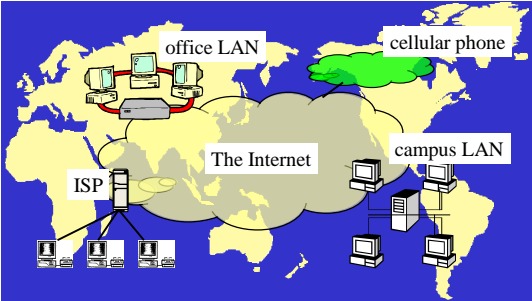


第11回 インターネットの構成技術(1)

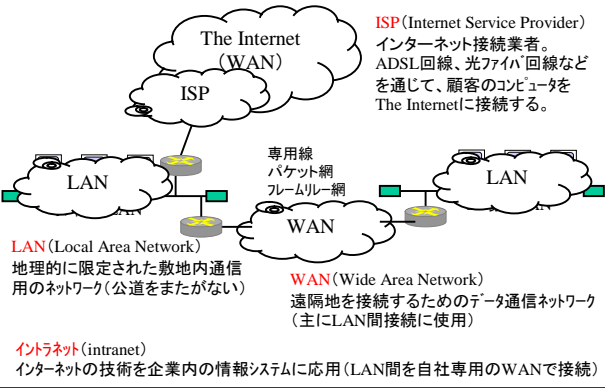
LAN:Local Area Network

インターネット

- internet=inter(間)+net=ネットワーク同士を接続したネットワーク
- The Internet: 世界最大のinternet



LANとWAN



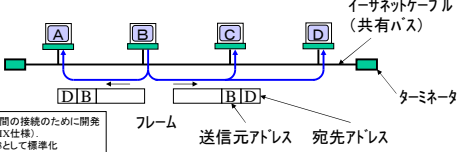
LANの方式

方式	トポロジー(注)	代表的なLANの具体例
スター型	スター	構内電話網 (PBX), 10BASE-T/100BASE-TX (スイッチ), 10BASE-5/10BASE-2 (同軸ケーブル), 10BASE-T/100BASE-TX (ハブ)
CSMA/CD	バス	10BASE-5/10BASE-2 (同軸ケーブル), 10BASE-T/100BASE-TX (ハブ)
トークン・パッシング	バス	10BASE-5/10BASE-2 (同軸ケーブル), 10BASE-T/100BASE-TX (ハブ)
	リング	10BASE-5/10BASE-2 (同軸ケーブル), 10BASE-T/100BASE-TX (ハブ)

重要:イーサネット

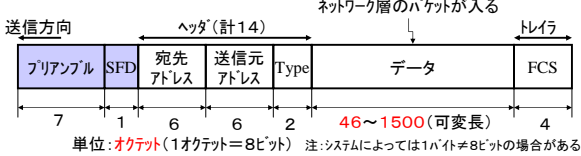
第6回のスライド

- イーサネット:CSMA/CD方式によるバス型データリンク用のプロトコル。
 - Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
 - 物理層とデータリンク層の規定:プロトコルや方式を総称して、イーサネットという。
- 搬送波感知:ケーブル上でのデータ信号の有無(注)を確認し、無ければ送信
 - データ送信中は、1ビット毎に「+」、「-」の反転がある。これをキャリアと呼ぶ
- 多重アクセス:接続している全ホストが、常時ケーブル上のデータにアクセス
 - 送信データは、全員が受信。宛先アドレス=自アドレスの場合データを取込む
 - 宛先アドレス≠自アドレスの場合、受信データを廃棄する
- 衝突検出:複数のホストが同時にデータを送信した場合は、波形が壊れる。
 - これを検出すると、ランダム時間待って、再送を試みる



重要:イーサネットのフレームフォーマット

第6回のスライド



- プリアンブル: "1", "0"の繰り返し56ビット(受信側がビット同期をとる)
- SFD(Start Frame Delimiter): "10101011" (受信側がデータの開始位置を知る)
 - HDLC手順ではFラン(01111110)
- 宛先アドレス、送信元アドレス:各装置の製造時に付与された物理アドレス(MACアドレス)
- Type:プロトコル種別(データがIPパケットの場合は、0800)
- データ:この中にネットワーク層のパケットが入る。(46バイト未満のときは、PADデータを付加)
 - 尚、データ部の最大長は、データリンク種別で定まる。
 - これをMTU(Maximum Transfer Unit)と呼ぶ
- FCS(Frame Check Sequence):誤り検出用CRC符号(HDLC手順と同様)
- イーサネットには、HDLCのような制御フィールドが無い(フロー制御、再送は行わない)

