

光信号コンディショニングによる コヒーレントモジュールのテスト実行

目次

はじめに	1
信号コンディショニング、障害の制御と発生	2
基本的なループバックテスト	2
光信号対雑音比エミュレーション	4
スペクトラム制御	7
偏波スクランブルと制御	9
光スイッチングと製造への移行	12
適切なソリューション、MAP-300	13

はじめに

コヒーレント光伝送は、光ネットワークの設計および構築方法に革命をもたらしています。

今日のネットワーク帯域幅の需要は、高度な DSP エンジンによって実現されています。展開する帯域幅の増加は、チャンネルあたりの純粋なボーレート/データレートの増加と、さまざまな変化するネットワークポロジリーに対応する適応性という 2 つの要因によって実現されています。今日のネットワークで必要とされる柔軟性を実現するために、これらの DSP は、広範囲のネットワーク障害(すなわち、損失、ノイズ、距離、分散)にリアルタイムで適応するだけでなく、補償している値も報告します。これにより、ネットワークの計画と監視が大幅に簡素化されます。

設計と製造の両方で、さまざまな物理レイヤーパラメータに対するパフォーマンス検証が必要になります。これらのテストは、プログラム可能なシグナルコンディショニング要素と呼ばれるテストモジュールによって実現しています。これらの計測器は、個別に、またはグループで、安定性、再現性、および適応性の高い方法で光リンクの物理パラメータをエミュレートします。



図1:MAP-300 および関連する LightDirect テストモジュールは、コヒーレント光インターフェイスのテストに必要な主要な光テスト、信号エミュレーション、および自動化機能をすべて提供します

OIF および IEEE からの公的標準のリリース (例えば、『400ZR 実装合意 (IA) (OIF-400ZR-01.0)』 www.oiforum.com) により、コヒーレントインターフェイスは次の成長の波に入る準備が整っており、引き続き CFP2 や QSFP-DD などのプラグブルフォーマットへの移行して行くでしょう。相互運用性が期待され、製造段階で実施される光テストの重要性をさらに高めています。VIAVI ソリューションズのホワイトペーパー『[プラグブルコヒーレント光ファイバーのテスト](#)』(ポール・ブルックス (Paul Brooks)、VIAVI ソリューションズ) は、モジュール型アーキテクチャと関連する主要なテスト問題の広範な要約を探しているテストエンジニアにとっては、優れたリソースです (Testplug-coherent-optics-wp-opt-nse-ja, 30191284 901 0820)。

このドキュメントでは、特に物理層エミュレーションに重点を置いて、光テスト要件の特定の重要な要素について説明します。最新の OIF 400ZR ドキュメント (OIF-400ZR-01.0) では、これらのテスト要件について 第 13 条で詳しく説明しています。同条の項では、リンク仕様の範囲と、必要なコンプライアンステストの詳細を定義しています。VIAVI ソリューションズの MAP-300 は、これらのテストを実施するのに理想的なツールです。

信号コンディショニング、障害の制御と発生

基本的なループバックテスト

光信号コンディショニングエレメントは、ユニークなテストモジュールです。これら自身では、測定を実施しません。その目的は、制御された繰り返し可能な方法でテスト信号を変更するか不安定要素を与えることです。これにより、他の計測器がテスト中の装置またはユニットからの応答を測定できるようになります。例えば、コヒーレントレーザーの場合、ビットエラーレートテスト (例えば、VIAVIONT-800 で実行) は、障害のある光信号がテスト対象ユニット (UUT) に影響を与えたかどうかを理解するために使用されるフィードバックです。図 2 に、簡略化された構造を示します。

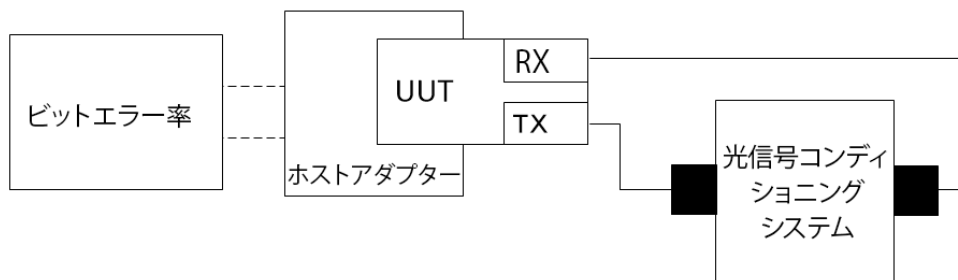


図 2:ループバック構成で UUT をテストするための汎用セットアップ光信号コンディショニングエレメントは、TX 信号の光特性を変更するために使用されます。RX がデータを復元する能力は、ビットエラーレートテスターで測定されます。

表1に、エミュレーションが必要な光ネットワークの主な障害を示します。一般に、2つのタイプがあります。1つ目のタイプは、単一の校正済みモジュールまたは計測器で機能障害を実現します。2番目のタイプでは、一緒に動作する異なるモジュールの組み合わせを使用します。このような複雑なエミュレートされた障害では、多くの場合、光学スペクトラムアナライザや光パワーメーターなどの追加の光テスト装置からのシステムオフセット、校正、フィードバックが必要になります。

障害のタイプ	機能	VIAMI MAP-300 LightDirect™ リファレンス
シンプレックス (単一モジュール)	減衰	mVOA
	増幅	mEDFA
	偏波コントロール/スクランブル	mPCX
	反射	mVBR
	スイッチ	mOSW, mOSX
	形状またはフィルタースペクトラム	mTFX
	マルチプレックス	mUTL
コンプレックス (マルチモジュール)	分散の追加 (CD, DGD)	mOSW + ファイバースプール
	注入ノイズ (OSNR)	mBBS + mVOA + mUTL
	コヒーレント干渉の注入	mBBS + mPCX + mTLG + mUTL
	マルチパス干渉 (MPI)	mVBR + mUTL + mVBR + ファイバースプール

