

# Tektronix®

---

DPO70E1 型  
33GHz 光プローブ  
ユーザ・マニュアル







**DPO70E1 型  
33GHz 光プローブ  
ユーザ・マニュアル**

**警告**

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

このマニュアルでは、DPO70E1 型ソフトウェアのバージョン 1.0 以上をサポートしています。

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

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

## 当社へのお問合せ

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

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート:

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

## 保証期間

当社は本製品について、当社の認定代理店による出荷の日から1年間、その素材および製造工程に欠陥がないことを保証します。本保証期間中、かかる製品に欠陥があることが判明した場合、当社は、当社の判断にて、部品および作業の費用を請求せずに当該欠陥製品を修理するか、または当該欠陥製品と交換に代替品を提供します。当社が保証遂行のために使用する部品、モジュール、および代替品は、新品の場合もあれば、新品同様の性能を持つ再生品の場合もあります。交換後、当社が引き取った部品、モジュール、および製品はすべて当社の所有物となります。

お客様が本保証に基づくサービスを受けるには、適用保証期間が満了する前に、当該欠陥について当社に通知し、サービス実施に関する適切な手配を行う必要があります。お客様には、当該欠陥製品を梱包していただき、送料元払いにて当社指定のサービス受付センターに送付していただきます。製品をお客様に返送する際、返送先が当社サービス受付センターの所在国と同一国内にある場合には、当社がその返送費用を負担するものとします。上記以外の場所に返送される製品については、すべての発送費用、関税、税、およびその他の費用を支払う責任はお客様が負うものとします。

製品の不適切な使用または整備点検の不足によって生じた欠陥、障害、または損傷は、本保証の対象外です。当社は、次の事項については、本保証に基づくサービスを提供する義務を負わないものとします。a) 当社担当者以外の者による本製品の設置、修理または整備の実施から生じた損傷に対する修理。b) 不適切な使用または互換性のない機器への接続から生じた損傷に対する修理。c) 当社製以外のサプライ用品の使用により生じた損傷または動作不良に対する修理。d) 本製品が改造または他の製品と統合された場合において、かかる改造または統合の影響により当該本製品の整備の時間または難易度が増加した場合の当該本製品に対する整備。

本保証は、明示であるか黙示であるかを問わず他のあらゆる保証の代わりに、本製品に関して当社がお客様に対して提供するものです。テクニクスおよびその販売店は、商品性または特定目的に対する適合性についての一切の黙示保証を否認します。不具合のある製品を修理または交換するという当社の責任行為は、本保証の義務違反に対してお客様に提供される唯一の救済手段です。当社および当社代理店は、間接的、限定的、偶発的、または派生的な損害については、かかる損害の可能性を事前に通知されていたか否かにかかわらず、一切責任を負わないものとします。

[W2 – 15AUG04]



# 目次

ソフトウェア・ライセンス契約書 .....	iii
安全性に関する重要な情報 .....	vii
安全にご使用いただくために .....	vii
安全に保守点検していただくために .....	viii
本マニュアル内の用語 .....	ix
本機に関する用語 .....	ix
本製品の記号 .....	ix
適合性に関する情報 .....	xi
環境基準に対する適合性 .....	xi
まえがき .....	xiii

## はじめに

製品の説明 .....	1
主な特長 .....	3
オプションとアクセサリ .....	4
必須／推奨オシロスコープ・ソフトウェア .....	6
取り付け .....	6
静電気放電 .....	6
TekConnect プロープの接続 .....	7
ATI チャンネルのインストレーション .....	8
初回起動時の機能チェック .....	10

## 基本操作

操作上の安全とプロープの取り扱い方 .....	13
プロープへの光信号の接続 .....	14
光信号の減衰 .....	16
システム・インタラクション .....	16
光コネクタの清掃 .....	17
プロープ外部の清掃 .....	20
Probe setup .....	21
垂直軸セットアップの設定 .....	23
プロープ・セットアップの設定 .....	30
校正 .....	34
ダーク・レベルの補正 .....	34

信号経路補正 .....	34
光フィルタと周波数帯域の設定 .....	39
電気出力 .....	40
変換利得の補正 .....	41

## リファレンス

光／電気周波数帯域 .....	43
フラット・フィルタ設定の周波数帯域 .....	44
ORR フィルタ設定の周波数帯域 .....	44
光リファレンス・レシーバの性能 .....	45

## 付録 A: プログラミング・インタフェース (PI) コマンド

CH<x>:OPTIcal:RCVR .....	47
CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue? (query only) .....	48
CH<x>:OPTIcal:WLENgth .....	48
CH<x>:OPTIcal:WLENgth:LIST? (問い合わせのみ) .....	49
CH<x>:PRObe:GAIN? (問い合わせのみ) .....	49



# ソフトウェア・ライセンス契約書

## テクトロニクス・ソフトウェア・ライセンス契約書

機器内に搭載されたプログラムも含む本プログラムは、本契約条項を条件として提供されます。本プログラムの保有期間が 30 日を超えた場合、または方法の如何を問わず本プログラムが使用された場合、お客様は、本契約条項を承諾したものとみなされます。これらの条項にご同意頂けない場合、未使用のプログラムおよび関連資料をテクトロニクスへ至急ご返送ください。お支払い頂いたライセンス料金を全額払い戻します。(機器の一部としてコード化、または機器に内蔵されているプログラムを返却する場合の詳細については、Tektronix の最寄りの販売代理店にお問い合わせください。)

### 定義

「テクトロニクス」とは、装置を供給している米国オレゴン州法人 Tektronix, Inc. または他の国もしくは地域のテクトロニクス・グループ法人を意味するものとします。

「プログラム」とは、この契約書に該当するテクトロニクスのソフトウェア製品、またはこの契約書を同梱している機器に含まれているソフトウェア製品(実行可能なプログラムとデータ的一方または両方)を意味します。

「お客様」とは、このプログラムを発注した個人または組織を意味します。

### ライセンス

お客様は、次の行為を行うことができます。

1. 同時に 1 台の機器でのみ本プログラムを使用すること。
2. テクトロニクスから書面による事前の許可を得ることなく、第三者もしくは外部の組織に対し本プログラムを譲渡すること、またはお客様が所属している法人に対し本プログラムを譲渡すること。ただし、本プログラムが搭載されている機器を譲渡する場合を除きます。
3. 管轄権を有する米国または他国政府の法令により輸出または再輸出が制限されている国に対し、必要とされる場合の米国商務省輸出管理局およびかかる他国政府機関の事前の許可なく、本プログラム、関連資料またはこれらの直接的産物を直接または間接的に輸出または再輸出すること。
4. 本プログラムの改変、二次的著作物の作成、または他のプログラムと共に本プログラムを移転すること。
5. 目的に如何を問わず逆コンパイルまたは逆アセンブルを行うこと。ただし、該当するオープン・ソース・ライセンスまたは法律により明示的に許可されている目的に限定されるものとします。
6. 本プログラムの付属資料を複製すること。

1 台の装置に搭載された本プログラムが他の機器に移転されることなく 1 台又は 2 台以上の他の機器を遠隔的に支援する場合、斯かる他の機器は、「1 台の装置」の定義に含まれます。本プログラムを複数の機器に個別に搭載してそれぞれをローカルで稼働させるという運用形態をとる場合、本プログラムを使用する機器ごとに、別個のライセンスが必要となります。

本プログラムおよびそのすべての複製物(本プログラムまたはかかる複製物が存在するメディアを除きます)に係る権利は、テクトロニクスに、またはテクトロニクスが各ライセンス権を取得した第三者に帰属します。

お客様は、本プログラムの保有もしくは使用または本ライセンスについて本契約発効以後に課されるすべての税金を期限までに支払い、かかる税金につき必要とされるすべての届出を行います。

本プログラムが米国政府機関により又は当該機関のために取得された場合、本プログラムおよび関連資料は、それぞれ 48 CFR §12.212、48 CFR §227.7202 または 48 CFR §252.227-7014 で定義された用語に従い、「商用コンピュータ・ソフトウェア」または「商用コンピュータ・ソフトウェア関連資料」とみなされ、本契約に記載されたその他のすべての被許諾者に対して付与される権限のみを伴って使用許諾されます。

本契約条項により明示的に許可された場合を除き、お客様は本プログラムを使用、複製、改変、併合、または第三者に譲渡することはできません。本プログラムの複製物、改変物、または併合部分が譲渡された場合、本契約において許諾されたライセンスは、プログラムの譲渡を行った当事者については、自動的にただちに解約されます。

### 期間

本契約において許諾されたライセンスは、お客様が本契約を承諾した時点から発効し、本契約の規定により解約されるまで有効に存続します。お客様は、テクトロニクスに書面にて通知することにより、本ライセンスをいつでも解約することができます。お客様が本契約条項に違反した場合において、テクトロニクスまたはテクトロニクスが各ライセンス権を取得した第三者からその旨の通知があった日から 30 日以内にかかる違反が是正されなかったときは、テクトロニクスまたはかかる第三者は、本ライセンスを解約することができます。本契約の解約後、お客様は、本プログラムおよび関連資料を、形態の如何を問わずその複製物のすべてと共に、ただちにテクトロニクスに返還し、または破棄します。

### 制限保証

本プログラムは、明示または黙示の何等の保証もなく"現状有姿"で提供されます。テクトロニクスは、本プログラムの機能がお客様の要求を満たすこと、および本プログラムに動作の中断または誤動作が全くないことについては保証しません。

テクトロニクスおよびその販売店は、商品性または特定目的に対する適合性についての一切の黙示保証を否認します。

責任の制限: お客様による本プログラムの保有または使用に起因または関係する間接損害、特別損害、付随的損害、および派生損害については、テクトロニクスおよびテクトロニクスがライセンス権を取得した第三者は、かかる損害が発生し得る旨の事前通知を受けていた場合といえども、いかなる責任をも負いません。

### 第三者の免責事項

別途明示的に合意した場合を除き、テクトロニクスがライセンス権を取得した第三者は、本プログラムにつきいかなる保証も行わず、本プログラムの使用につきいかなる責任も負わず、また、本プログラムに関する支援または情報を提供するいかなる義務をも負いません。

### 一般条項

本契約書は、本プログラムの使用、複製、及び譲渡に関する当事者間の完全なる合意事項を構成します。お客様は、テクトロニクスの事前の書面による同意なく、本契約及び本契約において許諾されたライセンスを第三者に譲渡することができません。

本契約および本契約において許諾されたライセンスは、米国オレゴン州法令に準拠します。

本契約または本契約において許諾されたライセンスにつきご不明な点がございましたら、最寄りのテクトロニクス営業所までお問い合わせください。



# 安全性に関する重要な情報

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

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

## 安全にご使用いただくために

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

本製品は該当する地域の条例や国内法令に従って使用しなければなりません。

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

本製品は訓練を受けた専門知識のあるユーザによる使用を想定しています。

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

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

本製品は危険電圧の検出用にはご利用になれません。

**火災や人体への損傷を避けるには**

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

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

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

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

指定された交換部品のみを使用するようにしてください。

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

**爆発性のガスがある場所では使用しないでください:**

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

## 安全に保守点検していただくために

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

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

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

## 本マニュアル内の用語

本マニュアルでは以下の用語を使用しています。



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



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

## 本機に関する用語

本機では次の用語を使用します。

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

## 本製品の記号



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

本製品では、次の記号を使用します。



注意  
マニュアル  
参照





## 適合性に関する情報

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

以下の適合性に関するご質問は、以下の住所宛に、直接お問い合わせいただくこともできます：

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

## 環境基準に対する適合性

このセクションでは本製品が環境におよぼす影響について説明します。

### 使用済み製品の処理方法

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

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



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



# まえがき

このマニュアルでは、DPO/MSO70000C/DX/SX シリーズ・オシロスコープで使用する DPO70E1 型 33GHz 光プローブの取り付け、基本操作、およびメンテナンスについて説明します。

## マニュアルの構成

このマニュアルは、次の章で構成されています。

- 「はじめに」: 光モジュールの取り付けと設定の方法について説明します。
- 「基本操作」: 前面パネルと機器のユーザ・インタフェースを使用して、モジュールを制御する方法について説明します。
- 「リファレンス」: 光周波数帯域、光リファレンス・レシーバ (ORR) の性能、および公称特性に関する情報を提供します。
- 「付録 A」: プログラミング・インタフェース (PI) コマンドについて説明します。

