

# SDS2000X Plus シリーズ

## デジタルオシロスコープ

EN01E

EN01E



SIGLENT TECHNOLOGIES CO.,LTD



## 目次

<b>1</b>	<b>はじめに .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>一般的な安全に関する概要 .....</b>	<b>2</b>
2.1	安全用語と記号 .....	2
2.2	作業環境 .....	3
2.3	冷却要件 .....	4
2.4	AC 電源 .....	4
2.5	電源および接地接続 .....	5
2.6	校正 .....	5
2.7	クリーニング .....	5
2.8	異常状態 .....	6
	<b>安全要件 .....</b>	<b>7</b>
	安全用語と記号 .....	7
	作業環境 .....	7
	冷却要件 .....	9
	AC 電源 .....	9
	電源および接地接続 .....	10
	校正 10	
	清掃 10	
	異常な条件 .....	11
<b>3</b>	<b>の初期設定手順 .....</b>	<b>12</b>
3.1	納品チェックリスト .....	12
3.2	品質保証 .....	12
3.3	保守契約 .....	12
<b>4</b>	<b>文書表記規則 .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>はじめに .....</b>	<b>14</b>
5.1	電源投入 .....	14
5.2	シャットダウン .....	14
5.3	システム 情報 .....	14
5.4	オプションのインストール .....	15

<b>6</b>	<b>クイックスタート.....</b>	<b>16</b>
6.1	フロントパネル概要.....	16
6.2	背面パネルの概要.....	17
6.3	外部デバイス/システムへの接続.....	18
6.3.1	電源.....	18
6.3.2	LAN.....	18
6.3.3	USB 周辺機器.....	18
6.3.4	補助出力.....	18
6.3.5	波形発生器.....	18
6.3.6	プローブ.....	19
6.3.7	ロジックプローブ.....	20
<b>7</b>	<b>タッチスクリーンディスプレイ.....</b>	<b>21</b>
7.1	概要.....	21
7.2	メニューバー.....	22
7.3	グリッド領域.....	22
7.4	チャンネル記述子ボックス.....	24
7.5	タイムベースとトリガー 記述子ボックス es.....	26
7.6	ダイアログボックス.....	28
7.7	タッチジェスチャー.....	30
7.8	マウスとキーボード操作.....	31
7.9	言語の選択.....	31
<b>8</b>	<b>フロントパネル.....</b>	<b>32</b>
8.1	概要.....	32
8.2	垂直制御.....	33
8.3	水平制御.....	34
8.4	トリガ制御.....	34
8.5	実行/停止ボタン.....	35
8.6	自動設定ボタン ( ).....	35
8.7	共通機能.....	35
8.8	カーソル制御.....	36
8.9	ユニバーサルノブ.....	36
8.10	その他のボタン.....	36



<b>9</b>	<b>機能呼び出しの複数アプローチ .....</b>	<b>38</b>
9.1	メニューバー .....	38
9.2	記述子ボックス .....	38
9.3	フロントパネルのショートカットボタン .....	39
<b>10</b>	<b>信号を素早くキャプチャする .....</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>垂直方向のセットアップ .....</b>	<b>41</b>
11.1	チャンネルのオン/オフ .....	41
11.2	チャンネル設定 .....	42
<b>12</b>	<b>デジタルチャンネル .....</b>	<b>47</b>
12.1	概要 .....	47
12.2	デジタルチャンネルの有効化/無効化 .....	48
12.3	デジタルチャンネル設定 .....	50
<b>13</b>	<b>水平および取得設定 .....</b>	<b>54</b>
13.1	タイムベース設定 .....	54
13.2	取得設定 .....	55
13.2.1	概要 .....	55
13.2.2	取得 .....	57
13.2.3	ロールモード .....	59
13.2.4	シーケンス .....	59
13.3	履歴 .....	62
<b>14</b>	<b>ズーム .....</b>	<b>65</b>
<b>15</b>	<b>トリガー .....</b>	<b>67</b>
15.1	概要 .....	67
15.2	トリガー設定 .....	68
15.3	トリガーレベル .....	69
15.4	トリガモード .....	70
15.5	トリガータイプ .....	71
15.5.1	概要 .....	71
15.5.2	エッジトリガー .....	72
15.5.3	スロープトリガ .....	72
15.5.4	パルストリガー .....	74

15.5.5	ビデオトリガー .....	75
15.5.6	ウィンドウトリガー .....	79
15.5.7	インターバルトリガー .....	80
15.5.8	ドロップアウトトリガー .....	81
15.5.9	ラントトリガー .....	82
15.5.10	パターントリガー .....	82
15.5.11	シリアルトリガー .....	84
15.6	トリガーソース .....	84
15.7	ホールドオフ .....	85
15.8	トリガー結合 .....	86
15.9	ノイズ除去 .....	86
15.10	ゾーントリガー .....	87
<b>16</b>	<b>シリアルトリガーとデコード .....</b>	<b>92</b>
16.1	概要 .....	92
16.2	I2C トリガおよびシリアルデコード .....	94
16.2.1	I2C 信号 設定 .....	94
16.2.2	I2C トリガー .....	95
16.2.3	I2C シリアルデコード .....	98
16.3	SPI トリガーとシリアルデコード .....	100
16.3.1	SPI 信号設定 .....	101
16.3.2	SPI トリガー .....	104
16.3.3	SPI シリアルデコード .....	104
16.4	UART トリガーおよびシリアルデコード .....	105
16.4.1	UART 信号設定 .....	105
16.4.2	UART トリガー .....	106
16.4.3	UART シリアルデコード .....	106
16.5	CAN トリガとシリアルデコード .....	107
16.5.1	CAN 信号設定 .....	107
16.5.2	CAN トリガー .....	107
16.5.3	CAN シリアルデコード .....	108
16.6	LIN トリガーとシリアルデコード .....	109
16.6.1	LIN 信号設定 .....	109
16.6.2	LIN トリガー .....	109
16.6.3	LIN シリアルデコード .....	110

16.7 FlexRay トリガおよびシリアルデコード .....	112
16.7.1 FlexRay 信号設定 .....	112
16.7.2 FlexRay トリガー .....	112
16.7.3 FlexRay シリアルデコード .....	113
16.8 CAN FD トリガーとシリアルデコード .....	114
16.8.1 CAN FD 信号設定 .....	114
16.8.2 CAN FD トリガー .....	114
16.8.3 CAN FD シリアルデコード .....	116
16.9 I2S トリガーとシリアルデコード .....	116
16.9.1 I2S 信号設定 .....	117
16.9.2 I2S トリガー .....	118
16.9.3 I2S シリアルデコード .....	119
16.10 MIL-STD-1553B トリガおよびシリアルデコード .....	120
16.10.1 MIL-STD-1553B 信号設定 .....	120
16.10.2 MIL-STD-1553B トリガ .....	120
16.10.3 MIL-STD-1553B シリアルデコード .....	122
16.11 SENT トリガーとシリアルデコード .....	123
16.11.1 SENT 信号設定 .....	123
16.11.2 送信トリガー .....	124
16.11.3 SENT シリアルデコード .....	128
16.12 マンチェスター方式シリアルデコード .....	129
16.12.1 マンチェスター信号設定 .....	129
16.12.2 マンチェスター方式シリアルデコード .....	131
16.13 ARINC 429 シリアルデコード .....	131
16.13.1 ARINC 429 信号設定 .....	132
16.13.2 ARINC 429 シリアルデコード .....	132
<b>17 カーソル .....</b>	<b>134</b>
17.1 概要 .....	134
17.2 カーソルの選択と移動 .....	140
<b>18 測定 .....</b>	<b>142</b>
18.1 概要 .....	142
18.2 パラメータを設定 .....	143
18.3 測定の種類 .....	147

18.3.1	垂直測定 .....	147
18.3.2	水平測定 .....	149
18.3.3	その他の測定項目 .....	150
18.3.4	遅延測定 .....	150
18.4	トレンド .....	152
18.5	トラック .....	153
18.6	表示モード .....	154
18.7	測定統計 .....	155
18.8	統計ヒストグラム .....	156
18.9	簡易測定 .....	157
18.10	ゲート .....	158
18.11	振幅戦略 .....	158
18.12	閾値 .....	159
<b>19</b>	<b>Math .....</b>	<b>161</b>
19.1	概要 .....	161
19.2	算術演算 .....	162
19.2.1	加算/減算/乗算/除算 .....	162
19.2.2	平均 .....	163
19.2.3	ERES .....	164
19.2.4	同一性/否定 .....	164
19.2.5	最大値保持/最小値保持 .....	165
19.3	代数演算 .....	165
19.3.1	微分 .....	166
19.3.2	積分 .....	166
19.3.3	平方根 .....	167
19.3.4	絶対値 .....	168
19.3.5	符号 .....	168
19.3.6	Exp/Exp10 .....	169
19.3.7	Ln/Lg .....	169
19.3.8	補間 .....	170
19.4	周波数分析 .....	171
19.5	式エディタ .....	180
<b>20</b>	<b>参照 .....</b>	<b>181</b>

<b>21</b>	<b>検索</b>	<b>183</b>
<b>22</b>	<b>ナビゲート</b>	<b>186</b>
<b>23</b>	<b>マスクテスト</b>	<b>193</b>
23.1	概要	193
23.2	マスク設定	195
23.2.1	マスクを作成	195
23.2.2	マスクエディタ	196
23.3	合格/不合格ルール	198
23.4	操作	198
<b>24</b>	<b>カウンター</b>	<b>199</b>
24.1	概要	199
24.2	モード	200
<b>25</b>	<b>電力解析</b>	<b>203</b>
25.1	概要	203
25.2	電力品質	203
25.3	電流高調波	205
25.4	突入電流	207
25.5	スイッチング損失	208
25.6	スルーレート	212
25.7	変調	212
25.8	出力リップル	213
25.9	電源投入/切断	213
25.10	過渡応答	215
25.11	PSRR	217
25.12	電力効率	217
25.13	SOA	218
<b>26</b>	<b>ボード線図</b>	<b>221</b>
26.1	概要	221
26.2	設定	222
26.2.1	接続	222
26.2.2	スイープ	222
26.3	表示	224

26.4	データ解析 .....	227
<b>27</b>	<b>表示 .....</b>	<b>231</b>
27.1	表示タイプ .....	232
27.2	カラーグレード .....	234
27.3	設定を保持 .....	235
27.4	グリッド設定 .....	235
27.5	カラー設定 .....	237
27.6	軸ラベル設定 .....	238
27.7	ウィンドウ設定 .....	239
<b>28</b>	<b>任意波形発生器 .....</b>	<b>241</b>
28.1	概要 .....	241
28.2	出力 .....	242
28.3	波形タイプ .....	242
28.4	その他の設定 .....	244
<b>29</b>	<b>保存/呼び出し .....</b>	<b>246</b>
29.1	保存タイプ .....	246
29.2	ファイルマネージャー .....	248
29.3	インスタンスの保存と復元 .....	249
<b>30</b>	<b>システム設定 .....</b>	<b>253</b>
30.1	システム 情報 .....	253
30.2	システム設定 .....	253
30.2.1	言語 .....	253
30.2.2	基準位置設定 .....	253
30.2.3	スクリーンセーバー .....	255
30.2.4	タッチスクリーン .....	256
30.2.5	音 .....	256
30.2.6	自動電源オン .....	256
30.2.7	日付/時刻 .....	256
30.3	入出力設定 .....	257
30.3.1	LAN .....	257
30.3.2	GPIB .....	258
30.4	オプション s をインストールします。 .....	259

30.5	メンテナンス .....	259
30.5.1	自己校正 .....	259
30.5.2	ソフトウェアのアップグレード .....	260
30.5.3	開発者向けオプション .....	262
30.5.4	セルフテストの実行 .....	262
30.6	Sevies .....	265
30.6.1	Web サーバー .....	265
30.6.2	エミュレーション .....	265
30.6.3	LXI .....	266
30.6.4	SMB ファイル共有 .....	266
31	リモコン .....	268
31.1	Web ブラウザ .....	268
31.2	その他の接続方法 .....	269
32	トラブルシューティング .....	270





# 1 はじめに

このユーザーマニュアルには、SDS2000X Plus 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、オシロスコープ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
SDS2504X Plus	500 MHz 帯域幅、4 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2502X Plus	500 MHz 帯域幅、2 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2354X Plus	350 MHz 帯域幅、4 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2352X Plus	350 MHz 帯域幅、2 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2204X Plus	200 MHz 帯域幅、4 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2202X Plus	200 MHz 帯域幅、2 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2104X Plus	100 MHz 帯域幅、4 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2102X Plus	100 MHz 帯域幅、2 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2074X Plus	70 MHz 帯域幅、4 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート
SDS2072X Plus	70 MHz 帯域幅、2 チャンネル、2 GSa/s サンプルングレート

## 2 一般的な安全に関する概要

この章には、機器を適切な安全条件下で動作させるために従わなければならない情報と警告が含まれています。このセクションで指定されている安全上の注意に加えて、認められた安全手順も遵守しなければなりません。

### 2.1 安全用語と記号

以下の記号または用語が機器の前面または背面パネル、または本マニュアルに記載されている場合、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。人身事故や機器の損傷を防ぐため、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するには、スタンバイ状態になった後、 <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（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、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。

## 2.2 作業環境

本機器は屋内使用を目的としており、周囲温度範囲 0℃～40℃の清潔で乾燥した環境で操作してください。

### 温度

動作時：0℃～+40℃

非動作時：-20℃～+60℃

### 湿度

動作時：85% RH、40℃、24 時間

非動作時：85% RH、65℃、24 時間

### 高度

動作時：≤ 3,000 m

非動作時：≤ 15,000 m

**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。



**警告：**爆発性雰囲気、あるいは湿潤および湿気の多い環境では、オシロスコープを操作しないでください。




本装置の設計は、以下の制限値に基づき EN 61010-1 安全規格に準拠していることが確認されています：

- 設置（過電圧）カテゴリ：II（電源供給コネクタ）
- 汚染度：II
- 保護等級：IP20

### 注記：



設置（過電圧）カテゴリ II は、商用電源（交流電源）に接続される機器に適用される、ローカル配電レベルを指します。

汚染度 II は、乾燥した環境で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の発生が想定されます。

	<b>注意:</b> スコープのディスプレイタッチスクリーンを過度の衝撃から保護してください。
	<b>注意:</b> フロントパネル端子 (CH1、CH2、CH3、CH4、EXT) の最大指定電圧レベルを超えないでください。詳細は仕様を参照してください。
	<b>注意:</b> プローブやテストリードが電圧源に接続されている状態で、接続や切断を行わないでください。

## 2.3 冷却要件

本器は内部ファンと通気孔による強制空冷方式を採用しています。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、機器側面には最低 15cm（6 インチ）の隙間を設けてください。

	<b>注意:</b> スコープ両側の通気孔を塞がないでください。
	<b>注意:</b> 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。

## 2.4 AC 電源

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的に適応するため、手動による電圧選択は不要です。


オプションや付属品（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 80W の電力を消費します。

**注記:** 本器は AC ライン入力に対して以下の範囲内で自動的に適応します：

電圧範囲：	90～264 Vrms
周波数範囲：	47～63 Hz


## 2.5 電源および接地接続

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：感電の危険！</b></p> <p>保護接地導体の内部または外部での遮断、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、AC コンセントから電源コードを抜いてください。

	<p><b>注意：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。</b></p>
---	--

## 2.6 校正

推奨校正間隔は 1 年です。校正は、資格のある担当者のみが実施してください。

## 2.7 クリーニング

機器の外装のみを、湿らせた柔らかい布で清掃してください。化学薬品や研磨剤を使用しないでください。いかなる場合も、機器内部に水分が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 AC コンセントから抜いてください。

	<p><b>警告：感電の危険！</b></p>
---	-------------------------

	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。 修理は資格のある担当者に依頼してください
--	---


## 2.8 異常状態

本機器は製造元が指定した目的でのみご使用ください。

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、オシロスコープを操作しないでください。

保護機能が損なわれている可能性がある場合は、電源コードを抜き、意図しない作動がないよう機器を固定してください。

本器を正しく使用するには、すべての説明および表示を読み、理解する必要があります。







	<b>警告：</b> 製造元が指定した方法以外での本装置の使用は、装置の安全保護機能を損なう可能性があります。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。
--	---

## 安全要件

この章には、機器を適切な安全条件下で動作させるために従うべき情報と警告が含まれています。このセクションで指定されている安全上の注意に加え、認められた安全手順も遵守してください。

## 安全用語と記号

本機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すものです。

	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、添付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を警告します。
	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（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

この機器は屋内での使用を目的としており、周囲温度 0°C～40°C の清潔で乾燥した環境で使用してください。

**温度**

動作時：0℃～+40℃

非動作時：-20℃～+60℃

**湿度**

動作時：85% HR、40℃、24 時間

非稼働時：85% HR、65℃、24 時間

**高度**

動作時：≤ 3000m

非動作時：≤ 15 000 m

**注記：**周囲温度の評価には、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。



**警告：**爆発性雰囲気や湿潤環境ではオシロスコープを使用しないでください。

本器の設計は、以下の制限に基づき安全規格 **EN 61010-1** に準拠していることが確認されています:

- 設置カテゴリ（サージ）：II（電源コネクタ）
- 汚染度：II
- 保護等級：IP20

**注記：**

設置カテゴリ II（サージ）は、ローカル配電レベルを指し、商用電源（交流電源）に接続された機器に適用されます。

汚染度 II は、乾燥した作業環境で非導電性の汚染が発生する状態を指します。結露による一時的な導電性の発生が予想されます。



**注意：**タッチスクリーンを過度の衝撃から保護してください。





**注意：**前面パネル端子（CH1、CH2、CH3、CH4、EXT）の最大電圧レベルを超えないでください。詳細は仕様書を参照してください。



**注意：**電圧源に接続されているプローブやテストコードの接続・切断は行わないでください。

## 冷却要件

本器は内部ファンと通気孔による強制空冷方式を採用しています。ベゼル両側の通気孔（ファン穴）周辺の空気の流れを妨げないように注意してください。適切な通気性を確保するため、本器の両側に最低 15cm（6 インチ）のスペースを確保する必要があります。



**注意：**ベゼル両側の通気孔を塞がないでください。



**注意：**通気孔などから異物がレンズ内部に入らないようにしてください。

## AC 電源

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

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。


オプションや付属品（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 100 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
周波数範囲：	47 - 63 Hz


## 電源および接地接続

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 of 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：</b>感電の危険性があります！</p> <p>保護接地導体の内部または外部での切断、あるいは安全接地端子の断線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>
---	--

## 校正

推奨校正間隔は 1 年です。校正は、資格のある担当者によってのみ実施してください。

## 清掃

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。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：**感電の危険性あり！

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。  
メンテナンスは資格のある技術者に依頼してください

## 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。



**警告：**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。

## 3 の初期設定手順

### 3.1 納品チェックリスト

まず、梱包リストに記載されているすべての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づいた場合は、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できるだけ早くご連絡ください。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より 3 年間（プローブ付属品は 1 年間）の保証期間を設けております。保証期間内に正規サービスセンターへ返送された製品については、**SIGLENT** が修理または交換いたします。ただし、不具合が製造工程・材料に起因するものであり、誤用・過失・事故・異常な環境条件・操作によるものではないことを確認するため、事前に製品を検査させていただきます。

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取り付けの試み。
- b) 互換性のない機器への接続／誤った接続。
- c) **SIGLENT** 製以外の付属品または消耗品の使用。さらに、**SIGLENT** は改造された製品のサービス提供義務を負いません。スペア部品、交換部品、修理には 90 日間の保証が付与されます。

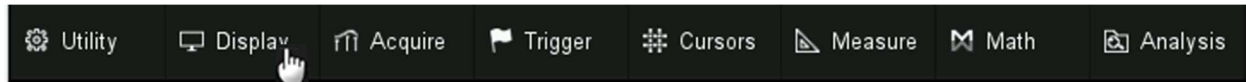
オシロスコープのファームウェアは徹底的にテストされ、機能することが前提とされています。しかしながら、詳細な性能を保証するいかなる種類の保証も付帯しません。**SIGLENT** 製以外の製品は、元の機器メーカーの保証のみが適用されます。

### 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のサービスは、専門的な追加サポート契約を通じて提供されます。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前面パネルのボタンを表します。例えば、**Print** は前面パネルの「印刷」ボタンを表します。斜体で、斜体下線（ ）と斜体上線（ ）が適用されたテキストは、タッチスクリーン上でタッチ可能またはクリック可能なメニュー/ボタン/領域を表します。例えば、**Display** は画面上の「表示」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、「ステップ 1 > ステップ 2 >...」の形式で説明します。例として、アップグレード画面に入るには以下の手順を順に実行してください：

**ユーティリティ** > **メンテナンス** > **アップグレード**

ステップ 1 としてフロントパネルのユーティリティボタンを押下し、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**アップグレード**オプションをクリックすると、アップグレードインターフェースに入ります。

## 5 はじめに

### 5.1 電源投入

SDS2000X Plus には、電源投入の方法が 2 つ用意されています。

#### 自動電源投入

「自動電源投入」オプションを有効にすると、オシロスコープが電源コードを介して AC 電源に接続されると、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アプリケーションで有用です。

「自動電源投入」機能を有効にする手順：

ユーティリティ > 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、オシロスコープの電源状態を制御できるのは、フロントパネルの電源ボタンだけです。

### 5.2 シャットダウン

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。

### 5.3 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 > システム情報

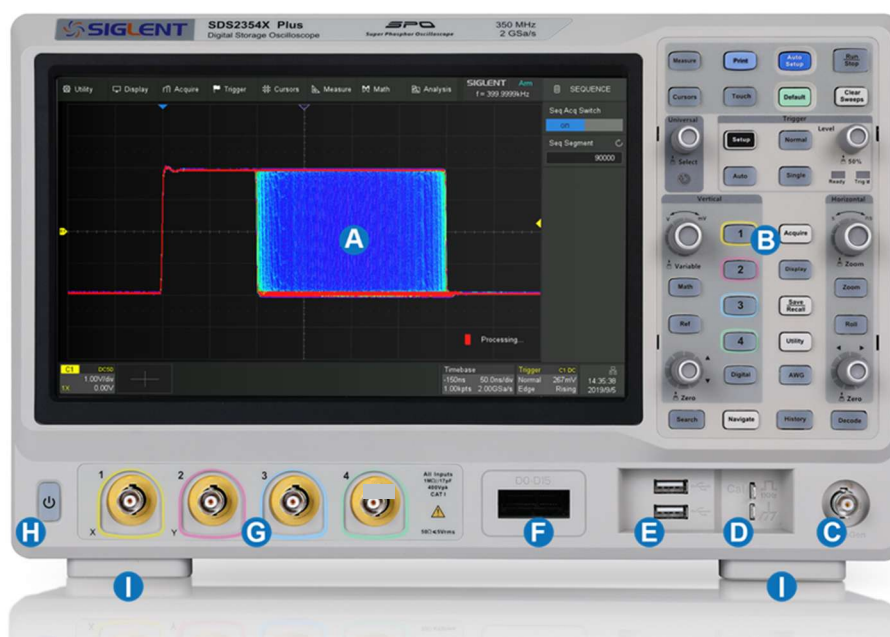
詳細は、「システム 情報」のセクションを参照してください。

## 5.4 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 フロントパネル概要



- A. タッチスクリーンディスプレイ：表示と主要機能エリア。詳細は「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. **WaveGen**：内蔵波形発生器出力。
- D. **プローブ補償/接地端子**：プローブ補償用の 0-3V、1kHz 方形波を供給します。
- E. **USB 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。
- F. **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。
- G. **アナログ入力コネクタ**
- H. **電源スイッチ**
- I. **支持脚**：支持脚を適切に調整してスタンドとして使用し、オシロスコープを傾けて安定した位置に設置します。



## 6.2 背面パネルの概要



- A. 補助出力：トリガインジケータを出力します。合格/不合格が有効の場合、合格/不合格信号を出力します。
- B. 外部トリガ入力
- C. **LAN** ポート：リモート制御のためにネットワークに接続します。
- D. **USB** ポート：リモート制御用に PC と接続する 1 つの **USB** デバイスと、**USB** ストレージデバイスまたは **USB** マウス/キーボードと接続する 1 つの **USB** ホスト。
- E. **AC** 電源入力
- F. 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

本器の標準電源は 100～240 V、50/60 Hz です。本器に付属の電源コードを使用して AC 電源に接続してください。

### 6.3.2 LAN

リモート制御のため、LAN ポートを RJ45 コネクタ付きの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。

LAN 接続を設定するには、以下の手順に従ってください：

ユーティリティ > I/O > LAN 設定

### 6.3.3 USB 周辺機器

データ転送には USB ホストポートのいずれかに USB ストレージデバイス (FAT32 フォーマット) を接続し、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。

### 6.3.4 補助出力

マスク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。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

SDS\_2000XP-FG オプションを有効にし、SAG1021I USB 機能/任意波形

ジェネレータモジュールをオシロスコープの任意の USB ホストポートに接続します。これによりオシロスコープは USB モジュールを制御し、指定された波形を出力できます。

フロントパネルの **AWG** ボタンを押すか、画面上の **[ユーティリティ]** > **[波形発生器]** をタッチして波形を設定します。

詳細については、「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 Plus シリーズオシロスコープは、アクティブプローブおよびパッシブプローブに対応しています。プローブの仕様およびドキュメントは、[www.siglenta.com](http://www.siglenta.com) で入手できます。

#### プローブ補償

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口クリップを、補償信号出力端子下部の「接地端子」に接続します。



3. 自動設定 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正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：**プローブを正しい面を上にして、「カチッ」という音がするまで差し込みます。

**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、プローブを引き抜きます。

## 7 タッチスクリーンディスプレイ

### 7.1 概要

SDS2000X Plus 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、スプレッド操作、または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起動できます。実際、クリックとタッチ操作を状況に応じて使い分けることが可能です。



- 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 (C1 ~ C4)、デジタルチャンネル (D)、数学演算 (F1 ~ F2)、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 > LCD 輝度

## 7.2 メニューバー

メニューバーのドロップダウンメニューから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経由で利用可能です。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経由で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

取得 > XY モード

分析 > マスクテスト

分析 > ボード線図

分析 > パワー分析

分析 > カウンター

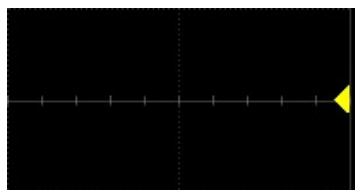
## 7.3 グリッド領域

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。以下の手順でこれらのパラメータを設定してください：

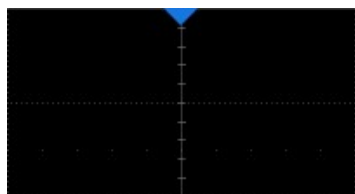
表示 > 強度

表示 ➤ 目盛線

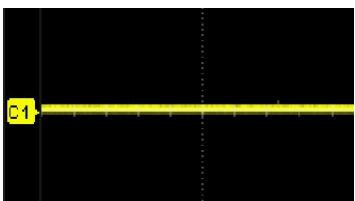
グリッド上には複数のインジケータがあります：



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

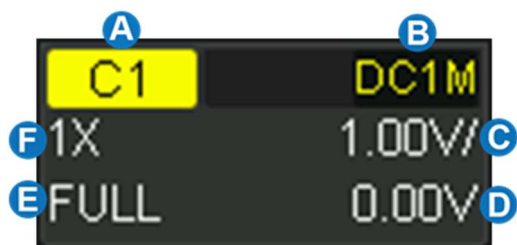


トリガー遅延インジケータは水平軸上で波形がトリガーされる位置を示します...トリガー位置が画面外にある場合、三角形の方向が画面外を指すように変化します。



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は、対応するチャンネルのオフセット位置を示します。

## 7.4 チャンネル記述子ボックス



- A. チャンネルインデックス
- B. 結合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:

**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** : 反転が有効化されています

なし: 反転がオフ

**結合方式と入力インピーダンス:**

**DC1M** : DC 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

**垂直スケール** : 垂直方向における各グリッドのスケール。例えば、垂直スケールが 1.00 V/div の場合、オシロスコープのフルスケールは 1.00 V/div $\times$ 8 div=8 V となる。


**垂直オフセット** : チャン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、チャン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スケールを自動計算します。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 ですが、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。

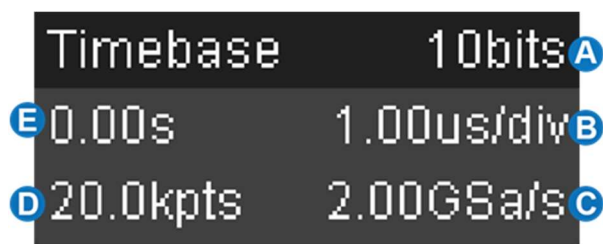
**1X** : 1:1 減衰、同軸ケーブルの直接接続または 1X 減衰のパッシブプローブに適する

**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



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

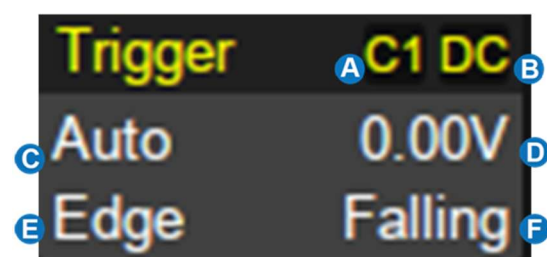
**トリガー遅延**：トリガー位置の時間オフセット。トリガー遅延が **0** の場合、トリガー遅延インジケータはグリッド領域の水平軸の中心に位置します。

**水平スケール**：タイムベース、水平方向の各グリッドの時間。例えば、スケールが **500  $\mu$ s/div** の場合、各グリッドの時間は **500  $\mu$ s** であり、オシロスコープの全画面の時間範囲は **500  $\mu$ s/div\*10 div = 5 ms** となります。

**サンプル数**：現在の画面上のサンプルポイント数。

**サンプリングレート**：現在のサンプリングレート。

**分解能**：垂直方向の分解能。デフォルトは **8** ビット。**8** ビットでは表示されず、**10** ビットで表示されます。



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

**トリガーソース**

- C1～C4: アナログチャンネル
- EXT: 外部トリガーチャンネル

- **EXT/5:** 外部トリガーチャンネルの 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。

- **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結合され、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用います。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:** 入力信号がトリガー条件を満たした場合にのみスウィープします。そうでない場合は、最後に取得した波形を表示し続けます。
- **シングル:** 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行われ、トリガー条件を満たす波形が現れると取得は直ちに停止します。
- **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、強制的に取得を行います。

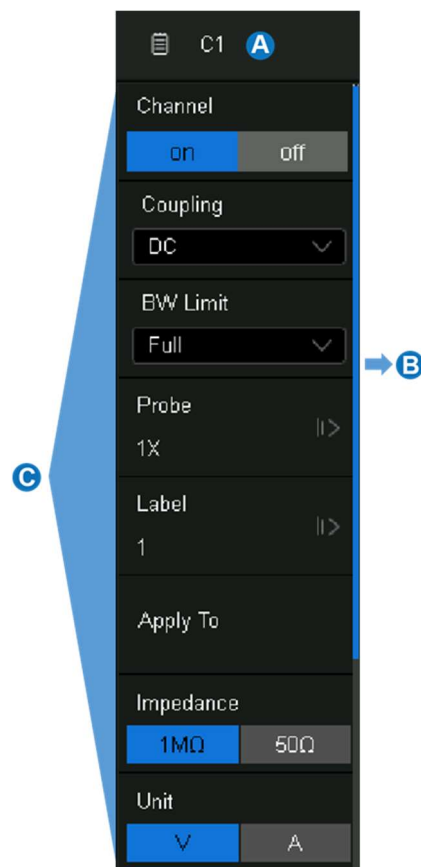
**トリガーレベル:** トリガー発動のしきい値を示すソース電圧レベル。通常、電圧単位で指定されたトリガーレベルは、垂直ゲインやオフセットを変更しても変化しません。

**トリガータイプ:** 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

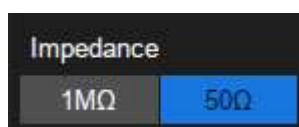
画面右側のダイアログボックスは、選択した機能のパラメータを設定する主な領域です。

- 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. パラメータ設定領域。
- 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。

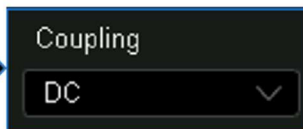
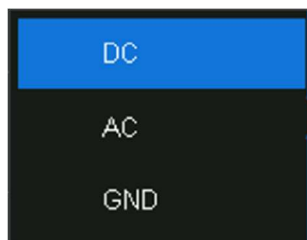


### パラメータの設定方法

SDS2000X Plus 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：



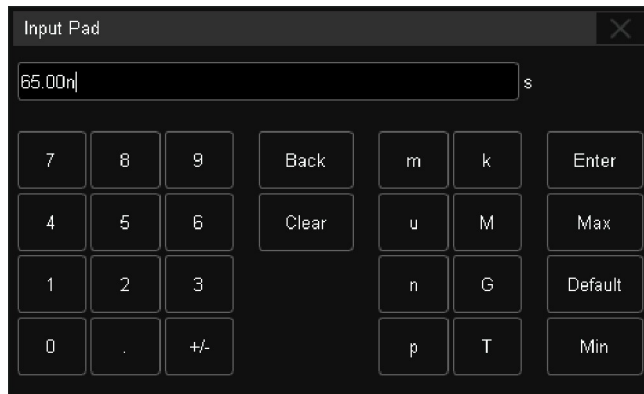
**スイッチ：**機能の有効/無効など、2つの状態を持つパラメータを設定します。スイッチ領域をタッチすると、状態が切り替わります。



**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。



**仮想キーパッド：**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、前面パネルのユニバーサルノブで調整可能。再度タッチすると仮想キーパッドが表示されます：



チャンネルの「スキュー補正」設定操作を例に説明します：期待値が **65 ns** の場合、仮想キーパッドで「**65**」を入力し、単位 **n** を選択して操作を完了します。仮想キーパッドでは、**Max**、**Min**、**Default** ボタンをタップすると、パラメータをそれぞれ最大値、最小値、デフォルト値に素早く設定できます。

### ダイアログボックスを非表示にする

ダイアログボックスを開くと、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ために、右上のタイトル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ます。再度タッチするとダイアログボックスが開きます。

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。

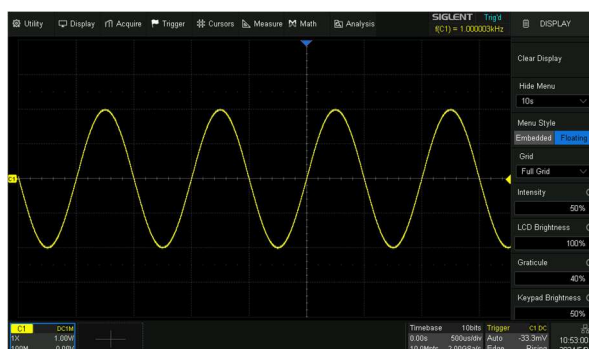
覆われた領域を確認したい場合は、右上のタイトルバーをタッチしてダイアログボックスを非表示にしてください

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呼び戻せます。

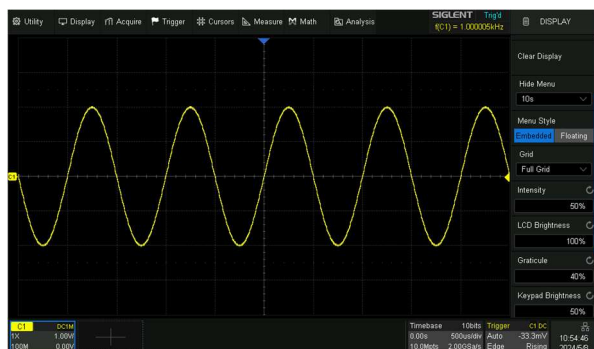
ダイアログボックスは自動非表示に設定可能です。設定時間を超えて操作がない場合、ダイアログボックスは自動的に非表示になります。以下の手順に従ってください：

設定時間以上操作されない場合、ダイアログボックスは自動的に非表示になります。以下の手順に従ってください：

表示 > メニュー > メニューを非表示



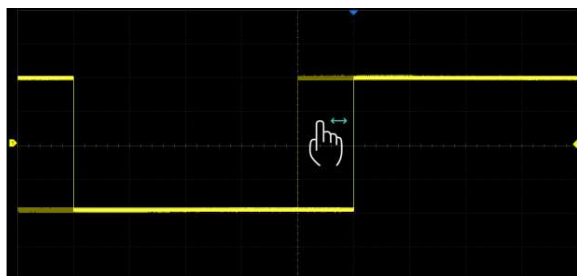
メニュースタイル = フローティング、ダイアログボックスが表示されます



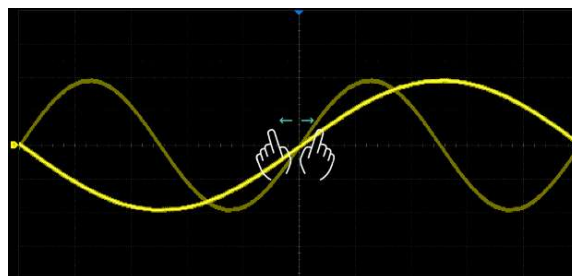
メニュースタイル = 埋め込み、ダイアログボックスが表示される

## 7.7 タッチジェスチャー

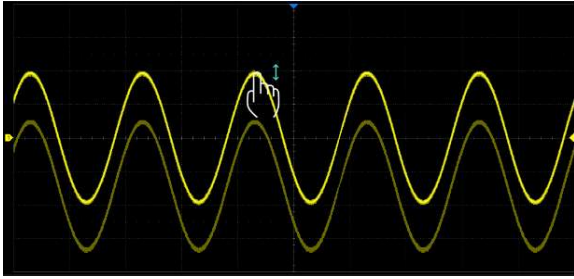
グリッド領域では、タッチジェスチャーにより波形、カーソル、トリガレベルを調整したり、矩形ゾーンを描画したりすることができます。



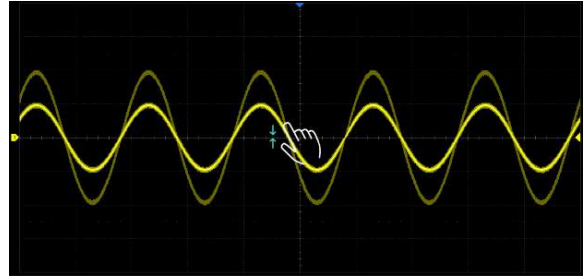
波形を左右にドラッグして水平軸上で移動



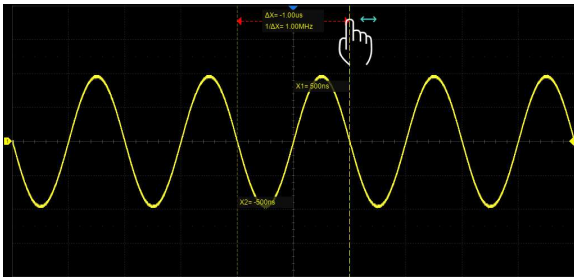
波形を水平方向にピンチイン/ピンチアウトすると、タイムベースが再スケーリングされます



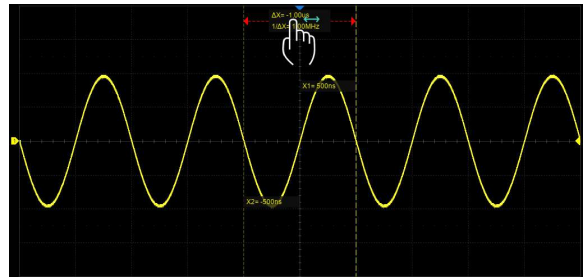
波形を上下にドラッグすると垂直軸上で移動します



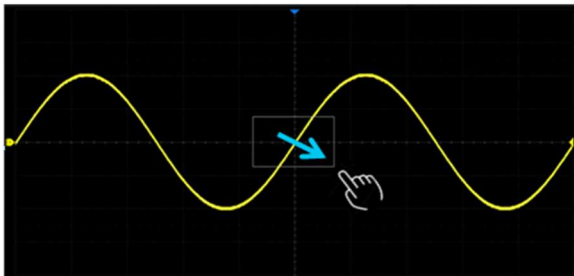
波形を垂直方向にピンチイン/アウトすると垂直ゲインを再スケーリング



カーソルをタッチ&ドラッグして移動



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ます

## 7.8 マウスとキーボード操作

SDS2000X Plus 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。オシロスコープに 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、仮想キーボードを使用する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 > 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。



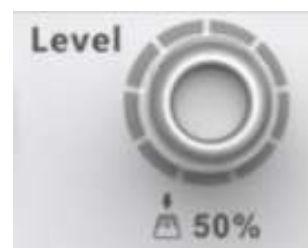
## 8 フロントパネル

### 8.1 概要



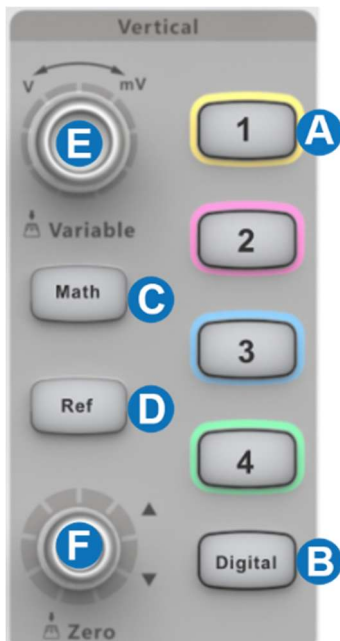
フロントパネルは、ソフトウェアメニューを開かずに基本機能を操作できるように設計されています。ほとんどのフロントパネルコントロールはタッチスクリーンディスプレイ経由で利用可能な機能を複製していますが、操作はより迅速に行えます。

フロントパネルのすべてのノブは多機能です。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。



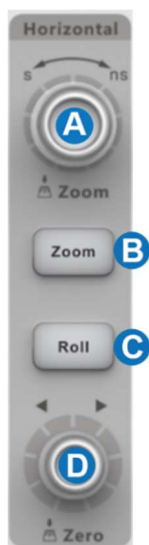


## 8.2 垂直制御



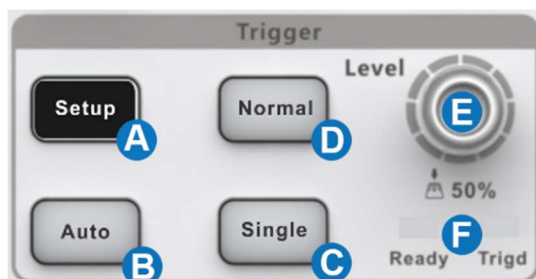
- A. チャンネルが無効化されている場合、チャンネルボタンを押すと有効になります。チャンネルが有効化されているが非アクティブの場合、ボタンを押すとアクティブになります。チャンネルが有効化されアクティブになっている場合、ボタンを押すと無効化されます。
- B. ボタンを押すとデジタルチャンネルが有効になり、**DIGITAL** ダイアログボックスが開きます。再度押すとデジタルチャンネルが無効になります。
- C. ボタンを押すと数学関数がオンになり、**MATH** ダイアログボックスが開きます。再度押すと数学関数がオフになります。
- D. ボタンを押すと基準機能がオンになり、**REF** 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)、演算 (F1-F2)、基準電圧 (Ref) は同一の垂直ノブを共有します。ノブを回転させて垂直目盛 (V/div) を調整します。押し込むと粗調整と微調整を切り替えます。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中の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)、演算 (F1-F2)、基準 (Ref) は同一のオフセットノブを共有します。ノブを回転させてチャンネル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。再度押すとズームモードを終了します。
- B. 押すとズームを有効にします。再度押すとズームモードを終了します。
- 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します。押すとトリガ遅延をゼロに設定します。

## 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：全条件が満たされた時点で一度のみトリガー
- D. 通常モード：全条件が満たされた際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. トリガ状態表示灯、準備完了またはトリガ発生

## 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。状態が実行時はボタンが黄色に点灯します。状態が停止時はボタンが赤色に点灯します。

## 8.6 自動設定ボタン ( )



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設定し、最適な波形表示を実現します。また、**トリガ > オートセットアップ**の手順で自動設定操作を実行することも可能です。

## 8.7 共通機能



- A. ボタンを押すと検索機能がオンになり、**SEARCH** ダイアログボックスが開きます。再度押すと検索機能がオフになります。
- B. ボタンを押すとナビゲート機能がオンになり、**NAVIGATE** ダイアログボックスが開きます。
- C. ボタンを押すと履歴機能がオンになり、**HISTORY** ダイアログボックスが開きます。再度押すと履歴機能がオフになります。
- D. ボタンを押すとシリアルバスデコード機能がオンになり、**DECODE** ダイアログボックスが開きます。もう一度押すとデコード機能がオフになります。

## 8.8 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. ノブを回し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

## 8.9 ユニバーサルノブ



パラメータ設定領域がハイライト表示されている場合、ユニバーサルノブを使用してパラメータを調整または設定できます。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。

## 8.10 その他のボタン



測定の有効化/無効化と **MEASURE** ダイアログボックスの呼び出しを行います。



スクリーンショットを外部ストレージデバイスに保存します。対応フォーマットは.bmp/.jpg/.png です。



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。



表示データおよび測定結果（表示残像、測定統計、平均スイープ、合格/不合格統計を含む）を消去します。



**ACQUIRE** ダイアログボックスを呼び出します。



ボタンを押すと、**DISPLAY** ダイアログボックスを呼び出します。2 回目に押すと、**Persist** および ライトが点灯し、ボタンが 状態になります。もう一度ボタンを押すと、**Persist** がオフになります。



**SAVE** ダイアログボックスを呼び出します。



**UTILITY** ダイアログボックスを呼び出します。



**AWG** 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** 出力が有効であることを示します。

## 9 機能呼び出しの複数アプローチ

オシロスコープは、異なる方法で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、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、トリガー設定ダイアログボックスを開くには、以下の手順に従います：



トリガー > メニュー

操作はタッチ操作またはマウスクリックのいずれかで完了できます。

### 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。

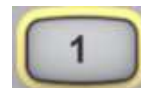
トリガ設定ダイアログボックスを開くには、フロントパネルのトリガ制御エリアにある「**Setup**」ボタンを押します。



## 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を説明する例です。この例では、信号がチャンネル 1 に接続され、他のチャンネルは無効化され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、すべての信号タイプ、特に時間変動するバースト信号や低速信号（100 Hz 未満）では機能しません。オートセットアップで望ましい設定が得られない場合は、垂直、水平、トリガーシステムを手動で調整できます。詳細は、「**垂直方向のセットアップ**」、「**水平および取得設定**」、「**トリガー**」の各章を参照してください。



## 11 垂直方向のセットアップ

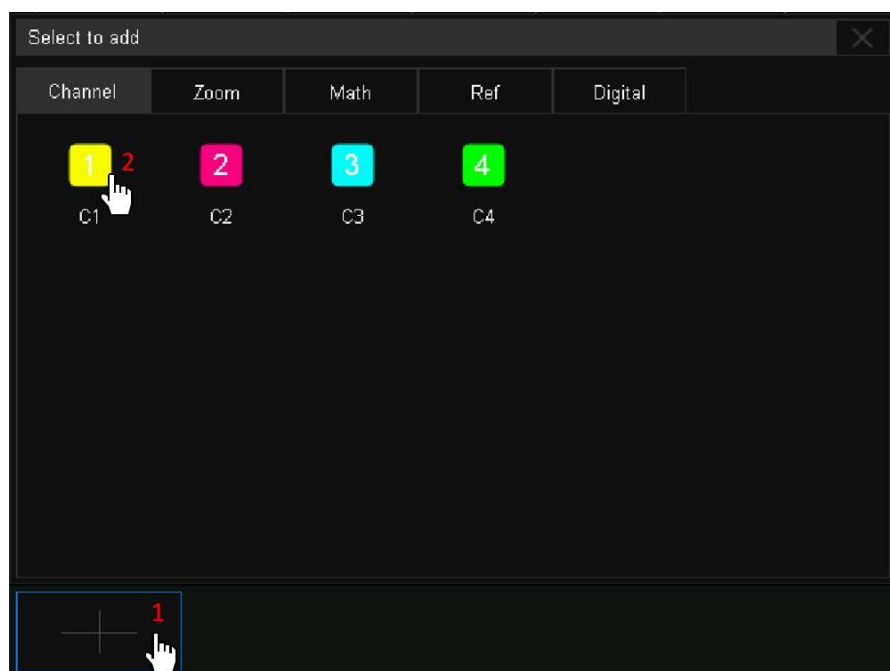
### 11.1 チャンネルのオン/オフ

#### フロントパネルから

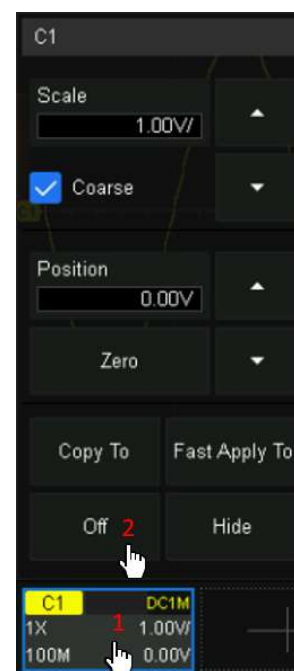
チャンネルボタン（1～4）を押すと、対応するチャンネルがオンになります。そのチャンネルの記述ボックスとダイアログボックスがディスプレイに表示されます。同じボタンをもう一度押すと、そのチャンネルは無効になります。

#### タッチスクリーンから

+ ボタンをタッチし、目的のチャンネルを選択してオンにすると、そのチャンネルの説明ボックスとダイアログボックスがディスプレイに表示されます。チャンネルの説明ボックスをタッチし、次にオフボタンをタッチすると無効になります。



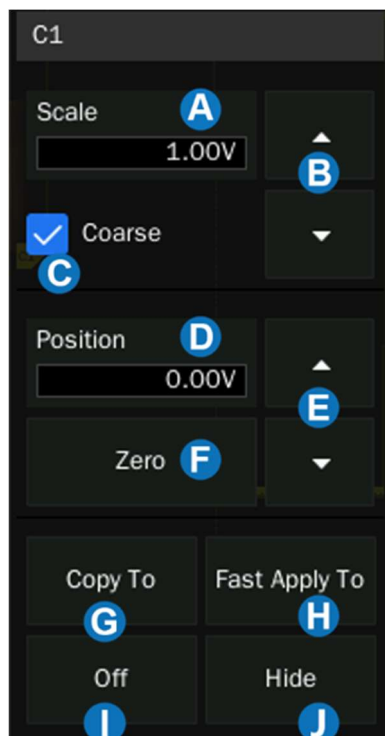
C1 をオンにする



C1 をオフにする

## 11.2 チャンネル設定

チャンネル記述子ボックスをタッチすると、簡易ダイアログが表示されます。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可能です。

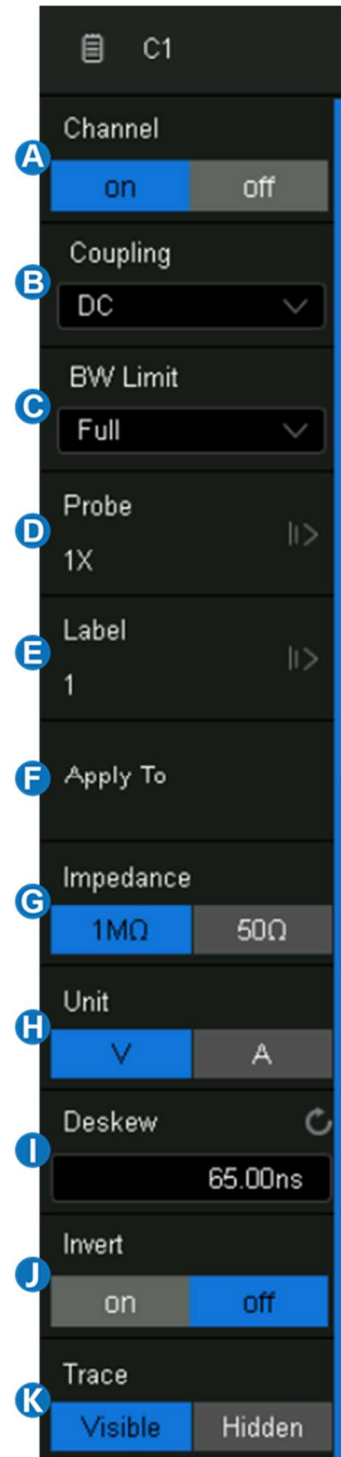


- A. ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで垂直スケールを設定するには、該当領域をタッチしてください
- B. ▲で垂直スケールを拡大、▼で縮小
- C. チェックを入れると垂直スケールの粗調整、外すと微調整が可能になります
- D. ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでオフセットを設定する領域をタッチ
- E. ▲でオフセットを増やし、▼で減らします
- F. オフセットをゼロに設定
- G. 現在のチャンネルの設定を別のチャンネルにコピー
- H. 指定操作のソースとして現在のチャンネルを素早く適用
- I. チャンネルを無効化
- J. トレースを表示/非表示にする。トレースを非表示にしてもチャンネルは無効化されない

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。波形が画面全体に表示されるよう微調整モードで表示を拡大縮小すると、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変更すると、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/オフを切り替える
- B. 結合モード (DC、AC、または GND)
- C. 帯域幅制限 (フル、200MHz、20MHz)
- D. プローブ減衰量 (1X、10X、100X、カスタム)
- 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. 現在のチャンネルに指定操作 (トリガー、カーソル、計測、FFT、検索、マスクテスト、カウンタ、AWG) を素早く適用
- 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. チャンネル波形の表示/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。**DC** 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 **DC** オフセットを持つ **AC** 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

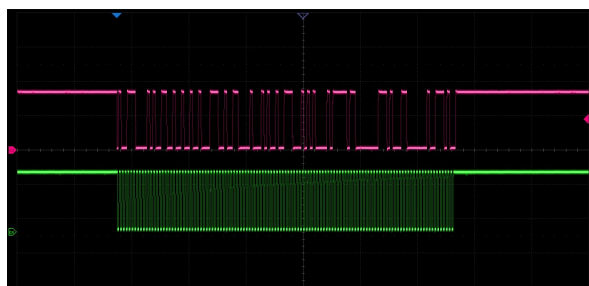
全帯域幅では高周波成分を含む信号が通過しますが、高周波ノイズも通過します。信号の周波数成分が非常に低い場合、利用可能な帯域幅制限のいずれかを有効にすることで、より優れた信号対雑音比（SNR）が得られます。SDS2000X Plus は 20MHz と 200MHz の 2 つの帯域幅制限オプションを提供します。帯域幅制限は、入力の高周波成分を効果的に選択した制限値まで低下させます。

### プローブ減衰量

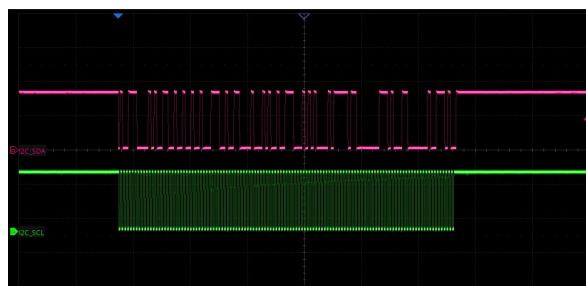
SDS2000X Plus は、1X、10X、100X およびカスタムプローブ減衰率オプションを提供します。カスタム値は  $10^{-6}$  ～  $10^6$  の範囲で設定可能です。オシロスコープは現在のプローブ減衰率に応じて垂直目盛を自動的に変換します。例えば、1X 減衰時のオシロスコープの垂直目盛は 100 mV/div ですが、プローブの減衰を 10X に変更すると垂直目盛は自動的に 1 V/div に設定されます。読み取り端子付き標準プローブが接続されている場合、オシロスコープはプローブに適合するよう自動的にプローブ減衰を設定します。

### 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、F1～F2、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。



ラベルは非表示です



ラベルが表示されます

### 適用先

この設定により、トリガー、カーソル、簡易測定、FFT、検索、カウンタ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  $\Omega$  同軸ケーブルを介して伝送される高周波信号に適しており、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。

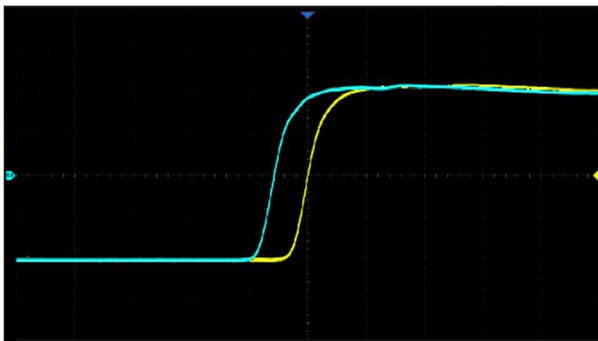
### 単位

電圧単位「V」または電流単位「A」。電流プローブを使用する場合は、単位を「A」に設定してください。

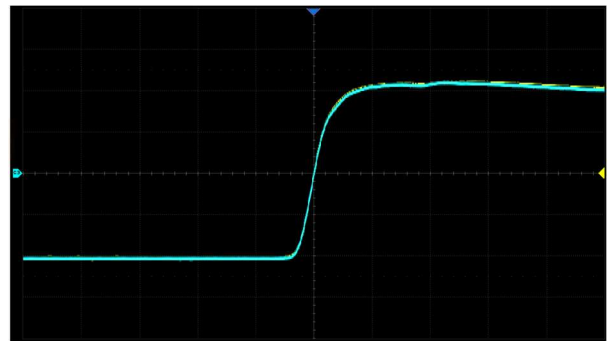
### スキュー補正

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が不均一になる場合があります。例えば、長さが1インチ異なる2本の同軸ケーブルでは、100 ps を超えるスキューが生じ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生じることがあります。

補正方法：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ュ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。

## 波形表示/非表示

波形が非表示の場合、チャンネル波形は波形領域に表示されなくなります。波形の非表示はチャンネル波形の表示にのみ影響し、バックグラウンドでは引き続き取得が行われます。



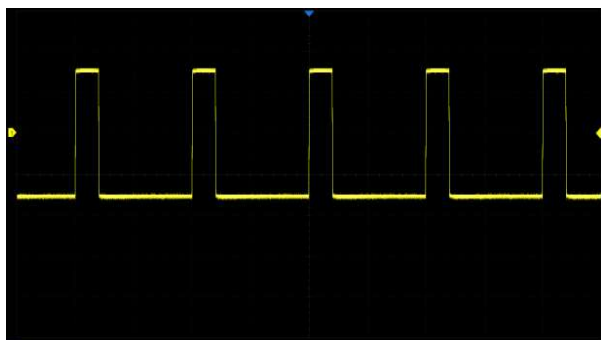
波形表示



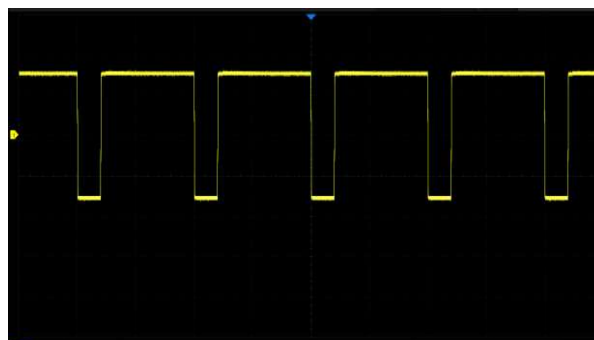
波形非表示

## 反転

反転を有効にすると、波形は地球電位に対して 180 度逆相で表示されます。これは数学的な反転であり、入力信号の実際の電位を物理的に変更するものではありません。



反転前



反転後

## 12 デジタルチャンネル

### 12.1 概要



#### SPL2016 プロブ

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 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可能性があります。

正しく接続および切断してください。過度に曲げるとケーブルが損傷する恐れがあります。

湿気や爆発性のある環境での使用は避けてください。

屋内専用です。SPL2016 は屋内使用を想定しており、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実施されるものとします。

製品表面を清潔で乾燥した状態に保ってください。

### SDS\_2000XP\_MSO オプション

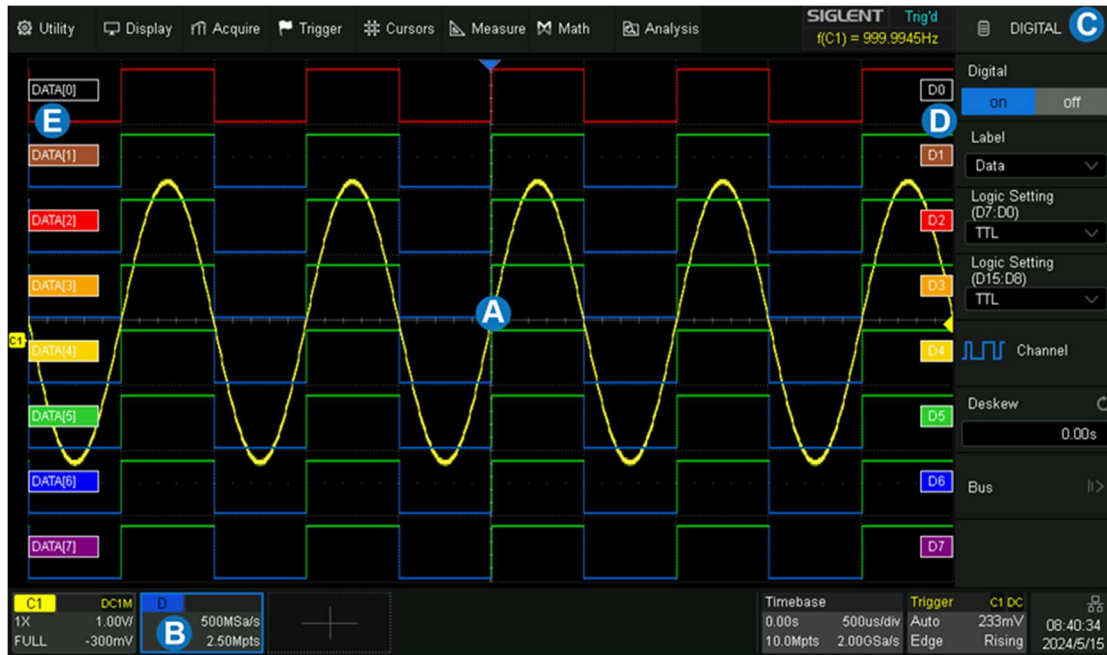
本ソフトウェアオプションにより、オシロスコープに以下の機能が追加されます：

- **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/オフ操作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機能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のグリッド領域を共有する
- 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。最大 16 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) に編成される。各チャンネルは個別にオン/オフ可能
- E. ラベルはデータ、アドレス、またはカスタム文字に設定可能

