

optimize!
softing



情報配線認証試験 ハンドブック

発行元：原田産業株式会社 情報通信チーム

TEL 03-3213-8391

<http://infocom-psiberdata.haradacorp.co.jp/>

新境地への道



ローカルエリアネットワークの高品質メタル配線は、迅速で安全な情報通信を基本に形成されています。90年代、お客様は10・100メガバイト/秒の伝送速度に満足していました。しかしながら、今現在、そうではありません。今日、我々はLANについて、1～10ギガバイト/秒、データセンタ環境では特に約40ギガバイト/秒がメタル配線上で伝送されると考えています。次世代ワイヤレスLAN (IEEE 802.11ac) と解像度4K・8K HDTVのようなマルチメディア環境の最新技術では帯域幅を持たせており、したがって、メタルデータネットワークでは伝送速度がさらに新しい高い次元に到達しています。こうした品質の保証と高速メタルデータネットワーク機能の確実性を保証するために、ケーブルシステムの測定と試験を含めて考えていく必要があります、フィールド試験技術を用意しなければなりません。一方で、Cat8/8.1/8.2・Class I & IIも話題に上っています。これについても本ハンドブックの中で取り扱っています。

このケーブル試験ハンドブックの中で、我々はメタルデータネットワーク配線の測定・試験技術に関する全ての事項を要約してご説明しております。最初の課題は2007年3月に議題に上がりました。本稿では、それは既に、皆様の常識あるいは、通信工事会社様の測定環境の事例の中にあります。つまり、十分に理解できる情報を最新にして、常に手元に、すぐに見直せるということです。

このハンドブックによって、皆様のデータ配線敷設工事がより円滑に進むことを我々は心から願っております。

Dipl.-Lng.(FH)Thomas Huesch

技術サポート&トレーニング

Softing 社

目次

- 5. 第1章：歴史
- 5. イーサネットの進化
- 6. 通信速度の増加

- 7. 第2章：情報配線システム
- 7. ケーブル規格
- 7. 情報配線システム
- 9. カテゴリとクラス
- 12. 規格化の複雑な関係
- 12. それはすべて USA で始まった
- 13. 国際/欧州レベルで応用できる規格
- 14. 比較表が示すもの
- 14. 拡張されたコネクタ
- 15. 増え続けるケーブル要求事項
- 16. 他の伝送パラメータの考察

- 19. 第3章：測定技術
- 19. メタル配線の測定技術（新しい挑戦）
- 19. パーマネントリンクとチャネルの定義
- 21. 配線（ワイヤマップ）は正しいのか？
- 22. 直接電流抵抗ペア
- 23. 伝搬遅延時間と伝搬遅延時間差
- 23. 配線長の決定
- 24. RF 測定
- 25. ケーブル対の減衰
- 25. ケーブル対の近端漏話減衰量（NEXT Loss）
- 26. ケーブル対の反射減衰量（リターン・ロス）
- 27. ケーブル対の遠端漏話（FEXT）
- 29. 近端漏話減衰（ACR-N）
- 30. 遠端漏話減衰（ACR-F）
- 31. 電力和

- 31. 第4章：文書化／報告書の作成
- 31. 合否結果の文書化

- 33. 第5章：エラー解析
- 33. データネットワークのエラー解析
- 33. 配線エラー、間違ったコネクタ終端
- 34. DC 抵抗の欠陥
- 34. 対間の遅延時間差
- 34. 高い減衰、弱い信号？
- 35. データケーブルの漏話
- 36. リターンロスのエラー
- 37. ACR のエラー
- 37. PSNEXT のエラー
- 38. 質が決める

- 40. 第6章：パッチコード
- 40. パッチコードの測定技術
- 40. パッチコードとは
- 41. パッチコードの試験方法
- 43. M12 ケーブルの測定設備
- 44. 展望
- 44. スマートフォン/BYOD
- 44. テレビ/マルチメディア
- 45. 自動化技術
- 45. ワイヤレスネットワーク
- 45. クラウドアプリケーション

データ伝送の技術：規格・敷設工事・測定

ネットワーク技術の基礎：このハンドブックではデータ伝送技術について、ネットワークの進化・規格・認証試験・トラブルシューティングから報告書作成まで、詳しく考察していきます。今や広く知られているイーサネットが 40 周年を迎え、30 年前に IEEE802 が 802.3 規格と共にイーサネットの規格化を始めたことをご存知ですか。

コンピュータ、スマート TV、VoIP 技術を利用し通信システムを構築した電話回線システム（通信システム・アラームシステム）の使用は現代人の生活の必要な一部になっていますが、分離された通信ネットワークがそれぞれで稼働しなければならなかったのは然程昔の話ではありません。電話用ツイストケーブル、TV 用同軸ケーブル、初期のオフィス PC システムで使われる下手なデータケーブルです。今日、しかしながら、イーサネットは通信技術の中で最有力の規格としてその地位を確立しています。そして、さまざまな統制で同等に使われています。「イーサネット」という言葉は二つの意味を示します。物理層（ケーブル、コネクタ）と伝送プロトコルです。これらは、有名な TCP/IP の世界の基本を構築し、ネットワーク構成品の論理的な役割を担っています。このハンドブックでは、情報配線システムとして知られているイーサネット物理層に焦点を当てています。もし、貴方が技能に優れた技術者の方であれば、今まで情報配線システムの計画、敷設工事、認証試験と作業の実施で、いろいろと考えなければならなかったことでしょうか。優れた理解のために、今日のネットワークインフラの基本を始めていきましょう。誰もが、普遍的な情報配線システムと呼んでいますが、これは何を意味するのでしょうか、そして、どの規格が適切でしょうか。

第 1 章：歴史

イーサネットの進化

過去を紐解くために、まず、イーサネットの発明者であり、オースティン・テキサス大学の現教授である Bob Metcalfe 氏の言葉を引用しましょう。彼は次のように述べております。

「2013 年 5 月 22 日、ゼロックス社のパロアルト研究所で、我々はイーサネットの発明 40 周年を祝いました。現在、6 月 23 日、我々は IEEE802 によってイーサネットが規格化されて 30 周年を祝っています。もちろん、イーサネットは 1983 年から IEEE802.3 によって何度も規格化され、下位互換性への高いレベルでの保証をしながらも、2.94 メガバイト/秒から 100 ギガバイト/秒、同軸ケーブルやツイストペア・光ファイバケーブル・Wi-Fi、CSMA/CD バスネットワークからスイッチとワイヤレスアクセスポイントの驚くべき進化に協力してきました。1983 年、個人的には存じ上げないままイーサネットを購入する方が現れ、1985 年には存じ上げない方がイーサネットを開発していました。今日、さまざまな

方が、IEEE の開かれた規格化プロセスを利用し大きな成功を生み出しています。」(原文引用元：IEEE SA)

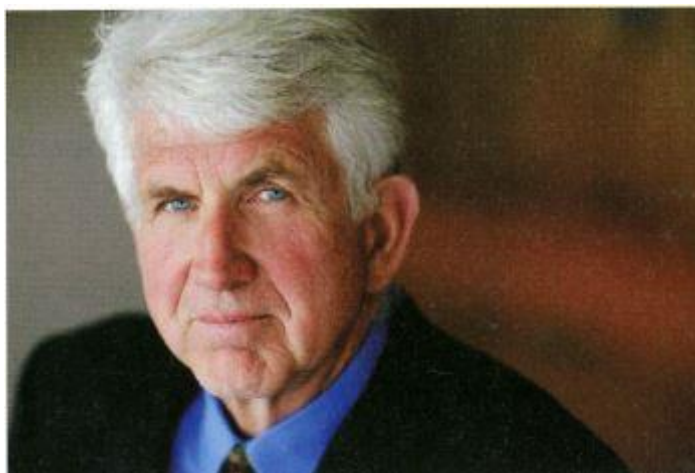


図 1：イーサネットの発明者 Bob Metcalfe 氏

通信速度の増加

同じことが通信速度でもいえます。図 2 の通り、通信速度は劇的に増え続けています。今日使われている平衡ツイストペアケーブル配線システムの発展は、過去 10 年間で飛躍的に進んでいます。一方、1995 年には伝送速度 100 メガバイト/秒のネットワークが敷設・稼働し、ネットワーク速度は今までの 100 倍に増えています。2000 年からは、メタル配線が基礎となるネットワークで伝送速度 1 ギガバイト/秒がデータセンタで最初に敷設・稼働しました。

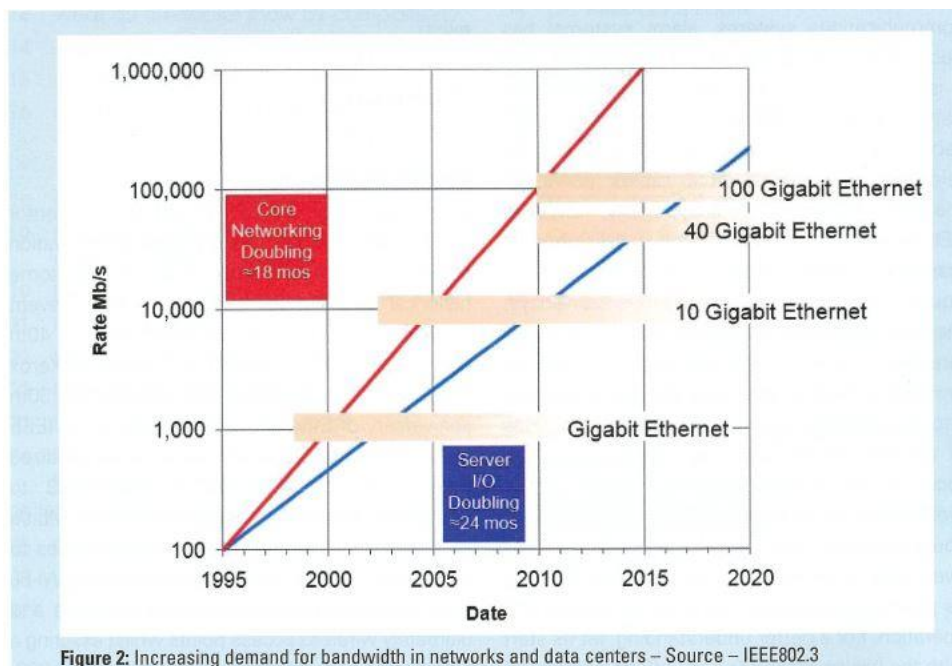


図 2：ネットワークとデータセンタでの要求帯域幅の増加 (引用元 IEEE802.3)

ここ数年、Cat6A/ClassEA・10ギガバイト/秒ネットワークが敷設・稼働しています。これらのネットワークはまず、データセンタを中心に立ち上げられ、高性能サーバからスイッチとストレージシステムに接続しています。しかし、こうした種類の発展は幾度も過去に散見され、今日のサーバが明日の我々のデスクトップになりえます。これは、コンピュータ性能と、要求されるネットワークの接続性にも当たっている話です。2010年6月17日、別の道しるべが現れました。IEEE 802.3ba です。これは40ギガバイト/秒と100ギガバイト/秒のイーサネットタスクフォースで、光ファイバ配線上での伝送速度40ギガバイト/秒・100ギガバイト/秒のための規格として発行されました。

第2章：構内配線

ケーブル規格

IEEE802.3bq ではメタル配線での40ギガバイト/秒の規格化作業を続けており（※2016年11月10日にANSI/TIA-1152-AとしてCat8規格が策定されました。ツイストペアケーブルの場合、2000MHzまでの電気特性を有したシールドケーブルです。AWG24サイズのケーブルではパーマネントリンクの最大長は24m、チャンネルの最大長は30m。）IEEE802.3は既に次の課題にも取り組んでいます。2013年4月2日、400ギガバイトのイーサネット研究グループが結成され、活動に伝送速度400ギガバイト/秒の規格の発展が挙げられています。

IEEE802.3 伝送技術で先に述べた規格では、イーサネット規格で設定された要求事項を満たすため、どのようにデータを伝送しなければならないかが記述されています。いわゆるケーブル規格は、基礎となるインフラに対処しています。一般的なビル配線としても知られている、音声・データ・ビデオ、制御等のような違うサービスのために利用される配線の基礎建築の計画の中で、インフラ設計とIEEE802.3で定義された伝送要求事項に基づく伝送特性を指定します。国際標準化機構（ISO）と国際電気標準会議（IEC）は国際規格ISO/IEC11801を承認しています。これは、配線システム共通のための規格で英語にて発行されています。北米では、配線設計は北米ANSI/TIA568C規格仕様に即しており、欧州の配線設計では、欧州規格EN50173仕様に即しています。

情報配線システム

情報配線システムはキャンパスの技術インフラの重要な一部を形成しており、3つの配線サブシステムに細分化されています。構内配線盤、ビル内配線盤、そして水平配線です。

構内幹線ケーブル（屋外配線が前提）

この配線サブシステム（図 3）はキャンパスの建物に接続し、構内配線盤（CD）からビル内配線盤（BD）までの接続と、冗長理由で、別建物の配電器間の推奨クロス接続配線の両方を含むキャンパス配線としても知られています。データアプリケーションで使うメディアは一般的に光ファイバケーブル（シングルモードまたはマルチモード）である一方、アナログまたは／もしくはデジタル電話技術のために、メタルケーブルは第一の選択肢です。VOICE Over IP(VoIP)としていわれるデジタル音声伝送は、公共の帯域幅ネットワークにある光ファイバ配線にほとんど使われていません。

ビル内幹線ケーブル

立ち上げ配線でビル内配線盤（BD）からフロア配線盤（FD）までに延長し、フロア配線盤の間にある推奨のクロスコネク配線も構成しています（冗長性が理由）。ビル内配線盤（BD）とフロア配線盤（FD）間の配線距離もしくは、立ち上がりエリアでフロア配線盤（BD）間が 100m 未満であれば、10 ギガバイト/秒の通信伝送速度は十分で、メタル配線は立ち上がりエリアで指定出来ます。しかし、個別フロア間で潜在的に違いがないことを保証しなければいけません。

図 3：構内配線のサブシステム

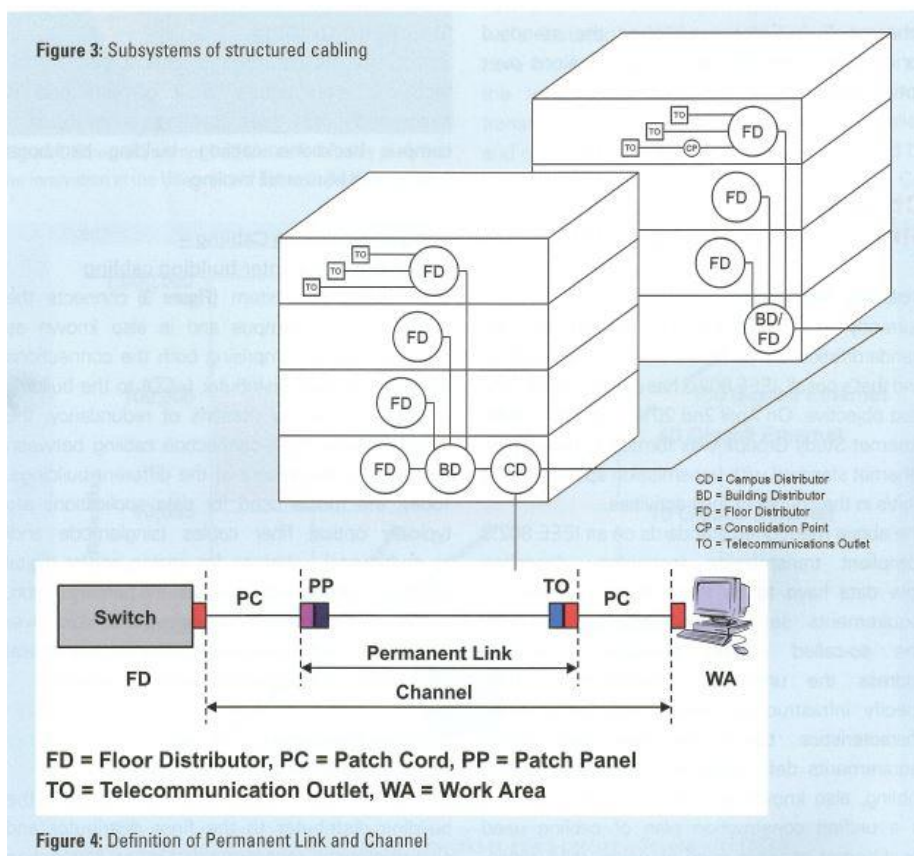


図 4：パーマネントリンク・チャネルの定義

水平配線（フロア上）

水平フロア配線でフロア配線盤（FD）からワークエリアまでに伸ばした配線を構成しています。使用メディアは一般的にメタル配線と光ファイバ配線（マルチモードのみ）です。ワークエリアでの最初の出力が Cat5e/Class D のメタル出力で、最低限として規格の要求条件を満たしている必要があり、より多くの出力がある場合、メタル出力 (Cat5e/Class D) またはデュプレックスファイバ（マルチモード）出力を選択することが出来ます。水平配線のチャネルの物理的な長さは 100m を超えてはいけません。構内幹線ケーブル、ビル内幹線ケーブル、水平ケーブルの組み合わせでの配線長の総合計はオフィス建物内で 2,000m を超えてはいけません。

新しいクラスとカテゴリ比較表

	接続機器					
	北米	Cat5e	Cat6	Cat6A	-	-
敷設 ケーブル	国際規格	Cat5e	Cat6	Cat6A	Cat7	Cat7A
	Cat5e	CAT5e	CAT5e	CAT5e	-	-
	Cat5e	Class D	Class D	Class D	Class D	Class D
	Cat6	CAT5e	CAT6	CAT6		
	Cat6	Class D	Class E	Class E	Class E	Class E
	-	-	-	-	-	-
	Cat7	Class D	Class E	Class EA	Class F	Class F
	-	-	-	-	-	-
	Cat7A	Class D	Class E	Class EA	Class F	Class FA

表 1：敷設ケーブルと接続機器

クラスとカテゴリ

情報配線システムは、特に水平配線のためにメタル配線で主に構成されています。まず、メタル配線について説明していきます。欧州・国際規格にしたがったクラス D、E、EA、F、FA のメタル配線と、米国規格にしたがったカテゴリ Cat5e、6、6A が一般的に使われています。この関係でクラスとカテゴリは何を意味しているのでしょうか。クラス (Class) とカテゴリ (Cat) は伝送能力と配線リンクの構築を説明しています。チャネルは配線、接続機器と特定カテゴリのパッチコード（ジャンパ）で構成されています。これらの配線と接続機器がパーマネントリンク（ネットワーク配線の固定部分）を形成するために符合させる際、パッチコード（ジャンパ）を加えることで、チャネル（端末から端末の伝送経路）を形成します。これが、国際・欧州規格で性能「Class」、米国規格で性能「Cat」と特性づ

