# ユーザ・マニュアル

TDS3AAM 拡張解析 アプリケーション モジュール

071-0955-01



Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved.

当社の製品は、米国その他各国におけると浮く商標および 出願特許の対象となっています。本書の内容は、すでに発 行されている他の資料の内容に代わるものです。また製品 の仕様は、予告なく変更させていただく場合がありますの で、予めご了承ください。

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077

TEKTRONIX、TEK、TEKPROBE および Tek Secure は Tektronix,Inc の 登録商標です。

DPX, WaveAlert および e\*Scope は Tektronix, Inc の商標です。

### WARRANTY SUMMARY

Tektronix warrants that the products that it manufactures and sells will be free from defects in materials and workmanship for a period of one (1) year from the date of shipment from an authorized Tektronix distributor. If a product proves defective within the respective period, Tektronix will provide repair or replacement as described in the complete warranty statement.

To arrange for service or obtain a copy of the complete warranty statement, please contact your nearest Tektronix sales and service office.

EXCEPT AS PROVIDED IN THIS SUMMARY OR THE APPLICABLE WARRANTY STATEMENT, TEKTRONIX MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. IN NO EVENT SHALL TEKTRONIX BE LIABLE FOR INDIRECT, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.

## お問い合わせについて

 製品に 当社製品に関するお問い合わせは、北米地域か らは次のフリー・ダイアルがご利用になれます。 (英語のみ)
 1-800-833-9200
 6:00 a.m. ~ 5:00 p.m. Pacific time

> 電子メールをご利用の方は、次のメール・ アドレスでお問い合わせください。 techsupport@tektronix.com

日本国内では、日本テクトロニクス(株)お客 様コールセンターまでお問い合わせください。 Tel: 03-3448-3010 Fax: 0120-046-011 E-mail: ccc.jp@tektronix.com 電話受付時間 / 9:00~12:00 · 13:00~19:00 月曜〜金曜(休祝日を除く)

**サービスに** 日本国内での修理については、日本テクトロニ **ついて** クス サービス受付センターでお答えします。

> Tel: 0120-741-046 Fax: 0550-89-8268 電話受付時間 / 9:00~12:00・13:00~19:00 月曜~金曜(休祝日を除く)

ワールド・ワイドのサービス体制については、 Tektronix のホームページをご参照ください。

- **ご意見、Tektronix** 社または日本テクトロニクス(株) **ご感想は**までお寄せください。
- ご感想は Tektronix, Inc.

P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA

日本テクトロニクス株式会社 〒141-0001 東京都品川区北品川 5-9-31 お客様コールセンター(上記参照)

- $\pi \Delta$  www.tektronix.com
- ページ www.tektronix.co.jp

## 目次

安全にご使用いただくために 2
TDS3AAM の概要 5
TDS3AAM アプリケーション・モジュールの
インストール方法 6
拡張解析メニューの使用 6
測定機能 8
FFT 演算機能 12
DPO 演算機能 22
拡張演算機能 24
XY カーソル
付録A: FFT の概要 40
保証規定
お問い合わせ

## 安全にご使用いただくために

安全にご使用いただくために、本製品の指示にしたがって ください。本製品をご使用の際に、他のシステムの製品に アクセスしなければならない場合があります。システムの 操作に関する警告や注意事項については、他のシステム・ マニュアルの『安全にご使用いただくために』をお読みく ださい。

## 静電気に対する注意事項

注意:静電気放電(ESD)によって、オシロスコー プのコンポーネントおよびそのアクセサリが損傷 するおそれがあります。ESD防止のために、指示 があれば、これらの注意事項に従ってください。

**グランド・ストラップを使用します。**帯電しやすいコンポーネントの設置や取り外しの際は、帯電防止用リスト・ストラップを着け、体に蓄積される静電気を放電してください。

安全な作業領域を確保します。帯電しやすいコンポーネントの設置や取り外しを行う作業領域では、静電気を発生させたり、ため込むデバイスを使用しないでください。静電気を発生しやすい床、作業台のある領域での帯電しやすいコンポーネントの取り扱いは避けてください。

コンポーネントは慎重に取り扱います。帯電しやすいコン ポーネントは、作業台の上などで引きずることのないよう にご注意ください。接続ピンの部分には手を触れないでく ださい。帯電しやすいコンポーネントの取り扱いは、手早 く行ってください。

**輸送や保存は慎重に行います**。帯電しやすいコンポーネントの輸送、保存には、静電気防止袋またはコンテナを使用してください。

## マニュアルの保管

オシロスコープのフロント・カバーには、このマニュアル の保管用スペースがあります。



## TDS3AAM の概要

この章では、TDS3AAM アプリケーション・モジュール の特徴の概要、拡張解析機能にアクセスする方法について 説明します。

TDS3AAM アプリケーション・モジュールを使用する と、次の解析タスクが実行可能です。

■ DPO 演算

- 任意の演算式による計算演算子を使って、取り込み中の波形およびリファレンス波形に対して行う演算式を 作成し、波形演算を行うことができます。ユーザ定義の変数を2つまで使用して、演算式を作成することができます。
- FFT (高速フーリエ変換) 波形解析
- 波形領域およびサイクル領域の測定
- 測定値の統計最小値/最大値または平均値/標準偏差の リードアウト値の表示を追加します。
- XY 波形カーソル

