

Amphenol

Fiber Optic Solutions

光コネクタ 耐環境、防水型

光接続とは？

■ 光ファイバ接続を使用する理由

光ファイバ接続は、航空機搭載アビオニクスやコンピュータ、商用電気通信、屋外放送、自然災害調査/救命活動、物理探鉱、戦場での通信、ミサイルシステムなどの厳しい環境条件下において、EMI/RFIの影響を受けない、高速で信頼性の高いデジタルデータ伝送に最適です。

このような環境では、しばしば長距離間を、過酷な環境下にもかかわらず、大量のデータ、音声、動画を実際に伝送することが必要となります。これはまさに光ファイバ接続を使うことで実現できます。

光ファイバ接続は、非常に広い帯域幅を持ちながら外径寸法が非常に小さく、さまざまな機器やシステム間の膨大な量のデータ伝送において、高速、高信頼、軽量かつすばやく簡易に配備できる手段となります。

光ファイバ接続は、光パルスのみを送送するため、伝送するデータの保全を常に脅かす電磁波妨害または無線周波妨害の影響を全く受けません。

危険性の高い環境（自然災害後の救命活動など）においても、光を送送する光ファイバ接続は安全で、ガス爆発などを引き起こすおそれのある電気火花を発生しません。

戦場で配備する通信システムでは機密保持が重要視されますが、その選択としても光ファイバ接続は最適です。伝送される光パルスは検出やハッキングができないため、リンクはほとんど「目に見えない」状態になっています。

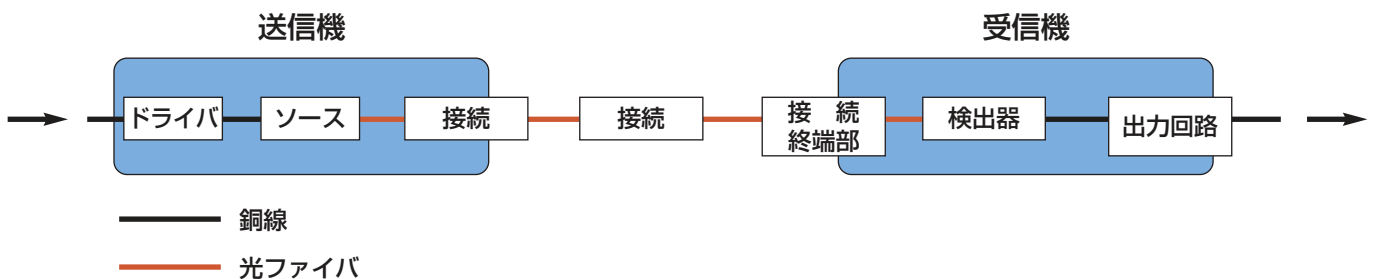
アンフェノールは、極めて豊富な光ファイバ接続用コネクタ（突合せ接合コネクタ、ビーム拡大コネクタ、シングル/マルチチャンネル、シングルモード/マルチモードファイバなど）により、さまざまな状況や環境に適したインターコネクタソリューションを提供します。

光接続とは？

基本的な光ファイバ接続では、動画、音声、データなどの情報は銅線ネットワークから光ネットワークへの変換が必要です。

光ネットワークに入るすべてのデータの発信元を送信機と呼びます。送信機は、コード化された電気信号を等価の光パルスに変換します。光は、光ファイバ接続（複数の接続箇所が含まれることもある）で伝送され、接続終端部へ到達します。次に、受信機が光パルスをデコードして電気信号に戻します。

