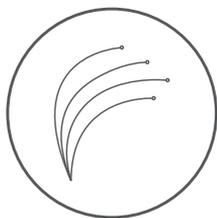




FIBER TO THE X の基礎



光ファイバーを隅々にまで配する将来のネットワークの原理、テクノロジー、アーキテクチャ、ビジネスモデルのすべて

目次



コネクター: ファイバーに光を出し入れ	3
キャパシティの増加: 最善の方法は?	8
ネットワークの種類	9
PONの詳細	10
主なPONトポロジーとアーキテクチャー	13

コネクタ: ファイバーに光を出し入れ

光コネクタはその名の通りケーブルとネットワークのコンポーネントをつなげるもので、次を行います:

- ・ 送受信機器への柔軟な接続
- ・ パッシブな光デバイスへの柔軟な接続
- ・ 他のケーブルからの異なるファイバー間の接続機能

現世代のコネクタはフェルール内で良く磨いた2本のファイバーを物理的に接触させることで作られており、こうして光の反射を抑えながら光のパワーを最大限伝達します。フェルールの中でファイバーを整合させるには、アダプター内のスリット状アライメントスリーブで行います。

フェルールを用いたコネクタでは、光ファイバーの終端に高度な研磨工程を用います。この工程は工場で行います。コネクタの光に関する性能（減衰量とリターンロス）は工場で確認します。

すべてのコネクタにはキーイング機構があり、コネクタのフェルールが、アダプターのスリーブの中で長さ方向の軸に添って回転しないようにします。



よく使われるコネクタの種類



FC
フェルール
コネクタ



SC
サブスクリイバー
コネクタ



LC
ローカル
コネクタ



MPO
マルチファイバー
プッシュオン
コネクタ

よく使われるコネクタの種類

FC

フェルール コネクタ

- ・ 初期のシングルモードコネクタのひとつで、バネ仕掛けのフェルールを使用。
- ・ FCはねじ式のコネクタで、ボディーはニッケルメッキまたはステンレス製。振動の多い環境で実用的な選択肢です。

SC

サブスクライバー コネクタ

- ・ ポリマースクエアボディー
- ・ パネ式でセラミック製のフェルールを用い、プッシュ・プルのカップリング機構を持ちます。元々はギガビットイーサネットに用いられたものですが、コストが下がるにつれてさらに良く用いられるようになり、長期にわたって標準コネクタと考えられてきました。

MPO

マルチファイバー プッシュオンコネクタ

- ・ フェルールは長方形、12~24本のファイバーに使用できるマルチファイバー接続用です。
- ・ 標準のシングルファイバーコネクタに比べて12~24倍も実装密度を達成できます。
- ・ 接続したケーブルあたりより広い帯域幅に対応し、スペースとコストを削減します。
- ・ MPOコネクタは、40/100ギガビットイーサネットが広く用いられるようになるにつれてますます多用されるようになりました。
- ・ MPOケーブルアセンブリーはいくつかの小さなケーブルを「ファンアウト」で終端するために用いられることが多く、接続後に手作業で個々のファイバーの順序を変えることができます。

LC

ローカル コネクタ

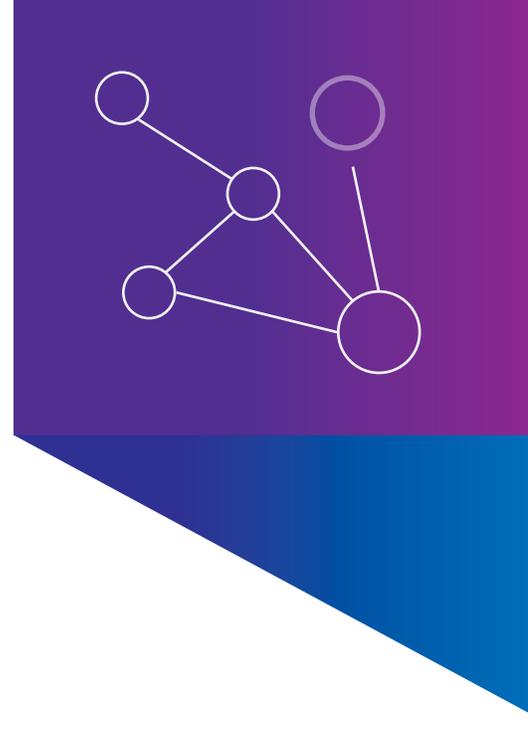
- ・ SCナットのようなプッシュ・プルタイプで、フォームファクターが小さい。
- ・ 標準コネクタとしてほとんどSCに取って代わりましたが、SCはまだFTTHネットワークのプレミスロケーションでは広く使われています。
- ・ 嵌合機構が異なり、フェルールの直径はより小さい。
- ・ 小型なので、限られたスペースに多くの接続が必要な現在の送信機器に適している。

接続と損失

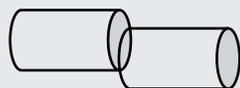
光信号の強度は常に受信側よりも送信側で強くなります。ネットワーク接続の長さによって、光は常に何らかの減衰にさらされます。この損失を最小に抑えるため、ファイバーケーブルは、ネットワーク中の他のデバイスまたはケーブルにシームレスに接続する必要があります。