### フロントパネルから

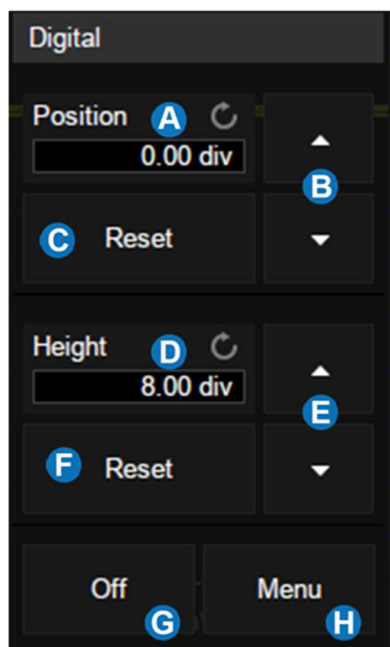
フロントパネルのデジタルボタンを押すと、デジタルチャンネルがオンになり波形が表示されます。再度押すとオフになります。

### タッチスクリーンから

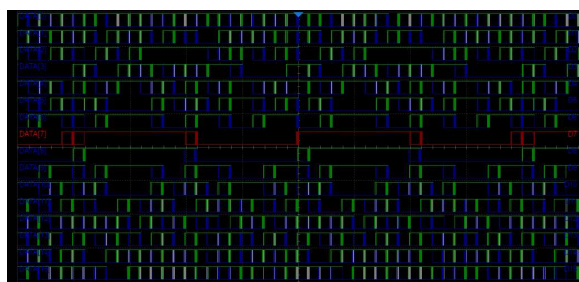
表示画面下部の「+」をクリックし、「Digital」を選択してオンにします。デジタルチャンネル記述子ボックスをクリックし、ポップアップメニューの「Off」をクリックしてオフにします。詳細は「垂直方向のセットアップ」の章の操作を参照してください。

## 12.3 デジタルチャンネル設定

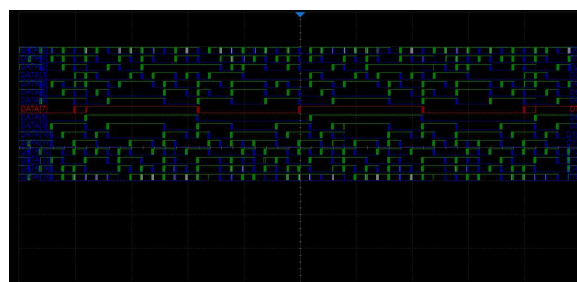
デジタル 記述子ボックス ( ) をタッチすると、記述子ボックス上部にデジタルチャンネル設定のクイックメニューが表示されます。このメニューでデジタルチャンネルの高さと位置を設定できます：



- 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可能です。高さを下げると調整領域が拡大します。
- B. ▲で位置を上昇、▼でチャンネル位置を下降させます。
- 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可能。表示高さが利用可能な分割領域全体を覆う場合、位置調整の余地がありません。
- 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. 右側にデジタルダイアログボックスを開く



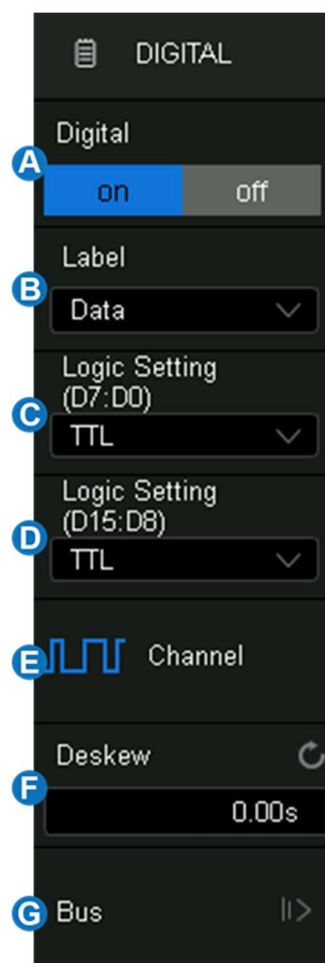
高さ=8 分割、位置=0 分割



高さ=4div、位置=1div

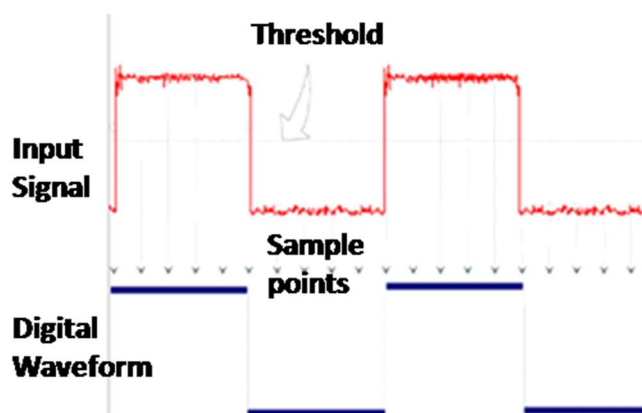
クイックメニューでは、デジタルチャンネル表示領域の高さ範囲と位置のみをカバーしています。その他の設定はダイアログボックスで行えます。

- A. デジタルチャンネルのオン/オフを切り替える
- B. ラベルはデータ、アドレス、またはカスタム文字に設定可能
- 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、ユーザーはカスタムオプションを使用して手動でしきい値を設定できます
- D. D15～D8 の論理しきい値
- E. 表示するチャンネルを設定する
- F. 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。





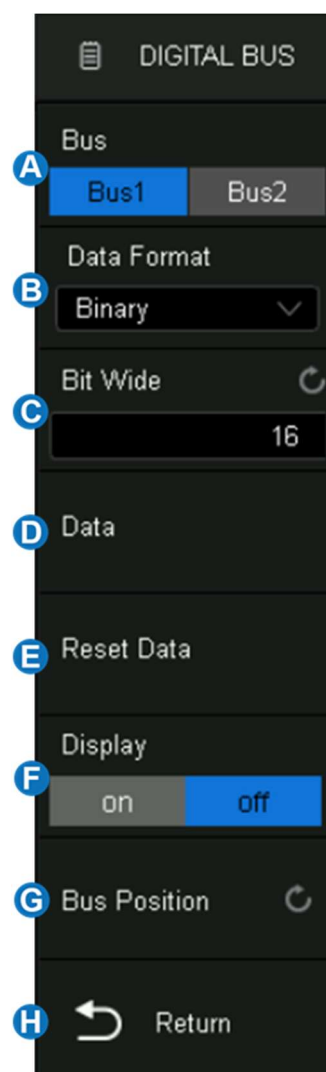
設定可能な論理レベルには、TTL、CMOS、LVCMOS 3.3V、LVCMOS 2.5V、カスタムがあります。

カスタムしきい値の設定範囲は -10.0V ~ +10.0V 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。

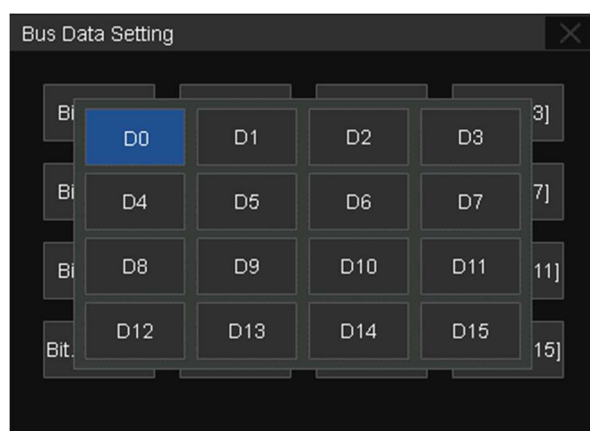
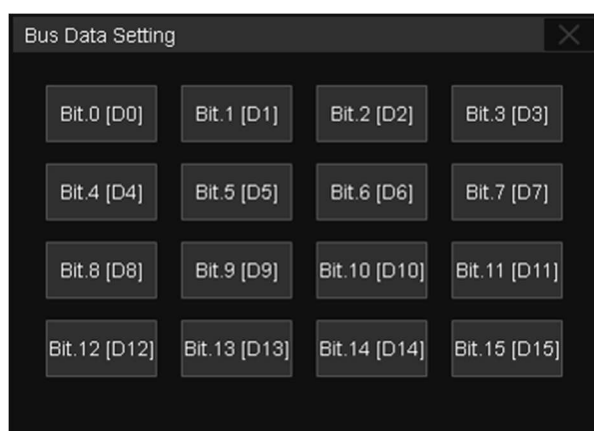
- A. Bus1 または Bus2 を選択
- B. デジタルバスのデータ形式を設定します（バイナリ、10 進、符号なし 10 進、16 進）。
- C. デジタルバスのビット幅を設定
- D. デジタルバスデータを設定
- E. デジタルバスデータをデフォルト状態にリセット
- F. デジタルバスの表示を有効 / 無効にする
- G. バスの垂直位置を設定する
- H. 前のメニューに戻る



## 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対応関係が **Bit.x[Dy]** の形式で表示されます。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、指定したビット x にデジタルチャンネル D0～D15 を割り当てることができます。

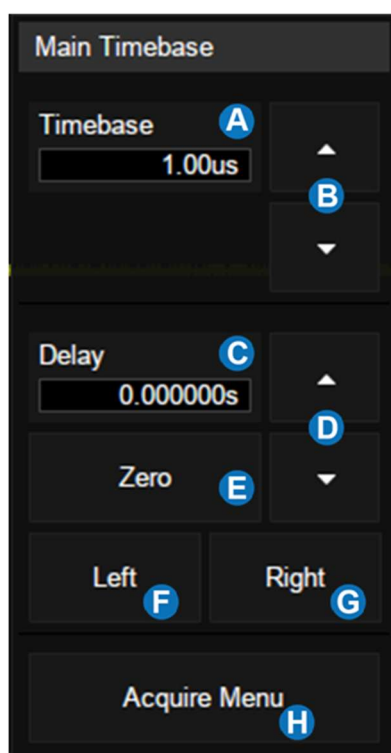


## 13 水平および取得設定

### 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チャンネル、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。



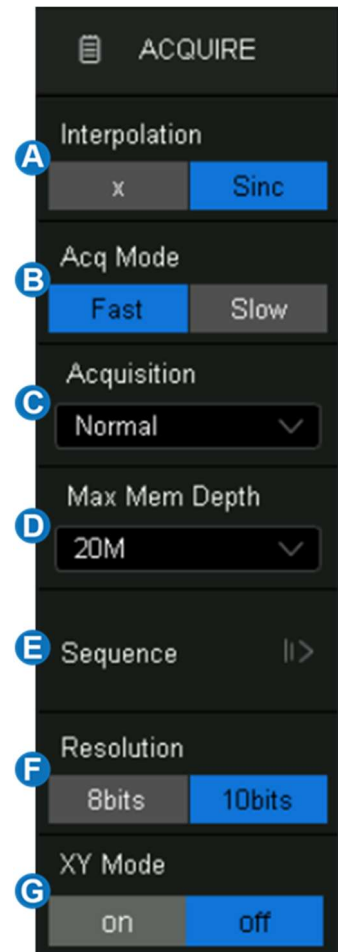
- A. 仮想キーパッドで水平スケール（タイムベース）を設定します
- B. ▲で水平スケールを増やし、▼で減らします
- C. 仮想キーパッドでトリガー遅延を設定
- D. ▲でトリガー遅延を増加、▼で減少
- E. トリガー遅延をゼロに設定
- F. トリガー遅延を画面左側に設定
- G. トリガー遅延を画面右側に設定
- H. 取得ダイアログボックスを開く

## 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、フロントパネルの「取得」ボタンを押すか、メニューバーの「取得」>「メニュー」をタッチして、右側に取得ダイアログボックスを呼び出します。

- 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）を選択
- D. 最大メモリ深度を選択
- E. シーケンスダイアログボックスを呼び出す
- F. 垂直解像度を選択します。10 ビットモードでは、帯域幅は約 100 MHz に制限されます
- G. XY モードのオン/オフ



**取得：**詳細は「取得」のセクションを参照してください。

**メモリ深度：**サポート可能な最大メモリ深度。「取得時間 = サンプルポイント数 x サンプル間隔」という式に従い、メモリ深度を大きく設定すると、特定のタイムベースでより高いサンプルレートを実現できますが、サンプル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。200 Mpts のメモリ深度では、SDS2000X Plus は 10 ms/div のタイムベースに設定しても、フルサンプルレート (2 GSa/s) で動作し続けます。

**注：**ここでいうメモリ深度は、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）。

シングルチャネルモードにおける最大メモリ深度は、デュアルチャネルモードの 2 倍となります。詳細は以下の表を参照してください：

シングルチャネルモード	デュアルチャネルモード
20k	10k
200k	100k
2M	100 万
2000 万	1000 万
200M	100M

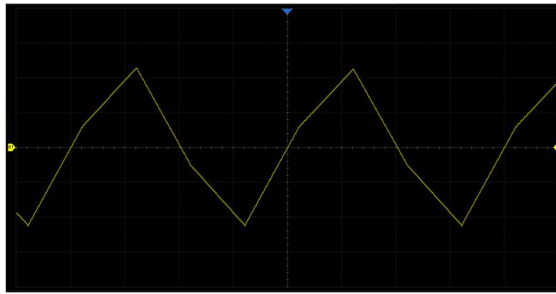
シングルチャネルモード（インターリーブモード）：C1/C2 のいずれか一方のみがオンとなり、C3/C4 のいずれか一方のみがオンとなる。

デュアルチャネルモード（ノンインターリーブモード）：C1/C2 の両方がオンになるか、C3/C4 の両方がオンになる。

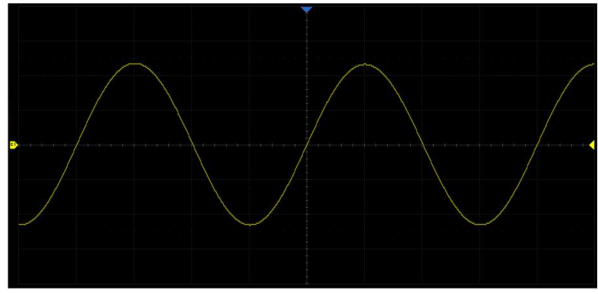
**補間** - タイムベースの設定が小さい場合、画面上の元のポイントの数はグリッド領域の表示ピクセル数よりも少なくなる場合があるため、連続した波形を表示するには補間が必要となります。たとえば、1 ns/div のタイムベースと 2 GSa/s のサンプルレートでは、元のポイントの数は 20 ですが、グリッド領域には 1000 の水平ピクセルが含まれます。この場合、オシロスコープは元のデータを 50 倍補間する必要があります。

- **X:** 線形補間：最も単純な補間方法で、2 つのオリジナルポイントを直線で結ぶ。
- **Sinc:**  $\text{Sin}(x)/x$  補間、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回復効果があります。しかし、ステップ信号/急峻な立ち上がり時間の場合、ギブス現象による誤ったオーバーシュートが発生します。





X 補間



Sinc 補間

**取得モード** – 「高速」がデフォルト設定です。SDS2000X Plus は高速モードで非常に高い波形更新レートを提供します。「低速」モードでは意図的に波形更新を遅延させます。

**解像度** – 垂直解像度。「8 ビット」がデフォルト設定です。「10 ビット」モードでは垂直解像度が 4 倍向上しますが、帯域幅は約 100MHz に制限されます。

**XY モード** – C1 から入力されたデータフレームを x 軸に、C2 から入力されたデータフレームを y 軸として使用し、2 つの信号間の関係を表示します。XY モードは通常、部品のリサージュ図や電圧-電流図を描くために使用されます。

### 13.2.2 取得

取得モードは、信号の取得および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し、その間隔におけるピーク（最大値－最小値）を取得します。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 400 ps を超えるすべてのパルスが表示されます。

以下の例では、パルス幅 16.3ns、周期 50Hz の狭パルス列を、通常モードとピークモードで 2MSa/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 (500 ns) がパルス幅 (16.3 ns) より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

### 13.2.3 ロールモード

前面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、波形がストリップチャートレコーダーのように画面を右から左へ移動します。ロールモードが有効な間は、波形の水平遅延制御は無効になります。このモードは **50 ms/div** 以上のタイムベース値でのみ動作します。

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てください。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。

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。

### 13.2.4 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/オフを切り替えます
- B. セグメントを設定

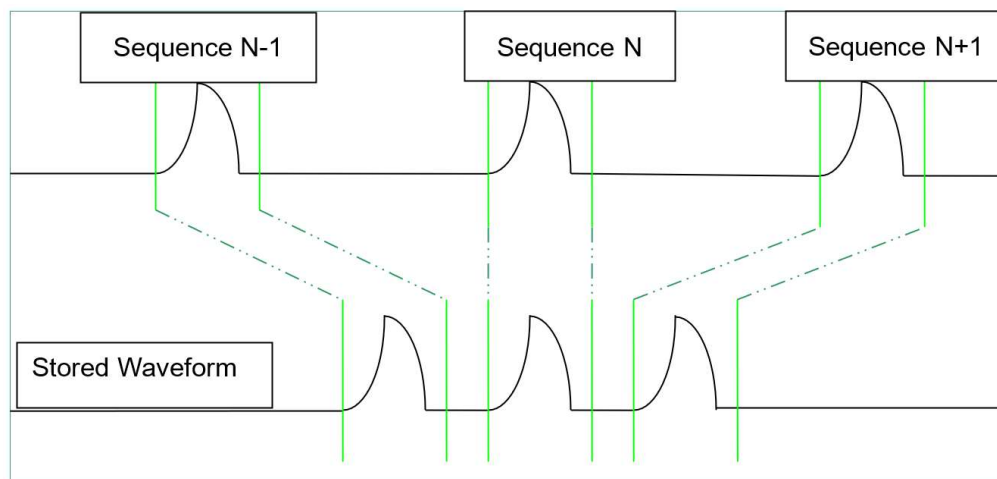


シーケンスモードは高速取得モードであり、メモリ深度を複数のセグメント（最大 **90,000**）に分割し、各セグメントが単一のショットを保存します。シーケンスモードでは、指定されたセグメントが取得されるまで、オシロスコープはデータを処理・表示せずに取得・保存のみを行います。その結果、トリガイメント間のデッドタイムが最小化され、波形更新レートが大幅に向上します。シーケンスモードが有効な場合、すべてのシーケンスが取得されるまで表示は更新されません。**SDS2000X Plus** はシーケンスモードで最小 **2 μs** のトリガー間隔を実現でき、これは **500,000 wfm/s** 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

トを捕捉・記録できることです。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、波形メモリの使用を最大化します。選択したセグメントを測定する際には、取得タイムベースの完全な精度を利用できます。



例：

C1 に周期 40 ms のパルス列を入力する。パルスの立ち上がり時間は 8.4 ns、立ち下がり時間は 140 ns である。パルス幅は 108 ns、振幅は 4 Vpp である。フロントパネルの AutoSetup ボタンを押す。

C1 のカップリングモードを 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 1 GSa/s のサンプリングレートにより、画面上に 5 パルスを取得できます。

トリガモードを「シングル」、タイムベースを  $50 \text{ ns/div}$  に設定します。シーケンスモードをオンにし、セグメント数を最大（この例では **90,000**、現在のタイムベースにおけるサンプル数に応じて最大 **90,000** まで）に設定します。取得が完了するまで待機すると、トリガ条件を満たす全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。

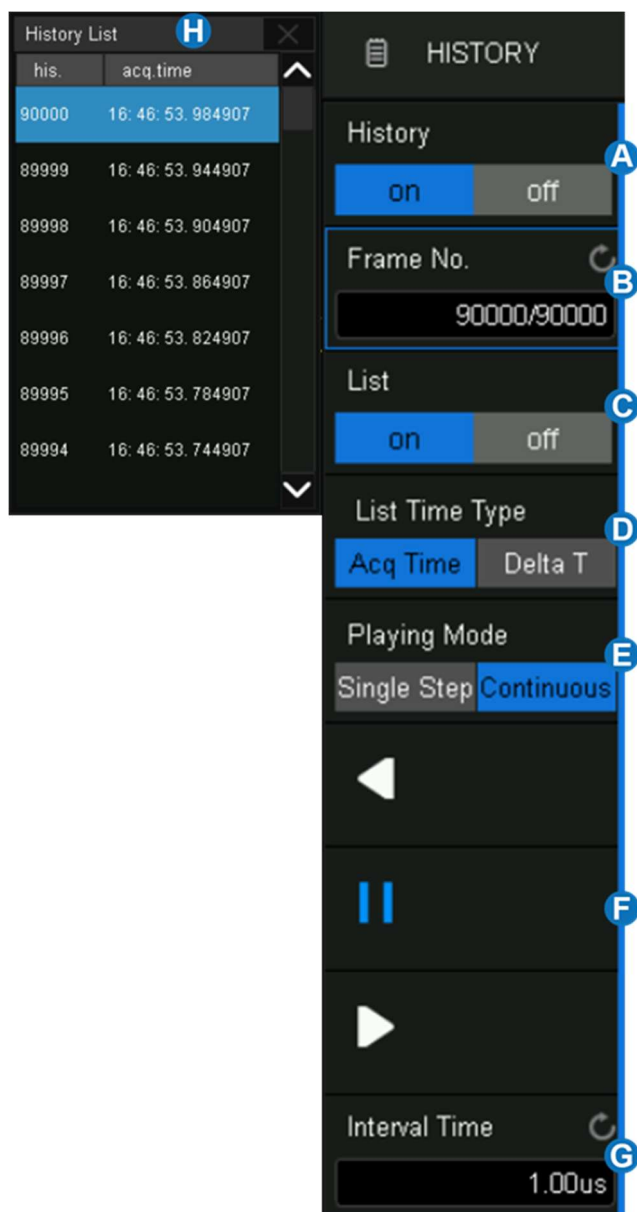


この例では、最大メモリ深度で  $2 \text{ GSa/s}$  のサンプルレートにより **90000** パルスを取得できます。

### 13.3 履歴

フロントパネルの **[履歴]** ボタンを押すか、**[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
- B. フレームインデックスを指定
- C. リストのオン/オフを切り替える
- D. リストのタイムタイプ
- E. 再生モードを設定する
- F. 逆再生、一時停止、順再生
- G. 自動再生時の 2 フレーム間の時間間隔を設定
- H. リスト表示：各フレームのフレームインデックスと時間ラベルを表示

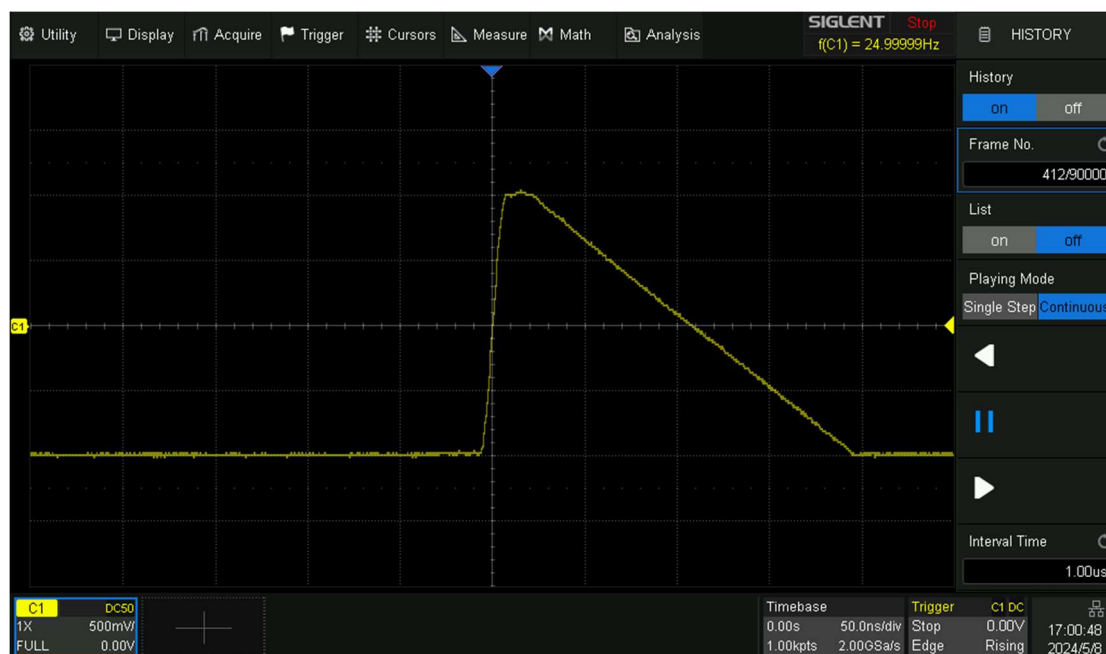


オシロスコープは取得したフレームを自動的に保存します。最大 90,000 フレームまで保存可能ですが、メモリ深度とタイムベース設定により変動します。履歴モードを有効にすると、保存されたフレームを呼び出して測定できます。

上記のセクションの例を続行します。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

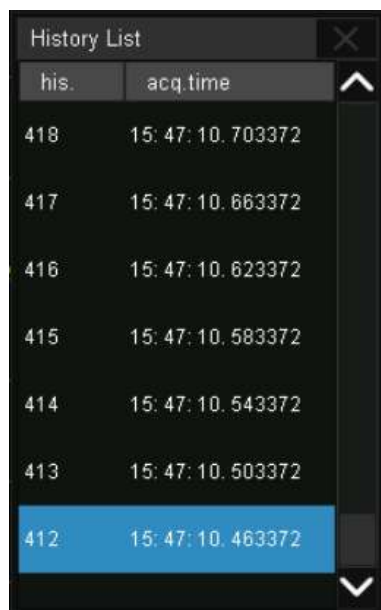
ます。

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「412」を入力して 412 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 412 番目のフレームを履歴モードで観察

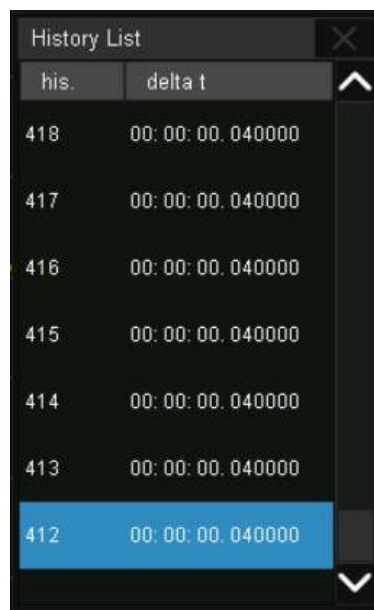
リスト領域をタッチしてリストを有効にすると、412 番目の波形に対応する時間ラベルが表示されます。時間分解能はマイクロ秒単位です。タイムラベルの種類には **AcqTime** または **Delta T** があり、**AcqTime** はフレームの絶対時間（オシロスコープのリアルタイムクロックと同期）に対応します。**Delta T** は隣接する 2 フレーム間の取得時間間隔であり、下図では 50ms と表示され、実際の波形の周期と一致しています。



The screenshot shows a 'History List' window with a close button (X) in the top right corner. The window has two columns: 'his.' and 'acq.time'. Below the header, there is a list of 6 items, each with a number in the 'his.' column and a timestamp in the 'acq.time' column. The item with 'his.' 412 is highlighted in blue. At the bottom right, there are up and down arrow icons for scrolling.

his.	acq.time
418	15: 47: 10. 703372
417	15: 47: 10. 663372
416	15: 47: 10. 623372
415	15: 47: 10. 583372
414	15: 47: 10. 543372
413	15: 47: 10. 503372
412	15: 47: 10. 463372

取得時間ラベル






The screenshot shows a 'History List' window with a close button (X) in the top right corner. The window has two columns: 'his.' and 'delta t'. Below the header, there is a list of 6 items, each with a number in the 'his.' column and a time interval in the 'delta t' column. The item with 'his.' 412 is highlighted in blue. At the bottom right, there are up and down arrow icons for scrolling.

his.	delta t
418	00: 00: 00. 040000
417	00: 00: 00. 040000
416	00: 00: 00. 040000
415	00: 00: 00. 040000
414	00: 00: 00. 040000
413	00: 00: 00. 040000
412	00: 00: 00. 040000

Delta T ラベル

フレームを手動で指定するほか、履歴モードでは自動再生をサポートしています。

-  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。
-  ソフトキーを押すと再生を停止します。
-  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]** エリアをタッチします。自動再生の過程で、リストは現在のフレームまで自動的にスクロールします。

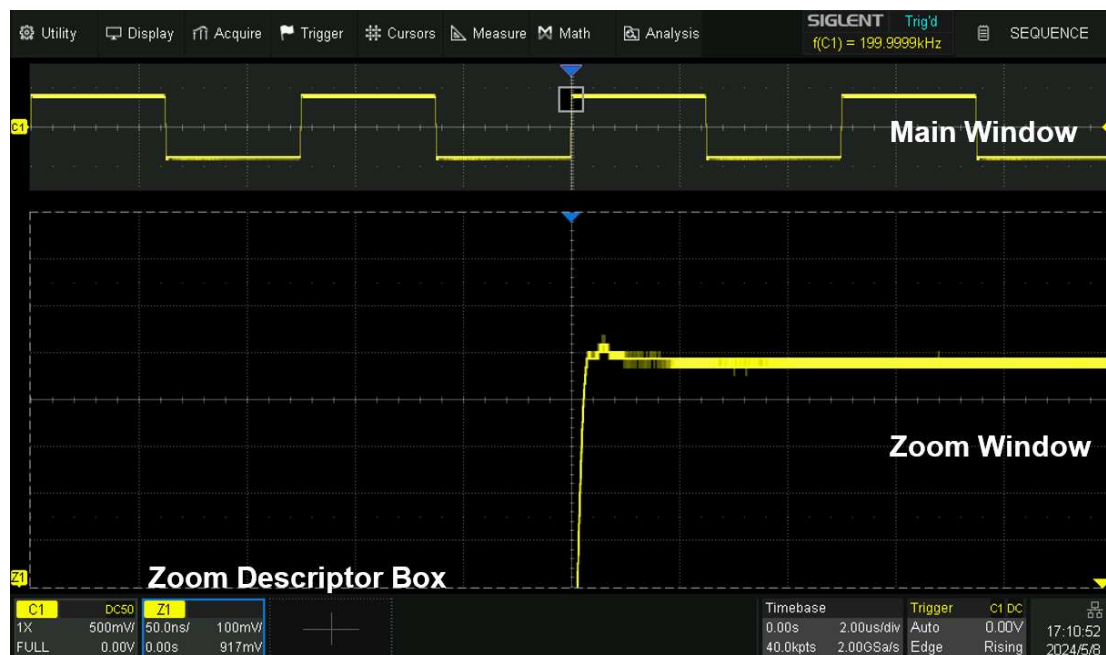


## 14 ズーム

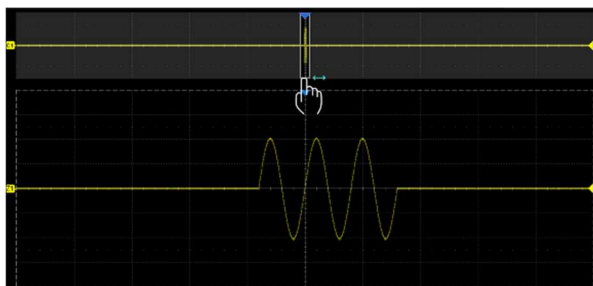
SDS2000X Plus は水平方向の波形ズームをサポートしています。前面パネルの水平ノブを押すとズーム機能が有効になります。



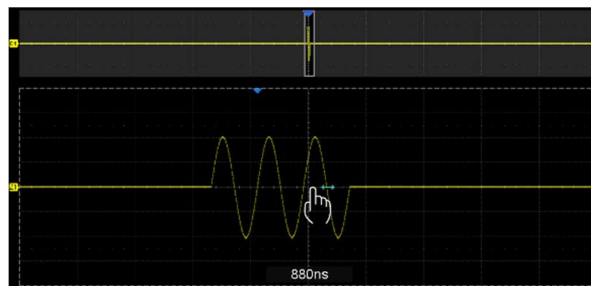
ズーム機能がオンの場合、波形領域は上部と下部に分割されます。高さの約 1/3 の上部領域がメインウィンドウ、高さの約 2/3 の下部領域がズームウィンドウです。ウィンドウをタッチするとアクティブになります。



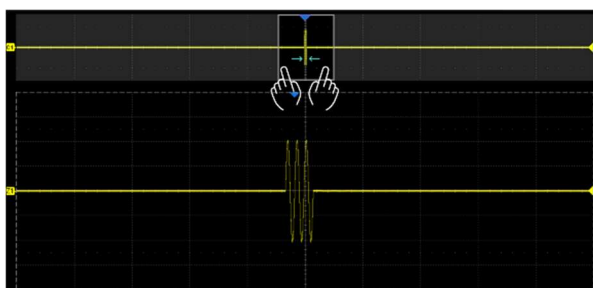
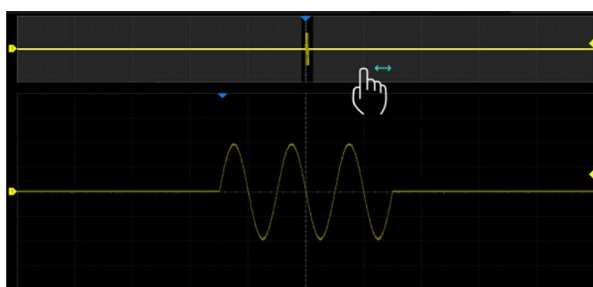
メイン波形領域でグレー背景に覆われていない領域がズーム対象領域（ズームエリア）です。ズームウィンドウがアクティブ時に、水平・垂直スケールノブを回転させてズームエリアを拡大・縮小できます。水平・垂直位置ノブを回転させて対象領域の位置を移動します。メインウィンドウがアクティブ時は、スケールノブと位置ノブでメインウィンドウのスケールと遅延/オフセットを変更します。上記の操作は異なるジェスチャーでも実行可能です。以下は水平方向の設定をジェスチャーで変更する例です：



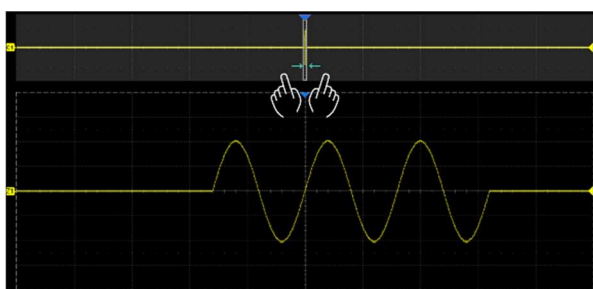
メインウィンドウのズーム領域またはズームウィンドウの波形内で左右にドラッグして、ズーム領域の水平位置を調整します



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ズーム領域またはズームウィンドウ内で水平方向にピンチ操作を行うことで、ズームウィンドウの水平方向の縮尺を調整します



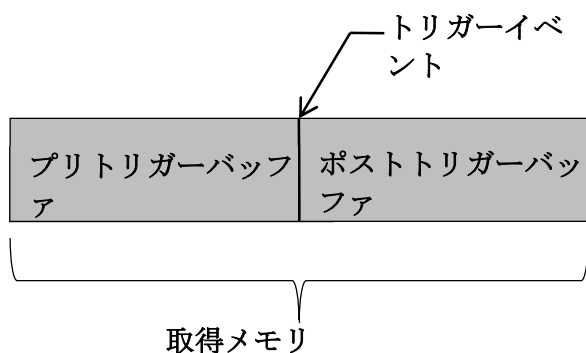
メインウィンドウのグレー領域でピンチ操作を行い、メインウィンドウの水平スケールを調整します

## 15 トリガー

### 15.1 概要

オシロスコープは、トリガー条件を満たす対象波形のみを取得し（）、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あり、信頼性と安定性をもってトリガー可能な信号のみを分析できるためです。

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。

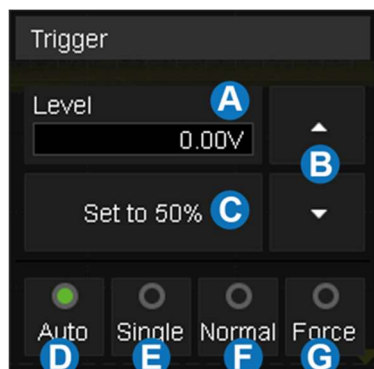
**Ready:** プリトリガーバッファが満杯であり、オシロスコープはトリガーイベントを待機中。

**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。

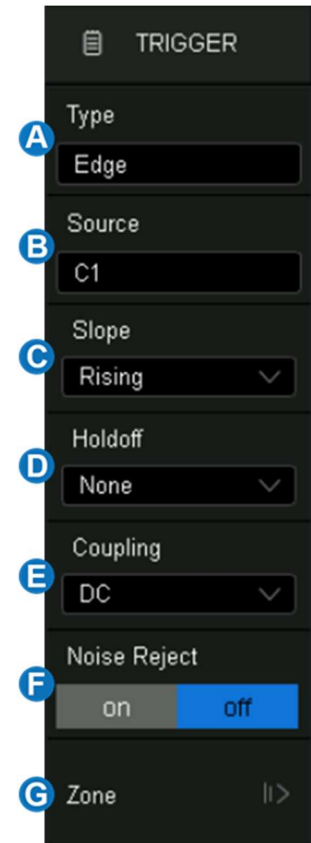
## 15.2 トリガー設定

トリガー設定のクイックメニューを表示するには、トリガー記述子ボックスをタッチします。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。

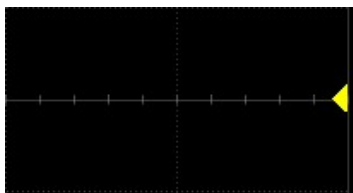


- A. レベル領域をタッチし、フロントパネルのレベルノブを回転させてトリガーレベルを調整します。領域を再度タッチすると仮想キーパッドが表示されます
- B. ▲でトリガーレベルを上昇、▼で下降
- C. トリガーレベルを波形の垂直中心に自動設定
- D. トリガーモードを「Auto」に設定（フロントパネルの Auto ボタンを押すのと同じ動作）
- E. トリガーモードを「シングル」に設定（フロントパネルの シ ン グ ル ボタン 押下と同等）
- F. トリガーモードを「ノーマル」に設定します。これはフロントパネルのノーマルボタンを押す操作に相当します
- G. トリガーモードを「強制」に設定し、キー制御を無効にします。詳細は「トリガモード」の章を参照してください

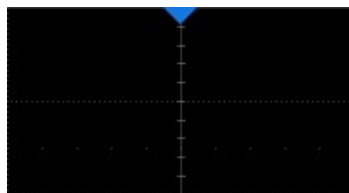
- A. トリガータイプを選択
- B. トリガーソースを選択
- C. トリガスロープを選択（トリガタイプが「エッジ」、「スロープ」およびその他の特定のタイプの場合）
- D. ホールドオフを設定（なし/時間/イベント）
- E. トリガー結合モードを設定（DC/AC/LF Reject/HF Reject）
- F. ノイズ除去の有効/無効設定。ノイズ除去を有効にすると、トリガーヒステリシスが増加し、トリガー回路のノイズ耐性が向上します。その代償として、トリガー感度は低下します
- G. ゾーントリガーを設定



#### トリガー関連ラベル



トリガーレベルインジケータ



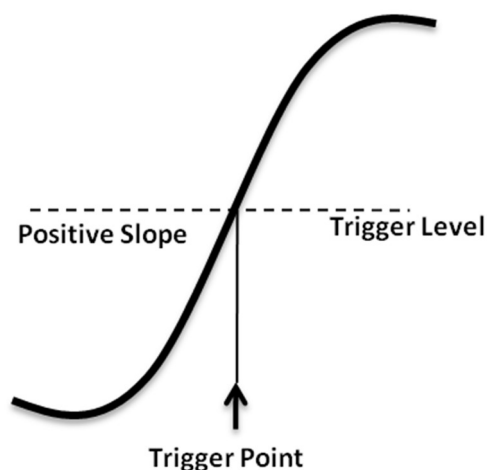
水平 0 位置インジケータ



水平ゼロ位置（画面外）インジケータ

## 15.3 トリガーレベル

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、立ち上がりエッジを捕捉するようにトリガー条件が設定されています。正の勾配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、AC ラインをトリガーソースとして使用する場合があります。

## 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時間後に自動でトリガーを発生させます。これにより、トリガー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直流信号に適しています。

**注:** 自動モードでは、信号がトリガ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できない場合、2 つのトリガ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。通常モードは次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のみをキャプチャ・表示し、その後停止します。シングル取得を再起動するまで、以降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すかどうかにかかわらず、フレームを強制的にトリガーします。トリガーモードによって動作が異なります：

- 自動：1 フレームの強制トリガー後、自動トリガーに戻り、1 フレームのみのリフレッシュ効果を強制
- 通常：1 フレームの強制トリガー後、通常トリガーに戻る
- シングル：1 フレーム強制トリガー後、停止モードに戻る。

## 15.5 トリガータイプ

### 15.5.1 概要

SDS2000X Plus のトリガーモードはデジタル設計です。アナログトリガー回路と比較して、デジタルトリガーはトリガー精度やトリガー jitter を大幅に最適化できるだけでなく、複数のトリガータイプや複雑なトリガー条件にも対応します。

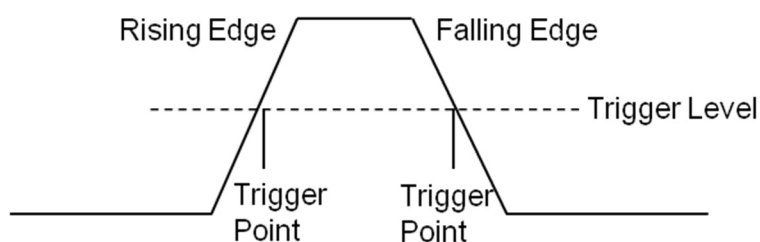
	エッジ – 立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または両方でトリガー
	スロープ – エッジが選択した時間範囲の内側または外側に位置する 2 つのしきい値を横切ったときにトリガー
	パルス – パルス幅が選択した時間範囲内または外にあるパルス終了時にトリガー
	ビデオ – 下降エッジで TV トリガー
	ウィンドウ – 信号がウィンドウ領域を離れたときにトリガー
	インターバル – エッジ間の時間が選択した時間範囲内または外にある場合の 2 番目のエッジでトリガー
	ドロップアウト – 信号がドロップアウト値より長く消失したときにトリガー
	ラント – パルスが第 1 しきい値を跨ぎ、第 2 しきい値を跨ぐ前に再び第 1 しきい値を跨ぐときにトリガー
	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

### 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、立ち上がり&立ち下がり）とトリガーレベルを検出することでトリガーポイントを識別します。トリガーダイアログボックスでトリガーソースとスロープを設定できます。



トリガーソースを選択するにはソース領域を、立ち上がり/立ち下がり/両方を指定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

**下降エッジのみ** – 下降エッジでのみトリガー

**交互トリガ** – 立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方でトリガ

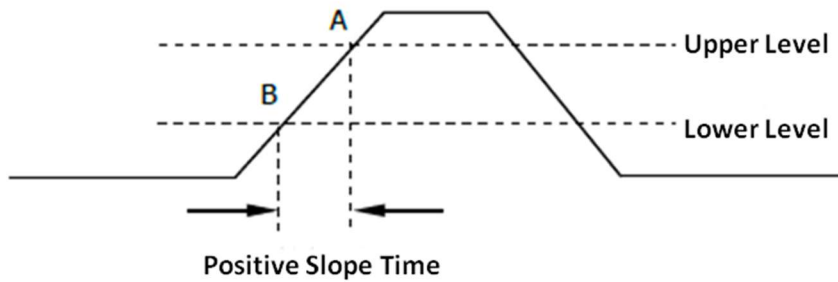
ホールドオフ、結合、ノイズ除去はエッジトリガーで設定できます。詳細は「ホールドオフ」、「トリガー結合」、「ノイズ除去」のセクションを参照してください。

**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、指定した時間範囲内で、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、ポップアップクイックメニューに 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 つの方法で設定できます：

- クイックメニューの「レベル上段」領域をタッチして上段レベルを選択し、仮想キーパッドまたは前面パネルのレベルノブでレベル値を設定します。下段レベルの設定も同様です。
- 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。ノブを押すと上限レベルと下限レベルが切り替わり、回転させて値を設定します。

下限レベルは常に上限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限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斜時間が指定時間値未満の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、指定した時間値より大きい場合にトリガーします。

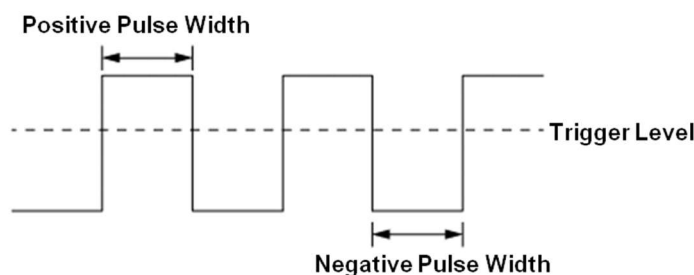
**時間値の範囲内 ( $[--,--]$ )** – 入力信号の正または負の勾配時間が、指定した時間の下限値より大きく、かつ指定した時間の上限値より小さい場合にトリガーします。

**時間値の範囲外 ( $--][--$ )** – 入力信号の正または負の勾配時間が、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。

ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去はスロープトリガーで設定できます。詳細は「**ホールドオフ**」、「**トリガー結合**」、「**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、時間値はトリガーダイアログボックスで設定可能です。



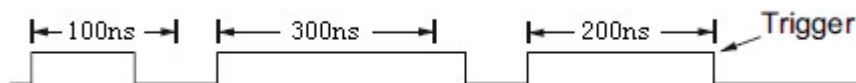
**時間値未満 ( $\leq$ )** – 入力信号の正または負のパルス時間が指定時間値より短い場合にトリガーします。以下は、トリガー条件が正パルス幅  $< 100\text{ns}$  に設定された例です。



**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



**時間値の範囲内 ([--,--])** – 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パルス時間が、指定された時間値の上限より大きく、かつ指定された時間値の下限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。詳細は、「ホールドオフ」、「トリガー結合」、「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、選択したビデオトリガー設定に基づいて波形の垂直間隔と水平間隔を評価します。SDS2000X Plus は、NTSC（全米テレビジョン規格委員会）、PAL（位相交替ライン）、HDTV（高精細テレビジョン）の標準ビデオ信号およびカスタムビデオ信号トリガー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、標準、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 Plus 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」で設定したライン数 (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 :

Of Lines	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

トリガーモード選択には **タッチ同期** を使用。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で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 (例 : NTSC、PAL、1080i/50、1080i/60、カスタム) の場合、同期モード

が「Select」時は、指定したラインと指定したフィールドの両方でトリガーを選択できます。

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 ~ 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. 前面パネルのセットアップ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。



ビデオの特定ラインでトリガー (NTSC)

### 「カスタム」を使用してビデオ信号をトリガーする

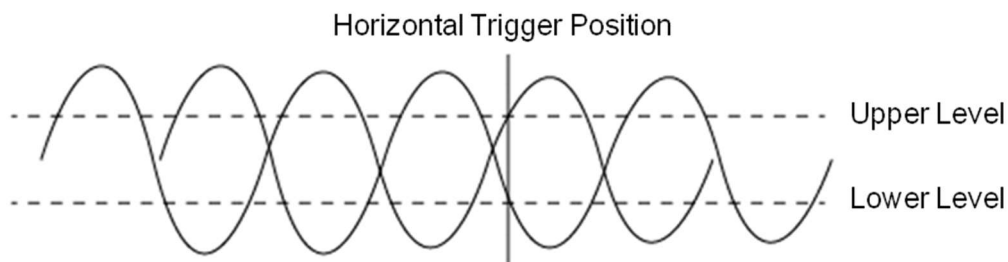
カスタムビデオトリガーは、それぞれ 25、30、50、60 Hz のフレームレートを持つビデオ信号をサポートし、指定行数は 300～2000 の範囲内です。以下に「カスタム」ビデオ信号のトリガー方法を説明します。

1. 前面パネルのセットアップ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。



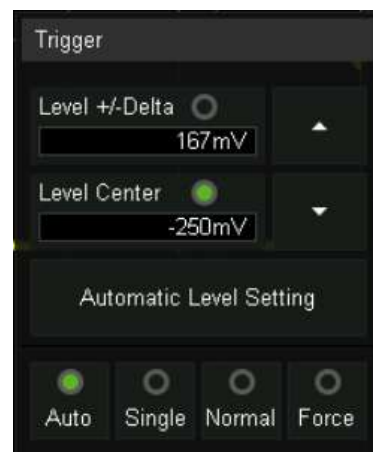
- 下限トリガーレベルと上限トリガーレベルの両方が波形振幅範囲内にある場合、オシロスコープは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方でトリガーします。
- 上限トリガーレベルが波形振幅範囲内にある一方、下限トリガーレベルが波形振幅範囲外にある場合、オシロスコープは立ち上がりエッジでのみトリガーします。
- 下側トリガレベルが波形振幅範囲内にある一方で上側トリガレベルが波形振幅範囲外にある場合、オシロスコープは立ち下がりエッジでのみトリガします。

#### 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」セクションの「Adjust Upper/Lower Level」を参照してください。

#### 相対トリガー（Relative）ウィンドウタイプによるウィンドウトリガーの設定

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は、「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。



上記の 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**」領域でパラメーターを選択し、仮想キーパッドまたはフロントパネルの **Level** ノブでパラメーター値を設定します。センターレベルの設定も同様です。
2. フロントパネルの **Level** ノブを直接使用します。ノブを押すと「**Level +/-Delta**」と「**Center Level**」が切り替わり、回転させて値を設定します。

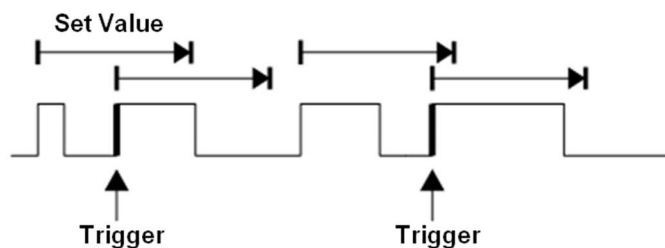
**注：**「**Level +/-Delta**」は実際のウィンドウ領域の半分を表します。例えば値が 200 mV の場合、実際には $\pm 200$  mV の範囲（400 mV のウィンドウ）を示します。

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**」、「**トリガー結合**」、「**ノイズ除去**」の各セクションを参照してください。

### 15.5.7 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：





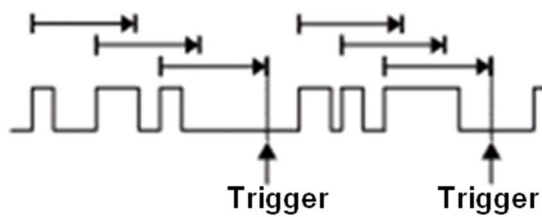
トリガーダイアログボックスで、トリガーソース、スロープ（立ち上がり、立ち下がり）、制限範囲、および時間値を設定できます。ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去は、間隔トリガーで設定できます。詳細については、「**ホールドオフ**」、「**トリガー結合**」、「**ノイズ除去**」のセクションを参照してください。

### 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。

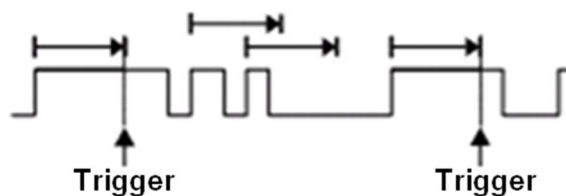
#### エッジ

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 ( $\Delta T$ ) が設定時間より大きい場合にトリガーする。下図に示す通り：



#### 状態

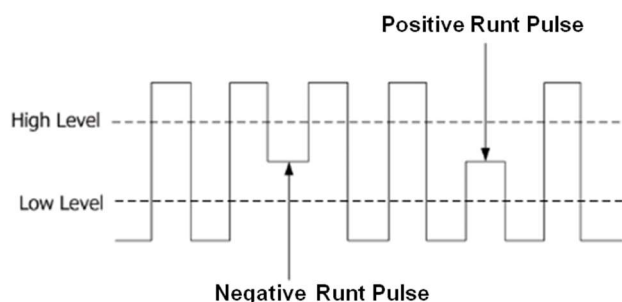
入力信号の立ち上がりエッジ（または立ち下がりエッジ）がトリガーレベルを通過してから、隣接する立ち下がりエッジ（または立ち上がりエッジ）がトリガーレベルを通過するまでの時間間隔 ( $\Delta T$ ) が設定時間より長い場合にトリガーします。下図の通り：



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、時間値はトリガーダイアログボックスで設定可能です。ホールドオフ、カップリング、ノイズ除去はドロップアウトトリガーで設定できます。詳細は「**ホールドオフ**」「**トリガー結合**」「**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、あるしきい値は超えるが別のしきい値は超えないパルスを探します：

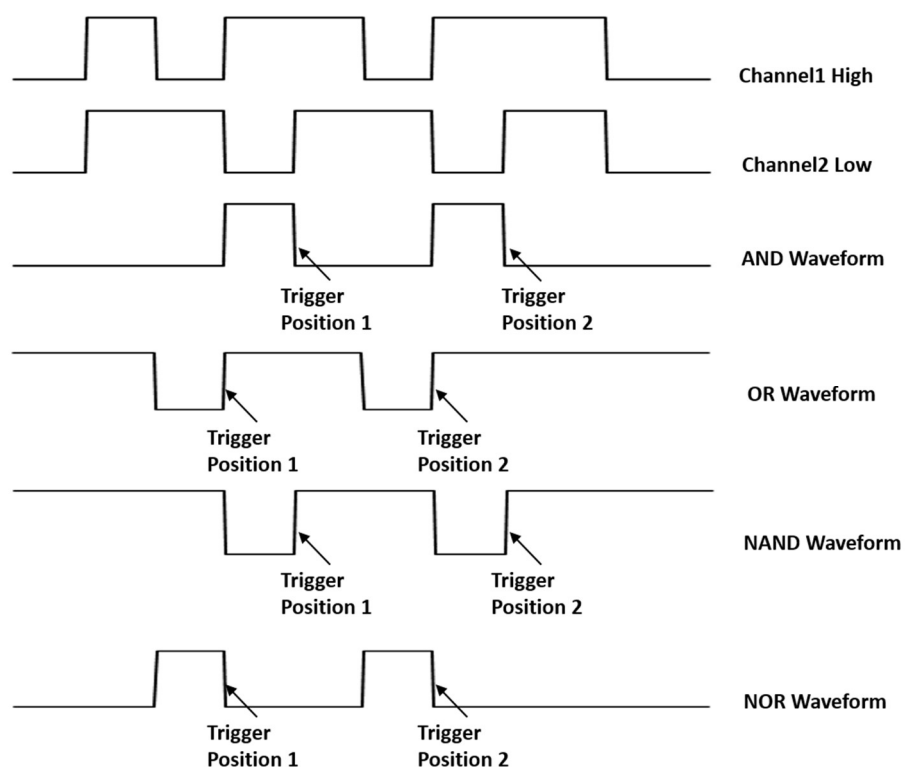


- 正のラントパルスは低レベルを横切るが、高レベルは横切らない。
- 負のラントパルスは高レベルをクロスするが低レベルはクロスしない。

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、ノイズ除去を設定できます。詳細は、「ホールドオフ」、「トリガー結合」、「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検索してトリガ条件を識別します。SDS2000X Plus は、チャンネルの論理 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。パターンが論理 AND または NOR の場合、組み合わせ結果が真から偽に遷移したときにオシロスコープがトリガーします。パターンが論理 OR または NAND の場合、組み合わせ結果が偽から真に遷移したときにオシロスコープがトリガーします。

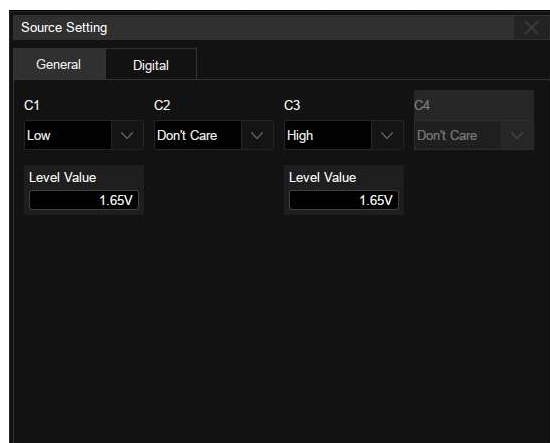


トリガーダイアログボックスでは、論理（AND、OR、NAND、NOR）、ソース、制限範囲、時間値を設定できます。論理が「OR」または「NAND」の場合、時間制限の設定は無効となります。

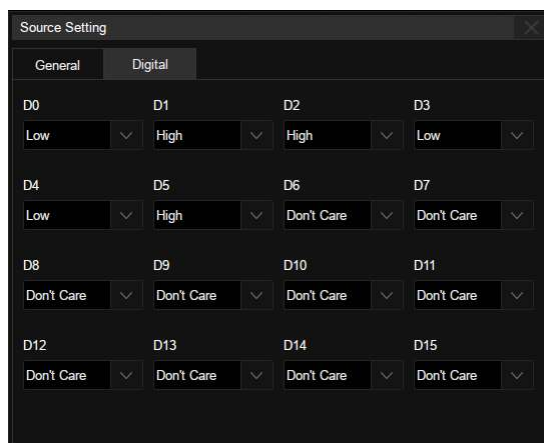
## ソース設定

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「低」「高」「どちらでもよい」に設定可能です。レベル値を設定することでしきい値を決定できます。

デジタルチャンネルが有効な場合、ソース設定ダイアログボックスでデジタルチャンネルの論理状態も設定できます。



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

論理が「AND」または「NOR」の場合、時間制限条件が利用可能です。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。

論理が「OR」または「NAND」の場合、時間制限設定はサポートされません。

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

### 15.5.11 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 トリガーソース

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	√	×	×	√

## 15.7 ホールドオフ

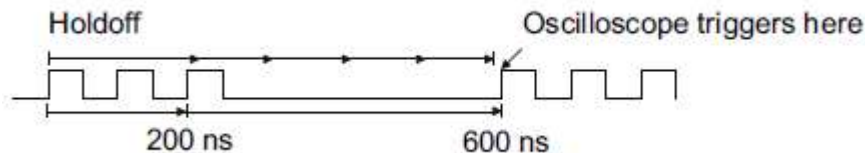
ホールドオフはトリガーの追加条件であり、複雑な波形（パルス列など）のトリガー動作を安定化するために使用できます。時間またはイベント数で設定可能です。

### 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オシロスコープはトリガしません。

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。

たとえば、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。

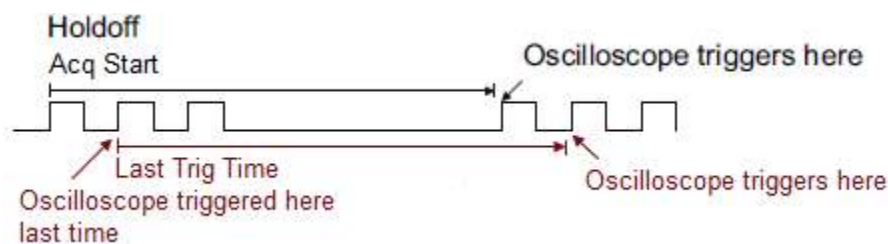


### イベントによるホールドオフ

ホールドオフイベントとは、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です。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 に設定されており、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。