表1: コヒーレントモジュールのテストに必要な信号コンディショニングエレメント単一のモジュールを独自に、または組み合わせて、OIF および IEEE ZR で指摘されている光信号の物理的障害を生成できます

包括的なテストスイートを作成するために、これらのモジュールを MAP-300 のようにモジュール式プラットフォームに統合することができます。コヒーレントモジュールのテストシーケンスには、波長のマトリックス、OSNR、受信パワー、およびスパン長にわたって、数百のテストケースが含まれる場合があります。発生した障害レベルのエラーは、UUT 内の DSP トレーニングの前提条件、監視精度、および警報機能に直接影響します。そのため、信号コンディショニング装置を慎重に選択することが重要です。表2に、不確実性を最小限に抑え、コストを削減するための主要なパラメータを示します。

主な選択基準	影響
単一パラメータ制御	他のパラメータに影響を与えることなく、1つのパラメータを制御する能力
超低損失	低損失エレメントは、増幅を追加する必要をなくしコストを最小限に抑えます。これらは、すべての RX パワー範囲をピーク TX 入力でテストできることを保証します。
低ノイズ	増幅が必要な場合は、可能な限り低いノイズ値を使用することで、OSNR 障害が加わることを制限できます。
波長無依存	TX チューニング範囲で波長が変化しても、パフォーマンスに影響はありません。
長期的な安定性	校正テストには数分かかる場合があります。検証テストには数時間かかる場合があります。時間と温度の変動を最小限に抑える必要があります。
再現性	前の設定値に戻す機能は、テストサイクル中に多数のテストポイントに複数回戻ることになるため、非常に重要です。
チューニング速度	テスト状態は数百秒必要です。個々のエレメント速度は重要ですが、並列状態の変化が重要です。安定化時間は見落とされがちです。
システムのモジュール性	障害要素を1回のループバックテストに迅速かつ効率的に追加、混合、または組み合わせる能力。

表2: 信号コンディショニングエレメントの主な選択パラメータ

ほとんどのループバックテストは、キーシステムパラメータを使用して相対テストモードで動作し、二次パラメータによる「ペナルティ」を評価します。例えば、モジュールが マルチパス干渉 (MPI) の許容範囲で評価されている場合、二次パラメータ (この場合は MPI) が対象範囲を通過している間に、OSNR レベルの全範囲が生成されます。表 1 に示すように、MPI は複雑な障害です。ファイバーのスパンで区切られた 2 つの可変反射エミュレータを使用して生成できます。BER 等高線は、指定されたレベルで生成できます。MPI レベルで同じ BER を達成するために必要な OSNR の違いは、推定できます。多くの場合、これは障害を克服するためにどの程度の OSNR を与える必要があるか、つまりペナルティと呼ばれます。

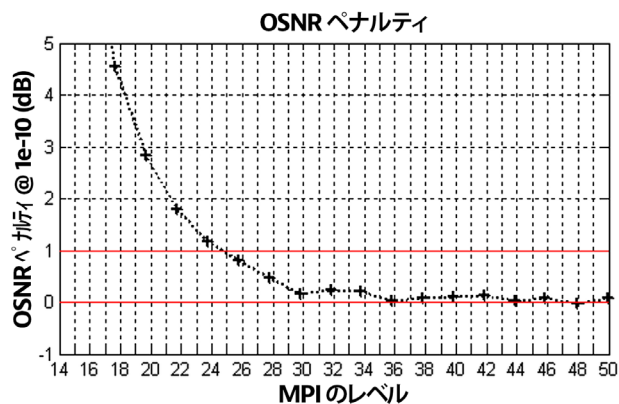
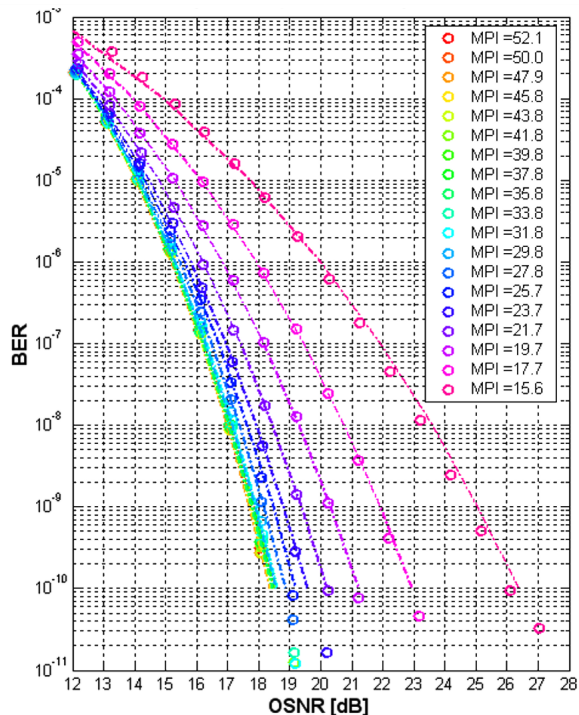


図 3: MPI の異なる大きさに対する BER 曲線 (左)。特定の BER レベルを選択すると、MPI (上記) の関数として OSNR ペナルティを測定できます。

増幅システムでは、OSNR は重要なシステムパラメータであり、多くのテスト実装で主要なメトリックスとして使用されます。次のセクションでは、主な実装の詳細をレビューします。

