

MP2110A BERTWave 取扱説明書

第 33 版

製品を適切・安全にご使用いただくために、製品をご使用になる前に、本書を必ずお読みください。
本書は製品とともに保管してください。

アンリツ株式会社

安全情報の表示について

当社では人身事故や財産の損害を避けるために、危険の程度に応じて下記のようなシグナルワードを用いて安全に関する情報を提供しています。記述内容を十分に理解した上で機器を操作してください。

下記の表示およびシンボルは、そのすべてが本器に使用されているとは限りません。また、外観図などが本書に含まれるとき、製品に貼り付けたラベルなどがその図に記入されていない場合があります。

本書中の表示について



危険

回避しなければ、死亡または重傷に至る切迫した危険があることを示します。



警告

回避しなければ、死亡または重傷に至るおそれがある潜在的な危険があることを示します。



注意

回避しなければ、軽度または中程度の人体の傷害に至るおそれがある潜在的危険、または、物的損害の発生のみが予測されるような危険があることを示します。

機器に表示または本書に使用されるシンボルについて

機器の内部や操作箇所の近くに、または本書に、安全上および操作上の注意を喚起するための表示があります。

これらの表示に使用しているシンボルの意味についても十分に理解して、注意に従ってください。



禁止行為を示します。丸の中や近くに禁止内容が描かれています。



守るべき義務的の行為を示します。丸の中や近くに守るべき内容が描かれています。



警告や注意を喚起することを示します。三角の中や近くにその内容が描かれています。



注意すべきことを示します。四角の中にその内容が書かれています。



このマークを付けた部品がリサイクル可能であることを示しています。

MP2110A
BERTWave
取扱説明書

2017年（平成29年）1月13日（初 版）
2026年（令和8年）6月19日（第33版）

- ・ 予告なしに本書の製品操作・取り扱いに関する内容を変更することがあります。
- ・ 許可なしに本書の一部または全部を転載・複製することを禁じます。

Copyright © 2017-2026, ANRITSU CORPORATION
Printed in Japan

安全にお使いいただくために

警告



- ・ 左のアラートマークを表示した箇所の操作をするときは、必ず取扱説明書を参照してください。取扱説明書を読まないで操作などを行った場合は、負傷するおそれがあります。また、本器の特性劣化の原因にもなります。なお、このアラートマークは、危険を示すほかのマークや文言と共に用いられることもあります。

- ・ 過電圧カテゴリについて
本器は、IEC 61010で規定する過電圧カテゴリⅡの機器です。
過電圧カテゴリⅢ、およびⅣに該当する電源には絶対に接続しないでください。

感電

- ・ 本器へ電源を供給するには、本器に添付された3芯電源コードを3極コンセントへ接続し、アース配線を行ってから使用してください。アース配線を行わないで電源を供給すると、負傷または死につながる感電事故を引き起こすおそれがあります。また、精密部品を破損するおそれがあります。

修理



- ・ 本器の保守については、所定の訓練を受け、火災や感電事故などの危険を熟知した当社または当社代理店のサービスエンジニアに依頼してください。本器は、お客様自身では修理できませんので、本体またはユニットを開け、内部の分解などしないでください。本器の内部には、高圧危険部分があり不用意にさわると負傷または死につながる感電事故を引き起こすおそれがあります。また、精密部品を破損するおそれがあります。

校正



- ・ 機器本体またはユニットには、出荷時の品質を保持するために性能保証シールが貼られています。このシールは、所定の訓練を受け、火災や感電事故などの危険を熟知した当社または当社代理店のサービスエンジニアによってのみ開封されます。お客様自身で機器本体またはユニットを開け、性能保証シールを破損しないよう注意してください。第三者によってシールが開封、破損されると機器の性能保証を維持できないおそれがあると判断される場合があります。

転倒

- ・ 本器は、必ず決められた設置方法に従って使用してください。本器を決められた設置方法以外で設置すると、わずかな衝撃でバランスを崩して足元に倒れ、負傷するおそれがあります。また、本器の電源スイッチが容易に操作できるように設置してください。

安全にお使いいただくために

注意

清掃

- ・ 電源コードを電源コンセントから抜いて、電源やファンの周囲のほこりを取り除いてください。
 - ・ 電源コンセントを定期的に清掃してください。ほこりが電極に付着すると火災になるおそれがあります。
 - ・ ファンの周囲を定期的に清掃してください。通気口がふさがれると、本器内部の温度が上昇し、火災になるおそれがあります。

測定端子



- ・ 測定端子には、その端子とアースの間に表示されている値を超える信号を入力しないでください。本器内部が破損するおそれがあります。

静電気対策



- ・ 左のラベルがあるコネクタを使用する場合は、次の静電気対策をしてください。静電気対策をとらない場合、内部回路を破損するおそれがあります。
 - リストストラップを着用してください。
 - コネクタに同軸ケーブルを接続する前に、本器と他の測定器および被測定回路のグランド線を接続してください。
 - 接続する機器および同軸ケーブルの、芯線と外導体間に帯電した静電気を放電してから接続してください。

本器内のメモリの バックアップ用電池交換 について

本器はメモリのバックアップ用電池として、フッ化黒鉛リチウム電池を使用しています。交換はアンリツカスタマーサポート株式会社で行いますので、当社または当社代理店へ依頼してください。

注: 本器の電池寿命は購入後、約2年です。早めの交換が必要です。

バックアップ用電池の寿命は、機器の稼働時間や使用している環境により異なります。

安全にお使いいただくために

注意

外部記憶媒体について

本器は、データやプログラムの外部記憶媒体として、USBメモリを使用できます。USBメモリは、その使用方法に誤りがあった場合や故障などにより、大切な記憶内容を喪失してしまうおそれがあります。

万一に備えて、定期的に記録内容のバックアップを取ることをお勧めします。

当社は、記憶内容の喪失について補償しません。

下記の点に十分に注意して使用してください。

- ・ アクセス中にはUSBメモリを装置から抜き取らないでください。
- ・ 静電気が加わると破損するおそれがあります。
- ・ USBメモリ、ハードディスク、DVDドライブなどの外部記憶媒体については、すべての動作を保証するものではありません。あらかじめご確認のうえ、使用してください。

内蔵 SSD について

本器には、SSD (Solid State Drive) が内蔵されています。SSDは周囲環境の影響を受けやすく、大切な記録内容を喪失してしまうおそれがあります。

万一に備えて、定期的に記録内容のバックアップを取ることをお勧めします。

当社は、記憶内容の喪失について補償しません。

下記の点に十分に注意して使用してください。

- ・ 本器の動作温度範囲内の温度で使用してください。また、急激な温度変化のある場所では使用しないでください。
- ・ 本器は、必ず決められた設置方法に従って設置してください。
- ・ 背面や側面の内部冷却用ファンや通風孔をふさがないでください。
- ・ 電源を入れた状態で本器に振動や衝撃を与えないでください。
- ・ 電源を入れた状態で電源コードを抜いたり、設置した場所の電源ブレーカーを切ったりしないでください。

寿命がある部品について

本器には、動作回数または通電時間により決まった寿命がある部品を使用しています。

長時間連続して使用する場合は、これらの部品の寿命に注意してください。

寿命超過後も使用し続けた場合、本器は安全に使用できなくなるおそれがあります。これらの部品は、保証期間内であっても寿命の場合は有償交換になります。

同軸スイッチ: 100万回 (Scope 光入力コネクタ切り替え回数)

同軸スイッチ: 500万回 (BERT クロック出力チャネル切り替え回数)

安全にお使いいただくために

注意

住宅環境での使用について

本器は、工業環境用に設計されています。住宅環境で使用すると、無線障害を起こすことがあります。その場合、使用者は適切な対策を施す必要があります。

腐食性雰囲気内での使用について

誤動作や故障の原因となりますので、硫化水素・亜硫酸ガス・塩化水素などの腐食性ガスにさらさないようにしてください。また、有機溶剤の中には腐食性ガスを発生させるものがありますので、事前に確認してください。

品質証明

アンリツ株式会社は、本製品が出荷時の検査により公表規格を満足していること、ならびにそれらの検査には、産業技術総合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology）および情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology）などの国立研究所によって認められた公的校正機関にトレーサブルな標準器を基準として校正した測定器を使用したことを証明します。

保証

アンリツ株式会社は、納入後 1 年以内に製造上の原因に基づく故障が発生した場合は、本製品を無償で修復することを保証します。

ソフトウェアの保証内容は別途「ソフトウェア使用許諾」に基づきます。

ただし、次のような場合は上記保証の対象外とさせていただきます。

- ・ この取扱説明書に別途記載されている保証対象外に該当する故障の場合。
- ・ お客様の誤操作、誤使用または無断の改造もしくは修理による故障の場合。
- ・ 通常の使用を明らかに超える過酷な使用による故障の場合。
- ・ お客様の不適當または不十分な保守による故障の場合。
- ・ 火災、風水害、地震、落雷、降灰またはそのほかの天災地変による故障の場合。
- ・ 戦争、暴動または騒乱など破壊行為による故障の場合。
- ・ 本製品以外の機械、施設または工場設備の故障、事故または爆発などによる故障の場合。
- ・ 指定外の接続機器もしくは応用機器、接続部品もしくは応用部品または消耗品の使用による故障の場合。
- ・ 指定外の電源または設置場所での使用による故障の場合。
- ・ 特殊環境における使用^(註)による故障の場合。
- ・ 昆虫、くも、かび、花粉、種子またはそのほかの生物の活動または侵入による故障の場合。

また、この保証は、原契約者のみ有効で、お客様から再販売されたものについては保証しかねます。

なお、本製品の使用、あるいは使用不能によって生じた損害およびお客様の取引上の損失については、責任を負いかねます。ただし、その損害または損失が、当社の故意または重大な過失により生じた場合はこの限りではありません。

注：

「特殊環境における使用」には、以下のような環境での使用が該当します。

- ・ 直射日光が当たる場所
- ・ 粉じんが多い環境
- ・ 屋外
- ・ 水、油、有機溶剤もしくは薬液などの液中、またはこれらの液体が付着する場

所

- ・ 潮風、腐食性ガス（亜硫酸ガス、硫化水素、塩素、アンモニア、二酸化窒素、塩化水素など）がある場所
- ・ 静電気または電磁波の強い環境
- ・ 電源の瞬断または異常電圧が発生する環境
- ・ 部品が結露するような環境
- ・ 潤滑油からのオイルミストが発生する環境
- ・ 高度 2000 m を超える環境
- ・ 車両、船舶または航空機内など振動または衝撃が多く発生する環境

当社へのお問い合わせ

本製品の故障については、「お問い合わせ窓口」へすみやかにご連絡ください。
「お問い合わせ窓口」は、当社ホームページのお問い合わせページで確認できます。

国外持出しに関する注意

- 本製品は、特定の外国の安全規格などに準拠していない場合がありますので、当社の承諾なく日本国外へ持ち出して使用された場合、当社は一切の責任を負いかねます。
- 本製品に添付される電源コードは、日本国内用です。
- 本製品および添付マニュアル類は、輸出および国外持ち出しの際には、「外国為替及び外国貿易法」により、日本国政府の輸出許可や役務取引許可を必要とする場合があります。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政府の再輸出許可を必要とする場合があります。詳細は当社ホームページを参照してください。

<https://www.anritsu.com/support/export-procedures>

本製品や添付マニュアル類を輸出または国外持ち出しする場合は、事前に必ず当社の営業担当までご連絡ください。

輸出規制を受ける製品やマニュアル類を廃棄処分する場合は、軍事用途等に不正使用されないよう、破砕または裁断処理していただきますようお願い致します。

ソフトウェア使用許諾

お客様は、ご購入いただいたソフトウェア（プログラム、データベース、電子機器の動作・設定などを定めるシナリオ等を含み、以下「本ソフトウェア」と総称します）を使用（実行、インストール、複製、記録等を含み、以下「使用」と総称します）する前に、本「ソフトウェア使用許諾」（以下「本使用許諾」といいます）をお読みください。お客様から本使用許諾の規定にご同意いただいた場合のみ、お客様は、本使用許諾に定められた範囲において本ソフトウェアをアンリツが推奨または指定する装置（以下、「本装置」といいます）に使用することができます。お客様が本ソフトウェアを使用したとき、当該ご同意をいただいたものとします。

第1条（許諾、禁止内容）

1. お客様は、本ソフトウェアを有償・無償にかかわらず第三者へ販売、開示、移転、譲渡、賃貸、リース、頒布し、または再使用させる目的で複製、開示、使用許諾することはできません。
2. お客様は、本ソフトウェアをバックアップの目的で、1部のみ複製を作成できます。
3. 本ソフトウェアのリバースエンジニアリング、逆アセンブルもしくは逆コンパイル、または改変もしくは派生物（二次的著作物）の作成は禁止させていただきます。
4. お客様は、本ソフトウェアを本装置1台で使用できます。

第2条（免責）

アンリツは、お客様による本ソフトウェアの使用または使用不能から生ずる損害、第三者からお客様に請求された損害を含め、一切の損害について責任を負わないものとします。ただし、当該損害がアンリツの故意または重大な過失により生じた場合はこの限りではありません。

第3条（修補）

1. お客様が、取扱説明書に書かれた内容に基づき本ソフトウェアを使用していたにもかかわらず、本ソフトウェアが取扱説明書もしくは仕様書に書かれた内容どおりに動作しない場合（以下「不具合」といいます）には、アンリツは、アンリツの判断に基づいて、本ソフトウェアを無償で修補、交換し、または不具合回避方法のご案内をするものとします。ただし、以下の事項による本ソフトウェアの不具合および破損、消失したお客様のいかなるデータの復旧を除きます。
 - a) 取扱説明書・仕様書に記載されていない使用目的での使用
 - b) アンリツが指定した以外のソフトウェアとの相互干渉
 - c) アンリツの承諾なく、本ソフトウェアまたは本装置の修理、改造がされた場合

d) 他の装置による影響、ウイルスによる影響、災害、その他の外部要因などアンリツの責めとみなすことができない要因があった場合

2. 前項に規定する不具合において、アンリツが、お客様ご指定の場所で作業する場合の移動費、宿泊費および日当に係る現地作業費については有償とさせていただきます。
3. 本条第1項に規定する不具合に係る保証責任期間は本ソフトウェア購入後6か月または修補後30日いずれか遅い方の期間とさせていただきます。

第4条（法令の遵守）

お客様は、本ソフトウェアを、直接、間接を問わず、核、化学・生物兵器およびミサイルなど大量破壊兵器および通常兵器、ならびにこれらの製造設備等・関連資機材等の拡散防止の観点から、日本国の「外国為替及び外国貿易法」およびアメリカ合衆国「輸出管理法」その他国内外の関係する法律、規則、規格等に違反して、いかなる仕向け地、自然人もしくは法人に対しても輸出しないものとし、また輸出させないものとします。

第5条（規定の変更）

アンリツは、本使用許諾の規定の変更が、お客様の一般の利益に適う場合、または本使用許諾の目的および変更に係る諸事情に照らして合理的な場合に、お客様の承諾を得ることなく変更を実施することができます。変更にあたりアンリツは、原則として45日前までに、その旨（変更後の内容および実施日）を自己のホームページに掲載し、またはお客様に書面もしくは電子メールで通知します。

第6条（解除）

1. アンリツは、お客様が、本使用許諾のいずれかの条項に違反したとき、アンリツの著作権およびその他の権利を侵害したとき、暴力団等反社会的な団体に属しもしくは当該団体に属する者と社会的に非難されるべき関係があることが判明したとき、または法令に違反したとき等、本使用許諾を継続できないと認められる相当の事由があるときは、直ちに

本使用許諾を解除することができます。

2. お客様またはアンリツは、30 日前までに書面で相手方へ通知することにより、本使用許諾を終了させることができます。

第 7 条（損害賠償）

お客様が本使用許諾の規定に違反した事に起因してアンリツが損害を被った場合、アンリツはお客様に対して当該損害の賠償を請求することができます。

第 8 条（解除後の義務）

お客様は、第 6 条により、本使用許諾が解除されまたは終了したときは直ちに本ソフトウェアの使用を中止し、アンリツの求めに応じ、本ソフトウェアおよびそれらに関する複製物を含めアンリツに返却または廃棄するものとします。

第 9 条（協議）

本使用許諾の条項における個々の解釈について生じた疑義、または本使用許諾に定めのない事項について、お客様およびアンリツは誠意をもって協議のうえ解決するものとします。

第 10 条（準拠法）

本使用許諾は、日本法に準拠し、日本法に従って解釈されるものとします。本使用許諾に関する紛争の第一審の専属的合意管轄裁判所は、東京地方裁判所とします。

（改定履歴）

2020 年 2 月 29 日

2022 年 2 月 22 日

計測器のウイルス感染を防ぐための注意

- ファイルやデータのコピー
当社より提供する、もしくは計測器内部で生成されるもの以外、計測器にはファイルやデータをコピーしないでください。
前記のファイルやデータのコピーが必要な場合は、メディア（USB メモリ、CF メモリカードなど）も含めて事前にウイルスチェックを実施してください。
- ソフトウェアの追加
当社が推奨または許諾するソフトウェア以外をダウンロードしたりインストールしたりしないでください。
- ネットワークへの接続
接続するネットワークは、ウイルス感染への対策を施したネットワークを使用してください。
- マルウェア（ウイルスなど悪意のあるソフトウェア）からの保護
本器は Windows オペレーティングシステムを搭載しています。
本器をネットワークへ接続する場合は、以下のことを推奨します。
 - ファイアウォールを有効にする
 - Windows の重要な更新プログラムをインストールする
 - アンチウイルスソフトウェアを利用する

エコラベルについて



左のラベルは、当社の定める環境配慮基準を満たした製品に表示されるものです。

このラベルの詳細情報および本製品の環境配慮の内容は、インターネットのアンリツホームページ (<https://www.anritsu.com>) をご覧ください。

はじめに

BERTWave シリーズには 5 冊の取扱説明書があります。

MP2110A BERTWave
取扱説明書 (M-W3831AW) (本書)

MP2110A BERTWave の設置方法と取扱上の注意、コネクタの接続方法、画面操作、保守、仕様、各種機能を説明します。

MP2100B BERTWave
取扱説明書 (M-W3772AW)

MP2100B BERTWave の設置方法と取扱上の注意、コネクタの接続方法、パネル操作、保守、仕様、各種機能を説明します。

MX210001A ジッタ解析ソフトウェア
取扱説明書 (M-W3569AW)

MX210001A ジッタ解析ソフトウェアの操作方法、およびリモート制御するためのコマンドを説明します。

MX210002A 伝送解析ソフトウェア
取扱説明書 (M-W3571AW)

MX210002A 伝送解析ソフトウェアの操作方法、およびリモート制御するためのコマンドを説明します。

BERTWave シリーズ
リモート制御取扱説明書 (M-W3773AW)

BERTWave をリモート制御するためのコマンド、ステータスレジスタの構造、サンプルプログラムを説明します。

本書は、読者に次の知識と経験があることを前提として説明しています。

- ・ 光通信に関する基礎知識および光部品の取り扱い経験
- ・ ビット誤りの測定方法
- ・ オシロスコープの操作
- ・ Windows のファイル操作とコントロールパネルに関する知識

このマニュアルの表記について

本文中では、MP2110A BERTWave を、MP2110A と呼びます。

画面に表示されるボタン、タブの名称は角括弧でくくります。

例 [PPG]、[System Menu]

パネルのコネクタの名称は **Arial – Bold** で記載します。

例 **Data Out**、**Ch A In**

オプション番号の記載で、x は 0、1、または 3 を表します。オプション番号によって x の範囲は異なります。「表 A.1-5 オプション」またはカタログを参照してください。

例 MP2110A-x11 は、MP2110A-011 または MP2110A-111 を表します。

MP2110A-311 は存在しません。

目次	
安全にお使いいただくために.....	iii
はじめに	i
第 1 章 概要.....	1-1
1.1 MP2110A の特長	1-2
1.2 オプション	1-4
1.3 構成品	1-12
1.4 用途	1-17
1.5 用語	1-20
1.6 省略語	1-46
第 2 章 ご使用になる前に	2-1
2.1 開梱と設置	2-2
2.2 各部の名称	2-4
2.3 電源の接続	2-14
2.4 周辺機器の接続	2-16
2.5 リモート制御機器の接続	2-17
2.6 光ファイバケーブルの取り扱い上の注意	2-18
2.7 同軸ケーブルの接続	2-20
2.8 電源の投入と切断	2-21
2.9 コントロールパネルの設定	2-23
2.10 破損を防止するための注意事項	2-28
2.11 Windows のセキュリティ対策	2-34
第 3 章 測定例	3-1
3.1 ビット誤り率を測定する	3-2
3.2 波形を観測する	3-4
3.3 多チャネル光モジュールのビット誤り率を測定する	3-10

1

2

3

4

5

6

7

8

付録

索引

第 4 章 ウィンドウを操作する..... 4-1

4.1	ウィンドウの構成	4-2
4.2	データの入力方法	4-5
4.3	システムメニューを設定する.....	4-8
4.4	複数チャネル信号の出力.....	4-19
4.5	複数チャネルでの同時測定の開始と停止	4-20
4.6	測定の設定を複数チャネルで連動する	4-21
4.7	複数チャネルの BER 測定結果を表示する	4-22
4.8	日時と状態の表示	4-23

第 5 章 BERT の操作方法..... 5-1

5.1	BERT の設定手順	5-2
5.2	PPG/ED 画面	5-3
5.3	設定の制約事項.....	5-26

第 6 章 Scope の操作方法..... 6-1

6.1	測定の手順	6-2
6.2	画面の説明	6-3
6.3	校正と調整	6-56
6.4	CRU の設定	6-61
6.5	レートの設定	6-64
6.6	パターン長の設定.....	6-67
6.7	データの収集	6-68
6.8	スケールの調整	6-74
6.9	波形の測定	6-79

第 7 章 性能試験方法..... 7-1

7.1	パルスパターン発生器の性能試験.....	7-2
7.2	誤り検出器の性能試験.....	7-11
7.3	サンプリングオシロスコープの性能試験	7-22

第 8 章 保守..... 8-1

8.1	日常の手入れ	8-2
8.2	コネクタの交換方法	8-3
8.3	光コネクタ・光アダプタのクリーニング	8-4
8.4	ソフトウェアバージョンを表示する.....	8-7
8.5	ソフトウェアを更新する.....	8-8
8.6	オプションライセンスを追加する	8-9

8.7	補正データの初期化手順	8-13
8.8	システムリカバリ機能.....	8-14
8.9	校正	8-30
8.10	保管	8-31
8.11	輸送・廃棄.....	8-32
付録 A	規格	A-1
付録 B	初期設定値	B-1
付録 C	ファイル仕様	C-1
付録 D	性能試験記録表	D-1
付録 E	ソフトウェアライセンスについて	E-1
付録 F	参考文献	F-1
索引		索引-1

1
2
3
4
5
6
7
8
付録
索引

この章では、MP2110A の特長と構成、および用語を説明します。

1.1	MP2110A の特長	1-2
1.2	オプション	1-4
1.2.1	オプション形名について	1-4
1.2.2	Scope オプションの選択方法	1-7
1.2.3	CRU オプションの選択方法	1-11
1.2.4	BERT オプションの選択方法	1-11
1.3	構成品	1-12
1.3.1	標準構成品	1-12
1.3.2	応用部品	1-15
1.4	用途	1-17
1.5	用語	1-20
1.6	省略語	1-46

1.1 MP2110A の特長

MP2110A は、サンプリングオシロスコープ (Scope) およびビット誤り試験器 (BERT) の機能を、1 つの筐体に収めた測定器です。イーサネット、インフィニバンド、OTN、ファイバチャネル、CPRI など通信デバイスの物理層性能の評価に使用できます。

Scope では、光信号は 120 Gbaud まで、電気信号は 60 Gbaud までのレートの NRZ および PAM の信号を波形観測・解析できます。Scope は、周期的な信号波形を表示する測定器です。信号波形を累積することによりアイパターンを表示して、マスクテストや TDECQ などの信号波形解析ができます。

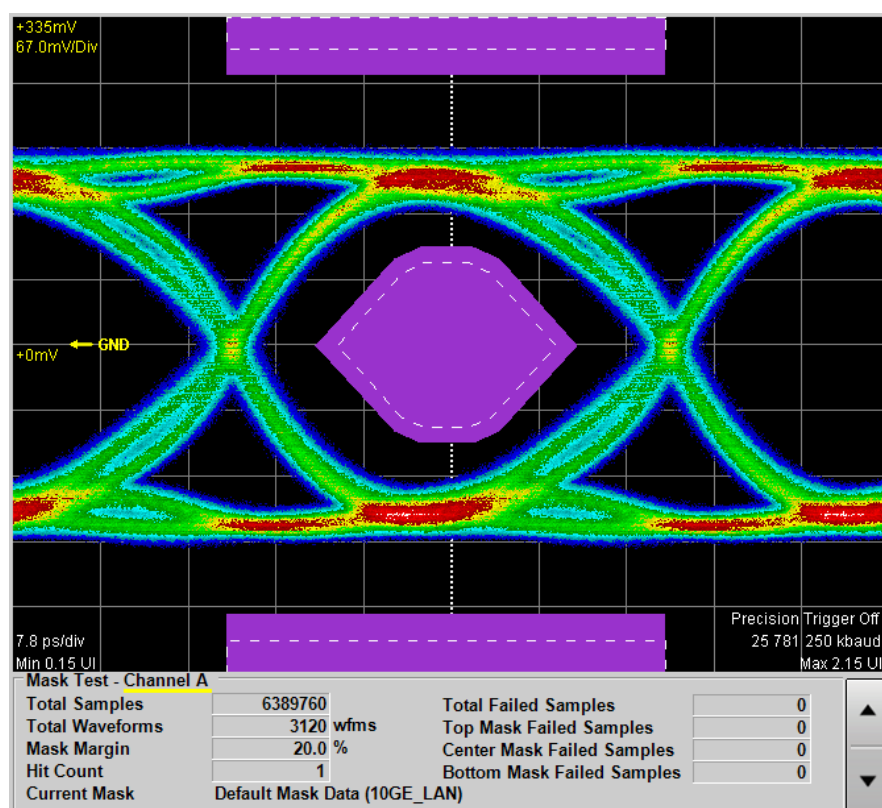


図 1.1-1 マスクテストの表示例

BERT は、9.5～14.2 Gbit/s、24.3～28.2 Gbit/s レートの NRZ 信号のビット誤り率を試験できます。BERT は、パルスパターン発生器 (PPG) と誤り検出器 (ED) から構成されます。

PPG は、データの通信速度、パルスの電圧レベルおよび送信するデータのパターンを編集できるデジタル信号の発生器です。

ED は、受信したデータのビット列と期待するデータのビット列を比較して、異なるビット数 (ビット誤り数) を計数する測定器です。受信したビット数とビット誤り数から、ビット誤り率を算出します。

MP2110A には PC が内蔵されており、モニタ、キーボード、およびマウスを接続して使用します。イーサネットまたは GPIB を使用して、リモートコントロールをすることができます。リモートコマンドは当社の従来製品と互換性があるので、MP2110A への置き換えも可能です。



図 1.1-2 MP2110A 外観

MP2110A の機能性能は購入時に選択されたオプション構成によって決まります。上下のスロットに 2 種類のモジュールを搭載できます。

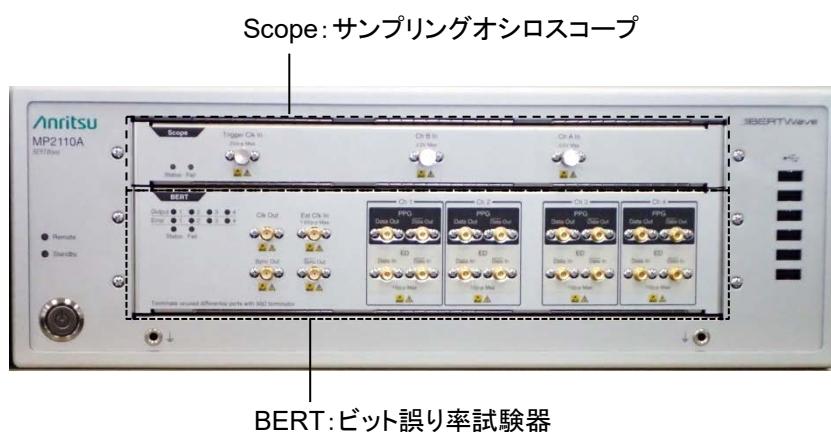


図 1.1-3 MP2110A の正面パネルの例

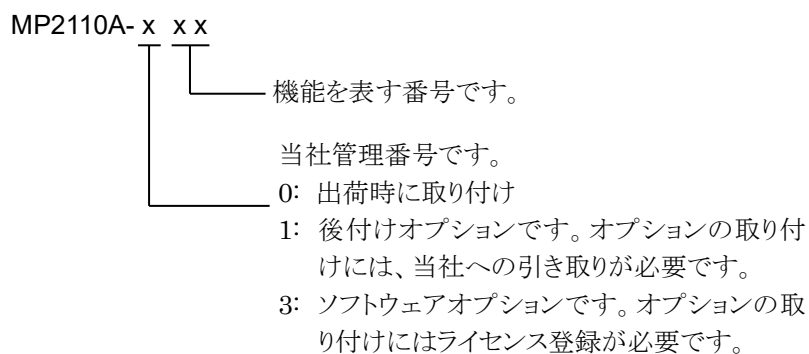
- Scope は電気チャネルと光チャネルがあり、光チャネルは 4 チャネルまで搭載できます。また、クロックリカバリユニット (CRU) も搭載できます。CRU はサンプリングオシロスコープでデータを収集するために必要な、入力信号に同期したトリガクロックを生成します。
- BERT は 4 チャネルまで搭載できます。

1.2 オプション

オプション形名と選択方法について説明します。

1.2.1 オプション形名について

オプション番号は 3 桁の数字で表示されます。



搭載されているオプションの番号は、背面パネルのラベルに記載されています。
System Information で確認することもできます。

MP2110A の出荷時オプションは次のとおりです。後付けオプションについては、
当社ホームページの製品カタログに記載されているオーダーリングインフォメーション
を参照してください。

<https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/products/mp2110a>

表 1.2.1-1 MP2110A オプション一覧

形名・記号	品名
MP2110A-x01	クーリングパフォーマンスエンハンスメント
MP2110A-x02	GPIB
MP2110A-x11	1 チャンネル BERT
MP2110A-x12	2 チャンネル BERT
MP2110A-x14	4 チャンネル BERT
MP2110A-x21	デュアル電気スコープ
MP2110A-x22	デュアル光スコープ
MP2110A-x23	光/シングルエンド電気スコープ
MP2110A-x24	高精度トリガ
MP2110A-x25	シングルモード光スコープ
MP2110A-x26	マルチモード光スコープ
MP2110A-x30	クアッドシングルモード光スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x32	デュアル光スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x33	光/シングルエンド電気スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x35	シングルモード光スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x36	マルチモード光スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x39	クアッドマルチモード光スコープ ベースバンドフラット
MP2110A-x40	クアッドシングルモード光スコープ
MP2110A-x42	デュアル光スコープ
MP2110A-x43	光/シングルエンド電気スコープ
MP2110A-x45	シングルモード光スコープ
MP2110A-x46	マルチモード光スコープ
MP2110A-x49	クアッドマルチモード光スコープ
MP2110A-x54	波形解析用クロックリカバリ (電気/光)
MP2110A-x55	26G/53Gbaud クロックリカバリ (シングルモード光)
MP2110A-x59	25G クロックリカバリレンジ拡張
MP2110A-x60	光スコープカスタムゲイン調整
MP2110A-x61	Low Noise and Multimode Support for Opt.040
MP2110A-x62	ベーシック機能
MP2110A-x63	PAM4 解析ソフトウェア for Opt.08x
MP2110A-x69	高速サンプリングモード
MP2110A-x74	クアッドチャンネルスコープ拡張 for Opt.084
MP2110A-x80	60GHz クアッドシングルモード光スコープ
MP2110A-x84	60GHz デュアルシングルモード光スコープ
MP2110A-x85	60GHz シングルモード光スコープ

表 1.2.1-1 MP2110A オプション一覧 (続き)

形名・記号	品名
MP2110A-x93	PPG/ED Bit Rate 拡張
MP2110A-x95	PAM4 解析ソフトウェア
MP2110A-x96	Jitter 解析ソフトウェア
MP2110A-x98	シグナルプロセッシングソフトウェア

1.2.2 Scopeオプションの選択方法

MP2110A の上のスロットには Scope を搭載できます。Scope にはチャンネル性能とチャンネル数の違いによる複数のオプションがあり、その中から 1 つを選択して搭載できます。

表 1.2.2-1 Scope のオプション (チャンネル数、ハードウェア帯域、入力コア径、波長範囲)

オプション番号	チャンネル数	光チャンネル				電気チャンネル
		25 GHz	35 GHz		60 GHz	40 GHz
		62.5/125 μ m 800-860 nm	62.5/125 μ m 850-1650 nm	9/125 μ m 1260-1650 nm	9/125 μ m 1260-1650 nm	
x21	2					2
x22、x32、x42 * ²	2	2 * ¹				
x23、x33、x43 * ²	2	1 * ¹				1
x25、x35、x45 * ²	1		1			
x26、x36、x46 * ²	1	1				
x30、x40 * ²	4			4		
x39、x49 * ²	4	4				
x40 + x61 * ³	4		4			
x80 + x01 * ⁴ x84 + x01 * ⁴ 、* ⁵	4				4	
x85 + x01 * ⁴	1				1	

*1: 使用時に 25 GHz または 35 GHz を選択します。25 GHz チャンネルのコネクタには「MMF」、35 GHz チャンネルのコネクタには「SMF」と印刷されています。

*2: オプション x2x と x3x と x4x は、No Filter またはハードウェアフィルタのリファレンスレシーバ特性 (ベッセルフィルタ近似特性) が異なります。デジタルフィルタの特性に違いはありません。

*3: オプション x40 と x61 の 2 つを選択します。

*4: オプション x8x と x01 の 2 つを選択します。

*5: 使用できるチャンネル数は、Ch A と Ch B の 2 つになります。オプション x74 が搭載されている場合は、すべてのチャンネルを使用できます。

機能の追加:

以下のいずれかの Scope オプションを搭載している場合、高精度トリガ機能（オプション x24）を追加できます。

- ・ チャンネル数が 1 のシングルチャンネル Scope
- ・ チャンネル数が 2 のデュアルチャンネル Scope

チャンネル数が 4 のクワッドチャンネル Scope には追加できません。

ソフトウェアオプションライセンスの追加:

搭載した Scope にソフトウェア機能を追加するには、対応するオプションライセンスの追加が必要です。機能を有効にするために必要なオプションライセンス番号は、搭載している Scope オプションによって異なります。表 1.2.2-2 を参照してください。

表 1.2.2-2 各ソフトウェア機能に必要なオプションライセンス番号

ソフトウェア機能	必要なオプションライセンス番号		
	光チャンネル		電気チャンネル
	x8x	x2x/x3x/x4x	
Fast Pattern Lock モード Pattern Capture	x62	x95 または x98	x95 または x98
デジタルフィルタ Embedding/De-embedding			x98
RIN OMA			-
高速サンプリング	x62 + x69	-	
CTLE	-	x98	
PAM4 解析 TDECQ イコライザ	x62 + x63	x95	
NRZ ジッタ解析	-	x96	

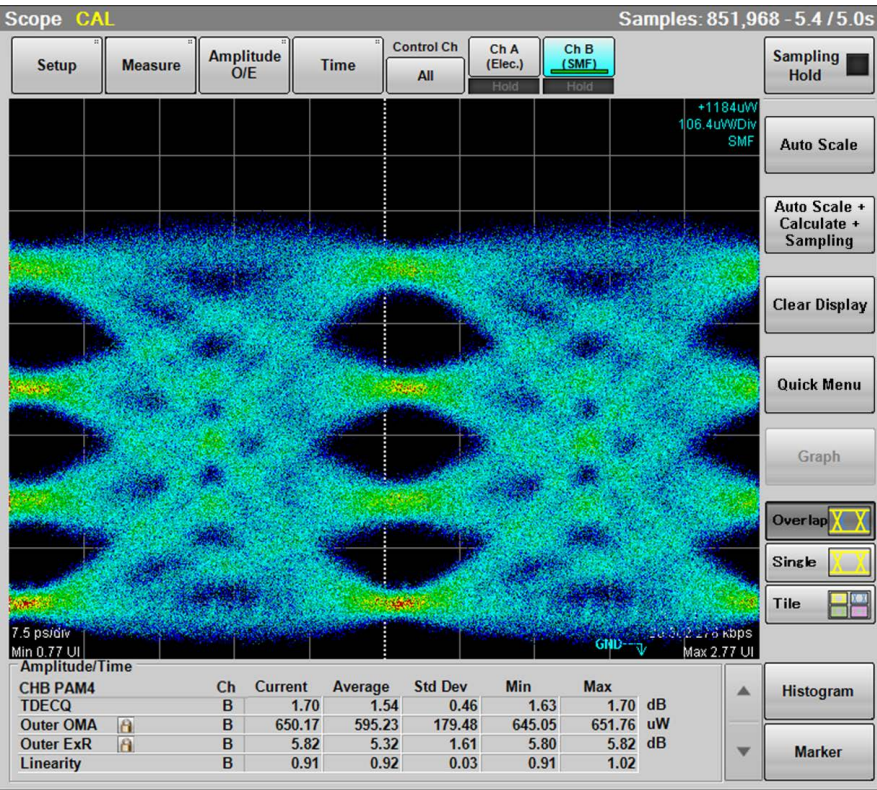


図 1.2.2-1 PAM4 解析の表示例



図 1.2.2-2 NRZ ジッタ解析の表示例

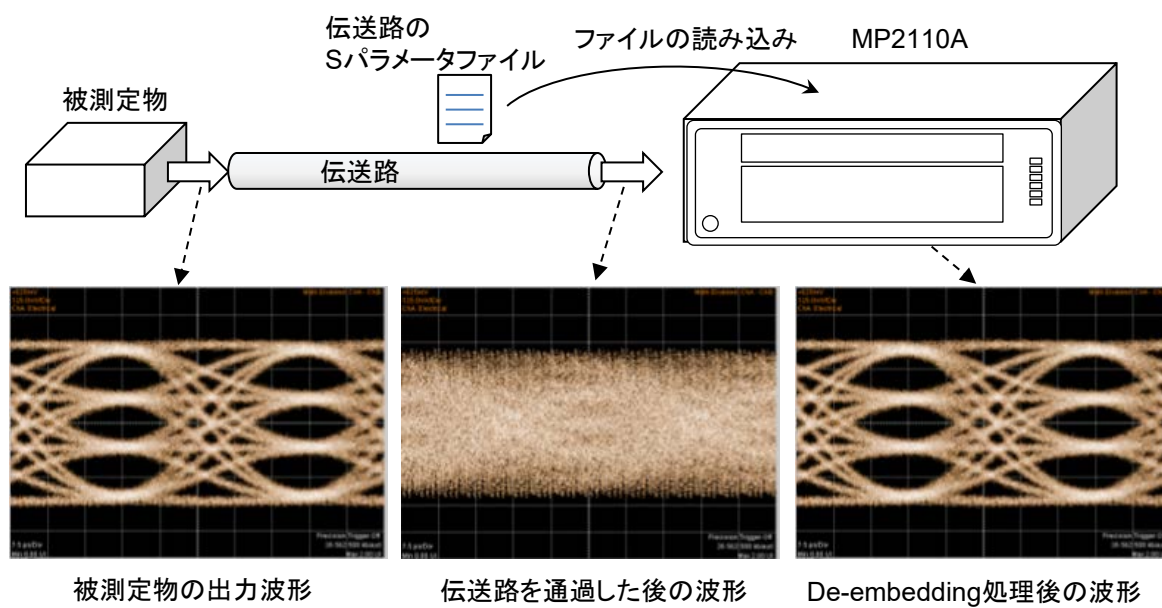


図 1.2.2-3 De-embedding の実行例

1.2.3 CRUオプションの選択方法

CRU には次の 2 種類のオプションがあります。

表 1.2.3-1 CRU のオプション

オプション番号	名称	ボーレート
x54	26G CRU	25.5～28.9 Gbaud
x55	53G CRU	25.5～28.9 Gbaud、 51～58 Gbaud

Scope のオプションが x2x/x3x/x4x (x8x 以外) の場合は、26G CRU を Scope に搭載できます。

53G CRU は MP2110A の下のスロットに搭載できます。

機能の追加

26G CRU の上限レートを 28.2 Gbaud から 28.9 Gbaud に拡張する場合は、オプション x59 を追加します。

1.2.4 BERTオプションの選択方法

以下の場合には、MP2110A の下のスロットに BERT を搭載できます。

- ・ 上のスロットに Scope オプション x8x を搭載していない
- ・ 下のスロットに 53G CRU を搭載していない

BERT には、PPG と ED を一組としたチャネル数に応じた複数のオプションがあり、その中から 1 つを選んで搭載できます。

表 1.2.4-1 BERT のオプション

オプション番号	PPG/ED チャネル数
x11	1
x12	2
x14	4

機能の追加:

BERT で 9.5～14.2 Gbit/s のレートを使用する場合は、オプション x93 を追加します。

1.3 構成品

1.3.1 標準構成品

MP2110A の標準構成品を次の表に示します。

下記の構成品に加えて、選択したオプション（Scope、CRU、BERT）によって、1.3.1.1、1.3.1.2、1.3.1.3 項に示す各付属品が追加されます。

表 1.3.1-1 標準構成品

項目	形名・記号	品名	数量	備考
本体	MP2110A	BERTWave	1	
付属品	J0017F	電源コード	1	アクセサリボックスに収納
	J1627A	GND 接続ケーブル	1	
	Z1364A	MX210000A BERTWave Control Software CD-ROM	1	

1.3.1.1 Scopeオプション選択時

選択したオプションにより、以下の付属品が追加されます。

表 1.3.1.1-1 MP2110A-x21 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	3	Trigger Clk In、Ch A In、Ch B In

表 1.3.1.1-2 MP2110A-x30/x39/x40/x49/x80/x84 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J0617B	交換可能光コネクタ（FC-PC）	4	Optical In A、B、C、D
Z0397A	FC アダプタキャップ	4	Optical In A、B、C、D
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	1	Trigger Clk In

表 1.3.1.1-3 MP2110A-x22/x32/x42 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J0617B	交換可能光コネクタ（FC-PC）	4	Ch A In SMF、MMF、 Ch B In SMF、MMF
Z0397A	FC アダプタキャップ	4	Ch A In SMF、MMF、 Ch B In SMF、MMF
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	1	Trigger Clk In

表 1.3.1.1-4 MP2110A-x23/x33/x43 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J0617B	交換可能光コネクタ (FC-PC)	2	Ch B In SMF、MMF
Z0397A	FC アダプタキャップ	2	Ch B In SMF、MMF
J1341A	オープン (同軸コネクタカバー)	2	Trigger Clk In、Ch A In

表 1.3.1.1-5 MP2110A-x25/x26/x35/x36/x45/x46/x85 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J0617B	交換可能光コネクタ (FC-PC)	1	Ch B In
Z0397A	FC アダプタキャップ	1	Ch B In
J1341A	オープン (同軸コネクタカバー)	1	Trigger Clk In

1.3.1.2 CRUオプション選択時

選択したオプションにより、以下の付属品が追加されます。

表 1.3.1.2-1 MP2110A-x54 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J1632A	同軸終端器	1*	O/E Monitor Out ×1*
J1341A	オープン (同軸コネクタカバー)	2	CRU In×1、CRU Out×1
J1763A	オプション 054 用 U リンク同軸ケーブル (K コネクタ)	1*	
J1764A	オプション 054 用 U リンク同軸ケーブル (SMA コネクタ)	1	

*: オプション x21 以外の Scope オプションが搭載されている場合 (光チャンネルが搭載されている場合) に付属品として含まれます。

表 1.3.1.2-2 MP2110A-x55 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J0617B	交換可能光コネクタ (FC-PC)	2	Optical Data In、Data Out
Z0397A	FC アダプタキャップ	2	Optical Data In、Data Out
J1341A	オープン (同軸コネクタカバー)	1	Recovered Clock Out×1

1.3.1.3 BERTオプション選択時

選択したオプションにより、以下の付属品が追加されます。

表 1.3.1.3-1 MP2110A-x11 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J1632A	同軸終端器	3	Data Out×1、 $\overline{\text{Data}}$ Out×1、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	5	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、 Data In×1、 $\overline{\text{Data}}$ In×1

表 1.3.1.3-2 MP2110A-x12 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J1632A	同軸終端器	5	Data Out×2、 $\overline{\text{Data}}$ Out×2、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	7	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、 Data In×2、 $\overline{\text{Data}}$ In×2

表 1.3.1.3-3 MP2110A-x14 標準付属品

形名・記号	品名	数量	接続先
J1632A	同軸終端器	9	Data Out×4、 $\overline{\text{Data}}$ Out×4、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1
J1341A	オープン（同軸コネクタカバー）	11	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、 Data In×4、 $\overline{\text{Data}}$ In×4

1.3.2 応用部品

MP2110A の応用部品は次のとおりです。

表 1.3.2-1 応用部品

形名・記号	品名
B0734A	キャリングケース
B0735A	ラックマウントキット
G0306C	400 倍ファイバースコープ
G0342A	ESD 放電治具
J0617B	交換可能光コネクタ (FC-PC)
J0618D	交換可能光コネクタ (ST)
J0618E	交換可能光コネクタ (DIN)
J0619B	交換可能光コネクタ (SC)
J0635A	FC・PC-FC・PC-1M-SM
J0893A	FC・PC-FC・PC-1M-GI
J1139A	FC・PC-LC・PC-1M-SM
J1341A	オープン (同軸コネクタカバー)
J1343A	同軸ケーブル (1 m、SMA コネクタ)
J1344A	LC・PC-LC・PC-1M-SM
J1349A	同軸ケーブル (0.3 m、SMA コネクタ)
J1359A	同軸アダプタ (K-P・K-J、SMA 互換)
J1439A	同軸ケーブル (0.8 m、K コネクタ)
J1510A	Pick OFF Tee
J1551A	同軸スキューマッチケーブル (0.8 m、K コネクタ)
J1632A	同軸終端器

表 1.3.2-1 応用部品 (続き)

形名・記号	品名
J1763A	オプション 054 用 U リンク同軸ケーブル (K コネクタ)
J1764A	オプション 054 用 U リンク同軸ケーブル (SMA コネクタ)
J1819A	オプション 055 用 U リンク同軸ケーブル (SMA コネクタ)
J1824A	固定減衰器 (SM、1dB)
J1825A	固定減衰器 (SM、2dB)
J1826A	固定減衰器 (SM、3dB)
J1827A	固定減衰器 (SM、5dB)
W3831AW	MP2110A BERTWave 取扱説明書 (冊子)
W3773AW	BERTWave シリーズ リモート制御取扱説明書 (冊子)
Z0306A	リストストラップ
Z0397A	FC アダプタキャップ
Z0541A	USB マウス
Z0914A	フェルレークリーナ
Z0915A	フェルレークリーナ取替えテープ 6 個

1.4 用途

MP2110A の用途は、次のとおりです。

- ・ 光ファイバ通信における光トランシーバの評価
- ・ デジタル通信用部品の評価

光ファイバ通信における光トランシーバの評価

コンピュータ間通信や公衆通信の信号伝送では、デジタル化された信号を送受信します。このとき信号は光ファイバや同軸ケーブルなどの伝送媒体に適した光信号または電気信号に変換されます。ビットレートが 100 Gbit/s 近くの通信では、CFP4、QSFP28 などマルチソースアグリーメントに準拠した光トランシーバが使用されます。

これらの光トランシーバは、ビットレート 25 Gbit/s の送信器および受信器を 4 回路内蔵しています。以下に 100 Gbit/s 用 CFP4 のブロック図を示します。

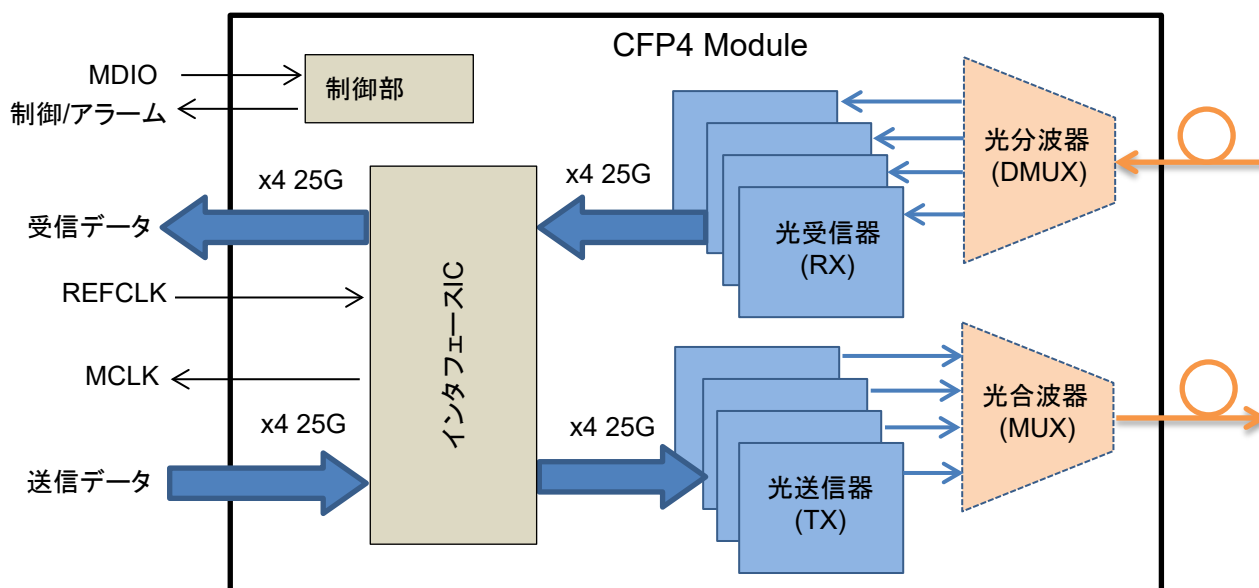


図 1.4-1 100 Gbit/s 用 CFP4 の機能ブロック図

光トランシーバの性能の1つである受信感度は、ビットエラーレートと光パワーを測定して求めます。

被測定物が CFP4 モジュールの場合の、被測定物と測定器の接続例を次の図に示します。

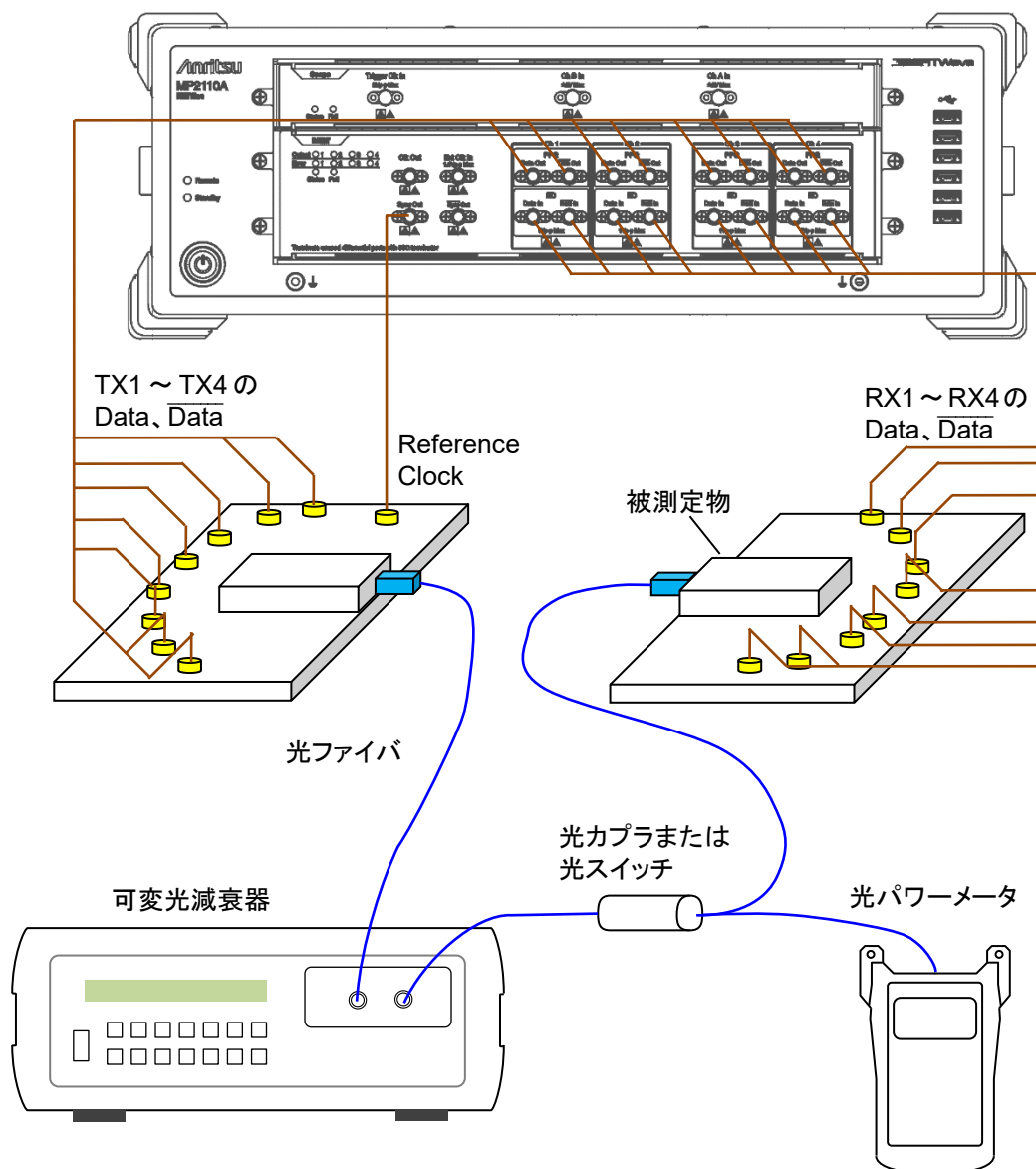


図 1.4-2 受信感度測定の接続例

パルスパターン発生器とサンプリングオシロスコープを使用して、光トランシーバの出力波形を評価できます。光トランシーバの出力は波長多重されているので、光分配器または光フィルタを使用して測定する波長の光だけを MP2110A に入力します。

被測定物が CFP4 モジュールの場合の、被測定物と測定器の接続例を次の図に示します。

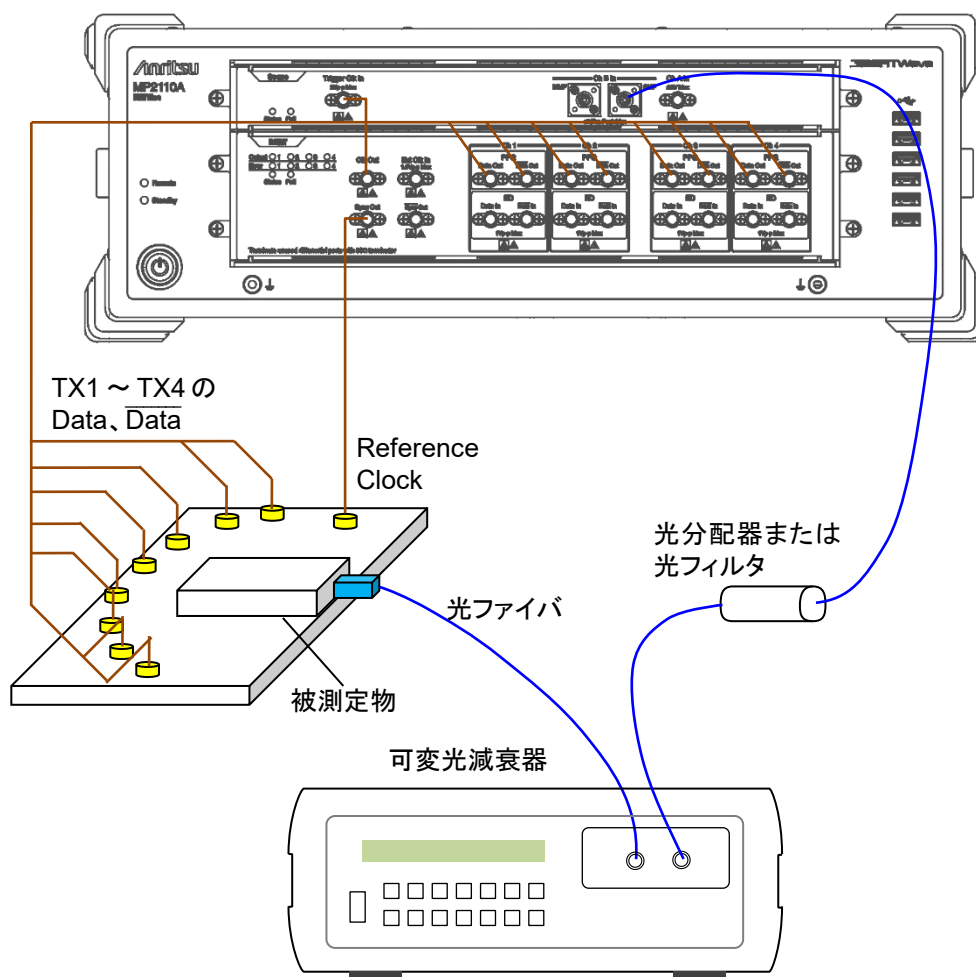


図 1.4-3 波形測定 of 接続例

1.5 用語

本書で使用している専門用語を解説します。

BER (Bit Error Rate、ビット誤り率)

総受信ビット数と誤ったビット数の比率です。

雑音によって生じるビット誤り率は、信号の SNR (信号対雑音比) に依存します。

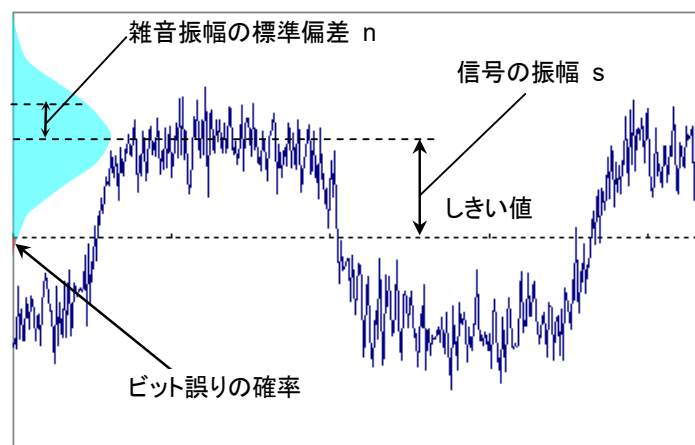


図 1.5-1 ビット誤りが発生する確率

雑音電圧の振幅の分布が正規分布に従うと仮定し、その標準偏差を n 、信号の振幅を s とします。雑音の振幅が信号の振幅よりも大きいときにビット誤りが発生します。したがって、この振幅が発生する確率がビット誤り率になります。

ビット誤り率 BER は、次の式で計算できます。

$$BER = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{s/n}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

SNR が大きいとき (4 以上) に SNR と BER のそれぞれの対数は、片対数グラフ上で直線関係になります。

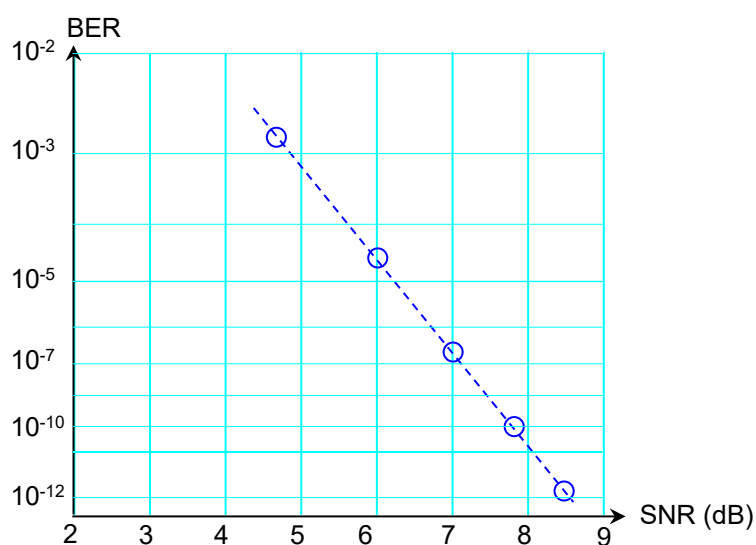


図 1.5-2 SNR と BER の関係

Bit Rate (ビットレート)

通信インタフェースが送受信するデータの伝送速度です。1 秒間に送信されるビット数で表します。単位は bit/s または bps です。

Bathtub (バスタブ)

アイパターン波形の評価方法の 1 つとして、時間を横軸、ビット誤り率を縦軸にとって測定結果を表示するグラフがあります。グラフの左右の端は、アイパターン波形の交差点の位置であり、ビット誤り率が大きくなります。グラフの中央部は、アイパターン波形の中央部であり、ビット誤り率が小さくなります。このグラフの形状からバスタブ (Bathtub) グラフ、またはバスタブ曲線と呼びます。

Jitter 解析ソフトウェアは、トータルジッタのヒストグラムから推測したバスタブグラフを表示します。通信規格に定められている 99%ジッタ (J2) BER、 10^{-4} ジッタ (J4)、 10^{-9} ジッタ (J9) や、 10^{-12} など指定したビット誤り率以下となる時間を表示します。

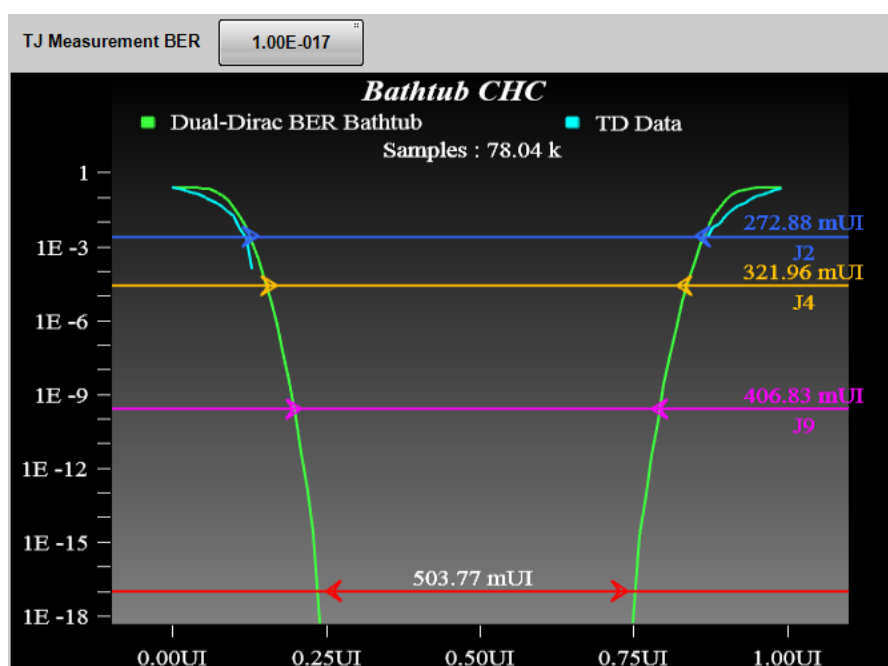


図 1.5-3 バスタブ曲線の表示例

CTLE (Continues Time Linear Equalizer)

主に受信機側で使用するイコライザの一種です。伝送路の挿入損失を補償する目的で使われます。MP2110A ではソフトウェアで波形にイコライザ処理することが可能です。

DCD (Duty Cycle Distortion、デューティサイクルひずみ)

デューティサイクルひずみは、次の式で求めます。

$$\text{DCD} = (t_2 - t_1) / B_p \times 100 \text{ (\%)}$$

t_1 : アイ振幅の 50%レベルと立ち上がり波形が交差する時刻

t_2 : アイ振幅の 50%レベルと立ち下がり波形が交差する時刻

B_p : ビット周期

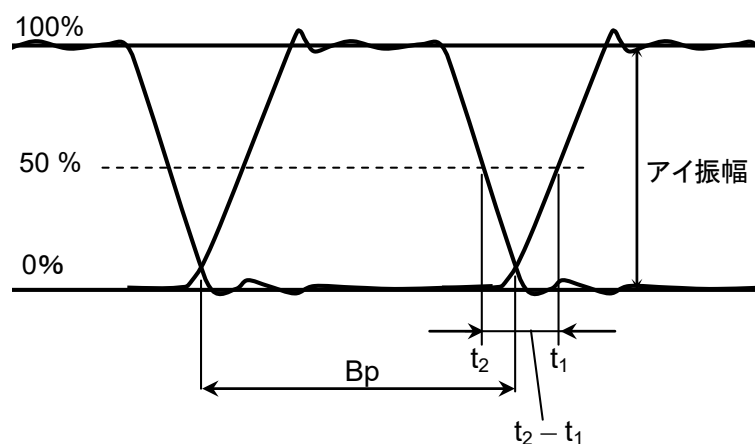


図 1.5-4 デューティサイクルひずみ

DDJ vs Bit (Data Dependent Jitter vs Bit)

ジッタ量をパターンが変化するビットごとに測定した結果をグラフで表示します。クロックと波形の時間差をクロスポイントのレベルで測定し、結果をパターンの位置にプロットします。クロックより波形の時間が遅い場合は正の値、クロックより波形が速い場合は負の値になります。

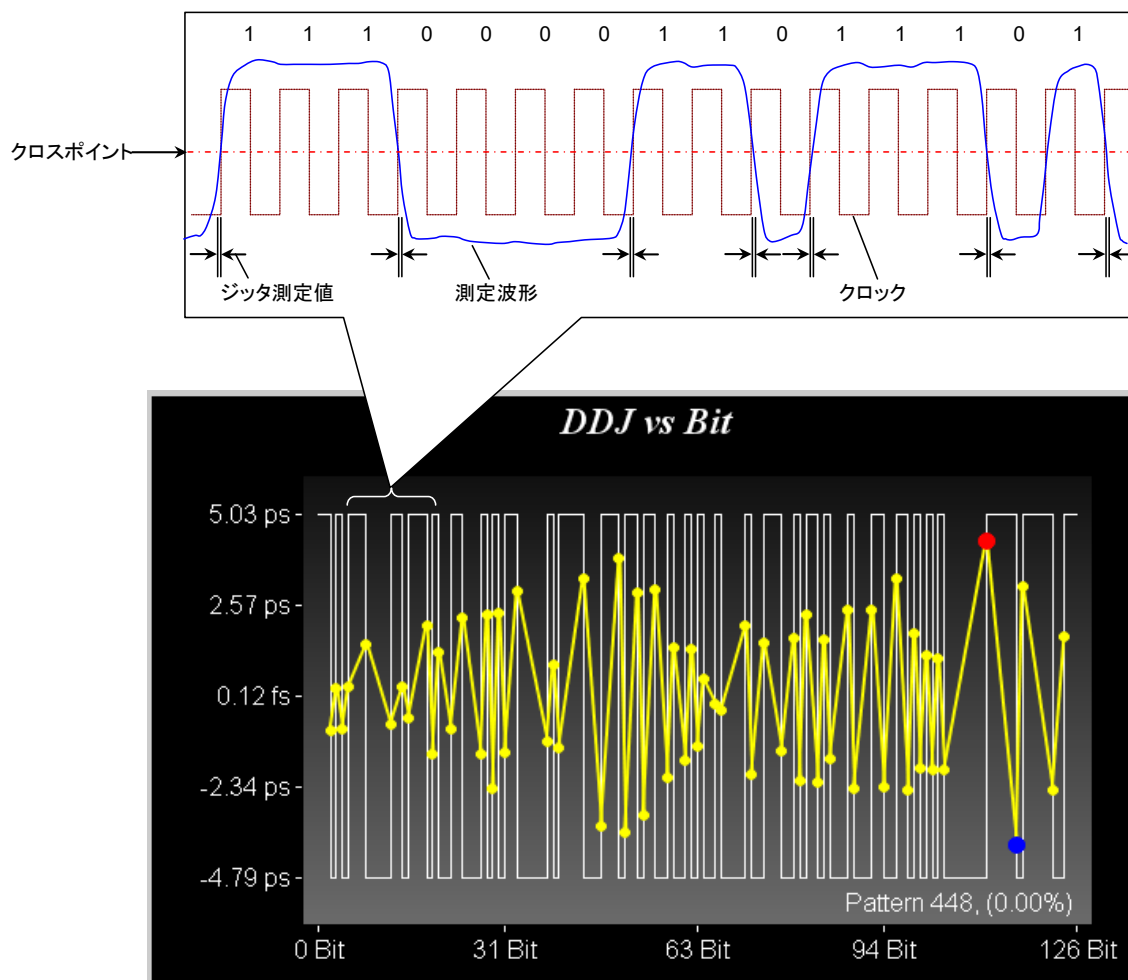


図 1.5-5 DDJ vs Bit の測定方法

DDPWS (Data Dependent Pulse Width Shrinkage)

DDPWS はデータ依存性ジッタによってパルス幅が縮小した量です。

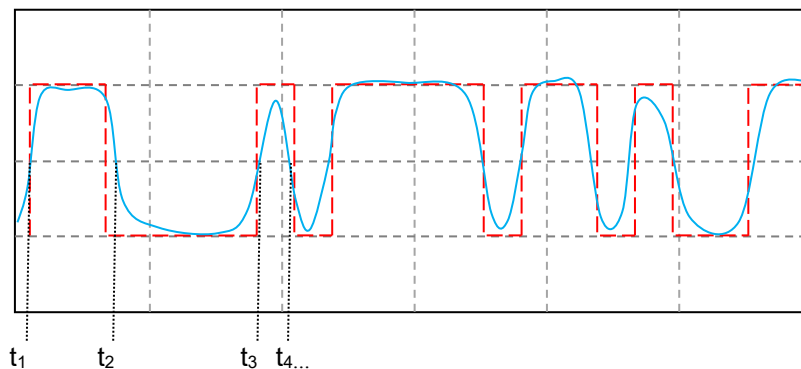


図 1.5-6 DDJ 測定方法

図 1.5-6 において、赤線は理想的なシンボル波形、青線はジッタがある測定波形です。クロスポイントの青線の時刻を t_1 、 t_2 、 t_3 ...、赤線と青線の時間差を Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 ...とします。

DDJ と DDPWS は次の式で定義されます。

$$DDJ = \max(\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_n) - \min(\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_n)$$

$$DDPWS = T - \min(t_2 - t_1, t_3 - t_2, t_4 - t_3, \dots, t_n - t_{n-1})$$

T: シンボル周期

Dual Dirac Estimation

ジッタ成分に DJ が存在すると、波形のクロスポイントにおけるヒストグラムは複数のピークを持ちます。Dual Dirac Estimation は、このヒストグラムを近似曲線として Dual Dirac 関数を使用して RJ と DJ を推定する方法です。

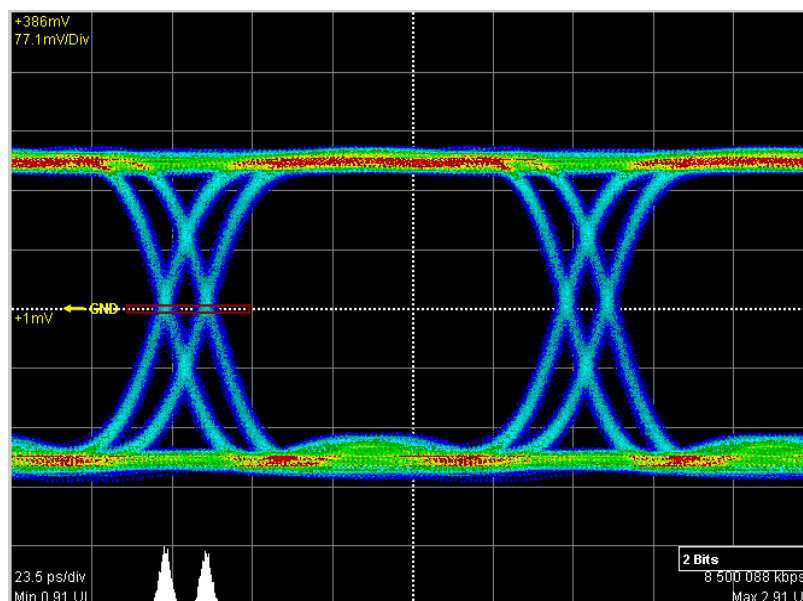


図 1.5-7 DJ が存在するジッタのヒストグラム

Dual Dirac 分布は、2 つの正規分布を合成した式で表されます。

$$PDF(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \left[\exp\left(-\frac{(x-\mu_L)^2}{2\sigma^2}\right) + \exp\left(-\frac{(x-\mu_R)^2}{2\sigma^2}\right) \right]$$

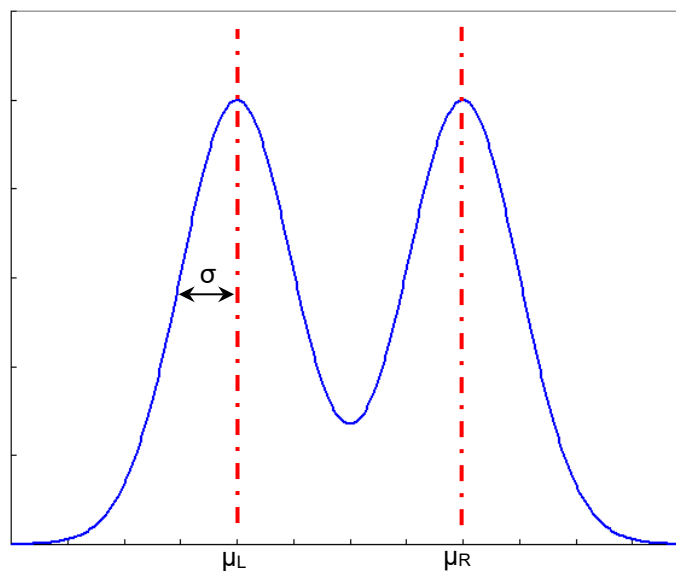


図 1.5-8 Dual Dirac 分布

Dual Dirac 分布は RJ が正規分布、DJ が一定値であることを前提としています。Jitter 解析ソフトウェアは、実測したヒストグラムから近似した Dual Dirac 分布の σ を RJ (d-d) に、 $\mu_R - \mu_L$ を DJ (d-d) に表示します。

Extinction Ratio (消光比)

消光比は 1 レベルと 0 レベルの比率で、光信号の波形評価に適用します。
消光比の計算式は次のとおりです。

$$\text{消光比} = 10\log_{10}\{(L_1 - L_D)/(L_0 - L_D)\} \quad (\text{dB})$$

L_1 : 1 レベル (mW)

L_0 : 0 レベル (mW)

L_D : 光入力が無いときのレベル (mW)

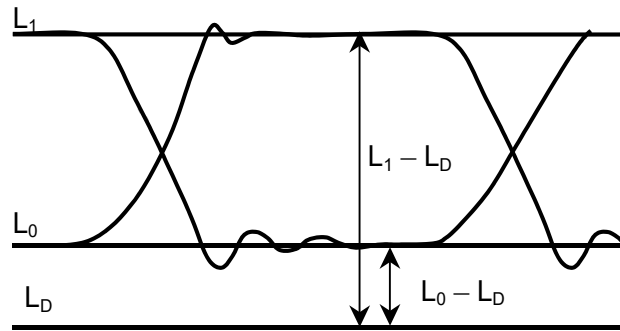


図 1.5-9 消光比を測定するレベル

PAM4 の消光比については「Outer ExR (Outer Extinction Ratio)」を参照してください。

Eye Amplitude (アイ振幅)

NRZ では、アイ振幅は、1 レベルと 0 レベルの差です。図 1.5-21 を参照してください。

PAM4 では、レベル間の差です。Upper、Middle、Lower の 3 つがあります。図 1.5-10 を参照してください。

Eye Crossing Percentage (アイクロス比率)

アイクロス比率は、アイ振幅に対する立ち上がり波形と立ち下がり波形の交差点の比率です。計算式は次のとおりです。図 1.5-21 を参照してください。

$$\text{Crossing} = (\text{交差点のレベル} - 0 \text{ レベル}) / (1 \text{ レベル} - 0 \text{ レベル})$$

Eye Crossing Time (アイクロス時間)

アイクロス時間は、ウィンドウの左端からアイ振幅に対する立ち上がり波形と立ち下がり波形の交差点までの時間です。図 1.5-21 を参照してください。

Eye Height (アイ高さ)

NRZ では、アイ高さは次の式で計算します。図 1.5-21 を参照してください。

$$\text{アイ高さ} = (1 \text{ レベル} - 3 \sigma_1) - (0 \text{ レベル} + 3 \sigma_0)$$

σ_1 : 1 レベルの標準偏差

σ_0 : 0 レベルの標準偏差

PAM4 では、アイの定義方法およびサンプル方法によってアイ高さが変わります。Sample Timing が [Independent] の場合、各アイについてアイ高さの最大値が測定されます。

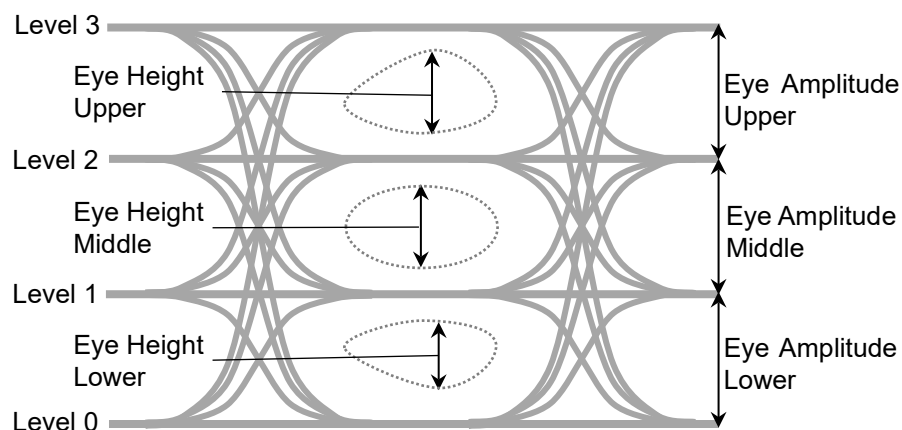


図 1.5-10 PAM4 のアイ振幅とアイ高さ
(Sample Timing が Independent の場合)

Sample Timing が [Track to Middle Eye Timing] の場合、Middle Eye の中心位置でアイ振幅 Upper とアイ振幅 Lower が測定されます。

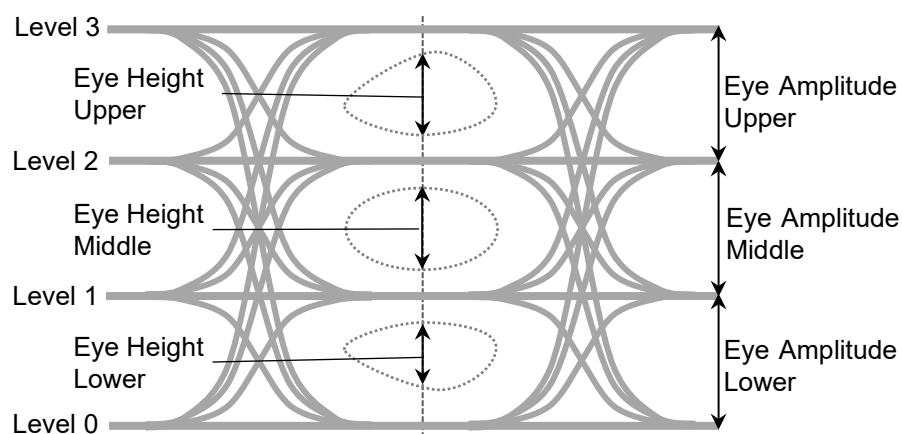


図 1.5-11 PAM4 のアイ振幅とアイ高さ
(Sample Timing が Track to Middle Eye Timing の場合)

Eye Levels (アイレベル)、Eye Widths (アイ幅)

Eye Widths は PAM4 波形のアイ幅です。アイの定義方法によって変わります。
Eye Levels はアイ幅を測定するレベルです。

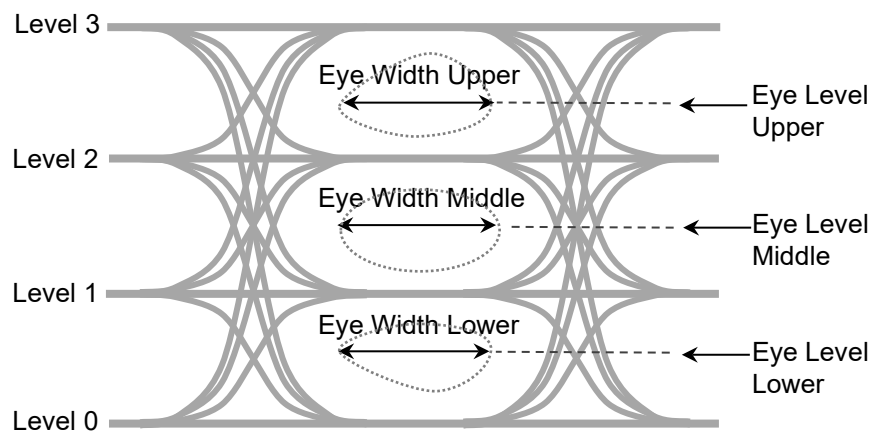


図 1.5-12 PAM4 のアイレベルとアイ幅

Eye Mask (アイマスク)

アイパターンに対する時間と振幅の限界値です。
値と形状は通信規格によって規定されています。

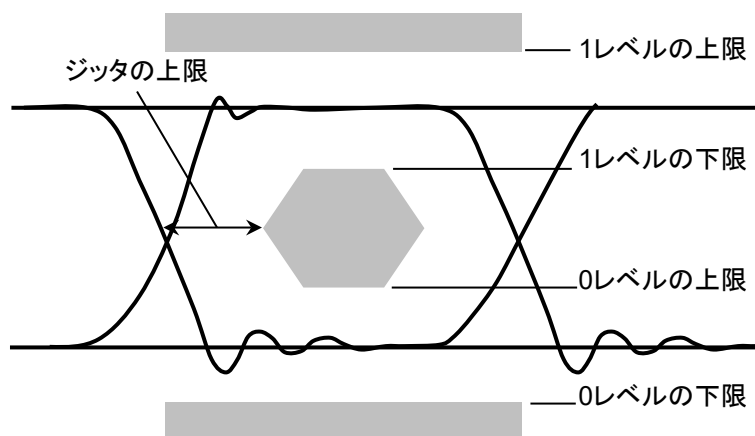


図 1.5-13 アイマスクの例

Eye Pattern (アイパターン)

デジタル信号の波形を、同一のタイミングでサンプリングして重ね書きした波形です。

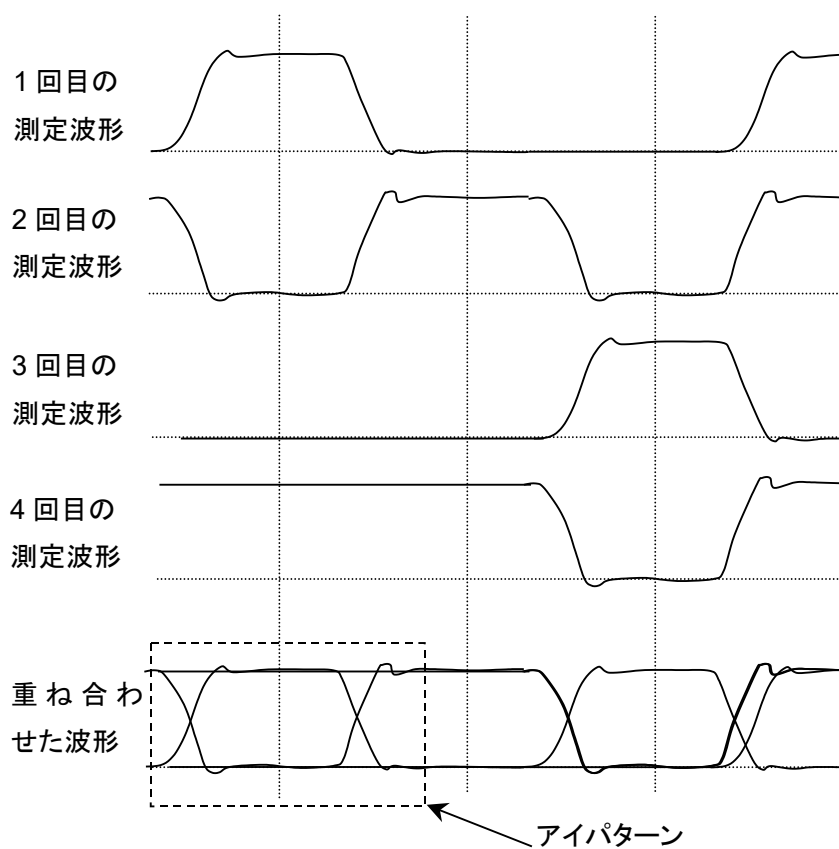


図 1.5-14 アイパターンの描画方法

Eye Skews (アイスキュー)

PAM4 波形で Sample Timing が [Independent] の場合、各 Eye の中心 (Eye Center) の平均値と Upper Eye、Middle Eye、Lower Eye の中心との位相差です。

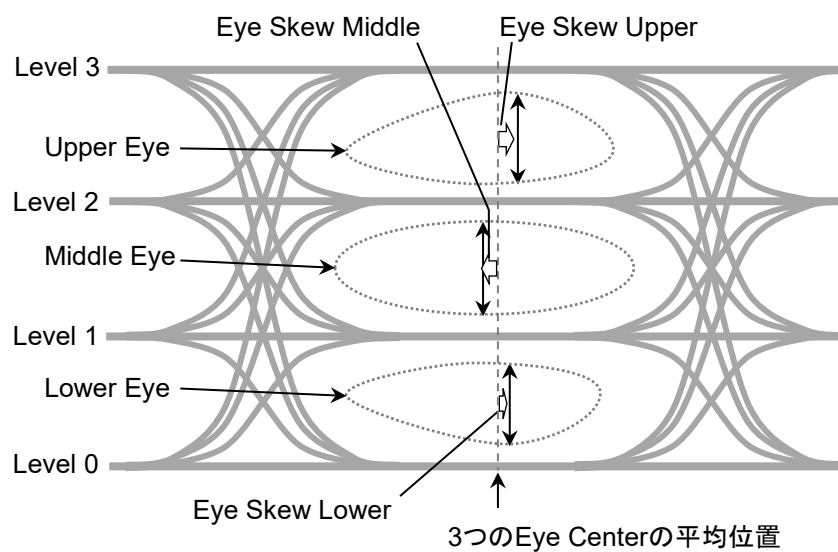


図 1.5-15 PAM4 のアイスキュー (Sample Timing が Independent の場合)

Sample Timing が [Track to Middle Eye Timing] の場合、アイスキューは 0 になります。

Eye Width (アイ幅)

アイ幅は水平方向のアイ高さに相当し、NRZ ではアイパターンの 2 つの交差点における時間方向のヒストグラムから計算します。

$$\text{アイ幅} = (t_2 - 3\sigma_2) - (t_1 + 3\sigma_1)$$

t_1 : 最初の交差点の平均時刻

t_2 : 2 番目の交差点の平均時刻

σ_1 : 最初の交差点の標準偏差

σ_2 : 2 番目の交差点の標準偏差

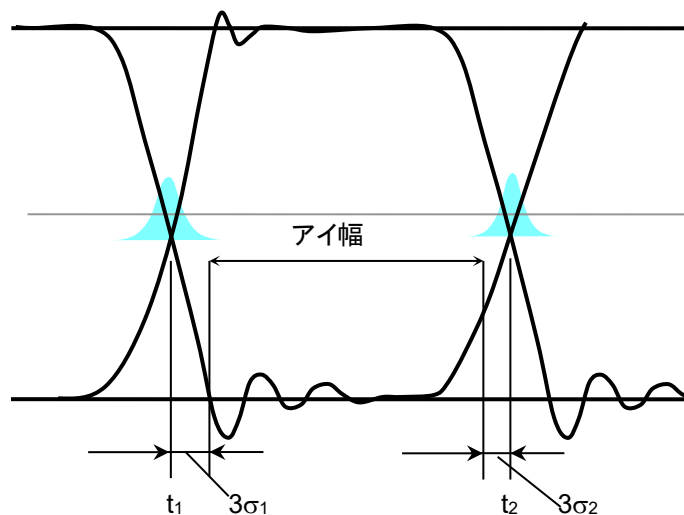


図 1.5-16 アイ幅

PAM4 では指定したビットレート以下となる時間方向の幅です。図 1.5-12 を参照してください。

Jitter (ジッタ)

ジッタは、アイパターンの立ち上がり部分の波形と立ち下がり部分の波形が交差する点における時間の変化量です。

ジッタ p-p (Jitter p-p): 時間方向のヒストグラムの全幅

ジッタ RMS (Jitter RMS): 時間方向のヒストグラムの標準偏差

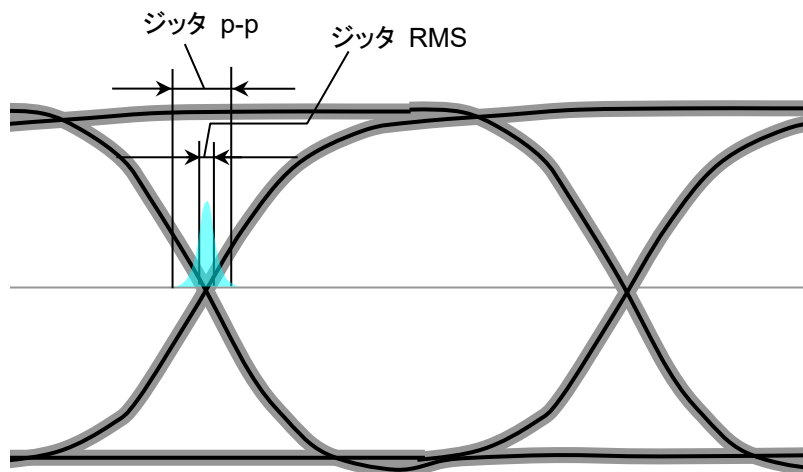


図 1.5-17 ジッタ p-p とジッタ RMS

サンプリングオシロスコープで観測されるジッタは、発生要因が異なるジッタが合成された値です。実際に発生するジッタはさまざまなジッタ成分から構成されています。以下にジッタ成分の種類を説明します。

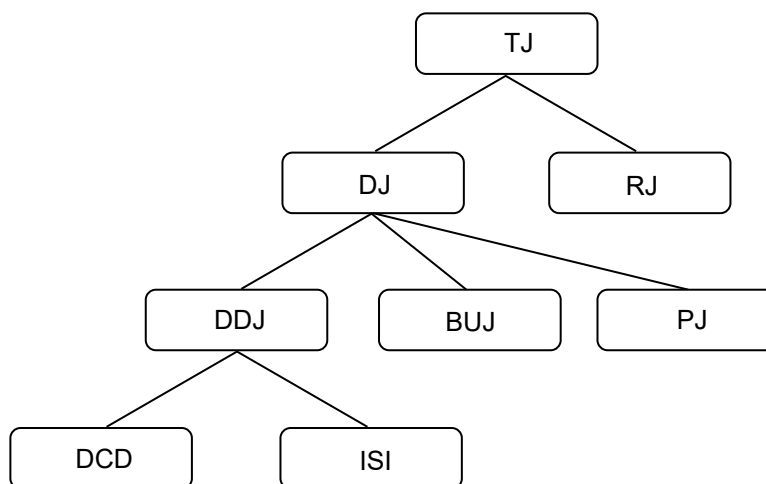


図 1.5-18 ジッタの分類

表 1.5-1 ジッタの種類

省略語	正式名称	説明
TJ	トータルジッタ (Total Jitter)	RJ、DJ が合成されたジッタ 単純に RJ、DJ の和になりません。
RJ	ランダムジッタ (Random Jitter)	熱雑音などの外的要因によって発生するジッタです。無限に広がる性質をもっており、その広がりにはガウス分布に近似しています。無限に広がるため、rms (root mean square) で表現されます。
DJ	デターミニスティックジッタ (Deterministic Jitter)	ランダムジッタに対して、ジッタ量に上限があるジッタです。
BUJ	有界非相関ジッタ (Bounded Uncorrelated Jitter)	近接する信号ラインからのクロストーク影響などの外的要因によって発生するジッタです。ランダムジッタのようなランダム性を持ちますが、有限な広がりになるため、p-p (peak to peak) で表現されます。
DDJ	データ依存ジッタ (Data Dependant Jitter)	DJ であって、発生量がデータに依存するジッタです。
DCD	デューティサイクルひずみ (Duty Cycle Distortion)	送受信回路のオフセットのズレなどで発生します。Hi のパルス幅と Low のパルス幅の差になります。
ISI	相互符号間干渉 (Inter Symbol Interference)	伝送路の帯域不足やインピーダンスミスマッチによる反射などで起きる現象で、データに相関性のない成分を除去した上での、もっとも早い立ち上がりと最も遅い立ち上がりの差、あるいは最も早い立ち下がりと最も遅い立ち下がりの差になります。
PJ	周期ジッタ (Period Jitter)	DJ であって、周期的に発生するジッタです。

IEEE 802.3-2015*などの通信規格では、これらのジッタのほかに DDPWS (Data Dependent Pulse Width Shrinkage) の仕様が決められています。

*: 正式名称は、「付録 E 参考文献」を参照してください。

Levels p-p、Levels RMS、Level Skews

PAM4 波形で各レベルのヒストグラムを測定し、その幅のピーク値が Levels p-p、標準偏差が Levels RMS です。

Sample Timing が [Independent] の場合、次の位置で Levels p-p、Levels RMS を測定します。

- Level 3 Upper Eye の中心。
- Level 2 Upper Eye の中心と Middle Eye の中心の間。
- Level 1 Middle Eye の中心と Lower Eye の中心の間。
- Level 0 Lower Eye の中心。

Level Skews は各レベルで測定する位置とその平均値との差です。

Sample Timing が [Track to Middle Eye Timing] の場合、Center Eye の中心位置で Levels p-p、Levels RMS を測定します。また、Level Skews は 0 になります。

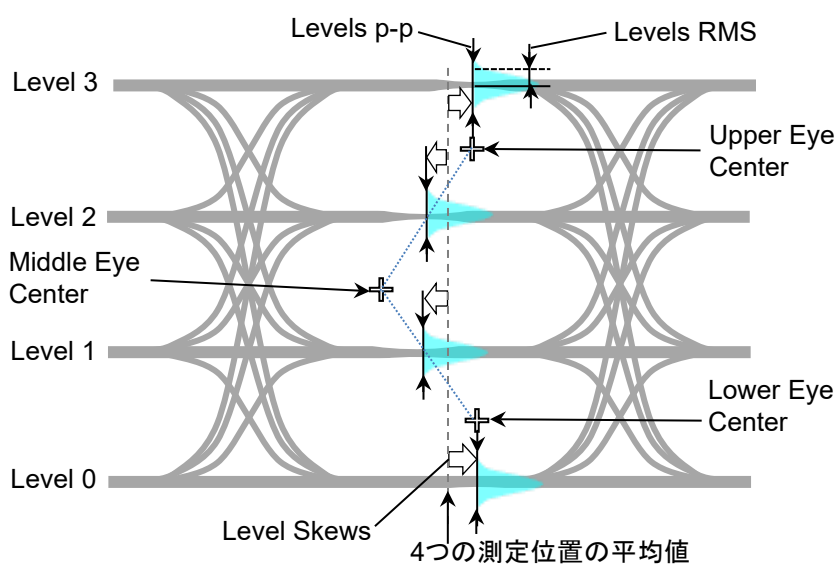


図 1.5-19 PAM4 の Levels p-p と Levels RMS
(Sample Timing が Independent の場合)

Linearity (リニアリティ)

PAM4 波形の 3 つのアイ振幅が、Level 0 と Level 3 の差の 3 分の 1 からずれている程度を示します。3 つのアイ振幅が均等の場合、リニアリティは 1 になります。

Linearity Definition が IEEE Clause94 の場合

3 つのアイ振幅のうち、最も小さいアイ振幅で計算します。

例:

アイ振幅 Upper: 33%

アイ振幅 Middle: 36%

アイ振幅 Lower: 31%

この場合のリニアリティは、 $\frac{31}{33.33} = 0.93$ となります。

Linearity Definition が IEEE Annex 120D の場合

PAM4 波形の 4 つのレベルから次の値を計算します。

$$V_{mid} = \frac{Level3 + Level0}{2}$$

$$ES1 = \frac{Level1 - V_{mid}}{Level0 - V_{mid}}$$

$$ES2 = \frac{Level2 - V_{mid}}{Level3 - V_{mid}}$$

次の値の最小値をリニアリティとします。

$3*ES1$ 、 $3*ES2$ 、 $2-3*ES1$ 、 $2-3*ES2$ 、

例:

Level3: 1.00

Level2: 0.67

Level1: 0.31

Level0: 0.00

$$V_{mid} = (1.00 + 0.00) / 2 = 0.50$$

$$ES1 = (0.31 - 0.50) / (0.00 - 0.50) = 0.38$$

$$ES2 = (0.67 - 0.50) / (1.00 - 0.50) = 0.34$$

$$3*ES1 = 1.14$$

$$3*ES2 = 1.02$$

$$2-3*ES1 = 0.86$$

$$2-3*ES2 = 0.98$$

この場合のリニアリティは、0.86 となります。

Mask margin (マスクマージン)

アイパターンマスクテストにおいて、アイマスクに対する波形の余裕度です。

振幅方向の余裕度は、アイマスクの端から 1 レベルまたは 0 レベルまでの間隔に対する比率です。

時間方向の余裕度は、アイマスクの端からクロス点までの時間に対する比率です。

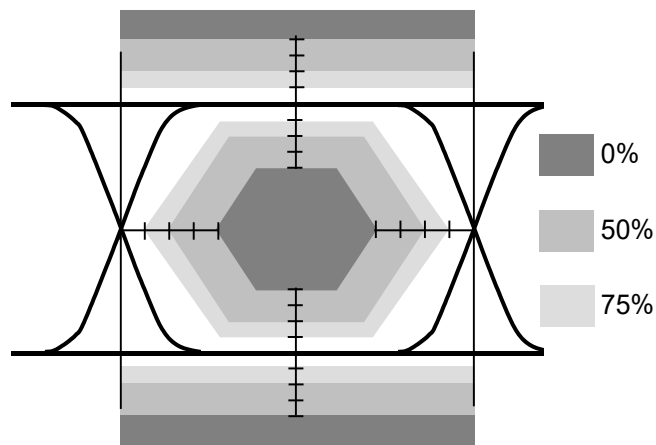


図 1.5-20 マスクマージン

Noise Margin (ノイズマージン)

PAM4 信号のアイ開口の測定値で、 $SER = 4.8 \times 10^{-4}$ となるまでに付加できる雑音を示します。

TDECQ の R に相当し、TDECQ と同じ位置で測定します。

OMA (Optical Modulation Amplitude、光変調振幅)

NRZ 波形の 1 レベルと 0 レベルの差です。

アイ振幅と同じです。

PAM4 波形の場合は、「Outer OMA」を参照してください。

One Level (1 レベル)

アイパターン測定で、ビットインターバルの中央部分 20%において最もレベルが高いヒストグラムの平均値です。

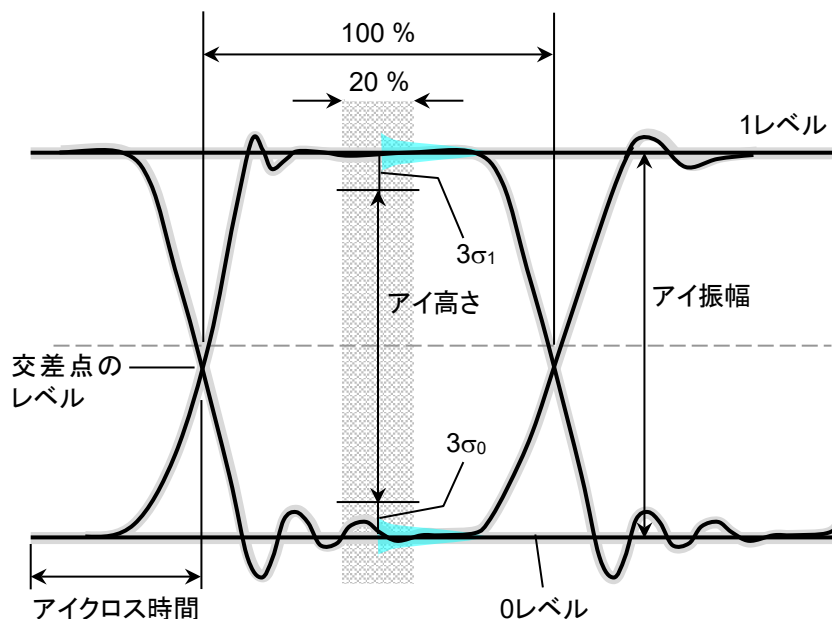


図 1.5-21 0レベル、1レベル、アイクロス時間、アイ振幅とアイ高さ

Outer ExR (Outer Extinction Ratio)

Outer Extinction Ratio は PAM4 波形のレベル 3 とレベル 0 の比率で、計算式は次のとおりです。

$$\text{Outer Extinction Ratio} = 10\log_{10}\{(L_3 - L_D)/(L_0 - L_D)\} \quad (\text{dB})$$

L_3 : レベル 3 (mW)

L_0 : レベル 0 (mW)

L_D : 光入力が無いときのレベル (mW)

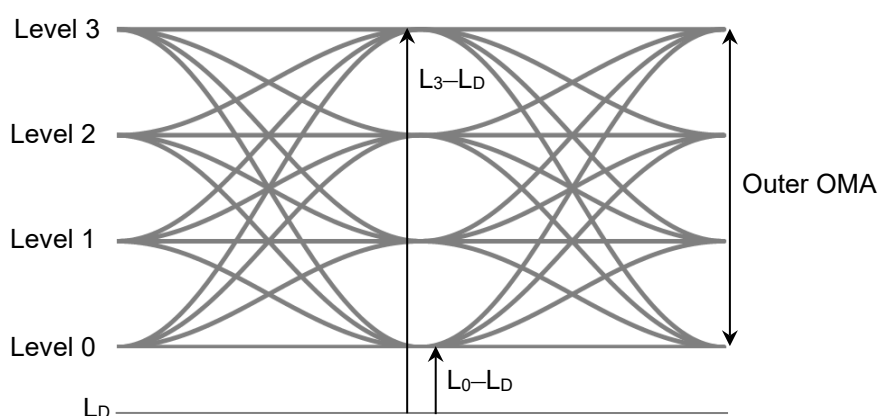


図 1.5-22 Outer Extinction Ratio を測定するレベル

Outer OMA (Outer Optical Modulation Amplitude)

PAM4 波形の光変調振幅で、レベル 3 とレベル 0 の差です。

Overshoot

PAM4 波形におけるレベル 3 に対する最大パワーの比率のことで、次の式で計算します。

$$\text{Overshoot} = \frac{P_{\text{max}} - \text{Level 3}}{\text{Outer OMA}} \times 100$$

P_{max} : 波形において測定された最大パワー

p-p (peak to peak)

信号の振幅やデータの分布の広がり、その最大値と最小値の差で表示します。

V_{p-p} と記載したときは、交流電圧の最大値と最小値の差の表示です。

Jitter p-p と記載したときは、ジッタの時間分布において最大値と最小値の差の表示です。

Partial Noise Margin

PAM4 信号のアイ開口の測定値で、 $\text{SER} = 4.8 \times 10^{-4}$ となるまでに付加できる雑音を示します。

3 つのアイ開口について、0.45UI の位置と 0.55UI の位置で計算します。次の図の 6 か所で測定されます。

Upper/Left, Upper/Right, Middle/Left, Middle/Right,
Lower/Left, Lower/Right

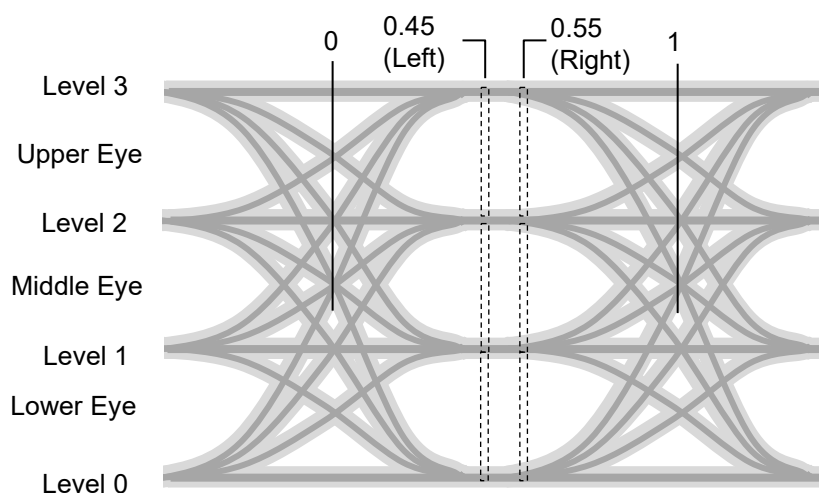


図 1.5-23 Partial Noise Margin 測定の位置

Partial TDECQ (Partial Transmitter and Dispersion Eye Closure for PAM4)

PAM4 信号のアイ開口の測定値で、計算式は TDECQ と同様です。

3 つのアイ開口について、0.45UI の位置と 0.55UI の位置で付加雑音 R を求めて計算します。図 1.5-23 の 6 か所で測定されます。

Power Excursion

- PAM4 波形において次の大きい方の値です。
- 最大パワーと平均パワーの差
 - 平均パワーと最小パワーの差

最大パワー
レベルが高い方からサンプル数の比率が 10^{-2} となるパワー

最小パワー
レベルが低い方からサンプル数の比率が 10^{-2} となるパワー

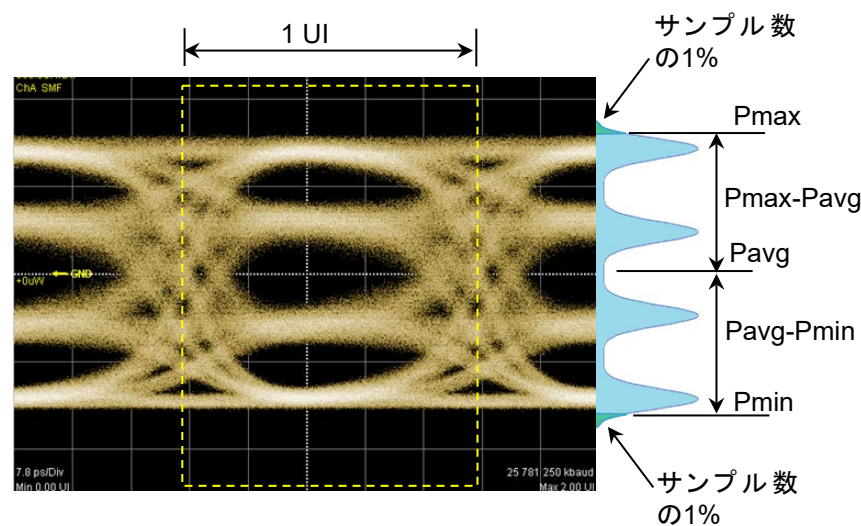


図 1.5-24 Power Excursion を測定するレベル

PRBS (Pseudo-Random Bit Sequence、疑似ランダムビットシーケンス)

疑似ランダムビットシーケンスを意味します。“1” と “0” の配置がランダムで、実際の通信データに近いビット列です。ビット長は 2^n-1 で、 n を PRBS の段数と呼びます。BERTWave では $n = 7, 9, 15, 23, 31$ を設定できます。

表 1.5-2 PRBS のビット長

n	2^n-1
7	127
9	511
15	32767
23	8388607
31	2147483647

通信規格によっては、受信感度の測定に使用する PRBS の段数が決められています。

RIN OMA

RIN OMA は、OMA を基準とした光源のノイズ対信号比 (dB/Hz) の測定で、次の式で計算します。

$$\text{RIN OMA} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{(\text{RN}_{\text{one}} + \text{RN}_{\text{zero}})^2}{\text{OMA}^2 \times \text{BW}} \right\} \text{ (dB/Hz)}$$

RN_{one}: トップレベルで測定した電氣的なランダムノイズのパワー

NRZ 信号なら Level 1、PAM4 信号なら Level 3 を使用します。

RN_{zero}: Level 0 で測定した電氣的なランダムノイズのパワー

OMA: NRZ 信号では OMA、PAM4 信号では Outer OMA となります。

BW: 使用しているフィルタの帯域幅

Rise Time (立ち上がり時間)、Fall Time (立ち下がり時間)

立ち上がり時間は、信号レベルが次のレベル間に変化するのにかかる時間です。

- ・ 振幅の 20% のレベルから 80% のレベル
- ・ 振幅の 10% のレベルから 90% のレベル

立ち下がり時間は、信号レベルが次のレベル間に変化するのにかかる時間です。

- ・ 振幅の 80% のレベルから 20% のレベル
- ・ 振幅の 90% のレベルから 10% のレベル

MP2110A では立ち上がり時間、立ち下がり時間を測定するレベルを、10/90% と 20/80% の 2 つから選択できます。

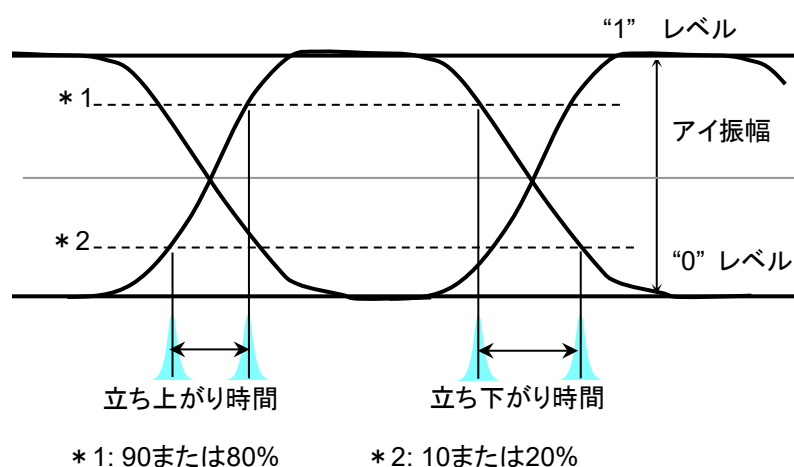


図 1.5-25 立ち上がり時間と立ち下がり時間

RMS (root mean square、実効値)

交流電圧を抵抗に加えたときに消費される電力と、等しい電力を消費させる直流電圧です。この直流電圧を交流電圧の実効値と呼びます。

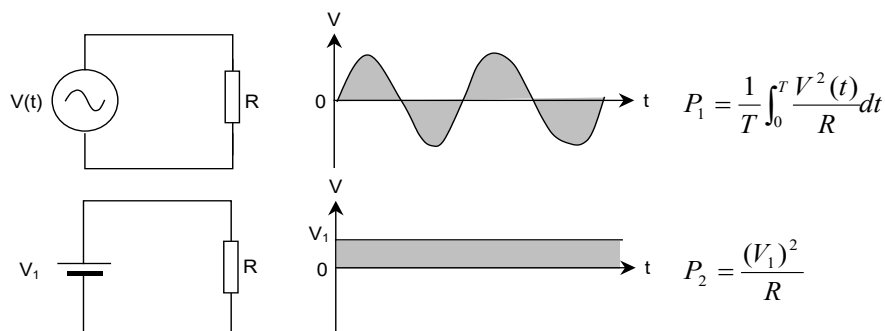


図 1.5-26 交流電圧と直流電圧の消費電力

図 1.5-26 の回路で、抵抗 R に消費される電力 P_1 と P_2 が等しくなる電圧 V_1 が、交流電圧 $V(t)$ の実効値です。 V_1 は次の式のとおりに 2 乗平均値の平方根となります。

$$V_1 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt}$$

正弦波の場合、RMS と p-p の比は $2\sqrt{2}$ です。

V_{rms} と記載したときは、電圧を実効値で表示します。

Jitter rms と表示したときは、ジッタを時間方向のヒストグラムの標準偏差で表示します。

Sampling Oscilloscope (サンプリングオシロスコープ)

サンプリングオシロスコープは、入力された信号の波形を観測する機能です。サンプリング用のクロック入力が必要とし、クロックのタイミングで波形を描きます。PRBSのような周期的な信号に対して、サンプリングのタイミングを少しずつ変化させて波形データを取得します。この波形データを重ねあわせて波形を描きます。

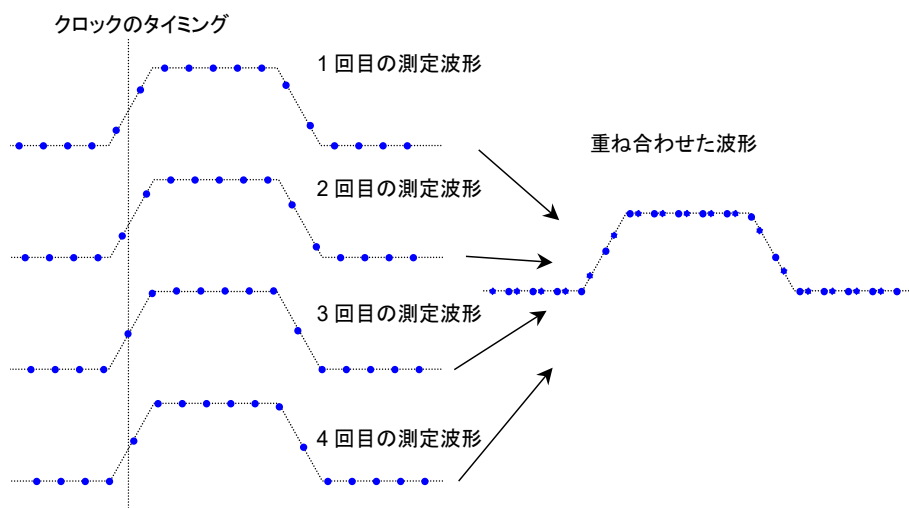


図 1.5-27 サンプリングオシロスコープの描画方法

SNR (Signal to Noise Ratio、信号対雑音比)

信号振幅と雑音振幅の比率です。

サンプリングオシロスコープでは次の式で計算します。

$$\text{SNR} = (1 \text{ レベル} - 0 \text{ レベル}) / (\sigma_1 + \sigma_0)$$

σ_1 : 1 レベルの標準偏差

σ_0 : 0 レベルの標準偏差

Symbol Rate

信号の変調速度で、単位は baud です。NRZ では、1 つの変調信号（シンボル）で 1 bit のデータを送るため、Symbol Rate と Bit Rate の値は同じになります。PAM4 では、1 つの変調信号で 2 bit のデータを送るため、Bit Rate の値は Symbol Rate の値の 2 倍になります。

TDEC (Transmitter and Dispersion Eye Closure)

TDEC は NRZ 信号のアイ開口の測定値で、次の式で計算します。詳細は IEEE 802.3 の 95.8.5.2 TDEC measurement method を参照してください。

$$\text{TDEC} = 10\log_{10}\left(\frac{\text{OMA}}{2} \times \frac{1}{3.8906R}\right) \text{ (dB)}$$

R: 受信器で付加される雑音

次の図の点線部分のヒストグラム測定結果から求めます。

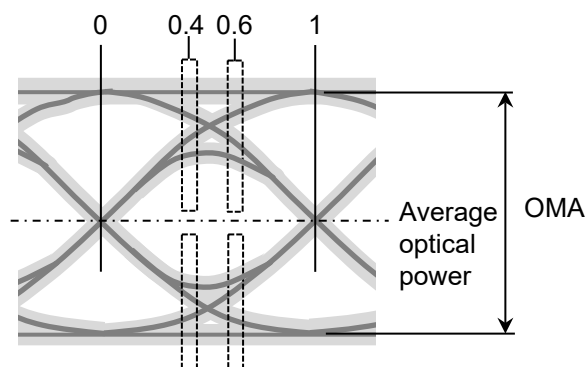


図 1.5-28 TDEC 測定的位置

TDECQ (Transmitter and Dispersion Eye Closure for PAM4)

TDECQ は PAM4 信号のアイ開口の測定値で、次の式で計算します。

$$\text{TDECQ} = 10\log_{10}\left(\frac{\text{Outer OMA}}{6} \times \frac{1}{Q_t R}\right) \text{ (dB)}$$

Qt: IEEE 802.3cd で規定された SER (Symbol Error Rate) = 4.8×10^{-4} では、 $Q_t = 3.414$ となります。

R: SER = 4.8×10^{-4} にするために必要な付加雑音

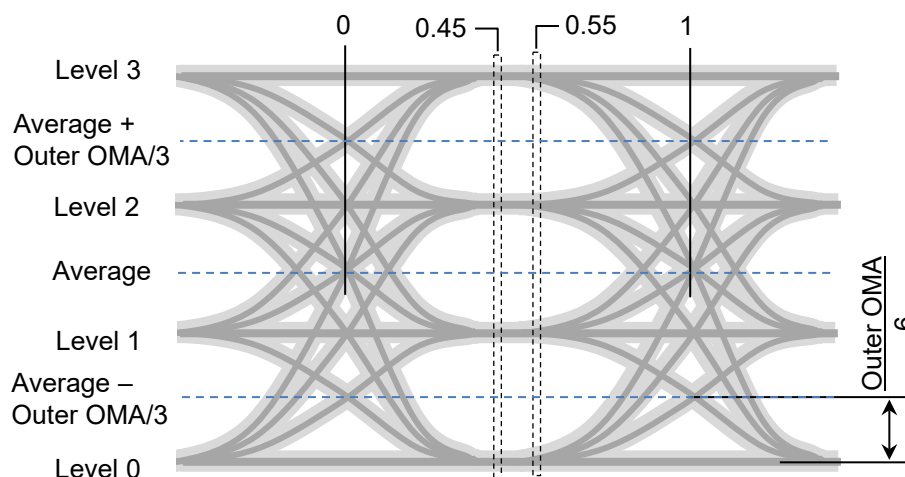


図 1.5-29 TDECQ 測定的位置

Total Error (トータルエラー)

ビット誤りの発生方法は次の2通りあります。次の欠落エラーと挿入エラーを合計したビット誤り数を、トータルエラーと呼びます。

- ・ 信号“1”を“0”と判定する (Omission Error、欠落エラー)
- ・ 信号“0”を“1”と判定する (Insertion Error、挿入エラー)

Transition Time

PAM4 波形におけるレベル0とレベル3の間の20%から80%を遷移するのにかかる時間で、レベル0とレベル3がそれぞれ5シンボル以上連続する位置で測定します。Rise (立ち上がり時間)、Fall (立ち下がり時間)、Slowest (RiseとFallのうちどちらか遅いもの) が測定可能です。

Undershoot

PAM4 波形におけるレベル0に対する最小パワーの比率のことで、次の式で計算します。

$$\text{Undershoot} = \frac{\text{Level 0} - \text{Pmin}}{\text{Outer OMA}} \times 100$$

