

# Contents

TSUKOニュースレター第4号目次

## 1 . 製品紹介

TSUNET-1000E AWG24-4Pケーブル  
TIA/EIAおよびISOで審議中のカテゴリ6に適合するケーブルのご紹介

## 2 . Q & A LAN工事上の問題点・ノウハウ

アンダーカーペットケーブル「DKTF-TUケーブル」  
の共通外被の剥き長さが電気特性に与える影響について

## 6 . 海外技術情報

「カテゴリ6の実際的な分析」  
出典 "SIXTH SENSE" Cabling Business Magazine 誌 1999年10月号」

## 8 . LAN関連規格

光ファイバケーブルを用いたLANの規格<その2>  
10BASE-F、100BASE-FX、100BASE-SXおよびATM156、ATM622の規格の相互関係についての概要

## 12 . リンク試験データ

モジュラプラグ内でのケーブル対の撚り戻し長さが漏話特性に与える影響についての試験データ。

## 16 . キーワード

(1) dB (デシベル) について  
(2) ATMについて

## 17 . 読者からのご意見、編集後記



# TSUKO

## CAT6 UTPケーブル

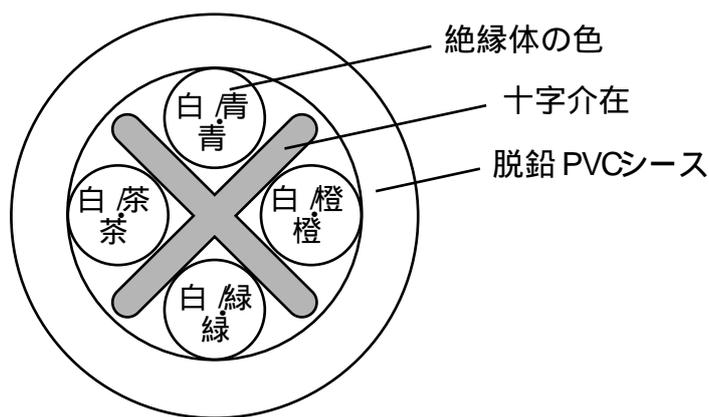
# TSUNET-1000E<sup>®</sup>

CAT6規格値を大きく超えるUTPケーブル。

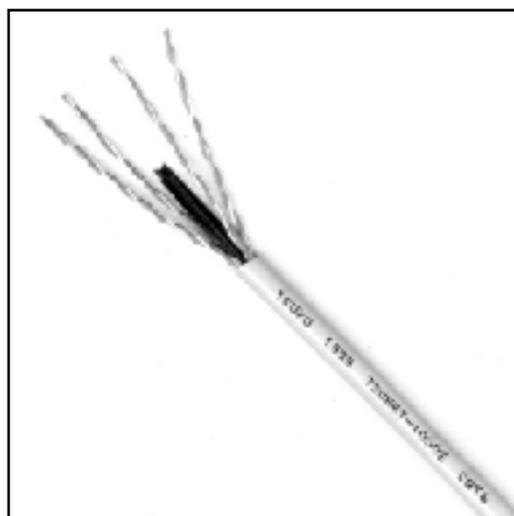
最先端のLAN(ATM 1.2Gbps等)対応。

4対ユニットの中心介在として十字介在を使用。

外被には環境にやさしい脱鉛PVCを使用。



4対ケーブル 構造図



外被色 : ライトブルー、青、黄、緑、白、赤、  
クリーム、橙、うす緑、灰の10色

荷 姿 : 300標準長 紙製ボビン巻き

# LAN 工事上の 問題点・ノウハウ

## お客様の質問に答えてその 4>

お客様から寄せられた下記質問に対する実験を行い、不具合の発生状況について調査した結果を報告致します。

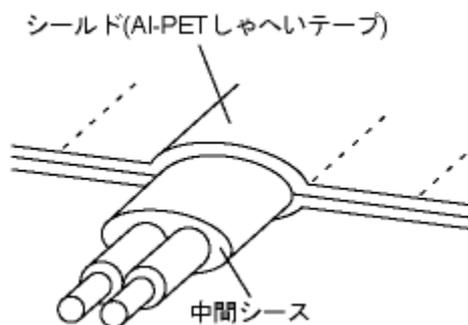
今回は DKTF-TU 0.5-4P(シールド付カテゴリ 5 アンダーカーペットケーブル)のシールドと中間シースをどの位まで剥(む)くと特性に影響が出てくるのか実験を行いました。

Q. DKTF-TU 0.5-4P(シールド付カテゴリ 5 アンダーカーペットケーブル)を布設するとき、シールド部分と中間シース部分を剥きすぎると、特性に影響があるのでしょうか?

A. まず、DKTF-TU の構造からご説明いたします。

DKTF-TU の構造は、図-1 に示したように平行に並べた対に中間シース、遮蔽(しゃへい)テープが被されています。これは、カーペットの下などに布設できるよう、ケーブル自体を薄くするため、このような構造になっています。また、遮蔽テープを用いていることから、遮蔽効果を同時に得られるケーブルです。DKTF-TU ケーブルをローゼットなどに取り付ける際、中間シース、遮蔽テープが邪魔をするため、長めに剥いてしまうケースが多いのですが、極力剥かないことをお勧めします。シールド効果が得られただけでなく、伝送性能まで低下させる原因となります。次に示します検証試験とその結果を参考にして下さい。

図-1 DKTF-TU の構造



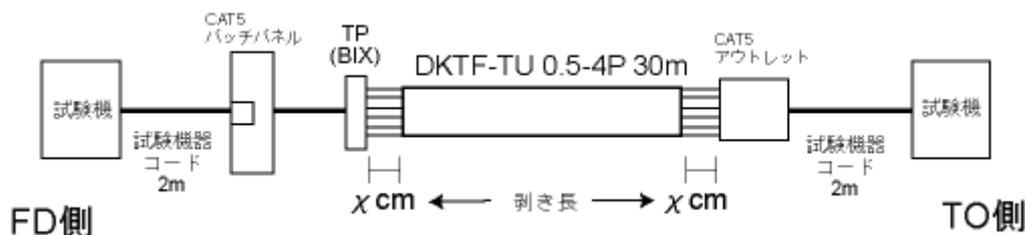
前述した DKTF-TU ケーブルは丸形ケーブルと違い、カーペットの下などに布設できるよう、特殊なフラット構造になっています。アンダーカーペットケーブルの取り扱いになれていない人にとっては、シールドと中間シースを長く剥いてしまった方が扱いやすいため、長く剥きがちです。そこで今回の検証試験では図-2 に示しました DKTF-TU 0.5-4P ケーブルを使用したリンクを構成し、リンク内の DKTF-TU ケーブルに数パターンの剥き長(極力抑えた場合、40mm、80mm、120mm)を与え、リンク全体の電気特性評価を行いました。また、それぞれ、シールドのみ剥いた場合、シールドと中間シースの両方を剥いた場合の2通りの評価を行いました。今回の試験では、最悪の条件を想定し、剥き長を与えた部分については、ピンテープで束ねて評価しています。試験器にはハンディタイプ LAN テスタ DSP-4000 (米 FLUKE 社製) を用いています。

### 検証試験

## 試験リンクの構成

試験リンクは図-2 のような構成で行いました。

図-2 試験リンクの構成 (ベーシックリンク、全長 94.0m)



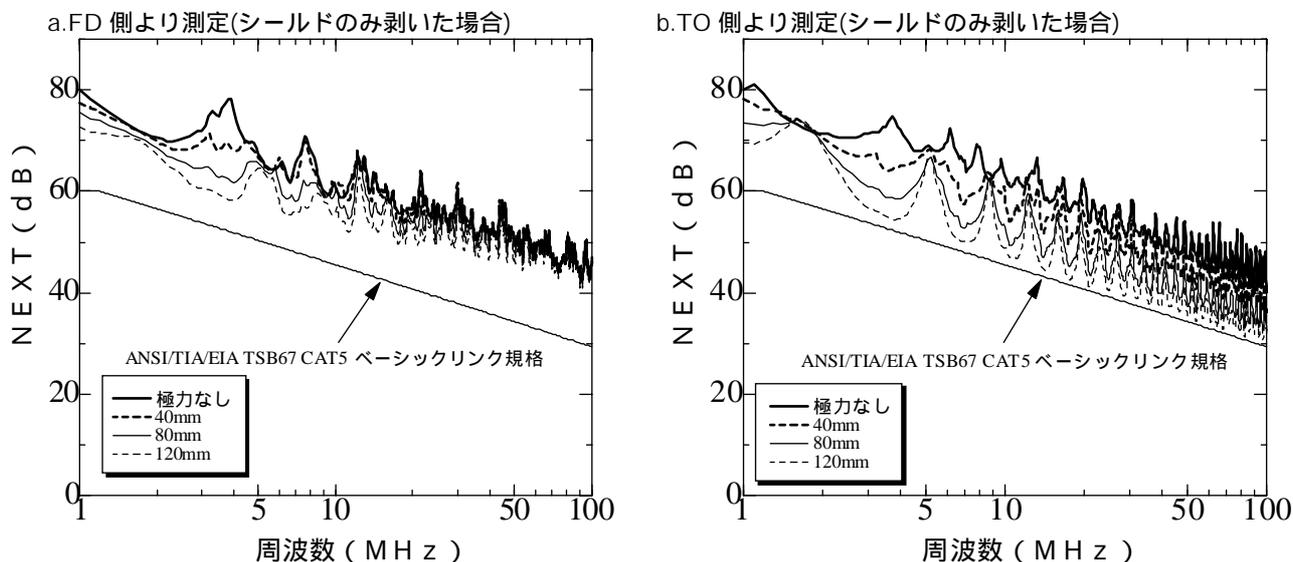
試験にはすべてカテゴリ 5 部材を用い、ケーブルには弊社シールド付カテゴリ 5 アンダーカーペットケーブル DKTF-TU 0.5-4P、カテゴリ 5 水平ケーブル TSUNET-100E 0.5-4P を用いました。DKTF-TU ケーブル部には図-2 にも示したように、両端に剥き長を与えました。

