

理想的なリモートシーケンス

BERTWave シリーズ MP2110A/MP2100B

目次

1. はじめに.....	2
2. 光モジュール試験系.....	3
3. 測定の流れ.....	5
4. コマンドシーケンス.....	6
5. 高速化 Tips.....	12
6. 最後に.....	13

1. はじめに

BERTWaveシリーズ（図1）は、製造用途を意識した設計によりイニシャルコストを低減し、ランニングコストを抑えることができます。また、製造において測定時間短縮に有効なリモートコマンドが用意されています。

本書では、光モジュール/デバイスの測定に対し、BERTWaveの性能、スピードを生かす標準的なリモートシーケンスを紹介します。本書に記載されているリモートシーケンスを使用することにより、BERTWaveに搭載されているリモートコマンドの中から光モジュール/デバイスの製造に適したコマンドを選択し、より簡単に試験系を構築することができます。

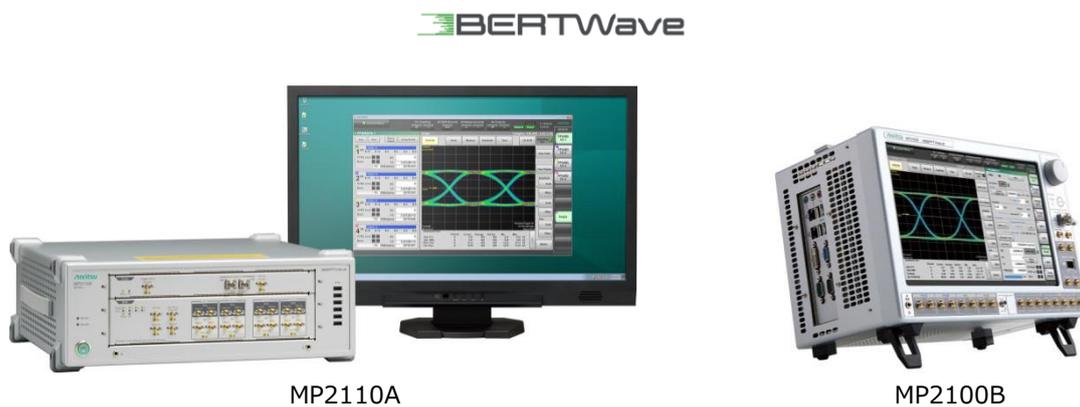


図1 BERTWaveシリーズ

2. 光モジュール試験系

本書では、図2の測定系により、光モジュールの光特性と電気特性の両方を評価する方法を説明します。図2は4チャンネルの光モジュールを評価する場合の接続図となっていますが、シングルチャンネルの光モジュールでも接続内容は同様です。