多くの場合、ファイバーは「溶融接続」され、ガラスを溶かすことで直接接続します。この場合何らかの光の損失が生じます。こうした溶融接続は永久的なものです。将来接続変更が必要になれば、またファイバーをネットワーク上のデバイスにリンクする必要がある場合は、ケーブルを溶かす代わりにコネクタを使用します。ファイバーケーブルにはコネクタのプラグを装着し、これがアクティブなデバイス中のアダプターまたはソケットの中に入れて接続されます。光ファイバーのコアは塵よりもはるかに小さいため、良好な接続にはファイバーの整合に極めて高い精度を要します。

全て光のシステムでは、光がファイバーからファイバーに移るときに光が失われると、光で伝搬する情報は「漏れる」ことになります。コアの整合が正確であればあるほど、失われる光は減り、受信側での信号は改善されます。



光損失の理由の例:



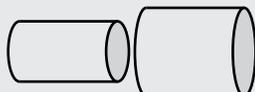
2本のファイバーコアの整合が取れていない



ファイバー間にエアギャップがある



ファイバーの端がきれいではなく、損傷を受けている

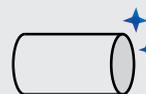


サイズまたはコアが完全にはマッチしていない

光の損失は次のような方法で最小に抑えられます:



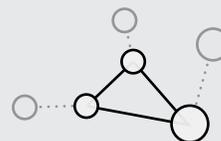
角度の急な曲げ、直径の小さい巻き、ファイバーの引っ張りや伸張を避ける



接続面をきれいに保つ



適切なクリーニング剤と検査ツールのみを使う



ネットワーク中の接続、スプライスの数は少なく、また接続損失は極めて小さく抑える

リターンロス

2本のファイバーを接続するとき、チリやキズのために光の一部が散乱、反射されます。「リターンロス」(RL)とは、ファイバーの接続部で光がその源に反射されて戻る量を表します。これもデシベル(dB)で表されます。RLが低ければ低いほど反射は少ないということになります。マルチモードファイバーではRLの値は通常-20~-40dBです。

シングルモードのコネクターでは-45dB(フラット研磨)、-65dB(傾斜研磨)の値が達成できます。

減衰量(挿入損失)

接続ポイントでの損失は「減衰量」または「挿入損失」(IL)と呼ばれます。ファイバーのコア内での光のパワーは接続ポイントの前後で測定され、その比がデシベル(dB)で表されます。コネクターでは通常0.1dBから0.5dBの値が達成できます。信号損失が少なければ少ないほど、dB値は小さくなります。

2種類の
接続損失



損失測定の実験

減衰量または挿入損失の測定では、「ゼロdB」の基準点はLSPM(light source and power meter、光源とパワーメーター)またはOLTS(optical loss test set光損失試験セット)を用いて、選択した基準ケーブルについて設定します。光源(LS)はケーブルの一端に接続し、パワーメーター(PM)はもう片端に接続します。それから基準ケーブル間の接続を離し、両端を測定したいラインに接続します。こうして測定した値はライン全体での損失となります。この場合、接続点での損失が測定され、ケーブルがスプライスされた箇所などでのケーブルの他の部分での損失は、

光リンクバジェット

ケーブルの設計において、リンクバジェットは通信リンクが途切れないことを保証するに要する光の量を予測するのに使われます。リンク損失バジェットは、データ送信経路での「最悪のケースのシナリオ」と言えます。これには、スプライス、カップリング、コネクターでの損失、ファイバーでの減衰などの、損失を引き起こし得る要素を勘案します。光ファイバーケーブルシステムの設計に先立ち、損失バジェットを決定してシステムの動作を保証することが重要です。損失バジェットの計算にはパッシブ、アクティブ両方の回路要素を含める必要があります。実装の前でも後でも、リンク損失バジェットは重要です。「実際の」試験結果は以前に計算下損失値と比較され、リンクが意図したとおりに動作するようにします。

正の パワーバジェット の計算:

パワーバジェット内の損失



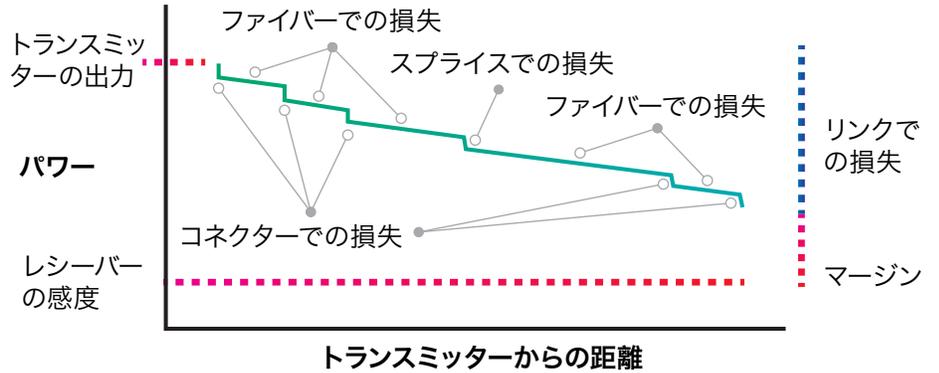
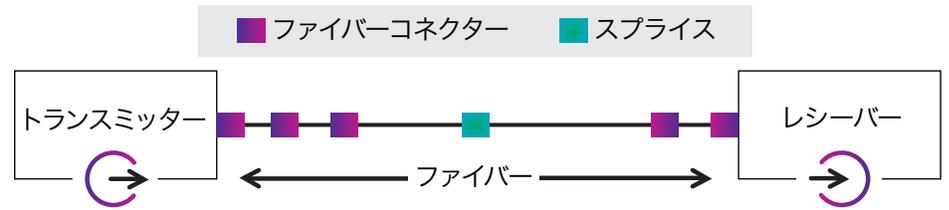
信号は送信先に届く

