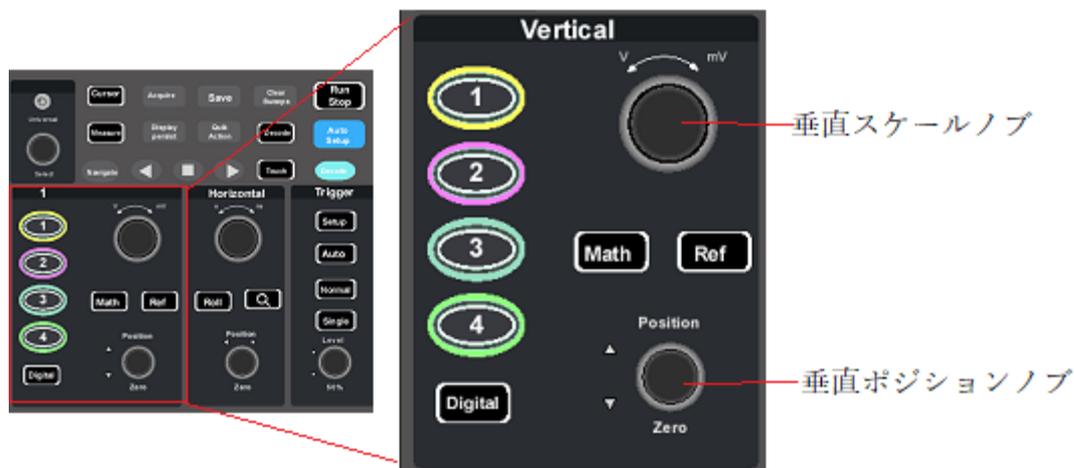
$$\text{DC Gain: } 2\text{V} \times 0.005(0.5\%) = 0.01\text{V}$$

$$\text{Offset: } 1\text{Voff} \times 0.005(0.5\%) + 1\text{Vdiv} \times 8 \times 0.005(0.5\%) + 0.001 = 0.046\text{V}$$

$$\text{Total: } 0.01 + 0.046 = 0.056\text{V}$$

設定項目

垂直軸の設定はフロントパネルのチャンネル選択ボタンを押して表示します。また表示をオフするには2回ボタンを押してください。「垂直スケール」ノブや「ポジション」ノブは選択されているチャンネルに対して行われます。



垂直スケールはプローブ設定 1:1 の時に次の範囲設定できます。スケールは 1-2-5 の段階的な変化の他に細かい値に設定することも可能です。「垂直スケール」のノブを押すと、スケールを細かく設定することが可能です

1MΩ : 500uV~10V/Div

また垂直のポジションは垂直スケールの設定により設定範囲が決まります。

垂直スケール (Probe ×1)	オフセット範囲
500uV/div ~ 5 mV/div	±1.6V
5.1 mV/div ~ 10m V/div	±4V
10.2 mV/div ~ 100m V/div	±8V
102 mV/div ~ 1 V/div	±80V
1.02 V/div ~ 10 V/div	±400 V

注意) オフセット誤差は Volt/Div のスケールやオフセット設定値によりその大きさは異なります。詳細は仕様のオフセット精度を参照してください。またカップリングを AC にしてもオフセット誤差の発生源は DC カットした後に発生するため、AC カップリングに設定してもオフセット誤差は発生します。

画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Channel	{on, off} On:波形を捕捉します Off:波形を捕捉しません <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 注意)Trace 設定とは異なりこの設定で off した場合、非表示ではなく捕捉は行われていません。 </div>
Coupling	{DC, AC, GND} DC:信号はそのまま通過します。 AC : 直流 (-3dB@2Hz 以下) は遮断し、交流信号だけが通過します。 GND : すべての成分を遮断します。主にオシロスコープの GND 位置の確認に使用します。
BW Limit	{Full, 20M} Full:そのまま通過します。 20MHz : 遮断周波数 20MHz のローパスフィルタ。信号周波数が低く、高周波ノイズを除去したい場合に使用します。
Probe	{1:1, 10:1, 100:1, User} 接続プローブの指定に合わせて設定します。プローブを接続しない場合は 1×を選択します。
Label	サブメニューが表示され、トレースにラベルを付けることができます。
Apply To	{Trigger, FFT, Simple Measure, Cursor, Search, Mask Test, Counter, WaveGen} 選択した機能のソース信号を現在のチャンネルに設定します。 WaveGen では現在表示されている波形を WaveGen のデータにコピーします。 T3DSO-FGMOD(オプション)の端子から任意波形として出力することができます。

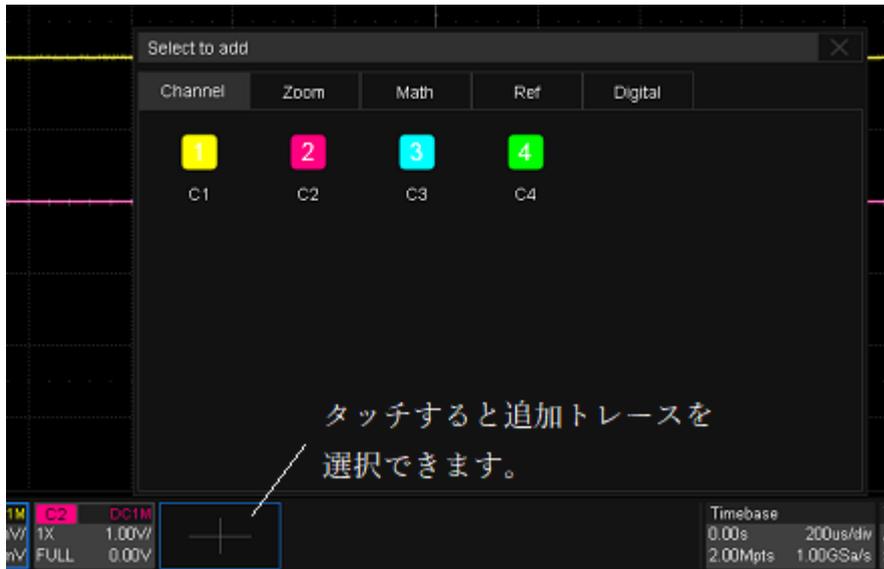
Unit	{V, A} V:測定対象の信号が電圧 A 測定対象の信号が電流
Deskew	{-100ns ~ +100ns} 電流プローブと電圧プローブの 2 つを使用した電力測定の場合など、プローブや経路が異なる場合にそれぞれのチャンネルの伝搬遅延の差を補償するために使用します。
Invert	{Off, On} 波形反転したい場合にオンします。
Trace	{Visible, Hidden} Visible : トレースを表示します Hidden : トレースを非表示にします

画面上での操作

新規トレースの追加、クイックダイアログ（チャンネル設定のコピーやトレースのオフなど）、オフセットのドラッグ操作、Volt/Div のピンチ操作などタッチパネルを利用した直感的な操作が可能になっています。

● 新規トレースの追加

チャンネルディスクリプタの右側にある空のボックスをタッチすると、新規に追加するトレースを選択することができます。



● クイックダイアログ

チャンネルディスクリプタをタッチすると次のようなクイックダイアログが表示されます。



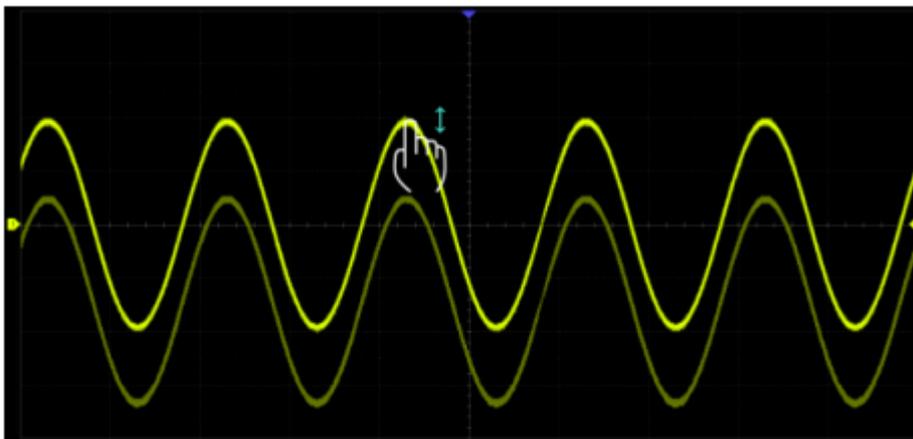
クイックアクセスには次の機能があります。

- ・垂直軸のスケール設定
- ・垂直軸のポジションの設定
- ・設定を別のチャンネルにコピー
- ・オフ
- ・トレースの非表示
- ・トリガなどへソースチャンネルの設定

● オフセットのドラッグ操作

選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて上下にドラックすると、波形のポジションを移動することができます。

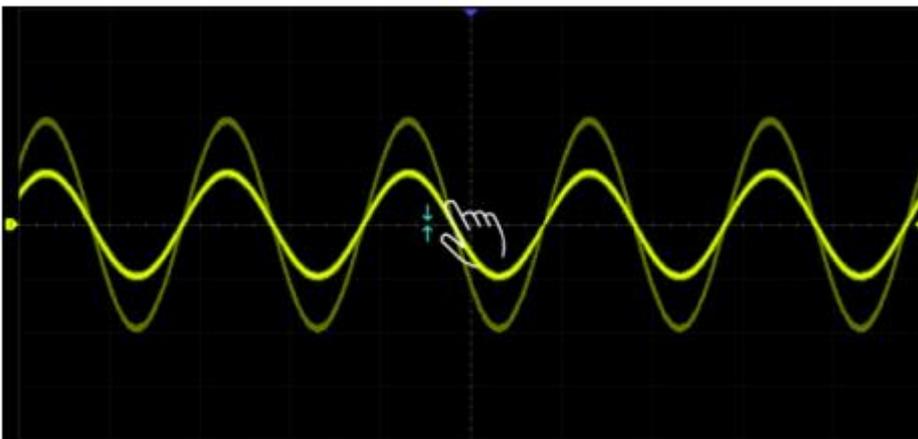
注意) トレースの選択はチャンネルディスクリプタなどをタッチしてください。



- Volt/Div のピンチ操作

選択状態になっているトレースに対して、波形表示エリアに指を置いて上下方向にピンチ操作（つまむような操作）すると、波形の Volt/Div を変更することができます。

注意) トレースの選択はチャンネルディスクリプタなどをタッチしてください。



操作手順

垂直軸の設定は電圧（または電流）の振幅やオフセットなどの測定対象の情報やプローブの減衰率やプローブで指定されているインピーダンスなどプローブの情報を事前に知る必要があります。

DC5V に乗る低周波のリップル信号を付属のパッシブプローブで測定する例で説明します。

注意) 各チャンネルの垂直コントロールはそれぞれ独立しています。すべての垂直コントロールは同じため、C1 を例に説明しています。

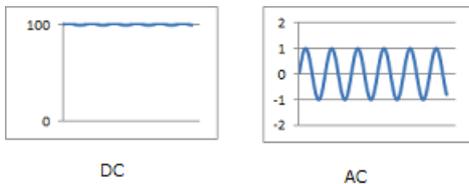
1. チャンネルを有効にする

信号を C1 チャンネルの BNC コネクタに接続します。フロントパネルの垂直コントロールエリア (VERTICAL) の「1」ボタンを押して C1 を有効にし、「1」ボタンを点灯させます。ボタンを押すと、画面に C1 の垂直軸のメニューが表示されます。



2. カップリングの設定

カップリングは測定目的により選択します。通常 GND は選択しません。直流の必要性により [DC]、または [AC] を選択します。直流信号に乗るリップル信号では、リップル信号だけ観測できれば良い場合もあります。この場合 [AC] を選択することができます。垂直スケールの設定によりオフセット範囲が決まるため、オフセット位置を合わせると、波形を大きく表示できないことがあります。[AC] の選択により、オフセットを合わせる必要がなくなり波形を大きくすることができます。



3. 電圧スケールとオフセットの設定

波形が画面の中に入るように「垂直スケール」ノブと「垂直ポジション」ノブを操作します。「垂直スケール」ノブを回した時の変化率は「垂直スケール」ノブを押して変更します。

「垂直ポジション」ノブを使ってオフセット調整できる範囲は垂直スケールの設定により変化します。垂直スケールの値が小さくなるほど、オフセット範囲も小さくなります。小信号に大きく DC オフセットがある波形は、この制限により垂直スケールの値を小さくすることができません。

垂直スケール (Probe ×1)	1MΩ オフセット範囲
-------------------	-------------

500uV/div ~ 5 mV/div	±1.6V
5.1 mV/div ~ 10m V/div	±4V
10.2 mV/div ~ 100m V/div	±8V
102mV/div ~ 1 V/div	±80V
1.02 V/div ~ 10 V/div	±400 V

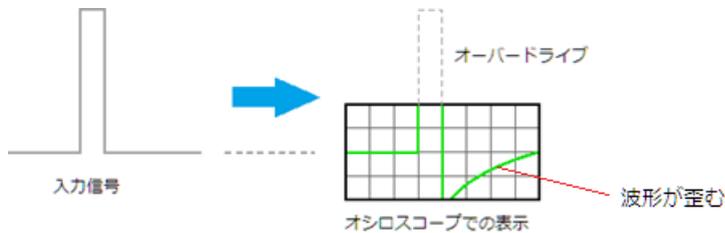
現在のスケールやオフセットの設定値は画面下側のアイコンに表示されます。



例えば DC5V に乗るリップルの波形を観測する場合、オフセットの設定を-5V にすると垂直軸の中央に表示されるため最適です。しかしオフセットを-5V に設定すると、垂直スケールは 10.2mV/div より感度を上げることができません。

注意) 入力信号が画面の範囲を超えないように設定してください。

入力信号が画面の範囲を超えている状態はオーバードライブといいます。信号がオーバードライブ状態から画面の範囲に戻った際に波形の形状を歪めます。この現象は画面範囲に対する信号の大きさにより形状が異なります。また波形を歪める時間が長い場合、信号の周期が短い場合には単にオフセットしているように見えます。



4. 単位の設定

チャンネルの単位を V から A に変更することができます。これは電流プローブなどを接続した場合に、表示を合わせて見やすくするためのものです。メニューの[単位 Unit]をタッチして変更します。

その他の設定

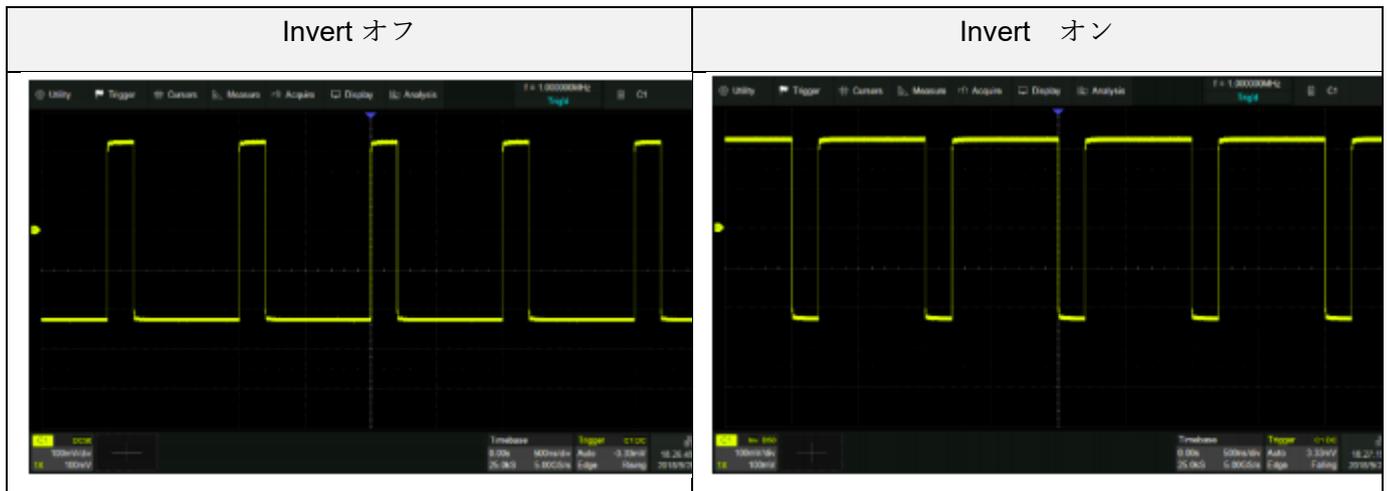
1. 帯域制限フィルタの設定

目的の信号に含まれる周波数成分が 20MHz より十分低い場合には、帯域制限フィルタを使用して、高周波ノイズを除去することができます。帯域制限フィルタを有効にすると、フィルタの周波数より高い周波数は大きく減衰します。メニューの[帯域制限 BW Limit]をタッチして設定します。

2. 反転の設定

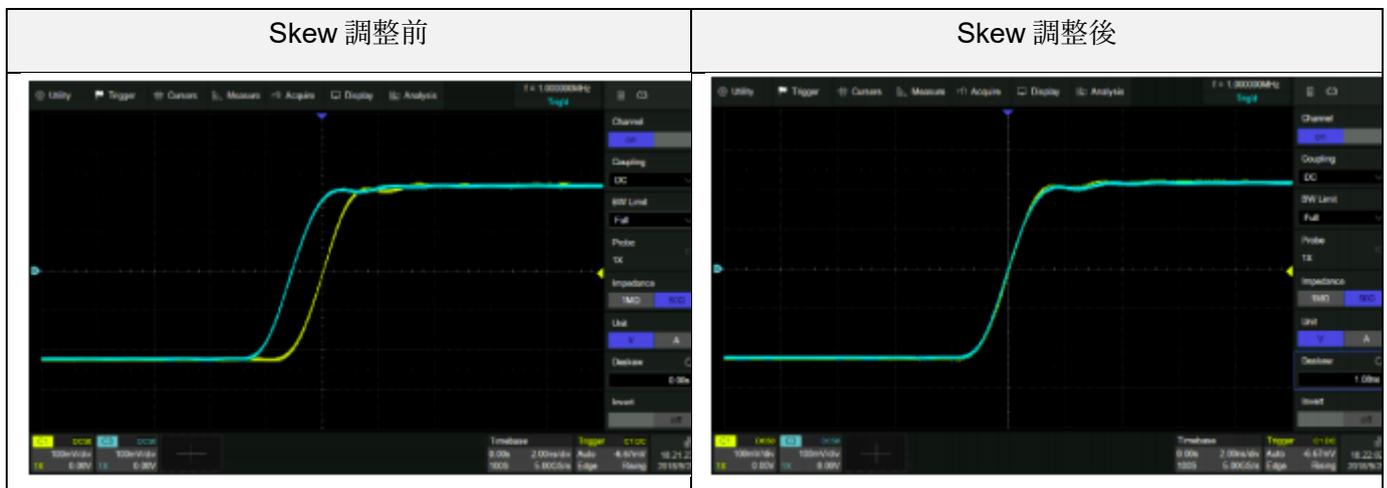
メニューの[反転 Invert]をタッチして On に設定すると、表示されている波形の電圧値が反転します。反転はチャンネルの表示には影響しますが、トリガのレベル設定は元波形に対して行われます。

チャンネルを反転すると、演算や測定の結果にも影響します。



3. スキュー調整

オシロスコープに接続するプローブやケーブルは通過する信号を遅延して伝送します。遅延の大きさは通過回路やケーブル長により異なるため、種類の異なるプローブやケーブル長が異なると波形表示上の位置も異なります。この伝搬遅延をメニューの[デスクュー Deskew]を選択し、「Universal」ノブを使って調整します。



4. トレースの表示オン・オフ

チャンネルのトレースは一時的に波形表示を消すことができます。オシロスコープはチャンネルの他に演算や参照波形など多くのトレースを表示させることができますが、同時に表示させると見づらい場合があります。このようなときに捕捉されている波形を一時的に[Trace]設定で[Hidden]にすると非表示にすることができます。

5. 他の機能へのアクセス

設定メニューの[Apply to]は他の機能へのアクセスを提供します。[Apply to]をタッチすると Trigger, FFT, Simple Measure, Cursor, Search, Mask Test, Counter, AWG を選択できます。選択した機能のメニューが表示され、ソースとして呼び出し元のチャンネルが設定されます。

AWG の選択は表示している現在の波形を元に任意波形のデータを作成し、AWG 端子から出力することができます。AWG のデータ長は 16k が最高になるため、捕捉波形からサンプルの間引きなどが自動的に行われます。

水平軸の設定

水平軸の設定はトリガと表示波形の位置関係やスケールを設定します。フロントパネルの **Horizontal** セクションの「水平スケール」ノブは時間軸のスケール、「水平ポジション」ノブはトリガの位置を設定します。



水平スケールの設定

フロントパネルの「水平スケール」ノブにより表示波形のスケールを調整することができます。Timebase ディスクリプタラベルの右上にあるタイムベース情報は、調整に応じて変更されます。水平スケールの範囲は $2\text{ns} / \text{div}$ ~ $1000\text{s} / \text{div}$ です。

「水平スケール」ノブによるスケールの変更は（通常の時間モードで）波形捕捉動作が実行中、停止中のどちらでも機能します。動作中に「水平スケール」ノブで調整すると、捕捉設定の時間スケールとサンプリング速度が変更されます。停止中に調整すると、既に画面に表示されている波形に対して拡大や縮小が行われます。

遅延（ディレイ）の設定

フロントパネルの「水平ポジション」ノブを回して、波形のトリガディレイを調整します。変更中は、すべてのチャンネルの波形が左右に移動し、Timebase ディスクリプタラベルの左上のトリガディレイメッセージがそれにに応じて変化します。このノブを押すと、トリガディレイをスクリーンの中央に素早くリセットすることができます。

遅延時間を変更すると、トリガディレイ・インジケータ（実線の逆三角形）が水平方向に移動し、時間基準点からどれだけ離れているかが示されます。このインジケータは、表示グリッドの上部に沿って表示されます。

トリガ位置より左に表示される波形は、時間的にトリガ発生前の波形です。この画面左端からトリガ位置までの期間はプリトリガと呼ばれます。

トリガ位置より右側にある波形はポストトリガと呼ばれます。トリガディレイの設定範囲は、選択した時間スケールによって異なります。

「ポジション」ノブは、（通常の時間モードで）アキュイジションが実行されている間、または停止しているときに機能します。

ロールモードの設定

ロールモードは十分に低いサンプリング速度で捕捉したサンプルデータをリアルタイムで表示します。波形は右から左にゆっくりと流れるように移動します。



ロールモードを開始するには、「Roll」ボタンを押します。

このモードは 50ms/div 以下のタイムベース設定でのみ動作します。現在のタイムベースが 50ms/div よりも速い場合、ロールモードに入ると 50ms/div に設定されます。ロールモードでトリガは利用できません。画面上の固定基準点は、画面の右端であり、現在の瞬間の波形を表示します。発生したイベントは基準点の左側にスクロールされます。

ロールモードで表示を停止したい場合は、「Run/Stop」ボタンを押します。ロールモードでディスプレイをクリアしてアキュイジションを再開するには、もう一度「Run/Stop」ボタンを押してください。低周波波形でロールモードを使用すると、ストリップチャートレコーダーのような表示が得られます。これにより、波形がディスプレイを横切るようになります。

注意)シーケンスモードは使用できません。

注意)カーソルはマニュアルカーソルのみ使用可能です。

注意)演算、参照波形のソースとして使用できません。

注意)画像イメージを保存する場合には、捕捉を停止してください。

注意)最大メモリ長は 1M まで、サンプリング速度は $2\text{Msa/s} \sim 1\text{sa/s}$ 間で捕捉します。サンプリング速度は時間軸(TDIV)と最大メモリ長の設定で決まります。

注意)デジタル波形有効時はオンできません。

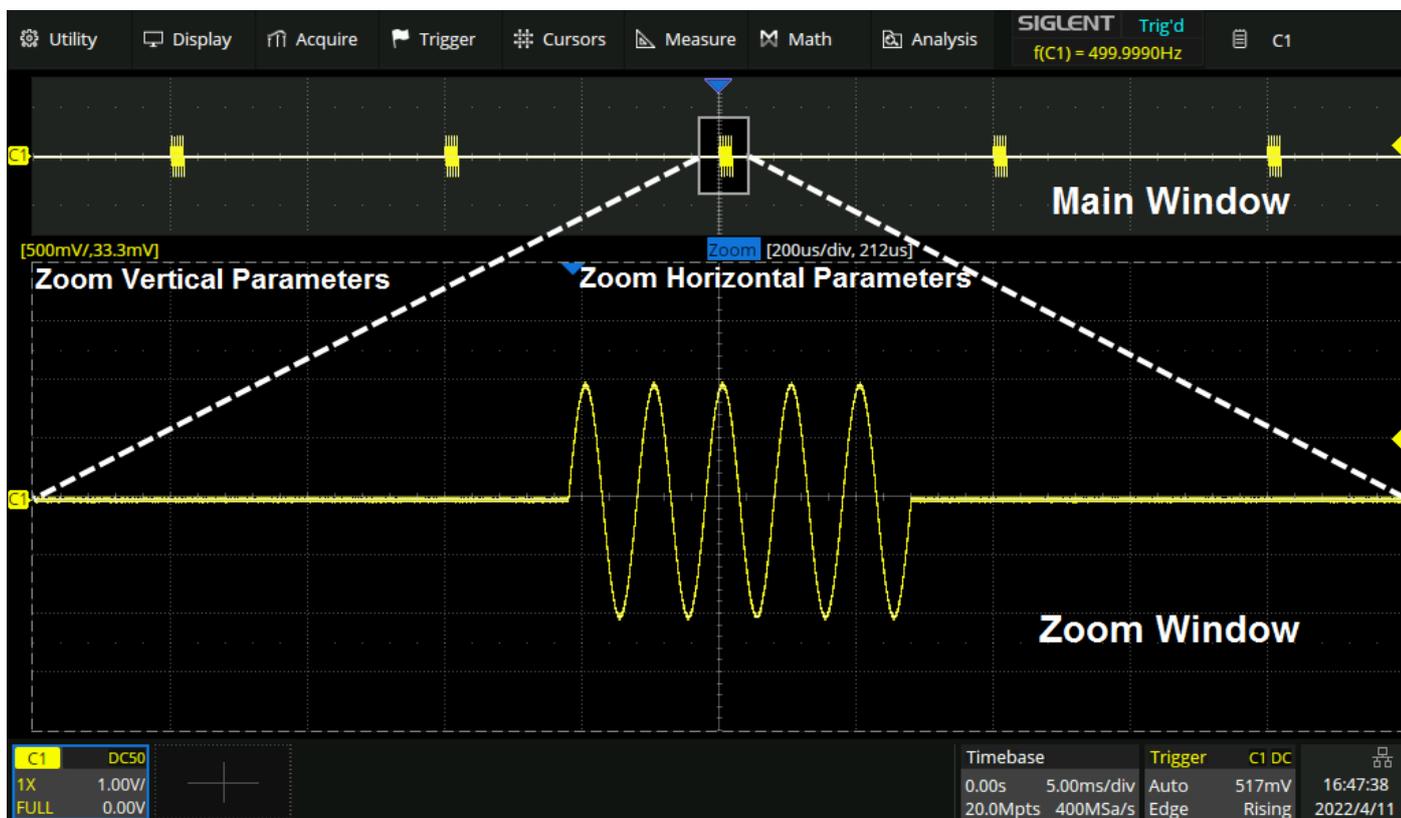
ズームの使用法

T3DSO700HD シリーズのズームは、チャンネル波形を水平と垂直の両方を拡大することができます。ズームを使用すると、チャンネル波形の一部を拡大して、信号のより詳細な（より高解像度の）解析を可能にします。

フロントパネルの Horizontal ノブ、又は虫眼鏡の絵の「Zoom」ボタンを押してズーム機能のオン/オフを切り替えることができます。



ズーム機能がオンの場合、波形表示は上下2つに分割されます。ディスプレイの上側はズームの元波形が通常の時間スケールで表示され、下側はズーム波形が表示されます。

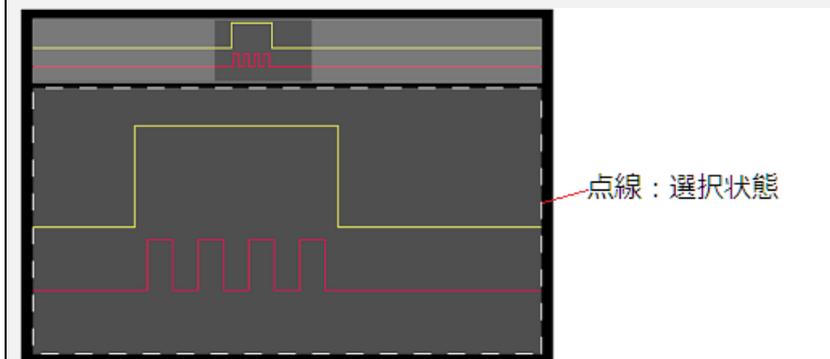


ズーム領域が分かるように、元波形のエリアはズーム領域外がマスク表示されます。

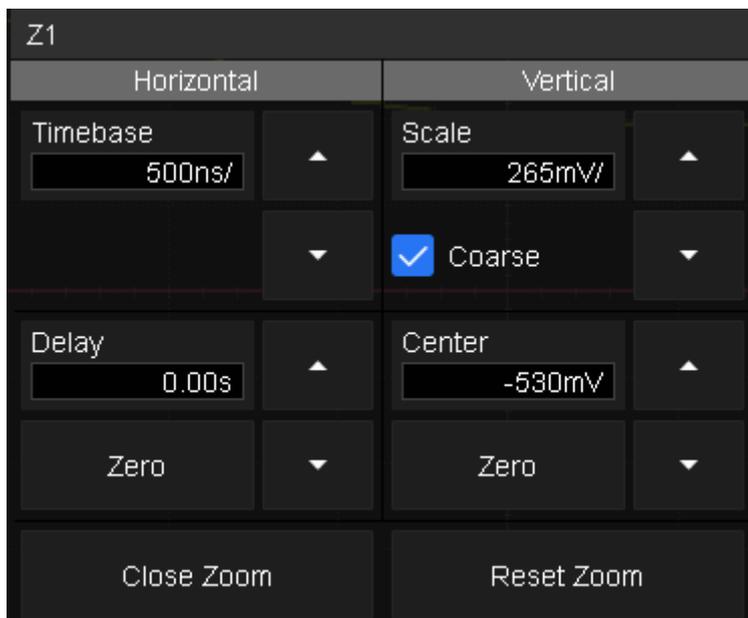
ズーム範囲の移動/変更には、いくつかの方法があります。小さな移動で済む場合には Zoom ウィンドをタッチしてアクティブにしてからフロントパネルの Horizontal セクションと Vertical セクションにあるノブを回し

ます。「水平スケール」ノブでズームの水平レンジを、「水平ポジション」ノブで水平位置を設定します。また「垂直スケール」ノブでズームの垂直レンジを、「垂直オフセット」ノブで垂直位置を設定します。

注意) フロントパネルのノブを元波形のスケールやポジションに使用したい場合、元波形の領域をタッチしてアクティブしてから操作します。アクティブな領域はグリッドの周りに白い点線で示されます。



大きな移動を行う場合には数値で入力する方が簡単です。波形表示エリアの下にある Zoom のディスクリプタボックスに水平軸のスケールやポジションが示されます。この部分をタッチすると、次のようなダイアログが表示されます。この値を直接変更すると大きな移動も簡単に操作できます。

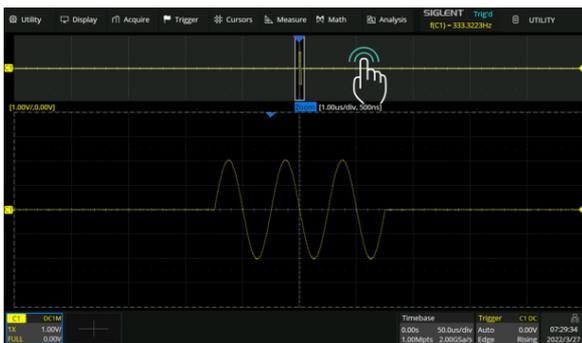


もっと直観的な操作としてタッチパネルを使った移動も可能です。

メインウィンド内のズームエリアをドラックして移動することやズームウィンド内の波形を直接ドラックして移動することができます。



この他にもメインウィンド内のズームしたい位置でダブルクリックすることで移動できます。



注意) パラメータ測定でズーム範囲に対してのみ行いたい場合は、ソース波形をズームカテゴリの Z1、Z2、Z3、Z4 から選択してください。

注意) トラックカーソルはズーム範囲内だけの配置になります。マニュアルのカーソルは元波形とズーム波形両方にカーソルが表示されますが、時間のカーソルは元波形を基準に動作します。

注意) チャンネル 波形の保存は元波形が保存されます。ズーム位置だけを保存するには Zx を選択してください。

サンプリング・システムの設定

サンプリング方法や波形メモリ長の選択や XY モードを選択することができます。

注意) 水平軸の精度はサンプリング間隔とタイムベースの精度により決まります。例えばパルス幅を測定する場合、パルスのエッジ部分がサンプリング間隔より短ければ誤差を生じます。また時間測定の結果はタイムベース精度により誤差を見積もることができます。タイムベース精度は ppm(1e-6)で書かれています。出荷時の仕様では 2ppm(2e-6)になっています。ここでパルス幅が 1ms、パルスのエッジでの誤差を無視できる程度のサンプリングとした場合、 $1\text{ms} \times 2\text{e-}6 = 2\text{e-}9(2\text{ns})$ の誤差を見積もることができます。

設定項目

サンプリングの設定はメニューバーの[Acquire]→[Menu]をタッチして表示します。

画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Interpolation	{x, Sinc} x : 直線補間 Sinc : Sine 補間
Acquisition Mode	{Fast, Slow} Fast : 可能な限り高速にトリガします。高速にトリガされた波形は重ね書きした画像で表示します。 Slow : 最高 30Hz 程度に制限されます。
Acquisition 波形捕捉方式	{Normal, Peak Detect} Normal : 一定間隔 (1/サンプリング速度) で信号をサンプリングする通常モードです。 Peak Detect : サンプリング速度が遅い状態で、サンプリング間隔より十分速い一瞬の変化がある信号を捕捉するために使用します。
Memory Mgmt	{Auto, Fixed Sample Rate} Auto : Max Mem Depth で設定した最大メモリ長を超えない範囲でサンプリング速度を最も高速に設定します。 Fixed Sample Rate : 固定サンプリングレートに設定します。サンプリング速度を固定したモードです。選択したサンプリング速度により Time/Div に限度が発生します。
MemDepth	Memory Mgmt で Auto を指定した場合に表示されるメモリ長の設定です。 4Ch モードの場合は{10k, 100k, 1M, 10M} 2Ch モードの場合{10k, 100k, 1M, 10M, 25M} 1Ch モードの場合{10k, 100k, 1M, 10M, 50M}
Sample Rate	{2G,1G,500M,250M,100M,50M,20M,10M,5M,2M,1M,500k,200k,100k,50k,20k,10k,5k,2k,1k,500,200,100,50,20,10,5,2,1} Memory Mgmt で Fixed Sample Rate を指定した場合に表示されるサンプリング速度の設定です。Adjust ノブを使って調整します。1Ch モード時 : 最高 2GS/s、2Ch モード時 : 最高 1GS/s、4Ch モード時 : 最高 500MS/s

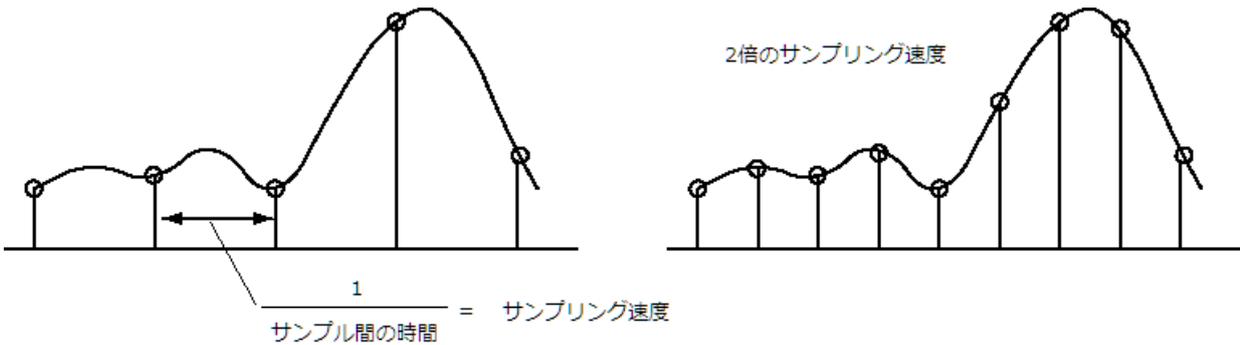
注意：アキュイジションが動作している状態（「Run/Stop」ボタンが緑色）の場合だけ変更可能です。

Sequence	Seq Acq Switch{On, Off} Seq Segment{2 – 80,000} Seq Acq Switch をオンにすると、シーケンスで捕捉します。 セグメント数は1セグメントのメモリ長により最大に設定できるセグメント数は変化します。
XY Mode	{On, Off} On:C1 を X、C2 を Y として XY 形式の表示を行います。

サンプリング概要

- サンプリングとメモリについて

本製品は最高 2GS/s のサンプリング速度で最高 50M サンプルのメモリに波形を取り込むことができます。サンプリング速度はサンプル間の時間を逆数で計算した値です。サンプリング速度が高速であれば波形の細かい動きを正確に表現することができます。次図がオシロスコープ 1 画面分のサンプルとした場合、サンプリング速度を高速にすると、サンプリングするサンプル数も増えることとなります。

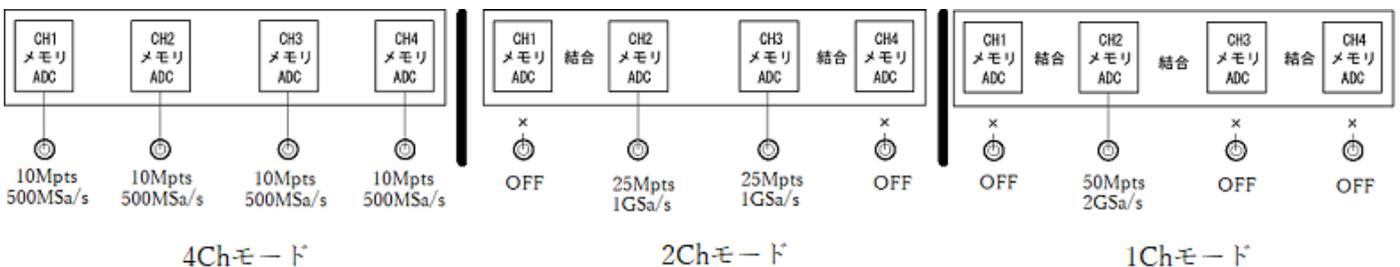


1 画面の捕捉時間とサンプリング速度とサンプル数には次のような関係があります。

$$\text{サンプル数} = 1 \text{ 画面の捕捉時間} \times \text{サンプリング速度}$$

- インターリーブについて

オシロスコープの AD コンバータや波形メモリは 1 つのモジュールで全てのチャンネルをサポートしています。OFF にしているチャンネルのサンプリング速度やメモリは ON にしているチャンネルで有効活用することができます。この方法はインターリーブと呼ばれます。全てのチャンネルが動作している 4Ch モードの場合、500MSa/s、10Mpts/ch が最高です。2 つのチャンネルだけが ON になっている場合、1GSa/s、25Mpts/ch まで拡張可能です。1 つのチャンネルだけが ON になっている場合、2GSa/s、50Mpts/s まで拡張可能です。



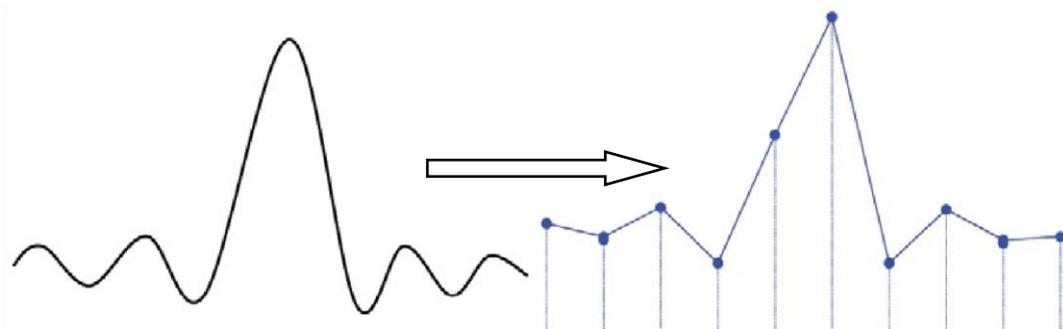
- ナイキスト標本化定理

ナイキスト標本化定理では、信号に含まれる最大周波数を f_{MAX} とした場合、その f_{MAX} より 2 倍以上速いサンプリング速度で捕捉する必要があることを示しています。

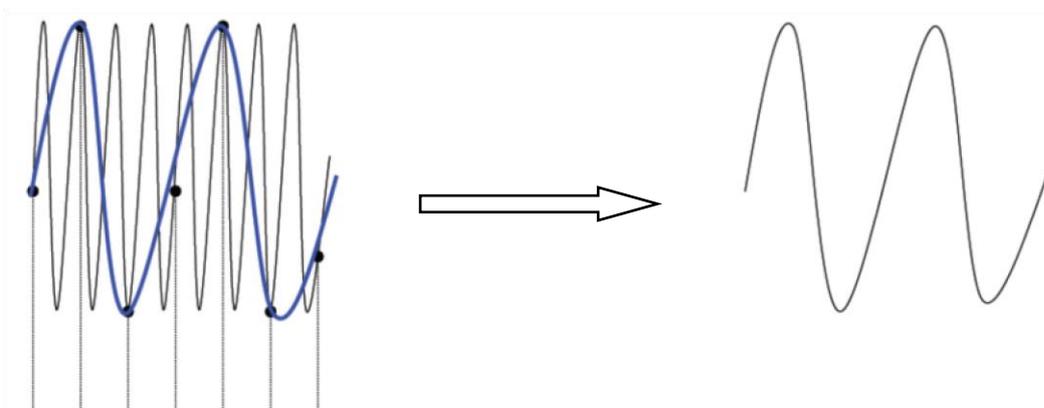
$$f_{MAX} < \text{ナイキスト周波数 (fN)} : fN = \text{サンプリング速度} \times 0.5$$

サンプリング速度が遅い場合、次のような弊害が生じます。

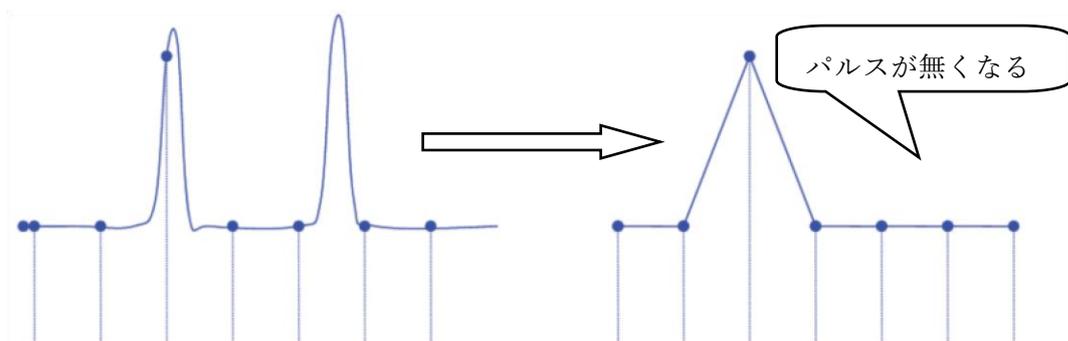
1. 波形歪み：サンプリング速度が低すぎると、波形の詳細が失われ、表示される波形が実際の信号とは多少異なります。



2. 波形エイリアシング：サンプリング速度が実際の信号周波数（ナイキスト周波数）の2倍より低い場合、画面表示された波形の周波数は実際の信号周波数よりも低くなります。



3. 波形リーク：サンプリング速度が低すぎる場合、画面表示された波形は実際の信号情報のすべてを反映しません。



低いサンプリング速度で捕捉している場合には、トリガ自体は行われるのにトリガ位置に波形が何も表示されないことがあります。トリガ回路はサンプリング回路より前段で分岐し、サンプリング動作と同期していません。そのためサンプルとサンプルの間に信号がある場合でもトリガすることができます。

メモリ長の上限選択

メモリ長とは、オシロスコープが1回のトリガで保存できるサンプル数を指します。

このサンプル数は任意に上限を設定することができます。捕捉した波形データは CSV 形式などでファイルに保存することができます。最大の 50M サンプルで保存したデータは PC 上で処理するには非常に大きく、処

理できない場合があります。メモリの上限を調整することにより波形捕捉後の処理に最適な状態にすることが可能です。

メニューバーの[Acquire]→[Menu]ボタンをタッチします。メニューの [Mem Depth]をタッチして、希望の値を選択します。

オシロスコープのサンプリング速度は段階的で種類が限られています。捕捉時間やサンプリング速度、メモリの関係（サンプル数=1画面の捕捉時間×サンプリング速度）から、実際に使用されるメモリは、[Mem Depth]で設定したサンプル数と同じとは限りません。実際のメモリは Timebase ディスクリプタラベルの左下に表示されます。

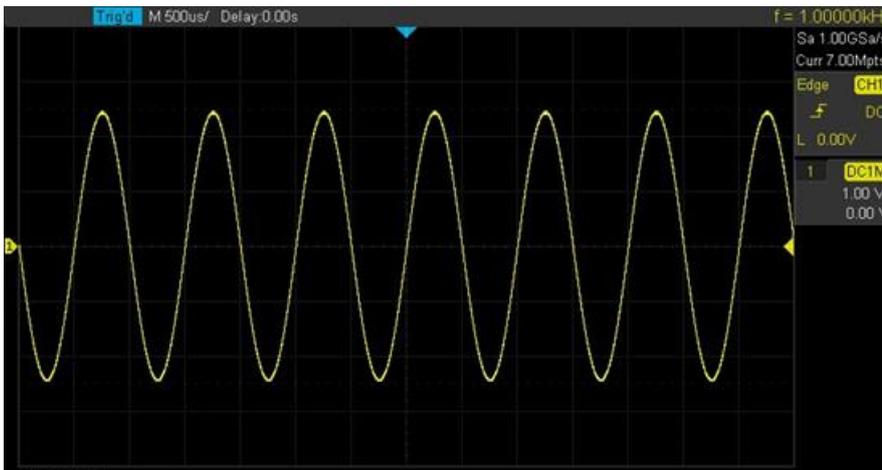
アキュイジションモード

アキュイジションモードは、ADコンバータから出力されるサンプルポイントから波形として使用されるポイントを生成する方法です。オシロスコープには、ノーマル、ピーク検出、平均および高分解能の取得モードがあります。

メニューバーの[Acquire]→[Menu]をタッチして、メニューの[波形捕捉方式 Acquisition]をタッチして選択します。

ノーマルモード

このモードでは、信号を等間隔でサンプリングして波形して表示します。ほとんどの波形は、このモードが最も適した方法です。

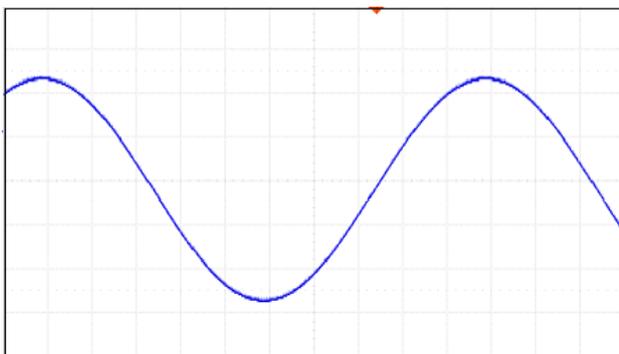


ピーク検出モード

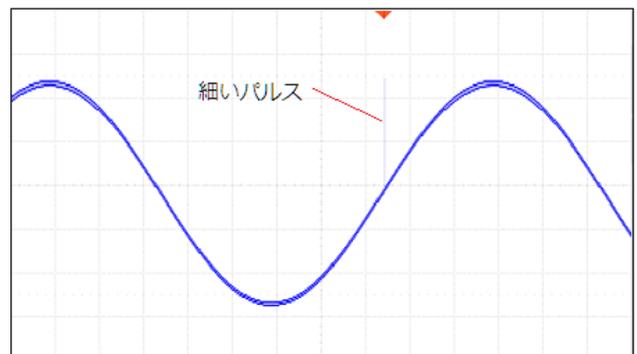
時間の長い捕捉の中で細いパルス幅の信号を捕えるような用途で使用します。パルス幅の細い信号には速いサンプリング速度が必要になりますが、捕捉時間を長くすると、メモリ長の制限からサンプリング速度が低下します。

ピーク検出モードは、ADC自体の動作を高速に行い、その中で変化の大きい値だけを波形メモリの値として採用するモードです。波形データのサンプリング速度自体は遅いままですが、高速に変化するパルスを捕えることができます。

このモードでは、信号損失を防ぐことができますが、表示ノイズは逆に増加します。

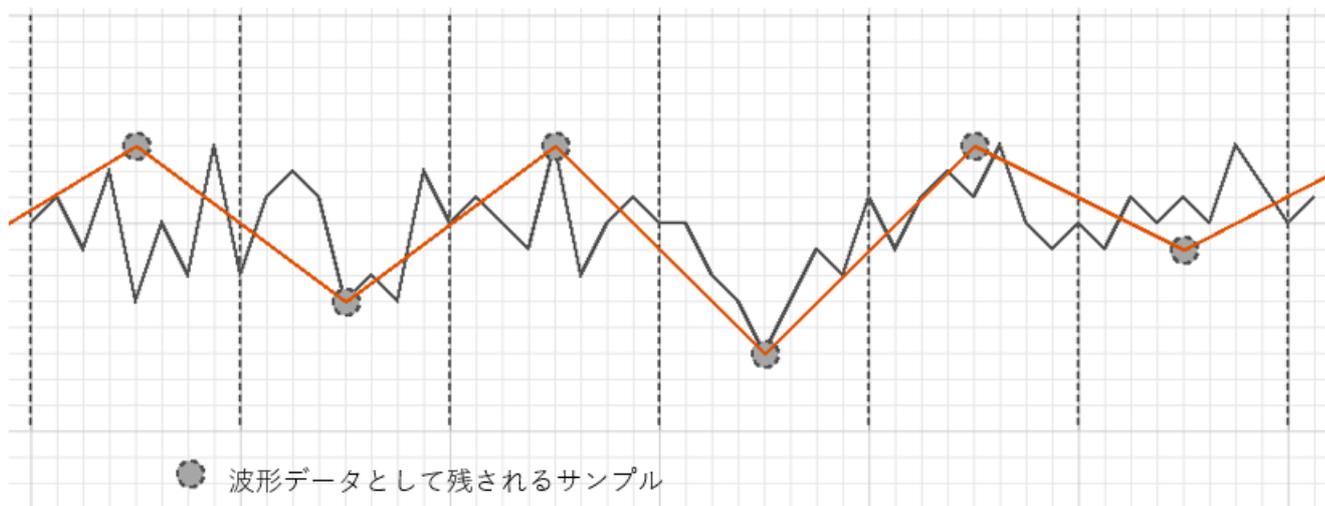


ノーマル



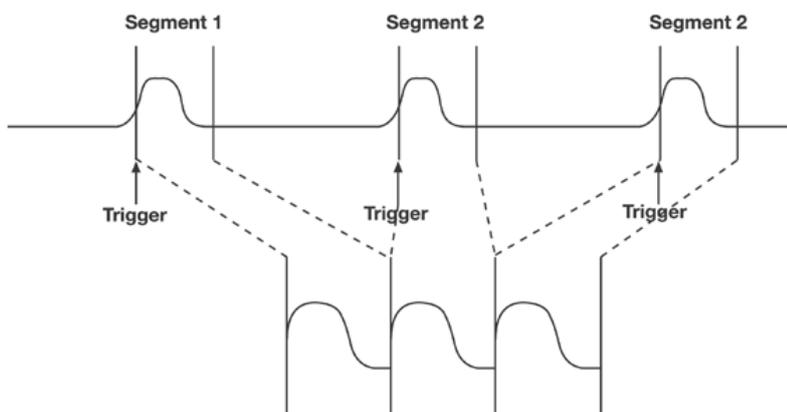
ピークディテクト

ピークディテクト波形は最大値と最小値のペアでサンプルが作られます。例えば下の黒波形がアナログ波形、縦の点線が波形のサンプリング間隔、薄い線がオシロスコープの最高サンプリング速度の間隔と AD 分解能とした場合、波形 2 サンプルの時間間隔に捕捉した最高サンプリング速度のデータの中で、最大値と最小値が選ばれ、交互に配置されます（丸い点とオレンジ色の線）。



シーケンスモード

シーケンスモードは A/D 変換器の直後にある波形メモリを指定された数で分割し(分割されたメモリをセグメントと呼ぶ)、トリガが発生するたびにセグメントに波形を保存します。全てのセグメントに波形が保存されると、画面の更新が行われます。通常モードでは、波形取り込み後、即座に波形が更新されます。波形更新中に新しい波形イベントが発生しても捕捉されません。シーケンスモードは波形更新の処理を後でまとめて行うことで、波形更新レートが最高 500,000 wfs / s まで向上します。



これは、間断なく発生する高速のパルスの捕捉や休止している時間がランダム、または不定期に発生するイベントを捕捉する場合に最適です。長時間にわたり、不定期にトリガされるような波形では、イベント間の無意味な時間を無視することで、長時間に渡るイベントを詳細に確認することができます。また、高精度の捕捉タイムベースを使い、個々のセグメントのイベント発生時間を記録し、リスト表示することができます。リストの his はイベントのインデックスです。List Time Type の設定より 2 種類のリストを表示できます。Acq.Time は捕捉開始からの時間を表します。ΔT はトリガ間の時間を表します。

his.	acq.time
4274	10: 30: 43. 122594
4275	10: 30: 43. 235114
4276	10: 30: 43. 348115
4277	10: 30: 43. 461116
4278	10: 30: 43. 574117
4279	10: 30: 43. 687117
4280	10: 30: 43. 799598

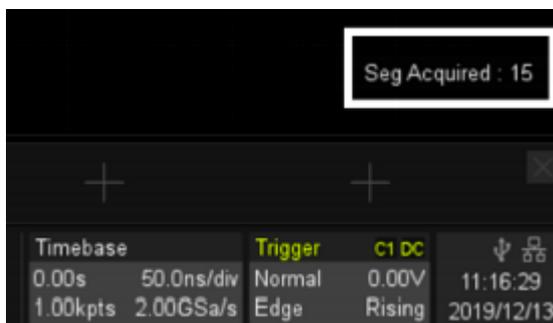
注意) XY モード時は使用できません。

注意) Auto モードは使用できません。必ずトリガがかかる設定にします。

設定手順

1. 事前に信号を入力し、Single トリガなどでトリガ条件を確認します。
2. メニューバーの[Acquire]→[Sequence]をタッチします。
3. メニューの[Seq Segment]をタッチして、セグメント数を数値で入力します。
4. メニューの[Seq Acq Switch]を On にして、シーケンスを有効にします。
5. 「Normal」または「Single」 ボタンを押して捕捉を開始します。

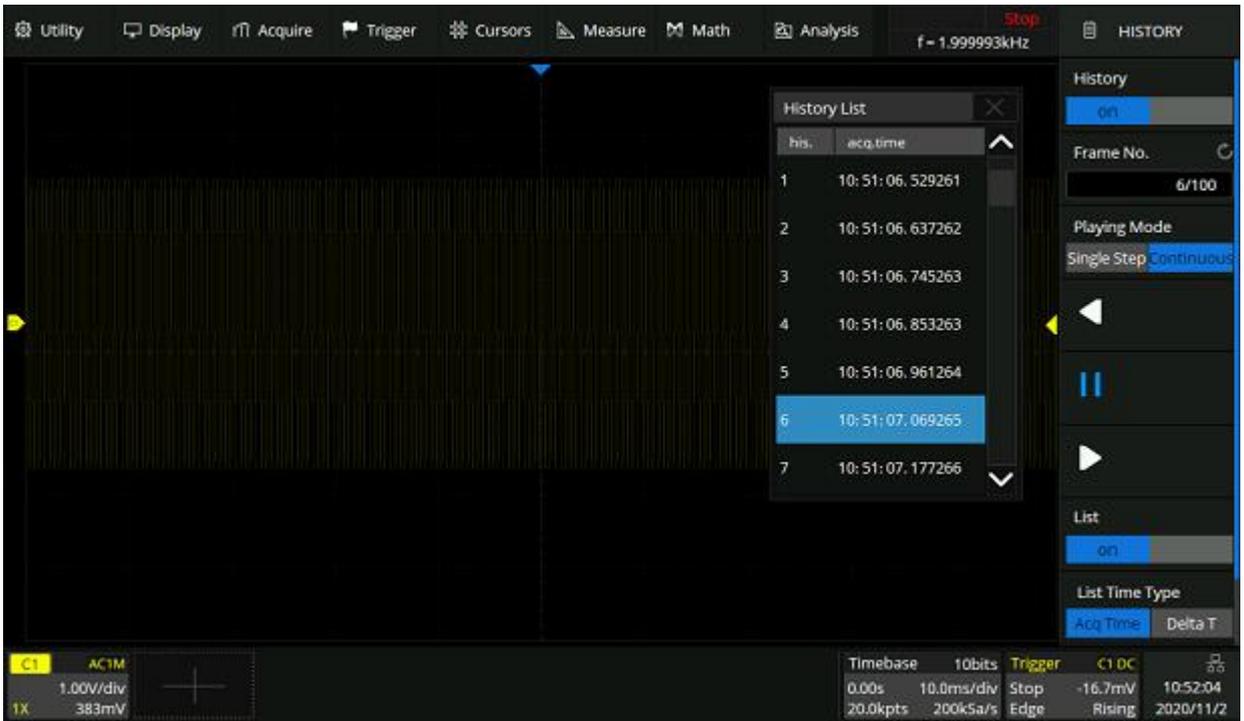
捕捉が開始されると、波形表示エリアの右下に「Waiting for Trigger」が表示されます。トリガ毎に「Seq Acquired」でトリガした回数を示します。



セグメント波形表示手順

シーケンスモードで取り込んだ波形は History モードでそれぞれのセグメントを表示できます。

1. メニューバーの[Analysis]→[History]をタッチして、ヒストリ機能を有効にします。



ヒストリ機能

2. [List]をオンにすると、リスト表示します。リストには、各フレームのインデックスと捕捉開始から各トリガまでの時間が表示されます。
3. セグメントの移動は[Frame No]をタッチして、「Universal」ノブを回してフレームを選択します。リスト表示を有効にしている場合、選択フレームの色がリスト上で分かるようになっています。
4. 自動再生ボタンにより、フレーム番号を自動的にアップ（又はダウン）することができます。これはセグメント数が膨大にあり、異常波形が一部のフレームに含まれていると思われる場合有効な方法です。フレームの移動速度は[Interval]で調整できます。

◀ をタッチすると、現在のフレームからフレーム番号1まで波形をリプレイします。

⏸ をタッチすると、リプレイをストップします。

▶ をタッチすると、現在のフレームから最終フレームまで波形をリプレイします。

注意) 各セグメントへのアクセスはすべて **History** モードのみ対応となります。複数のセグメントを並べて表示することはできません。

注意) セグメント波形に対して計測パラメータを実行しても、表示されている波形に対してだけ測定されます。統計情報に反映されるのはセグメントの中で表示波形のみ対象です。波形の保存も表示されているセグメントのみ保存されます。リモート転送する波形は表示されているセグメントのみ転送されます。全セグメントを転送するには、セグメントを移動しながら、それぞれ保存する必要があります。

注意) 計測パラメータは **Fream No** で選択された波形に対して行われます。**Fream No** の値を変更して表示セグメントが変更されると計測パラメータは新しいセグメントに対して再計算されます。

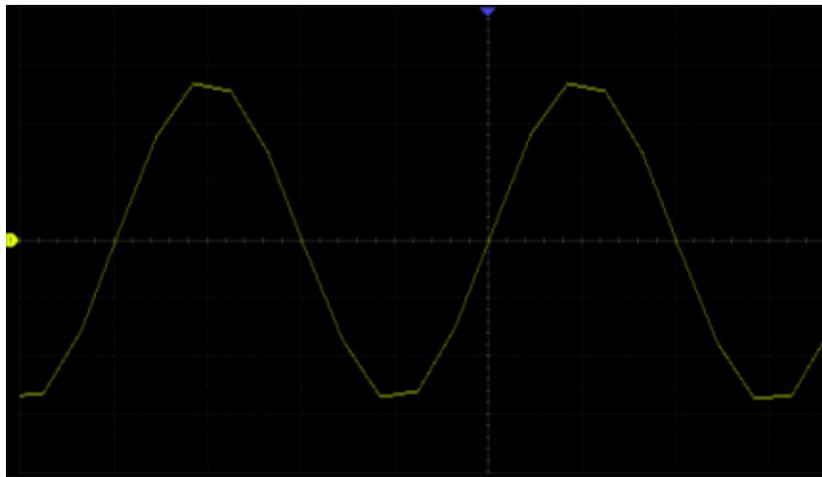
補間モードの選択

リアルタイムサンプリングでは、オシロスコープは離散サンプル値を取得して波形を表示します。一般に、サンプル値をドット表示した波形の形状は見やすくありません。信号の視認性を高めるために、デジタルオシロスコープは通常、補間を使用して波形を表示します。

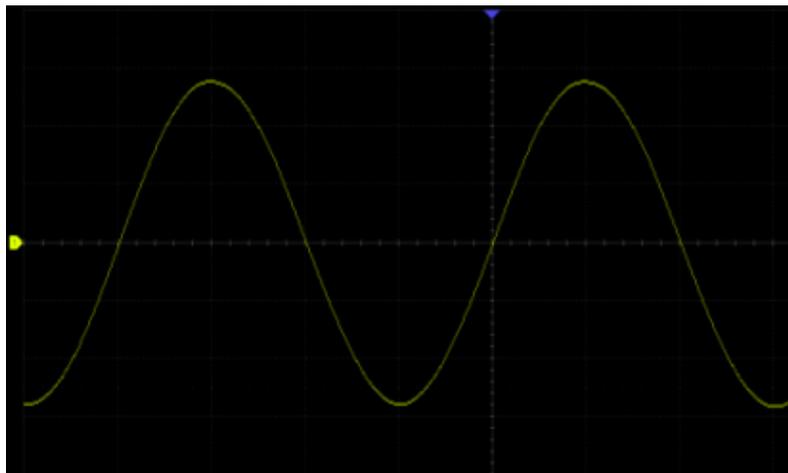
補間は、サンプリング点の間を埋めて表示する方法です。選択には X と Sinc の 2 つが選択できます。

メニューバーの[Acquire]→[Menu]をタッチして、メニューの[Interpolation]を Sinc または X を選択します。

- 🔗 X: 隣接するサンプルポイントが直線で直接接続されています。この方法は、方形波などの信号の高速エッジで再構築する場合にのみ使用します。
- 🔗 Sinc: サンプルポイントをカーブで接続することで、多彩な機能が得られます。Sinc 補間法は、数学的処理を使用して、実際のサンプル点間の計算結果を得ます。この方法は、信号波形を平滑化し、直線に接続されたサンプル点よりも現実的な規則的な形状を与えます。サンプリングレートが比較的低く、波形の最高周波数の帯域幅の 5 倍未満の場合、Sinc 補間法を使用することをお勧めします



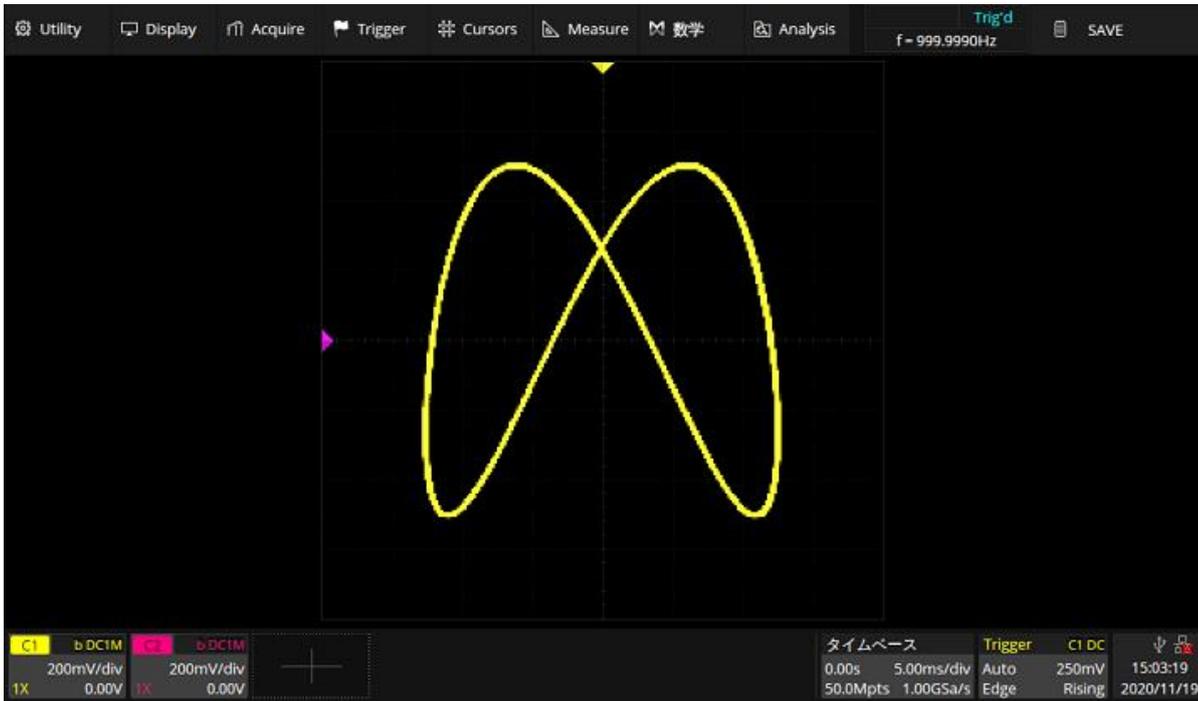
直線補間 (X)



サイン補間(sinc)

XY モード

メニューバーの[Acquire]→[XY Mode]を選択すると、表示を XY モードに変更することができます。もう一度通常のモードに変更する場合もメニューバーの[Acquire]→[XY Mode]を選択してください。

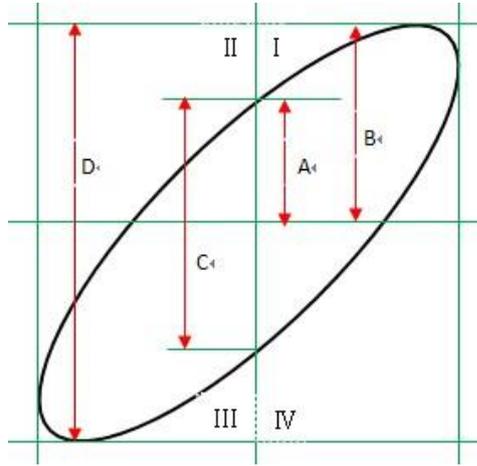


XY モードは、ディスプレイを電圧対時間表示から電圧対電圧表示に変更します。チャンネル 1 の振幅は X 軸にプロットされ、チャンネル 2 の振幅は Y 軸にプロットされ、2 つのチャンネルは同時にオンまたはオフになります。

XY モードはカーソルのマニュアルモードで測定が可能です。「Universal」ノブを使ってカーソルの選択や位置の移動を行い、測定結果は左上に表示されます。



XY モードを使用すると、2 つの信号間の周波数と位相の関係を比較できます。XY モードは、歪み対変位、流量対圧力、電圧対電流、または電圧対周波数を表示するためにトランスデューサと共に使用することもできます。同一周波数の 2 つの信号間の位相偏差は、リサージュ法を用いて容易に測定することができる。下の図は、位相偏差の測定概略図を示しています



$\sin\theta = A/B$ または C/D (ここで、 θ は 2 つのチャネル間の位相偏差角であり、 A 、 B 、 C および D の定義は上の図に示すとおりである) によれば、位相偏移角が得られる すなわち、 $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ または $\pm \arcsin(C/D)$ である。

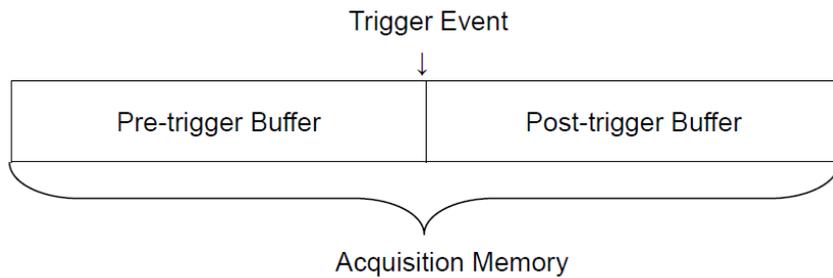
楕円の主軸が象限 I および III 内にある場合、得られる位相偏移角は象限 I および IV 内、すなわち $(0 \sim \pi/2)$ または $(3\pi/2 \sim 2\pi)$ 内でなければならない。楕円の主軸が象限 II および象限 IV 内にある場合、得られる位相偏移角は象限 II および III の範囲内、すなわち $(\pi/2$ から $\pi)$ または $(\pi$ から $3\pi/2)$ の範囲内でなければならない。

X-Y 関数を使用して、被測定信号が回路ネットワークを通過するとき生じる位相偏差を測定することができます。オシロスコープを回路に接続して、回路の入出力信号をモニタします。

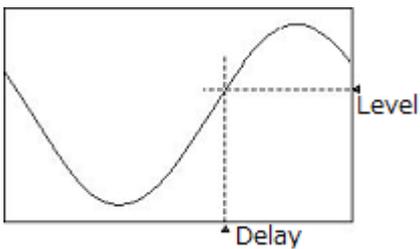
トリガ設定

トリガは、希望する信号の位置で捕捉するための条件を設定します。信号がこの条件を満たすと、オシロスコープで捕捉された波形が画面に表示されます。

オシロスコープがアキュジションを開始すると、波形メモリに AD 変換されたサンプルの書き込みが開始され、トリガイベントを待機します。トリガイベント発生後、画面更新に必要なサンプル数を波形メモリに取り込み、画面を更新します。波形メモリ内は次図のようにトリガイベント前のサンプルとトリガイベント後のサンプルで構成されます。トリガイベント前をプリトリガ、トリガイベント後をポストトリガと言います。

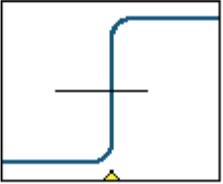
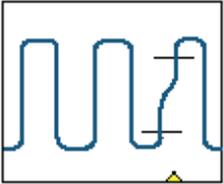
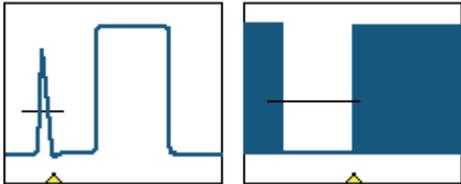
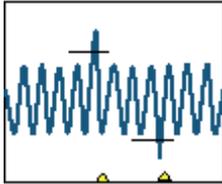
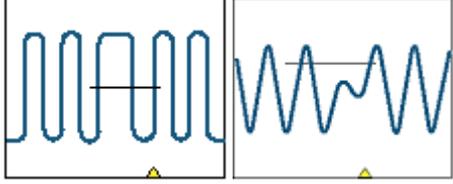
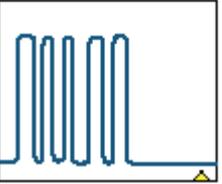
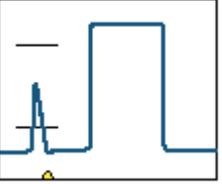


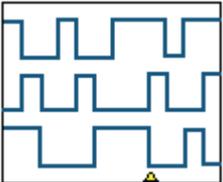
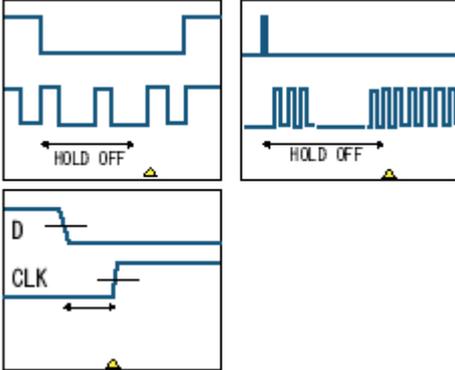
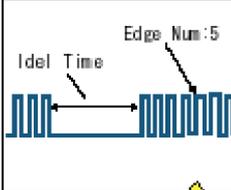
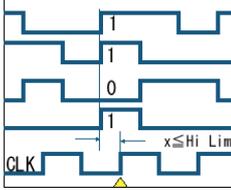
トリガレベルは電圧方向の値です。信号がこのレベルを通過すると、トリガイベントとして認識されます。画面上では、ディレイ設定の位置にトリガイベントが重なるように表示されるため、トリガイベントはトリガレベルとディレイの交点に位置します。



オシロスコープは高度なトリガ機能を豊富に備えており、必要な波形の詳細に集中するのに役立ちます。トリガタイプは、エッジ、スロープ、パルス、ビデオ、ウィンド、インターバル、ドロップアウト、ラント、パターン、およびシリアルトリガです。この章では、これらのトリガ機能をすべて紹介し、目的の波形をキャプチャするためのトリガ条件の設定方法を説明します。

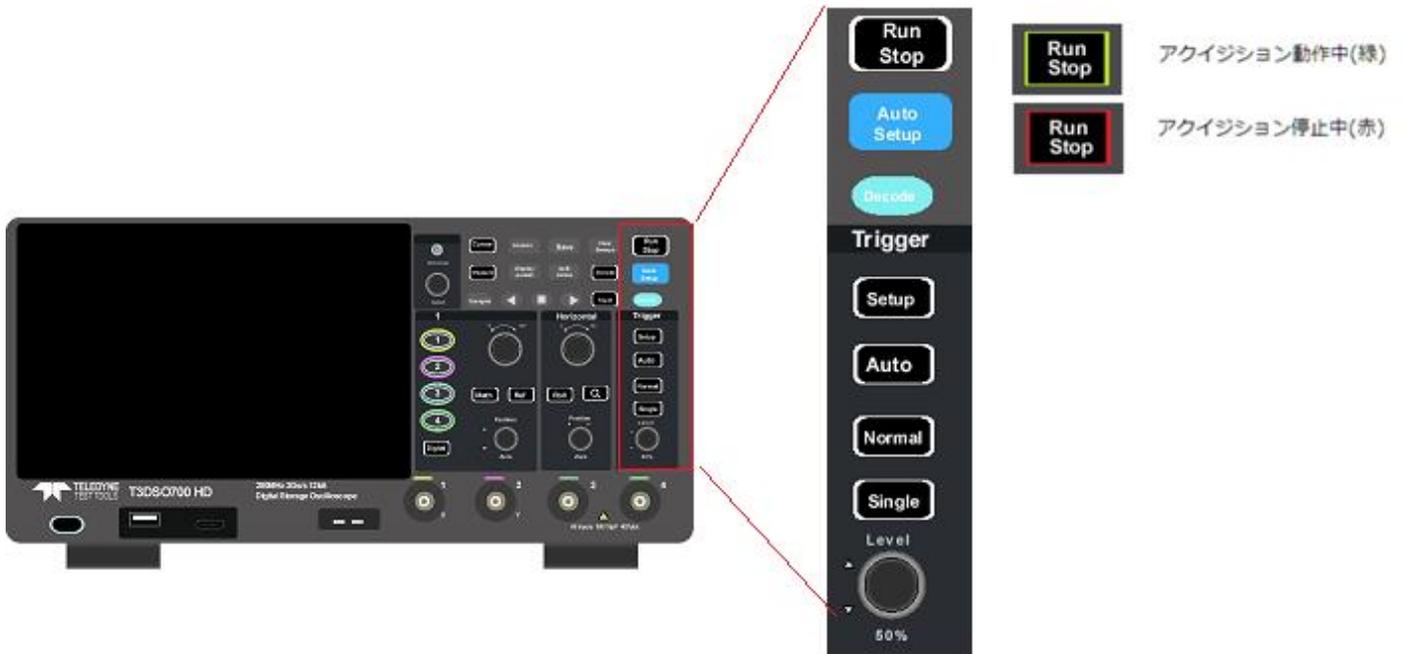
トリガの種類と特徴

トリガ	特徴	
Edge エッジ	標準的に使われるトリガです。 トリガレベルを通過する立ち上がり/立ち下りのエッジにトリガします。ホールドオフによるバースト波形でのパルス位置の選択やトリガを安定させるためのオプションを選択できます。	
Slope スロープ	立ち上がり時間の違いに対して、トリガします。ノンモノトニック信号などに対して、トリガする場合に便利です。	
Pulse パルス幅	パルス幅トリガは多目的に使うことができる便利なトリガです。グリッチなどの細かいパルス幅の信号など異常信号を見つけるのに最適です。またバースト信号の先頭でトリガさせる場合にも、無信号の幅を条件にして、トリガすることができます。	
Video ビデオ	TVトリガは、標準または独自の合成ビデオ信号に対して安定したトリガを生成します。このトリガはPAL規格、SECAM規格、NTSC規格、HDTV (720P、1080i、1080P)規格で使用します。他の規格については、CUSTOMセットアップを使用します。	
Window ウィンド	一定範囲の電圧を超える波形に対して、トリガできます。安定した振幅の中で、稀に大きな振幅波形が出力される波形をトリガする場合に使用します。	
Interval インターバル	信号周期に対してトリガします。回転系のセンサー出力などの測定で、特定の周期(周波数)でトリガさせる場合やパルス抜けした波形でトリガする場合にも便利です。	
Dropout ドロップアウト	信号の遷移が一定期間無い場合、トリガします。これは機器がハングアップする直前の動作を調査する場合や機器の電源をOFFにした場合の挙動を調べる場合に便利です。	
Runt ラント	波形が遷移しきらない波形に対して、トリガします。フリップ・フロップの出力などで発生するラント信号やスイッチング・ノイズなど若干大きなノイズをトリガする場合などに便利です。	

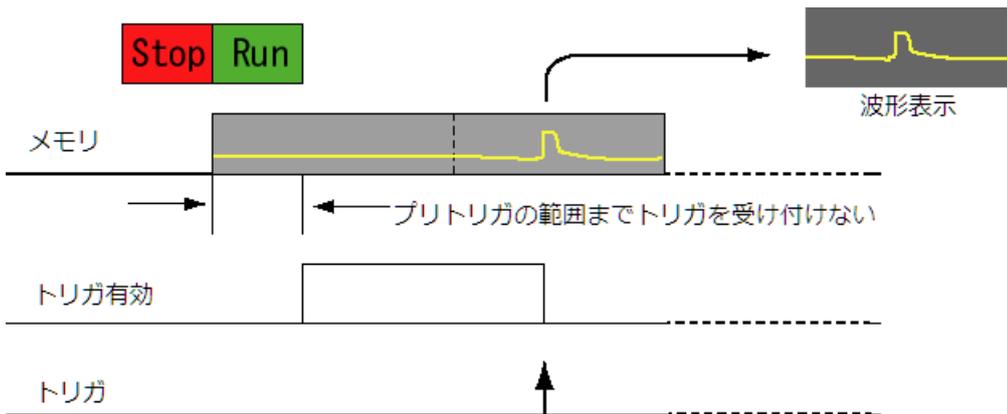
<p>Pattern パターン</p>	<p>複数チャンネルが特定条件に一致すると、トリガします。And 条件で特定パターンを見つける場合や OR 条件でマルチプルトリガとして使用することができます。</p>	
<p>Qualified</p>	<p>クォリファイトリガは2つのチャンネルにトリガ条件を設定し、その順番によりトリガすることができます。例えば、パラレル・バスの制御信号が Low に変化した後続くデータ信号の立ち上がりでトリガすることができます。</p> <p>また2つのイベント間の時間に条件を加えて、Setup や Hold 時間のタイミング・エラーを検出することもできます。</p>	
<p>Nth Edge</p>	<p>バースト信号の特定の位置でトリガできます。バースト信号は信号が無い期間でリセットされ、バースト先頭から Nth のエッジを指定することができます。</p>	
<p>Delay</p>	<p>SourceA で指定した特定のパターンが成立した後、指定時間経過後に SourceB のエッジによりトリガします。</p>	

Run コントロールとトリガモード

波形捕捉のコントロールはフロントパネルの「Run/Stop」ボタンと Trigger セクションにある「Single」、「Normal」、「Auto」ボタンを使用します。「Run/Stop」に埋め込まれた LED は動作の状態を表し、緑色の場合は動作中、赤色は停止中を示します。

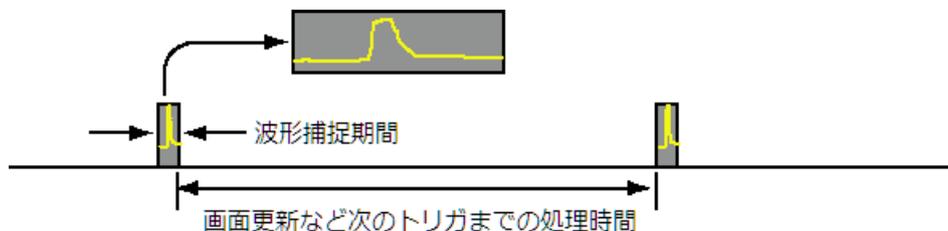


オシロスコープの実行が開始されると、オシロスコープはメモリへの書き込みを開始します。プリトリガ時間(波形グリッドの左端からトリガ位置までの時間)までは波形データをメモリに蓄積する必要があります。その間はトリガを受け付けません。プリトリガ時間以上になるとトリガを受け付けることができます(ディスプレイの右上に状態が表示されます)。オシロスコープがトリガ信号を受け取ると、ポストトリガの範囲までメモリに書き込みをして、波形表示のプロセスに入ります。その間、メモリやトリガはアイドル状態になり、波形を捕捉していない期間が発生します。



