

## スイッチング HUB 交換の効能

山 守 一 徳\*

### Effect of Exchanging Switching HUB

Kazunori YAMAMORI

#### 要 旨

ギガビットネットワークが学内に導入され、1年以上経過しているが、まだ10Mbpsの古いネットワークに接続した状態のまま利用されている方もよく見受けられる。そこで、古いネットワークから新しいギガビットネットワークへ移行した場合、どれくらいの速度向上になるのかを測定し、その評価について述べる。

#### はじめに

1996年頃、100Base-TX 対応の8ポート HUB (8個のネットワークケーブルの差し込み口を持つ集線装置) が30万円に近い価格であった<sup>1)</sup>。1997年頃には10万円以下になり、最近では5,000円以下になってきている。また、1997年頃には100Base-TX 対応の HUB でネットワーク接続してもパソコンの性能によるボトルネックのため、十分な転送速度が出なかったりもしていた。しかし、現在はパソコンの性能によるボトルネックは、1000Base-T 対応で起きている状況にある。よって、100Base-TX 対応はもう十分に熟成し切っていると言える。その中で、ギガビットネットワークが学内に導入され、1年以上経過しているが、まだ10Mbpsの古いネットワークに接続した状態のまま利用されている方もよく見受けられる。

そこで、古いネットワークから新しいギガビットネットワークへ移行した場合、どれくらいの速度向上になるのかを測定し、その評価について述べることにする。なお、測定したのは8月のお盆期間であり、学内ネットワークが混雑していない時期と思えるが、トラフィック状況を確認していないので、表の中の数値は性格を知るための一つの参考数値として捉えていただきたい。

#### 実験1: 10Base-T の HUB と 100Base-TX の HUB の差

古いネットワークのイエローケーブルから繋がっている HUB は、10Base-T 用ポートを持ち、一方でギガビットネットワークから繋がっている HUB は、100Base-TX 用ポートを持っている。10Base-T の速度は、10Mbps (bit per seconds) の帯域幅であり、100Base-TX の速度は、100Mbps の帯域幅であるから、10倍の速度が出るのであろうか。また、100Base-TX 用の HUB は、全二重通信という上り下り別々に100Mbpsの帯域幅を持つものと、半二重通信という上

---

\* 三重大学教育学部情報教育

り下り合わせて 100Mbps の帯域幅を持つものがある。全二重通信機能を持つ 100Base-TX 用の HUB ではどうであろうか。なお、HUB にはスイッチング HUB という各ポートごとに宛て先が選別されてデータが流れるものと、リピータ HUB という全ポートに全てのデータが流れるものがあり、当初はリピータ HUB が主流であったが、最近はスイッチング HUB が主流である。その過渡期において、10Base-T/100Base-TX 用兼用のデュアルスピード HUB と呼ばれる HUB も存在した。このデュアルスピード HUB は、10Base-T で接続しているポートと 100Base-TX で接続しているポートの 2 グループに自動分類されて、各ポートにどちらかのグループの全データが流れる。

以下では、HUB に 2 台のマシンのみを接続し、その間でファイル転送 (ftp 転送) を行うことで、速度を測定した結果について述べる。実験に用いたマシンは、Aopen 製 AX4GER-N のマザーボード (FSB は 533MHz で使用、IDE は UltraATA/100 で使用)、CPU は intel 製 Celeron 1.7GHz、メモリは DDR266 (PC2100) の 256MB、HDD は回転速度 5400 rpm、UltraATA/100 対応 IDE 接続の MAXTOR 製 2F040L0、LAN カードはマザーボードに内臓された 100Base-TX 用 LAN (全二重可) のマシンが 2 台である。このマシンは本体価格約 4 万円であり<sup>2)</sup>、教育学部のパソコン教室で使われているものと同じである。このマシンの 1 台を Windows XP Professional Edition とし、もう 1 台は redhat8.0 とした。vsftpd ソフトを redhat8.0 上で起動して ftp サーバとし、WindowsXP ProfessionalEdition のマシンを ftp クライアントとして、ftp コマンドを使って、671,088,640 byte のファイルを ftp サーバ上へバイナリモードで書き込むのにかかる時間を調べた。ftp コマンドでは、かかった時間と速度が転送完了時に表示されるため、その時間を測定に利用した。測定に用いた HUB は、(1)10Base-T 用 (半二重対応リピータ HUB) の BayNetworks 製 NETGEAR modelEN116、(2)半二重対応 10Base-T/100Base-TX 自動認識のデュアルスピード HUB であるメルコ製 LGH10/100-5L、(3)全二重対応 10Base-T/100Base-TX 自動認識のスイッチング HUB であるメルコ製 LSW10/100-16NWS である。その結果を表 1 に示す。