## 関連マニュアル

DPO70E1 型は計測システムの一部として使用されます。測定、校正、その他の設定等は、メイン機器のコントロールを使用して行われます。

測定のセットアップや実行、機器の仕様、プログラミング・コマンド、性能検査などに関する情報は、機器本体のオンライン・ヘルプやマニュアルを参照してください。当社 Web サイト ([www.tek.com/product-support](http://www.tek.com/product-support)) から最新版のマニュアルをダウンロードしていただけます。

部品番号	マニュアル
071-3357-xx	DPO70000SX シリーズ主要ユーザ・マニュアル
071-2980-xx	MSO/DPO70000 シリーズ主要ユーザ・マニュアル
077-1377-xx	DPO70E1 型の仕様および性能検査に関するテクニカル・リファレンス
077-1378-xx	DPO70E1 型の機密解除とセキュリティに関する取扱説明書
077-0048-xx	DPOJET ジッタ/ノイズ/アイ・ダイアグラム解析ソリューション・ユーザ・マニュアル
077-1207-xx	PAM4 解析ソフトウェア・ユーザ・マニュアル
077-1375-xx	DPO70E1 型データ・シート



# はじめに

このセクションでは、DPO70E1 型光プローブの機能、オプション、アクセサリ、推奨ソフトウェアなどについて説明します。

## 製品の説明

DPO70E1 型は、28Gbaud の PAM4、PAM2 (NRZ) に対応した光リファレンス・レシーバ (ORR) を備えた、33GHz、低ノイズ、広波長域の光プローブです。DPO70E1 型は、O/E コンバータとしても使用することができ、広い波長帯域の光信号を取込みます。また、DPO70E1 型では、光入力コネクタとして、FC/PC または FC/APC が用意されています。当社の DPO/MSO70000C/DX/SX シリーズ・オシロスコープと組み合わせて高速な光信号の検証にご利用いただけます。

DPO70E1 型は、超高速光信号の特性評価のための汎用テスト/測定ツールとして設計されており、きわめて高いビット・レートでの物理層適合性テストや、100Gbps の電気通信/データ通信信号など、光ファイバで搬送される光信号の時間領域のテストにも最適です。

DPO70E1 型は TekConnect インタフェースに対応しているため、70kC/DX/SX シリーズの TekConnect チャンネルにも接続できます。DPO70E1 型を接続した TekConnect チャンネルなら、最高 33GHz の光信号も取り込みます。



図 1: DPO70E1 型 33GHz 光プローブ (シャトルをキャリアに取り付けた状態)



**図 2: DPO70E1 型(シャトルをキャリアから取り外した状態)**

DPO70E1 型は、キャリアからシャトルを切り離し、シャトルの RF 出力をオシロスコープの ATI 入力コネクタ(1.85mm)に接続することで、広帯域 ATI チャンネルで信号を取り込むこともできます。広帯域 ATI チャンネルで信号を取り込めば、チャンネルのパスバンド全域において直線的な位相が維持されるため、最高 42Ghz の周波数応答の制御が求められる最高 28.05Gbps のビット・レートにも対応できる、高性能な真の光リファレンス・レシーバ(ORR)フィルタが実現します。

DPO70E1 型は、マルチキャリア・コンフィグレーションをサポートしており、単一の ATI チャンネルにも、あるいは TekConnect インタフェースを使用したチャンネルにも対応できます。優れた柔軟性を備えた DPO70E1 型は、DPO70000SX シリーズ、MSO/DPO70000DX シリーズ、MSO/DPO70000C シリーズ・オシロスコープに最適な光プローブです。



図 3 : DPO70E1 型は複数の光入力とマルチキャリア・コンフィグレーションに対応

### 主な特長

DPO70E1 型光プローブは、カスタム構成された広帯域光アキュイジション・モジュールであり、さまざまなテスト/測定アプリケーションやシステムに最適です。DPO70E1 型の主な機能は次のとおりです。

- 750nm～1,650nm の応答性により、広帯域の光信号をリアルタイムの取込みが可能
- 850nm、1,310nm、1,550nm で校正された垂直軸スケール
- 2つの接続オプション: TekConnect または ATI
- 最高 33GHz の電気帯域 (TekConnect チャンネルで DSP 補正を使用)
- 最高 43GHz の電気帯域 (ATI チャンネルで DSP 補正を使用)
- シングルモードとマルチモード (50um) に対応した光ファイバ入力
- 入力コネクタ・オプション: FC/PC および FC/APC
- コンバータ/チャンネルの組み合わせごとに、実測された S パラメータを使用した固有の最適化 DSP フィルタの構築が可能
- 最高 28.05Gbps (100Gigabit Ethernet、OTU4(x4)、32GFibreChannel) のボー・レートに対応した帯域フィルタ設定
- 1台の DPO70000C/DX/SX シリーズ・押しそるコープで最高 4つの光入力をサポート

## オプションとアクセサリ

**製品オプション** 以下の製品オプションが利用可能です。

**注:** 以下の必須オプションから光コネクタ・タイプを選択してください。  
DPO70E1 型を購入するときに、これらのオプションのいずれかを注文する必要があります。

オプション	概要
FC/APC <sup>1</sup>	FC/APC 光入力コネクタ(通常は研究アプリケーションで使用)
FC/PC	FC/PC 光入力コネクタ(通常はネットワーク / データ・センタ・ネットワーク・アプリケーションで使用)

**スタンダード・アクセサリ** 本製品には次のスタンダード・アクセサリが付属します。

アクセサリ	当社部品番号
ハード・ケース ( <a href="#">図4: ハード・ケース・アクセサリ</a> (5 ページ)を参照)	024-0018-xx
ユーザ・マニュアル(英語)	071-3558-xx
光ファイバ清掃ツール	006-8217-xx
ATI 入力対応ブラケット	407-6082-xx
校正証明書	-
1 年保証	-

<sup>1</sup> オプション FC/APC では、プローブの応答が 1,260nm~1,650nm の波長に制限されます。



**オプション・アクセサリ** 以下のオプション・アクセサリをご利用いただけます。

アクセサリ	当社部品番号
光コネクタ・クリーナ	006-8327-xx



図 4: ハード・ケース・アクセサリ

## 必須／推奨オシロスコープ・ソフトウェア

### オシロスコープ・ソフトウェアの必須バージョン

DPO70E1 型プローブは、DPO70000SX シリーズ、MSO/DPO70000DX シリーズ、MSO/DPO70000C シリーズ・オシロスコープに対応しています。DPO70E1 型を使用するには、これらのオシロスコープで、次のいずれかのバージョンのファームウェアを実行している必要があります。

- 70GHz の機種: バージョン 10.8.0 以降
- それ以外の機種: バージョン 10.8.1 以降

### 推奨オシロスコープ・アプリケーション・ソフトウェア

DPO70E1 型光プローブは、オシロスコープにインストールされた当社の DPOJET ジッタ／アイ・ダイアグラム解析／PAM4 解析ソフトウェアを使用することで、PAM4/PAM2 (NRZ) 信号の詳細解析が可能になります。

アプリケーション・ソフトウェア	概要
PAM4-O	PAM4 対応の光測定
DJA	DPOJET ジッタ／アイ・ダイアグラム解析 (PAM4)
DJAN	DPOJET ジッタ／アイ・ダイアグラム解析 (垂直軸ノイズのアイソレーション)
SDLA	シリアル・データ・リンク解析

## 取り付け

### 静電気放電

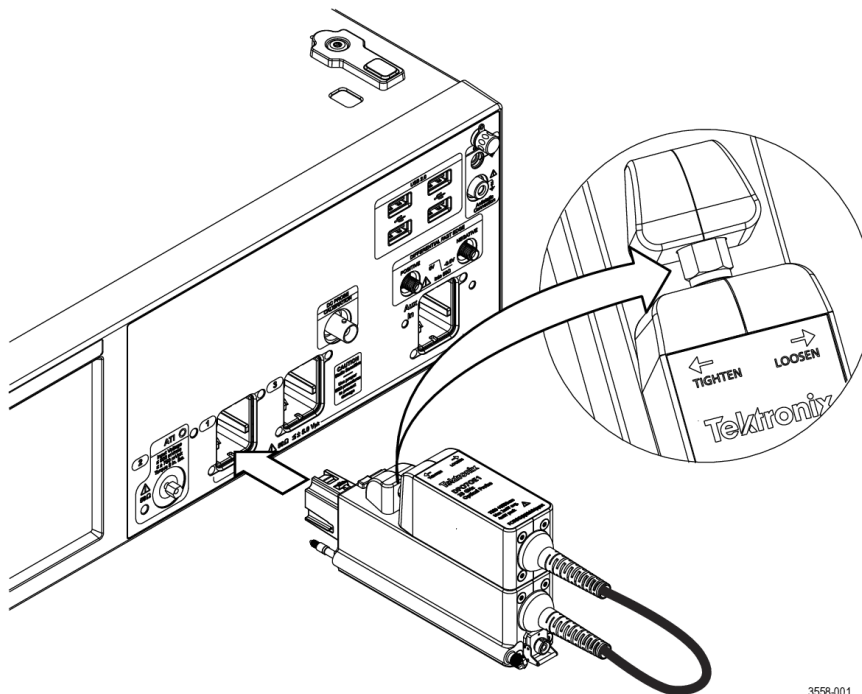
静電気によって計測器本体や光モジュールが損傷しないように、本マニュアルおよび計測器本体に付属するマニュアルに記載された注意事項の内容に従ってください。



**注意:** 光モジュールの回路は、静電気放電や過負荷信号による損傷が起りやすいので注意してください。光モジュールは、静電気対策が施された環境(アース付き導電性テーブル・トップ／リスト・ストラップ／床マット、イオン・ブローなど)でのみ使用するようになしてください。また、DPO70E1 型のシャトルの RF 出力にケーブルを接続する前に、電気ケーブルに残留する静電気を接地放電してください。

## TekConnect プロブの 接続

このセクションでは、DPO70E1 型をオシロスコープに接続する手順について説明します。



3558-001

図 5: オシロスコープに DPO70E1 型プローブを接続する

1. プロブをハード・ケースから取り外します。
2. 必要に応じて、プローブ・シャトルをキャリアに取り付けます。
  - a. シャトルをプローブ・キャリア上部のスロットにセットして、シャトルを奥に滑らせます。
  - b. 8in-lbs. に設定したトルク・レンチを使用して、シャトルに表記されたラベルに従って、シャトルのナットを反時計回りに回して締めます。



**注意:** プロブの破損を防止するために、シャトルの電気コネクタにトルクをかけ過ぎないように注意してください。

3. プロブをオシロスコープに装着します。
4. プロブ後部のつまみネジを締めて、プローブをオシロスコープに固定します。

プローブがオシロスコープに接続されると、システムによってプローブが自動的に検出されます。

## ATI チャンネルのインストールレーション

このセクションでは、DPO70E1 型プローブ・シャトルをオシロスコープの ATI チャンネルに接続する手順について説明します。

プローブ・シャトルを ATI チャンネルに接続する前に、プローブをオシロスコープの TekConnect チャンネル 1 に取り付けます。[TekConnect プローブの接続](#)(7 ページ)を参照してください。

1. プローブ・キャリアからシャトルを取り外す前に、オシロスコープの ATI チャンネルに ATI シャトル・ブラケットを取り付けます。

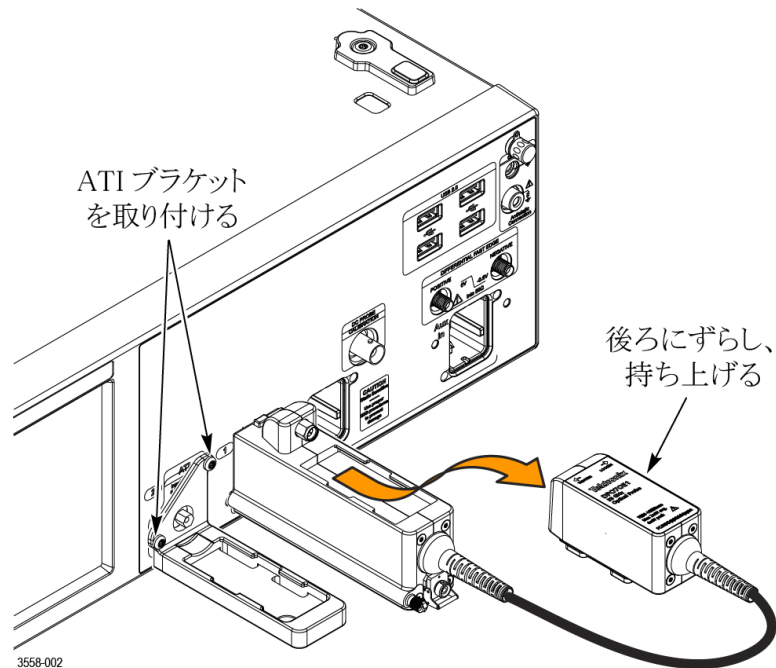


図 6: ATI ブラケットを取り付けた後、プローブ・キャリアからシャトルを取り外す

2. 8in-lbs. に設定したトルク・レンチを使用して、プローブ・シャトルのナットを時計回り(右方向)に回して緩めます。ナットを緩める/締める方向は、プローブのラベルにも表記されています。



