

〈論 文〉

高帯域化を目指したLANの再構築について
～スイッチングHUBと高速LANの活用～

大 森 義 行

1, はじめに

近年、パソコンの爆発的な普及により、オフィスでは1人1台以上支給されることも珍しくはなくなってきている。また、昨年登場したWindows95には標準でネットワーク機能が備わっており、従来は何かと難しかったLAN接続が簡単に行え、ネットワーク化を急速に推し進める原動力となった。その結果、情報の共有やCSCW(Computer-Supported Cooperative Work: コンピュータ支援による協調作業)を実現するグループウェアを導入し、オフィスの生産性の向上が計られてきた。更に、インターネットの技術を企業内情報システムの構築に応用したイントラネット構築の動きも活発化してきている。最新のパソコンでは、文字情報に加え、画像や音声などのマルチメディア情報を容易に扱えるようになってきており、イントラネットもWWW(World Wide Web)サーバを中心としたマルチメディアネットワークへと発展してきている。

これまでLANの主流であった10Mbps(10⁶ bit/秒)のイーサネットでは、端末数の増加やマルチメディア通信などにより回線容量が問題となってきている。最近では、LAN上を流れるデータ量が急激に増加してきており、限界以上のデータが流れると「ネットワーク・メルトダウン」と呼ばれるネットワークの応答性が極端に悪くなる現象が生じている。多くの帯域を必要とするマルチメディア通信で

は伝送遅延が生じ、音声の途切れあるいは動画像の停止が起きてくる。また同時に、既存のアプリケーションも帯域が確保できず、応答が極端に低下する、あるいは共用データへのリアルタイムな更新が行われなくなるなど、業務に大きな支障をきたすこととなる。これらのことは、10Mbpsのイーサネットではもはや充分とは言えなくなってきたことを物語っている。

本報告では、帯域共有型LANの代表であるイーサネットとネットワーク構成装置の概要を紹介し、大規模化するネットワークへ対応するためにスイッチングHUBや高速イーサネットの導入など、伝送帯域を拡張するための手法について提案する。

2, イーサネットとネットワーク構成要素

イーサネット(Ethernet)は1973年アメリカXerox社により開発されたもので、CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection: 搬送波感知多重アクセス/衝突検出)と呼ばれるアクセス方式に主な特徴がある。これは1本の同軸ケーブルを通信路として複数のパソコンが利用する際の回線共有の仕組みである。通信しようとするノードは、他のノードによって通信路が利用されていないかどうかを確認してパケットを送出する。もし「たまたま」同時に送信が開始されればパケットの衝突(コリジョン)が発生し、データは消失することとなる。そ

の場合、双方がランダムな時間待った後に再送信するという、単純なアクセス方式である。

その後、IEEE(米国電気電子技術者協会)でもLANの標準化に向けてIEEE802委員会が設けられ、DEC, Intel, Xeroxが定めたDIX規格Ethernet2.0を基にIEEE802.3 CSMA/CD(通称、イーサネット)が1983年に制定された。イーサネットには、表1に示すようにケーブルやコネクタが異なる3つの規格がある。

10BASE5は一番最初に標準化された規格で、同軸ケーブル(Thickタイプ)にトランシーバとAUI(Attachment Unit Interface)ケーブルを介してパソコンをバス型に接続するものである。10BASE2では同軸ケーブル(Thinタイプ)とBNC(Bionet Coupling Connector)を用い、パソコンをデイジーチェーン接続するものである。10BASE-T型はHUBと呼ばれる集線装置を介し、UTP

(Unshielded Twisted Pair)ケーブルでパソコンをスター型に接続するものである。

企業内ネットワークなどの構築には、セグメント(LANを構成する単位)を相互に接続していくインターネットワーキングの技術が用いられる。ここで利用されるインターネットワーク機器としては、リピータ、ブリッジおよびルータなどが挙げられる。

