

ハイスピードトランシーバ 測定ソリューション

シグナル クオリティ アナライザ-R MP1900A シリーズ

BERTWave MP2110A

光スペクトラムアナライザ MS9740B

ネットワークマスタ プロ MT1040A

目次

1. 概要	2
2. インタフェースの種類.....	3
3. 製造向け物理レイヤ試験	6
4. R&D 向け物理レイヤ試験.....	11
5. イーサネットレイヤ試験検証	14
6. 結論	16

1. 概要

現在のデジタル通信技術は、ここ 20 年間で大幅な進歩を遂げました。ネットワークを支える光通信は、400G だけでなく 800G、それ以上のデータレート採用に向けた検討が加速しています。この動向はクラウドサービスやコンピューティング、4K ビデオストリーミングなどの需要の高まりにより、データセンタからモバイルアクセスまで、ネットワーク全体のトラフィックが増加している事が背景にあります。

これらすべてのサービスは、回線容量の増大と、デジタルネットワークへ高速アクセスできる新しいアプリケーションを必要とします。サービスの実現には、高速データ伝送インタフェースが必要です。

このようなインタフェースまたは光トランシーバのメーカーは、品質と性能の向上に絶えず取り組んでいます。またマルチソースアグリーメント (MSA) によって規定された製品を、より効率的に開発し普及させようと活動しています。MSA には、性能、フォームファクターなどの基準だけでなく、性能試験方法や、米国電気電子学会 (IEEE) で定義された仕様も規定しています。

光トランシーバの特性と性能を検証するには、規格や実装される装置や、対向する光トランシーバとの相互接続性をテストする必要があります。アンリツは、研究開発から検証、製造、設置、保守まで、高速光トランシーバの性能評価にむけた測定ソリューションを提供しています。

2. インタフェースの種類

表1は、25 GbE から 400 GbE までの一般的な光学インタフェースと電気インタフェース、および標準化されている仕様を一覧にまとめたものです。光トランシーバは、SFP、QSFP、OSFP などさまざまなフォームファクターがあります。

表1 インタフェースの光学および電氣的タイプ

Optical Interface						Electrical Interface				
Distance	Data Rate	Lanes	Baud Rate	Format	Baud Rate	Format				
400G	400GBASE-ER8	40 km	425 Gbps	8	26.5625 GBd	PAM4	400G	400GAUI-4	53.125 GBd	PAM4
	400GBASE-LR4	10 km	425 Gbps	4	53.125 GBd	PAM4		400GAUI-8	26.5625 GBd	PAM4
	400GBASE-LR8	10 km	425 Gbps	8	26.5625 GBd	PAM4		400GAUI-16	26.5625 GBd	NRZ
	400GBASE-LR4-6	6 km	425 Gbps	4	53.125 GBd	PAM4	200G	200GAUI-2	53.125 GBd	PAM4
	400GBASE-FR4	2 km	425 Gbps	4	53.125 GBd	PAM4		200GAUI-4	26.5625 GBd	PAM4
	400GBASE-FR8	2 km	425 Gbps	8	26.5625 GBd	PAM4	100G	100GAUI-1	53.125 GBd	PAM4
	400GBASE-DR4	500 m	425 Gbps	4	53.125 GBd	PAM4		100GAUI-2	26.5625 GBd	PAM4
	400GBASE-SR4	100 m	425 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4		100GAUI-4	26.5625 GBd	NRZ
	400GBASE-SR8	100 m	425 Gbps	8	26.5625 GBd	PAM4	50G	50GAUI-1	26.5625 GBd	PAM4
	400GBASE-SR16	100 m	412.5 Gbps	16	25.78125 GBd	NRZ		50GAUI-2	26.5625 GBd	NRZ
200G	200GBASE-ER4	40 km	212.5 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4	25G	25GAUI	25.78125 GBd	NRZ
	200GBASE-LR4	10 km	212.5 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4				
	200GBASE-FR4	2 km	212.5 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4				
	200GBASE-DR4	500 m	212.5 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4				
	200GBASE-SR2	100 m	212.5 Gbps	2	53.125 GBd	PAM4				
	200GBASE-SR4	100 m	212.5 Gbps	4	26.5625 GBd	PAM4				
100G	100GBASE-ER4	40 km	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	100GBASE-LR1	10 km	106.25 Gbps	1	53.125 GBd	PAM4				
	100GBASE-LR4	10 km	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	100GBASE-FR1	2 km	106.25 Gbps	1	53.125 GBd	PAM4				
	100G-CWDM4	2 km	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	100GBASE-DR	500 m	106.25 Gbps	1	53.125 GBd	PAM4				
	100G-PSM4	500 m	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	100G-SWDM2	100 m	106.25 Gbps	2	26.5625 GBd	PAM4				
	100G-SWDM4	100 m	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	100GBASE-SR1	50 m	106.25 Gbps	1	53.125 GBd	PAM4				
	100GBASE-SR2	100 m	106.25 Gbps	2	26.5625 GBd	PAM4				
	100GBASE-SR4	100 m	103.125 Gbps	4	25.78125 GBd	NRZ				
	50G	50GBASE-ER	40 km	53.125 Gbps	1	26.5625 GBd	PAM4			
		50GBASE-LR	10 km	53.125 Gbps	1	26.5625 GBd	PAM4			
50GBASE-FR		2 km	53.125 Gbps	1	26.5625 GBd	PAM4				
50GBASE-SR		100 m	53.125 Gbps	1	26.5625 GBd	PAM4				
25G	25GBASE-ER	40 km	25.78125 Gbps	1	25.78125 GBd	NRZ				
	25GBASE-LR	10 km	25.78125 Gbps	1	25.78125 GBd	NRZ				
	25GBASE-SR	100 m	25.78125 Gbps	1	25.78125 GBd	NRZ				

Backplane & Cable Interface		Baud Rate	Format
400G	400GBASE-KR4	53.125 GBd	PAM4
	400GBASE-CR4	53.125 GBd	PAM4
200G	200GBASE-KR2	53.125 GBd	PAM4
	200GBASE-KR4	26.5625 GBd	PAM4
	200GBASE-CR2	53.125 GBd	PAM4
	200GBASE-CR4	26.5625 GBd	PAM4
100G	100GBASE-KR1	53.125 GBd	PAM4
	100GBASE-KR2	26.5625 GBd	PAM4
	100GBASE-KR4	25.78125 GBd	NRZ
	100GBASE-CR1	53.125 GBd	PAM4
	100GBASE-CR2	26.5625 GBd	PAM4
	100GBASE-CR4	25.78125 GBd	NRZ
50G	50GBASE-KR	26.5625 GBd	PAM4
	50GBASE-KR2	25.78125 GBd	NRZ
	50GBASE-CR	26.5625 GBd	PAM4
	50GBASE-CR2	25.78125 GBd	NRZ
25G	25GBASE-KR	25.78125 GBd	NRZ
	25GBASE-CR	25.78125 GBd	NRZ

表1で示したとおり、レーン数（1、2、4、8、16）、レーンごとのシンボルレート（25.78125 GBaud、26.5625 GBaud、53.125 GBaud）、出力信号変調のタイプ（NRZ、PAM4）といったタイプの異なるインタフェースをグループ分けできます。

今現在の主なシンボルレートは 25.78125 Gbps と 26.5625 Gbps であり、チャンネル数を増やすことで伝送容量を拡大させることができます。図1は、100G QSFP28 光トランシーバのブロック図を示しています。