表 1 HUB 間の転送の差

	HUB の種類	転送時間	転送速度	10Base-T との速度比
(1)	10Base-T 用	767.72 sec	874.13 Kbyte/sec	1 倍
(2)	半二重 100Base-TX 用	136.86 sec	4903.50 Kbyte/sec	5.6 倍
(3)	全二重 100Base-TX 用	93.27 sec	7195.43 Kbyte/sec	8.2 倍

全二重の 100Base-TX 用 HUB を用いた時は 10Base-T 用 HUB を用いた時と比べて、8.2 倍の速度が出ている。ハードディスクのキャッシュが有効利用された場合など、条件が揃えば 10 倍を超える速度が出ることもある。この結果より、研究室内でファイル転送をするような使い方では、確実に速くなるため、全二重通信機能付きの 100Base-TX 用スイッチング HUB に交換することを強くお勧めする。特に、教室パソコンの場合、教室内のファイルサーバ上にあるファイルを全端末へ配布する時があるが、この時に 100Base-TX 用スイッチング HUB になっていると効果が大きい。

## 実験 2 : 1000Base-T 用 HUB の効能は

1000Base-T 用のスイッチング HUB も数万円で売られており、1000Base-T 用の LAN ボードも数千円で売られているため、1000Base-T に変更したら、さらに10倍近く速くなるのであろうか。答えは No である。現在のパソコンでは、ギガビットの速度で流れてきたとしてもその速度でディスクにデータを読み書きできない。

以下では、1000Base-T 用のスイッチング HUB (メルコ製 LSW-GT-8W) に 2 台のマシンのみを接続し、その間でファイル転送 (ftp 転送) を行うことで、速度を測定した結果について述べる。

実験に用いたマシンは、Aopen 製 AX4GER-N のマザーボード (実験 1 と同じ)、CPU は intel 製 Pentium IV 2.4GHz、メモリは DDR333 (PC2700) の 512MB、HDD は回転速度 7200 rpm、UltraATA/100 対応 IDE 接続の IBM 製 IC35L080AVVA07、LAN カードは 1000Base-T 用 LAN (全二重可、PLANEX GN-1000TC) のマシンが 2 台である。このマシンを 1 台は Windows 2000 とし、もう 1 台は redhat8.0 とした。実験 1 と同じファイルを ftp コマンドを使って、Windows 2000 の ftp クライアントから redhat8.0 の ftp サーバ上へ書き込むのにかかる時間を調べた。その結果を表 2 に示す。

表 2 1000Base-T の HUB 間速度

	HUB の種類	転送時間	転送速度	全二重100Base-TX 用との速度比
(1)	1000Base-T 用	26.97 sec	24883.7 Kbyte/sec	3.5倍

同じマシンではないので、正確ではないが、100Base-TX を用いた時と比べて、3.5倍の速度が出ている。10倍にはならないが、確かに高速にはなっているので、少しでも速いことを望む場合は、1000Base-T を用いると良い。もしも 1000Base-T を用いたならば、より効果を高めるためにマシン性能にも気を使う必要がある。通常はハードディスクの転送速度がボトルネックになっているため、ハードディスクをシリアル ATA 接続できるものに変えるのが良い。