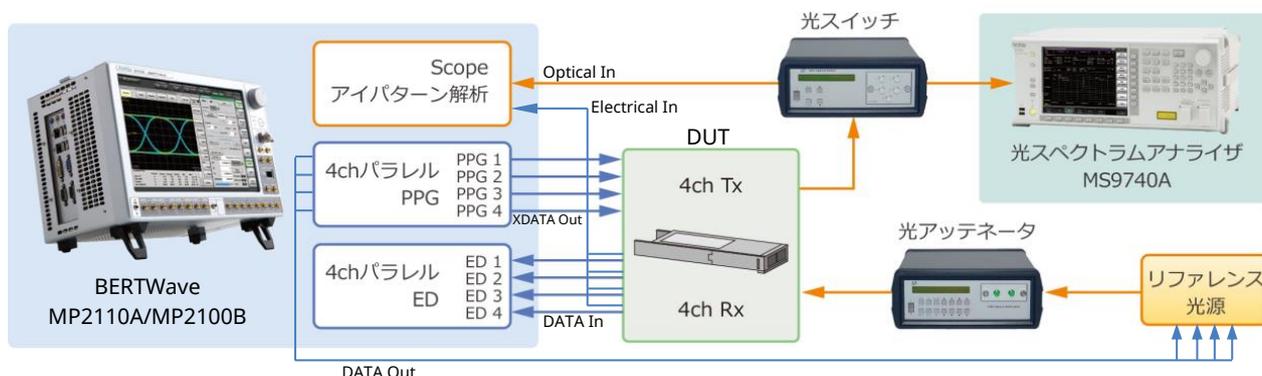


図2 BERTWave (MP2100B/MP2110A Opt 014, 023 搭載) を使用した測定系

本測定系における BERTWave の接続内容は以下になります。

- BERTWave の PPG XDATA Out を DUT (光モジュール) に接続します
- BERTWave の PPG DATA Out をリファレンス光源に接続します
- DUT の Rx Electrical 出力を BERTWave の ED Data In と Scope の電気チャンネルの入力端子に接続します
- DUT の Tx Optical 出力を BERTWave Scope の光チャンネルの入力端子に接続します
- BERTWave のクロック出力※を BERTWave の Trigger Clk In に接続します
※MP2110A は Clk Out 端子、MP2100B は Sync Out 端子

本測定系で試験可能な項目と、試験に必要な BERTWave のモジュールを表1に示します。

表1 試験項目

試験項目		モジュール
光 IF	消光比、平均パワー値の調整	Optical Scope、PPG
	クロスポイント、平均パワー、消光比、OMA 値など	
	マスクマージン	
電気 IF	ジッタ (p-p, rms)、立ち上がり時間、立ち下がり時間など	Electrical Scope、PPG
受光感度		PPG、ED

2.1. ハードウェア構成

図 2 で行う測定を実行するために必要なオプションを表 2 に示します。

表 2 シーケンス実行に必要なオプション

モジュール	MP2110A	MP2100B
BERT (PPG、ED)	014/012/011	014/012/011
Optical Scope	023/022/025/026	023 ※
Electrical Scope	023/021	023/021

※別途フィルタオプションが必要です

011: 1CH BERT

012: 2CH BERT

014: 4CH BERT

021: Dual Electrical Scope

022: Dual Optical Scope

023: Optical and Single-ended Electrical Scope

025: Optical Scope for Singlemode

026: Optical Scope for Multimode

2.2. ソフトウェア構成

本書で説明するコマンドシーケンスはソフトウェアバージョン 3.02 以降を想定しています。それ以前のバージョンではコマンドの仕様変更によりエラーになる場合や、正常に動作しない場合があります。