Pmin: 波形において測定された最小パワー

VECP (Vertical Eye Closure Penalty)

アイ振幅とアイ開口の比率で、次の式で計算します。

$$\text{VECP} = 10 \log\left(\frac{\text{OMA}}{A_0}\right) \text{ (dB)}$$

OMA: 光変調振幅

A₀: アイ開口

時間軸におけるクロスポイント間の中心点でヒストグラムを測定して、アイ開口の上限と下限を測定します。

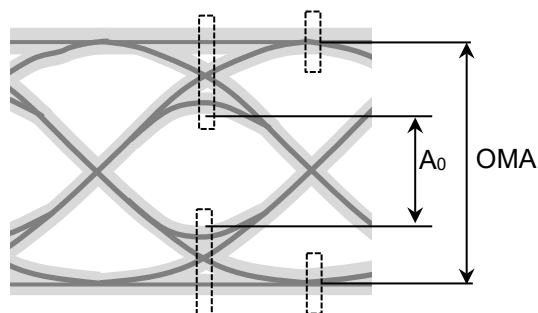


図 1.5-30 VECP 測定

VMA (Voltage Modulation Amplitude)

電気測定における NRZ 波形の1レベルと0レベルの差です。

アイ振幅と同じです。

PAM4 波形の場合は、変調振幅でレベル3とレベル0の差です。

Zero Level (0 レベル)

アイパターン測定で、ビットインターバルの中央部分 20%において最もレベルが低いヒストグラムの平均値です。

1

概要

1.6 省略語

本書で使用する省略語の一覧を以下に示します。

表 1.6-1 省略語

省略語	説明
100GbE	100 Giga bit Ethernet
400GbE	400 Giga bit Ethernet
App	Application
ATT	Attenuator
Avg	Average
BER	Bit Error Rate
BERT	Bit Error Rate Tester
BERTS	Bit Error Rate Test Set
BIN	Binary
bps	bit per second
BW	Bandwidth
Cal	Calibration
CC	Clock Count
CFP	C Form factor Pluggable
Ch	Channel
CH	Channel
Clk	Clock
CPRI	Common Public Radio Interface
CRU	Clock Recovery Unit
DCD	Duty Cycle Distortion
DDJ	Data Dependent Jitter
DDPWS	Data Dependant Pulse Width Shrinkage
DJ	Deterministic Jitter
DM	Degrade Minutes
DMUX	De-multiplexer
DUT	Device Under Test
EC	Error Count
ED	Error Detector
EDR	Enhanced Data Rate
EI	Error Interval
ER	Error Rate
ER	Extinction Ratio
ES	Error Seconds
ESD	Electrostatic Discharge

表 1.6-1 省略語 (続き)

省略語	説明
ExR	Extinction Ratio
Ext	External
FC	Fibre Channel
FDR	Fourteen Data Rate
FEC	Forward Error Correction
Freq.	Frequency
GND	Ground
GPIO	General Purpose Interface Bus
IEC	International Electrotechnical Commission
In	Input
INS	Insertion
INT	Internal
ISI	Inter Symbol Interference
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
Max	Maximum
MDIO	Management Data Input/Output
MMF	Multi-mode fiber
MUX	Multiplexer
NA	Not Applied
NECL	Negative Emitter Coupled Logic
NEG	Negative
NRZ	Non Return Zero
O/E	Optical to Electrical converter
OMA	Optical Modulation Amplitude
OMI	Omission
OTU	Optical Transport Unit
Out	Output
PAM	Pulse Amplitude Modulation
PCML	Positive Current Mode Logic
PDF	Probability Density Function
PDJ	Pattern Dependant Jitter
PHY	Physical layer
PJ	Periodic Jitter
POS	Positive
p-p	Peak to peak

表 1.6-1 省略語 (続き)

省略語	説明
PPG	Pulse Pattern Generator
PRBS	Pseudorandom Bit Sequence
Pwr	Power
QSFP	Quad Small Form factor Pluggable
RJ	Random Jitter
RMS	Root Mean Square
rms	Root Mean Square
RX	Receiver
SCFL	Source-Coupled FET Logic
SER	Symbol Error Rate
SES	Severely Error Second
SJ	Sinusoidal Jitter
SMF	Single-mode fiber
SNR	Signal to Noise Ratio
SSPRQ	Short Stress Pattern Random Quaternary
STM	Synchronous Transfer Mode
SYNC	Synchronize, Synchronization
TDEC	Transmitter and Dispersion Eye Closure
TDECQ	Transmitter and Dispersion Eye Closure for PAM4
TJ	Total Jitter
Trig.	Trigger
TX	Transmitter
UI	Unit Interval
VECP	Vertical Eye Closure Penalty
VMA	Voltage Modulation Amplitude
WAN	Wide Area Network
XData	$\overline{\text{Data}}$

この章では、次の項目を説明します。

- 開梱から電源投入までの手順
- パネルの名称と操作
- コントロールパネルと周辺機器の設定
- 破損防止措置

2.1	開梱と設置	2-2
2.1.1	開梱	2-2
2.1.2	設置	2-2
2.2	各部の名称	2-4
2.2.1	正面パネル	2-4
2.2.2	背面パネル	2-11
2.3	電源の接続	2-14
2.3.1	電源電圧を確認する	2-14
2.3.2	電源コードを接続する	2-15
2.4	周辺機器の接続	2-16
2.5	リモート制御機器の接続	2-17
2.6	光ファイバケーブルの取り扱い上の注意	2-18
2.7	同軸ケーブルの接続	2-20
2.7.1	同軸ケーブルの接続に関する注意	2-20
2.7.2	同軸ケーブルの静電気放電方法	2-20
2.8	電源の投入と切断	2-21
2.8.1	電源を投入する	2-21
2.8.2	電源を切断する	2-22
2.9	コントロールパネルの設定	2-23
2.9.1	Windows デスクトップを表示する	2-23
2.9.2	Control Panel の設定	2-24
2.9.3	外部モニタの設定	2-25
2.10	破損を防止するための注意事項	2-28
2.10.1	静電気、過電圧に関する注意	2-30
2.10.2	バイアスティー使用時の注意	2-32
2.11	Windows のセキュリティ対策	2-34
2.11.1	ファイアウォールを有効にする	2-35
2.11.2	Windows の重要な更新プログラムを インストールする (Windows Update)	2-43
2.11.3	アンチウイルスソフトウェアを利用する	2-46

2.1 開梱と設置

2.1.1 開梱

梱包を開いたら、まず表 1.2.2-1 の標準構成品がそろっているかどうか確認してください。不足や破損しているものがある場合は、すみやかに当社または当社代理店へ連絡してください。

梱包材はMP2110Aを再輸送するときに必要ですので、保管してください。再梱包については「8.9 輸送・廃棄」を参照してください。

MP2110A には、表 1.2.2-1 に示すオプションが用意されています。購入したオプションが取り付けられていることを確認してください。

なお、取り付けには当社工場への引き取りが必要な場合があります。規格については、「付録 A 規格」を参照してください。

2.1.2 設置

MP2110A は、以下のように水平に設置してください。

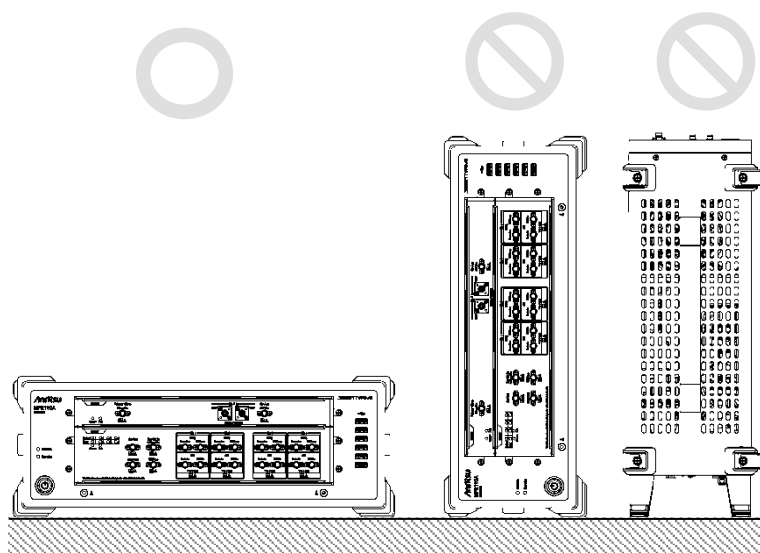


図 2.1.2-1 設置の向き

⚠ 注意

- ・ 設置する向きが上図の○印でない場合、わずかな衝撃でバランスを崩して倒れ、負傷するおそれがあります。
- ・ MP2110Aを3台以上積み重ねて使用しないでください。不安定になるため、振動や衝撃で落下して負傷するおそれがあります。

MP2110A の上面パネルの耐荷重は 10 kg です。モニタなどを MP2110A の上に置く場合は、重量が 10 kg を超えないようにしてください。また、振動や衝撃でモニタが倒れたり、上面パネルから落ちたりしないように固定してください。

MP2110A には、内部温度の上昇を防ぐためのファンが設けてあります。MP2110A を設置するときは、ファンの周囲をふさがないように、通風孔を壁や周辺機器などの障害物から 10 cm 以上離れた場所に設置してください。

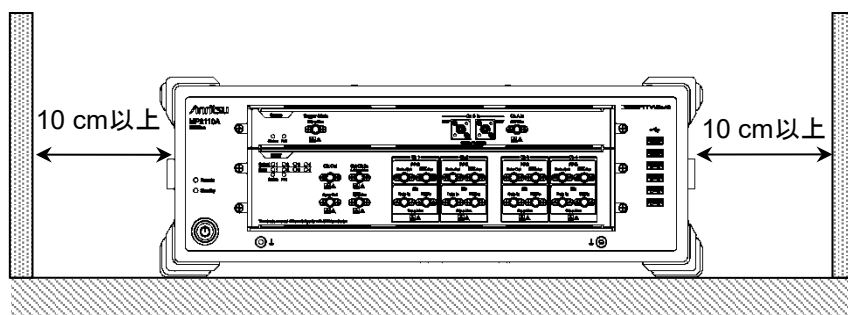


図 2.1.2-2 ファンからの距離

MP2110A は左側面から冷却用の空気を吸入して、右側面に排気します。MP2110A を 2 台以上並べて使用するときは、一台から排出される空気が、もう一台のファンに吸入されないように配置してください。

警告

側面パネルの通風孔に、ピンセットやドライバなどを差し込まないでください。感電するおそれがあります。

注意

MP2110A は周囲温度が 5～40℃ の場所で動作します。以下のような場所での使用は、故障の原因となるので避けてください。

- ・ 直射日光が当たる場所
- ・ 屋外、または粉じんが多い場所
- ・ 水、油、有機溶剤、薬液などの液中、またはこれらの液体が付着する場所
- ・ 潮風、腐食性ガス（亜硫酸ガス、硫化水素、塩素、アンモニア、二酸化窒素、塩化水素など）がある場所
- ・ 落下、転倒のおそれがある場所
- ・ 静電気、電磁波の強い場所
- ・ 電源の瞬断、異常電圧が発生する場所
- ・ 部品が結露するような場所
- ・ 潤滑油からのオイルミストが発生する場所
- ・ 高度 2000 m を超える場所
- ・ 車両、船舶、航空機内など振動・衝撃が多く発生する場所

2.2 各部の名称

2.2.1 正面パネル

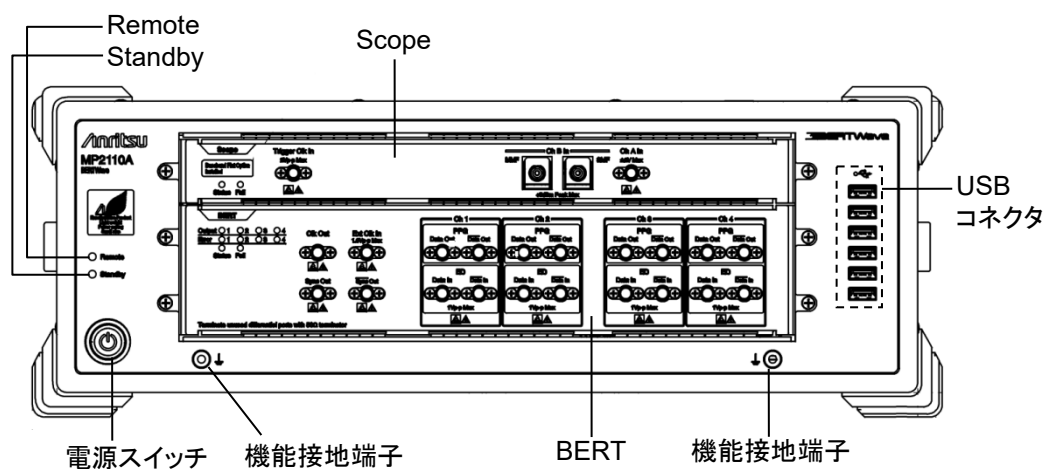


図 2.2.1-1 正面パネルの名称 (Scope + BERT)

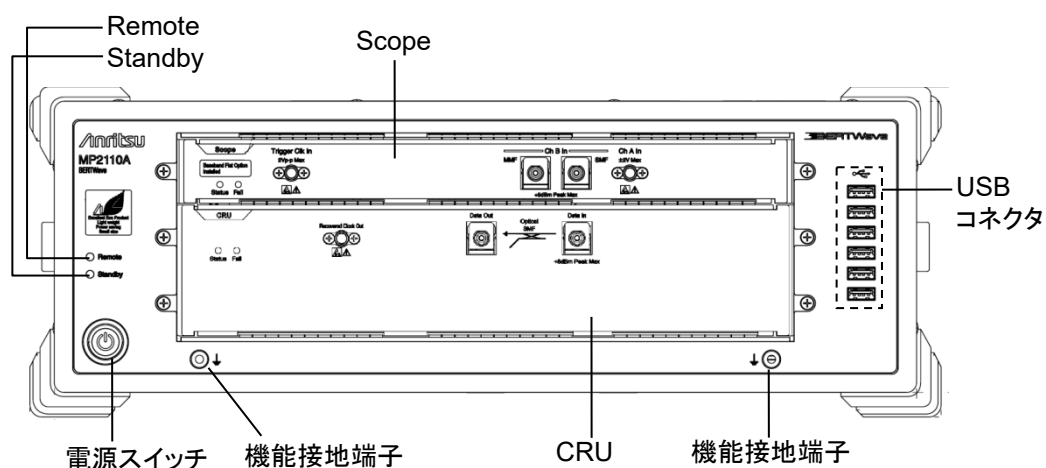


図 2.2.1-2 正面パネルの名称 (Scope + CRU)

表 2.2.1-1 正面パネルの説明

名称	説明
Scope	サンプリングオシロスコープのパネルです。 Scope オプションが追加されていない場合はブランクパネルになります。
BERT	ビット誤り率試験器のパネルです。 BERT オプションまたは MP2110A-x55 が追加されていない場合はブランクパネルになります。
CRU	クロックリカバリのパネルです。 BERT オプションまたは MP2110A-x55 が追加されていない場合はブランクパネルになります。
Remote	MP2110A がリモート制御されている場合に、緑色に点灯します。
Standby	MP2110A に電源が供給されている場合に、橙色に点灯します。
電源スイッチ	電源を投入すると、緑色に点灯します。 シャットダウン処理中は、点滅します。
機能接地端子	接地端子です。 リストストラップ、ESD 放電治具、または被測定物との接続に使用します。
USB コネクタ	USB 2.0 のコネクタです。 マウス、キーボードなどの周辺機器を接続します。

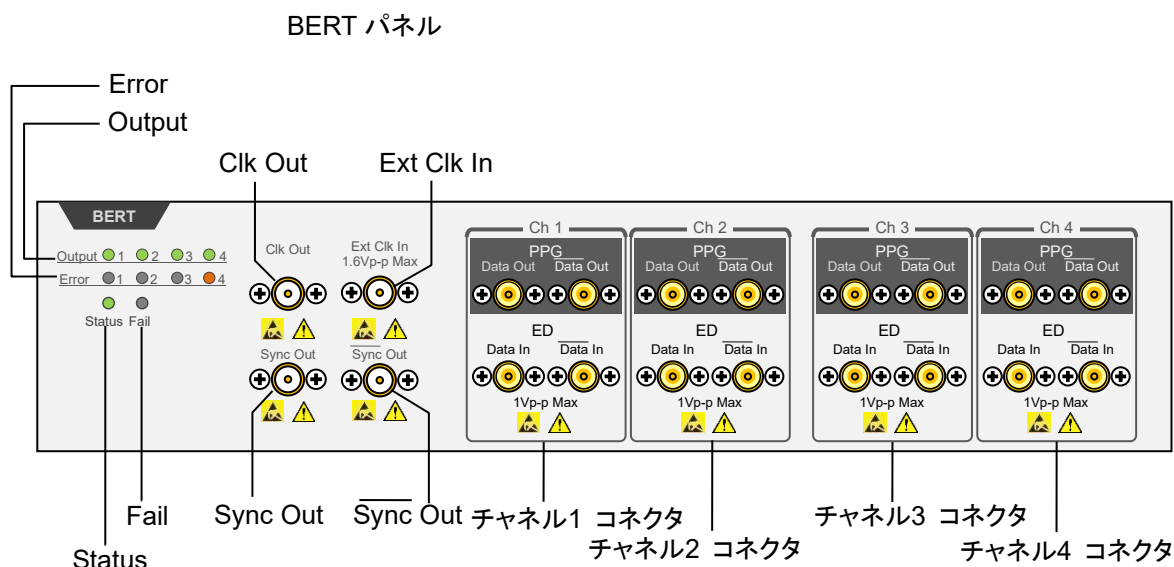


図 2.2.1-3 BERT パネルの名称 (MP2110A-x14)

BERT パネルの説明を次の表に示します。

表 2.2.1-2 ランプ一覧

名称	説明
Output	PPG のコネクタに信号が出力されている場合に、緑色に点灯します。
Error	ED で次の場合に、橙色に点灯します。 <ul style="list-style-type: none"> パターン同期ができない (Sync Loss)。 ビット誤りを検出した。
Status	正常に起動して、リモートコマンドを受け付け可能な場合に、緑色に点灯します。
Fail	起動時にハードウェアの異常を検出した場合に、赤色に点灯します。電源の投入時、および切断時に短い時間点灯することがありますが、異常ではありません。

表 2.2.1-3 コネクター一覧

コネクタ名	説明	レベル範囲
Clk Out	分周クロック出力	0.3～0.5 Vp-p
Ext Clk In	外部クロック入力	0.2～1.6 Vp-p
Sync Out	PPG のパターン同期クロック出力	V _{OH} : -0.2～0.05 V
$\overline{\text{Sync}}$ Out	PPG のパターン同期クロック出力 (反転)	V _{OL} : -1.2～-0.7 V
Data Out	PPG のデータ出力	0.1～0.8 Vp-p (可変)*
$\overline{\text{Data}}$ Out	PPG のデータ出力 (反転)	
Data In	ED のデータ入力	0.05～0.8 Vp-p*
$\overline{\text{Data}}$ In	ED のデータ入力 (反転)	

*: Ch1～Ch4 で同じです。

Scope パネル

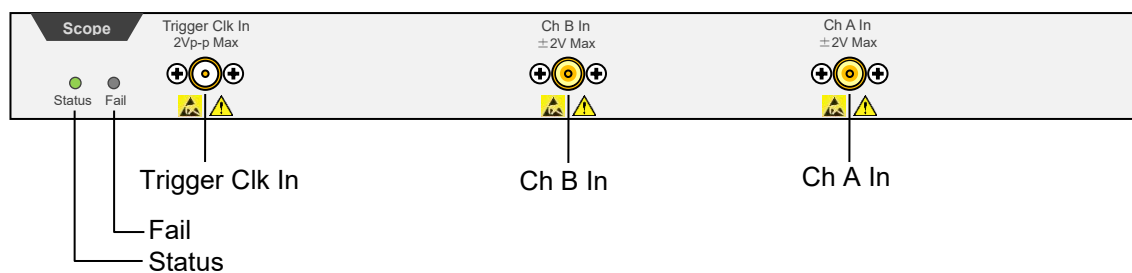


図 2.2.1-4 Scope パネルの名称 (MP2110A-x21)

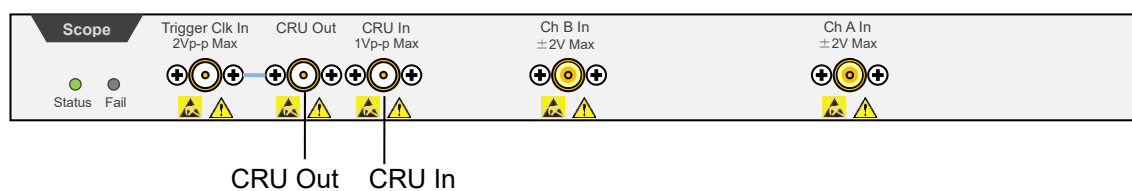


図 2.2.1-5 Scope パネルの名称 (MP2110A-x21、MP2110A-x54 あり)

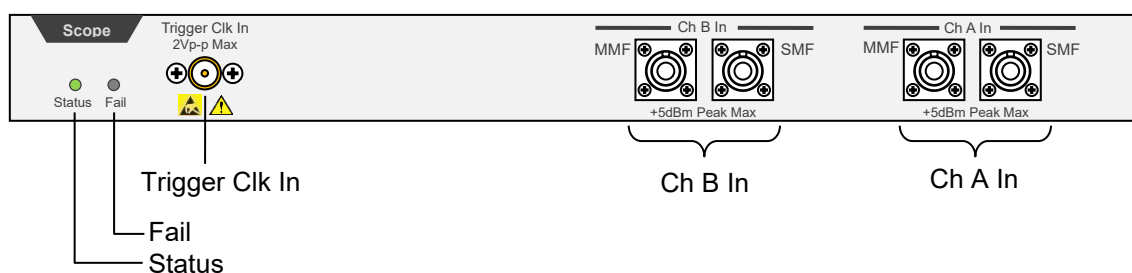


図 2.2.1-6 Scope パネルの名称 (MP2110A-x22)

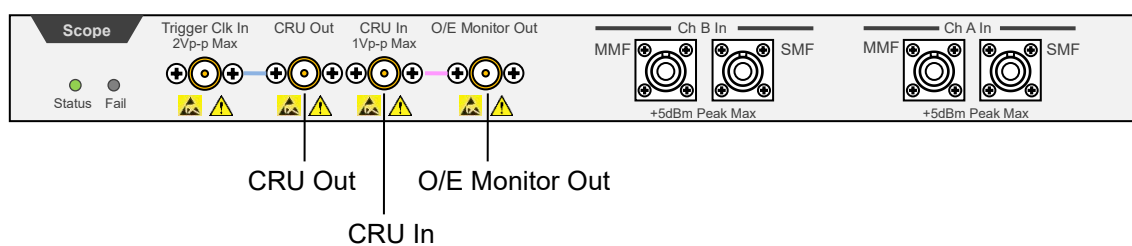


図 2.2.1-7 Scope パネルの名称 (MP2110A-x22、MP2110A-x54 あり)

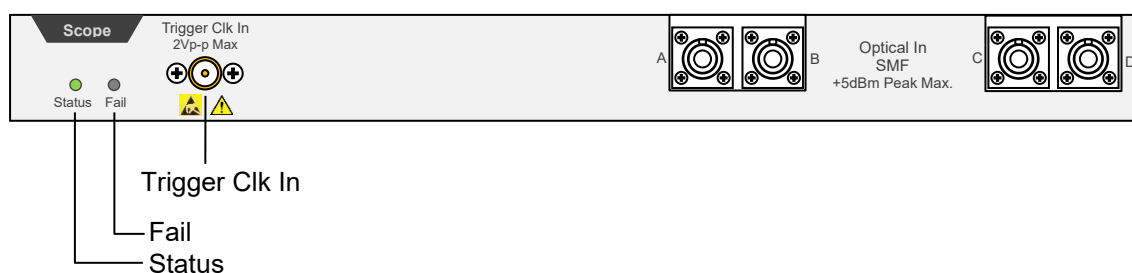


図 2.2.1-8 Scope パネルの名称 (MP2110A-x40)

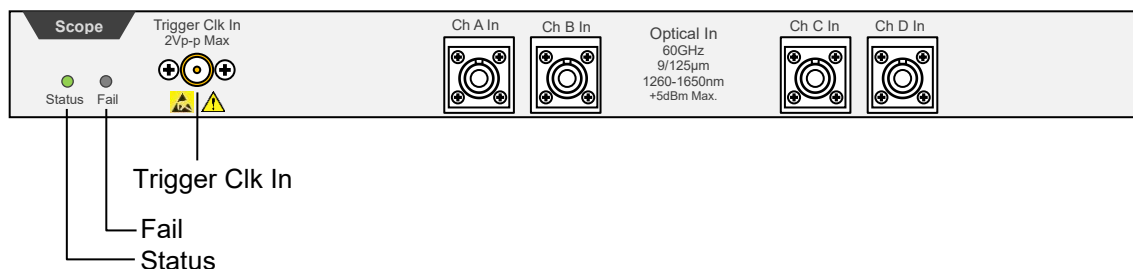


図 2.2.1-9 Scope パネルの名称 (MP2110A-x80、MP2110A-x84)

MP2110A-x30、MP2110A-x32、MP2110A-x33、MP2110A-x35、MP2110A-x36、および MP2110A-x39 には、次のラベルがパネルに貼り付けられています。

**Baseband Flat Option
Installed**

Scope パネルの説明を次の表に示します。

表 2.2.1-4 ランプ一覧

名称	説明
Status	<p>正常に起動して、リモートコマンドを受け付けられる場合に、点灯します。色の種類はトリガクロック入力の状態を示します。</p> <p>緑: 正常にトリガクロックを検出しました。</p> <p>赤: トリガクロックを検出できません。トリガクロック入力コネクタに信号が入力されているか確認してください。*</p> <p>橙: トリガクロック入力信号の周波数が範囲外です。*</p>
Fail	<p>起動時にハードウェアの異常を検出した場合に、赤色に点灯します。電源の投入時、および切断時に短い時間点灯することがありますが、異常ではありません。</p>

*: Status ランプが緑以外の場合は下記の項目を確認してください。操作方法は「6.2.6 Time CRU のダイアログボックス」を参照してください。

- 入力しているトリガクロックの周波数が動作範囲内であることを確認してください。
- Time ダイアログボックスの **Tracking** を [Off] に設定している場合は、次のどちらかの方法で、**Clock Rate** 設定値と実際のトリガクロックの周波数を合わせてください。
 - Clock Rate 設定値を実際のトリガクロック入力周波数に変更する。
 - Acquire Clock Rate を実行する。
- Time ダイアログボックスの **Tracking** を [PPG] に設定している場合は、PPG の Bit Rate と Divide Ratio によって決まるトリガクロック周波数が範囲内になるようにしてください。
- Time ダイアログボックスの **Tracking** を [CRU] に設定している場合は、CRU In の入力信号および Time ダイアログボックスの CRU 設定を確認し、Lock Status が緑色になるようにしてください。

表 2.2.1-5 コネクタ一覧

コネクタ名	説明	最大入力レベル
Trigger Clk In	トリガ入力	2 V _{p-p}
Ch A In Ch B In Ch C In Ch D In	データ入力	同軸コネクタ: ±2 V SMF 光コネクタ: +8 dBm peak MMF 光コネクタ: +10 dBm peak
O/E Monitor Out	O/E モニタ出力	
CRU In	クロックリカバリユニット入力	1 V _{p-p}
CRU Out	クロックリカバリユニット出力	

2
ご使用になる前に

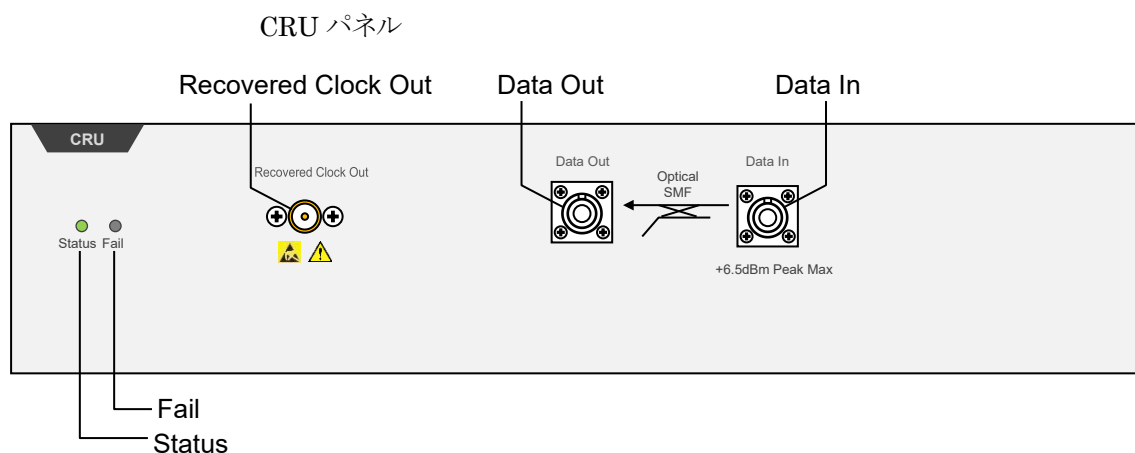


図 2.2.1-10 CRU パネルの名称 (MP2110A-x55)

CRU パネルの説明を次の表に示します。

表 2.2.1-6 ランプ一覧

名称	説明
Status	<p>正常に起動して、リモートコマンドを受け付けられる場合に、点灯します。色の種類はクロックリカバリの状態を示します。</p> <p>緑： 正常にクロックを再生しています。</p> <p>赤： 入力信号を検出できません。Data In に信号が入力されているか確認してください。</p> <p>橙： 入力信号は検出できましたが、入力信号の周波数が範囲外です。*</p>
Fail	<p>起動時にハードウェアの異常を検出した場合に、赤色に点灯します。電源の投入時、および切断時に短い時間点灯することがありますが、異常ではありません。</p>

*: Status ランプが灯の場合は下記の項目を確認してください。操作方法は「6.2.6 Time CRU のダイアログボックス」を参照してください。

- Optical SMF Data In の入力信号に合わせて Operation Rate を設定してください。

表 2.2.1-7 コネクター一覧

コネクタ名	説明	最大入力レベル
Optical SMF Data In	クロックリカバリユニット光入力 1260～1620 nm 入力	+12 dBm peak
Optical SMF Data Out	クロックリカバリユニット光出力	
Recovered Clock Out	クロックリカバリユニット出力	

2.2.2 背面パネル

背面パネルの構成は CPU Board バージョン (4.3.13 参照) により異なります。

注:

2026 年 3 月以降のご注文分の MP2110A には、GPIB コネクタは搭載されていません。GPIB を使用するには MP2110A-x02 が必要です。

CPU Board バージョンが 00 のとき

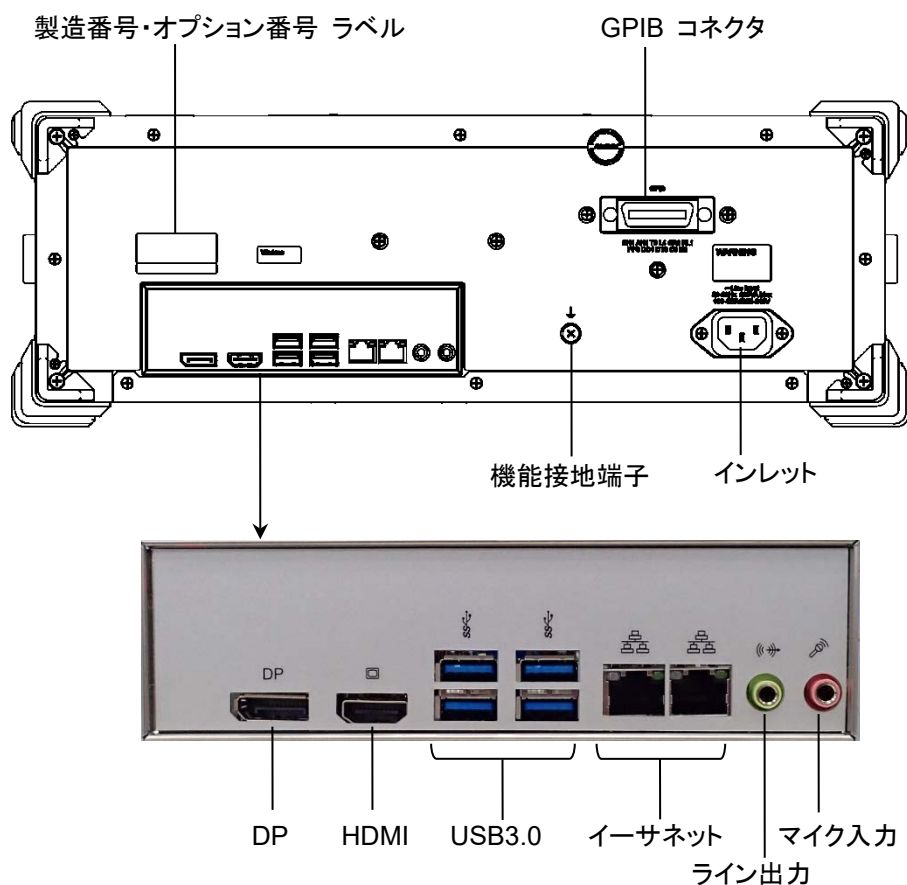


図 2.2.2-1 背面パネルの名称 (CPU Board バージョン 00)

表 2.2.2-1 コネクター一覧 (CPU Board バージョン 00)

名称	説明
GPIOB	MP2110A をリモート制御する場合に、PC に接続します。(2.5 参照)
DP	DisplayPort に対応した外部モニタを接続します。(2.4 参照)
HDMI	HDMI に対応した外部モニタを接続します。(2.4 参照)
USB3.0	キーボード、マウスなどを接続します。(2.4 参照)
イーサネット	MP2110A をリモート制御する場合に、PC またはネットワークに接続します。(2.5 参照)
ライン出力	使用しません。
マイク入力	使用しません。
機能接地端子	接地端子です。 リストストラップや被測定物との接続に使用します。(2.10.1 参照)
インレット	付属品の電源コードを接続します。(2.3 参照)

CPU Board バージョンが 01 のとき

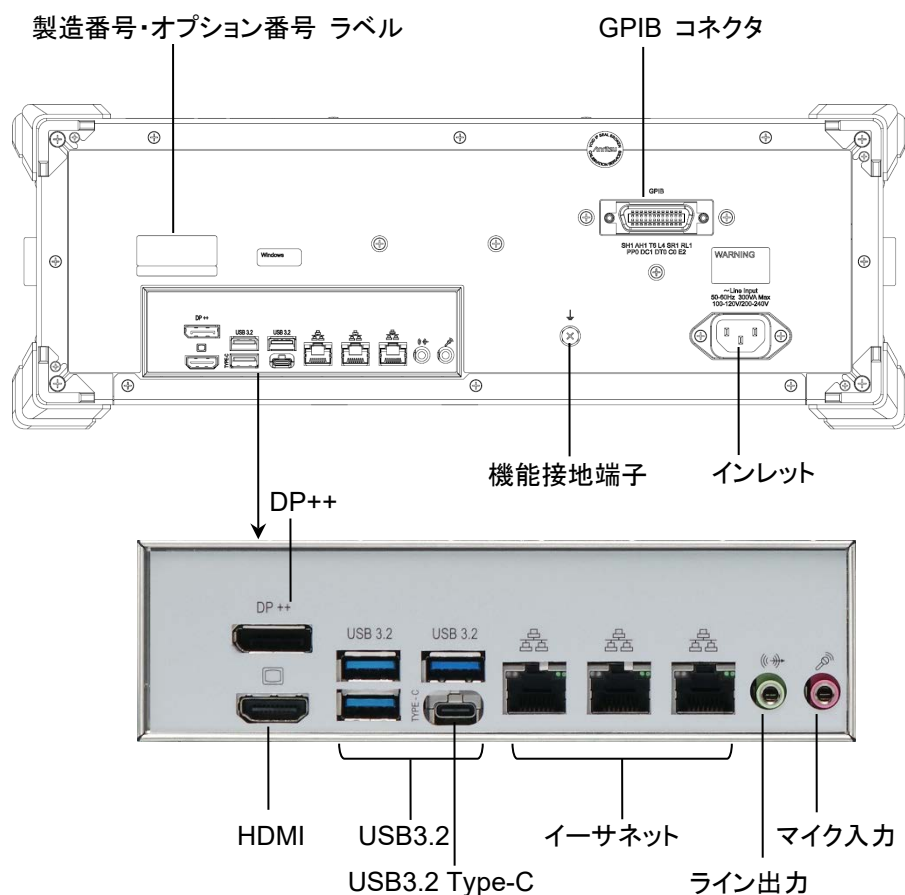


図 2.2.2-2 背面パネルの名称 (CPU Board バージョン 01)

表 2.2.2-2 コネクター一覧 (CPU Board バージョン 01)

名称	説明
GPIO	MP2110A をリモート制御する場合に、PC に接続します。(2.5 参照)
DP++	DisplayPort に対応した外部モニタを接続します。(2.4 参照)
HDMI	HDMI に対応した外部モニタを接続します。(2.4 参照)
USB3.2	キーボード、マウスなどを接続します。(2.4 参照)
USB3.2 Type-C	キーボード、マウス、外部モニタなどを接続します。(2.4 参照)
イーサネット	MP2110A をリモート制御する場合に、PC またはネットワークに接続します。(2.5 参照)
ライン出力	使用しません。
マイク入力	使用しません。
機能接地端子	接地端子です。 リストストラップや被測定物との接続に使用します。(2.10.1 参照)
インレット	付属品の電源コードを接続します。(2.3 参照)

2.3 電源の接続

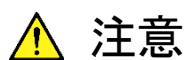
2.3.1 電源電圧を確認する

MP2110A を正常に動作させるために、下記に記載した電源電圧の範囲で使用してください。

表 2.3.1-1 電源電圧と周波数の範囲

電源	電圧範囲	周波数
100 V 系 AC 電源	100～120 V	50～60 Hz
200 V 系 AC 電源	200～240 V	50～60 Hz

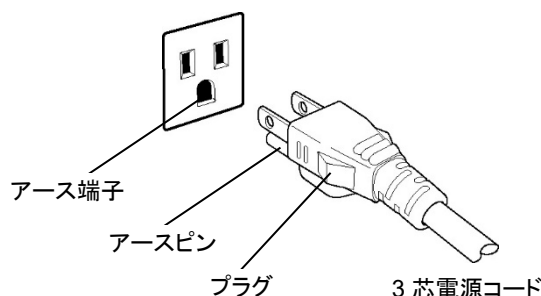
動作電圧は、定格電圧の-15%/+10%（ただし、上限は AC 250 V）です。
100 V 系および 200 V 系に対応しています。



上記以外の電源電圧を使用した場合、感電や火災、故障、誤動作の原因となることがあります。

2.3.2 電源コードを接続する

電源コードを電源コンセントおよび背面パネルにある電源インレットに差し込みます。電源接続時に MP2110A が確実にアースに接続されるよう、付属の 3 芯電源コードを用いて接続してください。



警告

MP2110A の電源供給に、アース配線のないコンセント、延長コード、変圧器などを使用しないでください。

アース配線を実施しない状態で電源コードを接続すると、感電による人身事故のおそれがあり、また MP2110A および MP2110A と接続された周辺機器を破損する可能性があります。

MP2110A の信号コネクタの接地端子（同軸コネクタの外部導体など）は、ことわりのない限り MP2110A の筐体および電源コードを介してアースに接続されています。MP2110A と接続する機器の接地端子は、MP2110A と同じ電位のアースに接続されていることを確認してください。異なる電位にアース接続された機器を接続した場合、感電や火災、故障、誤動作の原因となるおそれがあります。

注意

MP2110A の故障や誤動作などの緊急時は、正面パネルの主電源スイッチをオフにするか、電源コードの電源インレットまたはプラグを外して、MP2110A を電源から切り離してください。

2.4 周辺機器の接続

USB 機器

マウス、キーボード、ストレージデバイスなどの USB 機器は、正面パネルまたは背面パネルの USB コネクタに接続します。

外部モニタ

背面パネルの DP コネクタまたは HDMI コネクタに、外部モニタを接続します。
以下のモニタが使用できます。

- HDMI または Display Port 接続
VGA コネクタの外部モニタを接続する場合は、HDMI-VGA 変換アダプタを使用します。
- 解像度 1280 × 800 以上
ディスプレイの解像度が 1280 × 800 より小さいと、アプリケーションウィンドウ全体が表示されません。また、解像度が 1280 × 800 の場合は System Menu の [Dock/Undock] で操作画面を左上に固定することによりアプリケーションウィンドウが切れて表示されないようにすることができます（「2.9.3 外部モニタの設定」を参照）。

2.5 リモート制御機器の接続

リモート制御インタフェースの設定方法については、「4.3.10 Remote Control」を参照してください。

イーサネット

背面パネルのイーサネットコネクタに、カテゴリ 5 以上のイーサネットケーブルを接続します。

GPIB

背面パネルに GPIB コネクタが搭載されている場合に GPIB を使用できます。背面パネルの GPIB コネクタにケーブルを接続します。

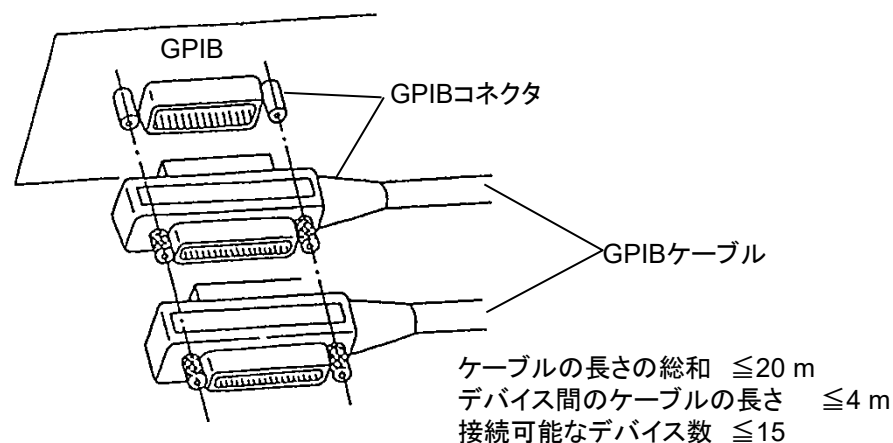


図 2.5-1 GPIB ケーブルの接続方法 1

ケーブルは、ループにならないように接続してください。

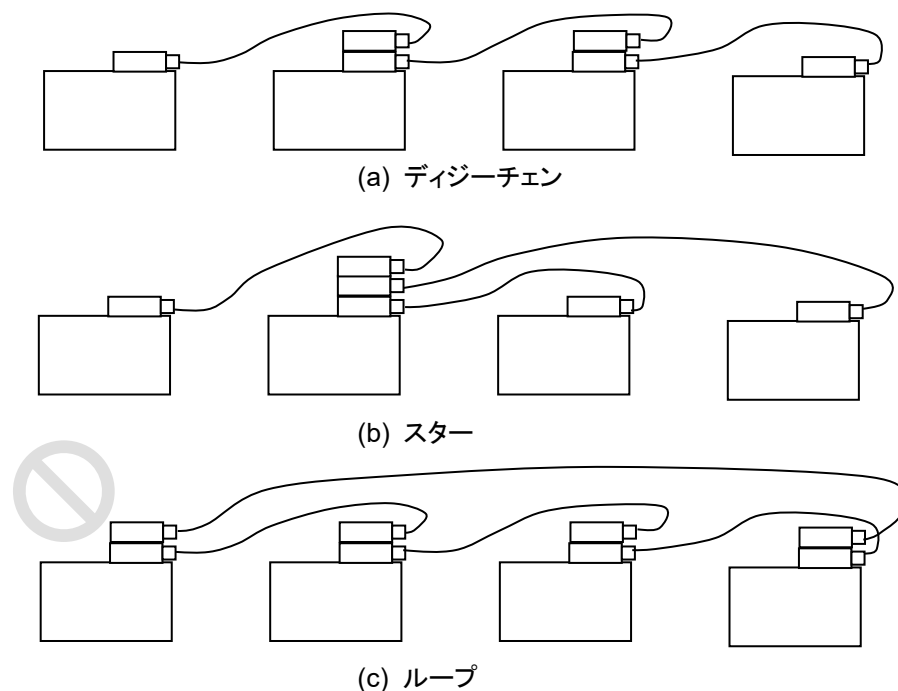
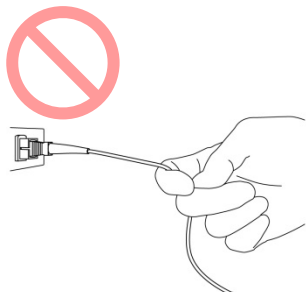


図 2.5-2 GPIB ケーブルの接続方法 2

2.6 光ファイバケーブルの取り扱い上の注意

光ファイバケーブルは適切に取り扱わないと、性能劣化や破損することがあります。

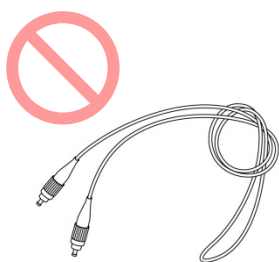
下記の点に注意して取り扱ってください。



注意

ケーブルを引っ張りながら、コネクタを外さないでください。

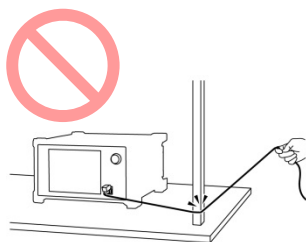
ケーブルを引っ張ると、ケーブル内部の光ファイバが破断します。
また、ケーブルの外皮が光コネクタから外れることがあります。



注意

光ファイバケーブルを強く曲げたり、折ったり、挟んだりしないでください。

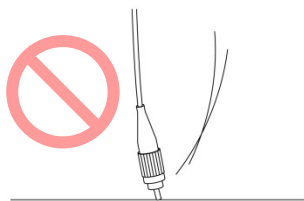
ケーブル内部の光ファイバが破断します。
光ファイバケーブルの曲げ半径は 30 mm 以上にしてください。これよりも曲げ半径を小さくすると、光ファイバケーブルの損失が増加します。



注意

光ファイバケーブルを強く引っ張ったり、ねじったり、ケーブルを使って物をつり下げたりしないでください。

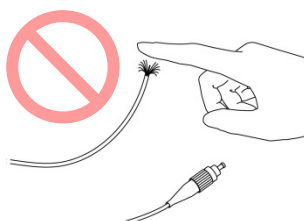
ケーブル内部の光ファイバが破断します。



⚠ 注意

ファイバケーブルのコネクタを落としたりしての光コネクタ端面を床や机などにぶつけないでください。

光コネクタ端面に傷が付いて接続損失が増加します。



⚠ 警告

光ファイバケーブルが破断したときは切断面に触れないでください。

光ファイバが皮膚に刺さり、けがをします。

⚠ 注意

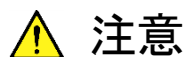
光コネクタを分解しないでください。

部品が破損することや、性能が劣化することがあります。

2.7 同軸ケーブルの接続

MP2110A の同軸コネクタに、同軸ケーブルを接続します。「2.10 破損を防止するための注意事項」もあわせて参照してください。

2.7.1 同軸ケーブルの接続に関する注意



注意

MP2110A の入力コネクタに信号を接続する際には、必ず定格電圧範囲内の信号を使用してください。
範囲外の信号を使用した場合、故障するおそれがあります。

- 出力コネクタに接続する機器は、 $50\ \Omega$ /GND 終端を使用してください。
- MP2110A の同軸コネクタに適合する同軸ケーブルを使用してください。
MP2110A の同軸コネクタは SMA コネクタ、または K コネクタです。
コネクタが適合しない同軸ケーブルを接続すると、同軸コネクタを破損するおそれがあります。
- 同軸コネクタは適正なトルク ($0.9\ \text{Nm}$) で締め付けてください。
同軸コネクタを締め付けすぎると、コネクタが外れなくなったりコネクタを破損したりするおそれがあります。
同軸コネクタの締め付けが十分でないと、正しく測定できないことがあります。
- MP2110A や他の機器を操作するときに、同軸ケーブルがひっかからないように配置してください。同軸ケーブルをひっかけると、MP2110A が転倒、または落下することがあります。
- 測定する信号に対して、損失が十分に低い同軸ケーブルを使用してください。
ケーブルの損失が大きいと正しく測定できないことがあります。
- インピーダンスが $50\ \Omega$ の同軸ケーブルを使用してください。
ケーブルのインピーダンスが異なると、正しく測定できないことがあります。
- 使用しない同軸コネクタには、添付の同軸終端器またはオープンを着けてください。

2.7.2 同軸ケーブルの静電気放電方法

同軸ケーブルに静電気 (ESD) が帯電している場合、MP2110A にそのケーブルを接続すると MP2110A が故障する可能性があります。

静電気 (ESD) による機器故障を防ぐため、コネクタを接続する前に MP2110A の応用部品の ESD 放電治具を使って同軸ケーブルの静電気を放電してください。
なお、本治具は SMA コネクタ、K コネクタ、V コネクタ、およびその勘合互換品に使用できます。

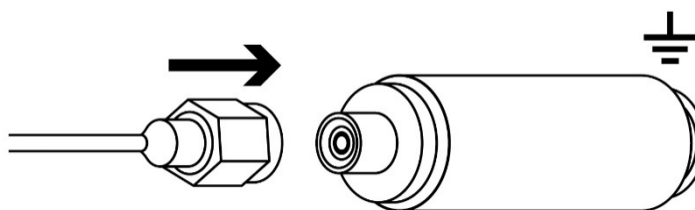


図 2.7.2-1 静電気 (ESD) 放電治具の使用方法

2.8 電源の投入と切断

2.8.1 電源を投入する

1. 電源を投入する前に、外部モニタ、キーボード、およびマウスを MP2110A に接続します。「2.4 周辺機器の接続」を参照してください。
2. 外部モニタの電源を入れます。
3. 「2.3 電源の接続」の説明に従って電源を接続します。
MP2110A はスタンバイ状態になり、Standby が橙色に点灯します。
4. 電源スイッチを押します。電源スイッチが緑色に点灯します。
Windows が起動した後に、初期画面が表示されます。
5. 30 秒ほど経過すると、アプリケーションウィンドウが表示されます。アプリケーションウィンドウが表示されない場合は、「2.9.3 外部モニタの設定」を参照してください。

2

使用になる前に



図 2.8.1-1 アプリケーションウィンドウ

注:

MP2110A は、AC 電源入力に連動して電源をオンにすることもできます。この動作を設定するには、Start Menu - Program - MX210000A - Power Configuration で表示されるダイアログボックスの [On follows AC power] を選択します。

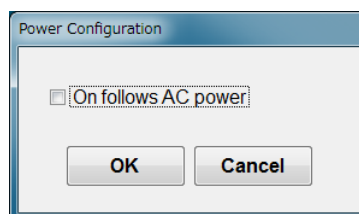


図 2.8.1-2 Power Configuration ダイアログボックス

2.8.2 電源を切断する

1. アプリケーションウィンドウの [System Menu] をクリックします。
2. [Exit] をクリックします。
3. [Yes] をクリックします。
4. 電源スイッチを押します。電源スイッチが緑色に点滅します。電源の切断処理が完了すると電源スイッチが消灯し、Standby が橙色に点灯します。

注:

- 電源スイッチが点灯しているときに電源プラグを外すと、データが正しく保存されないことがあります。正しく保存されなかったデータの種類のによっては、次に電源を投入したときに正常に起動しないおそれがあります。電源プラグは、電源を切断した後で外してください。
- 電源をシャットダウンして、Standby が橙色に点灯した直後に再度電源を投入すると、電源が正しく投入されないことがあります。シャットダウンして 5 秒以上待ってから、電源を投入ください。

2.9 コントロールパネルの設定

MP2110A は、工場出荷時に最適な測定が行われるように設定されています。Windows の設定を変更することは、動作保証の対象外となります。また、Windows の設定を変更した場合、性能の低下や機能が正常に動作しなくなる可能性があります。Windows の設定を変更するときは、必ず本章の注意事項を読んでください。

注意

初期出荷状態からの Windows の設定を変更した場合は、MP2110A の動作を保証しません。MP2110A は工場出荷時の状態での動作を保証しています。

Windows Update を含むプログラムの追加・更新を行った場合は、動作を保証しません。

レジストリを変更した場合、MP2110A が正常に動作しなくなるおそれがあります。

2

ご使用になる前に

2.9.1 Windowsデスクトップを表示する

Windows デスクトップを表示する方法は、以下のとおりです。

再び MP2110A のアプリケーションを表示するときは、Windows タスクバー上の [MX210000A] をクリックします。

マウスで操作する場合

- 1 アプリケーションウィンドウ左上の [System Menu] をクリックします。
2. [Minimize] をクリックします。

キーボードで操作する場合

Windows キー+「D」を押します。

すべてのウィンドウが最小化されて、Windows デスクトップが表示されます。

2.9.2 Control Panelの設定

Windows のコントロールパネルで時刻、外部ディスプレイ、および電源オプションを設定できます。表 2.9.2-1 以外の設定は変更しないでください。

表 2.9.2-1 Control Panel の説明

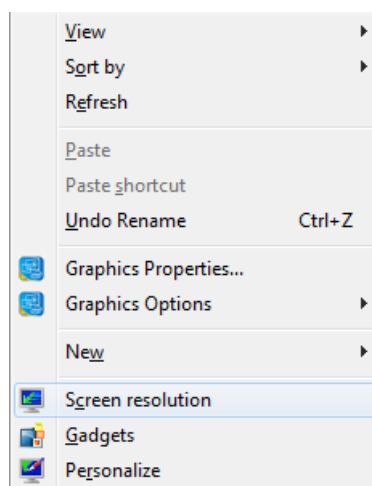
アイコン	説明
	<u>Date and Time</u> <ul style="list-style-type: none">日付、時間、タイムゾーンを変更できます。工場出荷時に Internet Time を Off に設定してあります。動作に影響するおそれがあるため、設定を変更しないでください。
	<u>Display</u> <u>Intel® HD Graphics</u> <ul style="list-style-type: none">Display Port または HDMI コネクタに外部モニタを接続して使用するときに、本設定を変更します。 詳細は、「2.9.3 外部モニタの設定」を参照してください。画面の解像度・リフレッシュレート・モニタの電源管理を変更、またはスクリーンセーバを有効にすると、正常に動作しなくなるおそれがあります。

2.9.3 外部モニタの設定

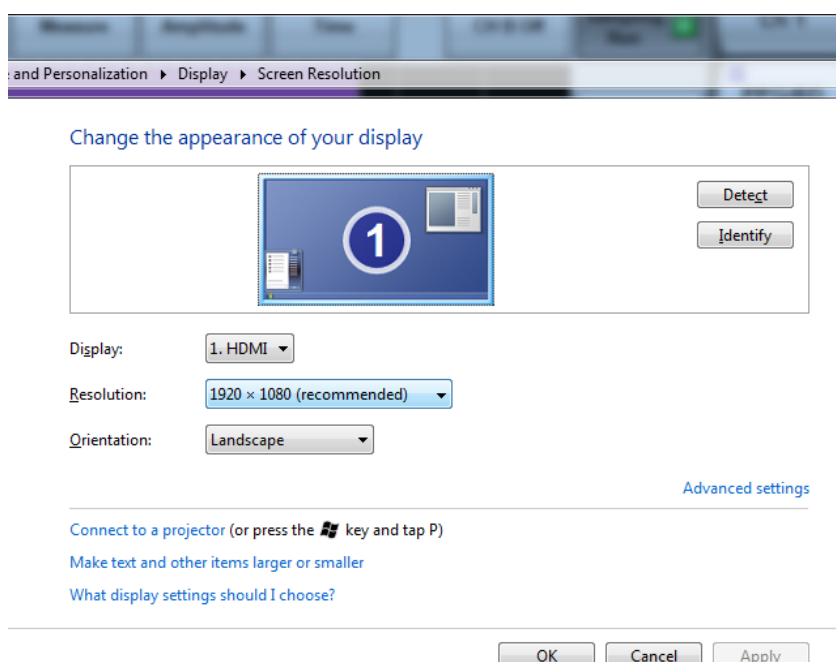
外部モニタの解像度は次の方法で変更できます。MP2110A の OS が Windows Embedded Standard 7 (WES7) 64 bit 版または Windows 10 IoT Enterprise 2019 LTSC (Win10) のどちらかによって、設定方法が異なります。

WES7 の場合：

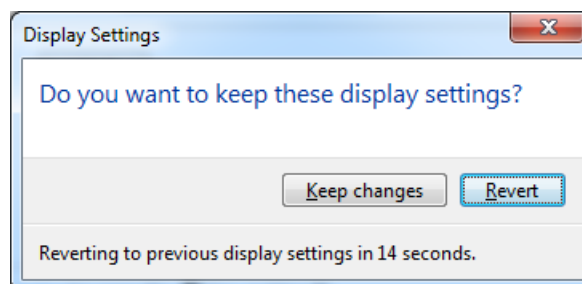
1. MP2110A の背面パネルにあるモニタ用コネクタに、モニタを接続します。
2. MP2110A とモニタの電源を投入します。
3. [System Menu] をクリックします。
4. [Minimize] をクリックします。
5. デスクトップで右クリックします。
6. [Screen resolution] をクリックします。



7. 外部モニタの Resolution を 1280 × 800 以上にします。
アプリケーションウィンドウを全画面で表示する場合は、Resolution を [1280 × 800] に設定します。



8. [OK] をクリックします。
9. デスクトップの変更を確認するダイアログボックスが表示されます。
[Keep changes] をクリックします。



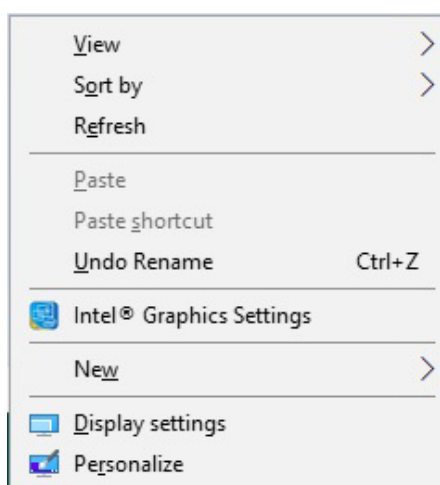
10. タスクバーの  をクリックします。
11. 外部モニタの Resolution を 1280 × 800 にした場合は、[System Menu]-[Dock/Undock] をクリックして、アプリケーションウィンドウを左上に固定します（「4.3.9 Dock/Undock」を参照）。

注:

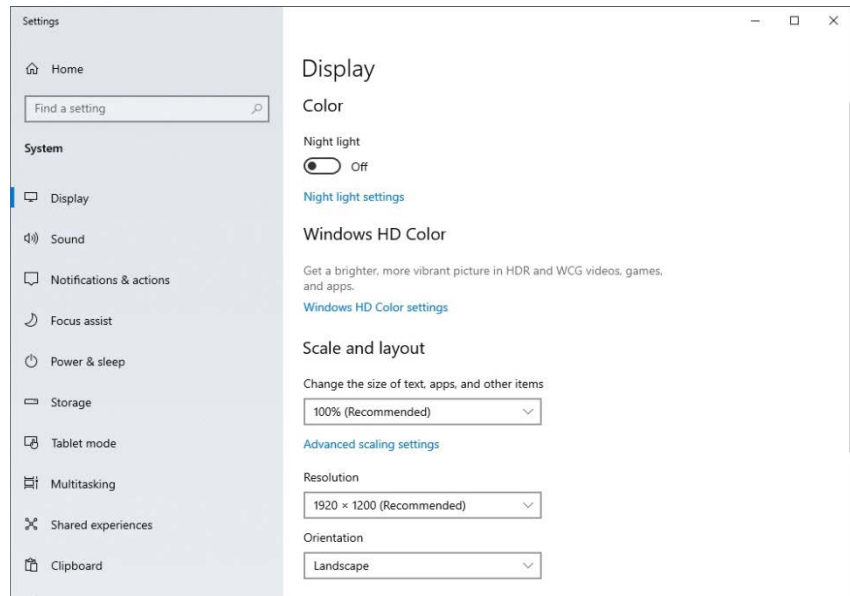
Control Panel - Display の設定を [Smaller - 100% (default)] 以外にしないでください。

Win10 の場合:

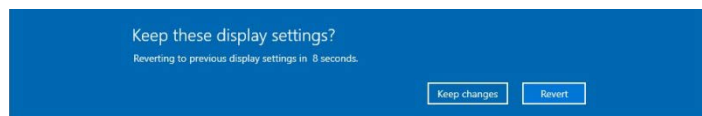
1. MP2110A の背面パネルにあるモニタ用コネクタに、モニタを接続します。
2. MP2110A とモニタの電源を投入します。
3. [System Menu] をクリックします。
4. [Minimize] をクリックします。
5. デスクトップで右クリックします。
6. [Display Settings] をクリックします。



- 外部モニタの Resolution を 1280 × 800 以上にします。
アプリケーションウィンドウを全画面で表示する場合は、Resolution を [1280 × 800] に設定します。



- デスクトップの変更を確認するダイアログボックスが表示されます。
[Keep changes] をクリックします。



- タスクバーの  をクリックします。
- 外部モニタの Resolution を 1280 × 800 にした場合は、[System Menu]-[Dock/Undock] をクリックして、アプリケーションウィンドウを左上に固定します（「4.3.9 Dock/Undock」を参照）。

注:

Control Panel - Display の設定を [100% (Recommended)] 以外にしないでください。

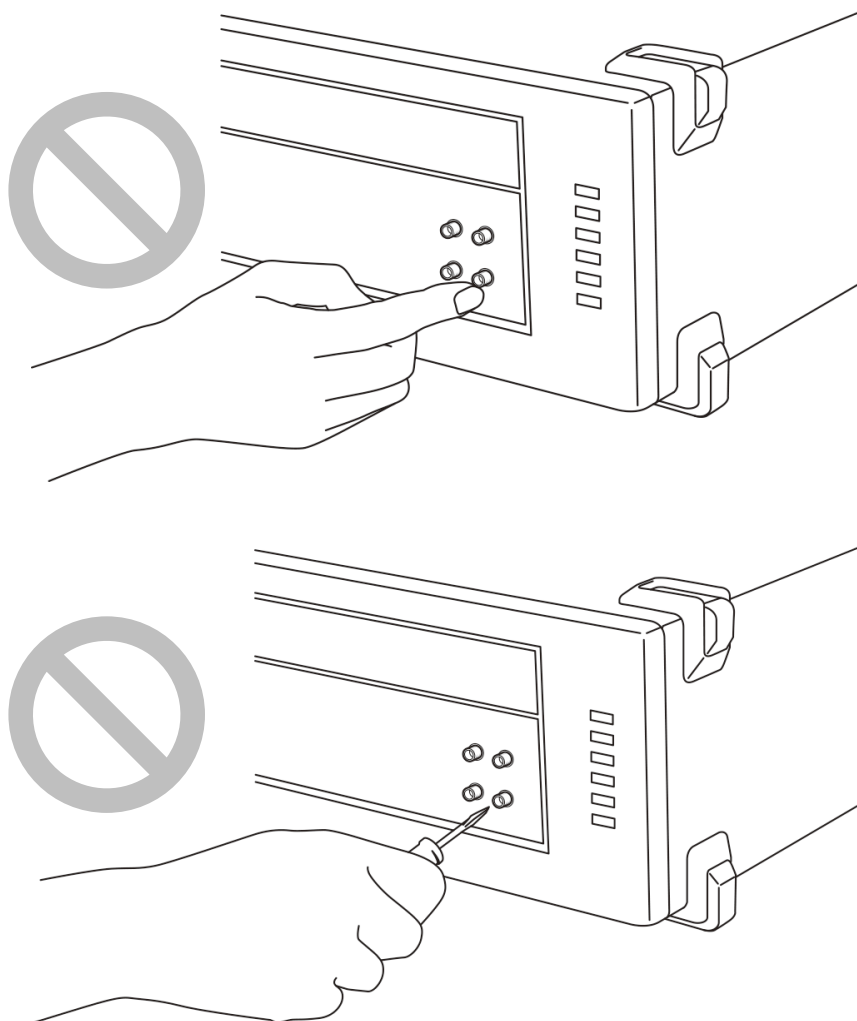
2.10 破損を防止するための注意事項

注意

- 必ず 3 芯電源コードを用いて MP2110A、および被測定物（実験回路を含む）の両方をアースに接続してください。双方がアースに接続されていることを確認してから、MP2110A および被測定物（実験回路を含む）を同軸ケーブルで接続してください。

MP2110A と被測定物がアースに接続されていない状態で、MP2110A と被測定物を接続すると、静電気により MP2110A の入力回路を破損するおそれがあります。

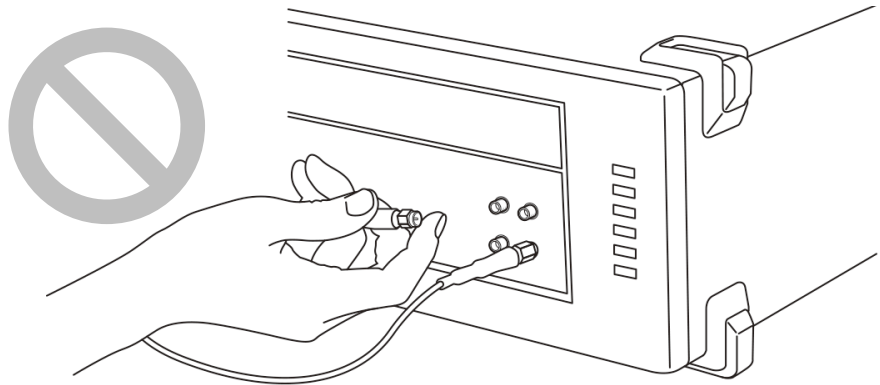
- コネクタの中心導体を触ったり、金属を接触させたりしないでください。MP2110A の入力回路を破損するおそれがあります。



⚠ 注意

MP2110A の入力コネクタに接続している同軸ケーブルの中心導体を触ったり、金属を接触させたりしないでください。

MP2110A の入力回路を破損するおそれがあります。



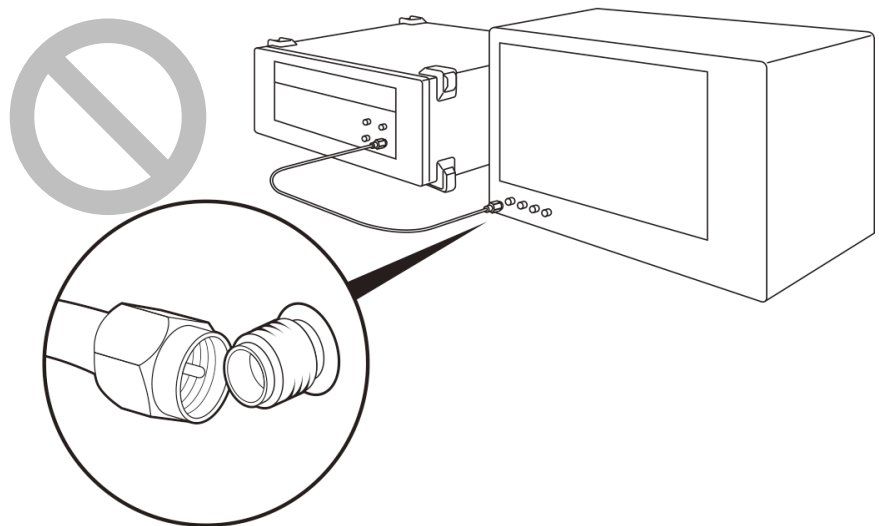
2

ご使用になる前に

⚠ 注意

同軸ケーブルをコネクタに接続するときに、中心導体を金属に接触させないでください。

MP2110A の入力回路を破損するおそれがあります。



2.10.1 静電気、過電圧に関する注意



- ・ MP2110A に信号を入力する場合は、定格を超える過大な電圧がかからないようにしてください。回路が破損するおそれがあります。
- ・ 出力コネクタに電流を流し込んだり、電気信号を加えたりすることは絶対にしないでください。
- ・ 静電気対策として、入出力コネクタを接続する前に接続されるほかの機器（実験回路も含む）のアース（フレームグラウンドなど）と MP2110A の機能接地端子間を、アース線で必ず接地してください。
アース線の長さはできるだけ短くしてください。
- ・ MP2110A の入力コネクタには、測定結果に影響がない範囲で保護用の減衰器を取り付けてください。帯域が 40 GHz 以上の減衰器を使用することを推奨します。
- ・ 同軸ケーブルの外導体と芯線は、コンデンサとして帯電することがあります。同軸ケーブルは、金属などを用いて外導体と芯線の電荷を放電してから使用してください。
- ・ MP2110A にはハイブリッド IC など重要な回路、部品が内蔵されています。これらの部品は静電気に非常に弱いので、MP2110A を開けて触るようなことは絶対にしないでください。
- ・ MP2110A を静電気破壊から守るため、作業机の上に導電マットを敷き、作業者はリストストラップを装着してください。
リストストラップの反対側は、導電マットまたは本体のアースジャックに接続してください。
- ・ MP2110A に接続する機器（実験回路も含む）の電源は、3 芯電源コードを用いて接続してください。
MP2110A に接続する機器の電源コードのアース線と MP2110A の電源コードのアース線は、共通のアースに接続してください。
- ・ MP2110A にほかの機器（実験回路も含む）を接続する場合は、先にほかの機器の電源をオンにして、その後にほかの機器と MP2110A を同軸ケーブルで接続してください。
また、ほかの機器と MP2110A の間に接続されている同軸ケーブルを外してから、ほかの機器の電源をオフにしてください。

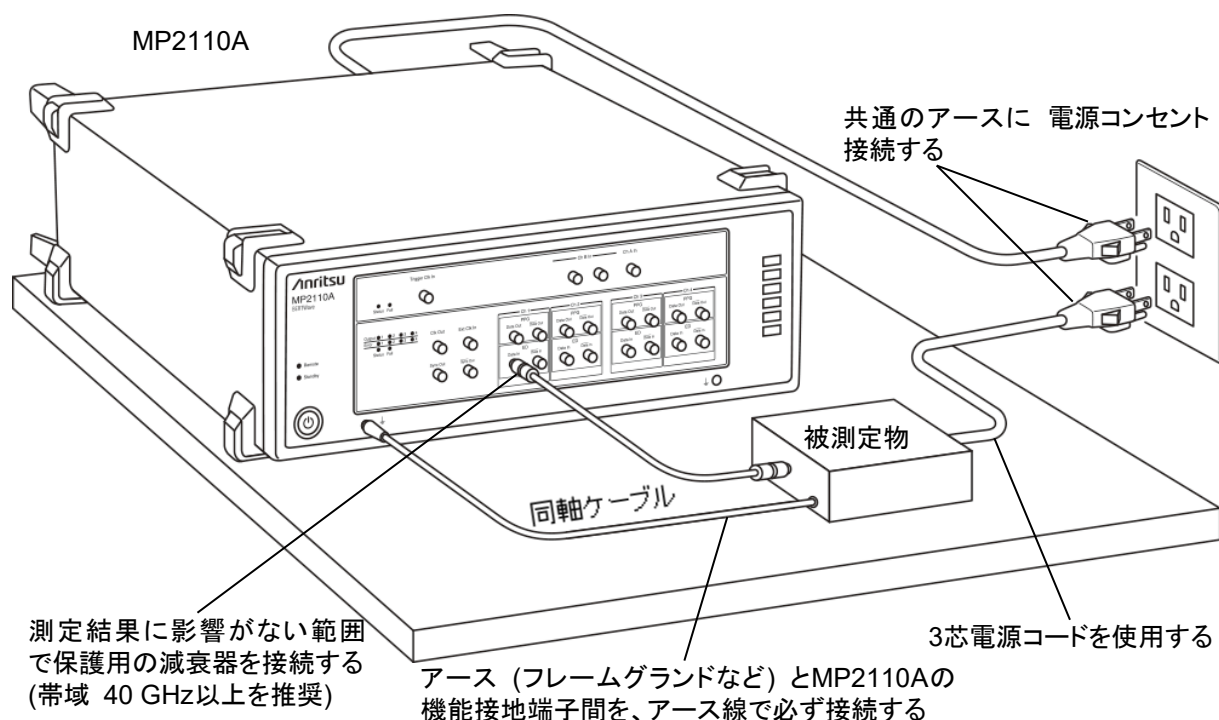


図 2.10.1-1 被測定物との接続例

MP2110A に被測定物を接続する前に、次の方法で MP2110A に過電圧がかからないことを確認してください。

テスタを使用したアースの接続チェック

1. 被測定物と MP2110A の機能接地端子間をアース線で接続します。
2. 被測定物と MP2110A の入出力コネクタを接続しない状態で被測定物と MP2110A に電源を供給します。
3. 被測定物のアースと MP2110A の機能接地端子間の電圧をテスタの AC モードで測定し、0 V を示すことを確認します。

手順 3 において測定結果が 0 V にならない場合、MP2110A と被測定物が共通のアースに接続されていない可能性があります。この状態で MP2110A の入出力コネクタと被測定物を接続すると、定格以上の電圧が発生して MP2110A が故障するおそれがあります。

MP2110A と接続している被測定物のアース線の取り付け位置を変更するなど、アース線の配線を見直して手順 3 の測定値が 0 V になるようにしてください。

注:

被測定物にアース線を取り付けできない場合は、以下の処置をして手順 3 の測定結果が 0 V になるようにしてください。

- ・ 測定器と被測定物の電源コードに、「2.3.2 電源コードを接続する」で示した 3 芯電源コードが使用されていることを確認してください。

3 芯電源コードを使用している場合は、次の対策をとってください。

- ・ 使用している電源コードのアース端子が断線していることが考えられますので、別の 3 芯電源コードに交換してください。
- ・ 測定器と被測定物の 3 芯電源ケーブルが使用していた電源コンセント内のアース端子がアースに接続していない可能性がありますので、別のコンセントに 3 芯電源コードを接続してください。

オシロスコープを使用した出力波形のチェック

1. 被測定物とオシロスコープを、インピーダンス 50 Ω のケーブルで接続します。
2. オシロスコープの入力インピーダンスの設定を 50 Ω に設定します。
3. 次の操作などを行い、オシロスコープで観測した波形に定格電圧*以上のサージ電圧が出ていないことを確認します。定格電圧*以上の電圧が発生していると、故障するおそれがあります。
 - ・ 被測定物の電源の投入/切断
 - ・ 被測定物のパルス出力
 - ・ 被測定物と測定器のケーブルの抜き差し

*: MP2110A の定格電圧は次の表のとおりです。

表 2.10.1-1 入力コネクタの定格電圧

コネクタ		定格電圧
ED	Data In、 $\overline{\text{Data}}$ In	1 Vp-p
Scope	Ch A、Ch B 電気チャネル	±2 V
	Trigger Clk In	2 Vp-p
	CRU In	1 Vp-p

2.10.2 バイアスティー使用時の注意

MP2110A の出力コネクタの外部に、バイアスティーなどを接続して、MP2110A の出力信号と直流電圧を合成する場合、直流電源の出力変動や負荷の変動によって、MP2110A の出力コネクタに信号が加わり、内部回路を破損させてしまうことがあります。

⚠ 注意

- ・ 直流電圧を加えた状態で、各部品の接続、取り外しを行わないでください。
- ・ 直流電源の出力 ON/OFF は、すべての部品の接続が完了したあとに行ってください。

2

使用になる前に

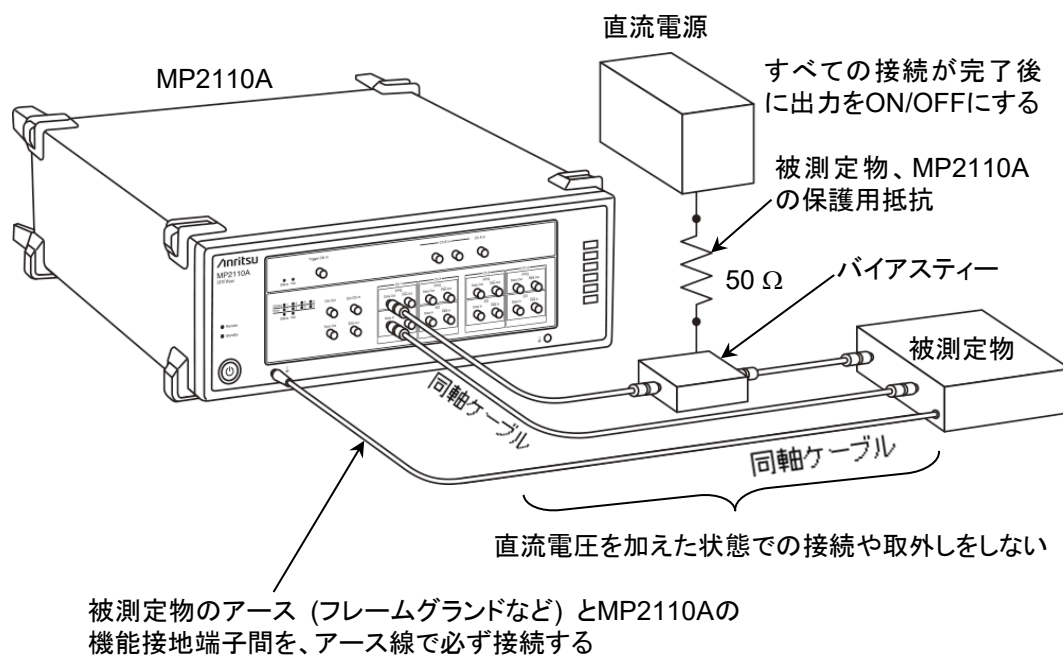


図 2.10.2-1 バイアスティーの接続例

<参考手順>

測定準備例 1:

1. MP2110A およびすべての部品を接続する。
2. 直流電源の出力をオンにする。
3. MP2110A の出力をオンにし、測定開始する。

測定準備例 2:

1. MP2110A の出力をオフにする。
2. 直流電源の出力をオフにする。
3. MP2110A および各部品の取り外し、または被測定物のつなぎ換えをする。

不慮の直流電圧変動や負荷変動時 (MP2110A 出力側でのオープンまたはショート、高周波プローブを使っている場合はその接触状態の変化など) でも、被測定物や MP2110A を破損させないために、バイアスティーの直流端子には、直列抵抗約 50 Ωを接続することを推奨します。

2.11 Windows のセキュリティ対策

MP2110A は Windows Embedded Standard 7 (WES7) 64 bit 版または Windows 10 IoT Enterprise 2019 LTSC (Win10) を使用しています。MP2110A をネットワークに接続する場合は、セキュリティおよびウイルス対策を施したネットワークで使用するに加えて、マルウェア（ウイルスなど悪意のあるソフトウェア）から保護するために以下のことを推奨します。

- ・ ファイアウォールを有効にする。
- ・ Windows の重要な更新プログラムをインストールする。
- ・ アンチウイルスソフトウェアを利用する。

MP2110A のセキュリティ対策の設定状態は、Windows の Control Panel で確認できます。

WES7 の場合：

1. [Start] → [Control Panel] をクリックします。
2. [System and Security] → [Action Center] をクリックします。
3. [Security] をクリックして、セキュリティ対策の設定状態を確認します。

Win10 の場合：

1. [Start] () → [Windows system] → [Control Panel] をクリックします。
2. View by: Category で [System and Security] → [Security and Maintenance] をクリックします。
3. [Security] をクリックして、セキュリティ対策の設定状態を確認します。

注：

工場出荷時にはセキュリティの警告は表示されない設定になっています。

注意

インターネットなど外部ネットワークを介した接続は、予測できない問題や損害を発生または被る可能性があります。MP2110A をネットワークに接続して発生したいかなる損害についても、当社は補償いたしません。

2.11.1 ファイアウォールを有効にする

Windows ファイアウォールを On にして使用することを推奨します。

WES7 の場合:

Windows ファイアウォールの On/Off 設定 (WES7)

1. [Start] → [Control Panel] をクリックします。
2. [System and Security] → [Windows Firewall] をクリックすると、Windows Firewall 画面が表示されます。

注:

出荷時期により、工場出荷時の Windows ファイアウォールの設定が Off になっている場合があります。

3. Windows Firewall 画面左側の [Turn Windows Firewall on or off] をクリックします。

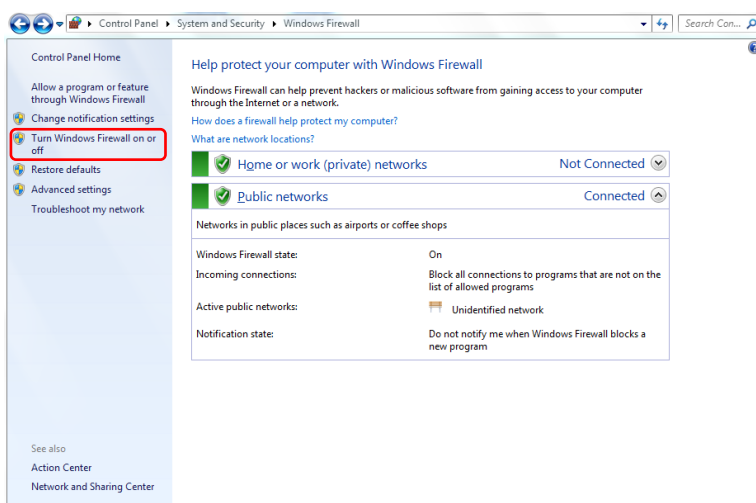


図 2.11.1-1 Windows Firewall 画面

4. Customize Settings 画面が開き、Windows ファイアウォールの On/Off 設定を変更することができます。

下記のチェックボックスは Off (チェックしない) で使用してください。

- [Block all incoming firewall connections, including those in the list of allowed programs]
- [Notify me when Windows Firewall blocks a new program]

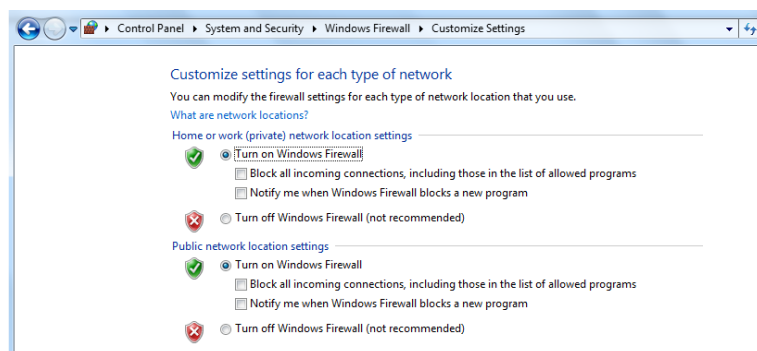


図 2.11.1-2 Customize Settings 画面

Windows ファイアウォールの例外設定 (WES7)

Windows ファイアウォールが On でも MP2110A が正常に動作するためには、MP2110A と外部との通信を許可するアプリケーションやポートを例外として設定する必要があります。

注:

出荷時期により、工場出荷時にあらかじめ例外のプログラムが設定されていない場合があります。

1. Windows Firewall 画面左側の [Allow a program or feature through Windows Firewall] をクリックします。

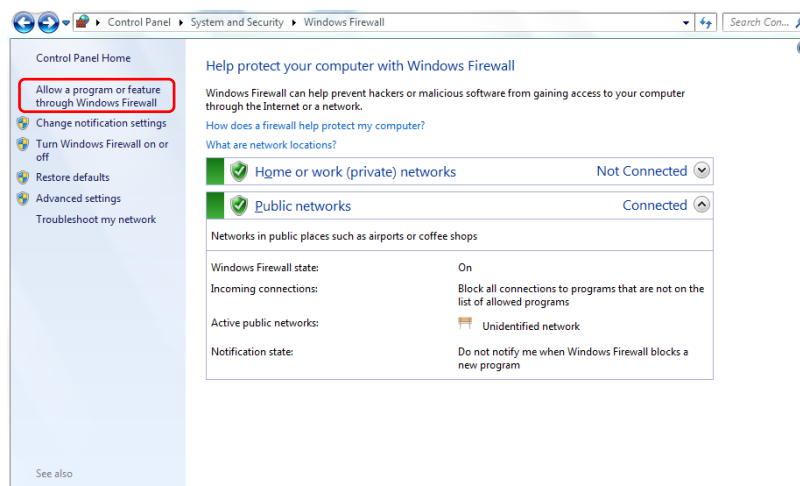


図 2.11.1-3 Windows Firewall 画面

2. Allowed Programs 画面が表示されます。Windows ファイアウォールを通すプログラムを確認できます。

Allowed programs and features に [MX210000A] があり On (チェックされている) となっていることを確認します。

情報が表示されない場合は [MX210000A] を追加する必要があります。

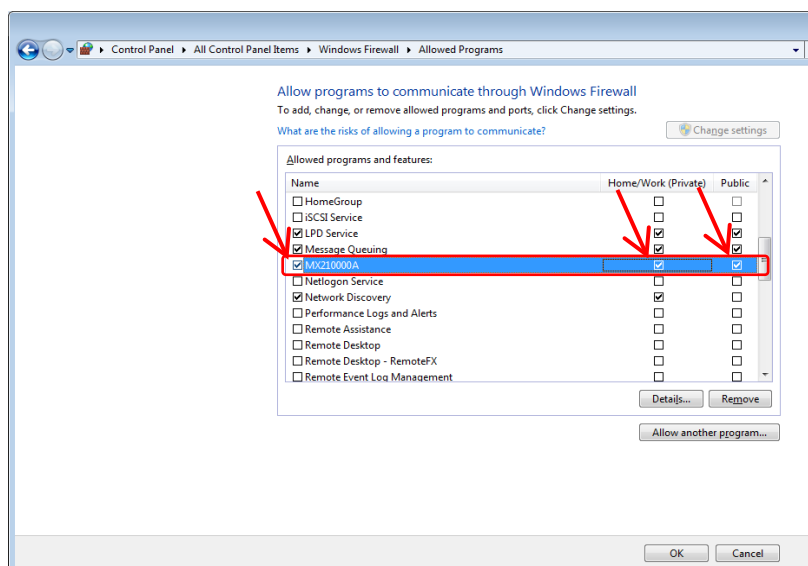


図 2.11.1-4 Allowed Programs 画面

[MX210000A] が登録されていない場合の追加手順 (WES7)

1. Allowed Programs 画面の [Allow another program] をクリックします。

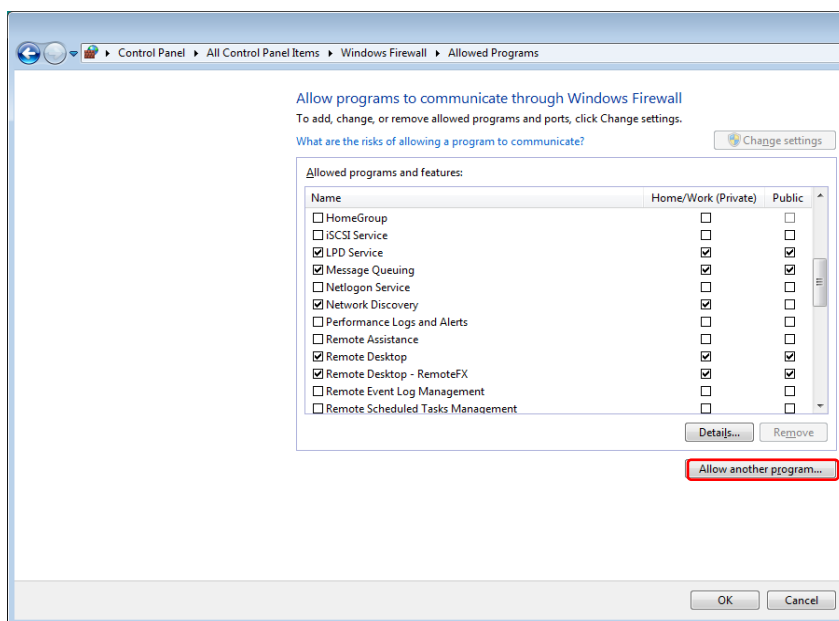


図 2.11.1-5 Allowed Programs 画面

2. Add a Program 画面で [MX210000A] を選択して [Add] をクリックします。

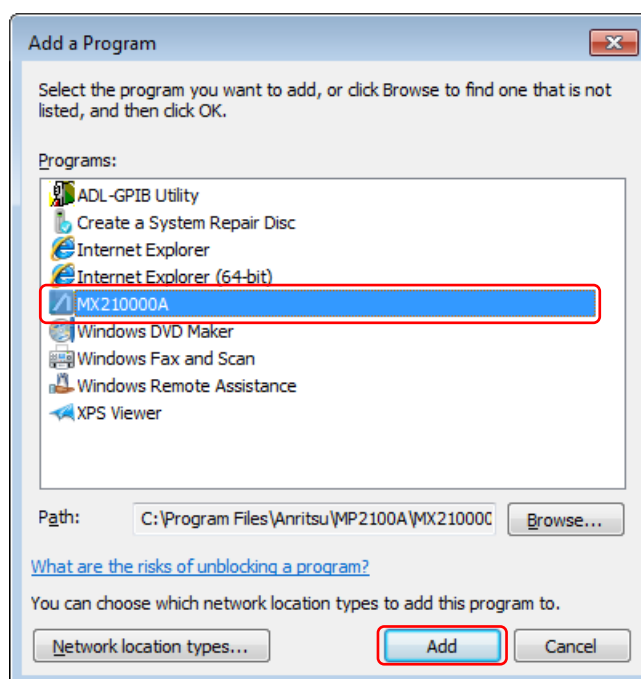


図 2.11.1-6 Add a Program 画面

2

ご使用になる前に

3. Allowed programs and features に [MX210000A] が追加されます。
[MX210000A] が On (チェックされている) となっていることを確認します。

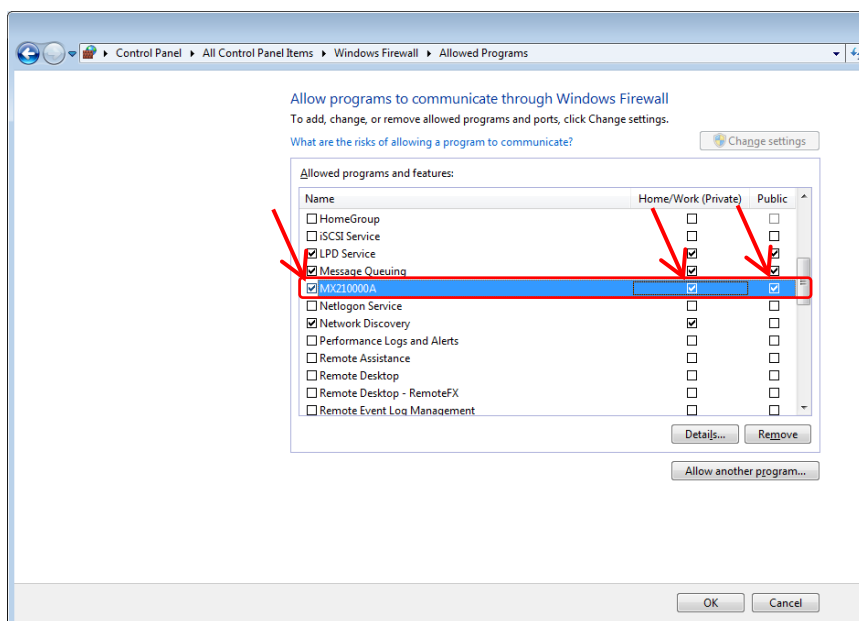


図 2.11.1-7 Allowed Programs 画面

Win10 の場合

Windows ファイアウォールの On/Off 設定 (Win10)

1. [Start] (田) → [Windows system] → [Control Panel] をクリックします。
2. View by: Category で [System and Security] → [Windows Defender Firewall] をクリックすると、Windows Defender Firewall 画面が表示されます。

注:

工場出荷時の Windows ファイアウォールの設定は On になっています。

3. Windows Defender Firewall 画面左側の [Turn Windows Defender Firewall on or off] をクリックします。

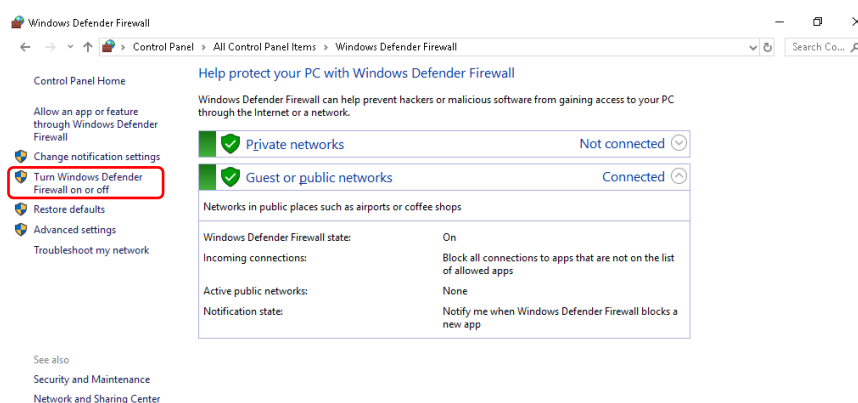


図 2.11.1-8 Windows Defender Firewall 画面

4. Customize Settings 画面が開き、Windows ファイアウォールの On/Off 設定を変更することができます。

下記のチェックボックスは Off (チェックしない) で使用してください。

- [Block all incoming connections, including those in the list of allowed apps]
- [Notify me when Windows Firewall blocks a new app]

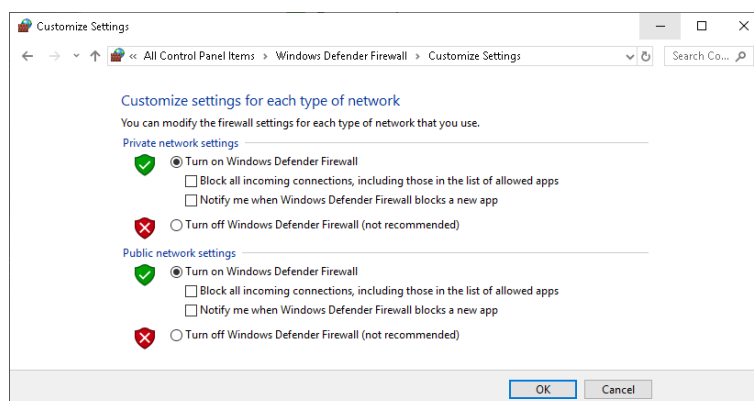


図 2.11.1-9 Customize Settings 画面

Windows ファイアウォールの例外プログラムの確認と設定 (Win10)

Windows ファイアウォールが On でも MP2110A が正常に動作するためには、MP2110A と外部との通信を許可するアプリケーションやポートを例外として設定する必要があります。

1. Windows Defender Firewall 画面左側の [Allow an app or feature through Windows Defender Firewall] をクリックします。

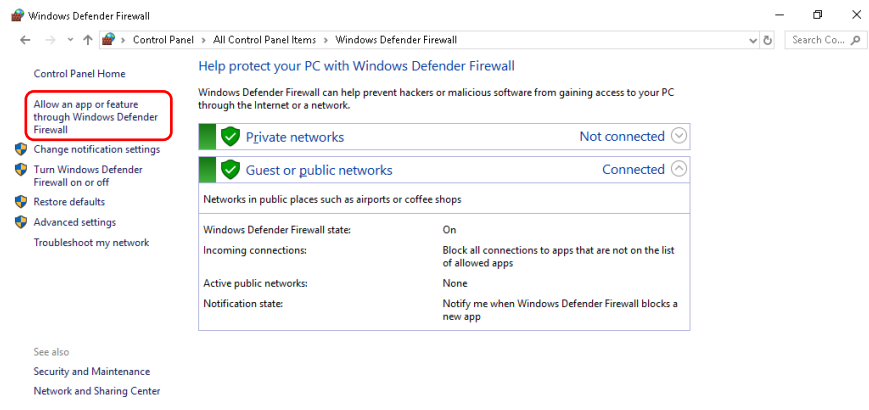


図 2.11.1-10 Windows Defender Firewall 画面

2. Allowed apps 画面が表示されます。Windows ファイアウォールを通すプログラムを確認できます。

[Allowed apps and features] に [MX210000A Main Application] があり On (チェックされている) となっていることを確認します。

情報が表示されない場合は [MX210000A Main Application] を追加する必要があります。

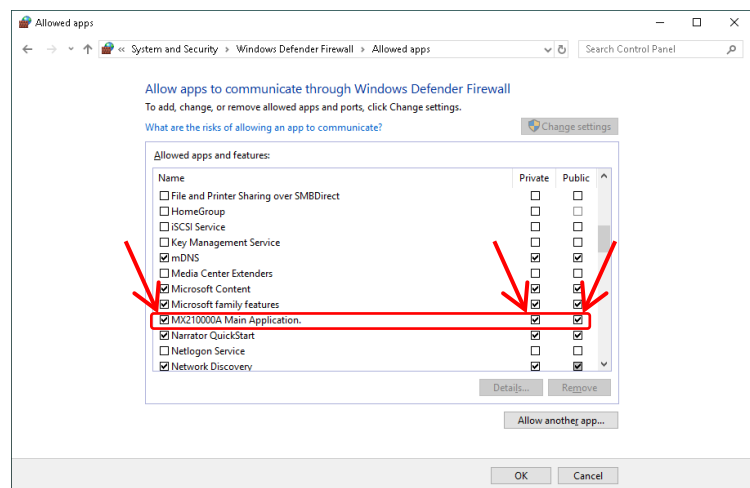


図 2.11.1-11 Allowed apps 画面

[MX210000A Main Application] が登録されていない場合の追加手順 (Win10)

1. Allowed apps 画面の [Allow another apps] をクリックします。

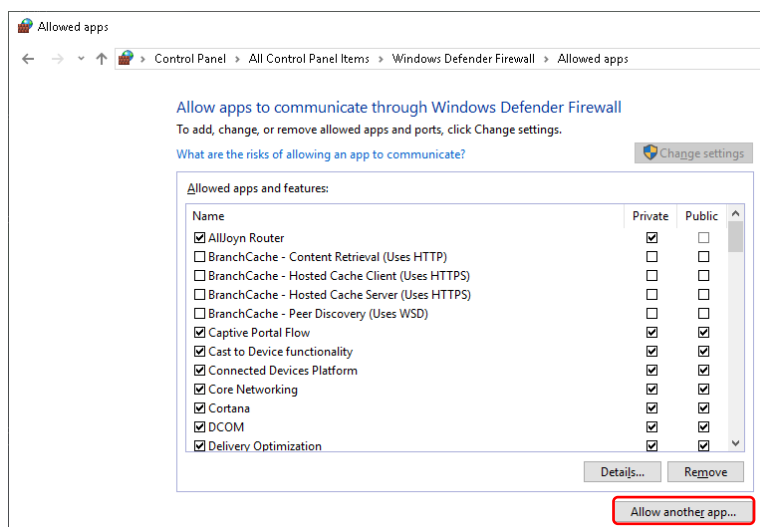


図 2.11.1-12 Allowed apps 画面

2. Add an app 画面が表示されます。[Browse] をクリックします。

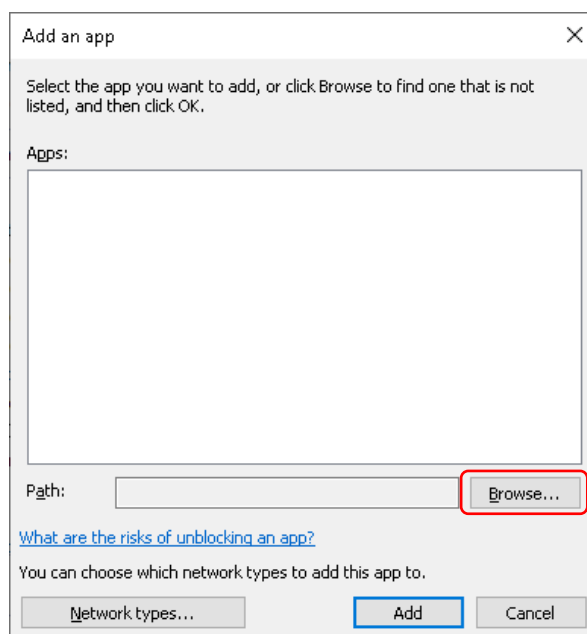


図 2.11.1-13 Add an app 画面

2

使用になる前に

3. Add an apps の Browse 画面が表示されます。

C:\Program Files\Anritsu\MP2100A\MX210000A\MainApp.exe を選択して [Open] をクリックします。

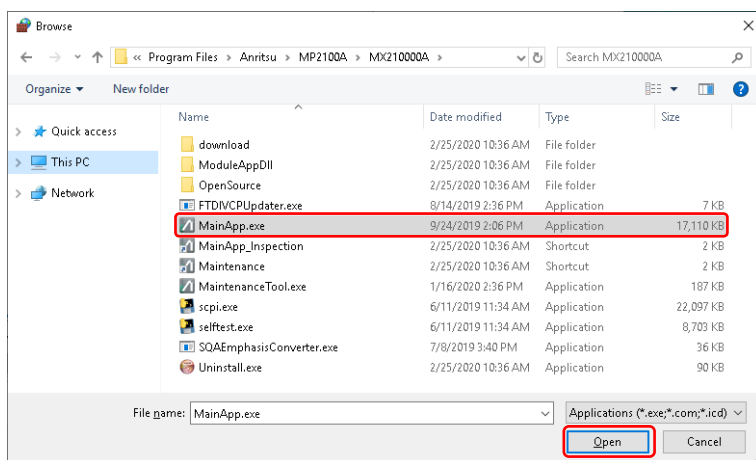


図 2.11.1-14 Add an app の Browse 画面

4. Add an app 画面で [MX210000A Main Application] を選択して [Add] をクリックします。

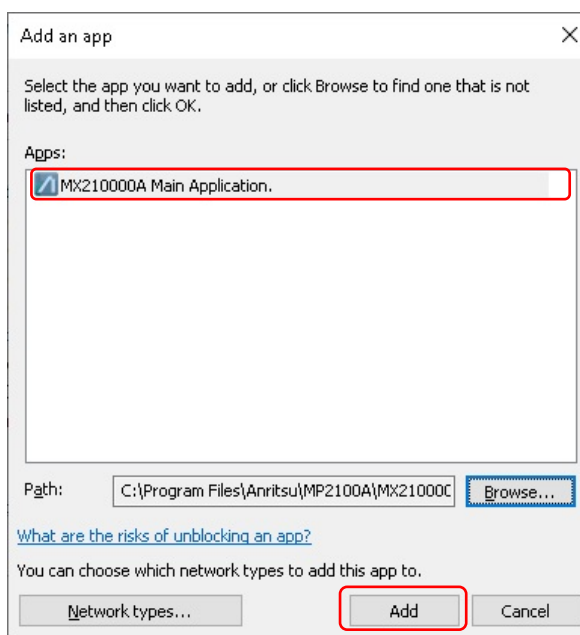


図 2.11.1-15 Add an app 画面

5. [Allowed apps and features] に [MX210000A Main Application] が追加されます。[MX210000A Main Application] が On (チェックされている) となっていることを確認します。

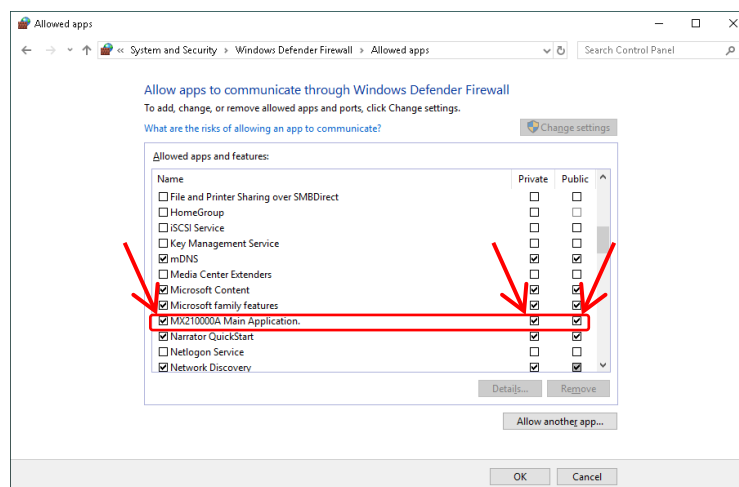


図 2.11.1-16 Allowed apps 画面

2

使用になる前に

2.11.2 Windowsの重要な更新プログラムをインストールする (Windows Update)

Windows の重要な更新プログラムを定期的にチェックし、最新の状態に保つ必要があります。ただし、更新プログラムのダウンロードとインストールが実行されると、MP2110A の性能を低下させるおそれがありますので、Windows Update の自動更新を無効にしてください。MP2110A を使用しない時間帯に、定期的に手動で新たな更新プログラムのチェック、ダウンロード、およびインストールを実行することを推奨します。

Windows Update の設定および実行

Windows 7 の場合：

1. [Start] → [Control Panel] をクリックします。
2. [System and Security] → [Windows Update] をクリックすると、Windows Update 画面が表示されます。
3. 自動更新を無効にするには、画面左側の [Change settings] をクリックします。

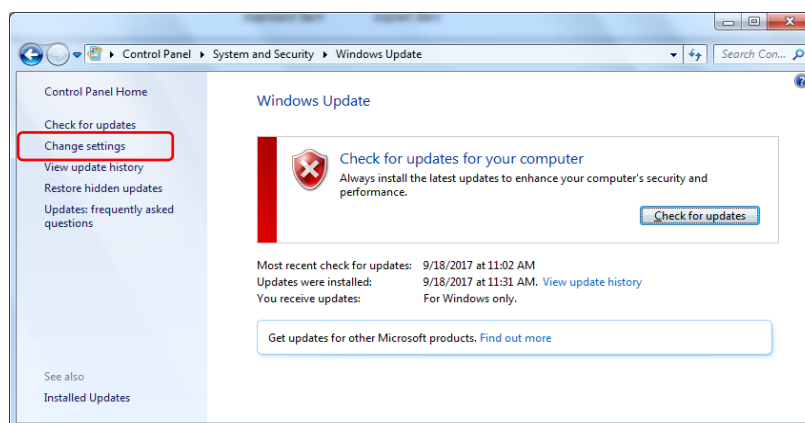


図 2.11.2-1 Windows Update 画面

4. Important updates で [Never check for updates(not recommended)] を選択し、[OK] をクリックします。

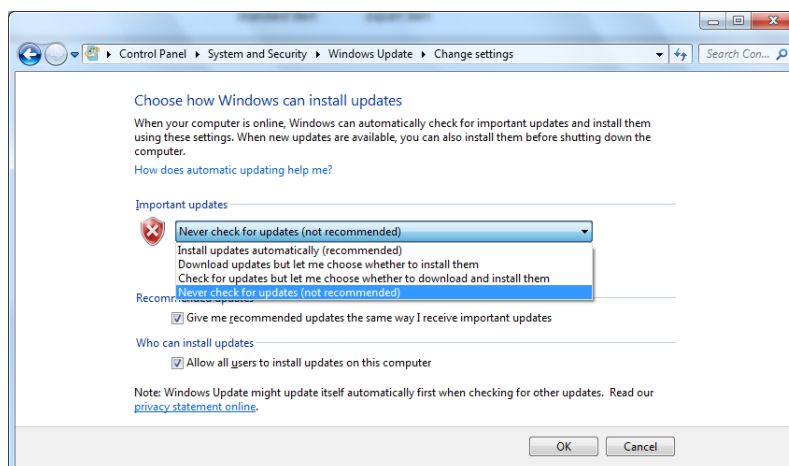


図 2.11.2-2 Change settings 画面

5. 新たな更新プログラムの有無を確認（手動更新）するには、Windows Update 画面の [Check for updates] をクリックします。

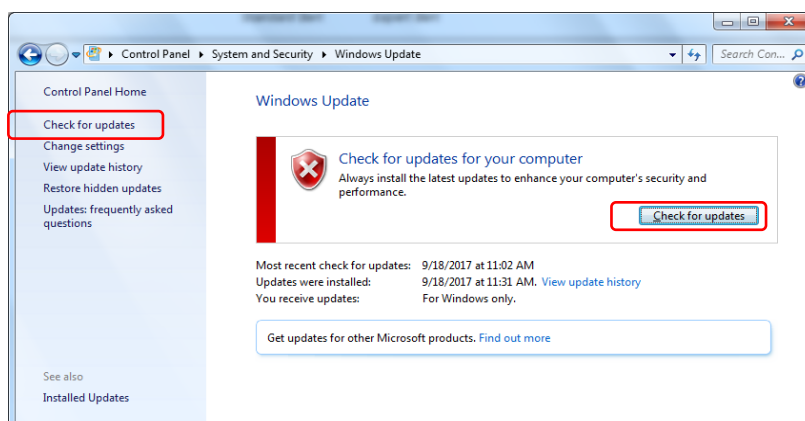


図 2.11.2-3 Windows Update 画面（手動更新）

6. 新しい更新プログラムが見つかった場合は、画面の指示に従ってダウンロードとインストールを実行してください。

Windows 10 の場合：

1. [Start] (スタートボタン) → [Settings] (設定) をクリックします。
2. [Update and Security] をクリックすると、Windows Update 画面が表示されます。
3. 自動更新を無効にするには、Windows Update 画面左側の [Windows Update] を選択し、[Advanced options] をクリックします。

2

ご使用になる前に

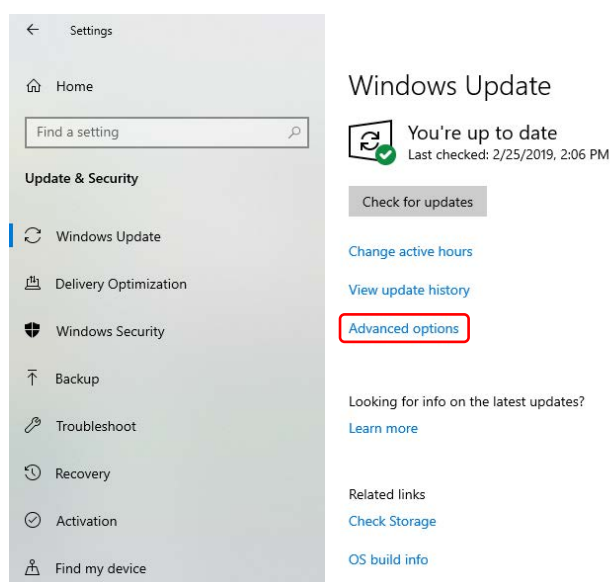


図 2.11.2-4 Windows Update 画面

4. Advanced options 画面で、[Automatically download updates, even over metered data connections (charges may apply)] が Off となっていることを確認します。

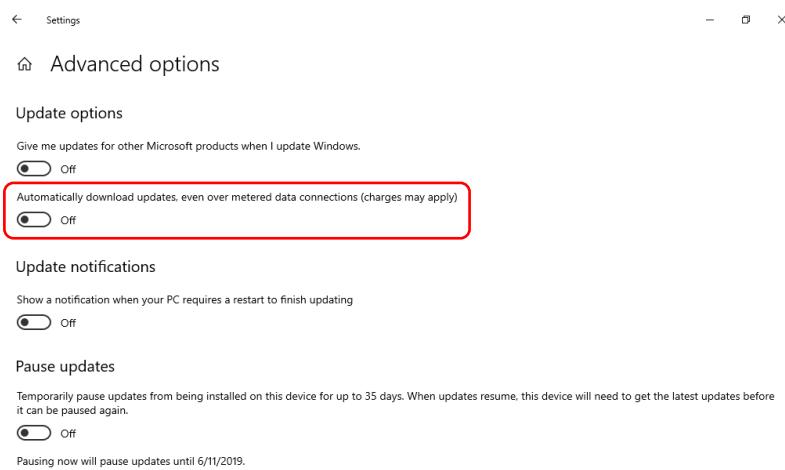


図 2.11.2-5 Advanced options 画面

5. 新たな更新プログラムの有無を確認（手動更新）するには、Windows Update 画面の [Check for updates] をクリックします。

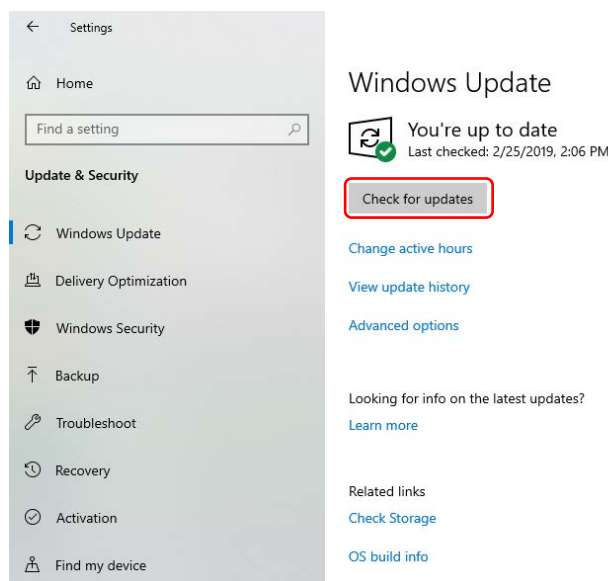


図 2.11.2-6 Windows Update 画面（手動更新）

6. 新しい更新プログラムが見つかった場合は、画面の指示に従ってダウンロードとインストールを実行します。

2.11.3 アンチウイルスソフトウェアを利用する

アンチウイルスソフトウェアを MP2110A にインストールすることを推奨します。ただし、アンチウイルスソフトウェアのウイルス定義データの自動更新や、フルスキャンのバックグラウンド実行は、MP2110A の性能を低下させるおそれがありますので使用しないでください。MP2110A を使用しない時間帯に定期的に行うことを推奨します。

MP2110A で動作確認を行ったアンチウイルスソフトウェアを以下に示します。

- ・トレンドマイクロ ウイルスバスター コーポレートエディション XG

注:

- ・ インストール方法、使用方法是ソフトウェアの操作方法を参照してください。MP2110A では一般的な使用方法において上記ソフトウェアによる MP2110A 機能への悪影響がないことを確認していますが、上記ソフトウェアおよび同様の機能を持つソフトウェアのすべての機能の動作を保証するものではありません。
- ・ Windows 10 の標準のウイルス対策である Windows Defender は、製品の出荷時に無効に設定されています。

この章では MP2110A と被測定物との接続方法および測定手順の例を説明します。

受信感度測定のように、被測定物に入力させる光レベルを変化させるときは、可変光減衰器などの他の測定器を接続します。

MP2110A-x30、x39、x40、または x49 を使用する場合は、説明文中のコネクタ名を次のとおり読み替えてください。

Ch A In → A

Ch B In → B

3.1	ビット誤り率を測定する	3-2
3.2	波形を観測する	3-4
3.3	多チャンネル光モジュールのビット誤り率を測定する	3-10

3.1 ビット誤り率を測定する

被測定物の入出力が電気信号の場合

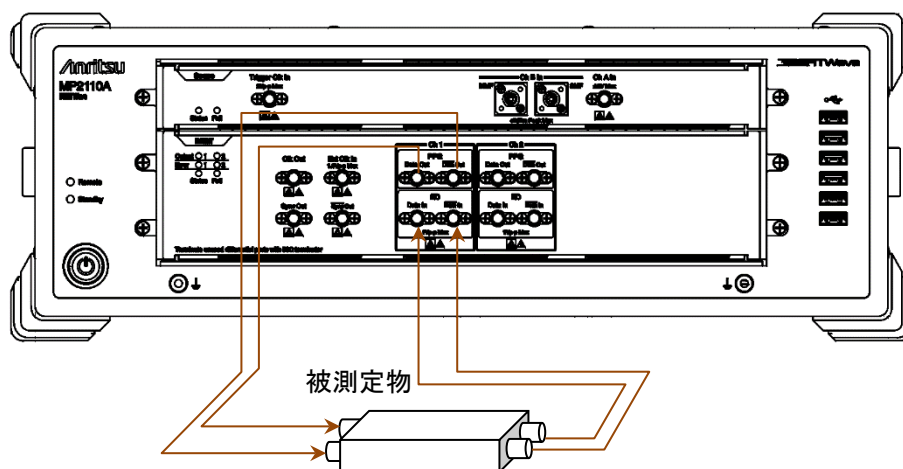


図 3.1-1 入出力が電気信号の被測定物の接続

1. 被測定物の入力コネクタと PPG1 の **Data Out**、**Data Out** を同軸ケーブルで接続します。
被測定物の入力コネクタが 1 つだけのときは、PPG1 の **Data Out** に接続します。**Data Out** には、MP2110A に添付されている同軸終端器を接続してください。
2. 被測定物の出力コネクタと ED1 の **Data In**、**Data In** を同軸ケーブルで接続します。
被測定物の出力コネクタが 1 つだけのときは、ED1 の **Data In** に接続します。**Data In** には、MP2110A に添付されているオープンを接続してください。

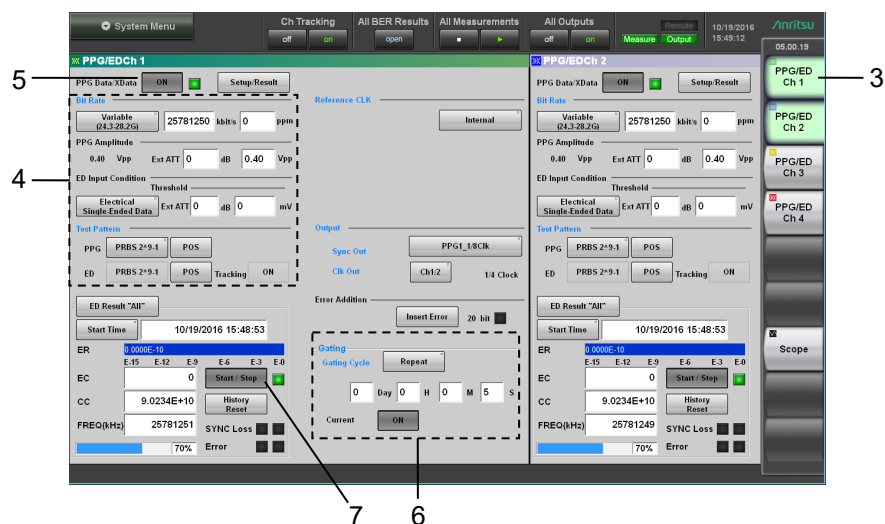


図 3.1-2 ビット誤り率測定で操作する部分

3. アプリケーションウィンドウの [PPG/ED Ch1] をクリックします。

4. Bit Rate、PPG Amplitude、ED Input Condition、および Test Pattern を設定します。詳しい操作方法は「第 5 章 BERT の操作方法」を参照してください。
5. PPG Data XData のボタンをクリックして、表示を [ON] にします。次の項目を確認します。
 - BERT パネルの Output ランプ 1 が点灯している（図 2.2.1-3 参照）。
 - アプリケーションウィンドウの SYNC Loss および Error が点灯していない。
6. Gating を設定します。
7. [Start/Stop] をクリックします。Gating で設定した時間が経過すると、ER、EC、CC、および FREQ (kHz) に測定値が表示されます。