リピータは、OSI(Open Systems Interconnection)階層モデル(図1参照)の物理層をサポートするものであり、イーサネットにおける電気信号の増幅装置としてセグメントの延長に用いられる。10BASE5や10BASE2イーサネット用リピータはほぼブリッジに置き換わっており、現状ではリピータと言えば10BASE-Tで用いられるHUBを指すことが多い。イーサネットではコリジョンを確実に検出するため、ノードを接続できるセグメントは3本以下と規定されている。従って、これ

表1 イーサネットの仕様

名称	10BASE5	10BASE2	10BASE-T
伝送媒体	同軸ケーブル(太)	同軸ケーブル(細)	ツイストペア(UTP)
伝送方式	ベースバンド	ベースバンド	ベースバンド
アクセス方式	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
物理形状	バス型	バス型	スター型
構成要素	トランシーバ	同軸用コネクタ	HUB
端末数(セグメント)	100台	30台	2台
セグメント最大長	500m	185m	100m
ステーション間隔	2.5mの整数倍	0.5mの整数倍	なし
備考	トランシーバ	同軸用コネクタ	HUB

以上長くノード間距離を取るためには、コリジョン情報を伝搬しない中継器、ブリッジが必要となる。ブリッジは、OSI階層モデルのデータリンク層レベルでデータを中継するもので、同一構内で2つのセグメントをトランシーバケーブルを用いてつなぐローカルブリッジと、遠隔地のLAN同士を専用線や公衆網でつなぐリモートブリッジの2種類がある。ここではデータフレーム中のMAC (Media Access Control) アドレス (ネットワーク機器の各ポートに固有に割り当てられた番号で、通信相手を識別するために利用される) を参照し、不要のものは破棄し正常なものはもう一方のセグメントへと送出するという処理を行う。従って、宛先が全員というブロードキャストフレームは、互いに他のセグメントに流れてしまい、トラヒックは接続前の2つの合計と増加してしまう。またルータは、OSI階層モデルのネットワーク層のプロトコル処理機能を持つものであり、ブリッジでは中継するのみであったブロードキャストフレームを、自らが処理することでブロードキャストを制御している。

CSMA/CD方式を使用する限り、ネットワークに接続されるパソコンの増加に伴いコリジョンの発生は指数関数的に増えてゆき、パケットの再送出に伴うロス時間などにより、実効帯域は小さくなってしまう。イーサネットにおける実効帯域はたかだか60%とも言われ、マルチメディア通信などを行うには10Mbpsの帯域共有型LANではもはや充分とは言えなくなってきている。

3, 高帯域化への取り組み

既存LANを再構築するには、ネットワーク上のトラヒックを解析し、トラヒックが分散するようにネットワークを設計することが重要である。ネットワーク再構築の考え方を次に示す。

図2 a)は現在のネットワークの典型である10Mbpsのバス型イーサネットである。安価に済むのは、b)のように速度は10Mbpsのままとし、スイッチングHUBを導入し、トポロジを変更し帯域占有型LANとするものである。スイッチングHUBは、受信したフレームをそのまま送出する機能しか持たなかった