3. 測定の流れ

表 1 の試験を行う際の全体の流れを図 3 に示します。本書ではこの流れにそって試験を行う場合のリモートシーケンスについて説明します。

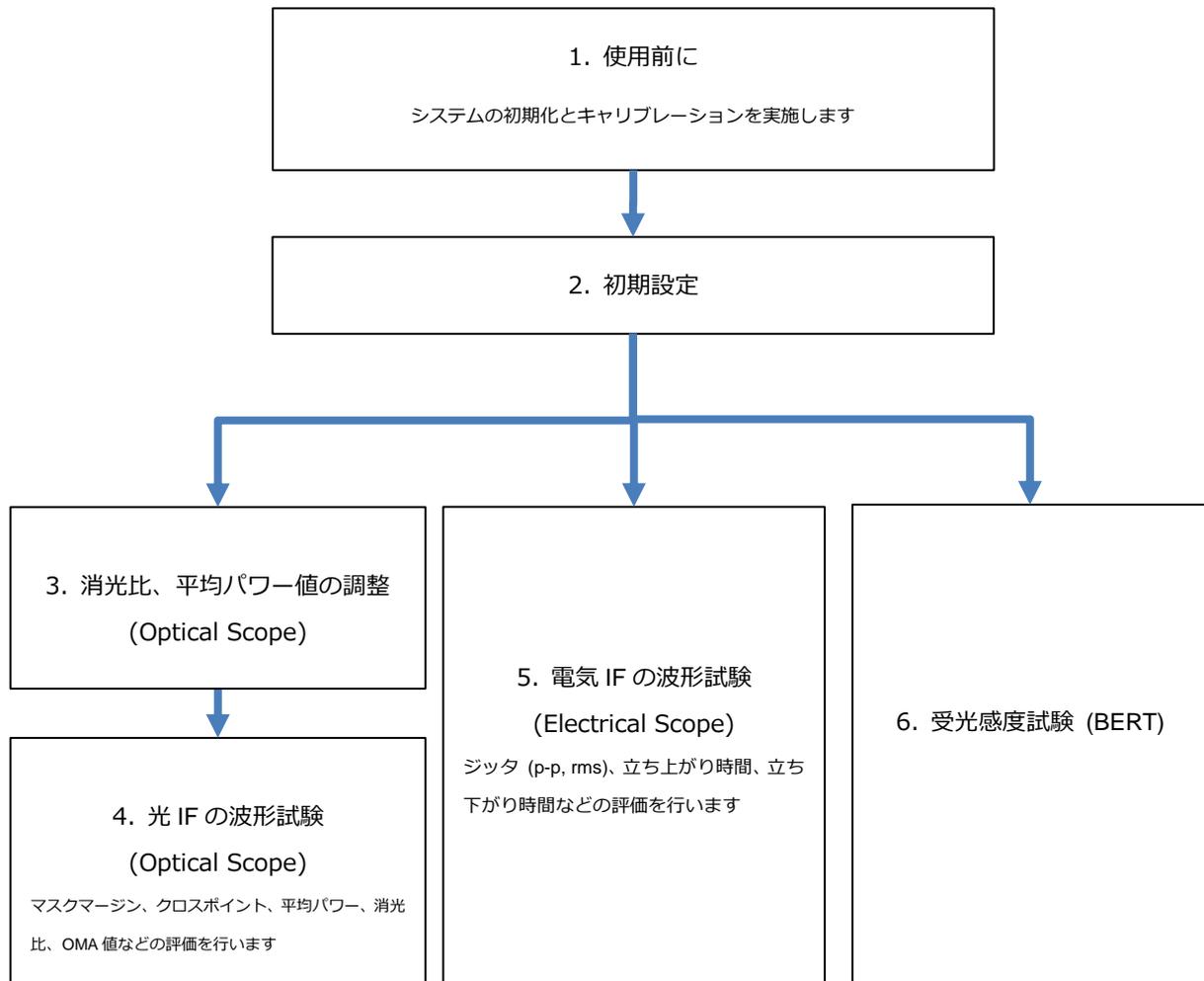


図 3 光モジュール評価の全体の流れ

4. コマンドシーケンス

4.1. 使用前に

使用前にシステムの初期化とキャリブレーションを実施します。以下の手順に従って実施してください。(表 3)

表 3 使用前の設定シーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
共通	*CLS;*IDN? *OPT?	BERTWave のシリアル番号、バージョン、オプション構成の情報を取得します。
共通	*RST	設定を初期化します
Scope	// 本コマンド送信前に、 // 入力端子に信号が入力されていないことを確認します // また、レスポンスのタイムアウトを 60 秒以上に設定します :SCOPE:CALibrate:AMPLitude?	Scope の振幅校正を実行します。校正の結果が返ります。 ※ 校正を実行する際は Scope の入力端子 (Ch A/B In, Trigger Clk In) に信号が入力されていないことを確認してください。 ※ 校正処理は Eye モードで 50 秒程度かかるため、レスポンス待ちのタイムアウトは 60 秒以上に設定してください。

4.2. 初期設定

システムの初期設定を実施します。以下に示した光モジュールに応じたビットレート、電気信号のパラメータ設定(振幅、テストパターン)、光信号の波長、フィルタなどを設定します(表4)。

