

ケーブル・テスト用語集

LAN 配線の測定で用いられる用語の解説 - メタル配線編

■測定器に関する用語

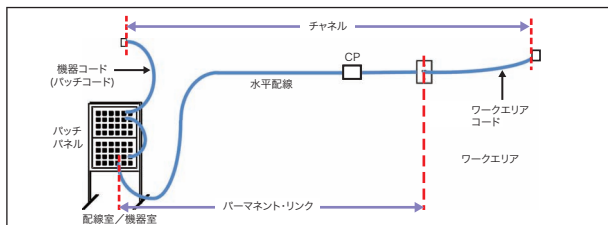
チャンネル

端末やネットワーク機器につなぐための、ワーク・エリア・コードや機器コードを含んだエンド - エンド間での配線。したがって、両端はプラグとなるが、機器との勘合部分はチャンネルの範囲に含めない。配線規格では、最大長を 100 m としている。なお、両端のプラグ部分は測定範囲内に含まれないので、チャンネル・アダプターを用いて、パッチ・コードだけの測定を行うことは不適切である。2 ページの「パッチコード試験」参照

パッチ・コードの試験を行う場合は、DTX パッチ・コード・テスト・アダプターを使用する必要がある。

パーマネント・リンク

チャンネルから、両端のワークエリア・コードおよび機器コードを除いた部分。従って、両端はモジュラージャックとなるが、チャンネルと異なり勘合部分も測定範囲に含める。最大長は 90 m である。両端の勘合部分も含めるので、測定器の測定コード(パーマネント・リンク・アダプター)先端のプラグは、どのメーカーのジャックとも勘合できるよう平均的な電気的特性を持つが、経年変化による性能の劣化が生じる場合があるので、より正確な測定が必要な場合には、パーマネント・リンク・アダプターのプラグ部分を定期的に交換する必要がある。



精度レベル

測定器の精度(測定誤差)範囲。合否を判定する測定器の場合、この範囲内で合否判定の信頼性が悪化する。現在レベル IIe から IV が定義されており、数字が大きくなるほど対応する測定周波数が高くなる。フィールド・テスターでは、測定結果が規格値に極めて近い値で、かつ、精度範囲内にある場合アスタリスク(*)を結果表示に付けることが決められている。4 ページのアスタリスク(*)付合否判定を参照。

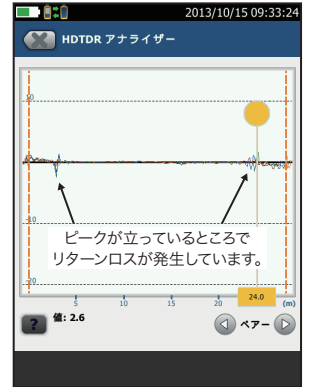
TDX(タイム・ドメイン・クロストーク)

配線のどの位置でクロストークが発生しているかを解析する機能。グラフで示され、横軸がテスター本体からの距離、縦軸がクロストーク発生レベルを示す。認証試験を行うクラスのテスターには一般的に装備されている機能。



TDR(タイム・ドメイン・リフレクト・メーター)

配線のどの位置で信号の反射(リターン・ロス)が発生しているのかを調べる機能。グラフで示され、横軸がテスター本体からの距離、縦軸が反射の発生レベルを示す。反射はインピーダンスの不整合により発生するため、TDR を使用することでインピーダンスの不整合箇所の特長が可能となる。認証試験用のテスターには一般的に装備されている機能。



NVP

NVP とは、ケーブル内の信号伝搬速度と光速との比。真空中での電気信号は光速で伝搬するが、ケーブル内での伝搬速度は、それよりも通常 60 ~ 80 % 遅くなる。ケーブル長は、この NVP と測定信号の到達時間によって計算されるので、ケーブル長の測定精度に関する重要なパラメータとなる。一般に、ケーブルのカテゴリーやシールドの有無によって NVP 値は変わってくるので、長さの測定を正確に行う際には、適切な NVP 値をテスターに入力する必要がある。認証試験用の測定器では、ものさしで測ったケーブルの物理長から、そのケーブルの NVP 値を逆算する機能を有している。

校正

測定器は、経年変化などにより測定値に変動が発生する場合がある。そこで、より上位(精度の高い)の標準器と比較し規定されている精度レベル内での測定ができるように調整する。ISO9001 (2008 年版) 7.6 項「計測器と試験装置の管理」においては、定期的に校正作業を行い、校正証明書を取得する必要があるとしている。

*フルーク・ネットワークスでは、校正証明書のみと、校正証明書と成績書(校正を行った際の、より詳細な数値データ)付きの 2 つの方法を提供。また、トレーサビリティ・チャートも提供可能。

トレーサビリティ

校正器には、それを校正するための、より精度の高い校正器が存在し、これを繰り返してより上位の校正器へとたどって行くと、最終的には国家標準にたどり着く。この流れを示した図がトレーサビリティ・チャートで、これにより、校正器が正しく管理されていることを証明することができる。

■測定器に関する用語

測定規格/配線規格

測定規格とは、配線規格に準じて施工された配線の測定方法や測定器の機能・性能の規定などを行うものであり、両者は別個の独立した文書である。例えば配線規格である ISO/IEC 11801 に対する測定規格はメタルが IEC16935-1、ファイバーが ISO/IEC14763-3 となる。なお、TIA 規格では、光ファイバー配線に関しては、TIA-568-C に測定/配線規格両方が記載されており、メタル配線の測定に関しては TIA-1152 で記載している。

認証試験

JIS, ISO, TIA など、公的な機関によって作られた測定規格に基づいて合否判定を行い、測定結果をレポート作成するまでの作業を指す。

リンク試験

チャンネル、パーマnent・リンク試験の総称。敷設済みの配線を測定する。

パッチ・コード試験

パッチ・コードは配線の両端に存在するので、その不良による配線全体の伝送性能に対する影響は大きい。したがって、パッチ・コードのみの品質を確認するための規格が別途存在する。この試験のためには、規定された性能を有するモジュラー・ジャックを装着した、専用のアダプターが必要になる。

ワイヤーマップ

近端と遠端の結線状態。各種配線・測定規格では、一般的にストレート結線であることを前提としている。

直流抵抗

対撚り線の対毎のループ抵抗値。挿入損失の測定で置き換えることができるので、TIA のように測定を要求しない規格も多い。

長さ

対撚り線の対毎の物理長。4 対の場合では、最も短い対で合否判定を行う。NVP のばらつきを考慮し、規格で指定する最大長に対し +10 % の測定誤差が許されている。