## 試験結果

本試験は、リンクの両端から試験を行っています。試験結果のグラフ中、「FD 側より測定」と記されているものは、図-2 のリンクの左側(FD 側)から信号を投入した場合の特性を示しています。同様に「TO 側より測定」と記されているものは図-2 のリンク右側(TO 側)から信号を投入した場合の特性を示しています。

以下に示しました特性グラフは、今回特性評価したデータの最悪値を示しています。

図-3 DKTF-TU ケーブルのシールド剥き長による近端漏話減衰量(NEXT)への影響



FD 側、TO 側ともに、シールドを剥いた影響がでています。特に DKTF-TU ケーブルに近い TO 側からの評価では、120mm 剥くと、規格ギリギリの値が確認されました(図-3)。等レベル遠端漏話減衰量については、シールドを剥いた影響はでていないものの、120mm 剥いても規格値に対して、10dB 以上のマージン(余裕度)を持っていました(図-4)。反射減衰量については、シールドを剥くことにより、TO 側から測定した値に、影響が現れています(図-5)。近端漏話減衰量については、シールドと中間シース両方を剥いてしまうと、特性はさらに悪くなりました。120mm 剥いたところで、規格を外れてしまいました(図-6)。両方剥いた場合の等レベル遠端漏話減衰量については、シールドのみ剥いた場合と同様の結果が得られました。規格に対しては十分なマージンを持っています(図-7)。シールドと中間シースを剥いた場合の反射減衰量は、シールドのみ剥いた場合と同様、TO 側からの測定値に大きな影響を与えています(図-8)。

図-4 DKTF-TU ケーブルのシールド剥き長による等レベル遠端漏話減衰量(EL-FEXT)への影響

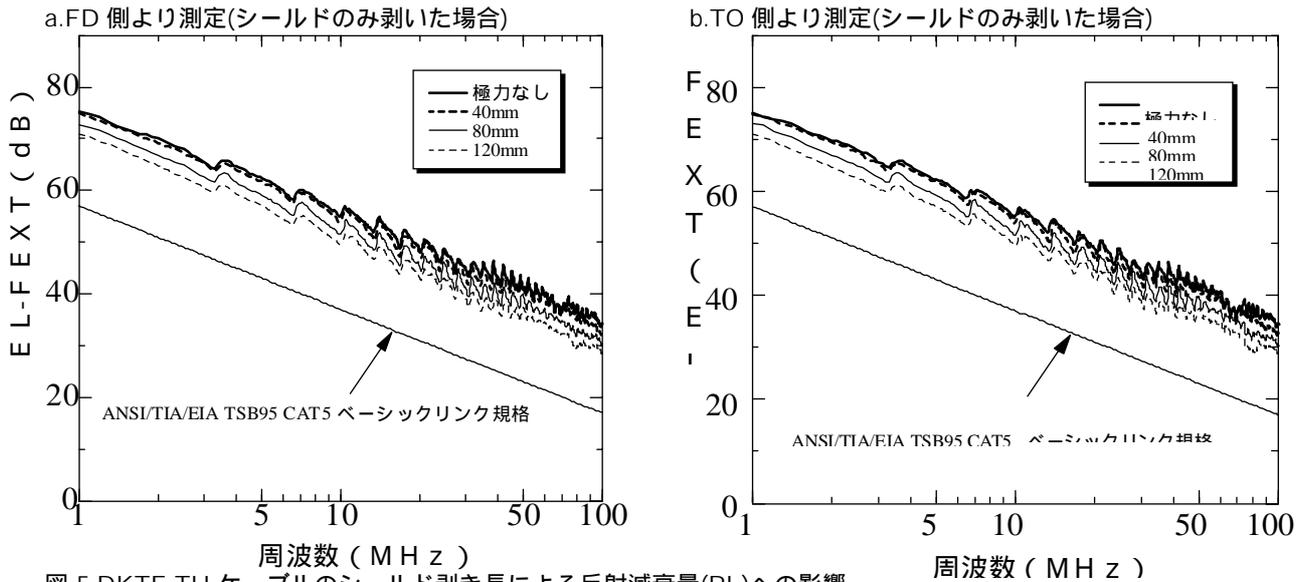


図-5 DKTF-TU ケーブルのシールド剥き長による反射減衰量(RL)への影響

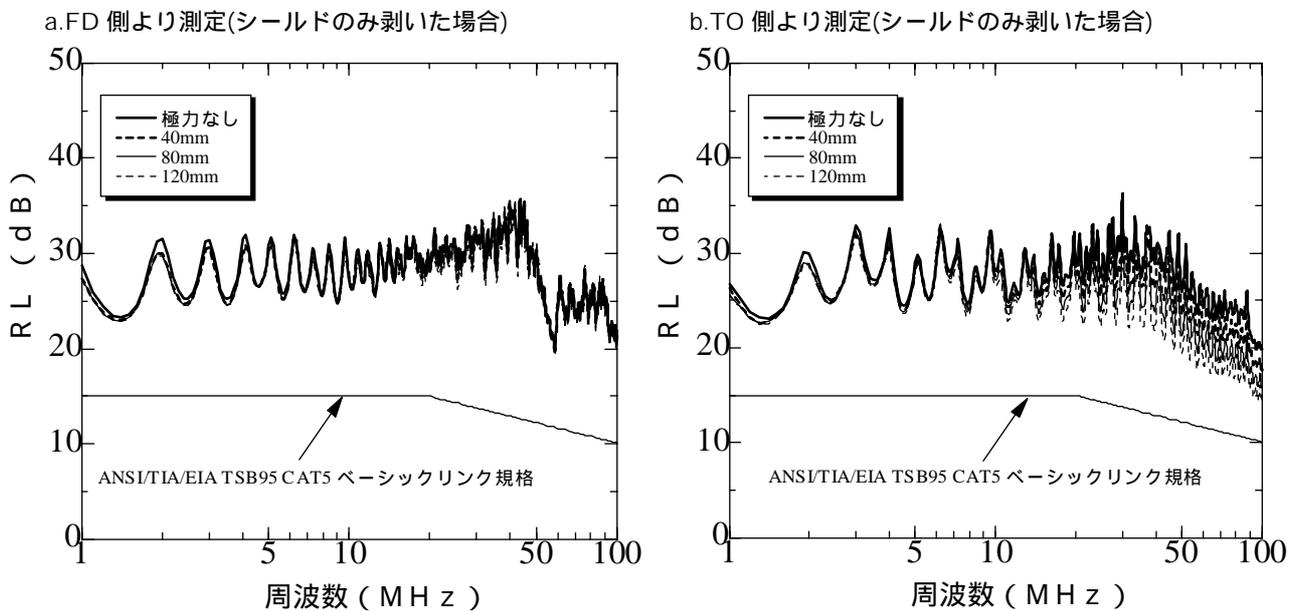


図-6 DKTF-TU ケーブルのシールドと中間シース剥き長による近端漏話減衰量(NEXT)への影響

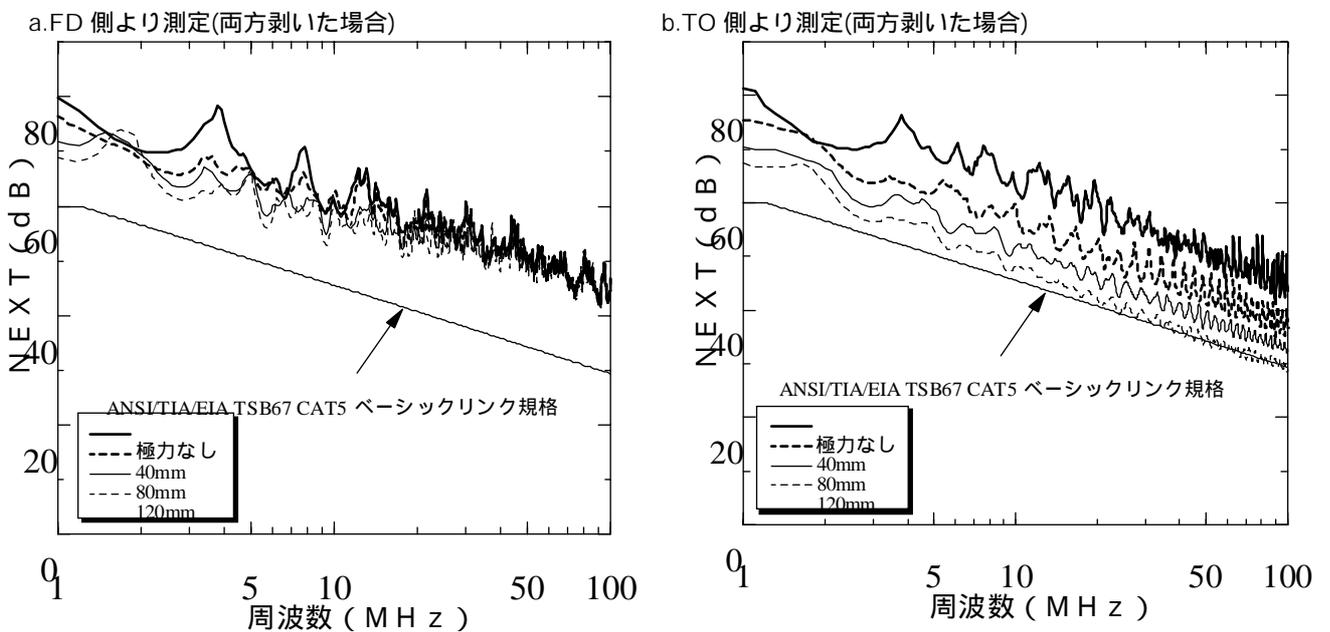
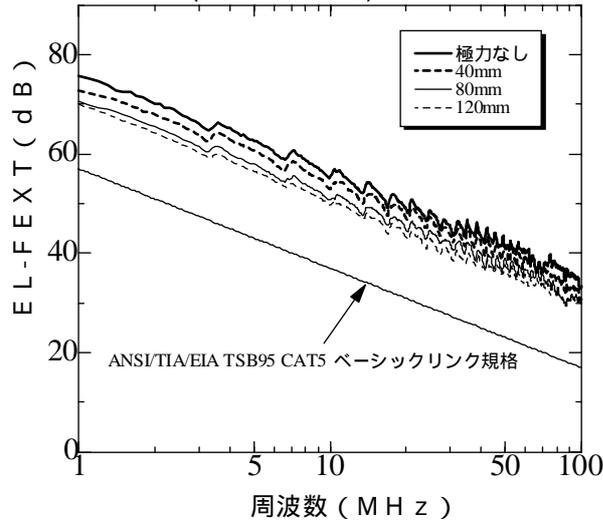