実行してからトリガ信号が来るまで長い時間がある場合、メモリには物理的な制限があるため、空いているメモリが無くなります。メモリの空きが無くなると、古いデータから上書きされ、常に新しいデータだけが残る FIFO メモリとして動作をします。

また、Auto や Normal など繰り返す動作モードでは、波形を捕捉していないデットタイムの長さが問題になることがあります。ほとんどの場合、この捕捉していないデットタイム期間は実際に捕捉している時間より長く、その間は新しい波形を取り込むことができません。



トリガモードには、「Auto」、「Normal」、「Single」の3つがあります。フロントパネルのトリガセクションで変更できます。「Auto」、「Normal」、「Single」のいずれかのボタンを押すと、ボタンのLEDが光ります。

「Single」、「Normal」、「Auto」はトリガ信号が発生しない間の処理と繰り返しの違いです。

モード	繰り返し	トリガ信号待ち
Single		永遠に待機
Normal		永遠に待機
Auto		タイムアウトで自動的に更新

トリガモードの用途

Single	<ul style="list-style-type: none"> ● 稀に発生する信号 ● バースト信号(後でズームなどで詳細に確認する波形) ● 過渡現象
Normal	<ul style="list-style-type: none"> ● トリガ設定で指定された特定のイベントのみを取得したい。 ● トリガの間隔が長く、画面表示を安定させたい ● パラメータ測定で自動更新した結果を混入させたくない。
Auto	<ul style="list-style-type: none"> ● DC信号のチェック ● 信号が出力状態のチェック ● 回路の調整

トリガ基本設定

トリガ設定はフロントパネルのトリガセクションにある「Setup」ボタンを押して表示します。またはメニューバーの[Trigger]→[Menu]をタッチして表示します。



画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Type タイプ	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial}
Source 信号源	{C1, C2, C3, C4, LINE}
Slope	{Rising, Falling, Alter}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling 結合	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject 雑音除去	{On, Off}

設定した情報は画面右下のトリガディスクリプタボックスに表示されます。

```

Trigger  C1 DC
Auto     53.3mV
Edge     Rising
    
```

[信号源 Source]

[信号源 Source]の選択はアナログチャンネル、外部入力 (EXT、EXT / 5) および AC Line が含まれています。デジタルが使用できる場合にはデジタルラインも選択可能です。

C1 ~ C4	有効になっているアナログチャンネルはトリガソースとして使用することができます。無効になっているチャンネルはグレーアウトされ選択できません。
LINE	トリガ信号は、オシロスコープの AC 電源入力から取得されます。この種の信号は、信号 (照明装置など) と電源 (電源装置) との関

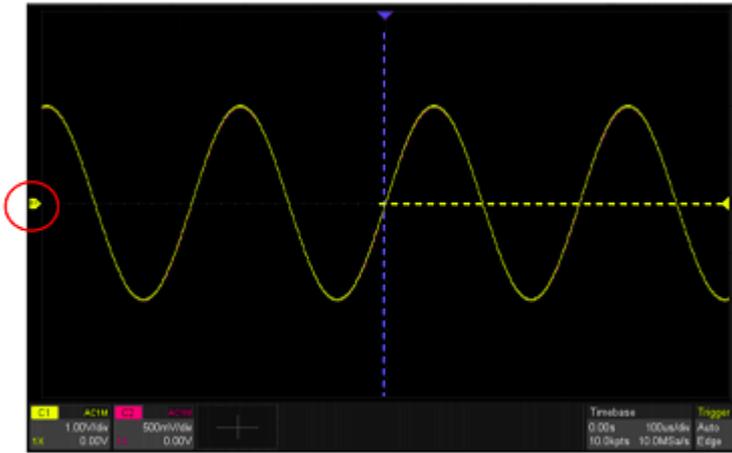
	係を表示するために使用できます。例えば、主にライン周波数の電力測定に使用されます。
Digital	Digital トレースをオンにしている場合、選択することができます。D1～D15 まで選択可能で、Rising や Falling などのエッジでトリガします。

トリガの種類により指定できるソースの種類が決まります。

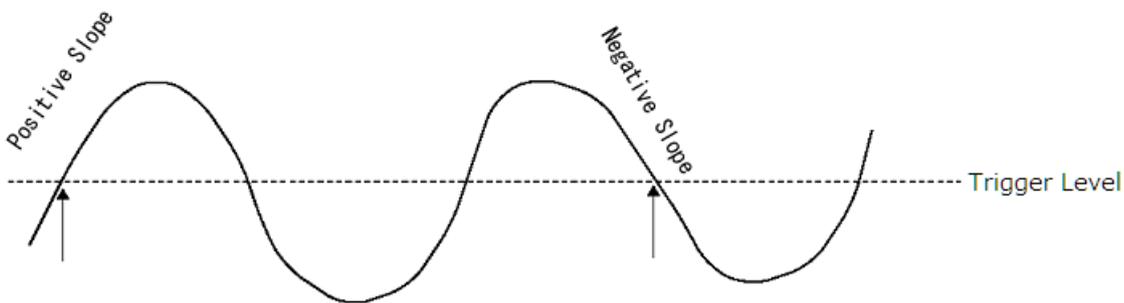
Trigger Type	C1~C4	AC Line	D0~D15
Edge	√	√	√
Slope	√	×	×
Pulse	√	×	√
Video	√	×	×
Window	√	×	×
Interval	√	×	√
Dropout	√	×	√
Runt	√	×	×
Pattern	√	×	√
Serial	√	×	√
Qualified	√	×	×
Nth Edge	√	×	×
Delay	√	×	×
Setup/Hold	√	×	×

トリガレベルとスロープ

オシロスコープは、波形がトリガレベルを超えたときに、波形がトリガ条件を満たしているかどうかを判断します。トリガレベルはグリッドの右端の黄色い三角マークで示され、次図の例では、水平に描かれた黄色の破線がトリガレベルです。トリガ位置は上側の青い三角マークで示され、次図の例では青い破線で描かれています。トリガ位置はこのトリガレベルとディレイの位置の交点です。次の図では、トリガ条件は立ち上がりエッジでトリガするように設定されています。正の傾きの信号がトリガレベルを横切ると、トリガ条件が満たされ、信号がレベルを横切るポイントが青い破線のゼロトリガー位置になります。青と黄色の破線は、説明のみを目的としてここに示されています。スコープにはこれらは表示されません。また波形のゼロ電圧の位置はグリッド左端の赤で囲まれた三角マークで示されます。



スロープはトリガレベルを通過するときの波形の方向です。立ち上がりは[Positive]、立ち下がりには[Negative]を選択します。

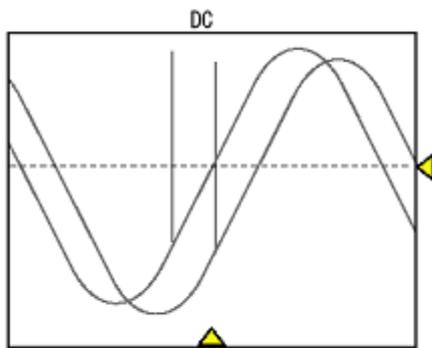


トリガレベルはフロントパネルの「Level」ノブを回して移動します。「Level」ノブはボタンにもなっています。トリガの種類によりませんが、エッジトリガのようにトリガレベルの指定が1つだけの場合、「Level」ノブを押すと、レベルを波形の50%値に直ちに設定できます。ACカップリングを使用する場合、「Level」ノブを押すと、トリガレベルを約0Vに設定します。スロープトリガのようにトリガレベルの設定が2つある場合は、「Level」ノブを押すと、ノブを回したときに移動するトリガレベルの選択を変更することができます。

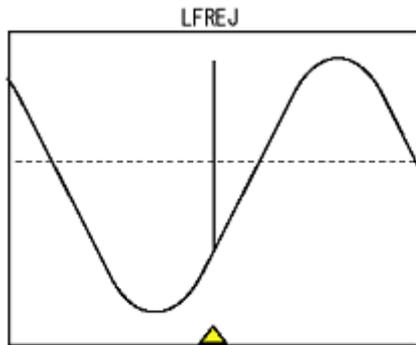
注意) トリガには動作するために最低限必要になる振幅仕様があります。この振幅はトリガ感度と呼ばれます。トリガチャンネルの Volt/Div 設定値に対して 50%程度とを考えてください。またトリガレベルの設定はそのトリガ感度の振幅の半分程度は必要です。つまり信号のスロープが Volt/Div に対して 25%程度の大ききで突き抜ける必要があります。そのため信号ピークにトリガレベルを合わせた場合、トリガされない事があります。トリガ感度の詳細は仕様をご確認ください。

[結合 Coupling]

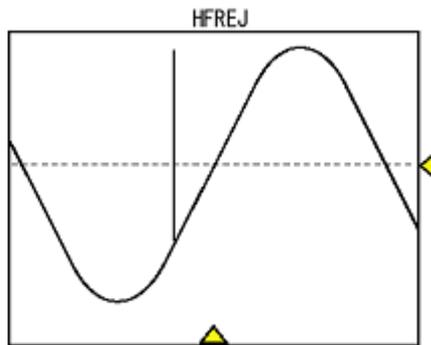
結合は特定の周波数成分をフィルタする目的で使用します。例えば、下図のようなスパーク・ノイズが含まれる波形をトリガさせる場合、[DC]カップリングでは、どちらの信号もトリガするため、ノーマルトリガなどでは、波形の水平位置が安定しません。[低域除去 LFREJ]に設定すれば、スパーク・ノイズの位置で波形が固定されます。逆に[高域除去 HFREJ]に設定すれば、信号波形の位置で波形が固定されます(但し、含まれる周波数成分により、効果がない場合もあります)。



波形の水平位置が安定しない



高い周波数成分だけがトリガの対象になる



低い周波数成分だけがトリガの対象になる

オシロスコープには4種類のトリガ・カップリング・モードがあります。

- ☒ **DC:** DC および AC 成分をトリガに入力することができます
- ☒ **AC:** すべての DC 成分をブロックし、8Hz より低い信号を減衰させます。波形に大きな DC オフセットがある場合は、AC カップリングを使用して安定したエッジトリガを得ることができます。
- ☒ **LF Reject:** DC 成分を遮断し、低周波成分を除去します。低周波リジェクトは、適切なトリガを妨げる可能性のある電源ライン周波数などのトリガ波形から不要な低周波成分を除去します。波形に低周波ノイズがある場合は、LF リジェクションカップリングを使用して安定したエッジトリガを得ることができます。アナログチャンネルの場合、2MHz 以下が減衰します。
- ☒ **HF Reject:** 高い周波数成分を除去します。アナログチャンネルの場合、2.4MHz 以上が減衰します。

注意) トリガ・カップリングはチャンネル結合とは何の関係もありません。

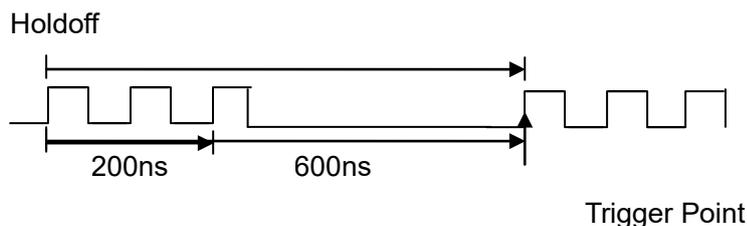
ホールドオフ

ホールドオフは、トリガレベルを頻繁に通過してしまうような複雑な波形（パルスストリームやバースト波形など）を安定してトリガするためにトリガを検知しない区間を設定します。例えばバースト波形を通常のエッジトリガでトリガした場合、ハースト中のどのエッジでもトリガされる可能性があります。ホールドオフでバースト周期より若干短い時間を設定することで、トリガした後にバーストの他のエッジは検知しないので、同じエッジでトリガされ、安定した波形を見ることができます。バースト設定は時間又はイベント回数で指定することができます。

● ホールドオフ時間

ホールドオフ時間は、一度トリガした後にすぐにトリガ準備状態に入るのではなく、例えばバースト幅以上の時間トリガを待機させることで次のバーストの先頭でトリガすることができます。

例えば、以下に示す繰り返しパルスバーストで安定したトリガを得るには、ホールドオフ時間を 200 ns 以上 600 ns 以下に設定します。



正しいホールドオフ設定は、通常、一つの塊として理解できる波形の繰り返し周期より多少短く設定します。ホールドオフをこの時間に設定すると、繰り返し波形の特定のトリガ・ポイントができます。エッジトリガとシリアルトリガだけがホールドオフオプションを持っています。オシロスコープのホールドオフ時間は 8ns から 30s まで調整可能です。

1. 「Stop」ボタンを押してから、「水平ポジション」ノブと「水平スケール」ノブを使って、波形の繰り返し位置を確認します。カーソルを使用してこの時間を測定します。ホールドオフを設定します。
2. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、TRIGGER メニューに入ります。デフォルトのトリガタイプはエッジです。
3. TRIGGER メニューの[Holdoff]で Time を選択し、[Holdoff Time]で希望のホールドオフ時間を設定します。

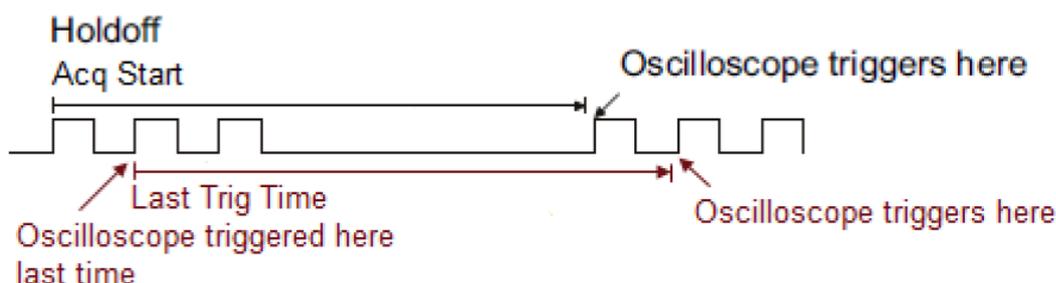
注意) 時間スケールを調整し、水平位置はホールドオフ時間に影響しません。

● ホールドオフイベント

ホールドオフイベントは、一度トリガした後にすぐにトリガ準備状態に入るのではなく、指定回数だけ新しく入るトリガを無視することができます。例えば次のような信号でトリガイベントを 3 に設定した場合左側にある 3 つのパルスは無視され、4 つめのパルスでトリガします。



設定の[Start Holdoff On]は、ホールドオフの初期位置を定義します



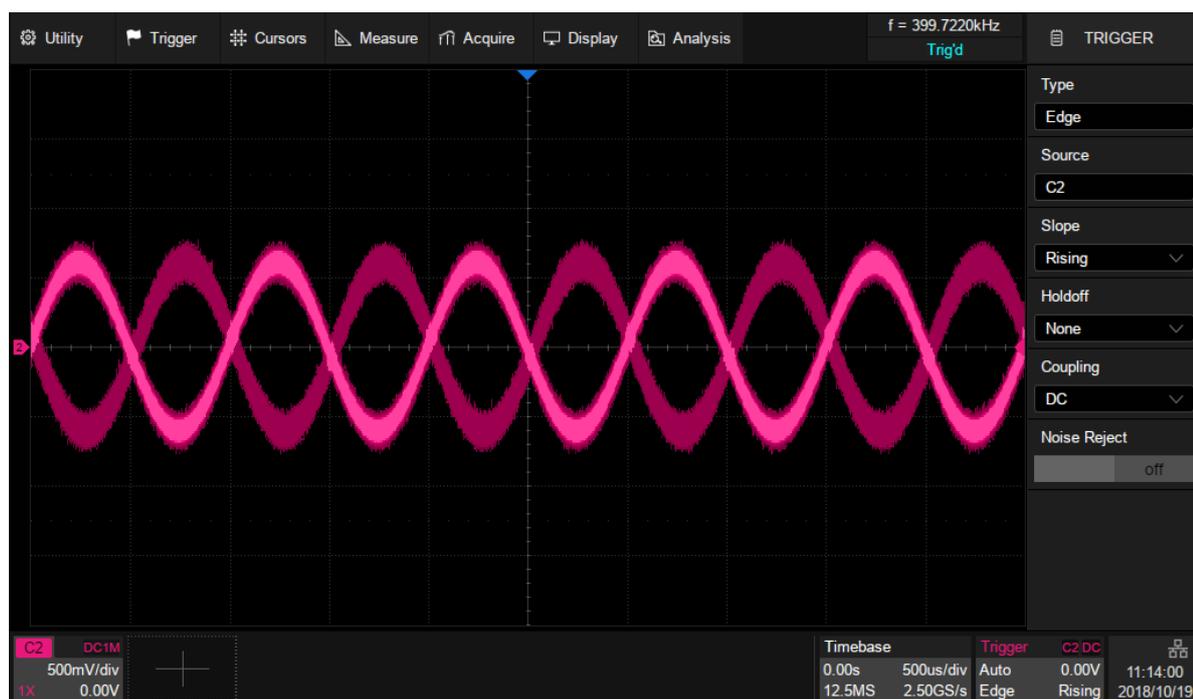
Acq Start - ホールドオフの初期位置は、トリガ条件を満たす最初の時点です。上記の例では、各ホールドオフはパルスシーケンスの最初の立ち上がりエッジから始まります。

Last Trig Time - ホールドオフの初期位置は、最後のトリガの時間です。上記の例では、最後のトリガ位置はパルスシーケンスの 2 番目の立ち上がりエッジにあり、2 番目のホールドオフはそのポイントから始まります。

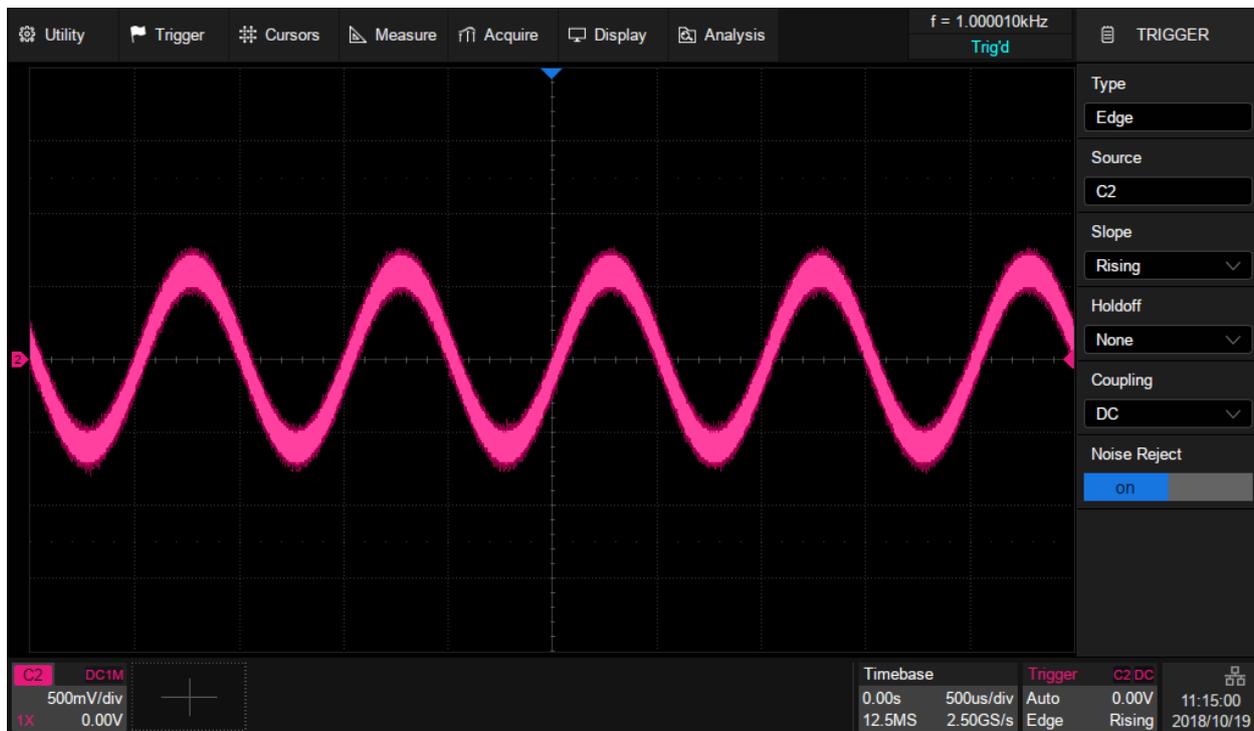
[雑音除去 Noise Reject]

Noise Reject は、トリガ回路のヒステリシスの幅を大きくします。ヒステリシス幅を大きくすると、ノイズによりトリガされる可能性が低くなります。ただし、トリガ感度を低下させるため、トリガするにはわずかに大きな信号が必要です

フロントパネルの Trigger セクションにある「Setup」ボタンを押してから、[雑音除去 Noise Reject]をタッチして、オン/オフを変更します。



ノイズ除去 OFF



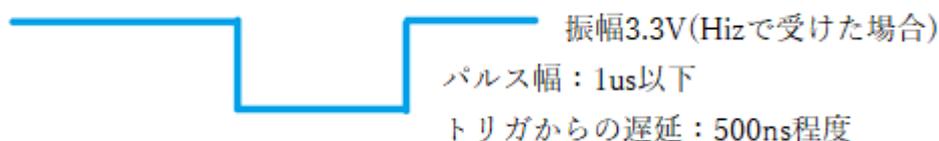
ノイズ除去 ON

信号に対して比較的に大きなノイズが含まれる場合は、トリガが不安定になり非同期のように表示されます。このような場合、まず、トリガー・パスからノイズを除去して、表示された波形を安定させます。次に、表示された波形のノイズに対してノイズ除去を試みます。

1. なるべくノイズが少なくなるようにプロービングします。デバイスの近くで信号ラインや GND にプローブを接続することや GND リードではなくプローブ付属品のグラウンドスプリングで接続するとノイズを低く抑えることができます。
2. TRIGGER メニューの[結合 Coupling]で {LF Reject、HF Reject} で安定してトリガできるか確認してください。
3. TRIGGER メニューの[雑音除去 Noise Reject]をオンに設定して、トリガー・パスからノイズを除去します。
4. チャンネルのメニューで[帯域制限 BW Limit]を 20MHz に設定して、高周波成分を除去します。

トリガアウト出力

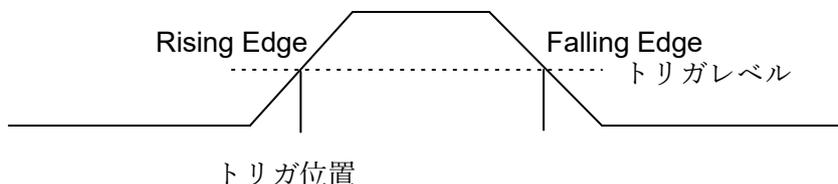
オシロスコープ背面にある「AUX OUT」コネクタは Pass/Fail 機能を使用していない場合、トリガされたタイミングでローアクティブのパルス出力が行われます。次はエッジトリガ時のトリガアウト出力です。



トリガの種類

エッジ

エッジトリガは、指定されたエッジ（立ち上がり、立ち下がり、立ち上がりおよび立ち下がり）およびトリガレベルを検索することによってトリガ・ポイントを区別します。



エッジメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4, LINE} Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。
Slope	{Rising, Falling, Alter}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

操作手順

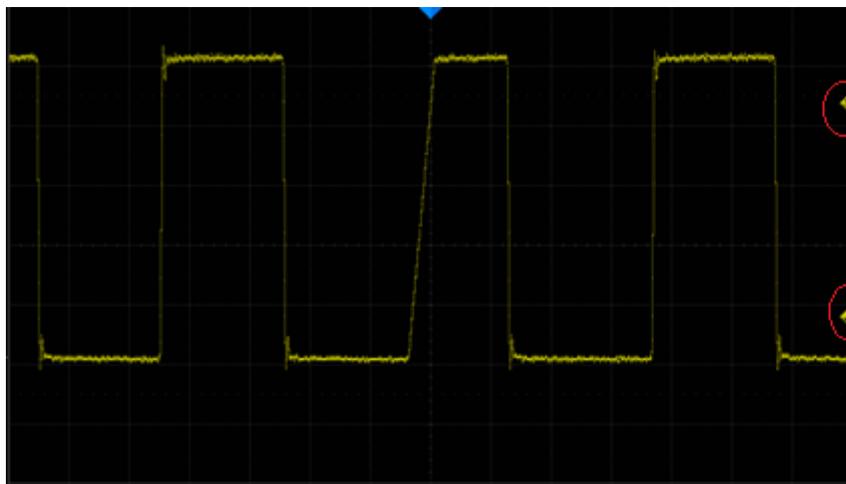
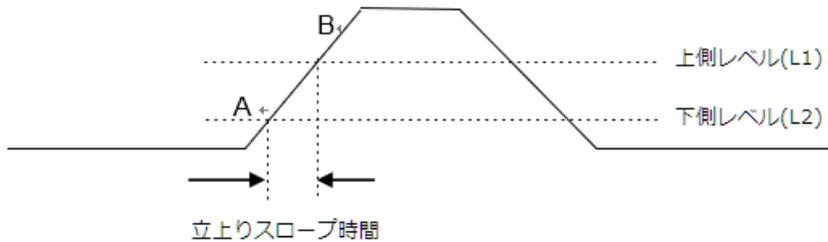
1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、TRIGGER メニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Edge を選択します。
3. TRIGGER メニューの[信号源 Source] をタッチして、目的のトリガソースを選択します。
4. TRIGGER メニューの[Slope] をタッチして、{Rising、Falling、Alternating}のいずれかを選択します。
5. フロントパネルの Trigger セクションにある「Level」ノブを回してトリガレベルを調整します。

注意) 「Auto Setup」ボタンを押すと、トリガのタイプが Edge、スロープが立ち上がりに設定されます。

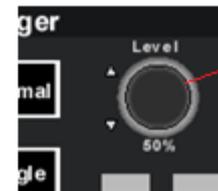
スロープ

スロープトリガは2つのスレッシュホールド・レベルと時間で傾きの大きさを設定します。条件として、時間を以上／以下／範囲内／範囲外で設定します。

下図の例の場合、下側レベル[Lower(L2)]を超えた時間(A)と上側レベル[Upper(L1)]を超える時間(B)の差と[Limit Value]で比較が行われ、[Limit Range]の条件に一致していればトリガされます。



上下2つのトリガレベルをトリガレベルノブで指定
ノブを押すと、上下のレベルの選択を変更できます



回して移動
押して選択

スロープメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope , Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Slope	{Rising, Falling} Rising : 立ち上がり Falling : 立ち下がり
Limit Range	{<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 -- [--] : 範囲外
Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}

Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Slope を選択します。
3. TRIGGER メニューの[信号源 Source] をタッチして、目的のトリガソースを選択します。
4. TRIGGER メニューの[Slope]をタッチして、{Rising、Falling} のうちどちらかを選択します。
5. フロントパネルの「Level」ノブを回して閾値を調整します。上側レベルと下側レベルは「Level」ノブを押して切り替えることができます(選択状態は Trigger ディスクリプトラベル内で H、または L で表示されます)。ノブを回している間、トリガレベルの値が画面に表示されます。

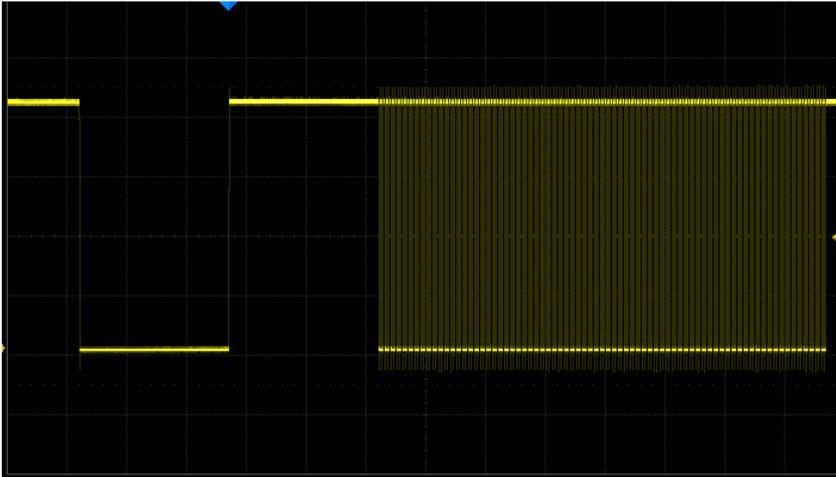
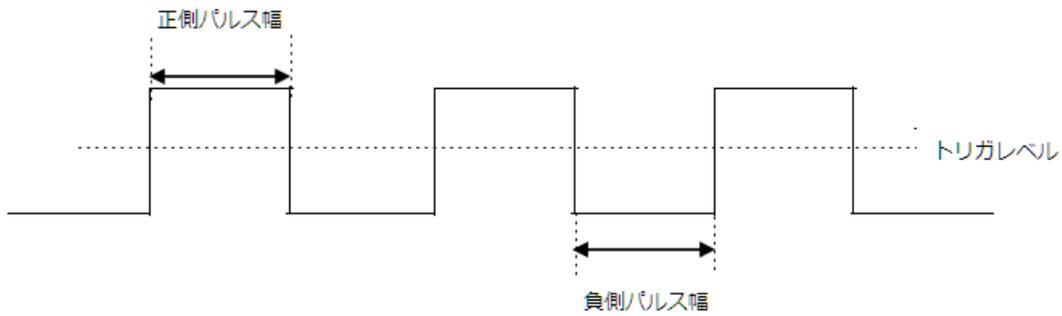
下側のトリガレベルは、上側のトリガレベルより高くすることはできません

6. TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range]をタッチして、目的のスロープ条件を選択します。値は [上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。
 - ⊗ \leq (時間値未満)：入力信号の正または負のスロープ時間が指定された時間値よりも小さい場合にトリガ。
 - ⊗ \geq (時間値より大きい)：入力信号の正または負のスロープ時間が指定された時間値より大きい場合のトリガ。
 - ⊗ [--,--] (時間値の範囲内)：入力信号の正または負のスロープ時間が、指定された下限時間よりも大きく、指定された上限時間よりも小さい場合にトリガする。
 - ⊗ --][-- (時間値の範囲内)：入力信号の正または負のスロープ時間が指定された下限時間よりも大きく、指定された上限時間よりも短い場合のトリガ (時間値の範囲外)：トリガ入力信号の正または負のスロープ時間が、指定された上限時間よりも大きいか、または指定された下限時間よりも小さい場合に発生します。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

パルス

パルストリガは、トリガレベルを通過する正方向または負方向のパルスの時間幅を条件にトリガします。



パルスメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse , Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 } Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。
Polarity	{Positive, Negative} Positive : 正側パルス Negative : 負側パルス
Limit Range	{<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 --] [-- : 範囲外
Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGERメニューの[タイプ Type]をタッチして、Pulse を選択します。
3. TRIGGERメニューの [信号源 Source]をタッチして、トリガソースを選択します。
4. フロントパネルの「Level」ノブを回して、トリガレベルを目的の場所に調整します。
5. TRIGGERメニューの[極性 Polarity]をタッチして、[Positive],または[Negative]を選択します。
6. TRIGGERメニューの[制限範囲 Limit Range]をタッチして、目的のパルス条件を選択します。値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。

☞ **<=** (時間値未満) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値よりも小さい場合にトリガ。

たとえば、正のパルスの場合、 t (パルス実幅) $< 100\text{ns}$ を設定すると、波形は下の図に従ってトリガされます。



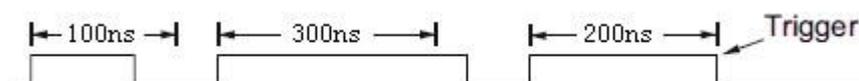
☞ **>=** (時間値より大きい) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値より大きい場合のトリガ。

たとえば、正のパルスの場合、 t (パルス実幅) $> 100\text{ns}$ を設定すると、下の図に従って波形がトリガされます。



☞ **[--,--]** (時間値の範囲内) : 入力信号の正または負のパルス時間が、指定された下限時間より大きく、指定された上限時間値よりも小さい場合にトリガします。

たとえば、正のパルスの場合、 t (パルス実幅) $> 100\text{ns}$ および $t < 300\text{ns}$ に設定すると、波形は 200ns パルスでトリガします。

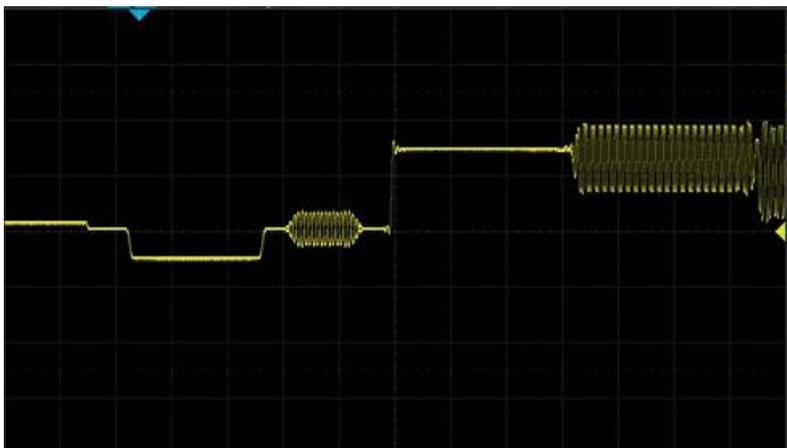


☞ **--[--]** (時間値の範囲外) : 入力信号の正または負のパルス時間が、指定された上限時間より大きく、指定された下限時間値よりも小さい場合にトリガします。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

ビデオ

ビデオトリガを使用すると、ほとんどの標準的なアナログビデオ信号を捕捉できます。オシロスコープは、NTSC、PAL、HDTV およびカスタムビデオ信号のフィールドまたはラインを指定してトリガできます。



ビデオメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video , Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Standard	{NTSC, PAL, 720p/50, 720p/60, 1080p/50, 1080p/60, 1080i/50, 1080i/60, Custom}
Sync	{Any, Select}
Line	{1 - }
Field	{1, 2, 3, 4}

操作手順

1. 前面パネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Video を選択します。
3. TRIGGER メニューの [信号源 Source]をタッチして、トリガソースを選択します。
4. フロントパネルの「Level」ノブを回して、トリガレベルを同期パルスの中央に設定します。
5. TRIGGER メニューの[ビデオ規格 Standard]をタッチして、目的のビデオ規格を選択します。オシロスコープは、以下のビデオ規格をサポートしています。

規格	タイプ	同期パルス
NTSC	インターレース	バイレベル
PAL	インターレース	バイレベル
HDTV 720P/50	プログレッシブ	3 値レベル
HDTV 720P/60	プログレッシブ	3 値レベル
HDTV 1080P/50	プログレッシブ	3 値レベル
HDTV 1080P/60	プログレッシブ	3 値レベル
HDTV 1080i/50	プログレッシブ	3 値レベル

HDTV 1080i/50	プログレッシブ	3 値レベル
Custom		

次の表はカスタムビデオトリガのパラメータです。

フレームレート	25Hz, 30Hz, 50Hz, 60Hz	
ライン	300~2000	
フィールド	1, 2, 4, 8	
インターレース	1:1, 2:1, 4:1, 8:1	
トリガ位置	Line	Field
	(line value)/1	1
	(line value)/2	2
	(line value)/3	3
	(line value)/4	4
	(line value)/5	5
	(line value)/6	6
	(line value)/7	7
	(line value)/8	8

次の表は、行数、フィールド数、インターレース数、トリガ・ライン数、およびトリガ・フィールド数の関係を説明するために Of Lines を 800 として示しています。

Of Lines	Of Fields	Interlace	Trigger Line	Trigger Field
800	1	1:1	800	1
800	1,2,4 or 8	2:1	400	1, 1~2, 1~4, 1~8
800	1,2,4 or 8	4:1	200	1, 1~2, 1~4, 1~8
800	1,2,4 or 8	8:1	100	1, 1~2, 1~4, 1~8

6. メニューの[同期 Sync]をタッチして、任意または選択トリガモードを選択します。

Any: いずれかの水平同期パルスでトリガ

Select: 指定されたラインやフィールドでトリガをかけます。 Line または Field の値を設定します。

次の表に、各ビデオ規格のフィールドあたりのライン番号を示します。

規格	フィールド1	フィールド2
NTSC	1 ~ 262	1 ~ 263
PAL	1 ~ 312	1 ~ 313
HDTV 720P/50, HDTV 720P/60	1 ~ 750	
HDTV 1080P/50, HDTV 1080P/60	1 ~ 1125	
HDTV 1080iP/50, HDTV 1080i/60	1 ~ 562	1 ~ 563

操作例(任意のラインでトリガ)

ビデオトリガを使用する場合、同期振幅の画面上での大きさが 0.5Div 以上が必要です。

以下の例は、C1 に NTSC 信号を入力し、フィールド 1、ライン 22 でトリガするように設定します。

1. フロントパネルの「**Setup**」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGERメニューの[タイプ **Type**]をタッチして、**Video** を選択します。
3. TRIGGERメニューの [信号源 **Source**]をタッチして、トリガソースとして **C1** を選択します。
4. TRIGGERメニューの[ビデオ規格 **Standard**]をタッチして、**NTSC** を選択します。
5. TRIGGERメニューの[同期 **Sync**]をタッチして、**Select** を選択します。**Select** を選択すると[**Line**]や[**Field**]がメニューに表示されます。[**Line**]をタッチしてか **22** を指定します。[**Field**]をタッチして、**2** を設定します。

操作例（カスタムビデオトリガ）

Custom ビデオトリガは、25Hz、30Hz、50Hz および 60Hz のフレームレートをサポートし、ライン範囲は 300 から 2000 まで使用できます。カスタムトリガを設定する手順を以下に示します。

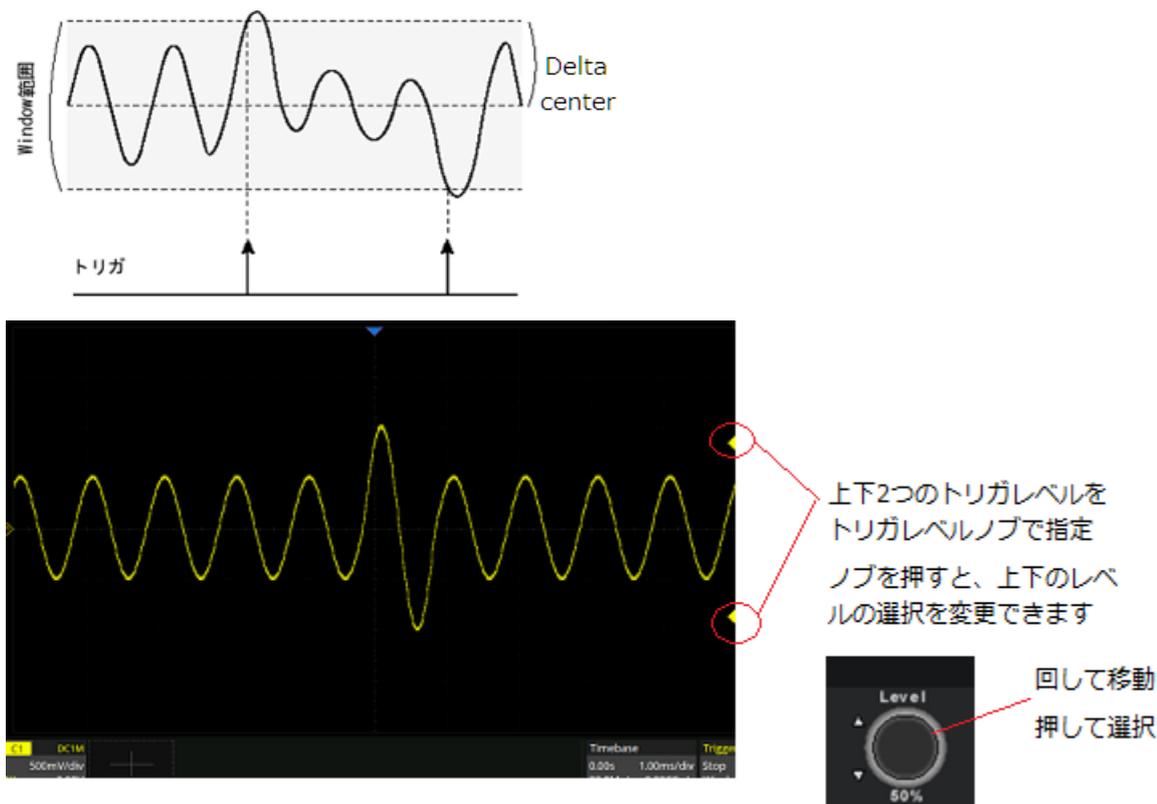
1. 前面パネルの「**Setup**」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ **Type**]をタッチして、**Video** を選択します。
3. TRIGGER メニューの [信号源 **Source**]をタッチして、トリガソースとして **C1** を選択します。
4. TRIGGER メニューの[ビデオ規格 **Standard**]をタッチして、**Custom** を選択します。
5. TRIGGER メニューの[**Custom Setting**]を選択してサブメニューに入ります。
6. VIDEO SETTING メニューの[**Frame Rate**]、[**Of Lines**]、[**Of Fields**]、[**Interlace**]はビデオの規格に合わせて設定します。
7. VIDEO SETTING メニューの[同期 **Sync**]でトリガ条件としてラインやフィールドを指定する場合には **Select** を指定します。指定がなければ **Any** を選択してください。**Select** を指定すると、[**Line**]や[**Field**]がメニューに表示されます。ラインやフィールドのトリガ条件を指定します。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「**Default**」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

ウィンド

ウィンドトリガは指定した電圧範囲を超える電圧でトリガします。これは AMI 符号のようなバイポーラ符号で伝送される信号や異常振幅の波形を捕えるのに便利なトリガです。電圧の指定は **Absolute** と **Relative** の 2 種類があり、トリガレベルの調整方法が異なります。 **Absolute** ウィンドウタイプでは、 **Upper**(上側)と **Low**(下側)の 2 つのトリガレベルをそれぞれ調整します。 **Relative** は、中央の値(**Center**)を調整してウィンドの中心を設定します。 **Delta** 値を調整してウィンド範囲を設定します。 **Center** の値を変更すると、下側トリガレベルと上側トリガレベルは常に一緒に移動します。

異常振幅でトリガさせる場合は、通常状態の振幅より若干大きくウィンドを設定します。また立ち上がり時間の速いデジタル信号ではデバイスの最大入力電圧を超えるオーバーシュートにより、不具合が発生する場合があります。このような場合にも、ウィンドトリガを利用することができます。



ウィンドメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window , Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Window Type	{Absolute, Relative} Absolute : 絶対値 Relative : 相対値
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

Absolute ウィンドトリガ設定例

1. 前面パネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGERメニューの[タイプ Type]をタッチして、[Window]を選択します。
3. TRIGGERメニューの [信号源 Source]をタッチして、C1 などトリガソースを選択します。
4. TRIGGERメニューの [Window Type]をタッチして、[Absolute]を選択します。
5. フロントパネルの「Level」ノブを回して閾値を調整します。上側レベルと下側レベルは「Level」ノブを押して切り替えることができます(選択状態は Trigger ディスクリプタラベル内で H、または L で表示されます)。ノブを回している間、トリガレベルの値が画面に表示されます。

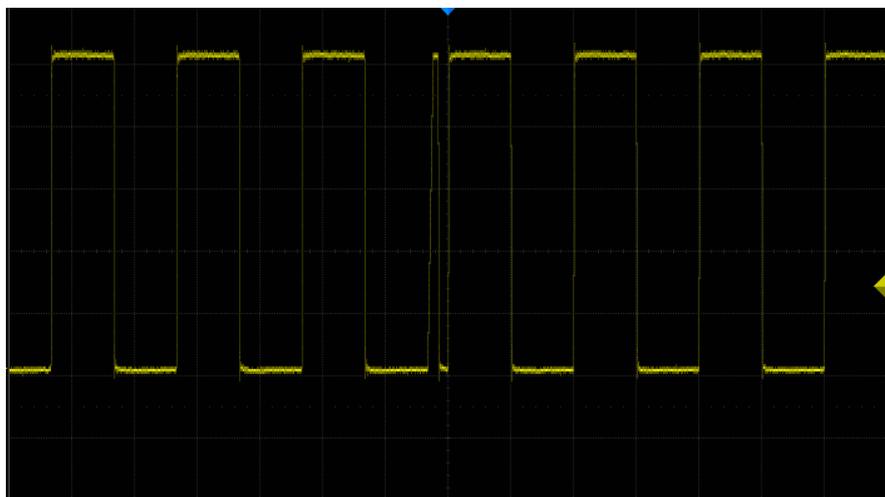
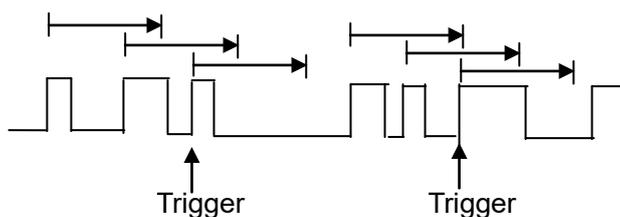
下側のトリガレベルは、上側のトリガレベルより高くすることはできません

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

インターバル

インターバルトリガはパルスの周期をトリガ条件にします。パルスの周期とは、同じ遷移方向の隣り合うエッジ(正から正、負から負)間の時間を指します。指定した条件に信号の周期が一致していればトリガされます。条件には周期の時間と比較演算子(以上/以下/範囲内/範囲外)を設定します。条件として[<=]が設定された場合、指定したパルス間隔よりも実際のパルスの周期が短い場合に、トリガが発生します。条件に合致するエッジが発生するたびに、トリガ条件が初期化され、間隔のタイマが再開されます。

次の例を参照してください。矢印の長さが設定の周期の時間です。条件は[<=]を選択します。最初の周期は設定時間より長い周期のため無視されます。2番目の周期は設定値より短いためトリガされます。トリガ位置は周期が確定した上矢印の位置です。



インターバルメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval , Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 } Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。
Slope	{Rising, Falling} Rising : 立ち上がり Falling : 立ち下がり
Limit Range	{<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 --] [-- : 範囲外
Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
 2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Interval を選択します。
 3. TRIGGER メニューの[信号源 Source] をタッチして、C1 などトリガソースを選択します。
 4. TRIGGER メニューの[Slope] をタッチして、立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択します。
 5. フロントパネルのトリガ「Level」ノブを回して、トリガレベルを目的の場所に調整します。
 6. TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range] をタッチして、目的のリミット指定方法を選択します。
値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。
- ☒ <= (時間値未満) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値よりも小さい場合にトリガします。
 - ☒ >= (時間値より大きい) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値より大きい場合にトリガします。
 - ☒ [--,--] (時間値の範囲内) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された下限時間より大きく、指定された上限時間よりも短い場合にトリガします。
 - ☒ --] [-- (時間値の範囲外) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された上限時間より大きいか、または指定された下限時間値よりも小さい場合にトリガします。

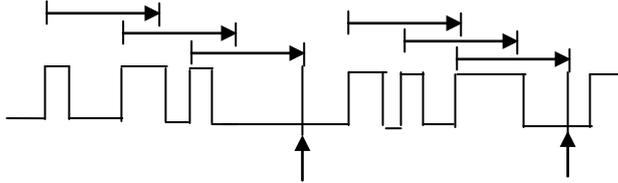
注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

ドロップアウト

ドロップアウトトリガは連続した繰り返し信号が途切れた条件でトリガするように、タイムアウト時間を設定します。そのタイムアウト時間に信号に変化が無ければトリガします。ドロップアウトトリガはエッジとステートの2種類のタイプがあります。

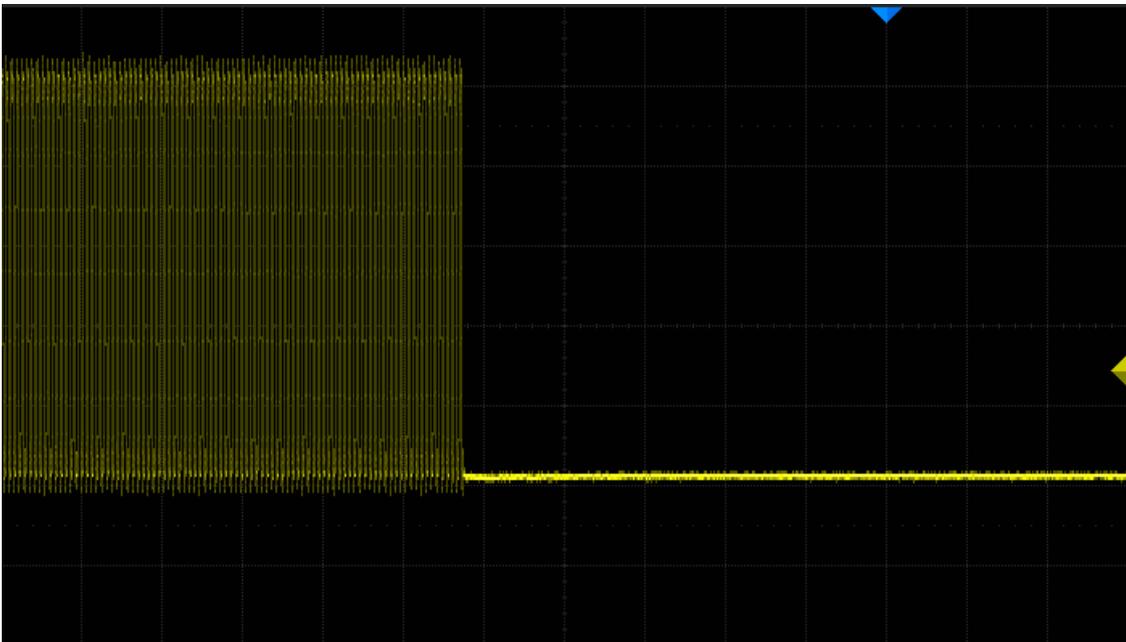
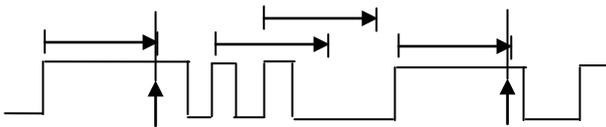
エッジ

入力信号の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガレベルを通過してから、隣接する立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガレベルを通過するまでの時間間隔（ ΔT ）が、タイムアウト時間 下図のように設定します。



ステート

入力信号の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガレベルを通過してから、隣接する立ち下がりエッジ（または立ち上がりエッジ）がトリガレベルを通過するまでの時間間隔（ ΔT ）が、タイムアウト時間 下図のように設定します。



ドロップアウトメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout , Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Slope	{Rising, Falling} Rising : 立ち上がり Falling : 立ち下がり
OverTime Type	{State, Edge}
Time	{2.0ns - 20s}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

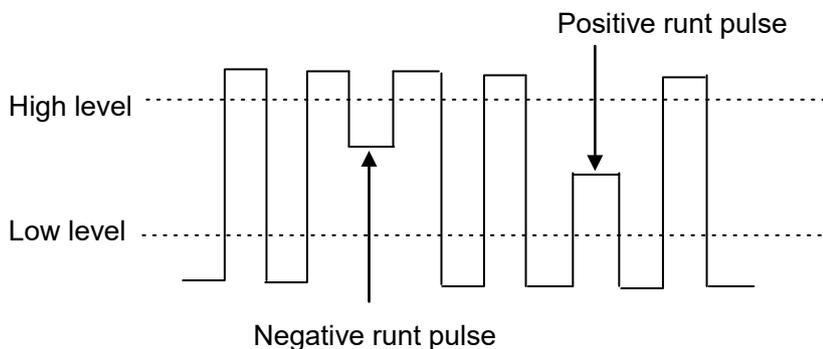
操作手順 (Edge)

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Dropout を選択します。
3. TRIGGER メニューの[信号源 Source] をタッチして、C1 などトリガソースを選択します。
4. TRIGGER メニューの[Slope] をタッチして、立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択します。
5. フロントパネルのトリガ「Level」ノブを回して、トリガレベルを目的の場所に調整します。
6. TRIGGER メニューの[OverTime Type] をタッチして、Edge を選択します。
7. TRIGGER メニューの [Time] をタッチして、希望の値を選択します。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

ラント

ラントトリガは Hi level と Low level の 2 つの電圧レベルを指定し、パルスがどちらかの信号レベルを通過した後、もう一つのレベルを通過せずに、元のレベルに戻るような信号に対してトリガします。条件として極性やラント信号のパルス幅の指定ができます



- ⌘ 正のラントパルスは下限しきい値を超えますが上限しきい値は超えません。
- ⌘ 負のラントパルスは上限しきい値を超えますが下限しきい値は超えません。



ラントメニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt , Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Polarity	{Positive, Negative} Positive : 正側のラントパルス Negative : 負側のラントパルス
Limit Range	{<=, >=, [--, --], [--] [--]} <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 --] [-- : 範囲外

Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

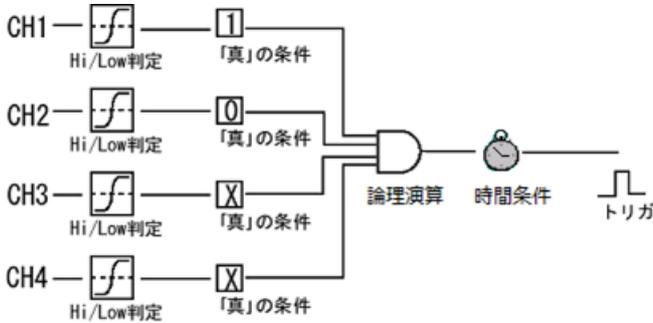
操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Runt を選択します。
3. TRIGGER メニューの [信号源 Source]をタッチして、C1 などトリガソースを選択します。
4. TRIGGER メニューの [極性 Polarity]をタッチして、トリガする正パルスまたは負パルスを選択します。
5. フロントパネルの「Level」ノブを回して閾値を調整します。上側レベルと下側レベルは「Level」ノブを押して切り替えることができます(選択状態は Trigger ディスクリプタレベル内で H、または L で表示されます)。ノブを回している間、トリガレベルの値が画面に表示されます。
下側のトリガレベルは、上側のトリガレベルより高くすることはできません。
6. TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range]をタッチして、目的の条件を選択します。値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

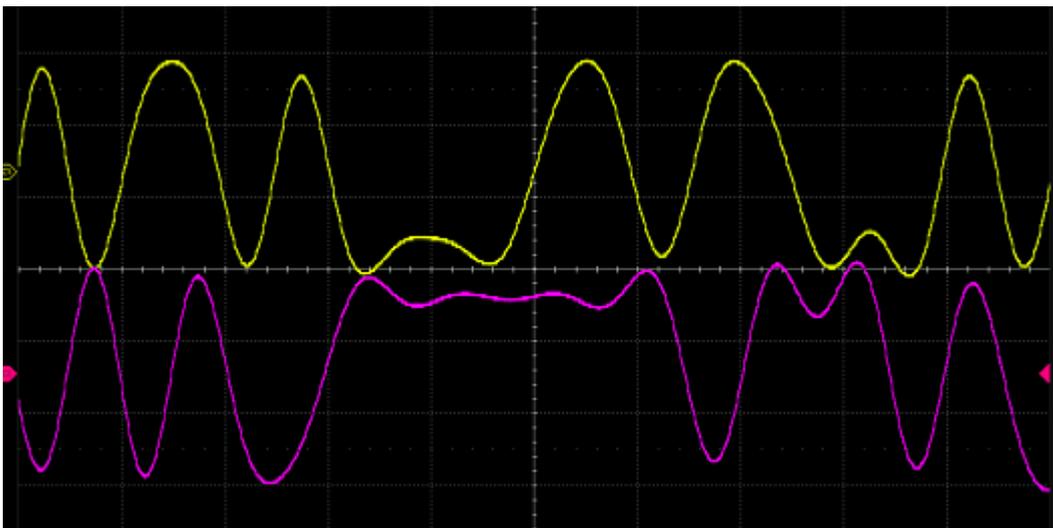
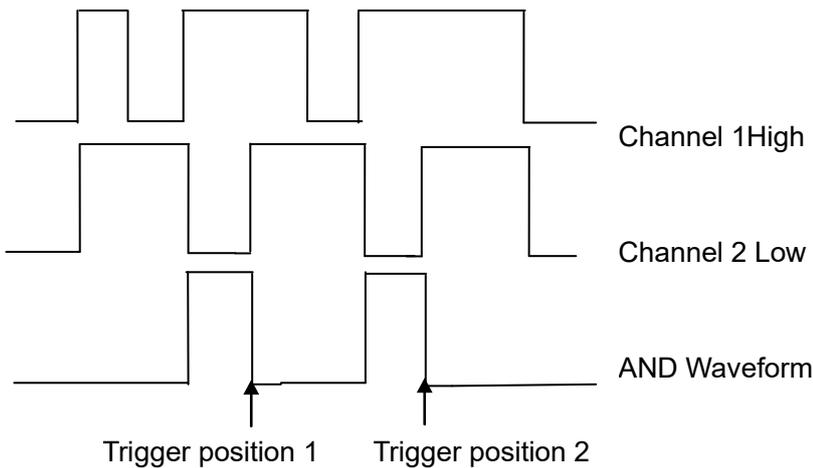
パターン

パターントリガは複数チャンネルの信号を組み合わせて、トリガすることができます。入力信号は電圧の高低により「Hi」と「Low」を判定し、どちらの状態を「真」にするかを条件指定することができます。条件には[Hi を真], [Low を真], [Don't care]を選ぶことができます。アナログチャンネルは[And]・[Or]・[Nand]・[Nor]の論理演算を行い、更に状態が継続する時間も条件に加えることができます。



注意) 時間条件のタイムは AND と NOR のみ設定可能です。また論理演算パターンを "真"にする最後のエッジで開始します。そのため捕捉開始から一度も信号が変化しない場合はタイムが動作しません。

次図は CH (Hi) 1 と C2 (Low) の AND 条件の例です。



パターンメニュー

メニュー	設定範囲	
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern , Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }	
Logic	{AND, OR, NAND, NOR}	
Source Setting	C1	{Don't care, Low, Hi} Level Value で閾値を指定します。
	C2	{Don't care, Low, Hi} Level Value で閾値を指定します。
	C3	{Don't care, Low, Hi} Level Value で閾値を指定します。
	C4	{Don't care, Low, Hi} Level Value で閾値を指定します。
Limit Range	{<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 --] [-- : 範囲外 Logic が AND または NOR の場合のみ設定可能です。	
Upper Value	{2ns - 20s}	
Lower Value	{2ns - 20s}	
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns -30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}	

操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Pattern を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Logic] をタッチして、要なロジックの組み合わせ（AND、OR、NAND または NOR）を選択します。
4. TRIGGER メニューの[Source Setting] をタッチして、チャンネルごとの条件を設定します。

ダイアログが表示され、CH ごとに {Don't care、High、Low} のいずれかを選択します。

☒ Low は、選択したチャンネルのパターンを低く設定します。低レベルは、チャンネルのトリガレベルまたはスレッシュホールド電圧より低い電圧レベルです。

☒ High は、選択したチャンネルのパターンをハイに設定します。ハイは、チャンネルのトリガレベルまたはスレッシュホールド電圧よりも大きい電圧レベルです。

☒ Don't care は、選択したチャンネルで気にしないパターンを設定します。気にしないように設定されたチャンネルは無視され、パターンの一部としては使用されません。

ただし、パターン内のすべてのチャンネルが無効に設定されていると、オシロスコープはトリガしません。

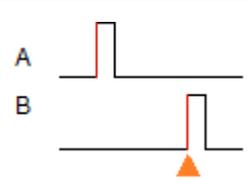
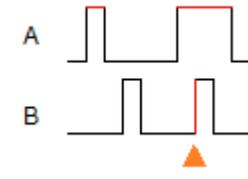
[High]または[Low]を選択すると、[Level Value]を入力できます。アナログチャンネルのトリガレベルを調整します。[Don't care]はトリガレベルを設定する必要はありません。

- 使用するすべてのチャンネルが設定できるまでステップ 5 を繰り返します。
- TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range]をタッチして、目的の条件を選択します。値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

Qualified

クオリファイトリガは2つのトリガ条件を順序、またはステートの組み合わせでトリガします。またそれぞれ最初のトリガ条件が成立してから2つ目のトリガ条件を受け入れるまでの時間を指定することができます。

1 回目条件	2 回目条件'	使用例
エッジ	エッジ	 <p>A 発生後に B のタイミングでトリガ (Type: Edge)。A のトリガ条件が成立してから B のトリガを受け付ける時間を指定するディレイ条件を設けることもできます (Type: Edge with Delay)。</p>
ステート	エッジ	 <p>A の状態が Hi の間に B が発生したタイミングでトリガ (Type: State)。A のトリガ条件が成立してから B のトリガを受け付けるディレイ条件を設けることもできます (Type: State with Delay)。</p>

Qualified メニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified , Nth Edge, Delay }
Qualified Type	{State, State with Delay, Edge, Edge with Delay}
Qualify Setting	<p>1 回目のトリガ条件</p> <p>Source: {C1, C2, C3, C4} Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。</p> <p>Threshold: トリガレベルの設定(トリガレベルのノブで設定することも可能。ノブを押すとレベルノブの対象を 1 回目/2 回目で切り替えることができます。)</p> <p>エッジの遷移方向や Hi/Low のステートは Qualify State、または Qualify Edge で設定します。</p>
Edge Setting	<p>2 回目のトリガ条件</p> <p>Source: {C1, C2, C3, C4} Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。</p> <p>Threshold: トリガレベルの設定(トリガレベルのノブで設定することも可能。ノブを押すとレベルノブの対象を 1 回目/2 回目で切り替えることができま</p>

	す。) Slope{Rising Falling}
Source	{C1, C2, C3, C4} Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。
Qualify State / Qualify Edge	Edge: {Rising, Falling} / State: {Low / High}
Limit Range	Qualify Type で with Delay が選択されている場合のみ {<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 --] [-- : 範囲外
Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}

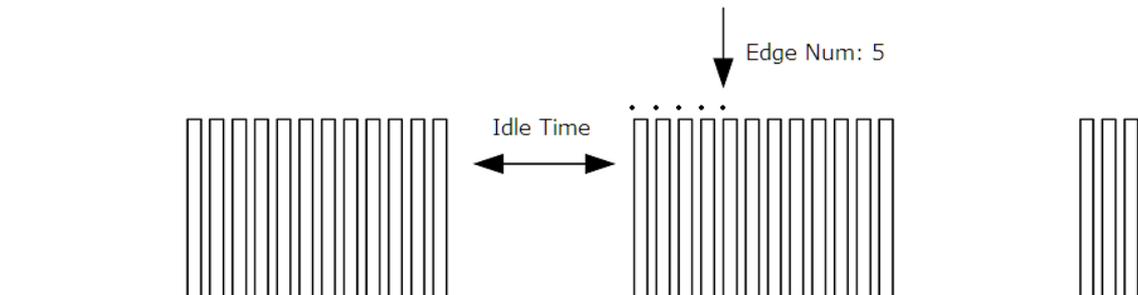
操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Qualified を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Qualify Type] をタッチして、State などを選択します。
4. TRIGGER メニューの[Qualify Setting] をタッチして、1 回目のトリガ条件を設定します。[信号源 Source]で C1 などを選択し、[Threshold]でトリガレベルを設定します(フロントパネルの Level ノブでも設定可能です)。
5. TRIGGER メニューの[Edge Setting] をタッチして、2 回目のトリガ条件を設定します。[信号源 Source]で C1 などを選択し、[Threshold]でトリガレベルを設定します(フロントパネルの Level ノブでも設定可能です)。[Slope]でエッジの遷移方向を選択します。
6. TRIGGER メニューの[Qualify State]をタッチして、1 回目のトリガの High/Low のステートを選択します。
7. With Delay を選択している場合は、TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range] をタッチして、目的のリミット指定方法を選択します。値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。
 - ☒ <= (時間値未満) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値よりも小さい場合にトリガします。
 - ☒ >= (時間値より大きい) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値より大きい場合にトリガします。
 - ☒ [--,--] (時間値の範囲内) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された下限時間より大きく、指定された上限時間よりも短い場合にトリガします。
 - ☒ --] [-- (時間値の範囲外) : 入力信号の正または負のパルス時間が指定された上限時間より大きいか、または指定された下限時間値よりも小さい場合にトリガします。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

Nth Edge

バースト信号の特定の位置でトリガできます。バースト信号は信号が無い期間でリセットされ、バースト先頭から Nth のエッジを指定することができます。



Nth Edge メニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge , Delay }
Source	{C1, C2, C3, C4 }
Slope	{Rising, Falling} Rising : 立ち上がり Falling : 立ち下がり
Idle Time	{8ns - 20s}
Edge Num	{1 - 65535}
Holdoff	{Time, Events, None} Time: {8ns - 30s} Events{1 - 100000000} Start Holdoff On{Last Trig Time, Acq Start}
Coupling	{DC, AC, LF reject, HF reject}
Noise Reject	{On, Off}

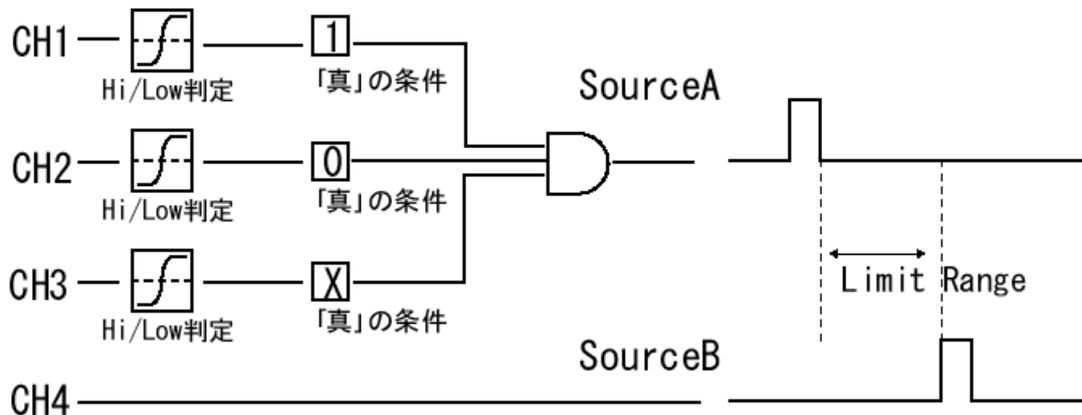
操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、C1 などを選択します。
3. フロントパネルのトリガレベルのつまみでパルスの振幅中心程度の電圧に調整します。
4. TRIGGER メニューの[Slope] をタッチして、Rising などを選択します。
5. TRIGGER メニューの[Idle Time] をタッチして、アイドル状態と判定できる時間の長さを設定します。
6. TRIGGER メニューの[Edge Num] をタッチして、エッジの個数を入力します。アイドル期間後に Slope で設定したエッジが指定された回数エッジでトリガされます。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

Delay

SourceA で指定した特定のパターンが成立した後、指定時間経過後に SourceB のエッジによりトリガします。SourceA は And のパターントリガと同じように各チャンネルの Hi,Low を指定し、AND 出力信号の Rise/Fall エッジから SourceB 信号の Rise/Fall エッジまでの時間でトリガします。



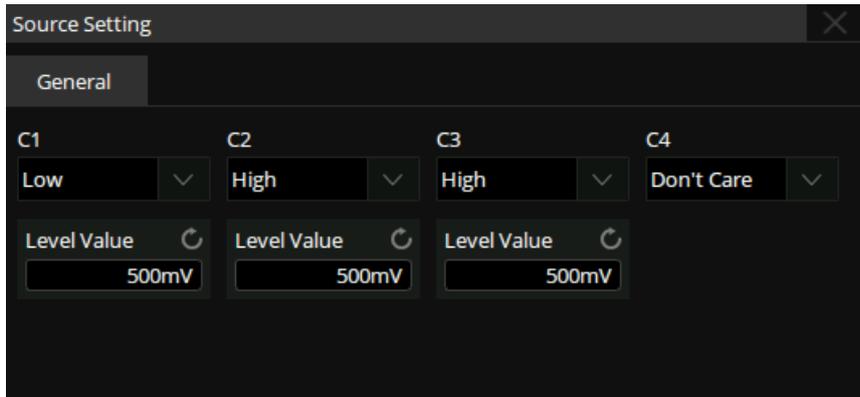
Delay メニュー

メニュー	設定範囲
Type	{Edge, Slope, Pulse, Video, Window, Interval, Dropout, Runt, Pattern, Serial, Qualified, Nth Edge, Delay }
SourceA Setting	Source Setting: {C1, C2, C3, C4 } パラレルパターンを Hi, または Low で選択します。アナログチャンネルは閾値を入力します。Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。 Slope {Rising, Falling}
SourceB Setting	Source Setting: {C1, C2, C3, C4 } ラッチタイミングを決める信号を選択します。アナログチャンネルは閾値を入力します。Digital がオンの場合は各ラインを選択できます。 Slope {Rising, Falling}
Limit Range	Qualify Type で with Delay が選択されている場合のみ {<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 -- [--] : 範囲外
Upper Value	{2ns - 20s}
Lower Value	{2ns - 20s}

操作手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。

- TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Delay を選択します。
- TRIGGER メニューの[SourceA Setting] →[Source Setting]をタッチしてチャンネルの State などを選択します。



- [Source Setting]を抜け、[Slope]を選択します。[Return]で戻ります。
- TRIGGER メニューの[SourceB Setting] をタッチして、2 回目のトリガ条件を設定します。[信号源 Source]で C1 などを選択し、[Threshold]でトリガレベルを設定します(フロントパネルの Level ノブでも設定可能です)。[Slope]でエッジの遷移方向を選択します。[Return]で戻ります。
- TRIGGER メニューの[制限範囲 Limit Range] をタッチして、目的のリミット指定方法を選択します。値は[上限レベル設定 Upper Value]または[下限レベル設定 Lower Value]をタッチして値を設定します。
 - ⊗ \leq (時間値未満)：入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値よりも小さい場合にトリガします。
 - ⊗ \geq (時間値より大きい)：入力信号の正または負のパルス時間が指定された時間値より大きい場合にトリガします。
 - ⊗ $[-, -]$ (時間値の範囲内)：入力信号の正または負のパルス時間が指定された下限時間より大きく、指定された上限時間よりも短い場合にトリガします。
 - ⊗ $-[-, -]$ (時間値の範囲外)：入力信号の正または負のパルス時間が指定された上限時間より大きいか、または指定された下限時間値よりも小さい場合にトリガします。

注意) トリガ設定が正しく反映されない場合は、一度「Default」ボタンを押して、初期化してからやりなおしてください。

シリアルトリガとデコード

オシロスコープは、I2C、SPI、UART / RS232、CAN、LIN シリアルトリガおよびデコードを提供します。2つのデコーダが用意され、それぞれ別のプロトコルをデコードすることができます。この章では、これらのシリアルをトリガおよびデコードする方法について説明します。

注意) デコード結果が見にくい場合はメニューバーの[Acquire]→[Menu]をタッチして、[Acq Mode]を Slow にしてください。

デコード概要

デコードの設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチ、またはフロントパネルの Decode ボタンを押して表示します。

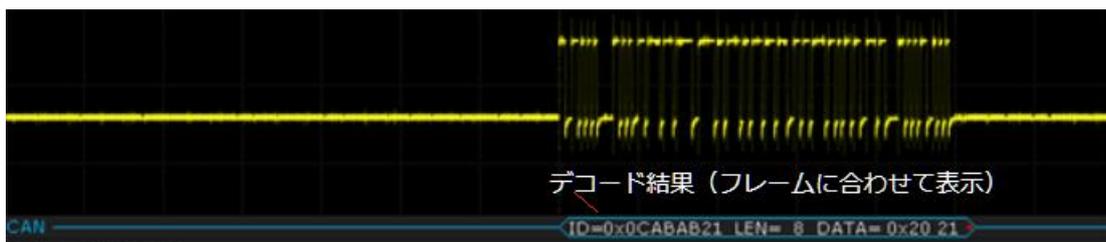


メニュー		設定範囲
Result List		デコード結果のテーブル表示
	Display	{Bus1, Bus2, Off}
	Scroll	テーブル内のカーソル位置
	Lines	テーブルの行数
	Long Data	{On, Off}長いデータの表示
	Save	データの保存
	Return	上位メニューに戻る
Bus シリアルバス		{Bus1, Bus2} デコーダの選択
Bus Operation		{On, Off} Bus で選択されているデコードを有効/無効にします。有効にすると、プロトコルの要約が画面下に表示されます。List を有効にしている場合、テーブルが画面上に表示されます。
Bus Display	Bus Position	デコード結果表示位置。垂直軸方向に移動
	Format	{Binary, Decimal, Hex, ASCII}
	Return	上位メニューに戻る
Bus Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN, CANFD, LIN } プロトコルを選択します。
Protocol Signals		選択したプロトコルにより別メニューが表示されます。クロックやデータなど

	プロトコルで定義されている信号線とプローブしているチャンネルを関連付けします。Hi/Low を判定するためのスレッショルドレベルを設定します。
Protocol Config	選択したプロトコルにより別メニューが表示されます。通信速度などプロトコルのプロパティを設定します。
Protocol Copy	{Copy From Trig, Copy To Trig} [Signal]や[Configure]で設定した内容をトリガ設定に反映させるか、逆にトリガの設定からコピーすることができます。

デコード結果

デコード結果はフレームの位置に合わせて、下に表示されます。



圧縮された表示では、デコード結果があることだけを示します。



プロトコルにより、エラーがある場合は赤で表示されます。



テーブル表示

DECODE メニューの[Result List]を選択して DECODE LIST メニューに入ります。[ディスプレイ Display]でリストを表示させるバス{Bus1, Bus2}を選択すると、テーブルが画面の下に表示されます。テーブルは7行まで表示させることができ、フレーム数が多い場合には、テーブルの表示をスクロールすることができます。テーブルのデータは USB メモリなど外部メモリにファイルとして保存することができます。

CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-24.1488ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes
2	-19.9490ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes
3	-15.1293ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes
4	-10.9295ms	D	0x07819F51	8	0x53 49 47 4C 45 4E 54 5F	0x0C9B	yes
5	-5.44975ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes
6	-1.24996ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes
7	3.56980ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes

注意) シリアルデコードはノイズによりデコードの誤りが発生することがあります。正しいデコードのためノイズ対策と、もし可能であればチャンネルに搭載された帯域制限フィルタなどで高周波成分を除去します。

DECODE LIST メニューの[Save]をタッチすると、USB メモリに表示されているデコード結果を保存することができます。デコードテーブルのまま CSV 形式で保存されます。

CAN のデコードを保存した場合は次のようなデータが保存されます。

CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-21.4152m	Std	0x200	0x01	0xC0	0x0B08	yes
2	-21.3302m	Std	0x210	0x01	0x00	0x0983	yes
3	-15.5481m	Std	0x410	0x08	0x70 71 72	0x5E95	yes
4	-15.1250m	Std	0x400	0x02	0x6A 6B	0x3CC7	yes
5	-11.3450m	Std	0x200	0x01	0xB2	0x40DF	yes
6	-11.2609m	Std	0x210	0x01	0x00	0x0983	yes
7	-10.5678m	Ext	0x18CCDC	0x02	0x80 81	0x1C6E	yes
8	-5.08873m	Std	0x400	0x02	0x6A 6B	0x3CC7	yes
9	-1.27570m	Std	0x200	0x01	0xA0	0x23E3	yes
10	-1.19161m	Std	0x210	0x01	0x00	0x0983	yes
11	3.79051ms	Ext	0x18AABB	0x02	0x55 AA	0x036A	yes

シリアルトリガ概要

シリアルトリガの設定はフロントパネルの「Setup」ボタンを押して表示します。またはメニューバーの [Trigger]→[Menu] をタッチして表示します。



画面にトリガメニューが表示され、[タイプ Type] に **Serial** に選択すると、次のようなメニューが表示されます。[Protocol]で対象のプロトコル選択し、[Signal]で基本設定をします。実際のプロトコルの条件は[Trigger Setting]で行います。

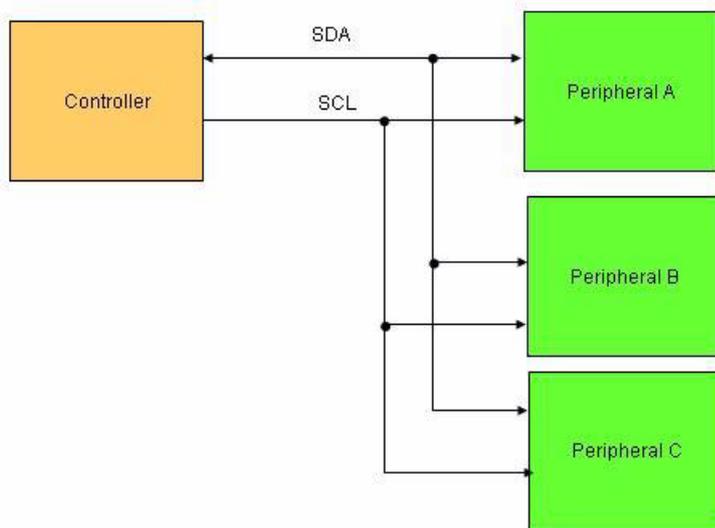
メニュー	設定範囲
Type	{Serial...}
Protocol	{I2C, SPI, UART, CAN, LIN} プロトコルを選択します。
Signal	選択したプロトコルにより別メニューが表示されます。クロックやデータなどプロトコルで定義されている信号線とプロービングしているチャンネルを関連付けします。Hi/Low を判定するためのスレッシュホールドレベルを設定します。
Trigger Setting	ID やデータなど、プロトコルの条件を指定します。
Bus Configure	選択したプロトコルにより別メニューが表示されます。通信速度などプロトコルのプロパティを設定します。

I2C トリガとシリアルデコード



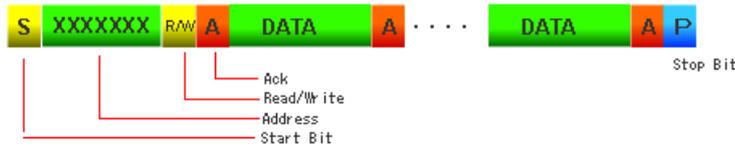
プロトコル概要

I2C は SCL と SDA の 2 本のバスラインを使用します。SCL はコントローラからデバイスへ一方向に送信されるクロック信号です。SDA は双方向のデータバスです。I2C をモニタリングするには、2 本のプローブが必要です。



コントローラは特定のデバイスにリクエストして、データを転送させることができます。コントローラが送信するヘッダにはデバイスのアドレス（7 ビット、または 10 ビット）や操作指示（送信、または受信）が含まれます。デバイスはコントローラから送信されたヘッダを解釈し、該当デバイスがデータの送受信を行います。デバイスからの送信はコントローラからの SCL クロックに合わせて送信が行われます。

7bit アドレス

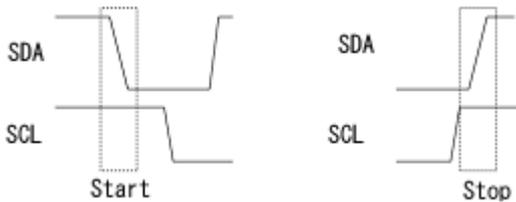


10bit アドレス



注意) T3DSO700HD のデコードは 10bit アドレスには対応しません。

トランザクションの開始はスタートビットから始まり、ストップビットで終わります。スタートビットの状態は SCL が Hi にいる間に SDA が立ち下がり遷移するとスタートビットです。ストップビットは SCL が Hi の間に SDA が立ち上がり遷移した状態です。バスを解放せずにトランザクションを続けて開始するリピータースタートコンディションはスタートビットと同じように SCL が Hi にいる間に SDA が立ち下がります。



トランスミッタは MSB フォーマットで 1 バイトごとに送信されます。1 バイト送るごとにレシーバから Ack または Nack を送信します。Ack は 9 番目のビットで SDA ラインが Low、Nack は SDA ラインが Hi です。通常レシーバ側が正常にデータを受信できた場合に Ack を返しますが、マスタでレシーバ動作している場合には、受信完了をトランスミッタに通知するために Nack で返します。トランスミッタは Ack の期間で出力段をオープンにし、レシーバが送信できるようにします (Ack の期間、SDA ラインはトランスミッタとレシーバのタイミングにより瞬間的に全てのデバイスがオープンになり、グリッジのような細かいパルスが出る場合があります)。データのバイト数に制限はありません。

EEPROM では、アドレスの先頭 4 ビットが "1010" 固定になります。それに続く 3 ビットはデバイスの選択に使用され、最後のビットは他のデバイスと同様に R/W のフラグになります。続くデータ部分の先頭で EEPROM 内のアドレスを指定します。書き込み動作の場合はそのままデータビットが続き、読み込み動作の場合は、EEPROM 内のアドレス指定を Write フラグにして書き込み、リピータースタートで Read フラグにして読み込みます。

チップセレクト



I2C デコード

DECODE 設定はメニューバーの [Analysis] → [Decode] をタッチして表示します。[Bus Operation] をオンにして、[Protocol] で I2C を選択すると、[Protocol Signal] や [Protocol Config] が I2C 用のメニューで表示されます。

I2C 用デコード設定項目

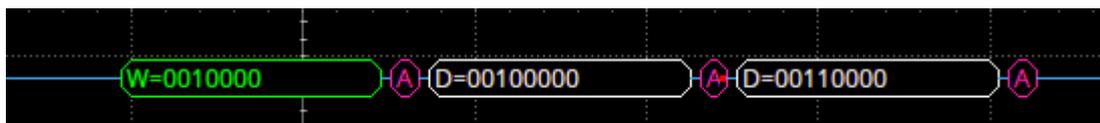
メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN, LIN}
Protocol Signals	SCL	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} SCL 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	SCL 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	SDA	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} SDA 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	SDA 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Protocol Config	Include R/Wbit	{On, Off} On、デコードのアドレス表示に 7 ビット目を含める Off、デコードのアドレス表示に 7 ビット目を含めない
	Return	