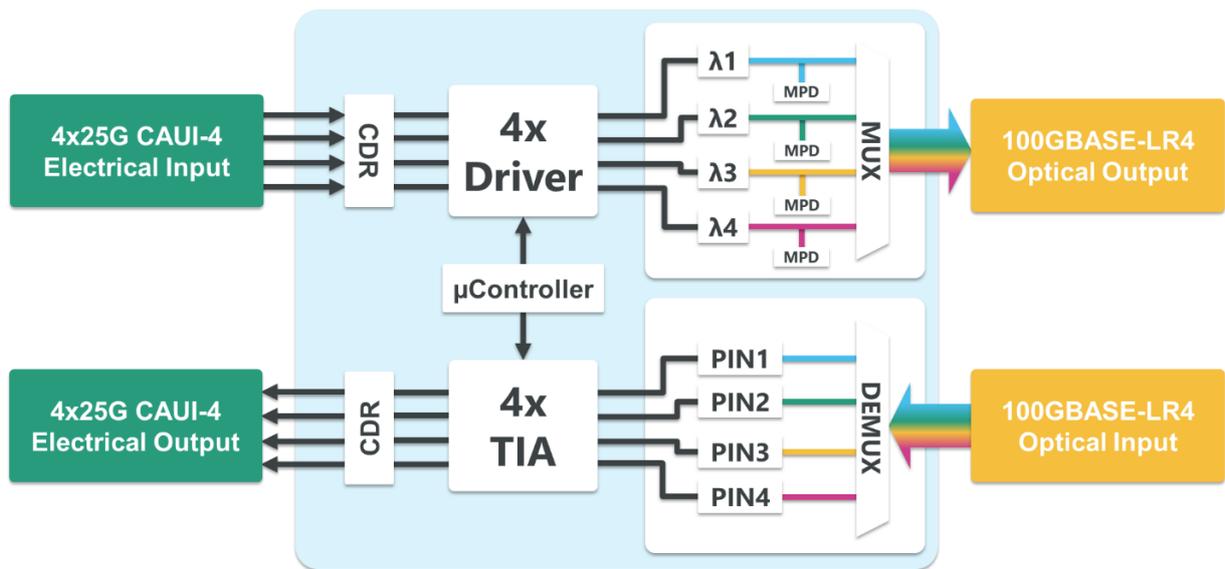


図 1 QSFP28 100GBASE-LR ブロック図

一方、光インターフェースの高速化の中で興味深い点があります。それは、前世代とは異なる信号変調方式を使用して 400G 高速光トランシーバを実現していることです。ここでは、ドライバーとアンプの同実装化や、マルチレベル信号変調（PAM4）を可能にする最新デジタル信号処理回路（DSP）を採用しています。従来、光トランシーバは NRZ（Non-Return to Zero）信号変調を使用していましたが、高速化を実現するには、チャンネル数の増加だけでは不十分です。そこで 400G 以上のデータ転送速度を実現するために、PAM4（4 値パルス振幅変調）の信号変調が使用されます。図 2 で示すとおり、PAM4 は、NRZ（PAM2）の 2 値ではなく、4 値のパルス振幅でデータ送信に使用する変調技術です。振幅レベル 0、1、2、3 は、それぞれ 2 つのビット 00、01、11、および 10 で表され、ビットの各ペアは「シンボル」と呼ばれます。

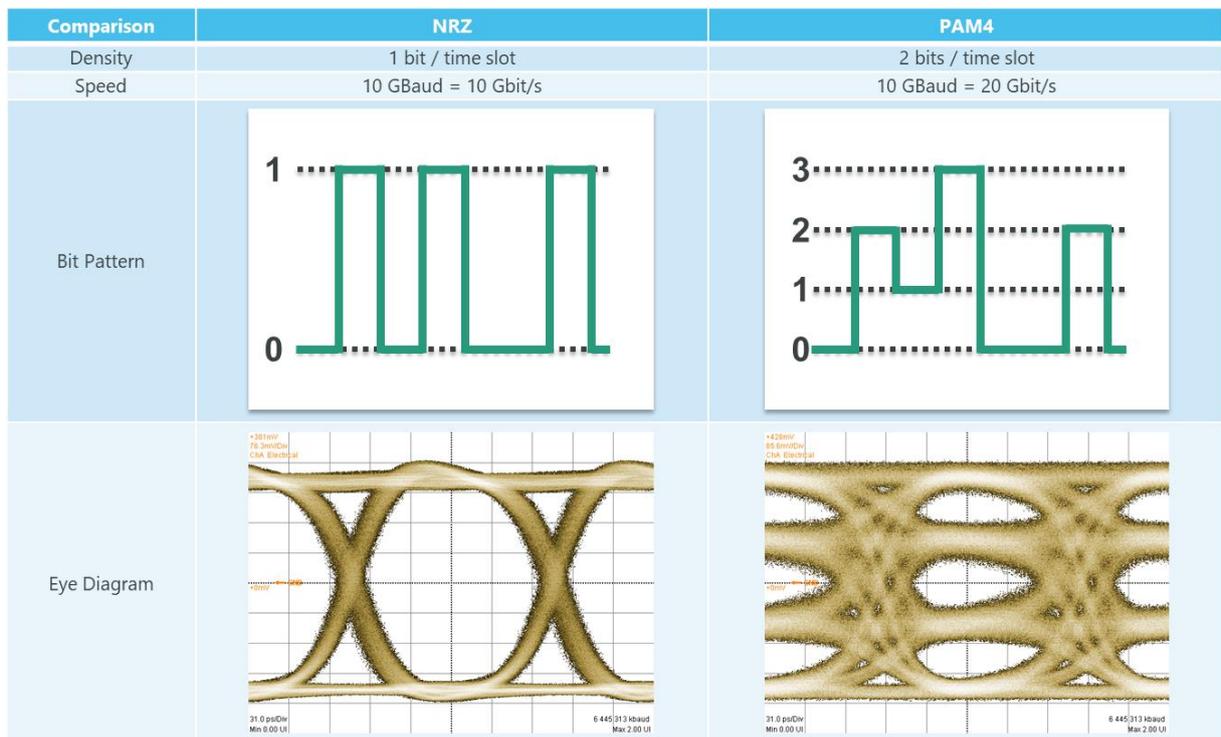


図 2 NRZ 変調と PAM4 変調の違い

たとえば、NRZ 変調で 8 ビットを送信するには、各振幅レベルに 0 または 1 の 1 ビットの情報が含まれているため、8 つの 0 または 1 が必要です。1 つのシンボルに 2 ビットの情報が含まれる PAM4 変調を使用する場合、4 つのシンボルで 8 ビットの情報を送信することができます。つまり、PAM4 変調信号は NRZ 変調信号より伝送効率が 2 倍です。

PAM4 変調の主な利点を挙げましたが、欠点もあります。その欠点とは、PAM4 信号は NRZ 信号と異なり、1 つの EYE の振幅レベルが非常に小さい事です。PAM 信号の「0」レベルと「1」レベルの差は、NRZ 信号の「0」レベルと「1」レベルの差の 1/3 であるため、伝送品質を維持する技術的課題は大きなものとなります。PAM4 信号を受信するときのエラー発生確率は、NRZ 信号を受信するときよりもはるかに高くなります。その結果、PAM4 信号の変調により、2 倍の速度でデータ送信することが可能になりますが、信号にエラーが発生する確率が高くなります。

PAM4 信号の信号対雑音比 (SNR) は、NRZ 信号の SNR よりも劣っています。これは、エラーフリーを実現しようとする際の障害になる可能性が高くなります。これに関連して、FEC (前方誤り訂正) を使用したデータ送信の方法が提案されています。IEEE で指定されている 2 種類の前方向誤り訂正 RS-FEC (Reed Solomon) は、NRZ 信号用の RS (528、514) と PAM4 信号用の RS (544、514) となります。400G 以上の速度では、RS-FEC の使用が必須であるため、光トランシーバのテストでは非常に重要な技術となります。