負の パワーバジェット の計算:

損失がパワーバジェットを上回る



信号は送信先に届かない



出典: The Fiber Optic Association, Inc., FOA Guide



リンクバジェットの 計算

- + トランシーバーのパワーバジェット
- 多重化による損失と多重分離
- ファイバーでの損失
- スプライスでの損失
- パッチパネルとコネクタでの損失

= **総リンクバジェット**



キャパシティの増加 - 最善の方法は?

新しいサービス、テクノロジー、競争の激化のために帯域幅への要求が世界中で高まるにつれ、ネットワーク通信事業者はキャパシティの限界に達しています。この問題を解決してキャパシティ増加への要求にネットワークが応えられるようにするには、一般的に2つのアプローチがあります。より多くのネットワークを構築するか、WDMを使うかです。両方のアプローチでの利点と課題について見て行きましょう。

新規ファイバーの追加

複数のサービスを導入し、これにキャパシティの追加を要する場合は、新しいケーブルを敷設してもっと多くのファイバーを追加することができます。多くの場合、設計者、フィールドエンジニア、敷設業者はテクノロジーと使える手順を熟知しており、このプロセスを最適に運ぶためのやり方を心得ています。しかし、複雑な事情がある場合もあり、まず初めにこれを注意深く吟味する必要があります。

- ・ ケーブル自身はそれほど高価なものではありませんが、ケーブルを追加して敷設する工事費は距離、トポロジー、地理的条件、地質的条件によって非常に高くつくことがあります。
- ・ 既存のダクトにケーブルを追加する場合は、ダクトのスペースまたは重量に関する物理的な制約のために、実装が不可能なこともあります。
- ・ 地域によっては架空のケーブルを使用していますが、多くの光ファイバーケーブルは地中に敷設されます。過去には別の企業が市役所から個々に敷設権を得て、そのたびに市内の道路が何度も掘り返されることもよくありました。都市の機能にできるだけ支障を来すことなくケーブルを敷設する方法を心得ていることは、実装を成功裏に行い、またときにはプロジェクトへの入札を成功させるための鍵となることもあります。

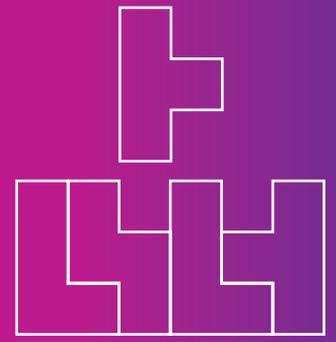
既存のファイバーでのWDMの使用

WDMでは、一本のファイバー上に複数の別々のサービスを別々の波長域に分けて伝送できます。DWDMのエレクトロニクスとパッシブには大きな先行投資を要しますが、全体的なコストは新規ファイバーの敷設よりも通常低くなります。さらに、WDMはポイント間のソリューションだとよく考えられますが、アドドロップ マルチプレクサー ソリューションもあります。例えば、8つの異なる波長を送信元で多重化し、その内2つを途中で取り出して、残りをその先まで伝送することも可能です。このことは、サービスプロバイダーがより多くのスモールセルを展開してモバイルカバレッジのレイヤーを追加する場合などに大変有用です。しかし、次のような事項も考慮し、注意深く評価する必要があります。

- ・ サービスに選ぶ各波長のペアには、アップストリームとダウンストリームの各波長に別個のトランスミッターが必要です。レーザーはそれほど複雑なものでもなくとも構いませんが、トランスミッターは複雑です。専用の、狭帯域レーザーソースは非常に高価で、さらに多くを追加し続ける必要があるかも知れません。
- ・ こうした製品は、専用のファイバーを使うコストに比べてストリームごとのコストを押し上げる要因となります。WDMフィルターに適用される追加の専用波長のひとつひとつに、2つのソースが必要です。
- ・ また、CWDMとDWDMパッシブの保管温度と動作温度の両方を知っておくことも重要です。推奨温度範囲に収めておかなければ、劣化や障害の恐れがあります。多くのコンポーネントは温度調節の無いキャビネットに収められることもありますので、このことは大変重要です。

弊社では世界中で何千もの顧客と仕事をする中、ひとつのソリューションであらゆる状況に対応できるようなものは無いことを熟知しています。ファイバーの数を増やしながら、WDMの実装も追加するという両方のソリューションを併行して行うことになるでしょう。最終的に真に「スマートな」選択肢となるのは、全体像をつかんでどのような選択肢とトレードオフがあるかを完全に理解すること。加えて同様に重要なのは、直近と将来の要件のバランスを取りながらも、エンタープライズとしての長期にわたるビジョンとビジネス計画を策定することです。CommScopeが貴社の将来をどのように変えることができるのか、弊社のエキスパートにお問い合わせください。