表4 初期設定シーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
BERT	:DISPlay:ACTive 1	PPG/ED Ch1の画面を表示させます
	// MP2110A のとき :BERT:OUTPut:BITRate:STANdard "100GE_4" // MP2100B のとき :BERT:OUTPut:BITRate:STANdard "10G_LAN" :BERT:SOURce:PATtern:TYPE PRBS31 :BERT1:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT2:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT3:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5 :BERT4:OUTPut:DATA:AMPLitude DATA,0.5	PPG/EDの設定を行います (ビットレート、テストパターン、振幅) MP2110A/MP2100BではChannel Tracking機能により、Ch1を設定すれば、全チャンネルのPPG/ED基本設定が同じになります
	:SOURce:OUTPut:ASET ON	PPG出力をONします。チャンネルごとにONする場合は、:BERT<ch>.:OUTPut:DATA:OUTPutを使用します
Optical Scope (O/E)	// MP2110A のとき :OE:FILTer "100GE_4" // MP2100B のとき :OE:INPut:FILTer 6 //10GbE :OE:INPut:WAVLength 1310 :OE:CONFigure:EXRCorrection 1 :OE:CONFigure:EXRCorrection:FACTor 3.00	光入力の設定を行います (フィルタ、波長、コレクションファクター値※) ※ コレクションファクター値は必要に応じて基準となる消光比になるよう設定してください MP2110Aでは「:OE」の部分を「:SCOpe」にしても動作します。
Scope	:DISPlay:ACTive 5	Scopeの画面を表示させます
	// MP2110A のとき :SCOpe:TIME:TRACking PPG_CLOCKOUT // より正確なジッタ性能を得る場合は、 // :BERT:OUTPut:CLOCK:SOURce:CHANnel コマンドで // 使用するPPGチャンネルとClk Outチャンネルを同じにします。 // MP2100B のとき :SCOpe:CONFigure:TRACking:DRATe ON :SCOpe:CONFigure:TRACking:DRATe:MASTer 0	【BERTWaveのPPGを使用する場合】 ビットレートとトリガクロックレートをPPGにトラッキングするように設定します。後述の「5.1. オートスケール」も参照ください。 ※ MP2110Aでより正確なジッタ性能を得る場合は、Clk Outチャンネル設定値と、使用しているPPGチャンネル番号と同じにしてください。
	// MP2110A のとき :SCOpe:TIME:DATRRate 25.78125 Gbps :SCOpe:TIME:DIVRatio 4,CLKR // MP2100B のとき :SCOpe:TIME:DATRRate 10.3125 Gbps :SCOpe:TIME:DIVRatio 4,CLKR	【BERTWaveのPPGを使用しない場合】 入力ビットレートとトリガ分周比を設定します。後述の「5.1. オートスケール」も参照ください。

4.3. 消光比、平均パワー値の調整 (Optical Scope)

消光比、平均パワー値の調整を実施します。規格ごとに消光比、平均パワー値の範囲は決められており、その範囲内に調整しなければならないため、消光比や平均パワーを可変させながら、最適な位置に調整する必要があります。調整は以下の手順で行います (表 5)。

表 5 消光比、平均パワー値の調整シーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
Optical Scope	:SCOPE:INPut:CHA OFF :SCOPE:INPut:CHB ON :SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel B	測定チャンネルを B に設定します
	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe PERSistency	サンプリング条件を設定します (サンプル数 1350、累積モード (Persistence))
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:Y:DIVision:CHB 200	Y 軸スケールを適当な値に設定します
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPTIME	テストモードを Amplitude/Time にします
	:SCOPE:CONF:MEAS:AMPTIME1 CHB, 6 :SCOPE:CONF:MEAS:AMPTIME2 CHB, 8	測定画面に表示する項目を選択します (平均パワー、消光比)
	:SCOPE:SAMPling:STATus RUN	サンプリングを開始します
	// DUT を調整しながら、 // 測定結果が期待値になるまで繰り返します :SCOPE:FETCh:AMPLitude:AVEPower? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:EXTRatio? :SCOPE:DISPlay:WINDow:GRAPhics:CLEar	測定結果 (平均パワー、消光比) を取得して結果をクリアします。DUT を調整しながら、測定結果が期待値になるまで繰り返してください。
	:SCOPE:SAMPling:STATus HOLD	サンプリングを停止します