インピーダンス

ケーブルのインダクタンス、静電容量、抵抗などが複合した、交流における抵抗値。これらは、芯線のサイズ、芯線間の距離、ケーブルの絶縁体の誘電率などにより決まるため、ケーブルの物理的な形状により左右される場合が多い。非シールド対撚り線の場合は通常 100 Ω で、この値から変動するとリターン・ロスの原因となる。インピーダンスの変動はリターン・ロスの悪化としてあらわれるので、インピーダンス自体は測定項目としては要求されない。

リターン・ロス(反射減衰量)

インピーダンスの不連続箇所(施工や部材の不良等により規定値から偏移している箇所)で信号のエネルギーが 100 % 伝送されず、伝送されなかった信号が反射波として送信元に戻る現象。成端不良の他、ケーブルの取り回し方によってリターン・ロスが悪化することが多いが、測定器の TDR 機能を用いると発生位置が特定できる。

伝搬遅延

近端から送信した測定信号が、遠端に到達するまでの時間。対撚り線では、各対の物理長は異なるので、通常、伝搬遅延時間も各対毎で異なる。

遅延時間差

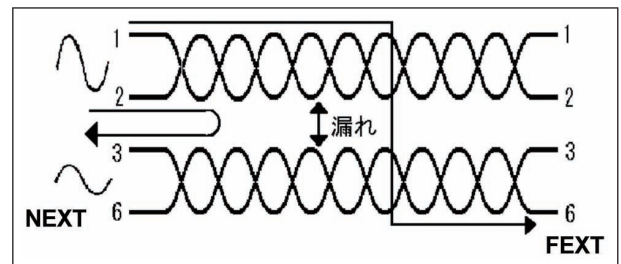
対撚り線で最も早く信号が到達した対と、それ以外の対との伝搬遅延時間の差。この差が大きいと、1000BASE-T の様なパラレル伝送ではビット付けにつながり伝送不良の原因となることがある。

挿入損失

減衰量と同義語。現在では、各種測定規格において挿入損失という呼び方が一般的になっている。

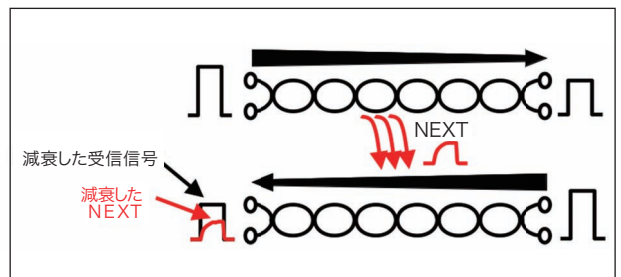
NEXT(近端漏話減衰量)

対撚り線の 2 対間において発生した漏話のうち、信号の送信側に返ってくるものを指す。逆(遠端側)に流れるものを FEXT(遠端漏話減衰量)と呼ぶ。漏話は、ケーブル対の電気的な平衡度が崩れることで発生する。一般的には対の過剰な撚戻しが原因。測定器の TDX 機能を用いると、その発生箇所が発見できる。



ACR-N

NEXT と挿入損失の比で表される。受信側(遠端側)から見ると、配線の挿入損失が小さいほど本来の信号レベルが大きく、受信側では NEXT が小さいほど本来の信号を妨害する漏話が少ない。NEXT をノイズと考えると、受信側(遠端側)におけるデータ信号の S/N 比と見ることもできる。ただし、外来ノイズについては考慮されていない。高品質な信号伝送のためには重要な項目。以前は、ACR と表記された。

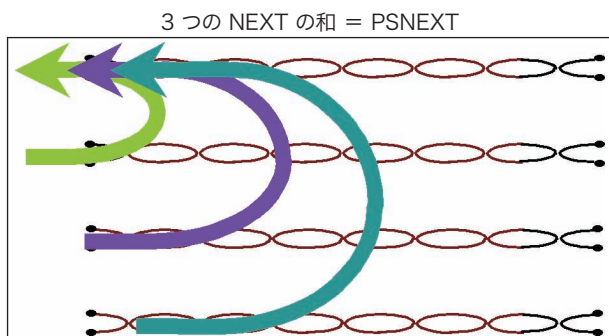


ACR-F

ACR は NEXT と挿入損失の比であったが、ACR-F は FEXT と挿入損失の差。意味するところは ACR-N と同様である。以前は、ELFEXT と表記された。

PSNEXT

PSはPower Sum(電力和)の略。100 Mbps までの LAN では、通常 1,2 - 3,6 の 2 対のみを利用して通信していたので、実質的にはこの 2 対間の NEXT や FEXT のみが通信に影響を及ぼしていた。しかし、ギガビット・イーサネットでは 4 対を利用するので、全ての対間の組み合わせで発生する NEXT を検証しなければいけない。図の様に、NEXT や FEXT では最悪の場合、他の 3 ペアからの干渉の和を考慮する必要があり、これがパワーサムである。



PSACR-N

前出の ACR における NEXT を PSNEXT としたものの。受信側における S/N 比という考え方は ACR-N と変わらない。以前は、PSACR と表記された。

PSACR-F

前出の ACR-F を、PSACR-F としたものの。これも、考え方は PSACR-N と同じ。以前は、PSELFEXT と表記された。

@ REMOTE(@リモート)

通常の認証試験テスターでは、配線の両側から NEXT や RL(リターンロス)等の測定を行う。これは、測定者から見て遠端側で発生する NEXT や RL は、近端側に戻ってくる過程で減衰してしまい、仮に遠端で大きな NEXT や RL が発生していても正確に確認できなくなるからである。合否判定の際には、リモート側からの測定結果を含めて判定を行う。

■10ギガ対応配線測定関連

10GBASE-T

ツイスト・ペア・ケーブルを用いた 10 Gbps のデータ伝送方式。2006 年に制定され、TIA による TSB-155、TIA-568-C、ISO による TR24750 などの配線および測定規格が決定された。いずれの規格も 500 MHz までの測定および対撚り線においてはエイリアン・クロストークの測定が必要とされる。

TSB-155

TIA の TR-42.7 分科会によって発行された、10GBASE-T 対応の配線ガイドライン。すでに敷設済みの Cat 6 配線を用いることを前提としている。この文書では、250 - 500MHz 間の要求性能やエイリアン・クロストークの測定方法などについて指針を示している。

カテゴリ 6A(Cat 6A)

2008 年の 2 月に TIA568B.2-10 として決定した。100 m 長で 10GBASE-T をフルサポートする。測定周波数帯域は 500 MHz で、対撚り線を用いた場合、エイリアン・クロストークの測定が要求されている。