3.2 波形を観測する

被測定物の入出力が電気信号の場合

内蔵のパルスパターン発生器の出力信号を被測定物に入力し、被測定物の出力波形をサンプリングオシロスコープで観測します。

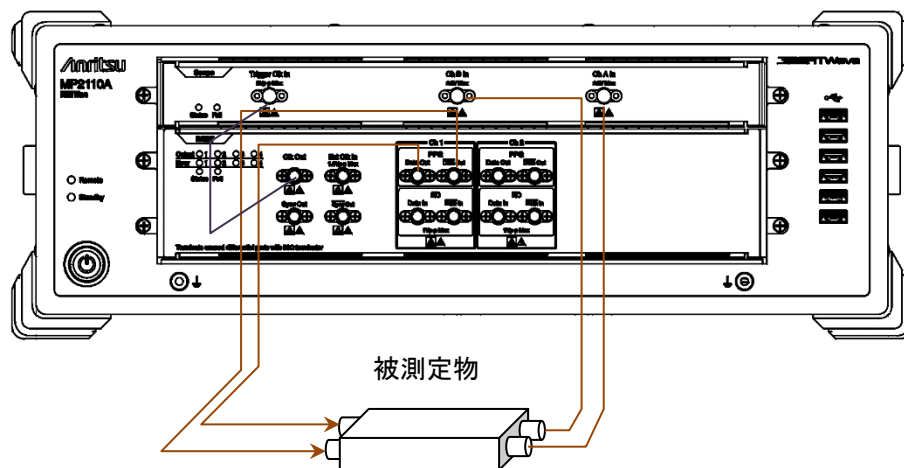


図 3.2-1 被測定物の入出力が電気信号の場合 (MP2110A-x12、x21)

1. 被測定物の入力コネクタと PPG1 の **Data Out**、**Data Out** を同軸ケーブルで接続します。
被測定物の入力コネクタが 1 つだけのときは、PPG1 の **Data Out** に接続します。**Data Out** には、MP2110A に添付されている同軸終端器を接続してください。
2. BERT の **Clk Out** (または **Sync Out**) と Scope の **Trigger Clk In** を、同軸ケーブルで接続します。
Sync Out を接続した場合は、**Sync Out** には、MP2110A に添付されている同軸終端器を接続してください。
3. 被測定物の出力コネクタとサンプリングオシロスコープの **Ch A In**、**Ch B In** を同軸ケーブルで接続します。
入力信号の振幅が 400 mVp-p を超える場合は、より正確に測定するために **Ch A In**、**Ch B In** に減衰器を接続してください。

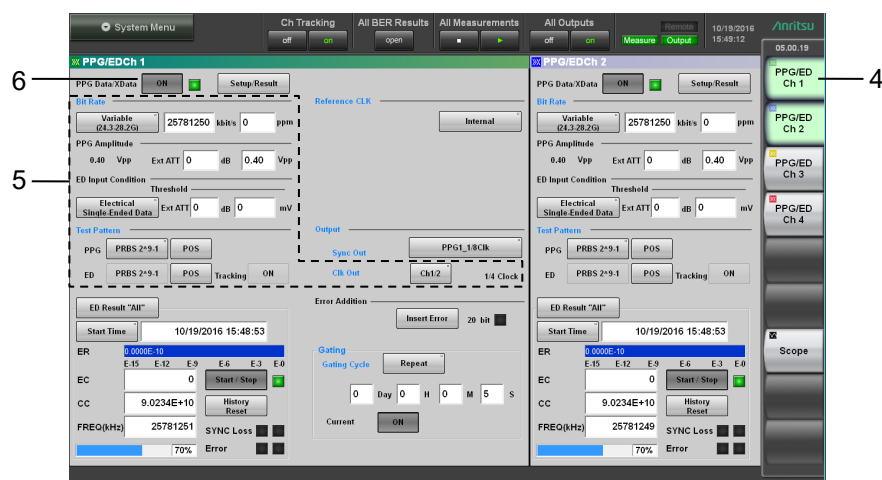


図 3.2-2 PPG で操作する部分

4. アプリケーションウィンドウの [PPG/ED Ch1] をクリックします。
5. Clk Out、Bit Rate、PPG Amplitude、および Test Pattern を設定します。詳しい操作方法は「第 5 章 BERT の操作方法」を参照してください。
6. PPG Data XData のボタンをクリックして、表示を [ON] にします。次の項目を確認します。
 - ・ BERT パネルの Output ランプ 1 が点灯している (図 2.2.1-3 参照)。
 - ・ アプリケーションウィンドウの SYNC Loss および Error が点灯していない。

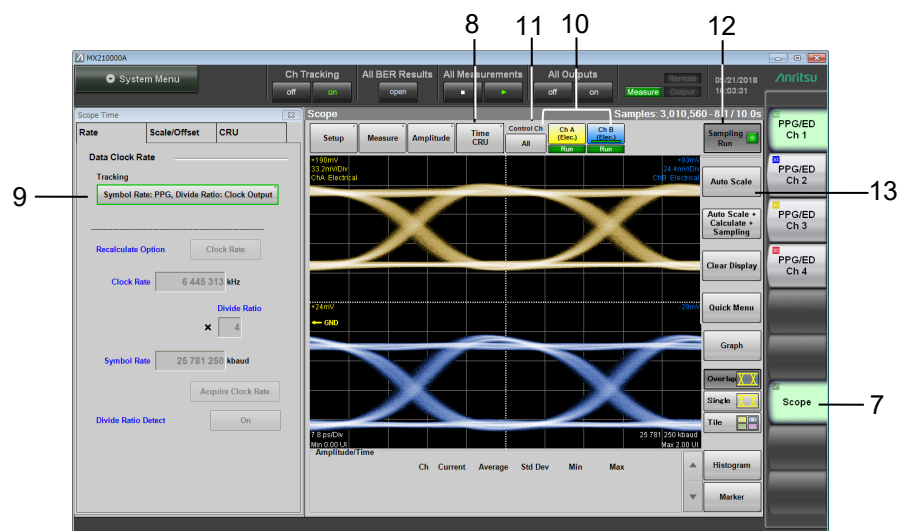


図 3.2-3 Scope で操作する部分

7. [Scope] をクリックします。
8. [Time] をクリックします。
9. [Rate] をクリックして、Tracking を設定します。詳しい操作方法は「第 6 章 サンプリングオシロスコープの操作方法」を参照してください。
10. [Ch A] および [Ch B] をクリックします。

3

測定例

11. Control Ch のボタンをクリックして、表示を [All] にします。
12. [Sampling] をクリックして、表示を Run にします。
13. 波形が表示されましたら、[Auto Scale] をクリックします。

被測定物が光送信器の場合

MP2110A-x22、x23、x25、x26、x30、x32、x33、x35、x36、x39、x40、x42、x43、x45、x46、または x49 を選択したときは、O/E を使用して光送信器の出力波形を観測できます。内蔵のパルスパターン発生器の出力信号を被測定物に入力し、被測定物の光出力を SMF または MMF に接続します。

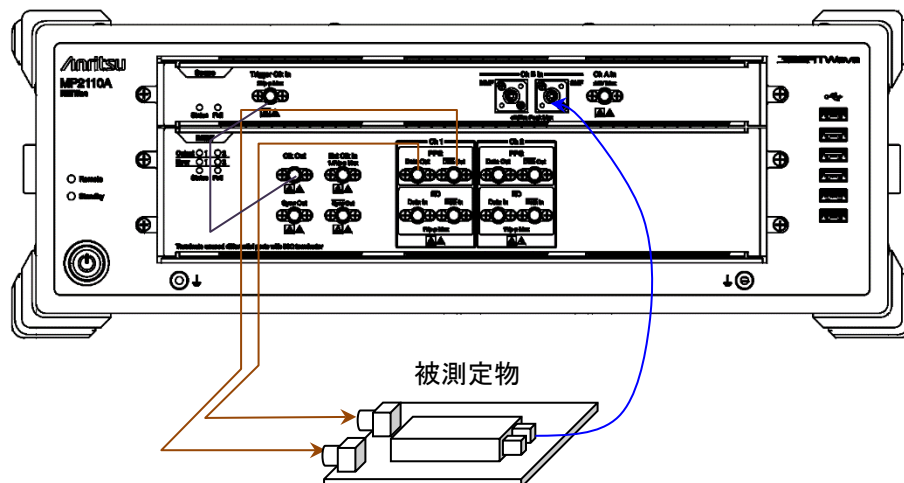


図 3.2-4 被測定物が光送信器の場合 (MP2110A-x12、x23)

1. 被測定物の入力コネクタと PPG1 の **Data Out**、**Sync Out** を同軸ケーブルで接続します。
被測定物の入力コネクタが 1 つだけのときは、PPG1 の **Data Out** に接続します。**Sync Out** には、MP2110A に添付されている同軸終端器を接続してください。
2. 被測定物の光出力コネクタと **Ch B In** とを、光ファイバで接続します。被測定物の波長が 850 nm の場合は **MMF** に、1310 nm または 1550 nm の場合は **SMF** に接続します。
3. BERT の **Clk Out** (または **Sync Out**) と Scope の **Trigger Clk Input** を、同軸ケーブルで接続します。
Sync Out を接続した場合は、**Sync Out** には、MP2110A に添付されている同軸終端器を接続してください。

⚠ 注意

被測定物の光出力レベルが、Ch B In の定格光入力レベルを超えていないことを確認してください。

Ch B In の定格光入力レベルを超えると、内蔵の O/E モジュールが破損するおそれがあります。

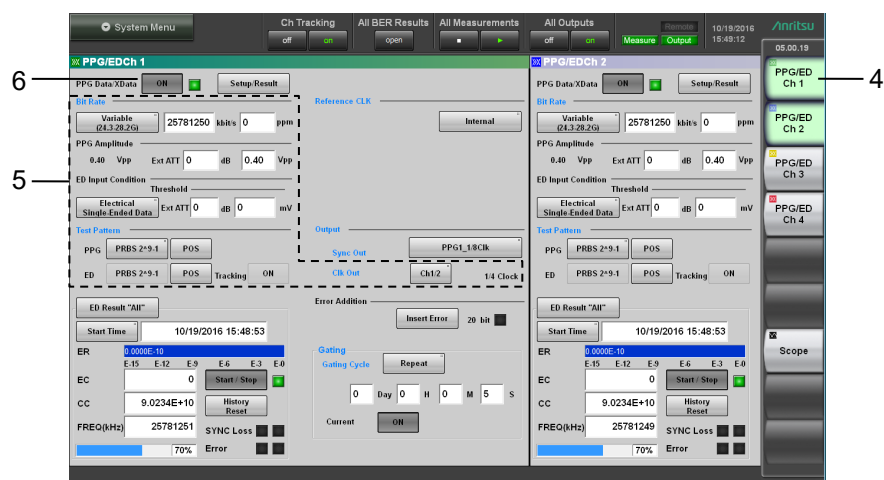


図 3.2-5 PPG で操作する部分

4. アプリケーションウィンドウの [PPG/ED Ch1] をクリックします。
5. Clk Out、Bit Rate、PPG Amplitude、および Test Pattern を設定します。詳しい操作方法は「第 5 章 BERT の操作方法」を参照してください。
6. PPG Data XData のボタンをクリックして、表示を [ON] にします。次の項目を確認します。
 - ・ BERT パネルの Output ランプ 1 が点灯している (図 2.2.1-3 参照)。
 - ・ アプリケーションウィンドウの SYNC Loss および Error が点灯していない。

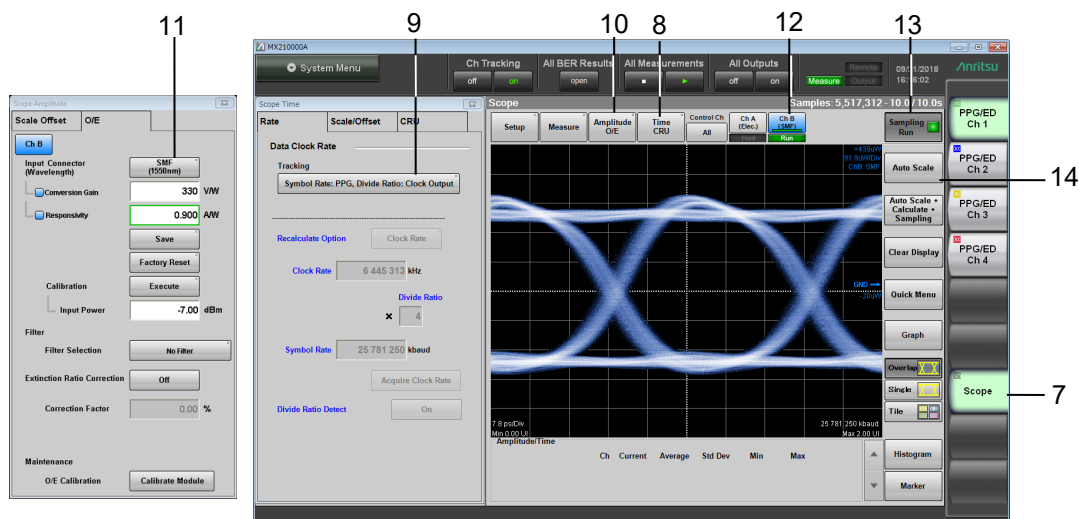


図 3.2-6 Scope で操作する部分

7. [Scope] をクリックします。Scope の詳しい操作方法是「第 6 章 サンプリング オシロスコープの操作方法」を参照してください。
8. [Time] をクリックします。
9. [Rate] をクリックして、Tracking を設定します。
10. [Amplitude O/E] をクリックします。
11. [O/E] をクリックして、Input Connector (Wavelength) を設定します。

12. [Ch B] をクリックします。
13. [Sampling] をクリックして、表示を Run にします。
14. 波形が表示されましたら、[Auto Scale] をクリックします。

3.3 多チャネル光モジュールのビット誤り率を測定する

ここでは多チャネル光モジュールの例として CFP4 モジュールの測定方法を説明します。

CFP4 モジュールは、送信器と受信器が 4 組内蔵されています。MP2110A-x14 では、CFP4 モジュールのビット誤り率を 4 チャネル同時に測定できます。

被測定物の CFP4 とは別に送信用の CFP4 を使用する場合は、次のとおりです。MP2110A と CFP4 を接続には、**Data Out** と **Data Out** で同じ長さの同軸ケーブルを使用してください。長さの異なる同軸ケーブルを使用すると、ビット誤り率を正しく測定できません。

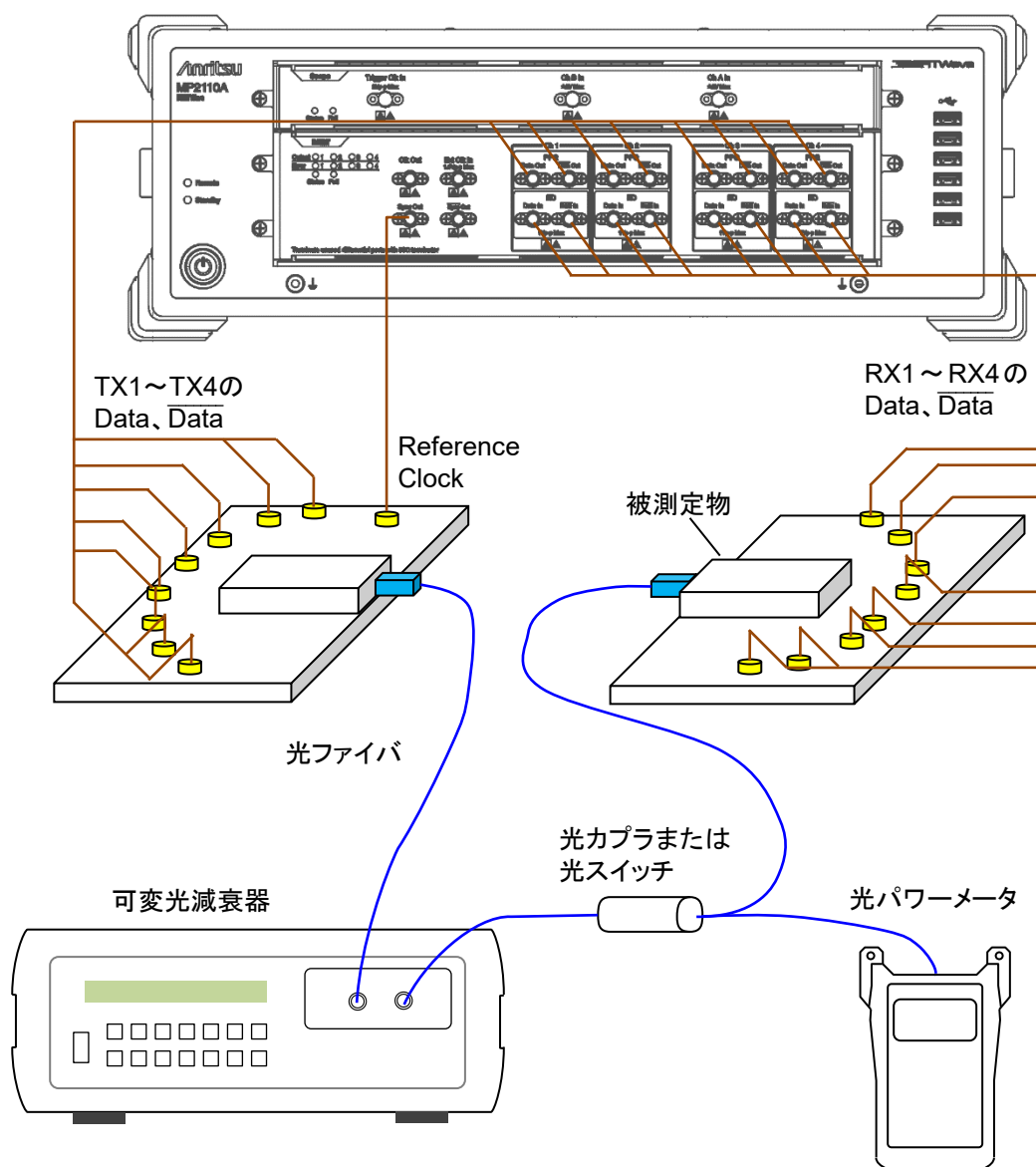


図 3.3-1 ビット誤り率を 4 チャネル同時に測定する場合 (MP2110A-x14)

1. PPG1～PPG4 の **Data Out** と、送信用 CFP4 の入力コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. PPG1～PPG4 の **Data Out** と、送信用 CFP4 の入力コネクタを同軸ケーブルで接続します。
3. オプションの Reference Clock を使用する場合は、CFP4 の Reference Clock と **Sync Out** を同軸ケーブルで接続します。
4. 被測定 CFP4 の出力コネクタと ED1～ED4 の **Data In** を同軸ケーブルで接続します。
5. 被測定 CFP4 の出力コネクタと ED1～ED4 の **Data In** を同軸ケーブルで接続します。
6. 送信用 CFP4 の光出力コネクタと可変光減衰器の入力コネクタとを、光ファイバで接続します。
7. 可変光減衰器の出力コネクタと光カプラを接続します。
8. 光カプラの片端と被測定 CFP4 の入力コネクタを接続します。
9. 光カプラのもう一方と光パワーメータを接続します。

光カプラの代わりに、光スイッチを使用することもできます。

⚠ 注意

被測定 CFP4 に入力する光出力レベルが、定格光入力レベルを超えていないことを確認してください。

CFP4 の定格光入力レベルを超えると、CFP4 が破損するおそれがあります。

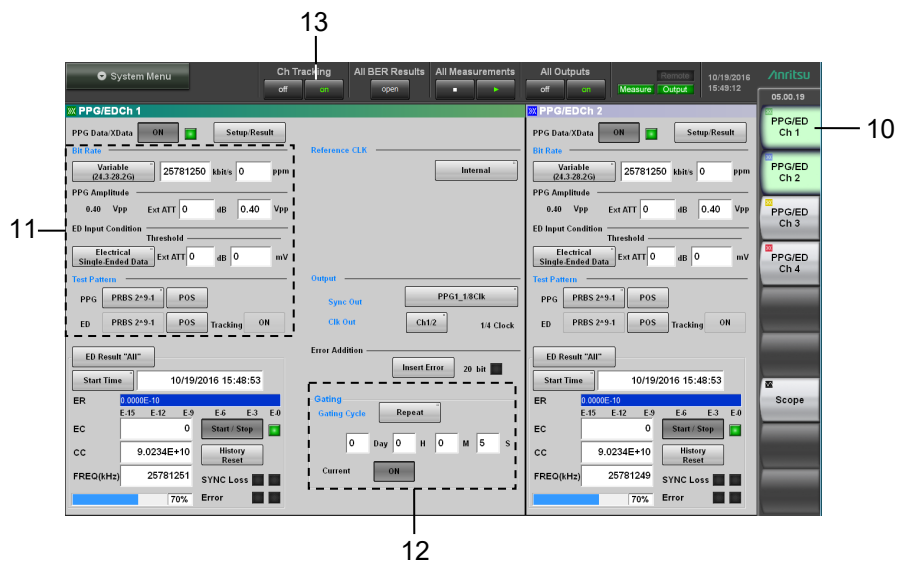


図 3.3-2 PPG/ED の設定

10. アプリケーションウィンドウの [PPG/ED Ch1] をクリックします。

11. Bit Rate、PPG Amplitude、ED Input Condition、および Test Pattern を設定します。詳しい操作方は「第5章 BERT の操作方法」を参照してください。
12. Gating を設定します。
13. Ch Tracking の [on] をクリックして、文字の色を緑にします。

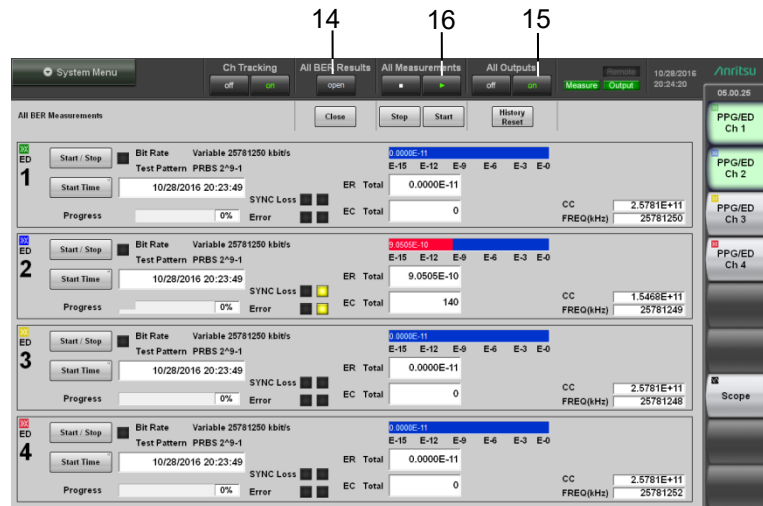


図 3.3-3 ビット誤り率の測定

14. All BER Results の [open] をクリックします。
15. All Outputs の [on] をクリックして、文字の色を緑にします。次の項目を確認します。
 - ・ BERT パネルの Output ランプ 1~4 が点灯している (図 2.2.1-3 参照)。
 - ・ アプリケーションウィンドウの SYNC Loss および Error が点灯していない。
16. All Measurements の [▶] をクリックして、文字の色を緑にします。Gating で設定した時間が経過すると、ER、EC、CC、および FREQ (kHz) に測定値が表示されます。

第4章 ウィンドウを操作する

この章では、ウィンドウの名称と共通の操作方法を説明します。

4.1	ウィンドウの構成	4-2
4.2	データの入力方法	4-5
4.3	システムメニューを設定する.....	4-8
4.3.1	Save.....	4-9
4.3.2	Open.....	4-10
4.3.3	Screen Copy	4-11
4.3.4	Initialize.....	4-12
4.3.5	External Ctrl On	4-12
4.3.6	External Ctrl Off.....	4-12
4.3.7	Panel Lock.....	4-12
4.3.8	Local/Panel Unlock.....	4-12
4.3.9	Before Use.....	4-13
4.3.10	Minimize	4-13
4.3.11	Dock/Undock	4-13
4.3.12	Remote Control	4-14
4.3.13	System Information.....	4-17
4.3.14	Exit.....	4-18
4.4	複数チャンネル信号の出力.....	4-19
4.5	複数チャンネルでの同時測定の開始と停止	4-20
4.6	測定の設定を複数チャンネルで連動する	4-21
4.7	複数チャンネルの BER 測定結果を表示する	4-22
4.8	日時と状態の表示	4-23

4.1 ウィンドウの構成

アプリケーションウィンドウの名称は次のとおりです。

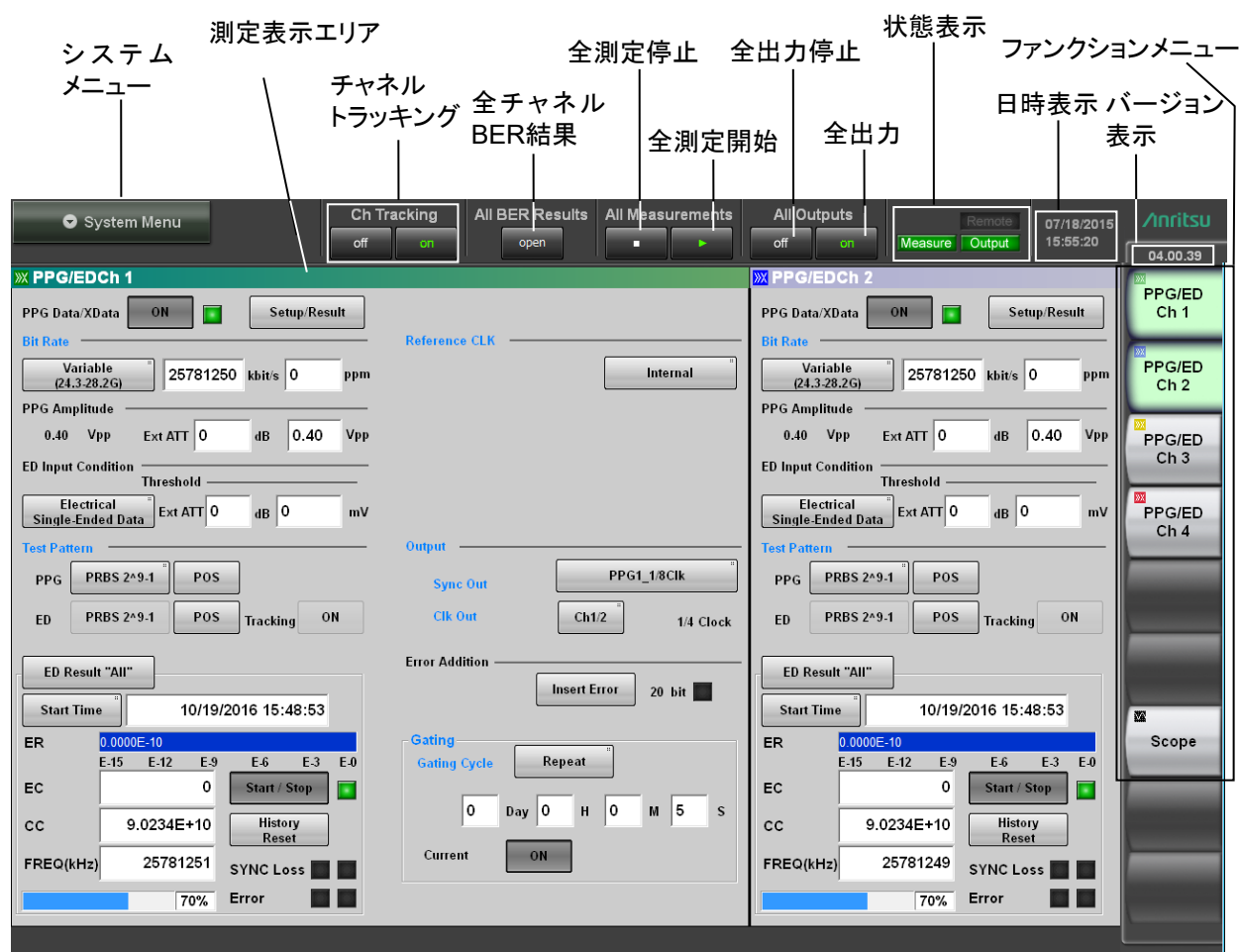


図 4.1-1 アプリケーションウィンドウの名称

Ch 1 以外のチャンネルと共通に設定される項目は、文字が水色で表示されます。

表 4.1-1 アプリケーションウィンドウの設定項目

名称	説明
All BER Results	複数チャネルの BER 測定結果を表示します。
All Measurements	最大 4 チャネルの誤り率測定 (MP2110A-x11、x12、x14) と、最大 4 チャネルの波形データ (MP2110A-x21～x49、08x) のサンプリングを同時に開始/停止します
All Outputs	パルスパターン発生器 (MP2110A-x11、x12、x14) の全チャネルの出力を同時にオン/オフします。
Ch Tracking	全チャネルのビットレート、テストパターン、PPG/ED トラッキング機能、およびゲーティングをチャネル 1 の設定に従属させます。
System Menu	次の設定ボタンを表示します。 <ul style="list-style-type: none"> • Save • Open • Screen Copy • Initialize • External Ctrl On • External Ctrl Off • Panel Lock • Local/Panel Unlock • Before Use • Minimize • Dock/Undock • Remote Control • System Information • Exit
ファンクションメニュー	操作する測定機能を選択します。 表示される測定機能は、オプションにより異なります。
状態表示	次の 3 種類の状態を表示します。 Remote: MP2110A がリモート制御されています。 Measure: ビット誤り率の測定中またはサンプリングオシロスコープの波形データを取得中です。 Output: PPG のいずれかのチャネルから信号が出力されています。
測定表示エリア	ファンクションメニューで選択したインタフェースの設定項目および測定結果が表示されます。
日時表示	MP2110A に設定されている日付と時刻を表示します。
バージョン表示	ソフトウェアバージョンが表示されます。 バージョンが更新されていない場合、赤色で表示されます。

ファンクションメニューに表示されるボタンの種類は搭載されるオプション/ソフトウェアによって変わります。表示されるボタンとオプションの関係を、次の表に示します。

表 4.1-2 ファンクションメニューに表示されるボタン

ファンクション メニューボタン	オプション形名				
	MP2110A-x11	MP2110A-x12	MP2110A-x14	MP2110A-x21、 x22、x23、x25、x26、 x30、x32、x33、x35、 x36、x39、x40、x42、 x43、x45、x46、x49、 x80、x84、x85	MP2110A-x55
PPG/ED Ch1	✓	✓	✓	—	—
PPG/ED Ch2	—	✓	✓	—	—
PPG/ED Ch3	—	—	✓	—	—
PPG/ED Ch4	—	—	✓	—	—
Scope	—	—	—	✓	—
CRU	—	—	—	—	✓*

*: CRU は Scope オプションが存在せず、MP2110A-x55 が存在するときのみ表示されます。

ファンクションメニューのボタンをクリックすると、測定条件および測定結果を表示する子画面が表示されます。子画面の操作方法は次の章を参照してください。

PPG/ED: 第5章

Scope、CRU: 第6章

4.2 データの入力方法

測定の設定項目の選択、数値データ、文字データはウィンドウに表示されるパネルから入力します。

入力するデータの種類によって表示されるパネルが異なります。

矢印キー入力パネル

ビットレートや電圧などの数値データを入力するには、その数値データの場所をクリックします。

図 4.2-1 の矢印キー入力パネルが表示されます。

左右の矢印キーをクリックして、値を変更する桁を選択します。

上下の矢印キーをクリックして値を変えます。

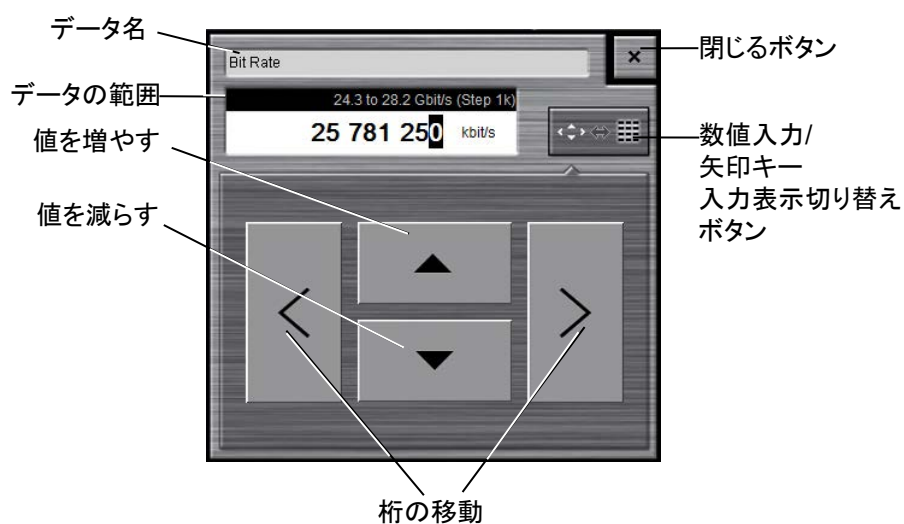


図 4.2-1 矢印キー入力パネル

矢印キー入力パネルのボタンに対応するキーボードのキーおよびマウス操作を、次の表に示します。

表 4.2-1 キーボードおよびマウスの操作との対応

パネルのボタン	キーボードのキー	マウス
▲	↑	奥にホイールを回す。
▼	↓	手前方向にホイールを回す。
<	←	
>	→	

数値入力パネル

図 4.2-1 の数値入力/矢印キー入力パネルの表示切り替えボタンをクリックすると、図 4.2-2 の数値入力パネルが表示されます。パネルに表示されるキーの種類、単位および入力できる範囲は、データによって異なります。

矢印キー入力パネル表示ボタンをクリックすると、図 4.2-1 の矢印キー入力パネルを表示します。

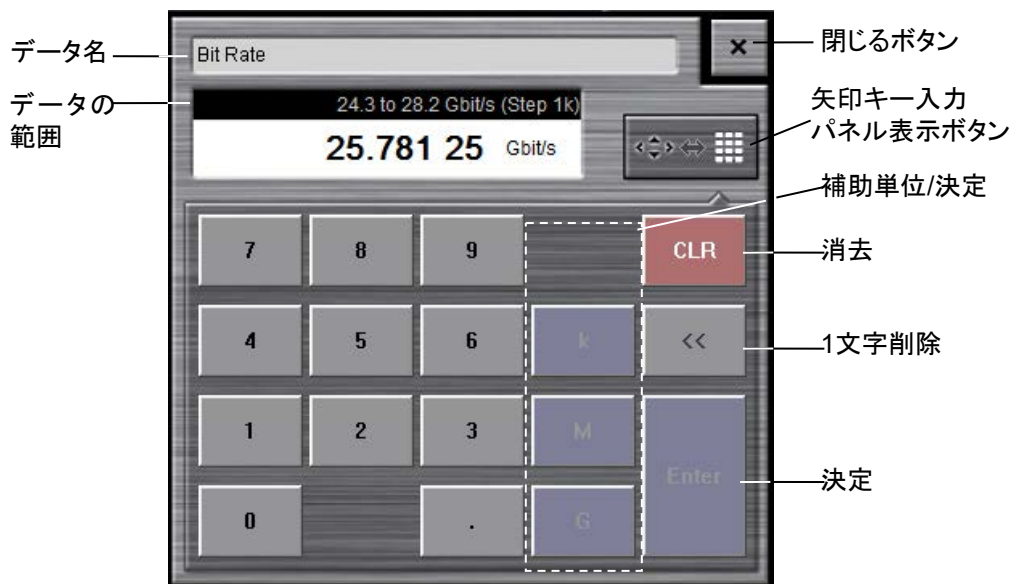


図 4.2-2 数値入力パネル

数値入力パネルのボタンに対応するキーボードのキーを、次の表に示します。

表 4.2-2 キーボードの操作との対応

パネルの ボタン	キーボードの キー	パネルの ボタン	キーボードの キー
0	0	.	.
1	1	+/-	-
2	2	CLR	対応キーなし
3	3	<<	BS
4	4	Enter	Enter
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		

ソフトウェアキーボード

ファイル名などの文字データを入力するには、[Screen Keyboard] をクリックします。図 4.2-3 のキーボードが表示されますので、キーをクリックして文字を入力します。[Shift] と [Caps] は1回クリックするとロックされます。ロックを解除するにはもう一度クリックします。



図 4.2-3 ソフトウェアキーボード



図 4.2-4 ソフトウェアキーボード (Shift キーロック時)



図 4.2-5 ソフトウェアキーボード (Caps キーロック時)

4.3 システムメニューを設定する

システムメニューでは次の設定および確認ができます。

- ・ 測定条件と測定結果の保存 (Save)
- ・ 測定条件の読み取り (Open)
- ・ ウィンドウイメージの保存 (Screen Copy)
- ・ 機器設定の初期化 (Initialize)
- ・ 外部制御モードに移行 (External Ctrl On)
- ・ 外部制御モードの解除 (External Ctrl Off)
- ・ パネルロックの設定 (Panel Lock)
- ・ パネルロックおよびリモート表示の解除 (Local/Panel Unlock)
- ・ 静電気対策ビデオの再生 (Before Use)
- ・ ウィンドウ表示の最小化 (Minimize)
- ・ ウィンドウ表示位置の設定 (Dock/Undock)
- ・ リモート制御インターフェースの設定 (Remote Control)
- ・ システム情報の表示 (System Information)
- ・ アプリケーションの終了 (Exit)

システムメニューを表示するには、図 4.1-1 の [System Menu] をクリックします。

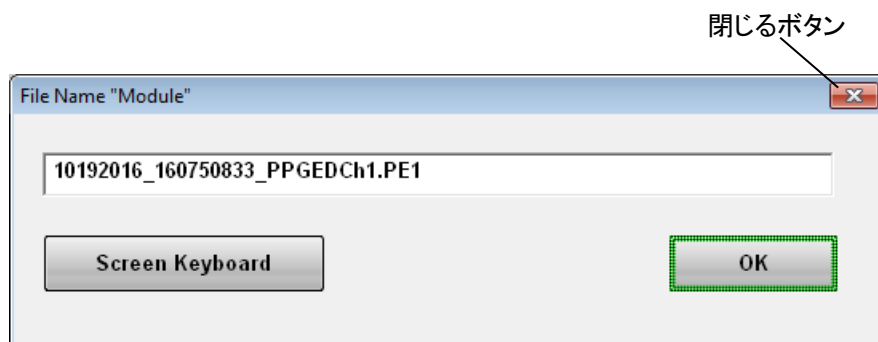


図 4.3-1 システムメニュー

4.3.1 Save

測定条件および測定結果をファイルに保存する

1. [Save] をクリックします。Save パネルが表示されます。
2. 保存するデータを次から選択します。
[PPG/ED Ch 1]、[PPG/ED Ch 2]、[PPG/ED Ch 3]、[PPG/ED Ch 4]、
[Scope]、[All Setups]
表示されるモジュールは、オプションによって異なります。
3. [PPG/ED Ch 1]、[PPG/ED Ch 2]、[PPG/ED Ch 3]、[PPG/ED Ch 4]、および [Scope] のときは、データの種別を次から選択します。
[Setting]: 測定条件
[Result]: 測定結果
4. ファイル名が表示されます。ファイル名を変更するときは、[Screen Keyboard] をクリックします。



5. ソフトウェアキーボードでファイル名を入力します。
6. 保存するときは [OK]、中止するときは閉じるボタンをクリックします。

測定条件のファイルは次のフォルダに保存されます。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Setting

測定結果のファイルは次のフォルダに保存されます。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\CSV

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\TXT

CSV ファイルは、表計算ソフトウェアに読みこむことができます。

テキストファイルは、テキストエディタで内容を確認できます。

4.3.2 Open

測定条件をファイルから読み出す

1. [Open] をクリックします。Open パネルが表示されます。
2. 対象とするモジュールを次から選択します。
[PPG/ED Ch 1]、[PPG/ED Ch 2]、[PPG/ED Ch 3]、[PPG/ED Ch 4]、
[Scope]、[All Setups]
表示されるモジュールは、オプションによって異なります。
3. ファイルを選択するダイアログボックスが表示されます。



4. 読み取るファイル名をクリックします。
5. 読み取りを実行するときは [OK]、中止するときは閉じるボタンをクリックします。

注:

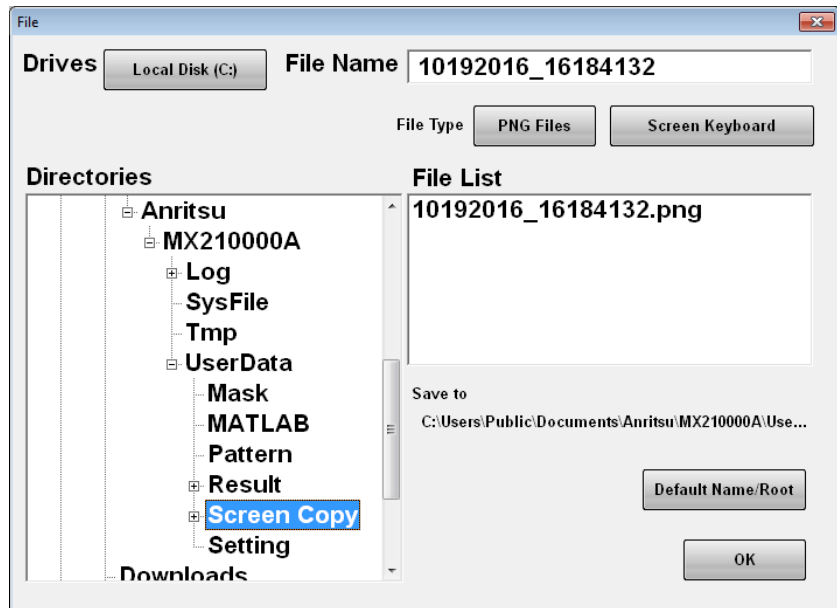
[Scope] または [Setting] からオシロスコープの設定ファイルを読み込む場合、下記の制限があります。

- MP2110A-08x を搭載したオシロスコープで保存した設定ファイルは、MP2110A-08x 以外を搭載したオシロスコープで設定条件を読み出すことはできません。
- MP2110A-08x 以外を搭載したオシロスコープで保存した設定ファイルは、MP2110A-08x を搭載したオシロスコープで設定条件を読み出すことはできません。

4.3.3 Screen Copy

画面をイメージファイルに保存する

1. [Screen Copy] をクリックします。ファイル選択ダイアログボックスが表示されます。



2. Drives のボタン、Directories の表示をクリックして、保存先フォルダを設定します。Save to にフォルダ名が表示されます。
3. File Type の右のボタンには、保存するファイルのフォーマットが表示されています。ボタンをクリックすると、[PNG Files] と [JPEG Files] を切り替えられます。
4. ファイル名を入力する場合は、[Screen Keyboard] をクリックして、ファイル名を設定します。
5. 既存ファイルを上書きする場合は、File List に表示されるファイル名をクリックします。
6. [OK] をクリックすると、画像ファイルが保存されます。
上書き保存の場合は、確認メッセージが表示されます。

[Default Name/Root] をクリックすると、フォルダとファイル名が初期値に設定されます。

フォルダの初期値は次のとおりです。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Screen Copy

ファイル名の初期値は、日付と時刻です。

2017 年 1 月 17 日 12 時 5 分 55 秒 523 に保存したファイル名は次のようになります。

[JPEG Files] の場合: 01172017_120555523.jpg

[PNG Files] の場合: 01172017_120555523.png

4.3.4 Initialize

測定条件を初期化する

1. [Initialize] をクリックします。初期化処理の実行を確認するダイアログボックスが表示されます。
2. 初期化を実行するときは [OK]、中止するときは [Cancel] をクリックします。

4.3.5 External Ctrl On

外部制御モードに移行します。

通常の MP2110A の使用では、オンに設定しないでください。

4.3.6 External Ctrl Off

外部制御モードを解除します。

4.3.7 Panel Lock

パネルロックする

システムメニュー以外のウィンドウ操作を禁止することを、「パネルロックする」と呼びます。

1. パネルロックするには、[Panel Lock] をクリックします。
2. システムメニュー、状態表示、および日時表示を除いた部分が網掛け表示になります。

パネルロックしても、システムメニューと電源スイッチは操作できます。

パネルロックするとシステムメニューは、[Local/Panel Unlock] ボタンだけ操作できます。

MP2110A をリモート制御すると、MP2110A はパネルロックされます。

4.3.8 Local/Panel Unlock

パネルロックを解除する

1. [Local/Panel Unlock] をクリックします。
2. 状態表示の Remote ランプが消灯します。

4.3.9 Before Use

静電気対策の説明ビデオを再生する

[Before Use] をクリックします。

別ウィンドウが開いて、静電気対策のビデオが表示されます。

再生時間は約 1 分 40 秒です。

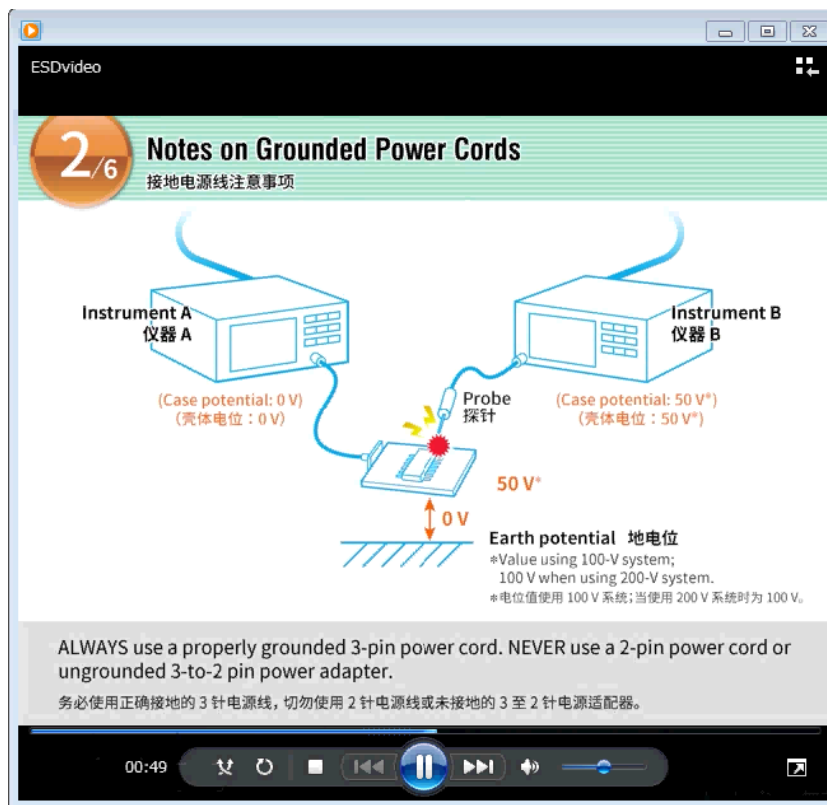


図 4.3.9-1 静電気対策の説明ビデオの表示ウィンドウ

4.3.10 Minimize

ウィンドウ表示を最小化する

1. [Minimize] をクリックします。
デスクトップが表示されます。
タスクバーに [MX210000A] が表示されます。
2. ウィンドウを表示するには、タスクバーの [MX210000A] をクリックします。

4.3.11 Dock/Undock

ウィンドウの表示方法を変更する

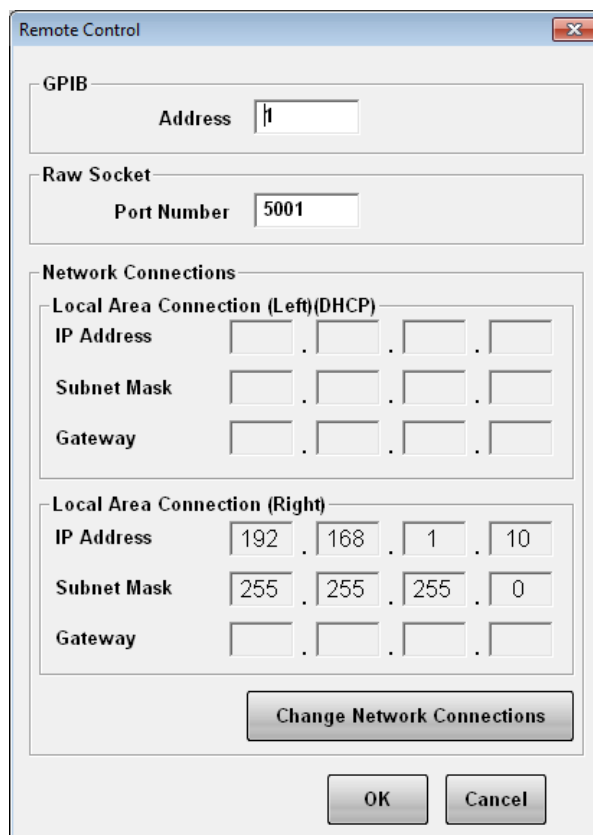
[Dock/Undock] をクリックします。

Dock の場合はウィンドウが画面の左上に固定され、ウィンドウを移動できません。モニタの解像度が 1280 × 800 のときに、アプリケーションウィンドウを全画面で表示させることができます。「2.9.3 外部モニタの設定」を参照してください。

Undock の場合は、ウィンドウを移動することができます。

4.3.12 Remote Control

[Remote Control] をクリックすると、次のダイアログボックスが表示されます。



The image shows a 'Remote Control' dialog box with a title bar and a close button. It contains three main sections: 'GPIB' with an 'Address' field set to '1'; 'Raw Socket' with a 'Port Number' field set to '5001'; and 'Network Connections'. The 'Network Connections' section has two sub-sections: 'Local Area Connection (Left)(DHCP)' with empty fields for IP Address, Subnet Mask, and Gateway; and 'Local Area Connection (Right)' with IP Address set to '192.168.1.10', Subnet Mask set to '255.255.255.0', and an empty Gateway field. A 'Change Network Connections' button is located below these fields. At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

図 4.3.12-1 Remote Control ダイアログボックス

GPIB を設定するには

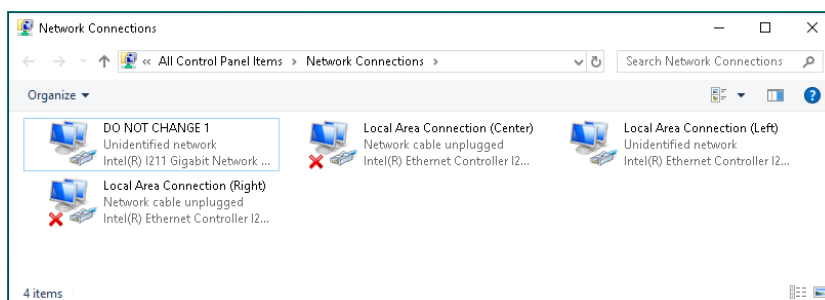
1. GPIB の Address のテキストボックスをクリックします。アドレスを入力するダイアログボックスが開きます。
2. GPIB アドレスを 0 から 30 の範囲で入力します。
3. [OK] をクリックすると設定が完了します。
[Cancel] をクリックすると、設定した値は取り消されます。

注

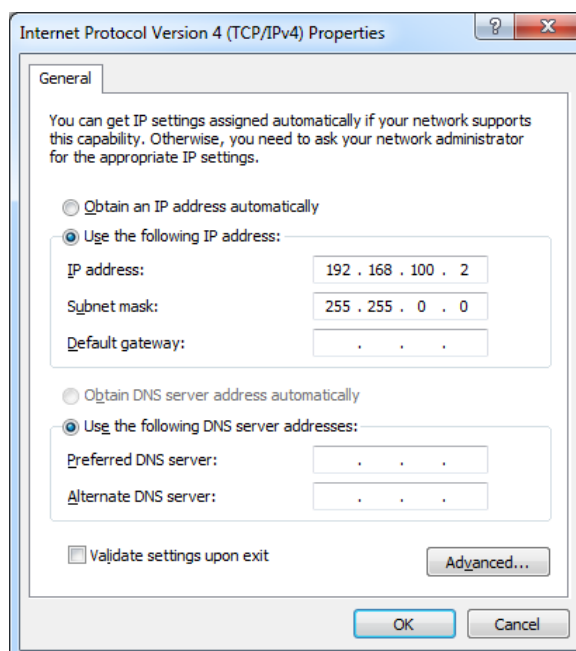
背面パネルに GPIB コネクタが搭載されている場合に GPIB を使用できません。

イーサネットを設定するには

1. Raw Socket の Port Number のテキストボックスをクリックします。
ポート入力ウィンドウが開きます。
2. 番号を次の範囲で設定します。
Port Number: 1024～5001
3. MP2110A の IP アドレス、サブネットマスク、およびゲートウェイアドレスを変更するには、[Change Network Connections] をクリックします。Windows の Network Connections ダイアログボックスが表示されます。



4. [Local Area Connection (Left)] または [Local Area Connection (Right)] のアイコンを右クリックして、[Properties] をクリックします。CPU Board バージョン 01 (図 4.3.13-1 参照) の場合は [Local Area Connection (Center)] も利用可能です。
5. [Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)] をクリックして、[Properties] をクリックします。
6. Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties ダイアログボックスの項目を設定します。



Local Area Connection の IP アドレスを DHCP による自動取得にする場合は、[Obtain an IP address automatically] をクリックします。

4

ウィンドウを操作する

7. [OK] をクリックすると設定が完了します。
[Cancel] をクリックすると、設定した値は取り消されます。

注:

手順 3 の Network Connection ダイアログボックスで、DO NOT CHANGE (Intel(R) Gigabit Network Controller) の設定を変更しないでください。この設定を変更すると、アプリケーションが正常に起動しなくなります。設定を変更してしまった場合は、手順 6 で [Obtain an IP address automatically] と [Obtain DNS server address automatically] に設定してください。

4.3.13 System Information

システム情報を表示する

[System Information] をクリックします。System Information ダイアログボックスが表示されます。

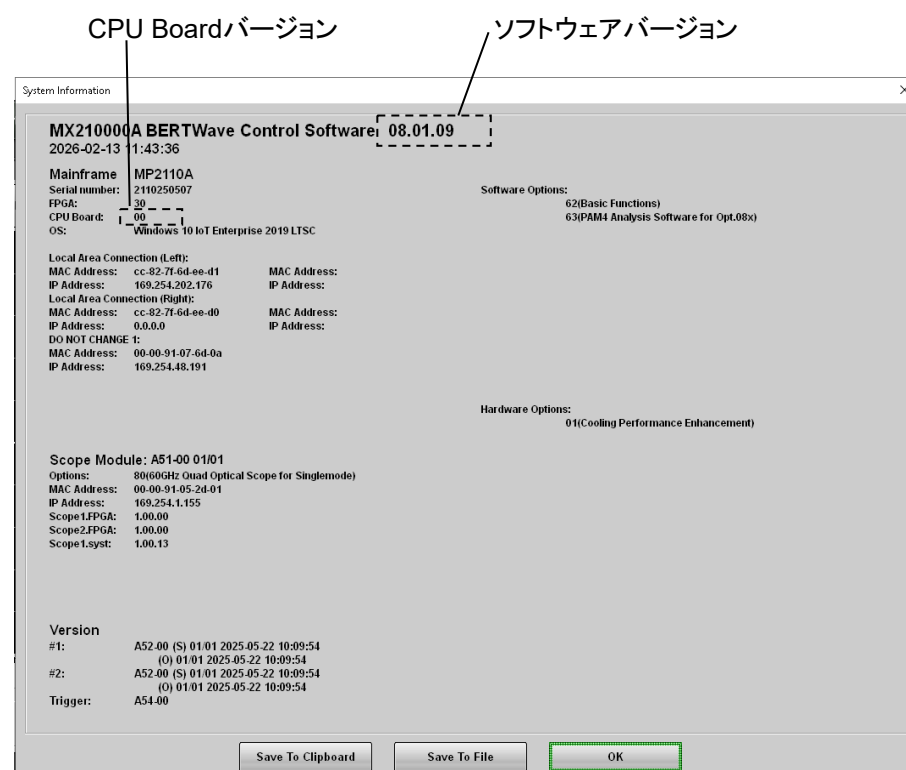
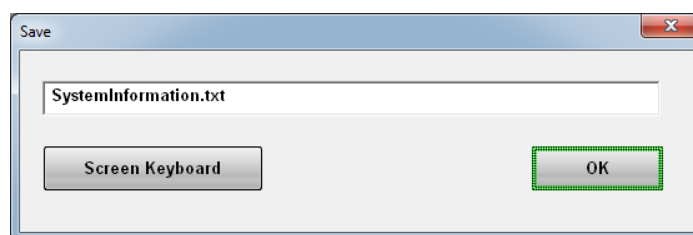


図 4.3.13-1 System Information ダイアログボックス

[Save To Clipboard] をクリックすると、システム情報が Windows のクリップボードにコピーされます。

[Save To File] をクリックすると、Save ダイアログボックスが表示されます。ファイル名を入力して、[OK] をクリックするとシステム情報がファイルに保存されます。



[Exit] をクリックすると、System Information ダイアログボックスが閉じます。

4

ウィンドウを操作する

4.3.14 Exit

アプリケーションを終了する

1. [Exit] をクリックします。終了を確認するダイアログボックスが表示されます。
2. 終了するときは [Yes]、中止するときは [No] をクリックします。

アプリケーションを再度起動する場合は、デスクトップの MX210000A をダブルクリックします。または、Windows のスタートメニューから [All Programs] → [Anritsu] → [MX210000A] をクリックします。

4.4 複数チャネル信号の出力

MP2110A は、パルスパターン発生器チャネル 1～4 の出力を同時にオン/オフすることができます。

パルスパターン発生器の信号を出力するには

1. 図 4.4-1 の [on] をクリックします。
2. [on] の文字が緑色に変わります。
状態表示の Output ランプが点灯します。

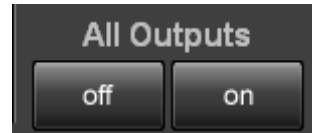


図 4.4-1 All Outputs ボタン

パルスパターン発生器の全チャネルから信号が出力されます。

パルスパターン発生器の信号出力を停止するには

1. 図 4.4-1 の [off] をクリックします。
2. [on] の文字が白色に変わります。
状態表示の Output ランプが消灯します。

パルスパターン発生器の全チャネルの信号出力を停止します。

注:

MX210000A を起動した後では、All Outputs ボタンは [off] です。

4.5 複数チャンネルでの同時測定の開始と停止

MP2110A は最大 4 チャンネルの誤り率測定と、4 チャンネルの波形データのサンプリングを同時に実行することができます。

測定を同時に開始するには、図 4.5-1 の [▶] をクリックします。
状態表示の Measure ランプが点灯します。

測定を同時に停止するには、図 4.5-1 の [■] をクリックします。
状態表示の Measure ランプが消灯します。

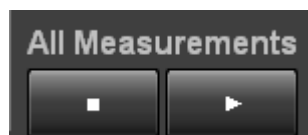


図 4.5-1 All Measurements ボタン

4.6 測定の設定を複数チャンネルで連動する

MP2110A-x14 では、Ch Tracking が表示されます。

[on] をクリックすると、Ch1 の PPG および ED 設定が、ほかのチャンネルの PPG および ED に設定されます。この状態で Ch1 の設定を変更すると、ほかのチャンネルの設定も変更されます。

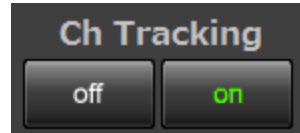


図 4.6-1 Ch Tracking

以下の設定が連動します。

Test Pattern

ED Tracking*

ED Gating Cycle (Repeat/Single/Untimed)

ED Gating Period

*: Ch Tracking を [on] にすると、ED の Tracking は ON になります。ただし、Ch Tracking を [off] にしても、ED の Tracking は OFF になりません。

4.7 複数チャネルの BER 測定結果を表示する

MP2110A-x14 では、All BER Results が表示されます。

[Open] をクリックすると、全チャネルの BER 測定結果が表示されます。

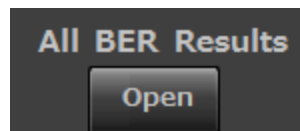


図 4.7-1 All BER Results



図 4.7-2 All BER Results 表示

表 4.7-1 All BER Measurements のボタン

名称	説明
Start	すべてのチャネルの BER 測定を開始します。 サンプリングオシロスコープの測定は開始しません。
Stop	すべてのチャネルの BER 測定を停止します。 サンプリングオシロスコープの測定は停止しません。
History Reset	すべてのチャネルの History ランプをリセットします。
Close	All BER Results 表示を終了します。

Top Menu のファンクションボタンをクリックしても、All BER Results 表示は閉じません。

4.8 日時と状態の表示

日付と時刻表示
日付と時刻はウィンドウの右上に表示されます。
日付と時刻は、Windows のコントロールパネルから変更します。

状態の表示
次の 3 つのランプで状態を表示します。

表 4.8-1 ランプの表示

ランプ	状態
Remote	MP2110A がリモート制御されています。
Measure	ビット誤り率の測定中またはサンプリングオシロスコープの波形データを取得中です。
Output	PPG のどれかのチャネルから、信号が出力されています。 BERT パネルのランプを確認してください。

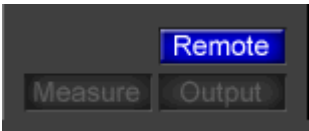


図 4.8-1 リモート制御の表示

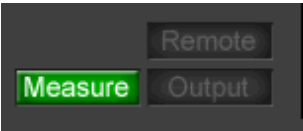


図 4.8-2 ビット誤り測定中または波形データ取得中の表示

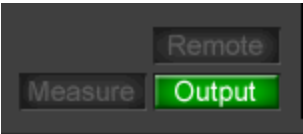


図 4.8-3 PPG の信号が出力中の表示

4
ウィンドウを操作する

第5章 BERT の操作方法

この章では、BERT モジュールの設定項目とビット誤りを測定する方法を説明します。

5.1	BERT の設定手順	5-2
5.2	PPG/ED 画面	5-3
5.2.1	基準クロックを設定する	5-7
5.2.2	ビットレートの設定	5-8
5.2.3	パターンを設定する	5-9
5.2.4	出力波形を設定する	5-12
5.2.5	Sync Out を設定する	5-13
5.2.6	Clk Out を設定する	5-15
5.2.7	ビット誤りを挿入する	5-17
5.2.8	誤り検出方法を設定する	5-17
5.2.9	ED の測定条件を設定する	5-21
5.2.10	測定結果	5-23
5.2.11	測定結果を保存する	5-24
5.3	設定の制約事項	5-26

5.1 BERT の設定手順

基本的な手順を次の図に示します。

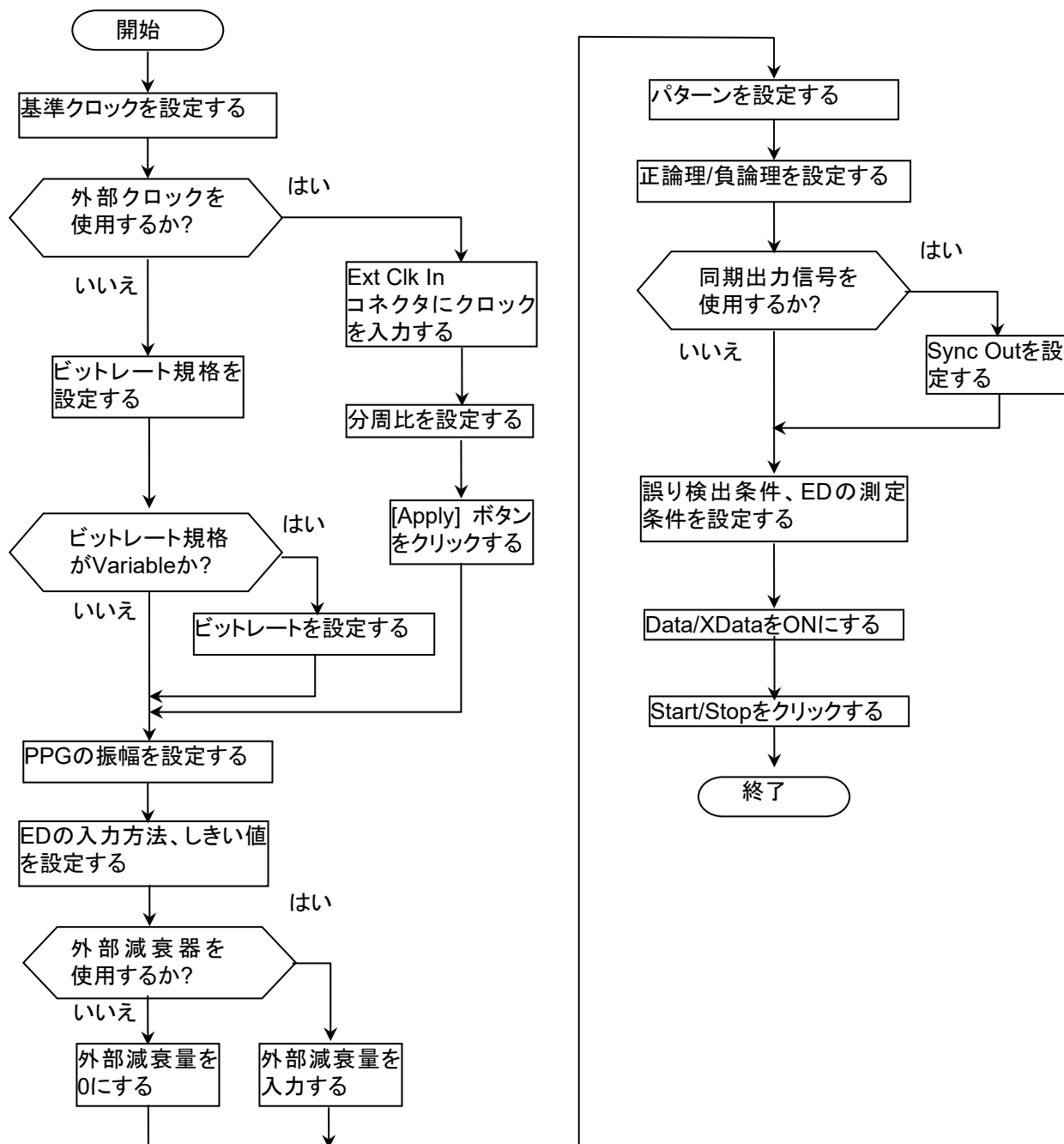


図 5.1-1 BERT の基本的な設定手順

5.2 PPG/ED 画面

ファンクションキーの [PPG/ED Ch1] をクリックすると、次のパネルが表示されます。Ch 1 以外のチャンネルと共通に設定される項目は、文字が水色で表示されます。

PPG/ED Ch 1

PPG Data/XData: **OFF** [Setup/Result]

Bit Rate: Variable (24.3-28.2G) 25781250 kbit/s 0 ppm

PPG Amplitude: 0.40 Vp-p Ext ATT 0 dB 0.40 Vp-p

ED Input Condition: Threshold Electrical Single-Ended Data Ext ATT 0 dB 0 mV

Test Pattern: PPG PRBS 2⁹-1 POS ED PRBS 2⁹-1 POS Tracking ON

Output: Sync Out PPG1_18Clk Clk Out Ch1/2 1/4 Clock

Error Addition: Insert Error 20 bit

Gating: Gating Cycle Repeat Current ON

ED Result "All": Start Time --:--:--

	E-15	E-12	E-9	E-6	E-3	E-0
ER	----	----	----	----	----	----
EC	----	----	----	----	----	----
CC	----	----	----	----	----	----

FREQ(kHz) ----- SYNC Loss [Red Light]

0% Error [Red Light]

図 5.2-1 PPG/ED 設定パネル

Reference CLK を [Ext Clk In] に設定した場合、ビットレートの表示は次の図のようになります。

Bit Rate: 644531.24 kHz x 40 = 25781250 kbit/s [Apply]

Reference CLK: Ext Clk In 1/40 (24.3 to 28.2G)

図 5.2-2 Ext Clk In を設定したときのビットレート表示

[Setup/Result] をクリックすると、パネルの表示が変わります。もう一度 [Setup/Result] をクリックすると、図 5.2-1 の表示に戻ります。

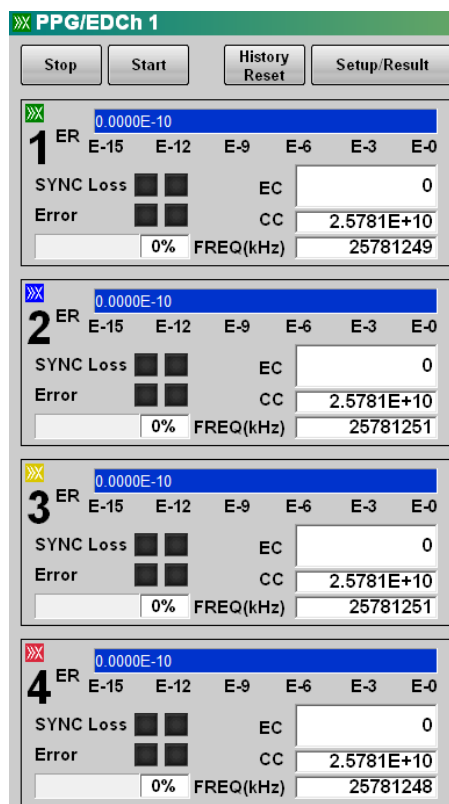


図 5.2-3 PPG/ED 結果パネル (MP2110A-x14 の場合)

パネルの説明を次の表に示します。

表 5.2-1 PPG/ED の設定項目

名称	説明
Setup/Result	PPG/ED パネルの表示を切り替えます。
PPG Data/XData	PPG コネクタのデータ出力を切り替えます。 XData は、正面パネルの Data を意味します。 コネクタにデータが出力されていると、ボタンの右側が緑色に点灯します。
Bit Rate ^{*1}	Reference CLK が [Internal] の場合 ボタンをクリックして、通信規格を選択します。 Variable を選択した場合は、ビットレートを設定します。 設定したビットレートに対して、-100~100 ppm の範囲で偏差を設定できます。 Reference CLK が [Ext Clk In] の場合 外部クロックを入力後、Reference CLK 状態表示が黄色になったことを確認してから [Apply] をクリックしてください。 内部パターン発生回路と外部クロックの同期がとれると、外部クロック周波数とビットレートが表示されます。
Reference CLK 状態表示	基準クロックの同期状態を表示します。 赤色: 基準クロックを検出できません。 黄色: 基準クロックを検出しましたが、パターンデータと同期していません。 緑色: 基準クロックがパターンデータと同期しています。
PPG Amplitude	右のテキストボックスで、 Data Out コネクタおよび Data Out コネクタに出力される信号の振幅電圧を設定します。 Data Out コネクタと Data Out コネクタに減衰器を接続する場合は、その減衰量を Ext ATT に設定します。減衰器から出力される信号の振幅電圧が表示されます。 注: Data Out コネクタと Data Out コネクタには、同じ減衰量の減衰器を接続してください。
ED Input Condition	ボタンをクリックして、ED の入力方式を選択します。 右のテキストボックスで、 Data In コネクタおよび Data In コネクタのしきい値電圧を設定します。 Data In コネクタと Data In コネクタに減衰器を接続する場合は、その減衰量を Ext ATT に設定します。 注: Data In コネクタと Data In コネクタには、同じ減衰量の減衰器を接続してください。

*1: MP2110A-x12 では Ch 1 と Ch 2 で、MP2110A-x14 では Ch 1~Ch 4 で共通に設定されます。

表 5.2-1 PPG/ED の設定項目 (続き)

名称	説明
Test Pattern* ²	<p>ボタンをクリックして、テストパターンを選択します。</p> <p>POS または NEG をクリックすると、テストパターンの極性を変更できます。</p> <p>テストパターンが “1” の極性は次のようになります。</p> <p>POS: Data コネクタの電圧が $\overline{\text{Data}}$ コネクタの電圧より高い。</p> <p>NEG: $\overline{\text{Data}}$ コネクタの電圧が Data コネクタの電圧より高い。</p> <p>ED のテストパターンを PPG と同じ設定にする場合は、Tracking を [ON] にします。</p>
ED Result	ビット誤りの表示方法を切り替えます。
Start Time	ビット誤り測定を開始した時刻が表示されます。
Elapsed Time	ビット誤り測定を開始してから経過時間が表示されます。
Remaining Time	Gating の Time で設定した時間から、ビット誤り測定の経過時間を引いた時間が表示されます。
Start/Stop	ビット誤り測定を開始、または停止します。
History Reset	Sync Loss、Error の履歴表示を消します。
Reference CLK* ¹	<p>使用するクロックを次から選択します。</p> <p>Internal: 内蔵の 10 MHz 発振器によるクロックを使用</p> <p>Ext Clk In: Ext Clk In コネクタから入力されるクロックを使用</p>
Sync Out* ¹	Sync Out 、 $\overline{\text{Sync Out}}$ コネクタに出力する信号のクロック源と分周比を選択します。
Clk Out* ¹	Clk Out コネクタに出力する信号のクロック源を選択します。
Error Addition	[Insert Error] をクリックすると、テストパターンにビット誤りが挿入され、右側のランプが 1 秒間赤色に点灯します。
Gating Cycle* ²	<p>ボタンをクリックして、ビット誤りの測定方法を選択します。</p> <p>1 回のビット誤り測定時間を設定します。</p>
Current	ビット誤り測定中に測定値の表示を更新する場合は、ボタン表示を [ON] にします。

*2: MP2110A-x14 で Ch Tracking が [on] の場合に、Ch 1～Ch 4 で共通に設定されます。

5.2.1 基準クロックを設定する

BERT は、データの発生および誤り検出をするために基準クロックを使用します。
基準クロックの供給源を次から選択します。

- MP2110A 内部で発生する内蔵クロック
- **Ext Clk In** コネクタから入力される外部クロック

内部クロックの確度は、電源を投入して 1 時間後で±10 ppm です。

外部クロックは次の場合に使用します。

- ほかの機器とクロックの同期をとるとき
- 内部クロックよりも確度が高いクロックを使用するとき

表 5.2.1-1 Reference CLK の設定

Reference CLK	説明	Ext Clk In に入力するクロックの周波数 (MHz)
Internal	内蔵の 10MHz 発振器による内部クロックを使用	
Ext Clk 1/16*	Ext Clk In コネクタからの入力される外部クロックを使用 ビットレート 9.5～14.2 Gbit/s の場合 外部クロックの周波数とビットレートの分周比は 16 になります。	593.75～887.5
Ext Clk 1/40	Ext Clk In コネクタからの入力される外部クロックを使用 ビットレート 24.3～28.2 Gbit/s の場合 外部クロックの周波数とビットレートの分周比は 40 になります。	607.5～705.0

*： MP2110A-x93 を搭載している場合に表示されます。

注：

外部クロックを使用時に **Reference CLK** 状態表示が黄色に点灯している場合は、[Apply] をクリックしてください。

Ext Clk In コネクタは、交流結合されています。

振幅が 0.2～1.6 V_{p-p} の正弦波または矩形波の信号を入力してください。

5.2.2 ビットレートの設定

Reference CLK を [Internal] に設定したときはビットレートを設定します。

ビットレートは、PPG/ED の Ch1 から Ch4 まで共通の設定です。たとえば、PPG/ED Ch1 のパネルでビットレートを変更すると、PPG/ED Ch2～PPG/ED Ch4 のビットレートも変更されます。

1. Bit Rate のボタンをクリックします。規格を選択するウィンドウが開きます。表示されるボタンの数は、MP2110A-x93 の有無によって異なります。

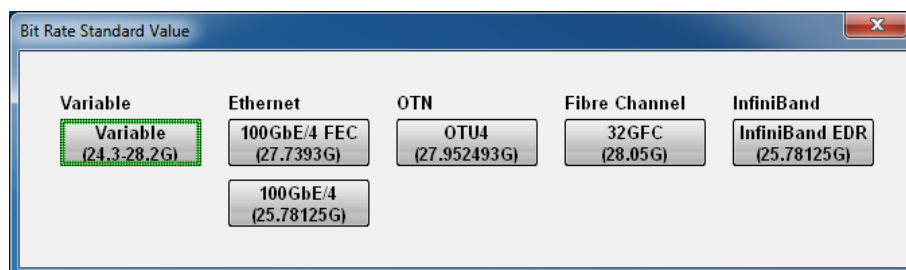


図 5.2.2-1 Bit Rate Standard Value ダイアログボックス (MP2110A-x93 無し)

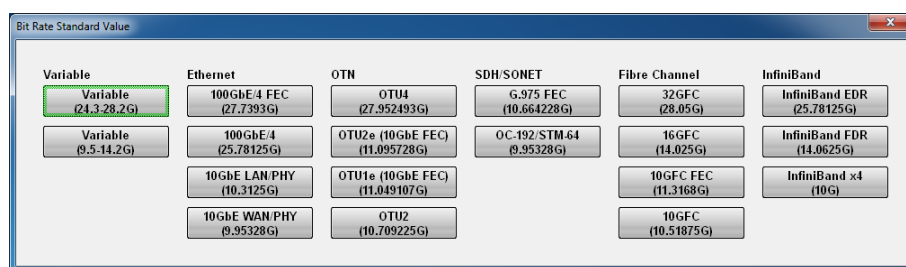


図 5.2.2-2 Bit Rate Standard Value ダイアログボックス (MP2110A-x93 有り)

2. ビットレート規格のボタンをクリックします。
ボタンに表示されている数字は、その規格のビットレート (bit/s) です。
28.05G の場合は 28.05 Gbit/s を表します。
3. [Variable] を選択したときは、ビットレートとオフセットのテキストボックスをクリックして、値を入力します。ビットレートは 24.3～28.2 GHz、オフセットは-100～100 ppm の範囲で設定できます。

MP2110A-x93 が搭載されている場合は、9.5～14.2 GHz の範囲も設定できます。

振幅の設定

1. PPG Amplitude のテキストボックスをクリックして、振幅電圧を設定します。
2. MP2110A の **Data Out** コネクタおよび **Data Out** コネクタと、被測定物の間に減衰器を挿入するときは、Ext ATT のテキストボックスをクリックして減衰量を入力します。減衰器を通過した後の振幅電圧が表示されます。

 注意

Data Out コネクタとData Out コネクタの両方に減衰器を挿入するときは、同じ減衰量の減衰器を使用してください。

異なる減衰量の減衰器を使用すると、表示された振幅とコネクタに出力される波形の振幅に違いが生じます。

5.2.3 パターンを設定する

パターンには次の種類があります。

- PRBS
- 1/2 Clock Pattern
- 1/16 Clock Pattern

PRBS

PRBS はハードウェアで発生するパターンです。
ハードウェアの構成により発生するパターン長、連続する 1 の最大ビット長および連続する 0 の最大ビット長が異なります。

PRBS 2^7-1 を発生するハードウェアのブロック図を次に示します。

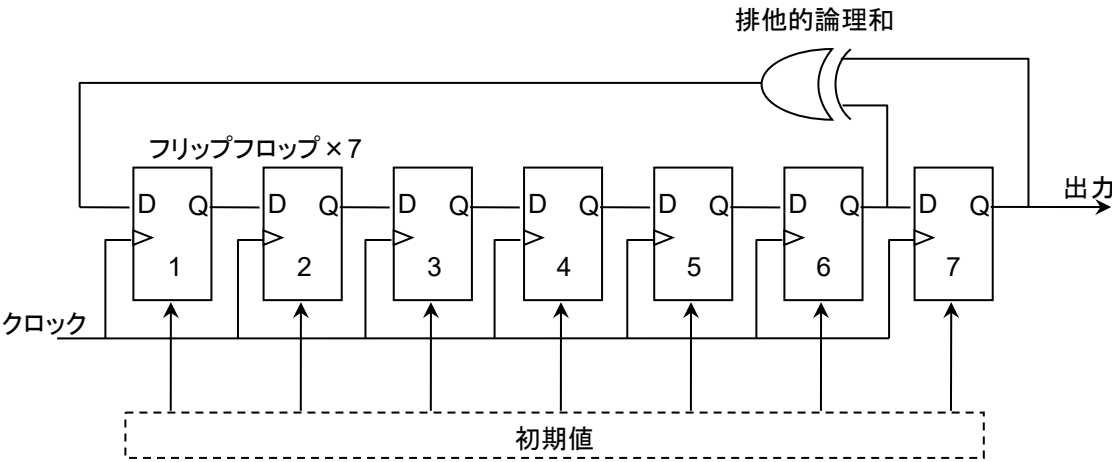


図 5.2.3-1 PRBS 発生回路のブロック図

このブロック図は 7 段のフリップフロップで構成されるシフトレジスタと、排他的論理和で構成されます。シフトレジスタの 6 段目と 7 段目の信号を排他的論理和に投入し、排他的論理和の出力をシフトレジスタに入力します。このような構成を生成多項式で次のように記載します。

$$1 + X^6 + X^7$$

初期値の 7 ビットを入力してクロックを与えると、ビット長が $2^7-1 = 127$ のパターンを繰り返し発生します。初期値の 7 ビットには 1 個以上の “1” を含みます。

MP2110A の PRBS の生成多項式とパターン長、連続する 1 および 0 のビット長は次のとおりです。

PRBS	生成多項式	パターン長	1 の最大 連続ビット長	0 の最大 連続ビット長
2^7-1	$1+X^6+X^7$	127	7	6
2^9-1	$1+X^5+X^9$	511	9	8
$2^{15}-1$	$1+X^{14}+X^{15}$	32767	15	14
$2^{23}-1$	$1+X^{18}+X^{23}$	8388607	23	22
$2^{31}-1$	$1+X^{28}+X^{31}$	2147483647	31	30

PRBS のパターン長に対する“1”の比率は 50%です。

1/2 Clock Pattern

1/2 Clock Pattern は、1 と 0 の繰り返しパターンです。

Data Out コネクタおよび **Data Out** コネクタからは、クロック周波数を 1/2 分周したパターンが出力されます。

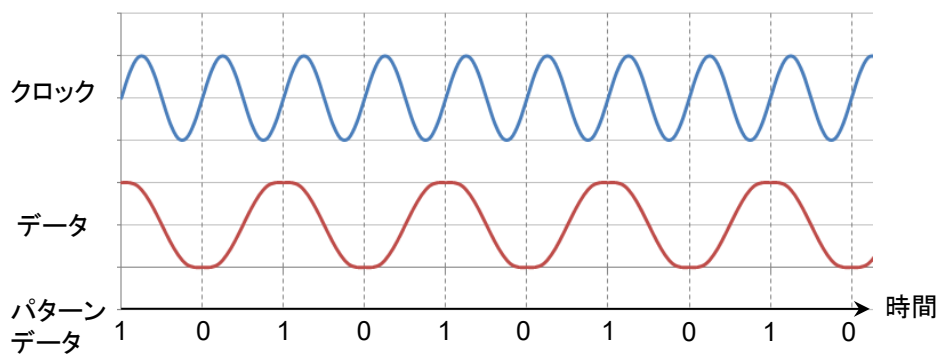


図 5.2.3-2 1/2 Clock Pattern 設定時のデータとクロックの関係

1/16 Clock Pattern

1/16 Clock Pattern は、11111111 と 00000000 の繰り返しパターンです。

Data Out コネクタおよび **Data Out** コネクタからは、クロック周波数を 1/16 分周したパターンが出力されます。

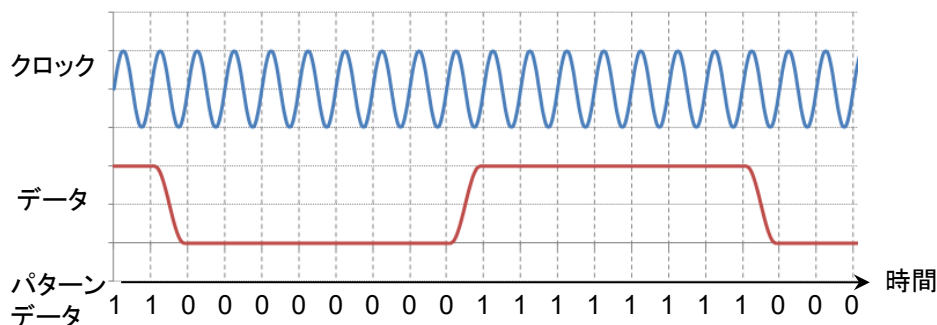


図 5.2.3-3 1/16 Clock Pattern 設定時のデータとクロックの関係

パターンの論理

論理には正論理 (POS) と負論理 (NEG) があります。
正論理ではデータが “1” のとき、Data コネクタの電圧を High にします。
負論理ではデータが “1” のとき、Data コネクタに電圧を Low にします。

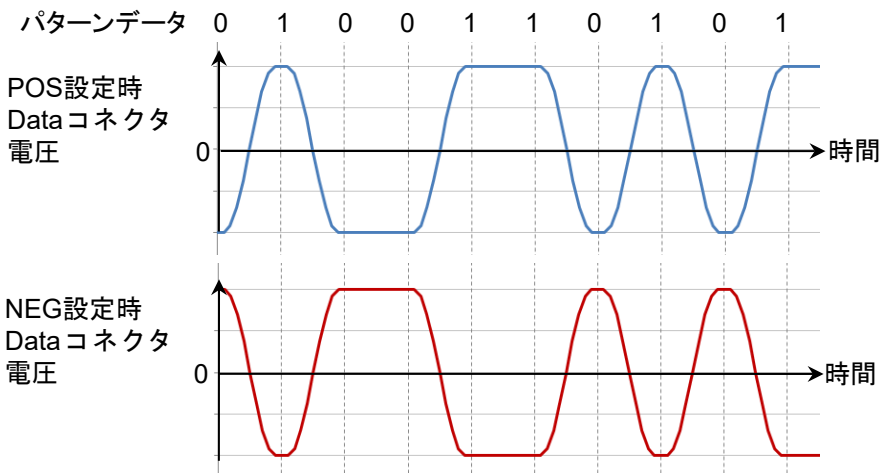
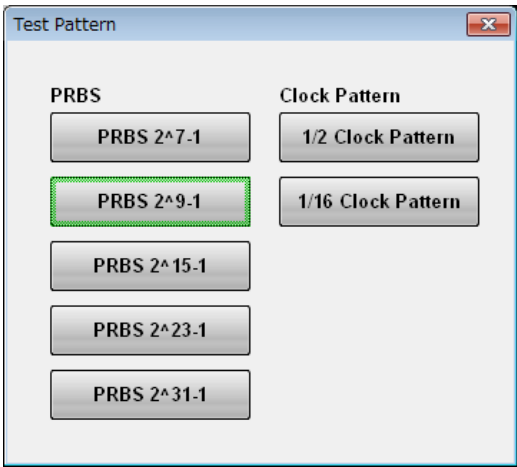


図 5.2.3-4 Logic の設定とコネクタに出力される電圧波形の対応

次の手順でパターンを設定します。

1. Test Pattern のボタンをクリックします。
パターンの一覧が表示されます。



2. 設定するパターンのボタンをクリックします。

5.2.4 出力波形を設定する

PPG の **Data** コネクタと **$\overline{\text{Data}}$** コネクタは交流結合されています。

出力波形に直流電圧を与える必要があるときは、バイアスティーを接続してください。

 注意

- ・ **Data Out** コネクタ、および **$\overline{\text{Data}}$ Out** コネクタのインピーダンスは $50\ \Omega$ です。インピーダンスが $50\ \Omega$ でない同軸ケーブルを使用した場合、または被測定物のインピーダンスが $50\ \Omega$ でない場合は、正しい測定ができないことがあります。
- ・ **Data Out** コネクタ、および **$\overline{\text{Data}}$ Out** コネクタに出力される信号の振幅は $0.1\sim 0.8\ \text{Vp-p}$ です。コネクタに出力される電圧振幅が、被測定物の最大入力を超えないことを確認してください。コネクタに出力される電圧振幅が被測定物の最大入力を超えるときは、コネクタに減衰器を取り付けてください。

Data コネクタと **$\overline{\text{Data}}$** コネクタに出力する波形のビットレートと振幅を設定します。

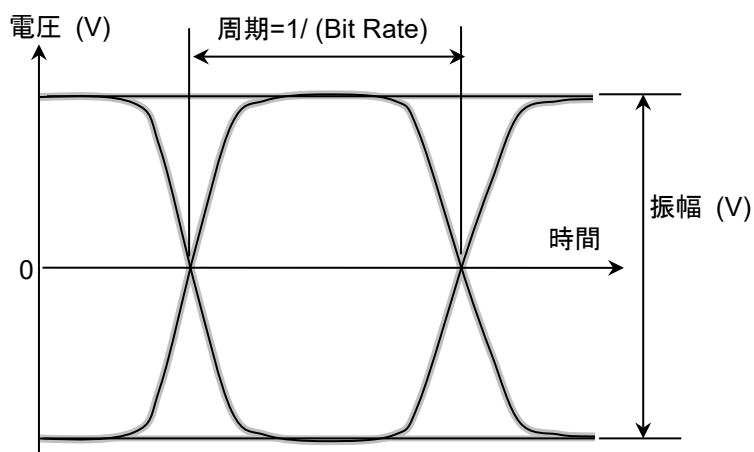


図 5.2.4-1 波形の設定項目

5.2.5 Sync Outを設定する

正面パネルの **Sync Out** コネクタから出力する信号の種類を設定します。
Sync Out は、パルスパターン発生器が発生するデータに同期したクロックを、正面パネルの **Sync Out** コネクタに出力する機能です。**Sync Out** コネクタは DC 結合されています。

パルスパターン発生器の波形のパターンを観測する場合は、Sync Out の設定を Pattern Sync に設定し、**Sync Out** コネクタとサンプリングオシロスコープの **Trigger Clk In** を同軸ケーブルで接続します。

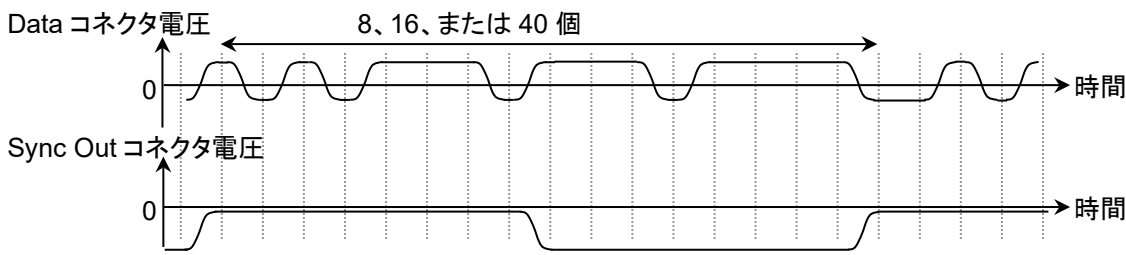


図 5.2.5-1 Sync Out の設定とコネクタに出力される電圧波形の対応
PPG の Rate を分周した場合

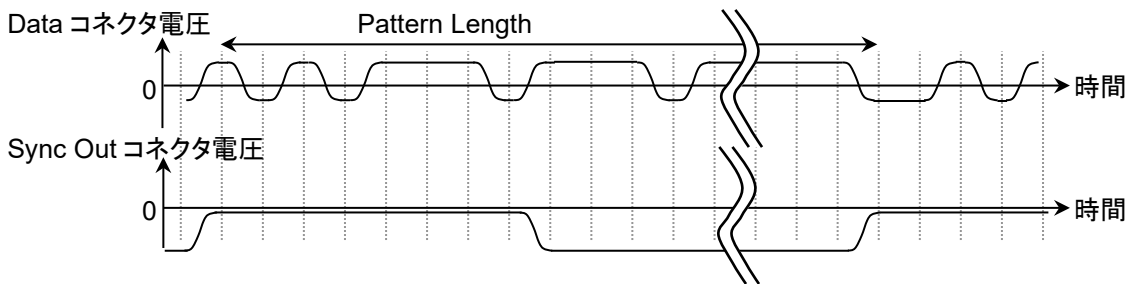


図 5.2.5-2 Sync Out の設定とコネクタに出力される電圧波形の対応
Pattern Sync の場合

Sync Output の振幅は設定できません。
Sync Output が Pattern Sync のときは、パターン長とビットレートによってパルスが出力される時間間隔が変わります。
表 5.2.5-1 を参考にして、測定に適したパターンを選択します。

表 5.2.5-1 Sync Out の周期 (Pattern Sync)

パターン名	ビットレート (kbit/s)			
	10 000 000	14 025 000	25 781 250	28 050 000
PRBS 2 ⁷ -1	12.7 ns	9.1 ns	4.9 ns	4.5 ns
PRBS 2 ⁹ -1	51.1 ns	36.4 ns	19.8 ns	18.2 ns
PRBS 2 ¹⁵ -1	3.28 μs	2.34 μs	1.27 μs	1.17 μs
PRBS 2 ²³ -1	838.9 μs	598.1 μs	325.4 μs	299.1 μs
PRBS 2 ³¹ -1	214.7 ms	153.1 ms	83.3 ms	76.6 ms

注意

- ・ **Sync Out** コネクタのインピーダンスは 50 Ω です。インピーダンスが 50 Ω でない同軸ケーブルを使用した場合、または接続する機器のインピーダンスが 50 Ω でない場合は、正しい測定ができないことがあります。
- ・ **Sync Out** コネクタの出力電圧は -1.2 ~ 0 V です。コネクタに出力される電圧が、接続する機器の入力電圧範囲を超えないことを確認してください。**Sync Out** コネクタに出力される電圧振幅が接続する機器の入力電圧範囲を超えるときは、**Sync Out** コネクタに減衰器を取り付けてください。

注:

Scope の設定が次のときは、PPG Pattern Sync を設定できません。

Time ダイアログボックス

Data Clock Rate: Tracking On

手順

1. [Sync Out] をクリックします。
2. Sync Output に出力する信号の種類を選択します。

5.2.6 Clk Outを設定する

正面パネルの **Clk Out** コネクタから出力する信号を設定します。

Clk Out は、パルスパターン発生器が発生するデータに同期したクロックを、正面パネルの **Clk Out** コネクタに出力する機能です。**Clk Out** コネクタは AC 結合されています。

サンプリングオシロスコープを使用してアイ波形を測定するときに、**Clk Out** コネクタとサンプリングオシロスコープの **Trigger Clk In** を同軸ケーブルで接続します。

MP2110A-x93 の場合は、クロック出力の分周比は、ビットレートに従って自動的に変わります。

24.3～28.2 Gbit/s: 1/4Clock

9.5～14.2 Gbit/s: 1/2Clock

MP2110A-x14 の場合は、クロック出力のクロック源を **Ch1/2**、または **Ch3/4** から選択できます。以下の図のように測定に使用するチャンネルと、**Clk Out** のチャンネルを合わせることで、より正確なジッタ性能を得ることができます。ジッタ性能については、「A.2.2 パルスパターン発生器」のジッタを参照してください。

PPG/ED **Ch1** および PPG/ED **Ch2** の信号を使用して測定をする場合は、**[Ch1/2]** を設定します。

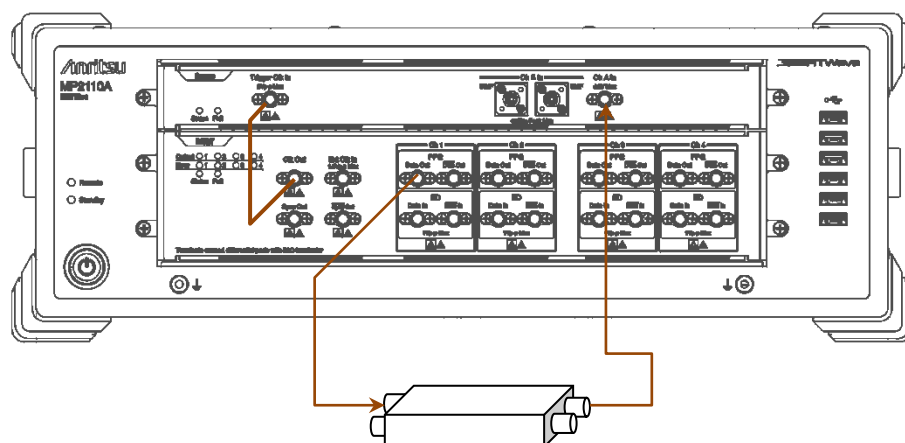


図 5.2.6-1 Clk Out を Ch1/2 に設定する接続例

PPG/ED **Ch3** および PPG/ED **Ch4** の信号を使用して測定をする場合は、**[Ch3/4]** を設定します。

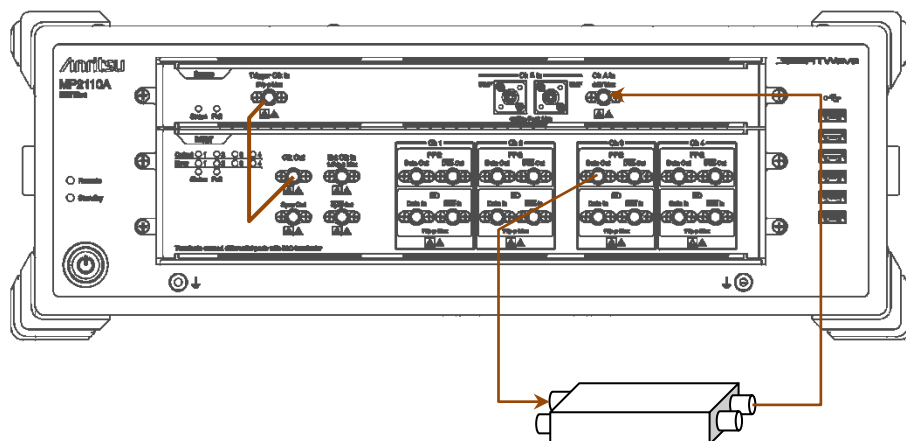


図 5.2.6-2 Clk Out を Ch3/4 に設定する接続例

5.2.7 ビット誤りを挿入する

誤り検出器がビット誤りを検出できるか、確認するときにビット誤りを挿入します。一度に挿入されるビット誤り数はビットレートに応じて決定されます。

24.3～28.2 Gbit/s :	20 bit
9.5～14.2 Gbit/s :	8 bit

画面操作によりビット誤りを挿入する

[Insert Error] をクリックします。

ビット誤りを挿入したときは、[Insert Error] の右のランプが赤色に点灯します。

5.2.8 誤り検出方法を設定する

ビット誤りを検出する条件を設定します。

信号入力コネクタ

BERT パネルの **Data In** コネクタと $\overline{\text{Data In}}$ コネクタのブロック図を次に示します。

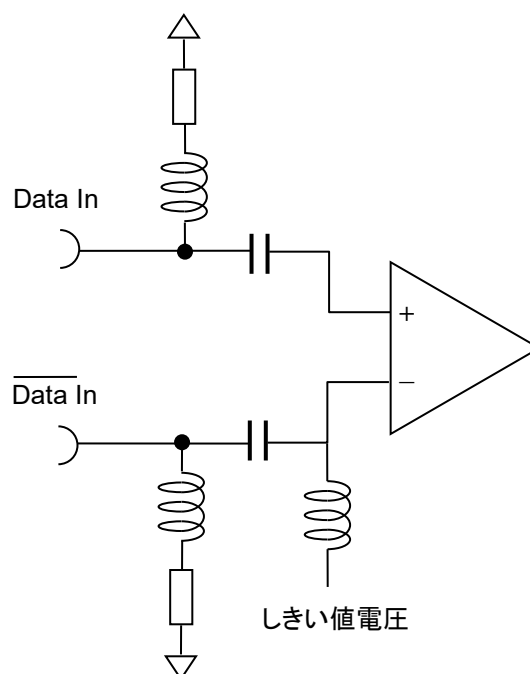


図 5.2.8-1 入力コネクタブロック図

⚠ 注意

- ・ 電気入力コネクタのインピーダンスは 50 Ω です。インピーダンスが 50 Ω でない同軸ケーブルを使用すると正しく測定できないことがあります。
- ・ **Data In** コネクタと $\overline{\text{Data In}}$ コネクタには 1 V 以上の直流電圧をかけないでください。内部回路が焼損するおそれがあります。

ED Input Condition によって、信号入力コネクタを選択します。

[Differential 50 Ohm]: **Data In** コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタの両方を信号入力コネクタとします。2つのコネクタに入力される信号の差電圧が入力電圧です。

[Electrical Single-Ended Data]: **Data In** コネクタを信号入力コネクタとします。

[Electrical Single-Ended XData]: **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタを信号入力コネクタとします。

減衰器の係数 (External Attenuation)

MP2110A の **Data In** コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタに固定減衰器を取り付けるときに、固定減衰器の減衰量 (dB) を入力します。

減衰器の入力電圧に換算したしきい値電圧が表示されます。

計算式は次のとおりです。

$$\text{換算したしきい値電圧} = \text{しきい値電圧} \times 10^{\text{(減衰量/20)}}$$

注意

- **Data In** コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタの両方に減衰器を挿入するときは、同じ減衰量の減衰器を使用してください。減衰量が異なる減衰器を使用すると、表示されたしきい値電圧と実際のしきい値電圧に違いが生じます。
 - 減衰器に入力する電圧が 5 V 以上または -5 V 以下になるときは、減衰器で消費される電力が、減衰器の定格電力を超えないことを確認してください。
 - 減衰器で減衰された信号の電圧が、**Data In** コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタに表示している電圧を超えないことを確認してください。
-

しきい値レベル (Threshold)

“1” と “0” を判別する電圧レベルです。入力コネクタは交流結合していますので、直流分を除去した信号波形に対する電圧を設定します。

Data In コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタに、1.2V LVCMOS の信号を入力した場合の、コネクタに入力される波形と直流分を除去した波形を次の図に示します。

しきい値レベルは、直流分を除去した波形に対して設定します。

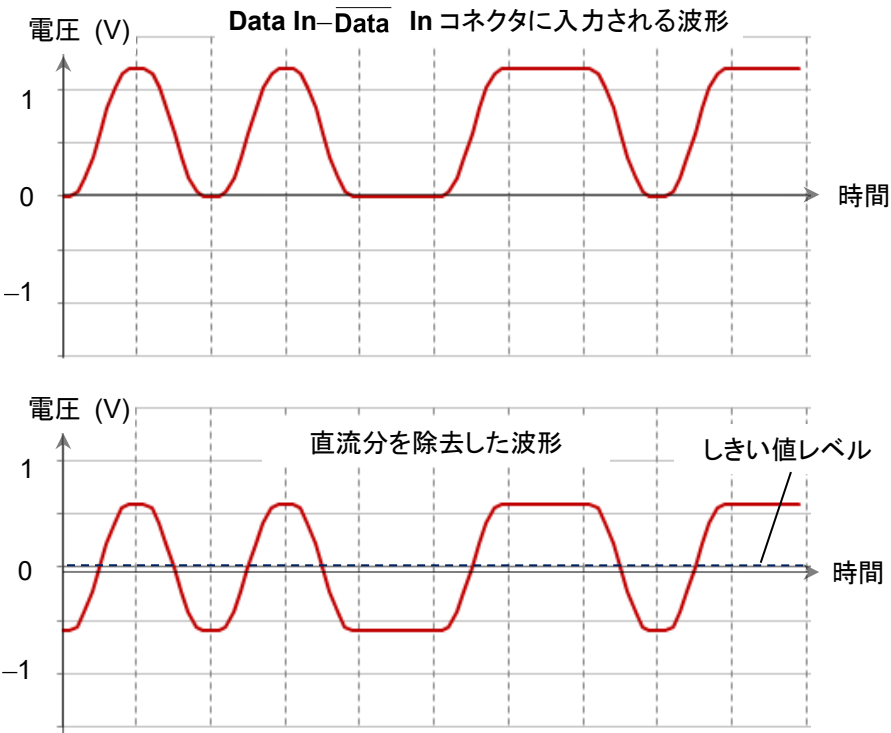


図 5.2.8-2 しきい値レベルの設定対象となる波形

論理
正論理 (POS) または負論理 (NEG) を選択します。

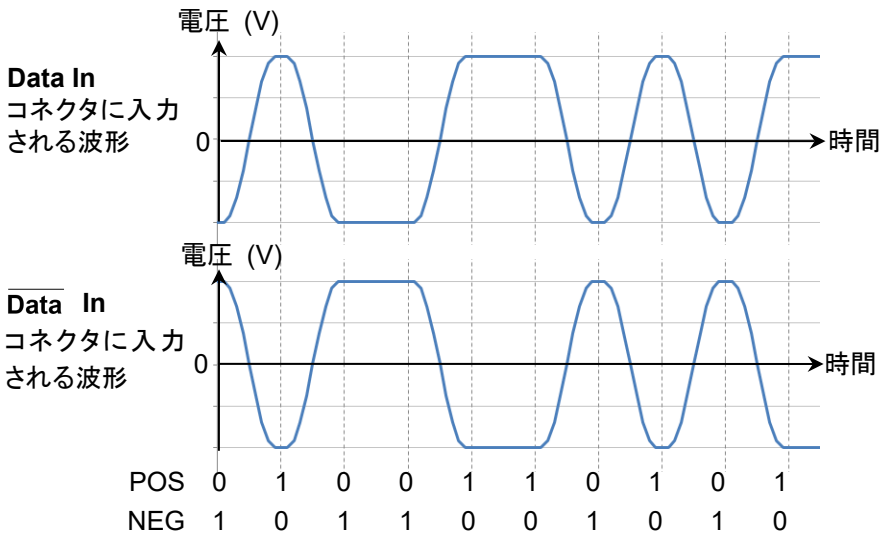


図 5.2.8-3 入力波形と判定した値

パターン
誤り検出器は、受信したビット列と内部で生成したビット列を 1 ビットごとに比較して、異なっているビットをビット誤りと判定します。
このため、パルスパターン発生器と同じパターンを誤り検出器に設定します。

誤り検出条件の設定手順は次のとおりです。

1. パルスパターン発生器のビットレートとパターンを変更したら、その設定を誤り検出器にも設定するときは、**Tracking** のボタンをクリックして **[On]** にします。
[On] にしたときは、手順 6 に進んでください。
[Off] にしたときは、手順 2 に進んでください。
2. **Bit Rate** のボタンをクリックして、規格を選択します。
3. **Test Pattern** のボタンをクリックして、パターンを選択します。
パルスパターン発生器と同じパターンにします。
4. **Logic** を **[POS]** または **[NEG]** に設定します。
5. **ED Input Condition** のボタンをクリックします。
6. 信号を受信するコネクタを次から選択します。

[Differential 50 Ohm]:	Data In と $\overline{\text{Data In}}$ コネクタ
[Electrical Single-Ended Data]:	Data In コネクタ
[Electrical Single-Ended XData]:	$\overline{\text{Data In}}$ コネクタ
7. **Ext ATT** のテキストボックスをクリックします。
8. **Data In** コネクタと **$\overline{\text{Data In}}$** コネクタに固定減衰器を挿入したときは、その減衰量 (dB) を入力します。減衰器を使用しないときは 0 を入力します。
9. **Threshold** のテキストボックスをクリックします。
10. しきい値電圧を入力します。

5.2.9 EDの測定条件を設定する

- ビット誤りの測定方法を設定するには
Gating の Gating Cycle を設定します。
- [Single]: 測定周期で設定した時間が経過するまで、測定します。
 - [Repeat]: ER Result のボタン表示を [Stop] にするまで測定します。
測定周期ごとに、ビット誤りを 0 に戻します。
 - [Untimed]: ER Result のボタン表示を [Stop] にするまで測定します。
ビット誤りは積算されます。

Gating Cycle の設定と、表示されるビット誤り数の変化の関係を次の図に示します。

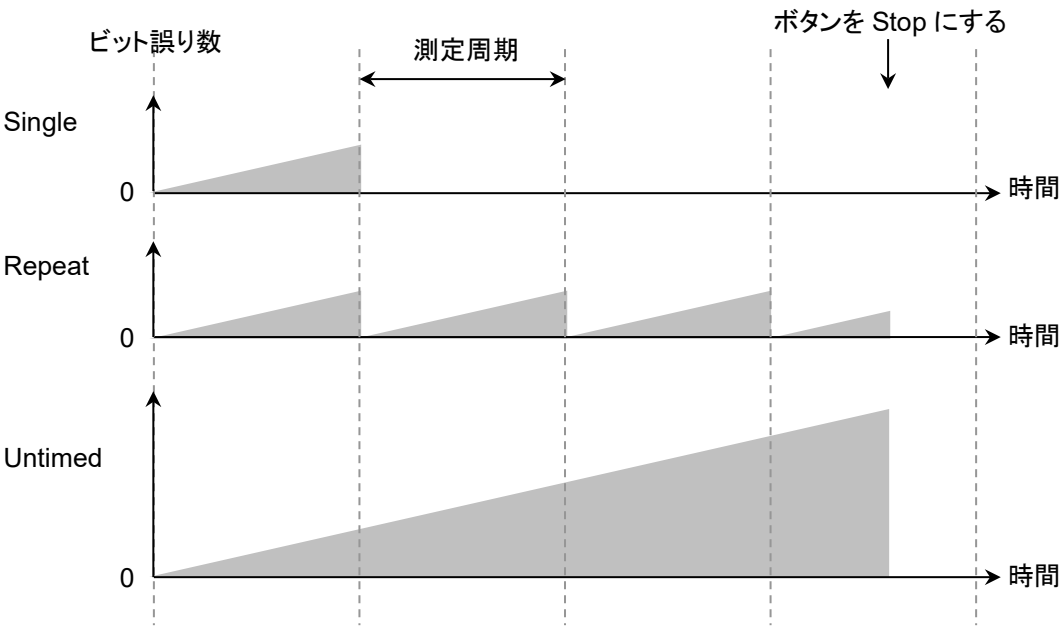


図 5.2.9-1 Gating Cycle の設定とビット誤り数表示

ビット誤りを測定する周期
Gating Cycle が Single または Repeat のときは、測定周期を設定します。
1 秒から 9 日 23 時間 59 分 59 秒までの間で設定できます

測定結果の表示方法
ED Result の表示は、実時間（約 0.1 秒間隔）で更新する方法と進捗が 100%に達したときに更新する方法があります。
Gating の Current で表示方法を設定します。
[On]:実時間で測定結果を更新します。
[Off]:Gating Cycle が Single または Repeat のときは、進捗が 100%に達したときに測定結果を更新します。
Gating Cycle が Untimed のときは、測定を停止したときに測定結果を更新します。

測定条件の設定手順は次のとおりです。

1. Gating Cycle のボタンをクリックして、測定方法を次から選択します。

[Repeat]
[Single]
[Untimed]

2. Gating Cycle が Repeat または Single のときは、Gating Cycle の下のテキストボックスをクリックして、数字を入力します。
測定周期は 1 秒から 9 日 23 時間 59 分 59 秒の範囲で設定します。
3. Current をクリックして測定結果を表示するタイミングを設定します。
[On]: 100 ms おきに測定結果を更新します。
[Off]: 測定周期ごと、または測定を停止したときに測定結果を表示します。
4. [Start / Stop] をクリックします。
ボタンの右のランプが緑色に変わります。
状態表示に Measure が表示されます。
測定の進捗率が表示されます。

パターンの同期がとれると、SYNC Loss の表示が消えます。

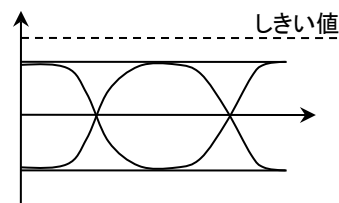
Gating Cycle を [Untimed] に設定したときは、測定周期を 5 秒として進捗率を表示します。

SYNC Loss が赤色のときは

パターン同期がとれません。次の点を確認してください。

- ・ 被測定物が発生する Test Pattern と誤り検出器の Test Pattern が合っている。
- ・ Logic の POS、NEG の設定が正しい。
- ・ Data In コネクタ、 $\overline{\text{Data In}}$ コネクタに入力される信号に対して、適切なしきい値電圧が設定されている。

しきい値が0レベルと1レベルの間がない



しきい値付近のレベルにノイズが多い

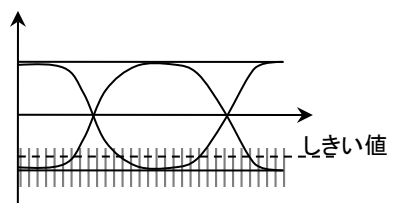


図 5.2.9-2 適切でないしきい値の例

5.2.10 測定結果

ED Result には、次の測定結果が表示されます。

Start Time: ビット誤り測定を開始した時刻です。

Elapsed Time: ビット誤り測定を開始してから経過した時間です。

Gating Cycle が Single または Repeat のときは、Gating の Time で設定した時間が経過すると、表示される時間が 0 にリセットされます。

Remaining Time: Gating の Time で設定した時間から、ビット誤り測定の経過時間を引いた時間です。

ER: ビット誤り率を 0.0001E-18 から 1.0000E-03 の範囲で表示します。

ビット誤りが発生していないときの仮数部は 0.0000 です。

このときの指数部は、クロック数によって変わります。

例: 0.0000E-03 クロック数 1000 以上 9999 以下

0.0000E-04 クロック数 10000 以上 99999 以下

EC: 発生したビット誤りを 0～9999999 または 1.0000E07～9.9999E17 の範囲で表示します。

CC: 受信したビット数を 0～9999999 または 1.0000E07～9.9999E17 の範囲で表示します。

FREQ (kHz):

受信したビット数から計算したクロック周波数です。

受信したデータの伝送速度 (kbit/s) と同じです。

アラーム表示

Error: ビット誤りを検出したときに、赤色になります。

SYNC Loss: パターン同期がとれないときに、赤色になります。

一度アラーム表示が赤色になると、アラームの発生要因がなくなったときは黄色を表示します。これによりアラームが発生したことを表示します。

アラーム表示が黄色のときに、[History Reset] をクリックすると黄色の表示が消えます。

SYNC loss のしきい値 (パターン同期がとれなくなるエラーレート) はビットレートによって変わり、次の式で求められます。

$$\text{しきい値} = \frac{65565000}{\text{Bit rate (bit/s)}}$$

例: ビットレートが 28.2 Gbit/s の場合は 2.32E-3 がしきい値になります。

$$\frac{65565000}{28.2 \times 10^9} = 2.325 \times 10^{-3}$$

5.2.11 測定結果を保存する

保存されるビット誤りの測定結果データは次のとおりです。

ビット誤り測定結果

CC (Clock Count)

EC (Error Count)

ER (Error Rate)

Frequency

Start Time

Stop Time

Test Pattern

```
Anritsu;MP2110A
;01.00;TXT-----
Pattern PRBS2^9-1
Option 12,21,24,93
Start 2017/03/27 15:46:16      End 2017/03/27 15:46:26

      | Total
-----+-----
ER      | 0.0000E-11
EC      |          0

Frequency      Clock Count
-----+-----
25781250kHz    2.5781E+11
```

図 5.2.11-1 テキストファイルの例

```
Anritsu;MP2110A;01.00;CSV
Pattern,PRBS 2^9-1
Option 12,21,24,93
Start 2017/03/27 15:46:16      End 2017/03/27 15:46:26

,Total
ER,0.0000E-11
EC,0

Frequency,Clock Count
25781250kHz,2.5781E+11
```

図 5.2.11-2 CSV ファイルの例

手順

1. [System Menu] をクリックします。
2. [Save] をクリックします。
3. [PPG/ED Ch1]、[PPG/ED Ch2]、[PPG/ED Ch3]、[PPG/ED Ch4] のどれかを選択します。
4. [Result] をクリックします。
ファイル名入力ダイアログボックスが表示されます。
5. 表示されたファイル名で保存するときは、[OK] をクリックします。
6. ファイル名を編集するときはテキストボックスの右のボタンをクリックします。
ソフトウェアキーボードが表示されます。
7. ファイル名を入力します。
8. ファイル名を変更するときは [OK]、中止するときは [Cancel] をクリックします。手順 4 に戻ります。

測定結果のファイルは次のフォルダに保存されます。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\CSV

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\TXT

5.3 設定の制約事項

パルスパターン発生器の設定項目には、次の制約があります。

MP2110A は Test Pattern が PRBS 以外のとき (1/2 Clock と 1/16 Clock のとき) は、ハードウェア上の制約により Pattern Sync 機能は無効となります。設定として選択はできますが、この条件のときは PPG 1/8 Clock が出力されます。

以下の両方の条件に一致する場合、Clk Out からの出力は Off になります。

- Bit Rate が 24.3～28.2 Gbit/s の範囲で動作している。
- Clk Out Source Channel 設定 (Ch1/2 または Ch3/4) で指定したいいずれかのチャンネルで、PPG Test Pattern が 1/2 Clock Pattern に設定されている。

この章では、Scope の設定項目と波形を測定する方法を説明します。

注:

本書では、ソフトウェアバージョン 8 以降の操作方法について説明します。

6.1	測定の手順	6-2
6.2	画面の説明	6-3
6.2.1	Result ウィンドウ	6-3
6.2.2	ジッタのグラフ表示	6-13
6.2.3	Setup ダイアログボックス	6-25
6.2.4	Measure ダイアログボックス	6-30
6.2.5	Amplitude O/E のダイアログボックス	6-45
6.2.6	Time CRU のダイアログボックス	6-50
6.3	校正と調整	6-56
6.3.1	レベル校正	6-56
6.3.2	暗電流の校正	6-58
6.3.3	特殊波長使用時の調整	6-58
6.3.4	自己診断の実行	6-60
6.4	CRU の設定	6-61
6.5	レートの設定	6-64
6.5.1	シンボルレートの設定	6-65
6.5.2	クロックレートと分周比の設定	6-66
6.6	パターン長の設定	6-67
6.7	データの収集	6-68
6.7.1	データの同期方法の設定	6-68
6.7.2	波形の累積表示の設定	6-70
6.7.3	波形の平均化処理	6-72
6.7.4	データ収集の開始と停止	6-73
6.8	スケールの調整	6-74
6.8.1	自動調整	6-74
6.8.2	縦軸の調整	6-76
6.8.3	横軸の調整	6-78
6.9	波形の測定	6-79
6.9.1	測定項目の設定と表示	6-80
6.9.2	マスクテスト	6-91
6.9.3	ジッタの解析	6-99
6.9.4	ヒストグラムを使用した測定	6-105
6.9.5	マーカの使用	6-108
6.9.6	波形の演算表示	6-110
6.9.7	トレースメモリの使用	6-111
6.9.8	ラベルの表示	6-112
6.9.9	測定結果の保存	6-114