4.4. 光 IF の波形試験 (Optical Scope)

光モジュールの光 IF からの出力信号の波形試験を実施します。本試験は光モジュール特性を確認できる一番重要な試験項目で、ネットワーク内のトランシーバ相互接続性、性能の優位性を示す指標となります。出力される光信号の品質が規格に適合しているかを確認するため、マスクマージン、クロスポイント、平均パワー、消光比、OMA 値を評価します。

表 6 光 IF の波形試験シーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
Optical Scope	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe LIMited :SCOPE:ACCUmulation:LIMit WAVEform,100	サンプリング条件を設定します (サンプル数、Limited モード、取得波形数)
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPMask	測定項目を Amplitude/Time & Mask にします
	// MP2110A のとき :SCOPE:CONFigure:MASK:RECall "100GbE-LR4_Tx.txt" // MP2100B のとき :SCOPE:CONFigure:MASK:TYPe 11 // 10 GbE LAN/PHY	マスクファイルを指定します
	// 1 チャンネル (Ch B) を測定チャンネルにするとき :SCOPE:INPut:CHA OFF;:SCOPE:INPut:CHB ON // 2 チャンネル (Ch A と ChB) を測定チャンネルにするとき :SCOPE:INPut:CHA ON;:SCOPE:INPut:CHB ON	測定チャンネルを設定します。 ※ 2 チャンネル同時測定をスクリーンコピーするには位相が同じである必要があります。
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale BOTH	オートスケールを実行します。AUTOscale コマンドにパラメータを指定すると、実行時間を短縮できます (BOTH で約 1 秒)。詳細は「5.1. オートスケール」を参照ください。
	:SCOPE:SAMPling:STATus RUN // STATE? コマンドのレスポンスが「HOLD」になるまで繰り返します :SCOPE:SAMPling:STATus?	サンプリングを実行し、終了するまで待ちます
	(2 チャンネル測定の場合は以下を Ch A と Ch B で繰り返します) (:SCOPE:INPut:CHA OFF;:SCOPE:INPut:CHB ON)	
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel B	測定結果を取得するチャンネルを設定します。
	(:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 1 CHB, 4 // Crossing) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 2 CHB, 6 // Avg Pow dBm) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 3 CHB, 8 // ExR) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 4 CHB, 15 // OMA mW)	測定画面に値を表示する場合は、項目を選択します (クロスポイント、平均パワー (dBm)、消光比、OMA (mW))
	:SCOPE:CONFigure:MASK:UPDate :SCOPE:MEASure:MASK:MARGin? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:CROSSing? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:AVEPower? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:EXTRatio? :SCOPE:FETCh:AMPLitude:OMA:MW?	測定結果を問い合わせます (マスクマージン、クロスポイント、平均パワー、消光比、OMA)
	// COPY コマンドのファイル名は同じファイル名にしてください // (BERTWave のディスク領域を圧迫しないようにするため) :SCOPE:EYEPulse:PRINt:COPY "screen_data","C:/screen_copy" // DATA? コマンドのレスポンス (画像データ) は // バイナリデータのため、特殊な読み出し処理が必要になります。 // 詳細は取扱説明書 DATA?コマンドの説明を参照ください。 :SYSTEM:DISPlay:DATA?	スクリーンコピーを実行し、画像データを取得します ※ V3.03/V4.01.01 より前のソフトウェアでは、COPY コマンドの前に:MODule:ID 5 の指定が必要です。

4.5. 電気 IF の波形試験 (Electrical Scope)

光モジュールの電気 IF からの出力信号の波形試験を実施します。出力信号の品質が規格に適合しているかを確認するため、ジッタ、立ち上がり時間、立ち下がり時間などを評価します。以下の手順で行います。(表 7)