## 実験 3 : 総合情報処理センターのサーバとの間は

実験 1 と 2 では、HUB 間で 2 つのマシンを接続した場合であったが、学内の上流にあるマシンとの間では如何なる速度が出るであろうか。研究室に来ている 10Mbps の線にパソコンを繋いだ場合と、同じく研究室に来ているギガビットネットワークの 100Mbps の口にパソコンを直結させた場合について比較する。そこで、総合情報処理センターにある [www.cc.mie-u.ac.jp](http://www.cc.mie-u.ac.jp) と [matsu.cc.mie-u.ac.jp](http://matsu.cc.mie-u.ac.jp) のサーバに対して、ftp 転送をして速度測定した。ftp クライアント側のマシンは、実験 1 と同じマシンであり、転送に用いたファイルも実験 1 と同じファイルである。実験結果を表 3 に示す。なお、研究室に来ているセグメントは 84 番セグメントであり、84 番セグメントの 2 重化の線は、図 1 のように接続されている。10Mbps の線にパソコンを繋いだ場合には、パソコンから 10Base-T 用 HUB (2 号館 1 F) に入り、イエローケーブルを経由し、別の 10Base-T 用 HUB (2 号館 3 F) から 2 重化用の線を通して、ギガビットネットワークの 100Base-TX 用のスイッチング HUB (2 号館 3 F) に入り、もう 1 台のギガビットネットワークの 100Base-TX 用スイッチング HUB (2 号館 1 F) へ到達する。ここまでの経路がギガビット

表 3 総合情報処理センターのサーバへの転送の差

	対抗サーバ	線の種類	転送時間	転送速度	速度比
(1)	www.cc	旧 LAN ( 10Mbps)	605.51 sec	1108.29 Kbyte/sec	1 倍
(2)		新 LAN (100Mbps)	271.52 sec	2471.64 Kbyte/sec	2.2倍
(3)	matsu.cc	旧 LAN ( 10Mbps)	797.44 sec	841.56 Kbyte/sec	1 倍
(4)		新 LAN (100Mbps)	61.27 sec	10953.80 Kbyte/sec	13.0倍