図1 OSI階層モデル

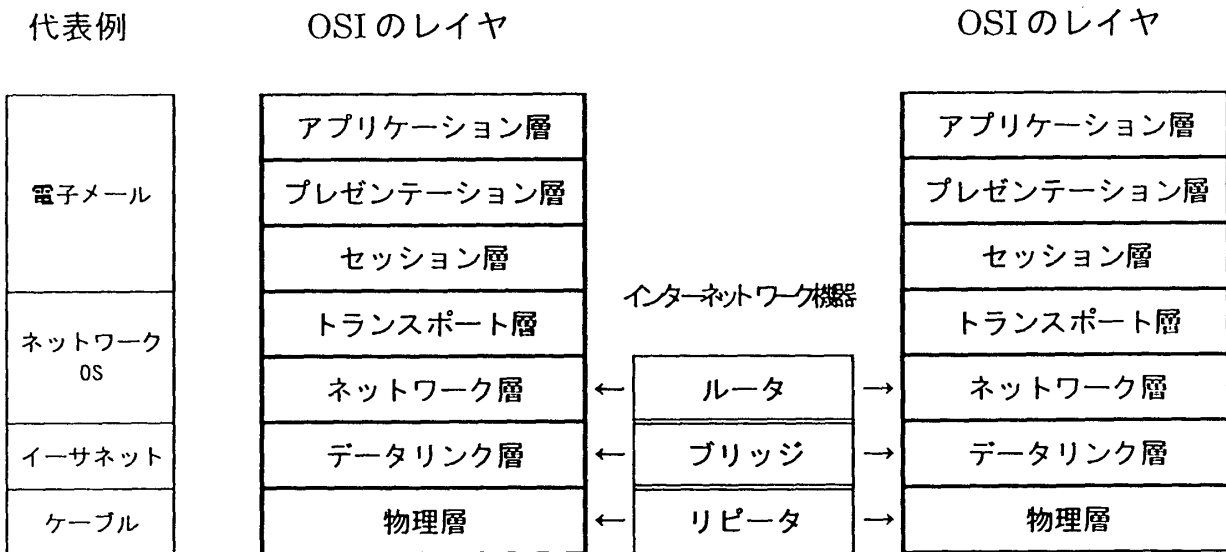
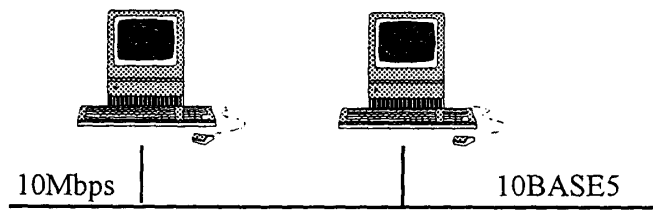
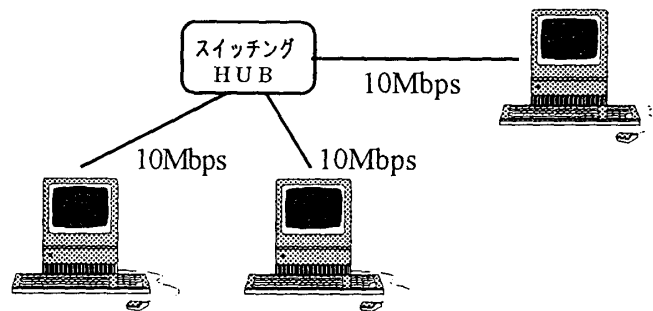


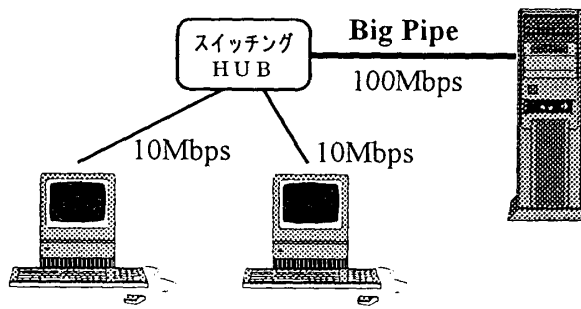
図2 ネットワーク再構築の例



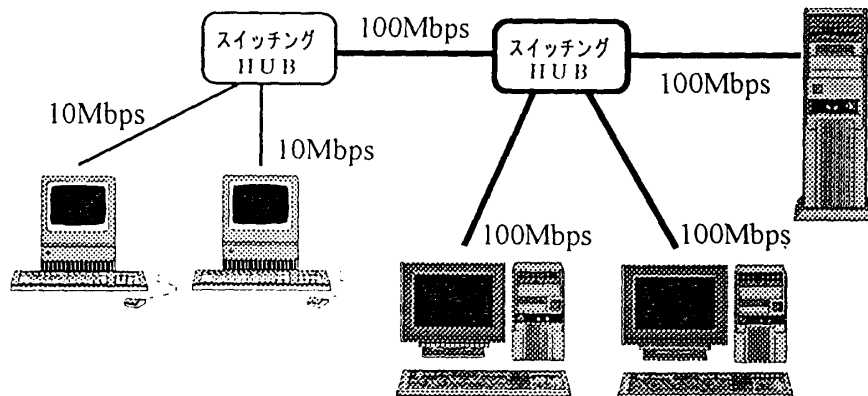
a) バス型イーサネット



b) 10Mbps スイッチング HUB 構成



c) ビックパイプ構成



d) 100Mbps スイッチング HUB 構成

HUB(リピータHUB)に、ブリッジやルータのようにアドレス情報を持たせ、高速な交換機としたものと捉えることができる。このケースでは、端末同士の通信(peer to peer通信)が多いケースに対しては大きな効果が認められる。