表 7 電気 IF の波形試験シーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
Electrical Scope	:SCOPE:OPTion:MAX:SAMPles:NUMber 1350 :SCOPE:ACCUmulation:TYPe LIMited :SCOPE:ACCUmulation:LIMit WAVEform,100	サンプリング条件を設定します (サンプル数 1350、Limited モード、取得波形数 100)
	:SCOPE:CONFigure:MEASure:TYPe AMPTIME	テストモードを Amplitude/Time にします
	:SCOPE:INPut:CHA ON :SCOPE:INPut:CHB OFF :SCOPE:CONFigure:MEASure:CHANnel A	測定チャンネルを A に設定します
	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale BOTH	オートスケールを実行します AUTOscale コマンドにパラメータを指定すると、実行時間を短縮できます (BOTH で約 1 秒)
	:SCOPE:SAMPling:STATus RUN // STAtE? コマンドを「HOLD」が返るまで繰り返します :SCOPE:SAMPling:STATus?	サンプリングを実行し、終了するまで待ちます
	(:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 1 CHA, 9 // Jitter pp) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 2 CHA, 10 // Jitter rms) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 3 CHA, 11 // Tr) (:SCOPE:CONFigure:MEASure:AMPTIME 4 CHA, 12 // Tf)	測定画面に値を表示する場合は、項目を選択します (ジッタ(p-p)、ジッタ(RMS)、立ち上がり時間、立ち下がり時間)
	:SCOPE:FETCh:TIME:JITTer:PPeak? :SCOPE:FETCh:TIME:JITTer:RMS? :SCOPE:FETCh:TIME:TRISe? :SCOPE:FETCh:TIME:FTIME?	測定結果を問い合わせます (ジッタ(p-p、RMS)、立ち上がり時間、立ち下がり時間)
	// COPY コマンドのファイル名は同じファイル名にしてください // (BERTWave のディスク領域を圧迫しないようにするため) :SCOPE:EYEPulse:PRINt:COPIY "screen_data","C:/screen_copy"	スクリーンコピーを実行し、画像データを取得します
	// DATA? コマンドのレスポンス (画像データ) は // バイナリデータのため、特殊な読み出し処理が必要になります。 // 詳細は取扱説明書 DATA?コマンドの説明を参照ください。 :SYSTEM:DISPlay:DATA?	※ V3.03/V4.01.01 より前のソフトウェアでは、COPY コマンドの前に:MODule:ID 5 の指定が必要です。

4.6. 受光感度試験 (BERT)

受光感度試験とは、光受光部の耐力を定量的に確認できる最も重要な試験項目のひとつで、信号が認識できる最小の光パワー値を確認することです。具体的には可変光アッテネータで光パワーを下げながら BERT でビットエラー量を確認し、一般的には 1×10^{-12} ビットでエラーフリーとなる光パワー値です。受光感度試験は以下の手順で行います。(表 8)

表 8 受光感度試験のシーケンス

モジュール	リモートコマンド	説明
BERT	<pre>// 光アッテネータで被測定物への光入力レベルを減少させながら、 // エラーがなくなるまで以下の測定を繰り返します。 :BERT:ALL:SENSe:MEASure:IMMediate? 10,"ER:TOTal"</pre>	<p>【BER カーブを推定する場合】</p> <p>MP2110A/MP2100B は IMMEDIATE? コマンドで測定の開始から結果取得までを行うことができます。測定時間が 10 ms~3 s であればこちらが高速です。</p>
	<pre>// 測定時間を 100 秒 (1 分 40 秒) の Single 測定に設定 :BERT:SENSe:MEASure:EALarm:MODE SINGLE :BERT:SENSe:MEASure:EALarm:PERiod 0,0,1,40 // 光アッテネータで被測定物への光入力レベルを減少させながら、 // エラーがなくなるまで以下の測定を繰り返します。 :BERT:ALL:SENSe:MEASure:START :BERT:ALL:SENSe:MEASure:EALarm:STATE?', '0' :BERT:ALL:CALCulate:DATA:EALarm? "CURRENT:ER:TOTal"</pre>	<p>【3 秒以上の BER 測定を行う場合】</p> <p>測定時間を指定した Single 測定を繰り返します。</p> <p>MP2110A/MP2100B ではコマンドに「:ALL」キーワードを付けることで、全チャネルの一括操作が可能です。</p>