図-7 DKTF-TU ケーブルのシールドと中間シース剥き長による等レベル遠端漏話減衰量(EL-FEXT)への影響

a.FD 側より測定(両方剥いた場合)



b.TO 側より測定(両方剥いた場合)

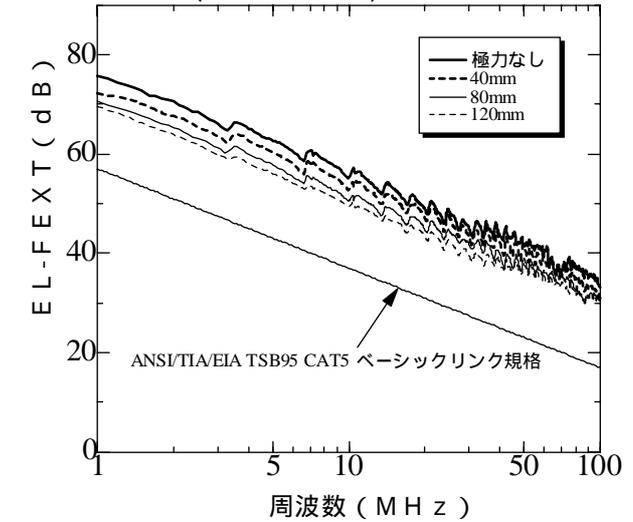
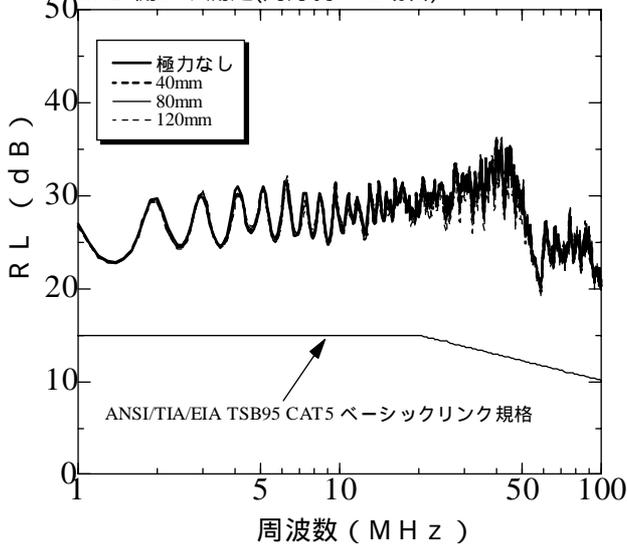
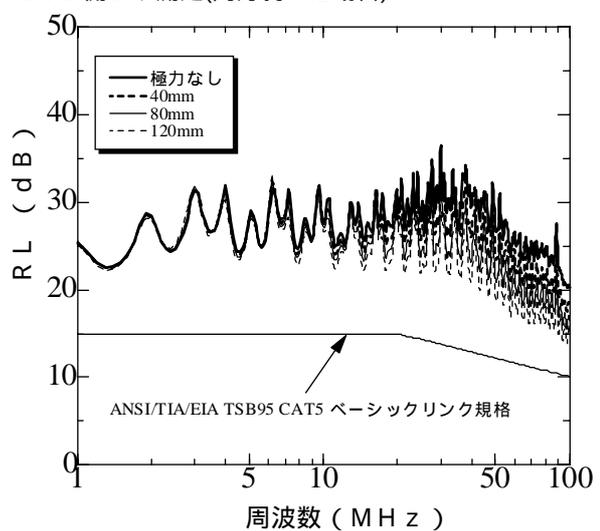


図-8 DKTF-TU ケーブルのシールドと中間シース剥き長による反射減衰量(RL)への影響

a.FD 側より測定(両方剥いた場合)



b.TO 側より測定(両方剥いた場合)



## 結論

今回のDKTF-TU ケーブルに剥き長を与えた試験では、少なからずそれぞれの特性への影響が確認されました。DKTF-TU ケーブルは、より薄くするために対は撚(よ)られておりません。このため、シールドや中間シースを長く取り除き、対同士が近づくと漏話特性が著しく低下します。(本誌リンク試験データのコーナーに「撚戻しによる漏話特性への影響」として、撚戻しによる影響評価を記載しております。あわせてご覧ください。) DKTF-TU ケーブルの場合、すでに撚が戻されている構造のため、シールド、中間シースを剥いた長さが撚を戻してしまった長さに相当します。DKTF-TU ケーブルは、非常に薄く、イズに強いケーブルです。また、伝送特性も規格に対して十分なマージンを持っています。しかし、剥き長を長く与えるなどの取り扱いを誤るとCAT5 リンク規格を満足しないこともあり得ます。LAN 配線の場合、伝送特性がとてもシビアです(導通があれば良いというものではありません)

ん)。最近では LAN テスタ(フィールドテスタ)をお持ちの方が多くと思います。LAN テスタにより、各伝送特性を短時間でチェックすることができます。もし、規格を外れた伝送特性を発見したら、その対処方法を、まとめておくべきだと思います。例えば、漏話特性に異常を見つけた場合は、撚戻しを長していないか、低いカテゴリーのケーブル、コネクタなどの部材が混在していないか、などです。反射減衰量に異常があった場合、インピーダンスのスマッチが考えられるので、接続点が多すぎないか、ケーブル(フラットケーブルは除く)の上に机、キャビネットが乗っていないか、構造の異なるケーブルを互い違いに配線していないか、などです。

今回の検証試験データは、あくまでも参考値です。布設環境などにより、特性は変化しますのでご注意ください。

今後ともみなさまのお仕事に参考となるノウハウをご紹介していきたいと思っております。

# 技術資料

## 海外の技術情報

タイトル： Sixth Sense - CAT6 の実際的な分析

出典： Cabling Business Magazine 1999年10月号 P. 8 ~

執筆者： Mark Johnston ( Director of technology development for Microtest )

### はじめに

本誌では、TSUKO 新製品 CAT6 対応 UTP ケーブル「TSUNET-1000E」をご紹介します。弊社では、ギガビットイーサネット 1000BASE - T を伝送するための UTP ケーブルとして、エンハンスド CAT5 (CAT5e) 対応「TSUNET-350E」を販売してきました。この CAT5e 規格が 1999 年 11 月末、ようやく委員会で承認されたという情報を得ました。さらに上位規格として検討されている CAT6 がいつ制定されるかは今のところはっきりしていませんが、市場での注目度は高まっています。

今回は、CAT6 の必要性・市場動向・課題などに関する記事から要旨を抜粋する形でご紹介します。規格の制定を待たずに市場が動いている現状についてご参考になれば幸いです。

1996 年にさかのぼって、当時、CAT5 の帯域幅は将来の LAN アプリケーションを経済的にサポートするのに十分だろうかという疑問があった。ATM フォーラムは 155MHz 銅ケーブル仕様をリリースし、TIA CAT5 仕様がようやく性能条件を満たしたが、Class D リンク性能仕様については未制定であった。CAT5 にとどまり、NIC ( network interface card ) により複雑な機能を加え、より複雑な変調技術や NEXT のキャンセル技術を 100MHz での新アプリケーションに適應するために採用するか？あるいは、新しいより高い性能レベルの UTP 配線を定義すべきか？ IEEE はギガビットイーサネット仕様の検討を始め、標準的 CAT5 がそれをサポートできるかは不確かであった。(現在、ある既存の CAT5 リンクはサポートするであろうが、CAT5e が推奨されている。)

加えて、多くのサプライヤーがクロストークを最小限にし、リターンロス改善できる製造工程と技術の改善を実現してき

た。しかしこの配線は、“よりヘッドルームがある”あるいは、“より高速性能の”と表現されるだけで、これに見合った規格が制定されなかった。この状況が市場に大きな混乱を作り出した。

同時に欧州規格では、主としてドイツの委員会が先導し、600MHz 帯域幅までの SSTP (各対遮蔽/一括遮蔽付き対より線)の性能を定義していた。1997 年 9 月ミュンヘンでの ISO 委員会で、200MHz UTP CAT6 と 600MHz SSTP CAT7 仕様を検討することが決定された。CAT6 の検討は進んでいるが、実際必要なのだろうか？

### CAT6 とは何か？

CAT6 チャンネルでは少なくとも 200MHz の有効帯域幅がある。これは対間 ACR (減衰対漏話比)が 200MHz まで、どの周波数においても少なくとも 3dB あるということで、この 200MHz がゼロパワーサム ACR のポイントでもある。CAT6 は均一のインピーダンスとすぐれたリターンロス性能を有し、最高性能の UTP 配線システムである。

1998 年 1 月、IEEE は TIA と ISO に対して、新しい配線はゼロパワーサム ACR ポイントより最低 25 パーセント高い性能を定義するよう要請する書簡を送った。NIC の新技術ではリンクにおける部分的な NEXT のキャンセルをさせることで、実際にはゼロ ACR ポイントを越えた帯域を使うことができるからである。この理由から CAT6 のテストは、最高周波数では ACR が負値になるものの 250MHz まで実行される。

CAT6 と CAT5 の主な違いは、改善された NEXT とリターンロスである。リターンロスの良さは、新しい高速全二重 LAN アプリケーションでは非常に重要なことである。減衰量は導体径を大きくしなければ飛躍的な改善はできないが、クロスト