けられたもので、過去に混乱を多く招いた表示方法です。表 1 は両者の関係性を表示しています。

一般的に、接続中の最下位のリンクが原則として適用され、全体の能力を決定づけます。たとえば、Cat5e 性能の構成品に Cat7A ケーブルを使用しても、Cat5e (Class D) チャンネルの性能しか発揮しないということです。

カテゴリ (Cat) とクラス (Class)		
周波数 (MHz)	ANSI/TIA	ISO/IEC/CENELEC
100	Cat5、5e	Class D
250	Cat6	Class E
500	Cat6A	Class E _A
600	-	Class F
1,000	-	Class F _A
1,600	-	Class F _A
2,000	Cat8・Class II	Class I・Class II

表 2：周波数、カテゴリ (Cat)、クラス (Class) と Class I・II の関係



Psiber Data GmbH 社 取締役社長 Soren Schnapka 氏

個々の帯域幅はどのように確認することができるのか？

Cat8 は新たな性能のレベルなのか？

将来に求められるものとは何か？

現在までに誰もが気づいていること：ネットワークをより迅速にしていくという要求は日に日に拡大し、データセンターや幹線だけに限ったことではなくなりつつある。マルチメディア世界の水平上には新たなアプリケーションが常にあり、帯域幅を求める声は小さなホームネットワークでも止みません。今日のネットワーク設計者は常にケーブル設計でアプリケーションの一步先を見据え、妥協してはいけません。やがて、Cat8 は多数のセクターで標準ケーブルとして広く採用されるでしょう。さあ、よりよい準備を。

クラス (Class) とカテゴリ (Cat) はより高い周波数の規格で特性づけられています。一例として、上記の表 2 をご参照ください。Class E_A/Cat6_A は、500MHz と、Cat5e と Class D の 100MHz の周波数規格を持ち合わせています。これまでで最高の ISO・EN 規格の Class F_A は 1,000MHz 周波数規格ですが、これの同等となる規格が ANSI/TIA にはありません。

長い間、1,000MHz の Class F_Aは 40 ギガバイト/秒の“未来の” 伝送速度に十分対応できるだろうと考えられていました。一方、さまざまなワーキンググループの努力によって、1,000MHz は決して十分ではなくなりました。

新しいクラス (Class) とカテゴリ (Cat) の比較			
Class Fa の拡張版 1600MHz	Class I 2,000MHz	Class II 2,000MHz	Cat8 2,000MHz
Cat7 _A 標準 構成品	Cat6A の拡張版 構成品	Cat7A の拡張版 構成品	Cat6A の拡張版 構成品

表 3 : Class F_A拡張版と Cat8

IEEE について

IEEE は世界で最大の技術協会で、公共の利益を求めて技術と雇用を促進させる目的で成り立っています。発行書籍や会議・技術規格・教育活動の最先端において、IEEE は、さまざまな分野において広く高い技術力を発揮しています。現在では、宇宙開発、コンピュータ、通信、バイオメディカル技術、電気、エネルギー、一般電化製品が含まれています。

IEEE 規格協会について

IEEE 規格協会 (IEEE-SA) は IEEE の一部であり、規格を成立させるための組織として国際的に認知されています。IEEE-SA はオープンで統一されたプロセスを通じて、規格を検討・発行します。産業に携わる参加者が活動し、多くのグループが存在しています。IEEE の規格は、仕様と、現代の科学技術と知識を元に標準化された手順を定義づけしています。IEEE-SA のポートフォリオは、900 以上の応用規格から成り立ち、500 以上の新しい規格原案が検討されています。

用語

CSMA/CD

イーサネットのバスシステムでアクセス制御を設計するための用語。キャリアセンスマルチプライアクセス/コリジョンディテクション

ANSI/TIA

米国国家規格協会/米国通信工業会。8 ピン RJ45 コネクタのコンタクトを含む。規格の発行組織。規格はコンピュータネットワークとイーサネット (10Base-T、100Base-TX、1000Base-T) 等で採用されている。

パーマネントリンク/チャネル

水平配線、永久に敷設されたデータ配線・両端パッチコードジャンパを含む配線要素の定義。

TCP/IP

トランスポートコントロールプロトコル/インターネットプロトコル。4 層目・3 層目の伝送プロトコル (OSI 準拠) データ伝送技術の実施形態。

2012 年 12 月、ANSI/TIA の TR42.7 ワーキンググループはさらに高い帯域幅へ最初の一步を踏み出し、2,000MHz 帯域幅の Cat8 への作業を開始しました。この提案は汎用性のある

接続技術である RJ45 を基本とし、Cat6A の強化版でありながらも、減衰の割合が高いメタルケーブルゆえにチャンネル長は 30m に短くなりました。同様に ISO のワーキンググループも次世代配線技術へ提案を行いました。

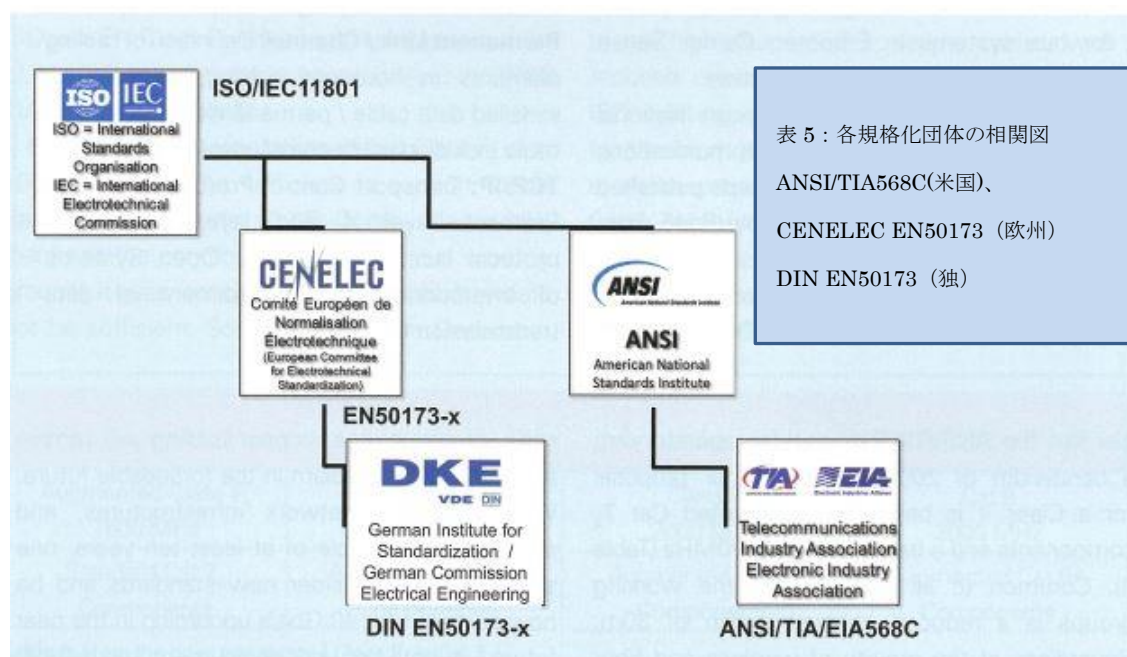
その一つは、伝統的な Cat7A 構成品と 1,600MHz の帯域幅への検討です。他にも、Class I は、Cat6A の拡張版にある汎用性の高い RJ45 コネクタに基づき焦点を合わせています。これも 2,000MHz の帯域幅で作業するためであり、ANSI/TIA 提案に非常に似ています。さらに、Class II の提案では、Cat7A 構成品の強化版と 2,000MHz 帯域幅に基づいています (表 3 参照)。

ワーキンググループの提案すべてに共通していえることは、チャンネル長が 30m に短くなったことです。無線と光ファイバインフラの成長にもかかわらず、いまだにメタル配線は予見できる未来でも最も使われる手段を維持しています。ネットワークのインフラを設計する際、少なくとも 10 年のライフサイクルを家庭し、新しい規格を常に検討すべきで、40 ギガバイト/秒の近い将来、そのネットワークの展開と試験のためにも準備を整えておくべきです。

規格化の複雑な関係

メタル情報配線システムの伝送構成品と性能クラスに関連した規格の構築について、詳しくみていきましょう。まず、米国規格と国際規格の違いに細心の注意を払うべきです。これまでは、現時点で最高の Class FA 規格が定義されていますが、Cat 8 と Class I・II が追加されています。どちらに関係性があるのか、そして、どの点が規格のポイントになっているのか。

図 5 では、各規格化団体の関係を示しています。



この文脈では、ISO/IEC11801 はすべての配線規格の“母親”のように考えられていますが、一方で ANSI/TIA や EN のような“子供たち”は時折少し前に急ぎ気味で、“母親”のような立場にある ISO/IEC が追い付かなければいけない状況があります。原則的には、ISO/IEC11801 は国際的に応用可能な規格で、90 か国以上（35 のメンバー国と 57 の立会国）が情報配線システムの課題に取り組んできました。

それは USA から始まった

米国規格 ANSI/TIA 568C は、コネクタとケーブル両方、これらの構成部品が合わさることで形成される伝送チャネルをカテゴリ（Cat）として定義しています。（表 4 参照）。一般にこの規格では Cat5e から Cat6A までの性能レベルを説明しています。100～500MHz の周波数帯域を参考にして、10・100 メガバイト/秒、1 ギガバイト/秒、10 ギガバイト/秒の通信伝送規格を提供しています。最新の追加事項は、性能レベル Cat8 です。拡張された Cat6A 構成部品と Cat8 ケーブルで、周波数 2,000MHz で伝送能力 40 ギガバイト/秒に十分対応できると考えられています。表 4 は表 1 の延長になります。現在まで、定義の規格要求事項は、物理的に 1,000MHz 周波数規格・10 ギガバイト/秒のビットレートで終結し、1980 年代の規格創世記を考えると、莫大な数字がそこにあることが分かります。

国際/欧州レベルで応用できる規格

国際/欧州規格 ISO/IEC11801 と EN50173 はコネクタとケーブルの能力特性を明示しています。ここで、Cat5～Cat7（構成部品向け）のカテゴリと、伝送チャネル用のクラスを整理してみます。Class D（2002）から F_Aは、100～1,000MHz 周波数幅で明示され、10 メガバイト/秒、100 メガバイト/秒、1 ギガバイト/秒、10 ギガバイト/秒のスピードでデジタルデータ伝送のために使用されています。

・ Class I : Cat8.1 ケーブル（F/UTP : ホイルド/アンシールドツイストペア）と、拡張版 Cat6A 構成部品

・ Class II : Cat8.2 ケーブル（S/FTP : スクリーンド/ホイルシールドツイストペア）と、拡張版 Cat7A 構成部品。40 ギガバイト/秒伝送のために設計

2 種類の違う規格があります。

1-1) Cat8（米国）＝拡張版 Cat6A コネクタと Cat8 ケーブル。Cat6A（表 5）と下位互換性をもつ。

1-2) Class I（国際/欧州）＝拡張版 Cat6A コネクタと Cat8.1 ケーブルは ClassE_A（表 6）と下位互換性をもつ。

2) Class II（国際/欧州）＝拡張版 Cat7A コネクタと Cat8.2 ケーブルは ClassF・F_Aと下位互換性をもつ。

周波数、カテゴリ、クラス、アプリケーション

周波数 (MHz)	ANSI/TIA/EIA カテゴリ	ISO/EN/DIN ク ラス	アプリケーション
100	Cat5e	Class D	10,100 メガバイト/秒、1 ギガバイト/秒
250	Cat6	Class E	-
500	Cat6A	Class EA	10 ギガバイト/秒
600	-	Class F	-
1000	-	Class FA	-
1600	-	ERW ClassFA	40 ギガバイト/秒
2000	Cat8	Class I & Class II	40 ギガバイト/秒

表 4：カテゴリ (USA) とクラス (国際規格)：Cat8 ケーブルはどこに並ぶのか？

8		敷設ケーブルとコネクタ					
		コネクタ					
ケ ー ブ ル		Cat5e	Cat6	Cat6A	-	-	Cat6A 強化版
	Cat5e	Cat5e	Cat5e	Cat5e	X	X	Cat5e
	Cat6	Cat5e	Cat6	Cat6	X	X	Cat6
	Cat6A	Cat5e	Cat6	Cat6A	X	X	Cat6A
	-	X	X	X	X	X	X
	-	X	X	X	X	X	X
	Cat8	Cat5e	Cat6	Cat6A	X	X	Cat8

表 5：コネクタと敷設ケーブルの下位互換性 (ANSI/TIA 米国規格)

8.1		敷設ケーブルとコネクタ					
		コネクタ					
ケ ー ブ ル		Cat5e	Cat6	Cat6A	Cat7	Cat7A	Cat6A 強化版
	Cat5e	Class D	Class D	Class D	Class D	Class D	Class D
	Cat6	Class D	Class E	Class E	Class E	Class E	Class E
	Cat6A	Class D	Class E	Class EA	Class EA	Class EA	Class EA
	Cat7	Class D	Class E	Class EA	X	X	X
	Cat7A	Class D	Class E	Class EA	X	X	X
	Cat8.1	Class D	Class E	Class EA	X	X	Class I

表 6：コネクタと敷設ケーブルの下位互換性 (ISO/IEC 国際規格)

8.2		敷設ケーブルとコネクタ
		コネクタ

		Cat5e	Cat6	Cat6A	Cat7	Cat7A	Cat6A 強化版
ケーブル ブル	Cat5e	Class D	Class D	Class D	Class D	Class D	Class D
	Cat6	Class D	Class E	Class E	Class E	Class E	Class E
	Cat6A	Class D	Class E	Class EA	Class EA	Class EA	Class EA
	Cat7	Class D	Class E	Class EA	Class F	Class F	Class F
	Cat7A	Class D	Class E	Class EA	Class F	Class FA	Class FA
	Cat8.2	Class D	Class E	Class EA	Class F	Class FA	Class II

表 7：コネクタと敷設ケーブルの下位互換性（ISO/IEC 国際規格）

(

比較表が示すもの

S/FTP ケーブルを使う場合、ISO/IEC 国際規格ではクラス D からクラス II（表 7）まで全てのリンククラスを途切れることなく実装させることができますが、F/UTP データケーブル（表 6）を使う場合、ANSI/TIA 規格 Cat8（表 5）を使うことを考えると、ある種のコネクタとケーブル間の互換性がない（実行困難、規格化されていない）ことが発生します。その結果、Class F と FA の要求事項は果たせません。表 5 と表 6 のチェックマーク (X) は、コネクタとケーブルの使えない組み合わせを示しています。最悪の場合、Cat 6A（表 5）と Class EA の性能を満たしただけで終わります。提供物で選択した構成で作業を参加した場合、したがって、どの規格を選ぶべきかを考えることが重要です。

拡張されたコネクタ

Cat6A（ANSI/TIA）、Cat6A（ISO/IEC）、Cat7A（ISO/IEC）それぞれの拡張されたコネクタは何を意味しているのでしょうか。

Cat6A（ANSI/TIA）/Cat6A（ISO/IEC）の拡張されたコネクタ：

主な特長は、拡張された Cat6A と Cat6A コネクタは Cat6A と Cat6A の伝統的な RJ45 コネクタにそれぞれ基づいておりますが、2,000MHz に対応するよう性能は向上しなければいけません。本来の RJ45 は伝送帯域 3MHz の設計と考えられていましたが、現在では既に Cat6A と Cat6A バージョンで最大 500MHz

で使われており、最大 2000MHz での使用も検討され、稼働を期待されていることに非常に驚きを感じます。にもかかわらず、コネクタサプライヤの技術者は確信をもって稼働することを提案しています。率直に申し上げると、2、3 年前に誰 RJ45 コネクタが 500MHz に対応できると誰が信じていたのでしょうか。我々は、将来の 2000MHz 対応に再び拡張バージョンで RJ45 コネクタをみることになります。

Cat7A（ISO/IEC）の拡張されたコネクタ：

既存 Cat7A コネクタの強化版である、拡張された Cat7A コネクタ構成品についてですが、随分と良い状況になっています。例えば TERA、GG45 あるいは ARJ45 コネクタは 2,000MHz 対応に修正されています。GG45 コネクタを除いて、これらのコネクタは RJ45 とは無関係であり RJ45 コネクタの下位互換性もないので、状況は簡単に想像できると思われれます。(備考：GG45 の仕様は、RJ45 と下位互換性があるジャックについて述べておりピンペア 3-6 と 4-5 をジャックの逆サイドに移して ARJ45 コネクタを使用する際、Cat7A 特性を示しています。

増え続けるケーブル要求事項

ケーブル敷設時に大変な課題が待ち受けています。ツイストペアメタルケーブルの減衰は、周波数と共に大幅に増加するからです (図 6)

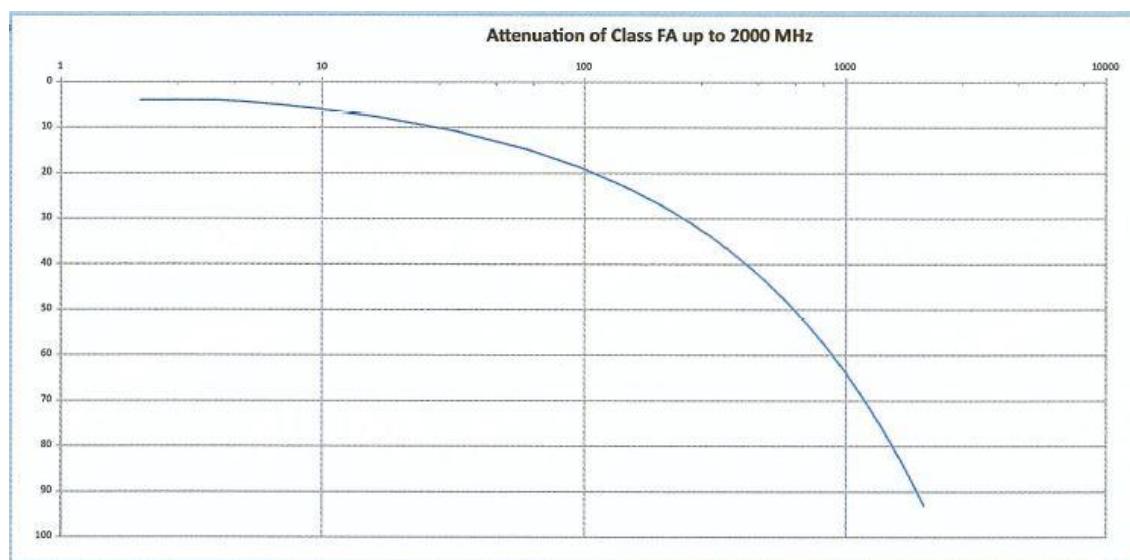


図 6 : Cat7A/Class FA 信号周波数の減衰カーブ

2,000MHz の Class FA の 100m チャンネルの減衰は既に約 95dB です。このような数値は稼働中の設備の使用範囲を超えているため、Cat8・Cat8.1・Cat8.2 を超える効果的な伝送減衰を減少させる方法がありませんでした。使用範囲へ減衰を獲得する唯一の方法は長さの負荷軽減です。Cat8/Class I・Class II 伝送、基準チャンネル長が 30m であることは 100m チャンネルの放棄を意味します。