カテゴリ 7

実際には、Cat 7 という配線規格は現在のところ存在しない。ISO/IEC11801 では、コネクタ等の配線部材性能を「カテゴリ」という言葉で区分しており、この内 Class F 配線で用いる部材を Cat 7 として区分している。

エイリアン・クロストーク

NEXT のように対間ではなく、ケーブル同士の間で発生する漏話現象。長い敷設距離に渡って、ケーブル同士が密着している所や、パッチ・パネルの隣接するモジュラー・ジャック間などで発生する。NEXT/FEXT と同様、エイリアン NEXT (ANEXT) とエイリアン FEXT (AFEXT) の 2 つがある。配線におけるエイリアン・クロストークの測定においては、PSANEXT と PSAACRF の 2 つについて、レポートが要求される。

PSANEXT

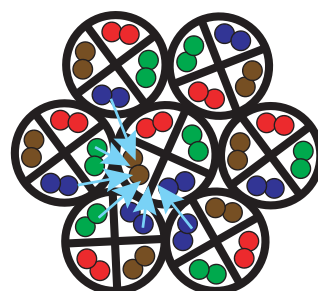
エイリアン・クロストークの影響を受ける被誘導対(被干渉リンク)に対して、その周囲に存在する誘導対(干渉リンク)から発生する ANEXT の電力和を示す。NEXT と同様、双方向からの測定が必要となる。

PSAACRF

被誘導対に対して、隣接する誘導対からの電力和とエイリアン FEXT (PSAFEXT) と、被誘導対の挿入損失の比。これも基本的な考え方は ACR-N と同じで、受信端における信号の S/N 比である。

シックス・アラウンド・ワン(6 around 1)

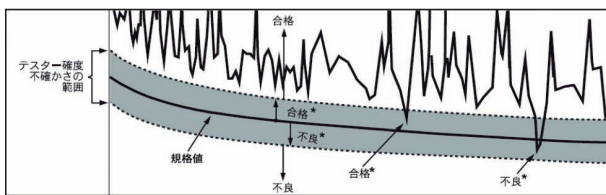
1 本の被誘導対(被干渉リンク)の周囲に 6 本の誘導対(干渉リンク)を密着するように結束した時に、理論上最も大きなパワーサム・エイリアン・クロストークが中心のリンクに対して発生する。実際の配線においては、エイリアン・クロストークが発生するリンクの組み合わせは無数に存在する。従って、最もエイリアン・クロストークの影響が大きくなる可能性があるリンクの組み合わせを探しだすことが、測定のスタートとなる。図のように密着した並行区間が長いほど大きなエイリアン・クロストークが発生するが、実際にはそのような状態は考えにくい。しかし、この考え方を基本として、実際のエイリアン・クロストークの測定対象となる被干渉リンクと干渉リンクを探していく。ただし、敷設済み配線のエイリアン・クロストークの測定においては 6 around 1 の規定は無く、基本的にパッチパネル上におけるモジュラー・ジャックの配列を基に干渉リンクに隣接するものを被干渉リンクとして選択する。



■その他

アスタリスク(*)付合否判定

測定結果が測定精度範囲内にある状態、つまり実測値が規格値に非常に近接している場合、測定器の精度のバラつき(誤差)により合否判定を誤る可能性がある。このような場合、合格および不良の表示にアスタリスクを付け、注意をうながす。合格であってもアスタリスク付きの場合は、他の測定器で測定したり、配線周囲の環境が変わったりした場合に再測定を行うと、不合格になる可能性があるため好ましくない。



マージン

LAN 配線測定の世界で言うマージンとは、規格値と実測値の差を指す。特に、メタル配線の測定においては測定周波数ポイントごとの実測値と規格値が異なるので、測定周波数によってマージンは異なる。測定規格で規定されている測定周波数の範囲内で、最もマージンが小さいものを最悪マージンと呼ぶ。規格値は通常、周波数が高くなるにつれ小さくなるが(挿入損失は逆)、実測値は上下の変動があるので、必ずしも高い周波数で最悪マージンが得られるとは限らない。測定レポートの内容については測定規格で規定しているが、レポート中に記載される実測値については、最悪マージンが得られた周波数での結果のみで良いとしている。(9 ページ参照)

3 dB/4 dB ルール

挿入損失が小さい場合には S/N 比が確保できるので、以下の様な免除事項がある。ただし、これらは測定器において自動的に適用される。

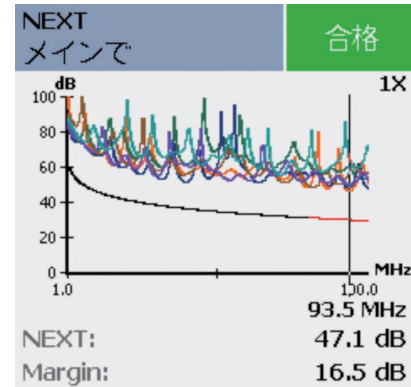
ISO の場合

挿入損失が 3 dB 以下の周波数においては、リターンロスの合否判定を行わない。また、挿入損失が 4 dB 以下の周波数においては、以下の測定項目に対して合否判定を行わない (Class EA, F, FA チャンネル/パーマネント・リンクについても同様の規定)。

	Class D チャンネル	Class E チャンネル	Class D パーマネント・リンク	Class E パーマネント・リンク
NEXT	○	○	○	○
PSNEXT	○	○	○	○
ACR-N			○	○
PSACR-N			○	○

TIA の場合

挿入損失が 3 dB 以下の周波数においては、リターンロスの合否判定を行わない。



ISO Class D における 4 dB ルールの適用例 (適用範囲は、規格値の線が黒く表示される。)

なお、測定周波数全体に渡って、これらのルールが適用される場合には、適用された測定項目自体がテスト・レポートに印字されないか、N/A (Not Applicable) と表示され、合否判定が行われない。

ファイバーテスト用語集

LAN 配線の測定で用いられる用語の解説 - 光ファイバー編

アダプター

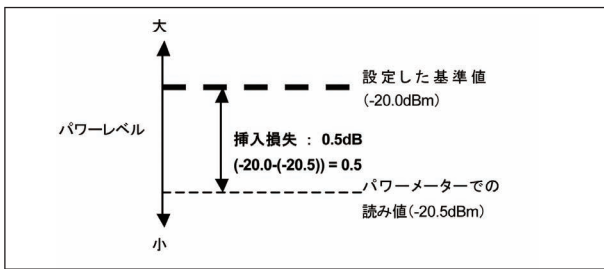
パッチ・パネルや成端箱等でプラグどうしを接続する、いわゆる J-J アダプター。測定では、2 ジャンパー法および 3 ジャンパー法で基準値を取得する場合に用いる。アダプターの中心には、双方のフェルールの勘合のための割スリーブが入っているが、割スリーブの素材としては、りん青銅やセラミックの一種のジルコニアがあり、硬度のあるジルコニアが基準値取得用には適している。また、最近ではさらに硬度がある割スリーブも登場しているため、そのような製品の利用が測定時には推奨される。

