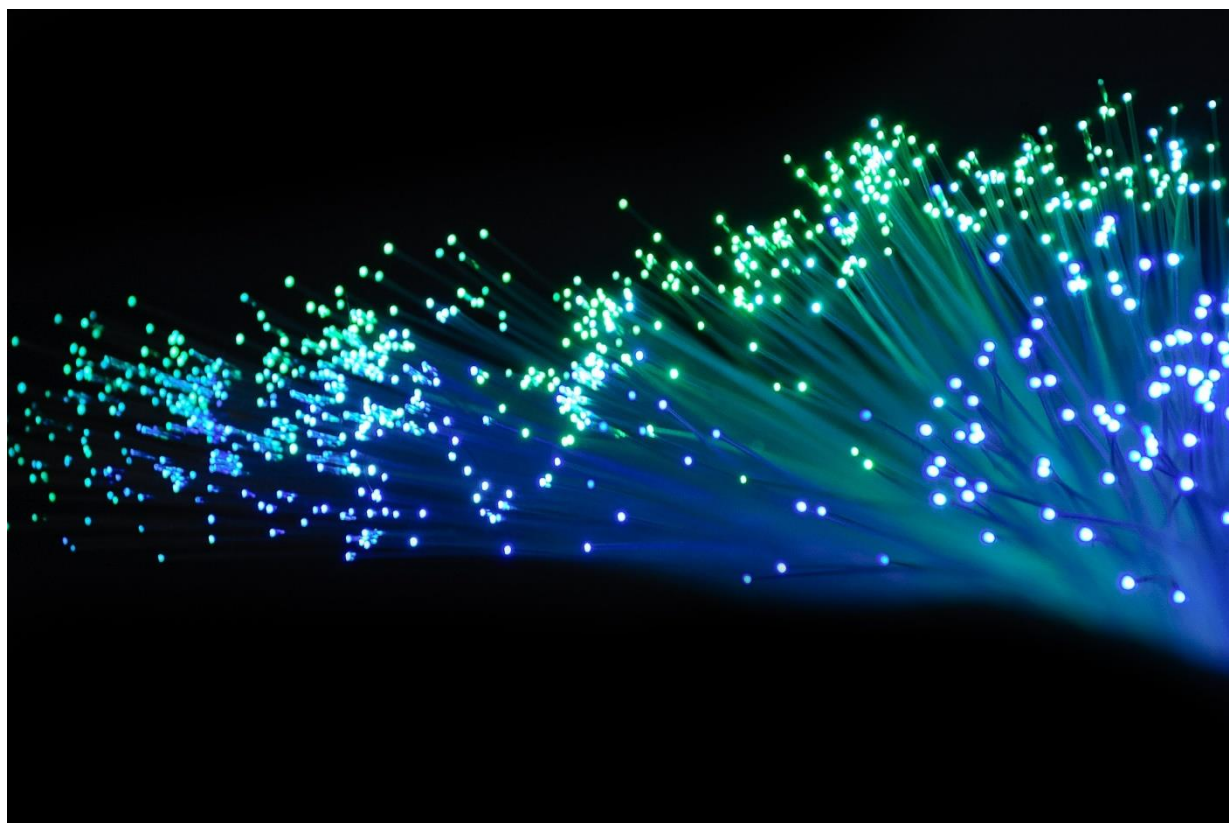


## 光ファイバーの未来は確かに明るい



フルーク・ネットワークス “ケーブリング・クロニクル” ブログより転載・翻訳  
2022年2月9日 / 規格と認証, 産業用ネットワーク

<https://jp.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/future-of-fiber-optics>

## はじめに

別のブログでは、サステナビリティやスマート・ビルディングの観点から、[ファイバー・トゥ・ザ・エッジのメリット](#)をご紹介しました。光ファイバーが水平方向の LAN に徐々に浸透しつつある一方で、カテゴリ 6 やカテゴリ 6A といったメタルのツイストペア・ケーブルは、低コストで身近に設置でき、最大 10 ギガビットの伝送速度と 100 W の PoE (Power over Ethernet) に対応していることから、今後も主流となるでしょう。しかし、構内 LAN 環境以外では、光ファイバーの帯域幅と距離の能力により、光ファイバーの将来はこれまで以上に明るいものとなるでしょう。