ークは有効帯域幅を本質的にコントロールする。

TIA TR42.5 委員会は、現在 CAT6 配線の帯域幅の有効性を活かした低コストギガビットイーサネット機器の提案書を準備している。

## CAT6 製品は手にはいるのか？

過去にイーサネット製品が 10 BASE-T 規格の制定を、CAT5 製品が TIA 568A や TSB67 の制定を待ってリリースされた時代と異なり、現在 CAT6 規格は審議中だが、規格の制定を待たずにほとんどのメーカーが配線、接続機器やフィールドテスターを発表している。これらのサプライヤーは、規格がない CAT6 性能の定義として、多くの場合、製品は現在発行されているドラフト規格の性能条件に合致しているとしており、あるケースでは、最終的に CAT6 規格が発行されればその性能条件に適合することを保証している。

## コストおよびマーケットシェア

高品質の CAT5 と比較して、CAT6 は 20 ~ 40 パーセント高く売られている。しかしこの価格は CAT6 市場が増大するにしたがって下落してきている。CAT6 は、その性能や必要性についてまだ市場の養成が必要な状態である。業界のトレードショー、雑誌、セミナーにおいて、CAT6 はホットな話題である。より多くの人々が CAT6 に気づき、メディア情報を得ると、CAT6 が UTP の一般的な選択肢となっていくことが期待される。

1998 年の北米構内配線市場に関するフロストアンドサリバンのレポートによると、CAT6 の出荷は 1999 年の 13 パーセントから、2003 年までに 52 パーセントと飛躍的に伸びることが予想されている。CAT6 の伸びは、CAT5 のシェアを奪い、CAT3 は 2001 年には 1 パーセント以下まで落ちる。現在 CAT5 需要のほとんどがエンハンスト CAT5 である。

## CAT6 の課題-コネクタの互換性

CAT6 に関するすべてがバラ色かというそうではない。現在最大の課題はコネクタの互換性の欠如である。サプライヤーは規格がないまま製品開発を進めているために、それぞれ NEXT のキャンセルに異なる方式を採用しており、ほとんど互換性がない。NEXT のキャンセル条件は CAT6 の性能にとって厳格なものであり、部材には非常に厳格な公差が必要である。

現時点では、他のサプライヤーの製品との互換性が保証され

ないかぎりには、CAT6 敷設を通して一つのサプライヤーの接続機器に統一することが必須である。これはフィールドテストにおいて大きな影響を持つものである。

## フィールド敷設とテストについて

CAT6 リンクのフィールドテスターは、テストコードの末端に互換性プラグを含まなければならない。現在 CAT6 プラグはメーカー規格で一般的なものが存在しないため、米 Microtest 社 (ペンタスキャナーのメーカー) はそれぞれのサプライヤーのシステムに対応するため、異なる CAT6 と CAT7 用テストアダプタを提供している。プラグのサプライヤーに、その設計が現在の CAT6 ドラフト規格の条件に適合しているかを確認する必要がある。

敷設の熟練度は CAT5 の場合よりはるかに重要である。ケーブルのコネクタ成端方法は、クロストーク条件に合致するため、メーカーが勤める手順での一貫性が必要である。CAT6 の敷設は CAT5 と比較して難しいということではないが、ただ一貫性が必要である。

CAT6 のリンクは、従来の CAT5 リンクよりマージンが狭くなる傾向がある。これは不確定さを最小限にするために、リンク不合格の原因を簡単に発見する最新の診断機能と同様、より精度が求められるということである。接続とケーブルの問題を明確に区別することは難しい。NEXT カリターンロスのリンクが不合格となった場合、その問題がパッチコード、接続機器、敷設技術、あるいは水平配線のどこにあるのかを特定する最新診断機能が不可欠である。

CAT6 規格の検討は進んでいる。高性能な製品はすでに市場に出ており、高価格で提供されている。CAT6 リンクの製品を敷設し、そのフィールドテストも可能である。CAT6 市場は急速に成長し、やがて CAT3 と CAT5 の全体出荷量を追い越し、シェアを奪うことが予想される。

# LAN伝送路として 光ファイバケーブルの規格 について

## 1. はじめに

第3号では、光ファイバケーブルの基本的な事項と、最近最も注目されているLANシステムの一つであるギガビットイーサネットの中で、光ファイバケーブルを伝送路としたシステムである1000BASE-SXと1000BASE-LXについてお話しいたしました。また、その中で既に規格として制定されているその他のシステムについて若干触れさせていただきました。今回は順序が逆になってしまうかもしれませんが、前回に引き続き、光ファイバケーブルを伝送路としたLANシステムについて、これまでに制定された規格の内容について概略になりますがお話しいたします。

光ファイバケーブルを伝送路とするシステムについては、様々なシステムが米国内を中心として海外の規格検討団体（例えば、TIA/EIA、IEEE、ANSIおよびATMフォーラム等）で検討され制定されてきました。現在導入されているLANシステムの内80数パーセントがイーサネット系のシステムですが、そのほかにATMシステムやFDDIシステム等があります。これらの規格の制定団体は表1のようになります。

表1 規格の制定団体と時期

システム名	制定機関
10BASE-F	IEEE-802.3j
100BASE-FX	IEEE-802.3u
1000BASE-SX、-LX	IEEE-802.3z
FDDI	ANSI T3X9
ATM 155Mbps	ATM Forum
ATM 622Mbps	ATM Forum
100BASE-SX	IEEE802.3 and TIA

これらの光ファイバを伝送路としたシステムは、どこに使用されているのでしょうか。光ファイバの特長を生かしながら、次のような場面に活用されているのです。

工場内等の周囲に電磁妨害の強い箇所に、10BASE-T、-5、-2や100BASE-TX等のようにメタルケーブルで配線した中で、電磁的な影響を受けない光ファイバの特長を生

かして使われています。

光ファイバの低損失性を生かし、長距離伝送が可能ですから、100BASE-FやFDDIなど主として基幹回線またはバックボーンとしてつかわれます。

LANの伝送路としてメタルケーブルで配線した建家間の架空ケーブルとして、ハブやNICまたは端末を雷害から守るために使われます。銅ツイストペアケーブルと光ファイバケーブルの変換には、メディアコンバータを介在として使います。

特に、**100BASE-SX**についてです。実は、7～8年前のことです。

弊社工場に近い某理科大学の構内で研究棟のLAN回線用として、遮蔽付きのカテゴリ5ケーブルを配線されました。

ある研究棟から隣の棟にも、メタルケーブルをそのまま使って配線を構成されたのでした。その後、5年ほど前、付近一帯に集中的に雷が落ちました。直撃雷ではなく、誘導雷によるものと思われませんが、研究棟のLANが絶縁破壊の被害に遭いました。ケーブル回線はなんら被害を受けなかったのですが、ハブ2台、NICが4～5台損壊を受け、取り替えるということがありました。

遮蔽付きのケーブルでも雷には効果がなかったのです。その件があってから、それを教訓として、建屋間を架空で配線したいとの問い合わせに対しては、光ファイバケーブルの配線を勧めるようにしています。

ここ10数年間におけるそれぞれのシステムの進歩には素晴らしいものがあります。今回はその中から下記のシステムについてお話しいたします。

- ・10BASE-F：10Mbpsのイーサネット
- ・100BASE-FX：100Mbpsのイーサネット
- ・ATM：155Mbpsおよび622MbpsのLANシステム
- ・100BASE-SX：100Mbpsのイーサネット

なお、初めて目にとめられる方が多いのではないと思いますが、100BASE-SXについては、最近のことですが、TIAとIEEEが合同委員会を造り規格化の検討を始めた、短波長の850nmを光源に用いた100Mbpsのシステムです。

## 2. 10BASE-Fについて

この10BASE-Fは、現在日本国内において最も広く普及している10MbpsのLANシステムである10BASE-Tと同じ伝送速度10Mbpsのシステムです。主として光ファイバとしては

マルチモード光ファイバが使用され、使用する波長は短波長の850nmです。10BASE-Fには3種類の方式があり、それぞれ次の通りです。

## 10BASE-FP

これは、図1の様にスターカプラを使用したスター構成で、端末にはMAU(Media Access Unit)を介して接続されます。伝送距離としては、スターカプラから端末まで最大500m、端末から端末までは最大1Kmになります。

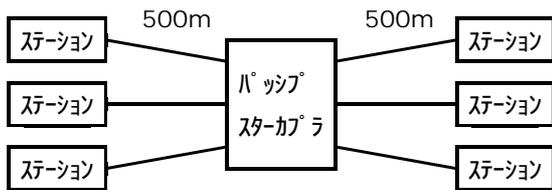


図1 10BASE-FP構成例

## 10BASE-FB

この方式は、図2の様に、リピータ間を光ファイバケーブルで接続して長距離(最大2km)を伝送するので、**基幹LANに最適といえます。** 但し端末同士を接続することは出来ません。

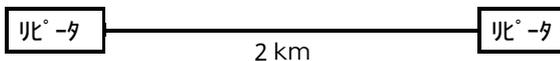
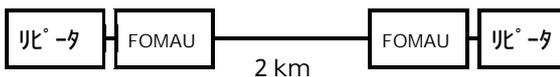


図2 10BASE-FB構成例

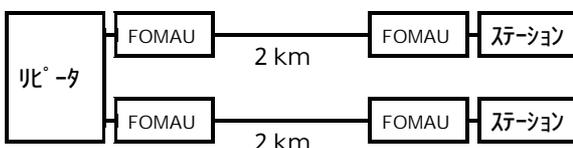
## 10BASE-FL

この方式は、**リピータ同士の接続だけではなく、リピータに端末機を接続できるようにしたもので、最大距離は2kmとなります。** 図3に接続構成例を示します。

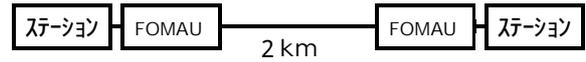
a) リピータの相互接続



b) リピータとステーションの接続



c) ステーションの接続



FOMAU: Fiber Optics Media Attachment Unit

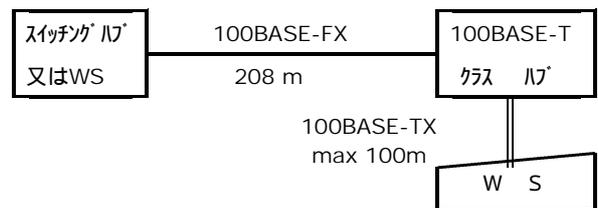
図3 10BASE-TLの接続例

## 3. 100BASE-FXについて

ご存じのように、10BASE-Tに次いで普及している、伝送速度100Mbpsの銅ツイストペアケーブルを使用したイーサネットシステムは100BASE-TXですが、1300nmの長波長光源を用いて光ファイバケーブルを伝送路としたものが100BASE-FXです。OSI(Open System Interface)第一層の物理媒体のインタフェースに光電変換機能があるものが100BASE-FXですが、一般には両者を総合して100BASE-Xと称しています。さらに、最近になって、TIAとIEEEが合同の委員会を設けて、10BASE-FLと同じ850nmの短波長光源を使った100BASE-SXの検討を始めました。100BASE-SXについては、次項でお話しいたします。