アンフェノールは、インターコネクタアセンブリ（コネクタ、終端部品、ファイバ、アクセサリなど）をすべて提供しています。

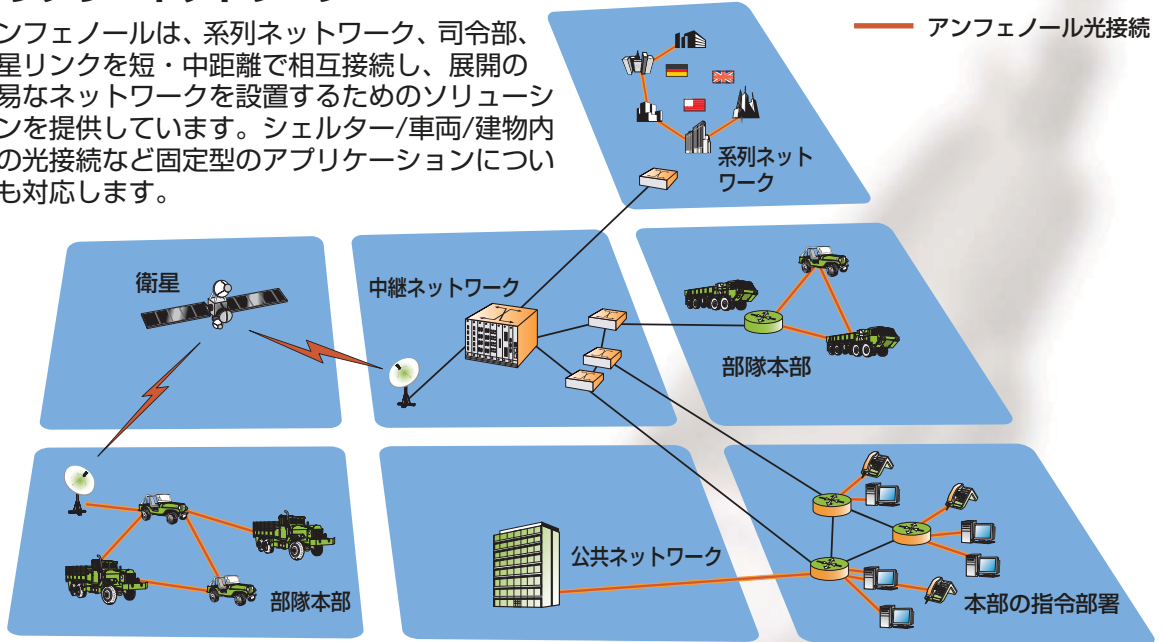


アンフェノール社の光コネクタは、電気コネクタで培われた技術と経験を最大限に活用しており、過酷な環境下で高い信頼性を保証する光ファイバソリューションを可能にします。厳しい環境において的確に光伝送路を確保したいお客様は、アンフェノールジャパン株式会社にぜひ一度ご相談ください。

■ アンフェノールの光接続ソリューション

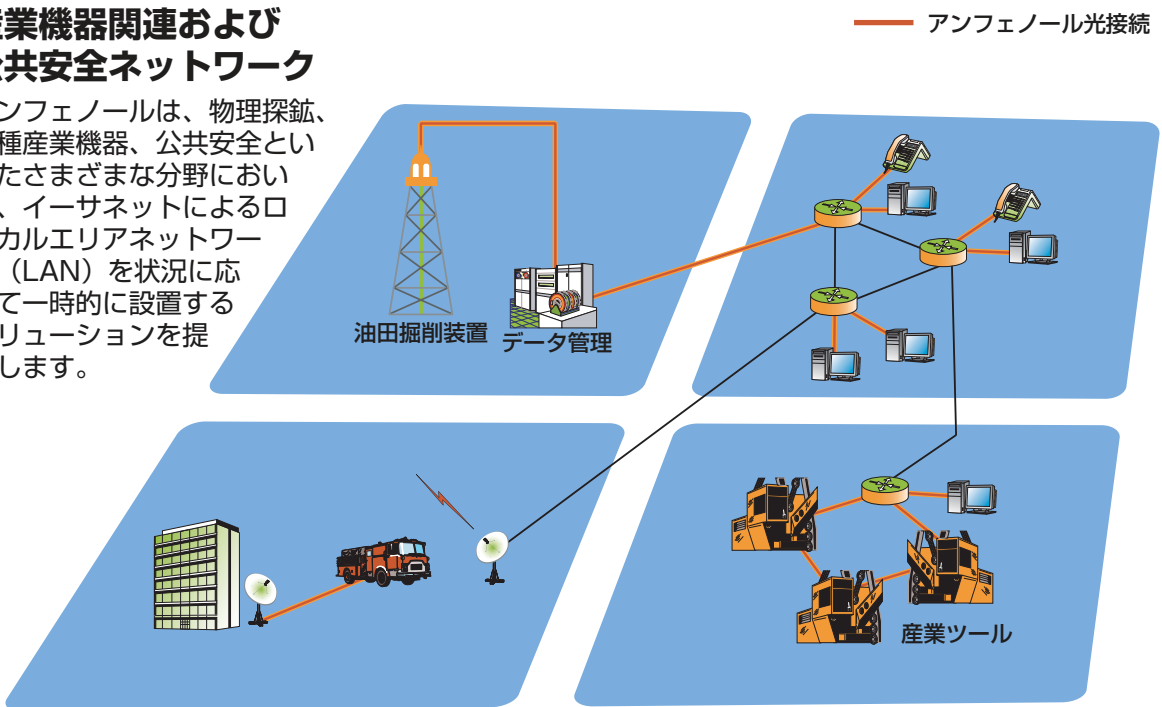
ミリタリーネットワーク：

アンフェノールは、系列ネットワーク、司令部、衛星リンクを短・中距離で相互接続し、展開の容易なネットワークを設置するためのソリューションを提供しています。シェルター/車両/建物内部の光接続など固定型のアプリケーションについても対応します。