## データセンターの主演

企業のデータセンターでは、サーバーの速度が 10 ギガを超え、スイッチのアップリンクも 40 ギガ、100 ギガへと移行し始めています。別の記事でご紹介したように、[大規模なエンタープライズ・データセンター向けの 400 ギガ・スイッチ・ポートの出荷が、2022 年までに市場に向けて始まる](#)と予想されています。大規模なハイパースケール・データセンターやクラウド・データセンターでは、すでにサーバーの接続を 50 ギガビットや 100 ギガビットに移行しており、スイッチのアップリンクも 400 ギガビットに移行しています。これらのトレンド・セッターたちは、800 ギガのスイッチ・アップリンクをすでに視野に入れており、特にスーパー・スパイン・アーキテクチャーのデータセンターの相互接続に注目しています。

カテゴリ 8 のメタル・ケーブルは、当初、25 Gbps と 40 Gbps (25GBASE-T と 40GBASE-T) をサポートするために、30 メートルの水平サーバー・リンクとして導入されましたが、現実には、コストと消費電力の問題から、これらのアプリケーションは実現していません。そのため、SFP や QSFP のダイレクト・アタッチケーブルを使った短距離のポイント・ツー・ポイントリンクや、管理が難しいアクティブ・オプティカル・アセンブリを除いて、10 ギガビットを超える標準ベースのデータセンター構造化ケーブルの選択肢は光ファイバーしかありません。検証された市場調査によると、光ファイバーの世界市場は 2028 年までに約 100 億ドルに達し、2020 年の 2 倍以上になると予想されているのも不思議ではありません。

## 進行中の光ファイバー規格開発

現在、さまざまな距離のマルチモードおよびシングルモード光ファイバー上で、10 ギガから 400 ギガまでの速度をサポートする複数の光ファイバー・アプリケーションがあり、[IEEE](#) はさらなるアプリケーション規格の開発に懸命に取り組んでいます。100 Gbps PAM4 エンコーディングの導入により、IEEE は 2022 年に 802.3db 規格をリリースする予定です。この規格は、100 Gbps レーン・レートを使用した 8 ファイバーの 400GBASE-SR4 をサポートします。これは、40GBASE-SR4、100GBASE-SR4、200GBASE-SR4 の並列光ファイバー・アプリケーションで使用されているロジックと同じで、それぞれ 10、25、50 Gbps のレーン・レートを使用して 40、100、200 ギガをサポートします。

また、802.3db 規格には、二重化されたマルチモード光ファイバーを使用した 100 ギガビット・アプリケーション、2 対のマルチモード光ファイバーを使用した 200 ギガビット・アプリケーションに加えて、コストを最適化した

サーバー接続用に 50 m までの短距離の 100、200、400 ギガビット・アプリケーションも含まれます。これらの短距離のアプリケーションは、「SR」ではなく「VR」で指定されます（例：100GBASE-VR、200GBASE-VR2、400GBASE-VR4）。良いニュースは、これらのアプリケーションはすべて既存の二重および MPO 接続でサポートされるため、フルーク・ネットワークスの [CertiFiber® Pro 光損失測定試験セット](#) および [MultiFiber™ Pro MPO/MTP 光パワー・メーター/光損失測定キット](#) を使用して簡単にテストできるということです。

一方、IEEE 802.3 Beyond 400 Gb/s Ethernet Study Group は、8 つの 100 Gbps レーンをベースとした 800 Gig アプリケーションの物理層仕様を定義するために、400 Gbps ロジックの採用に取り組んでいます。

データセンターへの導入をサポートする現在の目標は以下の通りです。

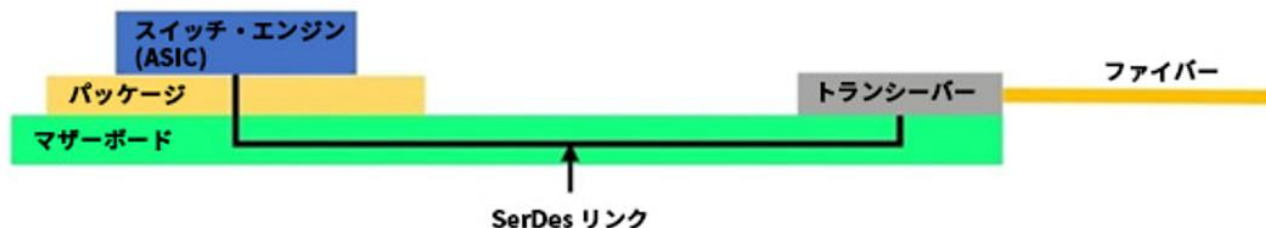
- 800 ギガビットを 8 対のマルチモード光ファイバーで少なくとも 50 m と 100 m に伝送する
- 800 ギガビットのシングルモード光ファイバー（8 ペア）による 500 m までの伝送
- シングルモード光ファイバーの 8 波長で 800 ギガビット、2000 m まで

