

■ 話題を追う

光技術の開発・普及を支える 計測ソリューションの重要性

アンリツ株式会社



杉田 俊一 氏

Shunichi Sugita

アンリツ株式会社
取締役 専務執行役員
CFO

● INTERVIEWER
平井克典（当社執行役員調査部長）

データセンターの進化を支える光技術と 計測ソリューション

近年では、データセンターやデバイスに光技術を実装する重要性が増していると認識しています。その中で注目されている分野の1つに、光技術向け計測ソリューションが挙げられると考えております。今回は、モバイル分野での計測ソリューションに強みを持ち、近年では光トランシーバやCPO（Co-Packaged Optics）など光電融合デバイス向けの計測需要を捉えておられる御社に、『光技術の開発・普及を支える計測ソリューションの重要性』をテーマにお話

を賜りたいと考えております。

——まずは業界の動向について伺いたいと思います。従来のデータ通信は電気信号を中心に発展してきましたが、近年ではデータセンター等において光技術の実装が拡大しています。背景にはどのような技術的・構造的要因があるのでしょうか。

杉田 光通信自体は1970年代から研究開発されてきた技術であり、当初は高速、大容量、長距離通信を実現することを目的に導入されました。従来の銅線ケーブルと比べて信号の減衰が少なく、多くの情報を遠隔地に伝送できる点が評価されてきました。

一方、近年はAIの普及によりデータセンター内の消費電力や発熱が課題となっています。光伝送はこれら課題の解決に対し有効であるため、短距離であるデータセンター内部にも適用が広がっています。つまり光技術は「高速・大容量・長距離」に加え、「低消費電力・発熱抑制」という点で再評価されており、需要側の構造変化によって重要性が高まっていると言えます。

——実際に、データセンターやそれを構成する機器の中で、具体的に光技術はどのように活用されているのでしょうか。

杉田 現状では、演算処理を担う半導体チップであるGPU等を搭載したサーバブレードの入出力部分において、光トランシーバで電気信号を光信号に変換し、光ファイバを用いてサーバーなどデータセンター内機器間の通信を接続している、というのが主流です。

一方で、サーバー内部はまだ電気信号のまま、光信号は使用されておられません。そのため、消費電力や発熱の問題はサーバー内部に集中しています。生成AIの普及により、データトラフィック（データ量）が増加し、GPUの高性能化に伴ってサーバー内部の消費電力と発熱はさらに増大しています。GPUから信号が出力された段階で電気信号を

光信号に変換し、消費電力や発熱を抑えたいというニーズはありますが、現状では技術的にそこまで対応できていません。現在は各社がさまざまな方式で対応しており、冷却技術との組み合わせによって課題解決が図られています。

こうした課題に

対し、サーバー内部やよりチップに近い領域まで光技術を導入するCPO^{*1}のような技術が注目されています。

^{*1} Co-Packaged Optics. 光学部品と半導体チップを同じパッケージ内に組み込む技術。

光トランシーバの品質を担保する計測技術と全数検査

——データセンター分野において、御社では具体的にはどのような計測ソリューションを提供しているのでしょうか。

杉田 主に光トランシーバ向けの計測ソリューションを提供しています。代表的な評価項目は、ビットエラーレート（デジタル信号の誤り率）とアイパターン^{*2}の評価です。アイパターンとは信号波形を重ね描きして品質を確認するものであり、揺らぎや歪みがあると開口部が狭くなり、信号の純度が低下します。この開口部の広さや、アイマスクと呼ばれる基準の中に波形が収まるかで良否を判断します。

^{*2} 周期的な信号を重ね合わせた波形。表示された信号波形が「目」のように見えることからアイパターンと呼ばれる。波形が同じ位置で重なり合っていれば品質が良いが、波形の位置がずれていた場合は、信号が正しく伝送されていないと判断する。

■サーバー内高速化のための開発向けソリューション

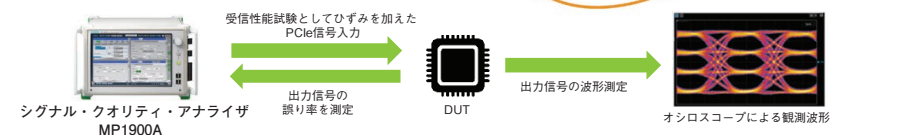
サーバー内通信の高速化に向けて、PCIe Gen6 に対応

サーバー間の光ネットワークとして、800GE化が進展している。これに伴い、サーバブレード上のCPU/GPU、メモリ、各種モジュール間の高速通信にPCIe Gen6対応が進められている。

MP1900Aの強み：

- ・自社内製デバイスを使用することで高い波形品質の出力信号を実現
- ・Gen6が要求するLink Training（ループバック試験）プロトコルに対応（業界初）
※アンリツ調査による