PAM4 テスト信号のシーケンスは、NRZ 信号に使用されるシーケンスとは異なります。IEEE 規格では、通常の PRBS13 または PRBS31 とは異なるテストパターンである PRBS13Q、PRBS31Q、SSPRQ について説明しています。たとえば、PRBS13Q テストパターンは、2 つの PRBS13 パターンにより形成された PAM4 グレイコードによる 8191 シンボルシーケンスの繰り返しです。

一般的に、光トランシーバのテストは主に以下の 3 種類に分類されます。

- 製造向け物理レイヤ試験
- R&D 向け物理レイヤ試験
- イーサネットのレイヤ試験検証

それぞれの試験方法と手順を次に説明します。

3. 製造向け物理レイヤ試験

前述のように、光トランシーバのテストは、開発と製造における重要なステップです。主なテストパラメータを以下に示します。

光平均パワー

光平均パワーは、伝送ラインのパフォーマンスと通信の品質に直接影響するため、非常に重要です。光パワーメーターで測定を行い、長距離向けの光トランシーバは、より高い光平均出力パワーを出力します。

Extinction Ratio (消光比) *PAM4 の場合は Outer Extinction Ratio

NRZ 信号の場合は、レーザーの高レベル「1」と低レベル「0」の光パワーの比率になります。消光比と相対振幅が高いほど、光信号が強くなり、受信機での検出は容易になります。また、消光比が高ければ光源のパワーを低く抑えることができます。PAM4 信号の場合は、レベル「0」を低レベル、レベル「3」を高レベルと見なします。

光変調振幅 (PAM4 の場合は Outer OMA)

レーザー光源によって生成された 2 つの光パワーレベルの差を測定します。NRZ 信号の場合、光源が「オン」のときは高レベル「1」、光源が「オフ」のときは低レベル「0」です。このパラメータは、消光比が高くない場合の信号変調の有効性を判断するのに役立ちます。PAM4 信号の場合、光源が「オン」の時は高信号レベル「3」と見なします。

アイパターン / マスクマージン

光トランシーバの品質を確保するには、アイダイアグラムを確認することが非常に重要です。アイダイアグラムは、キャプチャされたすべての信号を重ね合わせて蓄積することによって形成されます。ビットシーケンスは、テストシーケンスからのレベル間のすべての可能なバリエーションの遷移です。光トランシーバのデジタル信号品質は、マスクマージンテストで確認できます。NRZ 仕様の場合は、IEEE などの規格で定義された「マスク」に対して評価されます。一般に、アイ幅が広いほど、ビット間のクロストークが少なくなります。これは、光トランシーバのパフォーマンスが向上することを意味します。

アイクロッシング (PAM4 の場合はリニアリティ)

アイクロッシングは、アイのクロスポイントを中心とする垂直ヒストグラムウィンドウの平均値によって決定され、パーセンテージとして計算されます。クロスアイの割合が高い場合、これはデューティサイクルの歪みまたは信号の対称性の問題を示しています。PAM4 信号の場合はリニアリティで評価され、送信される各シンボルの平均レベルの関数として定義されます。

TDECQ

TDECQ(Transmitter and Dispersion Eye Closure for PAM4)は、ターゲット SER を達成するために DUT 送信機信号に追加されるノイズ量 (シンボルエラー率) と、DUT の仮想理想送信機アナログに追加されるノイズ量の比率であり、dB で表されます。TDECQ 値が低いほど、DUT 送信機は優れています。NRZ 信号とは異なり、PAM4 変調を備えた光トランシーバの場合、隣接する振幅レベル間の差が非常に小さいため、マスクマージンテストは適していません。そのため、図 3 に示すように、通常マスクマージンテストに代わる TDECQ が規格化されました。

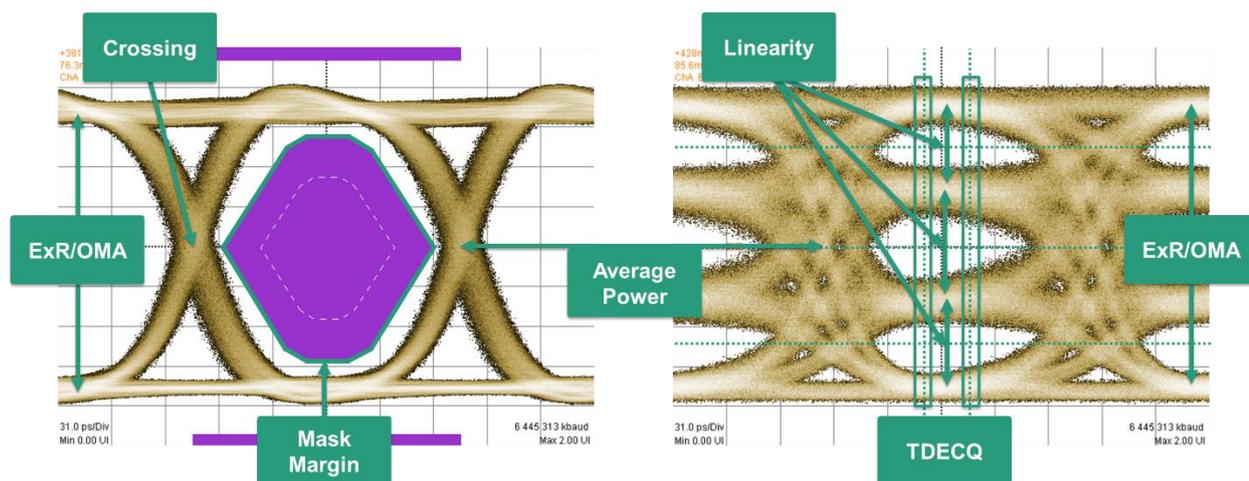


図 3 NRZ と PAM4 のテストの違い

ジッタ

ジッタ解析は、送信機のジッタの構成要素を決定するために実行されます。ジッタには、ランダムジッタとデターミニスティックジッタが含まれます。デターミニスティックジッタは、ランダムジッタとは対照的に予測可能であり、光トランシーバはジッタ成分を最小限に抑えるように設計されます。多くの場合、ジッタテストはアイダイアグラム分析と同時に実行されるため、パフォーマンスの検証時間を短縮できます。ジッタ解析の測定例を図 4 に示します。また、ジッタ耐力試験は、R&D 向けのテストとして、受信機が正しく動作できるジッタの限界量を定めることができます。

ビットエラーレート

ビットエラーレートは、データ伝送チャネルのパフォーマンスを特徴付けるパラメータの 1 つです。これは、テストシーケンスで特定の数の送信ビットに対して発生するビットエラーの数を測定するために使用されます。BER が予想よりも高い場合は、信号品質が悪いことを意味します。データ伝送の安定性と信頼性を検証するには、図 4 に示すように、光トランシーバが BER テストに合格する必要があります。