**Acq Start** – ホールドオフの初期位置は、トリガー条件を満たす最初の時点です。上記の例では、各ホールドオフはパルス列の最初の上昇エッジから開始されます。

**最終トリガー時間** – ホールドオフの初期位置は最終トリガーの時刻である。上記の例では、最終トリガー位置はパルス列の 2 番目の立ち上がりエッジに位置し、2 番目のホールドオフはその時点から開始される。

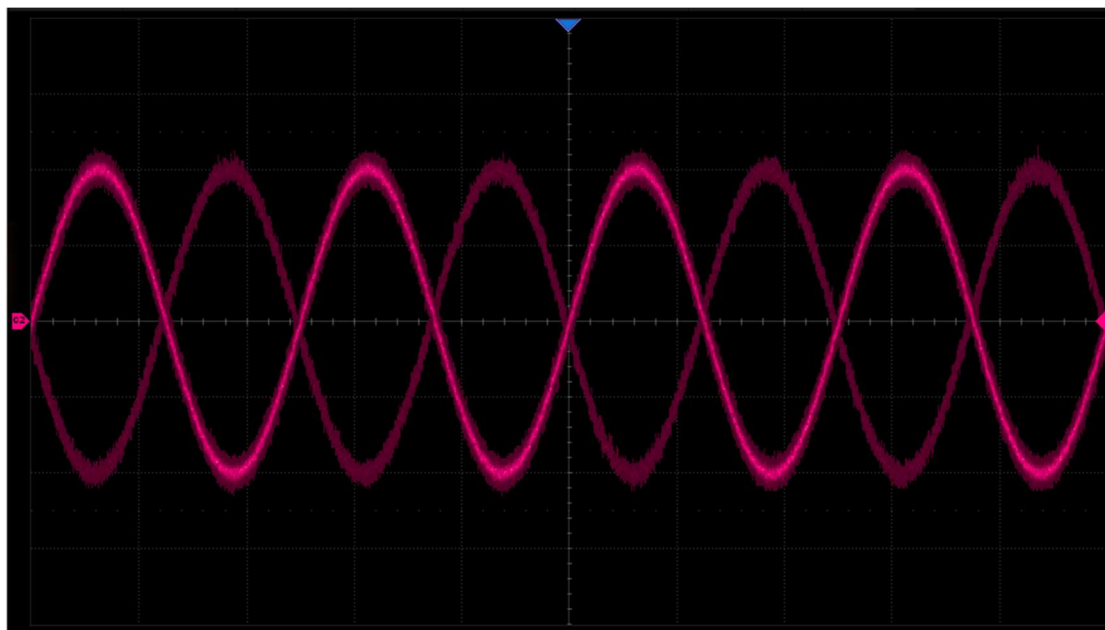
## 15.8 トリガー結合

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

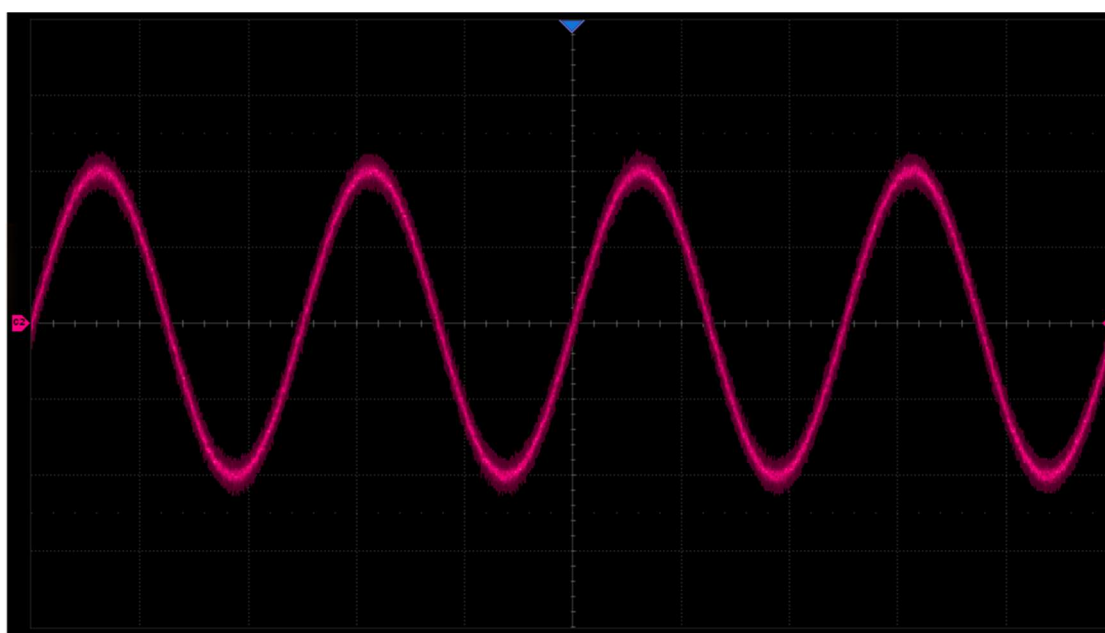
- **DC** : 信号の全周波数成分をトリガー回路に結合します。高周波バースト信号や、**AC** 結合を使用すると有効トリガーレベルがシフトする場合に使用します。
- **AC** : 信号は容量結合されます。**DC** 成分は除去されます。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- **HFR** : 信号は **DC** 結合され、ローパスフィルタネットワークが高周波を減衰させます（低周波トリガ用）。カットオフ周波数の詳細はデータシートを参照してください。
- **LFR** : 信号は容量性ハイパスフィルタネットワークを介して結合され、**DC** は除去され低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用います。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。

## 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大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



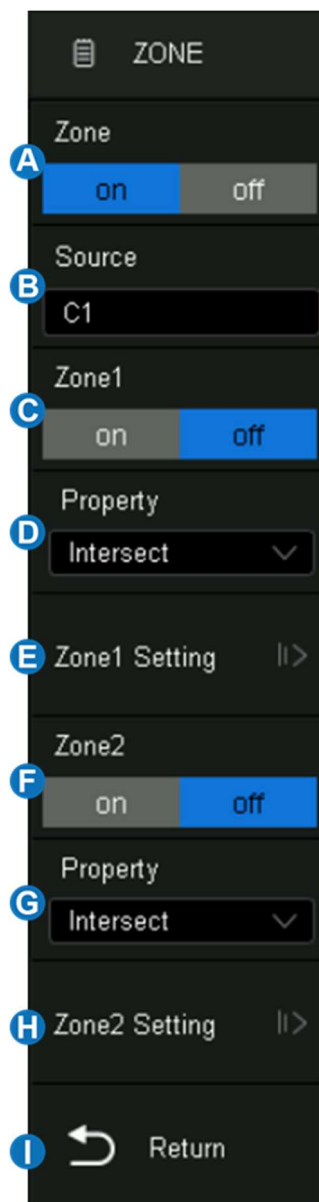
ノイズ除去 = オン

## 15.10 ゾーントリガー

SDS2000X Plus には、捉えにくいグリッチを分離するのに役立つ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、追加条件として設定し、関心のあるイベントをさらに迅速に分離できます。「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。

タッチ **トリガー** > **ゾーン** で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
- 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
- I. 前のメニューに戻る

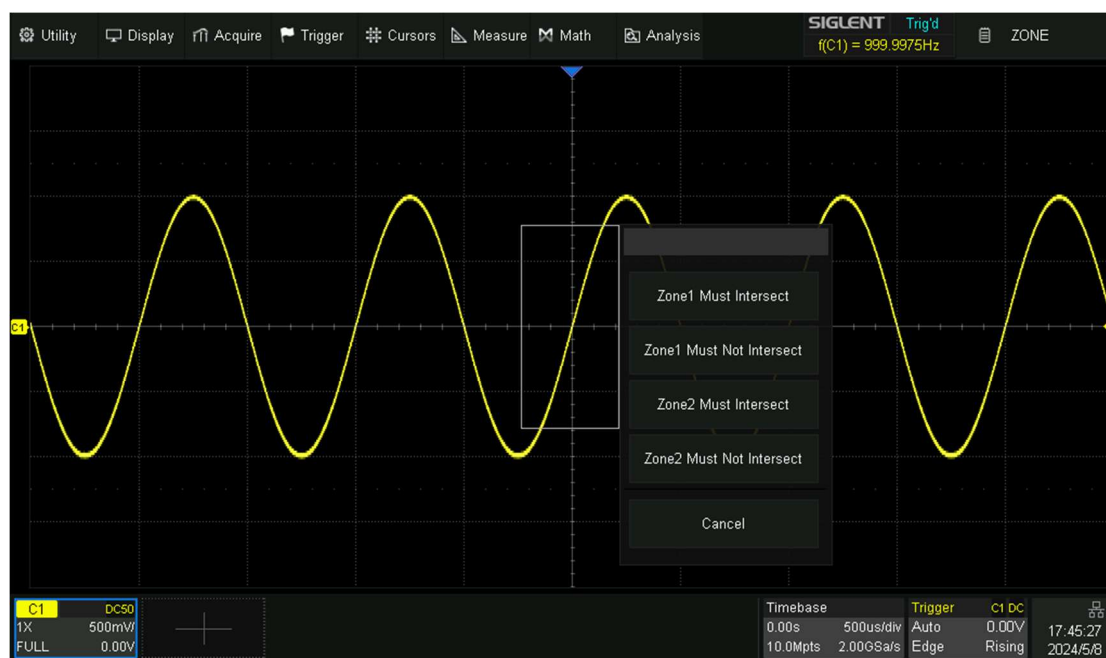


ゾーンは、ジェスチャーまたはダイアログボックスの **[ゾーン]** > **[ゾーン設定]** で作成および移動できます。ゾーンの輪郭の色は、指定したソースの色と一致します (チャンネル 1 = 黄色など)。

### ジェスチャー

ゾーントリガーがオンの状態で、波形領域内の任意の位置をタッチ&ホールドし、矩形ボックスを描画します。指が画面外に移動すると、以下の図に示すように、ゾーンの選択とゾーンプロパティの設定を行うメニューが表示されます:

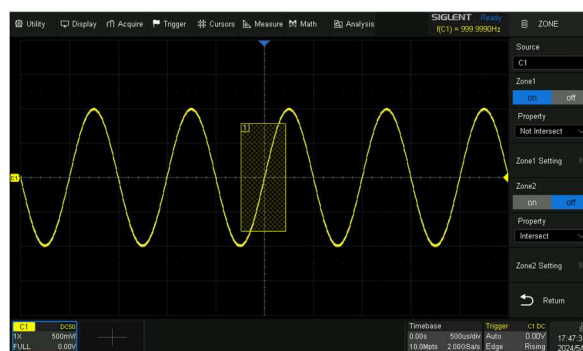




ゾーン作成後はドラッグで移動可能です。ゾーンボックスを長押しし、ドラッグ操作を行ってください。



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「Intersect」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

ゾーン > ゾーン設定をタッチしてダイアログボックスを呼び出します。

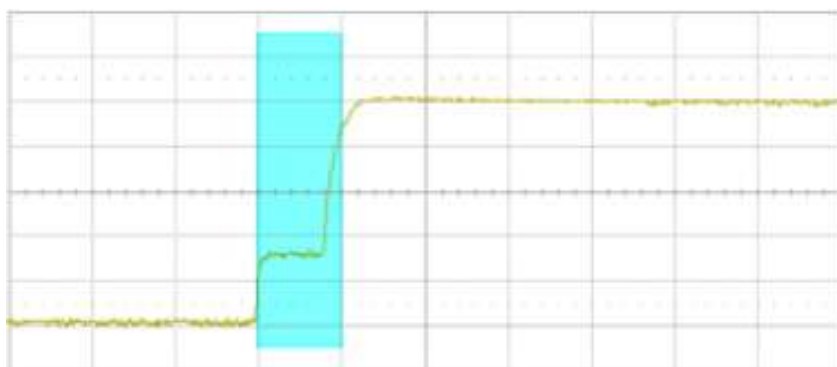
- A. ゾーンの左境界を設定
- B. ゾーンの右境界を設定
- C. ゾーンの上端境界を設定
- D. ゾーンの下端を設定
- E. 前のメニューに戻る

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。

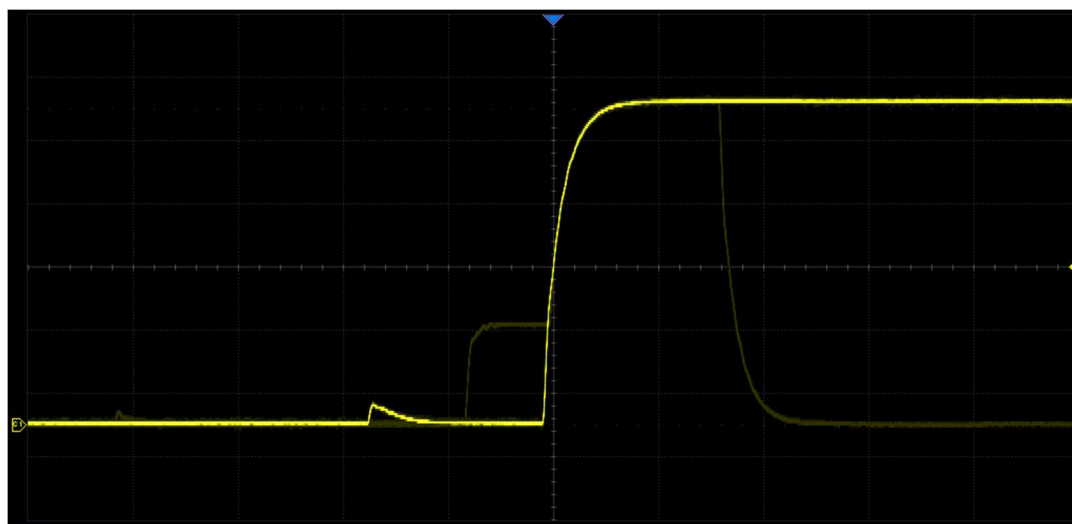


**注：**ゾーン 1 とゾーン 2 の両方がオンの場合、2 つのゾーンにおける「AND」演算の結果がトリガーの条件となります。

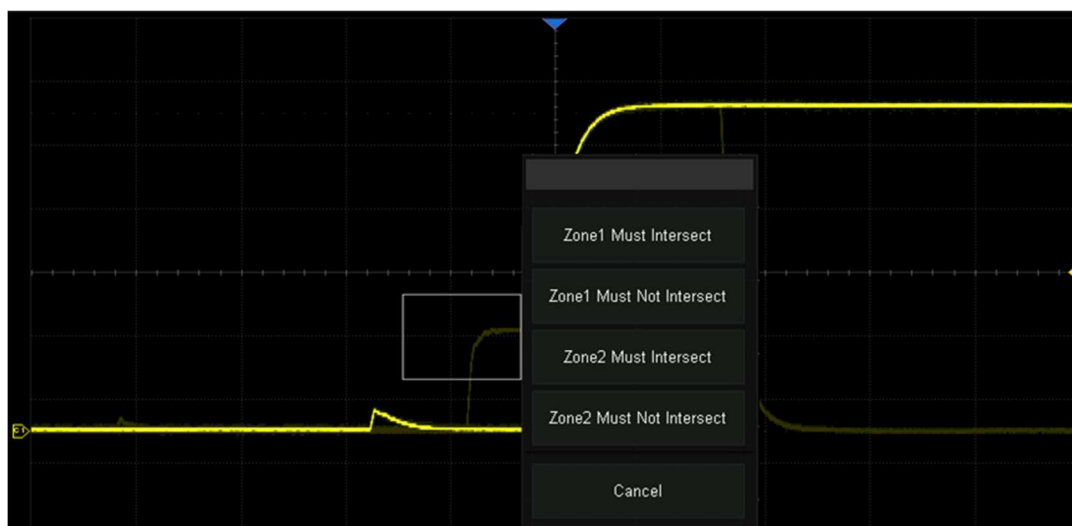
以下は、SDS2000X Plus を使用してバス競合の波形をキャプチャしたい例です：



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 Plus 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、ゾーントリガーは目的の波形を迅速かつ簡単に捕捉する手段となります。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：



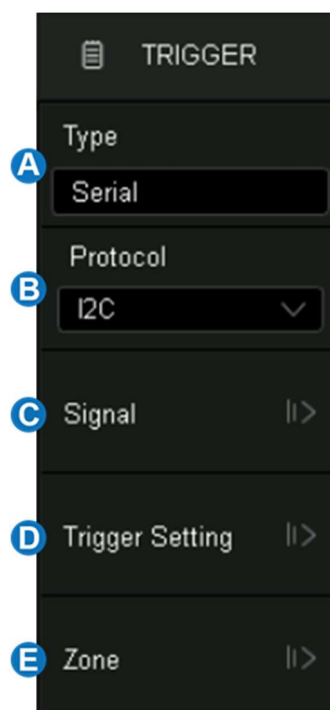
## 16 シリアルトリガーとデコード

### 16.1 概要

SDS2000X Plus は、以下のシリアルバスプロトコルにおけるシリアルバストリガリングとデコードをサポートします：I2C、SPI、UART、CAN、LIN。さらにオプションで FlexRay、CAN FD、I2S、MIL-STD-1553B、SENT、マンチェスター（デコードのみ）、ARINC 429（デコードのみ）もサポートします。

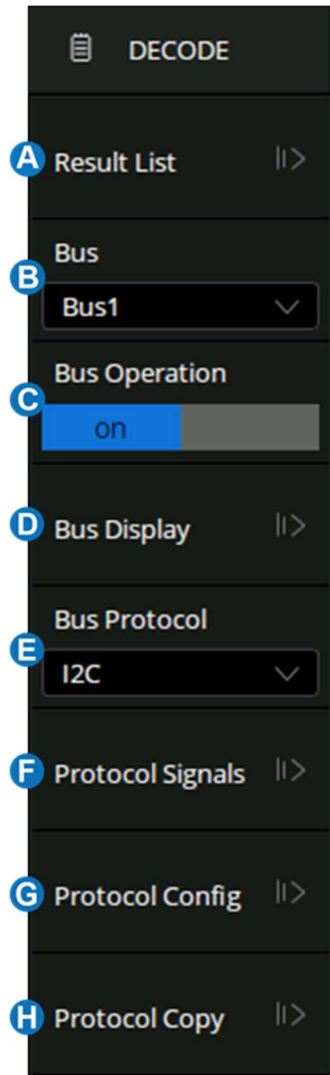
シリアルトリガーを設定するには、フロントパネルの「**Setup**」ボタンを押すか、トリガー記述子ボックスをタッチし、トリガーダイアログボックスで「**Type**」を「**Serial**」に選択します：

- 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（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
- E. ゾーン設定



デコードボタンを押すか、**[分析]** > **[デコード]** をタッチしてシリアルデコードダイアログボックスを表示します：

- A. デコード結果のリストを設定
- B. 設定対象のバスを選択（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（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）。これはシリアルトリガーの信号設定と同様
- G. バスプロトコルを設定
- 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の詳細な説明を示します。

- I2C トリガおよびシリアルデコード
- SPI トリガー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 トリガとシリアルデコード
- 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 トリガーとシリアルデコード
- 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

- ARINC 429 シリアルデコード

## 16.2 I2C トリガ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。詳細は以下を参照してください：「I2C 信号 設定」「I2C トリガー」「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 **設定のコピー** を実行してください。

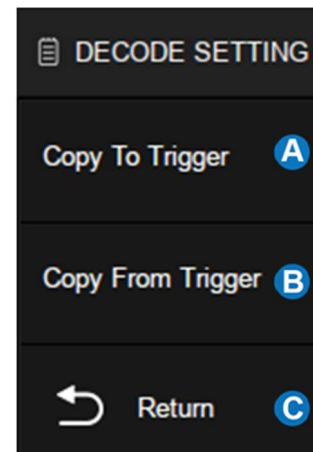


- SCL のソースを設定します。上記の例では、SCL は C1 に接続されています。
- SCL のしきい値レベルを設定します。この例では LVTTTL 信号のため 5V です。
- SDA のソースを設定します。上記の例では、SDA は C2 に接続されています。
- SDA チャンネルのしきい値レベルを設定します。
- 前のメニューに戻ります。
- しきい値レベルライン。しきい値レベルを調整している場合のみ表示されます。

## 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、トリガー設定とデコード設定間の設定が同期されます。

- A. デコード設定をトリガーにコピー
- B. トリガー設定をコピーしてデコードする
- C. 前のメニューに戻る

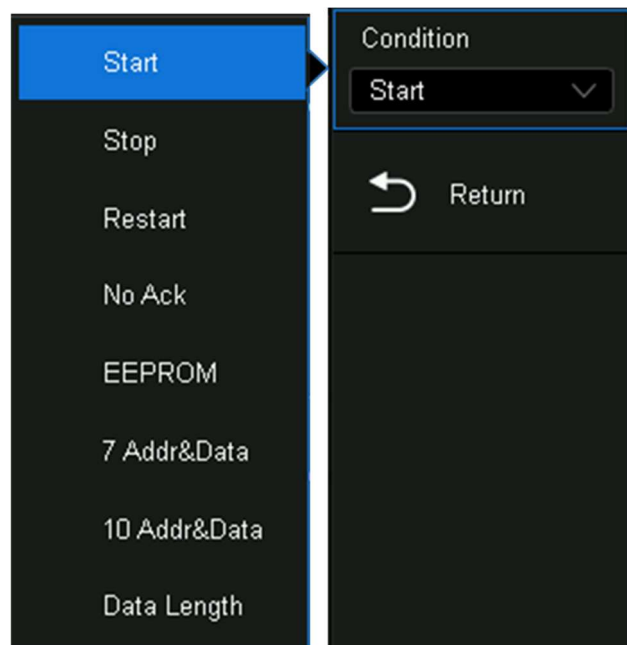


**注：**同期は自動では行われません。いずれかの場所の設定が変更された場合、再同期化にはコピー操作が必要です。

## 16.2.2 I2C トリガー

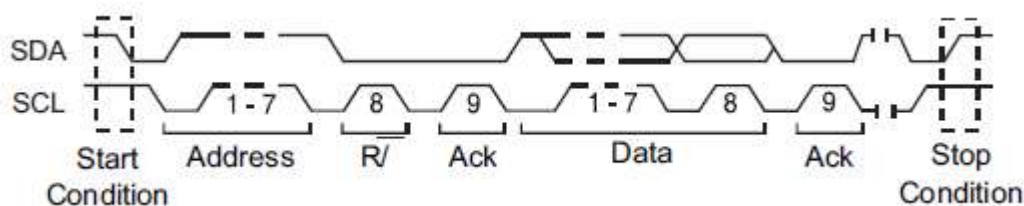
プロトコルが I2C に設定されている場合、以下のトリガー条件を設定できます：開始、停止、再起動、応答なし、EEPROM、または特定のデバイスアドレスとデータ値を持つ R/W フレーム。

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：



**スタート** — SCL がハイの状態ですDA 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。

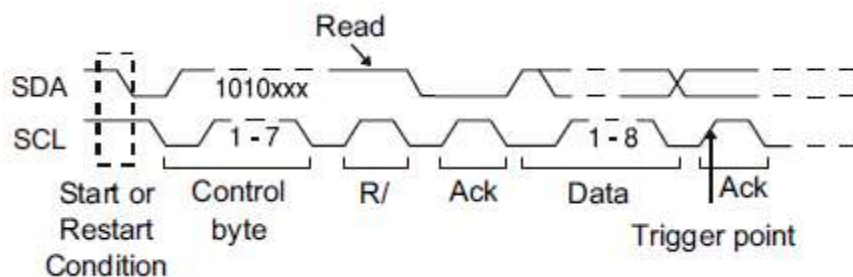
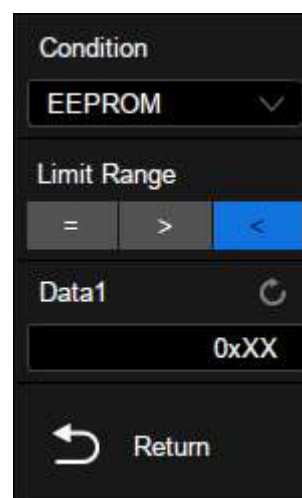
**停止** — SCL がハイの状態ですDA ラインがローからハイに遷移したときにトリガーされます。



**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ったときにトリガーされます。

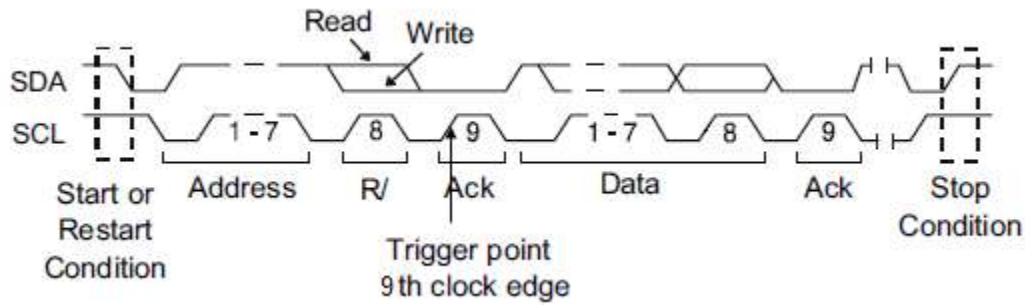
**EEPROM** — トリガーは SDA バス上で EEPROM 制御バイト値 1010xxxを検索します。EEPROM の後ろにはリードビットと ACK ビットがあります。データ値と比較タイプは Data1 および制限範囲に従って設定する。EEPROM のデータが Data1 より大きい（小さい、等しい）場合、データバイトの後の ACK ビットの立ち上がりでオシロスコープがトリガされる。データバイトが EEPROM に続く必要はない。



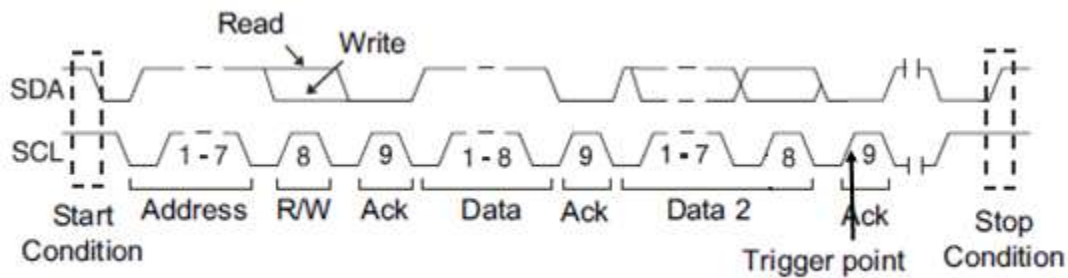
**7 アドレス&データ** — 7 ビットアドレスモードでは、読み取りまたは書き込みフレームでオシロスコープがトリガされます。

フレーム（開始：7 ビットアドレス：R/W：ACK） — Data1 と Data2 は「0xXX」に設定されます。全ビットが一致した場合、ACK ビットの後に続く R/W ビットでトリガーされます。



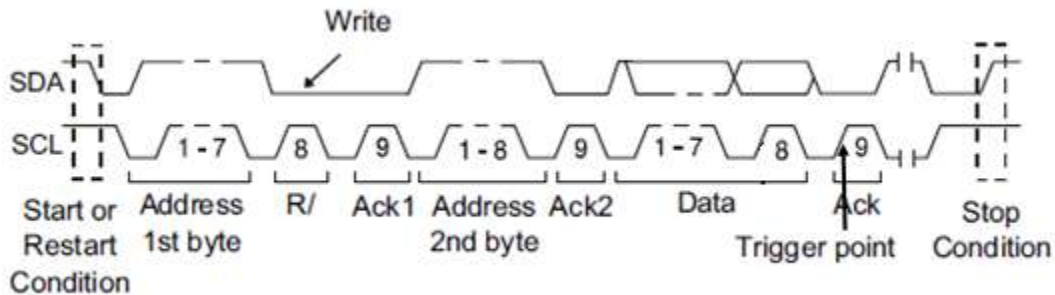


フレーム（開始：7 ビットアドレス：R/W：Ack：Data：Ack：Data2） — 全てのビットが一致した場合、Ack ビットの後に Data2 が続くタイミングでトリガーする。



**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 でトリガします。

フレーム（開始: アドレス 1<sup>st</sup> バイト: R/W: Ack: アドレス 2<sup>nd</sup> 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 進数で 0x00～0x7F（7 ビット）または 0x3FF（10 ビット）の範囲で選択可能です。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）」として選択された場合、そのアドレスは無視されます。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。
- **Data1** および **Data2** は、16 進数 0x00 から 0xFF の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** — データ長の範囲は 1 から 12 バイトです。SDA データ長がデータ長設定の値と等しく、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「7 ビット」または「10 ビット」から選択してください。
- **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

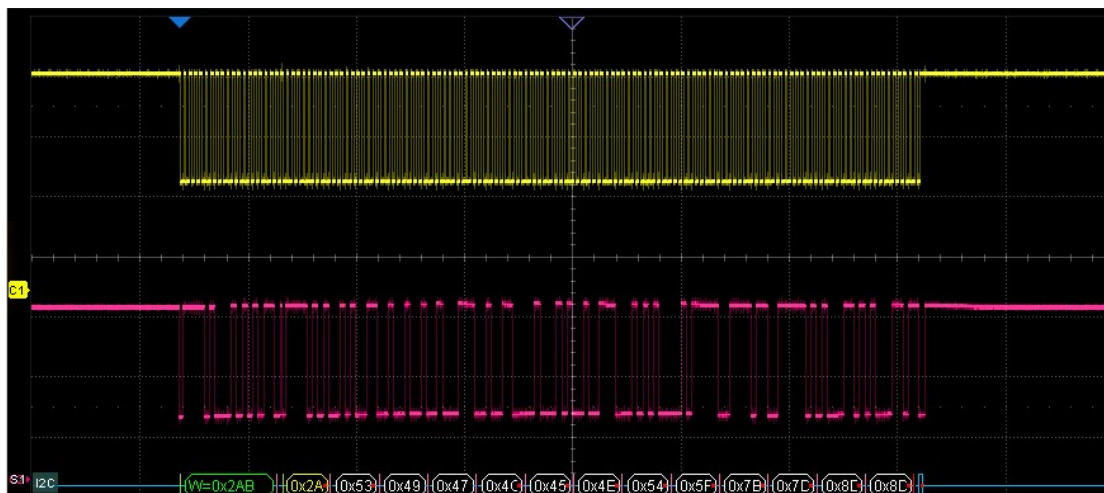
I2C デコードが有効な場合のタッチスクリーン表示レイアウトは以下の通りです：



- 波形表示領域：バス信号のオリジナル波形を表示します
- バス表示：バスの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オン/オフを切り替え、「バス表示」をタッチしてデコード結果の表示形式（バイナリ、10 進、16 進、ASCII）を選択し、表示上のバス位置を設定します
- リスト表示領域。複数のフレームのデコード結果をリスト表示でき、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

- フレームの先頭にあるフラグ。黄緑色で表示されます。
- フレームの先頭にアドレス値が表示されます。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)とI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  は ACK（確認応答）を表し、 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。
- フレーム末尾のフラグは青色で表示されます。
- セグメントの末尾にある赤い点は、フレームの完全な内容を表示する十分なスペースが画面上にないことを示し、一部の内容が非表示になっています。例：。



## 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ダーの水平オフセット。
- **アドレス** — アドレス値。例えば、「0x」AB」は、アドレス = 2AB、確認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 デコードの設定には「**R/W ビットを含む**」という項目が 1 つだけ存在します。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 トリガー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。詳細は以下を参照してください: 「SPI 信号設定」「SPI トリガー」「SPI シリアルデコード」

### 16.3.1 SPI 信号設定

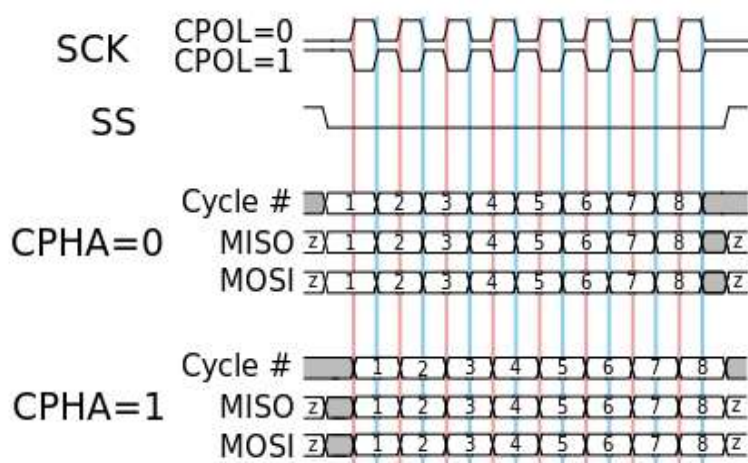
CLK、MOSI、MISO、CS 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定します。次に、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定プロセスは、「I2C 信号 設定」と同様です。

#### CLK

ソースとしきい値レベルを指定することに加え、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。
- **立ち下がり** – クロックの立ち下がりエッジでデータがラッチされます。

ユーザーは、SPI バスにおけるクロックとデータの実際の位相関係に応じ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一致する場合、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一致する場合、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、アクティブロー、アクティブハイ、CLK タイムアウトを含む正しい CS タイプに設定する必要があります。

- **アクティブ・ロー** – CS 信号は画面上で完全な立ち上がりエッジを示す場合にのみアクティブと見なされる。
- **アクティブロー** – CS 信号は画面上で完全な立ち下がりエッジを示す場合にのみアクティブと見なされます。
- **CLK タイムアウト** – CS 信号のソースとしきい値レベルを指定する必要はありません。CS 信

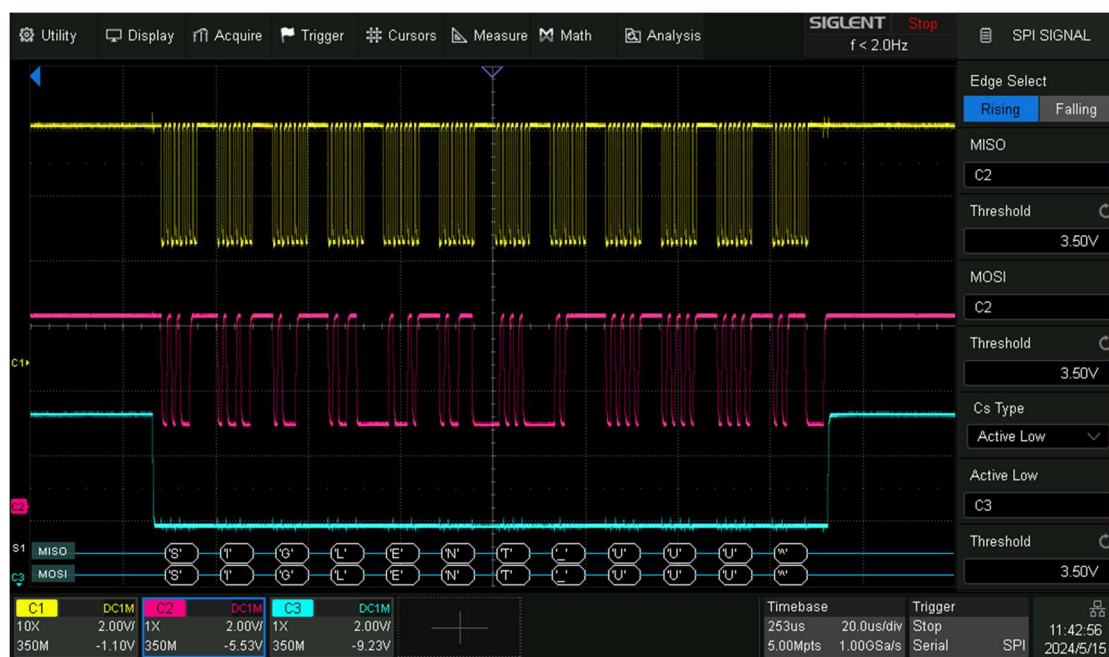
号の唯一のパラメータはタイムアウト制限であり、これはオシロスコープが有効なデータを取得する前にクロック信号がアイドル状態を維持しなければならない最小時間です。この設定は、CS 信号が接続されていない場合、またはオシロスコープのチャンネル数が不足している場合（2 チャンネルオシロスコープなど）に適しています。

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 データバイトを送信します。

SPI トリガ信号メニューで、CLK、MISO、CS 信号のソースと閾値を設定し、トリガ設定をデコードにコピーします。画面に 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：

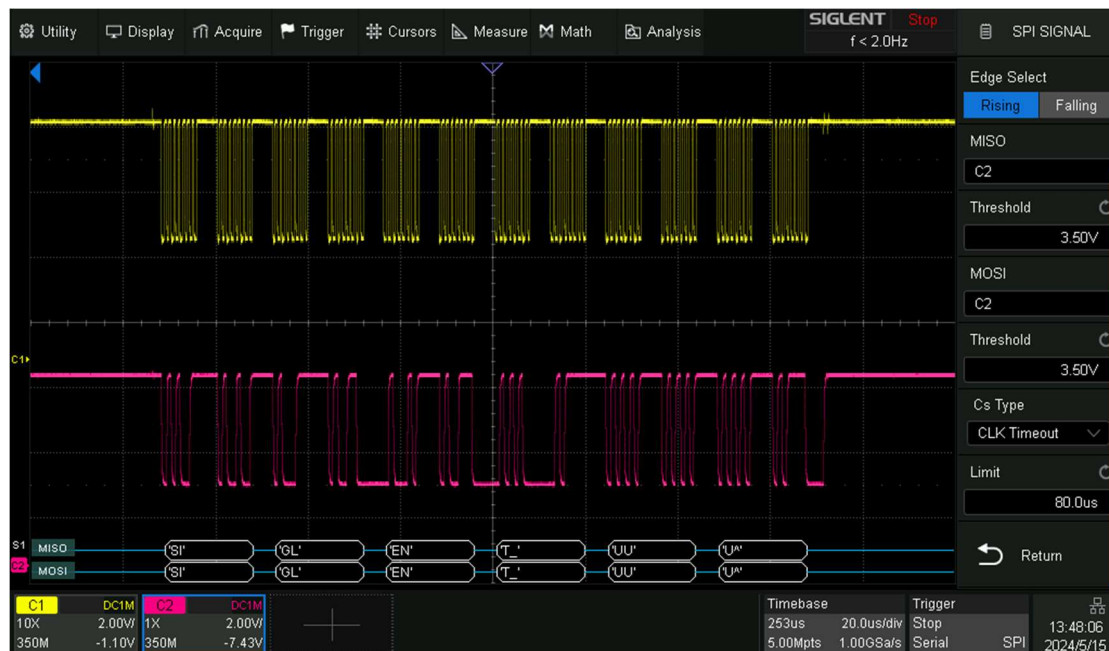


CS タイプをクロックタイムアウトに設定し、カーソルをオンにしてフレーム間のクロックアイドル時間を 505 $\mu$ s、クロックパルス間隔を 0.5 $\mu$ s と測定後、タイムアウトを 0.5~505 $\mu$ s の範囲で設定します。本例では 4.5 $\mu$ s に設定：





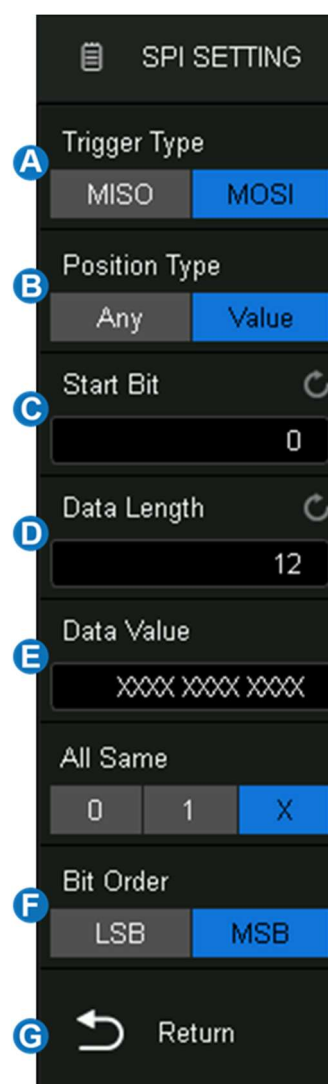
データ幅が 8 ビットより大きい場合 (例 : 16 ビット)、8 ビットデータパッケージ間のクロックアイドル時間を  $5.05\mu\text{s}$  と測定し、タイムアウト時間を  $5.05\mu\text{s}$  から  $505\mu\text{s}$  の範囲で設定します。この例では  $80\mu\text{s}$  に設定しています :



### 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」で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。「Any」に設定すると、指定したデータでトリガーされます。「Value」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. データ値のスタートビットを設定します
- D. データ長 : 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」）に設定します
- 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

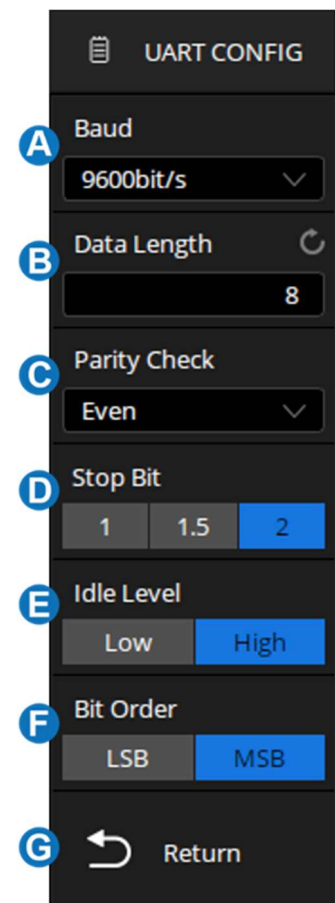
このセクションでは、UART 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「UART 信号設定」、「UART トリガー」、および「UART シリアルデコード」。

### 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。

トリガーの BusConfig メニューおよびデコードの Protocol Config メニューでは、以下のパラメータが利用可能です：

- A. タッチでボーレートを選択: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bit/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</sup> 番目の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

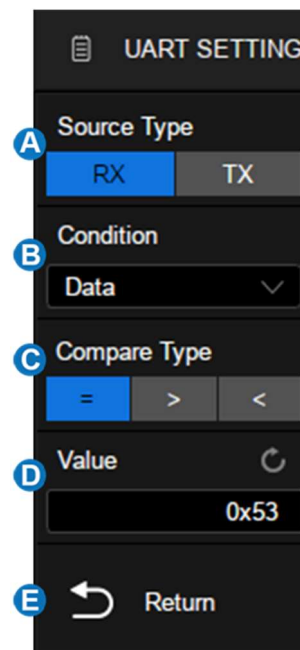


設定のコピー方法は I2C 信号設定と同様です。詳細は「I2C 信号 設定」を参照してください。

## 16.4.2 UART トリガー

ダイアログボックスの「タッチトリガー設定」で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、比較タイプを以下に設定：  
=、>、<
- 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** — 開始ビットが RX/TX に現れたときに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現れ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
  - ✓ **比較タイプ**をタッチして「=」「>」「<」を選択します。
  - ✓ **値**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データ値を設定できます。  
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ーします。

## 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 トリガとシリアルデコード

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

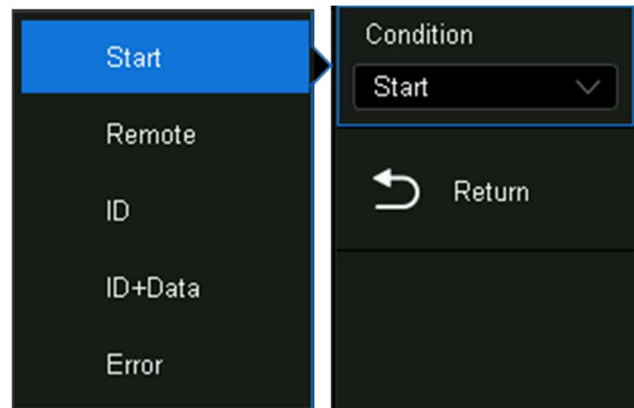
CAN\_H および CAN\_L 信号をオシロスコープに接続し、チャンネルと信号間のマッピング関係を設定した後、各信号のしきい値レベルを設定します。ソースとしきい値の指定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガの **BusConfig** メニューおよびデコードの **Protocol Config** メニューで、ボーレートを以下に設定できます：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 Custom。

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 **タッチトリガー設定** で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）、および現在の ID バイト（第 1、第 2、第 3、または第 4 バイト）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。

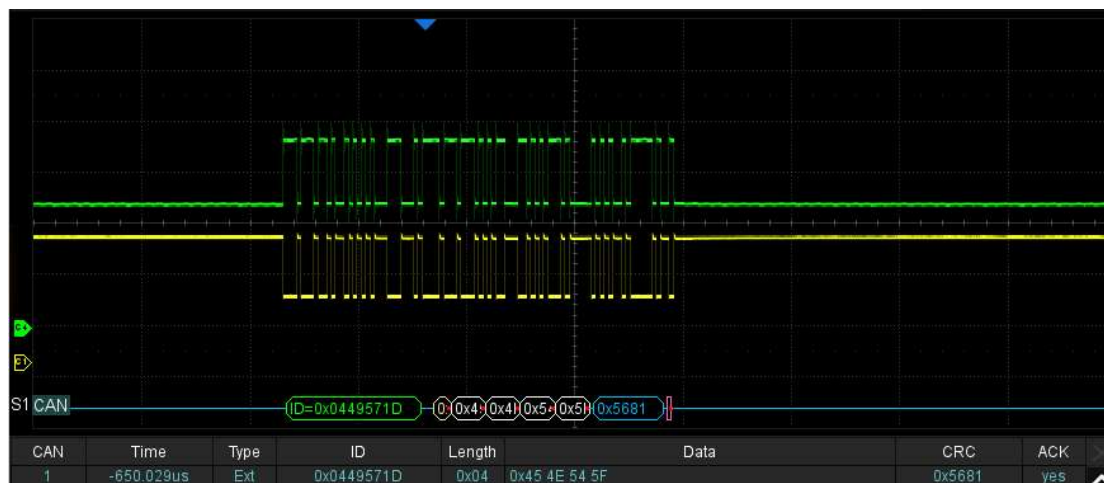
- **ID + データ** – オシロスコープは、指定された ID およびデータに一致するデータフレームでトリガします。ID、ID ビット (11 ビットまたは 29 ビット)、Curr ID バイト (1 バイト目、2 バイト目、3 バイト目、または 4 バイト目)、Data1 および Data2 を設定できます。
- **エラー** – オシロスコープはエラーフレームでトリガします。

### 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) 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。
- 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十分なスペースが画面上にないため、一部の内容が非表示になっていることを示します。



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

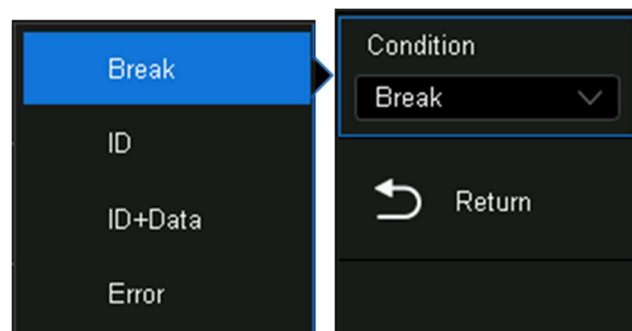
LIN 信号をオシロスコープに接続し、信号のしきい値レベルを設定します。信号源としきい値の設定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガの **BusConfig** メニューおよびデコードの **Protocol Config** メニューで、ボーレートを 600 b/s、1200 b/s、2400 b/s、4800 b/s、9600 b/s、19200 b/s または Custom 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「**タッチトリガー設定**」でトリガー条件を設定します：



- ブレーク – 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 デコードの設定と類似しています。

バス上では:

- ID は緑色で表示
- LEN (データ長) と CHK は青色で表示
- 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ヘッダーの水平オフセット。
- **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

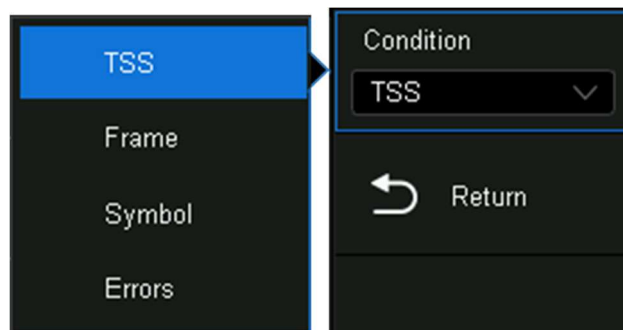
FlexRay 信号をオシロスコープに接続し、信号のしきい値レベルを設定します。信号源としきい値の設定手順は「I2C 信号 設定」と同様です。

トリガの BusConfig メニューおよびデコードセクションの **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。詳細については、「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「タッチトリガー設定」でトリガー条件を設定します：



- **TSS** - 伝送開始シーケンスでオシロスコープがトリガします。
- **フレーム** - フレームでトリガーします。
  - ✓ フレームヘッダーインジケータを設定：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。
  - ✓ タッチ **ID**：ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでフレーム ID を設定します。ID の範囲は 0x000～0x7ff です。
  - ✓ タッチ **比較**タイプで「等しい」「より大きい」「より小さい」を選択します。**比較タイプ**を「等しい」に設定する場合、繰り返し係数も必要です。



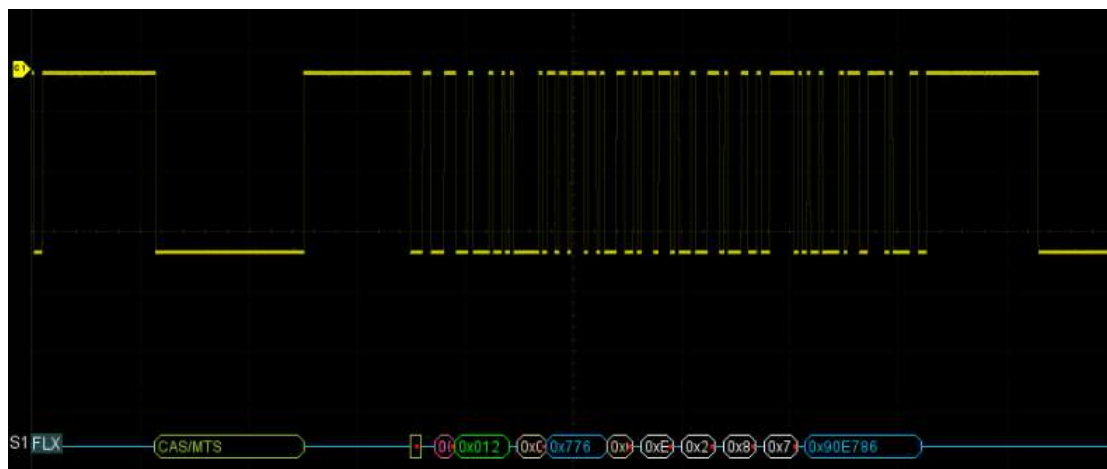
- ✓ **サイクル**をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでサイクル数を設定します。  
データ値の範囲は 0 から 63 です。
- シンボル **CAS/MTS** (競合回避シンボル/メディアアクセステストシンボル) または **WUP** (ウェイクアップシンボル) でオシロスコープがトリガします。
- エラー **FSS**、**BSS**、**FES**、ヘッダー **CRC**、ペイロード **CRC** のエラーを含む、データエラーが発生した場合にオシロスコープがトリガします。

### 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:

- 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:

- 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方向オフセット

- FID – フレーム ID。シンボルはリストの単一行を占める
- PL – 有効データ長
- HCRC – ヘッダーチェックコード
- CYC – サイクルカウント
- 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。

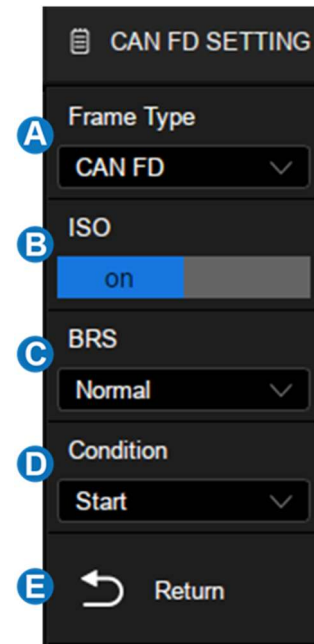
トリガーの BusConfig メニューおよびデコードの Protocol Config メニューでは、標準ボーレートを以下に設定可能です：10 kb/s、25 kb/s、50 kb/s、100 kb/s、250 kb/s、1 Mb/s、またはカスタム。データボーレートは、500 kb/s、1 Mb/s、2 Mb/s、5 Mb/s、8 Mb/s、10 Mb/s、またはカスタムに設定できます。

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の「タッチトリガー設定」で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 のオン/オフを切り替えます
- 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

- **開始** – 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** – 指定された 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）、および現在の 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。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 番目、2 番目・3 番目、または 4 番目）を設定できます。
- **ID + Data** – 指定した ID および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 バイト目、2 バイト目、3 バイト目、または 4 バイト目）、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ーします。
  - ✓ No Ack エラー
  - ✓ スタッビットカウントエラー：ISO がオンの場合にのみ有効。スタッ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
  - ✓ スタッビットカウント極性エラー：ISO がオンの場合にのみ有効。スタッビットカウント

の極性が不正な場合にオシロスコープがトリガする

### 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) は薄い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 - 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 トリガーとシリアルデコード

このセクションでは、I2S 信号のトリガリングとデコードについて説明します。詳細は以下の記事を

参照してください: 「I2S 信号設定」 「I2S トリガー」 「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ことに加え、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 信号は左チャンネルの指定も必要です。

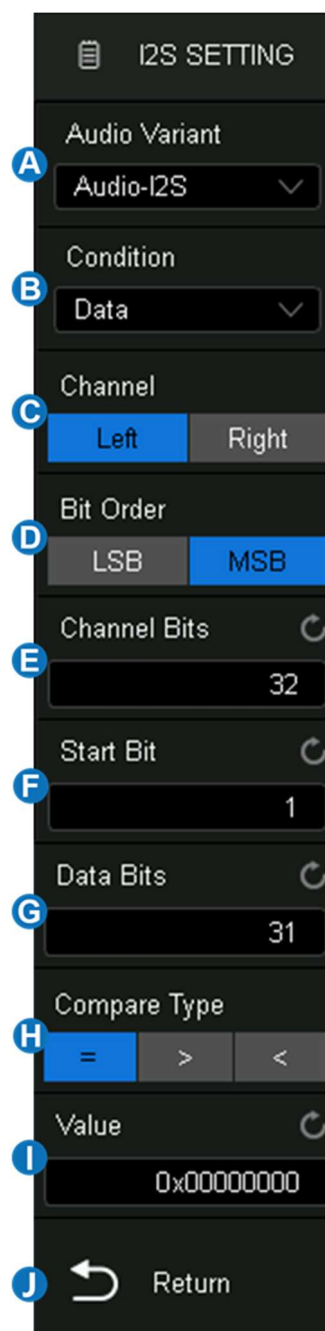
- Low – WS が Low のときは左チャンネルを選択し、WS が High のときは右チャンネルを選択します。
- High – WS がローのときは右チャンネルを選択し、WS がハイのときは左チャンネルを選択します。

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 **タッチトリガー設定** で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設定 (左または右)
- D. ビット順序を MSB または LSB に設定
- E. チャンネルビット: 受信ワード長を指定
- F. スタートビット: データのスタートビット、範囲は 0 から 31
- G. データビット: チャンネルあたりのビット数を指定、範囲は 1~32 ビット
- H. トリガー条件が「データ」の場合、比較タイプを以下に設定: =、>、<
- I. トリガー条件が「データ」の場合、データ値を設定
- J. 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** – クリップされた信号でトリガーします。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信号。
  - ✓ **タッチクリップレベル**をタッチし、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでクリップ閾値を設定します。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。
  - ✓ **「Threshold」**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しきい値を設定できます。値の範囲は**データビット数**に関連します。
- **Rising Edge** – 設定値以上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。
- **立ち下がりエッジ** – 設定**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 デコードと同様です。

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」で表されます。
- **データ** – データバイト。
- **エラー** – エラー。

I2S	Time	Type	Data	Error
0	-600.034us	Right CH	0x01	
1	-100.006us	Left CH	0x03	
2	399.977us	Right CH	0x01	
3	899.996us	Left CH	0x01	

## 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 信号のトリガおよび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」、「MIL-STD-1553B トリガ」、および「MIL-STD-1553B シリアルデコード」。

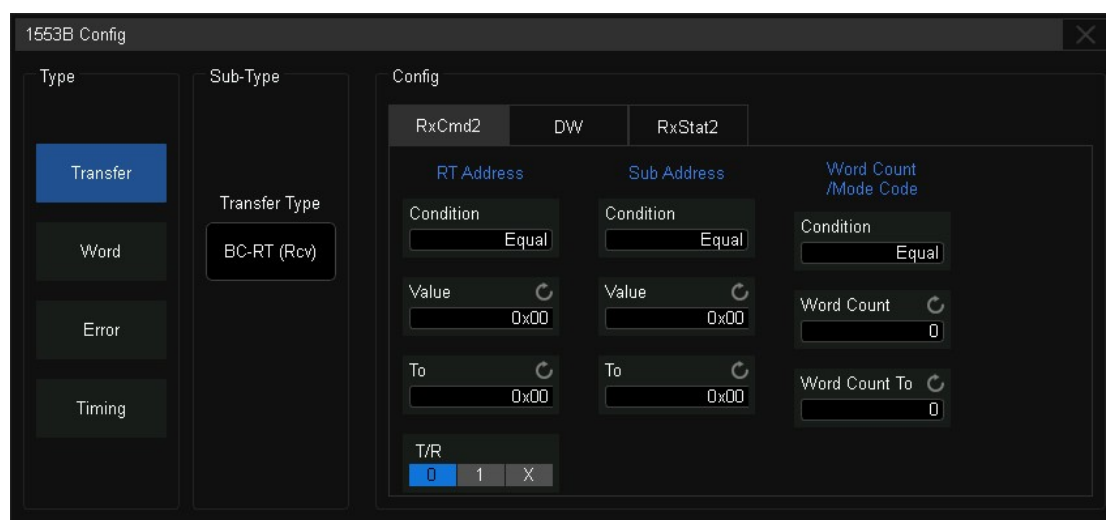
### 16.10.1 MIL-STD-1553B 信号設定

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プロセスは、「I2C 信号 設定」と同様です。

### 16.10.2 MIL-STD-1553B トリガ

オシロスコープが MIL-STD-1553B 信号をキャプチャするように設定されている場合、転送、ワード、エラーでトリガーするか、指定されたメッセージ送信間隔と応答時間に一致するフレームでトリガーすることができます。

ダイアログボックスのトリガー設定をクリックしてトリガー条件を設定します：



転送トリガー：

- 全ワード – 任意のワードの同期パルス終了時にトリガーします。
- BC-RT (受信)** – バスコントローラからリモート端末への指定送信メッセージでトリガー。



RxCmd + ワードカウント + DW、RxStat を指定可能。応答時間は 14 $\mu$ s 未満であること。

- **RT-BC (送信)** – リモート端末からバスコントローラへの指定送信メッセージでトリガー。  
TxCmd + ワードカウント、TxStat + DW を指定可能。応答時間は 14 $\mu$ s 未満であること。
- **RT-RT** – リモート端末からリモート端末への指定送信メッセージでトリガー。RxCmd + ワードカウント、TxCmd + ワードカウント、TxStat + DW、RxStat を指定可能。応答時間は 14 $\mu$ s 未満であること。
- **モードコマンド – DW なしの指定モードコマンド**でトリガー。TxCmd + モードコード、TxStat を指定可能。応答時間は 14 $\mu$ s 未満であること。
- **モードコマンド\_データ (送信)** – DW 付きで指定されたモードコマンド (送信) でトリガー。  
TxCmd + モードコード、TxStat + DW を指定可能。応答時間は 14 $\mu$ s 未満であること。
- **モードコマンド\_データ (受信)** – DW 付きで指定されたモードコマンド (受信) でトリガー。  
RxCmd + モードコード + DW、RxStat を指定可能。応答時間は 14 マイクロ秒未満であること。
- **BC-RT (S) (B'cast)** – バスコントローラから各リモート端末への指定ブロードキャスト送信メッセージでトリガー。Rxcmd (リモート端末アドレスは 11111) + ワードカウント + DW を指定可能。
- **RT-RT (S) (B'cast)** – リモートターミナルから各リモートターミナルへの指定ブロードキャスト送信メッセージでトリガー。RxCmd (リモートターミナルアドレスは 11111)、TxCmd、TxStat + DW を指定可能。
- **Mod Command (B'cast)** – DW なしの指定ブロードキャストモードコマンドでトリガー。  
TxCmd (リモート端末アドレスは 11111) + モードコードを指定可能。
- **Mod Command\_Data (B'cast)** – DW 付き指定ブロードキャストモードコマンドでトリガー。  
TxCmd (リモート端末アドレスは 11111) + モードコード + DW を指定可能。

#### ワードトリガー:

- **全ワード** – 任意のワードの同期パルス終了時にトリガー。
- **コマンド** – 指定したコマンドでトリガー。RT アドレス、T/R、サブアドレス、ワードカウント / モードコードを指定可能。
- **データ** – 指定された DW でトリガー。
- **ステータス** – 指定したステータスワードでトリガー。RT アドレス、エラー、インスタンス、SRQ、Bcast 受信、ビジー、サブシステム、ダイナミックバス、終了フラグを指定可能。

**エラー発生時トリガー:**

- **無効な同期パルス** – 無効な同期パルスが検出された場合にオシロスコープがトリガーします。同期パルスのハイレベルとローレベルが 1.5 ビット未満の場合、許容誤差 10%で無効と見なされます。
- **マンチェスターエラー** – マンチェスターコードエラーが検出された際にオシロスコープがトリガーします。
- **アイドルエラー** – ワード長が不正な場合にオシロスコープがトリガーします。20 ビット未満のワード長はエラーと見なされます。
- **パリティエラー** – パリティエラーが発生した際にオシロスコープがトリガーします。
- **不正ワードカウント** – ワードカウントがコマンドワードの定義を満たさない場合にオシロスコープがトリガーします。
- **アドレス不一致** – ステータスワードとコマンドワード間のリモート端末アドレスが不一致の場合にオシロスコープがトリガーします。
- **非連続データ** – オシロスコープは、DW 間にギャップがある場合にトリガーします。
- **同期エラー** – メッセージ形式が満たされない場合にオシロスコープがトリガーします。メッセージ伝送中にコマンドワードまたはステータスワードの出現が予想される箇所でデータワードが出現した場合、エラーと見なされます。

**タイミングトリガー:**

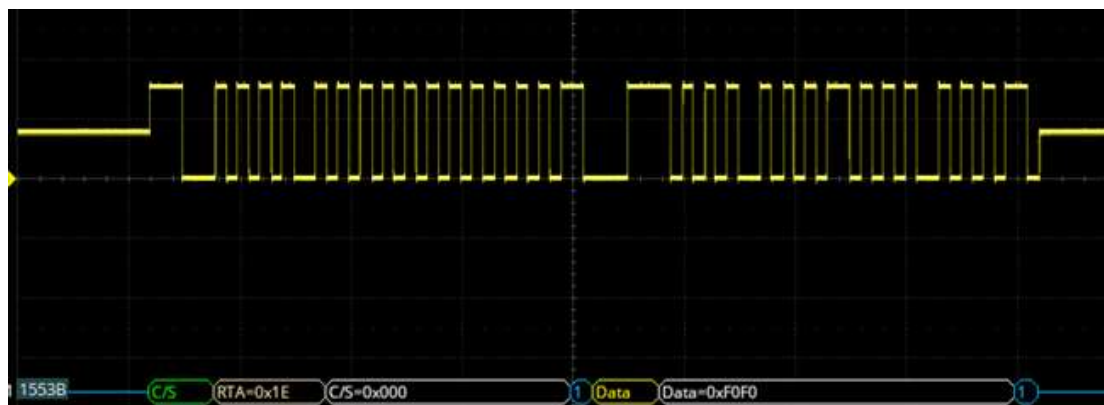
- **応答時間** – 応答時間要件を満たすステータスワードでトリガーします。応答時間範囲は[4 $\mu$ s, 12 $\mu$ s]です。
- **メッセージ間隔** – メッセージ間隔要件を満たすメッセージでトリガーします。最小メッセージ間隔は 4 $\mu$ s です。

**16.10.3 MIL-STD-1553B シリアルデコード**

MIL-STD-1553B デコードの設定は I2C デコードと同様である。

**バス上では:**

- **C/S** コマンド/ステータスワードは緑色で表示されます。
- **RTA RT** アドレスは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、白色で表示される。
- 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：

- 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方向オフセット。
- RTA - RT アドレス
- タイプ - ワードのタイプ
- 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。

トリガーの BusConfig メニュ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：

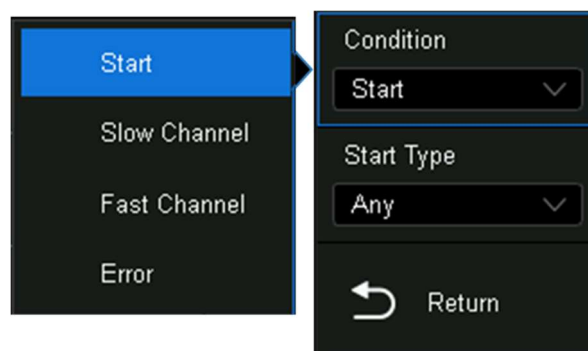
- A. タップして公称クロック周期（ティック）時間を指定
- B. 同期パルスがデータデコードに有効か判断する許容誤差率を設定
- C. 高速チャネルメッセージ内のニブル数を設定
- D. CRC の正確性を計算する際に使用する CRC フォーマットを設定します。「New CRC」選択時は 2010 CRC フォーマットを使用します。「NEW」が選択されていない場合、CRC は 2008 フォーマットを使用します。拡張リアルメッセージ CRC は常に 2010 フォーマットで計算されますが、高速チャネルメッセージおよびショートリアルメッセージ CRC については、選択した設定が使用されます
- 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 **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、低速チャネル、高速チャネル、エラー。

SENT トリガーダイアログボックスでトリガー条件を選択するには、[タッチ **トリガー設定**] をタッチします：



**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：高速チャネルメッセージ、低速チャネルメッセージ、またはいずれでも。

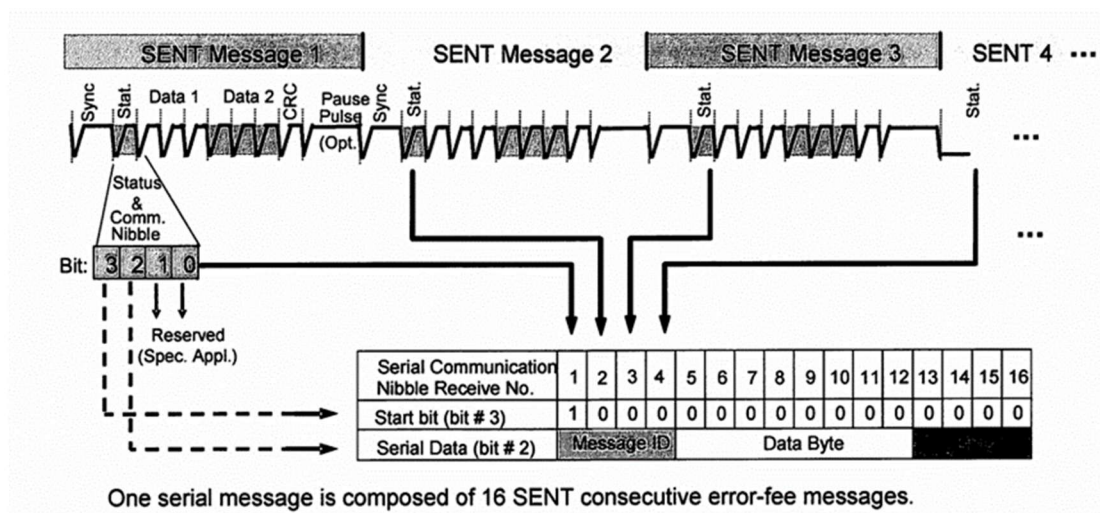
**高速チャネル** — ステータス&通信ニブルとデータニブルが指定値と一致する高速チャネルメッセージでトリガーされます。

- **状態**は 16 進数 0x0～0xF の範囲で選択可能。値が「0xX」の場合、状態は無視される。
- **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、範囲外から指定できます。
- 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 進数範囲で選択可能です。これは **ニブル位置**に関連付けられます。
- **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。選択されたデータが「0xXX」の場合、データは無視されます。

The image shows a vertical menu titled "SENT SETTING". It contains several configuration options, each with a label, a value, and a refresh icon (a circular arrow). The options are: "Condition" set to "Fast Channel", "Status" set to "0xX", "Compare Type" set to "Not Equal", "At Pos" set to "Value", "Nibble pos" set to "0", "Nibble len" set to "1", and "Data" set to "0xX". At the bottom of the menu is a "Return" button with a left-pointing arrow icon.