可視光源

一般的に 600 ~ 700 nm 程度の目に見える短波長を、光ファイバー配線に入力し、漏れる光により破断点等を検出したり遠端側の位置を確認したりするための光源。

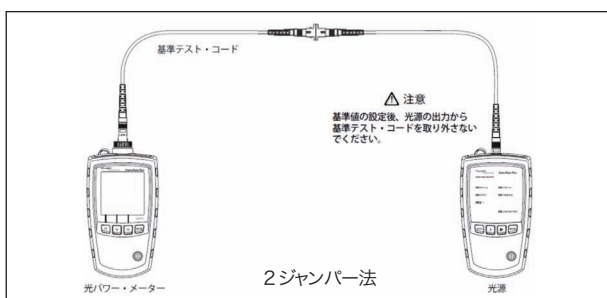
基準値(リファレンス)

光源とパワー・メーターによる損失測定値は、光源からの出力パワーを分母とし、パワー・メーターでの読み取り値を分子とした数値の対数で表される。この場合、分母の値として光源がどの程度のパワーを出力しているかを記録しておく必要があり、これを「基準値を取る」、「リファレンスを取る」と一般に呼ぶ。フィールド・テスターの場合、通常、駆動バッテリーの出力変動や測定環境の変化により、ある程度の光源の出力変動は避けられない(分母の値が変動する)。そこで、電源投入後しばらくおいた後、ある程度安定化した出力を基準値として用いる。それでも、光源の出力は時間とともに変動するので、長時間の測定作業の場合は途中で基準値を取り直すことにより、さらに確実な測定結果が得られる。なお一般的に、LAN 用のマルチモード光源の場合 -20.0 dBm 前後の出力である。



基準値の取得

フィールド・テスト開始前の基準値の取り方、および測定方法には 1 ジャンパー法、2 ジャンパー法、3 ジャンパー法の 3 種類がある。従来は 2 ジャンパー法が一般的であったが、最近では測定対象の挿入損失がより正確に測定できる 1 ジャンパー法が主流になりつつある。ISO/IEC 11801 に準じるファイバーの測定規格である ISO/IEC 14763-3 では、3 ジャンパー法が推奨され(1 ジャンパー法も例外として許可) TIA-568-C では、1 ジャンパー法が推奨されている。

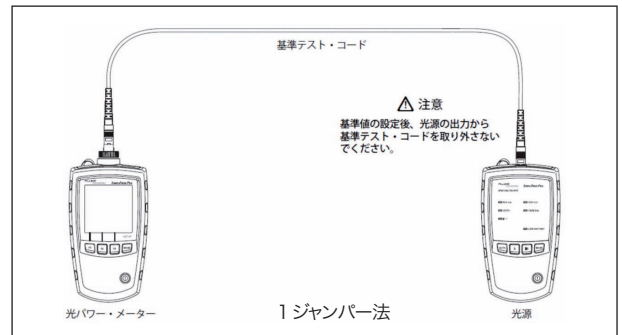


2 ジャンパー法

従来から用いられている基準値の取得方法であるが、現在では ISO, TIA ともにこの使用を推奨していない。2 本の測定用コードさえ変えれば、あらゆるタイプのコネクターに対応できるメリットがあるが、間に入るアダプターの脱着により基準値が変動し、測定結果の誤差が大きくなる欠点がある。

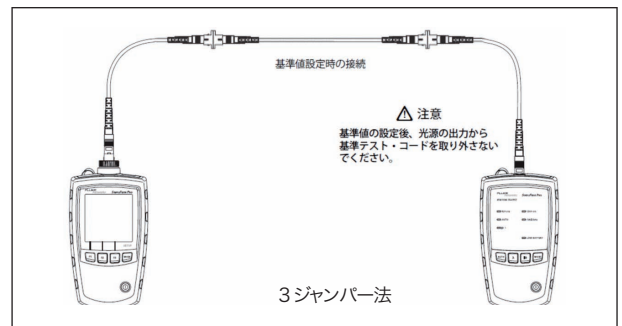
1 ジャンパー法

2 ジャンパー法と比べ、間に入るアダプターのような不確定要因が無いため、安定した測定結果が得られる。TIA で推奨している方法であり、ISO でも使用を認めているので、現在最も標準的に使える基準値取得方法である。3 つの方法の中で最も確実な測定が行えるが、測定対象物のコネクター形状に合わせて、パワー・メーター側のコネクターを換えなければならない。



3 ジャンパー法

ISO/IEC 14763-3 で推奨されている方法で、3 本の測定用コードを使用して基準値を取る。中央に入る測定用コードとアダプターを取り外すことにより光ファイバー配線においても、チャンネル、パーマナント・リンク測定の使い分けができる事が特長。このような利点がある一方で、基準値取得時にアダプターが 2 か所入るので、測定誤差が大きく、そのため測定用コードおよびアダプターにマスター・クラスの部材を用いなければならない、より正確な操作が要求される。また、合否判定値は接続点の数と全長から算出されるが、測定用ファイバーと測定対象物とのコネクターのかん合性能を考慮し調整値をプラスする必要があるため注意が必要である(DTX シリーズおよび Versiv シリーズでは、選んだ規格に応じて調整値を考慮した規格値を用いて合否判断を行う)。



屈折率

屈折率(n)は、「真空中の光の速度 ÷ ある物質中の光の速度」で表わされる。真空中の光の速度は 3×10^8 m/s で表される。これを基準として、他の物質中の光の進行速度を表すのが屈折率である(例えば、真空: 1.00、水: 1.33、マルチモード光ファイバー: 1.457、シングルモード光ファイバー: 1.471)。メタル配線測定における NVP に相当するパラメーターで、フィールド・テスターでは長さを正確に測るための重要な係数となる。

挿入損失

測定対象物に入射した光のパワーと、ここから出射される光のパワー比。光が伝送されている間に、どれくらい減衰したかを示す値。従来までは、減衰量 (Attenuation) と呼んでいたが、今は挿入損失 (Insertion Loss) という呼び方を用いる。