# TDS3AAM アプリケーション・モジュール のインストール方法

TDS3AAM 拡張解析モジュールのインストールおよびテ スト方法は、『TDS3000 および TDS3000B シリーズのア プリケーション・モジュール・インストール方法』を参照 してください。

# 拡張解析メニューの使用

TDS3AAM 拡張解析モジュールは、領域、サイクル 領域、統計測定機能を測定メニューに追加し、FFT、 DPO演算、拡張演算機能を演算メニューに追加します。 カーソル・メニューには XY カーソルが追加されます。 拡張解析機能を使うには、次の表のようにします。

TDS3AAM の様	幾能を使	う
------------	------	---

機能	フロント・ パネル・ボ タンを押す	ボトム・メ ニュー・ボ タンを押す	サイド・メニュー・ボ タンを押す
領域および サイクル領 域の測定	測定	測定項目 の選択	- 次へ - 領域また はサイクル領域ボタ ンが表示されるまで 押す。8ページ参 照。
測定値の統 計	測定	統計測定	最小値/最大値また は平均値/標準偏差 を選択する。9ペー ジ参照。

### TDS3AAM の機能を使う (続き)

機能	フロント・ パネル・ボ タンを押す	ボトム・メ ニュー・ボ タンを押す	サイド・メニュー・ボ タンを押す
FFT	演算	FFT	ソース波形、垂直軸 軸、FFT ウィンド ウを選択する。 12ページ参照。
DPO 波形演 算	演算	DPO 波形 演算	ソース波形と演算子 を選択する。 22ページ参照。
波形演算式	演算	拡張演算	演算式を作成し、変 数の値と単位を定義 し、演算式を表示す る。24ページ参 照。
XY カーソル	カーソル	機能	波形 XY カーソルを 選択する(このメ ニューを表示するに は、XY 表示モード にしておく必要があ る)。31ページ参 照。

# 測定機能

TDS3AAM アプリケーション・モジュールは、測定項目 の選択サイド・メニューに領域およびサイクル領域の測定 機能を追加し、測定メニューに統計測定ボトム・ボタンを 追加します。これらの測定メニュー項目を選択するには、 フロント・パネルの MEASURE ボタンを押します。

領域および	<b>がサイ</b>	クル領	域の測定
-------	------------	-----	------

ボトム	サイド	説明
測定項目 の選択	領域	電圧の時間変化を測定しま す。波形全体もしくはゲート 領域について、垂直軸単位 - 秒数(例えば電圧 - 秒、電 流 - 秒)を測定します。
	サイクル領 域	電圧の時間変化を測定しま す。波形の最初のサイクル か、ゲート領域の最初のサイ クルについて、垂直軸単位 - 秒数(例えば電圧 - 秒、電 流 - 秒)を測定します。

### 領域およびサイクル領域の測定 (続き)

ボトム	サイド	説明
統計測定	オフ	実行中の測定についての統計 情報を表示しないようにしま す。
	最大値/最 小値	実行中の測定におけるリード アウト値について、最小値と 最大値を表示します。
	平均值/標 準偏差 n	実行中の測定におけるリード アウト値について、最小値と 最大値を表示します。
		n は平均値と標準偏差の演算 に使用された測定値の個数 で、2 ~ 1000 の範囲です。 汎用ノブを使って、1 (微調 節)または 10 (粗調節)の 増分で値を変更することがで きます。デフォルト値は 32 です。

**波形の極性** 領域の演算では、波形のうち、グランド より上の部分が正で、グランドより下の部分が負です。 **波形のクリッピング**最良の結果を得るには、入力波形 がディスプレイの波形目盛の上下を越えないようにします (「波形のクリッピング」と呼びます)。クリップされた 波形を使って測定や演算処理を行うと、不正な値になるこ とがあります。

**領域** 以下の数式は、波形全体もしくはゲート領域の波形 領域を計算するアルゴリズムを示しています。

Start = End の場合、(補間された)Start 時点の値を返します。これ以外の場合は、以下のとおりです。



**サイクル領域**以下の数式は、レコード内もしくはゲート 領域内の1サイクルの波形領域を計算するアルゴリズム を示しています。

Start = End の場合、(補間された) Start 時点の値を返します。これ以外の場合は、以下のとおりです。



**最小値/最大値**最小値/最大値は、実行中の各測定値のす ぐ下に、リードアウト値の最小値と最大値を表示します。 以下はリードアウト値の最小値/最大値の表示例です。

Ch1 Freq 15.98 MHz Min: 15.81MHz Max: 16.17MHz

平均値/標準偏差 平均値/標準偏差は、実行中の各測定値 のすぐ下に、リードアウト値の平均値(m)と標準偏差 (s)を表示します。平均値と標準偏差の値は連続演算に よるもので、演算はその直前の演算結果を組み込んで行わ れます。以下はリードアウト値の平均値/標準偏差の表示 例です。

Ch1 Freq 15.98 MHz μ: 15.99MHz σ: 82.92kHz

**スクリーンからの読み取り**最大値/最小値と平均値/標 準偏差の値は、波形測定値のすぐ下に表示されますが、こ の領域には"Low resolution"などの測定上の注意書きが 表示されることがあります。測定値に疑問がある場合には、 統計測定をオフにして、オシロスコープに注意書きが表示 されるかどうかを確認します。