100BASE-TXの最長距離は、ハブを2台接続しても、せいぜい205mであるのに対し、この100BASE-FXはマルチモード光ファイバケーブル2本で全二重通信方式を使用するものは、最大2kmまで使用できるために、**長距離伝送に適しています。** また、**スイッチングハブを相互に接続できるから、基幹部分(バックボーン)に使用することが出来ます。** 100BASE-FXで同時に双方向の通信が可能な全二重方式の2バス構成の例を図4に示します。

(a)



(b)

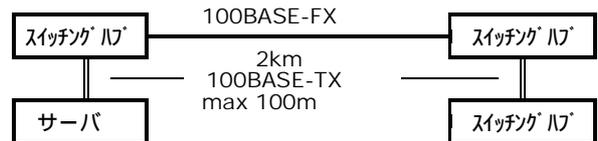


図4 100BASE-FXの2バス構成例

10Mbps伝送システムの10BASE-Tと100Mbps伝送システムの100BASE-TXを別々に記述すると、別々のシステム

でなければいけないように解釈できますが、100BASE-TXが開発された時点から、下位接続性が必要であるとの認識から同一ハブで両方接続できるようになっていました。最近では、10Mbpsのシステムと100Mbpsのシステムの両方が接続でき、その接続された機器のサポートする伝送速度を自動的に判断して、切り替える機能を有するデュアル速度タイプ(通称自動認識機能)のハブが主流になっています。すなわちデュアル速度タイプのハブには、10Mbpsで伝送する場合に使う部分(この部分を10Mbpsリピータ・コアという)と100Mbpsで伝送する場合に使う部分(この部分を100Mbpsリピータ・コアという)の両方を持ち、ハブに内蔵されたブリッジ機構により相互接続と相互通信の交通整理をするわけです。また、従来は特定のポートだけが10Mbpsに対応していたものが多かったが、最近では全ポート10Mbpsと100Mbpsの両方に対応するものが増えていきます。そういうハブ同士をつないだり、端末をつないだりする場合の基幹として100BASE-FXが利用されるわけで、100BASE-X発売当初より、ハブの中には100BASE-FX用のポートを有するものが多くあります。

しかし、この100BASE-FXは長波長の光源を使用する関係で、10BASE-Fとは互換性がありません。その点がFXの普及を阻んでいる要因の一つと言われております。

## 4 . 100BASE-SXについて

最近になり、TIAの光ファイバを用いたシステムの教育普及を主としている部会であるFOLS(Fiber Optic LAN section)の委員から提案され、TIA FO2.2作業部会とIEEE802.3が合同で、100Mbps短波長の光LANシステムに関する標準制定の作業部会が設けられて、光ファイバケーブルを用いた100Mbpsの伝送が出来るもう一つのシステムが検討され始めました。

従来既に制定されている100BASE-FXは、1300nmの長波長光源を用いたシステムであるために、10Mbpsのシステムとして普及している10BASE-FLとは、"**最大伝送距離が2km**"である点を除いては、システム及び装置上の互換性が無いものでした。その上、1300nm関連電子機器の価格が850nm関連機器に比べて2倍とも3倍とも言われるくらい高価でした。それらのことが光ファイバを用いた10Mbpsから100Mbpsシステムへの切り替えを阻んでいる理由の一つとも言われております。

ところが、最近になって、短波長光源として、従来方式のものに比べ価格の安いVCSEL方式のものが発明(これは日本の東京工業大学で発明されたLEDです。)され、短波長のシ

ステムの導入が期待されるようになったようです。

規格が制定されていないいまの段階では、100BASE-FXと100BASE-SXを比較して云々することは出来ませんが、これまでに発表されている内容についてお話しいたします。

100BASE-SXは10BASE-FLやギガビットイーサネットのひとつである1000BASE-SXで採用されている方式とほぼ同じで、次のような特徴があります。

伝送路は構造が62.5/125umまたは50/125umのマルチモード光ファイバを使います。従って、既存の10BASE-FLで使用している光ファイバの伝送路がそのまま使用できます。

光源としては850nmの短波長光源です。

従って、100BASE-FXよりシステム構成機器が安くすみます。

チャネルとしての最大伝送距離は300mです。

既存の構内配線網の中で使われている光ファイバケーブルの長さはほとんどが300m以下です。長さの制限が短くなることの影響は無いと見て良いようです。

特に最近では伝送路として使われるケーブルの大部分は、カテゴリ5またはエンハンストカテゴリ5に適合する非遮蔽ツイストペアケーブルとなり、100BASE-TXシリーズのシステムの導入が積極的に行われていますので、数年を待たずしてLANに使用されるシステムの大半は100BASE-TXになっていくものと期待されております。ここで短波長の光源を用いた100BASE-SXの仕様が出来て、光ファイバケーブルを用いたシステムも、10Mbpsから100Mbpsへスムーズに移行できることでしょう。

## 5 . ATMについて

ATMLANは、B-ISDNで採用されているATM(Asynchronous Transfer Mode、非同期転送モード)をLANに取り入れた方式です。ATMでは送信するデータを全て48オクテット(8ビットの信号を1バイトと言わずに、1オクテットと言うことがあり、その48個分)にヘッダとして5オクテットプラスして53オクテットを「セル」と呼ばれる単位として扱います。従って伝送に融通性が出来、数100kbpsから数100Mbps以上の広範囲の伝送システムが可能です。

また、B-ISDNで実績のあるスイッチング機構を採用しており、そのために伝送路上の遅延を小さく押さえることが出来る特徴があります。そのために、音声、動画および映像

などのリアルタイムに伝送することが必要なマルチメディアとしての通信に適しています。最近では25Mbpsや52Mbps等の中低速システムがデスクトップまでの回線に使えるように仕様が制定されています。また、155Mbpsのシステムでは、カテゴリ3～5の非遮蔽ツイストペアケーブルを用いたシステムの仕様化がされておりますが、光ファイバケーブルを用いたものよりも取り扱い性の点で優れているようです。光ファイバケーブルを使用した幹線からツイストペアケーブルを用いた支線およびデスクトップまでの広範囲で使用される環境が整えられつつあります。

さらに、B-ISDN（広帯域統合デジタル通信網）では、ATM・LANと同じATM技術を採用しているため、高速伝送が可能であり、B-ISDN回線を介してATM・LAN同士を結合してWANを構成することが容易です。

ATMの技術な仕様内容についてはITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector、国際電気通信連合-電気通信標準化部門)で標準化されています。また、ATMのシステムや技術をLANシステムとして活用するための検討は、ATMフォーラムで行われています。ATMフォーラムでは、OSIの物理層を二つに分割し、一つをTC(Transmission Convergence)サブレイヤとし、もう一つをPMD(Physical Media Dependent)サブレイヤとして、このPMDに非シールドツイストペアケーブル、同軸ケーブルおよび光ファイバケーブル(シングルモード、マルチモードの両方)を伝送路に用いた場合の規格を定めてきました。そのおおよその内容は表2のようになります。

表2 PMDサブレイヤの規定

伝送媒体	伝送速度と符号化方式
マルチモード 光ファイバ	100Mbps, 4B/5B 155Mbps, SONET, 8B/10B 622Mbps, SONET
シングルモード 光ファイバ	155Mbps, SONET 622Mbps, SONET
シールド付き ツイストペアケーブル	155Mbps, SONET
シールド無し ツイストペアケーブル	52Mbps, カテゴリ3 UTP 155Mbps, カテゴリ5 UTP
同軸ケーブル	45Mbps, DS-3

さらに、ATMレイヤと仕組みの異なる他のLANやWANの接続のためにUTOPIA(Universal Test & Operation PHY Interface for ATM, ユートピア)インタフェースを適用して、伝送速度や符号化方法の違いでも、変換可能、つまりシームレスな通信が出来るようになっております。1例として、ATMフォーラムで制定された規格書af-phy-0046.000(622.08Mbps Physical Layer Specification, January, 1996)には、622Mbpsのシステムに使われる光ファイバケーブルの性能に関する規格として表3のように定められております。

表3 622Mbpsの伝送路の規格

種類	項目		規格値
SMF	減衰量	中距離	0～12dB
		短距離	0～7dB
	最大距離	中距離	15km
		短距離	2km
MMF	減衰量	50um	0～2dB
		62.5um	0～6dB
	最大距離		500m

注：ここに規定する減衰量は、光ファイバ、コネクタ、接続部、減衰器など伝送路に使用する全ての装置類を含む数値です。

## 6. むすび

LAN伝送路として光ファイバケーブルを使用したシステムについて伝送路の規格を中心として話を致しましたが、今後どのような新しいシステムが使われてくるかについては、様々なシステムが開発されている現段階では、確実な見通しを得ることは難しいことです。技術は常に日進月歩の勢いで進歩しています。既にIEEE802.3では、光ケーブルを用いた次世代LANシステムとして、10Gbpsのシステムの検討を始めたとのこと。今後の技術の進歩と新しい提案が期待できるというものでしょう。