データ誤り率と波形品質の評価に使用



画像提供：アンリツ株式会社

一方、近年はこうした評価をより定量的に行うため、数値で品質を算出する手法も用いられています。計測にはオシロスコープを用いた装置が使われ、送・受信双方を検査することで、光トランシーバの性能を評価します。製造工程ではこれらの計測による全数検査を通じて、最終的な良否判定が行われます。

データセンターでは大量の光トランシーバが使用されるため、こうした最終検査を担う計測ソリューションの役割は重要になっています。

——光トランシーバのサプライチェーンにおいて、具体的にどのような企業が計測ソリューションを利用しているのでしょうか。

杉田 当社計測ソリューションの主な顧客は、光トランシーバメーカーです。製造段階における最終検査として、良品・不良品を選別する役割を担っています。

他には光デバイスの開発段階など、より上流の工程でも一部計測器は使用されています。また、データセンター事業者が不具合発生時の原因特定を目的に使用するケースも僅かながらあります。顧客からの要求は、完成品を確実に評価できる精度と信頼性に集約されます。光トランシーバは最終製品として大量に使用されるため、計測によって確実に品質を担保することが求められています。

——光トランシーバ向け計測ソリューション市場では、御社と米キーサイト・テクノロジー社が双璧を成す主要プレイヤーと認識されています。その中で御社ソリューションにはどのような特徴があるのでしょうか。

杉田 当社ソリューションの特徴は、製造用途に特化している点にあります。光トランシーバの最終検査に必要な機能に絞り込むことで、余計な機能を排し、コストや設置スペースの面で優位であると考えています。特に製造ラインに組み込まれることを前提としているため、省スペースで扱いやすい設計としています。

一方キーサイト社は、研究開発用途の汎用計測器に強みがあり、幅広い分野で使用できる柔軟性を有していると認識しています。

こうした成り立ちの違いから、当社は製造ラインでの量産検査に求められる運用性や効率性を重視した計測環境の提供に注力してきました。

1.6T 時代に突入。高速化時代に求められる光トランシーバ計測の精度と再現性

——データセンター等に用いられる光トランシーバは、規格の次世代化進行に伴い、その重要性や要求スペックが高まり、製造難易度も高まっていると聞きます。その背景は何でしょうか。

杉田 現在、光トランシーバの通信速度は400G（ギガ）から800G、さらに1.6T（テラ）へと高速化が進展しています。背景にはGPUの性能向上があり、インターフェース間通信がボトルネックになるため、より高速に対応可能な伝送容量が求められます。400Gから800Gまでは、100Gのレーン数を4本から8本に増やすことで対応してきましたが、1.6Tへの拡張は同様の方法では困難であり、1レーンあたりの速度を200Gへ引き上げる必要があります。この結果、小型のパッケージ内に多数の送受信デバイスを実装し、それらを同期させる必要があります。製造難易度は大きく上がっています。高速化に伴いわずかな歪みや誤差が顕著に影響するため、計測器にも高周波対応や高精度化が求められます。特に800Gから1.6Tへの移行では技術的な飛躍が大きく、光トランシーバの開発段階と同様に、製造時の計測にも高度な技術対応が必要となっています。

——計測器に求められることとは何でしょうか。

杉田 基本的に顧客としては、理想を言えば、計測を極力行わずとも品質が担保できることが望まれます。設計のみで品質が保証され、問題なく接続できるのであれば計測は不要だからで

す。ただ実際には、不良品や互換性の問題が生じるため、計測は不可欠です。そのため計測ソリューションには、製造のボトルネックにならないことが求められます。具体的には、計測時間の短縮による生産効率の向上、装置の小型化によるスペース制約への対応、そしてコスト低減が求められます。さらに重要なのが再現性です。同じ性能の製品であれば、どの計測器でも同じ結果が得られなければなりません。計測結果にばらつきがあると、実際には良品であるものが不良品と判定されてしまう可能性があります。

——計測ソリューションの方向性は、今後どのように変化していくのでしょうか。

杉田 光トランシーバは高速化・高密度化が進んでおり、わずかな差が性能や互換性に影響を与えます。そのため、計測精度と再現性の重要度は今後さらに高まっていくと考えられます。