6.1 測定の手順

基本的な測定手順を次の図に示します。

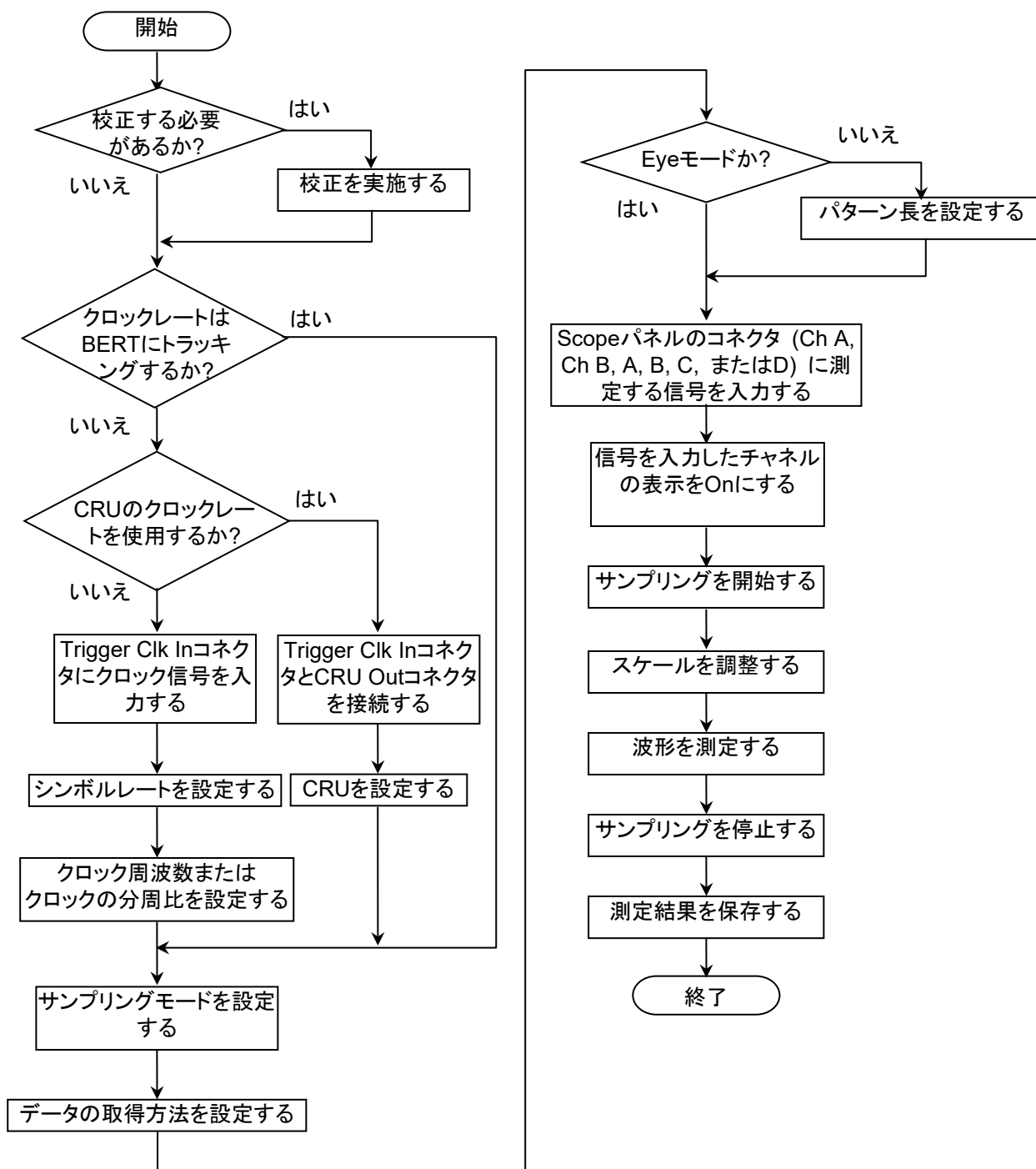


図 6.1-1 基本的な測定手順

6.2 画面の説明

6.2.1 Resultウィンドウ

ファンクションメニューの [Scope] をクリックすると、Scope の Result ウィンドウが表示されます。

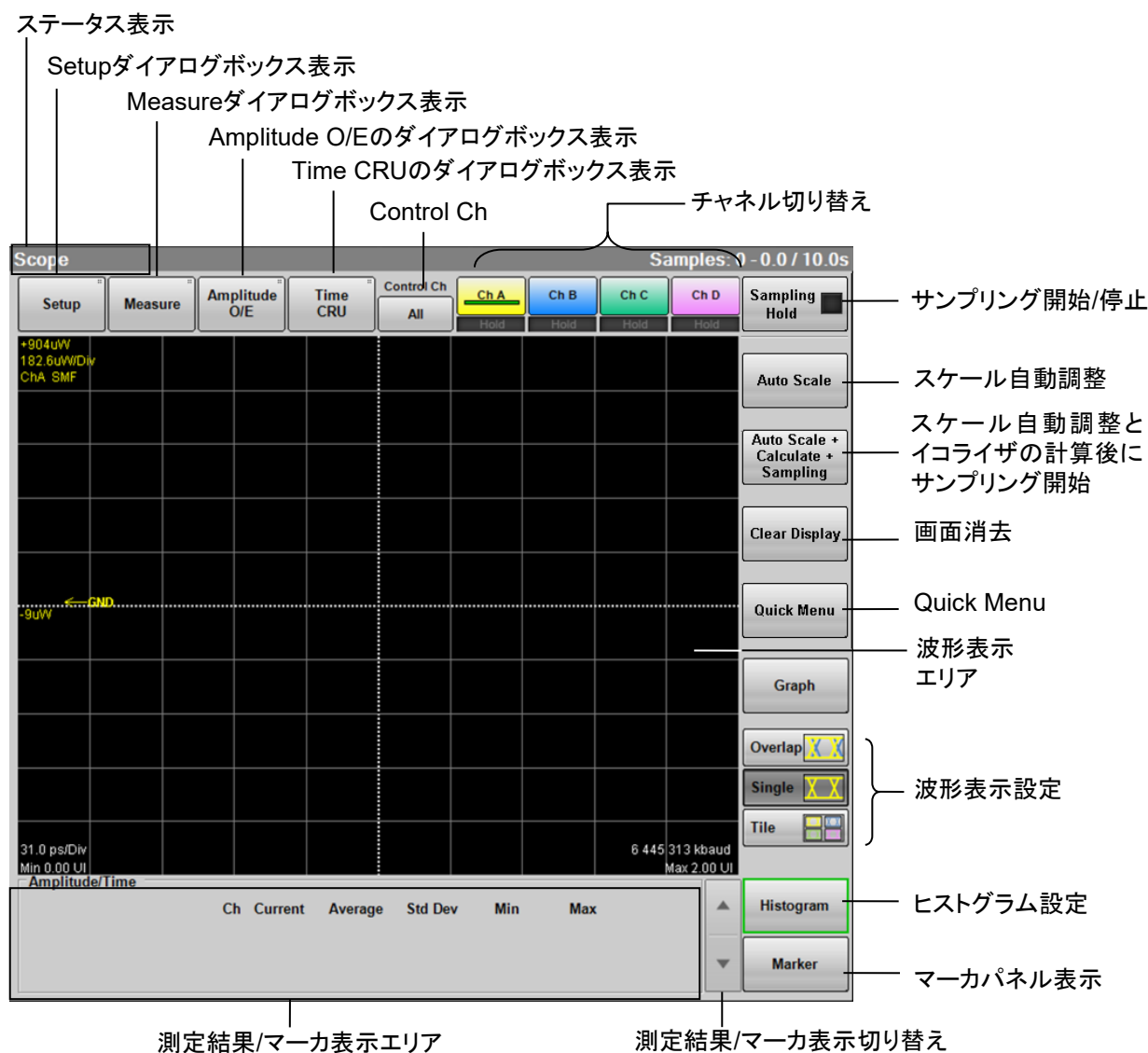


図 6.2.1-1 Result ウィンドウ

[Setup]、[Measure]、[Amplitude O/E]、[Time CRU] をクリックすると、ダイアログボックスが表示されます。

- Scope が搭載されていない場合、53G CRU が搭載されている場合は、Result ウィンドウは表示されません。このときは Time ダイアログボックスが表示されます。
- デュアル電気スコープ (x21) では、[Amplitude O/E] ではなく [Amplitude] が表示されます。
- CRU が搭載されていない場合は、[Time/CRU] ではなく [Time] が表示されます。

チャンネル切り替え

波形の表示と、制御対象とするチャンネル（以下、アクティブチャンネルという）を設定します。

ボタンの色が灰色のときは、波形表示がオフになります。

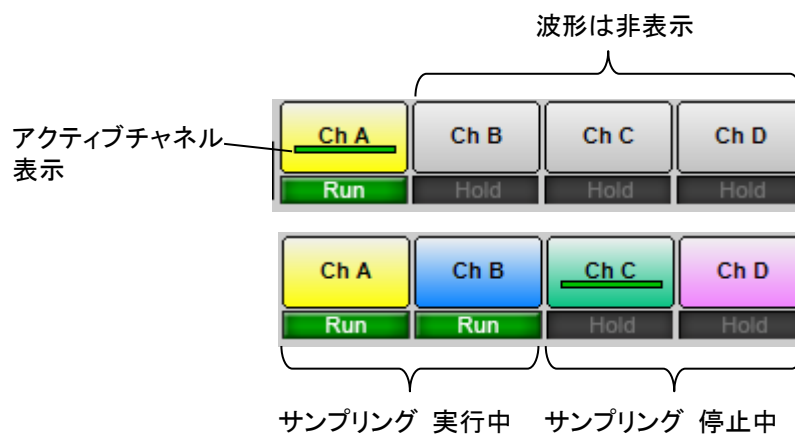


図 6.2.1-2 チャンネルの切り替え

Control Ch

[Sampling]、[Auto Scale]、[Auto Scale + Calculate + Sampling]、および [Clear Display] の制御対象とするチャンネルを切り替えます。

[All] すべてのチャンネル

[Single] アクティブチャンネルのみ

Control Ch を [Single] にすると、アクティブチャンネルのみに有効なボタンにアクティブチャンネルと同じ色が表示されます。

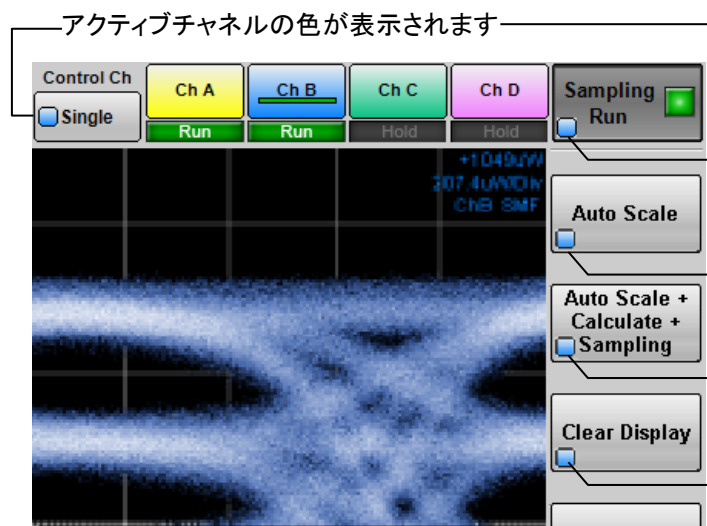


図 6.2.1-3 Control Ch を Single にした場合

Control Ch を [Single] にすると、以下のダイアログボックスのアクティブチャンネルのみに有効な設定項目に、アクティブチャンネルと同じ色が表示されます。

- Setup ダイアログボックス
- Measure ダイアログボックス
- Amplitude O/E のダイアログボックス
- Time CRU のダイアログボックス

アクティブチャンネルのみに設定される項目に、色が表示されます。

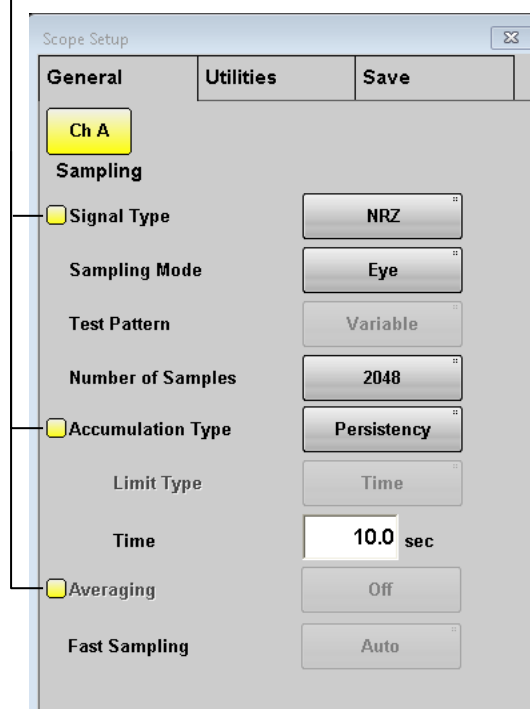


図 6.2.1-4 Control Ch を Single にした場合の設定項目表示

Control Ch が [All] であっても、アクティブチャンネルの色が表示されている項目はチャンネル別に設定できます。

注:

次の項目がチャンネル間で不一致の場合は、“* The setting of each channel is different” が表示されます。

- [General] タブの Accumulation Type
- [O/E] タブの Input Connector (Wavelength)
- [O/E] タブの Filter

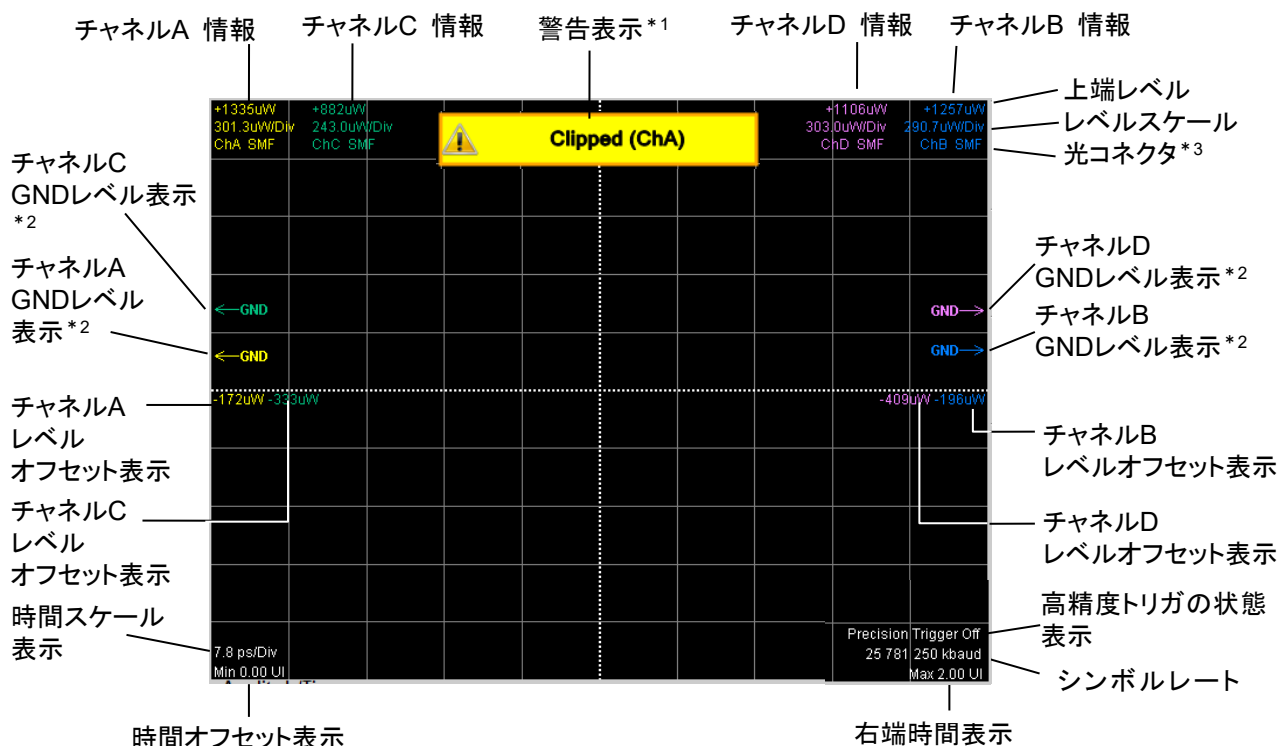


図 6.2.1-5 波形表示エリア

*1: 入力信号により波形表示エリアに警告が表示されることがあります。この場合は、減衰器を入れるなどして入力レベルを下げてください。

Overload: 光入力パワーが上限を超えているため、波形がひずんでいます。この警告が表示されるピークパワーは以下になります。

- x80/x84/x85、または x84+x74 のとき:
1000 μ W
- x25/x35/x45/x40+x61、または x22/x23/x32/x33/x42/x43 の SMF 入力 のとき:
2200 μ W
- x30/x40 のとき:
2600 μ W
- x26/x36/x39/x46/x49、または x22/x23/x32/x33/x42/x43 の MMF 入力 のとき:
3200 μ W

Clipped: 電気入力信号（光入力の場合は O/E 変換後の信号）の振幅がダイナミックレンジを超えているため、波形が切れて表示されています。この警告が表示されるダイナミックレンジは、 ± 400 mV です。

*2: GND レベル表示はオプションによって以下のとおり変わります。

■ x2x、x4x、x8x の場合の GND レベルは、線が太く表示されます。

Ch A:  Ch B:  Ch C:  Ch D: 

■ x3x の場合の GND レベルは、線が細く表示されます。

Ch A:  Ch B:  Ch C:  Ch D: 

*3: MP2110A-x8x 搭載時は「SMF」、「MMF」は表示されません。

Quick Menu

[Quick Menu] にはよく使う機能が表示されます。

スケールとオフセットの調整方法は「6.8 スケールの調整」を参照してください。

Amplitude:

縦軸のスケールとオフセットを設定します。

Time:

横軸のスケールとオフセットを設定します。

Sampling Mode が [Pulse] の場合は [Offset] が表示されます。

その他の場合は、[Delay] が表示されます。

Waveform:

アクティブチャネルのボタンの色を選択します。

Setup ダイアログボックスで Waveform を [Gray Scale] に設定している場合は、波形の色も変わります。

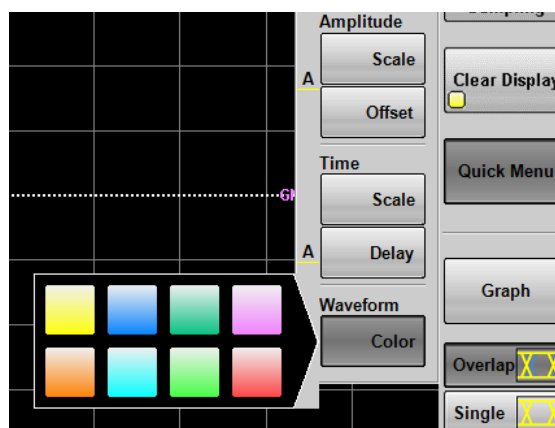


図 6.2.1-6 Quick Menu

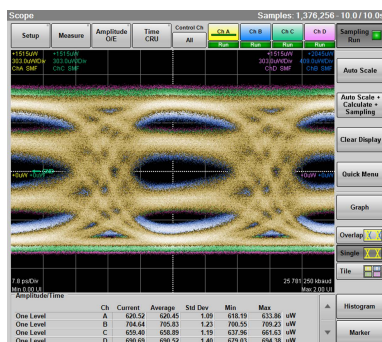
波形表示設定

波形の表示方法は、3 種類あります。

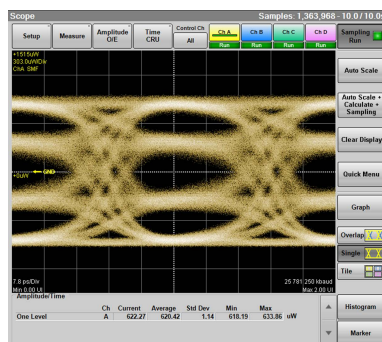
Overlap: 複数のチャネルの波形を重ねて表示します。

Single: アクティブチャネルの波形だけを表示します。

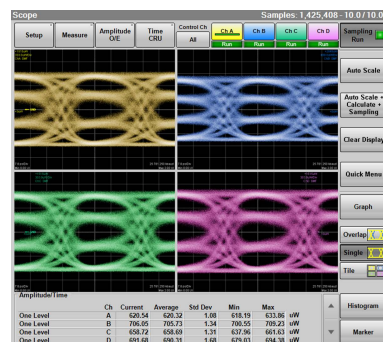
Tile: 4 つの波形を並べて表示します。



Overlap表示



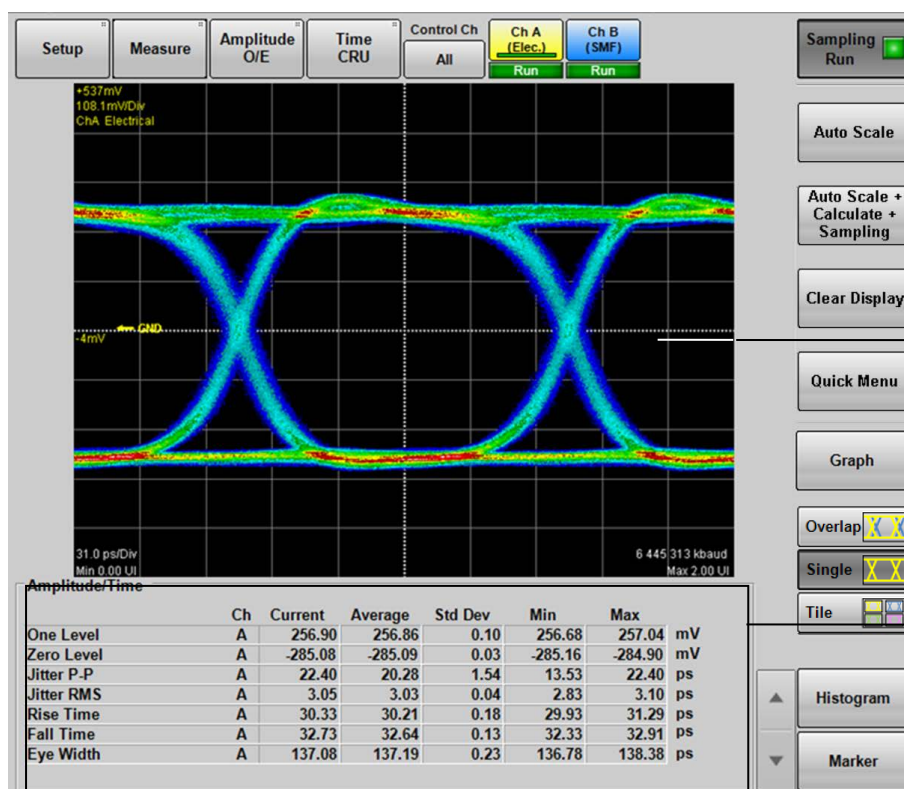
Single表示



Tile表示

図 6.2.1-7 波形の表示方法

Result ウィンドウに表示する測定結果の数によって、波形表示エリアのサイズが変わります。



波形表示
エリア

測定結果表示
エリア

図 6.2.1-8 Result ウィンドウ (測定項目が 5~8 個)

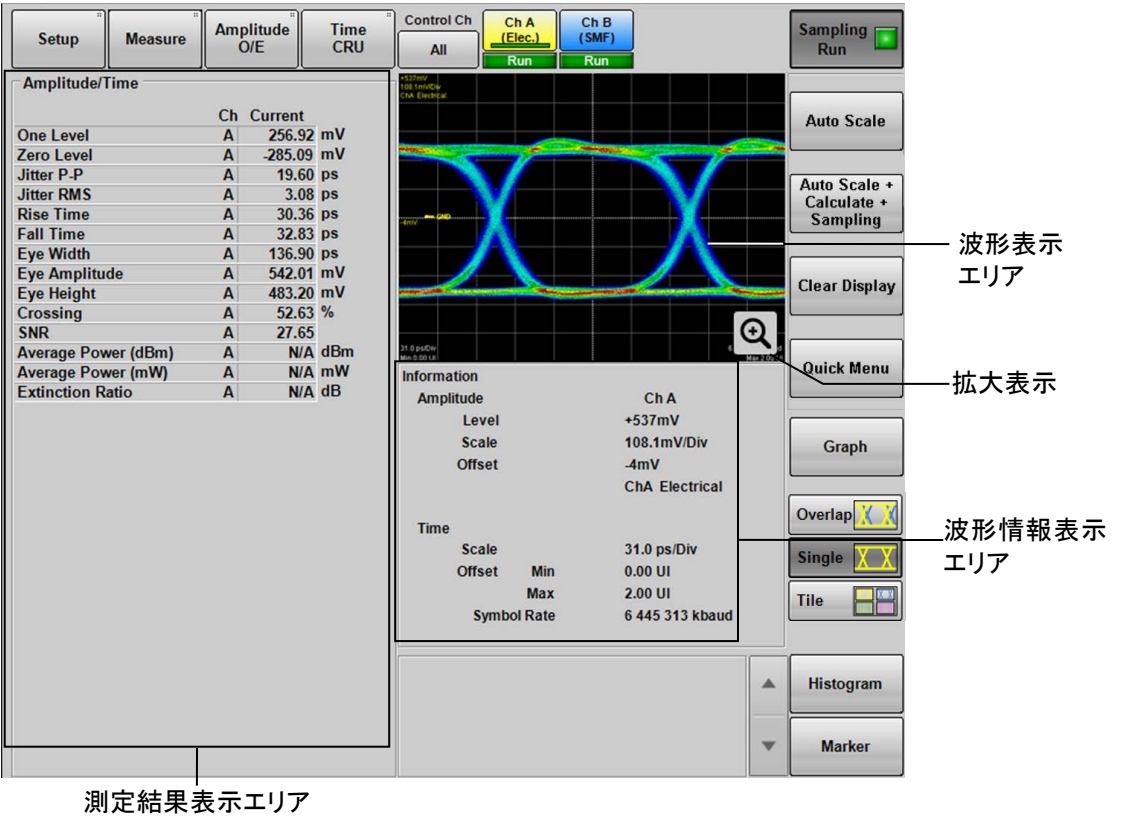


図 6.2.1-9 Result ウィンドウ (測定項目が 9 個以上)

測定項目が 9 個以上のときは、ウィンドウ内に拡大表示アイコン (🔍) が表示されます。このアイコンをクリックすると、Scope Result ダイアログボックスが表示され、波形が拡大して表示されます。

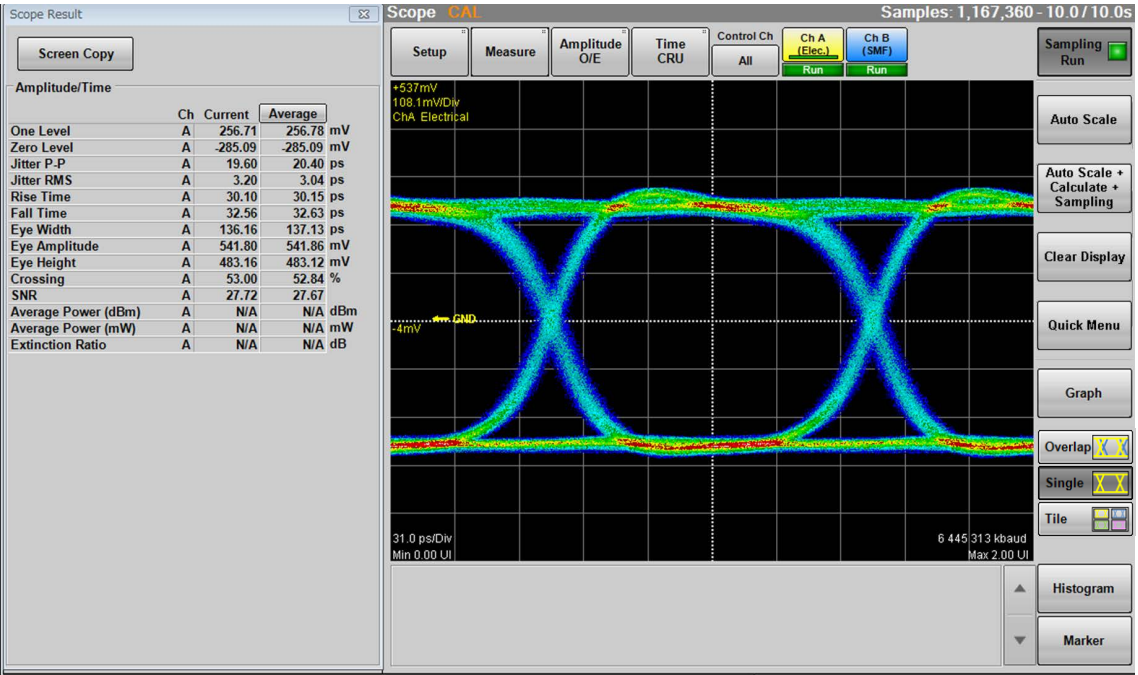


図 6.2.1-10 Result ウィンドウの拡大表示 (測定項目が 9 個以上)

Scope Result ダイアログボックスの [Screen Copy] をクリックすると、Result ウィンドウと Scope Result ダイアログボックスの画像がファイルに保存されます。

ファイルの保存方法および保存先フォルダについては、「4.3.3 Screen Copy」を参照してください。

測定結果表示エリア

Current には、測定開始してから累積されたすべてのサンプルを測定対象とした測定値が表示されます。このため、Limited モードで測定した結果としては Current 値を使用してください。

これに対し、Average、Std Dev、Min、および Max に表示される値は、測定開始から取得波形単位で更新される Current 値に対する統計値です。Accumulation Type が [None] のときや、[Persistency] で波形データサンプルの累積量が少ないとき（目安として Time が 1.0 以下のとき）に使用できます。

正しく測定できなかった項目の結果は、N/Aと表示されます。一部の項目については測定できない理由が表示されます。

表 6.2.1-1 測定できない理由が表示される項目

理由の表示	内容	対象測定項目
OMA?	Outer OMA または VMA が小さすぎるため、Scope 内部のノイズの影響が大きく、正確な測定ができません。	TDECQ、 Partial TDECQ、 Noise Margin、 Partial Noise Margin
SER?	波形の SER を Target SER まで追い込むことができません。	TDECQ、 Partial TDECQ、 Noise Margin、 Partial Noise Margin

測定項目をクリックすると文字が青色に変わり、ウィンドウに測定領域が黄色の点線で表示されます。もう一度測定項目をクリックすると、測定領域の表示が消えます。

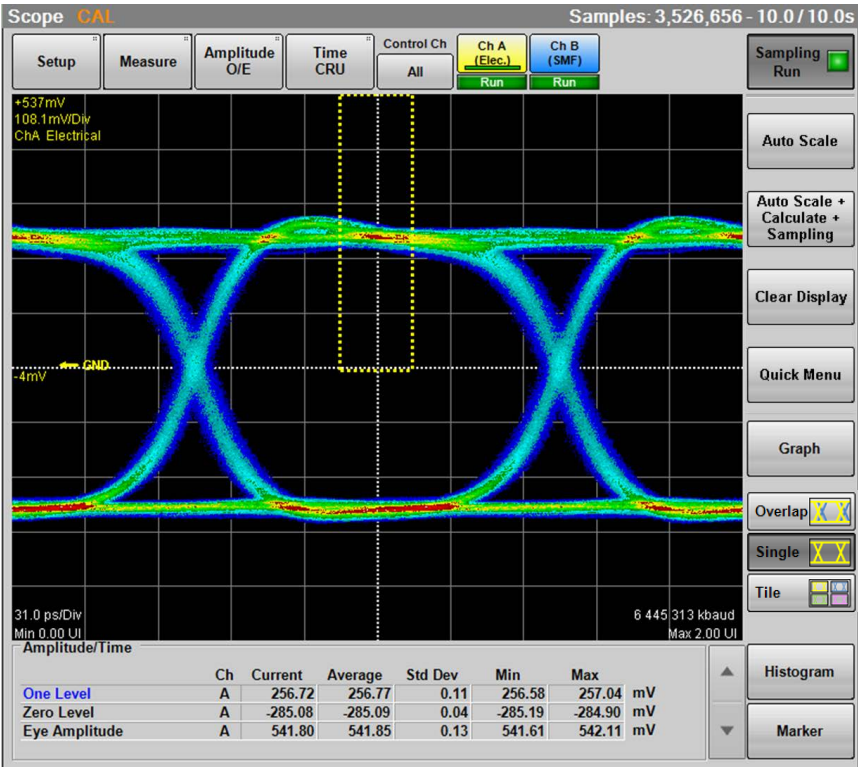


図 6.2.1-11 測定領域の表示例

ステータス表示

Scope の次の状態が表示されます。

表 6.2.1-2 ステータス表示項目

表示	色	説明
CAL	橙	以下のいずれかの理由により、校正が必要であることを示します。 <ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアバージョンの変更 Input Connector 設定の SMF/MMF の変更 「6.3.1 レベル校正」または「6.3.2 暗電流の校正」を参照して校正してください。
	黄	以下の理由により、校正が必要であることを示します。 <ul style="list-style-type: none"> 前回校正時から$\pm 2.5^{\circ}\text{C}$以上の温度差 「6.3.1 レベル校正」を参照して校正してください。
	赤	以下のいずれかの理由により、校正が必要であることを示します。 <ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアバージョンの変更 前回校正時から$\pm 5.0^{\circ}\text{C}$以上の温度差 前回校正時から 7 日以上経過 「6.3.1 レベル校正」を参照して校正してください。
26G CRU Unlock 53G CRU Unlock	橙	Data Clock Rate 設定の Tracking で指定した CRU が同期していません。CRU Data In の入力信号、設定、Lock Status を確認してください。
Free Running	赤	トリガクロックを検出できません。Trigger Clk In に信号が入力されていることを確認してください。
Trigger Setting Wrong	橙	トリガクロックが同期していません。入力しているトリガクロックの周波数と、設定を確認してください。
PT phase unlock	橙	Precision Trigger が入力信号に同期していません。Precision Trigger を Reset してください。

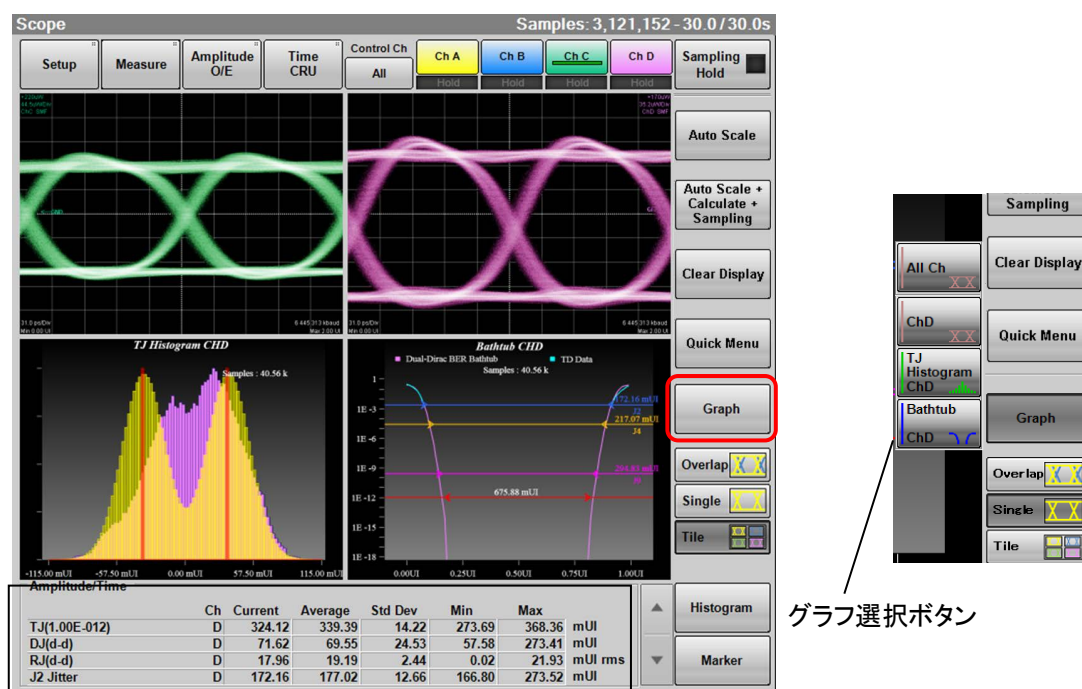
6.2.2 ジッタのグラフ表示

MP2110A-x96 が搭載されている場合、Result ウィンドウに [Graph] が表示されます。

[Graph] をクリックするとグラフ選択ボタンが表示されます。

注:

Pulse モードまたは Coherent Eye モードのときは、[Graph] を操作できません。



ジッタ解析結果

図 6.2.2-1 Result ウィンドウ (グラフ選択)

Advanced Jitter モードのときは、Result ウィンドウの次のボタンは操作できません。

Control Ch, [Auto Scale], [Auto Scale + Calculate + Sampling], [Clear Display], [Quick Menu], [Overlap], [Histogram], [Marker]

「図 6.2.4-8 Jitter Measure ダイアログボックス Advanced タブ」の Correction Factor が [ON] の場合、補正されている値は測定結果表示エリアに赤字で*1 と表示されます。Fixed RJ が [ON] の場合、RJ に*2 が表示されます。

	Ch	Current	Average	Std Dev	Min	Max	
TJ(1.00E-012)	*1	B	153.31	154.55	16.10	135.02	303.41 mUI
RJ(d-d)	*2	B	6.45	6.45	0.00	6.45	6.45 mUI rms
DJ(d-d)	*1	B	62.63	63.88	16.09	44.41	212.73 mUI
EYE Opening	*1	B	846.69	845.45	16.10	696.59	864.98 mUI

図 6.2.2-2 測定結果が補正されているときの表示例

グラフの選択方法

Result ウィンドウの [Graph] をクリックするとグラフ選択ボタンが表示され、表示するグラフを選択できます。

Eye モードのときは、アクティブチャンネルがボタンに表示されます。

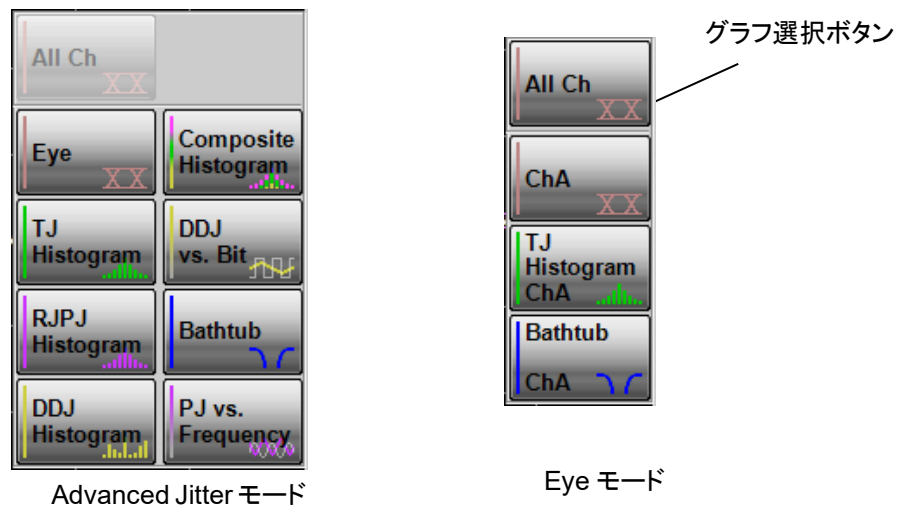


図 6.2.2-3 グラフ選択ボタンの表示例

表 6.2.2-1 Sampling Mode と表示されるグラフ

Sampling Mode	Advanced Jitter モード	Eye モード
表示されるグラフ	Bathtub DDJ Histogram Composite Histogram DDJ vs Bit PJ vs Frequency RJ/PJ Histogram TJ Histogram	Bathtub TJ Histogram

グラフは拡大表示と縮小（4画面）表示を切り替えられます。
 グラフの表示サイズを切り替えるには、[Single] または [Tile] をクリックします。

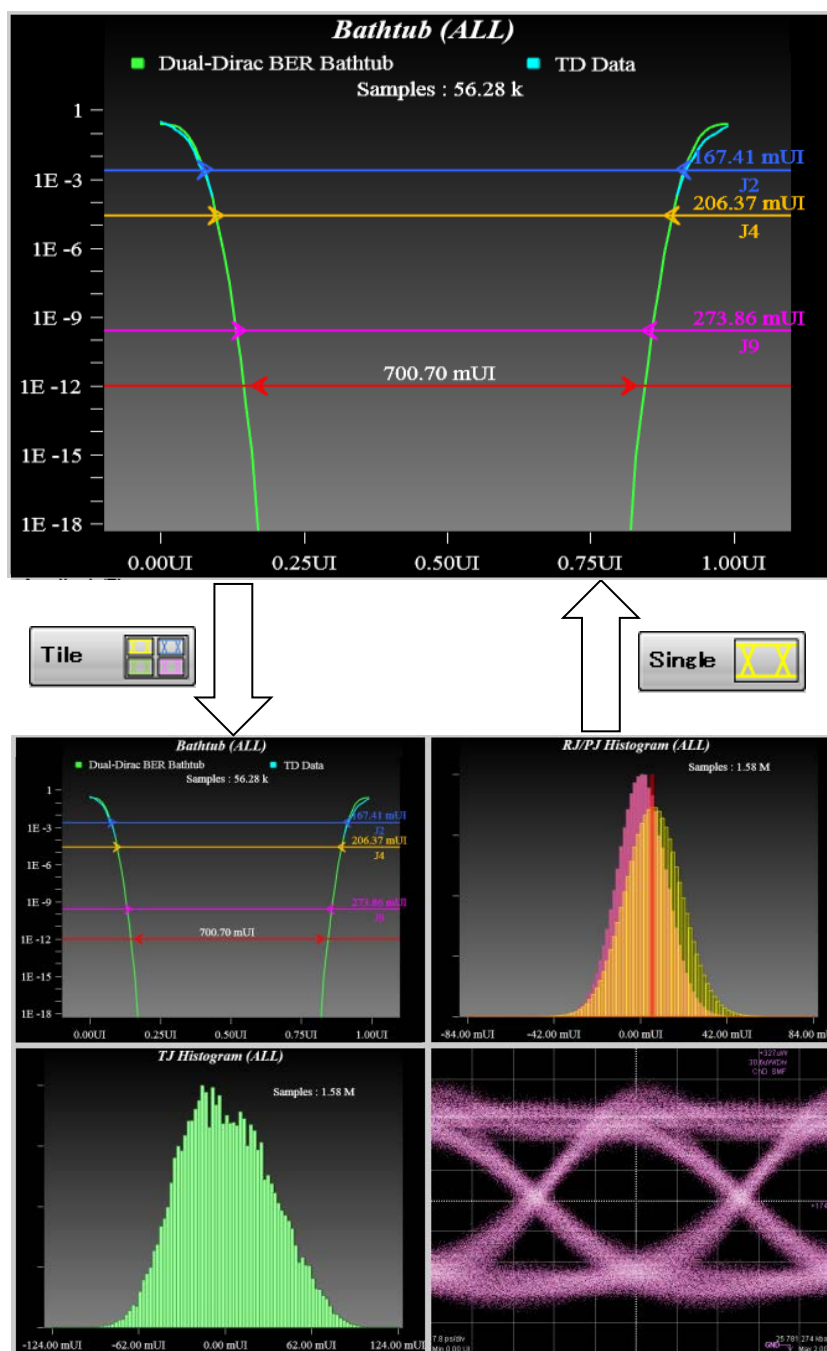


図 6.2.2-4 グラフの表示切り替え

6.2.2.1 Eye測定が表示

TJ Histogram

グラフ選択ボタンの [TJ Histogram] をクリックすると、アクティブチャネルのヒストグラムが表示されます。

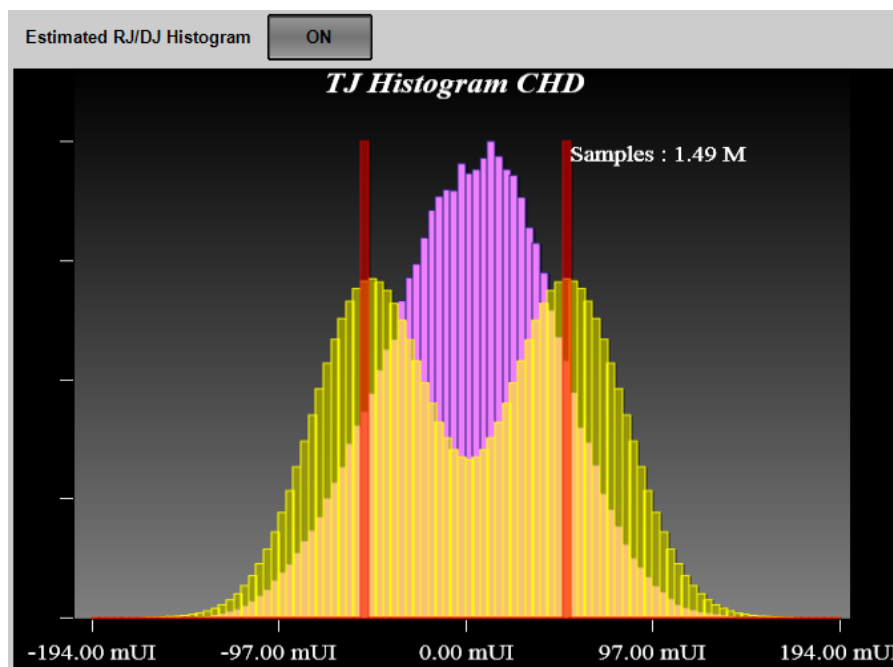


図 6.2.2.1-1 TJ Histogram

表 6.2.2.1-1 TJ Histogram の項目

名称	説明
Estimated RJ/DJ Histogram	Eye モードのときに表示されます。 デュアルディラック関数で推定した RJ と DJ のヒストグラム表示を切り替えます。 DJ の振幅が赤線で表示されます。
Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

Bathtub
グラフ選択ボタンの [Bathtub] をクリックすると、アクティブチャネルのバスタブが表示されます。

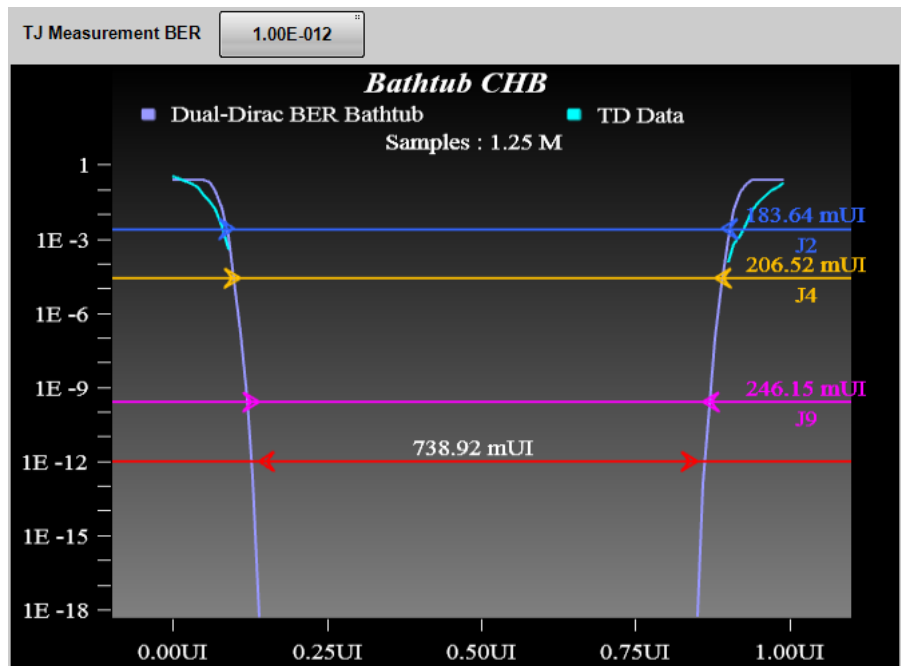


図 6.2.2.1-2 Bathtub

表 6.2.2.1-2 Bathtub の項目

名称	説明
TJ Measurement BER	TJ およびアイ開口を測定する BER を設定します。 設定した BER の位置に、赤線とアイ開口が表示されます。 測定結果エリアにアイ開口が表示されます。
TD data	Scope で測定した BER 曲線です。
Dual-Dirac BER Bathtub	TD data から、デュアルディラック関数で近似した BER 曲線です。
J2	BER が 2.5×10^{-3} の位置と、TJ を表示します。
J4	BER が 2.5×10^{-5} の位置と、TJ を表示します。
J9	BER が 2.5×10^{-10} の位置と、TJ を表示します。
Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

6.2.2.2 ジッタ解析のグラフ (Advanced Jitterモード)

Advanced Jitter モードでは、DDJ Histogram グラフを除いて、測定エッジの種類 (All、Fall、Rise) がグラフ名に表示されます。測定エッジの種類は、Jitter Measure ダイアログボックスの [Algorithm] タブで設定します。

TJ Histogram

グラフ選択ボタンの [TJ Histogram] をクリックすると、TJ のヒストグラムが表示されます。

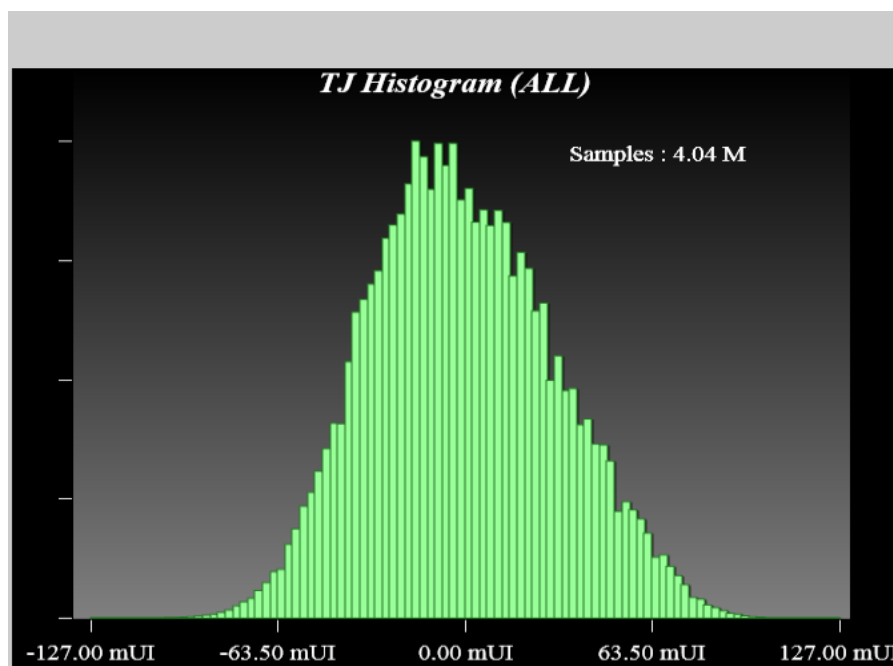


図 6.2.2.2-1 TJ Histogram

表 6.2.2.2-1 TJ Histogram の項目

名称	説明
Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

Bathtub
グラフ選択ボタンの [Bathtub] をクリックすると、グラフが表示されます。

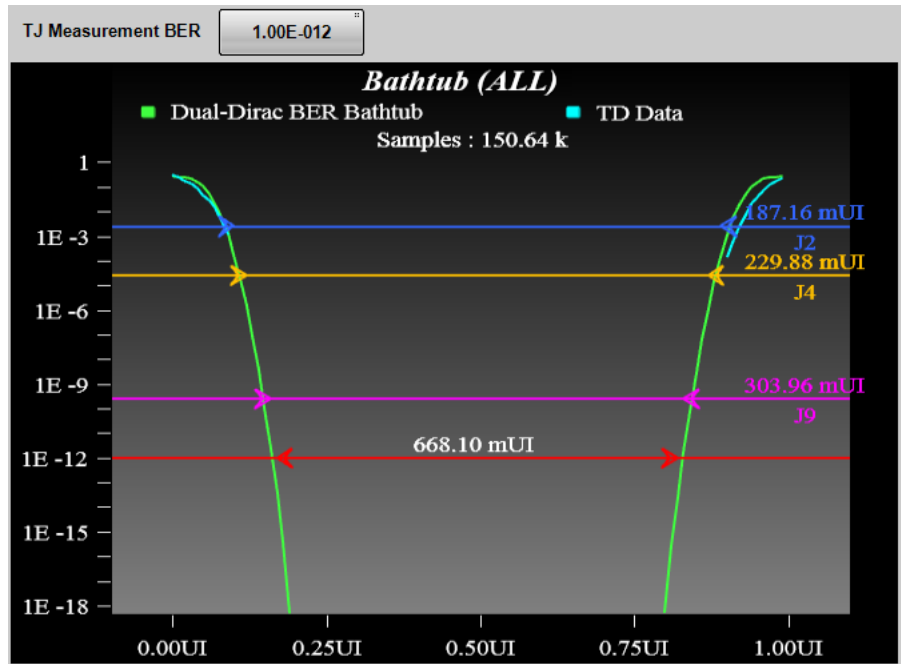


図 6.2.2.2-2 Bathtub

表 6.2.2.2-2 Bathtub の項目

名称	説明
TJ Measurement BER	TJ およびアイ開口を測定する BER を設定します。 設定した BER の位置に、赤線とアイ開口が表示されます。 測定結果エリアにアイ開口が表示されます。
TD data	Scope で測定した BER 曲線です。
Dual-Dirac BER Bathtub	TD data から、デュアルディラック関数で近似した BER 曲線です。
J2	BER が 2.5×10^{-3} の位置と、TJ を表示します。
J4	BER が 2.5×10^{-5} の位置と、TJ を表示します。
J9	BER が 2.5×10^{-10} の位置と、TJ を表示します。
Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

RJ/PJ Histogram

グラフ選択ボタンの [RJPJ Histogram] をクリックすると、PJ と RJ を加算したヒストグラムが表示されます。

Estimate RJ/PJ Histogram を [ON] にすると、デュアルディラック関数で近似した RJ のヒストグラムが黄色で表示され、PJ の振幅が赤線で表示されます。

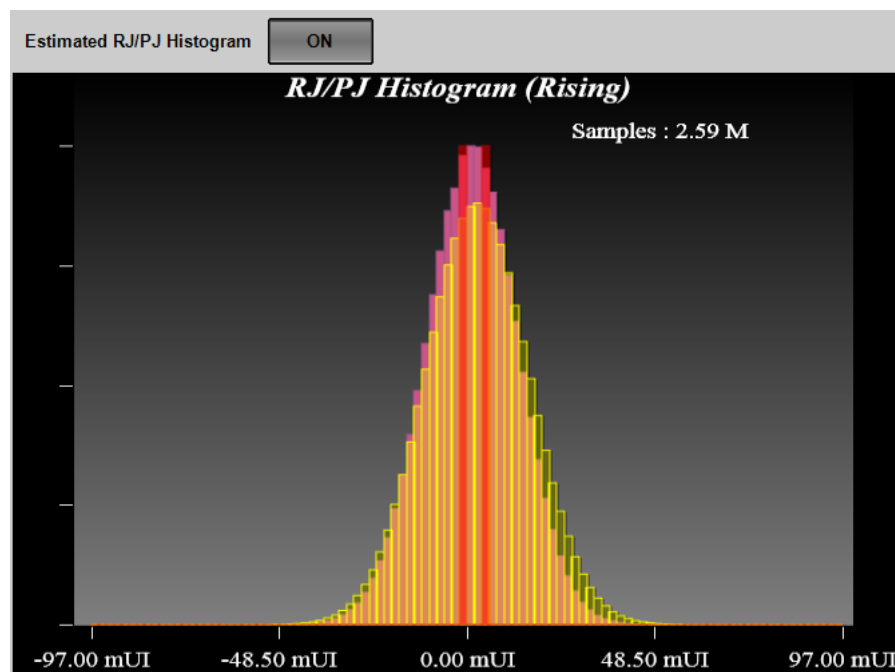


図 6.2.2.2-3 RJ/PJ Histogram

表 6.2.2.2-3 RJ/PJ Histogram の項目

名称	説明
Estimate RJ/PJ Histogram	デュアルディラック関数で推定した RJ と PJ のヒストグラム表示を切り替えます。 PJ の振幅が赤線で表示されます。
Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

Composite Histogram

グラフ選択ボタンの [Composite Histogram] をクリックすると、TJ、RJ/PJ、および DDJ のヒストグラムが表示されます。

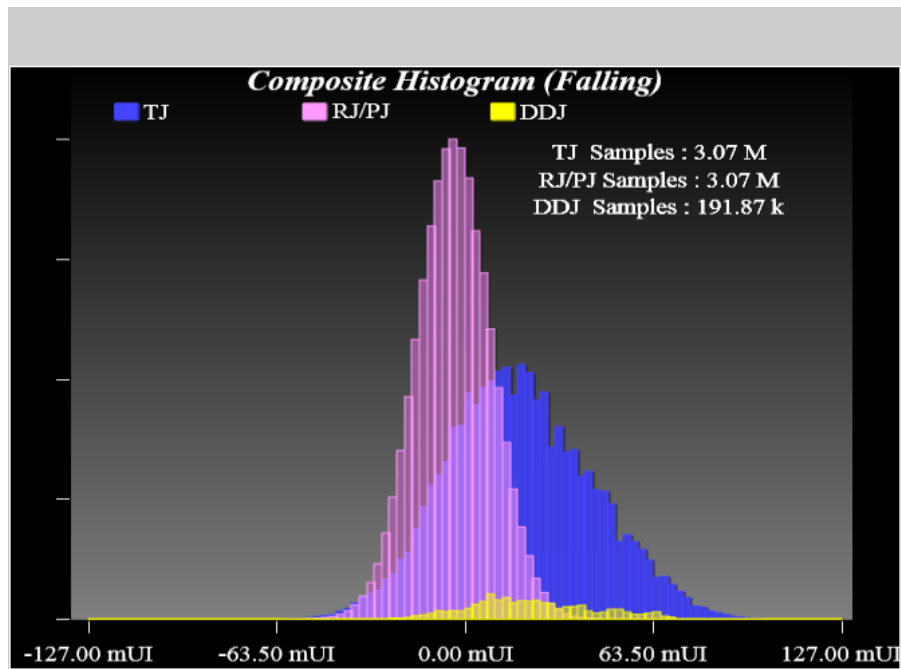


図 6.2.2.2-4 Composite Histogram

表 6.2.2.2-4 Composite Histogram の項目

名称	説明
TJ Samples RJ/PJ Samples DDJ Samples	ヒストグラムのサンプル数です。

DDJ Histogram

グラフ選択ボタンの [DDJ Histogram] をクリックすると、DDJ のヒストグラムがエッジ別に表示されます。

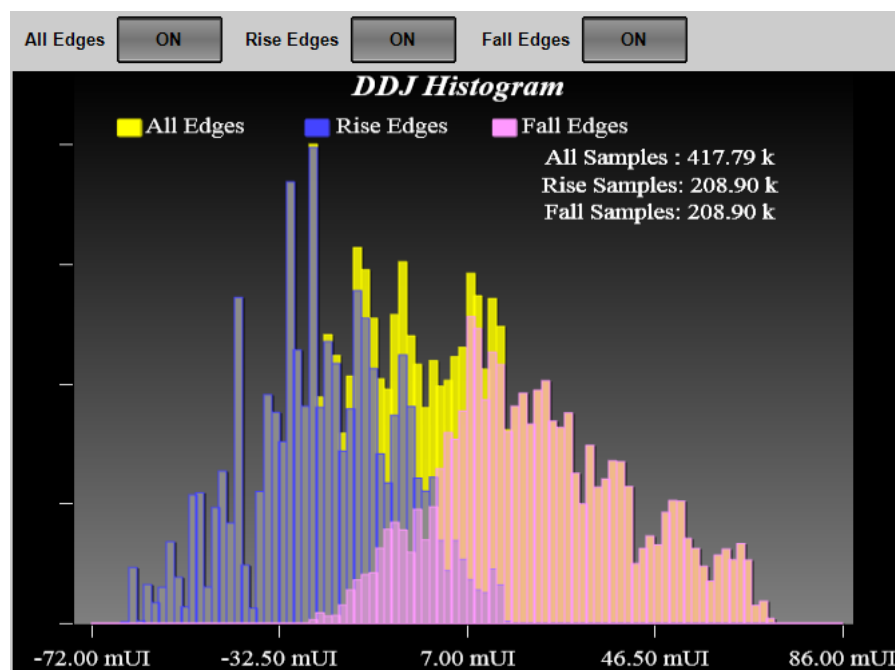


図 6.2.2.2-5 DDJ Histogram

表 6.2.2.2-5 DDJ Histogram の項目

名称	説明
All Edges	ボタン表示を [ON] にすると、各エッジでのヒストグラムを表示します。
Rise Edges	
Fall Edges	
All Samples	立ち上がり、立ち下がり両エッジヒストグラムのサンプル数です。
Rise Samples	立ち上がりエッジヒストグラムのサンプル数です。
Fall Samples	立ち下がりエッジヒストグラムのサンプル数です。

PJ vs Frequency

グラフ選択ボタンの [PJ vs Frequency] をクリックすると、ジッタのスペクトルが表示されます。

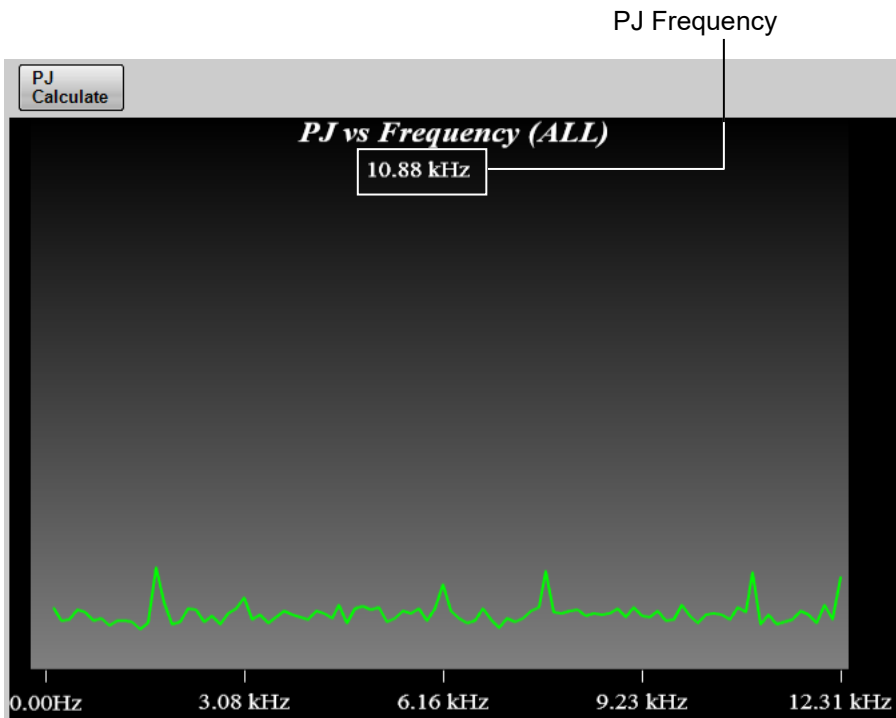


図 6.2.2.2-6 PJ vs Frequency

表 6.2.2.2-6 PJ vs Frequency の項目

名称	説明
PJ Calculate	以下の条件を満たすときに、ジッタのスペクトルのピーク周波数を計算します。 <ul style="list-style-type: none">Pattern Length が 2 で、パターンデータが “10” である
(PJ Frequency)	スペクトルのピーク周波数です。

6
Scope の操作方法

DDJ vs Bit

グラフ選択ボタンの [DDJ vs Bit] をクリックすると、パターン、および DDJ のグラフが表示されます。

注:

- PDJ measurement が [ON] の場合、[DDJ vs Bit] は [PDJ vs Bit] に表示が変わります。
- 横軸の表示範囲が 193 ビット以上では、パターンのグラフ（白線）が表示されません。

DDJ が最大の位置には赤丸、DDJ が最小の位置には青丸のマーカが表示されます。

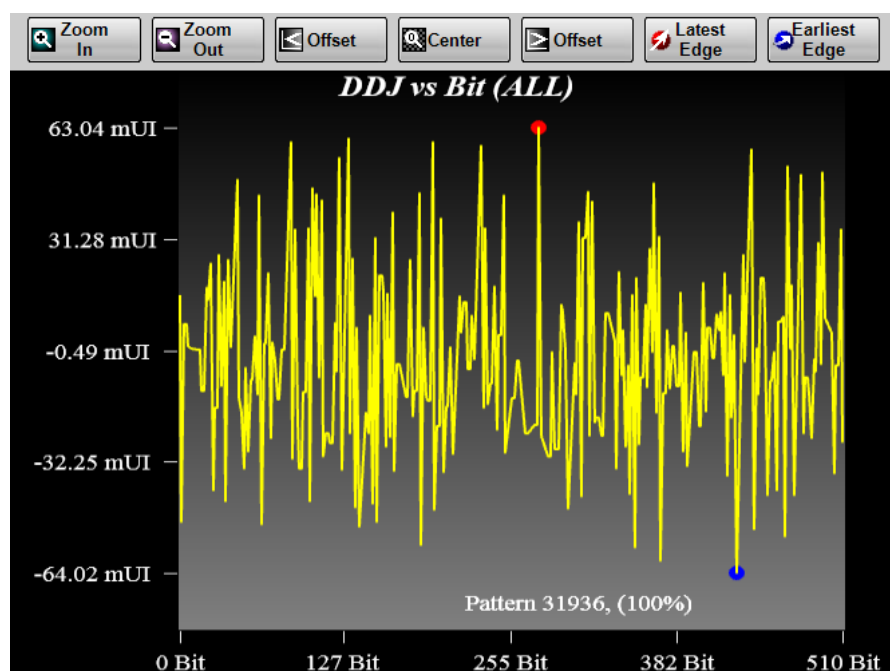


図 6.2.2.2-7 DDJ vs Bit

表 6.2.2.2-7 DDJ vs Bit の項目

名称	説明
Zoom In	グラフの表示範囲を半分にします。
Zoom Out	グラフの表示範囲を 2 倍にします。
< Offset	グラフの表示範囲を左へ移動します。
Center	グラフの全範囲を表示します。
> Offset	グラフの表示範囲を右へ移動します。
Latest Edge	ジッタ量が最大の位置を拡大表示します。
Earliest Edge	ジッタ量が最小の位置を拡大表示します。
Pattern	測定したパターン数と、取得率を表示します。

6.2.3 Setupダイアログボックス

図 6.2.1-1 の [Setup] をクリックすると、図 6.2.3-1 の Setup ダイアログボックスが表示されます。

アクティブチャンネル切り替え

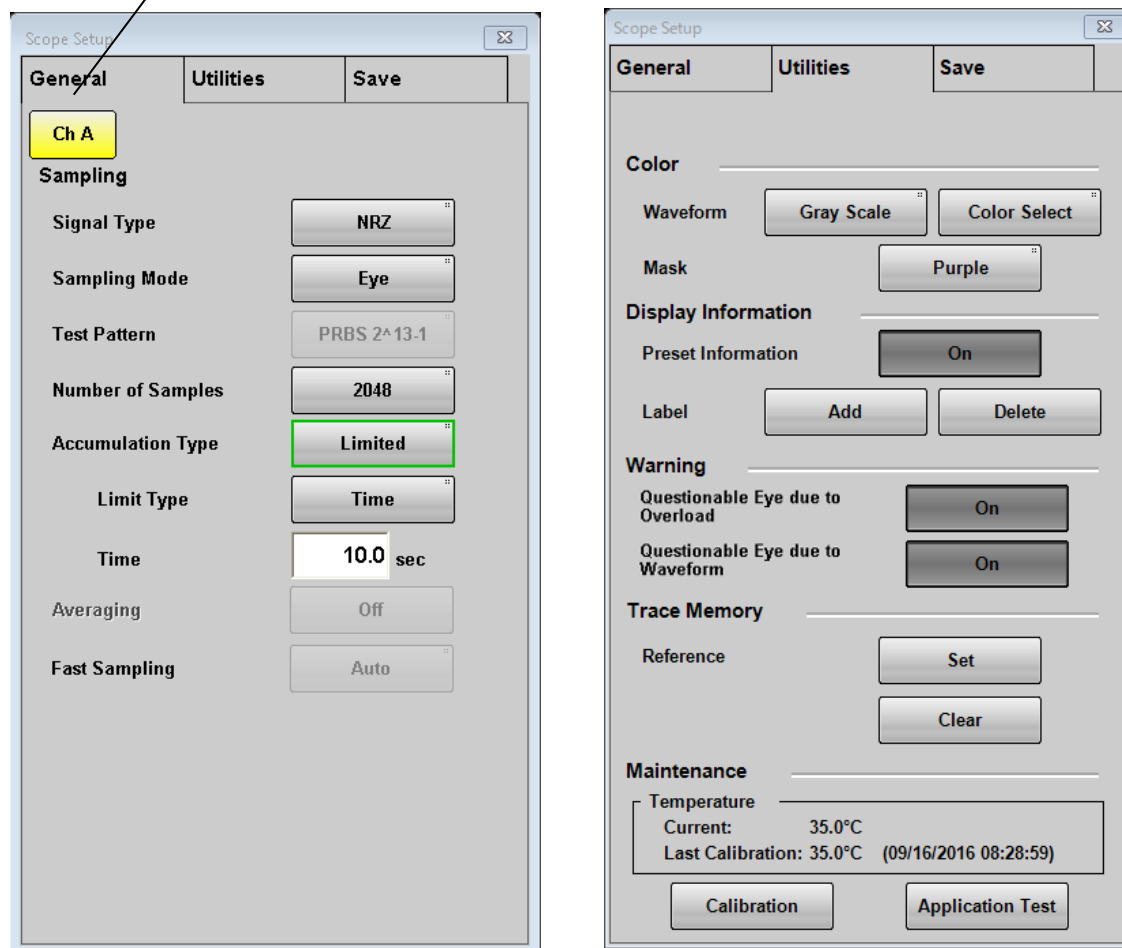


図 6.2.3-1 Setup ダイアログボックス (General、Utilities タブ)

表 6.2.3-1 Setup ダイアログボックスの項目 (General タブ)

名称	説明
Signal Type	信号の種類を [NRZ]、[PAM4] から選択します。 [PAM4] はオプションライセンスが追加されているときに表示されます。
Sampling Mode	[Eye]、[Pulse]、[Coherent Eye]、[Advanced Jitter] から選択します。 MP2110A-x96 が搭載されている場合は、Sampling Mode に [Advanced Jitter] が追加され、Eye モードでジッタ測定ができます。
Test Pattern	Sampling Mode が [Pulse] または [Coherent Eye] のときに設定できます。 パターン長を以下から選択します。 [PRBS2 ⁷⁻¹]: 127 symbols [PRBS2 ⁹⁻¹]: 511 symbols [PRBS2 ¹¹⁻¹]: 2047 symbols [PRBS2 ¹³⁻¹]: 8191 symbols [PRBS2 ¹⁵⁻¹]: 32767 symbols [SSPRQ]: 65535 symbols [Variable] を選択したときは、Time ダイアログボックスの Pattern Length でパターン長を設定します。
Number of Samples	サンプリング数を設定します。Advanced Jitter モードのときのサンプル数は 8128 に固定されます。
Accumulation Type	サンプリングしたデータの累積方法を設定します。
Limit Type	サンプリング終了条件を、[Time]、[Samples]、[Waveforms]、または [Pattern] から選択します。いずれかを選択すると対応する条件を指定するための設定が表示されます。[Pattern] は、Fast Pattern Lock モードのときに選択できます。
Time	サンプリングする時間を設定します。
Samples	サンプル数を設定します。
Waveforms	波形数を設定します。サンプル数は Waveforms と Number of Samples の積になります。 Advanced Jitter モードのときは、波形の掃引回数になります
Pattern	パターン数を設定します。 サンプル数はパターン長とパターン数の積で自動設定されます。
Averaging	Fast Pattern Lock モードまたは Pulse モードのときに設定できます。 [On] にすると、平均化処理を実施します。
Fast Sampling	Fast Pattern Lock モード時のサンプリング速度を設定します。 MP2110A-x69 を搭載している場合に設定できます。 サンプリング速度を [Auto]、[1x]、または [4x] から選択します。[4x] を選択している状態で Sampling Mode を変更すると、[1x] に変更されます。

表 6.2.3-2 Setup ダイアログボックスの項目 (Utilities タブ)

名称	説明
Waveform	波形の色を [Color Grade]、[Gray Scale] から選択します。ジッタのグラフには適用されません。 [Gray Scale] を選択すると、[Color Select] をクリックして波形の色を設定できます。
Mask ^{*1}	マスクの色を [Purple]、[Gray] から選択します。
Preset Information ^{*1}	[On] にすると、波形表示エリアに設定情報（縦軸や横軸のスケール、オフセット、シンボルレート、高精度トリガ機能の有効状態）を表示します。 [Off] にすると GND 以外の表示を非表示にします。
Label Add ^{*1}	ラベルを入力します。
Label Delete ^{*1}	ラベルを消去します。
Questionable Eye due to Overload	[On]: 入力信号レベルが過大となったときに、図 6.2.1-5 の警告 (Overload/Clipped) を表示します。 [Off]: 警告 (Overload/Clipped) を表示しません。
Questionable Eye due to Waveform	[On]: 正しく測定できていない可能性があるため、測定結果/マーカ表示エリアに NRZ?や PAM4?が表示されている場合に、Average Power を除く測定結果の表示を N/A とします (図 6.9.1-3 参照)。 ただし、バージョン 7.02.10 以降では、Average Power、Outer OMA/VMA、および Outer ExR を除く測定結果の表示を N/A とします。 [Off]: NRZ?や PAM4?が表示されている場合でも、測定結果の値を表示します。
Set Reference ^{*1}	表示している波形をリファレンスとして、トレースメモリに保存します。
Clear Reference ^{*1}	トレースメモリに保存したリファレンス波形を消去します。
Temperature	Scope の現在の温度と、レベルを校正したときの温度、および校正を実施した日時を表示します。
Calibration ^{*2、*3}	Scope のレベルを校正します。
Application Test ^{*2、*4}	Scope の自己診断をします。

*1: Advanced Jitter モードのときは、設定が反映されません。

*2: Advanced Jitter モードのときは、操作できません。

*3: レベル校正の詳細については、「6.3.1 レベル校正」を参照してください。

*4: 自己診断の詳細については、「6.3.4 自己診断の実行」を参照してください。

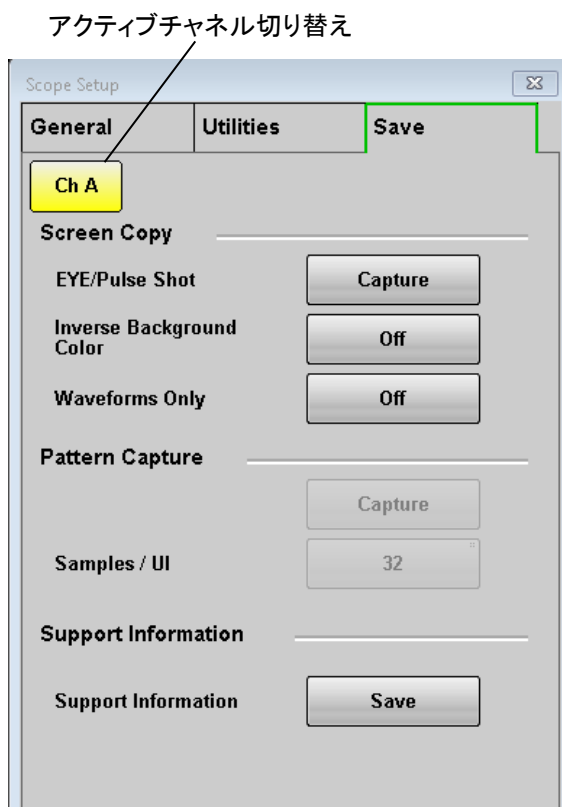


図 6.2.3-2 Setup ダイアログボックス (Save タブ)

表 6.2.3-3 Setup ダイアログボックスの項目 (Save タブ)

名称	説明
EYE/Pulse Shot	[Capture] をクリックすると、Result ウィンドウの画像ファイルを保存します。
Inverse Background Color	EYE/Pulse Shot で保存する画像の色を設定します。
Waveforms Only	[On]: Result ウィンドウの波形部分だけがファイルに保存されます。ジッタのグラフは保存されません。 [Off]: Result ウィンドウ全体をファイルに保存します。ジッタのグラフは保存されません。
Pattern Capture	Fast Pattern Lock モードのときに実行できます。 [Capture] をクリックすると、表示している波形のうち Test Pattern の 1 周期分の波形の振幅データを出力してテキストファイルに保存します。 テキストファイルは次のフォルダに保存されます。 C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A \UserData\Result\TXT
Samples / UI	Pattern Capture で 1 UI あたりの振幅を測定する回数 (サンプル数) を設定します。
Support Information	[Save] をクリックすると、“BERTWaveSupportInformation.zip” をデスクトップに保存します。このファイルには、問題の解決に役立つ可能性のある情報が含まれています。MP2110A の動作に関して当社にお問い合わせいただく場合は、このファイルを添付してください。

Pattern Capture で出力されるデータ

次の設定で Pattern Capture を実行した場合に出力されるファイルについて説明します。

Test Pattern: PRBS 2^9-1
Samples / UI: 8

PRBS 2^9-1 のビット長は $2^9-1 = 511$ 、1 UI あたりのサンプル数が 8 ですので、4088 ($= 511 \times 8$) 個の位置で振幅が測定されます。

次の図に×印で示した位置の振幅が測定され、テキストファイルに保存されます。単位は mV または μW です。

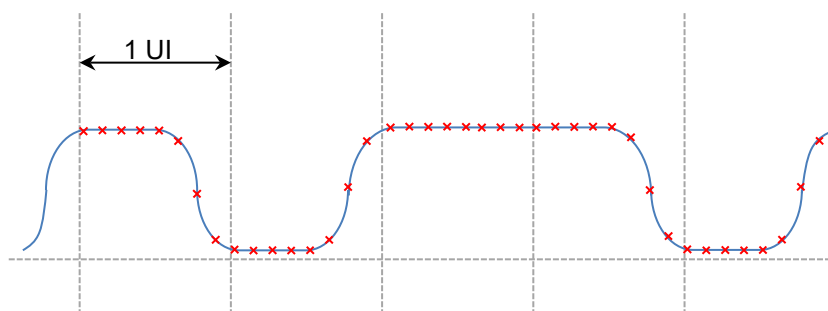


図 6.2.3-3 1 UI あたりのサンプル数

6.2.4 Measureダイアログボックス

図 6.2.1-1 Result ウィンドウの [Measure] をクリックすると、図 6.2.4-1 の Measure ダイアログボックスが表示されます。



図 6.2.4-1 Measure ダイアログボックス Amplitude/Time タブ (NRZ、PAM4)

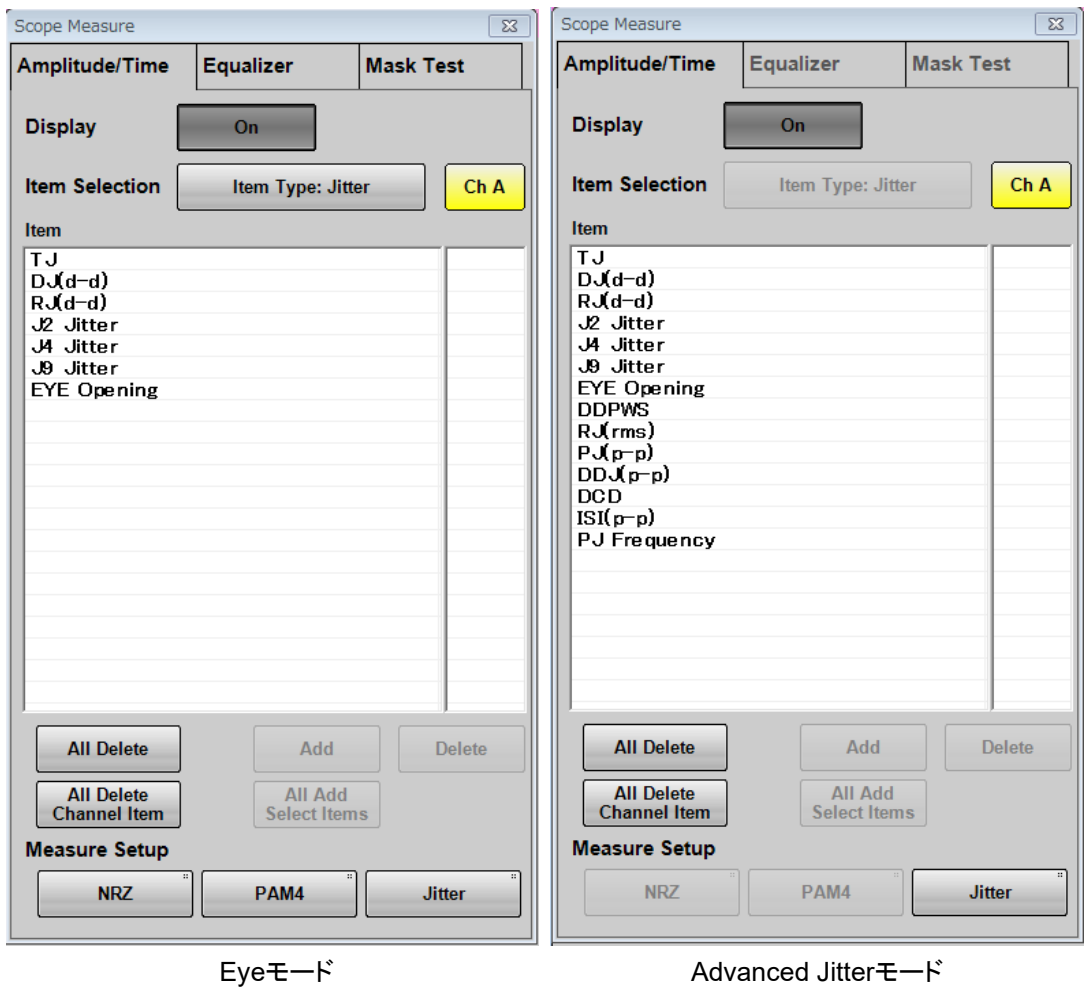


図 6.2.4-2 Measure ダイアログボックス Amplitude/Time タブ (Jitter)

表 6.2.4-1 Amplitude/Time タブの項目

名称	説明
Display	[On]: Result ウィンドウに Amplitude/Time の測定結果を表示します。 [Off]: Result ウィンドウに Amplitude/Time の測定結果を表示しません。
Item Selection	測定項目を選択します。 オプションライセンスが追加されている場合、測定項目の表示を切り替えるボタンが表示されます。 測定項目が多数ある場合はページを切り替えるボタンが表示されます。
Item	右の欄をクリックして、追加または削除する項目を選択します。選択されている項目をクリックすると、選択が解除されます。 マウスをドラッグすると複数のセルを選択できます。
All Delete	すべての項目を削除します。
All Delete Channel Item	選択したチャンネルのすべての項目を削除します。
Delete	選択したチャンネルの Item リストの項目を削除します。
All Add Select Items	選択した Item リストの項目を、全チャンネル分追加します。
Add	選択したチャンネルの Item リストの項目を追加します。
Measure Setup	ボタンをクリックすると、測定条件を設定するダイアログボックスを表示します。 [PAM4] や [Jitter] は、オプションライセンスが追加されている場合に表示されます。

Measure Setup の [NRZ] をクリックすると、Setup (NRZ Amplitude/Time) ダイアログボックスが表示されます。

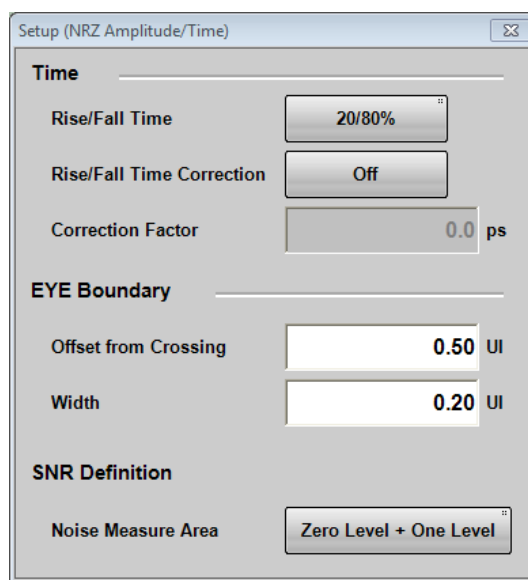


図 6.2.4-3 Setup (NRZ Amplitude/Time) ダイアログボックス

表 6.2.4-2 Setup (NRZ Amplitude/Time) ダイアログボックスの項目

名称	説明
Rise/Fall Time	Rise Time と Fall Time を測定する位置を設定します。
Rise/Fall Time Correction	[On] にすると、Rise Time と Fall Time を補正します。Rise Time と Fall Time の測定値に*1 が表示されます。
Correction Factor	Rise Time と Fall Time の補正係数を設定します。
Offset from Crossing*	One Level、Zero Level を測定する中心位置を設定します。
Width*	One Level、Zero Level を測定する幅を設定します。
Noise Measure Area	SNR のノイズを測定する位置を設定します。

*： 「図 6.9.1.1-2 EYE Boundary の設定項目」を参照してください。

Measure Setup の [PAM4] をクリックすると、Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックスが表示されます。

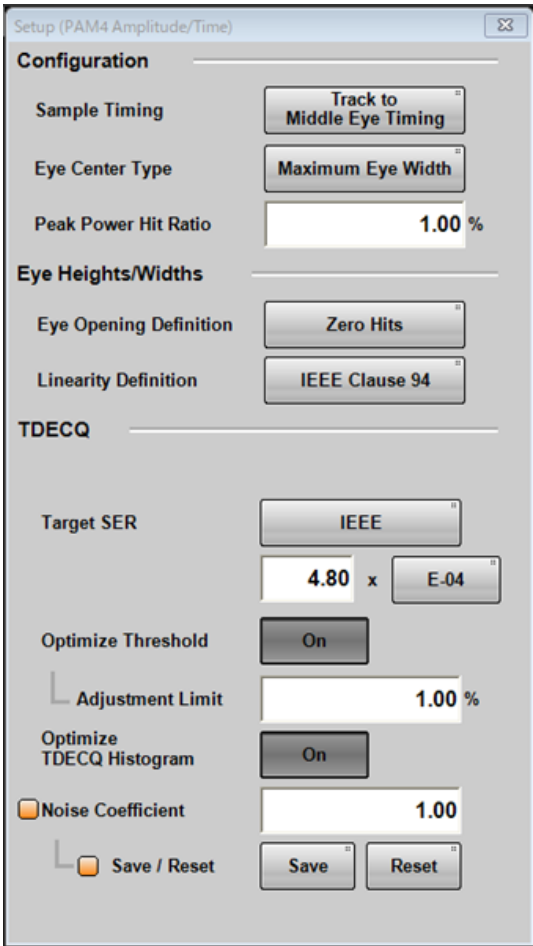


図 6.2.4-4 Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックス

次の表示は、Fast Pattern Lock モードになっていないことを示します。

TDECQ settings can be selected only when set PAM4, Coherent Eye and Pattern.

表 6.2.4-3 Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックスの項目

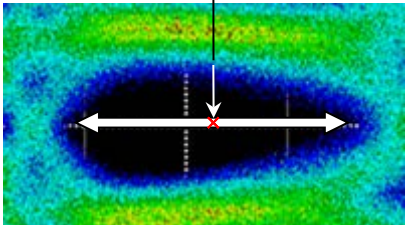
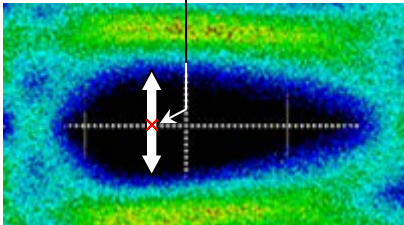
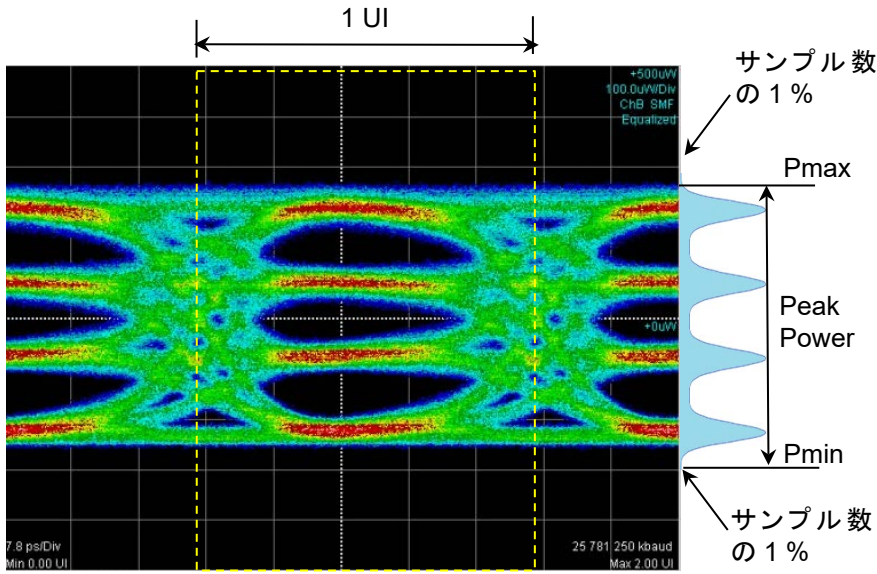
名称	説明
Configuration	
Sampling Timing	<p>上のアイと下のアイの基準位置を設定します。</p> <p>[Track to Middle Eye Timing]: 中心のアイの位置に合わせます。図 1.5-11 を参照してください。</p> <p>[Independent Timing]: 3 つのアイの基準位置は別々に決められます。図 1.5-10 を参照してください。</p>
Eye Center Type	<p>アイの中心位置を決定する方法を選択します。</p> <p>[Maximum Eye Width]: Eye Width が最大となる振幅の中間点とします。</p> <p>[Maximum Eye Height]: Eye Height が最大となる位相の中間点とします。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>Maximum Eye Width のときのアイ中心</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Maximum Eye Height のときのアイ中心</p>  </div> </div>
Peak Power Hit Ratio	<p>Peak Power を決めるしきい値を 1UI のサンプルに対する比率で設定します。</p> <p>1%を設定した場合は、波形の最大値からサンプル数で 1%の位置を最大パワー (Pmax) とします。また波形の最小値からサンプル数で 1%の位置を最小パワー (Pmin) とします。Pmax と Pmin の差を Peak Power とします。</p> <p>0 を指定した場合は、波形の最大値と最小値の差を Peak Power とします。</p> <p>Peak Power Hit Ratio を 1 %に設定したときの Pmax、Pmin の位置を示します。</p> <div style="text-align: center;">  <p>Peak Power の決定方法</p> </div>

表 6.2.4-3 Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックスの項目 (続き)

名称	説明
Eye Heights/Widths	
Eye Opening Definition	アイ開口の定義をします。 [Zero Hits]: サンプリングが発生しない領域 [1E-01]～[1E-06]: 指定したビットエラー以下となる領域 1E-01 は 10^{-1} を表します。
Linearity Definition	Linearity の測定方法の規格を [IEEE Clause 94]、[IEEE Annex 120D] から選択します。
TDECQ	Fast Pattern Lock モードのときに、設定できます。
Target SER	TDECQ で使用する係数 Q_t を決める SER の規格を、[Variable]、[IEEE]、[FC] から選択します。 [Variable] を選択した場合、Target SER を設定できます。
Optimize Threshold	[On] にすると、IEEE 802.3cd で規定されているとおりに TDECQ が最適になるように、測定 Threshold を微調整します。 調整量は IEEE 802.3cd で規定される Threshold 値に対して、 $0 \sim \pm 10\%$ の範囲で設定できます。Threshold 調整は、Left Histogram と Right Histogram で独立して最適に調整されます。
Adjustment Limit	測定 Threshold の調整量を設定します。
Optimize TDECQ Histogram	[On]: サンプル分布を最適化して測定することで低頻度のサンプルの影響を低減し、TDECQ の測定再現性を向上させることができます。 [Off]: サンプル分布をそのまま測定に使用します。すべてのサンプルを測定対象とできますが、低頻度のサンプルによる影響を受ける場合があります。
Noise Coefficient	デジタルフィルタでエイリアシングされたノイズの保持量を調整します。0.00～2.00 の範囲で設定します。 1.00 では、フィルタ処理前とフィルタ処理後でノイズ量が変わりません。 1.00 より小さいと、フィルタ処理後のノイズ量の方が小さくなります。 1.00 より大きいと、フィルタ処理後のノイズ量の方が大きくなります。
Save	表示されている値を、Noise Coefficient の初期値として保存します。
Reset	変更された Noise Coefficient の初期値を、工場出荷時の値に戻します。

Jitter Measure ダイアログボックス

Measure Setup の [Jitter] をクリックすると、Jitter Measure ダイアログボックスが表示されます。

Advanced Jitter モードのときは、Jitter Measure ダイアログボックスに [Algorithm] タブと [Advanced] タブが表示されます。

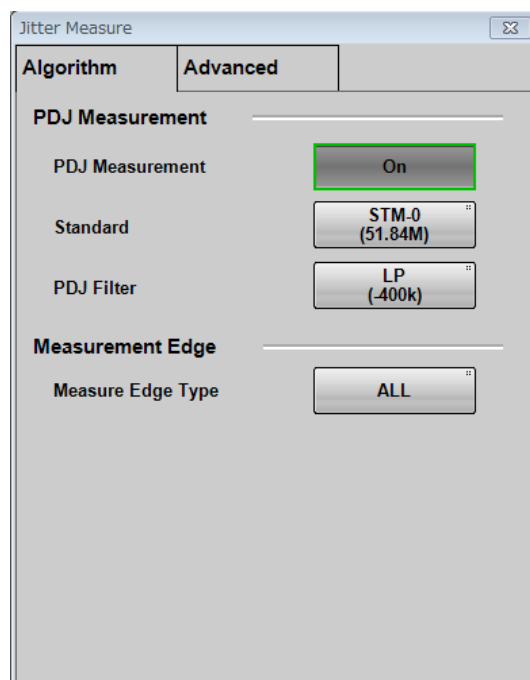


図 6.2.4-5 Jitter Measure ダイアログボックス Algorithm タブ

表 6.2.4-4 Jitter Measure ダイアログボックス Algorithm タブの項目

名称	説明
PDJ Measurement	PDJ 測定の実行を設定します。PDJ (Pattern Dependent Jitter) は、DDJ に帯域フィルタをかけて測定したジッタです。 [ON]: PDJ vs Bit グラフを表示します。 [OFF]: DDJ vs Bit グラフを表示します。
Standard	PDJ 測定に使用する規格を次から設定します。 STM-0、STM-1、STM-4、STM-16、STM-64、STM-256
PDJ Filter	PDJ 測定に使用するフィルタの組み合わせを次から設定します。 LP、HP0+LP、HP1+LP、HP1'+LP、HP2+LP、HP+LP、HP'+LP、LP'、HP0+LP' フィルタ名と周波数範囲を表 6.2.4-5 に示します。
Measurement Edge Type	パターンデータのエッジ検出方法を、All、Falling、Rising から設定します。 設定した名称がグラフに表示されます。

表 6.2.4-5 PDJ 測定で設定できる規格とフィルタの一覧 (単位 Hz)

Standard	PDJ Filter							
	HP0	HP1	HP1'	HP2	HP'	HP	LP	LP'
STM-0	10	100	—	20 k	—	12 k	400 k	—
STM-1	10	500	—	65 k	—	12 k	1.3 M	500
STM-4	10	1 k	—	250 k	—	12 k	5 M	1 k
STM-16	10	5 k	—	1 M	—	12 k	20 M	5 k
STM-64	10	20 k	10 k	4 M	50 k	12 k	80 M	20 k
STM-256	—	80 k	20 k	16 M	—	—	320 M	—

ITU-T G.825/Amd.1 Table1 に規定されているジッタ規格値を、次の表に示します。

表 6.2.4-6 Maximum permissible jitter at network interfaces

Interface	Measurement bandwidth, –3dB frequencies (Hz)	Peak-to peak amplitude (UIpp)
STM-1e (Notes 1, 2)	500 to 1.3 M	1.5
	65 k to 1.3 M	0.075
STM-1 (Note 3)	500 to 1.3 M	1.5
	65 k to 1.3 M	0.15
STM-4 (Note 3)	1 k to 5 M	1.5
	250 k to 5 M	0.15
STM-16 (Note 3)	5 k to 20 M	1.5
	1 M to 20 M	0.15
STM-64 (Note 3)	20 k to 80 M	1.5
	4 M to 80 M	0.15
STM-256 (Note 3)	80 k to 320 M	1.5
	16 M to 320 M	0.18
NOTE 1 – Electrical format CMI-encoded, according to G.703.		
NOTE 2 – For networks deployed with G.813 Option II clocks or G.812 Type II, III or IV clocks, STM-1 requirements apply to STM-1e.		
NOTE 3 – STM-1 1 UI = 6.43 ns		
STM-4 1 UI = 1.61 ns		
STM-16 1 UI = 0.402 ns		
STM-64 1 UI = 0.100 ns		
STM-256 1 UI = 0.025 ns		

Advanced Jitter モードのときは、Jitter Measure ダイアログボックスに [Advanced] タブが表示されます。

Eye モードのときは、チャンネル別に [Advanced] タブの項目を設定できます。

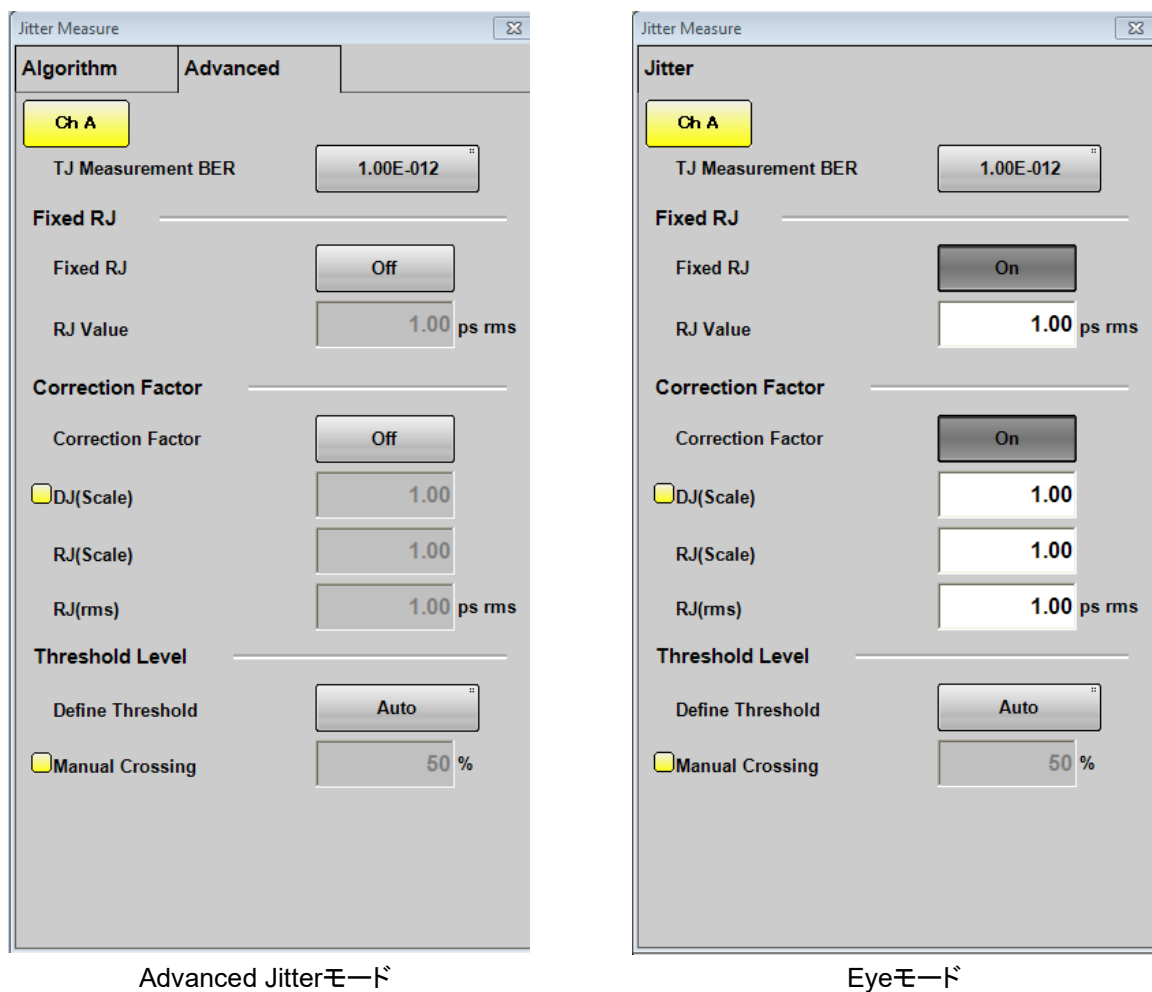
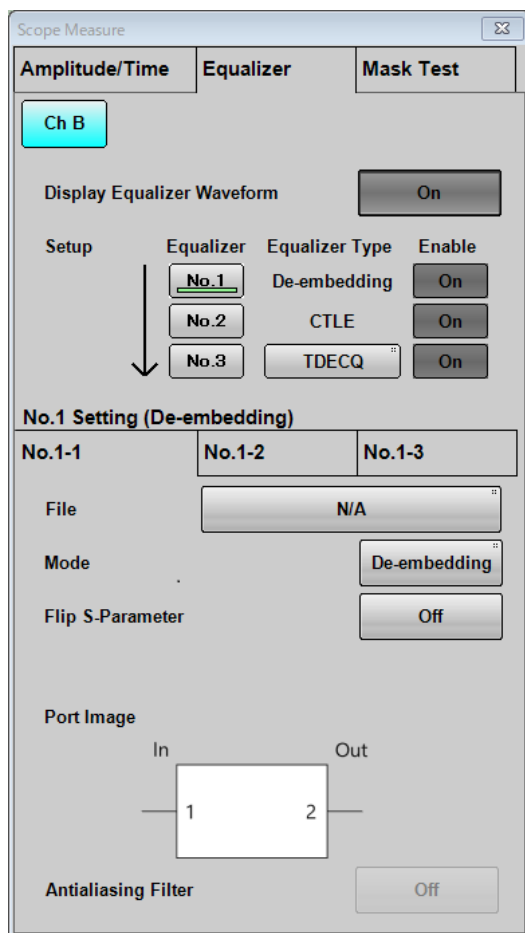


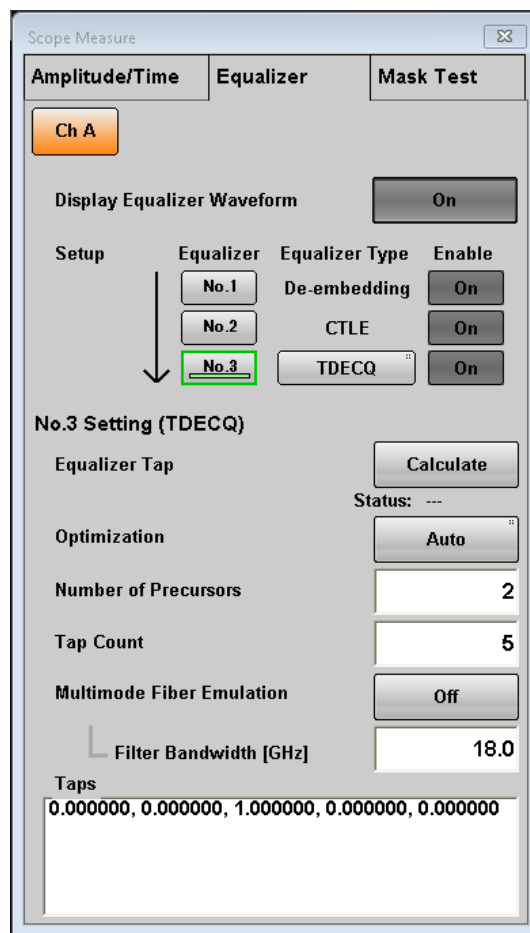
図 6.2.4-6 Jitter Measure ダイアログボックス Advanced タブ

表 6.2.4-7 Jitter Measure ダイアログボックス Advanced タブの項目

名称	説明
TJ Measurement BER	Bathtub グラフでアイ開口を測定するビット誤り率を設定します。
Fixed RJ	測定した波形から求めた RJ を使用してグラフ表示する場合は、[Off] にします。 RJ に任意の値を設定して、TJ のグラフを表示する場合は、[On] にします。 RJ の値を変化させて、TJ がどう変化するかシミュレーションするときには使用します。
RJ Value	Fixed RJ が [On] の場合、ここに入力した値を使って TJ を計算します。
Correction Factor	表示を [On] にすると、DJ(Scale)、RJ(Scale)、RJ(rms) の値を入力できます。 また、測定結果表示エリアの測定値に*1 が表示されます。
DJ(Scale)	DJ の補正係数です。 波形から計算した値に対して、この数値を掛けた値が測定結果に表示されます。 補正しないときは 1.00 を設定します。
RJ(Scale)	RJ の補正係数です。 波形から計算した値に対して、この数値を掛けた値が測定結果に表示されます。 補正しないときは 1.00 を設定します。
RJ(rms)	RJ (d-d)、RJ (rms) の補正係数です。 次の計算式で補正します。 $RJ = \sqrt{\sigma_m^2 - \sigma_r^2}$ O _m : 測定した RJ の標準偏差 O _r : 補正係数 RJ: 補正後の RJ (d-d)、RJ (rms) 補正しないときは Correction Factor を [Off] にします。
Define Threshold	アイパターンの振幅に対する、クロスポイントの位置検出方法を設定します。 自動検出する場合は [Auto] に、位置を指定する場合は [Manual] に設定します。
Manual Crossing	Define Threshold が [Manual] の場合、クロスポイントの位置を振幅の 30～70%の範囲で設定します。

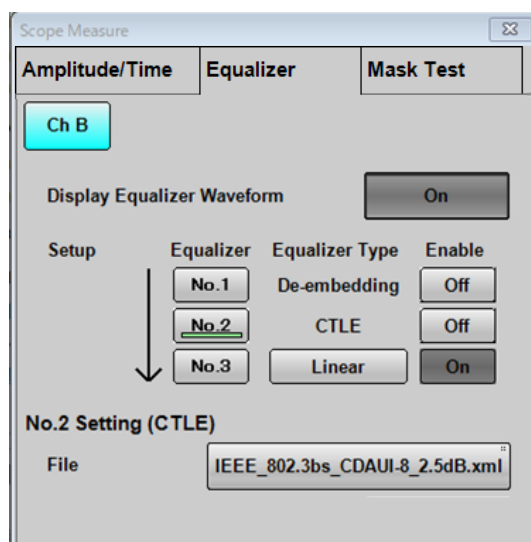


De-embedding



TDECQ

図 6.2.4-7 Measure ダイアログボックス Equalizer タブ (No.1、No.3)



CTLE

図 6.2.4-8 Measure ダイアログボックス Equalizer タブ (No.2)

[Equalizer] タブはオプションライセンス x62、x95、または x98 が追加されているときに表示され、Fast Pattern Lock モードのときに設定できます。

表 6.2.4-8 Equalizer タブの項目

名称	説明
Display Equalizer Waveform	[Off]: Equalizer を適用しない波形が表示されます。 [On]: Equalizer を適用した波形が表示されます。
Equalizer No.1～3	設定する Equalizer を選択します。選択中のボタンには緑の線が表示されます。 [No.1]: De-embedding タブを切り替えて De-embedding を 3 つまで設定できます。 [No.2]: CLTE [No.3]: TDECQ または Linear イコライザ Signal Type が [PAM4] のときに設定できます。[TDECQ] は TDECQ が最適となるような Tap 係数を求めます。[Linear] は EYE 開口が大きくなるような Tap 係数を求めます。 各イコライザを使用するために必要なオプションライセンスについては「表 1.2.2-2 各ソフトウェア機能に必要なオプションライセンス番号」を参照してください。
Enable	Equalizer No.1～3 に対して、Equalizer のオン、オフを設定します。
No.1 De-embedding	
File	De-embedding に使用する s2p/s4p ファイルを選択します。ファイルは次のフォルダに置いているものが表示されます。 C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\DeEmbedding
Mode	[Embedding]: s2p/s4p データ特性を付与するイコライザ処理を実施します。 [De-embedding]: s2p/s4p データ特性を除去するイコライザ処理を実施します。
Flip S-Parameter	[Off]: s2p/s4p ファイルにおける入出力ポートの定義を反転しません。 [On]: s2p/s4p ファイルにおける入出力ポートの定義を反転します。
4 Port Numbering	s4p ファイルを読み込んだ場合の入出力ポートの定義を指定します。 [1⇔2 3⇔4]: ポート 1 からポート 2 と、ポート 3 からポート 4 [1⇔3 2⇔4]: ポート 1 からポート 3 と、ポート 2 からポート 4

表 6.2.4-8 Equalizer タブの項目 (続き)

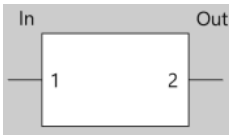
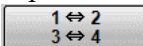
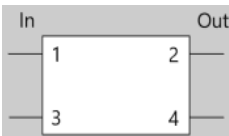
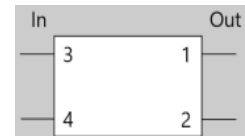
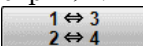
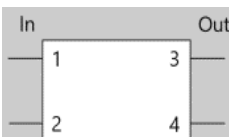
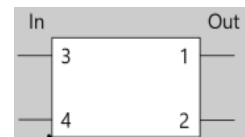
名称		説明		
Port Image		s2p/s4p ファイルの入出力ポートの解釈を図示します。		
		File, 4Port Numbering	Flip S-Parameter	
			Off	On
			N/A または s2p ファイルを選択時	
	s4p ファイルを読み込んで  を選択時			
s4p ファイルを読み込んで  を選択時				
Antialiasing Filter	[Off]:s2p/s4p ファイルに記載されている周波数範囲外の帯域において、Antialiasing Filter を適用しません。 [On]:s2p/s4p ファイルに記載されている周波数範囲外の帯域において、Antialiasing Filter を適用します。			
No.2 CTLE				
File	CTLE に使用するファイルを選択します。ファイルは次のフォルダに置いているものが表示されます。 C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\CTLE			
No.3 TDECQ/Linear				
Equalizer Tap	[Calculate]: Equalizer の Tap 係数を自動で計算します。 自動計算の結果が Pass (成功) または Fail (失敗) で表示されます。 Sampling HOLD 中に計算を実行した場合は、計算が完了した後に 1 Pattern 分の波形と測定結果が表示されます。計算結果が Fail になった場合は、Tap の値が初期化されます (Main Cursor は 1、それ以外は 0)。			
Optimization	[Calculate] 時に決定される Main tap の位置の指定方法を設定します。 [Auto]: Main tap の位置が Number of Precursors 以下の位置で最適化されます。 [Fast]: Main tap の位置が Number of Precursors に固定されます。			
Number of Precursors	[Calculate] 時に決定される Precursor の範囲 (Main tap の位置) を設定します。Optimization が [Auto] のときに Tap Count を変更すると、Number of Precursors は次のように変更されます。 Tap Count ≤5: floor(TapCount / 2) Tap Count >5: 3			
Tap Count	Tap の数を 3～21 の範囲で設定できます。			
Taps	Tap Count で設定した数の Tap をコンマ区切りで入力します。			

表 6.2.4-8 Equalizer タブの項目 (続き)

名称		説明
	Multimode Fiber Emulation	MP2110A-x8x 以外の Scope オプションで表示されます。 [On] にすると、マルチモードファイバのモード分散を再現した波形を表示します。
	Filter Bandwidth	Fiber Emulation Filter の帯域を設定します。

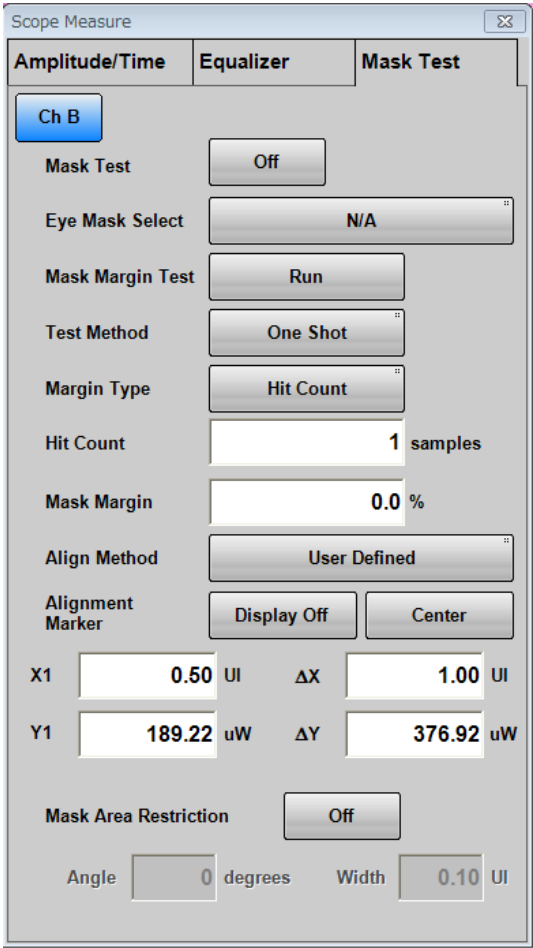


図 6.2.4-9 Measure ダイアログボックス Mask Test タブ

表 6.2.4-9 Mask Test タブの項目

名称	説明
Mask Test	指定したチャンネルに対して、マスクテストのオン、オフを設定します。 次の場合では、[Off] になります。 ・ チャンネルの Signal Type が [PAM4] に設定されている。 ・ Advanced Jitter モードに設定されている。
Eye Mask Select	マスクの種類を選択します。「表 6.9.2-1 マスク一覧」を参照してください。
Mask Margin Test	[Run] をクリックすると、マスクマージンを測定した後サンプリングを停止します。
Test Method	[Continuous]: 連続してマスクマージンを測定します。 [One Shot]: Mask Margin Test の [Run] をクリックしたときにマスクマージンを測定します。 マスクマージンの測定は Margin Type で設定した規定値未満となるように行われます。
Margin Type	マスクテストで許容する Failed Sample 数の規定方法を選択します。 [Hit Count]: Failed Sample の数で規定します。 [Hit Ratio]: Total Samples / UI に対する Failed Samples の割合で規定します。 ここで規定した値未満の場合に Pass と判定されます。Hit Count が 1 (デフォルト) のときは Failed Sample を許容しません。
Mask Margin	マスクマージンを設定します。 マスクマージンを測定したときは、測定したマスクマージン値に更新されます。
Align Method	マスク位置の設定方法を設定します。 [Zero/One/Crossing]: マスクの位置を 0 レベル、1 レベル、クロス点の中心に移動します。この位置合わせは Mask Alignment の [Update] をクリックしたとき、あるいは、Limited 測定が終了したときに行われます。 [User Defined]: マスクの位置をユーザが設定します。
Alignment Marker	Align Method が [User Defined] の場合に表示されます。 [Display Off]、[Display On]: マーカ表示を切り替えます。 [Center]: マスクを波形表示エリアの中央に移動します。
X1、ΔX、Y1、ΔY	Align Method が [User Defined] の場合に、マスクの位置と幅を設定します。「図 6.9.2-3 マスク位置の手動調整例」を参照してください。
Mask Alignment	Align Method が [Zero/One/Crossing] の場合に表示されます。 [Update] をクリックすると、マスク位置を更新します。
Mask Area Restriction	[On] にすると、Angle と Width を設定してマスクの領域を制限することができます。「図 6.9.2-4 マスクの領域制限例」を参照してください。

6.2.5 Amplitude O/Eのダイアログボックス

図 6.2.1-1 Result ウィンドウの [Amplitude O/E] をクリックすると、図 6.2.5-1 から図 6.2.5-3 の Amplitude ダイアログボックスが表示されます。[O/E] タブは光入力コネクタがある場合に表示されます。

アクティブチャンネルのみに有効な設定項目には、アクティブチャンネルと同じ色が表示されます。

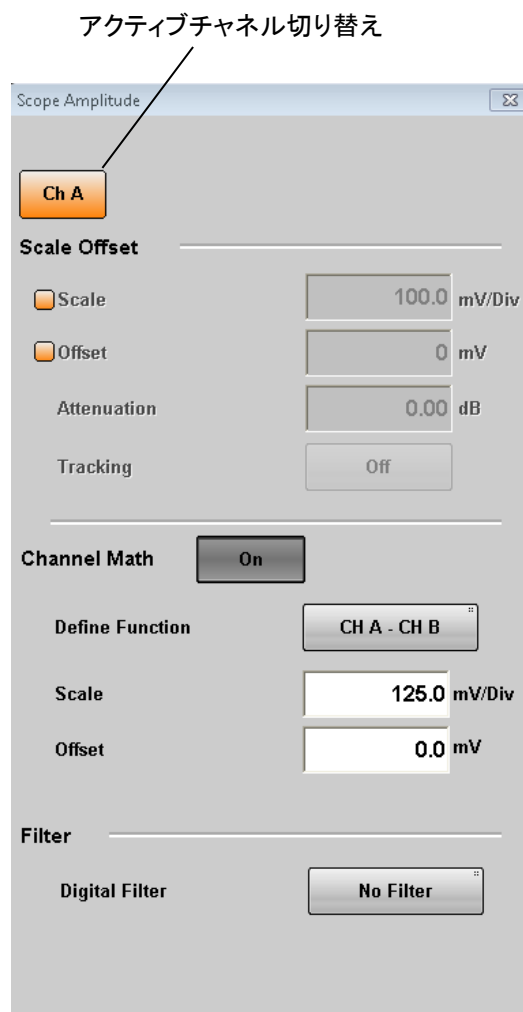


図 6.2.5-1 Amplitude ダイアログボックス
(デュアル電気スコープの場合)

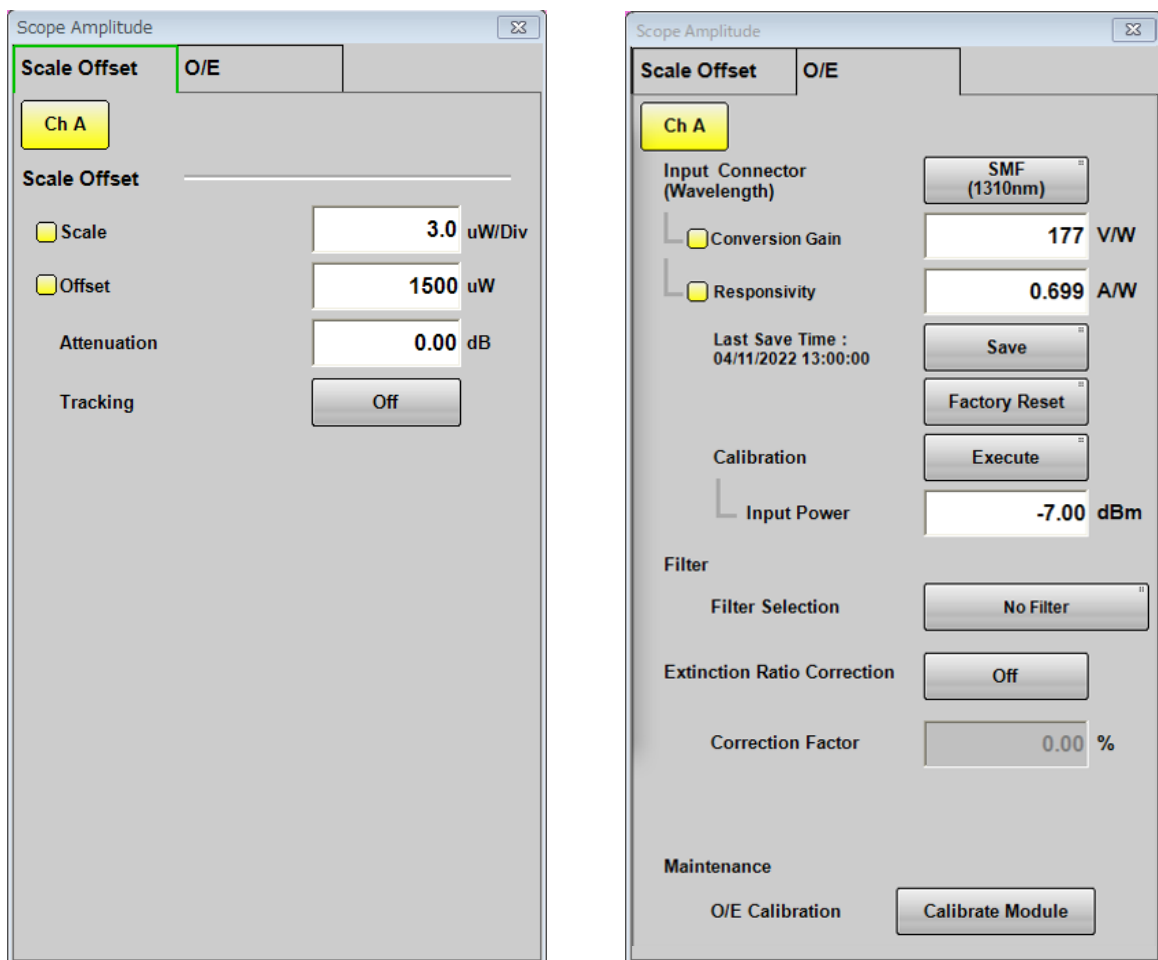


図 6.2.5-2 Amplitude ダイアログボックス
(光スコープの場合)