## FFT 演算機能

TDS3AAM アプリケーション・モジュールは、オシロス コープに FFT(高速フーリエ変換)測定機能を追加しま す。FFT 測定では、オシロスコープへの繰返しまたは単 発のタイム・ドメイン信号を周波数成分に変換し、スペク トラム解析を可能にします。

信号の周波数成分を簡単に見ることができるようになり、 スペクトラムの形が調査や解析に役立ちます。FFT 測定 は、次のような問題の解決に適しています。

- フィルタやシステムのインパルス応答試験
- システムの高調波成分や高調波歪みの測定
- ノイズや干渉の発生源の特定
- 振動解析
- 50 Hz および 60 Hz 商用電源に含まれる高調波解析

アプリケーション・モジュールによって、演算メニューに FFT機能が追加されます。FFT演算メニュー項目を使用 するには、フロント・パネルのMATHボタンを押してか ら、FFT ボトム・ボタンを押します。

FFT 演算メニュー

ボトム	サイド	説明
FFT	FFT ソース	FFT 信号ソースを選択しま す。2 チャンネル仕様のオ シロスコープでは Ch1 また は Ch2 から、4 チャンネル 仕様のオシロスコープでは Ch1 ~ Ch4 から、その他の オシロスコープでは Ref1 ~ Ref4 から選択します。
	FFT 垂直軸	ディスプレイの垂直軸の単 位を設定します。dBV RMS またはリニア RMS が選択 できます。
	FFT ウィン ドウ	ソース信号にあわせて、ハ ニング、ハミング、ブラッ クマン・ハリスまたは方形 波から選択します。FFT ウィンドウの詳細について は、40ページを参照してく ださい。

**拡張 FFT** 任意の演算式に基づいて FFT 解析を行う ことができます。詳細は 24 ページの拡張演算機能を 参照してください。

リニア RMS スケール リニア・スケールは、各周波数成 分の振幅が近い場合に、各成分の振幅を直接比較するのに 適しています。 **dB スケール** スケールは、各周波数成分の振幅が広いダ イナミック・レンジを持っている場合に、振幅の異なる周 波数成分を同時に表示するのに適しています。dBV スケ ールでは、成分の振幅が対数スケールを使って表示され、 0 dB =1 VRMS として 1 VRMS ごと、もしくはソース波 形の単位(例えば電流の測定ではアンペア)で表示されま す。

選択または保存された波形の FFT 解析 選択された信号(繰返しまたは単発)、最後に取り込んだ信号またはリファレンス・メモリに保存されている波形について、 FFT 波形を表示させることができます。

**FFT ウィンドウ** 解析する信号にあわせて、4 つの FFT ウィンドウ(方形波、ハミング、ハニング、ブラックマン・ ハリス)から最適なものを選択することができます。方形 波ウィンドウは、トランゼント、パルス、単発信号など、 繰返しのない信号の解析に適しています。ハミング、ハニ ングおよびブラックマン・ハリス・ウィンドウは、繰返し のある信号に適しています。FFT ウィンドウの詳細につ いては、43 ページを参照してください。 **FFT波形の位置調整** POSITION ノブおよびスケール・ ノブを使って、FFT 波形の垂直位置とスケールを調整し ます。

**FFT とアクイジション・モード** ノーマル・アクイジ ション・モードで取り込んだ波形は、高速トリガ・モード で取り込んだ波形に比べて波形のサンプリング数が多いた め、ノイズ・フロアが低く周波数の解像度も高くなります。

FFT 解析時には、ピーク検出およびエンベロープ・モードは使用しないでください。ピーク検出およびエンベロー プ・モードでは、FFT 波形が著しく歪むことがありま す。

**DC成分を含む波形** DC成分やオフセットを含む波形では、FFT 波形成分の振幅が正しく計算されない場合があります。DC 成分を最小にするには、AC カップリングを 選択します。

不規則ノイズの軽減 繰返しのある波形で不規則ノイズ とエイリアシングされた成分を軽減するには、アクイジション・モードを16(もしくはそれ以上)にセットします。 ただし、トリガ・レートと同期しない周波数に分解する必要がある場合には、アクイジション・アベレージングを使 用しないでください。

トランゼントの測定トランゼント(インパルス、単発) 波形の場合は、波形をスクリーンの中央に表示させるため に、オシロスコープのトリガ・コントロールを使用します。

## **FFT 波形のズーミング** ズーム・ボタン 🔍 ,

と水平位置コントロールおよびスケール・コントロールを 使って、FFT 波形のズーム倍率とポジションを調整しま す。ズーム倍率を変更すると、スクリーン中央の垂直波形 目盛を中心にしてFFT 波形が水平方向に拡大され、垂直 方向には演算波形マーカを中心に拡大されます。ズーム表 示をしても、実際の時間軸およびトリガ・ポジションの設 定は影響を受けません。

> 注:FFT 波形はソース波形レコード全体から計 算されます。ソース波形または FFT 波形の一部 をズーミングして解像度を高めても、ズームされ た部分で FFT 波形が再計算されることはありま せん。

**カーソルを使用した FFT 波形測定** FFT 波形上でカー ソルを使用して、2 種類の測定を行うことができます。 振幅(dBまたは信号ソースの単位)および周波数(Hz) が測定できます。dB による測定では、0 dB は 1 VRMS に相当します。水平カーソル(水平バー)を使うと振幅が、 垂直カーソル(垂直バー)を使うと周波数が測定できます。