## 光学系も進化している

IEEE で行われている光ファイバー・ケーブルの標準化に加えて、ネットワークの容量に対する継続的な需要に対応するために作られたマルチソース・アグリーメント（MSA）でも様々な取り組みが行われています。これらの MSA は、機器、コネクタ、チップのベンダーと、フェイスブック、グーグル、マイクロソフトなどのデータセンター事業者で構成され、800 ギガビット以上の通信をサポートするための光学系に焦点を当てています。これには、コスト、消費電力、遅延を最小限に抑えつつ、通信距離を最大化するためのトランシーバーと光学系の仕様が含まれます。800 ギガビット以上をサポートするためには、プラグ方式のプラグブル（Pluggable）トランシーバー・モジュール技術とコ・パッケージ・オプティクス（Co-Packaged Optics）の 2 つの主要な考え方があります。

プラグブル光トランシーバー・モジュールは、SFP や QSFP といったフォーム・ファクターで業界に定着しており、400 ギガビット用の最新の QSFP-DD や OSFP プラグブル・トランシーバもあります。この 2 つのフォーム・ファクターは、OSFP がより大きな電力を供給できることと、QSFP-DD が 40 ギガビットや 100 ギガビットで使用されていた従来の QSFP フォーム・ファクターと下位互換であることを除けば、非常によく似ています。QSFP-DD MSA は、100 Gbps のレーン・レートを利用して、QSFP-DD トランシーバー・モジュールを 800 ギガビット用の QSFP-DD800 に更新し、一方、OSFP (Octal Small Form Factor Pluggable) MSA グループは、800 ギガビット用の OSFP トランシーバーのバージョンをリリースしました。また、CommScope、US Conec、住友などが参加する 800G Pluggable MSA では、トランシーバー・モジュールに関係なく、光インターフェースの仕様を策定しています。現在、これらの MSA はいずれも 800 ギガビット以降のプラグブル・トランシーバー・モジュールの使用を前提とした仕様策定に取り組んでいますが、最大の課題は消費電力を実用可能なレベルまで下げることだとされています。

## プラグ方式のプラグブル・トランシーバー・モジュール



## コ・パッケージ・オプティクス



コ・パッケージ光学部品は、光ファイバーを内部のスイッチ・アセンブリーに近づけることで、消費電力を大幅に削減します。

光インター・ネットワーキング・フォーラム (OIF) の取り組みとして、コ・パッケージ光学機器は、消費電力を抑えて 800 ギガビットを超えるための様々なアプローチを取っています。レーザー光源をトランシーバー・モジュールに組み込み、信号を電気信号に変換して SerDes (Serializer/Deserializer) リンクを介してスイッチ・エンジン (ASIC) に送るのではなく、コ・パッケージ・オプティクスは光源をコンピューティング・エレクトロニクス内にパッケージ化します。つまり、光ファイバーは内部のスイッチ・アセンブリーに近づけられ、プラグイン式のインターフェースまたは固定式のピグテールを介して接続されます。これにより、電気的な変換をスイッチ・アセンブリーに隣接して行うことができ、消費電力を大幅に削減できます。

### フルーク・ネットワークスの取り組み

光ファイバーの標準化と光学系の開発が進んでいる一方で、標準化団体や MSA は、PAM4 エンコーディング技術を使用した 200 Gbps レーン・レートの可能性についても調査を行っています。しかし、200 Gbps のレーン・レートが実現すれば、レーン数が実質的に半分になるという大きな変化が起こります。これにより、1 レーンで 200 ギガ、2 レーンで 400 ギガ、4 レーンで 800 ギガ、8 レーンで 1.6 テラ・ビットの伝送が可能になります。