# リンク試験データ

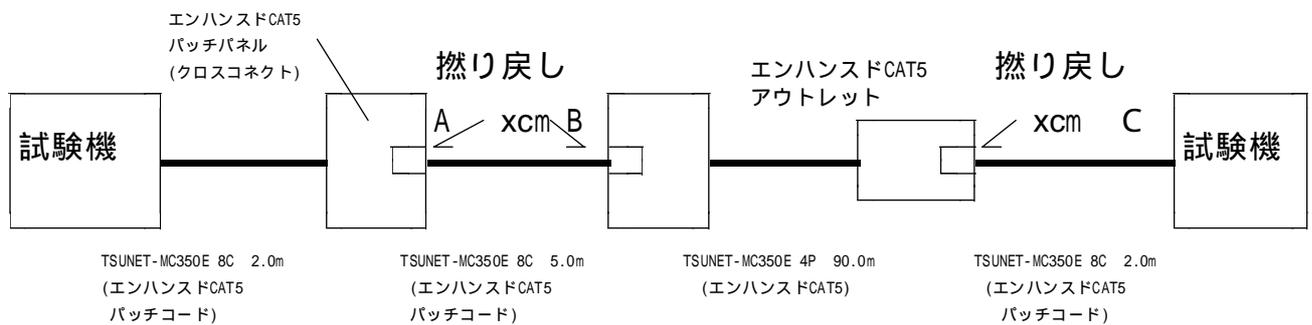
～ツイストペアケーブルの撚り戻しによる漏話特性への影響<2>

みなさんはツイストペアケーブルをコネクタに接続する際、ケーブル特性を損なわないように、撚(よ)りをできるだけ戻さず接続することに気を配っていることかと思います。今回は前回に引き続き、リンクにおけるツイストペアケーブルの撚り戻しによる漏話特性への影響について、実験を行いました。

実験にはすべてエンハンスドカテゴリ5部材(RJ-45タイプ)を用い、ケーブルには弊社エンハンスドカテゴリ5ケーブルTSUNET-350E 0.5-4P(水平ケーブル)、TSUNET-MC350E 8C(パッチコード)を用いました。これらから図-1のチャネルを構成し、図中のA,B,C(RJ-45タイプのプラグにかしめるコード部分)の撚り戻しを 極力なし、10mm、20mm、30mmと変え、漏話パラメータ(NEXT、EL-FEXT、パワーサムNEXT、パワーサムEL-FEXT、ACR、パワーサムACR)について評価しました。

試験機にはネットワークアナライザを使用しています。

図-1.チャネル構成(全長99.0m)



## 結果

以下に示しました特性グラフは、今回特性評価したデータの最悪値を示しています。

図-2.撚り戻しによる近端漏話減衰量(NEXT)への影響

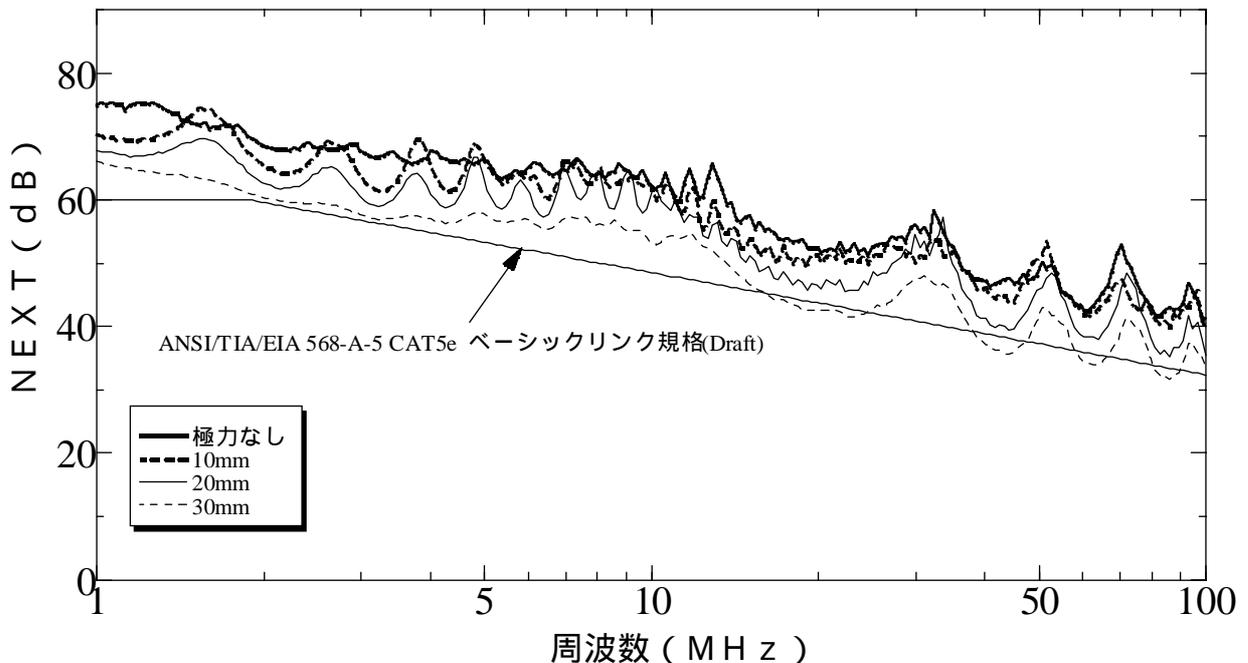


図-2はNEXTの特性値を示しています。極力撚りを戻さない場合、全周波数において規格に対し7dB以上のマージン(余裕度)を持っています。ところが、10mm、20mm、30mmと撚りを戻していくとNEXT特性はかなり悪くなってしまいます。30mmの撚り戻しでは、規格を外れてしまっています。

図-3. 撚り戻しによる等レベル遠端漏話減衰量 ( E L - F E X T ) への影響

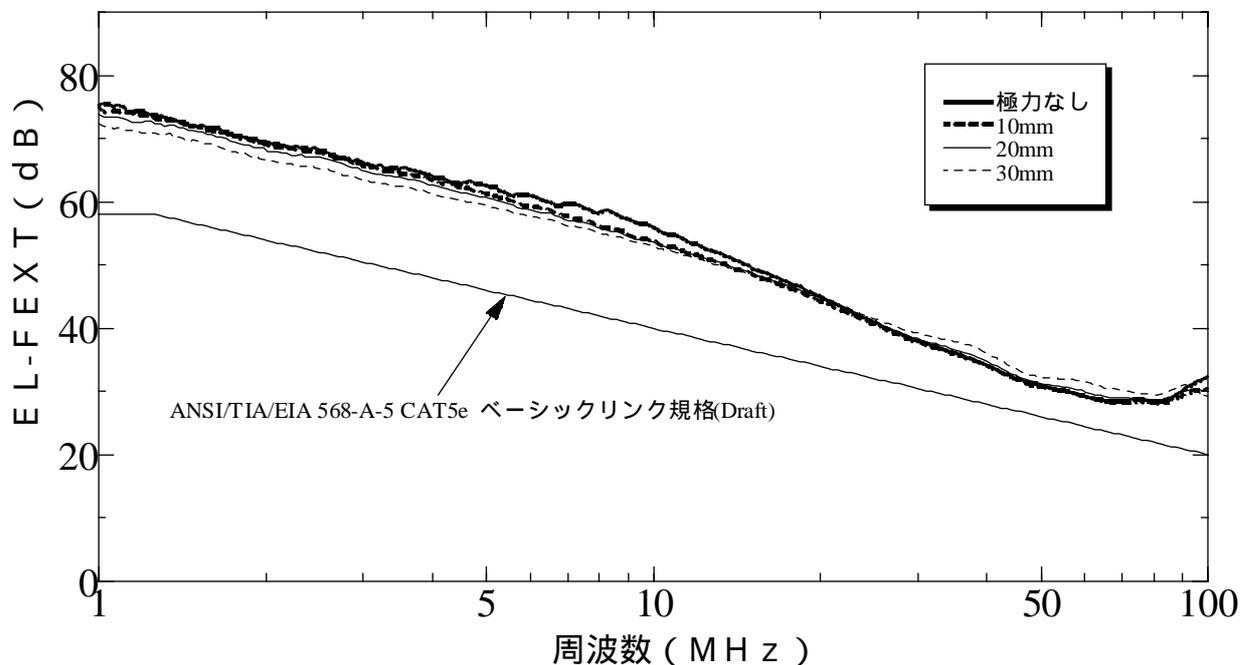


図-3はEL-FEXTの特性値を示しています。EL-FEXTについては、あまり撚り戻しによる変化がみられませんでした。このようにNEXTが数dB悪くなれば、必ずEL-FEXTも同じだけ変化するということはありません。