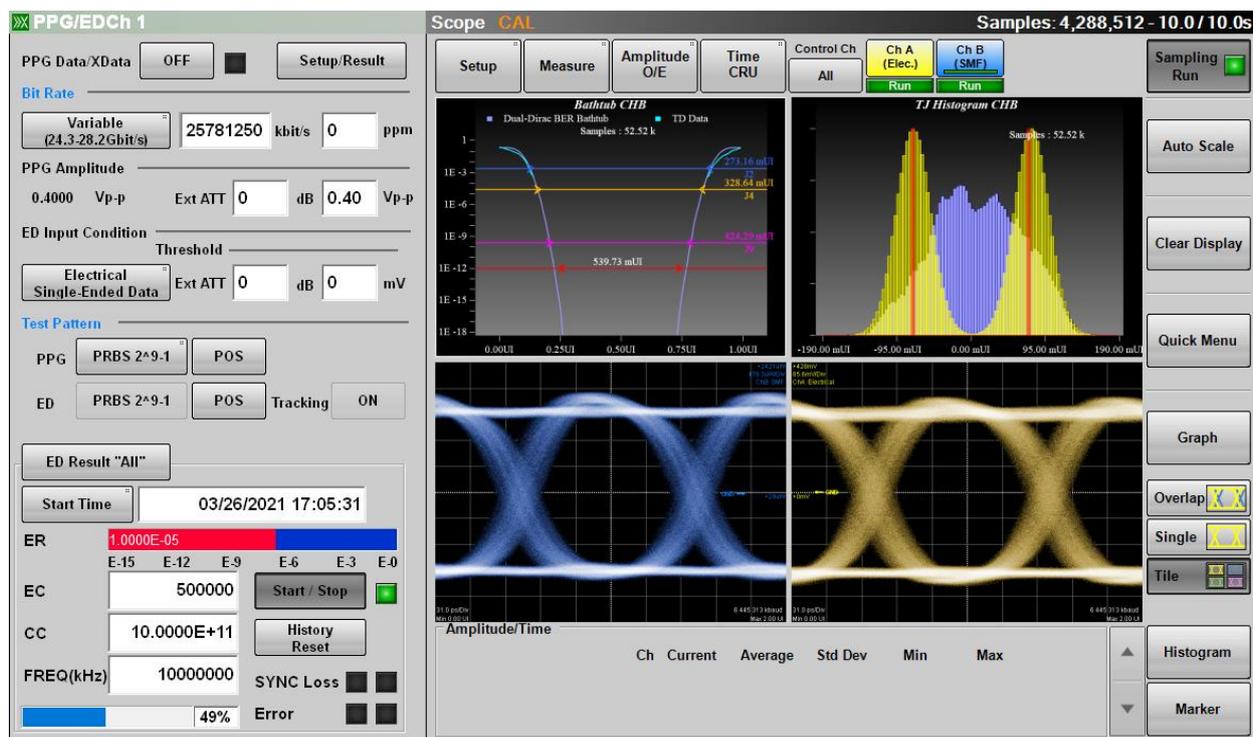


図 4 BER およびジッタ分析

受信感度

受信機の感度は、特定の BER を達成するために必要な信号の光パワーとして定義されます。感度性能が高いほど、受信可能な最小光パワーは低くなります。感度測定は、光トランシーバの送信機と受信機の間接続された光減衰器を使用して行われます。

製造向け物理レイヤ試験

光トランシーバの製造で実施される物理レイヤ試験は、Rx（受信機）テストと Tx（送信機）テストに分けることができます。言い換えると、テストは、電気 Rx 入力の電気信号または光 Tx 出力の光信号に対して実施されます。チャンネル数に応じて、各チャンネルを個別にテストすることも、すべてのチャンネルを並行してテストすることもできます。

図 5 は、QSFP28 100GBASE-LR4 の 4 つの電気入出力チャンネルの並列テストの測定系を示します。この測定を実行するには、マルチチャンネル BERT（ビットエラーレートテスター）を使用します。たとえば、BERTWave MP2110A を使用すると、最大 28.2 Gbps の速度で最大 4 チャンネルを同時にテストできます。この場合、テスト信号は PPG（パルスパターンジェネレーター）から DUT（光トランシーバ）が取り付けられている評価ボードに送られます。光トランシーバは通常、ループバックモードに設定され、光信号出力は光パッチコードを使用して光信号入力に接続されます。電気出力信号が ED（エラー検出器）に送られると、DUT を通過した信号に対する BER 測定が可能となります。

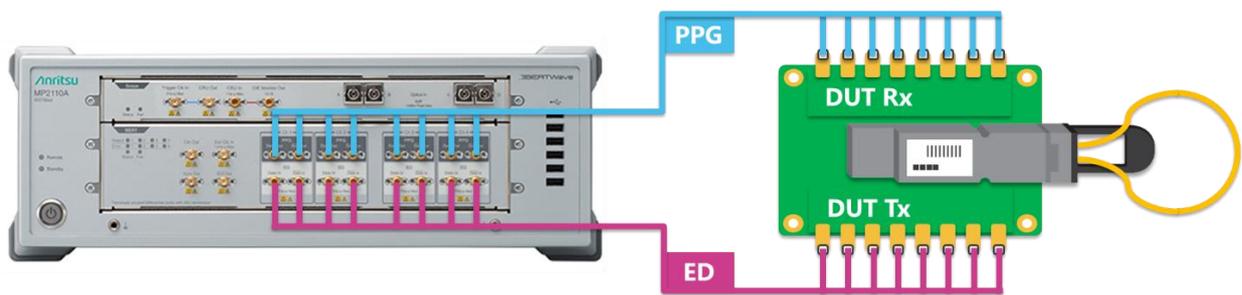


図 5 電気 Rx 信号測定方式

図 6 に示すとおり、光出力テストの場合、テスト信号も PPG 出力から評価ボードを介して DUT に供給されます。そして、光トランシーバの光出力信号は、フィルターまたは DEMUX (デマルチプレクサー) を通過します。これにより、各波長に分離して、スコープへ入力にすることができます。スコープの入力には、光信号を電気信号に変換する O/E コンバーターがあります。加えて、入力信号の周波数に応じた帯域幅を持つ特殊な BT4 フィルター (4 次ベッセルトムソンフィルター) も使用しています。

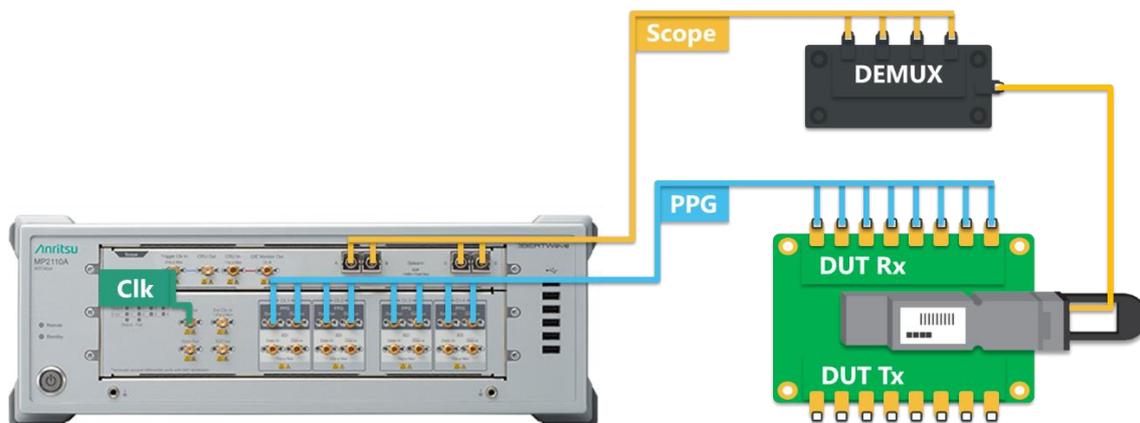


図 6 光出力信号の測定系

サンプリングスコープには、入力波形をテストするためにデータ信号と同期するトリガー入力も必要です。多くの場合、光トランシーバ信号には個別のトリガー出力がありません。これは、光信号出力によって送信される信号が、たとえばデータセンタでは数百メートル、フィールドでは数十キロメートル先で受信される可能性があるため、トリガー信号の送信が非常に難しくなります。CRU (クロックリカバリユニット) を使用すると、光トランシーバの実動作環境に近い条件でテストすることができます。CRU は、入力した光信号から直接トリガー信号を復元できるため、外部トリガー信号を使用せずに光トランシーバをテストできます。また図 7 に示すように、CRU は MP2110A のスタンドアロンモジュールとして使用できます。さらに、内蔵 CRU (オプション 055) を使用することにより、外部トリガーなしで 200 / 400GbEQSFP-DD トランシーバからの PAM4 光信号を測定できます。