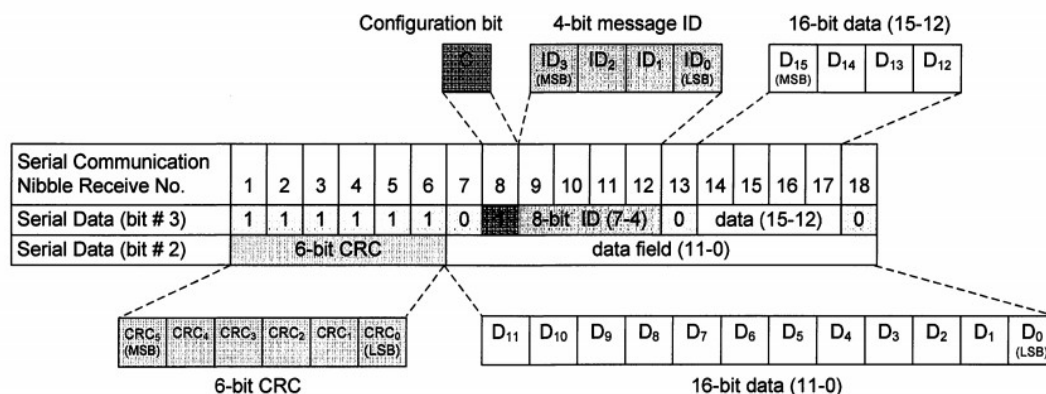
**スローチャネル** — オシロスコープはスローチャネルメッセージでトリガされます。

**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。

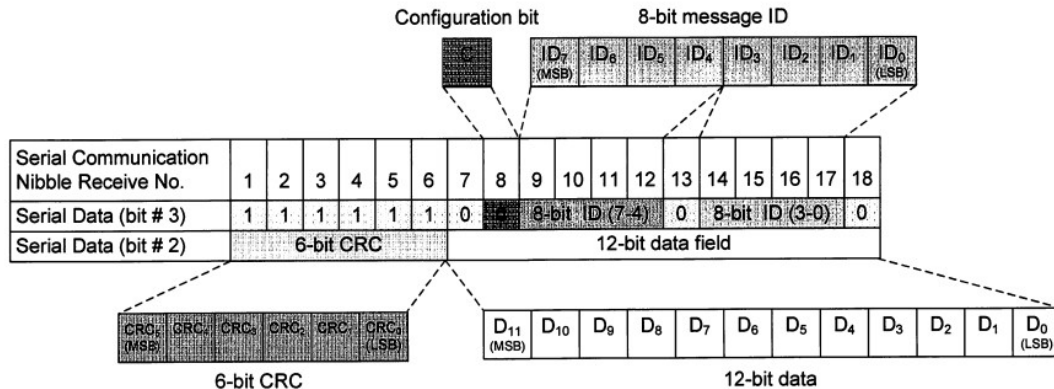


シリアルメッセージフレームは 21 ビットのペイロードデータを含む。設定ビット（シリアルデータビット#3、シリアル通信ニブル番号 8）によって 2 種類の構成が選択可能：

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、設定ビットは 1。

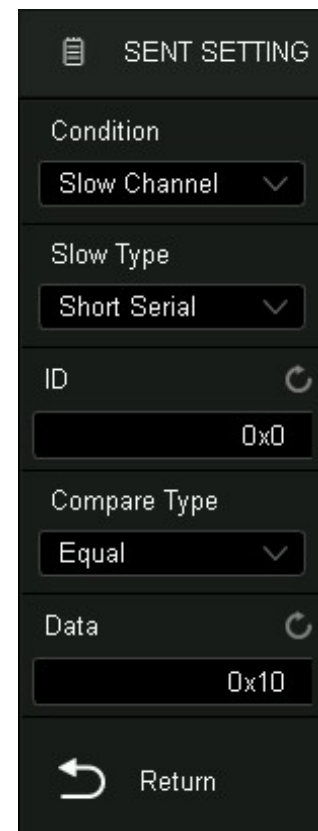


フレーム（8 ビット ID 付き拡張シリアルメッセージ）— 12 ビットデータと 8 ビットメッセージ ID、構成ビットは 0。



トリガー条件をスローチャンネルに設定した場合：

- **ID** は 16 進数 0x0~0xF (ショートシリアル/4 ビット拡張シリアル) または 0x00~0xFF (8 ビット ID 拡張シリアル) の範囲で選択可能。0xXX が選択された場合、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 進数範囲 0x00 ~ 0xFF (ショートシリアル) または 0x0000 ~ 0xFFFF (4 ビット ID 付き拡張シリアル) または 0x000 ~ 0xFFF (8 ビット ID 付き拡張シリアル) から選択できます。選択値が「0xXX」の場合、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、またはチェックサンプル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:

高速チャンネルの場合：

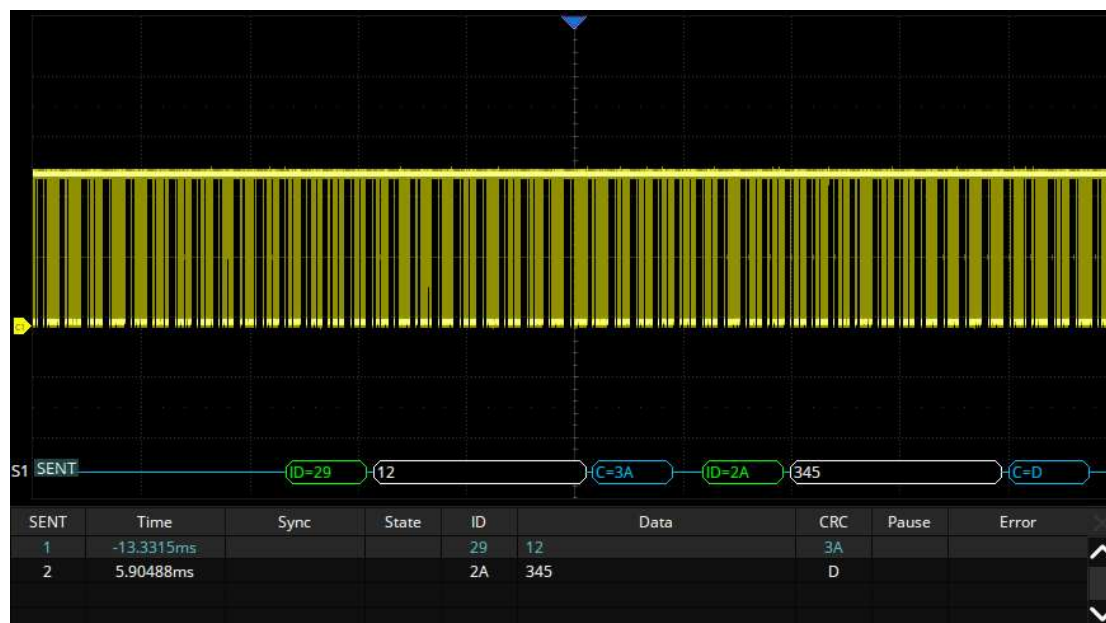
- SYNC はピンク色で表示
- STATE は緑色で表示
- DATA は白色で表示
- CRC とポーズパルスは青色で表示



スローチャンネルの場合：

- 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
- 一時停止 — 一時停止ティック
- 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

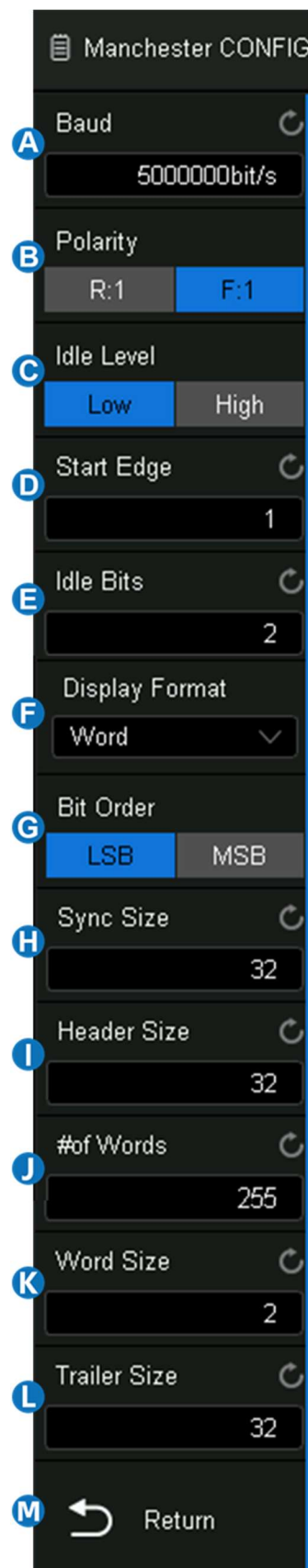
このセクションでは、マンチェスター信号のデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください。「マンチェスター信号設定」および「マンチェスター方式シリアルデコード」。

### 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 Protocol Config メニューでは、以下のパラメータが利用可能です：

- A. タッチでボーレート指定します。範囲は 500b/s～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 です
- 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

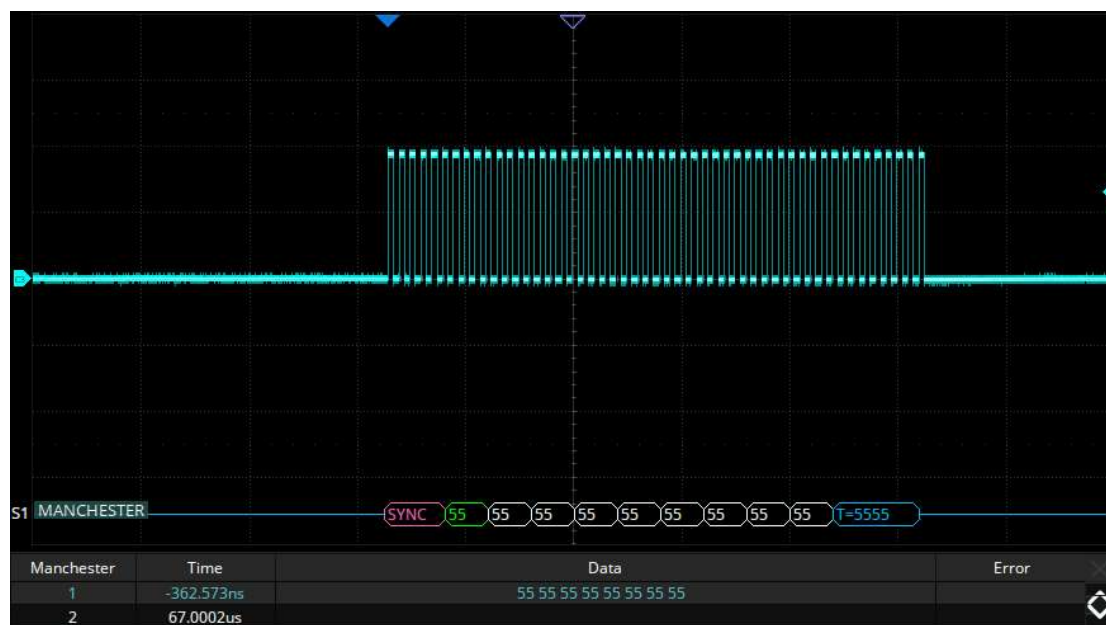


### 16.12.2 マンチェスター方式シリアルデコード

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



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

### 16.13 ARINC 429 シリアルデコード

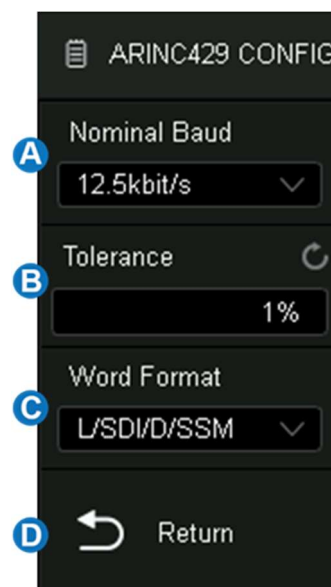
このセクションでは、ARINC 429 信号のトリガとデコードについて説明します。詳細については、以下をお読みください: "ARINC 429 信号設定 " および "ARINC 429 シリアルデコード "。

### 16.13.1 ARINC 429 信号設定

A ライン信号と B ライン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、トリガまたはデコードの信号源（A ライン、B ライン、または A-B）を指定します。信号源としきい値の設定手順は「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. ボーレートを指定するにはクリック: 12.5kbit/s、100 kbit/s または カスタム
- B. 許容誤差を設定（範囲：1～20%）
- C. ワードフォーマットを選択: ラベル、SDI、データ、または SSM
- D. 前のメニューに戻る

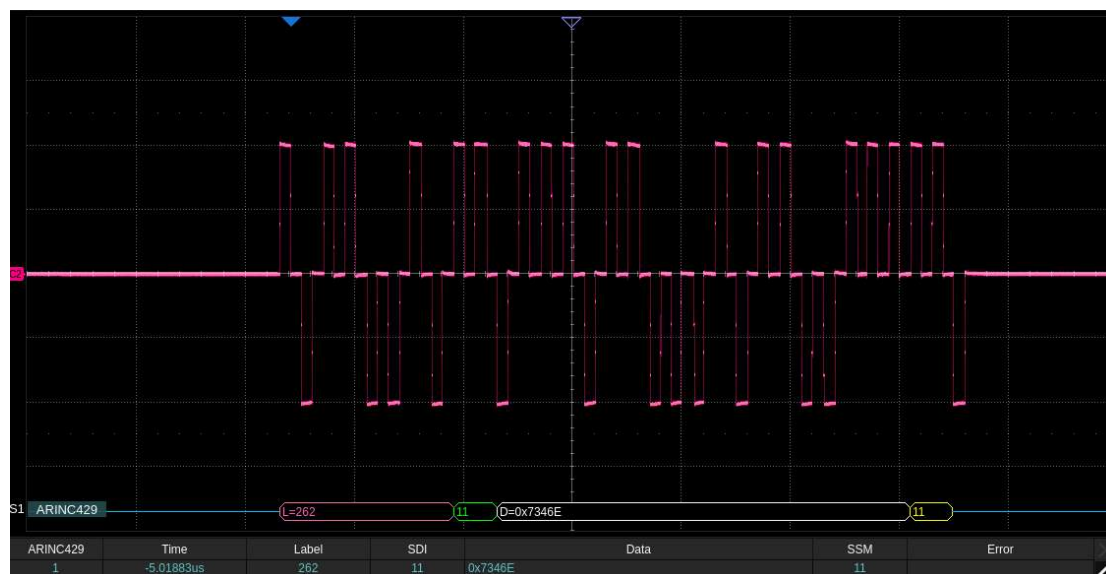


### 16.13.2 ARINC 429 シリアルデコード

ARINC 429 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：

- ラベルはフレーム単位で表示され、ピンク色で表示されます。
- SDI（送信元/宛先識別子）はフレーム内に表示され、緑色で表示されます。
- データはフレーム内に表示され、白色で表示されます。
- SSM（信号/ステータスマトリックス）は、伝送のデータの特性を記述するためにフレーム内に表示され、黄色で表示されます。
- 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ヘッダーの水平方向のオフセット。
- **ラベル** — データタイプを示す 8 進形式。
- **SDI** — データの送信元/宛先を示します。
- **データ** — データ値。
- **SSM** — 伝送のデータを記述するプロパティ。
- **エラー** — エラーの種類。

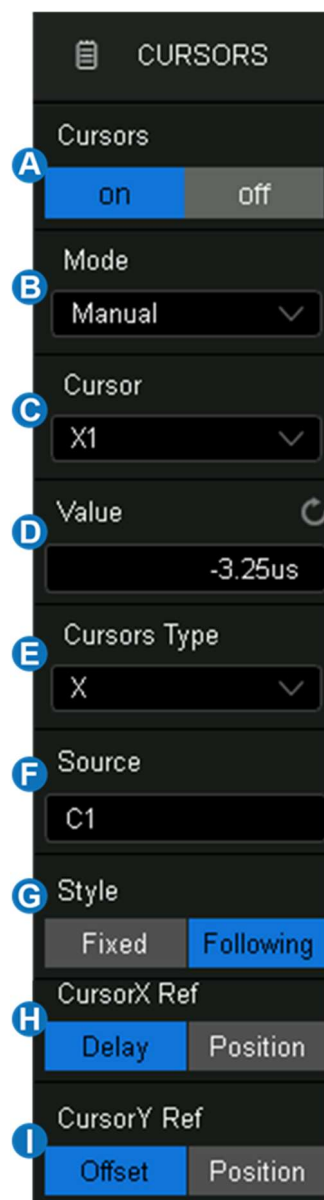
## 17 カーソル

### 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/F1/F2/REFA/REFB/REFC/REFD）の 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。

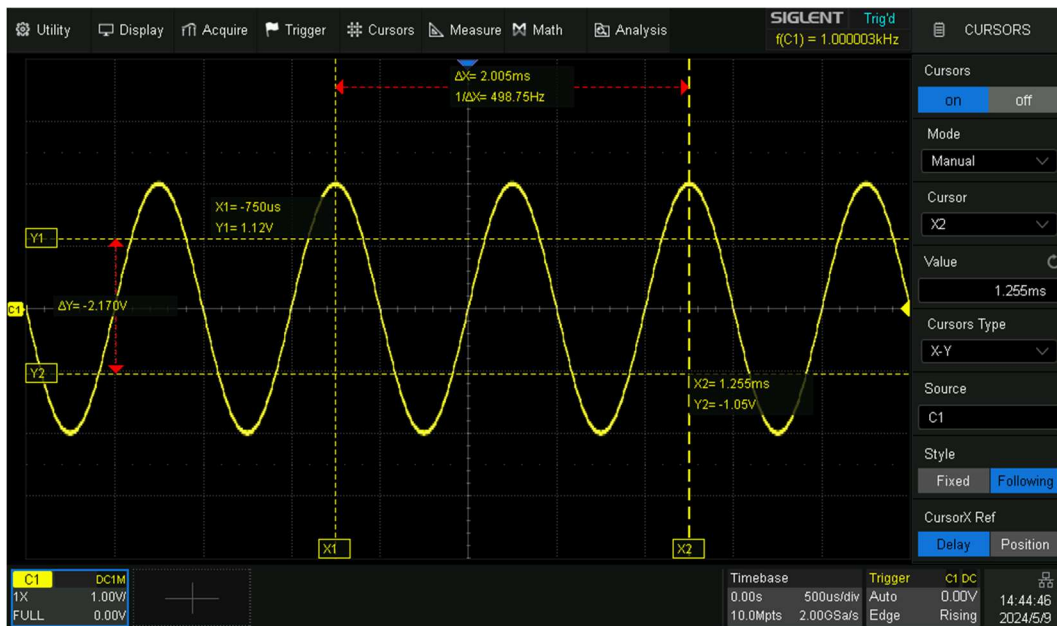
前面パネルの「**Cursors**」ボタンを押すか、メニュー「**Cursors > Menu**」をタッチしてカーソルダイアログボックスを開きます：

- A. カーソル機能をオン/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. カーソルの表示モード
- H. X カーソルの基準（遅延または位置）
- I. Y カーソルの基準（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

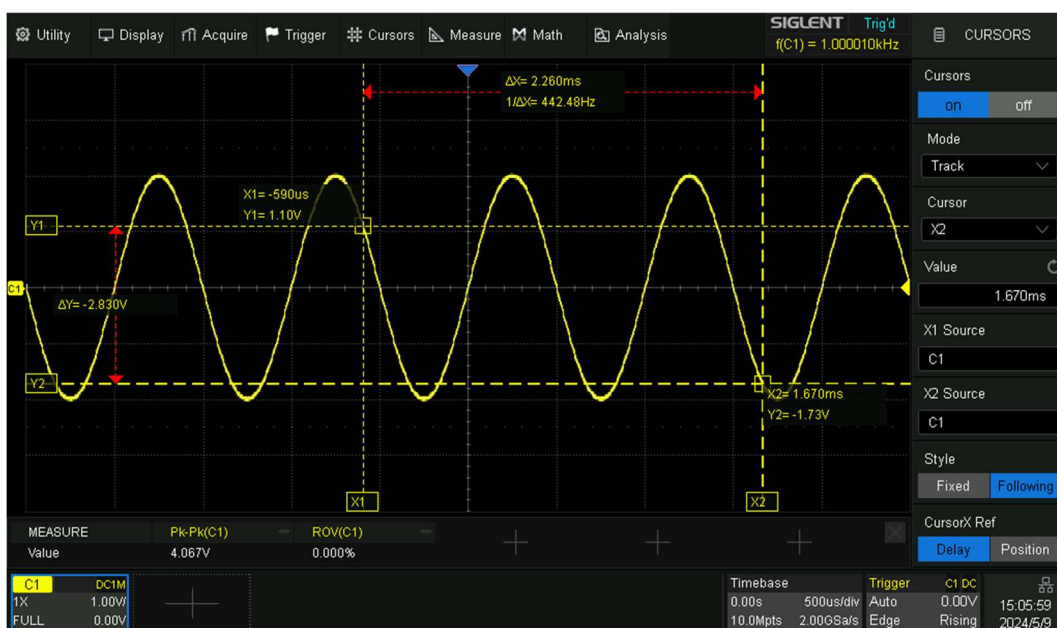


## カーソルモード

- 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 — カーソルを使用して測定項目を自動的に表示します

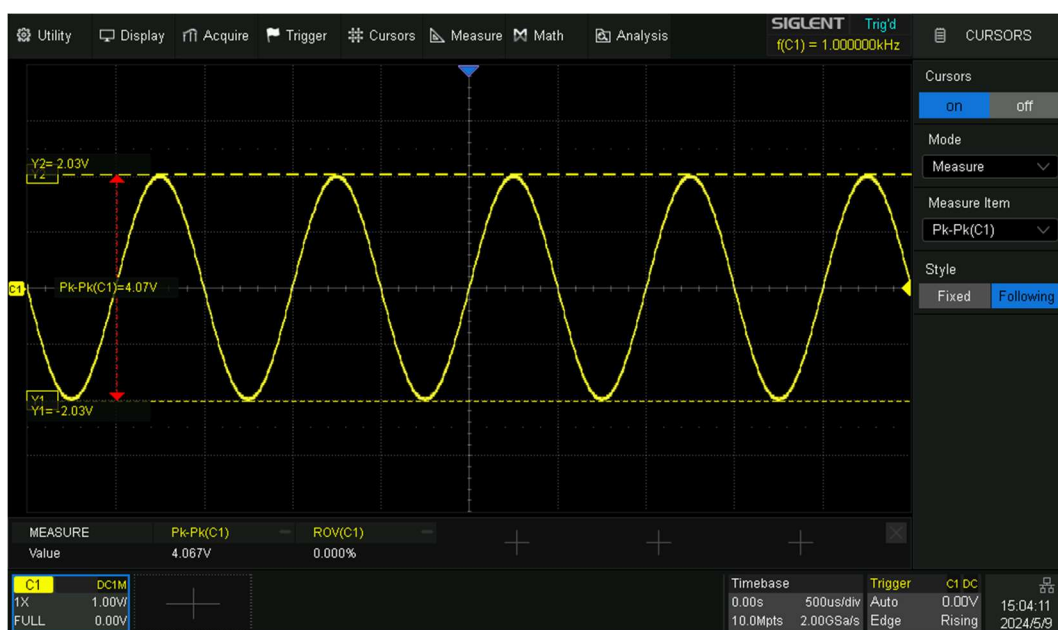


手動モード





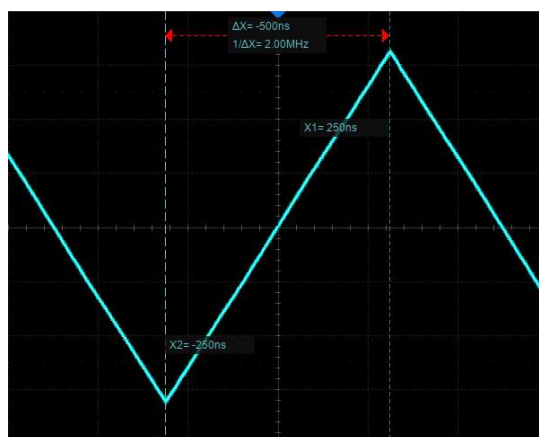
## トラックモード



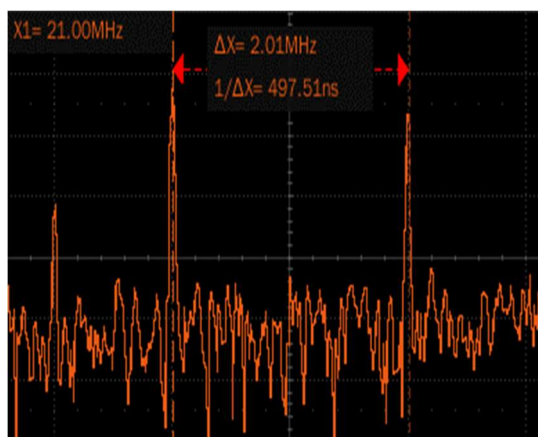
## 測定モード

## 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）



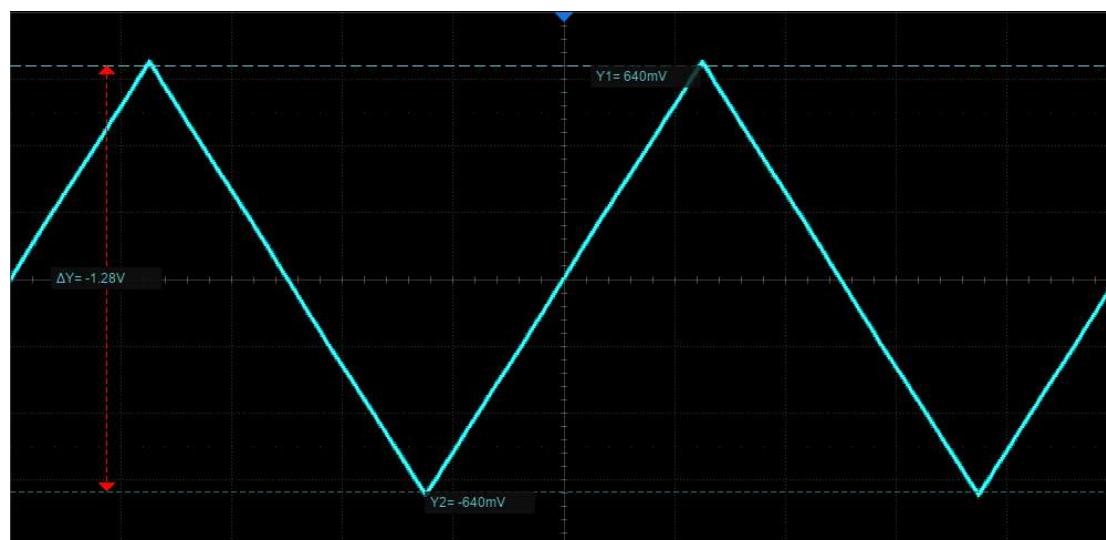
X カーソル（周波数）

- **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

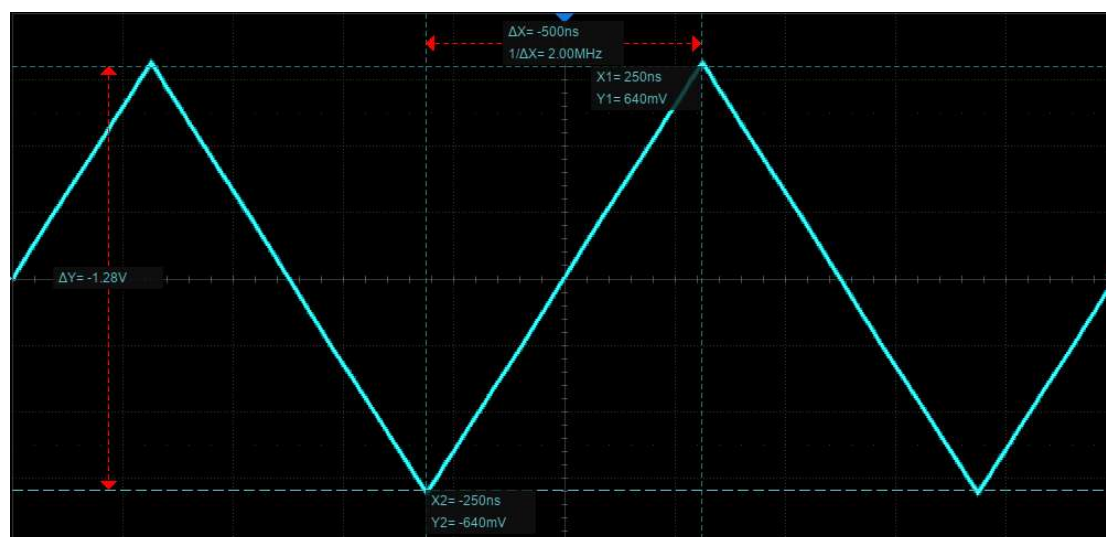


ソルのソースが数学関数の場合、単位は数学関数と一致します。

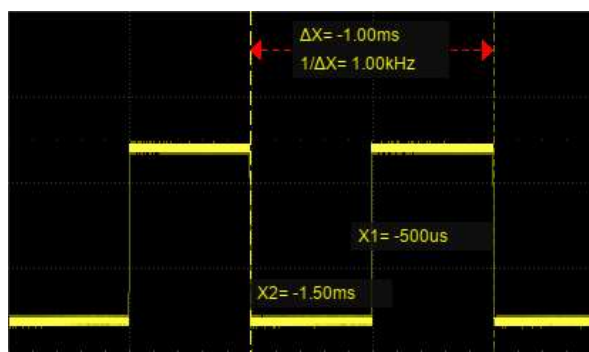


- **Y1** — 上部（デフォルト） 水平 点線。画面上の任意の垂直位置に手動で移動可能。
- **Y2** — 下側（デフォルト） 水平点線。画面上の任意の垂直位置に手動で移動可能。
- **Y1-Y2** — Y1 と Y2 の差分。このオプション選択後、ユニバーサルノブを回すと Y1 と Y2 を同時に移動できます。

**X+Y**（水平 + 垂直） - X カーソルと Y カーソルの両方が有効です。



## 表示モード



表示モード 追従



固定表示モード

- 追従 — 各カーソルの位置情報はカーソルに付随し、2 つのカーソル間の差分情報はカーソル間に矢印で表示されます。このモードはより直感的です。
- 固定 — 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。

## カーソル参照

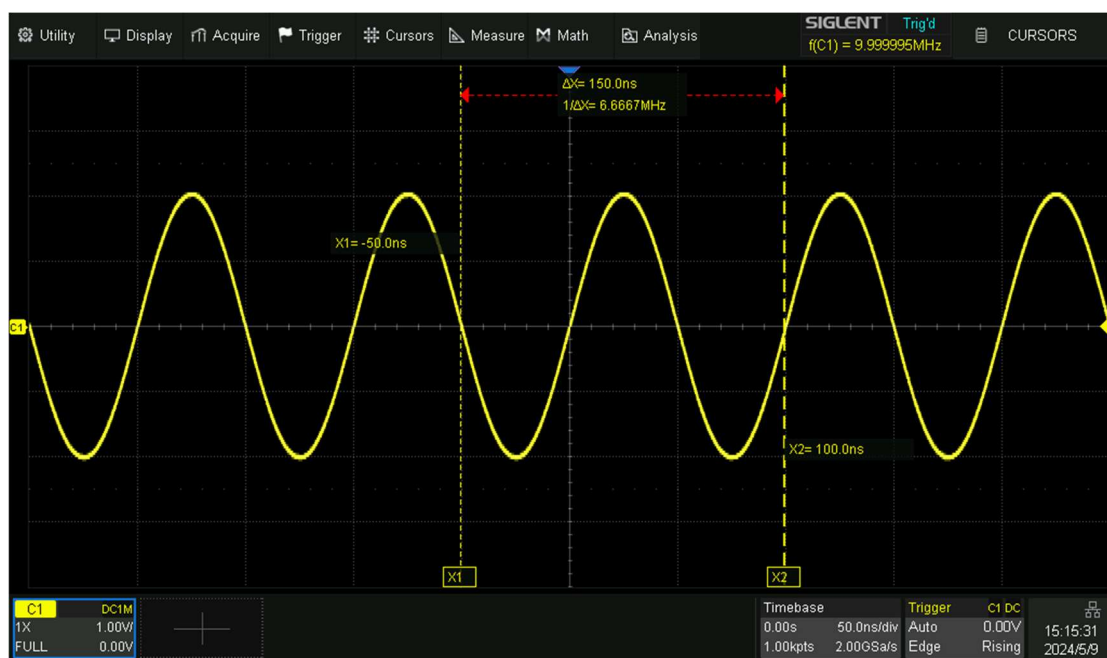
## X カーソル基準:

- 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になります。

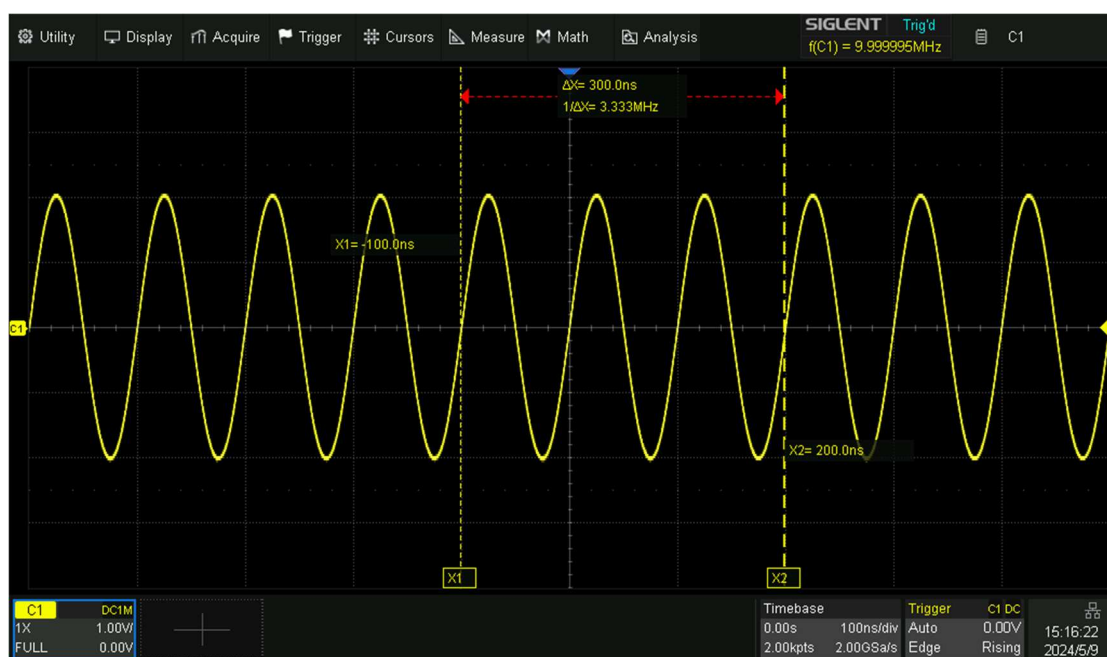
## Y カーソルリファレンス:

- 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たままです。
- 固定位置 — 垂直スケールを変更しても、Y カーソルの表示位置はグリッド位置に固定されます。

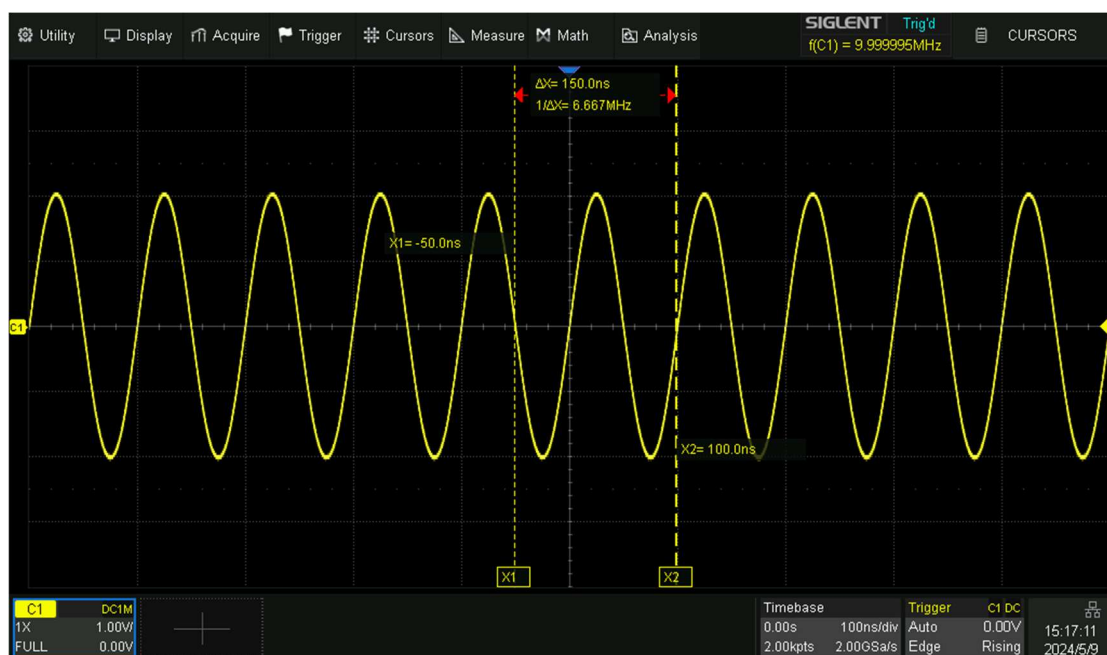
異なる設定によるスケール効果を説明するため、X カーソルの参照を例として示す：



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



固定位置、タイムベースを 100ns/div に変更、X カーソルのグリッド番号 (-1div, 2div) は固定のまま。X1 と X2 の値を-100 ns、200 ns に変更。



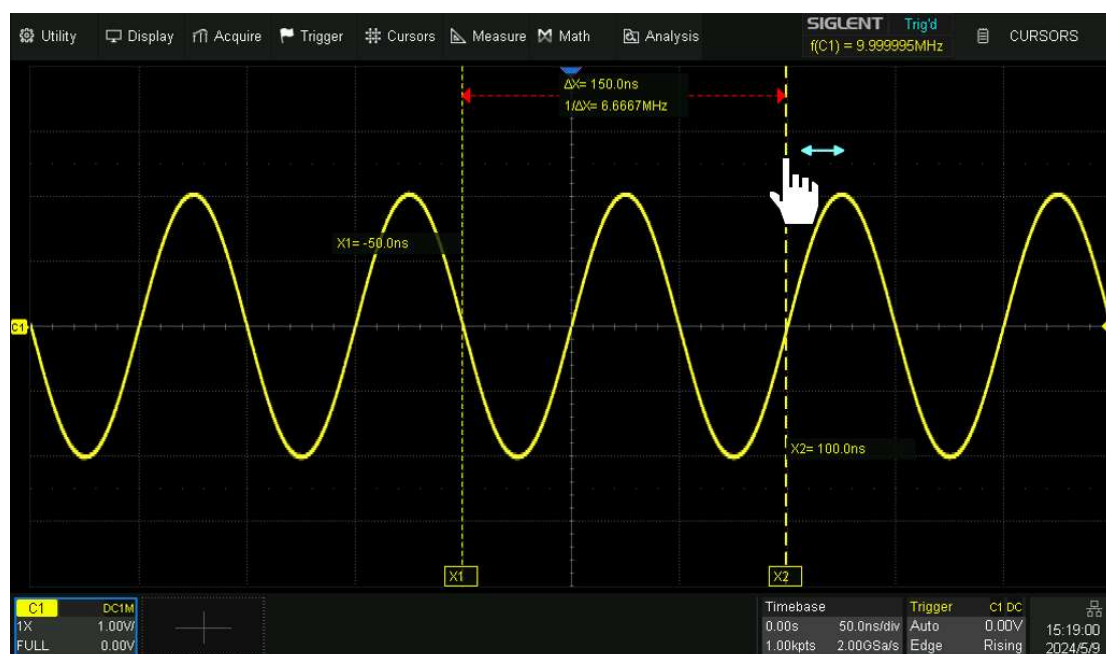
固定遅延、タイムベースを 100 ns/div に変更、X カーソルの値 (-50 ns, 100 ns) は固定のまま。  
X カーソルのグリッド数を-0.5 div, 1 div に変更。

## 17.2 カーソルの選択と移動

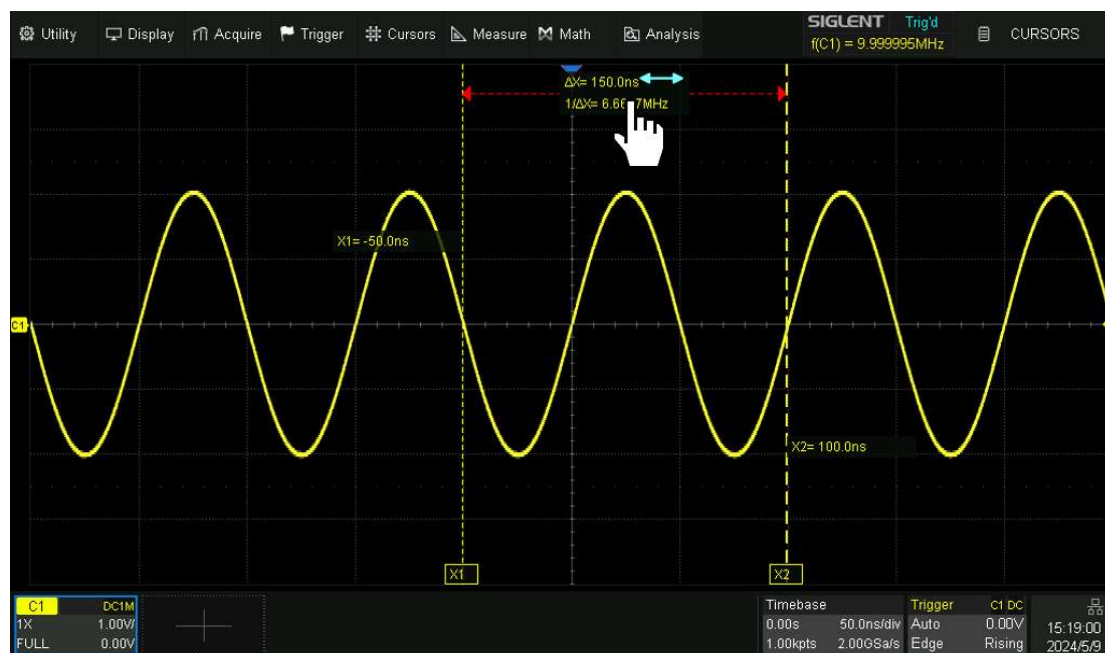
カーソルは、ジェスチャーやフロントパネルのユニバーサルノブで直接選択・移動できるほか、カーソルダイアログボックスでも選択できます。

### ジェスチャー

カーソルを直接タッチしてドラッグします（下図参照）：



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、正確ではありません。一方、ノブはカーソルを正確に移動させますが、それほど速くはありません。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大まかな調整を行い、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 Plus 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、立ち上がり時間、立ち下がり時間、ピーク間値、周期などの一般的な測定を含みます。SDS2000X Plus 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。時間ゲート内の関心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。

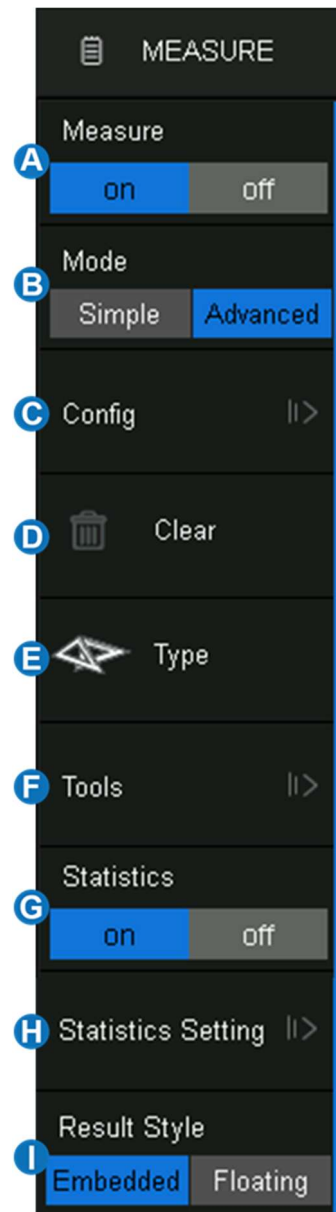


- 他のウィンドウが表示されると、波形表示領域は自動的に縮小されます
- 測定パラメータと統計表示領域。モードを「詳細」に選択すると、「詳細」パラメータ領域が表示されます
- 統計ヒストグラム表示領域
- 測定ダイアログボックス



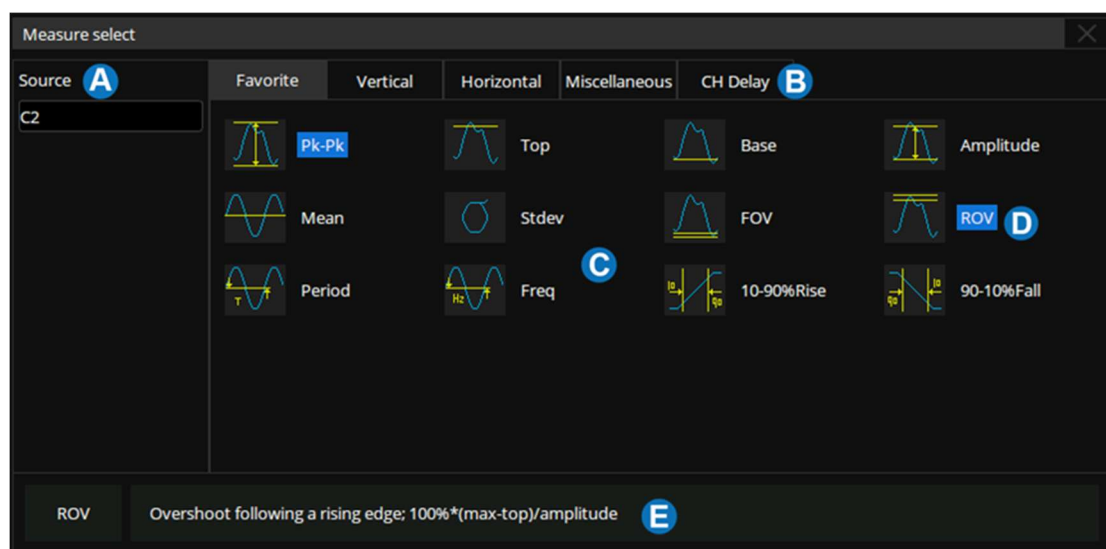
前面パネルの測定ボタンを押すか、[測定] > [メニュー] をタッチしてダイアログボックスを開きます。

- A. 測定の有効化/無効化
- B. 測定モードを設定：シンプルまたは詳細。「シンプル」では選択したチャンネルの基本測定パラメータを表示。「詳細」モードでは測定パラメータを必要に応じて追加可能
- C. 測定設定：ゲート、振幅戦略、しきい値、表示モード
- D. 選択した測定項目をすべてクリア
- E. 測定パラメータを選択
- F. ツールの選択（トラック、測定カーソル、トレンドを含む）
- G. 統計機能を有効／無効にする
- H. 統計設定：カウント制限、統計リセット、ヒストグラム
- I. 結果スタイルを埋め込みまたはフローティングに設定



## 18.2 パラメータを設定

測定ダイアログボックスで「タッチタイプ」をタップするか、測定パラメータと統計表示領域の「+」をタップ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. パラメータ。測定対象のパラメータをタッチして有効化し、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。

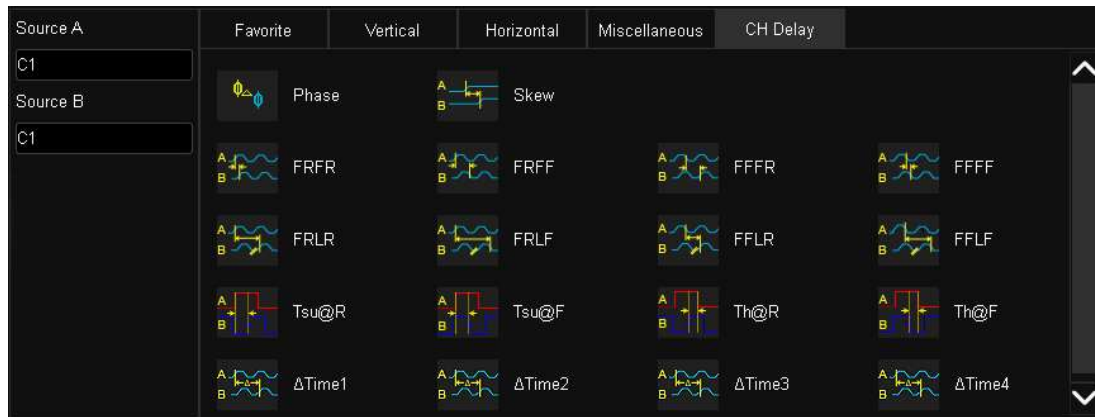
測定パラメータを追加する正しい手順は、A 領域でソースを選択し、次に C 領域でパラメータを選択することです。例えば、C1 に Pk-Pk 測定を、C2 に周期測定を追加するには、以下の手順に従います：

ソース > C1 > 垂直 > Pk-Pk

ソース > C2 > 水平 > 周期

チャネル遅延（CH Delay）測定の場合、関与するソース数が 1 を超えるため、ソース指定の手順が異なります：





パラメータ選択エリアで、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。

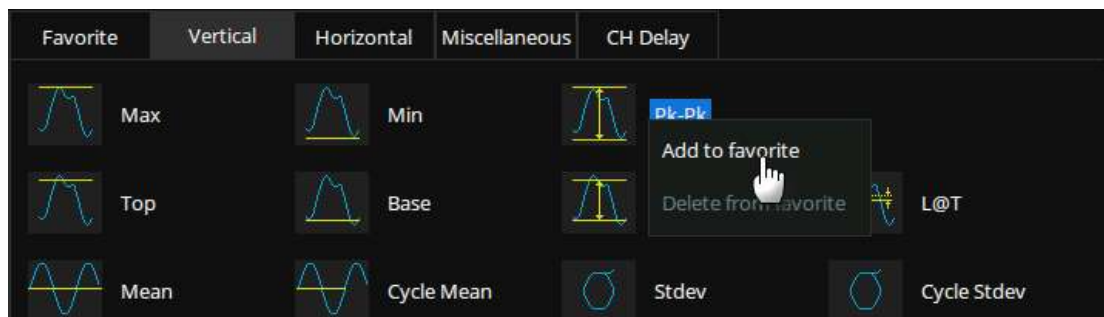
各パラメータの右上隅にある「-」をタッチすると、そのパラメータを閉じます。

領域右上の×をタッチすると測定を終了します。

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。

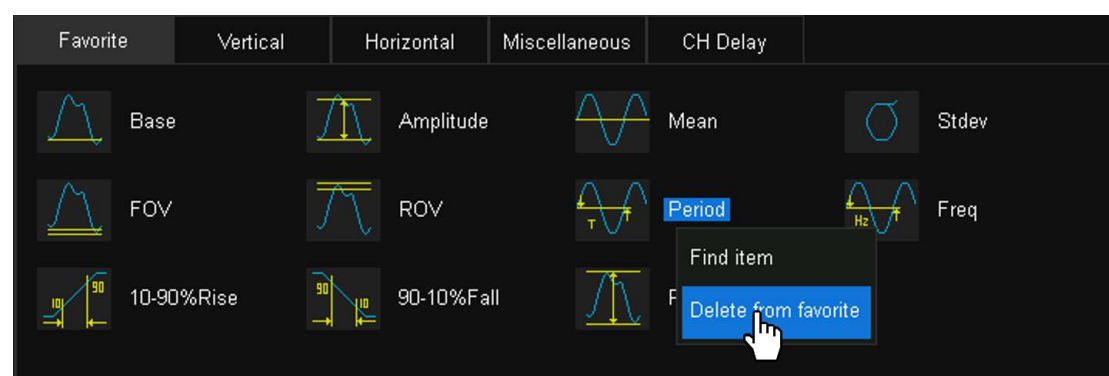
「お気に入り」タブは頻繁に使用する項目を保存するために使用します。このタブはカスタマイズ可能です。最大 20 項目まで保存できます。項目を長押しすると「お気に入り」タブへの追加または削除が行えます。例：Pk-Pk を「お気に入り」タブに追加する場合：

詳細設定 > タイプ > 縦書き > Pk-Pk > お気に入りに追加



「お気に入り」タブから周期を除去するには：

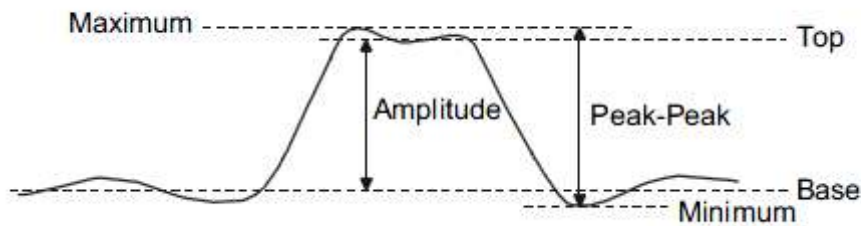
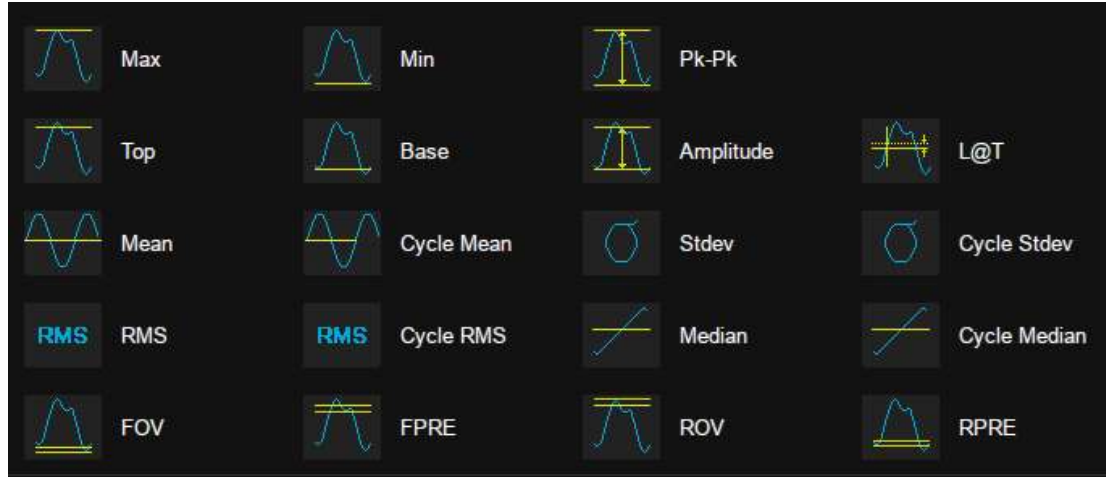
詳細設定 > タイプ > お気に入り > 周期 > お気に入りに削除



