

# SDS2000X HD シリーズ デジタルオシロスコープ

EN01A

EN01A





## 目次

1	はじめに .....	10
2	重要な安全情報 .....	11
2.1	一般的な安全に関する概要 .....	11
2.2	安全用語と記号 .....	14
2.3	作業環境 .....	15
2.4	冷却要件 .....	16
2.5	電源および接地要件 .....	17
2.6	クリーニング .....	18
2.7	異常状態 .....	18
2.8	安全基準への適合 .....	18
	安全に関する基本情報 .....	20
	安全要件 .....	20
	安全に関する用語と記号 .....	23
	作業環境 .....	24
	冷却要件 .....	26
	電源およびアース接続 .....	26
	お手入れ .....	27
	異常な条件 .....	28
	安全に関する適合性 .....	28
3	ファーストステップ .....	29
3.1	納品チェックリスト .....	29
3.2	品質保証 .....	29
3.3	保守契約 .....	29
4	文書表記規則 .....	31
5	はじめに .....	32
5.1	機械的寸法 .....	32
5.2	支持脚の調整 .....	33
5.3	電源投入 .....	33
5.4	電源を切る .....	35
5.5	システム情報 .....	35

5.6	オプションのインストール .....	35
6	クイックスタート .....	37
6.1	フロントパネルの概要.....	37
6.2	背面パネルの概要.....	39
6.3	外部デバイス/システムへの接続.....	40
6.3.1	電源.....	40
6.3.2	LAN.....	40
6.3.3	USB 周辺機器.....	40
6.3.4	補助出力.....	40
6.3.5	波形発生器.....	42
6.3.6	プローブ.....	42
6.3.7	ロジックプローブ.....	43
7	タッチスクリーンディスプレイ .....	45
7.1	概要.....	45
7.2	メニューバー .....	47
7.3	グリッド領域 .....	48
7.4	チャネル記述子ボックス.....	49
7.5	タイムベースとトリガー 記述子ボックス ES.....	51
7.6	ダイアログボックス .....	54
7.7	タッチジェスチャー .....	56
7.8	マウスとキーボード操作.....	57
7.9	言語の選択.....	57
8	フロントパネル .....	58
8.1	概要.....	58
8.2	垂直制御.....	59
8.3	水平制御.....	61
8.4	トリガ制御.....	61
8.5	<b>実行/停止</b> ボタン .....	63
8.6	<b>自動設定</b> ボタン .....	63
8.7	カーソル制御 .....	63
8.8	ユニバーサルノブ .....	63
8.9	その他のボタン.....	65
9	機能呼び出しの複数アプローチ .....	66



9.1	メニューバー .....	66
9.2	記述子ボックス.....	67
9.3	フロントパネルのショートカットボタン .....	67
10	信号を素早くキャプチャする .....	68
11	垂直方向のセットアップ .....	69
11.1	チャンネルのオン/オフ.....	69
11.2	チャンネル設定.....	70
12	デジタルチャンネル .....	78
12.1	概要.....	78
12.2	デジタルチャンネルの有効化/無効化.....	79
12.3	デジタルチャンネル設定 .....	81
13	水平および取得設定 .....	86
13.1	タイムベース設定 .....	86
13.2	取得設定.....	87
13.2.1	概要.....	87
13.2.2	取得.....	91
13.2.3	メモリ管理.....	94
13.2.4	ロールモード.....	94
13.2.5	シーケンス.....	96
13.3	履歴.....	99
14	ズーム .....	104
15	トリガー.....	108
15.1	概要.....	108
15.2	トリガー設定 .....	109
15.3	トリガレベル .....	111
15.4	トリガモード .....	112
15.5	トリガタイプ .....	113
15.5.1	概要.....	113
15.5.2	エッジトリガー.....	115
15.5.3	スロープトリガ.....	115
15.5.4	パルストリガー.....	117
15.5.5	ビデオトリガー.....	118

15.5.6	ウィンドウトリガー.....	123
15.5.7	インターバルトリガー.....	125
15.5.8	ドロップアウトトリガー.....	125
15.5.9	ラントトリガー.....	127
15.5.10	パターントリガー.....	127
15.5.11	条件付きトリガ.....	129
15.5.12N	番目のエッジトリガー.....	130
15.5.13	遅延トリガー.....	132
15.5.14	セットアップ/ホールドトリガ.....	132
15.5.15	シリアルトリガー.....	134
15.6	トリガソース.....	134
15.7	ホールドオフ.....	135
15.8	トリガ結合.....	136
15.9	ノイズ除去.....	137
15.10	ゾーントリガー.....	139
16	シリアルトリガーとデコード.....	146
16.1	概要.....	146
16.2	I2C トリガーおよびシリアルデコード.....	149
16.2.1	I2C 信号 設定.....	149
16.2.2	I2C トリガー.....	150
16.2.3	I2C シリアルデコード.....	155
16.3	SPI トリガとシリアルデコード.....	158
16.3.1	SPI 信号設定.....	158
16.3.2	SPI トリガー.....	163
16.3.3	SPI シリアルデコード.....	163
16.4	UART トリガーおよびシリアルデコード.....	164
16.4.1	UART 信号設定.....	164
16.4.2	UART トリガー.....	165
16.4.3	UART シリアルデコード.....	165
16.5	CAN トリガおよびシリアルデコード.....	167
16.5.1	CAN 信号設定.....	167
16.5.2	CAN トリガー.....	167
16.5.3	CAN シリアルデコード.....	169
16.6	LIN トリガーとシリアルデコード.....	171

16.6.1	LIN 信号設定.....	171
16.6.2	LIN トリガー.....	171
16.6.3	LIN シリアルデコード.....	172
<b>16.7</b>	<b>FLEXRAY トリガおよびシリアルデコード .....</b>	<b>174</b>
16.7.1	FlexRay 信号設定.....	174
16.7.2	FlexRay トリガー.....	174
16.7.3	FlexRay シリアルデコード.....	175
<b>16.8</b>	<b>CAN FD トリガーとシリアルデコード.....</b>	<b>178</b>
16.8.1	CAN FD 信号設定.....	178
16.8.2	CAN FD トリガー.....	178
16.8.3	CAN FD シリアルデコード.....	179
<b>16.9</b>	<b>I2S トリガおよびシリアルデコード .....</b>	<b>181</b>
16.9.1	I2S 信号設定.....	181
16.9.2	I2S トリガー.....	182
16.9.3	I2S シリアルデコード.....	183
<b>16.10</b>	<b>MIL-STD-1553B トリガおよびシリアルデコード .....</b>	<b>185</b>
16.10.1	MIL-STD-1553B 信号設定.....	185
16.10.2	MIL-STD-1553B シリアルデコード.....	185
<b>16.11</b>	<b>SENT トリガーとシリアルデコード .....</b>	<b>188</b>
16.11.1	SENT 信号設定.....	188
16.11.2	送信トリガー.....	188
16.11.3	SENT シリアルデコード.....	193
<b>16.12</b>	<b>マンチェスター方式シリアルデコード .....</b>	<b>195</b>
16.12.1	マンチェスター信号設定.....	195
16.12.2	マンチェスター方式シリアルデコード.....	197
<b>17</b>	<b>カーソル.....</b>	<b>198</b>
17.1	概要.....	198
17.2	カーソルの選択と移動.....	206
<b>18</b>	<b>測定.....</b>	<b>208</b>
18.1	概要.....	208
18.2	パラメータの設定.....	210
18.3	測定の種類.....	214
18.3.1	垂直測定.....	214
18.3.2	水平測定.....	216

18.3.3	その他の測定項目.....	218
18.3.4	遅延測定.....	219
18.4	トレンド.....	221
18.5	トラック.....	222
18.6	表示モード.....	222
18.7	測定統計.....	224
18.8	統計ヒストグラム.....	226
18.9	簡易測定.....	227
18.10	ゲート.....	227
18.11	振幅戦略.....	228
18.12	閾値.....	229
18.13	ハードウェア周波数カウンタ.....	230
19	MATH.....	231
19.1	概要.....	231
19.2	算術演算.....	233
19.2.1	加算 / 減算 / 乗算 / 除算.....	233
19.2.2	恒等演算 / 否定演算.....	233
19.2.3	平均 / ERES.....	234
19.2.4	最大値保持 / 最小値保持.....	234
19.3	代数演算.....	235
19.3.1	微分.....	235
19.3.2	積分.....	236
19.3.3	平方根.....	237
19.3.4	絶対値.....	237
19.3.5	符号.....	238
19.3.6	exp10.....	240
19.3.7	lg.....	241
19.3.8	補間.....	241
19.4	周波数分析.....	242
19.5	式エディタ.....	253
20	リファレンス.....	255
21	検索.....	257
22	ナビゲート.....	260

23	マスクテスト.....	269
23.1	概要.....	269
23.2	マスク設定.....	271
23.2.1	マスクを作成.....	271
23.2.2	マスクエディタ.....	272
23.3	合格/不合格ルール.....	274
23.4	操作.....	275
24	DVM.....	276
24.1	概要.....	276
24.2	モード.....	277
24.3	図表.....	278
25	カウンタ.....	282
25.1	概要.....	282
25.2	モード.....	284
26	ヒストグラム.....	287
26.1	概要.....	287
26.2	領域設定.....	290
27	電力解析.....	293
27.1	概要.....	293
27.2	電力品質.....	293
27.3	電流高調波.....	296
27.4	突入電流.....	298
27.5	スイッチング損失.....	299
27.6	スルーレート.....	303
27.7	変調.....	304
27.8	出力リップル.....	304
27.9	電源投入/電源切断.....	305
27.10	過渡応答.....	307
27.11	PSRR.....	308
27.12	電力効率.....	309
27.13	SOA.....	309
28	ボード線図.....	314
28.1	概要.....	314

28.2	設定 .....	315
28.2.1	接続 .....	315
28.2.2	スweep .....	315
28.3	表示 .....	318
28.4	データ解析 .....	320
29	表示 .....	323
30	任意波形発生器 .....	332
30.1	概要 .....	332
31	任意波形発生器 .....	333
31.1	概要 .....	333
31.2	出力 .....	335
31.3	波形タイプ .....	335
31.4	その他の設定 .....	336
31.5	システム .....	339
32	保存/呼び出し .....	341
32.1	保存タイプ .....	341
32.2	ファイルマネージャー .....	343
32.3	インスタンスの保存と復元 .....	344
33	ユーティリティ .....	349
33.1	システム 情報 .....	349
33.2	システム設定 .....	349
33.2.1	言語 .....	349
33.2.2	スクリーンセーバー .....	351
33.2.3	ビープ音 .....	351
33.2.4	自動電源オン .....	351
33.2.5	日付/時刻 .....	351
33.2.6	基準位置設定 .....	352
33.3	保存ボタン .....	355
33.4	クイックアクション .....	355
33.5	I/O 設定 .....	357
33.5.1	LXI .....	357
33.5.2	LAN .....	357
33.5.3	ネットワークストレージ .....	358

33.5.4	Web サーバー.....	359
33.5.5	エミュレーション.....	360
33.6	オプション のインストール.....	361
33.7	メンテナンス .....	362
33.7.1	アップグレード.....	362
33.7.2	セルフテスト.....	364
33.7.3	自己校正.....	369
33.7.4	開発者向けオプション .....	370
34	リモートコントロール .....	371
34.1	WEB ブラウザ.....	371
34.2	その他の接続方法.....	372
35	トラブルシューティング .....	373

## 1 はじめに

デジタルオシロスコープは、電気信号を表示、分析、保存するための多機能測定器です。電子機器の設計、製造、保守に不可欠なツールです。このユーザーマニュアルには、**SDS2000X HD** シリーズオシロスコープに関する重要な安全および設置情報が記載されており、本器の基本操作に関する簡単なチュートリアルが含まれています。

本シリーズには以下のモデルが含まれます：

モデル	アナログ帯域幅	最大サンプリングレート	アナログチャンネル
SDS2354X HD	350 MHz	各チャンネルあたり 2 GSa/s	4
SDS2204X HD	200 MHz	2 GSa/s @ 各チャンネル	4
SDS2104X HD	100 MHz	2 GSa/s @ 各チャンネル	4



## 2 重要な安全情報

このマニュアルには、安全な操作と製品の安全な状態を維持するために、ユーザーが従わなければならない情報と警告が記載されています。

### 2.1 一般的な安全に関する概要

人身事故や本器および接続機器の損傷を防ぐため、以下の安全上の注意をよくお読みください。潜在的な危険を回避するため、本器は指定通りにご使用ください。

**火災や人身事故を防ぐために。**

**適切な電源ラインを使用してください。**

本器を電源に接続する際は、地域/州で認可された電源コードのみを使用してください。

**機器を接地してください。**

本器は電源コードの保護接地導体を介して接地されています。感電を避けるため、接地導体は必ずアースに接続してください。入力端子または出力端子を接続する前に、本器が正しく接地されていることを確認してください。

**信号線を正しく接続してください。**

信号線の電位はアースと同じであるため、信号線を高電圧に接続しないでください。露出している接点や部品には触れないでください。

**全端子の定格を確認してください。**

火災や感電を防ぐため、機器の全定格値および表示された指示を確認してください。接続前に取扱説明書を注意深く読み、定格値に関する詳細情報を入手してください。

**機器の保守とサービス。**

機器が故障した場合、メンテナンスのために機械を分解しないでください。機器にはコンデンサ、

電源装置、変圧器などのエネルギー貯蔵装置が含まれており、高電圧による損傷を引き起こす可能性があります。機器内部の装置は静電気に敏感であり、直接接触すると機器に修復不可能な損傷を与える恐れがあります。メンテナンスは必ず工場または当社指定の保守組織に返送してください。機器を修理する際は必ず電源プラグを抜いてください。通電作業は厳禁です。メンテナンス完了後、正常動作が確認されて初めて電源投入が可能です。

### 装置の正常状態識別

装置起動後、正常状態ではインターフェースに警報情報・エラー情報は表示されません。インターフェースの曲線は左から右へ自由にスクロールします。スクロール中にポップアップウィンドウやボタンが表示される場合、または警報・エラー表示がある場合は、装置が異常状態にある可能性があります。具体的な表示内容を確認してください。機器の再起動を試み、エラー状態が解消されるか確認できます。故障情報が解消されない場合、当該機器での試験は行わないでください。再使用前にメーカーまたはメーカー指定の保守部門に連絡し、保守を実施させてください。

故障の疑いがある場合は操作しないでください。

機器に損傷の疑いがある場合は、資格のあるサービス担当者に点検を依頼してください。

回路や配線が露出している部品を避けてください。

電源投入時は露出接点・部品に触れないでください。

湿潤環境下での使用は避けてください。

爆発性雰囲気での使用は避けてください。

機器の表面は清潔で乾燥した状態を保ってください。

**UL61010-031 および CAN/CSA-C22.2 No.61010-031** の要件を満たすプローブアセンブリのみを使用してください。

内蔵電池の交換には、純正電池と同仕様のリチウム電池のみを使用してください。







本機器を主電源回路の測定に使用しないでください。本機器を、取扱説明書に記載されている電圧範囲を超える電圧の測定に使用しないでください。最大追加過渡電圧は **1300 V** を超えてはなりません。

責任ある機関またはオペレーターは、装置が提供する保護機能を維持するため、取扱説明書を参照してください。製造元が指定していない方法で装置を使用した場合、装置が提供する保護機能が損なわれる可能性があります。

製造元または代理店が承認した場合を除き、本装置および付属品のいかなる部品も変更または交換してはなりません。

## 2.2 安全用語と記号

本器の前面または背面パネル、あるいは本マニュアルに以下の記号または用語が表示されている場合、安全面での特別な注意を促しています。

	この記号は注意が必要な箇所で使用されます。人身事故や機器損傷を防ぐため、付随する情報または文書を参照してください。
	この記号は感電の危険性があることを警告します。
	この記号は、測定用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、スイッチが電源オン/スタンバイスイッチであることを示します。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の間で切り替わります。このスイッチは装置の電源を遮断しません。オシロスコープを完全に電源オフにするには、スタンバイ状態にした後、 <b>AC</b> コンセントから電源コードを抜く必要があります。
	この記号は交流（ <b>AC</b> ）を表します。
注意	「 <b>注意</b> 」記号は潜在的な危険を示します。これに従わないと危険となる可能性のある手順、操作、または状況に注意を喚起します。その条件を完全に理解し満たすまで、操作を続行しないでください。
警告	「 <b>警告</b> 」記号は潜在的な危険を示します。これに従わない場合、身体損傷または死亡を引き起こす可能性のある手順、慣行、または状況に注意を喚起します。警告が表示されている場合、安全条件を完全に理解し満たすまで続行しないでください。


## 2.3 作業環境

本装置の設計は、以下の制限値に基づき EN 61010-1 安全規格への適合が確認されています：

### 環境

本器は屋内で使用し、周囲温度範囲内の清潔で乾燥した環境で操作してください。

**注記：** 周囲温度を評価する際には、直射日光、電気ヒーター、その他の熱源を考慮してください。

	<b>警告：</b> 爆発性、粉塵、または湿気の多い環境では本機器を操作しないでください。
---	---

### 周囲温度

動作時： 0 °C ~ +50 °C

非動作時： -30 °C ~ +70 °C

**注記：** 周囲温度を評価する際には、直射日光、ラジエーター、その他の熱源を考慮に入れる必要があります。

### 湿度

動作時： 5% ~ 90 %RH、30 °C、50 °Cでは 50 %RH にディレーティング

非動作時： 5% ~ 95% RH

### 高度

動作時： ≤3,000 m、25 °C

非動作時： 15,000m 以下

### 設置（過電圧）カテゴリ

本製品は、設置（過電圧）カテゴリ II に準拠した主電源から電力を供給されます。

**注記：** 設置（過電圧）カテゴリ I とは、機器の測定端子が電源回路に接続されている状況を指しま

す。これらの端子では、過渡電圧を対応する低レベルに制限するための予防措置が講じられています。

設置（過電圧）カテゴリ II は、AC ライン（交流電源）に接続される機器に適用される局所配電レベルを指します。

## 汚染度

オシロスコープは、汚染度 II の環境下で動作させることができます。

**注記：** 汚染度 II は、乾燥した非導電性の汚染が発生する作業環境を指します。結露による一時的な導電性が時折発生することが予想されます。

## IP 規格

IP20（IEC 60529 で定義）。

## 2.4 冷却要件

本器は、内蔵ファンと通気孔による強制空冷方式を採用しています。オシロスコープ両側の通気孔（ファン穴）周辺の気流を妨げないよう注意してください。十分な通気性を確保するため、本器の側面には最低 15 cm (6 インチ) の隙間を設けてください。



**注意：** スコープ両側にある通気孔を塞がないでください。



**注意：** 通気孔などから異物がスコープ内部に入らないようにしてください。

## 2.5 電源および接地要件

本器は、単相、100～240 Vrms（±10%）の交流電源、50/60 Hz（±5%）で動作します。


本器はライン電圧に自動適応するため、手動での電圧選択は不要です。

オプションおよび付属品（プローブ、PC ポートプラグインなど）の種類と数に応じて、本器は最大 193 W の電力を消費する場合があります。

**注記：** 本器は、以下の範囲内で AC ライン入力に自動的に適応します。


電圧範囲:	90 - 264 Vrms	90 - 132 Vrms
周波数範囲:	47 - 63 Hz	380 - 420 Hz

本器には、成形された 3 端子極性付きプラグと、ライン電圧および安全接地接続用の標準 IEC320（タイプ C13）コネクタを備えた接地コードセットが付属しています。AC 入力接地端子は本器の筐体に直接接続されています。感電の危険から十分に保護するため、電源コードプラグは安全接地接点を備えた対応する AC コンセントに差し込む必要があります。本器用に指定され、使用国で認証された電源コードのみを使用してください。

	<p><b>警告：</b> 感電の危険性があります！</p> <p>スコープ内部または外部における保護導体の切断、あるいは安全接地端子の切断は危険な状況を引き起こします。</p> <p>意図的な遮断は禁止されています。</p>
---	---

オシロスコープは、コンセントに簡単にアクセスできる位置に設置してください。オシロスコープの電源を完全に切断するには、AC コンセントから本器の電源コードを抜いてください。

長期間使用しない場合は、電源コードをコンセントから抜いてください。

	<p><b>注意：</b> フロントパネル端子（CH1、CH2、CH3、CH4、EXT）の外殻は、本器のシャーシ、つまり安全接地（アース）に接続されています。</p>
---	---

## 2.6 クリーニング

機器の外側のみを、湿らせた柔らかい布で清掃してください。化学薬品や研磨剤は使用しないでください。いかなる場合も、湿気が機器内部に侵入しないようにしてください。感電を防ぐため、清掃前に電源コードをコンセントから抜いてください。

**警告：感電の危険！**

内部にはユーザーによる修理可能な部品はありません。カバーを外さないでください。

修理は資格のある技術者に依頼してください

## 2.7 異常状態

損傷の明らかな兆候がある場合、または輸送中に強い衝撃を受けた場合は、本装置を操作しないでください。

スコープの保護機能が損なわれていると思われる場合は、電源コードを取り外し、意図しない操作がないように機器を固定してください。

本器を正しく使用するには、すべての指示およびラベルを注意深くお読みください。



**警告：**製造元が指定した方法以外で本装置を使用すると、装置の安全保護機能が損なわれる可能性があります。本装置は、人体に直接接続したり、患者のモニタリングに使用したりしないでください。

## 2.8 安全基準への適合

このセクションでは、本製品が準拠している安全基準を記載しています。

米国国家認定試験所リスト



- UL 61010-1:2012/R: 2018-11. 測定、制御、および実験室用電気機器の安全要件 – 第 1 部: 一般要件。
- UL 61010-2-030:2018 測定、制御、および実験室用電気機器の安全要件 – 第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要件

#### カナダ認証

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2012/A1:2018-11. 測定、制御、および実験室用電気機器の安全要件 – 第 1 部: 一般要件。
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030:2018. 測定、制御、および実験室用電気機器の安全要件 – 第 2-030 部: 試験および測定回路の特定要求事項。

## 安全に関する基本情報

このマニュアルには、操作の安全を確保し、製品の安全性を維持するためにユーザーが従うべき情報と警告が含まれています。

## 安全要件

身体への損傷を避け、機器および関連製品への損傷を防止するため、以下の安全上の注意をよくお読みください。潜在的なリスクを回避するため、指定された機器を使用してください。

**火災や身体の損傷を避ける。**

**適切な電源コードを使用してください。**

地方自治体の認可を受けた、機器専用の電源コードのみを使用してください。

**機器は床に置いてください。**

本器は電源コードの保護接地導体によって接地されています。感電を防ぐため、接地導体は確実に接地してください。本器の入力端子または出力端子を接続する前に、本器が正しく接地されていることを確認してください。

**信号線を正しく接続してください。**

信号線の電位は接地電位と同じであるため、信号線を高電圧に接続しないでください。露出した接点や部品には触れないでください。

**すべての端子の定格を確認してください。**

火災や感電を防ぐため、すべての定格を確認し、機器の取扱説明書に署名してください。機器を接続する前に、このマニュアルをよくお読みになり、定格に関する詳細情報を確認してください。

**機器のメンテナンス。**

機器が故障した場合、許可なく分解・修理しないでください。機器内部にはコンデンサ、電源装置、変圧器、その他のエネルギー蓄積装置が含まれており、高電圧による負傷の原因となります。機器内部の部品は静電気の影響を受けやすいです。直接接触すると、機器に回復不能な損傷を与える恐れがあります。本機器の保守は、メーカー指定の工場または保守機関に返送してください。保守作業中は電源を必ず切断してください。機器の保守が完了し、保守が確認されるまで、電源を投入しないでください。

### 機器の正常状態の識別

機器起動後、正常状態ではインターフェース下部に警報・エラー情報が表示されず、インターフェース上の曲線が左から右へ自由に走査されます。スキャン中に停止が発生した場合、またはインターフェース下部に警報・エラー情報が表示された場合、機器は異常状態にある可能性があります。具体的な警報情報を確認するには、まず再起動を試みてください。故障情報が依然として表示される場合は、試験に使用しないでください。メーカーまたはメーカー指定の修理サービスに連絡し、メンテナンスを実施してください。故障状態での使用による誤った試験データの提供や、個人の安全を危険にさらすことを避けるためです。

**故障の疑いがある場合は使用しないでください。**

機器の損傷が疑われる場合は、資格のある技術者に点検を依頼してください。

**回路や電線の露出部分避ける。**

電源が接続されている場合は、裸の接点や部品に触れないでください。

**湿気のある環境では使用しないでください。**

**爆発性環境では使用しないでください。**

**本器の表面は清潔で乾燥した状態を保ってください。**

本装置では、電源回路の測定、および本マニュアルに記載されている電圧範囲を超える電圧の測定は行えません。

メーカーの仕様に準拠したプローブアセンブリのみを使用してください。







責任ある機関またはオペレーターは、機器が提供する保護機能を保護するために仕様書を参照してください。製造元が指定した方法以外で使用すると、機器が提供する保護機能が損なわれる可能性があります。

本機器および付属品の部品は、製造元の許可なく交換または取り替えることはできません。

装置内のバッテリーは、同じ仕様のリチウム電池と交換してください。

## 安全に関する用語と記号

本器の前面または背面パネル、あるいは本マニュアルに以下の記号または用語が表示されている場合は、安全上特に注意が必要であることを示しています。

	この記号は、注意が必要な場合に使用されます。怪我や機器の損傷を防ぐため、付属の情報または文書を参照してください。
	この記号は、感電の危険性があることを警告しています。
	この記号は、測定用アース接続を示すために使用されます。
	この記号は、安全アース接続を示すために使用されます。
	この記号はスイッチが電源/スタンバイスイッチであることを示します。押すとオシロスコープの状態が動作モードとスタンバイモードの間で切り替わります。このスイッチは装置の電源を切断しません。オシロスコープを完全に電源オフにするには、スタンバイ状態にした後、電源コードをコンセントから抜く必要があります。
	この記号は交流電流（AC）を表します。
注意	「 <b>注意</b> 」記号は潜在的な危険を示します。これに従わないと危険となる可能性のある手順、慣行、または状況に注意を喚起します。その条件を完全に理解し、満たすまで続行しないでください。
警告	「 <b>警告</b> 」記号は潜在的な危険を示します。これに従わない場合、身体的損傷または死亡につながる可能性のある手順、慣行、または状況に注意を喚起します。警告が表示されている場合、安全条件を完全に理解し満たすまで続行しないでください。

## 作業環境

本機器の設計は、以下の限界値に基づき EN 61010-1 規格に準拠していることが認証されています：

### 環境

本器は、周囲温度範囲内の清潔で乾燥した屋内環境で使用してください。

注記：周囲温度の評価時には、直射日光、電気ヒーター、その他の熱源を考慮に入れる必要があります。



注意：爆発性雰囲気、粉塵環境、湿潤環境での使用は避けてください。

### 周囲温度

動作時：0℃～+50℃

非動作時：-30℃～+70℃

**注：**周囲温度を評価する際には、直射日光、電気ヒーター、その他の熱源を考慮に入れる必要があります。

### 湿度

動作時：5% ～ 90% HR、30℃、40℃ では 50% HR に低下 動作外：5% ～ 95%、65℃、24 時間

### 高度

動作時：≤ 3000 m

停止時：≤ 12,191 m

### 設置カテゴリ（サージ保護）

この製品は、設置（過電圧）カテゴリ II に準拠した電源で動作します。

## 設置（過電圧）カテゴリの定義 設置（過電圧）カテゴリの定義

設置（過電圧）カテゴリ II は、電源回路に接続された機器の測定端子に適用される信号レベルです。これらの端子では、過渡電圧を対応する低いレベルに制限するための予防措置が講じられています。

カテゴリ II 設置（過電圧）は、交流回路（交流電源）にアクセスするように設計された機器の、ローカルな電力分配レベルを指します。

## 汚染度

オシロスコープは汚染度 II の環境で使用できます。

**注:** 汚染度 II は、作業環境が乾燥しており、非導電性の汚染があることを意味します。結露により一時的な導電性が生じる場合があります。

## IP 規格

IP20（IEC 60529 で定義）。

## 冷却要件

この機器は、内蔵ファンと通気孔による強制空冷方式を採用しています。レンズ両側の通気孔（ファン穴）周辺の空気の流れを妨げないよう注意が必要です。適切な通気性を確保するため、機器の両側に最低 **15cm（6 インチ）** のスペースを確保してください。



**注意：** ベゼル両側の通気孔を塞がないでください。



**注意：** 通気孔などを通じて異物がレンズ内部に入らないようにしてください。

## 電源およびアース接続

本器は、単相交流電源 **100～240 Vrms（±10%）、50/60 Hz（±5%）**、または単相交流電源 **100～120 Vrms（±10%）、400 Hz（±5%）** で動作します。

電圧の手動選択は不要です。本器は自動的にライン電圧に適合します。


オプションおよび付属品（プローブ、PC ポートプラグインなど）の種類と数に応じて、本器は最大 **193 W** の電力を消費する場合があります。

**注記：** 本器は次の範囲内で **AC** ライン入力に自動適応します：

電圧範囲：	90 - 264 Vrms	90 - 132 Vrms
周波数範囲：	47 - 63 Hz	380 - 420 Hz


本器には、極性付き 3 極成形プラグと標準 IEC320 コネクタ（タイプ C13）を備えた接地コード一式が付属し、ライン電圧接続と安全接地接続を確立します。AC 入力の接地端子は、機器のシャーシに直接接続されています。感電の危険から適切に保護するため、電源コードのプラグは、接地安全接点を備えた対応するコンセントに差し込む必要があります。この機器用に指定され、使用国で認証された電源コードのみを使用してください。



	<p><b>警告：感電の危険性があります！</b></p> <p>保護接地導体の断線（範囲内外を問わず）または安全接地端子の切断は危険な状態を引き起こします。</p> <p>意図的な遮断は禁止されています。</p>
---	---


オシロスコープは、コンセントに簡単にアクセスできる位置に設置してください。オシロスコープの電源を完全に切るには、本機の電源コードをコンセントから抜いてください。

長期間使用しない場合は、電源コードをコンセントから抜いてください。

	<p><b>注意：</b> フロントパネルの端子（CH1、CH2、CH3、CH4、EXT）の外側カバーは、機器のシャーシ、つまり安全アースに接続されています。</p>
---	---

## お手入れ

機器の外装のみを柔らかい湿った布で清掃してください。化学薬品や研磨剤は使用しないでください。絶対に湿気を機器内部に入れないでください。感電を防ぐため、清掃前に電源コードをコンセントから抜いてください。

	<p><b>警告：感電の危険性あり！</b></p> <p>内部にはユーザーが修理可能な部品はありません。カバーを外さないでください。</p> <p>メンテナンスは資格のある技術者に依頼してください</p>
---	---


## 異常な条件

本機器は製造元が指定した用途でのみ使用してください。

目に見える損傷がある場合、または輸送中に強い衝撃を受けた場合は、この機器を使用しないでください。

オシロスコープの保護機能が損なわれていると思われる場合は、電源コードを抜き、意図しない操作から機器を保護してください。

本器を正しく使用するには、すべての説明書およびラベルを読み、理解する必要があります。

	<p><b>警告:</b> メーカーが指定した方法以外でオシロスコープを使用すると、機器の安全保護機能が損なわれる可能性があります。この機器は、人体に直接接続したり、患者の監視に使用したりしないでください。</p>
---	---

## 安全に関する適合性

本項では、製品に適用される安全規格について説明します。

### 米国国家認定試験所リスト

- UL 61010-1:2012/R:2018-11. 実験室用電気機器および測定機器の安全要件 - 第 1 部: 一般要件
- UL 61010-2-030:2018. 測定、制御、および実験用電気機器の安全要件 - 第 2 部-030: 試験および測定回路に関する特別要件。

### カナダ認証

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2012/A1:2018-11. 実験室用及び測定用電気機器の安全に関する規定 - 第 1 部: 一般的な規定。
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030:2018. 電気測定・制御・実験装置の安全要件 - 第 2 部 - 030: 試験・測定回路に関する特別規定。

## 3 ファーストステップ

### 3.1 納品チェックリスト

まず、梱包明細書に記載されている全品目が納品されていることを確認してください。不足品や破損品に気付いた場合は、お近くの **SIGLENT** カスタマーサービスセンターまたは販売代理店に速やかにご連絡ください。不足品や破損品が発生した場合に直ちにご連絡いただけない場合、当社は交換の責任を負いかねます。

### 3.2 品質保証

オシロスコープは出荷日から 3 年間の保証期間（プローブおよび付属品は 1 年間）を設け、通常の使用および操作において適用されます。保証期間内に認定サービスセンターへ返送された製品については、**SIGLENT** が修理または交換を行います。ただし、不具合が製造工程または材料に起因するものであり、乱用、過失、事故、異常な条件、または操作に起因するものではないことを確認するため、事前に製品を検査する必要があります。

以下のいずれかに起因する欠陥、損傷、故障については、**SIGLENT** は一切の責任を負いません：

- a) **SIGLENT** 以外の者による修理または設置の試み。
- b) 互換性のない機器への接続／誤った接続。
- c) **SIGLENT** 製以外の消耗品使用による損傷または故障。さらに、改造された製品のサービス提供義務を負いません。交換部品および修理には 90 日間の保証が付与されます。

オシロスコープのファームウェアは徹底的にテストされ、機能することが前提とされています。ただし、詳細な性能を保証するいかなる種類の保証も付帯しません。**SIGLENT** 製以外の製品については、元の機器メーカーの保証のみが適用されます。

### 3.3 保守契約

当社は保守契約に基づき各種サービスを提供します。延長保証に加え、設置、トレーニング、機能強化、オンサイト保守、その他サービスを専門的な追加サポート契約を通じて提供します。詳細は最

寄りの **SIGLENT** カスタマーサービスセンターまたは販売代理店にお問い合わせください。

## 4 文書表記規則

便宜上、枠線で囲まれたテキストはフロントパネルのボタンを表します。例: **Default** はフロントパネルの「Default」ボタンを表します。斜体で の背景色が付いたテキスト は、タッチスクリーン上でタッチまたはクリック可能なメニュー/ボタン/領域を表します。例:

**Display** は画面上の「Display」メニューを表します:



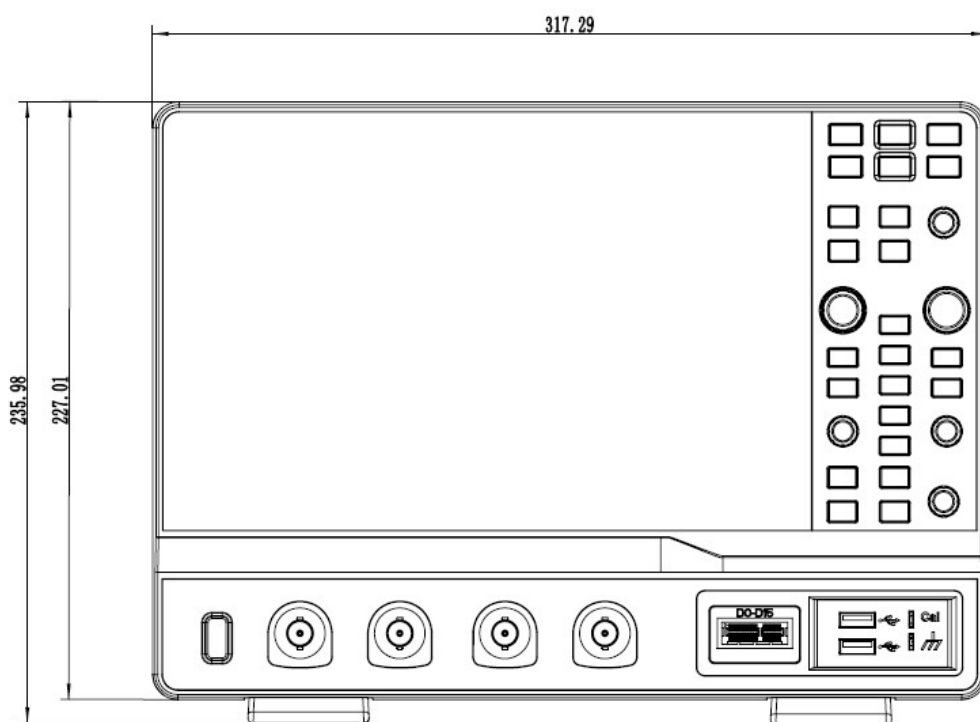
複数のステップを含む操作については、説明は「ステップ 1 > ステップ 2 >...」の形式で記載されています。例として、アップグレード画面に入るには以下の手順に従ってください:

ユーティリティ > メニュー > メンテナンス > アップグレード

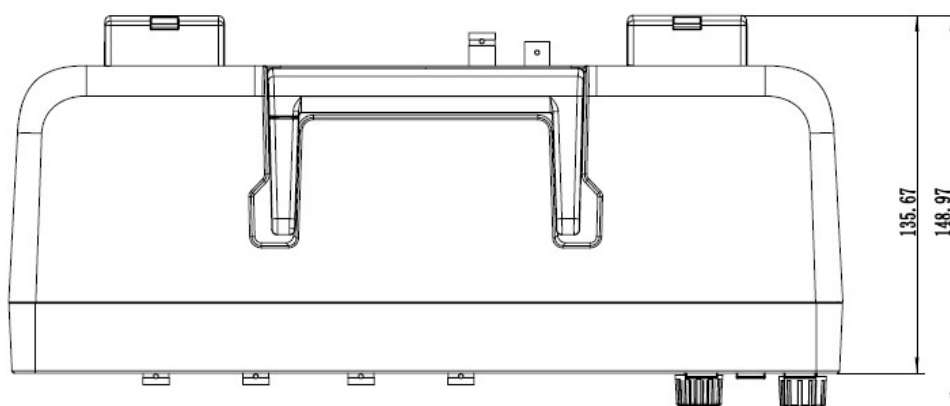
ステップ 1 としてメニューバーの「ユーティリティ > メニュー」をクリックし、ステップ 2 として画面上の「メンテナンス」オプションをクリックし、ステップ 3 として画面上の「更新」オプションをクリックすると、アップグレード画面に入ります。

## 5 はじめに

### 5.1 機械的寸法



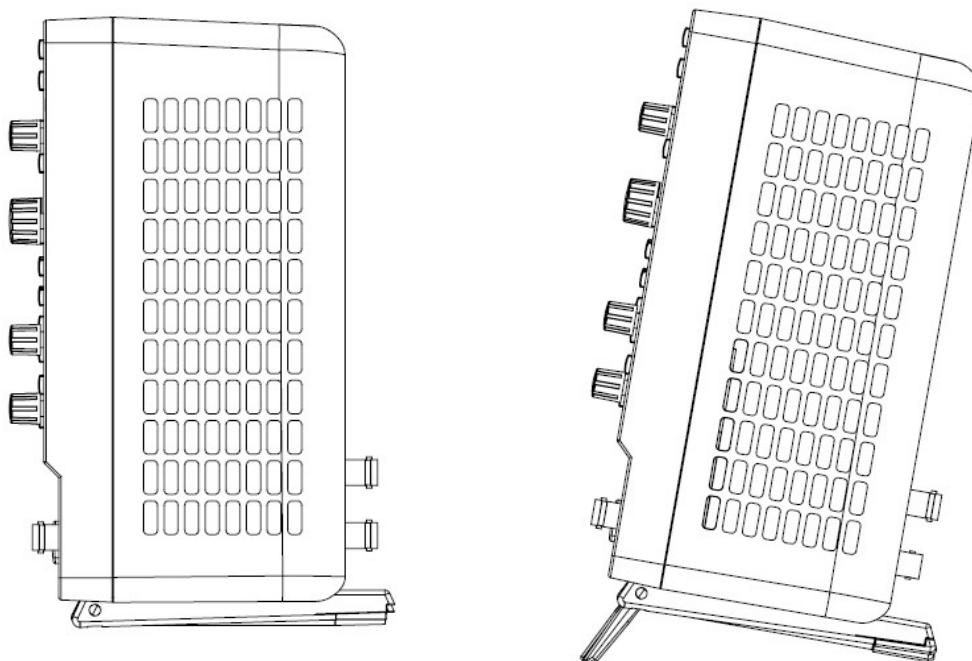
正面図



上面図

## 5.2 支持脚の調整

支持脚を適切に調整し、スタンドとして使用してオシロスコープを上向きに傾けることで、安定した設置と、機器の操作や観察を容易にします。



## 5.3 電源投入

SDS2000X HD には、電源投入の方法が 2 つあります。

### 自動電源投入

「自動電源投入」オプションを有効にすると、電源コードで AC 電源に接続した時点でオシロスコープが自動的に起動します。これは、機器への物理的なアクセスが困難または不可能な自動化アプリケーションや遠隔操作において有用です。

「自動電源投入」機能を有効にする手順:

ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 自動電源オン





## 手動による電源投入

「自動電源オン」オプションが無効の場合、フロントパネルの電源ボタンがオシロスコープの電源状態を制御する唯一の手段となります。

## 5.4 電源を切る

電源ボタンを押してオシロスコープの電源を切ります。または以下の手順に従ってください：

ユーティリティ > シャットダウン

**注：**電源ボタンはオシロスコープを AC 電源から切断しません。機器を完全に電源オフにする唯一の方法は、AC 電源コードをコンセントから抜くことです。オシロスコープを長期間使用しない場合は、AC コンセントから電源コードを抜いてください。

## 5.5 システム情報

オシロスコープのソフトウェアおよびハードウェアのバージョンを確認するには、以下の手順に従ってください。

ユーティリティ > メニュー > システム情報

詳細については、「システム 情報」のセクションを参照してください。

## 5.6 オプションのインストール

ソフトウェアオプションのロックを解除するには、ライセンスが必要です。詳細については、「オプション」のセクションを参照してください。



## 6 クイックスタート

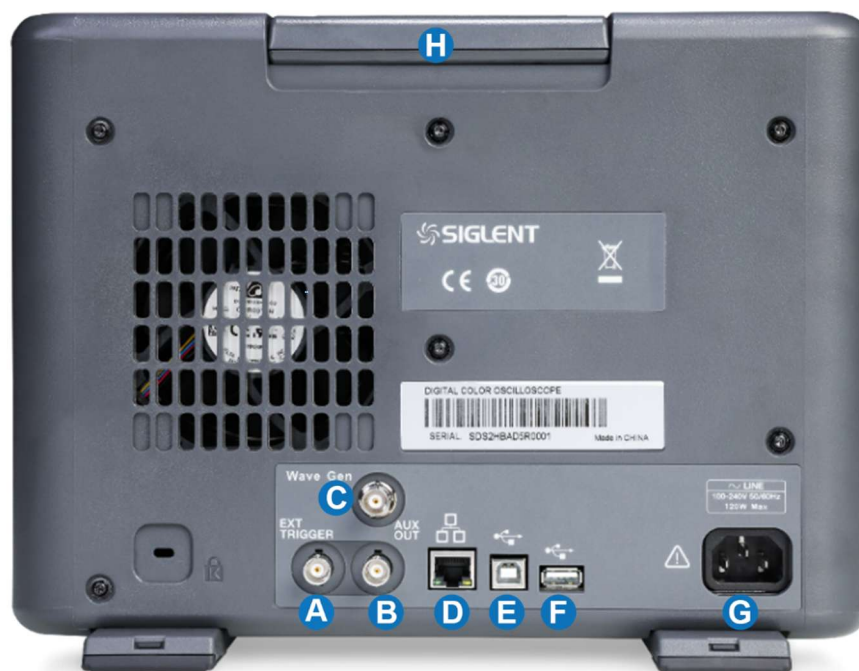
### 6.1 フロントパネルの概要



- A. タッチスクリーンディスプレイ：表示および主要機能エリア。詳細については、「タッチスクリーンディスプレイ」の章を参照してください。
- B. フロントパネル：ノブとボタンが含まれます。詳細は「フロントパネル」の章を参照してください。
- C. プローブ補償/接地端子：プローブ補償用の 0-3 V、1 kHz 方形波を供給します。
- D. **USB 2.0** ホストポート：データ転送用の USB ストレージデバイス、または制御用の USB マウス/キーボードを接続します。
- E. デジタル入力コネクタ：SPL2016 デジタルプローブからのデジタル信号を受信します。
- F. アナログ入力コネクタ
- G. 電源スイッチ
- H. 支持脚：支持脚を適切に調整し、スタンドとして使用してオシロスコープを傾斜させ、オシロスコープを安定した位置に設置します。



## 6.2 背面パネルの概要



- A. 外部トリガ入力
- B. 補助出力：トリガインジケータを出力します。マスクテストが有効の場合、合格/不合格信号を出力します
- C. **WaveGen**：内蔵波形発生器出力
- D. **100M LAN** ポート：リモート制御用にネットワークに接続
- E. **USB 2.0** デバイスポート：PC と接続し、リモート制御を行います
- F. **USB 2.0** ホストポート：USB ストレージデバイスまたは USB マウス/キーボードを接続
- G. **AC** 電源入力
- H. ハンドル

## 6.3 外部デバイス/システムへの接続

### 6.3.1 電源

本装置の標準電源は 100～240 V、50/60 Hz です。AC 電源に接続するには、装置に付属の電源コードを使用してください。

### 6.3.2 LAN

リモート制御のため、LAN ポートを RJ45 コネクタ付きネットワークケーブルでネットワークに接続してください。コンピュータによる本器の制御に関する詳細は、「リモートコントロール」の章を参照してください。

LAN 接続の設定手順は以下の通りです：

ユーティリティ > メニュー > I/O > LAN 設定

設定の詳細については、「LAN」のセクションを参照してください。

### 6.3.3 USB 周辺機器

データ転送には USB ストレージデバイス（FAT32 フォーマット推奨）を USB ホストポートのいずれかに接続し、機器の制御には USB マウス/キーボードを USB ホストポートのいずれかに接続してください。

データ転送の詳細については、「保存/呼び出し」の章を参照してください。

### 6.3.4 補助出力

マストテストが有効の場合、ポートは合格/不合格信号を出力します。それ以外の場合は、トリガーインジケータを出力します。トリガーインジケータは、波形キャプチャ率を測定するために使用できます。

合格/不合格出力の詳細については、「マスクテスト」の章を参照してください。

### 6.3.5 波形発生器

SDS2000X HD には、工場出荷時に内蔵の関数/任意波形発生器モジュールが搭載されています。関数発生器機能を有効にするには、「SDS2000HD-FG」オプションをご購入ください。

また、絶縁出力付きの外部 SAG1021I 関数/任意波形発生器モジュールを購入し、波形発生器として使用することも可能です。SAG1021I を USB ケーブルでオシロスコープの任意の USB ホストポートに接続します。SAG1021I を使用するには、「SDS2000HD-FG」ソフトウェア有効化オプションの購入も必要です。

波形を設定するには、フロントパネルの「**WaveGen**」ボタンを押すか、画面の「**Utility** > **Wave Gen**」をタッチします。関連する詳細情報は、「任意波形発生器」および「ボード線図」の章を参照してください。

### 6.3.6 プローブ

SDS2000X HD シリーズオシロスコープは、アクティブプローブとパッシブプローブをサポートしています。仕様およびプローブに関する文書は、[int.siglent.com](http://int.siglent.com)、[www.siglentna.com](http://www.siglentna.com)、または [www.siglenteu.com](http://www.siglenteu.com) で入手できます。

#### プローブ補償

パッシブプローブを初めて使用する際は、オシロスコープの入力チャンネルに適合させるため補償を行う必要があります。補償されていない、または不十分な補償状態のプローブは測定誤差や不正確さを増大させる可能性があります。プローブ補償の手順は以下の通りです：

1. パッシブプローブの同軸ケーブルインターフェース (BNC コネクタ) をオシロスコープの任意のチャンネルに接続します。
2. プローブをオシロスコープ前面の「補償信号出力端子」(Cal) に接続します。プローブの接地ワニロクリップを、補償信号出力端子下部の「接地端子」に接続します。





3. **Auto Setup** ボタンを押します。
4. 表示された波形を確認し、以下と比較してください。



5. 非金属製ドライバーを使用して、プローブの低周波補償調整穴を調整し、表示される波形が上図の「完全補償」の状態になるまで調整してください。

SIGLENT SAP シリーズのようなアクティブプローブは補償する必要はありません。

### 6.3.7 ロジックプローブ



**ロジックプローブの接続方法:** 正しい面を上に向けてプローブを挿入し、「カチッ」という音がす

るまで押し込みます。

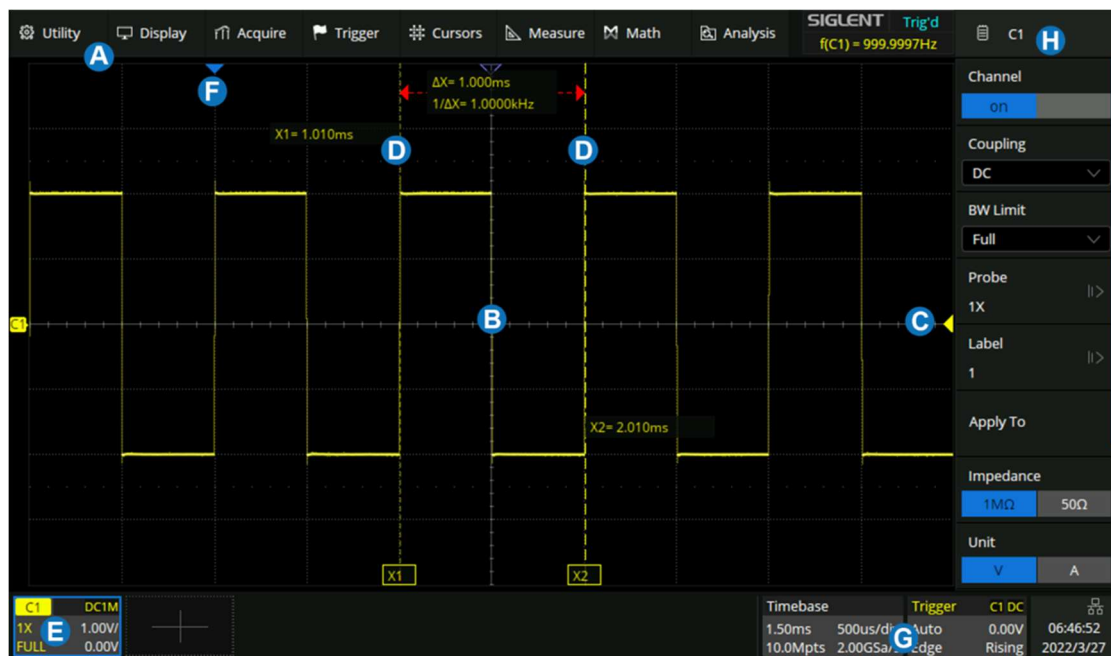
**ロジックプローブを取り外すには：**プローブの両側にあるボタンを押しながら引き抜きます。

詳細については、「デジタルチャンネル」の章を参照してください。

## 7 タッチスクリーンディスプレイ

### 7.1 概要

SDS2000X HD のディスプレイ全体が静電容量式タッチスクリーンです。指でタッチ、ドラッグ、ピンチ、スプレッド、選択ボックスの描画を行ってください。情報を表示する多くのコントロールは、他の機能にアクセスするための「ボタン」としても機能します。マウスを使用している場合、タッチ可能な場所をどこでもクリックしてコントロールをアクティブにできます。クリックとタッチ操作は、どちらが便利かによって切り替えて使用できます。



- A. メニューバー
- B. グリッドエリア
- C. トリガーレベルインジケータ
- D. カーソル
- E. チャンネル記述子ボックス
- F. トリガー遅延インジケータ
- G. タイムベースおよびトリガー記述子ボックス
- H. ダイアログボックス



トリガーレベルライン（垂直）およびトリガー遅延インジケータ（水平）は、波形のトリガー位置を示します。

カーソルは測定ポイントが設定された位置を示します。カーソルを移動すると測定ポイントを素早く再配置できます。

チャンネル記述子ボックスには、アナログチャンネル（Cx）、デジタルチャンネル（D）、数学演算（Fx）、基準（Ref）が含まれます。これらはグリッド領域の下部に位置し、対応するトレースのパラメータを表示します。ボックスをタッチするとダイアログボックスが表示されます。

タイムベースおよびトリガー記述子ボックスは、それぞれタイムベースとトリガーのパラメータを表示します。ボックスをタッチすると、選択した項目のダイアログボックスが表示されます。

ディスプレイのバックライトは調整可能です。以下の手順でバックライトを調整してください：

ディスプレイ > メニュー > LCD 輝度

## 7.2 メニューバー

メニューバーとドロップダウンメニューを使用すると、設定ダイアログやその他の機能にアクセスできます。すべての機能はメニューバーから利用可能です。一般的な操作には必須ではありません。メニューバーの代わりにフロントパネルやパラメータ説明ラベルを使用して、ほとんどのメニューに入ることができます。ただし、以下の操作はメニューバーからのみアクセス可能です：

ユーティリティ > ヘルプ

ユーティリティ > 再起動

表示

取得

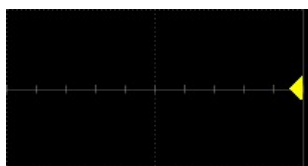
## 7.3 グリッド領域

グリッド領域には波形トレースが表示されます。トレースはドラッグで移動、ピンチ操作で拡大縮小できます。領域は縦 8×横 10 のグリッドで分割されています。波形強度と目盛を調整することで最適な表示効果が得られます。これらのパラメータ設定手順は以下の通りです：

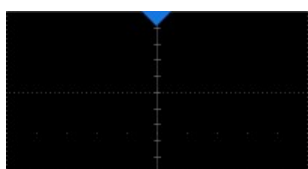
表示 > メニュー > 強度，

表示 > メニュー > 目盛線

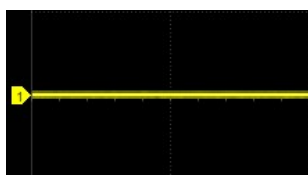
グリッド上には複数のインジケーターがあります：



トリガーレベルインジケーターは、波形がトリガーされるレベルを縦軸上に表示します。



トリガー遅延インジケーターは水平軸上で波形がトリガーされる位置を示します...トリガー位置が画面外にある場合、三角形の方向も画面外を指します。



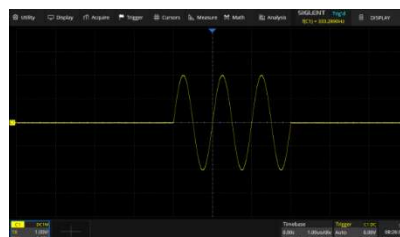
チャンネル番号付きチャンネルオフセットインジケーターは、対応するチャンネルのオフセット位置を示します。

軸ラベルの表示/非表示は以下で選択可能です：

表示 > メニュー > 軸ラベル設定



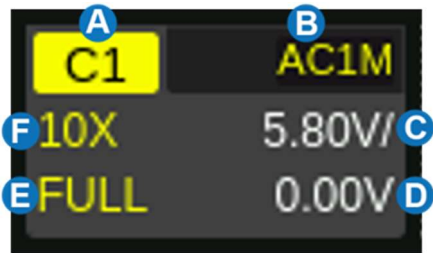
軸ラベル = オン



軸ラベル = 表示しない

## 7.4 チャンネル記述子ボックス

チャンネル記述子ボックスには、アナログチャンネル（Cx）、デジタルチャンネル（D）、数学演算（Fx）、基準（Ref）が含まれます。これらはグリッド領域の下部に配置され、対応するトレースのパラメータを表示します。ボックスをタッチするとダイアログボックスが表示されます。詳細は「垂直方向のセットアップ」の章を参照してください。以下はアナログチャンネル 1 の例です：



- A. チャンネルインデックス
- B. 結合モードと入力インピーダンス
- C. 垂直スケール
- D. 垂直オフセット
- E. 帯域幅情報
- F. プローブ減衰係数

### 帯域幅情報:

帯域幅情報は以下のアイコンで示されます:

**20M**: 20 MHz 帯域幅制限

**200M**: 200 MHz 帯域幅制限

**350M**: 500 MHz モデルでは、チャンネルが非インターリーブモード（すなわちサンプリングレート  $\leq 1$  GSa/s）の場合、アンチエイリアシングフィルターが自動的に有効になります。アンチエイリアシングフィルターの帯域幅は約 350 MHz です

**FULL**: フル帯域幅

**反転インジケータ**: 現在のチャンネルが反転されていることを示します:

**I**: 反転が有効になっています

なし: 反転がオフ

**結合方式と入力インピーダンス**:

**DC1M**: 直流結合、1 M $\Omega$  インピーダンス

**DC50**: DC 結合、50  $\Omega$  インピーダンス

**AC1M**: AC 結合、1 M $\Omega$  インピーダンス

**AC50**: AC 結合、50  $\Omega$  インピーダンス

**GND**: 接地

**垂直目盛**: 垂直方向の各グリッドの目盛。例えば、垂直目盛が 1.00 V/div の場合、オシロスコープのフルスケールは  $1.00 \text{ V/div} \times 8 \text{ div} = 8 \text{ V}$  となる。


**垂直オフセット**: チャネルの垂直方向のオフセット。垂直オフセットが 0 の場合、チャネルオフセットインジケータは垂直軸の中央に位置します。

**プローブ減衰率**: プローブの実際の減衰率に合わせてプローブ減衰率を設定します。オシロスコープはプローブ減衰率に基づいて垂直目盛を自動的に計算します。例えば、減衰率 1X の場合、オシロスコープの垂直目盛は 100mV/div となり、減衰率を 10X に変更すると 1V/div になります。プローブセンス端子付きの標準的な 10X パッシブプローブを挿入すると、オシロスコープは自動的に減衰率を 10X に設定します。

**1X**: 1:1 減衰、同軸ケーブルの直接接続または 1X 減衰のパッシブプローブに適する

**10X**: 10:1 減衰、一般的なパッシブプローブまたは 10X 減衰のアクティブプローブに適する

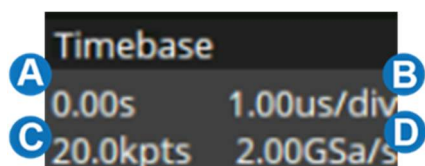
**100X**: 100:1 減衰、一部の高電圧プローブに適する

: カスタム減衰率



## 7.5 タイムベースとトリガー 記述子ボックス es

タイムベース記述子ボックスには、タイムベースのパラメータが表示されます。詳細については、「水平および取得設定」の章を参照してください。



- A. トリガー遅延
- B. 水平スケール（タイムベース）
- C. サンプル数
- D. サンプルレート

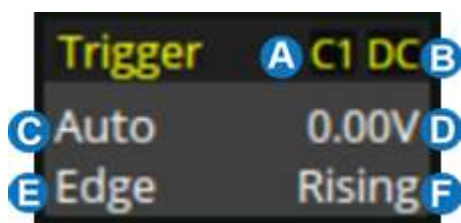
**トリガー遅延:** トリガー位置の時間オフセット。トリガー遅延が 0 の場合、トリガー遅延インジケータはグリッド領域の水平軸の中央に表示されます。

**水平目盛:** タイムベース、水平方向の各グリッドの時間。例えば、目盛が 500μs/div の場合、各グリッドの時間は 500μs となり、オシロスコープの全画面時間範囲は 500μs/div × 10div = 5ms となる。

**# サンプル数:** 現在の画面上のサンプル点の数。

**サンプルレート:** 現在のサンプリングレート。

トリガー設定のパラメータはトリガー記述子ボックスに表示されます。詳細については「トリガー」の章を参照してください。



- A. トリガーソース
- B. トリガ結合
- C. トリガーモード
- D. トリガーレベル
- E. トリガータイプ
- F. トリガ・スロープ

## トリガソース

- C1～C4: アナログチャンネル
- EXT: 外部トリガチャンネル
- EXT/5: 外部トリガチャンネルの 5 倍減衰
- AC Line: AC 電源
- D0～D15: デジタルチャンネル

**トリガ結合:** 現在のトリガソースの結合モード。トリガソースが C1～C4、EXT、または EXT/5 の場合にのみ有効です。

- DC: 高周波バースト信号、または AC 結合を使用すると有効トリガーレベルがシフトする場合に、信号の全周波数成分をトリガー回路に結合します。
- AC: 信号は容量結合されます。直流成分は除去されます。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- HFR: 信号は DC 結合でトリガー回路に接続され、ローパスフィルタ回路が高周波を低減します（低周波トリガ用）。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- LFR: 信号は容量性ハイパスフィルタ回路を介して結合され、直流成分は除去され低周波成分が減衰されます。中～高周波信号での安定したトリガリングを実現します。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。

## トリガモード

- 自動: トリガー設定なしでオシロスコープが自動走査します。内部タイマーが設定タイムアウト後に走査をトリガーし、表示を継続的に更新します。未知信号の初期解析に有用です。トリガー条件が検出された場合、自動モードは通常モードと同様に動作します。
- 通常: 入力信号がトリガ条件を満たした場合にのみ走査します。条件を満たさない場合は、最後に取得した波形を表示し続けます。
- シングル: 取得を停止し、最後に取得した波形を表示します。

**トリガーレベル:** トリガー発動のしきい値となる入力電圧レベル。電圧単位で指定されたトリガー

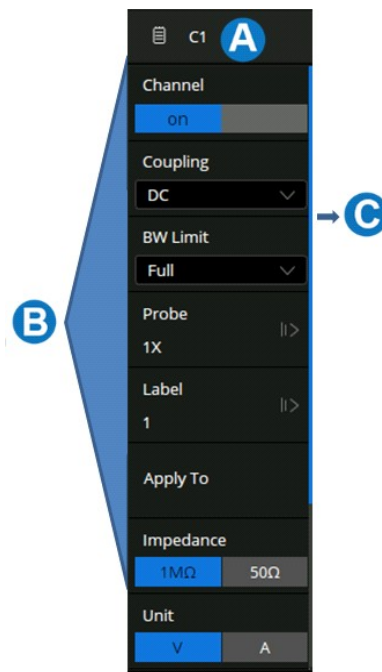
レベルは、通常、垂直ゲインやオフセットを変更しても変化しません。

**トリガタイプ:** 詳細については、「トリガー」の章を参照してください。

## 7.6 ダイアログボックス

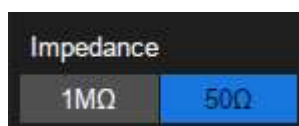
画面右側のダイアログボックスは、選択した機能のパラメータを設定する主な領域です。

- A. タイトルバー。バーをタッチするとダイアログボックスを非表示にでき、もう一度タッチするとダイアログボックスを開くことができます。
- B. パラメータ設定エリア。
- C. スクロールバー。パラメータが表示範囲を超える場合、青いスクロールバーが表示されます。ダイアログ領域を上下にスライドさせるか、マウスホイールを回転させることで、表示されていない領域までスクロールできます。

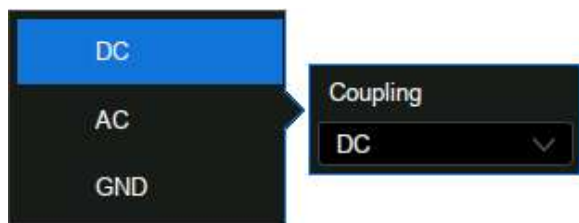


### パラメータの設定方法

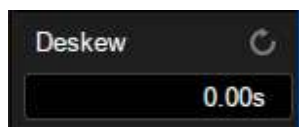
SDS2000X HD では、パラメータの入力/選択にいくつかの方法を提供しています：



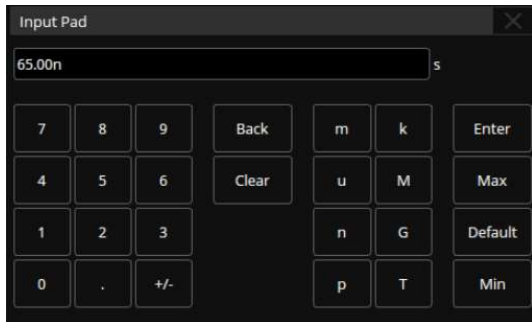
**スイッチ：**機能の有効/無効など、2つの状態を持つパラメータを設定します。スイッチ領域をタッチすると、状態が切り替わります。



**リスト：**チャンネルの結合モードなど、2つ以上の選択肢があるパラメータを設定します。パラメータ領域をタッチし、ポップアップリストから目的のオプションを選択します。



**仮想キーボード：**数値で設定するパラメータ用。パラメータ領域をタッチすると、フロントパネルのユニバーサルノブまたはマウスホイールで調整可能。再度タッチすると仮想キーボードが表示される：



チャンネルの「デスクイ」設定操作を例に説明します：期待値が **65 ns** の場合、仮想キーボードで「**65**」を入力し、単位「**n**」を選択して操作を完了します。仮想キーボードの **Max**、**Min**、**Default** を素早くタッチすると、パラメータが最大値、最小値、デフォルト値に設定されます。

### ダイアログボックスを非表示にする

メニュースタイルが「埋め込み」に設定されている場合、ダイアログボックス表示時にはグリッド領域が水平方向に圧縮され、波形全体が表示されます。パラメータ設定後、最適な波形表示効果を得るには、右上のタイトルバーをタッチしてダイアログボックスを非表示にします。再度タッチするとダイアログボックスを再表示できます。

メニュースタイルが「フローティング」に設定されている場合、表示時にグリッド領域の一部を直接覆います。覆われた領域を確認したい場合は、右上のタイトルバーをタッチしてダイアログボックスを非表示にしてください。再度タッチするとダイアログボックスを再表示できます。

ダイアログボックスは自動非表示に設定可能です。設定時間以上操作がない場合、自動的に非表示になります。手順は以下の通りです：

表示 > メニュー > メニューを非表示



メニュースタイル = フローティング、  
ダイアログボックスが表示されます

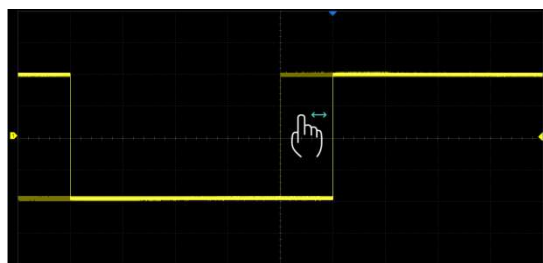


ダイアログボックスが非表示

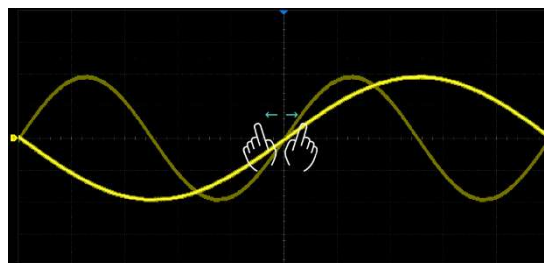
## 7.7 タッチジェスチャー



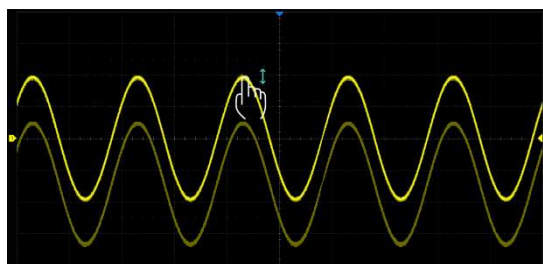
グリッド領域では、タッチジェスチャーにより波形、カーソル、トリガレベルを調整したり、矩形ゾーンを描画したりできます。



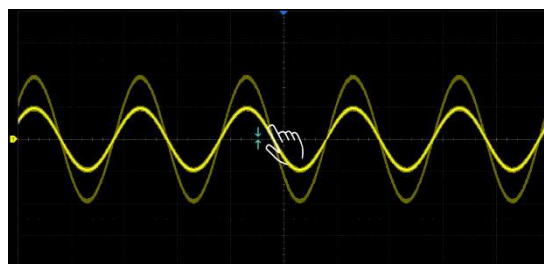
波形を左右にドラッグして水平軸上で移動させます



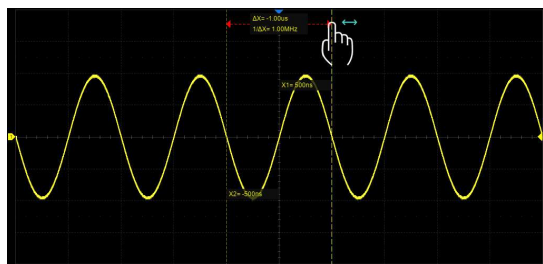
波形を水平方向にピンチイン/アウトすると、タイムベースの拡大縮小ができます



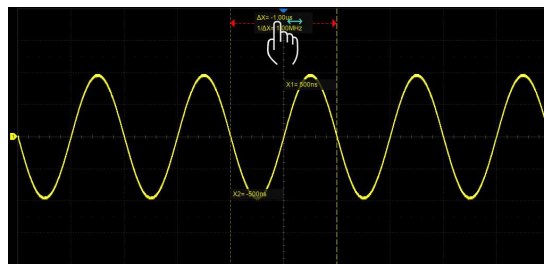
波形を上下にドラッグすると垂直軸上で移動します



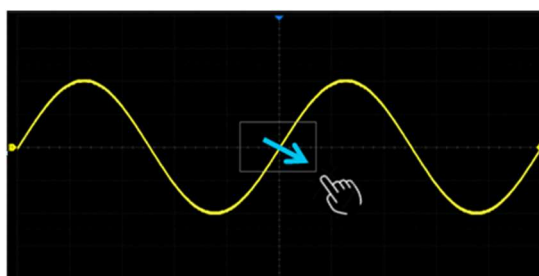
波形を垂直方向にピンチイン/アウトすると垂直方向のゲインが再調整されます



カーソルをタッチしてドラッグすると移動します



カーソル情報領域をタッチ&ドラッグすると、カーソルペアを同時に移動できます



矩形ボックスを描画してゾーンまたはヒストグラム領域を作成します。ジェスチャー開始時は角度を  $45^\circ$  に近づけておくと、描画ボックスジェスチャーとして認識されやすくなります

## 7.8 マウスとキーボード操作

SDS2000X HD のユーザーインターフェースは、タッチスクリーンに加えマウス操作にも対応しています。USB マウスが接続されている場合、対象をタッチする代わりにマウスでクリックできます。同様に、USB キーボードが接続されている場合、仮想キーボードの代わりにキーボードで文字を入力できます。

## 7.9 言語の選択

「ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 言語」の順に選択し、言語を選択します。詳細は「言語」のセクションを参照してください。

## 8 フロントパネル

### 8.1 概要



フロントパネルは、ソフトウェアメニューを開かずに基本機能を実行できるように設計されています。ほとんどのフロントパネルコントロールはタッチスクリーンディスプレイ経由で利用可能な機能を複製していますが、操作はより迅速に行えます。

フロントパネルのすべてのノブは多機能です。ノブは回転だけでなく押し込むこともできます。ノブを素早く押すと、ノブ付近のシルクスクリーンで示されている特定の機能が呼び出されます。





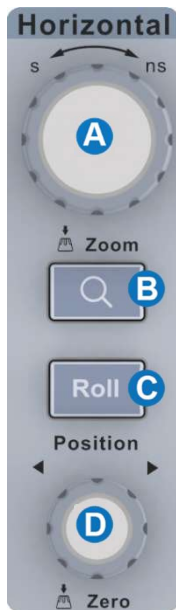
## 8.2 垂直制御



- A. チャンネルが無効化されている場合、そのチャンネルボタンを押すと有効になります。チャンネルが有効化されているがアクティブ化されていない場合、ボタンを押すとアクティブ化されます。チャンネルが有効かつアクティブ化されている場合、ボタンを押すと無効化されます
- B. ボタンを押すとデジタルチャンネルがオンになり、**DIGITAL** ダイアログボックスが開きます。再度押すとデジタルチャンネルがオフになります
- C. ボタンを押して数学関数をオンにし、**MATH** ダイアログボックスを開きます。もう一度押すと数学関数がオフになります
- D. ボタンを押すと基準機能がオンになり、**REFERENCE** ダイアログボックスが開きます。再度押すと基準機能がオフになります
- E. アナログチャンネル（C1-C4）、デジタルチャンネル（D）、数学演算（F1-F2）、基準電圧（Ref）は同一の垂直調整ノブを共有します。ノブを回転させて、アクティブなトレースの垂直目盛（V/div）を調整します。ノブを押すと粗調整と微調整を切り替えられます。デジタルチャンネルがアクティブな場合、ノブを回転させて選択するデジタルチャンネルを変更します
- F. アナログチャンネル（C1-C4）、デジタルチャンネル（D）、数学演算（F1-F2）、基準電圧（Ref）は同一のオフセットノブを共有します。ノブを回転させて、アクティブなトレースの直流オフセットまたは垂直位置を調整します。押すとオフセットをゼロに設定します。

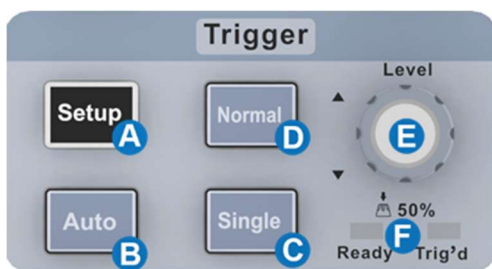
デジタルチャンネルがアクティブな場合、ノブを回転させて選択したデジタルチャンネルの位置を変更します

### 8.3 水平制御



- A. 回転させて水平スケール（時間/ディビジョン）を調整します。押すとズームが有効になります。再度押すとメインウィンドウとズームウィンドウを切り替えます。
- B. 押すとズームを有効化。再度押すとズームモードを終了。
- C. 押すと水平ロールが有効になります。もう一度押すとロールモードを終了します。50 ms/div を超えるタイムベース設定では、波形をリアルタイムで表示するためにオシロスコープをロールモードに設定することをお勧めします
- D. 回転させてトリガ遅延を調整。押すとトリガ遅延をゼロに設定

### 8.4 トリガ制御



- A. トリガ設定ダイアログボックスを開きます
- B. 自動モード：有効なトリガーが発生しない場合、設定期間後にトリガー
- C. シングルモード：すべての条件が満たされたときに一度トリガーします
- D. 通常モード：すべての条件が満たされたときに繰り返しトリガー
- E. トリガーレベル調整：押すとレベルを波形の 50% に設定

F. トリガ状態 LED、レディとトリガ発生

## 8.5 実行/停止ボタン



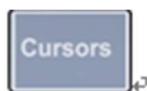
ボタンを押すと、取得状態を実行と停止の間で切り替えます。状態が実行の場合、ボタンは緑色に点灯します。状態が停止の場合、ボタンは赤色に点灯します。

## 8.6 自動設定ボタン



オートセットアップは、入力信号に応じてオシロスコープの垂直スケール、水平スケール、トリガレベルを自動的に設定し、最適な波形表示を実現します。オートセットアップ操作は、**[取得]** > **[オートセットアップ]** の手順でも実行できます。

## 8.7 カーソル制御



- A. ボタンを押すとカーソル設定ダイアログボックスが開きます
- B. ノブを回転させて選択したカーソルを移動します。押すと別のカーソルを選択します



## 8.8 ユニバーサルノブ



パラメータ設定領域がハイライトされている場合、ユニバーサルノブを使用してパラメータを調整できます。ノブを押すとリストからオプションを選択できます。ユニバーサルノブのデフォルト機能は、波形トレースの強度を調整することです。



## 8.9 その他のボタン



測定機能を有効/無効にし、**MEASURE** ダイアログボックスを呼び出します。



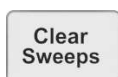
クイックスクリーンショット保存を実行、または現在保存されているタイプのファイルを保存パスに保存します。詳細は「保存ボタン」のセクションを参照してください。