双方向測定

光ファイバー配線の測定では、その上りと下りで損失や反射率が異なる場合が多々ある。細い水道管と太い水道管を接続した場合を想像してみると、細い方から太い方へは、何の支障もなく水が流れていくが、その逆の場合には継ぎ目において問題が発生する。水流を光に置き換えるとファイバーにおいても同様で、継ぎ目において、大きな反射と損失が発生する。LAN における光ファイバー配線の場合には、通常2芯を使用し1芯あたり一方通行での上り下りの通信を行うので、測定も片方向だけで良いとされており各種の測定規格でも双方向での測定を要求していない。しかし、現場ではユーザーが誤って上り、下りを逆向きにして配線を利用する場合を想定して、双方向での測定を行う事も多い。また、WDM のように1芯で双方向の光伝送を行うようなアプリケーションにおいては、双方向での損失測定やリターン・ロスの測定が必要になる場合がある。

損失 (R->M) 合格 日時: 2004/04/12 12:18:17 午後 測定規格: JIS X5150-2004 OF-500 CH 規格バージョン: RCL 7 作業者: ADAMS, JOHN QUINCY DTX-1800(KT1002 v0.6000) モジュール: DTX-SFM(9550003) 校正日: 2004/03/12 DTX-SFM(9550004) 校正日: 2004/03/12 損失 (M->R) 合格	伝播遅延 (ns) 405 ケーブル長 (m) 100.8 合格 規格値 500 結果 1310 nm 1550 nm 減衰 (dB) 0.72 0.49 規格値 (dB) 2.00 2.00 マージン (dB) 1.28 1.51 基準値 (dBa) -7.68 -8.50	アダプター数: 3 スプライス数: 2 ジャンパーの種類: Singlemode ジャンパーの長さ1 (m): 2.0 ジャンパーの長さ2 (m): 2.0 ジャンパーの長さ3 (m): 0.2 基準値測定日: 2004/04/12 12:08:35 午後 1ジャンパー
	結果 1310 nm 1550 nm 減衰 (dB) 0.87 0.53 規格値 (dB) 2.00 2.00 マージン (dB) 1.13 1.07 基準値 (dBa) -7.42 -7.23	

双方向測定の例

測定精度

測定値のばらつき範囲のこと。一般的にフィールドで用いられるクラスのパワー・メーターでは、 ± 0.25 dB 程度の幅でばらつきがあるとされる。フィールドにおける損失の測定においては、これに加えて光源の出力変動による測定結果への影響も考慮しなければならない。光源の出力変動の要因としては、測定器周囲の温度変化やバッテリー電圧の変化などがあげられる。またマンドレルの項で説明しているように、測定用のパッチ・コードによる影響も大きい。

測定誤差

測定対象の測定値と真値との差。誤差が全く無い測定器は存在しないので、実際の誤差の値は、正確には把握はできないが予測はできる。

測定規格

LAN 配線における測定規格は、メタルと同じく TIA や ISO が用いられているが、IEEE 規格に基づく場合も多い。TIA や ISO では基本的に、「施工に用いた部材が、必要な性能を満たしているか」という観点から考えられているために、使用するファイバーの長さや接続点の数に応じて、挿入損失の合格判定値が変化する。従って TIA/ISO 規格に基づく合格判定を行う場合には、長さの測定と目視による接続点の個数の確認が必要になる。この方法は、距離の長短あるいは接続点数の多少が有るような場合でも、公平に合格判定をできるメリットがある。ただし、光信号が正常に伝送されるためには IEEE 規格による最大許容損失も、同時に満たしていなければならない。一方、IEEE の方は基本的に「ネットワーク機器の受光部分に適切なパワーが到達

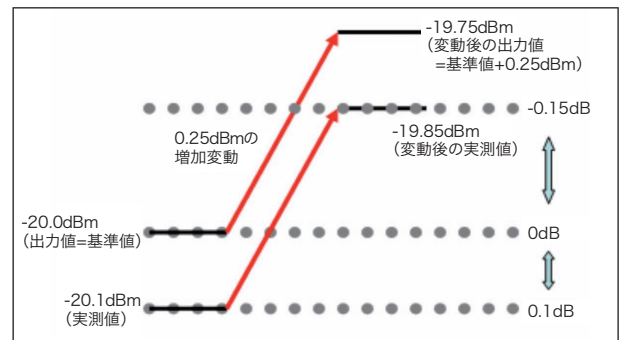
しているのか」という考え方なので、TIA や ISO と異なり、長さ、接続点の数に関係なく最大の許容損失値は一定である。この場合は、距離が短い場合には大きなマージンが得られるが、距離が最大規定長に近かったり接続箇所が多かったりした場合には、合格の結果が得られにくくなる。

パワー・メーター

配線の挿入損失を測定する場合の受け側として用いる。受光したパワーのみを、dBm や μW と言った単位で、表示するだけでなく、あらかじめ記憶させておいた基準値を測定値から差し引いて、損失を計算・表示するタイプの機器も最近ではよく用いられる。一般的に、パワー・メーターのセンサー自体の面積はファイバーのコア径と比べると比較的大きいため、パワー・メーターに接続される測定用ファイバーのコアと受光部で発生する芯のずれも、測定結果に影響を与えることは少ない。こうした特長を利用してさまざまなタイプのコネクタに接続できるように、パワー・メーターのコネクタを交換式とした製品は1ジャンパー法による基準値取得に適している。

負の挿入損失

挿入損失が正の数値で表現されるタイプの測定器において、測定結果として負の数値が表示される場合がある。これは大抵の場合、測定対象物の挿入損失が、測定器の測定誤差の範囲内にある場合に起きる。例えば以下の図のように、基準値設定時から光源の出力が0.25dBm増加したとすると、配線自体の損失は固定なので変動後の出力および実測値とも0.25 dBm 増加方向にスライドする。しかし、基準値は -20.0 dBm でパワー・メーターに記憶されたままなので -20.00 と -19.85 の差を損失として表示してしまう。この現象は基準値 (= 光源の出力レベル) の変動によって起こるので、基準値の取り直しを行うことで解消する。また、マンドレルの利用も有効である。



マイクロ・ベンディング・ロス

コアとクラッドの境目での微小な凹凸により発生する屈折率の変化で、屈折によりクラッド側に漏れる光が増えることで発生する損失。製造の過程で発生するものではなく、製造後の温度変化等で発生する構造のゆがみで生じるものを指す。