MP2110A の CRU は、SMF で 26.5625 GBaud だけでなく 53.125 GBaud もサポートします。

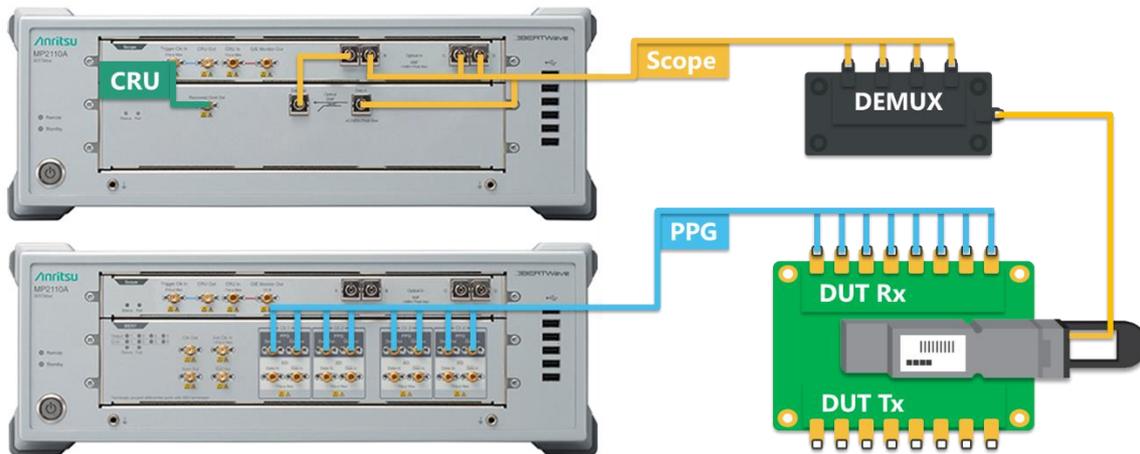


図7 トリガー信号ソースとしてCRUを使用

光スペクトラムアナライザ（OSA）は、光信号の評価にもよく使用されます。OSAは、中心波長、スペクトル幅、SMSR（サイドモード抑制比）など、光出力信号の特性を評価できます。通常、中心波長は変動します。同じことがスペクトル幅とSMSRの特性にも当てはまり、許容値を超える場合、テスト対象の光トランシーバは不良と見なされます。図8に、光スペクトラムアナライザMS9740Bを使用した測定例を示します。これにより、必要なすべての光パラメータを測定できます。

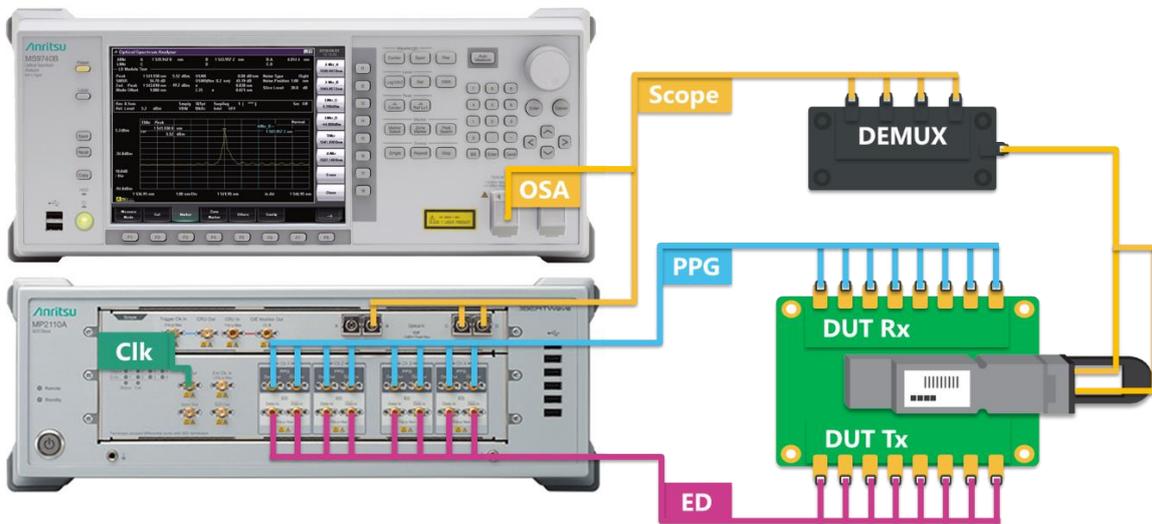


図8 複雑な光トランシーバのテスト

4. R&D 向け物理レイヤ試験

先端技術研究や光トランシーバの R&D での物理的試験は、より深いレベルのテストが必要です。この試験では、さまざまな外部の影響、ストレス、伝送チャネルの特性などを考慮する必要があります。これらの要素はそれぞれ、信号品質に大きく影響し、通常の場合、信号品質を低下させます。以下に、光トランシーバの試験に関連する主なテスト・機能要件を示します。

エンファシス

実際の伝送チャネル（光または電気）は、その不完全性のために、通過する信号に歪みをもたらします。プリエンファシスは図 9 に示すように、伝送チャネルを通過した後に最も理想に近づくように、伝送チャネルの前の信号に損失補償を加えることを意味します。

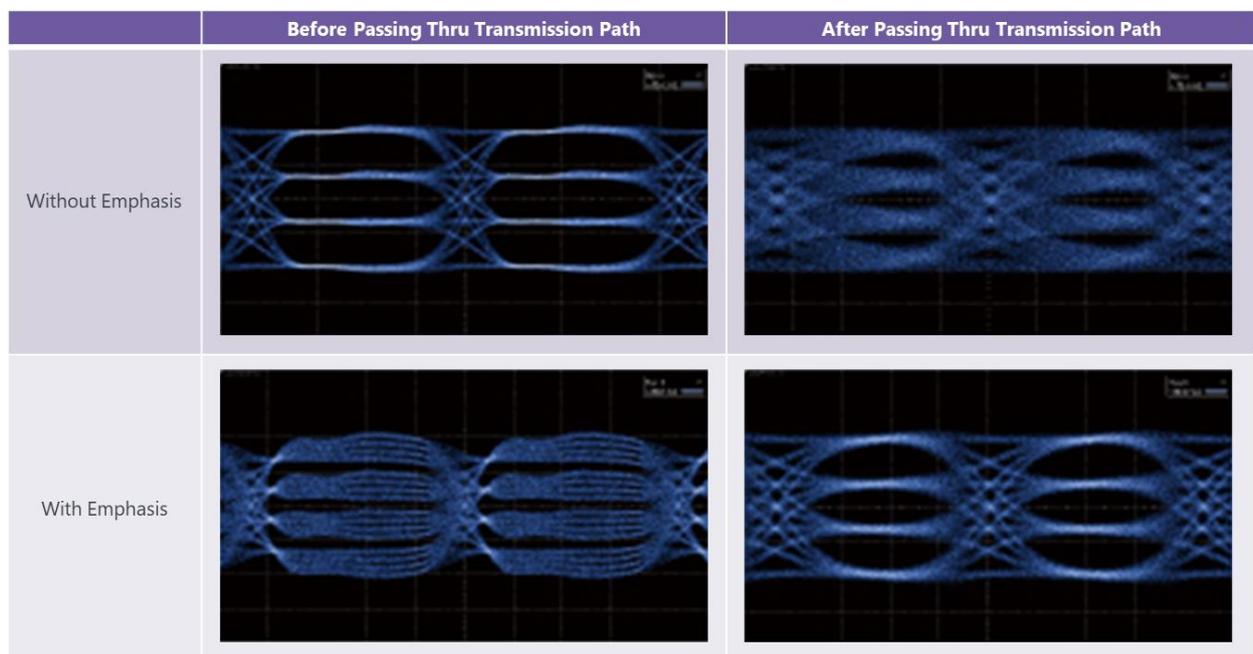


図 9 伝送チャネルを通過させた場合の影響

リニアリティ

出力信号を調整するもう 1 つのパラメータとして、アイ比率または RLM（レベルの不一致の比率）があります。これは、伝送チャネルを通過した後の波形が、より理想に近づくように出力信号のリニアリティを調整します。PAM4 出力信号のリニアリティ制御の例を図 10 に示します。