タッチスクリーンを有効/無効にします。ボタン上の **LED** が点灯し、タッチスクリーンが動作中であることを示します。



オシロスコープをデフォルト設定にリセットします。



データをクリア、または複数スイープの表示（表示残像、測定統計、平均スイープ、合格/不合格統計を含む）を表示します。



**Wave Gen** ダイアログボックスを呼び出します。ボタンの **LED** が点灯し、AWG の出力が有効であることを示します。

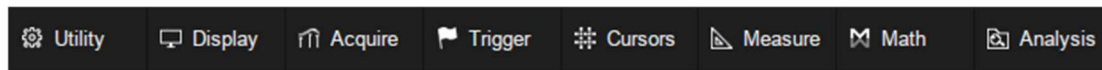


プリセット機能をこのボタンから素早く呼び出せます。詳細は「クイックアクション」のセクションを参照してください。

## 9 機能呼び出しの複数アプローチ

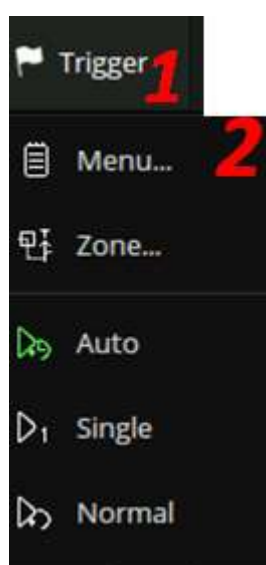
オシロスコープは、異なる方法を通じて機能呼び出すことができます。

### 9.1 メニューバー



一般的なコンピュータプログラムに慣れている場合は、まず画面上部のメニューバーにあるドロップダウンメニューから機能にアクセスすることを選択できます。

たとえば、トリガ設定ダイアログボックスを開くには、次の手順に従います：



トリガ > メニュー

操作はタッチまたはマウスクリックで完了できます。



## 9.2 記述子ボックス

チャンネル、数学演算、基準、タイムベース、トリガーの設定には、画面下部にダイアログボックスが用意されています。記述子ボックスの詳細については、「チャンネル記述子ボックス」および「タイムベースとトリガー 記述子ボックス」を参照してください。

上記の例では、トリガー記述子ボックスをタッチするとトリガー設定ダイアログボックスが起動します。



## 9.3 フロントパネルのショートカットボタン

オシロスコープのほとんどの機能は、フロントパネルのショートカットボタンで直接呼び出すことができます。詳細については、「フロントパネル」の章を参照してください。

トリガ設定ダイアログボックスを開くには、フロントパネルのトリガ制御領域にある **[Setup]** ボタンを押します。



## 10 信号を素早くキャプチャする

これは信号を素早く取得する方法の一例です。この例では、信号がチャンネル 1 に接続され、チャンネル 1 がオフになっているものと仮定します。

まず、チャンネル 1 ボタンを押してチャンネル 1 をオンにします。ボタンの LED が点灯し、画面下部にチャンネル 1 の説明ボックスが表示されます。



次に、**自動設定** ボタンを押します。オシロスコープは入力信号に応じて垂直スケール、水平スケール、トリガレベルを自動調整し、最適な波形表示を実現します。



オートセットアップは全ての信号タイプで機能するわけではありません。特に時間変動するバースト信号や低速信号（＜100 Hz）では効果が限定的です。オートセットアップで希望の設定が得られない場合は、垂直・水平・トリガーシステムの手動調整を推奨します。詳細は以下の章を参照してください：「垂直方向のセットアップ」「水平および取得設定」「トリガー」

## 11 垂直方向のセットアップ

### 11.1 チャンネルのオン/オフ

#### フロントパネルから

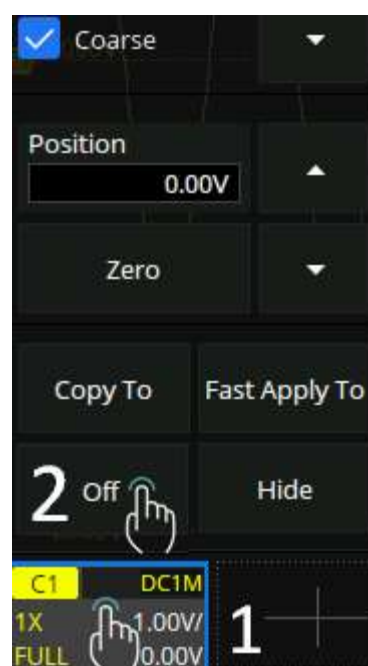
チャンネルが無効になっている場合、そのチャンネルボタンを押して有効にします。チャンネルが有効になっているがアクティブ化されていない場合、ボタンを押してアクティブ化します。チャンネルが有効かつアクティブ化されている場合、ボタンを押して無効にします

#### タッチスクリーンから

+ ボタンをタッチし、対象チャンネルを選択してオンにすると、ディスプレイにチャンネル記述ボックスとダイアログボックスが表示されます。チャンネル記述ボックスをタッチし、**Off** ボタンをタッチすると無効化されます。



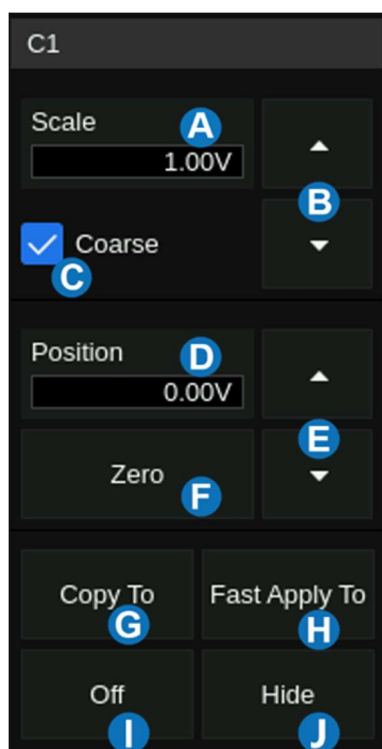
C1 をオンにする



C1 をオフにする

## 11.2 チャンネル設定

チャンネル記述ボックスをタッチすると、クイックダイアログがポップアップ表示されます。このダイアログボックスから垂直スケールとオフセットも設定できます。

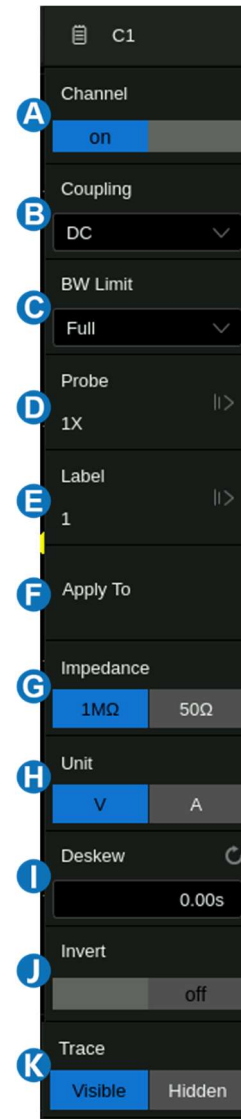


- A. ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで垂直スケールを設定する領域をタッチ
- B. ▲で垂直スケールを拡大、▼で縮小
- C. チェックを入れると垂直スケールの粗調整が可能になり、チェックを外すと微調整が可能になります
- D. ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでオフセットを設定するには領域をタッチ
- E. ▲でオフセットを増やし、▼で減らします
- F. オフセットをゼロに設定
- G. 現在のチャンネルの設定を別のチャンネルにコピー
- H. 指定した操作（トリガー、FFT、簡易測定、カーソル、サーチ、DVM、カウンタ）のソースとして現在のチャンネルを素早く適用
- I. チャンネルを無効化
- J. トレースを非表示にする

垂直スケールは粗調整モードまたは微調整モードで調整可能。微調整モードではフルスケール表示に可能な限り近づけられ、垂直方向の測定精度が最大化される。タッチ操作で垂直スケールを制御する場合、オシロスコープは自動的に微調整モードに切り替わる。

チャンネルを有効にするとチャンネルダイアログボックスが呼び出され、追加パラメータが表示されます：

- A. チャンネルのオン/オフ
- B. 結合モード（DC、AC、または GND）
- C. 帯域幅制限（フル、200MHz、または 20MHz）
- D. 減衰（1X、10X、100X、カスタム）やプローブチェックを含むプローブ設定
- E. ラベルテキストを設定します。クリックするとラベル設定を呼び出せます。ユーザーはラベルのテキストと表示をカスタマイズできます
- F. 指定した操作（トリガ、FFT、簡易測定、カーソル、検索、DVM、ヒストグラム、マスクテスト、カウンタ、AWG）を現在のチャンネルに素早く適用
- G. インピーダンス
- H. チャンネルの単位
- I. スキュー補正
- J. 反転の有効化/無効化
- K. トレースの表示/非表示



## 結合

- **DC:** 入力信号の全周波数成分が表示されます。
- **AC:** 信号は容量結合されます。直流信号成分は除去されます。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。**AC** 結合は、電源リップルなどの直流オフセットを持つ交流信号の観測に適しています。
- **GND:** 内部スイッチによりチャンネルが接地されます。**GND** 結合は、アナログチャンネルのゼロオフセット誤差を観察したり、波形内のノイズ源（信号由来かオシロスコープ自体か）を特

定するために使用されます。

## 帯域幅制限

フル帯域幅は高周波成分を含む信号を通過させますが、高周波成分を含むノイズも通過させることを意味します。信号の周波数成分が非常に低い場合、帯域幅制限を有効にすることでより良い信号対雑音比（SNR）が得られます。SDS2000X HD は 2 つのハードウェア帯域幅制限オプションを提供します：20MHz と 200MHz。

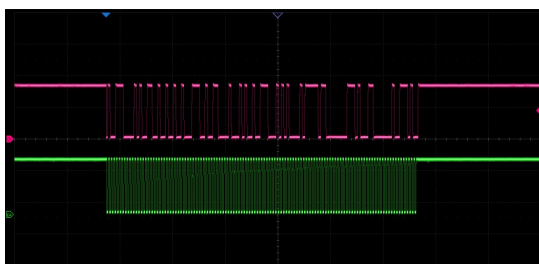
## プローブ設定

SDS2000X HD は、1X、10X、100X、およびカスタムプローブ減衰率オプションを提供します。カスタム値は  $10^{-6}$  ～  $10^6$  の範囲で設定可能です。オシロスコープは現在のプローブ減衰率に応じて垂直スケールを自動的に変換します。例えば、1X 減衰時のオシロスコープの垂直目盛は 100 mV/div ですが、プローブ減衰を 10X に変更すると垂直目盛は自動的に 1 V/div に設定されます。読み取り端子付き標準プローブが接続されている場合、オシロスコープはプローブに適合するようプローブ減衰を自動的に設定します。

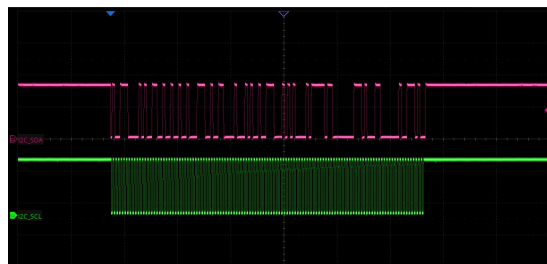
プローブが正しく補償されているかどうかを素早く確認するために、プローブチェックオプションが用意されています。「プローブ」のセクションのようにプローブを接続し、[プローブ] > [プローブチェック] をタッチして、プロンプトに従って操作してください。

## ラベル

ユーザーはチャンネルのラベルテキストを設定できます。ラベル設定ダイアログボックスを開き、ソースを選択し、ラベルテキストをカスタマイズし、表示を設定します。ソースは C1～C4、Math、RefA～RefD から選択可能です。ラベルの長さは 20 文字までです。これを超える文字は表示されません。「表示」オプションを「オン」に設定すると、ラベルはチャンネルオフセットインジケータの右側に表示されます。



ラベルは非表示



ラベルが表示されます





## 適用先

この設定により、トリガー、FFT、簡易測定、カーソル、検索、DVM、ヒストグラム、マスクテスト、カウンタ、AWG などの一般的な機能を、選択したチャンネルに素早く適用できます。機能を指定すると、直接その機能メニューに切り替わり、自動的にそのチャンネルをソースとして設定します。

## インピーダンス

- **1 M $\Omega$ :** 高インピーダンスのパッシブプローブを接続する場合、インピーダンスは **1 M $\Omega$**  に設定する必要があります。そうしないと、信号が検出されません。
- **50  $\Omega$ :** 50  $\Omega$  同軸ケーブルまたはアクティブプローブを介して伝送される高周波信号に適しています。これにより、インピーダンス不整合による振幅歪みを最小限に抑えることができます。



**警告:** 50  $\Omega$  入力設定は高電力入力ではありません。公表仕様を超える入力は損傷の原因となります。詳細はデータシートを参照してください。

## 単位

電圧単位「V」または電流単位「A」。電流プローブ使用時は単位を「A」に設定してください。

## デスクイ

チャンネル間、ケーブル間、またはプローブ間のスキューにより、異なる測定経路を通過する信号の遅延は不均一になる可能性があります。例えば、長さが 1 インチ異なる 2 本の同軸ケーブルは、100ps を超えるスキューを発生させる可能性があります。特定のシナリオ（例：クロックとデータ間のセットアップ/ホールド時間の測定）では、チャンネル間のスキューを補償する必要がある場合があります。

**補償方法:** 測定に使用するケーブルやプローブを含む 2 つのチャンネルで同一信号を同時にプローブし、画面上で観測される 2 チャンネルの波形が水平方向に一致するまで、一方のチャンネルのデスクイユーパラメータを調整します。



スキュー補正前

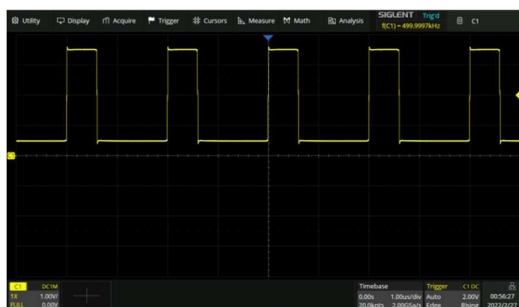


スキュー補正後

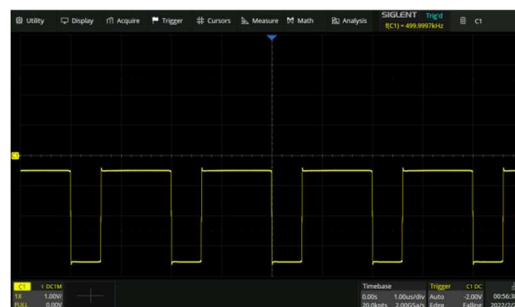
**注:** スキュー補正が適用されたチャンネルがトリガソースの場合、スキュー値が変化してもトリガ遅延インジケータは変化しません。

## 反転

反転を有効にすると、波形は接地電位（0 ボルト）を中心に 180 度回転します。



反転前



反転後

## トレース

トレースが非表示の場合、チャンネルの波形は画面に表示されませんが、バックグラウンドでは取得が引き続き実行されます。



トレース表示

トレース非表示

## 12 デジタルチャンネル

### 12.1 概要

#### SPL2016 プローブ

SPL2016 は、最大 16 個のデジタル信号を同時に監視するために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設定されているため、異なるロジックファミリーのデータを同時に表示することが可能です。



**注意:** 人身事故やロジックプローブおよび関連機器の損傷を防ぐため、以下の安全上の注意点を遵守してください。

本装置は製造元が指定した目的でのみ使用してください。SPL2016 プローブは SIGLENT 社製特殊シリーズオシロスコープ専用です。SPL2016 で接続された機器を本来の目的外で使用すると、保護機構が損なわれる恐れがあります。

正しく接続・切断してください。過度な曲げはケーブルを損傷する恐れがあります。

湿気のある環境や爆発性のある環境では使用しないでください。

屋内専用です。SPL2016 は屋内使用を想定して設計されており、清潔で乾燥した環境でのみ作動させてください。

問題が疑われる場合は機器を使用しないでください。部品に損傷がある場合は SPL2016 を使用し

ないでください。保守作業は適切な資格を持つ保守担当者によって行わなければなりません。

製品表面を清潔かつ乾燥した状態に保ってください。

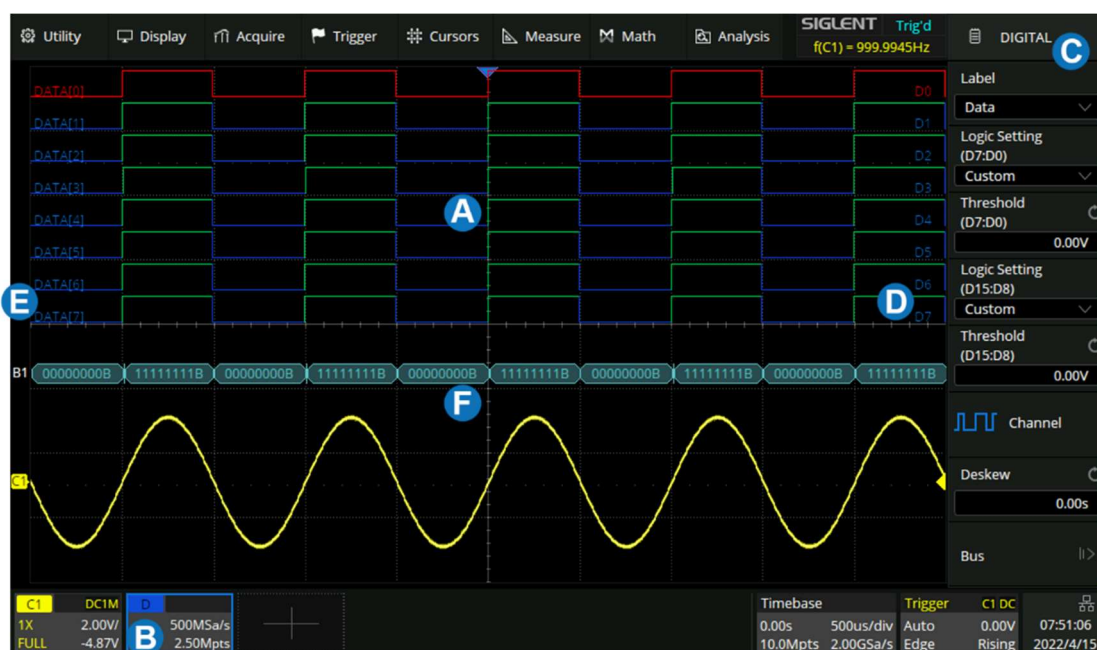
## SDS2000HD-16LA オプション

本ソフトウェアオプションにより、オシロスコープに以下の機能が追加されます：

- **デジタルチャネルの取得と分析** - デジタルロジックプローブに接続された信号を取得・分析します（波形表示、保存、パラメータ測定など）。
- **デジタルチャネルでのトリガ** - デジタルチャネルをトリガ源としてトリガし、関心のあるイベントを分離します。
- **デジタルチャネルのデコード** - デジタルチャネルのシリアルプロトコルデコードには、シリアルデコードオプションのインストールが必要です。

## 12.2 デジタルチャネルの有効化/無効化

デジタルチャネルのオン/オフはアナログチャネルと同様です。デジタルデータは波形ファイルとして保存可能です。水平カーソルおよびほとんどの水平測定はデジタル波形にも適用されます。



- A. デジタルチャンネルの波形表示は、アナログチャンネルと同一グリッド領域を共有します。
- B. デジタルチャンネル記述子ボックス
- C. ダイアログボックス
- D. デジタルチャンネルインジケーター。最大 16 個のデジタルチャンネルは、異なる閾値を持つ 2 つのグループ（D15～D8 と D7～D0）に編成されます。各チャンネルは個別にオン/オフできます。
- E. ラベルはデータ、アドレス、またはカスタム文字に設定できます。
- F. デジタルバス

#### フロントパネルから

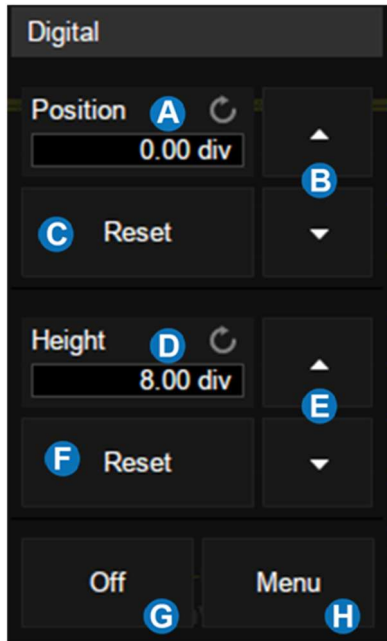
前面パネルのデジタルボタンを押すと、デジタルチャンネルがオンになり波形が表示されます。もう一度押すとオフになります。

#### タッチスクリーンから

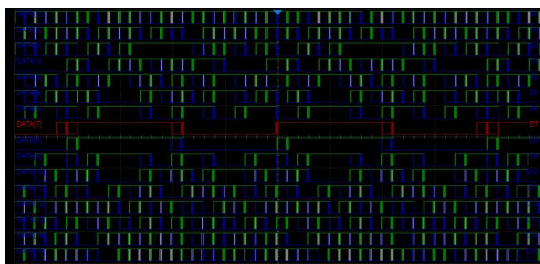
表示画面下部にある **[+]** をクリックし、「Digital」を選択してオンにします。デジタルチャンネル記述子ボックスをクリックし、ポップアップメニューから **[Off]** を選択してオフにします。詳細は「垂直方向のセットアップ」の章の操作を参照してください。

## 12.3 デジタルチャンネル設定

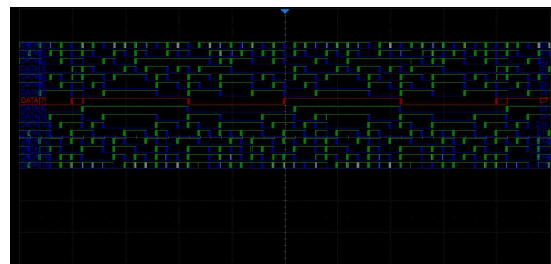
デジタル 記述ボックス ( ) をタッチすると、記述ボックス上部にデジタルチャンネル設定のクイックメニューが表示されます。このメニューでデジタルチャンネルの高さと位置を設定できます：



- A. デジタルチャンネル表示領域の上限位置。ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで設定します。高さを下げると調整領域が広がります。
- B. ▲で位置を上げる、▼でチャンネル位置を下げる。
- C. 位置をデフォルト値にリセット
- D. デジタルチャンネル表示領域の高さ範囲。ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで設定します。表示高さが利用可能な分割領域全体を覆う場合、位置調整の余地がなくなります。
- E. ▲で増やし、▼で減らす：デジタルチャンネルが占有する分割表示数の調整
- F. 高さをデフォルト値にリセット
- G. デジタルチャンネルをオフにする
- H. 右側のデジタルダイアログボックスを開く



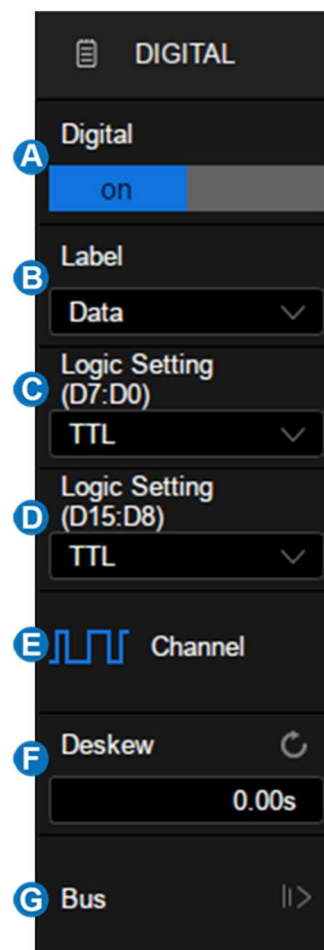
高さ=8 分割、位置=0 分割



高さ=4div、位置=1div

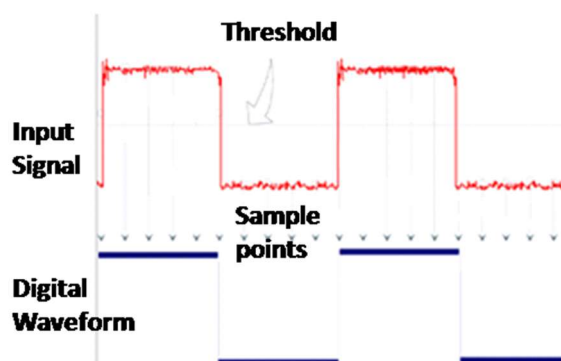
クイックメニューでは、デジタルチャンネル表示領域の高さ範囲と位置のみを設定できます。その他の設定はダイアログボックスで行えます。

- A. デジタルチャンネルの表示/非表示を切り替える
- B. ラベルはデータ、アドレス、またはカスタム文字に設定できます。
- C. D7～D0 のロジックしきい値。オシロスコープは、指定されたロジックファミリに応じてしきい値を自動的に設定します。または、ユーザーがカスタムオプションを使用して手動でしきい値を設定することもできます。
- D. D15～D8 の論理しきい値
- E. 表示するチャンネルの設定
- F. アナログチャンネル設定と同様のスキュー補正設定
- G. バス設定



### ロジックしきい値設定

しきい値レベルは入力信号の評価方法を決定します。しきい値レベルは「**ロジック設定**」で設定可能です。しきい値未満の入力電圧は「0」として認識され、しきい値を超える入力電圧は「1」として認識されます。









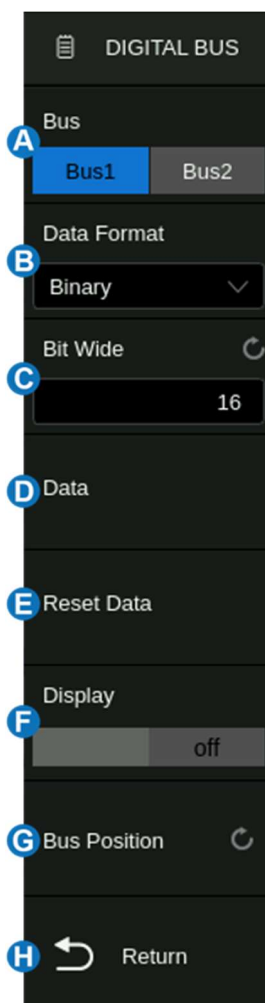
設定可能な論理レベルには、TTL、CMOS、LVCMOS 3.3 V、LVCMOS 2.5 V、カスタムがあります。

カスタムしきい値の設定範囲は -10.0 V ~ +10.0 V です。

## バス設定

フロントパネルの **[Digital]** ボタンを押すか、下部の **[Digital]** 記述子ボックスをタッチして **[Digital]** ダイアログボックスを開き、**[Bus]** をタッチして **[Digital Bus]** ダイアログボックスを開きます。

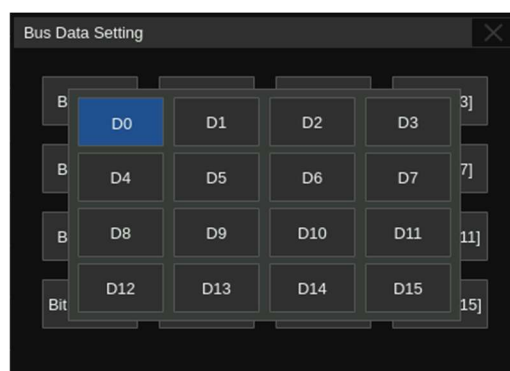
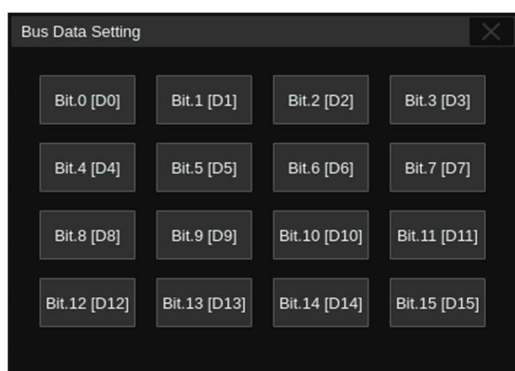
- A. Bus1 または Bus2 を選択
- B. デジタルバスのデータ形式を設定します（バイナリ、10 進、符号なし 10 進、16 進）。
- C. デジタルバスのビット幅を設定
- D. デジタルバスデータを設定
- E. デジタルバスデータをデフォルト状態にリセット
- F. デジタルバスの表示を有効/無効にする
- G. バスの垂直位置を設定する
- H. 前のメニューに戻る



## バスデータ設定

バスデータ設定では、デジタルチャンネルデータをビット単位で設定できます。**データ**を選択すると、バスデータ設定ダイアログが開きます。

このダイアログでは、バスビットとデジタルチャンネル間のマッピング関係が **Bit.x[Dy]** として表示されます。例えば、**Bit.0[D15]** はバスのビット 0 が D15 であることを意味します。**Bit.x[Dy]** をタッチすると、指定されたビット x にデジタルチャンネル D0～D15 を割り当てます。

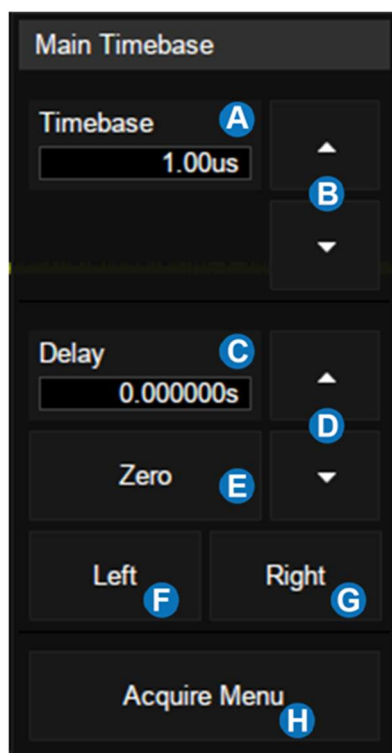


## 13 水平および取得設定

### 13.1 タイムベース設定

タイムベース設定は、X 軸（水平軸）のスケールとオフセットを調整するために使用されます。この設定は、FFT を除くすべてのアナログ、デジタルチャンネル、およびすべての数学トレースに適用されます。

タイムベース記述子ボックスをタッチすると、タイムベース設定のクイックメニューが表示されます。メニュー内でタイムベース（水平スケール）、遅延、その他のパラメータを設定できます。



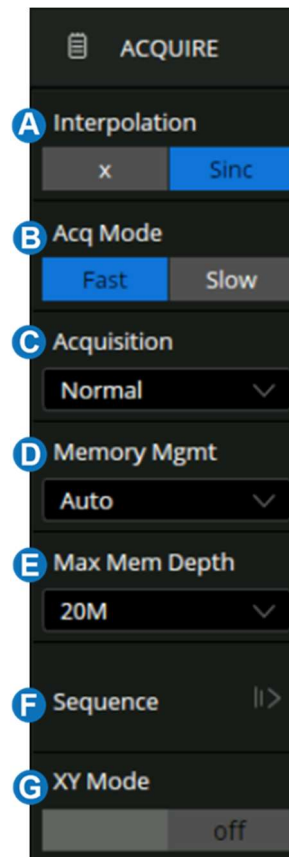
- A. 仮想キーパッドで水平スケール（タイムベース）を設定
- B. ▲で水平スケールを増やし、▼で減らします
- C. 仮想キーパッドでトリガー遅延を設定
- D. ▲でトリガー遅延を増加、▼で減少
- E. トリガー遅延をゼロに設定
- F. トリガー遅延を画面左側に設定
- G. トリガー遅延を画面の右側に設定
- H. 取得ダイアログボックスを開く

## 13.2 取得設定

### 13.2.1 概要

タイムベース設定のクイックメニューで「取得メニュー」をタッチするか、メニューバーの **取得** > **メニュー** をタッチすると、右側に取得ダイアログボックスが表示されます。

- A. 補間モードを選択
- B. 取得モードを選択
- C. 取得モード（通常/ピーク/平均/ERES）を選択します。詳細は「取得」のセクションを参照してください。
- D. メモリ管理モードを選択  
（自動、固定サンプリングレート、固定メモリ）。詳細は「メモリ管理」のセクションを参照してください。
- E. 最大メモリ深度を選択
- F. シーケンスメニューに入ります。詳細は「シーケンス」のセクションを参照してください。
- G. XY モードのオン/オフ



**補間** -- 小さなタイムベース設定では、画面上の元のポイント数がグリッド領域の表示ピクセル数より少なくなる場合があるため、連続した波形を表示するには補間が必要です。たとえば、1 ns/div のタイムベースと 2 GSa/s のサンプルレートでは、元のポイント数は 20 ですが、グリッド領域には 1000 の水平ピクセルが含まれます。この場合、オシロスコープは元のデータを 50 倍に補間する必要があります。

- **X:** 線形補間（最も単純な補間方法）は、2 つの元の点を直線で結ぶ。
- **Sinc:** Sin(x)/x 補間法。元の点はナイキスト再構成式に従って補間され、正弦波に対して優れた時間領域復元効果を持つ。しかし、ステップ信号/急峻な立ち上がり時間に対しては、ギブス現象による誤ったオーバーシュートを生じさせる。





X 補間



Sinc 補間

**Acq Mode:** 「Fast」がデフォルト設定。SDS2000X HD は高速モードで非常に高い波形更新レートを実現。「Slow」モードでは意図的に波形更新を遅延させる。

**メモリ深度:** サポート可能なメモリ容量。「取得時間 = サンプル点数 × サンプル間隔」の式に基づき、メモリ深度を大きく設定すると、所定の時間軸でより高いサンプリングレートを実現できますが、サンプリング点数が増えると処理時間が長くなり、波形更新レートが低下します。SDS2000X HD はメモリ深度 1kpts で最適な波形更新レートを実現します。フルメモリ深度時でも、10ms/div 未満の時間軸ではフルスピードサンプリングが可能であり、長時間イベントの高分解能キャプチャを提供します。

SDS2000X HD がサポートするメモリ深度は以下の表に示します:

シングルチャンネルモード	デュアルチャンネルモード
20k	10k
200 k	100k
2 M	1 M
20 M	10 M
200 M	100 M

シングルチャンネルモード: C1/C2/C3/C4 のうち 1 つだけがオンになります。

デュアルチャンネルモード: C1&C2 または C3&C4 のいずれかがオンになります。

**XY モード:** C1 によって入力された 1 フレームのデータを x 軸として、C2 によって入力された 1 フレームのデータを y 軸として、2 つの信号の関係を表示します。XY モードは通常、リサーチ

ュ図や部品の電圧-電流図の描画に使用されます。



### 13.2.2 取得

取得モードは、信号の取得方法と処理方法を決定するために使用されます。

**通常:** オシロスコープは等間隔で信号をサンプリングします。ほとんどの波形において、このモードを使用することで最適な表示効果が得られます。

**ピーク:** ピーク検出モード。オシロスコープはサンプリング間隔内の信号の最大値と最小値を取得するため、その間隔におけるピーク（最大値と最小値の差）が得られます。このモードは、低いサンプリングレートで偶発的な狭パルスやスパースを観察するのに有効ですが、表示されるノイズは大きくなります。ピークモードでは、パルス幅が **200 ps** を超える全てのパルスが表示されます。

以下の例では、パルス幅 **3.4ns**、周期 **200Hz** の狭パルス列を、通常モードとピークモードで **4MSa/s** のサンプリングレートでサンプリングしています。図からわかるように、サンプリング間隔 (**250 ns**) がパルス幅 (**3.4 ns**) よりもはるかに大きいので、通常モードでは狭パルスの捕捉が困難ですが、ピークモードでは各パルスの捕捉が保証されます。



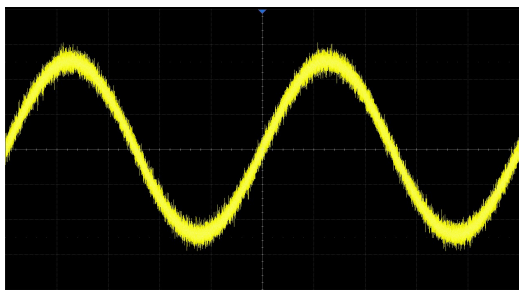
ノーマルモード



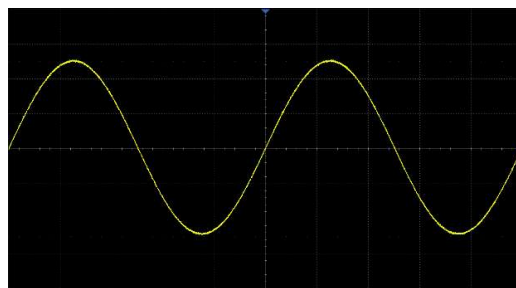
ピークモード

**平均化:** オシロスコープは複数の波形フレームを累積し、その結果として平均値を算出します。安定したトリガが利用可能な場合、得られる平均値はワンショット記録よりもランダムノイズ成分が低くなります。累積するフレーム数が多いほど、ノイズは低減します。SDS2000X HD では、平均化処理はハードウェアエンジンによって実装されているため、取得モードを平均化に設定しても高い波形更新レートを維持できます。

フロントパネルの「**Clear Sweeps**」ボタンを押すと、蓄積された平均値をリセットできます。



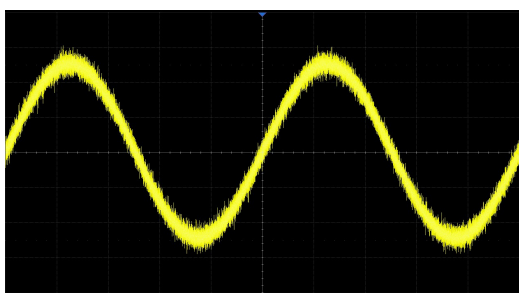
通常モード



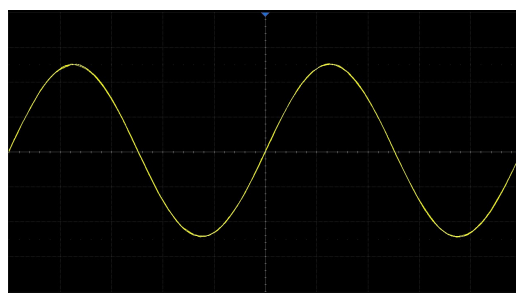
平均モード (128)

**注:** 平均取得は周期信号にのみ有効であり、平均モード使用時には波形が安定してトリガされていることを確認することが重要です。

**ERES:** このモードでは、オシロスコープがサンプリングポイントをデジタルフィルタリングし、入力信号の広帯域ランダムノイズを低減して信号対雑音比を改善し、オシロスコープの実効分解能 (ENOB) を向上させます。SDS2000X HD の ERES 処理はハードウェアエンジンによって実現されるため、ERES をオンにした状態でも高い波形リフレッシュレートを維持できます。



通常モード



ERES (3 ビット)

ERES 取得は信号の周期性や安定したトリガを必要としませんが、デジタルフィルタリングのため、ERES モードではオシロスコープのシステム帯域幅が低下します。強化ビット数が高いほど帯域幅は低くなります。以下の表は ERES ビットと帯域幅の関係を示します:

拡張ビット数	-3dB 帯域幅
0.5	$0.25 \times \text{サンプリングレート}$
1	$0.115 \times \text{サンプリングレート}$
1.5	$0.055 \times \text{サンプリングレート}$
2	$0.028 \times \text{サンプリングレート}$
2.5	$0.014 \times \text{サンプリングレート}$

拡張ビット数	-3dB 帯域幅
3	0.007*サンプルレート

### 13.2.3 メモリ管理

メモリ管理は、計測器が取得したサンプルをどのように保存するかを制御します。

**自動:** デフォルトの取得設定です。自動モードで最大メモリを設定すると、オシロスコープは時間軸に基づいてサンプルレートとメモリ深さを自動的に調整します。調整の原理は次の式に従います:

$$\text{サンプリングレート} = \text{サンプリング数} / \text{取得時間}$$

ここで、取得時間はフル表示（すなわち 10 水平目盛）に対応する時間です。

**注:** ここでいう最大メモリは、オシロスコープが割り当てるメモリ領域の上限値です。実際のサンプルポイントは現在のタイムベースに関連し、メモリ深度より少なくなる場合があります。実際のサンプルポイント情報は、タイムベース記述子ボックスで確認できます（詳細は「**タイムベースとトリガー**」を参照）。

**固定サンプリングレート:** サンプリングレートは設定値で固定され、オシロスコープは時間軸に応じてメモリ深さを自動的に調整します。取得時間はフル表示（すなわち 10 水平目盛）に対応する時間です。

**固定メモリ:** メモリ深度は設定値で固定され、オシロスコープはタイムベースに応じてサンプリングレートを自動調整します。時間スケールが小さい場合（例: 1 ns/div）、メモリ深度は全表示時間を超えるため、取得したフレームをズームアウトして停止モードで完全なフレームを表示する必要があります。

**注:** 実行状態では、オシロスコープは表示中のデータのみを処理します。つまり、測定、数学演算、デコード、検索などの分析は表示中のデータのみを対象とします。これは「自動」メモリ管理モードと同一です。

### 13.2.4 ロールモード

フロントパネルのロールボタンを押すとロールモードに入ります。このモードでは、ストリップチャートレコーダーのように波形が画面右から左へ移動します。ロールモード中は波形の水平遅延制御が無効になります。動作は 50ms/div 以上のタイムベース値でのみ有効です。



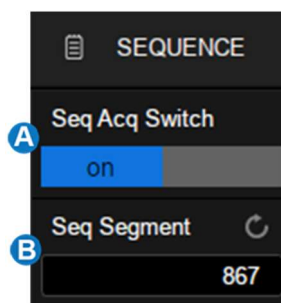
ロールモード中の表示を停止するには、ラン/ストップボタンを押します。表示をクリアしロールモードで再取得を開始するには、再度ラン/ストップボタンを押します。

**注：** ロールモードでは、停止後にのみズームがサポートされます。

### 13.2.5 シーケンス

[取得]> [シーケンス] をタッチして、シーケンスダイアログボックスを呼び出します。

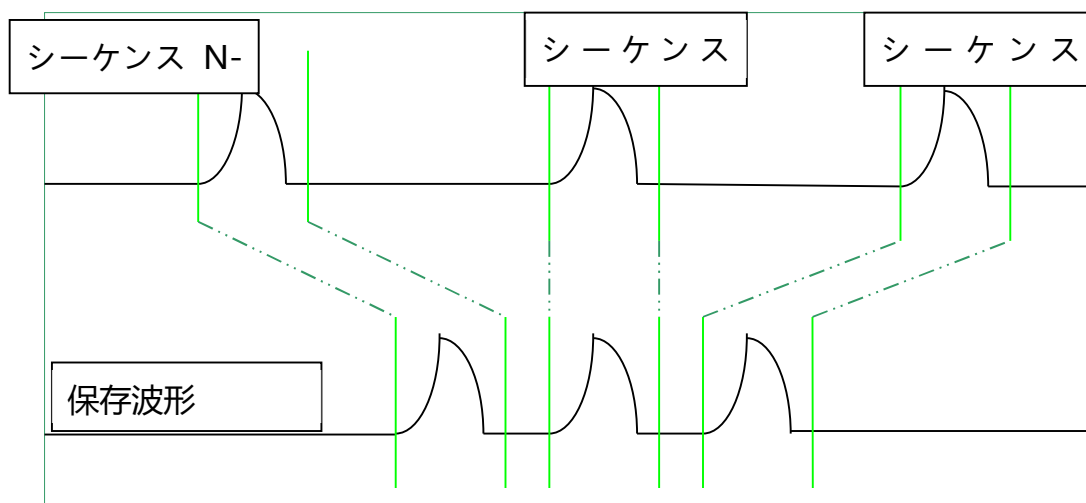
- A. シーケンスのオン/オフ
- B. セグメントを設定



シーケンスモードは高速取得モードであり、メモリ深度を複数のセグメント（最大 80,000）に分割し、各セグメントが 1 ショット分のデータを保存します。シーケンスモードでは、指定されたセグメントが取得されるまで、オシロスコープはデータを取得・保存するのみで、処理や表示は行いません。その結果、トリガイイベント間のデッドタイムが最小化され、波形更新レートが大幅に向上します。シーケンスモードが有効な場合、すべてのシーケンスが取得されるまで表示は更新されません。SDS2000X HD はシーケンスモードで最小 2 マイクロ秒のトリガー間隔を実現でき、これは 500,000 wfm/s の波形更新レートに相当します。

取得完了後、オシロスコープは全セグメントをまとめて画面にマッピングします。各フレームを個別に表示・分析する必要がある場合は、履歴モードが有効です（詳細は「履歴」を参照）。履歴モードでは各セグメントにタイムスタンプラベルが付与されます。

デッドタイムの最小化に加え、シーケンスモードのもう一つの利点は、長時間にわたる稀なイベントの捕捉・記録が可能な点です。オシロスコープは、隣接するイベント間の不要な期間を無視し、トリガー条件を満たす複数のイベントを捕捉できるため、波形メモリの使用効率を最大化します。選択したセグメントの測定には、取得タイムベースの完全な精度を活用できます。



例:

C1 に周期 50ms のパルスシーケンスを入力する。パルスの立ち上がり時間は 2ns、立ち下がり時間は 100ns、パルス幅は 108ns、振幅は 1.6Vpp である。フロントパネルの **AutoSetup** ボタンを押す。

C1 の結合モードを DC50Ω に設定し、垂直スケールを 500 mV/div、垂直オフセットを 0 に設定する。トリガーレベルを 0 に設定する。



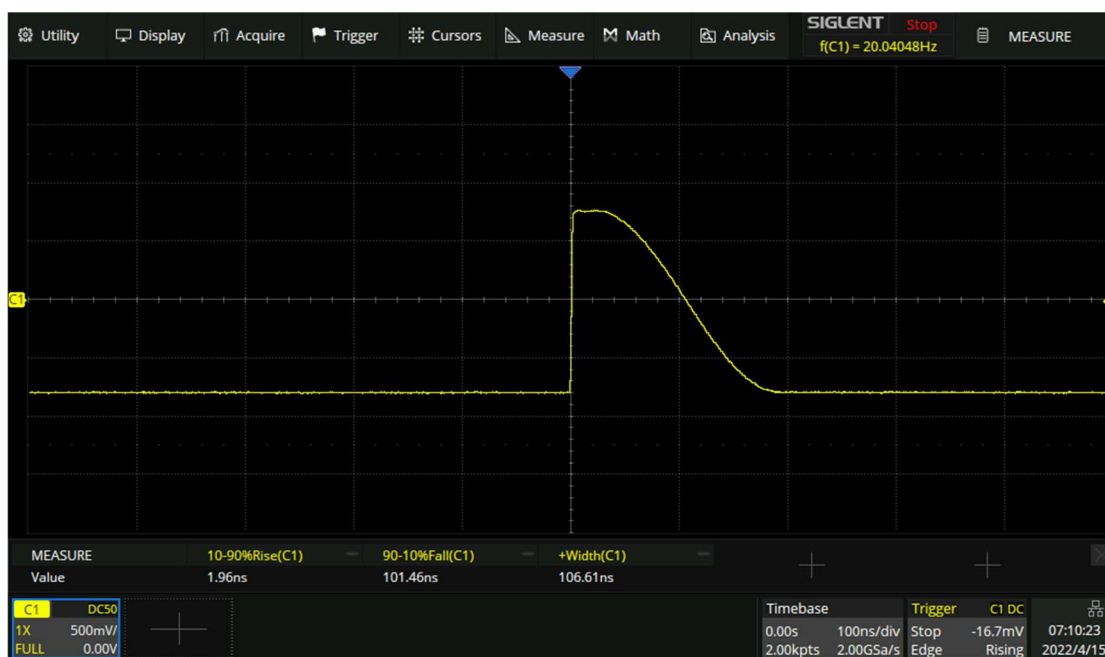
通常モードでは、最大メモリ深度で 1GSa/s のサンプリングレートにより、画面上に 5 パルスを取得できる。

トリガモードを「シングル」、タイムベースを 100 ns/div に設定します。シーケンスモードをオン

にし、セグメントを最大（この例では **74403**、現在のタイムベースでのサンプル数に応じて最大 **80,000**）に設定します。取得が完了するまでしばらく待ち、トリガ条件を満たすすべての波形が画面に表示されます。



シーケンスモードでは、取得が完了するまで画面に波形は表示されません。取得中は、取得済みのセグメント数を示すカウンターが画面に表示されます。



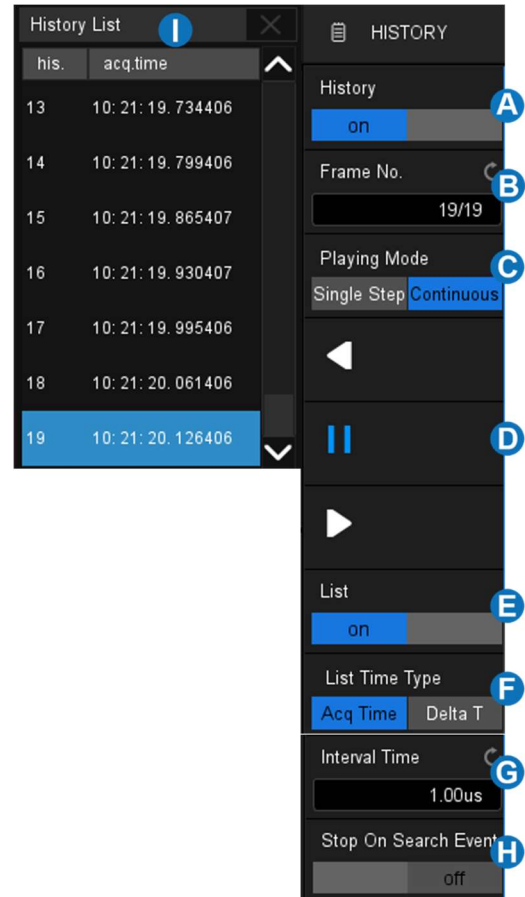
この例では、最大メモリ深度で **2 GSa/s** のサンプルレートにより **74403** パルスを取得できます。



### 13.3 履歴

[分析]>[履歴] をタッチして、履歴ダイアログボックスを呼び出します。

- A. 履歴モードのオン/オフを切り替えます。
- B. フレームインデックスを指定
- C. 再生モードの設定
- D. 逆再生、一時停止、順再生
- E. リストのオン/オフを切り替える
- F. リストのタイムタイプ
- G. 自動再生時の 2 フレーム間の時間間隔を設定
- H. 「検索イベントで停止」機能を有効にすると、履歴フレーム全体で検索イベントをナビゲートできます。
- I. リストには各フレームのフレームインデックスと時間ラベルが表示されます。

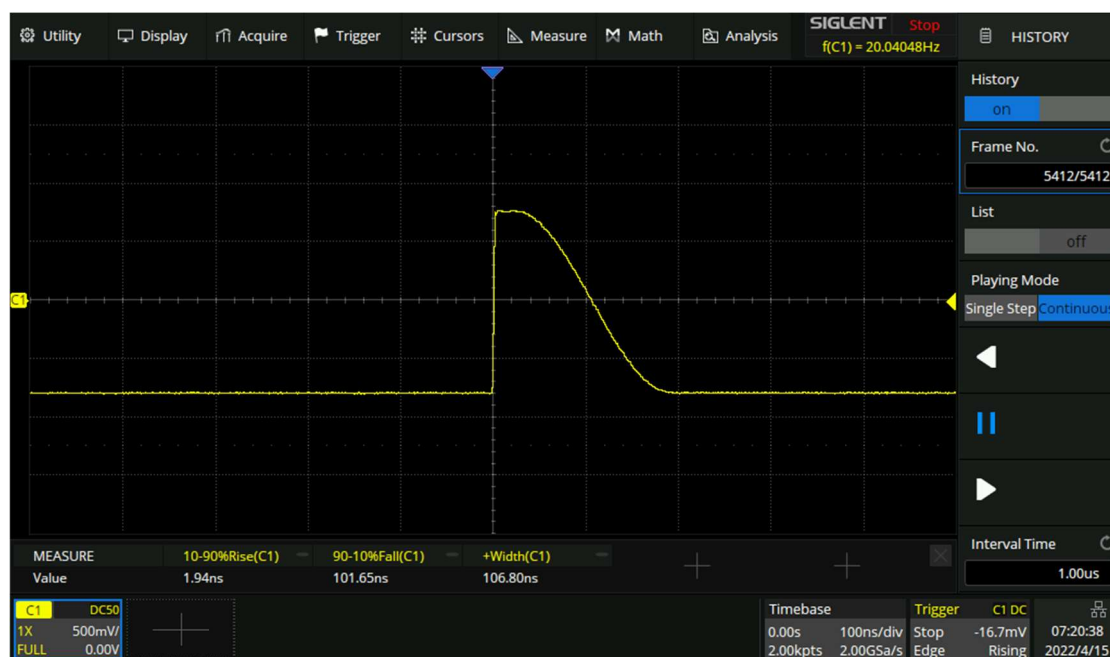


オシロスコープは取得したフレームを自動的に保存します。最大 80,000 フレームまで保存可能ですが、メモリ深度やタイムベース設定により数は変動します。履歴モードを有効にすると、保存されたフレームを呼び出して測定できます。

上記のセクションの例を続けます。シーケンスモードでは、トリガー条件を満たすすべての波形が表示にマッピングされます。単一フレームを観察する必要がある場合は、履歴モードを使用できます。

履歴モードを有効にするには、[フレーム番号]領域を 2 回タッチすると仮想テンキーが表示されます。数字「5412」を入力して 5412 番目のセグメント（フレーム）を指定します。





シーケンスでキャプチャした 5412 番目のフレームを履歴モードで観察する

リスト領域をタッチしてリストを有効にすると、5412 番目の波形に対応する時間ラベルが表示されます。時間分解能はマイクロ秒単位です。時間ラベルの種類には「取得時間」または「デルタ T」があります。「取得時間」はフレームの絶対時間に対応し、オシロスコープのリアルタイムクロックと同期しています。「デルタ T」は隣接する 2 つのフレーム間の取得時間間隔であり、下図では 50ms と表示されています。これは実際の波形の周期と一致しています。

History List	
his.	acq.time
5418	17: 46: 40. 739616
5417	17: 46: 40. 689616
5416	17: 46: 40. 639616
5415	17: 46: 40. 589616
5414	17: 46: 40. 539616
5413	17: 46: 40. 489616
5412	17: 46: 40. 439616

History List	
his.	delta t
5418	00: 00: 00. 050000
5417	00: 00: 00. 050000
5416	00: 00: 00. 050000
5415	00: 00: 00. 050000
5414	00: 00: 00. 050000
5413	00: 00: 00. 050000
5412	00: 00: 00. 050000

Acq Time ラベル

Delta T ラベル

フレームの手動指定に加え、履歴モードでは自動再生をサポートします：



ソフトキーを押すと、現在のフレームから最初のフレームまで波形を再生します。



ソフトキーを押して再生を停止します。




ソフトキーを押すと、現在のフレームから最後のフレームまで波形を再生します。

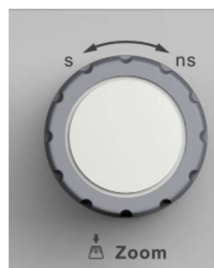
自動再生の速度を制御するには、**[Interval Time]** 領域をタッチします。自動再生中は、リストが自動的に現在のフレームまでスクロールします。

注：履歴モードで測定が有効になっている場合、間隔時間が短く設定されていると（例えば、マイクロ秒単位）、測定に各フレームでより長い時間がかかる可能性があるため、自動再生の速度が設定に満たない場合があります。

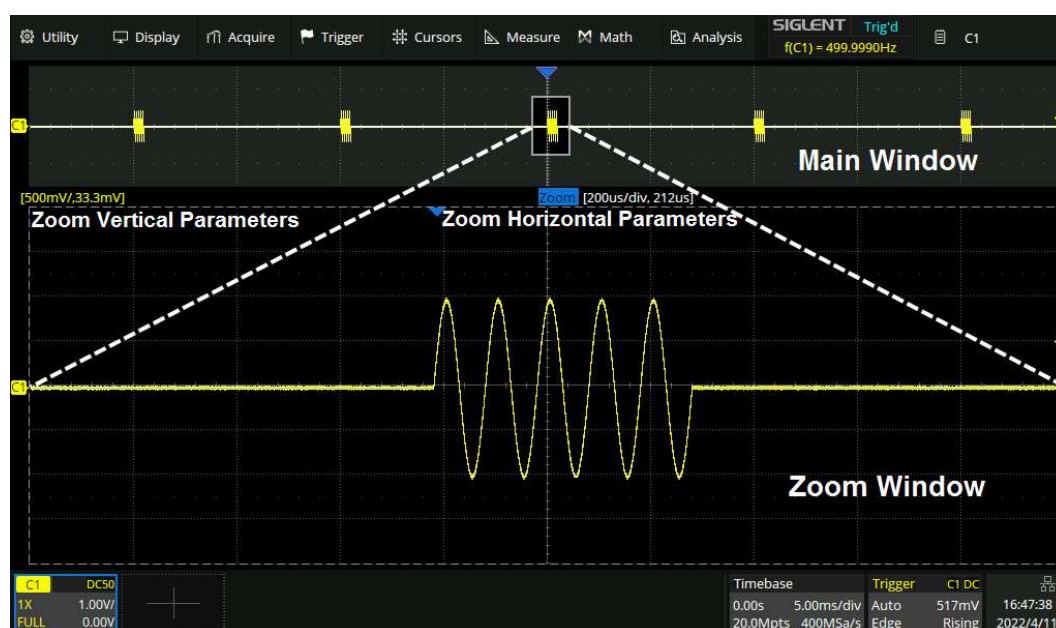
## 14 ズーム

SDS2000X HD は、水平方向および垂直方向の波形ズームをサポートしています。水平ノブまたはフロントパネルの

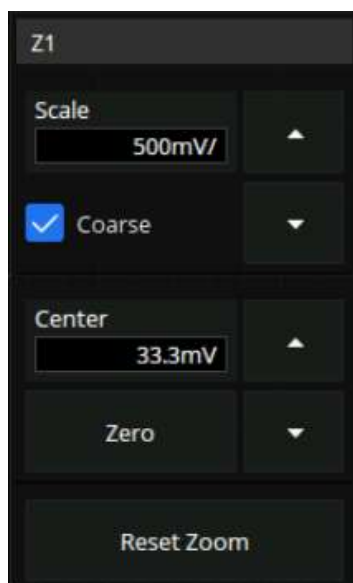
 ボタンを押すと、ズーム機能がオンになります。



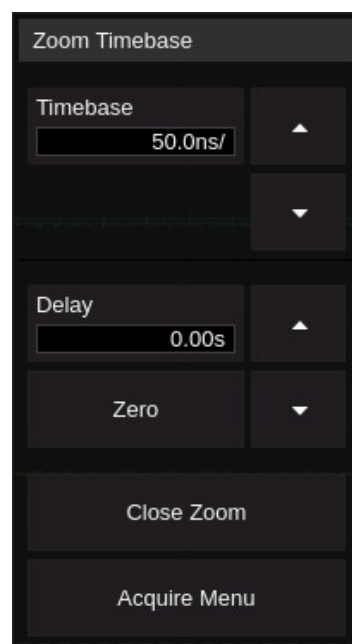
ズーム機能がオンの場合、波形領域は上部と下部に分割されます。高さの約 1/3 上部がメインウィンドウ、高さの約 2/3 下部がズームウィンドウです。ウィンドウをタッチするとアクティブになります。現在アクティブなウィンドウは破線で強調表示されます。



メイン波形領域でグレー背景で覆われていない領域がズーム対象範囲（ズーム領域）です。上図に示す「Zoom Vertical Parameters」および「Zoom Horizontal Parameters」領域をタッチすると、ズームウィンドウの垂直・水平パラメータ設定用クイックダイアログを呼び出せます。

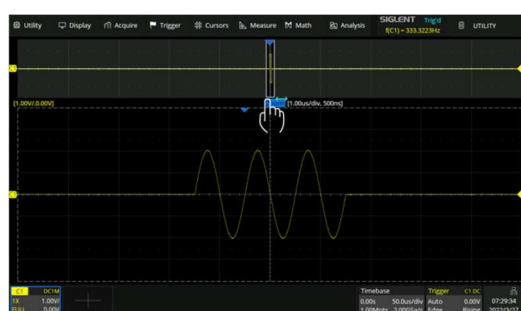


垂直方向の設定



水平設定

ズームウィンドウがアクティブ状態のとき、水平・垂直スケールノブを回転させてズーム領域を拡大・縮小できます。水平・垂直位置ノブを回転させて領域の位置を移動します。メインウィンドウがアクティブ状態のときは、スケールノブと位置ノブでメインウィンドウのスケールと遅延/オフセットを変更します。上記の操作は異なるジェスチャーでも実行可能です。以下は水平方向の設定変更をジェスチャーで行う例です。垂直方向の設定変更ジェスチャーも同様です。



メインウィンドウのズーム領域またはズームウィンドウの波形内で左右にドラッグして、ズーム領域の水平位置を調整します

メインウィンドウのズーム領域またはズームウィンドウ内の波形を上下にドラッグして、ズーム領域の垂直位置を調整します。



メインウィンドウ内の任意の場所をダブルクリックすると、ズーム領域の中心を素早く設定できます。



メインウィンドウのグレー領域で左右にドラッグして、波形の水平位置を調整します。  
メインウィンドウのグレー領域で上下にドラッグして波形の垂直位置を調整します。



メインウィンドウまたはズームウィンドウのズーム領域で水平方向にピンチ操作（広げる）またはピンチ操作（狭める）を行い、ズームウィンドウの水平スケールを調整します。

メインウィンドウまたはズームウィンドウのズーム領域で、上下にピンチ操作を行うと、波形の垂直方向のスケールを調整できます。



メインウィンドウのグレー領域でピンチまたはスプレッド操作を行い、メインウィンドウの水平/垂直スケールを調整します。

注：ズームトレース（Z1～Z4）は、測定、数学マスクテスト、ヒストグラムのソースとして使用できます。



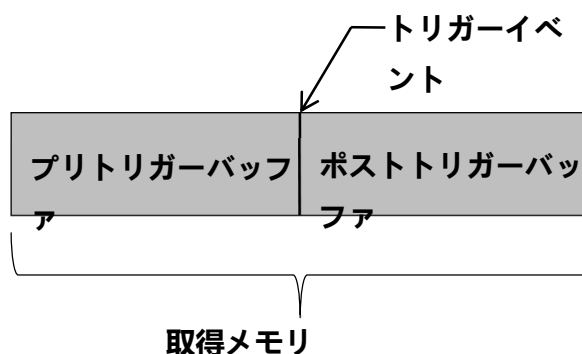


## 15 トリガー

### 15.1 概要

オシロスコープは、対象となる波形のみを取得し（トリガー条件を満たすもの）、すべてのトリガーイベントをトリガー位置に揃えて安定した波形表示を形成します。トリガーはオシロスコープの最も重要な機能の一つです。なぜなら、確実に安定してトリガーできる信号のみを分析できるからです。

トリガー位置は表示上で移動可能です。下図は取得メモリの構造を示しています。取得メモリはプリトリガーバッファとポストトリガーバッファに分割され、両者の境界がトリガー位置となります。トリガーイベント到達前、オシロスコープはまずプリトリガーバッファを充填し、その後トリガーイベント到達まで FIFO モードで継続的に更新します。トリガーイベント後、データはポストトリガーバッファに蓄積されます。ポストトリガーバッファが満杯になると、1回の取得が完了します。



以下は、取得メモリの充填プロセスにおける状態の定義です：

**Arm:** プリトリガーバッファが満杯ではなく、オシロスコープはトリガーイベントに反応しません。

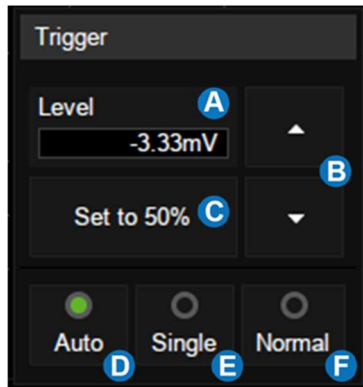
**準備完了:** プリトリガーバッファが満杯であり、オシロスコープはトリガーイベントを待機中。

**Trig'd:** トリガーイベントが検出され、オシロスコープがポストトリガーバッファの充填を開始します。

トリガー設定は入力信号の特性に基づいて行う必要があります。例えば、周期が再現可能な正弦波は立ち上がりエッジでトリガーできます。組み合わせ論理回路のハザードを捕捉するにはパルストリガーを設定できます。目的の波形を迅速に捕捉するには、被測定信号に関する知識が必要です。

## 15.2 トリガー設定

トリガー記述子ボックスをタッチすると、トリガー設定のクイックメニューが表示されます。トリガー設定ダイアログボックスが画面右側に表示されます。

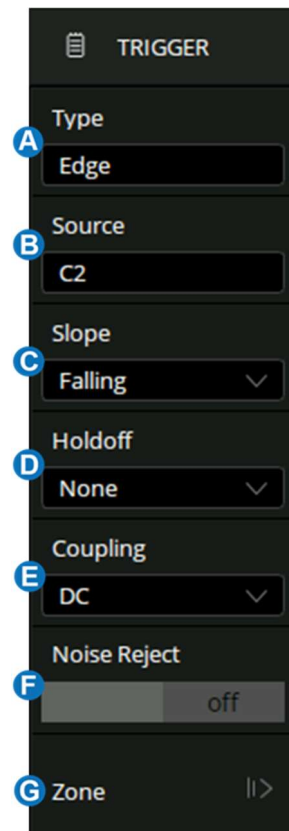


クイックメニュー

- A. レベル領域をタッチし、フロントパネルのレベルノブを回転させてトリガーレベルを調整します。領域を再度タッチすると仮想キーパッドが表示されます
- B. ▲でトリガーレベルを上昇、▼で下降
- C. トリガーレベルを波形の垂直中心に自動設定
- D. トリガーモードを「Auto」に設定します。これはフロントパネルの **Auto** ボタンを押すのと同じです
- E. トリガーモードを「シングル」に設定（フロントパネルの **シングル** ボタンを押す操作に相当）
- F. トリガーモードを「Normal」に設定（フロントパネルの **Normal** ボタンを押すのと同様）

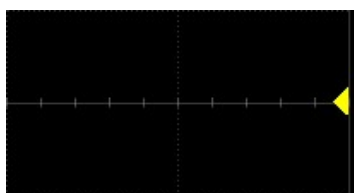
トリガー設定ダイアログボックス:

- A. トリガータイプを選択
- B. トリガーソースを選択
- C. トリガスロープを選択（トリガタイプが「エッジ」、「スロープ」およびその他の特定のタイプの場合）
- D. ホールドオフを設定（なし/時間/イベント）
- E. トリガー結合モードの設定（DC/AC/LF Reject/HF Reject）
- F. ノイズ除去の有効化/無効化。ノイズ除去がオンの場合、トリガーのヒステリシスが増加するため、トリガー回路のノイズ耐性が向上します。その代償として、トリガー感度は低下します
- G. ゾーントリガーを設定

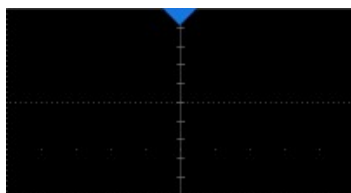




## トリガー関連ラベル



トリガーレベルインジケータ

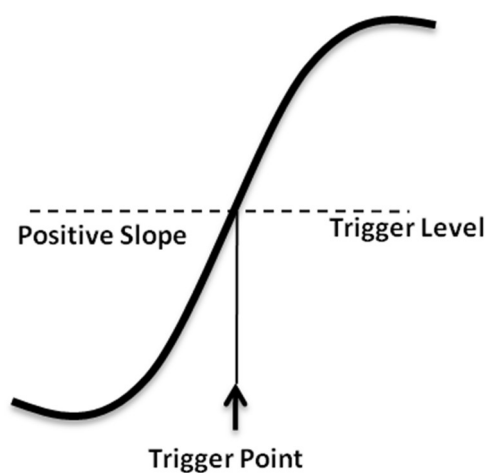


水平0位置インジケータ

水平ゼロ位置  
(画面外) インジケータ

## 15.3 トリガレベル

アナログトリガーとデジタルトリガーの両方で、正しいトリガーレベル値を設定する必要があります。オシロスコープは、波形がトリガーレベルを越えたときにトリガー条件を満たしているかどうかを判断します。条件を満たしている場合、その越えた時間がトリガー位置となります。次の図では、トリガー条件は立ち上がりエッジに設定されています。正の傾きを持つ信号がトリガーレベルを越えると、トリガー条件が満たされ、信号がレベルを越えた時点がトリガー位置となります。



一部の特殊なトリガーでは、システムが自動的にトリガーレベルを設定します。例えば、トリガースourceとしてACラインを使用する場合などです。

## 15.4 トリガモード

トリガモードは、オシロスコープが波形を取得する方法を決定します。

**自動:** トリガーが見つからない場合、内部タイマーが設定されたタイムアウト期間後にスイープをトリガーするため、トリガーの発生の有無にかかわらず、オシロスコープは表示を継続的に更新します。自動モードは、未知の信号や DC 信号に適しています。

**注:** 自動モードでは、信号がトリガー条件を満たしているにもかかわらずオシロスコープを安定してトリガーできない場合、2 つのトリガーイベント間の間隔がタイムアウト期間を超えている可能性があります。この場合は、通常モードをお試しください。

**通常:** トリガー条件が満たされた場合にのみトリガーと取得が発生します。それ以外の場合は、オシロスコープは表示上の最後の波形を保持し、次のトリガーを待機します。通常モードは、以下の取得に適しています:

- トリガー設定で指定されたイベントのみ
- 稀なイベント

**シングル:** トリガー条件を満たす単一フレームをキャプチャして表示し、その後停止します。シングル取得を再開するまで、以下のトリガーイベントは無視されます。シングルモードは以下に適しています:

- ワンショットイベントや周期信号（電源レールの電源投入/切断波形など）
- 稀なイベント

**強制:** 入力信号がトリガー条件を満たしているかどうかにかかわらず、オシロスコープは取得を実行します。強制トリガーを実行するには、シングルを2回押します。

## 15.5 トリガタイプ

### 15.5.1 概要

SDS2000X HD のトリガモードはデジタル設計です。アナログトリガ回路と比較して、デジタルトリガはトリガ精度とトリガジッタを大幅に最適化できるだけでなく、複数のトリガタイプと複雑なトリガ条件もサポートします。

	エッジ -- 上昇エッジ、下降エッジ、またはその両方でトリガー
	スロープ -- エッジが選択した時間範囲の内側または外側に位置する 2 つのしきい値を通過したときにトリガー
	パルス -- パルス幅が選択した時間範囲内または外にあるパルス終了時にトリガー
	ビデオ -- 下降エッジでの TV トリガー
	ウィンドウ -- 信号がウィンドウ領域を離れたときにトリガー
	インターバル -- エッジ間の時間が選択した時間範囲内または外にある場合、2 番目のエッジでトリガーする
	ドロップアウト -- 信号がドロップアウト値より長く消失したときにトリガーする
	ラント -- パルスが第 1 しきい値を超えた後、第 2 しきい値を超えずに再び第 1 しきい値を横切る際にトリガー
	パターン -- パターン条件が偽から真に遷移したときにトリガー。全入力は DC 結合に設定
	シリアル -- シリアルバス上の指定条件でトリガー。詳細は「シリアルトリガーとデコード」の章を参照。
	条件付き -- 条件を満たした後にのみエッジトリガー設定でトリガー
	N 番目のエッジ -- 指定されたアイドル時間後に発生するバーストの N 番目のエッジでトリガー
	遅延 -- ソース A とソース B 間の遅延時間が制限条件を満たしたときにトリガー

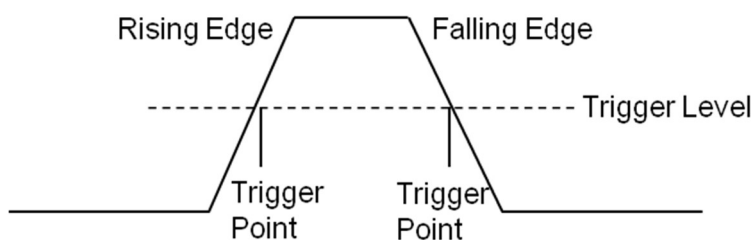


**セットアップ/ホールド** -- セットアップ時間またはホールド時間が制限条件を満たしたときにトリガー



### 15.5.2 エッジトリガー

エッジトリガーは、指定されたエッジ（立ち上がり、立ち下がり、交互）とトリガレベルによってトリガポイントを識別します。トリガダイアログボックスでトリガソースとスロープを設定できます。



トリガソースを選択するには **【ソース】** 領域をタッチし、立ち上がり、立ち下がり、または交互を選択するには **【スロープ】** 領域をタッチします。

**立ち上がり** -- 立ち上がりエッジでのみトリガー

**下降** -- 下降エッジでのみトリガー

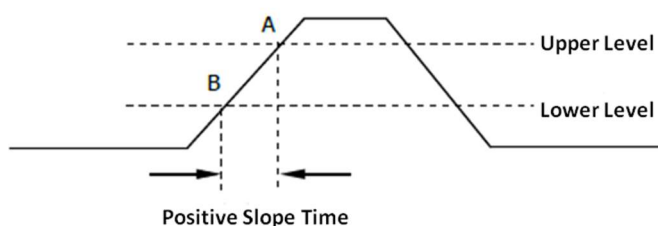
**交互** -- 立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方でトリガー

ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去はエッジトリガーで設定できます。詳細は「ホールドオフ」、「トリガ結合」、「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

**注:** **【自動設定】** ボタンを押すと、オシロスコープはトリガタイプをエッジに設定します。

### 15.5.3 スロープトリガ

スロープトリガは、指定された時間範囲内で、あるレベルから別のレベルへの立ち上がりまたは立ち下りの遷移を探します。たとえば、正のスロープ時間は、下図に示すように、トリガレベルライン A と B の 2 つの交差点間の時間差として定義されます。



トリガーソースを選択するには「ソース」領域をタッチし、立ち上がりまたは立ち下がりを選択するには「スロープ」領域をタッチします。

上昇 -- 正の勾配でのみトリガー

下降 -- 負の勾配でのみトリガー

## 上限/下限レベルを調整

スロープトリガーには上限レベルと下限レベルが必要です。トリガータイプがスロープトリガーの場合、トリガー記述子ボックスをタッチすると、ポップアップメニューに 2 つのレベルが表示されます。



レベルの上限/下限は次の 2 方法で設定可能:

1. クイックメニューの「レベル上」領域をタッチして上レベルを選択し、仮想キーパッドまたはフロントパネルのレベルノブでレベル値を設定します。下レベルの設定も同様です。
2. フロントパネルのレベルノブを直接操作してレベル値を設定します。ノブを押すと上/下レベルが切り替わり、回転させて値を設定します。

下位レベルは常に上位レベル以下である必要があります。トリガー記述子ボックスには下位レベルが表示されます。

## 制限範囲の設定

トリガーダイアログボックスの「制限範囲」領域をタッチして時間条件を選択し、「上限値」/「下限値」領域で対応する時間を設定します。

**時間値未満 ( $\leq$ )** -- 入力信号の正または負の傾き時間が指定時間値より短い場合にトリガーします。

**時間値以上 ( $\geq$ )** -- 入力信号の正または負の勾配時間が指定時間値より大きい場合にトリガーします。

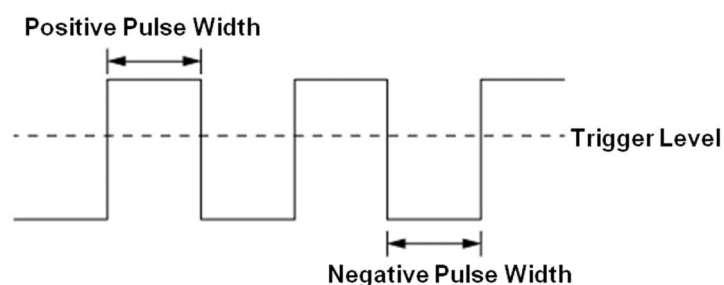
**時間値の範囲内 ( $[-, -]$ )** -- 入力信号の正または負の勾配時間が、指定した時間の下限値より大きく、かつ指定した時間の上限値より小さい場合にトリガーします。