## 18.3 測定の種類

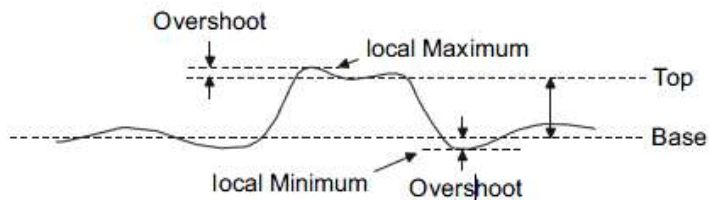
### 18.3.1 垂直測定

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

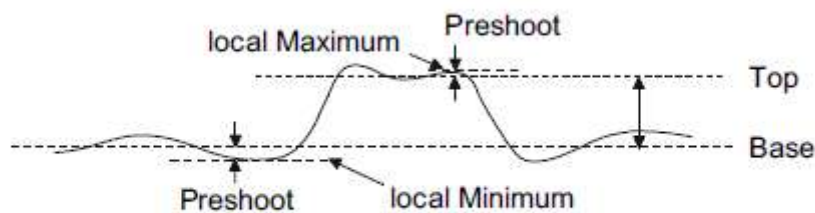
- サイクル中央値：最初のサイクルの中央値
- オーバーシュート (FOV)：立ち下がりエッジ後のオーバーシュート； $100\% \times (\text{ベース}-\text{最小値})/\text{振幅}$
- オーバーシュート (ROV)：立ち上がりエッジ後のオーバーシュート； $100\% \times (\text{最大値}-\text{トップ})/\text{振幅}$



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

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

- 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  
等しい値： $100\% \times (\text{max}-\text{top})/\text{振幅}$
- 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。



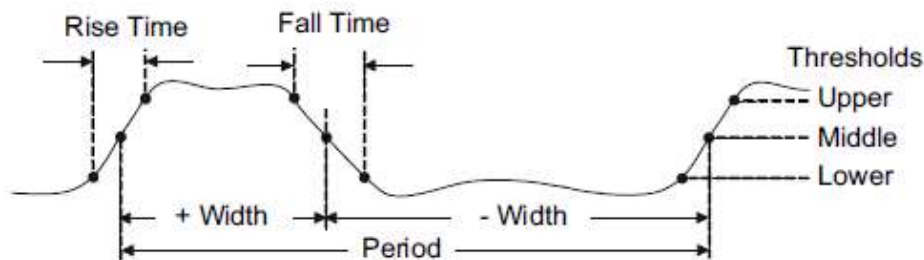
$$\text{Falling Edge Preshoot} = \frac{\text{Maximum} - \text{Top}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

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

- 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：

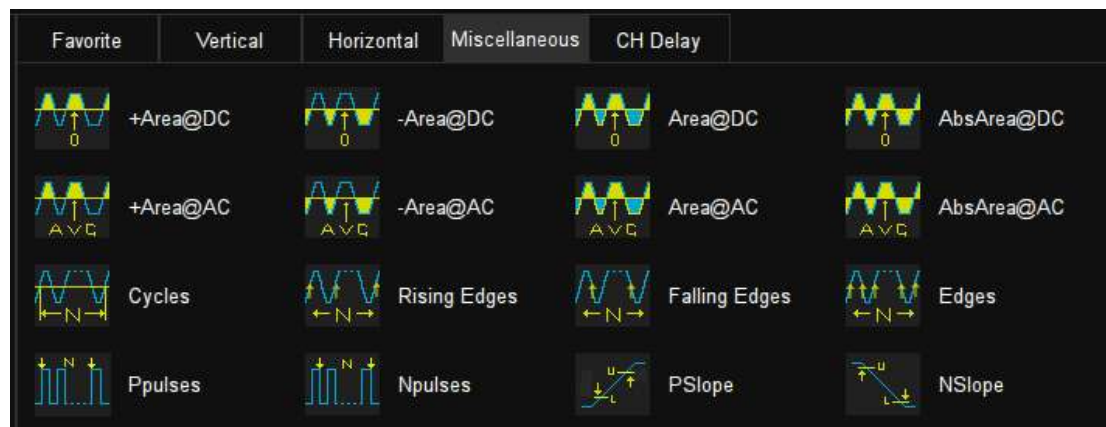


- **周期**：連続する同極性エッジの中間しきい値ポイント間の時間
- **周波数**：周期の逆数
- **最大値到達時間**：最大値到達時点
- **最小値到達時間**：最小値の発生時刻
- **+幅**：パルスの立ち上がりエッジの中間閾値から次の立ち下がりエッジの中間閾値までの時間差
- **-幅**：パルスの下降エッジの中間閾値から次の上昇エッジの中間閾値までの時間差
- **+デューティ**：正のデューティサイクル。正の幅と周期の比率
- **-Duty**：負のデューティサイクル。負の幅と周期の比率
- **+BWidth**：中間閾値における最初の上昇エッジから最後の下降エッジまでの時間
- **-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**：下限しきい値から上限しきい値までの立ち上がりエッジの持続時間
- **下降時間**：上側しきい値から下側しきい値までの下降エッジの持続時間

- **10-90%立ち上がり**: 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%からの下降エッジの持続時間
- **CCJ**: 連続する 2 周期間の差

### 18.3.3 その他の測定項目

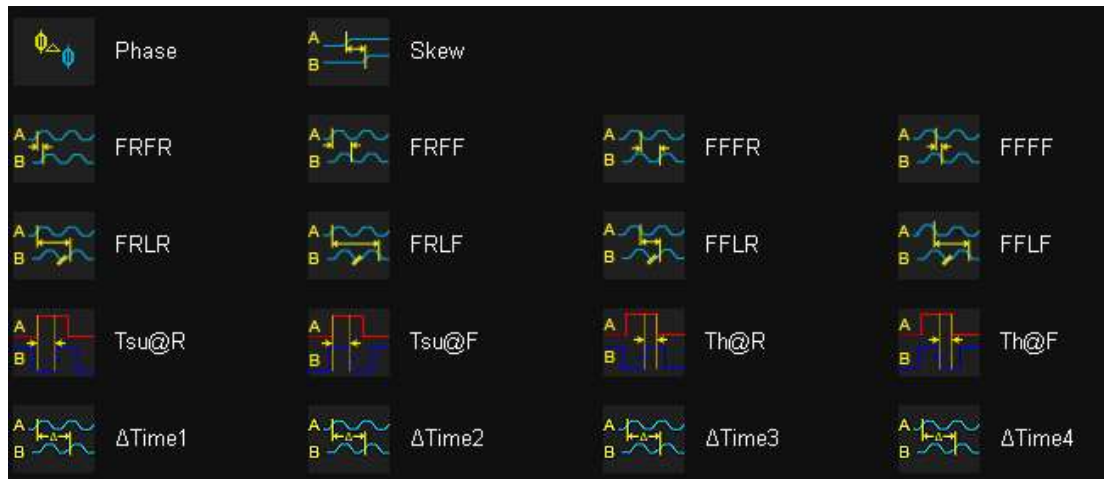
その他測定タブには 16 のパラメータが含まれます:



- **+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**: 平均値より大きい波形の面積
- **-Area@AC**: 平均値以下の波形の面積
- **Area@AC**: 平均値より大きい波形の面積から平均値より小さい波形の面積を引いた値
- **AbsArea@AC**: 平均値より大きい波形の面積と平均値より小さい波形の面積の和
- **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

### 18.3.4 遅延測定

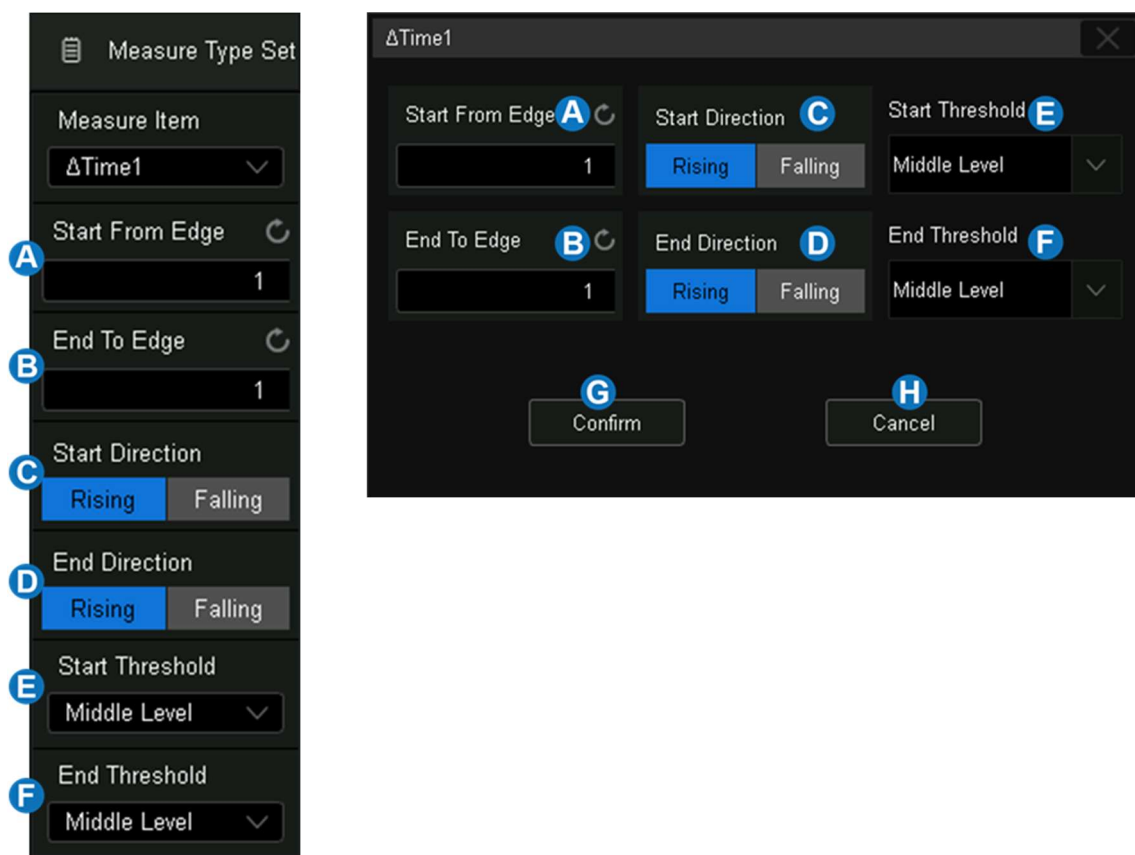
遅延測定は、2 つのチャネル間の時間差を測定します。これには 18 の遅延パラメータが含まれます:



- **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との間の時間
- **FFFR:** 中間閾値におけるソース A の最初の立ち下がりエッジと、それに続くソース B の最初の立ち上がりエッジとの間の時間
- **FFFF:** 中間閾値におけるソース A の最初の立ち下がりエッジと、それに続くソース B の最初の立ち下がりエッジとの間の時間
- **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 の最後の上昇エッジの間隔
- **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 の最後の降変エッジの間隔
- **FFLR:** 中間閾値におけるソース A の最初の立ち下がりエッジとソース B の最後の立ち上がりエッジの間隔
- **FFLF:** 中間閾値におけるソース A の最初の立ち下がりエッジとソース B の最後の立ち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ットアップ時間
- **Tsu@F:** クロック立ち下がりエッジ前のデータセットアップ時間
- **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
- **ΔTime1~4 :** ΔTime は 2つのエッジ間の時間です。

ΔTime 設定ダイアログボックスは次の手順でアクセス可能 : **Measure > Config > Measure Type Set**。または遅延測定パラメータウィンドウで対応する測定パラメータをタッチし ΔTime 設定ウィンドウを呼び出す。設定内容は以下の通り :



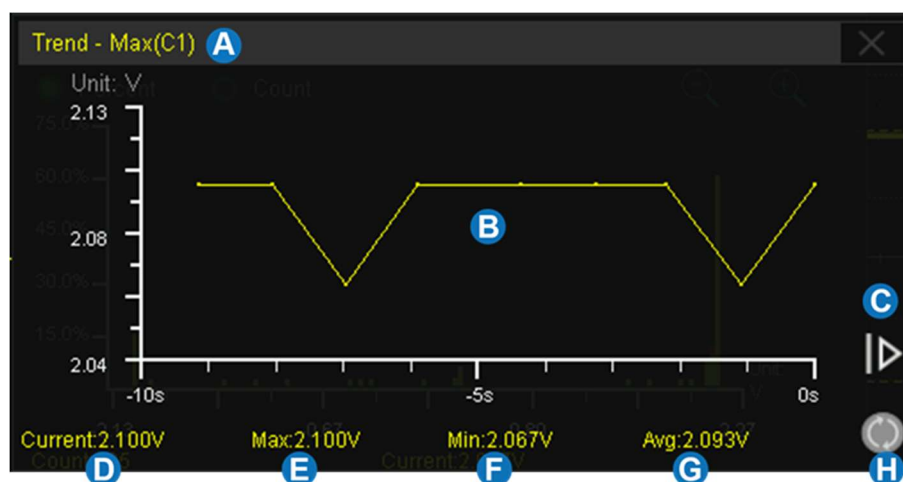


- A. 画面左側を起点とする「開始エッジ（ソース A）」のシーケンス番号を設定
- B. 終了エッジ（ソース B）のシーケンス番号を設定します。開始点は画面右側です
- C. 開始方向（立ち上がりまたは立ち下がり）を設定
- D. 終了の立ち上がり/立ち下がり方向を設定
- E. 開始のしきい値を設定（上限レベル、中間レベル、下限レベルから選択可能）
- F. 終了のしきい値を設定し、上限レベル、中間レベル、下限レベルを選択可能
- G. 設定を完了し測定パラメータを追加するには「確認」をタッチしてください。設定を変更する必要がある場合はダイアログボックスから行ってください
- H. キャンセルをクリックするとパラメータの追加をキャンセルし、ウィンドウを閉じます

## 18.4 トレンド

測定パラメータを追加すると、トレンドを使用して、選択した測定値の時間的な変化を観察することができます。



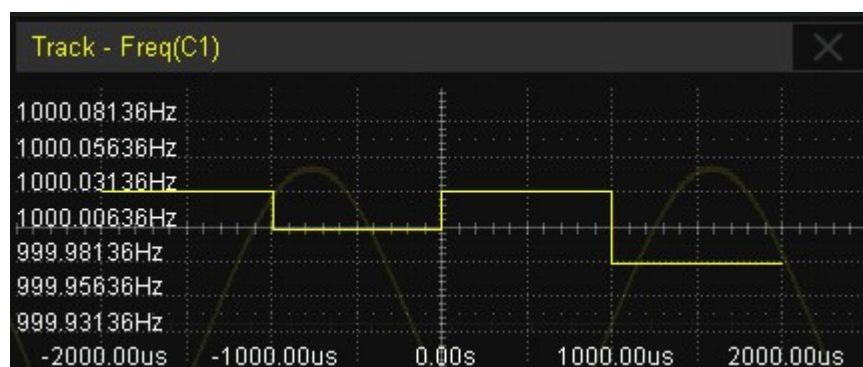


- A. 測定パラメータ表示エリア
- B. トレンドプロット表示領域
- C. 時間範囲を拡張します。タップすると時間範囲が広がります
- D. 現在の値
- E. 最大値
- F. 最小値
- G. 平均値
- H. 統計をリセット

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。



1000 は、1 フレーム内の統計数値の上限のデフォルト値です。この上限を超える値は、トラックブ

ロットには表示されません。

## 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が同時に表示されます。統計機能が有効になっている場合、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、測定値を追加または置換できます。



M2 モードでは、最大 12 個のパラメータ測定値が同時に表示されます。統計機能が有効になっている場合、統計値は測定項目の右側に表示されます。行をタッチすると、測定値を追加または置換できます。

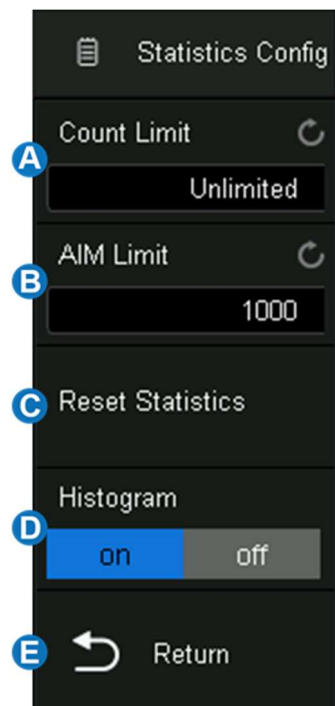


注: M2 モードではヒストグラム表示はサポートされていません。

## 18.7 測定統計

測定ダイアログボックスの「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:

- 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
- 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
- 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
- ヒストグラムの表示/非表示を切り替えます
- 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ための統計機能を有効にします。

MEASURE	Pk-Pk(C1)	ROV(C1)	Freq(C1)	Period(C1)	Max(C1)
Value	4.067V	0.000%	999.9138422Hz	1.00008617ms	2.033V
Mean	4.06667V	0.00000%	1.000002230760kHz	999.9977797us	2.03333V
Min	4.067V	0.000%	999.6467053Hz	999.66106us	2.033V
Max	4.067V	0.000%	1.0003390576kHz	1.00035342ms	2.033V
Pk-Pk	0V	0.00000%	692.352300mHz	692.3600ns	0V
Stdev	0.00mV	0.00000%	102.106026mHz	102.1058ns	0.00mV
Count	85	85	340	340	85

- **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
- **Max** – すべての過去の測定値の最大値
- **Stdev** – すべての過去の測定値の標準偏差
- **Count** – 過去の測定値の数

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で **Reset Statistics** をタッチするか、統計表示領域の  シンボルをタッチします。

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：

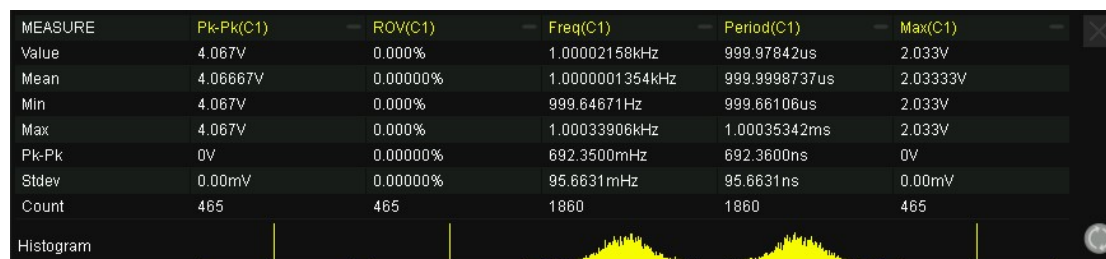
>2.02353V(↑) 波形が上端でクリップ

>2.02353V(↓) 波形が下側でクリップ

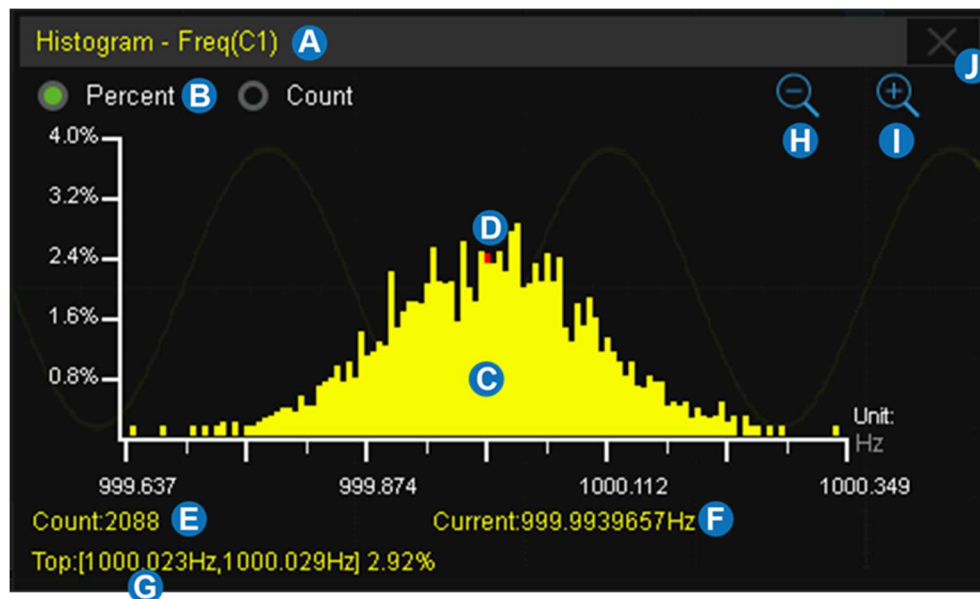
>1.922353V(↑) 波形が上下両端でクリップ

## 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）。



パラメータのヒストグラム領域をタッチすると、詳細を表示するために拡大されます。拡大されたヒストグラムウィンドウは、ドラッグして画面上で移動できます。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. 測定結果の統計的表現：パーセントまたはカウント
- C. 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。
- D. 現在の測定点を示します。指標点の色は測定源によって異なり、現在の例では赤色です
- E. 統計値のカウント
- F. 現在の値
- G. 最大値を含むビンと、値がそのビンに入る確率
- H. ヒストグラム領域を縮小
- I. ヒストグラム領域を拡大
- J. 拡大した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され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。

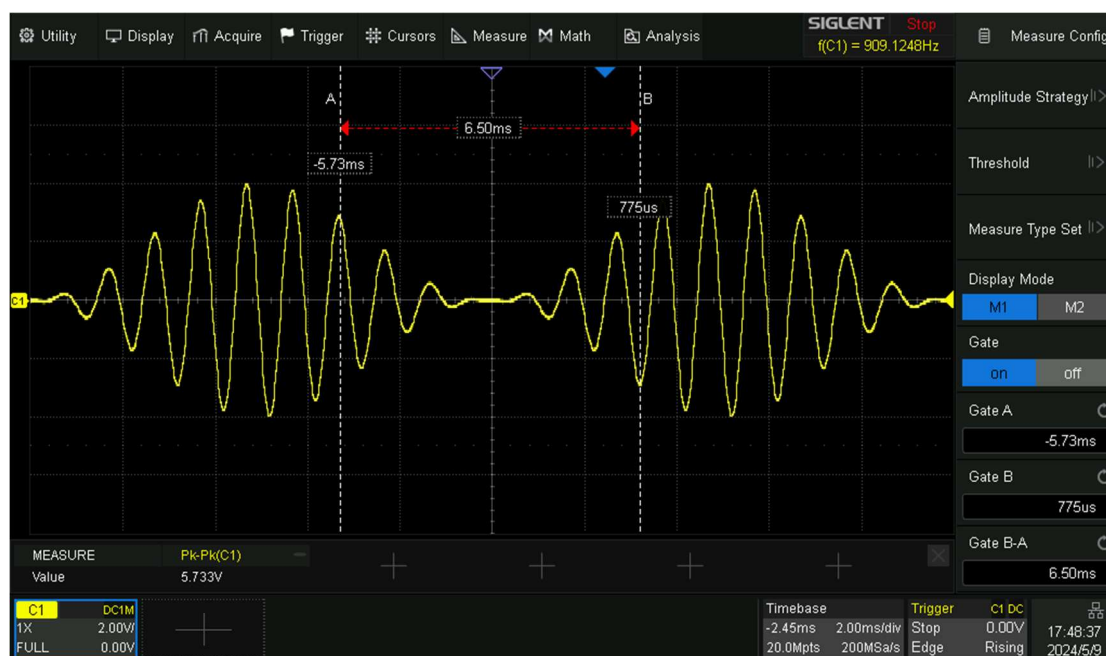
測定ダイアログボックスで「ゲート」をタッチすると、グリッド領域に水平カーソル A と B が表示されます。右側にゲート設定ダイアログボックスが表示されます。

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

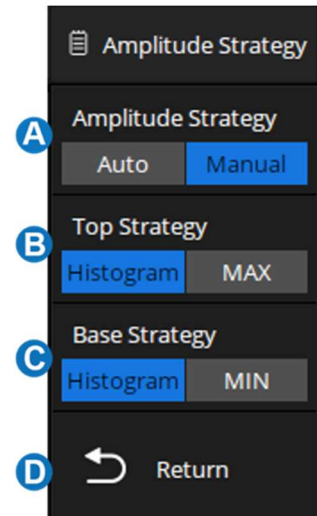
入力信号の種類に応じて、ユーザーは対応する振幅計算戦略を選択でき、これによりピーク値と谷



値の測定精度が向上します。

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：

- A. 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
- B. ピーク値計算戦略を設定します。「ヒストグラム」設定時はピーク値の半分を超える値をカウントし、確率が最大となる値をピーク値と判定します。「最大値」設定時は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、ピーク値の半分未満の値をカウントし、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



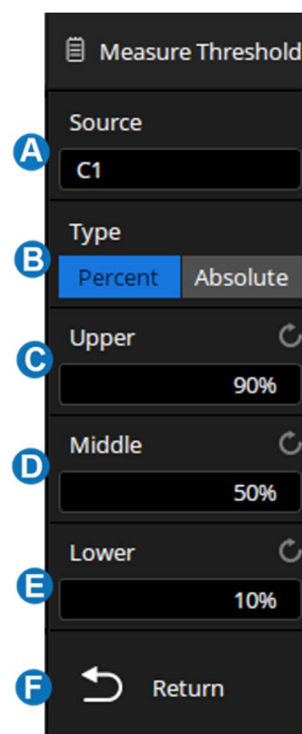
## 18.12 閾値

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%** 固定ではなく上下限閾値を指定可能。

デフォルトのしきい値を変更すると、関連する測定項目の測定結果が変わる場合があります。例：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。

測定ダイアログボックスで「設定」>「閾値」をタップすると、閾値ダイアログボックスが表示されます：

- 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
- F. 前のメニューに戻る



### しきい値タイプ

**パーセント**：波形のパーセントに応じて設定します。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、プローブの減衰率によって決まります。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の範囲に制限されます。絶対しきい値のいずれかが最小または最大の波形値より大きい、または小さい場合、測定は無効になる可能性があります。



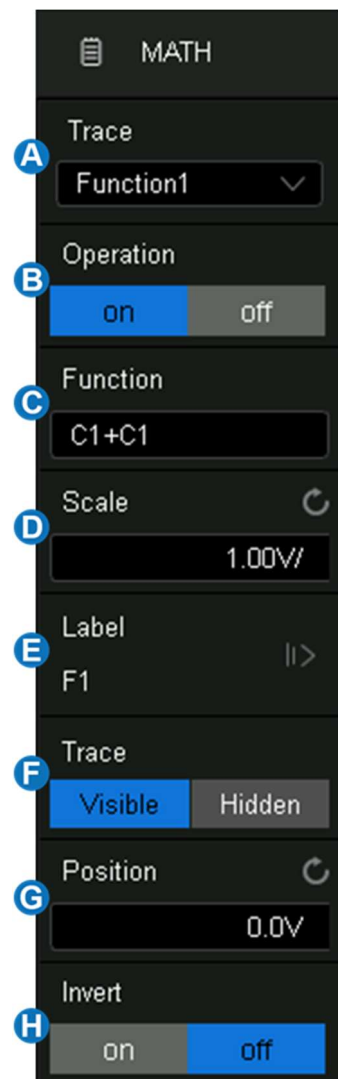
## 19 Math

### 19.1 概要

SDS2000X Plus 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、絶対値、恒等関数、否定；代数演算子：微分 (d/dt)、積分 (∫dt)、平方根 (√)、絶対値 (|y|)、符号、exp、exp10、ln、lg、補間；さらに FFT および数式エディタ。数学トレースは「F1」および「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できます。

フロントパネルの 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、F1 または F2 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 (F1 または F2) を選択
- 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. 数学トレースの表示/非表示を設定
- G. 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（「垂直方向のセットアップ」参照）
- H. 反転の有効/無効設定。これは「垂直方向のセットアップ」で説明されているプロセスと同様です



## 数学波形の単位設定

異なる演算には異なる次元があります。したがって、**【スケール】**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 <sup>2</sup> 、A <sup>2</sup> 、または W
除算 (/)	なし、Ω (抵抗の単位オーム)、S (コンダクタンスの単位ジーメンズ)
FFT	dBVrms、Vrms、dBArms、Arms、dBm
d/dt	V/s (ボルト/秒) または A/s (A/秒)
∫dt	VS (ボルト*秒) または AS (A*秒)
√	V <sup>0.5</sup> または A <sup>0.5</sup>
y	V, A
符号	V, A
Exp/Exp10	V, A
Ln/lg	V, A
intrap	V, A
平均	V, A
ERES	V, A

## 19.2 算術演算

SDS2000X Plus は、加算、減算、乗算、除算、平均、ERES、恒等演算、反転、最大値保持、最小値保持などの算術演算を実行できます。

### 19.2.1 加算/減算/乗算/除算

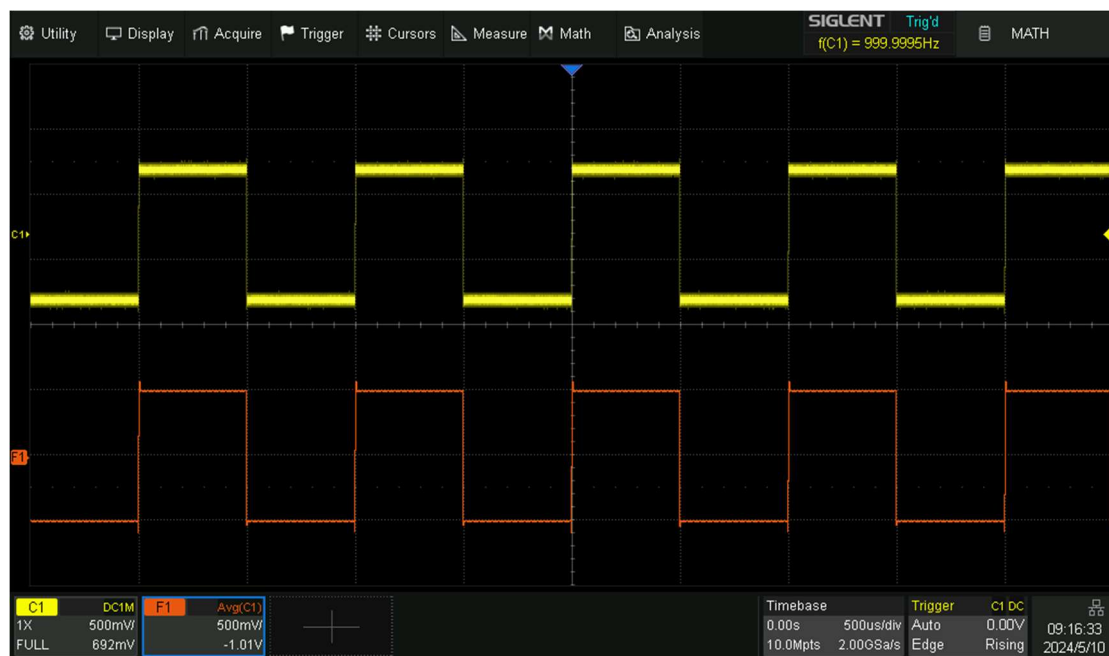
SDS2000X Plus は、任意の 2 つのアナログ入力チャンネル間で、加算、減算、乗算、除算などの算術演算を実行できます。ソース A とソース B の値は、ポイントごとに計算されます。

次の図は  $F1 = C1 + C2$  の例を示しています：



## 19.2.2 平均

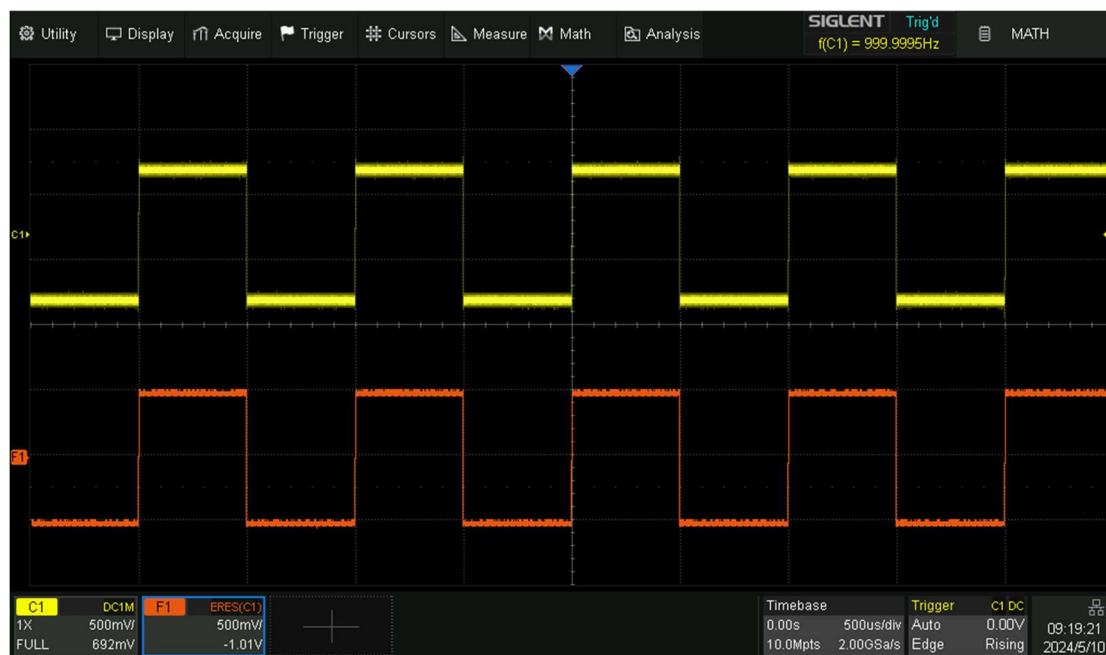
オシロスコープは複数の波形フレームを蓄積し、その結果として平均値を算出します。安定したトリガーが利用可能な場合、算出される平均値はワンショット記録よりもランダムノイズ成分が低くなります。蓄積するフレーム数が多いほど、ノイズは低減します。



**注記：** 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た方法でトリガされていることを確認することが重要です。

### 19.2.3 ERES

オシロスコープはサンプルをフィルタリングし、高周波領域のノイズを除去するため、信号対雑音比（SNR）が向上します。その結果、オシロスコープの実効ビット数（ENOB）が向上します。



ERES 動作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 モードでのデータ取得時に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：

ERES ビット	-3dB 帯域幅
0.5	0.25*サンプリングレート
1	0.115*サンプルレート
1.5	0.055*サンプルレート
2	0.028*サンプルレート
2.5	0.014*サンプルレート
3	0.007*サンプルレート

### 19.2.4 同一性/否定

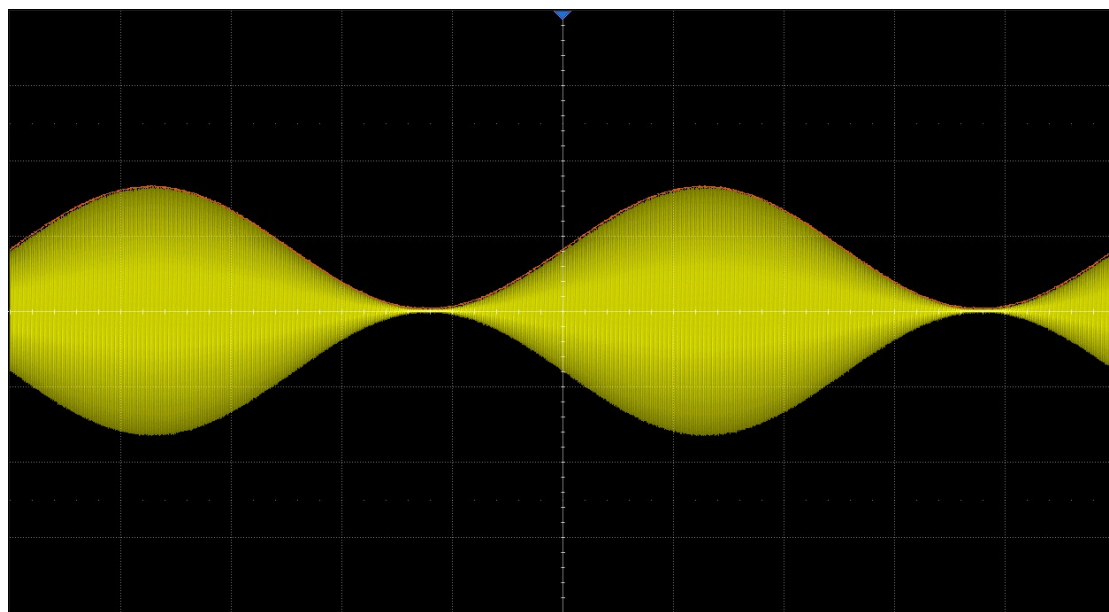
アナログチャネルのいずれかで同一性または否定演算が選択された場合、ソース A の値はポイントごとに計算される。

次の図は  $F1 = -C1$  の例を示しています：



### 19.2.5 最大値保持/最小値保持

Maxhold および Minhold の値は、複数フレームからの統計的計算に基づいています。次の図は Maxhold の結果を示しています。



## 19.3 代数演算

SDS2000X Plus は、微分 ( $d/dt$ )、積分 ( $\int dt$ )、平方根 ( $\sqrt{\phantom{x}}$ )、絶対値 ( $|x|$ )、符号、 $\exp(ex)$ 、 $\exp10(10^x)$ 、 $\ln$ 、 $\lg$ 、補間などの代数演算を実行できます。

### 19.3.1 微分

微分演算子 (d/dt) 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。これは常に、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使用されます。

微分方程式は次の通りです：

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

ここで：

d = 微分方程式の結果

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」に設定すると効果的です。

### 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** を設定すると、ソースの DC オフセットを補正する方法が提供されます。入力信号の小さな DC 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でさえ）は、以下に示すように、積分出力波形が「ランプ状」に上昇または下降する原因となります。



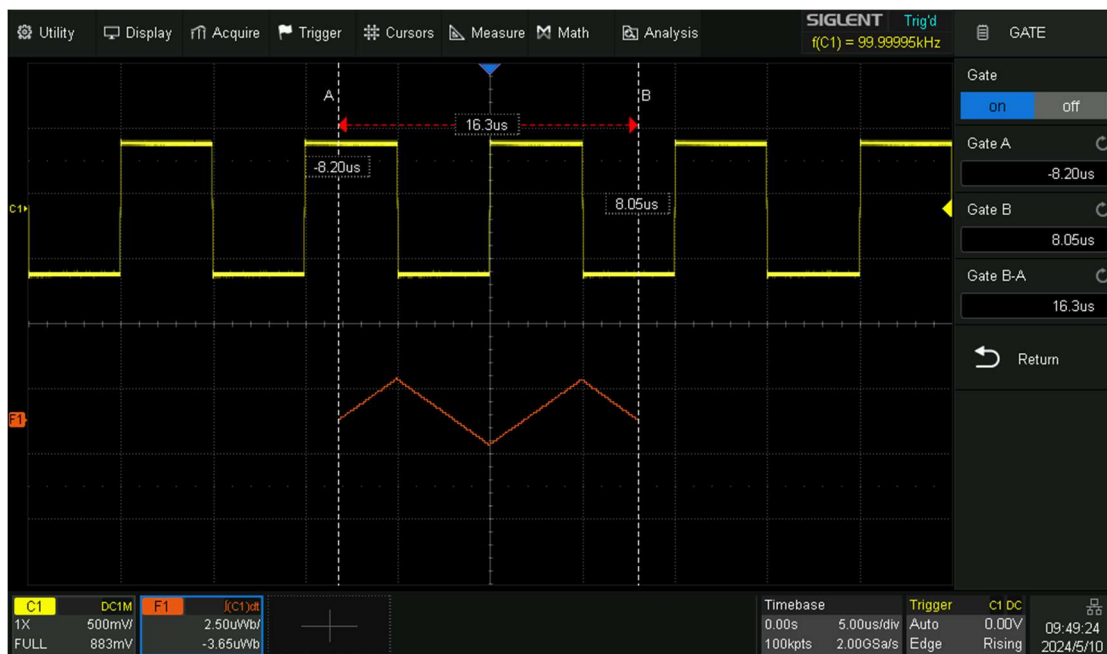
オフセットなしの積分



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で「Gate」領域をタッチし、「Gate」機能を有効にした後、「Gate A」と「Gate 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す。

実数  $x$  の符号関数は以下のように定義されます：

$\text{Sign}(x) = -1$     もし  $x < 0$  ならば、

$\text{Sign}(x) = 0$      $x = 0$  の場合、

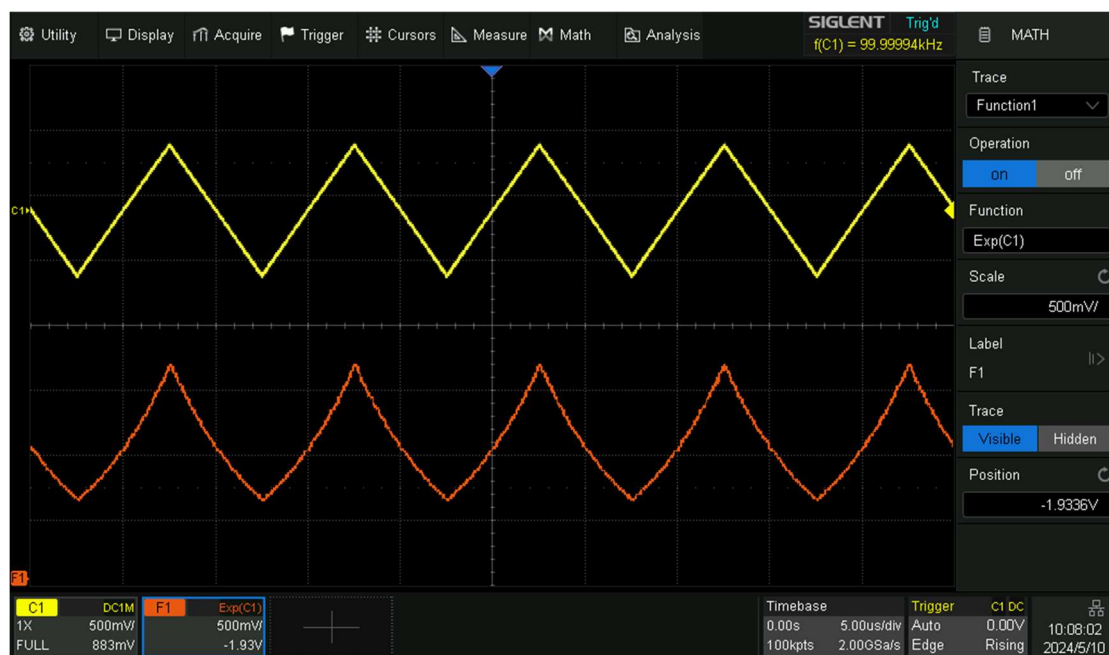
$\text{Sign}(x) = 1$      $x > 0$  の場合





### 19.3.6 Exp/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 Ln/Lg

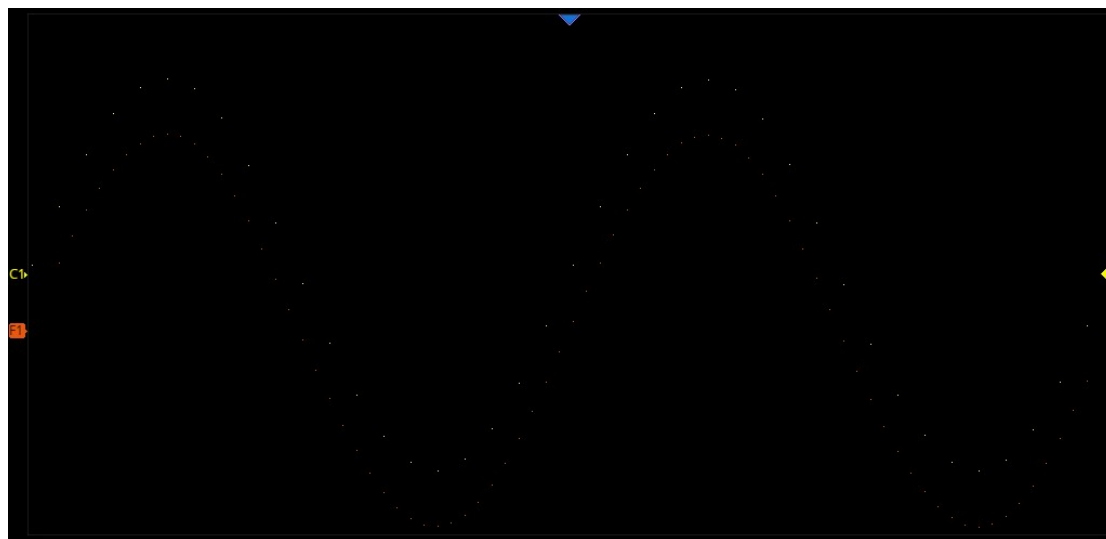
対数演算には、底  $e$  の対数 (ln) と底 10 の対数 (lg) が含まれます。対数演算では、波形値が負の場合（波形がグランドレベルより下にある場合）、結果はゼロとして表示されます。

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

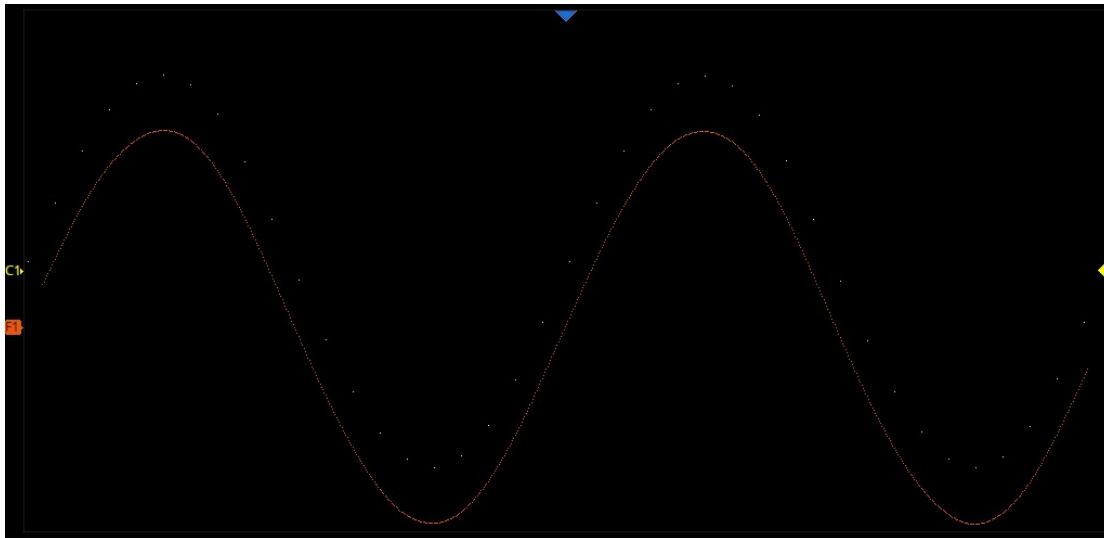


### 19.3.8 補間

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。補間方法を設定するには、**[取得]** > **[メニュー]** > **[補間]** をタッチします。補間係数は 2、5、10、20 に設定できます。



係数 = 2



係数 = 20

## 19.4 周波数分析

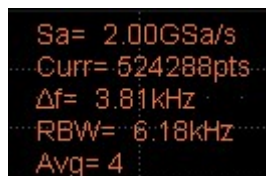
FFT（高速フーリエ変換）計算の結果は、信号源の周波数スペクトルである。FFT 表示の横軸は時間（秒）ではなく周波数 (Hz) 単位で表示される。さらに、縦軸には対数スケールリング (dBVrms/dBArms または dBm) のオプションが用意されている。このモードでは、オシロスコープの表示はスペクトラムアナライザと非常に似ている。



- A. 時間領域波形表示領域
- B. スペクトラム（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：

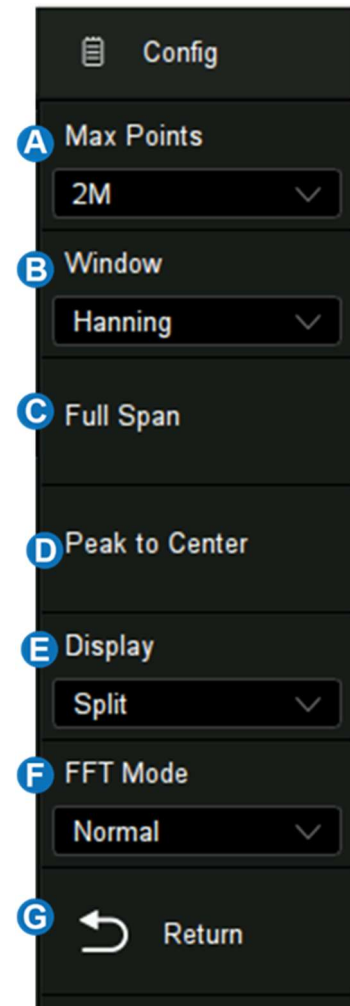


```
Sa= 2.00GSa/s
Curr= 524288pts
Δf= 3.81kHz
RBW= 6.18kHz
Avg= 4
```

- **FFT サンプルングレート (Sa):** FFT 演算結果は周波数スペクトルの第 1 ナイキスト帯域 (DC ~ Sa/2) を表します。FFT サンプルングレートは時間領域のサンプル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。最大ポイント数を **2 Mpts** に設定した場合：
  - ✓ 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、その後最初の **2 Mpts** を計算に使用する。この場合、FFT のサンプルングレート = 時間領域のサンプルングレート / **D** となる。例えば、時間領域のサンプルレートが **1 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、その後最初の **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 =  $1 \text{ GSa/s} \div 4 = 250 \text{ MSa/s}$  となります。
- **FFT ポイント (Curr) :** 現在の FFT ポイント数。2 の整数乗で、最大 200 万ポイント（正確には 2097152 ポイント）まで。
- **周波数間隔 (Δf) :** FFT シーケンス内の隣接する 2 点間の周波数間隔。周波数分解能に比例する。
- **等価分解能帯域幅 (RBW) :** ウィンドウタイプが異なる場合、Δf と RBW の比例関係は異なります。
- **FFT の平均カウント (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** をタッチすると設定ダイアログボックスが呼び出されます：

- A. 最大ポイントを設定（ $2n$ 、 $n = 11 \sim 21$ ）
- 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. 水平軸を自動でフォールスパン（ $0 \sim f_s/2$ ）に設定
- D. 前フレームの最大周波数成分に中心周波数を自動設定
- 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、最大値保持）
- G. 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 Plus 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。

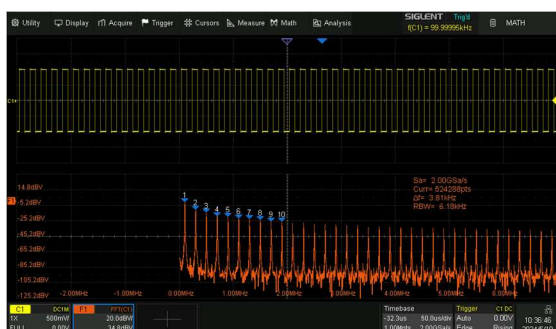
たとえば、周波数間隔が非常に近い 2 トーン信号の場合、最高の周波数分解能を持つ矩形ウィンドウを使用するのが適しています。振幅測定の精度が重要な場合は、最高の振幅分解能を持つフラットトップウィンドウを選択することをお勧めします。

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

ウィンドウ	特性	主ビーム幅	サイドロブ抑制	最大振幅誤差
ハニング	より優れた周波数分解能 振幅分解能が低い	$8\pi/N$	-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が別々に表示されます。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配置されます。分割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が同時に表示されます。
- 排他的表示**：周波数領域波形のみが表示されます。



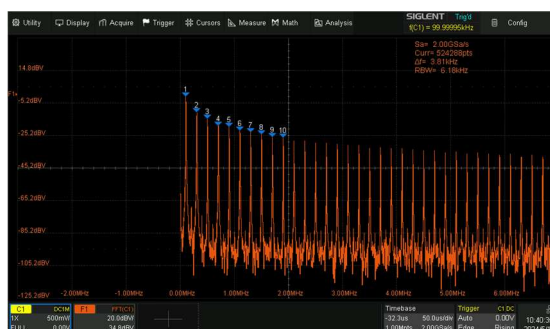
分割モード、ズームオフ



分割モード、ズームオン



フルスクリーンモード



排他的モード

## 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

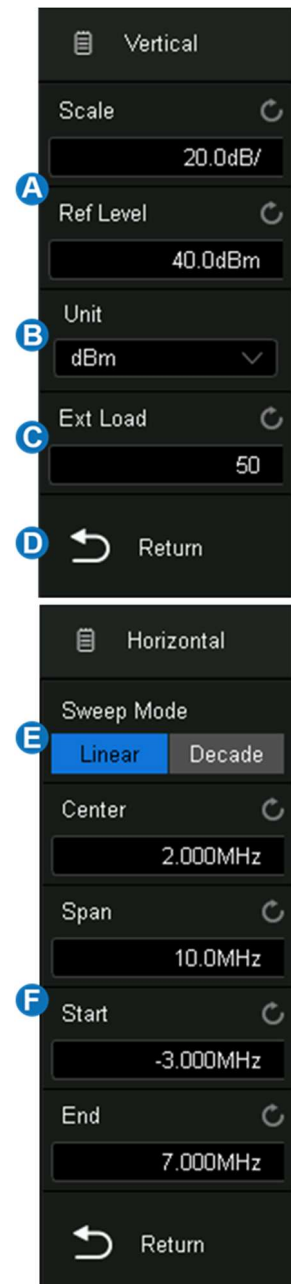


は、散発的なパルス信号や周波数ホッピング信号など、不連続な波形の検出に適しています。最大値保持波形をクリアするには、フロントパネルの「**クリアスイープ**」ボタンを押してください。

- **平均化**：信号に重畳するランダムノイズの影響を低減します。FFT モードを平均化に設定すると、**FFT モード欄**に**平均カウント**が表示されます。ここで平均カウントを 4～1024 の範囲で設定可能です。フロントパネルの **Clear Sweeps** を押すか、ダイアログボックスの **Reset** 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せます：

- 垂直スケールと基準レベルを設定
- 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
- 外部負荷を設定します。これは正しい dBm 結果を計算するために使用されます
- 前のメニューに戻る
- FFT スイープモードを設定
- 水平パラメータを設定：中心周波数、スパン、開始周波数、終了周波数



## 単位

垂直軸の単位は dBm、dBVrms、または Vrms に設定可能です。dBVrms と Vrms はそれぞれ対数ス

ケーリングまたは線形スケーリングを使用します。広いダイナミックレンジを表示するには dBVrms が推奨されます。dBm は電力単位であり、**Ext Load** の値を実際の測定信号の負荷インピーダンスと一致させる場合にのみ正しい結果が得られます。

### 垂直軸制御

- **FFT** 波形の基準レベルを設定するには、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドで「基準レベル」をタッチします。フロントパネルのデコード、デジタル、数学演算、基準信号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。また、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。
- **エンド**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：

$$\text{センター周波数} = (\text{開始周波数} + \text{終了周波数}) / 2$$

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

### FFT ツール

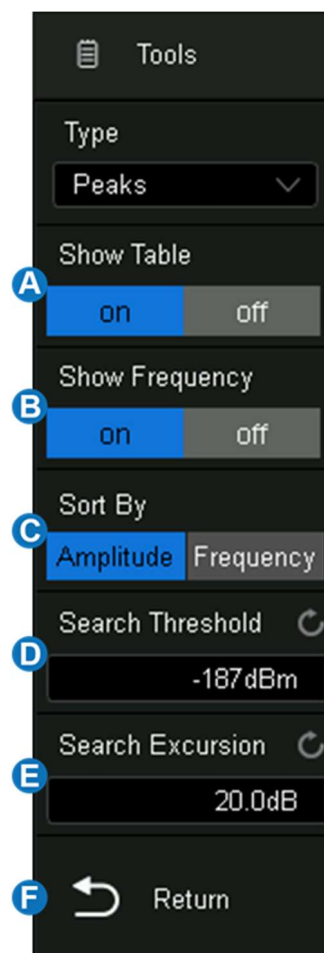
SDS2000X Plus は **FFT** 波形用に 2 つのツールを提供します：ピーク検出ツールとマーカーツールです。ピーク検出ツールは適格なピークポイントを自動検索し、**FFT** 波形上にマークします。最大 10 ピークまで対応します。マーカーツールはピーク検出ツールに基づき適格な高調波を自動検索し、ユーザーは各マーカーの位置を制御できます。最大 8 マーカーまで対応します。

**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内の「**ツール**」をタッチしてください：



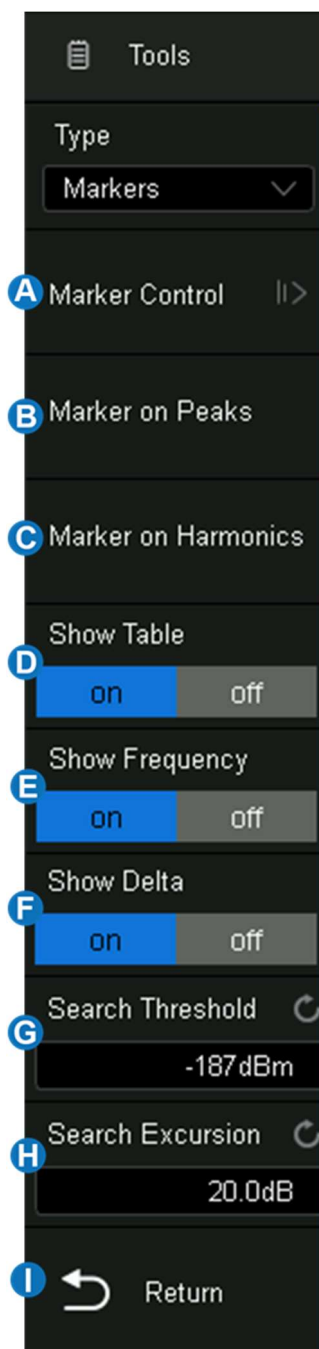
FFT ツールタイプがピークに設定されている場合、ダイアログボックスは以下のようになります：

- 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テーブルに表示されます
- 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. 振幅または周波数でピークを並べ替え
- D. 検索閾値を設定します。指定値を超えるピークのみが表示されます
- 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 ツールタイプがマーカーに設定されている場合、ダイアログボックスは以下のようになります：

- A. マーカー制御。各マーカーの表示と位置を制御するにはタッチしてください
- B. ピーク上のマーカー。**検索閾値**と**検索振幅**の条件を満たすピークを自動的にマークします
- C. 高調波マーカー。FFT 波形の各高調波を自動的にマーキングします
- D. テーブルの表示/非表示を切り替えます
- E. 周波数表示のオン/オフを切り替えます
- F. デルタ表示のオン/オフ
- G. 検索閾値を設定します。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ます
- 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（ピークとして判定される値）より大きい必要があります
- 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 波形に対して有効化されたピークツールの表示例です：



## FFT 波形の測定

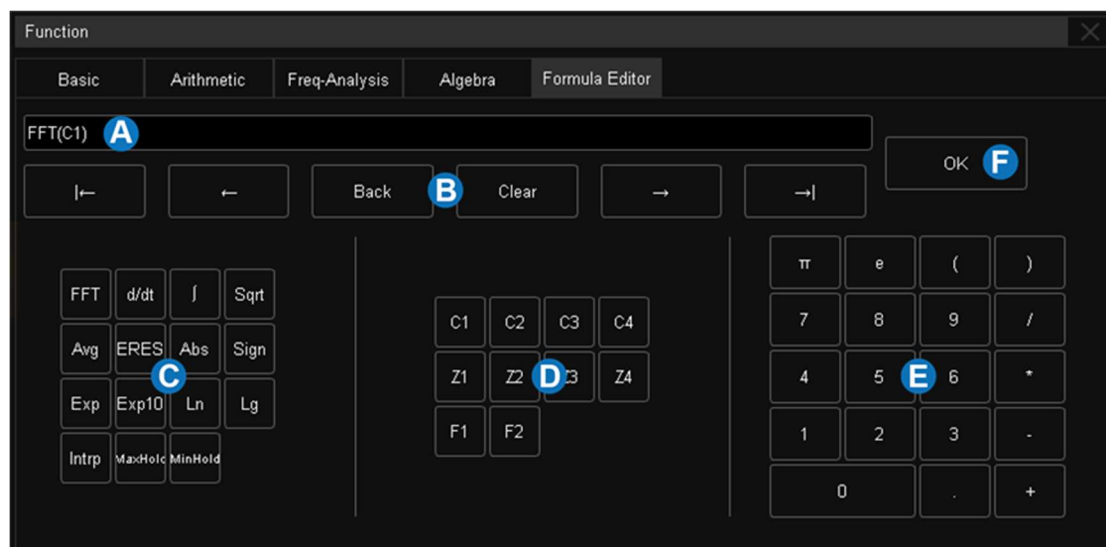
フロントパネルのカーソルボタンを押してカーソル機能を有効にし、ソースを「Math」に設定します。X1 および X2 カーソルを使用して、カーソル位置の周波数値を測定できます。

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。アプリケーションで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：