ネットワークアーキテクチャ: オプション、利点とトレードオフ についての考察

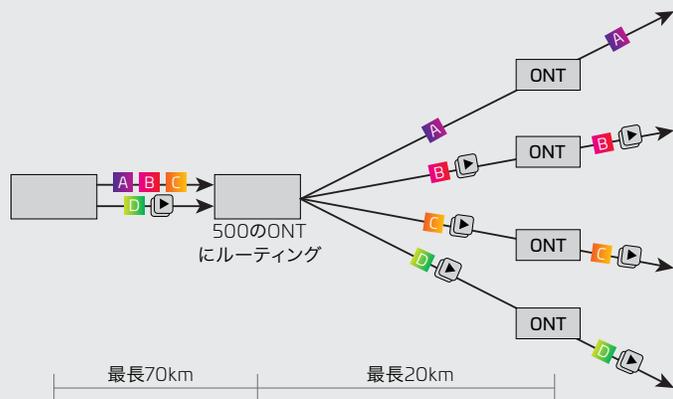


ネットワークの種類

ネットワークのアーキテクチャーは計画段階の早期で選択され、その後も長くビジネスに影響を与え続けます。そのため、計画を開始する前の段階で、すでに内外の要因を評価することが不可欠です。

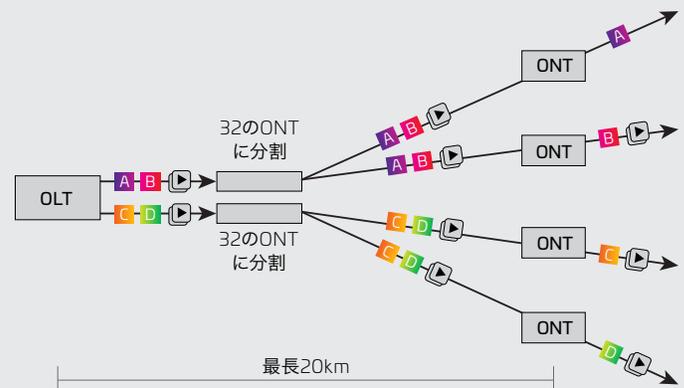
計画での決定事項のひとつはアクティブネットワークタイプか、パッシブネットワークタイプのどちらを選ぶかです。

アクティブネットワークタイプ (AON)



 = 個々の顧客へのデータまたは音声

パッシブネットワークタイプ (PON)



 = 複数の顧客への動画

- ・ 「home run」ファイバー接続がセントラルオフィスとエンドユーザー間を結ぶポイントツーポイントアーキテクチャー
- ・ セントラルオフィスにレーザートランシーバーをひとつの配置し、もうひとつをサブスクリャイバーロケーションに配置
- ・ 長距離をカバーし、どのポイントにも広帯域幅を届けられる
- ・ 必要とするエレクトロニクスを維持するためのコストが高いため、このタイプのネットワークは複雑さを伴い、運用はどうしても高価なものとなる

- ・ ポイントツーマルチポイントアーキテクチャー
- ・ 電力を要しない光ファイバースプリッターが1本の光ファイバーを複数のエンドポイントに接続
- ・ セントラルオフィスの光ラインターミナル (OLT) と、エンドユーザーロケーションの光ネットワークユニット (ONU) または光ネットワークターミナル (ONT) で構成される
- ・ ポイントツーポイントアーキテクチャーに比べ、PONは必要とするファイバーとセントラルオフィス機器が少ない

PONの詳細

標準の策定では、電気電子技術者協会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers、IEEE) と国際電気通信連合・通信標準化部会 (Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunication Union、ITU-T) の2つの標準化団体が主導的役割を果たしています。

次のようなPONテクノロジーが良く使われています。

XGS-PON

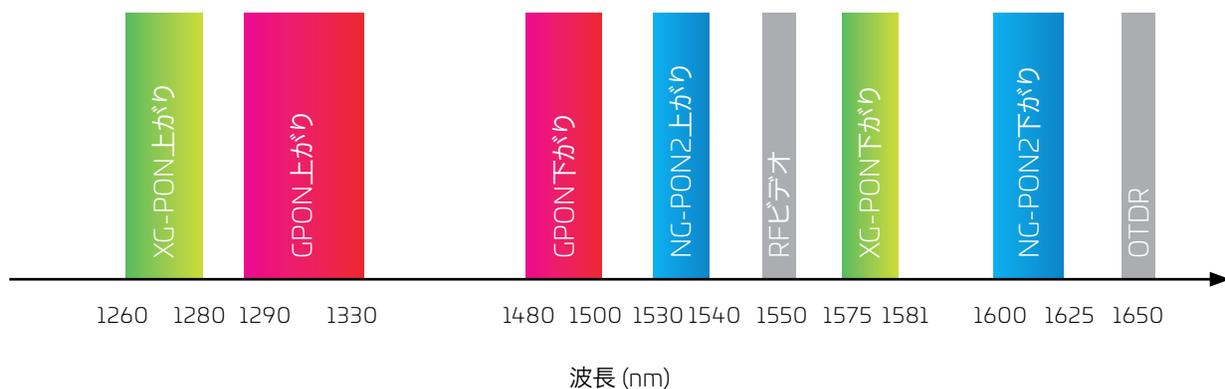
GPON (ギガビットPON)