CPO が拓く次世代データセンターと高精度計測の進化

——御社では、CPO デバイス向けに対しても計測ソリューションを提供されています。まず CPO デバイスとはどのようなものな

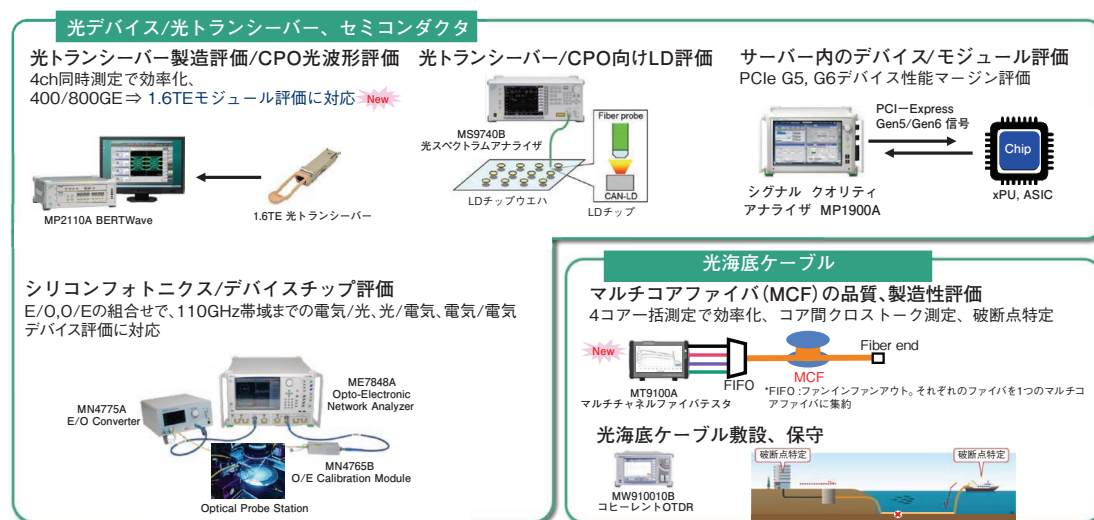
のか、ご解説頂けますか。

杉田 CPO は、従来サーバーブレードの外部で行っていた電気・光変換を、より半導体に近い位置、最終的には半導体上で行うことを目指す技術を指します。現状は電気信号で出力された後に光へ変換していますが、この電気部分が存在することで、電気抵抗に起因する消費電力増加や発熱が生じています。CPO はこの距離を極限まで短くし、光で直接出力することで低消費電力・発熱抑制を実現しようとするものです。ただし実装形態は一樣ではなく、チップ内に近接配置するものからパッケージ内で一体化するものまで複数の形態が存在しています。また現時点では規格が統一されておらず、メーカー各社が独自的方式で開発している状況です。

——CPO の計測においては、光トランシーバの計測と比べて、技術的難易度や評価項目、計測方法等に違いはあるのでしょうか。

杉田 基本的に、光信号を評価するという点では光トランシーバと同じですが、光の取り出し位置やインターフェースが一定でないことが課題となっています。今後は各メーカーと連携しながら計測方法を確立していく必要があります。ただし現時点では、CPO の計測について明

■データセンターに向けた取り組み



画像提供：アンリツ株式会社

確に確立された手法があるわけではなく、今後の方向性については不透明な部分があります。基本的には、光トランシーバの計測技術の延長線上で対応していくことになると考えています。評価項目や計測方法については、それらが大きく変わるというよりは、求められる精度が大幅に高まります。

CPO の速度は、1.6T と見られています、一方で、光トランシーバによる 1.6T 対応も進んでいます。すべてが CPO に置き換わるわけではなく、用途や構成に応じて光トランシーバと CPO が棲み分けながら共存していくと考えられます。その上で、今後 3.2T クラスなどさらに高速な領域に進む中では、1 レーンあたり速度の向上を含め、より高度な技術が求められるようになるでしょう。

——光技術の実装に関しては、CPO のほかチップ間の光伝送やシリコンフォトニクス（シリコン基板上に光回路を集積）のような技術も注目されていますが、こうした動きは光計測技術にどのような影響を与えとお考えでしょうか。

杉田 新しい技術が出てくるということは、基本的には伝送速度のさらなる向上を意味しており、それに伴って計測の難易度も大きく高まっ

ていきます。より高速・高密度な信号を扱うため、従来以上に高精度な計測が求められるようになります。また、光技術の実装によりデバイス内部は一層複雑化し、外からは見えない部分が増えていきます。その結果、信頼性をどのように担保するかが重要な課題となり、製造段階や完成後の検証における計測の役割がより大きくなります。場合によっては、製造工程の途中での検査も必要になる可能性があります。

技術の高度化に伴い、計測の重要性は一段と高まり、必要とされる計測器の数や役割も増えていくと考えられます。

海底ケーブル高度化と需要構造変化がもたらす光計測の新たな役割

——御社では光海底ケーブル向けの計測器も展開されています。開発・敷設・運用といった各段階において、どのような役割を担っているのでしょうか。

杉田 主に障害点の特定と運用状態の確認を目的とした装置を提供しています。代表的なものが光パルス試験器（OTDR）で、光パルス（きわめて短時間だけ発生する光信号）をケーブル内に送信し、破断点等で反射して戻ってくる時間を計測することで、障害箇所を特定します。