### FFT 波形の表示

FFT 波形の表示は、次の手順で行います。

- 信号のピークがスクリーンの外に出ないように、ソー ス信号の垂直軸スケールを調整します。信号のピーク がスクリーンの外に出ると、FFT波形に誤差が生じる ことがあります。
- 波形が5サイクル以上表示されるよう、水平スケール 制御を調整します。表示されるサイクルが多いほど、 FFT 波形の周波数分解能が向上し、エイリアシング (45ページ)の発生を抑えることができます。

単発波形(トランゼント波形)の場合は、信号全体(す べての過渡的現象およびリンギングまたはノイズ)が 表示され、かつスクリーンの中央に表示されるように 調整します。

- 3. 垂直 MATH ボタンを押して、演算メニューを表示し ます。クイックメニューになっている場合には、 MENU OFF ボタンを押してから、MATH ボタンを 押します。
- **4.** FFT ボタンを押すと、FFT サイド・メニューが表示 されます。
- 5. 信号ソースを選択します。任意のチャンネルまたは保 存されているリファレンス波形に対して FFT 測定を 実行できます。
- 適切な垂直スケール(13ページを参照)とFFT ウィンドウ(43ページを参照)を選択します。
- 7. ズーム調整を使用して表示を拡大し、カーソルを使用 して FFT 波形を測定します(16ページを参照)。

## FFT 測定例 1

純粋な正弦波を増幅器に入力して、歪みを測定します。増 幅器の歪みは、増幅器の出力に高調波として現われます。 出力のFFT 波形を表示することで、低レベルの歪みの有 無を判定することができます。

テスト信号として、20 MHz の正弦波を使用します。オシロスコープとFFTのパラメータを次の表のように設定します。

FFT 測定例 1 の設定

コントロール	設定
CH1 のカップリング	AC
アクイジション・ モード	アベレージ 16 回
水平分解能	ノーマル(10k ポイント)
水平スケール	100 ns
FFT ソース	Ch 1
FFT 垂直スケール	dBV
FFT ウィンドウ	ブラックマン・ハリス



ー番左の 20 MHz の成分(図の 1)は、ソース信号の基本周波数です。FFT 波形では、二次高調波が 40 MHz (2)、四次高調波が80MHz (3)になっています。 2および3の成分が存在することは、このシステムによって信号に歪みが生じていることを示しています。偶数次の高調波は、半サイクルのゲイン差がある可能性を示しています。

### FFT 測定例 2

デジタル/アナログが混在する回路で発生するノイズは、 オシロスコープで簡単に観測できます。ただし、観測され たノイズの発生源を特定するのは困難な場合があります。

FFT 波形では、ノイズの周波数内容が表示されます。これらの周波数を、システム・クロック、オシレータ、リード/ライト・ストローブ、表示信号、スイッチング電源などの既知のシステム周波数と照らし合わせることができます。

この例では、システムの最高周波数は 40 MHz になって います。この信号を解析するために、オシロスコープと FTT のパラメータを次の表のように設定します。

#### FFT 測定例 2 設定

コントロール	設定
CH1 のカップリング	AC
アクイジション・ モード	サンプル
水平分解能	ノーマル(10k ポイント)
水平スケール	<b>4.00</b> μs
周波数帯域	150 MHz
FFT ソース	Ch 1
FFT 垂直スケール	dBV
FFT ウィンドウ	ハニング



31 MHzの成分(図の1) に着目してください。これはシ ステムで使用されている 31 MHz のメモリ・ストローブ 信号に一致します。62 MHzの成分(図の2)は、ストロ ーブ信号の二次高調波です。

## DPO 演算機能

TDS3AAM アプリケーション・モジュールによって、 DPO波形の合成波形演算が実行できるようになります。 DPO波形演算の結果には、アナログ・オシロスコーブの ような輝度やグレイ・スケールの情報が含まれ、信号トレー スが最も頻繁に発生している場所では輝度が大きくなりま す。この機能によって、信号の挙動が詳しく分かるように なります。DPO波形演算メニューを使用するには、フロ ント・パネルのMATHボタンを押してから、DPOMath ボトム・ボタンを押します。

#### DPO 波形演算メニュー

ボトム	サイド	説明
DPO 波形演 算	第1ソース	1つめのソース波形を選択 します。
	演算子	演算用の演算子を選択しま す。+、-、または×
	第2ソース	2つめのソース波形を選択 します。

**輝度** フロント・パネルの WAVEFORM INTENSITY ノ ブを使って、波形全体の輝度をコントロールし、波形デー タが画面上に表示される時間を設定します。 **アクイジション・モード** アクイジション・モードへの 変更は、DPO波形演算用のチャンネルを除いたすべての 入力チャンネルに対して有効になるため、これらのチャン ネルの信号を使って行われる波形演算の結果も変わってき ます。例えば、アクイジション・モードがエンベロープに 設定されている場合、Ch1 + Ch2の波形演算は、エンベ ロープされたチャンネル1 およびチャンネル2 の波形で 実行され、演算結果の波形もエンベロープされたものにな ります。