**注意:** プローブや ATI 入力コネクタの破損を防止するために、シャトルの電気コネクタにトルクをかけ過ぎないように注意してください。

3. ナットを時計回り(右方向)に回してシャトルを外します。
4. シャトルを少し手前に滑らせるようにして、キャリアからシャトルを取り外します。

5. シャトルを ATI ブラケット上部のスロットにセットして、シャトルを奥に滑らせます。

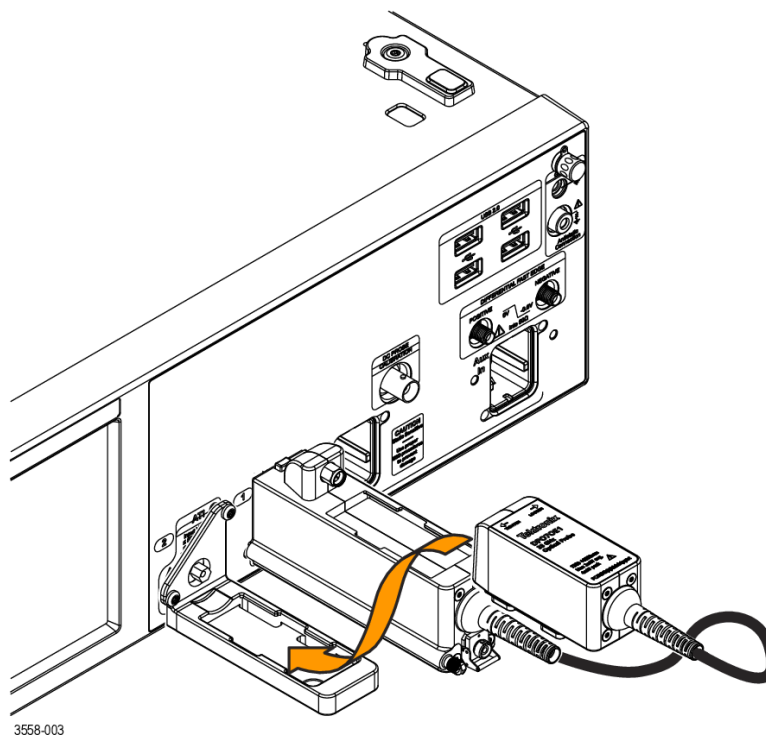


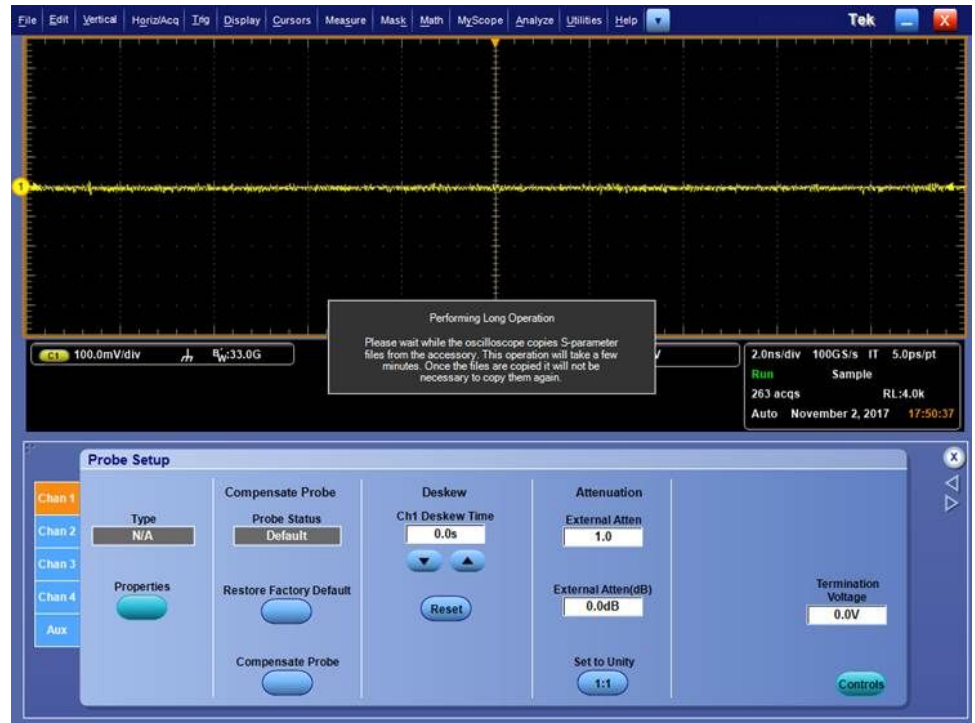
図 7: シャトルを ATI ブラケットに取り付ける

6. 8in-lbs. に設定したトルク・レンチを使用して、シャトルのナットを反時計回り（左方向）に回して締め、シャトルを ATI ブラケットにしっかりと固定します。

プローブ・シャトルがオシロスコープに接続されると、システムによってプローブが自動的に検出されます。

## 初回起動時の機能チェック

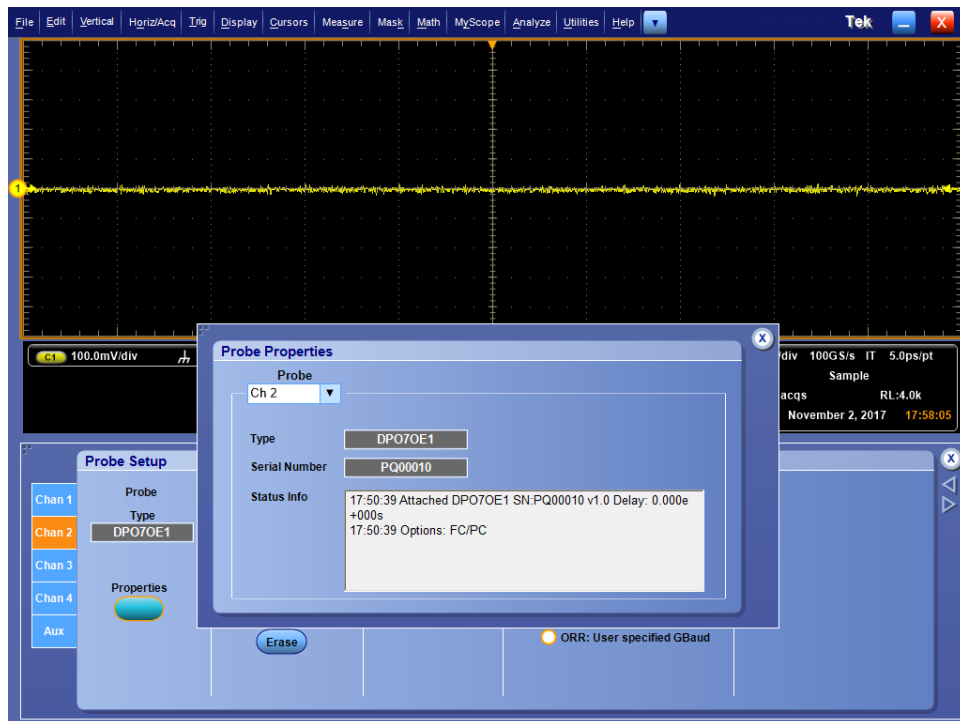
1. DPO70E1 型を 70k シリーズ・オシロスコープに最初に接続したときに、カスタム補正フィルタを構成するために、実測されたプローブの S パラメータがプローブの内部メモリからコピーされます。このプロセスが実行されると、下図のようなメッセージが画面に表示されます。この処理は 1 分以上かかる場合があります。



2. 処理が完了すると、メッセージが消えます。

プローブを最初に機器に接続するときは、表示されるメッセージを確認するようにしてください。

3. プローブの型名番号やシリアル番号は、Probe Setup (プローブ・セットアップ)メニューからアクセスできる Probe Properties (プローブ・プロパティ)画面で確認できます。



4. プローブを機器に取り付けます。
5. **Vertical (垂直軸) > Vertical Setup (垂直軸セットアップ)**を選択します。プローブが取り付けられているチャンネルのタブを選択します。
6. **Properties (プロパティ)** ボタンを押します。

Probe Properties (プローブ・プロパティ) ウィンドウが表示されます。

7. プローブの型名番号とシリアル番号を確認します。





# 基本操作

このセクションでは、DPO70E1 型光プローブの接続および操作に必要な基本的な知識について説明します。

## 操作上の安全とプローブの取り扱い方

安全に関する詳細な情報は、本マニュアルの冒頭の「安全性に関する重要な情報」を参照してください。



**注意:** 光プローブが破損することがないように、以下の注意事項に従う必要があります。

受光素子であるフォトダイオードに損傷や不具合が生じる恐れがあるため、プローブを落とさないように注意してください。プローブを使用しないときは、プローブに付属するハード・ケースなど、安全な場所にモジュールを保管してください。

保管時には、RF コネクタを保護するために、プローブ・キャリアの上にシャトルをしっかりと固定した状態にしてください。

モジュールを使用しないときは、入力コネクタに保護キャップをはめてください。

光ファイバー・ケーブルの破損、しわ寄せ、極度の折れ曲がりなどは避けてください。

光ファイバ・ケーブルは引っ張らないようにしてください。

光強度の損失または光コネクタの損傷を避けるために、コネクタは常に清潔にしてください。プローブに接続する前に、すべてのコネクタおよび保護キャップがきれいに清掃されていることを確認してください。[光コネクタの清掃](#)(17 ページ)を参照してください。

## プローブへの光信号の接続

このセクションでは、光ファイバ・ケーブルを DPO70E1 型に接続する方法について説明します。

DPO70E1 型の O/E コンバータは、FC 光入力コネクタを使用して、コアの直径が 50 $\mu$ m までの光ファイバに接続できます。

使用する光ファイバは、接続を行う前に常にきれいに清掃しておかなければなりません。[光コネクタの清掃](#)(17 ページ)を参照してください。



**注意:** 高い性能(低リターン・ロス)を維持できるように、O/E コンバータと被測定デバイス間に、アダプタとケーブルを接続します。別のデバイスに接続するときも、アダプタとケーブルをそのまま使用できるので、O/E コンバータの光コネクタの摩耗を防止できます。

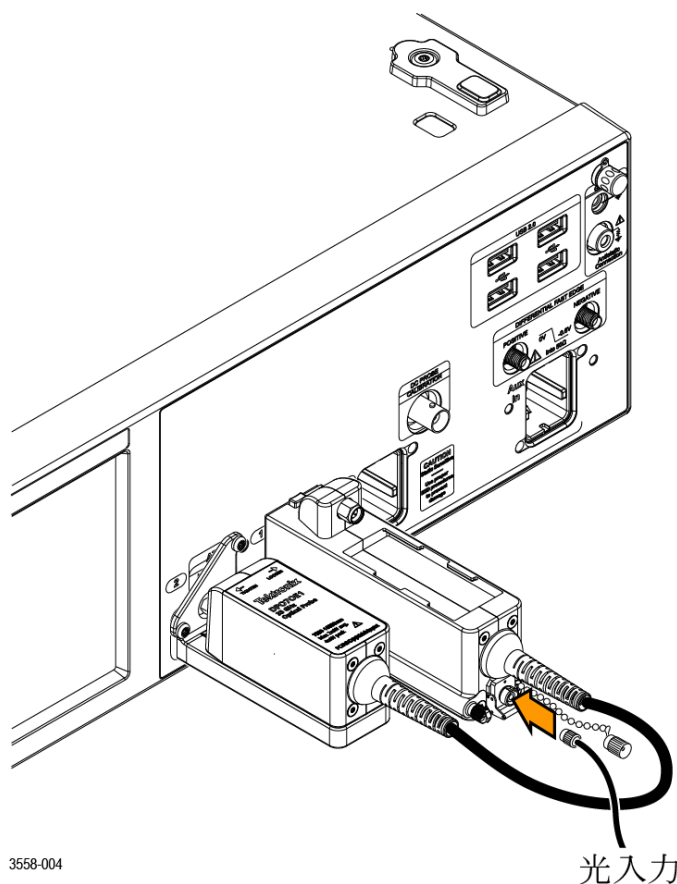
FC/PC コネクタと FC/APC コネクタには互換性がありません。これらのコネクタを混在させると、DPO70E1 型プローブの光入力に破損する危険性があります。