第4回のスライド

ベースバンド伝送の例

単流方式

NRZ

0 1 0 0 1 1 0 0 1 1

NRZ nonreturn to zero

複流方式

RZ

途中で電圧を0に戻す

RZ: return to zero

イーサネットにおけるデータの送信中は、1ビットに1〜2回、「0」、「1」が反転する。これを搬送波(Carrier: キャリア)と呼んでいる。

マンチンスタ

差分マンチンスタ

ビットの開始で反転すると0

イーサネット

バイポーラ方式

AMI

1は正と負を交互にする

ISDN

重要:MACアドレス

MACアドレス(Media Access Control Address)

PC、ルータなどのネットワークインターフェースカード(NIC)に書き込まれた物理アドレス。

データリンクアドレス(データリンク層ヘッダのアドレス)として使用される。

MACアドレスの例

00:07:40:C3:C1:56

1オクテットずつ「:」で区切って16進表示する

OUI

ノード番号

以下の6オクテット(48ビット)で構成

上位3オクテット(24ビット):ベンダコード(OUI:organizationally unique identifier)

製造メーカーを識別する管理コード(1つのメーカーは複数のOUIを取得できる)

下位3オクテット(24ビット):ノード番号

製造メーカーによって管理され、他と重複しないように番号を付与する

NICをユニークに識別(他の製品と同じMACアドレスを持つ製品は無い)

OUIは、インターネットで公開されている <http://standards.ieee.org/regauth/oui/>

00-07-40 (hex)

Melco Inc.

MELCO HI-TECH CENTER,

SHIBATA HONDOORI 4-15 MINAMI-KU,

NAGOYA 457-8520

JAPAN

CSMA/CDの通信例

A B C D

BはD宛てに送信したいデータ有

ケーブル上のキャリアをモニタし、だれも送信していないことを確認

A B C D

Bは、データを送信(全員に届く)

ヘッダには、以下のアドレスが設定されている

・宛先アドレス(DのMACアドレス)

・送信元アドレス(BのMACアドレス)

A B C D

ヘッダの宛先アドレスを調べてA、Cは廃棄。

Dはデータを取り込み。更に、送信元アドレスでBからのデータだと分かる

A B C D

複数の送信した場合(波形の乱れで検出)

送信をやめ、ジャム信号(32ビットのオール1)送信

(他の局が衝突を検出し易くする)

ランダム時間(51.2μsec×2³¹)待って再送

イーサネットの種類

規格名	伝送速度	信号伝送形式	セグメント長	伝送媒体(ケーブル)	トポロジー
10BASE5	10Mbps	ベースバンド	500m	同軸ケーブル外径10mm	バス形
10BASE2	10Mbps	ベースバンド	185m	同軸ケーブル外径5mm	バス形
10BROAD36	10Mbps	帯域伝送	3600m	同軸ケーブル(75Ω)	バス形
1BASE5	1Mbps	ベースバンド	500m	ツイストペアケーブル STP、UTP	スター形
10BASE-T	10Mbps	ベースバンド	100m	ツイストペアケーブル UTP	スター形
10BASE-FP、10BASE-FB	10Mbps	ベースバンド	500m 2000m	光ファイバ(光カプラ) (バックボーン用)	スター形
100BASE-TX	100Mbps	ベースバンド	100m	ツイストペアケーブル UTP	スター形

シールド

STP

中心導体

外部導体

同軸ケーブル

UTP

コア

クラッド

ファイバーストリップ(12根)

光ファイバ

重要: 表記法

nBASE/BROAD-XX

伝送方式

36:3600m

5:500m

2:185m

伝送距離

1:1Mbps

10:10Mbps

100:100Mbps

1000:1000Mbps

伝送速度

T:ツイストペアケーブル

F:光ファイバ

C:2芯同軸

(細分化のための添え字も有)

伝送媒体

10BASE5

10Mbps、500m

10BASE-T

10Mbps、UTP

100BASE-TX

100Mbps、UTP(カテゴリ5)

ベースバンド伝送

Unshielded Twisted Pair cable

ブロードバンド伝送の規格は10BROAD36のみ

光ファイバの使用により、ベースバンド伝送でも、Kmオーダーの伝送が可能になった

第4回のスライド

デジタル情報の伝送(デジタル伝送)

ベースバンド伝送

デジタル信号の形(電圧の高低など)で伝送(注)