デコード設定手順

1. DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。
2. DECODE メニューの[シリアルバス Bus]から目的のデコーダ (Bus1 または Bus2) を選択します。
3. DECODE メニューの[Bus Operation]を On にします。
4. DECODE メニューの[Bus Protocol]から I2C を選択します。
5. DECODE メニューの[Protocol Signal]をタッチして、I2C SIGNAL メニューに入ります。
6. I2C SIGNAL メニューの[SCL] (I2C のクロック信号) で SCL I2C クロック信号に接続されているチャンネルを選択し、SCL メニュー下にある[Threshold]で I2C クロック信号のスレッシュホールド電圧レベルを設定します。[Threshold]をタッチして「Universal」ノブで調整することができます。調整中、レベルの位置が点線で示されます。点線のレベルが信号レベルの中間に位置するように調整してください。このスレッシュホールド電圧レベルはデコード用ですが、I2C シリアルトリガでも同様な設定があります。コピー機能によりデコードの設定をトリガにコピーすることができます。
7. I2C SIGNAL メニューの[SDA] (I2C のデータ信号) で I2C データ信号に接続されているチャンネルを選択します。SDA メニュー下にある[Threshold]で I2C データ信号のスレッシュホールド電圧レベルを設定します。調整中、レベルの位置が点線で示されます。点線のレベルが信号レベルの中間に位置するように調整してください。このスレッシュホールド電圧レベルはデコード用ですが、I2C シリアルトリガでも同様な設定があります。コピー機能によりデコードの設定をトリガにコピーすることができます。
8. I2C SIGNAL メニューの[Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
9. DECODE メニューの[Result List]をタッチして、DECODE LIST メニューに入ります。
10. DECODE LIST メニューの[Display]で Bus を選択し、テーブルを表示します。
11. DECODE LIST メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。
12. DECODE メニューの[Bus Display]をタッチして、アドレスやデータの表示フォーマットを{Binary, Decimal, Hex, ASCII}から選択します。

I2C デコード結果

デコード結果のフレーム：波形表示エリアの下に表示されます。



- 書き込みフレームのアドレスは、"W"を含む緑色の文字列です。
- 読み込みフレームのアドレスは、"R"を含む黄色の文字列です。
- データフレームのデータは"D"を含む白い文字列です。
- ピンク色の"A"は Ack があることを示しています。No ACK の場合濃い赤色で表示されます。

デコード結果のリスト：波形表示エリアの上に表示されます。

I2C	Time	Address	R/W	Data(~A: no ack)
1	-2.85498ms	0x10	W	0x20 30
2	-1.51498ms	0x10	R	0x20 30 40 EE
3	5.01000us	0x10	R	0x24 50
4	1.34501ms	0x10	W	0x25 49 03 08
5	2.86501ms	0x10	R	0x54 52
6	3.16501ms	0x10	W	0x43 62 43 31

- NO - 画面内のフレーム数。
- TIME (タイムスタンプ) - 現在のフレームとトリガ位置の間の水平変位。
- ADDRESS - フレームのアドレス。
- R/W - フレームのタイプ (書き込みまたは読み取り)。
- DATA - データの値。

I2C トリガ

フロントパネルにある Trigger セクションの「Setup」ボタンを押すと、トリガの設定が画面に表示されます。
[タイプ Type]を Serial, [Protocol]を I2C にすると、I2C シリアルトリガのメニューが表示されます。Signal は信号の種類とチャンネルの関連付けや信号レベルの設定をします。Trigger Setting はプロトコルの条件を設定します。

I2C トリガ設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN, LIN}
Signal	SCL	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} SCL 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	SCL 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	SDA	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} SDA 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	SDA 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Trigger Setting	Condition	{Start, Stop, Restart, No Ack, EEPROM, 7 Addr&Data, 10 Addr&Data, Data Length} Start : フレームのスタートビットでトリガします。 Stop : フレームのストップビットでトリガします。 Restart : フレームの再スタートビットでトリガします。 No Ack : Ack が無い場合トリガします。 EEPROM : 最初のデータバイトの値に対してトリガします。条件として Limit Range でイコール、以上、以下などの条件を設定し、値を Data 1 で設定します。 7 Addr&Data : 7 ビットのアドレス I2C に対応しています。7 ビットの Addr, Data1, Data2, R/W ビットに指定を行いトリガします。 10 Addr&Data : 10 ビットのアドレス I2C に対応しています。10 ビットの Addr, Data1, Data2, R/W ビットに指定を行いトリガします。 Length : データ長でトリガします。Addr でアドレスの形式を選択し、Byte Length でデータ長を指定します。
	Limit Rage	{=, <, >} EEPROM で使用します。次に続く Data 1 の値に条件を設定します。
	Addr	7 ビットアドレス{00 – 7f, xx} 10 ビットアドレス{000 - 3ff, xxx} X の指定は無条件を意味します。
	Data1 Data2	{00 – ff, xx} Data1 は Data の先頭 Data2 は Data1 に続く次の Byte データ
	R/W bit	{Write, Read, Don't care}

	Byte Length	{1 - 12}
	Return	上の階層に戻る

トリガ条件

[Condition トリガ条件]には次に 8 つから選択することができます。

- 1) **Start...**スタートビットでトリガします。アイドル状態から SCL クロックがハイの間に SDA 信号がハイからローに遷移するタイミングでトリガします。
- 2) **Stop...**ストップビットでトリガします。SCL クロックがハイの間に SDA 信号がローからハイに遷移するタイミングでトリガします。
- 3) **Restart...**リピートスタートビットでトリガします。ストップビットの前にスタートビットと同じ遷移状態が発生した場合トリガします。
- 4) **No Ack...**ACK ビットが発生しない場合トリガします。9 ビット目の SCL で ACK がローの場合トリガします。
- 5) **EPROM...EEPROM** トリガは、SDA バス上の EEPROM 制御バイト（値は 1010xxx）を検索します。また、EEPROM に続いて Read ビットと ACK ビットがあります。[制限範囲 Limit Range]を使用して修飾子を設定し、[Data1]を使用してデータの値を設定します。EEPROM のデータが Data1 より大きい（より小さい、等しい）場合、オシロスコープはデータバイトの背後の ACK ビットのエッジでトリガされます。データバイトが EEPROM の後に続く必要はありません。
- 6) **7bit Addr&Data...**7 ビットのアドレスとデータの組み合わせでトリガします。データは[Data1]と [Data2]があります。[Data1]または[Data2]のいずれかの値を設定した場合、信号に同じデータがあれば、トリガします。Data1 と Data2 の両方の値を設定した場合、その 2 つのデータが連続しているものとして、信号に同じ連続したデータがあれば、トリガします。Data 1 が最初のデータ、Data2 が後に続くデータです。
(注：データ値を 0xXX にした場合、データ値は無視されます)
- 7) **10bit adder Data...**10 ビットのアドレスとデータの組み合わせでトリガします。データは[Data1]と [Data2]があります。[Data1]または[Data2]のいずれかの値を設定した場合、信号に同じデータがあれば、トリガします。Data1 と Data2 の両方の値を設定した場合、その 2 つのデータが連続しているものとして、信号に同じ連続したデータがあれば、トリガします。Data 1 が最初のデータ、Data2 が後に続くデータです。
(注：データ値を 0xXX にした場合、データ値は無視されます)
- 8) **Data length...**SDA データの長さがバイト長の値と等しく、アドレスの長さが設定値と同じ場合、オシロスコープがトリガされます。バイト長は 1~12 ビットの範囲です。

I2C トリガ設定手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、TRIGGER ファンクションメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]から Serial を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Protocol]から I2C を選択します。

4. TRIGGER メニューの[Signal]をタッチして、[SDA]や[SCL]のチャンネルやスレッシュホールド電圧を設定します。[Return]で元のメニューに戻ります。
5. TRIGGER メニューの[Trigger Setting]をタッチして、I2C SETTING メニューに入り、トリガ条件を指定します。
6. I2C SETTING メニューの[Condition]をタッチして、トリガ条件の種類を選択します

☞ EEPROM を選択した場合：

- a. [制限範囲 Limit Range]をタッチして、限定条件 (=、<または>) を設定します。
- b. [Data1]をタッチして、値を設定します。

☞ 7 Addr&Data または 10 Addr&Data を選択した場合：

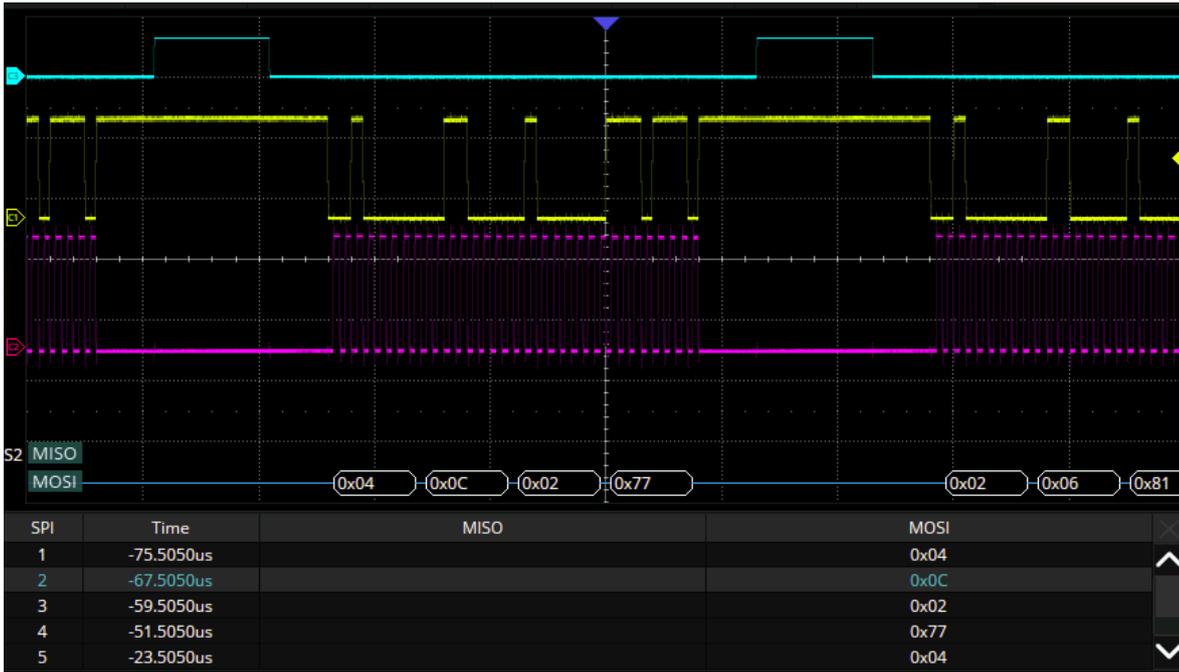
- a. [Address]をタッチして、7 ビットまたは 10 ビットアドレスを選択します。
- b. [Data1]または[Data2]をタッチして、それらの値を設定します。
- c. [R / W bit]のをタッチして、ライトフレームまたはリードフレームを選択します。

(ヒント：デバイスアドレスが 7 ビットの場合、アドレスの値は 0x00~0x7F。デバイスアドレスが 10 ビットの場合、アドレスの値は 0x00~0x3FF の範囲になります。)

☞ データ長条件を選択した場合

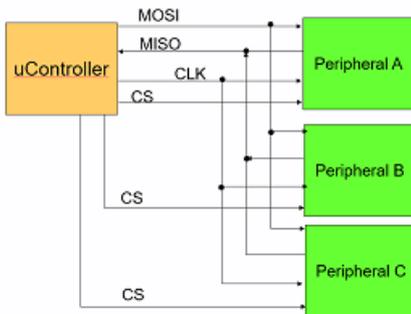
- a. [Address Length]をタッチして、SDA アドレスの長さを 7 ビットまたは 10 ビットに設定します。
- b. [Data Length]をタッチして、バイト長を設定します。バイト長の範囲は 1~12 です。

SPI トリガとシリアルデコード



プロトコル概要

SPI はコントローラからデバイスのデータ送信用に 1 本(MOSI)、デバイスからコントローラのデータ送信用に 1 本(MISO)、コントローラからのクロックを送信用に 1 本(CLK)、SPI デバイスの選択に 1 本使用します(CS)。SPI の送受信をモニタリングするには、送信、受信、クロック、CS の 4 本のプローブが必要です。付属のパッシブプローブでプロービングすることができます。



マスタ側となるコントローラはクロック(CLK)とスレーブのデバイスの選択をする CS ラインをコントロールします。クロックラインはバスに接続され、全てのデバイスにクロックを供給します。CS ラインはコントローラとデバイスを 1 対 1 で接続します。CS ラインは送受信が行われる場合だけステータが切り替わります(ほとんどの場合 Low アクティブです)。

MOSI はマスタ側からスレーブ側への単方向のデータ信号バス、MISO はスレーブ側からマスタ側への単方向のデータ信号バスです。

SPI はデバイスの選択に CS が使われるため、データ信号の中にアドレスの指定がありません。また、スタート・ビット、ストップ・ビット、Ack がなく、データ・ラインにはデータ・バイトのみが送受信されます。ビットの判定はクロックのエッジ方向により決定されます。

SPI デコード

DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。[Bus Operation]をオンにして、[Protocol]で SPI を選択すると、SPI シリアルデコードのメニューが表示されます。[Protocol Signal]や [Protocol Config]で基本設定を行います。

SPI デコード設定項目

メニュー		設定範囲	
Bus Protocol		{I2C, SPI , UART, CAN, LIN }	
Protocol Signal	CLK	CLK	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CLK 信号のチャンネルを設定します。
		Threshold	CLK 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
		Edge Select	{Rising, Falling}
		Return	上の階層に戻る
	MISO	MISO	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} MISO 信号のチャンネルを設定します。
		Threshold	MISO 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
		Return	上の階層に戻る
	MOSI	MOSI	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} MOSI 信号のチャンネルを設定します。
		Threshold	MOSI 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
		Return	上の階層に戻る
	CS	CS Type	{~CS, CS, CLK Timeout} ~CS:ローアクティブ CS:ハイアクティブ Timeout:クロックに[Limit]で指定された時間空きがあると CS がオフされたと認識します。
		CS	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CS 信号のチャンネルを設定します。Timeout では表示されません。
		Threshold	CS 信号スレッシュホールド電圧を設定します。Timeout では表示されません。
		Limit	{100ns - 5ms} メッセージ間が分かれていると判断できる時間を指定します。
		Return	上の階層に戻る
	Return	上の階層に戻る	上の階層に戻る
Protocol Config	Data Length	{4 - 32}bit データ長	
	Bit Order	{LSB, MSB} ビット順	
	Return	上の階層に戻る	

SPI デコード設定手順

1. DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。
2. DECODE メニューの[Bus]から目的のデコーダ (Bus1 または Bus2) を選択します。
3. DECODE メニューの[Bus Operation]を On にします。
4. DECODE メニューの[Bus Protocol]から SPI を選択します。
5. DECODE メニューの[Protocol Signal]をタッチして SPI SIGNAL メニューに入ります。
6. SPI SIGNAL メニューの CLK (クロック信号) をタッチします。
 - a. [CLK]をタッチして、SPI クロックに接続されているチャンネルを選択します。
 - b. [Threshold]をタッチして、SPI クロック信号のスレッショルド電圧レベルを設定します。
 - c. [Edge Select]をタッチして、信号をサンプリングするエッジの方向を設定します。
 - d. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
7. SPI SIGNAL メニューの MISO をタッチします。
 - a. [MISO]をタッチして、SPI MISO に接続されているチャンネルを選択します。もし MISO 信号を使用しない場合には、Disable を選択して、無効にできます。
 - b. [Threshold]をタッチして、SPI MISO 信号のスレッショルド電圧レベルを設定します。
 - c. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
8. SPI SIGNAL メニューの MOSI をタッチします。
 - a. [MISO]をタッチして、SPI MOSI に接続されているチャンネルを選択します。もし MOSI 信号を使用しない場合、Disable を選択して無効にできます。
 - b. [Threshold]をタッチして、SPI MOSI 信号のスレッショルド電圧レベルを設定します。
 - c. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
9. SPI SIGNAL メニューの CS をタッチします。
 - a. [CS Type]をタッチしてチップセレクトタイプを選択します。
 - b. [CS] をタッチして、SPI CS に接続されているチャンネルを選択します。
 - c. [Threshold]をタッチして、SPI CS 信号のスレッショルド電圧レベルを設定します。
 - d. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。

メニュー	設定	説明
CS Type	~CS	ローアクティブ
	CS	ハイアクティブ
	CLK Timeout	クロック信号の 2 つのエッジ間の時間がタイムアウトの値よりも小さい (または等しい) 場合、2 つのエッジ間の信号はフレームとして扱われます。クロックタイムアウトの範囲は 100ns~5ms です。

10. DECODE メニューの[Protocol Config]をタッチして、SPI CONFIG メニューに入ります。
11. SPI CONFIG メニューの[Data Length]で 1 データあたりのビット長を 1-32 の範囲で設定します。通常 8 ビットに設定しますが、数値データなどで連続して表示させた方が見やすい場合はデータ長を長くします。
12. SPI CONFIG メニューの[Bit Order]で LSB, または MSB のビット順を設定します。
13. SPI CONFIG メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。
14. DECODE メニューの[Result List]をタッチして、DECODE LIST メニューに入ります
15. DECODE LIST メニューの[Display]で Bus を選択し、テーブルを表示します。
16. DECODE LIST メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。

SPI デコード結果

デコード結果のフレーム：



⌘ MISO — 「Master-In、Slave-Out」ラインのデコード結果

⌘ MOSI — 「Master-Out、Slave-In」ラインのデコード結果

デコード結果のリスト：

SPI	Time	MISO	MOSI
1	-490.000ns	0x2C	
2	-490.000ns		0x40
3	141.562us	0x00	
4	141.562us		0x40

⌘ NO — 画面内のフレーム数

⌘ TIME (タイムスタンプ) - 現在のフレームとトリガ間の水平変位

⌘ MISO — 「Master-In、Slave-Out」ラインのデコード結果

⌘ MOSI — 「Master-Out、Slave-In」ラインのデコード結果.

SPI トリガ

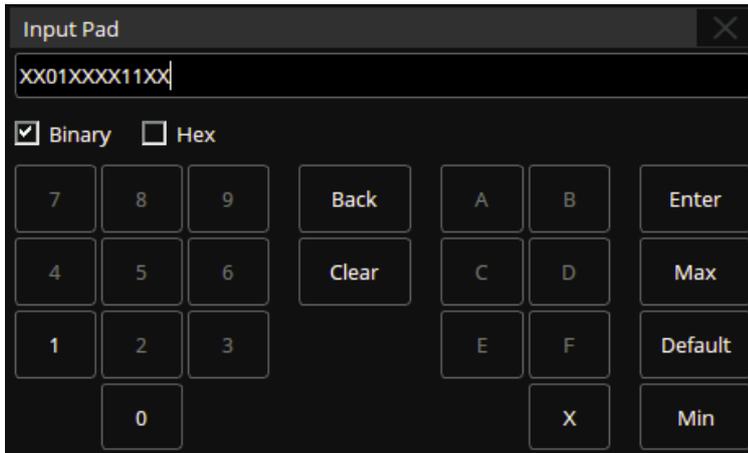
フロントパネルにある Trigger セクションの「Setup」ボタンを押すと、トリガの設定が画面に表示されます。[タイプ Type]を Serial, [Protocol]を SPI にすると、SPI シリアルトリガのメニューが表示されます。Signal は信号の種類とチャンネルの関連付けや信号レベルの設定をします。Trigger Setting はプロトコルの条件を設定します。

SPI トリガ設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI , UART, CAN, LIN}
Signal	CLK	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CLK 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	CLK 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Edge Select	{Rising, Falling}
	MISO	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} MISO 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	MISO 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	MOSI	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} MOSI 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	MOSI 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	CS Type	{~CS, CS, CLK Timeout} ~CS:ローアクティブ CS:ハイアクティブ Timeout:クロックに[Limit]で指定された時間空きがあると CS がオフされたと認識します。
	CS	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CS 信号のチャンネルを設定します。Timeout では表示されません。
	Threshold	CS 信号スレッシュホールド電圧を設定します。Timeout では表示されません。
	Limit	{100ns - 5ms} メッセージ間が分かれていると判断できる時間を指定します。
Return	上の階層に戻る	
Trigger Setting	Trigger Type	{MOSI, MISO }
	Data Length	{4 - 96} 条件指定するビット長
	Bit Pos	[Bit Pos] 画面に表示されるビット全体の中からカッコ[]の位置で示されます。
	Bit Value	{0, 1, x}
	All Same	{0, 1, x}
	Bit Order	{LSB, MSB}
	Return	上の階層に戻る

トリガ条件

トリガは[Trigger Setting]内で設定します。設定は Input Pad 内で行います。入力方法は [Binary]、または [Hex]のチェックボックスにタッチして変更可能です。



SPI トリガ設定手順

このパートでは、SPI トリガの操作について簡単に説明します。

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、トリガメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして Serial を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Protocol]をタッチして、SPI を選択します。
4. TRIGGER メニューの[Signal]をタッチして、SPI SIGNAL メニューを開き、信号の設定を行います。設定方法は SPI デコード手順とほぼ同じです。デコード手順を参照してください。
5. TRIGGER メニューの[Trigger Setting]をタッチします。
6. [Trigger Type]をタッチしてトリガ条件を選択します。

メニュー	設定	説明
Trigger Type	MISO	Master-In, Slave-Out
	MOSI	Master-Out, Slave-In

7. [Data Length]をタッチして、データの長さを設定します。

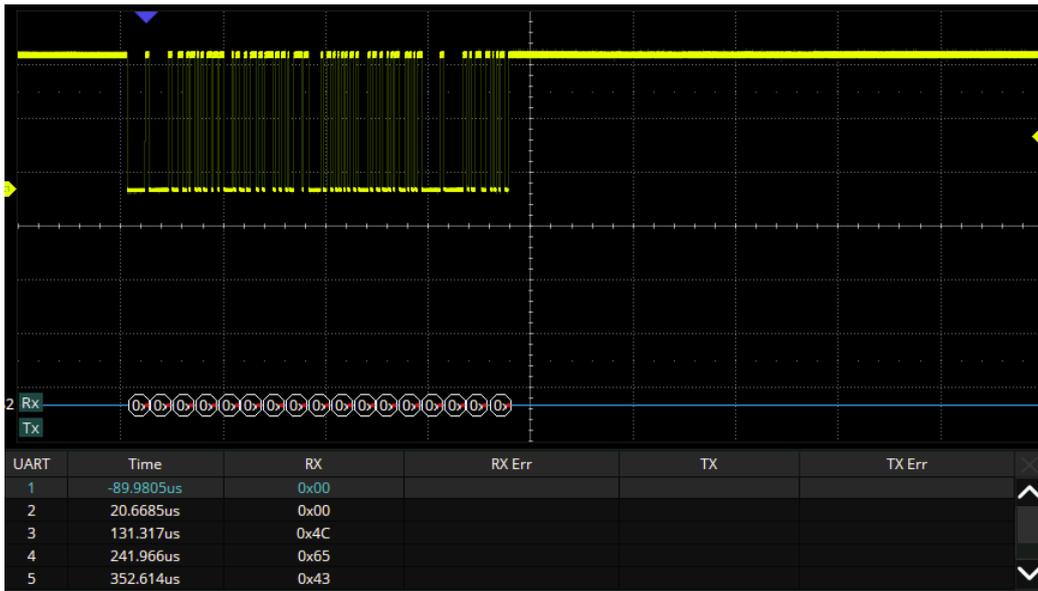
データ長の範囲は 4～96 ビットです。

8. [Data Value]でデータの値を設定します。一度リセットしたい場合は[All Same]で初期値を設定してください。

メニュー	設定	説明
Bit Value	0	High voltage level
	1	Low voltage level
	X	Don't care the voltage level

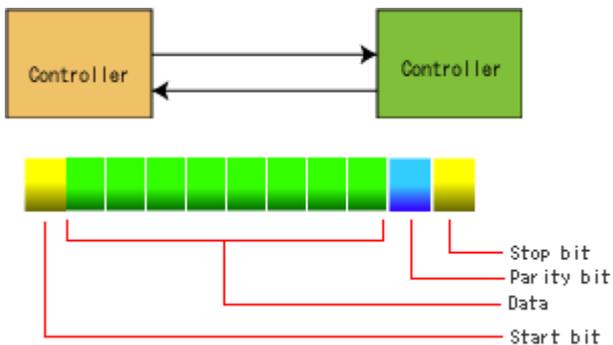
9. [Bit Order]をタッチして、ビットオーダー（MSB or LSB）を選択します。

UART/RS232 トリガとシリアルデコード



プロトコル概要

UART や RS232 はクロック信号を持たない歩調同期(非同期)方式を採用しています。標準的な UART は GND を基準に送信と受信が別々のラインで接続されます。パッシブプローブ 2 本で送受信の信号を測定することができます。クロック信号を持たない歩調同期方式を使用しているため、データの開始と終了を知らせるスタートビットとストップビットが付加されます。UART はビットレート・データビット長・パリティ・ストップビットなどシリアルフォーマットを定義しています。RS232 のフォーマットはほぼ UART と同じですが、その他に電気的な仕様も含まれます。



UART/RS232 デコード

DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。[Bus Operation]をオンにして、[Protocol]で UART/RS232 を選択すると、UART/RS232 シリアルデコードのメニューが表示されます。[Signal]や [Configure]で基本設定を行います。

UART/RS232 デコード設定項目

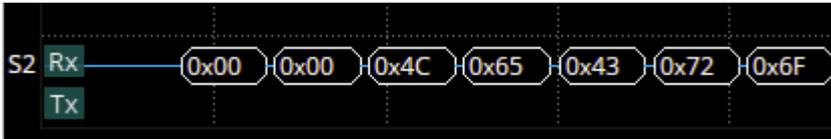
メニュー		設定範囲
Bus Protocol		{I2C, SPI, UART , CAN, LIN }
Protocol Signal	RX	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} RX 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	RX 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	TX	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} TX 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	TX 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Protocol Config	Baud	{600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{300 - 2000000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Data Length	{5 - 8}
	Parity Check	{None, Odd, Even, Mark, Space} データビットが 9 ビットの場合、その 9 ビット目のビットはスペースやマークパリティとして取り扱われます。
	Stop Bit	{1, 1.5, 2}
	Idle Level	{Low Hi}
	Bit Order	{LSB MSB}
Return	上の階層に戻る	

UART/RS232 デコード設定手順

1. DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。
2. DECODE メニューの[Bus]から目的のデコーダ (Bus1 または Bus2) を選択します。
3. DECODE メニューの[Bus Protocol]から UART を選択します。
4. DECODE メニューの[Protocol Signal]をタッチして UART SIGNAL メニューに入ります。
5. RX を設定する：
 - 1) UART SIGNAL メニューの[RX]をタッチして、RX 信号に接続されているチャンネルを選択します。
 - 2) UART SIGNAL メニューの[Threshold]をタッチして、RX 信号のスレッシュホールド電圧レベルを設定します。
6. TX を設定します。
 - 1) UART SIGNAL メニューの[TX]をタッチして、TX 信号に接続されているチャンネルを選択します。
 - 2) UART SIGNAL メニューの[Threshold]をタッチして TX 信号のスレッシュホールド電圧を設定します。
7. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
8. DECODE メニューの[Protocol Config]をタッチして、UART CONFIG メニューに入ります。
9. ボーレートを設定するには、UART CONFIG メニューの[Baud]をタッチします。
 - ⌘ ボーレートはあらかじめ定義された値として設定できます。
 - ⌘ 希望のボーレートが表示されていない場合は、[Baud]をタッチして Custom を選択し、[Custom]をタッチして、必要なボーレートを設定します。
10. UART CONFIG メニューの[Data Length]をタッチし、バイトビット (5~8) を設定します。
11. UART CONFIG メニューの [Parity check]をタッチして、パリティチェックのタイプ (Even、Odd、Mark、Space または None) を設定します。
12. UART CONFIG メニューの [Stop Bit]をタッチして、ストップビットの長さ (1、1.5 または 2 ビット) を設定します。
13. UART CONFIG メニューの [Bit Order]をタッチしてビットオーダー (LSB または MSB) を選択します。
14. UART CONFIG メニューの[Idle Level]をタッチして、アイドルレベル (LOW または HIGH) を設定します。
15. UART CONFIG メニューの[Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
16. DECODE メニューの[Result List]をタッチして、DECODE LIST メニューに入ります。
17. DECODE LIST メニューの[Display]で Bus を選択し、テーブルを表示します。
18. DECODE LIST メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。

UART/RS232 デコード結果

デコード結果のフレーム：



- ⓧ RX — 受信したデータのデコード結果。
- ⓧ TX — 送信されたデータのデコード結果。

デコード結果のリスト：

JART	Time	RX	RX Err	TX	TX Err
16	1.62621ms	0x31			
17	1.74119ms	0x37			
18	1.85118ms	0x33			

- ⓧ NO — ディスプレイ上のフレーム数。
- ⓧ TIME (timestamp) — 現在のフレームとトリガ間の水平変位ポジション
- ⓧ RX — 受信チャンネル
- ⓧ TX — 送信チャンネル
- ⓧ RX ERR — 受信したデータのパリティエラーまたは不明なエラー。
- ⓧ TX ERR — 送信したデータのパリティエラーまたは不明なエラー。

UART/RS232 トリガ

フロントパネルにある Trigger セクションの「Setup」ボタンを押すと、トリガの設定が画面に表示されます。
 [タイプ Type]を Serial, [Protocol]を UART にすると、UART シリアルトリガのメニューが表示されます。
 Signal は信号の種類とチャンネルの関連付けや信号レベルの設定をします。Trigger Setting はプロトコルの条件を設定します。Bus Configure はボーレートなどバスを設定します。

URAR/RS232 トリガ設定項目

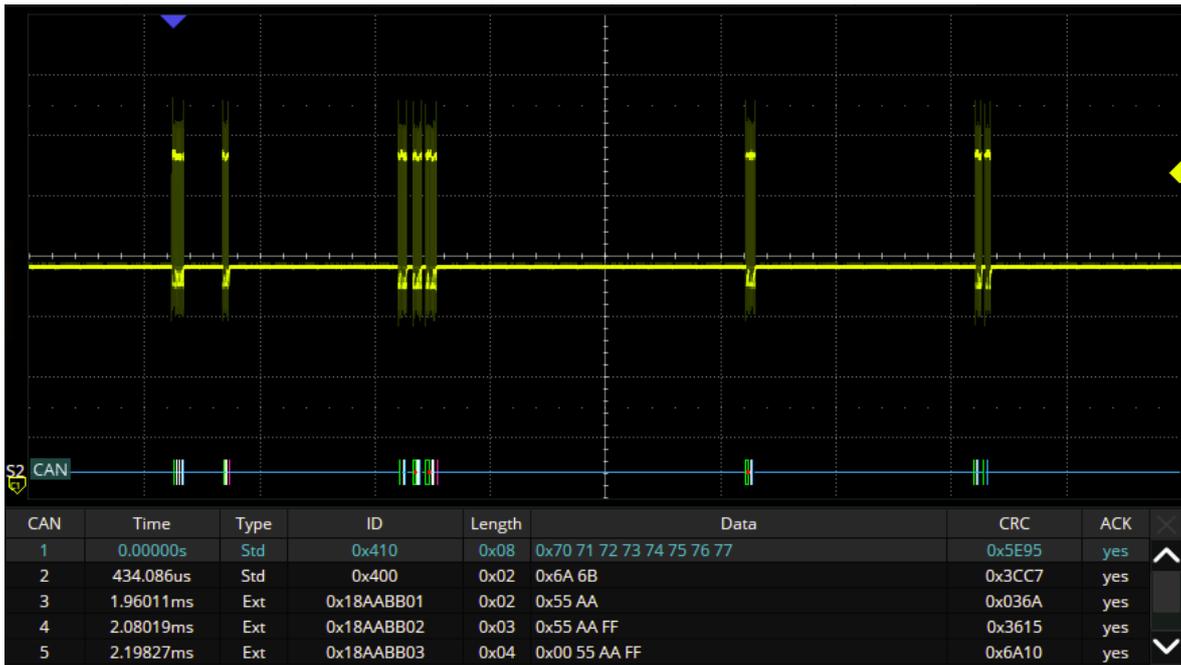
メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART , CAN, LIN}
Signal	RX	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} RX 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	RX 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	TX	{C1, C2, C3, C4, Disable}、Digital オン時{D1 – D15} TX 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	TX 信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Bus Configure	Baud	{600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{300 - 2000000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Data Length	{5 - 8}
	Parity Check	{None, Odd, Even, Mark, Space}
	Stop Bit	{1, 1.5, 2}
	Idle Level	{Low Hi}
	Bit Order	{LSB, MSB}
	Return	上の階層に戻る
Trigger Setting	Source Type	{Tx, Rx}
	Condition	{Start, Stop, Data, Error} Start : フレームのスタートビットでトリガします。 Stop : フレームのストップビットでトリガします。 Data : [Compare Type] と [Value] の条件に従いトリガします。 Error : エラーでトリガします。
	Compare Type	{=, <, >}
	Value	{0x00 – 0xff, xx}
	Return	上の階層に戻る

UART/RS232 トリガ設定手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、TRIGGER メニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして、Serial を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Protocol]をタッチして、UART を選択します。

4. TRIGGER メニューの[Signal]をタッチして、信号の設定をします。この設定は UART/RS232 デコード設定と同じです。
5. TRIGGER メニューの[Bus Configure] をタッチして、プロトコルの設定をします。この設定は UART/RS232 デコード設定と同じです。
6. TRIGGER メニューの[Trigger Setting]をタッチして、UART SETTING メニューに入ります。
7. UART SETTING メニューの [Source Type]をタッチして、トリガの送信元 (RX または TX) を選択します。
8. UART SETTING メニューの[Condition]をタッチして、目的のトリガ条件を設定します。
 - 🔗 **Start** —スタートビットの位置でオシロスコープがトリガされます。
 - 🔗 **Stop** —ストップビットの位置でトリガされます。
 - 🔗 **Data** —オシロスコープは、指定されたデータと等しい (以下、または以) バイトが見つかるまでトリガされます。
 - a. UART SETTING メニューの[Compare Type]をタッチして、等価修飾子 (>、<または=) を選択します。
 - b. UART SETTING メニューの [Value]をタッチして、データ値を設定します。データ値の選択は、0x00~0xff の範囲内です。
 - 🔗 **ERROR** —パリティチェックが設定されていて、チェックされたパリティビットがエラーを示す場合、オシロスコープがトリガされます。

CAN トリガとシリアルデコード



プロトコル概要

CAN は CANH と CANL の 2 線の信号ラインを使い、両信号間の電位差で論理 Hi と論理 Low を送信します。デコードやトリガは CANH ラインをプローブします。ネットワーク内の CAN のビットレートは全て同じです。CAN のデコードやトリガはビットレート及びビットを判定するスレッショルド電圧により正しく認識することができます。

CANbus デコードはデータを送信するデータフレームと他のノードにデータを要求するリモートフレームに対応します。データフレームとリモートフレームの ID フィールドは標準の 11 ビットと拡張の 29 ビットに対応しています。またノードがエラーを検出した際に送信されるエラーフレームに対応しています。但しオーバーロードフレームやインターフレームスペースは認識することができません。オーバーロードフレームは構造的にエラーフレームと似ているため、エラーフレームとして認識されます。

Data Frame



Remote Frame



Error Frame



CAN デコード

DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。[Bus Operation]をオンにして、[Protocol]で CAN を選択すると、CAN シリアルデコードのメニューが表示されます。[Signal]や [Configure]で基本設定を行います。

CAN デコード設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN , LIN }
Protocol Signal	Source	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CAN の信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	CAN の信号スレッショルド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Configure	Baud	{5kb/s, 10kb/s, 20kb/s, 50kb/s, 100kb/s, 125kb/s, 250kb/s, 500kb/s, 800kb/s, 1Mb/s, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{5000 - 1000000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Return	上の階層に戻る

CAN デコード設定手順

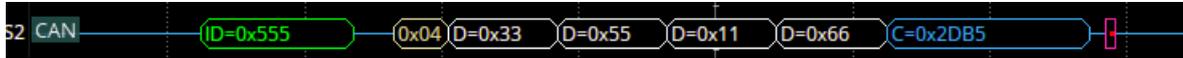
- DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。
- DECODE メニューの[Decode]をタッチして、目的のデコーダ (Decode1 または Decode2) を選択します。
- DECODE メニューの[Bus Operation]を On にします。
- DECODE メニューの[Protocol]をタッチし、CAN を選択します。
- DECODE メニューの[Protocol Signals]をタッチして CAN SIGNAL メニューに入ります。
- CAN SIGNAL メニューの[信号源 Source]をタッチして、デコードする信号を選択します。
- CAN SIGNAL メニューの[Threshold]をタッチして、信号のスレッショルド電圧レベルを設定します。
- [Return]をタッチして前のメニューに戻り、[Protocol Config]をタッチして、CAN CONFIG メニューに入ります。
- CAN CONFIG メニューの[Nominal Baud]をタッチしてボーレートを設定します。
 - ☒ ボーレートは、あらかじめ定義された値 (5kb/s ~ 1Mb/s) またはカスタム値 (5kb/s — 1Mb/s) を設定します。
 - ☒ 希望のボーレートが表示されていない場合は、[Baud]をタッチして Custom を選択し、[Custom] をタッチして、希望のボーレートを設定します
- [Return] をタッチして前のメニューに戻ります。
- DECODE メニューの[Result List]をタッチして、DECODE LIST メニューに入ります

12. DECODE LIST メニューの[Display]で Bus を選択し、テーブルを表示します。

13. DECODE LIST メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。

CAN デコード結果

デコード結果のフレーム：



- ☒ ID が緑色で表示されます
- ☒ データ長が黄色で表示されます
- ☒ データが白色で表示されます。
- ☒ CRC が青色で表示されます。
- ☒ ACK が赤色で表示されます。

デコード結果のリスト：

CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	0.00000s	Std	0x410	0x08	0x70 71 72 73 74 75 76 77	0x5E95	yes
2	434.086us	Std	0x400	0x02	0x6A 6B	0x3CC7	yes
3	1.96011ms	Ext	0x18AABB01	0x02	0x55 AA	0x036A	yes
4	2.08019ms	Ext	0x18AABB02	0x03	0x55 AA FF	0x3615	yes
5	2.19827ms	Ext	0x18AABB03	0x04	0x00 55 AA FF	0x6A10	yes

- ☒ NO - 画面上のフレーム数。
- ☒ TIME (タイムスタンプ) - 現在のフレームとトリガ位置の間の水平変位。
- ☒ TYPE - フレームのタイプ、"Std"は 11 ビット ID のデータフレーム、"Ext"は 29 ビット ID のデータフレーム、"StdRTR"は 11 ビット ID のリモートフレーム、"ExtRTR"は 29 ビット ID のリモートフレームを表します。
- ☒ ID - フレームの ID で、オシロスコープはフレームの ID (11 ビットまたは 27 ビット) の長さを自動的に検出できます。
- ☒ LENGTH - データフィールドの長さ。
- ☒ DATA - データフィールドの値。
- ☒ CRC - CRC (巡回冗長検査) フィールドの値。
- ☒ ACK - 確認応答ビット。

CAN トリガ

フロントパネルにある Trigger セクションの「Setup」ボタンを押すと、トリガの設定が画面に表示されます。[タイプ Type]を Serial, [Protocol]を CAN にすると、CAN シリアルトリガのメニューが表示されます。Signal は信号の種類とチャンネルの関連付けや信号レベルの設定をします。Trigger Setting はプロトコルの条件を設定します。Bus Configure はバスの速度{5kb/s – 1Mb/s}を設定します。

CAN トリガ設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN , LIN}
Signal	CAN	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} CAN の信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Bus Configure	Baud	{5kb/s, 10kb/s, 20kb/s, 50kb/s, 100kb/s, 125kb/s, 250kb/s, 500kb/s, 800kb/s, 1Mb/s, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{5000 - 1000000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Return	上の階層に戻る
Trigger Setting	Condition	{Start, Remote, ID, ID+Data, Error} Start : フレームのスタートビットでトリガします。 Remote : 指定した ID のリモートフレームでトリガします。 ID : 指定した ID のデータフレームでトリガします。 ID+Data : 指定した ID と指定した最初の 2 バイトでトリガします。 Error : エラーフレームでトリガします。
	ID	ID を入力します。ID 内のバイト位置は Curr ID Byte で変更します。
	ID bits	{11bit, 29bit} ID のビット数を選択します。
	Curr ID Byte	11 ビットの場合{1 st byte, 2 nd byte} 29 ビットの場合{1 st byte, 2 nd byte, 3 rd byte, 4 th byte} 下位バイトは 1 st byte 、値が大きい方が上位バイトです。
	Data	1: {0x00-0xff}, 2: {0x00-0xff} データバイトの先頭 2 バイトを指定できます。
	Return	上の階層に戻る

CAN トリガ設定手順

1. フロントパネルの「Setup」ボタンを押して、TRIGGER ファンクションメニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして Serial を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Protocol] をタッチして CAN を選択します。

4. TRIGGER メニューの[Signal]をタッチして、CAN SIGNAL の設定をします。CAN のチャンネルとレベルを設定します。
5. TRIGGER メニューの[Bus Config]をタッチして、[Nominal Baud]の設定をします。この設定は CAN デコード設定と同じです
6. TRIGGER メニューの[Trigger Setting] をタッチして CAN SETTING メニューに入ります。
7. CAN SETTING メニューの[Condition] をタッチし、トリガ条件を選択します。

●REMOTE と ID の条件を選択した場合：

- a. ID のビット長を設定するには、[ID Bits]で選びます (11 ビットまたは 29 ビット)。
- b. [Curr ID Byte]をタッチして、設定するバイト位置を選びます
- c. [ID]をタッチし、ID の値を設定します。

(ヒント：ID の値設定を 11 ビットの範囲(0-0x7FF)や 29 ビットの範囲(0-0x1FFFFFFF)で設定するのは難しいため、ID の位置を[Curr ID Byte]で切り替えながら値を設定します。たとえば、ID の長さが 11 ビットの場合、2 バイトに分割され、下位バイトの入力で[Burr ID Byte]を 1st byte に設定し、0xxx00 - 0xxxff の値で入力します。上位バイトは[Burr ID Byte]を 2nd byte に設定し、0x00xx-0x07xx の範囲で値を入力します。)

●ID +DATA 条件を選択した場合

- a. [ID Bits]をタッチして、ID の長さ (11 ビットまたは 29 ビット) を選択します。
- b. [Curr ID Byte]をタッチして、バイトの位置を指定します。
- c. [ID]をタッチして、ID の値を設定します。C に戻りバイト位置を変更しながら ID を設定します。
- d. [Data1]をタッチし、最初のバイトの値を設定します。
- e. [Data2]をタッチし、2 番目のバイトの値を設定します。

LIN トリガとシリアルデコード

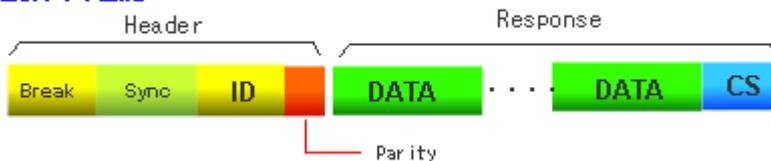


プロトコル概要

LIN は 1 本の信号線で 1 台のコントローラに複数台の周辺デバイスをパラレルに接続します。電圧は GND を基準にしています。オシロスコープで使用するプローブは付属のプローブで測定できます。

LIN フレーム構造は次図のようにヘッダとレスポンスの 2 つのブロックから構成されます。ヘッダは BRAKE・SYNCH フィールド(同期バイト)・IDENT フィールド(保護識別子)から成り、マスタから送信されます。それに続きデータと CHECKSUM のレスポンスブロックがマスタ、またはスレーブから送信されます。Break を除く各フィールドは 1 バイト単位で前後にスタートビットとストップビットが付き、最下位ビット(LSB)から最上位ビット(MSB)の順に並びます。LIN フレームの送信スケジュールはマスタが管理します。個々のスレーブはマスタから送信される ID の値により、データの送信、または受信を行います。

LIN Frame



ビット順



LIN デコード

DECODE 設定はメニューバーの[Analysis]→[Decode]をタッチして表示します。[Bus Operation]をオンにして、[Protocol]で LIN を選択すると、LIN シリアルデコードのメニューが表示されます。[Signal]や [Configure]で基本設定を行います。

LIN デコード設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN, LIN }
Protocol Signal	Source	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Protocol Configure	Baud	{600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{300 - 20000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Return	上の階層に戻る

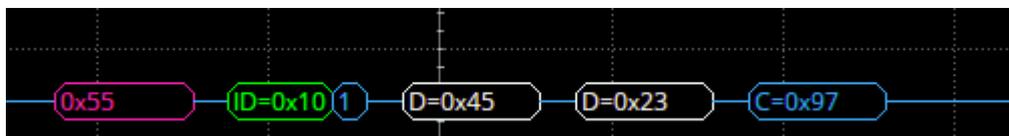
LIN デコード設定

LIN 信号を設定し、信号をオシロスコープに接続し、各入力信号のパラメータを指定するには、2つのステップがあります。

1. Decode キーを押すと、DECODE メニューに入ります。
2. DECODE メニューの[Bus]から目的のデコーダ (Bus1 または Bus2) を選択します。
3. DECODE メニューの[Bus Operation]を On にします。
4. DECODE メニューの[Bus Protocol]から LIN を選択します。
5. DECODE メニューの[Protocol Signal]をタッチして、LIN SIGNAL メニューに入ります。
6. LIN SIGNAL メニューの [信号源 Source]をタッチして、LIN 信号に接続されているチャンネルを選択します。
7. LIN SIGNAL メニューの[Threshold]をタッチして、LIN 信号のスレッシュホールド電圧レベルを設定します。
8. [Return]をタッチして前のメニューに戻ります。
9. DECODE メニューの[Protocol Config]をタッチして、LIN CONFIG メニューに入ります。
10. ボーレートを設定するには、LIN CONFIG メニューの[Baud]をタッチします。
 - ⌘ ボーレートはあらかじめ定義された値として設定できます。
 - ⌘ 希望のボーレートが表示されていない場合は、Custom を選択します。[Custom]をタッチして、希望のボーレートを設定します。
11. DECODE メニューの[Result List]をタッチして、DECODE LIST メニューに入ります
12. DECODE LIST メニューの[Display]で Bus を選択し、テーブルを表示します。
13. DECODE LIST メニューの[Return] をタッチして前のメニューに戻ります。

LIN デコード結果

デコード結果のフレーム：



デコードされた結果のフレーム：

- ⌘ 同期の 0x55 (赤) がフレームに表示されます。
- ⌘ 保護識別子 (緑) がフレームに表示されます
- ⌘ データ長 (青) がフレームに表示されます
- ⌘ データ (白) がフレームに表示されます。
- ⌘ チェックサム (青) がフレームに表示されます。

デコード結果のリスト：

LIN	Time	ID	Data Length	ID Parity	Data	Checksum
1	-1.35797ms	0x0F	2	3	0xC3 5A	0xE1

- ⌘ NO - 画面内のフレーム数。
- ⌘ TIME (タイムスタンプ) - 現在のフレームとトリガ間の水平変位ポジション。
- ⌘ ID - フレームの保護された識別子フィールドの値。
- ⌘ DATA LENGTH - データフィールドの長さ。
- ⌘ ID Parity - ID フィールドのパリティ
- ⌘ DATA —データフィールドの値
- ⌘ DATA CHECKSUM —チェックサムフィールドの値

LIN トリガ

フロントパネルにある Trigger セクションの「Setup」ボタンを押すと、トリガの設定が画面に表示されます。[タイプ Type]を Serial, [Protocol]を LIN にすると、LIN シリアルトリガのメニューが表示されます。Signal は信号の種類とチャンネルの関連付けや信号レベルの設定をします。Trigger Setting はプロトコルの条件を設定します。Bus Configure はバスの速度{600 – 19200, custom}を設定します。

LIN トリガ設定項目

メニュー		設定範囲
Protocol		{I2C, SPI, UART, CAN, LIN}
Signal	Source	{C1, C2, C3, C4}、Digital オン時{D1 – D15} 信号のチャンネルを設定します。
	Threshold	信号スレッシュホールド電圧を設定します。
	Return	上の階層に戻る
Bus Configure	Baud	{600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, Custom} 信号のボーレートを設定します。
	Custom	{300 - 20000} Baud の選択で Custom が選択された場合、ここでボーレートを設定します。
	Return	上の階層に戻る
Trigger Setting	Condition	{Break, ID, ID+Data, Data Error} Break : フレームのスタートでトリガします。 ID : 指定した ID のデータフレームでトリガします。 ID+Data : 指定した ID と指定した最初の 2 バイトでトリガします。 Error : エラーでトリガします。
	ID	{0x00 – 0x3f, 0xFF}
	Data1	{0x00 – 0xff, 0xFF}
	Data2	{0x00 – 0xff, 0xFF}
	Return	上の階層に戻る

トリガ条件

- ☒ **Break** —ブレイクフィールドのブレイクの位置でトリガします
- ☒ **ID (Frame ID)** —フレームの ID が指定された[ID]値と等しい場合トリガします。
(注：データの値が 0xXX の場合、すべてのデータ値が一致します)
- ☒ **ID + Data (Frame ID and Data)** — ID とデータが選択された値と等しいフレームが検出されると、オシロスコープが起動します。[ID]、[Data1]、[Data2]の値を選択します。
 - 1) [ID]の値は現在設定されている値と同じです。
 - 2) [Data1]または[Data2]のいずれかの値を設定し、信号にその値に一致するデータがある場合。[Data1]と[Data2]の両方の値を設定した場合、信号には連続する 2 つのデータがあり、最初のデータの値は Data1、2 番目のデータ値は Data2 です。
(注：データの値が 0xXX の場合、すべてのデータ値が一致します)
- ☒ **Data Error** —オシロスコープは、エラー（ID チェックエラー、チェックサムエラー、同期バイトフィールドエラー）が検出されました

LIN トリガ設定手順

1. [Setup]をタッチして、TRIGGER メニューに入ります。
2. TRIGGER メニューの[タイプ Type]をタッチして Serial を選択します。
3. TRIGGER メニューの[Protocol]をタッチして LIN を選択します。
4. TRIGGER メニューの[Signal]をタッチして、LIN 信号の設定をします。この設定は LIN デコード設定と同じです。
5. TRIGGER メニューの[Bus Config]をタッチして、プロトコルの設定をします。この設定は LIN デコード設定と同じです
6. TRIGGER メニューの [Trigger Setting]をタッチして、LIN SETTING メニューに入ります。
7. LIN SETTING メニューの[Condition]をタッチし、トリガ条件を選択します。

☒ ID 条件を選択した場合：

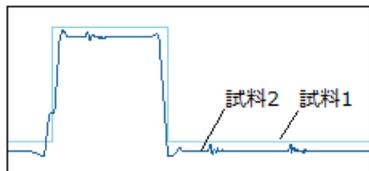
- a. [ID]をタッチし、値を設定します。

☒ ID +Data 条件を選択した場合：

- a. [ID]をタッチし、値を設定します。
- b. [DATA1]をタッチし、値を設定します。
- c. [DATA2]をタッチし、値を設定します。

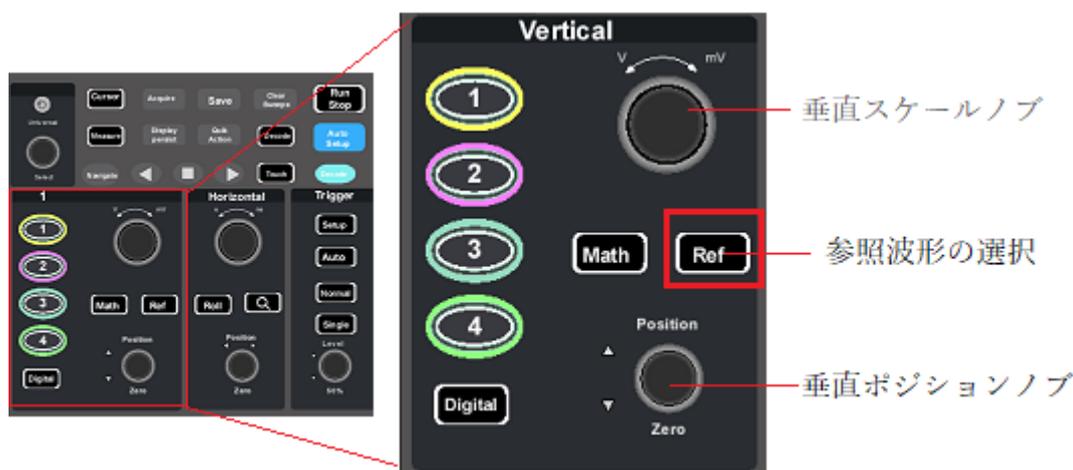
参照波形メモリ

参照波形はこれから捕捉する波形と過去に捕捉された波形を比較するため、過去波形をリファレンスとして表示する機能です。表示波形の保存先は REFA~REFD までの 4 個、コピー元の波形は現在表示されている波形、又はファイルから選択することができます。チャンネル波形の他に演算もソース波形として使用することができます。



設定項目

参照設定はフロントパネルの「Ref」ボタンを押して表示します。



画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Location	{REF A, REF B, REF C, REF D} 操作対象のメモリを選択します。
Source 信号源	{C1, C2, C3, C4, F1, F2, F3, F4} 保存のソース信号を選択します。
Display 表示	{On, Off} [Location]に保存されている波形を表示します。
Label	トレースにラベルを付けることができます。
Save 保存	[Source]で選択されている波形を[Location]の場所に保存します。

注意) パラメータ測定のソースを REF A などに選択することで参照波形をパラメータ測定できます。

注意) カーソルのソースを REF A などに選択することで参照波形をカーソルで測定することができます。

注意) 参照波形を CSV やバイナリ形式などで保存することはできません。

注意) 参照波形を FFT することはできません。

注意) 演算波形を参照波形のソースにすることは可能です。

チャンネル波形を参照波形メモリへ保存する手順

参照波形を内部メモリに保存するには次のステップを実行します。

1. フロントパネルの「Ref」ボタンを押して、REF メニューに入ります。

注意) グリッドのフォーマットが X-Y モードのとき、REF 機能を有効にすることはできません。

2. [信号源 Source]をタッチします。コピー元のソースを選択します。
3. [Location]をタッチします。REF 波形を保存するメモリを選択します。
4. [保存 Save]をタッチして、チャンネルまたは演算波形を指定された場所に保存します。波形が正常に保存されると、「Store Data Success」というメッセージがポップアップ表示され、コピーされた REF 波形が表示されます。波形表示エリア左上にスケールやオフセットの情報が画面に表示されます。

注意) REF 波形は不揮発性です。REF 波形は、再起動またはデフォルト動作の後でも表示することができます。

チャンネル波形を USB メモリに保存する手順

後日参照波形として表示させたい場合にファイルとして保存することができます。

1. USB メモリを前面の USB コネクタに接続します。
2. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして SAVE/RECALL メニューに入ります。
3. [Mode]で Save を選択します。
4. [ファイル形式 Type]をタッチして Reference を選択します。
5. [信号源 Source]をタッチして、保存する波形を選択します。
6. [ファイルマネージャ File Manager]をタッチすると、ディレクトリがダイアログで表示されます。名前を付けて保存する場合には[Save As]をタッチして、名前を入力します。デフォルトの名前で良ければ[Save]をタッチしてください。

デフォルトの名前は T3DSOxxxxx.REF です(x は上書きされないようにインデックスが入ります)。

USB メモリに保存されている参照波形(*.REF)を呼び出す手順

1. USB メモリを前面の USB コネクタに接続します。
2. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして SAVE/RECALL メニューに入ります。
3. [Mode]で Recall を選択します。
4. [ファイル形式 Type]をタッチして、Reference を選択します。

5. [信号源 Source]をタッチして、保存先のメモリを選択します。
6. [ファイルマネージャ File Manager]をタッチすると、USB のディレクトリがダイアログで表示されます。参照波形のファイル(*.REF)を選択します。[Recall]をもう一度タッチすると、コピーが実行されます。

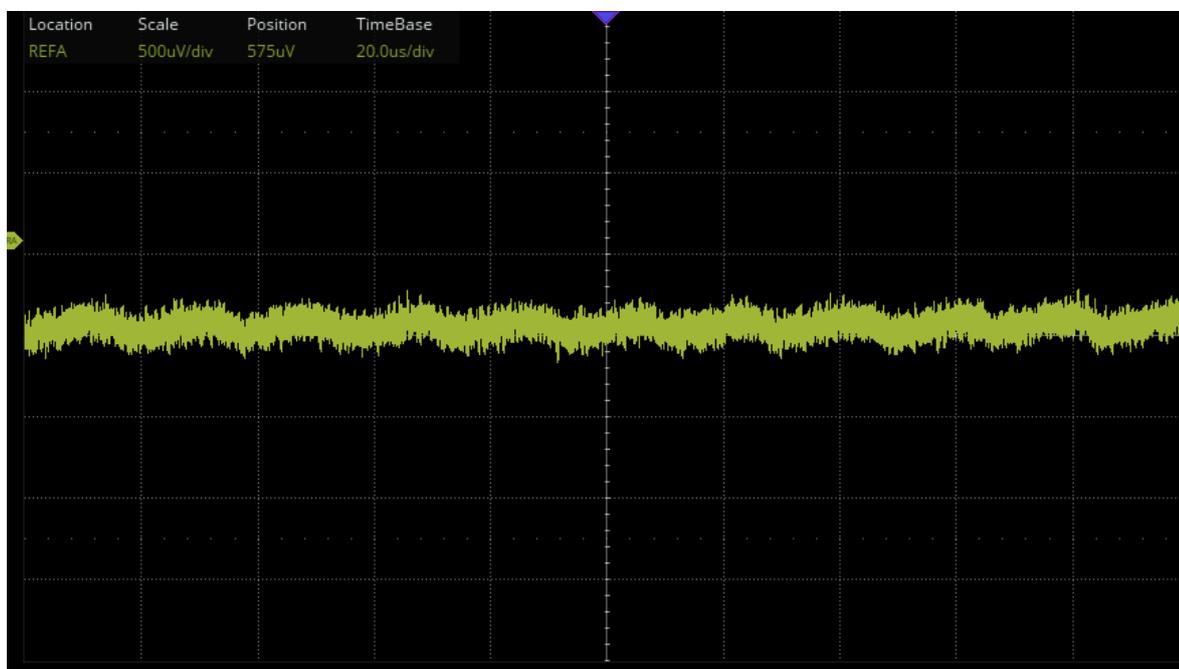
参照波形メモリの表示手順

既に記録されている参照波形メモリを表示するには、次の手順を実行します

1. フロントパネルの「Ref」ボタンを押して、REF メニューに入ります。
2. [Location]をタッチします。表示したい REF 波形を選択します。
3. [表示 Display]をタッチして On を選択し、REF 波形を画面に表示します。波形表示エリア左上にスケールやオフセットの情報が画面に表示されます。

参照波形の調整

1. フロントパネルの「Ref」ボタンを押して、REF メニューに入ります。
2. [Location]をタッチします。調整したい REF 波形を選択します。
3. フロントパネルの Vertical セクションにある「スケール」と「オフセット」のノブで位置や大きさを調整します。現在のスケールやオフセットの情報は波形表示エリア左上に表示されます。



注意) 参照波形は時間軸のスケールは変更できません。

参照波形のクリア

保存されている参照波形だけを消去する方法はありません。特定の参照波形だけを残したくない場合は上書き保存してください。全ての参照波形、設定を消去するにはメニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、[Type]で **Security Erase** を選択して[Recall]してください。

波形演算

オシロスコープは、アナログ波形に対する[addition 加算] (+)、[Subtraction 減算] (-)、[Multiplication 乗算] (*)、[Division 除算] (/)、[アベレージ Average]、ERES、[Identity 恒等関数](y)、[Negation 反転](-y)、MaxHold、MinHold、FFT、[Derivative 微分](d / dt)、[Integral 積分](∫dt)、[Square root 平方根](√)、[Absolute 絶対値](|y|)、[符号関数 Sign]、[底 e の指数関数 Exp]、[底 10 の指数関数 Exp10]、[自然対数 Ln]、[常用対数 Lg]、[補間 Interpolate]、Formula Editor の 22 種類の演算をサポートしています。F1～F4 の 4 つの独立した演算トレースを表示することができます。演算トレースをソースにしてカーソルやパラメータで測定することもできます。

波形演算の設定はフロントパネルの「MATH」ボタンを押すか、チャンネルディスクリプタの横にある[+]をタッチして、F1～F4 を選択すると、演算メニューが表示されます。

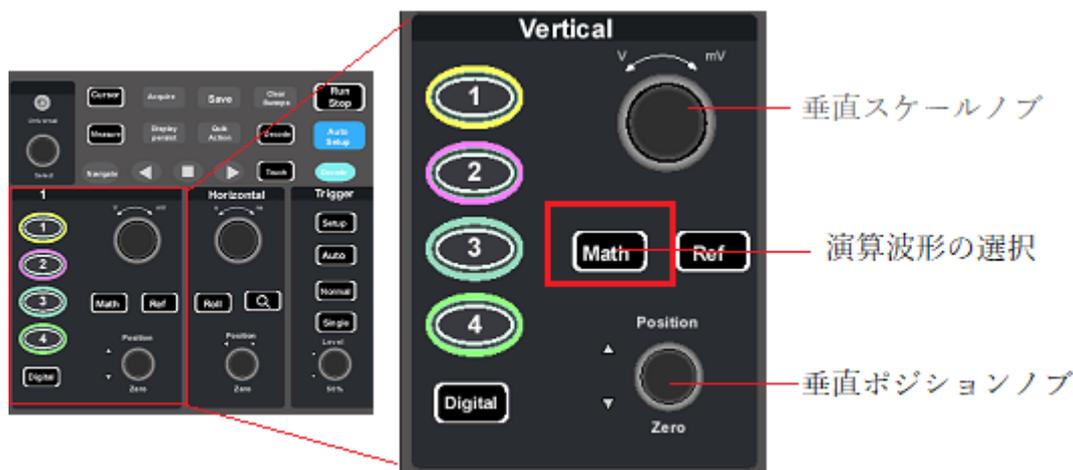
注意) 信号ソース波形自体がクリップされている（波形が画面に完全に表示されていない）場合、結果の計算もクリッピングされます。

注意) 演算波形をデコードのソースに設定することはできません。

注意) シーケンスモードで捕捉された波形は最終セグメントのみ演算に使用されます。

設定項目

演算設定はフロントパネルの「Math」ボタンを押して表示します。



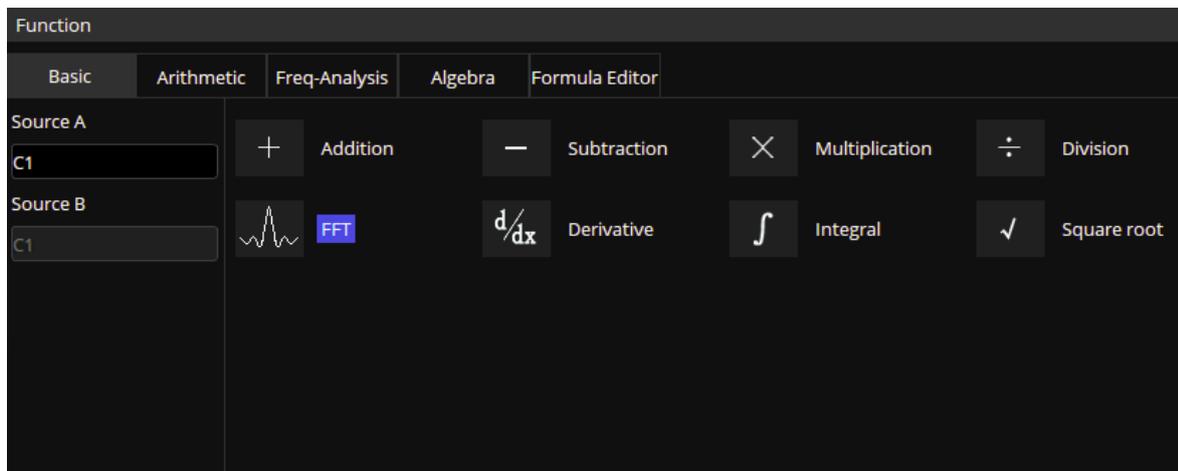
画面のメニューには次のように表示されます。メニューは Function の選択により変化します。

メニュー	設定範囲
Trace トレース	{Function1, Function2, Function3, Function4}
Operation 操作	{On, Off}
Function 関数	{Addition, Subtraction, Multiplication, Division, Average, ERES, Identity, Negation, MaxHold, MinHold, FFT, Filter, Derivate, Integral, Square root, Absolute, Sign, Exp, Exp10, Ln, Lg, Interpolate, Formula Editor} ダイアログが開かれ、ソースと演算項目を指定します。 Addition(+): SourceA と SourceB にチャンネルを設定し、SourceA +

	<p>SourceB の演算波形を表示します。</p> <p>Subtraction(-) : SourceA と SourceB にチャンネルを設定し、SourceA - SourceB の演算波形を表示します。</p> <p>Multiplication(*) : SourceA と SourceB にチャンネルを設定し、SourceA × SourceB の演算波形を表示します。</p> <p>Division(/) : SourceA と SourceB にチャンネルを設定し、SourceA ÷ SourceB の演算波形を表示します。</p> <p>Average: 複数波形から平均します</p> <p>ERES : 移動平均により S/N 比を改善し、分解能を向上させます</p> <p>Identity: 入力ソース波形と同じ波形を出力します。</p> <p>Negation: 反転演算します。</p> <p>MaxHold: 複数波形の中で各サンプルの最大値をホールドします。</p> <p>MinHold: 複数波形の中で各サンプルの最小値をホールドします。</p> <p>FFT: オシロスコープの離散波形から周波数スペクトル波形に変換します。最高 2 M ポイントの波形データを周波数スペクトル波形に変換することができます。</p> <p>Filter: デジタルフィルタを演算します。</p> <p>Derivative: 微分演算します。</p> <p>Integral: 積分演算します。</p> <p>Square root: 平方根を演算します。</p> <p>Absolute: 絶対値を演算します。</p> <p>Sign: 符号関数を演算します。</p> <p>Exp: e を底とする自然対数の指数関数を演算します。</p> <p>Exp10: 10 を底とする常用対数の指数関数を演算します。</p> <p>Ln: e を底とする自然対数の対数関数を演算します。</p> <p>Lg: 10 を底とする常用対数の対数関数を演算します。</p> <p>Interpolate: 補間演算します。</p> <p>Formula Editor : カスタムの演算を設定できます</p>
Scale	垂直軸のスケールを変更できます
Label	波形のラベルを標準の F1 や F2 から変更できます
Position	垂直軸のオフセットを変更できます
Invert	{On, Off} オンにすると波形を反転できます

- 演算の選択

Math メニューで[Function]を選択すると、Function ダイアログが表示されます。演算のアイコンを選択してからソース波形{C1,C2,C3,C4, Z1,Z2,Z3,Z4, F1,F2,F3,F4}を選択します。この選択により、画面右側に表示されるメニューが若干変更されます。



● 演算波形の単位

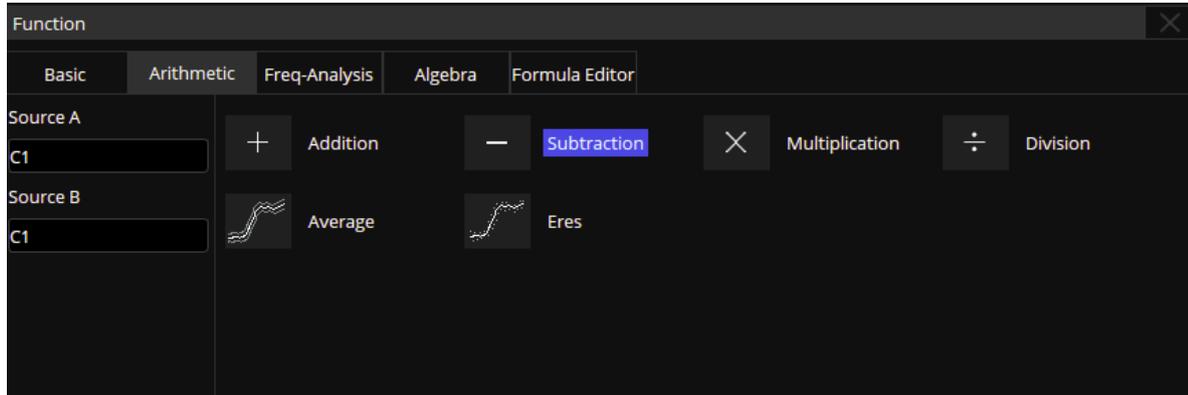
チャンネル機能メニューを使用して、各チャンネルの単位を "V" または "A" に設定します。オシロスコープの演算には、以下のような単位があります。

演算	単位
加算 (+) or 減算 (-)	V, A
乗算 (*)	V ² , A ² or W (Volt-Amp)
除算 (/)	None, Ω or S
FFT	dBVrms, Vrms, dBm, dBArms, Arms
微分 (d/dt)	V/S or A/S (V/second or A/second)
積分 (∫dt)	V/S or A/S (V/second or A/second)
ルート (√)	V ^{1/2} or A ^{1/2}
絶対値(y)	V, A
符号関数(Sign)	V, A
底 e の指数関数(Exp), 底 10 の指数関数(Exp10)	V, A
自然対数(Ln), 常用対数(lg)	V, A
補間 (interp)	V, A

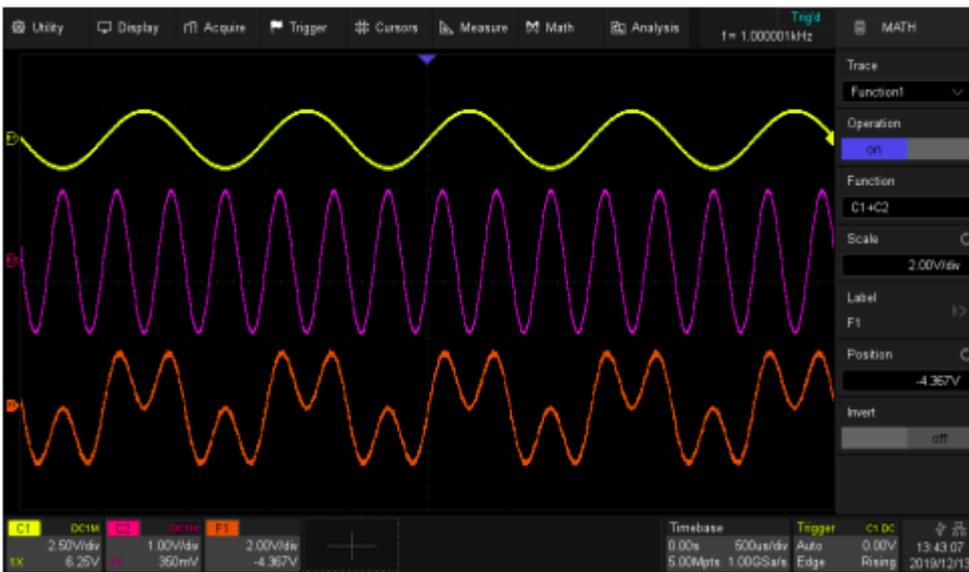
四則演算

演算子は、任意の 2 つのアナログ入力チャンネルで加算または減算します。加算または減算を選択すると、Source A および Source B の値がサンプルポイントごとに加算または減算され、結果が表示されます。

1. フロントパネルの「Math」ボタンを押して、MATH メニューに入ります。
2. Math メニューの[関数 Function]をタッチします。ダイアログが開かれるため、Arithmetic タブにある{+, -, *, /} から演算タイプを選択します。ソースも選択します。



3. 計算結果は左側に「F1」（または F2）のラベルで表示されているトレースです。スケールやオフセットの情報は波形ディスクリプタを参照してください。



4. 演算波形を反転させる場合は、メニューの[Invert]をタッチして、On に設定して演算波形の表示を反転させることができます。

アベレージ

アベレージは安定したトリガが可能な繰り返し波形に対し、平均化してノイズを低減します。Mathメニューの[関数 Function]で Arithmetic タブにある **Average** を選択し、アベレージの回数を[Average Num]で{4, 16, 32, 128,256,512,1024}から選択します。アベレージ波形が更新されるたびに **Count** の値がインクリメントされ、**Average Num** で設定された値まで到達します。

注意) アベレージの演算には時間がかかるためアベレージの更新はトリガの更新と同期していません。

注意) シーケンスモードで捕捉した波形に対してアベレージした場合、最終セグメントの波形だけがアベレージに使われ、その他のセグメント波形はアベレージの計算に使用されません。



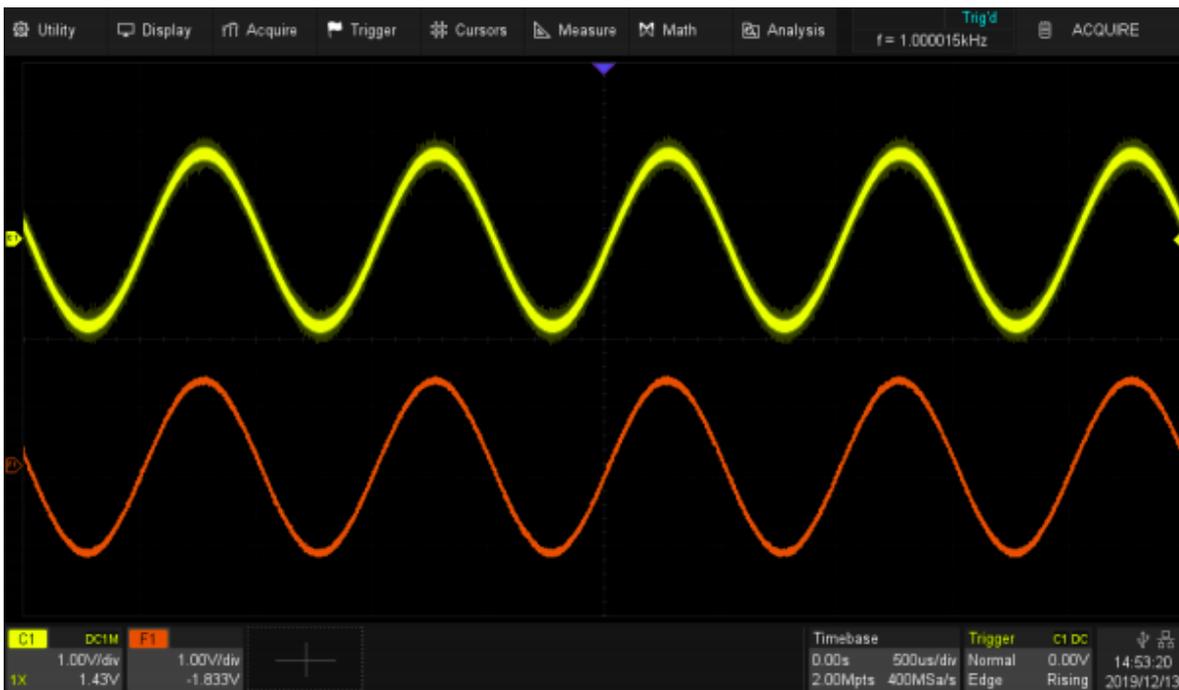
アベレージをリセットしたい場合はメニューにある[Average Reset]をタッチしてください。

ERES

ERES は移動平均処理に似た演算を行う FIR ローパスフィルタを使用します。単純な移動平均に比べ通過帯域フィルタリングに関して高い性能を示します。また観測している信号の分解能を上げ、ノイズに埋もれた微小な電圧を検出することができます。アベレージを使用できないシングルショット、または繰り返しの遅い信号で S/N 比を向上することができます。Math メニューの[関数 Function]で Arithmetic タブにある ERES を選択し、ビット数を[Enhanced Bits]で{0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0}から選択します。

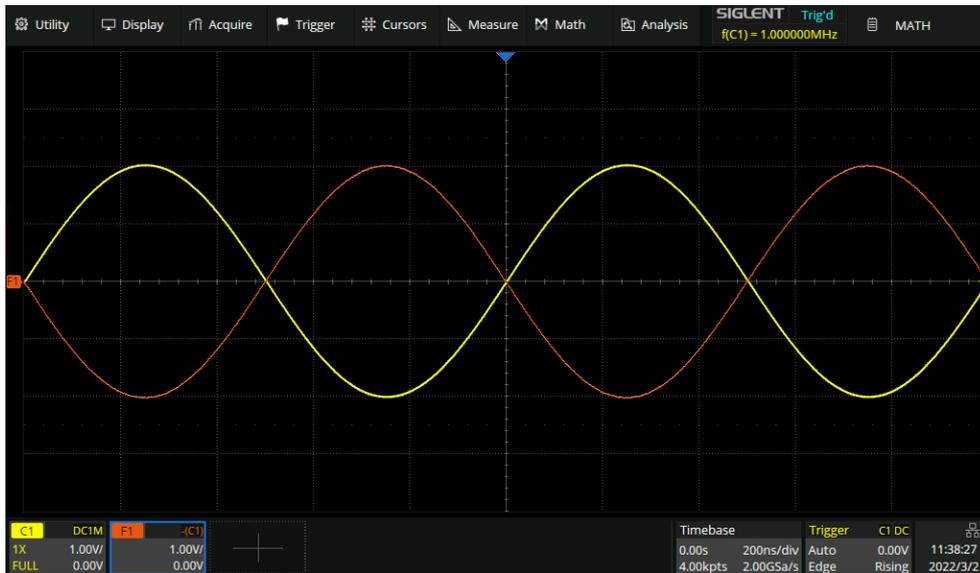
ERES は FIR のデジタルフィルタのためサンプリングレートに対してローパスフィルタの通過帯域が決まります。

ERES	通過帯域
0.5	サンプリングレート×0.25
1.0	サンプリングレート×0.115
1.5	サンプリングレート×0.055
2.0	サンプリングレート×0.028
2.5	サンプリングレート×0.014
3.0	サンプリングレート×0.007



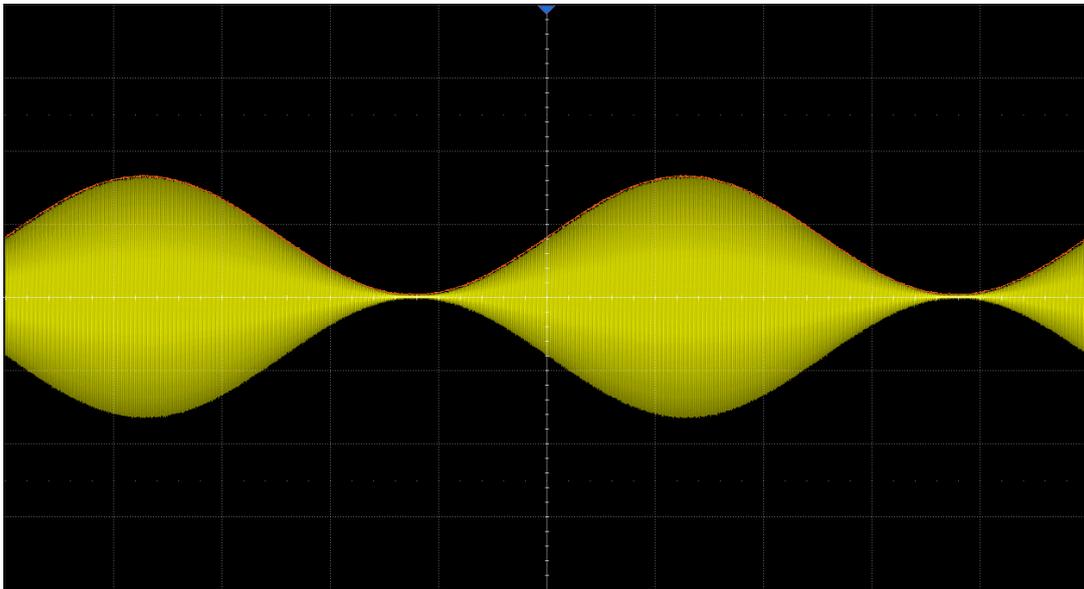
反転

-y は、選択したソースの反転を計算します。



Max hold / Min hold

波形更新を繰り返す中で各サンプルの最大値（または最小値）を保持した波形を作ります。次は AM 変調波形 (C1) を Max hold 演算しています。黄色い C1 の波形の上にあるオレンジ色の波形が Max hold 波形です。Hold に使用するトレースの数を Sweeps Limit で設定できます。Unlimited を選択すると Reset が選択されるまで演算を継続します。



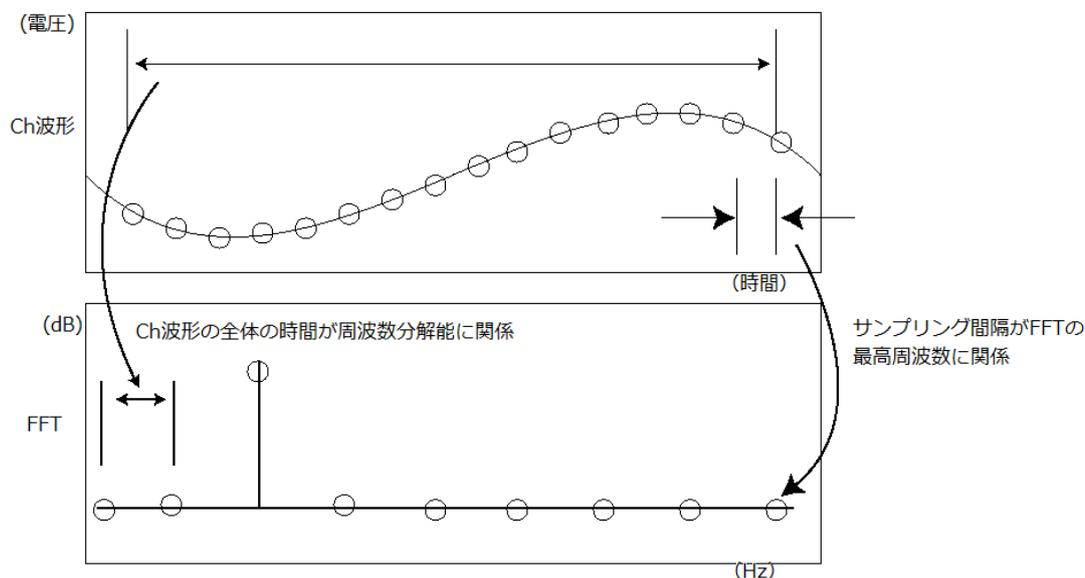
FFT

FFTは、チャンネルの時間波形を周波数波形に変換します。FFT機能が選択されている場合、FFTスペクトルは周波数毎の信号強度を画面にプロットします。水平軸の読み出しは時間から周波数（ヘルツ）に変化し、垂直読み出しも電圧から周波数成分の強度（単位の設定により Vrms, dBVrms, dBm を選択可能）に変わります。