50 $\mu$ m を超えるファイバ・コアを接続した場合、O/E コンバータが光結合されていてもコアの直径が一致しないため、変換利得が低下してしまいます。

光ファイバ・ケーブルをプローブに接続する前に、まずプローブをオシロスコープに接続しなければなりません。[TekConnect プローブの接続](#)(7 ページ)を参照

してください。ATI チャンネルのインストレーション(8 ページ)を参照してください。

1. プローブの光入力レセプタクルの金属製キャップのネジを外します。
2. 光ファイバ・コネクタまたはアダプタのキーをプローブ入力のスロットに合わせて、ケーブル・コネクタまたはアダプタをインタフェースのアライメント・スリーブに挿入し、止まるまで押し込みます。



3558-004

**図 8: 光入力ケーブルをプローブに接続する**

3. 指の力だけを使って、ケーブルのコネクタまたはアダプタのシェルをしっかりと押し込みます。

光ファイバ・ケーブルとプローブの接続が終われば、オシロスコープはケーブルの信号を測定できる状態になります。

## 光信号の減衰

光入力信号の大きさを適切なレベルに維持するために、光信号を減衰させることが必要になる場合があります。



**注意:** モジュールの光入力に破損しないように、絶対最大非破壊光入力(ピーク)仕様の範囲内に収まるように、光入力信号を減衰させます。レベルを性能範囲内に維持し、クリッピングが起きないようにするために、以下の表を参考にして、最大光入力信号レベルを設定します。

表 1: 最大光信号レベル

アベレージ	ピーク
4mW	8mW

**注:** 光プローブの場合、ダイナミック・レンジが超過していても、画面上で明確に確認できない場合があります。光検知器の信号出力が過負荷状態であっても、オシロスコープの電気チャンネルのダイナミック・レンジの範囲内になるためです。

## システム・インタラクション

光プローブは計測システムの一部として使用されます。光プローブのほとんどの機能は、計測器本体によって自動的に制御されます。たとえば、垂直軸スケールリングや水平軸のサンプル・レートなどがそうです。これらのパラメータを直接制御することはありません。計測器本体でタスクを実行するときに制御が行われます。

計測器本体から制御する光モジュールのその他の機能として、外部チャンネル減衰があります。外部減衰機能を使用することで、あるチャンネルに追加された外部減衰を表す数値を入力できます。

## 光コネクタの清掃

常に良好な状態で DPO70E1 型を使用できるように、適切に清掃が行われており、正しく取り扱われていることを確認してください。光コネクタでは、微細な塵や油分などの汚れによって容易に信号の減少や途絶が生じる恐れがあります。光コネクタが正しく使用できるように、汚れが付かないように注意してください。



**注意:** 光強度の損失または光ファイバ・コネクタの損傷を避けるために、コネクタは常に清潔にしてください。

綿棒を使用するときは、円を描くようにやさしく綿棒を動かしてコネクタを清掃してください。研磨剤を含まず、残留物が生じない推奨された高品質な清掃用品を使用してください。

清掃の必要性を減らすため、光ファイバ・コネクタを使用しないときにはただちに保護カバーを取り付けてください。

### 清掃に必要な用品

光コネクタの清掃には、次の用品を使用してください。

- 埃を含まない、クリーンで乾燥した空気を噴射できる圧縮空気スプレー (当社部品番号 118-1068-xx など)
- FIS カセット・クリーナ (FI-6270 など) または FIS テープ・ディスペンサ・クリーナ (FI-7111)
- パイプ・クリーナ

### 清掃の手順

汚れを取り除くには、以下の手順に従って光ファイバ・コネクタを清掃します。



**注意:** フェルールの両端面を乾いた布テープ・クリーナ (カセットまたはテープ・ディスペンサ) で清掃します。

1. 以下の手順に従って、プローブから JAE コネクタを取り外します。

- a. 光コネクタの金属製防塵キャップのネジを緩めます。



図 9 : 光コネクタから金属製防塵キャップを取り外す

- b. JAE コネクタのラッチを持ち上げて、プローブからコネクタを引き抜きます。これで、JAE コネクタの後ろのファイバ端面が露出します。

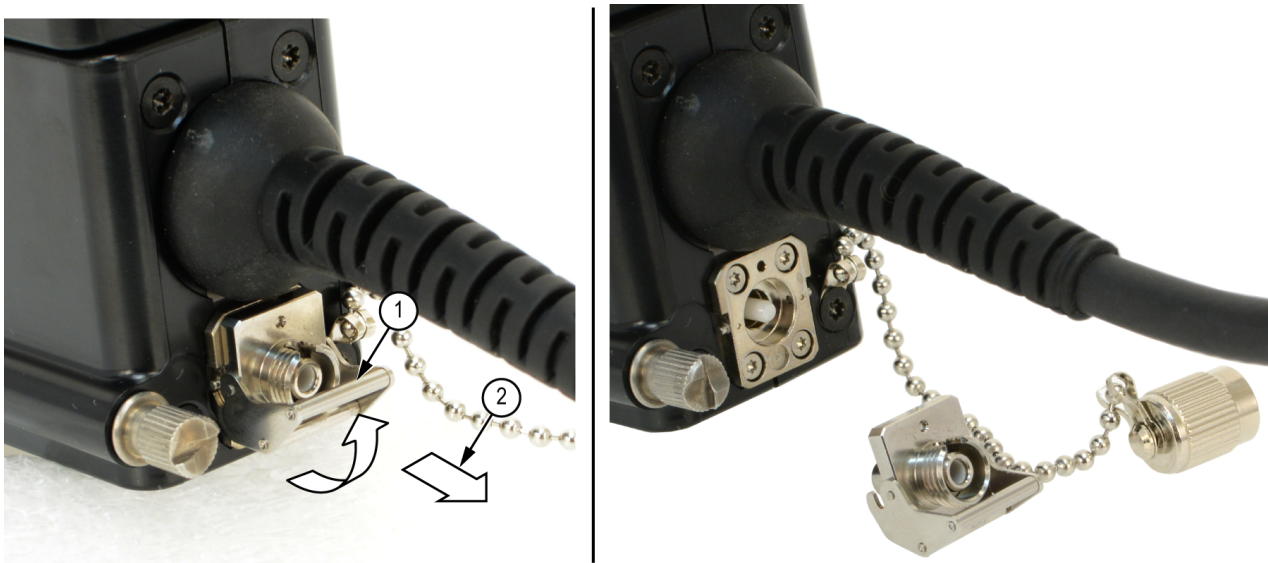


図 10 : プローブから JAE コネクタを取り外す

2. 以下の手順に従って、空洞になった JAE コネクタ内部のフェルール・アライメント・チューブ (メス-メス) の内壁の汚れを清掃します。
  - a. 圧縮空気スプレー缶を使用して、JAE コネクタ入力 (メス) を端から端まで清掃します。
  - b. パイプ・クリーナを使用して、JAE コネクタ内部を清掃します。



図 11: JAE コネクタを清掃する



**注意:** モジュールに取り付けた状態で、JAE コネクタのメス入力に圧縮空気を吹き入れないでください。

3. ファイバ・クリーニング・カセット (またはテープ) ・ディスペンサから、埃の付いていない、乾いた、きれいなテープ面を引き出します。
4. ファイバ入力 (オス) の端面にクリーニング・ツールのクロスを軽く押し当てながら、1~2cm ほどの範囲を拭き取ります。
5. 清掃したファイバ端面に JAE コネクタを取り付けます。コネクタが正しく取り付けられると、ラッチがカチッと合います。
6. モジュールの入力にファイバが接続されていないときは、金属製防塵キャップをはめておくことで、メスの光入力コネクタに埃が溜まらないようにします。
7. クリーニング・クロスを使用して、入力ファイバまたはデバイスのファイバ端面を清掃します。

**注:** 入力ファイバまたはデバイスのファイバ端面の清掃についても、メスのコネクタと同じ手順で行います。

## プローブ外部の清掃

モジュールのケースに埃が入らないように、ケースを開いたままで放置しないでください。プローブ外部を清掃する前に、プローブをオシロスコープから取り外します。



**警告:** 怪我や死亡事故が発生することのないように、オシロスコープの電源をオフにして電源コードを取り外してください。

---

プローブのキャリアおよびシャトル表面のクリーニングには、乾いた柔らかい布か柔らかい毛ブラシを使用してください。汚れが落ちない場合は、75%のイソプロピル・アルコール溶液をしみ込ませた布または綿棒を使用してください。コネクタの周りの狭い部分のクリーニングには、綿棒を使用してください。プローブの内部に湿気を侵入させないでください。プローブの管体が損傷する恐れがありますので、どの部分にも研磨剤は使用しないでください。



**注意:** プローブが損傷しないように、化学洗浄剤は使用しないでください。プローブに使用されているプラスチックを損傷させる可能性があります。洗浄剤として75%のイソプロピル・アルコール溶剤を使用し、純水で洗い流してください。他の種類の洗浄剤を使用する場合は、まず当社サービス・センターまたは代理店にお問い合わせください。

---

プローブの管体は開かないようにしてください。ユーザ自身による保守が可能な部品は含まれておらず、内部を清掃する必要はありません。



## Probe setup

DPO70E1 型には、2 つの工場出荷時設定オプションがあり、その設定に従って機器の光ユーザ・インタフェースと光波長のレンジが決まります。

- **オプション FC/PC:** FC/PC フェルルール・コネクタを使用して、50 $\mu$ m コア / マルチモードの光ファイバに接続します。このファイバは、O/E 受光素子に結合された 50 $\mu$ m コア / マルチモードのファイバに接続されます。このオプションでは、DPO70E1 型の波長の範囲は 750nm ~ 1,650nm になります。
- **オプション FC/APC:** FC/APC フェルルール・コネクタを使用します。APC (Angled Physical Contact) インタフェースを備えており、コネクタ・インタフェースの光リターン・ロスが改善されます。このタイプのインタフェースはシングルモードのピグテール・ファイバでのみ使用できます。そのため、このオプションでは、DPO70E1 型の利用可能な波長の範囲が、1,260nm ~ 1,650nm に制限されます。

以下の手順では、TekConnect を使用する場合に、DPO70E1 型光プローブをセットアップする方法について説明します。ATI を使用する場合も、チャンネル番号と利用可能な周波数帯域が異なる以外は同じ手順でセットアップを行います。

## コンフィグレーションの概要

DPO70E1 型プローブで測定を行う前に、以下の手順を実行する必要があります。

1. プローブをオシロスコープに取り付けます。
2. **Vertical (垂直軸) > Vertical Setup (垂直軸セットアップ)** を選択して、Vertical Setup (垂直軸セットアップ) 画面を表示します。[垂直軸セットアップの設定](#)(23 ページ)を参照してください。
3. オシロスコープで、プローブを接続したチャンネルを選択します。
4. **Probe Cal (プローブ校正)** をクリックして、**Probe Setup (プローブ・セットアップ)** 画面を表示します。[プローブ・セットアップの設定](#)(30 ページ)を参照してください。
5. 測定する信号の波長を選択します。必要に応じて、カスタム波長を作成します。
6. 機器の測定精度を最高レベルに維持できるように、信号パス補正 (SPC) を実行する必要があります。[信号経路補正](#)(34 ページ)を参照してください。
7. Dark Cal 校正を実行して、受光素子のリーク電流 (いわゆる暗電流) に起因する DC オフセット誤差を補正します。[ダーク・レベルの補正](#)(34 ページ)を参照してください。
8. DPO70E1 型に光り入力信号ケーブルを接続します。
9. 使用する周波数応答設定を選択します。
10. Vertical Setup (垂直軸セットアップ) 画面で、終端、カップリング、周波数帯域が正しく設定されていることを確認します。
11. Position (位置)、Scale (スケール)、Offset (オフセット)、Invert (反転)、および Vertical Zoom (垂直ズーム) の設定を使用して、波形が正しく表示されるように調整します。
12. デスキュー／減衰コントロールを使用することで、ケーブルの長さやプローブとの組み合わせによる信号遅延を補正し、外部減衰の入力／出力比、または信号と入力チャンネルの間のゲインを設定できます。