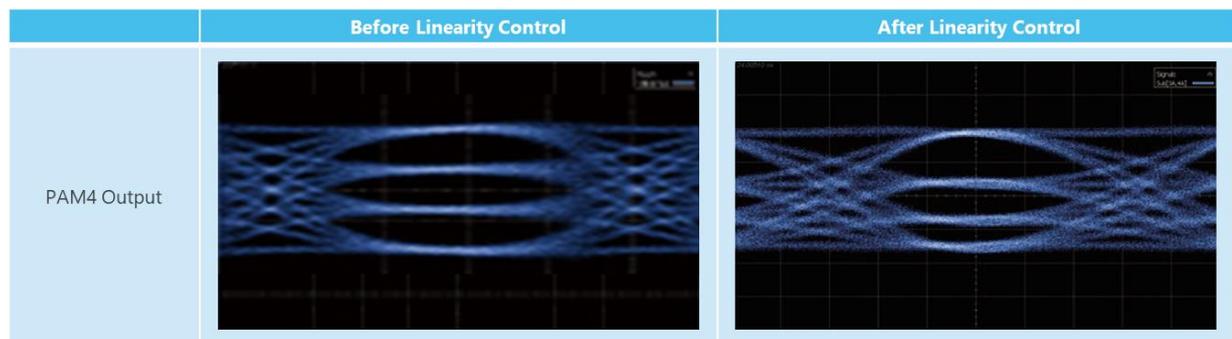


図 10 出力信号のリニアリティ制御

クロストーク

データセンタで採用されている光トランシーバは、データ伝送チャンネルが互いに近くにあるか、光ファイバなどの1つの物理キャリアを持っています。複数レーンのデータが近接する場合、ある信号が別の信号に影響する可能性があります。データ送信中に発生するこのような影響による信号の歪みがクロストークです。測定器を使ったストレス試験では、近接するレーンの信号の振幅やスキューを調整し、クロストークを再現させることができます。クロストーク歪みが現れるように測定器の出力信号を制御することにより、実際の動作に近い条件で光トランシーバの動作をチェックします。

ジッタ耐性

ジッタ耐性は、光トランシーバの重要な特性の1つで、入力信号のシンボルレートを区別し得る最大のジッタ量を表します。ジッタ耐カテストは、SJ（正弦波ジッタ）、RJ（ランダムジッタ）、BUJ（有界無相関ジッタ）、SSC（拡散スペクトルクロッキング）などを測定器から発生させて行います。測定器とジッタ耐力測定対象である光トランシーバの基準信号が非同期の場合、テストを実行するために測定器の入力にもCRUが必要です。図11にジッタ耐性テスト結果例を示すグラフを示します。

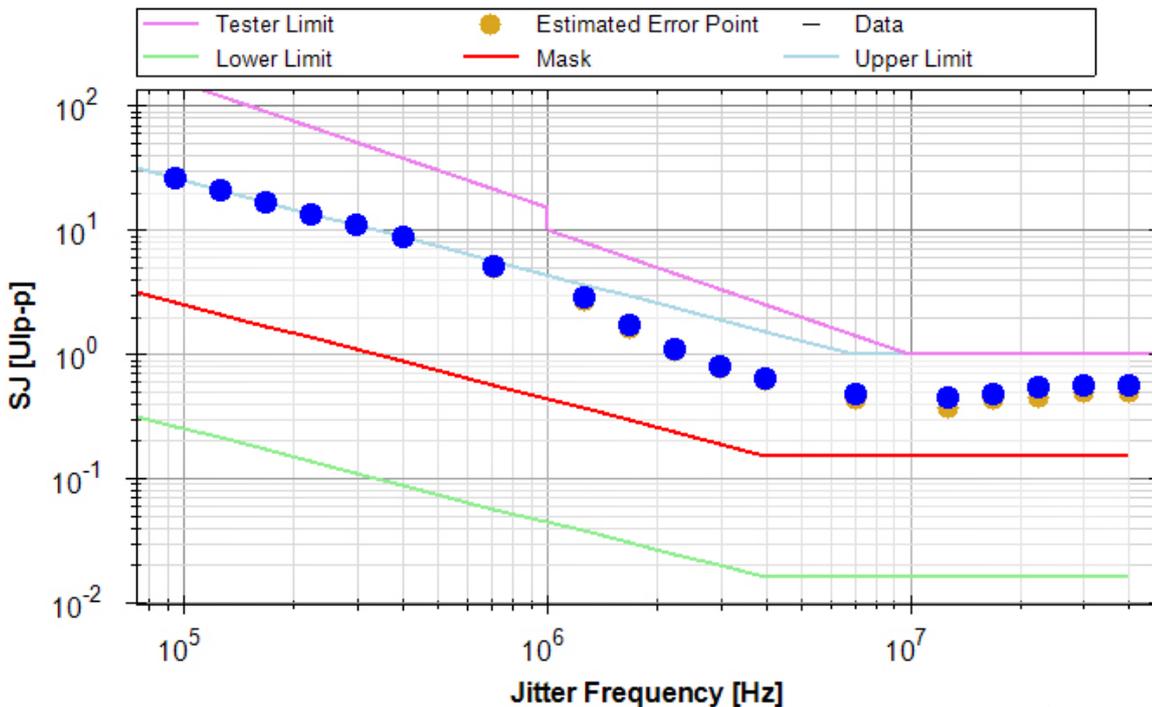


図 11 ジッタ耐性テスト

リアルタイム FEC 分析

最新の 400G 光トランシーバは FEC が必須であるため、ジッタ耐カテストに加えて、定義されている RS-FEC テストパターンを使用してリアルタイム FEC 分析が行われます。RS-FEC は、エラーチェックビットである所定の数の冗長ビットを送信データに追加し、それらをデータと一緒にエンコードします。そして、エラーチェックビットは、エラービットをデコードして訂正するためにレシーバで使用されます。FEC を使用すると、非常にノイズの多い伝送チャンネルでデータを送信でき、400G チャンネルでエラーの少ないデータ伝送が可能にな

ります。FEC Analysis では、FEC コードワードとシンボルの数をリアルタイムで測定できることが非常に重要です。FEC エラー分布測定の例を図 12 に示します。