光信号対雑音比エミュレーション

光信号対雑音比 (OSNR) は、電氣的に生成される前の信号の合計到達距離を意味するため、コヒーレントインターフェイスのパフォーマンスの基本的な測定手段です。これは、他の障害 (CD、DGD、PDL など) の影響を評価するのに使う値です。OSNR の測定は標準化されており、IEC 61280-2-9 に記載されています。OSNR は、次の方法で計算できます。

$$OSNR = 10 \cdot \log\left(\frac{S}{N}\right) \text{ [dB]}$$

ここで、S は総信号パワー、N は 0.1 nm の帯域幅におけるノイズパワーです。ノイズ測定を行うための補間法に関する IEC 61280-2-9 ガイド

コヒーレントインターフェイスは、多数の条件下(増幅されたスパンの数、異なるファイバーの長さ)で動作する必要があるため、テストエンジニアは校正された OSNR 値を生成するよう求められます。製造テストシステムで OSNR レベルを生成、制御、および迅速に変更することは、UUT ごとに何度も実行される操作です。図 4 は、VIAVI MAP LightDirect™ モジュールを使用した 2 つの簡単で効果的かつ校正可能な実装を示します。VOA の位置は、必要な OSNR レベルに応じて変更できます。

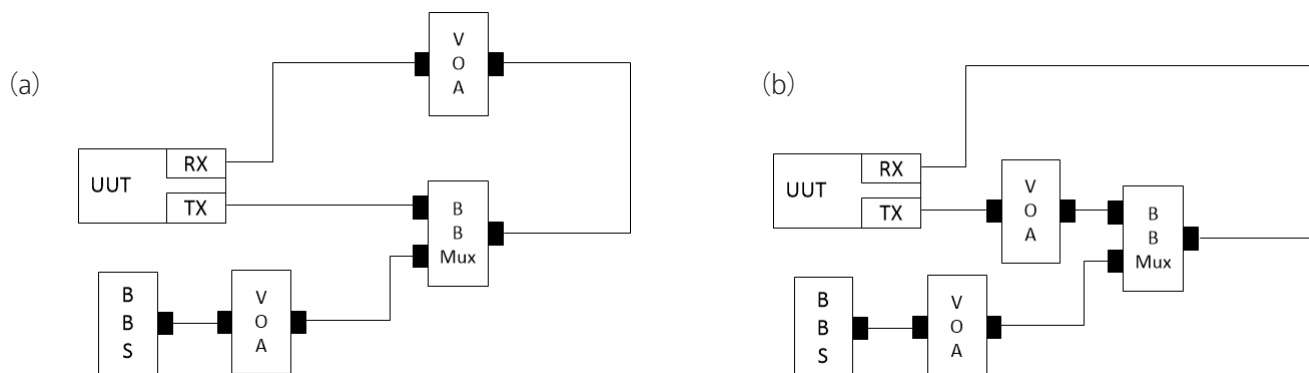


図 4: VIAVI MAP LightDirect モジュールを使用して、(a)及び(b)のテストブロック図を作成できます。ブロードバンドソース(BBS)からのノイズパワーは、可変アッテネータ (VOA) によって正確に制御されてから、ブロードバンドマルチプレクサー (BBMux) を介して TX 信号と組み合わせられます。バージョン (a) では、VOA は RX の前に配置され、OSNR に影響を与えることなくキャリアパワーを調整できます。バージョン (b) では、VOA は TX の直後に移動します。キャリアパワーの変更中に OSNR を一定に保つには、両方の VOA を制御する必要があります。やや複雑ですが、非常に低い OSNR 値をエミュレートできるという利点があります。

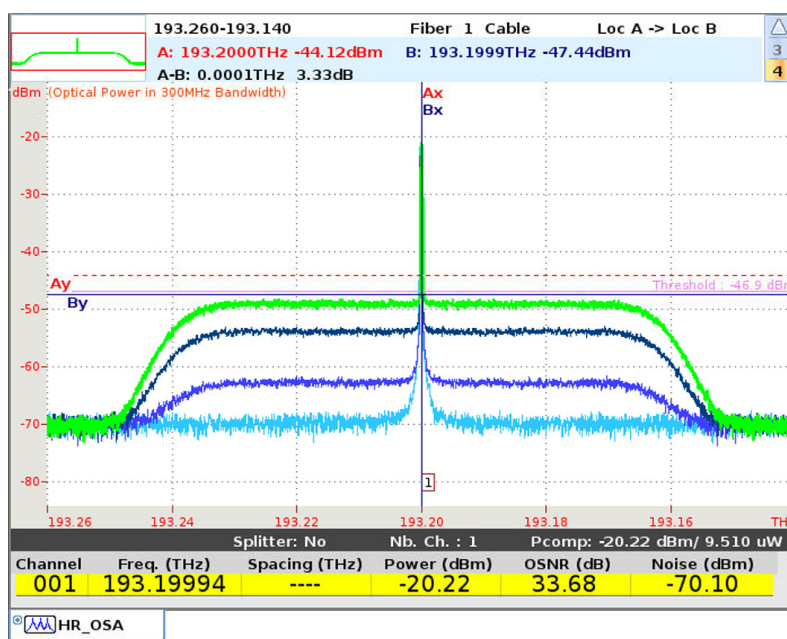


図 5: VIAVI mHROSA を使用してスペクトラムを測定する、ノイズ量が増加する未変調キャリアのスペクトラムの例。ノイズの形状は、レーザーの前のチューナブルフィルタによって制御されます。