**データのクリア** 波形ソースのデータをクリアすると、 新たなデータが入力されるまで、そのソース波形を含む演 算波形には空の波形データが出力されます。

# 拡張演算機能

TDS3AAM プリケーション・モジュールを使用すると、 演算式をカスタマイズして、選択された波形、リファレン ス波形、測定結果、定数を取りこむことができます。拡張 演算メニューを使用するには、フロント・パネルの MATH ボタンを押してから、Advanced Math ボトム・ ボタンを押します。

拡張演算メニュー

ボトム	サイド	説明
拡張演算	式の編集	波形演算を行う式の作成 /編集画面を表示します。 24 ページを参照してくだ さい。
	VAR1, VAR2 n.nnnn E nn	2つの変数の値を指定しま す。これらの変数は、式の 中で使うことができます。 サイド・メニュー・ボタン を押して、ベース (n.nnn)と指数(nn)の 間で選択します。汎用ノブ を使って、値を入力しま す。
	単位の定義	ユーザ定義の単位ラベルの 入力画面を表示します。こ のラベルは、リードアウト 値の単位が不明の場合に表 示される「?」を置き換え ます。

### 拡張演算メニュー (続き)

ボトム	サイド	説明
拡張演算 (続き)	式の表示	波形目盛の上に現在の拡張 演算式を表示します。

**式の編集画面** 式の編集画面では、任意の演算式を作成 することができます。式の編集画面のコントロール方法に ついては、26ページを参照してください。

演算式	演算式	演算式
カーソル	フィールド	リスト
İ	¥	
Ch1 Ch2 Ch Ref1 Ref2 F FFT( Intg( I Period( Free PosDutyCyc PosOver5ho High( Low( Rms( Cyclef VAR1 VAR2 + ( 1 2 3 4 E	13 Ch4 lef3 Ref4 Jiff( 1 Delay( Rise( Fall( B le( NegDutyCycle( Po 0( NegOverShoot( Pr Max( Min( Mean( Cy. Rms( Area( CycleArea( ) 6 7 8 9 0 . E	vrstwidth(Phase( swidth(Negwidth( eakPeak(Amplitude( cleMean(

#### 式の編集画面

メニュー項目	説明
演算式	式フィールド内で、次に式要素が入力
カーソル	される位置を示します。
演算式	入力した式が表示される領域です。最
フィールド	大で127文字が表示されます。
演算式リスト	使用できる式要素のリストです。汎用 ノブを使って要素を選択します。表示 されている演算式に対して、文法的に 正しい要素だけが選択できます。選択 できない要素は淡色表示されます。演 算要素の詳細については、27ページを 参照してください。

式の編集画面のコントロール 式の編集画面では、演算 式を作成するためのコントロールとメニュー項目を使用す ることができます。式の編集画面での操作は、次の表のよ うになります。

### 式の編集画面のコントロール

コントロール	説明
汎用ノブ	式リスト内の要素を選択(ハイライ ト)します。
選択確定ボ タン	選択した要素を式フィールドに追加し ます。フロント・パネルの選択ボタン を使うこともできます。

#### 式の編集画面のコントロール (続き)

コントロール	説明
後退ボタン	最後に入力した要素を式フィールドか ら消去します。
クリア・ボ タン	式フィールドの内容をすべてクリア (消去)します。
OK ボタン	式の編集画面を閉じ、演算波形を表示 します。
MENU OFF ボタン	演算式の変更を行わずに式の編集画面 を閉じ、前のメニューに戻ります。

**式リスト** 式リストの項目の詳細を以下に示します。

### 式リスト

メニュー項目	説明
Ch1-Ch4 Ref1-Ref4	波形データ・ソースを指定します。
FFT(, 積分 (,微分(	後に続く数式について、高速フーリエ 変換、積分、微分を実行します。FFT 演算子は、式の最初(一番左)になけ ればなりません。これらの操作は、必 ず右カッコで終わらなければなりません。

式リスト (続き)

メニュー項目	説明
周期( - サイ クル領域(	後に続く波形(取り込み中またはリ ファレンス波形)に対して、選択した 測定処理を実行します。これらの操作 は、必ず右カッコで終わらなければな りません。
Var1, Var2	ユーザ定義の変数を式に追加します。
<b>+, -,</b> ×, ÷	加算、減算、乗算、除算を、後に続く 式に対して実行します。+ および - は単項演算子でもあります。- は、後 に続く式を無効にするのに使用しま す。
(),	カッコは、演算の順序を制御するのに 使います。コンマは、ディレイおよび フェーズ測定処理の波形から、元の波 形と処理後の波形を分離するのに使い ます。
1-0, ., E	科学的記数法(オプション)で定義す る数値を設定します。

**ユーザ定義変数** この機能によって、演算式の中で使う 演算定数などの変数を、2 個定義することができます。 サイド・メニュー・ボタンを押すと、数値フィールドと科 学的記数法フィールド(E)の選択が切り替わります。汎 用ノブを使って、いずれかのフィールドに数値を入力しま す。フロント・パネルの COARSE ボタンを押すと、数 値フィールドに大きな数字を素早く入力することができま す。 **演算単位の編集操作** 演算単位の編集画面では、波形演 算のカスタム単位を作成するための操作とメニュー項目を 使用することができます。オシロスコープが測定値を表示 する水平軸または垂直軸の単位を決定することができない 場合には、単位記号不明(?)と表示されます。ユーザ定 義単位の機能は、演算波形を表示する場合にのみ、水平軸 や垂直軸に単位不明の記号に代わってユーザ定義の単位を 表示します。

演算単位編集の操作は、次の表のようになります。.