- ・ IPベースのプロトコルが大部分の導入で使われ、現在、将来の要求の厳しいアプリケーションに世界中で対応可能
- ・ 2.488Gbpsの下り、1.244Gbpsの上り
- ・ 多くはシングルファイバーだが、規格はシングルファイバー、マルチファイバーシステムの両方に対応
- ・ 10G PONはXG-PONとも呼ばれ、ITU-T G.987規格に基づいており、同じネットワーク上でGPONデバイスと共存可能

- ・ 10Gbps対称型は、下りで10Gbpsのみだった前世代のXG-PONを改善したもの
- ・ 対称型帯域幅は今日のビジネスサービスとモバイルバックホールにとって理想的
- ・ 現在のXG-PON1テクノロジーよりも上りスピードは4倍
- ・ 既存のファイバーネットワークを需要に応じてスケールアップするのが比較的容易
- ・ 他のPONアップグレードに比べて、対処型サービスが低コストで得られる
- ・ 現在のGPONテクノロジーと共存可能

NG-PON2

- ・ 40Gbps対称型は、将来80Gbpsの可能性も
- ・ NG-PON2は非常に広帯域幅、複数波長可能、ソフトウェア定義のネットワークで、異なる用途に1本のファイバーを使える
- ・ 時分割、波長分割の多重化アプローチをハイブリッドで使える
- ・ NG-PON2とGPONは光分配ネットワーク (ODN) を共用でき、通信事業者はビジネスと住宅サービスを組み合わせられる
- ・ プロビジョニングした波長に動的にチューニングできる (チャネルボンディング) 光学系のため、幅広いビジネス、消費者、無線・有線サービスを比較的低運用コストで提供できる



NG-PON2のスペクトラム
出典: Rec.ITU-T G.982.2 (12/2014)

PONの詳細

... 続き

WDM PON (波長分割多重PON)

- ・ 特定企業開発による、非標準タイプのPON
- ・ 10Gbps対称型
- ・ 各波長は異なる速度とプロトコルで実行されるので、成長につれたアップグレードが容易
- ・ 分配のために有線、無線サービスを統合できる
- ・ 既存のFTTHインフラの再使用には制限あり
- ・ 波長は環境温度によってドリフトするため、温度管理が課題となる

GEAPON (ギガビットイーサネットパッシブ光ネットワーク)

- ・ 1-10Gbps対称型
- ・ ネイティブなイーサネットプロトコルとコンポーネントを使い、規模が大きい場合の経済性が高い
- ・ スケーラビリティと柔軟性が高く、コスト効果の高い単一の管理システムを使う
- ・ 非常に高密度のネットワークを実現して、何千ものサブスクリバラーにサービスを提供できる
- ・ トリプルプレイ (インターネット、テレビ、電話)、QoS (サービスの質)、IPTV (IPテレビ)、VoIP (ボイスオーバー IP) へのサポートを統合
- ・ 以前のGPON機器よりも安価
- ・ 対称型10G EPONは上がり、下がりで10Gをサポート
- ・ 非対称型10G EPONは下がりで10G、上がりで1Gをサポート



ファイバーディープネットワーク

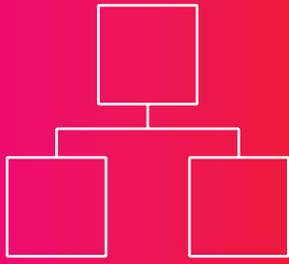
ネットワーク中のファイバーの本数を増やすと、ケーブル事業者とブロードバンド事業者には、運営コスト、エネルギー消費量、二酸化炭素排出量の低減などに加えて、帯域幅の増加ももたらします。ファイバーディープネットワークではファイバーをネットワーク中のある点まで用い、そこから同軸ケーブルまたはツイストペアの電線ケーブルに変換します。こうした変換点は顧客の近くへと動かされてきました。しかし、ハブリッドファイバー同軸 (HFC、別名電線インフラ) から全ファイバーへの移行経路は、その利点、欠点を長期、短期で注意深く評価する必要があります。今日のネットワークテクノロジーには、これに対していくつかの選択肢があります。

DSL (デジタル加入者回線)

- ・最新のDSLプロトコル、G.fastは「加入者ターミナルへの高速アクセス」を意味し、ブラウンフィールドであるMDU環境に導入して住民へのサービス途絶を軽減しています。
- ・より高い周波数と時分割多重化の使用によって、既存のツイストペア電線の接続スピードを、周波数多重化を用いるADSLやVDSLテクノロジーに比べて増大させる
- ・アクティブな機器を顧客端末の近くに配置する
- ・距離が100～500メートルを超えると余り効果的ではない
- ・スプライスクロージャータターミナルがより多く必要

DOCSIS® (data over cable service interface specification)

- ・ビルへのファイバー接続が無い場合に実地的な選択肢
- ・1997年に初めて開発されたこの規格は現在DOCSIS® 3.1で、既存の同軸ケーブルを使ってより高速のインターネット速度に対応
- ・進化途上のフルデュプレックスDOCSIS® 3.1は10Gの対称型データレートにも対応できる可能性



