

ギガビットネットワークを利用した実験計画について

新潟大学 工学部 システム工学技術系

阿達 透

1. 研究の背景

近年、コンピュータネットワークの発展と社会への浸透に伴い、インターネット利用者は急増している。その結果、ネットワーク上を流れる通信量も激増し、スループット（時間当りの情報伝送量）の低下が深刻な問題となりつつある。

このような背景の下に、米国では超高速ネットワークの研究が進められており、ギガビットクラスのネットワーク利用技術及び運用制御技術の開発が行われている。

我が国においては、郵政省による出資を受けた通信・放送機構が、全国規模の研究開発用ギガビットネットワークを平成11年運用に向けて整備してきた。

2. ギガビットネットワークについて

研究開発用ギガビットネットワークは、札幌、仙台、つくば、長野、金沢、名古屋、けいはんな（関西文化学術研究都市）、岡山、高松、北九州の全国10ヶ所に設置したATM交換機を超高速光ファイバー回線で結ぶネットワークと、研究機関やベンチャー企業等が利用できる5ヶ所の共同利用型研究開発施設（情報通信研究開発センター）によって構成されている。さらに、ATM交換機から回線を延ばし、35ヶ所に接続装置が設置されており、日本全国各地からアクセスできるネットワークである。このギガビットネットワークのイメージ図を図1に示す。新潟大学では、長野のATM交換機から足回り回線を引くことにより接続されている。

今日のマルチメディア社会におけるインターネットの役割は高まるばかりであるが、その伝送能力は十分とは言えない。表1にギ

ガビットネットワークと従来の電話回線、ISDN 高速回線との伝送能力比較を示す。

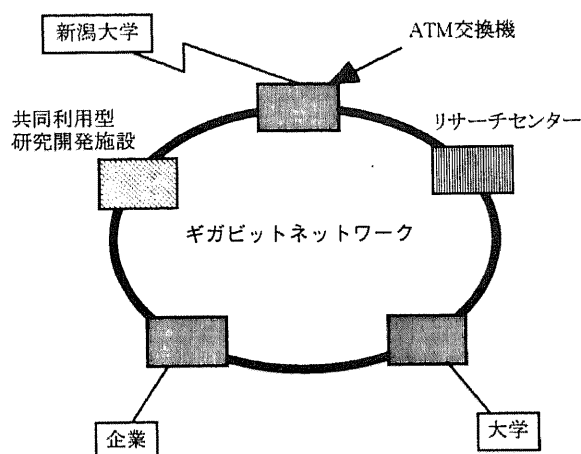


図1. ギガビットネットワークのイメージ図

表1. 伝送能力比較

	通常の電話回線 (64kbit/s)	ISDN 高速回線 (1.5Mbit/s)	ギガビットネットワーク (1Gbit/s)
レトリゲン写真 10枚を送信	12,600 秒 (3.5 時間)	530 秒 (9 分)	1 秒
音楽 CD 1 枚を送信	18,000 秒 (5 時間)	750 秒 (13 分)	1 秒
新聞朝刊 1 年分を送信	48,600 秒 (13.5 時間)	2,030 秒 (34 分)	3 秒
ビデオ映像 2 時間分を送信	169,200 秒 (47 時間)	7,050 秒 (2 時間)	10 秒
ハイビジョン映像 1 時 間分を送信	1,728,000 秒 (20 日)	72,000 秒 (20 時間)	10.5 秒

現在、画像、音声、映像等のマルチメディアを駆使したテレビ電話・テレビ会議通信等、次世代インターネットに関する研究開発が進展しているが、高速に大量のデータ通信を行うためには、ギガビットクラスのネットワークが、必要不可欠であると言える。

3. ギガビットネットワークを利用した実験計画について

3.1 ギガビットネットワークの接続

現在、北は北海道、南は沖縄までギガビットネットワークは接続されているが、新潟には長野のATM交換機から足回り回線を設置し、新潟大学総合情報処理センターに接続されている。新潟大学まではSMF（シングルモードファイバ）で接続され、学内では、MMF（マルチモードファイバ）でATMスイッチを経て研究室まで接続されている（図2）。

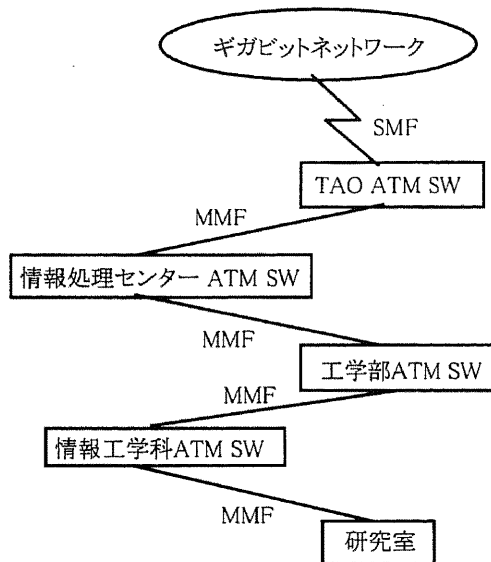


図2. ネットワーク構成図

ここで、ATMスイッチと光ファイバーについて簡単に説明する。

・ATMについて

学内で使われているATMスイッチは、NECのATOMIS 7である。これは、LAN間接続などに用いられ、最大データ速度622 Mbit/sのインターフェースを最大16回線、最大データ速度155 Mbit/sのインターフェースを最大64回線収容できる。ATM（非同期転送モード）は、Asynchronous Transfer Modeの略で、送信するデータをごく小さな固定長セルに分割する。セルのサイズは、ヘッダ：5バイト、ペイロード：48バイト（情報部分）の計53バイトに規定さ