コントロール	説明
汎用ノブ	ラベル・リストにある文字を選択(ハ イライト)します。
上矢印、下	垂直軸または水平軸のラベルを、単位
矢印	ラベル・フィールドで選択します。
OK ボタン	演算単位編集画面を閉じて、演算メ ニューを表示します。
キャラクタ	単位フィールドのカーソル位置に、選
入力ボタン	択した文字を加えます。
左矢印、右	単位ラベル・フィールドのカーソル
矢印	を、左または右に移動させます。

### 演算単位編集操作 (続き)

コントロール	説明
後退ボタン	カーソル位置の左側にある文字を消去 します。
削除ボタン	単位ラベル・フィールドのカーソル位 置にある文字を削除します。
クリア・ボ タン	現在の単位フィールド(水平軸または 垂直軸)にあるすべての文字をクリア (消去)します。
MENU OFF ボタン	ユーザ定義の単位を適用せずに演算単 位編集画面を閉じ、直前のメニューに 戻ります。

### 演算式の例

次の演算式では、波形のエネルギーを計算します。Ch1 は電圧、Ch2 は電流です。

Intg (Ch1×Ch2)

演算結果の波形の面積を測定すると、波形が示す電力の値 が表示されます。

## XY カーソル

TDS3AAMアプリケーション・モジュールによって、XY およびXYZ 波形測定カーソルが追加されます。このカー ソル機能は、カーソル・メニューから使用することができ ます。XY カーソルメニューを使用するためには、XY 波 形を表示させます(表示 > XY 表示 > トリガされた XY (または ゲート XYZ))。

次の図は、波形モードで極座標リードアウトを行ったときの XY カーソルを示しています。



XY カーソル・メニュー

ボトム	サイド	説明
機能	オフ	XY カーソルをオフにします。
	波形	波形もしくは波形目盛カーソ ル・モードをオンにします。フ ロント・パネルの選択ボタンを 使って、移動させるカーソル
	波形目盛	<ul> <li>(アクティブ・カーソル)を選択します。汎用ノブを使って、</li> <li>アクティブ・カーソルを移動させます。</li> </ul>
モード	独立	カーソルがそれぞれ独立して 動くように設定します。
	トラッキ ング	リファレンス・カーソルが選 択されているときには、カー ソルが一緒に動くように設定 します。
リードア ウト	直交座標	カーソル位置の値と、カーソ ルの位置の X、Y 座標を読み 取って表示します。
	極座標	カーソル位置の値と、カーソ ル位置の極座標を読み取って 表示します。
	積	アクティブ・カーソルと 2 つ のカーソルの差分ベクトルの 積を表示します。
	比	アクティブ・カーソルと 2 つ のカーソルの差分ベクトルと の比率を表示します。

0,0 原点 XY 波形の原点は、各ソース波形が0 ボルトに なる点です。両方のソース波形について、0 ボルトの点 が波形目盛の垂直軸の中心に来るようにすることで、画面 の中央が原点になります。実際の(@) 測定はすべてXY 波形の0,0 原点を基準として行われ、アクティブ・カー ソルの値が表示されます。

波形モード 波形モードでは、カーソルを使って実際の 波形データ上でXおよびYの値と単位を測定します。波 形モードでは、XYカーソルは常にXY波形上にあり、波 形から外すことはできません。

波形目盛モード波形目盛機能では、スクリーン上のカー ソル位置と波形データとは無関係です。そのかわりに、画 面はグラフ用紙のようになっており、その部分の値はチャ ンネル毎の垂直目盛によって読み取ることができます。波 形目盛カーソルのリードアウト値は、波形データではなく、 カーソル位置の XY 座標を示しています。これは、波形 目盛カーソルは波形データと無関係で、XY波形上に固定 されていないため、波形目盛内のどこにでも移動できるた めです。

すべてのリードアウト・タイプ(極座標、直交座標、積、 比)は、波形カーソル・モードでも波形目盛モードでも使 用することができます。ただし、カーソルが波形レコード を測定しない波形目盛モードでは、リードアウト時間は表 示されません。 XYカーソルをオフにする XY カーソルをオフにするに は、フロント・パネルのCURSORボタンを押してから、 サイド・メニューのカーソル機能オフ・ボタンを押します。

リファレンスおよびデルタ・カーソル 波形モードおよ び波形目盛モードの両方で、2種類のXYカーソルを使う ことができます。リファレンス・カーソル (??) とデル タ・カーソル (?) です。リファレンス・カーソルからデ ルタ・カーソルまでの差分 (n) を、すべて測定すること ができます。

XY 表示とYT 表示の切替え 波形カーソルの位置をYT 波形上で見るために、XY 表示とYT 表示を切り替えるこ とができます。波形目盛の上部にある波形レコード・アイ コンも、波形レコード上にある波形カーソルの相対的な位 置を示しています。