主なPONTポロジとアーキテクチャー

アーキテクチャーはFTTHネットワークのコストを上げますが、選択肢にはポイントツーポイント、中央型スプリット対分散型スプリット、スター対デジジーチェーン、全スプライス対前終端コネクティビティーがあります。PONは通常長さ20kmのエリアをカバーします。

様々なアプローチの利点を見て行きましょう。

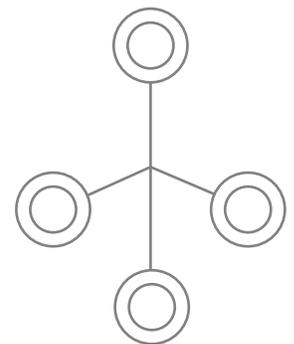
ポイントツーポイントネットワーク

ポイントツーポイントネットワークでは、ノードは1本の接続ラインに直接接続されています。追加の機能ノードが必要で、冗長性はありませんが、これはコスト効果と信頼性の高いソリューションです。このアプローチは通常ビジネスグレードのサービスまたはコンバインドネットワークのバックホールに使われます。帯域幅は共有されませんので、構内の各ポートは絶えず高い速度を提供します。実装、メンテナンス、修理は比較的容易です。しかし、分岐して接続数を追加するという選択肢はありません。ロールアウトに要する時間は長く、コストは高くなります。またこのアプローチは地方では理想的とは言えません。



ポイントツーマルチポイントネットワーク

次のFTTHアクセスネットワークのネットワークタイプはすべてポイントツーマルチポイントです。PONベースのポイントツーマルチポイントネットワークに使われている光スプリッターは、ネットワーク内の様々な場所に配置できます。



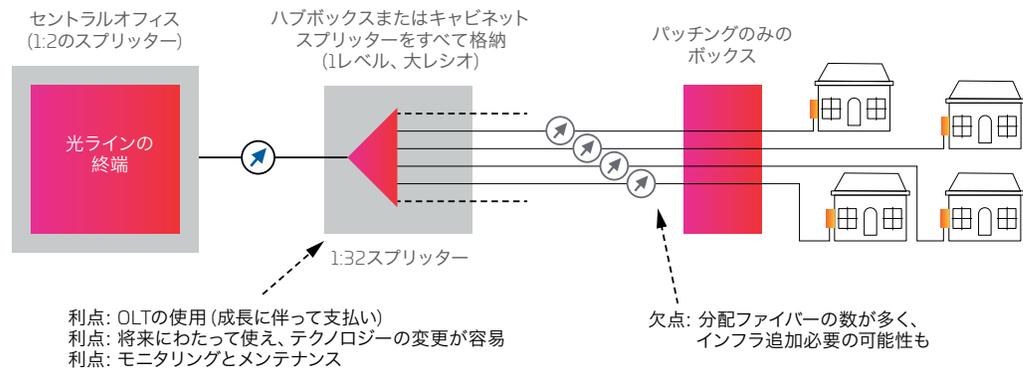
- 1 集中型スプリッターのアーキテクチャー
- 2 分散型スプリット (カスケード) アーキテクチャー
- 3 デジジーチェーンアーキテクチャー
- 4 スターアーキテクチャー
- 5 光ファイバーのタッピング
- 6 ファイバーインデクシング

1 集中型スプリッターのアーキテクチャー

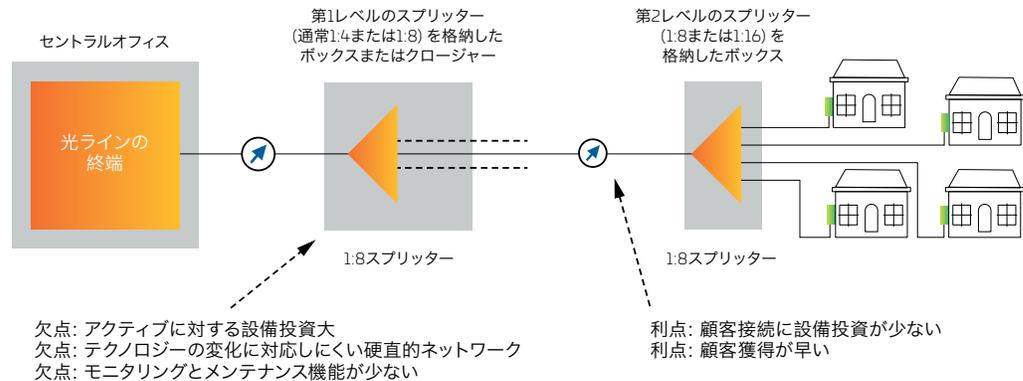
集中型のアプローチは、スターまたはデジチェーンのトポロジーの中央ハブでシングルステージのスプリッターを使用します。このため、加入者の接続と接続された機器の管理で柔軟性を最大にでき、容易にアクセスできるテストポイントの利点があります。しかし、このためにはスプリッターの場所から構内までに「ファイバーの多い」ネットワークを要します。