産業機器関連および 公共安全ネットワーク

アンフェノールは、物理探鉱、各種産業機器、公共安全といったさまざまな分野において、イーサネットによるローカルエリアネットワーク（LAN）を状況に応じて一時的に設置するソリューションを提供します。



アンフェノール光コネクタ

■ 突合せ接合コネクタ

突合せ接合技術は一般に、過酷な環境下の屋内または屋外のアプリケーションに使用されています。この種類のコネクタは、極めて低損失のリンクが必要とされる場合に特に適しています。また比較的安価です。



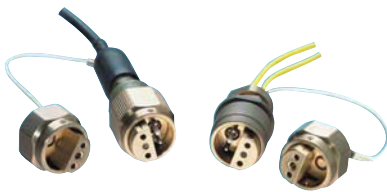
1 **TFOCAtwo**
多芯、雌雄同形状



2 **STARTOP**
TV多芯コネクタ



3 **MFM/HA - MFM**
1 芯光ファイバコネクタ
2 芯光ファイバコネクタ



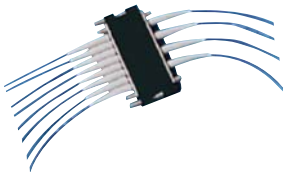
4 **HMFM**
雌雄同形状 2 芯
MFMコネクタ



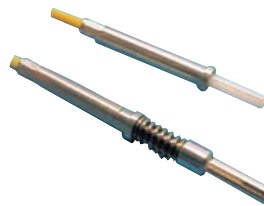
5 **HDM**
雌雄同形状
2 芯小型コネクタ



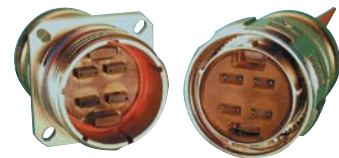
6 **HQM**
雌雄同形状
クワッド小型コネクタ



7 **MBP**
多芯バックプレーンコネクタ



8 **MIL-DTL-38999**
光コンタクト
サイズ16光コンタクト



9 **MTC**
MTフェルールを丸型シェルに挿入



10 **バックプレーンMT**
角型コネクタにMTフェルールを組込み、
特殊なラック型シェルに取付

アンフェノール光コネクタ

■ 突合せ接合コネクタ



11 **BDC/MBC**
バヨネット2芯コネクタ
バヨネット多芯コネクタ



12 **SIMOP**
モジュラー型相互接続システム
多芯コネクタ



13 **RNJOP**
ラック型多芯コネクタ



14 **Amphe-Lite Combo-C**
光・電気・同軸複合
多芯小型軽量型コネクタ



15 **TVOP**
TV 2-4-6-8芯コネクタ



16 **ECTAOP メタル**
ECTA 2芯コネクタ



17 **LJTOP**
LJTコネクタ



18 **MTRJ Field TV**
MTRJをTVシェルに挿入した
Fieldシリーズ



19 **ECTA LX5**
LX5をECTAシェルに挿入した
Fieldシリーズ



20 **LC/LX5 Field TV**
LC/LX5をTVシェルに挿入したFieldシリーズ

アンフェノール光コネクタ

■ ビーム拡大コネクタ

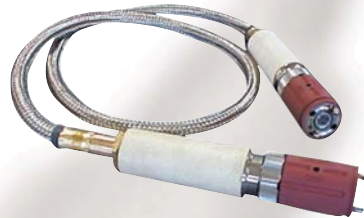
ビーム拡大レンズコネクタは、極めて過酷な環境下においても挿入損失と伝送リンクの安定性を保証します。戦略上迅速な接続拡張が必要な場合は、雌雄同形状のレンズコネクタをお勧めします。



21 CTOS
ミリタリー向け2-4芯
ビーム拡大コネクタ
+保護用窓ガラス



22 CTOL
ミリタリー向け2-4-6-8芯
ビーム拡大コネクタ
+保護用窓ガラス



23 CROS
鉄道用2-4芯
ビーム拡大コネクタ
+保護用窓ガラス



24 CNOS
船舶/埠頭間
ビーム拡大コネクタ
+保護用窓ガラス



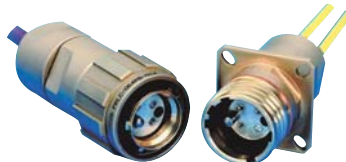
25 AXOS-e
小型雌雄同形状
レンズコネクタ
+保護用窓ガラス



26 HMAtwo
雌雄同形状ビーム拡大コネクタ
多芯



27 LPP
レンズ付き
プッシュプル式コネクタ



28 PRLC
D38999多芯
レンズコネクタ



29 HLM
ミリタリー向けマルチウェイ雌雄
同形状
小型レンズコネクタ

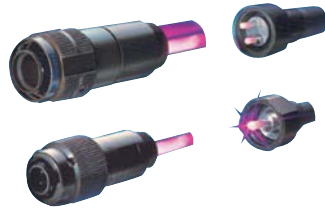
■ その他の光ファイバ製品

アンフェノールの、トータルシステムサポートというポリシーの一貫として、特殊機器はもちろんのこと、伝送リンクの研究開発から試作、製造、配線、修理に至るまで、私どもの専門技術とサポートをご利用いただけます。