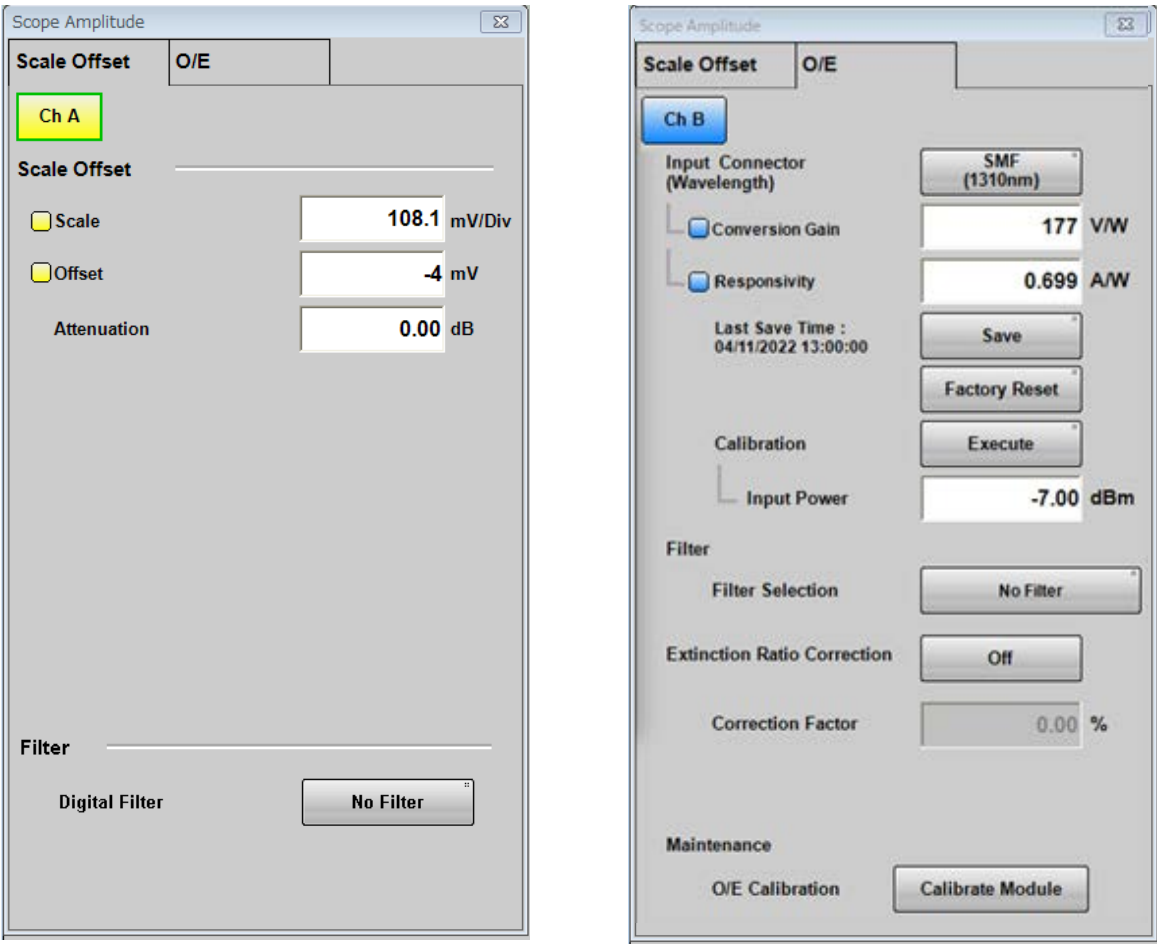


図 6.2.5-3 Amplitude ダイアログボックス
(光/シングルエンド電気スコープの場合)

表 6.2.5-1 Amplitude ダイアログボックスの項目

タブ	名称	説明
Scale Offset	Scale Offset	レベルスケールを設定します。
	Scale	縦軸のスケールを設定します。
	Offset	縦軸のオフセットを設定します。
	Attenuation	外付け減衰器の減衰量を入力します。
	Tracking	[Off]: アクティブチャンネルのスケールを設定します。 [On]: 全チャンネルのスケールを同じ値に設定にします。
	Channel Math ^{*1}	デュアル電気スコープ (x21) のときに表示されます。 [Off]: チャンネル A とチャンネル B の波形を別々に表示します。 [On]: チャンネル A とチャンネル B の波形を演算し、その結果をチャンネル A として表示します。 Channel Math が On の場合は、[Scale/Offset] を操作できません。
	Define Function ^{*1}	チャンネル間の演算方法を設定します。
	Scale	チャンネル間演算結果の縦軸のスケールを設定します。
	Offset	チャンネル間演算結果の縦軸のオフセットを設定します。
	Digital Filter ^{*1}	MP2110A-x98 が搭載されている場合、電気信号用のデジタルフィルタが追加されます。Fast Pattern Lock モードのときに設定できます。

*1: Advanced Jitter モードのときは、測定停止中に操作できます。

表 6.2.5-1 Amplitude ダイアログボックスの項目 (続き)

タブ	名称	説明
O/E	Input Connector (Wavelength)* ¹ 、* ²	入力する光の波長を次から選択します。 1310 nm、1550 nm、850 nm* ³ 、850 nm VCSEL* ³ 、User 1-4 Scope オプションが x22/x32/x42/x23/x33/x43 のときは、使用するコネクタを [SMF] または [MMF] から選択します。
	Conversion Gain* ²	O/E の変換比率です。1～9999 (V/W) の範囲で設定します。
	Responsivity* ²	フォトダイオードが光パワーを電流に変換する効率です。0.001～65.535 の範囲で設定します(A/W)。
	Save	現在の Conversion Gain および Responsivity の値を初期値として保存します。System Menu の [Initialize] をクリックすると、ここで保存した値になります。
	Factory Reset	選択した Wavelength の Conversion Gain および Responsivity を工場出荷時の値に戻します。
	Last Save Time	[Save] で保存したときの日時が表示されます。[Save] されていないとき (工場出荷時の値) は日時は表示されません。
	Calibration* ²	Conversion Gain および Responsivity の値を自動で調整します。
	Input Power* ²	Conversion Gain および Responsivity の Calibration を実行するときの入力光信号の平均パワーを設定します。
	Filter Selection* ¹	フィルタを選択します。選択できるフィルタは、「A.3.10-3 光チャネル性能」の Filter Response を参照してください。デジタルフィルタは Fast Pattern Lock モードのときに設定できます。
	Extinction Ratio Correction	消光比の測定結果を補正するかを設定します。本補正は、Extinction Ratio および Outer ExR の結果に適用されます。
	Correction Factor	消光比の補正係数です。-9.99～9.99%の範囲で設定します。 次の計算式で補正します。 $\text{Corrected Extinction Ratio (dB)} = -10\log \left(\frac{1}{10^{\left(\frac{\text{Extinction Ratio (dB)}}{10} \right)}} - \frac{\text{Correction Factor (\%)}}{100} \right)$ Extinction Ratio (dB) の計算式は、「1.5 用語」の Extinction Ratio または Outer ExR を参照してください。
	O/E Calibration	モジュールの校正を開始します。

*2: Wavelength で [1310nm]、[1550nm]、[850nm]、または [850nm VCSEL] を選択した場合、Conversion Gain および Responsivity の値は工場出荷時に校正された値が設定されます。このほかの波長を測定する場合、または工場出荷時の値を変更する場合は、「6.3.3 特殊波長使用時の調整」を参照してください。

*3: MP2110A-x61 搭載時。[850nm] を選択すると、工場出荷時に DFB レーザで調整した値が使用されます。[850nm VCSEL] を選択すると、工場出荷時に特定の VCSEL レーザで調整した値が使用されます。

6.2.6 Time CRUのダイアログボックス

図 6.2.1-1 Result ウィンドウの [Time CRU] をクリックすると図 6.2.6-1 の Time ダイアログボックスが表示されます。

CRU が搭載されている場合は、[CRU] タブが表示されます。26G CRU と 53G CRU の両方が搭載されている場合は、[CRU(26G)] タブと [CRU(53G)] タブ、Tracking Target が表示されます。アクティブチャンネルのみに有効な設定項目には、アクティブチャンネルと同じ色が表示されます。

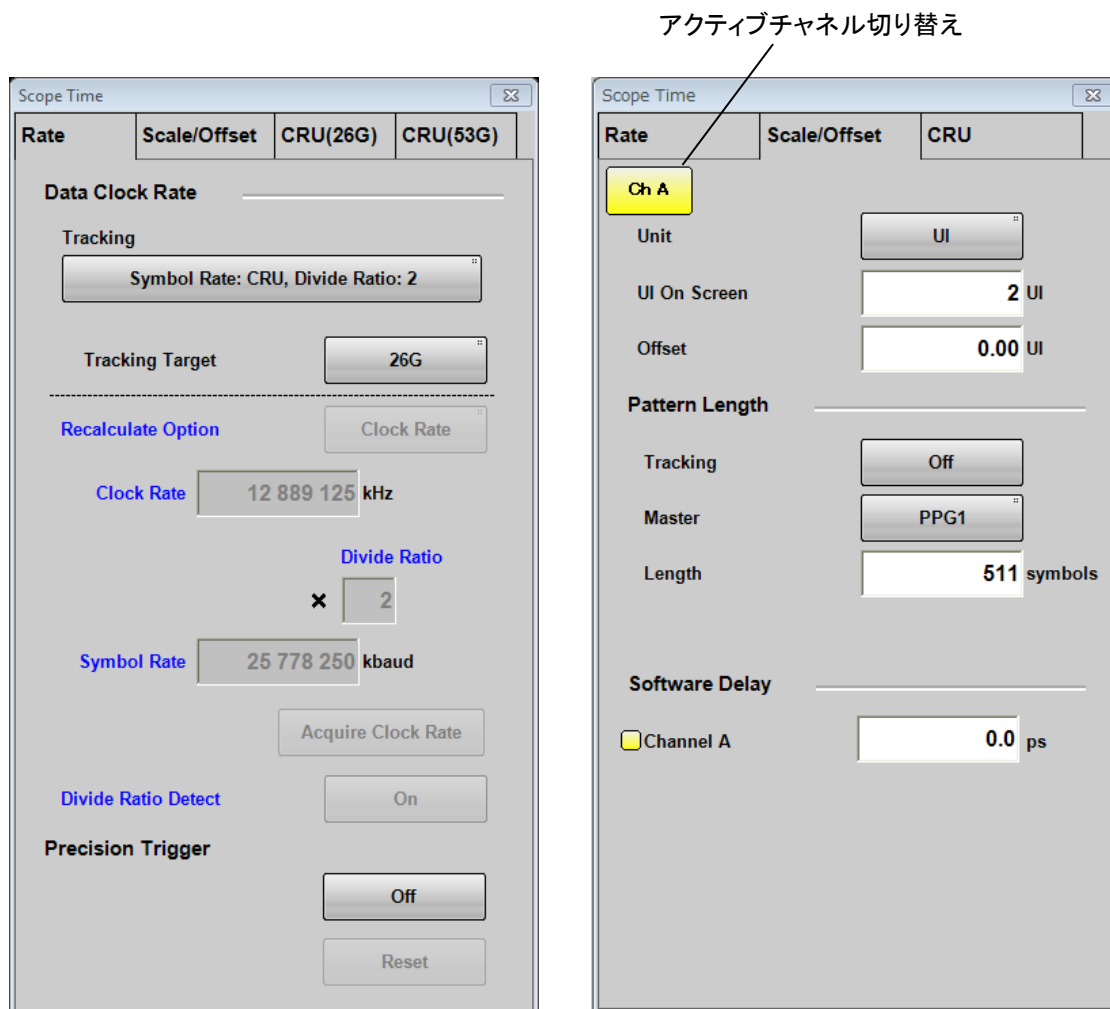


図 6.2.6-1 Time ダイアログボックス Rate タブ、Scale/Offset タブ

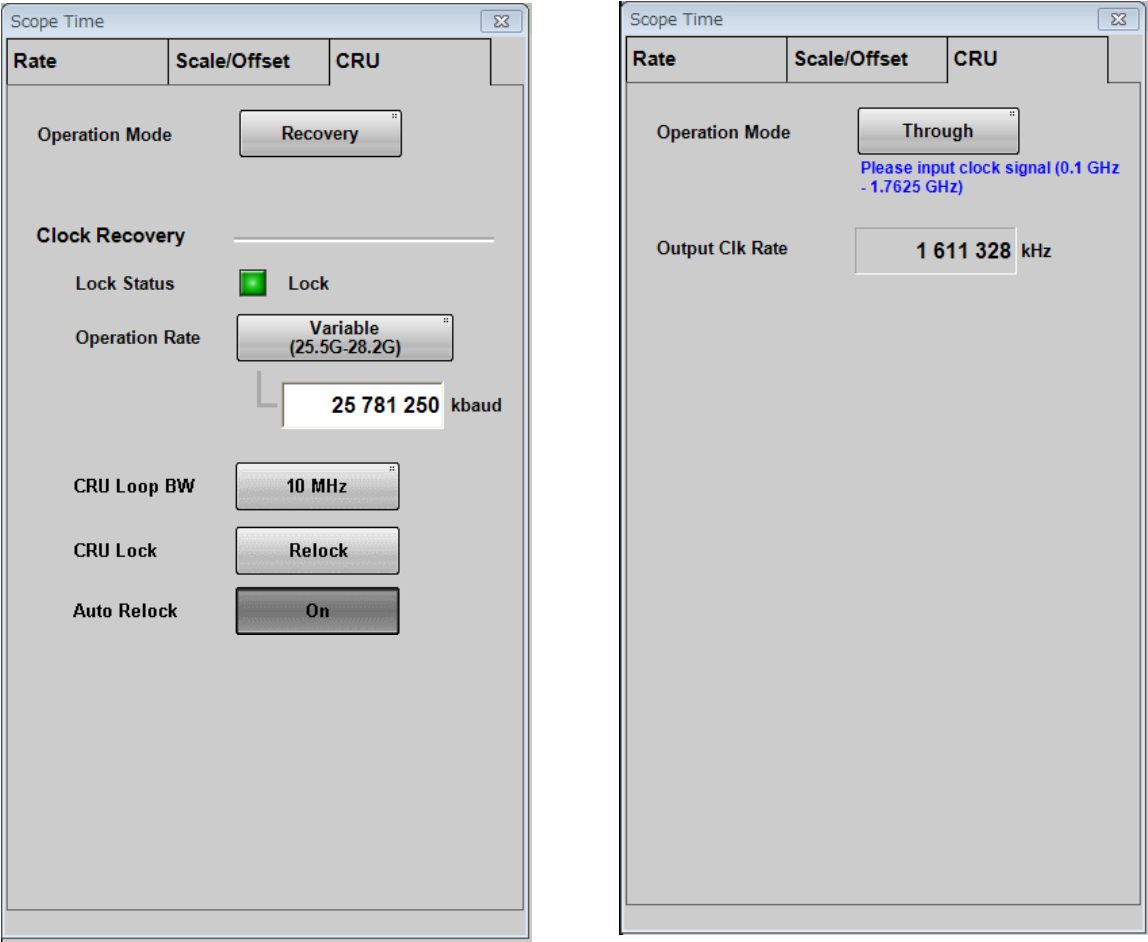


図 6.2.6-2 Time ダイアログボックス CRU タブ (26G CRU 搭載時)

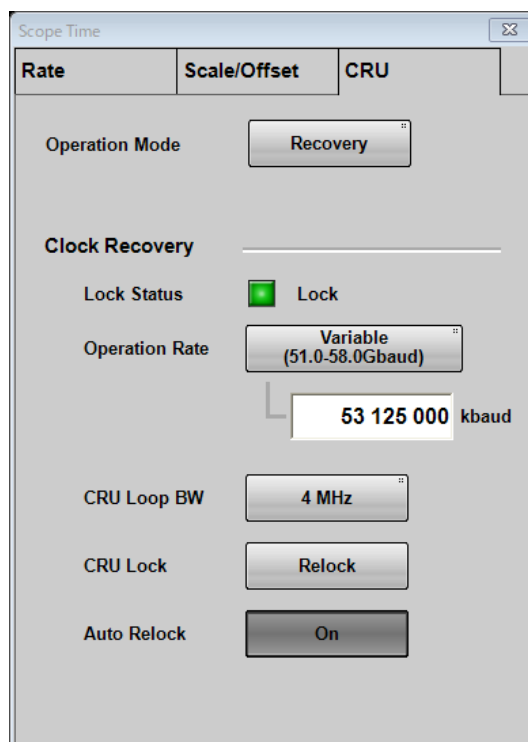


図 6.2.6-3 Time ダイアログボックス CRU タブ (53G CRU 搭載時)

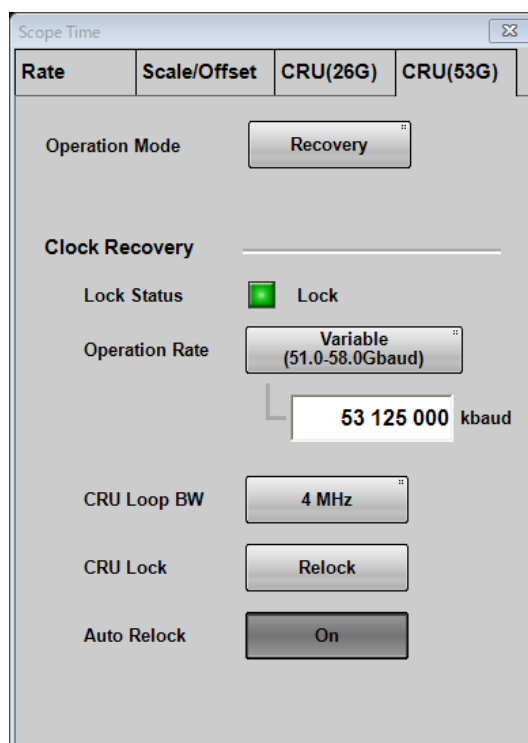


図 6.2.6-4 Time ダイアログボックス CRU タブ
(26G CRU と 53G CRU 搭載時)

表 6.2.6-1 Time ダイアログボックスの項目

タブ	名称	説明
Rate	Data Clock Rate	入力するデータの速度とクロック周波数、分周比を設定します。
	Tracking	Symbol Rate を PPG/ED Ch1 の Bit Rate に追従させるか設定します。 [Off]: Symbol Rate は PPG や CRU の Rate に追従しません。 [Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output]*: Symbol Rate は PPG の Bit Rate, Divide Ratio は PPG の Clock Out に追従します。 [Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Sync Output]*: Symbol Rate は PPG の Bit Rate, Divide Ratio は PPG の Sync Out に追従します。 [Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: User Defined]*: Symbol Rate は PPG の Bit Rate に追従します。 [Symbol Rate: CRU]: CRU が搭載されているときに表示されます。 Symbol Rate は CRU の Rate に追従します。Divide Ratio は追従する CRU と設定により以下となります。 26G CRU の場合は 2 53G CRU で Operation Rate が 20G 帯の場合は 4 53G CRU で Operation Rate が 50G 帯の場合は 8
	Tracking Target	26G CRU と 53G CRU の両方が搭載されているときに表示されます。 Tracking で [Symbol Rate: CRU] を選択しているときにどの CRU に設定を追従させるか設定します。 [26G]: 26G CRU に追従します。 [53G]: 53G CRU に追従します。
	Recalculate Option	[Clock Rate]: Symbol Rate と Divide Ratio から、Clock Rate を計算します。 [Symbol Rate]: Clock Rate と Divide Ratio から、Symbol Rate を計算します。
	Clock Rate	Trigger Clk In コネクタに入力するクロックの周波数を設定します。
	Divide Ratio	分周比 (Symbol Rate/Clock Rate) を設定します。 Coherent Eye または Pulse モードでは、Divide Ratio に次の値のみを設定できます。 オプション x8x 以外: 2、4、8、16、32、40、48、または 64 オプション x8x: 2、4、8、16、32、または 64
	Symbol Rate	Tracking が [Off] の場合、測定する信号のシンボルレートを設定します。
	Acquire Clock Rate	Trigger Clk In コネクタに入力されたクロックの周波数を測定します。
	Divide Ratio Detect	Trigger Clk In コネクタに入力したクロックの分周比を自動で検出するか設定します。分周比の自動検出と [Divide Ratio] の再設定は、本設定を On にしたときと、Auto Scale を実行したときに行われます。

*: PPG が搭載されている場合。次の場合は Tracking 動作ができないため、エラーメッセージが表示されます。

- PPG の Reference Clock が [External] に設定されているときに、Tracking を [Off] 以外に設定した。
- PPG の Clock Out が [Off] に設定されているときに、Tracking を [Clock Out] に設定した。

表 6.2.6-1 Time ダイアログボックスの項目 (続き)

タブ	名称	説明												
Rate	Precision Trigger	MP2110A-x24 が搭載されているときに表示されます。												
	On、Off	高精度トリガ機能の有効、無効を切り替えます。												
	Reset	高精度トリガ機能が [On] の場合、トリガの同期を取り直します。												
Scale/Offset	Unit	波形表示エリアの横軸の表示単位を設定します。												
	UI On Screen	波形表示エリアの横軸のスケールをユニットインターバル数で設定します。												
	Offset	Pulse モードのときに表示されます。 波形表示エリア左端の位置の時刻を設定します。												
	Pattern Length	入力するデータのパターン長を設定します。												
	Tracking	BERT が搭載されているときに設定できます。 [Off]: Length にパターン長を入力します。 [On]: Master で選択した項目のパターン長を Length に設定します。												
	Master	Tracking を [On] にしたときに、パターン長を反映する項目を選択します。												
	Length	パターンのシンボル長を選択します。 Setup ダイアログボックスの [General] タブで Test Pattern が [Variable] の場合は、シンボル長を入力します。												
	Software Delay	ソフトウェア処理による時間オフセットを設定します。 正の値を設定すると、波形が右へ移動します。 負の値を設定すると、波形が左へ移動します。												
CRU、CRU(26G)、CRU(53G)	Operation Mode	CRU の動作モードを選択します。 <table><tr><th>Operation Mode</th><th>26G CRU</th><th>53G CRU</th></tr><tr><td>[OFF]</td><td>CRU Out コネクタからはクロックが出力されません。</td><td>Recovered Clock Out コネクタからはクロックが出力されません。</td></tr><tr><td>[Recovery]</td><td>CRU In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが CRU Out コネクタに出力されます。</td><td>Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが Recovered Clock Out コネクタに出力されます。</td></tr><tr><td>[Through]</td><td>CRU In コネクタに入力したデータ信号がそのまま CRU Out コネクタに出力されます。</td><td>Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号がそのまま Recovered Clock Out コネクタに出力されます。</td></tr></table>	Operation Mode	26G CRU	53G CRU	[OFF]	CRU Out コネクタからはクロックが出力されません。	Recovered Clock Out コネクタからはクロックが出力されません。	[Recovery]	CRU In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが CRU Out コネクタに出力されます。	Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが Recovered Clock Out コネクタに出力されます。	[Through]	CRU In コネクタに入力したデータ信号がそのまま CRU Out コネクタに出力されます。	Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号がそのまま Recovered Clock Out コネクタに出力されます。
	Operation Mode	26G CRU	53G CRU											
	[OFF]	CRU Out コネクタからはクロックが出力されません。	Recovered Clock Out コネクタからはクロックが出力されません。											
	[Recovery]	CRU In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが CRU Out コネクタに出力されます。	Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号から再生したクロックが Recovered Clock Out コネクタに出力されます。											
	[Through]	CRU In コネクタに入力したデータ信号がそのまま CRU Out コネクタに出力されます。	Optical SMF Data In コネクタに入力したデータ信号がそのまま Recovered Clock Out コネクタに出力されます。											

表 6.2.6-1 Time ダイアログボックスの項目 (続き)

CRU、CRU(26G)、CRU(53G)

タブ	名称	説明		
	Clock Recovery	Operation Mode が [Recovery] の場合に表示され、CRU の設定をします。		
	Lock Status	CRU が、入力信号に同期しているかが表示されます。		
			26G CRU	53G CRU
		緑色	CRU Out から出力されるクロックは、入力信号に同期しています。	Recovered Clock Out から出力されるクロックは、入力信号に同期しています。
		赤色	CRU Out から出力されるクロックは、入力信号に同期していません。	Recovered Clock Out から出力されるクロックは、入力信号に同期していません。 Optical SMF Data In に信号が入力されていません。
		橙色		Recovered Clock Out から出力されるクロックは、入力信号に同期していません。 Optical SMF Data In に信号が入力されていますが、シンボルレートが範囲外です。
	Operation Rate	CRU の動作周波数を選択します。 Operation Rate が [Variable] の場合は、シンボルレート (kbaud) を入力します。		
	CRU Loop BW	CRU のループ帯域を選択します。		
	CRU Lock	CRU に対して入力信号への同期を実行します。		
Auto Relock	[On] にすると CRU に信号が入力されたときに自動で Relock を実行して同期します。			
Output Clk Rate	Operation Mode が [Through] の場合に表示されます。 26G CRU では CRU In コネクタ、53G CRU では Optical SMF Data In コネクタに入力したクロックの周波数が表示されます。			

6.3 校正と調整

6.3.1 レベル校正

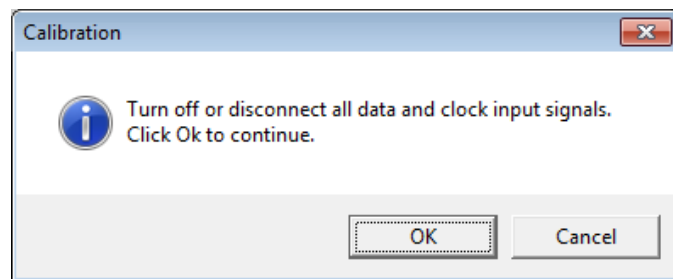
Scope の振幅確度は、校正することによって保証されます。

校正が必要なときは、ステータス表示に “CAL” と、メッセージが表示されます。

MP2110A を初めて使用するとき、またはメッセージが表示されたときは、校正を実行してください。校正が終了した後に、補正值の正当性を確認するために自己診断が自動的に実行されます。校正が失敗した場合、自己診断は実行されません。

校正手順は、以下のとおりです。

1. 正面パネルの **Ch A**、**Ch B**、**Ch C**、**Ch D**、**Trigger Clk In** のコネクタに信号が入力されていないことを確認します。
2. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
3. [Utilities] タブをクリックします。
4. [Calibration] をクリックします。コネクタに信号が入力されていないことを確認するメッセージが表示されます。



5. [OK] をクリックします。

校正が終了すると、ダイアログボックスに結果が表示されます。

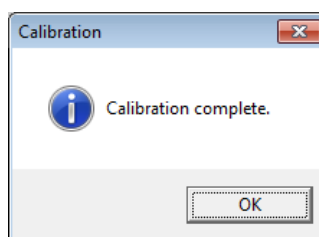


図 6.3.1-1 校正結果表示
(校正、自己診断の両方が成功した場合)

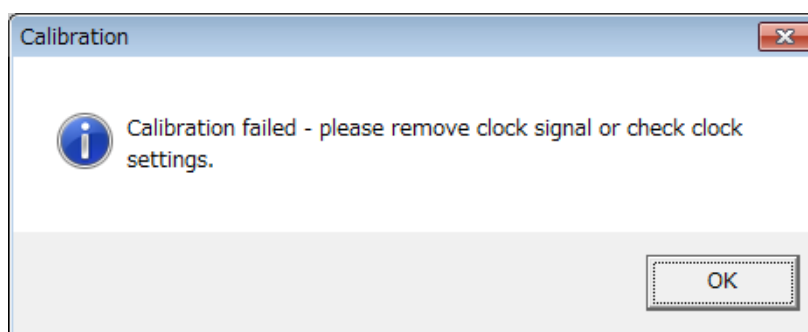


図 6.3.1-2 校正結果表示 (校正が失敗した場合)

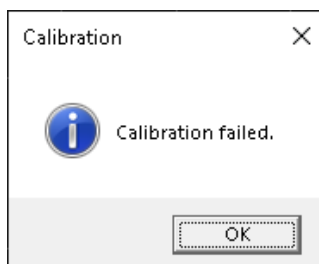


図 6.3.1-3 校正結果表示
(校正が成功、自己診断が失敗した場合)

校正が失敗した場合は、次を確認して手順 2 からやりなおしてください。

- 正面パネルの **Ch A**、**Ch B**、**Ch C**、**Ch D**、および **Trigger Clk In** のコネクタにケーブルを接続していない。
- 正面パネルの **Ch A**、**Ch B**、**Ch C**、**Ch D**、および **Trigger Clk In** のコネクタからケーブルを外せない場合は、コネクタに信号が入力されていない。

6.3.2 暗電流の校正

光コネクタに光が入力されていないときの O/E モジュールの出力電圧（暗電流）を校正します。

O/E モジュールの出力電圧は、周囲温度によって変動し、Extinction Ratio および Outer ExR の結果に影響します。このため、Scope の温度が前回校正を行ったときと異なる場合、再度校正を実行します。

本校正の内容は「6.3.1 レベル校正」に含まれます。レベル校正を行った場合は実行する必要はありません。

1. 光コネクタに光が入力されていないことを確認します。
2. [Amplitude] をクリックします。
3. [O/E] タブをクリックします。
4. [Calibrate Module] をクリックします。
5. 光を入力していないことを確認するウィンドウが表示されます。
[OK] をクリックします。
6. 5 秒程度で校正が完了したことを表示するウィンドウが表示されます。
[OK] をクリックします。

6.3.3 特殊波長使用時の調整

Scope オプションによっては、850 nm、1310 nm、1550 nm の波長帯は、Conversion Gain および Responsivity の値が工場出荷時に校正されています。これ以外の波長帯を測定する場合や、工場出荷時の値を変更する場合は、外部の光パワーメータを使用して調整してください。

本調整に影響する O/E モジュールの出力電圧は、周囲温度によって変化します。このため、本調整は電源投入後 1 時間以上のウォームアップを行い、レベル校正を実施してから行ってください。

<外部の光パワーメータの測定値から自動で調整する場合>

1. 光パワーメータの波長を、光信号の波長に合わせます。
2. 光パワーメータを使用して、無変調の光信号パワーを測定します。
3. 光入力コネクタに光信号を入力します。
4. [Amplitude] をクリックします。
5. [O/E] タブをクリックします。
6. Wavelength で調整する波長または [User] を選択します。
7. Input Power の値を、上記手順 2. で測定した光信号パワーに設定します。
8. 自動で校正を行うため、[Execute] をクリックします。
9. 自動校正が終了すると、光パワーメータで測定した値と等しくなるように Conversion Gain および Responsivity の値が調整されます。

＜手動で調整する場合＞

Conversion Gain の調整方法

1. 光パワーメータの波長を、光信号の波長に合わせます。
2. 光パワーメータを使用して、無変調の光信号パワーを測定します。
3. 光入力コネクタに光信号を入力します。
4. ヒストグラム機能を使用し、光信号パワーの平均値を測定します。
5. [Amplitude] をクリックします。
6. [O/E] タブをクリックします。
7. Wavelength で調整する波長または [User] を選択します。
8. ヒストグラム機能で測定した光信号パワーの平均値が、光パワーメータで測定した値と等しくなるように Conversion Gain の値を調整します。

Responsivity の調整方法

1. 光パワーメータの波長を、光信号の波長に合わせます。
2. 光パワーメータを使用して、無変調の光信号パワーを測定します。
3. 光入力コネクタに光信号を入力します。
4. Amplitude/Time 機能を使用し、光信号の Average Power (mW)、または Average Power (dBm) を測定します。
5. [Amplitude] をクリックします。
6. [O/E] タブをクリックします。
7. Wavelength で調整する波長または [User] を選択します。
8. Amplitude/Time 機能で測定した光信号の Average Power の値が、光パワーメータで測定した値と等しくなるように Responsivity の値を調整します。

6.3.4 自己診断の実行

次の場合は、自己診断を実行してください。

- ・ 「6.3.1 レベル校正」の校正を実施後に、エラーメッセージが表示されたとき
- ・ 信号が入力されていないときのノイズ電圧が付録 A の規格値より大きいとき
- ・ 波形が表示されないとき、表示される波形の振幅やビット周期が予想する値と異なるとき、または MP2110A の動作または測定結果に異常があると考えられるとき

自己診断では、次の項目を試験します。

- ・ 電源 (power)
- ・ 校正データの異常検知

試験した結果が正常のときは **passed** が、異常のときは **failed** が表示されます。

自己診断を実行する手順は、以下のとおりです。

1. 正面パネルの **Ch A、Ch B、Ch C、Ch D、Trigger Clk In** のコネクタに信号が入力されていないことを確認します。
2. **[Setup]** をクリックします。**Setup** ダイアログボックスが表示されます。
3. **[Utilities]** タブをクリックします。
4. **[Application Test]** をクリックします。自己診断中のメッセージが表示されます。
5. 自己診断が終了すると、結果が表示されます。

試験結果が異常 (**failed**) となった場合は、当社または販売代理店にご連絡ください。その際、**Support Information** の取得をお願いする場合があります。

6.4 CRU の設定

CRU は、入力された信号からクロックを生成します。
生成したクロックを使用して、波形を観測することができます。

CRU では、次を設定します。

- Operation Rate
- CRU Loop BW

Operation Rate は周波数範囲を設定します。

CRU Loop BW は CRU の周波数制御回路で使用するループフィルタの帯域幅です。

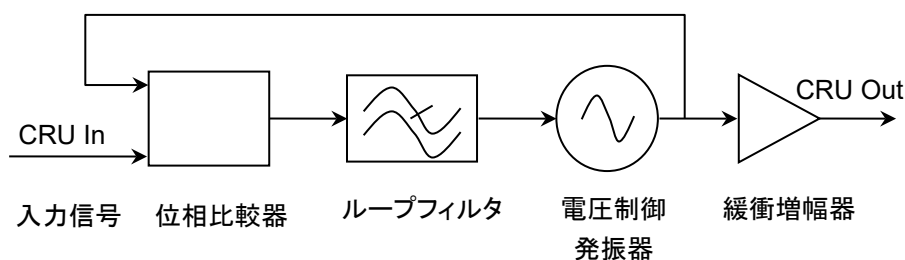


図 6.4-1 CRU のブロック図

周波数帯域幅が広い方が、瞬間的に発生する周波数変動を吸収することができます。通信規格ではジッタ測定に使用するループフィルタの帯域が規定されています。

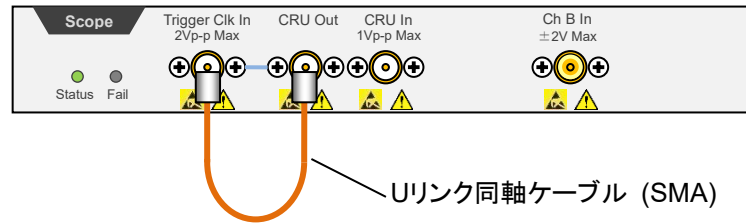
⚠ 注意

- **CRU In** コネクタ、および **CRU Out** コネクタのインピーダンスは $50\ \Omega$ です。インピーダンスが $50\ \Omega$ でない同軸ケーブルを使用した場合、または接続する機器のインピーダンスが $50\ \Omega$ でない場合は、正しい測定ができないことがあります。
- **CRU Out** コネクタの出力電圧は $0.4\sim 0.8\ \text{Vp-p}$ です。コネクタに出力される電圧が、接続する機器の入力電圧範囲を超えないことを確認してください。**CRU Out** コネクタに出力される電圧振幅が接続する機器の入力電圧範囲を超えときは、**CRU Out** コネクタに減衰器を取り付けてください。
- **CRU In** コネクタに入力する信号の振幅は $0.8\ \text{Vp-p}$ 以下にしてください。正弦波信号の場合、 $0.8\ \text{Vp-p}$ は $+2\ \text{dBm}$ に相当します。この電圧以上の信号を入力すると内部回路が焼損するおそれがあります。

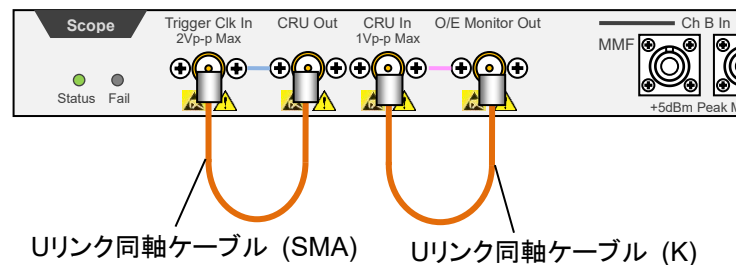
手順

1. 26G CRU の場合

Scope の **CRU Out** コネクタと **Trigger Clk In** コネクタを添付の U リンク同軸ケーブル (SMA) で接続します。

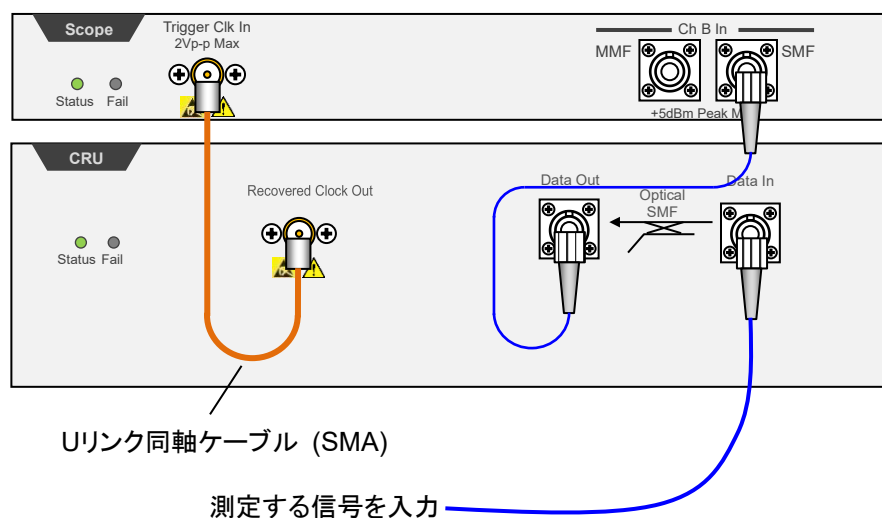


O/E Monitor Out コネクタがある場合は、**O/E Monitor Out** と **CRU In** を U リンク同軸ケーブル (K) で接続することで Channel B の光信号入力からクロックリカバリをすることができます。**O/E Monitor Out** と **CRU In** を接続しない場合は、必ず同軸終端器を **O/E Monitor Out** に接続してください。



53G CRU の場合

CRU の **Data Out** コネクタと Scope の **SMF In** コネクタをシングルモードファイバで接続します。CRU の **Recovered Clock Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブル (SMA) で接続します。



2. 26G CRU の場合
CRU In コネクタに信号を入力します。
53G CRU の場合
Data In コネクタに信号を入力します。
3. [Rate] タブをクリックします。
4. Tracking のボタンをクリックして、[CRU] に設定します。
5. [Time CRU] をクリックします。
6. [CRU] タブをクリックします。26G CRU と 53G CRU の両方が搭載されている場合は、[CRU(26G)] タブまたは [CRU(53G)] タブをクリックします。
7. Operation Mode のボタンをクリックして、[Recovery] に設定します。
CRU In または **Data In** に入力した信号に対して同期がとれると、Lock Status のランプが緑色に点灯します。

Lock Status のランプが点灯しない場合、Result ウィンドウのタイトルに CRU Unlock が表示されます。



8. Operation Rate のボタンをクリックして、シンボルレートを設定します。
9. CRU Loop BW のボタンをクリックして、ループ帯域幅を次から選択します。
[2 MHz]、[4 MHz]、[10 MHz]、[Bitrate/1667]

注

- CRU を使用しないときは、[CRU] タブの Operation Mode を [OFF] に設定してください。
- CRU に入力する信号の周波数が、Operation Rate に設定した周波数帯域外の場合は、CRU がクロックを再生できないことがあります。このときは Result ウィンドウに CRU Unlock が表示されます。
- CRU を使用した場合に、波形エリア右下に表示されているシンボルレートが所望の値にならないことがあります。このときは、CRU に入力する信号波形、周波数、振幅を確認してください。Lock Status が緑色に点灯して CRU が同期してから、[Rate] タブの [Acquire Clock Rate] をクリックしてください。

6.5 レートの設定

データを収集するためには、入力信号に同期したトリガクロックが必要です。

- BERT がある場合は、同期クロック (Clk Out または Sync Out) をトリガクロックに使用できます。
- 26G CRU または 53G CRU が搭載されている場合は、生成したクロックをトリガクロックに使用できます。

トリガクロックを **Trigger Clk In** コネクタに入力したら、Symbol Rate、Clock Rate、および Divide Ratio を設定します。

- Symbol Rate は、Scope で測定する信号 (**Ch A、B、C** または **D** に入力する信号) の変調速度です。
- Clock Rate は、トリガクロックの周波数です。
- Divide Ratio (分周比) は、データのシンボルレートとクロックレートの比です。

次の式が成り立つように値を入力します。

$$\text{Symbol Rate} = \text{Clock Rate} \times \text{Divide Ratio}$$

注意

- **Trigger Clk In** コネクタのインピーダンスは 50 Ω です。インピーダンスが 50 Ω でない同軸ケーブルを使用すると正しく測定できないことがあります。
 - **Trigger Clk In** コネクタに入力する信号の振幅は 2 Vp-p 以下にしてください。正弦波信号の場合、2 Vp-p は +10 dBm に相当します。この電圧以上の信号を入力すると内部回路が焼損するおそれがあります。
-

6.5.1 シンボルレートの設定

Scope で測定する信号のシンボルレートを設定します。

1. [Time] をクリックします。
2. [Rate] タブをクリックします。
3. Data Clock Rate の Tracking のボタンをクリックして、[Off] に設定します。
4. Recalculate Option のボタンをクリックして、[Clock Rate] を選択します。
測定したクロックレートが表示されます。
5. Divide Rate のテキストボックスをクリックして、分周比を入力します。
6. Symbol Rate のテキストボックスをクリックして、シンボルレートを入力します。
分周比とシンボルレートからクロックレートが計算されます。

BERT が搭載されている場合は、次の手順で PPG のビットレート値を Scope の Symbol Rate に設定できます。

1. [Time] をクリックします。
2. [Rate] タブをクリックします。
3. Data Clock Rate の Tracking のボタンをクリックして、次のどれかを選択します。

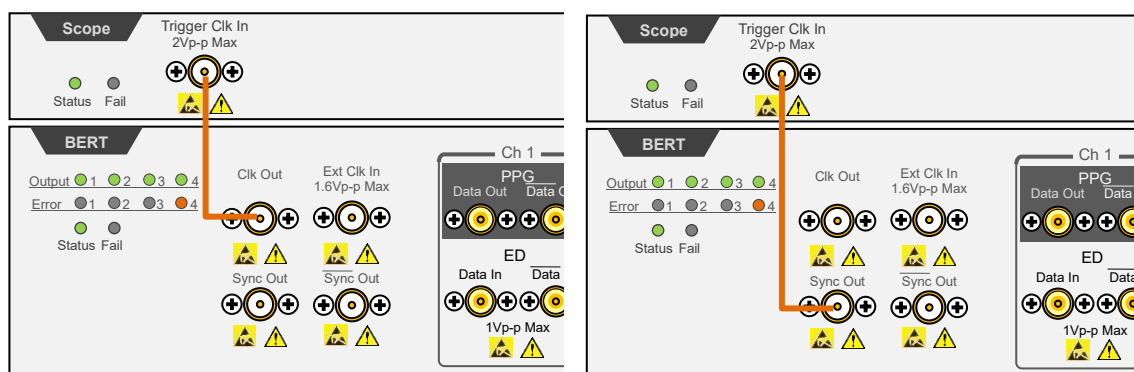
[Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output]

[Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Sync Output]

[Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: User Defined]

[Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: User Defined] を選択した場合は、Divide Ratio を設定します。

4. Scope の **Trigger Clk In** コネクタと BERT のコネクタを接続します。



Bit Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output 選択時 Bit Rate: PPG, Divide Ratio: Sync Output 選択時

[Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: User Defined] を選択した場合は、BERT の **Clk Out**、**Data Out**、または **Data Out** の信号を分周したクロックを Scope の **Trigger Clk In** コネクタに入力します。

6.5.2 クロックレートと分周比の設定

正面パネルの **Trigger Clk In** コネクタに入力された信号からクロックレートを測定して、シンボルレートを設定することもできます。

1. [Time] をクリックします。
2. [Rate] タブをクリックします。
3. Data Clock Rate の Tracking のボタンをクリックして、[Off] に設定します。
4. Recalculate Option のボタンをクリックして、[Symbol Rate] を選択します。
5. [Acquire Clock Rate] をクリックします。

Clock Rate のテキストボックスに、周波数が表示されます。

周波数が表示されない場合は、**Trigger Clk In** コネクタに入力された信号のレベル、波形を確認してください。

6. Clock Rate にクロック周波数が表示されないとき、または表示された周波数が正しくないときは、Clock Rate のテキストボックスをクリックして周波数を入力します。
7. Divide Ratio のテキストボックスをクリックして、分周比を入力します。
分周比とクロックレートからシンボルレートが計算されます

BERT の Sync Out を外部クロックとして使用するときは、分周比を次のとおり設定します。

Sync Output の設定	Pattern	分周比
1/8 Clock	—	8
1/16 Clock	—	16
1/40 Clock	—	40
Pattern Sync	PRBS 2 ⁷ -1	127
	PRBS 2 ⁹ -1	511
	PRBS 2 ¹⁵ -1	32767
	PRBS 2 ²³ -1	8388607
	PRBS 2 ³¹ -1	214748647

Sync Output を Pattern Sync にすると、データを収集できません。

6.6 パターン長の設定

Sampling Mode が [Pulse] や [Coherent Eye] のときは、パターンロックをするためにパターン長を設定します。

1. [Setup] をクリックします。
2. Test Pattern のボタンをクリックして、パターン長を選択します。
[Variable] を選択した場合は手順 3 に進みます。
3. [Time] をクリックします。
4. [Scale/Offset] タブをクリックします。
5. Pattern Length の Length のテキストをクリックして、パターン長を入力します。設定できるパターン長は最大 32768 (2^{15}) です。

BERT が搭載されている場合は、以下の手順で PPG/ED のパターン長を Scope に自動で設定できます。

6. Pattern Length の Tracking のボタンをクリックして、[On] に設定します。
7. Pattern Length の Master のボタンをクリックして、パターン長を合わせる PPG または ED を選択します。

PPG/ED の Test Pattern に対応するパターン長を次の表に示します。

表 6.6-1 Length の設定

Test Pattern	パターン長 (symbols)
PRBS 2^7-1	127
PRBS 2^9-1	511
PRBS $2^{13}-1$	8191
PRBS $2^{15}-1$	32767
1/2 Clock Pattern	2
1/16 Clock Pattern	16

注

- PPG/ED の Test Pattern を [PRBS $2^{31}-1$] に設定しているときは、Tracking を [On] に設定できません。
- Tracking が [On] のときは、PPG/ED の Test Pattern を [PRBS $2^{31}-1$] に設定できません。
- [General] タブで Test Pattern を [Variable] 以外に設定すると、[Scale/Offset] タブの Tracking が [Off] に設定されます。

6.7 データの収集

データの収集方法には次の種類があります。

データの同期方法:	Eye モード、Pulse モード、Coherent Eye モード、Fast Pattern Lock モード、Advanced Jitter モード
波形の累積表示:	None、Infinite、Limited、Persistency、Averaging

注:

本書では、画面上の 1 個のデータを測定することを「データの取得」、1 回分の画面データを得ることを「データの収集」と記載します。

6.7.1 データの同期方法の設定

データの同期方法には次の種類があります。

Eye モード

Sampling Mode が [Eye] のときは Eye モードになります。

アイパターンを表示します。ヒストグラム解析による測定結果を表示できます。パターン長を設定する必要がありません。

Pulse モード

Sampling Mode が [Pulse] のときは Pulse モードになります。

パターンロックした状態で信号の時間的な変化（時系列データ）を波形として表示します。

Test Pattern または Pattern Length でパターン長を設定する必要があります。Test Pattern が [Variable] 以外であれば、高速でサンプリングできます。

Coherent Eye モード

Sampling Mode が [Coherent Eye] のときは Coherent Eye モードになります。パターンロックした状態でアイパターンを表示します。波形の演算表示をするときに使用します。「6.9.6 波形の演算表示」を参照してください。

Test Pattern または Pattern Length でパターン長の設定が必要です。

Fast Pattern Lock モード

Coherent Eye モードで、Test Pattern が [Variable] 以外のときは Fast Pattern Lock モードになります。

Coherent Eye モードの特長に加え、高速にサンプリングすることができ、デジタル信号処理機能が使用できます。具体的には次の機能が可能になります。

- デジタルフィルタ
- イコライザ
- パターンキャプチャ

Advanced Jitter モード

Sampling Mode が [Advanced Jitter] のときは Advanced Jitter モードになります。

NRZ 信号の Jitter の分離解析を行うことができます。

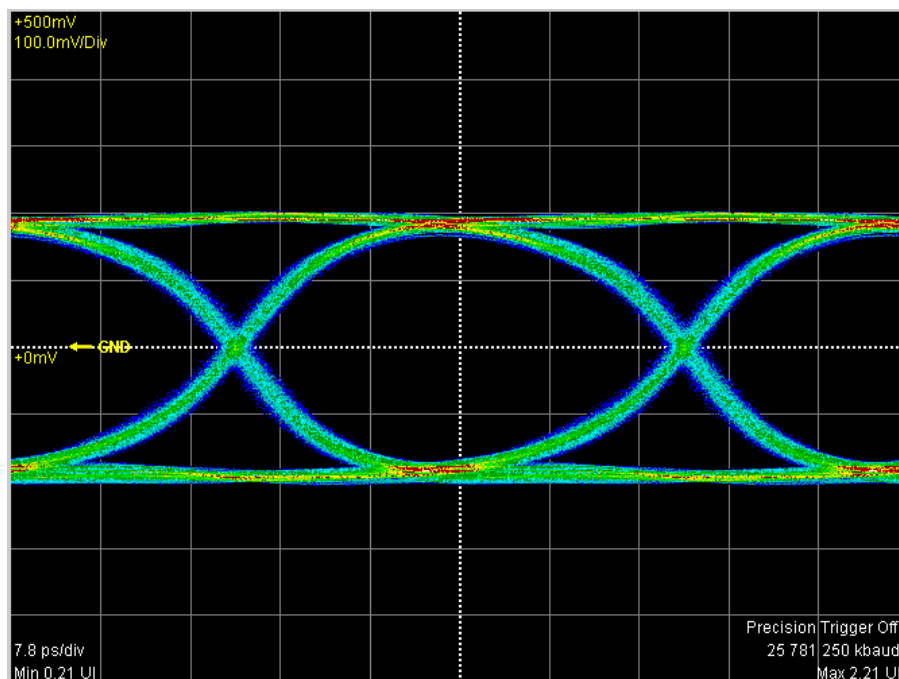


図 6.7.1-1 Eye モード/Coherent Eye モード/ Fast Pattern Lock モード表示例

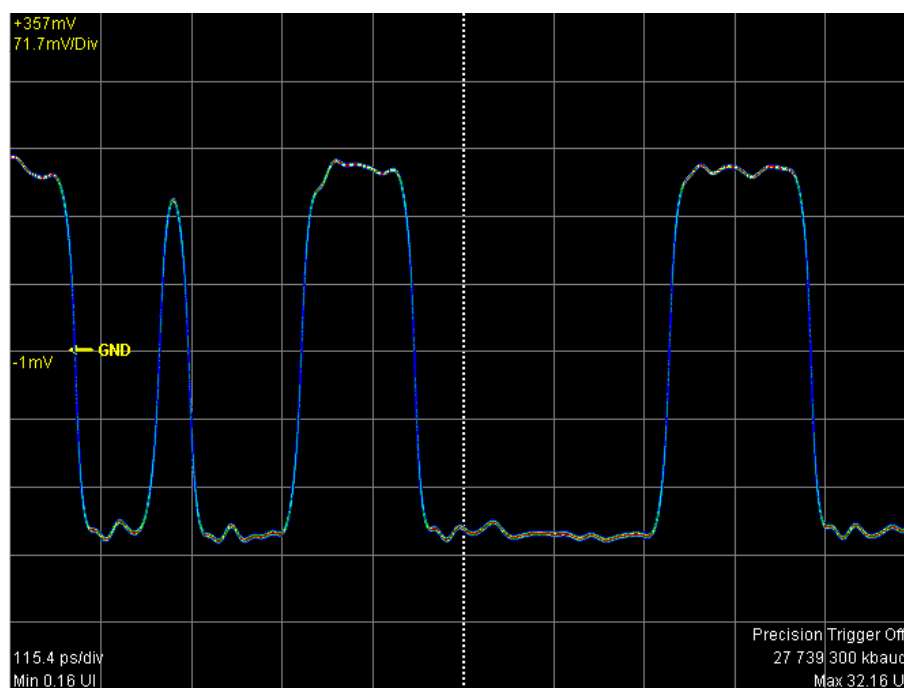


図 6.7.1-2 Pulse モード表示例

6.7.2 波形の累積表示の設定

表示方法を [Infinite]、[Limited]、または [Persistency] 設定にすると、取得したデータを画面に上書きします。

波形の累積表示を設定する

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. Number of Samples で 1 つの波形のサンプル数を次から選択します。
[Eye] の場合: [1350]、[2048]、[4050]
[Pulse]、[Coherent Eye] の場合:
[512]、[1024]、[2048]、[4096]、[8192]、[16384]
Fast Pattern Lock モードのときは、Number of Samples が [16384] に固定されます。
サンプル数を少なくすると、画面表示を更新する時間間隔が短くなります。
3. Accumulation Type のボタンをクリックして、次のどれかを設定します。
[Infinite]: 波形を累積する時間を制限しません。
[Limited]: 設定した時間、データ数、または波形数に達するまで、波形を累積します。設定した時間またはデータ数に達すると、データの収集を停止します。
[Persistency]:
累積した波形データのうち、一定時間経過したデータを消去します。
4. 手順 3 で [Limited] を選択したときは、データ収集の終了条件を設定します。
 - ・ 設定時間が経過したときに終了するには、Limit Type を [Time] にして、時間を入力します。
 - ・ 画面のデータ数が設定した値に達したときに終了するには、Limit Type を [Sample] にして、データ数を入力します。
 - ・ 波形数が設定した値に達したときに終了するには、Limit Type を [Waveform] にして、波形数を入力します。
 - ・ Pattern 数が設定した値に達したときに終了するには、Limit Type を [Pattern] にして、Pattern 数を入力します。
Pattern は、Fast Pattern Lock モードのときに選択可能です。
5. 手順 3 で [Persistency] を選択したときは、累積したデータを保持する時間を Time に入力します。

波形の累積表示を解除する

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. Accumulation Type のボタンをクリックして、[None] を選択します。

3. Number of samples のボタンをクリックして、画面に表示するデータ数を次から選択します。

[Eye] の場合: [1350]、[2048]、[4050]

[Pulse]、[Coherent Eye] の場合:

[512]、[1024]、[2048]、[4096]、[8192]、[16384]

Fast Pattern Lock モードのときは、Number of Samples が [16384] に固定されます。

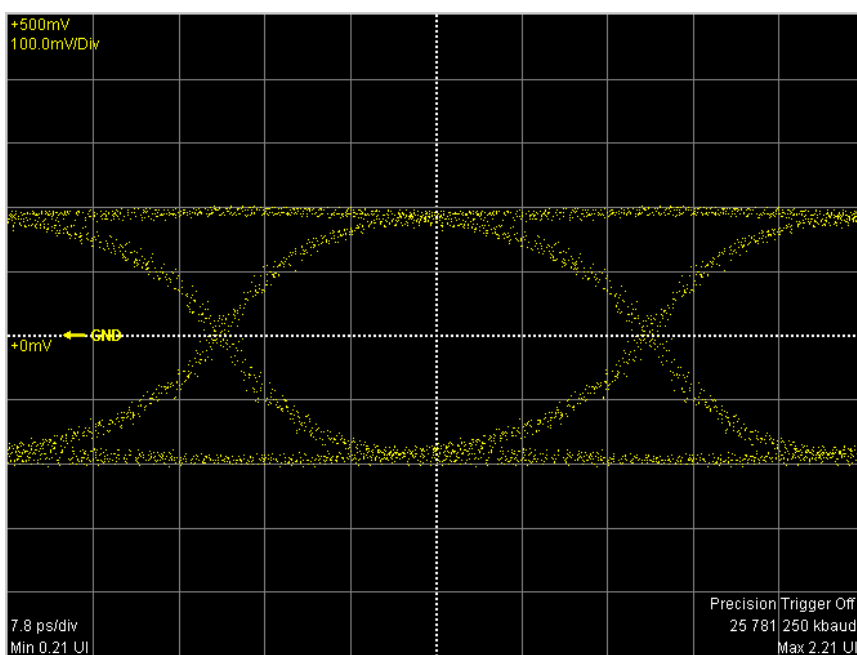


図 6.7.2-1 Accumulation Type の設定: None

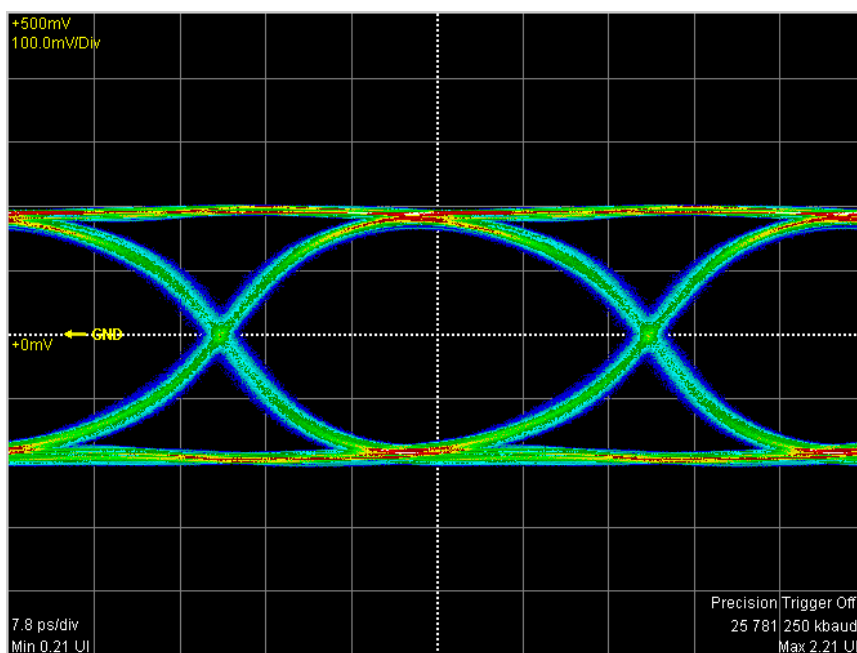


図 6.7.2-2 Accumulation Type の設定: Infinite

6.7.3 波形の平均化処理

Pulse モード、または Coherent Eye モードで Test Pattern が [Variable] 以外の場合、[Averaging] を On にすると、平均化処理を実施します。平均化処理は波形のノイズを抑圧するために使用します。

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. [Averaging] を On にします。
3. Pulse モードの場合は、Number of Samples のボタンをクリックして、画面に表示するデータ数を選択します。
Coherent Eye モードの場合は、入力信号の Pattern に合わせて Test Pattern を設定します。
4. Waveforms または Pattern のテキストボックスをクリックして、平均化処理を実施する波形数を設定します。

平均化処理では、Waveforms または Pattern に入力したデータ点数の平均値を計算して、その結果を画面に表示します。ただし、1 を入力すると、平均化処理はされません。

平均化処理実施中は、平均化した波形数が画面に表示されます。

次の条件を設定した場合、波形が 100 回取得されて、100 個の波形を平均化した波形が表示されます。

- Averaging On
- Waveforms 100 wfms

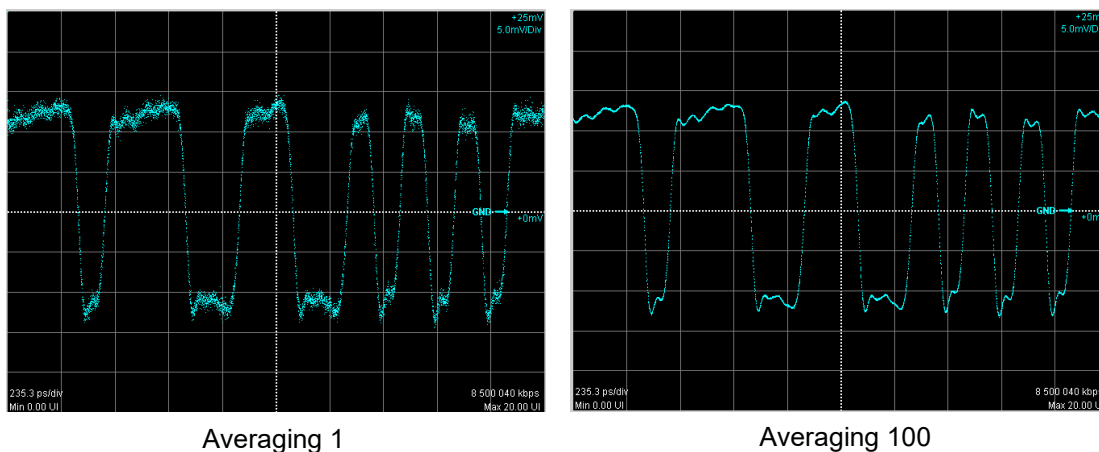


図 6.7.3-1 平均化処理の例

平均化処理は次の式で計算されます。

波形数 ≤ Averaging 設定回数の場合：

$$Ave(n) = \frac{(n-1) \times Ave(n-1) + S(n)}{n}$$

Averaging 設定回数 ≤ 波形数の場合：

$$Ave(n) = \frac{(M-1) \times Ave(n-1) + S(n)}{M}$$

Ave(n): 平均値、S(n): 測定値、M: Averaging 設定回数、n: 波形数

ノイズの大きさは、Averaging 設定回数の平方根に反比例します。
たとえば M = 100 とすると、M = 1 の場合に比べてノイズの振幅は 1/10 程度に圧縮されます。

注:

[Averaging] を On にすると、[Precision Trigger] 設定を On にしていても高精度トリガ機能は無効となります。

6.7.4 データ収集の開始と停止

データ収集を開始すると画面に波形が表示されます。

データ収集を開始する

- 観測する信号が入力されているチャンネルの波形を表示します。
チャンネル切り替えボタンが灰色表示の場合は、ボタンをクリックして灰色表示を解除します。
- 複数のチャンネルデータ収集をする場合は、Control Ch のボタンをクリックして表示を [All] にします。ボタンの表示が [Single] の場合は、アクティブチャンネルだけでデータ収集をします。
- サンプリング開始/停止ボタンをクリックして、ボタンの表示を [Sampling Run] にします。
[Accumulation Type] を [Limited] に設定した場合は、経過時間、サンプル数、波形数、またはパターン数がタイトルバーに表示されます。

Samples: 163,840 - 10 / 100wfms

図 4.1-1 の全測定開始ボタンをクリックしても、データ収集を開始できます。

データ収集を停止する

サンプリング開始/停止ボタンをクリックして、[Sampling Hold] にします。
Setup ダイアログボックスの Accumulation Type を [Limited] に設定したときは、終了条件に達するとデータ収集を停止します。

図 4.1-1 の全測定停止ボタンを使用しても、データ収集を停止できます。

画面の表示を消去する

- 画面の表示を一時的に消去するとき
チャンネル切り替えボタンをクリックして、ボタンの表示を灰色にします。
灰色のチャンネル切り替えボタンをクリックすると、波形を表示します。
- 収集したデータを破棄するとき
[Clear Display] をクリックします。
チャンネル切り替えボタンが灰色で波形が表示されていないときも、波形データが消去されます。
破棄したデータをもう一度表示することはできません。

6.8 スケールの調整

6.8.1 自動調整

波形の振幅と周期を測定して、見やすいスケールに設定します。

Eye モードまたは Coherent Eye モードの場合

1. 波形表示エリアの中央に表示したいチャンネルをチャンネル切り替えボタンで選択します。この例では [Ch A] をクリックします。
2. [Auto Scale] をクリックします。波形表示エリアの中央に波形が表示されます。

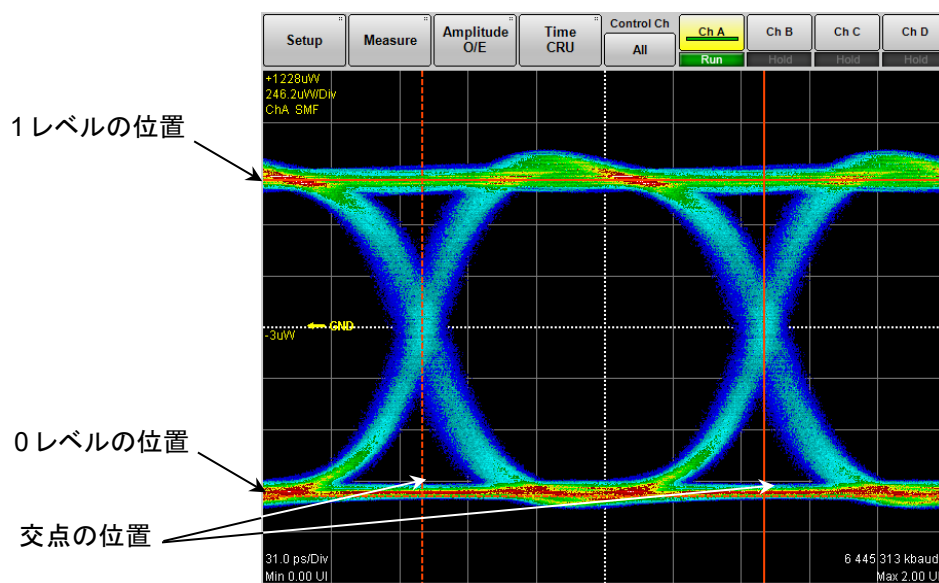


図 6.8.1-1 Auto Scale 実行後の波形表示 (Eye モード/Coherent Eye モード)

自動でスケールを調整すると横軸は、2 ビット分の波形を表示します。

アイパターン表示で波形の交点の位置は、左から 2.5 目盛りと 7.5 目盛りです。

縦軸は、1 レベルが波形表示エリア中心より 2.5 目盛り上の位置に、0 レベルが波形表示エリア中心より 2.5 目盛り下の位置になるよう調整されます。

注

複数のチャンネル表示が ON の場合は、Control Ch の設定によって動作が変わります。

- Control Ch が [Single] のとき
アクティブチャンネルの信号に対して、時間軸オフセット、振幅軸のスケールとオフセットが調整されます。
- Control Ch が [All] のとき
アクティブチャンネルの信号に対して、時間軸オフセットが調整されます。アクティブチャンネル以外の波形についても、中央に表示するように各チャンネルの Software Delay 設定値が調整されます。
振幅軸に対しては、すべてのチャンネルの信号に対してスケールとオフセットが調整されます。

Auto Scale は、波形表示エリアのスケール調整のほか、入力信号のデータレートとトリガ信号の分周比の検出も自動で行います。分周比の検出を自動で行わない場合は、[Divide Ratio Detect] を [Off] にします。また Data Rate と Clock Rate の [Tracking] を有効にしている場合は、データレートとトリガ信号の分周比の検出は行われません。

MP2110A-x62 または MP2110A-x95 が搭載されている場合、[Auto Scale + Calculate + Sampling] が表示されます。クリックすると Auto Scale と Reference Equalizer の [Calculate] を実行したうえで [Sampling] を [Run] にします。Accumulation Type が [Limited] で、Limit Type が [Pattern] のときは、設定されている Pattern 分だけデータを収集し、結果を表示します。Channel Math が On の場合は、[Auto Scale + Calculate + Sampling] は無効となります。

Pulse モードの場合

1. [Auto Scale] をクリックします。
2. 波形表示エリアの中央に波形が表示されます。

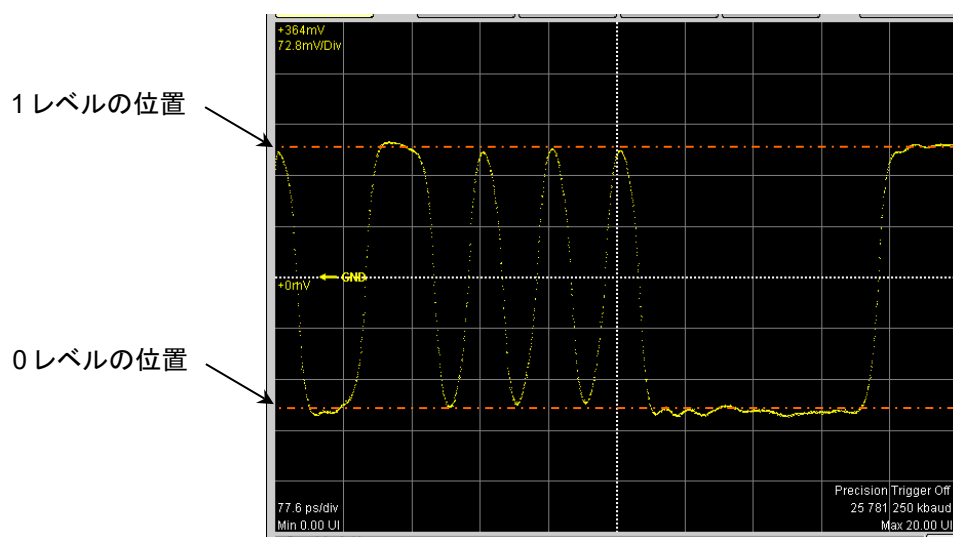


図 6.8.1-2 Auto Scale 実行後の波形表示 (Pulse モード)

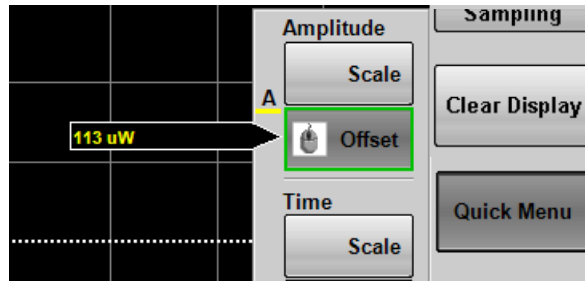
パターン長が 127 ビット以下の場合は、20 ビット分の波形が表示されます。
パターン長が 128 ビット以上の場合は、50 ビット分の波形が表示されます。

縦軸は、1 レベルが波形表示エリア中心より 2.5 目盛り上の位置に、0 レベルが波形表示エリア中心より 2.5 目盛り下の位置になるよう調整されます。

6.8.2 縦軸の調整

縦軸の中央の、電圧または光パワーを調整するには

1. 波形表示エリア右側の [Quick Menu] をクリックします。
2. ボタンが表示されますので、Amplitude の [Offset] をクリックします。
ボタンにマウスのアイコンが表示されます。



3. マウスのホイールで、波形表示エリア中央の位置の電圧または光パワーを入力します。

1 目盛りあたりの電圧または光パワーを調整するには

1. 波形表示エリア右側の [Quick Menu] をクリックします。
2. ボタンが表示されますので、[Scale] をクリックします。
ボタンにマウスのアイコンが表示されます。
3. マウスのホイールで、1 目盛りあたりの電圧または光パワーを入力します。
波形表示エリアに表示されるアクティブチャネルのスケールの値が変わります。スケールが表示される位置は図 6.2.1-6 を参照してください。

Amplitude O/E のダイアログボックスに値を設定する方法でも、縦軸スケールを変更することができます。

1. [Amplitude O/E] をクリックします。
2. Offset のテキストボックスをクリックします。
3. 波形表示エリア中央の位置の電圧または光パワーを入力します。
4. Scale のテキストボックスをクリックします。
5. 1 目盛りあたりの電圧または光パワーを入力します。

複数波形の縦軸スケールを同じにするには

複数チャンネルを搭載した Scope では、すべてのチャンネルの縦軸スケールを同じ値にすることができます。

1. [Amplitude] をクリックします。
2. Tracking のボタンをクリックして、[On] に設定します。
3. Scale、Offset、および Attenuation のテキストボックスをクリックして、値を設定します。

注:

Tracking を [On] に設定すると、他のチャンネルのスケール、オフセット、減衰量の値も設定した値に変更されます。

波形表示エリア右側の Quick Menu から Amplitude の [Scale]、[Offset] を設定すると、他のチャンネルのスケール、オフセットも変更されます。

減衰器の減衰量を補正するには

Scope の信号入力コネクタに減衰器を付けたときは、その減衰量で縦軸の縦軸スケールを補正できます。

1. [Amplitude] をクリックします。
2. チャンネルのボタンをクリックして、チャンネルを選択します。
3. Attenuation のテキストボックスをクリックします。
4. 減衰量を入力します。

n dB の減衰量は、次の式で計算します。

電気入力: $10^{\frac{n}{20}}$

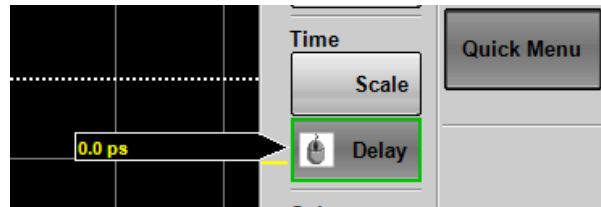
光入力: $10^{\frac{n}{10}}$

6.8.3 横軸の調整

波形表示エリアの左端の時間を調整するには

1. 波形表示エリア右側の [Quick Menu] をクリックします。
2. ボタンが表示されますので、Time の [Offset] または [Delay] をクリックします。

ボタンにマウスのアイコンが表示されます。



3. マウスのホイールで、画面の左端の時間を入力します。
4. 波形表示エリアの左下隅に入力した時間が表示されます。

[Offset] の場合、水平方向の位置の単位を UI (unit interval) または時間 (ps) に切り替えるには、[Time] をクリックして、Unit のボタンをクリックします。

波形表示エリアに表示するビット数を調整するには

Result ウィンドウから設定する方法

1. 波形表示エリア右側の [Quick Menu] をクリックします。
2. ボタンが表示されますので、Time の [Scale] をクリックします。
ボタンにマウスのアイコンが表示されます。
3. マウスのホイールで、ビット数を入力します。
4. 波形表示エリアの左下隅の値と入力した値を加算した値が、右下隅に表示されます。

Time ダイアログボックスから設定する方法

1. [Time] をクリックします。
2. [Scale/Offset] タブをクリックします。
3. UI on Screen のテキストボックスをクリックします。
4. ビット数を入力します。

6.9 波形の測定

波形の測定方法には次があります。

測定する項目の説明は、「1.5 用語」を参照してください。

振幅と時間の測定

測定する項目を次から選択できます。

NRZ の場合

One Level、Zero Level、Eye Amplitude、Eye Height、Eye Height (Ratio)、Crossing、SNR、Average Power (dBm)、Average Power (mW)、Extinction Ratio、Jitter P-P、Jitter RMS、Rise Time、Fall Time、Eye Width、DCD、OMA/VMA、OMA (dBm)、OMA/VMA at Crossing、VECP、TDEC、RIN OMA*、Crossing Time、Amplitude P-P

PAM4 の場合

TDECQ*、Outer OMA(dBm)、Outer OMA/VMA、Outer ExR、Linearity、Ceq*、Partial TDECQ*、Levels、Levels RMS、Levels P-P、Level Skews、Eye Levels、Eye Skews、Eye Heights、Eye Widths、Transition Time (Rise/Fall)*、Transition Time (Slow)*、Over/Under-shoot、P-P Power*、Power Excursion、Noise Margin、Partial Noise Margin

- Average Power (dBm)、Average Power (mW)、Extinction Ratio、OMA (dBm)、Outer OMA (dBm)、Outer ExR、P-P Power、Power Excursion、および RIN OMA は、光入力の場合に測定できます。
- NRZ の測定項目にある Average Power (dBm)、Average Power (mW)、RIN OMA、Amplitude P-P を追加すると、PAM4 信号でも測定されます。
- RIN OMA は該当するオプションライセンスが追加されている時に測定できます。

*: Fast Pattern Lock モードのときに測定できます。

ジッタ解析

Eye モードの場合

TJ、DJ (d-d)、RJ (d-d)、J2 Jitter、J4 Jitter、J9 Jitter、Eye Opening

Advanced Jitter モードの場合

TJ、DJ (d-d)、RJ (d-d)、J2 Jitter、J4 Jitter、J9 Jitter、Eye Opening、DDPWS、RJ (rms)、PJ (p-p)、DDJ (p-p)、DCD、ISI (p-p)、PJ Frequency

マスクテスト

NRZ の場合、マスクパターンとマスクマージンを設定し、マスク内のデータ数を測定します。

設定したデータ数がマスク内に含まれるマスクマージンを測定します。

表 6.9-1 Sampling Mode 別に使用できる測定方法

Sampling Mode 測定項目	Eye	Pulse	Coherent Eye	Advanced Jitter
振幅と時間の測定	✓	*	✓	✓
ジッタ解析	✓	—	—	✓
マスクテスト	✓	✓	✓	—

*: 以下の項目のみ測定できます。

NRZ の場合

Average Power (dBm)、Average Power (mW)

PAM4 の場合

Average Power (dBm)、Average Power (mW)、Linearity、Levels

6.9.1 測定項目の設定と表示

Eye モードや Coherent Eye モードでデータを収集したときに、波形の振幅測定と時間測定ができます。

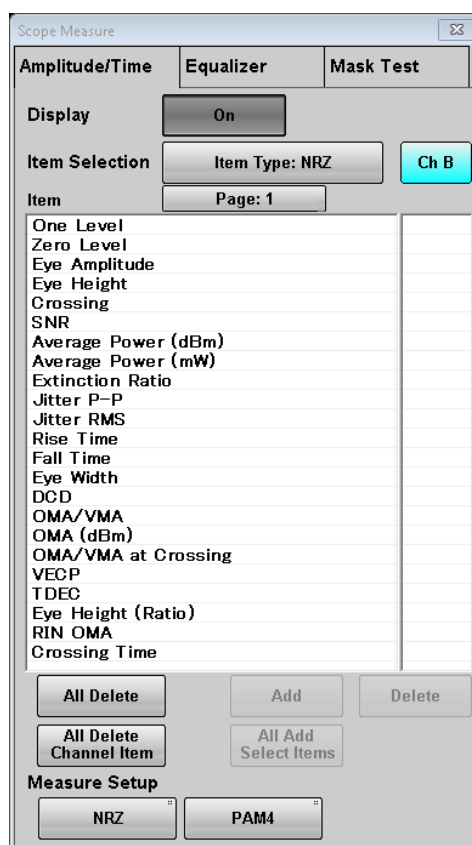


図 6.9.1-1 Signal Type が NRZ の場合の Amplitude/Time タブ

測定する項目を設定する

1. [Measure] をクリックします。Measure ダイアログボックスが表示されます。
2. [Amplitude/Time] タブをクリックします。
3. Item リストの項目の右の欄をクリックします。選択された欄が水色で表示されます。
4. [Add] をクリックします。右の欄に✓が表示されます。
[All Add Select Items] をクリックすると、全チャンネルに測定項目が追加されます。
5. Display のボタン [Off] をクリックして、表示を [On] にします。
Result ウィンドウに選択した項目が表示されることを確認します。
6. Measure Setup のボタンをクリックします。
7. Item Selection のリストに選択した項目が追加されます。
8. 波形表示エリアの下に測定結果が表示されます。

追加した項目がすでに選択されている項目と同じ項目で同じチャンネルの場合は、Item Selection にその項目は追加されません。

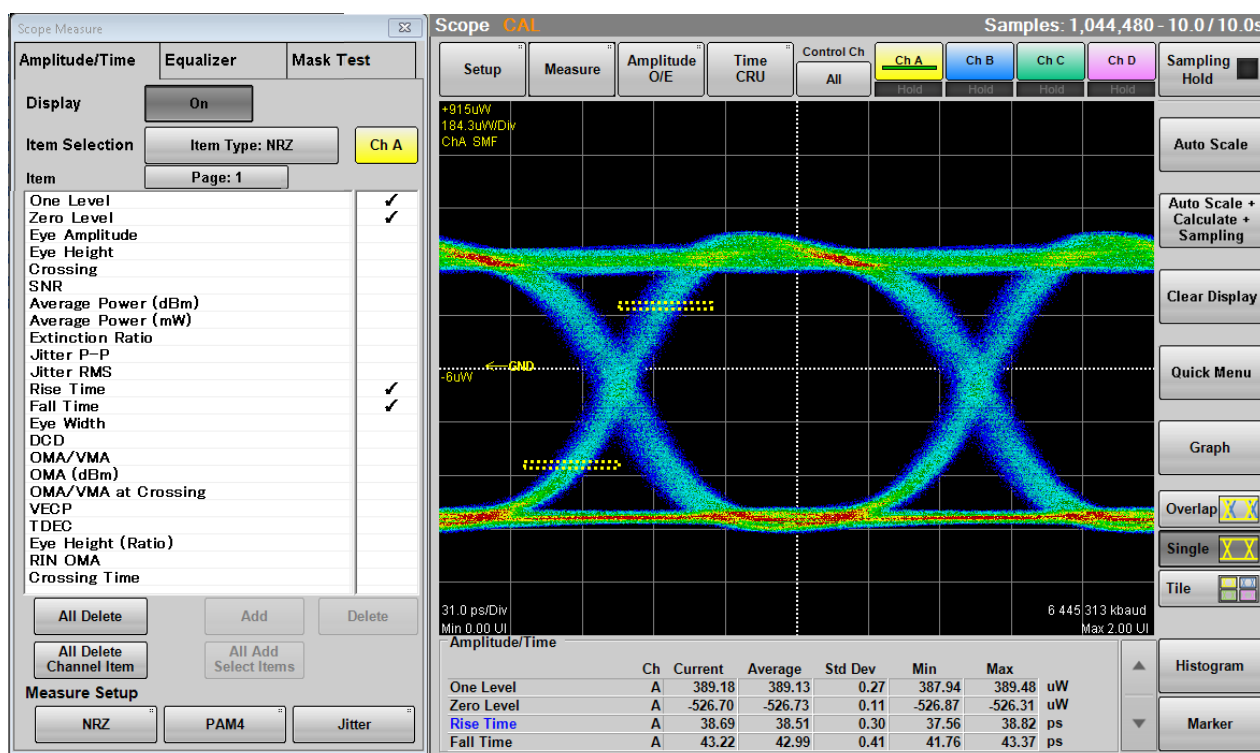


図 6.9.1-2 測定領域の表示例

正しく測定できている場合は、黒字で NRZ や PAM4 と表示されます。
測定した波形の振幅が小さかったり、ジッタが大きかったりして正しく測定できていない可能性がある場合は、赤字でチャンネルと NRZ? や PAM4? が表示されます。
この場合は、測定信号の振幅やトリガの設定、コネクタの接続などを確認してください。

Amplitude/Time			
CHA NRZ?			
		*1:Corrected	
	Ch	Current	
One Level	A	N/A	uW
Zero Level	A	N/A	uW
Rise Time	A	N/A	ps
Fall Time	A	N/A	ps

図 6.9.1-3 測定に疑問がある場合の表示

「6.2.5 Amplitude O/E のダイアログボックス」で Extinction Ratio Correction を [On] に設定している場合、補正されている測定項目には赤字で*1 と表示されます。

PAM4 波形を Coherent Eye モードで測定している場合は、パターンロック状態で測定していることを示すために Outer OMA (dBm)、Outer OMA/VMA、Outer ExR の結果に鍵マークが表示されます。

Amplitude/Time		
CHB PAM4		
		Ch
TDECQ		B
Outer OMA		B
Outer ExR		B
Linearity		B

図 6.9.1-4 PAM4 の表示例

項目を削除する

1. [Measure] をクリックします。Measure ダイアログボックスが表示されます。
2. [Amplitude/Time] タブをクリックします。
3. Item リストの削除する項目の右欄の✓をクリックします。
4. [Delete] をクリックします。Result ウィンドウ項目が削除されます。

[All Delete Channel Item] をクリックすると、アクティブチャンネルの項目がすべて削除されます。

[All Delete] をクリックすると、すべてのチャンネルの項目が削除されます。

6.9.1.1 NRZ測定の設定

測定領域を表示する

NRZ 波形の 1 レベルと 0 レベルを測定する領域を、設定します。

1. Measure Setup の [Setup (NRZ Amplitude Time)] をクリックします。
Setup (NRZ Amplitude Time) ダイアログボックスが表示されます。
2. EYE Boundary の Offset from Crossing、Width をクリックして値を設定します。「図 6.9.1.1-2 EYE Boundary の設定項目」を参照してください。

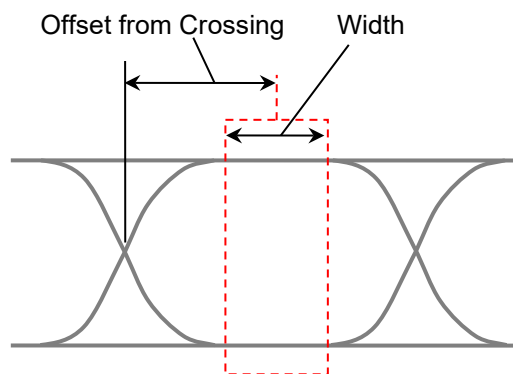
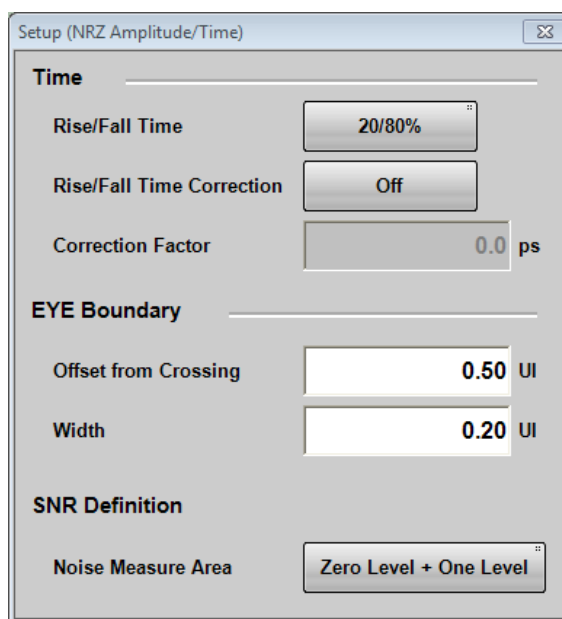


図 6.9.1.1-1 Setup (NRZ Amplitude/Time) ダイアログボックス

EYE Boundary を変更する

1 レベル、および 0 レベルを測定する領域を、変更できます。

1. 図 6.9.1-1 で Measure Setup の [NRZ] をクリックします。
2. Offset from Crossing のテキストボックスをクリックして、領域の中心位置を設定します。
3. Width のテキストボックスをクリックして、領域の幅を設定します

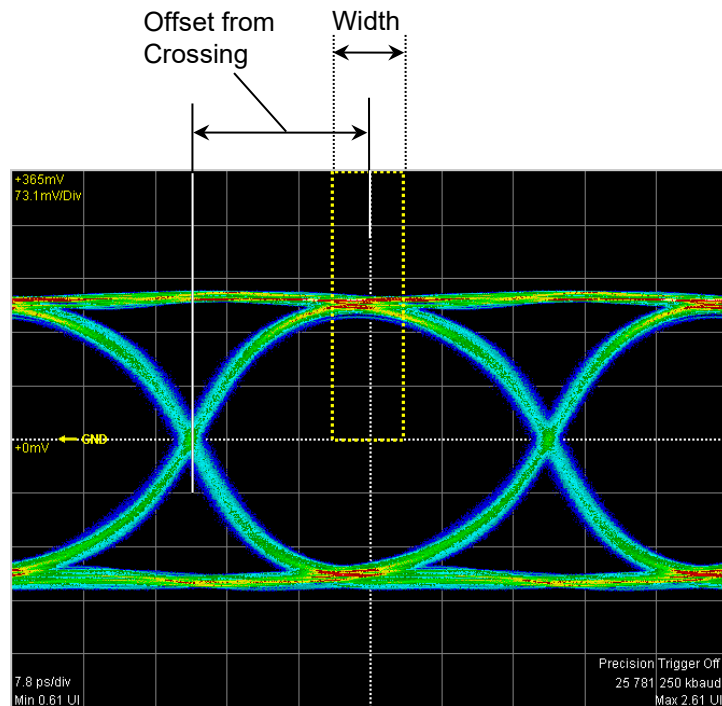


図 6.9.1.1-2 EYE Boundary の設定項目

立ち上がり時間、立ち下がり時間の測定方法を設定する

立ち上がり時間と立ち下がり時間を測定するレベルは、振幅の 10/90%レベルと、20/80%レベルから選択できます。

- Rise/Fall Time のボタンをクリックして、ボタンの表示を [10/90%] または [20/80%] にします。

立ち上がり時間、立ち下がり時間の測定値から、Scope の帯域を補正して表示できます。

1. Measure Setup の [NRZ] をクリックします。
2. [Rise/Fall Time Correction] をクリックして、ボタン表示を [On] にします。
3. Correction Factor のテキストボックスをクリックします。
4. 補正値を ps 単位で入力します。

計算式は次のとおりです。

$$Td = \sqrt{Tm^2 - Tc^2}$$

Td:表示値 (ps)、Tm:測定値 (ps)、Tc:補正値 (ps)

測定値が補正値より小さい場合、測定結果は N/A となります。

Rise/Fall Time Correction が [On] の場合、立ち上がり時間、立ち下がり時間に、赤字で*1 が表示されます。*1:Corrected が測定結果欄に表示されて、*1 が付いている項目が補正されていることを示します。表示される番号は変わることがあります。

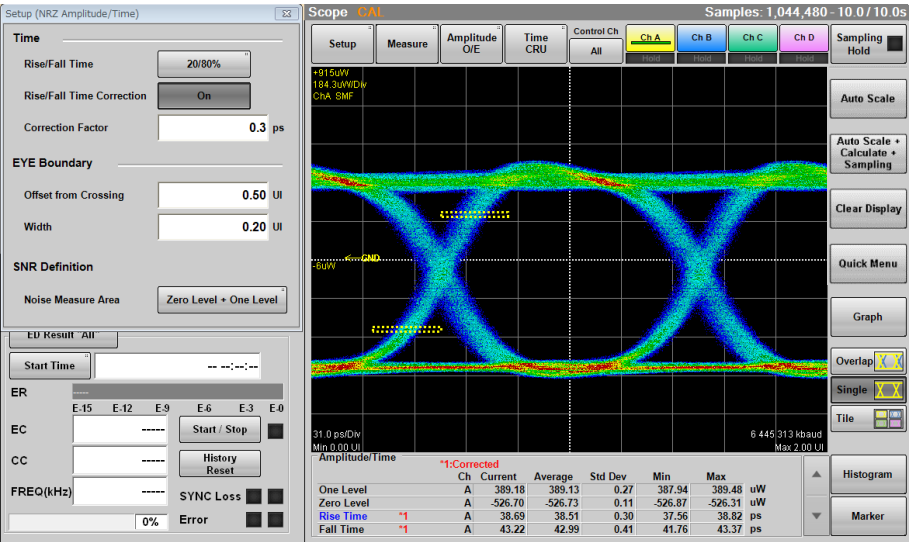


図 6.9.1.1-3 測定結果の表示例

6.9.1.2 TDECQの測定

ここでは、TDECQ の測定手順を説明します。

この手順を簡略化して実行できるツールが、以下の場所に格納されています。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Demo\TDECQ_Assistant

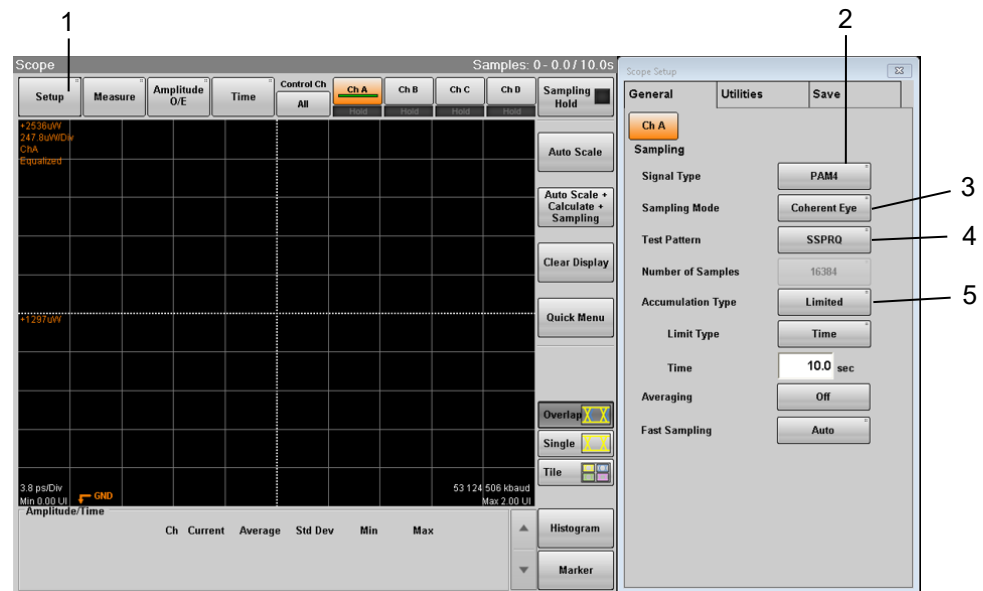


図 6.9.1.2-1 General タブの設定

1. [Setup] をクリックします。
2. 測定するチャンネルの Signal Type を [PAM4] に設定します。
3. Sampling Mode を [Coherent Eye] に設定します。
4. Test Pattern を選択します。
TDECQ の測定では [Variable] を選択できません。
5. 必要に応じて Accumulation Type を設定します。

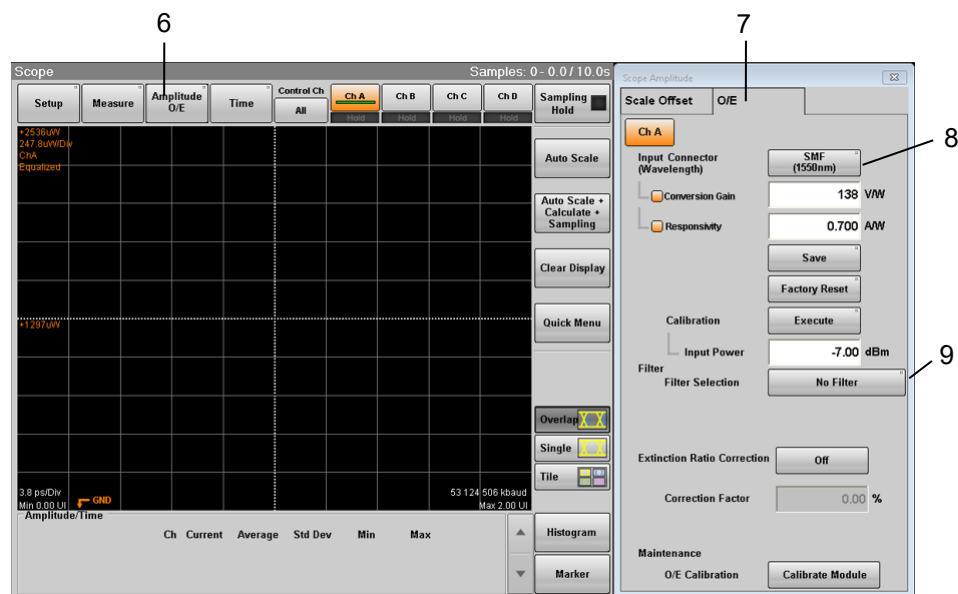


図 6.9.1.2-2 O/E タブの設定

6. [Amplitude O/E] をクリックします。
7. [O/E] タブをクリックします。
8. Input Connector (Wavelength) を設定します。
9. Filter Selection でデジタルフィルタの設定をします。
デジタルフィルタは、Fast Pattern Lock モードのときに設定できます。

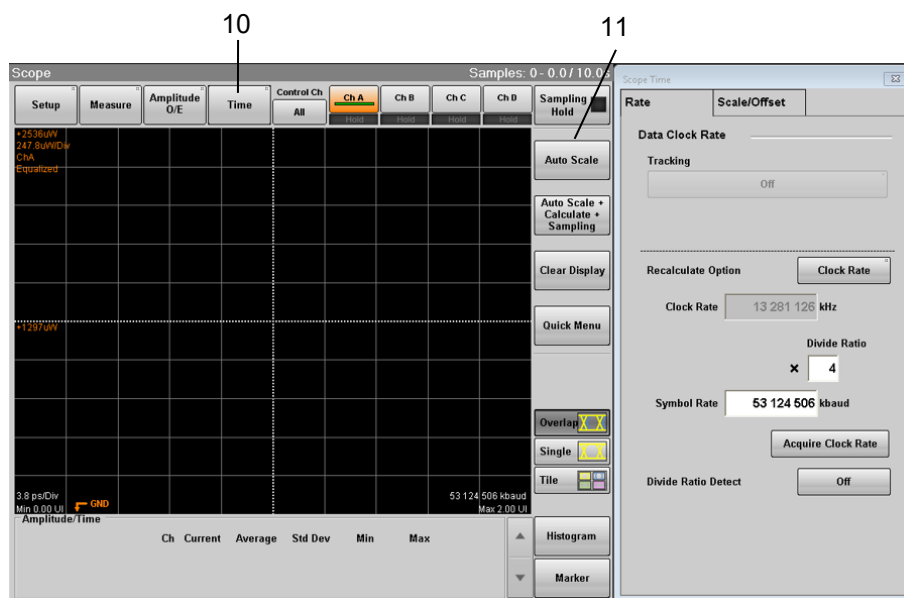


図 6.9.1.2-3 Rate タブの設定

10. [Time] をクリックします。
11. [Auto Scale] をクリックします。
スケールが正しく設定されない場合は、Divide Ratio を設定して、[Acquire Clock Rate] をクリックします。

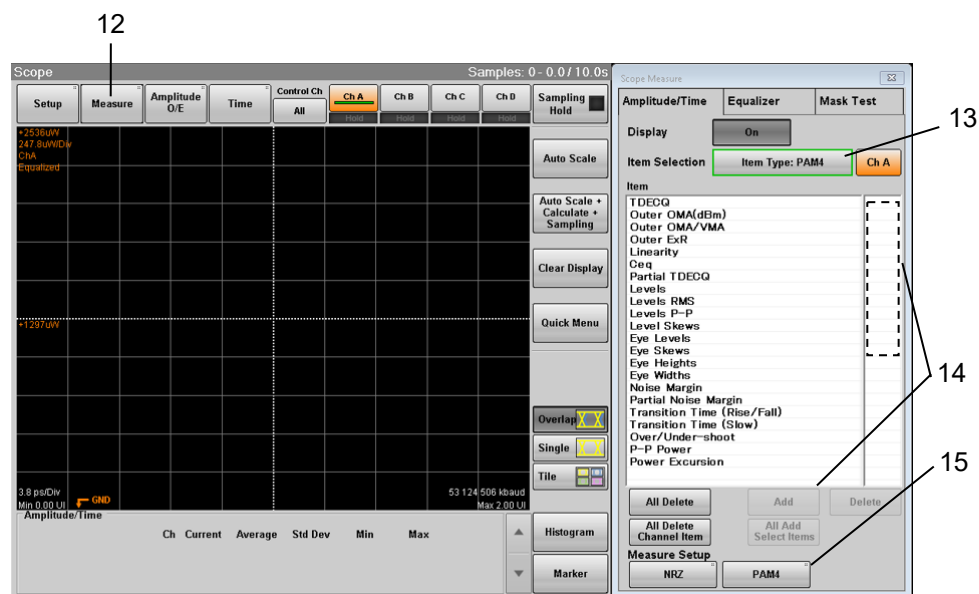


図 6.9.1.2-4 Amplitude/Time タブの設定

12. [Measure] をクリックします。
13. Item Selection を [Item Type: PAM4] に設定します。
14. 測定項目をクリックして、[Add] をクリックします。
15. [PAM4] をクリックします。

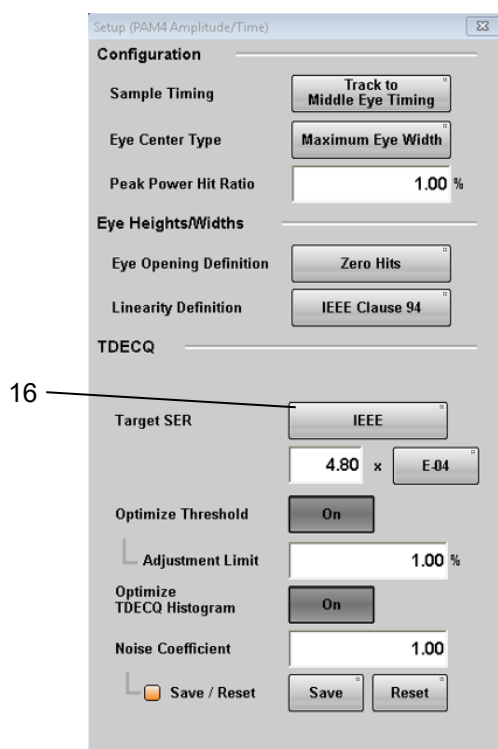


図 6.9.1.2-5 Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックス

16. Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックスが表示されます。Target SER を設定します。

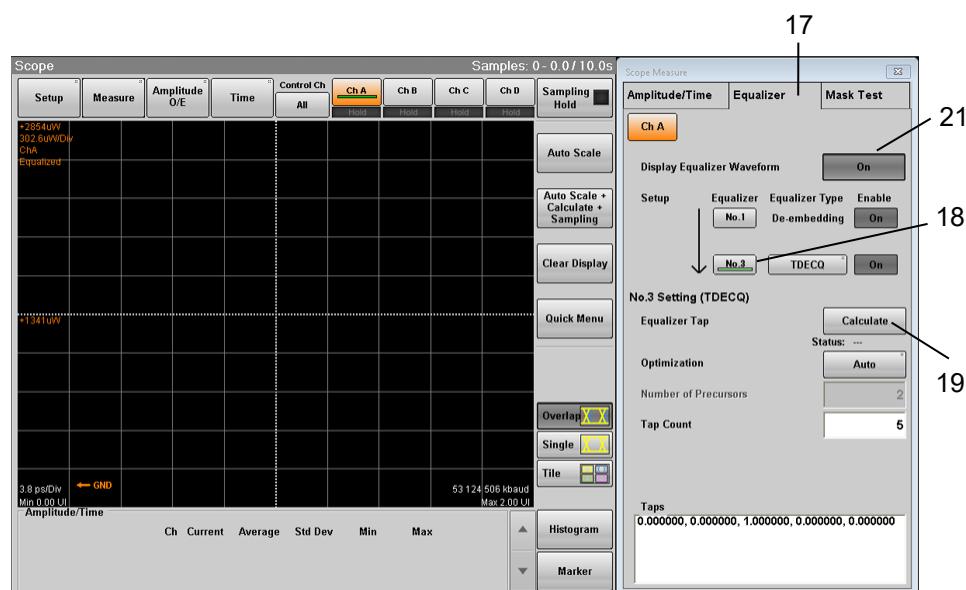


図 6.9.1.2-6 Equalizer タブの設定

17. [Equalizer] タブをクリックします。
18. [No.3] をクリックします。
19. 必要に応じて Tap Count を設定します。

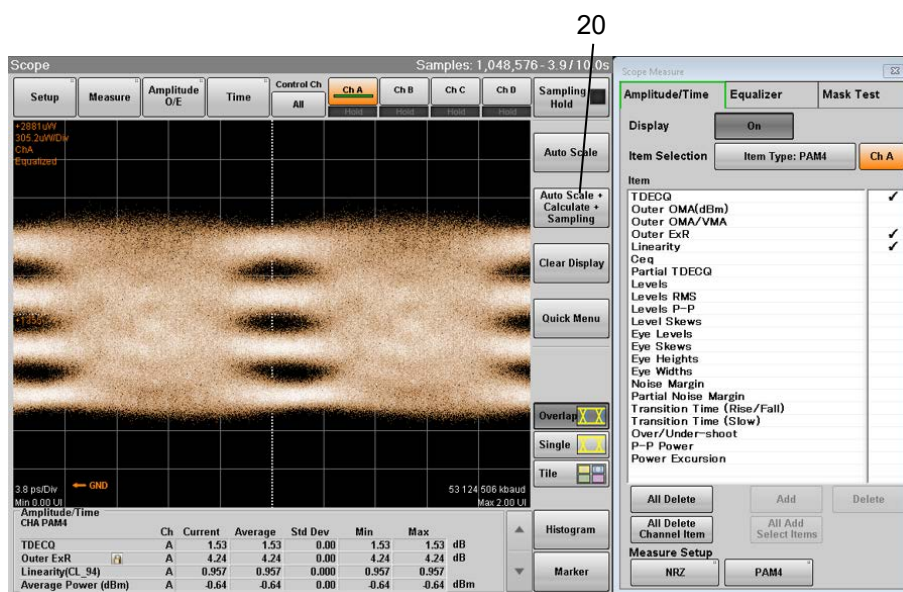


図 6.9.1.2-7 測定結果の表示例

20. [Auto Scale + Calculate + Sampling] をクリックして測定します。
21. イコライザで処理される前の波形を表示する場合は、図 6.9.1.2-6 の Display Equalized Waveform を [Off] にします。
波形の色は、図 6.9.1.2-1 の [Utilities] タブで、Waveform Color を [Gray Scale] にして、[Color Select] をクリックすると変更できます。

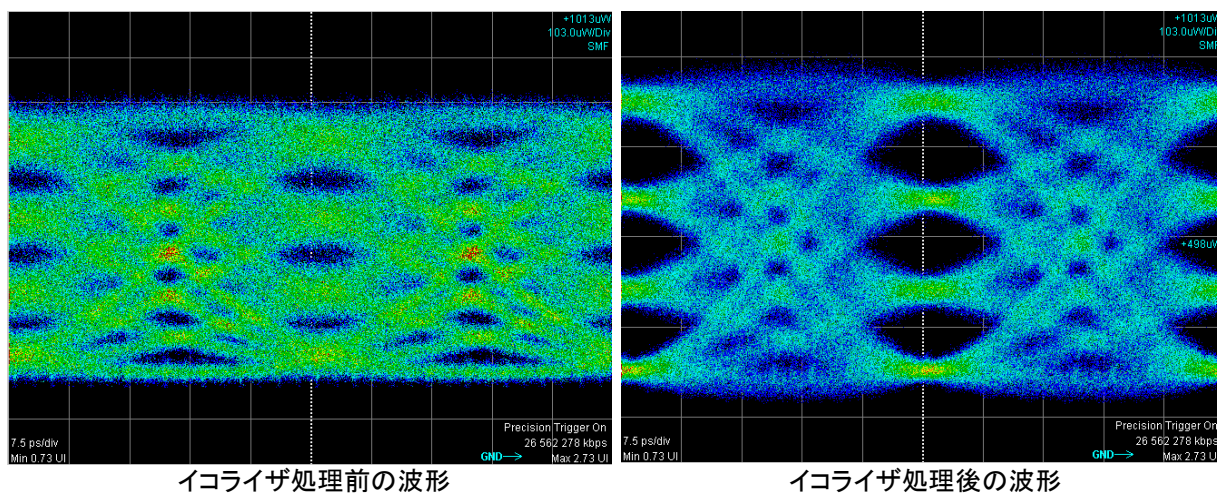


図 6.9.1.2-8 イコライザ処理前と処理後の波形

6.9.2 マスクテスト

マスクテストをするには、最初に測定するチャンネルとマスクを選択します。
マスクテストには次の 2 種類があります。

- ・ エラーとなる上限のデータ数を設定して、マスクマージンを測定する。
- ・ マスクマージンを設定して、エラーとなるデータ数を測定する。

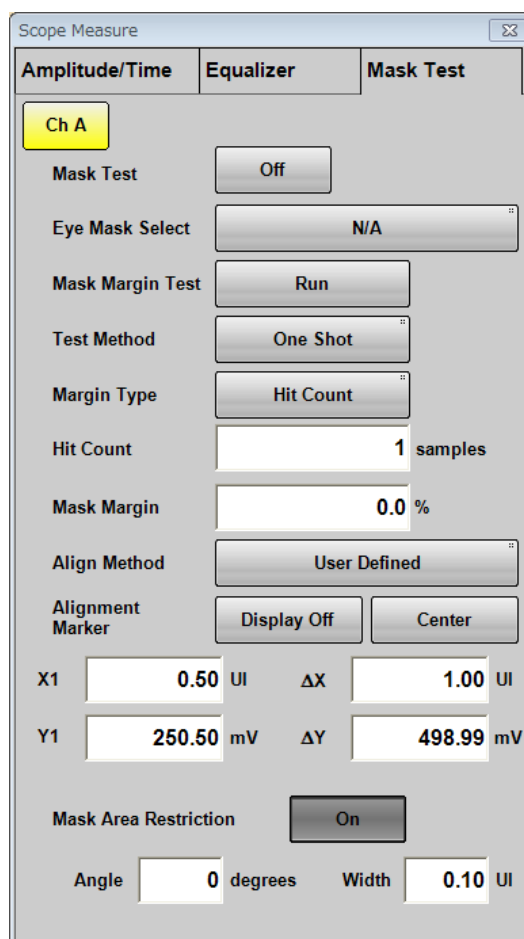


図 6.9.2-1 マスクテストの設定例

チャンネルとマスクを選択するには

1. [Measure] をクリックします。Measure ダイアログボックスが表示されます。
2. [Mask Test] タブをクリックします。
3. チャンネルのボタンをクリックして、測定するチャンネルを選択します。
次の場合ではマスクテストを実行できません。
 - ・ Signal Type が [PAM4] に設定されているとき
 - ・ Advanced Jitter モードのとき
 - ・ Fast Pattern Lock モードのとき
4. Eye Mask Select のボタンをクリックします。
5. Eye Mask Select ダイアログボックスが開きます。マスクファイルをクリックして、[OK] をクリックします。

選択したマスク、またはマスクファイルは測定結果の [Current Mask] 欄に表示されます。「図 6.9.2-2 マスクテスト例」を参照してください。

表 6.9.2-1 マスク一覧

マスク名	対応規格	ビットレート
100GbE-ER4_Tx.txt	100GbE-ER4	25.78125 Gbit/s
100GbE-LR4_Tx.txt	100GbE-LR4	25.78125 Gbit/s
100GbE-SR4_Rx.txt	100GbE-SR4	25.78125 Gbit/s
100GbE-SR4_Tx.txt	100GbE-SR4	25.78125 Gbit/s
100GbE-SR10_Tx.txt	100GbE-SR10	10.3125 Gbit/s
100GbE-CLR4-FEC.txt	100GbE-CLR4 FEC	25.78125 Gbit/s
100GbE-CLR4.txt	100GbE-CLR4	25.78125 Gbit/s
100GbE-CWDM4.txt	100GbE-CWDM4	25.78125 Gbit/s
100GbE-CWDM4_Rx.txt	100GbE-CWDM4	25.78125 Gbit/s
40GbE-SR4_Tx.txt	40GbE-SR4	10.3125 Gbit/s
25GbE-LR_ER_Tx.txt	25GbE-LR 25GbE-ER	25.78125 Gbit/s
CAUI-10_XLAUI_Tx.txt	CAUI-10/XLAUI	10.3125 Gbit/s
nPPI_module_to_host.txt	nPPI (XLPPI/CPPI)	10.3125 Gbit/s
OTU-4.txt	OTU-4	27.952493 Gbit/s
32GFC_MM.txt	32GFC	28.05 Gbit/s
32GFC_SM.txt	32GFC	28.05 Gbit/s
8GFC_Elect_Rx.txt	8GFC	8.5 Gbit/s
8GFC_Elect_Tx.txt	8GFC	8.5 Gbit/s
InfiniBand_EDR_Cable_In_Limiting.txt	InfiniBand EDR	25.78125 Gbit/s
InfiniBand_EDR_Cable_Out_Limiting.txt	InfiniBand EDR	25.78125 Gbit/s
InfiniBand_EDR_Host_Out_Limiting.txt	InfiniBand EDR	25.78125 Gbit/s
InfiniBand_EDR_Stressed_In_Limiting.txt	InfiniBand EDR	25.78125 Gbit/s
HDMI_TP1.txt* ¹	HDMI	* ₃
HDMI_TP2.txt* ²	HDMI	* ₃

*1: HDMI 用送信側マスクファイル

*2: HDMI 用受信側マスクファイル

*3: ビットレートの規定なし

マスクマージンを測定するには

1. [Setup] をクリックします。
2. Sampling Mode のボタンをクリックして、表示を [Eye] または [Coherent Eye] にします。
3. [Sampling] をクリックして、表示を Run にします。
4. 波形が表示されたら、[Auto Scale] をクリックします。
アイパターンが画面の中央に表示されることを確認します。
5. [Measure] をクリックします。
6. [Mask Test] タブをクリックします。
7. チャンネル のボタンをクリックして、チャンネルを設定します。
8. Eye Mask Select のボタンをクリックします。
9. ファイル選択ダイアログボックスが開きます。マスクファイルをクリックして、[OK] をクリックします。
10. Align Method のボタンをクリックして、[Zero/One/Crossing] にします。
11. Margin Type のボタンをクリックして、マスクマージン測定のしきい値の指定方法を [Hit Count] と [Hit Ratio] から選びます*。
12. Hit Count または Hit Ratio で、マスクマージン測定のしきい値を設定します。
13. Mask Test のボタンをクリックして、表示を [On] にします。
14. 1 回だけ測定する場合は、Test Method のボタンをクリックして、[One Shot] にします。
繰り返し測定する場合は、Test Method のボタンをクリックして、[Continuous] にします。
15. [Update] をクリックします。
16. [One Shot] を選択した場合には、Mask Margin Test の [Run] をクリックすると Sampling を Hold して、Mask Margin を測定します。また、[Continuous] を選択した場合には、Sampling を Run に設定することで、Mask Margin の測定をします。
両設定とも、マスク領域に入るデータ数が Hit Count または Hit Ratio で設定した値未満となるマスクマージンが、測定されます。

*: Hit Count と Hit Ratio の関係は次のとおりです。

$$\text{Hit Count} = \frac{\text{Hit Ratio} \times \text{Total Samples}}{\text{UI On Screen}}$$

マスクマージンを設定してマスクテストをするには

1. [Setup] をクリックします。
2. Sampling Mode のボタンをクリックして、表示を [Eye] または [Coherent Eye] にします。
3. [Sampling] をクリックして、表示を Run にします。
4. 波形が表示されたら、[Auto Scale] をクリックします。
アイパターンが画面の中央に表示されることを確認します。
5. [Measure] をクリックします。
6. [Mask Test] タブをクリックします。
7. チャンネルのボタンをクリックして、チャンネルを設定します。
8. Eye Mask Select のボタンをクリックして、マスクファイルを選択します。
9. Align Method のボタンをクリックして、[Zero/One/Crossing] にします。
10. Mask Test のボタンをクリックして、表示を [On] にします。
11. Test Method のボタンをクリックして、[One Shot] にします。
12. [Sampling] をクリックして、表示を Hold にします。
13. [Update] をクリックします。
14. Mask Margin のテキストボックスをクリックします。
15. マスクマージンを-100～100%の範囲で入力します。
16. マスクの形状が変更され、測定結果が画面に表示されます。

注:

マスクテストをするときは、Auto Scale を実行して UI On Screen を 2 にしてください。

マスクテストの測定値は、UI On Screen が 2 のときに保証します。

UI On Screen が 3 以上のとき、縦軸スケールの設定が適当でないときは、最適なマスク位置を検出できないことがあります。

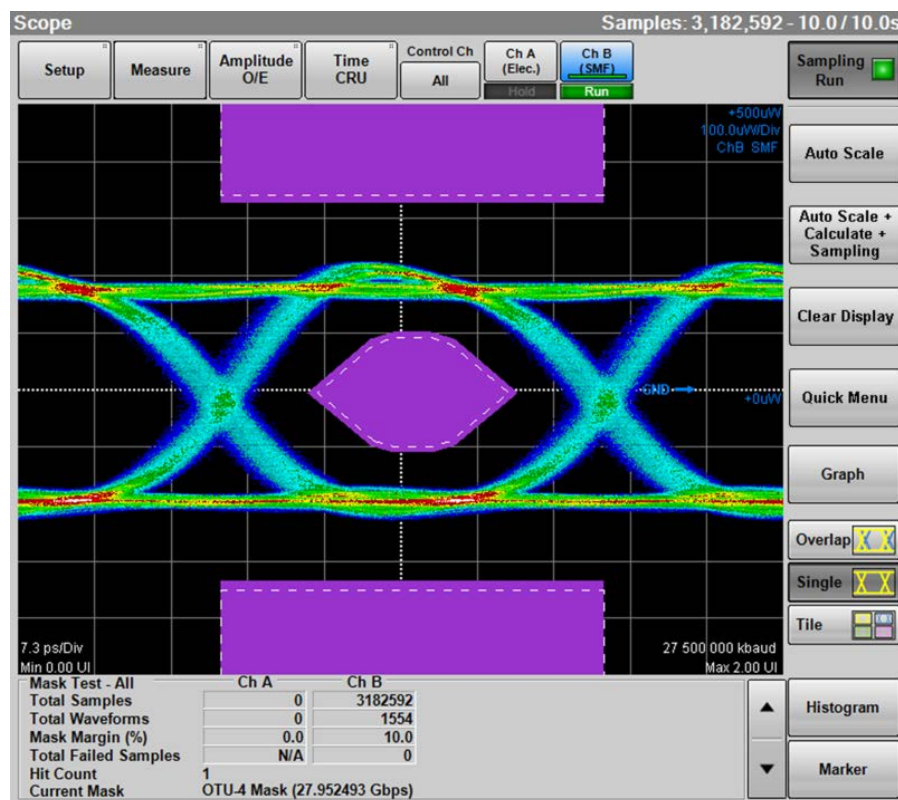


図 6.9.2-2 マスクテスト例

測定結果には次の値が表示されます。

Total Samples:	画面に表示されたデータ数
Total Waveforms:	画面に表示された波形データ数
Mask Margin:	マスクマージンの測定結果または設定した値
Hit Count または Hit Ratio:	設定したマスクマージン測定のしきい値
Total Failed Samples:	3つのマスク領域にあるデータの合計値
Top Mask Failed Samples:	上側のマスク領域内のデータ数
Center Mask Failed Samples:	中央のマスク領域内のデータ数
Bottom Mask Failed Samples:	下側のマスク領域内のデータ数
Current Mask:	現在設定されているマスク名称