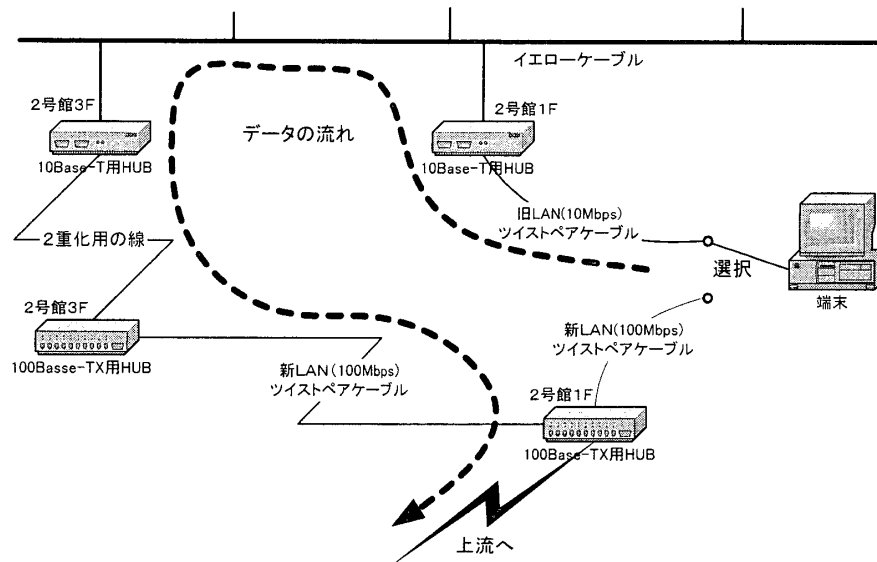


図 1 84番セグメントのデータの流れ

トネットワークの 100Mbps の口にパソコンを直結させた場合と比べると無駄な経路となっている。ここから上流に向かっては同じ経路である。

www.cc.mie-u.ac.jp のマシンは、SUN の古い Solaris マシン (S4/20H) であるため、速度は 2.2倍しか向上しない。しかし、matsu.cc.mie-u.ac.jp のマシンは、バスの高速性に定評のある SGI 社の Octane マシンであり、速度が13倍に向上している。接続相手によって、速度向上の度合いが異なることがわかる。総合情報処理センターよりももっと上流の学外マシンと接続する場合には、学外回線がボトルネックとなるために速度向上の程度は小さくなるが、自分の接続先が 10Mbps の旧 LAN に接続されている限り高速化は望めない。なお、現在、学外回線は ZTV の 100Mbps と SINET の 15Mbps と三重県 DCS の 156Mbps (上限 100Mbps) の 3 回線が使われている。特に、ZTV のインターネット回線と契約されている家庭と大学内の間では、三重県 DCS の 156Mbps (上限 100Mbps) の回線を使って通信ができるため、非常に高速になっている。もしも学内にサーバを立ち上げていて、古いネットワークの HUB に接続されているならば、新しいギガビットネットワークの HUB に接続し直すべきである。

#### 実験 4 : 学部のサーバ minerva を旧 LAN から新 LAN に繋ぎ変える

教育学部のサーバの minerva は、古いネットワークの HUB に接続されていた。そのため、自分の研究室のパソコンをギガビットネットワークに繋いでも速度は出なかった。そこで、minerva をギガビットネットワークの HUB に接続して速度向上を行った。その結果を表 4a に示

表 4a minerva の接続先変更の効能

	minerva の接続先	転送時間	転送速度	旧 LAN との速度比
(1)	旧 LAN ( 10Mbps)	594. 51 sec	1128. 80 Kbyte/sec	1 倍
(2)	新 LAN (100Mbps)	65. 41 sec	10260. 20 Kbyte/sec	9.1倍

す。実験 1 と同じマシンを ftp クライアントとし、研究室に来ている84番のギガビットネットワークの口に直結させて、minerva へ ftp 転送する時間を測定した。転送に用いたファイルも実験 1 と同じファイルである。

自分の研究室から minerva を利用する場合には、minerva の接続先を変更したことは効果が大きかった。ただし、minerva の接続先をギガビットネットワークの HUB に接続して速度向上させても、自分の研究室のパソコンが、旧 LAN の HUB に接続されたままの場合には、速度は上がらない。また、自分の研究室以外の場所から minerva へ ftp 転送する場合の速度も測定してみた。その結果を表 4b に示す。

表 4b 旧 LAN からと新 LAN からの転送の差

	クライアントの場所	転送時間	転送速度	84番新 LAN からとの速度比
(1)	84番の新 LAN (100Mbps) から	65. 41 sec	10260. 20 Kbyte/sec	1 倍
(2)	84番の旧 LAN ( 10Mbps) から	758. 61 sec	884. 63 Kbyte/sec	0.086倍
(3)	87番の新 LAN (100Mbps) から	64. 94 sec	10334. 46 Kbyte/sec	1.007倍

87番の新 LAN (100Mbps) からの場合、88番の minerva までは、ルータを 1 台介するだけであるので、84番から88番の minerva へアクセスするよりは速くなっているが、それほど差はない。

#### 実験 5 : ATM ネットワークの FDDI の線の場合は

10Mbps の旧 LAN の導入後に、100Mbps の線として、ATM ネットワークが導入されている。この線は、建物内の部分的にしか配備されなかったが、末端のケーブルは、Catalyst5000 のスイッチング HUB に繋がっており、そのスイッチング HUB が FDDI でループ状に接続されたネットワークである。100Mbps の線として認識されているこの線を用いた場合は、新しいギガビットネットワークの 100Mbps の線と同じ速度が出るのであろうか。答えは No である。