現在のネットワーク環境はクライアント・サーバシステムのように一台の端末に通信が集中するようなケースが多く、これに対してはc)に示すサーバ接続部を100Mbpsに高速化するビッグ・パイプの構成が有効である。

各ポートの下に更にHUBがカスケード接続され複数の端末が繋がっている場合や、マルチメディアネットワークへ備え、d)のようにすべてのポートに100Mbpsを実装した構成も考えられる。これにより各ユーザが利用できる帯域は飛躍的に増大するが、導入コストも大幅にアップすることになる。

前述の100Mbpsのイーサネットには、100BASE-Tと100VG-AnyLANという2つの方式があり、それぞれIEEE802.3u, IEEE802.12で標準化されている。100BASE-T方式は、従来の10BASE-T方式の速度を10倍に高めたもので、10BASE-Tと同様、アクセス方式にはCSMA/CDを用いている。この中には、ツイストペアケーブルを用いる100BASE-T4(4対8線のUTPカテゴリ3)および100BASE-TX(2対4線のUTPカテゴリ5)、2心マルチモード光ファイバケーブルを用いる100BASE-FXがある。この方式は「Fast Ethernet」と呼ばれ、10Mbpsと100Mbpsを組み合わせたLAN環境を構築しやすいという利点を持つ。一方、100VG-AnyLAN方式は伝送効率が高い新たなアクセス方式を採用するが、製品を提供するベンダはまだ少ないようである。マーケットシェアおよび10Mbpsから100Mbpsへの移行の容易さから、現時点では100BASE-T方式を選択する方がメリットが多いと言える。ただネットワークのスピードを10Mbpsから100Mbpsへと10倍しても、

ユーザは2~3倍程度の高速感しか得られないとも言われ、100Mbps導入のメリットは、帯域を減らさずに接続台数を増やすことにある。

更に高速なATM(Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード)スイッチも登場し注目を集めたが、最近ではその複雑さのため導入が見送られることが多くなってきた。

4. 再構築に置ける留意点

100Mbpsのイーサネットで構成されたキャンパスネットワークの例を図3に示す。ここでは情報処理教育施設を模擬しており、1階は事務関係、2階は演習室、3階が教官室となっている。また、スイッチングHUBを中心として100Mbpsへ移行した例を図4に示す。

このシステムは教育用ネットワークであるため、トラヒックは演習時間に集中することになる。また、図には示していないが、公衆網を用いインターネットに接続されており、マルチメディアデータの通信が頻繁に行われるようになってきた。そのためスイッチングHUBとしては全てのポートに100Mbpsを実装したイーサネットスイッチを導入している。各フロアのHUBは、将来の端末台数の増加を考慮し、装置を積み重ね高速な内部バスで接続を行うスタックアップHUBを採用している。以下に、再構築を進めていく上で留意しなければならない、高速化、スイッチの導入およびネットワーク管理などの事項について述べる。

100Mbpsに対応するインターネットワーク機器は、徐々に低価格化が進んできている。特に、パソコンに装着するネットワークカード(NIC)などでは、100Mbps対応製品は10Mbpsのものと同程度まで値下がりしてきた。パソコンのPCIバスの能力(132Mbps)を考えるなら、新規に購入する際には10/100Mbps両方に対応する製品を選択すべきであ