マイナス損失

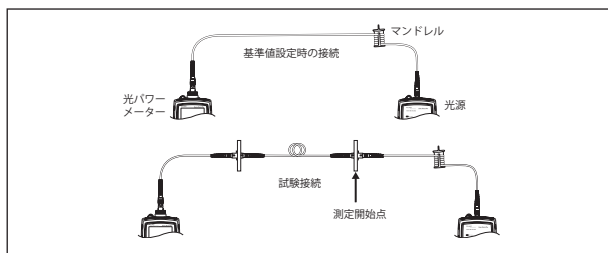
本ページ上記の負の挿入損失を参照

曲げ損失

光ファイバーの曲げにより、コアとクラッドの境界部分の光入射角が大きくなり、屈折によるクラッドへの光の漏れが大きくなることで生じる損失。測定用コードで発生する曲げ損失により、測定結果が不安定になる場合があるので、測定時には極端に測定用コードを曲げることは避けるべきである。

マンドレル

マルチモード・ファイバーの場合、その特性上、曲げなどにより入射光の一部がクラッド側に漏れてしまう。これにより、測定開始点（通常は、光源側の測定用光パッチ・コードの出力端）における光パワーが変動し、正確な測定が行えなくなる。このような、クラッド側に漏れる光を「高次モードの光」（または、不要モード）と呼ぶ。これを除去しコアの中心部分のみを通過する安定したパワーの測定光を得るものがマンドレルである。一定の径で故意に曲げることで、測定開始点までの高次モードの光をカットする。これにより安定かつ再現性に優れた挿入損失の測定が行える。励振器とおなじ用途であり、ダミー・ファイバーとは異なる。なお、光源に VCSEL を用いている場合やシングルモードでは、高次モードの光がほとんど発生しないので用いない。



使用例：光源側に挿入する

モード帯域幅 (MBW)

通信機器の光源から照射されるパルス光の周波数分布（スペクトラム）は広い範囲に渡るため、多くの情報をこれに載せることができる。しかし、モード分散によりパルス光の波形が変化することで、周波数分布は大きく制限されてしまう。入出力波形がどれくらいの周波数分布を持っているかは、光スペクトラム・アナライザーを用いれば容易に分かるが、こうした研究室向けの測定器を用いてフィールドで帯域幅の確認を行うことは現実的ではない。そこで、配線距離が長くなるのに比例して周波数分布が狭くなる特性を利用して、帯域幅を表すのがモード帯域幅である。MBW と略され、単位は MHz・km である。例えば、MBW = 400 MHz・km の光ファイバーがあった場合、その敷設長が 500 m だとすると、配線は 800 MHz の帯域幅を確保できる。このように、光ファイバー配線の帯域幅と敷設長には相関関係があり、特にギガ・ビット以上の配線の場合、光ファイバーが有するモード帯域幅によって最大長が異なる。したがって、施工に用いる光ファイバーのモード帯域幅には十分注意する必要がある。MBW は、ケーブル・シースに印字されている場合もあり、例えば、マルチモード・ファイバーで 400 × 500 MHz・km と表示されていれば 850 nm で 400 MHz・km、1300nm で 500 MHz・km と読み取る。

モード分散

マルチモード・ファイバーの場合、様々なモード（光の通り道）を経由して光が伝搬される。それぞれのモードの光が出力に到達するまでの時間は、伝搬距離がわずかに異なるので差異が発生する。このような現象をモード分散と呼ぶ。受信側の機器では、それらの信号を合算したものを受信信号として受け取る。したがって、距離が長くなればなるほど送信信号と受信信号の波形は異なり、その結果モード帯域幅は狭くなる。

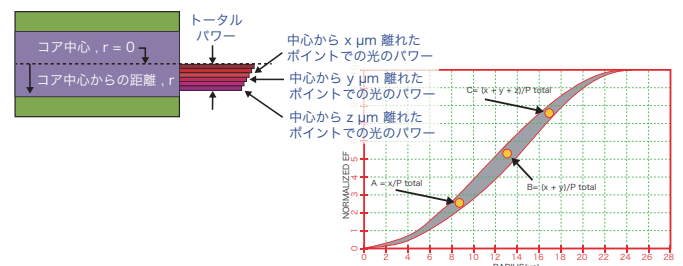
リファレンス

5 ページを参照。

Encircled Flux (EF)

マルチモード光源から出力される光のパワーの分布状態を示す指標。もし測定光のパワーがコア中心にのみ分布していれば、測定対象物の光ファイバー接続箇所ですれずれがあったとしても、それを損失としてパワー・メーター等で検出することは難しくなる。一方でコアの全体に光のパワーが分布していれば、わずかな軸ずれでも損失として検出

される可能性が高くなる。このように、マルチモード光源では光のパワー分布の状態によって、得られる損失の測定結果が異なる。こうした問題を避けるために考案されたのが EF である。EF は下図のように、横軸をコア中心からの距離、縦軸をコア中心からの距離 r までの同心円内のパワーとコアから出力される全出力パワーの比の関係で表す。この両者の交点は図中の網目の範囲内にある必要がある。これにより、出力される光のパワー分布を一定の範囲に規定することができる。この基準を満たした光源を用いれば、測定器のメーカーや製品の違いによって測定結果が異なるという様な事が避けられ、信頼性の高い損失試験結果を得ることができる。マンドレルも、同様の考え方から採用されたものだが、現在、規格上では EF の規定に準ずることが標準となっている。



ISO/IEC14763-3

ISO/IEC11801 に従って施工された光ファイバー配線の性能試験方法に関する規格。損失測定のための光パワー・メーター/光源、OTDR に対する必要事項や正しい使い方、また、フェルルン端面の検査方法についても別項目を設けて詳しく解説している。近年中に、JIS 化が予定されているが、現在の JIS X 5150 でも光ファイバー配線の試験については、これに従うよう記述している。

LSPM

Light Source and Power Meter の略で、光源と光パワー・メーターを組み合わせた光損失測定器を指す。ISO/IEC14763-3 で用いられる用語。



LSPM の例 (SimpliFiber Pro)

OLTS

Optical Loss Test Set の略で、光源とパワー・メーターを組み合わせた光損失測定器を指す。TIA 規格で用いられる用語。

TSB140

TIA/EIA により 2004 年 2 月に承認されたフィールドにおける光ファイバー配線測定のためのガイドライン。ガイドラインにつき、挿入損失など数値的な規定がされている訳ではない。可視光源、光ロス・テスト・セット、OTDR などフィールドで用いる測定器を対象に、推奨する測定方法や測定時の注意点などが説明されている。現在は、TIA-568-C.0 の一部となっている。