もう一つの直面している問題はエイリアンクロストークです。隣接したケーブル間での漏話現象です。エイリアンクロストークは、ケーブルが連続して密接している場合や、隣接ケーブルの同色対が接近している場合に発生します。

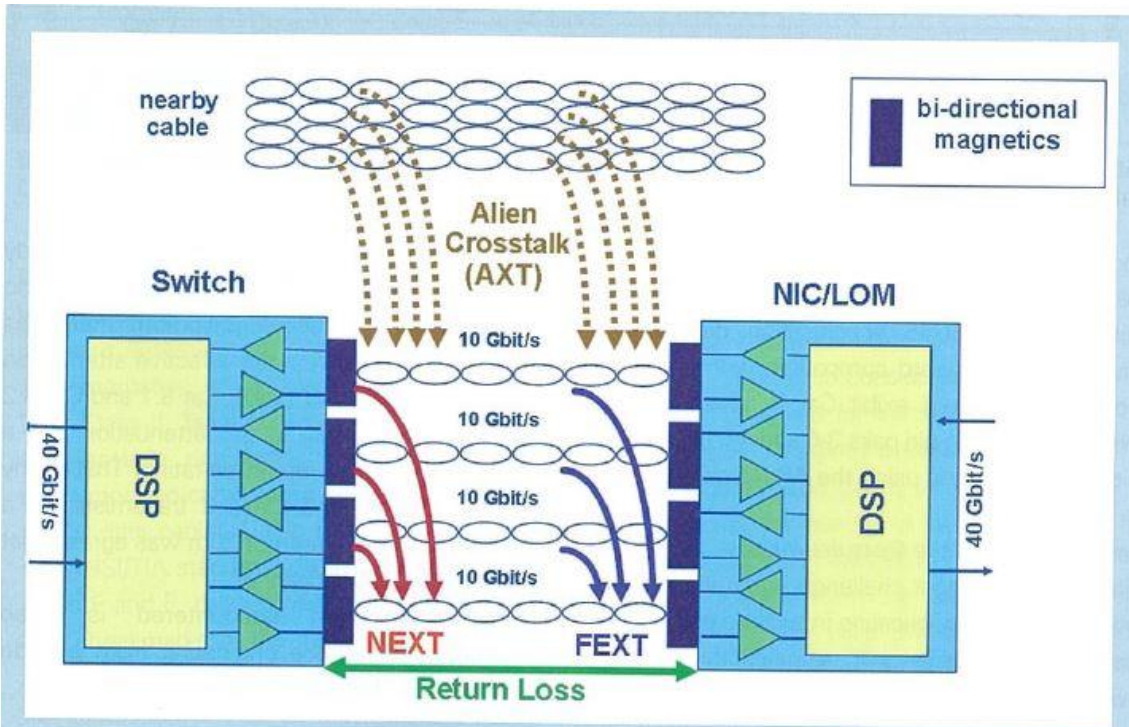


図 7 : 平衡上のデータケーブルとノイズパラメータの概略図



図 8 : カテゴリ 8.1 F/UTP データケーブル



図 9 : カテゴリ 8.2 S/FTP データケーブル

伝送速度 40 ギガバイト/秒の規格化団体ワーキンググループすべてで、シールドケーブルシステムの使用について、議論されています。UTP ケーブルの最も強い提唱者（米国規格団体のメンバー含む）でさえ、Cat8 でのシールド配線を検討しています。ISO/IEC は Cat8.1（図 8）用 F/UTP ケーブルと、Cat8.2 用 S/FTP ケーブルについて議論しています。（図 9）備考：あまり目立ちませんが、各ワイヤペア長が僅かに違い、その結果、漏話の影響を改善しています。

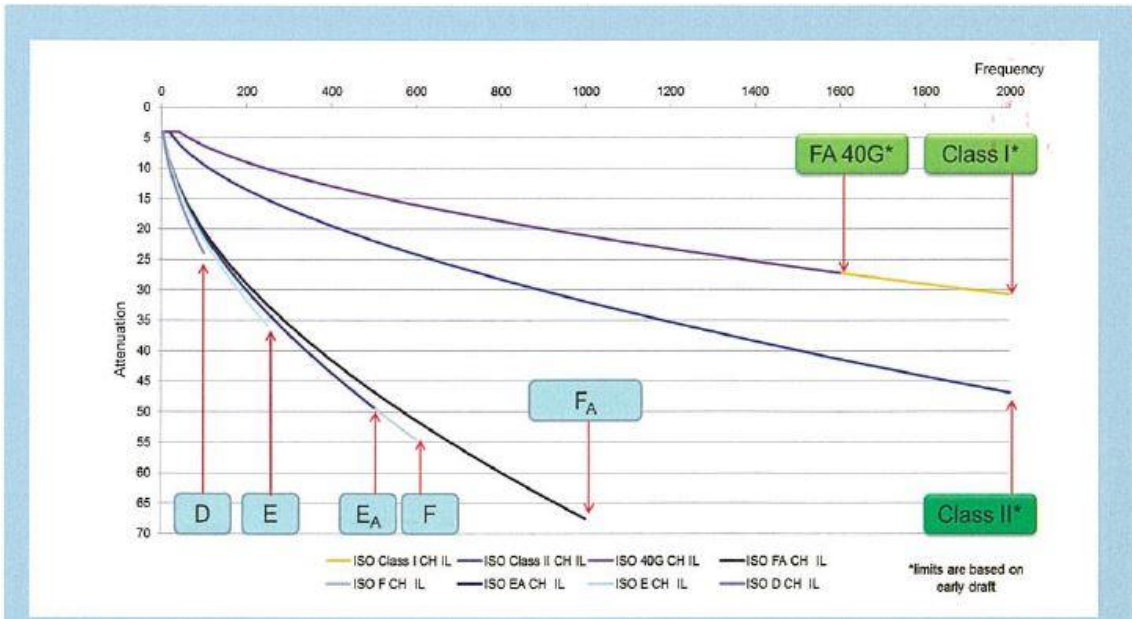


図 10 : ISO/IEC カテゴリクラスの減衰規格 (Class I ・ Class II 配線、Cat8.1 ・ Cat8.ケーブル)

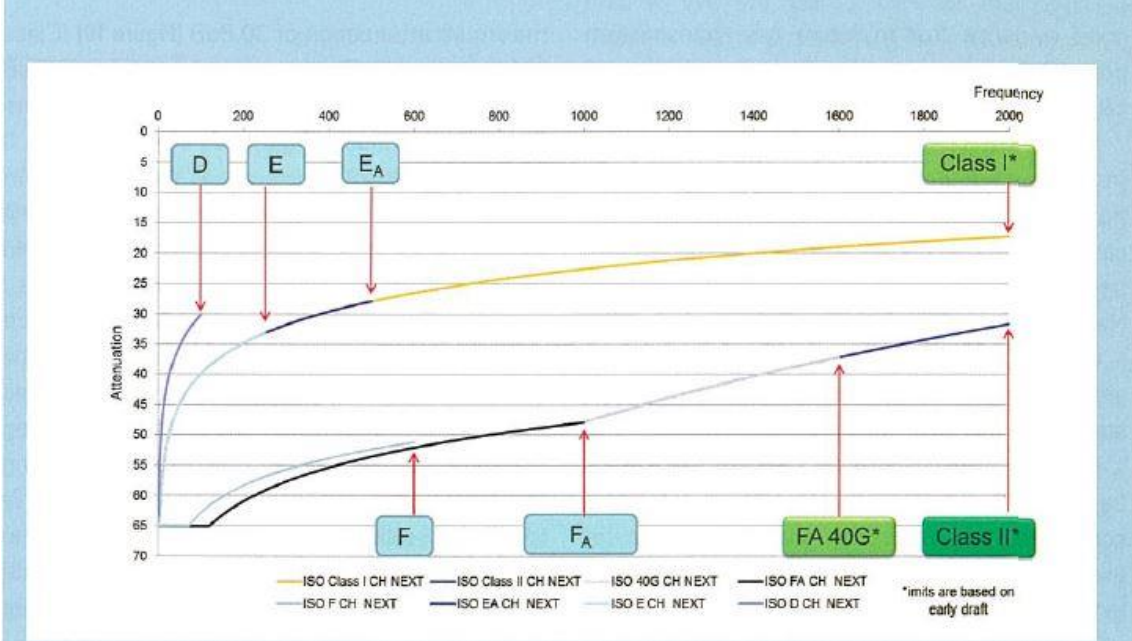


図 11 : ISO/IEC カテゴリクラスの NEXT 規格 (Class I ・ Class II 配線、Cat8.1 ・ Cat8.ケーブル)

他の伝送パラメータの考察

高いレベルの減衰と漏話感度を考慮に入れると、将来、新しい伝送性能のクラスはもっぱらシールドケーブルを使う可能性が高く、その十分な証明になっていると考えています。

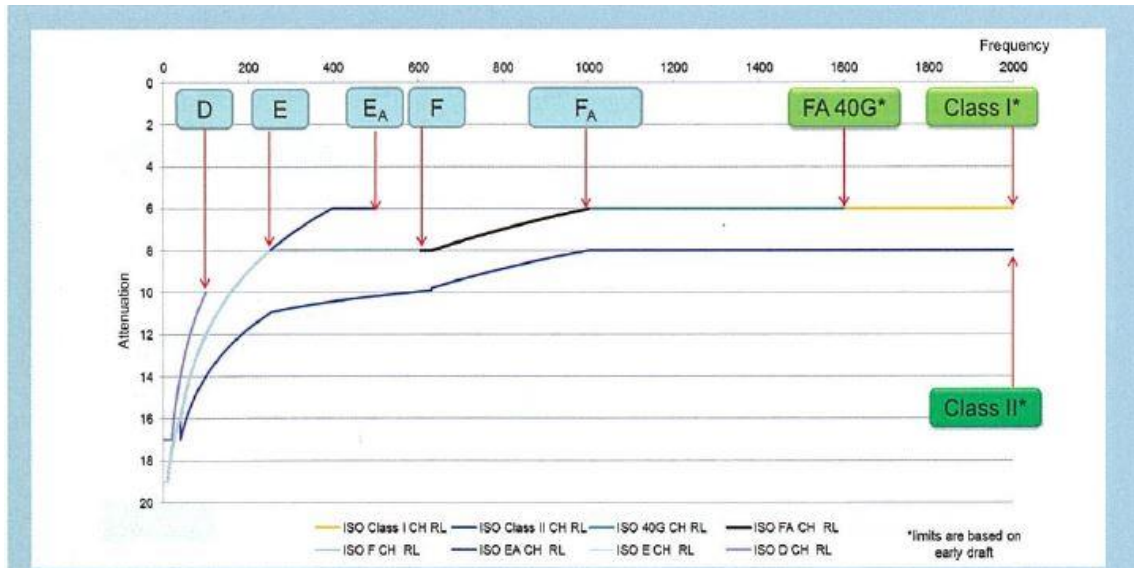


図 12 : ISO/IEC カテゴリクラスのリターンロス規格 (Class I・Class II 配線、Cat8.1・Cat8 ケーブル)

各カテゴリ/配線クラスの伝送パラメータをみてみます。通信伝送配線の伝送性能は多くの他の伝送パラメータに依存しています。主なパラメータは、近端漏話 (NEXT) とリターンロス (RL) です。

Cat8、クラス I とクラス II は先述の通り、既存の伝送規格の強化版です。

ANSI/TIA Cat8 について、Cat6A の現在の伝送パラメータのほとんどは、2,000MHz の周波数で計算されており、一例を挙げると、短い長さの Cat8 のロスリミットは 35.6dB です。その状況は、Class I・Class 2 にかなり似ています。2,000MHz のクラス EA・FA の計算値では 30.8dB の最大減衰をもたらします (図 10) (Class I)。

NEXT の最小値 (図 11) は 17.2dB (Class I) と 31.7dB (Class II)、リターンロスの最小値 (図 12) は 6dB (Class I) と 8dB (Class II)。



CommScope 社 副会長 Simon C. Cowley 氏

規格適合がなぜ重要なのか？

国際的配線規格への適合は、そのインフラが特定アプリケーションに対応し、最小限に適合した電気設備を使用している際でも、そのインフラが特定アプリケーションに対応していることを保証しています。エンドユーザーは設備で使用するトランシーバーを必ずしも指定するとは出来ません。そのため、配線規格を通じて作られた設計マージンはアプリケーションとエンドユーザーのデータを守ります。

化プロセスで、たくさんの仕事がワーキンググループの前に積み上げられているようにみえますが、メタル配線上の 40 ギガバイト/秒伝送の伝送規格と関連配線規格が批准されるまでに、そんなに長く待つ必要はないでしょう。現在まで、これらの規格の既存の実装が、データセンタの配線・伝送システムに主に集中しています。ウルトラ HD に関連するデータアプリケーション、高解像度の映像環境を定義する規格も同様に理解する必要があります。この目的を果たすために、相当量のデータをデータセンタに伝送しなければならない、より大きな帯域幅を要求します。しかしながら、このような発展は過去にも既に見受けられたので、今日のサーバはいずれ明日のデスクトップになり、40 ギガバイト/秒もまた水平配線で要求されるでしょう。

第 3 章：測定技術

メタル配線の測定技術：新しい挑戦

現在、メタル配線の測定技術を詳細に検討しています。有名な測定パラメータについて話を始め、続けて、最大 2000MHz の新しい伝送クラスのメタル伝送システムに要点を置いた測定要求事項について話をしていきたいと思えます。新しい伝送クラスは新しい挑戦を測定器においてます。最大 2000MHz への対応は最低限として、経験が述べるように、新しい伝送能力クラス Cat8・Class I・Class II (ISO/IEC 規格) を少し超えたものです。正しい測定がなされるために、適当な測定器が必要なだけでなく、正しい試験の設定が同様に重要です。不運なことに、これに関しては多くの混乱があり、間違いのある測定を引き起こし、不正な試験結果に終わる可能性があります。ここで、チャンネルとパーマネントリンク測定について協議します。これは何を意味するのでしょうか。

伝送路の定義

規格は常にチャンネル (パーマネントリンク+パッチコード) を定義しています。チャンネルは端末から端末への伝送経路で稼働設備間にあり、例えば、片端のスイッチから、もう片端のネットワークインターフェイスカード (NIC) に該当します。

チャンネルパートとは何でしょうか。チャンネルは敷設ケーブルを含み、このケーブルは敷設工事会社によって据えられます (通常は引張り)。さらにいえば、通信室にある接続ハードウェア、主にパッチパネルやモジュールがパッチパネルフレームに装着され、ワークステーションアウトレットやモジュールが、ワークエリアに敷設されたフェイスプレートにあります。これらの永久的に導入されたケーブルの一部は、規格によって、パーマネントリンクと呼ばれています (図 13 を参照)