BBSは自然放出を提供し、成形および平坦化が可能で、増幅されたラインシステムに見られるノイズの光学特性に一致するように設計されています。このデバイスは偏波を解消され、チャンネル帯域幅全体でスペクトラム的に平坦である必要があります。ノイズ値を補間するときエラーが発生する可能性があるため、スペクトラムリップルは避ける必要があります。図 4 のブロック図を使用して、正確に校正された OSNR 生成システムを作成できます。

初期テストシステムの設計を検討する際には、いくつかの領域に注意する必要があります。目的の OSNR が増幅されていない TX から初期レベルに近づくと、減衰の関数として OSNR の変化は非線形になります。この領域の値にアクセスする必要がある場合は、各テストの前に OSA を測定する必要があります。ただし、必要な OSNR がこの領域から遠く離れている場合（通常は 10 dB 超）、OSNR は BBS VOA の値に直接比例し、OSA の必要性を大幅に低減します。この VOA を 1dB 変更すると、OSNR は 1dB 変更されます。OSA の使用を削減することで、テストのサイクル時間とコストを削減できます。

OSNR テスト範囲および達成可能なキャリアパワーを開発する際には、表 3 に示すとおり、初期テストシステム設計で次の点を考慮する必要があります。

考慮事項	要件/影響
必要なレシーバーの下限	レシーバーをテストするパワーの対象範囲。将来の障害を後で追加できるように、ガードバンドを追加したい場合があります。
必要なレシーバーの OSNR 範囲	レシーバーをテストする OSNR の対象範囲。
初期 TX 起動パワー	システムで使用可能なパワーの開始点を設定します。ループバックパスでどのような損失に対応できるかを理解することが重要になります。
初期 TX OSNR	達成可能な OSNR の最大レベルを表します。
ループバックパス損失 (必要に応じて、利得)	追加の障害を発生させるために必要な計測器によって決定されます。光コネクタは大きな要因です。コネクタの点検が重要です。
ブロードバンドカプラを介して注入されたノイズパワー	使用可能なパワーによって、達成可能な最小 OSNR レベルが決まります。BBS からのパワーが高いほど、ループバックパス損失は低減されます。
アンプからの注入さえる追加ノイズ (必要な場合)	RX パワーを達成するために増幅器が必要な場合は、OSNR 計画バジェットでそのノイズ値を考慮する必要があります (最大 OSNR が低下します)。

表 3: OSNR 障害発生器を最適化する際のテストシステム設計上の考慮事項

結果の例を図 6 に示します。線形領域と非線形領域が示されています。必要な OSNR 範囲が非線形ゾーンで発生した場合、OSA が必要になります。これは、正確な OSNR が初期の TX のノイズレベルに大きく依存するためです。これはデバイスごとに変化します。

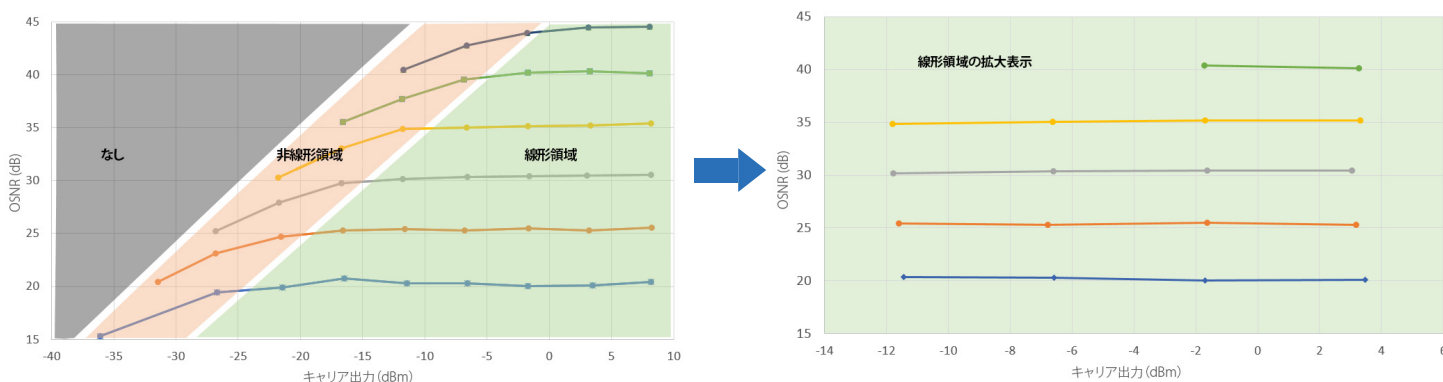


図 6: 左側の図は、2つの独立した VOA で到達可能なパワーと OSNR の全範囲を示しています。3つの異なる領域が発生します。使用不可、非線形、線形。特定のテストセットアップでは、総起動パワー、初期 OSNR、およびテストシステムの損失を考慮する必要があります。

次の項では、OSNRを生成し、レシーバーへのパワーを独立して制御する基本的な機能に基づいて、コヒーレントモジュールテストに必要な最も一般的な2つの追加要素の要件と影響について詳しく説明します。

スペクトラム管理

チューナブルフィルターは、増幅リンクでの使用を目的としたコヒーレントモジュール用に設計されたテストシステムでは重要な役割を果たします。この場合、レシーバーの前の最後のエレメントはチューナブルフィルターである必要があります(以下のTBFのとおり)。これらのデバイスは、ネットワーク内で発生するDWDMフィルターをシミュレートし、インバンドOSNRだけがレシーバーに到達するようにします。フィルターを導入すると、ループバック挿入損失が追加されます。全体的な損失バジェットによっては、追加の増幅が必要になる場合があります。ノイズの少ない増幅器を選択する必要があります。追加された増幅器のノイズによって、実現可能な最大OSNRが低下します。