集中型スプリッターのアーキテクチャーは初期のFTTH導入では加入者への接続に広く使われてきました。このアプローチでは通常ファイバー分配ハブ (FDH) に複数の1x32スプリッターを使用しますが、これはネットワーク中のどこにでも配置できます。この1x32スプリッターは単一のファイバーでセントラルオフィスのGPON光ラインターミナル (OLT) に直接接続されます。スプリッターのもう片方では、32本のファイバーは分配パネル、それにスプライスポートやアクセスポイントコネクタを介して、32軒の顧客住宅にルーティングされます。

集中型 スプリッター



カスケード式 アーキテクチャー



2 分散型スプリット (カスケード) アーキテクチャー

カスケード式アーキテクチャーでは複数のスプリッターを直列に用いることで全体的なスプリット率を達成します。例えば、屋外工場エンクロージャー内の1x4のスプリッターは、セントラルオフィスのOLTポートに直接接続されます。このステージ1から出る4本のファイバーは、それぞれ1x8のステージ2のスプリッターを格納するアクセスターミナルにルーティングされます。

このシナリオでは、合計32本のファイバー (4x8) が32軒の住宅に接続されます。カスケード式のシステムでは2つを超すスプリッターステージを持つことができ、全体的なスプリット率はいくつもあり得ます (1x16 = 4x4; 1x32 = 4x8 または 8x4; 1x64 = 4x4x4)。

このアプローチでは、スプリッタープロセスの一部を、加入者へのドロップを接続するアクセスポイントに動かすことで分配

住宅では、光ネットワークのターミナルに接続されます。このように、集中型PONのアーキテクチャーではひとつのOLTを最大32のONTに接続します。

FDHの相互接続機能では、スプリッターの任意の出力ポートをパッチパネルのポートに接続することが可能で、作業と資材のコスト低減に貢献します。集中型スプリッターではまた光分配ネットワークの中央に物理的な場所を設けることになり、これは試験の際に役立ちます。しかし、使用率の低いエリアでは、住宅ごとの構築はコストがかさみます。コストを下げ、展開速度を上げるには、別の方法を検討しなければなりません。コネクティビティーをあらかじめ決めておくことは、展開に要する時間を削減するひとつの方法です。また、分散型スプリッターの使用も主要なソリューションです。

3 デジジーチェーンアーキテクチャー

デジジーチェーンで導入を加速マルチファイバーケーブルは、ファイバーアクセスターミナルをカスケードしたものを通して接続され、ケーブルの使用効率と導入に要する作業効率が上がります。しかし、このアプローチにはスターアーキテクチャーに比べて必要となるスプライスの数が多くなり(下記参照)、またスプライスには特別な技術を要します。スプライス作業は、FTTHの導入には大きなコスト要因です。

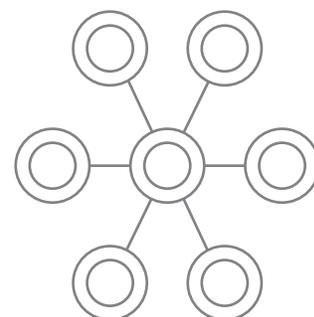
デジジーチェーンのトポロジーではファイバーケーブルは道路に沿って配置され、各アクセスポイントでは100個のターミナルがケーブルにスプライスされます。この構成のため、導入時に妥協をせざるを得ず、また効果で特殊なスプライス作業が必要なためにコストが上がります。集中型スプリッターのコストは、スターアーキテクチャーでもデジジーチェーンアーキテクチャーでも、スプリッター出力は向上で終端されるために分散型よりも一般的に高くなります。各ロケーションでスプライスするファイバーの数は多く(加入者1軒あたりファイバー1本)、一方分散型のスプリットネットワークでは、この比率は工場で終端した出力をスプリッターに取り付けることで下げることができます。



4 スターアーキテクチャー

スターアーキテクチャーでは、ケーブルはあらかじめ終端されたケーブルを用いて中央のロケーションに引き込まれます。スプライスはハブで行われるため、スプライスの観点からは大変効率が良くなります。しかし、ケーブルの使用量はデジジーチェーンアーキテクチャーに比べて35~45%多くなり、またケーブル長それぞれが異なるためパーツの数も多くなります。ケーブルはFTTHネットワークの全体的なコストの中では比較的安価なものと思われがちですが、スターアーキテクチャーで要するケーブルの多さのために導入作業費は増え、また物理的なスペース要件も増大するため、ダクトまたはポールの設置に関しては特に問題となり得ます。

スターアーキテクチャーでは、あらかじめ終端されたコネクティビティーラインであるマルチポートサービスターミナル(MST)を使えます。ドロップしたファイバーは分配ポイントでスプライスする必要がありません。各ターミナルのテールはスプライスロケーションに引き込まれ、そのため「スター(星)」という名前と呼ばれます。これを集中型スプリットと共に使うと、MSTとスプライスカースの間のケーブルには、ターミナルポートごとに1本のファイバーがあることになります。



分散型スプリットでは、終端とスプライスカース間にはファイバーは1本使われ、ターミナルには1x4または1x8のスプリッターが組み込まれています。分散型スプリットのアーキテクチャーでは、集中型スプリッターとほぼ同じ量のケーブルを使いますが、ファイバーの本数ははるかに少なく、従ってスプライスの作業コストも少なくなります。