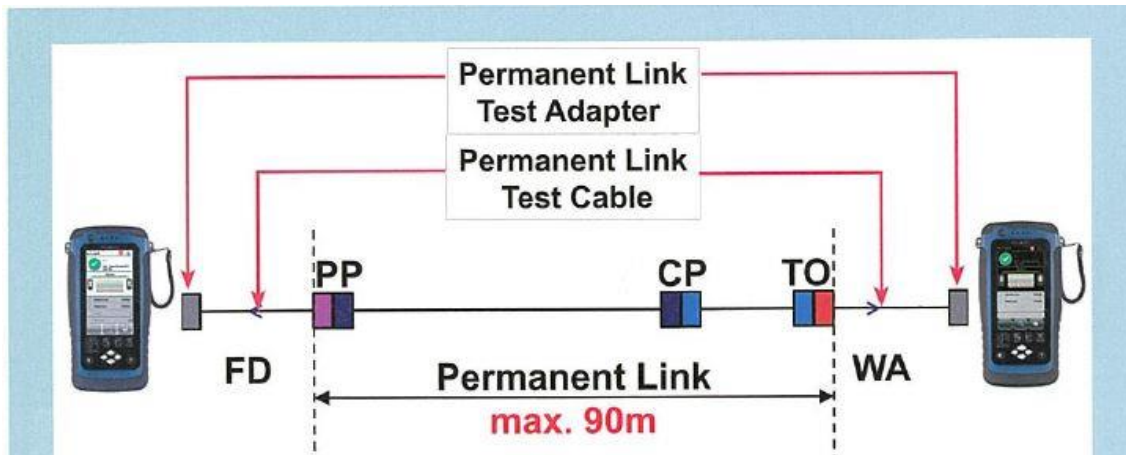


図 13 : パーマネントリンク試験の設定 : CP=調整点、フロアタンク

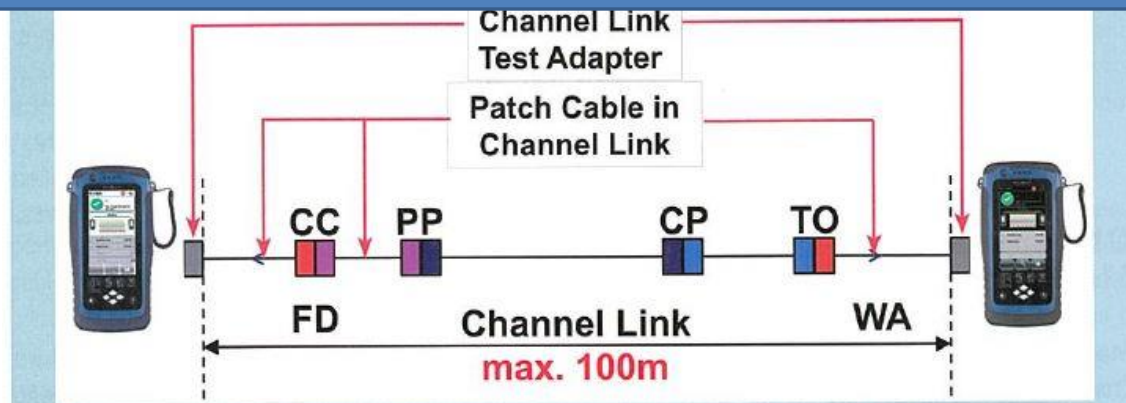


図 14 : チャネル試験の設定 : CC=クロスコネクト、フロアディストリビュータの追加パッチパネル

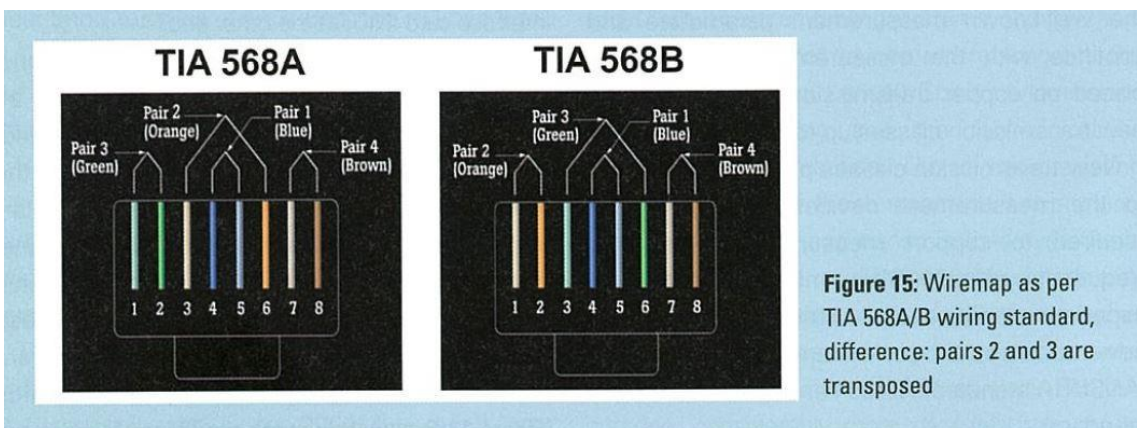


図 15 : TIA568A/B ワイヤ規格によるワイヤマップ (違い : 対 2 と 3 が入替)

パーマネントリンクに、通常フロアディストリビュータで、追加の CP（調整点）があり、各オフィススペースに役立つ特殊な例があります。これらの構成品全てはパーマネントリンクの一部になります。

最後にジャンプもしくは調整可能なパッチコードをパーマネントリンクの両端末に接続した場合、完璧なチャンネルが成立します。このコードは、のちにネットワーク作業中に使われるパッチコードと同じです。このパッチコードを外して別のコードに交換した場合、規格で、チャンネル検証の新しい測定方法を決めます。通常パーマネントリンクは敷設後に手を加えることがないことから、敷設完了後の認証試験がパーマネントリンク測定のように実施されることを意味しています。

不幸なことに、敷設後に認証試験を行う工事会社が、別の 2 本の 2~5m 長のパッチコードを使って測定器にチャンネルアダプタを搭載し、図 14 のチャンネル測定方法では不正確な測定結果を生み出してしまう可能性があることをわからずに試験することは結構頻繁に起こります。パーマネントリンクの高価なテストコードのコストを抑えるために、こうしたことを実施したり、また一方で、実施された各パーマネントリンク測定のこの 2 本の追加パッチコードによって、ケーブル長の測定結果が曲げられたりするから不正確な結果が出てきます。さらには、標準 RJ45 コネクタが付いたパッチコードの耐久性や商品寿命には限りがあります。約 750 の符合サイクルについては保証されており、これは、テストコードが極めて耐久性・寿命が限られていることを表しています。

そのため、低品質パッチコードでの迅速な測定では、NG の認証試験結果を生み出すだけです。パーマネントリンクテストコードで高品質 RJ45 コネクタを付ければ、寿命サイクルでは最大 10,000 回（現在）です。幾分高めめのテストコードの買い物ですが十分意味があるということです。

話題は変わりますが、測定パラメータに変更はありません。今までは、ケーブルリンクの特性が測定されて決定していました。（P.25 参照）。他の特性はフロア配線盤（FD）で時々発見されます。クロスコネクタ（CC）と、永続的に接続された稼働設備です。稼働設備に直接継ぎされず、クロスコネクタ上で実施されます。（次の項目で測定の詳細について記載）

配線（ワイヤマップ）は正しいのか？

敷設中に発生するワイヤの間違いの割合は欠陥リンクの約 90%です。ワイヤマップを試験する際、ケーブル両端のワイヤと対の正しいピン割り当てを確認します。TIA568A もしくは TIA568B ワイヤコードによるワイヤ構成は図 15 に表示しています。配線は以下の内容を試験します；個別のワイヤの正しい継続性（図 16a）・オープン回路とショート回路（シールド含む）、反転：各ワイヤ（図 16b）と対（図 16c）・対分割（16d）。対分割の欠陥は反転の際に発生します。たとえば、両端の 1 と 3（ケーブル中の白い配線）です。いくつかの単純な構造のワイヤテスト（LED 表示のみ等）であれば、配線の継続性を示す電気抵抗を試験できず、配線が接続された際に、結果的にこうした欠陥を発見できません。たとえば、1 と 1、2 と 2、3 と 3 等です。周波数を試験するだけであれば、影響下にある対間の NEXT（近端漏話）レベルを見つけることは可能です。ワイヤの間違い（対分割を含む）のためにワイヤマップを試験する方法は、高いレベルのワイヤ試験機（ワイヤマップ）を使うことです。

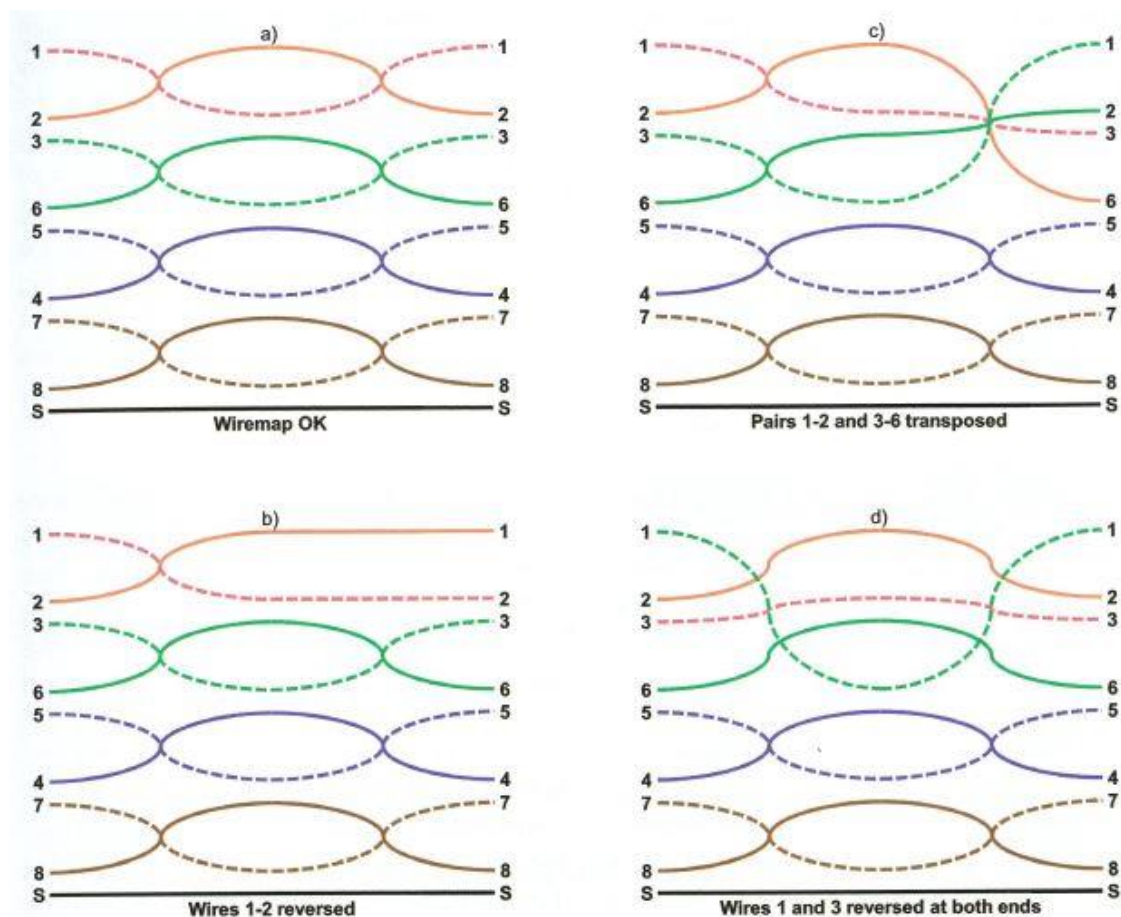


図 16：ワイヤマップとワイヤエラー：(a) ○ (b)× 対反転 (c) ×対交差 (d) ×対分割

直接電流抵抗ペア

ケーブル対の直接電流抵抗の試験は、不適當なコネクタ・アウトレット成端でワイヤの接触がうまくいっていないかを検証するために役立ちます。この目的のために、測定器は一定の電流（2～3mA）をケーブル対に印可し、対の終端はショート回路になり、どれだけの電圧になるのかを測定します。対の抵抗値はオームの法則から計算されます。

$$R = \frac{U}{I} \quad [\Omega]$$

（注 R=抵抗値、U=電圧、I=電流値）

加えて、ケーブル認証では最大差を計算し、この結果を表示します。ケーブル対の抵抗の規格値を超えてはいけません。たとえば、ANSI/TIA568C、ISO/IEC11801、EN50173 にある Cat5e～Cat6A、ClassD～ClassF_Aにある伝送チャンネルです。

伝搬遅延時間と伝搬遅延時間差

伝搬遅延時間の試験では、ケーブルリンクの一端から他端までの信号の伝送に必要とされる時間を測定します。伝搬遅延時間はケーブルの長さに依存します。しかしながら、伝搬遅延時間差はより重要な数値で、1ギガバイト/秒以上のデータレートに関していえば、4対すべてが伝送に同じ時間で使われます。したがって、受け側の片端にて信号を単一のデータの流に再構築するために、ペア間の時間差は Cat5e/ClassD から Cat6A/ClassE_A では 50n 秒、ClassF/ClassF_A では各 30n 秒を超えないことになっています。

配線長の決定

配線長の測定は、先述の通り、決められた要求事項ではありませんが、顧客への費用請求の基本として、工事会社はこれを一般的に使います。したがって、配線認証測定器は配線リンクの長さも決定します。実際には、国際メートル法あるいは今日のメートル定義にしたがった測定器で正しい配線長を測定します。もちろん、敷設されたケーブルリンクでの長さ測定は不可能です。他の選択肢として、配線上にあるメートルのマークから長さを読むことですが、これは何かとトラブルの元になるので、違う方法が必要です。既に測定器が出来ることは、配線リンクの片端から遠端までの伝搬遅延時間を測定することです。伝搬遅延時間の測定結果と、配線の電気信号の速度から、配線リンクの長さを計算することは可能です。

配線の速度：電磁波は真空状態では光速で移動します（他の状態では少々遅くなる）。伝搬漏延時間と自由空間での速度から長さを割り出すためには、一般に NVP (Nominal Velocity of Propagation : 公称伝搬速度) 値といわれる数値を知る必要があります。この情報は、ケーブル製造者から提供されるか、50m のような実際の長さの配線で認証測定器を使って入手します。そして、配線試験中に測定器の配線 NVP 設定にこの数値を打ち込むと、配線長は次の公式から測定器によって計算されます。

$$l = t \cdot NVP \cdot c$$

L=配線リンクの長さ、t=伝搬遅延時間差、c=光速 (299 792 458m/s)

RF 測定

4 ペア情報配線の高周波特性はその品質で決まります。一般的な情報通信配線の品質試験について、IEC61935-1/EN61935-1 規格では、配線システム (P.30 参照) での測定をどのように実施するかの手順を提案し、ANSI/TIA568C/ISO/IEC11801/EN50173 規格では一般的な工場内での伝送の設計についてのガイドを提供しています。EN50174 では敷設の要求事項を定義しています。

ケーブル対の減衰

配線リンクの RF 減衰は該当する配線カテゴリ/クラス (例: Cat6A/ClassEa 最大 500MHz) の周波数レンジで測定され、長さ、使用配線のワイヤクロスセクションに依存します。ケーブル対の減衰は、対に入る信号 (入力信号) とリンク遠端で受け止める信号 (出力信号) を dB で表現された対数比率になります。(図 18)。

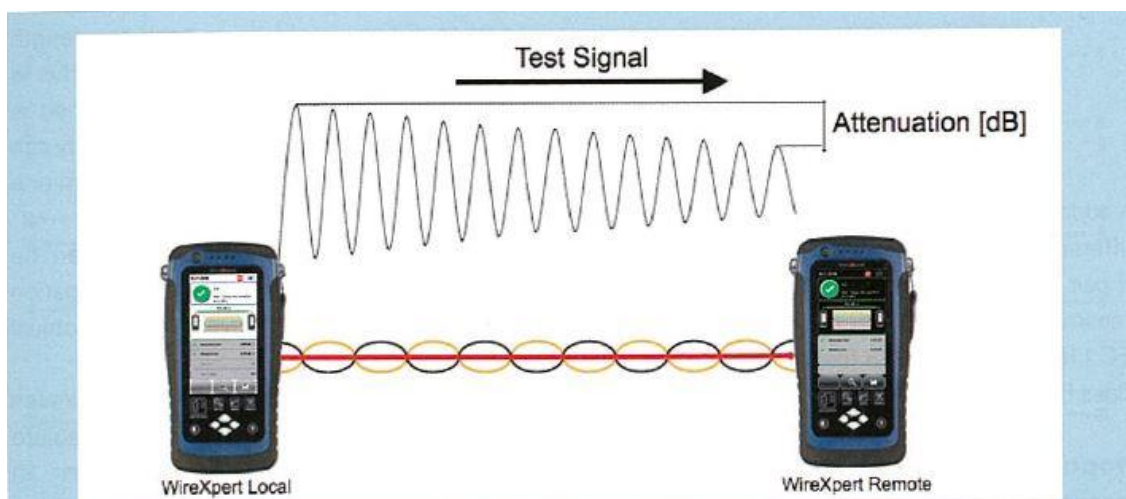


Figure 18: Attenuation measurement of data cabling It is calculated using the formula

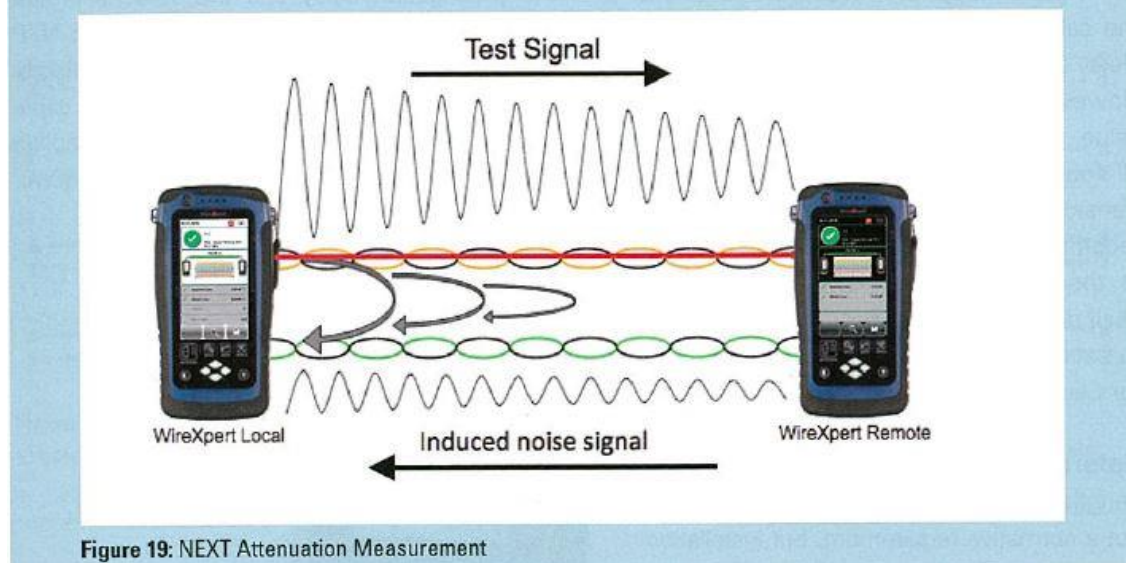


Figure 19: NEXT Attenuation Measurement

これは次の公式を使って計算され、dB で表現されます。4 つの減衰値の最大値は

$$D(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{U_A(f)}{U_E(f)} \right) [dB]$$

配線リンクの評価に使われます。現代の認証測定器ではプロットとして対の測定値も表示され、結果は保存されます。

ケーブル対の近端漏話減衰量 (NEXT Loss)