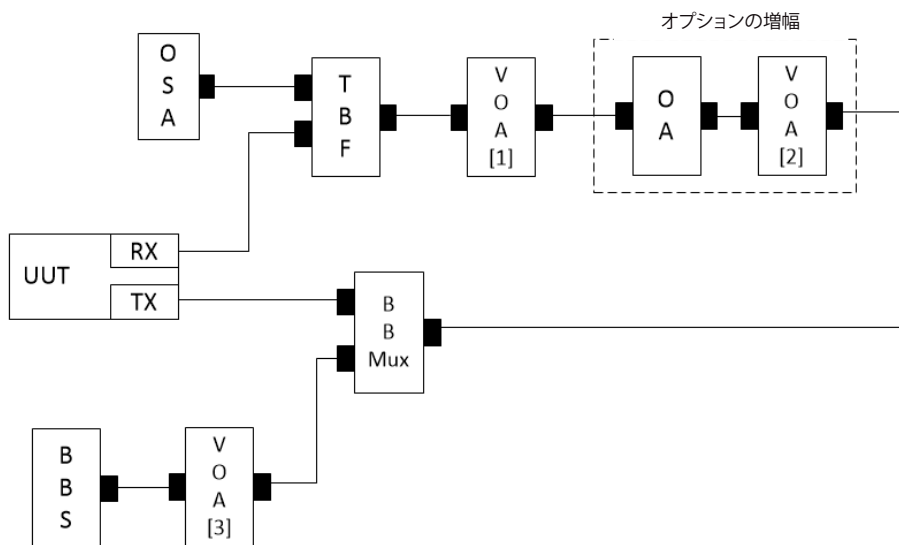


図7: 図4に示すように、チューナブルフィルターはレシーバーの前に追加されます。損失が増加すると、レシーバーで必要な信号レベルを達成できるように、利得/損失管理を追加する必要がある場合があります。VIAVIチューナブルフィルターは、減衰を組み込むことができる強力なハイブリッドデバイスです。



今日の光ネットワークに見られる波長のアジリティを受けて、それに対応したチューナブルフィルターの要件はますます厳しくなっています。DWDM フィルターの形状、通過するROADMノード、チャンネルのアライメント不良の影響など、エミュレートする必要があるネットワーク環境は多数あります。これらは、フィルターの形状、帯域幅、および損失に影響を与えます。厳しい許容範囲と制限されたガードバンドを考慮すると、フィルターの小さな変化が通過するスペクトラムの内容に影響を与える可能性があります。重要な特性については、表4を参照してください。

図8: VIAVI mTFXは、スペクトラムマネージャー、光スイッチ、アッテネータ、およびパワーメーターを組み込んだ高性能統合チューナブルフィルターモジュールです。これらを組み合わせることで、DWDM製造アプリケーションでOSNRをテストするための強力なスペクトラムおよび信号管理ツールを形成します。

チューナブルフィルタテクノロジーの進歩により、テストシステムの統合を大幅に簡素化できる新機能が実現しました。VIAVI mTFX チューナブルフィルタは、光スイッチ、減衰、パワーメーター機能を組み込んだ強力なハイブリッドデバイスです。

特性	要件	エミュレートするネットワーク特性
中心波長	サブ GHz チューニング	Flex スペクトラムの実装は、従来の 50 GHz グリッドには適用されそうにはありません。
帯域幅	サブ GHz チューニング	帯域幅は、スペクトラム効率を最大化するためにスペクトラム幅に調整されます。ROADM ネットワークで使用されるモジュールの有効帯域幅は、通過するノードの数に応じて小さくなります。
通過帯域の形状	矩形またはガウス形	ネットワークには、さまざまなフィルタの形状があります。ROADM ネットワークで使用されるモジュールは、複数のノードの後にガウス形になる傾向があります。
チューニング	スペクトラムを選択的に変更する機能	多波長のシナリオでは、別の部分に影響を与えることなく、スペクトラムの一部を調整する必要がある場合があります。

表4:コヒーレントモジュールのテスト用のチューナブル光フィルタの主な特性

スペクトラム効率を向上させる流れがあり、DWDM のフィルタチャネル内にはノイズだけを測定するスペースがほとんどないか、まったくありません。変調されたキャリアはチャネルを完全に満たし、光スペクトラムアナライザからのノイズレベルを隠します。発生する課題はいくつかありますが、基本的にはすべてノイズレベルの検出と測定に行きつきます。

完全な DWDM システムでは、ライブトラフィックを使用して、VIAVI は、スペクトラム相関分析と超高精度コヒーレント OSA を使用した新しい革新的な測定法である非侵入型スペクトラム相関法 (SCORM) の先駆者です。この方法では、信号の介入や操作が不要なため、ライブトラフィックに最適です。製造アプリケーションでは、チューナブルな帯域幅機能を活用してフィルタを一時的に変更できます。この場合、キャリアから離れた場所に移動するだけで、(より広いチャネル内に)ノイズフロアを見つけることができます。これにより、より伝統的な OSNR 測定が可能になります。OSNR 検証が完了したら、フィルタを指定した形状に戻し、コンプライアンステストを続行できます。