Tier1、Tier2

TIA-568-C.0 では、光ファイバー配線の性能測定方法として 2 段階のレベルを定義している。Tier1 では、パワー・メーターと光源を用いた損失測定のみについて、Tier2 ではそれに加えて OTDR による不良診断とイベント（損失や反射が発生している箇所）毎の性能評価を加えている。施工依頼者に対して、より詳細な試験結果を提出する場合には Tier2 までの試験を行う事が望ましい。

■OTDR 用語

OTDR

光パルス試験器とも呼ぶ。測定器本体より、光パルスを送入し、その反射光の往復時間および振幅により、配線のどこにどのようなイベント（次の項目参照）があるのかを調べる測定器。従って、原理上 LSPM と違い配線の片端に測定器を接続するだけで、各種の試験や障害箇所の探索が行える。なお、全損失の測定値は LSPM と比べると誤差が大きいため、測定内容によって OTDR と LSPM を使い分ける必要がある。

イベント

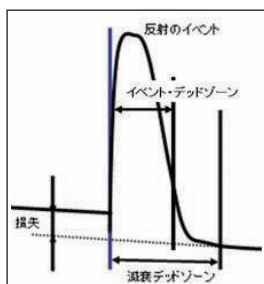
トレース波形において何らかの形状の変化が起きており、コネクタや融着による正常な接続点の他に、断線や曲げなど何らかの現象がおきている点を総称してイベントと呼ぶ。

イベント・デッド・ゾーン

2 点のイベントが一定以上の距離で離れていれば、トレース波形上では別個のイベントとして分離して表示することができ、それぞれの存在を認識できる。しかし、一定距離以下に近づくと、イベントの波形同士が重なりあって 2 つのイベントとして分離できなくなり、一つのイベントとして誤認識されてしまう。2 つのイベントがどれくらい近づいていても別個のイベントとして分離できるかを示すのがイベント・デッド・ゾーンであり、OTDR の性能を示す重要な指標である。

減衰デッド・ゾーン

OTDR では、各イベントにおける損失や反射率が測れる点が大きな特長であるが、損失は以下の図のようにイベント前後にある水平部分の高さの差から計算される。そのため、2 つのイベントの間に、ある程度の距離が必要である。イベント同士が近接しあってピークのすそが重なると、下図における点線の接点の正しい位置関係が取れなくなり、損失の算出が不可能になる。各イベントの損失が測定できるイベント間の最低間隔が減衰デッド・ゾーンである。



後方散乱

入射光がコアを構成する粒子に反射し、四方八方に散乱する（物理的には正確な表現ではないが、みかけ上はそのように見える）現象。散乱した光のうち、OTDR 側に戻っていく光のことを後方散乱光と言う。入射光と後方散乱光の割合を後方散乱係数と呼び、ファイバーの種類によって異なる。これの正確な値を OTDR に設定することで、光反射率等がより正確に測定できる。

ゴースト

トレース波形上に、測定対象物には存在しないイベントが表示されることがあり、これをゴースト波形と呼ぶ。品質の良くない反射率の高いイベントが存在することによって発生することが多い。ゴーストによるピーク波形は、

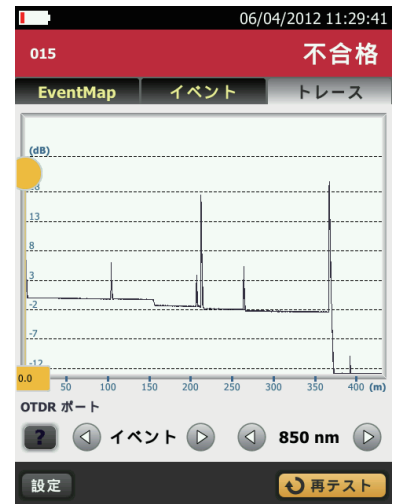
OTDR で自動的に識別されイベント・テーブルに表示されるが、その精度は機種によって異なり、必ずしも 100 % 検出される訳ではないので注意が必要である。

ダミー・ファイバー

ローンチ・ファイバーまたはランチ・コードとも呼ぶ。ダミー・ファイバーの最も重要な役割は、測定対象物と OTDR の接続点の損失を測定することにある。例えば、測定対象物の範囲がパーマメント・リンクであれば、ダミー・ファイバーとの接続点である J-J アダプター部分での勘合損失を測定するために必要となる。損失を測定するためには、トレース波形のイベントの前後に、ある程度長い距離の水平部分が必要になるので、イベントの左側の水平部分を作り出すためにダミー・ファイバーを接続する。なお、パーマメント・リンクの遠端部分の損失を測定するためには、同様の理由で遠端側にもダミー・ファイバーが必要となる。これを受信コードまたはテイル・コードと呼ぶ。

トレース波形

OTDR の基本的な機能で、横軸が距離、縦軸が dB からなる波形図で表される。縦軸はゼロを中心とし、それよりプラス方向に立ち上がる波形であれば反射のイベント、右下さがりになれば損失だけのイベントとなる。反射のイベントは、同時に損失も伴い、減衰デッド・ゾーンの説明図にあるようにピーク前後にある平面部分の高低差により各イベントの損失値を得ることができ。トレース波形は、同じ測定対象物であっても波長によって異なる表示をすることがあるので、2 波長以上に対応した OTDR の場合、各波長でトレース波形を表示させると配線の全体的な品質をより細かく把握することが可能になる。



イベント・テーブル

トレース波形表示に次ぐ OTDR の一般的な機能。トレース波形で表されている情報を分かりやすく表形式に置き換えたもの。トレース波形だけでは見落としていたイベントが、イベント・テーブルで見つかることも多く、特に長距離配線を測定した場合のトレース波形は、測定器の画面横幅の制限により近接しあったイベントの分離が視認では難しくなるのでイベント・テーブルによる確認は有益な手段である。一方で、数値のみでの表示のため、他のイベントとの比較がしづらく、この場合にはトレース波形による確認が有効である。

(m)	損失	反射	タイプ
211.89	0.17	-20.22	ゴースト源 ✓
160.22	適用なし	-50.41	隠れたイベント ⓘ
155.08	0.30	-49.60	反射 ✓
103.39	0.35	-44.13	反射 ✓
0.00	適用なし	-23.56	OTDR ポート ⓘ

LinkWare 出力レポートの解説(銅線編)