特殊機器とアクセサリ



**HLM-HLM
アダプタ**

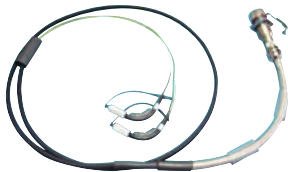


30 アクティブプラグ
光/電気変換



ループバックアクセサリ
CTOSシャントキャップ STARTOPループバック

ケーブル修理用継手



EMI保護



31 インパクト継手
小型軽量&ミリタリー向け
機械式継手



32 FTOS
フレキシブルなミリタリー向け
光継手

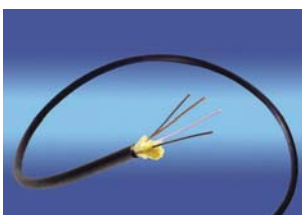
ドラム、アクセサリ、ケーブル



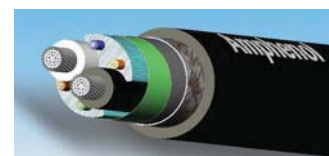
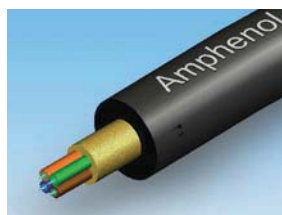
展開型ケーブルドラム



展開型ミリタリー向けケーブルドラム



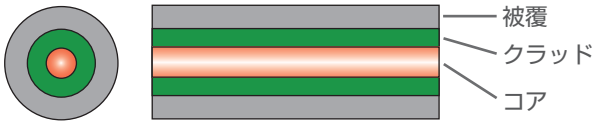
耐環境型光ファイバケーブル (161シリーズ) CECOM A3159879, IEC60794-1



光ファイバについて

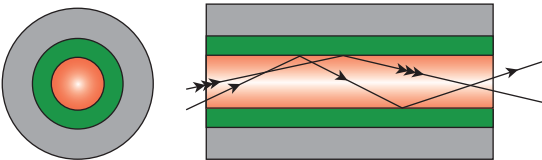
■ 光ファイバとは？

■光ファイバの構造と種類—光ファイバは、下図に示すとおり3つの同軸層で構成されます。



- **コア**：光ファイバの中心部で石英を材料とする導光部
- **クラッド**：コアを取り囲む1番目の層で、コアと同じく石英を材料としていますが、組成はコアと異なります。クラッドによって導波路が形成され、コア-クラッド界面で光を全反射させることにより、光をコア内に閉じこめます。
- **被覆**：クラッドを取り囲む非光学素材の層。被覆層は通常、1つまたは複数のポリマー層でできており、物理的損傷や環境による損傷から石英構造を保護します。

●マルチモードファイバ



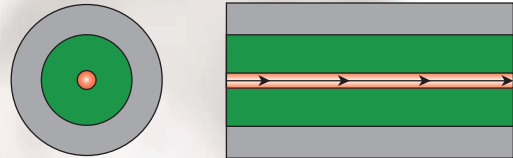
この種類の光ファイバは、光がファイバ内の複数の経路（「モード」と呼ばれる）を通過して進むので「マルチモード」と呼ばれます。

マルチモードファイバ

50/125 または 62.5/125

クラッド径 (単位: ミクロン (μm))
コア径 (単位: ミクロン (μm))

●シングルモードファイバ



この種類の光ファイバは、1つのモードのみが伝送されるので、「シングルモード」と呼ばれます。光はファイバ内をまっすぐに進みます。コア径は通常 $9\mu\text{m}$ です。

シングルモードファイバ

9/125

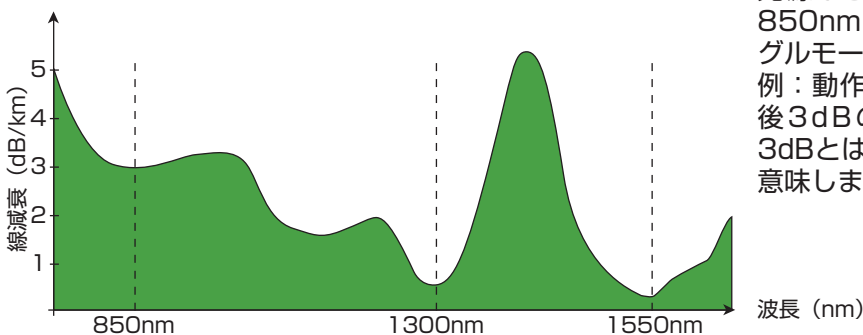
クラッド径 (単位: ミクロン (μm))
コア径 (単位: ミクロン (μm))