マスクの位置を調整するには

マスク位置の自動調整

Align Method が [Zero/One/Crossing] の場合は、Mask Alignment [Update] をクリックします。

Mask Alignment [Update] をクリックした場合、現在描画されている波形の Zero/One/Crossing を算出して、最適となる位置にマスクを自動調整します。

画面の Scale、Offset を変更するとマスクの位置は自動調整されます。マスクの位置を変更することはできません。

手動調整

Align Method が [User Defined] の場合は、マーカを使用して、マスクの位置、幅、および振幅を調整できます。

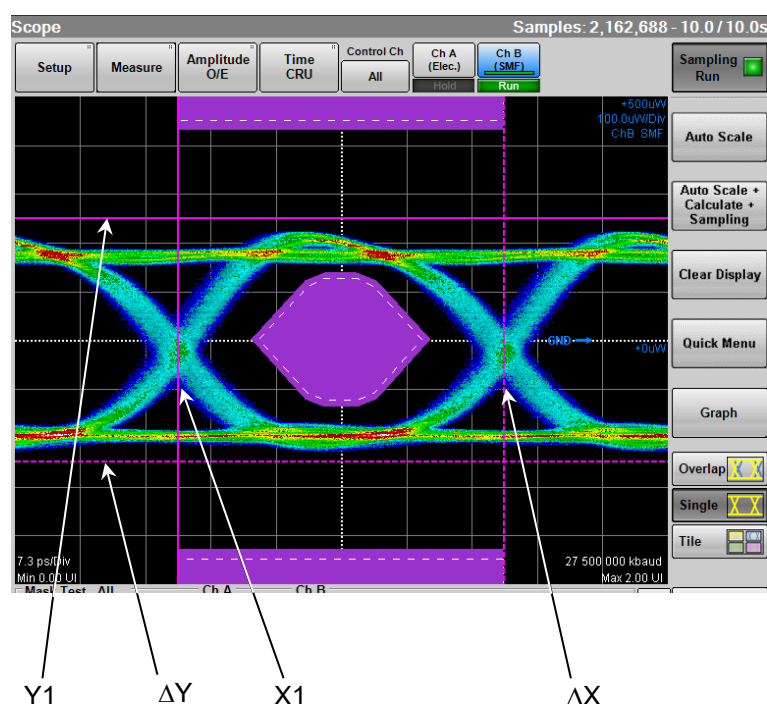


図 6.9.2-3 マスク位置の手動調整例

1. Alignment Marker の左側のボタンをクリックして、[Display On] にします。マーカが表示されます。
2. X1 のテキストボックスをクリックして、マスクの位置を設定します。
3. ΔX のテキストボックスをクリックして、マスクの幅を設定します。
4. Y1 のテキストボックスをクリックして、1 レベルを設定します。
5. ΔY のテキストボックスをクリックして、0 レベルを設定します。

[Center] をクリックすると、マーカが波形に依存せず、画面中央に移動します。また、その際 X1、ΔX、Y1、ΔY の設定値は初期値に変更されます。

[Display Off] のときはマーカが表示されませんが、テキストボックスの値を変更してマーカ位置を調整できます。

マスクの領域を制限するには

マスクテストでエラーが発生する場合、中央のマスクのどの部分でエラーが発生するかを調べるために、マスク領域を制限することができます。

幅と角度を設定してマスク領域を制限します。

マスク領域を制限すると、上下のマスクエリアで発生するエラーは測定されません。

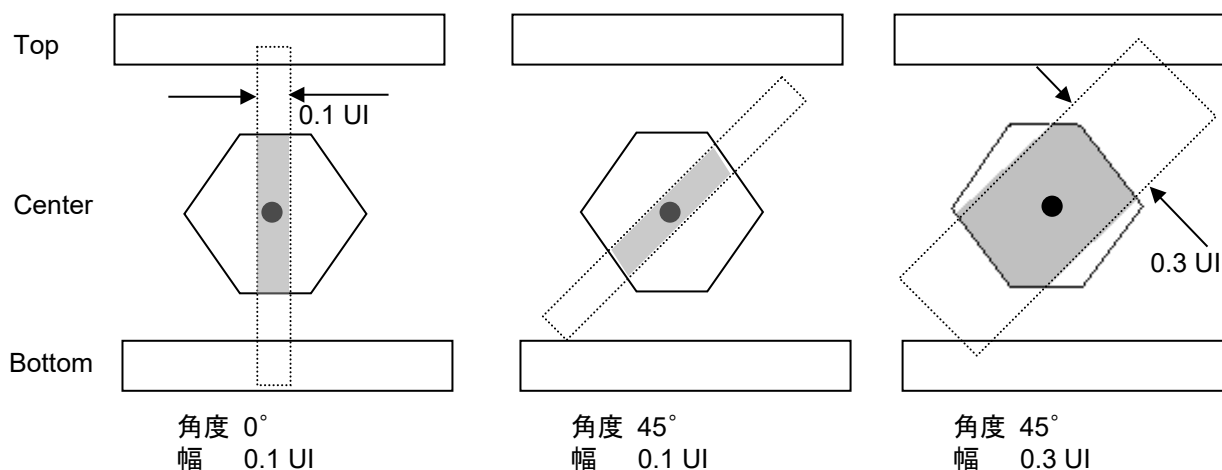


図 6.9.2-4 マスクの領域制限例

1. [Measure] をクリックします。
2. [Mask Test] タブをクリックします。
3. Target Channel のボタンをクリックして、チャンネルを設定します。
4. Mask Area Restriction のボタンをクリックして、[On] にします。
5. [Angle] のテキストボックスをクリックして、角度を-90～90 degrees の範囲で設定します。
6. [Width] のテキストボックスをクリックして、幅を 0.01～1.00 UI の範囲で設定します。

測定結果表示エリアに、“Restriction Enabled” が表示されます。

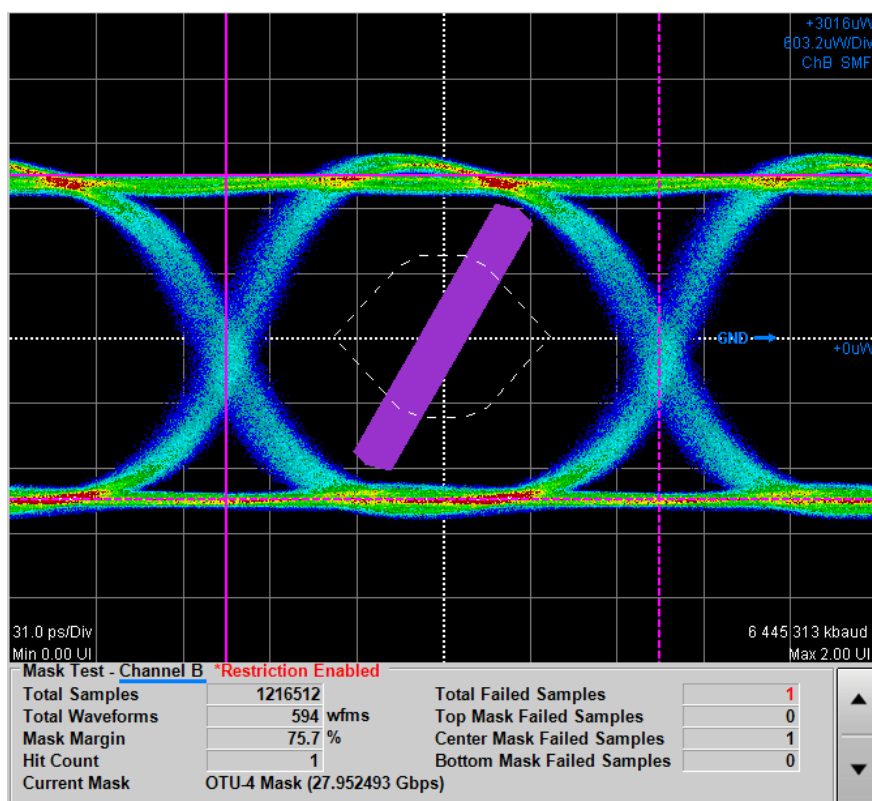


図 6.9.2-5 領域を制限したマスクテスト例

6.9.3 ジッタの解析

Jitter 解析は、ジッタ成分別に測定結果を次の形式で表示します。

- ・ 数値 (ps、UI 単位)
- ・ ヒストグラム
- ・ スペクトル
- ・ パターンのビットごとの表示

Eye モードまたは Advanced Jitter モードのときにジッタを解析することができます。

Eye モードの場合

アイパターン波形の時間方向のヒストグラムから測定したジッタを解析します。アイパターン波形から測定できるジッタは TJ だけです。

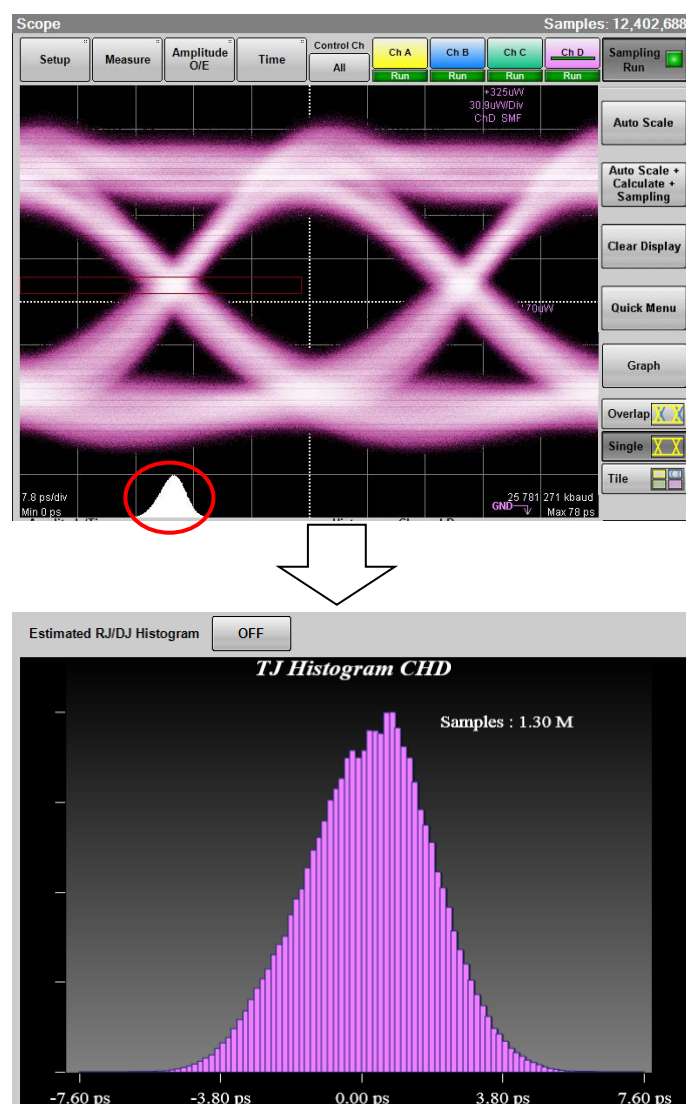


図 6.9.3-1 ヒストグラムの表示例

Jitter 解析では、異なる種類のジッタを同時に測定できます。また、アイマスクを同時に測定できます。

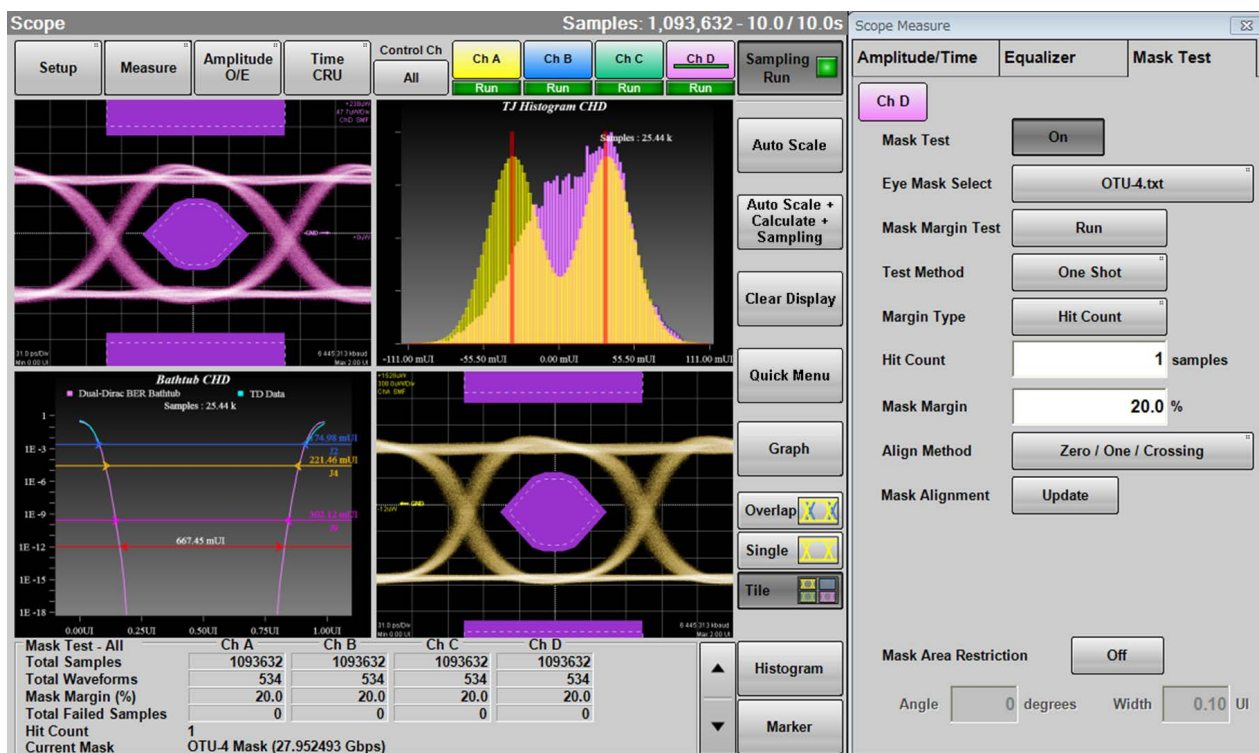


図 6.9.3-2 ジッタ解析とアイマスクテストの表示例

Channel Math が [Off] の場合、パターン長の制限無く波形をジッタ解析できます。

Channel Math が [On] の場合、パターン長 32768 までの波形をジッタ解析できます。

「6.2.5 Amplitude O/E のダイアログボックス」で Extinction Ratio Correction を [On] に設定している場合、補正されている測定項目には赤字で*1 と表示されます。

「図 6.2.4-6 Jitter Measure ダイアログボックス Advanced タブ」で Fixed RJ を [On] に設定している場合、RJ (d-d) と RJ (rms) には赤字で*2 と表示されます。

Advanced Jitter モードの場合

内部で Pulse モードにして測定した波形をジッタ解析します。

ビットの立ち上がり、立ち下がりポイントごとにジッタを測定します。

このため、TJ、Bathtub に加えて、RJ/PJ ヒストグラム、DDJ ヒストグラム、複合ヒストグラム (Composite Histogram)、ジッタのスペクトル表示 (PJ vs Frequency)、ビットごとのジッタ表示 (DDJ vs Bit または PDJ vs Bit) を測定できます。

Advanced Jitter モードでは、パターン長 32768 までの波形をジッタ解析できます。

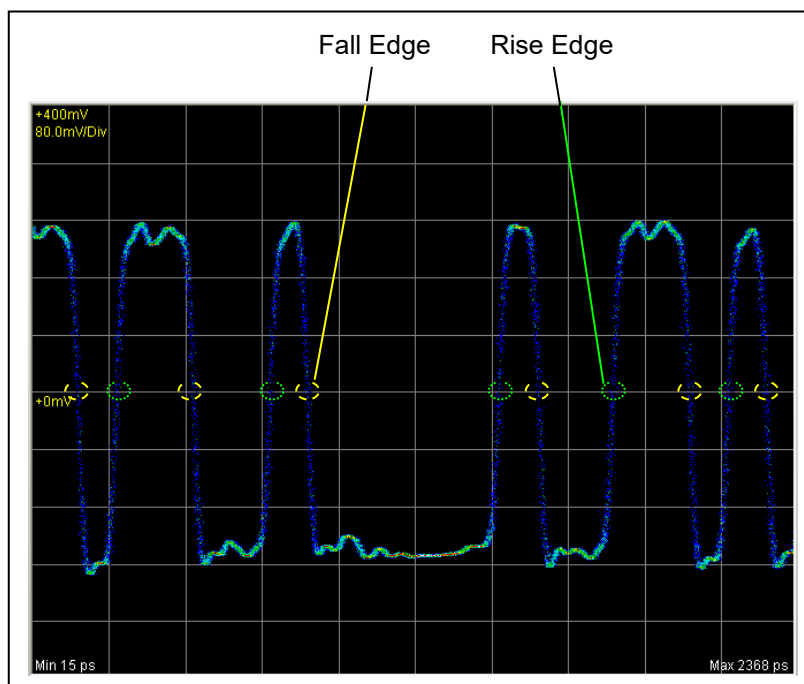
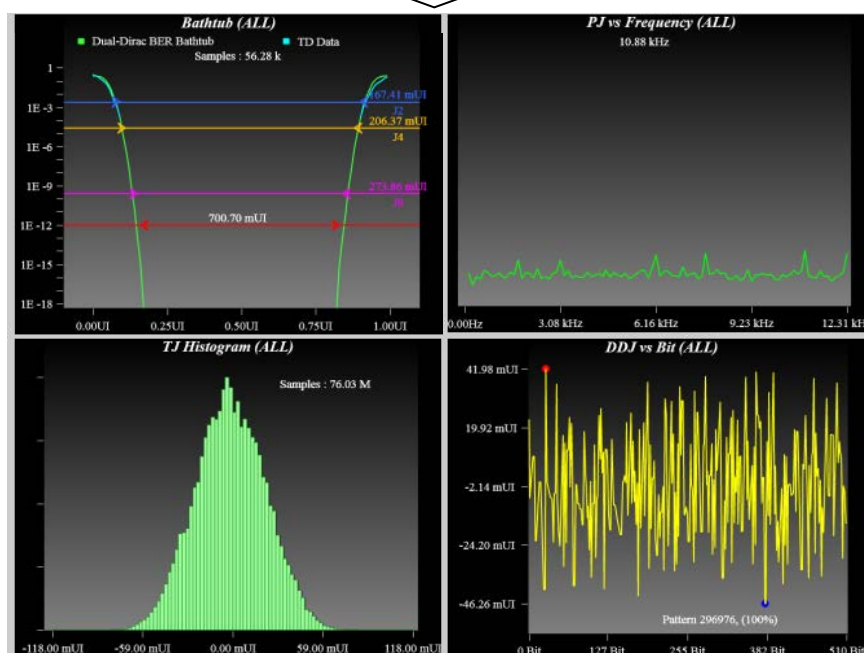


図 6.9.3-3 Advanced Jitter モードのジッタ解析の測定箇所と表示例

Eye モードのジッタ解析

1. [Scope] をクリックします。
2. [Setup] をクリックして Sampling Mode を [Eye] にします。Signal Type が表示されている場合は、[NRZ] にします。
3. [Time] をクリックして Data Clock Rate、Pattern Length を設定します。
4. [Sampling] をクリックしてボタンの表示を [Sampling Run] にします。

5. [Auto Scale] をクリックします。
6. NRZ? エラーを確認するため、[Measure] をクリックして、[Amplitude/Time] タブをクリックします。
7. Display Result を [On] にします。
8. 画面中央にアイパターンが表示され、NRZ?エラーが表示されていないことを確認します。
9. Item Selection を [Item Type: Jitter] に設定します。
10. Item の右の欄をクリックして、項目を選択します。
11. [Add] をクリックします。Result ウィンドウに測定項目が表示されます。

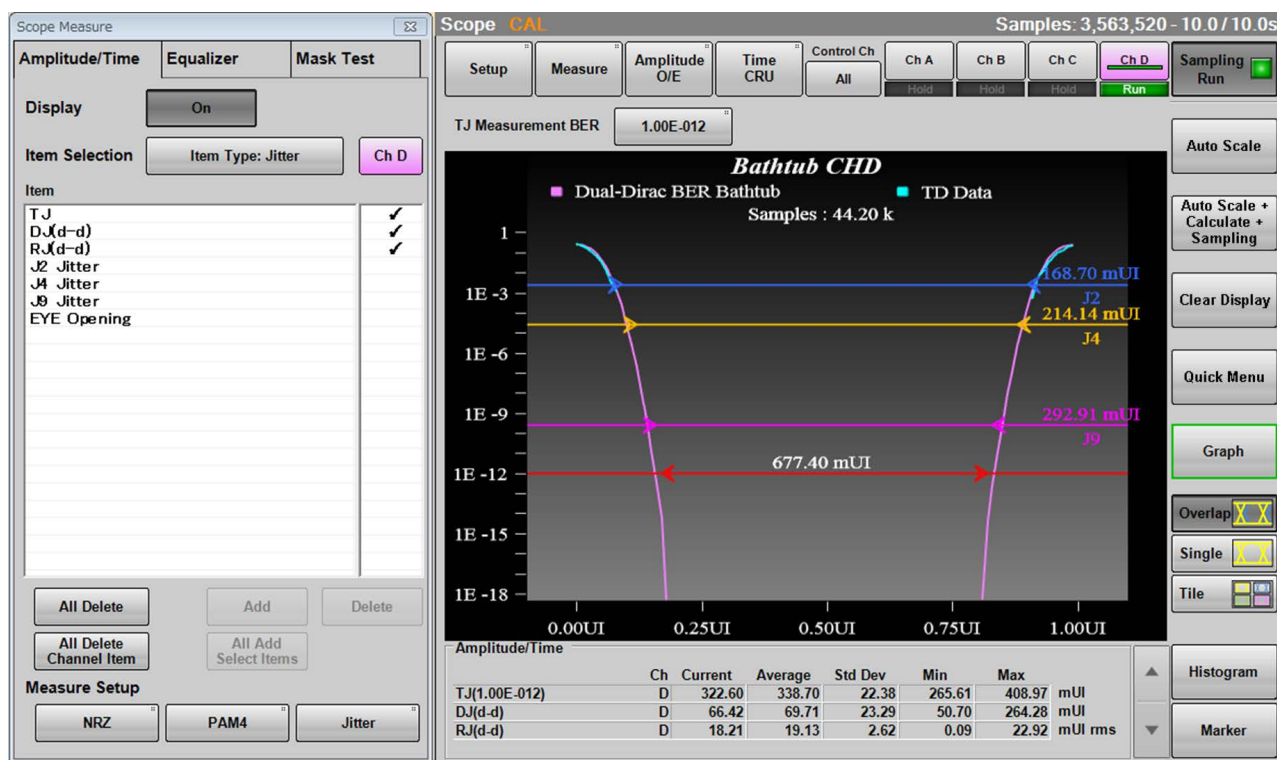


図 6.9.3-4 波形の表示例

12. 測定条件を変更する場合は、Measure Setup の [Jitter] をクリックします。
13. TJ Measurement BER のボタンをクリックして、Bathtub グラフでアイ開口を測定する BER を指定します。
以下の項目は必要に応じて設定します。
Fixed RJ、RJ Value、Correction Factor、DJ (Scale)、RJ (Scale)、RJ (rms)、Define Threshold、Manual Crossing
14. [Sampling] をクリックしてボタンの表示を [Sampling Run] にします。
15. Result ウィンドウの [Graph] をクリックします。グラフ選択ボタンをクリックしてジッタのグラフを表示します。

Advanced Jitter モードのジッタ解析

1. [Scope] をクリックします。
2. [Setup] をクリックして Sampling Mode を [Advanced Jitter] にします。
Signal Type が表示されている場合は、[NRZ] にします。
3. Limit Type のボタンをクリックして、測定するデータの制限方法を設定します。
[None] を設定した場合は、手順 5 に進みます。
4. Limit Type の設定によって Time、Sample、Waveform、または Pattern を設定します。
5. [Time CRU] をクリックします。
6. [Scale Offset] タブをクリックします。
7. Pattern Length を設定します。
Tracking を [On] に設定した場合は、Master の PPG を設定します。
Tracking を [Off] に設定した場合は、Length の値を設定します。

注:

Pattern Length の値が大きくなると、測定結果が表示されるまでの時間が長くなります。最大で 1 分程度の時間がかかります。

8. [Measure] をクリックします。
9. [Amplitude/Time] タブをクリックします。
10. Item の右の欄をクリックして、項目を選択します。
11. [Add] をクリックします。Result ウィンドウに測定項目が表示されます。
12. Measure Setup の [Jitter] をクリックします。
13. [Algorithm] タブをクリックします。
14. PDJ 測定をする場合は、PDJ measurement のボタンをクリックして、表示を [On] にします。[Off] に設定した場合は、手順 18 に進みます。
15. Standard のボタンをクリックして、PDJ 測定に適用する規格を指定します。
16. PDJ Filter のボタンをクリックして、PDJ 測定に適用するフィルタを指定します。
規格とフィルタの組み合わせは、「表 6.2.4-5 PDJ 測定で設定できる規格とフィルタの一覧 (単位 Hz)」を参照してください。
17. Measurement Edge Type のボタンをクリックして、ジッタを測定するエッジを設定します。
ALL: 立ち上がりエッジと立ち下がりエッジ
Falling 立ち下がりエッジのみ
Rising: 立ち上がりエッジのみ
18. [Advanced] タブをクリックします。
19. TJ Measurement BER のボタンをクリックして、Bathtub グラフでアイ開口を測定する BER を指定します。
以下の項目は必要に応じて設定します。
Fixed RJ、RJ Value、Correction Factor、DJ (Scale)、RJ (Scale)、
RJ (rms)、Define Threshold、Manual Crossing

20. [Sampling] をクリックしてボタンの表示を [Sampling Run] にします。
21. Result ウィンドウの [Graph] をクリックします。グラフ選択ボタンをクリックしてジッタのグラフを表示します。

解析の開始と終了

ジッタ解析を開始するには、Result ウィンドウの [Sampling] をクリックします。
解析中は、ボタンのランプが緑色に点灯します。

解析結果が表示されるまでの間、画面には“Processing”が表示されます。

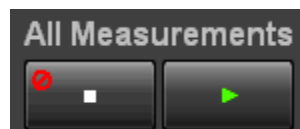
解析中に、[Sampling] をクリックすると、ボタンのランプが消灯して解析を終了します。

Setup ダイアログボックス—[General] タブの Limit Type が [Time]、[Sample]、[Waveform]、または [Pattern] の場合は Jitter 解析データが制限値に達すると解析を終了します。

注:

ジッタ解析中は、次の操作ができません。

- ・ System Menu の [Open]
- ・ System Menu の [Save] の選択項目のうち、[Scope]、[All Setups]
- ・ 全停止ボタン (⊘ が表示されます。)



解析エラーが発生した場合、以下のメッセージが表示されます。

表 6.9.3-1 ジッタ解析のエラーメッセージ

メッセージ	内容
Illegal Error	予測していないエラーが発生しました。
NRZ?	Scope で NRZ?エラーが発生しています。 NRZ?エラーが発生しないよう、Scope の設定を変更してください。
Pattern Lost	設定したパターン長と実際のパターン長が合っていません。 Scope の Pattern Length を正しく設定してください。
TIE Error*	ジッタが 1 UI を超えました。
Time Out	Scope からデータを取得できません。 Scope に波形が表示されていることを確認してください。

*: Time Interval Error

6.9.4 ヒストグラムを使用した測定

ヒストグラム表示は、設定した領域内のデータ分布を表示して、その平均値・標準偏差・散らばりの幅を測定します。

ヒストグラムを表示するには、ヒストグラムを測定する軸を時間または振幅に設定します。次に、ヒストグラムマーカを使用してヒストグラムを表示する画面の領域を設定します。ヒストグラムマーカの位置は、画面をクリックすることによっても設定できます。

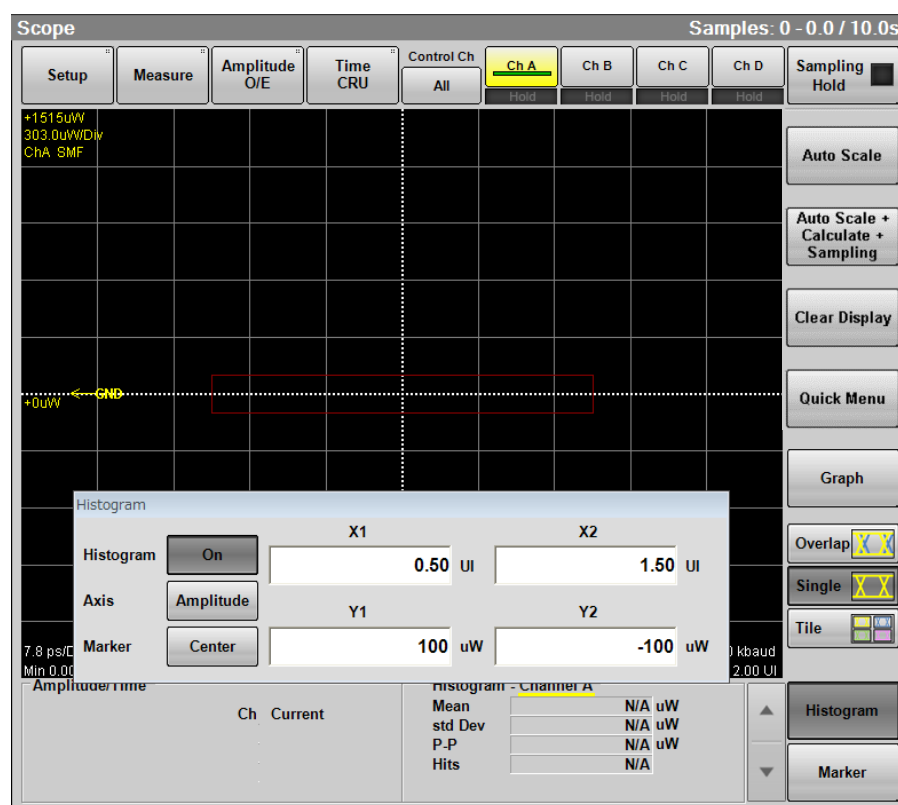
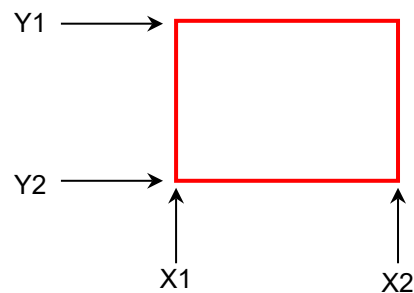


図 6.9.4-1 ヒストグラム測定の設定例

1. [Histogram] をクリックします。Histogram パネルが表示されます。
Histogram パネルは、Scope ウィンドウ内を移動できます。
2. Histogram のボタンをクリックして、表示を [On] にします。
3. 時間方向のヒストグラムを測定するときは、Axis のボタンをクリックして表示を [Time] にします。
振幅方向のヒストグラムを測定するときは、Axis のボタンをクリックして表示を [Amplitude] にします。
4. ヒストグラムマーカ X1、X2、Y1、Y2 に値を入力して領域を設定します。
ヒストグラムマーカが設定する領域の境界は次の図のとおりです。



波形の表示方法が [Overlap] または [Single] の場合は画面をクリックしてマーカをドラッグしても、ヒストグラムマーカの位置を変更できます。

5. 領域内のデータを測定した結果が画面に表示されます。
Mean: 平均値
Std Dev: 標準偏差
P-P: 最大値と最小値の差 (Peak to Peak)
Hits: 領域内のデータ数

ヒストグラムマーカを画面中央に表示するには

Marker の [Center] をクリックすると、画面の中央にマーカが移動します。

ヒストグラム測定を開始したときに、前回のマーカ設定によってはヒストグラムの領域を表示するマーカが、画面の範囲外に配置されることがあります。このようなときに [Center] をクリックすると、領域を設定しやすくなります。

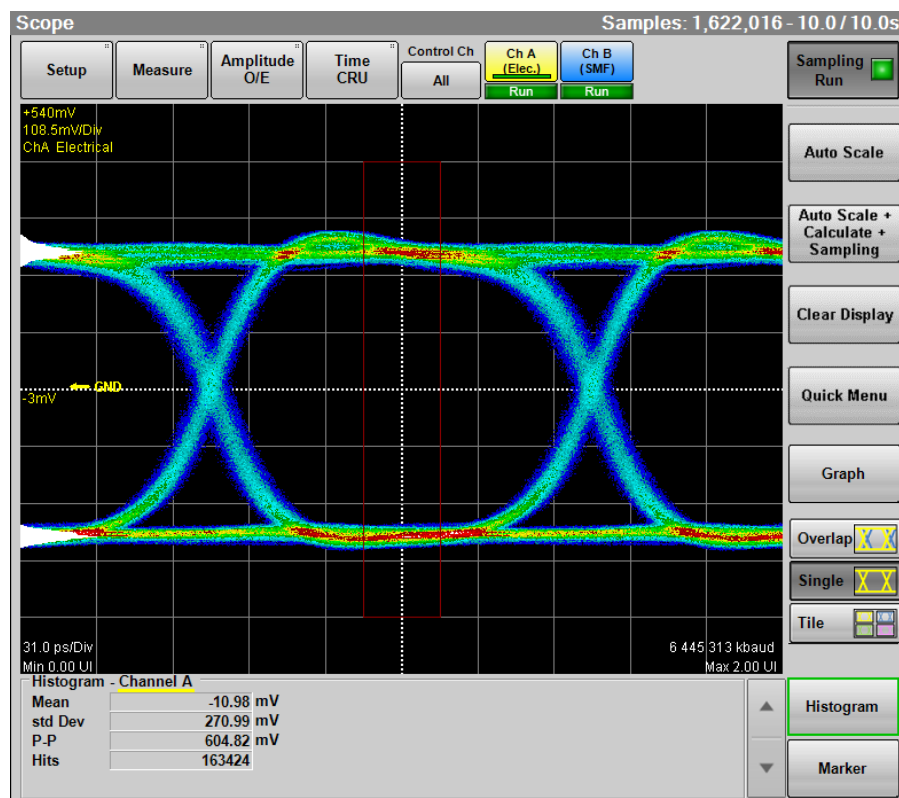


図 6.9.4-2 ヒストグラム測定例 (Amplitude)

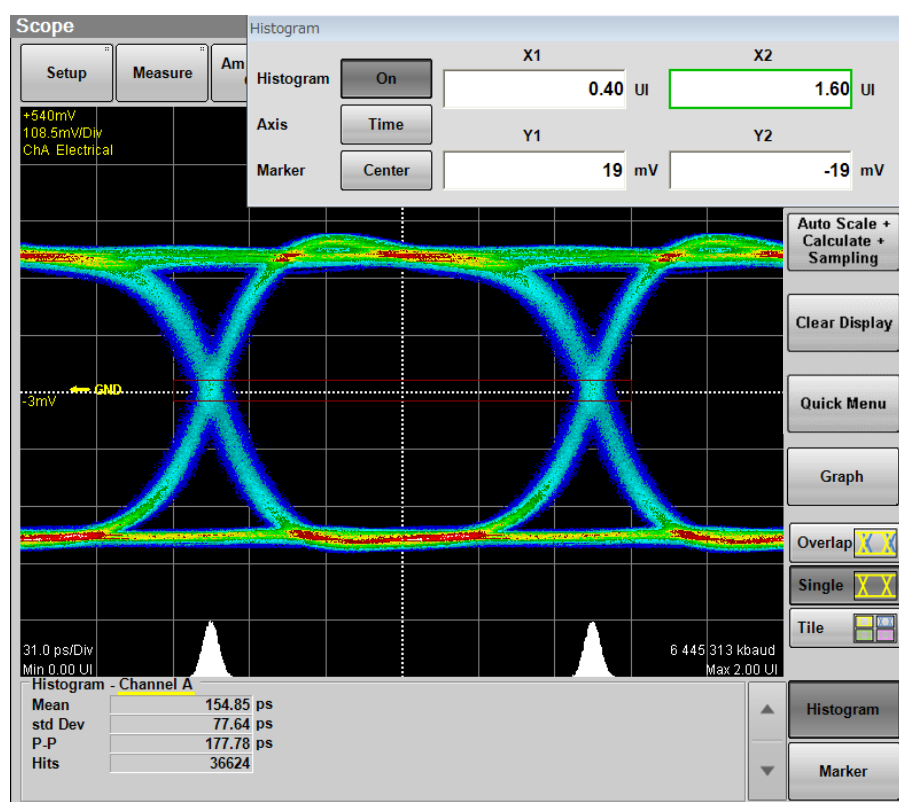


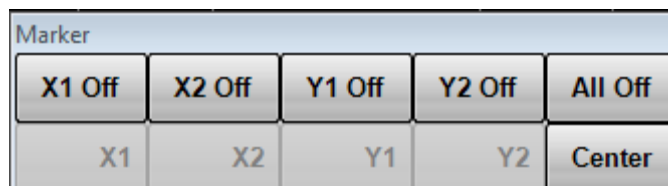
図 6.9.4-3 ヒストグラム測定例 (Time)

6.9.5 マーカの使用

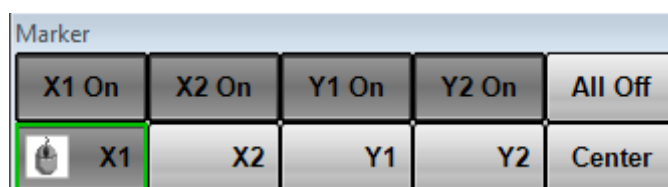
マーカは波形の振幅または時間を読みとるために使用します。
また、2点間のレベル差と時間差を測定できます。

X 軸と Y 軸のマーカが 2 つずつあり、個別に表示をオン/オフできます。

1. [Marker] をクリックします。マーカパネルが表示されます。
マーカパネルは、Scope ウィンドウ内を移動できます。



2. マーカを表示するには、[All Off] を除く上の列のボタンをクリックします。
マーカが表示されているときは、下の列のボタンを操作できます。
3. マーカを移動するには、[Center] を除く下の列のボタンをクリックします。選択したマーカのボタンが押しこまれた表示に変わり、アイコンが表示されます。



4. マウスのホイールを回してマーカの位置を設定します。
マーカの位置、時間差およびレベル差が表示されます

波形の表示方法が [Overlap] または [Single] の場合は画面をクリックしてマーカをドラッグしても、マーカを移動できます。

Marker パネル

X1 Off、X1 On、X2 Off、X2 On、Y1 Off、Y1 On、Y2 Off、Y2 On
マーカ表示を設定します。

X1、X2、Y1、Y2

移動するマーカを選択します。

Center

すべてのマーカを画面中央に表示します。

All Off

全マーカを消去します。

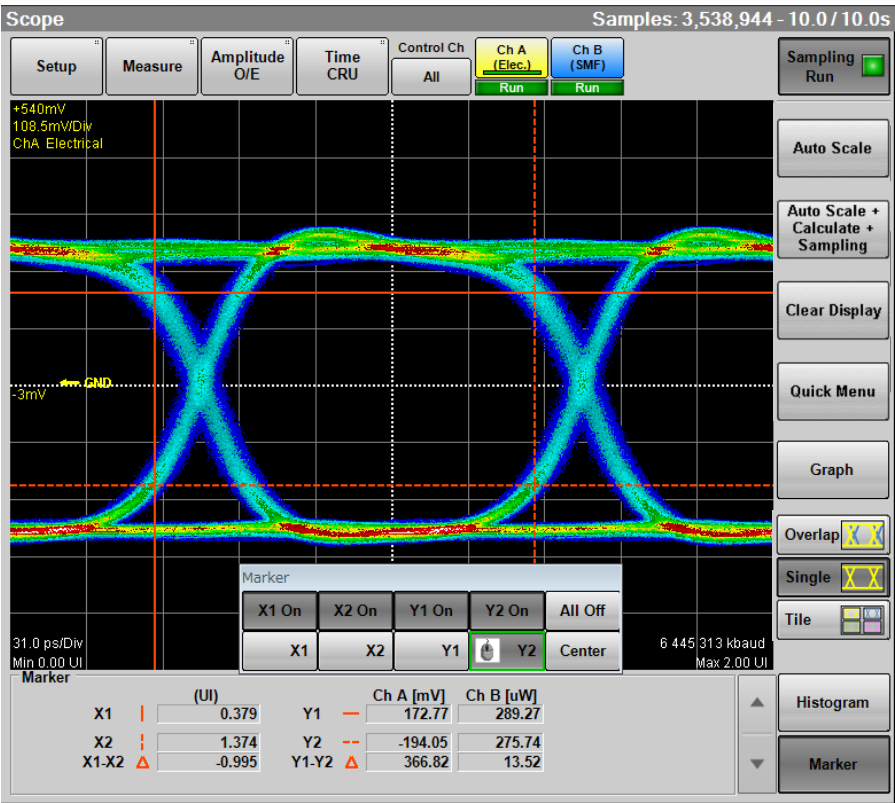


図 6.9.5-1 マーカ表示

6.9.6 波形の演算表示

デュアル電気スコープ (x21) では、CH A と CH B の 2 つの波形を演算した結果を、別の波形として表示できます。

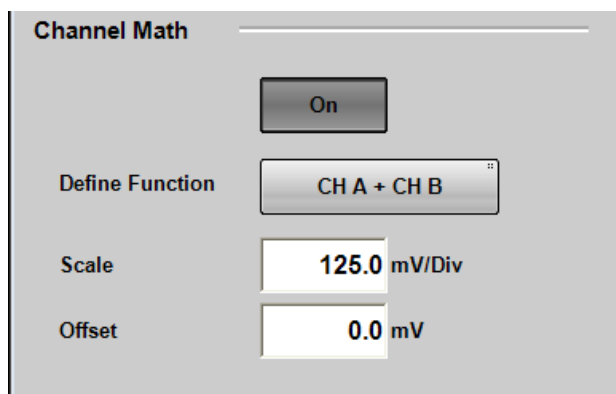
演算結果の波形に対しても、「6.9.1 測定項目の設定と表示」の測定をすることができます。

注:

アイパターンの波形を演算する場合は、Coherent Eye モードでデータを収集してください。Eye モードでデータを収集すると、MP2110A 内部の処理による計算誤差が発生します。

波形の演算方法と縦軸スケールを設定する

1. [Amplitude] をクリックします。Amplitude ダイアログボックスが表示されます。
2. Channel Math のボタンをクリックして、ボタンの表示を [On] に設定します。
3. Define Function のボタンをクリックして、演算方法を次から選択します。
[CH A + CH B]
[CH A – CH B]
[CH B – CH A]



4. Scale テキストボックスをクリックします。
5. 縦軸 1 目盛りあたりの電圧を入力します。
6. Offset テキストボックスをクリックします。
7. 縦軸中央の位置の電圧を入力します。

時間軸の調整方法は、「6.8.3 横軸の調整」を参照してください。

演算した波形を表示しているときでも、[Auto Scale] を使用できます。

波形の演算表示を終了するには、Channel Math のボタンをクリックして、ボタンの表示を [Off] に設定します。

6.9.7 トレースメモリの使用

トレースメモリは、測定波形をメモリに保存する機能です。

波形をトレースメモリに保存する

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. チャンネル切り替えボタンをクリックして、波形を表示するチャンネルを選択します。
3. [Utilities] タブをクリックします。
4. Reference の [Set] をクリックします。



画面にトレースメモリの波形が表示されます。

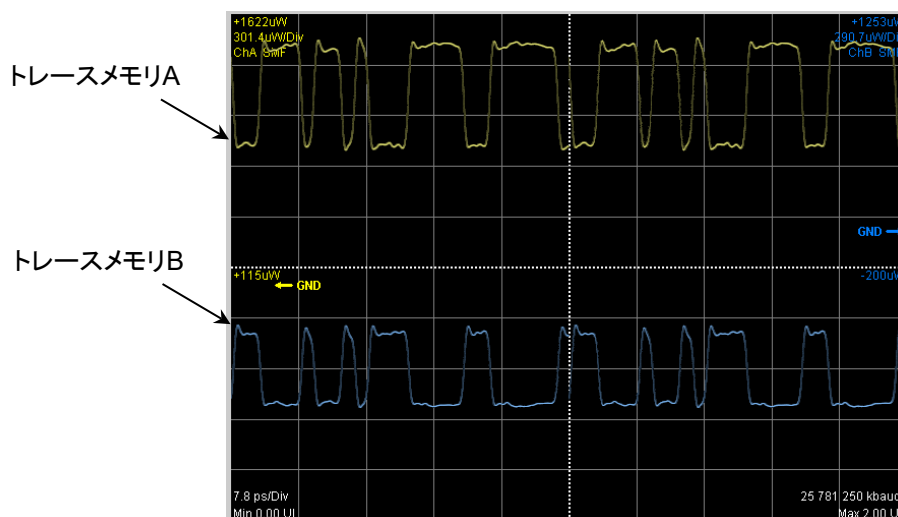


図 6.9.7-1 トレースメモリの波形表示

トレースメモリの波形を消去する

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. [Utilities] タブをクリックします。
3. Reference の [Clear] をクリックします。

トレースメモリの波形は、[Clear Display] では消去されません。

6.9.8 ラベルの表示

Scope 画面に任意の文字列（ラベル）を表示します。

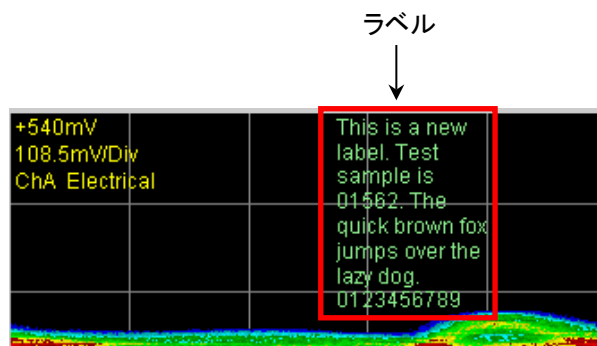


図 6.9.8-1 ラベル表示

ラベルを表示する

波形の表示方法によってラベルが表示されるチャンネルが変わります。

[Overlap] アクティブチャンネルのラベルが表示されます。

[Single]、[Tile] チャンネルごとにラベルが表示されます。

また、Control Ch の設定によってラベルが追加されるチャンネルが変わります。

[All] すべてのチャンネルにラベルが追加されます。

[Single] アクティブチャンネルにラベルが追加されます。

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. [Utilities] タブをクリックします。
3. ラベルの表示開始位置を指定したい場合は、[Preset Information] を [Off] に設定します。[Preset Information] が [On] の場合は、固定のエリア（図 6.9.8-1 の位置）にラベルが表示されます。
4. Label の [Add] をクリックして、ラベル文字列を入力します。「\n」を入力すると改行することができます。
3. で [Preset Information] を [Off] にした場合は、ラベルの表示開始位置を指定します（波形表示エリアの左上の位置が (0, 0)、右下の位置が (665, 497) です）。
5. キーボードの [OK] をクリックします。画面にラベルが表示されます。

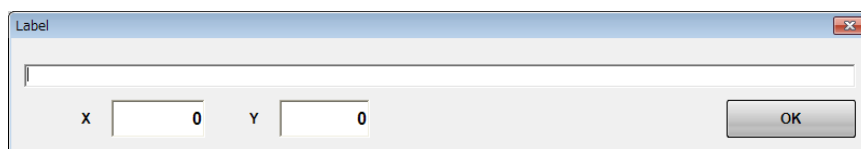


図 6.9.8-2 ラベルダイアログボックス

注:

ラベルの文字列は最大 1023 文字まで入力できますが、実際の表示は表示可能エリアに制限されるため、すべて表示されない場合があります。

ラベルの色は変更できません。

ラベルを消去する

Control Ch の設定によって、ラベルが消去されるチャンネルが変わります。

[All] すべてのチャンネルのラベルが消去されます。

[Single] アクティブチャンネルのラベルが消去されます。

1. [Setup] をクリックします。Setup ダイアログボックスが表示されます。
2. [Utilities] タブをクリックします。
3. Label の [Delete] をクリックします。
画面のラベルが消去されます。

6.9.9 測定結果の保存

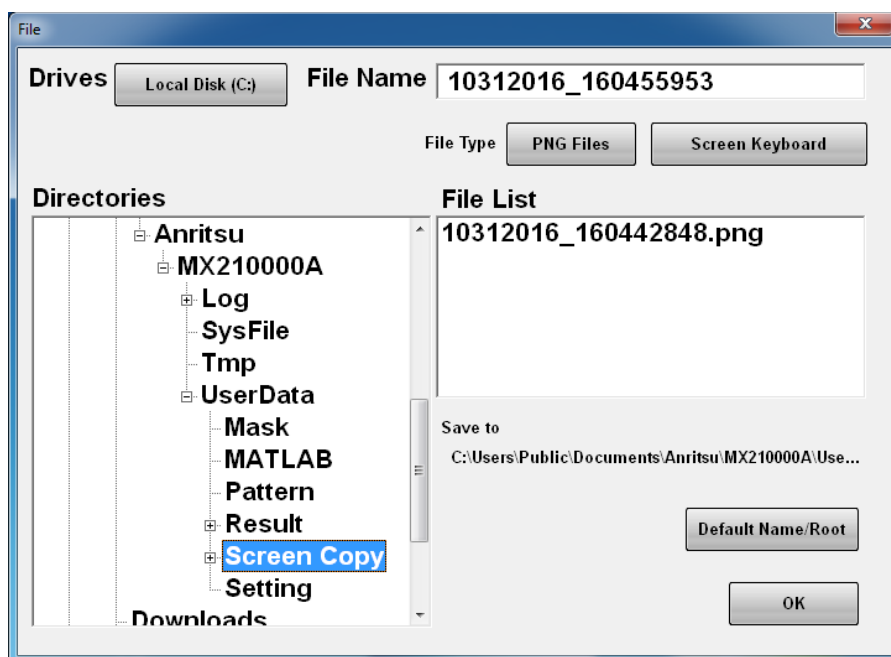
Scope では、次をファイルに保存できます。

- 画面イメージ
画面全体または測定画面のみの領域を、PNG 形式または JPEG 形式でファイルに保存します。
- 測定結果
波形を、テキストファイルまたは CSV ファイルに保存します
- 測定条件
Amplitude ダイアログボックス、Measurement ダイアログボックス、Setup ダイアログボックス、Time ダイアログボックスの設定値をファイルに保存します。

画面イメージを保存するには

画面全体を保存する場合

1. システムメニューの [Screen Copy] をクリックします。File ダイアログボックスが表示されます。



2. Drive のボタン、Directories の表示をクリックして、保存先フォルダを設定します。Save to にフォルダ名が表示されます。
3. File Type の右のボタンには、保存するファイルのフォーマットが表示されます。ボタンをクリックすると、ファイルフォーマットを設定できます。
4. ファイル名を入力する場合は、[Screen Keyboard] をクリックして、ファイル名を設定します。
5. 既存ファイルを上書きする場合は、File List に表示されるファイル名をクリックします。
6. [OK] をクリックすると、画像ファイルが保存されます。
上書き保存の場合は、確認メッセージが表示されます。

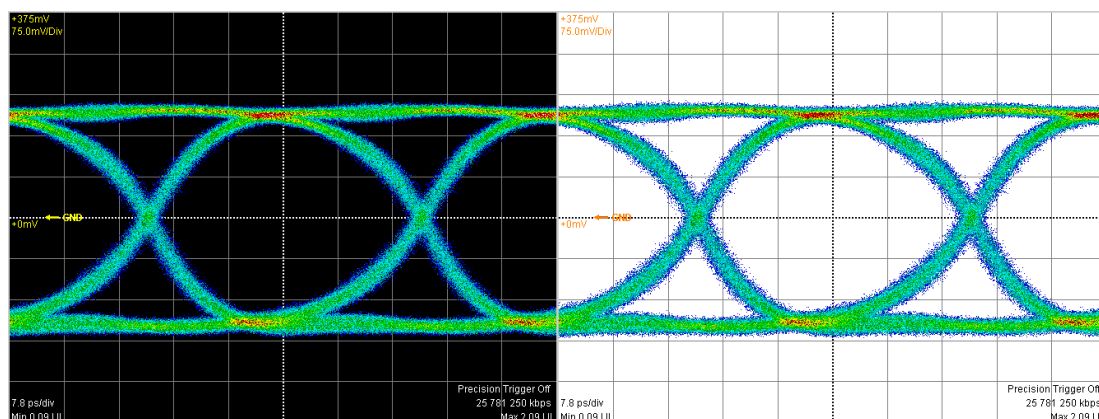
フォルダの初期値は次のとおりです。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Screen Copy

ファイル名の初期値は、日付と時刻です。

測定画面のみ保存するには

1. [Setup] をクリックします。
2. [Utilities] をクリックします。
3. 波形をカラー画像で保存するときは、Waveform Color を [Color Grade] にします。
白黒画像で保存するときは、Waveform Color を [Gray Scale] にします。
4. [Save] をクリックします。
5. 波形と測定結果の画像を保存するときは、Waveforms only を [Off] にします。
波形のみの画像を保存するときは、Waveforms only を [On] にします。
6. 画面と同じ色で保存するときは、Inverse background color を [Off] にします。
画面の色を反転して保存するときは、Inverse background color を [On] にします。



Inverse Off

Inverse On

7. [Capture] をクリックします。画面全体を保存する場合と同じ File ダイアログボックスが表示されます。
8. ファイルフォーマット、フォルダ、ファイル名を設定して、[OK] をクリックします。
9. フォルダが初期設定の場合、測定画面のイメージファイルは次のフォルダに保存されます。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Screen Copy

測定条件または測定結果を保存するには

1. システムメニューの **[Save]** をクリックします。
2. **[Scope]** をクリックします。
3. 測定条件を保存するときは、**[Setting]** をクリックします。
測定結果を保存するとき、**[Result]** をクリックします。
4. ファイル名を入力します。
5. **[OK]** をクリックします。

測定条件のファイルは次のフォルダに保存されます。

ファイルの拡張子は WFS です。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Setting

測定結果のファイルは次のフォルダに保存されます。

測定データファイルの拡張子は CSV、および TXT です。

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\CSV

C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\UserData\Result\TXT

測定結果のファイルには、画面の 1 ドットごとのサンプル数が保存されます。

[illegible]

図 6.9.9-1 波形データのファイル例

Amplitude/Time Measurement and Histogram

Measurement - Channel A

[Setups]

Axis Amplitude

X1 Marker 0.50UI

X2 Marker 1.50UI

Y1 Marker 98mV

Y2 Marker -101mV

[Results]

One Level Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

One Level Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

One Level Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

One Level Ch D 257.15 257.16 0.15 256.74 257.43

Zero Level Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Zero Level Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Zero Level Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Zero Level Ch D 100.38 100.35 0.03 100.15 100.49

Eye Amplitude Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Amplitude Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Amplitude Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Amplitude Ch D 156.77 156.81 0.17 156.25 157.28

Eye Height Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height Ch D 80.99 81.07 0.16 80.66 82.15

Crossing Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Ch D 47.01 47.01 0.06 46.95 47.68

SNR Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

SNR Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

SNR Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

SNR Ch D 6.21 6.21 0.01 6.20 6.28

Average Power (dBm) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (dBm) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (dBm) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (dBm) Ch D -7.50 -7.51 0.02 -7.57 -7.50

Average Power (mW) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (mW) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (mW) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Average Power (mW) Ch D 0.18 0.18 0.00 0.18 0.18

Extinction Ratio Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Extinction Ratio Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Extinction Ratio Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Extinction Ratio Ch D 4.43 4.43 0.00 4.42 4.45

Jitter P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter P-P Ch D 11.43 11.18 0.41 7.35 11.43

Jitter RMS Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter RMS Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter RMS Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Jitter RMS Ch D 1.59 1.59 0.01 1.58 1.70

Histogram が
On
の場合

Rise Time Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Rise Time Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Rise Time Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Rise Time Ch D 17.49 17.45 0.13 15.51 17.53

Fall Time Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Fall Time Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Fall Time Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Fall Time Ch D 21.07 21.05 0.04 20.80 21.38

Eye Width Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Width Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Width Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Width Ch D 29.30 29.30 0.05 28.65 29.36

DCD Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

DCD Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

DCD Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

DCD Ch D 6.32 6.13 0.91 3.61 10.53

OMA (mW) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (mW) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (mW) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (mW) Ch D 0.16 0.16 0.00 0.16 0.16

OMA (dBm) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (dBm) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (dBm) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

OMA (dBm) Ch D -8.05 -8.05 0.00 -8.06 -8.03

OMA at Crossing Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

OMA at Crossing Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

OMA at Crossing Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

OMA at Crossing Ch D 167.67 167.74 0.28 166.52 170.62

VECP Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

VECP Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

VECP Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

VECP Ch D 2.55 2.54 0.05 2.02 2.59

TDEC Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

TDEC Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

TDEC Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

TDEC Ch D N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height (Ratio) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height (Ratio) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height (Ratio) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Eye Height (Ratio) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A

RIN OMA Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

RIN OMA Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

RIN OMA Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

RIN OMA Ch D N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Time Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Time Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Time Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Crossing Time Ch D N/A N/A N/A N/A N/A

Amplitude P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

Amplitude P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

Amplitude P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A

Amplitude P-P Ch D N/A N/A N/A N/A N/A

MP2110A-x62、MP2110A-x95、または
MP2110A-x98が搭載されている場合

図 6.9.9-2 結果ファイルの例 (1)

TDECQ Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
TDECQ Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
TDECQ Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
TDECQ Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(dBm) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(dBm) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(dBm) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(dBm) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(uW) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(uW) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(uW) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Outer OMA(uW) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Outer ExR Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Outer ExR Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Outer ExR Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Outer ExR Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Linearity(CL_94) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Linearity(CL_94) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Linearity(CL_94) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Linearity(CL_94) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Ceq Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Ceq Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Ceq Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Ceq Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
RIN OMA Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
RIN OMA Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
RIN OMA Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
RIN OMA Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Rise) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Rise) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Rise) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Rise) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Fall) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Fall) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Fall) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Fall) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Slow) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Slow) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Slow) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Transition Time (Slow) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Ch A N/A N/A N/A N/A N/A

MP2110A-x63、またはMP2110A-x95が搭載されている場合

Level(0) Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) RMS Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) RMS Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) RMS Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) RMS Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) RMS Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) RMS Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) RMS Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) RMS Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) RMS Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) RMS Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) RMS Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) RMS Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) RMS Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) RMS Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) RMS Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) RMS Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) P-P Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) P-P Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) P-P Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) P-P Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) P-P Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) P-P Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) P-P Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Skew Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Skew Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Skew Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(3) Skew Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Skew Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Skew Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Skew Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(2) Skew Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Skew Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Skew Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Skew Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(1) Skew Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Skew Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Skew Ch B N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Skew Ch C N/A N/A N/A N/A N/A
Level(0) Skew Ch D N/A N/A N/A N/A N/A
Eye(Upper) Level Ch A N/A N/A N/A N/A N/A
Eye(Upper) Level Ch B N/A N/A N/A N/A N/A

MP2110A-x63、またはMP2110A-x95が搭載されている場合

図 6.9.9-3 結果ファイルの例 (2)

Eye(Upper)	Level	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Average Power (mW)	Ch D	0.18	0.18	0.00	0.18	0.18
Eye(Upper)	Level	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Left)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Level	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Left)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Level	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Left)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Level	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Left)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Level	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Right)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Level	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Right)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Level	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Right)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Level	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Upper/Right)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Level	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Left)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Skew	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Left)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Skew	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Left)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Skew	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Left)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Skew	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Right)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Skew	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Right)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Skew	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Right)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Skew	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Middle/Right)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Skew	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Left)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Skew	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Left)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Skew	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Left)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Skew	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Left)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Skew	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Right)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Height	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Right)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Height	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Right)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Height	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TDECQ (Lower/Right)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Height	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Overshoot(1.00%)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Height	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Overshoot(1.00%)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Height	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Overshoot(1.00%)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Height	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Overshoot(1.00%)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Height	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Undershoot(1.00%)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Height	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Undershoot(1.00%)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Height	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Undershoot(1.00%)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Height	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Undershoot(1.00%)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Height	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P-P Power(1.00%)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Width	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P-P Power(1.00%)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Width	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P-P Power(1.00%)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Width	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P-P Power(1.00%)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Upper)	Width	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P-P Power(1.00%)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Width	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Power Excursion(1.00%)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Width	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Power Excursion(1.00%)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Width	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Power Excursion(1.00%)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Middle)	Width	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Power Excursion(1.00%)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Width	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Width	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Width	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Eye(Lower)	Width	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (dBm)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Left)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (dBm)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Left)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (dBm)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Left)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (dBm)	Ch D	-7.50	-7.51	0.02	-7.57	-7.50		Noise Margin (Upper/Left)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (mW)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Right)	Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (mW)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Right)	Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Average Power (mW)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Noise Margin (Upper/Right)	Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
								Noise Margin (Upper/Right)	Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

MP2110A-x63、またはMP2110A-x95が搭載されている場合

図 6.9.9-4 結果ファイルの例 (3)

Noise Margin (Middle/Left) Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Ch D	0 0 0 0 0 0 0 0 ... (waveformdata)
Noise Margin (Middle/Left) Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	:	
Noise Margin (Middle/Left) Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Jitter Measurement	
Noise Margin (Middle/Left) Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Setup]	
Noise Margin (Middle/Right) Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Symbol Rate	25781271 kbaud
Noise Margin (Middle/Right) Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Divide Ratio	4
Noise Margin (Middle/Right) Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Pattern Length	511
Noise Margin (Middle/Right) Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Target Channel	CHD
Noise Margin (Lower/Left) Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Accumulation Type (CHD)	Infinite
Noise Margin (Lower/Left) Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Measure Algorithm	Histogram
Noise Margin (Lower/Left) Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	TJ Measurement BER	1.00E-012
Noise Margin (Lower/Left) Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fixed RJ	OFF
Noise Margin (Lower/Right) Ch A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	RJ Value	1.00 ps rms
Noise Margin (Lower/Right) Ch B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Correction Factor	OFF
Noise Margin (Lower/Right) Ch C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	DJ (Scale) (CHA)	-
Noise Margin (Lower/Right) Ch D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	DJ (Scale) (CHB)	-
Mean -0.43								DJ (Scale) (CHC)	-
Std Dev 68.17								DJ (Scale) (CHD)	1.00
P-P 196.47								RJ (Scale)	1.00
Hits 209156								RJ (rms)	1.00 ps
Hit Point Detail								Define Threshold	Auto
98mV 65 Hits								Manual Crossing (CHA)	-
96mV 58 Hits								Manual Crossing (CHB)	-
95mV 56 Hits								Manual Crossing (CHC)	-
93mV 57 Hits								Manual Crossing (CHD)	50.00 %
91mV 49 Hits								Jitter Unit	Time
89mV 46 Hits								[Jitter Measurement Results]	
88mV 50 Hits								TJ(1.00E-012) (CHA)	-
:								TJ(1.00E-012) (CHB)	-
-84mV 43 Hits								TJ(1.00E-012) (CHC)	-
-86mV 42 Hits								TJ(1.00E-012) (CHD)	1.877575e-011
-87mV 42 Hits								DJ(d-d) (CHA)	-
-89mV 48 Hits								DJ(d-d) (CHB)	-
-91mV 53 Hits								DJ(d-d) (CHC)	-
-92mV 54 Hits								DJ(d-d) (CHD)	3.911747e-012
-94mV 56 Hits								RJ(d-d) (CHA)	-
-96mV 59 Hits								RJ(d-d) (CHB)	-
-98mV 66 Hits								RJ(d-d) (CHC)	-
-99mV 0 Hits								RJ(d-d) (CHD)	1.056525e-012
Waveform								EYE Opening (CHA)	-
665x497								EYE Opening (CHB)	-
Ch A								EYE Opening (CHC)	-
0 0 0 0 0 0 0 0 ... (waveformdata)								EYE Opening (CHD)	2.001209e-011
:								J2 Jitter (CHA)	-
Ch B								J2 Jitter (CHB)	-
0 0 0 0 0 0 0 0 ... (waveformdata)								J2 Jitter (CHC)	-
:								J2 Jitter (CHD)	9.841571e-012
Ch C								J4 Jitter (CHA)	-
0 0 0 0 0 0 0 0 ... (waveformdata)								J4 Jitter (CHB)	-
:								J4 Jitter (CHC)	-

MP2110A-x63、またはMP2110A-x95が搭載されている場合

Histogramが [On] の場合

図 6.9.9-5 結果ファイルの例 (4)

J4 Jitter (CHD)	-	[Bathtub][CHB]		
J9 Jitter (CHA)	-	Measure Edge Type	ALL	
J9 Jitter (CHB)	-	Total Samples	-	
J9 Jitter (CHC)	-			
J9 Jitter (CHD)	1.705248e-011	[Bathtub][CHC]		
		Measure Edge Type	ALL	
[TJ Histogram][CHA]		Total Samples	-	
Total Samples	-			
		[Bathtub][CHD]		
[TJ Histogram][CHB]		Measure Edge	ALL	
Total Samples	-	Total Samples	65200	
		Unit Interval	BER(Estimate)	BER(Actual)
[TJ Histogram][CHC]		0.000000e+000	2.500797e-001	2.629325e-001
Total Samples	-	3.878785e-010	2.363070e-001	2.199969e-001
		7.757569e-010	2.187477e-001	1.760318e-001
[TJ Histogram][CHD]		1.163635e-009	1.946739e-001	1.231880e-001
Total Samples	465200	1.551514e-009	1.636975e-001	8.758698e-002
Edge Deviation	Number Hits	1.939392e-009	1.281193e-001	6.095059e-002
-7.253327e-009	0	2.327271e-009	9.216683e-002	3.583689e-002
-7.238821e-009	0	2.715149e-009	6.032596e-002	2.320497e-002
-7.224314e-009	0	3.103028e-009	3.563668e-002	1.473366e-002
:		3.490906e-009	1.888023e-002	6.455358e-003
:		3.878785e-009	8.229616e-003	3.710222e-003
7.224314e-009	0	4.266663e-009	3.418210e-003	1.479800e-003
7.238821e-009	0	4.654542e-009	1.258116e-003	6.433911e-004
		5.042420e-009	4.094003e-004	2.144637e-004
[Bathtub][CHA]		:		
Measure Edge Type	ALL	:		
Total Samples	-	3.801209e-008	2.347806e-001	1.967705e-001
		3.839997e-008	2.487629e-001	2.359101e-001

図 6.9.9-6 結果ファイルの例 (5)

この章では、MP2110A の性能試験方法について説明します。

7.1	パルスパターン発生器の性能試験.....	7-2
7.1.1	性能試験に必要な設備	7-2
7.1.2	周波数確度.....	7-3
7.1.3	波形.....	7-4
7.1.4	スキュー.....	7-8
7.2	誤り検出器の性能試験.....	7-11
7.2.1	性能試験に必要な設備	7-11
7.2.2	動作周波数.....	7-12
7.2.3	受信感度	7-16
7.2.4	最大入力レベルとパターン	7-18
7.2.5	エラー検出.....	7-20
7.3	サンプリングオシロスコープの性能試験	7-22
7.3.1	性能試験に必要な設備	7-23
7.3.2	振幅確度	7-25
7.3.3	光パワーメータ/光入力確度.....	7-28
7.3.4	CRU (MP2110A-x54).....	7-34
7.3.5	26G/53G CRU (MP2110A-x55).....	7-40

7.1 パルスパターン発生器の性能試験

パルスパターン発生器では、次の項目を試験します。

- ・ 周波数確度
- ・ 波形



注意

未使用の入出力コネクタには、50 Ω終端器を接続してください。

7.1.1 性能試験に必要な設備

性能試験に必要な設備を次の表に示します。

性能試験を始める前に、MP2110A と各測定器を 1 時間以上ウォーミングアップしてください。

表 7.1.1-1 性能試験に必要な設備

機器名	必要性能	推奨機器名
サンプリングオシロスコープ	電気インタフェース 帯域: 40 GHz 以上	MP2110A (アンリツ)
周波数カウンタ	周波数範囲: 500 MHz～20 GHz 確度: 0.1 ppm 以下	MF2412C (アンリツ)

7.1.2 周波数確度

(1) 規格

±10 ppm (電源投入 1 時間後)

(2) 接続

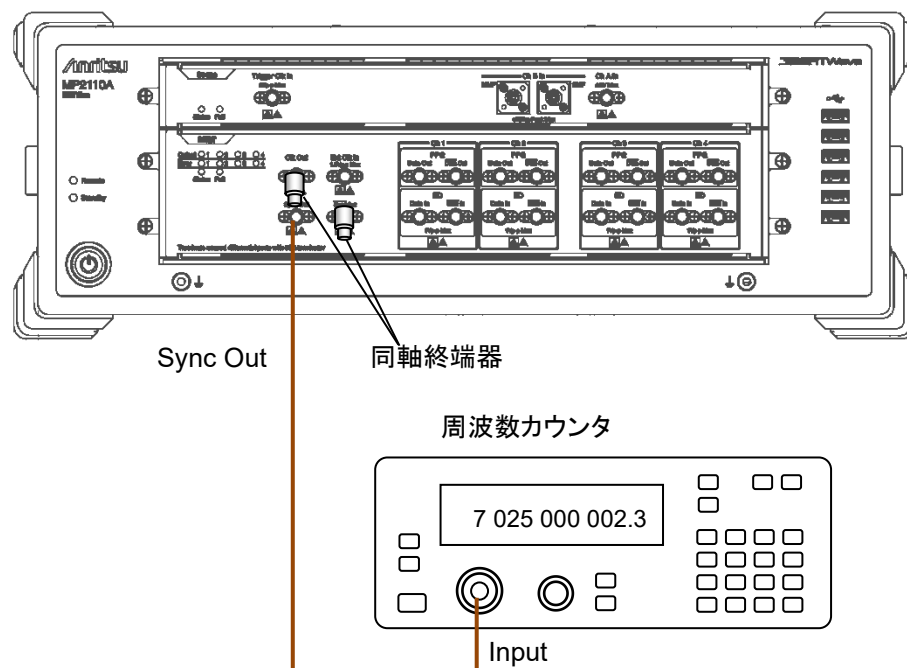


図 7.1.2-1 動作周波数範囲試験接続図

(3) 手順

1. **Sync Out** コネクタを周波数カウンタの入力コネクタに接続します。
2. **Sync Out** コネクタに同軸終端器を接続します。
3. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	Variable 28 200 000 kbit/s 0 ppm
Sync Output	PPG_1/8 Clk
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS

4. 周波数カウンタの測定値を読み取ります。
5. 読みとった値が、次の範囲内であることを確認します。
3 525 000 ±35.25 kHz
6. Bit Rate を 24 300 000 kbit/s に設定します。MP2110A-x93 を搭載している場合は、9 500 000 kbit/s に設定します。
7. 周波数カウンタの測定値を読み取ります。

8. 読みとった値が、次の範囲内であることを確認します。

MP2110A-x93 無し: 3 037 500±30.37 kHz

MP2110A-x93 有り: 1 187 500±11.87 kHz

7.1.3 波形

(1) 規格

振幅 0.1～0.8 Vp-p

確度 (設定値の±20 %) ±20 mV

Data Crossing 50±10%
(振幅 0.3 Vp-p、25.78125 Gbit/s にて)

立ち上がり/立ち下がり時間 17 ps
(振幅 0.3 Vp-p、20-80%、25.78125 Gbit/s にて)

Jitter (RMS) 0.9 ps (振幅 0.3 Vp-p、25.78125 Gbit/s にて)

(2) 接続

MP2110A 1 台で試験する場合の接続図を、図 7.1.3-1 と図 7.1.3-2 に示します。

サンプリングオシロスコープとして別の MP2110A を使用して試験する場合の接続図を、図 7.1.3-3 と図 7.1.3-4 に示します。

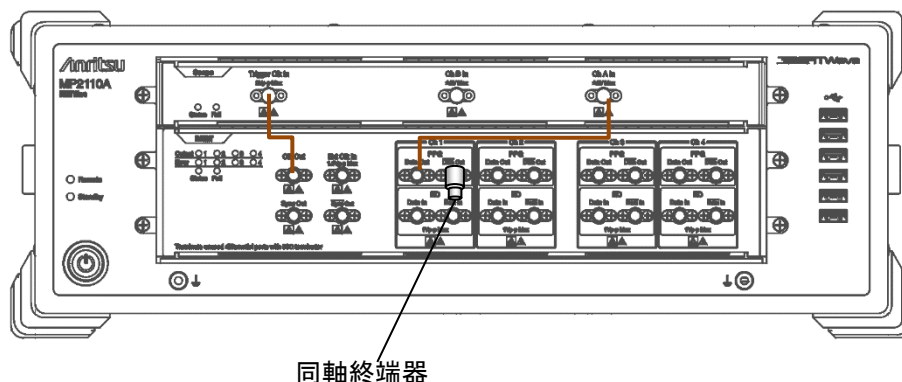


図 7.1.3-1 PPG1、Data Out 波形試験接続図

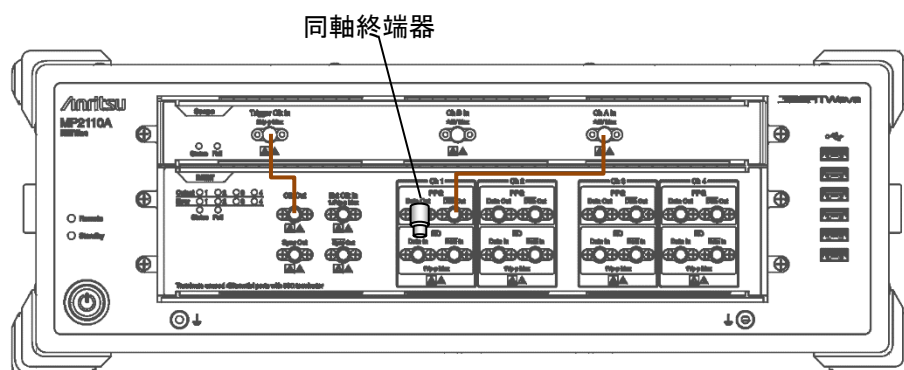


図 7.1.3-2 PPG1、Data Out 波形試験接続図

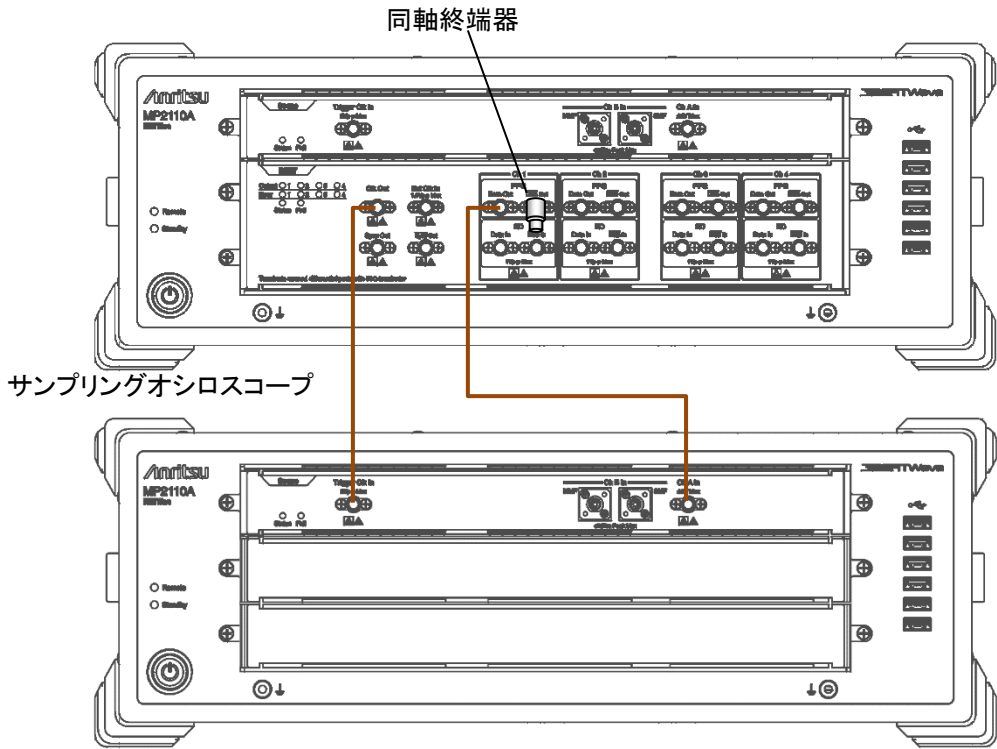


図 7.1.3-3 PPG1、Data Out 波形試験接続図

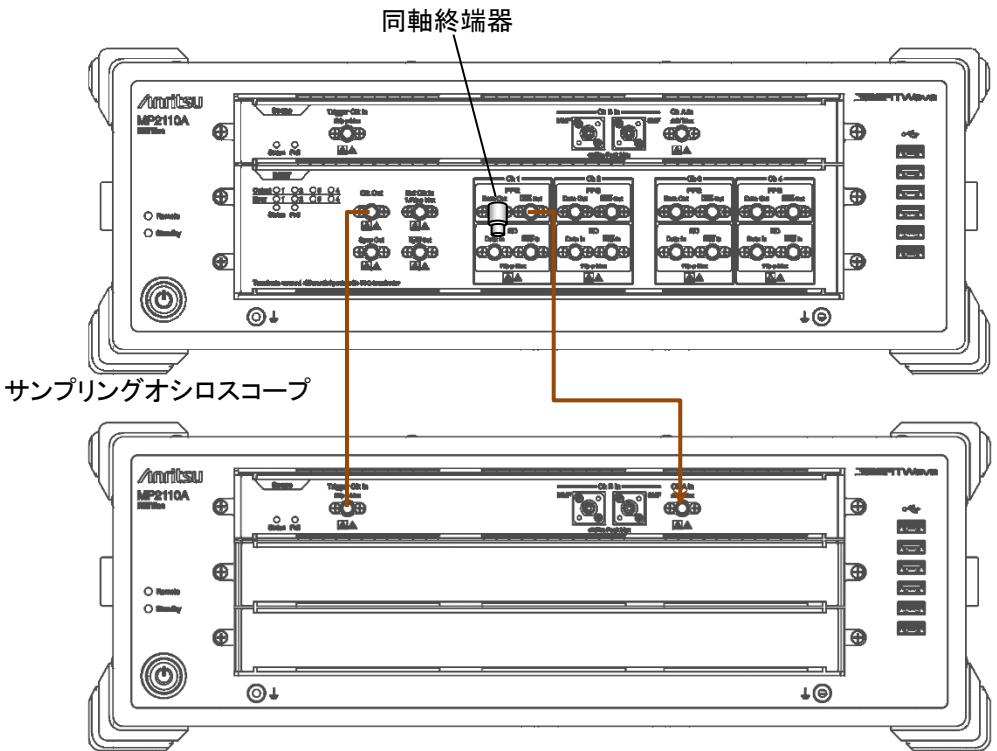


図 7.1.3-4 PPG1、Data Out 波形試験接続図

(3) 手順

1. **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します。
2. **Clk Out** コネクタと、Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
3. **PPG1 Data Out** コネクタと、Scope の **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
4. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	100GbE/4 (25.78125G)、0 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.1
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
PPG Data/XData	ON

5. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec
Amplitude	Scale	100 mV/Div
	Offset	0 mV
Time	Tracking	Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output*
Measure - Amplitude/Time	Display	On
	Item	(A) Eye Amplitude
	Rise/Fall Time	20/80%

*: 図 7.1.3-3 および図 7.1.3-4 の場合は Off に設定して、Divide Ratio を入力してください。

6. Scope の [Ch A]、[Sampling Hold]、および [Auto Scale] をクリックして、アイ振幅を測定します。
7. [PPG/ED Ch1] をクリックします。
8. PPG Amplitude を 0.8 Vp-p に設定します。

- 9. [Scope] をクリックし、サンプリングオシロスコープでアイ振幅を測定します。
- 10. [PPG/ED Ch1] をクリックします。
- 11. PPG Amplitude を 0.3 Vp-p に設定します。
- 12. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Measure - Amplitude/Time	Item	(A) Fall Time
		(A) Rise Time
		(A) Crossing
		(A) Jitter RMS

- 13. サンプリングオシロスコープで振幅、立ち上がり/立ち下がり時間および Data Crossing Jitter (RMS) を測定します。
- 14. **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します（図 7.1.3-4 参照）。
- 15. **PPG1 Data Out** コネクタと、Scope の **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
- 16. 手順 4 から手順 13 を繰り返します。

PPG2～PPG4 についても同様に試験をします。PPG3 と PPG4 の試験では、手順 4 の Clock Output を次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.1.4 スキュー

(1) 規格

± 8 ps

(振幅 0.3 V_{p-p}、25.78125 Gbit/s にて)

(2) 接続

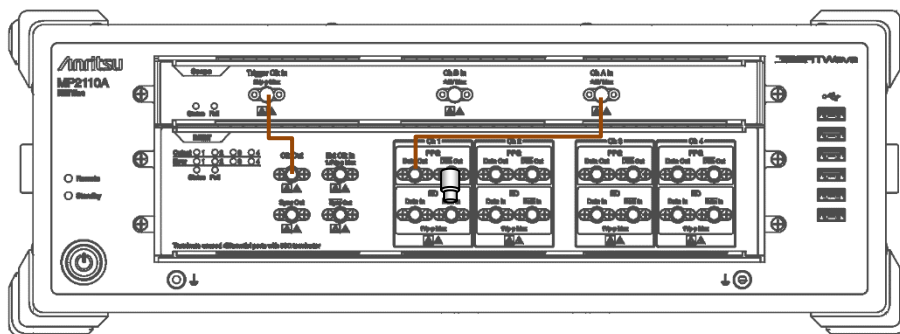


図 7.1.4-1 PPG1、Data Out スキュー試験接続図

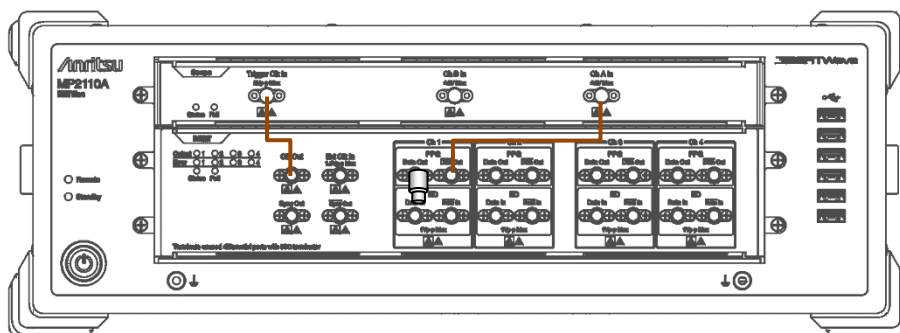


図 7.1.4-2 PPG1、Data Out スキュー試験接続図

(3) 手順

1. **Clk Out** コネクタと、Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. **PPG1 Data Out** コネクタと、Scope の **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
3. **PPG1 Data Out** コネクタに同軸終端器を接続します (図 7.1.4-1 参照)。

4. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	100GbE/4 (25.78125G)、0 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.3 Vp-p
External ATT	0 dB
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ⁹ -1、POS
PPG Data/XData	ON

5. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec

6. Scope の [Marker] をクリックして X1 を表示し、左側のクロスポイントに位置を合わせます。
7. **PPG1 Data Out** コネクタに同軸終端器を接続します。
8. **PPG1 Data Out** コネクタと Scope の **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.1.4-2 参照)。
9. Scope の [Marker] をクリックして X2 を表示して、左側のクロスポイントに位置を合わせます。
10. 時間の単位が [UI] になっている場合は、Scope の [Time] をクリックして、[Scale/Offset] タブの Unit を [Time] に変更します。
11. X1 マーカと X2 マーカを使用して 2 つの波形の時間差を測定します。2 つの波形は極性が逆になっていることに注意してください。

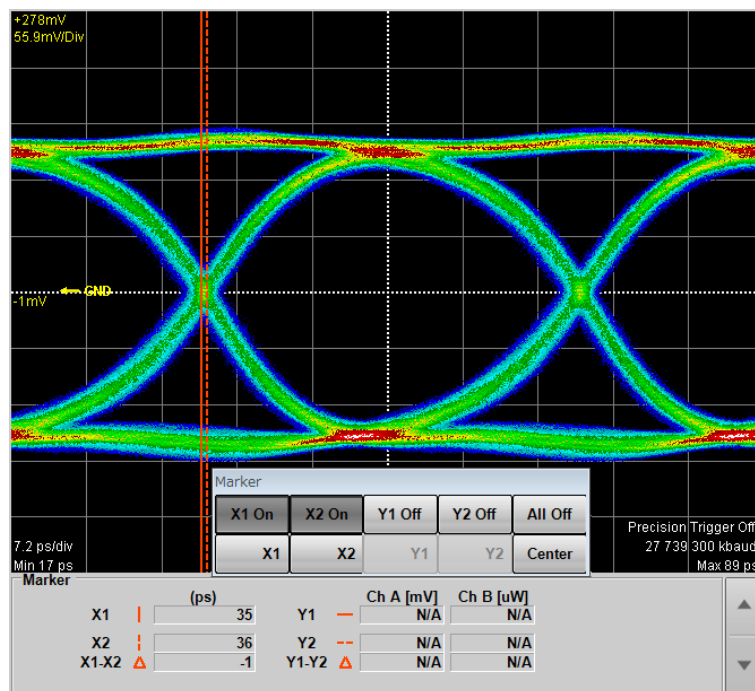


図 7.1.4-3 スキューの測定例

PPG2～PPG4 についても同様に試験をします。PPG3 と PPG4 の試験では、手順 4 の Clock Output を次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.2 誤り検出器の性能試験

誤り検出器では、次の性能を試験します。

- ・ 動作周波数
- ・ 受信感度
- ・ 最大入力レベルとパターン
- ・ エラー検出

誤り検出器を性能試験する前に、パルスパターン発生器の性能を試験して規格を満たしていることを確認してください。

7.2.1 性能試験に必要な設備

性能試験に必要な設備を次の表に示します。

性能試験を始める前に、MP2110A と各測定器を 1 時間以上ウォーミングアップしてください。

表 7.2.1-1 性能試験に必要な設備

機器名	必要性能	推奨機器
サンプリングオシロスコープ	電気インタフェース 帯域: 40 GHz 以上	MP2110A (アンリツ)
固定減衰器	20 dB K コネクタ 帯域: DC～40 GHz	41KC-20 (アンリツ)

7.2.2 動作周波数

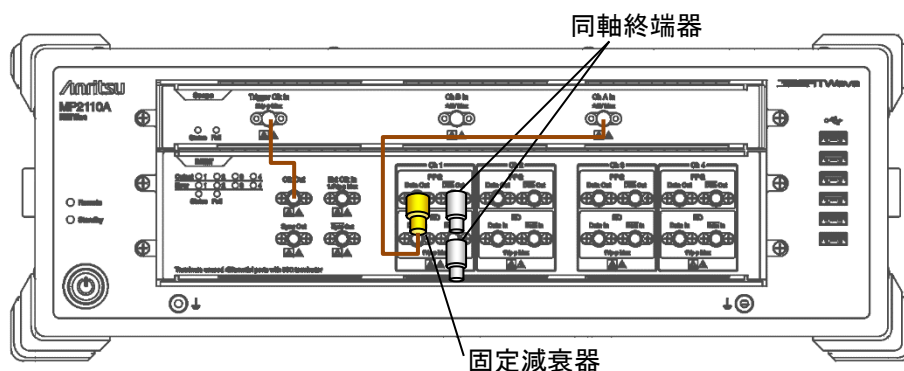
(1) 規格

MP2110A-x93 無し 24.3 Gbit/s -100 ppm ~ 28.2 Gbit/s +100 ppm

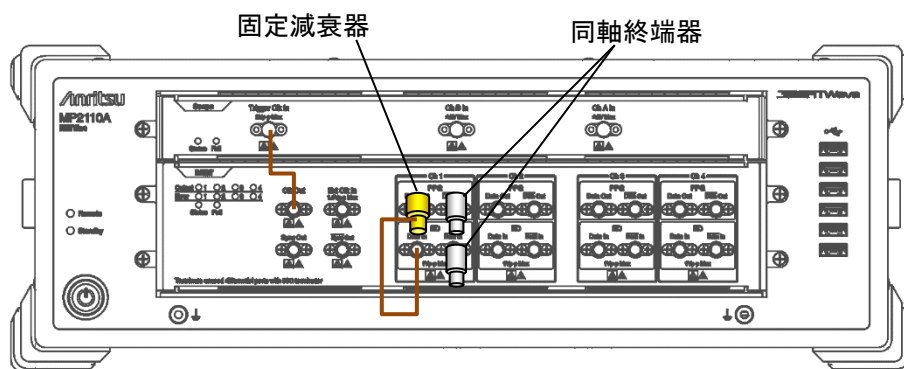
MP2110A-x93 有り 24.3 Gbit/s -100 ppm ~ 28.2 Gbit/s +100 ppm、
9.5 Gbit/s -100 ppm ~ 14.2 Gbit/s +100 ppm

振幅 0.05 V_{p-p}、パターン PRBS2³¹-1、マーク率 50%、シングルエンド、
Back-to-back 接続において BER 10⁻¹² 以下

(2) 接続

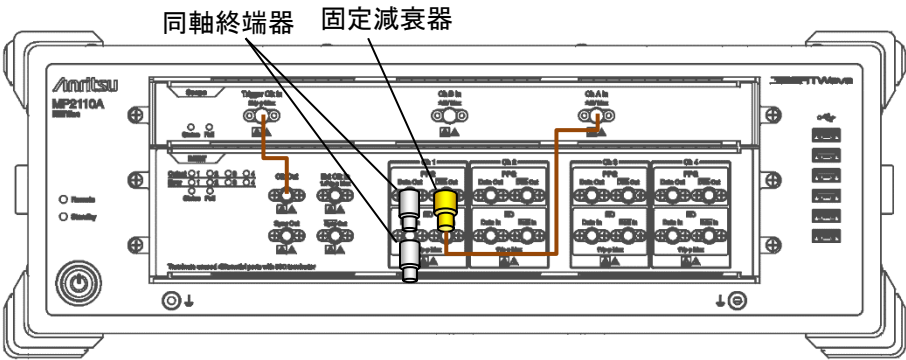


(a) 振幅の確認

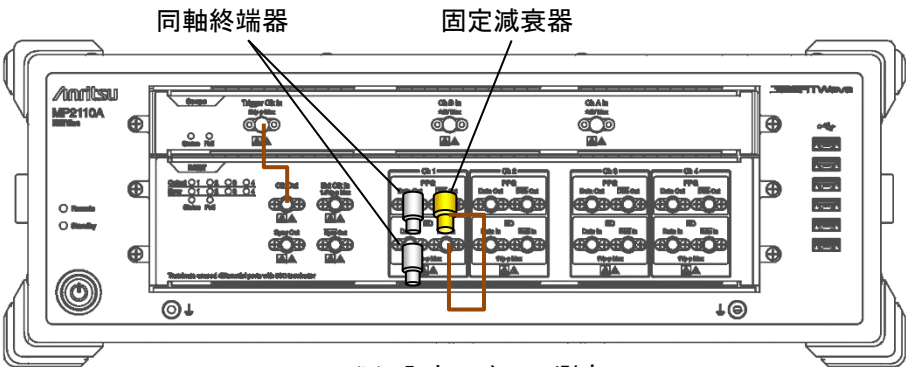


(b) 入力レベルの測定

図 7.2.2-1 ED1 Data In 入力感度試験接続図



(a) 振幅の確認



(b) 入力レベルの測定

図 7.2.2-2 ED1 Data In 入力感度試験接続図

(3) 手順

1. **Clk Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. **ED1 Data In** コネクタ、および **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します。
3. PPG1 の **Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます (図 7.2.2-1 (a)参照)。
4. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
5. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	MP2110A-x93 無しの場合: 24 300 000 kbit/s、-100 ppm MP2110A-x93 有りの場合: 9 500 000 kbit/s、-100 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.5
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
Test Pattern (ED)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
ED Input Condition	Single-Ended Data
Threshold	0 mV
PPG Data/XData	ON
Gating Cycle	Single
Gating Period	45 s

6. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec
Time	Tracking	Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output
Measure - Amplitude/Time	Display	On
	Item Selection	(Ch A) Eye Amplitude

7. Scope の [Ch A] をクリックして、振幅を測定します。

- 8. Scope のアイ振幅が 50±1 mV となるよう、PPG Amplitude を調整します。
- 9. 20 dB 固定減衰器と **ED1 Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します(図 7.2.2-1 (b) 参照)。
- 10. All Measurements の [Start] をクリックします。
- 11. 測定終了後に ED Result の誤り率 ER を記録します。
- 12. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
- 13. [PPG/ED Ch1] をクリックします。Bit Rate を以下の値に変更します。
28200000 kbit/s、100 ppm
- 14. 手順 7～11 を繰り返します。
- 15. **ED1 Data In** コネクタおよび **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します (図 7.2.2-2 (a) 参照)。
- 16. **PPG1 Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます。
- 17. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
- 18. 手順 7、8 を繰り返します。
- 19. 20 dB 固定減衰器と ED1 の **Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.2.2-2 (b) 参照)。
- 20. [PPG/ED Ch1] をクリックします。
- 21. ED Input Condition を [Single-Ended XData] に設定します。
- 22. 手順 10、11 を繰り返します。
- 23. [PPG/ED Ch1] をクリックします。Bit Rate を以下の値に変更します。
MP2110A-x93 無しの場合： 24300000 kbit/s、-100 ppm
MP2110A-x93 有りの場合： 9500000 kbit/s、-100 ppm
- 24. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
- 25. 手順 7、8 を繰り返します。
- 26. 20 dB 固定減衰器と ED1 の **Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.2.2-2 (b) 参照)。
- 27. 手順 10、11 を繰り返します。

ED2～ED4 についても同様に試験をします。ED3とED4の試験では、手順4のClock Outputを次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.2.3 受信感度

(1) 規格

40 mVp-p

ビットレート 25.78125 Gbit/s、パターン PRBS31、マーク率 50%、シングルエンド、Back-to-back 接続において BER 10^{-12} 以下

(2) 接続

図 7.2.2-1、図 7.2.2-2 と同じです。

(3) 手順

1. **Clk Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. **PPG1 Data Out** コネクタおよび **ED1 Data In** コネクタに、同軸終端器を接続します。
3. PPG1 の **Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます (図 7.2.2-1 (a)参照)。
4. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
5. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Symbol Rate	100GbE/4 (25.78125G)、0 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.4
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS $2^{31}-1$ 、POS
Test Pattern (ED)	PRBS $2^{31}-1$ 、POS
ED Input Condition	Single-Ended Data
Threshold	0 mV
PPG Data/XData	ON
Gating Cycle	Single
Gating Period	45 s

6. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistence
	Time	10.0 sec
Time	Tracking	Bit Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output
Measure - Amplitude/Time	Display	On
	Item	(Ch A) Eye Amplitude

7. Scope の [Ch A] をクリックして、振幅を測定します。
8. Scope のアイ振幅が 40±1 mV となるよう、PPG Amplitude を調整します。
9. 20 dB 固定減衰器と **ED1 Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します(図 7.2.2-1 (b) 参照)。
10. All Measurements の [Start] をクリックします。
11. 測定終了後に ED Result の誤り率 ER を記録します。
12. **PPG1 Data Out** コネクタおよび **ED1 Data In** コネクタに、同軸終端器を接続します (図 7.2.2-2 (a) 参照)。
13. **PPG1 Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます。
14. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
15. 手順 7、8 を繰り返します。
16. 20 dB 固定減衰器と ED1 の **Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.2.2-2 (b) 参照)。
17. [PPG/ED Ch1] をクリックします。
18. ED Input Condition を [Single-Ended XData] に設定します。
19. 手順 10、11 を繰り返します。

ED2～ED4 についても同様に試験をします。ED 3 と ED 4 の試験では、手順 4 の Clock Output を次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.2.4 最大入力レベルとパターン

(1) 規格

800 mVp-p

ビットレート

MP2110A-x93 無し: 24.3~28.2 Gbit/s

MP2110A-x93 有り: 9.5~28.2 Gbit/s

パターン PRBS31、PRBS23、PRBS15、PRBS9、PRBS7

マーク率 50%、シングルエンド、Back-to-back 接続において BER 10^{-12} 以下

(2) 接続

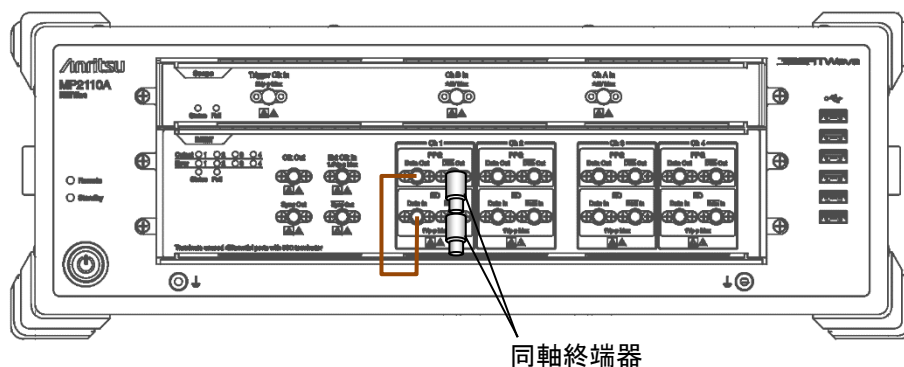


図 7.2.4-1 ED1 Data In パターン試験接続図

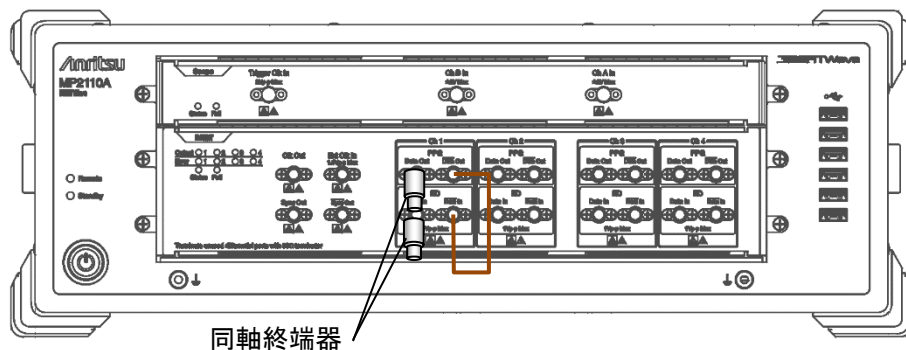


図 7.2.4-2 ED1 Data In パターン試験接続図

(3) 手順

1. **ED1 Data In** コネクタ、および **PPG1 Data Out** コネクタに同軸終端器を接続します（図 7.2.4-1 参照）。
2. **PPG1 Data Out** コネクタと **ED1 Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。

3. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Symbol Rate	100GbE/4 (25.78125G)、0 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.8
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
Test Pattern (ED)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
ED Input Condition	Single-Ended Data
Threshold	0 mV
PPG Data/XData	ON
Gating Cycle	Single
Gating Period	45 s (28.2 Gbit/s または 24.3 Gbit/s) 120 s (9.5 Gbit/s)

4. All Measurements の [Start] をクリックします。
5. 測定終了後に ED Result の誤り数 EC が 0 であることを確認します。
6. Test Pattern (PPG) と Test Pattern (ED) を [PRBS 2⁷-1]、[PRBS 2⁹-1]、[PRBS 2¹⁵-1]、および [PRBS 2²³-1] に変更して手順 4、5 を繰り返します。
7. **PPG1 Data Out** コネクタと **ED1 Data In** コネクタに同軸終端器を接続します(図 7.2.4-2 参照)。
8. **PPG1 Data Out** コネクタと **ED1 Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
9. [PPG/ED Ch1] の ED Input condition を [Single-Ended XData] に設定します。
10. 手順 3 から 6 を繰り返します。
11. Bitrate を次の値に変更します。
 MP2110A-x93 無し: 24.3 Gbit/s
 MP2110A-x93 有り: 9.5 Gbit/s
12. 手順 1 から 10 を繰り返します。

ED2～ED4 についても同様に試験をします。ED 3 と ED 4 の試験では、手順 3 の Clock Output を次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.2.5 エラー検出

(1) 規格

振幅 50 mV、ビットレート 25.78125 Gbit/s、パターン PRBS31、マーク率 50%、シングルエンド、Back-to-back 接続においてエラーを検出できること

(2) 接続

図 7.2.2-1、図 7.2.2-2 と同じです。

(3) 手順

1. **Clk Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. **ED1 Data In** コネクタ、および **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します。
3. PPG1 の **Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます(図 7.2.2-1 (a) 参照)。
4. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
5. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Symbol Rate	100GbE/4 (25.78125G)、0 ppm
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.5
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
Test Pattern (ED)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
ED Input Condition	Single-Ended Data
Threshold	0 mV
PPG Data/XData	ON
Gating Cycle	Single
Gating Period	45 s

6. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec
Time	Tracking	Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Sync Output
Measure - Amplitude/Time	Display	On
	Item	(Ch A) Eye Amplitude

7. Scope の [Ch A] をクリックして、振幅を測定します。
8. Scope のアイ振幅が 50±1 mV となるよう、PPG Amplitude を調整します。
9. 20 dB 固定減衰器と **ED1 Data In** コネクタを同軸ケーブルで接続します(図 7.2.2-1 (b) 参照)。
10. All Measurements の [Start] をクリックします。
11. [PPG/ED1] の [Insert Error] を 1 回クリックします。
12. 測定終了後に ED Result の誤り数 EC が 20 であることを確認します。
13. **ED1 Data In** コネクタおよび **PPG1 Data Out** コネクタに、同軸終端器を接続します (図 7.2.2-2 (a) 参照)。
14. **PPG1 Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます。
15. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
16. 手順 7、8 を繰り返します。
17. 20 dB 固定減衰器と ED1 の **Data In** を同軸ケーブルで接続します (図 7.2.2-2 (b) 参照)。
18. [PPG/ED Ch1] をクリックします。
19. ED Input Condition を [Single-Ended XData] に設定します。
20. 手順 10～12 を繰り返します。

ED2～ED4 についても同様に試験をします。ED 3 と ED 4 の試験では、手順 5 の Clock Output を次の設定値に変更します。

項目	設定値
Clock Output	Ch3/4

7.3 サンプルングオシロスコープの性能試験

サンプルングオシロスコープでは、次の性能を試験します。

- ・ 振幅確度
- ・ 光パワーメータ/光入力確度
- ・ CRU (MP2110A-x54)
- ・ 26G/53G CRU (MP2110A-x55)

性能試験の判定基準と結果の記録については、「付録 D 性能試験記録表」を参照してください。

7.3.1 性能試験に必要な設備

性能試験に必要な機器を下表に示します。

性能試験を始める前に MP2110A、および各測定器を 1 時間以上ウォーミングアップしてください。

表 7.3.1-1 性能試験に必要な設備

機器名	必要性能	推奨機器
パルスパターン発生器	クロック周波数: 7 GHz 振幅: 0.5 V _{p-p}	MP2110A (アンリツ)
直流電源*1	電圧: ±2.5V 電流: ±50 mA 設定精度: 1% 以下 電流リミッタ機能有り	2400 (ケースレイインストルメンツ)
光源*2	波長: 850、1310、1550 nm 出力レベル範囲: +3 dBm 以上 レベル安定度: ±0.05 dB	
光パワーメータ*2	波長範囲: 750～1700 nm レベル範囲: -40～+10 dBm (100 nW～10 mW) レベル確度: 5% リニアリティ: ±0.05 dB 以下	AQ2211+ AQ2100212 (横河計測)
可変光減衰器*2、*4	シングルモードファイバ用 波長: 1200～1600 nm 挿入損失: 3 dB 以下 減衰量: 0～30 dB 分解能: 0.1 dB 以下 マルチモードファイバ用 波長: 800～900 nm 挿入損失: 3 dB 以下 減衰量: 0～30 dB 分解能: 0.1 dB 以下	AQ2211+ AQ2200312-SA (横河計測) AQ2211+ AQ2200312-G6 (横河計測)
固定減衰器*3	20 dB K コネクタ 帯域: DC～40 GHz	41KC-20 (アンリツ)
光源*4	波長: 1310 nm 光ファイバ: シングルモード 光変調振幅 (OMA): 0.64 mW (-2 dBm) 以上 ビットレート: 25.78125 Gbit/s	MT1000A、 MU100011A、 G0389A (アンリツ)
サンプリグオシロスコープ*4	光インタフェース 帯域: 30 GHz 以上	MP2110A (アンリツ)

*1: MP2110A-x21、MP2110A-x23、MP2110A-x33、MP2110A-x43 の場合

*2: MP2110A-x22、MP2110A-x23、MP2110A-x25、MP2110A-x26、

MP2110A-x30、MP2110A-x32、MP2110A-x33、MP2110A-x35、
MP2110A-x36、MP2110A-x39、MP2110A-x40、MP2110A-x42、
MP2110A-x45、MP2110A-x46、MP2110A-x49、MP2110A-x80、
MP2110A-x84、MP2110A-x85 の場合

*3: MP2110A-x54 の場合

*4: MP2110A-x55 の場合

7.3.2 振幅確度

(1) 規格

測定値の $\pm 2\% \pm$ オフセット振幅確度

校正実施後のオフセット振幅確度は下の図による。

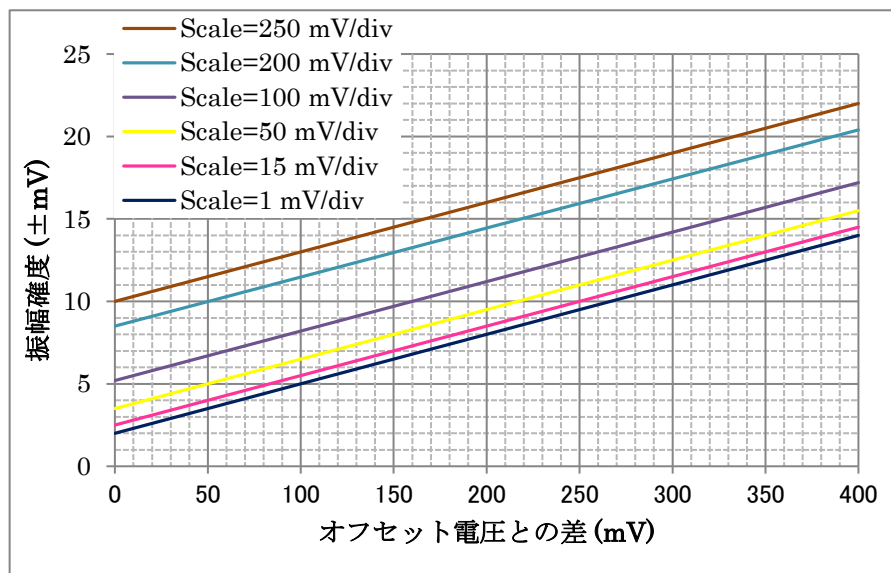


図 7.3.2-1 オフセット振幅確度

(2) 接続

直流電源

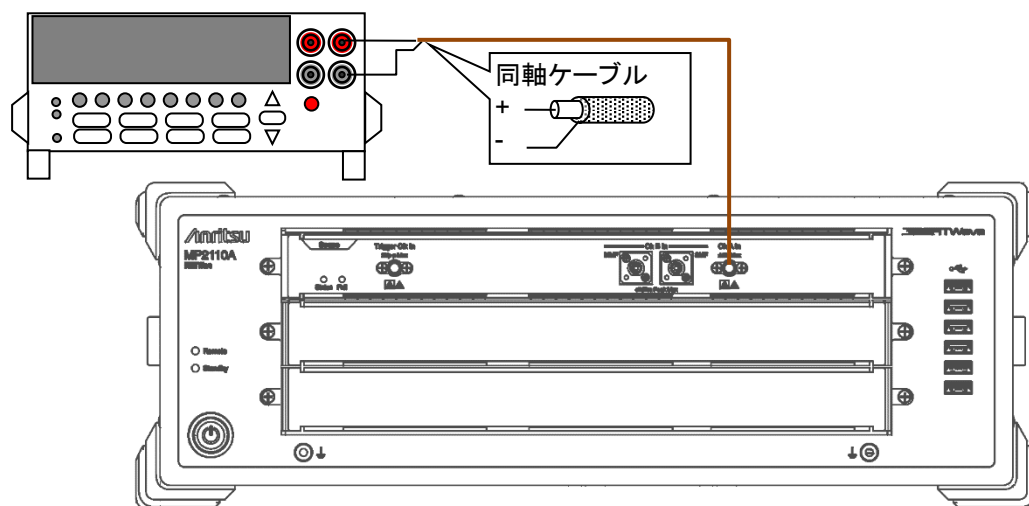


図 7.3.2-2 振幅確度試験接続図

(3) 手順

System Menu の [Initialize] をクリックし、設定を初期化してから以下の手順を実行します。

1. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	2048
	Accumulation Time	None
Time	Tracking	Off
	Symbol Rate	28 000 000 kbaud
	Divide Ratio	8
	Unit	UI
	UI On Screen	2
	Software Delay	0
Amplitude	Ch A Scale	50 mV/Div.
	Ch A Offset	50 mV
	Ch A Attenuation	0 dB
Histogram	Axis	Amplitude
	X1	0
	X2	2
	Y1	-250 mV
	Y2	250 mV

2. 直流電源の Current Limit を 20 mA に設定します。
3. 直流電源の電圧を 0 V に設定します。
4. **Ch A In** コネクタに直流電源を接続します。
同軸ケーブルの中心導体をプラス端子、シールドをマイナス端子に接続します。
5. [Ch A] をクリックして表示を On にします。
6. [Sampling] をクリックして表示を Run にします。
7. ヒストグラム測定結果の標準偏差 (Std Dev) と平均値 (Mean) を記録します。
8. 直流電源の電圧を 200 mV に設定します。
9. ヒストグラム測定結果の平均値を記録します。
10. 直流電源の電圧を-200 mV に設定します。
11. ヒストグラム測定結果の平均値を記録します。

MP2110A-x21 の場合は、Ch A の振幅精度測定に続いて Ch B の振幅精度を試験します。

1. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Amplitude	Ch B Scale	50 mV/Div.
	Ch B Offset	50 mV
	Ch B Attenuation	0 dB
Histogram	Target Channel	Channel B

2. 直流電源の電圧を 0 V に設定します。
3. **Ch B In** コネクタに直流電源を接続します。
同軸ケーブルの中心導体をプラス、シールドをマイナスに接続します。
4. [Ch B] をクリックして表示を On にします。
5. [Sampling] をクリックして表示を Run にします。
6. ヒストグラム測定結果の標準偏差 (Std Dev) と平均値 (Mean) を記録します。
7. 直流電源の電圧を 200 mV に設定します。
8. ヒストグラム測定結果の平均値を記録します。
9. 直流電源の電圧を-200 mV に設定します。
10. ヒストグラム測定結果の平均値を記録します。

7.3.3 光パワーメータ/光入力確度

(1) 規格

確度: ± 0.35 dB

入力レベル

-12~0 dBm

室温 (25°C) で規定

(2) 接続

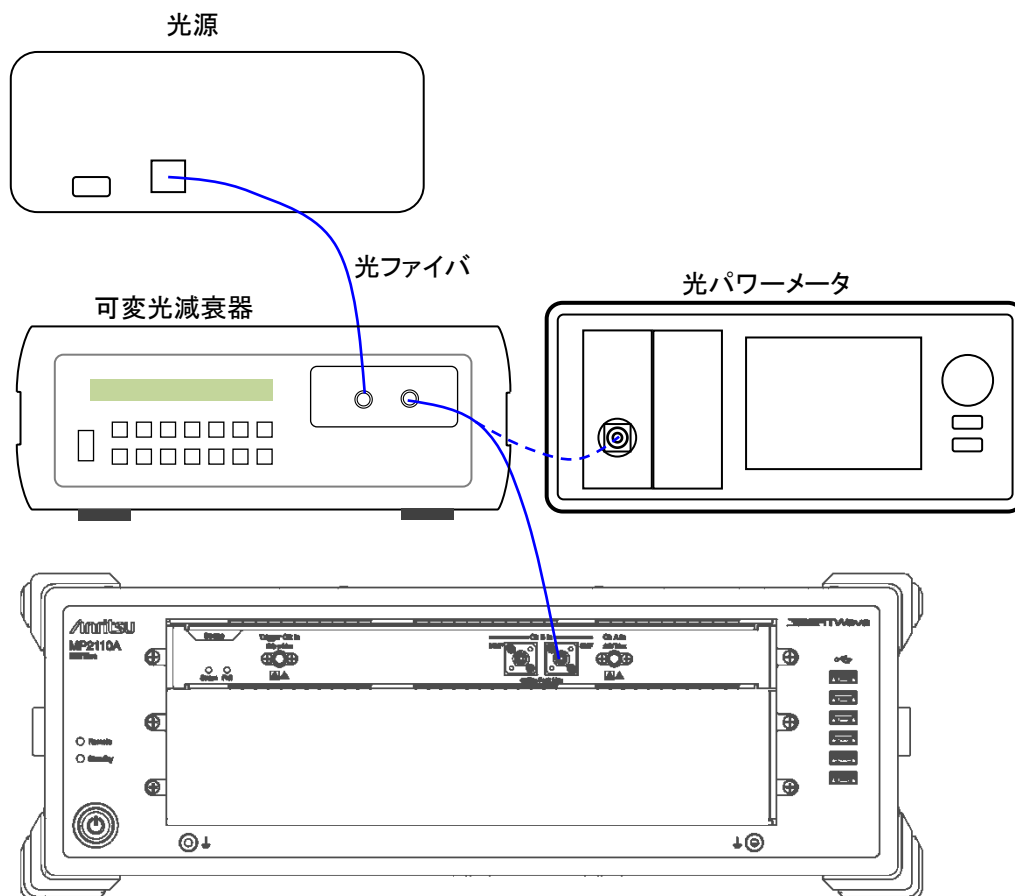


図 7.3.3-1 光パワーメータ/光入力確度の試験接続図 (SMF 接続時)

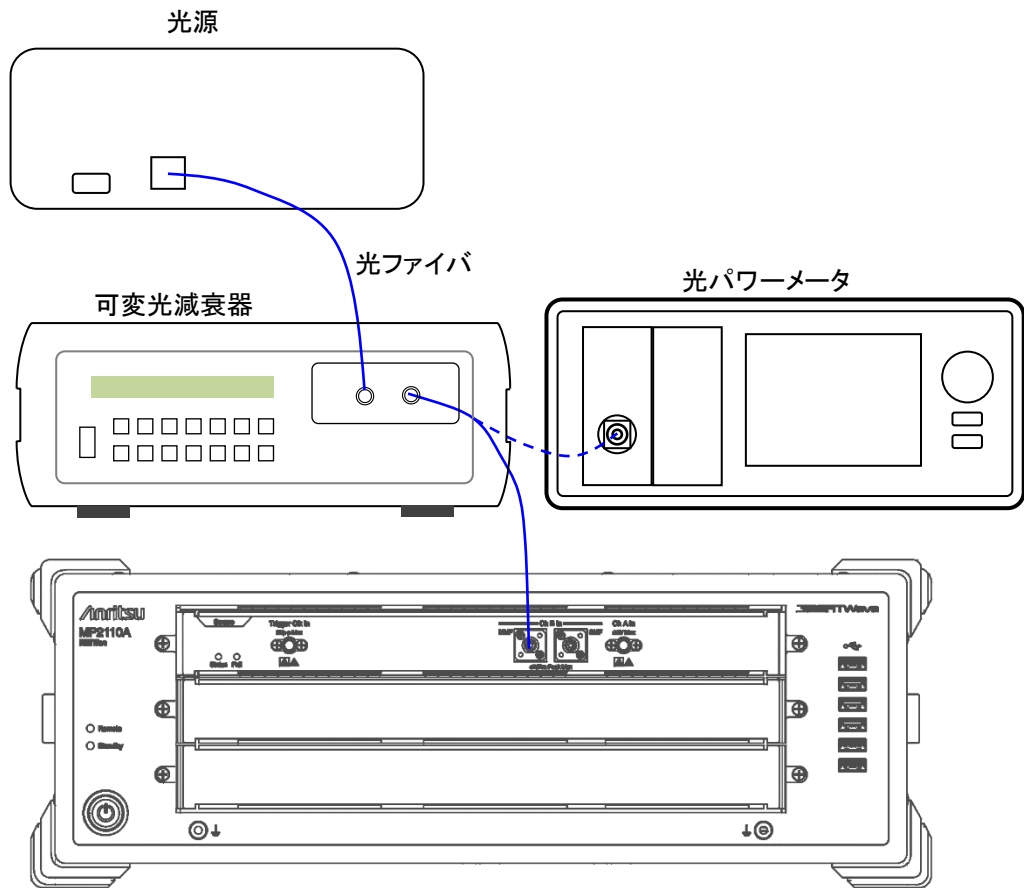


図 7.3.3-2 光パワーメータ/光入力確度の試験接続図 (MMF 接続時)

(3) 手順

はじめに設定を初期化します。

1. System Menu の [Initialize] をクリックして設定を初期化します。
2. Amplitude O/E の [Factory Reset] をクリックして、Conversion Gain と Responsivity の補正データを初期化します。

Ch B の SMF の性能試験を説明します。

1. **Ch B In** の光コネクタ (SMF または MMF) に光が入力されていないことを確認します。
2. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	2048
	Accumulation Time	Persistency
	Limit Type	10.0 sec
Time	Tracking	Off
	Divide Ratio	8
	Unit	UI
	UI On Screen	2
	Software Delay	0
Amplitude	Ch B Attenuation	0 dB
	Input Connector (Wavelength)	SMF 1310 nm
Histogram		On
	Axis	Amplitude
Measure Amplitude/Time	Display	On
	Item	(Ch B) Average Power (dBm)

3. Setup - Utilities の [Calibration] をクリックします。校正が完了したら [OK] をクリックします。
4. シングルモードファイバ用の可変光減衰器を用意します。
5. 光源の出力コネクタと、可変光減衰器の入力コネクタをシングルモードファイバで接続します。
6. 可変光減衰器の出力コネクタと光パワーメータをシングルモードファイバで接続します。
7. 光源の波長を 1310 nm に設定します。