**時間値の範囲外(--)[--]** -- 入力信号の正または負のスロープ時間が、指定された時間の上限値より大きく、指定された時間の下限値より小さい場合にトリガーします。

スロープトリガーでは、ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去を設定できます。詳細については、「ホールドオフ」、「トリガ結合」、および「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

#### 15.5.4 パルストリガー

指定幅の正または負のパルスでトリガーします。トリガーソース、極性（正、負）、制限範囲、および時間値はトリガーダイアログボックスで設定できます。



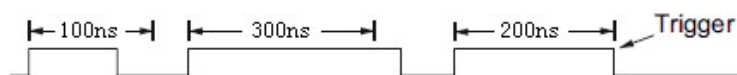
**時間値以下( $\leq$ )** -- 入力信号の正または負のパルス時間が指定時間値より短い場合にトリガーします。以下は正パルス幅  $< 100\text{ns}$  に設定したトリガー条件の例です



**時間値以上( $\geq$ )** -- 入力信号の正または負パルス時間が指定時間値より大きい場合にトリガーします。以下は正パルス幅  $> 100\text{ns}$  に設定したトリガー条件の例です



**時間値の範囲(--,--]**-- 入力信号の正または負パルス時間が、指定された時間の下限値より大きく、かつ指定された時間値の上限値より小さい場合にトリガーします。以下は、トリガー条件を 100 ns < 正パルス幅 < 300 ns に設定した例です。



**時間値の範囲外(--)[--]**-- 入力信号の正または負のパルス時間が、指定された時間の上限値より大きく、かつ指定された時間の下限値より小さい場合にトリガーします。

パルストリガーでは、ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去を設定できます。詳細については、「ホールドオフ」、「トリガ結合」、および「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

### 15.5.5 ビデオトリガー

ビデオトリガーは、ほとんどの標準的なアナログビデオ信号の複雑な波形をキャプチャするために使用できます。トリガー回路は、波形の垂直および水平間隔を検出し、選択したビデオトリガー設定に基づいてトリガーを生成します。SDS2000X HD は、NTSC (National Television Standards Committee)、PAL (Phase Alternating Line)、HDTV (High Definition Television)、およびカスタムビデオ信号トリガーの標準ビデオ信号をサポートしています。

ビデオトリガーダイアログボックスで、ソース、規格、同期モードを設定できます。同期モードが「選択」の場合、ラインとフィールドを指定できます。

**【標準】** をタッチし、ビデオ標準を選択します。SDS2000X HD は以下のビデオ標準をサポートします:

TV 規格	走査方式	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	トライレベル

HDTV 720P/60	プログレッシブ	トライレベル
HDTV 1080P/50	プログレッシブ	トライレベル
HDTV 1080P/60	プログレッシブ	トライレベル
HDTV 1080i/50	インターレース	トライレベル
HDTV 1080i/60	インターレース	トライレベル
カスタム		

以下の表はカスタムビデオトリガーのパラメータを示しています：

フレームレート	25Hz、30 Hz、50 Hz、60 Hz	
ライン数	300 ～ 2000	
フィールド数	1、2、4、8	
インターレース	1:1、2:1、4:1、8:1	
トリガー位置	ライン	フィールド
	(ライン値)/1(1:1)	1
	(ライン値)/2 (2:1)	1,2, 3, 4,5,6,7,8
	(行値)/4(4:1)	1,2, 3, 4,5,6,7,8
	(ライン値)/8(8:1)	1,2, 3, 4,5,6,7,8

ライン値: [ライン数] で設定された **ライン数** (300 ～ 2000)。

カスタムビデオトリガータイプでは、対応する「フィールド数」は「インターレース」比率の選択によって変化します。したがって、選択するフィールド数と各フィールドに対応するライン数も変更可能です。「ライン数」が 800 に設定されている場合の正しい関係は以下の通りです：

ライン数	インターレース	フィールド数	トリガーライン	トリガーフィールド
800	1:1	1	800	1
800	2:1	1/2/4/8	400	1/1～2/1～4/1～8

800	4:1	1/2/4/8	200	1/1~2/1~4/1~8
800	8:1	1/2/4/8	100	1/1~2/1~4/1~8

## ビデオ信号用のビデオトリガーを設定する

トリガーモード選択には **/Sync/** をタッチしてください。ビデオトリガーモードには「Any」と「Select」のオプションがあります。「Any」モードでは、条件を満たす任意のラインでビデオ信号がトリガーされます。「Select」モードでは、指定したフィールドと指定したラインによって信号がトリガーされます。

プログレッシブ走査信号（例：720p/50、720p/60、1080p/50、1080p/60）の場合、同期モードが「選択」時は指定したラインのみをトリガーに選択できます。

インターレース走査信号（NTSC、PAL、1080i/50、1080i/60、カスタムなど）の場合、同期モードが「選択」では、指定したラインと指定したフィールドをトリガーとして選択できます。

以下の表は、すべてのビデオ規格（カスタムを除く）におけるラインとフィールドの対応関係を示しています。

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

ビデオトリガーに慣れるために、次の 2 つの例を試してみてください：

- ビデオの特定ラインでトリガー（NTSC 規格）
- 「カスタム」を使用してビデオ信号をトリガーする

## ビデオの特定ラインでトリガー

ビデオトリガーでは、同期振幅が 1/2 グリッドを超える任意のアナログチャンネルをトリガーソースとして使用できます。以下の例では、NTSC ビデオ規格を使用し、フィールド 1 のライン 22 でトリガーするように設定します。

1. 前面パネルの「**Setup**」ボタンを押してトリガーメニューを開きます。
2. トリガーメニューで「**タイプ**」をタッチし、「ビデオ」を選択します。
3. 「**ソース**」をタッチし、トリガーソースとして **CH1** を選択します。
4. 「**標準**」をタッチし、「**NTSC**」を選択します。
5. 「**同期**」をタッチし、「**選択**」を選択してフィールドとラインをオプションにします。次に「**フィールド**」で「**1**」を選択し、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドを使用して「**ライン**」を「**22**」に設定します。



特定のビデオラインでトリガー（NTSC）

### 「カスタム」を使用してビデオ信号をトリガー

カスタムビデオトリガーは、それぞれ 25、30、50、60Hz のフレームレートを持つビデオ信号をサポートし、指定行は 300～2000 の範囲内です。以下に「カスタム」ビデオ信号のトリガー方法を説明します。

1. フロントパネルの「**設定**」ボタンを押してトリガーメニューを開きます。
2. トリガーメニューで「**タイプ**」をタッチし、「ビデオ」を選択します。
3. 「**ソース**」をタッチし、トリガーソースとして **CH1** を選択します。
4. 「**標準**」をタッチし、「**カスタム**」を選択します。

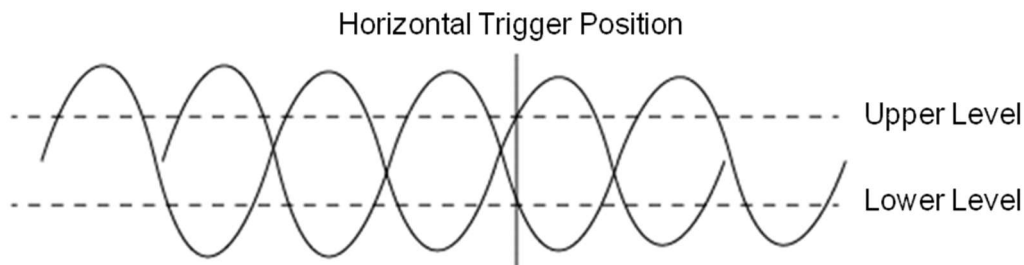


5. **カスタム設定**をタッチしてカスタム設定メニューを開き、**インターレース**をタッチして必要なインターレース比を選択します（インターレース比が **8:1** であると仮定）。次に、フレームレートを設定し、ライン数とフィールド数を選択します。
6. **「同期」**をタッチし、入力信号の同期モードを選択します：
  - a) 「任意」モードを選択すると、トリガー条件を満たす任意のラインで信号がトリガーされます。
  - b) 「選択」モードを選択し、指定したラインと指定したフィールドを設定して信号をトリガーします。「フィールド」が **8** に設定されている場合、**1** から **8** までの任意のフィールドを選択でき、各フィールドは **1** から **100** までの任意のラインを選択できます。

### 15.5.6 ウィンドウトリガー

ウィンドウトリガーはエッジトリガーに似ていますが、トリガーレベルの上限と下限を設定できる点が異なります。入力信号が上限レベルまたは下限レベルを通過すると、機器がトリガーされます。

ウィンドウタイプには絶対と相対の 2 種類があり、トリガーレベル調整方法が異なります。絶対ウィンドウでは上下限レベルを個別に調整可能ですが、相対ウィンドウでは中心値（ウィンドウ中心位置）とデルタ値（ウィンドウ範囲）を設定します。このモードでは上下限レベルは常に連動して移動します。



- 下限トリガーレベルと上限トリガーレベルの両方が波形振幅範囲内にある場合、オシロスコープは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方でトリガーします。
- 上限トリガーレベルが波形振幅範囲内にある一方、下限トリガーレベルが波形振幅範囲外

にある場合、オシロスコープは立ち上がりエッジでのみトリガーします。

- 下側トリガレベルが波形振幅範囲内にある一方で上側トリガレベルが波形振幅範囲外にある場合、オシロスコープは立ち下がりエッジでのみトリガします。

## 絶対ウィンドウタイプによるウィンドウトリガの設定

「スロープトリガ」のセクションにある「上/下レベルを調整する」を参照してください。

### でウィンドウトリガーを設定する場合の相対 ウィンドウタイプ

ウィンドウトリガータイプが「相対」に設定されている場合、トリガー記述子ボックスをタッチします。ポップアップメニューに「レベル +/- デルタ」と「レベルセンター」の 2 つのユーザー定義パラメータが表示されます。



上記 2 つのパラメータは、以下の 2 つの方法で設定できます：

1. クイックメニューの **Level +/-Delta** 領域でパラメータを選択し、仮想キーパッドまたはフロントパネルの **Level** ノブでパラメータ値を設定します。センターレベルの設定も同様です。
2. フロントパネルのレベルノブを直接使用します。ノブを押すと「レベル±デルタ」と「レベルセンター」が切り替わり、回転させて値を設定します。

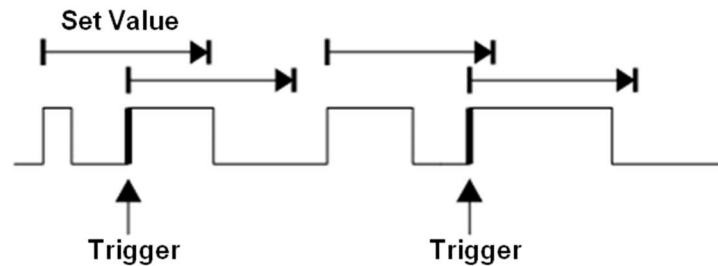
**注:** 「Level +/-Delta」は実際のウィンドウ領域の半分の幅を表します。例えば値が 200mV の場合、 $\pm 200\text{mV}$  の範囲（400mV のウィンドウ）を示します。

ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去はウィンドウトリガーで設定可能です。詳細は「ホールドオフ」、「トリガ結合」、「ノイズ除去」を参照してください。

### 15.5.7 インターバルトリガー

隣接する立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジ間の時間差が時間制限条件を満たした場合にトリガーします。

トリガー条件を隣接する 2 つの立ち上がりエッジ間の間隔として設定し、その間隔が設定時間値未満の場合、トリガーの動作は次の図の通りです：



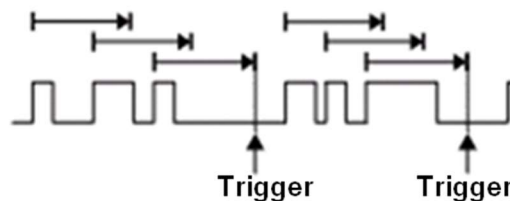
トリガソース、スロープ（立ち上がり、立ち下がり）、制限範囲、および時間値は、トリガダイアログボックスで設定できます。ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去は、間隔トリガで設定できます。詳細については、「ホールドオフ」、「トリガ結合」、「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

### 15.5.8 ドロップアウトトリガー

ドロップアウトトリガーには、エッジとステートの 2 種類があります。

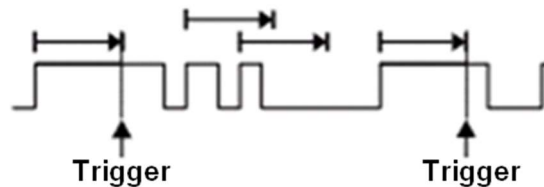
#### エッジ

入力信号の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガー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）がトリガーレベルを通過するまでの時間間隔 ( $\Delta T$ ) が設定時間より長い場合にトリガーされます。下図の通りです：



## ステート

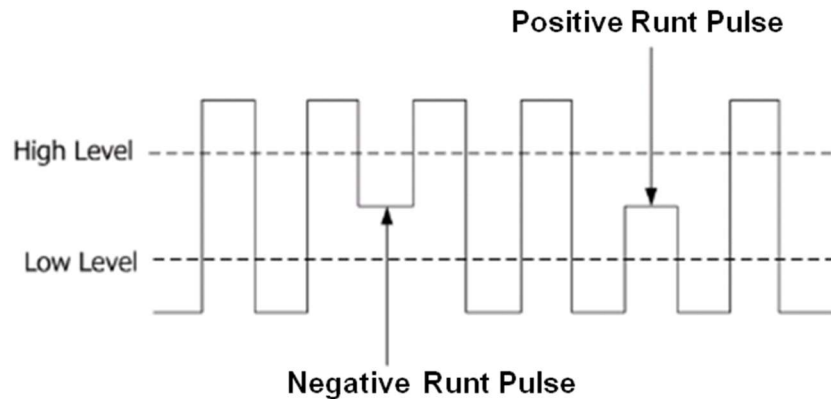
入力信号の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガーレベルを通過してから、隣接する立ち下がりエッジ（または立ち上がりエッジ）がトリガーレベルを通過するまでの時間間隔( $\Delta T$ )が設定時間より長い場合にトリガーされます。下図の通りです：



トリガーダイアログボックスでは、トリガーソース、スロープ（立ち上がり/立ち下がり）、ドロップアウトタイプ、時間値を設定できます。ドロップアウトトリガーではホールドオフ、カップリング、ノイズ除去を設定可能です。詳細は「ホールドオフ」「トリガ結合」「ノイズ除去」を参照してください。

### 15.5.9 ラントトリガー

ラントトリガーは、下図に示すように、あるしきい値を超えるが別のしきい値は超えないパルスを探します：

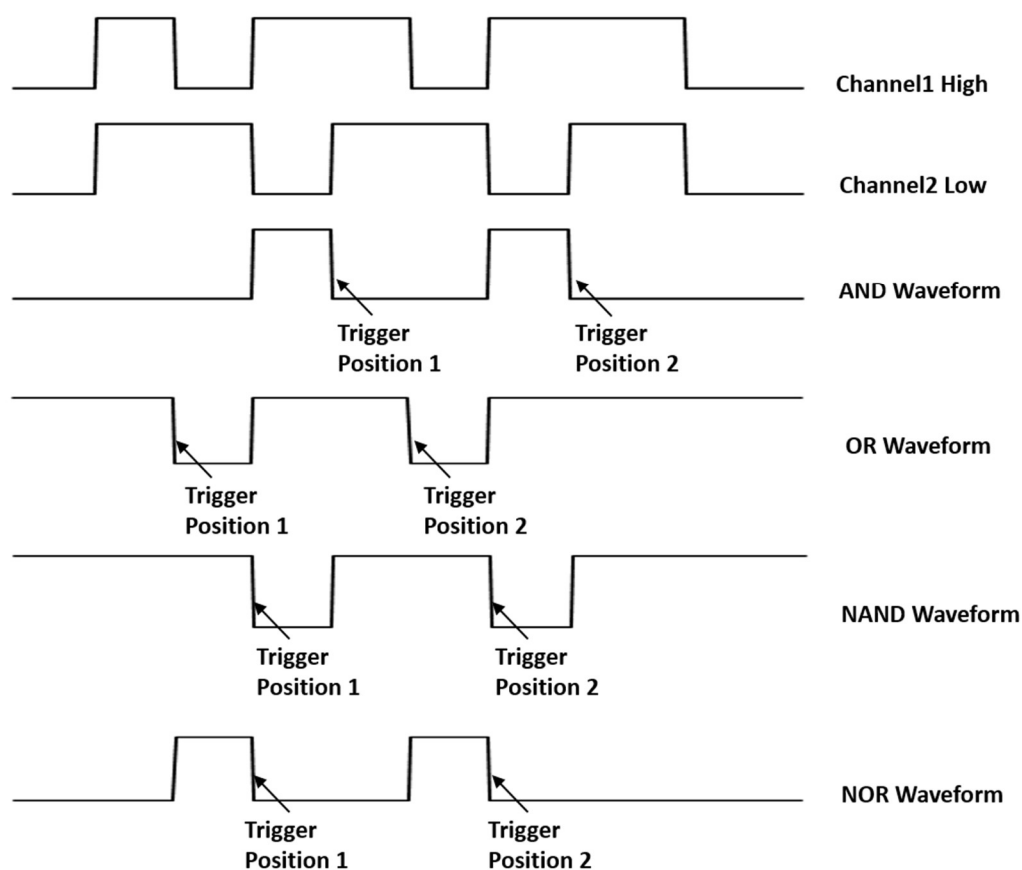


- 正のラントパルスは低レベルを横切るが、高レベルは横切らない。
- 負のラントパルスは高レベルをクロスするが低レベルはクロスしない。

ラントトリガーでは、ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去を設定できます。詳細は、「ホールドオフ」、「トリガ結合」、「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

### 15.5.10 パターントリガー

パターントリガーは、指定されたパターンを監視することでトリガー条件を識別します。SDS2000X HD は、論理 AND、OR、NAND、NOR の 4 種類のパターンを提供します。各チャンネルは、「Low」、「High」、または「Don't Care」に設定できます。すべてのチャンネルが「Don't Care」に設定されている場合、オシロスコープはトリガーしません。論理演算の結果は、真から偽にトリガーされます。つまり、結合された波形の立ち下がりエッジでトリガーされます。

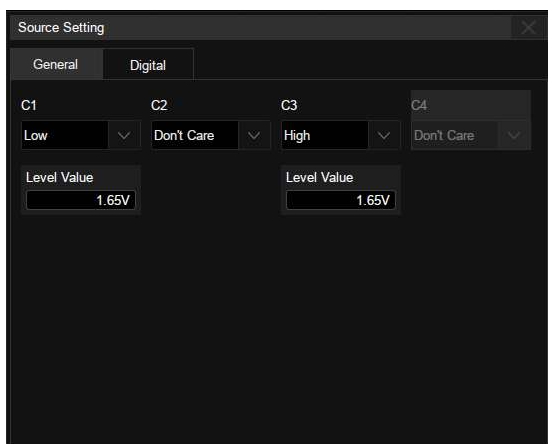


トリガダイアログボックスでは、論理演算（AND/OR/NAND/NOR）、ソース、制限範囲、時間値を設定できます。

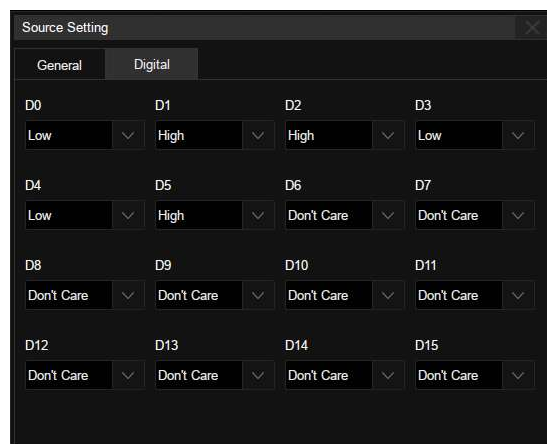
## ソース設定

ソース設定領域をタッチすると、以下のダイアログボックスが表示され、各チャンネルごとに個別に設定できます。各チャンネルは「Low」、「High」、または「Don't Care」に設定可能です。しきい値はレベル値の設定によって決定されます。

デジタルチャンネルがオンになっている場合、デジタルチャンネルの論理状態もソース設定ダイアログボックスで設定できます。



アナログチャンネルの論理設定



デジタルチャンネルの論理設定

## 制限範囲

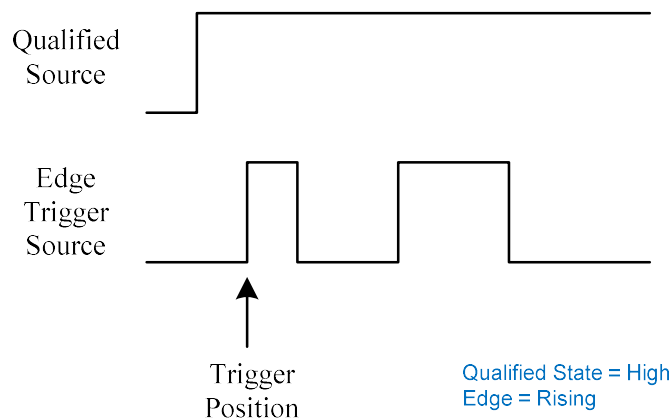
この設定は、組み合わせ論理のハザード信号をフィルタリングするのに特に有用です。

ホールドオフはパターントリガで設定できます。詳細については、「ホールドオフ」のセクションを参照してください。

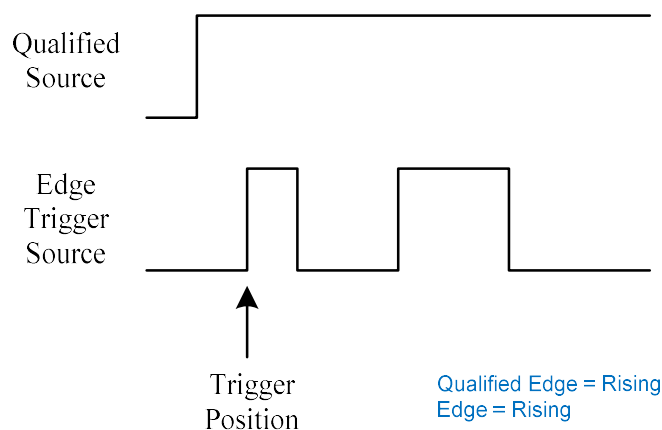
### 15.5.11 条件付きトリガ

条件付きトリガは、ユーザー定義の条件が満たされた後のエッジトリガです。したがって、条件付きトリガには 2 つのソースがあります。1 つはエッジトリガのソース、もう 1 つは条件付きソースです。

条件付きトリガーのタイプには、「状態」、「遅延付き状態」、「エッジ」、「遅延付きエッジ」があります。タイプが「状態」の場合、条件付きソースが指定された状態（High または Low）になったときの最初のエッジでオシロスコープがトリガーします。タイプが「遅延付き状態」の場合、時間制限条件も利用できます。



タイプが「エッジ」の場合、オシロスコープは適格ソースの指定エッジ（立ち上がりまたは立ち下がり）後の最初のエッジでトリガします。タイプが「遅延付きエッジ」の場合、時間制限条件が利用可能です。



「**適格設定**」領域をタッチして適格ソースと閾値を設定します。

**エッジ設定**領域をタッチすると、エッジトリガソース、しきい値、およびスロープを設定できます。

### 15.5.12 N 番目のエッジトリガー

N 番目のエッジトリガーは条件付きエッジトリガーに類似しています。ユーザー定義のアイドル時間とエッジ数の条件を満たした後にトリガーが成立します。下図に示すように、パルス列間のアイドル時間が指定されたアイドル時間より長い場合、パルス列の 3 番目の下降エッジでトリガーされます。



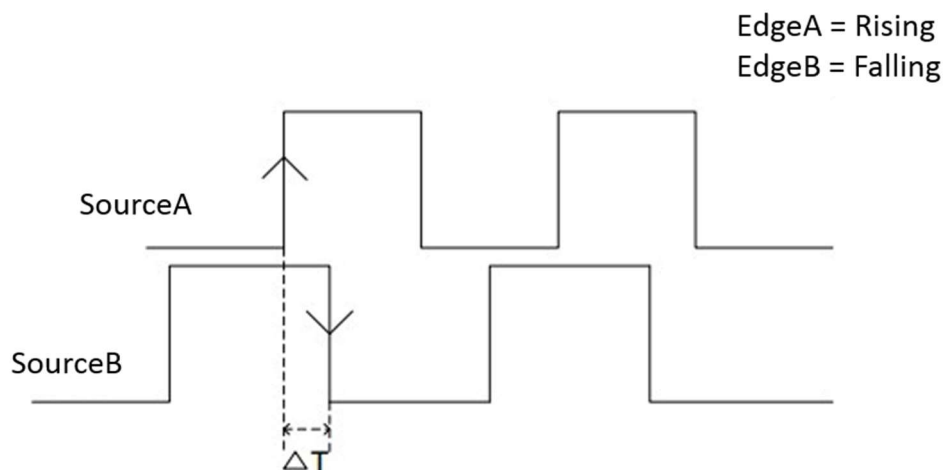


トリガーダイアログボックスで、トリガーソース、スロープ（立ち上がり/立ち下がり）、アイドル時間、エッジ数を設定できます。

N 番目エッジトリガーでは、ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去を設定できます。詳細は、「ホールドオフ」、「トリガ結合」、「ノイズ除去」の各セクションを参照してください。

### 15.5.13 遅延トリガー

遅延トリガーは、ソース A の設定条件とユーザー定義の遅延時間を満たした後、ソース B のエッジが発生した場合に真となります。ソース A の設定はパターン・トリガーと同様で、複数のチャンネルの論理「AND」結合に使用できます。

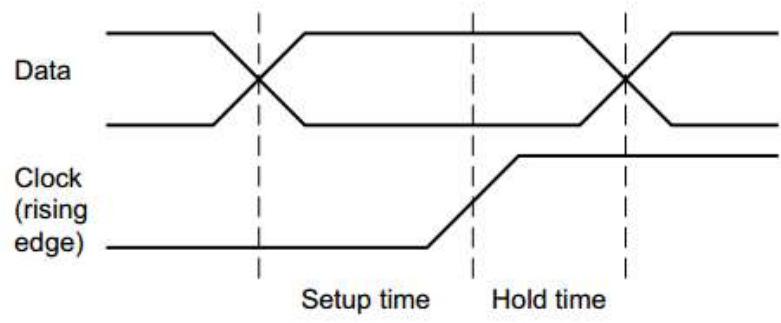


エッジトリガソース、しきい値、およびスロープを設定するには、**SourceB 設定領域**をタッチしてください。

遅延時間条件を設定するには、**[制限範囲]** および **[上限/下限値]** 領域をタッチします。

### 15.5.14 セットアップ/ホールドトリガー

セットアップ/ホールドトリガー設定では、クロックソースとデータソースを設定する必要があります。セットアップ時間は、データ信号がトリガレベルを越えた時点で開始し、指定されたクロックエッジが到着した時点で終了します。ホールド時間は、指定されたクロックエッジが到着した時点で開始し、データ信号が再びトリガレベルを越えた時点で終了します（下図参照）。セットアップ時間またはホールド時間が事前設定された時間制限条件を満たすと、オシロスコープはトリガします。



**CLK** 設定領域をタッチしてクロックソース、しきい値、スロープを設定します；

**データ設定**領域をタッチして、データソース、しきい値、状態を設定します。

### 15.5.15 シリアルトリガー

詳細については、「シリアルトリガーとデコード」の章を参照してください。

## 15.6 トリガソース

各トリガタイプでサポートされるトリガソースは異なります。詳細は以下の表を参照してください：

トリガタイプ	C1～C4	EXT, EXT/5	AC ライン	D0～D15
エッジ	√	√	√	√
勾配	√	×	×	×
パルス	√	×	×	√
動画	√	×	×	×
ウィンドウ	√	×	×	×
間隔	√	×	×	√
中退	√	×	×	√
ラント	√	×	×	×
パターン	√	×	×	√
シリアル	√	×	×	√
適格	√	×	×	√
N 番目の辺	√	×	×	√
遅延	√	×	×	√
設定/保持	√	×	×	√

## 15.7 ホールドオフ

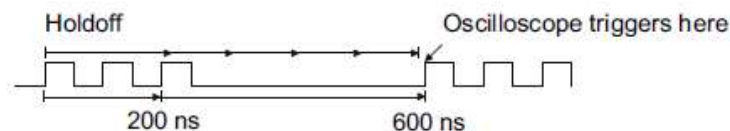
ホールドオフはトリガーの追加条件であり、複雑な波形（パルス列など）のトリガー動作を安定化するために使用できます。時間またはイベント数で設定可能です。

### 時間によるホールドオフ

ホールドオフ時間とは、オシロスコープがトリガ回路を再武装する前に待機する時間です。ホールドオフ時間が経過するまでトリガは発生しません。

ホールドオフは、波形リピート間に複数のエッジ（またはその他のイベント）を持つ反復波形でのトリガに使用します。バースト間の最小時間が分かっている場合、バーストの最初のエッジでトリガするためにも使用できます。

例えば、下図に示す繰り返しパルスで安定したトリガを実現するには、ホールドオフ時間 (t) を  $200\text{ns} < t < 600\text{ns}$  に設定します。

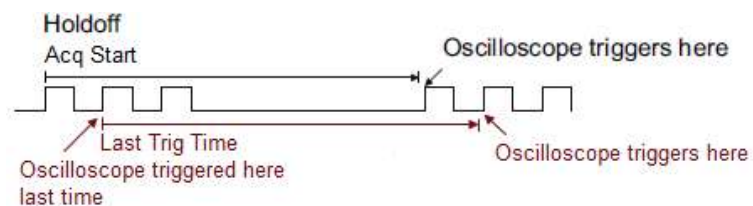


### イベントによるホールドオフ

ホールドオフイベントは、トリガ回路を再武装する前にオシロスコープがカウントするイベント数を設定します。ホールドオフイベントを追跡するカウンタが設定値に達するまで、オシロスコープはトリガしません。次の図では、ホールドオフイベントが 3 に設定され、信号は 4 番目のエッジでトリガされています。



パラメータ「スタートホールドオフオン」はホールドオフの初期位置を定義します。



**取得開始**-- トリガー条件を満たす最初の時点がホールドオフの初期位置となります。上記の例では、各ホールドオフはパルス列の最初の上昇エッジから開始されます。

**Last Trig Time**--ホールドオフの初期位置は最後のトリガー時刻です。上記の例では、最後のトリガー位置はパルス列の 2 番目の立ち上がりエッジであり、2 番目のホールドオフはその点から開始されます。

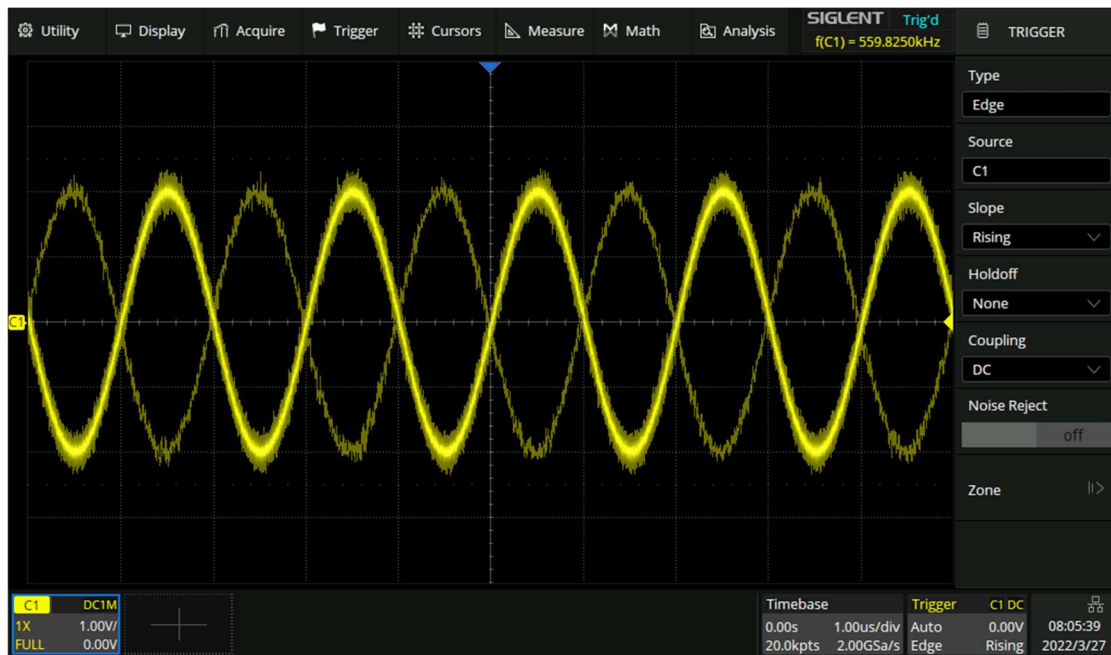
## 15.8 トリガ結合

トリガの結合設定は、トリガソースが **C1**～**C4**、**EXT**、または **EXT/5** の場合にのみ有効です。

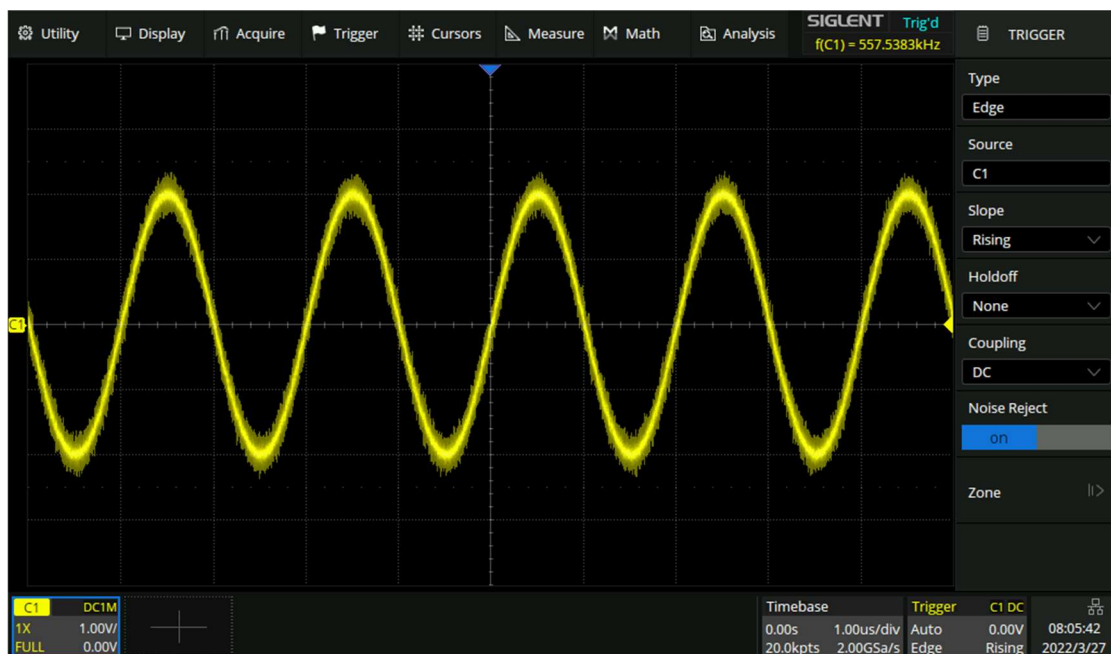
- **DC**: 信号の全周波数成分は、高周波バーストの場合、または **AC** 結合を使用すると有効トリガーレベルがシフトする場合に、トリガー回路に結合されます。
- **AC**: 信号は容量結合されます。直流成分は除去されます。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- **HFR**: 信号は **DC** 結合でトリガー回路に接続され、ローパスフィルタネットワークが高周波を減衰させます（低周波トリガー用）。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- **LFR**: 信号は容量性ハイパスフィルタネットワークを介して結合され、**DC** は除去され低周波数が減衰されます。中～高周波信号での安定したトリガリングに最適です。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。

## 15.9 ノイズ除去

ノイズ除去はトリガー回路に追加のヒステリシスを加えます。トリガーヒステリシスを増加させることでノイズ耐性は向上しますが、トリガー感度は低下します。



ノイズ除去 = オフ



ノイズ除去 = オン



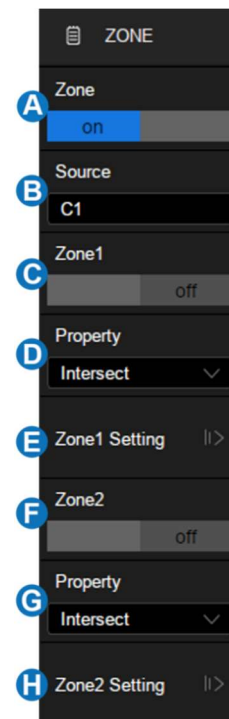


## 15.10 ゾーントリガー

SDS2000X HD には、捉えにくいグリッチを分離するためのゾーントリガーが搭載されています。ユーザー定義領域は **Zone1** と **Zone2** の 2 つです。各ゾーンのプロパティを「交差」または「非交差」に設定することで、対象イベントをさらに迅速に分離する追加条件として利用できます。「交差」はゾーン内で発生したイベントのみを含みます。「非交差」はゾーン外で発生した全イベントを含みます。

[トリガー] > [ゾーン] をタッチしてゾーンダイアログボックスを呼び出す:

- A. ゾーントリガーのオン/オフを切り替える
- B. ソースの選択: C1~C4
- C. ゾーン 1 の有効/無効を切り替える
- D. ゾーン 1 のプロパティ設定: 交差または非交差
- E. ゾーン 1 の座標を設定。範囲は波形領域内
- F. ゾーン 2 のオン/オフを切り替える
- G. ゾーン 2 のプロパティを設定: 交差または非交差
- H. ゾーン 2 の座標を設定します。範囲は波形領域内です



ゾーンはジェスチャーで作成・移動するか、ダイアログボックスの「ゾーン」/「ゾーン設定」で設定できます。ゾーンの輪郭色は指定したソースの色と一致します（チャンネル 1＝黄色など）。

### ジェスチャー

ゾーントリガーがオンの場合、波形領域内の任意の位置をタッチ&ホールドし、下図のように矩形ボックスを描画します:



指を画面外に移動させると、ゾーン選択とゾーンプロパティ設定用のメニューが表示されます:



ゾーン作成後はドラッグで移動可能です。ゾーンボックスをタッチ&ホールドし、ドラッグ操作を行ってください。



ソースとして C1 を選択し、ゾーン 1 を有効化、  
プロパティを「交差」に設定

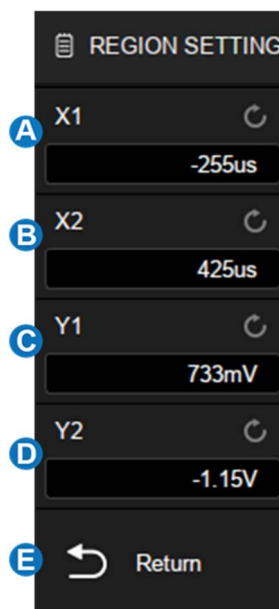


C1 をソースとして選択し、ゾーン 1 を有効にし、  
プロパティを「非交差」に設定

## ダイアログボックス

タッチ **ゾーン** > **ゾーン設定** でダイアログボックスを呼び出します。

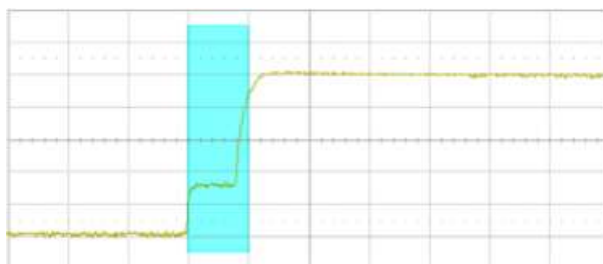
- ゾーンの左境界を設定
- ゾーンの右境界を設定
- ゾーンの上端境界を設定
- ゾーンの下端を設定
- 前のメニューに戻る



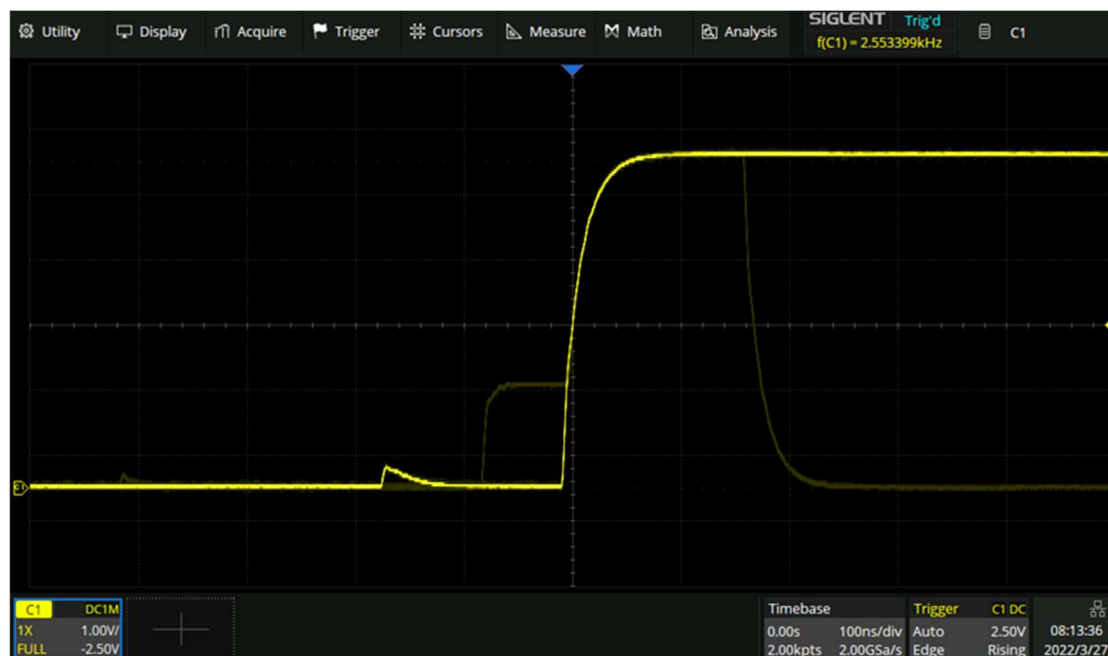
上記の領域をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで値を設定できます。

**注:** ゾーン 1 とゾーン 2 の両方がオンの場合、2 つのゾーンにおける「AND」演算の結果がトリガーの条件となります。

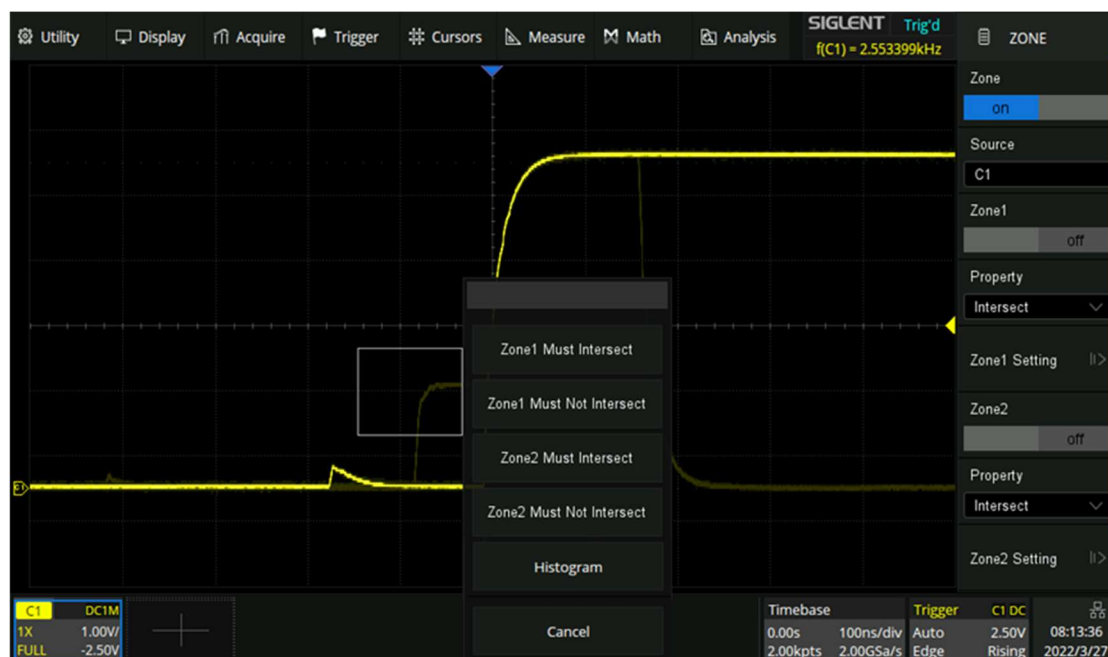
以下は、SDS2000X HD を使用してバス競合の波形を捕捉したい場合の例です:



単純なエッジトリガでは、この異常現象を一貫して捕捉することは困難です。SDS2000X HD の高い波形更新レートを活用し、下図のようにパーシステンス表示を有効化することで、バス競合が発生していることを確認できます：

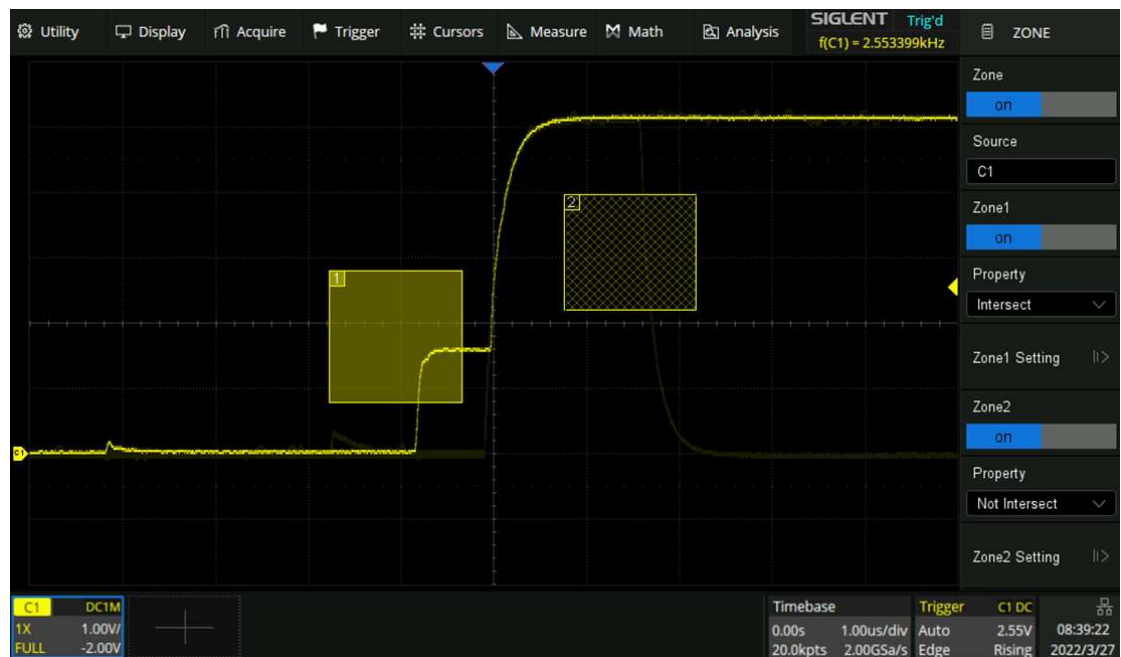


この場合、ゾーントリガーは波形を迅速かつ簡単に捕捉する方法です。ゾーントリガーを有効にし、下図のようにバス競合部分と交差するボックスを描画します：





これで正確なバス競合波形を捕捉できます：



## 16 シリアルトリガーとデコード

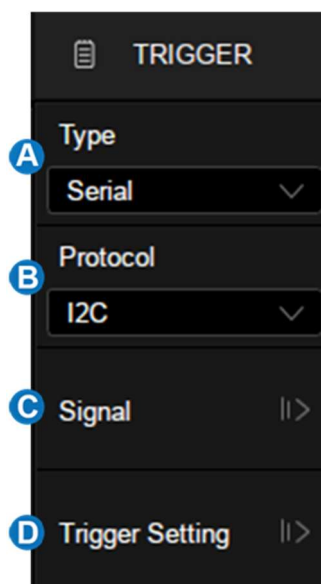
### 16.1 概要

SDS2000X HD は、以下のシリアルバスプロトコルに対応したシリアルバストリガーとデコードをサポートしています：I2C、SPI、UART、CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、I2S、MIL-STD-1553B、SENT、マンチェスター。

フロントパネルの **[Setup]** ボタンを押すか、トリガ記述子ボックスをタッチし、トリガダイアログボックスで

トリガーダイアログボックスで「**タイプ**」を「**シリアル**」に設定します：

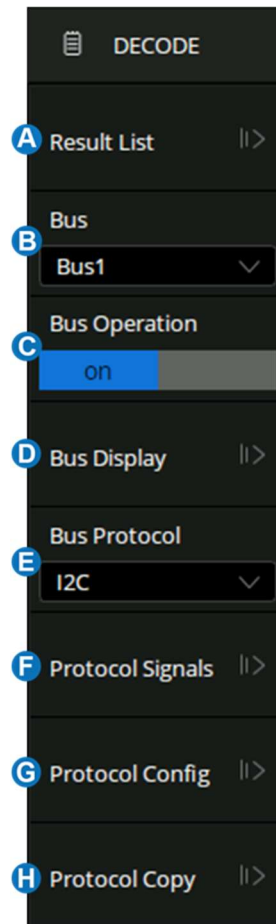
- A. タイプを「**シリアル**」に選択
- B. シリアルバスプロトコルを選択
- C. 信号を設定します（チャンネルとバス信号間のマッピング関係、しきい値を含む）
- D. トリガー設定



**[分析]** > **[デコード]** をタップしてシリアルデコードダイアログボックスを起動：



- A. デコード結果のリストを設定
- B. 設定するバスを選択してください、バス 1 とバス 2
- C. バスのオン/オフを切り替える
- D. バス表示を設定
- E. シリアルバスプロトコルを選択
- F. タッチ操作で信号を設定します。これにはチャンネルとバス信号間のマッピング関係、および正しい値が含まれます。これはシリアルトリガーの信号設定に類似しています。
- G. バスプロトコルの設定
- H. シリアルトリガーとデコード間の設定を同期



以下に、各プロトコルにおけるトリガーとデコードの手順を詳細に説明します。

- I2C トリガーおよびシリアルデコード
- SPI トリガとシリアルデコード
- UART トリガーおよびシリアルデコード
- CAN トリガおよびシリアルデコード
- LIN トリガーとシリアルデコード
- FlexRay トリガおよびシリアルデコード
- CAN FD トリガーとシリアルデコード
- I2S トリガおよびシリアルデコード
- MIL-STD-1553B トリガおよびシリアルデコード
- SENT トリガーとシリアルデコード

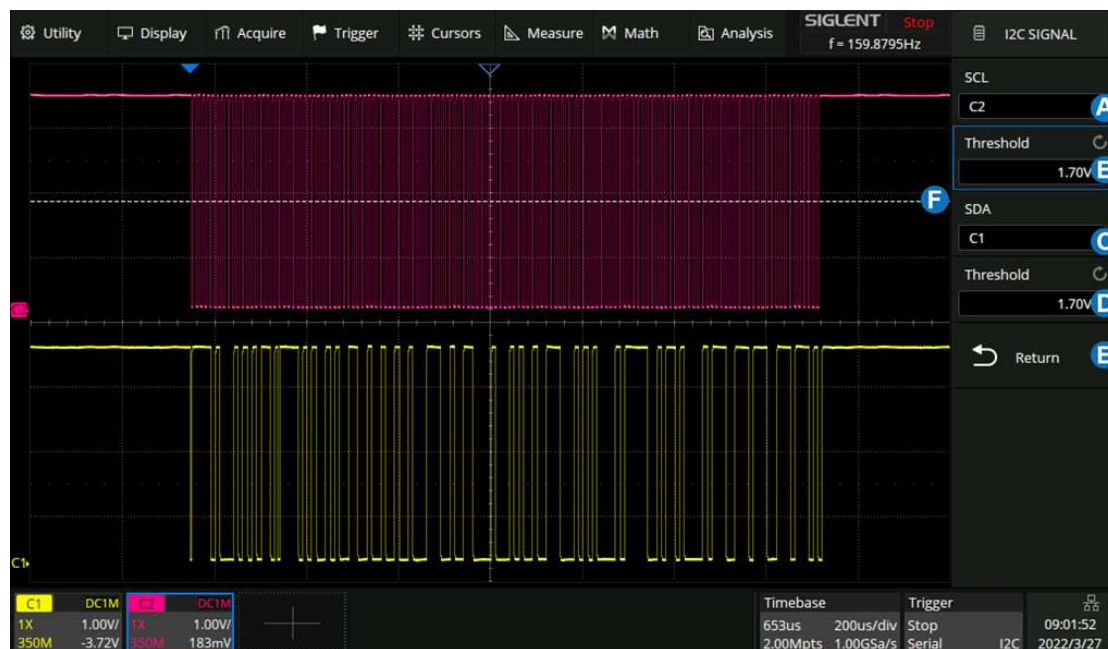
- マンチェスター方式シリアルデコード

## 16.2 I2C トリガーおよびシリアルデコード

このセクションでは、I2C 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「I2C 信号 設定」、「I2C トリガー」、および「I2C シリアルデコード」。

### 16.2.1 I2C 信号 設定

シリアルデータ信号（SDA）とシリアルクロック信号（SCL）をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。デコードとトリガーの信号設定は独立しています。デコードとトリガーの設定を同期させたい場合は、デコードダイアログボックスで「プロトコルコピー」を実行してください。

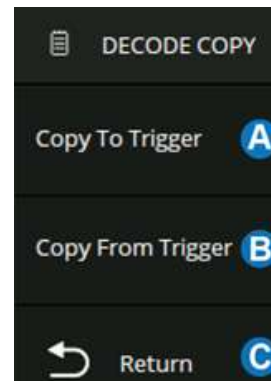


- A. SCL のソースを設定します。上記の例では、SCL は C4 に接続されています。
- B. SCL のしきい値レベルを設定します。この例では LVTTL 信号のため 1.7V です。
- C. SDA のソースを設定します。上記の例では、SDA は C1 に接続されています。
- D. SDA チャンネルのしきい値レベルを設定します。
- E. 前のメニューに戻ります。
- F. しきい値レベルライン。しきい値レベルを調整している場合のみ表示されます。

## 設定のコピー

デコードダイアログボックスの「**プロトコルコピー**」をタッチすると、トリガーとデコードの設定を同期させます。

- A. デコード設定をトリガーにコピー
- B. トリガー設定をデコードにコピー
- C. 前のメニューに戻る。

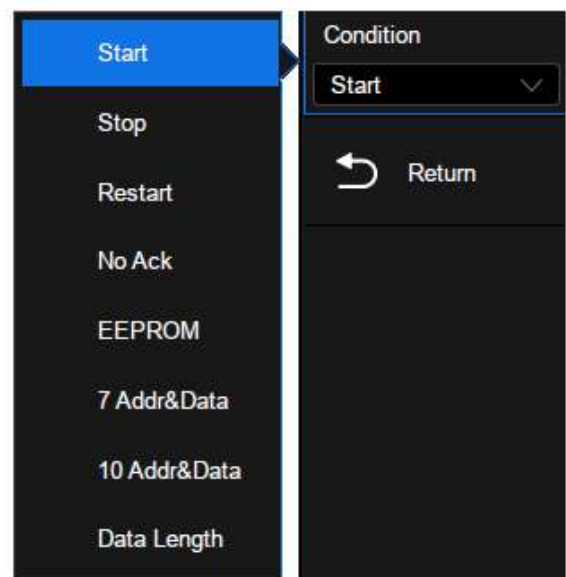


**注:** 同期は自動では行われません。いずれかの場所の設定が変更された場合、再同期化にはコピー操作が必要です。

## 16.2.2 I2C トリガー

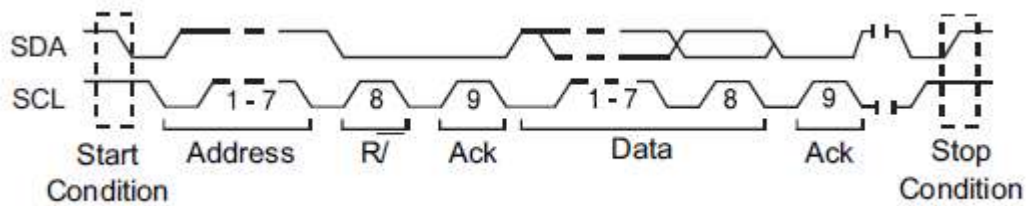
プロトコルが I2C に設定されている場合、以下のトリガー条件を設定できます：スタート、ストップ、再起動、ノーアック、EEPROM、または特定のデバイスアドレスとデータ値を持つ R/W フレーム。

I2C トリガーダイアログボックスの「**トリガー設定**」をタッチしてトリガー条件を選択します：



**開始** — SCL がハイレベルの間、SDA ラインがハイからローに遷移したときにオシロスコープがトリガーされます。

**停止** — SCL がハイの状態、SDA ラインがローからハイに遷移したときにトリガーされます。

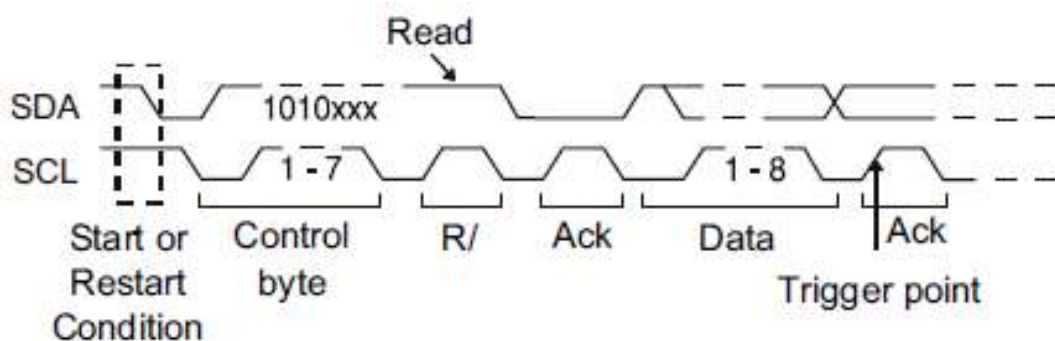
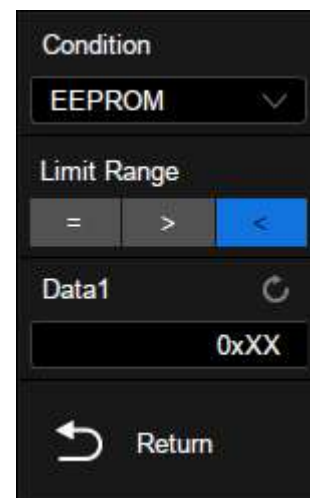


**再トリガー** — 「停止」の前に別の「開始」が発生するとトリガーされます。

**No Ack** — SCL の ACK ビットが有効な間、SDA ラインがハイレベルになるとトリガーされます。

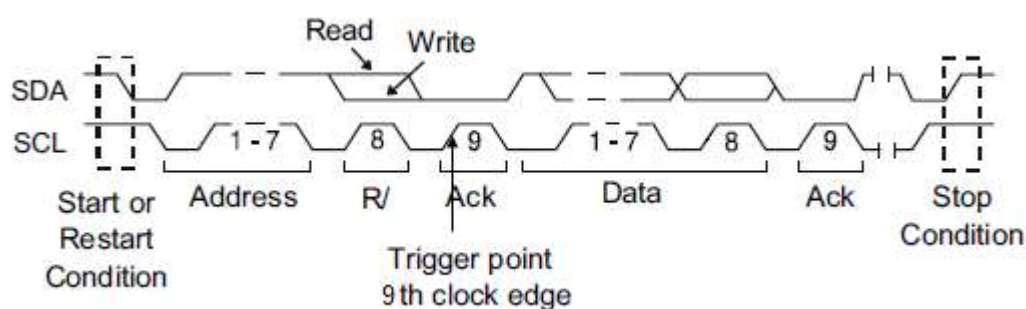
**EEPROM** — SDA バス上で EEPROM 制御バイト値 1010xxx を検索します。EEPROM の後にはリードビットと ACK ビットが存在します。データ値と比較タイプは **Data1** および **Limit Range** に従って設定してください。EEPROM のデータが **Data1** より大きい（小さい、等しい）場合、データバイトの後の ACK ビットの立ち上がりエッジでトリガーされます。データバイトは EEPROM の後に続く必要はありません。

**Data1** より大きい（小さい、等しい）場合、データバイトの直後の ACK ビットの立ち上がりエッジでオシロスコープがトリガされます。データバイトは EEPROM の直後に続く必要はありません。

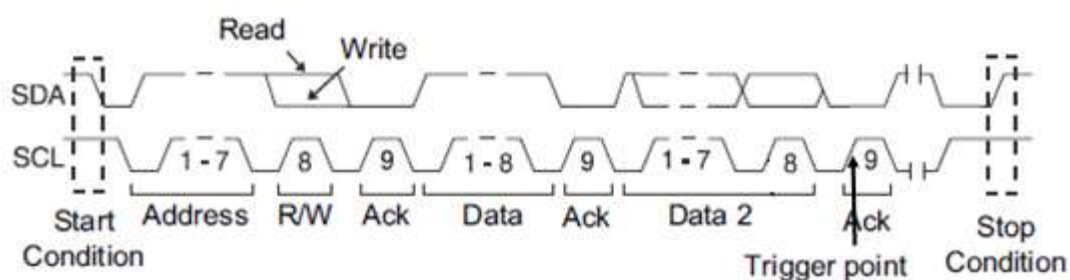


**7 アドレス&データ** — 7 ビットアドレスモードでは、読み出しまたは書き込みフレームでオシロスコープがトリガされます。

フレーム（開始：7 ビットアドレス：R/W：Ack） — Data1 と Data2 は「0xXX」に設定される。全ビットが一致する場合、Ack ビットの後に続く R/W ビットでトリガーする。

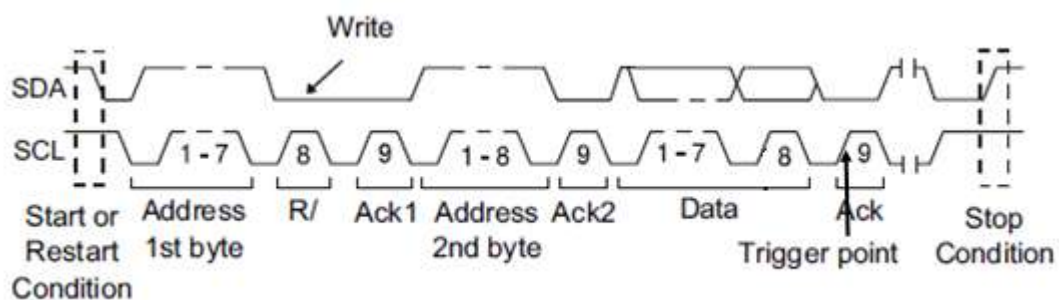


フレーム（開始: 7 ビットアドレス: R/W: Ack: Data: Ack: Data2） — 全てのビットが一致した場合、Ack ビットの後に Data2 でトリガーする。



**10 アドレス&データ** — 全てのビットが一致した場合、Ack ビット、続いて Data でトリガーする。

フレーム（開始: アドレス第 1 バイト: R/W: Ack: アドレス第 2 バイト: Ack: データ）



トリガー条件を 7 アドレス&データまたは 10 アドレス&データに設定した場合:

- **アドレス**は 16 進数 0x00～0x7F (7 ビット) または 0x3FF (10 ビット) の範囲で選択可能。アドレスが「0xXX (7 ビットアドレス)」または「0xXXX (10 ビットアドレス)」に設定された場合、アドレスは無視される。常に Ack ビットの後に続くアドレスでトリガーする。
- **Data1** および **Data2** は 0x00 から 0xFF の 16 進数範囲で選択可能です。データが「0xXX」として選択された場合、データは無視されます。常に Ack ビットとそれに続くアドレスでトリガーされます。
- **R/W ビット**は、書き込み、読み取り、または任意 (Don't Care) として指定できます。



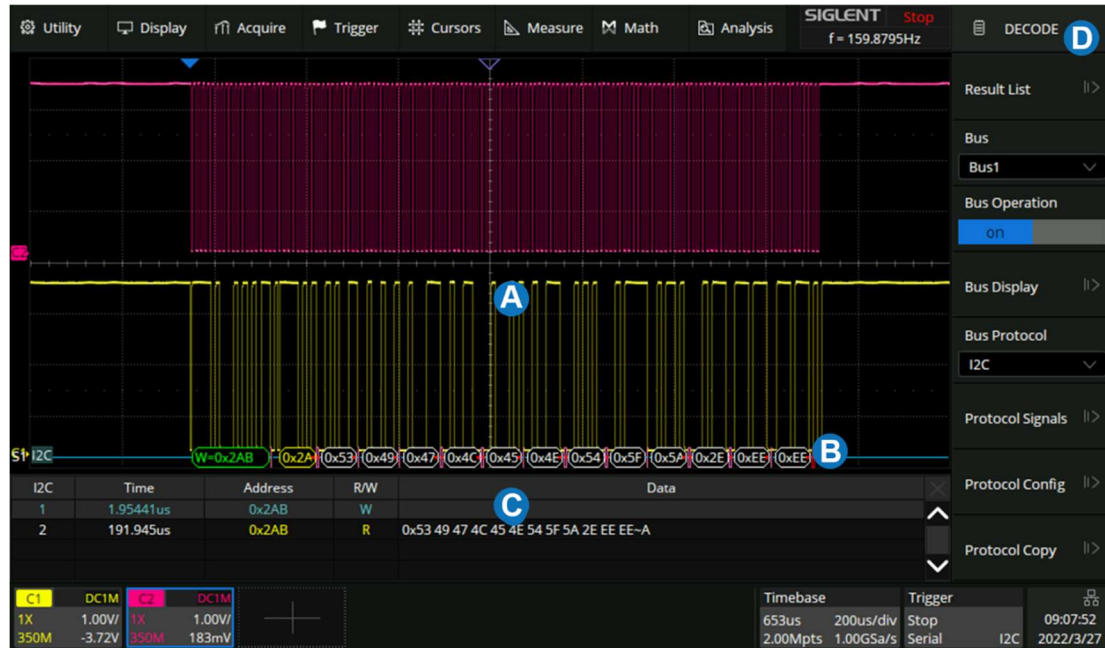
**データ長** — データ長範囲は 1～12 バイトです。SDA データ長がデータ長設定値と等しく、かつアドレス長が設定値と同じ場合、オシロスコープはトリガされます。

- 入力信号のアドレスに合わせて、**[アドレス長]** をタッチし、「7 ビット」または「10 ビット」を選択します。
- **データ長** をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドを回して、入力信号のデータ長に合わせてデータ長を設定します。



### 16.2.3 I2C シリアルデコード

I2C デコードが有効な場合のタッチスクリーン表示レイアウトは以下の通りです：

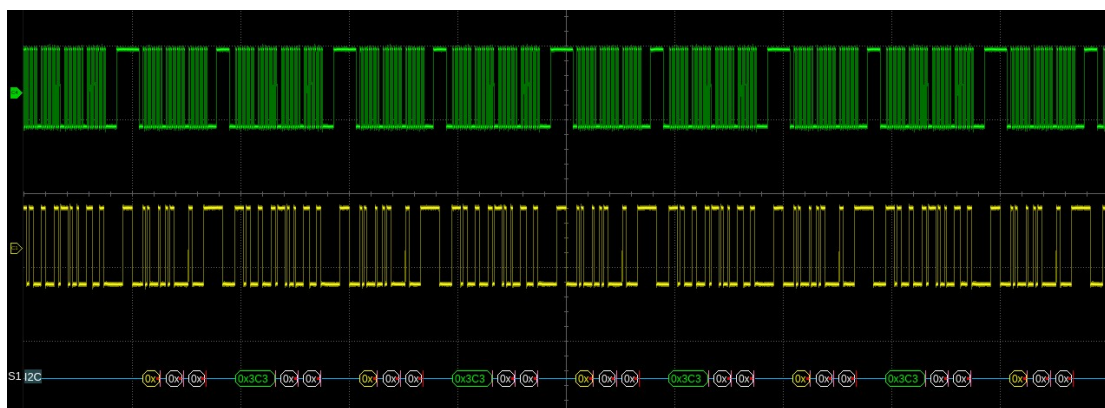


- 波形表示領域にはバス信号の元の波形が表示されます
- バス表示はデコード結果を表示します。最大2つのバスを同時にデコード可能です。ダイアログボックスの「バス操作」をタッチして選択したバスの表示/非表示を切り替え、「バス表示」をタッチするとデコード結果の表示形式（バイナリ、10進、16進、ASCII）と表示上のバス位置を設定できます
- リスト表示領域。リストには複数フレームのデコード結果を表示でき、各行にはフレームの時間ラベルとデコード結果が表示されます。「結果リスト」をタッチするとリストのパラメータを設定できます。
- デコードダイアログボックス

#### バス

- アドレス値はフレームの先頭に表示されます。書き込みアドレスは緑色で、読み取りアドレスは黄色で表示されます。
- W/R ビットは (W) および (R) で表され、その後にアドレス値が続きます。

- データまたはアドレスバイトの後の **A** は ACK（確認応答）を表し、**~A** は確認応答なしを示します。
- データ値は白色で表示されます。
- セグメントの末尾にある赤い点は、フレームの内容全体を表示するだけの十分なスペースがディスプレイ上にないことを示し、**0x4C** などの一部の内容が非表示になっていることを意味します。



## リスト

- TIME** — トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッドの水平オフセット。
- アドレス** — アドレス値。例えば「0x2AB」は、アドレス = 2AB で応答ありを意味します。
- R/W** — 読み取りアドレスまたは書き込みアドレス。
- DATA** — データバイト。

I2C	Time	Address	R/W	Data
1	2.01300us	0x2AB	W	
2	192.003us	0x2AB	R	0x4E 54 5F 80 00 58 D8~A

## 設定

I2C デコードの設定項目は「**R/W ビットを含む**」のみです。無効時はアドレスと R/W ビットが別々に表示され、有効時はアドレスと R/W ビットが一体で表示されます。

たとえば、アドレス **0x4E**: 書き込み: 確認応答は、R/W ビットを含まない場合は「**0x4E (W)**」と表示され、R/W ビットを含む場合は「**0x9C**」と表示されます。

## 16.3 SPI トリガとシリアルデコード

このセクションでは、SPI 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「SPI 信号設定」、「SPI トリガー」、および「SPI シリアルデコード」。

### 16.3.1 SPI 信号設定

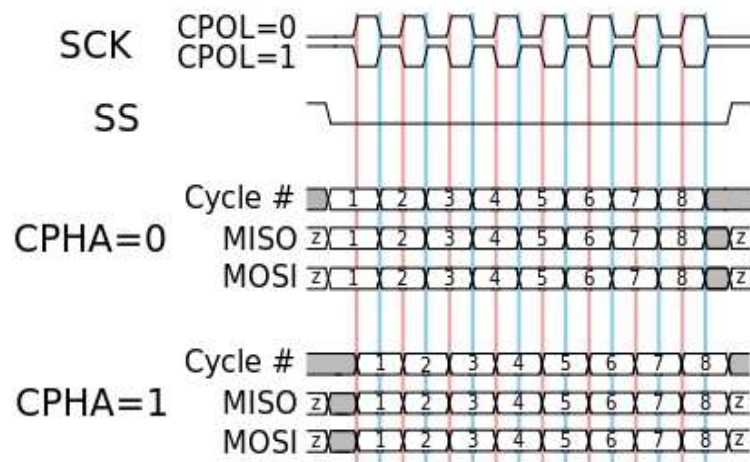
CLK、MOSI、MISO、および CS 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定します。次に、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定プロセスは、「I2C 信号 設定」と同様です。

#### CLK

ソースとしきい値レベルを指定するほか、CLK 信号については **エッジ選択**も指定する必要があります。

- Rising—クロックの立ち上がりエッジでデータがラッチされます。
- 下降エッジ—クロックの下降エッジでデータがラッチされます。

ユーザーは、SPI バスのクロックとデータの実際の位相関係に基づいてエッジを選択できます。下図を参照すると、クロックの立ち下がりエッジがデータと同期している場合、データのラッチには立ち上がりエッジが選択されます。クロックの立ち上がりエッジがデータと同期している場合、データのラッチには立ち下がりエッジが選択されます。



## CS

CS 信号は、**CS タイプ** (CS、~CS、クロックタイムアウトを含む) に応じて適切に設定する必要があります。

- **CS** – アクティブ・ハイ。CS 信号は画面内で完全な立ち上がりエッジを必要とし、それによってアクティブと見なされる。
- **~CS** – アクティブロー。~CS 信号は、画面内で完全な立ち下がりエッジを完了して初めてアクティブと見なされます。
- **クロックタイムアウト** – CS 信号のソースと閾値レベルを指定する必要はありません。CS 信号の唯一のパラメータはタイムアウト制限であり、これはオシロスコープが有効なデータを取得する前にクロック信号がアイドル状態を維持しなければならない最小時間です。この設定は、CS 信号が接続されていない場合や、オシロスコープのチャンネル数が不足している場合 (2 チャンネルオシロスコープなど) に適しています。

設定のコピー方法は I2C 信号設定と同様です。詳細は「**I2C 信号 設定**」を参照してください。

例:

SPI バスのデータ、CLK、~CS 信号をそれぞれ C1、C2、C3 に接続します。データ幅=8 ビット、ビット順序=MSB、CS 極性=アクティブロー、1 フレームあたり 12 データバイトを伝送します。