図-4. 撚り戻しによる電力和近端漏話減衰量 ( パワーサムNEXT ) への影響

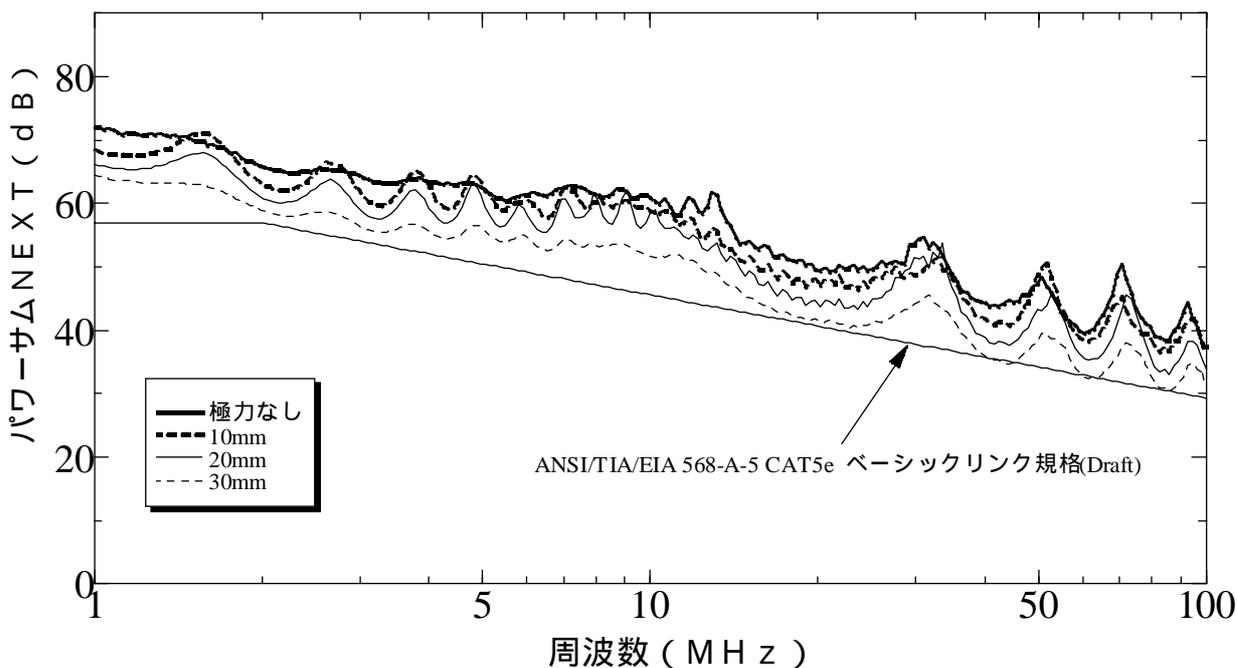
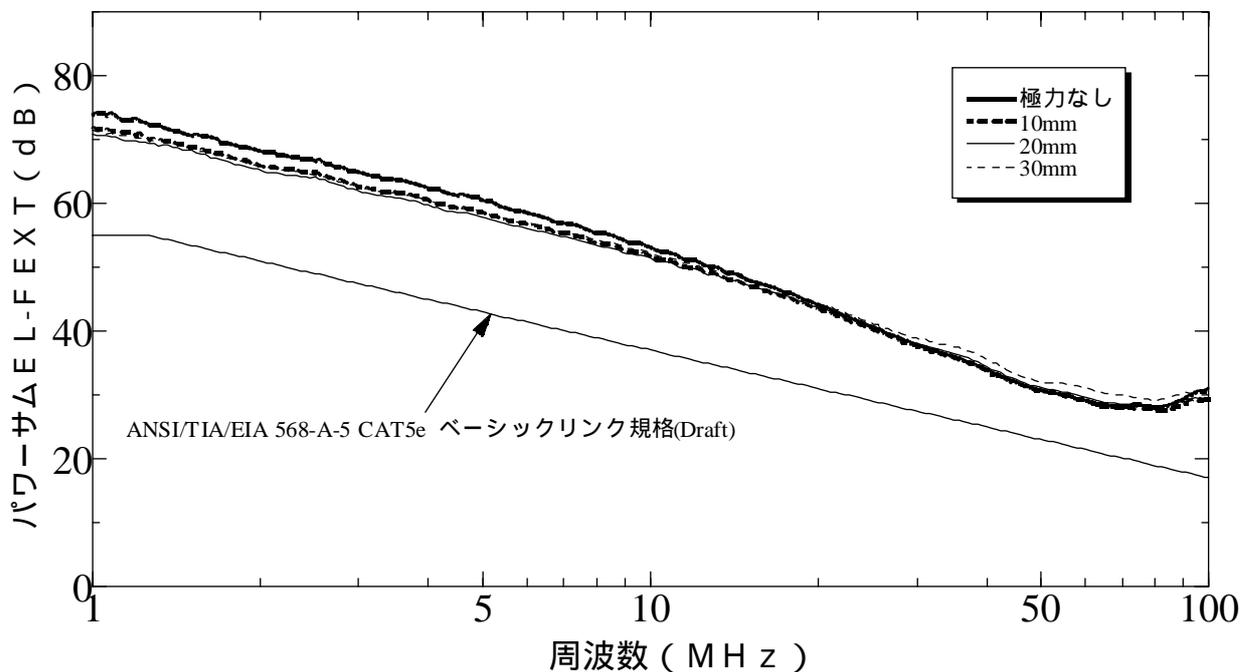


図-4はNEXT特性値より計算で導いたパワーサムNEXTのグラフです。NEXT同様、10mm、20mm、30mmと撚りを戻していくとパワーサムNEXT値が悪化していくことが確認できるかと思います。

図-5. 撚り戻しによる電力和遠端漏話減衰量 (パワーサムEL-FEXT) への影響



パワーサムEL-FEXTについては、EL-FEXT同様あまり変化は確認されませんでした。パワーサムNEXTとパワーサムEL-FEXTの間にはあまり相関性はないようです。

図-6. 撚り戻しによる減衰対漏話比 (ACR) への影響

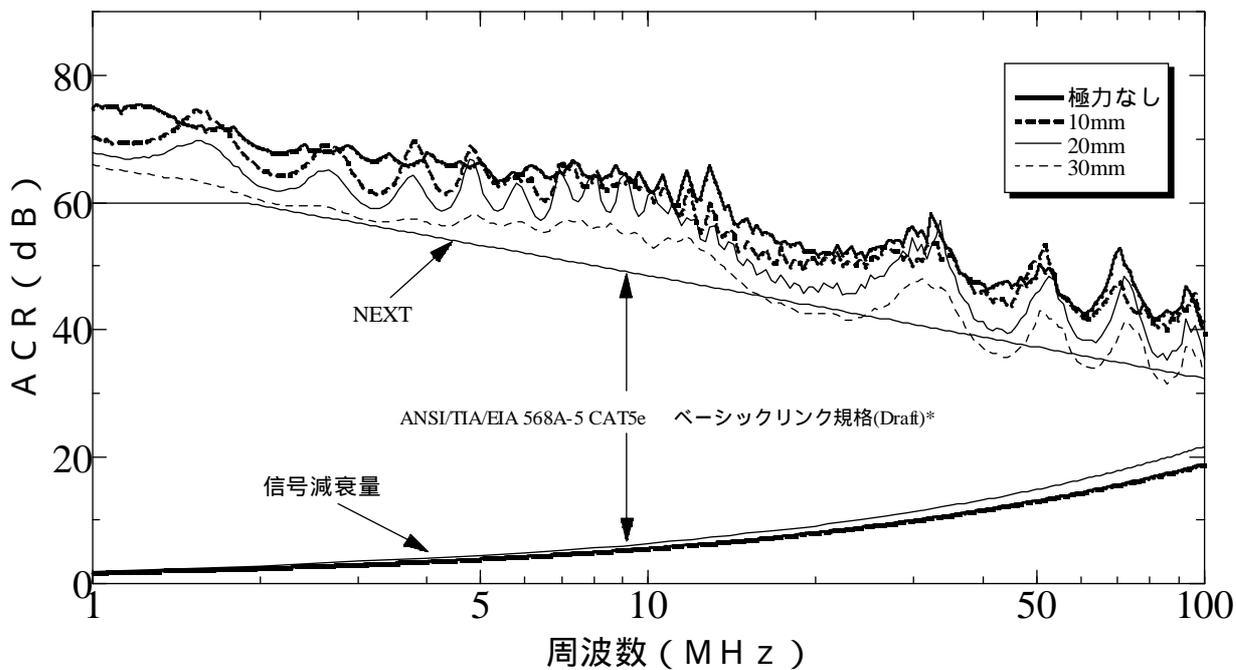


図-6はNEXT特性値と信号減衰量特性値を同時プロットし、ACR特性を示したグラフです。撚り戻しを極力行わない場合は、十分なマージンを持っていますが、撚り戻しを長くしていくとマージンが小さくなっていくことが確認されます。(信号減衰量の値は4つのデータともほぼ同じ値となり図中では重なっています。)

\*ANSI/TIA/EIA 568A-5 CAT5eベーシックリンク規格(Draft)にはACR、パワーサムACRは規定されていません。このためANSI/TIA/EIA 568A-5 CAT5eベーシックリンク規格(Draft)のNEXT規格、信号減衰量の規格を用いて、ACR規格を示しています。

図-7. 撚り戻しによる減衰対電力和漏話比 (パワーサム A C R ) への影響

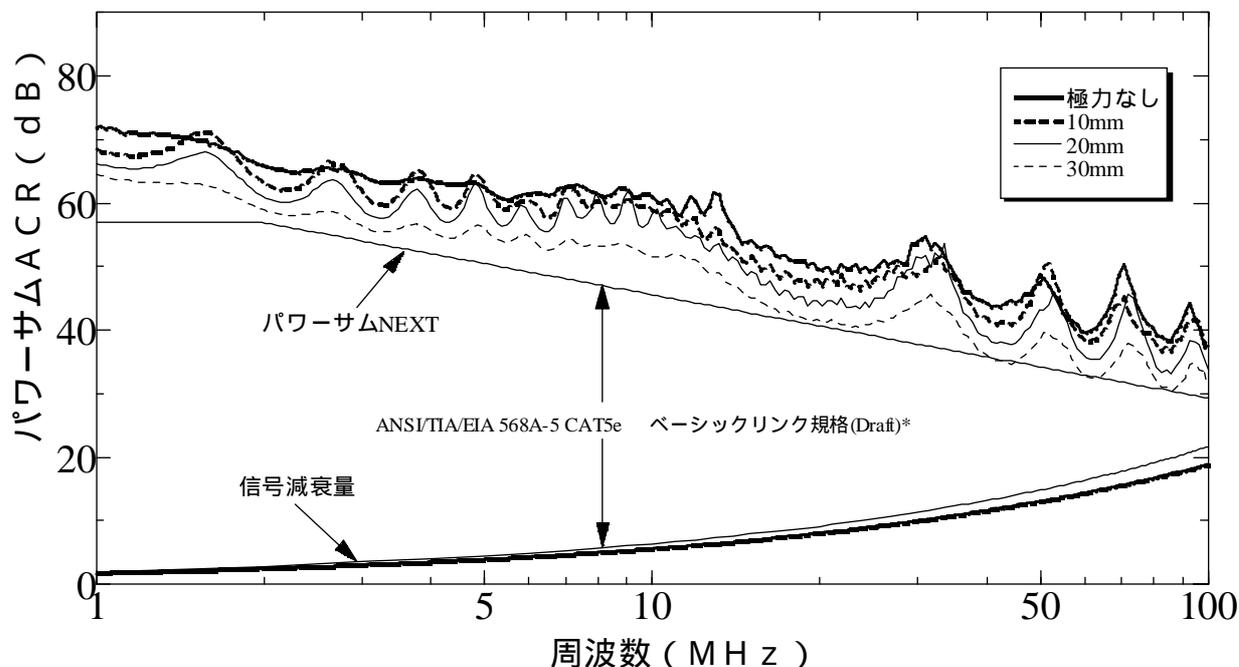


図-7はパワーサムNEXT特性値と信号減衰量特性値を同時プロットし、パワーサムACR特性を示したグラフです。ACR同様、撚り戻しを長くしていくと規格に対するマージンが小さくなっています。