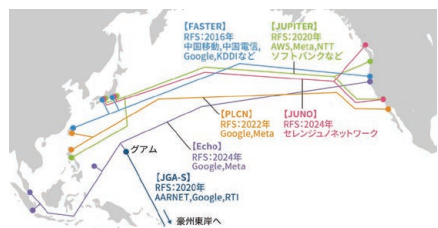
この技術により、最大2万キロメートルまでの光海底ケーブルの障害箇所を10メートル程度の分解能で特定することが可能です。

また、光パルス試験器はケーブル敷設

■光海底ケーブルの敷設・保守用ソリューション

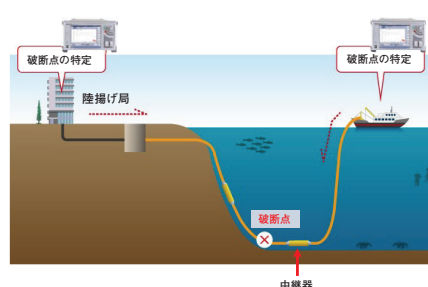
光海底ケーブルの敷設時と保守時の障害検知に対応

データセンター増設のために新たな経路での光海底ケーブルの敷設が、ハイバスケーラーによって推進



最大20,000kmまでの光ケーブルの障害を10mの分解能で検知
(日米間の太平洋海底ケーブルは10,000~12,000km)

ケーブルの敷設時は、陸揚げ局と敷設船の双方からケーブルの伝送損失や中継器の動作をモニタ、保守時は陸揚げ局側から障害箇所を特定



画像提供：アンリツ株式会社



後の運用段階でも常時接続され、正常に通信が行われているかを監視する役割も担います。海底ケーブルはデータセンター間通信を支える重要インフラであり、障害が発生すると通信全体に影響を及ぼすため、継続的な監視と迅速な障害対応が不可欠です。

——データトラフィックの増加を背景に、海底ケーブルの高度化が進展していますが、これに伴う技術的課題や、計測器メーカーとしての対応について教えてください。

杉田 現在最も注目されているのは、1本の光ファイバ内に複数の光経路を通す技術であるマルチコアファイバです。従来とはケーブルの構造が異なるため、特に懸念される問題がクロストーク、すなわち光同士の干渉です。光信号が漏れて隣の経路に入り込むことで相互干渉が発生し、その影響をどの程度許容できるかを正確に計測・評価することが重要になります。このため、開発段階において干渉の度合いを定量的に計測する技術が求められます。また敷設後も、従来と同様に障害検知を行う必要があるため、マルチコアに対応した新たな計測技術が必要になります。さらに、ファイバは応力（曲がる等のストレス）がかかることで特性が変化するため、運用中の状態変化を把握することも重要です。こうした高度化に対応するため、計測器には新たな評価技術が求められており、今後の重要な役割を担うと考えられます。

——近年では海底ケーブルへの投資主体が通信キャリアからハイパースケーラーへとシフトする傾向が見られますが、この変化は計測ソリューションにどのような影響を与えるのでしょうか。

杉田 まず、計測項目そのものが大きく変わったという話は現時点ではありません。ただし、業界構造は大きく変化しています。従来は通信キャリアが中心となり、複数社が資金を出し合うコンソーシアム形式で海底ケーブルを敷設し

ていましたが、ハイパースケーラーは資金力が大きく、自社単独で敷設を行うケースが増えています。この変化により、当社にとっては計測器の仕様が大きく変わるというよりも、顧客や販売先が変化している点が重要です。また、ハイパースケーラーは意思決定が速く、敷設計画に応じてまとまった発注をかけてくる可能性があるため、需要の出方にも変化が見られます。従来は計画から敷設までに数年を要し需要も断続的でしたが、現在はAI需要を背景に迅速な投資が進んでおり、計測器需要の立ち上がり及早まる傾向にあります。

IOWN 時代における ネットワーク全体計測とアンリツの役割

——近年では、IOWN Global Forum に見られるような日本発の団体において国際的な議論が進んでいます。NTT が IOWN の国際標準化を進める中で、計測ソリューションを提供するアンリツとしてどのように貢献していけるのか、お考えをお聞かせ下さい。

杉田 IOWN は CPO のような個別デバイスではなく、ネットワーク全体を対象とした構想である点が特徴です。そのため、ネットワーク全体の性能を評価・検証できる計測技術が重要になります。当社は電気と光の両方の通信に対応し、ネットワーク全体を計測できる数少ないメーカーであり、この点で貢献できると考えています。また、データセンター内部の CPO のような細かい領域まで含めて対応できるため、システム全体にわたる計測を担うことが可能です。

今後、IOWN が国際標準として確立されれば、互換性の確保がより重要になり、それを担保する計測の役割もさらに拡大します。当社としては、こうした領域で幅広く貢献していきたいと考えています。

——本日は貴重なお話を頂き、誠にありがとうございました。（対談日：4月6日 松浦）