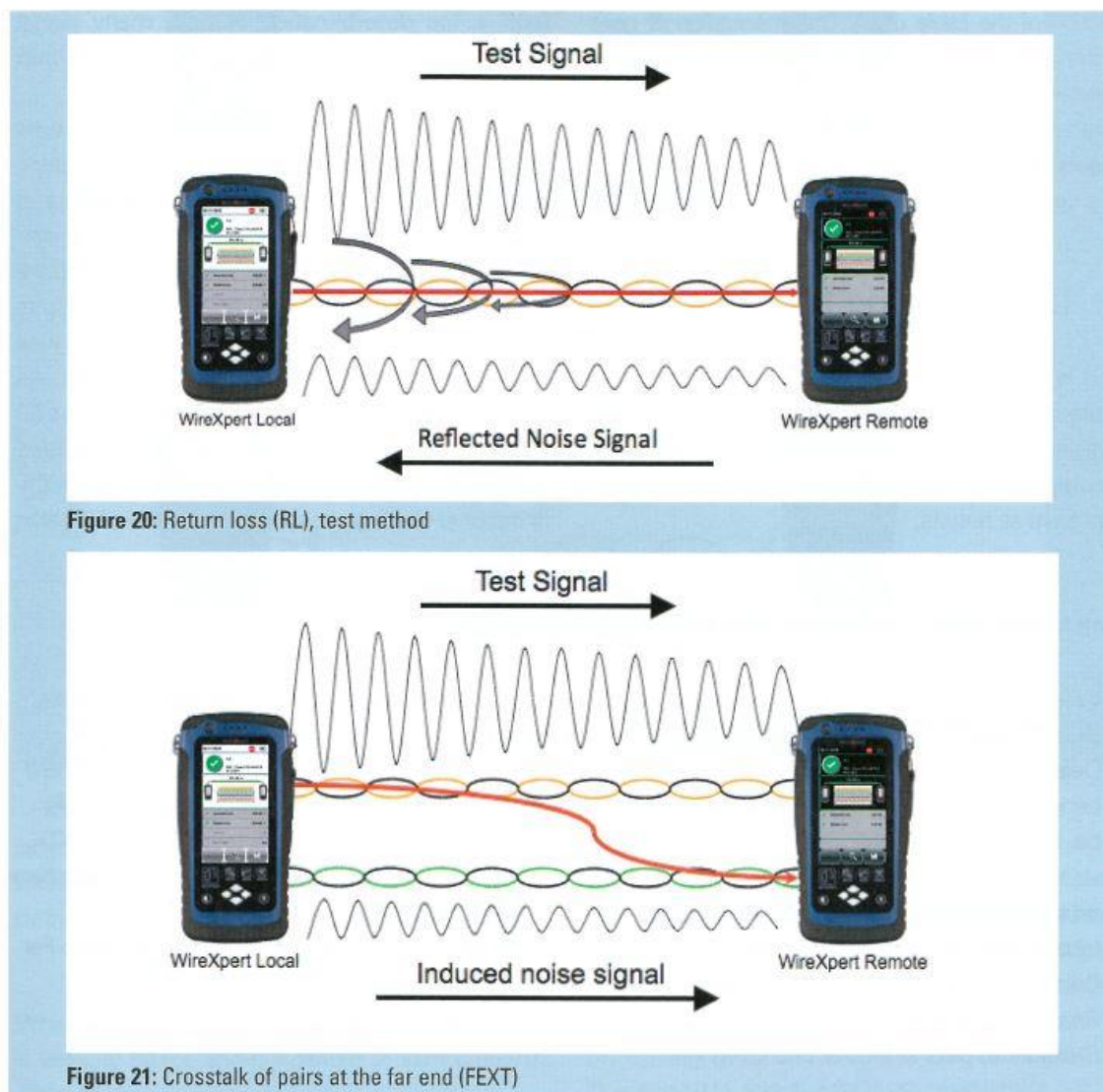
ワイヤの片端から遠端への信号の結合は、不要な影響を及ぼし、信号の歪みが信号の伝送を損なうこととなります。(配線リンクの) RF の近端漏話は関連する周波数の範囲でも測定され、使用構成品と配線・接続ハードウェアの成端の質にも依存します。近端漏話もしくは NEXT は、ワイヤの送信部の一つのペアのどれだけの信号部分が近端にある受信部の他のペアに結合しているかの測定です。(図 19) 4 対ケーブルでは、各対から他の各対、つまり全部で 4 対 × (4-1) = 12 回の測定が 4 対ケーブル上で実施されます。しかしながら、対 12 から対 36 までの測定は、対 36 から対 12 までのそれと同じ結果になるので、6 回の測定を実施するのみで承認されています。漏話の影響はやく 30~40m で対に広がるので、これらの測定は配線リンク (双方向試験) の両端から実施され、合計 12 の NEXT プロットの結果を出す必要があります。NEXT 減衰は次の公式を使って計算し、デシベル (dB) で表されます。

$$Next(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{R_x(f)}{T_x(f)} \right) [dB]$$

すべての測定値から、規格の曲線に最も近い距離にある数値が配線リンク評価での最悪値として役立ちます。全部の対結合の測定値もプロットとして表示され保存されます。

ケーブル対の反射減衰量（リターン・ロス）

これは配線リンクのインピーダンスの継続性の測定になります。信号の反射は、不要な影響であり、反射信号はケーブル対の信号伝送を損なうからです。（図 20 参照）



したがって、配線リンクの RF リターンロスはその該当するカテゴリクラスの周波数の範囲で測定され、使用構成品と配線・接続ハードウェアの成端の質に依存します。リターンロスの測定は同じ対のワイヤ内の注入信号 Tx に依存して、反射信号の振幅 Rx を決定します。反射の影響は約 30~40m 程度までの対への広がりなので、これらの測定は配線リンク（双方向）の両端で実施され、各リンクの 8 つの数値を導きます。リターンロスは次の公式で計算され、デシベル (dB) で表します。すべての測定値から、規格の曲線に最も近い距離にある数値が配線リンク評価での最悪値として役立ちます。全部のペア結合の測定値もプロットとして表示され保存されます。

$$RL(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{R_x(f)}{T_x(f)} \right) [dB]$$

ケーブル対の遠端漏話 (FEXT)

配線リンクの遠端にあるケーブル対の漏話は、遠端で測定され、不穏な対から隣接している不穏な対への望まざる信号結合です。これはもう一つの不要な影響で、攪乱を生み出す漏話の一種です。配線リンクの RF 遠端漏話もまた、該当する配線カテゴリ/クラス (例: Cat6A/Class EA: 1~500MHz) の周波数の範囲で測定され、使用構成品や配線 (例: UTP/S/STP) に大きく影響し、接続ハードウェアの成端の質に依存します。これらの攪乱の発生を遠端漏話減衰 (FEXT) と呼ばれています。(試験の設定は図 21 を参照)

4 対ケーブルでは、配線リンクの両端から配線リンクの遠端にある他の全ての対まで、各対を測定する必要があります。2×4 対×(4-1) = 12 回の測定が配線両端の 4 対ケーブル上で実施されます。合計 24 の測定になります。遠端漏話は次の公式を使って計算されます。

$$FEXT_{pn/pf}(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{U_{Txpn}(f)}{U_{Rxpf}(f)} \right) [dB]$$

- $FEXT_{pn/pf}(f)$ = 近端の対から遠端対までの遠端漏話
- $U_{Txpn}(f)$ = 近端対の伝送レベル
- $U_{Rxpf}(f)$ = 遠端対の受け手側のレベル

この手法で分かった結果はあまり意味がなく、規格の比較としても十分ではありません。理由として、FEXT の結果はケーブルリンクの長さに依存するためです。したがって、測定数値に基づく挿入ロスを引いた FEXT の計算値は、比較に値する結果 (ACR-F を参照) となるでしょう。

現在、我々はすべての RF 試験パラメータを説明してきました。これらは、ケーブル認証試験機によって行われる自動試験中に測定されます。いくつかの試験結果は今のところ、ケーブルリンク上の信号の伝送中に発生する攪乱イベントをすべて説明するには、まだ十分ではないので、いくつかもう少しの RF パラメータを測定した結果を計算する必要はあります。こうした計算値は次の項目で紹介します。

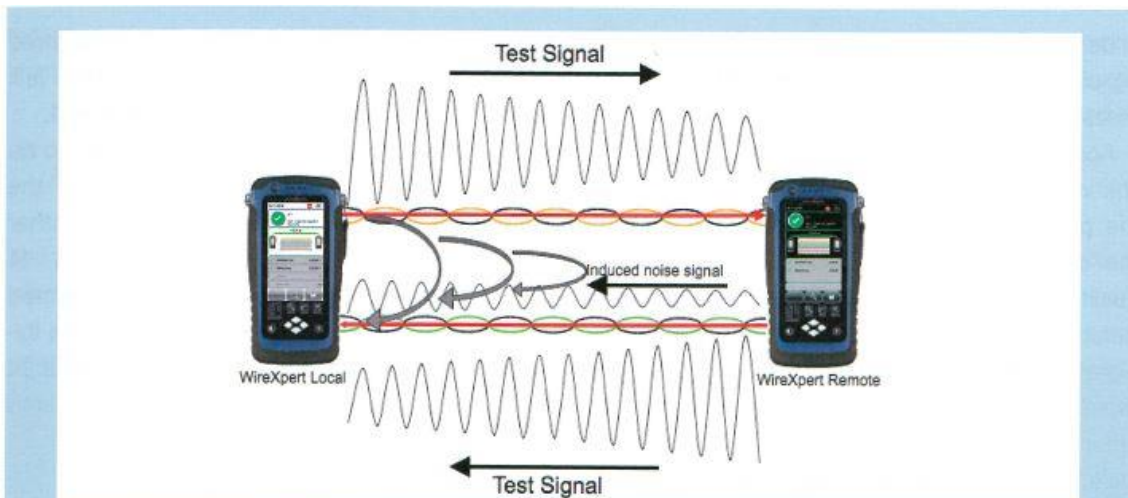


図 22 : 減衰対漏話比 (ACR-N)

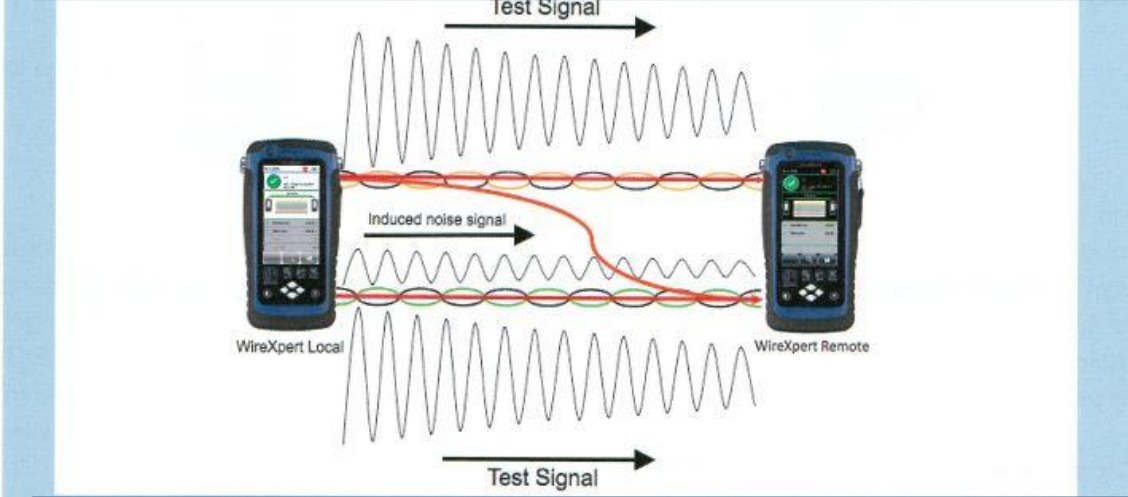


図 23 : 減衰対遠端漏話比 (ACR-F : 旧 ELFXT)

減衰対漏話比 (ACR-N)

ケーブルリンクの不要 (ノイズ) 信号から希望信号の割合を理解するためには、ケーブルリンクの近端側での、減衰 (希望信号) から漏話 (ノイズ信号) の割合 (ACR-N : 減衰対漏話比) を計算する必要があります (図 22)。

ACR-N は、次の公式を使って得られたケーブルリンクの減衰試験結果と NEXT 試験結果から計算します。

$$ACR-N_{px/px}(f) = NEXT_{px/py}(f) - ATTENUATION_{px}(f) \text{ [dB]}$$

- $ACR-N_{px/py}$ = 対 X から Y 間の減衰対漏話比
- $NEXT_{px/py}$ = 対 X から Y 間の近端漏話
- $ATTENUATION_{py}$ = 対 Y の減衰

NEXT に似て、ケーブルリンクと攪乱対の減衰試験結果の近端・遠端で測定される 12 の NEXT の結果から計算されるため、12 の結果を得られます。これらの 12 の ACR-N 結果はケーブル認証測定器でプロットとして表示されます。注意：この結果は ISO、CENELEC 規格のみの規準仕様です。

減衰対遠端漏話比 (ACR-F)

ELFEXT として以前に呼ばれていた規格でしたが、現在では ACR-F と呼ばれています。ケーブルの遠端・近端で測定する 24 の FEXT 試験結果の規格の曲線と比較できる結果を得るために、攪乱対と関連する減衰は、攪乱対の測定された各 FEXT 数値から控除されなければいけません。(図 23)。

測定器は次の公式を使って ACR-F の結果を計算します。

$$ACR-F_{pf}(f) = FEXT_{pn/pf}(f) - ATTENUATION_{pf}(f) [dB]$$

- $ACR-F_{pf}$ = 減衰対遠端漏話比
- $FEXT_{pn/pf}$ = 対近端から対遠端までの遠端漏話
- $ATTENUATION_{pf}$ = 対遠端の減衰

ACR-F の計算結果によって、規格と比較できる数値がはじき出され、長さ依存の構成要素である減衰が、長さ依存の FEXT 数値から控除されます。これら 24 の ACR-F の結果は一般的にケーブル認証機によってプロットとしてグラフィックのフォーマット上で表示されます。



Nexans Cabling Solutions 社 取締役社長 Oene-Wim Stalinga 氏
構内配線の測定は重要なのか？

構内配線ネットワークは、ケーブルやコネクタのような、それぞれ異なった構成品から構成されています。これら構成品の敷設と終端作業は、リンクの品質において、大きな割合を占めています。フィールドテストの目的は、規格の要求事項と、Nexans 社が懸念している要望の両方に反した敷設作業を検証するためです。測定こそ、ネットワーク所有者に透明性と心の安らぎを与えてくれるのです。問題発生時でも、測定はエラーや失敗を証明する手段です。試験結果は決定的な情報ソースであり、問題の発生元を証明してくれ、工事会社は改善や再試験が出来るのです。

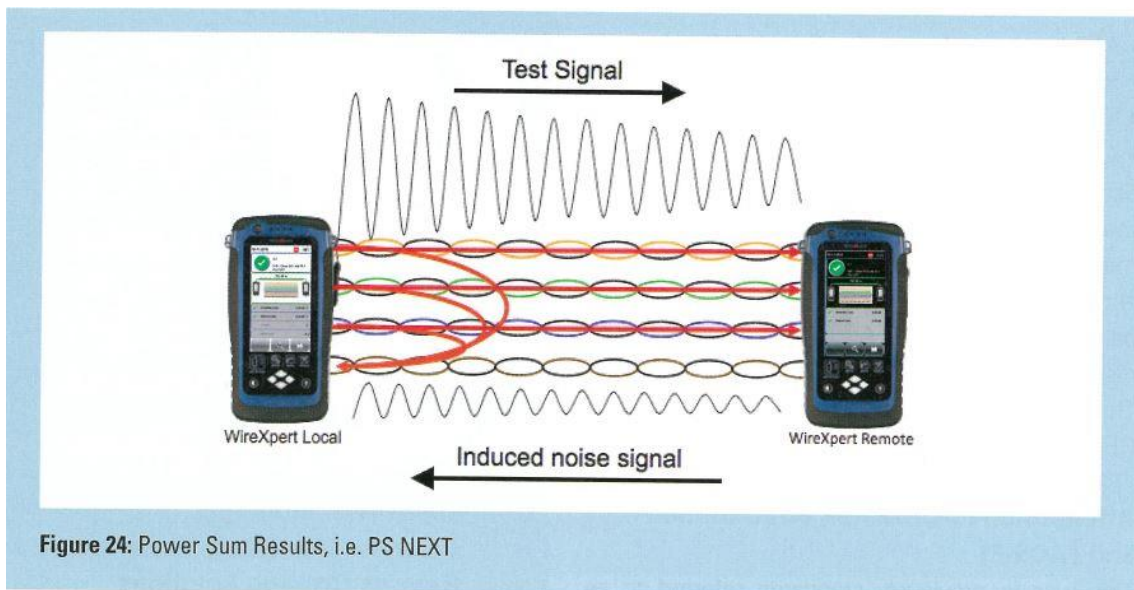


Figure 24: Power Sum Results, i.e. PS NEXT

電力和

電力和の結果は、まとまったノイズ信号で、3つの攪乱対から始まっています。そして、同じチャンネル（図24を参照：例 PSNEXT）上にある攪乱したついに繋がっています。

$$PSNEXT_{pn}(f) = \int_1^3 NEXT_{pn}(f) [dB]$$

これらの電力和は、また NEXT のような測定値から計算されあ結果でもあり、以下公式を

使った ACR-N あるいは ACR-F のような値から計算されています。

同様に、同じ公式は ACR-N と ACR-F の電力数値計算でも使われています。現在、我々はケーブル認証測定器が試験中の 2、3 秒間に決定し、計算される全てのパラメータについて述べて参りました。各規格によって定められた規格の比較や、規格曲線のために、ケーブル認証測定器はそのようにして入手し計算したこれらの結果を使います (図 10~12)。ワイヤエキスパート 4500LAN ケーブル認証測定器は 12 秒で Cat6A/ClassE_A の自動試験を行い、ClassFA・Cat8 Class I あるいは II (最大 2.5Ghz 試験) には約 22 秒で試験します。

【用語】

規格 : IEC61935-1・EN61935-1 : 平衡試験と同軸情報技術配線-Part1 : 敷設配線の平衡度は ISO/IEC11801/EN50173 で規定されています。

第4章：文書化／報告書の作成

合否結果の文書化

敷設及び認証試験完了後、試験の結果を文書化する必要があります。認証試験は製品/サービス・製造の適合確認であり、認証発行に準拠した関連規格と共に進めていきます。

配線リンクの関連規格への適合検証はケーブル認証測定器で実施されます。ケーブル認証測定器はすべての各結果を統合整理し、PASS（合格）もしくは FAIL（不合格）のような総合的な評価を与え、保存されます。最新の測定器では Cat6A/ClassEA、ClassFA、Cat8、Class I、Class II（後者は最大 2500MHz）に適合した自動試験を行うことができ、試験結果を全プロットデータと共に保存し、実施された各試験で最大 190,000 の結果を保存します。さらに、全結果データを含む自動試験の結果を保存することが可能です。フルプロットの認証試験は、報告書用ソフトウェアで作成されます。そのソフトウェアは認証測定器の納入時に含まれています。USB ケーブルを直接 PC に接続する方法や、USB（フラッシュディスク）の使用によって、PC に入れた報告書用ソフトウェアに自動試験の結果を出力することが出来ます。このソフトウェアは試験結果を整理でき、実施された自動試験の報告書（図 25：まとめ報告書や図 26：詳細）を作成することができます。