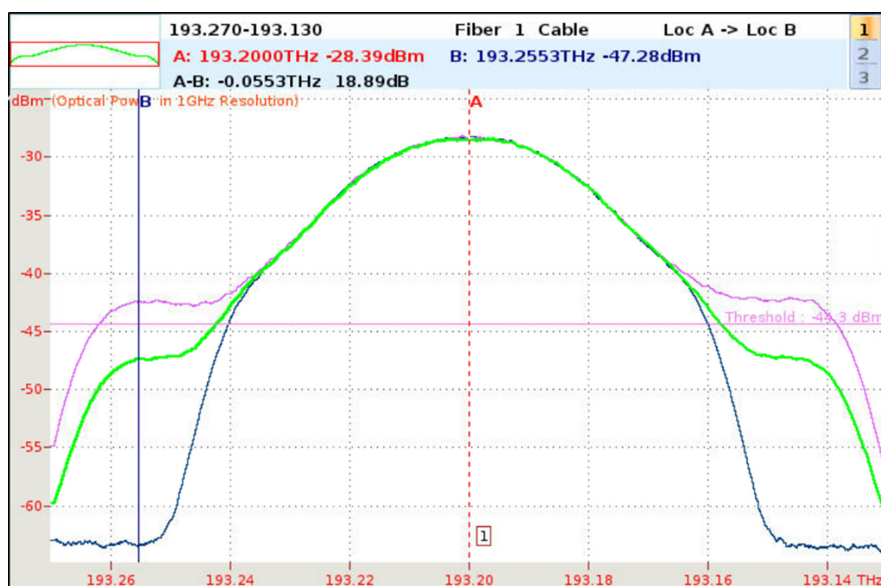


図9:ダークブルーの曲線は、100GHzチャネルを完全に満たし、OSNRの外挿を不可能にするスペクトラムを示しています。緑とピンクの曲線は、フィルタを150GHzに開いた状態でのスペクトラムを表示しています。フィルタの幅が広いほど、「ショルダー」機能がはっきりと見え、左右のノイズ値を測定できます。OSNRが測定されると、フィルタを元の100GHz帯域幅に戻すことができます。

OSNR を適切にプログラムする機能と制御されたスペクトラムにより、コアループバックテストシステムが実現します。

偏波スクランブルとコントロール

データレートを2倍にする方法として、コヒーレントトランスミッターは直交偏波状態の同じ波長で2つの信号を多重化します。レーザーは、デジタル補償アルゴリズムを適用する前に、信号を逆多重化する必要があります。しかし、単一モードのファイバーでは小さな残留複屈折¹があるため、偏波の状態は常に変化しています。リンク内のファイバーの複屈折は変わる可能性があり、変わるでしょう。このように変化すると、レーザーでの偏波状態(SOP)も変化します。コヒーレントレーザーは、これをリアルタイムで処理できる必要があります。

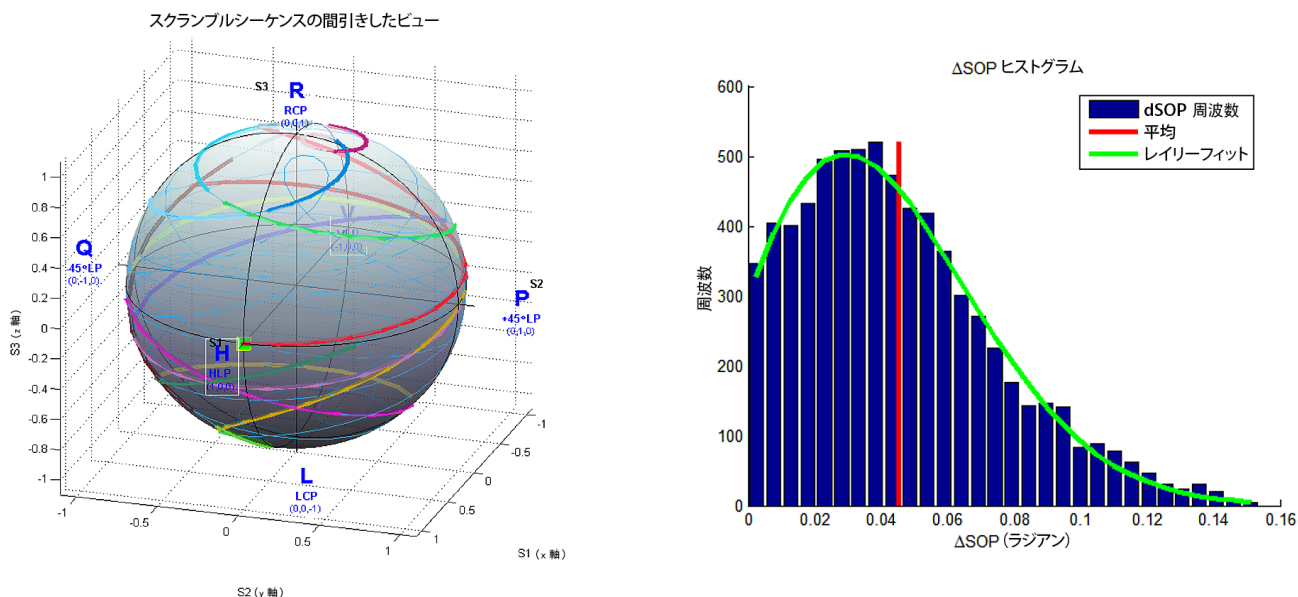


図10:レイリー分布による偏波スクランブル。定義された観察ウィンドウでは、ポアンカレ球でトレースされたアークは、左側に表示された分布に従います。一定の期間、球全体がカバーされます。

偏波スクランブルは、独特の障害プロセスです。他のほとんどのものとは異なり、計測器は時間依存のプロセスとその統計的性質をエミュレートする必要があります。計測器がエミュレートしようとしている動作を駆動する物理プロセスを理解することが重要です。複屈折はさまざまな形で変化する可能性があります。変化率に基づいて、カテゴリーに分けることができます。膨張や収縮が起こる、温度などの遅い変化があります。これらの変化は、数秒と数分にわたって発生します。また、振動が小さいことによる早い変化もあります。これらの振動により、ファイバーに沿った応力やひずみが増加します(例えば、風に揺れる空中ケーブル、またはトラックが通過するときの振動)。これらは、Hz または kHz の周波数で発生する可能性があります。最後に、まれですが、落雷のような非線形電気光学イベントによる非常に速い変化があります。これらの妨害は極めて高速で発生する可能性があります(MHz の範囲)。