本学の FDDI のネットワークは、FDDI ボードの性能ボトルネックのため、ギガビットネットワークの 100Mbps の線よりも遅くなる。以下では、総合情報処理センターにある hamanasu.cc.mie-u.ac.jp と学部サーバの新 LAN に接続された minerva のそれぞれに対して、FDDI の線を用いた場合と新 LAN を用いた場合を比較した。ftp 転送に用いたクライアント側のマシンは、実験 1 と同じマシンであり、転送に用いたファイルも実験 1 と同じファイルである。実験結果を表 5 に示す。

用いた FDDI の線は94番セグメントであり、2 重化が行なわれている線であるので、データは 2 台の Catalyst5000間の FDDI ネットワークを通過した後、ギガビットネットワークの方へ流

表 5 FDDI の性能低下度合い

	対抗サーバ	線の種類	転送時間	転送速度	新 LAN との速度比
(1)	minerva	新 LAN (100Mbps)	65.41 sec	10260.20 Kbyte/sec	1 倍
(2)		FDDI-LAN (100Mbps)	78.13 sec	8589.93 Kbyte/sec	0.84倍
(3)	hamanasu.cc	新 LAN (100Mbps)	74.36 sec	9024.86 Kbyte/sec	1 倍
(4)		FDDI-LAN (100Mbps)	106.63 sec	6293.91 Kbyte/sec	0.70倍

れている。FDDI のネットワークは、ギガビットネットワークと比べて 7 割から 8 割の速度しか出ないことがわかる。

### 実験 6 : セグメントによる差はどれくらいあるか

セグメントによる差はどれくらいあるのであろうか。同じセグメントに接続されているサーバとの間で ftp 転送する場合は、ルータを経由しないので高速になることはわかる。まず、その程度はどれくらいあるのであろうか。

minerva と同じ仕様のマシンである ie01.edu.mie-u.ac.jp のマシンが、84番セグメントに存在する。このマシンを利用して、同じセグメントから ftp 転送する場合と、異なるセグメントから ftp 転送する場合の比較を行うことにする。ie01.edu.mie-u.ac.jp が 10Mbps の線に繋がっている場合とギガビットネットワークの線に繋がっている場合についてそれぞれ測定をした。ftp 転送に用いたクライアント側のマシンは、実験 1 と同じマシンであり、研究室のギガビットネットワークの 100Mbps の口にパソコンを直結させることにする。転送に用いたファイルも実験 1 と同じファイルである。その結果を表 6a に示す。異なるセグメントからの実験には 88番セグメントを用いた。接続図を図 2 に示す。

表 6a ルータ経由の性能低下度合い

	サーバの接続先	クライアントのセグメント	転送時間	転送速度	ルータ経由なしとの速度比
(1)	旧 LAN (10Mbps)	84番 (ルータ経由なし)	589.13 sec	1139.13 Kbyte/sec	1 倍
(2)		88番 (ルータ経由)	605.77 sec	1107.83 Kbyte/sec	0.97倍
(3)	新 LAN (100Mbps)	84番 (ルータ経由なし)	60.48 sec	11095.13 Kbyte/sec	1 倍
(4)		88番 (ルータ経由)	63.52 sec	10565.83 Kbyte/sec	0.95倍

ルータを経由した方が速度は低下するが、その程度は数%であることがわかる。

次に、光メディアコンバータが挿入されている 84番セグメントと、中容量のギガビット用ルータが入っている 88番セグメントには損得はどれくらいあるのであろうか。そこで、総合情報処理センターにある hamanasu.cc.mie-u.ac.jp のサーバに対して、ftp 転送をして速度測定した。ftp クライアント側のマシンは、実験 1 と同じマシンであり、転送に用いたファイルも実験 1 と同じファイルである。実験結果を表 6b に示す。

光メディアコンバータが挿入されている 84番セグメントの方が速度が遅いことがわかるが、その程度は数%であり、ルータ 1 台が余分に挿入された場合とほぼ同等の低下度合いである。