8. 光パワーメータの波長を 1310 nm に設定します。
9. 光源の出力をオンにします。
10. 光パワーメータの表示が -9 dBm (126 μW) 程度になるように、可変光減衰器の減衰量を調整します。
11. 光パワーメータの表示 P (dBm) を記録します。
12. 光パワーメータからシングルモードファイバを外して、**Ch B In** の **SMF** 用光コネクタに接続します。
13. [Scope] をクリックして、Ch B だけグラフを表示します。
14. Scale を調整します。
 - 14-1. [Auto Scale] をクリックします。
 - 14-2. Auto Scale 完了後、Amplitude の Ch B Scale を 30 μW/Div に設定します。
 - 14-3. Histogram の [Center] をクリックします。
15. [Sampling] を Run にします。
16. 表示される Average Power (dBm) と、Histogram の Mean 値 (μW) を記録します。Mean 値 (μW) は dBm に変換して記録してください。
$$\text{dBm} = 10 \log (\mu\text{W} / 1000)$$
17. 可変光減衰器の出力コネクタと光パワーメータをシングルモード光ファイバで接続します。
18. 光源の波長を 1550 nm に設定します。
19. 光パワーメータの波長を 1550 nm に設定します。
20. Amplitude の Input Connector (Wavelength) を [SMF 1550 nm] に設定します。
21. 手順 9 から手順 16 を繰り返します。
22. MP2110A-x61 の場合は、マルチモードファイバ用の可変光減衰器と DFB 光源を用意します。
23. DFB 光源の出力コネクタと、可変光減衰器の入力コネクタをマルチモードファイバで接続します。
24. 可変光減衰器の出力コネクタと光パワーメータをマルチモード光ファイバで接続します。
25. 光源の波長を 850 nm に設定します。
26. 光パワーメータの波長を 850 nm に設定します。
27. Input Connector (Wavelength) を [SMF 850 nm] に設定します。
28. 手順 9 から手順 16 を繰り返します。

MP2110A-x30、MP2110A-x40、MP2110A-x80、MP2110A-x84+MP2110A-x74 の場合は、Ch A、Ch C、Ch D についても同様に性能試験をします。
MP2110A-x84 の場合は、Ch A についても同様に性能試験をします。

Ch B の MMF の性能試験を説明します。

1. **Ch B In** の光コネクタ (SMF または MMF) に光が入力されていないことを確認します。
2. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	2048
	Accumulation Time	Persistency
	Limit Type	10.0 sec
Time	Tracking	Off
	Divide Ratio	8
	Unit	UI
	UI On Screen	2
	Software Delay	0
Amplitude	Ch B Attenuation	0 dB
	Input Connector (Wavelength)	MMF 850 nm
Histogram		On
	Axis	Amplitude
Measure Amplitude/Time	Display	On
	Item	(Ch B) Average Power (dBm)

3. Setup - Utilities の [Calibration] をクリックします。校正が完了したら [OK] をクリックします。
4. マルチモードファイバ用の可変光減衰器を用意します。
5. 光源の出力コネクタと、可変光減衰器の入力コネクタをマルチモードファイバで接続します。
6. 可変光減衰器の出力コネクタと光パワーメータをマルチモードファイバで接続します。
7. 光源の波長を 850 nm に設定します。
8. 光パワーメータの波長を 850 nm に設定します。
9. 光源の出力をオンにします。
10. 光パワーメータの表示が -5 dBm (316 μ W) 程度になるように、可変光減衰器の減衰量を調整します。
11. 光パワーメータの表示 P (dBm) を記録します。

12. 光パワーメータからマルチモードファイバを外して、**Ch B In** の **MMF** 用光コネクタに接続します
13. [Scope] をクリックして、Ch B だけグラフを表示します。
14. Scale を調整します。
 - 14-1. [Auto Scale] をクリックします。
 - 14-2. Auto Scale 完了後、Amplitude の Ch B Scale を 30 $\mu\text{W}/\text{Div}$ に設定します。
 - 14-3. Histogram の [Center] をクリックします。
15. [Sampling] を Run にします。
16. 表示される Average Power (dBm) と、Histogram の Mean 値 (μW) を記録します。Mean 値 (μW) は dBm に変換して記録してください。
$$\text{dBm} = 10 \log (\mu\text{W} / 1000)$$

MP2110A-x39、MP2110A-x49 の場合は、Ch A、Ch C、Ch D についても同様に性能試験をします。

7.3.4 CRU (MP2110A-x54)

(1) 規格

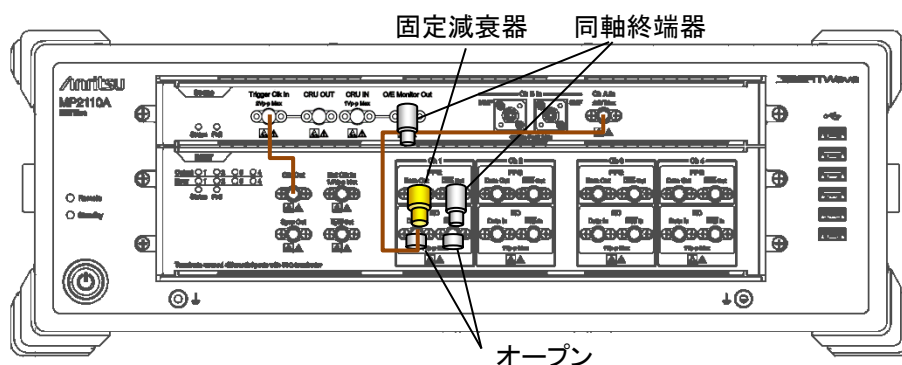
感度: 20 mVp-p 以下

25.78125 Gbit/s、PRBS2³¹-1 NRZ、Loop BW=10 MHz、Single-ended、Mark ratio 1/2、MP2110A PPG を使用

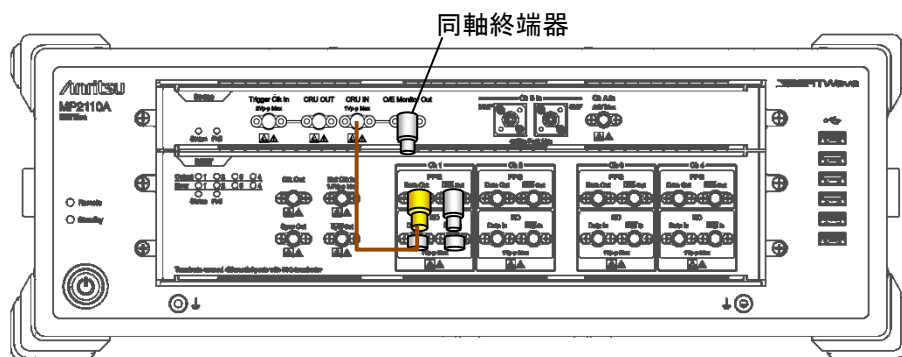
付加ジッタ: 400 fs 以下

25.78125 Gbit/s、26.5625 Gbit/s、28.05 Gbit/s、400±100 mVp-p 入力振幅、1/4Clock Pattern、Loop BW=10 MHz、Single-ended、Mark ratio 1/2、MP2110A PPG を使用

(2) 接続

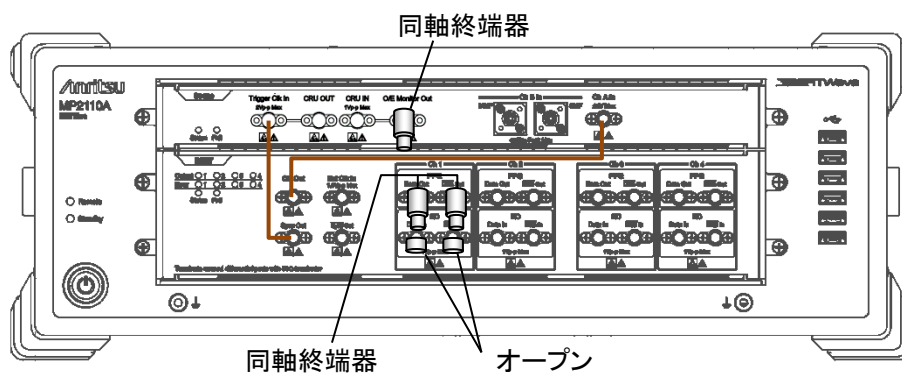


(a) PPG振幅の確認

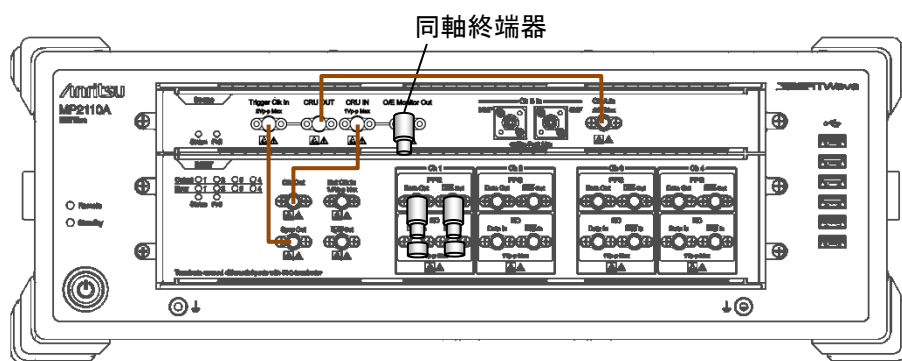


(b) CRU感度の測定

図 7.3.4-1 CRU 感度の試験接続図
(MP2110A の PPG と電気チャネルオシロスコープを使用する場合)



(a) PPGジッタの確認



(b) CRU付加ジッタの測定

図 7.3.4-2 付加ジッタの試験接続図
(MP2110A の PPG と電気チャネルオシロスコープを使用する場合)

(3) 手順

System Menu の [Initialize] をクリックし、設定を初期化してから以下の手順を実行します。

感度の試験: (a) PPG 振幅の確認

1. **Clk Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
2. **PPG1 Data Out** コネクタと CRU の **O/E Monitor Out** コネクタに、同軸終端器を接続します。
3. **ED1 Data In** コネクタ、および **ED1 Data In** コネクタに、オープンを接続します。
4. PPG1 の **Data Out** コネクタに 20 dB 固定減衰器を取り付けます(図 7.3.4-1 (a) 参照)。
5. 20 dB 固定減衰器と **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
6. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	25781250 kbit/s
Clock Output	Ch1/2
PPG Amplitude	0.2
External ATT	0
Test Pattern (PPG)	PRBS 2 ³¹ -1、POS
PPG Data/XData	ON

7. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistence
	Time	10.0 sec
Time - Rate	Tracking	Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: Clock Output
Time - CRU	Operation Mode	Recovery
	Operation Rate	100GbE/4 (25.78125G)
	CRU Loop BW	10 MHz

8. Scope の [Ch A] をクリックして、振幅を測定します。
9. Scope のアイ振幅が 20±1 mV となるよう、PPG Amplitude を調整します。

10. **Clk Out** コネクタと **Trigger Clk In** コネクタを接続している同軸ケーブルを外します。

感度の試験: (b) CRU 感度の測定

1. 20 dB 固定減衰器と **CRU In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
CRU の **OE Monitor Out** コネクタに、同軸終端器が接続されていることを確認します (図 7.3.4-1 (b) 参照)。
2. Scope の [Time CRU] をクリックして、[CRU] タブをクリックします。
3. Lock Status が Lock (緑色) になることを確認します。

付加ジッタの試験: (a) PPG ジッタの確認

1. PPG1 の **Data Out** コネクタの 20 dB 固定減衰器を外します (図 7.3.4-2 (a) 参照)。
2. PPG1 の **Data Out** コネクタと CRU の **O/E Monitor Out** コネクタに、同軸終端器を接続します。
3. **Sync Out** コネクタと **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
4. **Clk Out** コネクタと **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します。
5. [PPG/ED Ch1] をクリックします。次の設定をします。

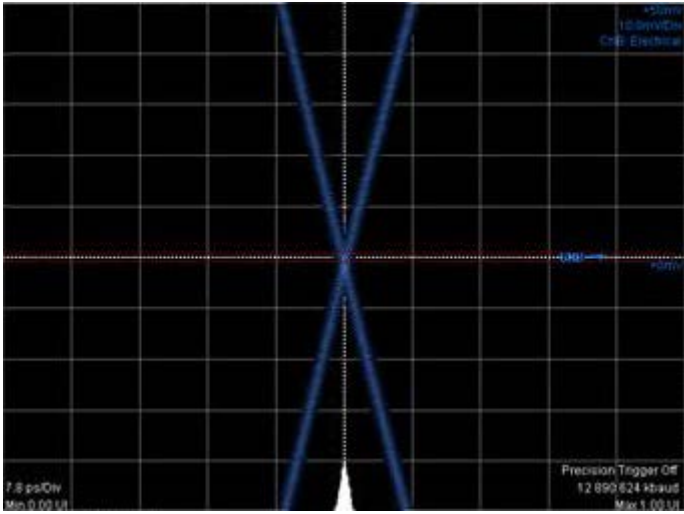
項目	設定値
Reference Clock	Internal
Bit Rate	25781250 kbit/s
Sync Out	PPG1_1/8Clk
Clk Out	Ch1/2
Test Pattern (PPG)	PRBS2 ³¹ -1
PPG Data/XData	ON

6. [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec
Time - Rate	Tracking	Symbol Rate: PPG, Divide Ratio: UserDefined
	Divide Ratio	4
Time - Scale/Offset	Unit	UI
	UI on Screen	1 UI
Time - CRU	Operation Mode	Recovery
	Operation Rate	100GbE/4 (25.78125G)
	CRU Loop BW	10 MHz
Amplitude	Scale	10.0 mV/Div
	Offset	0 mV
Histogram	Histogram	On
	Axis	Time
	X1	0.00 UI
	X2	1.00 UI
	Y1	1 mV
	Y2	-1 mV

7. Scope の [Ch A] をクリックしてグラフを表示します。

8. 波形のクロス点が中央に表示されるよう、Time - Scale/Offset の Software Delay を調整します。



9. Jitter RMS 測定値を記録します。Histogram の std Dev 値が Jitter RMS 値となります。

付加ジッタの試験: (b) CRU 付加ジッタの測定

1. **Clk Out** コネクタと **CRU In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.3.4-2 (b) 参照)。
2. **CRU Out** コネクタと **Ch A In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.3.4-2 (b) 参照)。
3. Scope の [Time CRU] をクリックして、[CRU] タブをクリックします。
4. Lock Status が Lock (緑色) になることを確認します。
5. 波形のクロス点が中央に表示されるよう、Time - Scale/Offset の Offset を調整します。
6. Jitter RMS 測定値を記録します。Histogram の std Dev 値が Jitter RMS 値となります。
7. 次の式で付加ジッタ J_{Add} を計算します。

$$J_{Add} = \sqrt{(J_{CRU})^2 - (J_{PPG})^2}$$

J_{CRU} : 手順 6 の測定値

J_{PPG} : 付加ジッタの試験 (a) 手順 9 の測定値

8. PPG1 の Bit Rate と Scope の Operation Rate を次の値に変更して、付加ジッタの試験 (a) 手順 4~9 および付加ジッタの試験 (b) 1~7 を繰り返します。

PPG1 の Bit Rate	Scope - CRU の Operation Rate
26 562 500 kbit/s	400GbE/8 (26.5625G)
28 050 000 kbit/s	32GFC (28.05G)

7.3.5 26G/53G CRU (MP2110A-x55)

(1) 規格

感度: 265 μ W 以下 (OMA)

25.78125 Gbit/s、PRBS2³¹-1 NRZ、波長 1310 nm

(2) 接続

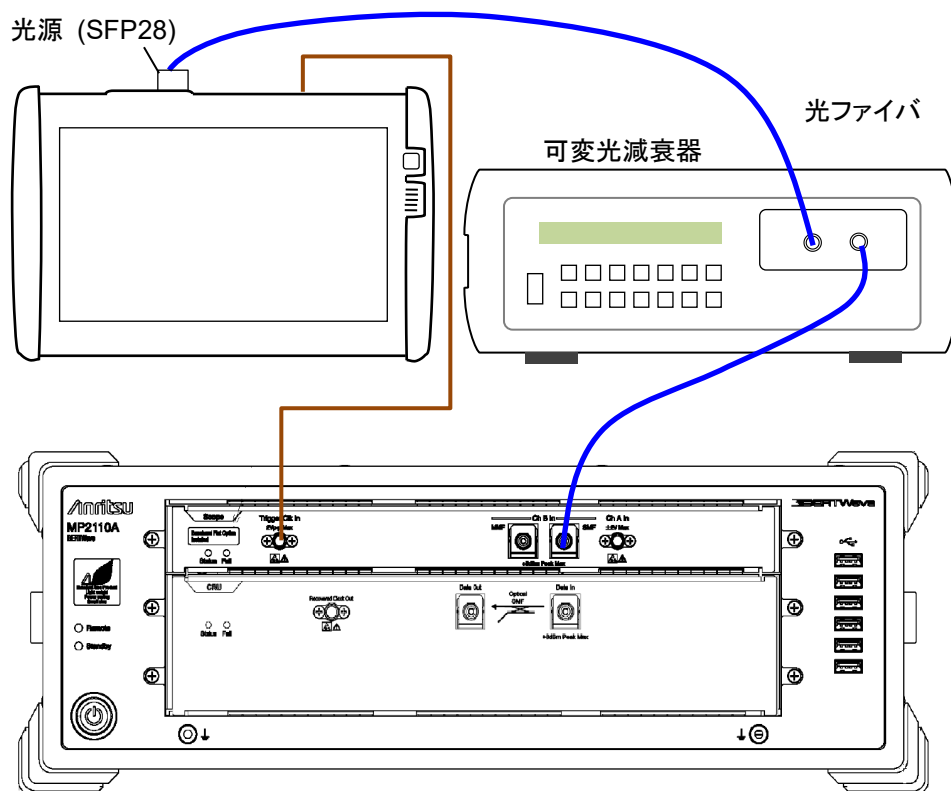


図 7.3.5-1 CRU 感度の試験接続図 (光変調振幅の確認)

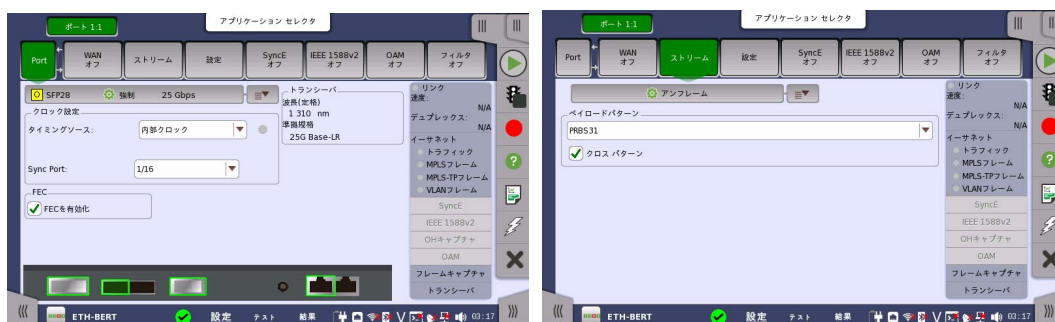


図 7.3.5-2 MT1000A の設定

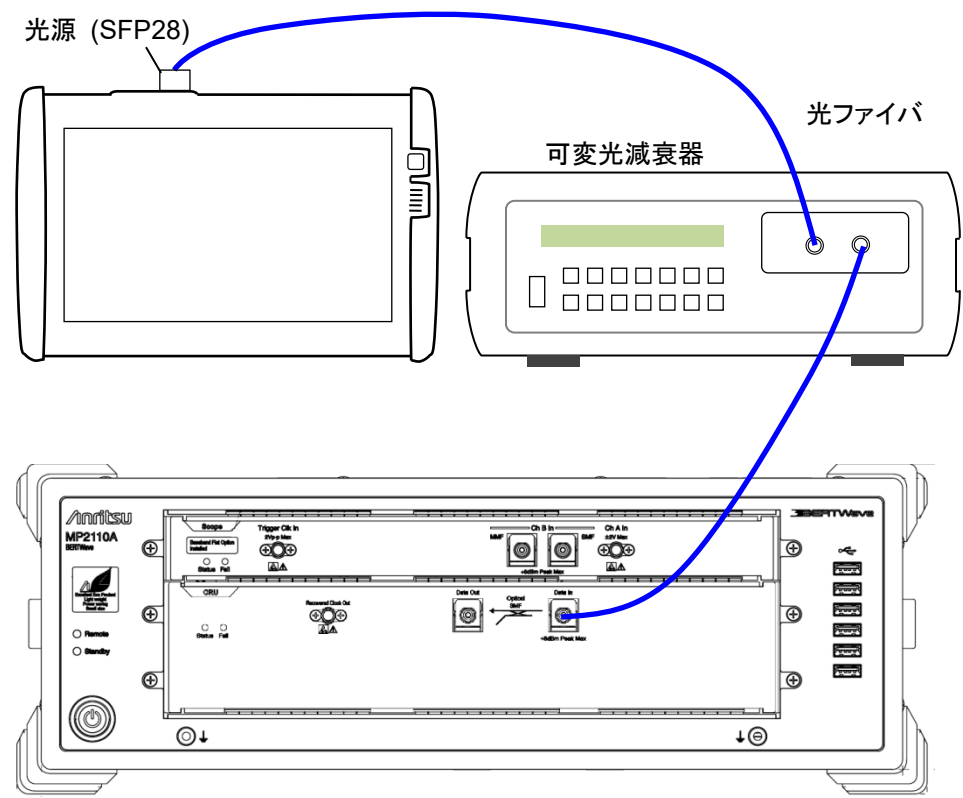


図 7.3.5-3 CRU 感度の試験接続図

(3) 手順

System Menu の [Initialize] をクリックし、設定を初期化してから以下の手順を実行します。

光変調振幅の確認

1. MU100011A の **Sync Clock Out** コネクタと Scope の **Trigger Clk In** コネクタを同軸ケーブルで接続します (図 7.3.5-1 参照)。
2. 光源の出力コネクタと、可変光減衰器の入力コネクタをシングルモードファイバで接続します。
3. 可変光減衰器の出力コネクタと Scope の **Ch B In** コネクタ (SMF) をシングルモードファイバで接続します。
4. MT1000A の設定をします (図 7.3.5-2 参照)。

項目	設定値
アプリケーション	Ethernet BERT
Port	SFP28
Sync Port	1/16
ストリーム	アンフレーム
ペイロードパターン	PRBS31
クロスパターン	チェック有り

5. MP2110A の [Scope] をクリックします。次の設定をします。

ダイアログ ボックス	項目	設定値
Setup - General	Signal Type	NRZ
	Sampling Mode	Eye
	Number of Samples	4050
	Accumulation Time	Persistency
	Time	10.0 sec
Time - Rate	Tracking	Off
Time - CRU*	Operation Mode	Recovery
	Operation Rate	100GbE/4 (25.78125G)
	CRU Loop BW	4 MHz
	Auto Relock	On

*: MP2110A-x54 と MP2110A-x55 を搭載している場合は、CRU(53G) タブをクリックします。

6. Scope の [Time] をクリックして、[Rate] タブの [Acquire Clock Rate] をクリックします。
7. Scope の [Ch B] をクリックして、振幅を測定します。
8. Scope のアイ振幅が $244 \pm 5 \mu\text{W}$ となるよう、可変光減衰器の減衰量を調整します。
9. **Sync Clock Out** コネクタと **Trigger Clk In** コネクタを接続している同軸ケーブルを外します。

CRU 感度の測定

- 可変光減衰器の出力コネクタと 26G/53Gbaud CRU の **Data In** コネクタをシングルモードファイバで接続します (図 7.3.5-3 参照)。
- 40 秒以内に Lock Status が Lock (緑色) になることを確認します。

この章では、MP2110A の保守、保管、および廃棄について説明します。

8.1	日常の手入れ	8-2
8.2	コネクタの交換方法	8-3
8.3	光コネクタ・光アダプタのクリーニング	8-4
8.4	ソフトウェアバージョンを表示する	8-7
8.5	ソフトウェアを更新する	8-8
8.6	オプションライセンスを追加する	8-9
8.6.1	MP2110A-36x、MP2110A-37x、MP2110A-39x のライセンスを追加する場合	8-9
8.6.2	MP2110A-36x、MP2110A-37x、MP2110A-39x 以外のライセンスを追加する場合	8-11
8.7	補正データの初期化手順	8-13
8.8	システムリカバリ機能	8-14
8.8.1	WES7 の場合	8-14
8.8.2	Win10 の場合	8-21
8.9	校正	8-30
8.10	保管	8-31
8.11	輸送・廃棄	8-32

8.1 日常の手入れ

日常の手入れは、必ず電源を切って、電源プラグを抜いてから行ってください。

外観の汚れ

外観の汚れが目立つとき、ほこりの多い場所で使用したとき、あるいは長期保管をする前には、石けん水を含ませ、固くしぼった布でふいてください。

ネジの緩み

プラスドライバを使用して締めつけてください。

8.2 コネクタの交換方法

MP2110A の光コネクタは、FC を標準で装着しています。この光コネクタはお客様が別の種類のコネクタに交換できます。

参考として図 8.2-1 にコネクタの種類を示します。

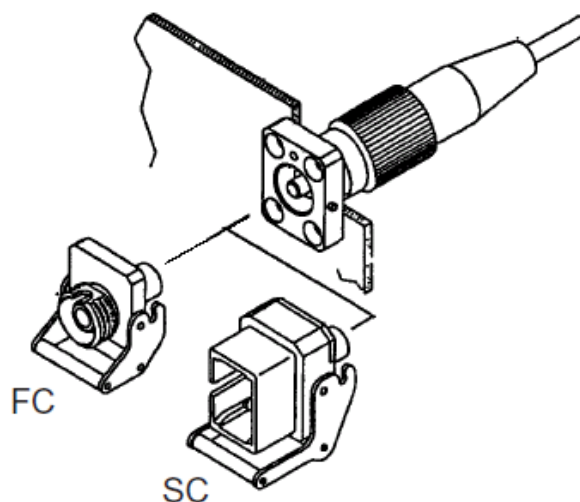


図 8.2-1 コネクタの種類

⚠ 警告

MP2110A に接続されたケーブルをのぞかないでください。レーザー光が目に入ると、被ばくし、負傷するおそれがあります。

⚠ 注意

光コネクタを交換する場合は、コネクタおよびコネクタの接続面を傷つけないように注意してください。

8

保守

光コネクタを取り外すには

1. 光コネクタのカバーを開けます。
2. レバーを手前に引き上げます。
3. ラッチが外れたことを確認してから、光コネクタを手前に引きます。

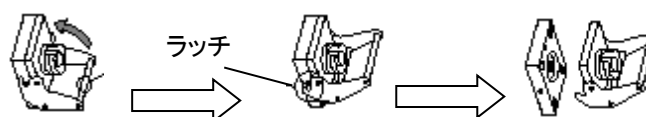


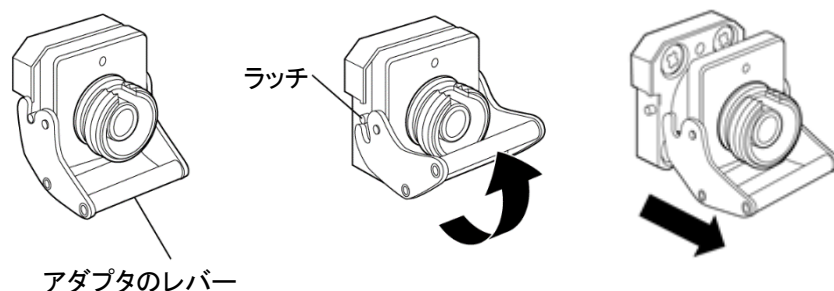
図 8.2-2 光コネクタの外し方

8.3 光コネクタ・光アダプタのクリーニング

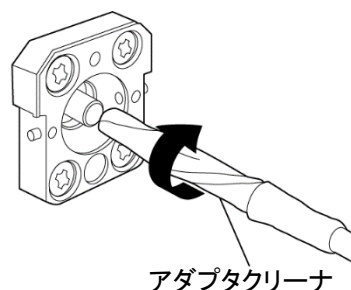
MP2110A 内蔵のフェルール端面のクリーニング

MP2110A 光入出力コネクタ内部のフェルールのクリーニングには、MP2110A の応用部品のアダプタクリーナを使用してください。フェルールは定期的にクリーニングするようにしてください。FC アダプタを例に説明してありますが、ほかのアダプタの場合も同様の方法・手順でクリーニングしてください。

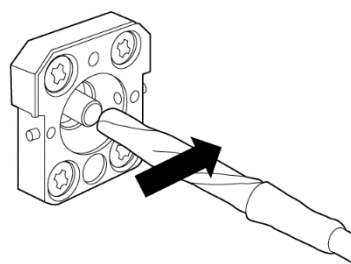
1. アダプタのレバーを引き上げ、ラッチが外れたことを確認してからアダプタを静かにまっすぐ手前に引き抜きます。



2. アルコールを浸したアダプタクリーナをフェルール端面・側面に押し当て、クリーニングします。



3. アルコールのついていない新しいアダプタクリーナの先端部をフェルール端面に押し当て、一方向に 2～3 回ふき、仕上げます。

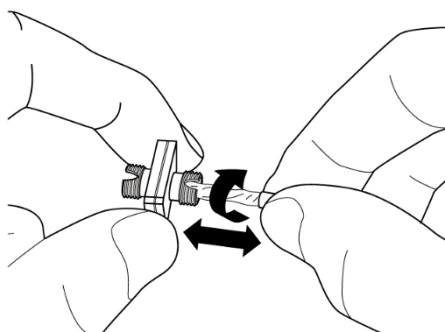


4. アダプタクリーナでアダプタの内部を清掃します。
(下記光アダプタのクリーニング参照)
5. アダプタを逆の手順で取り付けます。その際、フェルール端面を傷つけないよう十分に注意してください。

光アダプタのクリーニング

光ファイバケーブル接続用の光アダプタのクリーニングには、MP2110A の応用部品のアダプタクリーナを使用してください。FC アダプタを例に説明してありますが、ほかのアダプタの場合も同様の方法・手順でクリーニングしてください。また、MP2110A 内蔵のフェルルル端面のクリーニングで外したアダプタも、以下の手順でクリーニングしてください。

アダプタクリーナを光アダプタの割スリーブ内部に挿入し、前後に動かしながら一方向に回転させます。

**注:**

フェルルル径を確認し、1.25 mm 専用または 2.5 mm 専用のアダプタクリーナを使用してください。

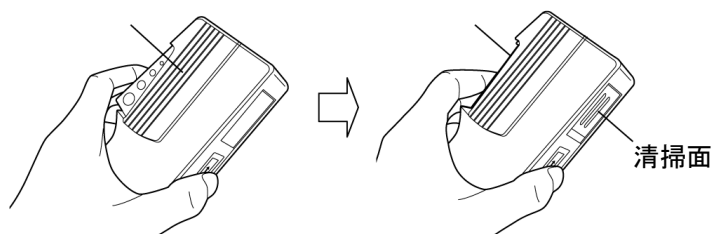
光ファイバケーブルのフェルール端面のクリーニング

ケーブル端のフェルールのクリーニングには、MP2110A の応用部品のフェルールクリーナを使用してください。FC コネクタを例に説明してありますが、ほかのコネクタの場合も同様の方法・手順でクリーニングしてください。

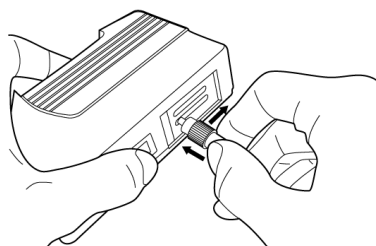
1. フェルールクリーナのレバーを引き、清掃面を出します。

フェルールクリーナ

レバー



2. レバーをそのままの状態保持し、光コネクタのフェルール端面を清掃面に押しつけ、一方向にこすります。



8.4 ソフトウェアバージョンを表示する

ソフトウェアバージョンの表示方法は、「4.3.13 System Information」を参照してください。

8.5 ソフトウェアを更新する

ソフトウェアの更新方法は、リリースノートを参照してください。リリースノートは当社ホームページにて公開しています。

<https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/support/downloads?model=MP2110A>

8.6 オプションライセンスを追加する

8.6.1 MP2110A-36x、MP2110A-37x、MP2110A-39xのライセンスを追加する場合

この手順は、次のオプションのライセンスを追加するときに適用します。

- MP2110A-36x オプションライセンス:
MP2110A-363、または MP2110A-369
- MP2110A-37x オプションライセンス:
MP2110A-374
- MP2110A-39x オプションライセンス:
MP2110A-395、MP2110A-396、または MP2110A-398

<手順>

1. 当社ホームページより最新版のソフトウェア（MX210000A）とリリースノート
をダウンロードして、ソフトウェアを更新します。
オプションライセンスの追加には、下記のバージョンのソフトウェアが必要です。

MP2110A-36x、MP2110A-37x オプションライセンス:

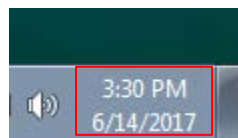
バージョン 8 以降

MP2110A-39x オプションライセンス:

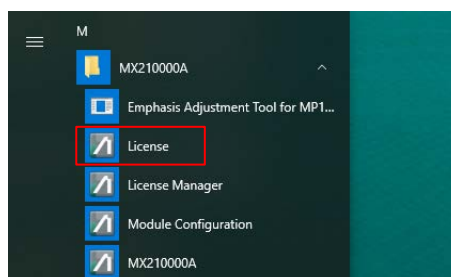
バージョン 6.01 以降

<https://www.anritsu.com/test-measurement/support/downloads?model=MP2110A>.

2. MP2110A の Windows の現在時刻と日付を確認します。時刻や日付がずれている場合は、Windows のコントロールパネルで変更します。

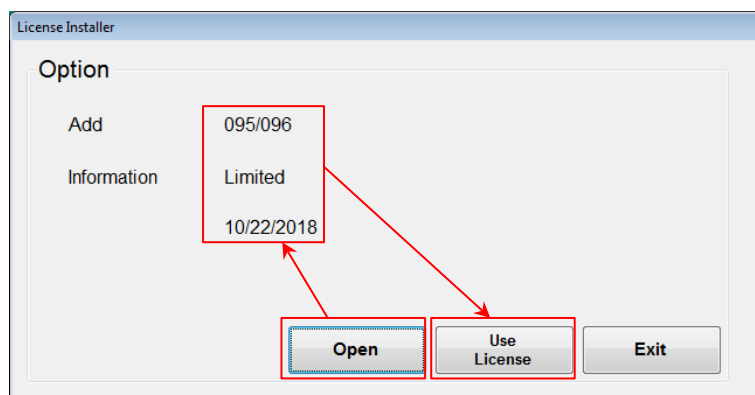


3. ライセンスファイル (lservrc_XXXX) を MP2110A のデスクトップにコピーします。
4. MX210000A が起動している場合は、[System Menu] – [Exit] をクリックして MX210000A を終了します。
5. スタートメニューの [MX210000A] – [License] をクリックします。

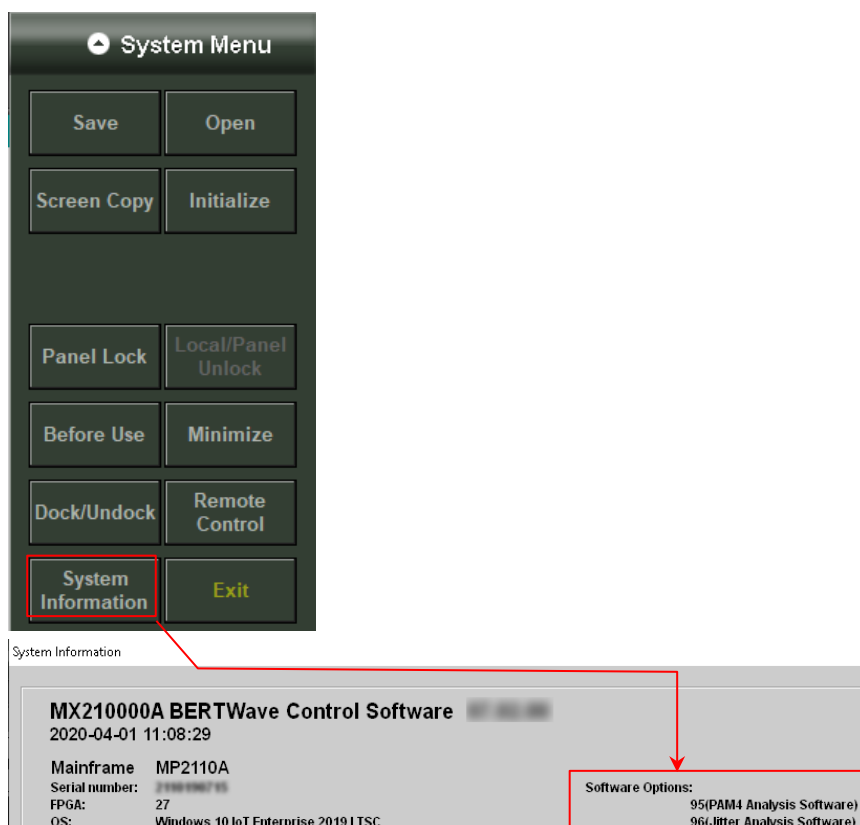


6. License Installer ダイアログボックスの [Open] をクリックします。

7. 手順3でコピーしたライセンスファイルを選択して、[OK] をクリックします。追加するオプションの情報が表示されます。
8. [Use License] をクリックします。License Installer ダイアログボックスがグレーアウトするため、しばらく待ちます。



9. [Exit] をクリックし、License Installer ダイアログボックスを閉じます。
10. デスクトップの MX210000A をダブルクリックして、アプリケーションを起動します。
11. [System Menu] – [System Information] をクリックして、オプションが追加されていることを確認します。



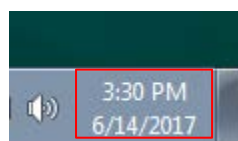
8.6.2 MP2110A-36x、MP2110A-37x、MP2110A-39x以外のライセンスを追加する場合

<手順>

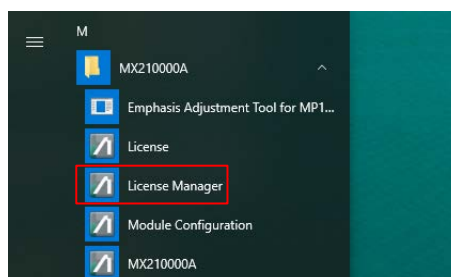
1. 当社ホームページより最新版のソフトウェア（MX210000A）とリリースノートダウンロードして、ソフトウェアを更新します。オプションライセンスの追加には、バージョン 7.04 以降のソフトウェアが必要です。

<https://www.anritsu.com/test-measurement/support/downloads?model=MP2110A>.

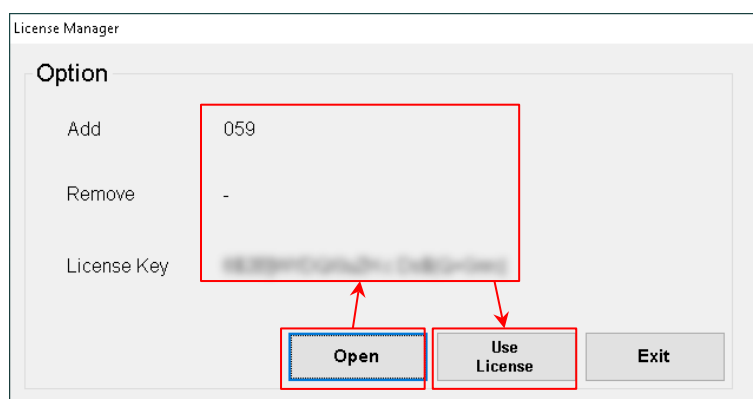
2. MP2110A の Windows の現在時刻と日付を確認します。時刻や日付がずれている場合は、Windows のコントロールパネルで変更します。



3. ライセンスファイル（OptionLicense.txt）を MP2110A のデスクトップにコピーします。
4. MX210000A が起動している場合は、[System Menu] – [Exit] をクリックして MX210000A を終了します。
5. スタートメニューの [MX210000A] – [License Manager] をクリックします。

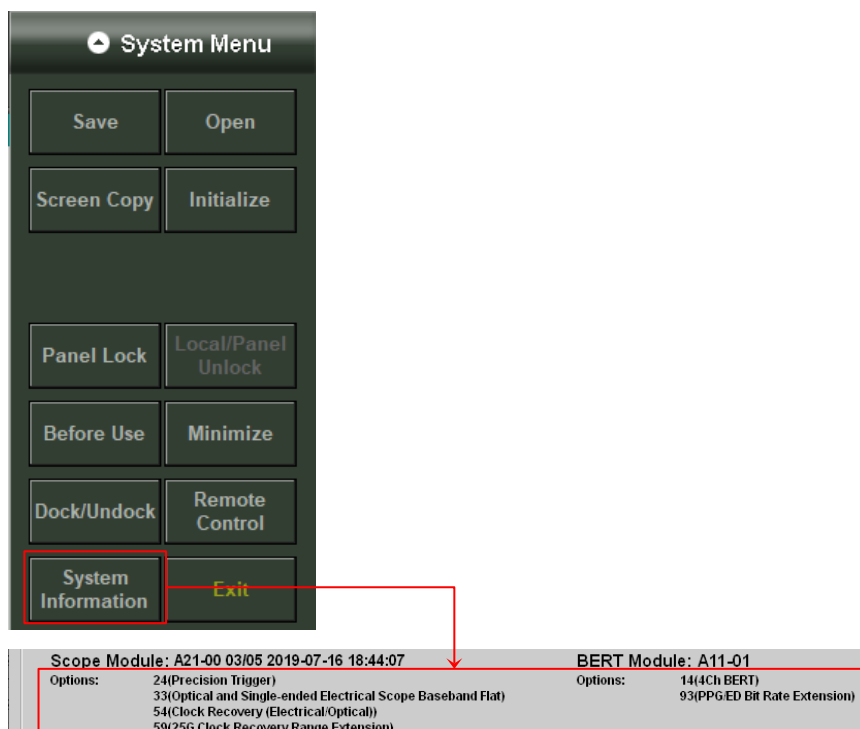


6. License Manager ダイアログボックスの [Open] をクリックします。
7. 手順 3 でコピーしたライセンスファイルを選択して、[OK] をクリックします。追加するオプションの情報が表示されます。
8. [Use License] をクリックします。License Manager ダイアログボックスがダブレイアウトするため、しばらく待ちます。



9. [Exit] をクリックし、License Manager ダイアログボックスを閉じます。

10. デスクトップの MX210000A をダブルクリックして、アプリケーションを起動します。
11. [System Menu] – [System Information] をクリックして、オプションが追加されていることを確認します。



8.7 補正データの初期化手順

BERTWave 制御ソフトウェア (MX210000A) は、System Menu の[Initialize]を実行しても一部の補正データは初期化(工場出荷時設定)されません。以下に該当する項目と初期化手順を示します*。

*: 8.8 システムリカバリを実行した場合も、以下の項目は初期化されます。

表 8.7-1 [Initialize]で初期化されない項目

項目	初期化手順
Conversion Gain / Responsivity (表 6.2.5-1 参照)	<ol style="list-style-type: none"> Control Ch を[All]にします。 [Amplitude O/E]をクリックして、ダイアログボックス(図 6.2.5-2)を表示します。 [O/E]タブを選択します。 <ul style="list-style-type: none"> Input Connector から、初期化する波長を選択します。 [Factory Reset]をクリックします*。
Noise Coefficient (表 6.2.4-3 参照)	<ol style="list-style-type: none"> Control Ch を[All]にします。 [Measure]をクリックして、ダイアログボックス(図 6.2.4-1、または 6.2.4-2)を表示します。 [Amplitude/Time]タブから[PAM4]をクリックして、ダイアログボックス(図 6.2.4-4)を表示します。 Setup (PAM4 Amplitude/Time)ダイアログボックスで、Noise Coefficient の[Reset]をクリックします*。
デジタルフィルタの補正值	<ol style="list-style-type: none"> MX210000A が起動している場合、[System Menu] - [Exit]をクリックして MX210000A を終了します。 補正值ファイルが保存されている下記のフォルダに移動します。 C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\SysFile 下記ファイルがある場合は削除します。 <ul style="list-style-type: none"> FilterCorrection.xml FilterDefine.xml DelayCorrection.txt

*: 設定が工場出荷時から変更されている場合、GUI に変更日時が表示されます。日付の表示がない場合初期化は不要です。

8.8 システムリカバリ機能

MP2110A には、ディスク上のデータを工場出荷時の状態に戻すためのシステムリカバリ機能があります。万が一、システムが不安定になった場合に使用できます。

注意

本機能の実行前に下記の点を理解したうえで必要なデータをバックアップしてください。

- ・ システムリカバリを実行すると、Windows の設定が工場出荷時の状態に戻り、Cドライブに記録されているデータはすべて工場出荷時の状態に戻ります。このため、追加したアプリケーションやアップデート、保存した測定条件、測定結果、スクリーンキャプチャなどのデータは消去されます。
- ・ 本機能により消去されたデータを復旧させることはできません。
- ・ システムリカバリを実施すると、BERTWave 制御ソフトウェア (MX210000A) を再インストールする必要があります。リカバリを実施する前の準備として、使用していたバージョンの MX210000A のソフトウェアインストーラを用意してください。

8.8.1 WES7の場合

<手順>

1. MP2110A がネットワークに接続されている場合は切り離します。
2. MP2110A にキーボードおよびマウスを接続し、MP2110A の電源を On にします。
3. キーボードの **F8**を押します。次の画面が表示されます。

```
Choose Advanced Options for: Windows Server 2012 Release Candidate
(Use the arrow keys to highlight your choice.)
```

```
Repair Your Computer
```

```
Safe Mode
Safe Mode with Networking
Safe Mode with Command Prompt
```

```
Enable Boot Logging
Enable low-resolution video
Last Known Good Configuration (advanced)
Debugging Mode
Disable automatic restart on system failure
Disable Driver Signature Enforcement
Disable Early Launch Anti-Malware Driver
```

```
Start Windows Normally
```

```
Description: View a list of system recovery tools you can use to repair
startup problems, run diagnostics, or restore your system.
```

```
ENTER=Choose
```

```
ESC=Cancel
```

4. キーボードの矢印キーで [Repair Your Computer] を選択し、**Enter**を押します。

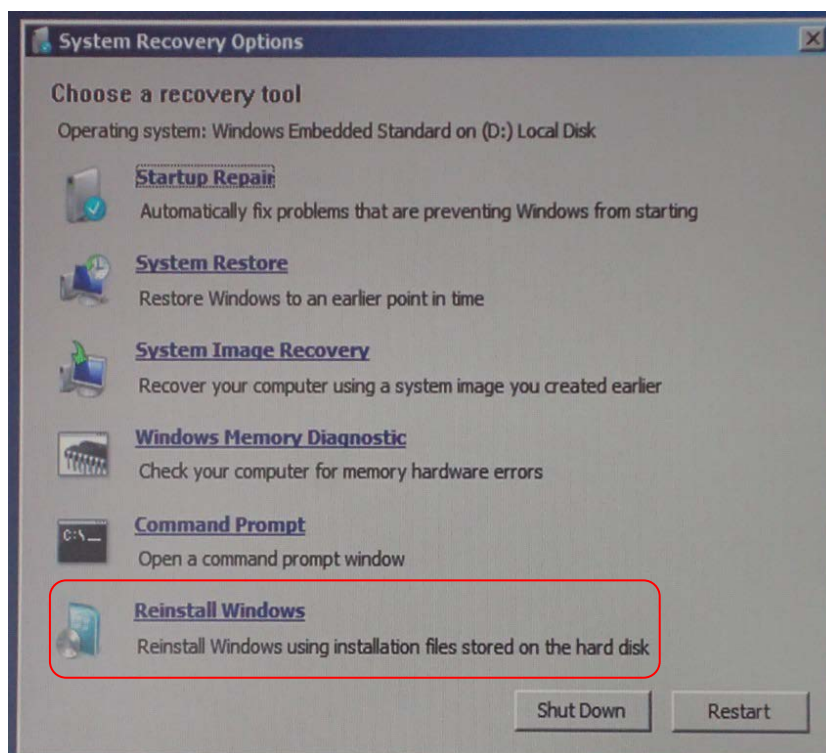
5. [Next] をクリックします。



6. [OK] をクリックします。Password は空欄のままにしてください。



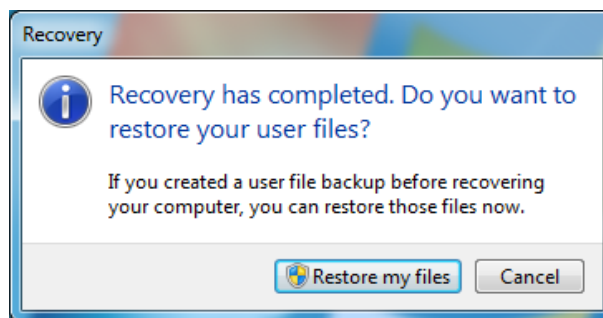
7. [Reinstall Windows] をクリックします。



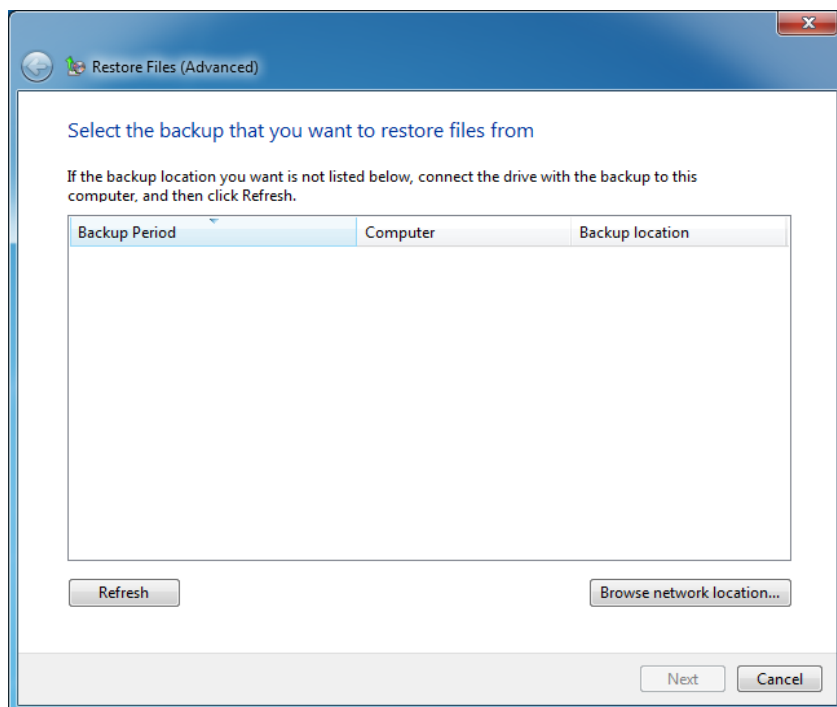
8. [Yes] をクリックします。



9. リカバリ処理には 10～30 分かかります。数回再起動した後に Recovery ダイアログボックスが表示されます。[Restore my files] をクリックします。

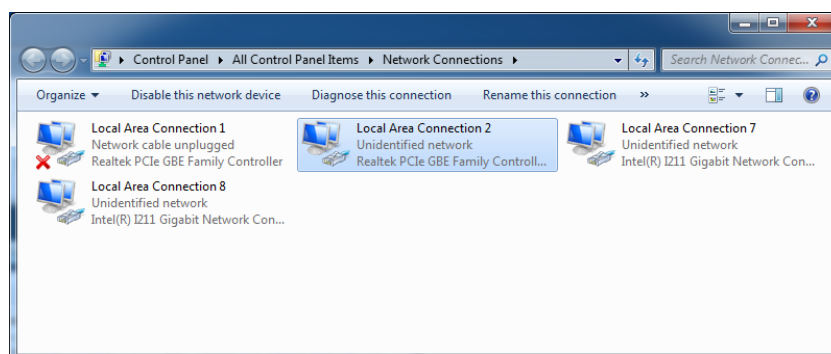


10. [Cancel] をクリックします。

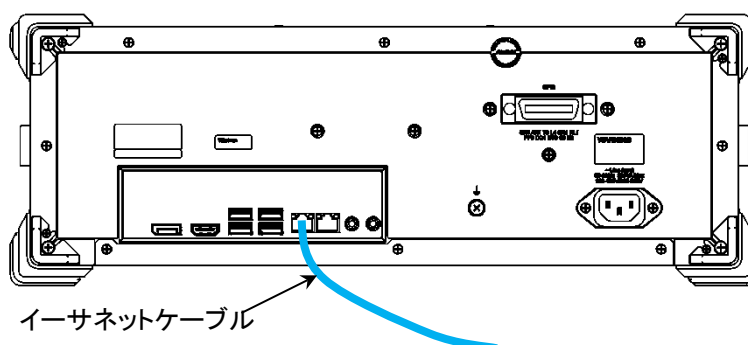


11. エクスプローラーを起動し、次のフォルダを開きます。
C:\Program Files\Anritsu\PreSetup

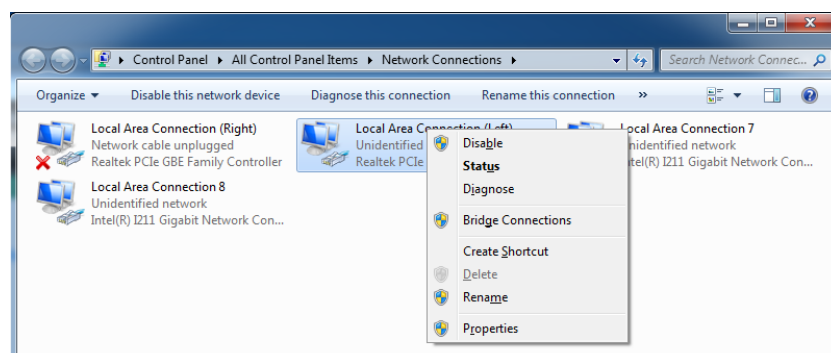
12. Recovery.bat を右クリックして、[run as administrator] をクリックします。
13. MP2110A が再起動した後、エクスプローラーを起動します。次のフォルダが削除されていることを確認します。
c:\Windows.old
削除されていない場合は、手順 11、12 の操作を繰り返します。
14. Control Panel から [Network Connections] をクリックします。



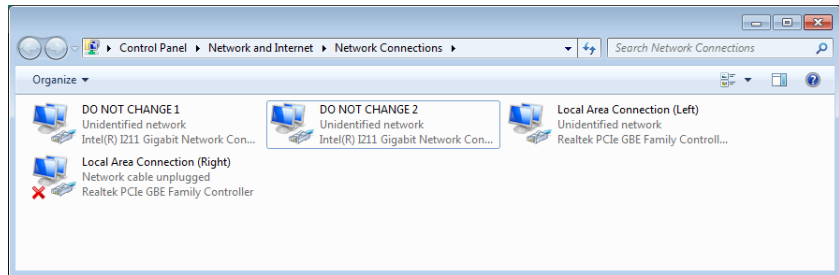
15. 背面パネルの左側のイーサネットコネクタにケーブルを接続して、リンクを確立させます。



16. ×印が消えた Realtek PCIe GBE Family Controller のアイコンを右クリックします。
17. [Rename] をクリックします。
18. Local Area Connection (Left) に名前を変更します。
19. もう 1 つの Realtek PCIe GBE Family Controller のアイコンを右クリックします。
20. [Rename] をクリックします。
21. Local Area Connection (Right) に名前を変更します。



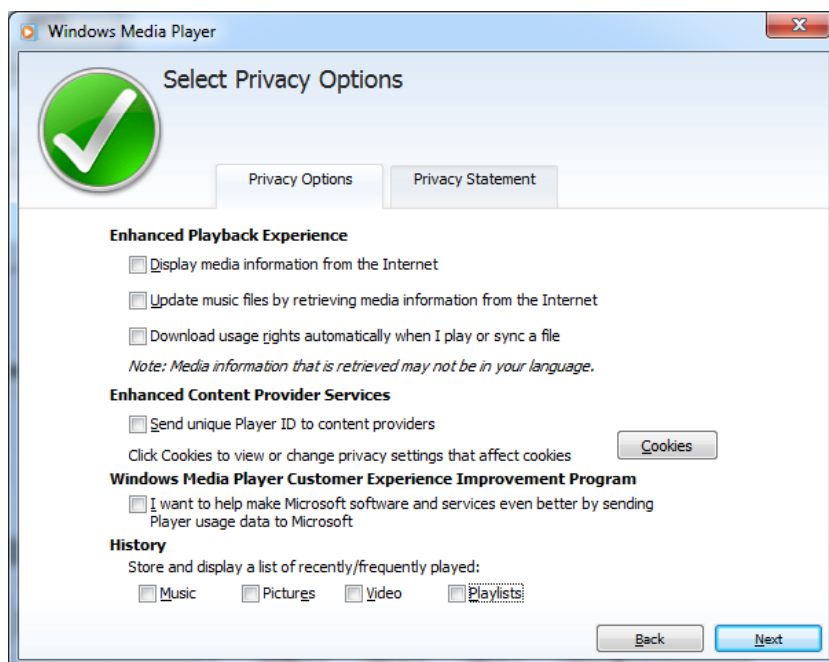
22. Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンを右クリックします。
23. [Rename] をクリックします。
24. DO NOT CHANGE 1 に名前を変更します。
25. Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンが 2 つある場合は、もう 1 つの Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンを右クリックします。
26. [Rename] をクリックします。
27. DO NOT CHANGE 2 に名前を変更します。



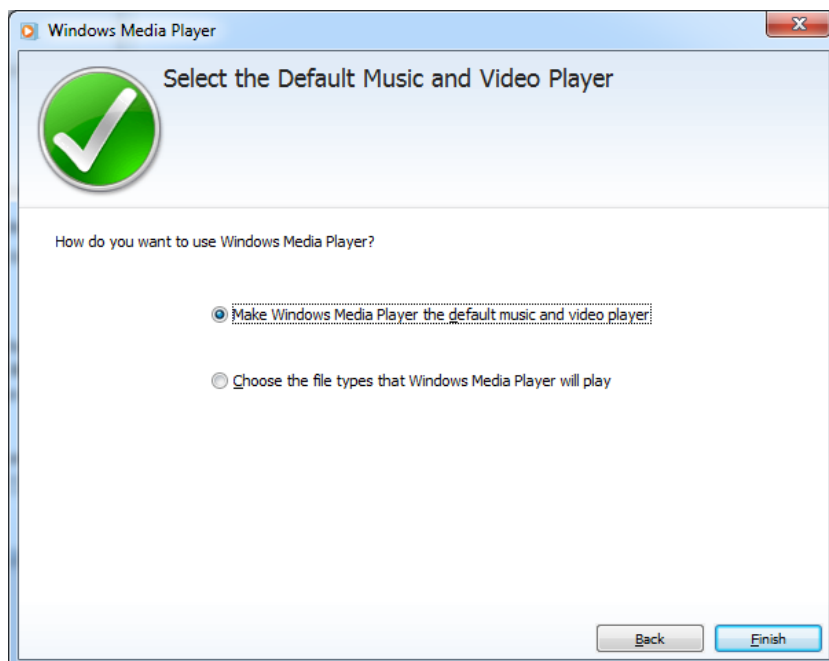
28. Start Menu → All Programs → Windows Media Player をクリックします。
29. [Custom Settings] をクリックして、[Next] をクリックします。



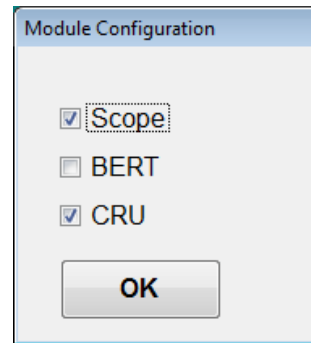
30. すべてのチェックボックスが選択されていないことを確認して、[Next] をクリックします。



31. [Make Windows Media Player the default music and video player] をクリックして、[Finish] をクリックします。



32. BERTWave 制御ソフトウェア (MX210000A) をリリースノートに従って、インストールします。インストーラ起動後に **Module Configuration** ダイアログボックスが表示されます。MP2110A に装着しているモジュールを選択して **[OK]** をクリックします。



このダイアログボックスは、Windows のスタートメニューから **[MX210000A]** → **[Module Configuration]** で表示できます。設定を間違えた場合は、**Module Configuration** ダイアログボックスを表示して、再設定してください。

33. Windows ファイアウォールの例外設定を行います。「2.11.1 ファイアウォールを有効にする」を参照してください。

動作の確認

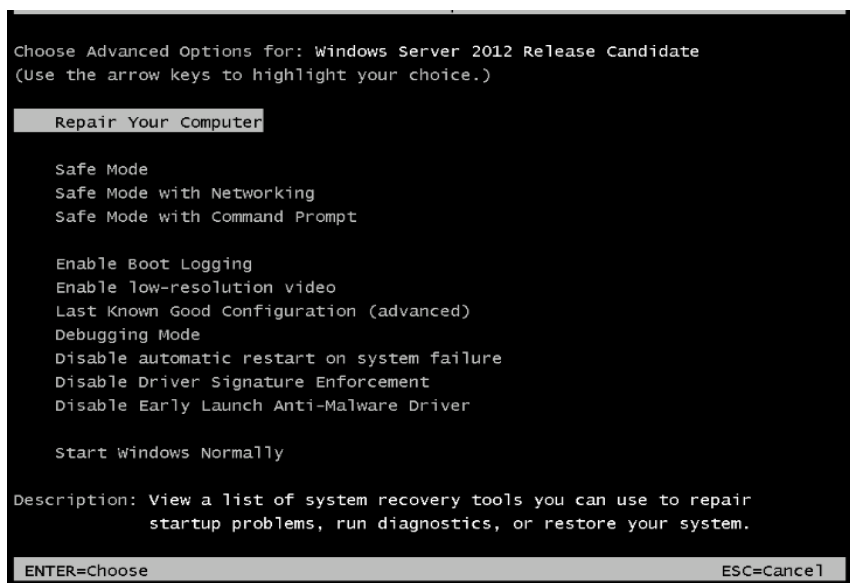
システムのリカバリをした後、次の手順で動作を確認します。

1. Windows のスタートメニューから **[All Programs]** → **[MX210000A]** → **[MX210000A]** をクリックします。
2. **[System Menu]** – **[Remote Control]** をクリックします。Remote Control ダイアログボックス (図 4.3.10-1 参照) に **Left** と **Right** の **Local Area Connection** が表示されていることを確認します。
3. **[System Menu]** – **[Before Use]** をクリックします。静電気対策のビデオが表示されることを確認します。

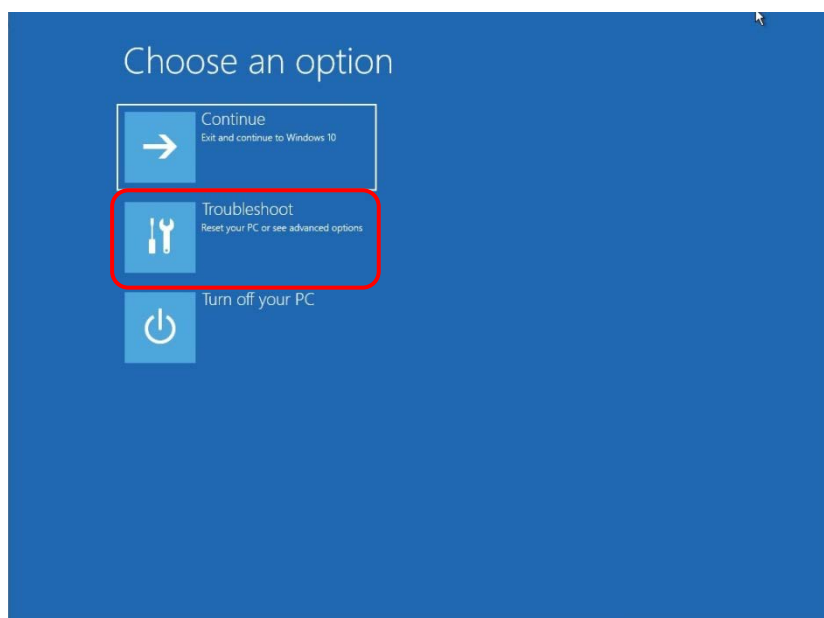
8.8.2 Win10の場合

<手順>

1. MP2110A がネットワークに接続されている場合は切り離します。
2. MP2110A にキーボードおよびマウスを接続し、MP2110A の電源を On にします。
3. キーボードの **F8** を押します。次の画面が表示されます。



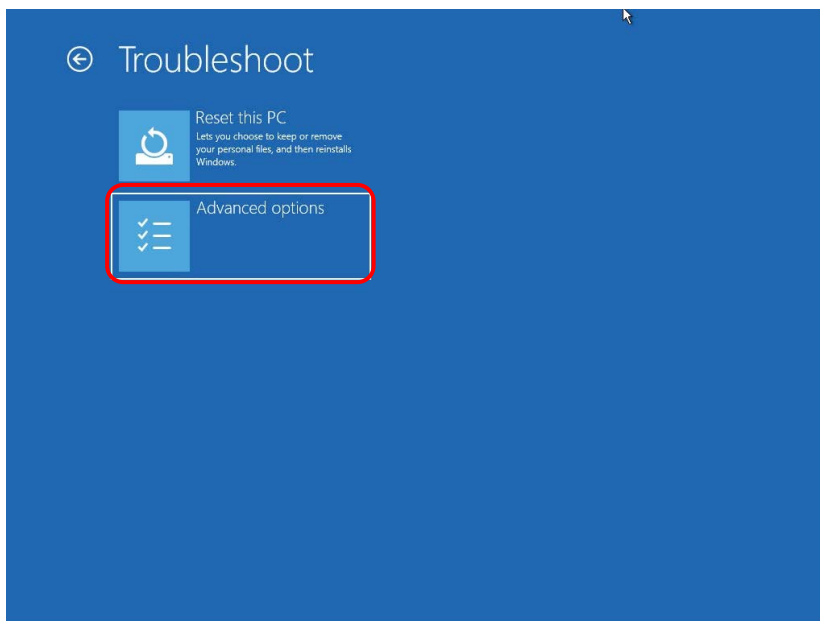
4. キーボードの矢印キーで [Repair Your Computer] を選択し、**Enter** を押します。
5. Choose an option 画面で [Troubleshoot] をクリックします。



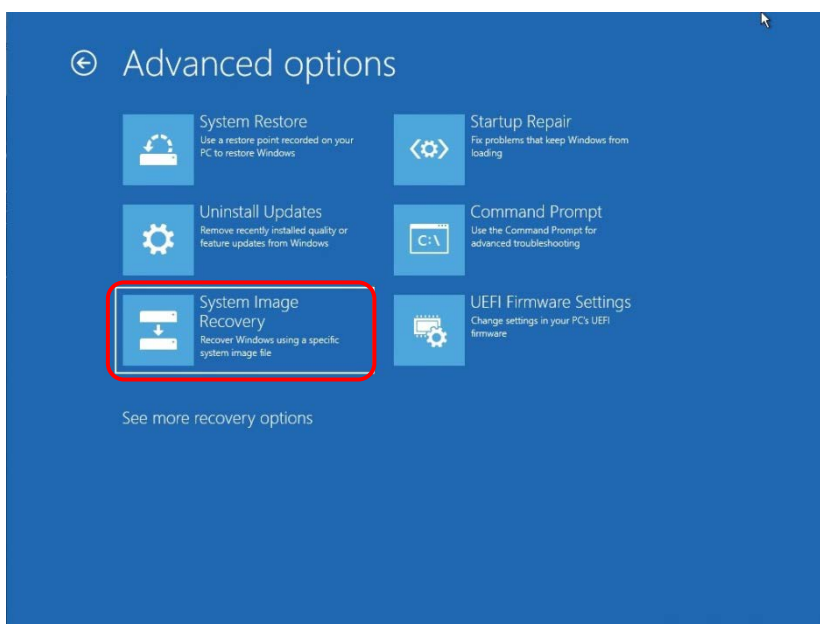
8

保守

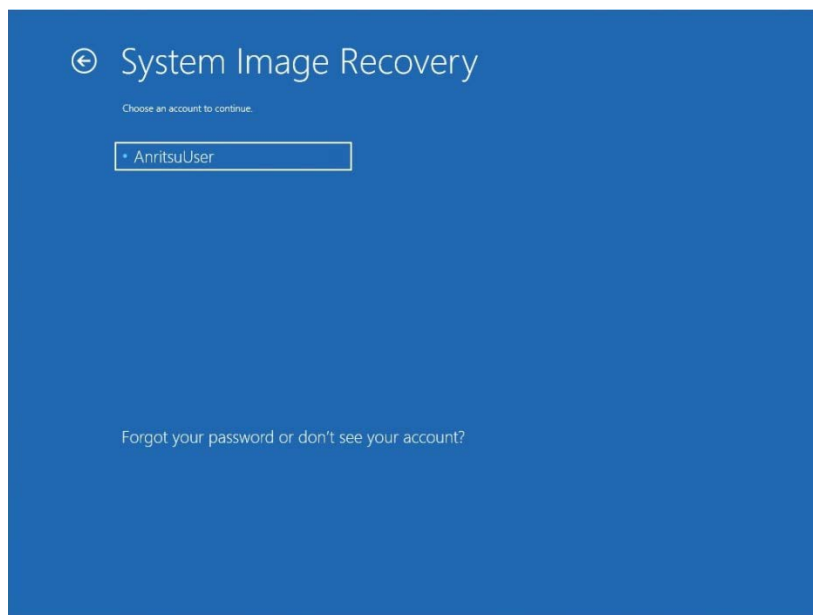
6. Troubleshoot 画面で [Advanced options] をクリックします。



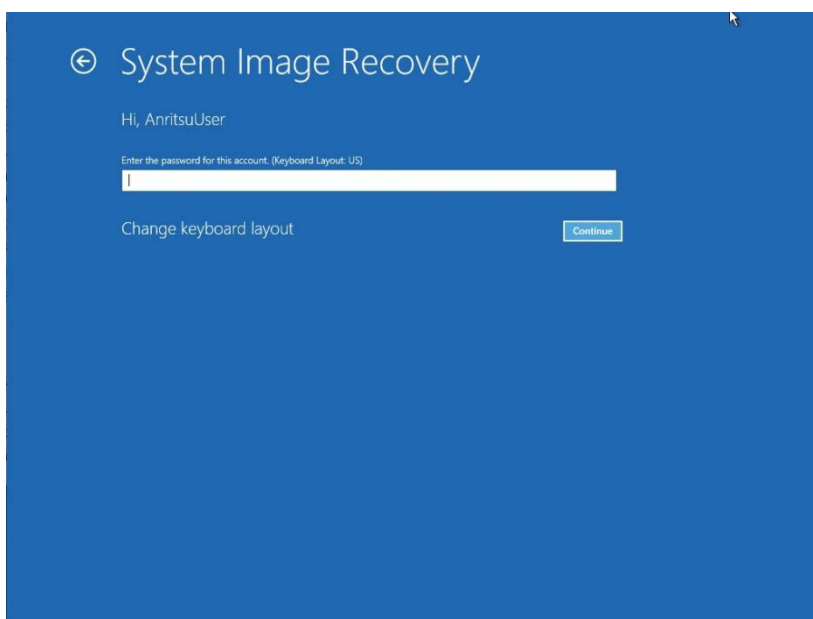
7. Advanced options 画面で [System Image Recovery] をクリックします。



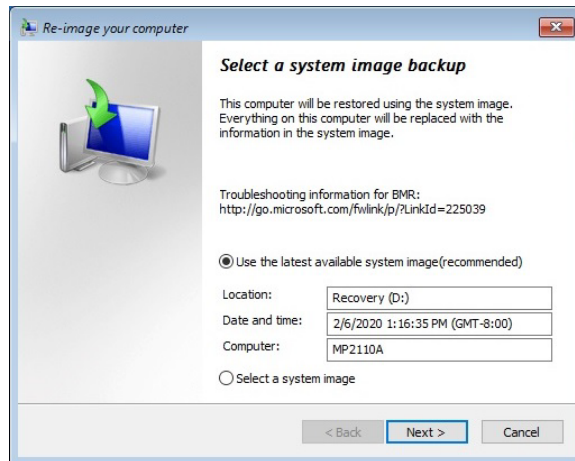
8. System Image Recovery 画面で [AnritsuUser] をクリックします。



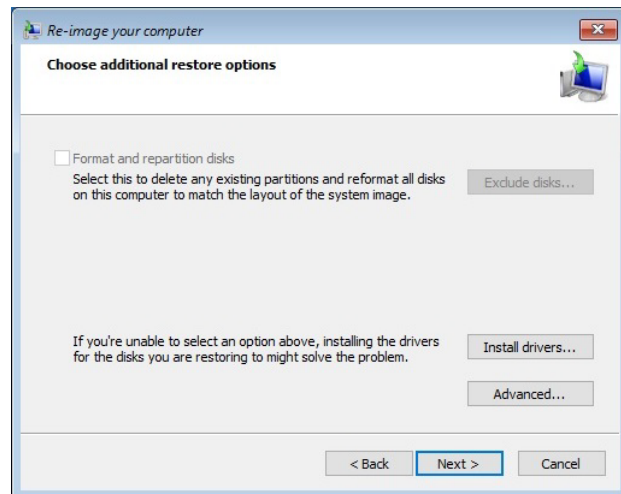
9. パスワードを求められますが、何も入力せず、[Continue] をクリックします。



10. Select a system image backup 画面で [Use the latest available system image(recommended)] を選択し、[Next] をクリックします。



11. Choose additional restore options 画面で、何も変更せずに [Next] をクリックします。

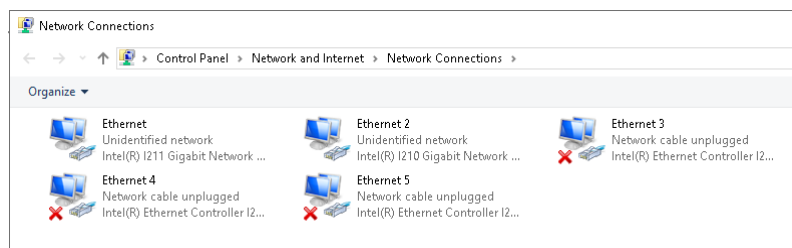


12. [Your computer will be restored from the following system image:] と表示される画面で [Finish] をクリックします。
13. 確認画面が表示されるので、リカバリを行う場合は [Yes] をクリックします。リカバリのプログレスバーが表示され、リカバリが開始されます。リカバリの実行中、[Stop restore] をクリックしないでください。実行に必要な時間は条件により異なりますが、10 分程度が目安です。
14. リカバリ完了後、MP2110A は自動で再起動し、Windows が起動します。

15. タスクバーの  をクリックして “Control Panel” と入力します。

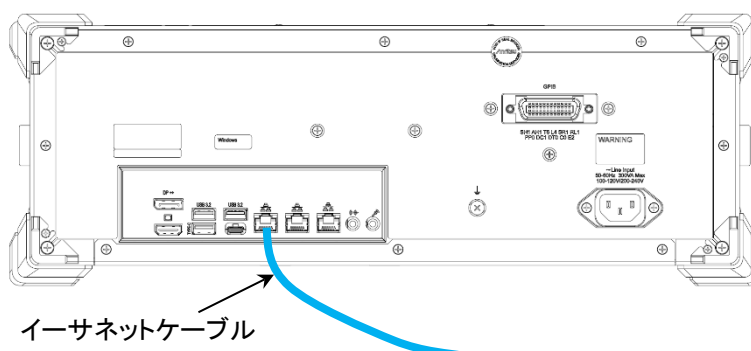


16. Control Panel のアイコンをクリックします。
17. [Network and Internet] をクリックします。
18. [Network and Sharing Center] をクリックします。
19. [Change adapter settings] をクリックします。表示される Network の数はオプション構成や CPU Board バージョン (図 4.3.13-1 参照) により異なります。

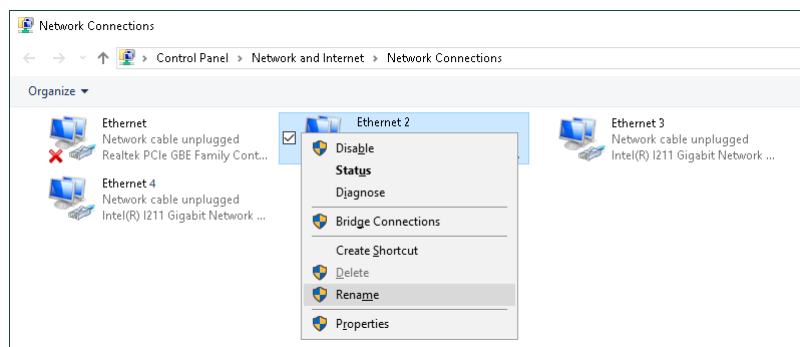


20. 背面パネルのイーサネットコネクタのうち、左端のコネクタにケーブルを接続して、リンクを確立させます。

CPU Board バージョン 01 の場合:



21. ×印が消えた Network のアイコンを右クリックします。
22. [Rename] をクリックします。



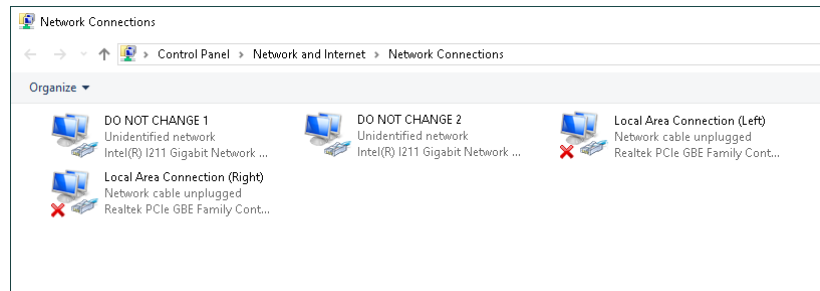
23. 「Local Area Connection (Left)」に名前を変更します。
24. 背面パネルのイーサネットコネクタのうち、右端のコネクタにケーブルを接続して、リンクを確立させます。
25. ×印が消えた Network のアイコンを右クリックします。

26. [Rename] をクリックします。
 27. 「Local Area Connection (Right)」に名前を変更します。
- CPU Board バージョン 01 の場合、手順 28～30 を実行します。
それ以外の場合、手順 28～30 はスキップします。
28. 残っている×印の Network のアイコンを右クリックします。
 29. [Rename] をクリックします。
 30. 「Local Area Connection (Center)」に名前を変更します。
 31. Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンを右クリックします。
 32. [Rename] をクリックします。
 33. 「DO NOT CHANGE 1」に名前を変更します。

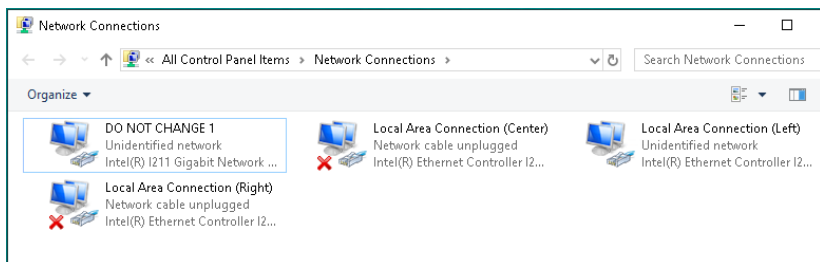
Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンが 2 つある場合、手順 34～36 を実行します。
それ以外の場合、手順 34～36 はスキップします。

34. もう 1 つの Intel® I211 Gigabit Network Connection のアイコンを右クリックします。
35. [Rename] をクリックします。
36. 「DO NOT CHANGE 2」に名前を変更します。

CPU Board バージョン 00 でモジュールが 2 つのときの表示:

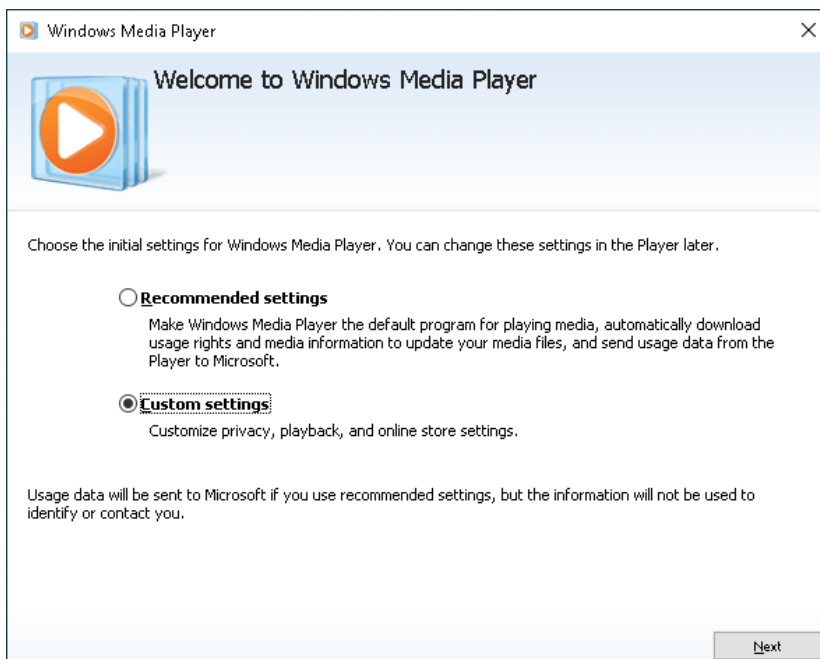


CPU Board バージョン 01 でモジュールが 1 つのときの表示:

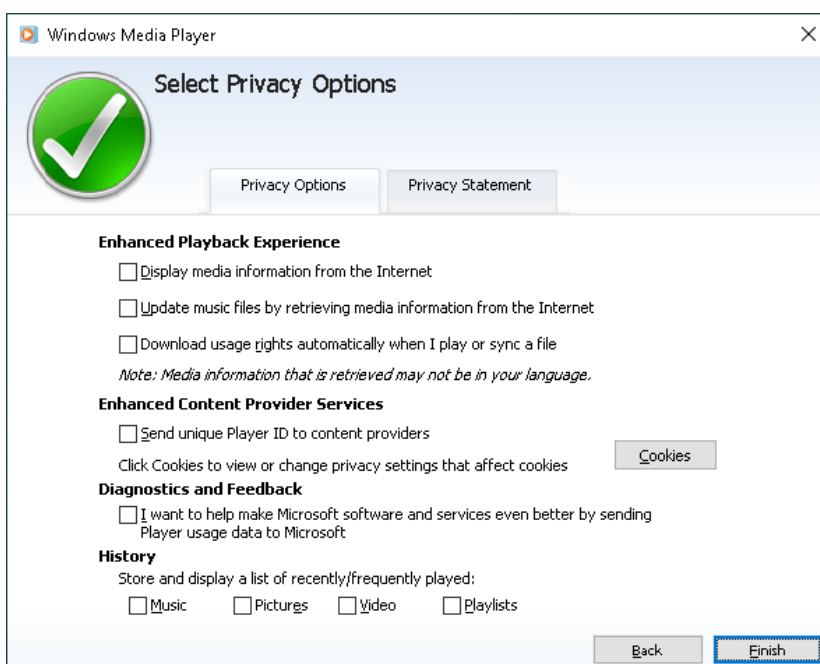


37. [Start] (Windows logo) → [Windows Media Player] をクリックします。

38. [Custom Settings] をクリックして、[Next] をクリックします。

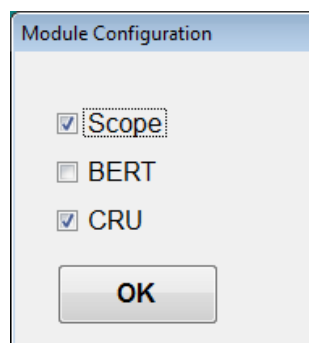


39. すべてのチェックボックスが選択されていないことを確認して、[Finish] をクリックします。



40. Windows Media Player が起動するので、ウィンドウの右上の×をクリックして閉じます。
41. BERTWave 制御ソフトウェア (MX210000A) をリリースノートに従って、インストールします。リリースノートについては、「8.5 ソフトウェアを更新する」を参照してください。

42. インストーラ起動後に Module Configuration ダイアログボックスが表示されます。MP2110A に装着しているモジュールを選択して [OK] をクリックします。



このダイアログボックスは、Windows のスタートメニューから [MX210000A] → [Module Configuration] で表示できます。設定を間違えた場合は、Module Configuration ダイアログボックスを表示して、再設定してください。

43. Windows ファイアウォールの例外設定を行います。「2.11.1 ファイアウォールを有効にする」を参照してください。

動作の確認

システムのリカバリをした後、次の手順で動作を確認します。

1. [Start]  → [MX210000A] → [MX210000A] をクリックします。
2. [System Menu] → [Remote Control] をクリックします。Remote Control ダイアログボックス (図 4.3.10-1 参照) に Left と Right の Local Area Connection が表示されていることを確認します。
3. [System Menu] → [System Information] をクリックします。System Information ダイアログボックス (図 4.3.11-1 参照) に Left と Right の Local Area Connection が表示されていることを確認します。CPU Board バージョン 01 の場合は Center の Local Area Connection も表示されていることを確認します。
4. [System Menu] → [Before Use] をクリックします。静電気対策のビデオが表示されることを確認します。

8.9 校正

長期間安定した性能で MP2110A を使用する場合には、定期点検および校正などの日常のメンテナンスが欠かせません。常に最適の状態で使用していただくため、定期的な点検および校正を推奨します。納入後の推奨校正周期は 12 か月です。

納入後のサポートなどについては、「お問い合わせ窓口」へご連絡ください。「お問い合わせ窓口」は、当社ホームページのお問い合わせページで確認できます。

次の事項に該当する場合は、校正および修理を辞退させていただくことがあります。

- ・ 製造後、7 年以上を経過した測定器で部品入手が困難な場合、または摩耗が著しく、校正および修理後の信頼性が維持できないと判断される場合
- ・ 当社の承認なしに回路変更、修理または改造などが行われている場合
- ・ 修理価格が新品価格に対し高額になると判断される場合

8.10 保管

保管する前に MP2110A に付着したほこり、手あか、その他の汚れ、しみなどをふき取ってください。

正面パネルの同軸コネクタには、添付の同軸コネクタカバーを取り付けます。
光コネクタは、キャップを閉めてください。

電源コード、DVD などの添付品は、アクセサリボックスに収納して MP2110A と一緒に保管してください。

光スコープの場合、光コネクタに異物が入るのを防ぐため、MP2110A を使用しないときには必ず FC アダプタキャップを取り付けてください。

下記の場所での保管は避けてください。

- ・ 直射日光が当たる場所
- ・ 屋外、または粉じんが多い場所
- ・ 結露する場所
- ・ 水、油、有機溶剤、薬液などの液中、またはこれらの液体が付着する場所
- ・ 潮風、腐食性ガス（亜硫酸ガス、硫化水素、塩素、アンモニア、二酸化窒素、塩化水素など）の多い場所
- ・ 落下、転倒のおそれがある場所
- ・ 潤滑油からのオイルミストが発生する場所
- ・ 高度 2000 m を超える場所
- ・ 車両、船舶、航空機内など振動・衝撃が多く発生する場所
- ・ 次の温度と湿度の場所
 - 温度 -20°C 以下、または 60°C 以上
 - 湿度 90%以上

推奨できる保管条件

長期保管するときは、上記の保管の注意条件を満たすほかに、下記の環境条件の範囲内で保管することをお勧めします。

- ・ 温度 $5\sim 45^{\circ}\text{C}$ の範囲
- ・ 湿度 40～80%の範囲
- ・ 1 日の温度、湿度の変化が少ないところ

8.11 輸送・廃棄

MP2110A を輸送・廃棄する際の注意事項について、以下に説明します。

再梱包

MP2110A が最初に入っていた梱包材料（箱）を使って、再梱包してください。その梱包材料を破棄または破損した場合は、次の方法で再梱包してください。

1. MP2110A と、その周りを囲む緩衝材料が入れられる十分な大きさのダンボール、木箱、またはアルミ製の箱を用意します。
2. ビニールなどでほこり・水滴が入らないように、MP2110A を包みます。
3. 箱の中に MP2110A を入れます。
4. MP2110A が箱の中で動かないように、MP2110A の周囲に緩衝材を入れます。
5. 箱が開かないように、外側を梱包ひも、粘着テープ、バンドなどでしっかりと固定します。

輸送

できる限り振動を避けるとともに、推奨できる保管条件を満たしたうえで、輸送することをお勧めします。

廃棄

MP2110A を廃棄するときは、地方自治体の条例に従ってください。

MP2110A の内蔵メモリに保存した情報が漏洩することを防ぐには、MP2110A を破壊してから廃棄してください。

ここでは、MP2110A の構成、性能、および機能の仕様について説明します。
「A.2 BERT」から「A.4 機能・一般性能」までは、製品出荷時取り付けオプション
の場合の仕様を記載していますが、出荷後引き取りオプションのときの仕様も同じ
です。

A.1	構成	A-2
A.2	BERT	A-9
	A.2.1 共通性能	A-9
	A.2.2 パルスパターン発生器	A-11
	A.2.3 誤り検出器	A-13
A.3	サンプリングスコープ	A-15
	A.3.1 チャンネル構成	A-15
	A.3.2 共通性能	A-16
	A.3.3 時間設定	A-18
	A.3.4 測定	A-19
	A.3.5 Utilities	A-25
	A.3.6 保守	A-26
	A.3.7 水平システム	A-27
	A.3.8 デジタルシステム	A-29
	A.3.9 電気チャンネル	A-30
	A.3.10 光チャンネル	A-33
	A.3.11 CRU (MP2110A-x54)	A-40
	A.3.12 26G/53G CRU (MP2110A-x55)	A-42
A.4	機能・一般性能	A-44

A.1 構成

表 A.1-1 構成

形名	品名	数量
MP2110A	－ 本体 － BERTWave	1
J0017F	－ 標準添付品 － 電源コード	1
J0617B	交換可能光コネクタ (FC-PC)	*1
J1632A	同軸終端器	*1
J1341A	オープン	*1
J1627A	GND 接続ケーブル	1
J1763A	U リンク同軸ケーブル (K)	1*2
J1764A	U リンク同軸ケーブル (SMA)	1*2
Z0397A	FC アダプタキャップ	*1
Z1364A	MX210000A BERTWave Control Software CD-ROM	1

*1: オプションにより数量が異なります。表 A.1-2 から表 A.1-4 を参照してください。

*2: MP2110A-x54 が追加されている場合のみ

表 A.1-2 J0617B および Z0397A の接続先と数量

オプション形名	接続先	数量
MP2110A-x22、 MP2110A-x32、 MP2110A-x42	Ch A In SMF、Ch A In MMF、 Ch B In SMF、Ch B In MMF	4
MP2110A-x23、 MP2110A-x33、 MP2110A-x43	Ch B In SMF、Ch B In MMF	2
MP2110A-x25、 MP2110A-x35、 MP2110A-x45	Ch B In SMF	1
MP2110A-x85	Optical In SMF Ch B	1
MP2110A-x26、 MP2110A-x36、 MP2110A-x46	Ch B In MMF	1
MP2110A-x30、 MP2110A-x40、 MP2110A-x80、 MP2110A-x84	Optical In SMF Ch A、Ch B、Ch C、Ch D	4
MP2110A-x39、 MP2110A-x49	Optical In MMF Ch A、Ch B、Ch C、Ch D	4
MP2110A-x55	Optical SMF Data In、Data Out	2

表 A.1-3 J1632A の接続先と数量

オプション形名	接続先	数量
MP2110A-x11	Data Out×1、 $\overline{\text{Data}}$ Out×1、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1	3
MP2110A-x12	Data Out×2、 $\overline{\text{Data}}$ Out×2、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1	5
MP2110A-x14	Data Out×4、 $\overline{\text{Data}}$ Out×4、 $\overline{\text{Sync}}$ Out×1	9
MP2110A-x54	O/E Monitor Out×1	1*

＊: MP2110A-x22、MP2110A-x23、MP2110A-x25、MP2110A-x26、MP2110A-x30、MP2110A-x32、MP2110A-x33、MP2110A-x35、MP2110A-x36、MP2110A-x39、MP2110A-x40、MP2110A-x42、MP2110A-x43、MP2110A-x45、MP2110A-x46、または MP2110A-x49 が追加されている場合

表 A.1-4 J1341A の接続先と数量

オプション形名	接続先	数量
MP2110A-x11	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、Data In×1、 $\overline{\text{Data}}$ In×1	5
MP2110A-x12	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、Data In×2、 $\overline{\text{Data}}$ In×2	7
MP2110A-x14	Ext Clk In、Clk Out、Sync Out×1、Data In×4、 $\overline{\text{Data}}$ In×4	11
MP2110A-x21	Trigger Clk In、Ch A In、Ch B In	3
MP2110A-x22、MP2110A-x32、MP2110A-x42	Trigger Clk In	1
MP2110A-x23、MP2110A-x33、MP2110A-x43	Trigger Clk In、Ch A In	2
MP2110A-x25、MP2110A-x35、MP2110A-x45、MP2110A-x85	Trigger Clk In	1
MP2110A-x26、MP2110A-x36、MP2110A-x46	Trigger Clk In	1
MP2110A-x30、MP2110A-x39、MP2110A-x40、MP2110A-x49、MP2110A-x80、MP2110A-x84	Trigger Clk In	1
MP2110A-x54	CRU In×1、CRU Out×1	2
MP2110A-x55	Recovered Clock Out×1	1

表 A.1-5 オプション

形名	品名
	－ 製品出荷時取り付けオプション －
MP2110A-001	クーリングパフォーマンスエンハンスメント*10、*12
MP2110A-002	GPIB
MP2110A-011	1 チャンネル BERT*1、*2
MP2110A-012	2 チャンネル BERT*1、*2
MP2110A-014	4 チャンネル BERT*1、*2
MP2110A-021	デュアル電気スコープ*1、*3
MP2110A-022	デュアル光スコープ*1、*3
MP2110A-023	光/シングルエンド電気スコープ*1、*3
MP2110A-024	高精度トリガ*4
MP2110A-025	シングルモード光スコープ*1、*3
MP2110A-026	マルチモード光スコープ*1、*3
MP2110A-030	クアッドシングルモード光スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-032	デュアル光スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-033	光/シングルエンド電気スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-035	シングルモード光スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-036	マルチモード光スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-039	クアッドマルチモード光スコープ ベースバンドフラット*1、*3
MP2110A-040	クアッドシングルモード光スコープ*1、*3
MP2110A-042	デュアル光スコープ*1、*3
MP2110A-043	光/シングルエンド電気スコープ*1、*3
MP2110A-045	シングルモード光スコープ*1、*3
MP2110A-046	マルチモード光スコープ*1、*3
MP2110A-049	クアッドマルチモード光スコープ*1、*3
MP2110A-054	波形解析用クロックリカバリ (電気/光)*5
MP2110A-055	26G/53Gbaud クロックリカバリ (シングルモード光)*6
MP2110A-059	25G クロックリカバリレンジ拡張*7

表 A.1-5 オプション (続き)

形名	品名
	－ 製品出荷時取り付けオプション －
MP2110A-061	Low Noise and Multimode Support for Opt.040 ^{*8}
MP2110A-062	ベーシック機能 ^{*10、*12}
MP2110A-063	PAM4 解析ソフトウェア for Opt.08x ^{*10}
MP2110A-069	高速サンプリングモード ^{*10、*11}
MP2110A-074	クアッドチャネルスコープ拡張 for Opt.084 ^{*20}
MP2110A-080	60GHz クアッドシングルモード光スコープ ^{*1、*3、*6、*12}
MP2110A-084	60GHz デュアルシングルモード光スコープ ^{*1、*3、*6、*12}
MP2110A-085	60GHz シングルモード光スコープ ^{*1、*3、*6、*12}
MP2110A-093	PPG/ED Bit Rate 拡張 ^{*9}
MP2110A-095	PAM4 解析ソフトウェア ^{*5}
MP2110A-096	Jitter 解析ソフトウェア ^{*5}
MP2110A-098	シグナルプロセッシングソフトウェア ^{*5}

表 A.1-5 オプション (続き)

形名	品名
	－ 出荷後引き取りオプション －
MP2110A-110	Windows10 Upgrade 後付
MP2110A-111	1 チャンネル BERT 後付 ^{*13}
MP2110A-112	2 チャンネル BERT 後付 ^{*14}
MP2110A-114	4 チャンネル BERT 後付 ^{*15}
MP2110A-121	デュアル電気スコープ後付 ^{*16}
MP2110A-122	デュアル光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-123	光/シングルエンド電気スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-124	高精度トリガ後付 ^{*4}
MP2110A-125	シングルモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-126	マルチモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-130	クアッドシングルモード光スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-132	デュアル光スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-133	光/シングルエンド電気スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-135	シングルモード光スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-136	マルチモード光スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-139	クアッドマルチモード光スコープ ベースバンドフラット後付 ^{*16、*17}
MP2110A-140	クアッドシングルモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-142	デュアル光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-143	光/シングルエンド電気スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-145	シングルモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-146	マルチモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-149	クアッドマルチモード光スコープ後付 ^{*16、*17}
MP2110A-154	波形解析用クロックリカバリ(電気/光)後付 ^{*5}
MP2110A-155	26G/53Gbaud クロックリカバリ (シングルモード光)後付 ^{*18}
MP2110A-159	25G クロックリカバリレンジ拡張後付 ^{*7、19}
MP2110A-163	PAM4 解析ソフトウェア for Opt.08x 後付 ^{*10}
MP2110A-169	高速サンプリングモード 後付 ^{*10}
MP2110A-174	クアッドチャンネルスコープ拡張 for Opt.084 後付 ^{*20}
MP2110A-193	PPG/ED Bit Rate 拡張後付 ^{*9}
MP2110A-195	PAM4 解析ソフトウェア 後付 ^{*5}
MP2110A-196	Jitter 解析ソフトウェア 後付 ^{*5}
MP2110A-198	シグナルプロセッシングソフトウェア 後付 ^{*5}

表 A.1-5 オプション (続き)

形名	品名
MP2110A-359	— ユーザ取り付け可能オプション — 25G クロックリカバリレンジ拡張後付*7
MP2110A-363	PAM4 解析ソフトウェア for Opt.08x 後付*10
MP2110A-369	高速サンプリングモード後付*10
MP2110A-374	クアドチャネルスコープ拡張 for Opt.084 後付*20
MP2110A-395	PAM4 解析ソフトウェア後付*5
MP2110A-396	Jitter 解析ソフトウェア後付*5
MP2110A-398	シグナルプロセッシングソフトウェア 後付*5

*1: これらのオプションから 1 つ以上が必要。

*2: BERT オプションから 1 つを選択します。

BERT オプション: MP2110A-x11、x12、または x14 を示す。

*3: Scope オプションから 1 つを選択します。

Scope オプション: MP2110A-x21、x22、x23、x25、x26、
x30、x32、x33、x35、x36、x39、
x40、x42、x43、x45、x46、x49、
x80、x84、または x85 を示す。

MP2110A-02x: MP2110A-022、023、025、および 026 を示す。

MP2110A-03x: MP2110A-030、032、033、035、036、および 039 を示す。

MP2110A-04x: MP2110A-040、042、043、045、046、および 049 を示す。

MP2110A-08x: MP2110A-080、084 および 085 を示す。

*4: MP2110A-x30、x39、x40、x49、x80、x84 および x85 を除く Scope オプションが必要です。

*5: 35 GHz (光) / 40 GHz (電気) 帯 Scope オプションが必要です。

*6: BERT オプションと同時に取り付けできません。

*7: MP2110A-x54 が必要です。

*8: MP2110A-x40 が必要です。

*9: BERT オプションが必要です。

*10: 60GHz (シングルモード光) 帯 Scope オプションが必要です。

*11: MP2110A-x62 が必要です。

*12: 出荷時のみ選択可能です。出荷済み製品への後付けはできません。

*13: MP2110A-x11、x12、または x14 が無い場合。

*14: MP2110A-x12 または x14 が無い場合。

*15: MP2110A-x14 が無い場合。

*16: Scope オプションが無い場合。

*17: 後付オプションは次の場合に搭載できます。

- Scope オプションが未搭載のとき
- Scope オプションが搭載されているときは、同じチャネル構成の MP2110A-02x、03x、04x、または 08x
後付できるオプションの組み合わせを次の表に示します。

取り付けられているオプション	後付できるオプション	取り付けられているオプション	後付できるオプション
MP2110A-022	MP2110A-132、MP2110A-142	MP2110A-040	MP2110A-130
MP2110A-023	MP2110A-133、MP2110A-143	MP2110A-042	MP2110A-132
MP2110A-025	MP2110A-135、MP2110A-145	MP2110A-043	MP2110A-133
MP2110A-026	MP2110A-136、MP2110A-146	MP2110A-045	MP2110A-135
MP2110A-030	MP2110A-140	MP2110A-046	MP2110A-136
MP2110A-032	MP2110A-142	MP2110A-049	MP2110A-139
MP2110A-033	MP2110A-143	MP2110A-080	なし
MP2110A-035	MP2110A-145	MP2110A-084	なし
MP2110A-036	MP2110A-146	MP2110A-085	なし
MP2110A-039	MP2110A-149		

*18: BERT オプションまたは MP2110A-x55 が無い場合。

*19: 後付オプションは MP2110A-x54 と同時受注時のみ搭載できます。

*20: MP2110A-x84 が必要です。

A.2 BERT

A.2.1 共通性能

表 A.2.1-1 共通機能・性能

項目	規格						
内蔵クロック							
Frequency	10 MHz						
周波数確度	$\pm 10 \text{ ppm}^{*1}$						
オフセット調整	$\pm 100 \text{ ppm}^{*2}$						
Ext Clk In	外部から同期クロックを入力する機能						
Frequency	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MP2110A-x93 無し</th><th>MP2110A-x93 有り</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm</td><td>593.75 MHz – 100 ppm ~ 887.5 MHz + 100 ppm^{*3}</td></tr> <tr> <td></td><td>607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm^{*4}</td></tr> </tbody> </table>	MP2110A-x93 無し	MP2110A-x93 有り	607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm	593.75 MHz – 100 ppm ~ 887.5 MHz + 100 ppm ^{*3}		607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm ^{*4}
MP2110A-x93 無し	MP2110A-x93 有り						
607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm	593.75 MHz – 100 ppm ~ 887.5 MHz + 100 ppm ^{*3}						
	607.5 MHz – 100 ppm ~ 705.0 MHz + 100 ppm ^{*4}						
Connector	SMA, female						
Termination	50 Ω , AC 結合						
Amplitude	0.2~1.6 Vp-p						
Waveform	矩形波または正弦波						
分周比	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MP2110A-x93 無し</th><th>MP2110A-x93 有り</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/40</td><td>1/16^{*3}</td></tr> <tr> <td></td><td>1/40^{*4}</td></tr> </tbody> </table>	MP2110A-x93 無し	MP2110A-x93 有り	1/40	1/16 ^{*3}		1/40 ^{*4}
MP2110A-x93 無し	MP2110A-x93 有り						
1/40	1/16 ^{*3}						
	1/40 ^{*4}						
Sync Output							
Output Signal Type	1/8, 1/16, 1/40, Pattern Sync						
Output Level	ハイレベル (V _{OH}): -0.2~0.05 V ローレベル (V _{OL}): -1.2~-0.7 V						
Connector	SMA, female						

*1: 電源投入 1 時間後において

*2: 内蔵クロック使用時のみオフセット調整可能、全チャンネルで共通の設定

*3: 動作ビットレート 9.5~14.2 Gbit/s のとき

*4: 動作ビットレート 24.3~28.2 Gbit/s のとき

表 A.2.1-1 共通機能・性能 (続き)

項目	規格			
Clock Output ^{*5}	Ch1/2、Ch3/4			
Clock Source ^{*6}				
分周比				
Amplitude	0.3～0.5 Vp-p			
Duty	50±10%			
Connector	SMA、female			
Termination	50 Ω、AC 結合			
Operation Bit Rate	MP2110A-x93 無し		MP2110A-x93 有り	
	規格名	ビットレート (Gbit/s)	規格名	ビットレート (Gbit/s)
	Variable	24.3～28.2 ^{*7}	Variable	24.3～28.2、 9.5～14.2 ^{*7}
	32GFC	28.05	32GFC	28.05
	InfiniBand EDR	25.78125	InfiniBand EDR	25.78125
	100GbE/4	25.78125	100GbE/4	25.78125
	100GbE/4 FEC	27.7393	100GbE/4 FEC	27.7393
	OTU4	27.952493	OTU4	27.952493
			10GFC	10.51875
			10GFC FEC	11.3168
			16GFC	14.025
			InfiniBand x4	10
			InfiniBand FDR	14.0625
			10GbE WAN/PHY	9.95328
			10GbE LAN/PHY	10.3125
			OTU1e (10GbE FEC)	11.049107
			OTU2e (10GbE FEC)	11.095728
			OC-192/STM-64	9.95328
			OC-192/STM-64 FEC (G.975)	10.664228
			OTU2	10.709225

*5: Test Pattern が PRBS と 1/16Clock Pattern のときに出力され、1/2Clock Pattern のときは出力されません。

*6: MP2110A-x14 のみ

*7: ビットレートを 1 kbit/s ステップで設定可能

A.2.2 パルスパターン発生器

表 A.2.2-1 PPG

項目	規格																						
Data Output ^{*1}																							
Number of output	MP2110A-x11: 1 (Data Out、 $\overline{\text{Data}}$ Out) ^{*2} MP2110A-x12: 2 (Data Out、 $\overline{\text{Data}}$ Out) ^{*2} MP2110A-x14: 4 (Data Out、 $\overline{\text{Data}}$ Out) ^{*2}																						
Amplitude																							
Setting Range	0.1～0.8 Vp-p / 0.01 V ステップ (シングルエンド) 0.2～1.6 Vp-p / 0.02 V ステップ (差動出力)																						
Accuracy	設定値の±20% ±20 mV ^{*3}																						
Data Crossing	50%																						
Accuracy	±10% ^{*3、*4}																						
Tr/Tf	代表値 15 ps ^{*3、*4} (20～80%) 最大値 17 ps ^{*3、*4} (20～80%)																						
Jitter	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th><th colspan="2">MP2110A-x11、 MP2110A-x12</th><th colspan="2">MP2110A-x14</th></tr> <tr> <th>代表値</th><th>最大値</th><th>代表値</th><th>最大値</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jitter (RMS)^{*3、*4、*5、*6}</td><td>600 fs</td><td>900 fs</td><td>600 fs^{*8}、 900 fs^{*9}</td><td>900 fs^{*8}、 1200 fs^{*9}</td></tr> <tr> <td>Intrinsic RJ (RMS)^{*3、*4、*5、*7}</td><td>400 fs</td><td>600 fs</td><td>400 fs^{*8}、 800 fs^{*9}</td><td>600 fs^{*8}、 1000 fs^{*9}</td></tr> </tbody> </table>					MP2110A-x11、 MP2110A-x12		MP2110A-x14		代表値	最大値	代表値	最大値	Jitter (RMS) ^{*3、*4、*5、*6}	600 fs	900 fs	600 fs ^{*8} 、 900 fs ^{*9}	900 fs ^{*8} 、 1200 fs ^{*9}	Intrinsic RJ (RMS) ^{*3、*4、*5、*7}	400 fs	600 fs	400 fs ^{*8} 、 800 fs ^{*9}	600 fs ^{*8} 、 1000 fs ^{*9}
	MP2110A-x11、 MP2110A-x12		MP2110A-x14																				
	代表値	最大値	代表値	最大値																			
Jitter (RMS) ^{*3、*4、*5、*6}	600 fs	900 fs	600 fs ^{*8} 、 900 fs ^{*9}	900 fs ^{*8} 、 1200 fs ^{*9}																			
Intrinsic RJ (RMS) ^{*3、*4、*5、*7}	400 fs	600 fs	400 fs ^{*8} 、 800 fs ^{*9}	600 fs ^{*8} 、 1000 fs ^{*9}																			
Output ON/OFF	ON/OFF 切り替え機能あり																						
Data/XData Skew	±8 ps 以内 ^{*3、*4}																						
Connector	K Connector (f)																						
Data Format	NRZ																						
Test Pattern	PRBS: 2 ⁷ -1、2 ⁹ -1、2 ¹⁵ -1、2 ²³ -1、2 ³¹ -1 補助パターン: 1/2 Clock Pattern、1/16 Clock Pattern																						
Pattern Invert	ON/OFF																						
External ATT Factor	0～30 dB / ステップ 1 dB Data と $\overline{\text{Data}}$ 出力の相対値表示可能																						
Error Addition	Single																						

*1: データ出力の項目は、MP2110A サンプルングスコープ (MP2110A-x24 有り) で測定、クロック出力をサンプルングスコープの外部トリガに使用。

*2: 別々に出力可能

*3: 25.78125 Gbit/s において

*4: 振幅 0.3 Vp-p

*5: 25±5°C において測定

*6: テストパターン PRBS $2^{31}-1$

*7: テストパターン 1/16 Clock Pattern

*8: Ch1 および Ch2 測定時はクロック源に Ch1/2 を選択、
Ch3 および Ch4 測定時はクロック源に Ch3/4 を選択

*9: Ch1 および Ch2 測定時はクロック源に Ch3/4 を選択、
Ch3 および Ch4 測定時はクロック源に Ch1/2 を選択

A.2.3 誤り検出器

表 A.2.3-1 ED

項目	規格
Data Input	
Number of Input	MP2110A-x11: 1 (Data、 $\overline{\text{Data}}$) (シングルエンド、差動入力) MP2110A-x12: 2 (Data、 $\overline{\text{Data}}$) (シングルエンド、差動入力) MP2110A-x14: 4 (Data、 $\overline{\text{Data}}$) (シングルエンド、差動入力)
Data Format	NRZ、マーク率 50%、シングルエンドまたは差動入力
Amplitude	0.05~0.8 V _{p-p}
Termination	50 Ω、AC 結合 (DC 成分は 50 Ω抵抗を介して GND に終端)
Threshold	-0.085~+0.085 V ^{*1} 、1 mV ステップ
Sensitivity	代表値 25 mV _{p-p} ^{*2、*3} (25±5°C) 最大値 40 mV _{p-p} ^{*2、*3}
Connector	K Connector (f)
Jitter Tolerance ^{*2、*4}	<p>Sinusoidal jitter amplitude</p> <p>100 kHz 10 MHz 100 MHz</p>
External ATT Factor	0~30 dB ^{*5} 、ステップ 1 dB
Test Pattern	PRBS: 2 ⁷ -1、2 ⁹ -1、2 ¹⁵ -1、2 ²³ -1、2 ³¹ -1、パターン反転可

*1: シングルエンド入力、外部減衰量係数が 0 dB のとき

*2: ビットレート 25.78125 Gbit/s、テストパターン PRBS2³¹-1、シングルエンド

*3: マーク率 1/2、ループバック接続において

*4: 振幅 50 mV

*5: 表示されるしきい値は、外部減衰量係数で補正した値です。

計算式は次のとおりです

$$\text{上限値} = -85 \times 10^{\left(\frac{\text{ATT}}{20}\right)}$$

$$\text{下限値} = 85 \times 10^{\left(\frac{\text{ATT}}{20}\right)}$$

$$\text{ステップ} = 1.0 \times 10^{\left(\frac{\text{ATT}}{20}\right)}$$

表 A.2.3-1 ED (続き)

項目	規格
Measurement	
Alarm Detection	Sync loss*6
Bit Error Detection	Total Error Rate: 0.0001E-18~1.0000E-03 Total Error Count: 0~99999999、1.0000E07~9.9999E17
Recovered Clock Detection	入力信号の周波数を検出可 (サンプリング方式)
History	Sync loss、Bit Error (表示をリセット可能)
Gating	
Gating Unit	1 秒~9 日 23 時間 59 分 59 秒
Cycle	Single / Repeat / Untimed
Current	On/Off 切り替えが可能 (Off 時は測定時間で設定した時間での更新となる)
Result Time	Start Time、Elapsed Time、Remaining Time
Progress Bar	測定進捗をバーグラフ、パーセントで表示
PPG/ED Tracking	Test Pattern

*6: テストパターンと非同期

A.3 サンプリングスコープ

A.3.1 チャンネル構成

表 A.3.1-1 チャンネル構成

オプション形名	Ch A	Ch B	Ch C	Ch D
MP2110A-x21	電気チャンネル	電気チャンネル	無し	無し
MP2110A-x22、MP2110A-x32、MP2110A-x42	光チャンネル	光チャンネル	無し	無し
MP2110A-x23、MP2110A-x33、MP2110A-x43	電気チャンネル	光チャンネル	無し	無し
MP2110A-x25、MP2110A-x35、MP2110A-x45、MP2110A-x85	無し	SMF Input 光チャンネル* ₁	無し	無し
MP2110A-x26、MP2110A-x36、MP2110A-x46	無し	MMF Input 光チャンネル* ₂	無し	無し
MP2110A-x30、MP2110A-x40、MP2110A-x80、MP2110A-x84	SMF Input 光チャンネル* ₁	SMF Input 光チャンネル* ₁	SMF Input 光チャンネル* ₁	SMF Input 光チャンネル* ₁
MP2110A-x39、MP2110A-x49	MMF Input 光チャンネル* ₂	MMF Input 光チャンネル* ₂	MMF Input 光チャンネル* ₂	MMF Input 光チャンネル* ₂

*1: MMF Input 無し

*2: SMF Input 無し

A.3.2 共通性能

表 A.3.2-1 共通機能・性能

項目	規格	
Sampling System		
Sampling Mode	Eye、Pulse、Coherent Eye、Advanced Jitter ^{*1}	
Test Pattern ^{*2}		
	MP2110A-x62/x95/x98 無し	MP2110A-x62/x95/x98 いずれかあり ^{*3}
	Variable	Variable、PRBS2 ⁷⁻¹ (127 symbols) ^{*4} 、 PRBS2 ⁹⁻¹ (511 symbols) ^{*4} 、 PRBS2 ¹¹⁻¹ (2047 symbols) ^{*4} 、 PRBS2 ¹³⁻¹ (8191 symbols) ^{*4} 、 PRBS2 ¹⁵⁻¹ (32767 symbols) ^{*4} 、 SSPRQ (65535 symbols) ^{*4}

*1: MP2110A-x96 搭載時のみ設定可能

*2: Trigger 分周比は以下で動作

MP2110A-x8x 以外: 1、2、4、8、16、32、40、48、64

MP2110A-x8x: 1、2、4、8、16、32、64

*3: Pulse/Coherent Eye において以下のパターン解析が可能 (Variable では解析不可)

PRBS2⁷⁻¹ (127 symbols)、PRBS2⁹⁻¹ (511 symbols)、PRBS2¹¹⁻¹ (2047 symbols)、PRBS2¹³⁻¹ (8191 symbols)、PRBS2¹⁵⁻¹ (32767 symbols)、SSPRQ (65535 symbols)

*4: Symbol Rate の動作保証範囲は以下のとおり。Symbol Length が同じであれば解析可能

MP2110A-x8x 以外: 9.95～60 Gbaud

MP2110A-x8x: 49～120 Gbaud

表 A.3.2-1 共通機能・性能 (続き)

項目	規格
Number of Samples	1 画面上のサンプル数 <Eye>: 1350、2048、4050 <Pulse、Coherent Eye>: 512、1024、2048、4096、8192、16384*5
Sampling	Run: サンプルング実施 Hold: サンプルング停止
Display	Ch A: ON/OFF、Ch B: ON/OFF、Ch C: ON/OFF、Ch D: ON/OFF
Accumulation Type	波形表示の方法 None: 累積表示無し Infinite: 無制限に累積表示 Limited: 指定されたサンプル数/時間/波形数まで累積表示 Persistence: 指定された時間のみサンプルを残光表示 Averaging: 指定された波形数を平均して表示 (互換用) Sampling Mode が Advanced Jitter の時は Infinite、Limited のみ選択可能
Limit Type	Accumulation Type が Limited 設定時の累積完了条件を指定 Time: 累積時間が設定時間を超えると測定停止 Sample: 総累積サンプル数が設定サンプル数を超えると測定停止 Waveform: 総波形掃引数が設定掃引数を超えると測定停止 Pattern*6: 総取得パターン数が設定掃引数を超えると測定停止
Averaging	[On] にすると、平均化処理を実施 下記のどちらかの条件を満たす場合に選択できます。 ・ サンプルングモードが [Pulse] ・ サンプルングモードが [Coherent Eye]、Test Pattern が [Variable] 以外
Clear Display	画面描画をクリア
Auto Scale	Time Scale、Amplitude を最適値に自動設定する
Auto Scale + Calculate + Sampling*7	Auto Scale と Reference Equalizer の Calculate を実行したうえで Sampling を [Run] にする Calculate に失敗したときは Sampling を [Run] にしない Accumulation Type が Limited、Limit Type が Pattern のときは、設定されている Pattern 分だけデータを収集し、結果を表示
Fast Sampling	MP2110A-069 非搭載時: 1x MP2110A-069 搭載時: 1x、4x、Auto で切り替え可能

*5: Coherent Eye かつ Test Pattern が設定されている場合、16384 固定

*6: Sampling Mode に [Eye] を設定したときは選択不可

*7: MP2110A-x62 または MP2110A-x95 搭載時のみ表示

A.3.3 時間設定

表 A.3.3-1 時間設定

項目	規格
Recalculate Option	基準となるパラメータを指定 Symbol Rate (Clock Rate の項を入力すると Symbol Rate が自動設定される) Clock Rate (Symbol Rate の項を入力すると Clock Rate が自動設定される)
Symbol Rate	Scope チャンネルに入力される信号のボーレートを指定 MP2110A-x8x 以外の Scope オプション: 100 Mbaud～60 Gbaud、1 kbaud step MP2110A-x8x の Scope オプション: 500 Mbaud～120 Gbaud、1 kbaud step
Clock Rate	Trigger In に入力されるクロック周波数を指定 MP2110A-x8x 以外の Scope オプション: 100 MHz～15 GHz、1 kHz step MP2110A-x8x の Scope オプション: 500 MHz～32 GHz、1 kHz step
Tracking	BERT または Clock Recovery オプションが搭載されている場合に Symbol Rate、Divide Ratio を他のオプションで設定された設定の値とする機能
Acquire Clock Rate	Trigger In に入力されているクロックレートを測定して Clock rate を更新 (Data Rate の項も Divide Ratio の設定に応じて自動設定される)
Divide Ratio	Clock と入力データの比率 (1～99。ただし、Pulse/Coherent Eye Mode は下記設定時のみ動作) MP2110A-x8x 以外: 1、2、4、8、16、32、40、48、64 ^{*1} MP2110A-x8x: 1、2、4、8、16、32、64
Divide Ratio Detect	Divide Ratio 自動検出機能
Precision Trigger ^{*2} Enable Reset Alarm	ON/OFF (Trigger Clock 入力周波数が 2.4 GHz 以上で ON 可能) Precision Trigger 用内部補正值を再検出する機能 内部補正值が適切ではなくなった場合にユーザに状態表示する機能
Scale/Offset Unit UI On Screen Offset	画面表示の横軸単位の指定 UI、Time(ps) 画面上に表示する UI 数を指定 Eye、Coherent Eye Mode: 1～100 UI (1UI step) Pulse Mode: 1～65535 UI (1 UI step) トリガ位置に対しての時間オフセット設定 0.00～32768.00 UI (0.01 UI step) Sampling Mode が Pulse に設定されている場合のみ有効