SOP の変更は多くの場合、単純なレート、krad/秒、または Mrad/秒 で表示されますが、これは全体像を表したものではありません。ファイバーのこのような小さな物理的な変化は、数百 km さらには数千 km に及び、統計的に信号 SOP の進化を考える方が役に立ちます。この複雑さは、2つの方法のいずれかで記述できます。1つは、瞬間的な SOP が同じ確率で他の SOP に変化する純粋なランダム分布、もう1つはレイリー確率密度関数で最もよく記述される分布です。レイリー分布では、比較的小さな SOP の変化が起こり、その後時折大きな状態変化が起こる可能性が高いです。いずれの場合も、観察者が十分な時間待機すると、最終的にすべての状態がカバーされます。設計者が両方のケースでパフォーマンスを検証できるテストシステムが重要です。

¹複屈折とは、偏波の状態と

光が伝播する材料の方向によって屈折率が異なることを意味します。

選択した統計情報に関係なく、DSP モジュールはダイナミック環境に対処する必要があります。まず、急速に変化する偏波信号を逆多重化し、複数の種類の分散に補償を適用します。

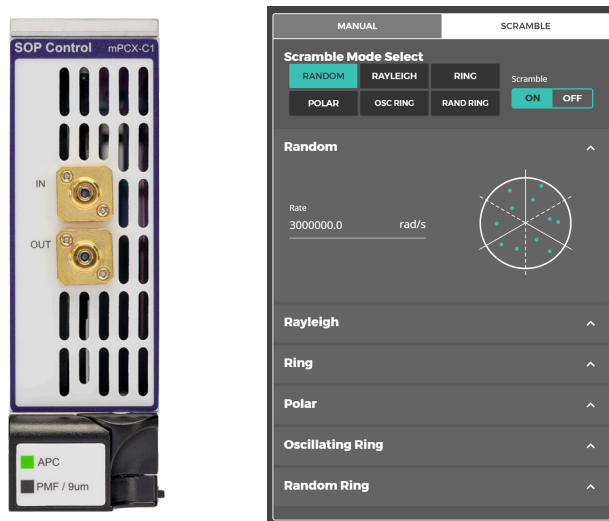


図11:MAP-300 mPCX-C1モジュールは、光ファイバーのSOP変化をエミュレートするために使用されます。シンプルなユーザーインターフェイスにより、技術者はピーク速度に関して偏波の変化の統計的性質だけでなく、統計的分布および状態の影響範囲についても迅速かつ簡単に変更することができます。

純粋なスクランブルに加えて、特定のストレステストも想像できます。1つの例は、偏光状態を「アグレッシブ」状態に操作することです。一方の光検出器には高い光パワーを供給し、もう一方の光検出器には非常に低い光パワーを供給するようにすることも可能です。これにより、フォトリクス、AGC、DSP 制御ループなどのモジュールのダイナミックレンジをテストできます。

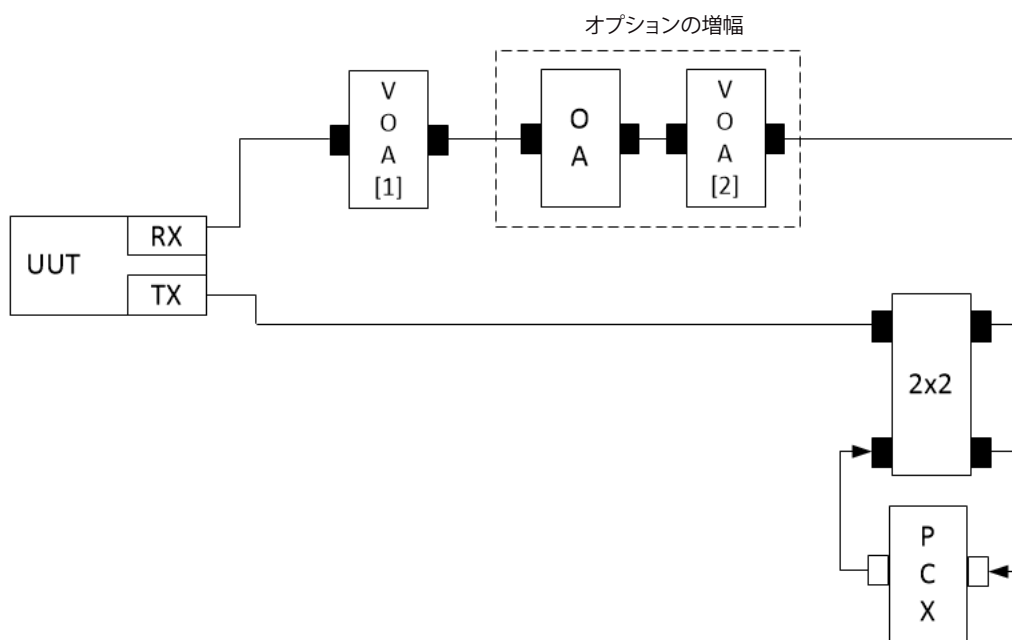


図12: 図4の基本的なループバック図が変更され、2x2光スイッチを使用して経路にオプションの偏波スクランブラー(PCX)が含まれるようになりました。

これにより、MAP システムを「ストレスの多い状態」をすばやく切り替え、さまざまな統計分布でコヒーレントモジュールの安定性を検証できるように設定できるようになりました。計測器の偏波コントローラは、これらのモードを簡単かつ迅速に切り替えることができます。最終のユースケースは、SOPベクトルのアラインメントに対して偏波の感度が高いシステム障害に関係したものです。このような障害の例としては、DGD や PDL があります。ほとんどすべての場合、偏波スクランブラは、その存在の影響が偏波コントローラによって制御される時間依存性と統計的計量の影響を確実に受けるようにするために、そうしたエレメントと組み合わせて使用されます。