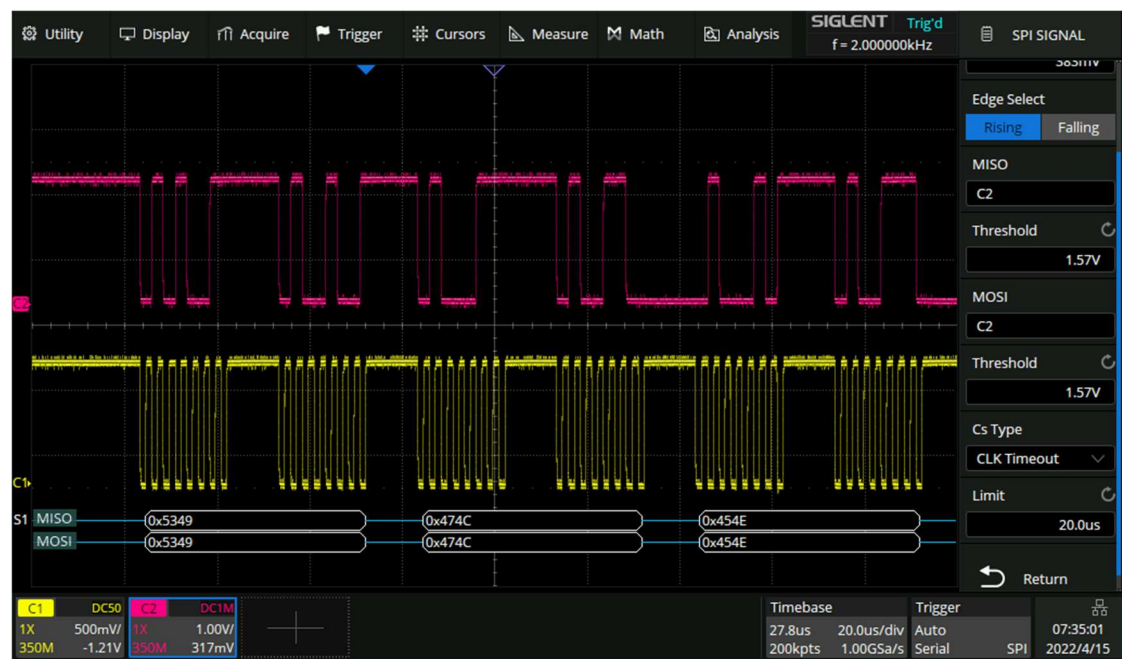
SPI トリガー信号メニューで、CLK、MISO、CS 信号のソースと閾値を設定し、トリガー設定をデコードにコピーします。画面上に CS 信号の立ち下がりエッジが表示されるよう、タイムベースを調整します:



CS タイプをクロックタイムアウトに設定し、カーソルをオンにした状態で、フレーム間のクロックアイドル時間を 150 マイクロ秒、クロックパルス間隔を 1.28 マイクロ秒と測定した場合、タイムアウト値を 1.28 マイクロ秒から 150 マイクロ秒の範囲で設定します。この例では 5 マイクロ秒に設定します:



データ幅が 8 ビットより大きい場合 (例: 16 ビット)、8 ビットデータパッケージ間のクロックアイドル時間を 11.28 マイクロ秒と測定し、タイムアウト時間を 11.28~150 マイクロ秒の範囲で設定します。この例では 20 マイクロ秒に設定しています:

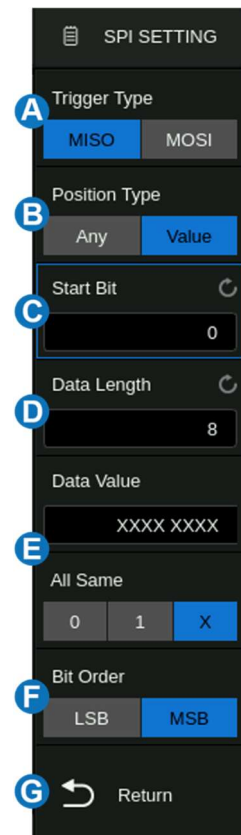




### 16.3.2 SPI トリガー

SPI トリガーのトリガー条件は主にデータに関するものです。  
ダイアログボックスの「トリガー設定」をタッチしてデータを  
設定します：

- A. トリガータイプ: MISO または MOSI
- B. トリガー位置タイプを設定します。「任意」に設定  
すると、指定したデータでトリガーされます。「値」  
に設定すると、スタートビット以降のデータでトリ  
ガーされます
- C. データ値の開始ビットを設定します
- D. データ長: 開始ビットが 0 の場合、4～96 ビット
- E. 指定したデータ値でトリガーするように設定しま  
す。  
データ値を 2 回タッチし、仮想キーパッドで値を  
入力するか、[すべて同じ]をタッチして全ビットを  
0、1、または無視（「X」）に設定
- F. ビット順序を MSB または LSB に設定
- G. 前のメニューに戻る



### 16.3.3 SPI シリアルデコード

SPI デコードの設定は I2C と似ています。

プロトコル設定メニューでは、データ長（4～32 ビット）およびビット順序（LSB または MSB）  
を設定できます。

## 16.4 UART トリガーおよびシリアルデコード

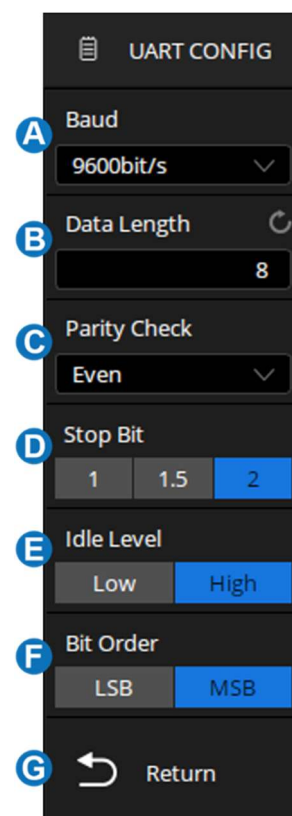
このセクションでは、UART 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細は以下を参照してください：「UART 信号設定」「UART トリガー」「UART シリアルデコード」

### 16.4.1 UART 信号設定

RX および TX 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定プロセスは「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガーまたはデコードの「**Protocol Config**」メニューでは、以下のパラメータが利用可能です：

- A. ボーレートを選択：600,1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 b/s または カスタム
- B. データ長：5～8 ビット
- C. パリティチェック：なし、奇数、偶数、マーク、スペース。データが 9 ビットの場合、<sup>9 番目の</sup>ビットはマークパリティまたはスペースパリティとして扱われます
- D. ストップビット数を選択
- E. アイドルレベルを設定
- F. ビット順序を設定
- G. 前のメニューに戻る

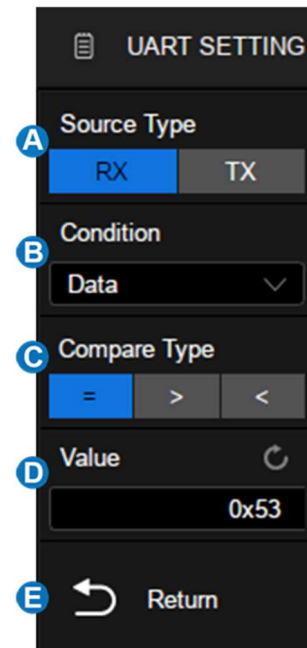


設定のコピー方法は I2C 信号設定と同様です。詳細は「I2C 信号 設定」を参照してください。

### 16.4.2 UART トリガー

ダイアログボックスの「トリガー設定」をタッチしてトリガー条件を設定します：

- A. ソースタイプ：RX または TX
- B. トリガー条件：開始、停止、データ、エラー
- C. 「トリガー条件」が「データ」の場合、比較タイプを「=」、「>」、「<」に設定します。
- D. 「トリガー条件」が「データ」の場合、データ値を設定
- E. 前のメニューに戻る



#### トリガ条件

- **開始** — RX/TX に開始ビットが出現すると、オシロスコープがトリガします。
- **停止** — オシロスコープは、RX/TX にストップビットが出現したときにトリガします。常に最初のストップビットでトリガします。
- **データ** — データでトリガー
  - ✓ タッチ **比較タイプ** で「=」、「>」、「<」を選択します。
  - ✓ **値**をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでデータ値を設定します。データ値の範囲は 0x00 から 0xff です。
- **エラー** — オシロスコープは、ユーザーが設定したパリティタイプに従ってデータのパリティチェックを行い、チェック値が正しくない場合にトリガします。

### 16.4.3 UART シリアルデコード

UART デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。



## 16.5 CAN トリガおよびシリアルデコード

このセクションでは、CAN 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「CAN 信号設定」、「CAN トリガー」、および「CAN シリアルデコード」。

### 16.5.1 CAN 信号設定

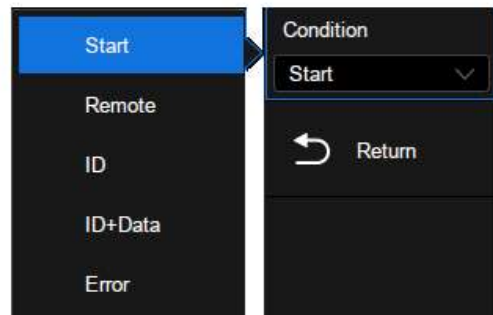
CAN\_H および CAN\_L 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定してから、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定プロセスは、「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガーおよびデコードの「**プロトコル設定**」メニューでは、ボーレートを以下のように設定できます：5 kb/s、10 kb/s、20 kb/s、50 kb/s、100 kb/s、125 kb/s、250 kb/s、500 kb/s、800 kb/s、1 Mb/s、またはカスタム。

設定のコピー方法は I2C 信号設定と同様です。詳細は「I2C 信号 設定」を参照してください。

### 16.5.2 CAN トリガー

CAN トリガーダイアログボックスの「**トリガー設定**」をタッチしてトリガー条件を設定します：



- **開始** — フレームの開始時にオシロスコープがトリガーします。
- **リモート** — 指定された ID を持つリモートフレームでトリガーします。ID、ID ビット（11 ビットまたは 29 ビット）、および現在の ID バイト（1 番目、2 番目、3 番目、または 4 番目）を設定できます。現在の ID バイトは、ユニバーサルノブ使用時に調整するバイトを指定するために使用されます。
- **ID** — 指定された ID に一致するデータフレームでトリガーします。ID、ID ビット（11 ビットまたは 29 ビット）、および現在の ID バイト（1 バイト目、2 バイト目、3 バイト目、または 4 バイト目）を設定できます。

- **ID + Data** — 指定された ID とデータに一致するデータフレームでオシロスコープがトリガします。ID、ID ビット（11 ビットまたは 29 ビット）、Curr ID Byte（1 番目、2 番目、3 番目、または 4 番目のバイト）、Data1、および Data2 を設定できます。
- **エラー** — オシロスコープはエラーフレームでトリガします。

### 16.5.3 CAN シリアルデコード

CAN デコードの設定は I2C デコードの設定と類似しています。

バス上では：

- ID は緑色で表示されます。
- LEN（データ長）は薄い黄色で表示されます。
- DATA は白色で表示されます。
- CRC は青色で表示されます。
- セグメント末尾の赤い点は、表示領域が不足しているためフレームの内容が完全に表示されず、一部が隠されていることを示します。



リスト表示では：

- 時間 — トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッダーの水平方向のオフセット。
- タイプ — フレームの種類。データフレームは「D」、リモートフレームは「R」で表示されます。
- ID — フレームのID。11ビットまたは29ビットIDは自動検出されます。
- 長さ — データ長。
- データ — データ値。
- CRC — 巡回冗長検査。
- Ack — 応答ビット。

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	⬇



## 16.6 LIN トリガーとシリアルデコード

このセクションでは、LIN 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「LIN 信号設定」、「LIN トリガー」、および「LIN シリアルデコード」。

### 16.6.1 LIN 信号設定

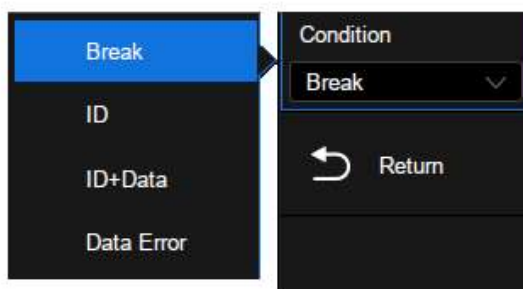
LIN 信号をオシロスコープに接続し、信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガーとデコードの「**Protocol Config**」メニューでは、ボーレートを以下に設定できます: 600 b/s、1200 b/s、2400 b/s、4800 b/s、9600 b/s、19200 b/s、またはカスタム。

設定のコピー方法は、I2C 信号設定と同様です。詳細については、「I2C 信号 設定」を参照してください。

### 16.6.2 LIN トリガー

LIN トリガーダイアログボックスの「**トリガー設定**」をタッチし、トリガー条件を設定します:



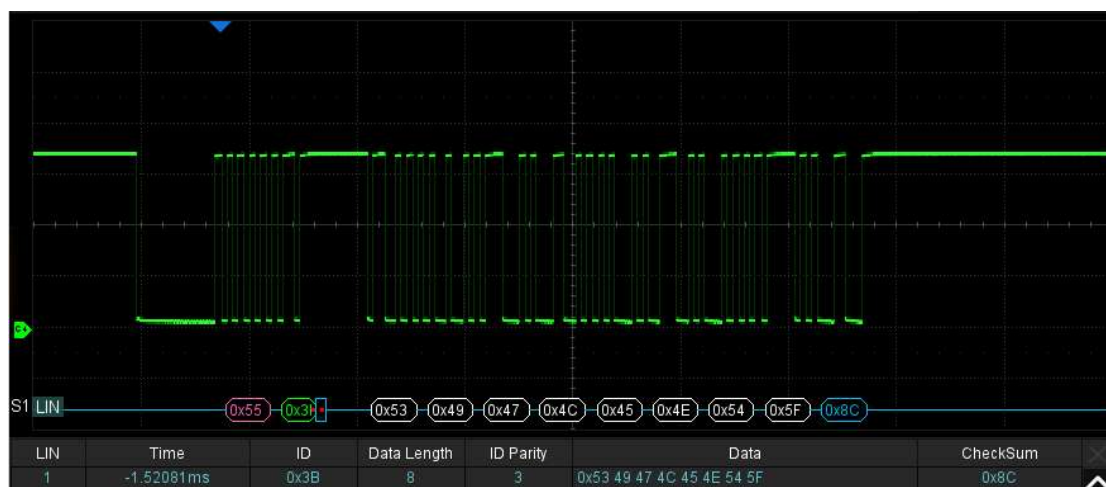
- **ブレイク** — フレームの開始時にトリガーします。
- **ID** — 指定された ID (0x00 ~ 0x3f) に一致するフレームでトリガーします。
- **ID & Data** — 指定した ID とデータに一致するフレームでトリガーします。ID、Data1、Data2 を設定できます。
- **データエラー** — データエラー発生時にトリガーします。

### 16.6.3 LIN シリアルデコード

LIN デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。

バス上では：

- ID は緑色で表示されます
- LEN（データ長）と CHK は青色で表示されます
- DATA は白色で表示されます。



リストビューでは：

- Time — トリガー位置に対する現在のデータフレーム先頭の水平オフセット。
- ID — フレームの ID。
- データ長 — データ長。
- ID パリティ — ID パリティチェック。
- データ — データ値。
- チェックサム — データチェックサム。

LIN	Time	ID	Data Length	ID Parity	Data	Checksum
1	-39.8835ms	25H	4	00H	ENT_	93H
2	-3.63532ms	3BH	8	03H	SIGLENT_	8CH
3	36.7793ms	06H	2	00H	T_	46H
4	70.9443ms	14H	2	00H	T_	38H
5	105.109ms	25H	4	00H	ENT_	93H



## 16.7 FlexRay トリガおよびシリアルデコード

このセクションでは、FlexRay 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「FlexRay 信号設定」、「FlexRay トリガー」、および「FlexRay シリアルデコード」。

### 16.7.1 FlexRay 信号設定

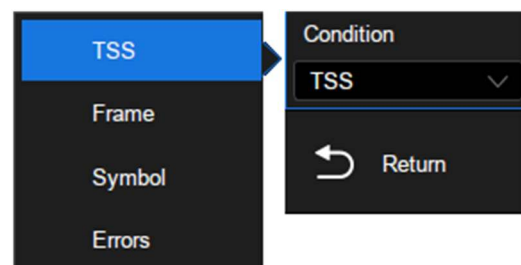
FlexRay 信号をオシロスコープに接続し、信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガおよびデコードの **[Protocol Config]** メニューでは、ボーレートを 2.5 Mb/s、5.0 Mb/s、10.0 Mb/s、またはカスタムに設定できます。

設定のコピー方法は I2C 信号設定と同様です。詳細は「I2C 信号 設定」を参照してください。

### 16.7.2 FlexRay トリガー

FlexRay トリガーダイアログボックスの「トリガー設定」をタッチし、トリガー条件を設定します：



- **TSS**— オシロスコープは伝送開始シーケンスでトリガします。
- **フレーム**— オシロスコープはフレームでトリガします。
  - ✓ フレームヘッダーインジケータの設定：ペイロードプリアンブルインジケータ、ヌルフレームインジケータ、同期フレームインジケータ、スタートアップフレームインジケータ。
  - ✓ **ID** をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでフレーム ID を設定できます。ID の範囲は 0x000 から 0x7ff です。
  - ✓ **Compare Type** をタッチして「=」、「>」、または「<」を選択します。**Compare Type** を「=」に設定する場合、繰り返し係数も必要です。

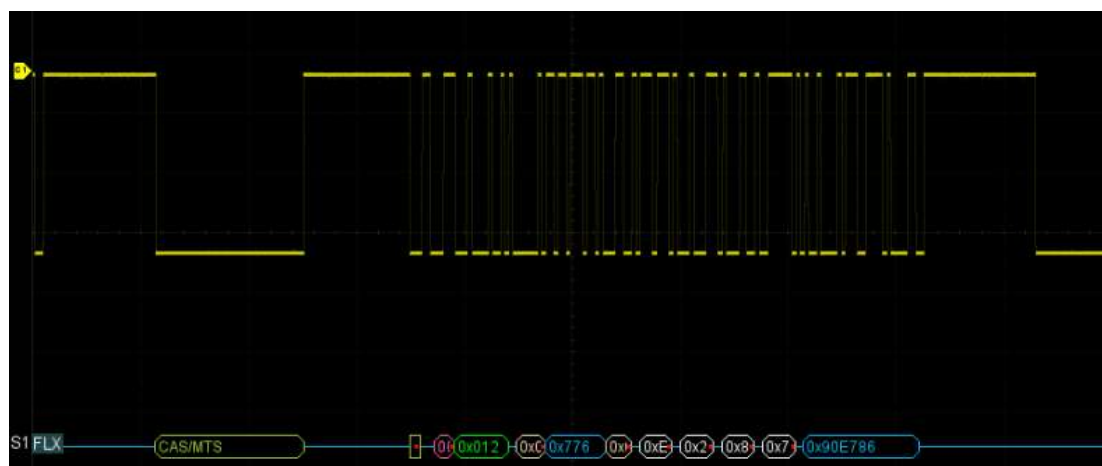
- ✓ **サイクル**をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでサイクルカウントを設定します。データ値の範囲は **0** から **63** です。
- シンボル—CAS/MTS（競合回避シンボル/メディアアクセステストシンボル）または WUS（ウェイクアップシンボル）でオシロスコープがトリガされます。
- エラー—FSS、BSS、FES、ヘッダー CRC、フレーム CRC などのデータエラーが発生した場合にオシロスコープがトリガします。

### 16.7.3 FlexRay シリアルデコード

FlexRay デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。

バス上では：

- シグネチャ（CAS/MTS、WUP）は黄緑色で表示されます。
- TSS（伝送開始シーケンス）は黄緑色で表示されます。ヌルフレームインジケータ、同期フレームインジケータ、スタートアップフレームインジケータはフレーム内に表示され、ピンク色で表示されます。
- ID はフレーム内に表示され、緑色で表示されます。
- PL（有効データ長）はフレーム内で表示され、ワード単位で薄い黄色で表示されます。
- HCRC（ヘッドチェックコード）はフレーム内に表示され、青色で表示されます。
- CYC（サイクル）はフレーム内に表示され、薄黄色で表示されます。
- D（データ）はフレーム内に表示され、白色で表示されます。
- FCRC（データチェックコード）はフレーム内に青色で表示されます。



リストビューでは：

- **Time**— トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッ드의水平オフセット。
- **FID**— フレーム ID。この記号はリストの 1 行を占有します。
- **PL**— 有効データ長
- **HCRC**— ヘッドチェックコード
- **CYC**— 循環カウント
- **データ**— データ値
- **FCRC**— データチェックコード

FLX	Time	FID	PL	HCRC	CYC	Data	FCRC	
1	-83.0406us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786	⌵
2	-25.0160us	CAS/MTS						
3	-1.40820us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786	
4	56.6174us	CAS/MTS						
5	80.2240us	0x012	0x02	0x776				
								⌴

## 16.8 CAN FD トリガーとシリアルデコード

このセクションでは、CAN FD 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「CAN FD 信号設定」、「CAN FD トリガー」、および「CAN FD シリアルデコード」。

### 16.8.1 CAN FD 信号設定

CAN FD 信号をオシロスコープに接続し、信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

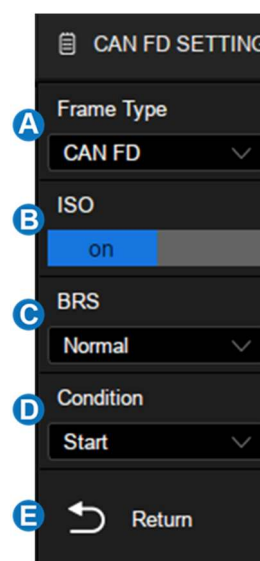
トリガーおよびデコードの「**Protocol Config**」メニューでは、公称ボーレートを 10 kb/s、25 kb/s、50 kb/s、100 kb/s、250 kb/s、1 Mb/s またはカスタムに設定できます。データボーレートは、500 kb/s、1 Mb/s、2 Mb/s、5 Mb/s、8 Mb/s、10 Mb/s、またはカスタムに設定できます。

設定のコピー方法は、I2C 信号設定と同様です。詳細は、「I2C 信号 設定」を参照してください。

### 16.8.2 CAN FD トリガー

CAN FD トリガーダイアログボックスで「**トリガー設定**」をタッチし、トリガー条件を設定します：

- A. フレームタイプ：両方、CAN、CAN FD
- B. 「フレームタイプ」が CAN FD の場合、ISO をオンまたはオフにする
- C. 「フレームタイプ」が CAN FD の場合、BRS（ビットレートスイッチ）を「両方」「通常」「FD」に設定
- D. トリガー条件：開始、リモート、ID、ID + データ、エラー
- E. 前のメニューに戻る





## トリガ条件

- **スタート**— オシロスコープはフレームの開始時にトリガします。
- **リモート**— 指定した ID を持つリモートフレームでオシロスコープがトリガします。ID、ID ビット (11 ビットまたは 29 ビット)、および Curr ID バイト (1 番目、2 番目、3 番目、または 4 番目バイト) を設定できます。Curr ID バイトは、ユニバーサルノブを使用する際に調整するバイトを指定するために使用されます。
- **ID**— 指定された ID に一致するデータフレームでトリガーします。ID、ID ビット (11 ビットまたは 29 ビット)、および現在の ID バイト (1 バイト目、2 バイト目、3 バイト目、または 4 バイト目) を設定できます。
- **ID + Data**— 指定された ID とデータに一致するデータフレームでオシロスコープがトリガします。ID、ID ビット (11 ビットまたは 29 ビット)、Curr ID Byte (1 番目、2 番目、3 番目、または 4 番目のバイト)、Data1、および Data2 を設定できます。
- **エラー**— オシロスコープはエラーフレームでトリガします。
  - ✓ エラーフレーム
  - ✓ スタッフビットエラー
  - ✓ CRC 不一致エラー: 計算された CRC が送信された CRC と一致しない場合にオシロスコープがトリガします。
  - ✓ スタッフビットカウントエラー: ISO がオンの場合にのみ有効で、スタッフビットカウントが不正な場合にオシロスコープがトリガします。
  - ✓ スタッフビットカウント極性エラー: ISO がオンになっている場合にのみ有効で、スタッフビットカウントの極性が正しくない場合にオシロスコープがトリガします。

### 16.8.3 CAN FD シリアルデコード

CAN FD デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。

バス上:

- ID は緑色で表示されます。
- BRS (ビットレートスイッチ) は薄黄色で表示されます。

- ESI（エラー状態インジケータ）は青色で表示されます。
- L（データ長）は薄黄色で表示されます。
- D（データ）は白色で表示されます。
- CRC は青色で表示されます。
- Ack はピンク色で表示されます。
- セグメントの末尾にある赤い点は、フレームの内容全体を表示するスペースがディスプレイ上に不足しており、一部の内容が隠されていることを示します。

リスト表示では：

- 時間— トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッダーの水平方向のオフセット。
- タイプ— フレームの種類。標準 CAN フレームは「Std」、CAN FD フレームは「FD」、拡張フレームは「Ext」、リモートフレームは「RTR」で表示されます。
- ID— フレーム ID。
- 長さ— データ長。
- データ— データバイト。
- CRC— 巡回冗長検査。
- Ack— 応答ビット。

CAN FD	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-190.506us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
2	-95.5054us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
3	-505.600ns	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
4	94.4942us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
5	189.496us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes

## 16.9 I2S トリガおよびシリアルデコード

このセクションでは、I2S 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「I2S 信号設定」、「I2S トリガー」、および「I2S シリアルデコード」。

### 16.9.1 I2S 信号設定

WS、BCLK、およびデータ信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定プロセスは「I2C 信号 設定」と同様です。

#### BCLK

ソースとしきい値レベルを指定するほか、BCLK 信号では **エッジ選択** の指定も必要です。

- **Rising** – クロックの立ち上がりエッジでデータがラッチされます。
- **下降エッジ** – クロックの下降エッジでデータがラッチされます。

#### WS

ソースとしきい値レベルを指定することに加えて、WS 信号は **Left CH** の指定も必要です。

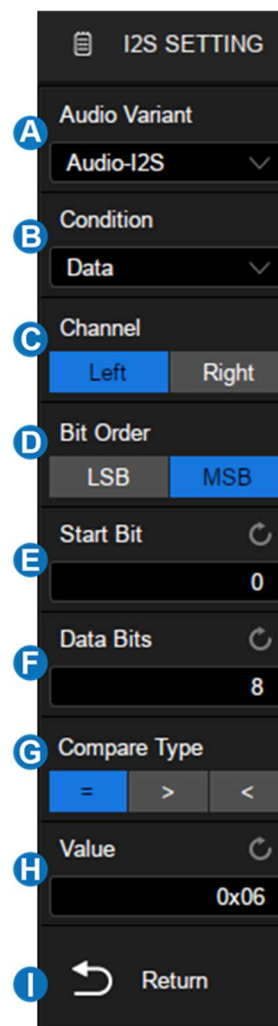
- **Low** – WS が Low のときは左チャンネルを選択し、WS が High のときは右チャンネルを選択します。
- **High** – WS がローのときは右チャンネルを選択し、WS がハイのときは左チャンネルを選択します。

設定のコピー方法は、I2C 信号の設定と同じです。詳細については、「I2C 信号 設定」を参照してください。

## 16.9.2 I2S トリガー

I2S トリガーダイアログボックスの「トリガー設定」をタッチしてトリガー条件を設定:

- A. オーディオバリエーション: Audio-I2S、Audio-LJ、Audio-RJ
- B. トリガー条件: データ、ミュート、クリップ、グリッチ、立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ
- C. チャンネル: トリガーするチャンネルを左または右に設定
- D. ビット順序を MSB または LSB に設定
- E. スタートビット: データの開始ビット。0 から 31 の範囲
- F. データビット: チャンネルあたりのビット数を指定します。範囲は 1~32 ビット
- G. 「トリガー条件」が「データ」の場合、比較タイプを「=」、「>」、「<」に設定
- H. 「トリガー条件」が「データ」の場合、データ値を設定
- I. 前のメニューに戻る



### トリガー条件

- データ — データでトリガーします。
  - ✓ 比較タイプ をタッチして、「=」、「>」、または「<」を選択します。
  - ✓ 値 をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでデータ値を設定します。データ値の範囲は、データビット数に関連します。
- ミュート — ミュート信号でトリガーします。ミュート信号: 音量が設定値未満で、かつ持続時間が設定値に達した場合。
  - ✓ MNF をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでミュートしきい値を設定します。値の範囲はデータビット数に関連します。

- ✓ 「**持続時間**」をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで値を設定します。範囲は 1～64 フレームです。
- **クリップ** — クリップ信号でトリガー。クリップ信号：音量が設定値を超え、持続時間が設定値に達した場合。
  - ✓ **Clip Level** をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでクリップ閾値を設定できます。設定値の範囲は **Data Bits** の数に関連します。
  - ✓ 「**持続時間**」をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで値を設定できます。範囲は 1～64 フレームです。
- **グリッチ** — オーディオ信号内のグリッチでトリガーします。
  - ✓ 「**閾値**」をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで閾値を設定します。設定値の範囲は「**データビット数**」に関連します。
- **立ち上がりエッジ** — 設定値より大きい信号でトリガーします。
  - ✓ ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでしきい値を設定するには **しきい値** をタッチしてください。値の範囲は **データビット数** に関連します。
- **立ち下がりエッジ** — 設定値（**しきい値**）未満の信号でトリガーします。
  - ✓ ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでしきい値を設定するには、**しきい値** をタッチします。値の範囲は、**データビット数** に関連します。

### 16.9.3 I2S シリアルデコード

I2S デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。

リストビューでは：

- **Time**— トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッダーの水平方向のオフセット。
- **タイプ**— チャンネルタイプ。左チャンネルは「**Left CH**」、右チャンネルは「**Right CH**」で表示されます。
- **データ**— データバイト
- **エラー**— エラー



## 16.10 MIL-STD-1553B トリガおよびシリアルデコード

このセクションでは、MIL-Standard 1553B 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「MIL-STD-1553B 信号設定」および「MIL-STD-1553B シリアルデコード」。

### 16.10.1 MIL-STD-1553B 信号設定

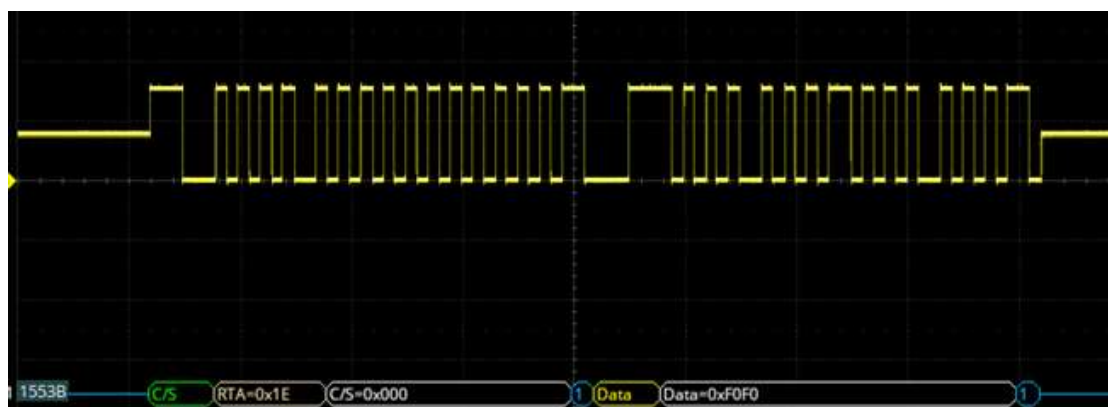
MIL-STD-1553B 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

### 16.10.2 MIL-STD-1553B シリアルデコード

MIL-STD-1553B デコードの設定は I2C デコードと同様です。

バス上では：

- C/S コマンド/ステータスワードが緑色で表示されます。
- RTA RT アドレスがフレーム内に表示され、薄い黄色で表示されます。
- C/S データはフレーム内に表示され、白色で表示されます。
- データワードは黄色で表示され、データはフレーム内に表示され、白色で表示されます。
- チェックコードはフレーム内に青色で表示されます。







デコードリスト表示では：

- **Time**— トリガー位置に対する現在のデータフレームヘッダーの水平オフセット。
- **RTA**— RT アドレス
- **タイプ**— ワードの種類
- **データ**— データ値
- **エラー**— エラーの種類

1553B	Time	RTA	Type	Data	Error
1	-2.99040us	0x1	Cmd/Status	0x631	
2	27.0088us	0x1	Cmd/Status	0x0	Parity
3	47.0402us		Data	0x8888	

## 16.11 SENT トリガーとシリアルデコード

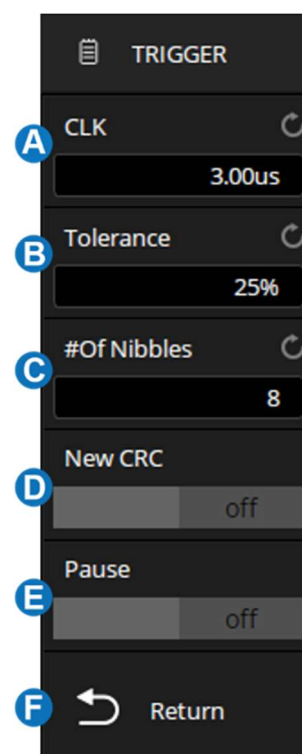
このセクションでは、SENT 信号のトリガーとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「SENT 信号設定」、「送信トリガー」、および「SENT シリアルデコード」。

### 16.11.1 SENT 信号設定

SENT 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガーまたはデコードの「**Protocol Config**」メニューでは、以下のパラメータが利用可能です：

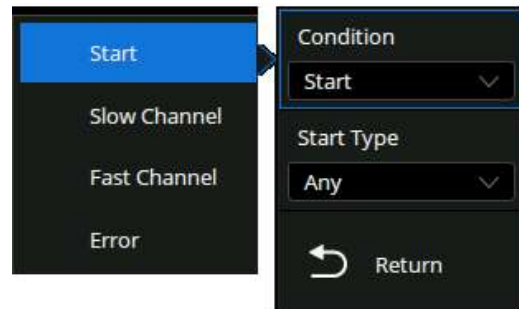
- A. タップして公称クロック周期（ティック）時間を指定
- B. データデコードにおける同期パルスの有効判定用許容誤差率を設定
- C. 高速チャンネルメッセージ内のニブル数を設定
- D. CRC の正確性を計算する際に使用する CRC フォーマットを設定します。「New CRC」選択時は 2010 CRC フォーマットを使用します。「NEW」が選択されていない場合、CRC は 2008 フォーマットを使用します。拡張シリアルメッセージ CRC は常に 2010 フォーマットで計算されますが、高速チャンネルメッセージおよびショートシリアルメッセージ CRC については、選択した設定が使用されます
- E. 高速チャンネルメッセージ間に休止パルスがあるかどうかを指定します
- F. 前のメニューに戻る



### 16.11.2 送信トリガー

プロトコルが送信（SENT）に設定されている場合、以下のトリガー条件を設定できます：開始、低速チャンネル、高速チャンネル、エラー。

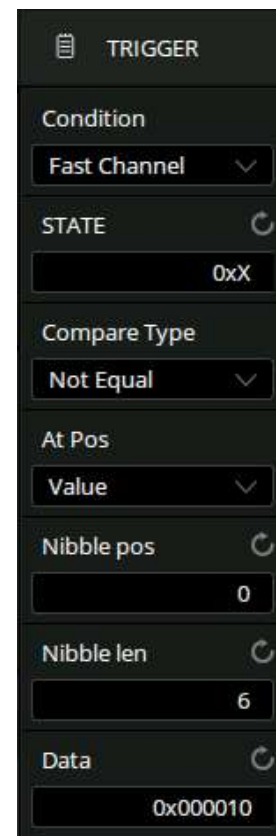
SENT トリガーダイアログボックスの「トリガー設定」をタッチしてトリガー条件を選択します:



**開始** — メッセージの開始時（56 同期ティック後）にオシロスコープがトリガーされます。メッセージの種類を選択できます: 高速チャンネルメッセージ、低速チャンネルメッセージ、またはいずれでも。

**高速チャンネル** — ステータス&通信ニブルとデータニブルが指定値と一致した場合、高速チャンネルメッセージでトリガーされます。

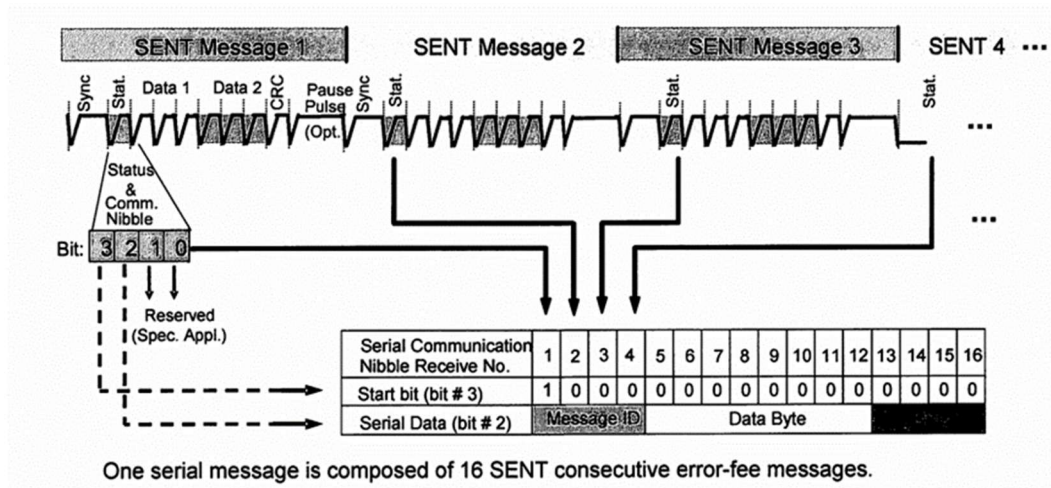
- **状態**は 0x0 から 0xF の 16 進数範囲で選択できます。値が「0xX」として選択された場合、状態は無視されます。
- **比較タイプ**は、等しい、等しくない、より小さい、以下、より大きい、以上、範囲内、範囲外で指定できます。
- トリガー**開始位置**は、トリガーデータの開始位置を決定します。値を選択した場合、**ニブル位置**を 10 進数 0~5 の範囲で設定する必要があります。気にしないを選択した場合、指定条件に一致する最初のデータでオシロスコープがトリガーされます。
- **ニブル長**は 1 から 6 までの 10 進数で選択可能。**ニブル位置**に関連付けられる。
- **データ**は 16 進数で選択可能です。範囲は **ニブル位置**に関連付けられます。データが「0xXX」として選択された場合、データは無視されます。



**スローチャンネル** — オシロスコープはスローチャンネルメッセージでトリガーされます。

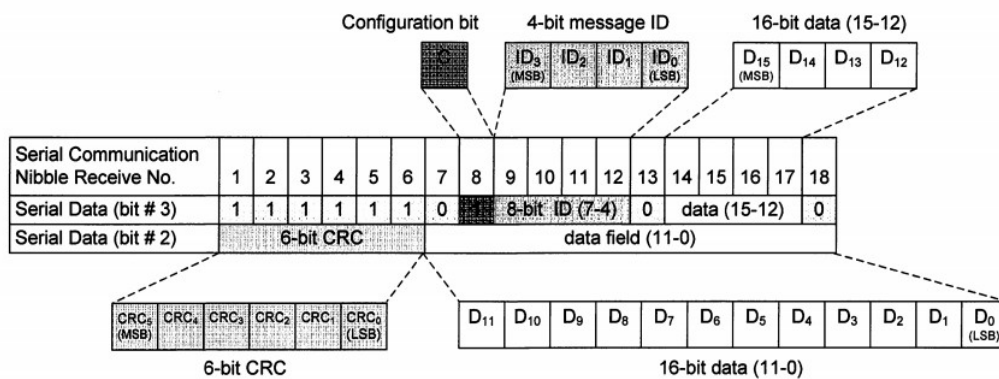
**フレーム（ショートシリアルメッセージ）** — 16 ビットメッセージは、4 ビットのメッセージ ID ニ

ブル、2 ニブル（1 バイト）のデータ、CRC チェックサムニブルで構成されます。ID とデータが一致した場合、CRC ビット終了時にトリガーされます。

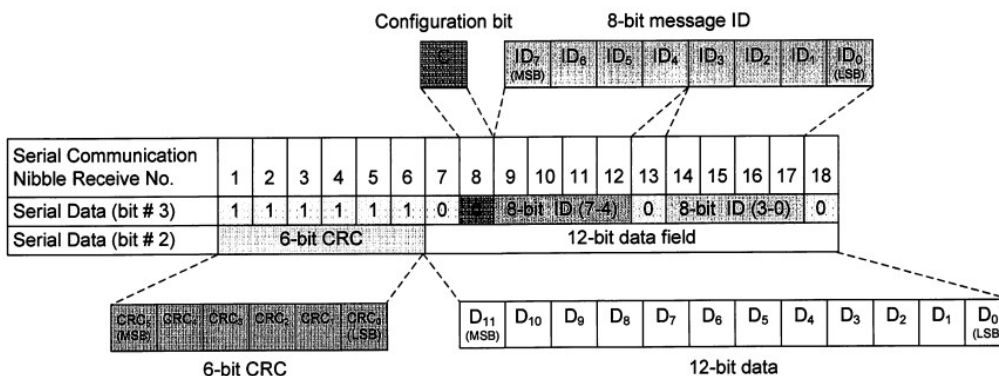


シリアルメッセージフレームは 21 ビットのペイロードデータを含む。設定ビット（シリアルデータビット#3、シリアル通信ニブル番号 8）によって 2 種類の構成が選択可能:

フレーム（4 ビット ID 付き拡張シリアルメッセージ） — 16 ビットデータと 4 ビットメッセージ ID、構成ビットは 1。



フレーム（8 ビット ID 付き拡張シリアルメッセージ） — 12 ビットデータと 8 ビットメッセージ ID、構成ビットは 0。



トリガー条件をスローチャンネルに設定する場合:

- **ID** は 0x0 ～ 0xF (ショートシリアル / 4 ビット ID 付き拡張シリアル) または 0x00 ～ 0xFF (8 ビット ID 付き拡張シリアル) の範囲で 16 進数で選択可能。「0xXX」として選択された場合、ID は無視される。
- **比較タイプ** は、等しい、等しくない、より小さい、以下、より大きい、以上、範囲内、範囲外として指定できます。
- **データ** は、16 進数で 0x00～0xFF (ショートシリアル)、0x0000～0xFFFF (4 ビット ID 付き拡張シリアル)、0x000～0xFFF (8 ビット ID 付き拡張シリアル) の範囲で選択できます。「0xXX」として選択された場合、データは無視されます。



**エラー** — オシロスコープはエラーフレームでトリガします。エラーには、連続同期パルスエラー、パルス周期エラー、高速チャンネル CRC エラー、低速チャンネル CRC エラー、全 CRC エラーが含まれます。

- **連続同期パルスエラー**: 前の同期パルスの幅から 1/64 (SENT 仕様で定義されている 1.5625%) 以上変動した同期パルスでトリガーします。
- **パルス周期エラー**: ニブルの幅が広すぎるか狭すぎる場合にトリガーされます (例: データニブルの幅が 12 (11.5) ティック未満、または 27 (27.5) ティック超)。同期、S&C、データ、またはチェックサムパルスの周期がチェックされます。
- **高速チャンネル CRC エラー**: 高速チャンネルメッセージの CRC エラーが発生するとトリガーされます。
- **スローチャンネル CRC エラー**: スローチャンネルメッセージの CRC エラーが発生するとトリガーされます。
- **全 CRC エラー**: 高速または低速を問わず、あらゆる CRC エラーでトリガーされます。

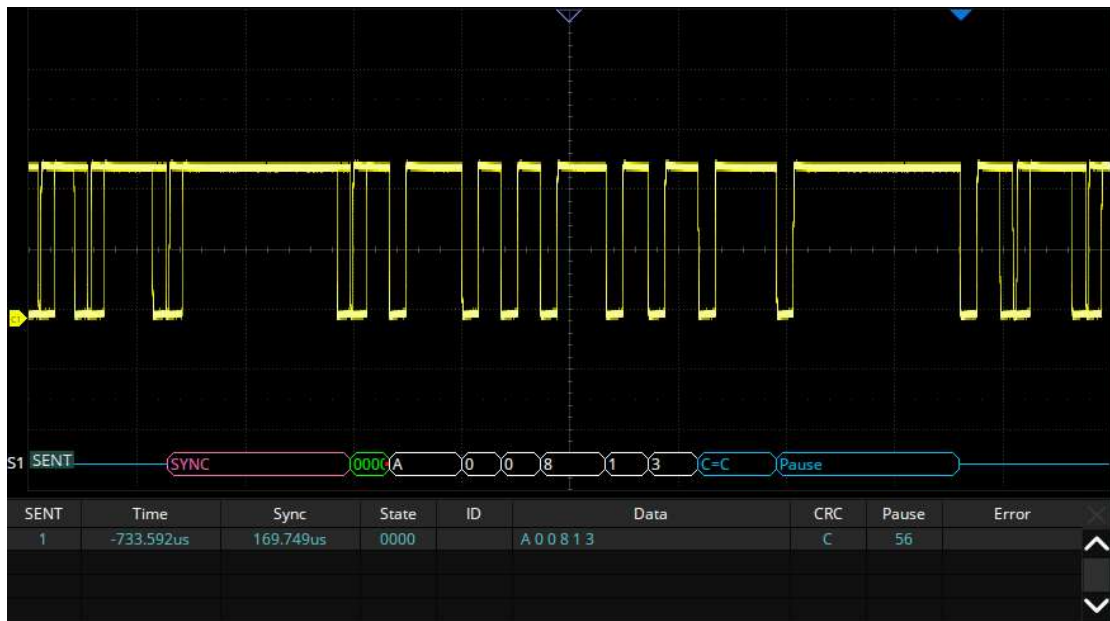
### 16.11.3 SENT シリアルデコード

SENT デコードの設定は、I2C デコードの設定と似ています。

バス上:

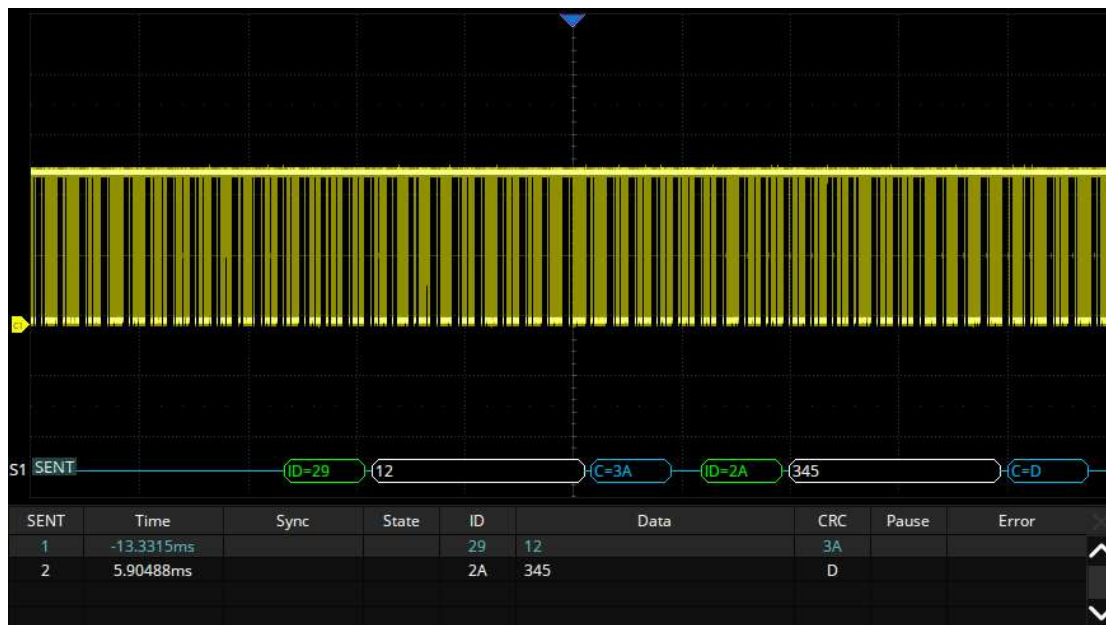
高速チャネルの場合:

- SYNC はピンク色で表示
- STATE は緑色で表示
- DATA は白色で表示
- CRC とポーズパルスは青色で表示



スローチャネルの場合:

- ID は緑色で表示されます
- DATA は白色で表示される
- CRC は青色で表示されます



リストビューでは：

- 時間 — トリガー位置に対する現在のデータフレーム先頭の水平オフセット。
- 同期 — 同期パルス幅（高速チャネルのみ）
- 状態 — ステータス&通信ニブル（高速チャネルのみ）
- ID — フレームの ID（スローチャネルのみ）
- データ — データ値
- CRC — 巡回冗長検査
- ポーズ — ポーズティック
- エラー — エラー種別



## 16.12 マンチェスター方式シリアルデコード

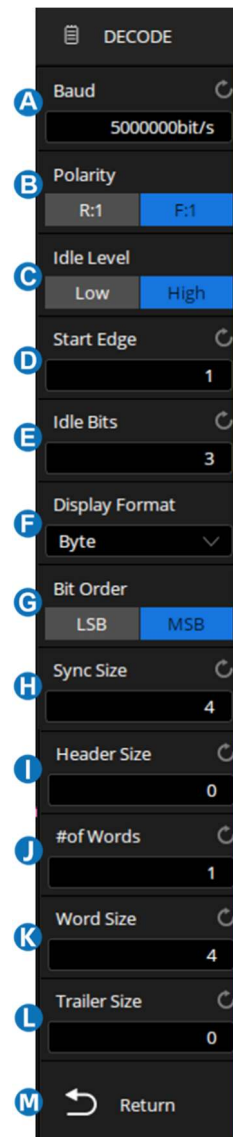
このセクションでは、マンチェスター信号のデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「マンチェスター信号設定」および「マンチェスター方式シリアルデコード」。

### 16.12.1 マンチェスター信号設定

マンチェスター信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

デコードの「**プロトコル設定**」メニューでは、以下のパラメータが利用可能です：

- A. タッチしてボーレートを指定します。範囲は 500b/s から 5Mb/s です
- B. マンチェスター信号の論理タイプを設定します。R:1 は立ち上がりエッジで論理 1 をエンコードすることを示し、F:1 は立ち下がりエッジで論理 1 をエンコードすることを示します
- C. アイドルレベルを設定します
- D. マンチェスター信号の開始エッジを設定します。範囲は 1～32
- E. マンチェスターバスの最小アイドル時間/フレーム間ギャップ時間をビット幅単位で設定します。
- F. 表示形式をバイトまたはビットに設定
- G. ビット順序を MSB または LSB に設定
- H. 同期フィールドサイズを設定（0～32）
- I. ヘッダーサイズを設定します（0～32）。
- J. データフィールド内のワード数を 1～255 で設定
- K. データワードサイズを設定（2～8）
- L. トレーラーサイズを設定（0～32）



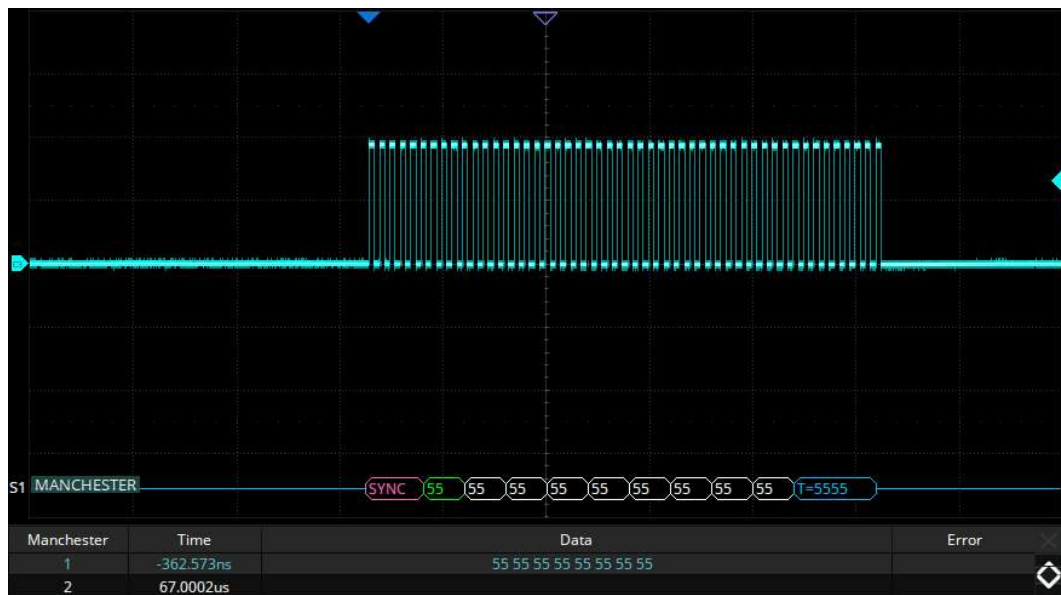
M. 前のメニューに戻る

### 16.12.2 マンチェスター方式シリアルデコード

マンチェスター復号の設定は I2C 復号の設定と類似しています。

バス上では:

- SYNC はピンク色で表示されます
- ヘッダーは緑色で表示
- DATA は白色で表示
- トレーラーは青色で表示されます



リストビューでは:

- Time — トリガー位置に対する現在のデータフレーム先頭の水平オフセット。
- データ — データワード
- エラー — エラーの種類

## 17 カーソル

### 17.1 概要

カーソルは信号測定において重要なツールです。水平方向と垂直方向の両方でカーソルを使用して迅速な測定が可能です。カーソルタイプには、X1、X2、X1-X2、Y1、Y2、Y1-Y2 があり、選択した波形（CH1/CH2/CH3/CH4/Func/REF/ヒストグラム）上で X 軸値（時間または周波数）および Y 軸値（振幅）を示すために使用されます。

前面パネルの **[カーソル]** ボタンを押すか、メニュー **[カーソル] > [メニュー]** をタッチしてカーソルダイアログボックスを開きます：

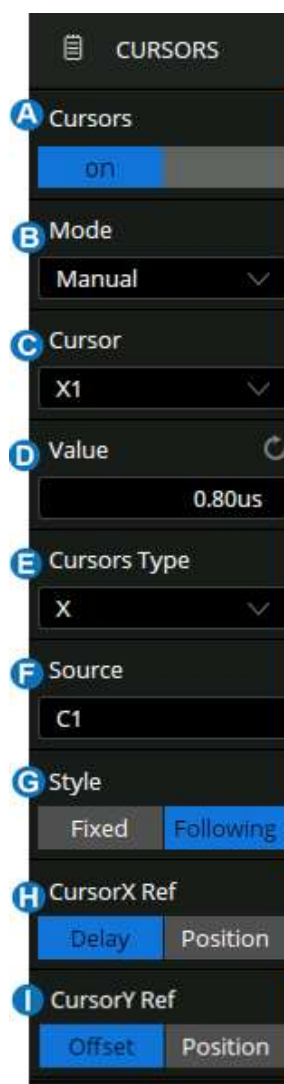
- A. カーソル機能をオンまたはオフにします
- B. カーソルモード。トレースモードでは、垂直カーソルが自動的に波形を追跡します。
- C. カーソルの指定
- D. 指定したカーソルの位置を設定（ジェスチャー、ユニバーサルノブ、仮想キーパッドで操作）
- E. カーソルタイプを選択（水平、垂直、水平+垂直）。このオプションは「手動」モードでのみサポートされます。
- F. ソースを選択
- G. カーソルテキストの表示スタイル
- H. X カーソルの基準（遅延または位置）

遅延は、水平遅延/オフセット位置に対するカーソル位置を測定します

位置は、表示の水平中心に対するカーソル位置を測定します

- I. Y カーソル基準（オフセットまたは位置）、このオプションは「手動」モードでのみサポートされます。

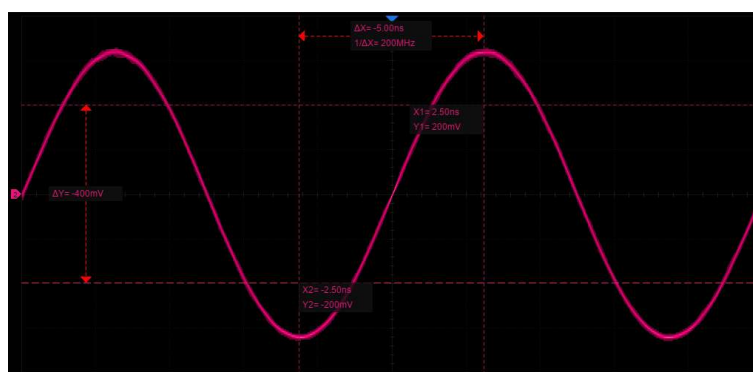
オフセットは、垂直オフセット位置に対するカーソル位置を測定します



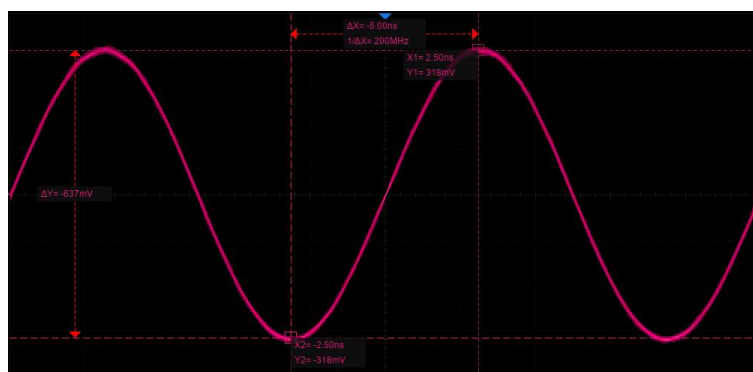
位置は、ディスプレイの垂直中心に対するカーソル位置を測定します

## カーソルモード

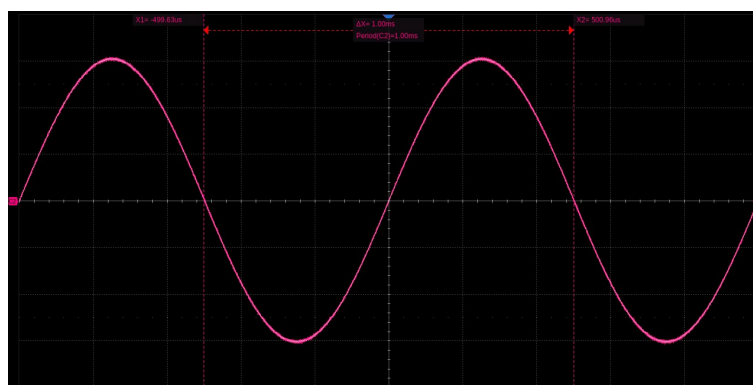
- 手動 -- カーソルの位置を手動で設定します。このモードではカーソルタイプ（水平、垂直、水平＋垂直）が利用可能です。
- トラック -- カーソルタイプは自動的に「水平 + 垂直」に設定されます。このモードでは、水平カーソルのみ調整可能で、垂直カーソルはカーソルとソース波形の交点に自動的に付随します。
- 測定 -- 測定項目をカーソルで自動的に表示



手動モード



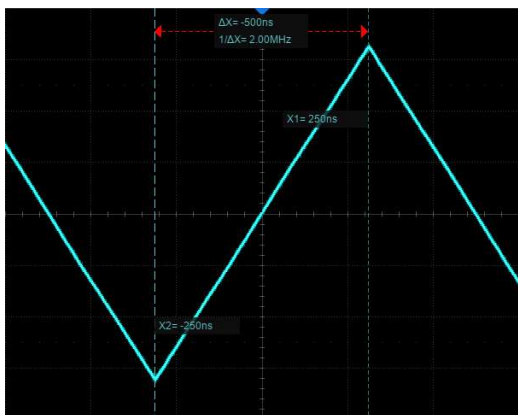
トラックモード



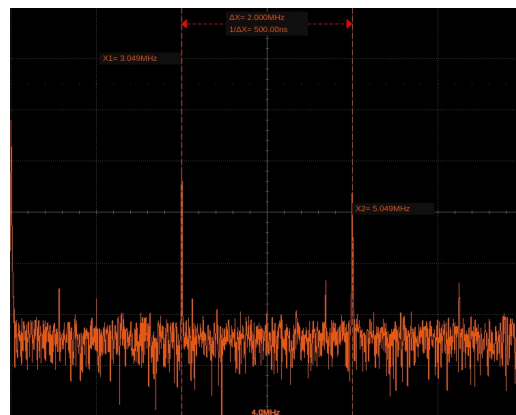
## 測定モード

## カーソルタイプ

**X (水平)** -- 水平方向の時間を測定する垂直の点線 (ソースが FFT 波形の場合、**X** カーソルは周波数を測定します)。



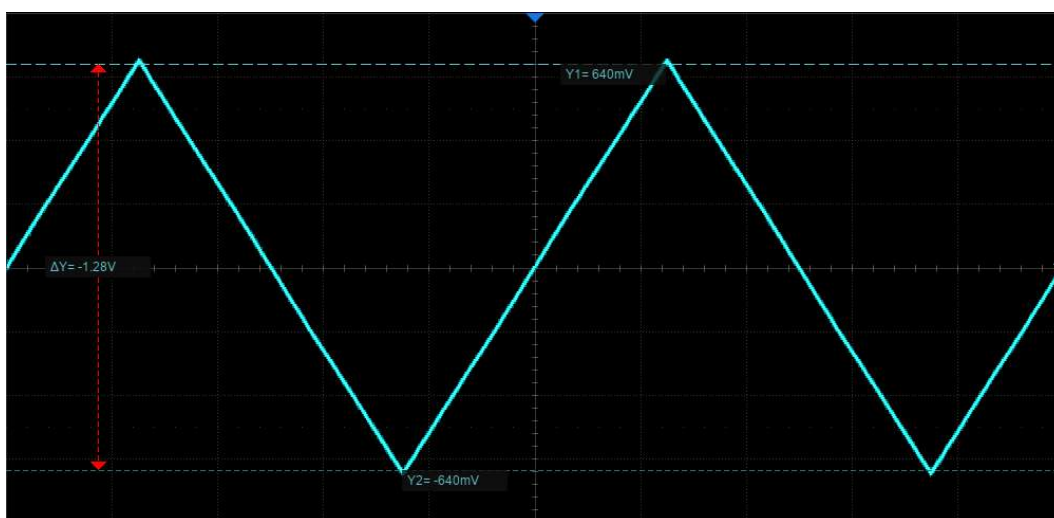
X カーソル (時間)



X カーソル (周波数)

- **X1** — 左側 (デフォルト) の垂直点線。画面上の任意の水平位置に手動で移動可能。
- **X2** — 右側 (デフォルト) の垂直点線。画面上の任意の水平位置に手動で移動可能。
- **X1-X2** — X1 と X2 の差分。このオプションを選択後、ユニバーサルノブを回すと X1 と X2 が同時に移動します。

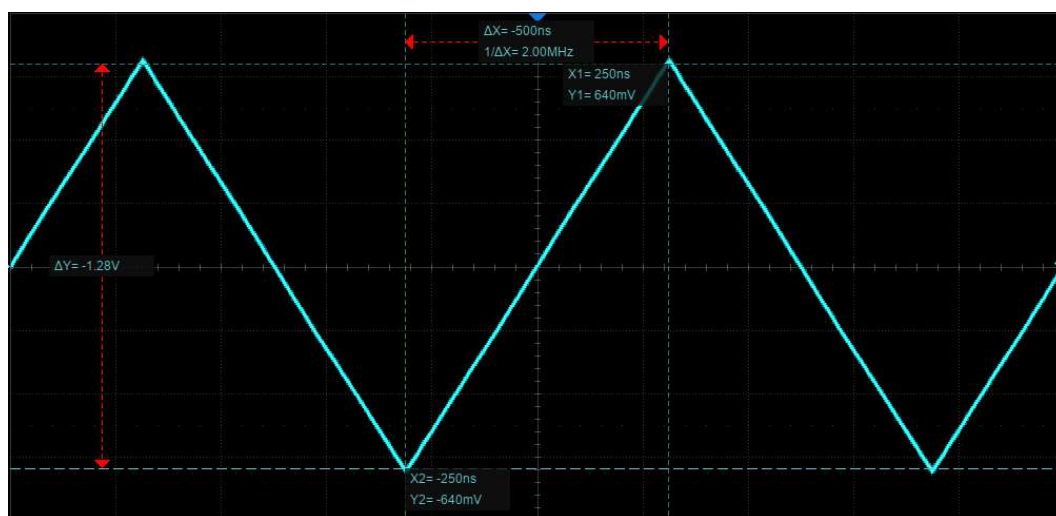
**Y (垂直)** — 垂直方向の電圧または電流 (選択したチャンネルの単位に応じて) を測定する水平点線。カーソルのソースが数学関数の場合、単位は数学関数と一致します。



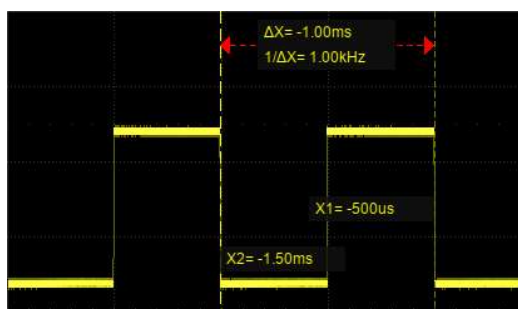


- **Y1** — 上部（デフォルト） 水平 点線。画面上の任意の垂直位置に手動で移動可能。
- **Y2** — 下側（デフォルト） 水平点線。画面上の任意の垂直位置に手動で移動可能。
- **Y1-Y2** — Y1 と Y2 の差分。このオプション選択後、ユニバーサルノブを回すと Y1 と Y2 が同時に移動します。

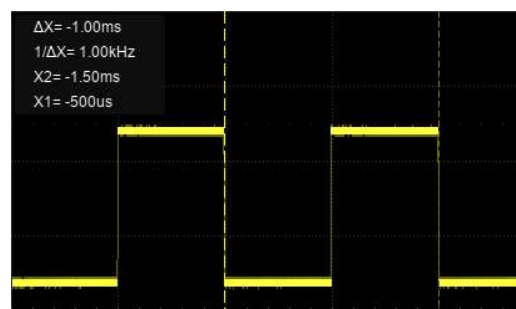
**X+Y（水平+垂直）** -- X カーソルと Y カーソルの両方が有効になります。



## 表示モード



表示モード M1



表示モード M2

- **M1** — 各カーソルの位置情報がカーソルに付随し、差分情報は 2 つのカーソル間に表示され、カーソル間で矢印が接続されます。このモードはより直感的です。
- **M2** -- 各カーソル位置情報とカーソル間の差分は画面上の領域に表示されます。この領域はジェスチャーで移動可能で、波形を覆うことを回避できます。このモードは比較的簡潔です。

## カーソルリファレンス

## X カーソルリファレンス:

- 固定遅延 – タイムベースを変更しても、X カーソルの値は固定されたままです。
- 固定位置 – タイムベースを変更しても、X カーソルは表示上のグリッド位置に固定されたままです。

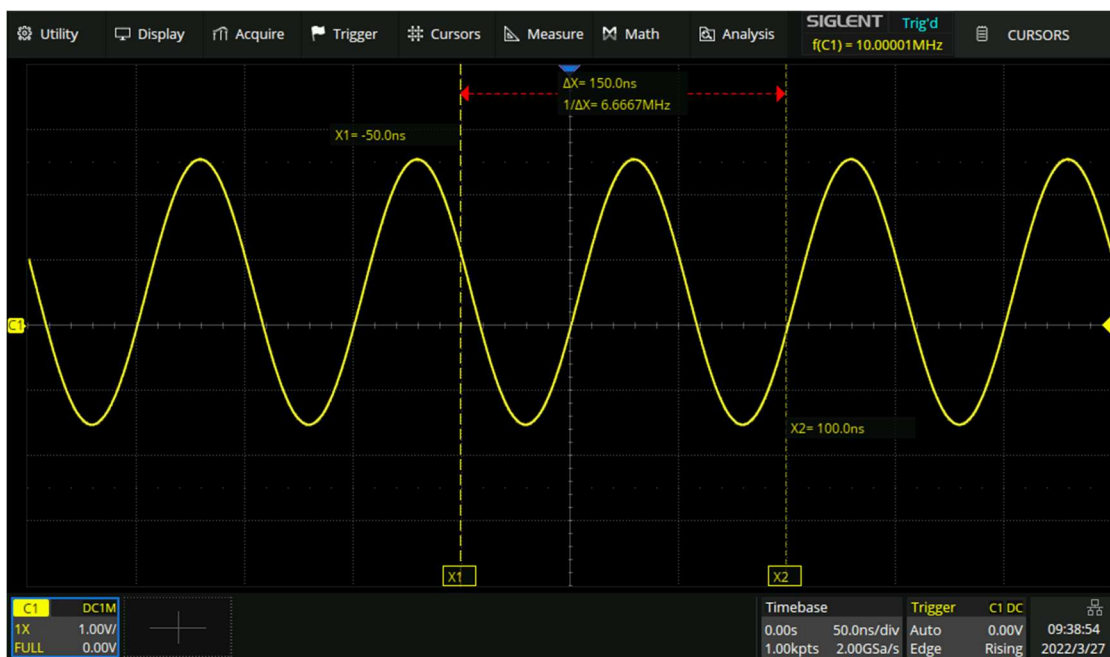
## Y カーソルリファレンス:

- 固定オフセット – 垂直スケールを変更しても、Y カーソルの値は固定されます。

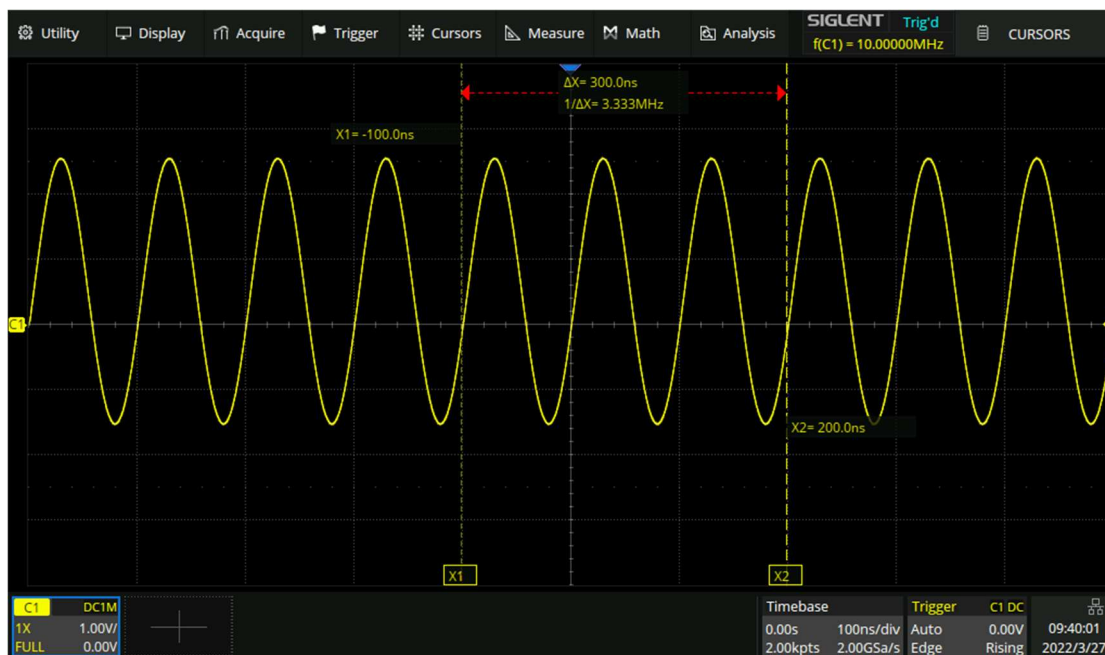
Y カーソルの値は固定されたままです。

- 固定位置 – 縦軸の縮尺を変更しても、Y カーソルは表示上のグリッド位置に固定されたままになります。

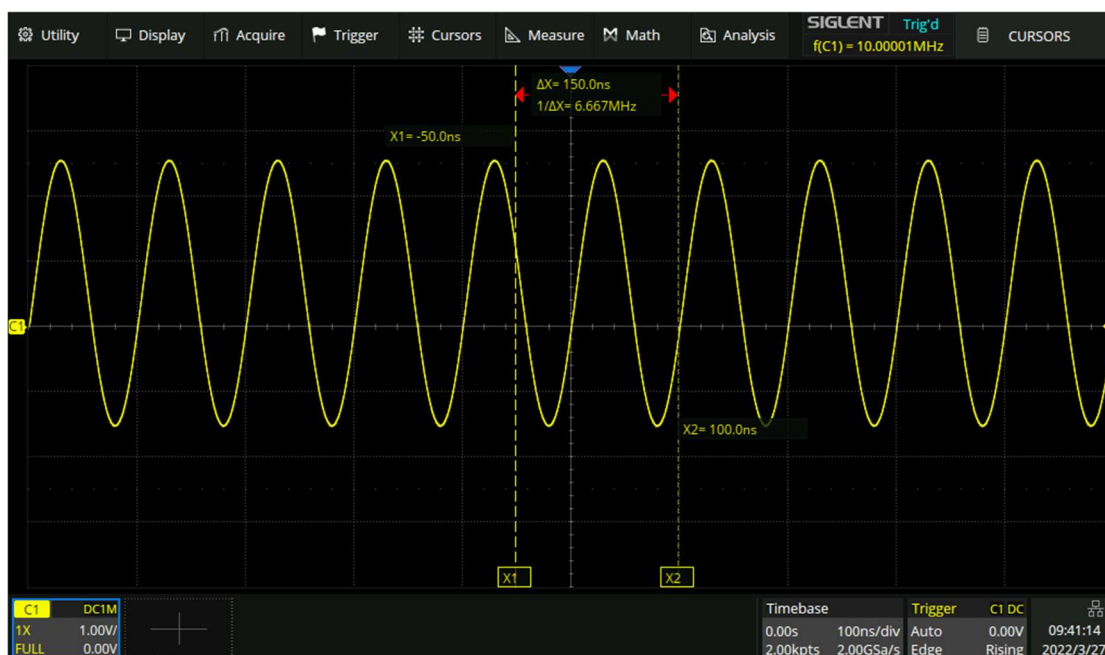
X カーソルの基準位置を例に、異なる設定によるスケーリング効果を説明します:



タイムベース=50ns/div、X1=-50ns=-1div、X2=100ns=2div



固定位置の場合、タイムベースを 100 ns/div に変更しても、X カーソルのグリッド番号（-1div、2div）は固定されたままです。X1 と X2 の値は-100 ns、200 ns に変更されます。



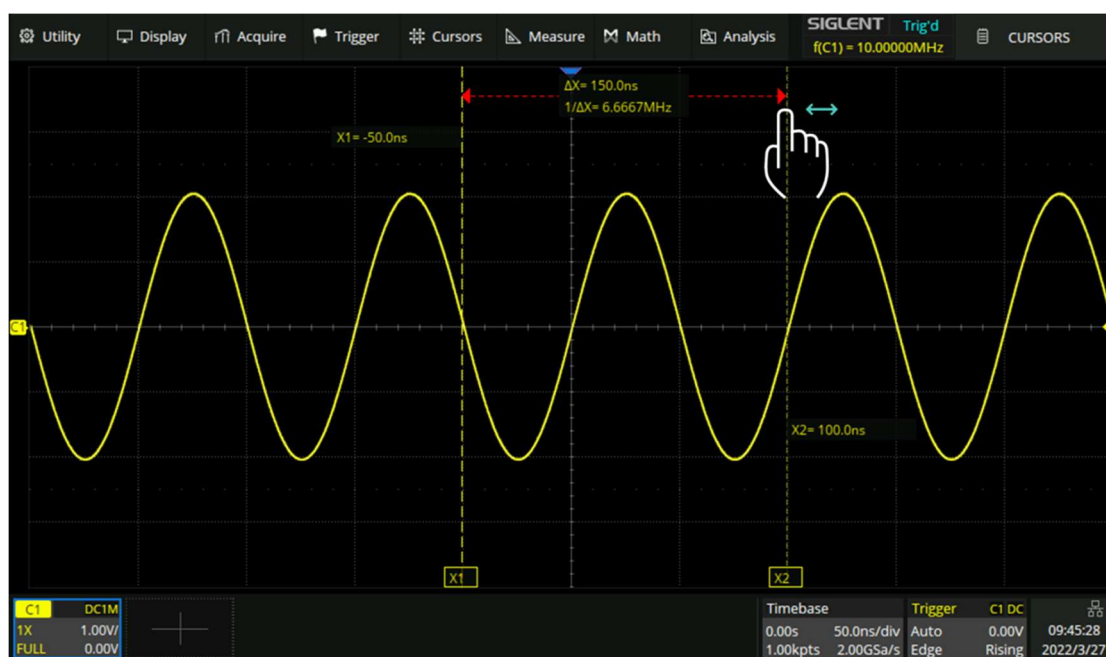
固定遅延、タイムベースを 100 ns/div に変更、X カーソルの値（-50 ns, 100 ns）は固定。X カーソルのグリッド数を-0.5div, 1div に変更。