FFTの入力サンプルは都合上2のべき乗個が使用されます。またサンプル数に比例して計算に時間がかかり、計算に多くのメモリが必要になることから、入力できるサンプル数は2Mポイント以下に制限されています。そのため2Mptsを超える場合は時間波形のサンプルを間引きして2Mpts程度に収まるようにしてからFFTに入力しています。

例えばチャンネル波形のサンプリング速度が1GSa/s、サンプル数が10Mptsの場合、1/4に間引きを行い、2.5Mptsにします。FFTに使えるサンプル数は2のべき乗個となるため、2.5Mptsのうち2097152pts(2^{21})個だけをFFTの計算に使用します。波形のサンプリング速度は間引かれた事から $1\text{GSa/s} \div 4 = 250\text{MSa/s}$ です。

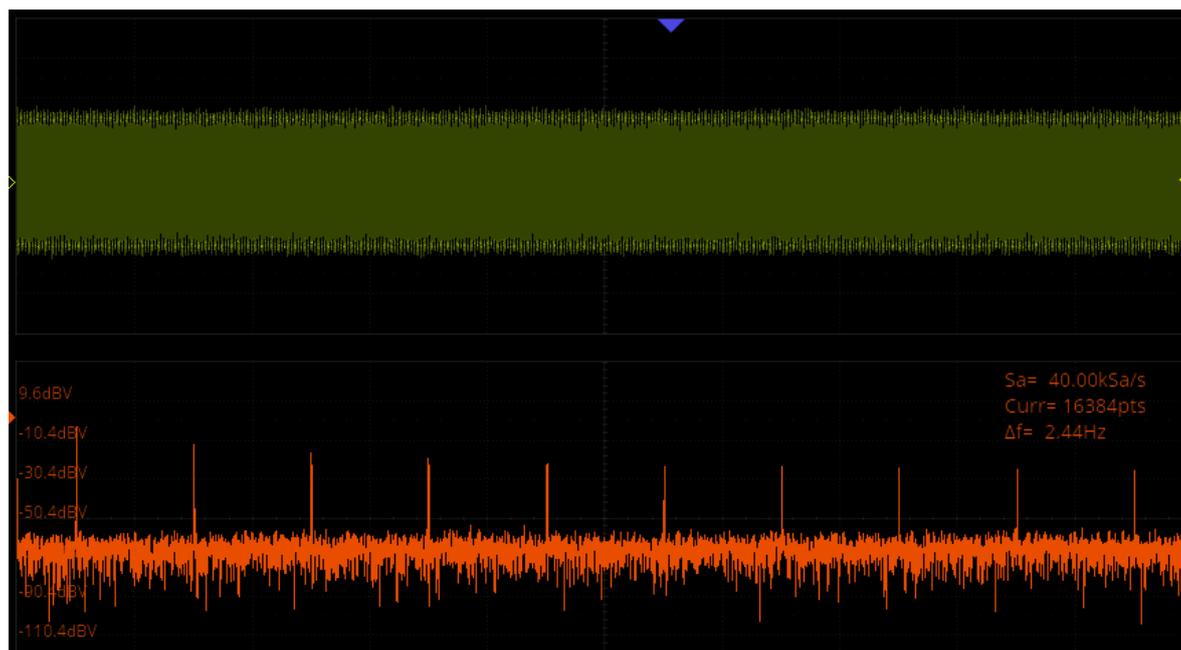
FFTの最高周波数はサンプリング速度の1/2になります。250MSa/sのサンプリング速度では125MHzが上限です。また最低周波数はDCとなりますが、FFT波形の周波数分解能は入力サンプルの全ての時間の逆数で計算できます。入力サンプル時間はサンプルポイント数 \times 1/サンプリング速度です。この逆数となるため、この例では $250\text{E}+6 \div 2097152 = 119.2\text{Hz}$ が周波数分解能です。次の図は時間波形とFFTの関係を示します。FFTの分解能を調整したければ、Ch波形を時間軸を調整し、最高周波数を変更したければCh波形のサンプリング速度を調整する必要があります。



FFT演算は次のような用途で使用できます。

- ⇒ 被試験デバイスの高調波成分と歪みを測定する
- ⇒ 直流電源のノイズの特性を測定する
- ⇒ 振動を分析する

FFT をオンにすると水平軸が周波数のスペクトル波形(次の図のオレンジ色のトレース)が表示されます。



● FFT パラメータエリア

FFT パラメータは、スペクトル波形表示領域の右上に表示されます。

```
Sa= 2.00GSa/s
Curr= 262144pts
Δf= 7.63KHz
Avg= 4
```

Sa (ソースのサンプル速度) : FFT 演算で使用する波形のサンプル速度を示します。FFT に入力される波形のサンプルが間引かれている場合、間引かれた後のサンプル速度を表示します。

Curr(サンプルポイント数) : FFT 演算に使用されるサンプルポイント数。FFT 演算で使用するサンプルポイント数は 2 のべき乗(2^x : x は 11~21)で計算するため、最大 2M ポイント (正確には 2097152) まで使用可能です。

Δf(周波数分解能) : FFT の隣接するスペクトル間の周波数間隔を示します。

Avg(FFT の平均カウント数) : FFT モードが「Average」に設定されている場合にのみ表示され、完了した平均カウントを示します。

FFT は Math メニューの[Function]で FFT を選択します。FFT の設定は多くあるため、Math メニューの項目が変更されます。

メニュー	設定範囲
Trace	{Function1, Function2, Function3, Function4}
Operation	{On, Off}
Function	{+, -, *, /, Average, ERES, FFT, d/dt, ∫dt, √, Absolute, Sign, Formula Editor}
Config	最大ポイント数、Window 関数、表示の設定をする Configure メニューが表示されます
Vertical	垂直軸のスケールや単位などの設定をする Vertical メニューが表示されます

Horizontal	水平軸のスケールなどを設定する Horizontal メニューが表示されます
Tool	マーカーによりピークなどの値をリスト表示する Tools メニューが表示されます
Label	波形のラベルを標準の F1 や F2 から変更できます

Configure(FFT の設定)

Math メニューの[Config]を選択すると、ポイント数や窓関数、FFT モードなどの詳細設定を行うことができます。

メニュー	設定範囲
Max Points	{2k, 4k, 8k, 16k, 32k, 64k, 128k, 256k, 512k, 1M, 2M} FFT 演算で使用する時間波形のサンプル数は 2 のべき乗のポイント数です。 MaxPoints で設定した値に近い 2 のべき乗のポイントが演算に使用されます。
Window	{Rectangle, Hanning, Hamming, Flat Top, Blackman, BlackmanHarris, Gaussian}
Full Span	FFT で出力されるスペクトルの全体を表示します。一部分だけを表示したい場合。上位メニューから Horizontal セクションに入ると指定できます。
Peak to Center	最も高い強度の周波数を中央に設定します。
Display	{Split, Full Screen, Exclusive} Split: 画面が上下に分割され、上に時間波形、下に周波数スペクトルが表示されます Full Screen: 時間波形とスペクトルが 1 画面で表示されます。 Exclusive: スペクトル波形のみが表示されます。
FFT Mode	{Normal, Max-Hold, Average} スペクトルが更新される際のモードを設定します。 Normal: 更新ごとに FFT の結果もすべて更新します Max-Hold: 更新時にスペクトルの最大値が保持されます。 Average: 更新時にスペクトルの平均波形を表示します。
Average Count	{4 - 1024} FFT モードで Average が選択された場合に、そのアベレージ数を設定します
Average Reset	FFT モードで Average が選択された場合に、アベレージ結果をリセットします
Return	上のメニューに戻ります。

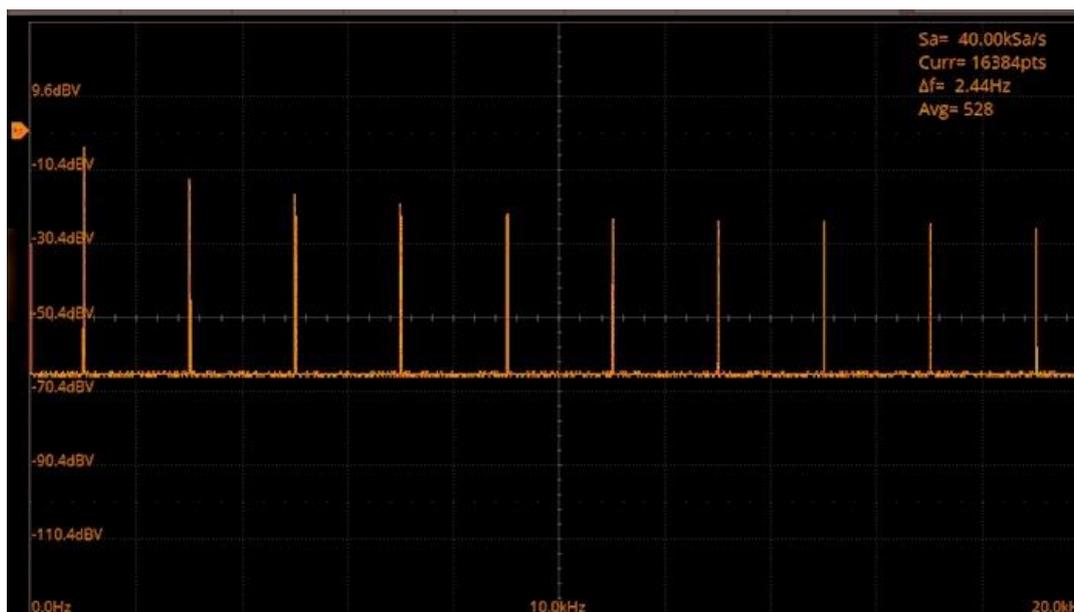
Window(窓関数)

FFT 演算は演算に使われる波形が時間軸上で繰り返されていると仮定して計算します。そのため FFT が計算されるサンプルの始点と終点が信号波形と一致していない場合、演算結果に影響を与えてしまいます。この影響を抑えるため、あらかじめ波形の始点と終点の信号を徐々に減衰させます。この徐々に減衰させる重み関数を時間窓関数と言い、5 種類の関数を用意しています。目的としている結果に近い窓関数を選択します。

Window	Applications and Characteristics
--------	----------------------------------

Rectangle	これは通常、信号が過渡的（完全に時間領域ウィンドウに含まれる）またはウィンドの基本周波数の整数倍である基本周波数成分を有することが分かっている場合に使用されます。これらのタイプ以外の信号は、スペクトル漏れとスカラップ損失が発生する可能性があります。これは、別の種類のウィンドウを選択することで修正できます
Hann	ウィンドスペクトル・リーケージを抑え、信服精度を改善できますが、周波数分解能が落ちます。
Hamming	スペクトル・リーケージを抑え、信服精度を改善できますが、やはり周波数分解能が落ちます。
Flat Top	スペクトル・リーケージを緩やかに抑え、優れた振幅精度を得られますが、周波数分解能損失が伴います。
Blackman	スペクトル・リーケージを最小限に抑えますが、やはり周波数分解能が落ちます。

Display(表示)



横軸は周波数、縦軸は強度を示すグラフで表示されます。周波数軸や強度は設定により位置や大きさを指定することができます。強度の位置は[Reference Level]と[Scale]で設定します。表示エリアの一番上のラインがリファレンスレベルです。そして両サイドには目盛りの強度が示されています。上図の設定ではリファレンスレベル 40dB、スケールが 20dB です。周波数軸は[Center]と[Hz/Div]で位置を設定します。表示エリアの一番上の中央と両端にラベルが付いています。

表示形式は時間波形と周波数波形の両方や周波数波形だけなど選択が可能です。

- Split Zoom off : 時間波形と周波数波形の表示が領域を分けて表示されます。
- Full Screen : 時間波形上に周波数波形が上書きされます。
- Exclusive : 周波数波形だけを表示します。

FFT Mode

- **Normal:** 更新ごとに FFT の結果もすべて更新します
- **Max-Hold :** 更新時にスペクトルの最大値が保持されます。

瞬間的にしか発生しなかった大きな振幅をホールドすることで散発的な信号があったことを知ることができます。フロントパネルの「Clear Sweeps」ボタンを押すと、現在のホールドされた値をクリアできます。

- **Average :** 更新時にスペクトルの平均波形を表示します。メニューに **Average Count**(アベレージ数) と **Average Reset**(リセット)がメニューに表示されます。Average Count は 4~1024 の範囲で設定できます。フロントパネルの[Clear sweep]を押すか、メニューの[Average Reset]をタッチして、平均カウンタをリセットできます。

Vertical(垂直軸)

Math メニューの[Vertical]を選択すると、スペクトル波形の垂直軸を設定できます。

メニュー	設定範囲
Scale	スケールを設定します。スケールの設定範囲は Unit の設定により決まります。
Ref level	リファレンスレベルを設定します。リファレンスレベルはスペクトルが表示されるグリッドの一番上の値を示します。
Unit	{dBVrms, Vrms, dBm} Vrms: 振幅を Vrms のまま表示します。 dBVrms: $\text{dBVrms} = 20\log(\text{Vrms})$ として計算します。 dBm: Ext Load を使用して計算された電力値を元に 1mW を基準に dB に変換します。 $\text{dBm} = 10\log(\text{Vrms}^2 / \text{Ext Load} * 1000)$ 。
Ext Load	Unit で dBm などが設定された場合に電力を計算するため計算上の抵抗を入力します。この抵抗は電圧を測定している間の抵抗値を入力します。
Return	上のメニューに戻ります

注意) 単発波形で FFT する場合には値そのものはあまり意味を成しません。FFT で出力される値は FFT 演算に含まれるサンプルからそれぞれの平均的な周波数のエネルギーを計算しています。ほぼ 0 V の中で一瞬だけ単発波形がある波形では値が小さくなります。

Horizontal(水平軸)

メニューの[Horizontal]はスペクトル波形に対して水平軸のズームを設定できます。水平軸の設定により FFT のデータ自体は変化しません。FFT データの水平方向の拡大のみ行っています。FFT の分解能や最高周波数を変更したいなどがありましたら、Ch 波形の捕捉条件を変更してください。

メニュー	設定範囲
Center	中心の周波数を設定します
Hz/Div	スケールを設定します
Return	上のメニューに戻ります

Tools

FFT 波形に対してピークとマーカーの 2 つのツールを提供します。ピークツールは、ピークポイントを自動的に検索し、FFT 波形にマーカーを配置します。最大 10 個のマーカーがサポートされます。マーカーツールはマーカーを個別に配置することができます。またピークツールと同じようにピークの検索や最も高いピークを基準に高調波(整数倍の周波数)にマーカーを配置します。最大 8 つのマーカーがサポートされます。各マーカーの周波数とレベルはリスト表示することができます。



リストは振幅のみとメニューの Show Frequency をオンにすることで周波数も表示することができます。

Peak	Amplitude	Frequency
1	12.8dBm	1.00kHz
4	-39.3dBm	4.00kHz
3	-39.8dBm	3.00kHz
7	-42.3dBm	7.00kHz
5	-44.3dBm	5.00kHz
6	-44.5dBm	6.00kHz
2	-49.2dBm	2.00kHz

ピークツール

ピークの検索は Threshold や Excursion の設定をベースに検索が行われます。Threshold の値より大きなピークが検索されます。Excursion はピークとピーク周辺のサンプルとの差を示します。

メニュー	設定範囲
Type	{Peaks, Markers}
Show Table	{On, Off} On にすると波形表示エリアにテーブルが表示されます。
Show Frequency	{On, Off} On にするとテーブルに Frequency 列が追加されます
Sort by	{Amplitude, Frequency} テーブルの順番を振幅の大きさ、または周波数の順で並べます。
Search	この設定値以上のピークが検索されます

Threshold	
Search Excursion	ピークの両サイドの最小振幅とピークの差を指定します。この差より大きいピークが検出されます。
Return	上位メニューに戻ります

マーカーツール

マーカの高調波検索は **Threshold** や **Excursion** の設定をベースに検索が行われます。**Threshold** の値より大きなピークが検索されます。**Excursion** はピークとピーク周辺のサンプルとの差を示します。

メニュー		設定範囲
Type		{Peaks, Markers}
Marker Control	各マーカ位置を設定します	
	Marker	{1-8} Frequency を設定するマーカを選択します
	Show Marker	{On, Off} Marker で選択されているマーカをオン・オフします
	Frequency	Marker で選択されているマーカの周波数を設定します
	Next Peak	Frequency の値より高い周波数で次のピーク位置にマーカを配置します
	Next Amplitude	マーカが配置されている位置より次に高い振幅の位置にマーカを配置します
	Return	上位メニューに戻ります
Marker on Peaks		Threshold や Excursion の設定をベースにマーカをピークの位置に配置します。
Marker on Harmonics		最も高い振幅の周波数を基準に整数倍でマーカを配置します
Show Table		{On, Off} On にすると波形表示エリアにテーブルが表示されます。
Show Frequency		{On, Off} On にするとテーブルに Frequency 列が追加されます
Show Delta		{On, Off} On にするとテーブルに Delta Ampl 列が追加されます。これは No1 のマーカ振幅を基準に各マーカの差分が計算されます
Search Threshold		この設定値以上のピークが検索されます
Search Excursion		ピークの両サイドの最小振幅とピークの差を指定します。この差より大きいピークが検出されます。
Return		上位メニューに戻ります

FFT 設定手順

1. フロントパネルの「Math」ボタンを押して、MATH ファンクションメニューを開きます。
2. Math メニューの[Function]をタッチして、FFT とそのソース波形を選択します。
3. Math メニューの [Config]をタッチして Config メニューに入ります。

4. **Config** メニューの[Window]から窓関数を選択します。

窓関数を使用すると、スペクトル漏れを大幅に減少させることができます。オシロスコープは、特性の異なる 5 つの Window (Rectangle、Blackman、Hanning、Hamming、Flattop) を提供しています。測定目的に従って Window を選択する必要があります。
5. **Config** メニューの[Max Points]をタッチして、FFT 波形を計算するために使用される最大点数を選択します。FFT はソース波形の捕捉時間の逆数で計算される周波数に近い値が周波数分解能に選ばれます。そのため最大点数を下げることで FFT の最高周波数が下がります。
6. **Configure** メニューの[Mode]をタッチして、スペクトル波形のモードを Normal, Max Hold または Average から選択します。
7. **Configure** メニューの[Display]をタッチして、表示モードを設定します。
8. **Configure** メニューの[Autoset]を押すと、FFT 測定に適切なスケールを自動的に設定します。[Return]で上位メニューに戻ります。手動で設定する場合、続く手順を参照してください。
9. **Math** メニューの[Horizontal]をタッチして、水平軸の設定を行います。[Center]をタッチして希望の中心周波数を選択し、[Hz / div]で周波数のスケールを設定します。[Return]で上位メニューに戻ります。
10. **Math** メニューの[Vertical]をタッチして、垂直軸の設定を行います。[Unit]をタッチして垂直軸の単位を選択します。垂直軸の単位は、dBVrms、または Vrms です。対数スケールまたはリニアスケールを使用してそれぞれ垂直振幅を表示できます。比較的大きなダイナミックレンジで FFT 周波数スペクトラムを表示する必要がある場合は、dBVrms を推奨します。[Scale]をタッチして、垂直 FFT スケールを調整します。[Ref level]をタッチしてリファレンスレベルを設定します。

注意) 直流成分や偏差のある信号は、FFT 波形成分の誤差や偏差の原因となります。DC コンポーネントを減らすには、Channel Coupling を AC に設定します。

注意) 繰り返しパルスまたは単一パルスのランダムノイズとエイリアシング周波数成分を減らすには、オシロスコープの捕捉を平均に設定します。

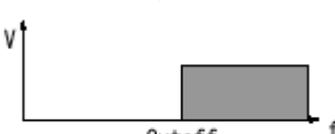
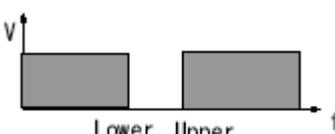
カーソルで FFT の測定

FFT 波形に対してカーソル測定を行うには、「Cursors」ボタンを押してから、[Mode]をタッチして [Manual]、または [Track] を選択します。[Source]から F1 や F2 などの FFT の演算を選択すると、FFT 波形を測定します。Track モードは X1 と X2 の 2 つのカーソルを使用して、それぞれの周波数値と 2 つのカーソル間の周波数値の差 (ΔX) や振幅の差 (ΔY) を測定することができます。

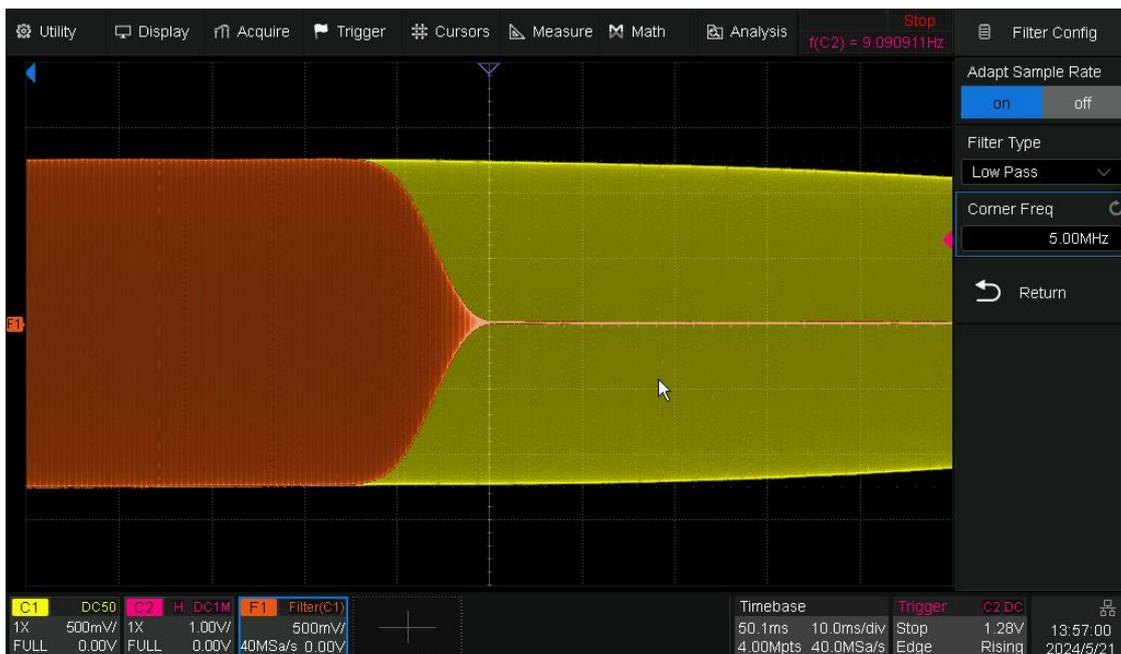
注意) カーソルの使い方を理解するには、カーソルの章を参照してください。

デジタルフィルタ(Filter)

ハイパス、ローパス、バンドパス、バンドリジェクトフィルタの FIR フィルタを演算します。FIR フィルタは複数のサンプルを移動しながら演算します。演算に使われるサンプル数はタップと呼ばれ、最大 200 タップまでフィルタに使用します。このタップ数と入力波形のサンプリング速度により取り扱える周波数が変化します。200 タップの場合、 f_s (サンプリング速度) に対して $1/100$ の周波数まで取り扱えます。例えば 1GSa/s の波形でローパスフィルタを設定した場合、カットオフ周波数として指定できるのは 10MHz が下限になります。通常はカットオフ周波数から検討する形になるため、Acquire の設定で 100 倍までのサンプリング速度にする必要があります。逆に上限はエイリアシング周波数未満で指定する必要があります。エイリアシング周波数はサンプリング速度に対して半分の周波です。サンプリング速度 1GSa/s では 500MHz がエイリアシング周波数ですが、エイリアシング周波数未満となるため、カット周波数 $-f_s \cdot 0.01$ が最大となり、 490MHz が上限になります。

<p>ローパスフィルタ</p>  <p>Cutoff で設定した周波数以上の周波数成分を減衰します</p>	<p>ハイパスフィルタ</p>  <p>Cutoff で設定した周波数以下の周波数成分を減衰します</p>
<p>バンドパスフィルタ</p>  <p>Lower Freq~Upper Freq の範囲を外れた周波数を減衰します。</p>	<p>バンドリジェクトフィルタ</p>  <p>Lower Freq~Upper Freq の周波数範囲を減衰します</p>

次は周波数スイープした波形に対してローパスフィルタを適用した例です。



注意) フィルタの設定値が搭載されている能力を超えている場合、演算のディスクリプタラベルに”Frequency invalid”と表示されます。有効な Cutoff 範囲はサンプリング速度によります。Adapt Samplerate を On にすると、サンプリング速度を自動的に調整します。



微分 (Derivative)

d/dt (微分) は、選択されたソースの離散時間導関数を計算します。

$$d_i = \frac{y(i + dx) - y(i)}{dx}$$

Where:

d = 微分波形

y = サンプルの値

i = データポイントのインデックス

dx = ポイント間の差

隣り合うサンプル間で演算した場合、波形に乗るノイズの影響により微分波形の変動が大きくなるため、 dx を任意に設定できるようにしています。 dx はメニューの[dx]です。2~20 の範囲で設定ができます。この値に対応する時間での範囲は 0.02div~0.2div です。例えば[dx]を 4 に設定した場合、0.04div 離れた位置のサンプルを使い導関数の計算を行います。

Math メニューの[関数 Function]で Algebra タブにある Derivative を選択し、Scale, Position, dx を設定します。



注意) 微分はノイズに非常に敏感であるため、アキュジションモードを[アベレージ]に設定すると、ノイズが抑えられます。

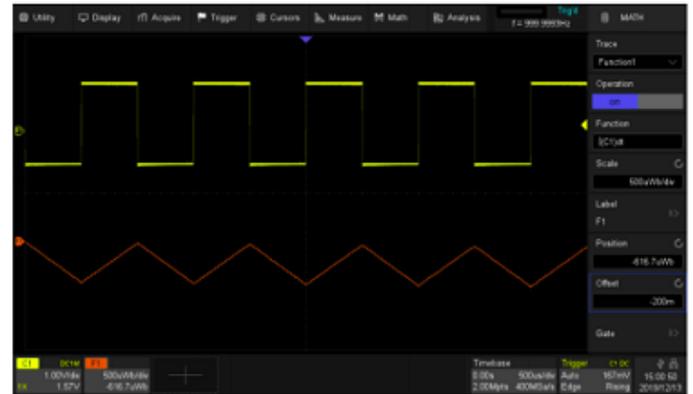
積分(Integral)

[dt は、選択ソースの積分を演算します。積分を使用して、パルスのエネルギーを VS 単位で演算することや、波形の面積を測定することができます。

積分演算は、画面上または指定されたゲート内の波形を積分します。オフセットを設定すると、ソースの DC オフセットを修正することができます。入力信号に小さな DC オフセット（またはオシロスコープ自体の小さなオフセットエラー）があることで、以下に示すように、積分出力波形が上下に「ランプ」する可能性があります。ランプする状態が望ましくない場合はオフセットで調整してください。

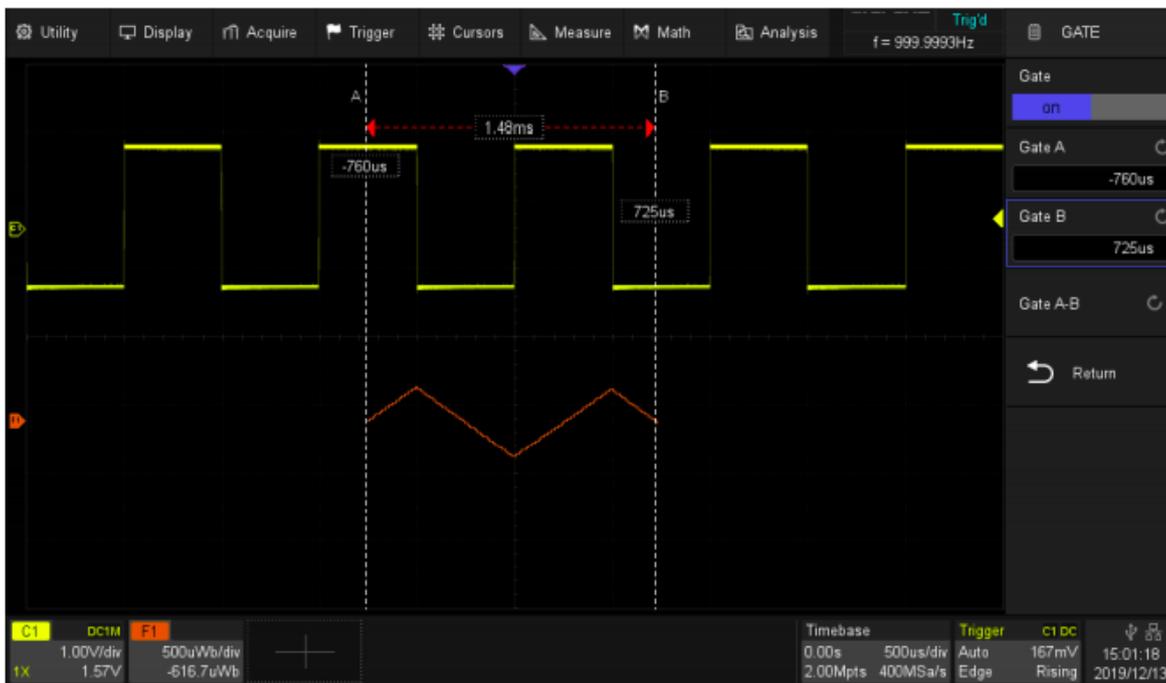


オフセット調整前



オフセット調整後

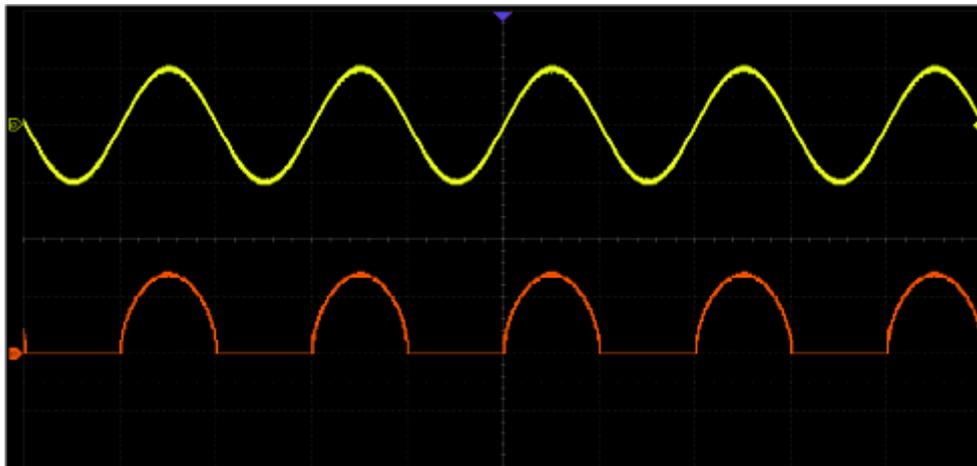
ゲート機能はメニューの Gate をタッチします。GATE メニューの Gate を On にしてから、Gate A と Gate B を設定してゲートを定義します。ゲートの位置は通常のカーソルと同じように表示されます。



Math メニューの[関数 Function]で Algebra タブにある Integral を選択し、Scale, Position, Offset を設定します。

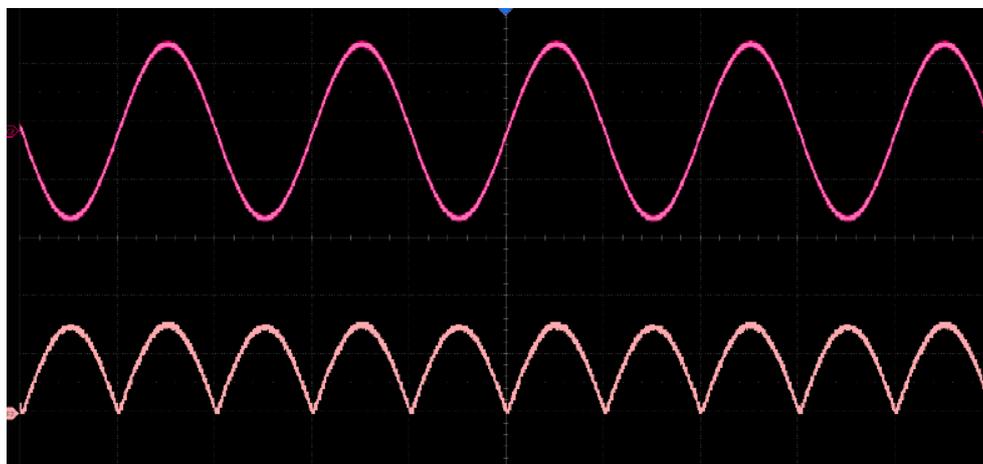
平方根(Square root)

Square root ($\sqrt{\quad}$)は、選択したソースの各サンプル x を平方根関数 $\text{root}(x)$ で計算します(黄色：ソース波形、オレンジ：Square root 波形)。特定の入力に対して変換が定義されていない場合、ホール（ゼロ値）が関数出力に表示されます。



絶対値(Absolute)

Absolute ($|y|$)は選択したソースの各サンプル x を絶対値関数 $\text{Absolute}(x)$ で計算します(ピンク：ソース波形、薄いピンク：Absolute 波形)。

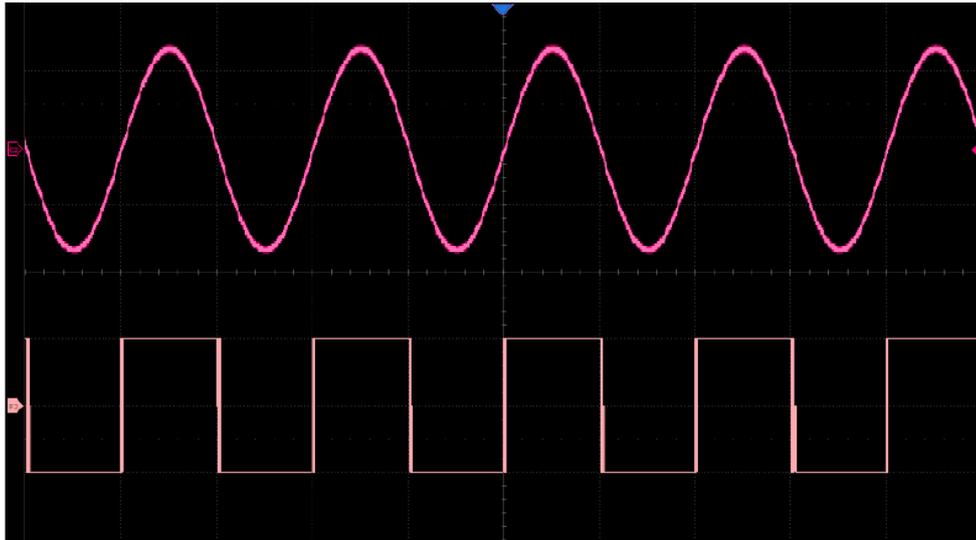


符号関数(Sign)

Sign は選択したソースの各サンプル x を符号関数 $\text{Sign}(x)$ で演算します(ピンク：ソース波形、薄いピンク：Sign 波形)。

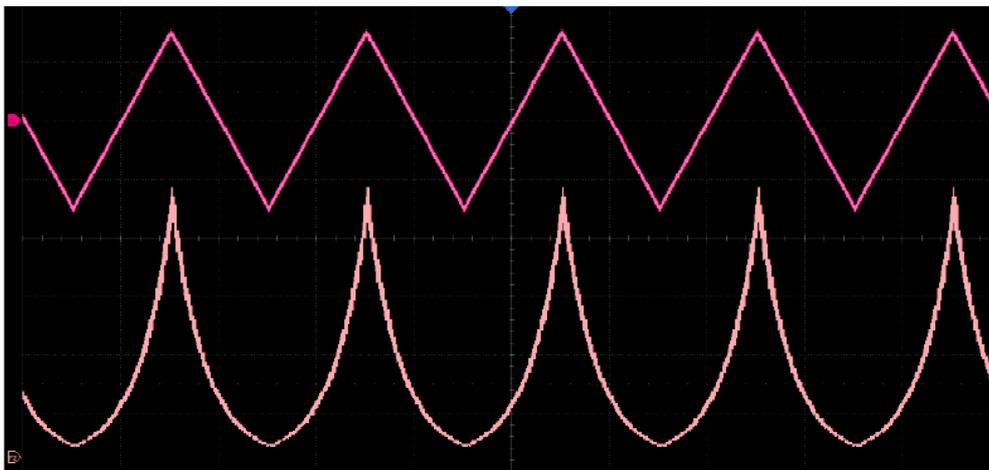
符号関数は実数に対して次のように定義されます。

$$\begin{aligned}\text{Sign}(x) &= -1 && \text{if } x < 0 \\ &= 0 && \text{if } x = 0 \\ &= 1 && \text{if } x > 0\end{aligned}$$



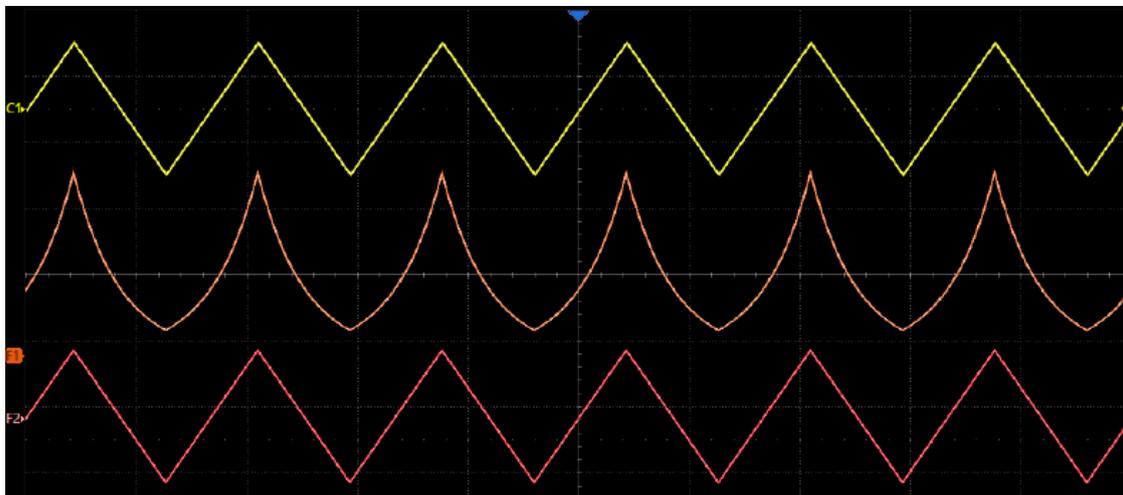
指数関数(Exp / Exp10)

Exp/Exp10 は選択したソース各サンプル x を指数関数 $\text{Exp}(x)/\text{Exp10}(x)$ などで計算します(ピンク：ソース波形、薄いピンク：Exp 波形)。自然対数「 e 」を底にした関数は Exp、常用対数を底にした指数関数は Exp10 を使用します。



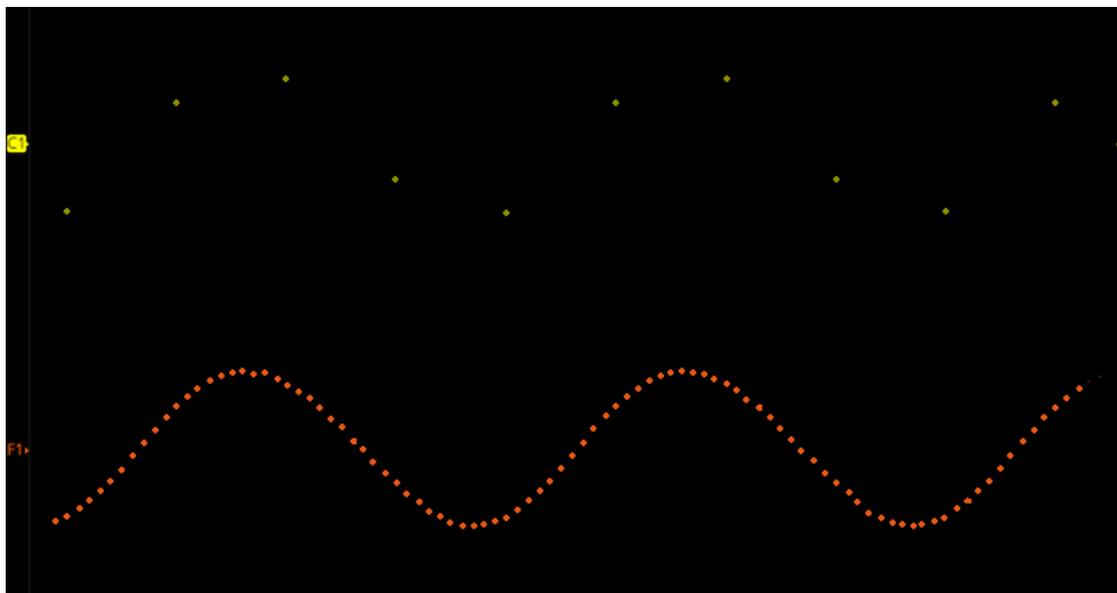
対数関数(Ln / lg)

Ln/Lg は選択したソースの各サンプル x を対数関数 $\text{Ln}(x)/\text{lg}(x)$ などで計算します(黄色：ソース波形、オレンジ：Ln 波形)。自然対数「e」を底にした関数は Ln、常用対数を底にした指数関数は Lg を使用します。



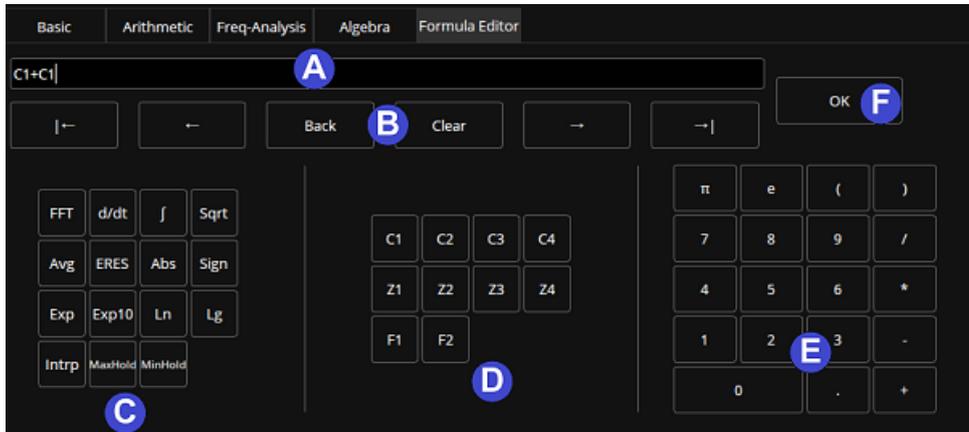
補間(Interpolate)

Interpolate はソース波形を直線補間します(黄色：ソース波形、オレンジ：Interpolate 波形)。アップサンプリングの大きさは Upsample Coef から 2, 5, 10, 20 を選び補間点数を選択できます。



Formula Editor

Formula Editor は演算機能を組み合わせて複雑な演算を行うことができます。メニューの Function で Formula Editor タブを開くと次のようなダイアログが表示されます。



- A. 数式表示テキストボックス
- B. 入力した数式をクリアおよび変更できるテキストボックス操作領域
- C. 特殊な演算はこちらから選択します
- D. ソース波形を選択します
- E. 基本的な算術演算子（加算 (+)、減算 (-)、乗算 (*)、除算 (/)）を含むキーボード領域。
- F. OK ボタン。A の 式を適用します

- 利用例 XY 表示の面積を求める演算

XY 表示する際の面積を求める場合通常の演算では難しい場合があります。このような場合には Formula Editor は簡単に答えを得ることができます。

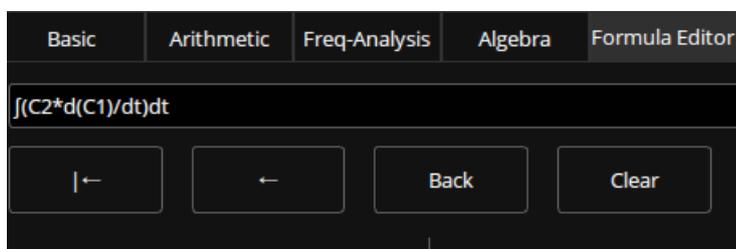
C1 を X、C2 を Y として場合、それぞれの波形は時間波形となるため X(t), Y(t) の関数と考えることができます。面積を求めるため積分をする際に一方を変数として入力することで答えを得ることができます。

$$\int y(x)dx$$

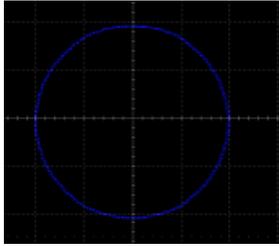
しかし元の波形は時間波形となるため直接計算できません。そこで置換積分を使用して上の式を次のように変換します。

$$\int \left(y(t) * \frac{dx(t)}{dt} \right) dt$$

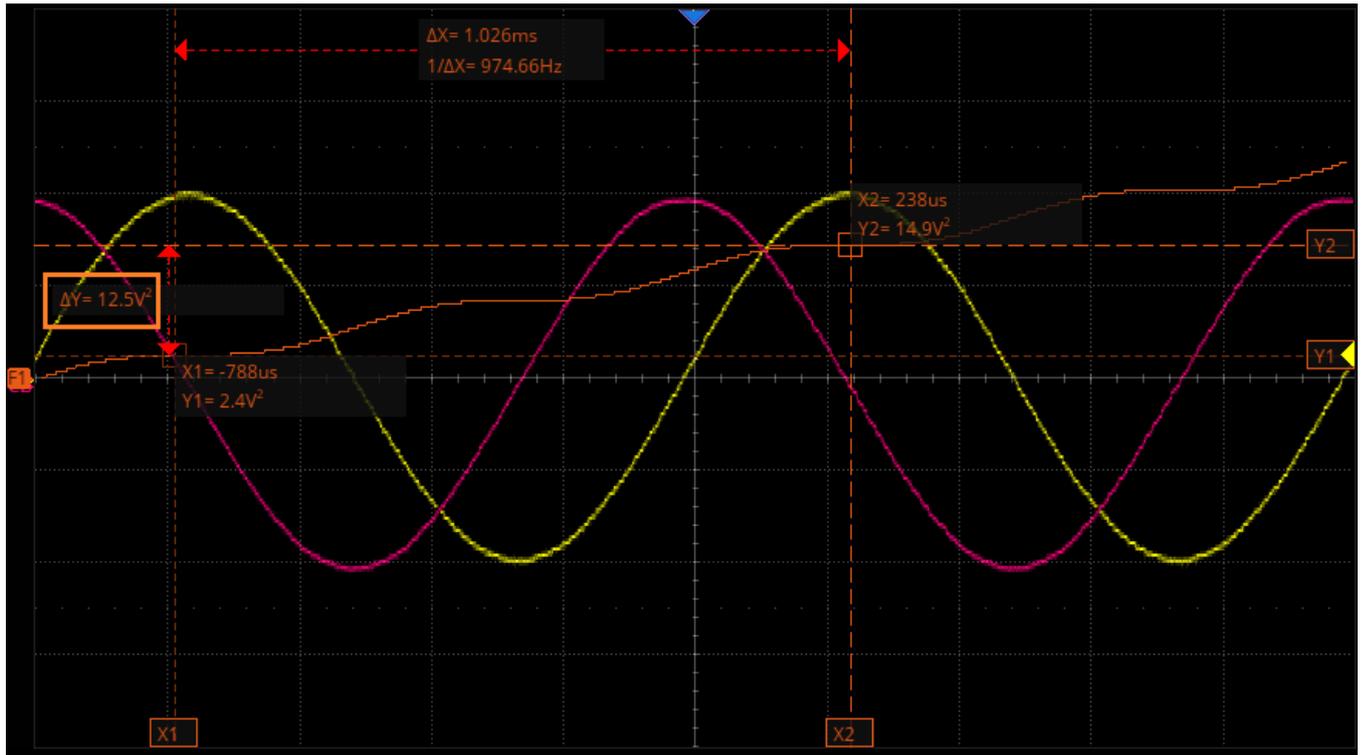
Formula Editor では次のように入力します。



C1 と C2(90 度の位相)を入力し、半径 2V の円の面積を求めた場合、計算上は $\text{Pi} \cdot 2^2 = 12.6(\text{V}^2)$ です。



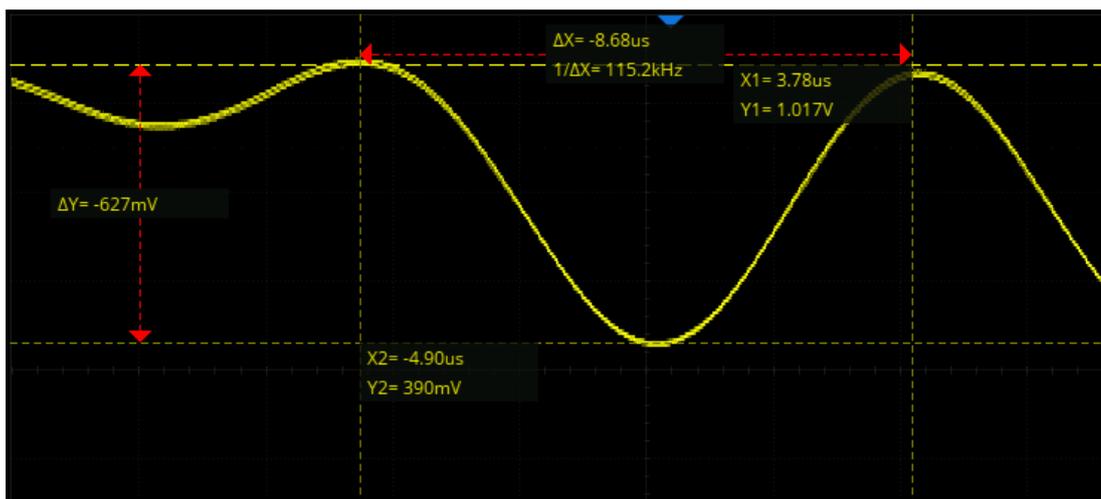
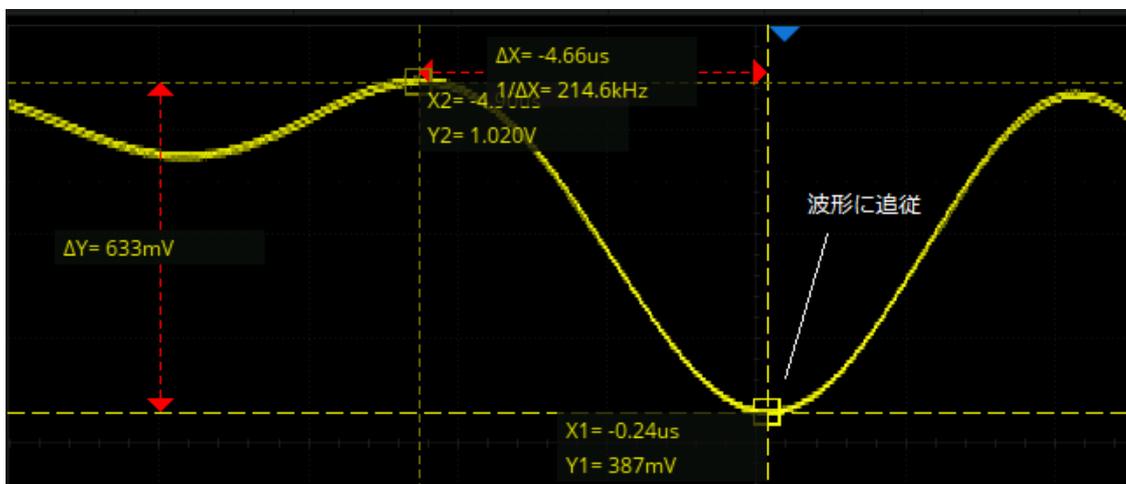
Formula Editor で演算させ、トラックカーソルを使って 1 周期の位置に配置します。配置したカーソルの差を読み取ると $12.5(\text{V}^2)$ とほぼ計算値と一致します。



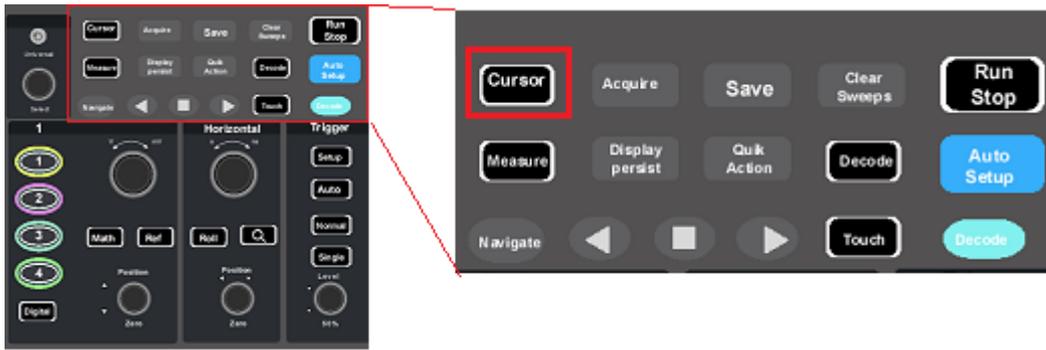
カーソルによる測定

カーソルは画面を見ながら電圧や時間を測定するツールです。カーソルを有効にすると、画面に垂直、または水平の点線が2本表示されます。これがカーソルです。このカーソルを測定したい位置に移動させて、その値を読み取ります。カーソルの移動には「Universal」ノブを使用します。「Universal」ノブで移動できる選択状態のカーソルは明るく表示されます。

カーソルは波形に沿って移動するトラックカーソルとカーソルを自由に配置して画面の位置で測定するマニュアルカーソルがあります。トラックカーソルは選択されたソース波形に小さな正方形の2つのカーソル(X1, および X2)が配置され、時間軸方向に移動できます。それぞれのカーソル位置の電圧や時間、またはカーソル間の電圧や時間を表示します。マニュアルカーソルはX軸のみ、Y軸のみの2本カーソルとXとYの2つのカーソルが組み合わさった4本のX-Yカーソルを選択できます。測定したデータは画面の左上にリスト表示する方法と波形上に矢印などを使い分かりやすく示した方法の2種類があります。



カーソルはフロントパネルの「Cursors」ボタンを押してアクセスします。またはメニューバーの [Cursor]→[Menu] をタッチして表示します。



トラックカーソル



設定項目

メニュー	設定範囲
Cursors カーソル	{On, Off} On: カーソルを有効にします。 Off: オフ
Mode モード	{Track, Manual} [追従 Track]: 波形に沿って左右に移動します。波形に沿って任意の位置にカーソルを置くと、その位置における信号の時間と電圧が読み取られます。 [マニュアル Manual]: 左右、上下などのカーソル画面上に配置して、時間や電圧を読み取ります。
Cursor, Value カーソルの選 択と値表示	{X1, X2, X2-X1} 選択したカーソルを「Universal」ノブで移動することができます。カーソルの選択は CURSOR メニューの Cursor を変更するか、「Universal」ノブをプッシュすると切り替わります。カーソルを確定した後にノブを回すと対象カーソルを移動することがで

	<p>きます。カーソル位置の値がメニューの[Value]に表示されます。</p>  <p>選択カーソル</p> <p>カーソルの位置</p>
X1 Source X1 信号源	{C1, C2, C3, C4, F1, F2, F3, F4, REFA, REFB, REFC, REFD} Track モードの 2 つのカーソルは別々のソースを選択できます。X1 のソース設定です。
X2 Source X2 信号源	{C1, C2, C3, C4, F1, F2, F3, F4, REFA, REFB, REFC, REFD} Track モードの 2 つのカーソルは別々のソースを選択できます。X2 のソース設定です。
Style	{Fixed, Following} 測定値の表示方法の選択をします。 Fixed : 画面の左上にリスト表示します Following : 波形上に直接値が表示されます。
CursorX Ref	{Delay, Position} 時間軸のスケール(Time/Div)を変更したときに、カーソルの配置基準を指定します。 Delay : Time/Div を変更すると、カーソルの位置は波形に連動して移動します。 Position : Time/Div を変更しても、カーソルの位置は画面に対する位置で固定されるため、移動しません。

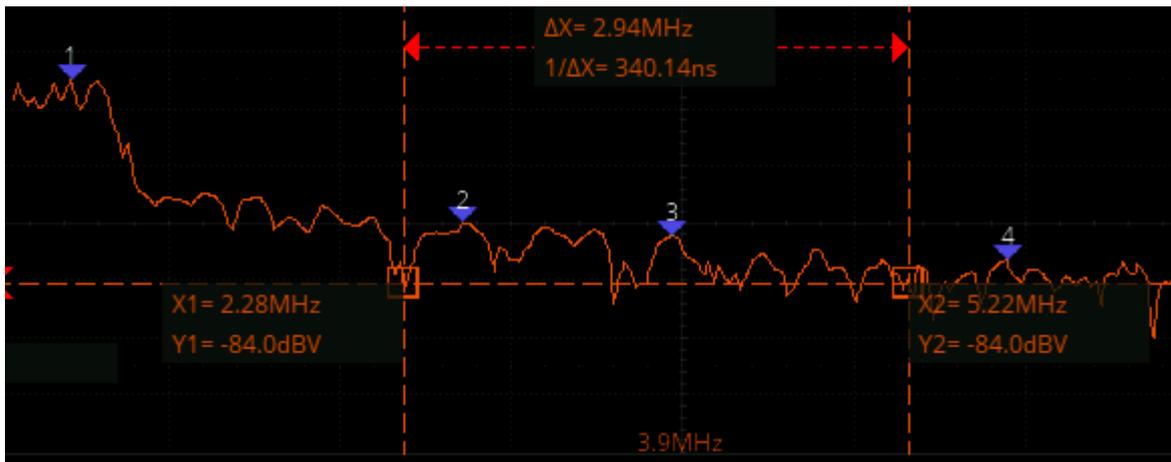
トラックカーソル設定手順

1. フロントパネルの「Cursors」ボタンを押して、CURSOR ファンクションメニューに入ります。
2. メニューの [モード Mode] をタッチして、[Track] に設定します。
3. メニューの [X1 信号源 X1 Source]、または [X2 信号源 X2 Source] を選択します。アナログチャンネル、演算波形、および参照波形のみがカーソルで使用可能です。
4. 「Universal」ノブを押して、カーソルを選択できます。選択には X1, X2, X2-X1 があります。

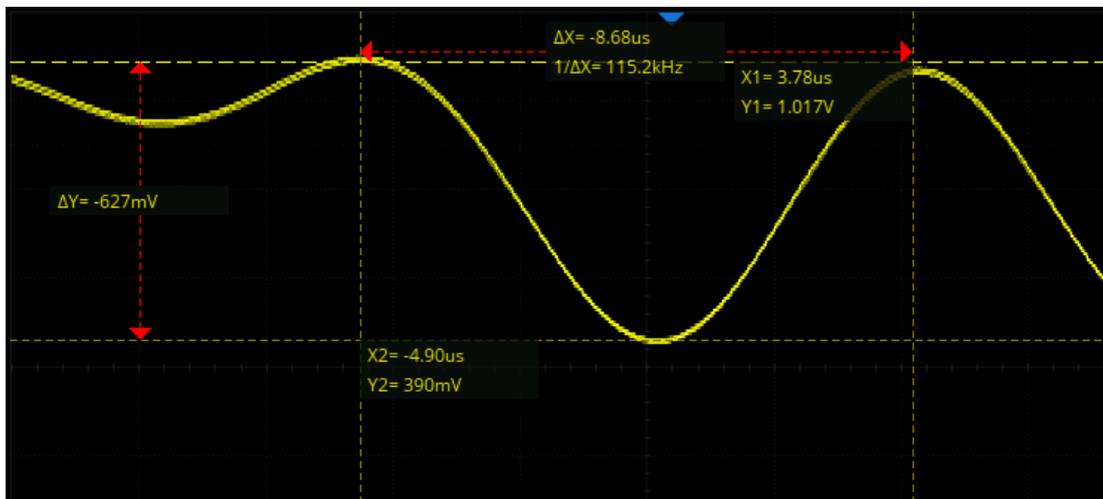


5. 「Universal」ノブを回してカーソルを配置します。
6. 測定した結果は波形表示エリア内に表示されます。
それぞれの値はチャンネルと同じ色で表示されます。

FFT(演算)波形に対してもカーソルを当てて測定することができます。FFTに合わせて横軸は周波数、縦軸は dB で表示されます。



マニュアルカーソル



マニュアルカーソル

設定項目

メニュー	設定範囲
Cursors	{On, Off} On: カーソルを有効にします。 Off: オフ
Mode	{Track, Manual } [追従 Track]: 波形に沿って左右に移動します。波形に沿って任意の位置にカーソルを置くと、その位置における信号の時間と電圧が読み取られます。 [マニュアル Manual]: 左右、上下などのカーソル画面上に配置して、時間や電圧を読み取ります。
カーソルの選択と値表示	{X1, X2, X2-X1, Y1, Y2, Y2-Y1} 選択したカーソルを「Universal」ノブで移動することができます。カーソルの選択はメニューをタッチするか、「Universal」ノブをプッシュすると切り替わります。カーソルを確定した後にノブを回すとカーソルが移動します。カーソル位置の値がメニューに表示されます。

	 <p>選択カーソル カーソルの位置</p>
Cursor Type	{X, Y, X-Y} カーソルの種類を X のみ、Y のみ、X-Y 両方の 3 種類から選択します
Source 信号源	{C1, C2, C3, C4, F1, F2, F3, F4, REFA, REFB, REFC, REFD} ソース設定です。
Style	{Fixed, Following} 測定値の表示方法の選択をします。 Fixed : 画面の左上にリスト表示します Following : 波形上に直接値が表示されます。
CursorX Ref	{Delay, Position} 時間軸のスケール(Time/Div)を変更したときに、カーソルの配置基準を指定します。 Delay : Time/Div を変更すると、カーソルの位置は波形に連動して移動します。 Position : Time/Div を変更しても、カーソルの位置は画面に対する位置で固定されるため、移動しません。

マニュアルカーソル設定手順

1. フロントパネルの「Cursors」ボタンを押して、CURSOR ファンクションメニューに入ります。
2. メニューの [モード Mode] をタッチして、Manual に設定します。
3. メニューの [信号源 Source] をタッチして、ソースを選択します。表示されるアナログチャンネル、演算波形、および参照波形のみがカーソルで使用可能です。

注意) このソース選択からソース波形のスケールやオフセットの情報を元にカーソルの値が計算されます。

4. メニューの [Cursor Type] からカーソルの種類を選択します。
5. 「Universal」ノブを押すと、Universal ノブで移動するカーソルを選択できます。選択状態は X1→X2 →X1X2→Y1→Y2→Y1Y2→X1 のように切り替わり、選択状態のカーソルは若干太く表示されます。
6. 「Universal」ノブを回して場所を移動します。
7. 測定した結果は波形表示エリア内に表示されます。

パラメータによる測定

オシロスコープは、全 56 種類の電圧、時間、および遅延の計測パラメータを用意しています。Gate を使い波形の一部だけを計測対象範囲に設定することができます。測定結果は 1 つの対象チャンネルに対し多くの測定が行われる Simple モードとパラメータの個数は限られますがソースを個別に指定可能な Advance モードの 2 種類あります。Advance モードは更に測定結果から統計値やグラフ表示などオプション表示が可能です。

Simple モード (1 つのチャンネルに対して多くのパラメータを一度に見ることができる)

Max	1.58V	Cycle Mean	-4.28mV	ROV	2.22%	Rise	2.00ns
Min	-1.58V	Stdev	1.50V	RPRE	0.56%	Fall	2.00ns
Pk-Pk	3.17V	Cycle Stdev	1.50V	L@T	233.33mV	BWidth	4.50ms
Top	1.50V	RMS	1.50V	Period	1.00ms	+Duty	50.00%
Base	-1.50V	Cycle RMS	1.50V	Freq	1.00kHz	-Duty	50.00%
Amplitude	3.00V	FOV	2.78%	+Width	500.00us	Delay	-2.50ms
Mean	-4.19mV	FPRE	0.0%	-Width	500.00us	T@M	1.50ms

Advanced モードは各パラメータのソースを自由に選択でき、統計値やグラフなどの表示方法を選ぶことができます。パラメータ名称の右カッコ内にソース信号が示され、文字列色もソース信号と同じになります。

- 統計値やミニヒストグラムを表示できます。統計値は測定結果のおおよその分布を数値として表します。ヒストグラムは視覚的に表現させることで分布の偏りなど分布の詳細を知ることができます。

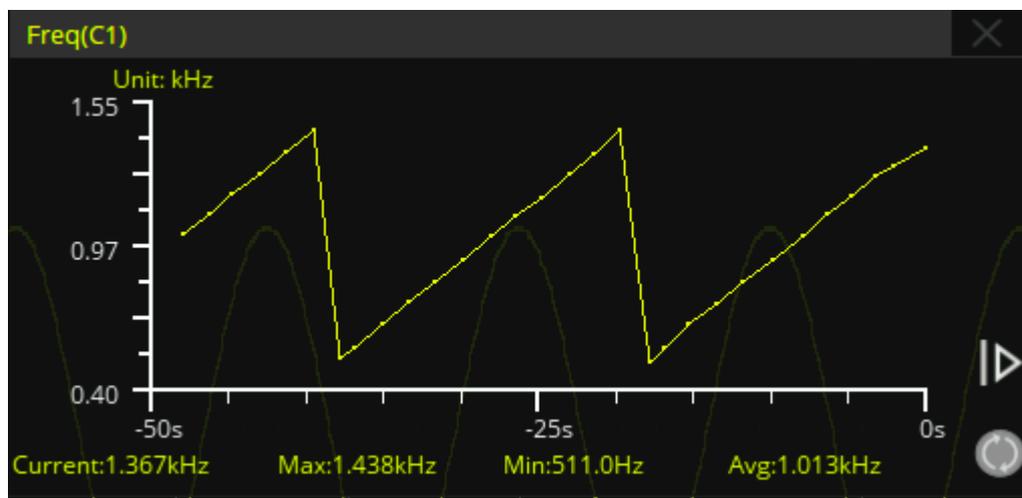
MEASURE	Top(C1)	Base(C1)	Freq(C1)	+Duty(C1)	-Duty(C1)
Value	9.16667V	-9.16667V	999.884778Hz	49.892%	50.108%
Mean	9.1660880V	-9.1666667V	1.00000492727kHz	49.92188%	50.07812%
Min	9.08333V	-9.16667V	999.640948Hz	49.843%	49.900%
Max	9.16667V	-9.16667V	1.000419856kHz	50.100%	50.157%
Stdev	6.9203mV	0.0uV	135.92757mHz	0.02650%	0.02650%
Count	144	144	576	576	576

Histogram

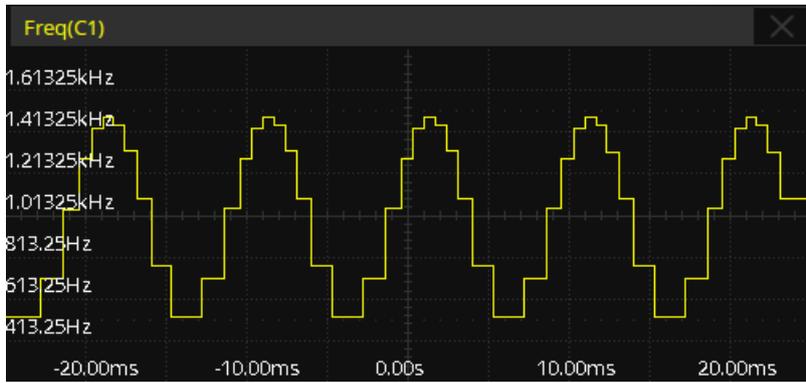
注意) 選択したパラメータにより、1 トレースに含まれる繰り返し波形に対して出力する Width などのパラメータがあります。これらのパラメータは 1 トレースで統計値に利用できる複数のデータが出力されますが、T3DSO700HD は 1 トレースで最大 1000 個までの制限があります。

注意) 表示桁数の変更はできません。また表示桁数と測定精度は一致しません。

- トレンド表示



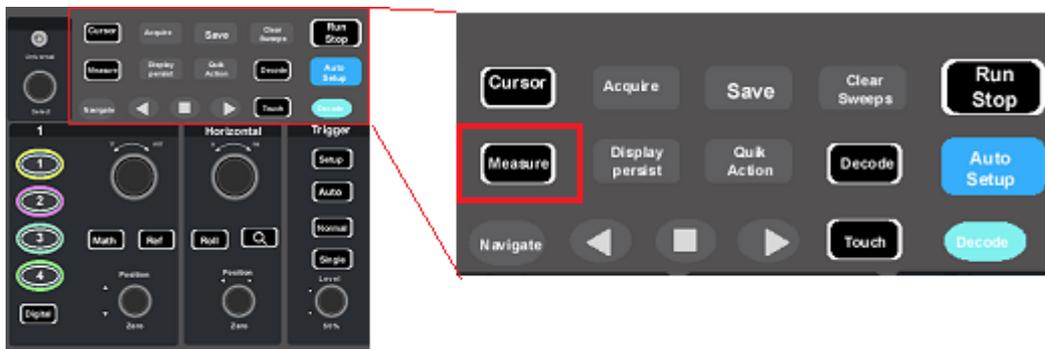
- トラック表示



(FM 変調波形を Frequency パラメータで測定しトラック表示)

設定項目

表示設定はフロントパネルの「Measure」ボタンを押してアクセスします。



画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー		設定範囲
Measure	計測	{On, Off} On:パラメータ測定をオンにします Off:パラメータ測定をオフにします
Mode		{Simple, Advanced} Simple:1つのチャンネルで多くのパラメータを表示します Advanced:チャンネルやパラメータの種類などを選択できます
Config	Amplitude Strategy	{Auto, Manual} トップとベースの値は他のパラメータ計測の中で基準として使われます。この値の計測方法をしています。Autoは全てヒストグラムを使い計測し,マニュアルを選択するとTopとBaseの選択を信号のMaxやMinに変更することができます。 Top Strategy: {Histogram, MAX} Base Strategy: {Histogram, MIN}
	Threshold	Source{C1, C2, C3, C4} Type {Percent, Absolute} Upper {垂直軸の範囲内} Middle{垂直軸の範囲内} Lower{垂直軸の範囲内}

	Gate	{On, Off} Gate A: Gate A の移動 Gate B: Gate B の移動 Gate A-B: 2つのゲートを平行に移動
	Return	
Source		Simple モードのみ、ソース信号の選択
Clear クリア		選択した計測パラメータをクリアします
Type タイプ		計測パラメータとソース信号の選択が行えるサブメニューが表示されます。  <p>(Advanced モードでは左にソース信号の選択があります) それぞれのカテゴリ別に 5 個のタブで分かれています。適当なタブを選択して計測パラメータを選択します。選択を解除するにはもう一度同じアイテムをタッチすると選択を解除できます。</p>
Tools (Advanced のみ)	Track	表示されている計測パラメータの中からトラック表示するパラメータを選択し、トラックチャートを表示します。 対応パラメータ Cycle Mean, Cycle Median, Cycle Stdev, Cycle RSM, Period, Freq, +Width, -Width, +Duty, -Duty, T@M, Rise, Fall, 10-90Rise, 10-90Fall, トレースにつき 1000 データまでの制限があります。
	Measure Cursor	Measure Cursor をオンにし、メニューを表示
	Trend	表示されている計測パラメータの中からトレンド表示するパラメータを選択し、トレンドチャートを表示します。
	Return	
Statics (Advanced のみ)		{On, Off} On: 統計値表示をオンします Off: 統計値表示をオフします トレースにつき複数のデータを出力できるパラメータ Cycle Mean, Cycle Median, Cycle Stdev, Cycle RSM, Period, Freq, +Width, -Width, +Duty, -Duty, T@M, Rise, Fall, 10-90Rise, 10-90Fall, トレースにつき 1000 データまでの制限があります。
Statics Setting (Advanced のみ)	Count Limit	{Unlimited, 1 - 1024} 統計情報に使用されるデータ数に制限を加える。 Unlimited に戻す場合は Default を選択します。
	Reset Statistics	統計値やヒストグラム内のバッファをクリアします
	Histogram	{On, Off} On: ヒストグラム表示をオンします Off: ヒストグラム表示をオフします
	Return	

パラメータの種類

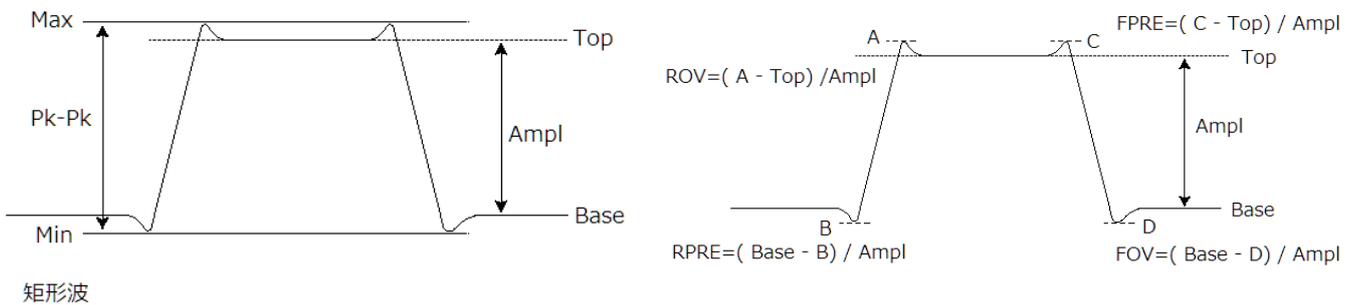
電圧パラメータ

計測パラメータの選択で **Vertical** タブ（電圧測定）には、次の 19 種類の電圧パラメータ測定が含まれます。



注意) 電圧パラメータの測定誤差は **Amplitude** などの相対値は DC ゲイン精度、**Max** などの絶対値は DC ゲイン精度+オフセット精度で決まります。

パラメータには矩形波を想定して作られているパラメータがあります。次の図を参考にしてください。



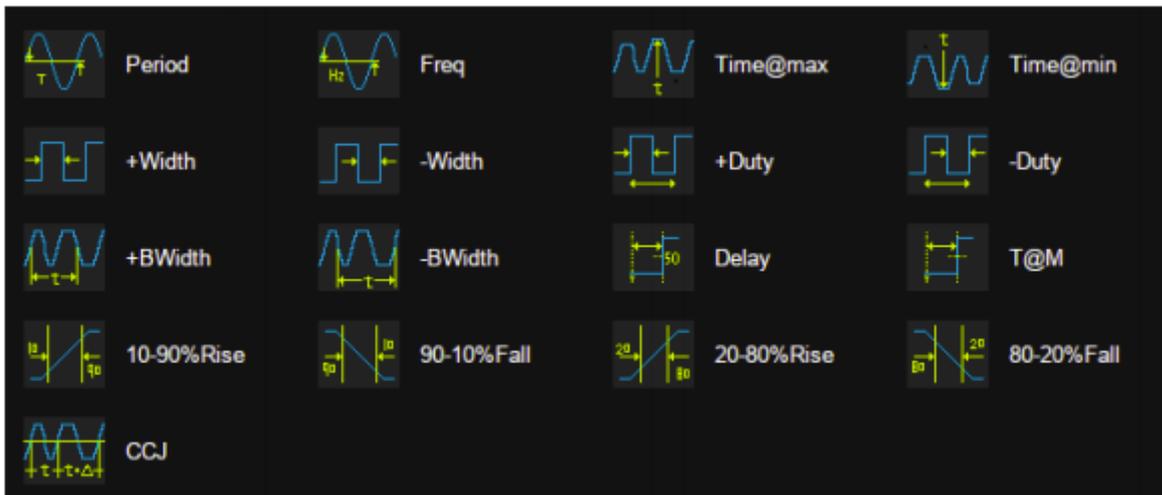
次はパラメータの名称と説明です。

パラメータ	説明
Max	波形の最大値
Min	波形の最小値
Pk-Pk	波形の最大値と最小値の差
Top	デジタル信号の Hi 側で最も安定している値
Base	デジタル信号の Low 側で最も安定している値
Ampl	2 値信号のトップとベースの差、またはそれ以外の信号の最大と最小の差
L@T	トリガ位置での他のチャンネルの電圧値。例えば、クロック信号の立ち上がりタイミングでデータ信号の電圧を測定する場合に使用します。クロック信号をトリガのソースに設定して、L@X のソースをデータ信号に設定します。

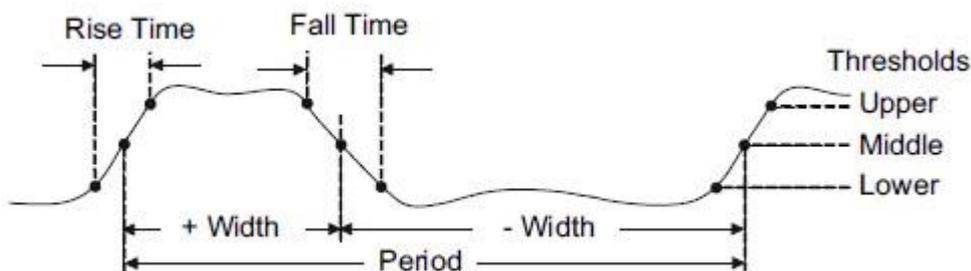
Mean	全ての波形データから平均値を計算
Cycle Mean	最初の 1 周期目のデータ値の平均
Stdev	全ての波形データから標準偏差を計算
Cycle Stdiv	最初の 1 周期目の標準偏差
Rms	全ての波形データから二乗平均平方根を計算
Cycle Rms	最初の 1 周期目の二乗平均平方根
Median	中央値
Cycle Median	最初の 1 周期目の中央値
FOV	デジタル信号の立ち下がりオーバーシュートを振幅のパーセンテージで表します。 FOV=(Base - 立ち下がり最小値) / Ampl
FPRE	デジタル信号の立ち下がりプレシュートを振幅のパーセンテージで表します。 FPRE=(立ち下がり最大値 - Top) / Ampl
ROV	デジタル信号の立ち上がりオーバーシュートを振幅のパーセンテージで表します。 ROV=(立ち上がりの最大値 - Top)/ Ampl
RPRE	デジタル信号の立ち上がりプレシュートを振幅のパーセンテージで表します。 RPRE=(Base - 立ち下がり最小値) / Ampl

時間パラメータ

計測パラメータの選択で **Horizontal** タブ（時間測定）には、次の 17 種類の時間パラメータ測定が含まれます。



注意) 時間パラメータの測定誤差はほぼタイムベース精度で決まります。

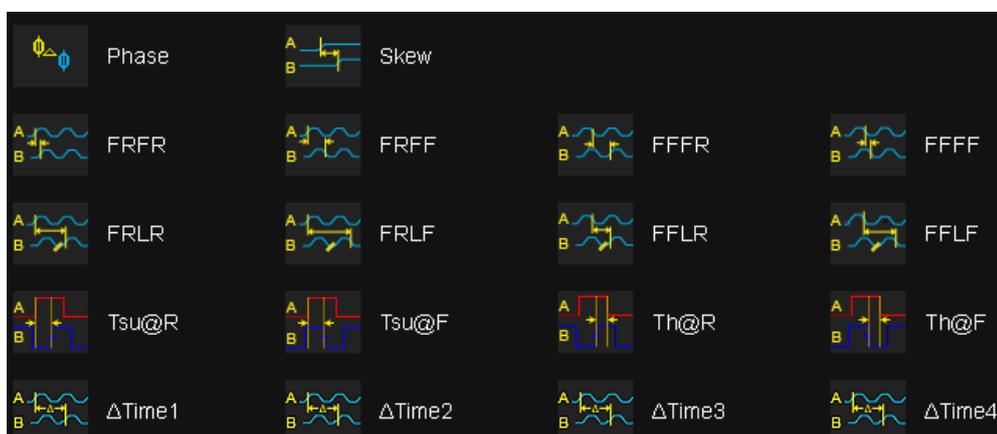


パラメータ	説明
Period	波形振幅の 50% のレベルに交差する正のエッジから周期を計測します。一度のトリガで波形の先頭から 1 周期の Period を測定します。
Freq	波形振幅の 50% のレベルに交差する正のエッジから周波数を計測します。一度のトリガで波形の先頭から 1 周期の周波数を測定します。
Time@max	波形の最大値の時間（トリガ基準）
Time@min	波形の最小値の時間（トリガ基準）
+ Width	50% レベルで正の傾きで測定した幅
- Width	50% レベルで負の傾きで測定した幅
+ Duty	波形左から初めのパルスの正の幅と周期の比
- Duty	波形左から初めのパルスの負の幅と周期の比
+BWid	+バースト幅測定用。最初の立ち上がりエッジから最後の立ち下がりエッジまでの時間。
-BWid	-バースト幅測定用。最初の立ち下がりエッジから最後の立ち上がりエッジまでの時間
Delay	トリガから波形振幅の 50% のレベルに交差するエッジまでの時間。このエッジは波形左から初めのエッジです。

T@M	トリガから波形振幅の 50% のレベルに交差するエッジまでの時間。このエッジは波形右から初めの立ち上りエッジです。
10-90% Rise Time	波形左から初めのパルスの 10-90% の立ち上がり時間
90-10% Fall Time	波形左から初めのパルスの 90-10% の立ち下がり時間
20-80% Rise Time	波形左から初めのパルスの 20-80% の立ち上がり時間
80-20% Fall Time	波形左から初めのパルスの 80-20% の立ち下がり時間
CCJ	サイクルツーサイクルジッタ。隣り合う周期の差を計測