■ 光ファイバの特長

■減衰と波長

光はファイバ内を進むにつれて徐々に減衰します。減衰値は、単位がdB/km（デシベル/キロメートル）で、波長（ λ ）、つまり光の色（周波数）の関数となります。これは光ファイバ内で信号を送信するための動作波長は、任意の値ではなく、減衰が最小となる値（波長）であることを意味します。

下記のグラフは、線減衰を波長の関数として示したものです。



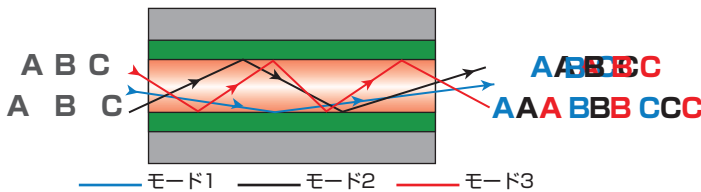
光源から出る動作波長は、マルチモードで850nm（ナノメートル）と1300nm、シングルモードで1310nmと1550nmです。
例：動作波長が850nmの場合、1kmの伝送後3dBの光が減衰します（グラフ参照）。3dBとは、50%の光の損失が発生することを意味します。

光ファイバについて

■帯域幅

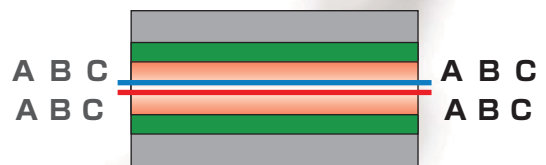
帯域幅とは、光ファイバのデータ伝送能力を示す尺度で、周波数と距離の積で表します。例えば、帯域幅が500MHz.km（メガヘルツキロメートル）の光ファイバは、1kmを500 MHzでデータを伝送できます。シングルモードファイバの帯域幅は、マルチモードファイバの帯域幅より大幅に広がります。

・マルチモードの場合



データ（A、B、C）はN個のモード（経路）でファイバ内を伝送し、データはN回複製されたかのように変形します。（例えば、上の図では、モード3の経路はモード2の経路より長く、モード2の経路はモード1の経路より長くなっています）。データが互いに近づきすぎている場合は、データを混同するおそれがあり、ファイバの終点に到着した時点で修復できなくなります。このため、データ間に十分な距離を置く、つまりデータの量を制限することが必要です。

・シングルモードの場合



データ（A、B、C）は1つのモードのみに従ってファイバ内を伝送するので、変形することはありません。このため、データ同士を近づけることができ、より多くのデータを伝送できます。

■光ファイバを選ぶ理由

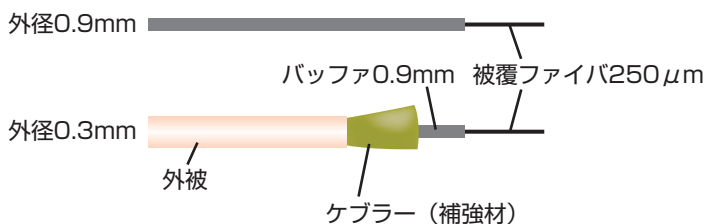
光ファイバの主な利点は以下のとおりです。

- ・**低損失**：光ファイバは銅の導電体比べて減衰率が低いため、長距離に使用でき、しかも中継器は少なく済みます。
- ・**帯域幅の拡大**：光ファイバは広帯域のため、非常に大きなデータ伝送能力を備えています。代表的な帯域幅は、マルチモードファイバの場合200～600MHz.km、シングルモードファイバの場合10GHz.km以上です。これに対し、電気の導電体の代表値は10～25MHz.kmです。
- ・**干渉の低減**：光ファイバはEMI/RFIの影響を受けず、光ファイバ自体も電磁波を放射しません。
- ・**不検出**：標準の光ファイバケーブルは絶縁体のため、どのような種類の検出器も検出できません。
- ・**電氣的絶縁**：光ファイバは電位の異なる2点間や、高電圧機器の側でもデータを送信できます。
- ・**小型化と軽量化**：同等の信号伝送機能を持つ銅の導電体と比べて、光ファイバケーブルは容易に設置でき、必要なダクトスペースが小さく、重量も10～15分の1です。

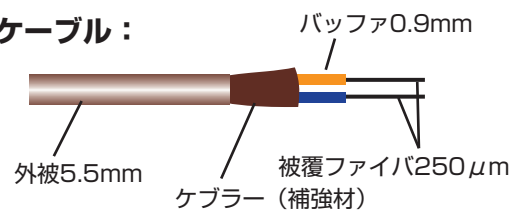
■光ファイバケーブル

被覆されたファイバ、つまりコアとクラッドの2層とそれを保護する被覆層の外径は250ミクロンで非常に脆弱なため、ファイバを強化して、取り扱いやすいケーブルにする必要があります。ケーブル構造にはさまざまな種類があります（下記の例を参照）。