まとめ報告書と詳細報告書は各案件の主要関係者に提出されます。一般的に、敷設工事会社はまとめ報告書と全測定長に基づいて、プロジェクトの請求書を発行します。パーマネントリンクとチャンネルで実施された認証試験は、配線案件のシステム保証を得る基本として、敷設工事会社で行われます。この目的のために、敷設工事会社は配線試験結果を生データの形か PDF 形式ファイル（製造者が何を求めているのかで変わる）で、15 から 20 年以上の期間での配線システムの保証を発行する配線システム製造者に提出します。配線案件を包括するシステムの保証を持つことで、保証期間内に配線システムの問題が発生する機能不全の出来事の中、ネットワーク所有者はシステム製造者に代わることができます。

これによって、ネットワーク所有者の投資を敷設工事会社に対して主張できる共通保証を飛び越えていくレベルを保護することになります。つまり、敷設工事会社にとって、配線案件を完了させるための明確な手法です。たとえば、認証報告書で案件の引き渡しを実施した後に発生する問題は、これらの報告書に言及され、全責任と、その結果によって顧客による主張の保証を排除することも出来ます。

サマリーレポート

ケーブルラベル	規格	結果	長さ (m)	マージン (dB) NEXT	日時
102 S-200-12-5#0910	TIA-568.3	✖	199.4		29/04/11 12:05:36
102 S-200-12-5#1112	TIA-568.3	✖	199.4		29/04/11 12:06:09
102 S-300-12-4#0102	TIA-568.3	✖	299.2		29/04/11 12:16:16
102 S-300-12-4#0304	TIA-568.3	✔	299.2		29/04/11 12:17:10
102 S-300-12-4#0506	TIA-568.3	✔	299.2		29/04/11 12:17:44
102 S-300-12-4#0708	TIA-568.3	✖	299.2		29/04/11 12:23:21
102 S-300-12-4#0910	TIA-568.3	✔	299.2		29/04/11 12:24:48
102 S-300-12-4#1112	TIA-568.3	✖	299.2		29/04/11 12:25:31
102 S-190-6-1#0102	TIA-568.3	✖	190.4		29/04/11 12:42:02
102 S-190-6-1#0304	TIA-568.3	✖	190.4		29/04/11 12:42:37
102 S-190-6-1#0506	TIA-568.3	✖	190.4		29/04/11 12:43:18
102 S-240-6-1#0102	TIA-568.3	✖	241.7		29/04/11 13:30:08
102 S-240-6-1#0304	TIA-568.3	✖	241.7		29/04/11 13:31:31
102 S-240-6-1#0506	TIA-568.3	✖	241.7		29/04/11 13:32:21
102 S-100-6-2#0102	TIA-568.3	✖	102		29/04/11 13:38:16
102 S-100-6-2#0304	TIA-568.3	✖	102		29/04/11 13:38:49
102 S-100-6-2#0506	TIA-568.3	✖	102		29/04/11 13:39:28
102 S-100-6-3#0102	TIA-568.3	✖	102.7		29/04/11 13:45:55
102 S-100-6-3#0304	TIA-568.3	✖	102.7		29/04/11 13:46:33
102 S-100-6-3#0506	TIA-568.3	✖	102.7		29/04/11 13:48:22
102 S-350-6-1#0102	TIA-568.3	✖	350.5		29/04/11 13:54:45
102 S-350-6-1#0304	TIA-568.3	✔	349.8		29/04/11 13:55:25
102 S-350-6-1#0506	TIA-568.3	✖	349.8		29/04/11 13:56:34
102 S-350-6-1#	TIA - Cat 6A Channel	✔	0.8	9.2	29/04/11 14:33:46
102 S-200-12-4#1111	TIA-568.3	✔	199.4		29/04/11 10:55:17
102 S-200-8-2#0102	TIA-568.3	✔	199.4		29/04/11 12:55:30
102 A-1	TIA - Cat 6A Channel	✔	2	13.6	29/05/16 9:37:00
102 A-2	TIA - Cat 6A Channel	✔	2	13.6	29/05/16 9:37:23
102 A-3	TIA - Cat 6A Channel	✔	2	13.6	29/05/16 9:37:57
102 A-6	TIA - Cat 6A Channel	✔	2	13.3	29/05/16 9:38:33
選択された試験結果の合計	合格	不合格	長さ (m)		
102 ツイストペア	6	0	9.7		
102 ファイバ	35	38	17292.3		

印刷済 : 29年6月26日 14:05

署名 :

eXport バージョン :

7.3

(図 25 : まとめ報告書)

ツイストペア認証レポート



ケーブルラベル: S-100-6-1# 全体の結果:

日時: 29/04/11 13:56:43 ビル: Unspecified-Building
 リミットタイプ: TIA - Cat 6 Channel フロア: Unspecified-Floor
 ケーブル名: CAT 6 UTP ルーム: Unspecified-Room
 コネクタ名: UTP Mod Jack 6 ラック: Unspecified-Rack
 サイト: Unspecified パネル: Unspecified-Panel
 オペレータ名: Unspecified

ローカル シリアルNo.: pw20100135 リモート シリアルNo.: pw20100136
 ローカル アダプタ: Cat 6A Channel リモート アダプタ: Cat 6A Channel
 ローカル 校正日: Mar 13 2017 リモート 校正日: Mar 13 2017
 デバイスソフトウェア: 7.2 ソフトウェアレポート: Build_#854_7.3_2017-05-31_17-13-57

ワイヤーマップ: 合格

長さ (m): 0.9 100.0 99.1
 NVP: 68.0-
 伝播遅延 (ns): 6.0 555.0 549.0
 遅延スキュー (ns): 0.0 50.0 50.0
 抵抗 (Ohms): 1.3 25.0 23.7

ワイヤーマップ: T568B

挿入損失: 合格

ペア:	最悪マージン:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	
ローカル:	12	12	ローカル:
値 (dB):	0.3	1.0	
規格 (dB):	3.0	36.0	
マージン (dB):	2.7	35.0	
周波数 (MHz):	1.00	250.00	

リターンロス: 合格

ペア:	ローカル:		リモート:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	ローカル:	リモート:	
ローカル:	45	78	78	45	ローカル:
値 (dB):	25.8	26.3	24.4	21.7	
規格 (dB):	19.0	15.3	9.2	8.7	
マージン (dB):	6.8	11.0	15.2	13.0	
周波数 (MHz):	1.00	47.00	189.00	212.50	

NEXT: 合格

ペア:	ローカル:		リモート:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	ローカル:	リモート:	
ローカル:	12-36	12-45	12-45	12-45	ローカル:
値 (dB):	63.7	68.0	48.9	51.5	
規格 (dB):	52.8	54.5	34.1	34.2	
マージン (dB):	10.9	13.5	14.8	17.3	
周波数 (MHz):	17.05	13.45	219.00	215.00	

ACRF: 合格

ペア:	ローカル:		リモート:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	ローカル:	リモート:	
ローカル:	36-45	45-36	36-45	45-36	ローカル:
値 (dB):	35.1	35.1	33.1	33.1	
規格 (dB):	17.7	17.7	15.3	15.3	
マージン (dB):	17.4	17.4	17.8	17.8	
周波数 (MHz):	190.50	190.50	249.50	249.50	

PSNEXT: 合格

ペア:	ローカル:		リモート:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	ローカル:	リモート:	
ローカル:	36	45	36	45	ローカル:
値 (dB):	60.6	66.0	46.2	49.0	
規格 (dB):	50.7	51.9	30.2	30.4	
マージン (dB):	9.9	14.1	16.0	18.6	
周波数 (MHz):	15.85	13.45	248.00	241.00	

PSACRF: 合格

ペア:	ローカル:		リモート:		Worst Value:
	ローカル:	リモート:	ローカル:	リモート:	
ローカル:	12	12	12	12	ローカル:
値 (dB):	36	36	31.4	30.6	
規格 (dB):	12.3	12.3	19.1	18.3	
マージン (dB):	1.15	1.15	250.00	250.00	
周波数 (MHz):	1.15	1.15	250.00	250.00	

ネットワーク標準: 10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T

(図 26 : 詳細報告書)



Schneider Electric 社 Connectivity Building Offer Manager
Xavier Renard 氏

配線の広範囲の文書化の利点とは何か？

どんなときにも、ITのプロフェッショナルはインフラの各部分の状態と重荷を知っている必要がある。単位時間あたりの処理能力が増えるにしたがって、敷設配線の管理はより複雑化している。敷設工事会社とエンジニアリング部門の高いレベルでの知識が求められている。私は、規格・認証試験・トポロジー及び最高の実践に関する完全な文書化を強く推奨していきたい。

第 5 章：エラー解析

データネットワークのエラー解析

配線の認証試験が実施され、エラーが発見された場合（標準規格の偏差）、エラー解析は続けて行うべきです。この章では、一般的なエラーの状態を説明します。

飛行機に乗っている時にこうしたことが発生することは誰も望んでいません。“万一、システム故障などにより客室内に十分な酸素が供給できなくなった場合には、酸素マスクが自動的にお客さまの目の前に下りてきます。“これは飛行機に乗ったことがある方なら誰しもご存知の文章です。幸い、我々のほとんどはこうした状況を経験しません。なぜなら、これは非常に発生することが稀だからです。

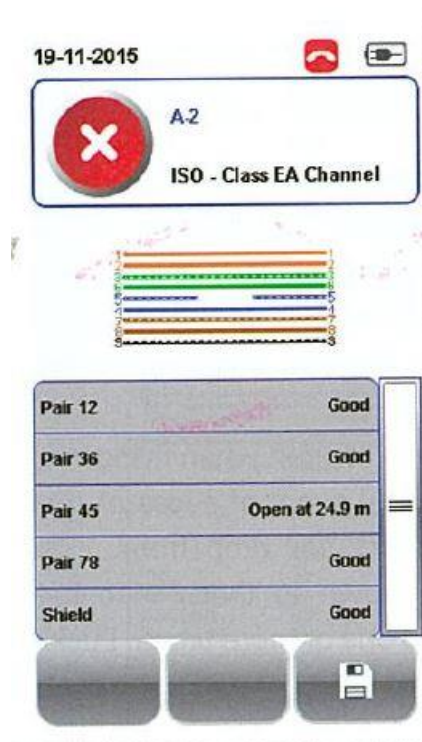
しかしながら、不幸にも、欠陥の発生は、配線の認証試験を実施している際には起こることはありません。敷設された全てのパーマネントリンクとチャネルの約 5%が、敷設後に欠陥が発生し、約 90%が配線もしくは配線工事に欠陥が生じます。実際の欠陥の詳細とトラブルシューティングについて説明していきましょう。

配線工事の欠陥、間違ったコネクタ終端作業

配線工事の欠陥は先述(図 16)の通りです。図 27 では一般的な配線不良例を示しています。認証測定器がこのような形で表示します。このケースは明確で、青/白の線（ピン 5）が、ローカル機から距離 24.9m の位置でオープンになっています。作業者は位置をつきとめ、この欠陥を取り除くことができます。

不幸なことに、置き換えた対や、逆の対によって、物事はより複雑化されていきます。どの配線の末端で線や対が逆/置き換えられているかを示す認証測定器は、この世には存在

していません。唯一の方法は、配線の片側にあるコネクタのハウジングを開けて確認することです。マーフィーの法則によれば、ほとんどのケースでは最初に開いたコネクタは問題なく、ケーブルのもう片方の端末で欠陥が発生しているものです（マーフィーの法則：探しものは常に、最後に見る場所にある）一般的に、ほとんどの配線欠陥は、たいした苦勞なく是正することは可能です。



(図 27：一般的な配線欠陥)

DC 抵抗の欠陥

トラブルシューティングの際、DC 抵抗の欠陥は、有効な試験の手段を使って、欠陥の対に目星をつけることしか出来ません。DC 抵抗の欠陥は以下のことによって発生する可能性があります。

- ・ 物理的・電氣的な接触不足：絶縁膜の不十分な切り方と、絶縁された線の置換えの接触（終端作業の発達により、今日ではこの事例は稀）
- ・ 物理的な接触不足：コネクタ端面の汚れが原因。一般的に、この発生は簡単に認知され、コネクタの清掃によって解決。
- ・ 過剰な配線リンク長：配線を短くして対処。設計と配置に問題がなければ起こらない。

DC 抵抗の欠陥が存在すれば、挿入ロスとリターンロスの測定で、その発生が認識することも可能で、TDR（Time Domain Return）測定で位置をつきとめることができます。

対間の遅延時間差

遅延時間差はもはや問題視するべきではありません。過剰な配線長だけがこの欠陥の原因となる可能性があるからです。欠陥が発生すれば、常に配線長を確認することを覚えておいてください。ただ、もう一つの適用除外、それも非常に稀なことがあります。それは、線の撚り工程で発生する製造元の欠陥です。

さらに複雑な欠陥で物事はかなり違うことがあります。敷設や終端作業が不十分だと、RF測定でさまざまな欠陥を起こす可能性が同様にあります。

認証測定器の測定確度が不十分でも、欠陥の原因になる可能性があります。後ほど、これについては説明します。

高い減衰、弱い信号？

減衰の欠陥を引き起こすさまざまな原因が次の通りあります。

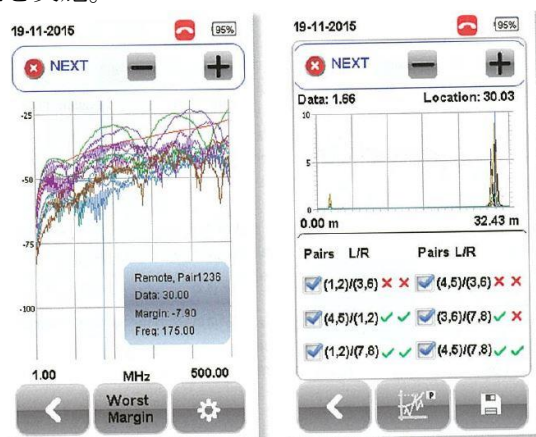
- ・過剰な配線リンク長：この場合、ケーブル長を短くするか、違うケーブルルートを作ることが対策です。
- ・物理的な接触が不十分：IDC側か、コネクタ（汚れか配線切れ）の接触側。DC抵抗の欠陥も見られます。
- ・線径が小さい配線の使用：（例）24AWG（American Wire Gauge：線径コード）コンダクタのシールドケーブルを設計段階で選択してミス。配線の置き換えで対策。

減衰欠陥の他の稀な発生原因は、過剰な信号反射です。これもリターンロス測定で確認出来ます。

データケーブルの漏話

漏話の減衰欠陥の原因にはさまざまなものがあります。

- ・終端作業中に、対のシールドを大幅に除去した時。特に、Cat6A/ClassEA以上の高伝送域に対しては重大。唯一の対策は配線の切断と再終端作業。
- ・終端作業中に、燃らない対が過剰にある時。明らかに敷設工事で欠陥で、唯一の対策は配線の切断と再終端作業。
- ・間違った構成品の使用。（例）Cat6A構成品の代わりにCat5e接続のハードウェア。これは設計段階でのミスで新しい接続ハードウェア（他の部品含む）の設置で対策。
- ・間違った試験設定の選択。（例）Cat5e/ClassD配線を敷設後に、Cat6A/ClassEA測定を実施。認証試験測定でのエラー。
- ・間違った試験の準備。（例）技術者が低品質のパッチコード（現在のCat/Classに不適合）を使ってチャンネル測定を実施。



RF 漏話のプロット (図 28) に加え、現代の認証測定器は、トラブルシューティングを容易にするため、配線リンク長に対する漏話を描くことが出来ます。これは、Time Domain NEXT (図 28 右) として表示されます。

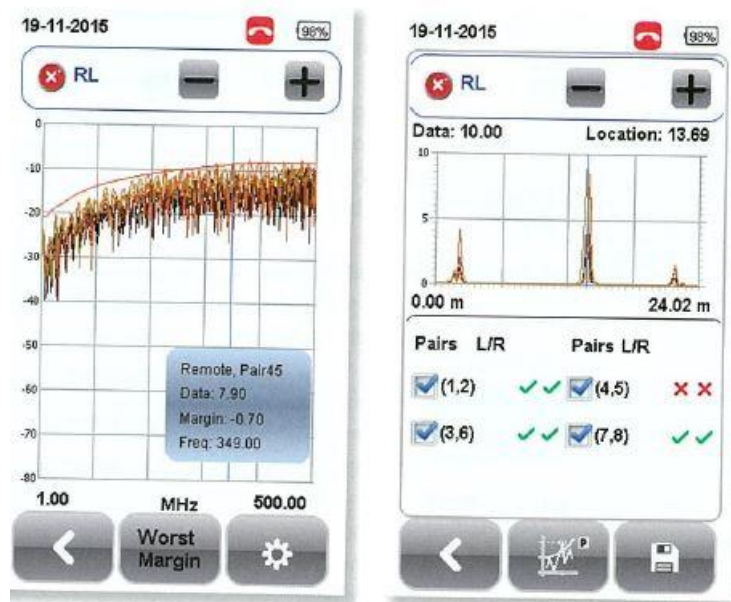
この描写によって、漏話の減衰欠陥の位置を突き止めることができます。一例として、過剰な漏話の発生位置までの距離の情報です。

リターンロスの欠陥

リターンロスの欠陥の原因にはさまざまなものがあります。

- ・ 終端作業中に、燃らない対が過剰にある時。明らかに敷設工事で欠陥で、唯一の対策は配線の切断と再終端作業。
- ・ 配線を寄せる際に過剰に引っ張った場合。配線は寄せられていないはずだが、引っ張る力がそのまま残ってしまう、よくある作業です。配線は過剰に伸びてしまい、配線のインピーダンスは結果的に変わってしまい、リターンロスの結果を生み出してしまいます。唯一の対策は配線全体を交換することです。
- ・ 間違った構成品の使用。(例) Cat6A 構成品の代わりに Cat5e 接続のハードウェア。これは設計段階でのミスで新しい接続ハードウェア (他の部品含む) の設置で対策。
- ・ 間違った試験設定の選択。(例) Cat5e/ClassD 配線を敷設後に、Cat6A/ClassEA 測定を実施。認証試験測定でのエラー。
- ・ 間違った試験の準備。(例) 技術者が低品質のパッチコード (現在の Cat/Class に不適合) を使ってチャンネル測定を実施。
- ・ 物理的な接触が不十分: IDC 側か、コネクタ (汚れか配線切れ) の接触側。DC 抵抗の欠陥も見られます。