## 17.2 カーソルの選択と移動

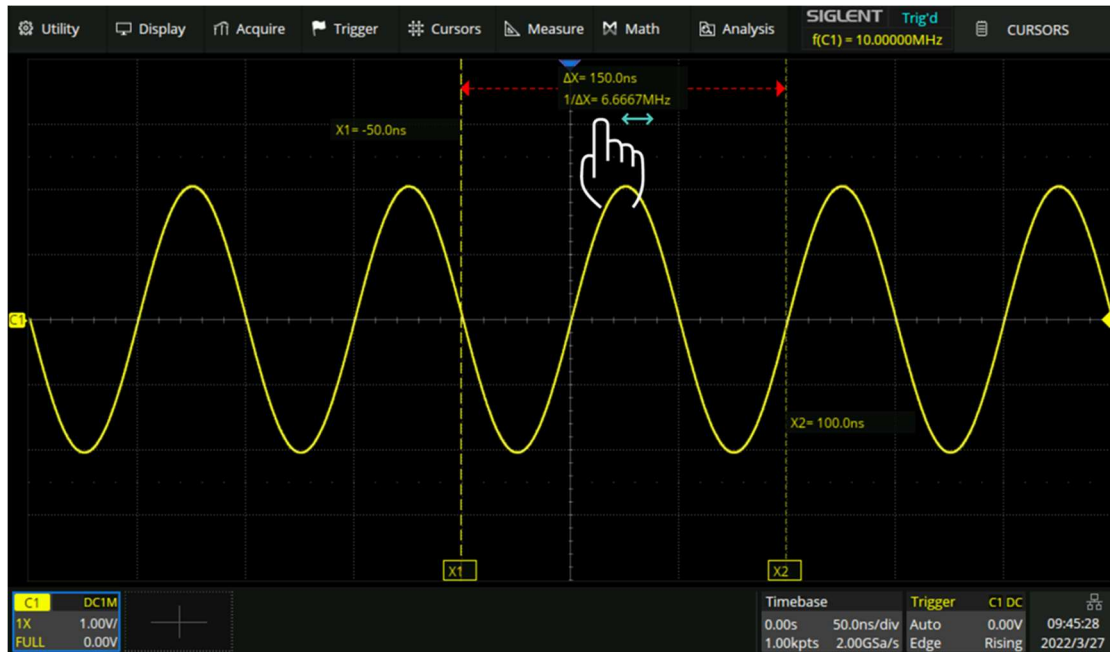
カーソルは、ジェスチャーやフロントパネルのユニバーサルノブで直接選択・移動できるほか、カーソルの値ダイアログボックスでも選択できます。

### ジェスチャー

下図のようにカーソルを直接タッチしてドラッグします：



M1 モードで $\Delta X$ （または $\Delta Y$ ）の表示領域をタッチし、ドラッグすると、下図のように 2 つのカーソルを同時に移動できます。これはカーソルタイプ X1-X2 または Y1-Y2 での操作に相当します。



### ユニバーサルノブ

前面パネルのユニバーサルノブを回してカーソル位置を移動します。ノブを押すと異なるカーソルラインを選択できます。例えば、現在のカーソルが X1 の場合、押すと X2 を選択し、再度押すと X1-X2 を選択します。

ジェスチャーはカーソルを素早く移動させますが、精度は高くありません。一方、ノブはカーソルを精密に移動させますが、速度はそれほど高くありません。必要に応じて両方を組み合わせて使用できます：まずジェスチャーで粗調整を行い、その後ユニバーサルノブで微調整を行います。

### ダイアログボックス

ダイアログボックスのカーソル値領域をタッチし、ユニバーサルノブを回転させて位置を調整します。



## 18 測定

### 18.1 概要

SDS2000X HD は強力な自動測定リストを備えています。これらのパラメータはカーソルなしで自動測定可能であり、立ち上がり時間、立ち下がり時間、ピーク間電圧、周期などの一般的な測定を含みます。 SDS2000X HD は複数チャンネルの同時測定も可能で、M1 表示モードでは最大 5 パラメータの統計値を、M2 モードでは最大 12 パラメータを表示します。特定チャンネルでより多くのパラメータを表示したい場合は「シンプル」モードを利用できます。時間ゲート内で関心のある波形を測定するには「ゲート」機能の使用が推奨されます。

一部のパラメータ測定値（平均値など）は、フレーム内の全データから算出される値です。一部のパラメータ測定値（周期など）はフレーム内の全測定値を累積しますが、表示値は常に最初の値となります。1 フレーム内の複数パラメータの分布を知りたい場合は、統計機能を使用してください。

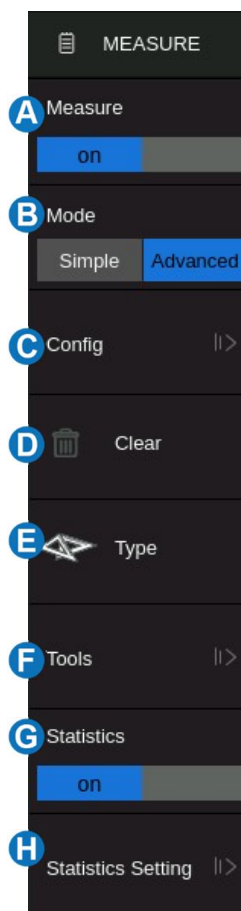


- A. 他のウィンドウが表示されると、波形表示領域は自動的に縮小されます
- B. 測定パラメータと統計表示領域。「シンプル」モードを選択すると、「シンプル」パラメータ領域が表示されます
- C. 統計ヒストグラム表示領域

## D. 測定ダイアログボックス

フロントパネルの「**測定**」ボタンを押すか、「**測定**」>「**メニュー**」をタッチしてダイアログボックスを開きます。

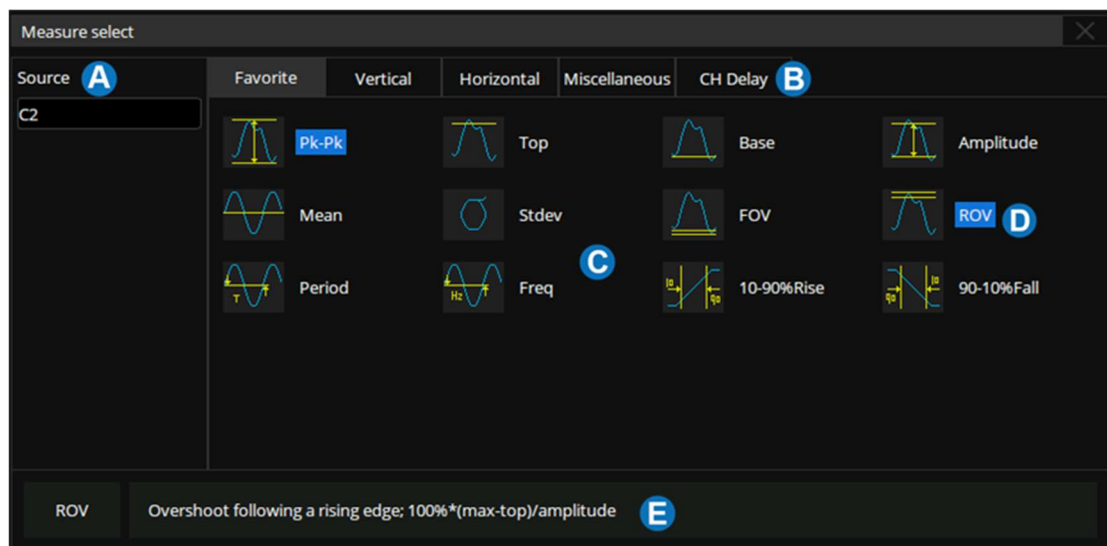
- A. 測定の有効化/無効化
- B. 測定モードを設定：簡易または詳細。「簡易」では選択したチャンネルの基本測定パラメータを表示します。「詳細」モードでは、必要に応じて測定パラメータを一つずつ追加できます
- C. 測定設定：ゲート、振幅戦略、しきい値、表示モード
- D. 選択した測定をすべてクリア
- E. 測定パラメータを選択
- F. トレンド、トラック、測定カーソルを含むツール
- G. 統計情報の表示/非表示を切り替える
- H. 統計設定：カウント制限、AIM 制限、統計リセット、ヒストグラム





## 18.2 パラメータの設定

測定ダイアログボックスで「タイプ」をタッチするか、測定パラメータと統計表示領域で「+」をタッチしてパラメータ選択ウィンドウを開く：



- A. 現在の設定のソースを設定します。
- B. 測定パラメータ分類タブ（お気に入り、垂直、水平、その他、CH 遅延）。タブをタッチすると、**C** 領域に対応するパラメータが表示されます
- C. 測定対象のパラメータをタッチしてアクティブにし、再度タッチするとパラメータを閉じます。
- D. 背景がハイライトされたパラメータはアクティブ状態を示します。上図では「Pk-Pk」と「ROV」がアクティブです。
- E. 最後に選択されたパラメータの説明。

測定パラメータを追加する正しい手順は、**A** 領域でソースを選択し、次に **C** 領域でパラメータを選択することです。例えば、C1 に Pk-Pk 測定、C2 に周期測定を追加するには、以下の手順に従います：

ソース > C1 > 垂直 > Pk-Pk

ソース > C2 > 水平 > 周期

チャンネル遅延（CH Delay）測定では、関与するソース数が 1 より多いため、ソースを指定する手順



が異なります:



パラメータ選択領域で、まず **ソース A** に対応するチャンネルを指定し、次に **ソース B** に対応するチャンネルを指定します。最後に測定パラメータを選択します。例えば、**C1** と **C2** 間のスキューを有効にするには、以下の手順に従います:

**ソース A > C1 > ソース B > C2 > スキュー**

パラメータを選択すると、グリッド下部のパラメータおよび統計表示領域に表示されます:

MEASURE	Pk-Pk(C1)	ROV(C1)	Period(C2)	Phase(C1,C2)
Value	417mV	2.52%	995.2ns	-21.28°

空白領域の「+」をタッチしてパラメータを追加します。

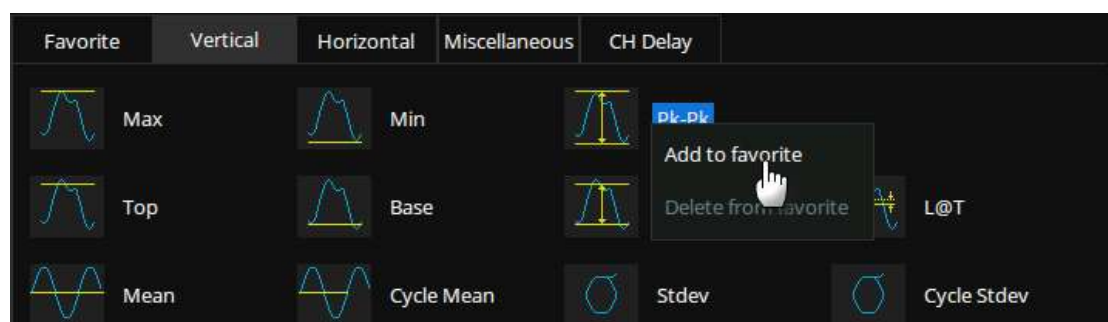
各パラメータの右上隅にある「-」をタッチすると、そのパラメータを閉じます。

測定を閉じるには、領域右上の✕をタッチします。

ダイアログボックスの「クリア」をタッチすると、すべてのパラメータを閉じます。

「お気に入り」タブは頻繁に使用する項目を保存するために使用します。このタブはカスタマイズ可能です。最大 20 項目まで保存できます。項目を長押しすると「お気に入り」タブへの追加または削除が行えます。例: **Pk-Pk** を「お気に入り」タブに追加する場合:

**詳細設定 > タイプ > 垂直 > Pk-Pk > お気に入りに追加**



「お気に入り」タブからピリオドを削除するには:

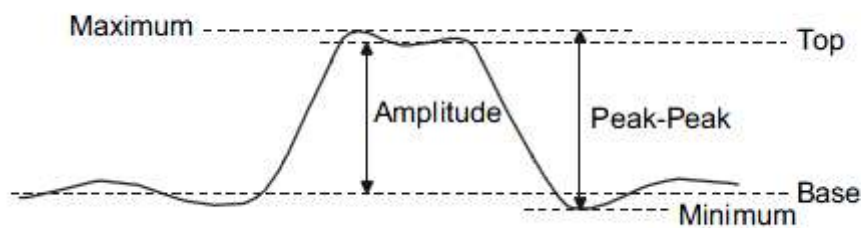
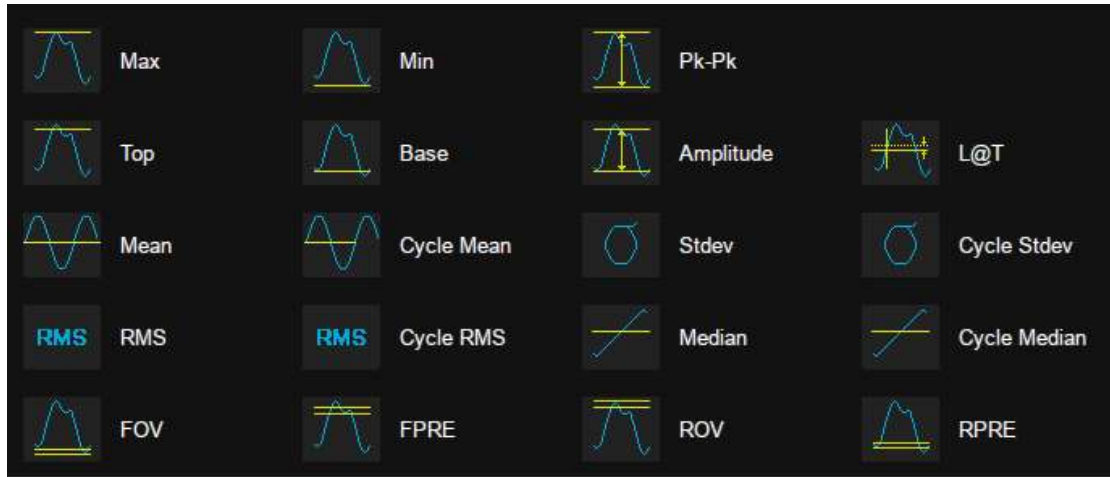
詳細 > 種類 > お気に入り > 期間 > お気に入りから削除



## 18.3 測定の種類

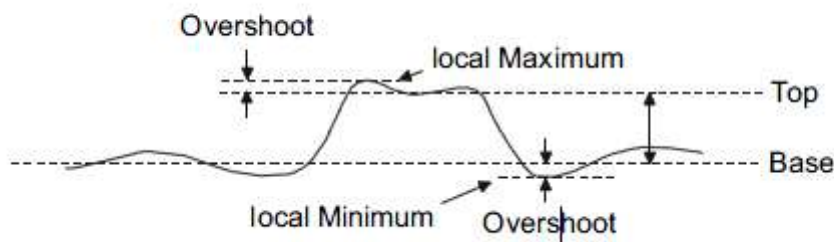
### 18.3.1 垂直測定

垂直測定には 19 のパラメータが含まれます:



- **最大値:** 入力波形における最高値
- **最小値:** 入力波形における最小値
- **Pk-Pk:** 最大値と最小値の差
- **トップ:** 二峰性波形における最も確率の高い高状態の値
- **ベース:** 二峰性波形における最も確率の高い低い状態の値
- **振幅:** 二峰性波形におけるトップとベースの差。二峰性でない場合は最大値と最小値の差
- **平均値:** データ値の平均
- **周期平均:** 最初の周期におけるデータ値の平均
- **標準偏差:** データの標準偏差

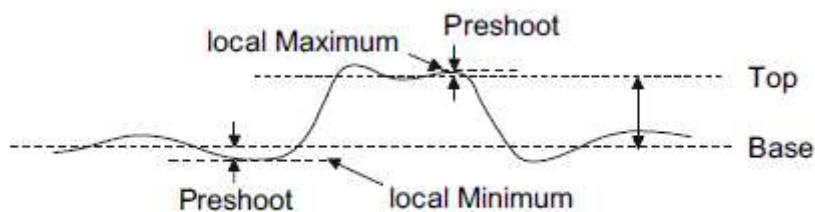
- **周期標準偏差**: 最初の周期におけるデータの標準偏差
- **RMS**: データの二乗平均平方根
- **サイクル RMS**: 最初のサイクルにおけるデータの二乗平均平方根
- **中央値**: 測定値の 50%が上回り、50%が下回る値
- **サイクル中央値**: 最初のサイクルの中央値
- **オーバーシュート (FOV)**: 立ち下がりエッジ後のオーバーシュート;  $100\% \times (\text{ベース} - \text{最小値}) / \text{振幅}$
- **オーバーシュート (ROV)**: 立ち上がりエッジ後のオーバーシュート;  $100\% \times (\text{max} - \text{top}) / \text{振幅}$



$$\text{Rising Edge Overshoot} = \frac{\text{Maximum} - \text{Top}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

$$\text{Falling Edge Overshoot} = \frac{\text{Minimum} - \text{Base}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

- **プリシュート (FPRE)**: 立ち下がりエッジ前のオーバーシュート。  
 $100\% \times (\text{max} - \text{top}) / \text{振幅}$  に等しい。
- **プリシュート (RPRE)**: 立ち上がりエッジ前のオーバーシュート。  
 $100\% \times (\text{ベース} - \text{最小値}) / \text{振幅}$  に等しい。



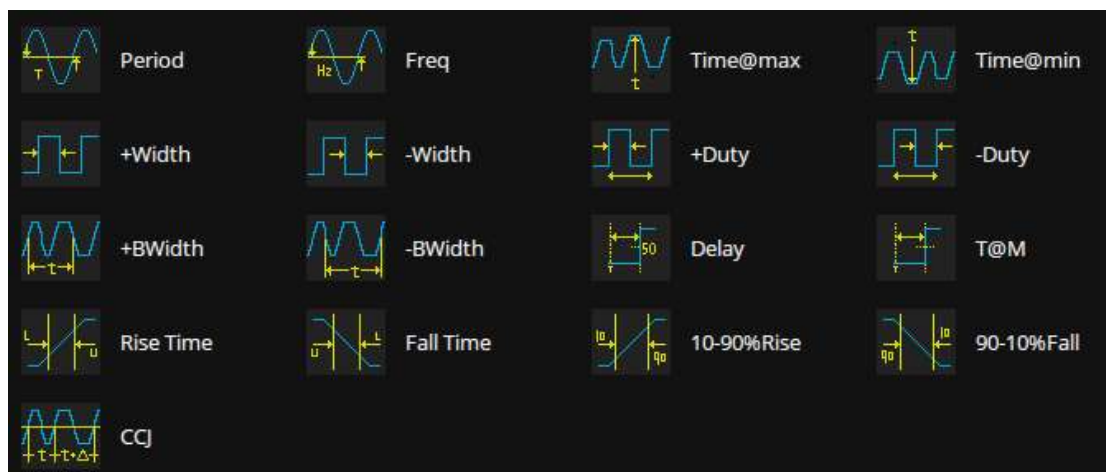
$$\text{Falling Edge Preshoot} = \frac{\text{Maximum} - \text{Top}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

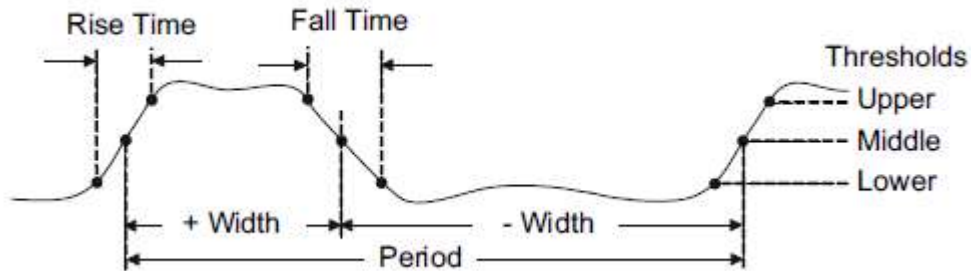
$$\text{Rising Edge Preshoot} = \frac{\text{Minimum} - \text{Base}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

- **L@T:** トリガー位置で測定されたレベル

### 18.3.2 水平測定

水平測定には 17 のパラメータが含まれます:

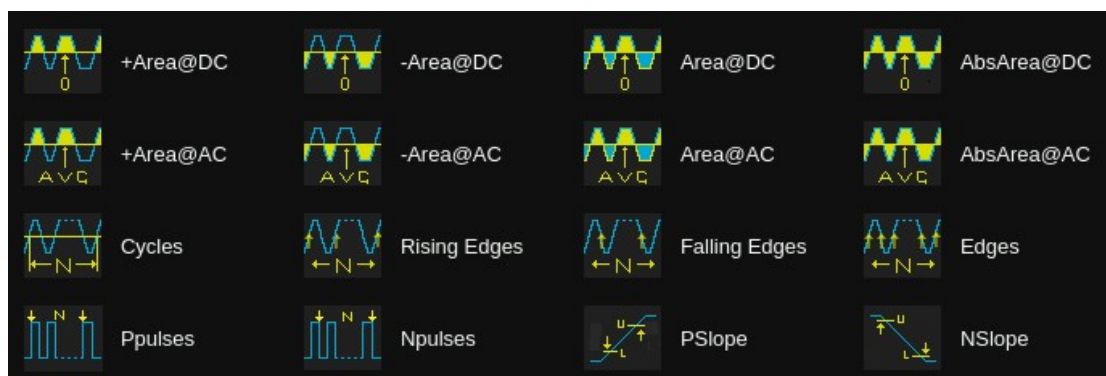




- **周期:** 連続する同極性エッジの中間しきい値ポイント間の時間間隔。
- **Freq:** 周期の逆数
- **Time@max:** 最大値の最初の発生時刻
- **最小値到達時間:** 最小値が最初に観測された時刻
- **+幅:** パルスの立ち上がりエッジの中間閾値から次の立ち下がりエッジの中間閾値までの時間差
- **-幅:** パルスの下降エッジの中間閾値から次の上昇エッジの中間閾値までの時間差
- **+デューティ:** 正のデューティサイクル。正の幅と周期の比率
- **-Duty:** 負のデューティサイクル。負の幅と周期の比率
- **+BWidth:** 中間閾値における最初の上昇エッジから最後の下降エッジまでの時間
- **-BWidth:** 中間閾値における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
- **遅延:** トリガーから中間閾値における最初の遷移までの時間
- **T@M:** トリガーから中間閾値における各立ち上がりエッジまでの時間
- **立ち上がり時間:** 下限閾値から上限閾値までの立ち上がりエッジの持続時間
- **Fall Time:** 上限閾値から下限閾値までの立ち下がりエッジの持続時間
- **10-90%Rise:** 10-90%間の立ち上がりエッジの持続時間
- **90-10%下降時間:** 90-10%区間における下降エッジの持続時間
- **CCJ:** 連続する2期間の差

### 18.3.3 その他の測定項目

その他測定タブには 16 のパラメータが含まれます:

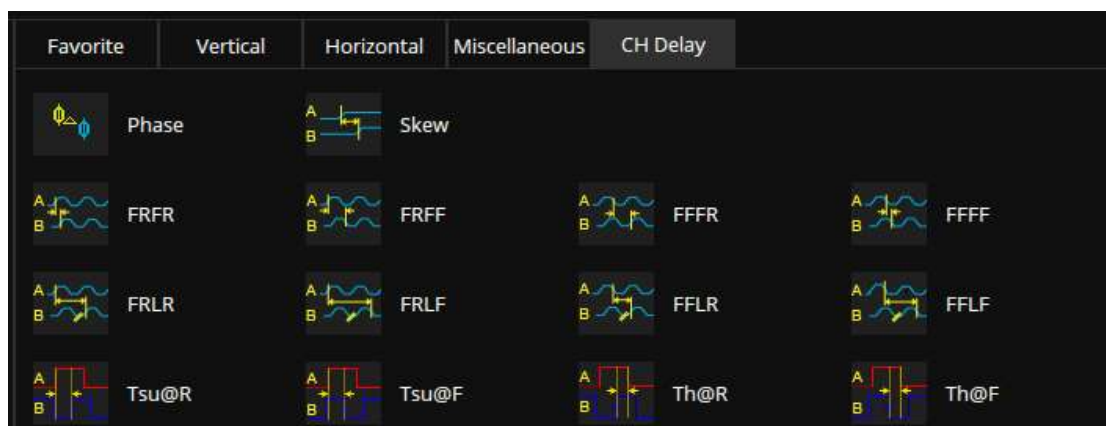




- **+Area@DC:** 波形がゼロを超える部分の面積
- **-Area@DC:** 波形のゼロ以下における面積
- **Area@DC:** 波形の面積
- **AbsArea@DC:** 波形の絶対面積
- **+Area@AC:** 平均値より上の波形の面積
- **-Area@AC:** 平均値より下の波形の面積
- **Area@AC:** 平均値より上の波形の面積から平均値より下の波形の面積を引いたもの
- **AbsArea@AC:** 平均値より上の波形の面積と平均値より下の波形の面積の合計
- **Cycles:** 周期波形における周期数
- **Rising Edges:** 波形における立ち上がりエッジの数
- **下降エッジ:** 波形内の下降エッジの数
- **エッジ:** 波形内のエッジ数
- **Ppulses:** 波形内の正パルス数
- **Npulses:** 波形内の負パルス数
- **PSlope:** 上昇エッジの勾配
- **NSlope:** 下降エッジの勾配

### 18.3.4 遅延測定

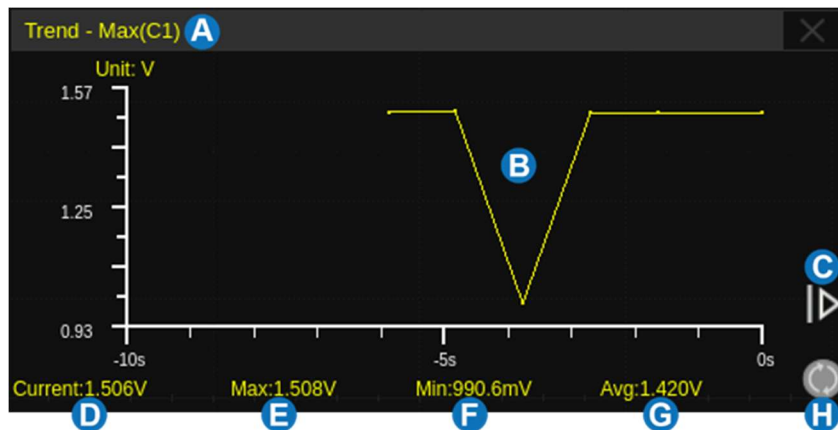
遅延測定は、2つのチャネル間の時間差を測定します。これには 14 の遅延パラメータが含まれます:



- **位相:** 2つのエッジ間の位相差
- **Skew:** ソース A のエッジ時刻から最も近いソース B のエッジ時刻を引いた時間
- **FRFR:** 中間閾値におけるソース A の最初の上昇エッジと、それに続くソース B の最初の上昇エッジ間の時間
- **FRFF:** 中間閾値におけるソース A の最初の上昇エッジと、それに続くソース B の最初の変降エッジの間隔
- **FFFR:** 中間閾値におけるソース A の最初の変下がりエッジと、それに続くソース B の最初の変上がりエッジの間隔
- **FFFF:** 中間閾値におけるソース A の最初の変下がりエッジと、それに続くソース B の最初の変下がりエッジの間隔
- **FRLR:** 中間閾値におけるソース A の最初の上昇エッジとソース B の最後の変エッジとの間の時間
- **FRLF:** 中間閾値におけるソース A の最初の上昇エッジとソース B の最後の変降エッジの間隔
- **FFLR:** 中間閾値におけるソース A の最初の変下がりエッジとソース B の最後の変上がりエッジの間隔
- **FFLF:** 中間閾値におけるソース A の最初の変下がりエッジとソース B の最後の変下がりエッジの間隔
- **Tsu@R:** クロック立ち上がりエッジ前のデータセツアップ時間
- **Tsu@F:** クロック立ち下がりエッジ前のデータセツアップ時間
- **Th@R:** クロック立ち上がりエッジ後のデータホールド時間
- **Th@F:** クロック立ち下がりエッジ後のデータホールド時間

## 18.4 トレンド

測定パラメータを追加した後、トレンドを使用して、選択した測定値の経時的な長期変化を観察できます。

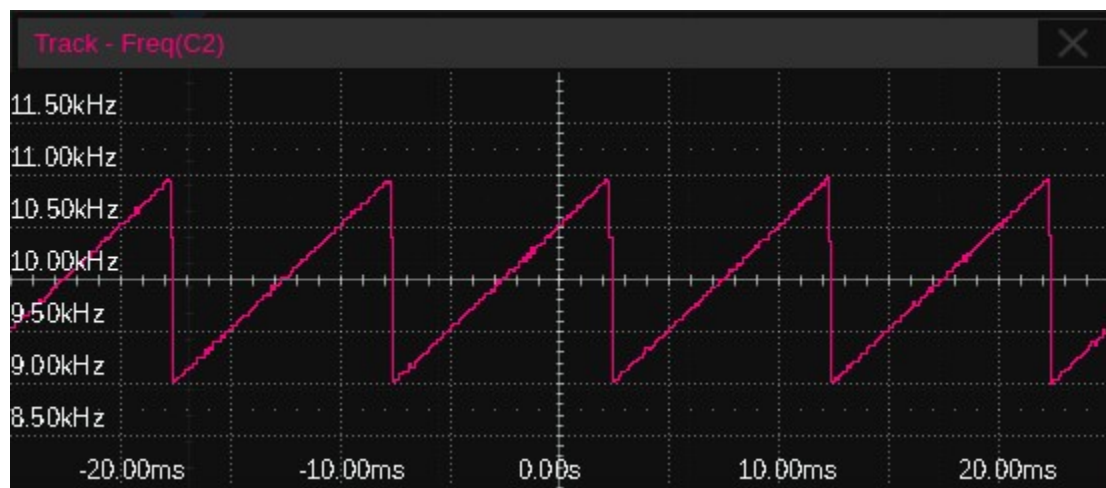


- A. 測定パラメータ表示領域
- B. トレンドプロット表示領域
- C. 時間範囲を拡張します。タップすると時間範囲が拡大されます。
- D. 現在の値
- E. 最大値
- F. 最小値
- G. 平均値
- H. 統計をリセット

統計をクリアして再起動するには、**[Clear Sweeps]** ボタンを押すか、測定ダイアログボックスの **[Reset Statistics]** をタッチするか、統計表示領域の [  ] 記号をタッチします。

## 18.5 トラック

トラックを有効にすると、1 フレーム内の水平パラメータ（周波数、立ち上がり時間など）の測定値と時間のプロットを観察できます。



フレーム内の統計数値の上限は、**[統計]** > **[AIM 制限]** で設定されます。これは、制限値を超える値がトラックプロットに表示されないことを意味します。

## 18.6 表示モード

高度な測定モードでは、M1 と M2 の 2 つの表示モードがサポートされています。

M1 モードでは、最大 5 つのパラメータ測定値を同時に表示します。統計機能が有効な場合、測定項目の下に統計値が一覧表示されます。列をタッチすると測定値の追加または置換が可能です。



M2 モードでは、最大 12 個のパラメータ測定値を同時に表示します。統計機能が有効な場合、統計データは測定項目の右側に配置されます。行をタッチすると測定値を追加または置換できます。

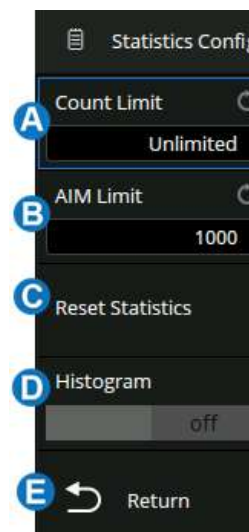


注: M2 モードではヒストグラム表示はサポートされていません。

## 18.7 測定統計

測定統計は、キャプチャされた波形の総数に基づきます。ローモードでは、測定統計は時間の経過とともに増加します。測定ダイアログボックスで「統計設定」をタッチすると、「統計設定」ダイアログボックスが表示されます：

- A. 統計機能の最大サンプル数を設定します。設定範囲は 0～1024、または無制限です。制限がない場合、統計数は累積されます。制限がある場合、最大統計数 N に達すると、最新の N 測定値のみがカウントされます。カウントが制限されている場合、各フレームの最初の周期測定値のみがカウントされます
- B. フレーム内の統計数値の上限を設定します。カウント制限が「無制限」に設定されている場合のみ有効です。設定範囲は 1～25,000 です
- C. 統計をクリアして再起動します。フロントパネルの「Clear Sweeps」ボタンを押すのと同等の効果があります
- D. ヒストグラムの表示/非表示を切り替えます
- E. 前のメニューに戻る




選択した各パラメータの測定値分布を観察する統計機能を有効にします。

MEASURE	Pk-Pk(C1)	Base(C1)	Period(C1)	Rise(C1)	+Duty(C1)
Value	3.17V	-1.50V	1.00ms	2.00ns	50.00%
Mean	3.16V	-1.50V	994.90us	3.49ns	50.38%
Min	3.15V	-1.50V	500.00us	2.00ns	0.00%
Max	3.17V	-1.50V	1.50ms	6.40ns	100.00%
Sdev	7.67mV	0.0pV	87.33us	1.52ns	7.80%
Count	82	62	196	37	132

- 値 - 現在の測定値
- 平均値 - すべての過去の測定値の平均
- 最小値 - 過去の全測定値の最小値
- 最大値 - 過去の全測定値の最大値
- 標準偏差 - 過去の全測定値の標準偏差

- **Count** – 過去の測定値の数

統計設定ダイアログボックスで「Clear Sweeps」ボタンを押すか「Reset Statistics」をタッチする、または統計表示領域の  シンボルをタッチすると、統計をクリアして再起動します。

オシロスコープがテスト対象のトレースがクリップされたことを検出すると、測定値の後に追加のオーバーフローインジケーターが表示されます：

>2.02353V(↑)

波形が上端でクリップ

>2.02353V(↓)

波形が下側でクリップ

>1.922353V(↑)

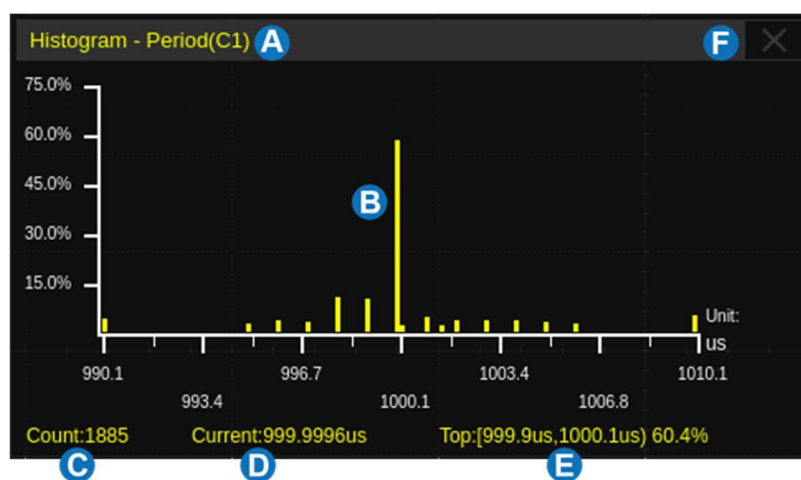
波形が上下両端でクリップ

## 18.8 統計ヒストグラム

選択した測定項目で統計機能を有効にした後、統計ヒストグラムも表示できます。ヒストグラムは統計領域の下部に表示され、測定パラメータの確率分布を素早く確認できます。ヒストグラムの色は測定ソースと一致します（チャンネル 1 は黄色など）。

MEASURE	Pk-Pk(C1)	Period(C1)	ROV(C1)	Rise(C1)	Amplitude(C1)
Value	4.733V	1.00000073ms	5.556%	3.20ns	4.200V
Mean	4.72444V	1.0000007167ms	5.76720%	3.2747ns	4.20000V
Min	4.667V	1.00000069ms	5.556%	3.20ns	4.200V
Max	4.733V	1.00000076ms	6.349%	3.60ns	4.200V
Sdev	19.12mV	16.0ps	0.35097%	155.9ps	0.00mV
Count	15	60	15	75	15
Histogram					

パラメータのヒストグラム領域をタッチすると拡大表示され詳細を確認できます。拡大されたヒストグラムウィンドウはドラッグ操作で画面内を移動可能です。別のパラメータのヒストグラムをタッチすると、対応する拡大ヒストグラムに切り替わります。



- A. パラメータ
- B. ヒストグラム表示領域。X 軸は測定値、Y 軸は確率を表します。
- C. 統計値のカウント
- D. 現在の値
- E. 最大値を含むピンと、値がそのピンに入る確率
- F. 拡大ヒストグラムを閉じる



## 18.9 簡易測定

簡易測定を有効にすると、指定したチャンネルの選択した測定パラメータがすべて同時に表示されます。測定パラメータのフォント色は、指定したソースの色と一致します。チャンネル 1 は黄色、チャンネル 2 は紫色など。

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

## 18.10 ゲート

信号の特定の時間範囲のみを測定対象とし、範囲外の信号部分を無視したい場合があります。この場合、ゲート機能が役立ちます。

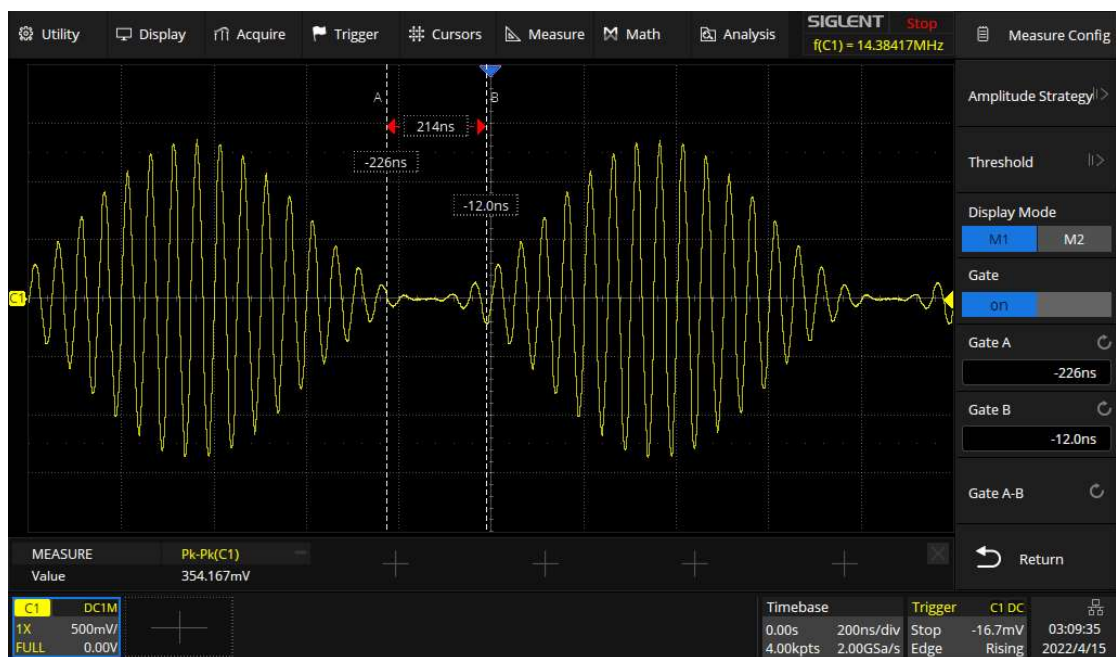
ゲートをオンにすると、グリッド領域に水平カーソル A と B が表示されます。右側にゲート設定ダイアログボックスが表示されます。

ゲートカーソル A と B は、パラメータ測定の時間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 の間にある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様です。詳細は「カーソルの選択と移動」を参照してください。



下図は、振幅変調波形の谷部のピーク間パラメータをゲート機能で測定するシナリオを示しています:

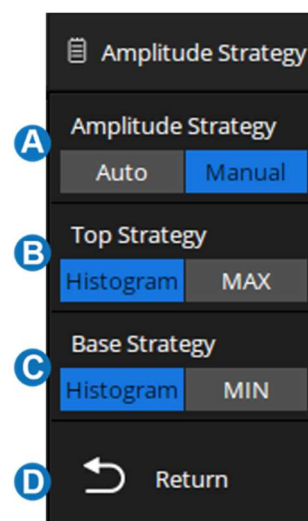


## 18.11 振幅戦略

入力信号の種類に応じて、ユーザーは頂点と底値をより正確に測定できる対応する振幅計算戦略を選択できます。

測定ダイアログボックスで **[設定]** > **[振幅戦略]** をタッチすると、振幅戦略ダイアログボックスが表示されます:

- 振幅計算戦略を設定します。**Auto** に設定すると、入力信号に応じて自動的に振幅計算戦略が選択され、測定値の精度が確保されます
- ピーク値計算戦略を設定します。「ヒストグラム」に設定すると波形の上半分で値をカウントし、確率が最大となる値をピーク値と判定します。「最大値」に設定すると波形の最大値をピーク値と判定します



- C. ベース値計算戦略を設定します。ヒストグラムに設定すると、波形の下半分で値をカウントし、確率が最大となる値をベース値として特定します。最小値に設定すると、波形の最小値をベース値として特定します
- D. 前のメニューに戻る

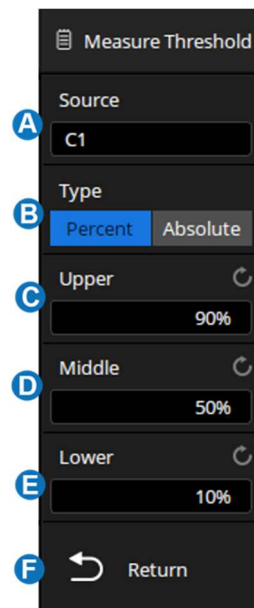
## 18.12 閾値

測定閾値はユーザーが定義可能。固定閾値より柔軟性が高い。例：パルス幅測定では 50% 固定ではなく閾値を指定可能。立ち上がり時間では 10%/90% 固定ではなく下限/上限閾値を指定可能。

デフォルトのしきい値を変更すると、周期、周波数、+幅、-幅、+デューティ、-デューティ、+B 幅、-B 幅、遅延、T@M、立ち上がり時間、立ち下がり時間、CCJ、サイクル数、立ち上がりエッジ数、立ち下がりエッジ数、エッジ数、P パルス数、N パルス数、遅延測定など、関連する測定項目の測定結果が変わる場合があります。

測定ダイアログボックスで **[設定]** > **[しきい値]** をタッチすると、しきい値ダイアログボックスを呼び出せます：

- A. 測定しきい値ソースの設定
- B. しきい値のタイプを設定
- C. 上限値を設定
- D. 中間値を設定
- E. 下限値を設定する
- F. 前のメニューに戻る



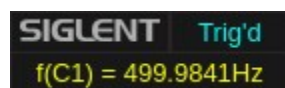
### しきい値タイプ

**パーセント:** 波形のパーセンテージに基づいて設定します。下限値と上限値の設定範囲は 1%～99% であり、下限値は中間値および上限値を超えてはなりません

**絶対値:** 垂直範囲に基づいて設定します。絶対しきい値は垂直スケール、オフセット、プローブ減衰率に依存します。絶対しきい値を設定する前にこれらの値を設定する必要があります。下限値と上限値は画面範囲に制限されます。絶対しきい値が最小または最大波形値より大きい、または小さい場合、測定が無効になる可能性があります。

## 18.13 ハードウェア周波数カウンタ

ハードウェア周波数カウンタは、独立したハードウェアベースの周波数測定機能です。ソフトウェアで測定される「Frequency」パラメータ（「水平測定」参照）とは異なり、ハードウェア周波数カウンタはトリガ信号を直接ハードウェアカウンタの入力として使用し、7 桁の周波数測定精度を実現します。ソフトウェアで測定される「Frequency」パラメータの精度はサンプリングレートに依存します。サンプリングレートが低いほど精度は低下します。サンプリングレートが入力周波数の 2 倍未満の場合、結果は不正確になります。ハードウェア周波数カウンタにはこの制限がなく、結果は常に下図のようにディスプレイ右上に表示されます:



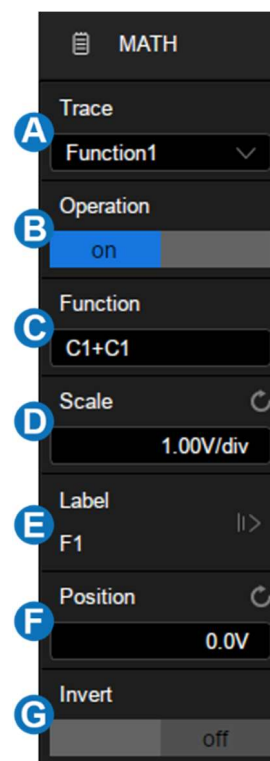
## 19 Math

### 19.1 概要

SDS2000X HD は 2 つの数学トレースと複数の演算子をサポートします。算術演算子：加算（+）、減算（-）、乗算（×）、除算（/）、平均、ERES、恒等演算子、否定、最大値保持、最小値保持； 代数演算子：微分(d/dt)、積分(∫dt)、平方根(√)、絶対値(|y|)、符号、指数関数、対数関数、補間；さらに FFT および数式エディタ。数学トレースは「F1～F2」アイコンで表示され、カーソルによる測定や自動測定のソースとして使用可能です。

前面パネルの **MATH** ボタンを押すか、チャンネル記述子ボックス領域の **+** をタッチし、**Func1** または **Func2** を選択すると、数学ダイアログボックスが表示されます。

- A. 数学トレースを選択、F1-F2
- B. 数学演算のオン/オフを切り替えます
- C. 関数を選択します。領域をタッチして関数設定ページを呼び出し、ソースと演算子を選択します
- D. 数学演算の垂直スケールを設定
- E. 数学トレースのラベルテキストを設定
- F. 数学演算の垂直位置を設定します。数学演算の垂直スケールと位置はノブでも設定可能です（「垂直制御」を参照）
- G. 「垂直方向のセットアップ」と同様の手順で反転を有効/無効にします。



#### 数学波形の単位

演算によって次元が異なるため、表示される **スケール** の単位は演算内容によって異なります。に表示される具体的な単位は演算によって異なります：

数学演算	単位
加算 (+) または減算 (-)	V、A、または U* * (2 つのソースの単位が一致しない場合に使用)
乗算 (x)	$V^2$ 、 $A^2$ 、または W
除算 (/)	なし、 $\Omega$ (抵抗単位オーム)、S (コンダクタンス単位ジーメンズ)
FFT	dBVrms、Vrms、dBArms、Arms、dBm
d/dt	V/s (ボルト/秒) または A/s (アンペア/秒)
$\int dt$	VS (Volt*second) または AS (A*second)
$\sqrt{\quad}$	$V^{0.5}$ または $A^{0.5}$
y	V, A
符号	V, A
Exp または Exp10	V, A
Ln または lg	V, A
intpr	V、A

## 19.2 算術演算

SDS2000X HD は、加算、減算、乗算、除算、平均、ERES、恒等演算、否定、最大値保持、最小値保持をサポートしています。

### 19.2.1 加算 / 減算 / 乗算 / 除算

SDS2000X HD は、任意の 2 つのアナログ入力チャンネルに対して、加算、減算、乗算、除算などの演算を実行でき、ソース A とソース B の値はポイントごとに計算されます。

次の図は  $F1 = C1 + C2$  の例を示しています：



### 19.2.2 恒等演算 / 否定演算

アナログチャンネルのいずれかで同一性または否定演算が選択された場合、ソース A の値はポイントごとに計算されます。次の図は  $F1 = -C1$  の例を示しています：



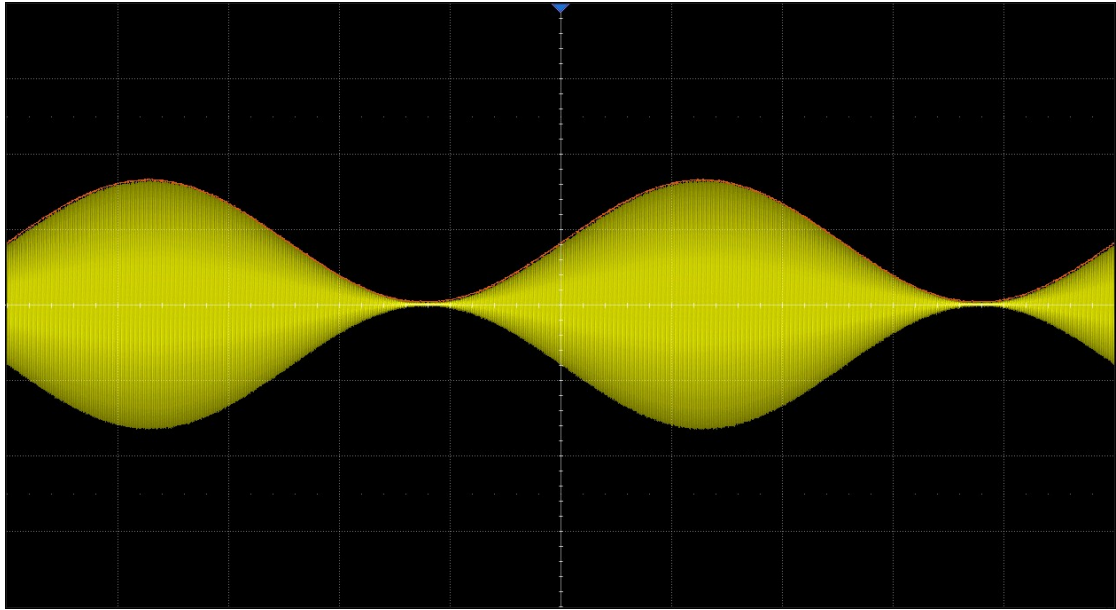
### 19.2.3 平均 / ERES

平均 / ERES は取得モードと演算機能でも設定可能ですが、計算方法が異なります。取得モードの平均と ERES はハードウェアで計算され、演算モードのソフトウェア計算よりも高速かつ高いサンプリングレートで処理されます。

### 19.2.4 最大値保持 / 最小値保持

最大保持値と最小保持値は複数フレームの統計計算に基づきます。下図は最大保持結果を示します。





## 19.3 代数演算

SDS2000X HD は、微分 (d/dt)、積分 (∫dt)、平方根 (√)、絶対値 (|x|)、符号、指数関数 ( $e^x$ )、10 進指数関数 ( $10^x$ )、自然対数 (ln)、常用対数 (lg)、補間 (Intrp) などの代数演算を実行できます。

### 19.3.1 微分

微分 (d/dt) 演算子は、選択したソースの導関数を計算するために使用されます。これは、オペアンプのスルーレートなど、波形の瞬間的な傾きを測定するために常に使用されます。

微分式は以下の通りです：

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

ここで：

d = 微分 結果

y = ソースデータの値

i = データポイントのインデックス

dx = 微分間隔

d/dt メニューにおける「dx」の範囲は 4～サンプル点数です。

**注：**微分はノイズの影響を受けやすい。追加ノイズの可視的な影響を最小限に抑えるため、取得モードを「平均」または「ERES」に設定することが有効である。

## 19.3.2 積分

積分操作は、画面上または指定されたゲート内の波形を積分します。

積分メニューで **オフセット** を設定することで、信号源の直流オフセットを補正する方法を提供します。入力信号の小さな直流オフセット（あるいはオシロスコープ自体のわずかなオフセット誤差さえ）が、積分出力波形を以下のように「ランプ状」に上昇または下降させる原因となります。

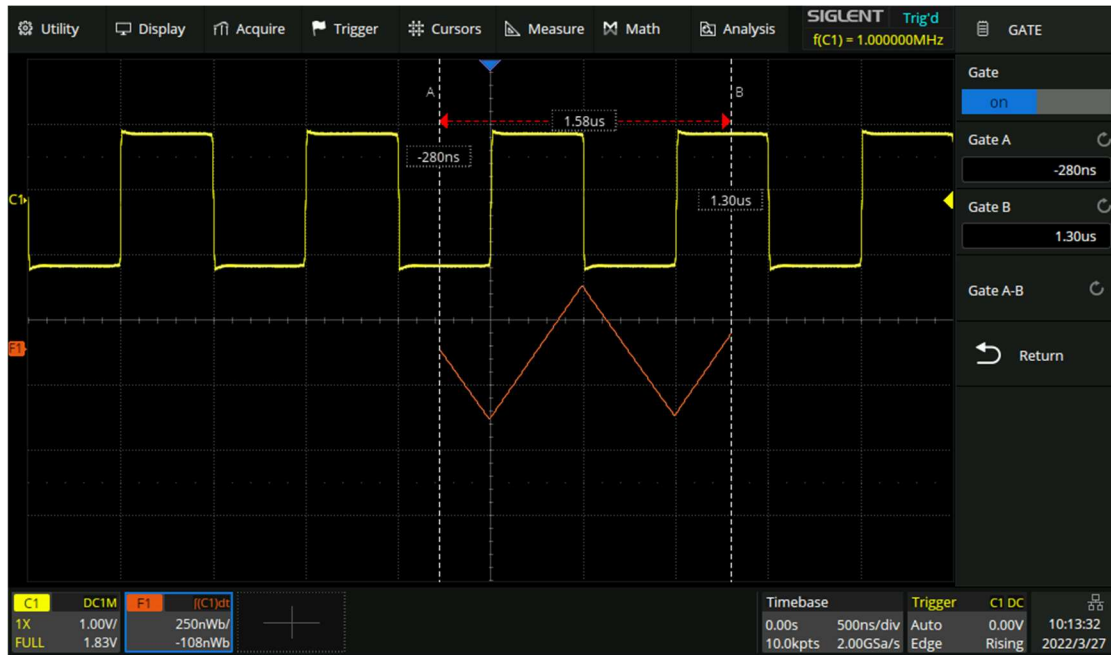


オフセットなしの積分



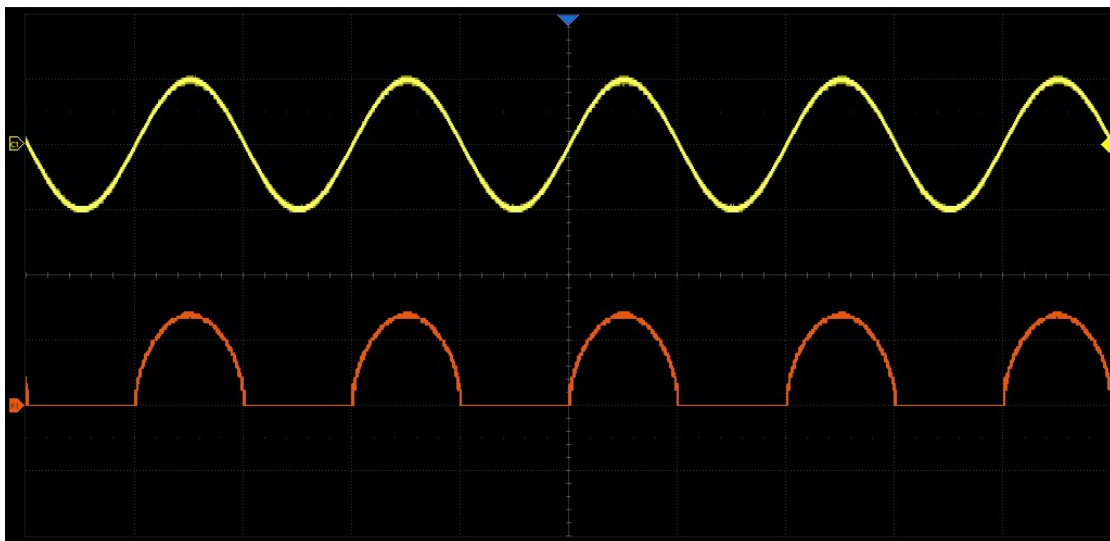
オフセットあり積分

さらに、指定したゲート内で積分操作を実行できます。数学ダイアログボックスの「**ゲート**」領域をタッチし、「**ゲート**」機能を有効にした後、「**ゲート A**」と「**ゲート B**」を設定してゲートを定義します。ゲートカーソルの設定は通常のカーソルと同様です。詳細は「カーソルの選択と移動」を参照してください。



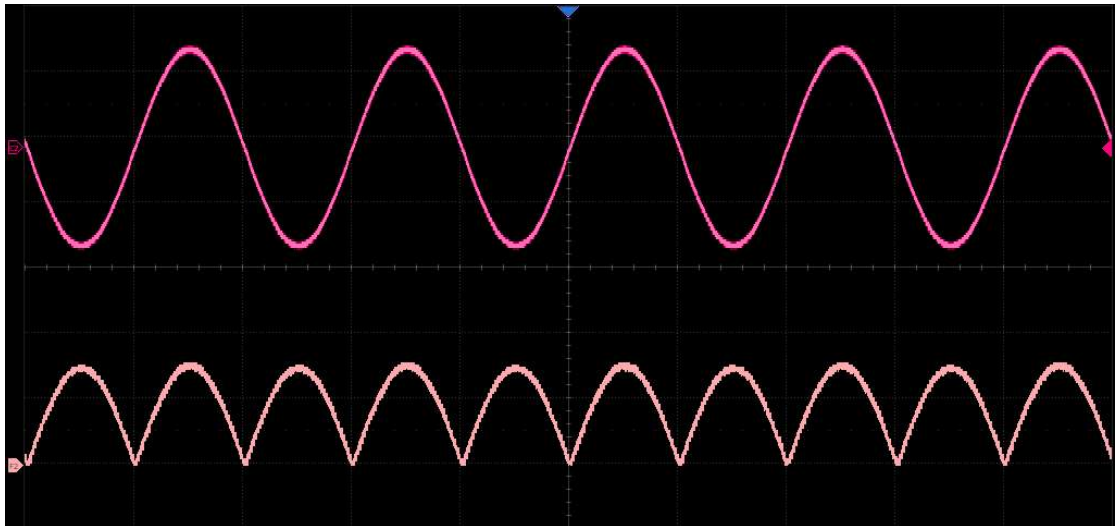
### 19.3.3 平方根

平方根 ( $\sqrt{\phantom{x}}$ ) は、選択したソースの平方根を計算します。波形値が負の場合（波形がグラウンドレベルより下にある場合）、結果はゼロとして表示されます。



### 19.3.4 絶対値

絶対値 ( $|x|$ ) は、選択したトレースの絶対値を計算します。

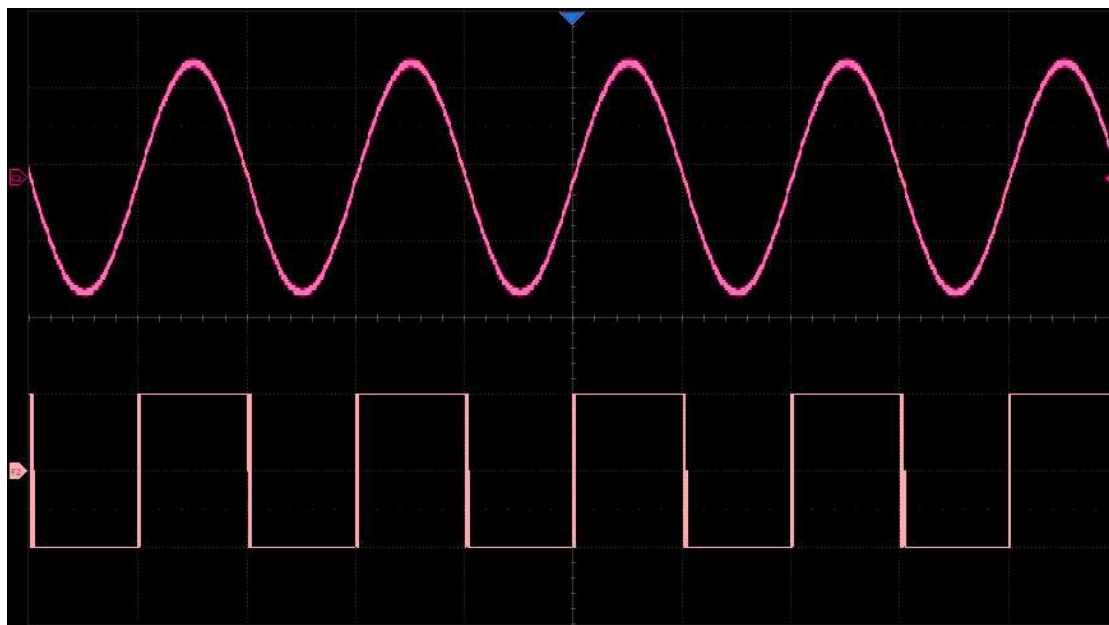


### 19.3.5 符号

数学において、符号関数（ラテン語の「**signum**」に由来）は、実数の符号を抽出する奇関数である。

実数  $x$  の符号関数は以下のように定義される：

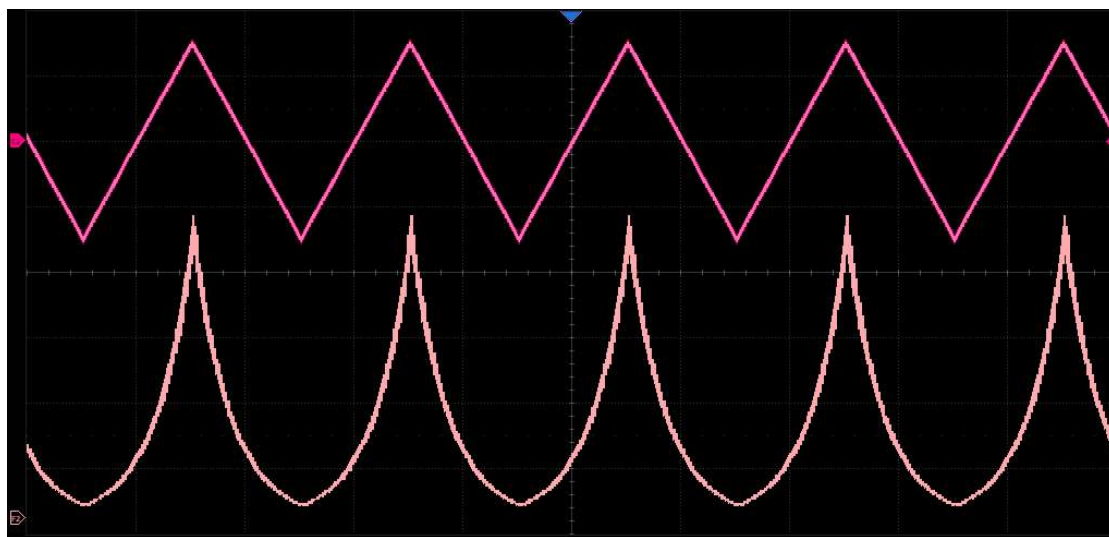
$$\begin{aligned} \text{Sign}(x) &= -1, & x < 0 \text{ の場合;} \\ &= 0, & x = 0 \text{ の場合;} \\ &= 1, & x > 0 \text{ の場合。} \end{aligned}$$



### 19.3.6 exp10

指数演算には、定数  $e$  に基づく指数演算 $e^x$  と、10 に基づく指数演算 $10^x$  が含まれます。

例:  $y(x) = e^x$ 。



### 19.3.7 lg

対数演算には、底  $e$  の対数 (ln) および底 10 の対数 (lg) が含まれます。対数演算では、波形値が負の場合（波形がグラウンドレベルより下にある場合）、結果は 0 として表示されます。

例:  $F1 = e^x$  ( $x$  は三角波関数)。  $F2 = \ln(F1)$ 。



### 19.3.8 補間

隣接するサンプリングポイント間で、選択した補間方法と補間係数に従って波形が補間されます。

[取得] > [補間] をタッチして補間方法を設定し、補間係数を 2、5、10、または 20 に設定できます。



係数 = 2



係数 = 20

## 19.4 周波数分析

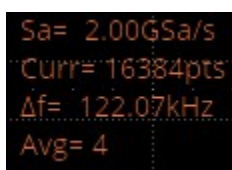
FFT（高速フーリエ変換）計算の結果は、ソース信号の周波数スペクトルです。FFT 表示の横軸は、時間（秒）ではなく周波数（Hz）単位で表示されます。さらに、縦軸には対数スケールリング（dBVrms/dBArms または dBm）のオプションがあります。



- A. 時間領域波形表示領域
- B. スペクトル（FFT）波形表示領域
- C. FFT パラメータ表示領域
- D. ダイアログボックス

### パラメータ表示領域

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：





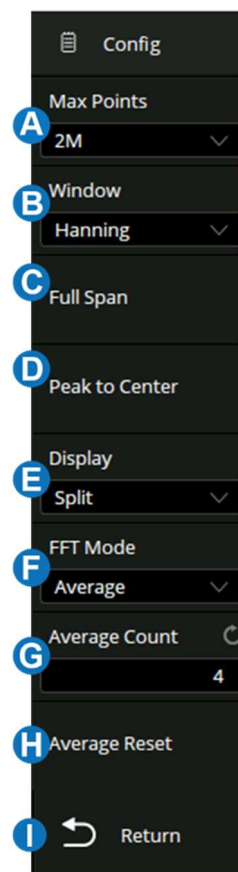
- **FFT サンプリングレート (Sa) :** FFT 演算結果は周波数スペクトルの第 1 ナイキスト領域 (DC ~Sa/2) を提示します。FFT サンプリングレートは時間領域のサンプリングレートと一致しない場合があることに注意してください。最大ポイント値が 2 Mpts に設定されている場合:
  - ✓ 時間領域の点数 N が 2 Mpts 未満の場合、FFT は N に最も近い 2 の整数乗の値を採用します。この場合、FFT サンプルレート = 時間領域のサンプルレートとなります。
  - ✓ N が 2 Mpts を超える場合、FFT はまず N を D でデシメーションし、計算用に最初の 2 Mpts を採用します。この場合、FFT サンプルレート = 時間領域のサンプルレート/D となります。

例えば、時間領域のサンプルレートが 2 GSa/s でサンプル数が 10 Mpts の場合、FFT はまずサンプルを 4 でデシメーションして 2.5 Mpts とし、最初の 2 Mpts を用いてスペクトルを計算します。この例では、FFT サンプルレート =  $2\text{GSa/s} \div 4 = 500\text{MSa/s}$  となります。
- **FFT ポイント (現在値) :** 現在の FFT ポイント数。2 の整数乗で表される。SDS2000X HD は最大 200 万ポイント (正確には 2097152 ポイント) まで対応する。
- **周波数間隔 ( $\Delta f$ ):** FFT シーケンス内の隣接する 2 点間の周波数間隔であり、周波数分解能に比例する。
- **FFT 平均カウント数 (Avg) :** FFT モードが「平均」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数を示します。

数学ダイアログボックスで「**操作**」を FFT に選択し、設定ダイアログボックスを呼び出すには

**設定** をタッチして設定ダイアログボックスを呼び出します:

- A. 最大ポイント数を設定 ( $2^n$ 、 $n = 10 \sim 21$ )
- B. ウィンドウタイプを設定 (矩形、ブラックマン、ハニング、ハミング、フラットトップ)
- C. 水平軸を自動でスパン範囲 ( $0 \sim f_s/2$ ) に設定
- D. 中心周波数を前フレームの最大周波数成分に自動設定
- E. 表示モードを選択 (分割表示、全画面表示、排他表示)
- F. FFT モードを選択 (通常、平均、最大保持)
- G. 平均モードでの平均カウントを設定
- H. 平均値をリセット
- I. 前のメニューに戻る



## Windows

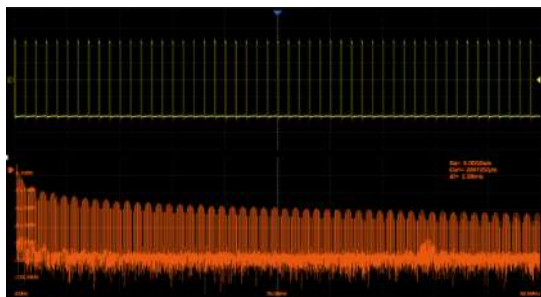
FFT におけるスペクトルリーク は、ウィンドウを使用することで大幅に低減できます。SDS2000X HD は、さまざまな特性を持つ 5 種類のウィンドウを用意しており、さまざまなシナリオに適用できます。

たとえば、周波数間隔が非常に近い 2 トーン信号の場合、最高の周波数分解能を持つ矩形ウィンドウを使用するのが適しています。振幅測定精度が重要な場合は、最高の振幅分解能を持つフラットトップウィンドウを選択することをお勧めします。

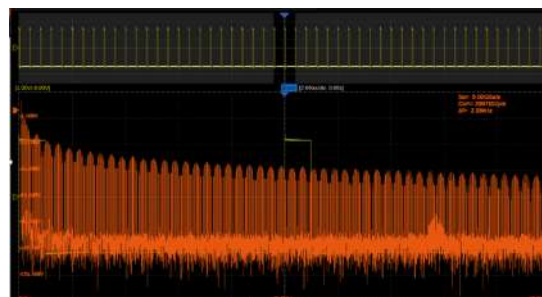
ウィンドウ	特性	主ビーム幅	サイドローブ抑制	最大振幅誤差
矩形	最高の周波数分解能 最悪振幅分解能 ウィンドウなしの場合と同等	$4\pi/N$	-13 dB	3.9 dB
ハニング	より優れた周波数分解能 振幅分解能の低さ	$8\pi/N$	-32 dB	1.4 dB
ハミング	優れた周波数分解能 振幅分解能が低い	$8\pi/N$	-43 dB	1.8 dB
ブラックマン	周波数分解能不良 優れた振幅分解能	$12\pi/N$	-58 dB	1.1 dB
フラットトップ	最悪の周波数分解能 最高の振幅分解能	$23\pi/N$	-93 dB	< 0.1dB

## 表示モード

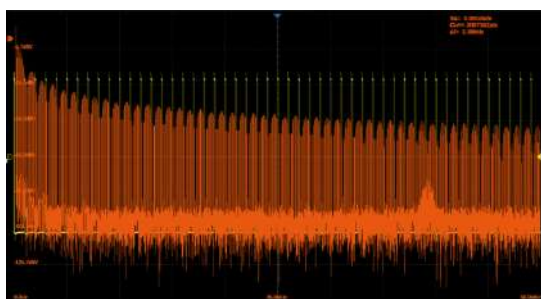
- 分割表示:** 時間領域波形と周波数領域波形を別々に表示します。時間領域波形は画面上半分に、周波数領域波形は画面下半分に表示されます。分割表示モードでズームが有効な場合、ズームされた波形と周波数領域波形が画面下半分に同時に表示されます。
- 全画面表示:** 時間領域波形と周波数領域波形を同時に表示します。
- 排他的:** 周波数領域波形のみが表示されます。



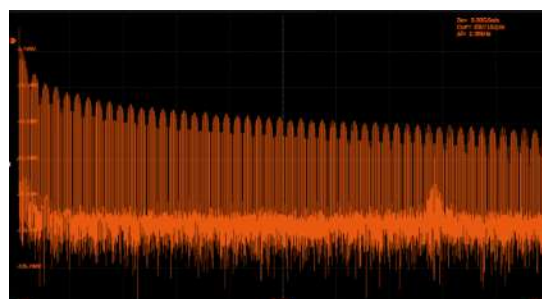
分割モード、ズームオフ



分割モード、ズームオン



フルスクリーンモード



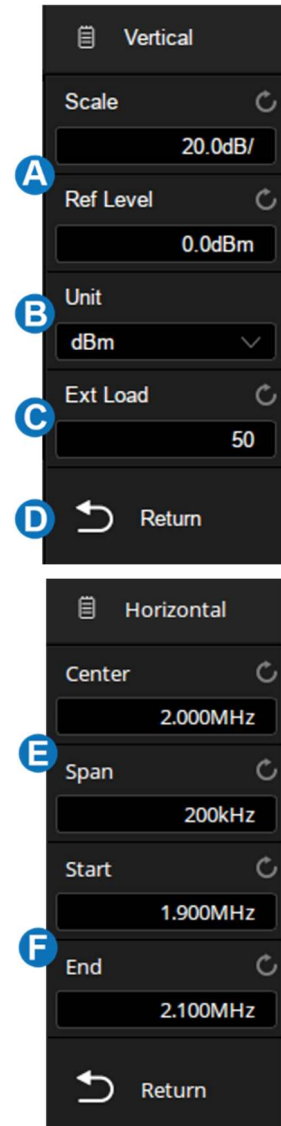
排他モード

## FFT モード

- **通常:** 各フレームの FFT 結果を直接表示します。
- **最大値保持:** クリアされるまで、表示上の履歴フレーム内の最大値を保持します。このモードは、散発的なパルス信号や周波数ホッピング信号など、不連続な波形の検出に適しています。最大値保持波形をクリアするには、フロントパネルの「**クリアスイープ**」ボタンを押してください。
- **平均:** 信号に重畳されたランダムノイズの影響を低減します。FFT モードを平均に設定すると、**FFT** モード欄に **平均**が表示されます。平均カウントは **4~1024** の範囲で設定可能です。前面パネルの**クリアスイープ**ボタンを押すか、ダイアログボックス内のリセットをタッチすると平均カウンタが再起動します。  
**リセット**を押すか、ダイアログボックス内の**リセット**をタッチすると平均カウンタがリセットされます。

数学ダイアログボックスで「**垂直**」または「**水平**」をタッチすると、FFT の垂直または水平設定ダイアログボックスを呼び出します:

- A. 垂直スケールと基準レベルを設定
- B. 単位 (dBVrms、Vrms、dBm) を設定します。単位が dBm の場合、オシロスコープは **C** 領域で設定された外部負荷値に基づき dBm 値を自動計算します
- C. 正しい dBm 結果を算出するために使用される外部負荷を設定
- D. 前のメニューに戻る
- E. 中心スパン周波数を設定
- F. 開始周波数と終了周波数を設定します。



## 単位

垂直軸の単位は、dBm、dBVrms、または Vrms に設定できます。dBVrms および Vrms は、それぞれ対数スケールリングまたはリニアスケールリングを使用します。より大きなダイナミックレンジを表示するには、dBVrms を使用することをお勧めします。dBm は電力単位であり、**Ext Load** の値が実際に測定される信号の負荷インピーダンスと一致するように設定されている場合にのみ、正しい結果を得ることができます。

## 垂直軸制御

「**基準レベル**」をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで FFT 波形の基準レベルを設定できます。フロントパネルのデコード、デジタル、数学、基準で共有されるオフセットノブで

も設定可能です。

「Scale」をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで FFT 波形の垂直スケールを設定できます。フロントパネルの Decode、Digital、Math、Ref で共有されるスケールノブでも設定可能です。垂直スケール調整の基準点はリファレンスレベルです。

## 水平制御

センターをタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで中心周波数を設定できます。

スパンをタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで中心周波数を中心とした周波数スパンを設定できます。

スタートをタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで開始周波数を設定できます。

「終了」をタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで終了周波数を設定できます。

センター、スパン、開始、終了の関係は次の通りです：

$$\text{センター} = (\text{開始} + \text{終了})/2$$

$$\text{スパン} = \text{終了} - \text{開始}$$

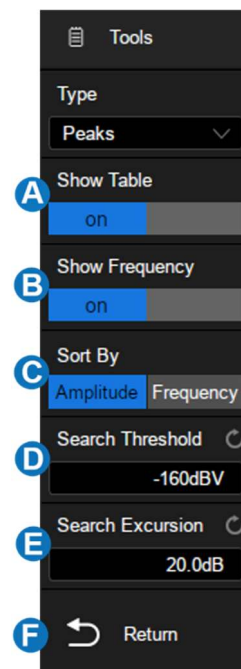
## FFT ツール

SDS2000X HD は FFT 波形用に 2 つのツールを提供します：ピーク検出ツールとマーカーツールです。ピーク検出ツールは適格なピークポイントを自動検索し、FFT 波形上にマークします。最大 10 ピークまで対応します。マーカーツールはピーク検出ツールに基づき、適格な高調波を自動検索し、ユーザーが各マーカーの位置を制御できます。最大 8 マーカーまで対応します。

FFT ツールダイアログボックスを呼び出すには、数学ダイアログボックスで「ツール」をタッチします：

FFT ツールの「ピーク」を選択すると、ダイアログボックスは次のようになります:

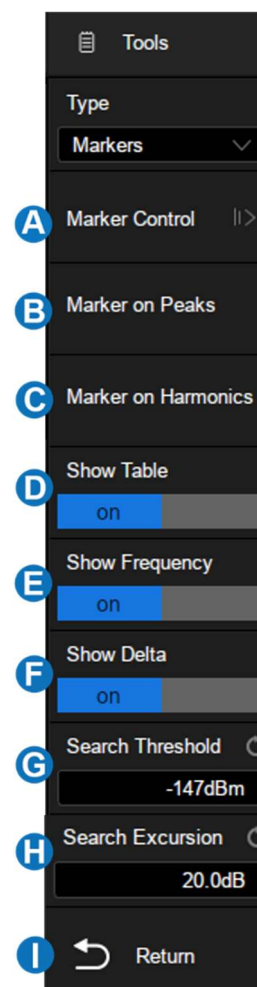
- A. テーブルの表示/非表示を切り替えます。テーブルを表示すると、**D** (検索閾値) と **E** (検索振幅) の制限で検出されたピークが表形式で表示されます
- B. テーブル内のピーク周波数表示のオン/オフを切り替えます
- C. ピークを振幅または周波数で並べ替え
- D. 検索閾値を設定します。指定値を超えるピークのみ表示されます
- E. ピーク値と両側の最小振幅の差を設定します。この差は検索振幅範囲より大きい必要があります
- F. 前のメニューに戻る





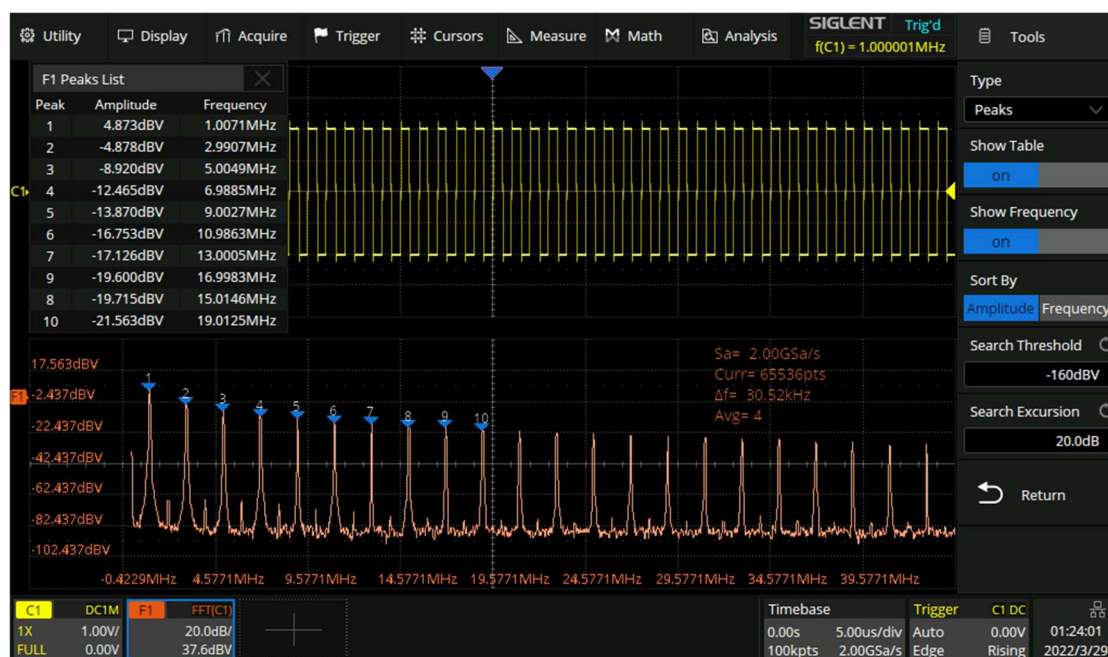
FFT ツール「マーカー」を選択すると、ダイアログボックスは次のようになります:

- A. マーカーを制御します。各マーカーの表示と位置をタッチ操作で制御
- B. ピーク上のマーカー。検索閾値と  
検索振幅
- C. 倍音マーカー。FFT 波形の各倍音を自動的にマーキングします
- D. テーブルの表示を切り替える
- E. 周波数表示のオン/オフを切り替える
- F. デルタ表示のオン/オフを切り替える
- G. 検索閾値を設定する。ピーク制限値を超えるピークのみがピークとして判定される
- H. 両側のピーク値と最小振幅の差を設定します。この差は検索振幅より大きくする必要があります。検索振幅はピークとして判定可能です
- I. 前のメニューに戻る



**注:** FFT ダイアログボックスは表示領域より長くなっています。ダイアログボックス領域をジェスチャーで上下にスライドさせるか、マウスホイールをスクロールして非表示領域を表示してください。

以下は FFT 波形のピークを示します:



## FFT 波形の測定

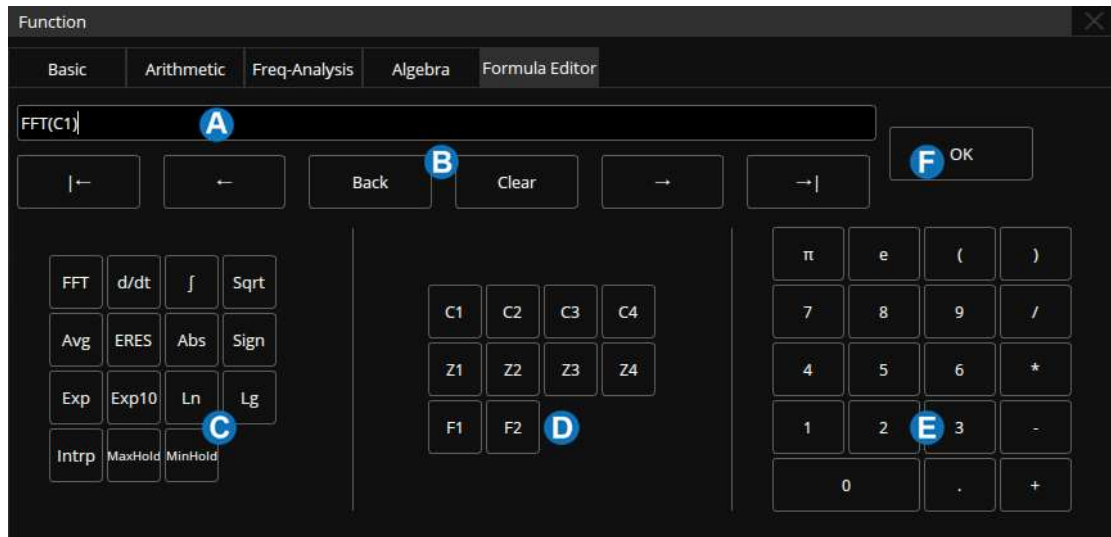
フロントパネルの「カーソル」ボタンを押してカーソル機能を有効にし、ソースを「Math」に設定します。X1 および X2 カーソルを使用して、カーソル位置の周波数値を測定できます。

自動測定では FFT の最大パラメータのみがサポートされます。

**注:** 信号内の直流成分は 0 Hz 付近で大きな振幅を示す場合があります。直流成分の測定が不要な場合は、ソースチャンネルの結合モードを「AC」に設定することを推奨します。

## 19.5 式エディタ

操作設定ページで「**数式エディタ**」をタッチするとエディタが呼び出されます:



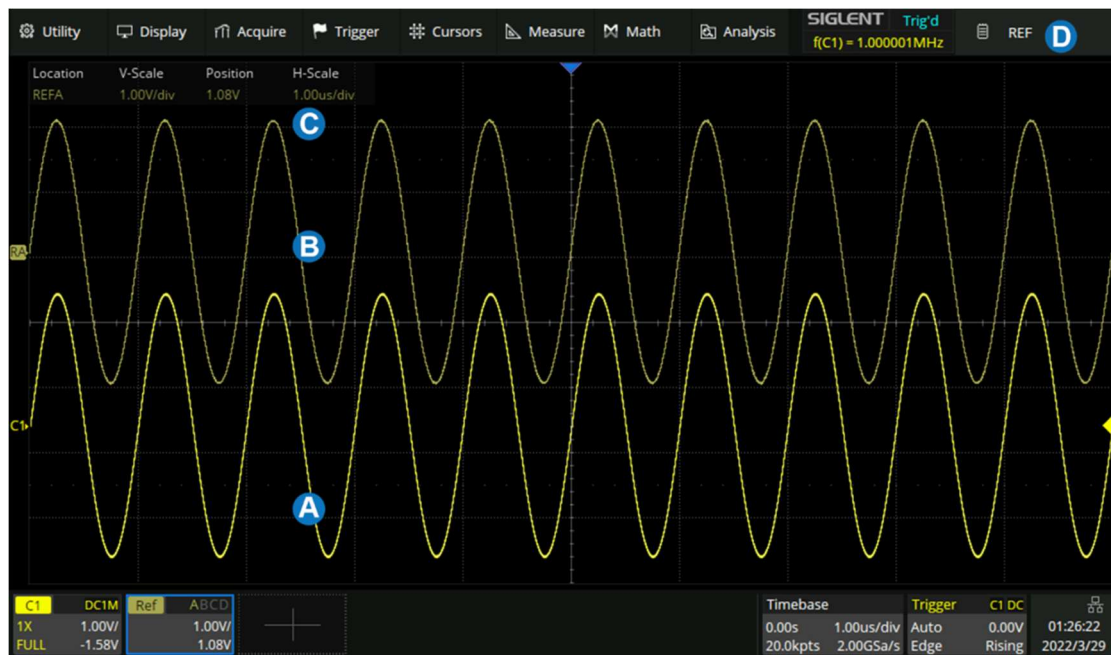
- A. 数式表示テキストボックス
- B. 入力式を消去・修正できる操作領域
- C. 特殊演算子
- D. 演算ソース。**Cx** はアナログトレース、**Zx** はズームトレース、**Fx** は数学トレースを表す
- E. キーボード領域には基本算術演算子（加算(+)、減算(-)、乗算(\*)、除算(/)）が含まれます
- F. 確定ボタン。数式入力後、ボタンを押すと適用されます

以下は数式エディタによる  $F1 = (C1 + C1) * C2$  の例



## 20 リファレンス

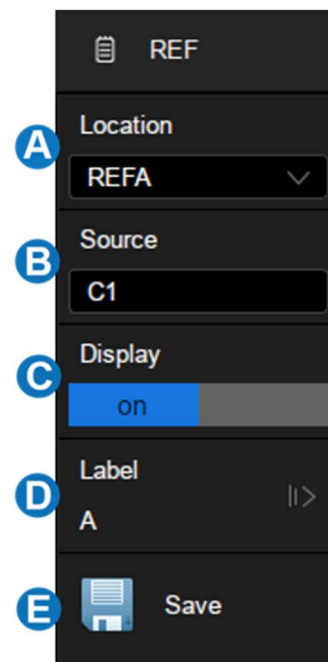
アナログチャンネルまたは数学演算からのデータは、内蔵不揮発性メモリ内のリファレンス位置（REFA/REFB/REFC/REFD）に保存できます。保存されたリファレンス波形は呼び出して、現在の波形と比較できます。



- A. チャンネル波形
- B. 基準波形
- C. 基準垂直・水平情報表示領域
- D. この図では非表示の参照ダイアログボックス

フロントパネルの **Ref** ボタンを押すか、記述子ボックス領域の **+** をタッチし、**Ref** を選択して参照ダイアログボックスを呼び出します。

- A. 基準の位置を選択（REFA/REFB/REFC/REFD）
- B. ソースを選択（C1～C4 および MATH）
- C. リファレンス波形の表示を有効/無効にする
- D. 基準トレースのラベルテキストを設定します。
- E. **B** で指定した波形を、指定した場所に保存します。 **A**



### 基準波形の調整

フロントパネルのオフセットノブで基準波形の垂直位置を設定し、スケールノブで基準波形の垂直スケールを設定します。

## 21 検索

SDS2000X HD は、フレーム内の指定されたイベントを検索できます。イベントの位置は白い三角インジケータで表示されます。YT モードまたはロールモードで取得を停止している場合、最大 1000 個のイベントがサポートされます。ロールモードで取得を実行している場合、検索可能なイベント数に制限はありません。検索機能を有効にすると、波形を拡大表示できます。

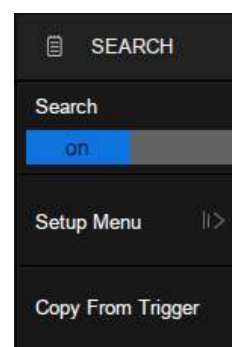


- A. イベント検索インジケータ（イベント発生時刻を示す）
- B. 表示上にマークされたイベントの総数
- C. 検索ダイアログボックス（この例では非表示）

停止状態では、**B** 領域に現在のイベントインデックス/総イベント数が表示されます。現在のイベントは表示中央に位置するものです。



メニューの「分析」>「検索」をタップして検索ダイアログボックスを呼び出し、有効にします。



## 設定メニュー

設定メニューで、検索タイプを選択して設定します。SDS2000X HD には、エッジ、スロープ、パルス、インターバル、ラントの 5 つの検索条件があります。

検索タイプ	設定説明
エッジ	スロープ: 上昇、下降、いずれか
スロープ	勾配: 上昇、下降 リミット範囲設定が可能
パルス	極性: 正、負 リミット範囲設定が可能
インターバル	スロープ: 上昇、下降 リミット範囲設定が可能



ラント	極性：正、負 リミット範囲設定が可能
-----	-----------------------

検索設定は、対応するトリガタイプと同様です。詳細については、「エッジトリガー」、「スロープトリガ」、「パルストリガー」、「インターバルトリガー」、「ラントトリガー」の各セクションをご覧ください。

## コピー

SDS2000X HD は、検索設定とトリガー設定間の複製をサポートしています。

- **トリガーからコピー：**現在のトリガー設定を検索設定に同期します。
- **トリガーへのコピー：**現在の検索設定をトリガー設定に同期します。
- **コピーのキャンセル：**最後の同期をキャンセルし、その前の設定を復元します。

**注：**トリガーからコピーする場合、トリガータイプが検索でサポートされていないと、操作は無効になります。

## 22 ナビゲート

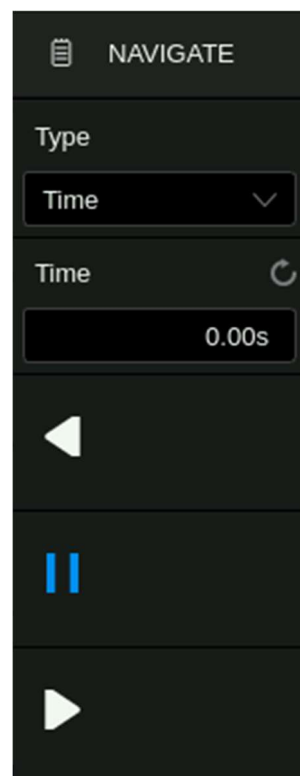
メニューの「分析」>「ナビゲート」をタッチしてナビゲートダイアログボックスを呼び出します。SDS2000X HD では、イベント検索、時間、履歴フレームの 3 種類のナビゲートタイプを提供します。

### 時間によるナビゲート

オシロスコープは、ユーザーが設定した方向に応じてトリガ遅延を自動的に調整します。

ナビゲートダイアログボックスの「タイプ」をタッチし、ナビゲートタイプを「時間」に選択します。時間によるナビゲートには 2 つの方法があります：

- タイム領域をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで時間値を設定します。
- メニューのナビゲーションボタン◀、||、▶を押して、波形を逆再生、停止、または順再生します。◀または▶ボタンを複数回押すと再生速度が上がります。サポートされている速度レベルは、低速、中速、高速の 3 つです。



## イベント検索による ナビゲーション

検索機能が有効で、取得が停止している場合、ナビゲートを使用して検索イベントを見つけることができます（検索機能については、「検索」の章を参照してください）。

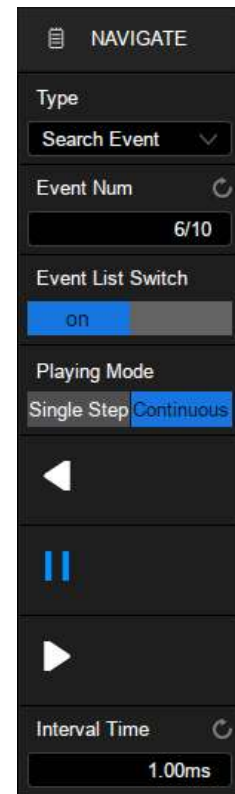
ナビゲートダイアログボックスの「タイプ」をタッチして、ナビゲートタイプを「検索イベント」として選択します。

「イベント番号」をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでイベント番号を設定します。フロントパネルのナビゲーションボタン◀または▶を押すと、前の検索イベントまたは次の検索イベントに移動します。

再生モードをタッチして、検索イベントの再生モードを設定します。

インターバル時間をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで再生間隔を設定します。

イベントリストスイッチ領域をタッチすると、リストの表示/非表示を切り替えられます。リストには各イベントの時間ラベルが表示されます。リスト内の行をタッチすると、対応するイベントに自動的に移動します。この操作は、イベント番号領域でイベントを指定するのと同じ効果があります。





## 履歴フレームによる のナビゲーション

履歴機能が有効な場合、ナビゲートを使用して履歴フレームを再生できます（履歴機能の詳細については「履歴」の章を参照）。

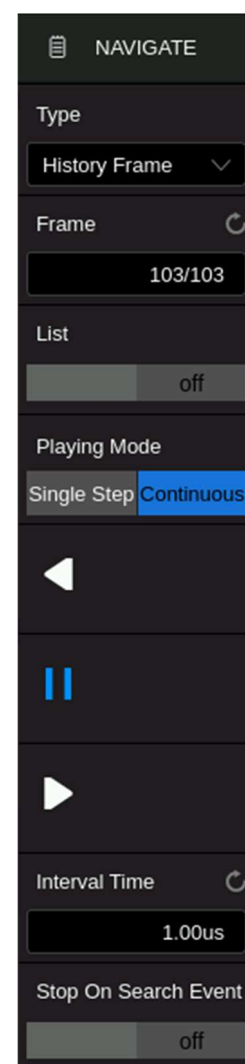
ナビゲートダイアログボックスの「タイプ」をタッチし、ナビゲートタイプを「履歴フレーム」に選択します。

フレームをタッチすると、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでフレーム番号を設定できます。メニューのナビゲーションボタン◀、||、▶を押すと、再生を逆方向、停止、または順方向に切り替えます。

再生モード をタッチして、検索イベントの再生モードを設定します。

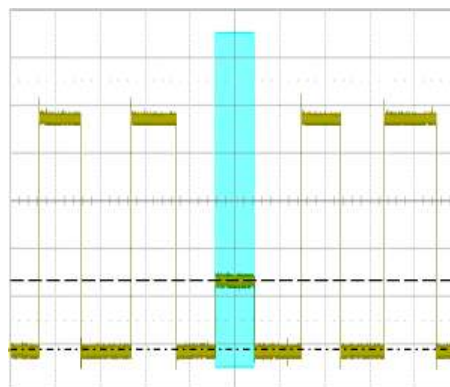
「再生間隔」をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで再生間隔を設定します。

「検索イベントで停止」をタッチすると、再生停止条件を設定できます：イベントが検索されたときに停止します。この設定は、検索機能がオンの場合にのみ有効です。



以下は、検索とナビゲートの組み合わせで関心のあるイベントを素早く特定・発見する方法を示す、偶発的なラント信号の例です：

入力信号は 5V 周期方形波で、200ms ごとに通常振幅の 1/3 の高さを持つドワープパルスが発生します：



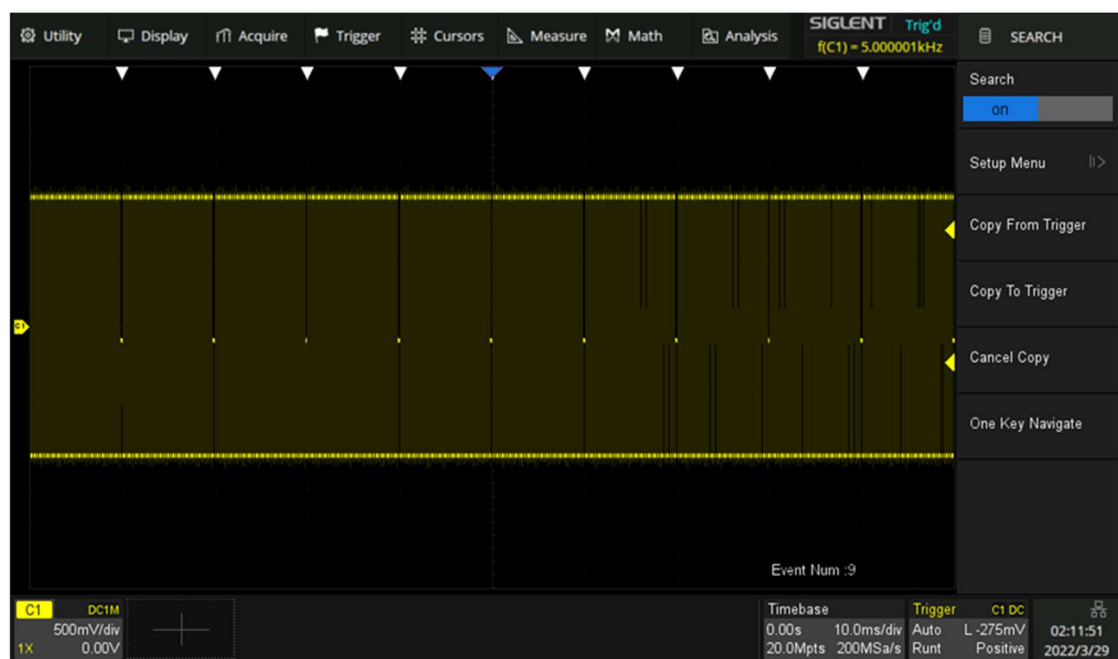


まず、トリガータイプをラントに設定し、矮小パルスでトリガーします。詳細は「ラントトリガー」を参照してください。



次に、サーチ機能を有効にし、サーチダイアログボックスで「トリガーからコピー」を操作します。これにより、オシロスコープはトリガー設定と同じ設定でドワーフパルスを検索します。

水平目盛を 10 ms/div に設定すると、約 10 ms 間隔で 9 つのマーカが表示され、100 ms の時間範囲のフルスクリーン内で合計 9 つの矮小パルスが検出されたことを示しています：



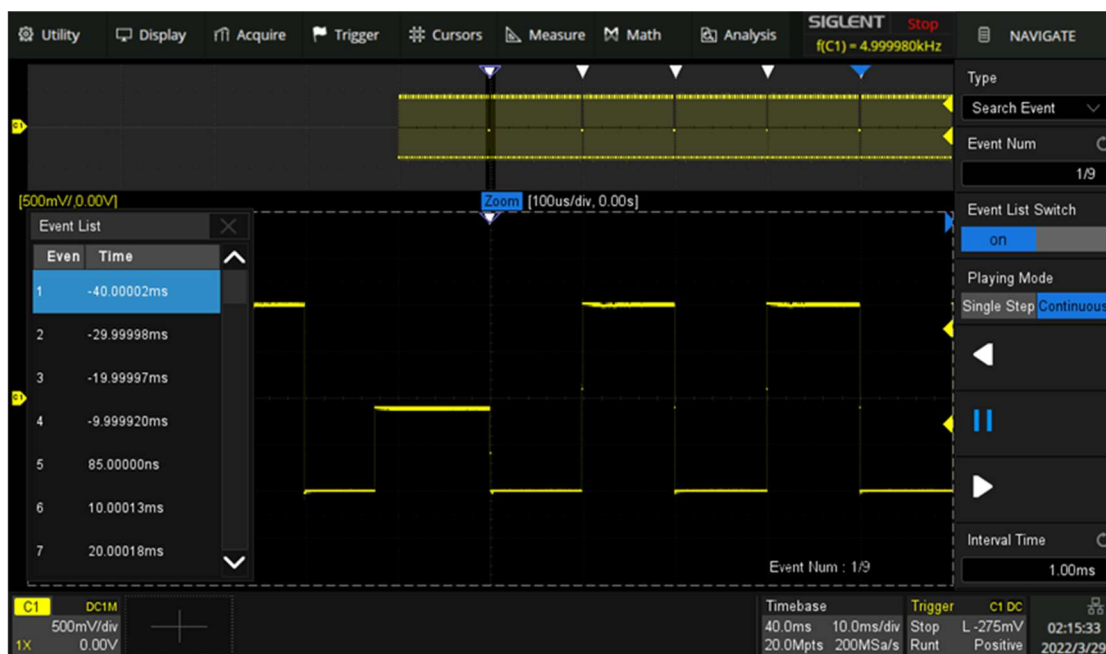


ズーム機能を有効にし、フレーム全体の表示と 3 番目の矮小パルスの詳細を同時に観察します：



フロントパネルの **Run/Stop** ボタンを押して取得を停止し、以下の手順に従います

**ナビゲート** > タイプを選択し「イベント検索」を選択します。下図は最初のドワーフパルスを示しています。この例ではリスト表示が有効化されており、部分イベントの時間ラベルがリストに表示されています。

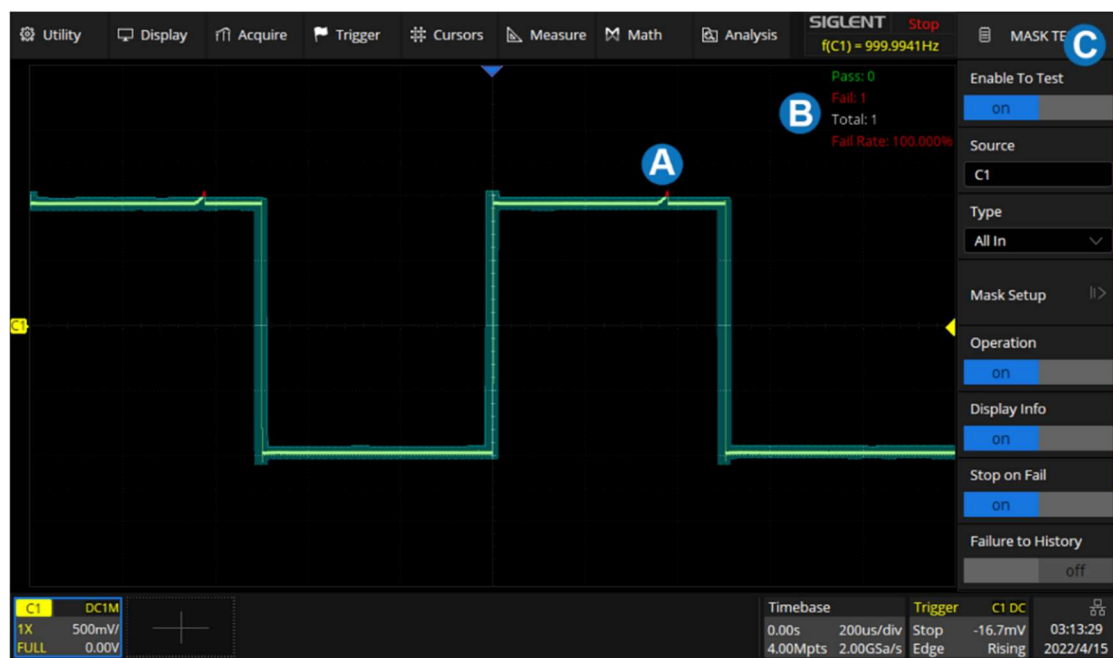




## 23 マスクテスト

### 23.1 概要

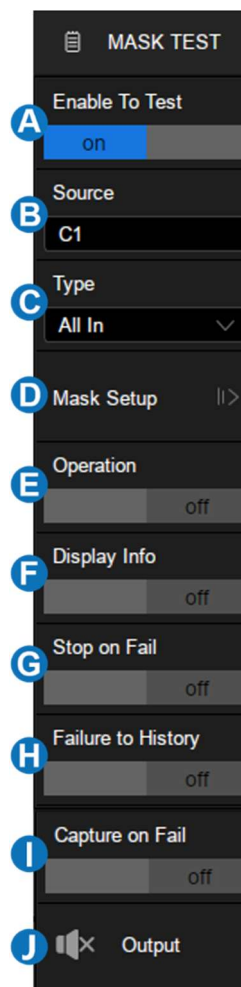
ユーザーはマスクを作成し、合格/不合格判定のルールを定義できます。ルール違反のイベントは不合格と判定され、背面パネルの「**Aux Out**」ポートからパルスを生成可能です。これは生産テストや類似のバッチ測定において、の検出やの異常定量化に非常に有用です。合格/不合格判定が有効な場合、**Aux Out**からの信号出力は自動的に合格/不合格パルスに切り替わります。



- A. 緑色のマスク領域。ルール違反のドットは、通常の波形色ではなく赤色で強調表示されます。
- B. 合格/不合格情報表示領域。合格フレーム数、不合格フレーム数、総フレーム数、不合格率を含む。
- C. ダイアログボックス

分析 > マスクテストを実行して、マスクテストダイアログボックスを開きます:

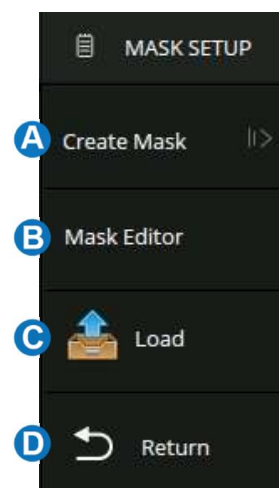
- A. テストのオン/オフを切り替える
- B. ソースを選択 (C1~C4)
- C. ルールを選択 (全入力、全出力、いずれかの入力、いずれかの出力)
- D. マスクを設定
- E. 合格/不合格判定のオン/オフを切り替えます。テスト実行中に判定をオフにするとテストが直ちに停止し、情報表示領域のカウンタが停止します。再度判定をオンにするとテストが再開され、全てのカウンタがクリアされます。フロントパネルの「クリアスイープ」ボタンを押す操作と同等です。
- F. 情報表示のオン/オフ
- G. 「故障時停止」のオン/オフを切り替えます。オンの場合、オシロスコープは故障を検出すると取得を停止します
- H. 「失敗履歴保存」のオン/オフ切替。オン時は失敗フレームを内部保存し、履歴機能で確認可能
- I. 「故障時キャプチャ」のオン/オフ切替。オン時は故障波形を検出し、故障フレームを含むスクリーンショットを外部USBメモリに保存します。
- J. 障害発生時の音声通知のオン/オフを切り替えます。



## 23.2 マスク設定

マスクテストダイアログボックスの「マスク設定」をタッチしてマスクを設定します。マスクを作成するには、水平値と垂直値を設定する方法と、ポリゴンマスクを描画する方法の 2 つがあります。

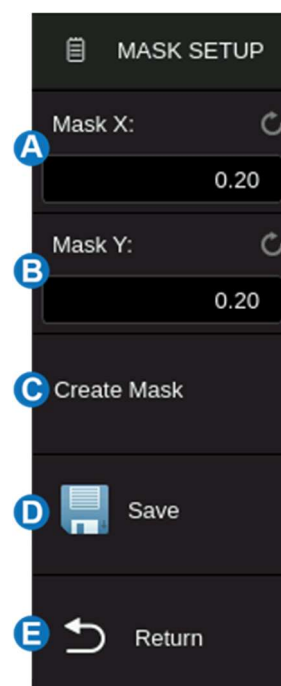
- A. 波形に基づいて自動的にマスクを作成
- B. マスクエディタツールを使用してカスタムマスクを作成
- C. マスクを読み込みます
- D. 前のメニューに戻る



### 23.2.1 マスクを作成

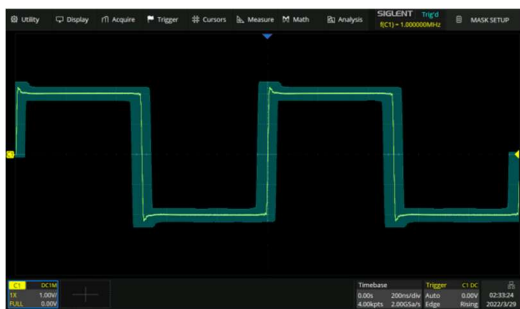
既存の波形トレースに基づいてマスクを作成できます。

- A. 現在表示されているトレースの周囲のマスクの水平間隔を設定します。単位は水平分割設定の単位です。
- B. 現在表示されているトレースの周囲のマスクの垂直方向の間隔を設定します。単位は垂直分割設定の単位です。
- C. **A** の設定に基づいてマスクを作成し、**B**
- D. マスクを保存
- E. 前のメニューに戻る



**Mask X** および **Mask Y** の値（表示目盛単位）を設定し、

マスク作成でマスクを生成します。水平・垂直調整範囲は 0.08～4.00 目盛です。



X = 0.2 div、Y = 0.2 div

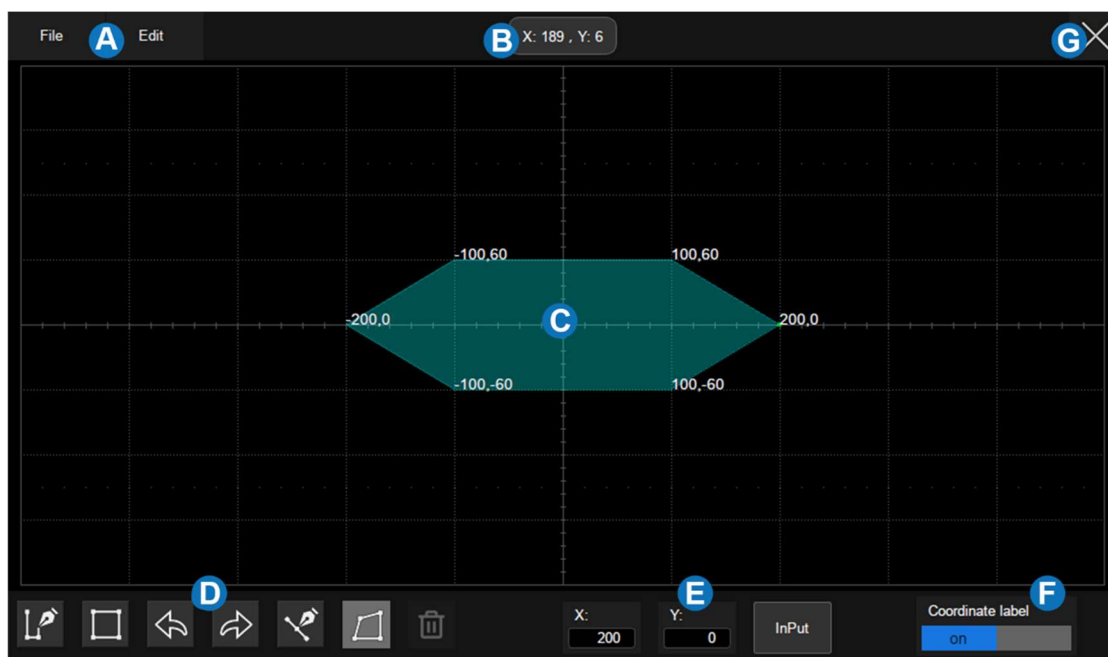


X = 1 div、Y = 1 div

マスクファイル (\*.msk) の保存および呼び出しは、セットアップファイルの操作と同様です。詳細については、「保存/呼び出し の保存/呼び出し」の章を参照してください。

## 23.2.2 マスクエディタ

マスクエディタはカスタムマスク作成のための組み込みツールです。以下がそのレイアウトです：



- A. メニューバー
- B. 表示画面上で最後にタッチしたポイントの座標
- C. マスク編集領域（グリッド領域に相当）。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

E. 座標編集領域。仮想キーボードで X 座標と Y 座標を設定し、「入力」ボタンをタッチすると座標が更新されます

F. ディスプレイ上にポリゴン頂点の座標を表示/非表示

G. ツールを終了する

## メニューバー








メニューバーには 2 つのメニューがあります。ファイルメニューには、次のような通常のファイル操作が含まれます:


- **新規作成:** 新しいマスクファイルを作成
- **開く:** 既存のマスクファイルを開く
- **保存:** 現在のマスクファイルを保存
- **終了:** マスクエディタツールを終了

**注:** 「マスクの作成」で作成したマスクファイルは、マスクエディタでは呼び戻せません。

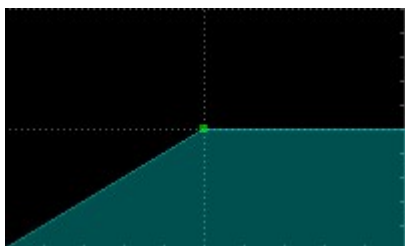
編集メニューの内容はツールバーと同等です。

## ツールバー

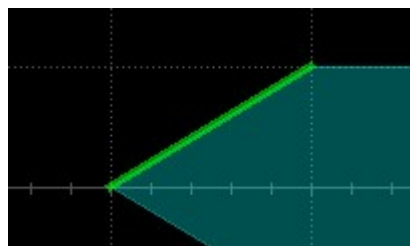
-  **描画:** ディスプレイをタッチするか、 座標編集領域に値を入力して、ポリゴンの頂点を作成します。
-  **Create Polygon:** 描画操作で描かれた頂点に基づいてポリゴンを作成します
-  **元に戻す**
-  **やり直し**
-  **点挿入:** 選択した辺に頂点を挿入します
-  **Edit Polygon:** ポリゴンを編集します。頂点、辺、ポリゴン全体が編集可能なオブジェクトです

-  **ポリゴン削除:** 選択したポリゴンを削除します

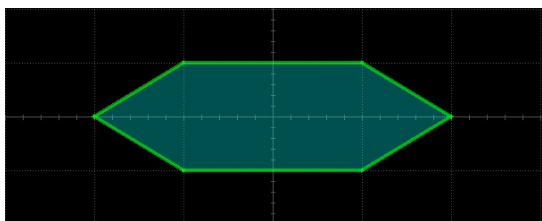
頂点、辺、またはポリゴンオブジェクトを編集するには、まずそれを選択し、ドラッグ操作で移動するか、**E** 座標編集領域に希望の値を入力します。辺の場合、値はその中点に対応します。ポリゴンの場合、座標値はその幾何学的中心に対応します。



頂点（点）を選択



辺（線分）を選択



ポリゴンを選択

## 23.3 合格/不合格ルール

合格/不合格ルールは、マスクテストダイアログボックスの「**タイプ**」領域で指定します。

- **すべて内部:** すべてのデータ点がマスク内に存在する場合にのみテストに合格します。マスク外に 1 点でも存在すると不合格となります。
- **全外:** 全データ点がマスクの外側にある場合にのみテストに合格します。マスク内に 1 点でもあれば不合格となります。
- **Any In:** マスク内のデータポイントはすべて合格と認識されます。マスク外のデータポイントはすべて不合格となります。
- **Any Out:** マスクの外側にあるデータポイントは合格と認識されます。マスク内のすべてのデータポイントは不合格となります。



## 23.4 操作

**操作** をタッチしてテストを開始/停止します。進行中のテストを停止して再起動すると、合格フレーム数、不合格フレーム数、総フレーム数、および不合格率のカウントがクリアされます。

**Clear Sweeps** ボタンを押すことでカウント情報をクリアすることもできます。

## 24 DVM

### 24.1 概要

DVM（デジタル電圧計）機能は、DC および AC 振幅などのパラメータ測定に使用できます。SDS2000X HD は、入力信号の指定されたパラメータを測定し、バー、ヒストグラム、トレンドなど、さまざまな形式で表示することができます。DVM は、オシロスコープの取得システムとは非同期です。DVM と測定のソースは異なる場合があります、オシロスコープの取得が停止している場合（赤色の Run/Stop ボタンで表示）でも、DVM は正常に動作します。

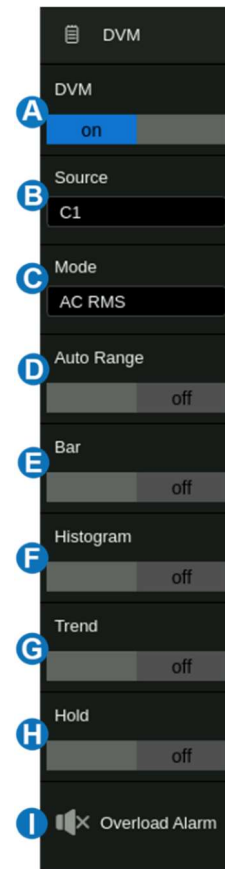


- A. バー表示領域
- B. トренд表示領域
- C. ヒストグラム表示領域
- D. DVM ダイアログボックス

メニュー **[分析]** > **[DVM]** をタッチして DVM ダイアログボックス

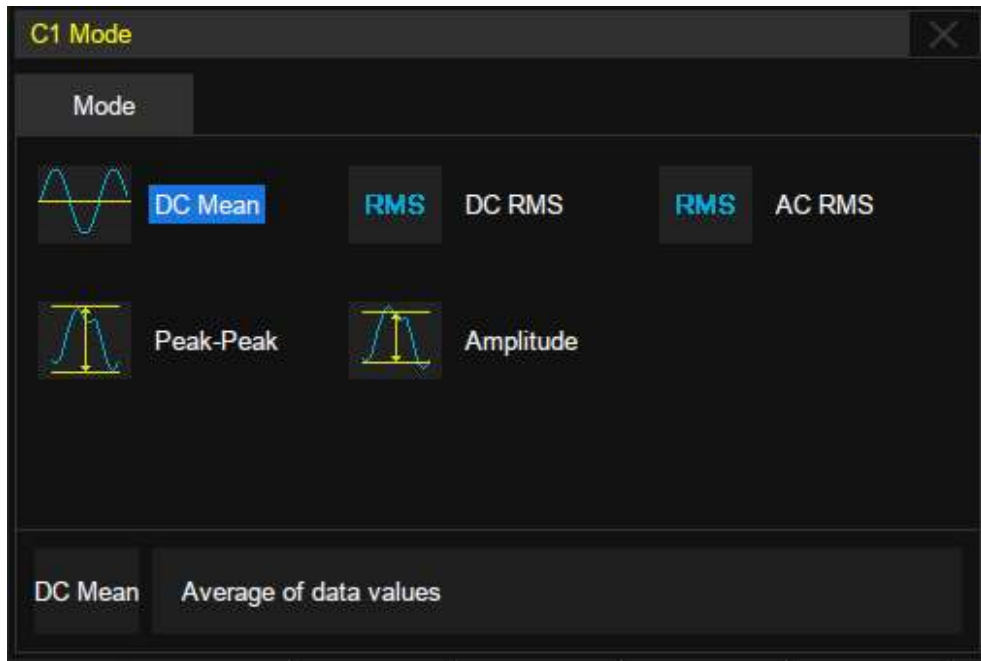
を開きます:

- A. DVM のオン/オフを切り替えます
- B. 入力源を選択 (C1~C4)
- C. モードを選択: DC 平均、DC 実効値、AC 実効値、ピーク間、振幅
- D. オートレンジのオン/オフを切り替える
- E. バー図の表示/非表示を切り替える
- F. ヒストグラム表示のオン/オフ
- G. トレンドプロットのオン/オフ
- H. ホールドのオン/オフを切り替えます。DVM はホールドモードで測定を停止します
- I. オーバーロードアラームをオンにする。信号が範囲外になるとアラームが鳴る



## 24.2 モード

DVM は 5 つのモードを提供します。DVM ダイアログボックスで **モード** を選択し、モード選択ウィンドウを開きます:



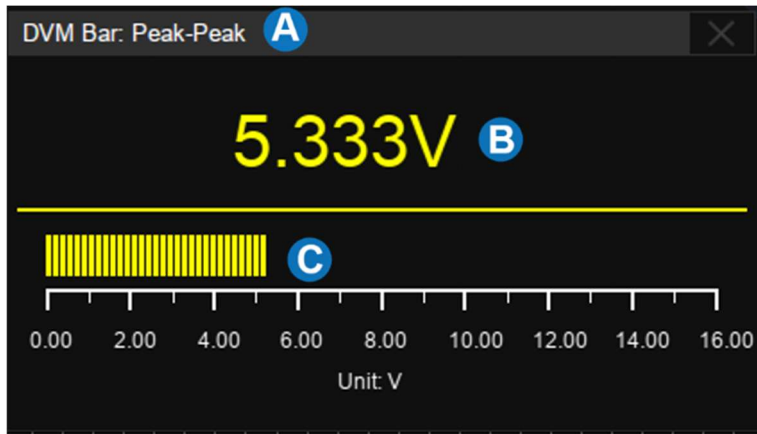
- **DC 平均:** データの平均値
- **DC RMS:** 直流結合時のデータの二乗平均平方根
- **AC RMS:** AC 結合時のデータの二乗平均平方根
- **ピーク間:** データ値の最大値と最小値の差
- **振幅:** 二峰性波形における頂点と基底の差。二峰性でない場合は最大値と最小値の差

## 24.3 図表

モード選択後、画面をタッチすると状態図（棒グラフ、ヒストグラム、トレンド）が開きます。図中のデータの色はソースの色と一致します。

### 棒グラフ

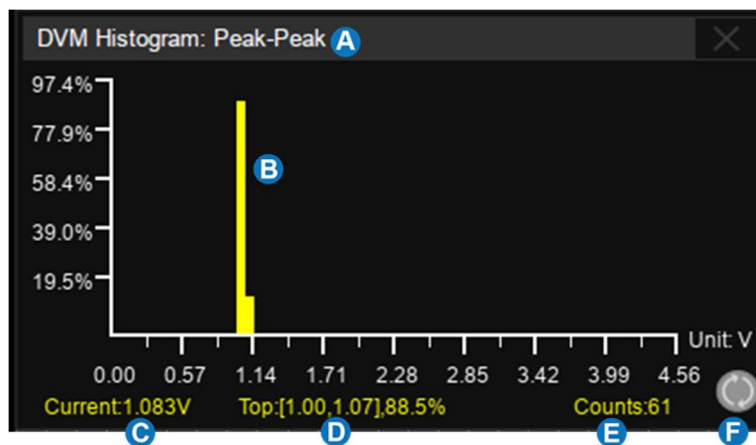
棒グラフは現在の測定値を正確に表示します。DVM ダイアログボックスの「**Bar**」をタッチして表示します。



- A. モード
- B. 現在の値
- C. 現在の値に対応する棒

#### ヒストグラム

ヒストグラムは、測定値の確率分布を視覚的に示します。表示するには、DVM ダイアログボックスで [ヒストグラム] をタッチしてください。  
をタッチすると表示されます。

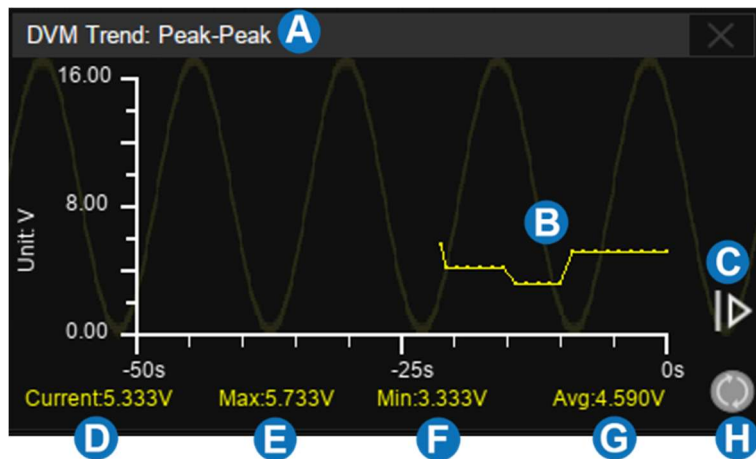


- A. モード
- B. ヒストグラム表示領域
- C. ヒストグラム
- D. ピンには最大値と、値がそのピンに入る確率が含まれます
- E. 統計カウント


## F. 統計値をリセット

## トレンド

トレンド図は、測定値の時間経過に伴う傾向を示します。DVM ダイアログボックスで「トレンド」をタッチすると表示されます。



- A. モード
- B. トренд表示領域
- C. 時間範囲を拡張します。タップすると時間範囲が拡大されます。
- D. 現在値
- E. 最大値
- F. 最小値
- G. 平均値
- H. 統計をリセット

フロントパネルの「Clear Sweeps」ボタンを押すと、カウントと統計が再起動します。ヒストグラムおよびトレンド表示領域の「」記号をタッチすると、統計が再起動します。

3つの図表がすべて閉じられている場合、波形表示領域の左上にシンプルな情報バーが表示され、DVMの現在の値を示します：



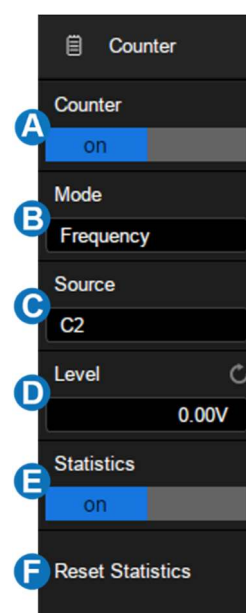
## 25 カウンタ

### 25.1 概要

カウンタは、信号の周波数や周期を測定したり、信号内で発生するイベントをカウントするために使用されます。カウンタはオシロスコープの取得システムとは非同期です。オシロスコープの取得が停止している場合（赤色の **Run/Stop** ボタンで表示）でも正常に動作します

メニューの **[分析] > [カウンタ]** をタッチしてカウンタダイアログボックスを開きます：

- A. カウンタのオン/オフを切り替えます
- B. モードの選択：周波数、周期、積算計
- C. ソース（C1～C4）を選択
- D. カウンタのレベルを設定
- E. 統計機能をオン/オフにする
- F. 統計をクリアして再起動する。フロントパネルの **Clear Sweeps** ボタンを押すと同等の効果があります



#### モード

詳細は「モード」のセクションを参照してください。

#### 統計

統計機能が有効の場合、カウンタはデータをインクリメントし、統計結果を画面に表示します。

COUNTER	Frequency(C1)
Value	999.9744Hz
Mean	999.9914Hz
Min	999.8859Hz
Max	1.000105kHz
Stdev	38.89054mHz
Count	54
Level	0.00V





値 – 最新のカウント値

平均値 – 過去の全カウント値の平均

最小値 – 過去の全カウント値の最小値

最大値 – 過去の全カウント値の最大値

標準偏差 – 過去の全カウント値の標準偏差。過去のカウントパラメータの分布を判断するために使用されます

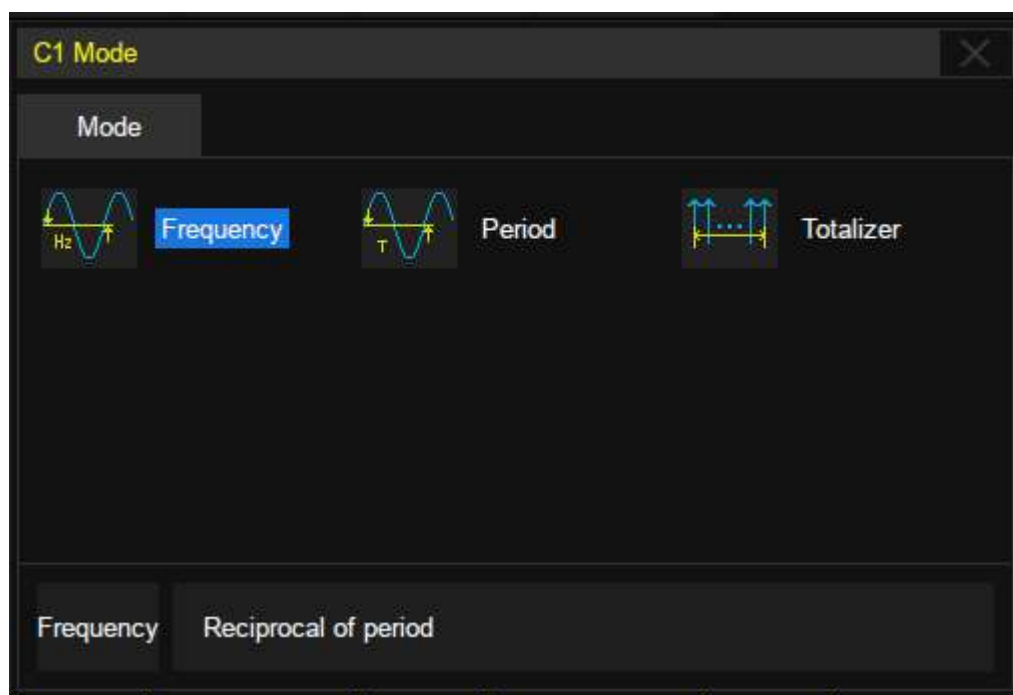
カウント – 取得されたカウント数

レベル – カウンタレベル

統計をクリアして再起動するには、[Clear Sweeps] ボタンを押すか、測定ダイアログボックスの [Reset Statistics] をタッチしてください。

## 25.2 モード

カウンタは 3 つのモードを提供します。カウンタダイアログボックスの「モード」をタッチするとモード選択ウィンドウが開きます：

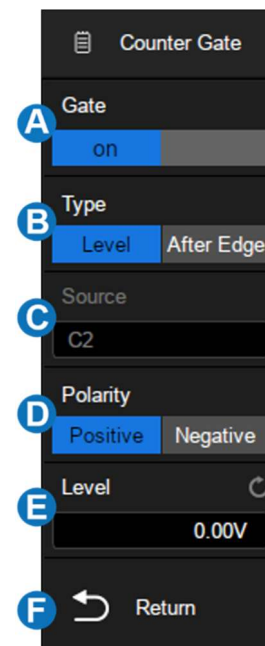




- **周波数:** 設定期間における平均周波数
- **周期:** 設定期間における平均周波数の逆数
- **積算計:** 累積カウント

モードを積算計に設定した場合、カウント対象のエッジを設定する必要があります。カウントゲートがオンになっている場合、ゲートとソースが指定条件を満たした時のみカウンタがカウントします。ゲート設定ダイアログボックスを呼び出すには「ゲート設定」をタッチしてください:

- ゲートをオン/オフにする
- ゲートタイプを選択: レベルまたはエッジ後
- ゲートソース表示領域。C1 と C2 は互いのゲートソース、C3 と C4 は互いのゲートソース
- ゲートタイプがレベルの場合、ゲートソースの極性（正または負）を設定します。ゲートタイプがエッジの場合、ゲートソースの立ち上がり/立ち下がりエッジを設定します。
- ゲートレベルを設定
- 前のメニューに戻る



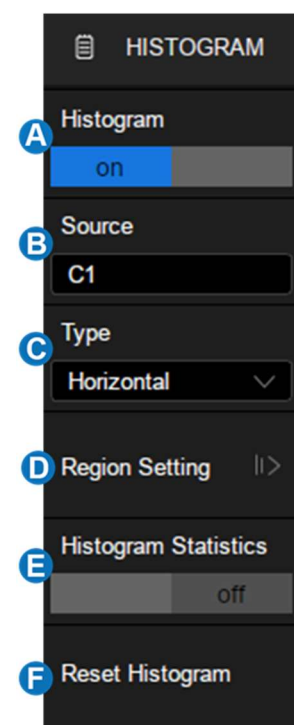
## 26 ヒストグラム

### 26.1 概要

SDS2000X HD は、指定領域における波形の確率分布を観察するための波形ヒストグラムをサポートしています。統計処理は水平方向と垂直方向の両方で実行可能です。ヒストグラムは、取得がアクティブな限り更新を継続します。

**[分析]>[ヒストグラム]** をタッチしてヒストグラムダイアログボックスを呼び出します:

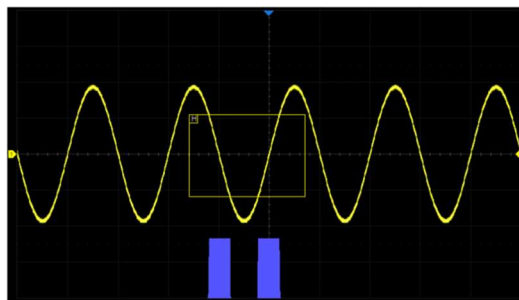
- A. ヒストグラムのオン/オフを切り替えます
- B. ヒストグラムのソースを選択: C1~C4。ズームがオンの場合、ソース選択は自動的に Z1-Z4 (Z = ズーム波形) に切り替わります
- C. ヒストグラムの種類を設定: 水平、垂直、または両方
- D. ヒストグラムの領域を設定します。設定範囲は波形領域内です。
- E. ヒストグラム統計の表示/非表示を切り替えます
- F. ヒストグラム統計をクリアして再起動します。フロントパネルの **Clear Sweeps** ボタンを押すことで同等の効果が得られます



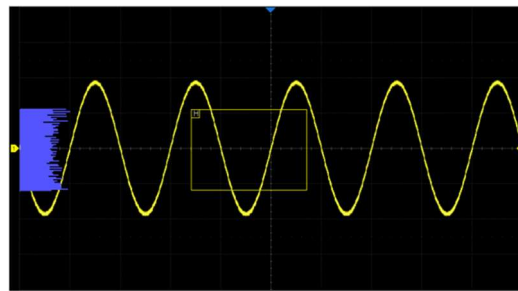
#### タイプ

- 水平 – ヒストグラムを水平方向に表示します。オシロスコープは、ヒストグラム領域で定義された各水平（時間）ピンに該当する波形データをカウントし、波形領域の下部にヒストグラムを表示します。
- 垂直 – ヒストグラムを垂直方向に表示します。オシロスコープは、ヒストグラム領域で定義された各垂直（振幅）ピンに該当する波形データをカウントし、波形領域の左側にヒストグラムを表示します。

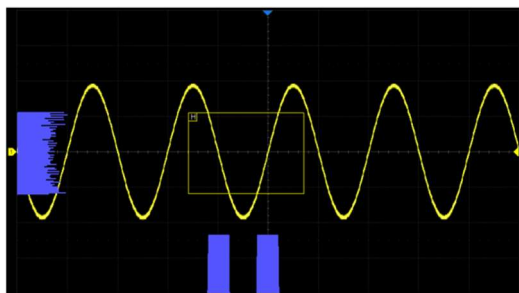
- 両方 – 水平方向と垂直方向の両方のヒストグラムを表示します



水平



垂直



両方

## 領域設定

詳細については、「領域設定」のセクションを参照してください。

## ヒストグラム統計

ヒストグラム統計がオンになっている場合、オシロスコープはディスプレイ上にヒストグラムの統計パラメータを表示します。

Histogram Statistics		
Type	Horizontal	Vertical
Sum	26.20698Mhits	26.20698Mhits
Peak	650.0000khits	4.247084Mhits
Max	425.0000us	833.33mV
Min	-80.00000us	-1.0000V
Pk-Pk	505.0000us	1.8333V
Mean	88.50526us	67.912mV
Median	40.00000us	166.67mV
Mode	-25.00000us	833.33mV
Bin Width	5.000000us	166.67mV
Sigma	150.8381us	615.12mV

**合計** – ヒストグラム領域に該当するサンプルの総数

**ピーク** – 最高値のピンにあるサンプル

**Max** – サンプルの最大値 ( )

**最小値** – サンプルの最小値

**Pk-Pk** – 最大値 - 最小値

**平均値** – サンプルの数学的期待値 (または平均値)

**中央値** – ヒストグラムの上半分と下半分を分ける値

**Mode** – 最も頻繁に現れる値

**Bin Width** – 各ビンの幅

**シグマ** – サンプルの標準偏差

統計情報をクリアして再計算するには、ヒストグラムダイアログボックスで「**クリアスweep**」ボタンを押すか、「**ヒストグラムのリセット**」をタッチしてください。

## 26.2 領域設定

ヒストグラム領域は、ジェスチャーで直接作成・移動するか、ダイアログボックスで「ヒストグラ

領域設定」を設定することで、ダイアログボックスから直接作成・移動できます。ヒストグラム領域の境界線色は、指定したソースの色と一致します。

### ジェスチャー

波形領域の任意の位置をタッチし、次のように長方形のボックスを描画します：



指がタッチスクリーンから離れるとメニューが表示されます。メニューから「ヒストグラム」を選択してください：





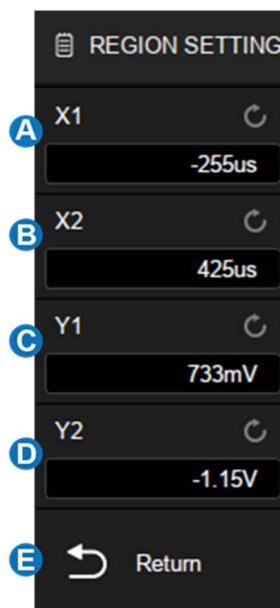
領域作成後は、ドラッグ操作で移動できます。

## ダイアログボックス

ヒストグラム > 領域設定 をタッチしてダイアログボックスを呼び出します。

- A. ヒストグラム領域の左境界を設定
- B. ヒストグラム領域の右境界を設定
- C. ヒストグラム領域の上端を設定
- D. ヒストグラム領域の下端を設定
- E. 前のメニューに戻る

上の領域をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで値を設定してください。



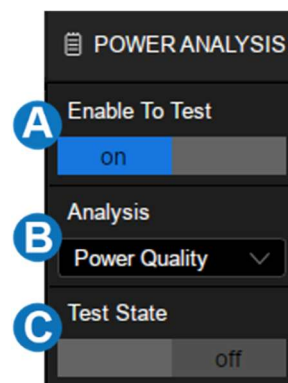
## 27 電力解析

### 27.1 概要

SDS2000X HD は電力分析機能をサポートしています。電力分析は、スイッチング電源の設計を迅速かつ容易に分析・デバッグするのに役立ちます。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。電力解析機能を完全に活用するには、SIGLENT DPB シリーズのような差動電圧プローブ、SIGLENT CP シリーズのような電流プローブ、SIGLENT DF2001A デスクトップイクスチャ、および電力解析有効化ライセンス（部品番号 SDS2000HD-PA）が必要です。ソフトウェアオプション部品番号 SDS2000HD-PA をインストールすると、電力解析機能が恒久的に有効になります。

[分析] > [電力解析] をタッチして電力解析ダイアログボックスを呼び出します：

- A. テストの有効化/無効化
- B. 分析項目を選択（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）
- C. 分析項目の状態をオン/オフにする

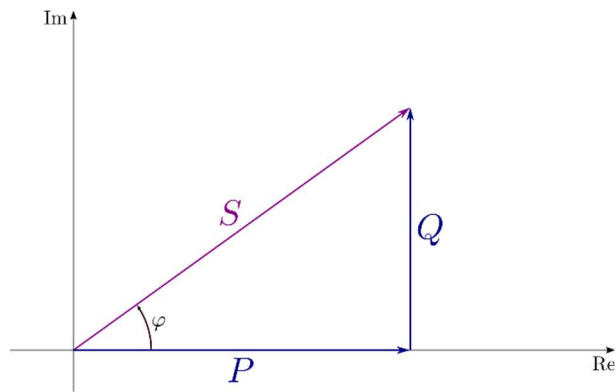


### 27.2 電力品質

スイッチング電源の入力電力に関する電力品質分析の具体的な測定パラメータには、有効電力、皮相電力、無効電力、力率、電力位相角、電圧実効値、電流実効値、電圧クレストファクタ、電流クレストファクタが含まれます。

#### タイプ

**電力** — システム内のエネルギーフローを記述するすべての項目を含みます：有効電力、無効電力、皮相電力、力率、電力位相角。



P: 有効電力 =  $\frac{1}{N} * \sum_{i=0}^{N-1} V_i * I_i$

S: 皮相電力 =  $V_{rms} \times I_{rms}$

Q: 無効電力 =  $\sqrt{\text{Apparent Power}^2 - \text{Active Power}^2}$

φ: 力率角: 電圧と電流の位相差

cos φ: 力率 (Power Factor) は、有効電力と皮相電力の比率である。

**電圧ピーク値** -- 電力入力 of 電圧パラメータには、電圧ピーク値、電圧実効値、電圧ピーク率が含まれる。

$$V_{rms} = \frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} V_i^2}$$

$$V\_Crest = V_{peak} / V_{rms}$$

**電流ピーク値** -- 電力入力 of 電流パラメータには、電流ピーク値、電流実効値、電流ピーク率が含まれる。

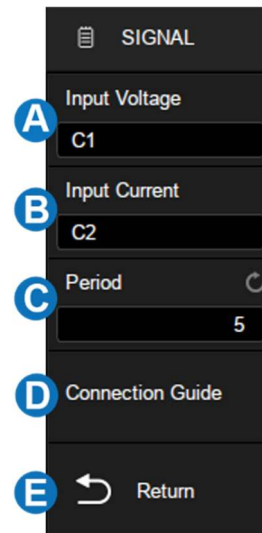
$$I_{rms} = \frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} I_i^2}$$

$$I\_Crest = I_{peak} / I_{rms}$$

## 信号設定

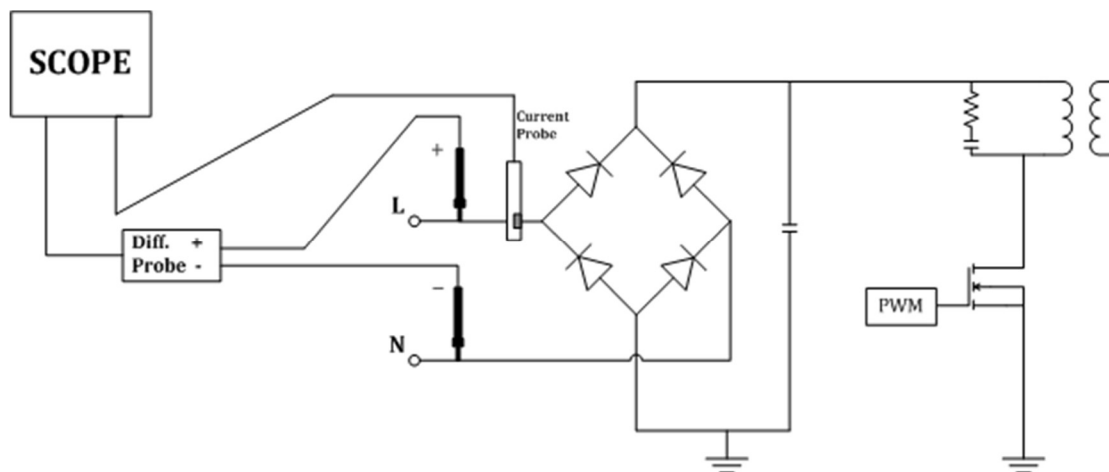
**信号** をタッチすると信号設定ダイアログボックスが表示されます:

- A. 入力電圧源を設定
- B. 入力電流源を設定
- C. 表示する周期を設定
- D. 接続ガイドを表示
- E. 前のメニューに戻る



### 接続ガイド

タッチ **信号** > **接続ガイド** を選択すると、下図のように電力品質の接続ガイドが表示されます。正しい接続を行うには、この図の指示に従ってください。ガイドの右上にあるアイコンをタッチすると閉じます。



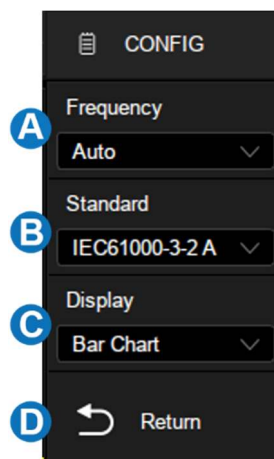
## 27.3 電流高調波

電流高調波は入力電流の高調波成分を分析するために使用されます。選択したチャンネルの FFT 解析を行い、高調波成分を取得します。信号設定と接続ガイドは電力品質試験と同様です。

### 設定

設定ダイアログボックスを呼び出すには、**設定**をタッチしてください：

- A. ラインの周波数を設定（自動、50 Hz、60 Hz、または 400 Hz）
- B. 規格タイプを設定（IEC61000-3-2 A、IEC61000-3-2 B、IEC61000-3-2 C、または IEC61000-3-2 D）
- C. 表示タイプを設定（オフ、棒グラフ、または表）
- D. 前のメニューに戻る



### 規格

IEC 61000-3-2 は、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で、電源電圧の歪みを制限する国際規格です。EN 61000-3-2 には、異なる制限値を持つ 4 つのクラスがあります：

- クラス A: 平衡三相機器、クラス D に該当しない家庭用機器、携帯工具を除く工具、白熱灯用調光器、音響機器、および以下のいずれかのクラスに該当しないその他全ての機器。
- クラス B: 携帯工具、業務用以外のアーク溶接装置
- クラス C: 照明機器。
- クラス D: PC、PC モニター、ラジオ、またはテレビ受信機。入力電力  $P \leq 600 \text{ W}$ 。

### パラメータ説明

最初の 40 次高調波については、以下の値が表示されます：

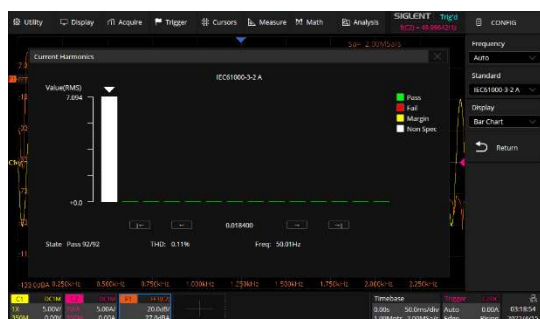
**測定値（RMS）** -- 高調波単位パラメータで指定された単位で表示される測定値。

**制限値 (RMS)** -- 選択した規格で規定された制限値

**マージン (%)** -- 選択された標準パラメータで指定されたマージン。マージン値は (標準値 - 測定値) / 標準値 \* 100%

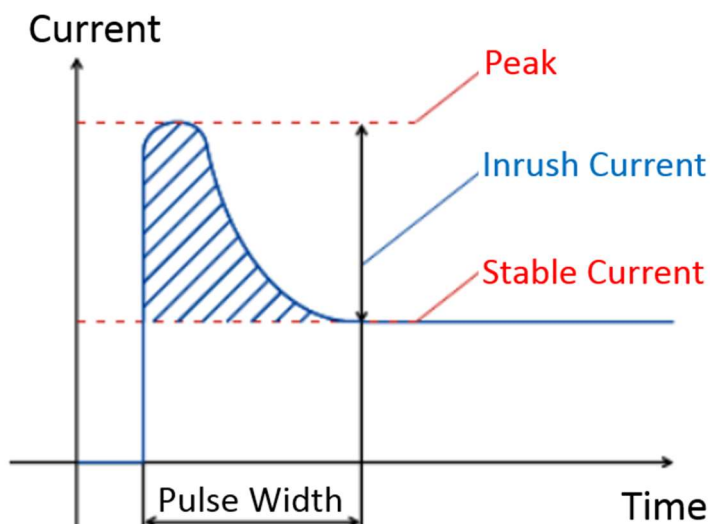
**合格/不合格状態** -- 選択した規格に基づき測定値が合格か不合格かを判定します。表の行または棒グラフの棒は、合格/不合格状態に応じて異なる色で表示されます。値が限界値の 85%を超え 100%未満の場合、危険状態と定義されます。

**全高調波歪み率 (THD)**  $= 100\% * \frac{\sqrt{X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2}}{X_1}$  , ここで  $X_n$  は  $n$  次高調波成分、 $X_1$  は基本波成分である。



## 27.4 突入電流

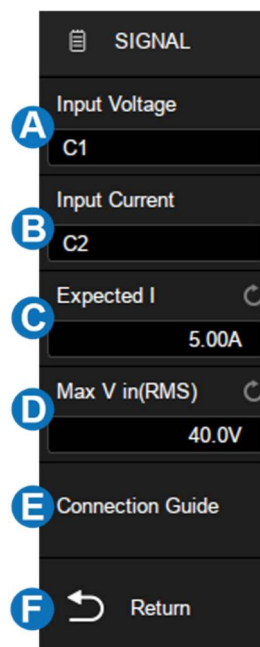
電源投入時に、安定電流を大幅に上回る大電流が流れることがあります。この大電流を突入電流と呼びます。投入時の電流波形は下図の通りです：



### 信号設定

信号設定ダイアログボックスを呼び出すには、**[信号]** をタッチしてください：

- A. 入力電圧源の設定
- B. 入力電流源の設定
- C. 予想電流値を設定します。範囲は 100mA～500A です。オシロスコープはトリガレベルを予想電流/20 に、電流チャンネルの垂直スケールを予想電流/3 に設定します。
- D. 最大実効入力電圧（Vrms）を設定します。範囲は 1 V～1 kV です。オシロスコープは電圧チャンネルの垂直目盛を最大入力電圧/6 に設定します
- E. 接続ガイドを表示
- F. 前のメニューに戻る





## 27.5 スイッチング損失

スイッチング損失分析は、スイッチング期間に消費される電力を計算するために使用できます。

### スキュー校正

比較的小さなスキューでも、スイッチング損失の測定誤差が大きくなる場合があります。特に、電圧がゼロに近いオンフェーズや、電流がゼロに近い非オンフェーズではその傾向が強くなります。これは、比較的大きなスイッチング電圧や電流が存在する中で、微弱な電圧や電流を測定しようとする場合、オシロスコープのダイナミックレンジの限界による典型的な現象です。

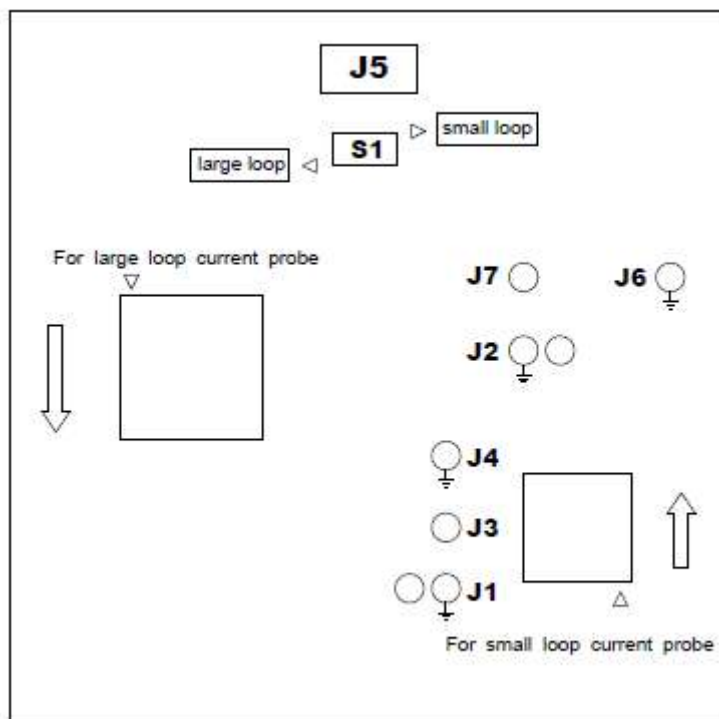
オシロスコープのチャンネル間またはプローブ間のスキューを補正するには、最初に一度デスクイ手続きを実行し、ハードウェア設定の一部が変更された場合（例：異なるプローブ、異なるオシロスコープチャンネルなど）または周囲温度が変化した場合には再実行する必要があります。DF2001A デスクイフィクスチャーを使用したデスクイ手続きは以下の通りです：