5 光ファイバーのタッピング

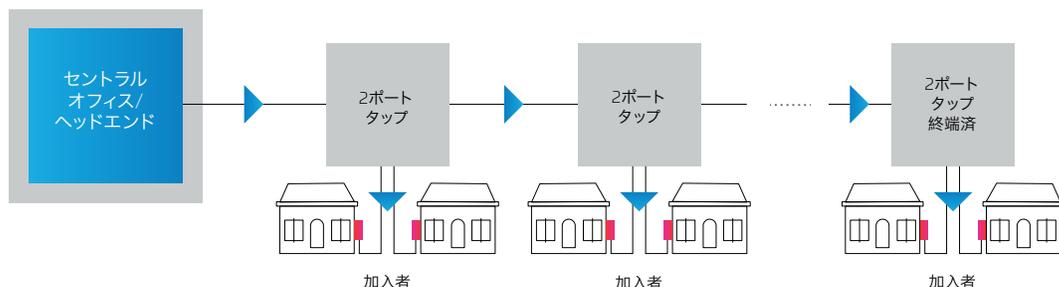
分散型タップのアーキテクチャーでは、スプリッターではなく光ファイバータップを、リニアなトポロジーで使用します。

光ファイバーの中のファイバーを取り出して、真ん中で切断し、その間でスプライスをタップすることを考えてみてください。光信号はそのタップを通りファイバー中を伝搬しますが、タップは信号の一部をローカルで接続された加入者に「ドロップオフ」します。こうして、通常OLTから20kmであるPONの距離限界は延長されます。タップのアーキテクチャーは、住宅密度が小さく、距離が長い、地方でのアプリケーションでは非常に有効です。

光リンクバジェットが尽きるまで、またはOLTあたりの最大加入者数(通常32、64以上もサポートされている)に達するまでは複数のタップをラインに沿って配置できます。チェーン最後の「終端」タップでは、出力ファイバーはありません。

タップは、必要とするドロップポートの数に応じて2ポート、4ポート、8ポートモデルで利用できます。各モデルでは、各ロケーションでドロップされるべき光パワーによって異なるタップ値(-4dBから-21dB)が得られます。タップからのドロップポートはあらかじめコネクタがつけられており、顧客のドロップケーブルへの接続、取り外しが容易になっています。

光ファイバーのタッピング



6 ファイバーインデクシング

ファイバーのインデクシングでは、コネクタをつけたケーブルとターミナルを用い、実装作業員はネットワークの構築に定型的なアプローチを使えます。短縮されたケーブル長は共にダイジチェーンされ、カスタムケーブルアセンブリまたはスプライスの必要が少なくなります。サービスエリアを通して繰り返される基本的な構成要素は長さ150フィートのケーブル（ほとんどの終端口ケーションで）、スプリッター組み込みの終端、あらかじめ終端されたファイバー12本の入出力、それに住宅ごとに4つまたは8つのドロップです。

ファイバーインデクシングは、分配ネットワークでの建設工事、土木工事のコストを最大70%削減する可能性があり、その過程で導入時間と上市時間を大幅に短縮します。コスト削減の大きなものには必要とするケーブル長の削減があり、これはネットワークのトポロジー変更と、複数のネットワーク要素の機能をサービスターミナルに集約で可能になったものです。コスト削減はこの他に、スプライス作業コストの削減、現地調査の削減、在庫管理コストの削減から来ます。

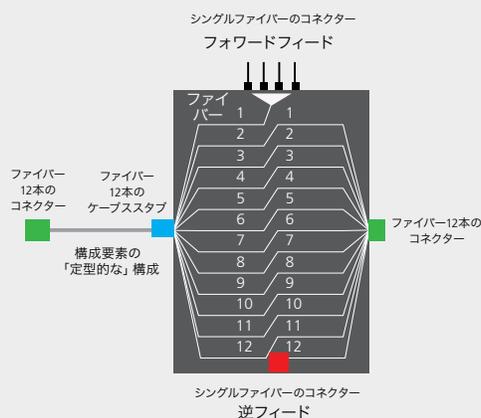


ファイバー分配ハブからの信号は通常最初のターミナルから最後のものへと伝搬します。しかし、第2のケーブルを最後のターミナルに接続することで、信号が最初のターミナルにフィードバックされるようになります。この「逆フィード」では通信事業者は加入者のドロップケーブルに接続する、またはそのターミナルロケーションでその他のサービスを提供することができ、新しいサービスの需要にほとんど直ちに答えることができます。

ファイバーインデクシング

ファイバーインデクシングは、各ターミナル内でファイバーの位置を1つのマルチファイバーから別のものへとシフトすることを指します。

- 1 このプロセスは、最初のインデクスターミナルに入るファイバー分配ハブ (FDH) からの12本のファイバーケーブルに始まります。
- 2 ターミナルの中では、これらのファイバーは分割され、最初の位置にあるファイバーからの信号は1:4または1:8のスプリッターにルーティングされて、ローカルの顧客へと届けられます。



- 3 その他のファイバーは「インデックス」されます。位置の順番に1つずつ進められ、ファイバー12本のHFMOCCでまとめられます。
- 4 出力側の、ファイバー12本の耐候性ケーブルは次のターミナルに接続され、ここでインデクシングのプロセスが繰り返されます。



ファイバーの
インデクシングの詳細

動画を見る