れている。セルが固定長のため、機械的に53バイトおきにヘッダ部分を読み取ることで処理時間がかからず、高速に転送することが出来る。また、チャンネルをタイムスロットの時間位置ではなく、セルラベル(VCI)で識別するため、画像、音声、リアルタイム映像など様々なデータを任意の転送速度で送信することができる。

・光ファイバーについて

光ファイバーには、SMFとMMFの2種類があり、以下のような特徴がある。

1) SMF (Single Mode Fiber)

コア/クラッドの径は $9/125\mu\text{m}$ で基本モードだけ伝送する。コアの径が小さいため、コネクタ等の精度が必要である。またMMFに比べて減衰が少なく、長距離伝送に向いている。

2) MMF (Multi Mode Fiber)

コア/クラッドの径は $50/125\mu\text{m}$ で複数のモードの光がコアとクラッドの境界で反射し、伝搬する。複数のモード間で伝搬速度の差が出る等のため長距離伝送には向かず、2 km程度までの伝送に向いている。

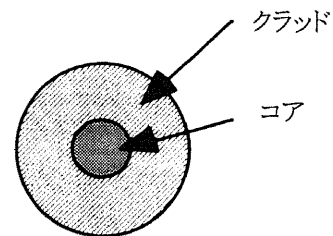


図3. 光ファイバ断面図

3.2 遠隔ストレージ間編集用映像配信実験について

この実験の目的は、今後ますます発展が予想される次世代高速ネットワークの応用分野のひとつである遠隔地間での映像編集について、研究開発用ギガビットネットワーク(JGN)を用いて、広域・広帯域のストレージ・ネットワークを構築し、運用する技術の確立・検証を行うことである。

映像コンテンツはデータサイズが大きく、これを短時間で配信することが映像編集に

においては要求される。これを比較的小さなエリア内での映像編集においては、大容量のストレージシステムやコンピュータをファイバチャネルで接続するという形態で実現されることが考えられるが、広域ネットワークにおいてはこの方法で対応することはできない。そこで、遠隔地点間を高速ネットワークで結び、各地点のファイバチャネルと接続させることにより、広域分散型のストレージシステムを構築することが考えられる。これにより、特定分野に関連した映像資料を1ヶ所に集中的に蓄積し、そこに各地点から必要に応じてアクセスすることにより資料を共有するという、効率的な映像資料の保存・利用方法も考えられる。

図4に、基本的な実験環境について示す。実験網としては、JGN を用いて新潟大学と通信・放送機構幕張リサーチセンター(幕張RC)を結ぶ形を設定している。新潟大学と幕張RCの2地点において、FC-NIC (ファイバチャネル用インターフェース) を実装したコンピュータ(PC)が設置され、記憶装置はファイバチャネル(FC)スイッチを通して接続されている。

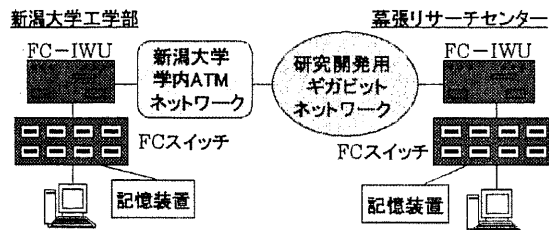


図4. 実験環境

両地点のFCスイッチはJGNと新潟大学内ATMネットワーク経由で、FC-IWU (Fiber Channel Internet Working Unit) を介して接続される。FC-IWUは、ファイバチャネルのATM広域接続を実現するもので、最大150Mbpsの高速接続を実現し、転送速度も任意に変えることができる。また、TCP/IPだけでなくSCSIプロトコルにも対応しているため、ディスクに保存されている

大容量データの遠隔地への高速通信も可能である。

4. 実験の概要

4.1 SCSIプロトコルを用いた測定

図5の試験構成においては、SCSIプロトコルを用いた場合のスループットを測定するもので、新潟大のPCから幕張RCの記憶装置に対して、SCSIプロトコルを用いてデータブロックを読み出す場合のスループットを測定する。そのときのプロトコルスタック構成を図6に示す。

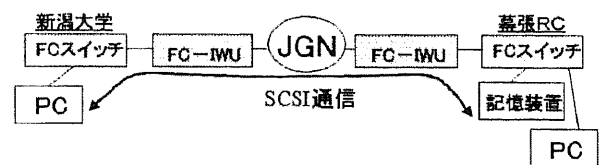


図5. SCSIプロトコルを用いた実験環境

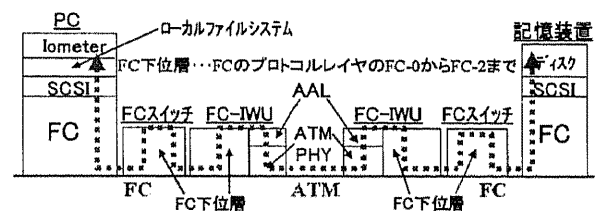


図6. プロトコルスタック構成図(SCSI)