波形ソース XY カーソルを、アクティブ・アクイジショ ン、シングル・シーケンスのアクイジション、リファレン ス波形に対して使うことができます。XY波形を再生成す るためには、X、Y両方のソース波形を保存しておかなけ ればなりません。X 軸波形は必ず Ref1 に保存します。 **直交座標によるリードアウト** 直交座標によるリードア ウトでは、次の情報が表示されます。

ΔΧ, ΔΥ	リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの X、Y の差分を表示します。X の値が負の場合、デルタ・カーソルがリ ファレンス・カーソルよりも左にあること を意味しています。Y の値が負の場合、デ ルタ・カーソルがリファレンス・カーソル よりも下にあることを意味しています。
@X, @Y	アクティブ(選択された)カーソルの実際のX、Y 座標値を示しています。
∆t (波形モー ド)	リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの時間差を示しています。値が負 の場合、デルタ・カーソルの位置がリファ レンス・カーソルよりも早い時刻にあるこ とを意味しています。
@t (波形モー ド)	トリガ・ポイントからアクティブ・カーソ ルまでの時間差を示しています。値が負の 場合、アクティブ・カーソルの位置がトリ ガ・ポイントよりも早い時刻にあることを 意味しています。

波形モードでの直交座標によるリードアウトの例を、次に 示します。

ΔX:1.43V (	@X:-140mV
------------	-----------

ΔY:2.14V @Y:480mV

#### Δt:-660ns @t:1.61μs

**極座標によるリードアウト** 極座標によるリードアウト では、次の情報が表示されます。

$\Delta \mathbf{r}, \Delta \boldsymbol{\theta}$	リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの半径と角度の差分が表示されま す。
<b>@r, @</b> θ	XY 波形の原点からアクティブ(選択された)カーソルまでの半径と角度が表示されます。
∆ <b>t</b> (波形 モード)	リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの時間差を示しています。値が負 の場合、デルタ・カーソルの位置がリファ レンス・カーソルよりも早い時刻にあるこ とを意味しています。
<b>@t</b> (波形 モード)	トリガ・ポイントからアクティブ・カーソ ルまでの時間差を示しています。値が負の 場合、アクティブ・カーソルの位置がトリ ガ・ポイントよりも早い時刻にあることを 意味しています。

波形モードでの極座標によるリードアウトの例を、次に示 します。

Δt:-4.20μs @t:8.36μs

次の図は、オシロスコープが2つのカーソルの半径と角 度の値から差分ベクトルを計算する方法の例を示していま す。



次の図は、オシロスコープが角座標を定義する方法を示し ています。



**積によるリードアウト** 積によるリードアウトでは、次の情報が表示されます。

差分ベクトルのX成分にY成分を乗じた積 が表示されます。
アクティブ・カーソルのX成分にY成分を 乗じた積が表示されます。
リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの時間差を示しています。値が負 の場合、デルタ・カーソルの位置がリファ レンス・カーソルよりも早い時刻にあるこ とを意味しています。
トリガ・ポイントからアクティブ・カーソ ルまでの時間差を示しています。値が負の 場合、アクティブ・カーソルの位置がトリ ガ・ポイントよりも早い時刻にあることを 意味しています。

波形モードでの積によるリードアウトの例を、次に示しま す。

 $\Delta X \times \Delta Y$ : 7.16VV

@X×@Y: 1.72VV

Δt:-4.68μs @t:8.84μs

**比によるリードアウト** 比によるリードアウトでは、次 の情報が表示されます。

$\Delta \mathbf{X} \div \Delta \mathbf{Y}$	差分ベクトルのY成分をX成分で割った比が表示されます。
@X÷@Y	アクティブ・カーソルのY成分をX成分で 割った比が表示されます。
∆ <b>t</b> (波形 モード)	リファレンス・カーソルからデルタ・カー ソルまでの時間差を示しています。値が負 の場合、デルタ・カーソルの位置がリファ レンス・カーソルよりも早い時刻にあるこ とを意味しています。
<b>@t</b> (波形 モード)	トリガ・ポイントからアクティブ・カーソ ルまでの時間差を示しています。値が負の 場合、アクティブ・カーソルの位置がトリ ガ・ポイントよりも早い時刻にあることを 意味しています。

波形モードでの比によるリードアウトの例を、次に示します。

 $\Delta Y \div \Delta X$ :1.22VV

@Y+@X:1.10VV

∆t:-4.68ms @t:8.84ms

## 付録 A: FFT の概要

ここでは、FFT 操作についてのさらに詳しい情報と理論 を説明します。

FFT ウィンドウ

FFT 解析に使用される波形レコードは、ゼロから始まり ゼロで終わる(言い換えると、波形レコードがサイクルの 整数倍になっている)ものとして計算されます。波形の始 まりと終わりが同じ振幅であれば、信号の波形に不自然な 不連続がなく、周波数も振幅も正確に計算できます。

波形レコードが周期の整数倍になっていない場合、波形の 始まりと終わりが異なる振幅になります。始まりと終わり の部分で波形に不連続が生じ、高周波の過渡的現象が発生 してしまいます。このような過渡的現象があると、誤った 周波数の情報が周波数領域レコードに記録されてしまいま す。



ソース波形にウィンドウの機能を適用すると、開始点と終 了点を同じ振幅に近づけることができ、FFT 波形の不連 続の発生を抑えることができます。ソース信号から FFT によって計算される周波数成分も、より正確になります。 周波数を正確に測定するのか、周波数成分の振幅を正確に 測定するのかによって、FFT ウィンドウの形状を使い分 けます。