## 垂直軸セットアップの設定

このセクションでは、垂直軸セットアップ画面の設定について説明します。プローブの垂直軸セットアップ画面を表示するには、**Vertical (垂直軸) > Vertical Setup (垂直軸セットアップ)** を選択し、DPO70E1 型プローブを取り付けたオシロスコープのチャンネルを選択します。

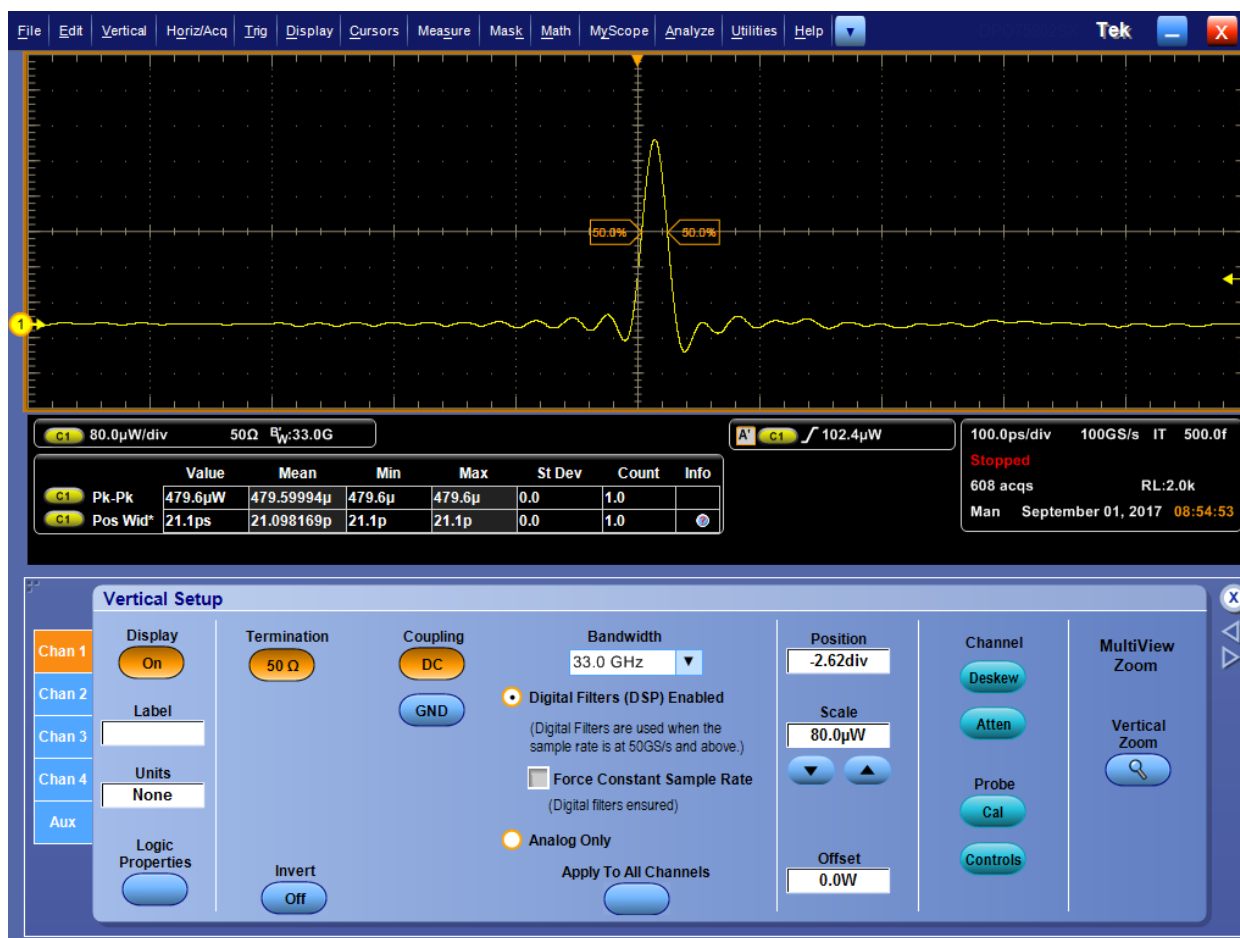


図 12 : Vertical Setup (垂直軸セットアップ) 画面

- **Display (表示)** : Display (表示) ボタンをクリックして、チャンネル波形表示をオンまたはオフにします。
- **Label (ラベル)** : Label (ラベル) 入力ボックスを使用して、波形にラベルを割り当てます。
  1. Label (ラベル) 入力ボックスをクリックし、ポップアップ・キーボードを使用して、選択した波形に割り当てるラベルを作成します。
  2. X Position (X 位置) / Y Position (Y 位置) 入力ボックスをクリックして、アクティブ化します。
  3. 汎用ノブを使用して、目盛上にラベルを配置します。ラベルをクリックし、スクリーン上の目的の位置にドラッグして配置することもできます。
- **Units (単位)** : Units (単位) 入力ボックスをクリックし、波形表示に使用する垂直軸のカスタム単位を選択します。
- **Logic Properties (ロジック・プロパティ)** : Ch1~Ch4 (ライブ) および M1~M4 (演算) チャンネルの電圧スレッショルド・レベルを指定し、ロジック波形と

して使用してバスに含めたい場合には、Logic Properties (ロジック・プロパティ) をクリックします。

- **Termination** (終端) : Termination (終端) ボタンは、オシロスコープによって自動的に設定された入力終端を表示します。
- **Invert** (反転) : Invert (反転) をクリックして、波形のオン／オフを反転させます。
- **Coupling** (カップリング) : カップリング・コントロールを使用して、入力カップリングを選択します。
  - **DC** を選択すると、AC 成分と DC 成分で波形を表示します。
  - **GND** を選択すると、ゼロ電圧波形を表示します。ディスプレイ上にグラウンド基準ポイントを設定するには、これを選択します。

- **Bandwidth (帯域幅)** : **Bandwidth (帯域幅)** ドロップダウン・リストを使用して、入力信号の周波数帯域を選択します。帯域幅とは、計測器が 3dB 未満の減衰で取り込み、正確に表示できる周波数の範囲です。

---

**注:** 正確な測定を行うには、入力周波数が計測器の定格帯域幅より大幅に低くなければなりません。目安として、計測システムの帯域幅が測定する信号の帯域幅の 3~5 倍であれば、正確な測定が行えます。

---

オシロスコープ・チャンネルの拡張帯域幅機能を有効または無効にします。

---

**注:** 拡張帯域幅機能は、より正確な立上り時間測定を実行できるように、DSP を使用して帯域幅を拡大し、最大のサンプル・レートにおけるパスバンドをフラットにします。また、拡張帯域幅を使用すると有効チャンネル全体に適合した応答が可能になるため、チャンネル間の比較測定および差動測定を行うことができます。

---

- **Digital Filters (DSP) Enabled** (デジタル・フィルタ (DSP) を有効にする) をクリックして、拡張帯域幅フィルタをアクティブ化します。

---

**注:** プローブ・シャトルがオシロスコープの ATI 入力チャンネルに接続されている場合には、ATI チャンネルで取込みを行うために DSP が必要なため、DSP をオフにすることはできません。

---

- **Apply to All Channels** (すべてのチャンネルに適用する) をクリックして、拡張帯域幅をすべてのチャンネルに同時に適用します。
- **Force Constant Sample Rate** (サンプル・レートを強制的に一定にする) をクリックすると、水平軸コントロール・ウィンドウで設定したサンプル・レートが常に使用されます。また、DSP でサポートされているサンプル・レートが適用されます。DSP が有効になり、適切な帯域幅が選択されます。
- **Analog Only** (アナログのみ) をクリックすると、拡張帯域幅が無効になり、アナログ動作に戻ります。**Bandwidth (帯域幅)** ドロップダウン・リストの選択項目に、フィルタがハードウェア / アナログのみであることを示す (HW) が追加されます。

- **Position (位置)** と **Scale (スケール)** : 垂直軸の位置とスケールの感度を設定します。

---

**注:** 外部前面パネルの専用ノブを使用して、選択した波形の位置およびスケールを制御することもできます。

---

- **Position (位置)** 入力ボックスをクリックし、汎用ノブを使用して、波形の位置を調整します。
- **Scale (スケール)** 入力ボックスをクリックし、汎用ノブを使用して、垂直軸感度を調整します。

- **Offset (オフセット)** : Offset (オフセット) 入力ボックスをクリックし、汎用ノブを使用して、オフセット値を設定します。

---

**注:** オフセット・コントロールを使用して、選択されたチャンネルの垂直軸のオフセット値を設定できます。取り込みたい波形データに合わせて、垂直アキュイジション・ウィンドウを移動できます。

Offset (オフセット) コントロールを使用して、波形のクリッピングを除去します。オフセット・コントロールの設定により、波形から DC バイアスが取り除かれ、それが垂直アキュイジション・ウィンドウに適用されます。これにより、選択されたチャンネルのアキュイジション・ウィンドウの垂直軸中点に位置するレベルが移動します。大型の信号の上部方向にアキュイジション・ウィンドウをスクロールしてオフセット値を上げ、下部方向にスクロールしてオフセット値を下げて、オフセットを可視化します。

オフセット・コントロールの設定により、チャンネル・リファレンス・インジケータがグランド・レベルではなくオフセットに合わせるように指定され、それが波形表示に適用されます。ポジション・コントロールの設定は演算波形とリファレンス波形を含むすべての波形に適用されますが、オフセットの設定はチャンネル波形にのみ適用されます。

---

- **Deskew (デスキュー) と Attenuation (減衰)** : デスキュー／減衰コントロールを使用することで、ケーブルの長さやプローブとの組み合わせが原因で生じる信号遅延を補正し、外部減衰の入力／出力比、または信号と入力チャンネルの間のゲインを設定できます。[光チャンネルのデスキュー](#) (28 ページ) を参照してください。

---

**注:** 垂直軸セットアップ・コントロールを設定した後に、デスキュー／減衰／反転コントロールを使用して設定を変更します。

---

- **Probe Cal (プローブ校正)** : Probe Cal (プローブ校正) ボタンをクリックし、Probe Setup (プローブ・セットアップ) 画面を表示して、プローブ補正を実行します。[プローブ・セットアップの設定](#) (30 ページ) を参照してください。

- **Probe Controls** (プローブのコントロール) : Probe Controls (プローブのコントロール) ボタンをクリックして、Probe Controls (プローブのコントロール) 画面を表示します (下図を参照)。



図 13 : Probe Controls (プローブのコントロール) 画面

- **Vertical Zoom** (垂直ズーム) : Vertical Zoom (垂直ズーム) をクリックすると、MultiView Zoom が有効になり、汎用ノブを使用して波形を拡大できます。

**光チャンネルのデスキュー:** 以下の手順に従って、TekConnect チャンネルと ATI チャンネルのデスキューを行います。

1. トリガ・モードをエッジに設定し、トリガが安定するように、リファレンス・チャンネルのトリガ・レベルを調整します。
2. Analyze (解析) メニューの Deskew Tool (デスキュー・ツール) を開きます。
3. デスキューを行うチャンネルを選択します。各チャンネルにライブ信号が接続されており、信号のエッジがトリガ・チャンネルのエッジの 0.5UI 以内であることを確認します。
4. 各チャンネルのスロープおよびレベルを選択します。
5. 母集団として十分な量のデータが累計されるまで待機します (To Mean (平均) ボタンの横のインジケータが緑に変わるまで)。