図3 イーサネットの例

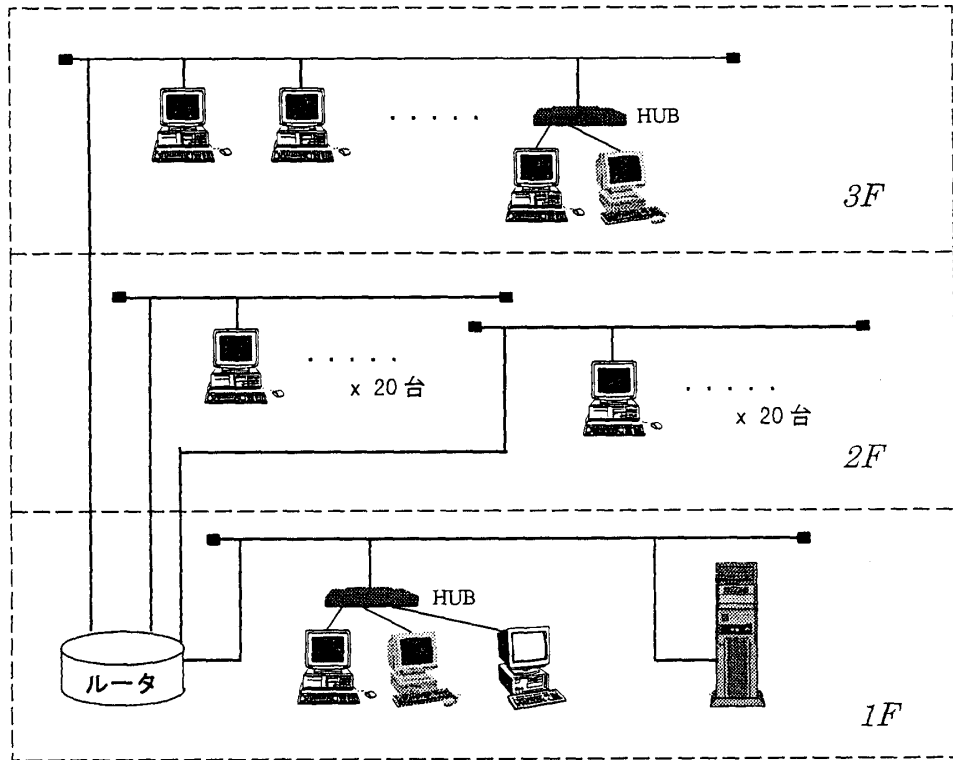
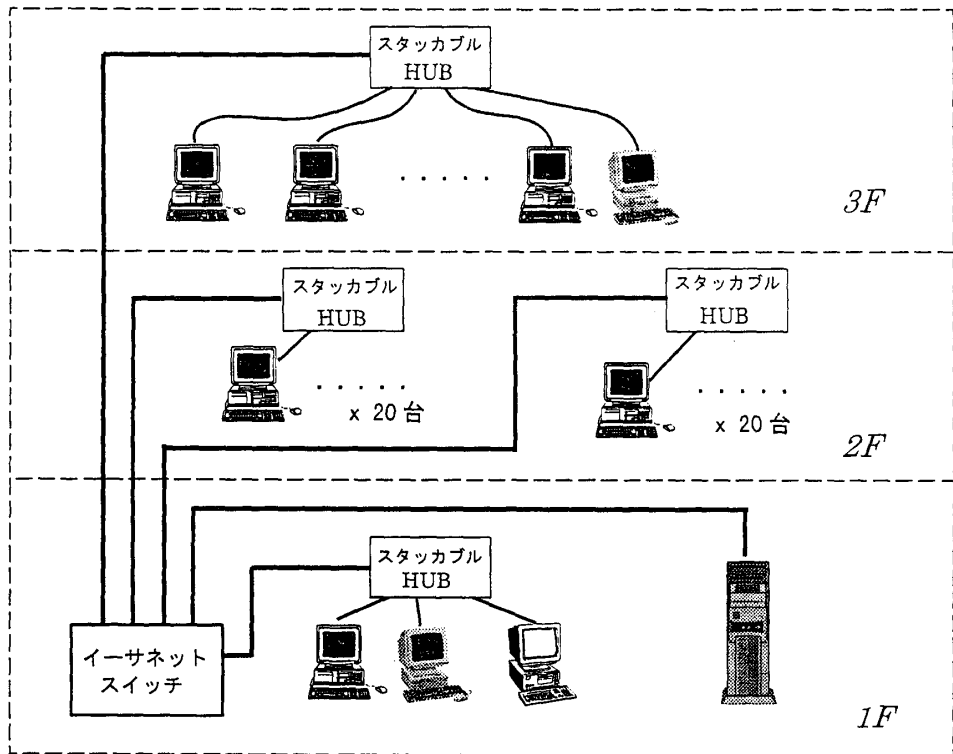