*1: 48 は Version 6 以降で対応

*2: MP2110A-x24 搭載時のみ設定可能

表 A.3.3-1 時間設定 (続き)

項目	規格
Software Delay	チャンネル間位相補正機能 Channel A: $\pm \frac{\text{UI On Screen}}{2}$ UI を ps に換算して表示 (0.1 ps step) Channel B: $\pm \frac{\text{UI On Screen}}{2}$ UI を ps に換算して表示 (0.1 ps step) Channel C: $\pm \frac{\text{UI On Screen}}{2}$ UI を ps に換算して表示 (0.1 ps step) Channel D: $\pm \frac{\text{UI On Screen}}{2}$ UI を ps に換算して表示 (0.1 ps step)
Pattern Length Tracking Manual	Pulse、Coherent Eye Mode で使用時の取り込みパターン長の指定 BERT オプションが必要*3、BERTS で設定しているパターン長にトラッキング PPG Ch1、PPG Ch2、PPG Ch3、PPG Ch4、 ED Ch1、ED Ch2、ED Ch3、ED Ch4 表 A.3.2-1 の Test Pattern が Variable のときに設定可能。 手動でパターン長を指定 MP2110A-x8x 以外: 2~32768 UI MP2110A-x8x: 2~8192 UI

*3: 表 A.3.2-1 の Test Pattern が Variable 以外に設定されている場合、設定できません。

A.3.4 測定

表 A.3.4-1 測定

項目	規格
Signal Type	対象チャンネルの信号タイプを設定 NRZ、PAM4*
Active Channel	Ch A、Ch B、Ch C、Ch D どれか 1Channel を選択。
Marker	X1: ON/OFF、X2: ON/OFF Y1: ON/OFF、Y2: ON/OFF

*: MP2110A-x63 または MP2110A-x95 搭載時のみ PAM4 を選択可能

表 A.3.4-2 振幅/時間測定

項目	規格
Measurement Select	<p>Signal Type が NRZ 設定であるチャンネルでは、以下の項目測定が可能 One Level、Zero Level、Eye Amplitude、Eye Height、Eye Height (Ratio)、 Crossing、SNR、Average Power (dBm)^{*1}、Average Power (mW)^{*1}、 Extinction Ratio^{*1}、Jitter p-p、Jitter RMS、Rise Time、Fall Time、 Eye Width、DCD、OMA (dBm)^{*1}、OMA (mW)^{*2、*3、*4}、VECP^{*2}、 OMA at Crossing^{*2、*3、*4}、TDEC^{*2}、RIN OMA^{*1、*4、*5}、Crossing Time、 Amplitude P-P</p> <p>Signal Type が PAM4 設定であるチャンネルでは、以下の項目測定が可能 TDECQ^{*2、*5}、Outer OMA^{*2、*3、*4}、Outer ExR^{*1}、Linearity、Ceq^{*2}、 Partial TDECQ^{*2、*5}、Levels (Level 3、Level 2、Level 1、Level 0) Levels RMS (Level 3、Level 2、Level 1、Level 0)、 Levels P-P (Level 3、Level 2、Level 1、Level 0)、 Level Skews (Level 3、Level 2、Level 1、Level 0)、 Eye Levels (Upper、Middle、Lower)、Eye Skews (Upper、Middle、Lower)、 Eye Heights(Upper、Middle、Lower)、Eye Widths (Upper、Middle、 Lower)、Average Power (dBm)^{*1}、Average Power (mW)^{*1}、RIN OMA^{*1、*5}、 Transition Time (Rise/Fall)^{*2、*5}、Transition Time (Slow)^{*2、*5}、 Over/Under-shoot^{*2}、P-P Power^{*1}、Power Excursion^{*1}、Noise Margin^{*2、*5}、 Partial Noise Margin^{*2、*5}</p> <p>Signal Type が NRZ 設定であるチャンネルで MP2110A-x96 が搭載されているときでは、以下の項目測定が可能 TJ (User Define)^{*6}、RJ (d-d)、DJ (d-d)、J2 Jitter、J4 Jitter、J9 Jitter、 Eye Opening^{*6}、RJ (rms)^{*7}、PJ (p-p)^{*7}、DDJ (p-p)^{*7}、DCD^{*7}、ISI (p-p)^{*7}、 DDPWS^{*7}、PJ Frequency^{*7、*8}</p>
Item Selection	Measurement Select から 4 項目または 32 項目まで選択して結果を表示 ^{*9} Channel、Current Value、Average、Std.Dev、Min、Max
Measuring Area Marker	測定領域をマーカ表示

*1: 光入力チャンネル選択時のみ

*2: Version 7.02 以前は光チャンネル選択時のみ。Version 7.03 以降は電気/光両方対応

*3: 電気 Channel 時の単位は mV

*4: 電気 Channel 時は OMA ではなく VMA と表記

*5: Sampling Mode が Coherent Eye で、Test Pattern が Variable 以外の時に測定可能

*6: 設定項目の TJ Measurement BER に指定された BER

*7: Sampling Mode が Advanced Jitter 設定時に測定可能

*8: 差動信号では測定不可

*9: Version 5 では 1～4 項目まで対応
Version 6 以降では 1～32 項目まで対応

表 A.3.4-2 振幅/時間測定 (続き)

項目	規格
NRZ Measure Setup	NRZ 測定項目に関する設定
Eye Boundary	Offset from Crossing: 0～1 UI (0.01 UI step) Width: 0～1 UI (0.01UI step)
Rise/Fall Time	Percentage: 10～90%、20～80% Correction Factor: 0～9999.9 ps (LPF 挿入時の実 Tr/Tf を補正)
Noise Measure Area	SNR のノイズを測定する位置を指定します。 Zero Level + One Level Zero Level One Level
PAM4 Measure Setup	PAM4 測定項目に関する設定。
Sample Timing	“Track to Middle Eye Timing”: Middle EYE の位相を基準とします。 “Independent Timing”: Upper、Middle、Lower それぞれ独立した位相を基準とします。
Eye Center Type	“Maximum Eye Width”: Eye Width が最大となる振幅における開口中央を基準とします。 “Maximum Eye Height”: Eye Height が最大となる位相を基準とします。
Peak Power	Peak Power を決めるしきい値を 1UI のサンプルに対する比率で設定します。
Hit Ratio	波形の最大値からサンプル数に対して指定した比率の位置を最大パワーとします。 波形の最小値からサンプル数に対して指定した比率の位置を最小パワーとします。 最大パワーと最小パワーの差を Peak Power とします。 0 を指定した場合は、波形の最大値と最小値の差を Peak Power とします。
Eye Opening Definition	“Zero Hits”: サンプル評価で最も Eye 開口が大きくなる値として測定 “1E-01～1E-06”: 1E+01 step で設定、指定確率で測定値を計算します。
Linearity Definition	Linearity の測定方法の規格を設定します。 IEEE Clause 94 IEEE Annex 120D
Target SER	TDECQ を測定するときに用いる SER (Symbol Error Rate) を設定します。 9.99E-06～1.00E-01 の範囲で設定可能。*IEEE または FC 規格から設定可能。
Optimize Threshold	TDECQ を測定する Threshold を IEEE802.3cd の規定に基づき最適化するかを設定します。
Optimize TDECQ Histogram	TDECQ の測定再現性を向上させる機能を使用するかを設定します。
Noise Coefficient	デジタルフィルタでエイリアシングされたノイズの保持量を設定します。
Configuration	PAM4 測定項目に関する設定*10
Eye Heights/Widths	PAM4 測定項目の Eye Height/Width に関する設定*10
TDECQ	TDECQ に関する設定。Signal Type が PAM4, Sampling Mode が Coherent Eye, Test Pattern が Variable 以外の時のみ設定可能。

*10:MP2110A-x63 または MP2110A-x95 のみ設定可能

表 A.3.4-3 ジッタ測定

項目	規格																																																															
Jitter Measure Setup	Jitter 測定項目に関する設定。*																																																															
TJ Measurement BER	測定結果で TJ(User Define)、Eye Opening を測定する BER を設定 1.0E-001～1.0E-018 まで、1.0E+001 step で選択可能																																																															
Fixed RJ	RJ の結果に User 指定の値を使用する機能。 “ON”: Fixed RJ Factor の値を使用 “OFF”: ジッタ分離演算結果を使用																																																															
RJ Value	Fixed RJ が ON の場合に使用される値。 0.01～999.99 ps、step 0.01 ps rms																																																															
Correction Factor	User による結果の補正機能 “ON”: 結果補正有り “OFF”: 結果補正無し																																																															
DJ (Scale)	DJ の Scale 調整機能 DJ = DJ(Scale)×測定結果 0.01～999.99、step 0.01																																																															
RJ (Scale)	RJ の Scale 調整機能 RJ = RJ(Scale)×測定結果 0.01～999.99、step 0.01																																																															
RJ (rms)	RJ の rms 調整機能 $RJ = \sqrt{(\text{測定結果})^2 - \{RJ(rms)\}^2}$ 0.01～999.99 ps rms、step 0.01 ps rms																																																															
Define Threshold	ジッタを測定する Crossing 値の定義 Auto: Scope の Crossing 値を使用し、自動で調整 Manual:測定する Crossing を User が入力																																																															
Manual Crossing	ジッタを測定する Crossing 値 30～70%、step 1%																																																															
PDJ Measurement	Pattern Dependent Jitter の測定切り替え機能。Advanced Jitter 時に設定可能。 “ON”: DDJ を PDJ として測定結果を表示 “OFF”: DDJ のまま測定結果を表示																																																															
PDJ Standard Filter	PDJ Measurement ON の設定時、PDJ 測定に用いるフィルタの設定 単位は Hz <table><tr><td>Standard</td><td>HP0</td><td>HP1</td><td>HP1'</td><td>HP2</td><td>HP'</td><td>HP</td><td>LP</td><td>LP'</td></tr><tr><td>STM-0</td><td>10</td><td>100</td><td>–</td><td>20 k</td><td>–</td><td>12 k</td><td>400 k</td><td>–</td></tr><tr><td>STM-1</td><td>10</td><td>500</td><td>–</td><td>65 k</td><td>–</td><td>12 k</td><td>1.3 M</td><td>500</td></tr><tr><td>STM-4</td><td>10</td><td>1 k</td><td>–</td><td>250 k</td><td>–</td><td>12 k</td><td>5 M</td><td>1 k</td></tr><tr><td>STM-16</td><td>10</td><td>5 k</td><td>–</td><td>1 M</td><td>–</td><td>12 k</td><td>20 M</td><td>5 k</td></tr><tr><td>STM-64</td><td>10</td><td>20 k</td><td>10 k</td><td>4 M</td><td>50 k</td><td>12 k</td><td>80 M</td><td>20 k</td></tr><tr><td>STM-256</td><td>–</td><td>80 k</td><td>20 k</td><td>16 M</td><td>–</td><td>–</td><td>320 M</td><td>–</td></tr></table>	Standard	HP0	HP1	HP1'	HP2	HP'	HP	LP	LP'	STM-0	10	100	–	20 k	–	12 k	400 k	–	STM-1	10	500	–	65 k	–	12 k	1.3 M	500	STM-4	10	1 k	–	250 k	–	12 k	5 M	1 k	STM-16	10	5 k	–	1 M	–	12 k	20 M	5 k	STM-64	10	20 k	10 k	4 M	50 k	12 k	80 M	20 k	STM-256	–	80 k	20 k	16 M	–	–	320 M	–
Standard	HP0	HP1	HP1'	HP2	HP'	HP	LP	LP'																																																								
STM-0	10	100	–	20 k	–	12 k	400 k	–																																																								
STM-1	10	500	–	65 k	–	12 k	1.3 M	500																																																								
STM-4	10	1 k	–	250 k	–	12 k	5 M	1 k																																																								
STM-16	10	5 k	–	1 M	–	12 k	20 M	5 k																																																								
STM-64	10	20 k	10 k	4 M	50 k	12 k	80 M	20 k																																																								
STM-256	–	80 k	20 k	16 M	–	–	320 M	–																																																								
Measure Edge Type	Jitter を測定する Edge の切り替え。Advanced Jitter 時に設定可能。 “ALL”: 立ち上がり遷移・立ち下がり遷移両方を測定 “Rising”: 立ち上がり遷移のみ測定 “Falling”: 立ち下がり遷移のみ測定 本設定に応じてグラフ上の結果も対応する遷移の結果表示となる																																																															

*: MP2110A-x96 搭載時のみ設定可能

表 A.3.4-4 ヒストグラム

項目	規格
Histogram	Histogram 測定に関する設定機能
Target Channel	ON、OFF Active Channel を測定
Axis	Amplitude、Time
Marker	X1、X2、Y1、Y2
Result Display	Mean、Std. Dev、p-p、Hits

表 A.3.4-5 マスクテスト

項目	規格
Mask Test	Mask Test 測定に関する設定機能
Target Channel	Channel ごとに On/Off 制御可能
Compliance Mask	測定する Mask をファイルから選択
Mask Margin Test Method	One Shot Continuous
Align Method	Mask の位置設定方法を指定する機能
Auto Align	Zero/One/Crossing
User Defined	Alignment Marker X1、ΔX、Y1、ΔY
Alignment Marker	Display On/ Display Off
Mask Margin	−100〜+100%
Margin Type	Hit Count、Hit Ratio から選択
Hit Count	1〜999999999 ^{*1}
Hit Ratio	1E−12〜9E−01 ^{*2}
Mask Area Restriction	ON/OFF Mask 測定において Mask 有効エリアの制限を行う機能
Angle	−90〜90° (1° step)
Width	0.01〜1 UI (0.01 step)
Result Display	Total Samples、Total Waveforms、Mask Margin [%]、Hit Count、Total Failed Samples、Top Mask Failed Samples、Center Mask Failed Samples、Bottom Mask Failed Samples

*1: Margin 測定時の Fail Sample 上限値

*2: 総サンプルと設定された確率で Hit Count を自動設定

表 A.3.4-6 Equalizer*¹

項目	規格
Display Equalized Waveform	“ON”: Reference Equalizer 処理後の波形を表示 “OFF”: Reference Equalizer 処理前の波形を表示
De-embedding	波形の Embedding/De-embedding 処理に関する機能設定。 ^{*2} 対応読み込みファイルは s2p、s4p De-embedding は 3 つまで設定可能。
Mode	“Embedding”: s2p/s4p データ特性を付与するイコライザ処理を実施 “De-embedding”: s2p/s4p データ特性を除去するイコライザ処理を実施
Flip S-parameter	S-Parameter の Port 定義に関する設定。ON 時 S12 を透過特性として使用する。
4 Port Numbering	s4p ファイル読み込み時の Port 定義に関する設定。入力ポートを Port1/2 か Port1/3 から選択可能。
Antialiasing Filter	“ON”: s2p/s4p ファイルに記載されている周波数範囲外の帯域に Antialiasing Filter を適用する “OFF”: s2p/s4p ファイルに記載されている周波数範囲外の帯域に Antialiasing Filter を適用しない
CTLE	IEEE、CEI で規定される CTLE 処理に関する機能設定。 ^{*3}
File	CTLE 設定ファイルの読み込みの機能
FFE	FFE 処理に関する機能設定。 ^{*4}
Equalizer Type	Reference Equalizer の Tap を自動計算するときの計算手法を設定します。 “TDECQ”: TDECQ が最適となるような Tap 係数を計算 “Linear”: EYE 開口が大きくなるような Tap 係数を計算
Equalizer Tap	“Calculate”: Tap の最適化計算を実行。 計算完了後、計算が正常終了したかどうかを Status 項に表記 “Tap Count”: Reference Equalizer の Tap 数。3～21 の範囲で設定可能 “Taps”: Reference Equalizer 処理に用いている Tap 係数。小数第 6 位まで設定可能。 “Status”: 前回実行した Calculation が正常終了したかを示すフラグ
Optimization	Tap の最適化時のアルゴリズムを選択 “Fast”: 最適化レベルが低い、計算時間が短い。 “Auto”: 最適化レベルが高い、計算時間が長い。
Number of Precursors	0～(Tap Counts–1) まで設定可能。

*1: Sampling Mode を Coherent Eye に設定し、かつ Test Pattern が Variable 以外のときに処理可能なイコライザ機能設定

*2: 電気チャネルは、MP2110A-x98 搭載時のみ設定可能
光チャネルは、MP2110A-x95 または MP2110A-x98 搭載時のみ設定可能
Scope オプションが MP2110A-x8x の場合は、MP2110A-x62 搭載時のみ実行可能

*3: MP2110A-x98 搭載時のみ設定可能

*4: MP2110A-x62 または MP2110A-x95 搭載時のみ設定可能

A.3.5 Utilities

表 A.3.5-1 Utilities

項目	規格
EYE/Pulse Shot	Result 画面イメージを jpg または png 形式の画像ファイルとして保存
Inverse Background Color	EYE/Pulse Shot 波形エリアの色を反転して保存
Waveforms Only	Result ウィンドの中の波形表示エリアのみを保存
Waveform Color	累積設定時の波形のグラデーションテーブルを選択する機能 “Color Grade”、“Gray Scale”から選択
Color Select	Waveform Color が”Gray Scale”設定時の基本色を選択する機能 “Yellow”、“Blue”、“Green”、“Pink”、“Orange”、“Light Blue”、“Light Green”、“Red”から選択 TDECQ 測定用イコライザ適応前後で独立して色設定が可能
Mask Color	Mask Test 時に表示される Mask の色を選択する機能
Preset Information	波形表示エリアの文字の表示・非表示を選択する機能
Label	EYE/Pulse Scope 画面に任意の文字列を表示する機能
Add Label	1 画面 1 ラベルを表示。最大文字数 1023 文字
Delete Label	表示しているラベルを削除
Trace Memory	測定波形を内部メモリに保存する機能
Trace Memory	“Set”： 表示されている全チャネルの波形データを保存 “Clear”： 保存した波形データを削除
グラフ表示モード	表示モードの切り替え “Overlap”： 1 つのグラフですべてのチャネルの波形を表示 “Single”： アクティブチャネルの波形を表示 “Tile”： グラフエリアを 4 分割して各チャネルの波形を表示
Control Ch	設定チャネルモードの切り替え “All”： 全チャネル共通で設定を変更 “Single”： Active Channel のみ設定を変更（一部設定に限る）
Pattern Capture	表示波形に対して Test Pattern 設定の 1 周期分の波形振幅データをファイルに出力する機能。すべての Ch に対してデータを保存する。Sampling Mode が Coherent Eye、Test Pattern が Variable 以外で実行可能。 保存時の 1UI あたりのサンプル数は GUI から設定可能。

A.3.6 保守

表 A.3.6-1 校正

項目	規格
Calibration	Amplitude の校正 (オフセット調整/リニアリティ調整) および O/E Module 暗電流・電流系の校正
Application Test	自己診断機能

A.3.7 水平システム

表 A.3.7-1 Horizontal System (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Trigger Clk In	
Connector	SMA Connector (f.)
Termination	50 Ω 、AC 結合
Trigger Clock Frequency	0.1～15.0 GHz 2.4～15.0 GHz において Precision Trigger 機能を ON に設定可能
Trigger Clock Sensitivity	代表値 100 mVp-p、最大値 200 mVp-p ^{*1} 代表値 200 mVp-p ^{*2}
Maximum Amplitude	最小値 1.2 Vp-p
Maximum Amplitude (Before Damage)	2 Vp-p
Jitter、RMS	1.25 GHz 以上 15 GHz 以下： 代表値 0.4 ps、最大値 1.35 ps 0.1 GHz 以上 1.25 GHz 未満： 代表値 1.0 ps、最大値 1.5 ps 2.4 GHz 以上 15 GHz 以下で Precision Trigger 設定が ON のとき： 代表値 200 fs ^{*3、*4} 最大値 280 fs ^{*3} MP2110A-x30、x39、x40、x49 搭載時 1.25 GHz 以上 15 GHz 以下： 代表値 350 fs、最大値 600 fs 0.1 GHz 以上 1.25 GHz 未満： 代表値 1.0 ps、最大値 1.5 ps

*1: 1 GHz 以下では矩形波入力で規定

*2: Precision Trigger が ON のとき

*3: MG3695A または相当品の正弦波出力を Trigger 入力に接続して評価

*4: 25±5°C において

表 A.3.7-2 Horizontal System (MP2110A-x8x の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Trigger Clk In	
Connector	K Connector (f.)
Termination	50 Ω 、AC 結合
Trigger Clock Frequency	500 MHz～32.0 GHz
Trigger Clock Sensitivity	20 GHz 未満: 最大値 200 mVp-p 20 GHz 以上: 最大値 450 mVp-p 代表値: 100 mVp-p (12～20 GHz において)
Maximum Amplitude	最小値 1.2 Vp-p
Maximum Amplitude (Before Damage)	2 Vp-p
Jitter、RMS	2.5 GHz 以上 32 GHz 以下: 代表値 175 fs、最大値 300 fs 0.1 GHz 以上 2.5 GHz 未満: 代表値 1.0 ps、最大値 1.5 ps

A.3.8 デジタルシステム

表 A.3.8-1 デジタルシステム (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Sampling Speed	150 kSamples/s, Nominal
Effective Sampling Speed	250 kSamples/s, Nominal Number of Sample = 1350、Symbol Rate = 25.78125 Gbaud、 Clock Rate = 6.4453125 GHz、Eye Mode、UI on Screen = 2 UI において
Process Speed	Reference Equalizer 処理実効速度 Nominal 130 kbps @ 26.5625 Gbaud、Test Pattern = SSPRQ Coherent Eye 設定時

表 A.3.8-2 デジタルシステム(MP2110A-x8x の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Process Speed	MP2110A-x69 非搭載時: 250 kSamples/s, Nominal 106.25 Gbaud、Test Pattern = SSPRQ、Coherent Eye、UI on Screen = 2UI 設定において MP2110A-x69 搭載時: 1 MSamples/s, Nominal 106.25 Gbaud、Test Pattern = SSPRQ、Coherent Eye、UI on Screen = 2UI、Fast Sampling 4x 設定において

A.3.9 電気チャネル

表 A.3.9-1 電気チャネル機能

項目	規格
Amplitude Setting	
Scale	縦軸の Scale 設定。ChA、ChB 共に以下の設定可能 1～200 mV/div、0.1 mV step
Offset	縦軸の Offset 設定。ChA、ChB 共に以下の設定可能 -500～500 mV、1 mV step
Attenuation	Data Input に接続される減衰器の減衰量を入力すると、入力された減衰量に連動して Amplitude Scale/Offset および測定結果を補正する機能 0.00～30.00 dB、0.01 dB step
Tracking*	Active Channel の Scale、Offset、Attenuation の値を他 Channel に Tracking させる機能 ON/OFF
Channel Math*	ChA と ChB の演算結果を描画する機能
Channel Math Enable	ON/OFF
Define Function	演算方法の指定 ChA + ChB ChA - ChB ChB - ChA
Scale	Channel Math 演算結果表示時の Vertical Axis の Scale 設定 1～200 mV/div、0.1 mV step
Offset	Channel Math 演算結果表示時の Vertical Axis の Offset 設定 -1000～1000 mV、0.1 mV step
Digital Filter	ソフトウェア補正を適用し、電気チャネルの周波数特性を 33 GHz 帯域または 40 GHz 帯域に対応させる機能 Sampling Mode を Coherent Eye に設定し、かつ Test Pattern が Variable 以外のときのみ設定可能

*: MP2110A-x21 搭載時に設定可

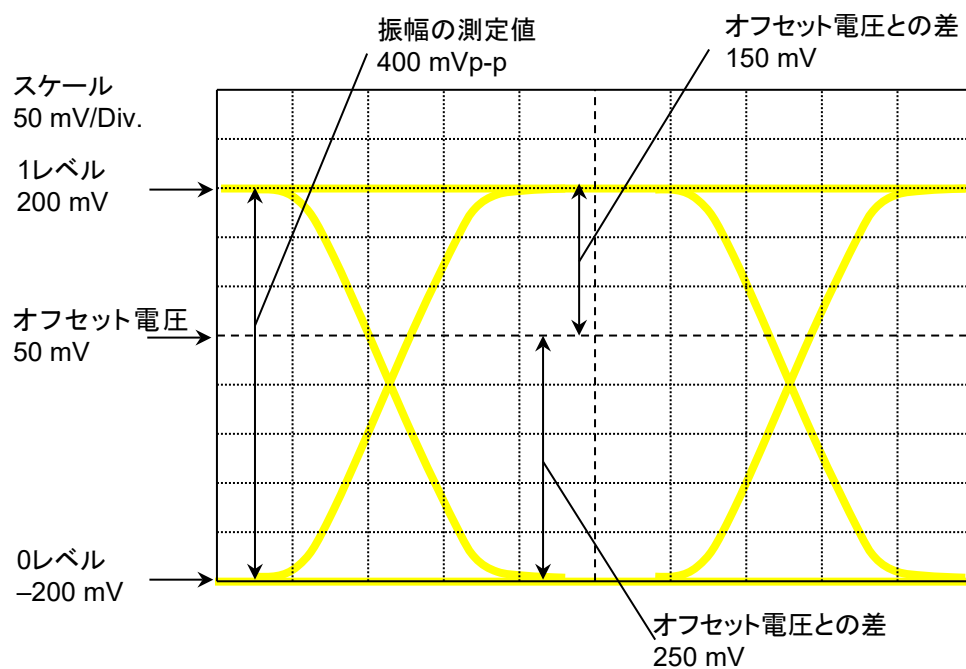
表 A.3.9-2 電気チャネル性能

項目	規格
Data Input	電気入力端子
Connector	K Connector (f)
Termination	50 Ω 、DC 結合
Maximum Amplitude	± 2 V maximum input before damage
Dynamic Range	± 400 mV ^{*1}
Amplitude Accuracy	$\pm 2\%$ of reading $\pm$ offset amplitude accuracy (refer to below fig. ^{*2、*3})
	<p>振幅精度 (±mV)</p> <p>スケール = 250mV/div スケール = 200mV/div スケール = 100mV/div スケール = 50mV/div スケール = 15mV/div スケール = 1mV/div</p> <p>オフセット電圧との差 (mV)</p>
Bandwidth (–3 dB)	代表値 40 GHz
Flatness	代表値 ± 1 dB (10 MHz～30 GHz)
Noise RMS	代表値 1.5 mV 最大値 2.5 mV

*1: Relative to amplitude offset

*2: 内部校正実施後

*3: 計算例: 振幅の測定値が 400 mV でオフセット電圧が 50 mV の場合



この例では1レベルの電圧 (200 mV) とオフセット電圧 (50 mV) との差は 150 mV です。スケールが 50 mV/Div. のグラフの、電圧差 150 mV に対応する振幅確度は 8 mV です。1レベルの確度は次のとおり計算します。

$$200 \times 2\% + 8 = 12 \quad \pm 12 \text{ mV}$$

0レベルの電圧 (-200 mV) とオフセット電圧 (50 mV) との差は 250 mV です。スケールが 50 mV/Div. の、電圧差 250 mV に対応する振幅確度は 11 mV です。0レベルの確度は次のとおり計算します。

$$200 \times 2\% + 11 = 15 \quad \pm 15 \text{ mV}$$

A.3.10 光チャネル

表 A.3.10-1 光チャネル機能 (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Amplitude Setting	
Scale	縦軸システムの Scale 設定。 1～200 $\mu\text{W}/\text{div}$ 、1 μW step
Offset	縦軸システムの Offset 設定。 -500～500 μW 、1 μW step
Attenuation	Data Input に接続される減衰器の減衰量を入力すると、入力された減衰量に連動して Amplitude Scale/Offset および測定結果を補正する機能 0.00～30.00 dB、0.01 dB step
Tracking*	Active Channel の Scale、Offset、Attenuation の値を他 Channel に Tracking させる機能。 ON/OFF
Channel Math	機能無し
Filter Selection	O/E Input Port の帯域を No Filter または Reference Receiver 準拠 Filter に設定可能 対応 Filter は表 A.3.10-3 の Filter Response を参照
Extinction Ratio Correction	消光比補正機能
Correction Enable	ON/OFF
Correction Factor	-9.99～+9.99 %、0.01% step
Conversion Gain	SMF Input 用、MMF Input 用の 2 種類の値をユーザ調整可能
Responsivity	SMF Input 用、MMF Input 用の 2 種類の値をユーザ調整可能
Calibration	Conversion Gain / Responsivity Calibration、O/E Calibration

*: MP2110A-x22、MP2110A-x30、MP2110A-x32、MP2110A-x39、
MP2110A-x40、MP2110A-x42、MP2110A-x49 搭載時に設定可

表 A.3.10-2 光チャネル機能 (MP2110A-x8x の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Amplitude Setting	
Scale	縦軸システムの Scale 設定。 1～200 $\mu\text{W}/\text{div}$ 、1 μW step
Offset	縦軸システムの Offset 設定。 -500～500 μW 、1 μW step
Attenuation	Data Input に接続される減衰器の減衰量を入力すると、入力された減衰量に連動して Amplitude Scale/Offset および測定結果を補正する機能 0.00～30.00 dB、0.01 dB step
Tracking	Active Channel の Scale、Offset、Attenuation の値を、他 Channel に Tracking させる機能。 ON/OFF
Channel Math	機能無し
Filter Selection	O/E Input Port の帯域を No Filter または Reference Receiver 準拠 Filter に設定可能 対応 Filter は表 A.3.10-4 の Filter Response を参照
Extinction Ratio Correction	消光比補正機能
Correction Enable	ON/OFF
Correction Factor	-9.99～+9.99 %、0.01 % step
Conversion Gain	SMF Input 用の値をユーザ調整可能
Responsivity	SMF Input 用の値をユーザ調整可能

表 A.3.10-3 光チャネル性能 (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時)

項目	規格
Data Input	光入力端子 ChA、ChB、ChC、ChD
Connector	FC Connector (SMF Input、MMF Input)
Fiber	SMF Input 62.5 μ m GI Multimode fiber、accepts single mode fiber (MP2110A-x30、x40 以外を搭載時) Singlemode fiber (MP2110A-x30、x40 を搭載時) MMF Input 62.5 μ m GI Multimode fiber、accepts single mode fiber
Wavelength	SMF Input 850～1650 nm (MP2110A-x30、x40 以外を搭載時) 850～1650 nm (MP2110A-x40 + x61 を搭載時) 1260～1650 nm (MP2110A-x30、x40 を搭載時) MMF Input 800～860 nm
Bandwidth (No Filter)	代表値 35 GHz (SMF Input) 代表値 25 GHz (MMF Input)
Filter Response	以下の規格に対応 <NRZ 規格> 100GbE/4 (25.78125 Gbit/s) 100GbE/4 FEC (27.7393 Gbit/s) OTU4 (27.952493 Gbit/s) 32GFC (28.05 Gbit/s) 10G LAN/PHY (10.3125 Gbit/s 7.5 GHz) [D] *1 10G WAN/PHY (9.95328 Gbit/s 7.46 GHz) [D] *1 <PAM4 規格>*1 400GbE/8 BiDi MMF (26.5625 Gbaud 8.96 GHz) [D] 400GbE/8 SMF (26.5625 Gbaud 13.3 GHz) [D] 400GbE/8 MMF (26.5625 Gbaud 12.6 GHz) [D] IEEE802.3cd Draft 2.0 400GbE/8 MMF (26.5625 Gbaud 11.2 GHz) [D] 400GbE/8 (26.5625 Gbaud 19.34 GHz) [D] 400GbE/4 SMF (53.125 Gbaud 26.5625 GHz)[D] 400GbE/4 SMF (53.125 Gbaud 38.7 GHz)[D] 400GbE/4 SMF (53.125 Gbaud 39.84 GHz)[D] 64GFC SMF (28.9 Gbaud 14.45 GHz) [D] 64GFC MMF (28.9 Gbaud 12.4 GHz) [D] 400GbE/8 MMF (26.5625 Gbaud 10.35 GHz) [D] (55.78125 Gbaud, 27.890625 GHz) [D] (56.666 Gbaud, 28.333 GHz) [D]

*1: MP2110A-x95 または MP2110A-x98 搭載時で、Coherent Eye 設定かつ Test Pattern が Variable 以外の設定時に動作

表 A.3.10-3 光チャネル性能 (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時) (続き)

項目	規格			
Optical Noise	MP2110A-x22、x23、x25、x26、x32、x33、x35、x36、x39 搭載時			
	条件	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2
	SMF Input、1310 nm、OTU4 Filter	代表値	3.4 μ Wrms	代表値 4.8 μ Wrms
		最大値	4.3 μ Wrms	最大値 6.1 μ Wrms
	SMF Input、1310 nm、No Filter	代表値	5.4 μ Wrms	代表値 7.6 μ Wrms
		最大値	7.5 μ Wrms	最大値 10.6 μ Wrms
	MMF Input、850 nm、OTU4 Filter	代表値	6.7 μ Wrms	代表値 9.5 μ Wrms
		最大値	8.4 μ Wrms	最大値 11.9 μ Wrms
	MMF Input、850 nm、No Filter	代表値	8.1 μ Wrms	代表値 11.4 μ Wrms
		最大値	10.5 μ Wrms	最大値 14.9 μ Wrms
	MP2110A-x30 搭載時			
	条件	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2
	SMF Input、1310 nm、OTU4 Filter	代表値	4.8 μ Wrms	代表値 6.8 μ Wrms
		最大値	6.1 μ Wrms	最大値 8.6 μ Wrms
	SMF Input、1310 nm、No Filter	代表値	7.6 μ Wrms	代表値 10.8 μ Wrms
		最大値	10.6 μ Wrms	最大値 15.0 μ Wrms
	MP2110A-x40 搭載時			
	条件	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2
	SMF Input、1310 nm、OTU4 Filter	代表値	5.8 μ Wrms	代表値 8.2 μ Wrms
		最大値	7.3 μ Wrms	最大値 10.4 μ Wrms
	SMF Input、1310 nm、No Filter	代表値	7.8 μ Wrms	代表値 11.0 μ Wrms
		最大値	10.6 μ Wrms	最大値 15.0 μ Wrms
	MP2110A-x42、x43、x45、x46、x49 搭載時			
	条件	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2
	SMF Input、1310 nm、OTU4 Filter	代表値	4.1 μ Wrms	代表値 5.8 μ Wrms
		最大値	5.2 μ Wrms	最大値 7.4 μ Wrms
	SMF Input、1310 nm、No Filter	代表値	5.5 μ Wrms	代表値 7.8 μ Wrms
		最大値	7.5 μ Wrms	最大値 10.6 μ Wrms
	MMF Input、850 nm、OTU4 Filter	代表値	7.0 μ Wrms	代表値 9.9 μ Wrms
		最大値	8.9 μ Wrms	最大値 12.6 μ Wrms
	MMF Input、850 nm、No Filter	代表値	8.6 μ Wrms	代表値 12.1 μ Wrms
		最大値	11.1 μ Wrms	最大値 15.7 μ Wrms

*2: MP2110A-x54 搭載時の値は、チャネル B のみに適用する。その他のチャネルは常に MP2110A-x54 非搭載の値を適用する。

表 A.3.10-3 光チャネル性能 (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時) (続き)

項目	規格			
Optical Noise (続き)	MP2110A-x40+x61 搭載時			
	条件	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2
	SMF Input、1310 nm、OTU4 Filter	代表値	4.1 μWrms	代表値 5.8 μWrms
		最大値	5.2 μWrms	最大値 7.4 μWrms
	SMF Input、1310 nm、No Filter	代表値	5.5 μWrms	代表値 7.8 μWrms
		最大値	7.5 μWrms	最大値 10.6 μWrms
	SMF Input、850 nm、100GbE/4 Filter	代表値	12.2 μWrms	代表値 17.3 μWrms
		最大値	14.0 μWrms	最大値 19.8 μWrms
Mask Sensitivity	MP2110A-x22、x23、x25、x26、x32、x33、x35、x36、x39 搭載時			
	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2	
	SMF: 代表値 -15.0 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)		SMF: 代表値 -13.5 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)	
	MMF: 代表値 -12.0 dBm (850 nm、OTU4 Filter)		MMF: 代表値 -10.5 dBm (850 nm、OTU4 Filter)	
	MP2110A-x30 搭載時			
	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2	
	SMF: 代表値 -13.5 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)		SMF: 代表値 -12.0 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)	
	MP2110A-x40 搭載時			
	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2	
	SMF: 代表値 -12.0 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)		SMF: 代表値 -10.5 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)	
	MP2110A-x42、x43、x45、x46、x49 搭載時			
	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2	
	SMF: 代表値 -14.0 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)		SMF: 代表値 -12.5 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)	
	MMF: 代表値 -12.0 dBm (850 nm、OTU4 Filter)		MMF: 代表値 -10.5 dBm (850 nm、OTU4 Filter)	
	MP2110A-x40+x61 搭載時			
	MP2110A-x54 非搭載時		MP2110A-x54 搭載時*2	
	SMF: 代表値 -14.0 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)		SMF: 代表値 -12.5 dBm (1310 nm、OTU4 Filter)	
	MMF: 代表値 -10.0 dBm (850 nm、100GbE/4 Filter)		MMF: 代表値 -8.5 dBm (850 nm、100GbE/4 Filter)	
	Mask Margin が 0%に到達する光パワーの推定値 (光雑音から計算)			

表 A.3.10-3 光チャネル性能 (MP2110A-x8x 以外の Scope オプション搭載時) (続き)

項目	規格
Maximum Input Power (Before Distortion)	MP2110A-x22、x23、x25、x26、x32、x33、x35、x36、x39、x42、x43、x45、x46、x49 搭載時 代表値 -2 dBm (SMF Input)、@ 1310 nm、ExR = 8 dB の信号観測時 代表値 +2 dBm (MMF Input)、@ 850 nm、ExR = 3 dB の信号観測時 MP2110A-x30、x40 搭載時 代表値 +2 dBm (SMF Input)、@ 1310 nm、ExR = 4 dB の信号観測時
Absolute Maximum Power (Before Damage)	<Average> +5 dBm (SMF Input)、+7 dBm (MMF Input) <Peak> +8 dBm (SMF Input)、+10 dBm (MMF Input)
Optical Return Loss	代表値 -27 dB (SMF Input)、@ 1310 nm SMF Fiber 接続時 代表値 -20 dB (MMF Input)、@ 850 nm MMF Fiber 接続時
Optical Power Meter	
Range	MP2110A-x22、x23、x25、x26、x32、x33、x35、x36、x39、x42、x43、x45、x46、x49 搭載時 -18~0 dBm (SMF Input) -18~+2 dBm (MMF Input) MP2110A-x30、x40 搭載時 -18~+2 dBm (SMF Input)
Accuracy	代表値±0.55 dB (0~+2 dBm) 代表値±0.35 dB (-12~0 dBm) 代表値±0.6 dB (-18~-12 dBm)
OE Monitor Out Conversion Gain	MP2110A-x54 搭載時に追加される CRU 接続用 O/E 変換後の信号出力端子 MP2110A-x30 搭載時 <SMF Input>: 代表値 48 V/W MP2110A-x22、x23、x25、x26、x32、x33、x35、x36、x39 搭載時 <SMF Input>: 代表値 60 V/W <MMF Input>: 代表値 33 V/W MP2110A-x40 搭載時 <SMF Input>: 代表値 42 V/W MP2110A-x42、x43、x45、x46、x49 搭載時 <SMF Input>: 代表値 53 V/W <MMF Input>: 代表値 29 V/W
Connector	K Connector (f)

表 A.3.10-4 光チャネル性能 (MP2110A-x8x の Scope オプション搭載時)

項目	規格						
Data Input	光入力端子 ChA、ChB、ChC、ChD						
Connector	FC Connector						
Fiber	Singlemode fiber (9 μm)						
Wavelength	1260～1650 nm						
Bandwidth (No Filter)	代表値 60 GHz						
Filter Response	以下の規格に対応＊ <PAM4 規格> 53.125Gbaud、26.5625 GHz [D] 53.125Gbaud、39.84 GHz [D] 55.78125 Gbaud、27.890625 GHz [D] 56.666 Gbaud、28.333 GHz [D] 106.25 Gbaud、53.125 GHz [D] 107.912 Gbaud、53.956 GHz [D] 112.5 Gbaud、56.25 GHz [D] 113.4375 Gbaud、56.71875 GHz [D] 115.103 Gbaud、57.5515 GHz [D]						
Optical Noise	<table border="1"> <tr> <th>条件</th><th>MP2110A-x8x 搭載時</th></tr> <tr> <td>1310 nm、53.125 GHz Filter、 室温 (25±5°C) で規定</td><td>代表値 11.0 μWrms 最大値 15.8 μWrms</td></tr> </table>	条件	MP2110A-x8x 搭載時	1310 nm、53.125 GHz Filter、 室温 (25±5°C) で規定	代表値 11.0 μWrms 最大値 15.8 μWrms		
条件	MP2110A-x8x 搭載時						
1310 nm、53.125 GHz Filter、 室温 (25±5°C) で規定	代表値 11.0 μWrms 最大値 15.8 μWrms						
Maximum Input Power (Before Distortion)	<Peak> 代表値 +1.5 dBm @ 1310 nm の信号観測時						
Absolute Maximum Power (Before Damage)	<Average> +5 dBm <Peak> +8 dBm						
Optical Return Loss	代表値 -24 dB @ 1310 nm SMF Fiber 接続時						
Optical Power Meter							
Accuracy	<table> <tr> <td>代表値±0.55 dB</td><td>(0～+2 dBm)</td></tr> <tr> <td>代表値±0.35 dB</td><td>(-12～0 dBm)</td></tr> <tr> <td>代表値±0.6 dB</td><td>(-18～-12 dBm)</td></tr> </table> 室温 (25 °C) で規定	代表値±0.55 dB	(0～+2 dBm)	代表値±0.35 dB	(-12～0 dBm)	代表値±0.6 dB	(-18～-12 dBm)
代表値±0.55 dB	(0～+2 dBm)						
代表値±0.35 dB	(-12～0 dBm)						
代表値±0.6 dB	(-18～-12 dBm)						

＊： Coherent Eye 設定かつ Test Pattern が Variable 以外の時に動作。
[D]はデジタル信号処理で実現しているフィルタを表す。

A.3.11 CRU (MP2110A-x54)

表 A.3.11-1 CRU Input

項目	規格
Data Format	NRZ、PAM4 available (PRBS pattern)
Operation Baud Rate	25.5～28.2 Gbaud 25.5～28.9 Gbaud ^{*1}
Sensitivity	代表値 10 mVp-p ^{*2、*3、*4} 最大値 20 mVp-p ^{*2、*3}
Maximum Amplitude	800 mVp-p
Maximum Amplitude (Before Damage)	1 Vp-p
ゼロ連耐力	Zero Substitution Pattern PRBS 2 ¹⁵ -1 にて、500 bit 以上
Connector	K Connector (f)
Termination	50 Ω、AC 結合 ^{*5}

*1: MP2110A-x59 追加時

*2: 25.78125 Gbit/s において、PRBS2³¹-1 NRZ、Loop Bandwidth = 10 MHz、Single-ended、Mark ratio 1/2、MP2110A PPG を使用*3: MP2110A-x59 追加時は 28.9 Gbit/s において、PRBS2³¹-1 NRZ、Loop Bandwidth = 10 MHz、Single-ended、Mark ratio 1/2、MP1900A PPG を使用

*4: 25±5°C において

*5: DC 成分は 50 Ω抵抗を介して GND に終端

表 A.3.11-2 CRU Output

項目	規格
Output Mode	CRU Output から出力される信号を Recovered Clock か、入力信号から選択可能。 ただし、入力信号のスルー出力は入力信号が Clock の場合のみ出力信号可能
Recovered Mode	CRU Output を Recovered Clock に設定時
Amplitude	代表値 480 mVp-p
Clock Frequency	12.75～14.1 GHz (Half Rate Clock) 12.75～14.45 GHz (Half Rate Clock)* ¹
Additive Jitter (RMS)	代表値 250 fs* ² 、* ³ 、* ⁴ 、* ⁵ 最大値 400 fs* ³ 、* ⁶
Loop Bandwidth	以下から選択可能 4MHz 10MHz Bitrate/1667 減衰量: -20 dB/dec
Lock Detection	Detection 機能あり
Through Mode	CRU Output を Through に設定時
Amplitude	代表値 500 mVp-p
Operation Frequency	0.1～1.7625 GHz (1.7625 GHz は 28.2 GHz の 1/16 Clock) 0.1～1.80625 GHz (1.80625 GHz は 28.9 GHz の 1/16 Clock)* ¹
Additive Jitter (RMS)	代表値 200 fs* ⁵ 、* ⁶ 、* ⁷ 、* ⁸ 最大値 400 fs* ⁶ 、* ⁷ 、* ⁸
Connector	SMA, female
Termination	50 Ω、AC 結合
Waveform Format	矩形波

*1: MP2110A-x59 追加時

*2: 25.78125 Gbit/s、26.5625 Gbit/s、28.05 Gbit/s において、1/4Clock Pattern、Loop Bandwidth = 10 MHz、Single-ended、MP2110A PPG を使用

*3: MP2110A-x59 追加時は 28.9 Gbit/s において、1/4Clock Pattern、Loop Bandwidth = 10 MHz、Single-ended、MP1900A PPG を使用

*4: 入力振幅 400±100 mVp-p

*5: 25±5°C において

*6: 入力振幅 400 mVp-p

*7 25.78125 Gbit/s、26.5625 Gbit/s、28.05 Gbit/s において、1/16Clock Pattern、Single-ended、MP2110A PPG を使用

*8 MP2110A-x59 追加時は 28.9 Gbit/s において、1/16Clock Pattern、Single-ended、MP1900A PPG を使用

A.3.12 26G/53G CRU (MP2110A-x55)

表 A.3.12-1 Optical Data Input

項目	規格
Fiber	Singlemode fiber
Wavelength	1260～1620 nm
Data Format	NRZ、PAM4 available
Operation Baud Rate	51.0～58.0 Gbaud 25.5～28.9 Gbaud
Sensitivity (for 53G)	代表値 Outer OMA 100 μW^{*1} 最大値 Outer OMA 265 μW^{*2}
Sensitivity (for 26G)	代表値 Outer OMA 100 μW^{*3} 最大値 Outer OMA 265 μW^{*4}
Stress Signal Sensitivity	代表値 Outer OMA 630 μW^{*5}
Absolute Maximum Power	+9.0 dBm (Average) +12.0 dBm (Peak)
Optical Return Loss	代表値 -30 dB ^{*6}
ゼロ連耐力	Zero Substitution Pattern PRBS 2 ¹⁵ -1 にて、500 bit 以上
Connector	FC/PC

*1: 53.125 Gbaud、PRBS13Q、PAM4、LBW = 4 MHz、TDECQ < 2.0 dB、25±5°C において

*2: 51 Gaud、53.125 Gbaud、58 Gbaud、PRBS13Q、PAM4、TDECQ < 2.0 dB、LBW = 4 MHz

*3: 26.5625 Gbaud、PRBS13Q、PAM4、LBW = 4 MHz、TDECQ < 2.0 dB、25±5°C において

*4: 25.5 Gbaud、26.5625 Gbaud、28.9 Gbaud、PRBS13Q、PAM4、TDECQ < 2.0 dB、LBW = 4 MHz

*5: 53.125 Gbaud、SSPRQ、PAM4、LBW = 4 MHz、TDECQ ≐ 3.4 dB、25±5°C において

*6: 1310 nm において

表 A.3.12-2 Data Out SMF Optical

項目	規格
Insertion Loss	代表値 1.5 dB* 最大値 2.3 dB*

*: 1310 nm において

表 A.3.12-3 Recovered Clock Out

項目	規格
Output Mode	CRU Output から出力される信号を Recovered Clock か、入力信号から選択可能。 ただし、入力信号のスルー出力は入力信号が Clock の場合のみ出力可能
Recovered Mode	Recovered Clock Out を Recovered Clock に設定時
Amplitude	代表値 440 mVp-p 最小値 340 mVp-p
Clock Frequency	6.375~7.25 GHz (1/8 Clock for 53 Gbaud Operation and 1/4 Clock for 26 Gbaud Operation)
Additive Jitter (RMS)	代表値 200 fs ^{*1、*2、*3} 最大値 400 fs ^{*1、*2}
Loop Bandwidth	以下から選択可能 2 MHz 4 MHz 10 MHz Bitrate/1667 減衰量: -20 dB/dec
Lock Detection	Detection 機能あり
Through Mode	Recovered Clock Out を Through に設定時
Amplitude	代表値 220 mVp-p 最小値 200 mVp-p
Operation Frequency	0.1~1.81 GHz、3.19~3.625 GHz (3.625 GHz は 58 GHz の 1/16 Clock)
Additive Jitter (RMS)	代表値 200 fs ^{*1、*3} 最大値 400 fs ^{*1}
Connector	SMA Connector (f)
Termination	50 Ω、AC 結合.
Waveform Format	矩形波

*1: 26.5625 Gbaud、53.125 Gbaud、Clock Pattern 入力時、Outer OMA = 0 dBm 入力

*2: LBW = 4 MHz

*3: 25±5°C において

A.4 機能・一般性能

表 A.4-1 機能

項目	規格				
LED 表示	Standby、Power、Remote				
BERT オプション	Fail、Status、Output、Error				
Scope オプション	Fail、Status				
機能	パネルロック、測定条件設定の初期化、アプリケーションウィンドウ表示の最小化				
ファイル操作	設定ファイル保存、結果ファイル保存、設定ファイル読み出し、画面コピー (jpg または png 形式ファイル)				
リカバリディスク	OS リカバリを実施。アプリケーションはユーザがインストールする。				
リモートインタフェース	Ethernet、GPIB ^{*1}				
周辺接続	正面パネル： USB2.0 (6 ポート) 背面パネル： <table border="1"> <thead> <tr> <th>CPU Board バージョン 00</th><th>CPU Board バージョン 01</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HDMI、Display Port、 USB3.0 (4 ポート)、 Ethernet (2 ポート、10/100/1000 Base-T)、 Line-Out、Mic</td><td>HDMI、Display Port++、 USB3.2 (3 ポート)、 USB3.2 Type-C (1 ポート)、 Ethernet (3 ポート、10/100/1000/2500 Mbps)、 Line-Out、Mic</td></tr> </tbody> </table>	CPU Board バージョン 00	CPU Board バージョン 01	HDMI、Display Port、 USB3.0 (4 ポート)、 Ethernet (2 ポート、10/100/1000 Base-T)、 Line-Out、Mic	HDMI、Display Port++、 USB3.2 (3 ポート)、 USB3.2 Type-C (1 ポート)、 Ethernet (3 ポート、10/100/1000/2500 Mbps)、 Line-Out、Mic
CPU Board バージョン 00	CPU Board バージョン 01				
HDMI、Display Port、 USB3.0 (4 ポート)、 Ethernet (2 ポート、10/100/1000 Base-T)、 Line-Out、Mic	HDMI、Display Port++、 USB3.2 (3 ポート)、 USB3.2 Type-C (1 ポート)、 Ethernet (3 ポート、10/100/1000/2500 Mbps)、 Line-Out、Mic				
OS	Windows Embedded Standard 7 または Windows 10 IoT Enterprise 2019 LTSC ^{*2}				
内部記憶装置	SSD、60 GB 以上				

*1: 2026 年 3 月以降のご注文分の MP2110A には搭載されない。GPIB を使用するには MP2110A-x02 が必要。

*2: 工場出荷時からソフトウェアを追加した場合の動作は保証外

表 A.4-2 環境性能

項目	規格
EMC	EN61326-1、EN61000-3-2
LVD	EN61010-1
電源 ^{*1}	100～120V (AC)、200～240V (AC)、50～60 Hz
消費電力	≤ 300 VA ^{*2}
動作温度範囲	+5～+40°C
保管温度範囲	-20～+60°C

*1: 100V 系と 200V 系は自動切り替え

*2: 代表構成 (MP2110A-x14、x23) における消費電力は 150 VA

表 A.4-3 機械的性能

項目	規格
寸法	142.5 mm(H) × 422 mm(W) × 389.4 mm(D)、突起物を含まず
質量	11 kg 以下

B.1 System Menu

表 B.1-1 System Menu の初期設定値

項目		初期値
Dock/Undock		Dock
Remote Control		
	GPIB	
	Address	1
	Raw Socket	
	Port Number	5001

B.2 PPG/ED

表 B.2-1 PPG/ED の初期設定値

項目	初期値
Data/XData	OFF
Bit Rate Standard	Variable
Bit Rate	25781250 kbit/s
Bit Rate Offset	0 ppm
PPG Amplitude	0.40 V _{p-p}
Ext ATT	0 dB
ED Input Condition	Single-Ended Data
Ext ATT	0 dB
Threshold	0 mV
PPG Test Pattern	PRBS 2 ⁹ -1
PPG Test Pattern Logic	POS
ED Test Pattern	PRBS 2 ⁹ -1
ED Test Pattern Logic	POS
ED Test Pattern Tracking	ON
ED Result	“All”
Result Time	Start Time
Reference CLK	Internal
Sync Out	PPG_1/8Clk
Clk Out	Ch1/2
Gating Cycle	Repeat
Gating Period	1 S
Current	ON

B.3 Scope

表 B.3-1 Result ウィンドウの初期設定値

項目	初期値
Ch A	ON ^{*1、*3} OFF ^{*2}
Ch B	ON
Ch C	ON ^{*3}
Ch D	ON ^{*3}
Control Ch	All
グラフ表示設定	Overlap ^{*1、*3} Single ^{*2}

*1: MP2110A-x21、MP2110A-x22、MP2110A-x23、MP2110A-x32、MP2110A-x33、MP2110A-x42、MP2110A-x43、および MP2110A-x84 の場合

*2: MP2110A-x25、MP2110A-x26、MP2110A-x35、MP2110A-x36、MP2110A-x45、MP2110A-x46、および MP2110A-x85 の場合
バージョン 7 以降では、Ch A が表示されません。

*3: MP2110A-x30、MP2110A-x39、MP2110A-x40、MP2110A-x49、MP2110A-x80、および MP2110A-x84+MP2110A-x74 の場合

Scale/Offset の初期値については、「表 B.3-7 Amplitude ダイアログボックス」を参照してください。

表 B.3-2 Setup ダイアログボックス

項目	初期値
General	
Sampling	
Sampling Type	NRZ
Sampling Mode	Eye
Test Pattern	Variable
Number of Samples	2048
Accumulation Type	Persistency
Limit Type	Time
Time	10.0 sec
Samples	10 million
Waveforms	100 wfms
Pattern	10 patterns
Averaging	Off
Fast Sampling*	Auto
Utilities	
Color	
Waveform	Gray Scale
Mask	Purple
Display Information	
Preset Information	On
Label	(なし)
Warning	
Questionable Eye due to Overload	On
Questionable Eye due to Waveform	On
Save	
Screen Copy	
EYE/Pulse Shot	Capture
Inverse Background Color	Off
Waveforms Only	Off
Pattern Capture	
Samples / UI	32

*: MP2110A-x69 が搭載されている場合

表 B.3-3 Measure ダイアログボックス

項目	初期値
Amplitude/Time	
Display	On
Equalizer ^{*1}	
Display Equalized Waveform	On
Equalizer Type ^{*2、*5}	TDECQ
Equalizer No.1 Enable ^{*3}	On
Equalizer No.2 Enable ^{*4}	On
Equalizer No.3 Enable ^{*2}	On
De-embedding File ^{*3}	N/A
De-embedding Mode ^{*3}	De-embedding
De-embedding Flip S-Parameter ^{*3}	Off
De-embedding 4 Port Numbering ^{*3}	1 ⇄ 2 3 ⇄ 4
De-embedding Antialiasing Filter ^{*3}	Off
CTLE File ^{*4}	N/A
Optimization ^{*2}	Auto
Number of Precursors ^{*2}	2
Tap Count ^{*2}	5

*1: MP2110A-x62、MP2110A-x95、または MP2110A-x98 が搭載されている場合

*2: MP2110A-x62、または MP2110A-x95 が搭載されている場合

*3: 電気チャネルは MP2110A-x98 が搭載されている場合
光チャネルは MP2110A-x62、MP2110A-x95、または MP2110A-x98 が搭載されている場合

*4: MP2110A-x98 が搭載されている場合

*5: PAM4 選択時に設定可能

表 B.3-3 Measure ダイアログボックス (続き)

項目		初期値
Equalizer (続き)		
	Tap ^{*2}	
	1	0.000000
	2	0.000000
	3	1.000000
	4	0.000000
	5	0.000000
	6	0.000000
	7	0.000000
	8	0.000000
	9	0.000000
	10	0.000000
	11	0.000000
	12	0.000000
	13	0.000000
	14	0.000000
	15	0.000000
	16	0.000000
	17	0.000000
	18	0.000000
	19	0.000000
	20	0.000000
	21	0.000000

表 B.3-3 Measure ダイアログボックス (続き)

項目	初期値
Mask Test	
Mask Test	Off
Eye Mask Select	N/A
Test Method	One Shot
Margin Type	Hit Count
Hit Count	1 samples
Hit Ratio	5.0E-05
Mask Margin	0.0%
Align Method	Zero/One/Crossing
Align Marker	Display Off
X1	0.50 UI
ΔX	1.00 UI
Y1	*5
ΔY	*5
Mask Area Restriction	Off
Angle	0 degrees
Width	0.10 UI

*5: 初期値はありません。

表 B.3-4 Setup (NRZ Amplitude/Time) ダイアログボックス

項目	初期値
Time	
Rise/Fall Time	20/80%
Rise/Fall Time Correction	Off
Correction Factor	0.0 ps
Eye Boundary	
Offset from Crossing	0.50 UI
Width	0.20 UI
SNR Definition	
Noise Measure Area	Zero Level + One Level

表 B.3-5 Setup (PAM4 Amplitude/Time) ダイアログボックス*

項目	初期値
Configuration	
Sample Timing	Track to Middle Eye Timing
Eye Center Type	Maximum Eye Width
Peak Power Hit Ratio	1.00%
EYE Height/Widths	
Eye Opening Definition	Zero Hits
Linearity Definition	IEEE Clause 94
TDECQ	
Target SER	IEEE
(mantissa)	4.80
(exponent)	E-04
Optimize Threshold	On
Adjustment Limit	1.00
Optimize TDECQ Histogram	On
Noise Coefficient	1.00

*: MP2110A-x62 かつ MP2110A-063、または MP2110A-x95 が搭載されている場合

表 B.3-6 Jitter Measure ダイアログボックス*

項目	初期値
Algorithm	
PDJ Measurement	Off
Standard	STM-0(51.84M)
PDJ Filter	LP
Measurement Edge Type	ALL
Advanced	
TJ Measurement BER	1.00E-012
Fixed RJ	Off
RJ Value	1.00 ps rms
Correction Factor	Off
DJ (Scale)	1.00
RJ (Scale)	1.00
RJ (rms)	1.00 ps rms
Define Threshold	Auto
Manual Crossing	50%

*: MP2110A-x96 が搭載されている場合

表 B.3-7 Amplitude ダイアログボックス

項目	初期値
Scale Offset	
Scale	100 mV/Div ^{*1} (なし) ^{*2}
Offset	0 mV ^{*1} 0 μW ^{*2}
Attenuation	0 dB
Tracking ^{*3}	Off
Channel Math ^{*4}	Off
Define Function	CH A – CH B
Scale	^{*5}
Offset	0 mV
Digital Filter ^{*1, 6}	No Filter
O/E ^{*2}	
Input Connector (Wavelength)	MMF 850nm ^{*7} SMF 1550nm ^{*8}
Conversion Gain	^{*9}
Responsivity	^{*9}
Input Power	−7.00 dBm
Filter Selection	No Filter
Extinction Ratio Correction	Off
Extinction Ratio Correction Factor	0.00%

*1: 電気チャネルの場合

*2: 光チャネルの場合

*3: MP2110A-x23、MP2110A-x25、MP2110A-x26、MP2110A-x33、MP2110A-x35、MP2110A-x36、MP2110A-x43、MP2110A-x45、MP2110A-x46、および MP2110A-x85 を除く

*4: MP2110A-x21 の場合

*5: 初期値はありません。

*6: MP2110A-x98 が搭載されている場合

*7: MP2110A-x26、MP2110A-x36、MP2110A-x39、MP2110A-x46、および MP2110A-x49 の場合

*8: MP2110A-x22、MP2110A-x23、MP2110A-x25、MP2110A-x30、MP2110A-x32、MP2110A-x33、MP2110A-x35、MP2110A-x40、MP2110A-x42、MP2110A-x43、MP2110A-x45、MP2110A-x80、MP2110A-x84、および MP2110A-x85 の場合

*9: 出荷時に Input Connector (Wavelength) の初期値において調整された値

表 B.3-8 Time ダイアログボックス

項目	初期値
Rate	
Data Clock Rate	
Tracking	Off
Tracking Target	26G
Recalculate Option	Clock Rate
Clock Rate	6 445 313 kHz ^{*3} 26 562 500 kHz ^{*4}
Divide Ratio	4
Symbol Rate	25 781 250 kbaud ^{*3} 106 250 000 kbaud ^{*4}
Divide Ratio Detect	On
Precision Trigger ^{*1}	Off
Scale/Offset	
Unit	UI
UI On Screen	2 UI
Offset ^{*2}	0.00 UI
Pattern Length	
Tracking	Off
Master	PPG1
Length	511 symbols
Software Delay	
Channel A	0.0 ps
Channel B	0.0 ps
Channel C	0.0 ps
Channel D	0.0 ps

*1: MP2110A-x24 が搭載されている場合

*2: Sampling Mode の設定が [Pulse] の場合

*3: MP2110A-x8x 以外の Scope オプションが搭載されている場合

*4: MP2110A-x8x の Scope オプションが搭載されている場合

表 B.3-8 Time ダイアログボックス (続き)

項目	初期値
CRU または CRU(26G)* ⁵	
Operation Mode	Off
Clock Recovery	
Operation Rate	Variable
(Rate)	25 781 250 kbaud
CRU Loop BW	10 MHz
Auto Relock	On
CRU または CRU(53G)* ⁶	
Operation Mode	Off
Clock Recovery	
Operation Rate	Variable (51.0-58.0Gbaud)
(Rate)	53 125 000 kbaud
CRU Loop BW	4 MHz
Auto Relock	On

*5: MP2110A-x54 が搭載されている場合

*6: MP2110A-x55 が搭載されている場合

表 B.3-9 Histogram パネル

項目	初期値
Histogram	Off
Axis	Amplitude
X1	0.50 UI
X2	1.50 UI
Y1	100 mV ^{*1} 100 μ W ^{*2}
Y2	-100 mV ^{*1} -100 μ W ^{*2}

*1: MP2110A-x21、MP2110A-x23、MP2110A-x33、および MP2110A-x43
の場合

*2: MP2110A-x22、MP2110A-x25、MP2110A-x26、MP2110A-x30、
MP2110A-x32、MP2110A-x35、MP2110A-x36、MP2110A-x39、
MP2110A-x40、MP2110A-x42、MP2110A-x45、MP2110A-x46、
MP2110A-x49、MP2110A-x80、MP2110A-x84、および MP2110A-x85
の場合

表 B.3-10 Marker パネル

項目	初期値
Marker Disp	Off
X1	Off
X2	Off
Y1	Off
Y2	Off

ここでは、マスクファイルの仕様について説明します。

C.1	マスクファイル仕様	C-2
C.2	Sパラメータファイル	C-5

C.1 マスクファイル仕様

Sampling Scope で読み込むマスクファイルの仕様は、次のとおりです。

表 C.1-1 マスクファイル仕様

項目	仕様
保存フォルダ	C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX2 10000A\Userdata\Mask
ファイル拡張子	txt

マスクファイルは、テキスト形式のファイルです。

マスクマージン 0、-100% (min.)、100% (max.)のときの、3 種類のマスクの頂点の座標をファイルに記載します。

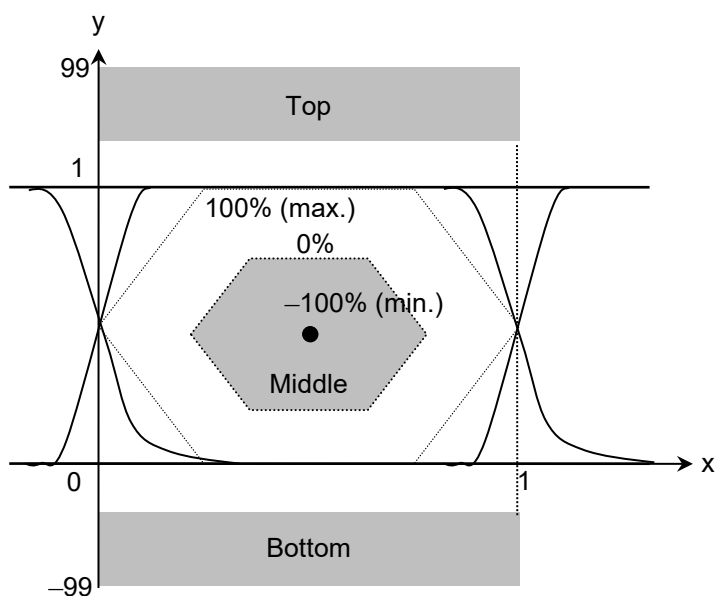


図 C.1-1 マスクの座標系

マスクファイルには、次の内容を記載します。

表 C.1-2 マスクファイル設定パラメータ

内容	設定パラメータ	備考
Version	Masks Version#1	必ず記載してください。
Mask 名称	Mask 名称	測定画面上に表示される Mask 名称です。
Mask 種類	Relative Mask Fixed Mask	Relative: 振幅方向の座標を比率で設定します。Mask 座標は入力信号の振幅に応じて変化します。 Fixed: 振幅方向の座標を固定値で設定します。Mask 座標は入力信号の振幅によらず一定です。
Top 領域の座標	TOP X Y X_min Y_min X_max Y_max	Top/Middle/Bottom 領域それぞれの X、Y 座標を指定します。
Middle 領域の座標	MIDDLE X Y X_min Y_min X_max Y_max	X_min、Y_min は Mask Margin が -100% 時の座標です。
Bottom 領域の座標	BOTTOM X Y Y_min X_max Y_max	X_max、Y_max は Mask Margin が +100% 時の座標です。 座標は最大で 10 点設定できます。 未使用の場合は “-1” を設定します。

```

>>>>>>>>> START >>>>>>>>>
Masks Version#1
<1GFC ; 1G Optical Fibre Channel Mask (1.0625 Gbps)> Relative Mask;

Top      X      Y      X_min  Y_min  X_max  Y_max
        0      99      0       99      0       99
        0      1.3    0       1.6    0        1
        1      1.3    1       1.6    1        1
        1      99      1       99      1      999
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
Middle   X      Y      X_min  Y_min  X_max  Y_max
        0.215  0.5     0.5     0.5    0       0.5
        0.4    0.8     0.5     0.5    0.4     1
        0.6    0.8     0.5     0.5    0.6     1
        0.785  0.5     0.5     0.5    1       0.5
        0.6    0.2     0.5     0.5    0.6     0
        0.4    0.2     0.5     0.5    0.4     0
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
Bottom   X      Y      X_min  Y_min  X_max  Y_max
        0     -99      0     -99      0     -99
        0     -0.2    0     -0.4    0        0
        1     -0.2    1     -0.4    1        0
        1     -99      1     -99      1     -99
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
        -1     -1     -1      -1     -1      -1
>>>>>>>>> END >>>>>>>>>

```

図 C.1-2 マスクファイル例

C.2 Sパラメータファイル

MP2110A-x98 追加時に、Scope の Equalizer では周波数特性のファイルを読み込んで、その周波数特性を加算したり打ち消したりする処理をします。周波数特性は、周波数と S パラメータが記載されたテキストファイルから読み込みます。

保存フォルダは以下となります。
C:\Users\Public\Documents\Anritsu\MX210000A\Userdata\DeEmbedding

s2p フォーマット

2 次元 S パラメータの値を記載したテキストファイルです。
周波数、および通過特性 (S₂₁、S₁₂) と反射特性 (S₁₁、S₂₂) の振幅と位相のデータが記載されています。
Equalizer の処理では、s2p フォーマットファイルの通過特性のデータのみ使用します。
本ソフトウェアが読み込むファイルに、反射特性のデータが存在しても使用されません。

!MX210002A 2011/6/20										
!										
!freq-unit	param-type	data-format	keyword	impedance-ohms						
# GHz	S	MA	R	50						
!-----										
!Freq	MagS11	AngS11	MagS21	AngS21	MagS12	AngS12	MagS22	AngS22		
0.000000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.025000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.050000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.075000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.100000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.125000	0.0	0.0	1.002635	-7.374129	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.150000	0.0	0.0	1.002509	-7.969909	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.175000	0.0	0.0	1.002497	-8.516415	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.200000	0.0	0.0	1.002532	-7.058710	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.225000	0.0	0.0	1.002561	-6.454731	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.250000	0.0	0.0	1.002616	-5.939568	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.275000	0.0	0.0	1.002790	-6.543123	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.300000	0.0	0.0	1.002752	-6.029175	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.325000	0.0	0.0	1.002562	-5.344590	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.350000	0.0	0.0	1.002473	-5.669611	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.375000	0.0	0.0	1.002506	-5.325497	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.400000	0.0	0.0	1.002543	-3.542136	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.425000	0.0	0.0	1.002522	-3.351720	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.450000	0.0	0.0	1.002260	-2.983581	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.475000	0.0	0.0	1.002289	-3.177759	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.500000	0.0	0.0	1.002500	-3.566260	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.525000	0.0	0.0	1.002587	-3.764469	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.550000	0.0	0.0	1.002462	-2.703423	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.575000	0.0	0.0	1.002529	-1.676393	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.600000	0.0	0.0	1.002482	-1.864907	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.625000	0.0	0.0	1.002535	-2.331279	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.650000	0.0	0.0	1.002554	-2.544649	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.675000	0.0	0.0	1.002582	-2.113384	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.700000	0.0	0.0	1.002786	-1.604808	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.725000	0.0	0.0	1.002910	-1.886435	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.750000	0.0	0.0	1.002988	-0.975934	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.775000	0.0	0.0	1.003041	-1.125352	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.800000	0.0	0.0	1.003146	-0.299080	0.0	0.0	0.0	0.0		

図 C.2-1 s2p フォーマットのファイル例

s4p フォーマット

De-embedding Flip S-Parameter と De-embedding 4 Port Numbering の設定に対応する通過特性から計算した Mixed Mode S パラメータの値を、Equalizer 処理に適用します。

```
! 7/13/2011 3:38:22 PM
! E:\H17_H18 27INCHES 334PTS WITH BLUE CABLES_D.S4P
! CHANNEL_1
! TR.MEASUREMENT
! CORRECTED.DATA
# GHZ S RI R 50.0
! FREQ.GHZ
!
! S11RE      S11IM      S12RE      S12IM      S13RE      S13IM      S14RE      S14IM
! S21RE      S21IM      S22RE      S22IM      S23RE      S23IM      S24RE      S24IM
! S31RE      S31IM      S32RE      S32IM      S33RE      S33IM      S34RE      S34IM
! S41RE      S41IM      S42RE      S42IM      S43RE      S43IM      S44RE      S44IM
!
!; PortSelection: Port_1234
0.000070000 0.0284027 0.0009668 -0.0004664 0.0006219 0.6584494 -0.0059120 -0.0008744 -0.0015127
-0.0006316 0.0005547 0.0240792 -0.0003294 -0.0006752 -0.0015253 0.6628518 -0.0041101
0.6619428 -0.0041337 -0.0003821 -0.0004105 0.0271173 0.0017439 0.0002420 -0.0008705
-0.0005134 -0.0004481 0.6647863 -0.0068479 0.0002165 -0.0008964 0.0256025 0.0025547
0.125383108 0.0477104 -0.0024019 0.0420608 0.0259672 0.6144243 -0.4755415 0.0030628 0.0078372
0.0419931 0.0259166 0.0533130 -0.0087509 0.0030981 0.0084906 0.6184164 -0.4788730
0.6148008 -0.4766030 0.0030466 0.0085106 0.0478268 0.0277937 0.0225848 0.0419859
0.0031333 0.0079110 0.6191277 -0.4806471 0.0226212 0.0419986 0.0352512 0.0306154
0.250696216 0.0380989 -0.0397731 0.0536892 -0.0084251 0.2395749 -0.6915352 0.0145061 0.0064102
0.0537139 -0.0084368 0.0392565 -0.0463589 0.0150198 0.0065719 0.2425124 -0.6948401
0.2405008 -0.6935092 0.0149321 0.0063964 0.0439622 0.0356846 0.0386077 0.0349467
0.0146098 0.0064701 0.2417046 -0.6973683 0.0385598 0.0349180 0.0384348 0.0395513
0.376009323 -0.0123162 0.0053029 0.0070809 -0.0107661 -0.1586659 -0.6829085 0.0213362 -0.0074848
0.0071771 -0.0108284 -0.0212343 0.0074978 0.0213267 -0.0078433 -0.1570560 -0.6854615
-0.1599129 -0.6834644 0.0213164 -0.0079516 -0.0102746 0.0103038 0.0086972 0.0084908
0.0214681 -0.0075305 -0.1586202 -0.6876989 0.0086368 0.0084608 -0.0212463 0.0086875
0.501322431 0.0303552 0.0294044 0.0181837 0.0341020 -0.4750811 -0.4722240 0.0180806 -0.0181143
0.0182229 0.0341093 0.0219857 0.0270775 0.0176553 -0.0179271 -0.4734309 -0.4775656
-0.4758781 -0.4729796 0.0175831 -0.0180549 -0.0447503 0.0175638 -0.0359664 -0.0008058
0.0179684 -0.0181908 -0.4753254 -0.4775926 -0.0360006 -0.0009413 -0.0434360 0.0242188
0.626635539 0.0532951 0.0032990 0.0588308 0.0154733 -0.6255297 -0.1488052 0.0084022 -0.0282436
0.0587991 0.0156524 0.0550492 0.0005107 0.0093887 -0.0283406 -0.6276904 -0.1532331
```

図 C.2-2 s4p フォーマットのファイル例

付録 D 性能試験記録表

文書番号:

テスト場所:

実施年月日:

担当者:

機器名:

製造番号:

ソフトウェアバージョン:

オプション:

電源電圧: V

電源周波数: Hz

周囲温度: °C

相対湿度: %

使用機器:	形名	製造番号
	形名	製造番号
	形名	製造番号
	形名	製造番号

特記事項:

D.1 パルスパターン発生器

測定不確かさについて

測定不確かさは測定器の測定確度の 2 倍とします。測定値に測定不確かさを加算または減算した値が仕様の範囲内であれば、合格と判定します。

周波数カウンタに MF2412C マイクロ波フレンジカカウンタを使用する場合の、周波数確度の測定不確かさは次のとおりです。

MF2412C-003 無し: 0.1 ppm

MF2412C-003 有り: 0.01 ppm

サンプリングオシロスコープに MP2110A を使用する場合の、振幅の測定不確かさは「表 A.3.9-2 電気チャネル性能」の Amplitude Accuracy を参照してください。測定不確かさの計算例を次の表に示します。

表 D.1-1 振幅の測定不確かさ

測定値 (V)	測定確度 (mV)*	測定不確かさ (mV)
0.96	19.6	39.2
0.80	17.2	34.4
0.64	14.8	29.6
0.12	7.0	14.0
0.10	6.7	13.4
0.08	5.5	11.0

*: Scale を 100 mV/div、Offset を 0 mV に設定したときの測定不確かさです。

表 D.1-2 パルスパターン発生器 性能試験記録表 (MP2110A-x93 無し)

周波数確度					
コネクタ	ビットレート 設定値 (kbit/s)	仕様最小値 (kHz)	測定結果(kHz)	仕様最大値 (kHz)	合否
Sync Out	28200000	3524964.8		3525035.2	合・否
	24300000	3037469.7		3037530.3	合・否
測定チャンネル PPG 1 2 3 4					
波形 (振幅)					
コネクタ	振幅設定値	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out	0.1 V _{p-p}	0.06 V _{p-p}	V _{p-p}	0.14 V _{p-p}	合・否
	0.8 V _{p-p}	0.62 V _{p-p}	V _{p-p}	0.98 V _{p-p}	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	0.1 V _{p-p}	0.06 V _{p-p}	V _{p-p}	0.14 V _{p-p}	合・否
	0.8 V _{p-p}	0.62 V _{p-p}	V _{p-p}	0.98 V _{p-p}	合・否
波形					
コネクタ	項目	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out	Crossing	40%	%	60%	合・否
	Rise Time		ps	17 ps	合・否
	Fall Time		ps	17 ps	合・否
	Jitter (rms)		ps	0.9 ps	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	Crossing	40%	%	60%	合・否
	Rise Time		ps	17 ps	合・否
	Fall Time		ps	17 ps	合・否
	Jitter (rms)		ps	0.9 ps	合・否
スキュー					
コネクタ	振幅設定値	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out、 $\overline{\text{Data Out}}$	0.3 V _{p-p}		ps	±8 ps	合・否

表 D.1-3 パルスパターン発生器 性能試験記録表 (MP2110A-x93 有り)

周波数確度					
コネクタ	ビットレート 設定値 (kbit/s)	仕様最小値 (kHz)	測定結果(kHz)	仕様最大値 (kHz)	合否
Sync Out	28200000	3524964.8		3525035.2	合・否
	9500000	1187488.2		1187511.8	合・否
測定チャンネル PPG 1 2 3 4					
波形 (振幅)					
コネクタ	振幅設定値	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out	0.1 V _{p-p}	0.06 V _{p-p}	V _{p-p}	0.14 V _{p-p}	合・否
	0.8 V _{p-p}	0.62 V _{p-p}	V _{p-p}	0.98 V _{p-p}	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	0.1 V _{p-p}	0.06 V _{p-p}	V _{p-p}	0.14 V _{p-p}	合・否
	0.8 V _{p-p}	0.62 V _{p-p}	V _{p-p}	0.98 V _{p-p}	合・否
波形					
コネクタ	項目	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out	Crossing	40%	%	60%	合・否
	Rise Time		ps	17 ps	合・否
	Fall Time		ps	17 ps	合・否
	Jitter (rms)		ps	0.9 ps	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	Crossing	40%	%	60%	合・否
	Rise Time		ps	17 ps	合・否
	Fall Time		ps	17 ps	合・否
	Jitter (rms)		ps	0.9 ps	合・否
スキュー					
コネクタ	振幅設定値	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Data Out、 $\overline{\text{Data Out}}$	0.3 V _{p-p}		ps	±8 ps	合・否

D.2 誤り検出器

表 D.2-1 誤り検出器 性能試験記録表 (MP2110A-x93 無し)

測定チャンネル ED 1 2 3 4					
動作周波数					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	28200000 kbit/s			1E-12	合・否
	24300000 kbit/s			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	28200000 kbit/s			1E-12	合・否
	24300000 kbit/s			1E-12	合・否
受信感度					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	25781250 kbit/s			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	25781250 kbit/s			1E-12	合・否
入力レベル・パターン					
コネクタ	パターン	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	PRBS2 ⁷ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ⁹ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ¹⁵ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ²³ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ³¹ -1			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	PRBS2 ⁷ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ⁹ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ¹⁵ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ²³ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ³¹ -1			1E-12	合・否
エラー検出					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	EC 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	25781250 kbit/s			20	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	25781250 kbit/s			20	合・否

表 D.2-2 誤り検出器 性能試験記録表 (MP2110A-x93 有り)

測定チャンネル ED 1 2 3 4					
動作周波数					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	28200000 kbit/s			1E-12	合・否
	9500000 kbit/s			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	28200000 kbit/s			1E-12	合・否
	9500000 kbit/s			1E-12	合・否
受信感度					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	25781250 kbit/s			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	25781250 kbit/s			1E-12	合・否
入力レベル・パターン					
コネクタ	パターン	仕様最小値	ER 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	PRBS2 ⁷ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ⁹ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ¹⁵ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ²³ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ³¹ -1			1E-12	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	PRBS2 ⁷ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ⁹ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ¹⁵ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ²³ -1			1E-12	合・否
	PRBS2 ³¹ -1			1E-12	合・否
エラー検出					
コネクタ	ビットレート設定値	仕様最小値	EC 測定結果	仕様最大値	合否
Data Out	25781250 kbit/s			20	合・否
$\overline{\text{Data Out}}$	25781250 kbit/s			20	合・否

D.3 サンプルングオシロスコープ

性能試験の測定内容については「7.3 サンプルングオシロスコープの性能試験」を参照してください。

振幅確度

表 D.3-1 レベル確度

コネクタ	設定電圧	仕様最小値	測定値	仕様最大値	合否
Ch A	+200 mV	+188 mV	mV	+212 mV	合・否
	-200 mV	-215 mV	mV	-185 mV	合・否
Ch B	+200 mV	+188 mV	mV	+212 mV	合・否
	-200 mV	-215 mV	mV	-185 mV	合・否

光パワーメータ/光入力確度:

±0.35 dB 以内 (代表値)

入力レベル

-12~0 dBm

室温 (25°C) で規定

±0.35 dB は代表値です。実際の測定では光ファイバコネクタによる不確かさなどを考慮いただく必要があります。

表 D.3-2 光パワーメータ/光入力確度 (Ch A)

波長	光パワー メータの表示	測定値 Average Power (dBm) Histogram (dBm)	仕様 最小値	レベル差	仕様 最大値
850 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1310 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1550 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	

表 D.3-3 光パワーメータ/光入力確度 (Ch B)

波長	光パワー メータの表示	測定値 Average Power (dBm) Histogram (dBm)	仕様 最小値	レベル差	仕様 最大値
850 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1310 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1550 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	

表 D.3-4 光パワーメータ/光入力確度 (Ch C)

波長	光パワー メータの表示	測定値 Average Power (dBm) Histogram (dBm)	仕様 最小値	レベル差	仕様 最大値
850 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1310 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1550 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	

表 D.3-5 光パワーメータ/光入力確度 (Ch D)

波長	光パワー メータの表示	測定値 Average Power (dBm) Histogram (dBm)	仕様 最小値	レベル差	仕様 最大値
850 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1310 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	
1550 nm	dBm	dBm		dB	
		dBm		dB	

CRU (MP2110A-x54)

表 D.3-6 CRU Output

感度			
合・否			
付加ジッタ			
Operation Rate	Jitter RMS *1	Jitter RMS *2	計算値 *3
25.78125 Gbaud			
26.5625 Gbaud			
28.05 Gbaud			

*1: PPG1 Data の波形を測定した結果

*2: CRU Out の波形を測定した結果

*3: 次の式で値を計算します。

$$J_{Add} = \sqrt{(J_{CRU})^2 - (J_{PPG})^2}$$

26G/53G CRU (MP2110A-x55)

表 D.3-7 CRU Output

感度	合・否
----	-----

付録 E ソフトウェアライセンスについて

本製品には、以下の表に示すパッケージソフトウェアが含まれています。これらのパッケージソフトウェアについては、当社のソフトウェア使用許諾の対象外とし、それぞれのパッケージソフトウェアに適用されているライセンスを尊重することとします。

本件に関するお問い合わせ先は、アンリツ株式会社のホームページを参照してください。 <https://www.anritsu.com/>

表 E-1 パッケージ名とライセンスの関係

パッケージ名	バージョン	ライセンス	備考
Core.Renci.SshNet	2021.10.2	MIT License (*1)	
MaterialDesignThemes.MahApps	0.3.0	MIT License (*2)	
Prism.DryIoc	8.1.97	MIT License (*3)	
ReactiveProperty.WPF	8.1.2	MIT License (*4)	
SshNet.Security.Cryptography	1.3.0	MIT License (*5)	
Microsoft.CSharp	4.7.0	MIT License (*6)	
System.Data.DataSetExtensions	4.5.0	MIT License (*7)	
U-Boot	socfpga_v2024.01	GPLv1 (*8)、 GPLv2 (*9)、 GPLv3 (*10)、 LGPLv2.1 (*11)、 LGPLv3 (*12)	

(*1) Core.Renci.SshNet 2021.10.2:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) Renci, Oleg Kapeljushnik, Gert Driesen and contributors

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*2) MaterialDesignThemes.MahApps 0.3.0:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) James Willock, Mulholland Software and Contributors

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*3) Prism.DryLoc 8.1.97:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) .NET Foundation

All rights reserved. Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*4) ReactiveProperty.WPF 8.1.2:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) 2018 neuecc, xin9le, okazuki

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*5) SshNet.Security.Cryptography 1.3.0:

The MIT License (MIT)

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*6) Microsoft.CSharp 4.7.0:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) .NET Foundation and Contributors

All rights reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*7) System.Data.DataSetExtensions 4.5.0:

The MIT License (MIT)

Copyright (c) .NET Foundation and Contributors

All rights reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

(*8) U-Boot socfpga_v2024.01:

GPLv1

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 1, February 1989

Copyright (C) 1989 Free Software Foundation,
Inc.

<<https://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The license agreements of most software companies try to keep users at the mercy of those companies. By contrast, our General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users. The General Public License applies to the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. You can use it for your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Specifically, the General Public License is designed to make sure that you have the freedom to give away or sell copies of free software, that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of a such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must tell them their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING,
DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications. Each licensee is addressed as "you".

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this General Public License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this General Public License along with the Program. You may charge a fee for the physical act of transferring a copy.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, and copy and distribute such modifications under the terms of Paragraph 1 above, provided that you also do the following:

a) cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change; and

b) cause the whole of any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains the Program or any part thereof, either with or without modifications, to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this General Public

License (except that you may choose to grant warranty protection to some or all third parties, at your option).

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the simplest and most usual way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this General Public License.

d) You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

Mere aggregation of another independent work with the Program (or its derivative) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of these terms.

3. You may copy and distribute the Program (or a portion or derivative of it, under Paragraph 2) in object code or executable form under the terms of Paragraphs 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Paragraphs 1 and 2 above; or,

b) accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party free (except for a nominal charge for the cost of distribution) a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Paragraphs 1 and 2 above; or,

c) accompany it with the information you received as to where the corresponding source code may be obtained. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form alone.)

Source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable file, complete source code means all the source code for all modules it contains; but, as a special

exception, it need not include source code for modules which are standard libraries that accompany the operating system on which the executable file runs, or for standard header files or definitions files that accompany that operating system.

4. You may not copy, modify, sublicense, distribute or transfer the Program except as expressly provided under this General Public License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, distribute or transfer the Program is void, and will automatically terminate your rights to use the Program under this License. However, parties who have received copies, or rights to use copies, from you under this General Public License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. By copying, distributing or modifying the Program (or any work based on the Program) you indicate your acceptance of this license to do so, and all its terms and conditions.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein.

7. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of the license which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the license, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

8. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two

goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

9. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

10. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

Appendix: How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to humanity, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start

of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>

Copyright (C) 19yy <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 1, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program; if not, see

<<https://www.gnu.org/licenses/>>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

Gnomovision version 69, Copyright (C) 19xx
name of author

Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.

This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than `show w' and `show c'; they could even be mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. Here a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program `Gnomovision' (a program to direct compilers to make passes at assemblers) written by James Hacker.

<signature of Moe Ghoul>, 1 April 1989
Moe Ghoul, President of Vice

That's all there is to it!

(*9) U-Boot socfpga_v2024.01:

GPLv2

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2, June 1991

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users. This General Public License applies to most of the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. (Some other Free Software Foundation software is covered by the GNU Lesser General Public License instead.) You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING,
DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to

this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

- a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.
- b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.
- c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written

entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

- a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,
- b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,
- c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software

which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free

software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

Gnomovision version 69, Copyright (C) year
name of author Gnomovision comes with
ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details
type `show w'. This is free software, and you
are welcome to redistribute it under certain
conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than `show w' and `show c'; they could even be mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a

"copyright disclaimer" for the program, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program
'Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1989
Ty Coon, President of Vice

This General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License.

(*10) U-Boot socfpga_v2024.01:

GPLv3

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE Version 3, 29 June 2007

Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <<https://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program--to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps:

(1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is

addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force.

You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

- a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.
- b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices".
- c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.
- d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.

b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.

c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.

d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely

affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

- a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or
- b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or
- c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or

d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or

e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or

f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions: the above requirements apply either way.

8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify

you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the

benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations,

then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>

Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see
<<https://www.gnu.org/licenses/>>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

<program> Copyright (C) <year> <name of author>

This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.

This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type `show c' for details.

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program's commands might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <<https://www.gnu.org/licenses/>>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more

useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read <<https://www.gnu.org/licenses/why-not-lgpl.html>>.

(*11) U-Boot socfpga_v2024.01:

LGPLv2.1

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2.1, February 1999

Copyright (C) 1991, 1999 Free Software Foundation, Inc.

51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

[This is the first released version of the Lesser GPL. It also counts as the successor of the GNU Library Public License, version 2, hence the version number 2.1.]

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users.

This license, the Lesser General Public License, applies to some specially designated software packages--typically libraries--of the Free Software Foundation and other authors who decide to use it. You can use it too, but we suggest you first think carefully about whether this license or the ordinary General Public License is the better strategy to use in any particular case, based on the explanations below.

When we speak of free software, we are referring to freedom of use, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish); that you receive source code or can get it if you want it; that you can change the software and use pieces of it in new free programs; and that you are informed that you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid distributors to deny you these rights or to ask you to surrender these rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the library or if you modify it.

For example, if you distribute copies of the library, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that we gave you. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. If you link other code with the library, you must provide complete object files to the recipients, so that they can relink them with the library after making changes to the library and recompiling it. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with a two-step method: (1) we copyright the library, and (2) we offer you this license, which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the library.

To protect each distributor, we want to make it very clear that there is no warranty for the free library. Also, if the library is modified by someone else and passed on, the recipients should know that what they have is not the original version, so that the original author's reputation will not be affected by problems that might be introduced by others.

Finally, software patents pose a constant threat to the existence of any free program. We wish to make sure that a company cannot effectively restrict the users of a free program by obtaining a restrictive license from a patent holder. Therefore, we insist that any patent license obtained for a version of the library must be consistent with the full freedom of use specified in this license.

Most GNU software, including some libraries, is covered by the ordinary GNU General Public License. This license, the GNU Lesser General Public License, applies to certain designated libraries, and is quite different from the ordinary General Public License. We use this license for certain libraries in order to permit linking those libraries into non-free programs.

When a program is linked with a library, whether statically or using a shared library, the combination of the two is legally speaking a combined work, a derivative of the original library. The ordinary General Public License therefore permits such linking only if the entire combination fits its criteria of freedom. The Lesser General Public License permits more lax criteria for linking other code with the library.

We call this license the "Lesser" General Public License because it does Less to protect the user's

freedom than the ordinary General Public License. It also provides other free software developers Less of an advantage over competing non-free programs. These disadvantages are the reason we use the ordinary General Public License for many libraries. However, the Lesser license provides advantages in certain special circumstances.

For example, on rare occasions, there may be a special need to encourage the widest possible use of a certain library, so that it becomes a de-facto standard. To achieve this, non-free programs must be allowed to use the library. A more frequent case is that a free library does the same job as widely used non-free libraries. In this case, there is little to gain by limiting the free library to free software only, so we use the Lesser General Public License.

In other cases, permission to use a particular library in non-free programs enables a greater number of people to use a large body of free software. For example, permission to use the GNU C Library in non-free programs enables many more people to use the whole GNU operating system, as well as its variant, the GNU/Linux operating system.

Although the Lesser General Public License is Less protective of the users' freedom, it does ensure that the user of a program that is linked with the Library has the freedom and the wherewithal to run that program using a modified version of the Library.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. Pay close attention to the difference between a "work based on the library" and a "work that uses the library". The former contains code derived from the library, whereas the latter must be combined with the library in order to run.

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License Agreement applies to any software library or other program which contains a notice placed by the copyright holder or other authorized party saying it may be distributed under the terms of this Lesser General Public License (also called "this License"). Each licensee is addressed as "you".

A "library" means a collection of software functions and/or data prepared so as to be

conveniently linked with application programs (which use some of those functions and data) to form executables.

The "Library", below, refers to any such software library or work which has been distributed under these terms. A "work based on the Library" means either the Library or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Library or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated straightforwardly into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".)

"Source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For a library, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the library.

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running a program using the Library is not restricted, and output from such a program is covered only if its contents constitute a work based on the Library (independent of the use of the Library in a tool for writing it). Whether that is true depends on what the Library does and what the program that uses the Library does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Library's complete source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and distribute a copy of this License along with the Library.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Library or any portion of it, thus forming a work based on the Library, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) The modified work must itself be a software library.

- b) You must cause the files modified to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.
- c) You must cause the whole of the work to be licensed at no charge to all third parties under the terms of this License.
- d) If a facility in the modified Library refers to a function or a table of data to be supplied by an application program that uses the facility, other than as an argument passed when the facility is invoked, then you must make a good faith effort to ensure that, in the event an application does not supply such function or table, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful.

(For example, a function in a library to compute square roots has a purpose that is entirely well-defined independent of the application. Therefore, Subsection 2d requires that any application-supplied function or table used by this function must be optional: if the application does not supply it, the square root function must still compute square roots.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Library, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Library, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Library.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Library with the Library (or with a work based on the Library) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may opt to apply the terms of the ordinary GNU General Public License instead of

this License to a given copy of the Library. To do this, you must alter all the notices that refer to this License, so that they refer to the ordinary GNU General Public License, version 2, instead of to this License. (If a newer version than version 2 of the ordinary GNU General Public License has appeared, then you can specify that version instead if you wish.) Do not make any other change in these notices.

Once this change is made in a given copy, it is irreversible for that copy, so the ordinary GNU General Public License applies to all subsequent copies and derivative works made from that copy.

This option is useful when you wish to copy part of the code of the Library into a program that is not a library.

4. You may copy and distribute the Library (or a portion or derivative of it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange.

If distribution of object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place satisfies the requirement to distribute the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

5. A program that contains no derivative of any portion of the Library, but is designed to work with the Library by being compiled or linked with it, is called a "work that uses the Library". Such a work, in isolation, is not a derivative work of the Library, and therefore falls outside the scope of this License.

However, linking a "work that uses the Library" with the Library creates an executable that is a derivative of the Library (because it contains portions of the Library), rather than a "work that uses the library". The executable is therefore covered by this License. Section 6 states terms for distribution of such executables.

When a "work that uses the Library" uses material from a header file that is part of the Library, the object code for the work may be a derivative work of the Library even though the source code is not.

Whether this is true is especially significant if the work can be linked without the Library, or if the work is itself a library. The threshold for this to be true is not precisely defined by law.

If such an object file uses only numerical parameters, data structure layouts and accessors, and small macros and small inline functions (ten lines or less in length), then the use of the object file is unrestricted, regardless of whether it is legally a derivative work. (Executables containing this object code plus portions of the Library will still fall under Section 6.)

Otherwise, if the work is a derivative of the Library, you may distribute the object code for the work under the terms of Section 6. Any executables containing that work also fall under Section 6, whether or not they are linked directly with the Library itself.

6. As an exception to the Sections above, you may also combine or link a "work that uses the Library" with the Library to produce a work containing portions of the Library, and distribute that work under terms of your choice, provided that the terms permit modification of the work for the customer's own use and reverse engineering for debugging such modifications.

You must give prominent notice with each copy of the work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. You must supply a copy of this License. If the work during execution displays copyright notices, you must include the copyright notice for the Library among them, as well as a reference directing the user to the copy of this License. Also, you must do one of these things:

a) Accompany the work with the complete corresponding machine-readable source code for the Library including whatever changes were used in the work (which must be distributed under Sections 1 and 2 above); and, if the work is an executable linked with the Library, with the complete machine-readable "work that uses the Library", as object code and/or source code, so that the user can modify the Library and then relink to produce a modified executable containing the modified Library. (It is understood that the user who changes the contents of definitions files in the Library will not necessarily be able to recompile the application to use the modified definitions.)

b) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (1) uses at run time a copy of the library already present on the user's computer system, rather than copying library functions into the executable, and (2) will operate properly with a modified version of the library, if the user installs one, as long as the modified version is interface-compatible with the version that the work was made with.

c) Accompany the work with a written offer, valid for at least three years, to give the same user the materials specified in Subsection 6a, above, for a charge no more than the cost of performing this distribution.

d) If distribution of the work is made by offering access to copy from a designated place, offer equivalent access to copy the above specified materials from the same place.

e) Verify that the user has already received a copy of these materials or that you have already sent this user a copy.

For an executable, the required form of the "work that uses the Library" must include any data and utility programs needed for reproducing the executable from it. However, as a special exception, the materials to be distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

It may happen that this requirement contradicts the license restrictions of other proprietary libraries that do not normally accompany the operating system. Such a contradiction means you cannot use both them and the Library together in an executable that you distribute.

7. You may place library facilities that are a work based on the Library side-by-side in a single library together with other library facilities not covered by this License, and distribute such a combined library, provided that the separate distribution of the work based on the Library and of the other library facilities is otherwise permitted, and provided that you do these two things:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities. This must be distributed under the terms of the Sections above.

b) Give prominent notice with the combined library of the fact that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

8. You may not copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, link with, or distribute the Library is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

9. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Library or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Library (or any work based on the Library), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Library or works based on it.

10. Each time you redistribute the Library (or any work based on the Library), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute, link with or modify the Library subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

11. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Library at all. For example, if a patent license would not permit

royalty-free redistribution of the Library by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Library.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply, and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

12. If the distribution and/or use of the Library is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Library under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

13. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library does not specify a license version number, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

14. If you wish to incorporate parts of the Library into other free programs whose distribution conditions are incompatible with these, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

15. BECAUSE THE LIBRARY IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE LIBRARY, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE LIBRARY "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE LIBRARY IS WITH YOU. SHOULD THE LIBRARY PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE LIBRARY AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE LIBRARY (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE LIBRARY TO OPERATE WITH ANY OTHER SOFTWARE), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Libraries

If you develop a new library, and you want it to be of the greatest possible use to the public, we

recommend making it free software that everyone can redistribute and change. You can do so by permitting redistribution under these terms (or, alternatively, under the terms of the ordinary General Public License).

To apply these terms, attach the following notices to the library. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the library's name and a brief idea of what it does.>

Copyright (C) <year> <name of author>

This library is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.

This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU Lesser General Public License along with this library; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the library, if necessary. Here is a sample; alter the names:

Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the library 'Frob' (a library for tweaking knobs) written by James Random Hacker.

<signature of Ty Coon>, 1 April 1990
Ty Coon, President of Vice

That's all there is to it!

(*12) U-Boot socfpga_v2024.01:

LGPLv3

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 3, 29 June 2007

Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <<https://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below.

0. Additional Definitions.

As used herein, "this License" refers to version 3 of the GNU Lesser General Public License, and the "GNU GPL" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"The Library" refers to a covered work governed by this License, other than an Application or a Combined Work as defined below.

An "Application" is any work that makes use of an interface provided by the Library, but which is not otherwise based on the Library. Defining a subclass of a class defined by the Library is deemed a mode of using an interface provided by the Library.

A "Combined Work" is a work produced by combining or linking an Application with the Library. The particular version of the Library with which the Combined Work was made is also called the "Linked Version".

The "Minimal Corresponding Source" for a Combined Work means the Corresponding Source for the Combined Work, excluding any source code for portions of the Combined Work that, considered in isolation, are based on the Application, and not on the Linked Version.

The "Corresponding Application Code" for a Combined Work means the object code and/or source code for the Application, including any data and utility programs needed for reproducing the Combined Work from the Application, but excluding the System Libraries of the Combined Work.

1. Exception to Section 3 of the GNU GPL.

You may convey a covered work under sections 3 and 4 of this License without being bound by section 3 of the GNU GPL.

2. Conveying Modified Versions.

If you modify a copy of the Library, and, in your modifications, a facility refers to a function or data to be supplied by an Application that uses the facility (other than as an argument passed when the facility is invoked), then you may convey a copy of the modified version:

- a) under this License, provided that you make a good faith effort to ensure that, in the event an Application does not supply the function or data, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful, or
- b) under the GNU GPL, with none of the additional permissions of this License applicable to that copy.

3. Object Code Incorporating Material from Library Header Files.

The object code form of an Application may incorporate material from a header file that is part of the Library. You may convey such object code under terms of your choice, provided that, if the incorporated material is not limited to numerical parameters, data structure layouts and accessors, or small macros, inline functions and templates (ten or fewer lines in length), you do both of the following:

- a) Give prominent notice with each copy of the object code that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License.
- b) Accompany the object code with a copy of the GNU GPL and this license document.

4. Combined Works.

You may convey a Combined Work under terms of your choice that, taken together, effectively do not restrict modification of the portions of the Library contained in the Combined Work and reverse engineering for debugging such modifications, if you also do each of the following:

a) Give prominent notice with each copy of the Combined Work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License.

b) Accompany the Combined Work with a copy of the GNU GPL and this license document.

c) For a Combined Work that displays copyright notices during execution, include the copyright notice for the Library among these notices, as well as a reference directing the user to the copies of the GNU GPL and this license document.

d) Do one of the following:

0) Convey the Minimal Corresponding Source under the terms of this License, and the Corresponding Application Code in a form suitable for, and under terms that permit, the user to recombine or relink the Application with a modified version of the Linked Version to produce a modified Combined Work, in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.

1) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (a) uses at run time a copy of the Library already present on the user's computer system, and (b) will operate properly with a modified version of the Library that is interface-compatible with the Linked Version.

e) Provide Installation Information, but only if you would otherwise be required to provide such information under section 6 of the GNU GPL, and only to the extent that such information is necessary to install and execute a modified version of the Combined Work produced by recombining or relinking the Application with a modified version of the Linked Version. (If you use option 4d0, the Installation Information must accompany the Minimal Corresponding Source and Corresponding Application Code. If you use option 4d1, you must provide the Installation Information in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.)

5. Combined Libraries.

You may place library facilities that are a work based on the Library side by side in a single library together with other library facilities that are not Applications and are not covered by this License, and convey such a combined library under terms of your choice, if you do both of the following:

a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities, conveyed under the terms of this License.

b) Give prominent notice with the combined library that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

6. Revised Versions of the GNU Lesser General Public License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library as you received it specifies that a certain numbered version of the GNU Lesser General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that published version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library as you received it does not specify a version number of the GNU Lesser General Public License, you may choose any version of the GNU Lesser General Public License ever published by the Free Software Foundation.

If the Library as you received it specifies that a proxy can decide whether future versions of the GNU Lesser General Public License shall apply, that proxy's public statement of acceptance of any version is permanent authorization for you to choose that version for the Library.

- (1) IEC60825-1 *Safety of laser products. Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*
- (2) IEC61010-1 *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements*
- (3) IEC61280-2-1 *Fibre optic communication subsystem basic test procedures - Part 2-1: Test procedures for digital systems - Receiver sensitivity and overload measurement*
- (4) IEC61280-2-2 *Fibre optic communication subsystem test procedures - Part 2-2: Digital systems Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement*
- (5) IEC62150-2 *Fibre optic active components and devices - Test and measurement procedures - Part 2: ATM-PON transceivers*
- (6) IEEE Std 802.3 *IEEE Standard for Ethernet*
- (7) ISO/IEC 14165-115 *Information technology - Fibre channel - Part 115: Physical interfaces (FC-PI)*
- (8) ITU-T G.651.1 *Characteristics of a 50/125 µm multimode graded index optical fibre cable for the optical access network*
- (9) ITU-T G.652 *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable*
- (10) ITU-T G.707 *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)*
- (11) ITU-T G.709 *Interfaces for Optical Transport Network (OTN)*
- (12) ITU-T G.825 *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*
- (13) ITU-T G.957 *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*
- (14) ITU-T O.150 *General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment*
- (15) ITU-T O.151 *Error performance measuring equipment operating at the primary rate and above*
- (16) ITU-T O.172 *Jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*
- (17) ITU-T O.173 *Jitter measuring equipment for digital systems which are based on the Optical Transport Network (OTN)*
- (18) ANSI INCITS Project 2221-D / Rev 3.10 *Fibre Channel - Physical Interface-6 (FC-PI-6)*
- (19) *InfiniBand Architecture Specification Volume 2 Release 1.3.1*
- (20) CFP MSA CFP Hardware Specification Revision 1.0
- (21) CFP MSA CFP4 Hardware Specification Revision 1.1

- (22) SFF Committee SFF-8438i *QSFP (Quad Formfactor Pluggable) Transceiver Rev 1.0*
- (23) SFF Committee SFF-8635 *QSFP+ 10 Gb/s 4X Pluggable Transceiver Solution (QSFP10) Rev 0.6*
- (24) SFF Committee SFF-8665 *QSFP+ 28 Gb/s 4X Pluggable Transceiver Solution (QSFP28) Rev 1.9*
- (25) SFF Committee SFF-8679 *QSFP+ 4X Base Electrical Specification Rev 1.7*
- (26) Common Public Radio Interface *CPRI Specification V7.0*
- (27) Open Base Station Architecture Initiative *Reference Point 3 Specification Version 4.2*
- (28) JIS C5491 『光伝送用半導体レーザ測定方法』
- (29) JIS C5495 『光伝送用半導体レーザモジュール測定方法』
- (30) JIS C5954-2 『光伝送用能動部品－試験及び測定方法－第2部：ATM-PON 用光トランシーバ』
- (31) JIS C6112 『中・高速光伝送リンク用送・受信モジュール通則』
- (32) JIS C6802 『レーザ製品の安全基準』
- (33) アンリツ株式会社 『高速デジタル信号測定時のツール選定』
<https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/support/downloads/technical-notes/dwl009696>
- (34) アンリツ株式会社 『ESD/EOS による故障をなくすための測定環境対策』
<https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/support/downloads/application-notes/dwl18357>
- (35) アンリツ株式会社 『ジッタ解析の基礎・サンプリングスコープによる TJ, DJ, RJ 分離解析』
<https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/support/downloads/application-notes/dwl009655>
- (36) アンリツ株式会社 『ジッタ測定時の残留ジッタ補正法』
<https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/support/downloads/technical-notes/dwl009656>
- (37) アンリツ株式会社 『消光比補正手順書』
<https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/support/downloads/manuals/dwl010775>
- (38) アンリツ株式会社 『28 Gbit/s 高速デジタル信号におけるシグナルインテグリティ解析』
<https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/support/downloads/application-notes/dwl008944>
- (39) アンリツ株式会社 『PAM4 信号発生と BER 測定ソリューション』
<https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/support/downloads/product-introductions/dwl17851>

参照先はページ番号です。

■記号・数字順

0

0 レベル 1-45

1

1/16 Clock Pattern 5-10

1/2 Clock Pattern 5-10

1/2Clock 5-15

1/4Clock 5-15

1 レベル 1-37

■アルファベット順

A

Accumulation Type 6-70

Acquire Clock Rate 6-66

Add 6-112

Advanced タブ 6-38

Algorithm 6-36

Alignment Marker 6-96

All BER Results 4-22

All Edges 6-22

All Measurements 4-20

All Off 6-108

All Outputs 4-19

All Samples 6-22

Amplitude 6-106

Amplitude O/E 6-45

Amplitude/Time 6-30

Angle 6-97

Attenuation 6-77

Auto Scale 6-74、6-75

Averaging 6-72

Axis 6-106

B

Bathtub 1-21、6-19

Before Use 4-13

BER 1-20

BERT パネルの名称 2-6

Bit Error Rate 1-20

Bit Rate 1-21、5-5

Bit Rate Standard Value 5-8

Bottom Mask Failed Samples 6-95

BUJ 1-33

C

CAL 6-12

Capture 6-115

CC 5-24

Center 6-24、6-96、6-106、6-108

Center Mask Failed Samples 6-95

Ch Tracking 4-21

Ch1/2 5-15

Ch3/4 5-15

Change Network Connection 4-15

Channel Math 6-110

Clear 6-111

Clk Out 5-6、5-15

Composite Histogram 6-21

Continues Time Linear Equalizer 1-22

Continuous 6-93

Control Ch 6-4

Correction Factor 6-39

Correction Factor 6-84

CRU 6-51

Current 5-6

Current Mask 6-95

D

Data Clock Rate 6-65

DCD 1-33

DDJ 1-33

DDJ Histogram 6-22

DDJ vs Bit 6-24

DDPWS 1-24

Default Name/Root 4-11

Define Function 6-110

Define Threshold 6-39

Delete 6-113

Differential 50 Ohm 5-18

Display 6-32

Divide Ratio 6-64

DJ 1-33

DJ (Scale) 6-39

Dock/Undock 4-13

Dual-Dirac BER Bathtub 6-17、6-19

Duty Cycle Distortion 1-22

E

Earliest Edge	6-24
EC	5-24
ED Input Condition	5-5
Elapsed Time	5-23
Equalizer	6-40
ER	5-24
Error Addition	5-6
Estimate RJ/DJ Histogram	6-16
Estimate RJ/PJ Histogram	6-20
Exit	4-18
Ext Clk 1/40	5-7
External Attenuation	5-18
Extinction Ratio	1-26
Eye Amplitude	1-26
EYE Boundary を変更する	6-83
Eye Center Type	6-34
Eye Crossing Percentage	1-26
Eye Crossing Time	1-26
Eye Height	1-27
Eye Levels	1-28
Eye Mask	1-28
Eye Mask Select	6-91、6-93
Eye Opening Definition	6-35
Eye Pattern	1-29
Eye Skews	1-30
Eye Width	1-31
Eye Widths	1-28

F

Fall Edges	6-22
Fall Samples	6-22
Fall Time	1-40
Fixed RJ	6-39
Free Running	6-12

G

Gating Current	5-21
Gating Cycle	5-6、5-21

H

Histogram Marker	6-106
History Reset	5-6、5-23
Hit Count	6-95
Hit Ratio	6-95
Hits	6-106

I

Infinite	6-70
Initialize	4-12
Insert Error	5-17
Insertion Error	1-44
Internal	5-7
Inverse background color	6-115
ISI	1-33
Item Selection	6-32

J

J2	6-17、6-19
J4	6-17、6-19
J9	6-17、6-19
Jitter	1-32
Jitter Measure ダイアログボックス	6-36

L

Latest Edge	6-24
Level Skews	1-34
Levels p-p	1-34
Levels RMS	1-34
Limited	6-70
Linearity	1-35
Local/Panel Unlock	4-12
lservrc	8-9

M

Manual Crossing	6-39
Marker	6-108
Mask Area Restriction	6-97
Mask margin	1-36
Mask Margin	6-95
Mask Test	6-43
Mean	6-106
Measurement Edge Type	6-36
Minimize	4-13
MP2110A の特長	1-2

N

NEG	5-11
Noise Margin	1-36
NRZ Amplitude/Time	6-83
Number of samples	6-71、6-72

O

O/E	6-45、6-49
-----------	-----------

Offset	6-24、6-110
Offset from Crossing	6-83
OK	6-115
OMA	1-36
Omission Error	1-44
One Level	1-37
One Shot	6-93
Open	4-10
OptionLicense	8-11
Outer Extinction Ratio	1-37
Outer OMA	1-37
Overlap	6-8
Overshoot	1-38

P

PAM4 Amplitude/Time	6-88
Panel Lock	4-12
Partial Noise Margin	1-38
Partial TDECQ	1-38
Pattern	6-24
Pattern Sync	5-13
PDJ Filter	6-36
PDJ Measurement	6-36
PDJ vs Bit	6-24
Persistency	6-70
PJ	1-33
PJ Calculate	6-23
PJ vs Frequency	6-23
POS	5-11
Power Configuration	2-21
Power Excursion	1-39
p-p	1-38
P-P	6-106
PPG Amplitude	5-5
PPG Data/XData	5-5
PPG/ED	5-3
PPG/ED の初期設定値	B-2
PRBS	1-39

Q

Quick Menu	6-7
------------------	-----

R

Rate	6-50
Reference CLK	5-6
Remaining Time	5-23
Remote Control	4-14

Repeat	5-21
Result ウィンドウ	6-3
Result ウィンドウ	6-13
RIN OMA	1-40
Rise Edges	6-22
Rise Samples	6-22
Rise Time	1-40
Rise/Fall Time	6-33、6-84
Rise/Fall Time Correction	6-84
RJ	1-33
RJ (rms)	6-39
RJ (Scale)	6-39
RJ Value	6-39
RJ/PJ Histogram	6-20
RMS	1-41

S

s2p フォーマット	C-5
s4p フォーマット	C-6
Sample	6-70
Sampling Oscilloscope	1-42
Sampling Timing	6-34
Save	4-9
Save To Clipboard	4-17
Save To File	4-17
Scale	6-110
Scale Offset	6-48
Scale/Offset	6-50
Scope パネルの名称	2-7
Screen Copy	4-11
Set	6-111
Setup/Result	5-5
Single	5-21、6-8
Single-End Data	5-18
Single-End XData	5-18
SNR	1-42
Standard	6-36
Start Time	5-23
Start/Stop	5-6
Std Dev	6-106
Symbol Rate	1-42
Sync Loss	5-22
Sync Out	5-6、5-13
Sync Output を設定する	5-13
System Information	4-17
System Menu	4-8
System Menu の初期設定値	B-1

T

TD data	6-17、6-19
TDEC	1-43
TDECQ	1-43、6-35
Test Pattern	5-6、5-11
Threshold	5-18
Tile	6-8
Time	6-70、6-106
TJ	1-33
TJ Histogram	6-16、6-18
TJ Measurement BER	6-17、6-19、6-39
Top Mask Failed Samples	6-95
Total Error	1-44
Total Failed Samples	6-95
Total Samples	6-95
Total Waveforms	6-95
Transition Time	1-44
Trigger setting wrong	6-12

U

Undershoot	1-44
Untimed	5-21
Update	6-96
Utilities	6-111、6-112

V

VECP	1-44
VMA	1-44

W

Waveform	6-70
Waveforms Color	6-115
Waveforms only	6-115
Width	6-83、6-97
Windows デスクトップを表示する	2-23

Z

Zero Level	1-45
Zoom In	6-24
Zoom Out	6-24

■50 音順

あ

アイクロス時間	1-26
アイクロス比率	1-26
アイ振幅	1-26
アイ高さ	1-27
アイパターン	1-29
アイ幅	1-31
アイマスク	1-28
アプリケーションウィンドウ	2-21
アプリケーションを終了する	4-18
誤り検出器の性能試験	7-11
誤り検出方法を設定する	5-17

い

イーサネットケーブル	2-17
------------------	------

う

ウィンドウの構成	4-2
ウィンドウの表示方法を変更する	4-13
ウィンドウ表示を最小化する	4-13

お

応用部品	1-15
オプション	1-4
オプションライセンス	8-9

か

開梱	2-2
外部制御モードに移行する	4-12
外部制御モードを解除する	4-12
画面に表示するビット数を調整する	6-78
画面のスケールを調整する	6-74
画面の縦軸を調整する	6-76
画面の横軸を調整	6-78
画面を消去する	6-73

き

基準クロックを設定する	5-7
-------------------	-----

く

クリーニング	8-4
光アダプタ	8-5
フェルール端面	8-6
フェルール端面	8-4
クロックリカバリユニット	6-61

クロックレートと分周比を設定する..... 6-66

け

減衰器の係数..... 5-18

減衰器の減衰量を補正する..... 6-77

こ

校正..... 8-30

項目を削除する..... 6-82

Control Panel の設定..... 2-24

コントロールパネルの設定..... 2-23

さ

再梱包..... 8-32

サンプリングオシロスコープ..... 1-42

サンプリングオシロスコープの初期設定値..... B-3

サンプリングオシロスコープの性能試験..... 7-22

サンプリングオシロスコープを校正する..... 6-56

し

しきい値レベル..... 5-18

時刻と状態の表示..... 4-23

自己診断..... 6-60

システム情報を表示する..... 4-17

システムメニューを設定する..... 4-8

システムリカバリ..... 8-14

ジッタ..... 1-32

ジッタ解析..... 6-79

ジッタ解析 (Advanced Jitter)..... 6-103

ジッタ解析 (Eye)..... 6-101

周辺機器の接続..... 2-16

消光比..... 1-26

状態の表示..... 4-23

正面パネル..... 2-4

省略語..... 1-46

振幅と時間の測定..... 6-79

シンボルレートを設定する..... 6-65

す

数値入力パネル..... 4-6

せ

静電気対策の説明ビデオを再生する..... 4-13

性能試験記録表

誤り検出器..... D-5

サンプリングオシロスコープ..... D-7

パルスパターン発生器..... D-3

設置..... 2-2

そ

測定結果..... 5-23

測定結果を保存する..... 5-24、6-114

測定項目の設定と表示..... 6-80

測定条件を初期化する..... 4-12

測定条件をファイルから読み出す..... 4-10

測定する項目を追加する..... 6-81

測定の開始と終了..... 6-104

測定領域を表示する..... 6-83

ソフトウェアキーボード..... 4-7

ソフトウェアバージョンを表示する..... 8-7、8-13

た

立ち上がり時間..... 1-40

立ち上がり時間、立ち下がり時間の測定方法を設定する
..... 6-84

立ち下がり時間..... 1-40

縦軸の中央の電圧または光パワーを調整する..... 6-76

ち

チャンネルとマスクを選択する..... 6-91

て

データ収集を開始する..... 6-73

データ収集を停止する..... 6-73

データの入力方法..... 4-5

データを収集する..... 6-73

デューティサイクルひずみ..... 1-22

電源コードを接続する..... 2-15

電源電圧を確認する..... 2-14

と

同軸ケーブルの接続..... 2-20

トータルエラー..... 1-44

トレースメモリを使用する..... 6-111

に

日常の手入れ..... 8-2

は

廃棄..... 8-32

背面パネル..... 2-11

波形の演算表示..... 6-110

波形の累積表示を設定する..... 6-70

波形の測定..... 6-79

波形の累積表示の設定..... 6-70

波形の累積表示を解除する..... 6-70

波形表示エリアの左端の時間を調整する	6-78
パターン長の設定	6-67
パターンを設定する	5-9
パネルロック	4-12
パネルロックする	4-12
パネルロックを解除する	4-12
パルスパターン発生器の性能試験	7-2

ひ

光コネクタの交換方法	8-3
光ファイバケーブルの取り扱い上の注意	2-18
光変調振幅	1-36
ヒストグラムを使用した測定	6-105
日付と時刻表示	4-23
ビット誤り率	1-20
ビット誤りを挿入する	5-17
ビットレート	1-21

ふ

ファイル仕様	
マスク	C-2
ファイル保存	
イメージファイル	4-11
測定条件および測定結果	4-9
複数波形の縦軸スケールを同じにするには	6-77

へ

平均化処理	6-72
-------------	------

ほ

保管	8-31
----------	------

ま

マーカを使用する	6-108
マスクテスト	6-79、6-91
マスクの位置を調整する	6-96
マスクの領域を制限する	6-97
マスクマージン	1-36
マスクマージンを設定してマスクテストをする	6-94
マスクマージンを測定する	6-93

や

矢印キー入力パネル	4-5
-----------------	-----

ゆ

輸送	8-32
----------	------

よ

用語	1-20
用途	1-17

り

リモート制御機器の接続	2-17
-------------------	------