\*ANSI/TIA/EIA 568A-5 CAT5eベーシックリンク規格(Draft)にはACR、パワーサムACRは規定されていません。このためANSI/TIA/EIA 568A-5 CAT5eベーシックリンク規格(Draft)のNEXT規格、信号減衰量の規格を用いて、パワーサムACR規格を示しています。

#### 結論

今回は、図-1のチャンネル構成内、TSUNET-MC350E 8C(パッチコード部分)の撚り戻しを行い、漏話特性について評価しました。たった3ヶ所の部分の撚りを戻しただけで結果のグラフに示したように、漏話特性はかなり悪化してしまうことがご確認いただけたかと思います。ツイストペアケーブルの成端を行う際は「撚り戻しを極力抑える」、このことを徹底していただきたいです。せっかく高価なエンハンスドCAT5ケーブル、CAT6ケーブルを購入しても成端を誤るとCAT5規格すら満足しないケースも十分あり得ます。

今回のチャンネル構成は、全長99.0mでした。この全長99.0m中の、たった数十mmの撚り戻しが「命取り」になります。実験からもわかるようにRJ-45プラグ部分の撚り戻しを20mmとしてもANSI/TIA/EIA 568A-5 CAT5eベーシックリンク規格を満足してしまいました。弊社のTSUNET-350E(エンハンスドCAT5水平ケーブル)、TSUNET-MC350E(エンハンスドCAT5パッチコード)は規格に対して大きなマージンを持たせています。この大きなマージンが特性の悪化を吸収しています。もし、ケーブル自体の特性が規格ギリギリであった場合、ほんの少し撚りを戻しただけで規格を外れてしまうことになります。ケーブルは規格に対しマージンの大きなケーブルをお勧めします。本実験結果をみると「通信興業製のケーブルは20mmまで撚り戻しが可能だ」と誤解されるかもしれないので補足させていただきます。本コンテンツ内のデータは、あくまでも実験の一例であり、今回のデータ以上の性能を保証するものではありませんので、ご理解下さい。

# キョワード

## 1. dB(デシベル)とは

このdB(デシベル)と言う単位は、音の大きさや電力または電圧の大きさなどを人間の感覚の増減に近い単位で、わかりやすく表した単位と言われております。すなわち、音の大きさの"ホーン"の単位はdB(デシベル)です。ケーブル、コネクタまたはリンクの性能としての漏話減衰量、リターンロスおよび減衰量等を評価するための単位としても、dB(デシベル)が一般的に使われております。このdB(デシベル)という単位は、電力又は電圧の対数比をBEL(ベル)と言い、対数で表した電力比または電圧比を意味します。真数の乗除算を対数にすることによって、加減算としてあつかえるため、計算を簡単にすることができるのです。

電力比としての"dBm"という単位は、1mWを0dBとして10mWを10dB、100mWを20dBと表し、電力が10倍になるごとに10dBずつ増加することになります。電圧比としてはその2倍の数値ということになります。この対数で表されたBEL(ベル)という単位は人間の感覚では大きすぎるので、その数値を10倍したものをdB(デシベル)と使って使う場合が多いのです。一般的には、10分の1の単位である"dB"(デシベル)がほとんどの音の大きさや電気的性能評価に使用されております。この単位を使用することにより、当該の電気装置で操作に使用する電圧や電力の大小に関係なく一定の基準でその装置の性能を評価できる、対数軸で表すことにより電圧と電力を広範囲で数値化できる、リニアな単位よりも見やすいグラフ表示ができるなどのいくつかのメリットがあります。

たとえば近端漏話減衰量の場合、一般的にdB(デシベル)として下記の式を用いて表すこととなります。

$$\text{近端漏話減衰量} = 10 \log \left( \frac{W_i}{W_o} \right) = 20 \log \left( \frac{V_i}{V_o} \right)$$

ここで

$W_i$  = 誘導電力(w)、 $W_o$  = 被誘導電力(w)

$V_i$  = 誘導電圧(v)、 $V_o$  = 被誘導電圧(v)

対数で表したものをBEL(ベル)、電力はそれを10倍、電圧は20倍した数値がdB(デシベル)の単位です。第2号通興ニュースレターで、最近のLAN規格の動向に関する記事では、カテゴリ5からエンハンスドカテゴリ5までの規格値の増減を%で表していますが、この%で表す時の数値は、dB(デシベル)単位ではなく、すべての規格値について逆対数計算を行い、真数として表した数値の

比をもとにした増減におきかえて、カテゴリ5の数値を100としたときの増加割合又は減少割合を%で表したものです。たとえば同じ第2号通興ニュースレターの記事で、100MHzにおけるカテゴリ6のケーブルの近端漏話減衰量規格値がカテゴリ5のケーブル規格値に対してどのくらい優れているかということは次のようになります。

第2号通興ニュースレター13ページの表-1のカテゴリ5の規格値32.3dBを真数になおすと41.2、同じく14ページ表-2のカテゴリ6の規格値44.3dBを真数になおして164.1となりますこの2つの数値から増減の割合を計算すると、

$$(164.1 - 41.2) / 41.2 \times 100 (\%) = 298.3\%$$

となり、カテゴリ6はカテゴリ5を100としたときに

298.3%、すなわち約3倍優れているということになります。同じように、dB(デシベル)で表されているカテゴリ6で提案中の各規格項目がカテゴリ5に比べてどれくらい優れているかを下表に%で示します。

減衰量は数値の小さい方が優れており、他の項目は数値が大きいほど優れているということになります。

システム名	カテゴリ5	カテゴリ6
NEXT	32.3	44.3(298.3%)
減衰量	22.0	19.9(21.4%)
ACR	10.0	24.4(425.3%)
EL-FEXT	20.8	27.8(124.0%)
リターンロス	15.1	18.1(41.3%)

(数値の単位はdB)

## 2. ATM

最近、高速LANのシステムとして用いられてきた伝送方式であり、「Asynchronous transfer mode、非同期転送モード」の略で、STM「Synchronous transfer mode、同期転送モード」と同じく、セルと呼ばれる、長さが一定のフォーマットでデータを転送する通信方式です。STMは、送る必要があるデータの有無に関わらずフレームを転送するが、このATMは、転送する必要があるデータが存在するときだけネットワークにセルを転送するシステムです。ATM層の仕様では、フレームの構成は、48バイトの

データに5バイトのヘッダーを付けて53バイトとし、ATMセルの形式に成型し転送するもので、SDH・SONETフレームにATMセルをのせるなどの物理層の仕様(ITU-T勧告I.432、ATMフォーラム仕様UN3.1等)があります。ATMは、従来、電話、データ、画像のようにトラフィック・タイプごとに実現されていたネットワークを統合し、どんなトラフィックタイプでも一元的に扱えるネットワークを目指して開発されたものです。歴史的には、欧州で研究されていた、ATD(Asynchronous time division)と米国や日本で研究されていた高速パケット技術が土台と

なり、1980年代後半から90年代前半にかけてITU-Tで標準化が進みました。92年には企業向けの出荷が始まりました。国内の通信サービスでは、NTTが、95年9月に「スーパーリレーCR」としてサービスを始めたのが最初で、NTT以外でも数社がサービスを提供しています。ATMも開発当初は期待されたのですが当初の予想ほど最近の市場は伸びていないようです。

## 読者からの情報

先日、ニュースレターの2号で「LAN工事の問題点・ノウハウ」を読まれた読者の方から、ご意見をいただきました。

これは、100MbpsのLAN回線と電話回線が同じケーブル内で通信した場合にどんな不具合が発生するかの実験の記述で「かかってきた電話を取り(On Hook)、近端側から電話を切った(Off Hook)」のように数ヶ所でOn Hook / Off Hookの言葉を使用していますが、これについて「On Hook / Off Hookの使い方が逆ではないでしょうか。」との内容でした。

これについては電話機の回路を接続する(On)、開放する(Off)という意味で使ったのです。記事を書く段階で、あるところには「この言葉の使い方大丈夫。」との確認を取っていたのですが・・・

ご質問をいただいた後NTT、電話工事業、電話機

製造会社の方々にお話しを聞いたのですが今は「On Hook / Off Hookの言葉を使わない。」、「電話機の操作説明書にはOn Hookとは送受器を電話機に置く、またOff Hookとは送受器を上げると書いてある。」というようなご意見をいただきました。ただ、ご質問をいただいた方の会社では「TSUKOニュースレターを参考書として勉強会で使っていますが、工事担任者の試験で引っ掛け問題で出る可能性があるので気をつけるようにとの注意をしました。」とのように、読者の方に誤解を与える恐れがあるため、「On Hookとは送受器を電話機に置く、またOff Hookとは送受器を上げる。」として言葉を訂正させていただきます。

今後ともより良い情報誌を作るため、読者の方のいろいろなご意見、ご質問をお寄せください。

## 編集後記

あけましておめでとうございます。

「TSUKOニュースレター」も4号目、年を越えめでたく2000年1月1日号を発行することができました。今回は3号につづきフラットケーブルのQ&A、CAT6関連の製品情報、ツイストペアの撚り戻しの影響および光ケーブルの規格などを取り上げました。みなさまの参考になれば良いのですが読者のみなさまよりご質問もいくつかいただきました。また、このニュースレターを「教科書として使っている」、「次期ネットワーク構築の参考として使っている」な

どの声や定期購読方法についてのお問い合わせをいただき、編集人一同とてもうれしく思っています。今年もご質問やご意見を多くいただければ幸いです。

今年の干支は辰です。天を駆け昇る龍のように、皆様方の飛躍とご活躍の年でありますようにお祈りしております。

2000年1月1日

発行責任者

営業部 LANシステム担当 大津光夫