単芯ケーブル：



多芯ケーブル：



光ファイバについて

2本の光ファイバの接続方法

■2本の光ファイバを接続する2通りの方法：

1ー溶融接続

この方法では、2本のファイバのコアを最適な位置に配列し、アークによる溶接で直接接続します。溶融接続を行う特殊機器は溶融接続機と呼ばれます。



長所：

- ・迅速、かつ比較的容易な接続方法
- ・コアのアラインメントが不完全な場合に溶接により生じる光の損失が非常に少ない。

短所：

- ・（熱収縮チューブによって保護されるが）比較的壊れやすい。
- ・永久接続
- ・溶融接続機が必要

2ーコネクタの使用

この方法では、接続するファイバの両端をコネクタで終端させる必要があります。2個のコネクタを接続することにより、2本のファイバを接続できます。



長所：

- ・堅牢な接続方法
- ・いろいろなタイプのコネクタが、アプリケーションに応じて選択可能
- ・コネクタに損傷を与えずに、2本のファイバは、数百回から数千回の接続と取り外しができる。

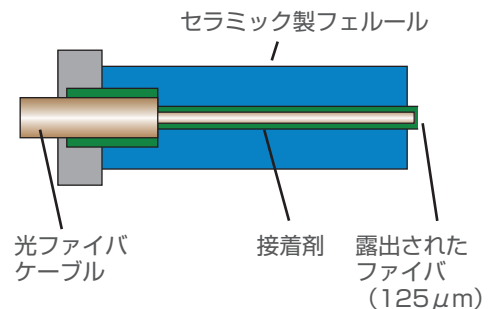
短所：

- ・溶融に比べて、セットアップに時間がかかり、特殊工具だけでなく加工も必要。
- ・接続による光の損失は、溶融接続よりも大きい。

コネクタの種類

■フェルール内でのファイバの終端

コネクタにかかわらず、まず、ファイバをフェルールに挿入して、ファイバを取り扱いやすくし、ファイバが損傷を受ける危険性を低減します。フェルールは通常、セラミック製で、高精度な機械加工プロセスにより製造されます。



ファイバをフェルール内で終端させる方法は以下の通りです。

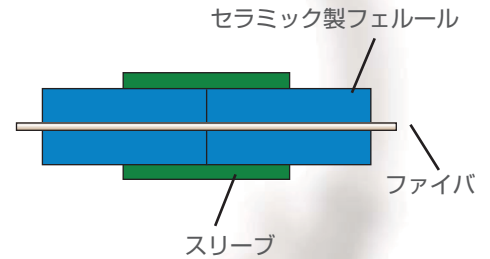
- ・ファイバのストリッピングーアクティブな層（コアとクラッド）のみを露出させます。
- ・セラミック製フェルール内でのファイバのエポキシ樹脂接着ーファイバをセラミック製フェルールの穴に挿入します。穴の直径は非常に正確にファイバの直径に合わせて調整されます。
- ・セラミック製フェルール端面でファイバ切断
- ・セラミック製フェルール端面の研磨ー目の細かい研磨フィルムを使用して、ファイバの断面が完全に研磨され、残留している研磨粒子をすべて除去します。

光ファイバについて

■突合せ接合技術

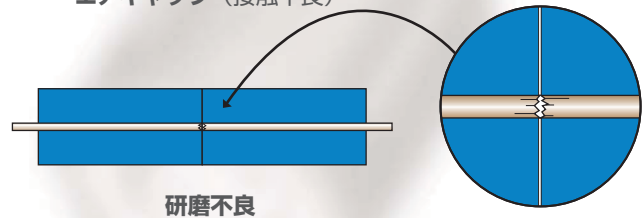
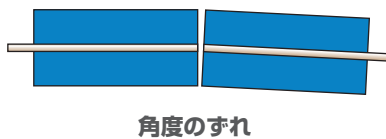
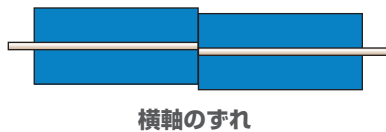
原理：

突合せ接合コネクタの原理は、2つのセラミック製フェルールを物理的に接触させることです。ファイバの断面を完全に合わせるため、通常はセラミック製のアライメントスリーブを使用します。これにより、光は一方のファイバからもう一方のファイバへ直接伝わります。



短所：

ファイバのアライメントは決して完全なものではないため、光が一方のファイバからもう一方のファイバへ伝わる際に光の損失が発生します。この損失は、アライメントまたは研磨による残留物によって増加する可能性があります。