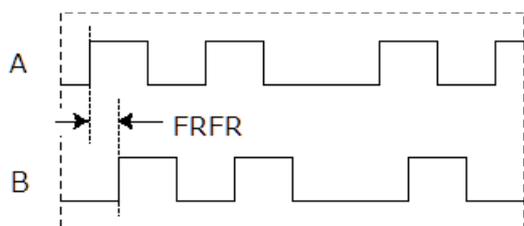
遅延パラメータ

計測パラメータの選択で CH Delay タブ (遅延測定) には、次の 14 種類の遅延パラメータ測定が含まれます。

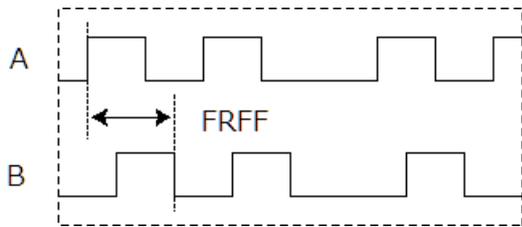


遅延パラメータは 2 つのソース信号から、その信号間の時間差などを測定します。パラメータを選択する前に 2 つのソース信号 (Source A と Source B) の対応するチャンネルを選択する必要があります。選択すると、グレーアウトしていたパラメータを選択できるようになります。

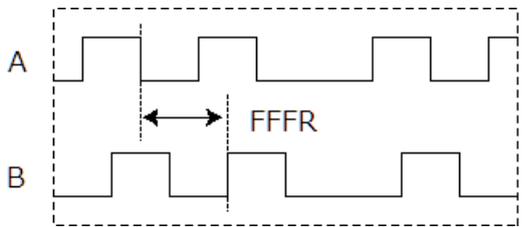
1. **Phase:** 2 つのエッジ間の位相差を計算します。-180 ~ 180 度
2. **Skew:** 2 つのエッジ間のスキューを測定します
3. **FRFR:** Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立上る位置とその時間の後に Source B で指定されたチャンネルが立上るまでの時間



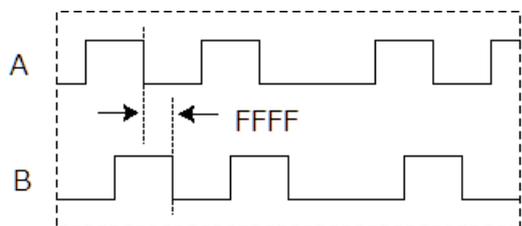
4. **FRFF:** Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立上る位置とその時間の後に Source B で指定されたチャンネルが立下るまでの時間



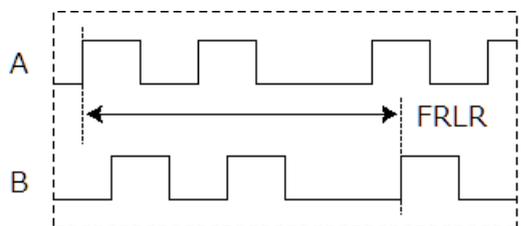
5. FRFF : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立下る位置とその時間の後に SourceB で指定されたチャンネルが立上るまでの時間



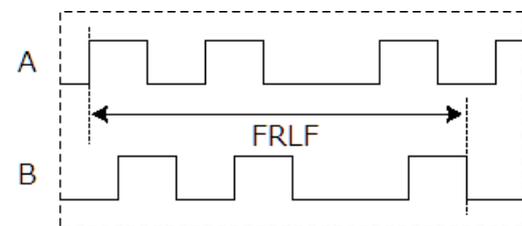
6. FFFF : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立下る位置とその時間の後に SourceB で指定されたチャンネルが立下るまでの時間



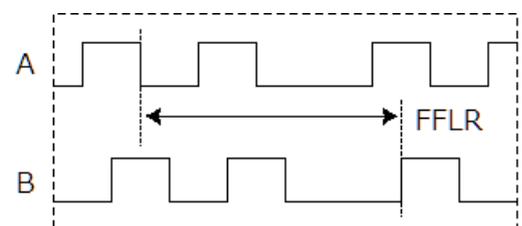
7. FRLR : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立上る位置と SourceB で指定されたチャンネルが最後に立上るまでの時間



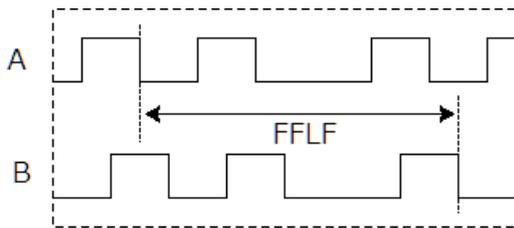
8. FRLF : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立上る位置と SourceB で指定されたチャンネルが最後に立下るまでの時間



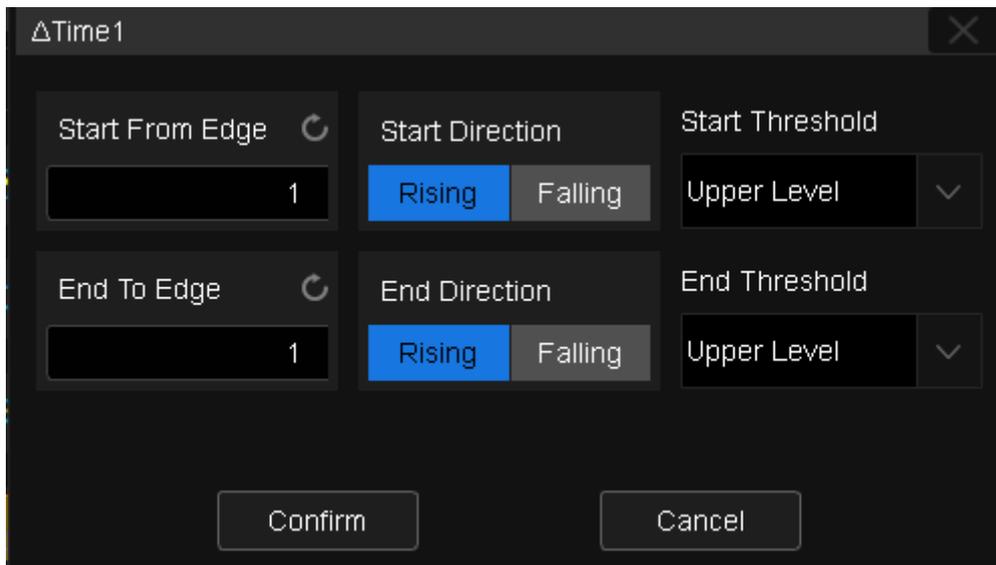
9. FFLR : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立下る位置と SourceB で指定されたチャンネルが最後に立上るまでの時間



10. FFLF : Source A で指定されたチャンネル波形が最初に立下る位置と SourceB で指定されたチャンネルが最後に立下るまでの時間

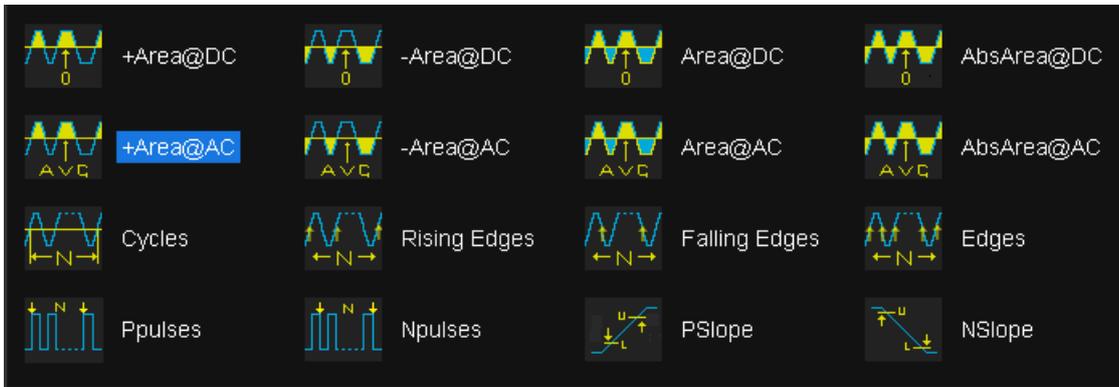


11. Tsu@R : セットアップ時間の計測。データ信号を SourceA とクロックの信号を SourceB に設定し、クロック信号が立ち上がりのタイミングでセットアップ時間を測定します。
12. Tsu@F : セットアップ時間の計測。データ信号を SourceA とクロックの信号を SourceB に設定し、クロック信号が立ち下りのタイミングでセットアップ時間を測定します。
13. Th@R : ホールド時間の計測。データ信号を SourceA とクロックの信号を SourceB に設定し、クロック信号が立ち上がりのタイミングでホールド時間を測定します。
14. Th@F : ホールド時間の計測。データ信号を SourceA とクロックの信号を SourceB に設定し、クロック信号が立ち下りのタイミングでホールド時間を測定します
15. ΔTime1~4 : 指定エッジ間の時間を計測。選択するとエッジの指定が可能になります。SourceA が Start、SouceB が End のエッジ検索を行い、Config メニューで設定するスレッシュホールレベルの指定や繊維方向の指定も可能です。



その他パラメータ

計測パラメータの選択で Miscellaneous タブ (その他測定) には、次の 10 種類のパラメータ測定が含まれます。



パラメータ	説明
+Area@DC	0V 以上の波形の面積を計算します
-Area@DC	0V 以下の波形の面積を計算します
Area@DC	面積を計算します
AbsArea@DC	波形を絶対値に直してから面積を計算します
+Area@AC	波形の平均値を求め、波形からその値を差し引き、0 以上の波形の面積を計算します。
-Area@AC	波形の平均値を求め、波形からその値を差し引き、0 以下の波形の面積を計算します。
Area@AC	波形の平均値を求め、波形からその値を差し引き、面積を計算します。結果は必ず 0 になります。
AbsArea@AC	波形の平均値を求め、波形からその値を差し引き、波形を絶対値に直してから面積を計算します
Cycles	サイクル数をカウントします
Rising Edges	立ち上がりエッジをカウントします
Falling Edges	立ち下がりがりエッジをカウントします
Edges	すべてのエッジをカウントします
Ppulses	正パルス数をカウントします
PSlope	立ち上がりエッジのスルーレート (V/s)
NSlope	立ち下がりがりエッジスルーレート (V/s)

パラメータの消去

MEASURE メニューの[Clear]を押すと、表示されているすべての計測パラメータをクリアします。

Simple モード

Simple モードは1つのソースチャンネルに対してより多くのパラメータを表示させることができます。MEASURE メニューの[Source]で測定対象のチャンネルを指定します。



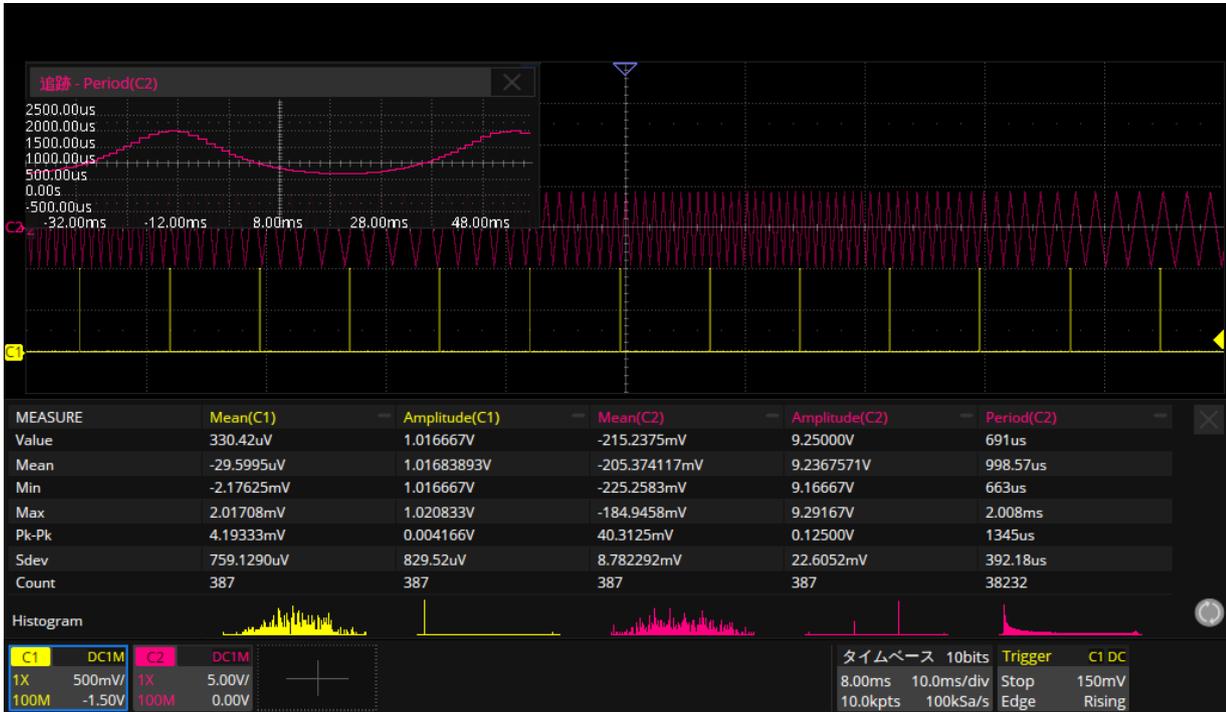
Simple モードは次の手順で設定します。

1. フロントパネルの「Measure」ボタンを押して、MEASURE メニューに入ります。
2. MEASURE メニューの[モード Mode]を Simple に設定します。
3. MEASURE メニューの[信号源 Source]をタッチして、測定ソースを選択します。
4. MEASURE メニューの[タイプ Type]をタッチして、測定パラメータを選択します。パラメータの種類毎にタブで分かれています。タブを選択し、必要なパラメータを選択します。パラメータの位置は指定できません。選択の順番に従います。気になる場合は一度タイプの選択から抜け、メニューの[Clear]ボタンを押してから再度指定し直してください。



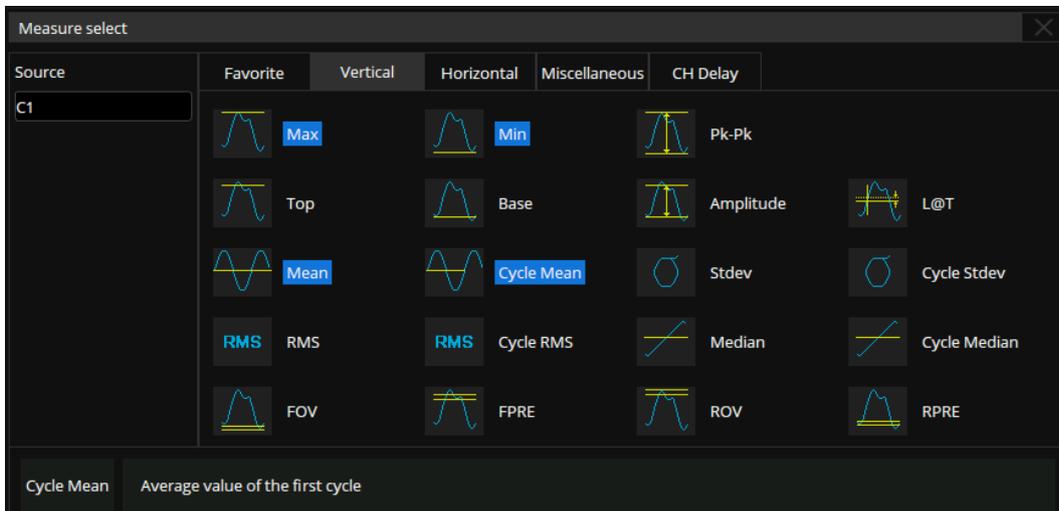
Advanced モード

Advanced モードは Simple モードに比べ設定が複雑ですが、パラメータのソースを個別に指定することや統計値、グラフなどより高度な機能を利用することができます。



次は複数のパラメータを表示する手順を示し、統計情報を表示させます。

1. フロントパネルの「Measure」ボタンを押して、MEASURE メニューに入ります。
2. MEASURE メニューの[モード Mode]で Advanced を選択します。
3. MEASURE メニューの[タイプ Type]をタッチして、Measure Select ダイアログを表示させます。左側にある[Source]をタッチして、測定対象のチャンネルを選択します。次にパラメータをタッチして選択します。MEASURE→[Config]メニューの[Display Mode]で M1 が選択されている場合 5 個、M2 が選択されている場合、12 個まで選択できます。選択が完了したら、Measure select ダイアログの右上にある×マークをタッチしてください。



4. 測定パラメータが追加されると、波形表示エリアの下にパラメータが表示されます。



注意) パラメータの計測条件に一致していなければ “****”. で表示されます。

5. MEASURE メニューの[Statics]をオンにすると、統計表示が可能になります。統計表示は測定したデータを蓄積し、その複数データの中から平均(Mean)、最小(Min)、最大(Max)、標準偏差(Stdev)、カウント数(count)を表示します。

個別パラメータのクリアはマイナス (-) をタッチします

MEASURE	Max(C1)	Min(C1)	Mean(C1)	Cycle Mean(C1)	No Item
Value	1.016667V	-4.167mV	255.42521mV	503.43542mV	
Mean	1.01286333V	-5.16667mV	254.8683458mV	502.2546250mV	
Min	1.008333V	-8.333mV	253.79000mV	500.40208mV	
Max	1.016667V	0uV	256.17604mV	503.74375mV	
Stdev	1.63299mV	2.05142mV	490.3268uV	827.0447uV	
Count	100	100	100	100	

ここをタッチしてもパラメータを選択できます

統計値をリセット

波形が波形表示エリアを超えてクリップされて表示される場合、計測結果の精度に影響します。そのため波形がクリップしていることを Value の右に記号で示します。

- >2.02353V(↑) 波形が波形表示エリアを上回る
- >2.02353V(↓) 波形が波形表示エリアを下回る
- >1.922353V(↑) 波形が波形表示エリアを上下超えている状態

統計値表示

統計値表示は Advance モードで Measure メニューの Statics を On にすると有効になります。統計値には平均(Mean), 最小(Min), 最大(Max), ピークツーピーク(Pk-Pk), 標準偏差(Stdev), カウント(Count)が含まれます。

MEASURE	Rise Time(C1)
Value	3.3824us
Mean	3.433371us
Min	3.3611us
Max	3.8967us
Pk-Pk	0.5356us
Stdev	104.912ns
Count	185

またデータの採取方法をメニューの **Statics Setting** 内で指定することができます。

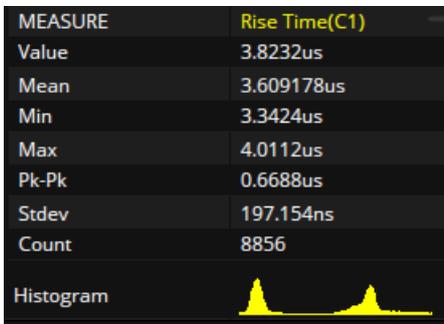
[Statics Setting]には[Count Limit]の設定があります。この設定は **Unlimited**、または数字を入力することができます。数字を入力すると、統計値の評価対象を直近の指定した個数に絞ることができます。

時間を出力するパラメータでは1つのトレースで複数周期ある波形は周期ごとにデータを出力できます。このデータは統計値に反映されますが、1トレースで多くの周期がある場合、処理が遅くなる原因となるため測定対象の個数を絞ってします。[AIM Limit]は1つのトレースで統計値に使用される周期の個数を指定します。最大で **2500** サイクルまで値を限定できます。この[AIM Limit]は[Count Limit]で **Unlimited** が選択されている場合のみ有効な設定です。Count Limit に数値が入力されている場合は、1つのトレースで1データのみ限定されます。

[Statics Setting]設定にはこの他に統計値をリセットする[Reset Statistics]ボタンが用意されています。

ヒストグラム表示

ヒストグラムは **Advanced** モードで統計値表示を行った場合の表現方法の一つで、測定結果のヒストグラムを描きます。



ヒストグラムの設定は **Measure** 設定メニューから次のように設定します。

1. 事前に **Type** ボタンを押して、ヒストグラム表示したいパラメータを選択
2. メニューの[Statistics]を **On** にする
3. メニューの[Statistics Setting]を選択し、**Statistics Config** メニューの[Histogram]を **On** に設定します。

トレンド表示

トレンドは **Advanced** モードで統計値表示を行った場合の表現方法の一つです。測定結果を時系列に並べてグラフ表示します。トレンドはトレースの位置には関係しないデータを時系列に均等に並べたグラフです。

トレンドに採用されるデータはほぼ1秒に1回採取され500データ（500秒）程度が最大になります。最大に達するとFIFOとして動作します。また機能するためにはNormalトリガなどの常に更新しているトリガモードのみ動作するため、ゆっくりと変化するパラメータを時系列に見るための機能です。

トレンドを有効にすると、波形エリアの上にトレンドのグラフが上書きされます。トレンドグラフの縦軸は測定しているパラメータの値、横軸は時間を示しています。



注意)トレンドグラフの波形に対し、パラメータやカーソルによる測定、データの保存はできません。グラフとして表示するだけになります。

注意)トレンドはAdvanceモードのみ対応しています。Simpleモードでは対応していません。

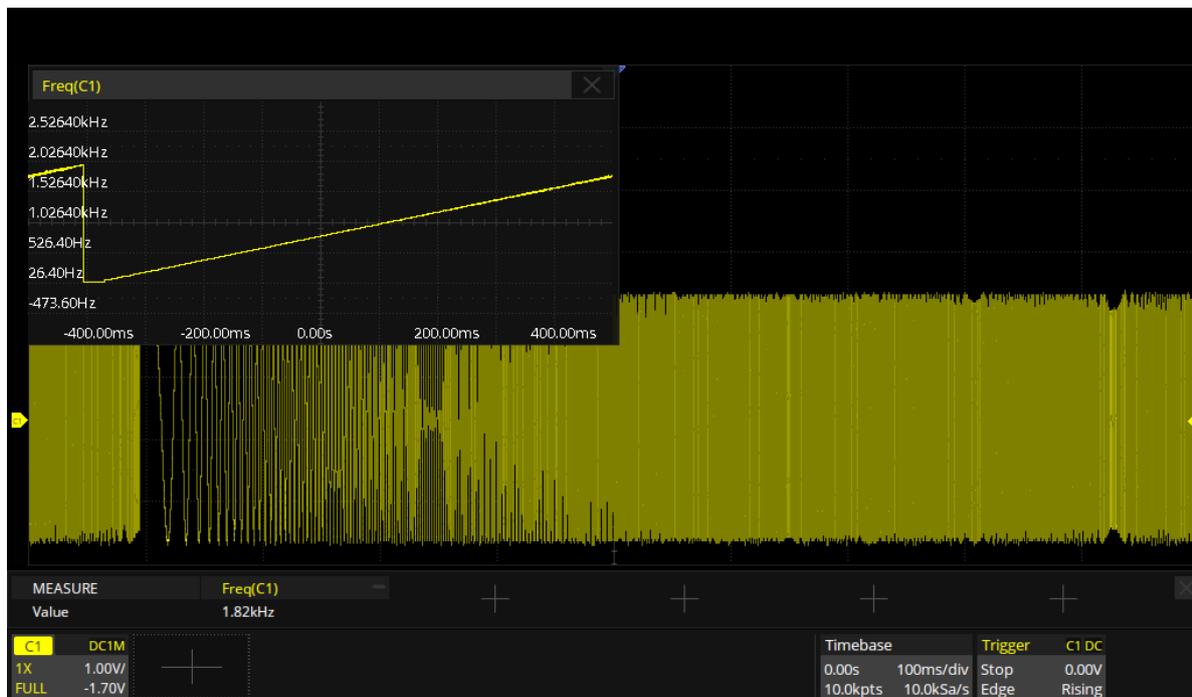
トレンドの設定はMeasure設定メニューから次のように設定します。

1. 事前にTypeボタンを押して、トレンド表示したいパラメータを選択
2. メニューの[Tools]を選択し、Measure Toolsメニューの[Trend]からトレンド表示したいパラメータ名を選択します。

トラック表示

トラックはAdvancedモードで統計値表示を行った場合の表現方法の一つです。波形に複数周期ある波形を周期(Period)など1周期ごとに値を得ることができるパラメータで測定した場合に、1つのトレースに含まれる測定値をトレースの時間的な位置と合わせてグラフ表示します。

例えば次のような波形を周波数(Frequency)パラメータで測定し、トラック表示を有効にすると、波形表示エリアの左上にトラックのグラフが表示されます。トラックの縦軸は周波数に変化し、横軸はソース波形と同じスケールで表示されます。



注意) トラックグラフの波形に対し、パラメータやカーソルによる測定、データの保存はできません。グラフとして表示するだけになります。

注意) トラックは **Advance** モードのみ対応しています。 **Simple** モードでは対応していません。

注意) トラックのソースに使用できるパラメータは **Cycle Mean, Cycle Median, Cycle Stdev, Cycle RSM, Period, Freq, +Width, -Width, +Duty, -Duty, T@M, Rise, Fall, 10-90Rise, 10-90Fall** のみ

トレンドの設定は **Measure** 設定メニューから次のように設定します。

1. 事前に **Type** ボタンを押して、トラック表示したいパラメータを選択
2. メニューの **[Tools]**→**[Track]**を選択し、メニューの **[Track]**から 1 で設定したパラメータ名を選択
3. メニューの **[Scale Mode]**で **Auto** を選択

Config

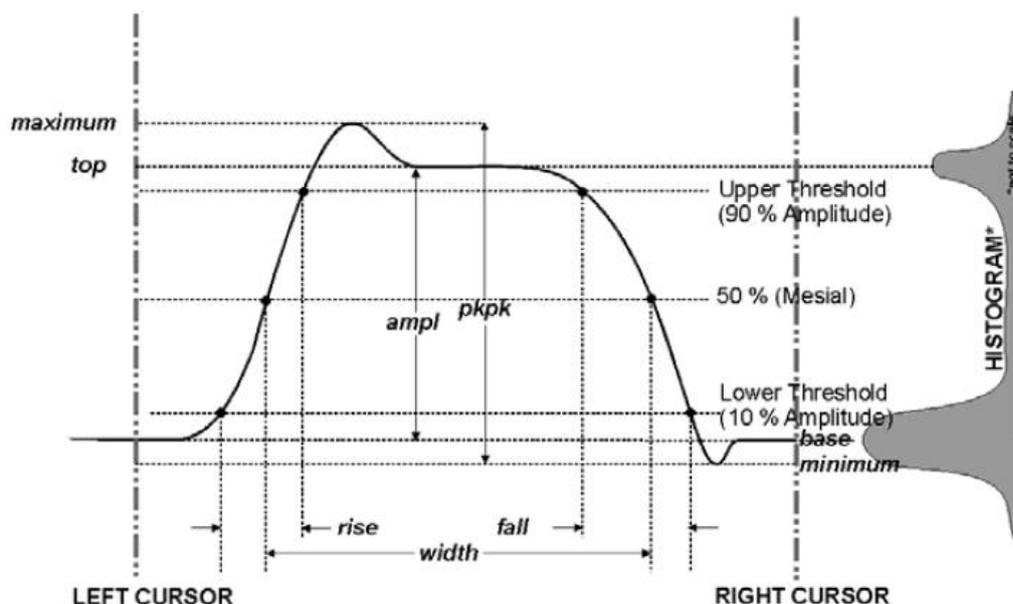
Config メニューは測定条件の詳細や表示形式を選択することができます。

振幅の条件

トップとベースの値は他のパラメータ計測の中で基準として使われます。正しい計測結果を得るためには、トップとベースの決定方法を理解することは重要です。

トップとベースはピークとヒストグラムの2つの方法を指定できます。ヒストグラムはゲート範囲内の全てのサンプルからヒストグラムを描き、ヒストグラムの2山のうち、上側の山の頂点をトップ、下側の山の頂点をベースとしています。

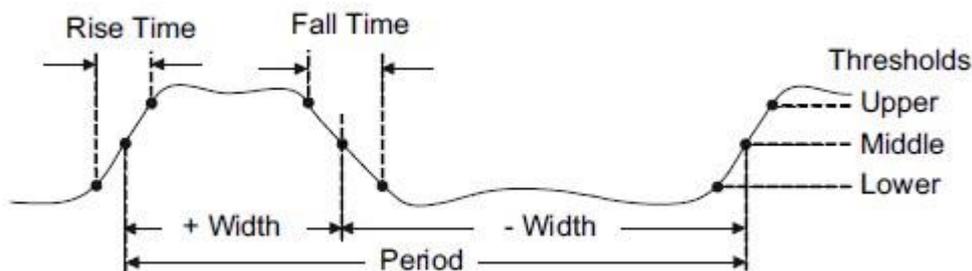
主なパラメータの値は次図を参照してください。このほかにも時間や周波数の計測でも **50%**の位置を確定するためにトップとボトムが使用されます。



設定は MEASURE メニューから[Config]→[Amplitude Strategy]をタッチして、Manual を選択すると、ピークの値を使用するかヒストグラムを使用するかを指定できます。

スレッシュホールド

時間を計測するパラメータは特定の電圧レベルと交差する位置で時間を測定します。例えば次のように Rise Time などでは Upper Level と Lower レベルを基準としています。この基準を指定することができます。指定の方法として Percent(パーセント)と Absolute(電圧値)での指定が可能です。Percent を選択した場合、100%は Config の振幅の条件で指定された方法が採用されます。



設定は MEASURE メニューから[Config]→[Threshold]をタッチして、対象のチャンネルを指定して各レベルを変更します。

Display Mode (Advanced モードのみ)

Advanced モードで表示形式を変更することができます。M1 はパラメータを列として配置します。M2 は横に配置されます。

ゲート設定

ゲートは信号の時間範囲でパラメータ測定し、その範囲外にある信号部分を無視したい場合に使用します。

MEASURE メニューの[Config]→[Gate]をタッチすると、GATE メニューが表示されます。GATE をオンすると、2つの水平カーソル A と B がグリッド領域に表示されます。

ゲートカーソル A および B は、パラメータ測定の世界範囲を定義するために使用されます。オシロスコープは、A と B の間のデータのパラメータのみを測定し、範囲外のデータは無視します。

ゲートカーソルの設定は、通常のカーソルと同じです。GATE メニューの[Gate A]や[Gate B]をタッチして「Universal」ノブを回して位置を移動します。

次の図は、ゲート関数を使用して、振幅変調された波形の谷のピーク-ピークパラメータを測定するシナリオを示しています。



デジタルチャンネル

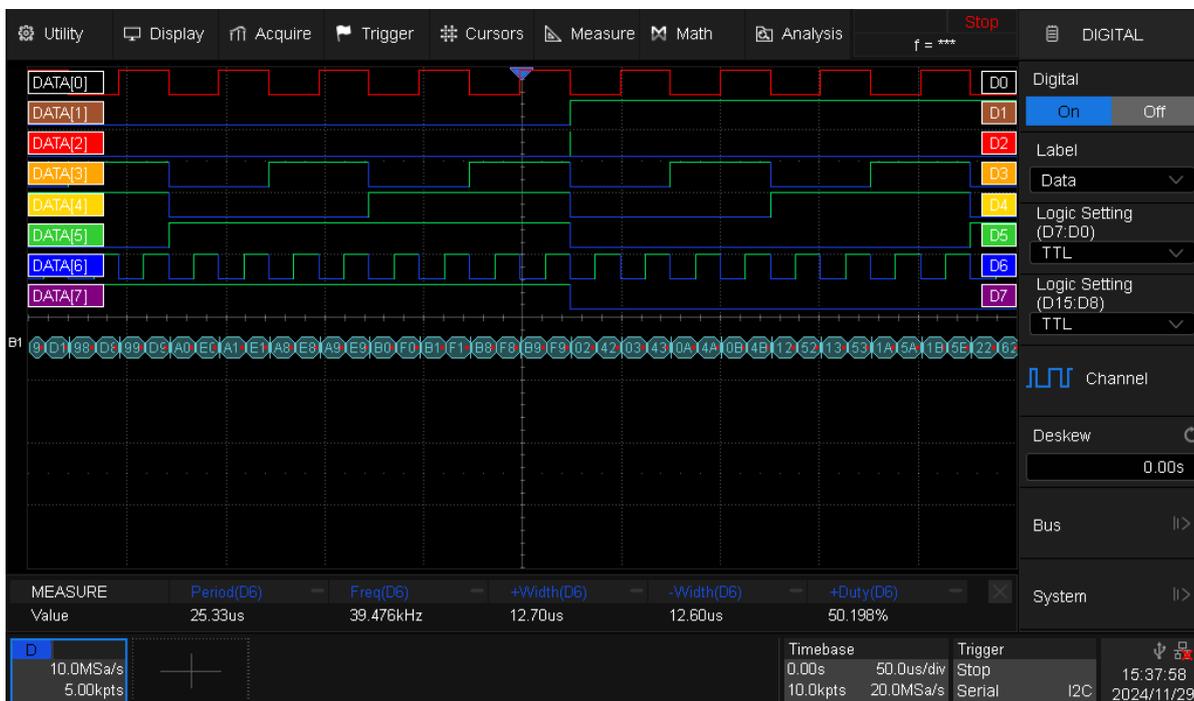
この章では、ミックスドシングルオシロスコープ (MSO) のデジタルチャンネルの使用方法について説明します。

注意) ハードウェアとして T3-DALS-16-LS が必要です。旧製品の T3DSO1000-LS は認識しません。

組み込み機器で取り扱う信号はセンサーや駆動回路などのアナログ信号だけではなく、センサー～FPGA間やマイクロコントローラー間などのシリアルバス通信、メモリ間のパラレルバス通信など多くのデジタル信号も使用しています。デバックではそれぞれのタイミングなど多くの信号を同時に観測することにより初めて状況が理解できることがあります。オシロスコープのアナログチャンネルは4CHまでとチャンネル数には限りがあるため必要なすべての信号を同時に見ることはできません。デジタルチャンネルはアナログチャンネルのように信号の詳細は分かりませんが、デジタルの0,1だけのデータに絞る多くのチャンネルを同時に観測することができます。

デジタルチャンネルは T3-DALS-16-LS デジタルリードでロジック回路にプロービングします。プロービングした信号はコンパレータにより0と1を判定し、デジタルトレースとして表示します。デジタルリードは D0～D15 の 16 本あり、1GSa/s のサンプリング速度で 10Mpts/ch のデジタルデータを捕捉することができます。コンパレータの閾値は D0～D7 と D8～D15 の 2 種類設定することができ、そのレベルは-10V～+10V の範囲で設定できます。

D0～D15 のデジタルラインはトリガのソース信号として使用することやパラメータ測定やプロトコルデコードのソースとして使用できます。



注意) デジタルチャンネルを使用した場合の最大メモリは 10Ms です。

注意) 検出可能最小パルス幅は 3.3ns です。

注意) デジタル波形は Period、Freq、+Width、-Width、+Duty、-Duty、Delay、Cycles、RisingEdges、FallingEdges、Edges、Ppulses、Npulses のパラメータ測定以外は対応しません。

注意) CSVでライン、またはバスとして値を保存できます。

設定項目

ユーティリティの設定はフロントパネルの「Digital」ボタンを押して表示します。



画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲	
Digital	{On, Off} デジタルラインの表示	
Label	{Data, Address, Custom}	
Logic Setting (D7:D0)	スレッシュホールドレベルの設定 D0-D7{TTL, CMOS, LVCMOS3.3, LVCMOS2.5} Custom{-10V ~ +10V}...Custom 設定が有効の場合	
Logic Setting (D15:D8)	スレッシュホールドレベルの設定 D8-D15{TTL, CMOS, LVCMOS3.3, LVCMOS2.5} Custom{-10V ~ +10V}...Custom 設定が有効の場合	
Channel	Channel Setting ダイアログで表示するチャンネルの選択とラベルの設定ができます	
Deskew	{-100ns~+100ns} デジタルチャンネルのスキュー調整	
Bus	デジタルバスの設定	
	Bus	{Bus1, Bus2}
	Data Format	{Binary, Decimal, Unsigned Dec, Hex}
	Bit Wide	{1~16}
	Data	Bus Data Setting ダイアログでバスに含まれるロジックのラインを選択します
	Reset Data	バスの設定を初期状態に戻します
	Display	{On, Off} オンすると波形エリアの下にバス表示をします
	Bus Position	表示の垂直位置を移動できます
Return	上位メニューに戻ります	

T3-DALS-16-LS (オプション)

T3-DALS-16-LS は、最大 16 ラインのデジタル信号を同時に見ることができるよう設計されたロジックプローブです。

16 個のデジタルチャンネルは 2 つのグループに分けられ、各グループには独自のしきい値があり、異なるロジックファミリからのデータを同時に表示できます。

標準付属品

	<p>16Ch デジタル・リード・セット</p> <p>D0- D15 の 16 本の信号ラインと黒色の 4 本の GND ラインがあります。信号ラインはカラーコードで色分けされています。</p> <p>定格 最大±20Vpk</p> <p>インピーダンス：100kΩ/8pF</p>
	<p>グラバ(20本)</p> <p>ヘッドピンなどに接続しやすいように接続対象を挟み込み固定します。</p>

デジタルプローブの接続

1. デジタルプローブを組み立てます。



2. デジタルリードに接続されたケーブルを T3DSO700HD のフロントパネルにある D0-D15 のコネクタに接続します。

オシロスコープの電源を切る必要はありません。



3. 必要に応じて、被試験デバイスの電源を切ります。

プローブを接続する際に誤って隣のピンに触れてしまうことや誤った接続先に接続する可能性もあります。被試験デバイスの電源をオフにした状態で接続し、最後に接続を確認してからオンにすることで被試験デバイスの損傷を防ぐことができます。

4. デジタルリードの GND 線を測定対象の回路で使われている GND に接続します。

グラウンドの接続により信号忠実度が向上し、正確な測定を保証します。複数のグラウンドに接続することをお勧めします。グラバを使って接続することもできます。

5. デジタルリードの各信号ラインを接続します。グラバを使ってテスト対象に接続することもできます。

T3-DALS-16-LS は D0~D7 と D8~D15 の 2 つのグループに分かれています。このグループにカラーコードと数字で各デジタルリードの番号が分かるようになっています。デジタルラインの他に両端に GND のリードがあります。

G1(D0:黒、D1:茶、D2:赤、D3:橙、D4:黄、D5:緑、D6:青、D7:紫)

G2(D8:黒、D9:茶、D10:赤、D11:橙、D12:黄、D13:緑、D14:青、D15:紫)



先端はピンヘッダに接続できるソケットです。デジタルリードの番号が分かるように色のついたリングが取り付けられています。次は緑色のリングとなるため D5、または D13 のリードです。



6. すべてのポイントを接続するまで、手順 5 を繰り返します。



注意) 怪我やロジックプローブおよび関連する機器の損傷を防ぐために、次の安全上の注意事項を守ってください。

- メーカーが指定した目的でのみ使用するものとします。T3-DALS-16-LS プローブは、テラダインテストツールシリーズのオシロスコープにのみ使用されません。

T3-DALS-16-LS によって接続されたデバイスが意図された目的に使用されない場合、保護メカニズムが危険にさらされる可能性があります。

- 正しく接続および切断します。過度に曲げると、ケーブルが損傷する可能性があります。
- 湿気が多い場所や爆発の多い場所で機器を使用しないでください。
- 屋内でのみ使用されます。T3-DALS-16-LS は屋内で使用するように設計されて

おり、清潔で乾燥した環境でのみ操作する必要があります。

- 問題が疑われる場合は、機器を使用しないでください。T3-DALS-16-LS または部品が損傷している場合は、T3-DALS-16-LS を使用しないでください。保守作業は、適切な資格を有する保守要員が行うものとします。
- 製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ちます。

デジタルチャンネルを使った捕捉

フロントパネルの「Digital」ボタンを押して、デジタルチャンネルを有効にします。

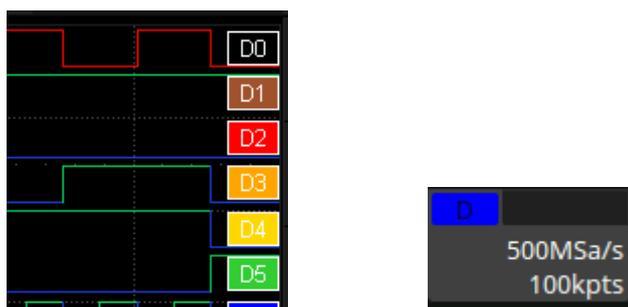
デジタルチャンネルはサンプリング時に入力電圧とロジックの閾値を比較し、電圧が閾値を超えると、サンプルは1、それ以下は0と判定します。閾値はデジタルリードの0～7、8～15の2つのグループにそれぞれ別のレベルを設定することができます。



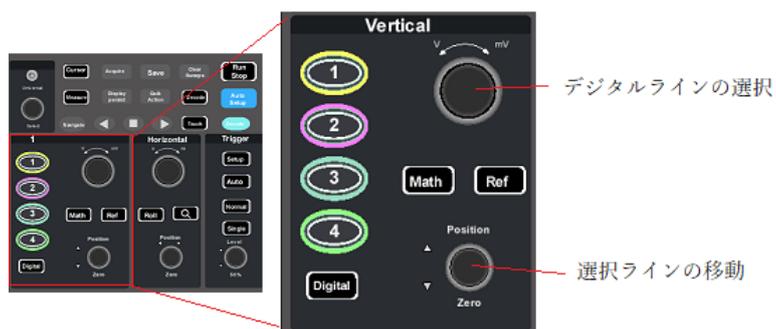
チャンネルとバスの表示について

本オシロスコープは D0 から D15 までの 16 本にデジタルライン番号が割り当てられています。

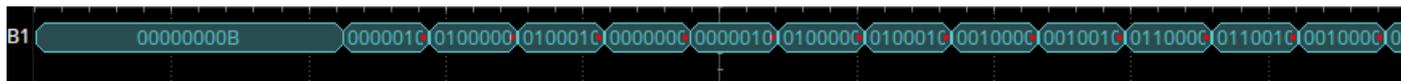
デジタルラインは右側にデジタルライン番号、左側に各ラインのラベルが表示されます。グリッド下のディスクリプタにサンプリング速度とメモリ長が表示されます。



デジタルラインの表示で赤色のラインは選択状態を示しています。フロントパネルの Vertical セクションのノブでデジタルラインを上下に入れ替えることができます。



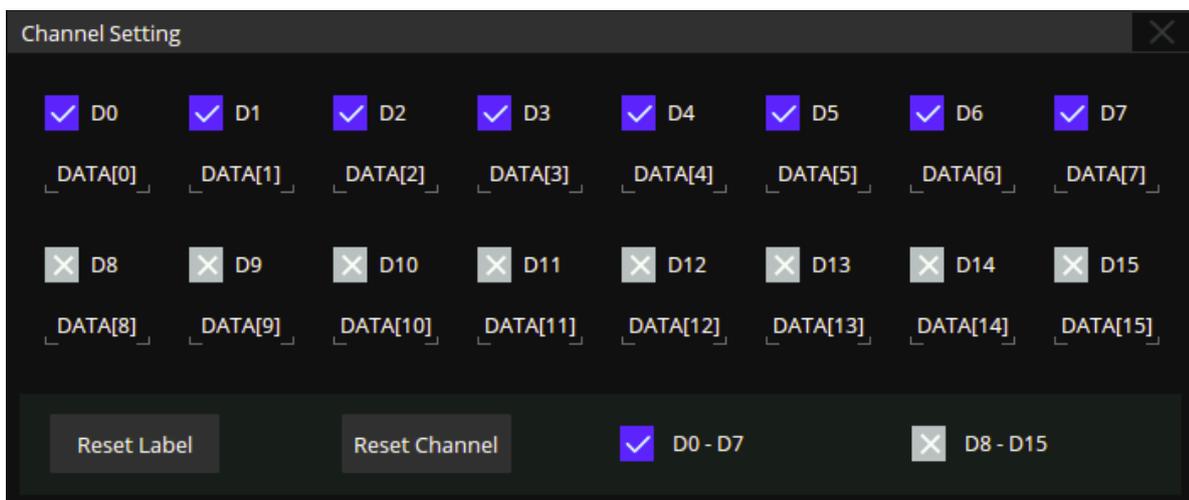
また個別に表示されるデジタルラインとは別に選択したラインをまとめて Bus として画面の下に表示させることができます。



数値の表示形式は Binary、Decimal(符号付 10 進数)、Unsigned Dec(符号なし 10 進数)、Hex(16 進数)から選択します。また DIGITAL BUS メニューでバスの表示位置を移動することができます。

各チャンネルのオン/オフとラベル編集

1. フロントパネルの「Digital」ボタンを押して、DIGITAL メニューを開きます。
2. DIGITAL メニューの [Channel] を押すと、Channel Setting ダイアログが表示されます。



3. [Dx] をタッチして選択および解除します。Dx の下にある文字列はデジタルラインのラベルです。Channel Setting ではラベルの編集も行えます。DIGITAL メニューの [Label] を Custom に設定している場合はラベルの文字列入力ボックスが表示され、任意の名前を入力することができます。



デジタルチャンネルのスレッシユホールド

1. フロントパネルの「Digital」ボタンを押して、DIGITAL メニューを開きます。
2. DIGITAL メニューの [Logic Setting(D7-D0)]や[Logic Setting(D15-D8)]をタッチしてそれぞれのロジックファミリを選択します。

Logic Family	Threshold Voltage
TTL	1.5V
CMOS	1.65V
LVC MOS3.3	1.65V
LVC MOS2.5	1.25V
Custom	Variable from -10V to +10V

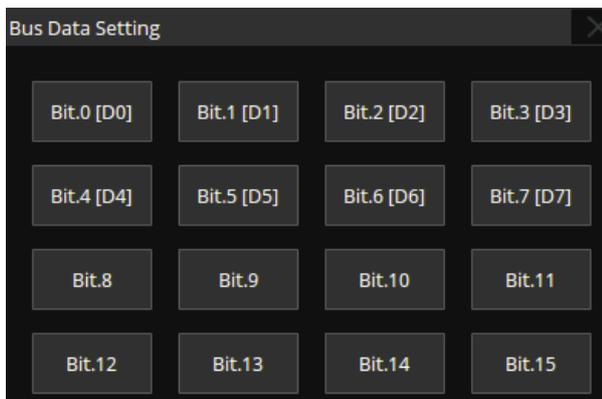
- ☞ 設定されたしきい値より大きな値はハイ (1) であり、設定されたスレッシユホールドよりも小さい値はロー (0) です。
- ☞ ロジックファミリで Custom を選択した場合、DIGITAL メニューに [Threshold] が表示されるので、希望の値を入力することができます。

バス表示

デジタルチャンネルはグループ化して、バスとして表示することができます。バスの数値表現をバイナリ、10進数、16進から選択できます。2つのバスを作成できます。

各バスを構成して表示するには、次の手順を実行します。

1. フロントパネルの「Digital」ボタンを押して、DIGITAL メニューを開き、デジタルチャンネル波形を表示します。
2. DIGITAL メニューの [Digital bus] をタッチして、DIGITALBUS ファンクションメニューに入ります。
3. DIGITALBUS メニューの [Bus] をタッチして、[Bus1] または [Bus2] を選択します。
4. DIGITALBUS メニューの [Bit Wide] をタッチして、バス幅を 1~15 の範囲で選択します。
5. DIGITALBUS メニューの [Data] を押すと、Bus Setting ダイアログが表示されます。バスに含めるデジタルラインを選択します。Bit,0~Bit,15 はバスのビット 0 から 15 までを示しています。それぞれのボタンを押すと、デジタルラインを選択するダイアログが表示されます。



6. DIGITALBUS メニューの[Data Format]をタッチして、バスの数値表現を指定します。
7. DIGITALBUS メニューの[Display]を on にして、バスを表示させます。
8. DIGITALBUS メニューの[Bus Position]をタッチして、「Universal」ノブでバスの表示位置を調整します。

表示設定

表示タイプ、色、パーシスタンス、グリッドタイプ、波形輝度、グリッドの明るさ、透明度を設定できます。

設定項目

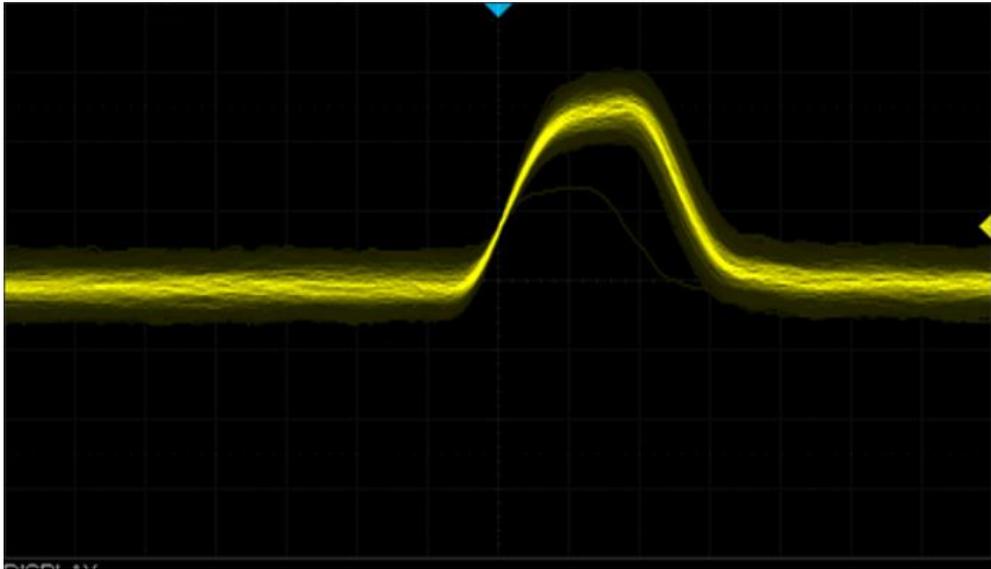
表示設定はメニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして表示します。

画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Type 表示形式	{Vectors, Dots}
Color-Grade カラー表示	{On, Off} On: パースタンス表示を色温度で頻度を表現 Off: パースタンス表示を単色の輝度で頻度を表現
Persist パーシスト	{Off, Infinite, 1sec, 5sec, 10sec, 30sec} Off: パースタンス表示をオフ そのほか: パースタンス時間の設定
Clear Persist パーシストクリア	過去の重ね書きをクリア
Clear Display 表示クリア	トレースすべてをクリア
Hide Menu	{Off, 3s, 5s, 10s, 30s, 60s} 画面に表示されるメニューの表示時間を設定
Menu Style	{Embedded, Floating} 波形表示エリアとメニューの関係を設定します。 Embedded: 波形エリアとメニューのエリアが分けられます。波形エリアを覆いかぶせずにメニューを表示することができますが、波形エリアがメニューエリアの分小さくなります。 Floating: 波形エリアの上にメニューを表示します。メニューを表示している間はメニュー表示エリア下の波形が隠されている状態になります。
Grid グリッド表示	{Full Grid, Light Grid, No Grid} グリッド線の表示設定
Intensity 波形輝度調整	{1-100}% 波形の輝度を設定
LCD Brightness	{1-100}% バックライトの明るさを設定
Graticule	{0-100}% グリッドの輝度を設定
Axis label	波形表示エリアの左端に各グリッドの電圧値、下端に時間を表示
Window Setting	Font Size{Large, Small}文字サイズを選択

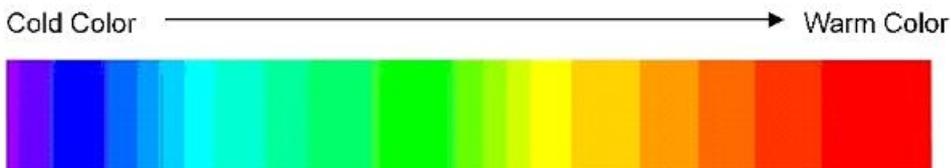
パーシスタンス

パーシスタンスは任意時間に取り込まれた捕捉波形を重ね書きしながら波形表示をアップデートします。これは目視では見逃してしまうような波形異常の観測やアナログ的な調整で使用することができます。

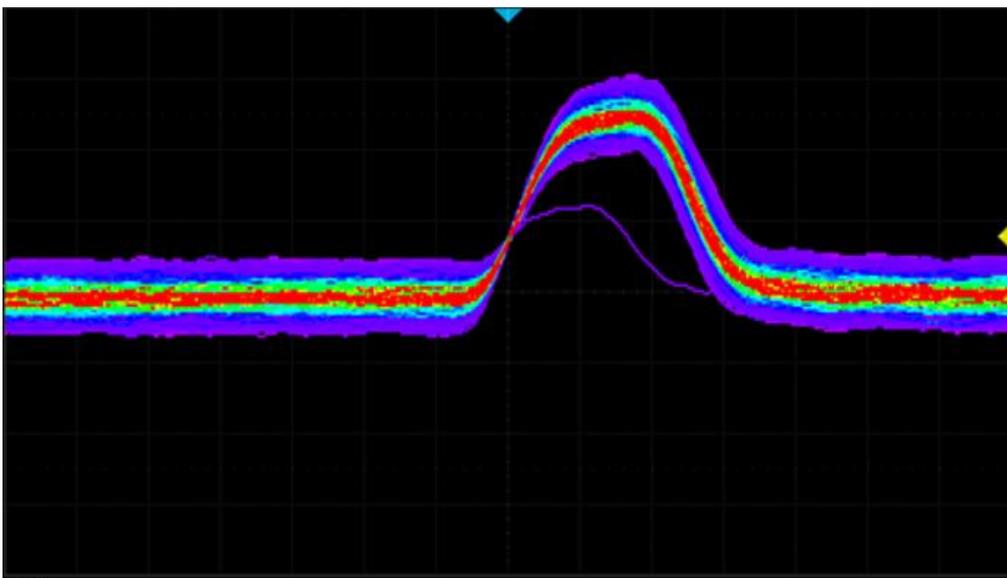


パーシスタンスの設定は時間設定と表現方法による選択があります。時間設定を長くすると、異常波形を確認できる確率が上がりますが、ノイズが増えるため判別しにくい可能性もあります。また表現方法としてはモノクロによる輝度表現とカラーの色温度による表現があります。

色温度は頻繁に高いほど、色が暖かくなり、頻度が低いほど色が冷たくなります。



次はパルス出力で稀に発生するグリッチを捕えた波形です。グリッチは頻度が低いため紫色で描かれています。



パーシスタンスの設定およびクリアするには、次の手順を実行します。

1. メニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして、DISPLAY メニューに入ります。
2. DISPLAY メニューの[パーシスト Persist]をタッチして、持続時間を選択します。
 - ☒ Off- パーシスタンスをオフにします。
 - ☒ 持続時間 (1sec、5sec、10sec、30sec) - 以前の捕捉結果は持続時間後に消去されます。
 - ☒ [無限 Infinite] - 「Infinite」を選択すると、以前の捕捉結果は消去されません。無限の持続性を使用してノイズとジッタを測定し、変化する波形の最悪の場合を知り、タイミング違反やまれに発生するイベントを見つけるのに役立ちます。
3. Persist を On にしているとき、過去の捕捉結果を消去するには、[パーシストクリア Clear Persist]をタッチします。オシロスコープは再び波形の上書きを開始します。
4. 通常の表示モードに戻るには、DISPLAY メニューの[パーシスト Persist]をオフにします。

メニュー表示の設定

画面の右側に表示されるメニューは表示の時間や波形表示とのエリアの分け方で設定を変更することができます。

メニュー表示時間の設定

波形表示エリアをできるだけ広く表示させるため、任意の時間メニューの操作をしていない状態が続くとメニューを非表示することができます。

例えば DISPLAY メニューの[Hide Menu]で 10s を選択した場合、10 秒以上何も操作しないとメニューが隠れます。



メニューを操作中



10 秒以上メニューを操作していない

メニューの配置設定

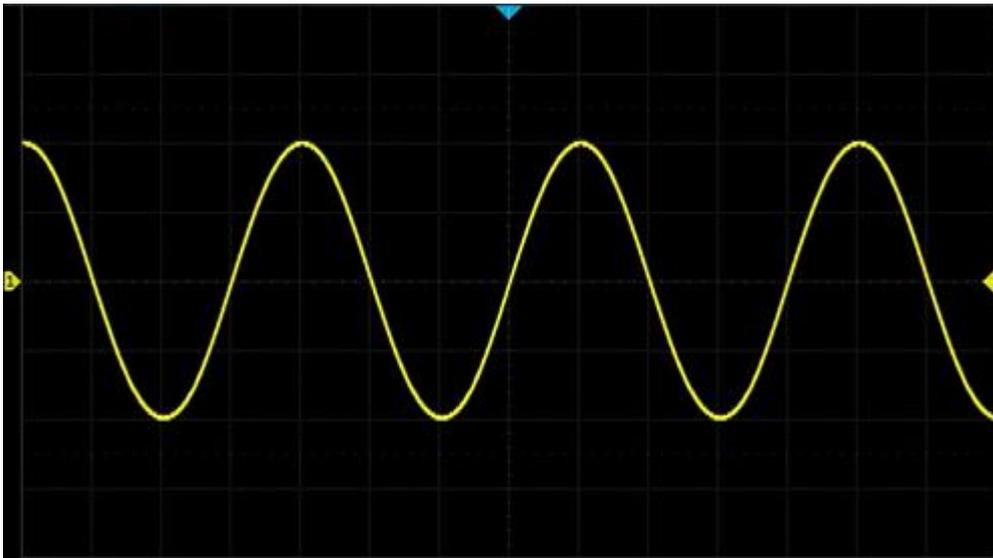
DISPLAY メニューの[Menu Style] の選択により、波形表示エリアとメニューを表示するエリアを分割して使用するか(Embedded)、波形表示エリアの上にメニューを重ねるように表示させる(Floating)のかを選ぶことができます。

波形表示エリアの設定

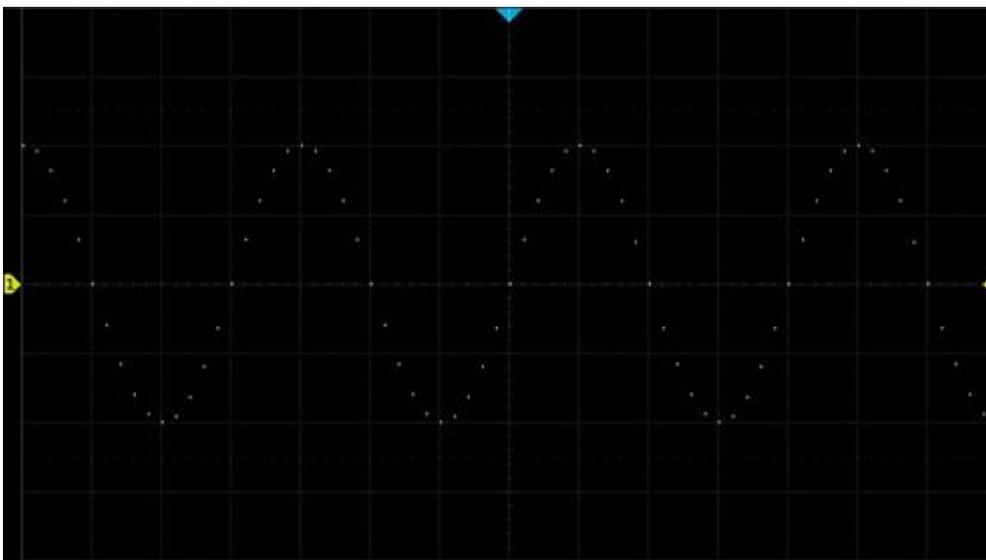
波形表示スタイル

メニューバーの[Display]→[Menu]ボタンを押し、DISPLAY メニューの[表示形式 Type]をタッチして波形の表示タイプを変更できます。表示タイプには[Vectors]または[Dots]の選択があります。

Vectors: サンプル間は線で結ばれ、表示されます。通常、このモードは最も鮮明な波形を提供し、波形の急峻なエッジ（方形波など）を表示することができます。



Dots: サンプルポイントのみを表示します。各サンプルポイントを直接表示し、カーソルを使用してサンプルポイントの X および Y 値を測定することができます。



グリッドタイプ

グリッドタイプを 3 種類から選択することができます。グリッドの形式を選択するには以下の手順を実行します。

1. メニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして、DISPLAY メニューに入ります。

2. DISPLAY メニューの[グリッド表示 Grid]をタッチして、Full Grid, Light Grid, No Grid のいずれかのタイプを選択します。

使用可能なグリッドタイプは 3 種類あります。必要に応じてグリッドタイプを選択します。

Full Grid : グリッド表示が横 10、縦 8 に分割されます

Light Grid : 波形の振幅推奨ガイドラインのみが表示されます。

No : グリッド非表示

波形の輝度

波形輝度を調整するには、以下の手順を実行します。

1. メニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして、DISPLAY メニューに入ります。
2. [Intensity]をタッチします。「Universal」ノブを回して希望の値を選択します。デフォルト値は 50% で、範囲は 0%～100%です。

輝度を増やすと、ノイズの発生量が極端に多くなることがあります。輝度を下げると、複雑な信号でより詳細な情報が得られます。

注意) 波形輝度の調整はアナログチャネル波形のみに影響します (演算波形、参照波形、デジタル波形などとは対応しません)。

グリッドの輝度

次はグリッドの明るさを調整するには、以下の手順を実行します。

1. メニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして、DISPLAY メニューに入ります。
2. DISPLAY メニューの[Graticule]をタッチして、「Universal」ノブを回して希望の値を選択します。デフォルト値は 40% で、範囲は 0%～100%です。

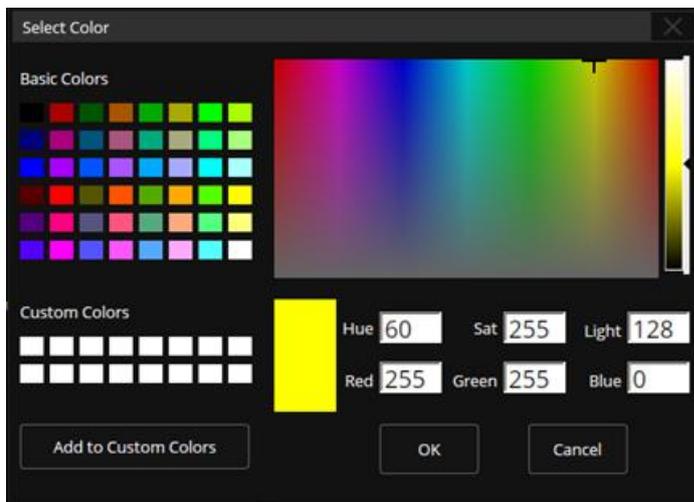
トレースの色

次はトレースの色を調整するには、以下の手順を実行します。

1. メニューバーの[Display]→[Menu]をタッチして、DISPLAY メニューに入ります。
2. DISPLAY メニューの[Color Setting]をタッチして、変更したいトレースを指定します。

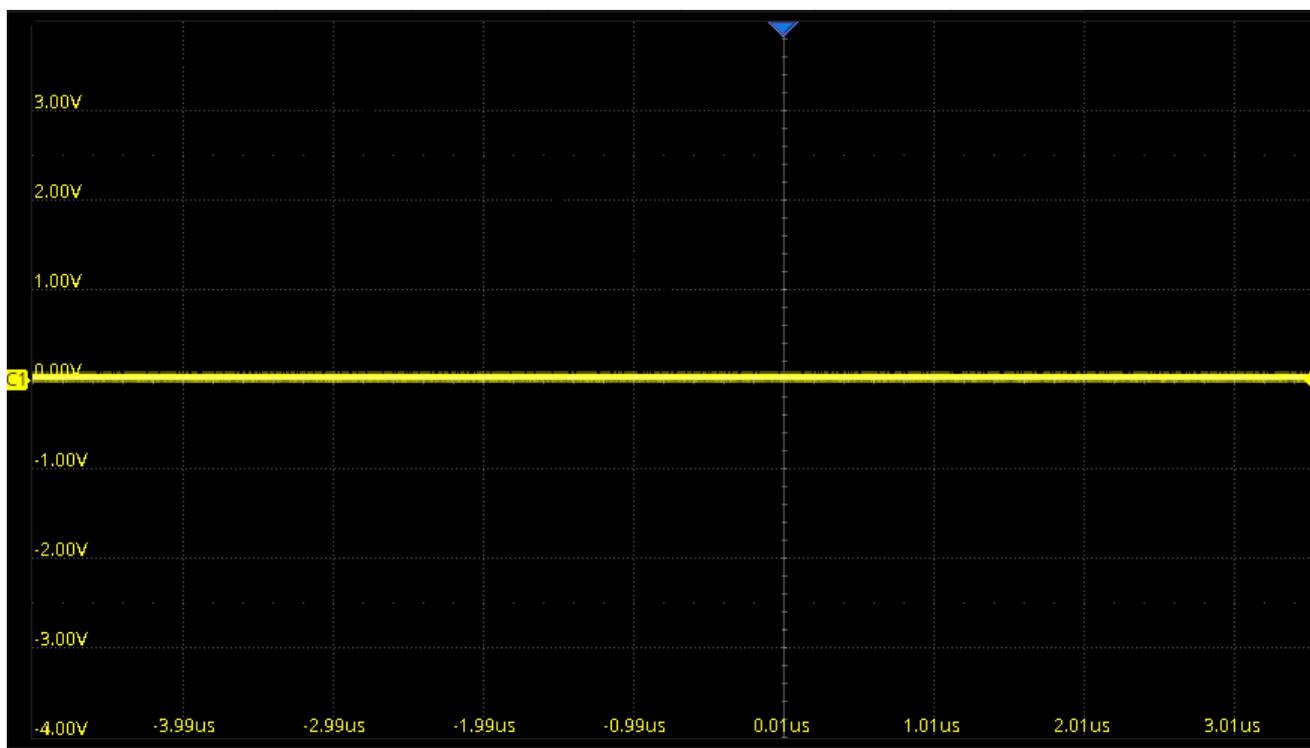


3. 好みの色を選択します。



軸ラベルの表示

Axis Label Setting を有効にするとグリッドの左端に電圧、下に時間を表示します。



Axis Label には垂直軸や水平軸の Position ノブで移動したと時の軸ラベルとグリッドの表示方法に違いがあります。

Moving : 軸ラベルの表示は変化せずにグリッド自体が移動するモード

Fixed: グリッドは固定し、ラベルの値が変化するモード

また垂直の軸ラベルの表示位置は左、中央、右のいずれかに変更することができます。

保存と呼び出し

オシロスコープの設定、波形、画像は内臓のローカルドライブ、または USB メモリへファイルとして保存することができます。画像は BMP, JPG, PNG 形式をサポートし、波形データは CSV、Matlab、またはバイナリ形式として保存できます。保存した設定やリファレンス波形は後で呼び出すことができます。

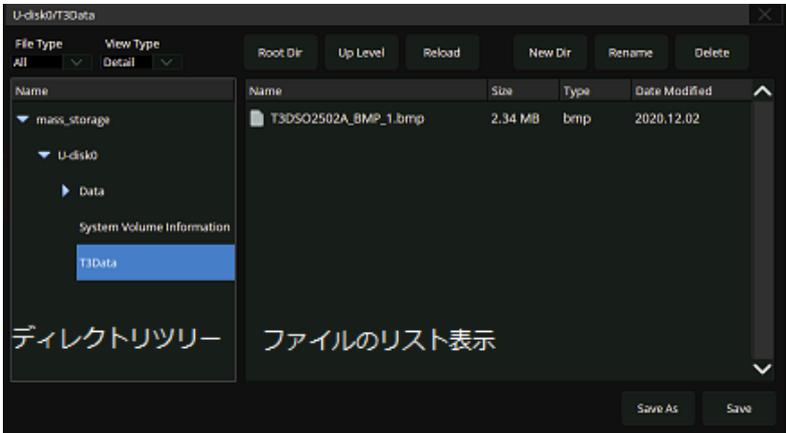
注意) 内臓ローカルドライブを全てクリアする場合には Recall メニュー内の Security Erase を使用してください。

設定項目

保存/呼び出しメニューはメニューバーの [Utility] → [Save/Recall] をタッチして表示します。

Save メニューは次のような項目があり、Type の選択によりメニューが若干変更されます

メニュー	設定範囲
Mode モード	{Save, Recall}
Type ファイル形式	{Setups, Reference, BMP, JPG, PNG, Binary, CSV, Matlab, To default key, FileConverter Tool, Measure Result } Setups : 設定の保存。 Reference: 参照波形を保存 BMP:画面イメージの保存 Binary: 波形データの保存 CSV: 波形データの保存 Matlab: 波形データの保存 To default key : フロントパネルの「Default」ボタンで呼び出す設定を現在の設定に書き換えます。 FileConverter Tool : バイナリ波形から CSV 波形に変換するツールを USB メモリにコピーします。 Measure Result : 計測パラメータの統計値のデータを保存します。
Source (Reference) 信号源	{C1, C2, C3, C4, F1, F2, F3, F4, Z1, Z2, Z3,Z4 } 対象のトレースをファイルに保存します。
Save All Channel	{On, Off} Type で波形データが選択された場合のオプションです。On にすると有効になっているチャンネルが保存されます。Off にすると Source により保存するトレースを選択します。
Para Switch パラメータ選択	On, Off} Type で CSV が選択された場合のオプションです。On にすると捕捉条件などがヘッダに含まれます。
File Type	{MAT, DAT} Type で Matlab が選択された場合のオプションです。ファイルの形式を選択します。
Image Style イメージ形式	{Normal, Inverted} Type で画像形式が選択された場合のオプションです。画像イメージの色を指定します。

	<p>Normal : オシロスコープの画面の色と同じ形式で保存されます。</p> <p>Inverted : 色を反転した状態で保存されます。紙に印刷する際にインクの消費を抑えることができます。</p>
Include Menu	<p>{Yes, No}</p> <p>Type で画像形式が選択された場合のオプションです。画像イメージの保存範囲を指定します。</p> <p>Yes : メニューを含む領域を保存します。</p> <p>No : メニューを非表示にした画像を保存します。</p>
Path Tips/ Path fade time	<p>{Hold, Fade, None}</p> <p>USB メモリなど外部メディアで保存する際にファイル名などを画面に表示するかを選択します。</p> <p>Hold : 必ず保存ファイル名を画面に表示します。</p> <p>Fade : Fade Time に指定した時間、保存ファイル名を画面に表示します。</p> <p>None : 保存ファイル名は表示しません。</p>
File Manager ファイルマネージャ	<p>ファイルやフォルダの選択などのダイアログが表示されます。</p>  <p>ディレクトリツリー ファイルのリスト表示</p>

Recall メニューは次のような項目があり、Type の選択によりメニューが若干変更されます

メニュー	設定範囲
Mode モード	{Save, Recall}
Type ファイル形式	{Setups, Reference, Factory Default, Security Erase } Setups : 設定を呼び出します。 Reference: 参照波形を呼び出します。 Factory Default :工場出荷時の状態を呼び出します。 Security Erase : 内臓ローカルドライブを初期化します。
Source 信号源	{REFA, REFB, REFC, REFD} Type で Reference が選択されている場合に表示されます。参照波形を呼び出す先をしています。
Recall リコール	Type で Factory Default、または Security Erase が選択されている場合に表示されます。それぞれの機能を実行します。

注意) Factory Default を含めリコールは全ての設定をリコールしません。呼び出される設定の中で有効になっている設定はサブメニューの設定も変更されますが、無効に設定されているサブメニューは変更されません。

保存データの種類

オシロスコープは、設定情報、画像 (BMP, JPG, PNG)、波形 (参照メモリ、バイナリ、CSV、Matlab) の保存と設定情報と参照メモリは読み込みをサポートしています。保存先として、内臓のローカルドライブ、または USB ドライブ (フォーマットは FAT16 または FAT32) に保存できます。

また、フロントパネル Default キーの設定を書き換えることやバイナリファイルを変換する FileConverterTool を USB メモリに保存する機能がサポートされています。

1. 設定情報

ファイルの拡張子は「*.xml」形式です。保存した設定内容は再度 Recall メニューで読み込むことができます。

2. 画像(BMP, Jpg, Png)

オシロスコープは、Bmp, Jpg, Png の3つの画像ファイル形式をサポートしています。画像は背景が黒いオシロスコープそのままの状態を保存する形式の他に印刷時にトナー使用量を少なくする目的で色を反転させた状態で保存することができます。印刷設定を一度行えば、メニューバーの[Utility]→[Print]をタッチして保存することが可能です。保存された画像ファイルをオシロスコープに読み込むことはできません。

3. 参照メモリ (Reference)

参照メモリは波形を比較するためのリファレンスとして使用します。コピー元の波形は現在表示されている波形、又はファイルから選択することができます。Save/Recall メニューでは現在の表示波形をファイルに保存、またはファイルから参照メモリへロードします。ファイル拡張子は「*.ref」形式で保存します。波形データは単チャンネルのデータです。シーケンスモードで捕捉した波形は全体を保存できません。表示されている一つのセグメントだけが対象になります。参照メモリは不揮発性です。再起動後も表示することができます。

4. 波形データ(Binary)

アナログチャンネルやデジタルチャンネルの波形データはバイナリ(*.BIN)形式で外部メモリに保存できます。Math やズーム波形もソースとして指定できますが、形式が異なる FFT 波形は保存できません。

5. 波形データ(CSV、Matlab)

指定したチャンネルの波形データを CSV(*.csv)、または Matlab(*.dat)のテキスト形式で USB メモリに保存することができます。時間データとサンプルの電圧データ 2 列のデータと先頭にオシロスコープの情報が含まれます。出力されたファイルは再度オシロスコープに読み込むことはできません。CSV の選択で Para Switch オプションを On または Off に設定して、波形パラメータの保存も可能です。

FFT 波形を CSV 形式で保存することができます。CSV として保存される FFT 波形はスカラー値だけではなく実数、虚数、位相なども含まれます。

6. Default ボタンの設定保存

Default ボタンは工場出荷設定からユーザの任意の設定に書き換えることができます。保存の種類で ToDefaultkey を選択すると、現在のオシロスコープの状態を Default ボタンで呼び出せるようになります。

7. FileConverterTool

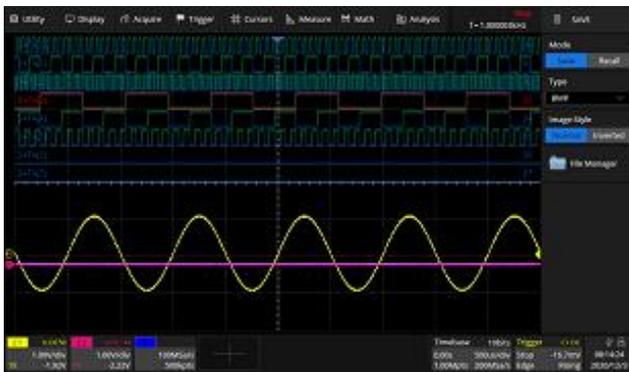
FileConverterTool はバイナリ形式の波形データを CSV 形式に変換する Windows で動作するツールを USB メモリに保存することができます。

8. To Memory

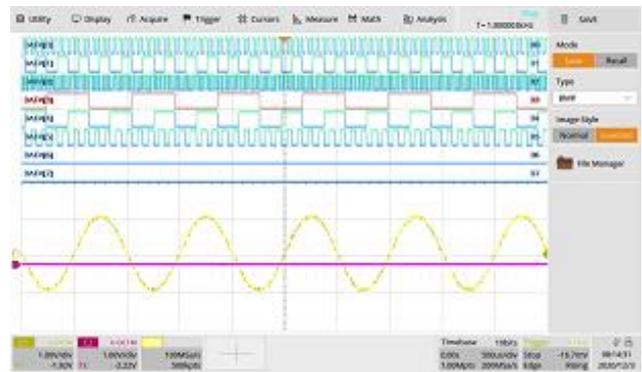
Memory は参照メモリと同じようにコピーした波形を表示することができます。参照メモリと異なり、オシロスコープを再起動すると、波形データは消去されます。

画像イメージ

画像イメージのオプションとして、背景色を選択できます。SAVE メニューの[image Style]で Normal を選択すると、画面イメージそのまま保存され、Inverted を選択すると波形を白にすることができ、印刷時にインクをセーブすることができます。

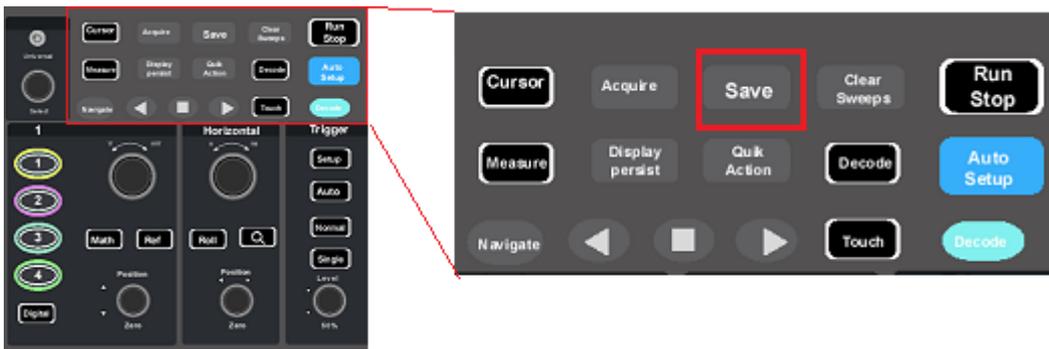


Normal



Invert

Utility メニューにある Save button メニューを画像に設定することで、フロントパネルの「Save」ボタンを押して保存することも可能です。またはメニューバーの[Utility]→[Print]をタッチして保存します。保存先は USB メモリの SCOPE フォルダに保存されます。ここで設定した背景色の設定に従います。



バイナリ形式波形データ

バイナリ形式波形データの構造は 0x0 - 0x9FF までヘッダ領域、それ以降が 1 サンプル 2 バイトの波形データ列で構成されます。

ヘッダ領域は Int32 や Double 形が含まれた構造体でリトルエンディアンが採用されています。

注意) 保存のメニューにある FileConvert Tool で保存した Windows 用のツールを使ってバイナリ形式の波形を CSV に変換することができます。サンプル数の多い波形データは CSV で保存することが難しいため、一度バイナリ形式で保存し、FileConverter Tool を使って CSV に変換することを検討してください。

注意) バイナリ形式の波形データは Save All Channel を有効にすることによって、表示されている波形を全てバイナリデータとして保存することができます (ファイルはトレース別に作成されます)。

ヘッダ領域

parameter	Address	format	note
Version	0x00 - 0x03	Int32	バージョン 通常 4
WaveData offset	0x04 - 0x07	Int32	波形データ位置 通常 0x1000
C1_on	0x08 - 0x0b	Int32	On: 1 / Off:0
C2_on	0x0c - 0x0f	Int32	On: 1 / Off:0
C3_on	0x10 - 0x03	Int32	On: 1 / Off:0
C4_on	0x14 - 0x17	Int32	On: 1 / Off:0
C1_vdiv	0x18 - 0x1f	Double	C1 電圧軸 VDIV
	0x20 - 0x27	Enum	接頭語、単位
C2_vdiv	0x40 - 0x47	Double	C2 電圧軸 VDIV
	0x48 - 0x4f	Enum	接頭語、単位
C3_vdiv	0x68 - 0x6f	Double	C3 電圧軸 VDIV
	0x70 - 0x77	Enum	接頭語、単位
C4_vdiv	0x90 - 0x97	Double	C4 電圧軸 VDIV
	0x98 - 0x9f	Enum	接頭語、単位
C1_offset	0xb8 - 0xbf	Double	C1 電圧軸 Offset
	0xc0 - 0xc7	Enum	接頭語、単位
C2_offset	0xe0 - 0xe7	Double	C2 電圧軸 Offset
	0xe8 - 0xef	Enum	接頭語、単位
C3_offset	0x108 - 0x10f	Double	C3 電圧軸 Offset
	0x110 - 0x117	Enum	接頭語、単位
C4_offset	0x130 - 8x137	Double	C4 電圧軸 Offset
	0x138 - 0x13f	Enum	接頭語、単位
Digital on	0x158 - 0x15b	Int32	On: 1 / Off:0
D0_D15_on	0x15c - 0x15f	Int32	D0; On: 1 / Off:0
	0x160 - 0x163	Int32	D1; On: 1 / Off:0
	0x164 - 0x167	Int32	D2; On: 1 / Off:0
	0x168 - 0x16b	Int32	D3; On: 1 / Off:0
	0x16c - 0x16f	Int32	D4; On: 1 / Off:0
	0x170 - 0x173	Int32	D5; On: 1 / Off:0
	0x174 - 0x177	Int32	D6; On: 1 / Off:0
	0x178 - 0x17b	Int32	D7; On: 1 / Off:0

	0x17c – 0x17f	Int32	D8; On: 1 / Off:0
	0x180 – 0x183	Int32	D9; On: 1 / Off:0
	0x184 – 0x187	Int32	D10; On: 1 / Off:0
	0x188 – 0x18b	Int32	D11; On: 1 / Off:0
	0x18c – 0x18f	Int32	D12; On: 1 / Off:0
	0x190 – 0x193	Int32	D13; On: 1 / Off:0
	0x194 – 0x197	Int32	D14; On: 1 / Off:0
	0x198 – 0x19b	Int32	D15; On: 1 / Off:0
tdiv	0x19C – 0x1a3	Double	時間軸 TDIV
	0x1a4 – 0x1ab	Enum	接頭語、単位
delay	0x1c4 – 0x1cb	Double	ディレイ
	0x1cc – 0x1d3	Enum	接頭語、単位
Wave_length	0x1ec – 0x1ef	Int32	サンプル数
Sample_rate	0x1f0 – 0x1f7	Double	サンプルレート
	0x1f8 – 0x1ff	Enum	接頭語、単位
Digital_wave_length	0x218 – 0x21b	Int32	デジタル・サンプル数
Digital_sample_rate	0x21c – 0x223	Double	デジタル・サンプルレート
	0x224 – 0x22b	Enum	接頭語、単位
C1_probe	0x244-0x24b	Double	C1 プローブ減衰率
C2_probe	0x24c-0x253	Double	C2 プローブ減衰率
C3_probe	0x254-0x25b	Double	C3 プローブ減衰率
C4_probe	0x25c-0x263	Double	C4 プローブ減衰率
Data width	0x264	Byte	0: BYTE, 1: WORD
Byte order	0x265	Byte	0:LSB, 1:MSB
Hori_div_num	0x26c-0x26f	Int32	水平 Div 数。通常 10
C1_code_per_div	0x270-0x273	Int32	1Div あたりの垂直ビット数 通常 7680
C2_code_per_div	0x274-0x277	Int32	1Div あたりの垂直ビット数 通常 7680
C3_code_per_div	0x278-0x27b	Int32	1Div あたりの垂直ビット数 通常 7680
C4_code_per_div	0x27c-0x27f	Int32	1Div あたりの垂直ビット数 通常 7680
math1_switch	0x280-0x283	Int32	On: 1 / Off:0
math2_switch	0x284-0x287	Int32	On: 1 / Off:0
math3_switch	0x288-0x28b	Int32	On: 1 / Off:0
math4_switch	0x28c-0x28f	Int32	On: 1 / Off:0
math1_vdiv	0x290-0x297	Double	Function1 電圧軸 VDIV
	0x298-0x29f	Enum	接頭語、単位
math2_vdiv	0x2b8-0x2bb	Double	Function2 電圧軸 VDIV
	0x2bc-0x2c3	Enum	接頭語、単位
math3_vdiv	0x2e0-0x2e7	Double	Function3 電圧軸 VDIV
	0x2e8-0x2ef	Enum	接頭語、単位
math4_vdiv	0x308-0x30f	Double	Function4 電圧軸 VDIV
	0x310-0x317	Enum	頭語、単位
math1_vpos	0x330-0x337	Double	Function1 電圧軸 Offset
	0x338-0x33f	Enum	接頭語、単位
math2_vpos	0x358-0x35f	Double	Function2 電圧軸 Offset
	0x360-0x367	Enum	接頭語、単位

math3_vpos	0x380-0x387	Double	Function3 電圧軸 Offset
	0x288-0x38f	Enum	接頭語、単位
math4_vpos	0x3a8-0x3af	Double	Function4 電圧軸 Offset
	0x3b0-0x3b7	Enum	接頭語、単位
Math1_store_len	0x3d0-0x3d3	Int32	Math1 データポイント数
Math2_store_len	0x3d4-0x3d7	Int32	Math2 データポイント数
Math3_store_len	0x3d8-0x3db	Int32	Math3 データポイント数
Math4_store_len	0x3dc-0xedf	Int32	Math4 データポイント数
Math1_f_time	0x3e0-0x3e7	Double	Math1 サンプル間の時間
Math2_f_time	0x3e8-0x3ef	Double	Math2 サンプル間の時間
Math3_f_time	0x3f0-0x3f7	Double	Math3 サンプル間の時間
Math4_f_time	0x3f8-0x3ff	Double	Math4 サンプル間の時間
Math_code_per_div	0x400-0x403	Int32	1Div あたりの垂直ビット数 通常 7680
Ch_insert	0x584-0x5a3	Int32×8 Array	画面より短いデータ長の場合に Ceof をインサートします
math_insert	0x5a4-0x5b3	Int32×4 Array	画面より短いデータ長の場合に Ceof をインサートします
digital_insert	0x5b4-0x5f3	Int32×16 Array	画面より短いデータ長の場合に Ceof をインサートします
ch_move	0x5f4-0x613	Int32×8 Array	画面内でアナログ Ch の最初のポイントの位置
math_move	0x614-0x623	Int32×4 Array	画面内で math の最初のポイントの位置
digital_move	0x624-0x663	Int32×16 Array	画面内で digital の最初のポイントの位置
zoom_switch	0xaf4-0xaf7	Int32	On: 1 / Off:0
zoom_td	0xaf8-0xaff	Double	1us を基準とした Zoom の Tdiv
	0xb00-0xb08	Enum	接頭語、単位
zoom_trig_delay	0xb20-0xb27	Double	Zoom のディレイ
	0xb28-0xb2f	Enum	接頭語、単位
zoom_vdiv	0xb48-0xb4f	Double	Zoom 電圧軸 Vdiv
	0xb50-0xb57	Enum	接頭語、単位
zoom_vpos	0xc88-0xc8f	Double	Zoom 電圧軸 Offset
	0xc90-0xc97	Enum	接頭語、単位

Enum で定義される接頭語と単位は接頭語 4 バイトと単位 4 バイトの 1 組で表されます。それぞれの値は次を参照してください。

接頭語 Enum

Index	接頭語	index	接頭語
0	ヨクト (1e-24)	7	ミリ (1e-3)
1	zepto (1e-21)	8	1e+0

2	アト(1e-18)	9	キロ(1e+3)
3	フェムト(1e-15)	10	メガ(1e+6)
4	ピコ(1e-12)	11	ギガ(1e+9)
5	ナノ(1e-9)	12	テラ(1e+12)
6	マイクロ(1e-6)	13	ペタ(1e+15)

単位 Enum

Index	単位	index	単位
0		7	SA
1	DBV	8	DT_DIV
2	DBA	9	PTS
3	DB	10	NULL_SENSE
4	VPP	11	DEGREE
5	VDC	12	PERCENT
6	DBM		

次はバイナリデータをダンプ表示させた例です。C1がオンで、0.61V/Divが分かります。

注意) Volt/Div はプローブの減衰率設定は反映されていません

```

          接頭語と単位 1e+0 V          C1_on          C1_Vdiv
          |          |          |          |
          |          |          |          |
00000000 04 00 00 00 00 10 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 .....
00000010 00 00 00 00 00 00 00 00 9A 99 99 99 99 C9 3F .....?
00000020 08 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 01 00 00 00 .....
00000030 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 .....
00000040 00 00 00 00 00 00 F0 3F 08 00 00 00 00 00 00 00 .....?
00000050 01 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 .....
00000060 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 F0 3F .....?
00000070 08 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 01 00 00 00 .....
00000080 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 .....
00000090 00 00 00 00 00 00 F0 3F 08 00 00 00 00 00 00 00 .....?
000000a0 01 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 .....