図 14: デスキューされた波形(1回目)の例

6. **To Mean** (平均) ボタンを押します。



7. 4～6 の手順を数回繰り返します。ps と fs では分解能の差が大きいため、1 回目のデスクューで近似値を得て、2 回目で fs レンジに到達します。

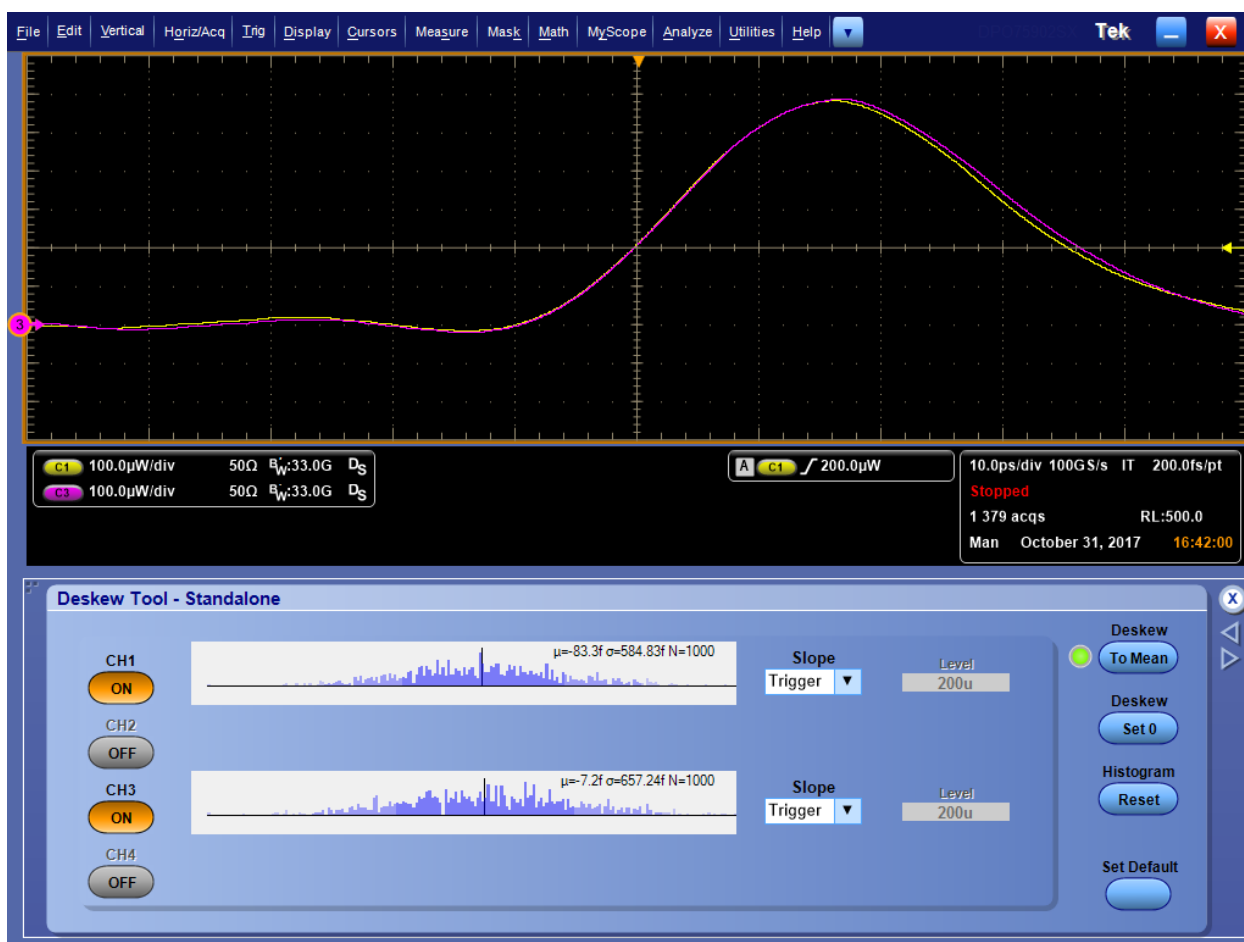


図 15: デスキューされた波形(最終結果)の例

## プローブ・セットアップの設定

このセクションでは、プローブ・セットアップ画面の設定について説明します。Vertical Setup (垂直軸セットアップ) 画面で、**Probe Cal** (プローブ校正) をクリックして、下図の Probe Setup (プローブ・セットアップ) 画面を表示します。



図 16 : Probe Setup (プローブ・セットアップ) 画面

- **Properties (プロパティ) : Properties (プロパティ)** をクリックすると、Probe Properties (プローブ・プロパティ) 画面が表示され、選択されたチャンネルの番号、プローブ・タイプとシリアル番号、およびプローブのステータスが表示されます。

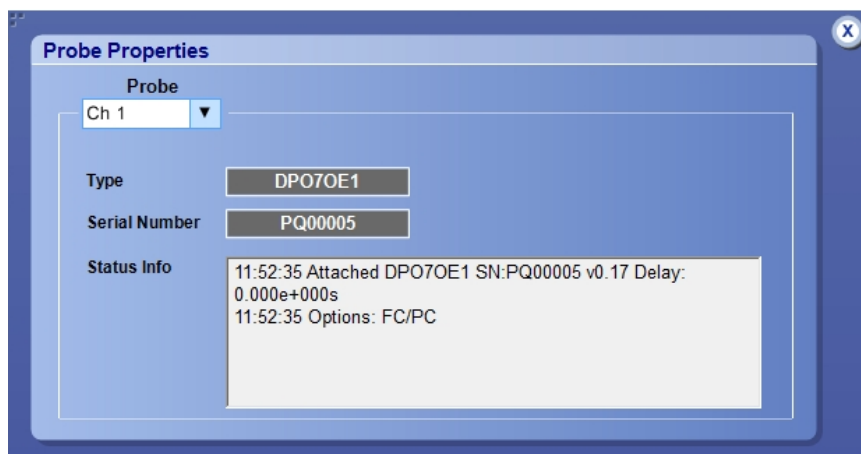


図 17 : Probe Properties (プローブ・プロパティ) 画面

- **Calibration Dark Cal (Dark Cal 校正) : Calibration Dark Cal (Dark Cal 校正)** をクリックして、プローブのダーク・レベルの補正を行います。[ダーク・レベルの補正\(34 ページ\)](#)を参照してください。
- **Add User Wavelength (ユーザ波長の追加) : Add User Wavelength (ユーザ波長の追加)** をクリックして、カスタム波長を作成します。作成した波長が標準波形の選択項目 (850nm、1,310nm、および 1,550nm) に追加されます。[ユーザ波長の追加\(32 ページ\)](#)を参照してください。
- **Erase User Wavelengths (ユーザ波長の削除) : Erase User Wavelengths (ユーザ波長の削除)** をクリックして、カスタム波長を波長リストからすべて削除します。
- **Wavelength (波長) : Wavelength (波長)** ラジオ・ボタンを使用して、入力信号の波長 (850nm、1310nm、または 1550nm) を選択します。オプション FC/APC フェルルール・コネクタを使用したプローブでは、850nm の設定は表示されません。カスタム・ユーザ波長を追加すると、ドロップダウン・リストに User Cal'd (ユーザ校正值) ラジオ・ボタンが表示されるので、そこからカスタム波長を選択できます。
- **Frequency Response (周波数応答) : Frequency Response (周波数応答)** ラジオ・ボタンを使用して、使用する O/E 補正を選択します。**ORR: 28GB-FC (28.05G)** オプションを選択すると、上図のような入力ボックスが表示され、カスタム周波数を入力できます。[フラット・フィルタ設定の周波数帯域\(44 ページ\)](#)を参照してください。[ORR フィルタ設定の周波数帯域\(44 ページ\)](#)を参照してください。

**ユーザ波長の追加:** ユーザ波長を追加するには、次の手順を実行します。

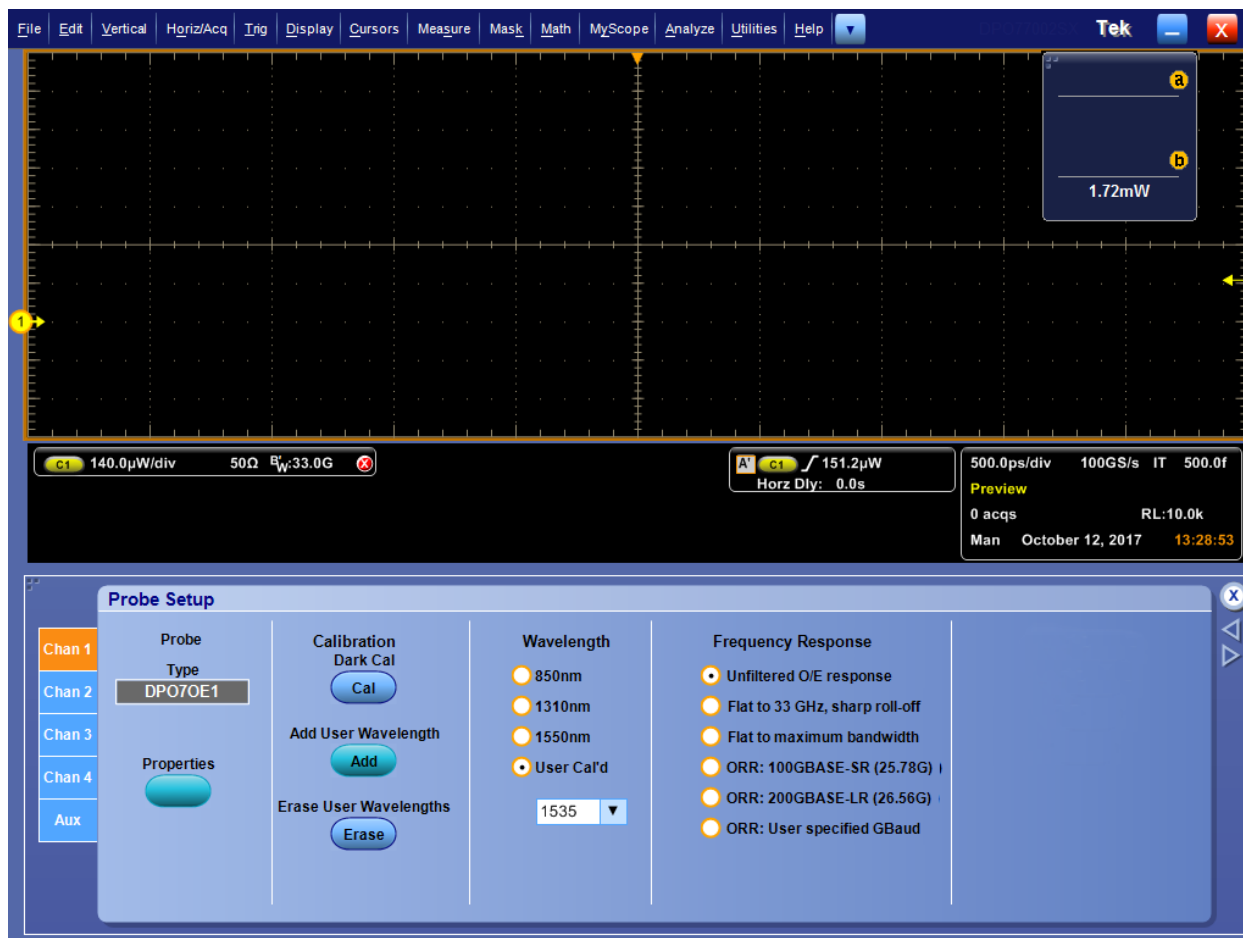
1. Probe Setup 画面で、**Add User Wavelength** (ユーザ波形の追加) をクリックします。以下の図のように、User Wavelength Gain Compensation 画面が表示されます。



**注意:** 測定が正確に行われるように、ユーザ波長を追加する前に、Dark Cal 校正を実行するようにしてください。ダーク・レベルの補正(34 ページ)を参照してください。

2. **Wavelength** (波形) 入力ボックスをクリックして、入力信号の波長 (ナノメートル単位) を入力します。数値のみを入力します。
3. **Reference Power** (リファレンス・パワー) 入力ボックスをクリックして、パワー (ワット単位) を入力します。ここには数値と単位を入力します。指定可能なリファレンス・パワーの範囲は  $400\mu\text{W}$  ~  $3.2\text{mW}$  です。範囲外のリファレンス・パワーを入力すると、エラー・メッセージが表示されます。
4. 波長とリファレンス・パワーの値を指定したら、**Compensate Go** (補正の実行) をクリックします。オシロスコープによって正しいゲインが計算され、メッセージが表示されます。
5. **OK** をクリックして、計算された波長とゲインを保存します。