図4 高帯域化の例



る。また、既存のネットワークケーブルがカテゴリ3であるとしても、コスト面から安易に100BASE-T4を選ぶのではなく、将来性を考えカテゴリ5対応ケーブルを敷設し直して100BASE-TXを選択すべきであると思われる。このとき100Mbps通信の品質が確保できるよう施工する必要もある。

スイッチングHUBを導入することで容易に帯域を拡張できるが、スイッチの処理能力を超えるトラヒックが発生すると、ネットワーク全体がダウンすることとなるので、ネットワーク設計には十分注意しなければならない。そのため、高速の内部バスを持つ機器を選択するとともに、将来の拡充を見込みバーチャルLANをサポートするのが好ましい。バーチャルLAN (VLAN) とは、端末の物理的なワイヤリングにとらわれず、論理的にネットワークを構成する技術である。ここでは、ポート単位、MACアドレスあるいはネットワークアドレスによるグループ化が可能で、ネットワークの変更はVLAN構成をソフトウェア的に変更するだけで済み、ネットワークの運用・管理が容易になる。また、従来はルータを用いブロードキャストフレームの制御を行ってきたが、スイッチングHUBではVLAN機能を使うことで可能となる。このネットワーク構成は、最近では「ルータレスLAN」と呼ばれ注目を浴びている。しかしながらVLANでは標準化がなされていないため、異なるベンダ間での相互接続は困難である。

また、ネットワーク管理への関心が急速に高まってきている。そのためには、ネットワーク負荷あるいはエラー発生率をLANアナライザなどを用いて解析し、イーサネットが正常に動作しているか否かを判断しなければならない。一般に、イーサネットでは10~15%以下の負荷で使用する方がよいと言われている。スイッチングHUBとしては、監視ポートをサポートするものやRMON (Remote

network MONitor)などを内蔵するものが好ましい。

5, まとめ

インターネットの技術を企業内情報システムの構築に応用したイントラネットは、組織の生産活動を飛躍的に高める手段として急速に導入され始めている。米企業における調査では、95年中期には僅か1割程度しかなかったイントラネットの利用が96年中期で半数に、97年初頭には7割を超えると予測されている。一方、パソコンの分野ではJavaの登場でWWWブラウザがOS (Operating System) に代わるプラットフォームとして注目されており、「プラグイン」と呼ばれる仕組みを用いることでマルチメディアが容易に扱えるようになってきた。これら両者を有機的に結び付けたマルチメディアネットワークでは、時間と距離の概念を根本から変えてしまうコミュニケーションの手段 (マルチメディア会議システム、インターネット電話など) も登場してきている。それに伴いトラヒックは急増して行き、高速化・高帯域化へ向けてシステムの再構築は今後ますます重要となってくるものと思われる。本原稿では、そのような要請に対する一つの解決策を提案した。

[参考文献]

- (1) 上原政二監修, 標準LAN教科書(上)(下), アスキー出版(1995)
- (2) 宇野沢康弘, 黒坪則之監修, ネットワーク機器ハンドブック, 技術評論社(1996)
- (3) 小林佳和, インターネット時代のパソコンLAN強化100, (株)NECクリエイティブ(1995)
- (4) イントラネット, 日経コミュニケーション, 日経BP社(1996)
- (5) イーサネットとTCP/IP, OPEN DESIGN No.3, CQ出版(1994)