## FFT ウィンドウの特性

FFTアプリケーション・モジュールには、4つのFFTウィ ンドウがあります。それぞれのウィンドウは、周波数分解 能と振幅精度の点で相反する性質を持っています。測定す る項目やソース信号の特徴によって、どのウィンドウを使 用するかを決定します。次のガイドラインにしたがって、 最適なウィンドウを選択してください。

FFT ウィンドウの特性

FFT ウィン ドウ	特性	用途
ブラックマ ン・ハリス	振幅測定に適 しています が、周波数測 定には適して いません。	高次の高調波を検出す るための、1 つの周波 数が支配的な信号
ハミング、 ハニング	周適したのないで、 周辺をした。 周辺を に に が の に が の に が の に が り ン 分 に 示 形ま つ の 能 が り ン の に が の に が の の の の の の の の の の の の の の	正弦波、繰返しのある 狭帯域の不規則ノイ ズ。イベント前後の信 号レベルが著しく異な る信号の過渡的現象や バースト。

FFT ウィンドウの特性 (続き)

FFT ウィン ドウ	特性	用途
方形波	周波数週です 波数適幅になった がにせた 、はせた 、はせた 、 した も 思が 得られます。	イベント前後の信号レ ベルがほぼ等しい信号 の過渡的現象やバースト。 振幅の変化が少なく、 周波数が安定している 正弦波。 スペクトラムがゆっく りと変化する広帯域の 不規則ノイズ。

### エイリアシング

ナイキスト周波数(サンプル・レートの1/2)よりも大き な周波数成分を含む信号をオシロスコープに取り込むと問 題が発生します。ナイキスト周波数より高い周波数成分は、 波形目盛の右側のエッジで折り込まれ、FFT 波形の中で は実際より低い周波数成分として表示されます。これを「エ イリアシング」といいます。



アクティブな信号に対するナイキスト周波数を求めるため に、ACQUIRE メニュー・ボタンを押します。オシロス コープの画面の右下に、現在のサンプル・レートが表示さ れます。ナイキスト周波数は、サンプル・レートの 1/2 になります。例えば、サンプル・レートが 25.0 MS/s の 場合、ナイキスト周波数は 12.5 MHz になります。

エイリアシングを防ぐためには、水平スケールを高速の周 波数側にセットして、サンプル・レートを上げます。水平 軸周波数を上げるとナイキスト周波数も上がるため、エイ リアシングを起こす周波数成分が適切な周波数で表示され ます。画面に表示される周波数成分の数が増えて個々の成 分が見えにくい場合は、ズーム・ボタンを使ってFFT 波 形を拡大します。

帯域制限フィルタを使用すると、ソース波形の周波数帯域 をナイキスト周波数以下に制限できます。測定したい成分 がオシロスコープに装備されている帯域制限フィルタ (20 MHz および 150 MHz)より低い場合は、ソース信 号の帯域を適切な値に設定します。帯域制限メニューは、 [VERTICALMENU]ボタンを押して表示されるメニュー から選択します。

### 保証規定

保証期間(納入後1年間)内に、通常の取り扱いによって生じた故 障は無料で修理いたします。

- 取扱説明書、本体ラベルなどの注意書きに従った正常な使用 状況で保証期間内に故障した場合には、販売店または当社に 修理をご依頼下されば無料で修理いたします。なお、この保 証の対象は製品本体に限られます。
- 転居、譲り受け、ご贈答品などの場合で表記の販売店に修理 をご依頼できない場合には、当社にお問い合せください。
- 3. 保証期間内でも次の事項は有料となります。
  - 使用上の誤り、他の機器から受けた障害、当社および当 社指定の技術員以外による修理、改造などから生じた故 障および損傷の修理
  - 当社指定外の電源(電圧・周波数)使用または外部電源の 異常による故障および損傷の修理
  - 移動時の落下などによる故障および損傷の修理
  - 火災、地震、風水害、その他の天変地異、公害、塩害、
     異常電圧などによる故障および損傷の修理
  - 消耗品、付属品などの消耗による交換
  - 出張修理(ただし故障した製品の配送料金は、当社負担)
- 本製品の故障またはその使用によって生じた直接または間接の損害について、当社はその責任を負いません。
- 5. この規定は、日本国内においてのみ有効です。 (This warranty is valid only in Japan.)
- この保証規定は本書に明示された条件により無料修理をお約 束するもので、これによりお客様の法律上の権利を制限する ものではありません。
- ソフトウェアは、本保証の対象外です。
- 保証期間経過後の修理は有料となります。詳しくは、販売店 または当社までお問い合せください。

## お問い合わせ

製品についてのご相談・ご質問につきましては、下記まで お問い合わせください。



修理・校正につきましては、お買い求めの販売店または下 記サービス受付センターまでお問い合わせください。 (ご連絡の際に、型名、故障状況等を簡単にお知らせください)

### サービス受付センター

TEL 0120-741-046 FAX 0550-89-8268

静岡県御殿場市神場 143-1 〒412-0047

電話受付時間/9:00~12:00 13:00~19:00 月曜~金曜(休祝日を除く)

Original English Manual TDS3AAM Advanced Analysis Application Module User Manual 071-0946-00