```

波形のソース

- アナログ： アナログの波形ソースの情報は該当 CH の Cx_on だけが 1 になります。

バイナリからの変換に次のヘッダ情報が必要です

Cx_vdiv、Cx_offset、tdiv、delay、Wave_length、Sample_rate、Cx_probe

- Zoom：ズーム波形はヘッダの zoom_switch に 1 が入り、そのズームのソース CH の Cx_on が 1 になります。

バイナリからの変換に次のヘッダ情報が必要です

Cx_vdiv、Cx_offset、Cx_probe、zoom_td、zoom_delay、Wave_length、Sample_rate

- Math：演算波形はヘッダの math1_switch ~ math4_switch の該当 CH が 1 になります。

バイナリからの変換に次のヘッダ情報が必要です

mathx_vdiv、mathx_vpos、tdiv、delay、mathx_store_len、mathx_f_time、

- **Digital** : デジタル波形はヘッダの **Digital_on** と有効になっている **D0_D15_on** の該当ラインが1になります。

バイナリからの変換に次のヘッダ情報が必要です

tdiv、**delay**、**Digital_wave_length**、**Digital_sample_rate**、

アナログ波形データ

波形データはヘッダ内の **Vdiv** と **Offset** を使い計算します。例として **C1** の場合次のような式を使います。**AD** コンバータの値は **32768** を引いた値です。フルスケールを **16** ビットで割った値を掛けると電圧データに戻すことができます。但し、**AD** コンバータの範囲は画面の範囲よりほぼ上下 **1 Div** 分ほど大きく、 $8 \text{ Div} \div 65535 \approx 1/7680$ を計算に入れています。

$$\text{voltage} = (\text{バイナリデータ} - 32768) \times \text{C1_vdiv} \div 7680 - \text{C1_offset} \times \text{C1_probe}$$

例、データ : 16640、**C1_vdiv**: 1、**Offset**: 2.7 の場合

$$\text{Voltage} = (16640 - 32768) \times 1 \div 7680 - 2.7 = -4.8\text{V}$$

各サンプルの時間もデータの位置とヘッダ内の情報から計算することができます。画面中央が基準になるため $-(\text{Tdiv} \times 5)$ を計算に組み込みます。**Sample_rate** の逆数が各サンプル間の時間になるため、サンプルのインデックスと掛け合わせます。

$$\text{time value(S)} = -(\text{Tdiv} \times 5) + \text{サンプルのインデックス} \times (1/\text{Sample_rate}) + \text{Delay}$$

注意) Zoom 波形では **Tdiv** の代わりに **zoom_td**、**Delay** の代わりに **zoom_delay** を使用します。

また、バイナリデータ内の波形データの位置は **0x1000** から始まります。すべてバイトデータになるため、1つのチャンネルの波形は **Wave_length** と同じバイト数です。複数チャンネルがある場合は、シーケンシャルにデータがつながります。

演算波形データ

波形データはヘッダ内の **mathx_vdiv** と **mathx_vpos** を使い計算します。例として **Function1** の場合次のような式を使います。**AD** コンバータの値は **32768** を引いた値です。フルスケールを **16** ビットで割った値を掛けると電圧データに戻すことができます。但し、**AD** コンバータの範囲は画面の範囲よりほぼ上下 **1 Div** 分ほど大きく、 $8 \text{ Div} \div 65535 \approx 1/7680$ を計算に入れています。

$$\text{voltage} = (\text{バイナリデータ} - 32768) \times \text{math1_vdiv} \div 7680 - \text{mathx_vpos}$$

例、データ : 16640、**math1_vdiv**: 1、**math1_vpos**: 2.7 の場合

$$\text{Voltage} = (16640 - 32768) \times 1 \div 7680 - 2.7 = -4.8\text{V}$$

各サンプルの時間もデータの位置とヘッダ内の情報から計算することができます。画面中央が基準になるため $-(\text{Tdiv} \times 5)$ を計算に組み込みます。**mathx_f_time** が各サンプル間の時間になるため、サンプルのインデックスと掛け合わせます。

$$\text{time value(S)} = -(\text{Tdiv} \times 5) + \text{サンプルのインデックス} \times \text{math1_f_time} + \text{Delay}$$

また、バイナリデータ内の波形データの位置は 0x1000 から始まります。すべてバイトデータになるため、1つのチャンネルの波形は math1_store_len と同じバイト数です。複数チャンネルがある場合は、シーケンシャルにデータがつながります。

デジタル波形データ

デジタル波形データは 1バイトで 8 サンプルポイント分のデータとし、バイトに含まれるサンプルデータは LSB から MSB の順に並びます。また 1 ラインのデータはバイトで管理されるため、最後のビットは余分なデータが含まれている可能性があります。

例えば、デジタルライン D0, D1, D2, D3 の 4 本のリードで捕捉した 10 サンプルのデータを捕捉した場合、 $\text{RoundUp}(10 \text{ sample} \div 8(1 \text{ バイト}))=2$ バイトで管理されます。全データ数は $4 \text{ line} \times 2 \text{ バイト} = 8$ バイトです。

バイナリデータ内の波形データの位置は 0x1000 から始まります。次は 0x1000 からのデータです。

E7 9C 73 4A 29 A5 8C 31

上記のバイナリの中で D0 は E7 9C、D1 は 73 4A、D2 は 29 A5、D3 は 8C 31 です。ここで D2 のサンプルは Hex の 29 をビット列にすると 00101001、A5 をビット列にすると 10100101 となり、LSB から始まるため D2 のサンプルは 1,0,0,1,0,1,0,0, 0,1 となります。A5 の上位 6 ビットは使われませんが、サンプリングとしては行われているため、データとして入っています。

CSV と Matlab データ

CSV と Matlab はアナログチャンネルの波形データをテキスト形式で保存します。SAVE メニューの[Source] で選択したチャンネルの波形を保存、または Save All Channel を選択して画面表示されている全てのチャンネルを保存します(ファイルはトレースごとに)。また Matlab のデータ形式は DAT と MAT の 2 種類があります。

注意) 保存できる最大ポイント数は 5M ポイントまでです。それ以上のデータが含まれる場合は“Too many points. Can't save”メッセージが表示され、保存できません。

注意) FFT 波形を CSV 形式で保存することができます。CSV として保存される FFT 波形はスカラー値(dBV) だけではなく実数(Vrms)、虚数(Vrms)、位相も含まれます。

アナログチャンネルのデータは 1 列目に時間、2 列目はチャンネルのデータが書き込まれます。

```
Source, CH1
Second, Value
-5.0010650888E-04, +3.291668E-01
-5.0010550888E-04, +3.333334E-01
-5.0010450888E-04, +3.208334E-01
-5.0010350888E-04, +3.333334E-01
-5.0010250888E-04, +3.229167E-01
-5.0010150888E-04, +3.354167E-01
-5.0010050888E-04, +3.208334E-01
-5.0009950888E-04, +3.354167E-01
-5.0009850888E-04, +3.270833E-01
-5.0009750888E-04, +3.354167E-01
```

SAVE メニューで[Para Switch]をオンにすると、次の情報がヘッダに含まれます。

- Record Length(波形サンプルの数)
- Sample Interval(サンプル間の時間)
- Vertical Units(V や A など次の Vertical Scale の値を示します。)
- Vertical Scale(Vertical Unit の単位を基準に垂直軸のスケールを示します)
- Vertical Offset(Vertical Unit の単位を基準にオフセットの値を示します)
- Horizontal Units (ms や us など次の Horizontal Scale の単位を示します)
- Horizontal Scale(Horizontal Units の単位を基準に水平軸のスケールを示します)
- Model Number (モデル名)
- Serial Number (シリアル番号)
- Software Version (ソフトウェアバージョン)

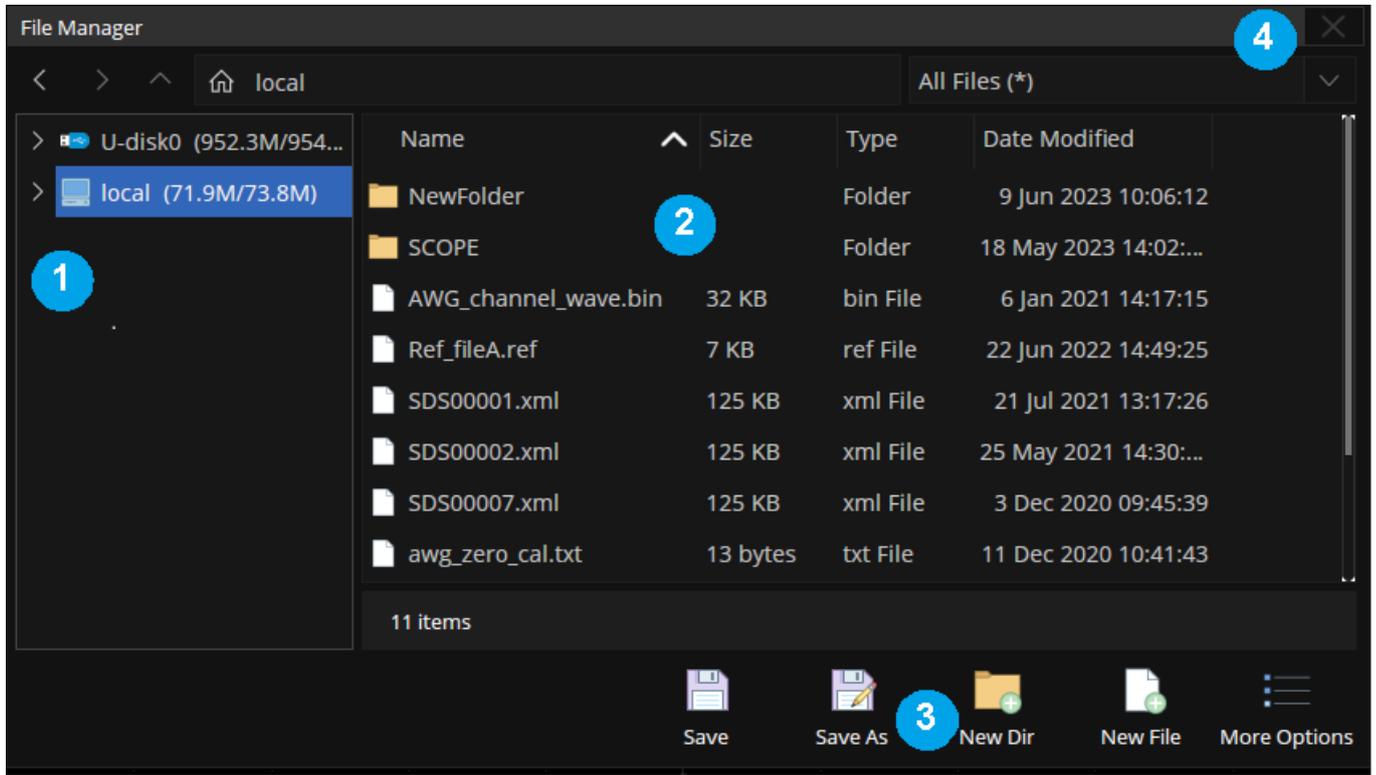
保存にかかる時間と容量

サンプル数	保存にかかる時間
1Mpts	80 秒
5Mpts	130 秒

ファイルマネージャ File Manager

File Manager は内臓ローカルドライブや USB メモリへファイルを保存、または呼び出しする際にファイル操作用に使用します。

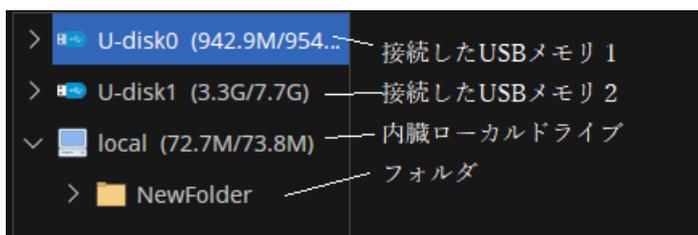
Save/Recall メニューで[ファイルマネージャ File Manager]を選択すると、次のようなダイアログが表示されます。左側にツリービューペイン、右側にメインメインがあります。ツリービューペインの中で選択されているフォルダの中身がメインメインで表示されます。



- 1 : ツリービューペイン
- 2 : メインペイン
- 3 : ツールバー
- 4 : 閉じる

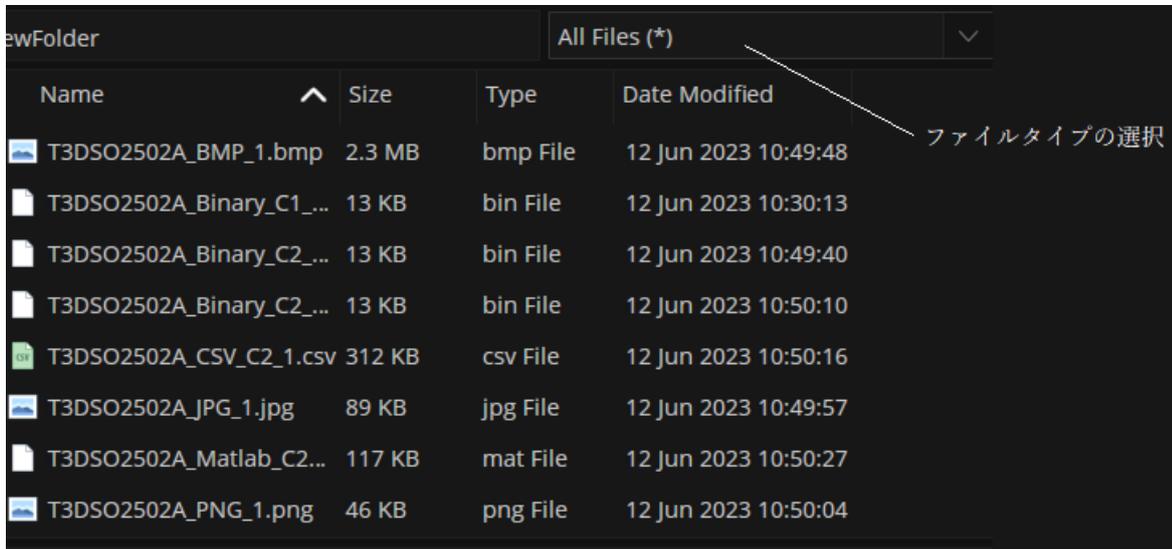
ツリービューペイン

ドライブやフォルダツリーが表示され、選択すると青く反転表示され、メインペインに選択したフォルダ内のファイルが表示されます。内臓ローカルドライブは local, USB ポートに接続した USB メモリは U-disk として表示されます。ドライブ横の数字は (空き容量/ドライブ容量) です。

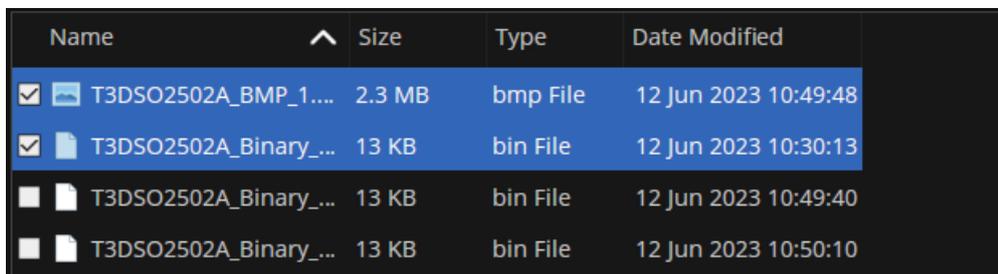


メインペイン

ファイルやフォルダが表示されます。一つのフォルダに多くのファイルが含まれていると目的のファイルを見つけにくいので、表示するファイルタイプを選択して、表示するファイルを絞り込むことができます。

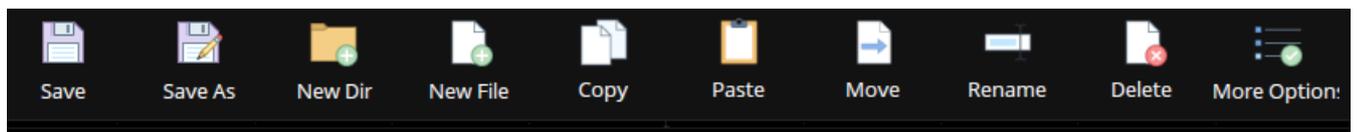


また下にあるツールバーの **More Option** をタッチすると、複数ファイルを選択できるようにチェックボックスが表示されます。**More Option** にある **Copy**、**Move**、**Delete** などファイル操作を行う場合に便利な機能です。



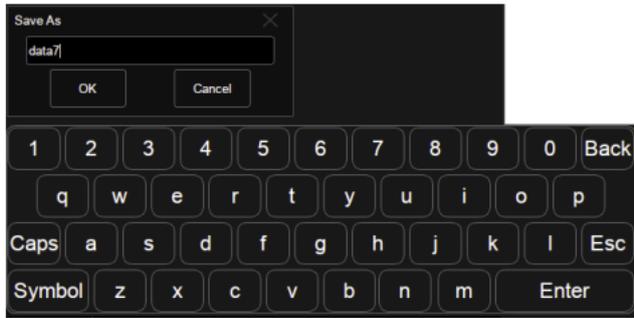
ツールバー

File Manager の下にツールバーがあります。ファイル操作などのツールがありますが、その操作対象は **File Manager** の左端にあるディレクトリです。操作対象の選択はメインペイン内のアイテムをタッチすると変更することができます。



Save : デフォルトの名前でファイルを保存します。デフォルトの名前は"モデル名_ファイルタイプ_Ch_インデックス"が入ります。

Save As : 名前を付けてファイルを保存します。画面には **Save As** のダイアログとファイル名の位置にタッチすると、オンラインキーボードが表示されます。



New Dir : 新しいフォルダを作成します。

New File : 新しいファイルを作成します。

以下のアイテムは **More Option** を選択すると表示されます)

Copy : 対象のファイルをクリップボードへコピーします。

Past : クリップボードにあるファイルを貼り付けます。

Move : 対象のファイルを移動します。

Rename : 操作対象のファイル、またはフォルダの名前を変更します。

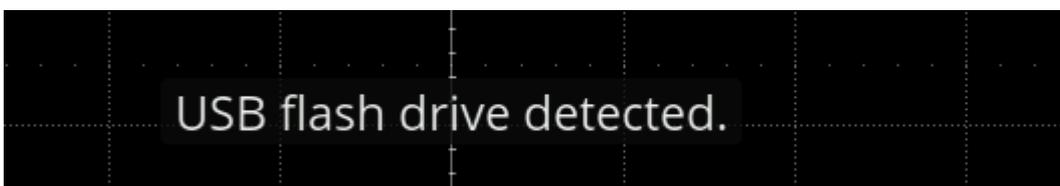
Delete : 操作対象のファイル、またはフォルダを削除します。

More Option : ファイル選択のチェックボックスが表示され、コピーやペーストなどすべてのファイル操作が可能になります。

保存と呼び出し手順

設定ファイル、画像イメージ、波形データは内蔵ローカルドライブ、または USB コネクタに接続された USB メモリに保存することができます。

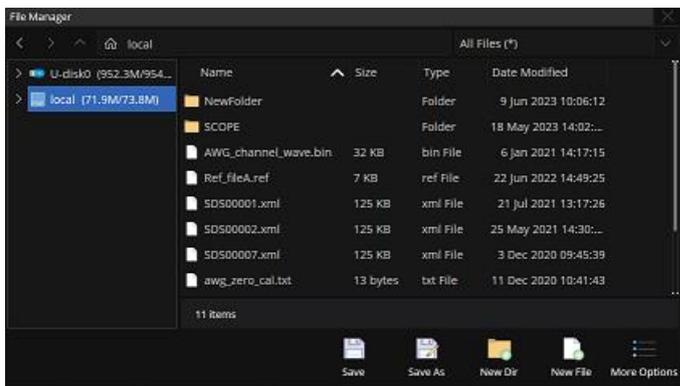
USB メモリを接続すると、画面に **USB flash drive detected** と表示され、画面右下に USB メモリのマークが表示されます。



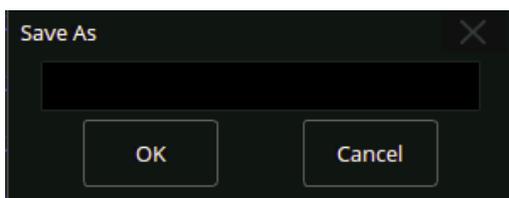
注意) USB メモリのフォーマットは FAT16、FAT32 に対応しています。その他のフォーマットには対応していません。

○ 指定した種類のファイルを保存する手順

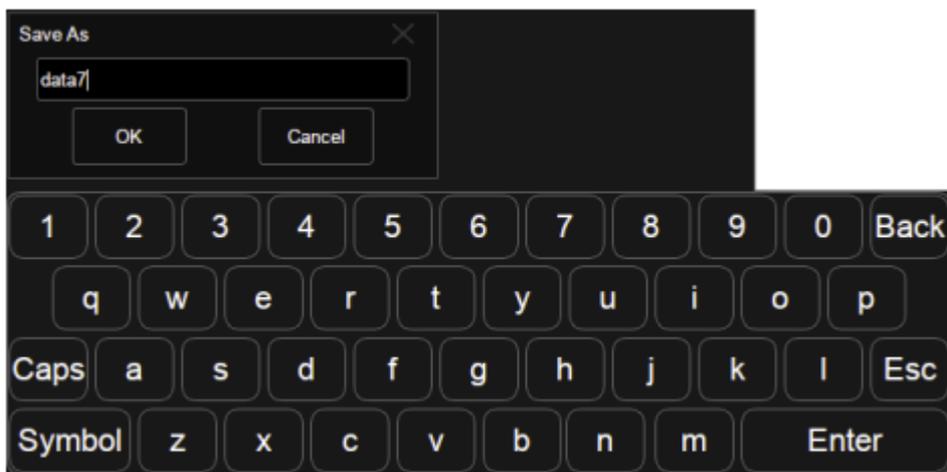
1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[モード Mode]で Save を選びます。
3. メニューの[ファイル形式 Type]で保存ファイルの種類を選択します。
4. メニューの [ファイルマネージャ File Manager]をタッチします。



5. 保存先を左側のツリーをタッチして選択します。U-disk:x は USB メモリを示しています。
6. File Manager 下にある [Save As] をタッチします。ファイル名入力用のダイアログが表示されます。



7. ファイル名入力部分をタッチすると、下にオンラインキーボードが表示されるので、ファイル名を付けて Enter ボタンを押すとファイルが保存されます。



○ 指定した種類のファイルをロードする手順

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[モード Mode]で Recall を選びます。
3. メニューの[タイプ Type]で呼び出すファイルの種類を選択します。
4. メニューの [ファイルマネージャ File Manager]をタッチします。
5. 呼び出したいファイルを選択し、[Recall]をタッチします。

ファイル操作

○ ローカルドライブにあるファイルを USB メモリへコピーする手順

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[ファイルマネージャ File Manager]をタッチします。
3. ツールバーで[More Option]をタッチします。
4. ツリービューで local とコピーしたいファイルが含まれたフォルダを選択します。
5. メインペイン内にあるコピーしたいファイルを選択し、メニューバーにある[Copy]をタッチします。
6. コピー先のドライブやフォルダをツリービューで選択し、メニューバーにある[Past]をタッチします。

○ ローカルドライブにあるファイルを USB メモリへ移動する手順

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[File Manager]をタッチします。
3. ツールバーで[More Option]をタッチします。
4. ツリービューで local と移動したいファイルが含まれたフォルダを選択します。
5. メインペイン内にある移動したいファイルを選択し、メニューバーにある Copy をタッチします。
6. 移動先のドライブやフォルダをツリービューで選択し、メニューバーにある Move をタッチします。
7. “This operation will delete the source file”削除の確認を問うメッセージが表示されます。OK を選択して削除します。

○ ローカルドライブにあるファイルを削除する手順

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[File Manager]をタッチします。
3. ツールバーで[More Option]をタッチします。
4. ツリービューで local と削除したいファイルが含まれたフォルダを選択します。
5. メインペイン内にある削除したいファイルを選択し、メニューバーにある[Delete]をタッチします。
6. “Are you sure you want to delete these items”削除の確認を問うメッセージが表示されます。OK を選択して削除します。

○ ローカルドライブを初期化する手順

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[Mode]で Recall をタッチします。
3. メニューの[Type]で Security Erase をタッチします。
4. メニューの[Recall]をタッチしてローカルドライブを初期化します。

File Converter Tool

File Converter Tool は T3DSO700HD シリーズでバイナリ形式の波形ファイルを CSV 形式のファイルへ変換するツールです。このツールの実行ファイルはオシロスコープ内にあります。いつでもツールを USB メモリにコピーすることができます。

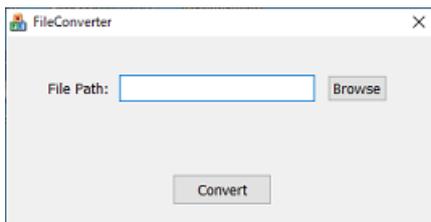
注意) 実行ファイルは Microsoft Visual C++ 2008 Service Pack 1 x86 用が別途必要になります。

○ ツールを USB メモリにコピーする方法

1. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、SAVE / RECALL メニューに入ります。
2. メニューの[Type]から FileConverter Tool を選びます。
3. メニューの[File Manager]をタッチします。
4. ツリービューで保存先フォルダを選択します。
5. メニューバーにある Save をタッチします。
6. ファイルは zip 形式で保存されます。解凍して FileConverter.exe を実行してください。

○ Bin→CSV 変換方法

1. FileConverter.exe を実行します。



2. [Browse]ボタンを押して、変換したいバイナリファイルを選択します。
3. [Convert]ボタンを押して、変換します。変換されたファイルはソースファイルと同じディレクトリに保存されます。

ユーティリティ

このシステム設定は、ユーティリティ設定と標準機能に含まれない機能を提供します。ユーティリティには、サウンド、表示言語、IO インターフェース、システムステータス、オプション、機能確認、自動校正などがあります。機能としては、合否判定、検索、ナビゲート、履歴、任意波形発生、ボード線図などがあります。

設定項目

ユーティリティの設定はメニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして表示します。

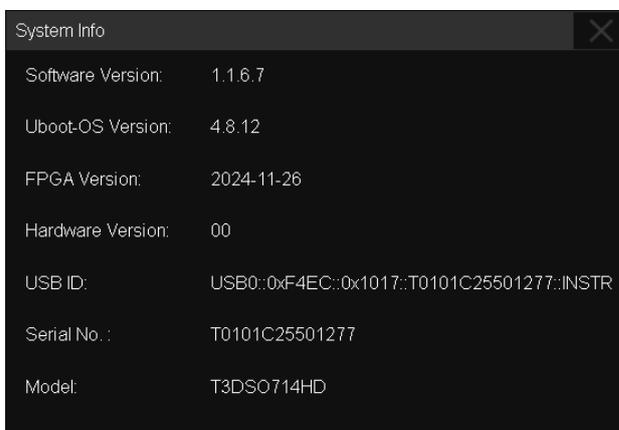
画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー		設定範囲
System Info		ソフトウェアバージョンなどシステム情報を表示
System Setting システム設定	Language 言語変更	{English, Japanese, ...}
	Reference Pos リファレンス ポジション	Time/Div や Volt/Div を変更した際の基準位置の設定 Horizontal Ref{Delay, Position} Delay : トリガ位置からの時間(Div で指定)を基準にします Position : トリガの位置を基準にします Vertical Ref{Position, Offset} Position : 画面の位置を基準にします Offset : オフセットの値を基準にします
	Screen Saver スクリーン セーバ	{Off, 1min, 5min, 10min, 30min, 1hour} スクリーンセーバの時間設定
	Touch Screen	{On, Off} タッチスクリーンの有効/無効
	Beeper	{On, Off} 音の出力をオンまたはオフ
	Auto Power On	{Disable, Enable} Enable を選択すると、AC 電圧の入力が 0V から 100V に変化すると自動的に起動します。
	Data/Time	Date/Time の設定
Return	上位メニューに戻ります	
I/O	LAN Config	IP アドレス、または DHCP を設定。また[VNC Port]番号設定
	GPIB	GPIB はサポートされていません。機能しません。
	Return	上位メニューに戻ります
Software Option	Options ダイアログが表示されます。現在有効なオプションのステータスやオプションキーコードの入力が可能になります。	
Maintenance	Self Calibration	自己校正を実行します

	Upgrade	ソフトウェアアップデート
	Developer Options	ユーザは使用できません
	Self Test	Screen Test ディスプレイの表示テスト Keyboard Test フロントパネルのノブやボタンのテスト LED Test フロントパネルのボタン内の LED のテスト
	QuickCal	{ON, OFF} QuickCal の有効無効
	Return	上位メニューに戻ります
Service	Web	Web サーバー機能のパスワード設定
	WAV ACC	{On, Off}
	SMB File Share	LAN 上のネット共有フォルダへの接続
	Return	上位メニューに戻ります

システム情報の表示

システムステータスを表示するには、メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入り、メニューで [System Info]をタッチして、オシロスコープのシステムステータスを表示します。システムステータスには、以下の情報が含まれます。



System Settings

言語

オシロスコープは、多言語メニュー、中国語/英語のヘルプとプロンプトメッセージをサポートしています。

注意) 日本語訳に誤訳があります。おかしいなど思った場合は英語でご確認ください。

1. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
2. Utility メニューの[System Setting]→[Language]から希望の言語を選択します。

現在利用可能な言語は簡体字中国語、繁体字中国語、英語、フランス語、日本語、ドイツ語、スペイン語、ロシア語、イタリア語、ポルトガル語です。

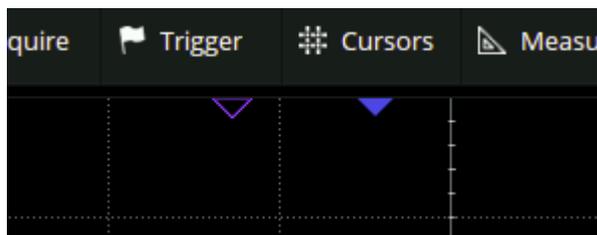
Reference Pos 設定

Reference Pos 設定は Time/Div や Volt/Div を変更した際の拡大・縮小の中心位置の指定を行います。メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入り、[System Settings]→[Reference Pos]をタッチすると、水平、または垂直に対する Reference Pos を指定できます。

Horizontal Reference Pos

Time/Div の変更で拡大・縮小の中心を任意に指定したい場合は Delay、ディレイの位置にしたい場合は Position を選択します。どちらの設定も Reference Pos メニュー内でポジションの指定が行えます。

Delay に設定した場合、REFERENCE POS メニューの[Horizontal Pos]で位置を指定することができます。Delay 側に設定すると、グリッドの上端で2つの3角形のインジケータが表示されます。塗りつぶされた三角形はディレイの位置と中抜きの三角形は Reference Pos です。



Vertical Ref

Volt/Div の変更で拡大・縮小の中心を 0 V の画面上の位置を基準にした場合は Position、グリッドの中心にしたい場合は Offset を選択します。

スクリーンセーバ

一定時間オシロスコープへの操作を行わないアイドル状態が続くと、画面表示をオフにするスクリーンセーバを起動することができます。フロントパネルの操作を行うと、スクリーンセーバは解除されます。

スクリーンセーバ時間を設定するには、次の手順を実行します。

1. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
2. Utility メニューの[System Setting]→[Screen Saver]から希望のスクリーンセーバ時間を選択します。スクリーンセーバの時間は、1分、5分、10分、30分、1時間に設定できます。オフを選択してスクリーンセーバ機能をオフにすることもできます。

スクリーンセーバ実行中は次のようにディスプレイ表示を行いません。何かボタンや画面にタッチすると解除されます。



ビープ音

サウンドが有効になっていると、メニューを操作したときに音で押されたかどうかを知らせます。またプロンプトメッセージがポップアップしたときにブザー音でユーザにお知らせします。

メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入り、メニューで[System Setting]→[Beeper]をタッチして切り替えます。

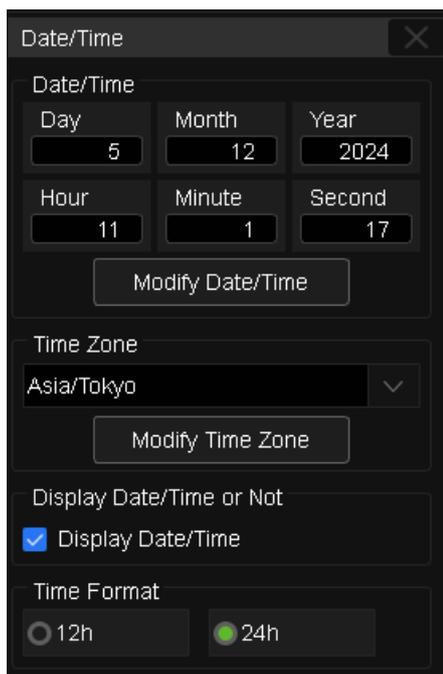
Auto Power On

AC 電源が OFF の状態から ON の状態に変化した場合に起動を開始します。工場などブレーカーで全ての機器を ON/OFF するような場合にオンしてください。

時計の調整

メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、メニューの[System Settings]→[Data/Time]をタッチすると、Data/Time メニューが表示されます。各時間を設定し、Modify をタッチした時点で更新することができます。

注意)本製品は時間を保持するための RTC 機能が搭載されていません。電源を落とすと時間の情報は初期化されます。



I/O インターフェース設定

LAN Config

LAN インターフェースの設定を行います。

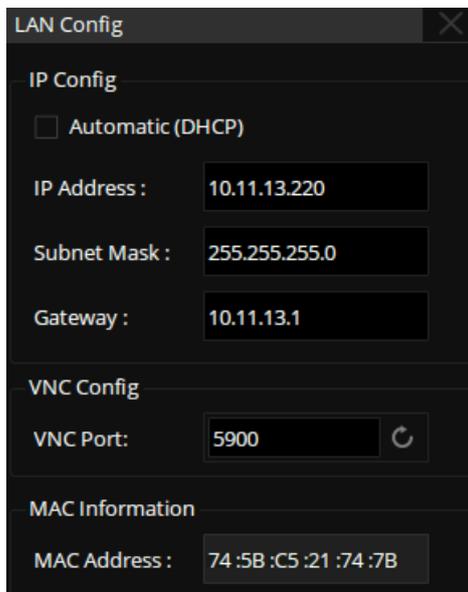
□ LAN の IP アドレス設定

IP アドレスの設定は DHCP による自動設定、または手動で設定できます。手動設定は同じネットワークにある PC とオシロスコープの IP を適切に設定する必要があります。IP 設定にはサブネットマスクと IP アドレスの 2 つを設定します。サブネットマスクと IP アドレスはビットで AND 演算し、IP アドレスが残る部分をネットワーク部、0 になる部分をホスト部と呼ばれます。サブネットマスクはどちらの機器共に同一の値にします。IP アドレスのネットワーク部は同じ、ホスト部は機器ごとにユニークな値に設定します。



LAN 経由で PC と通信するようにオシロスコープを設定するには、以下の手順を実行します。

1. ネットワークケーブルを使用して、オシロスコープをローカルエリアネットワークに接続します。
2. メニューバーの [Utility] → [Menu] をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
3. Utility メニューの [I/O] → [LAN Config] をタッチして、LAN Config ダイアログを表示します。希望する IP 設定を行います。



- IP Config : Automatic(DHCP)にチェックした場合、同じネットワーク上にある DHCP サーバーから IP アドレス、サブネットマスク、Gateway を取得します。DHCP サーバーが存在しない場合、チェックを外し、固定 IP アドレス、サブネットマスク、ゲートウェイアドレスを設定します。
- VNC Port : Web ブラウザを介して 3 つ以上の Teledyne Test Tools 機器にアクセスする場合は、機器ごとに異なる VNC ポート番号を設定する必要があります。設定範囲は 5900～5999 です。
- MAC Address : 本製品の LAN 端子の Mac アドレスです。

注意) Automatic(DHCP)は DHCP サーバーが必要です。サーバーが見つかるまで待機します。DHCP サーバーが無い状態で DHCP をオンにした場合、再起動してください。

注意) 接続の確認は PING コマンドで行ってください。

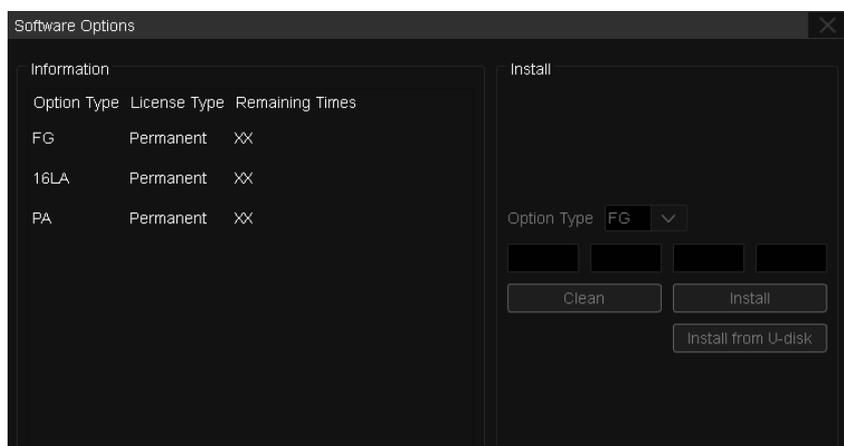
□ VNC Port 設定

Web ブラウザを介して 3 つ以上の Teledyne Test Tools 機器にアクセスする場合は、機器ごとに異なる VNC ポート番号を設定する必要があります。

メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、メニューの[System Settings]→[I/O]→[LAN Config]をタッチして VNC ポート番号を設定します。範囲は 5900～5999 です。

ソフトウェアオプション

現在のオプションの確認やオプションのインストールは、メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、メニューの [Software Options]をタッチして表示される Options ダイアログで確認が行えます。



左側の Information に現在のオプションインストール状況が表示されます。ほぼすべてのソフトウェアは有効になっています。有効になっているオプションは License Type が Permanent と表示されます。

メンテナンス

自己校正

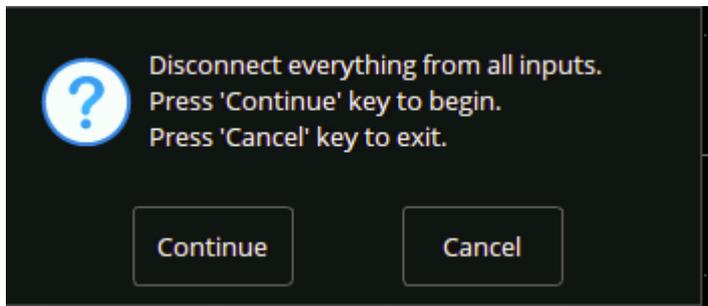
長期間校正を行わずにオシロスコープをご利用いただいた場合、オフセットなどの精度が仕様に満たなくなることがあります。これは温度などの外部環境やオシロスコープ内部の変化により生じます。自己校正はこの精度の問題を補正するための機能です。オシロスコープ内部には自己校正用の信号が用意されています。この信号を内部的に測定し、補正を実行します。それ以降のオシロスコープの測定はこの補正データを元に自動的に調整が行われます。温度がオシロスコープの精度に大きく影響するため、オシロスコープ内部が安定するまで 30 分ほどウォームアップした後に自己校正を行ってください。オシロスコープの内部は僅かながら変化するため、1 か月に 1 回はこの自己校正を実行することが望まれます。

注意) 実行する前に、必ずチャンネルの入力をオープンにしてください。

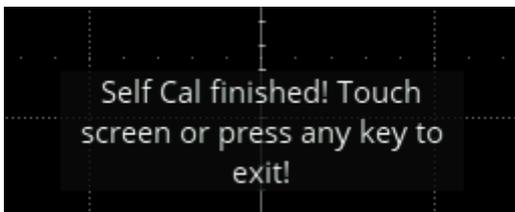
注意) 起動後 30 分以上経過後に実行してください。

次の手順を実行します。

1. 入力チャンネルへの全ての信号入力を外して、外部信号に影響を受けないように切り離します。
2. 「Default」ボタンを押して、一度初期化します。
3. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、Utility メニューの[Maintenance]→[Self Calibration]をタッチすると、オシロスコープは以下のようなメッセージボックスを表示します。



4. Continue をタッチして、自己校正プログラムを実行します。校正中、ほとんどのキーは無効になります。実行中はプログレスバーが表示され、進捗状況をしることができます。ほぼ 5 分で作業が完了します。
5. 自己校正プログラムが終了すると、「Self Cal finished!..」というメッセージが表示されます。キャリブレーションインターフェースを終了するには、スクリーンをタッチするか何かボタンを押します。



6. 自己校正をしても若干 DC オフセット誤差が生じます。その大きさは次のオフセット精度の仕様から求められます。

±(オフセット値の 0.5% + フルスケールの 0.5% + 1mV)

デフォルトではオフセット設定を 0 V、Volt/Div は 1 V となるためフルスケールで 8 倍の 8 V として計算します。代入すると、 $\pm(0V \times 0.005 + 1V \times 8 \times 0.005 + 1mV) = 41mV$ です。計測パラメータの Mean で測定した際に 41mV 以下であれば正常となります。

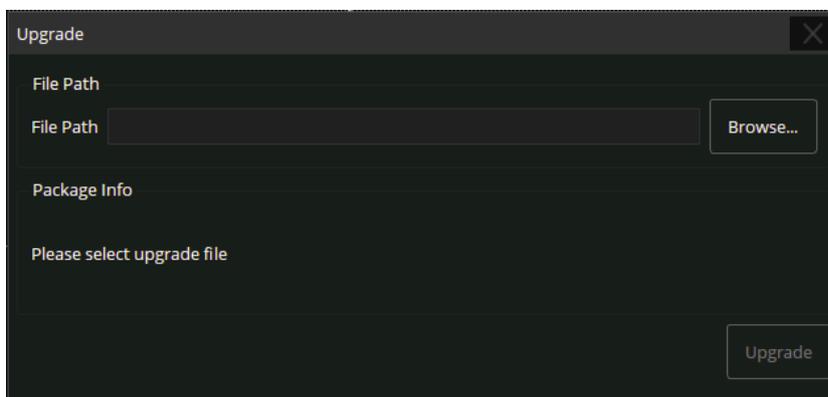
注意) 精度の確認はチャンネルのプロブ設定を×1にします。フルスケールの計算は Volt/Div を変更すると変わります。

ファームウェアアップデート

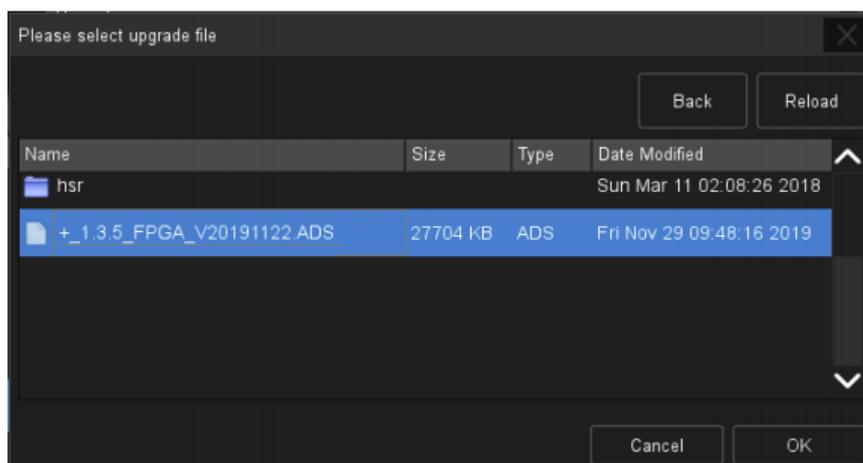
ファームウェアと設定は、USB フラッシュドライブ経由で直接更新できます。

ファームウェアを更新するには、次の手順を実行します。

1. オシロスコープ前面の USB にファームウェアと構成ファイルを含む USB メモリを挿入します。
2. メニューバーの [Utility] → [Menu] をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
3. [Maintenance] → [Upgrade] をタッチすると、Upgrade ダイアログが表示されます。



4. [Browse] をタッチして、拡張子が ADS のファームウェアを選択し、[Update] をタッチして実行します。



アップデート中にオシロスコープの電源を切ったり、オシロスコープの電源を切ったりしないでください。そうしないと、オシロスコープが再び起動しません。

5. オシロスコープを再起動して、ファームウェアの更新を終了します。

セルフテスト

セルフテストは、ディスプレイ、ノブ、ボタンなどの物理的な故障を簡単にチェックするための機能です。ディスプレイ、ボタン、ノブ、LED のテストがあります。

ディスプレイのテスト

1. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
2. Utility メニューの[Maintenance]→[Self Test]→[Screen Test]をタッチして、画面テストインターフェースに入ります。下の図は、純粋な赤を表示している画面を示しています。

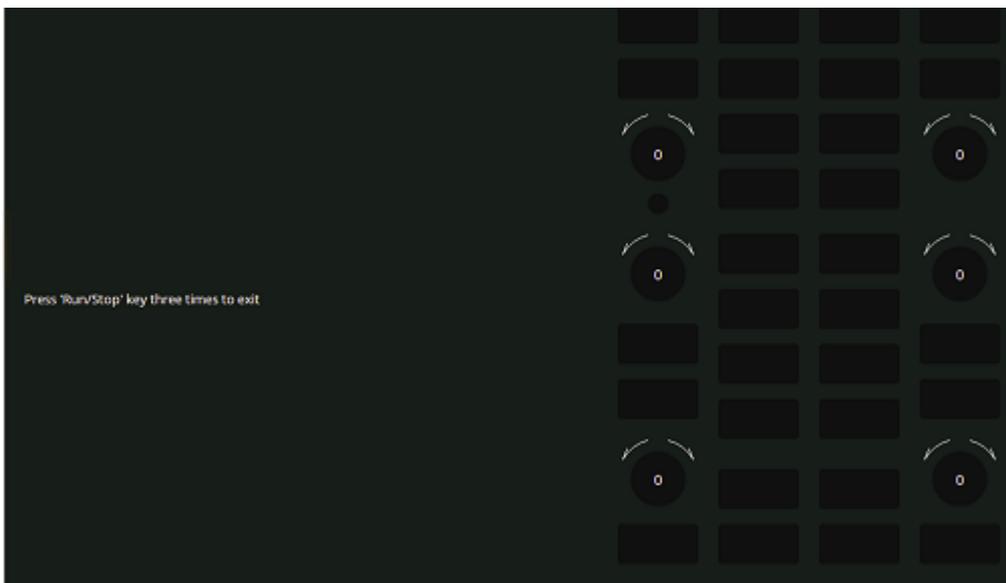


3. フロントパネルの「Single」ボタンを押すと、画面が緑、青、そして赤が再び表示されます。表示された色が均一であり、汚れおよび傷が無いことを確認します。
4. フロントパネルの「Run/Stop」ボタンを押して、テストを終了します。

キーボードテスト

キーボードテストは、フロントパネルのボタンやノブの動作を確認します。キーボードテストを行うには、次の手順を実行します。

1. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
2. Utility メニューの[Maintenance]→[Self Test]→[Keyboard Test]をタッチすると、下図のようにノブやボタンを表現したレイアウトが画面に表示されます。



3. ノブやボタンのテスト方法

ノブ：ノブを回すと、画面内のノブと同じ位置の数値が変化します。ノブを回して、値がスムーズに変化するかを確認します。またノブを押して、デフォルトに0に戻るかを確認します。

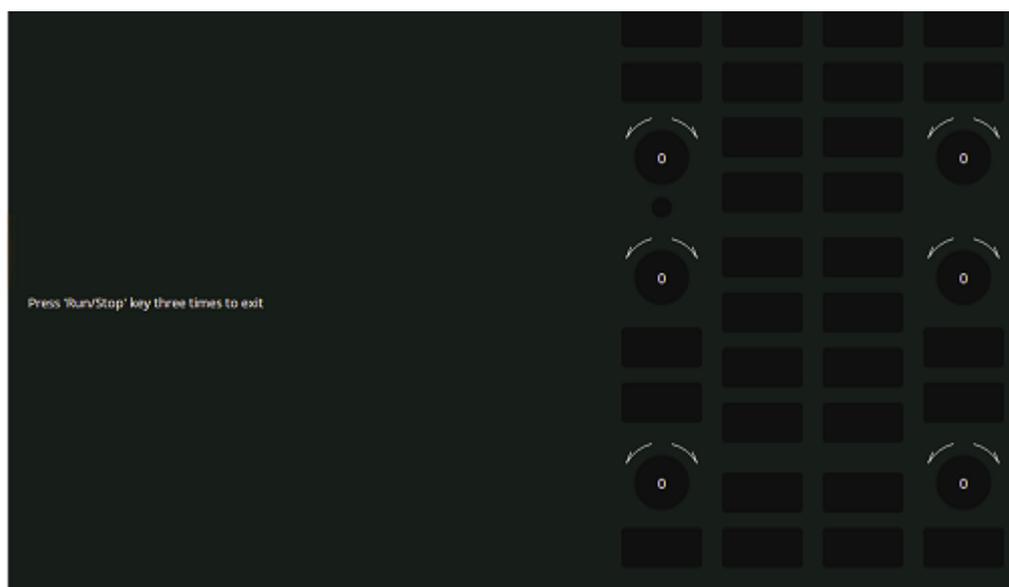
ボタン：ボタンを押すと、画面内のボタンと同じ位置の色が変化します。もう一度押すと、元に戻ります。

4. 「Run/Stop」 ボタンを3回押すと、テストモードが終了し、元の波形表示画面に戻ります。

LED テスト

ボタンなどフロントパネルに内蔵された LED が動作しているかをテストします。

1. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
2. Utility メニューの[Maintenance]→[Self Test]→[LED Test]をタッチすると、下図のようにノブやボタンを表現したレイアウトが画面に表示されます。



3. 画面に表示とフロントパネルの LED を比較しながらテストします。「Single」 ボタンを押すごとに、

フロントパネル内の点灯している LED と画面内の青色の位置が変わります。

全ての LED がテストした最後に、同時にすべてのボタンが点灯します

4. 「Run/Stop」 ボタンを押すと、テストが終了します。

Quick Cal

Quick Cal は ADC の温度変化を監視して、温度によるドリフトが起きないように 3 度以上変化すると自動的に簡単な校正が実行されます。この校正は自己校正のように全てのチャンネルや全ての感度での校正は行いません。現在の設定に対してのみ実行されます。この機能は長期間のモニタリングや測定の途中で中断されては困る用途には適していません。

サービス

Web

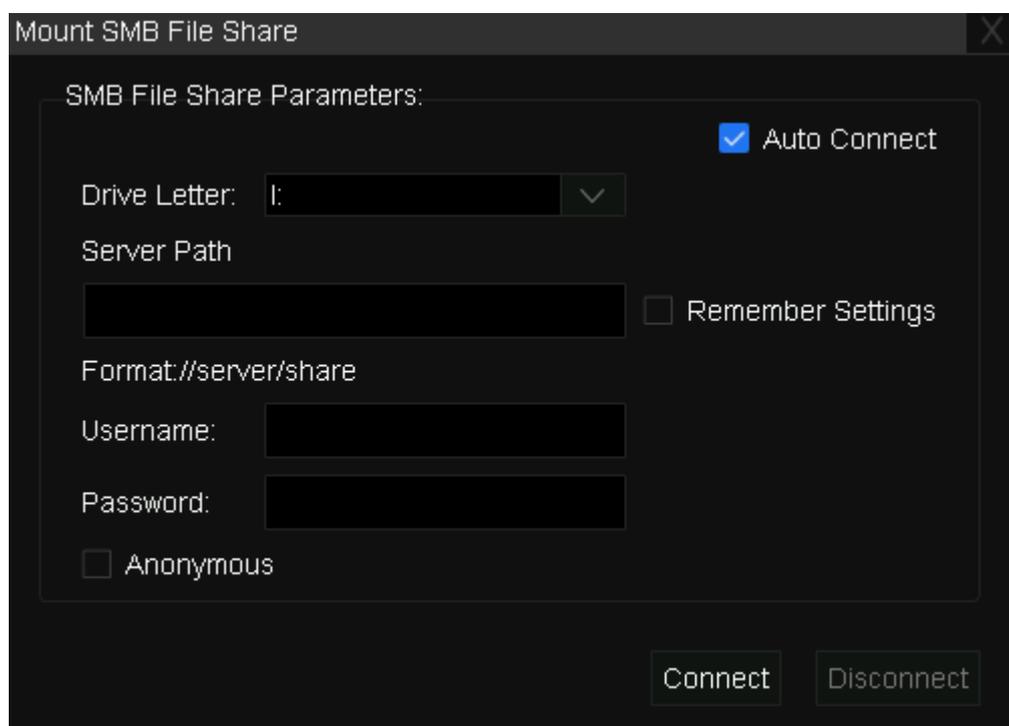
PC の Web ブラウザを使用して、オシロスコープの画面を LAN 経由で表示することができます。294 ページの Web サーバーの設定で詳細を確認してください。この表示は LAN に接続されたすべての PC から見るすることができます。セキュリティとしてパスワードによりアクセスできるユーザを限定することができます。



SMB File Share

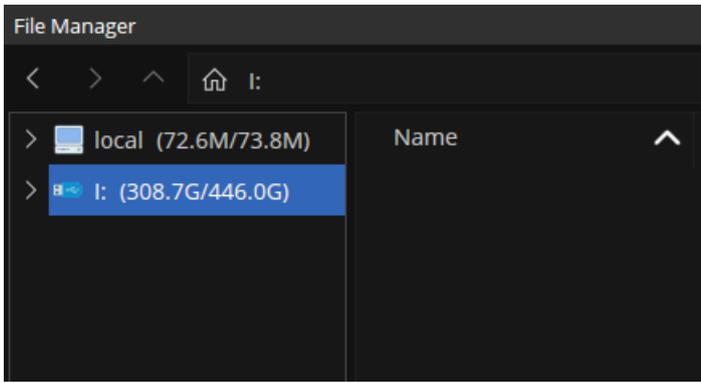
Windows の共有フォルダの機能を利用して、画像イメージや波形データの保存先として PC 上の共有ドライブを指定することができます。

Windows の共有ファイルの設定を行い、オシロスコープから共有フォルダで指定したアクセス権に従い、ユーザ名やパスワードを入力します。



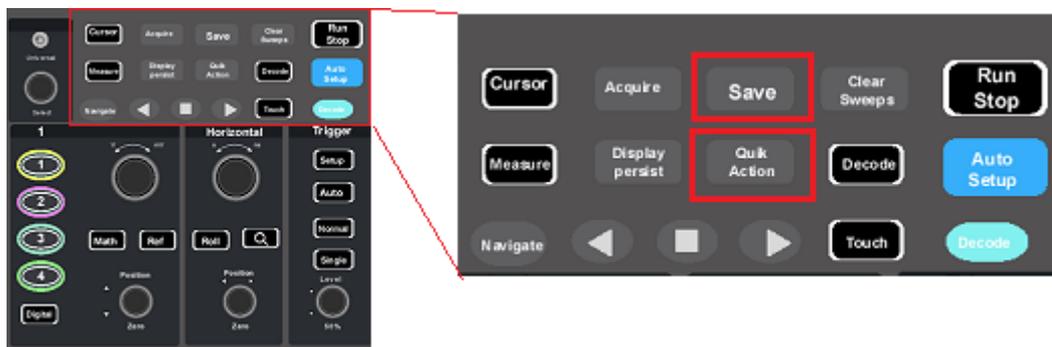
注意) 共有ドライブの設定方法は弊社でサポートできません。

ドライブとしてマウントされると、File Manager に新しいドライブとして認識されます。データをネットストレージに保存する場合は、Net Storage で選んだ Drive レターのドライブを選択してください。



ユーザ定義ボタン

フロントパネルにある「Save」および「Quick Action」ボタンはユーザがボタンの動作を定義することができます。



「Save」ボタンは画像イメージや波形データの保存を実行します。「Quick Action」は使用する頻度の多い機能を割り当てて、通常メニューから選択する項目をボタン一つでメニューを開くことができます。

Save ボタン

メニューバーの[Utility]→[Save Button]をタッチすると、「Save」ボタンの動作を定義することができます。

メニューの[Type]で Screen Shot を選択すると、画面イメージの保存動作に割り当てます。[type]で Save to を選ぶと、メニューに[Setting]が表示され、[Setting]をタッチすると、Save/Recall のメニューが表示されます。この中で目的の動作を指定すると、「Save」ボタンの動作が割り当てられます。

Quick Action ボタン

メニューバーの[Utility]→[Quick Action]をタッチすると、「Quick Action」ボタンの動作を定義することができます。

メニューの[Quick Action]で Enable を選択するとボタンが有効になります。動作はカテゴリ別に分かれています。[Category]を選び、Action を選択します。

Category	Action	動作
Analysis	Search	メニューバーの[Analysis]→[Search]のメニュー表示
	Navigate	メニューバーの[Analysis]→[Navigate]のメニュー表示
	History	メニューバーの[Analysis]→[History]のメニュー表示
	Decode	メニューバーの[Analysis]→[Decode]のメニュー表示
	Mask Test	メニューバーの[Analysis]→[Mask Test]のメニュー表示
	Bode plot	メニューバーの[Analysis]→[Bode plot]のメニュー表示
	Power Analysis	メニューバーの[Analysis]→[Power Analysis]のメニュー表示
	Counter	メニューバーの[Analysis]→[Counter]のメニュー表示
Edge Trigger	Cycle Source	トリガのソース信号を繰り返し切り替えます。例えば C1 と C3 が表示されている場合、C1→C3→EXT→EXT/5→AC Line→C1 のように切り替わります。

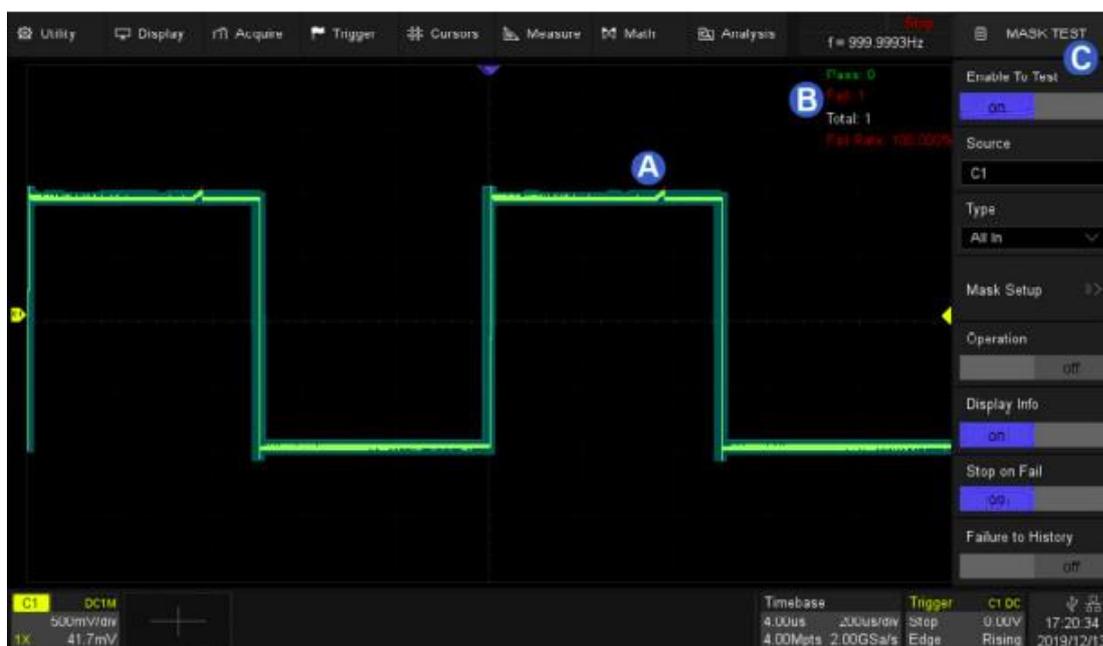
	Cycle Slope	トリガのスロープを繰り返し切り替えます。例えば Edge トリガの場合、Rising→Falling→Alternating→Rising のように切り替わります。
	Cycle Coupling	トリガのカップリングを繰り返し切り替えます。例えば Edge トリガの場合、DC→AC→LFR→HFR→DC のように切り替わります。
	Force Trigger	強制トリガを実行します。
Display	Type	トレース表示をドット、またはベクトルに切り替えます
	Color Grade	トレース表示を色温度表示、またはノーマルに切り替えます。
	Persistence	パーススタンスのオン/オフを切り替えます。
	Axis label	Axis label のオン/オフを切り替えます。
Other	Save/Recall	メニューバーの[Utility]→[Save Recall]のメニュー表示
	LAN Config	メニューバーの[Utility]→[Menu]→[I/O]→[LAN Config]のメニュー表示
	Auto Save	メニューバーの[Trigger]→[Auto Save]のメニュー表示

マスクテスト

信号の互換性を確認する手段の一つとして、マスク試験があります。本製品のマスク適用方法は2パターンあります。基準となる波形からマスクデータを作成し、これを基準に他のデバイスから出力される信号を比較する方法と信号規格で定められているマスク形状を作成して信号をテストする方法があります。信号とマスクの比較はディスプレイのビットごとに行われます。そのためマスク作成時に時間や電圧をパラメータにせず、表示（グリッド）を基準に作成されます。

テスト結果は画面に表示されるだけでなく、リアパネルの[AUX OUT]端子からの 3.3V 2.5us 程度のパルス信号やビーブ音で知ることができます(トリガ出力は同じ端子を使用しているため、マスクテストをオンになるとトリガ出力は無効になります)。

マスクテストは上のメニューバーから[Analysis]→[Mask Test..]にアクセスすると設定を表示することができます。

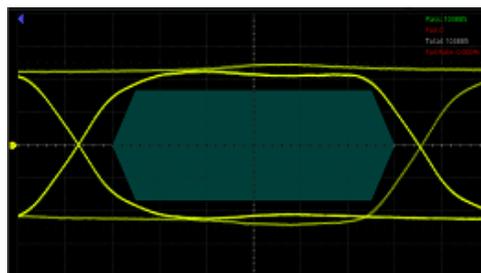
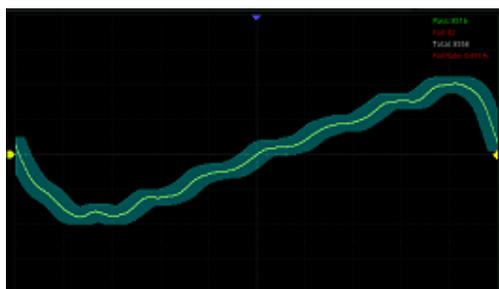


A：マスクは緑色で表示されます。Fail(違反)になるドットは、通常の波形の色ではなく、赤で強調表示されます。

B：マスク合否判定結果を表示します。結果には Pass（合格）、Fail（違反）、Count(テスト回数)、Fail rate(Fail の割合)が示されます。

C：MASK TEST メニュー

マスクの作成には表示されている波形から作成する方法と波形エディタで直接作成する方法があります。



設定項目

メニューバーの[Analysis]→[Mask Test..]をタッチして、メニューにアクセスします。

メニュー		設定範囲	
Enable To Test 許可テスト		{On, Off}	
Source 信号源		{C1,C2,C3,C4} ズームを有効にしている場合のみ{Z1,Z2,Z3,Z4}	
Type タイプ		{All In, All Out, Any In, Any Out} All In : マスク内にすべて入っていれば Pass All Out: マスク外にすべて入っていれば Pass Any In : マスク内に一部でも入っていれば Pass Any Out: マスク外に一部でも入っていれば Pass	
Mask Setup マスク テスト セット アップ	Create Mask マスク作 成	Mask X	{0.08-4}div 波形からマスクを作成するときの X 方向の有効範囲
		Mask Y	{0.04-4}Div 波形からマスクを作成するときの Y 方向の有効範囲
		Create Mask	表示波形から Mask X と Mask Y の設定に従いマスクを作成
		Save	保存の実行
		Return	上の階層に戻る
	Mask Editor	Mask Editor を起動します	
	Load	呼び出し	
	Return	上の階層に戻る	
Operation 操作		{On, Off} マスクテストの実行	
Display Info ディスプレイ情報		{On, Off} 右上のマスク合否判定結果の表示	
Stop on Fail		{On, Off} Fail(違反)した場合に Run モードを Stop に設定	
Failure to History		{On, Off} Fail(違反)した場合に履歴として保存。履歴機能で呼び出すことができます。	
Capture on Fail		{On, Off} Fail(違反)した場合に画面イメージを USB メモリへ保存	
Output		{On, Off} Fail(違反)した場合にビープ音でお知らせ	

波形からマスクを作成し、マスクテストを実行する手順

1. マスクを作成するリファレンス波形を捕捉して、Run モードを停止してください。
2. メニューバーの[Analysis]→[Mask Test..]をタッチして、MASK TEST メニューに入ります。
3. MASK TEST メニューの[Source]で対象の信号を選択します。
4. MASK TEST メニューの[Mask Setup] →[Create Mask]を選択して、MASK SETUP メニューに入ります。

5. MASK SETUP メニューの[Mask X]で X 軸方向のマスク範囲を設定します。
6. MASK SETUP メニューの[Mask Y]で Y 軸方向のマスク範囲を設定します。
7. MASK SETUP メニューの[Create Mask]でマスクを作成します。メニューの[Return] →[Return]で上位メニューに戻ります。
8. MASK TEST メニューの[Type]で Fail にする基準を設定します。
9. MASK TEST メニューの[Operation]を On に設定して、マスクテストを有効にします。
10. MASK TEST メニューの[Display Info]を On に設定します。
11. MASK TEST メニューの[Stop on Fail]、[Failure to History]、[Capture on Fail]、[Output]は Fail したときの動作です。目的に合わせて On を選択します。
12. テストする波形を入力して、フロントパネルの「Normal」ボタンを押します。
13. 画面の右上にテスト結果が表示されます。



```
Pass: 1503
Fail: 3967
Total: 5470
Fail Rate: 72.523%
```

- 🔗 **Pass:** マスクテストで合格した波形の数。
- 🔗 **Fail:** マスクと一致しなかった波形の数（マスク違反）。
- 🔗 **Total:** 取得された波形の総数。合格と不合格の合計。
- 🔗 **Fail Rate:** Total と Fail から計算した Fail の割合

14. テスト結果をクリアしたい場合にはフロントパネルの「Clear Sweep」ボタンを押してください。

注意) マスクデータは再起動で消去されます。マスクデータを消去したい場合は再起動をしてください。また再起動後も利用したい場合はマスクデータを保存してください。

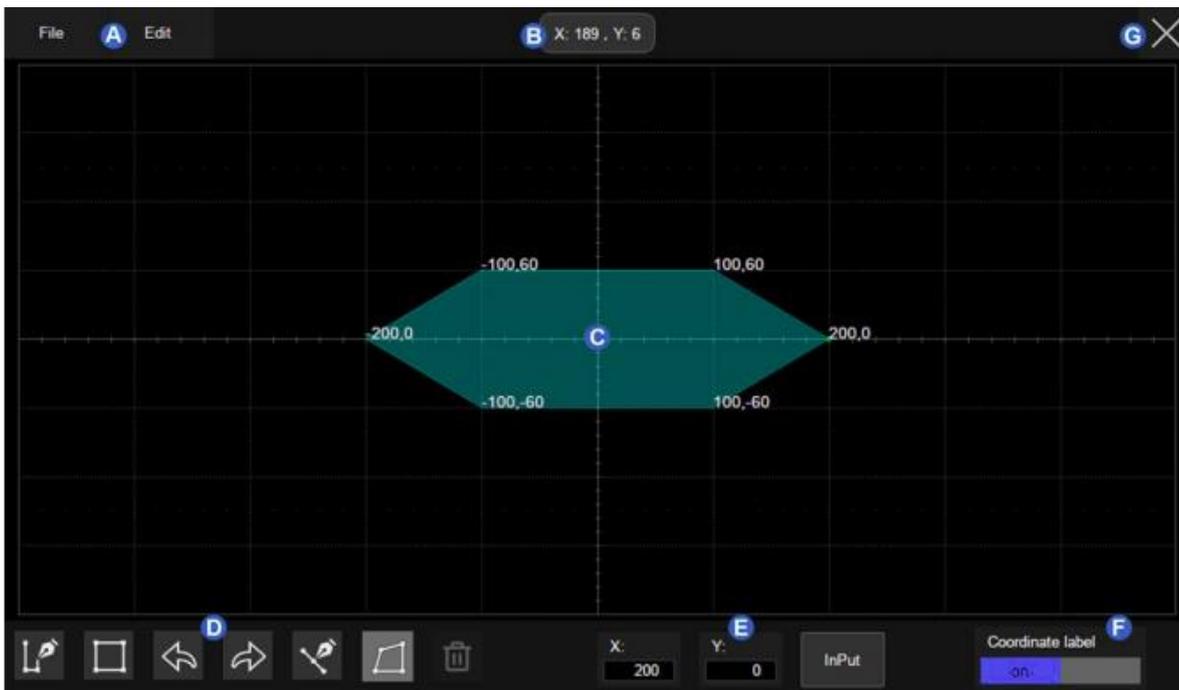
Mask Editor

Mask Editor でユーザ定義のマスクを作成することができます。信号規格で定義されているマスクをユーザが作成し、試験を行うことができます。

Mask Editor は MASK TEST メニューから[Mask Setup]→[Mask Editor]を選択して、起動します。

オシロスコープは USB マウスに対応しています。座標の確認にマウスを接続すると、マウスポインタに位置でおおよその座標を確認できます。マウスポインタの位置は Mask Editor 画面上中央にある X と Y の値で確認できます。

X 軸 1 Div は 100、Y 軸 1 Div は 60 で考えます。グリッド全体では X 軸は-100~+100、Y 軸は-240~+240 です。



A : メニューバー

File : ファイル操作

Edit : ツールバーを参照

B : マウスポインタ。タッチして作成する場合、最も新しいタッチした位置を示します。

C : マスク編集領域。この例では、マスクの一部として六角形が作成されています

D : ツールバー



Draw

ディスプレイをタッチするか、座標編集領域に値を入力して、ポリゴンの点を作成します



Create Polygon

Draw 操作で描画された点に基づいてポリゴンを作成します



Undo

アンドゥ



Redo

リドゥ

	Insert Point	選択した側面に点を挿入します
	Edit Polygon	ポリゴンを編集します。点、辺、ポリゴンはすべて編集可能なオブジェクトです
	Delete	削除

E : X と Y に座標を入力し、InPut を押すと、新規に点が入力されます。

F : 画面に打たれた点に座標を表示します。

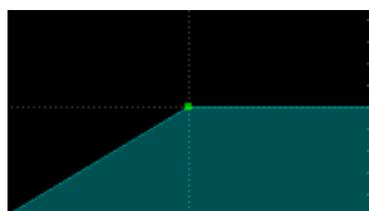
G : Mask Editor を終了します

ポリゴンの作成手順

1. 事前に時間軸や垂直軸、トリガなどの波形捕捉の条件を設定し、Single トリガなどで波形を捕捉した状態にしておきます（できれば設定を保存しておきます）。
2. Mask Editor を起動し、ツールバーの Draw をタッチします
3. マウスや指などで座標をタッチするか Mask Editor 下の X や Y に数値で座標を入力し、Input ボタンで追加していきます。Input で追加されると線が描かれていきます（線は閉じる必要はありません）。
4. ツールバーの Create Polygon をタッチすると、線で囲われた部分が塗りつぶされ、ポリゴンが作成されます。
5. メニューバーの[File]→[Save]で作成したマスクを保存し、[File] →[Exit]で Mask Editor を終了します。マスクを利用する場合は Mask Test メニューで[Load]を選択し、保存したマスクを呼び出してください。

ポリゴンの編集手順

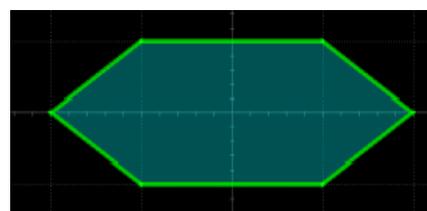
1. ツールバーの Edit Polygon を選択します
2. 編集したい部分をタッチします。編集できるのはポリゴンの点、ライン、ポリゴンです。タッチすると編集対象の色が濃く変化します。



ポイント



線

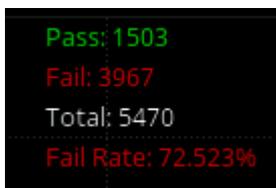


ポリゴン

3. 編集対象をドラックすると、移動することができます。またツールバーの削除ボタンで削除することもできます。
4. 線の中に点を追加したい場合はツールバーの[Insert Point]をタッチしてから、編集したい線をタッチし、追加したい新しい点の位置をタッチします。
5. メニューバーから[File]→[Save]で作成したマスクを保存し、[File] →[Exit]で Mask Editor を終了します。マスクを利用する場合は Mask Test メニューで[Load]を選択し、保存したマスクを呼び出してください。

Mask Editor で作成したマスクのテスト実行方法

1. マスク作成時に決めた設定状態に戻します。
2. メニューバーの[Utility]→[Menu]をタッチして、UTILITY メニューに入ります。
3. MASK TEST ニューで[Load]を選択し、保存したマスクを呼び出します。
4. MASK TEST メニューの[Operation]を On に設定して、マスクテストを有効にします。
5. MASK TEST メニューの[Display Info]を On に設定します。
6. MASK TEST メニューの[Stop on Fail]、[Failure to History]、[Capture on Fail]、[Output]は Fail したときの動作です。目的に合わせて On を選択します。
7. テストする波形を入力して、フロントパネルの「Normal」ボタンを押します。
8. 画面の右上にテスト結果が表示されます。

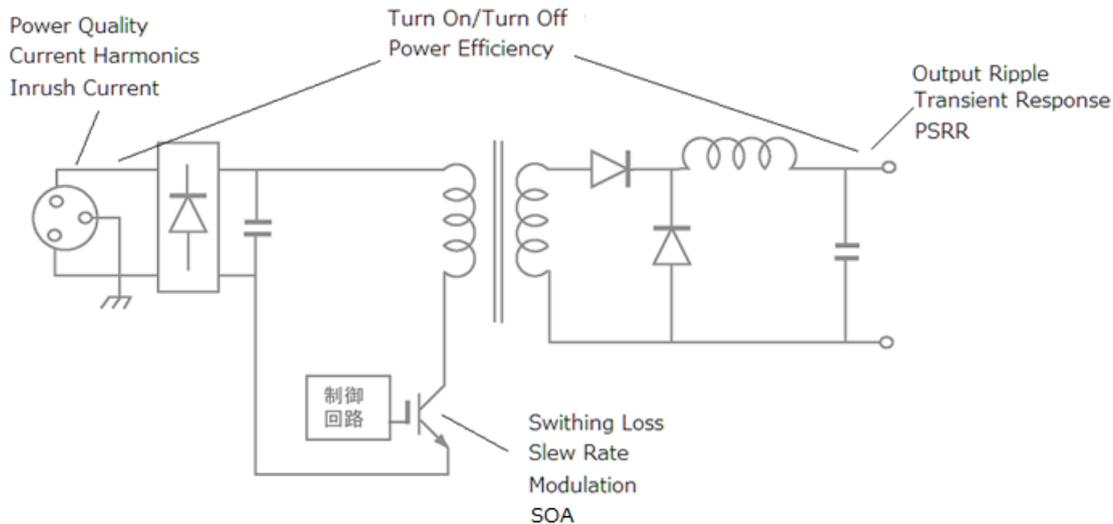


Pass: 1503
Fail: 3967
Total: 5470
Fail Rate: 72.523%

- 🔗 **Pass:** マスクテストで合格した波形の数。
 - 🔗 **Fail:** マスクと一致しなかった波形の数（マスク違反）。
 - 🔗 **Total:** 取得された波形の総数。合格と不合格の合計。
 - 🔗 **Fail Rate:** Total と Fail から計算した Fail の割合
9. テスト結果をクリアしたい場合にはフロントパネルの「Clear Sweep」ボタンを押してください。