DSU

注:単なる「0」、「1」ではなく、長距離の伝送に適した形に変換する

ISDN

イーサネット

など

ブロードバンド伝送(帯域伝送)

搬送波の振幅、位相などに変調して伝送(アナログ)

変調

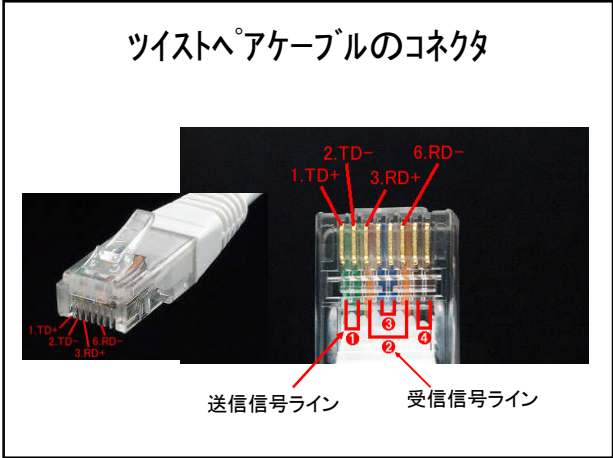
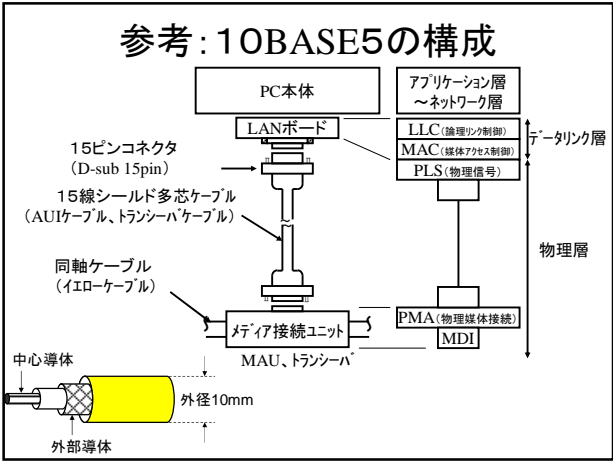
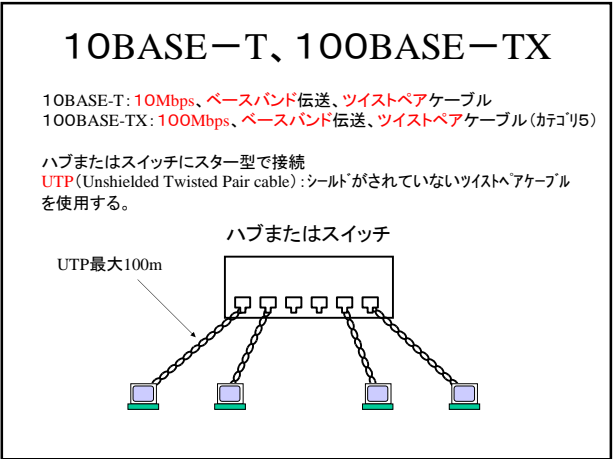
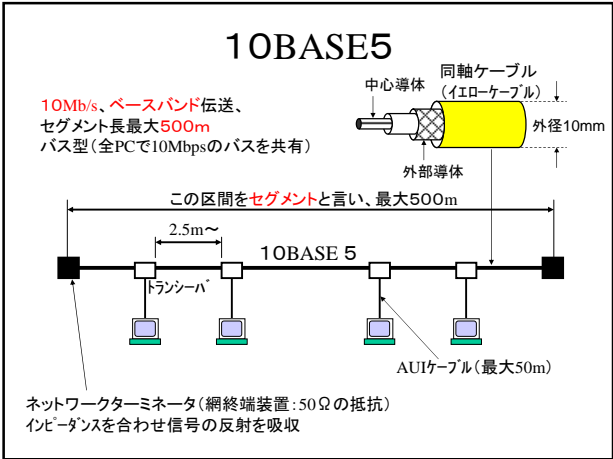
復調

モデム

ADSL

光ファイバ

など



重要: 送信時間

単位: オクテット

ネットワーク層のPDU (パケット) が入る (注)

プリアンブル SFD	イーサネットヘッダ	データ	FCS
8	14	46~1500 (可変長)	4

10BASE-Tで1000オクテットのデータを送信する時間は(何マイクロ秒/何ミリ秒)?