5. 高速化 Tips

5.1. オートスケール

BERTWave のサンプリングオシロスコープに搭載されているオートスケール機能は、波形を画面に表示させる最も手軽な方法です。オートスケール機能は、表示する波形のスケールの自動調整のほか、入力信号のレートとトリガ信号の分周比の検出も自動で行っています。ただし、次の場合はオートスケールの処理を一部省略することができるため、より高速で動作させることができます。

5.1.1. BERTWaveのPPGを使用しているとき

Scope の入力信号として同一筐体の PPG を使用しているときは、入力信号のレートとトリガ信号の分周比の設定を PPG の設定にトラッキングするように設定することで、オートスケールを最短で実行することができます。また、レートや分周比の設定も PPG 側で行うだけで、Scope 側の設定を省略できるメリットもあります。

表 9 Scope のトラッキング設定コマンド

MP2110A のとき	:SCOPE:TIME:TRACking
MP2100B のとき	:SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe ON :SCOPE:CONFigure:TRACking:DRATe:MASTer 0

5.1.2. 入力信号のレートとトリガ信号の分周比が既知のとき

Scope の入力信号のレートとトリガ信号の分周比が既知である場合は、ビットレートとトリガ分周比の値を設定し、オートスケールを実行するコマンドには、ビットレートや分周比の自動検出機能を使用しない BOTH パラメータを指定すると、オートスケールを最短で実行することができます。

表 10 ビットレートとトリガ分周比が既知の場合に使用するコマンド

ビットレートの設定	:SCOPE:TIME:DATRate
トリガ分周比の設定	:SCOPE:TIME:DIVRatio
オートスケールを実行	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale BOTH

5.1.3. トリガ信号の分周比が既知のとき

Scope に入力するトリガ信号の分周比が既知である場合は、分周比の自動検出機能を Off にすることで、オートスケールの時間を短縮することができます。

表 11 分周比が既知の場合に使用するコマンド

分周比の自動検出機能を OFF	:SCOPE:TIME:AUTodetect OFF
オートスケールを実行	:SCOPE:DISPlay:WINDow:SCALE:AUTOscale

6. 最後に

本書では、光モジュール製造を安定的かつ高速に実施できるように、BERTWave を使用した最適な測定シーケンスを紹介しました。アンリツは、これからもお客様の製品品質の向上と製品競争力を高めるために、よりよい測定手法を提供していきます。

本書で説明したコマンドシーケンスを実際に動作させることができるサンプルプログラムが、BERTWave の以下のフォルダに格納されています。本書と取扱説明書に加え、こちらも参照ください。

C:\Program Files\Anritsu\MP2100A\MX21000A\Examples\C#_SCPI_Sample

アンリツ株式会社

<http://www.anritsu.com>

本社 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1 TEL 046-223-1111
厚木 〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5
計測器営業本部 TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
計測器営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 住友生命仙台中央ビル
計測器営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
計測器営業本部 TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル
計測器営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
計測器営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

1602

■カタログのご請求、価格・納期のお問い合わせは、下記または営業担当までお問い合わせください。
計測器営業本部 営業推進部

☎ TEL: 0120-133-099 (046-296-1208) FAX: 046-296-1248
受付時間/9:00~12:00、13:00~17:00、月~金曜日(当社休業日を除く)
E-mail: SJPost@zy.anritsu.co.jp

■計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。
計測サポートセンター

☎ TEL: 0120-827-221 (046-296-6640)
受付時間/9:00~12:00、13:00~17:00、月~金曜日(当社休業日を除く)
E-mail: MDVPOST@anritsu.com

■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。
また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。