800 ギガビットを超えてプラグブル・トランシーバー・モジュールやコ・パッケージ光学系が勝利を収めるかどうか、あるいは 200 Gbps のレーン・レートが実現するかどうかは誰にもわからないことですが、[フルーク・ネットワークスの Versiv™ シリーズのファイバー認証テスターと検査装置がその役割を果たす](#)ことにご安心ください。また、業界標準化団体への参加を通じて、アプリケーション・スタンダードがリリースされた際には、最新の Versiv ソフトウェアにリミット値を追加し、必要に応じて交換可能なテスト・モジュールを導入することができるようになっています。

## 学習を続ける

- [光ファイバー・ケーブルとテスターは 400G イーサネットに対応していますか？](#)
- [ファイバーと銅線の比較:スマートでサステナブルなビルでファイバーが選ばれる理由](#)



## フルーク・ネットワークスについて

フルーク・ネットワークスは、優れた認証/トラブルシューティング/インストレーション・ツールを提供する世界大手企業です。当社の製品は、重要なネットワーク・ケーブル配線インフラを設置・保守する技術者を対象にしています。弊社は、信頼性と比類ない能力において高い評価をいただいております。最先端のデータセンターの設置から災害時の電話サービスの復旧作業に至るまで、すべての作業を効率的に行います。

### DSX-8000 CableAnalyzer™ - メタル配線認証手順のステップの時間短縮を加速化します



[DSX-8000 CableAnalyzer](#) は、最も厳しい測定精度要件である TIA の精度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class I/II のメタル認証試験を効率化します。ProjX 管理システムは、作業の確実な実施を実現し、試験のセットアップからシステムの検収までの作業進捗状況の把握を容易にしてくれます。Versiv プラットフォームは、光ファイバー試験 (OLTS と OTDR の両方) もサポートします。このプラットフォームは、将来の規格改定へのサポートに備え、容易にアップグレードが可能です。近端漏話、反射およびシールド不良を含む不良原因のグラフィカルな表示を行う Taptive (タップティブ) インターフェースにより不良原因のより素早いトラブルシューティングができます。また LinkWare PC 管理ソフトウェアを使用し、試験結果の解析と専門的なテストレポートの作成が可能です。

### CertiFiber® Pro - 光ファイバー認証試験プロセスのすべての段階の作業効率を上げ、加速化します

[CertiFiber® Pro](#) は、2 波長、2 本の光ファイバー認証の効率を改善し、試験をわずか 3 秒で実施できます。Taptive (タップティブ) インターフェースにより、セットアップの簡素化、間違いの排除、さらにトラブルシューティングのスピードアップが図れます。基準値設定の自動ガイダンス機能により、確実な基準値設定が可能になり、負の損失結果発生もなくなります。OptiFiber Pro モジュールと組み合わせ、Tier 1 (基本) / Tier 2 (拡張) 試験とレポート作成のすべてを行えます。便利な 4 波長モジュール によって、シングルモードとマルチモードの両方に対応できるばかりでなく、マルチモードの EF 適合性能もサポートします。



### OptiFiber® Pro OTDR - データセンター/企業向け光パルス試験器



[OptiFiber® Pro OTDR](#) は、業界初の企業/データセンターの課題解決向けに一からデザインされた光パルス試験器です。シンプルでこれまでにない効率性、さらにキャンパス、データセンターおよびストレージ・ネットワークのトラブルシューティングに正に必要な機能群を組み合わせたツールで、現場の技術者を、専門知識を備えた光ファイバー専門技術者に変えてしまいます。すなわち、業界唯一のスマートホン・タイプのユーザー・インターフェースを備えることで光ファイバー試験を新たな高みに導きました。そして、DataCenter OTDR コンフィギュレーションにより、データセンター試験における不確実性やエラーが排除されます。その極めて短いデッドゾーンにより仮想化データセンターにおける光ファイバー・パッチ・コード試験も可能にします。

### FI-7000 FiberInspector™ Pro - 光ファイバー・コネクタ端面を 2 秒で自動合否判定

[FI-7000 FiberInspector™ Pro](#) は、汚れ、へこみ、小片、および傷による問題箇所をグラフィカルに表示します。業界標準規格の IEC 61300-3-35 に基づき判定できるため、端面検査における主観的な判断を削除することができます。



**Versiv 製品選択ガイド**



[選択ガイドへのリンク](#)

フルーク・ネットワークス  
株式会社 テクトロニクス & フルーク

〒108-6106  
東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F  
TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118  
Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>  
©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.  
Printed in Japan 3/2022 7004211