スイッチング HUB 交換の効能

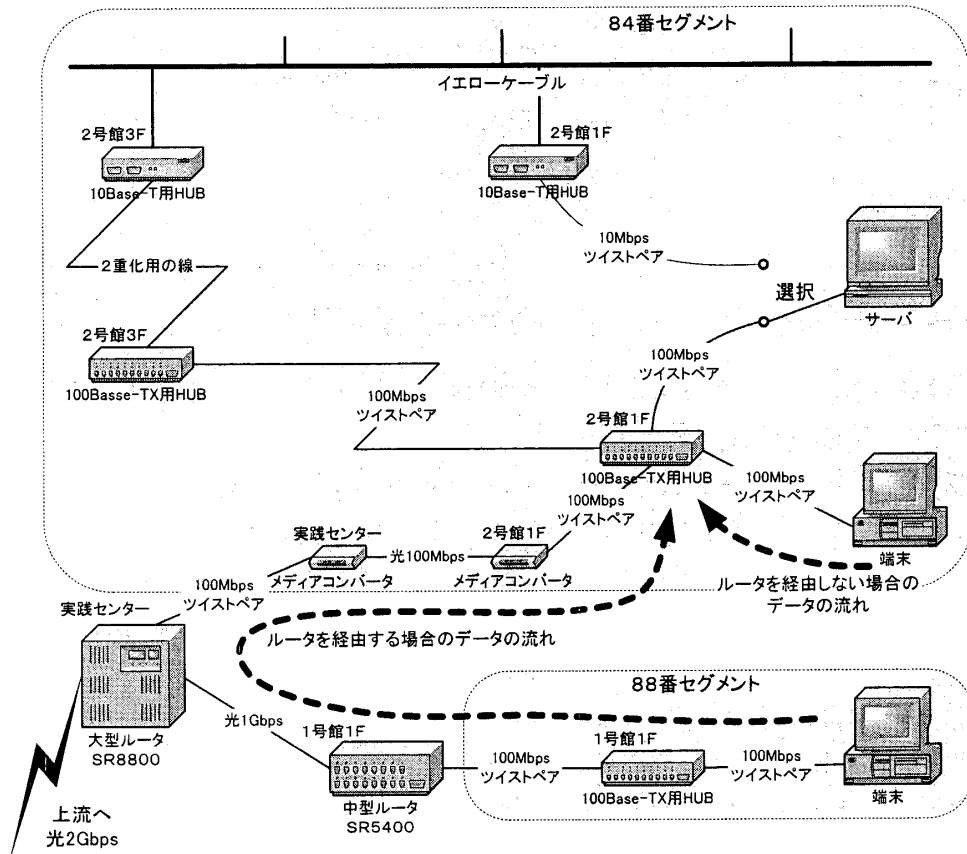


図2 84番セグメントと88番セグメント

表 6b 84番と88番からの転送の差

	クライアントの場所	転送時間	転送速度	88番との速度比
(1)	88番から	71.39 sec	9400.19 Kbyte/sec	1 倍
(2)	84番から	74.36 sec	9024.86 Kbyte/sec	0.96倍

光メディアコンバータは対抗で2台使用するが、速度の面では光メディアコンバータ各1台がルータ1台に相当しているように思える。

実験7：ギガビットネットワークの線に100Base-TX用スイッチングHUBを挿入した場合と挿入していない場合の差

100Base-TX用スイッチングHUBを途中に挿入すると速度は遅くなるが、どの程度であろうか。非常に安価なスイッチングHUBを用いて、総合情報処理センターにあるmatsu.cc.mie-u.ac.jpのサーバに対して、ftp転送をした場合の実験結果について表7に示す。実験に用いた小HUBは、100Base-TX全二重自動対応のメルコ製LSW10/100-8NWPである。ftpクライアント側のマシンは、実験1と同じマシンであり、転送に用いたファイルも実験1と同じファイルである。