①送信すべき信号の長さ(プリアンブル・SFD+ヘッダ+データ+トレイラ)
信号の長さ=8+14+1000+4=1026[オクテット]

②10BASE-Tの速さ 10Mb/s=10×10⁶b/s
信号の長さ=1026×8[ビット]=8208[ビット] (単位を合わせる必要あり)

③時間 = $\frac{\text{長さ}}{\text{速さ}}$ 時間 = $\frac{\text{データ長}}{\text{伝送速度}}$

送信時間 = $\frac{8208}{10 \times 10^6} = 820.8 \times 10^{-6} [\text{秒}] = 0.8208 \times 10^{-3} [\text{秒}]$
(820.8 μsec) (0.8208msec)

注: IPの場合は、IPヘッダ+データ。このデータの中にはトランスポート層のPDUが入る。

重要:カプセル化と送信時間

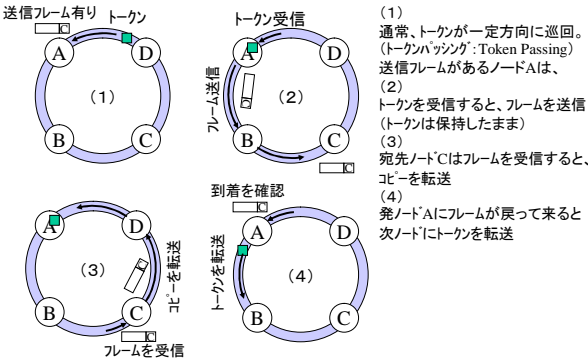
HTTPのデータ366オクテットを100BASE-Txのイーサネットを送信する。
送信に必要な時間は？

データリンク層		ネットワーク層		トランスポート層		データリンク層	
プリアンブル SFD	イーサネット ヘッダ	IPヘッダ	TCPヘッダ	データ (HTTP制御情報+データ)		イーサネット トレイラ	
8	14	20	20	366		4	

- ①送信すべき信号の長さ(プリアンブル+SFD+全ヘッダ+データ+トレイラ)
信号の長さ = 8 + 14 + 20 + 20 + 366 + 4 = 432バイト
- ②100BASE-Txの速さ 100Mビット/秒(単位を合わせる必要がある)
信号の長さ = 432 × 8ビット = 3456ビット
- ③時間=長さ÷速さ
送信時間 = 3456 / (100 × 10⁶) = 34.56 × 10⁻⁶[秒] = 34.56[マイクロ秒]

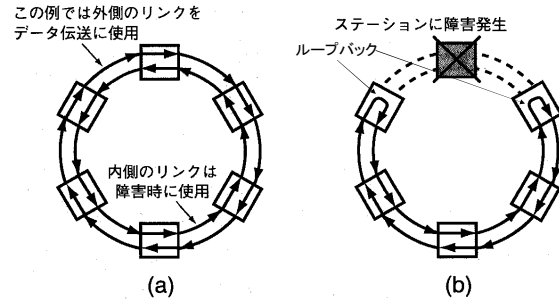
LANの方式:トークンリング

トークンリング(Token Ring):トークンが回ってくると、データが送信できる。



LANの方式:FDDI

FDDI(Fiber Distributed Data Interface):光ファイバを利用した2重リング構成。
トークンリングと同様のプロトコルでデータを転送。
ノード間の距離が長くとれるので、イーサネットのバックボーンとして用いられた。
(現在は、Fast EthernetやGigabit Ethernetが普及し、利用は終焉しつつある)



参考:LANの標準化

7層	アプリケーション層	IEEE 802.10 SILS:Standard for Interoperable LAN Security (LAN、MAN、WANのセキュアなデータ交換プロトコル、鍵管理) IEEE 802.1 HILI:High Level Interface (LANのアーキテクチャと全体構成、LANとWANのインターネットワーキング)					
6層	プレゼンテーション層						
5層	セッション層						
4層	トランスポート層	IEEE 802.2 LLC:Logical Link Control (メディア(媒体)に依存しないでデータをやりとりする手順)					
3層	ネットワーク層						
2層	データリンク層	IEEE 802.3 CSMA/CD	IEEE 802.4 トークン・バス	IEEE 802.5 トークン・リング	IEEE 802.6 MAN	IEEE 802.9 IVD LAN	IEEE 802.11 無線 LAN
1層	物理層	ANSI X3 T9.5 FDDI-I	ANSI X3 T9.5 FDDI-II	ANSI X3 T9.5 FDDI-III	ANSI X3 T9.5 FDDI-IV	ANSI X3 T9.5 FDDI-V	ANSI X3 T9.5 FDDI-VI

MAC:Media Access Control(媒体アクセス制御)