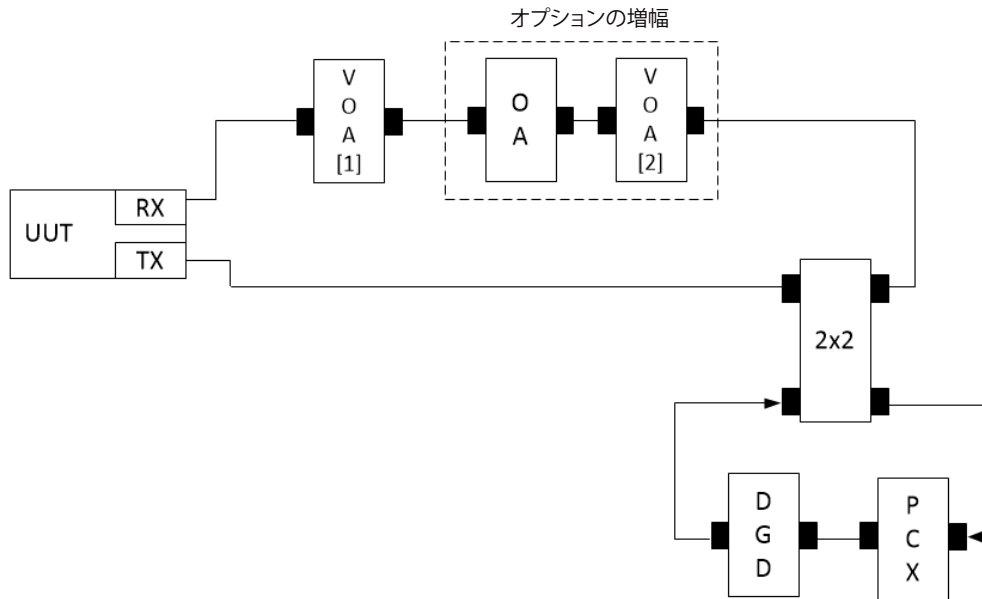


図13: PCX は、DGD エレメントと組み合わせて使用されます。DGD エレメントから生じる遅延は、入力時の SOP によって異なります。PCX はこれらの遅延の時間とともに変化する性質を適切にエミュレートするようにします。

OSNRを制御し、スペクトラムを形成し、偏波の状態を統計的に変化させることができるテストエンジニアは、OIFおよび IEEE 標準で定義されている検証テストを実行するために必要な中核的なエレメントを備えていることとなります。CD、DGD、および PDL エミュレーションを含むテストケース他にもありますが、これらのテストケースではすべて、これらの 3 つの主要な構成要素が使用されます。最後に、こうした種類のテストシステムを製造工程での展開に備えておくことを検討します。

この例で使用されているスイッチには、このアプリケーションに最適ないくつかの主要な特性があります。これは当然ながら、デュプレックススイッチです。1つのスイッチでTXポートとRXポートの両方を一緒に移動できます。このスイッチは簡単に自動化でき、MAP-300では1つの追加スロットしか使用しません。また、損失は非常に低い(< 0.8 dB)です。このアプリケーションでの低損失により、ループバック挿入損失は大幅に増加することではなく、そのため、RX パワー範囲への影響は最小限に抑えられます。テストシステムの初期設計時に、光スイッチの長期的な必要性を予期して注意を払うと、追加の光パワーがすでに計画されていることになる可能性があります。

完全な再設計なしにテストシステムを製造にシームレスに導入できるため、開発時間を大幅に短縮し、エンジニアリングコストを削減できます。

適切なソリューション MAP-300

最近の OIF 400ZR 仕様の 13 条には、ベンダー間の相互運用性を保証し、特定の物理層上でエラーのないトラフィックを生成するために必要な光テストの要件を定義する 21 の項があります。MAP-300 とその LightDirect モジュールファミリー (表 1) は、これらのテストを、単一のコンパクトで標準に準拠し簡単に自動化できるプラットフォームで実行できます。ほとんどの場合、MAP の導入は、混合システムの競合ソリューションよりも 35~40% コンパクトです。30 年にわたる光ファイバーテスト設計の伝統と、テストおよび測定アプリケーション用に最適化された社内設計の光装置により、VIAVI MAP LightDirect™ モジュールファミリーは、コヒーレントモジュールテストを実現する鍵です。

世界最大の光スイッチングポートフォリオを持つ MAP は、研究開発から製造にシームレスに移行します。MAP-300 は製造で使用できる準備が整っているため、テストステーションの再開発に必要な時間とリソースを節約できます。



図16: MAP-300 は、VIAVI ソリューションズの第 3 世代光テストプラットフォームです。世界をリードするすべての光伝送装置或いは光トランシーバーメーカーの信頼を頂いています。

マシュー・アダムス (Matthew Adams) 著、シニアプロダクトマネージャー、VIAVI ソリューションズ

このホワイトペーパーは、マルヤム・アルシェハブ (Maryam Alshehab) とポール・アビソン (Paul Abison) (ともに VIAVI ソリューションズ) から多くの貢献を受けました。