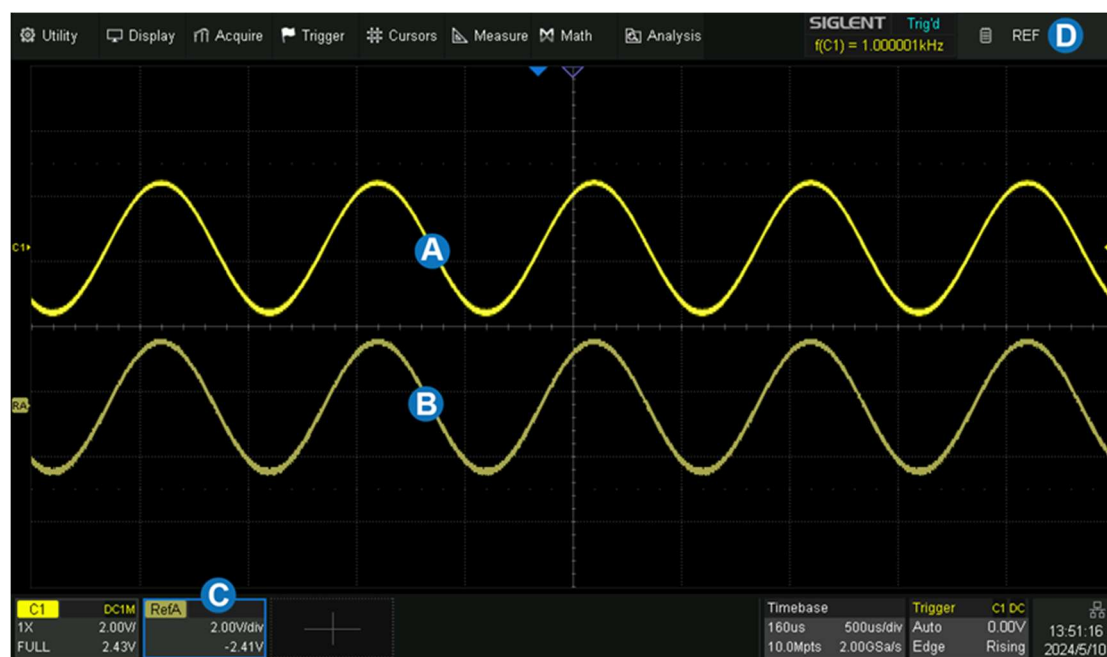
- A. 数式表示テキストボックス
- B. 入力式を消去・修正できる操作領域
- C. 特殊演算子
- D. 演算ソース。Cx はアナログトレース、Zx はズームトレース、Fx は数学トレースを表します
- E. 基本算術演算子（加算(+)、減算(-)、乗算(\*)、除算(/)）を含むキーボード領域
- F. 確定ボタン。数式入力後、ボタンを押すと適用されます

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



## 20 参照

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参照位置（REFA/REFB/REFC/REFD）に保存できます。保存された参照波形は呼び出され、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. リファレンス記述子ボックス
- D. 参照ダイアログボックス（この図では非表示）

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で **+** をタッチし、**Ref** を選択して **ref** ダイアログボックスを呼び出します。

- A. リファレンスの位置を選択 (REFA / REFB / REFC / REFD)
- B. ソースを選択 (C1~C4 および MATH)
- C. 参照波形の表示を有効/無効にする
- D. リファレンストレースのラベルテキストを設定
- E. **B** 内の指定波形を指定場所に保存 **A**
- F. 基準波形を表示/非表示に設定



### 基準波形を調整する

フロントパネルのデコード、デジタル、数学、参照で共有される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。

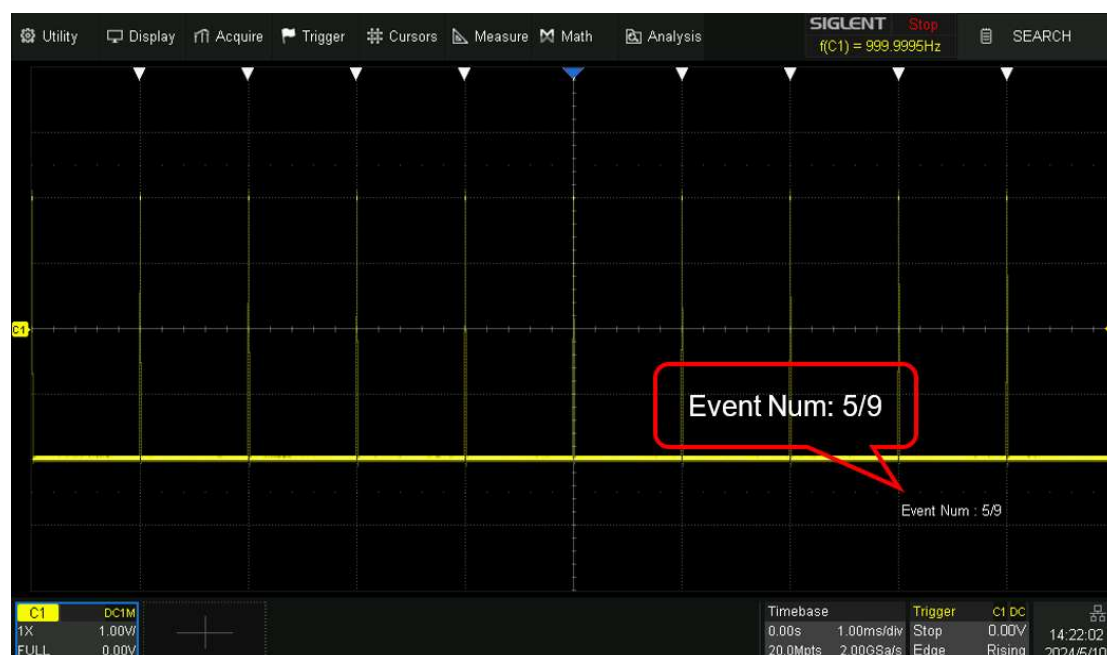
## 21 検索

SDS2000X Plus は、指定したイベントをフレーム内で検索できます。該当するイベントの位置は、ディスプレイ上部に表示される白い三角形のインジケータで示されます。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 件のイベントをサポートします。ロールモードで取得を実行中に設定している場合、検索可能なイベント数に制限はありません。検索機能を有効にしている間、波形をズーム表示できます。

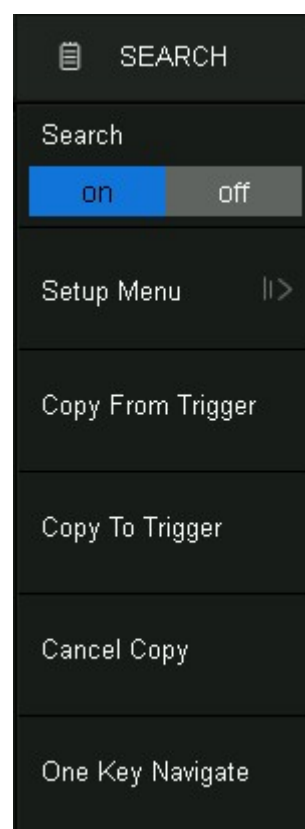


- A. イベント検索インジケータ（イベント発生時刻を示す）
- B. 表示上にマークされたイベントの総数
- C. 検索ダイアログボックス（この例では非表示）

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表示されているものです。



フロントパネルの検索ボタンを押すか、メニュー「分析」  
 > 「検索」をタッチすると、検索ダイアログボックスが  
 呼び出され有効になります。



## 設定メニュー

セットアップメニューで検索タイプを選択・設定します。SDS2000X Plus は 5 つの検索条件を提供します：エッジ、スロープ、パルス、インターバル、ラント。



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ータイプと同様です。詳細は「エッジトリガー」、「スロープトリガー」、「パルストリガー」、「インターバルトリガー」、「ラントトリガー」の各セクションを参照してください。

## コピー

SDS2000X Plus 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**：トリガーからのコピーを実行する場合、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

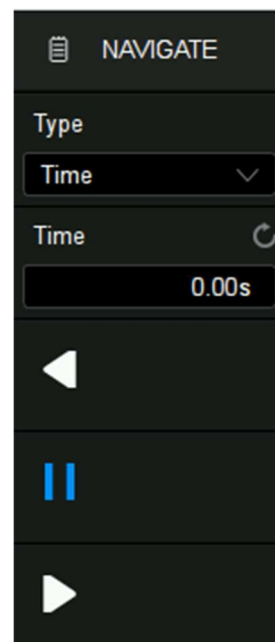
フロントパネルの[ナビ]ゲートボタンを押すか、メニューの [分析]> [ナビゲート] をタッチして、ナビゲートダイアログボックスを呼び出します。SDS2000X Plus には、イベント検索、時間、履歴フレームの 3 種類のナビゲートタイプがあります。

### 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で「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。
- フロントパネル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 3 段階：低速、中速、高速です。



## イベント検索による のナビゲーション

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)。

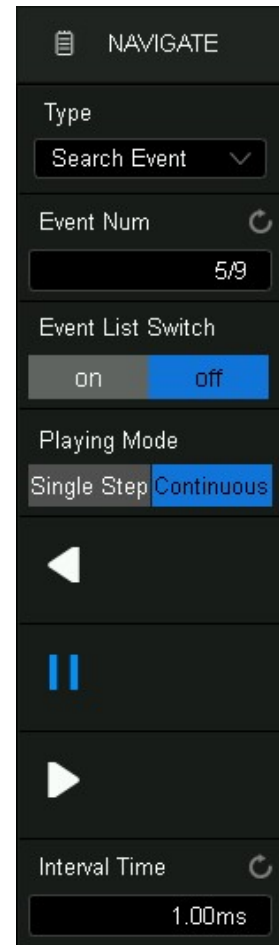
ナビゲーションダイアログボックスで「**タッチタイプ**」を選択し、ナビゲーションタイプを「**検索イベント**」に設定します。

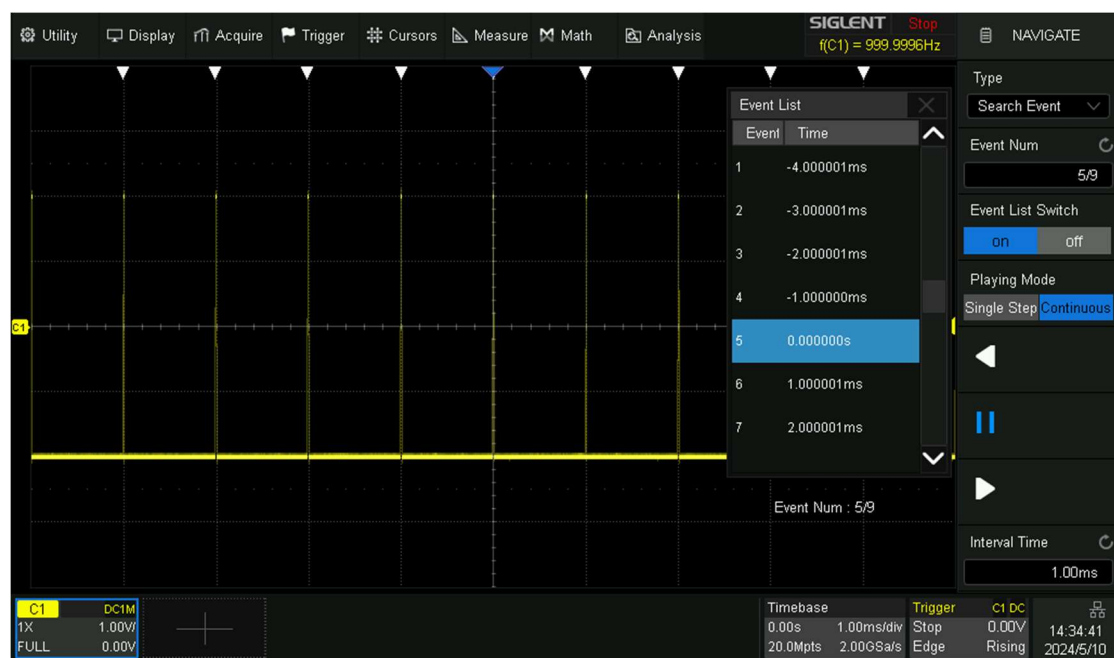
**イベント番号**をタッチして、ユニバーサルノブまたは仮想キーパッドでイベント番号を設定します。フロントパネルのナビゲーションボタン◀または▶を押して、前の検索イベントまたは次の検索イベントに移動します。

**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。

**インターバルタイム**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ジャンプします。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です。





## 履歴フレームによる のナビゲート

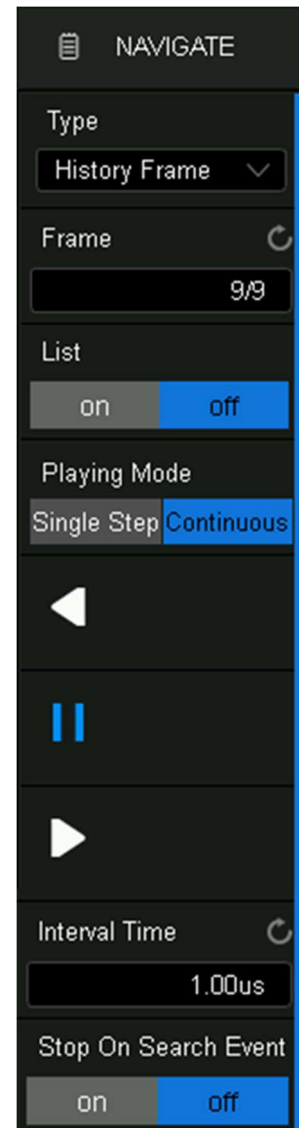
履歴機能がオンの場合、ナビゲートを使用して履歴フレームを再生できます（履歴機能の詳細については、「履歴」の章を参照してください）。

ナビゲートダイアログボックスで「タッチタイプ」を選択し、ナビゲートタイプを「履歴フレーム」に設定します。

フレーム番号を設定するには、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します。フロントパネルのナビゲーションボタン◀ || ▶を押して、再生を戻す、停止、または再生を進めることができます。

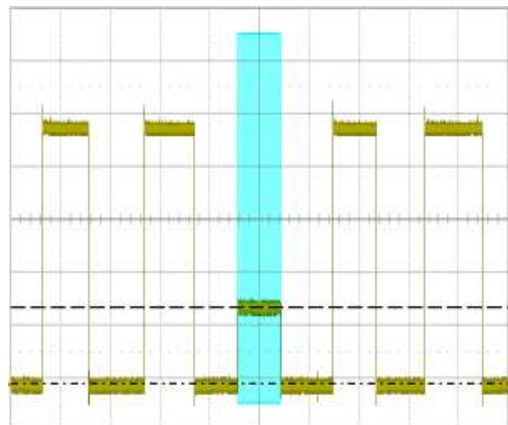
再生モードをタッチして、検索イベントの再生モードを設定します。

インターバル時間をタッチすると、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できます。



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 2V の周期的な矩形波であり、40ms ごとに通常振幅の 1/3 の高さを持つドワーフパルスが発生します：

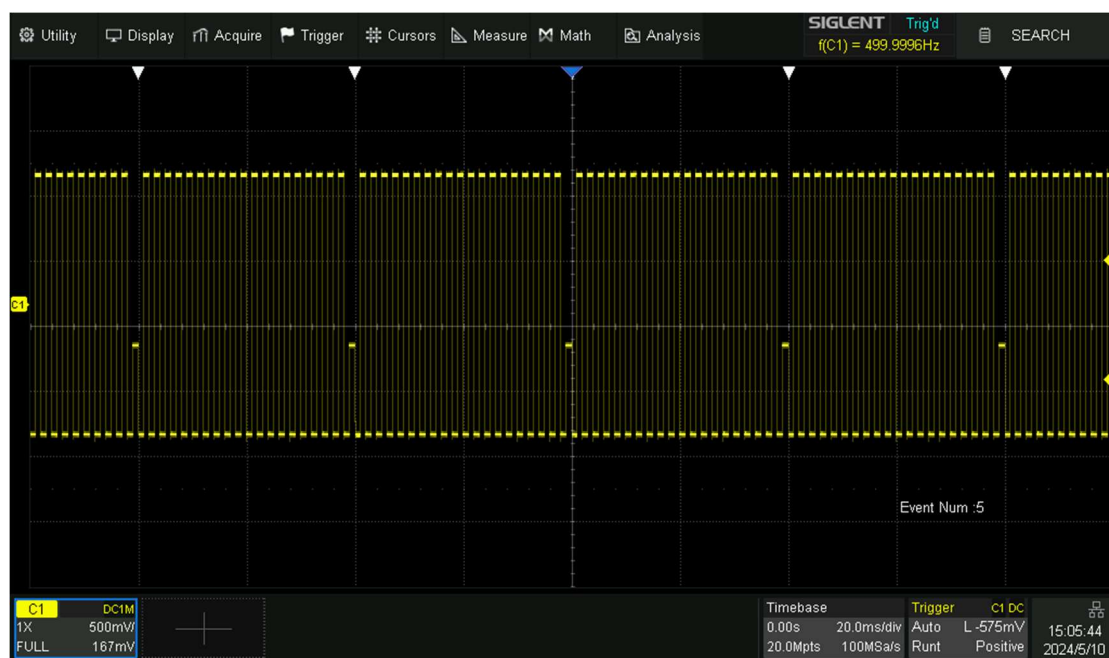


まず、トリガータイプをラントに設定し、矮小パルスでトリガーします。詳細は「ラントトリガー」を参照してください。

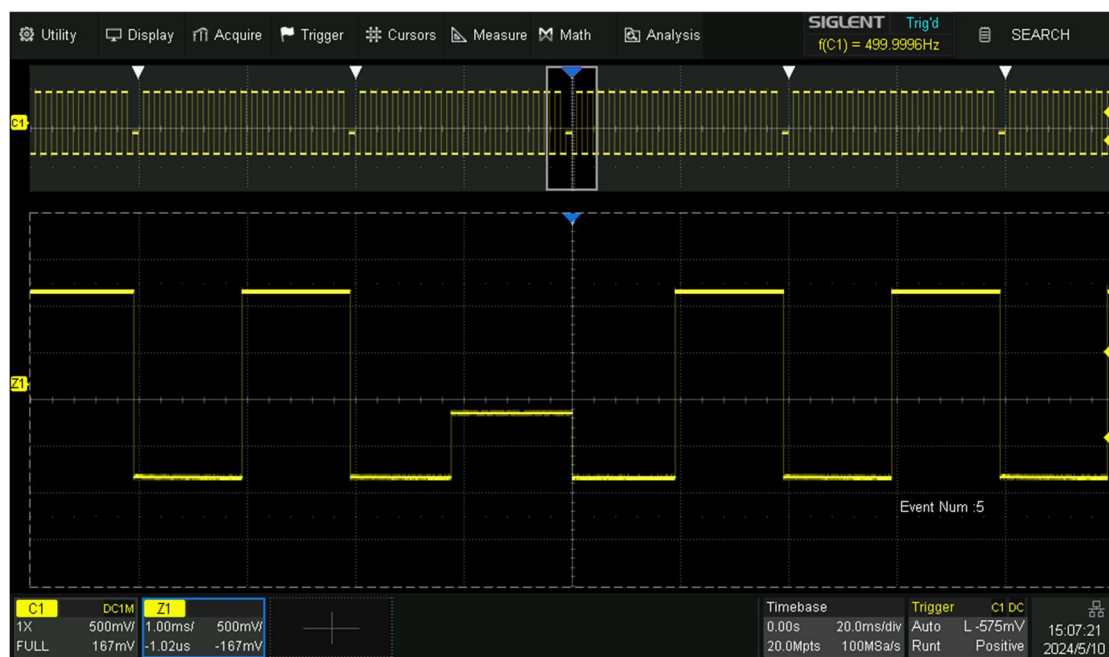


次に、検索機能を有効にし、検索ダイアログボックスで「トリガーからコピー」を操作します。これにより、オシロスコープはトリガーと同じ設定でドワーフパルスを検索します。

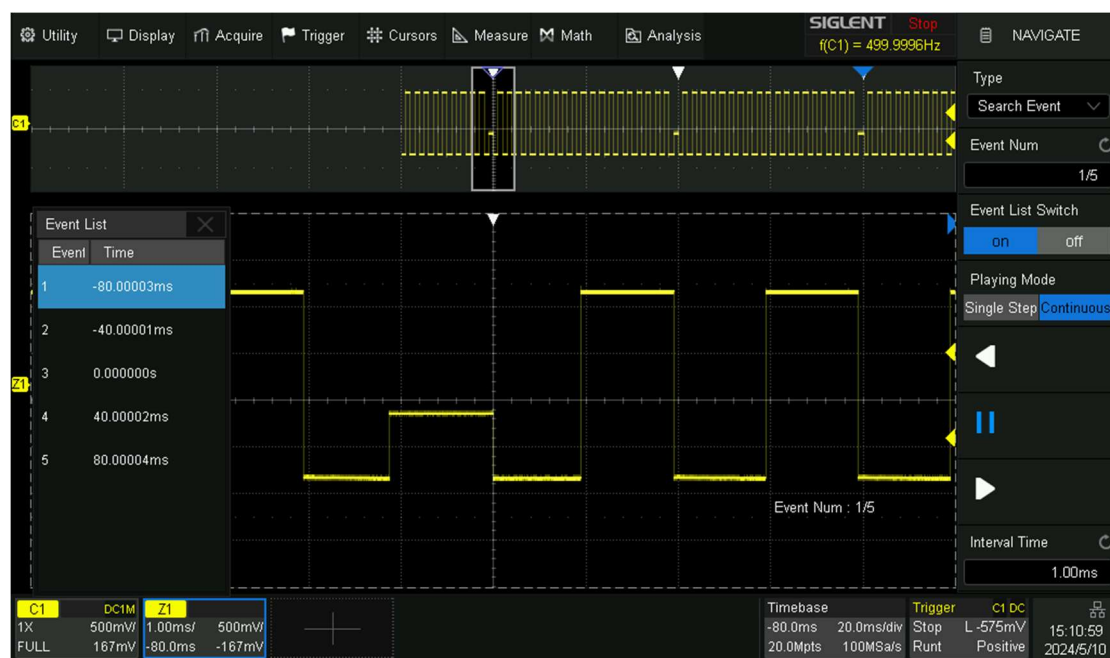
水平スケールを  $20\text{ ms/div}$  に設定すると、約  $40\text{ ms}$  間隔で 5 つのマーカが表示され、 $200\text{ ms}$  のフルスクリーン時間範囲内で合計 5 つのドワーフパルスが検出されたことを示します：



ズーム機能を有効にすると、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できます：



フロントパネルの「実行/停止」ボタンを押して取得を停止し、次に「ナビゲート」>「タイプ」の手順に従って「イベント検索」を選択します。次の図は最初のドワーフパルスを示しています。この例ではリストが有効化されており、各イベントの時間ラベルがリストに表示されています。

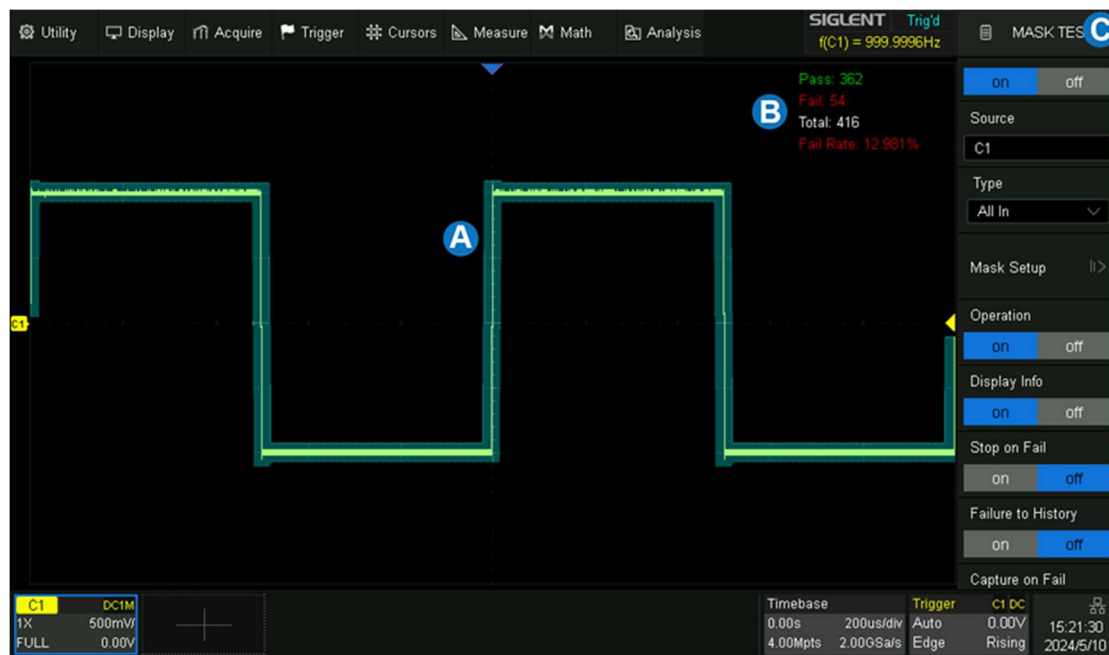




## 23 マスクテスト

### 23.1 概要

ユーザーはマスクを作成し、合格/不合格判定に用いるルールを定義できます。ルールに違反するイベントは不合格と定義され、背面パネルの「**Aux Out**」ポートからパルスを生成できます。これは、生産テストや類似のバッチ測定において、（不良品）を特定し、（異常）を定量化するのに非常に有用です。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. マスク領域は緑色で表示されます。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：

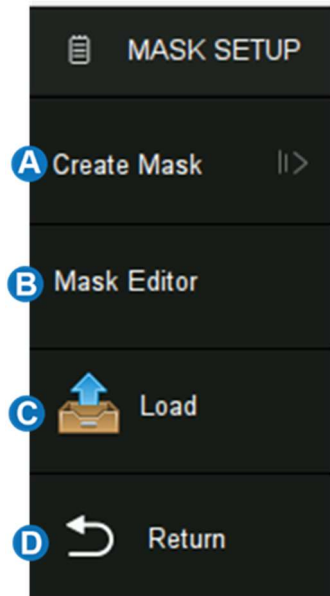
- A. テストのオン/オフを切り替えます
- B. ソースの選択 (C1～C4)
- C. ルールを選択 (全入力、全出力、任意入力、任意出力)
- D. マスクを設定する
- E. 合格/不合格動作のオン/オフを切り替えます。テスト実行中にこの動作をオフにすると、テストが直ちに停止し、情報表示領域のカウンタも停止します。再度オンにするとテストが再開され、全てのカウンタがクリアされます。フロントパネルのクリアスイープボタンを押す操作と同等です
- F. 情報表示のオン/オフ
- G. 「故障時停止」のオン/オフを切り替えます。オンの場合、オシロスコープは故障を検知すると取得を停止します
- H. 「失敗を履歴に保存」のオン/オフを切り替えます。オンの場合、失敗フレームが履歴バッファに保存されます
- I. 「故障時キャプチャ」のオン/オフ。オン時、故障フレームを含むスクリーンショットが自動保存されます
- J. 障害発生時の音声プロンプトのオン/オフ



## 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。

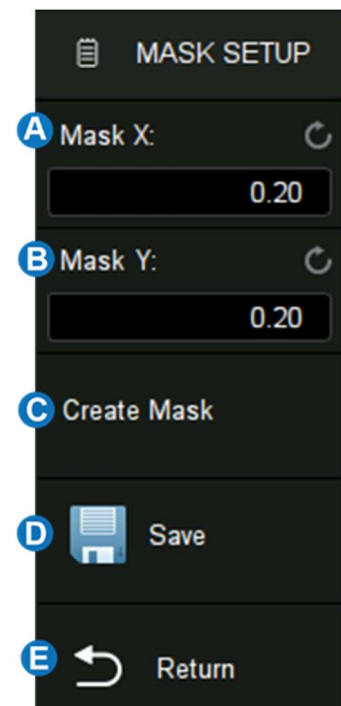
- A. 波形に基づいて自動的にマスクを作成
- B. マスクエディタツールを使用してカスタムマスクを作成
- C. 読み込むマスクの場所を指定する
- D. 前のメニューに戻る



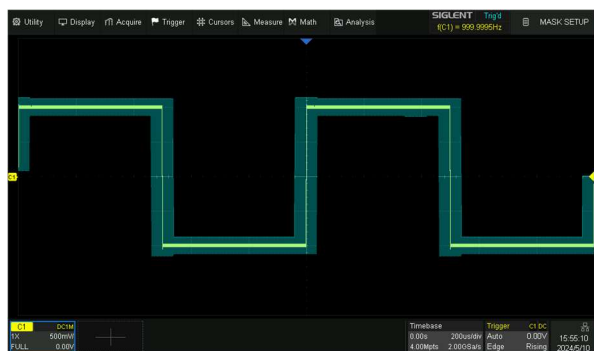
### 23.2.1 マスクを作成

既存の波形トレースに基づいてマスクを作成できます。

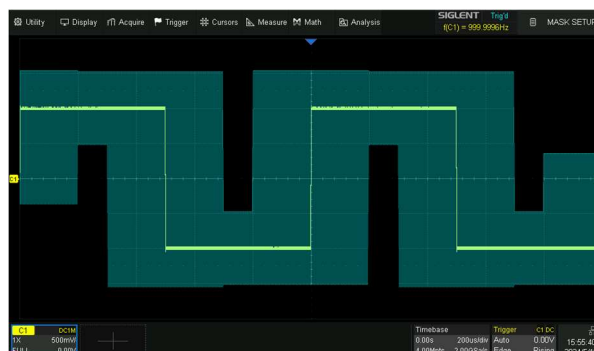
- A. マスクとトレースの水平方向の間隔を設定します（単位：分割）
- B. マスクのトレースに対する垂直方向の間隔を設定します（単位：分割数）。
- C. **A** の設定に基づきマスクを作成し **B**
- D. 保存するマスクの場所を指定
- E. 前のメニューに戻る



マスク **X** とマスク **Y** の値（表示目盛単位）を設定し、**マスク作成**を実行してマスクを生成します。水平方向と垂直方向の調整範囲は 0.08～4.00 目盛です。



X = 0.2 div, Y = 0.2 div

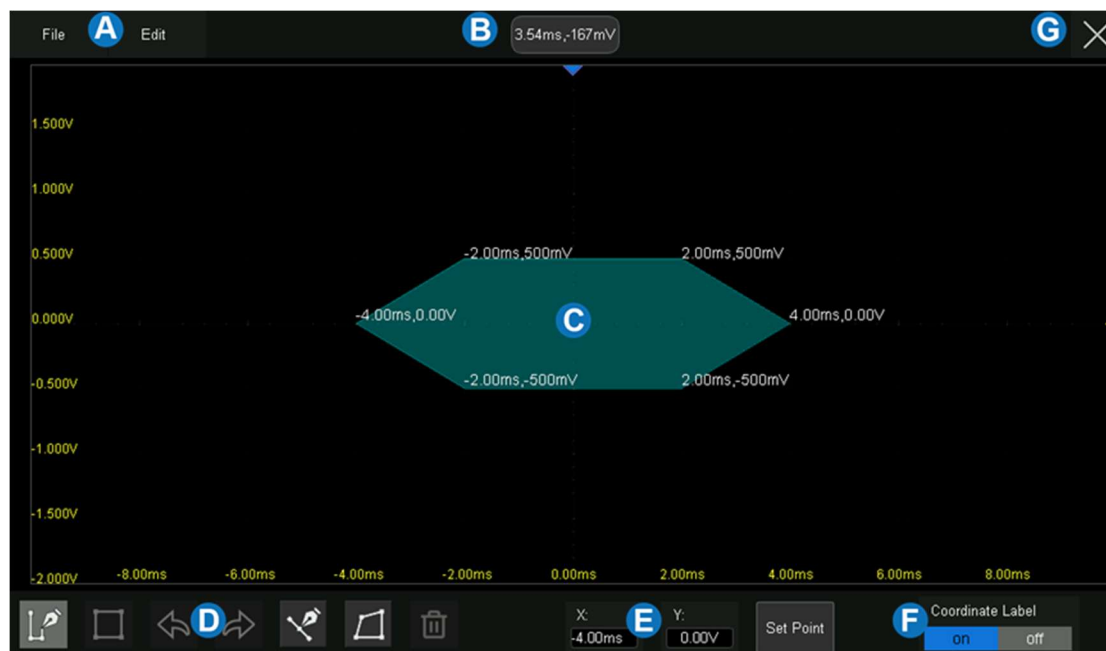


X = 1 div, Y = 1 div

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を作成する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点の座標

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。

ます

- D. ツールバー
- E. 座標編集領域。仮想キーパッドで 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. ツール終了

## 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、以下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

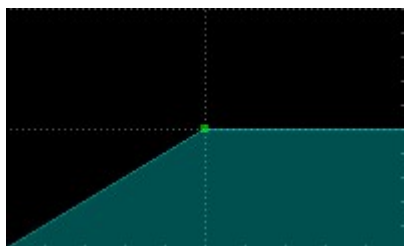
**注:** 「マスクの作成」で作成したマスクファイルは、マスクエディタでは呼び戻せません。

編集メニューの内容はツールバーと同等です。

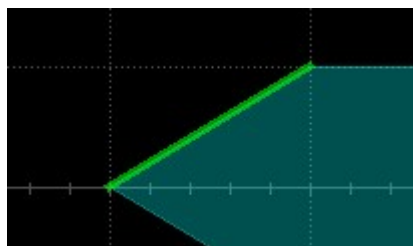
## ツールバー

-  **描画:** ディスプレイをタッチするか、**E** 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**
-  **挿入ポイント:** 選択した辺に頂点を挿入します
-  **ポリゴン編集:** ポリゴンを編集します。頂点、辺、ポリゴン本体はすべて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

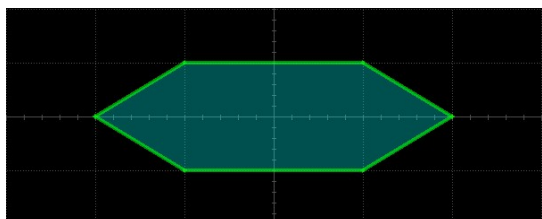
頂点、辺、またはポリゴンオブジェクトを編集するには、まずそれを選択し、ドラッグ操作で移動するか、**E** 座標編集領域に希望の値を入力します。辺の場合、その値は中点に対応します。ポリゴンの場合、座標値はその幾何学的中心に対応します。



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しなければテストに合格しません。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。
- **一部イン**：マスク内のデータポイントが 1 つでもあれば合格と認識されます。マスク外のデータポイントがすべて不合格となります。
- **一部外側**：マスク外側のデータポイントが 1 つでもあれば合格とみなされます。マスク内側のデータポイントがすべて不合格となります。

### 23.4 操作

操作テストの開始/停止には**操作ボタン**をタッチします。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、不合格率のカウン트가クリアされます。フロントパネルの**クリア**スワイプボタンを押してもカウント情報をクリアできます。

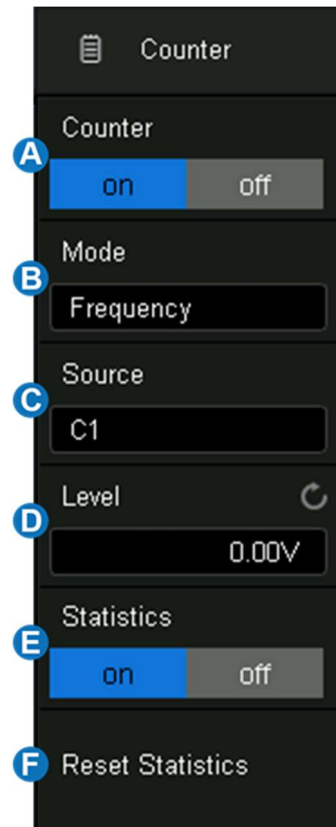
## 24 カウンター

### 24.1 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「**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. 統計データ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る



#### 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	99.99995Hz
Mean	99.99995Hz
Min	99.99994Hz
Max	99.99995Hz
Stddev	2.508946uHz
Count	77
Level	0.00V

**値** – 最新のカウント

**平均** – すべての履歴カウントの平均

**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

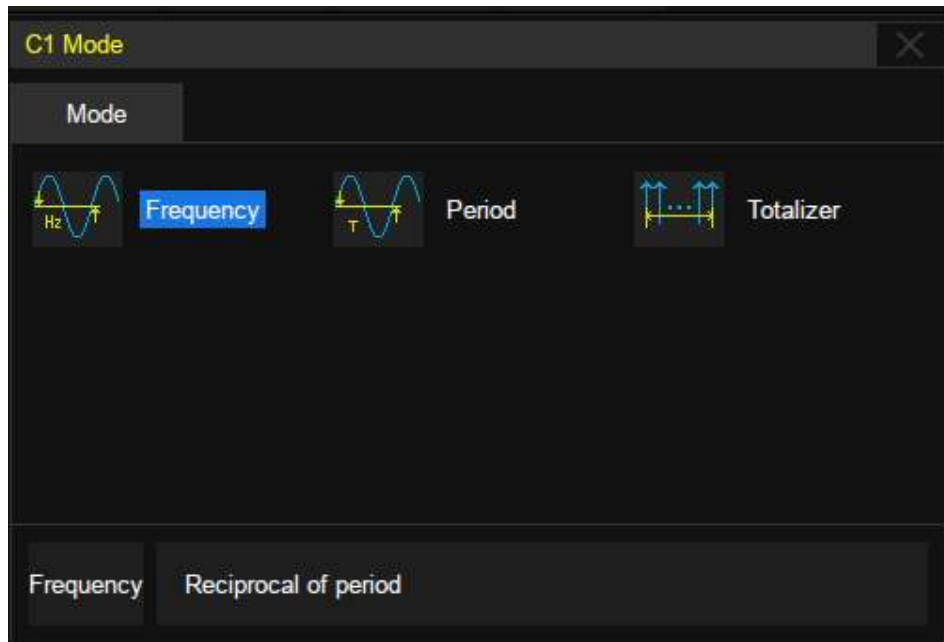
**レベル** – カウンタのレベル

統計をクリアして再起動するには、**クリアスイープ** ボタンを押すか、測定ダイアログボックスで **統計リセット** をタッチしてください。

## 24.2 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選択し、モード選択ウィンドウを開きます：

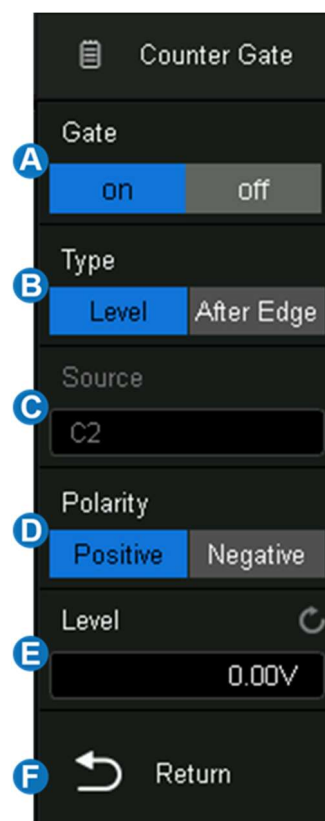




- **周波数**：一定時間における平均周波数
- **周期**：一定時間における平均周波数の逆数
- **積算計**：累積カウント

モードを積算計に設定した場合、カウントソース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ると、ゲートソースが指定条件を満たした場合にのみカウンタがカウントを開始します。ゲート設定ダイアログボックスを呼び出すには「**タッチゲート設定**」をタップしてください：

- A. ゲートをオン/オフにする
- B. ゲートタイプを選択：レベルまたはエッジ後
- C. 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
- D. 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。
- E. ゲートレベルを設定
- F. 前のメニューに戻る



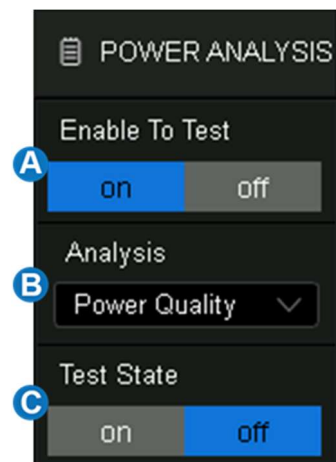
## 25 電力解析

### 25.1 概要

SDS2000X Plus 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簡単に分析および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、SOA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、SDS2000X Plus オシロスコープ、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 デスクイフィクスチャ、および電力解析機能有効化ライセンス（部品番号 SDS\_2000XP\_PA）が必要です。ソフトウェアオプション部品番号 SDS\_2000XP\_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。インストールおよびアクティベーションの手順については、「オプション」のセクションを参照してください。

[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

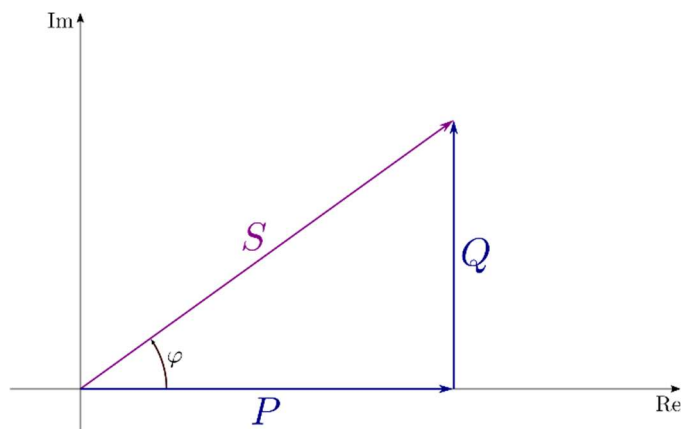


### 25.2 電力品質

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の流れを記述するすべての項目を含む：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: 力率位相角：電圧と電流の位相差

cos φ: 力率：有効電力と皮相電力の比率

**電圧ピーク値** — 入力電力の電圧パラメータ（電圧ピーク値、電圧実効値、電圧ピーク率を含む）

$$V_{rms} = \frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} V_i^2}$$

$$V\_Crest = V_{peak} / V_{rms}$$

**電流ピーク値** — 電力入力の電流パラメータ（電流ピーク値、電流実効値、電流ピーク率を含む）。

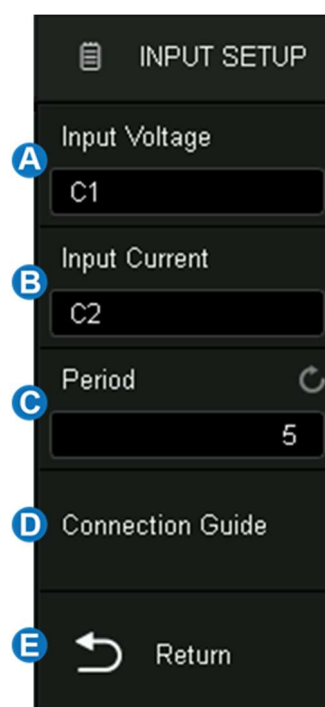
$$I_{rms} = \frac{1}{N} * \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} I_i^2}$$

$$I\_Crest = I_{peak} / I_{rms}$$

## 入力設定

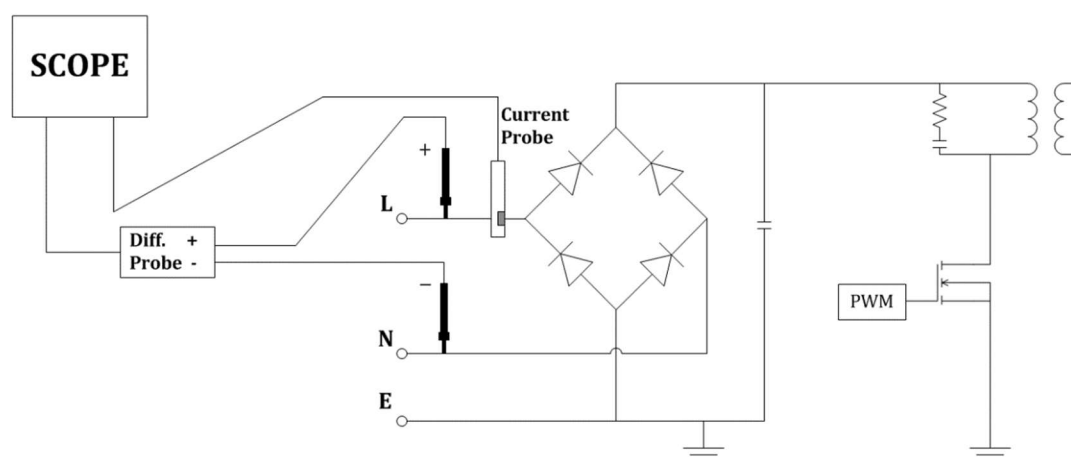
入力設定ダイアログボックスを呼び出すには「入力設定」をタッチしてください：

- 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

入力設定 > 接続ガイドをタッチすると、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。



## 25.3 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。入力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：

- A. ラインの周波数を設定（自動、50 Hz、60 Hz、または 400 Hz）
- B. 標準タイプを設定（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 4 つの異なるクラスがあり、それぞれ異なる制限値が設定されています：

- 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、オーディオ機器、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

第 1～40 次高調波については、以下の値が表示される：

**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。

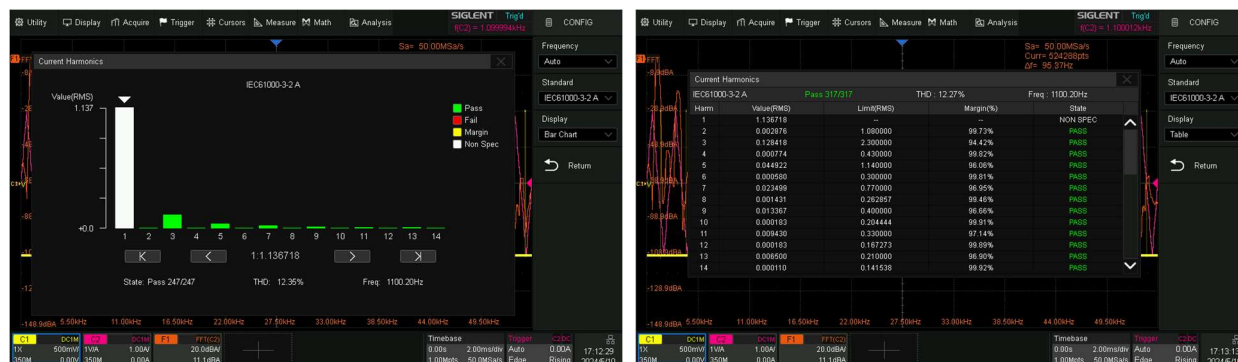
**制限値 (RMS)** – 選択された規格で規定された制限値。

**マージン (%)** – 選択された規格パラメータで指定されたマージン。マージン値は（規格値 - 測定値） / 規格値 \* 100% で算出されます。

**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。

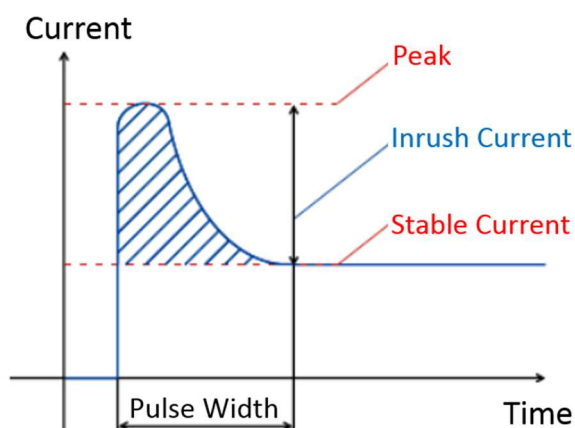
**全高調波歪み率 (THD)**  $= 100\% * \frac{\sqrt{X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2}}{X_1}$  , ここで  $X_n$  は  $n$  次高調波成分、 $X_1$  は基本波成分を

表す。



## 25.4 突入電流

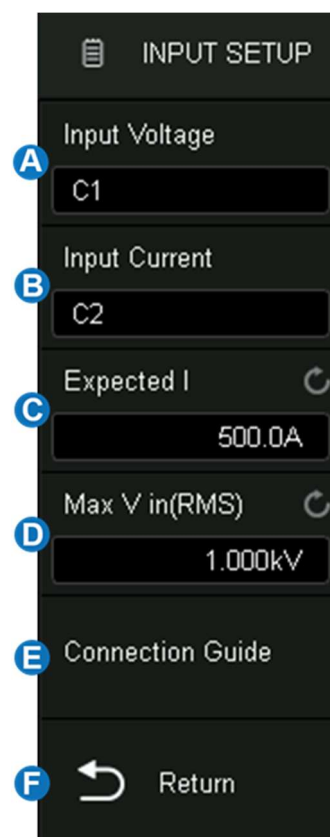
電源投入時に安定電流を大幅に上回る大電流が流れることがあります。この大電流を突入電流と呼びます。投入時の電流波形は下図の通りです：



### 入力設定

入力設定ダイアログボックスを呼び出すには「入力設定」をタッチしてください：

- A. 入力電圧源を設定
- B. 入力電流源を設定
- C. 予想電流値を設定します（範囲：100 mA ～ 500 A）。  
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（V<sub>rms</sub>）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



## 25.5 スイッチング損失

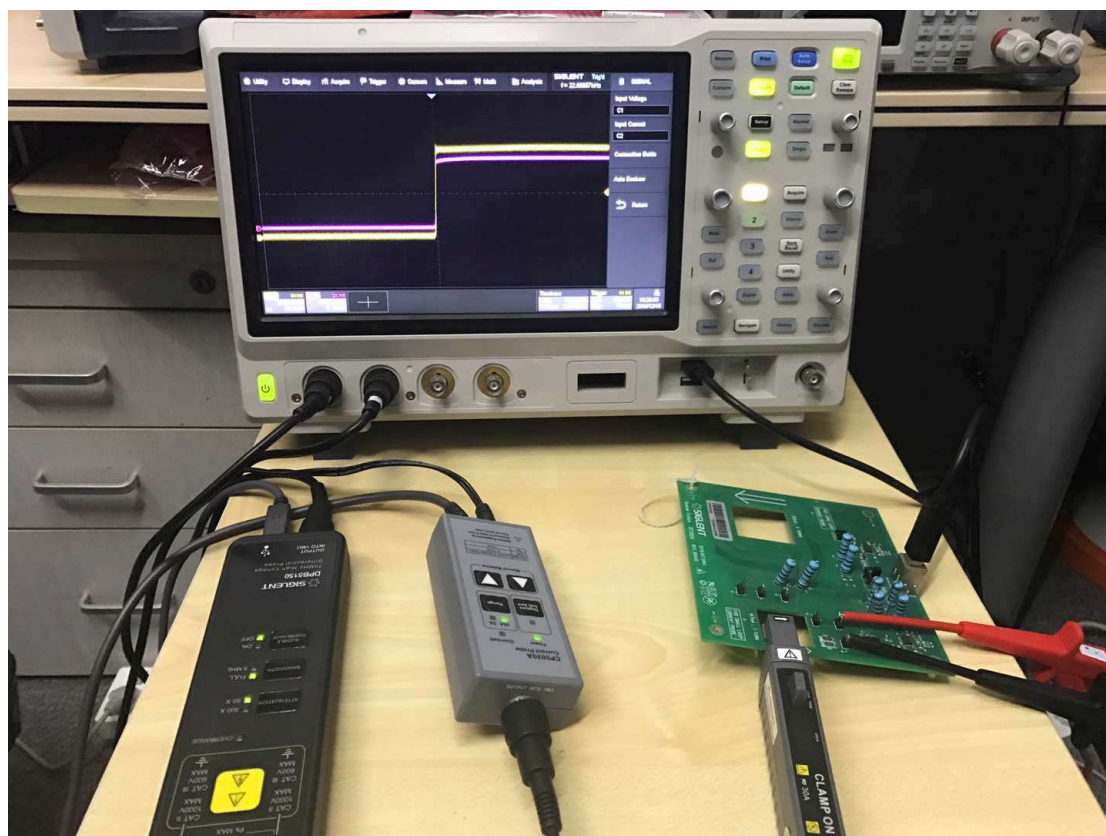
スイッチング損失解析は、スイッチング期間中に消費される電力を計算するために使用できます。

### スキュー補正

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可能性があります。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顕著です。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際に生じる、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（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。



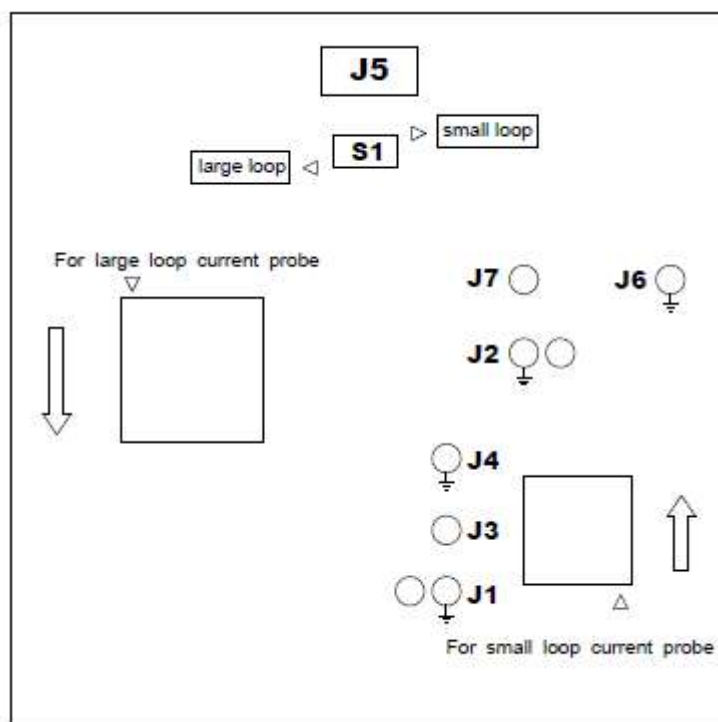


- A. 電流プローブを消磁し、ゼロ調整する。
- B. DF2001A デスクューフィクスチャへの接続を設定します。

	小ループ	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. デスクイア治具のスイッチ **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してください
- d. デスクイアフィクスチャを USB ケーブルでオシロスコープまたは PC の USB ポートに接

続する。USB ポートからデスクイアフィクスチャに電源が供給される



- 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する
- D. 入力設定をタッチして入力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、自動スキュー補正をタッチして校正を実行します。プロセスが完了すると、スキュー補正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。



デスクイーン校正前

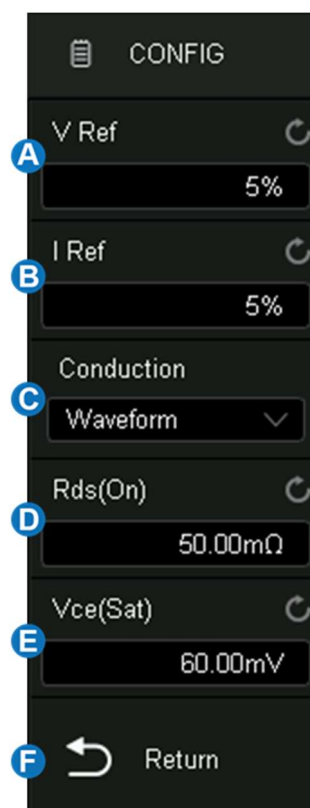


デスクイーン校正後

## 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してください：

- A. 電圧基準値を設定します。つまり、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。バックグラウンドノイズを無視するように値を調整します。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. 電流基準値を設定します。入力スイッチエッジ開始時のスイッチレベルです。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。背景ノイズや電流プローブで除去困難な無効オフセットを無視するために調整可能です。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

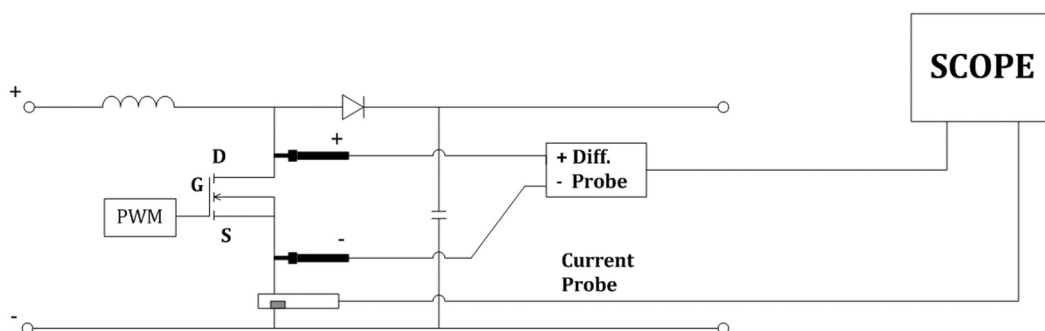
**波形** – 電力波形は元のデータを使用し、計算式は  $P = V * I$ 、 $E = P * T$  です。

**Rds (on)** – オン領域（電圧レベルが電圧リファレンス（調整可能）よりも低い領域）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）よりも低い領域）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。

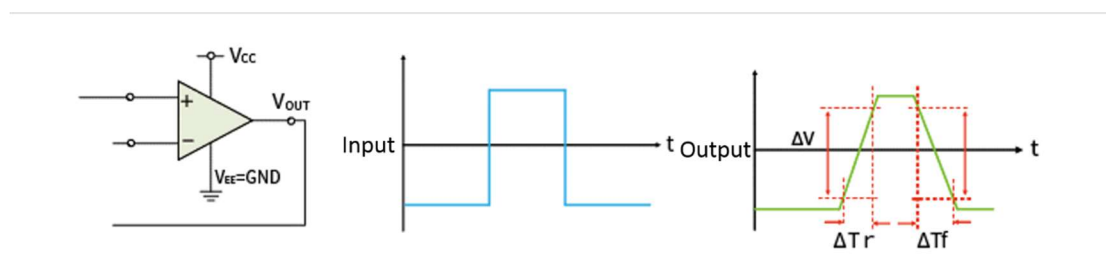
### 接続ガイド

**タッチ入力設定 > 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。



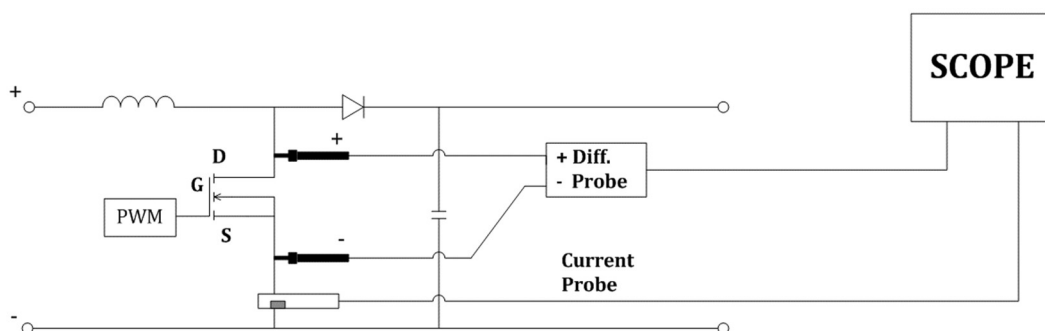
## 25.6 スルーレート

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

タッチ入力設定 > 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。

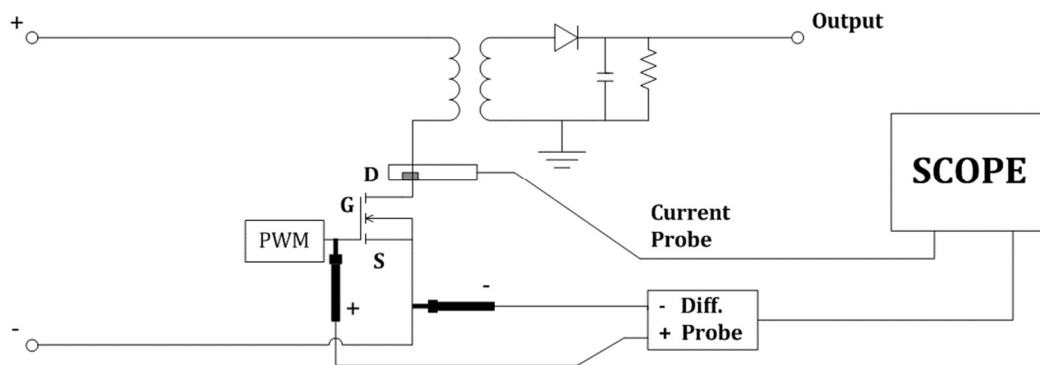


## 25.7 変調

変調解析は、スイッチングデバイス（MOSFET）の制御パルス信号を測定し、異なるイベントに対する制御パルス信号のパルス幅、デューティ、周期、周波数などの傾向を観察します。