さらに、FC-IWU間をJGNを介さずにネットワークエミュレータを経由する室内実験系を構成し、同様の実験を行う。ここで用いるネットワークエミュレータとは、遅延時間、セル廃棄率などを設定してやることにより、実際のネットワークと同様の条件を与えることができるものである。

ここで行う実験には、Intel社製のベンチマークツール“Iometer”を使用する。このIometerは、一定長のデータブロックを連続的に転送することにより、その際の転送スループット、I/O回数、転送エラー等を測定することができるベンチマークツールである。また、映像ストリームのフレーム長とほぼ同じ大きさのデータブロックを転送することにより、転送可能な映像レートも推定できる。

Iometer の転送条件は、映像情報をディスクから読み出し、転送する場合、シーケンシャル・リードに近いと考えられることから、シーケンシャル・リードとしている。

4.2 TCP/IP を用いた測定

図7の試験構成においては、新潟大のPCから幕張RCのPC内蔵ディスクに対して、TCP/IPを用いてデータブロックを読み出し、スループットを測定する実験環境を示す。新潟大のPCから幕張のPCまではTCP/IPでつながり、そこからディスクまではFCスイッチを通してSCSIでつながっている。このプロトコルスタック構成を図8に示す。また、4.1節と同様に、エミュレータを用いた室内実験系での測定も併せて行う

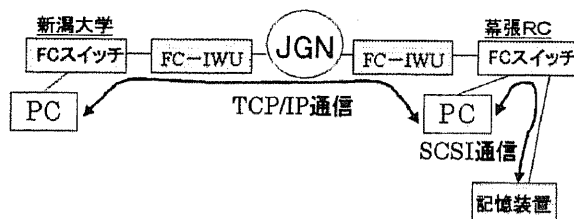


図7. TCP/IP を用いた実験環境

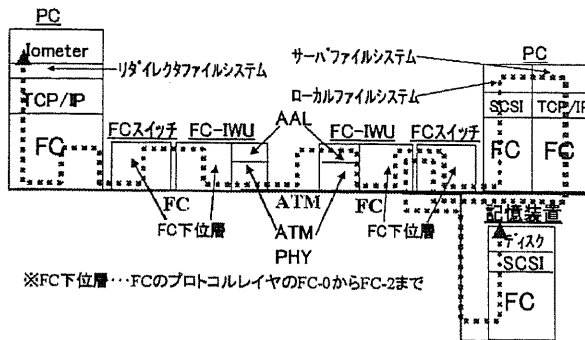


図8. プロトコルスタック構成図(TCP/IP)

4.3 映像データを用いた実験

ここまでは、ベンチマークツール Iometer を使用しての実験であったが、次に映像データを使っての実験について説明する。

新潟大-幕張RC間でリアルタイム映像を再生する際、FC-IWUにより伝送帯域をパラメータにとり、図9の構成で再生映像と

マスター映像を比較する実験を行う。

また、FC-IWU間にネットワークエミュレータを接続し、JGNを介したときと同じ条件を与えることによって、研究室内においても同様の実験を行うことができる。

配信映像データにはタイムスタンプがついており、ビデオでフレーム落ちが確認でき、この実験によってギガビットネットワークにおける映像配信のための最適な環境を求めることができる。

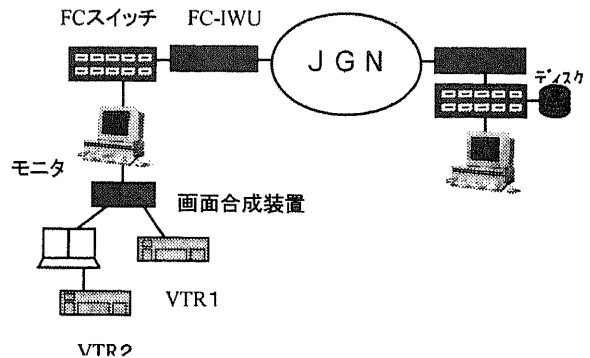


図9. 映像配信実験構成図

5. おわりに

この実験は、工学部 間瀬教授、仙石教授、総合情報処理センター 長谷川講師、NTT 情報流通プラットホーム研究所 中山氏、佐々木氏、東京大学大学院工学系研究科 青山教授、ならびに研究室4年栗林君と共に行っており、この実験結果は、2000年2月17~18日に開催される電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ(CQ)、通信方式(CS)共催研究会において発表される。なお、この研究会は大阪大学を主会場として、副会場に郵政省通信総合研究所と新潟大学をおき、ギガビットネットワークに接続して遠隔地開催される予定である。

インターネットは、ギガビットからテラビット、さらにはペタビットへと発展が期待される中、今後益々の研究が期待されている。