6. Probe Setup 画面を見ると、新たに **User Cal'd** (ユーザ校正値) ラジオ・ボタンが表示されており、ドロップダウン・リストからすべてのユーザ波長を選択できます。



## 校正

DPO70E1 型は工場出荷時に校正が行われています。工場出荷時校正では 3 つの波長がサポートされており、いずれかを選択していただけます。

- 850nm (オプション FC/PC のみ)
- 1,310nm
- 1,550nm

### ダーク・レベルの補正

正確な光測定を行うには、事前にダーク・レベルの補正を行っておく必要があります。ダーク・レベルの補正では、光が存在しない状態で、DPO70E1 型の光入力において平均 DC 入力を測定します。ここで測定された値がすべてのサンプル値から差し引かれます。

以下の手順に従って、消光比測定に先立って、ダーク・レベルの校正を行います。

1. すべてのケーブルを取り外し、付属のキャップを O/E コンバータに被せ、プローブに光源が入らない状態になっていることを確認します。
2. Probe Setup (プローブ・セットアップ) 画面を開きます。
3. プローブ・チャンネルを選択します。
4. **Dark Compensation Cal** (ダーク補正の実行) ボタンをクリックします。

校正が行われている間、約 30 秒間画面の表示が静止します。

### 信号経路補正

信号パス補正 (SPC) は、機器の測定精度を最高レベルに維持できるよう、定期的に行う必要があります。なお、機器を使用して信号を高感度 (10mV/div 以下) で測定する場合は、前回の補正後の温度シフトや経過時間にかかわらず、SPC を実行することをお勧めします。SPC を怠ると、機器が保証性能レベルを満たさないことがあります。

SPC では、周囲温度の変化や長期ドリフトによって生じる DC 確度の誤差を修正します。SPC では、アクイジション・システムを最適化し、DC オフセット、およびインタリーブ校正を修正します。SPC は AC 成分を含む入力信号によって悪影響を受けます。そのため、SPC を実行する前に、オシロスコープの入力からすべての信号を取り除いておく必要があります。

次の場合には、手順に従って取込みシステムを最適化する必要があります。

- 前回の信号パス補正 (SPC) 後に温度が 5°C (9°F) 以上変化したか、30 日以上経過している場合
- 高感度 (10mV/div 未満) で信号を測定する機器を使用している場合 (少なくとも週一回は SPC を実行する必要がある)
- 前面パネルの SPC ステータス・アイコンが緑以外の場合

---

**注:** SPC ステータス・アイコンを表示するには、機器の校正 UI のチェックボックス ("*Always show SPC status icon (even when passing)*") をオンにしておく必要があります。

---

- ドライブ・メディアを交換、または装着する場合
- マルチ機器システムの構成を変更する場合 (Master または Extension に設定する機器を変更するなど)
- リファレンス・クロックを内部から外部、またはその逆に変更する場合

#### 1. 前提条件:

- Utility (ユーティリティ) > Instrument Calibration (機器校正)  
> Temperature Status is Ready (温度ステータスが READY) となるまで機器の電源がオンになっている必要があります。オシロスコープの機種に

より異なりますが、この手順が完了するまで 20 分～1 時間ほどかかります。

- すべてのチャンネル入力信号を削除する必要があります。
- 時間軸の外部リファレンスを選択している場合は、外部リファレンス信号を接続したままアクティブな状態にしておきます。

2. **Instrument Calibration** (機器校正) を選択します。

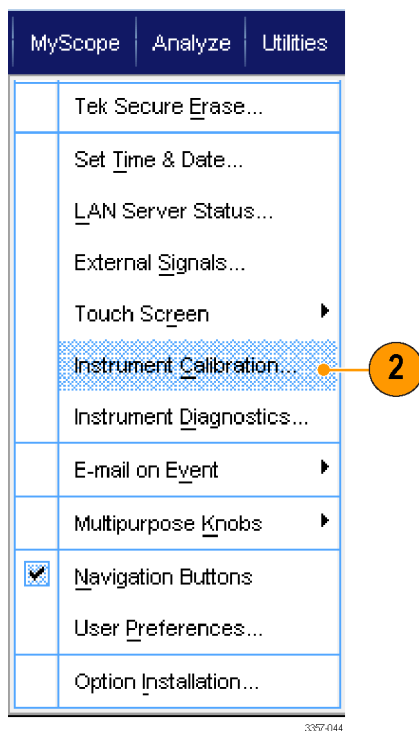


図 18 : DPO70000 シリーズ・オシロスコープの Utility (ユーティリティ) メニュー



3. Temperature Status (温度ステータス) が Ready (READY) になったら、**Run SPC** (SPC を実行) をクリックして校正を開始します。校正には 10~15 分かかります。

**注:** SPC 校正を実行する前に、すべてのチャンネル入力信号を削除してください。

現在の機器で SPC を実行していないドライブを使用している場合、前の SPC がないことを示す警告メッセージが表示されます。このメッセージが表示されたら、SPC を実行してください。

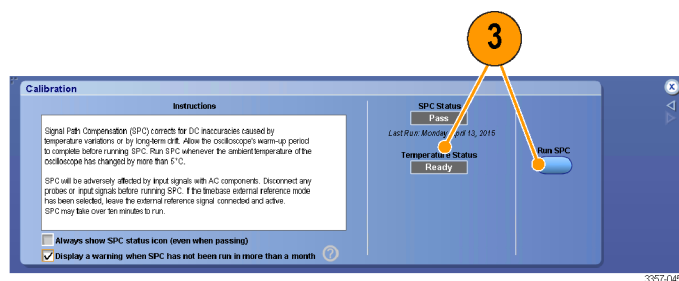
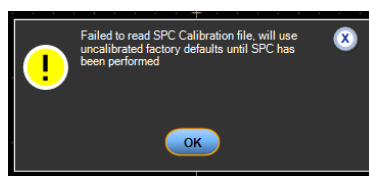


図 19 : DPO70000 シリーズ・オシロスコープの Calibration (校正) メニュー

4. 合格にならない場合は、オシロスコープを再度校正するか、資格のあるサービス担当者による機器のサービスを受けてください。

**注:** SPC ステータス・アイコンを常時表示したり、SPC が 1 か月以上実行されていない場合に警告を表示するには、それぞれ該当するチェックボックスをクリックします。

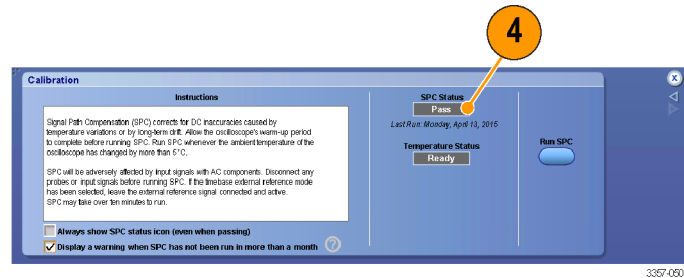
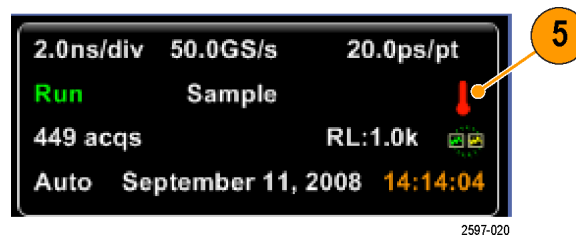


図 20 : DPO70000 シリーズ・オシロスコープの Calibration (校正) メニュー

5. SPC アイコンが赤の場合は、信号パス補正を実行します。SPC ステータス・アイコンの色を確認します。
  - 緑色は SPC が正常に通過し、温度が安定していることを示します。
  - 黄色は機器がウォーム・アップ・ステートである、または SPC が最後に実行されてから 30 日以上が経過していることを示します。
  - 赤は SPC を実行する必要があることを示します (温度の変動が 5°C より大きい、SPC に失敗している、または SPC が実行されていない)。



**信号パス補正ステータス:** 次の表は、信号パス補正に関するステータス・メッセージと推奨される対応を示しています。

ステータス	説明と推奨される対応
Compensated (補正済み)	機器はウォーム・アップされており、信号パス補正手順は問題なく完了し、現在の動作時温度は最後に信号パス補正が実行されたときの動作時温度と比較して 5°C 以内です。
Fail (不合格)	信号パス補正手順中に 1 つまたは複数の障害が発生しました。ここから先の対応については、最寄りの当社営業所にお問い合わせください。
Temp (温度)	動作時温度は最後に信号補正が実行されたときの温度と比較して 5°C 以内に収まっていません。
Warming up (ウォーム・アップ)	機器がウォーム・アップされていません。信号パス補正の手順を実行する前に、機器のウォーム・アップが完了するまで待機してください。

## 光フィルタと周波数帯域の設定

周波数帯域の設定は、すべてオシロスコープ・ソフトウェアで構築された DSP フィルタによって行われます。個々のコンバータは、それぞれ内部メモリに実測された S パラメータを保存しており、スコープはそれを読み込み、それぞれのフィルタを構築します。信号はハードウェア・フィルタにはルーティングされません。

次の表は、使用可能なすべての設定を示しています。

フィルタ名	3dB 光帯域幅	4 次ベッセルトンプソン	ORR コンプライアンス
Unfiltered O/E response	30GHz	なし	なし
Flat to 33 GHz, sharp roll-off	33GHz	なし	なし
Flat to maximum bandwidth	43GHz <sup>1</sup>	なし	なし
28GB-FC28GB-FC	28.05GHz	あり	あり <sup>2</sup>
OTU4	27.95GHz	あり	あり <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 43GHz の周波数帯域は ATI チャンネルでのみ使用できます。TekConnect チャンネルでは、2 つのフラット・フィルタ・オプションはどちらも同一です。

<sup>2</sup> ORR コンプライアンスは ATI チャンネルでのみ使用できます。23GHz と 33GHz のチャンネルは、それぞれの周波数に対応した帯域制限フィルタを備えており、周波数領域の BT フィルタの周波数応答が確立します。

フィルタ名	3dB 光帯域幅	4 次ベッセルトンプソ ン	ORR コンプライア ンス
200GBase-LR	26.56GHz	あり	あり <sup>2</sup>
100GBase-SR	25.78GHz	あり	あり <sup>2</sup>

## 電気出力

ATI 支持ブラケットを取り付けると、ATI チャンネルの非破壊入力レンジの範囲内に留まるように、O/E の電気出力が制限されます。



**注意:** プローブの破損を防止するために、ATI チャンネルにシャトルを取り付けるときは、常に ATI 支持ブラケットを使用してください。

### Overload(過負荷)インジ ケータ

DPO70E1 型のシャトルを現在接続しているチャンネルのダイナミック・レンジを超える信号が入力されると、オシロスコープの画面に赤い Overload(過負荷)インジケータが表示されます。以下の図のように、インジケータにカーソルを合わせると、"Overload"というメッセージが表示されます。

## プローブ・ダイナミック・レンジ・インジケータ

垂直軸セットアップの設定を変更すると、波形表示の左側にプローブ・ダイナミック・レンジ・インジケータが表示されます。以下の図は、波形がチャンネルのダイナミック・レンジを超過し、過負荷インジケータが点灯している画面を示しています。



3558-005

図 21 : Overload(過負荷)インジケータ

## 変換利得の補正

O/E コンバータの変換利得は、3つの標準波長(850nm、1,310nm、1,550nm)において計算されます。変換利得の単位は"V/W"です。O/E コンバータのサンプリングされた電圧出力を、プローブ・セットアップ・メニューで選択した波長の変換利得で除算することで、チャンネル波形が補正されます。