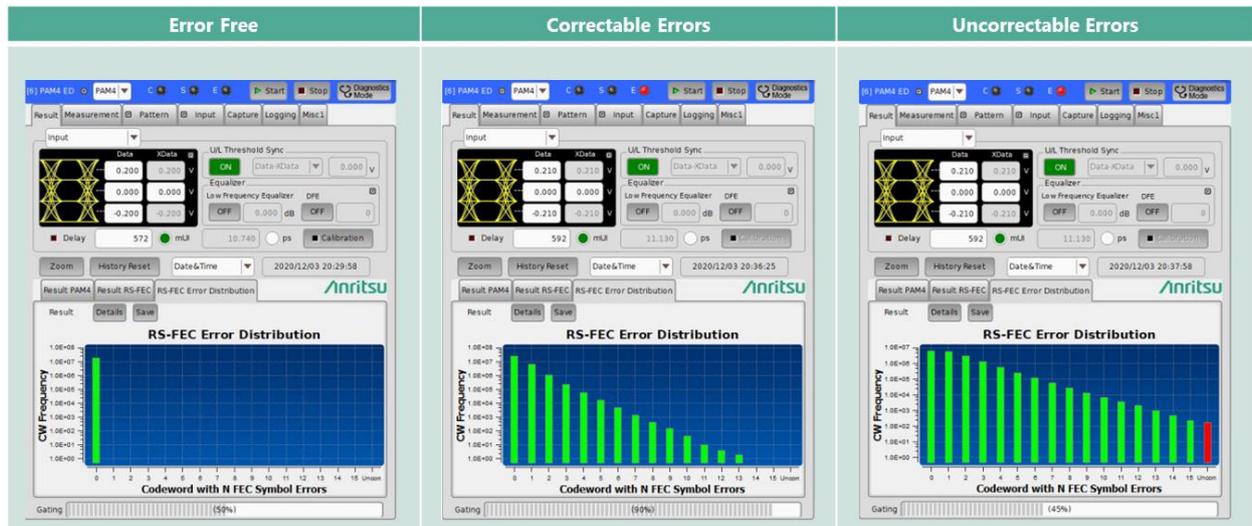


図 12 リアルタイム FEC エラー分析

R&D 物理レイヤ試験

光トランシーバの開発で、テストに関するいくつかの重要なテスト・機能要件を説明してきましたが、図 13 に、データ伝送チャネルの測定例の 1 つを示します。ビットエラーの測定には、シグナル クオリティ アナライザ-RMP1900A を使用します。これは、NRZ/PAM4 信号変調を備えた光トランシーバの R&D で必要なテストを高速で実行できるモジュラー 8 スロットの測定装置です。1ch あたり 32 / 64 GBaud まで対応可能です。

基準クロック信号がシンセサイザーモジュールの出力からジッターモジュールの入力に供給され、SJ、RJ、BUJ などのジッタストレスが生成されます。このジッタクロック信号は、テストパターン出力信号を生成する PPG モジュールに使用されます。そして、この信号はノイズモジュールに送られ、出力信号にノイズが追加されます。つまり、プリディストーション、ストレス、ジッタなどを追加した信号が DUT に供給されることとなります。DUT を通過した後、信号は ED に送られ、そこで信号の特性が元の信号と比較して評価されます。

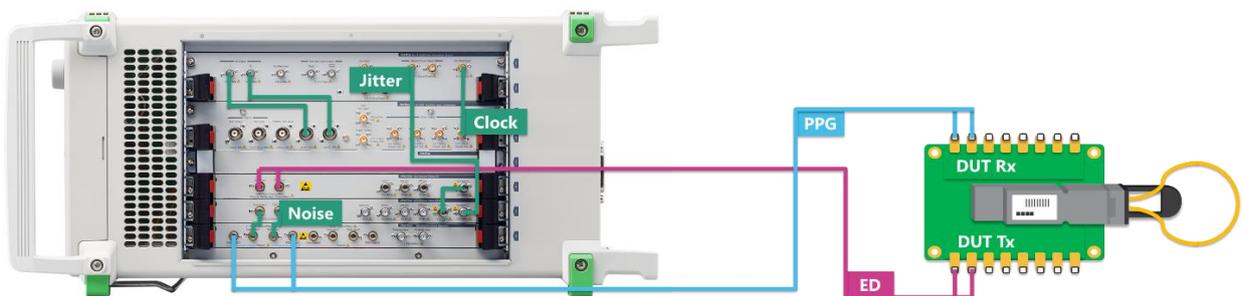


図 13 光トランシーバ ストレストテスト

最新の OSFP、QSFP-DD 光トランシーバをテストするために、2 台の同期した MP1900A と、2 台の MP2110A オシロスコープを使用します。この場合、図 14 に示すように、最大 800G の光トランシーバに対して最大 8 チャンネルを並行してテストすることができます。

それぞれの MP1900A には 4ch の PPG が挿入されており、同期した 8ch のストレス信号を生成し、DUT に供給します。そして、光トランシーバの出力は MP2110A に送られ、サンプリングスコープに統合された CRU を使用して、光波形の特性を分析します。

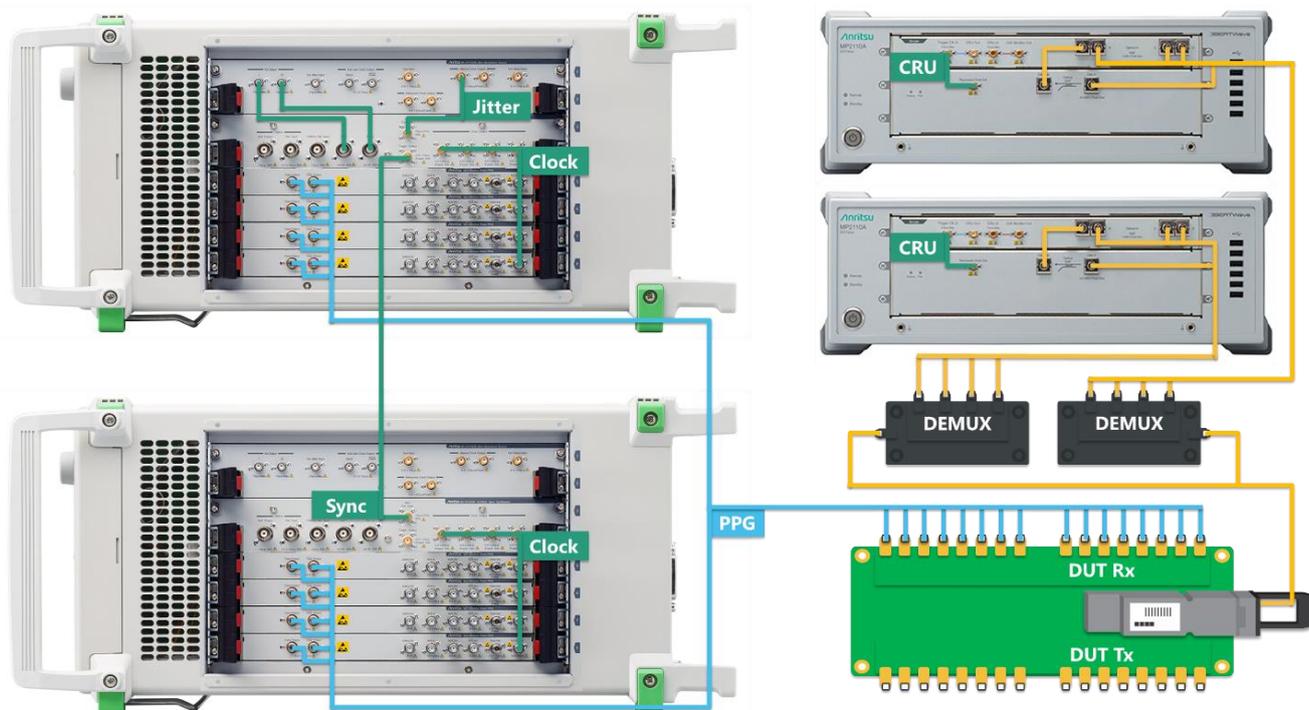


図 14 QSFP-DD / OSFP 光トランシーバ 平行 8 チャンネル 53 Gbaud テスト

5. イーサネットレイヤ試験検証

400 GbE で使用される PAM4 変調信号は、光トランシーバをより高いレベルでテストすることが必要になります。光トランシーバの検証テストを可能にする機器がイーサネットアナライザです。

前述のように FEC は信号送信中に発生する可能性のあるエラーを訂正できる技術であり、信頼性の高い通信を確保するために使用されます。ただし、FEC には制限があり、信号に連続するエラーが多すぎると、FEC アルゴリズムはそれらを訂正できず、伝送品質が大幅に低下します。

イーサネットフレーム層の評価

データがエラーなしで送信されること、またはエラーの数が FEC アルゴリズムの訂正可能な範囲内にあることの確認は、イーサネットアナライザであるネットワークマスタ プロ MT1040A で実現できます。MT1040A は、図 15 で示すとおり、光トランシーバの FEC 分布特性が実際のイーサネットフレーム時の送受信環境下で可能です。さらに、MT1040A は 2 ポートの 400G 測定ポートを使用してテストを実行することもできます。