経路途中に小HUBを挿入した場合は、していない場合と比べて速度が落ちているが、約1%の差しかなく、ほとんど同じであると言える。

表7 小 HUB 経由の性能低下度合い

	対抗サーバ	線の種類	転送時間	転送速度	速度比
(1)	matsu.cc	小 HUB なし	61.27 sec	10953.80 Kbyte/sec	1 倍
(2)		小 HUB 挿入	61.38 sec	10934.23 Kbyte/sec	0.99倍

## む す び

10Base 対応の古いネットワークに接続した状態のまま利用されている方は、新しいギガビットネットワークの方へ接続を変更されることをお勧めする。新たに HUB が必要な場合は、全二重通信機能を持つ 100Base-TX 用のスイッチング HUB（ファンが付いてないもの）を導入するのが良い。もちろん、お金に余裕がある場合には、1000Base-T 用のスイッチング HUB が良いが、ファンが付いていると音が煩くなることとファンが最初に故障する可能性が高いので、ファンが付いていないものが良い。1000Base-T 用のスイッチング HUB は、研究室内や教室内のマシン間でファイル転送を頻繁に行なう場合には大変有効である。現在はパソコン性能がボトルネックであるため、効果が薄いですが、数年でパソコン性能も改善されるはずである。

スイッチング HUB には、全二重か半二重かを自動判定するものと手動設定ができるものがあり、通常は手動設定した方がパケットロスが少なくなる。10Base-T か 100Base-TX かの判定やクロスケーブル接続かストレートケーブル接続かの判定を自動判定するものと手動設定ができるものもある。手動設定ができるものは価格が高くなるため、必要性との兼ね合いで選定をする。例えば、ギガビットネットワークで導入された光メディアコンバータは全二重 100Base-TX に手動設定できる HUB と対抗で接続しないと通信速度が充分出ない。

また、どうしてもカテゴリ 5 の 100Mbps 用のツイストペアケーブルが用意できない場合、信頼度が落ちるが、カテゴリ 3 のツイストペアケーブル（旧 LAN で使用していた灰色のツイストペアケーブル）を利用するという手もあり得る。ツイストペアケーブルまで購入する場合には、1000Base-T に対応しているケーブル（カテゴリ 5e またはカテゴリ 6）を購入することを強くお勧めする。数年先には 1000Base-T が全盛期になると思われるからである。

配線が面倒なため、無線 LAN で接続することを考えられるかもしれないが、無線 LAN は受信可能範囲が意外と広く、第三者がネットワークに接続してきてしまう可能性があるため、セキュリティ上の危険が伴う。また、通信速度面では遅いことから、研究室向きとは言えない。無線 LAN は、配線が固定できないロビーや講義室向きの接続手段である。

また、ATM ネットワークの FDDI の線を用いている場合には、可能ならば新しいギガビットネットワークの方へ接続を変更した方が良い。特に 2 重化用の線が直接刺さっていない Catalyst5000 のスイッチング HUB へ端末からのツイストペアケーブルが繋がっている場合、確実に FDDI ネットワークを経由して上流とネットワークが繋がっていることになるため、ギガビットネットワークの 100Mbps の線と比べて 7 割から 8 割の速度しか出ていない。また、FDDI のネットワークは今後廃れていくと思われ、総合情報処理センターでも Catalyst5000 が故障した時には部品交換の修理をしない方針を打ち出しているからである。なお、教育学部に関する ATM ネットワークの FDDI の線は、83番、94番、95番セグメントであり、83番セグメントは 2 重化されていない。94番セグメントは、附属教育実践総合センターの 2 F 暗室にある



Catalyst5000 を使って 2 重化されており、95 番セグメントは、教育専門 1 号館 1 F の運動学実験室にある Catalyst5000 を使って 2 重化されている。

#### 参 考 文 献

- 1) アスキー編集部：“100M Ethernet 時代のハブ選び”、雑誌 SUPER ASCII、pp. 143-159、株式会社アスキー発行 (Oct. 1997)
- 2) 山守一徳：“パソコン 1 台 4 万円の時代”、大学教育研究—三重大学授業研究交流誌—第 11 号、pp. 121-125、三重大学共通教育機構 (July 2003)