突合せ接合コネクタの特性

- ・接続による光の損失（「インサーションロス（挿入損失）」と呼ぶ）が低い。（代表値：約0.3dB）
- ・この種類の接続方法は、汚染（埃、泥など）による影響を受けやすいため、2つのセラミック製フェルールの間に汚れが残っていると、光の大部分が損失するおそれがあります。

突合せ接合コネクタの例：



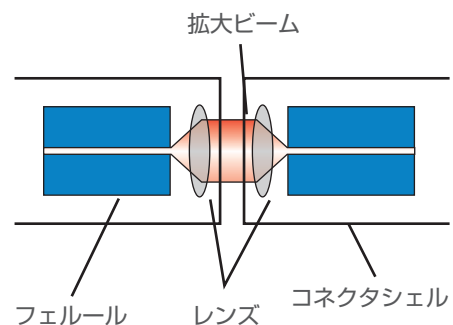
■レンズ技術（ビーム拡大技術）

原理：

ビーム拡大コネクタの原理は、各ファイバの端にレンズを配置し、ビームをコリメートする（光軸に平行なビームを作り出す）ことによりビームを拡大します。この構成では、2本の光ファイバが物理的に接触することはありません。

短所：

この技術では、2つのシェルの相互のアライメントにより、1番目のレンズからのコリメートされたビームが2番目のレンズを通じて適切に焦点が調節されます。したがって、コネクタの機械的接合部の精度が非常に重要になります。



光ファイバについて

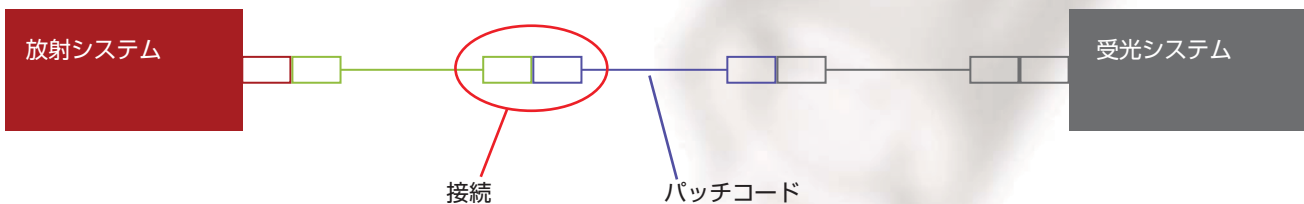
レンズコネクタの特性

- ・レンズ、場合によってはウィンドウがあることで、接続による光の損失（インサージョンロス）が突合せ接続に比べてより重要になります。（代表値：1～1.5dB）
- ・ビームは、ファイバから直接出射されるビームよりもはるかに大きいので、汚染による影響を受けにくく、突合せ接続コネクタよりも埃に強いのが特徴です。

レンズコネクタの例：



光ファイバ接続の構成



●放射システム

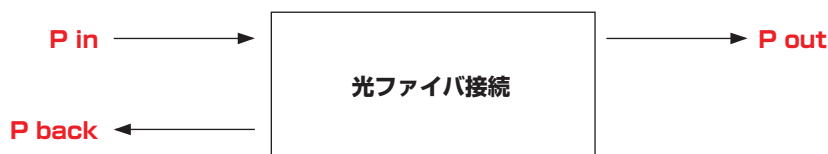
光源を備えています。システムを十分に機能させるには、以下を理解しておくことが重要です。

- ・光源の種類（LEDまたはレーザー）
- ・動作波長（1300nmなど）
- ・光源のエネルギー
- ・光源出力部に接続するコネクタの種類

●光ファイバパッチコード（1本または複数）

パッチコードは以下によって定義されます。

- ・長さ、チャンネル数、ファイバの種類（シングルモード、マルチモード50/125または62.5/125）で表わされる光ファイバケーブル
- ・ケーブル両端の終端用コネクタ
- ・パッチコードの特性は、インサージョンロス（単位：dB）によって表されます。この損失により、パッチコードを伝送ラインで使用した場合の光の損失量が分かります。光の損失には、ケーブルの線減衰とコネクタによる損失が含まれます。
- ・シングルモードのパッチコードの場合、リターンロス（反射減衰量）と呼ばれるもう1つの重要なパラメータにより、ラインによって反射される光の量と光源方向に戻る光の量が示されます。シングルモードの用途で使用されるレーザー光源は、この現象による影響を非常に受けやすいことがあります。