- A. 電流プローブの消磁とゼロ調整
- B. DF2001A デスクイフィクスチャーへの接続を設定する

	スモールループ	大ループ
利用可能な電流 プローブ	CP4020 (100 kHz, 20 Arms) CP4050 (1 MHz, 50 Arms) CP4070 (150 kHz, 70 Arms) CP4070A (300kHz、 70Arms) CP5030 (50 MHz, 30 Arms) CP5030 (100 MHz, 30 Arms)	CP5150 (12 MHz, 150 Arms) CP5500 (5 MHz, 500 Arms)
高電圧差動プロ ーブ・センス・ ポイント	J7: 信号端子 J6: 接地端子	J3: 信号端子 J4: 接地端子

- a. 高電圧差動プローブの D+ と D- を J7 と J6 に接続
- b. 電流プローブを、矢印が示す電流の流れの方向でループに接続する
- c. スキュー補正治具のスイッチ **S1** が、治具の適切な側（「小ループ」または「大ループ」）に設定されていることを確認する

- d. デスクイ・フィクスチャを USB ケーブルでオシロスコープまたは PC の USB ポートに接続します。USB ポートからデスクイ・フィクスチャに電源が供給されます



- C. 電圧プローブと電流プローブをオシロスコープの入力チャンネルに接続してください
- D. **Signal** をタッチして信号設定メニューに入ります。対応する入力チャンネルを選択し、**Auto Deskew** をタッチしてキャリブレーションを実行します。プロセスが完了すると、デスクイ操作が成功したかどうかを示すメッセージがポップアップ表示されます。



デスクュー校正前

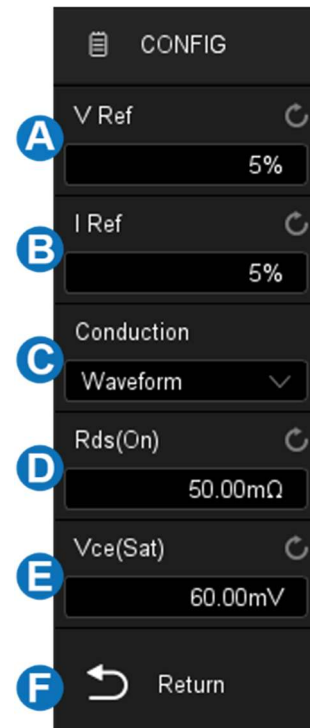


デスクイーン校正後

## 設定

設定ダイアログボックスを呼び出すには「**設定**」をタッチ:

- A. 電圧基準値を設定します。これは入力スイッチのエッジにおけるスイッチレベルです。この値は最大スイッチング電圧に対するパーセンテージです。背景ノイズを無視するために値を調整します。この値はスイッチエッジのしきい値ヒステリシスを決定するために使用されます
- B. 電流基準値（入力スイッチエッジ開始時のスイッチレベル）を設定します。この値は最大スイッチング電流に対するパーセンテージです。この値を調整することで、バックグラウンドノイズや電流プローブで除去が困難な無効なオフセットを無視できます。この値はスイッチエッジのしきい値ヒステリシスを決定するために使用されます
- C. 導通タイプを設定（波形、Rds(on)、または Vce(sat)）
- D. Rds(on)抵抗を設定
- E. Vce 電圧を設定
- F. 前のメニューに戻る



### 導通タイプ

**波形** -- 電力波形は元のデータを使用し、計算式は  $P = V * I$ 、 $E = P * T$  である。

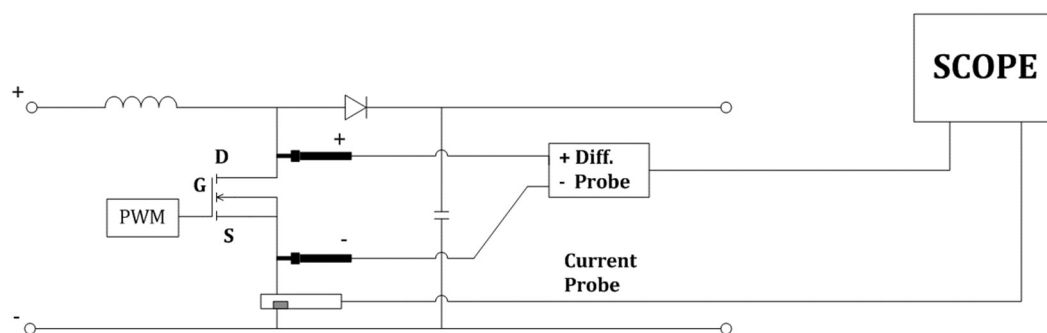
**Rds (on)** -- オン領域（電圧レベルが電圧リファレンス（調整可能）より低い領域）では、電力計算式は  $P = I^2 * Rds (on)$  となります。オフ領域（電流レベルが電流リファレンス（調整可能）より低い領域）では、電力計算式は  $P = 0$  ワットとなります。

**Vce (sat)** -- オン領域（電圧レベルが電圧リファレンス（調整可能）よりも低い領域）では、電力計算式は  $P = Vce (sat) * I$  となります。オフ領域（電流レベルが電流リファレンス（調整可能）よりも低い領域）では、電力計算式は  $P = 0$  ワットとなります。

### 接続ガイド

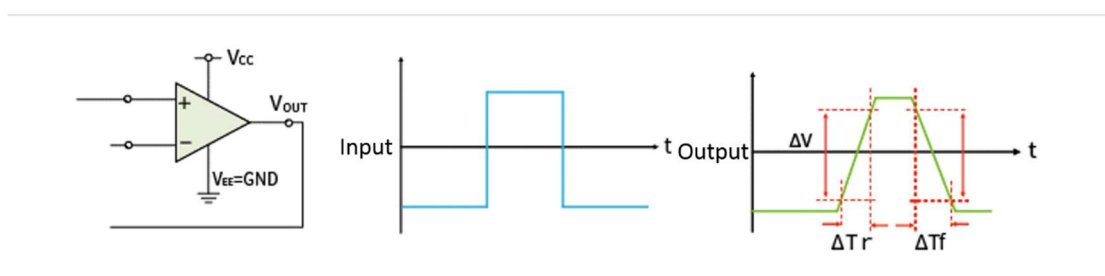
タッチ **信号** > **接続ガイド** をタッチすると、下図のようにスイッチング損失の接続ガイドが表示されます。接続は、この図の指示に従ってください。ガイドの右上のアイコンをタッチすると閉じます。





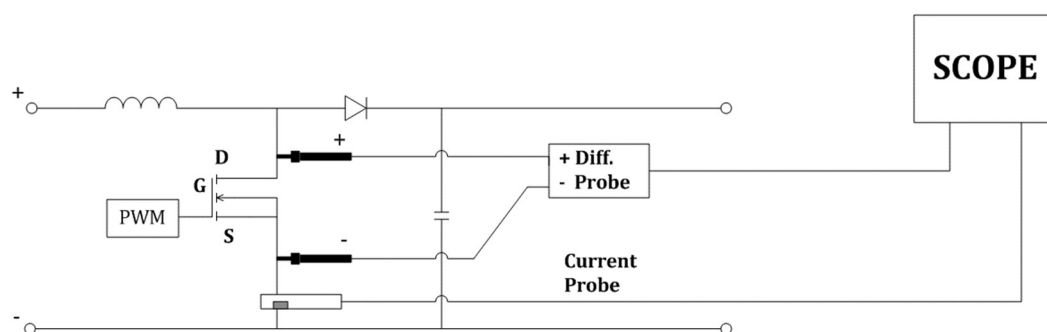
## 27.6 スルーレート

スルーレートは、スイッチング時の電圧または電流の変化率を測定します。



### 接続ガイド

「信号」>「接続ガイド」をタッチすると、下図のようにスルーレートの接続ガイドが表示されます。この図の指示に従って接続してください。ガイドの右上のアイコンをタッチすると閉じます。

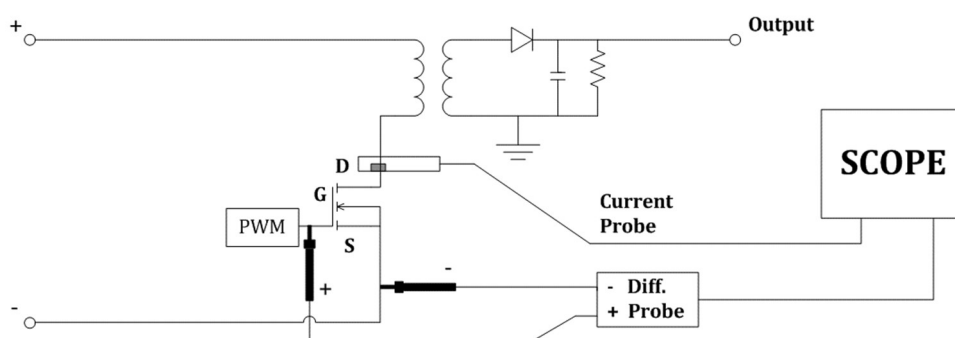


## 27.7 変調

変調解析では、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て制御パルス信号のパルス幅、デューティ、周期、周波数、その他の傾向を観察します。

### 接続ガイド

信号 > 接続ガイド をタッチすると、下図のように変調の接続ガイドが表示されます。接続は、この図の指示に従ってください。ガイドの右上のアイコンをタッチすると閉じます。

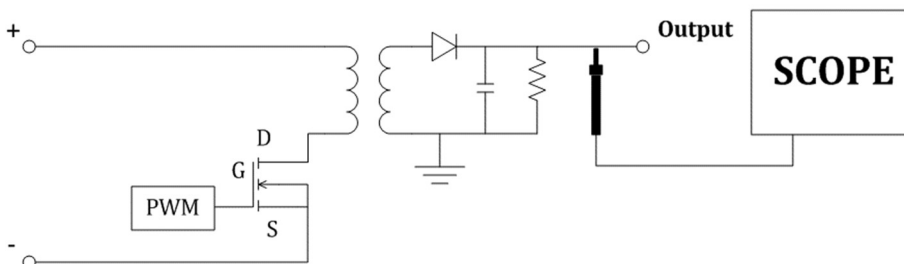


## 27.8 出力リップル

電源リップルは DC 電源を評価する重要なパラメータであり、出力直流電圧の品質を表します。リップル解析では、電源出力リップルの電流値、平均値、最小値、最大値、標準偏差、およびカウント数を測定できます。

### 接続ガイド

タッチ 信号 > 接続ガイド をタップすると、下図のように出力リップルの接続ガイドが表示されます。接続は本図の指示に従ってください。ガイド右上のアイコンをタップすると閉じます。



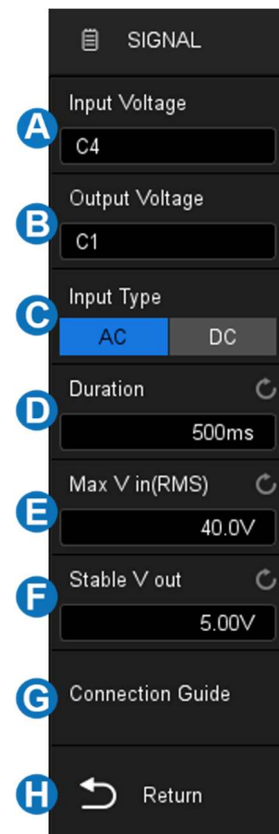
## 27.9 電源投入/電源切断

ターンオン解析は、電源が定常状態出力の 90%に達するまでの時間を測定します。ターンオフ解析は、電源が最大出力電圧の 10%まで低下するまでの時間を測定します。

### 信号設定

「信号」をタッチすると信号設定ダイアログボックスが表示されます：

- A. 入力電圧源の設定
- B. 出力電圧源を設定
- C. 入力タイプ（交流または直流）を設定
- D. 持続時間を設定します。範囲は 5 ns～20 s です。オシロスコープは値（持続時間/10）に基づいてタイムベースを設定します
- E. 最大実効入力電圧  $V_{rms}$  を設定（範囲：1 V ～ 1 kV）。オシロスコープは電圧チャネルの垂直目盛を最大入力電圧 / 7 に、トリガレベルを最大入力電圧 / 10 に設定します。
- F. 安定出力電圧値を設定します。範囲は -30 V ～ 30 V です。オシロスコープは出力電圧チャネルの垂直目盛を安定出力電圧 / 6 に設定します
- G. 接続ガイドを表示
- H. 前のメニューに戻る



### 試験条件

ターンオン -- 電源が定常状態出力の一定割合に達するまでの時間を測定します。ターンオン時間は T2 と T1 の間で、以下のように定義されます：

T1 = 入力電圧が最大振幅の一定割合（通常 10%）に初めて達した時点

T2 = 出力直流電圧が最大振幅の一定割合（通常 90%）に達した時点

**ターンオフ** -- 電源がオフになり、最大出力電圧の一定割合まで低下するまでの時間を測定します。

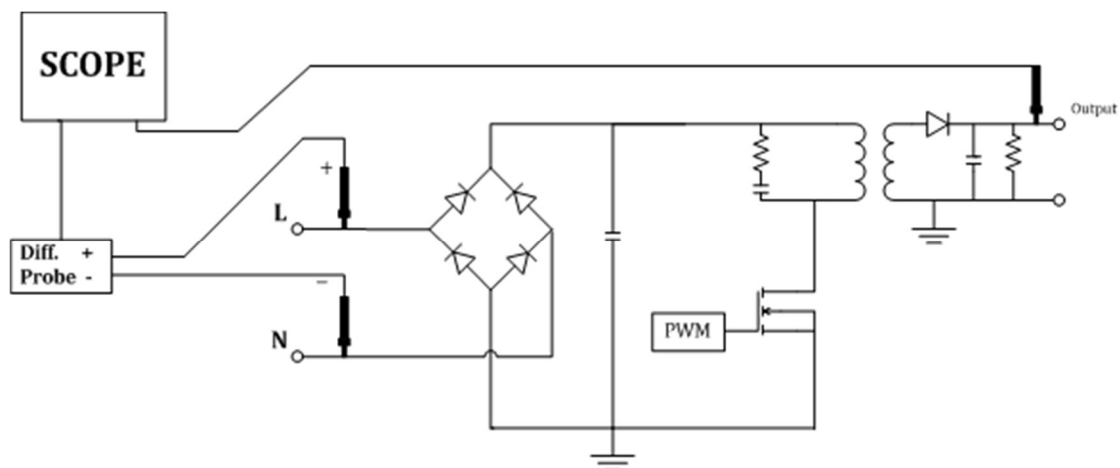
ターンオフ時間は **T2** と **T1** の間で、以下のように定義されます：

**T1** = 入力電圧が最終的に最大振幅の一定割合（通常 **10%**）まで低下した時点

**T2** = 出力直流電圧が最終的に最大振幅の一定割合（通常 **10%**）まで低下した時点

## 接続ガイド

タッチ **信号** > **接続ガイド** をタップすると、下図のようにオン/オフの接続ガイドが表示されます。接続は本図の指示に従ってください。ガイド右上のアイコンをタップすると閉じます。





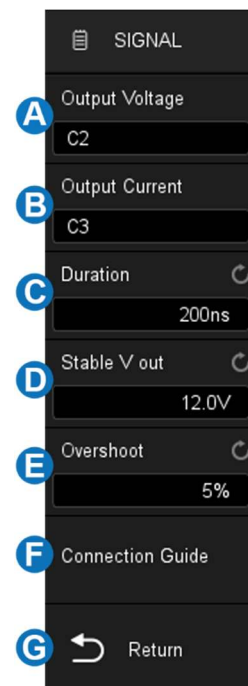
## 27.10 過渡応答

過渡応答解析により、出力負荷の変化に対する電源の出力電圧の応答速度を判断できます。この時間は、出力電圧が安定帯域から初めて出た時点から始まり、出力電圧が安定帯域に最後に入った時点で終了します。

### 信号設定

「信号」をタッチすると信号設定ダイアログボックスが表示されます：

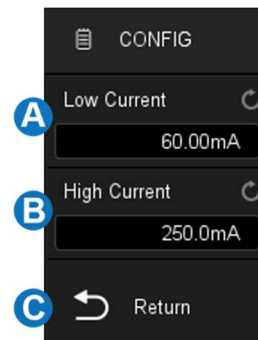
- A. 出力電圧源の設定
- B. 出力電流源を設定
- C. 持続時間を設定します。オシロスコープは持続時間に応じて適切な時間軸を設定します
- D. 安定した出力電圧を設定します。つまり、電源が安定した状態にある場合の期待される出力直流電圧です
- E. 出力電圧のオーバーシュート率を設定します。これにより過渡応答の安定帯域値を決定し、オシロスコープの垂直スケールを調整できます
- F. 接続ガイドを表示
- G. 前のメニューに戻る



### 設定

設定ダイアログボックスを呼び出すには「設定」をタッチしてください：

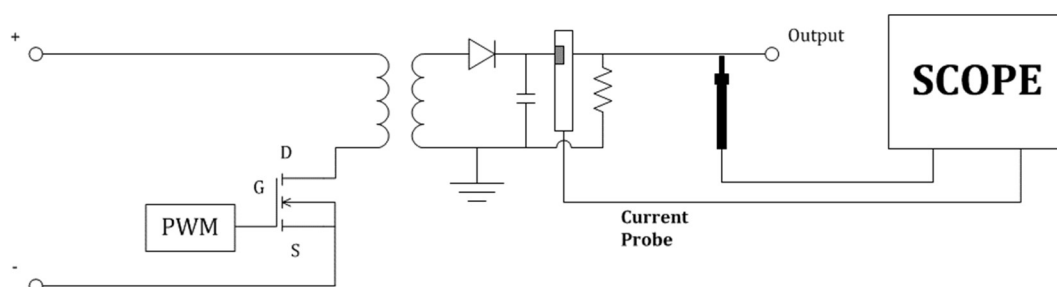
- A. 入力低電流値を設定します。これは負荷変化前または後の予想低電流値です
- B. 入力高電流値を設定します。これは負荷変化前または後の予想高電流値です
- C. 前のメニューに戻る



**注:** 低電流値と高電流値は、トリガーレベルを計算し、オシロスコープの垂直スケールを調整するために使用されます。負荷が変化した後、電流値が低から高（または高から低）に変化すると、オシロスコープがトリガーされ、過渡応答の安定化時間を測定します。

## 接続ガイド

タッチ **信号** > **接続ガイド** を選択すると、下図のように過渡応答の接続ガイドが表示されます。接続は本図の指示に従ってください。ガイド右上のアイコンをタッチすると閉じます。



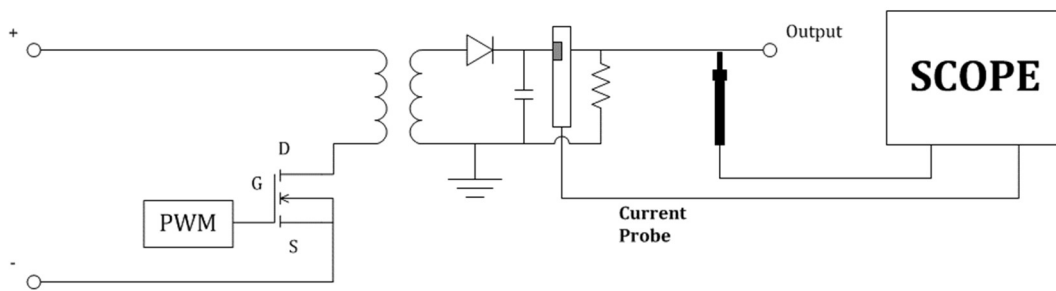
## 27.11 PSRR

電源除去比（PSRR）試験は、レギュレータが異なる周波数帯域でリップルノイズを抑制する能力を評価します。オシロスコープが任意波形発生器を制御し、掃引信号を出力。この信号を用いて電圧レギュレータに伝送される直流電圧にリップルを混入させます。入力と出力の交流実効値比を測定し、比と周波数の関係を図示します。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高く、感度もネットワークアナライザより低いため、オシロスコープで測定するPSRRは-60 dBを超えることが困難です。PSRR試験は、試験対象電源の全体的なPSRR特性を概ね把握する上で一般的に許容されます。

PSRRの設定はボード線図と同じです。詳細は「ボード線図」の章を参照してください。

## 接続ガイド

PSRRの接続ガイドを呼び出すには、[Touch **Signal**] > [Connection Guide]をタップします（下図参照）。接続は本図の指示に従ってください。ガイド右上のアイコンをタップすると閉じます。

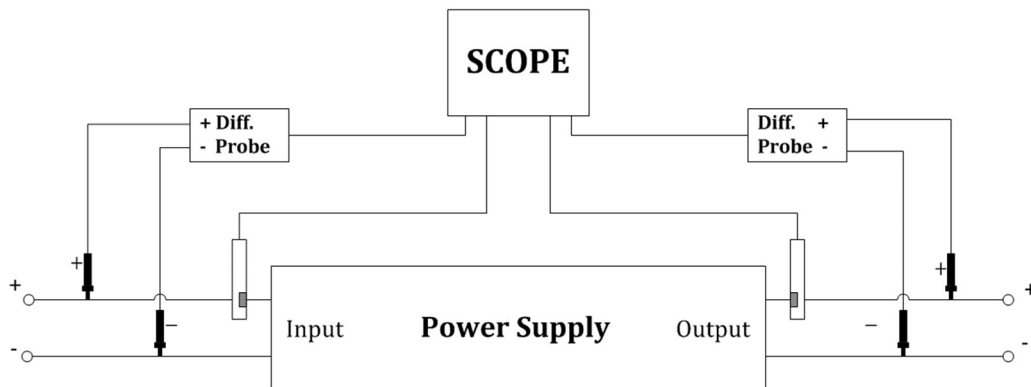


## 27.12 電力効率

電力効率分析は、出力電力と入力電力を測定することで電源全体の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、出力電流のすべてが測定に必要なため、4 チャンネルモデルでのみサポートされています。

### 接続ガイド

タッチ **信号** > **接続ガイド** をタップすると、下図に示す電力効率の接続ガイドが表示されます。接続の際は、この図の指示に従ってください。ガイドの右上にあるアイコンをタップすると閉じます。



## 27.13 SOA

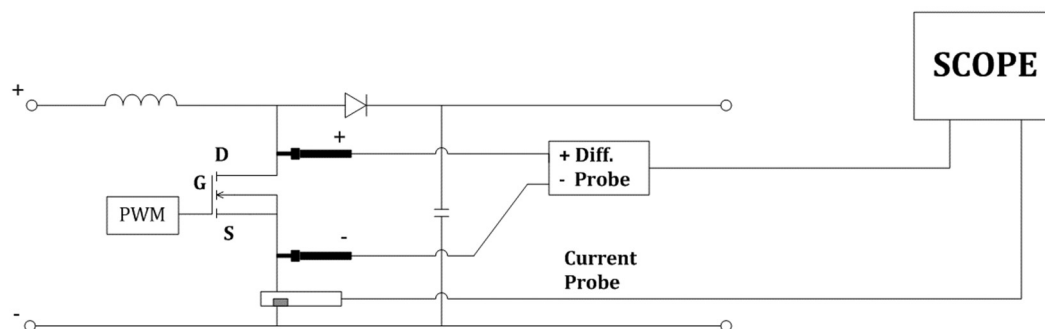
MOSFET の安全動作領域 (SOA) は、デバイスが自己損傷なく動作すると期待できる電圧、電流、および消費電力の条件を定義します。オシロスコープは、**Config** メニューで **設定された電圧制限**、**電流制限**、および電力制限パラメータに基づいて SOA を自動生成し、MOSFET への負荷が安全動作領域を超えているかどうかを判断します。これにより設計者は回路内の問題や潜在的なリスクを

迅速に発見できます。

電力制限パラメータに基づき自動的に SOA を生成し、MOSFET への負荷が SOA を超えているかどうかを判定します。これにより設計者は回路内の問題や潜在リスクを迅速に発見できます。

## 接続ガイド

「信号」>「接続ガイド」をタッチすると、下図に示す電力効率接続ガイドが表示されます。接続は本図の指示に従ってください。ガイド右上のアイコンをタッチすると閉じます。



注：テスト前に電圧入力チャンネルと電流入力チャンネル間でデスクイ操作を実行してください。デスクイの詳細については、「スイッチング損失」セクションを参照してください。

試験手順は以下の通りです：

1. 入力設定メニューで、**入力電圧**と**入力電流**に正しいチャンネルを割り当てます。観測予想時間として「**Duration**」を設定すると、オシロスコープが自動的にタイムベースを設定します。
2. **Config** メニューで、**Voltage Limit**、**Current Limit**、**Power Limit** パラメータを被試験 MOSFET デバイスのデータシートに基づいて設定すると、オシロスコープは自動的に **SOA** を生成し、**Input Voltage** および **Input Current** の垂直スケールをチャンネルの垂直目盛を自動的に生成します。
3. **テスト状態**をオンにします。オシロスコープは電圧および電流波形の取得を開始し、測定されたストレスが **SOA** 内にあるかどうかを示す **SOA** 測定値を表示します。
4. ユーザーはテスト中に水平方向、垂直方向、およびトリガー設定を調整し、最適な観察状態を得ることができます。

以下は、MOSFET のパワーアップ時のストレスをテストし、**SOA** を用いてそのストレスが MOSFET にとって安全かどうかを判断する例です：



MOSFET の電源投入時の電圧・電流波形



電圧制限、電流制限、電力制限に基づいてマスクが作成された SOA。すべての応力がマスク内に収まっているため、結果は「合格」を示しています。



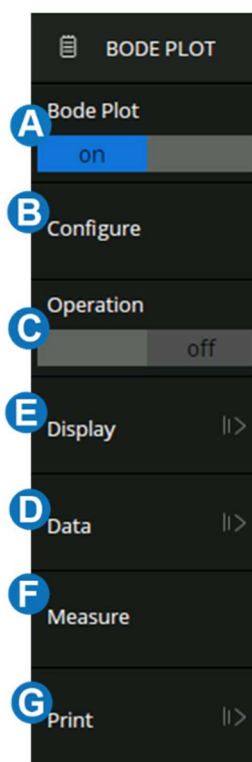
## 28 ボード線図

### 28.1 概要

SDS2000X HD は自動ボードプロット機能をサポートします。この機能は被試験デバイス (DUT) の周波数応答曲線を提供するとともに、出力スweepパラメータ制御とデータ表示設定のインターフェースを備えています。現時点では、SIGLENT SAG1021I 任意波形発生器または SIGLENT SDG シリーズ任意関数発生器のいずれかがサポートされています。スweep中、オシロスコープは発生器の出力周波数と振幅を設定し、入力信号と DUT の出力を比較します。各周波数における利得 (G) と位相 (P) が測定され、周波数応答ボード線図にプロットされます。ループ応答解析が完了すると、チャート上のマーカーを移動させて各周波数点で測定された利得と位相の値を確認できます。振幅プロットと位相プロットのスケールおよびオフセット設定も調整可能です。

**[分析] > [ボード線図]** をタッチしてボード線図ダイアログボックスを呼び出します:

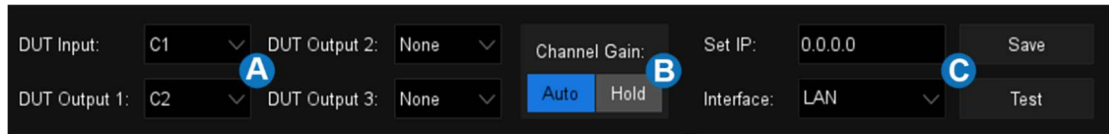
- A. ボードプロットの表示/非表示を切り替える
- B. ボードプロットの設定 (DUT、AWG 接続、スweepパラメータ)
- C. 動作のオン/オフ
- D. 表示パラメータの設定 (座標軸、トレース表示、カーソルを含む)
- E. データリスト。ボードプロットのデータリストを開いて曲線データを表示、データ結果を USB メモリに保存、または USB メモリから呼び出し
- F. 測定パラメータの設定。スキャン曲線のパラメータ測定には、上限カットオフ周波数 (UF)、下限カットオフ周波数 (LF)、帯域幅 (BW)、利得余裕 (GM)、位相余裕 (PM) が含まれます
- G. 指定したボードプロット波形領域をストレージに素早く印刷





## 28.2 設定

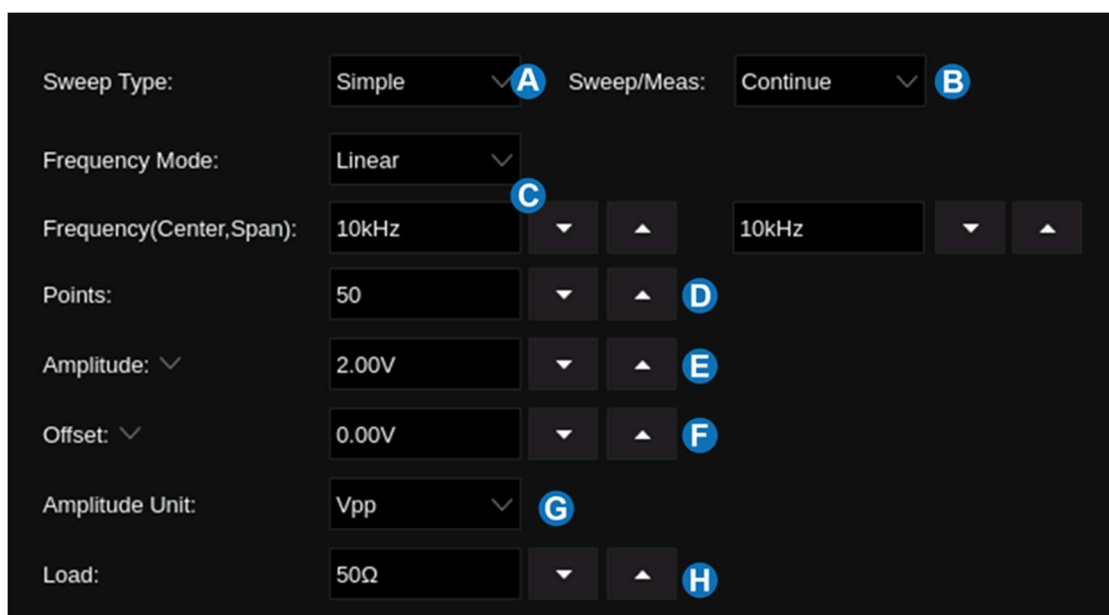
### 28.2.1 接続



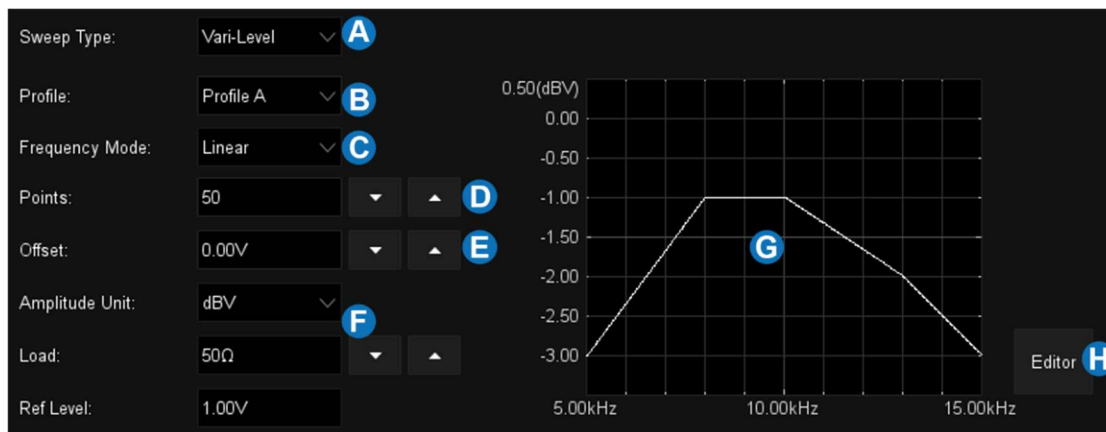
- A. DUT 入力および出力チャンネル
- B. チャンネルゲイン。「自動」に設定すると、オシロスコープは信号振幅に応じて垂直スケールを自動的に調整します。「固定」に設定すると、テスト操作前の垂直スケールが常に維持されます
- C. 任意波形発生器の接続設定。接続タイプを選択するには「インターフェース」をタッチしてください。LAN を選択する場合、「IP 設定」を行い「保存」する必要があります。「テスト」をタッチして任意波形発生器が正しく接続されているか確認してください。「テスト」をタッチし、任意波形発生器が正しく接続されているか確認します。

### 28.2.2 スイープ

スイープタイプをタッチしてスイープタイプを選択します。スイープタイプには、シンプルと可変レベルがあります。



- A. スイープタイプを設定
- B. スイープを「継続」または「単発」に設定
- C. 掃引周波数を設定します。周波数モードはリニアまたはデケードです。リニアに設定した場合、対応する中心周波数とスパン周波数を設定する必要があります。デケードに設定した場合、対応する開始周波数と終了周波数を設定する必要があります
- D. スイープポイント数を設定します。ポイント数が多いほど、スイープ分解能が高くなります
- E. スイープ信号の振幅を設定
- F. スイープ信号のオフセットを設定
- G. 信号振幅単位を設定します。dB に設定した場合、基準レベルと負荷を設定する必要があります
- H. 負荷を設定します

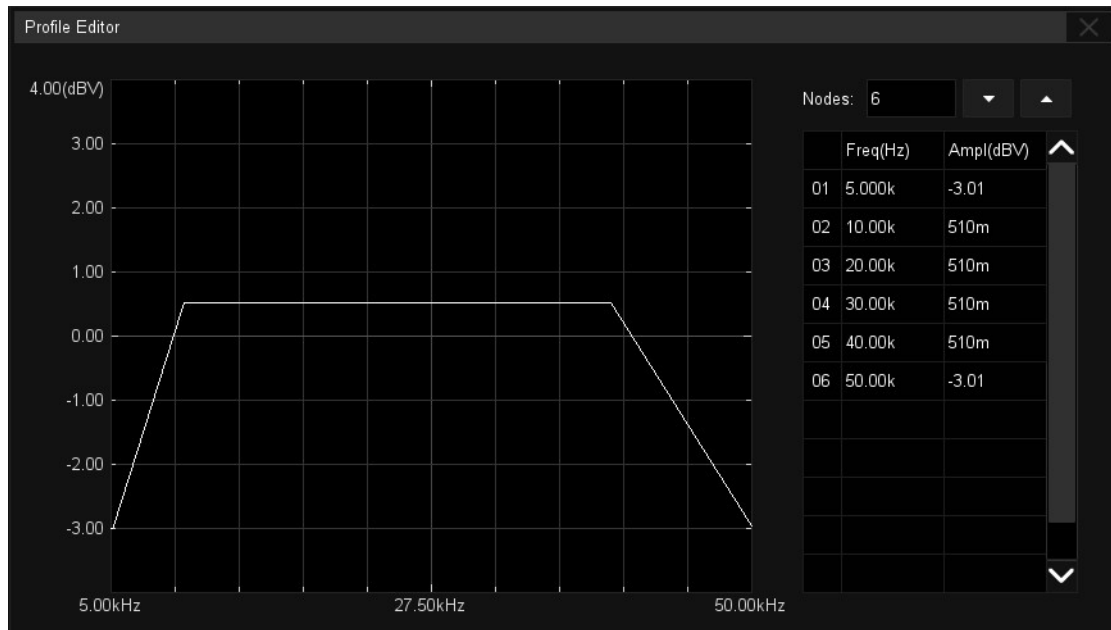


- A. スイープタイプを Vari-Level に設定
- B. プロファイルを選択。最大 4 つのプロファイルを編集可能
- C. 周波数モードを設定
- D. スイープポイント数を設定
- E. スイープ信号のオフセットを設定
- F. 信号振幅単位を設定します。dB に設定する場合、基準レベルと負荷を設定する必要があります

ります

G. 可変レベル信号表示領域

H. プロファイルエディタをオンにするには、**[編集]**をタッチ



**ノード**をタッチしてユニバーサルノブで信号ノード数を設定、または▲をタッチしてノード数を増やし、▼をタッチして減らします。

テーブル領域のセルをタッチして、対応するノードの周波数と振幅を設定します。セルをタッチしてアクティブにし、ユニバーサルノブで値を調整するか、セルをもう一度タッチして設定用の仮想キーパッドを呼び出します。

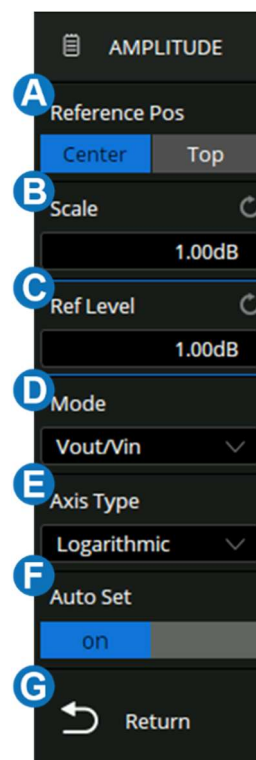
## 28.3 表示

ボードプロット表示設定には、振幅、位相、カーソル、トレースの可視性、波形タイプが含まれます。

### 振幅

ボードプロットの振幅座標軸を設定します。**[表示]** > **[振幅]** をタッチすると振幅設定ダイアログボックスが表示されます：

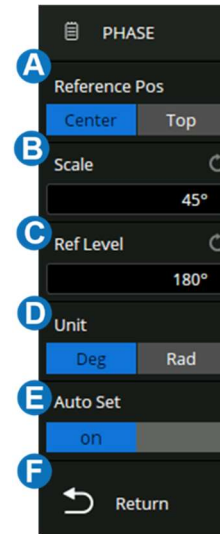
- A. 基準位置を中央または上部に設定
- B. 振幅座標軸のスケールを設定
- C. 基準レベル（振幅座標軸の最大値）を設定
- D. 振幅モードを設定します。出力信号の振幅値を表示するには「Vout」に設定し、入力信号に対する出力信号の振幅比を表示するには「Vout/Vin」に設定します
- E. モードが Vout の場合、単位（Vpp、Vrms、dBV、dBu、dBm、または任意 dB）を設定する必要があります。モードが Vout/Vin の場合、振幅軸タイプ（線形または対数）を設定する必要があります。
- F. 自動設定。出力信号の振幅曲線に基づき、オシロスコープが自動的にスケールと基準レベルを設定します
- G. 前のメニューに戻る



### 位相

ボードプロットの位相座標軸を設定します。**表示** > **位相** をタッチして位相設定ダイアログボックスを呼び出します：

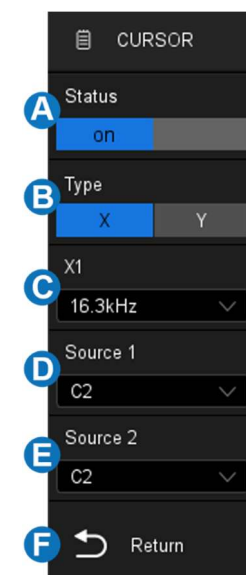
- A. 基準位置を中央または上部に設定
- B. 位相座標軸のスケールを設定
- C. 位相座標軸の基準レベル（最大値）を設定
- D. 位相単位を設定（度またはラジアン）
- E. 自動設定。出力信号の位相曲線に基づき、オシロスコープが自動的に目盛と基準レベルを設定します
- F. 前のメニューに戻る



## カーソル

SDS2000X HD では、カーソルを使用してボードプロット曲線を測定できます。ボードプロットのカーソルは通常のカーソルと似ており、詳細は「カーソル」の章を参照してください。タッチ **ディスプレイ** > **カーソル** でカーソル設定ダイアログボックスを呼び出します。

- A. ボードプロットのカーソルをオン/オフにする
- B. カーソルタイプ（X または Y）の設定
- C. カーソルを指定し位置を設定（ジェスチャー、ユニバーサルノブ、仮想キーパッドで操作）
- D. ソース 1 を設定する
- E. ソース 2 を設定
- F. 前のメニューに戻る

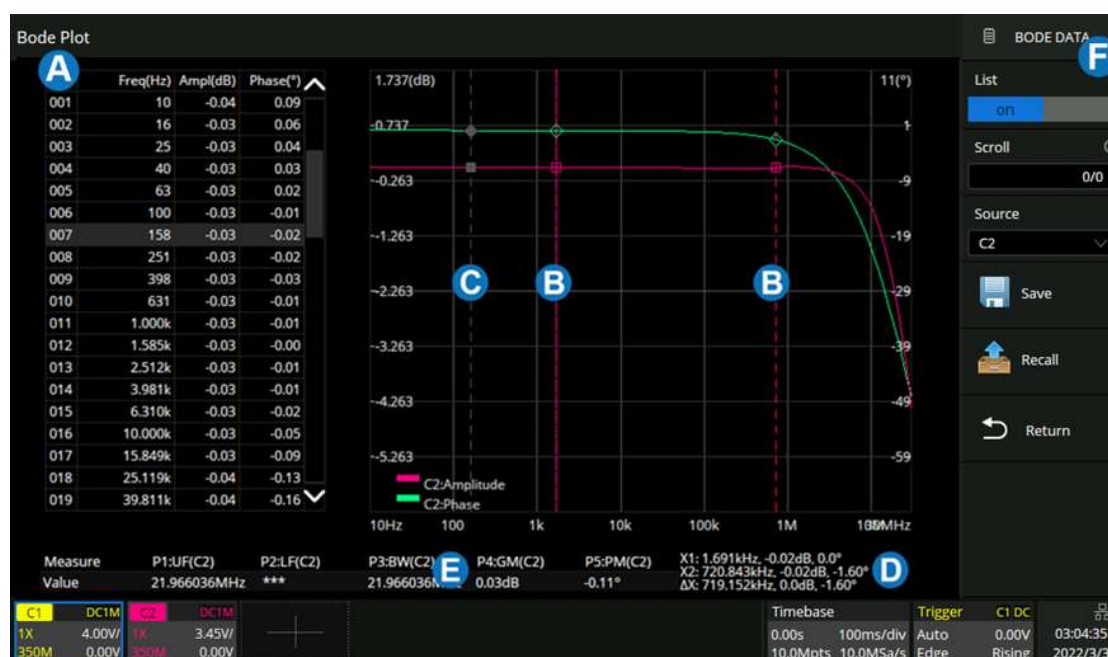


## トレースの可視性

複数の出力信号が接続されている場合、ボードプロットインターフェースはすべての出力信号の振幅と位相曲線を同時に表示します。ユーザーは他のスキャン曲線の表示/非表示を切り替えて、特定の曲線の詳細を観察できます。**表示** > **トレース** 可視性をタッチして設定ダイアログボックスを呼び出します。

## 28.4 データ解析

データリスト、カーソル測定、自動測定機能により、ボード線図曲線を詳細に分析できます。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すると、ボード線図曲線の 5 つのパラメータ（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)、利得余裕 (GM)、位相余裕 (PM)) を測定できます。

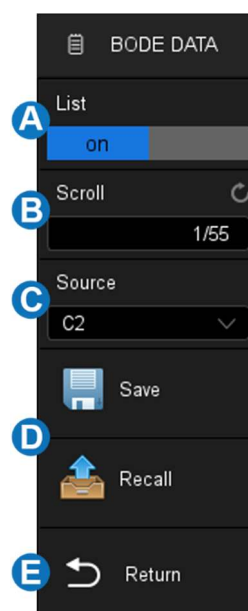


- A. データリスト表示領域
- B. カーソル
- C. データポイント位置線
- D. カーソル情報表示領域
- E. 測定パラメータ表示領域
- F. ボード線ダイアログボックス

### データリスト

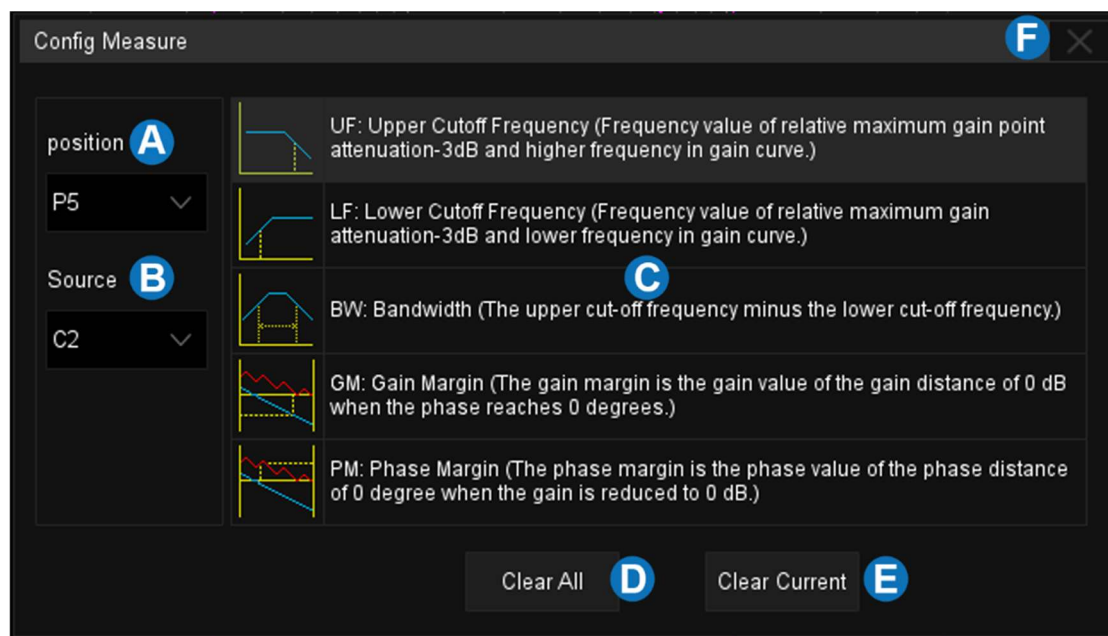
データ設定ダイアログボックスを呼び出すには、**データをタッチ**してください:

- A. データリストの表示/非表示を切り替えます
- B. リスト内の選択行を設定します。ユニバーサルノブを調整して設定するか、リスト表示領域を直接タッチして特定の行を選択します。
- C. データソースの設定
- D. データの保存/呼び出し。ボード線図データ (\*.csv)の保存と呼び出しは、設定ファイルの操作と同様です。詳細は「保存/呼び出し」の章を参照してください
- E. 前のメニューに戻る



## 測定

**「測定」**をタッチして測定設定ダイアログボックスを呼び出します:



- A. 測定項目の位置を設定し、最大 5 つの測定項目をサポートします
- B. 測定ソースを設定
- C. 測定パラメータ領域。各パラメータ領域をタッチすると測定パラメータが有効になります

す。上図では「UF」が有効です。

- D. すべての測定をクリア
- E. 現在の測定をクリア
- F. 測定設定ウィンドウを閉じる

例: C2 の UF 測定と C3 の GM 測定を追加するには、以下の手順に従います:

測定 > 位置 > ソース > UF

測定 > 位置 > ソース > GM

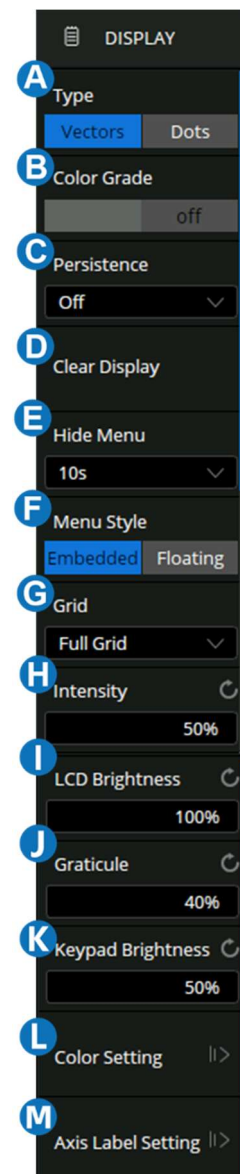


## 29 表示

表示設定には、波形の表示タイプ、色、残像表示、グリッドタイプ、トレースの明るさ、目盛の明るさなどが含まれます。

メニュー **表示** > **メニュー** をタッチすると、表示ダイアログボックスが表示されます。

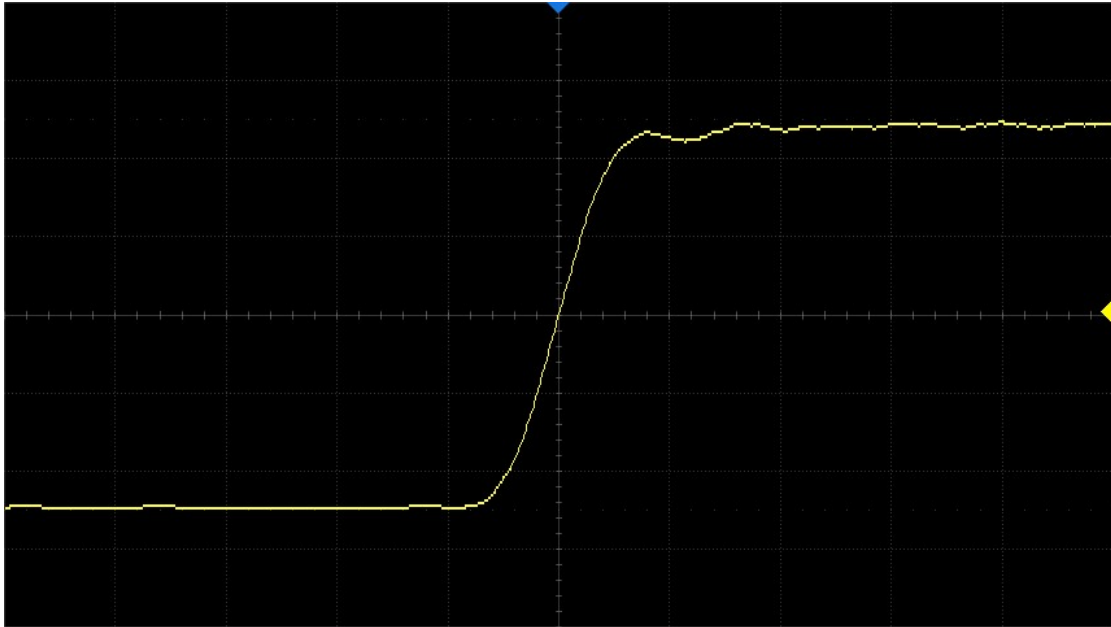
- A. 波形表示タイプをベクトル（線表示）またはドットに切り替えます
- B. カラーグレーディングの有効化/無効化
- C. 残像時間を設定します
- D. 表示をクリアします。この操作により、画面に表示されているすべての波形と残像が消去されます。
- E. メニュー自動非表示時間を設定
- F. メニュースタイルを「埋め込み」または「フローティング」に設定します。「埋め込み」に設定すると、ダイアログボックス表示時にグリッド領域が水平方向に圧縮され、波形全体が表示されます。「フローティング」に設定すると、ダイアログボックス表示時にグリッド領域の一部を直接覆います
- G. グリッドタイプを選択（フルグリッド、ライトグリッド、グリッドなし）
- H. トレース強度を設定（0～100%）
- I. バックライトを設定（0～100%）
- J. 目盛線輝度を設定（0～100%）
- K. LED の明るさを設定（10～100%）
- L. 波形の色をカスタマイズ
- M. 軸ラベルを表示



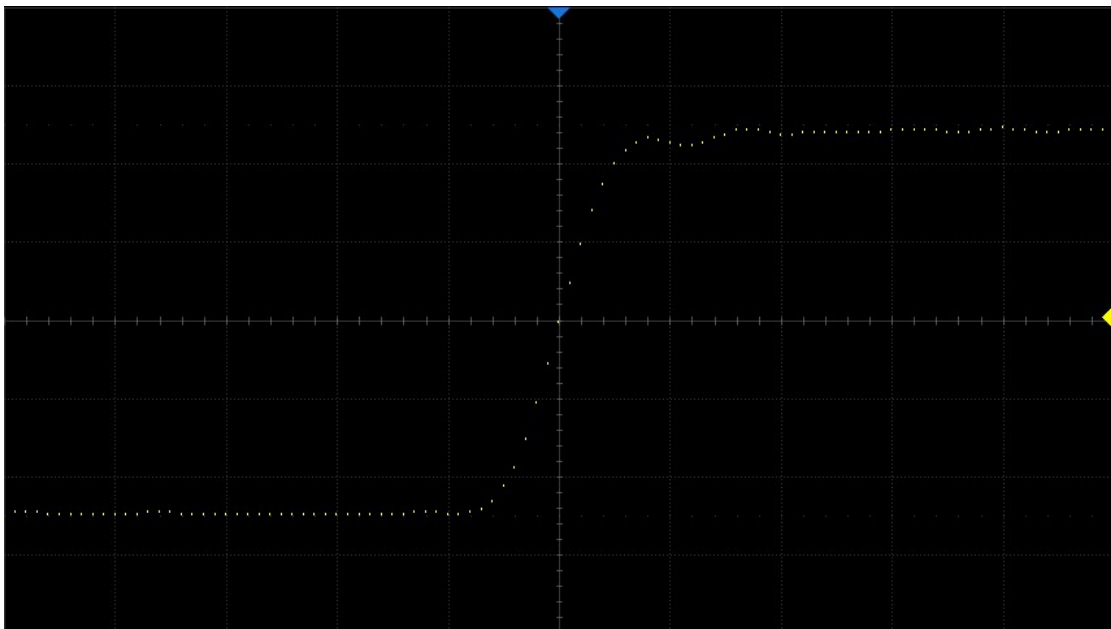
### 表示タイプ

フレームのサンプル数が **1000** を超える場合、ベクトル表示とドット表示の違いはありません。  
サンプル数が **1000** 未満の場合、いくつかの違いがあります。

- **ベクトル:** サンプルは線で接続（補間）されて表示されます。補間方法には線形補間と  $\sin(x)/x$  補間があります。補間の詳細については、「取得設定」のセクションを参照してください。
- **ドット:** 生のサンプルを直接表示します。

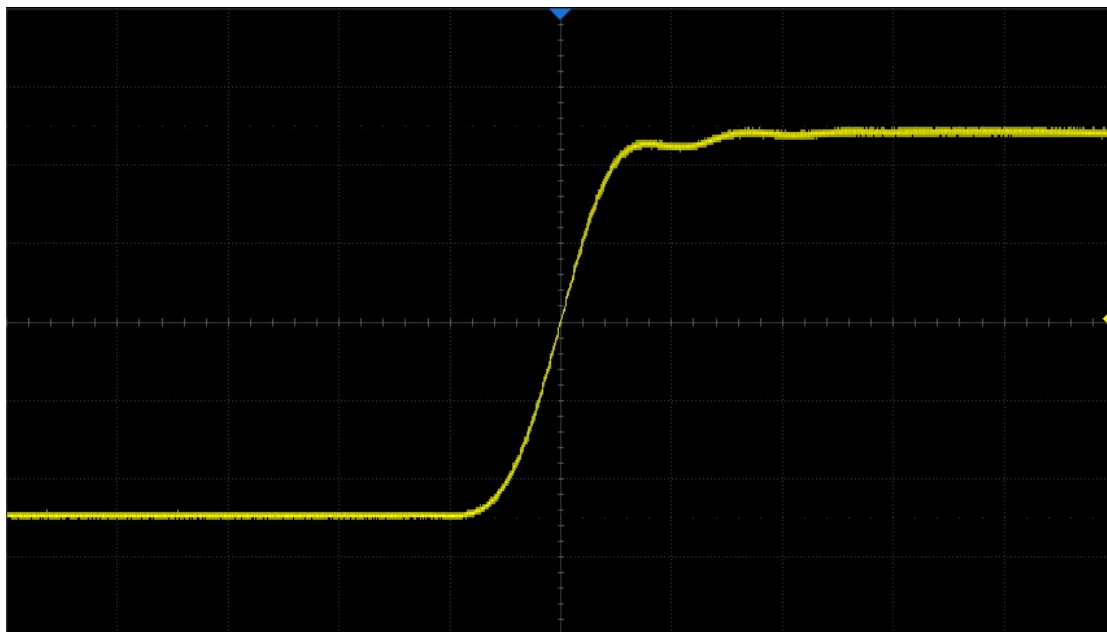


ベクトル表示



ドット表示

**注:** 実行状態では、オシロスコープの高い波形更新レートにより、表示される波形は複数のフレームが重ね合わされたものです。したがって、ドット表示で目にするのは個別のサンプリング点ではなく、等価サンプリングに似た表示効果です。各フレームの元のサンプルを個別に確認するには、取得を停止してください。

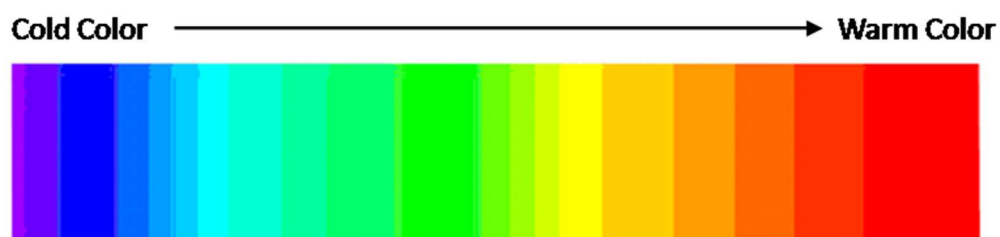


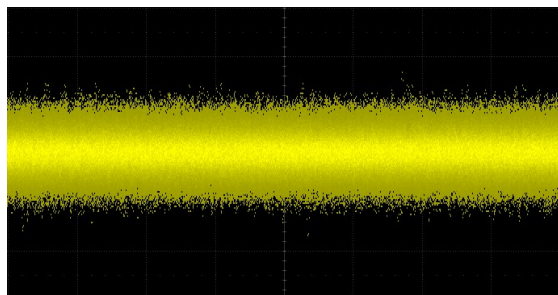
実行状態でのドット表示

### カラーグレード

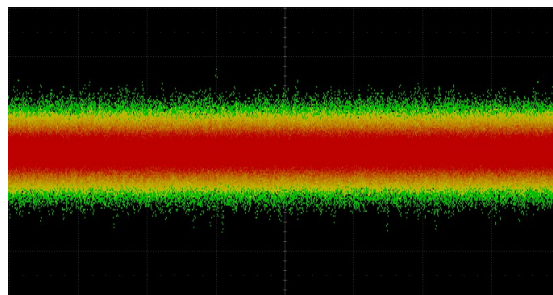
カラーグレーディングは色温度を用いて波形の確率をマッピングします。ピクセルに波形が表示される確率が高いほど、そのピクセルの色は暖色になります。確率が低いほど、そのピクセルの色温度は寒色になります。

下の図は、冷たい色から暖かい色への変化を示しています。





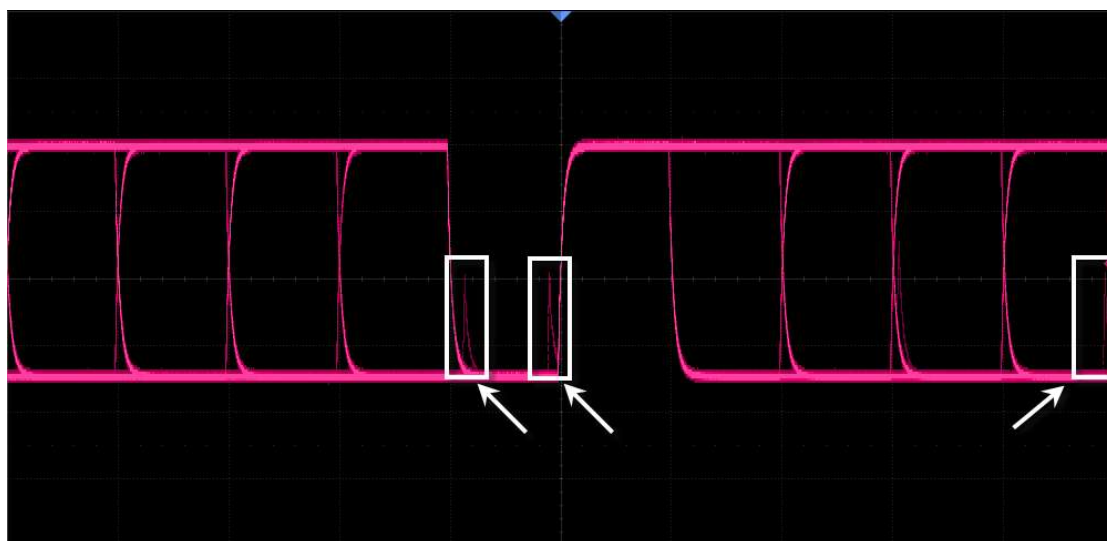
カラーグレード オン



カラーグレーディング オフ

## パーシステンス設定

パーシステンスを有効にすると、オシロスコープは新しい取得データで表示を更新しますが、指定期間内の以前の取得結果を消去しません。以前の取得データはすべて、輝度を落として表示されます。新しい取得データは、通常の色と輝度で表示されます。SDS2000X HD の高い波形更新レートとパーシステント機能を組み合わせることで、複雑なトリガ設定を行わなくても、波形の異常を短時間で発見できる場合があります、テストの効率が向上します。以下は、無限のパーシステントでデータシーケンスのグリッチを表示する例です。



表示ダイアログボックスとパーシステントがオフの場合、**[表示]** > **[パーシステント]** をタッチすると、パーシステントを素早くオンにできます。

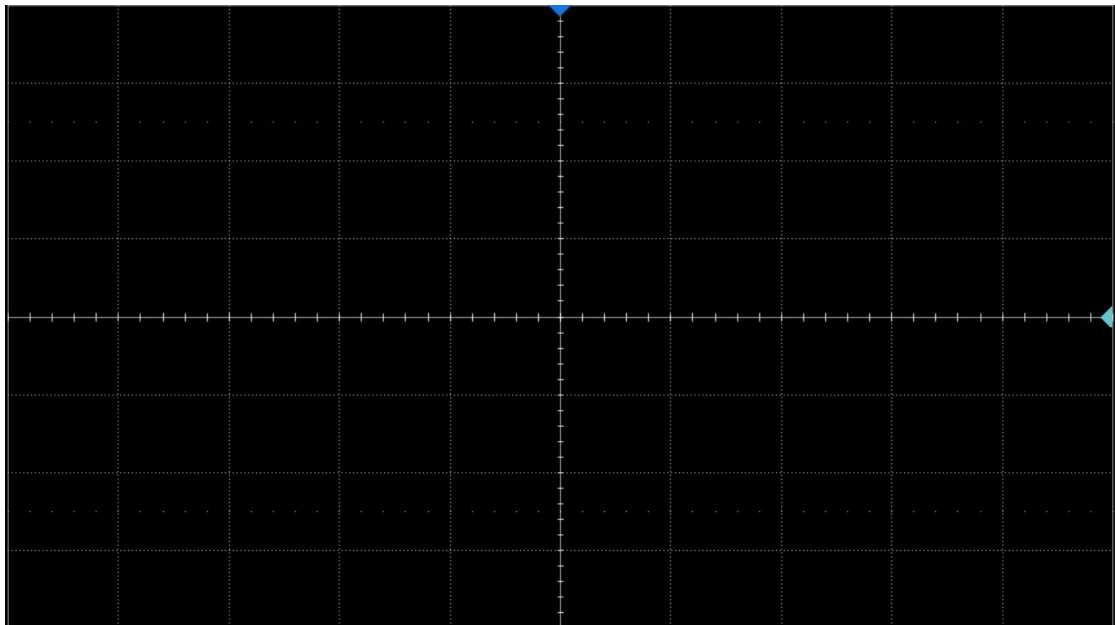
表示ダイアログボックスで **「パーシステンス」** をタッチすると、パーシステンス時間を設定できます。

- **オフ:** パーシステンスをオフにします。

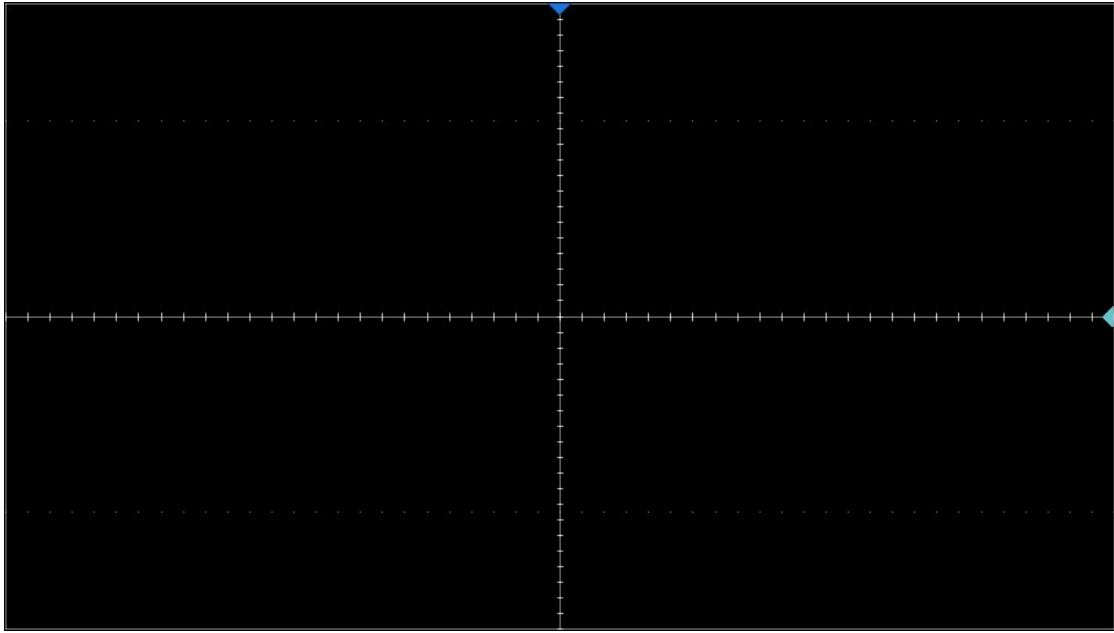
- **可変保持時間（100ms、200ms、500ms、1s、5s、10s、30s）**：異なる保持時間を選択します。オシロスコープは新たに取得した波形表示で更新されます。取得した波形は対応する時間が経過すると消去されます。
- **無限**：「無限」を選択すると、**表示クリア**または**スweep**クリア操作を実行するまで、過去の取得データは消去されません。

### グリッド設定

- **フルグリッド**：8\*10 グリッドを表示
- **ライトグリッド**：2\*2 グリッドを表示
- **グリッドなし**：グリッドなしで表示



フルグリッド



ライトグリッド



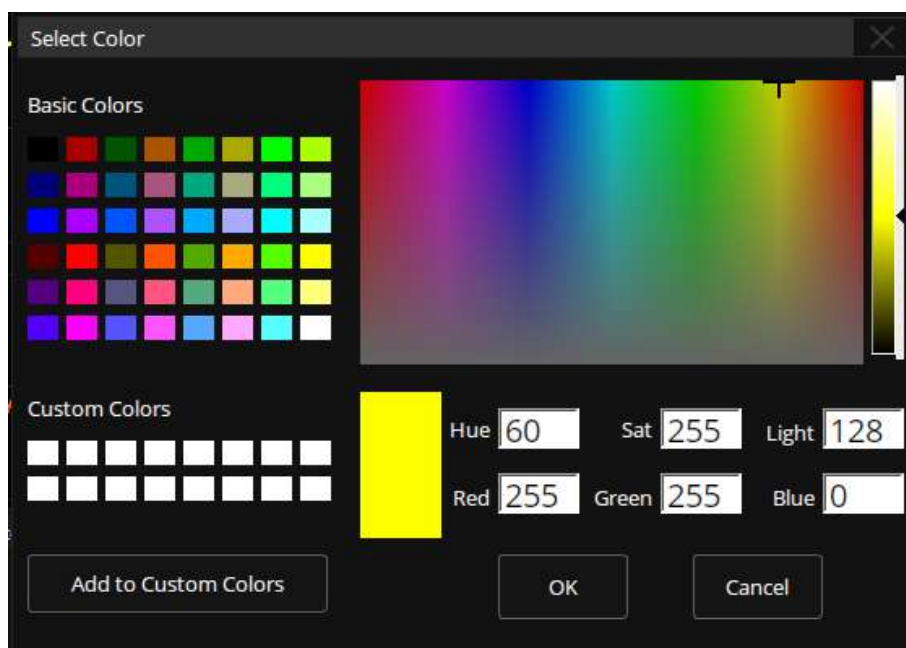
グリッドなし

## カラー設定

カラー設定では、ユーザー定義のトレースカラーをサポートしています。カラー設定を行うには、カラー矩形ボックスをタッチしてポップアップパレットページを表示します。すべてのチャンネルのデフォルトカラーを復元するには、**【デフォルト】**領域をタッチします。



パレット上で直接色を選択し、その色相、彩度、明度、RGB 値をプレビューするか、色パラメータを直接変更して色をカスタマイズできます。変更後、[OK]をタップして確定します。



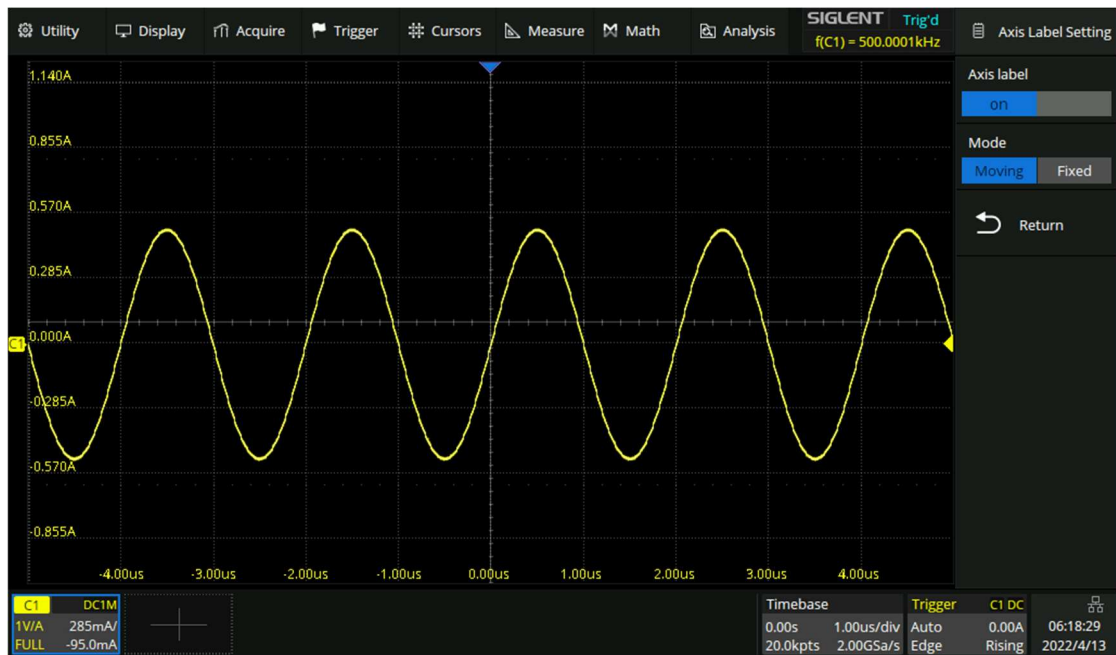
## 軸ラベル設定

軸ラベルをオンにすると、横軸ラベルはグリッド下部に、縦軸ラベルはグリッド左側に表示されます。軸の表示モードには移動モードと固定モードの 2 種類があります。

- **移動モード:** 波形を移動すると、座標は固定されたまま軸の位置が波形とともに移動します。



- 固定モード: 軸の位置は固定されたまま、波形の移動に伴い座標が更新されます。



移動モード



固定モード

## 30 任意波形発生器

### 30.1 概要

SDS2000X HD は、オプション SDS2000HD-FG を使用して有効化すると、内蔵の任意波形/関数生成をサポートします。

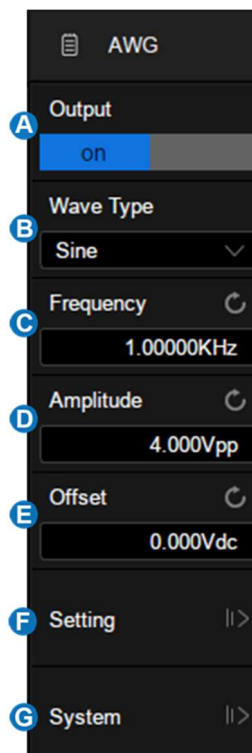
AWG 機能には以下が含まれます：

- 6 種類の基本波形：正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ、直流
- 内蔵任意波形 45 種類
- 最大出力周波数 25 MHz
- 出力振幅範囲：-3 V ～ +3 V

AWG の詳細な仕様についてはデータシートを参照してください。

フロントパネルの **WaveGen** ボタンを押すか、メニューの **Utility > Wave Gen** をタッチしてダイアログボックスを呼び出します。

- AWG の出力のオン/オフを切り替えます
- 波形タイプを選択（正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ、DC、任意波形）
- 周波数を設定
- 振幅を設定
- オフセットを設定
- その他の AWG 設定：出力負荷、過電圧保護など。
- システム情報とファームウェアのアップグレード



## 31 任意波形発生器

### 31.1 概要

SDS2000X HD は、オプション SDS2000HD-FG を使用して有効化すると、内蔵の任意波形/関数生成をサポートします。

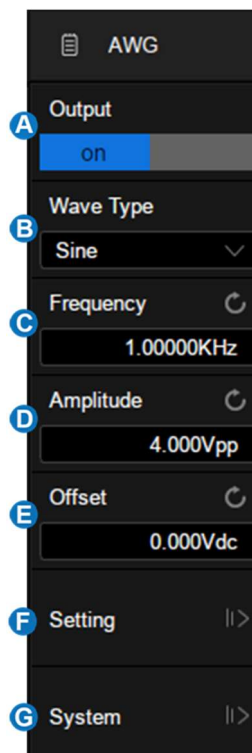
AWG 機能には以下が含まれます：

- 6 種類の基本波形：正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ、直流
- 内蔵任意波形 45 種類
- 最大出力周波数 25 MHz
- 出力振幅範囲：-3 V ～ +3 V

AWG の詳細な仕様についてはデータシートを参照してください。

フロントパネルの **WaveGen** ボタンを押すか、メニューの **Utility > Wave Gen** をタッチしてダイアログボックスを呼び出します。

- H. AWG の出力のオン/オフを切り替えます
- I. 波形タイプを選択（正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ、DC、任意波形）
- J. 周波数を設定
- K. 振幅を設定
- L. オフセットを設定
- M. その他の AWG 設定：出力負荷、過電圧保護など。
- N. システム情報とファームウェアのアップグレード





## 31.2 出力

安全のため、**Wave Gen** ボタンを押しても **AWG** の出力は自動的にオンになりません。出力をオンにするには、**Wave Gen** ボタンを押した後、**AWG** ダイアログボックス内の **Output** をタッチしてください。出力が有効になると、**Wave Gen** ボタンが点灯します。

## 31.3 波形タイプ

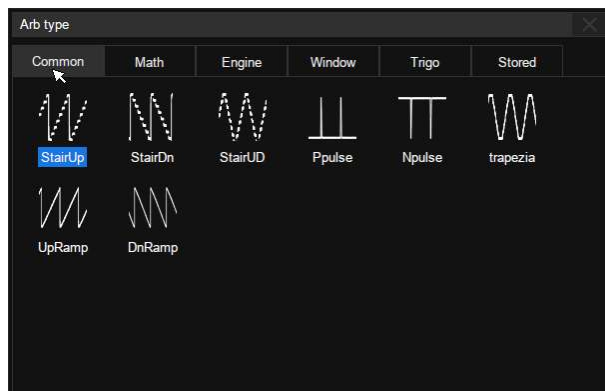
**AWG** 機能は 6 種類の標準波形と複数の任意波形を提供します。標準波形は正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ、直流です。

以下の表は、すべての波形タイプと対応するパラメータを示しています。

波形タイプ	パラメータ
正弦波	周波数、振幅、オフセット
方形波	周波数、振幅、オフセット、デューティ
ランプ	周波数、振幅、オフセット、対称性
パルス	周波数、振幅、オフセット、デューティ
DC	オフセット
ノイズ	標準偏差、平均
Arb	周波数、振幅、オフセット、 <b>Arb</b> タイプ

任意波形には、内蔵波形と保存波形の 2 種類があります。**AWG** ダイアログボックスで

**AWG** ダイアログボックスで「**Arb Type**」を選択し、ポップアップウィンドウで任意波形を選択します：



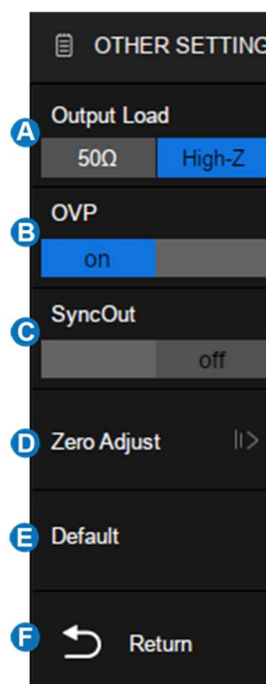
ウィンドウには 6 つのタブがあります。各タブには波形カタログが一覧表示されます。内蔵波形は Common、Math、Engine、Window、Trigo に保存されています。保存波形は Stored メニュー内に配置されています。

ユーザーは SIGLENT EasyWaveX PC ソフトウェアで任意波形を編集し、保存波形をリモートインターフェース経由で機器に送信、または USB メモリ経由で保存波形をインポートできます。

## 31.4 その他の設定

AWG ダイアログボックスで「設定」をタッチすると、「その他の設定」ダイアログボックスが表示されます：

- A. 出力負荷を選択
- B. OVP（過電圧保護）のオン/オフを切り替えます
- C. 同期出力のオン/オフを切り替えます。外部 SAG1021I 機能/任意波形発生器モジュールでのみサポートされます。
- D. ゼロ調整を実行
- E. デフォルト設定に戻す
- F. 前のメニューに戻る



### 出力負荷

選択した出力負荷値は負荷インピーダンスと一致している必要があります。一致しない場合、AWG の出力波形の振幅とオフセットが不正確になります。

## **OVP**

OVP が有効の場合、保護条件が満たされると出力は自動的にオフになります。保護条件は、出力ポートの絶対値が  $4\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$  を超える場合です。同時に、警告メッセージが表示されます。

## 同期出力

同期出力をオンにすると、AWG の Aux In/Out ポートは基本波形（ノイズおよび DC を除く）および任意波形と同じ周波数の CMOS 信号を出力します。サポートされる最大周波数は 10 MHz です。

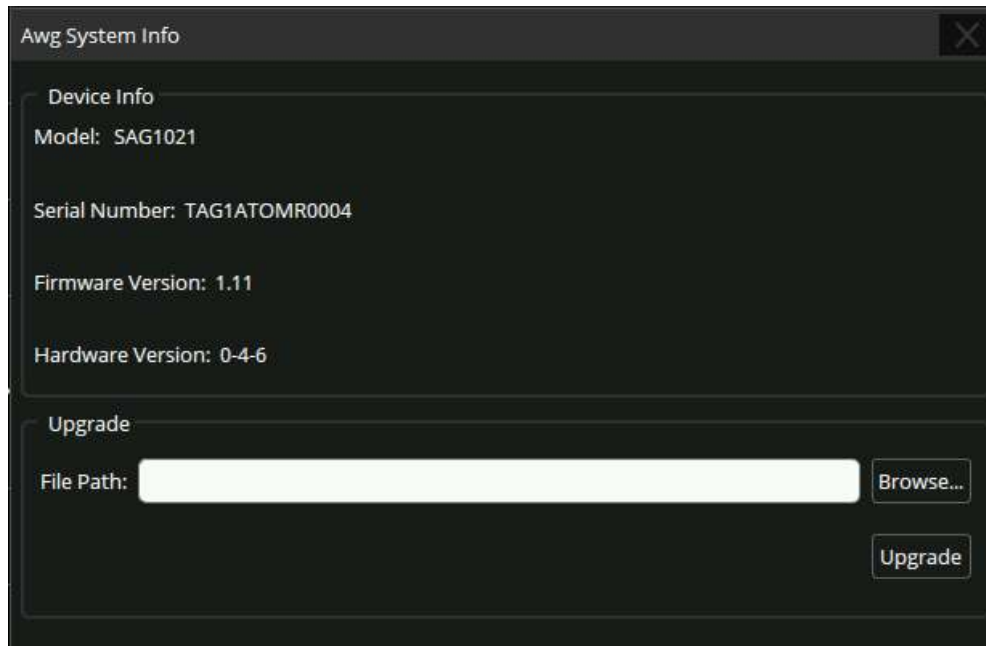
## ゼロ調整

AWG の出力ゼロ誤差は、自動モードまたは手動モードを使用して校正できます。ゼロ調整の目的は、AWG が 0 V DC 信号を出力した際、対応するチャンネルの測定平均値が $\pm 1\text{mV}$ 以内に収まることです。

- **自動調整ステップ:** このモードでは、オシロスコープの CH1 でのみ調整が可能です。AWG の出力をオシロスコープの CH1 に接続し、**[Auto]**を押すと、AWG が自動調整を開始します。調整が完了すると、オシロスコープに「ゼロ調整完了!」と表示されます。
- **手動ステップ:** AWG はオシロスコープの任意のチャンネルで手動校正可能です。CH2 を例に説明します:
  1. AWG の出力を CH2 に接続し、CH2 を開き、DC 結合に設定し、帯域幅制限をオンにし、プローブの減衰を 1X に設定します。
  2. CH2 の垂直目盛を 1 mV/div などの小目盛に設定します。Measure をオンにし、パラメータを CH2 の平均値に設定します。
  3. **手動ボタン**を押してユニバーサルノブを回転させ、CH2 の平均値が $\pm 1\text{ mV}$ 以内に収まるまで補償値を調整し、**保存ボタン**を押します。



## 31.5 システム



**デバイス情報** – AWG モジュールのモデル、シリアル番号、ファームウェアバージョン、ハードウェアバージョンが含まれます。

### アップグレード

ここでいうファームウェアとは、**SAG1021I** モジュールのファームウェアを指します。**SDS2000X HD** は、**USB** メモリ経由で **SAG1021I** のファームウェアおよび設定ファイルのアップグレードをサポートしています。以下の手順に従ってください：

1. アップグレードファイル（\*.ADS）を **USB** メモリにコピーします。
2. **USB** ホストポートのいずれかに **USB** メモリを挿入します。
3. **[Browse]** をタッチし、アップグレードファイルのパスを選択します。詳細な操作については、「保存/呼び出し」の章を参照してください。
4. **「アップグレード」** をタッチしてアップグレードを開始します。進行状況バーが完了率を表示します。
5. アップグレード後、**SAG1021I** はシステムから削除され、オシロスコープは「アップグレードが完了しました。AWG デバイスを再接続してください」と表示します。
6. 再度 **「システム」** ダイアログボックスを開き、アップグレード後のハードウェアバージョン番号が目標バージョンと一致しているか確認してください。



警告: アップグレード中は電源を切断しないでください!