### 接続ガイド

**タッチ入力設定** > 接続ガイドを選択すると、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。ガイドの右上にあるアイコンをタッチすると閉じます。

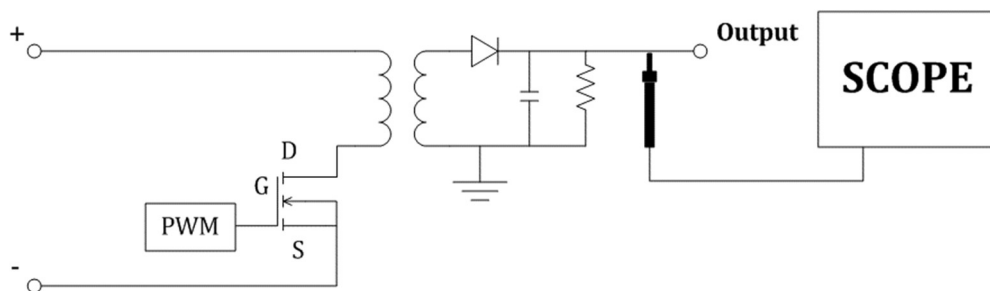


## 25.8 出力リップル

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、およびカウントを測定できます。

### 接続ガイド

**入力設定** > **接続ガイド**をタッチすると、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チすると閉じます。



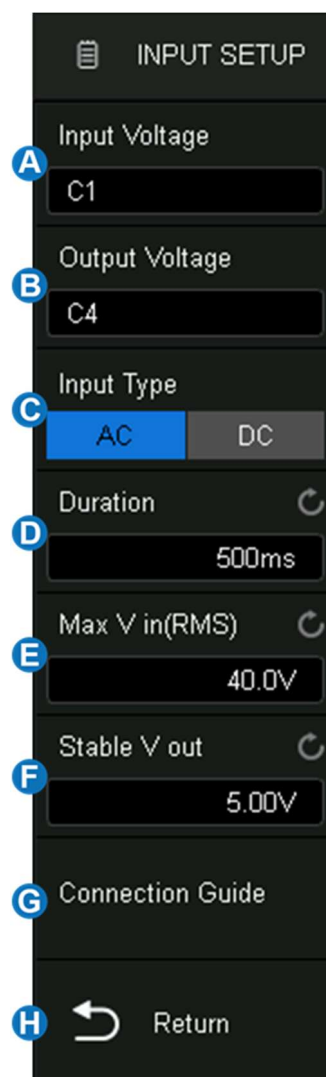
## 25.9 電源投入/切断

起動分析は、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。停止分析は、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。

### 入力設定

**入力設定**をタップすると入力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<sub>rms</sub>** を設定（範囲：1 V ～ 1 kV）。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 / 7 に、トリガレベルを最大入力電圧 / 10 に設定
- F. 安定出力電圧値を設定（範囲：-30 V ～ 30 V）。オシロスコープは出力電圧チャンネルの垂直目盛を安定出力電圧 / 6 に設定
- 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特定パーセンテージ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

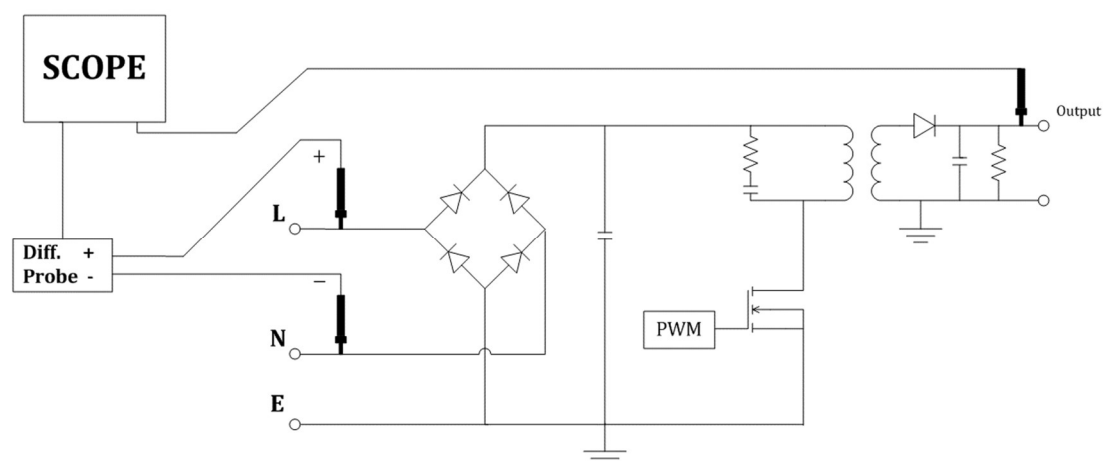
**ターンオフ** – 電源がオフになってから、最大出力電圧の一定割合まで低下するまでの経過時間を定義します。ターンオフ時間は **T2** と **T1** の間で、以下のように定義されます：

- **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

**タッチ入力設定** > **接続ガイド** をタップすると、下図のように電源オン/オフ設定の接続ガイドが表

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。



## 25.10 過渡応答

過渡応答解析は、出力負荷の変化に対する電源の出力電圧の応答速度を測定します。この時間は、出力電圧が安定帯域を初めて離れる時点から始まり、出力電圧が安定帯域に最後に入る時点で終了します。

### 入力設定

**入力設定**をタッチすると入力設定ダイアログボックスが表示されます：



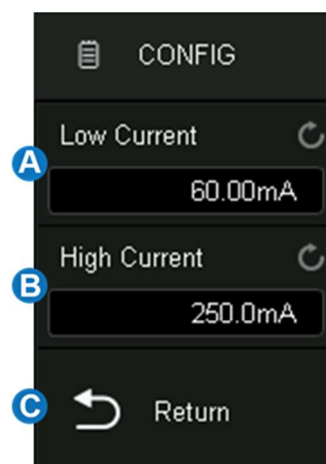
- A. 出力電圧源の設定
- B. 出力電流源を設定
- C. 持続時間を設定します。オシロスコープは持続時間に  
応じて適切な時間軸を設定します
- D. 安定した出力電圧を設定します。つまり、電源が安定  
した状態での期待される出力直流電圧です
- E. 出力電圧のオーバーシュート率を設定します。これは  
過渡応答の安定帯域値を決定し、オシロスコープの垂  
直スケールを調整するために使用できます
- F. 接続ガイドを表示
- G. 前のメニューに戻る



## 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：

- 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

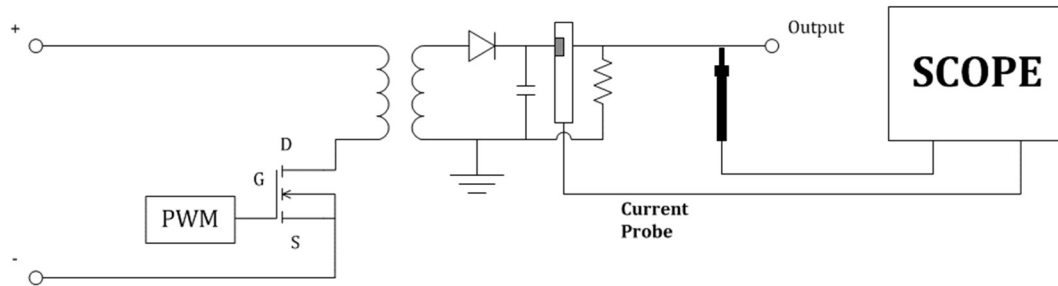


**注：** 低電流値と高電流値は、トリガーレベルを計算し、オシロスコープの垂直スケールを調整するために使用されます。負荷が変化した後、電流値は低から高（または高から低）に変化し、オシロスコープはトリガーして過渡応答の安定化時間を測定します。

## 接続ガイド



入力設定 > 接続ガイドをタッチすると、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。



## 25.11 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、その比率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。

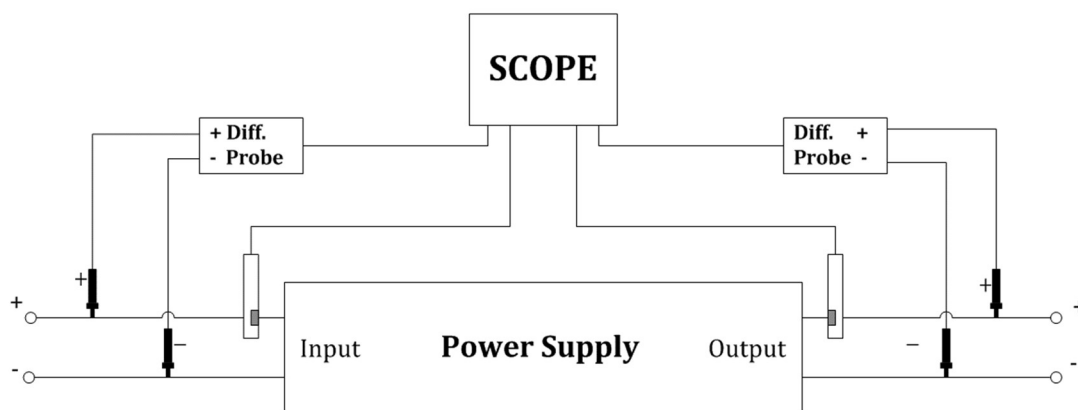
PSRR の設定はボードプロットと同様です。詳細は「ボード線図」の章を参照してください。

## 25.12 電力効率

電力効率分析では、出力電力と入力電力を測定することで電源装置の総合効率を評価できます。この分析は 4 チャンネルモデルでのみサポートされます。測定には入力電圧、入力電流、出力電圧、出力電流の全データが必要となるためです。

### 接続ガイド

タッチ入力で「設定」>「接続ガイド」を選択すると、下図のように電力効率の接続ガイドが表示されます。接続は図中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。

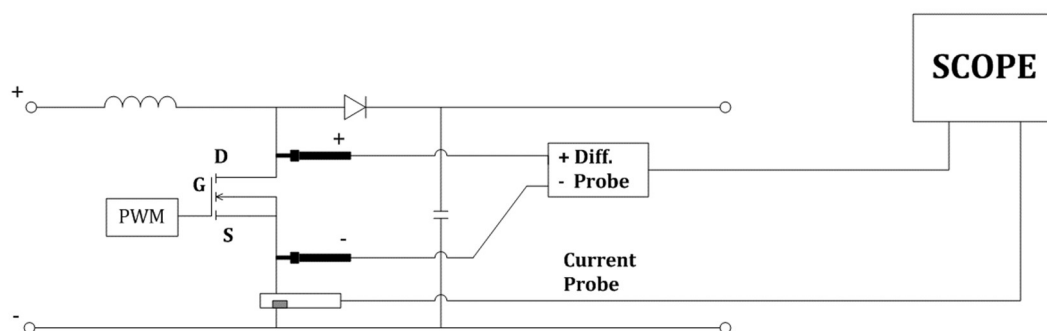


## 25.13 SOA

MOSFET の安全動作領域（SOA）は、デバイスが自己損傷なく動作できる電圧、電流、消費電力の条件を定義します。オシロスコープは、設定メニューで設定された **電圧制限**、**電流制限**、**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 **SOA** 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。

### 接続ガイド

入力設定 > **接続ガイド** をクリックすると、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クリックすると閉じます。



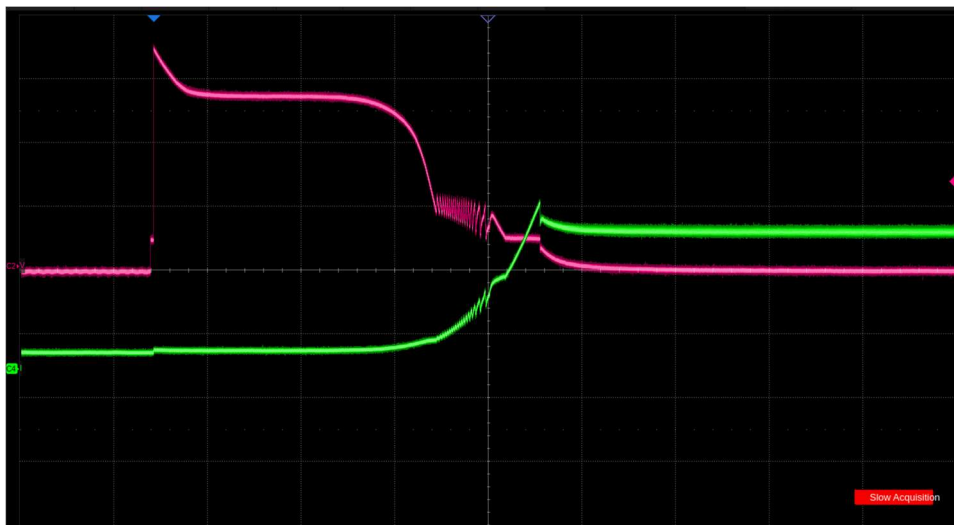
**注：**テスト前に電圧入力チャンネルと電流入力チャンネル間でデスキュー操作を実行してください。デスキューの詳細については「スイッチング損失」セクションを参照してください。

テスト手順は以下の通りです：

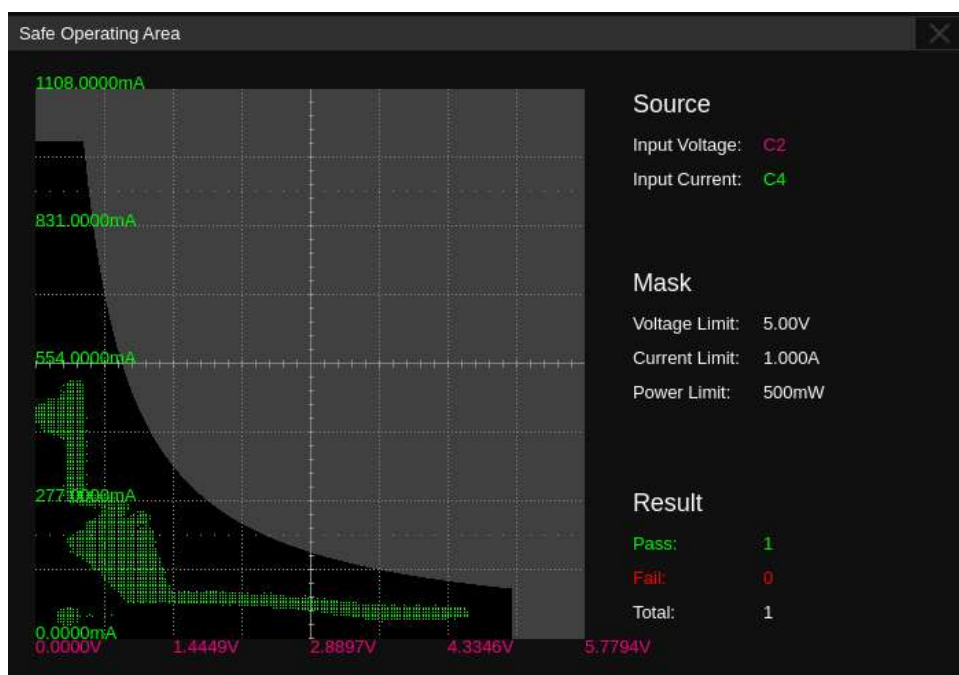
1. 入力設定メニューで、**入力電圧**と**入力電流**に正しいチャンネルを割り当てます。観測予定時間として「**Duration**」を設定すると、オシロスコープがそれに応じてタイムベースを自動設定します。

2. 設定メニューで、試験対象の MOSFET デバイスのデータシートに基づき **電圧制限**、**電流制限**、**電力制限**パラメータを設定すると、オシロスコープは自動的に **SOA** を生成し、**入力電圧**および**入力電流**チャンネルの垂直目盛をこれらに基づいて生成します。
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、垂直、トリガー設定を調整し、最適な観察が可能です。

以下は、MOSFET のパワーアップ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。すべてのストレスがマスク

内に収まっているため、結果は「合格」を示しています。

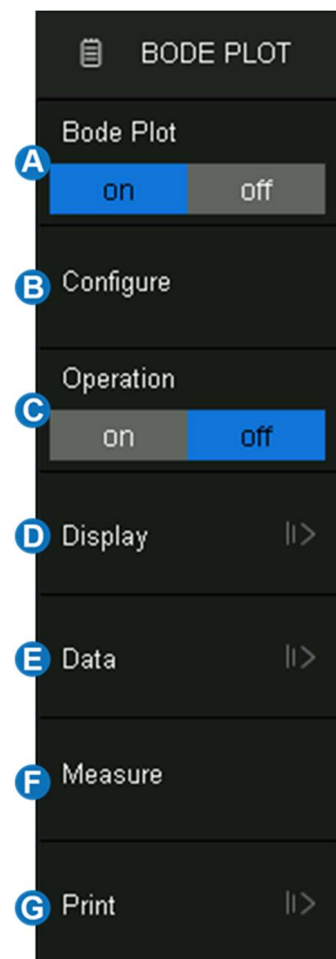
## 26 ボード線図

### 26.1 概要

SDS2000X Plus 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パラメータ制御およびデータ表示設定のインターフェースを提供します。現時点では、内蔵波形発生器または SIGLENT SDG シリーズ任意波形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、周波数応答ボードプロット上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。

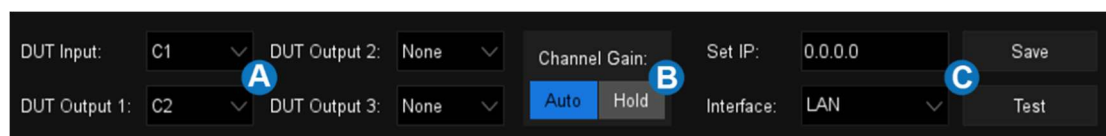
ボデプロットダイアログボックスを呼び出すには、**[分析] > [ボデプロット]** をタッチします：

- 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。ボードプロットの座標軸、トレース可視性表示、ボードプロットのカーソルを設定可能
- 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、またはデータ結果を USB メモリに保存、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. ボードプロット波形領域をストレージに素早く印刷



## 26.2 設定

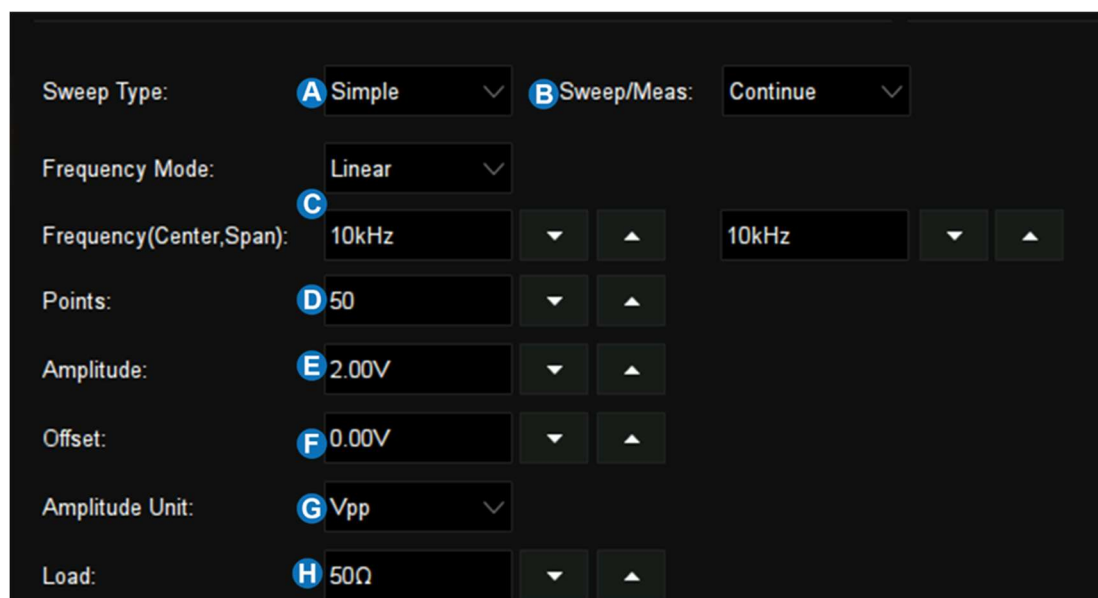
### 26.2.1 接続



- 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。ホールドに設定すると、常に現在選択されている垂直スケールを維持します。ホールドモードで信号が選択範囲をオーバーロードした場合、データが物理的なテストを正確に反映しない可能性があります。
- C. 任意波形発生器接続設定。接続タイプを選択するには「接続」をタッチ。LAN を選択した場合、IP を設定し保存する必要があります。「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。

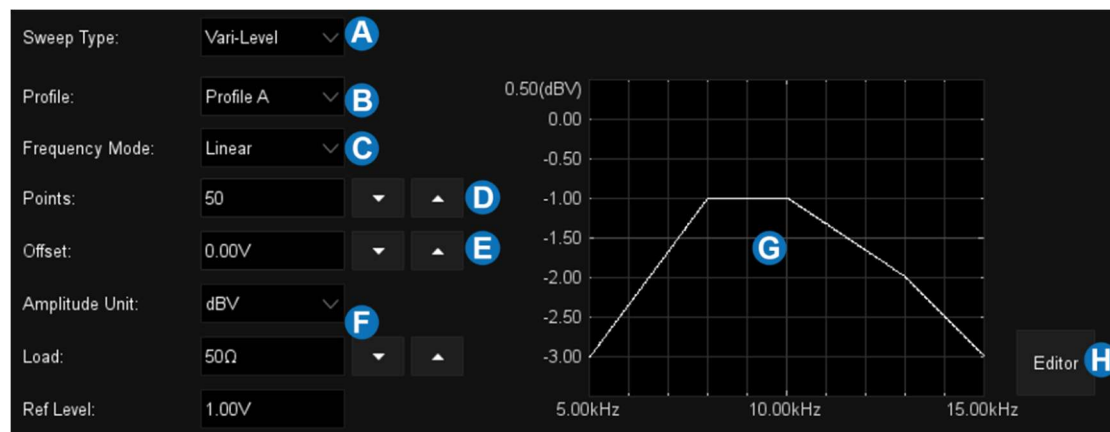
### 26.2.2 スイープ

スウィープタイプをタッチして選択します。シンプルと可変レベルの 2 種類があります。

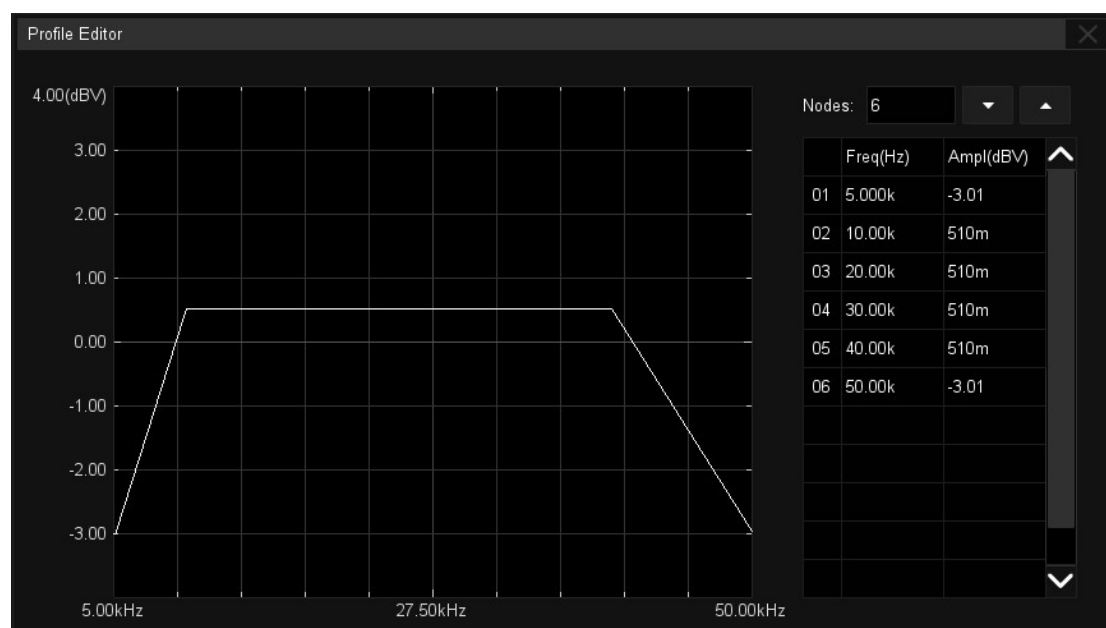


- A. スイープタイプをシンプルに設定
- B. スイープを「継続」または「単発」に設定
- C. 掃引周波数を設定します。周波数モードはリニアまたはデケードです。リニアに設定した場合、対応する中心周波数とスパン周波数を設定する必要があります。デケードに設定した場合、対応する開始周波数と終了周波数を設定する必要があります

- D. 掃引ポイント数を設定します。ポイント数が多いほど、掃引分解能が高くなります
- E. スweep信号の振幅を設定
- F. スweep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. 負荷を設定する



- A. スweep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weepポイント数を設定
- E. スweep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
- G. 可変レベル信号表示領域
- H. プロファイルエディタを起動するには「編集」をタッチ



ノードをタッチすると、ユニバーサルノブで信号ノード数を設定できます。▲をタッチするとノード数を増やし、▼をタッチすると減らせます。

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仮想キーパッドを呼び出します。

## 26.3 表示

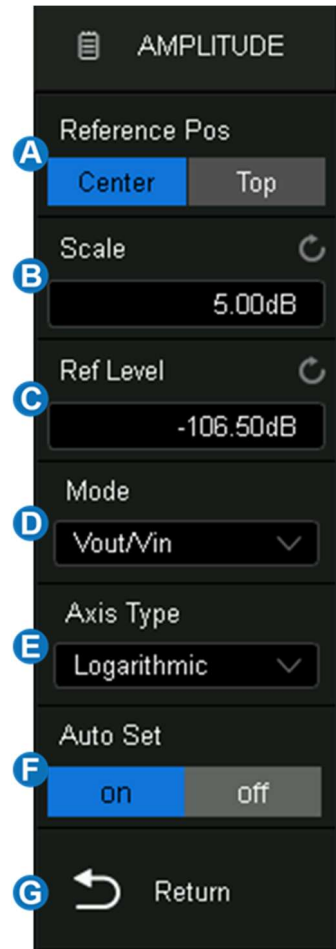
ボードプロット表示設定には、振幅、位相、カーソル、トレースの表示が含まれます。

### 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**をタッチして振幅設定ダイアログボックスを呼び出します：



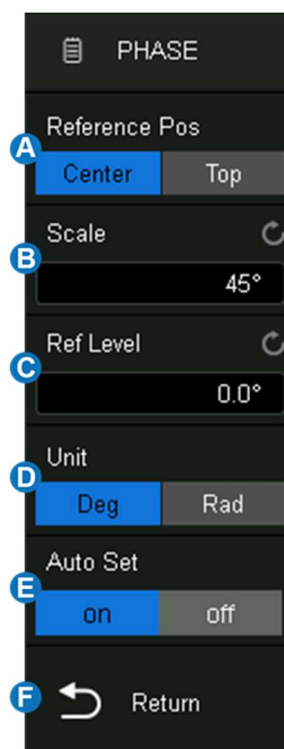
- A. 基準位置（中央または上部）を設定
- B. 振幅座標軸のスケールを設定
- C. 基準レベル（振幅座標軸の最大値）を設定
- D. 振幅モードを設定します。出力信号の振幅値を表示するには「Vout」に設定し、入力信号に対する出力信号の振幅比を表示するには「Vout/Vin」に設定します
- E. モードが Vout の場合、単位（Vpp、Vrms、dBV、dBu、dBm、または任意の dB）を設定する必要があります。モードが Vout/Vin の場合、振幅軸の種類（線形または対数）を設定する必要があります
- F. 自動設定。出力信号の振幅曲線に基づき、オシロスコープが自動的に目盛と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** をタッチすると位相設定ダイアログボックスが表示されます：

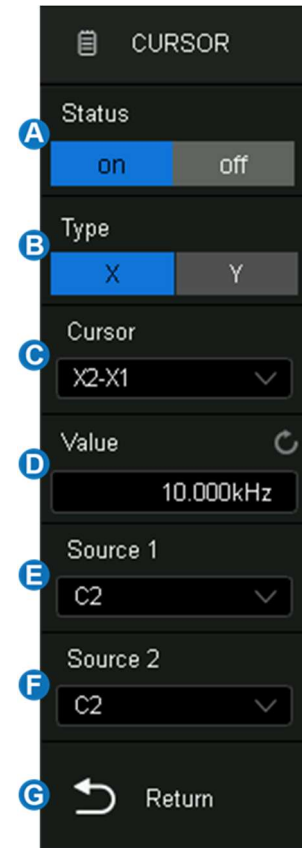
- A. 基準位置（中央または上部）を設定
- B. 位相座標軸のスケールを設定
- C. 位相座標軸の基準レベル（最大値）を設定
- D. 位相単位を設定（度またはラジアン）
- E. 自動設定。出力信号の位相曲線に基づき、  
オシロスコープが自動的に目盛と基準レベルを設定
- F. 前のメニューに戻る



### カーソル

SDS2000X Plus では、カーソルを使用してボードプロット曲線を測定することができます。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、詳細については「**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 をタッチすると、カーソル設定ダイアログボックスが表示されます。

- 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. カーソルを指定する
- D. カーソルの値を設定 (ジェスチャー、ユニバーサルノブ、仮想キーパッドによる)
- E. ソース 1 を設定
- F. ソース 2 を設定
- G. 前のメニューに戻る



### トレース可視性

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。設定ダイアログボックスを呼び出すには、**[表示]** > **[トレースの可視性]** をタッチします。

## 26.4 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。データリストは各走査点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。

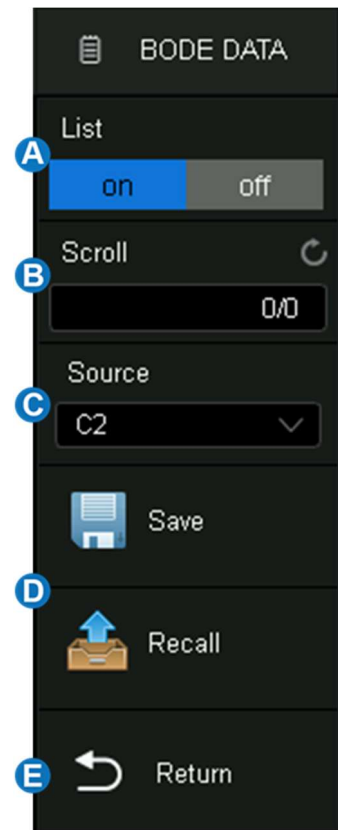


- A. データリスト表示領域
- B. カーソル
- C. データポイント位置線
- D. カーソル情報表示領域
- E. 測定パラメータ表示領域
- F. ボード線ダイアログボックス

## データリスト

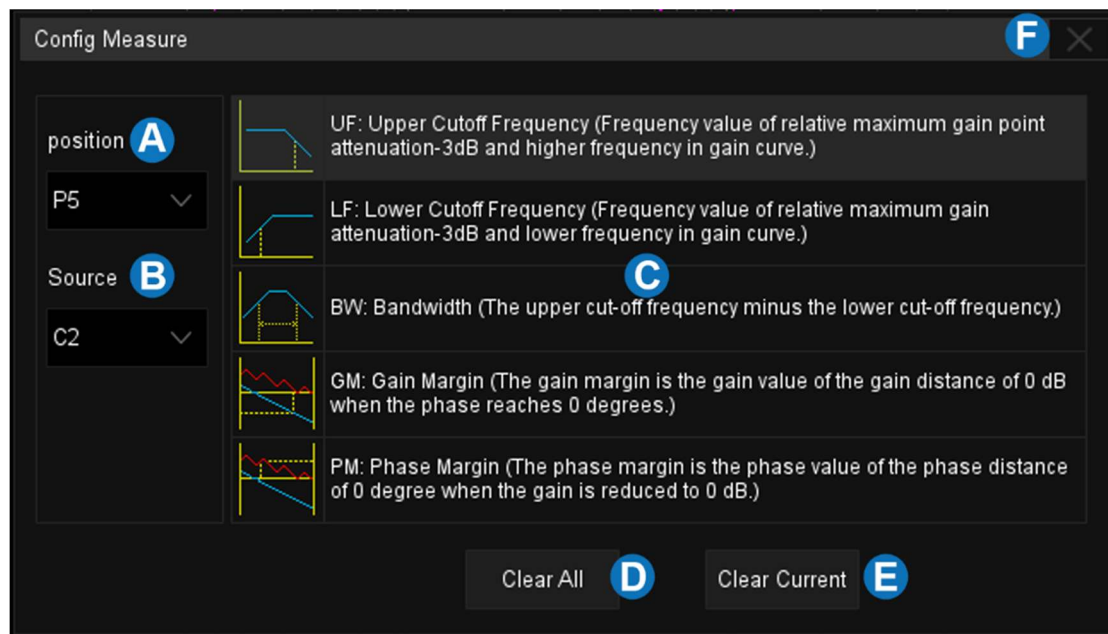
データをタッチするとデータ設定ダイアログボックスを呼び出せます：

- A. データリストの表示/非表示を切り替える
- 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. データソースを設定
- D. データの保存/呼び出し。ボードプロットデータ (\*.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
- 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。上図では「UF」が有効化されています

- 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

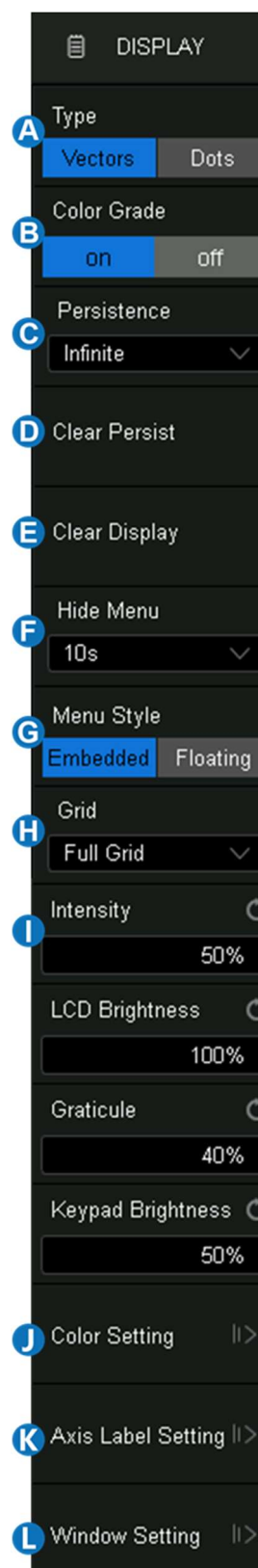
測定 > 位置 > ソース > GM

## 27 表示

表示設定には、波形の表示タイプ、色、残像、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。

 ボタンを押すか、メニューの **[表示]** > **[メニュー]** をタッチして、表示ダイアログボックスを呼び出します。

- 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オン/オフを切り替えます
- C. 残像を設定
- D. パーシステンスをクリア
- E. 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パーシストがクリアされます。
- F. 設定時間後にダイアログボックスは自動的に非表示になります。「オフ」に設定した場合、手動でのみ非表示にできます
- G. 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がグリッド領域の一部を直接覆います
- H. 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）
- I. トレース強度（0～100%）、LCD 輝度（0～100%）、目盛線輝度（0～100%）、キーパッド輝度（10～100%）を設定
- J. トレースの色を設定
- K. 軸ラベルを表示
- L. ウィンドウフォントのサイズを設定



## 27.1 表示タイプ

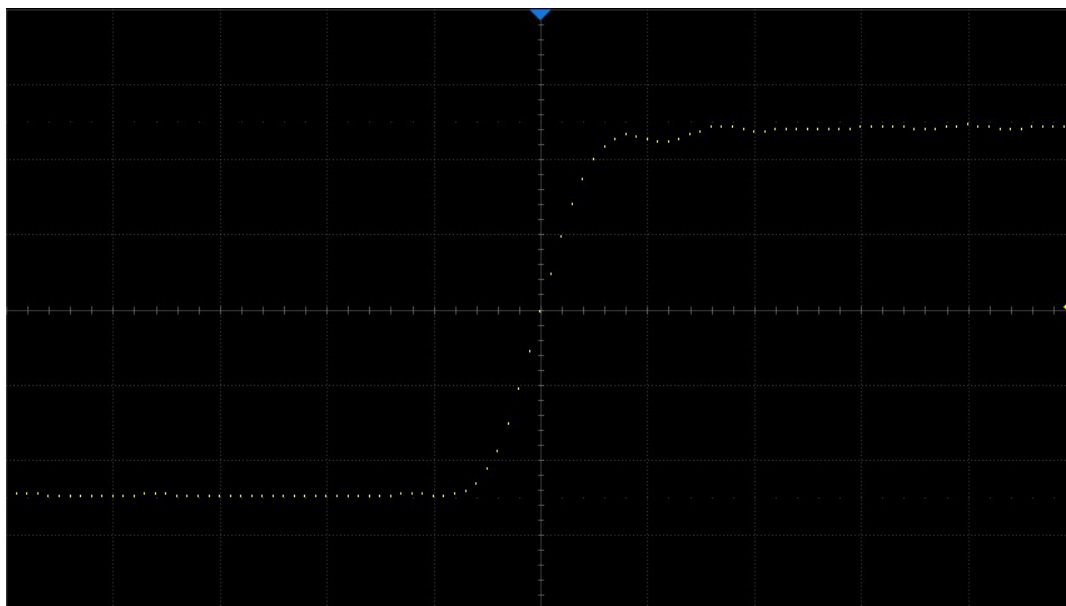
フレームのサンプル数が 1000 を超える場合、ベクトル表示とドット表示の間に違いはありません。サンプル数が 1000 未満の場合、いくつかの違いが生じます。



- **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。
- **点表示:** 生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離散的な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。



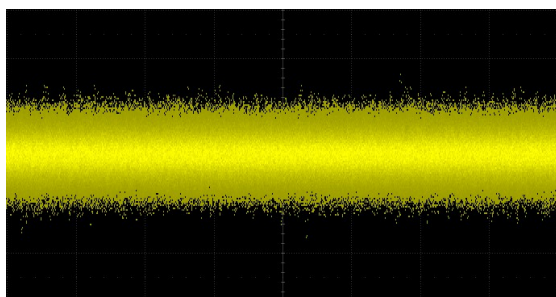
実行状態でのドット表示

## 27.2 カラーグレード

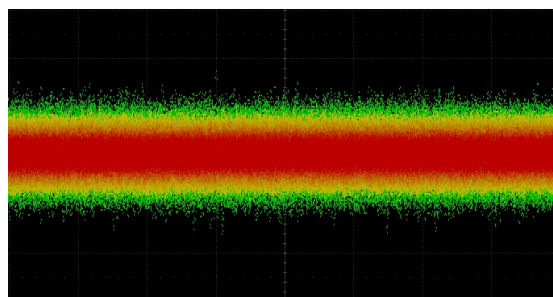
カラーグレーディングは色温度を用いて波形の確率をマッピングします。波形がピクセルに現れる確率が高いほど、ピクセルの色は暖色になります。確率が低いほど、そのピクセルの色温度は寒色になります。

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。

Cold Color —————> Warm Color



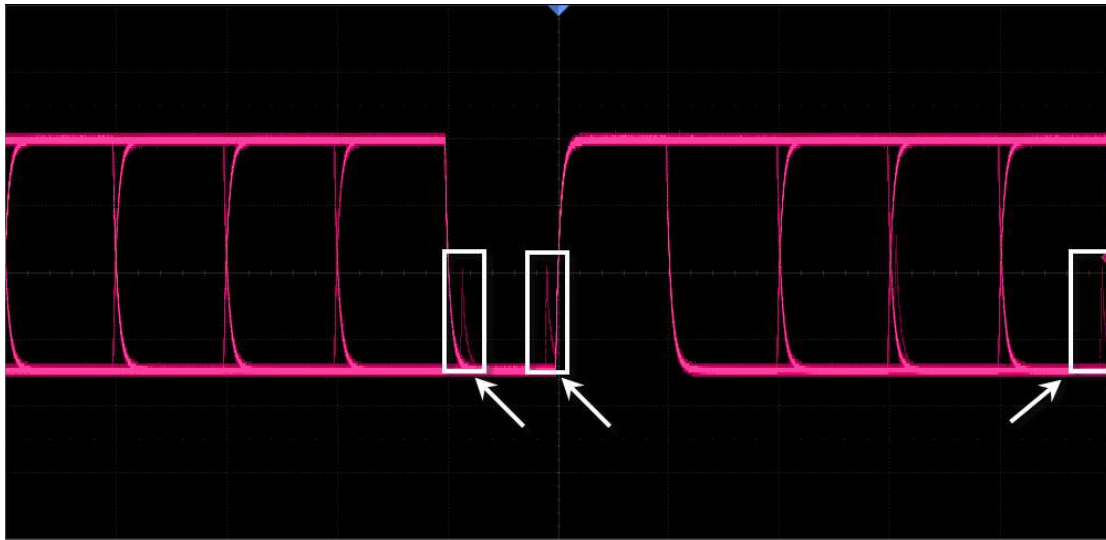
カラーグレード オン



カラーグレーディング オフ

## 27.3 設定を保持

パーシステンスでは、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、指定期間内の過去の取得結果を消去しません。過去の取得データはすべて減衰した強度で表示されます。新規取得データは通常の色と強度で表示されます。SDS2000X Plus の高い波形更新レートとパーシステンス機能を組み合わせることで、複雑なトリガ設定なしに短時間で波形の異常を発見でき、テスト効率が向上します。以下は無限パーシステンスでデータシーケンス内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スがオフの場合、フロントパネルの **Display** ボタンをダブルクリックすると、パーシステンスを素早くオンにできます。

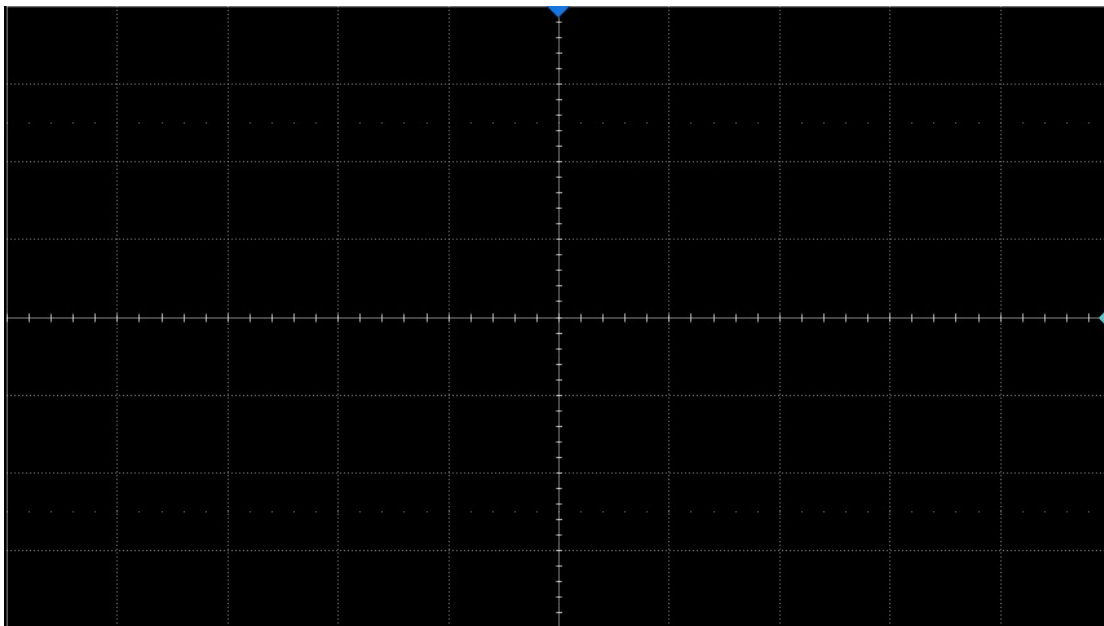
表示ダイアログボックスの「**パーシステンス**」をタッチしてパーシステンス時間を設定します。

- **オフ** : パーシステンスをオフにします。
- **可変パーシステンス時間 (1 秒、5 秒、10 秒、30 秒)** : 異なるパーシステンス時間を選択します。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**スワイプ**クリア操作を実行するまで、以前の取得データは消去されません。

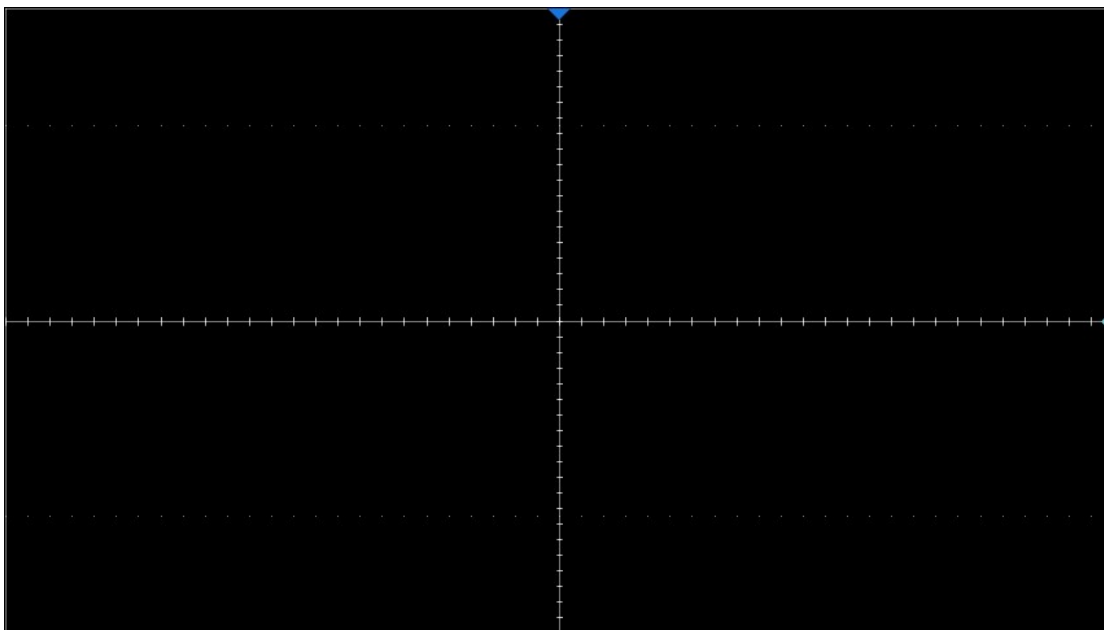
## 27.4 グリッド設定

- **フルグリッド** : 8\*10 グリッドを表示

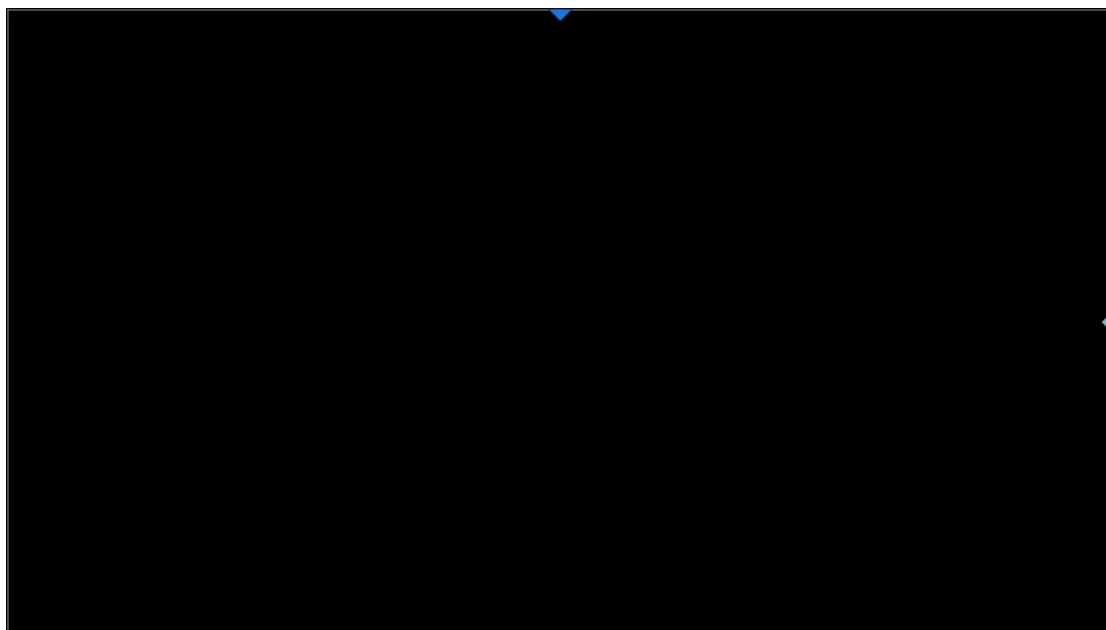
- ライトグリッド : 2×2 グリッドを表示
- グリッドなし : グリッドなしで表示



フルグリッド



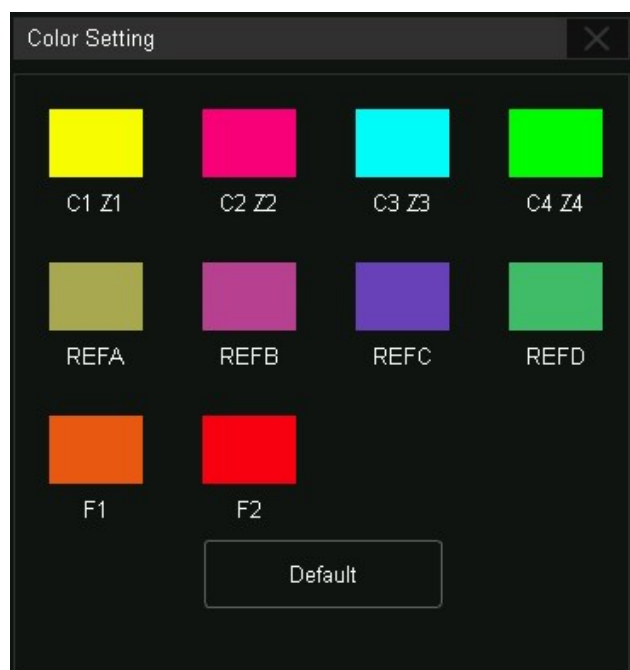
ライトグリッド



グリッドなし

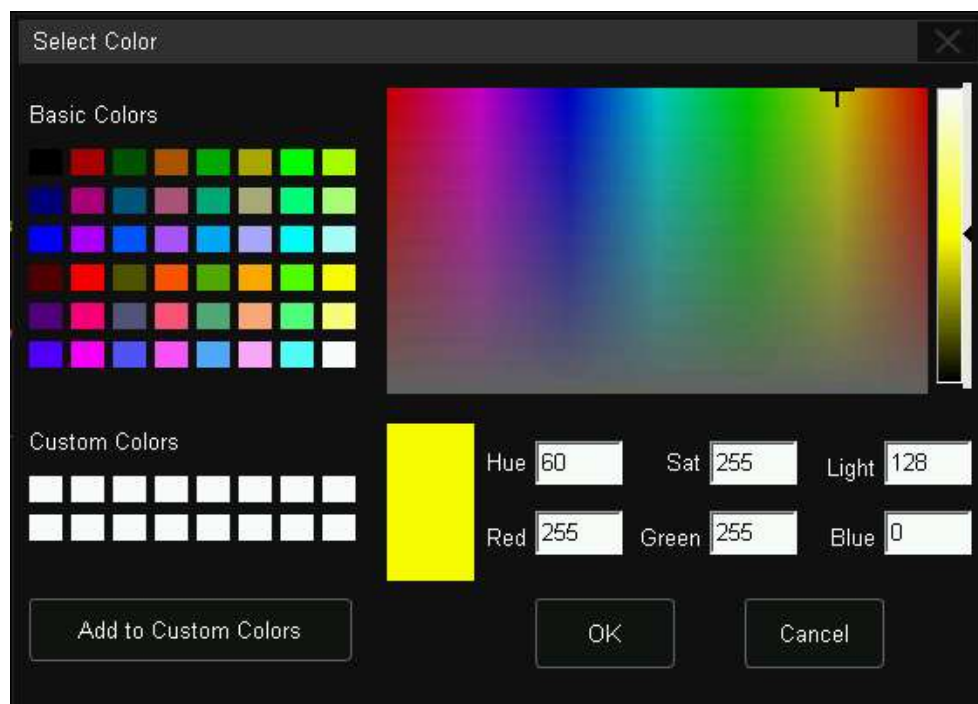
## 27.5 カラー設定

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。カラー設定は、カラー長方形ボックスをタッチすると表示されるポップアップパレットページで行います。**デフォルト領域**をタッチすると、すべてのチャンネルのカラーがデフォルト値にリセットされます。



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。



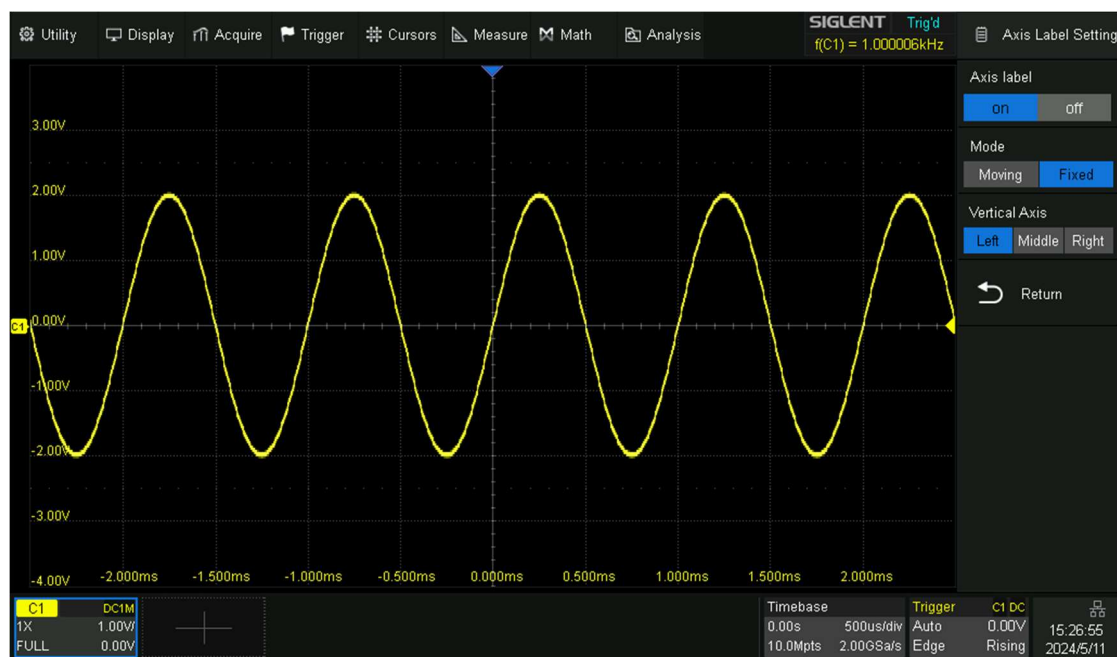
カスタムチャンネルカラーの設定が完了した後、チャンネルのデフォルトカラー設定を復元するには、「デフォルト」をクリックしてデフォルト設定を復元します。

## 27.6 軸ラベル設定

軸ラベル設定をタップして設定ダイアログボックスを呼び出す：

- A. 軸ラベルの表示/非表示を切り替える
- B. 軸ラベルモードを設定（移動モード：軸ラベルは横軸・縦軸の変化に合わせて移動し続ける；固定モード：軸ラベルは横軸・縦軸の変化に追従せず移動しない）
- C. 縦軸の位置を設定
- D. 前のメニューに戻る





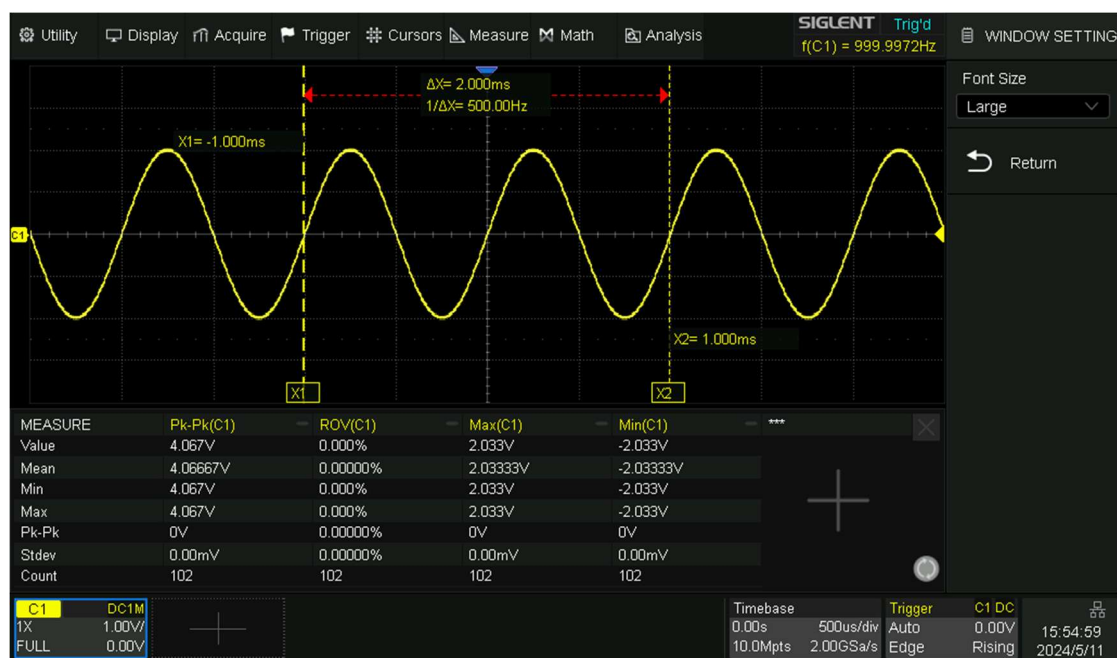
軸ラベルをオンにし、軸モードを固定に設定し、軸ラベルの位置を画面左側に設定

## 27.7 ウィンドウ設定

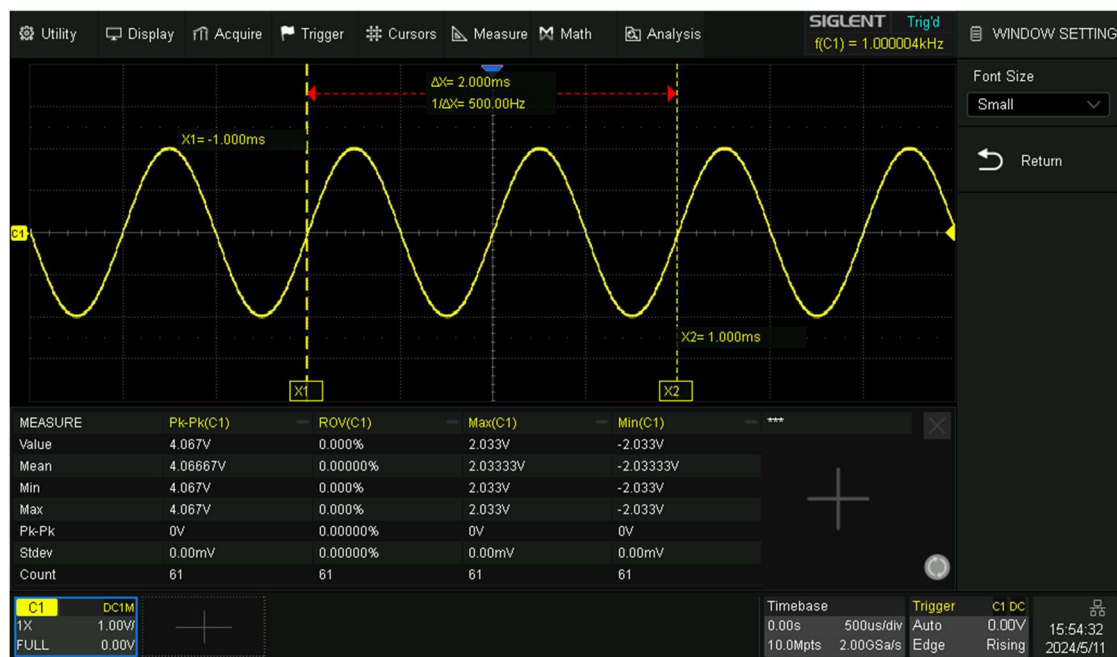
ウィンドウ設定メニューでシステムの表示フォントを設定

ウィンドウ設定メニュー





大きなフォントサイズで、デバイスでの使用に適しています。



小さなフォントサイズ、精緻な表示、VNC などの大画面表示シナリオに適しています。



## 28 任意波形発生器

### 28.1 概要

SDS2000X Plus は、オプション SDS\_2000XP\_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。

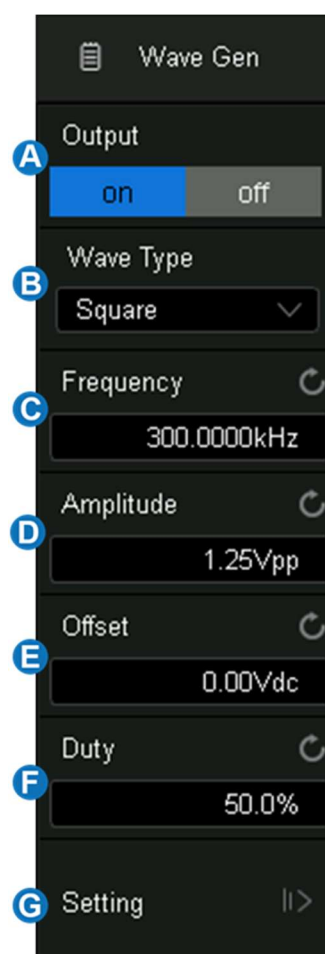
AWG 機能には以下が含まれます：

- 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、DC
- 内蔵 45 波形＋カスタム波形 2 波形
- 最大出力周波数 50 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 **AWG** ボタンを押すか、メニューの **[ユーティリティ]>[AWG メニュー]** をタッチして、AWG ダイアログボックスを呼び出します。

- A. AWG の出力のオン/オフを切り替えます
- B. 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）
- C. 周波数を設定
- D. 振幅を設定する
- E. オフセットを設定する
- F. デューティ比を設定する
- G. その他の AWG 設定：出力負荷、過電圧保護など



## 28.2 出力

安全のため、AWG 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、**AWG を押した後**、AWG ダイアログボックス内の「出力」をタッチしてください。出力が有効になると、AWG ボタンが点灯します。