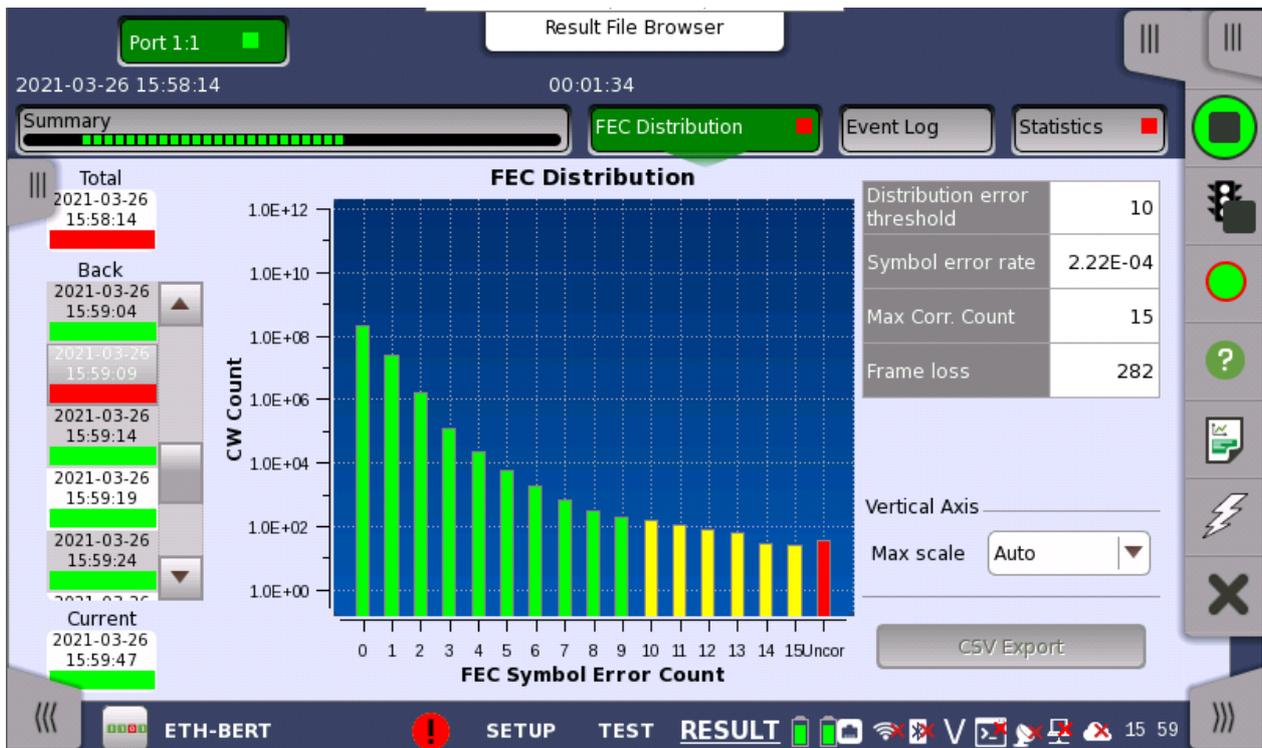


図 15 FEC 分布測定

光トランシーバのイーサネットレベルのテストは、図 16 に示す実装、光ファイバ接続で使用できます。ループバックモードの光トランシーバは、MT1040A に接続し、ポート設定とテスト設定を行うことでテストが可能です。このテストでは、FEC コードワードエラーを識別し、受信した FEC コードワード全体の CW エラー分布を測れます。ユーザは、グラフ上の結果をリアルタイムで監視可能なだけでなく、任意のシンボルエラーしきい値を設定することで緑/黄/赤の色分けで視覚的に結果を把握できます。



図 16 ループバック光トランシーバの検証

また検証テストの簡素化および高速化については、プロセスを自動化するカスタム xCVR クイックチェックシナリオで実現できます。図 17 で示すとおり、光トランシーバの自動診断およびテスト用のスクリプトは、SEEK（シナリオ編集環境キット）MX100003A ソフトウェアを使用すると、さまざまなしきい値の設定、合格/不合格のしきい値、機器との対話を簡素化し、テストシーケンスを順守するためのダイアログボックスの追加、レポートの保存などを使用して自動テストを作成できます。

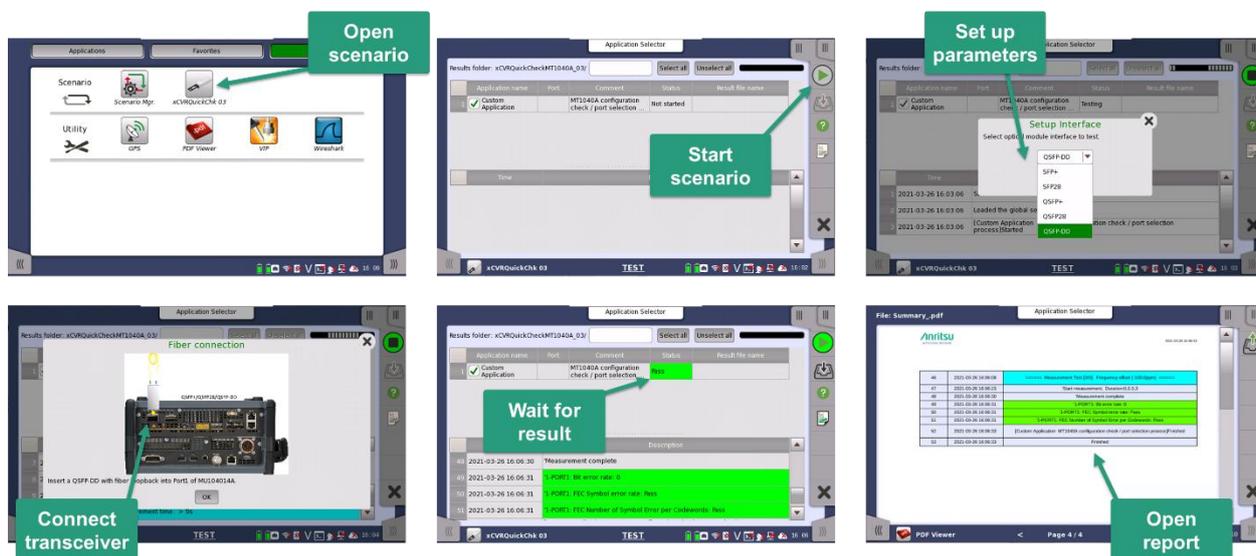


図 17 自動化された xCVR クイックチェックシナリオのダイアログウィンドウ

xCVR クイックチェックシナリオでは、ダイアログボックスと注釈付きの画像を使用してワークフローを簡素化します。テスト中、SER（シンボルエラー率）が測定され、光トランシーバの内部レジスタの値が読み取られて検証されます。

6. 結論

光トランシーバのテストには主に 3 種類の方法があります。それぞれ求められる測定項目や評価の複雑さが異なります。また、規格や他の製品との適合性をテストする必要があります。アンリツは、1G~800G の光トランシーバの性能と互換性をテストするための測定ソリューションを提供しています。

今後もアンリツは、ネットワーク製品やサービスの品質を保証するために、常に最新の測定ソリューションをお客様に提供していきます。

アンリツ株式会社

<https://www.anritsu.com>

本社 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1 TEL 046-223-1111
厚木 〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5
通信計測営業本部 TEL 046-296-1244 FAX 046-296-1239
通信計測営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 S S 3 0
通信計測営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
通信計測営業本部 TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル
通信計測営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
通信計測営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

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

通信計測営業本部 営業推進部

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

■計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。

計測サポートセンター

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

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

ご使用前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

2104