RF 周波数のプロット (図 29 左) に加え、現代の認証測定器は、トラブルシューティングを容易にするため、配線リンク長に対するリターンロスを描くことが出来ます。これは、Time Domain Return Loss (図 29 右) として表示されます。

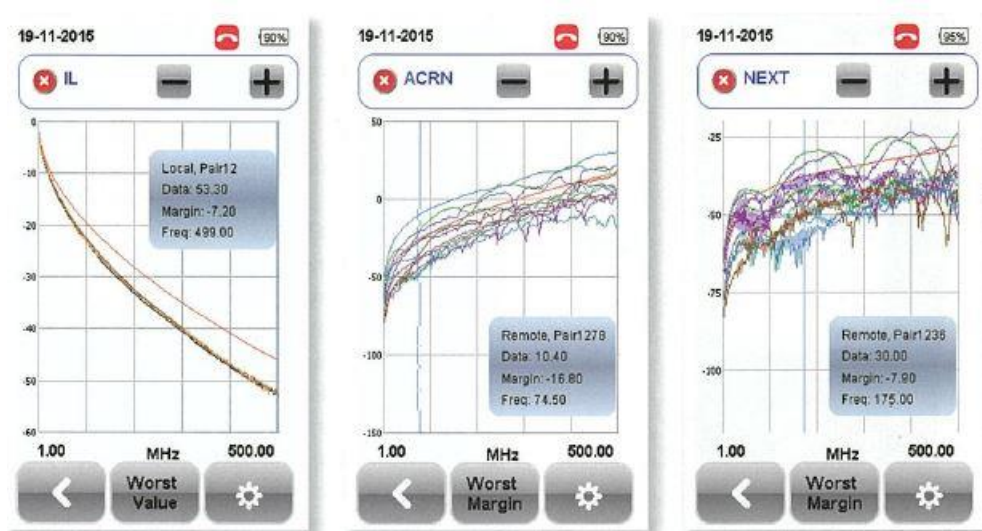


この描写によって、リターンロスの欠陥の位置を突き止めることができます。一例として、高い反射の位置までの距離の情報です。

同様に、欠陥は計算された試験結果に存在する可能性があります。これが、我々が同様に考えていく理由です。

ACR の欠陥

ACR-N の欠陥（減衰対漏話比-近端）は、1つか両方の測定パラメータが悪い場合に発生します（図 30 中央）。このような欠陥の場合、挿入ロス（図 30 左）と NEXT（図 30 右）の結果をみることで、他の欠陥がそこにはないかを調査することが必要です。



ACR-F（減衰対漏話比-遠端）の欠陥は、個別の対の過剰な減衰か、FEXT（遠端漏話）レベルが非常に高いかによって発生します。減衰が原因であれば、減衰欠陥をみてください。しかしながら、減衰が悪くなければ、FEXT が原因になります。この場合、配線システムの製造元に、FEXT が接続するハードウェアか配線の中かに起因する可能性があることを問い合わせてください。

PSNEXT（パワーサム近端漏話）の欠陥

パワーサム減衰対漏話比-近端（PSACR-N）とパワーサム減衰対漏話比-遠端（PSACR-F）に関する欠陥は単独で発生しません。すべてのパワーサムは測定されたパラメータから計算された結果です。だから、それらを計算するために使われた測定されたパラメータをみる必要があります。

質が決める

この時点で、認証測定器（図 31）の測定確度について、いろいろな表現があります。



先述の通り、認証測定器は測定器のひとつで、他の測定器と同じように、測定の許容誤差をある程度持ち合わせています。しかしながら、認証測定器は複数のパラメータを測定する機械で、さまざまな測定手順に対して違った耐性の規定値があります。耐性の規格値は開発機関と現場試験

(IEC61935-1) での規格の国際レベルでその仕様が決まされており、配線認証測定器と開発機関での測定器の両方に適用されます。ちがいは、違う測定確度のレベル間で作られています。例えば、レベル V は Cat7A/ClassFA 配線を試験するのに十分です。Cat8、Class I & II の配線リンクを試験するためには、要求される測定確度のレベルはより高くなります。現在の提案では最大 2000MHz までの測定のためのレベルに焦点が当てられています。しかしながら、規格は通常、さまざまなメンバーによる忝意を極力除いた形での取決めで、測定器の大半には高いレベルの測定確度が備わっています

(図 32)。認証測定器の測定確度を、製造元が示す通常の間隔で検証することは同様に重要です。なぜなら、知らない間に、製造元の規定する測定確度レベルで測定器が測定しなくなっている場合があるからです。作業には、正確な構成と配線認証試験のパラメータに関する正しい知識が求められます。さらに、上述の規格や測定パラメータ・欠陥の状況にも精通している必要があります。

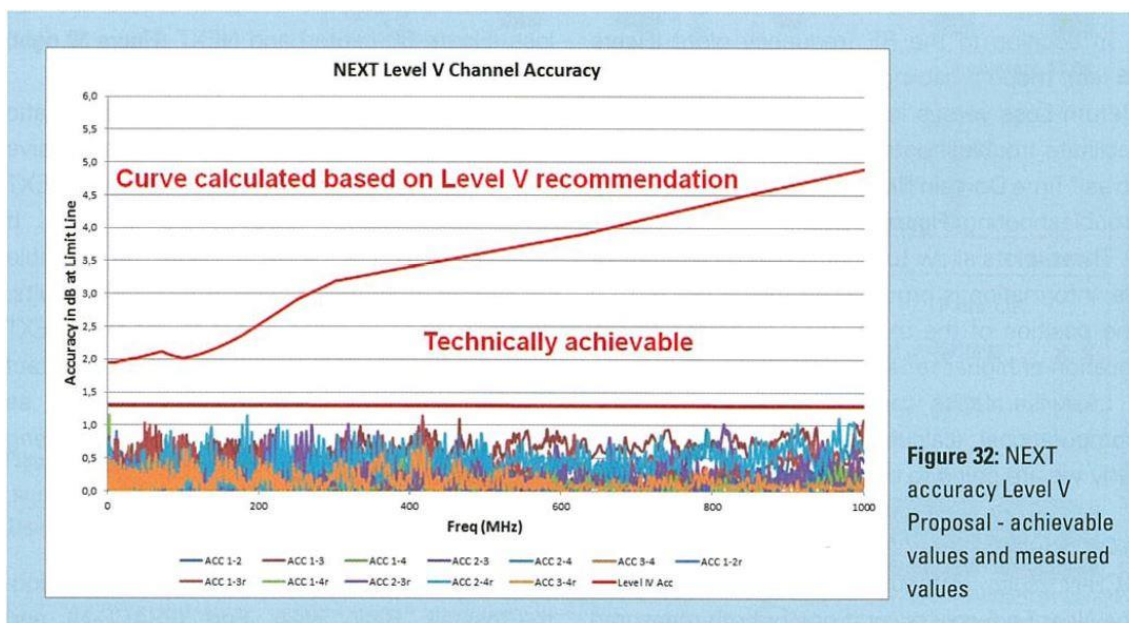


Figure 32: NEXT accuracy Level V Proposal - achievable values and measured values

(図 32 NEXT の測定確度 レベル V)



LAN Cabling Reichie&De-Massari 社

マーケットマネージャー Matthias Gerber 氏

規格適合がなぜ重要なのか？製造元からのシステム拡張の保証の中で何が重要？

安心感です。システムは正確に記録されながら十分かつ正しく敷設され、そして、既存と将来のアプリケーションを既存インフラの上で信頼感をもって稼働させることができるという安心感です。

第 6 章

パッチコード

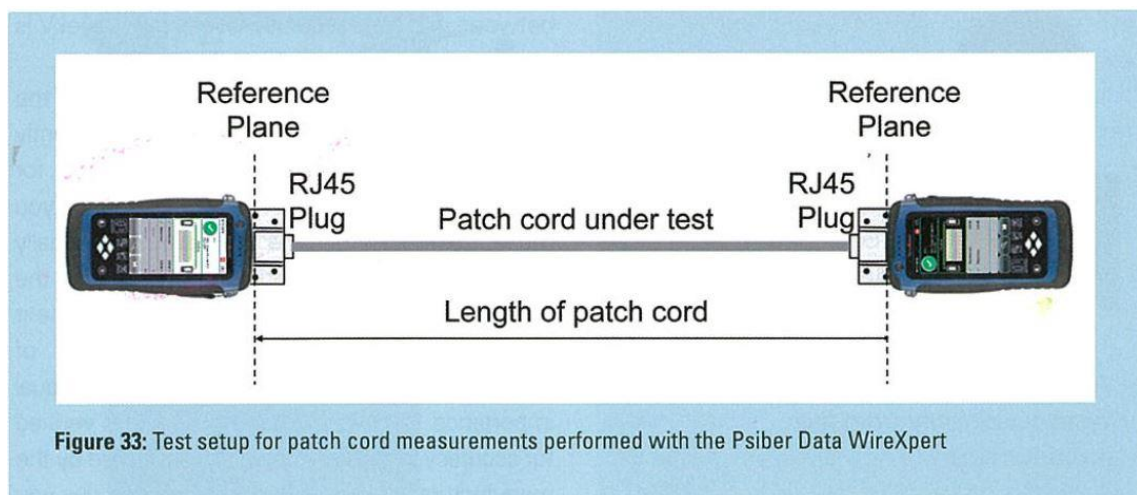


Figure 33: Test setup for patch cord measurements performed with the Psiber Data WireXpert

パッチコードの測定技術

構内配線システムに、必要とする敷設配線と稼働設備（スイッチ・NIC＝ネットワークインターフェイスカード）の作業を実施していくため、これらの二つを互いに接続しなければいけません。これは、パッチコード（ジャンパ）と呼ばれるもので一般的に行われます。しかし、これらのパッチコードが構内配線の正しい伝送性能クラスで、チャンネルは正しいクラスに適合しているのかどうかをどのようにして見分ければよいのか。

パッチコードとは

パッチコードはシールドまたはシールドされていない標準ケーブルで、1～5mの長さ、シールドまたはシールドされていないコネクタで両端を終端処理しているものです。

慣例でのパッチコード長は 5m までです (時々 10m あるいはそれ以上)。一番汎用性の高いコネクタは RJ45 コネクタです。しかし、これでは、規定最大径の配線を適用させることしか出来ない問題があります。この理由で配線の厚みは低いまま維持されなければならず、特にシールドされたパッチコードでは低いままです。シールドされていないパッチコードについては、ワイヤにクロスセクションをつけて 24AWG まで使うことが出来ます。

AWG	Diameter		Cross Sectional Area		R (/km)	Metric Equivalent (mm ²)
	Zoll	mm	kcmil	mm ²		
20	0,032	0,812	1,02	0,518	34,4	0,75
21	0,0285	0,723		0,41	43,4	0,5
22	0,0254	0,644	0,64	0,326	54,7	0,34
23	0,0226	0,573		0,258	67	
24	0,0201	0,511	0,404	0,205	87	0,25
25	0,0179	0,455		0,162	110	
26	0,0159	0,405		0,129	138	0,14
27	0,0142	0,361		0,102	174	
28	0,0126	0,321		0,081	220	0,09
29	0,0113	0,286		0,0642	277	
30	0,01	0,255		0,051	349	

(表 8 : 高頻度の配線の分類 : AWG からの抜粋)

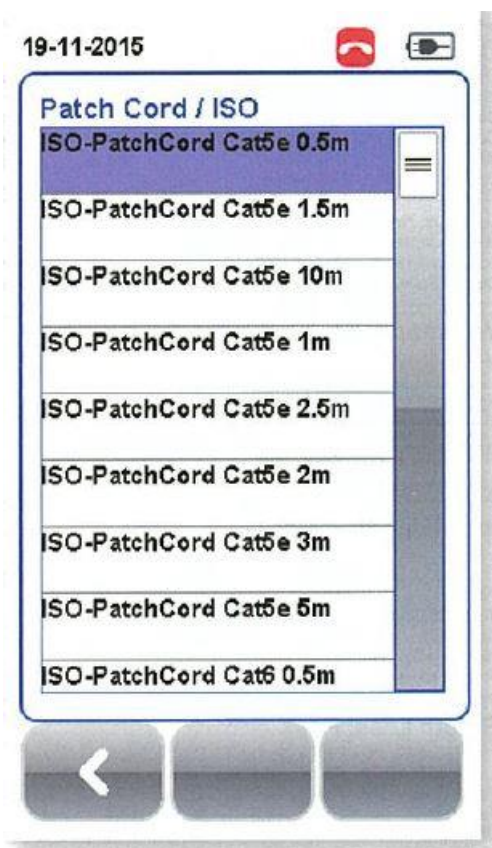
26AWG-27 AWG のワイヤのクロスセクションは主にシールドケーブルで使われています。特に S/STP パッチコードです。AWG の表示はデータ配線の標準化されたワイヤ強度を示し、例えば 24 と表示されている数字で、ワイヤ製造中に実施された引っ張り強度の数字になります。その後実施された引っ張り強度が高ければ高いほど、完成した導体の径はより小さくなります。

断ち切られたデータ配線では、減衰は約 20%以上高いです。より高い減衰のもう一つの発生原因はパッチコード/ジャンパのシールド構造であり、シールドによって発生しています。ぴったりとした対のホイールによって、ワイヤの潜在的な接地容量がシールドされていない配線よりも高くなり、最大 50%の減衰の増加をもたらします。減衰の高過ぎるレベルによって、シールドされていない同等品と比べて、シールドパッチコード長の負荷軽減を生み出す結果になります。

パッチコードの試験方法

同様に、パッチコードの測定器技術は測定器の製造元にさまざまな課題を出します。一方、パッチコードは一般的に短い配線長という特色をなします (※配線の敷設された一部と比較して) が、一方、両端コネクタを含むパッチコードの性能クラスを決めなければいけま

せん。この目的のためには、両端の符合コネクタを含むパッチコードの両端測定を実施しなければいけません（図 33）。IEC61935-2 のパッチコード規格では、特別に標準化された各測定クラス（Cat5、6、6A：同様に Cat7・7A もまた測定実施を要求されている。）のリファレンスジャックを規定しています。しかしながら、これは、RJ45 コネクタに合うテストアダプタを意味しており、測定器と共に使用する必要があり、さまざまな測定クラスと一致しています。個別のテストジャックは各測定クラス（Cat5、6、6A、7、7A）に定義されています。加えて、この規格は違うパッチコード長の規格も定義しています。例えば、違う NEXT とリターンロスの規格設定で測定が実施されなければならない、その設定ではパッチコードの各カテゴリを規定しています。例として、Cat5、6、6A、7、7A でパッチコードの長さに依存しています。これに反応して、測定器で、カテゴリと試験対象のパッチコード長に依存する規格を選択します（図 34）。



（図 34 パッチコード試験の規格選択画面） （図 35 パッチコード Cat6A テストキット）

パッチコード試験が選定されると、測定器で基準値設定を行います。パッチコードに装着されたテストアダプタが正しく、自動試験が実施されれば、数秒で試験結果が表示され（Cat5・6・6A なら 10 秒、Cat7・7A なら 22 秒）、試験対象のパッチコードは選択したカテゴリに適合しているかどうかの状態が分かります。試験結果は測定器に保存され、文書化の工程で認証報告書が制作されます（図 36）。

ツイストペア認証レポート



ケーブルラベル: A-1 日時: 29/07/19 15:31:30 リミットタイプ: TIA-PatchCord Cat5e 2m ケーブル名: CAT 6 UTP コネクタ名: UTP Mod Jack 6 サイト: Unspecified オペレータ名: Unspecified		ビル: Unspecified-Building フロア: Unspecified-Floor ルーム: Unspecified-Room ラック: Unspecified-Rack パネル: Unspecified-Panel		全体の結果: 																																																																
ローカル シリアルNo.: pw20100477 ローカル アダプタ: Cat 6A Patch Cord ローカル 校正日: Feb 16 2017 デバイスソフトウェア: 7.3		リモート シリアルNo.: pw20100478 リモート アダプタ: Cat 6A Patch Cord リモート 校正日: Feb 16 2017 ソフトウェアレポート: Build_#854_7.3_2017-06-31_17-13-57																																																																		
ワイヤーマップ: 合格 <table border="1"> <thead> <tr> <th>長さ (m):</th> <th>値</th> <th>規格</th> <th>マージン</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NVP:</td> <td>68.0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>伝播遅延 (ns):</td> <td>12.0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>遅延スキュー (ns):</td> <td>1.0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>抵抗 (Ohms):</td> <td>2.1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> ワイヤーマップ: T568B				長さ (m):	値	規格	マージン	NVP:	68.0	-	-	伝播遅延 (ns):	12.0	-	-	遅延スキュー (ns):	1.0	-	-	抵抗 (Ohms):	2.1	-	-																																													
長さ (m):	値	規格	マージン																																																																	
NVP:	68.0	-	-																																																																	
伝播遅延 (ns):	12.0	-	-																																																																	
遅延スキュー (ns):	1.0	-	-																																																																	
抵抗 (Ohms):	2.1	-	-																																																																	
挿入損失: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>ローカル:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>78</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>82.25</td> <td>82.25</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	ローカル:	ローカル:	78	78	78	値 (dB):	0.2	0.2	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	82.25	82.25																																														
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	ローカル:	ローカル:																																																																		
78	78	78																																																																		
値 (dB):	0.2	0.2																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	82.25	82.25																																																																		
リターンロス: 合格 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>29.6</td> <td>32.3</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>20.0</td> <td>23.0</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>9.6</td> <td>9.3</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>1.15</td> <td>11.65</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	12	12	45	値 (dB):	29.6	32.3	規格 (dB):	20.0	23.0	マージン (dB):	9.6	9.3	周波数 (MHz):	1.15	11.65																																														
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
12	12	45																																																																		
値 (dB):	29.6	32.3																																																																		
規格 (dB):	20.0	23.0																																																																		
マージン (dB):	9.6	9.3																																																																		
周波数 (MHz):	1.15	11.65																																																																		
NEXT: 合格 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>36-45</td> <td>12-45</td> <td>36-45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>47.0</td> <td>70.8</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>40.4</td> <td>65.0</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>6.6</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>87.50</td> <td>4.75</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	36-45	12-45	36-45	値 (dB):	47.0	70.8	規格 (dB):	40.4	65.0	マージン (dB):	6.6	5.8	周波数 (MHz):	87.50	4.75																																														
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
36-45	12-45	36-45																																																																		
値 (dB):	47.0	70.8																																																																		
規格 (dB):	40.4	65.0																																																																		
マージン (dB):	6.6	5.8																																																																		
周波数 (MHz):	87.50	4.75																																																																		
ACRF: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>45-12</td> <td>12-45</td> <td>45-12</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>36.8</td> <td>36.8</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>99.50</td> <td>99.50</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	45-12	12-45	45-12	値 (dB):	36.8	36.8	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	99.50	99.50																																														
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
45-12	12-45	45-12																																																																		
値 (dB):	36.8	36.8																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	99.50	99.50																																																																		
ACRN: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>36-45</td> <td>36-45</td> <td>36-45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>46.7</td> <td>47.1</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>90.50</td> <td>89.75</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	36-45	36-45	36-45	値 (dB):	46.7	47.1	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	90.50	89.75																																														
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
36-45	36-45	36-45																																																																		
値 (dB):	46.7	47.1																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	90.50	89.75																																																																		
PSNEXT: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>43.8</td> <td>44.0</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>93.00</td> <td>95.50</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	45	45	45	値 (dB):	43.8	44.0	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	93.00	95.50	PSACRF: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>36.2</td> <td>35.9</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>99.25</td> <td>99.50</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	45	45	45	値 (dB):	36.2	35.9	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	99.25	99.50	PSACRN: 情報 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ペア:</th> <th>最悪マージン:</th> <th>Worst Value:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ローカル:</td> <td>リモート:</td> <td>ローカル:</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>値 (dB):</td> <td>43.7</td> <td>43.9</td> </tr> <tr> <td>規格 (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>マージン (dB):</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>周波数 (MHz):</td> <td>92.75</td> <td>95.50</td> </tr> </tbody> </table>		ペア:	最悪マージン:	Worst Value:	ローカル:	リモート:	ローカル:	45	45	45	値 (dB):	43.7	43.9	規格 (dB):	-	-	マージン (dB):	-	-	周波数 (MHz):	92.75	95.50
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
45	45	45																																																																		
値 (dB):	43.8	44.0																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	93.00	95.50																																																																		
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
45	45	45																																																																		
値 (dB):	36.2	35.9																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	99.25	99.50																																																																		
ペア:	最悪マージン:	Worst Value:																																																																		
ローカル:	リモート:	ローカル:																																																																		
45	45	45																																																																		
値 (dB):	43.7	43.9																																																																		
規格 (dB):	-	-																																																																		
マージン (dB):	-	-																																																																		
周波数 (MHz):	92.75	95.50																																																																		
ネットワーク標準: 10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T																																																																				