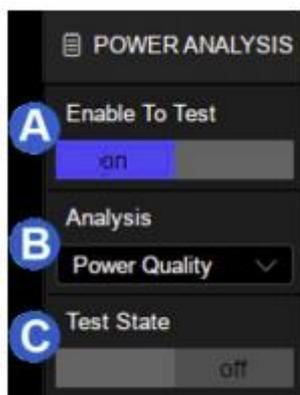
電源解析

T3DSO700HD は、電力解析機能を標準でサポートしています。電力解析は電源の状態を解析し、スイッチング電源の設計やデバックに役立てることができます。Power Quality(電力品質)、Current Harmonics(電流高調波)、Inrush Current(突入電流)、Switching Loss(スイッチング損失)、Slew Rate(スルーレート)、Modulation(変調)、Turn On/Turn Off(ターンオン/ターンオフ)、Transient Response(過渡応答)、PSRR、Power Efficiency(電力効率)、Output Ripple(出力リップル)、SOAなどを自動的に計算します。



電力分析を完全に使用するには、T3DSO700HD オシロスコープ、差動電圧プローブ(T3HVD)、電流プローブ(T3CP)、およびデスクューフィクスチャ(弊社では提供していません)が必要です。

電力解析へのアクセスはメニューバーの[Analysis]→[Power Analysis]を選択すると、次の図のような電源解析(Power Analysis)メニューが表示されます。メニューの[Enable To Test]をオンにすると、電源解析を有効にすることができます。電源解析は多くの試験項目があるため、テスト内容によりメニューが変化します。Power Analysis メニューの[Analysis] でテスト内容を変更することができます。



- A) [Enable To Test]をオンにすると、電源解析をオンすることができます。
- B) [Analysis]をタッチして、テスト内容を選択します。
(Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Power Efficiency, Output Ripple, SOA)
- C) 選択したテスト内容を有効にするには[Test State]を On にします。

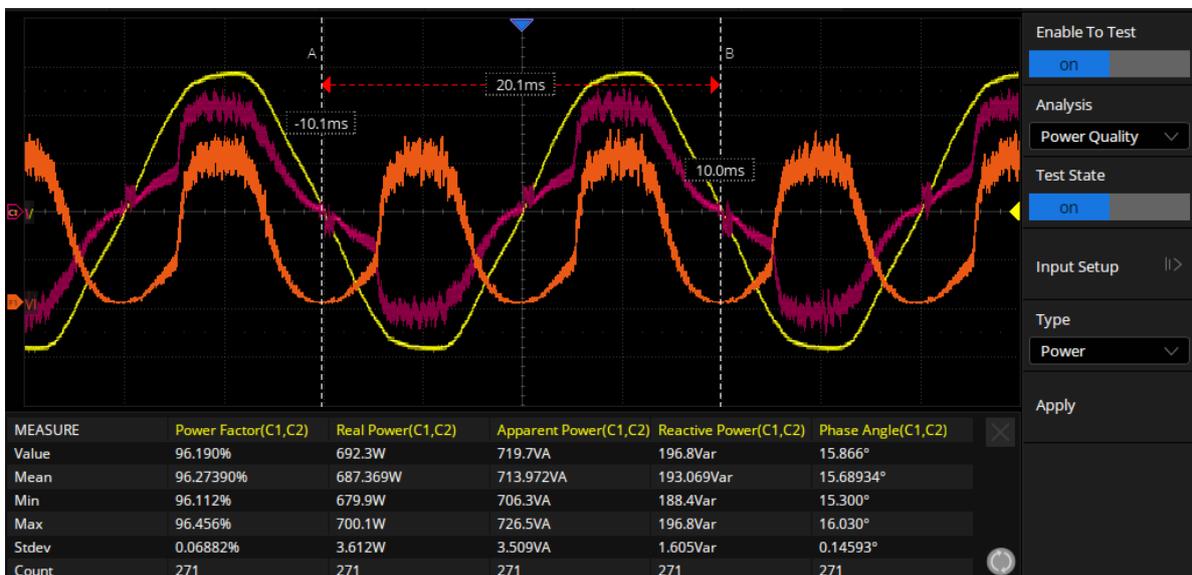
Power Quality

電力品質は測定対象の1次側(AC商用電源側)に電圧と電流のプローブを接続し、有効電力や力率などの測定結果を測定パラメータで表示します。テスト項目は3種類に分かれています。[Power]は有効電力、皮相電力、無効電力、力率、電力位相角、[V Crest]は電圧実効値と電圧クレストファクタ、[I Crest]は電流実効値と電流クレストファクタを測定します。

信号の評価に使用する周期数は指定することができます。時間軸の設定は指定した数の周期より長くなるように調整され、計測パラメータのゲートにより周期が指定した数に絞られます。

◆ 結果表示

信号の周波数を自動的に認識し、計測パラメータのゲート(A-Bの点線に入る範囲)より周期が絞られ、計測パラメータの統計をオンにした状態で結果が表示されます。



[Power]試験

- Power Factor : 力率
- Real Power : 有効電力(W) = $\frac{1}{N} \times \sum_{i=0}^{n-1} V_i \times I_i$
- Apparent Power : 皮相電力(VA) = $V_{rms} \times I_{rms}$
- Reactive Power : 無効電力(var) = $\sqrt{\text{皮相電力}^2 - \text{有効電力}^2}$
- Phase Angle : 位相角 (電圧と電流間の位相差)

[V Crest]試験

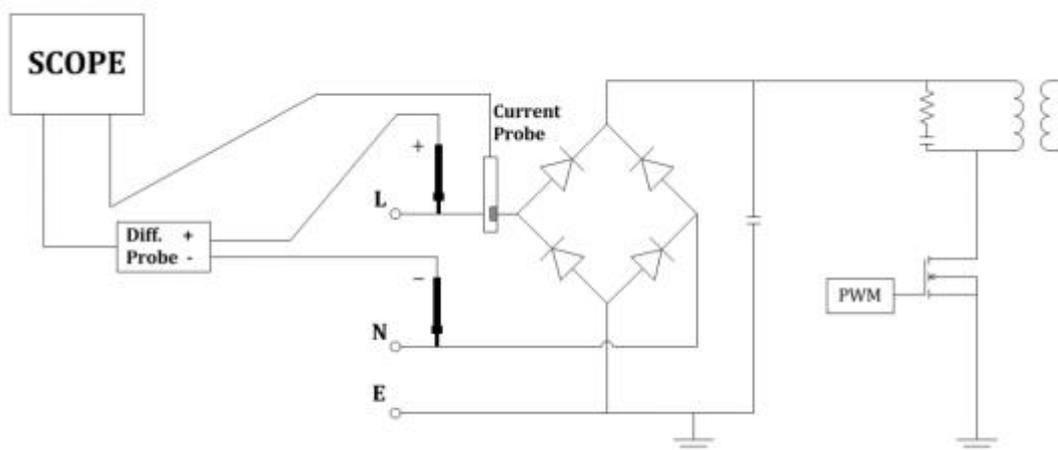
- Crest : ピーク電圧
- Rms : 電圧実効値 = $\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} V_i^2}$
- Crest Factor = V_{peak} / Rms

[I Crest]試験

- Crest : ピーク電流
- Rms : 電圧実効値 = $\frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} V_i^2}$
- I_Crest = I_{peak} / Rms

◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように電源の1次側に電流プローブと高圧差動プローブを接続します。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Period	{1 - 40}
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Type		{Power, V Crest, I Crest} 試験内容を選択
Apply		Input Signal や Type 設定からオシロスコープ設定を変更

◆ 設定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの0V調整を行います。測定対象の商用電源側に高圧プローブを接続します。単相3線式の場合、ニュートラル(一般的に白色)に高圧プローブのマイナス端子、ライブ(一般的に黒色、または赤色)に高圧プローブのプラス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、能であればオフセットの0V調整を行います。商用電源のライブ(一般的に黒色、または赤色)側に電流プローブを接続します。
3. メニューバーの[Analysis]→[Power Analysis]をタッチします。
4. Power Analysis メニューの[Analysis]で[Power Quality]を選択します。

5. Power Analysis メニューの[Input Setup]で電圧プローブと電流プローブが接続されているチャンネル、そして評価する周期の個数を[Period]で指定します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
6. Power Analysis メニューの[Type]で試験(Power | I Crest | V Crest)を選択します。
7. Power Analysis メニューの[Test State]を[On]にします。
8. 変更後に Power Analysis メニューの[Apply]を選択します(設定を変更した後は必ず Apply を押してください)。

Current Harmonics

Current Harmonics は、電源一次側で流れる電流の高調波を分析します。電流を測定しているチャンネルを FFT 解析し、高調波成分を取得します。得られた高調波成分から IEC61000-3-2 の基準に適合していることを高調波の次数で示される表で確認することができます。

IEC 61000-3-2 は、主電源の周波数に対して 2 次高調波から 40 次高調波までの高調波電流の最大値を規定することによって主電源電圧の歪みを制限する国際規格です。

IEC61000-3-2 は A~D のクラスがあり、測定対象の機器によりクラスを選択します。

- クラス A：バランスの取れた三相機器、クラス D として識別される機器を除く家電製品、ポータブルツールを除くツール、白熱灯用調光器、オーディオ機器、および次のクラスのいずれかに記載されているものを除くその他すべての機器。
- クラス B：ポータブルツール、専門機器ではないアーク溶接機器
- クラス C：照明器具。
- クラス D：PC、PC モニタ、ラジオ、または TV 受信機。入力電力 $P \leq 600W$ 。

◆ 結果表示

測定結果は表、またはグラフで表示します。

MEASURE Value	Real Power(C1,C2)	+	+	+	+
IEC61000-3-2 A	55.3W	Fail 1/19	THD : 97.82%	Freq : 50.12Hz	
Harm	Value(RMS)	Limit(RMS)	Margin(%)	State	
1	0.558544	--	--	NON SPEC	
2	0.000502	1.080000	99.95%	PASS	
3	0.435937	2.300000	81.05%	PASS	
4	0.000693	0.430000	99.84%	PASS	
5	0.255432	1.140000	77.59%	PASS	
6	0.000580	0.300000	99.81%	PASS	
7	0.118776	0.770000	84.57%	PASS	

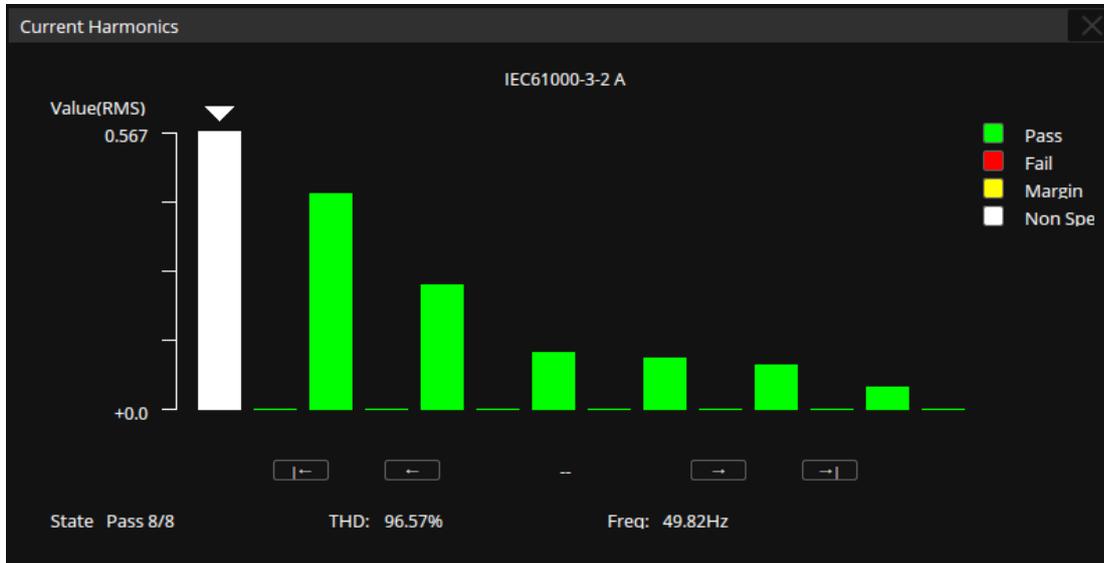
クラス 有効電力 全結果 全高調波歪 周波数

高調波の次数 測定値(RMS) 基準値(RMS) マージン(%) 結果

Real Power	有効電力
Harm	高調波の次数
Value(RMS)	測定結果 (RMS)
Limits (RMS)	IEC 61000-3-2 のクラスで定義された制限値
Margin(%)	(Limits-Value) /Limits* 100%で計算された値

State	各高調波での合否判定
Freq	電圧プローブで測定された周波数
THD	全高調波歪

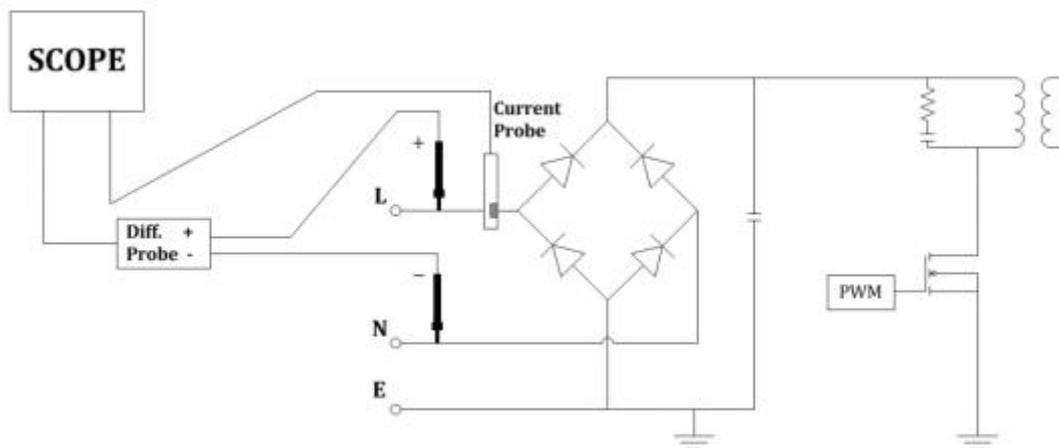
グラフ表示



棒グラフの色は、合格/不合格の状態に基づいて色が変わります。値が制限の 85%を超え、制限の 100%未満の場合、クリティカル状態として定義されます。

◆ 接続図

試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように電源の 1 次側に電流プローブと高圧差動プローブを接続します。



◆ メニュー

メニュー	設定範囲
Analysis	{Power Quality, Current Harmonics , Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State	{On, Off}

		試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネルの指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネルの指定
	Period	{1 - 40}
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Config	Frequency	{Auto, 50Hz, 60Hz, 400Hz} 商用電源の周波数の選択。Auto は波形から認識します。
	Standard	{IEC61000-3-2A, IEC61000-3-2B, IEC61000-3-2C, IEC61000-3-2D} 測定対象の機器により選択
	Display	{Off, Bar Chart, Table} 結果の表示方法
	Return	上の階層に戻る
Apply		Input Signal や Config 設定からオシロスコープ設定を変更

◆ 設定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象の商用電源側に高圧プローブを接続します。単相 3 線式の場合、ニュートラル(一般的に白色)に高圧プローブのマイナス端子、ライブ(一般的に黒色、または赤色)に高圧プローブのプラス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。商用電源のライブ(一般的に黒色、または赤色)側に電流プローブを接続します。
3. Power Analysis メニューの[Analysis]で[Current Harmonics]を選択します。
4. Power Analysis メニューの[Input Setup]で電圧プローブと電流プローブ、そして評価する周期の個数を[Period]で指定します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
5. Power Analysis メニューの[Config]に入り、Frequency を{Auto | 50Hz | 60Hz | 400Hz}から選択します。Auto を選択すると、電圧プローブからの信号で自動的に計算されますが、計算誤差が発生する可能性もあるため手動で設定することをお勧めします。
6. [Config]メニュー内の[Standard]で IEC61000-3-2 のクラス{ IEC61000-3-2 A | IEC61000-3-2 B | IEC61000-3-2 C | IEC61000-3-2 D }を選択します。クラスは測定対象の機器により選択するクラスが異なります。
7. [Config]メニュー内の[Display]で結果表示の形式を{Off | Bar Chart | Table}から選択します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
8. Power Analysis メニューの[Test State]を[On]にします。
9. Power Analysis メニューの[Apply]を選択します(設定を変更した後は必ず Apply を押してください)。

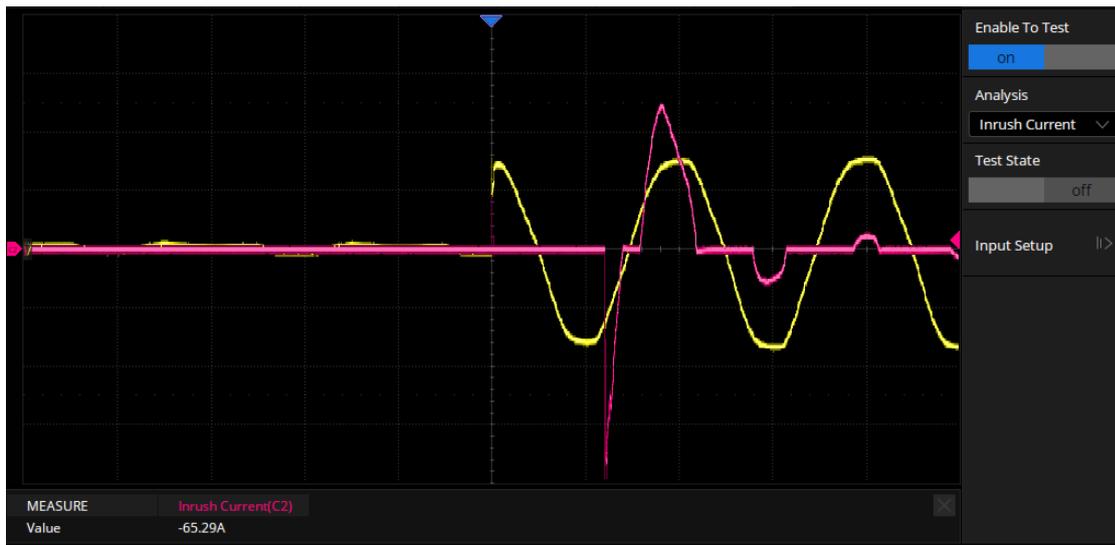
注意) 電流波形により周波数の認識やテストの設定が行われます。信号に含まれるノイズにより[Apply]を押しても適切に設定されないことがあります。

Inrush Current

電源回路の入出力電流は電源投入時に、安定電流に比べはるかに大きな電流が流れる場合があります。この電源投入時の大電流は突入電流と呼ばれます。Inrush Current テストは突入電流の大きさを測定します。

◆ 結果表示

次は電源回路の入力に差動プローブ(黄色)と電流プローブ(ピンク)を接続した突入電流の波形です。電源投入直後に大きな突入電流が流れていることがわかります。最も大きな電流が計測パラメータに表示されます。

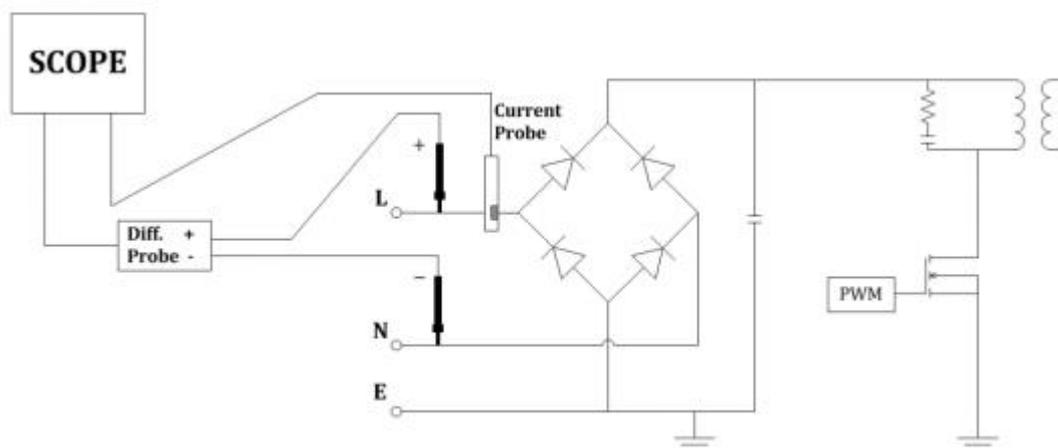


次は 5V の DC 出力に流れる突入電流の波形です。オンした瞬間に大きな電流(ピンク)が流れています。突入電流の値は計測パラメータとして表示されます。



◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように電源の1次側に電流プローブと高圧差動プローブを接続します。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current , Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Expected I	予想される最大電流値を指定。レンジ設定のため
	Max V in(RMS)	予想される最大電圧を指定。レンジ設定のため
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る

◆ 測定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの0V調整を行います。測定対象の商用電源側に高圧プローブを接続します。単相3線式の場合、ニュートラル(一般的に白色)に高圧プローブのマイナス端子、ライブ(一般的に黒色、または赤色)に高圧プローブのプラス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの0V調整を行います。商用電源のライブ(一般的に黒色、または赤色)側に電流プローブを接続します。
3. Power Analysis メニューの[Analysis]で[Inrush Current]を選択します。
4. Power Analysis メニューの[Input Setup]で電圧プローブと電流プローブが接続されているチャンネルを指定します。
5. [Input Setup]内の[Expected I]で突入電流の大きさを予想して入力します。この値を使い、電流チャンネルのスケールやトリガを設定します。
6. [Input Setup]内の[Max V in(RMS)]に電源投入時の最大電圧を予想して入力します。この値を使い、電圧チャンネルのスケールやトリガを設定します。

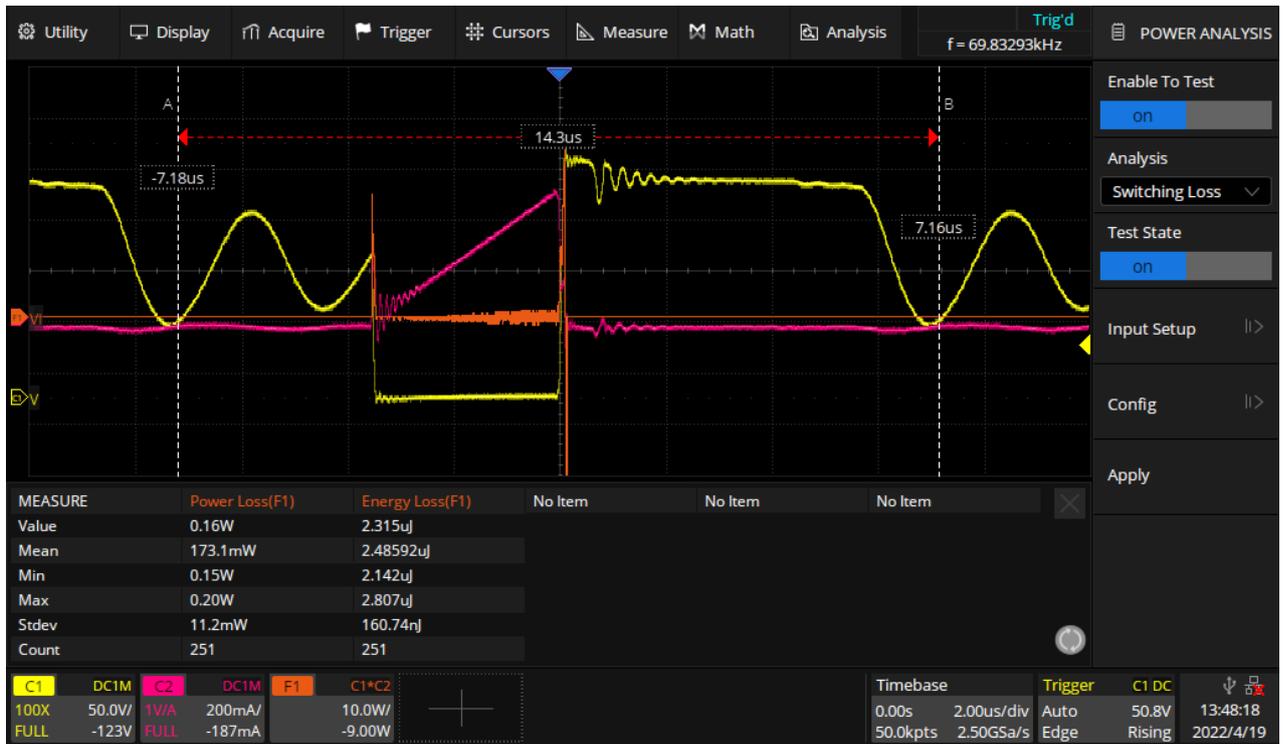
7. Power Analysis メニューの[Test State]をオンにします。
8. “Turn OFF the power supply and press Next Step”のメッセージが表示されます。測定対象の電源をオフにして、Next Step ボタンを押します。
9. “Turn ON power supply and press Next Step”のメッセージが表示されます。オシロスコープは[Input Setup]内の[Expected I]や[Max V in(RMS)]の値を使いスケールやトリガを設定し、Single トリガ状態にして待機します。
10. 測定対象の電源をオンにします。ここでトリガされない、またはトリガされても波形が画面の外に出ている場合は,[Cancel]ボタンを押して、[Input Setup]内の[Expected I]や[Max V in(RMS)]を調整してください。
11. [Next Step]を押すと、Inrush current の測定結果が表示されます。

Switching Loss

Switching Loss 解析はコレクタ - エミッタ間またはソース - ドレイン間の電圧と電流を測定し、MOSFET などのパワーデバイスを使用した回路の電力損失を測定します。電力の計算はオン状態の電圧と電流の波形を乗算し、平均電力と消費電力を測定します。

オン状態とオフ状態の判定は信号の変化の大きさに自動判定されます。

◆ 測定結果



Math の F1 に電圧×電流の波形が表示されます。この波形は V ref や I ref の設定によりオフ状態として判定された位置の電力は 0 に設定されます。

Measure で Power Loss と Energy Loss が表示されます。

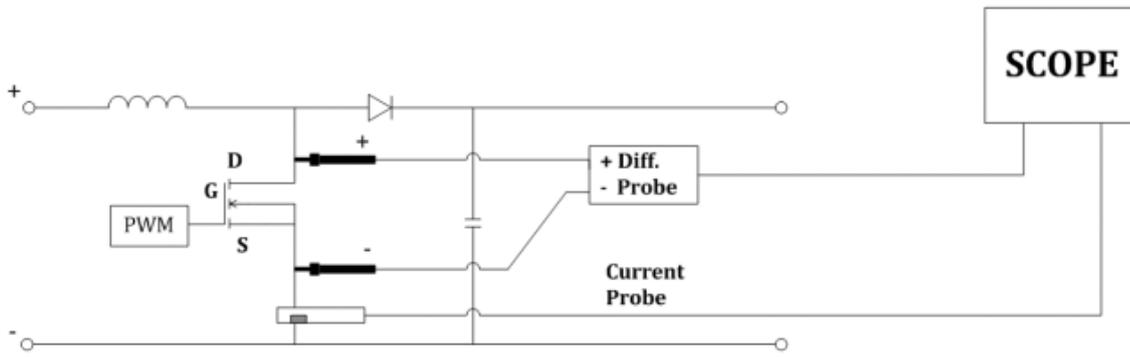
Power Loss : 平均電力

Energy Loss : 消費電力 Power Loss × ゲート範囲の時間

注意) 電圧波形から 1 周期を見つけ出し、チャンネルのスケールやトリガなど全て最適な状態になるように自動的に設定を試みますが、トリガは電圧振幅の 50%位置に設定されるため、最適な状態を見つけれない場合があります。波形が固定できていないような場合、トリガレベルを手動で設定をしてください。フロントパネルの Level つまみで波形が安定するような位置に設定し、波形が 1 周期以上表示されるように時間軸を設定します。POWERANALISYS メニューの Apply を選択してゲートが適切な位置に来るか確認します。

◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように MOSFET のドレイン - ソース間に高圧差動プローブを接続し、電流プローブをソースラインにクランプします。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss , Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネルの指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネルの指定
	Connection Guide	接続図を表示
	Auto Deskew	デスクューを実行
	Return	上の階層に戻る
Config	V Ref	{1 - 100}% オン状態の判定に使用する電圧のヒステリシスレベルを設定します。
	I Ref	{1 - 100}% オン状態の判定に使用する電流のヒステリシスレベルを設定します。
	Conduction	{Waveform, Rds(on), Vce(sat)} 電流が流れる ON 状態のときに電力計算する方法指定します。電圧と電流の波形を使用する場合は Waveform、電流波形と MOSFET のオン抵抗から電力を求める場合は Rds(on)、電流波形と IGBT の飽和電圧を使って電力を求める場合は Vce(sat)を選択します。
	Rds(On)	測定対象が MOSFET の場合、電流とデバイスの仕様書に書かれている Rds(On)を使い電力を計算
	Vce(Sat)	測定対象が IGBT の場合、電流とデバイスの仕様書に書かれている Vce(Sat)飽和電圧を使い電力を計算
	Return	上の階層に戻る
Apply		Config の設定に従い、F1 の電力計算の設定や計測パラメータのゲート設定が変更されます。ゲートはオン状態を囲むように設定されます。

◆ 測定準備(スキュー調整)

電圧と電流の波形にスキュー(時間的なずれ)がある場合、電力の計算で誤差が発生する可能性があります。特に MOS-FET などのスイッチングデバイスがオン→オフ、またはオフ→オンに切り替わるタイミングで計算された電力は誤差が大きくなります。

スキューが発生する原因は電流プローブと電圧プローブの信号がオシロスコープに到達するまでの時間がケーブル長などの要因で微妙に異なるため発生します。

注意) ファンクションジェネレータがあれば、簡易的にデスキュー調整が行えます。ファンクションジェネレータで 50KHz 程度の矩形波を出力させて、BNC コネクタから電線を伸ばし 50Ω で終端させます。電流プローブで電線をクランプし、差動プローブは抵抗を挟むようにプロービングします。



◆ 測定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象のスイッチングデバイスに高圧プローブを接続します。MOSFET の場合、ドレインに高圧プローブのプラス端子、ソースに高圧プローブのマイナス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。MOSFET の場合、ソース側の端子に電流プローブをクランプします。
3. Power Analysis メニューの [Analysis] で Switching Loss を選択します。
4. Power Analysis メニューの [Input Setup] で電圧プローブと電流プローブを指定します。[Return] で Power Analysis メニューに戻ります。
5. Power Analysis メニューの [Config] に入り、[V Ref] と [I Ref] の設定を行います。この 2 つの設定はスイッチングデバイスがオン状態とオフ状態の判定に使用されます。電圧波形が [V Ref] より下回る場合は On 状態と判定され、電流波形が [I Ref] を上回る場合に Off 状態と判定されます。この判定により、オフ状態では演算の F1 で行われている電力(電圧×電流)が 0 W に固定されます。これにより電力計算の誤差を最小に抑えることができます。判定の基準は信号の振幅を基準にしてヒステリシスレベルを設けています。その大きさが [V Ref] と [I Ref] です。F1 の波形を見ながら調整を行ってください。
6. [Config] メニュー内の [Conduction], Rds(On), Vce(Sat) を設定します。電力はデバイスがオン状態の時に計算しますが、その計算方法は 3 つを選択できます。[Conduction] を Waveform にすると、電圧の波形と電流の波形から電力を計算します。MOSFET の仕様書にはオン抵抗の記載があります。

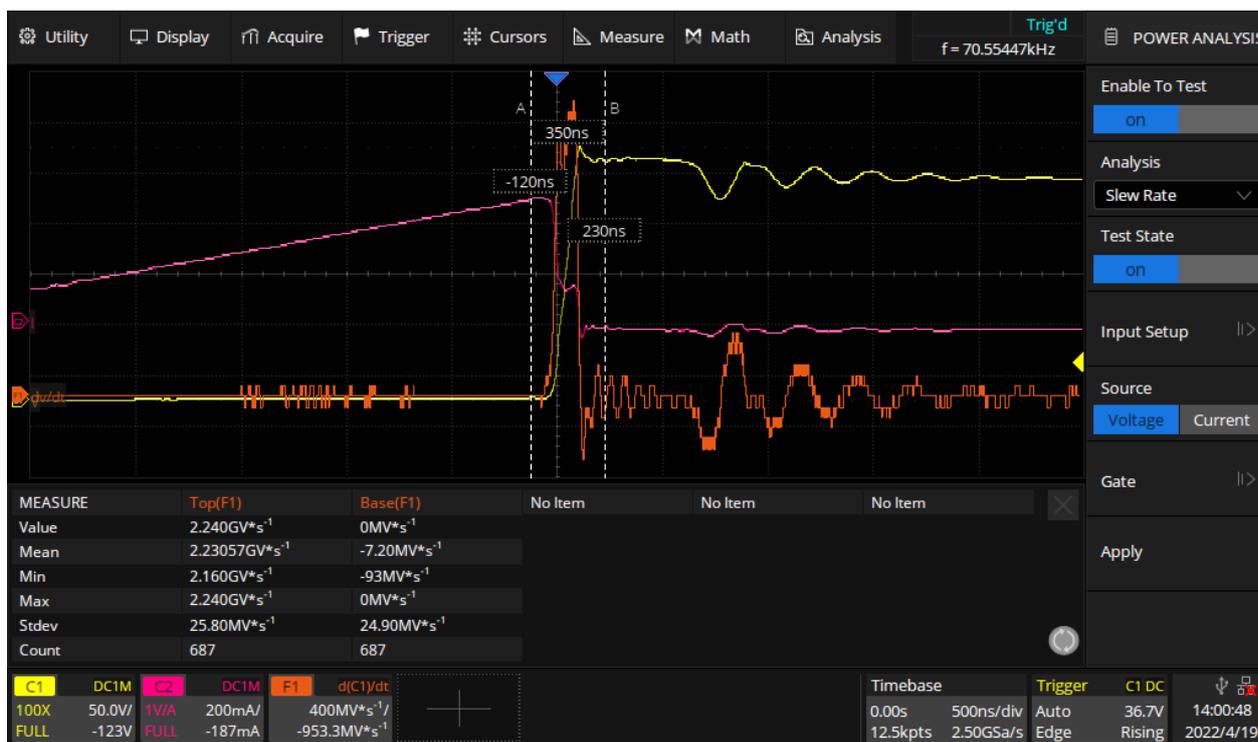
電圧波形を使わずに仕様書に記載のあるオン抵抗を使って電力を求める場合には[Conduction]を Rds(On)に設定し、[Rds(On)]に仕様書のオン抵抗の値を入力します。IGBT の仕様書には飽和電圧が記載されています。電圧波形を使わずに仕様書に記載のある飽和電圧を使用して電力を求める場合には[Conduction]を Vce(Sat)に設定し、[Vce(Sat)]に仕様書の飽和電圧の値を入力します。
[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。

7. Power Analysis メニューの[Test State]を[On]にします。波形の大きさから適切なスケールやトリガに設定を試みます。設定が完了してから波形表示が安定しない場合はトリガレベルの調整や水平軸のスケールを調整し、数周期の波形が表示されるように調整します。
8. Power Analysis メニューの[Apply]を選択します。

Slew Rate

スルーレートは、スイッチングの電圧または電流波形の変化率を測定します。高速のスイッチングによりスイッチング損失を抑えることが可能になりますが、デメリットとして周囲に不要な電磁ノイズを放出し、その放出されたノイズにより周辺デバイスが誤動作することがあります。

◆ 測定結果



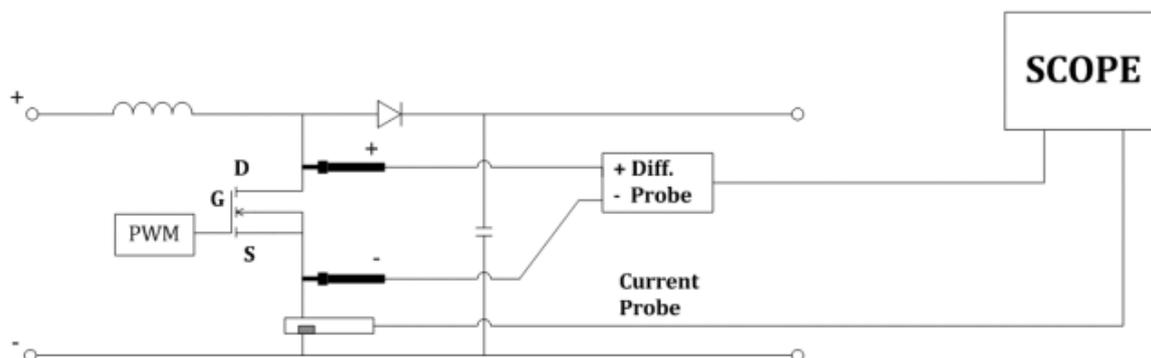
Math の F1 に指定されたソースの微分波形が表示されます。

TOP : F1 波形に対して TOP を測定 (最も Slew Rate が大きい値)

Base : F1 の波形に対して Base を測定

◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように MOSFET のドレインソース間に高圧差動プローブを接続し、電流プローブをソースラインにクランプします。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate , Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Source		{Voltage, Current} 測定対象を指定
Gate	Gate	{On, Off} 計測パラメータのゲートを有効にします
	Gate A	Gate A のポジション設定
	Gate B	Gate B のポジション設定
	Gate A-B	Gate A-B のポジション設定
	Return	上の階層に戻る
Apply		演算 F1 の設定やゲートを設定します

◆ 測定手順

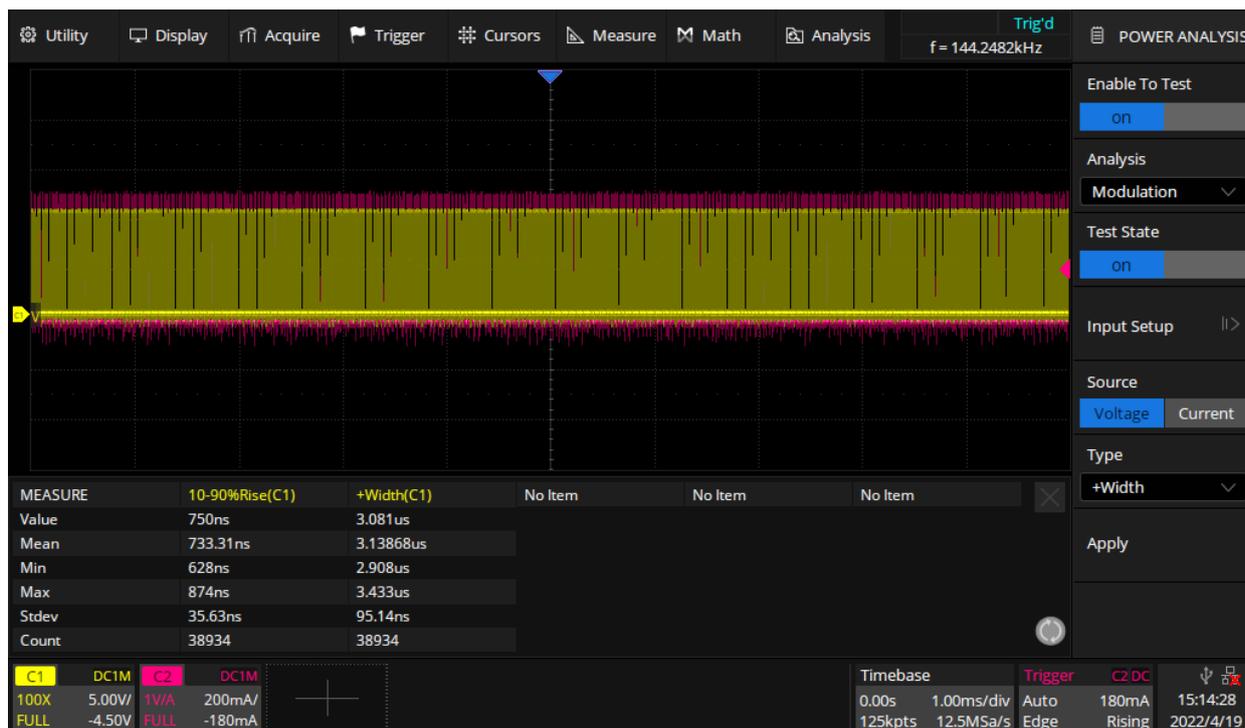
1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象のスイッチングデバイスに高圧プローブを接続します。MOSFET の場合、ドレインに高圧プローブのプラス端子、ソースに高圧プローブのマイナス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。MOSFET の場合、ソース側の端子に電流プローブをクランプします。
3. Power Analysis メニューの[Analysis]で Slew Rate を選択します。
4. Power Analysis メニューの[Input Setup]で電圧プローブと電流プローブを指定します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
5. Power Analysis メニューの[Source]で対象の信号を選択します

- Power Analysis メニューの[Test State]を On にします。F1 や測定パラメータが設定され結果が表示されます。

Modulation

変調解析は、スイッチングデバイス（MOSFET）の制御パルス信号を測定し、さまざまなイベントに応じた制御パルス信号のパルス幅、デューティ、周期、周波数、およびその他の傾向を計測パラメータの統計値で観察します。

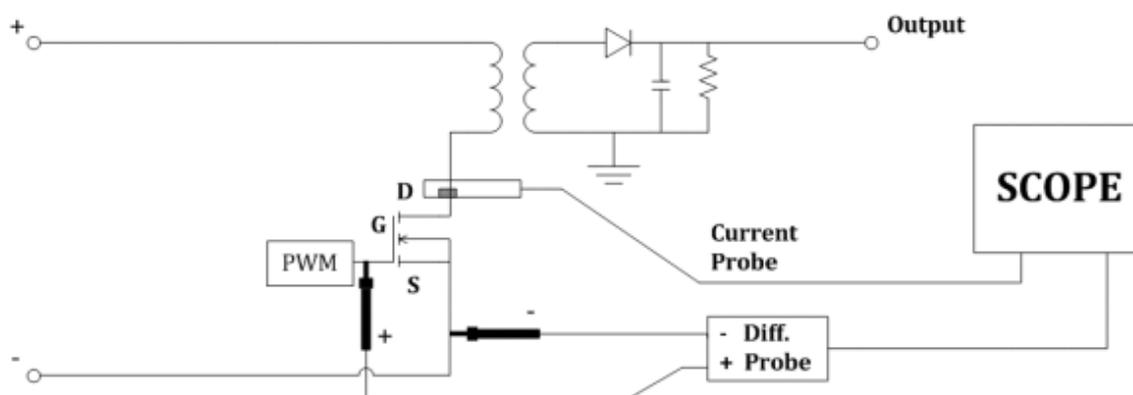
◆ 結果表示



[Type]で選択した計測パラメータが統計値で表示されます。

◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブと電流プローブを必要とします。接続は次の図のように MOSFET のゲートソース間に高圧差動プローブを接続し、電流プローブをドレインラインにクランプします



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation , Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Duration	{5ns – 20s} 測定する時間範囲を指定。Time/Div が変化します。
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Source		{Voltage, Current} 測定対象を指定
Type		{Average, AC-RMS, Period, Frequency, +Width, -Width, +Duty, -Duty, Rise Time, Fall Time}
Apply		Type で選択したパラメータを Apply で追加します

Output Ripple

電源リップルは、出力 DC 電圧の品質を表す DC 電源を評価するための重要なパラメータです。プローブを電源の出力側に接続し、AC カップリングでノイズ成分だけを測定します。

◆ 結果表示

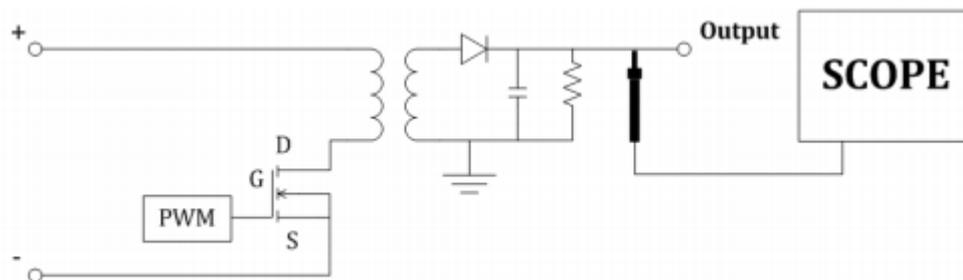


ノイズのピークツーピークと RMS 計測パラメータで評価します。

注意) 電源の出力はリップルノイズやスイッチングのタイミングで発生するスパイクノイズが含まれた波形が測定できますが、パッシブプローブなどでは他のノイズにより正しく測定できない可能性があります。上図はテレダイン・レクロイのトランスミッションプローブ PP066 を DC-Block を通してオシロスコープに 50Ωカップリングで接続した波形です。

◆ 接続図

この試験はパワーレールプローブを電源の出力に接続します(パッシブプローブは正しく測定できない可能性があります)。



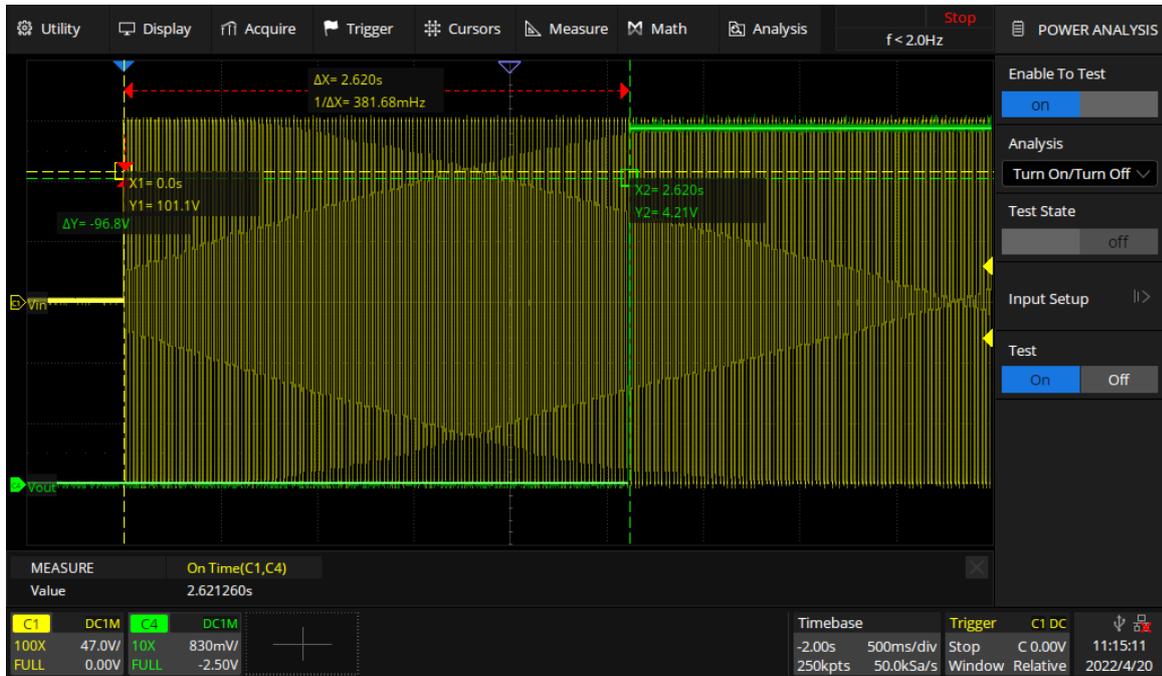
◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple , Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Output Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Duration	{5ns – 20s} 測定する時間範囲を指定。Time/Div が変化します。
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Apply		Input Setup に従い設定が初期化されます

Turn On/Turn Off

ターンオン時間は、電源 ON から電源出力が定常状態出力の 90%に達するまでの時間を測定します。ターンオフ時間は、電源 OFF から電源出力が定常状態出力の 10%に低下するまでの時間を測定します。

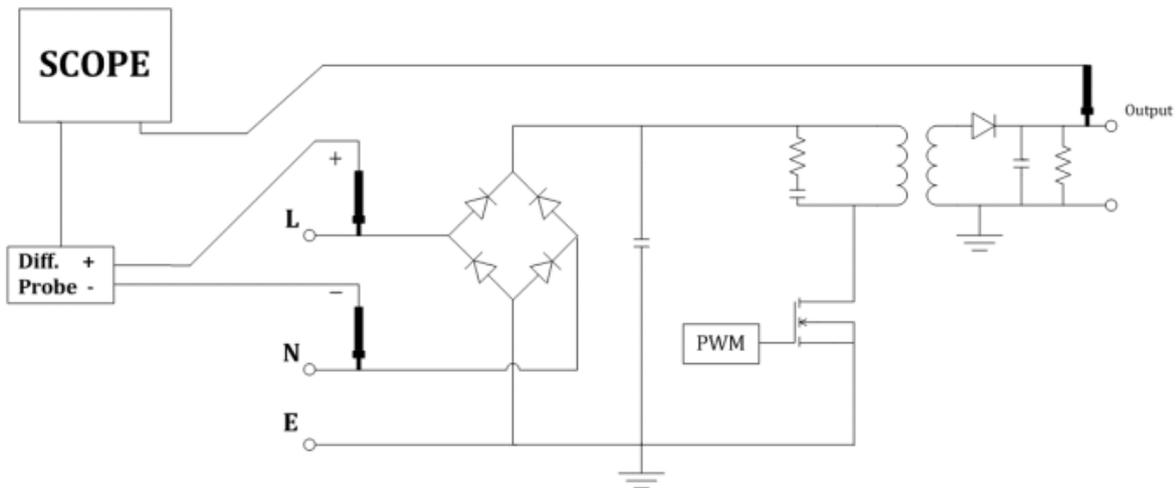
◆ 結果表示



ターンオン試験：商用電源(黄色)の入力から DC5V の出力(緑色)が 90%になるまでの時間を On Time 計測パラメータで測定

◆ 接続図

この試験は高圧差動プローブとパッシブプローブを必要とします。接続は次の図のように電源の 1 次側に高圧差動プローブ、電源の出力にパッシブプローブを接続します。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off , Transient Response, PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Output Voltage	{C1, C2, C3, C4}

		電流チャンネル指定
	Input Type	{AC, DC} 入力信号の種類を選択
	Duration	{5ns – 20s} 測定する時間範囲を指定。Time/Div が変化します。
	Max V in(RMS)	入力チャンネルの電圧値を設定。Volt/Div の設定に反映されます。
	Stable V out	出力チャンネルの電圧値を設定。Volt/Div の設定に反映されます。
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Test		{On, Off} On はターンオン試験、Off はターンオフ試験

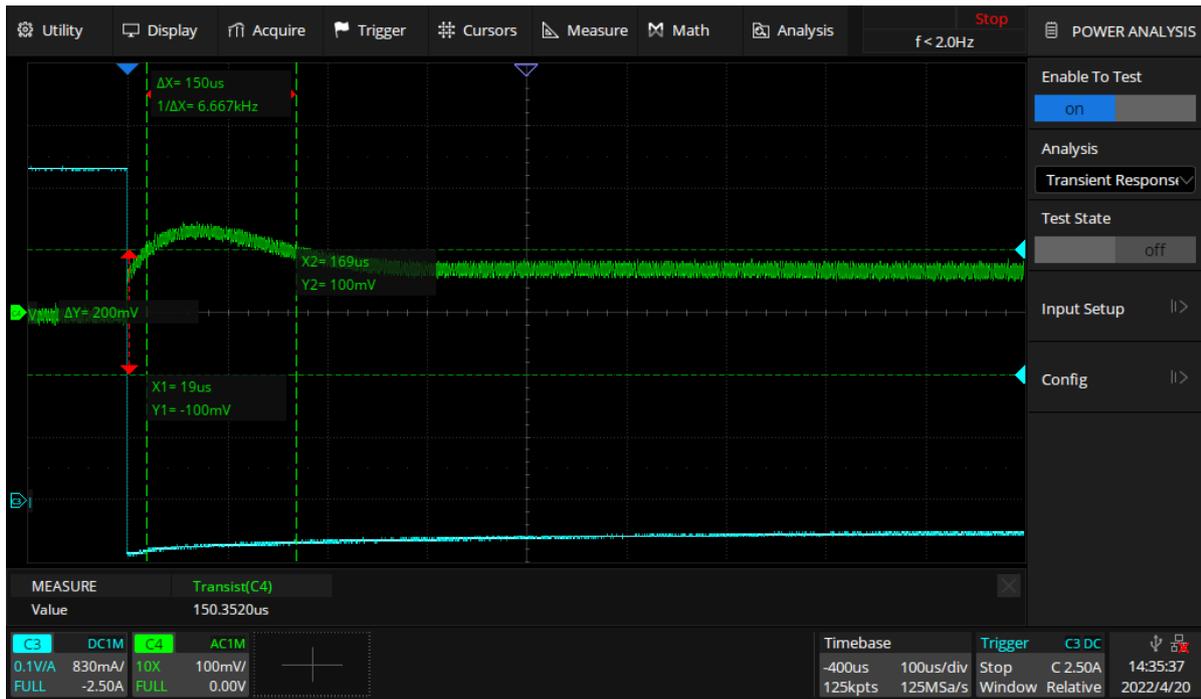
◆ 測定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象の商用電源側に高圧プローブを接続します。単相 3 線式の場合、ニュートラル(一般的に白色)に高圧プローブのマイナス端子、ライブ(一般的に黒色、または赤色)に高圧プローブのプラス端子を接続します。
2. パッシブプローブをオシロスコープに接続し、測定対象の電源出力側に接続します。
3. Power Analysis メニューの[Analysis]で Turn On/Turn Off を選択します。
4. Power Analysis メニューの[Input Setup]に入り、[Input Voltage]や[Output Voltage]のチャンネルを指定します。
5. [Input Setup]内の[Input Type]で入力信号の種類を AC、または DC から選択します。
6. [Input Setup]内の[Duration]で電源 On から出力が行われるまで、または電源 OFF から出力が停止するまでのおおよその時間を入力します。これにより Time/Div が設定されます。結果が表示されない場合はこちらの時間を変更して再度テストを行ってください。
7. [Input Setup]内の[Max V in(RMS)]で入力電圧のおおよその電圧(RMS)を入力します。
8. [Input Setup]内の[Stable V out]で出力電圧のおおよその電圧を入力します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
9. Power Analysis メニューの[Test]でターンオンの試験は On, ターンオフの試験は Off を選択します。
10. Power Analysis メニューの[Test State]をオンにします。
11. ターンオン試験の時は“Turn OFF the power supply and press Next Step”のメッセージが表示されず。測定対象の電源をオフにして、[Next Step]ボタンを押します。
12. “Turn ON the power supply and press Next Step”のメッセージが表示されます。測定対象の電源をオンにして、[Next Step]ボタンを押します。

Transient Response

出力負荷の変化に対する電源の応答速度を測定します。この時間は、オーバーシュートで定義した安定領域を外れる時間を測定します。

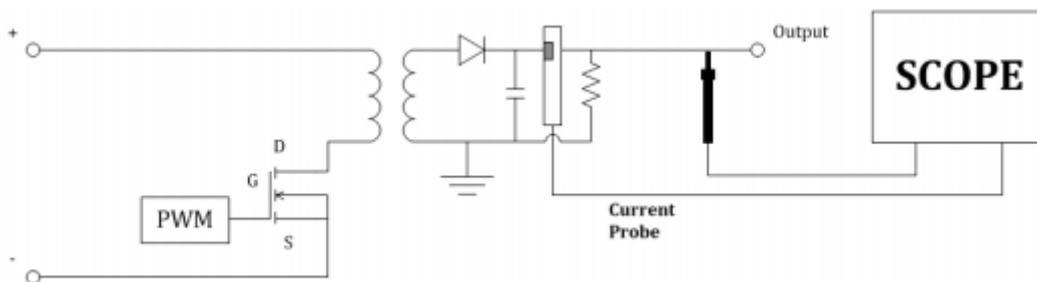
◆ 結果表示



負荷の変動をモニタリングするため電流の変化でトリガします。出力電圧をモニタリングしているチャンネルのカップリングはACに設定され、出力電圧に対するオーバーシュートの%を閾値としてカーソルを配置し、カーソルの範囲を出る波形の時間を測定し、計測パラメータに表示します。

◆ 接続図

この試験は電流プローブとパッシブプローブを必要とします。また負荷を変動させるため電子負荷などを用意する必要があります。接続は次の図のように電源の出力側に電流プローブとパッシブプローブを接続します



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response , PSRR, Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Output Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネルの指定
	Output Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネルの指定
	Duration	{5ns – 20s}

		測定する時間範囲を指定。Time/Div が変化します。
	Stable V out	出力の電圧値を設定。Volt/Div の設定に反映されます。
	Overshoot	{1 – 20}% Transient 時間は Stable V Out × ±Overshoot*0.01 の範囲を超える時間に対して測定されます。
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る
Config	Low Current	電流波形のスケールやトリガ設定に使用
	Hi Current	電流波形のスケールやトリガ設定に使用
	Return	上の階層に戻る

測定手順

1. 電流プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象の出力側にクランプします。
2. パッシブプローブをオシロスコープに接続し、測定対象の電源出力側に接続します。
3. Power Analysis メニューの[Analysis]で Transient Response を選択します。
4. Power Analysis メニューの[Input Setup]に入り、[Output Voltage]や[Output Current]のチャンネルを指定します。
5. [Input Setup]内の[Duration]で過渡応答のおおよその時間を入力します。これにより Time/Div が設定されます。結果が表示されない場合はこちらの時間を変更して再度テストを行ってください。
6. [Input Setup]内の[Stable V out]で出力電圧のおおよその電圧を入力します。
7. [Input Setup]内の[Overshoot]で安定状態から外れていると考えられる電圧を電圧に対するパーセントとして入力します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
8. Power Analysis メニューの[Config]に入り、負荷変動の大きさを電流値の[Low Current]、[Hi Current]で設定します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
9. Power Analysis メニューの[Test State]をオンにします。
10. “Change the output load and press Next Step”のメッセージが表示されます。負荷を変更して、[Next Step]ボタンを押します。

PSRR

電源除去比（PSRR）テストは、レギュレータが電源電圧の変動に対し、レギュレータの出力に影響を与えない能力を測定します。

LDO などのレギュレータは周波数に依存するため、PSRR のテストは周波数を変動させて除去能力をテストします。オシロスコープから周波数をコントロールできるように任意発生器をオシロスコープに接続します。T3DSO700HD シリーズはオプションの T3DSO-FGMOD、または任意信号発生器の T3AFG40, T3AFG120, T3AFG200, T3AFG350, T3AFG500 を接続することができます。

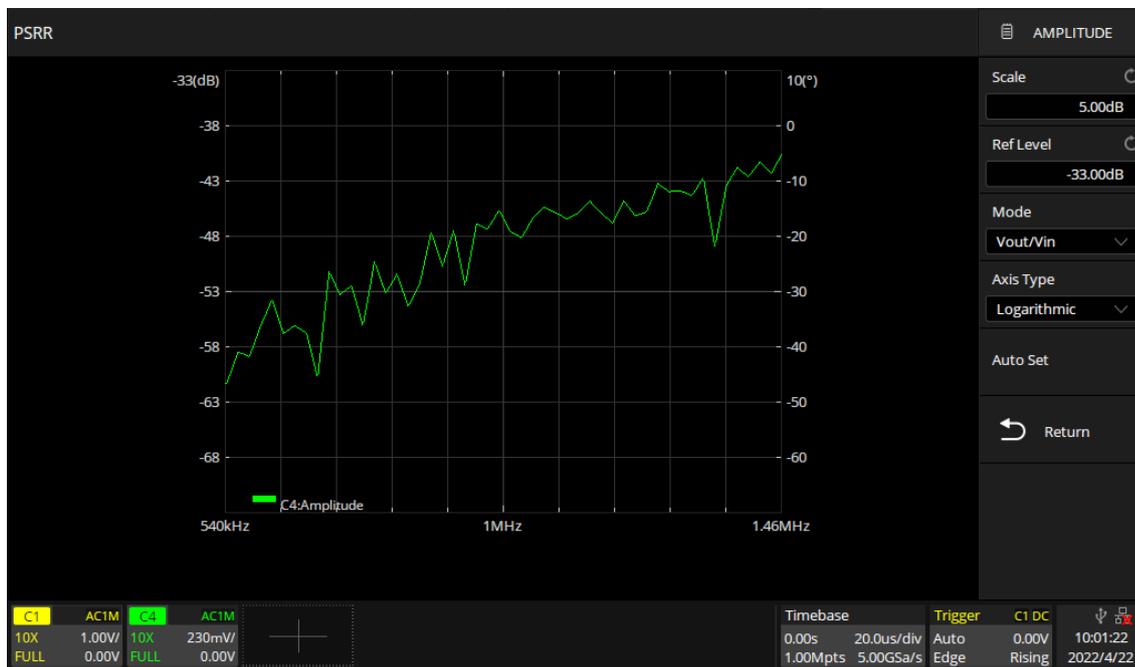
また DC 電源からの出力に任意信号発生器からの信号を加え、レギュレータの入力に与える必要があります (PICOTEST 社の J2121A など可能)。オシロスコープはレギュレータの入出力にパッシブプローブなどでプロービングします。

PSRR を実行すると、通常のおシロスコープの画面では無く、横軸は周波数、縦軸は入出力の比率でボード線図が描かれます。

注意) オシロスコープのバックグラウンドノイズはネットワークアナライザよりも高く、感度はネットワークアナライザよりも低いため、オシロスコープで測定された PSRR は -60dB を超えることは困難です。

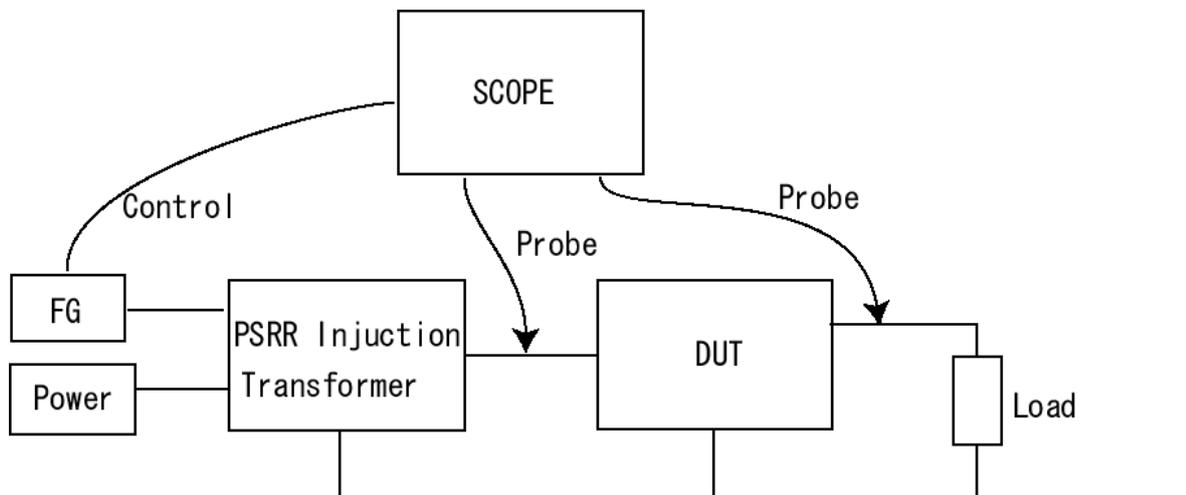
◆ 結果表示

横軸は周波数、縦軸はレギュレータからの出力を示したグラフが表示されます。オシロスコープは任意信号発生器の出力周波数を変化させながら、レギュレータから出力する信号の大きさを測定し、グラフにプロットします。縦軸の形式は V_{out}/V_{in} の比率、または V_{out} の値のどちらかを選択できます。



◆ 接続図

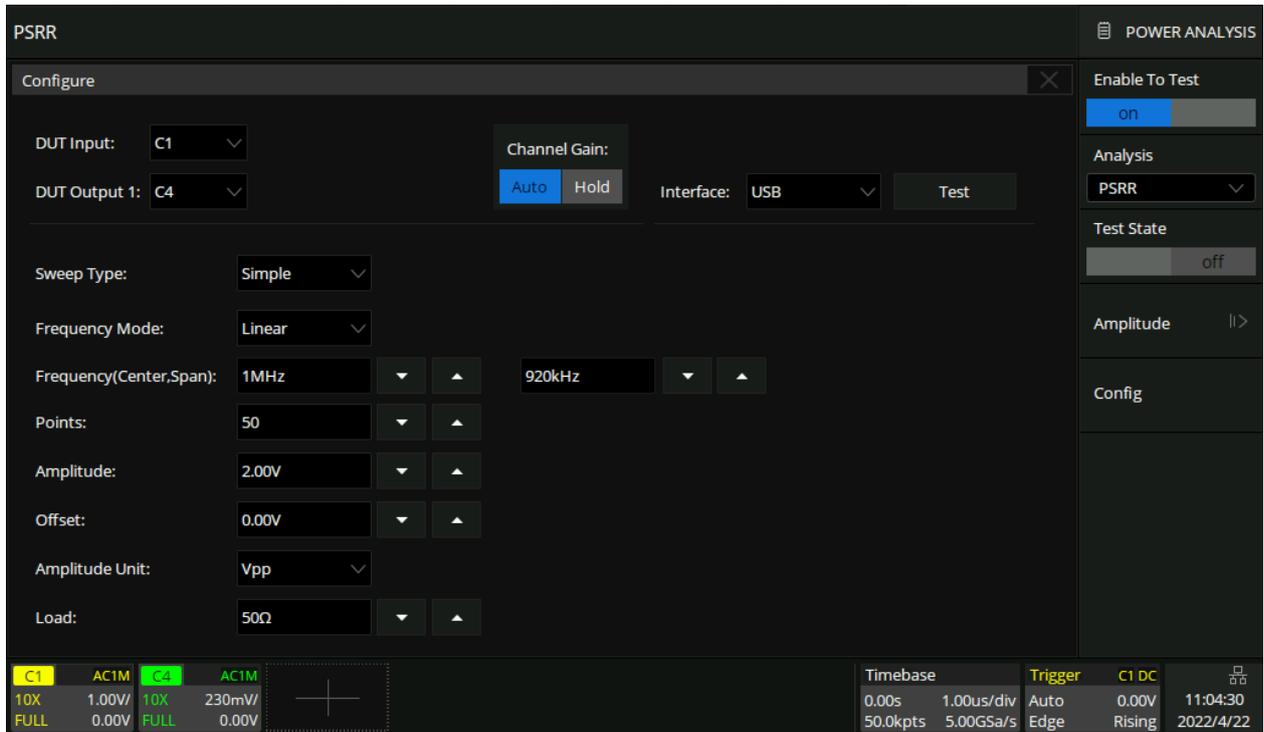
この試験はパッシブプローブ 2 本、オシロスコープがコントロールできる任意信号発生器、信号発生器の出力と DC 電源の出力を合成する PSRR Injection Transformer のような機器を必要とします。また負荷を固定させるため電子負荷などを用意する必要があります。プローブの接続は次の図のように DUT の入出力出に接続します



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR , Efficiency}
Test State		{On, Off} 試験の実行
Amplitude	Scale	グラフの縦軸スケール
	Ref Level	グラフの上辺の値
	Mode	{Vout/Vin, Vout}
	Axis Type	{Logarithmic, Linear} Logarithmic : ログスケール Linear : リニアスケール
	Auto Set	Scale や Ref Level を自動的に最適な値に設定します
	Return	上の階層に戻る
Config		別メニューを表示

Config メニューは任意信号発生器の設定や入出力チャンネルの指定を行います。Power Analysis メニューの[Config]を選択すると次のような設定が表示されます。メニューの詳細はボード線図の Configuration メニューの項目を参照してください。

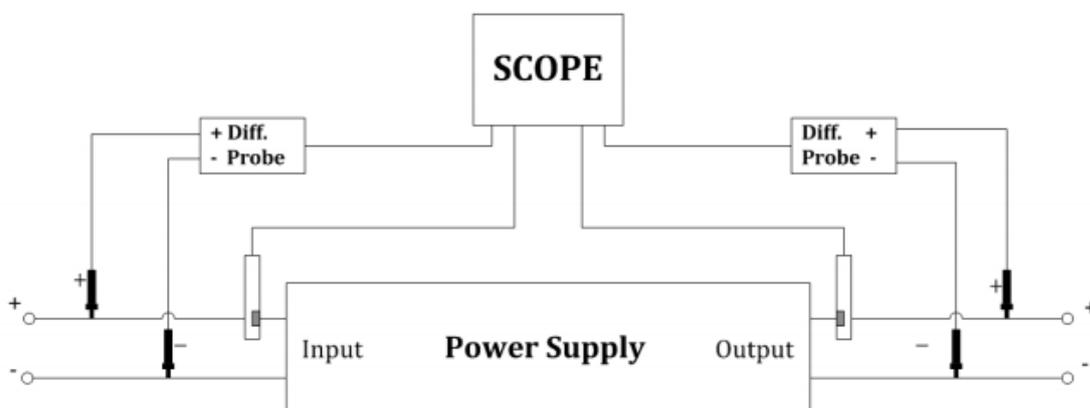


Power Efficiency

電力効率分析では、出力電力と入力電力を測定することにより、電源の全体的な効率をテストできます。この分析は、入力電圧、入力電流、出力電圧、および出力電流のすべてが測定に必要であるため、4チャンネルモデルでのみサポートされます。

◆ 接続図

試験は電流プローブを2本、高圧差動プローブ1本と必要であれば出力側に高圧差動プローブ1本を必要とします。出力側の電圧プローブはマイナス側がオシロスコープのGNDと共通で定電圧の場合、パッシブプローブでも問題ありません。接続は次の図のように電源の1次側に電流プローブと高圧差動プローブ、電源出力側に電流プローブと高圧差動プローブ（またはパッシブプローブ）を接続します。



◆ メニュー

メニュー		設定範囲
Analysis		{Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Output Ripple, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Efficiency }
Test State		{On, Off} 試験の実行
Input Setup	Input Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Input Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Output Voltage	{C1, C2, C3, C4} 電圧チャンネル指定
	Output Current	{C1, C2, C3, C4} 電流チャンネル指定
	Duration	{5ns – 20s} 測定する時間範囲を指定。Time/Div が変化します。
	Connection Guide	接続図を表示
	Return	上の階層に戻る

◆ 設定手順

1. 高圧差動プローブをオシロスコープ接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象の商用電源側に高圧プローブを接続します。単相 3 線式の場合、ニュートラル(一般的に白色)に高圧プローブのマイナス端子、ライブ(一般的に黒色、または赤色)に高圧プローブのプラス端子を接続します。
2. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。商用電源のライブ(一般的に黒色、または赤色)側に電流プローブを接続します。
3. 電流プローブをオシロスコープに接続し、可能であればオフセットの 0V 調整を行います。測定対象の電源出力側に電流プローブを接続します。
4. 電圧プローブをオシロスコープに接続します。測定対象の電源出力側に電圧プローブを接続します。
5. メニューバーの[Analysis]→[Power Analysis]をタッチします。
6. Power Analysis メニューの[Analysis]で[Efficiency]を選択します。
7. Power Analysis メニューの[Input Setup]で電圧プローブと電流プローブが接続されているチャンネル、そして評価する時間を[Duration]で指定します。[Return]で Power Analysis メニューに戻ります。
8. Power Analysis メニューの[Test State]を[On]にします。

T3DSO700HD は、電源解析機能を標準でサポートしています。電源解析は電源の状態を解析し、スイッチング電源の設計やデバックに役立てることができます。電力品質、電流高調波、突入電流、スイッチング損失、スルーレート、変調、ターンオン/ターンオフ、過渡応答、PSRR、電力効率、出力リップルなどを自動的に計算します。電力分析を完全に使用するには、T3DSO700HD オシロスコープ、高圧差動プローブ、電流プローブ、およびデスクューフィクスチャ(弊社では提供していません)が必要です。

電力解析へのアクセスはメニューバーの[Analysis]→[Power Analysis]をタッチすると、次の図のような電源解析(Power Analysis)メニューが表示されます。メニューの[Enable To Test]をオンにすると、電源解析を有効にすることができます。電源解析は多くの試験項目があるため、テスト内容によりメニューが変化します。

Power Analysis メニューの[Analysis] でテスト内容を変更することができます。



D) [Enable To Test]をオンにすると、電源解析をオンすることができます。

E) [Analysis]をタッチして、テスト内容を選択します。

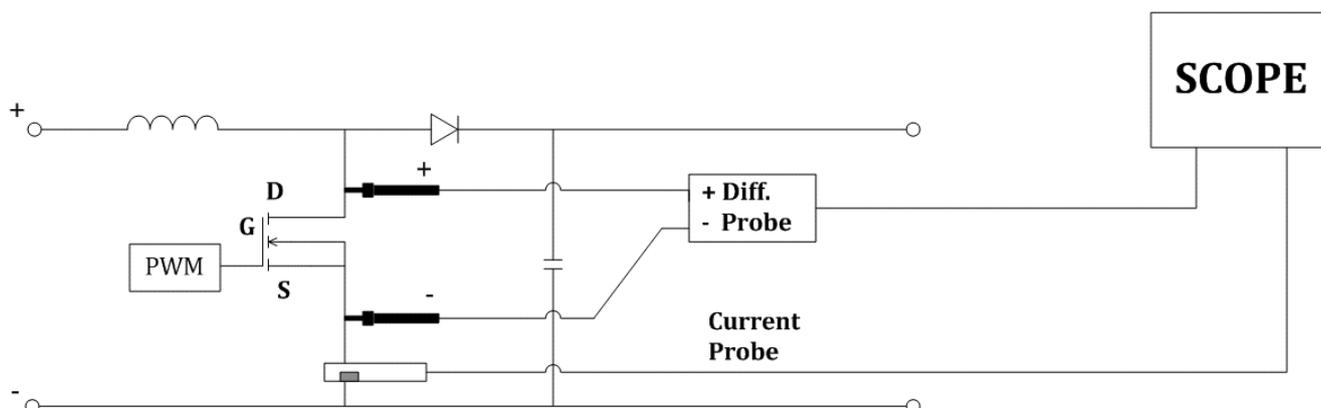
(Power Quality, Current Harmonics, Inrush Current, Switching Loss, Slew Rate, Modulation, Turn On/Turn Off, Transient Response, PSRR, Power Efficiency, Output Ripple, etc.)