## 32 保存/呼び出し

SDS2000X HD は、設定、基準波形、スクリーンショット、波形データファイルを内部ストレージ、外部 USB ストレージデバイス（例：U ディスク）、またはネットワークストレージに保存できます。保存した設定と基準波形は必要に応じて呼び出せます。

ネットワークストレージの詳細については、「ネットワークストレージ」のセクションを参照してください。

### 32.1 保存タイプ

SDS2000X HD がサポートする保存タイプ：設定、参照、画像（\*.bmp/\*.jpg/\*.png）、波形データ（バイナリ/CSV/MatLab）、FileConverter ツール。現在の設定をデフォルト設定として保存することも可能です。保存タイプの概要は以下の通りです：

#### 設定

オシロスコープのデフォルト保存タイプ。設定は\*.xml ファイル拡張子で保存されます。

#### 参照

基準波形データは\*.ref ファイル拡張子で保存されます。保存ファイルには基準波形データと、垂直スケール、垂直位置、タイムベースなどの設定情報が含まれます。

#### BMP

スクリーンショットを\*.bmp 形式で保存します。

#### JPG

スクリーンショットを\*.jpg 形式で保存します。

#### PNG

スクリーンショットを\*.png 形式で保存します。

## バイナリデータ

波形データをバイナリ形式 (\*.bin) で保存します。

## CSV データ

波形データを「.csv」形式で保存します。このタイプを選択した後、**パラスイッチ**をタッチして **保存** をタッチして、スコープ設定パラメータ情報（水平時間軸、垂直スケールなど）を含めるかどうかを決定できます。画面に表示されているすべての波形を保存するには「**全チャンネル保存**」をタッチするか、保存する **ソース** を選択します。利用可能なソースには **C1～C4** および **F1～F2** が含まれます。

## Matlab データ

波形データを\*.mat または\*.dat 形式で保存します。Matlab で直接インポートできます。利用可能なソースは **C1～C4** および **F1～F2**（FFT を除く）です。

## デフォルトキーへ

オシロスコープはデフォルト設定に 2 つのオプションを提供します。デフォルトタイプが「工場出荷時」に設定されている場合、フロントパネルのデフォルトボタンを押すと工場出荷時のデフォルト設定が呼び出されます。デフォルトタイプが「現在」に設定されている場合、フロントパネルのデフォルトボタンを押すと「デフォルトキー」操作で最後に保存された設定が呼び出されます。

## ファイルコンバータツール

このミニツールは、保存されたバイナリファイルをスプレッドシートプログラムで閲覧可能な CSV 形式に変換するために使用されます。大規模なデータセットを収集する場合に最適です。200 Mpts などの大容量メモリを持つ波形フレームの場合、直接 CSV ファイルとして保存すると時間がかかり、USB ストレージデバイスのメモリを大量に占有します。データをバイナリファイルとして保存し、コンピュータ上で CSV ファイルに変換することをお勧めします。

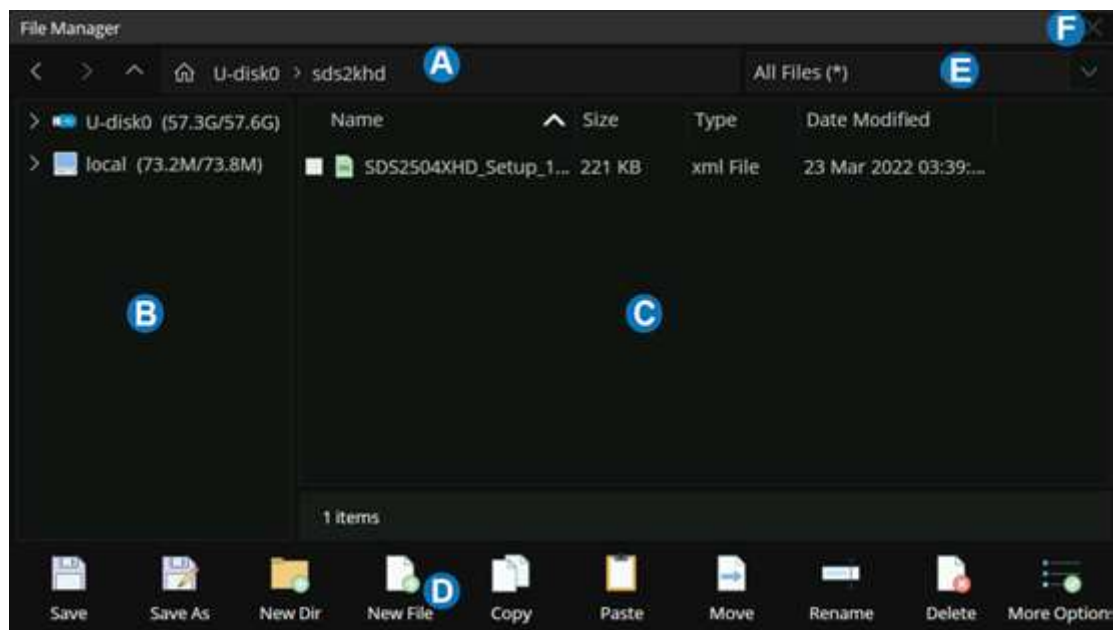
以下の表は、保存タイプと保存/呼び出し操作の関係を示しています。

タイプ	外部保存	呼び出し
設定	√	√
参照	√	√
BMP	√	×

JPG	√	×
PNG	√	×
バイナリデータ	√	×
CSV データ	√	×
Matlab データ	√	×
ファイルコンバーター	√	×

## 32.2 ファイルマネージャー

SDS2000X HD のファイルマネージャーは、Windows® オペレーティングシステムと同様のスタイルと操作性を備えています。



- A. アドレスバー
- B. ナビゲーションパネル
- C. ファイルリスト
- D. ツールバー
- E. ファイルタイプ

## F. ファイル マネージャーを閉じる

表 32.1 ファイルマネージャのアイコンの説明

アイ コ ン	説明	アイ コ ン	説明
	戻る		新しいディレクトリ
	転送		新規ファイル
	上レベル		コピー
	ルートディレクトリ		貼り付け
	保存		名前を変更
	名前を付けて保存		削除
	再読み込み		移動

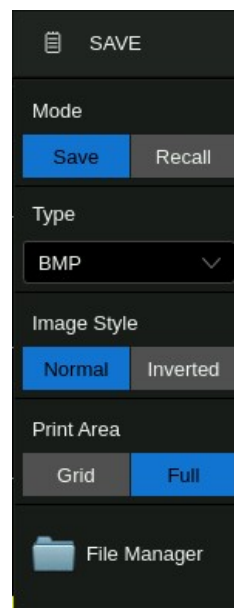
## 32.3 インスタンスの保存と復元

スクリーンショットを「Udisk0¥sds2khd¥」パスに **BMP** 形式で保存

まず、**USB** メモリを挿入します。

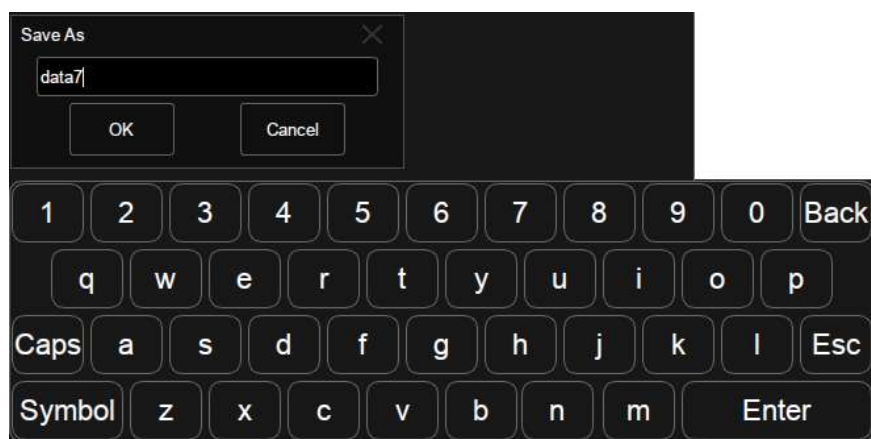
次に、保存操作のパラメータを設定します：

- モードを「保存」に選択
- タイプを「BMP」に設定
- 画像スタイルを選択。「通常」は表示と同じ色で画像を保存。「反転」は印刷時のインク節約のため背景色を白で保存
- 印刷領域を選択します。「グリッド」はグリッド領域と説明ボックスを保存します。「フル」はディスプレイ全体を保存します
- ファイルマネージャーをタップしてファイルマネージャーを開く

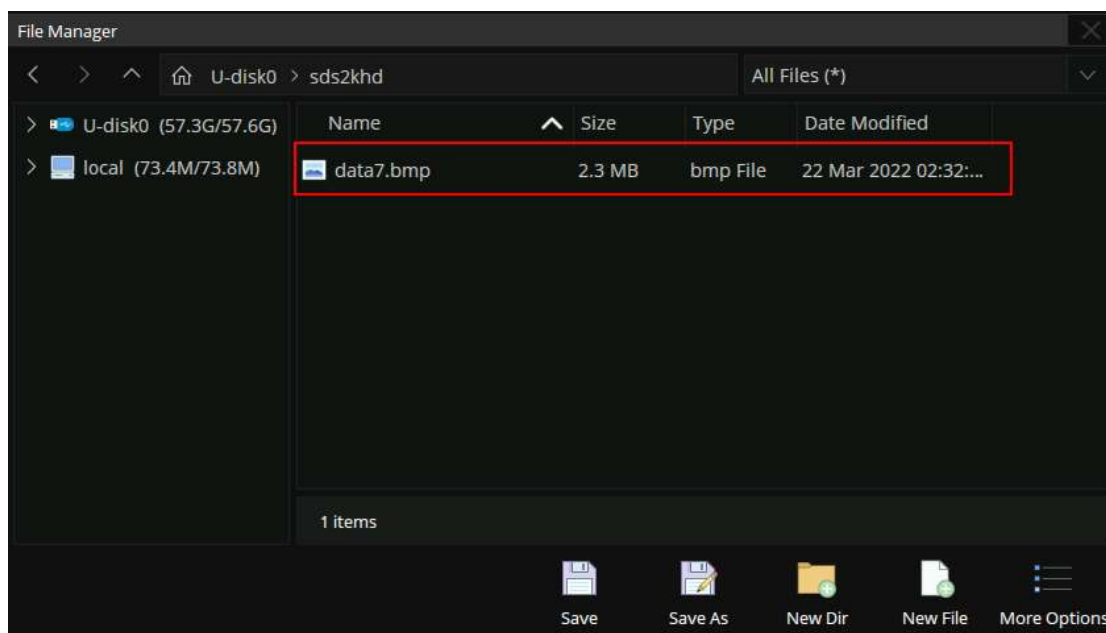


次に、ファイルマネージャーで「¥Udisk0¥sds2khd¥」ディレクトリを選択します：

第四に、「名前を付けて保存」をタッチし、ポップアップテキストボックスをクリックして仮想キーボードを呼び出し、ファイル名を入力し、「OK/」をタッチします：



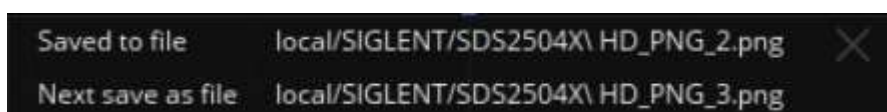
保存後、ファイルマネージャーに新しい BMP ファイルが表示されます：



ステップ 4 で「名前を付けて保存」ではなく「保存」を選択した場合、システムはファイルをデフォルトのファイル名 SDS2xx4XHD\_BMP\_n.bmp (n は 1 から増加する整数) で保存します。デフォルトの保存パスは ¥SIGLENT¥ です。

**注:** スクリーンショットを直前に保存したパスに素早く保存するには、**[ユーティリティ]** > **[印刷]** をタップしてください。

**注:** ファイルの保存が成功すると、保存完了を通知するメッセージが表示され、次に保存されるファイルの名前も表示されます。デフォルトの命名規則は、最初に保存されたファイル名の末尾に連番を追加する方式です。



**注:** 保存した画像は、ファイルマネージャーで開き、オシロスコープ上で閲覧できます。



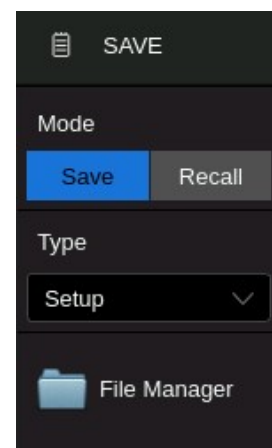


パス「Udisk0¥Atom¥」に保存されている設定ファイル「SDS2504XHD\_Setup\_2.xml」を呼び出します。

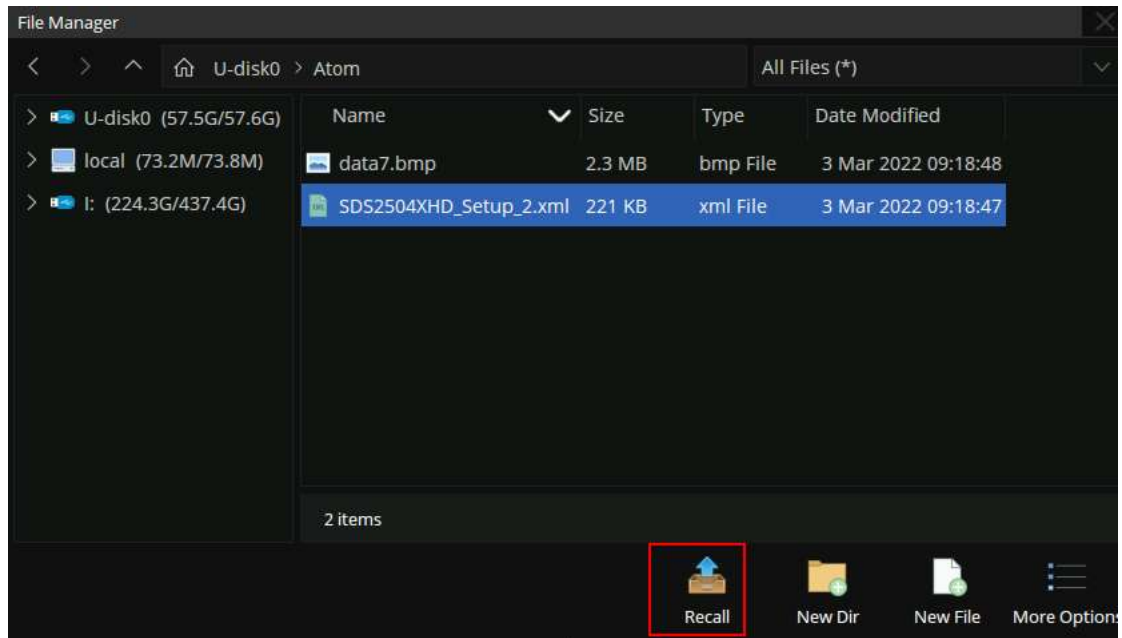
まず、ファイル「SDS2504XHD\_Setup\_2.xml」が保存されているフォルダ「¥Atom¥」を含む U ディスクを挿入します。


次に、リコール操作のパラメータを設定します：

- モードを「Recall」に選択
- タイプを「セットアップ」に設定
- ファイルマネージャーを開くには「ファイルマネージャー」をタッチしてください



第三に、ファイルマネージャーで「¥Udisk0¥Atom¥」ディレクトリを選択し、セットアップファイル「SDS2504XHD\_Setup\_2.xml」を選択します

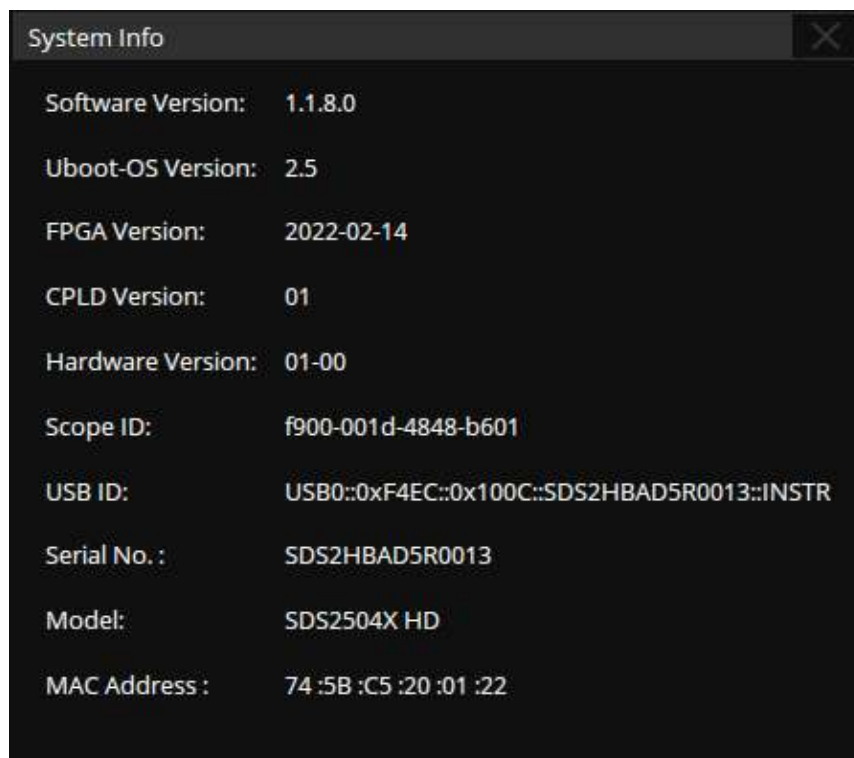


第四に、リコールアイコン（）をタッチし、オシロスコープが設定のリコールを完了するまで待ちます。

## 33 ユーティリティ

### 33.1 システム 情報

ユーティリティ > メニュー > システム情報 を操作して、システムのステータスを確認します。システム情報には、以下に示す内容が含まれます。



### 33.2 システム設定

#### 33.2.1 言語

SDS2000X HD 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、ポルトガル語など、複数の言語に対応しています。

ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 言語 を操作し、リストから言語を選択してください。



### 33.2.2 スクリーンセーバー

一定時間操作がない場合、スクリーンセーバーが作動します。このとき、消費電力の節約のためにディスプレイのバックライトが消えます。

ユーティリティ > メニュー > システム設定 > スクリーンセーバー を操作して、スクリーンセーバーが作動するまでの時間を指定するか、「オフ」を選択してスクリーンセーバーを無効にします。

マウス、タッチスクリーン、またはフロントパネルからの操作でスクリーンセーバーを解除できます。

### 33.2.3 ビープ音

以下の手順に従って、ビープ音のオン/オフを切り替えます：ユーティリティ > メニュー > システム設定 > ビープ音

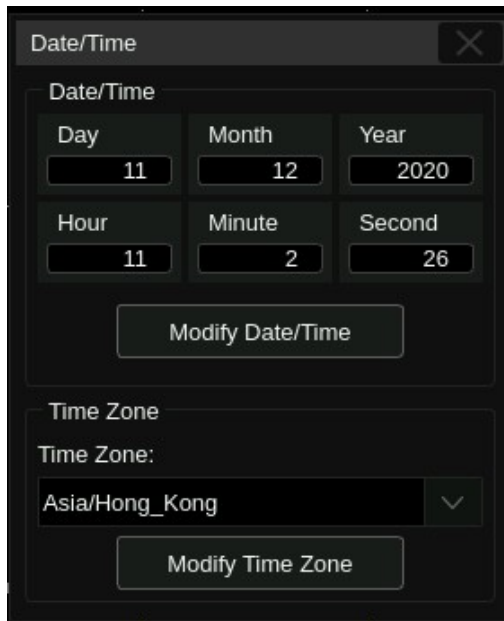
### 33.2.4 自動電源オン

設定するには、ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 自動電源オン を操作してください。詳細は「電源投入」の章を参照してください。

### 33.2.5 日付/時刻

SDS2000X HD には RTC クロックが搭載されており、スクリーンショットや履歴フレームなどの絶対時間情報の記録に役立ちます。

ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 日付/時刻 を操作して、日付/時刻ダイアログボックスを開きます。



時間、分、秒、曜日、月、年のテキストボックスをタッチして編集します。

日付/時刻変更ボタンをタッチして変更を実行します。タイムゾーンのテキストボックスをタッチしてタイムゾーンを選択します。タイムゾーン変更ボタンをタッチして変更を実行します。

### 33.2.6 基準位置設定

基準位置は、水平軸と垂直軸のスケール戦略を設定し、異なる要件に適応するために使用されます。

ユーティリティ > メニュー > システム設定 > 基準位置 を操作してダイアログボックスを開き、垂直（または水平）スケールが変更された際の垂直（または水平）方向のオフセット値変更戦略を選択します。

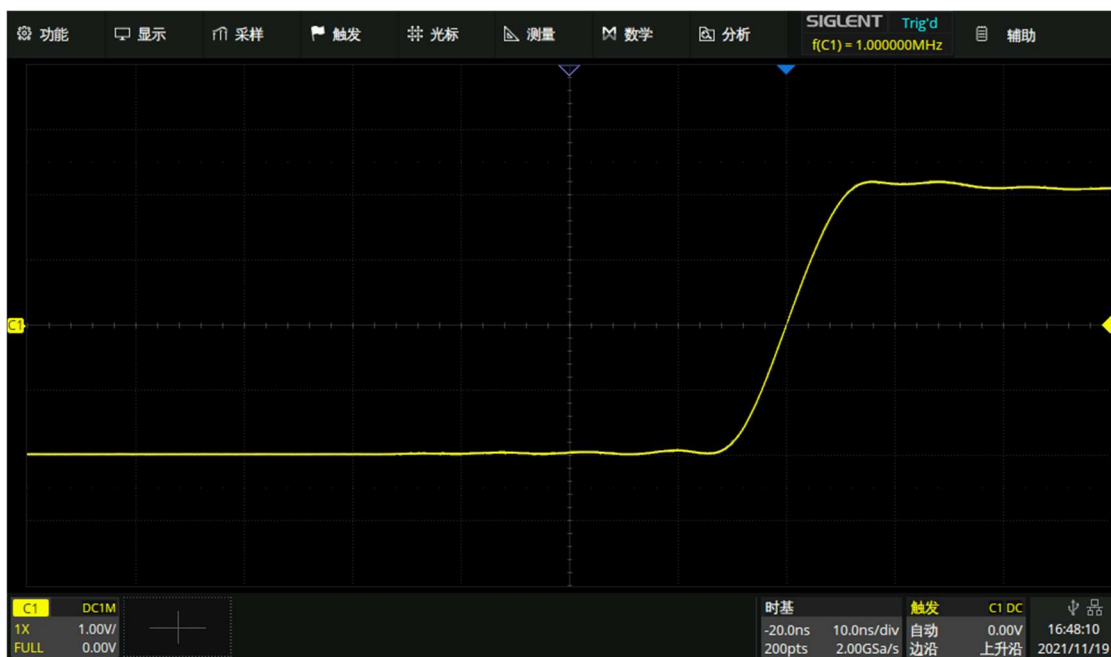
#### 水平基準

- **固定遅延:** 時間軸を変更しても水平遅延値は固定されます。水平時間軸スケールを変更すると、波形は表示中央を中心に拡大/縮小します
- **固定位置:** 時間軸を変更しても、水平方向の遅延は表示上のグリッド位置に固定されます。水平時間軸スケールを変更すると、波形は水平表示位置を中心に拡大/縮小します。

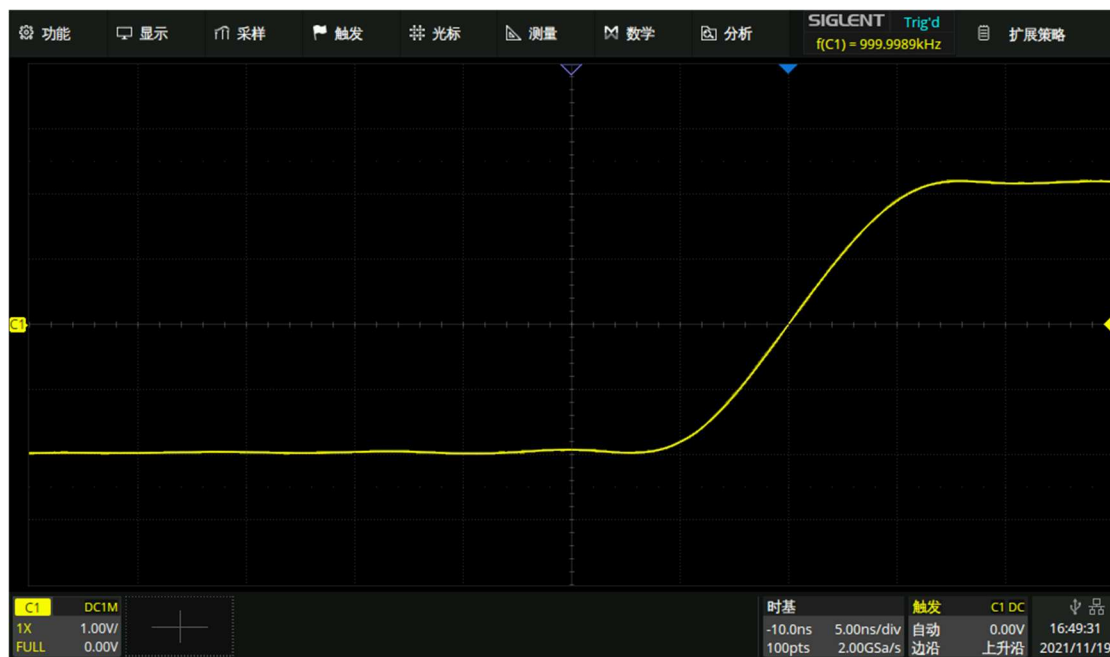
## 垂直リファレンス

- **固定オフセット:** 垂直スケールを変更しても、垂直オフセットは固定されます。垂直スケールを変更すると、波形は表示のメイン X 軸を中心に拡大/縮小します。
- **固定位置:** 垂直スケールを変更しても、垂直オフセットは表示上のグリッド位置に固定されます。垂直スケールを変更すると、波形は表示上の垂直基準位置を中心に拡大/縮小します。

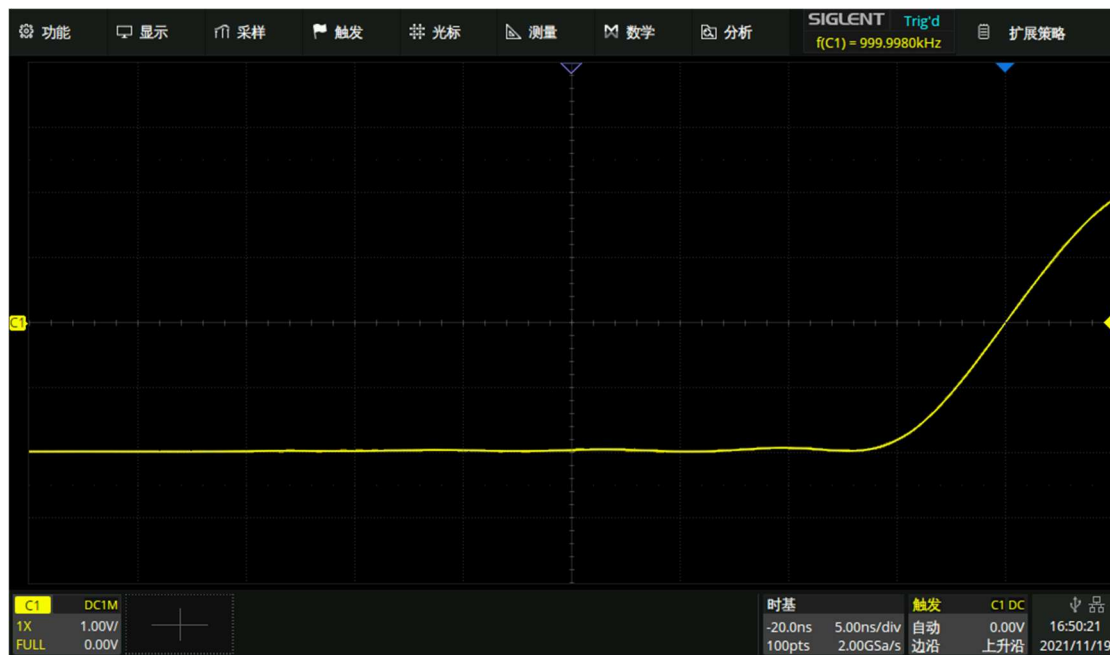
水平基準を例に、異なる設定によるスケーリング効果を説明します:



タイムベース = 10 ns/div、水平遅延 = -20 ns = -2 div



固定位置の場合、タイムベースを 5 ns/div に変更すると、遅延のグリッド数 (2div) は固定されたまま、水平遅延は -10 ns に変化します



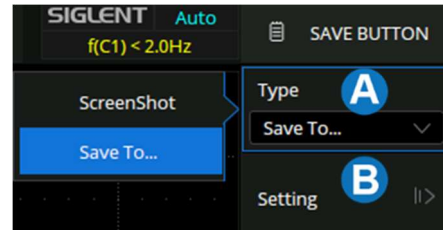
固定遅延時、タイムベースを 5 ns/div に変更すると、水平遅延値は固定されたまま、遅延のグリッド数が 4div に変更される



### 33.3 保存ボタン

前面パネルの「**保存**」ボタンを押すと、指定された保存操作を実行します。デフォルトではスクリーンショットを画像（.bmp/.png/.jpg）として保存します。「ユーティリティ」>「保存ボタン」をタッチしてファイル形式と保存先を設定してください。

- A. 保存タイプを選択: スクリーンショット  
または保存先
- B. 保存タイプが「保存先」の場合、「保存/呼び出し」の章で参照される保存タイプを設定します。

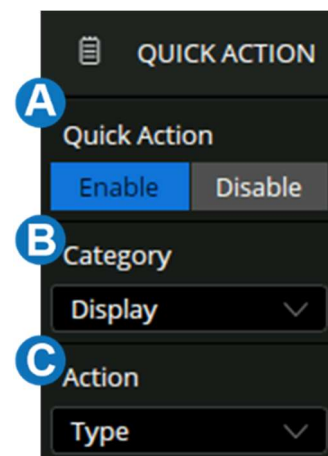


### 33.4 クイックアクション

フロントパネルの「**クイック**」アクションボタンを押すと、指定したアクションを実行します。ユーティリティ>

「クイックアクション」をタッチしてクイックアクションメニューを開き、ボタンへのアクション割り当てを設定します。例: ボタンを押してトリガーソースを変更する、カラーグレーディングを有効にするなど。デフォルトではクイックアクションは無効化されており、ボタンを初めて押すとクイックアクションメニューが開きます。

- A. クイックアクションの有効/無効を切り替えます。無効時は「クイックアクション」ボタンを押しても反応しません
- B. カテゴリを設定します。「分析」に設定すると、ボタンを分析機能の切り替えとしてプリセットできます。「エッジトリガー」に設定すると、ボタンをソースやスロープなどのトリガーパラメータ変更用にプリセットできます。「表示」に設定すると、ボタンをカラーグレーディングや残像時間などの表示パラメータ変更用にプリセ



ットできます

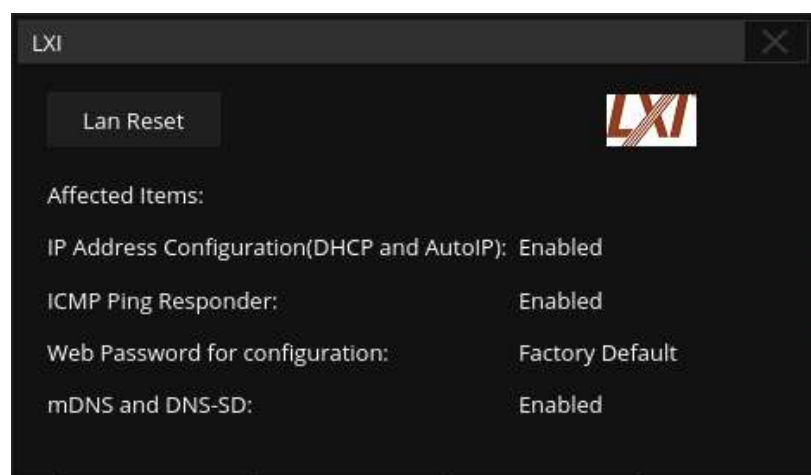
- C. 選択したカテゴリにおけるこのボタンの動作を設定

## 33.5 I/O 設定

### 33.5.1 LXI

このオシロスコープは、LXI デバイス仕様 2016 で定義された LXI バージョン 1.5 に準拠しており、自動テストシステムの迅速な構築に使用できます。

**LXI** をタッチすると、以下のような LXI ステータスボックスが表示されます。



**LAN リセット** をタッチすると、オシロスコープの LAN デフォルトが復元されます。これにより、自動 IP、ICMP Ping レスポンダ、マルチキャスト DNS が有効になり、

**ユーティリティ > I/O > Web** サーバー で設定されたウェブサーバーのパスワードをリセットします。

LAN 設定後、ブラウザから LXI ウェルカムページをロードできます。詳細は「LAN 」および「Web ブラウザ 」を参照してください。ウェブサーバーで機器識別を開始すると、右上の LXI アイコンが点滅し続けます。

### 33.5.2 LAN

LAN ポートを設定するには、以下の手順を実行してください：

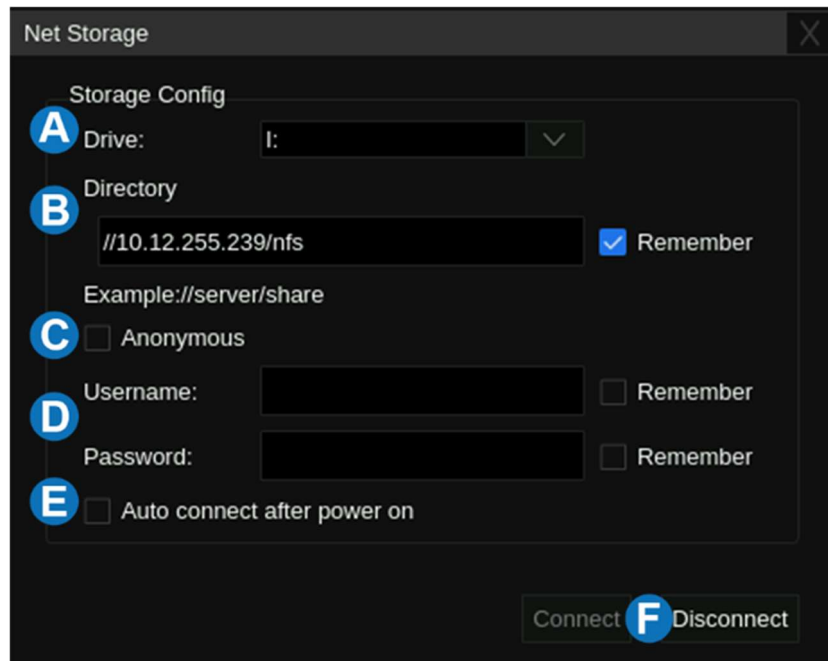
**ユーティリティ > メニュー > I/O > LAN 設定**を実行して、LAN 設定ダイアログボックスを開きます。



- A. **自動**を選択して動的 IP を有効にします。この場合、オシロスコープは DHCP サーバーを備えたローカルエリアネットワークに接続されている必要があります。関連情報を確認するにはネットワーク管理者に連絡してください。
- B. 「**A**」がチェックされていない場合、オシロスコープは静的 IP を使用します。静的 IP アドレス、サブネットマスク、ゲートウェイを個別に設定してください。
- C. ネットワークがダイナミック DNS を提供している場合、**自動 (DNS)** を有効にすると、オシロスコープがホスト名を登録し、名前解決に DNS サーバーを使用します。
- D. 「**C**」がチェックされていない場合、DNS IP アドレスを手動で設定してください。
- E. Web ブラウザから 3 台以上の SIGLENT 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 から 5999 です。

### 33.5.3 ネットワークストレージ

ネットワークストレージダイアログボックスを開くには、**[ユーティリティ]** > **[メニュー]** > **[I/O]** > **[Net storage]** を実行します:



- A. ドライブを選択します。デフォルトは I: です
- B. テキストボックスにネットワークストレージのディレクトリを入力します。「記憶」にチェックを入れると設定を記憶します
- C. ゲストモードでネットワークディレクトリにアクセスするには「匿名」にチェック（ユーザー名: **Guest**、パスワード不要）。サーバー側で匿名アクセスを許可している必要があります。
- D. ユーザー名とパスワードを入力。「記憶」にチェックを入れると保存されます
- E. 電源投入時にネットワークディレクトリへ自動接続するにはチェック
- F. ネットワークディレクトリへの接続/切断を手動で行う

### 33.5.4 Web サーバー

SDS2000X HD には Web サーバー機能が搭載されており、Web ブラウザからオシロスコープへのアクセスと制御が可能です。リモート操作の詳細については、「Web ブラウザ」のセクションを参照してください。

ユーティリティ > メニュー > I/O > Web サーバーを実行し、機器を制御するためのパスワードを

設定します。パスワードの長さは 20 バイトまでです。

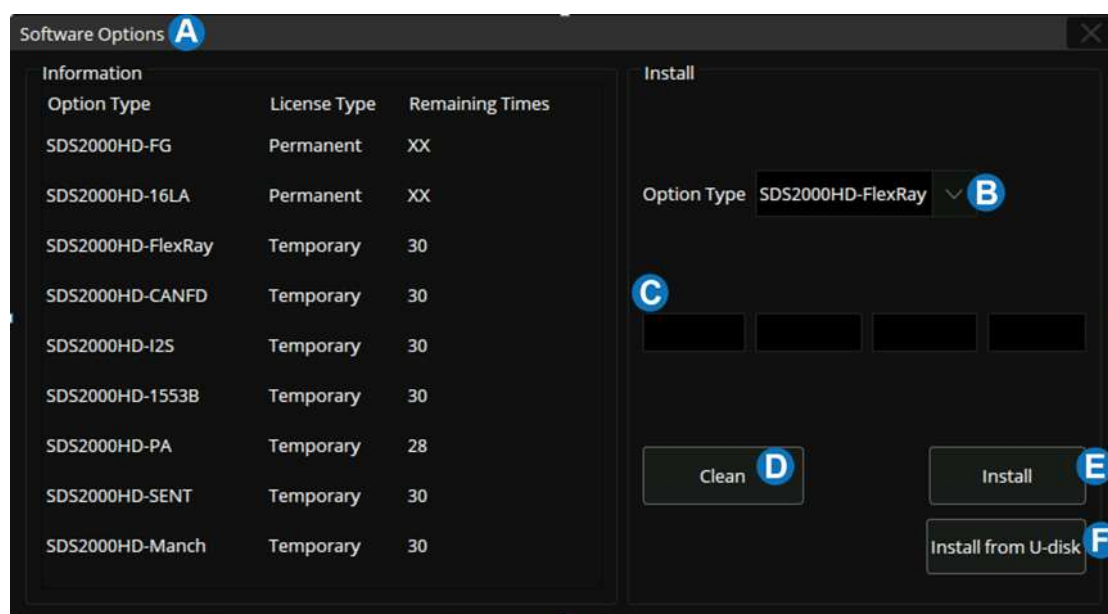
### 33.5.5 エミュレーション

「エミュレーション」オプションを「Tektronix」に設定すると、機器の SCPI コマンドセットが Tek 互換に変更されます。この設定により、既存コードの変更を最小限に抑えながら Tek オシロスコープから切り替えることが可能です。

## 33.6 オプション のインストール

SDS2000X HD には機能強化のためのオプションが用意されています。対応するオプションキーの入手については、お近くの **SIGLENT** 販売代理店または **SIGLENT** テクニカルサポートにお問い合わせください。オプションのインストール手順は以下の通りです：

ユーティリティ > メニュー > ソフトウェアオプション



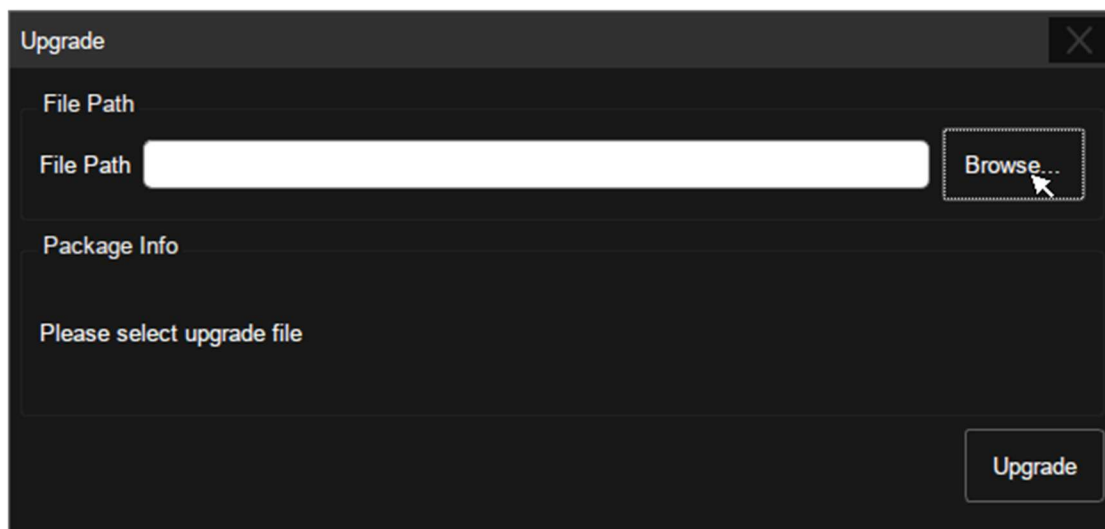
- A. オプション情報表示領域。オプションが有効化されていない場合、ライセンスタイプは「一時的」と表示され、最大 30 回まで試用可能です。
- B. インストールするオプションを選択します。
- C. オプションキー入力エリア。テキストボックスをタッチまたはクリックし、仮想キーボードでキーを入力します。
- D. キー入力エリアの文字をクリアします。
- E. オプションキー入力後、**【インストール】**をクリックしてインストールを実行します。
- F. U ディスクを使用してオプションを自動インストールする場合、ライセンスは U ディスクのルートディレクトリに保存されている必要があります。


## 33.7 メンテナンス

### 33.7.1 アップグレード

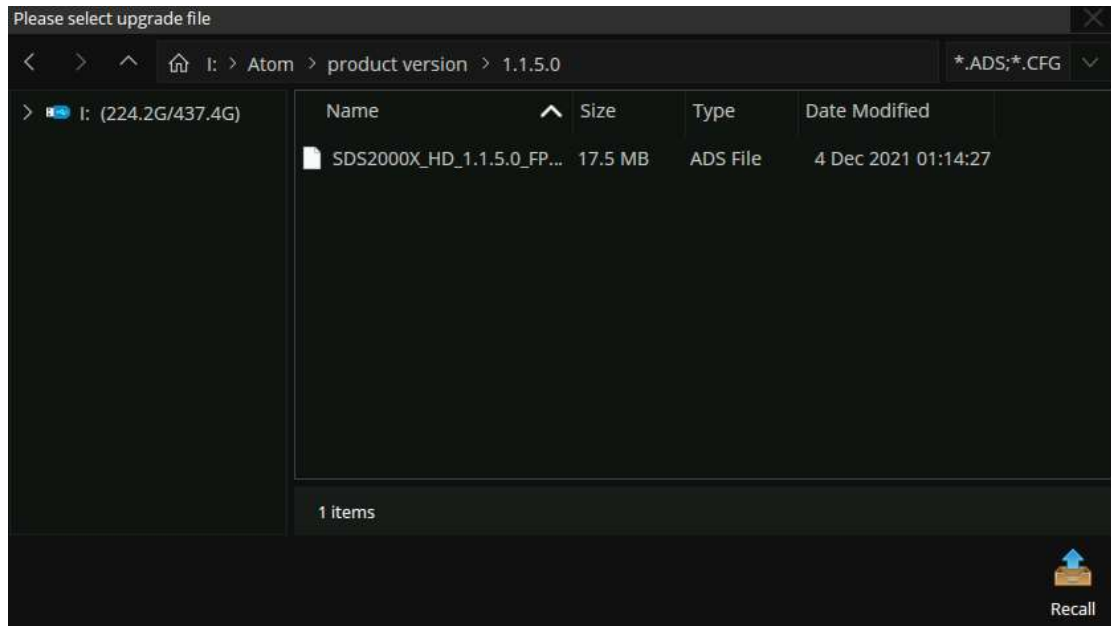
ファームウェアは、外部の USB メモリデバイス/U ディスクを介してアップグレードできます。アップグレードを実行する前に、U ディスクに正しいアップグレードファイル (\*.ads) が保存されており、オシロスコープに接続されていることを確認してください。

ユーティリティを操作 > メニュー > メンテナンス > アップグレードを選択し、アップグレードダイアログボックスを呼び出します:

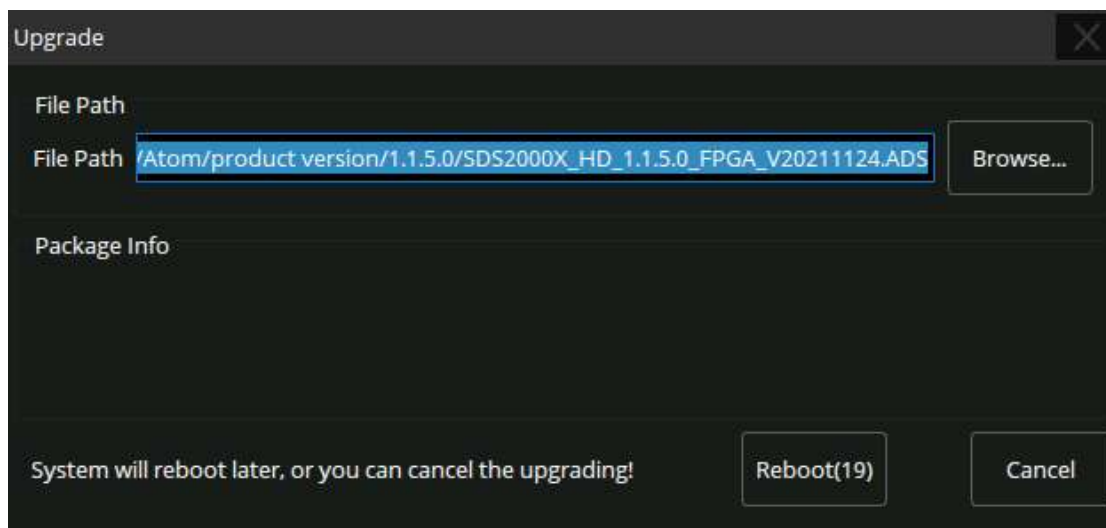


[参照]をクリックしてファイルマネージャーを開き、正しいアップグレードファイルを選択し、[呼び出し]アイコン  をタッチします。






アップグレードダイアログボックスで「アップグレード」をクリックするとアップグレードが開始されます。オシロスコープはまずアップグレードファイル(\*.ads)をローカルメモリにコピーし、解析します。解析が成功すると、以下のダイアログが表示されます。ユーザーは「キャンセル」を選択してアップグレードを中止するか、「再起動」を選択してオシロスコープを直ちに再起動し、アップグレードを続行できます。それ以外の場合、オシロスコープは自動的に再起動してアップグレードを完了します。



再起動後、バージョン番号が「システム 情報」に表示されているか確認してください。

	<p><b>警告:</b> アップグレード中は電源を切らないでください。さもないと、オシロスコープが起動しなくなる可能性があります!</p>
---	--

### 33.7.2 セルフテスト

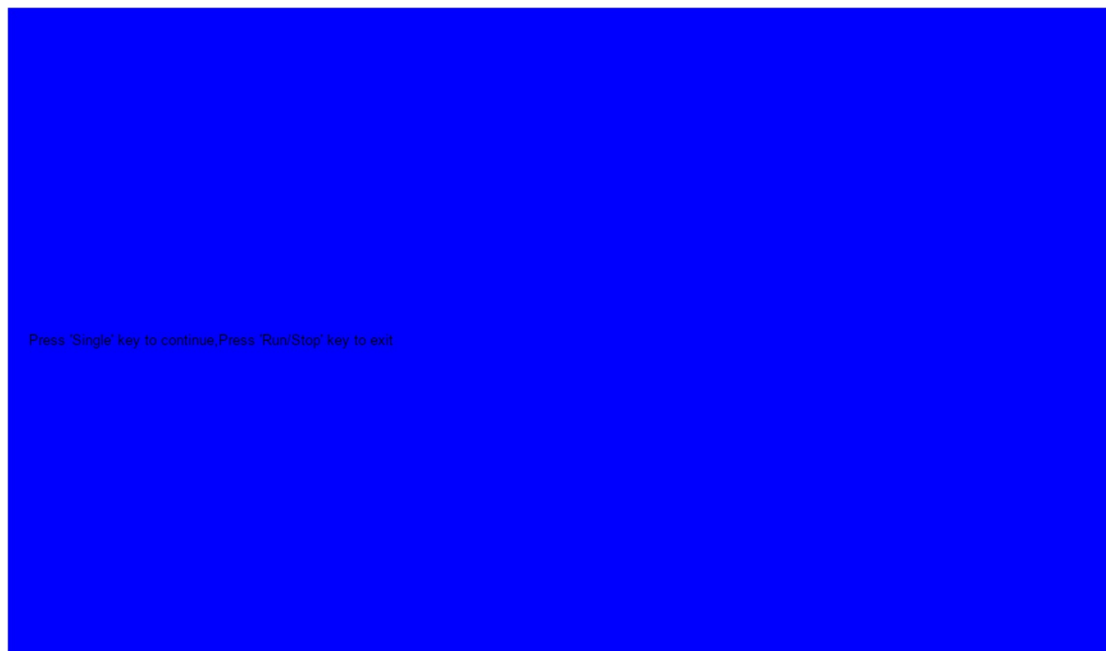
セルフテストには、画面、キーボード、LED テストが含まれます。これは、オシロスコープに、色の歪みやボタンやノブの感度など、ユーザーインターフェースに関する電氣的または機械的な問題がないかどうかを確認するために使用されます。

#### 画面テスト

スクリーンテストは、オシロスコープの表示に深刻な色調異常、不良画素、または画面の傷がないかを確認するために使用されます。ユーティリティ > メニュー > メンテナンス > セルフテスト > スクリーンテスト を実行すると、オシロスコープは下記のスクリーンテスト画面に入ります。画

面は最初に青色で表示されます。

「スクリーンテスト」を実行すると、下図のようにスクリーンテスト画面が表示されます。画面は最初に青色で表示されます。

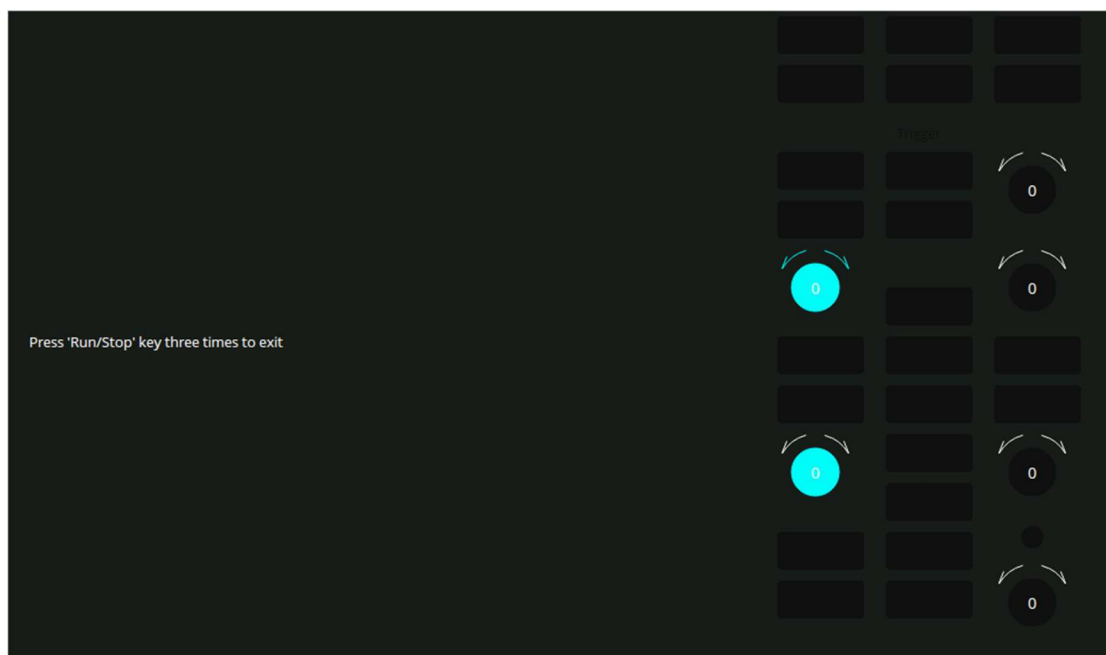


「シングル」ボタンを押すと赤と緑の表示モードに切り替わります。画面に色調異常、不良画素、または傷がないか確認してください。「実行/停止」ボタンを押すとスクリーンテストモードを終了します。

## キーボードテスト

キーボードテストは、オシロスコープのフロントパネルボタンやノブが反応するか、感度を確認するために使用します。ユーティリティ > メニュー > メンテナンス > セルフテスト >

キーボードテスト」を実行し、以下のインターフェースを呼び出します：



**ノブテスト:** 各ノブを時計回り、反時計回りに回転させ、押し下げてください。画面上の対応するノブ（デフォルト値 0）の値がリアルタイムで増減するか、ノブを押した際に点灯するかを観察してください。

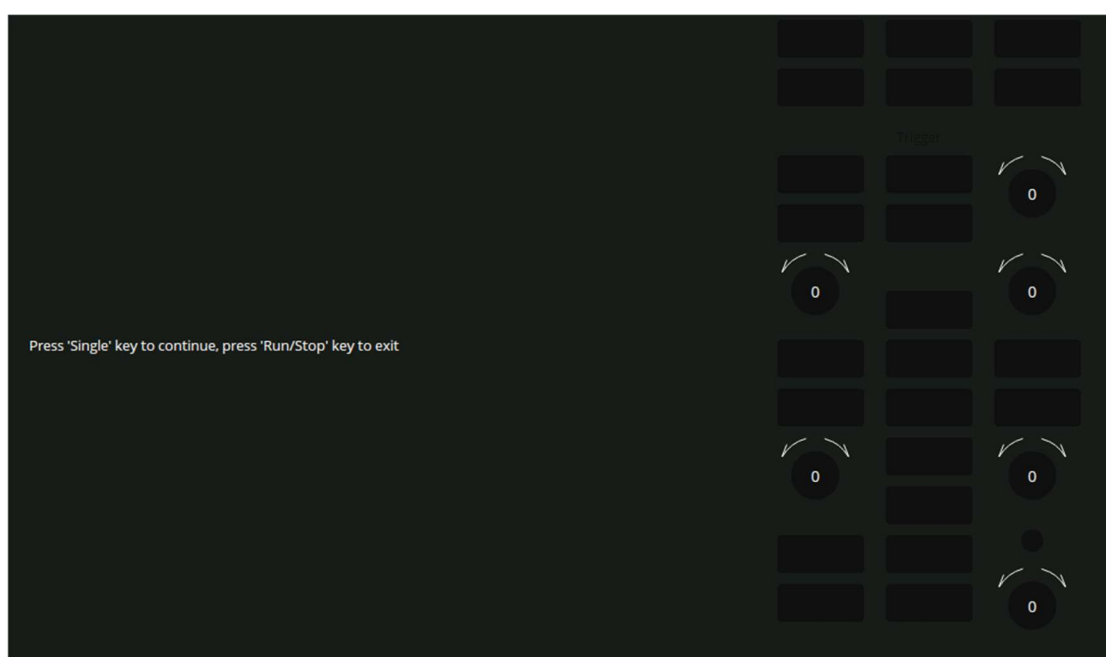
**ボタンテスト:** 各ボタンを押して、画面上の対応するボタンアイコンがリアルタイムで点灯するか確認してください。

「実行/停止」ボタンを 3 回押してキーボードテストを終了します。

## LED テスト

LED テストは、フロントパネルのボタンバックライトが機能しているかどうかを確認するために使用されます。

ユーティリティ > メニュー > メンテナンス > セルフテスト > LED テスト を操作し、以下のインターフェースを呼び出します:



「シングル」ボタンを押すと、フロントパネルの最初の LED が点灯します。画面上の対応するキーの位置も色が変わります。「シングル」ボタンを押して次のボタンを確認します。すべてのバックライトがテストされるまで「シングル」ボタンを連続して押します。「実行/停止」ボタンを押して LED テストを終了します。



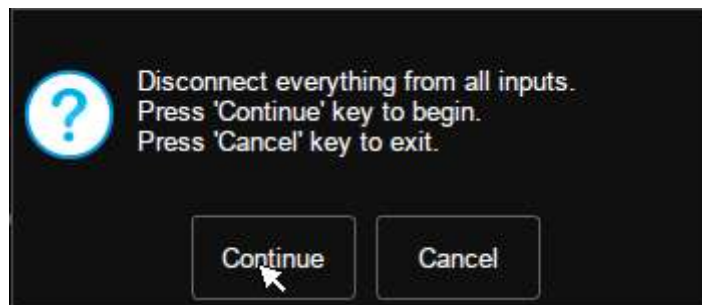
### 33.7.3 自己校正

自己校正プログラムは、オシロスコープを迅速に校正し、最適な動作状態と最も正確な測定を実現します。周囲温度の変化が 5°C を超える場合は、自己校正を実行することを推奨します。

**注:** 自己校正前に、オシロスコープがウォームアップ済みであるか、30 分以上動作していることを確認してください。

以下の手順で自己校正を行ってください:

1. すべての入力端子から接続を解除してください。
2. ユーティリティ > メニュー > メンテナンス > 自己校正 を操作すると、次のダイアログボックスが表示されます。自己校正プログラムを開始するには「続行」を選択してください。



3. 自己校正が完了するまで、オシロスコープは操作に応答しません。自己校正終了後、画面をタッチするか任意のボタンを押して終了してください。

#### クイックキャリブレーション

クイックキャリブレーションが有効の場合、ADC 温度が 3°C 以上変化すると性能ドリフトを回避するため ADC キャリブレーション手順が開始されます。この手順はユーザー体験に影響しないほど迅速ですが、取得手順を中断します。長時間の波形取得や中断なしの稀な事象監視時には無効化することを推奨します。クイックキャリブレーションのデフォルト状態は無効です。

垂直スケール変更またはチャンネルインターリーブモード変更時にも、バックグラウンドで同様の ADC 校正が実行されます。これはクイックキャルの設定に関わらず常に有効です。

クイックキャリブレーションを設定するには、タッチ ユーティリティ > メニュー > メンテナンス

ス > クイックキャリブレーションを選択します。

#### 33.7.4 開発者向けオプション

この機能は、**SIGLENT** による内部開発に使用されます。

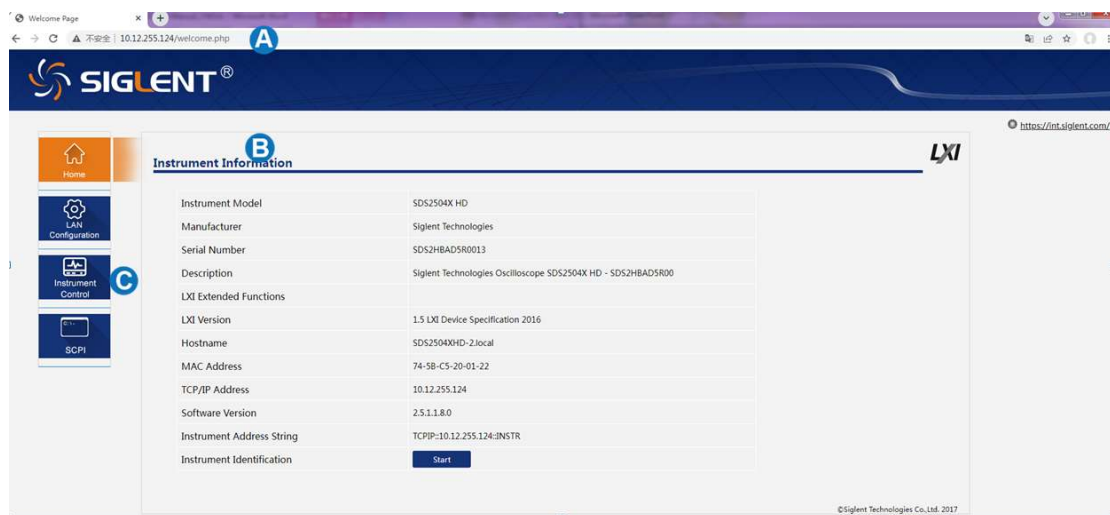


## 34 リモートコントロール

SDS2000X HD は、LAN ポートと USB デバイスポートを備えており、さまざまな方法でリモート制御に使用できます。

### 34.1 Web ブラウザ

内蔵の Web サーバーにより、Web ブラウザからオシロスコープを操作できます。コンピュータに追加ソフトウェアをインストールする必要はありません。LAN ポートを正しく設定し（詳細は「LAN」を参照）、ブラウザのアドレスバーにオシロスコープの IP アドレスを入力すると、Web 上でオシロスコープを閲覧・制御できます。



- A. 機器の IP アドレスを入力
- B. 機器情報
- C. 計測器制御インターフェースを呼び出すにはここをクリック

以下が機器制御インターフェースです：



- A. 機器の表示・操作領域。この領域の表示は機器画面の複製です。マウス操作は機器のタッチスクリーンを直接操作するのと同じです。
- B. スクリーンショットを実行するにはここをクリック
- C. 波形データを **bin** ファイルとして保存し、ローカルコンピュータにダウンロードするにはここをクリック
- D. ここをクリックして波形データを **CSV** ファイルとして保存し、ローカルコンピュータにダウンロード
- E. バイナリファイルを **CSV** に変換するミニツールをダウンロードするにはここをクリック
- F. ファームウェアのアップグレードを実行するにはここをクリック

## 34.2 その他の接続方法

SDS2000X HD は、NI-VISA、Telnet、またはソケット経由で **SCPI** コマンドを送信することで、機器のリモート制御もサポートしています。詳細については、本製品のプログラミングガイドを参照してください。

## 35 トラブルシューティング

以下に、よく発生する不具合とその解決策を記載します。これらの問題が発生した場合は、対応する手順で解決してください。問題が解決しない場合は、できるだけ早く **SIGLENT** までご連絡ください。

1. 電源投入後、画面が暗いままで表示されない場合：
  - 1) 電源が正しく接続されているか確認してください。
  - 2) 電源スイッチが入っているか確認してください。
  - 3) ヒューズが切れていないか確認してください。ヒューズ交換が必要な場合は、速やかに **SIGLENT** にご連絡いただき、機器を工場へ返送してください。**SIGLENT** 認定の保守担当者が交換対応いたします。
  - 4) 上記点検終了後、機器を再起動してください。
  - 5) それでも正常に動作しない場合は、**SIGLENT** までご連絡ください。
2. 信号はサンプリングされているが、信号の波形が表示されない場合：
  - 1) プローブが信号接続線に正しく接続されているか確認してください。
  - 2) 信号接続線が **BNC**（チャンネルコネクタ）に正しく接続されているか確認してください。
  - 3) プローブが被測定物に正しく接続されているか確認してください。
  - 4) 被測定物から信号が生成されているか確認してください。
  - 5) 信号を再サンプリングしてください。
3. 測定電圧振幅が実測値より大きい / 小さい場合（注：この問題はプローブ使用時に発生しやすい）：
  - 1) チャンネルの減衰係数が物理プローブの減衰率に合致しているか確認してください。
  - 2) 外部信号からオシロスコープを切り離し、自己校正を行ってください。
4. 波形表示はあるが不安定な場合：

- 1) トリガ信号源を確認してください：トリガパネルのソース項目が使用中の信号チャンネルと一致しているか確認してください。
  - 2) 「偽波形」かどうかを確認する：信号周波数が非常に大きい場合（サンプリングレートの半分以上）、偽波形として現れやすい。この場合、サンプリングレートが信号周波数の2倍以上となるよう、小さい時間軸を設定する必要がある。
  - 3) トリガタイプの確認：一般信号には「エッジ」トリガを、映像信号には「ビデオ」トリガを使用してください。適切なトリガタイプを使用した場合のみ、波形を安定して表示できます。
  - 4) トリガーホールドオフ設定を変更してください。
5. **Run/Stop** ボタンを押しても表示されない場合：
- トリガパネル（**TRIGGER**）のモードが「**Normal**」または「**Single**」になっているか、トリガレベルが波形範囲を超えているかを確認してください。該当する場合は、トリガレベルを中程度に設定するか、モードを「**Auto**」に設定してください。
- 注：** **Auto** を使用すると、上記設定が自動的に完了する場合があります。
6. タッチ操作に反応しない場合：
- 1) フロントパネルのタッチボタンバックライトが点灯しているか確認してください。点灯していない場合、タッチスクリーンは有効になっていません。ボタンを押してタッチスクリーンを有効にしてください
  - 2) 機器を再起動してください。
7. **USB** ストレージデバイスが認識されない場合：
- 1) **USB** ストレージデバイスが正常に動作するか確認してください。
  - 2) **USB** インターフェースが正常に動作しているか確認してください。
  - 3) 使用中の **USB** ストレージデバイスがフラッシュメモリタイプであることを確認してください。本オシロスコープはハードウェアストレージタイプに対応していません。
  - 4) **USB** メモリのシステムフォーマットが **FAT32** であることを確認してください。
  - 5) 機器を再起動し、**USB** ストレージデバイスを挿入して確認してください。

- 6) USB ストレージデバイスが依然として正常に使用できない場合は、**SIGLENT** にお問い合わせください。



## SIGLENT について

SIGLENT は、電子試験・測定機器の研究開発、販売、生産、サービスに注力する国際的なハイテク企業です。

SIGLENT は 2002 年にデジタルオシロスコープの独自開発を開始しました。10 年以上にわたる継続的な開発を経て、SIGLENT はその製品ラインをデジタルオシロスコープ、絶縁型ハンドヘルドオシロスコープ、関数/任意波形発生器、RF/MW 信号発生器、スペクトラムアナライザ、ベクトルネットワークアナライザ、デジタルマルチメータ、DC 電源、電子負荷、その他の汎用試験機器にまで拡大しています。2005 年に初のオシロスコープを発売して以来、SIGLENT はデジタルオシロスコープ分野で最も急成長しているメーカーとなりました。当社は、今日の電子計測機器において SIGLENT が最高のコストパフォーマンスを提供していると確信しています。

### 本社:

SIGLENT Technologies Co., Ltd

住所: 中国深圳市宝安区流仙三路安通達工業区  
4 号棟・5 号棟 518101

電話: +86 755 3688 7876

FAX: +86 755 3359 1582

メール: [sales@siglent.com](mailto:sales@siglent.com)

ウェブサイト: [int.siglent.com](http://int.siglent.com)

### 北米:

SIGLENT Technologies America, Inc

6557 Cochran Rd Solon, Ohio 44139

電話: 440-398-5800

フリーダイヤル: 877-515-5551

FAX: 440-399-1211

メール: [info@siglentna.com](mailto:info@siglentna.com)

ウェブサイト: [www.siglentna.com](http://www.siglentna.com)

### ヨーロッパ:

SIGLENT Technologies Germany GmbH

住所: Staetzlinger Str. 70

86165 アウクスブルク, ドイツ

電話: +49(0)-821-666 0 111 0

FAX: +49(0)-821-666 0 111 22

Email: [info-eu@siglent.com](mailto:info-eu@siglent.com)

ウェブサイト: [www.siglenteu.com](http://www.siglenteu.com)

Follow us on  
Facebook: SiglentTech