## 28.3 波形タイプ

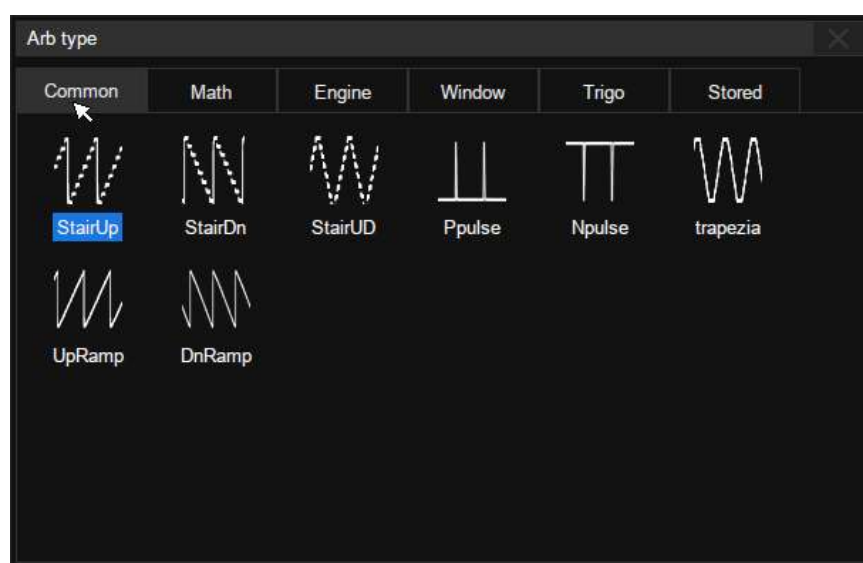
AWG 機能は 6 種類の標準波形と複数の任意波形を提供します。標準波形は正弦波、方形波、ランプ波、パルス波、ノイズ波、直流です。

次の表は、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、任意波形タイプ

任意波形は、内蔵波形と保存波形の 2 種類で構成されます。AWG ダイアログボックスの「**Arb Type**」をタッチし、ポップアップウィンドウで任意波形を選択します：



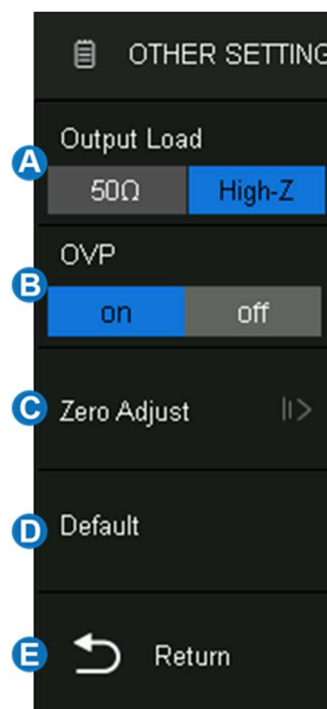
ウィンドウには 6 つのタブがあります。各タブの下に波形カタログが一覧表示されます。内蔵波形は **Common**、**Math**、**Engine**、**Window**、**Trigo** に保存されています。保存波形は **Stored** メニュー内に配置されています。

ユーザーは **SIGLENT EasyWave PC** ソフトウェアを使用して任意波形を編集し、保存した波形をリモートインターフェース経由で計測器に送信したり、**USB** メモリ経由で保存した波形をインポートしたりできます。

## 28.4 その他の設定

AWG ダイアログボックスの「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/オフを切り替える
- C. ゼロ調整を行う
- D. デフォルトに設定
- E. 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 を有効にすると、保護条件（出力ポートの絶対値が  $4\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$  を超える場合）が満たされると、出力は自動的にオフになります。同時に、警告メッセージが表示されます。

### 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 0V 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  $\pm 1\text{ mV}$  以内に収まるようにすることです。

- **自動ステップ**：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 が自動的に調整を開始します。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。例として CH2 を挙げます：
  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 の垂直スケールを 1mV/div などの小目盛に設定する。測定を有効にし、パラメータを CH2 の平均値に設定する。
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、保存ボタンを押す。

## 29 保存/呼び出し

SDS2000X Plus 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、「SMB ファイル共有」のセクションを参照してください。

### 29.1 保存タイプ

SDS2000X Plus は、以下の保存タイプをサポートしています：設定、参照、画像 (\*.bmp/\*.jpg/\*.png)、波形データ（バイナリ/csv/matlab）、Bin2CSV ツール。また、現在の設定をデフォルト設定として保存することもサポートしています。

保存タイプの簡単な説明は以下の通りです：

#### セットアップ

これはオシロスコープのデフォルトのファイル保存タイプです。セットアップは内部メモリまたは外部メモリに\*.xml ファイル拡張子で保存できます。内部メモリには最大 10 個のセットアップファイル（No.1～No.10）を保存できます。

#### リファレンス

基準波形データは\*.ref ファイル拡張子でメモリに保存されます。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 形式でメモリに保存します。

#### JPG

スクリーンショットを\*.jpg 形式でメモリに保存します。

#### PNG

スクリーンショットをメモリに \*.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) でメモリに保存します。

## CSV データ

波形データを「.csv」形式で外部メモリに保存します。このタイプを選択した後、**ParaSwitch** をタッチして、スコープ設定パラメータ情報（水平タイムベース、垂直スケールなど）を含めるかどうかを決定できます。「**全チャンネル保存**」をタッチすると、画面に表示されているすべての波形を保存できます。または、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** があります。

## Matlab データ

波形データをメモリに\*.mat 形式で保存します。この形式は **Matlab** に直接インポート可能です。利用可能なソースは **C1～C4** および **F1～F2** です。

## デフォルト設定キー

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。

## ファイル変換ツール

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。これは大規模なデータセットを収集する際に最適です。200 Mpts などの大容量メモリを必要とする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上で大量のメモリを占有します。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推奨します。

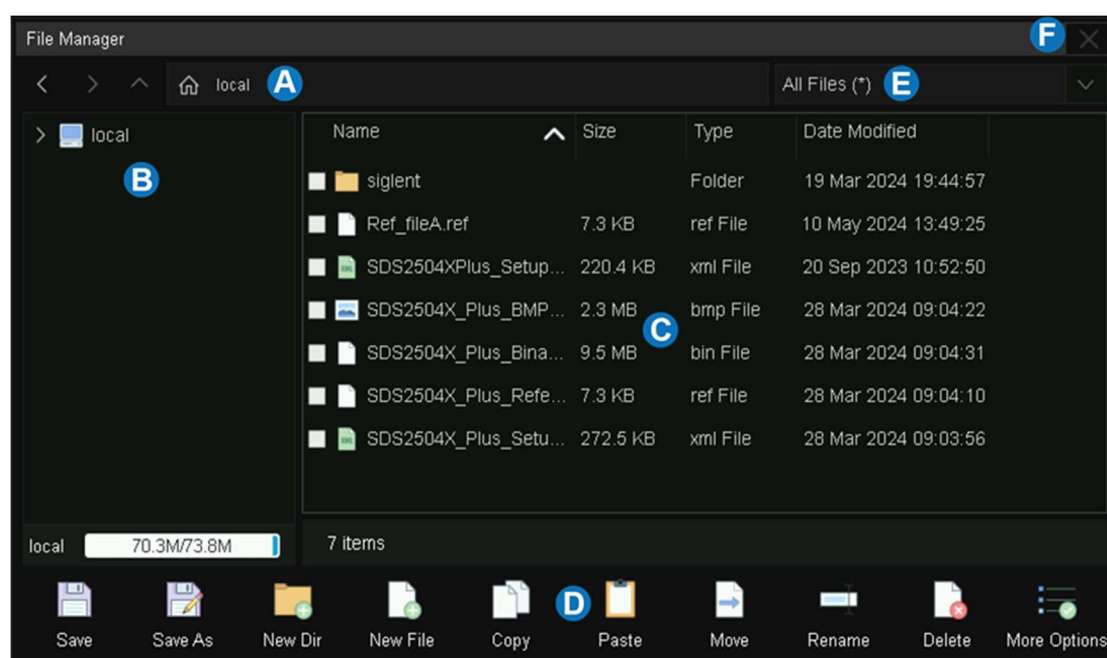
以下の表は、保存タイプと保存/呼び出し操作の関係を示しています。

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	√	×

## 29.2 ファイルマネージャー

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を閉じる

表 29 1 ファイルマネージャーのアイコンの説明

アイコン	説明	アイコン	説明
	戻る		戻る
	上位レベル		ルートディレクトリ



	保存		名前を付けて保存
	再読み込み		新規ディレクトリ
	新規ファイル		コピー
	貼り付け		名前の変更
	削除		移動

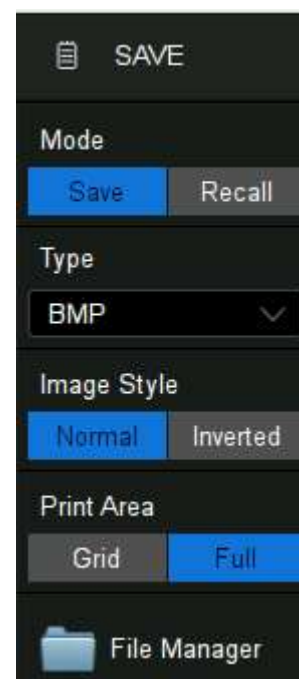
## 29.3 インスタンスの保存と復元

スクリーンショットを「\U-disk0\sds2kxplus\」パスに **BMP** 形式で保存してください

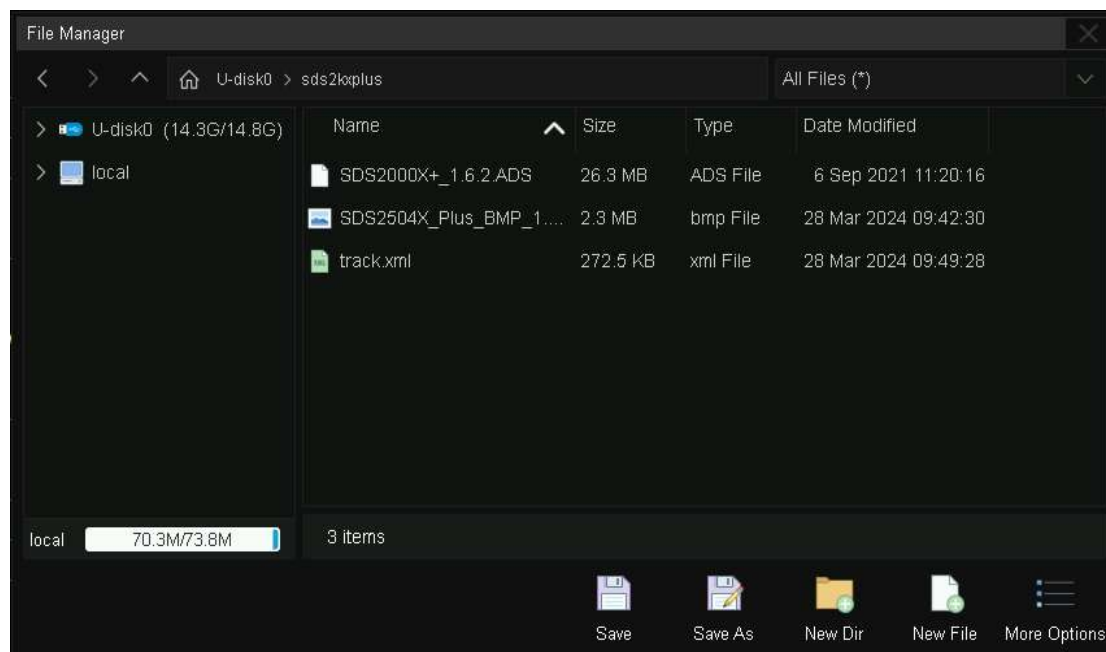
まず、インターネットケーブルを接続し、ネットワークストレージに接続します。

次に、保存操作のパラメータを設定します：

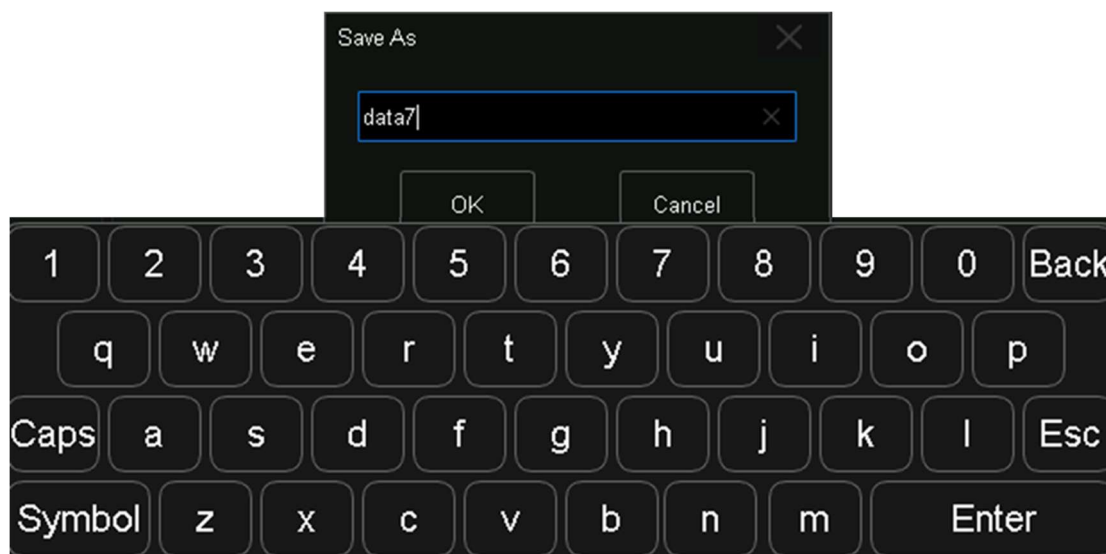
- モードを「保存」に選択
- タイプを「BMP」に設定
- 画像スタイルを選択。「通常」は表示と同じ色で画像を保存。「反転」はインク節約印刷用に背景色を白で保存
- 印刷領域を選択します。「グリッド」はグリッド領域と説明ボックスを保存し、「フル」はディスプレイ全体を保存します。ファイルマネージャーをタップしてファイルマネージャーを開きます



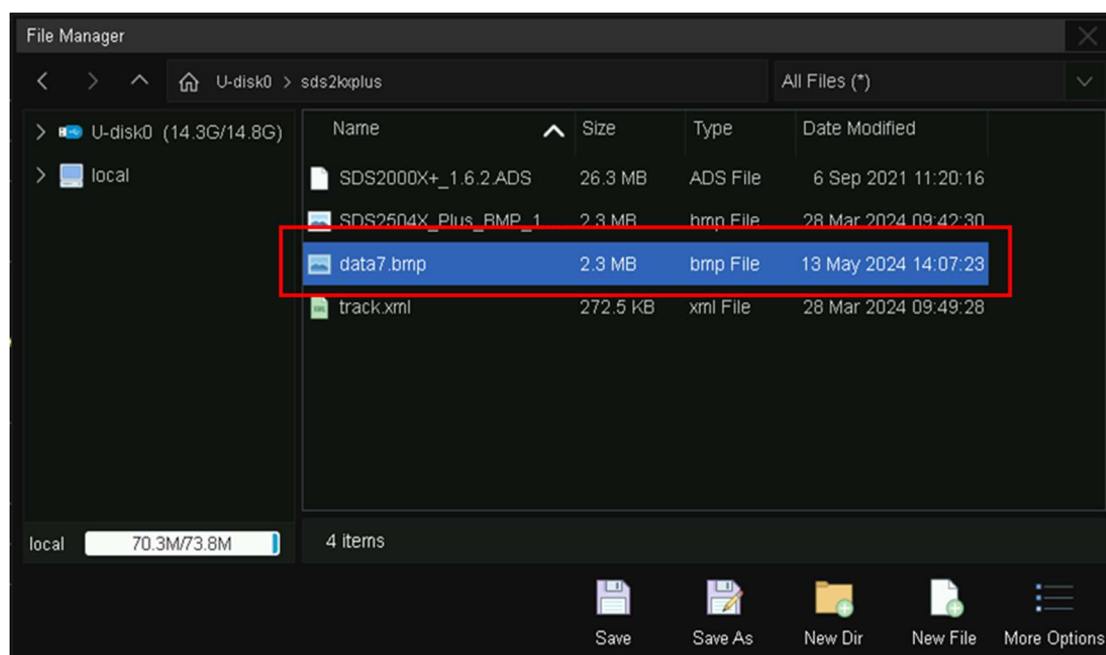
第三に、ファイルマネージャーで\U-disk0\sds2kxplus\ディレクトリを選択:



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：

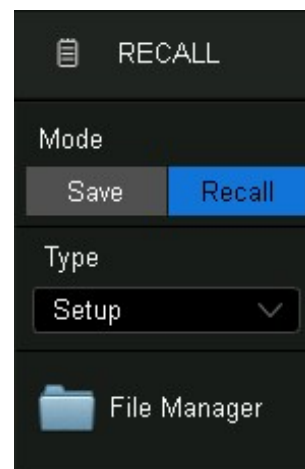


ステップ 4 で「名前を付けて保存」ではなく「保存」を選択した場合、システムはデフォルトのファイル名「sds2000X\_Plus\_BMP\_n.bmp」（n は 1 から増加する整数）でファイルを保存します。

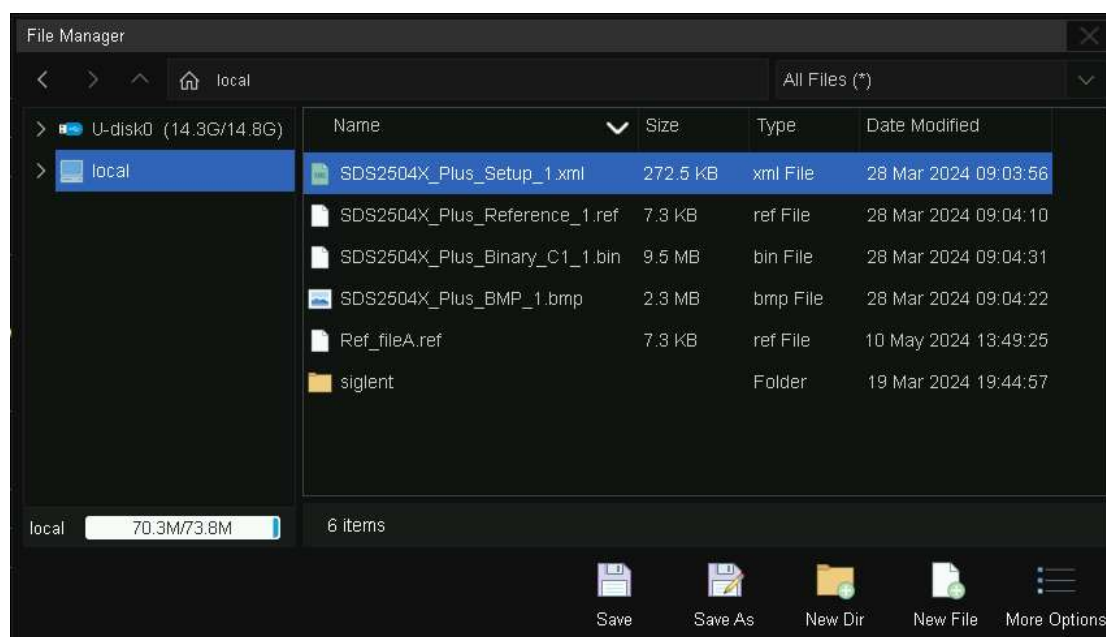
**注：**フロントパネルの印刷ボタンを押すと、直前に保存したスクリーンショットと同じパスにスクリーンショットが即座に保存されます。


パス「local」に保存されている設定ファイル「SDS2504X\_Plus\_Setup\_1.xml」を呼び出します  
まず、リコール操作のパラメータを設定します：

- モードを「リコール」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「local」ディレクトリを選択し、セットアップファイル「SDS2504X\_Plus\_Setup\_1.xml」を選択します。



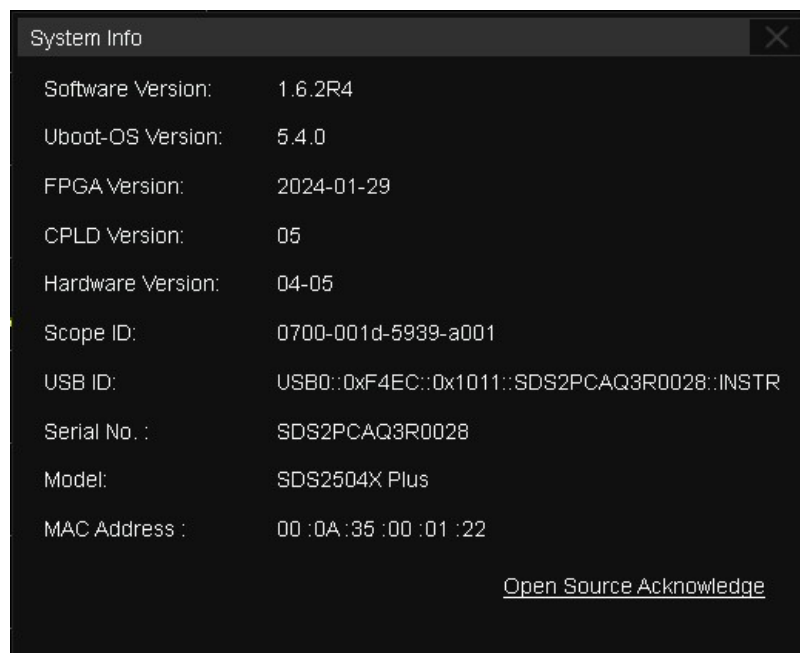
第三に、リコールアイコン (  ) をタッチし、オシロスコープがセットアップのリコールを完了するまで待ちます。

## 30 システム設定

システムステータス、言語、サウンド、自己校正、ファームウェアのアップグレードなど、ほとんどのシステム設定はユーティリティダイアログボックスで確認できます。

### 30.1 システム 情報

ユーティリティ > システム情報でシステム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。



### 30.2 システム設定

#### 30.2.1 言語

SDS2000X Plus 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 > システム設定 > 言語を操作し、リストから言語を選択します。

#### 30.2.2 基準位置設定

基準位置は、水平軸と垂直軸のスケーリング戦略を設定するために使用され、

異なる要求に適応します。

ユーティリティ > システム設定 > 基準位置を開き、垂直（または水平）方向の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。

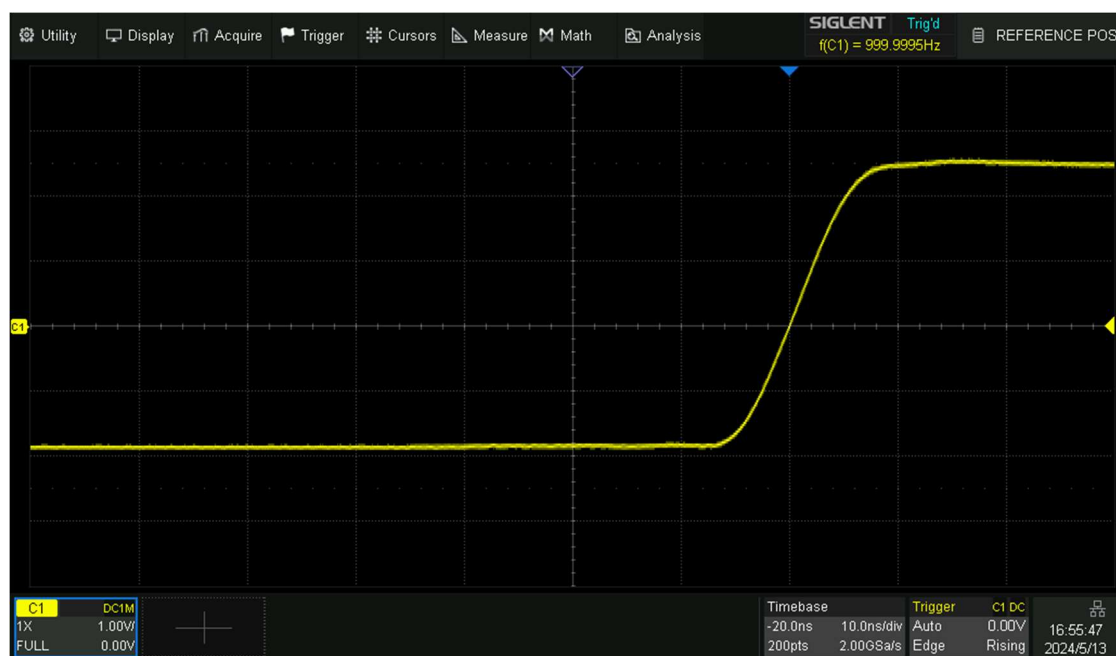
### 水平基準

- **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。水平方向の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。

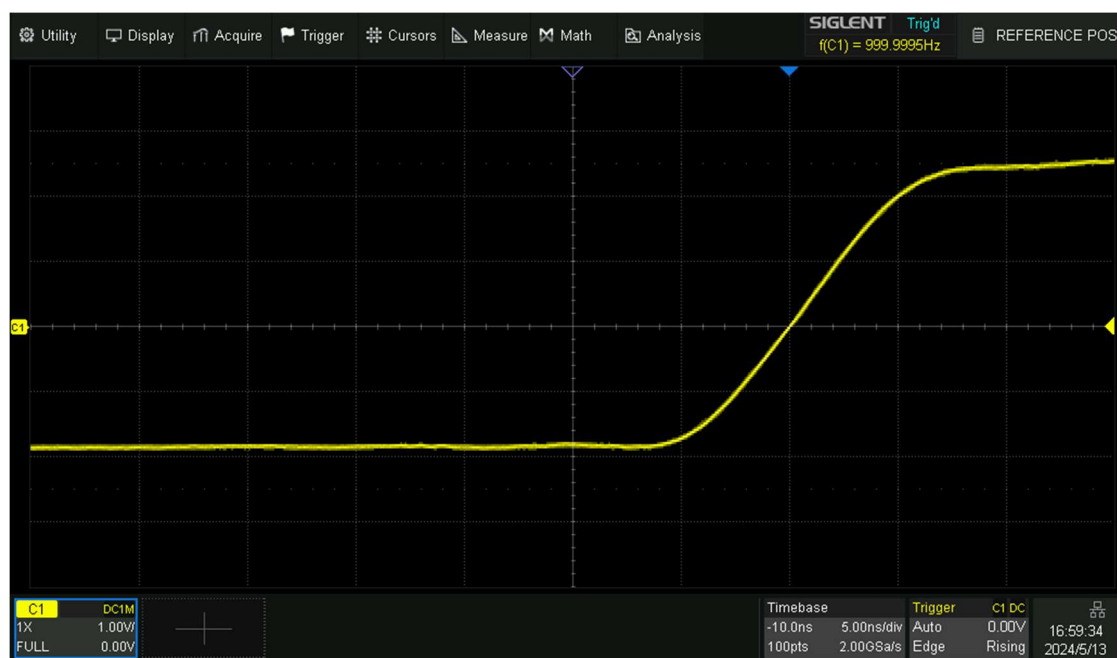
### 垂直リファレンス

- **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。

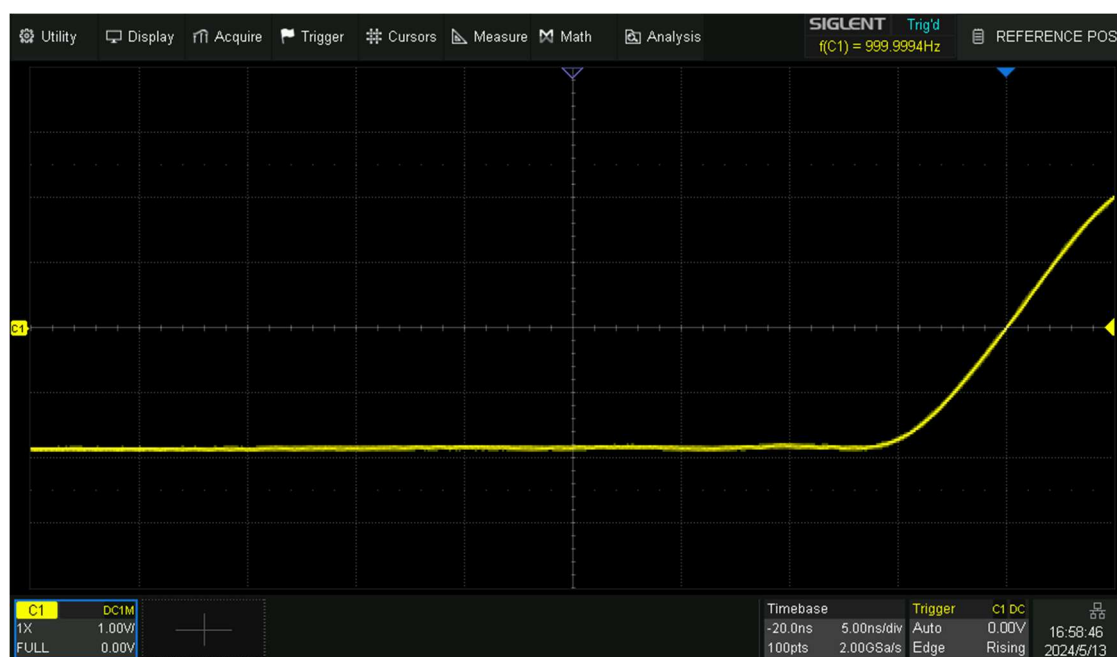
水平基準を例に、異なる設定によるスケーリング効果を説明します：



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 に変化

### 30.2.3 スクリーンセーバー

設定時間以上操作がない場合、スクリーンセーバーが作動します。この時、消費電力削減のため、表示部のバックライトが消灯します。

ユーティリティ > 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無効にできます。

### 30.2.4 タッチスクリーン

ユーティリティ > システム設定 > タッチスクリーンを実行するか、フロントパネルのタッチボタンを押してタッチスクリーン機能を有効にします。この機能が無効の場合、本器はタッチ操作には反応しなくなりますが、キー操作やマウス操作には反応し、WebServer によるリモート操作にも影響はありません。

### 30.2.5 音

ユーティリティ > システム設定 > ビープ音 を実行して、ブザー音の有効/無効を切り替えます。

### 30.2.6 自動電源オン

設定するには、ユーティリティ > システム設定 > 自動電源オンを実行してください。詳細は「電源投入」の章を参照してください。

### 30.2.7 日付/時刻

SDS6000A 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 > システム設定 > 日付/時刻を実行して日付/時刻ダイアログボックスを開きます:





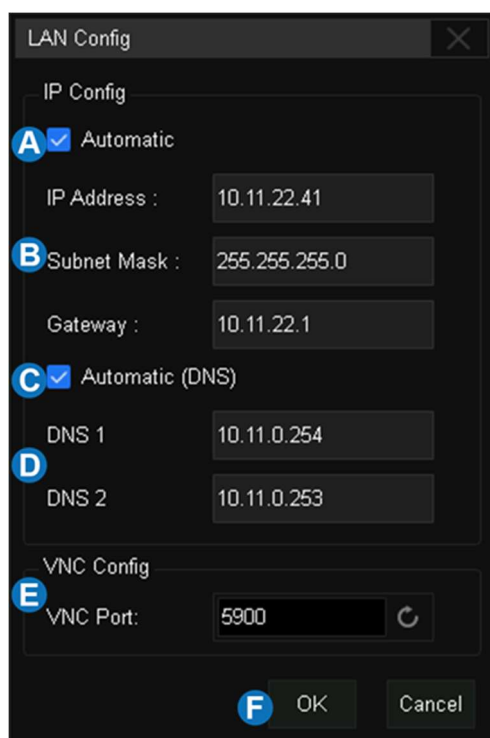
- 時、分、秒、曜日、月、年のテキストボックスをタッチして編集し、**[日付/時刻の変更]** ボタンをタッチして変更を実行します。
- タイムゾーンのボックスをタッチしてタイムゾーンを選択し、**[タイムゾーンを変更]** ボタンをタッチして変更を実行します。
- 日付/時刻を表示するかどうかを選択するには、**[日付/時刻を表示]** または **[表示しない]** をタップします。
- **[時間形式]** をタッチして、12 時間制または 24 時間制の表示形式を選択します。

## 30.3 入出力設定

### 30.3.1 LAN

以下の手順で LAN ポートを設定します:

ユーティリティ > I/O > **LAN 設定** を実行し、LAN 設定ダイアログボックスを開きます。



- A. 自動を選択すると動的 IP が有効になります。この場合、オシロスコープは DHCP サーバーが稼働する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。関連情報についてはネットワーク管理者にお問い合わせください。
- 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、DNS サーバーによる名前解決を使用できるようになります。
- 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。
- F. 設定を行うには、[OK] ボタンをタッチしてください。

### 30.3.2 GPIB

USB-GPIB アダプタでコンピュータとオシロスコープを接続します。以下の手順を実行してください：

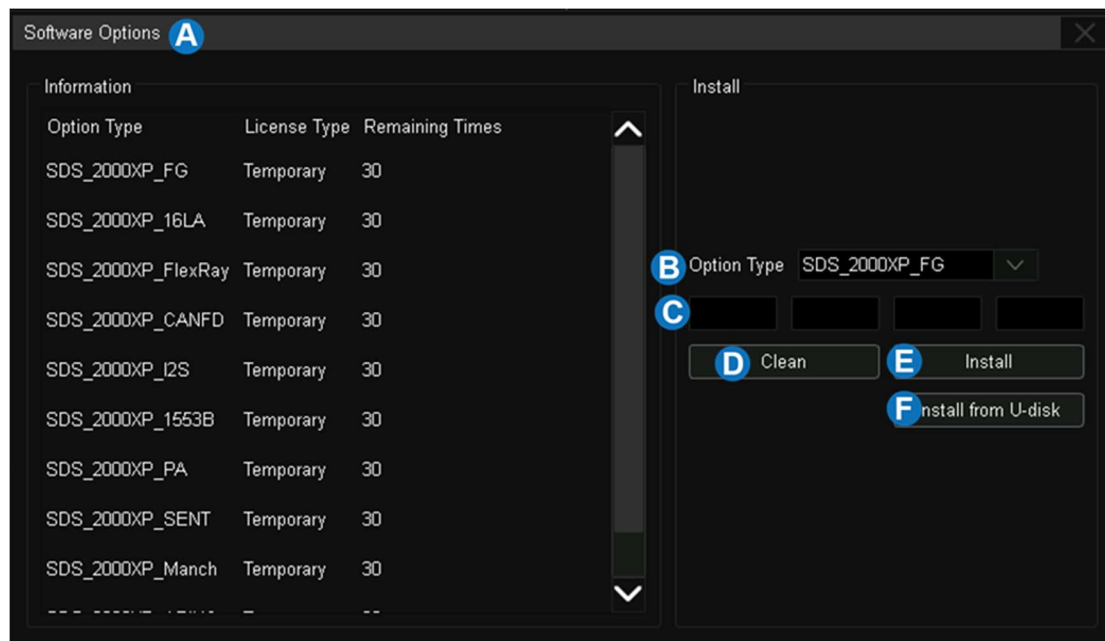
1. デバイスを接続します。USB-GPIB アダプタの USB 端子をデバイスのフロントパネルにある USB ホストインターフェースに接続し、GPIB 端子をコンピュータの GPIB カードポートに接続します。
2. コンピュータに GPIB カードドライバをインストールします。コンピュータに接続されている GPIB カードドライバを正しくインストールしてください。
3. デバイスの GPIB ポートアドレスを設定します。ユーティリティ > システム設定 > I/O > GPIB

を実行し、ポップアップ仮想キーボードで数値入力を行います。設定範囲：1～30。

## 30.4 オプション s をインストールします。

SDS2000X Plus には、機能強化のためのオプションがいくつか用意されています。対応するオプションキーについては、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。オプションをインストールするには、以下の手順を実行してください：

ユーティリティ > ソフトウェアオプション > 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。

## 30.5 メンテナンス

### 30.5.1 自己校正

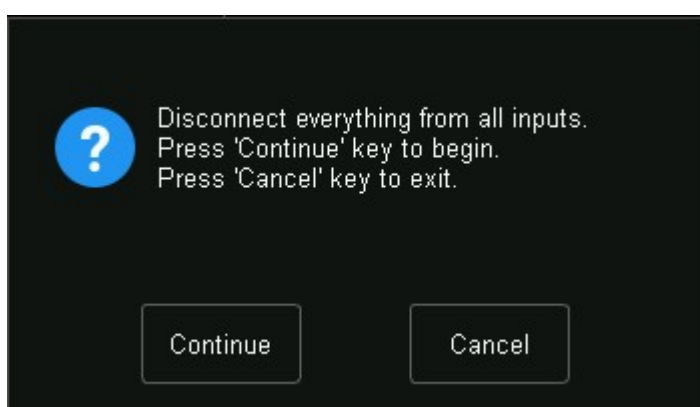
自己校正プログラムは、オシロスコープを迅速に校正し、最適な動作状態と最も正確な測定を実現

します。周囲温度の変化が 5℃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** > **メンテナンス** > **自己校正** を操作すると、以下のダイアログが表示されます。**「続行」** を選択して自己校正プログラムを開始してください。

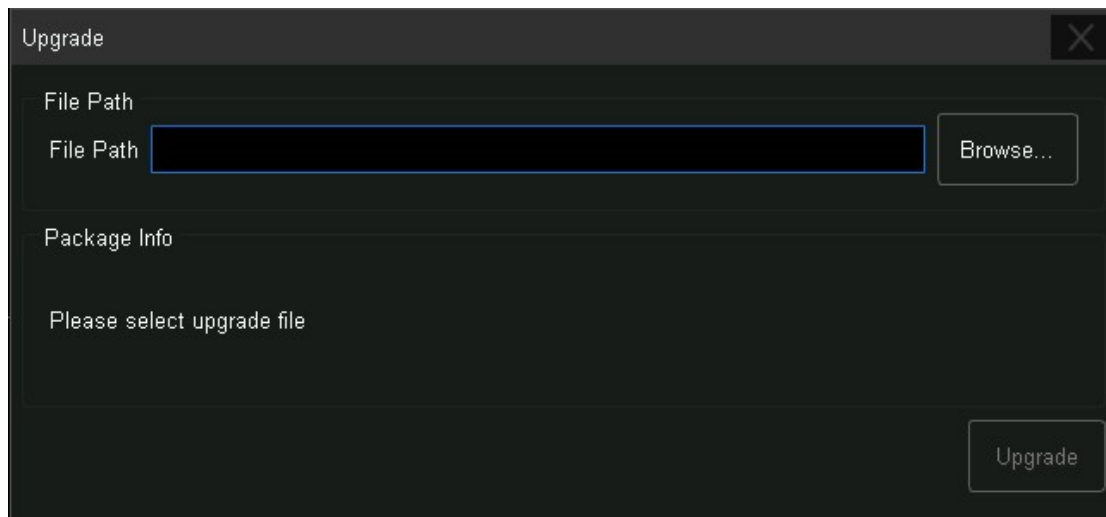



3. 自己校正が完了するまで、オシロスコープは一切の操作に応答しません。自己校正終了後、画面をタッチするか任意のボタンを押して終了してください。

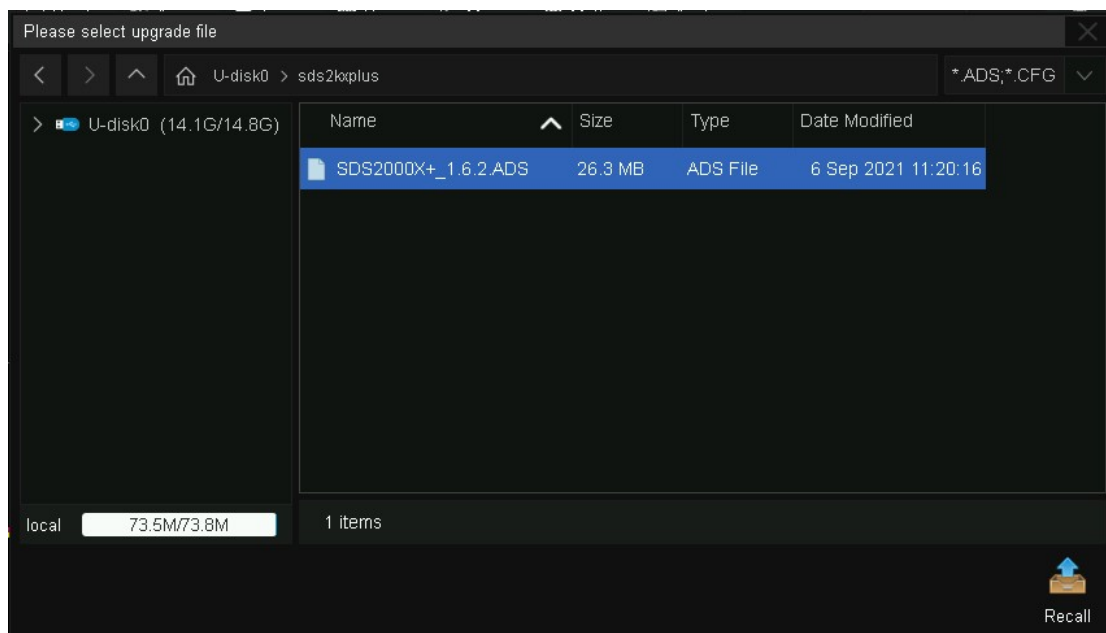
### 30.5.2 ソフトウェアのアップグレード

ファームウェアは外部 USB メモリデバイス/U ディスク経由でアップグレード可能です。アップグレードを実行する前に、正しいアップグレードファイル (\*.ads) が U ディスクに含まれていることを確認し、オシロスコープに接続してください。

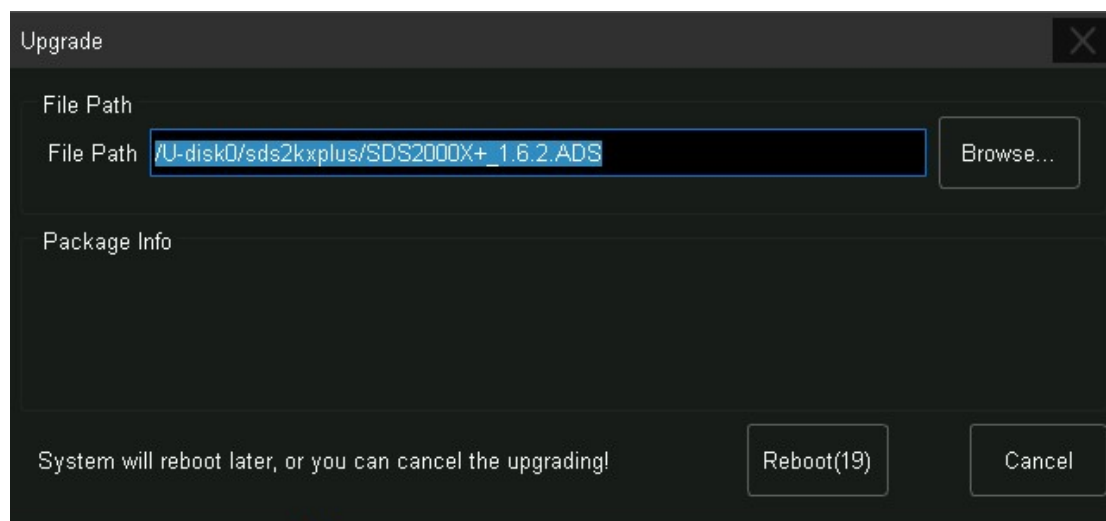
**ユーティリティ** > **メンテナンス** > **アップグレード** を操作し、アップグレードダイアログボックスを呼び出します：



[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（）をクリックします。



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、解析を行います。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。それ以外の場合は、オシロスコープが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、「システム 情報」でバージョン番号を確認してください。

	<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。電源を切ると、オシロスコープが起動しなくなる可能性があります！
--	--

### 30.5.3 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。

### 30.5.4 セルフテストの実行

セルフテストには、画面テスト、キーボードテスト、LED テストが含まれます。これは、オシロスコープのユーザーインターフェースに、色の歪み、ボタンやノブの感度など、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

画面テストは、オシロスコープの表示に深刻な色調異常、不良画素、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** > **メンテナンス** > **セルフテスト** > **画面テスト**を実行すると、オシロスコープは以下に示す画面テストインターフェースに入ります。画面は最初に赤色で表示されます。

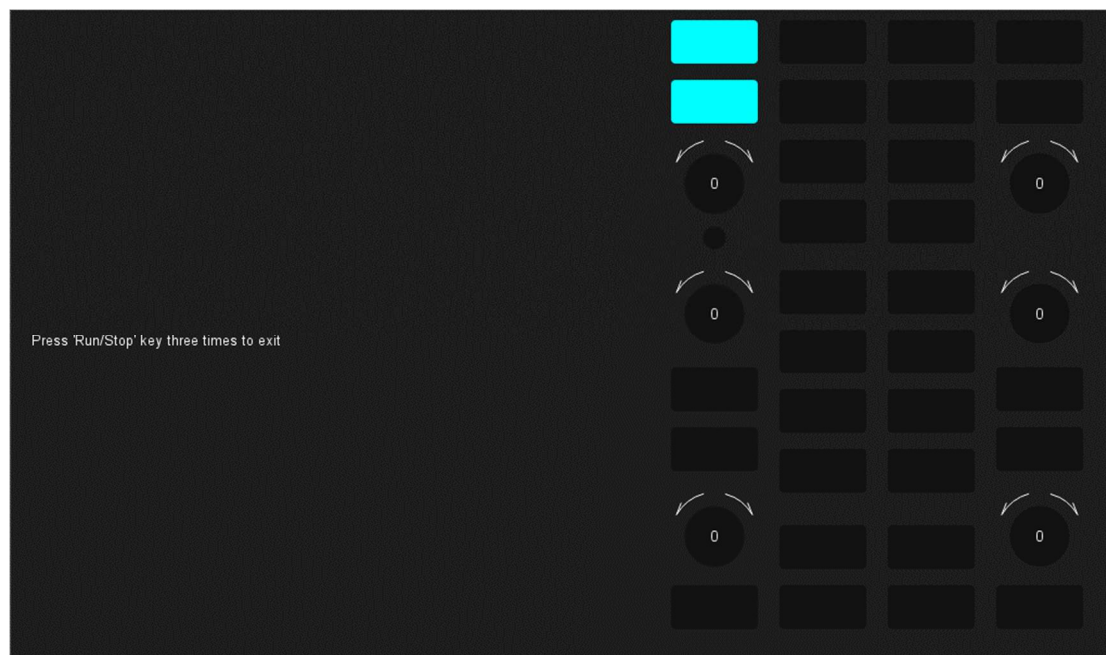


**シングル** ボタンを押すと緑と青の表示モードに切り替わります。画面に色調異常、不良画素、傷がないか確認してください。

**「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、感度があるかを確認するために使用されます。**ユーティリティ** > **メンテナンス** > **セルフテスト** > **キーボードテスト** を実行すると、以下のインターフェースが表示されます：



**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。

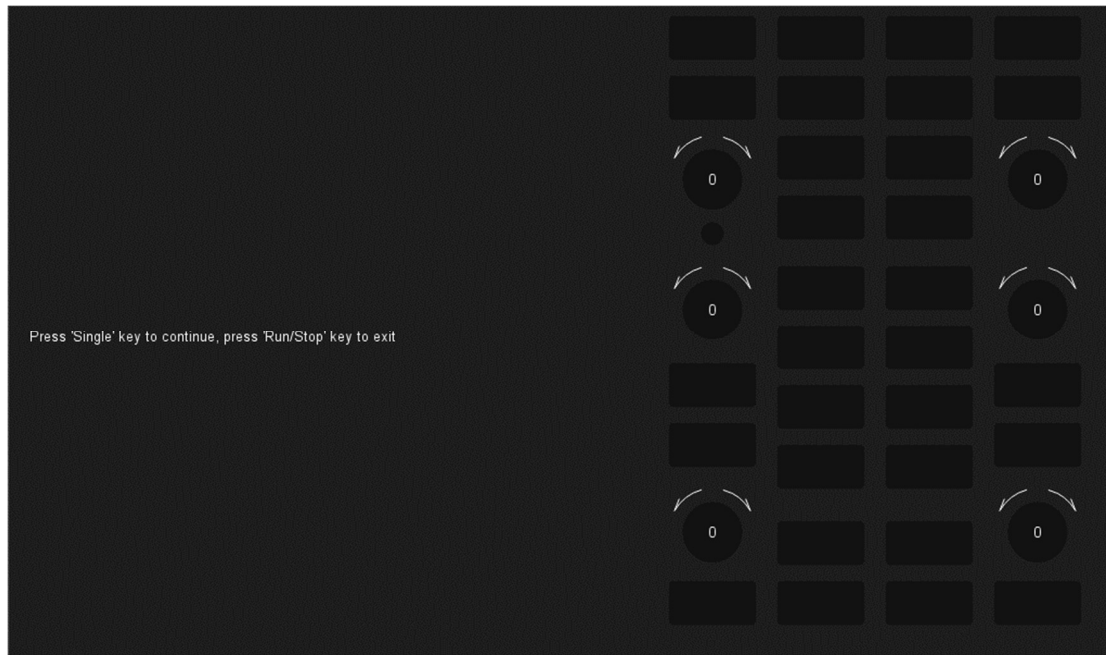
**ボタンテスト** : 各ボタンを押下し、画面上の対応するボタンアイコンがリアルタイムで点灯するか確認します。

キーボードテストを終了するには、**Run/Stop** ボタンを 3 回押します。

## LED テスト

LED テストは、前面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** > **メンテナンス** > **セルフテスト** > **LED テスト** を操作して、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。

LED テストを終了するには、**実行/停止** ボタンを押します。

## 30.6 Sevies

### 30.6.1 Web サーバー

SDS2000X Plus には Web サーバー機能が搭載されており、Web ブラウザを使用してオシロスコープにアクセスし制御できます。リモート制御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。

本器を制御するためのパスワード設定は、**ユーティリティ** > **サービス** > **Web** で行います。パスワードの長さは 20 バイトまでです。

### 30.6.2 エミュレーション

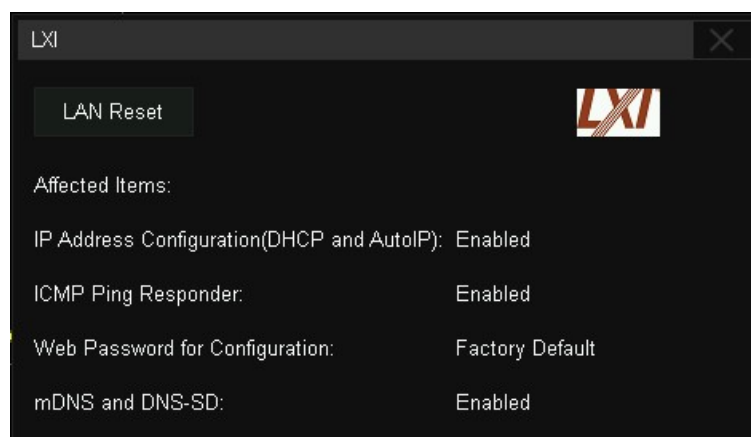
「エミュレーション」オプションを「Tektronix」に設定すると、本機の SCPI コマンドセットが Tek 互換に変更されます。この設定により、既存コードの変更を最小限に抑えながら Tek オシロスコー

プからの移行が可能です。

### 30.6.3 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** をクリックすると、以下の LXI ステータスボックスが表示されます：



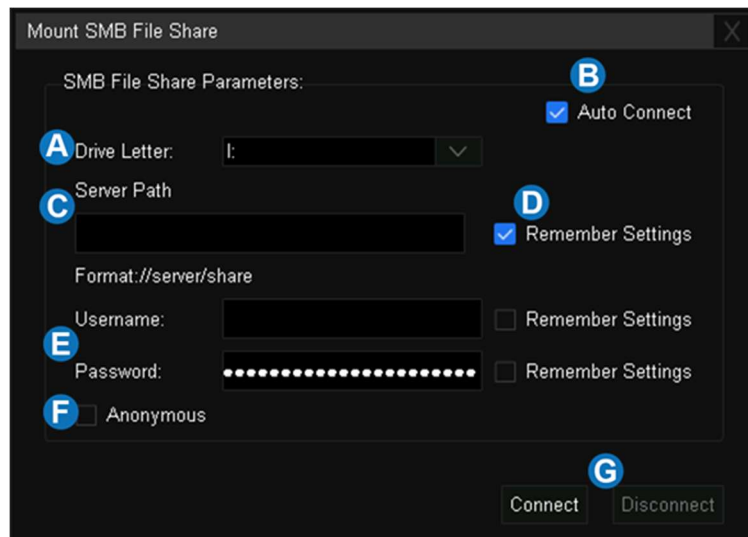
**LAN リセット** をクリックすると、オシロスコープの LAN 設定をデフォルト値に復元します。これにより自動 IP 設定、ICMP Ping レスポンダー、マルチキャスト DNS が有効化され、ウェブサーバーのパスワードがリセットされます（パスワードは

**ユーティリティ** > **サービス** > **Web** 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 サーバー 」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。

### 30.6.4 SMB ファイル共有

**ユーティリティ** > **サービス** > **SMB ファイル共有** > **クライアント** を実行し、SMB ファイル共有ダイアログボックスを開きます：



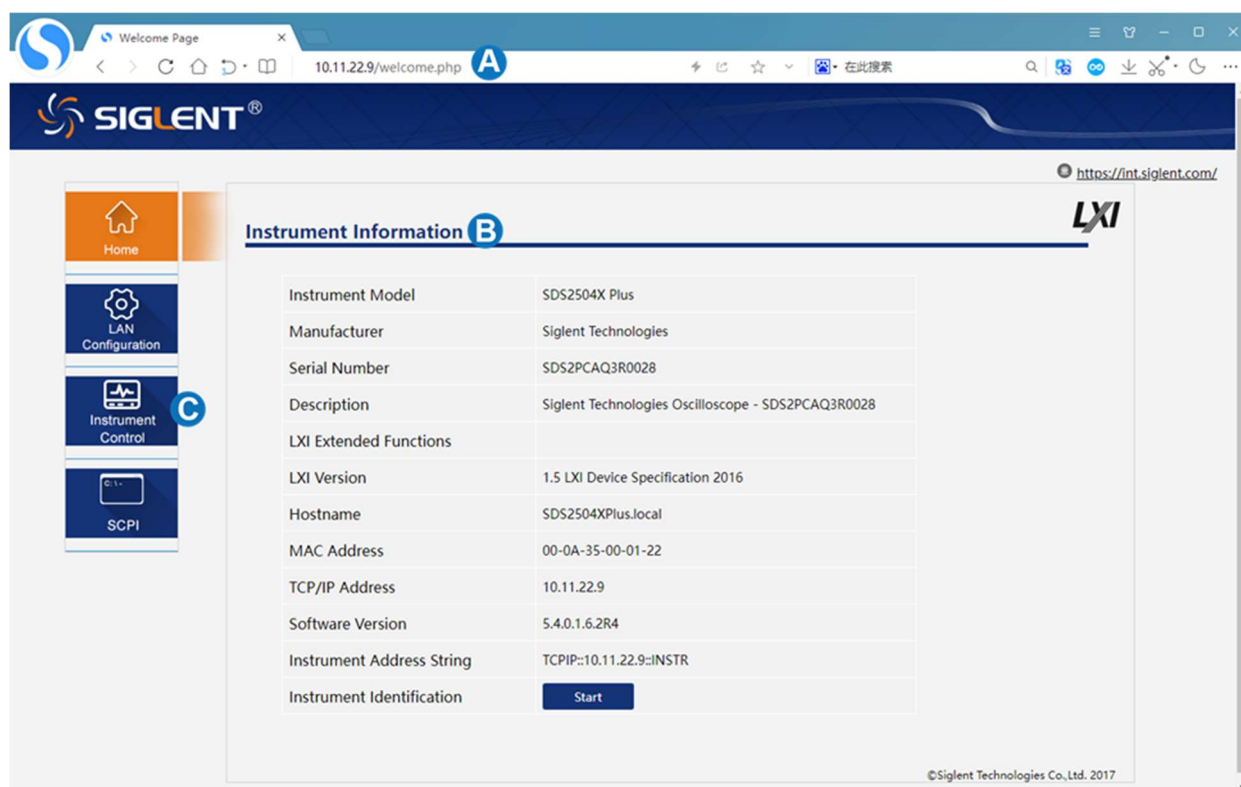
- A. ドライブを選択します。デフォルトは I: です。
- B. 電源投入時にネットワークディレクトリへ自動接続するかどうかを確認
- C. テキストボックスに **SMB** ファイル共有ディレクトリを入力
- D. パスを記憶するには「設定を記憶」にチェック
- E. ユーザー名とパスワードを入力。「設定を記憶」にチェックを入れると保存されます
- F. ゲストモードでネットワークディレクトリにアクセスするには「匿名」にチェック（ユーザー名 : **Guest**、パスワード不要）。サーバー側で匿名アクセスを許可している必要があります
- G. ネットワークディレクトリへの接続/切断を手動で行う

## 31 リモコン

SDS2000X Plus は LAN ポートと USB デバイスポートを備えており、複数の方法でリモート制御に使用できます。

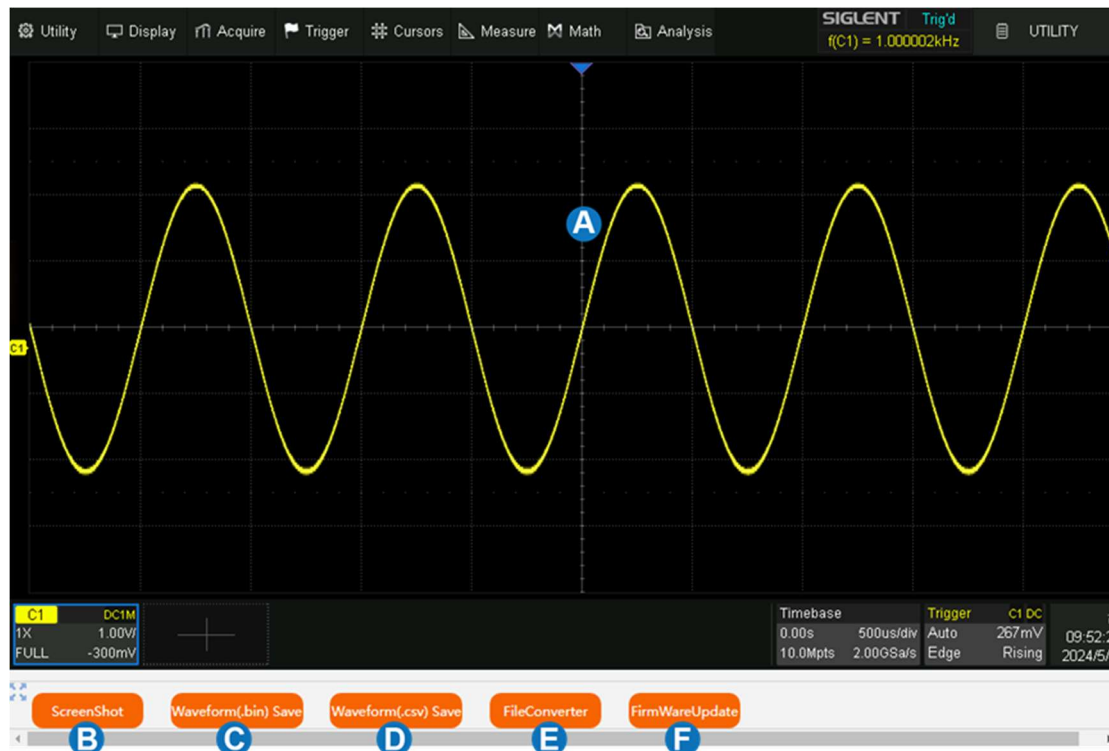
### 31.1 Web ブラウザ

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制御することができます。制御用コンピュータに追加の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および制御することができます。



- 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してください。
- C. 波形データをバイナリファイル (\*.bin) 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してください。
- D. バイナリ波形ファイル (\*.bin 形式) を CSV ファイルに変換する実行可能プログラムをダウンロードするにはここをクリックしてください。
- 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してください。
- F. ファームウェアのアップグレードを行うには、こちらをクリックしてください。

## 31.2 その他の接続方法

SDS2000X Plus 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による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。

## 32 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、対応する手順に従って解決してください。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) 電源スイッチが確実にオンになっているか確認してください。
  - 3) ヒューズが焼損していないか確認してください。ヒューズの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を行います。
  - 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. 波形は表示されるが不安定である。波形が時間とともに画面上を移動する：
  - 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実際に使用している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」の有無を確認してください：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)、偽波形が発生しやすいです。この場合、サンプリングレートが信号周波数の 2 倍以上になるよう、小さいタイムベースを設定してください。
  - 3) トリガー方式の確認：一般信号には「エッジ」トリガーを、映像信号には「ビデオ」トリガーを使用してください。適切なトリガー方式を使用した場合のみ、波形は安定して表示

されます。

- 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** 押下後表示されない場合：

トリガーパネル (TRIGGER) のモードが「Normal」または「Single」になっているか、トリガー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、トリガー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：**AutoSetup**を使用すると、上記の設定を自動的に完了できます。

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 (USB メモリ、USB フラッシュドライブなど) であることを確認してください。本オシロスコープは、スタンドアロンのディスクドライブなどのハードウェアストレージタイプには対応していません。
- 4) USB メモリのフォーマットが **FAT32** であることを確認してください。
- 5) 機器を再起動した後、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、電子計測機器の研究開発、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 年以上の継続的な開発を経て、SIGLENT は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