(図 36 パッチコードの試験報告書例)

M12 ケーブルの測定設備

自動化の技術は主に円形の M12 コネクタを使ってケーブル組立を利用しています。



M12 配線を試験するため測定器に搭載されている要求事項は、パッチコード測定に非常に似ており、どちらのケースでも、配線の両端測定が実施されます。

火に油をそそぐように、M12 配線測定を実施する際には配線リンクの端末に測定器を直接装着することは必ずしも出来ません。場合によっては、配線リンクの片端で違うコネクタが終端されることがあります。例えば片端 M12 コネクタ、もう片方が M12 ジャックか RJ45 コネクタあるいはそのジャックです。この問題に対処するためには、合致したテストコードを使って試験する両端配線リンクに接続可能なパーマネントリンク測定と同じように、テストアダプタを使います。(図 38)

すなわち、自動化技術では、このテストアダプタと適切な試験配線を使えば、両端測定が容易に実施可能で、測定器は試験対象配線に接続します。リファレンスコードは符合コネクタ上で自動的に設定されます。

試験を設定し(規定の配線クラスで)自動試験を行い、両端配線リンクの試験結果を獲得し、報告書を作成していきます。(図 40)

Copper Certification Report



Cable Label: A-1 Date & Time: 28.01.2014 10:48:25 Building: Unspecified-Building Limit Type: Profinet Floor: Unspecified-Floor Cable Name: m12 Room: Unspecified-Room Connector Name: Shielded Cat 6A Rack: Unspecified-Rack Site: M12 Panel: Unspecified-Panel Operator Name: Unspecified		Overall Result: 																																			
Local Ser. No.: tw20251029 Remote Ser. No.: tw20251030 Local Adapter: M12 Remote Adapter: M12 Local Calibration Date: 26-August-2013 Remote Calibration Date: 26-August-2013 Device Software: 6.0 Reporting Software: Build_#274_7.1_2015-11-13_00-34-10																																					
Wiremap: Pass Wiremap: T568B		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Value</th> <th>Limit</th> <th>Margin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Length (m):</td> <td>25,6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cable NVP:</td> <td>78,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Propagation Delay (ns):</td> <td>116,0 -</td> <td>439,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Delay Skew (ns):</td> <td>3,0</td> <td>50,0</td> <td>47,0</td> </tr> <tr> <td>Resistance (Ohms):</td> <td>3,1</td> <td>25,0</td> <td>21,9</td> </tr> </tbody> </table>		Value	Limit	Margin	Length (m):	25,6			Cable NVP:	78,0			Propagation Delay (ns):	116,0 -	439,0		Delay Skew (ns):	3,0	50,0	47,0	Resistance (Ohms):	3,1	25,0	21,9											
	Value	Limit	Margin																																		
Length (m):	25,6																																				
Cable NVP:	78,0																																				
Propagation Delay (ns):	116,0 -	439,0																																			
Delay Skew (ns):	3,0	50,0	47,0																																		
Resistance (Ohms):	3,1	25,0	21,9																																		
Insertion Loss: Pass <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Worst</th> <th>Margin:</th> <th>Worst</th> <th>Value:</th> </tr> <tr> <th>Local:</th> <th>Local:</th> <th>Local:</th> <th>Local:</th> <th>Local:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pair:</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>0,9</td> <td>5,2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>4,0</td> <td>23,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>3,1</td> <td>18,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>2,95</td> <td>96,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Worst	Margin:	Worst	Value:	Local:	Local:	Local:	Local:	Local:	Pair:	12	12	12	12	Value (dB):	0,9	5,2			Limit (dB):	4,0	23,5			Margin (dB):	3,1	18,3			Frequency (MHz):	2,95	96,00			
	Worst	Margin:	Worst	Value:																																	
Local:	Local:	Local:	Local:	Local:																																	
Pair:	12	12	12	12																																	
Value (dB):	0,9	5,2																																			
Limit (dB):	4,0	23,5																																			
Margin (dB):	3,1	18,3																																			
Frequency (MHz):	2,95	96,00																																			
Return Loss: Pass <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Worst</th> <th>Margin:</th> <th>Worst</th> <th>Value:</th> </tr> <tr> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pair:</td> <td>36</td> <td>36</td> <td>12</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>26,1</td> <td>25,6</td> <td>25,7</td> <td>25,6</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>17,0</td> <td>17,0</td> <td>12,1</td> <td>17,0</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>9,1</td> <td>8,6</td> <td>13,6</td> <td>8,6</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>2,05</td> <td>2,05</td> <td>62,00</td> <td>2,05</td> </tr> </tbody> </table>			Worst	Margin:	Worst	Value:	Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:	Pair:	36	36	12	36	Value (dB):	26,1	25,6	25,7	25,6	Limit (dB):	17,0	17,0	12,1	17,0	Margin (dB):	9,1	8,6	13,6	8,6	Frequency (MHz):	2,05	2,05	62,00	2,05	
	Worst	Margin:	Worst	Value:																																	
Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:																																	
Pair:	36	36	12	36																																	
Value (dB):	26,1	25,6	25,7	25,6																																	
Limit (dB):	17,0	17,0	12,1	17,0																																	
Margin (dB):	9,1	8,6	13,6	8,6																																	
Frequency (MHz):	2,05	2,05	62,00	2,05																																	
NEXT: Pass <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Worst</th> <th>Margin:</th> <th>Worst</th> <th>Value:</th> </tr> <tr> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pair:</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>80,7</td> <td>84,2</td> <td>62,1</td> <td>59,6</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>61,5</td> <td>61,5</td> <td>30,8</td> <td>30,2</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>19,2</td> <td>22,7</td> <td>31,3</td> <td>29,4</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>1,30</td> <td>1,30</td> <td>90,50</td> <td>98,75</td> </tr> </tbody> </table>			Worst	Margin:	Worst	Value:	Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:	Pair:	12-36	12-36	12-36	12-36	Value (dB):	80,7	84,2	62,1	59,6	Limit (dB):	61,5	61,5	30,8	30,2	Margin (dB):	19,2	22,7	31,3	29,4	Frequency (MHz):	1,30	1,30	90,50	98,75	
	Worst	Margin:	Worst	Value:																																	
Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:																																	
Pair:	12-36	12-36	12-36	12-36																																	
Value (dB):	80,7	84,2	62,1	59,6																																	
Limit (dB):	61,5	61,5	30,8	30,2																																	
Margin (dB):	19,2	22,7	31,3	29,4																																	
Frequency (MHz):	1,30	1,30	90,50	98,75																																	
ACR-F: Pass <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Worst</th> <th>Margin:</th> <th>Worst</th> <th>Value:</th> </tr> <tr> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pair:</td> <td>36-12</td> <td>36-12</td> <td>36-12</td> <td>12-36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>45,1</td> <td>45,3</td> <td>45,1</td> <td>45,1</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>17,4</td> <td>17,6</td> <td>17,4</td> <td>17,4</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>27,7</td> <td>27,7</td> <td>27,7</td> <td>27,7</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>99,50</td> <td>98,00</td> <td>99,50</td> <td>99,50</td> </tr> </tbody> </table>			Worst	Margin:	Worst	Value:	Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:	Pair:	36-12	36-12	36-12	12-36	Value (dB):	45,1	45,3	45,1	45,1	Limit (dB):	17,4	17,6	17,4	17,4	Margin (dB):	27,7	27,7	27,7	27,7	Frequency (MHz):	99,50	98,00	99,50	99,50	
	Worst	Margin:	Worst	Value:																																	
Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:																																	
Pair:	36-12	36-12	36-12	12-36																																	
Value (dB):	45,1	45,3	45,1	45,1																																	
Limit (dB):	17,4	17,6	17,4	17,4																																	
Margin (dB):	27,7	27,7	27,7	27,7																																	
Frequency (MHz):	99,50	98,00	99,50	99,50																																	
ACR-N: Pass <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Worst</th> <th>Margin:</th> <th>Worst</th> <th>Value:</th> </tr> <tr> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> <th>Remote:</th> <th>Local:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pair:</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> </tr> <tr> <td>Value (dB):</td> <td>80,1</td> <td>83,6</td> <td>57,2</td> <td>54,5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB):</td> <td>57,5</td> <td>57,5</td> <td>8,1</td> <td>6,3</td> </tr> <tr> <td>Margin (dB):</td> <td>22,6</td> <td>26,1</td> <td>49,1</td> <td>48,2</td> </tr> <tr> <td>Frequency (MHz):</td> <td>1,30</td> <td>1,30</td> <td>90,50</td> <td>98,75</td> </tr> </tbody> </table>			Worst	Margin:	Worst	Value:	Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:	Pair:	12-36	12-36	12-36	12-36	Value (dB):	80,1	83,6	57,2	54,5	Limit (dB):	57,5	57,5	8,1	6,3	Margin (dB):	22,6	26,1	49,1	48,2	Frequency (MHz):	1,30	1,30	90,50	98,75	
	Worst	Margin:	Worst	Value:																																	
Local:	Remote:	Local:	Remote:	Local:																																	
Pair:	12-36	12-36	12-36	12-36																																	
Value (dB):	80,1	83,6	57,2	54,5																																	
Limit (dB):	57,5	57,5	8,1	6,3																																	
Margin (dB):	22,6	26,1	49,1	48,2																																	
Frequency (MHz):	1,30	1,30	90,50	98,75																																	
Network Compliance: 10BASE-T, 100BASE-T																																					

(図 40 M12 メタル配線の認証試験報告書例)

パッチコードと両端リンク測定を行うためにケーブル認証測定器に記録された測定の課題として、構内情報配線システムで、他の“通常”の認証試験と確かに違う点です。今日、製造元がきちんと対応して測定器に必要な装着部と構成部品を提供すれば、現代の測定設備ではこの課題は克服可能です。Softing社はワイヤーエキスパートを使ってこれらの課題に取り組み、テストアダプタとテストコードを広範囲に提供することを念頭に置いて努力しています。

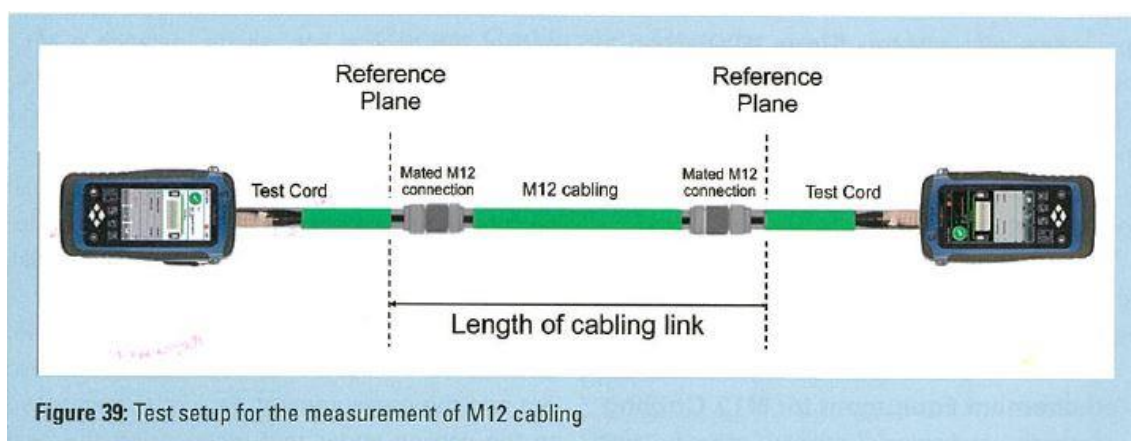


Figure 39: Test setup for the measurement of M12 cabling

展望

データトラフィックの恐るべき増加を動かしているアプリケーションを数例挙げて終わりたいと思います。膨大なデータが、キャビネットの列の中で、特に **ToR**（トップオブラック、トップオブロー）、**EoR**（エンドオブロー）か **MoR**（ミドルオブロー）のトポロジーと共に、サーバとスイッチ間で膨大なデータがデータセンタに伝送されています。さしあたり、我々は最大データ伝送速度 10G バイト/秒（メタル配線上）から 40G バイト/秒（メタル配線上 Cat8/Class I & II）のような高速による移動を経験しています。

スマートフォン/BYOD

ビジネスでのスマートフォンの増加数（BYOD）と私用環境（子供用）はより多くのデータトラフィックを生み出す結果になりました。データセンタはこのデータトラフィックと戦わなければいけません。均一料金で高速伝送 4G の時代に、どれだけのメガバイトのデータ量を自分のスマートフォンから送っているのか、想像できる人間はいるのでしょうか。現代の世界では、古き良き **SMS**（ショートメッセージサービス）は長い間に流行遅れとなり、高画素の写真と **HD** ビデオが **MMS** や **Youtube** あるいは類似したサービスで送信されています。このように、データセンタが対処必要なインターネットを通して膨大なデータが転送される流れを促進させている要素の一つであることは間違いありません。

テレビジョン/マルチメディア

4/16 倍の解像度、それぞれ 4K ウルトラ HD、8K 超ハイビジョン (SHV) で高画素のレート (フル HD と比べてもより高い) もまた、コンテンツの獲得のために膨大なデータ量を伝送します。現在かつ将来の製造でもデータが通常圧縮されておらず、膨大な帯域幅は今日でも大きな課題です。しかしながら最新の事情では、顧客へコンテンツを伝送しようとすると、放送の効率性が重要な役割を果たします。H.265/HEVC のような新しい伝送規格の紹介にもかかわらず、我々は 4K ウルトラ HD と 8KSHV のそれぞれ 10.2G バイト/秒・24G バイト/秒の伝送速度について既に語りだしています。

自動化技術

安全な自動化に、全体としての自動化のコンセプトとして、より重要性が上がっています。知能と安全制御の構造で、構造設計・作業・サービスコンセプトでの安全要求の、そして、作業者の作業説明のための、カスタマイズ可能な実装に必要な自由をユーザーはもっています。特に、実際の時間制御で働くプロセスの自動化のセクタでは、データ量、さらに高いデータスループット要求までも大幅な増加を生み出しています。自動化の技術では、10G バイト/秒の速度での機械へのデータ移送は、新しい M12 の X コードコネクタによって、さらに高い帯域幅を生み出すもうひとつのドライバにすることが出来ます。

ワイヤレスネットワーク

Wi-Fi (ワイヤレス LAN) ネットワークは現在オフィスと産業環境では共通の特徴です。ワイヤレスネットワーク上に伝送され、帯域幅の限界を押し上げていくデータの膨大な増加によって、より高い帯域幅への流れは止まりません。Wi-Fi ネットワークのより高い帯域幅での伝送は避けられません。これに反映して、新しい IEEE802.11ac 規格は論理的に達成可能なデータレート 6.93G バイト/秒を規定していますが、これが最近発行されました。802.11ac ワイヤレスアクセスポイントでは、10G バイト/秒のインターフェイスを超えるデータを受け取ります。Wi-Fi 技術が既に次のステップに向けて準備を進める中、60GHz スペクトラムで作業する 802.11 と Wi-Fi 規格では 20~100G バイト/秒のデータレートが描かれています。しかしながらこれもすぐに実現されるでしょう。

クラウドアプリケーション

VPN ルータ (モデム) は、ビル・機械・設備の遠隔保守と遠隔制御の安全な解決策として広い範囲で使われています。特にユーザーは現場間の VPN やネットワーク間の VPN の構成にある多くの課題に直面しています。クラウドを基本とする遠隔保守ポータルで、有名なソリューションプロバイダは現在、相当に高い柔軟性で組み合わせた遠隔保守と遠隔制御の安全なスタートを提供しています。これには、ユーザーとクラウド間で伝送されるデ

一タ量の劇的な増加が必要となります。我々は技術と顔を向き合わさなければいけません。測定技術はもはや、単純な測定値の基準値との比較ではなく、今日、測定技術は、サービス・ソリューション・快適さ・品質と安全のために表します。

以上