最悪マーゼン

NEXTの測定において規格値と実測値が最も接近している周波数での2値の差。測定規格:テスト時に選択した測定規格

ロゴ

ここは、測定を担当した会社等のロゴをビットマップ形式で自由に挿入可能。

規格バージョン

合格判定に用いた測定規格データベースのバージョン

ソフトウェア・バージョン

テスターを制御するソフトウェアのバージョン

NVP

ケーブル長の測定に関するパラメータ。デフォルトは69.0%を使用。

ケーブル長・伝搬遅延

ここでは、測定規格としてパラマウントリンクを選択、最大長は90m。長さの合格判定は最も短いペア、言い換えれば最も伝搬遅延時間の小さいペアで判定。

抵抗値

TIA規格では規定なし。

挿入損失

最も減衰が多かったペアでの実測値と、その周波数における規格値を表示。

最悪ペア

最悪マーゼン、および最悪値の結果が現れたペアを表示。

測定項目

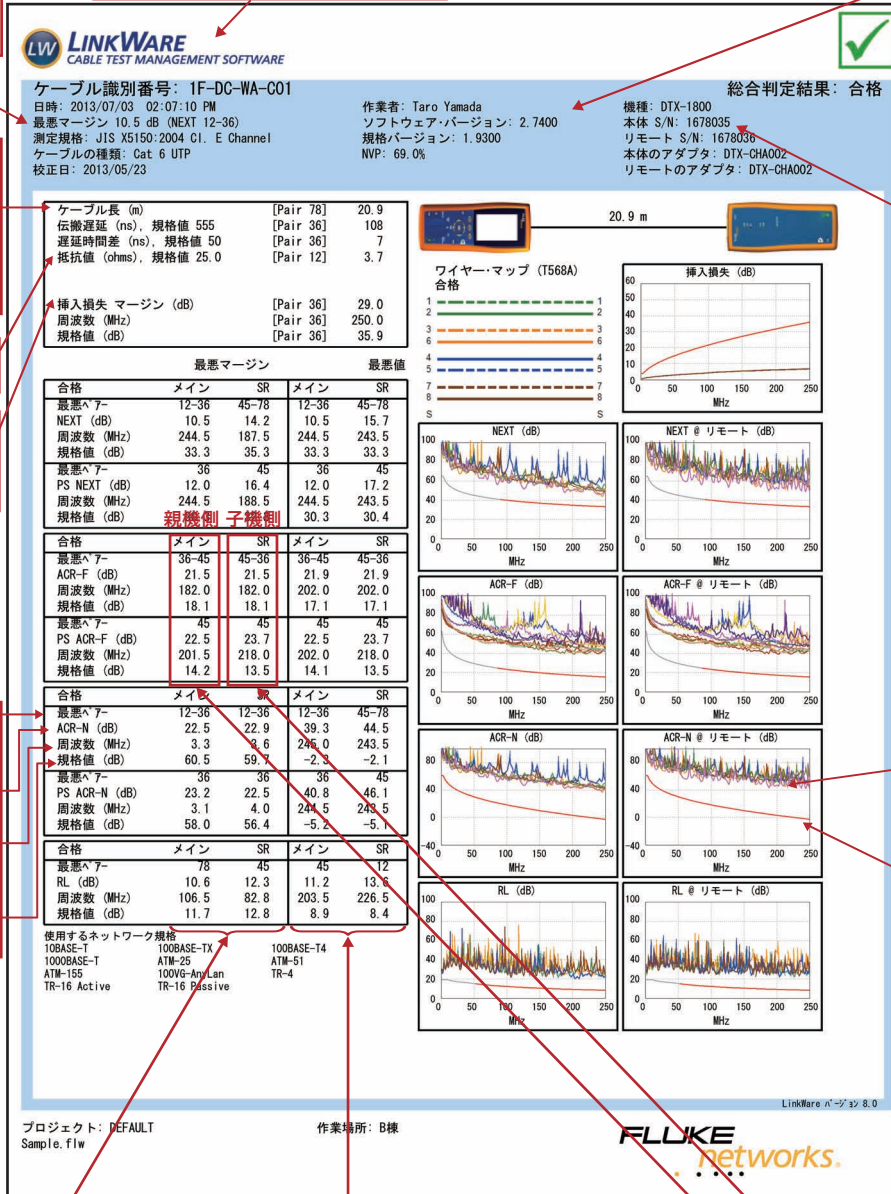
2行目は測定項目。

周波数

最悪マーゼン、および最悪値の結果が現れた周波数を表示。

規格値

上記の周波数における規格値。



テスター情報

使用したテスター機種と、そのシリアル・ナンバー、およびアダプターの種類を表示。

周波数特性図

DTX-1800では測定レポートに周波数特性のグラフを表示、全測定周波数帯に渡ってのマーゼンを直感的に参照可能。

実測値

4ペアそれぞれの結果が重なっているので見にくいかもしれません。

規格値

※ 挿入損失を除き実測値の線がグラフの上方にあるほど良い結果であると言えます。この規格値と実測値の線の間隔が最も狭いところが最悪マーゼンであり実測値の線が、グラフの最も下部に行っている部分が最悪値。

最悪マーゼン

この列では、各測定規格における最悪マーゼン(規格値と実測値が最も接近している状態)の状況を表示。測定規格では、この最悪マーゼンを性能確認のための最も重要な指標としている。

最悪値

規格値等に関係なく実測値において最も悪かった値を表示。

メイン/SR

測定項目によっては測定する方向によって結果が異なるものもありますので、本体側(メイン)から見た結果と子機側(SR)から見た結果の両方を表示。

LinkWare 出力レポートの解説(光ファイバー編)

テストした日付と時間

テスター情報
使用したテスター、アダプター、規格バージョンなどの情報を表示

n: 屈折率
テスターに設定されている屈折率を表示

測定方向
R->M(リモートから本体)
M->R(本体からリモート)

使用するネットワーク規格
本リンクにおいて対応可能な他の規格

基準値の取得方法

波長 (nm)
光の測定波長(単位: ナノメートル)
減衰 (dB)
光の減衰量測定値 (単位: デシベル)
減衰 規格値 (dB)
各規格で定められたリミット値
減衰 マージン (dB)
規格値と測定値との差 (規格値に対して測定値がどれくらい余裕があるかの度合い)
基準値 (dBm)
最初に測定した基準の光パワー (単位: ディビィエム) 極性はマイナス

テスター情報
使用したテスターと OTDR モジュールのシリアル番号

測定対象物の情報
測定したファイバーの長さ
と全体の損失

双方向測定による結果
双方向から測定した各イベントの損失値を平均化した結果

イベント・テーブル
各イベントの位置とそれぞれの損失および反射率

OTDR トレース波形
この例ではマルチモード 850 nm と 1300 nm 波長による測定結果