F) 選択したテスト内容を有効にするには[Test State]を On にします。

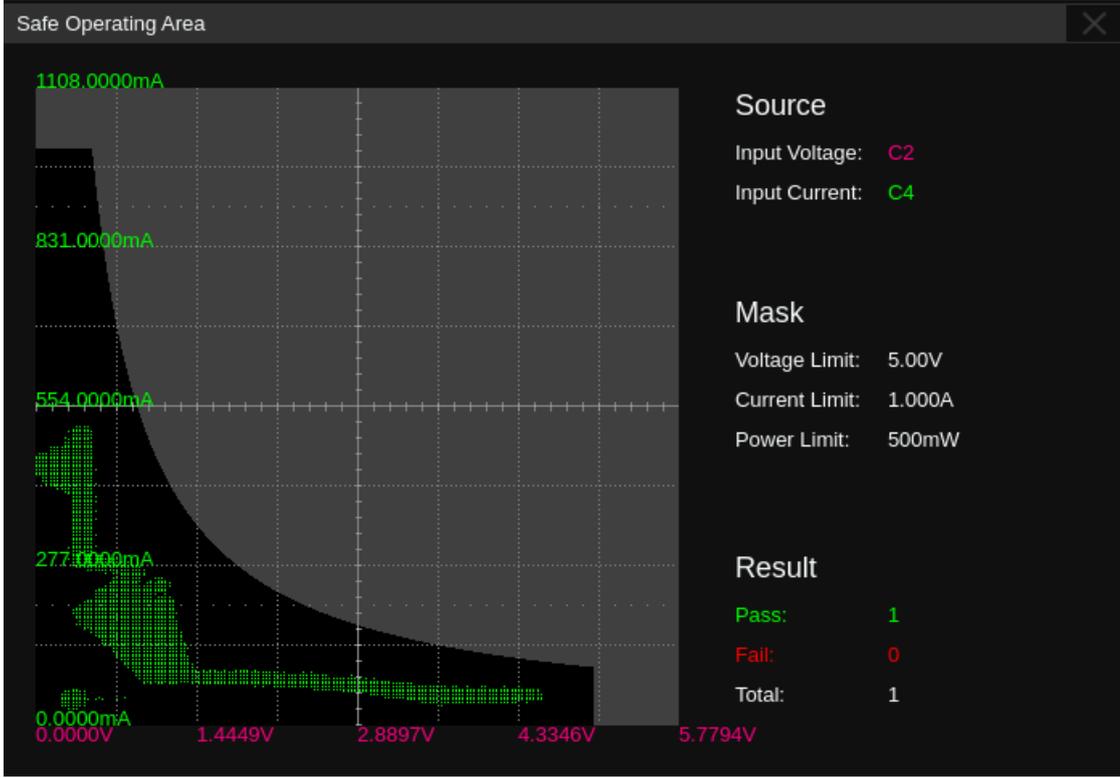
SOA

MOSFET の安全動作領域(SOA)は、デバイスは電圧、電流、電力の3つの最大定格を超えると損傷する可能性があります。SOA はデバイスが最大定格を超えない範囲で動作しているかを確認するための試験です。

MOSFET のドレイン-ソース間に差動プローブを接続し、ソースに流れる電流を電流プローブで測定します。

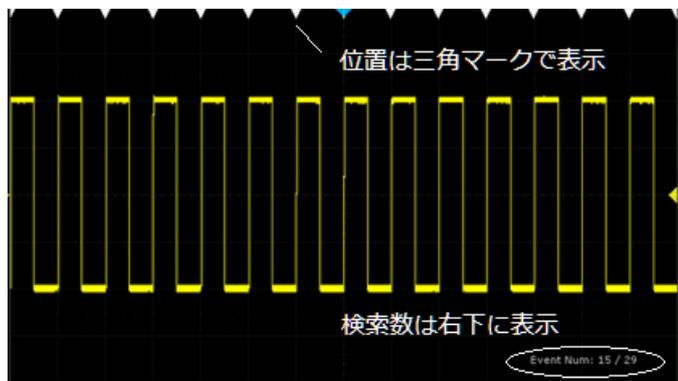


SOA のテストを有効にすると、X 軸に電圧、Y 軸に電流の XY グラフが表示されます。測定対象デバイスの電圧、電流、電力の定格を Config メニューに入力すると、マスクが画面に表示されます。このマスクにかかると Result に Fail がインクリメントされます。SOA のテストでは起動時や最大負荷など電源ストレスが最も高い状態で確認を行います。



波形イベント検索

T3DSO700HD は波形イベント検索機能が搭載されています。この機能は、表示トレース内にある波形の特徴（エッジ、スロープの傾き、パルス幅、周期、ラント）を検索し、その数や位置を表示します。位置は波形表示エリアの上に白い三角記号で示されます。検索された数は波形表示エリアの右下に表示され、1トレース中に最大 1000 個のイベントを検索できます。更にナビゲート機能を使って検索されたイベントを拡大して表示することができます（捕捉停止時のみ）。



次のようなイベントを検索することができます。

Edge	チャンネルとスレッショルド電圧を指定して、該当するイベントを検索します。バースト波形のパルス数のカウントにも利用できます。
Slope	上下 2 つのスレッショルド電圧と遷移方向やその通過時間を指定してイベントを検索します。
Pulse	パルスの極性やパルスの幅でイベントを検索します。
Interval	繰り返し信号の周期を指定して、イベントを検索します。
Runt	上下 2 つのスレッショルド電圧と遷移方向やその通過時間を指定して、Runt として認識されるイベントを検索します

また上記イベントで検索された結果から稀な条件を見つけ出し、トリガにその条件を反映させて発生頻度の確認ができます。メニューの[Copy to Trigger]で条件をコピーすることができます。

注意) イベント発生時間は画面で表示されますが、ファイルとして保存できません。

波形イベント検索設定項目

設定はメニューバーの[Analysis]→[Search]をタッチして表示します。

画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー		設定範囲
Search		{On, Off}
Setup Menu	Mode	{Edge, Slope, Pulse, Interval, Runt}
	Source	{C1, C2, C3, C4}
	Polarity	{Positive, Negative} Pulse・Runt モード時に選択できます。

	Slope	{Rising, Falling Ether} Edge・Slope・Intervalモード時に選択できます。EtherはEdgeモードのみの選択です。
	Limit Range	{<=, >=, [--, --], --} [--] <= : 以下 >= : 以上 [--, --] : 範囲内 -- [--] : 範囲外 Edgeモード以外で選択できます。次のLimit Valueで値を入力します。
	Limit Value	{2ns-4.2s} Limit Rangeに対するリミット値を設定します。
	Level	Edge, Pulse, IntervalはLevelのみ、Slope RuntはUpper LevelとLower Levelの電圧値を指定します。
	Return	上の階層へ戻る
Copy From Trig		この設定をトリガ設定にコピーします。
Copy To Trig		トリガ選定からこの設定にコピーします。
Cancel Copy		コピーをキャンセルします
One Key Navigate		Navigateメニューに移動

設定手順

1. メニューバーの[Analysis]→[Search]をタッチして、検索機能メニューに入ります。
2. SEARCHメニューの[Search]をOnに押してから、[Setup Menu]に入り条件を設定します。
3. メニューの[Mode]の中から目的の検索タイプを選択します。T3DSO700HDオシロスコープは、[Edge]、[Slope]、[Pulse]、[Interval]、[Runt]の5種類の検索タイプを提供します。
4. メニューの[Source]で検索対象のチャンネルを選択します。
5. メニューの他の項目は[Mode]の選択により変わります。エッジやパルスの極性は[極性 Polarity]、時間条件を[制限範囲 Limit Range]や[Value]、エッジ検出のためのレベルを[Level]で設定します。
6. 検索条件に一致する波形が見つければ、波形表示エリア上端に三角のマークで表示され、波形表示エリア右下に検索されたイベントの数が表示されます。
7. 検索されたイベントをズームなどで確認したい場合はSEARCHメニューの[One Key Navigate]でナビゲーションメニューを開きます。NAVIGATEメニューの[Type]をSearch Eventに設定し、[Event No]で選択すると、検索結果の波形をそれぞれ確認することができます。
8. 検索に使用した条件をトリガに設定したい場合、SEARCHメニューの[Copy To Trigger]を選択してください。

結果表示とナビゲート機能

検索結果は波形表示エリア内で表示されます。位置表示は上に▽のマークで表示され、その個数は右下に Event Num として表示されます。次は矩形波の中で稀に発生するラントを調査する例です。

合計 9 つのラントが検出されています。



「Run/Stop」ボタンを押して、トリガを停止すると、それぞれの詳細を確認できます。SEARCH メニューの[One Key Navigate]でナビゲーションメニューを開きます。

NAVIGATE メニューの[Type]で Search Event を設定すると、各イベントの位置を画面中央にセットすることができます。

NAVIGATE メニューの[Event Num]をタッチして「Universal」ノブを回しながら各イベントを確認することができます。

注意) ズーム位置は若干ずれることがあるため、過度にズームするとイベントが表示されないことがあります。

ヒストリ機能

オシロスコープには波形捕捉に特化したコントローラとユーザの要求に合わせて柔軟に波形処理を行い画面に出力するコントローラの2つがあります。ADコンバータで捕捉した波形データが画面表示されるまでの時間は、ほとんどの場合、波形処理時間に費やされます。機械的に処理可能なADコンバータから波形メモリへ保存するまでの時間は波形処理時間に比べ短い時間で動作が完了し、有効に動作をしていない空き時間が存在します。この空いている時間を有効活用する機能がいくつか存在しますが、ヒストリ機能もその一つです。

また大きな波形メモリを持つオシロスコープでは、1回のトリガで大きなメモリのうち一部の領域しか使用していない場合があります。この空いている時間や空いているメモリを有効に使って多くの波形を捕捉する機能がヒストリ機能です。ユーザが意識しなくてもメモリと時間に余裕があれば自動的に行います。またこの多くのトリガで捕捉された波形データは重ね書き画像を作成するためにも使用しています。画像データはデータ容量としては小さく、波形データを波形処理のコントローラに送るタイミングでこの画像データも送信しています。画面には重ね書き画像に更に波形データの画像も重ねて更新しています。ユーザはトリガ停止後に空いている時間を使って捕捉された波形データを画面に表示させることができます。

ヒストリ機能はこの重ね書き画像で分かる波形の異常をデータとして個別に呼び出して計測パラメータやカーソルなどで詳しく調査するのに便利な機能です。

1フレームに使われる波形サンプル数により異なりますが、最大 80,000 フレームを保存することができます。

トリガ毎の波形データは波形メモリの同じ位置に上書きされず、空いているメモリ空間に書き込まれます。空きメモリが無くなった場合に、最も古い波形データから解放され、新しいデータに置き換わるため、最大フレーム数は1フレームあたりの使用メモリで決まり、その直近のフレームだけ保存されていることとなります。1フレームあたりの使用メモリはメニューバーの[Analysis]→[Menu]をタッチして、[Mem Depth]設定を変更することで制限できます。

注意) シーケンスモードは動作的に非常に似ていますが、シーケンスモードの画面更新タイミングは指定セグメント数取り込み後に1度だけ行われ、次の波形取り込み時に全てのフレームがリセットされるのに対して、ヒストリモードは画面更新とは同期せず、画面更新時にフレームのリセットも行いません。そのためヒストリ機能は処理が多く、シーケンスに比べ更新速度が若干遅くなります。

注意) フレーム数は単純に搭載された波形メモリを1フレームのサンプル数で割った値ではなく、複雑な条件により決定されます。

注意) 画面が連続的に更新されている際にうっすらと表れている波形はヒストリ機能で確認できる可能性があります。ほぼ一瞬表示されただけの波形は保存できていません。

ヒストリ機能はメニューバーの[Analysis]→[History]をタッチして表示します。メニューの[History]をオンにして、[Frame Num]を選択状態にします。[Frame Num]がアクティブな状態で「Universal」ノブを回してフレームの移動を行います。フレーム数が多い場合にはメニューの[再生]、[逆再生]ボタンを使って自動的にフレームを移動することも可能です。

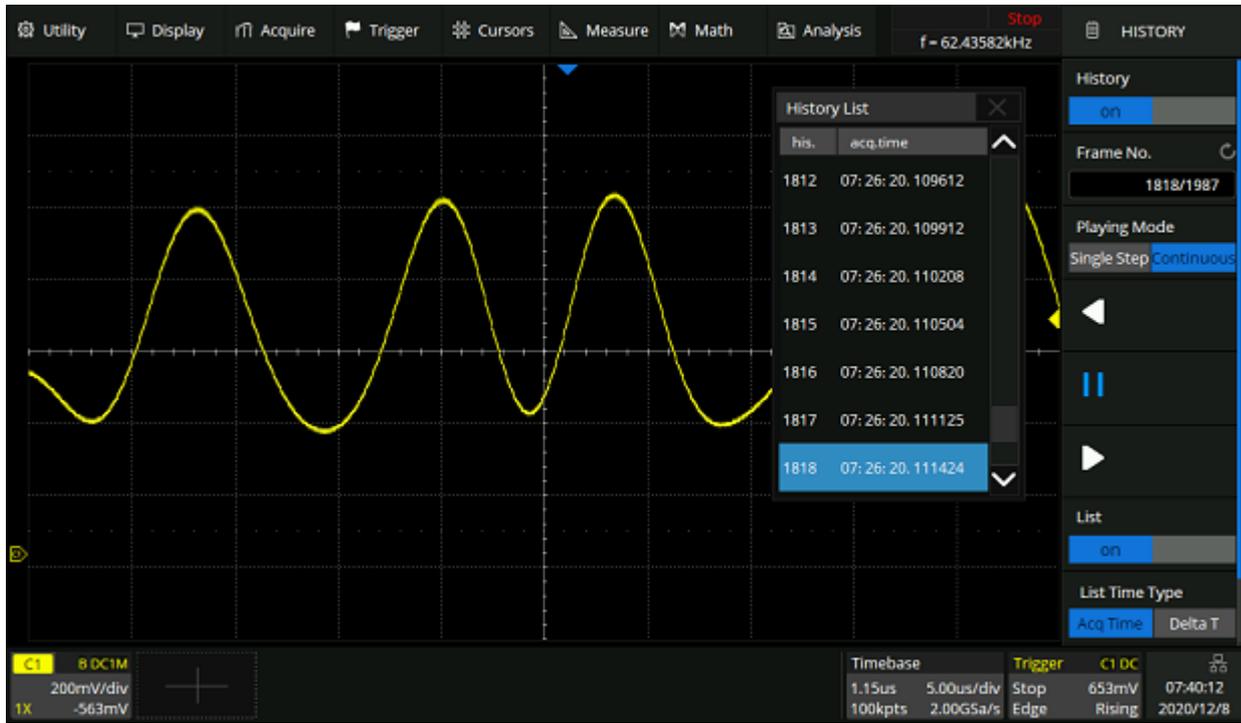
設定項目

メニュー	設定範囲
History	{On, Off}
Frame Num	“現在の表示フレーム/全フレーム数”の形式で表示されます。現在の表示フレームを変更するにはメニューをタッチして、「Universal」ノブを回して変更するか、2回タッチして数値パッドで直接フレーム No を入力します。
Plying Mode	{Single Step, Continuous} 下の再生、逆再生の動作 Single Step：ボタンを1回押すごとに、1フレームずつ移動 Continuous：停止ボタンが押されるまで連続してフレームを移動します。移動速度はメニューの[Interval Time]で指定します。
	逆再生
	停止
	再生
List	{On, Off} 画面にリストを表示。リストはフレーム No と捕捉したときの時間（時:分:秒）の列で示されます。リスト内のアイテムをタッチすると、表示フレームを移動することができます。
List Time Type	{Acq Time, Delta T} [List]を On にしたときに表示される時間の列の指定 Acq Time：内部時計の時間 Delta T：1つ前のフレームからの時間差
Interval Time	{1us – 1sec} [Playing Mode]を Continuous にした場合に、フレームを移動する時間を設定します。

設定手順

波形を記録して再生するには、次の手順を実行します。

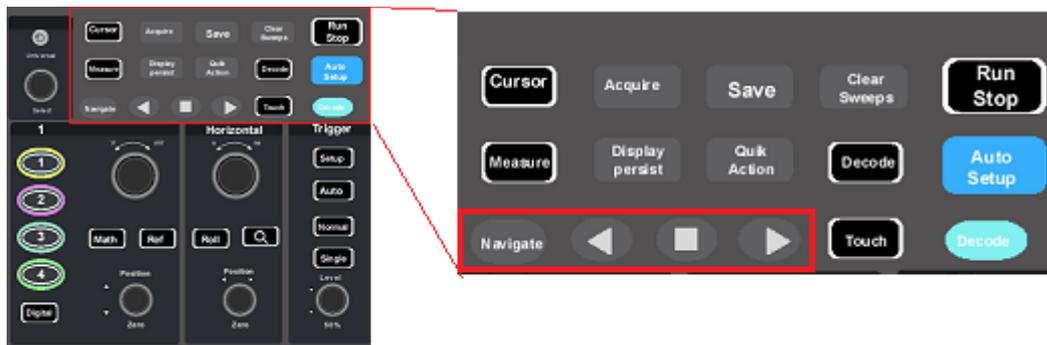
- トリガ条件を設定し、通常通り Normal モードなどで波形を捕捉します。
- メニューバーの[Analysis]→[History]をタッチしてヒストリ機能を有効にします。
- HISTORY メニューの[Frame No]には現在の過去波形データ数と現在表示されている波形のインデックスが示されます。[Frame No]を2回タッチして数値パッドで直接フレーム No を入力するか、「Universal」ノブを回して表示波形フレームのインデックスを変更できます。
- HISTORY メニューの「Interval Time」は再生速度の調整です。10ms 以上の値をお勧めします。HISTORY メニューの再生ボタン、または逆再生ボタン、停止ボタンを操作します。停止してから「Universal」ノブを回すと、停止した位置からインデックスを移動できます。
- HISTORY メニューの「List」を On にすると、すべてのフレームのタイムスタンプが表示されます。時間:分:秒(小数点以下6桁のマイクロ秒が最小)で表示されます。



ナビゲート

ナビゲートは波形表示の位置移動を手助けします。ヒストリモードでのフレームの移動や波形イベント検索の選択イベントの移動、指定時間位置の移動をナビゲート用のボタンを使って簡単に移動することができます。

設定はメニューバーの[Analysis]→[Navigate]をタッチ、またはフロントパネルの **Navigate** ボタンを押して表示します。



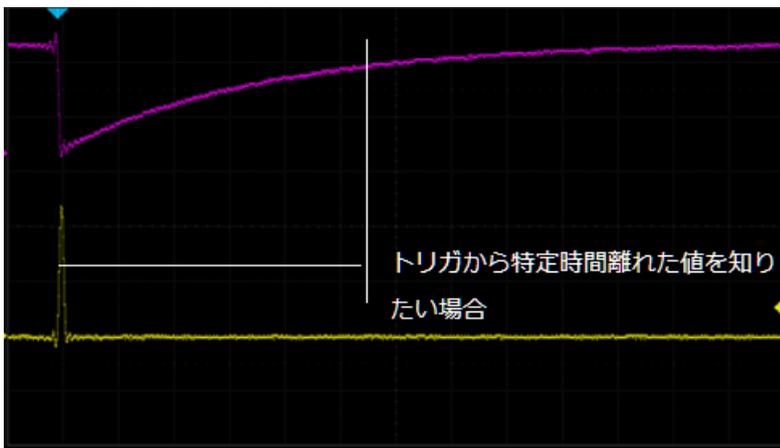
設定項目

メニュー	設定範囲
Type	{Search Event, Time, History Frame}
Event Num	Search Event が選択された場合だけ表示されます。 検索されたイベントを選択します。選択すると、そのイベントが画面中央に配置されます。ズーム機能と組み合わせると検索イベントを拡大して確認することができます。
Time	Time が選択された場合だけ表示されます。 トリガから指定した時間位置を画面中央に配置します。ズーム機能と組み合わせると指定位置を拡大して確認することができます。
Frame Num	History Frame が選択された場合だけ表示されます。 ヒストリ機能で捕捉された複数のフレームを個別に選択して表示します。
	戻り
	停止
	送り

波形イベント検索やヒストリはそれぞれの説明を参照してください。

時間ナビゲート

時間のナビゲートはトリガ信号から特定時間経過後の波形の振る舞いなどを調べるときに使用します。設定した時間が画面の中心に設定されます。



設定手順

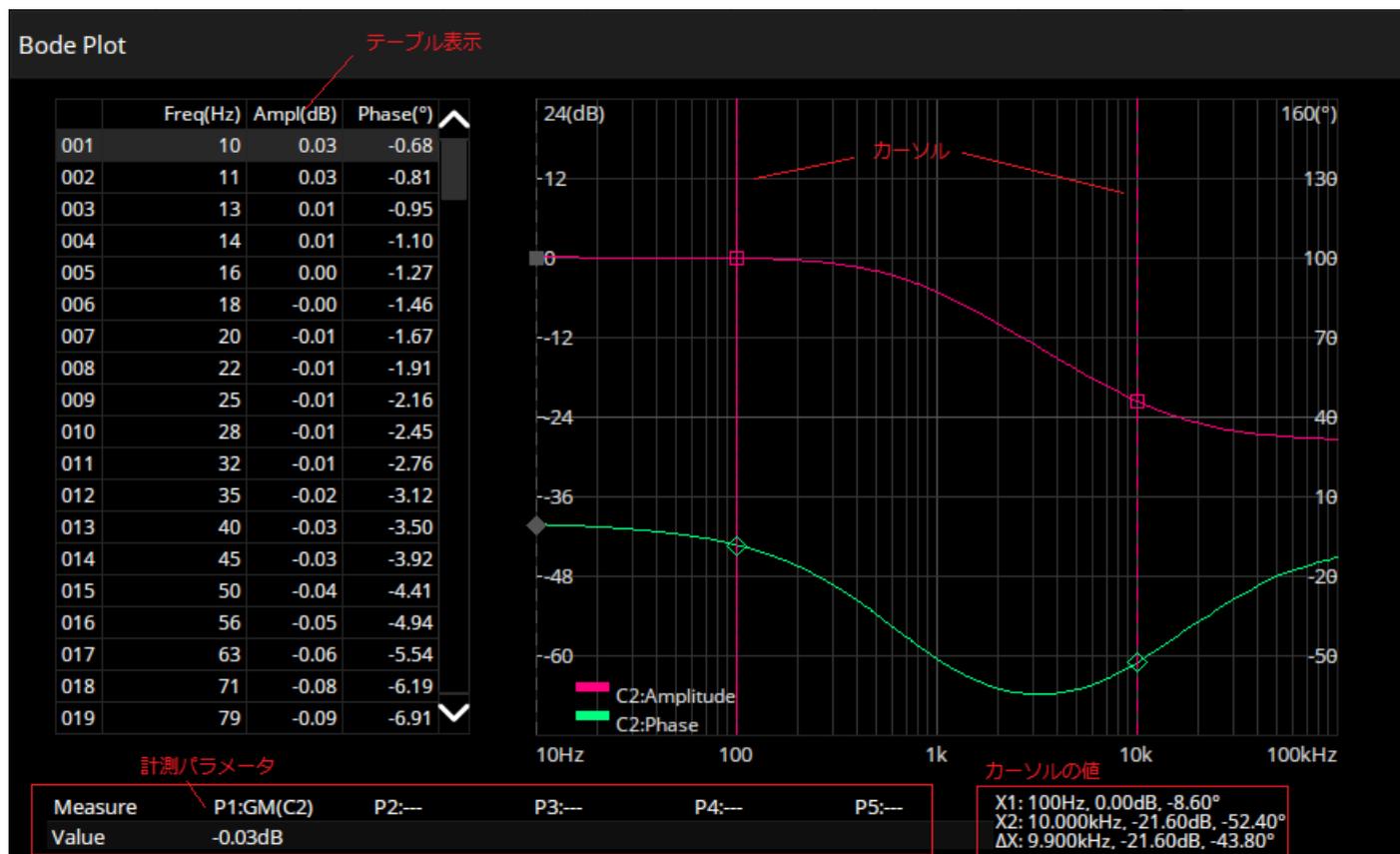
1. 「Run/Stop」ボタンを押し、捕捉を停止してから、「Horizontal」ノブで時間軸方向に拡大します。
2. メニューバーの[Analysis]→[Navigate]をタッチして、ナビゲートメニューを表示します。
3. NAVIGATE メニューの[Type]を2回タッチして移動したい位置を数値で入力することができます。また「Universal」ノブを回して、トリガからの位置を Time の値ですることができます。
4. メニューの送りや戻りのボタンを使って連続的に位置を移動することができます。

ボード線図 (Bode Plot)

T3DSO700HD は、ボード線図解析をサポートしています。この機能は、ファンクションジェネレータから周波数スイープさせた信号を対象デバイスに入力し、その周波数応答曲線を描きます。信号源として T3DSO700HD オプションの T3DSO-FGMOD (10Hz~25MHz まで)、または T3AFG シリーズのファンクションジェネレータをサポートしています。T3AFG は周波数(最高 120MHz)や振幅が内蔵 AWG より大きく、試験内容により T3AFG を検討してください。測定は測定対象への入力に 1 つ、その他の応答を確認するチャンネルは最大 3 つのチャンネルを使用することができます。



Bode Plot は信号源の振幅と周波数をコントロールし、周波数毎に入出力波形を捕捉します。入出力波形からゲイン (G) と位相 (P) を測定し、ボード線図にプロットします。ループ応答分析が完了後、チャート上のカーソルを移動してゲインや位相の値の確認やパラメータでカットオフ周波数などを測定することができます。



設定項目

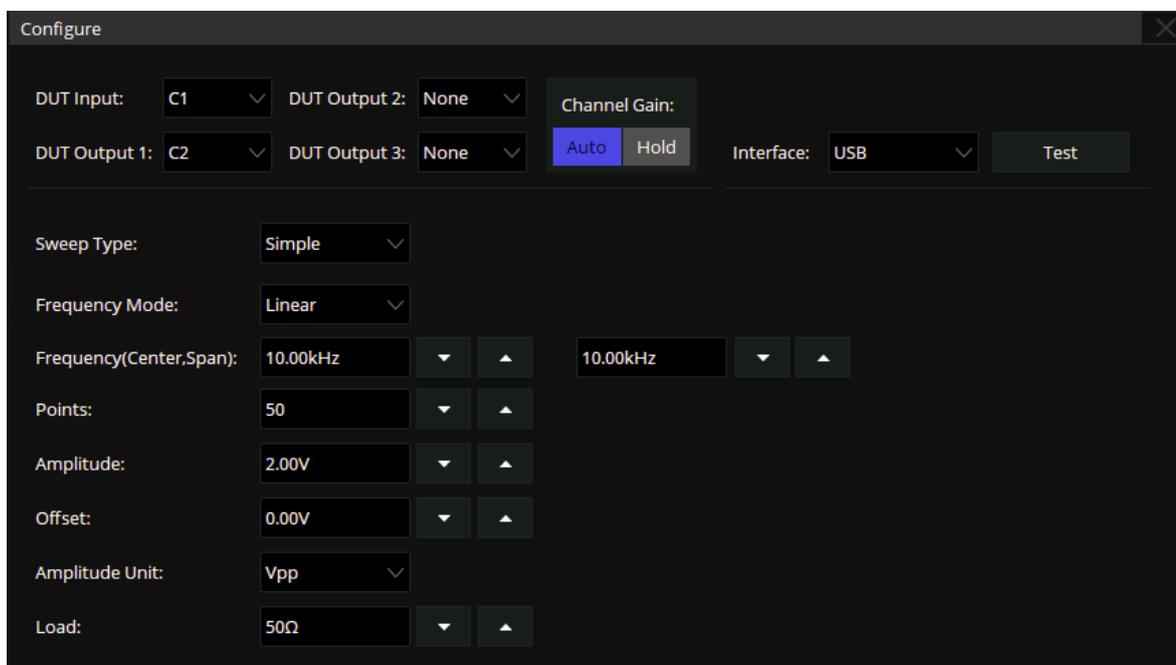
Bode Plot はメニューバーの[Analysis]→[Bode Plot]をタッチして、Bode Plot メニューを開きます。

メニュー		設定範囲	
Bode Plot		{On, Off}	
Configure		Configure ダイアログで基本設定 DUT、AWG の接続、スイープパラメータの設定	
Operation		{On, Off} On にすると Configure の設定に従い、繰り返し試験が行われます。	
Display	表示設定。ボード線図の座標軸、トレース表示、ボード線図のカーソルを設定できます		
	Amplitude	Reference Pos	{Center, Top} リファレンスレベルの位置の指定
		Scale	Mode(Vin/Vout){100m - 20}dB, Mode(Vout){ Axis Type の選択により異なる} 垂直軸のスケール
		Ref Level	Mode(Vin/Vout){-200 - +200}dB, Mode(Vout){Axis Type の選択により異なる} リファレンスレベル
		Mode	{Vout/Vin, Vout} Vout/Vin : 比率 Vout : 測定値
		Axis Type	Mode(Vin/Vout){Logarithmic, Linear}, Mode(Vout){Vpp, Vrms, dBV, dBu, dBm, Arbitrary dB}
		Auto Set	Amplitude スケールを自動設定
		Return	上の階層に戻る
	Phase	Reference Pos	{Center, Top} リファレンスレベルの位置の指定
		Scale	Dig{1- 90}° Rad{10m - 2}
		Ref Level	Dig{-360 - +360} Rad{-8 - +8}
		Unit	{Deg, Rad}
		Auto Set	Phase スケールを自動設定
		Return	上の階層に戻る
	Auto Set	スケールの自動設定	
	Cursors	Status	{On, Off}
		Type	{X, Y} X:周波数方向のトラッキングカーソル、Y: 振幅方向のマニュアルカーソル
		カーソル配置	{X1, X2, X2-X1, Y1, Y2, Y2-Y1} 「Universal」ノブを押してカーソルを選択し、ノブを回して位置を設定します
		Source1	{C2, C3, C4} カーソル1のソース
		Source2	{C2, C3, C4} カーソル2のソース
		Return	上の階層に戻る
	Trace Visibility	C2:Ampl	{On, Off} Off で C2 の振幅表示をオフ
		C2:Phase	{On, Off} Off で C2 の位相表示をオフ
		C3:Ampl	{On, Off} Off で C3 の振幅表示をオフ
		C3:Phase	{On, Off} Off で C3 の位相表示をオフ
C4:Ampl		{On, Off} Off で C4 の振幅表示をオフ	

	C4:Phase	{On, Off} Off で C4 の位相表示をオフ
	Return	上の階層に戻る
	Waveform Type	{Freq Domain, Time Domain}実行時の画面表示を周波数のグラフ、または通常の時間波形で表示
	Return	上の階層に戻る
Data	ボード線図のデータリストを開いて曲線データを表示するか、データ結果を U ディスクに保存するか、U ディスクから呼び出します。	
	List	{On, Off} On でテーブル表示
	Scroll	テーブル内のカーソル位置の変更
	Source	{C2,C3,C4}
	Save	テーブルの保存
	Recall	テーブルの呼び出し
	Return	上の階層に戻る
Measure	測定パラメータを設定します。パラメータ測定には、上限カットオフ周波数 (UF)、下限カットオフ周波数 (LF)、帯域幅 (BW)、ゲインマージン (GM)、および位相マージン (PM) が含まれます。	
Print	画像イメージの保存メニューを表示します。	

Configuration ダイアログ

DUT、AWG の接続、スイープパラメータの設定などを設定するダイアログです。BODE PLOT メニューを開き、[Configure]をタッチすると、次のような画面が表示されます。



- チャンネル指定

入力や出力の測定に使用するチャンネルは事前に垂直軸の設定を行ってください。感度設定は[Channel Gain]設定で Auto を使用すれば自動的に選択されますが、感度設定変更による誤差が発生するため、可能な限り Hold を選択してください。

メニュー	説明
DUT Input	{C1,C2,C3,C4} 入力信号を測定しているチャンネル
DUT Output 1	{C1,C2,C3,C4, NONE} DUT からの出力信号を測定しているチャンネル
DUT Output 2	{C1,C2,C3,C4,NONE} DUT からの出力信号を測定しているチャンネル
DUT Output 3	{C1,C2,C3,C4,NONE} DUT からの出力信号を測定しているチャンネル
Channel Gain:	{AUTO, MANUAL} AUTO: Volt/Div を自動的に設定 MANUAL: 事前にマニュアルで設定状態を保ちます

- ファンクションジェネレータの選択

[Interface]で選択することができます。T3DSO-FGMOD は USB を選択します。この他に T3AFG シリーズを USB や LAN 経由で接続してコントロールすることができます。[Interface]で LAN を選択すると、Set IP:で IP アドレスを入力することができます。オシロスコープと同じ LAN ネットワークにある T3AFG シリーズのファンクションジェネレータの IP アドレスを指定し、Save ボタンで保存してください。Test ボタンで接続を確認することができます。

- スイープパラメータの指定

スイープパラメータは[Sweep Type]の選択によりメニューが変わります。Sweep Type で Simple を選ぶと、DUT に入力する信号源の振幅は固定です。Vari-Level を選択すると周波数で振幅を変化させることができます。周波数と振幅の関係はグラフ表示され、Editor モードで振幅の変化を定義することができます。

Simple モード

メニュー	説明
Sweep Type	{ Simple , Vari-Level}
Frequency Mode	{Linear, Decade} 各周波数ポイントの変化を Decade、または Linear で選択
Frequency(Center,Span)	周波数スイープする範囲を中心周波数とスパンで設定します
Points	{10-500} 周波数スパン内で測定される周波数のポイント数
Amplitude	振幅
Offset	オフセット
Amplitude Unit	{Vpp, Vrms, dBV, dBu, dBm, Arb dB}
Load	{50, 75, 600}Ω dBm の計算に使用します。

Vari-Level モード

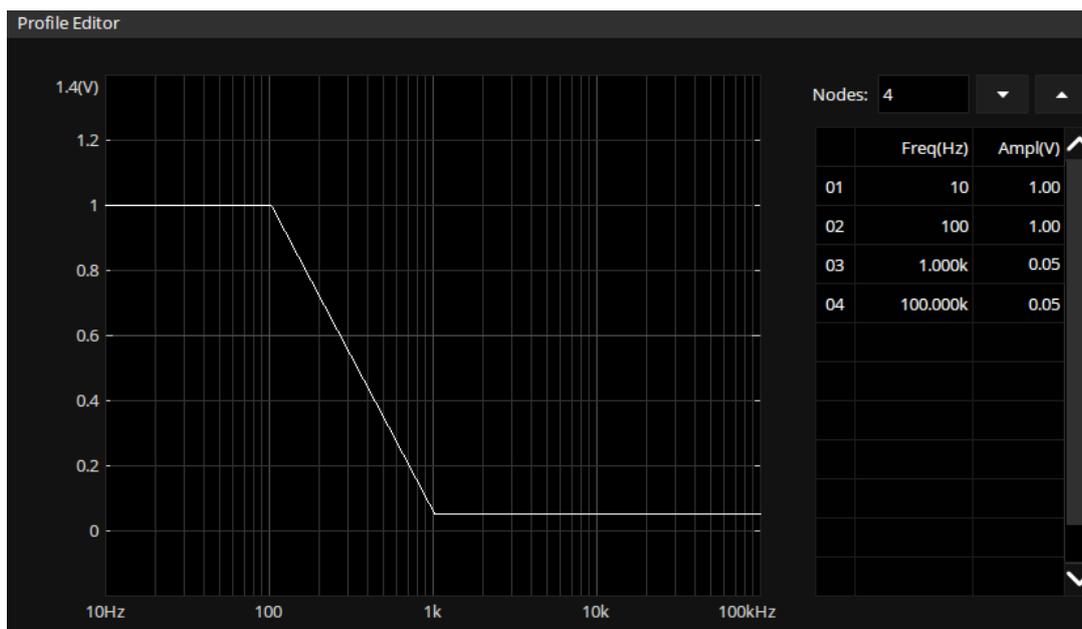
メニュー	説明
Sweep Type	{Simple, Vari-Level }
Profile	{ProfileA, ProfileB, ProfileC, ProfileD} プロファイルを 4 種類作成することができます
Frequency Mode	{Linear, Decade} 各周波数ポイントの変化を Decade、または Linear で

	選択
Points	{10-500} 周波数スパン内で測定される周波数のポイント数
Offset	オフセット
Amplitude Unit	{Vpp, Vrms, dBV, dBu, dBm, Arb dB}
Load	{50, 75, 600} Ω dBm の計算に使用します。
Editor	Vari-Level を定義するエディタを起動

Profile Editor の設定方法

Vari-Level は周波数により減衰量が大きく異なる場合に使用します。例えば、高周波になるにつれて減衰量が大きい場合、減衰されてノイズに埋もれてしまう可能性があります。その場合高周波の入力信号の振幅を大きくするなどプロファイルを作成することができます。

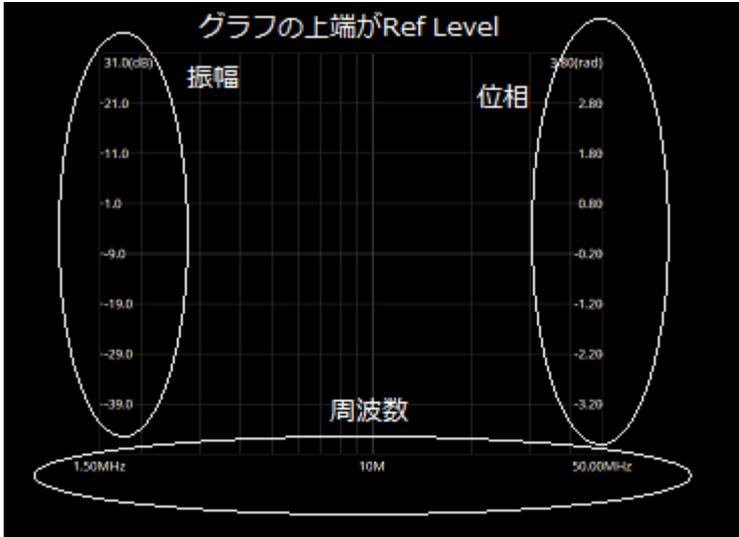
1. Vari-Level モードでは周波数と出力レベルをそれぞれ指定したプロファイルを作成します。Bode Plot メニューから[Configure]をタッチして、Configuration メニュー内にある[Sweep Type]を Vari-Level に設定します。
2. Editor ボタンをタッチして Profile Editor を起動します。



3. 入力値は周波数と振幅のポイントを追加しながら作成します。
4. 使用するポイントの数は **Nodes** で入力します。
5. それぞれの周波数や振幅は **Nodes** の下にあるテーブルに直接タッチすると入力パッドが表示されます。そのパッドで値を指定します。

表示設定

Bode Plot メニューの[Display]をタッチすると、表示設定の選択として[Amplitude],[Phase],[Trace Visibility]の選択が表示されます。グラフで表示される目盛線は左側が振幅 (Amplitude)、右側が位相 (Phase)、下側が周波数です。



- Amplitude(振幅)の表示設定

Amplitude はスケールとモードの選択を行います。モードはグラフに表示する値のタイプを選択します。入力信号と出力信号の比で表す Vin/Vout か DUT 出力の振幅を示す Vout のどちらかを選択します。スケールはモードの選択により選択が変わります。Vin/Vout が選ばれている場合、単位は dB のみですがスケールは Log と Linear を選択できます。Vout は単位が Vpp, Vrms, dBV, dBu, dBm, Arbitrary dB から選択可能です。これらのタイプの選択をしてから Scale と Ref Level の設定を行います。

- Phase(位相)の表示設定

Phase はスケールの選択を行います。指定方法として Deg, または Rad から選択できます。

- [Trace Visibility]の選択

Configuration ダイアログでは DUT Out は最大3つのチャンネルを選択できます。測定後に表示を整理して必要な波形のみを表示させるには[Trace Visibility]で必要ない波形を非表示にすることができます。

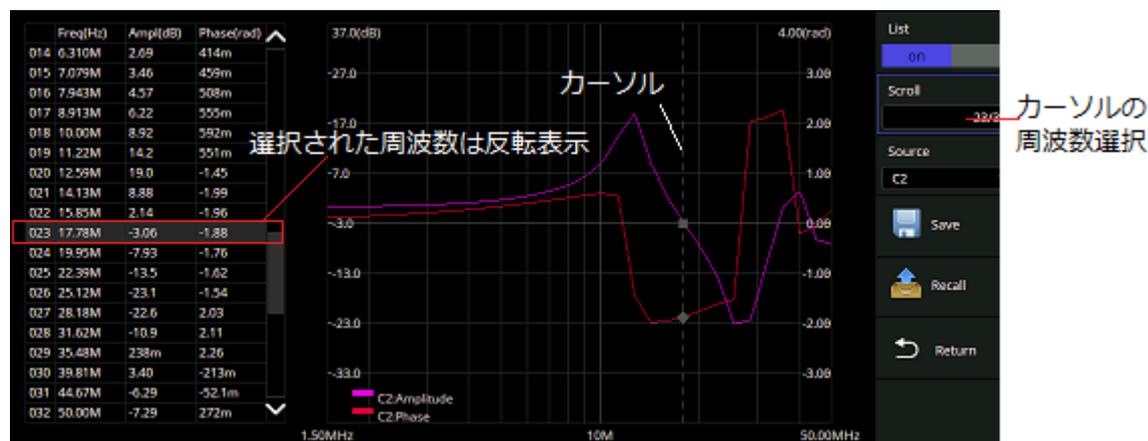
データ解析

ボード線図はデータリスト、カーソル測定、パラメータ測定機能により詳細に解析できます。データリストは、各スキャンポイントの情報を提供します。カーソルを使用して、曲線の各位置の変化を柔軟に測定できます。自動測定機能を使用して、ボード線図曲線の5つのパラメータを測定できます。上限カットオフ周波数 (UF)、下限カットオフ周波数 (LF)、帯域幅 (BW)、ゲインマージン (GM)、位相マージン (PM)。

- データリスト

データリストはグラフ表示しているデータをリスト形式で表示します。リストとグラフの位置をカーソルで確認することやデータを CSV 形式で保存することができます。

データリストへのアクセスは BODE PLOT メニューから [DATA] をタッチしてアクセスします。BODE DATA メニューの [List] を On にすることで現在表示されているグラフのリストを表示することができます。グラフ内には灰色のカーソルが表示され、リスト内に反転され行があります。この2つは連動して動作します。メニューの Scroll をタッチして、「Universal」ノブで回して移動することができます。



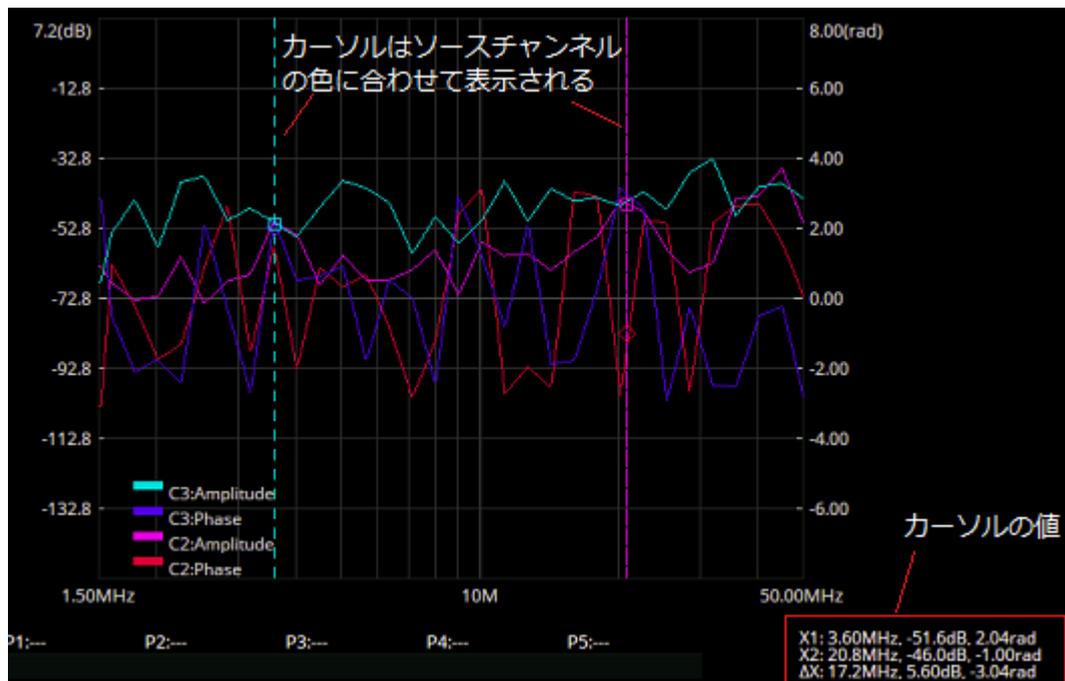
保存された CSV 形式のデータは Configuration 設定の内容とデータが含まれます。このデータを Recall で呼び出し、テーブルやグラフに再表示させることができます。

CSV データ例

Stop Frequency	50000000Hz	
Sweep Line	50	
Sweep Log(dec)	20	
Amplitude Mode	Vout/Vin	
Amplitude Axis Type	Logarithmic	
Amplitude Axis Range	-43dB	37dB
Phase Unit	Radian	
Phase Axis Range	-4Rad	4Rad
Bode Data		
Number of Points	32	
Frequency(Hz)	CH2 Amplitude	CH2 Phase(Rad)
1500010	0.233327708	0.105977
1584893.19	0.263498622	0.112017
1778279.41	0.296269113	0.125165
1995262.31	0.355629399	0.139564
2238721.14	0.412337292	0.155077

● カーソル測定

カーソル測定はグラフ上にカーソルを配置し、値を読むことができます。データリストでも同じように値を確認することができますが、カーソルは 2 本使うことができ、それぞれ別のチャンネルを測定することができます。カーソルの読み値は右下に表示され、周波数、振幅、位相の測定と 2 つのカーソル間の偏差を表示します。

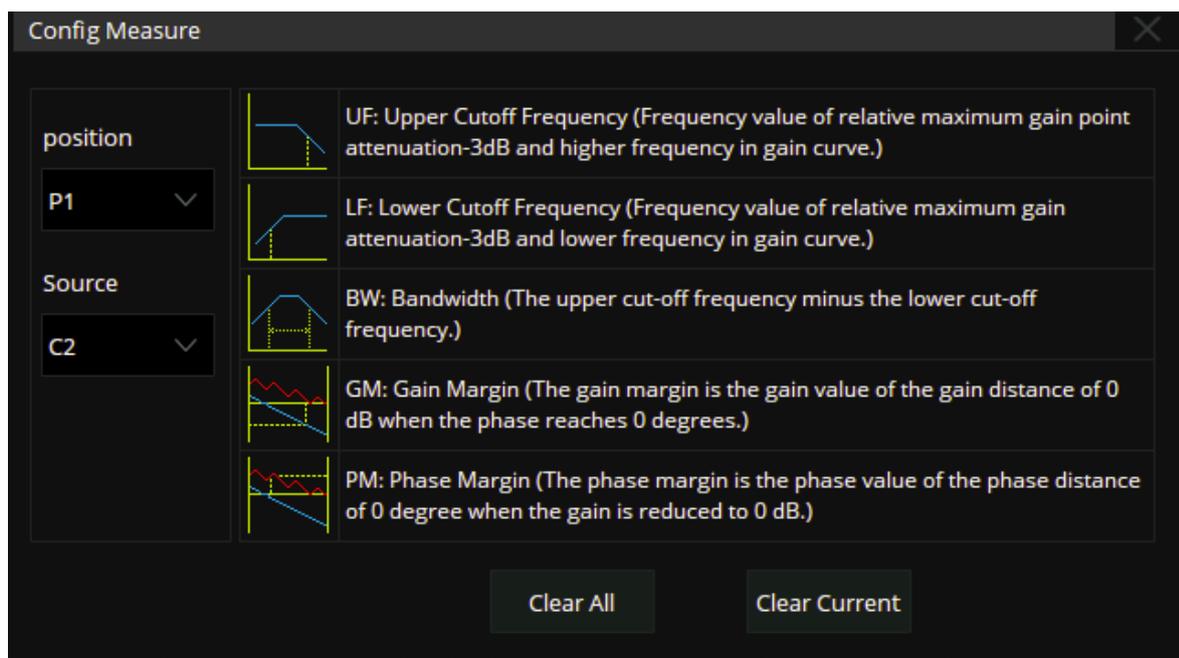


カーソルへのアクセスは BODE PLOT メニューから[Display]→[Cursors]をタッチしてアクセスします。CURSOR メニューの[Status]を On にすると、カーソルが表示されます。カーソルの[Type]はグラフにトラッキングして移動する X と振幅や位相の値をしらべる Y の 2 つがあります。また 2 つあるカーソルは「Universal」ノブを押してカーソルを指定し、ノブを回して移動することができます。

- パラメータ測定

グラフ内のトレースから上限カットオフ周波数 (UF)、下限カットオフ周波数 (LF)、帯域幅 (BW)、ゲインマージン (GM)、位相マージン (PM) の 5 つのパラメータを測定できます。

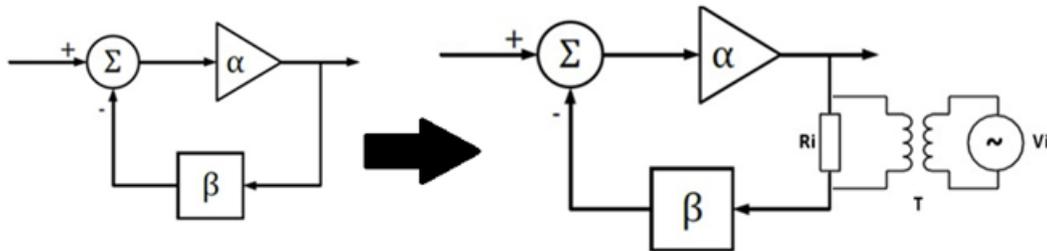
パラメータ測定へのアクセスは BODE PLOT メニューから[Measure]をタッチします。Config Measure のダイアログが表示され、[Position], [Source]の選択後、アイコンで表示されるパラメータを選択します。



負帰還回路の安定性解析例

電源回路や負帰還回路はフィードバック制御が行われています。フィードバック制御の目的は外乱の影響からオーバーシュートを抑えながら素早く目標値に戻し、安定した出力を行うことです。その評価は伝達関数モデルをベースに考える周波数領域で解析することが最適です。周波数領域での解析にボード線図を利用できます (簡単には出力側にステップ変化を与え、出力電圧の安定性をみるだけでも知ることはできます)。

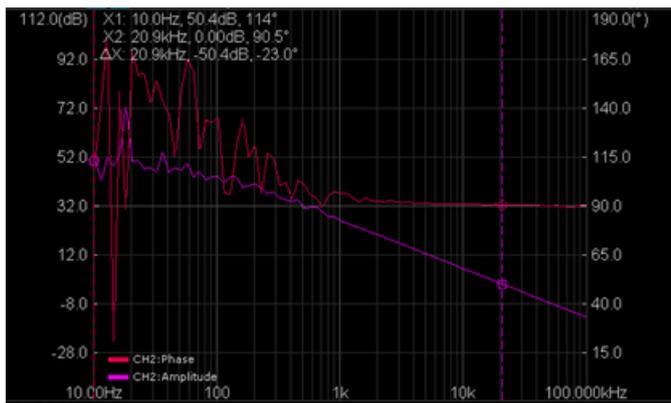
ボード線図では入力信号に対する出力応答の変化を評価します。例えば次のような負帰還回路がある場合、帰還経路の一部を切断して信号源からの信号を注入できるように改造します。これにより信号源に対する帰還回路の応答出力(振幅と位相)を評価できます。



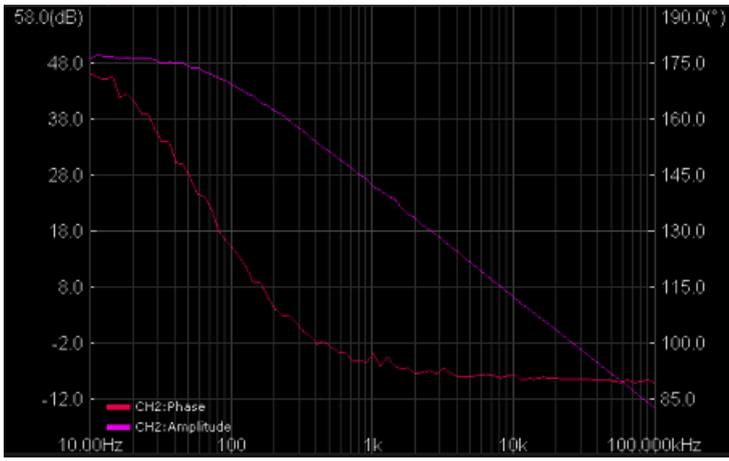
帰還ループに注入する信号(VI)はフローティングされている必要があります。このフローティングにはインジェクショントランスフォーマ(T) (弊社では取り扱いしていません) を使用します。インジェクショントランスフォーマを使用する場合は閉ループバランスを維持するために小さな抵抗(Ri)を帰還ループに接続します。信号(VI)はボード線図のソフトウェアにより周波数がコントロールされます。

測定する信号は注入する信号とその応答信号が必要です。図のような回路では抵抗 Ri の β 側の帰還側が入力、α 側が出力です。Ri の両端にそれぞれプローブします。

次のグラフは電源回路の帰還回路をボード線図で実行した結果です。低周波側の位相が安定しないように見えますが、フィードバック制御により入力信号がほぼ DC になり、位相を正しく測定できないため大きく振れています。



次は Profile Editor を使い低周波の入力信号だけを大きくしてボード線図を書き直した結果です。想定されるボード線図になりました。更にパラメータ測定でゲインマージン (GM)、位相マージン (PM) を測定すると定量的な評価が可能です。



任意波形発生器 (オプション)

T3DSO700HD はオプションの T3DSO-FGMOD を USB で接続し、信号を出力することができます。信号にはプリセット波形の他にオシロスコープで捕捉された波形(AWG の波形メモリは少ないため細かい変化のある波形は再現できません)を出力することができます。



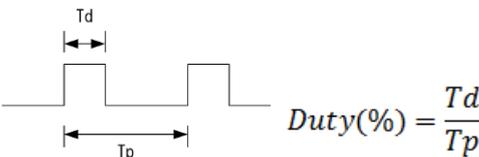
出力電圧範囲はハイインピーダンスの機器に接続したと仮定した場合+3V~-3V、50Ωの機器に接続した場合+1.5V~-1.5V が出力範囲です。WaveGen メニューの[Setting]→[Output Load]で接続対象のインピーダンスを合わせると、接続対象にかかる電圧に合わせて、出力電圧を指定することができます。

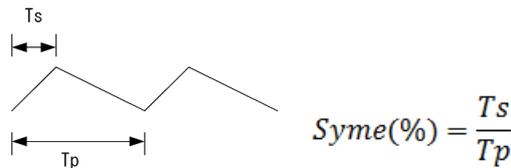
出力周波数範囲は選択されている波形により異なりますが、正弦波の場合 1uHz~25MHz です。

設定項目

メニューバーの[Utility]→[AWG Menu]をタッチして WAVEFORM メニューを表示します。

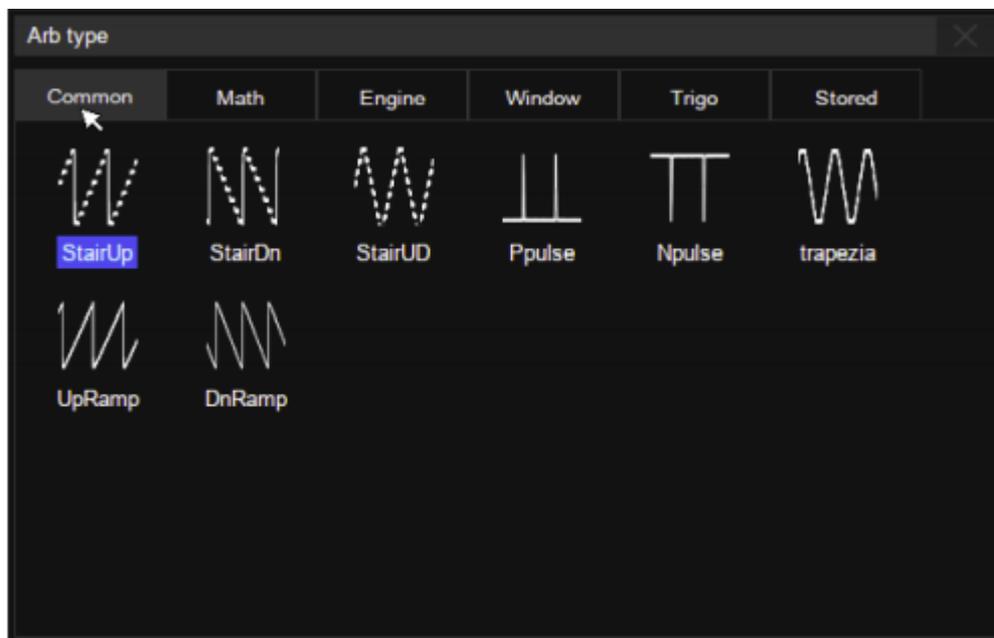
画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲
Output	{On, Off}
Wave Type	{Sine, Square, Ramp, Pulse, DC, Noise, Arb}
Arb Type	Arb Type ダイアログにより 45 種類のビルドイン波形、オシロスコープで捕捉した現在表示中の波形から選択できます。
Frequency	周波数の設定。選択波形により最高周波数は異なります。
Amplitude	High-Z{4m - 6}V、50Ω{2m - 3}V 振幅の設定(オフセット 0V 時)。
Offset	High-Z{-3 - +3}V、50Ω{-1.5 - +1.5}V オフセットの設定(振幅最小時)。
Duty	{1 ~99}% 波形として Square が選択された場合のみ表示されます。デューティ比を設定します。設定範囲は最小パルス幅 50ns の制限を受けます。 
Symmetry	{0 ~100}%

	<p>波形として Ramp が選択された場合のみ表示されます。対称性を設定します。</p>  <p style="text-align: right;">$Syme(\%) = \frac{T_s}{T_p}$</p>	
Pulse Width	<p>{設定範囲は周波数などの設定により異なります}</p> <p>波形として Pulse が選択された場合のみ表示されます。パルス幅を設定します。最小パルス幅 50ns。</p>	
Stdev	<p>{2mV ~ 300mV}</p> <p>波形として Noise が選択された場合のみ表示されます。変動幅を設定します。</p>	
Mean	<p>{0 ~ 149mV : Sdev 設定に影響されます}</p> <p>波形として Noise が選択された場合のみ表示されます。平均を設定します。</p>	
Setting	Output Load	{High-Z, 50Ω}
	OVP	{On, Off} 過電圧保護機能を設定します。
	SyncOut	Aux In/Out 端子に信号周期に合わせて 5V、50ns 程度のパルスを出力 但し 10Hz 以上~2MHz まで
	Zero Adjust	内部校正を実行します。Manual、または Auto で設定
	Default	初期状態に戻します
	Return	上の階層に戻る
System	T3DSO-FGMOD のファームウェアアップグレード	

任意波形の選択

AWG メニューの[Wave Type]を Arb に設定すると、Arb の波形を選択することができる[Arb Type]がメニューに表示されます。[Arb Type]をタッチすると、次のような波形選択のポップアップが表示されます。カテゴリ分けされた5つのタブにそれぞれ波形が用意されています。それぞれの波形のアイコンをタッチすると、波形を出力することができます。



注意) 現在 Stored タブにある USB は対応していません。

オシロスコープで捕捉された波形(AWG の波形メモリは少ないため細かい変化のある波形は再現できません)を出力するにはチャンネル設定メニューから行います。

1. 出力させたい波形を捕捉します。
2. 捕捉された波形のチャンネルメニューを表示します。
3. チャンネルメニューの[Apply To]から AWG を選択します。

ゼロ調整

AWG のオフセット誤差は、自動または手動で校正できます。AWG メニューから[Setting]→[Zero Adjust]を選択し ZERO ADJUST メニューに入ります。

- 自動：オシロスコープの C1 で AWG からの出力を確認しながら調整を行います。AWG の出力をオシロスコープの C1 に接続し、ZERO ADJUST メニューの[Auto]をタッチすると、AWG が自動的に調整を開始します。調整が完了すると、画面に「Zero Adjust completed！」と表示されます。
- 手動：AWG は、オシロスコープの任意のチャンネルを介して手動で校正できます。例として C2 で AWG からの出力を取り上げます。
 1. AWG の出力を C2 に接続します。C2 の設定を開き、DC 結合に設定し、帯域幅制限をオンにして、プローブ減衰率は 1X に設定します。
 2. C2 の垂直スケールを 1mV / div などの小さなスケールに設定します。パラメータで C2 の平均を測定します。
 3. ZERO ADJUST メニューで[Manual]をタッチして、「Universal」ノブを回して C2 の平均値が±1mV 以内になるようにしてから、[SAVE]をタッチします。

出力インピーダンス

[Setting]→[Output Load]をタッチして[High-Z]または[50Ω]に設定します。こちらの設定は接続先機器の入力インピーダンスを指します。接続機器の入力インピーダンスにより電圧の設定値と実際に接続先の両端に加わる電圧を同じにする目的です。

波形出力

フロントパネルの「Wave Gen」ボタンを押して、AWG メニューで[Output]を On に設定すると出力が開始されます。AWG のボタンが緑色で点灯している状態がオン、消灯している状態がオフの状態です。

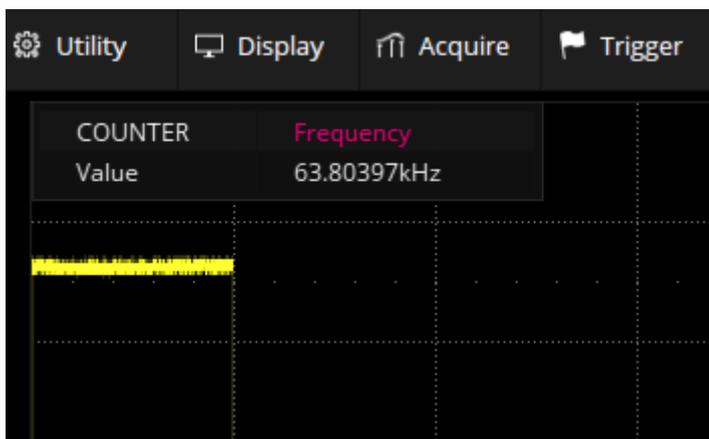
カウンタ

カウンタは波形自体を表示させる必要はなく、未使用のチャンネルがあるときに、信号の周波数や周期の測定、又はゲート信号内で発生したイベント（エッジ）をカウントする機能です。オシロスコープとしての機能と独立しているため捕捉動作が停止している状態でも動作します（Run/Stop ボタンが赤色の状態）。

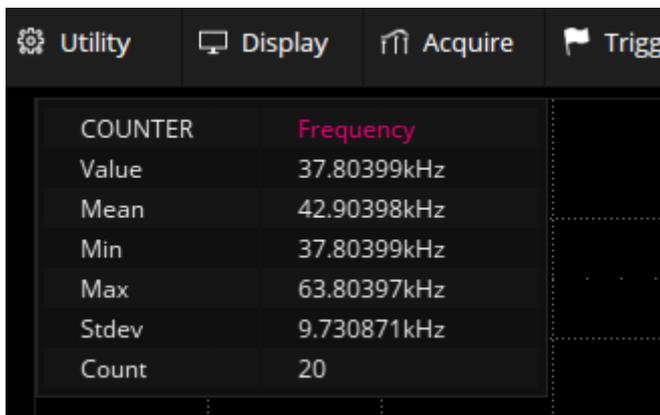
注意) 指定チャンネルの電圧感度やオフセットの設定は必要です。波形を表示させて 1 Div 以上の大きさに波形が表示されるように Volt/Div や Offset を調整してください。

注意) カウンタの精度はオシロスコープのタイムベース精度に従います。カウンタで表示される桁数とは関係ありません。波形を Period や Freq 計測パラメータで測定した結果と同じです。

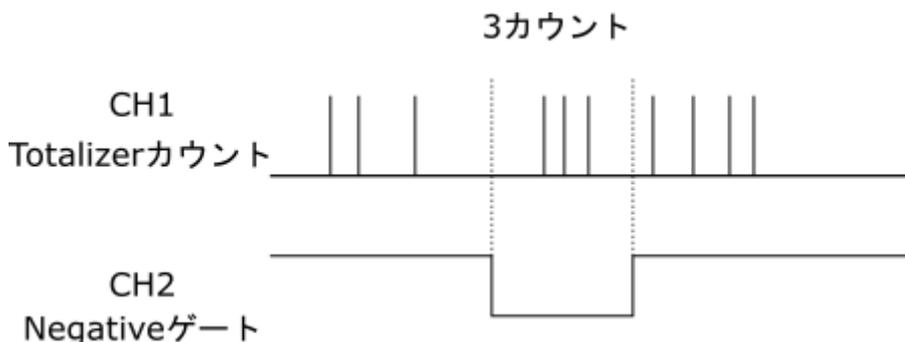
カウンタの値は波形表示エリア左上のわずかなスペースにカウンタの種類とその値が表示されます。



また測定した値を蓄積し、統計値として表示させることもできます。統計値をリセットしたい場合はフロントパネルの「Clear Sweep」ボタンかカウンタメニューの[Reset Statistics]を押しておくください。



エッジの数をカウントする Totalizer は別のチャンネルの信号をゲート信号として使うことができます。



注意)カウンタはイベント数を蓄積されていきます。上記のような波形が繰り返される場合、3カウントずつ値が上がっていきます。

設定項目

カウンタの設定はメニューバーの[Analysis]→[Counter]をタッチして表示します。

画面のメニューには次のように表示されます。

メニュー	設定範囲	
Counter	{On, Off} カウンタのオン・オフ	
Mode	{Frequency, Period, Totalizer} Frequency : 周波数 Period : 周期 Totalizer : エッジのカウント	
Source	{C1, C2, C3, C4}	
Slope	{Positive, Negative} Mode で Totalizer を選択している場合のみのメニュー。カウントするエッジのスロープを選択します。	
Level	エッジを検出する電圧レベルを指定	
Gate Setting	Mode で Totalizer を選択している場合のみのメニュー	
	Gate	{On, Off} ゲート設定のオン・オフ
	Type	{Level, After Edge} ゲート機能のタイプを選択します。 Level : [Level]と[極性 Polarity]設定を行い、ゲート信号のレベルでカウントを有効にします。 After Edge : [Level]と[極性 Polarity]設定を行い、指定したエッジが来るまではカウントは停止しています。指定エッジが来た後にカウントを開始します。
	Source	{C1, C2, C3, C4} ゲートのソースチャンネルは指定できません。ソースチャンネルを表示するにみになります。
	Polarity	{Positive, Negative}
	Level	ゲート信号のレベルを指定します。
	Return	上位メニューに戻ります。
Statics	{On, Off} 統計値表示のオン・オフ	
Reset Statistics	統計値表示がオンになっている場合に統計値のリセットを行う	

リモートコントロール

T3DSO700HD はリモートコントロール用に本体背面に LAN と USB の2つの接続を用意しています。



USB のプロトコルは USBTMC です。LAN は VXI-11、Telnet、ソケットをサポートしています。USBTMC や VXI-11 は National Instruments 社の NI-VISA を PC 側のドライバとして使用します。Telnet やソケット通信する場合はポート番号 5024 を使用します。PC からテキストベースのコマンドやクエリを送信し、オシロスコープのコントロールやデータなどを転送することができます。また LAN 接続では Web サーバーとしても動作します。PC の Web ブラウザからオシロスコープの IP アドレスにアクセスし、オシロスコープの画面イメージをほぼリアルタイムに表示させることや波形データの転送、リモートコマンドのターミナルが用意されています。

リモートコマンドについては、プログラミングマニュアルを参照してください。

注意) リモートのサポートは Telnet などのターミナルで確認した際のコマンドやその応答データのみです。タイミングや他の機器との組み合わせ、プログラミング言語など PC 側のサポートは対象外となります。

注意) USBTMC のポート番号はメニューバーの [Utility]→[Menu] を選び、メニューの [System Info] で確認してください。

Telnet 使用例

1. Windows の機能に含まれる Telnet を有効にします。また TCPIP として接続できるように PC とオシロスコープの IP 設定を行います。
2. コマンドプロンプトを開きます。Ping コマンドなどでオシロスコープとの通信を確認します。
3. Telnet コマンドを入力して、ターミナルを開きます

例：オシロスコープ IP が 192.168.1.55 として次のように入力します。

```
C:¥>telnet 192.168.1.55 5024
```

4. Telnet や Socket の通信が開かれると、Welcome to the SCPIのメッセージが表示されます。>>プロンプトにコマンドを入力してコントロールすることができます。

```
Welcome to the SCPI instrument 'Lecroy T3DSO2354HD'
>>*IDN?
Lecroy.T3DSO2354HD.T0101C20370630.5.0.1.5.2R3
```

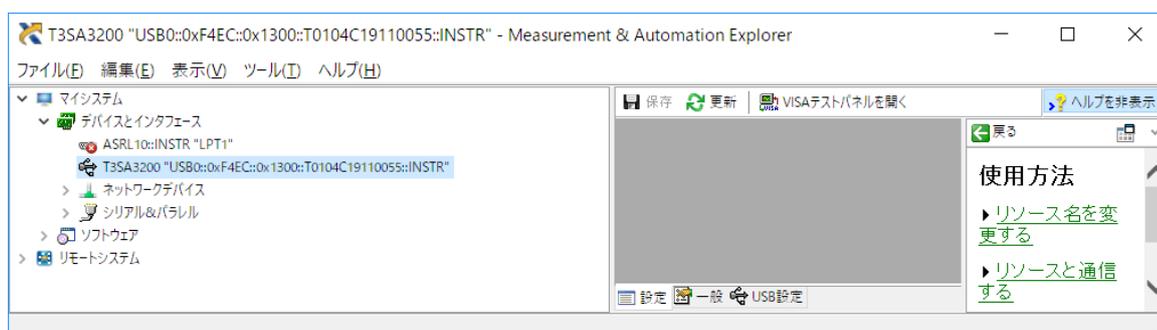
USBTMC、または VXI-11 のリモート接続確認

NI-MAX は NI-VISA に付属するソフトウェアです。ユーザは、National Instruments 社の NI-MAX ソフトウェアを介して SCPI コマンドを送信することにより、リモートでオシロスコープとの接続を確認できます。

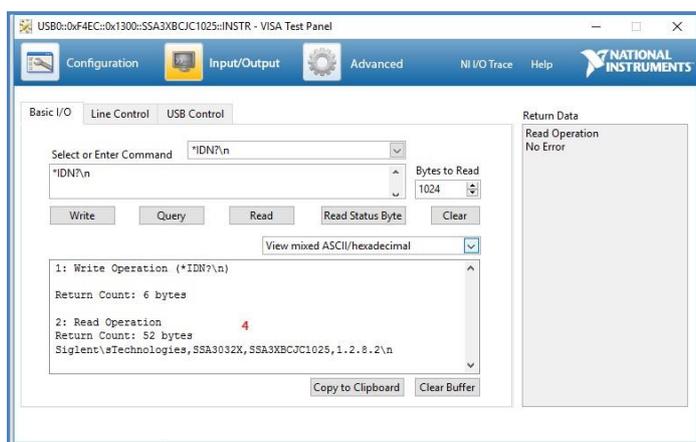
USB(USBTMC)経由

NI MAX ソフトウェアを起動します。

1. アプリケーションの左上にあるツリーから“Device and interface”をクリックします。
2. ツリー内から“USBTMC” デバイスを探し、選択状態にします。



3. 選択されると詳細が右ペインに表示されます。詳細上にある“VISA テストパネルを開く”ボタンを押してください。
4. “Input/Output” タブを開き、Query ボタンを押して*IDN?クエリの応答があるかを確認します。



注：*IDN? コマンド（識別クエリ）は、機器の製造元、機器のモデル、シリアル番号、およびその他の識別情報を返します。

LAN (VXI-11) 経由

NI MAX を起動します。

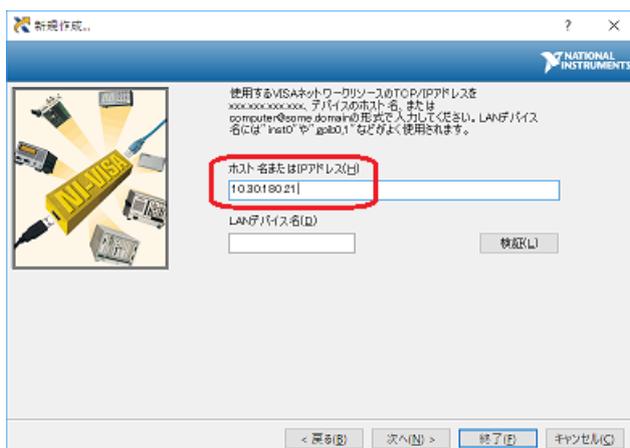
1. ソフトウェアの左上隅にある「デバイスとインターフェース」をクリックします。
2. 「ネットワークデバイス」を選択し、右側ペインにある「ネットワークデバイスの追加」ボタンをクリックします。



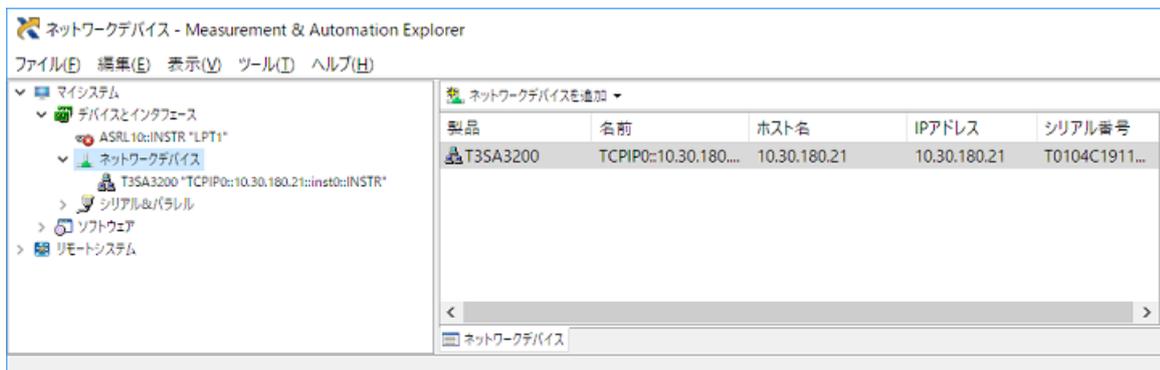
3. 「LAN 計測器のマニュアル入力」を選択し、「次へ」を選択し、IP アドレスを入力します。[終了]をクリックして接続を確立します。



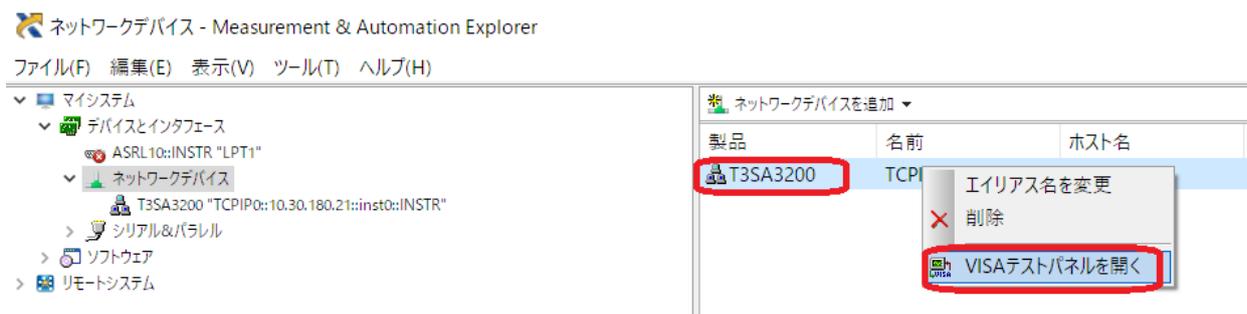
注意: LAN デバイス名を空白のままにしておくと、接続に失敗します。



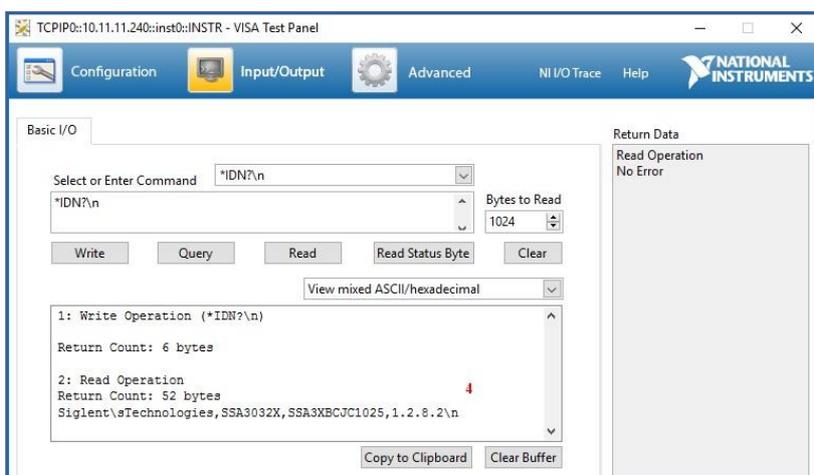
4. 簡単なスキャンの後、ネットワークデバイスの下に接続が表示されます。



5. 製品を右クリックして、「VISA テストパネルを開く」を選択します。



6. 「Input/output」オプションボタンをクリックし、「Query」オプションボタンをクリックします。すべてが正常であれば、以下に示すように、読み取り操作情報が返されます。



内蔵 Web サーバー

T3DSO700HD は、オシロスコープ単体で Web サーバー機能を提供します。PC の Web ブラウザのアドレスバーに "http://オシロスコープの IP アドレス" を入力すると、次のような画面が表示されます。

Instrument Information	
Instrument Model	T3DSO1204
Manufacturer	Siglent Technologies
Serial Number	T0101C18500328
LXI Extended Functions	Null
LXI Version	1.5 LXI Core 2017
MAC Address	00:00:05:00:01:48
TCP/IP Address	10.30.180.21
Software Version	8.1.6.1.26
Instrument Address String	TCP/IP::10.30.180.21::INSTR

左側にメニューがあり、Home(ステータス表示), LAN Configuration(LAN 設定), Instruments Control(画像イメージの表示とコントロール), SCPI(リモートコマンドのターミナル)の選択があります。

Instruments Control を選択すると、次のようにオシロスコープの画面が PC の Web ブラウザ上に表示されます(画面は自動更新)。表示された画面内を PC のマウスでクリックすると、そのクリック情報がオシロスコープに送信され、オシロスコープのタッチパネルと同様の操作が可能になります。

注意) オシロスコープの VNC Port 設定を変更するとオシロスコープの画面を表示することができなくなります。画面が表示されない場合、VNC Port が 5900 になっているか確認してください。



画面の下にはオレンジ色の Screenshot、Waveform Save、FileConverter、Firmware Update のボタンがあります。

- Screenshot...PNG形式のオシロスコープの画面イメージをダウンロードします。
- Waveform Save...バイナリ形式の波形データを転送します。これはオシロスコープ上で保存するバイナリ形式の波形データと同じ形式です。

- **FileConverter...Waveform Save** で転送したバイナリデータを **CSV** 形式のデータに変換する
FileConverter.exe が含まれた zip ファイルがダウンロードされます。**File Converter** については **218** ページを参照してください。

注意) 実行ファイルは **Microsoft Visual C++ 2008 Service Pack 1** が別途必要になります。

- **Firmware Update...** ファームウェアをリモートでアップデートします。

メニューから **SCPI** を選択すると、リモートコマンドのターミナルが表示されます。**Command** にオシロスコープに対応するコマンドやクエリを入力し、**Send** ボタンを押すと、オシロスコープに送信されます。



トラブルシューティング

一般的に発生する障害とその解決方法を以下に示します。問題が下にリストされておらず、さらに援助が必要な場合は **Teledyne Test Tools** にお問い合わせください。

注意) 診断を行う場合には、事務用のオフィスなど安定した電源があり、大きなノイズ発生源の無い場所で確認を行ってください。

1. 電源をオンにした後、画面に表示されない：

- 1) 電源ケーブルが正しく接続されているか確認してください。
- 2) USB メモリなど電源以外の接続を全て外して電源を入れ直してください。電源ボタンを入れた後、電源ボタンの LED が白色で点灯していることを確認してください。
- 3) それでも正しく動作しない場合は、**Teledyne Test Tools** にお問い合わせください。

2. 起動後、画面に **Teledyne Test Tool** のロゴが表示されるが先に進まない

- 1) 一度電源を落とし、**math** ボタンの位置を確認します。
- 2) もう一度電源ボタンを押して起動しますが、その時に **math** ボタンを何度も押します。
- 3) 正常に起動されるか何分か待ちます。起動できない場合、**Teledyne Test Tools** にお問い合わせください。
- 4) 起動後は念のため最新のファームウェアを弊社 **Web** サイトで探して、アップグレードしてください。

3. 波形が表示されません。

- 1) プローブが DUT に正しく接続されているかどうかを確認します。また DUT が信号を出力しているかを確認します。
- 2) チャンネルメニューにある **[Channel]** や **[Trace]** が **On**、**[Coupling]** や **[Impedance]** が正しい設定になっているか確認します。
- 3) 保存と呼び出しメニューから **Factory Default** を実行して初期設定に戻します。常に同じ信号が出力されていることが分かっているプローブ補正信号やファンクションジェネレータなどの信号源に接続し、フロントパネルの「**Auto Setup**」ボタンを押して再度確認します。ここで表示される場合は、トリガなど設定や DUT の信号出力を確認してください。
- 4) プローブまたは **BNC** ケーブルがオシロスコープの **BNC** に正しく接続されているか確認します。また別の信号源、別のケーブル、オシロスコープの別のチャンネルなど状態を入れ替えて故障していないかを確認します。

4. 波形表示された振幅が想定している振幅より大きい、または低い（プローブが使用されている場合にこの問題が発生することに注意してください）：

- 1) チャンネルメニューの **[Probe]** がプローブの減衰比に適合しているかどうかを確認します。
- 2) チャンネルメニューの **[BW Limit]** により減衰しているかを **On/Off** させて確認します。

- 3) パッシブプローブの場合、本マニュアルの「プローブ補償」を参考に調整を行ってから確認します。またパッシブプローブには周波数特性があり、数十 MHz 以上で若干振幅が上下します。数十 MHz 以上の高周波で振幅精度を保つには T3LVD プローブなどアクティブプローブを使用してください。
- 4) BNC ケーブルで直接接続して 50Ω カップリングで測定している場合には、オシロスコープの仕様にある DC ゲイン精度や帯域幅のフラットネスを参照し、誤差の範囲がオシロスコープの仕様内にあるか確認してください。

5. 不安定な波形表示があります。

- 1) トリガ信号源にトリガする適切な信号があることを確認します。
- 2) トリガのタイプを確認してください：一般的な信号は "エッジ" トリガを使用する必要があります。
- 3) バーストタイプの波形の場合、トリガーホールドオフの設定を変更します。

6. 「Run / Stop」を押しても表示されない：

トリガ・モード (TRIGGER) が "Normal" または "Single" で、トリガレベルが波形電圧範囲を超えているかどうかを確認してください。トリガレベルを予想される波形電圧範囲の中央に設定するか、モードを "Auto" に設定してください。

注意) AUTO を使用すると、波形が存在するかどうかに関わらず自動的にトリガします。

7. 波形の表示ははしご状です：

- 1) 水平タイムベースが低すぎる可能性があります。水平時間ベースを大きくして水平解像度を上げ、表示を改善します。
- 2) 表示タイプが "ベクトル" の場合、サンプルポイント間の線がはしご状に表示されることがあります。タイプを「点」に設定して問題を解決します。

8. USB 経由で PC からリモート接続できない：

- 1) 背面の USBTMC ポートと PC が接続されていることを確認してください。
- 2) NI-VISA が PC にインストールされているか確認してください (オシロスコープ用のデバイスドライバは NI-VISA が供給しています)。
- 3) USBTMC のアドレスが正しいか確認します。ユーティリティの IO 設定を確認してください。

9. USB メモリが認識されない：

- 1) PC などを使い USB メモリが正常に動作することを確認します。また USB メモリのフォーマットが FAT32、USB の規格が USB2.0 であることを確認してください。それ以外のフォーマットは対応していません。USB の上位規格の製品では認識しない可能性があります。
- 2) USB メモリを直接オシロスコープに接続してください。USB ハブなどを通して接続した場合、認識されません。
- 3) 他の USB デバイス (マウスやキーボード、その他の USB メモリ) を使い、オシロスコープ側の USB インターフェースが正常に動作していることを確認してください。
- 4) 使用中の USB メモリがフラッシュストレージであることを確認します。このオシロスコープは、他のハードウェアストレージタイプをサポートしていません。

- 5) 本器を再起動し、再度 USB メモリを挿入して確認します。
- 6) USB メモリがまだ正常に使用できない場合は、弊社にお問い合わせください。

10. LAN 経由で PC からリモート接続できない

- 1) IP アドレスやサブネットマスクの設定が PC とオシロスコープの間で適切に設定されているか確認してください。
- 2) PC のコマンドプロンプトを使い Ping コマンドを使ってオシロスコープから応答があるか確認します。
- 3) PC で Web ブラウザを開き、Web ブラウザのアドレスに“http://オシロスコープの IP アドレス”を入力して表示されるか確認してください。
- 4) VXI11 で接続する場合、PC に NI-VISA がインストールされている事を確認します。

11. タッチパネルが動作しない

- 1) フロントパネルにある「Touch」ボタンを押して、動作可能になるか確認してください。

サービス & サポート

メンテナンス概要

本製品は正規販売代理店からの出荷日から3年間、仕様範囲内における通常の使用および操作に対して保証されています。テレダイン・レクロイ社は保証期間内に当社のサービスセンターに返送された製品を修理または(当社の判断により)交換いたします。ただし、上記保証の適用は通常の使用範囲内での故障であり、お客様の誤った使用、保守の不備、事故、または異常な状態あるいは運用によるものは適用外となります。

テレダイン・レクロイ社は、a)テレダイン・レクロイ社代理人以外による修理または設置、b)互換性のない機器への不正な接続、c)テレダイン・レクロイ製以外の消耗品を使用したことによる障害または誤動作により生じた不具合、損傷、故障に対しても一切の責任を負いません。また、テレダイン・レクロイ社は、作業期間が増加しオシロスコープの提供が困難になるような変更や統合を行った製品を修理・点検する義務を負いません。

本製品のファームウェアは十分にテストされており、問題なく機能することが確認されています。ただし、ファームウェアには、機能の詳細に関していかなる保証も適用されません。

上記の保証条項は、明示的または暗黙的を問わず、他の一切の保証条項(特定の用途や商用性・適応性に関する保証を含む。それらに限定されない)よりも優先されます。テレダイン・レクロイ社は、契約に明記されているかどうかに関わらず、一切の間接損害、実害、偶発的損害、直接損害に関する責任を負いません。テレダイン・レクロイ社のサービスセンター等に製品を返送する際の送料や保険料はお客様の負担とします。保証対象の製品を送付するときの送料はテレダイン・レクロイ社が負担いたします。

製品の修理

修理の必要が生じた製品は、テレダイン・ジャパン株式会社、または担当の代理店にご返却ください。保証期間内の製品に関しては無償で修理いたします。保証期間を過ぎた製品に関しては、弊社修理規定による修理費を請求させていただきます。

お預かりから納品まで

修理校正のお申込み

ご依頼は Web、または E-mail にて承ります。

Email : lecroy.service.japan@teledyne.com

製品番号と不良の内容をご確認ください。

注意)保証期間を確定するため、日付の分かる納品書などのコピーが必要です。紛失してしまった場合、お買い上げの販売代理店にコピーをご請求ください。

お預かり・発送

弊社サービス窓口 担当者よりご連絡させていただきます。弊社から梱包箱をお届けする引き取りサービスもございますので、サービスをご要望の方はご相談ください。

お急ぎの方は、申し込み時のフォームにご記入の上、印刷したものを現品添付してご発送ください。

診断及び見積のご案内

お預かりしてから 1 週間以内に診断結果を報告します。有償修理の場合は、合わせて見積書をご案内させていただきます。診断が難航し見積書提出までに 1 週間以上を要する場合や症状が表れていない時などにつきましても、1 週間以内に途中経過を報告いたします。

注意)見積書ご確認の際はお支払条件をご確認ください。弊社販売代理店でも修理依頼を承ります。

キャンセル

作業着手

見積書承認欄への署名や注文書を弊社へ頂いた時点で作業着手となります。

キャンセルの場合、診断料や送料を含む費用の請求はございません。診断のため、分解していることがあり、復旧までにお日にちをいただきます。

作業完了～納品

作業完了後、ご指定の場所へ返却いたします。お申し込み時に E-mail アドレスをご記入いただきますと、納品時に発送伝票番号をお知らせします。

ご請求先と返却先が同じ場合、納品時に請求書を合わせてお送りします。請求先が異なる場合や代理店を通して修理をご依頼いただいている場合は、後日請求書を指定先にお送りします。

【その他ご連絡先、および御依頼品の送り先】

テレダイン・ジャパン株式会社 サービスセンター

〒183-0006 東京都府中市緑町 3-11-5 芳文社府中ビル 3F

TEL: 042-402-9401 FAX: 042-402-9583

E-mail: lecroy.service.japan@teledyne.com

【修理を依頼する前にご確認いただきたい情報】

- ・型式、シリアル番号
- ・日付の分かる納品書などの書類のコピー
- ・症状
- ・現象を再現させるために必要な条件（弊社で現象確認できない場合、そのまま返却します。信号入力が必要になる場合は、ファンクションジェネレータで発生できる波形の条件をお知らせください）
- ・発生頻度
- ・標準的な動作確認をし、その結果をお知らせください。
 1. オシロスコープをノイズ源の無い事務用のオフィスで起動します。
 2. メニューバーの[Utility]→[Save/Recall]をタッチして、Recall メニューで Factory Default を選択
 3. 付属のパッシブプローブを前面の USB コネクタ横にあるプローブ調整用の信号源に接続し、「Auto Setup」ボタンを押して、1KHz 3V の波形が表示されるか確認してください（すべてのチャンネルでチェック）。
 4. 正しく波形が表示されない場合、プローブを入れ替えてチェックしてください。