接続のインサージョンロス： $PI = 10 \log (P_{out}/P_{in})$

接続のリターンロス： $RL = 10 \log (P_{back}/P_{in})$

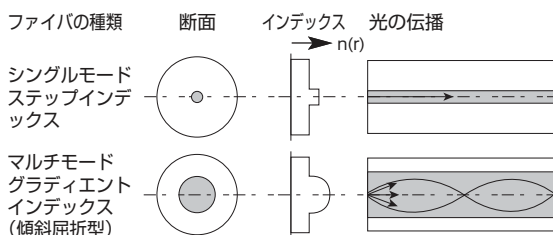
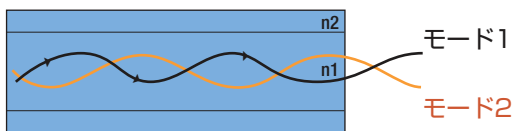
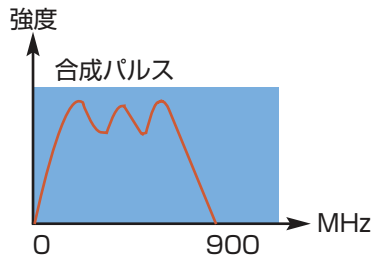
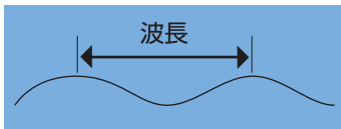
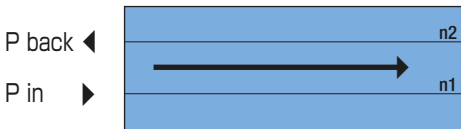
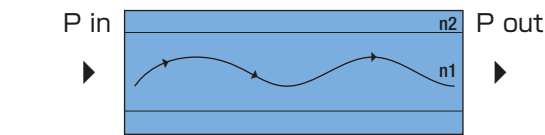
●受光システム

表面が感光性で、光を電気信号に変換する受光器を備えています。以下を理解しておくことが重要です。

- ・感度（検出可能な光の最小量）
- ・受光器入力部に接続するコネクタの種類

光ファイバを理解するための7つの定義

dB	透過光線 (%)
0.01	99.8
0.1	97.7
1	79.4
2	63.1
3	50



dB (デシベル) :

光のパワーを対数で表したもの。3dBの減衰は50%のエネルギー損失に相当する。

インサクションロス (挿入損失) :

リンク上の付加的要素によって生じるパワーの損失。対数では、出力Poutと入力Pinの比率で表される。この値が小さくなるほど、挿入損失（通常はdBで測定）は良好になる。

リターンロス (シングルモードアプリケーション) :

入力Pinに対する反射Pbackの割合をdBで表したもの。つまり、リンク上の機器からの後方反射パワーである。dBの負の値が小さくなるほど、良好な状態となる。（-30dBより-50dBが良好）

波長 :

単色光を波と考えた場合、信号の2つのピーク間の距離を指す。（マルチモードアプリケーションの場合、850nmと1300nm、シングルモードアプリケーションの場合、1300nmと1550nm）

帯域幅 :

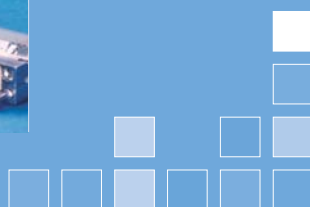
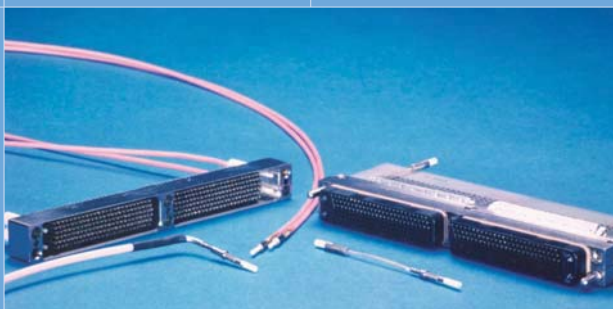
データを伝送する帯域の周波数の高低差。帯域幅が大きいほど通信速度が向上する。

モード :

光は特定の経路を進む波と考えることができ、この経路をモードと呼ぶ。マルチモードファイバの場合、光はファイバのコア内の複数のモードを進む。シングルモードファイバの場合、光は1つのモードのみを進む。

ファイバの種類 :

導波路は、コアの材料のインデックスプロファイルによって分類される場合と、モードの伝搬能力によって分類される場合がある。シングルモードファイバは、コアのクロスセクションのインデックスプロファイルが一定である一方、大部分のマルチモードファイバは、グラディエントインデックスファイバである。シングルモードファイバの場合、光は一直線に進むのに対して、マルチモードファイバの場合、光は光軸の周囲をらせん状に進む。



Amphenol アンフェノール ジャパン株式会社

本社・工場

〒520-3041 滋賀県栗東市出庭471-1
TEL 077-553-8501(代)・FAX 077-551-2200

横浜オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-2-8
TEL 045-473-9219(代)・FAX 045-473-9204

<http://www.amphenol.co.jp>