# リファレンス

このセクションでは、光周波数帯域に関する検討事項や製品の仕様などのリファレンス情報を示します。

## 光／電気周波数帯域

光帯域は、デバイスによって、通過する光信号の強度が DC で通過する場合の半分になる周波数として定義されます。光信号の場合、DC 信号とは無変調の CW 信号であり、光検知器によって DC 電流に変換されます。光システムでは、これは周波数  $f_c$  で表され、以下の数式が成立します。

$$-3 \text{ dBo} = 10 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

PIN ダイオードは二乗検波器であり、電力(ワット)を直接電流の大きさ(アンペア)に変換するため、サンプラにおける電圧は電力の平方根ではなく、電力に比例して変化します。そのことから、光システムでよく使用されるもう 1 つの周波数帯域である電気帯域(BWe)の定義が導かれます。電気帯域は周波数  $f_c$  で表され、以下の数式が成立します。

$$-3 \text{ dBe} = 20 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

## フラット・フィルタ設定の周波数帯域

このセクションでは、プローブ・セットアップ画面の周波数応答の部分でフラット・フィルタを設定する方法について説明します。[プローブ・セットアップの設定](#)(30ページ)を参照してください。

フラット・フィルタ・オプションでは、 $-3\text{dBe}$  の電気帯域が使用されます。DPO70E1 型で使用されている光／電気コンバータは、およそ  $30\text{GHz}$  の光帯域で 4 次ベッセルトンプソン曲線に近似する周波数応答を備えています。O/E コンバータで DSP 補正を実行するために、校正中に周波数応答を測定し、プローブのフラッシュ・メモリに保存します。

オシロスコープ・ソフトウェアは測定された応答を取り込み、2 ポートの S パラメータとして保存し、フィルタの帯域に合わせて O/E の周波数応答をフラットにする有限インパルス応答 (FIR) フィルタを作成します。応答は、短い波長 ( $<1,260\text{nm}$ ) と長い波長 ( $>1,260\text{nm}$ ) では異なり、さらに O/E の出力で直接測定したときと、TekConnect の出力で測定したときも、それぞれ異なります。

## ORR フィルタ設定の周波数帯域

このセクションでは、プローブ・セットアップ画面の周波数応答の部分で ORR フィルタを設定する方法について説明します。[プローブ・セットアップの設定](#)(30ページ)を参照してください。

ORR フィルタの帯域は、周波数  $f_c$  として定義されています。ここで、 $f_c$  で測定された信号振幅  $A_{f_c}$  と DC の信号振幅  $A_{DC}$  には、次のような関係が成立します。

$$-3\text{ dBe} = 20 \log\left(\frac{P_{f_c}}{P_{DC}}\right)$$

また、 $f_c$  はシンボル・レートの 0.75 倍に等しくなります。

応答は 4 次ベッセルトンプソン (BT4) 曲線に従い、次の数式で定義されます。

$$H(y) = \frac{105}{105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4}$$

ここでは、次の式が成立します。

$$y = 2.114p; p = \frac{j\omega}{\omega_c}; \omega_c = 2\pi f_c$$

それぞれのフィルタ帯域に最適な BT4 フィルタが作成され、O/E のフラットな応答に適用されます。このように、フラットな有限インパルス応答 (FIR) フィルタが正しく動作するのであれば、その波長のすべてのフィルタ設定も正しく動作します。



## 光リファレンス・レシーバの性能

光リファレンス・レシーバ (ORR) の応答を実現するには、データ・レートを超えても滑らかなロールオフの周波数特性が得られるように、計測器の周波数帯域に十分な余裕がなければなりません。データセンタのネットワーク機器の設計では、通常 4 次のベッセル-トムソン (BT4) の周波数応答が使用されます。NRZ (PAM2) の場合、リファレンス・レシーバの  $-3\text{dB}$  の電氣的周波数帯域は光シンボル・レートの 75% に設定されており、そのガード・バンドの周波数限界は光シンボル・レートの 150% まで指定されています。次の表は、これらの値を 28GBd の光信号に使用した場合の周波数応答の要件を示しています。

光リファレンス・レシーバの減衰	周波数
$-3\text{dB}$	$0.75 \times 28\text{G} = 21\text{GHz}$
公称値: $-10\text{dB}$ レンジ: $-7 \sim -20\text{dB}$	$1.50 \times 28\text{G} = 42\text{GHz}$

PAM4 信号の場合、BT4 フィルタは低めに調整されます。電氣的周波数帯域は、システム・レートの 50% に対応する周波数に設定されます。DPO70E1 型では、PAM4 規格で重視されている、26.5625GBd としたシンボル・レートに対応した ORRBT4 フィルタも利用できます。

DPO70000SX シリーズに搭載された 50GHz 以上の ATI チャンネルで DPO70E1 型を使用すると、最高 28GBd のデータでなめらかな BT 応答を達成するのに十分な周波数帯域を確保できます。次の図は、DPO77002SX 型リアルタイム・オシロスコープで DPO70E1 型を使用した場合の、代表的な周波数応答を示しています。

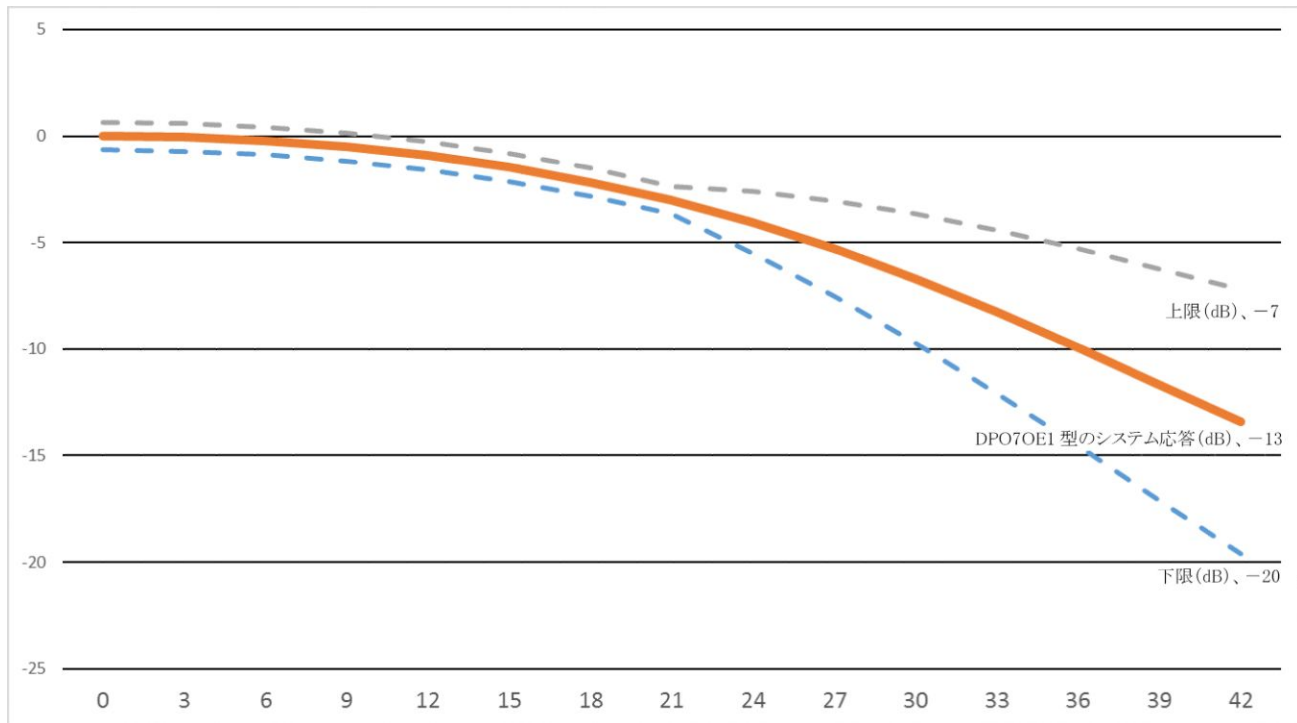


図 22 : DPO70E1 型光プローブを DPO70000SX シリーズの ATI チャンネルで使用した場合の 4 次のベッセル・トムソン (B-T) フィルタの周波数応答

DPO70E1 型と DPO70000SX シリーズ・オシロスコープを使用して滑らかな、制御されたシステム応答になるのは、オシロスコープのシステム・ソフトウェアにおいて、光プローブとオシロスコープ・チャンネルに固有の S パラメータを使用して最適な特性の BT4 フィルタが計算されるためです。現在市場にある多くのリアルタイム・オシロスコープでは、チャンネルの定格周波数帯域、あるいはそれよりわずかに高い周波数において、急峻なロールオフ (ウォールオフなど) を示します。こうした応答では、はるかに滑らかなロールオフを持つ BT4 応答を再現しなければならない場合にも、機能に制限が生じます。正しい BT4 応答が得られなければアイ開口部が狭くなり、測定確度にも悪影響が及びます。

## 付録 A: プログラミング・インタフェース (PI) コマンド

このセクションでは、問い合わせやプローブの制御に使用できるプログラミング・インタフェース (PI) コマンドについて説明します。ご使用のオシロスコープでサポートされている PI コマンドの詳細については、MSO/DPO5000/B シリーズ、DPO7000/C シリーズ、DPO70000/B/C/D/DX/SX シリーズ、DSA70000/B/C/D シリーズ、および MSO70000/C/DX シリーズの『プログラマ・マニュアル』Series Programmer Manual (当社部品番号 077-0010-24 以上) を参照してください。

### CH<x>:OPTIcal:RCVR

このコマンドは、適用された信号の補正に使用される光リファレンス・レシーバ (ORR) の DSP フィルタの設定や問い合わせに使用します。USER 値を使用する場合には、2 番目のオプション引数として、数値を指定する必要があります。<NR1>の単位はボー・レートです。たとえば、28.6Gbps の場合は、:CH1:OPTI:RCVR USER, 28.6E9 となります。

**グループ** 垂直軸

**シンタックス** CH<x>:OPTIcal:RCVR {OFF|FLAT|FLAT33|ENET257R4|ENET266PAM4| OTU2795|FC28050|USER} [,<NR1>]

**引数** 適用された信号の補正に使用される光リファレンス・レシーバ (ORR) の DSP フィルタ。

**例** CH1:OPTIcal:RCVR ENET257R4: DSP フィルタを ENET257R4 に設定します。

CH1:OPTIcal:RCVR?と実行したところ、":CH1:OPTIcal:RCVR ENET257R4"が返されたとします。これは、DSP フィルタが ENET257R4 に設定されていることを示します。

## CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue? (query only)

このコマンドは、ユーザ指定の光リファレンス・レシーバ (ORR) フィルタのボー・レートを問い合わせます。

**グループ** 垂直軸

**シンタックス** CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue?

**戻り値** ユーザ指定の ORR フィルタのボー・レートを返します。

## CH<x>:OPTIcal:WLENgth

プローブまたはオシロスコープで適用された光信号を補正するために使用される光波長 (ナノメートル単位) を取得または設定します。2 番目のオプション引数を使用して、工場校正值とユーザがプログラムした校正值のどちらを呼び出すかを指定できます。

**グループ** 垂直軸

**シンタックス** CH<x>:OPTIcal:WLENgth <NR1> [, USER | , FACTory]  
CH<x>:OPTIcal:WLENgth?

**引数** <NR1> は、光波長 (ナノメートル単位) を指定します。

**USER** は、ユーザがプログラムした校正值を指定します。これは別のユーティリティを使用して、プローブに読み込みます。

**FACTory** を指定すると、工場校正值を使用します。2 番目の引数を指定しない場合は、デフォルトの **FACTory** が使用されます。

## CH<x>:OPTIcal:WLENgth:LIST?(問い合わせのみ)

プローブからの応答により校正された、波長のカンマ区切りのリストが返されます。戻り値の単位はナノメートルです。

グループ 垂直軸

シンタックス CH<x>:OPTIcal:WLENgth:LIST?

## CH<x>:PRObe:GAIN?(問い合わせのみ)

このコマンドは問い合わせ専用であり、選択したチャンネルに接続されているプローブのゲイン・ファクタを返します。チャンネルは x で指定されます。x の値の範囲は 1~4 です。プローブの"ゲイン"とは、出力を入力変換率で除算した値です。たとえば、一般的な 10:1 プローブのゲインは 0.1 になります。

グループ 垂直軸

シンタックス CH<x>:PRObe:GAIN?

**例** CH2:PROBE:GAIN?と実行したところ、"CH2:PROBE:GAIN 0.1000E+00"が返されたとします。これは、接続されている 10:1 プローブでは、プローブ入力に 1.0V の電圧が適用されるごとに、0.1V がチャンネル 2 (BNC) に出力されることを示しています。

