

## 校内LANの高速化と安定化

小野伸幸<sup>\*1</sup> 鈴木彦文<sup>\*2</sup> 藤澤義範<sup>\*2</sup>  
山本行雄<sup>\*3</sup> 中澤達夫<sup>\*3</sup> 楡井雅巳<sup>\*4</sup>

### Improvement of High speed and Stable Network for our school

Nobuyuki ONO, Hikofumi SUZUKI, Yoshinori FUJISAWA,  
Yukio YAMAMOTO, Tatsuo NAKAZAWA and Masami NIREI

キーワード: 校内ネットワーク, ギガビット, 高速化, 安定化

#### 1. はじめに

長野工業高等専門学校(以下本校)におけるネットワークの整備は、昭和60年代前半から行なわれたULVAN方式による情報教育センター設置の大型計算機と各部局を接続する実験線の敷設に遡ることができる。以降、平成元年に電子情報工学科が設置され、平成3年に10BASE-2による実験線が電子情報工学科棟と電気工学科間に敷設されると共に、信州大学を経由し、いわゆる広域ネットワークとのUUCPによる接続が可能となった。当時はネットワークに関する機器が極めて高価であり、その拡張には多大な経費を必要としたため、ネットワーク利用が必要とされる部局毎で順次整備されてきた。また、外部ネットワークとの接続も常時接続ではないことから、ネットワークの利用はメール程度に制限されていた。一方、平成4年には「インテリジェントスクール構想」<sup>1)</sup>の一環としてFDDIによるネットワーク網が校内各部局に敷設された。このネットワークは、校内の各部局に設置されたインテリジェント通信機器と光幹線で接続されたFDDI装置から構成され、当時としては高速かつ大容量通信を可能とするシステムであった。また、このネットワークシステム導入にあわせて学術情報ネットワーク(以下SINET)との常時接続が可能になり、ネットワークを利用した教育研究活動が活発に行なわれるようになった。

平成8年には新しいネットワークシステムとして、当時最先端の技術であったATMスイッチによるネットワーク網が設置された(図1)。このシステムでは校

内各室に10BASE-Tによる情報コンセントが設置されると共に、すべての教官室に情報端末が設置され、校内全域においてネットワークの利用を可能にした。また、基幹部は155Mbpsの伝送速度を持つ光幹線で接続され、高速大容量のネットワーク通信を可能にしていた。さらに、学寮へもネットワーク回線が敷設され、様々な面でのネットワークの利用環境が変化した。このような最新のシステムが導入され、校内ネットワークの利用方法はメールなどによる通信だけでなく、事務連絡のペーパーレス化や情報検索など様々な面で利用されるようになった。そして、情報通信技術の発展にともない、その利用形態や利用量が劇的に変化するとともに、電気や水道といったインフラとしての役割を果たすようになった。

このようにして本校における教育研究活動に必要な不可欠となったネットワークシステムであったが、導入直後よりシステム障害が頻発し、安定的なネットワーク運用に支障を与えてきた。さらには導入されたATM装置の製造メーカーによる保守期間が平成13年9月で終了することになり、それ以降に発生したATM装置の故障はすなわち本校全体のネットワーク停止につながる事態に直結することが判明した。そこで、より安定でかつ高速なネットワークシステムへの改善が強く要望された<sup>2)</sup>。

本報告は前述した背景に基づき、平成12年度および平成13年度に実施された校内ネットワークシステム更新に際して行なったネットワーク設計とその基本構成について説明し、より安定で高速なネットワーク構築に関する本校の取り組みを紹介する。

<sup>\*1</sup> 電子制御工学科 助教授

<sup>\*2</sup> 電子情報工学科 助手

<sup>\*3</sup> 電子情報工学科 教授

<sup>\*4</sup> 電気工学科 助教授

原稿受付 2002年5月17日

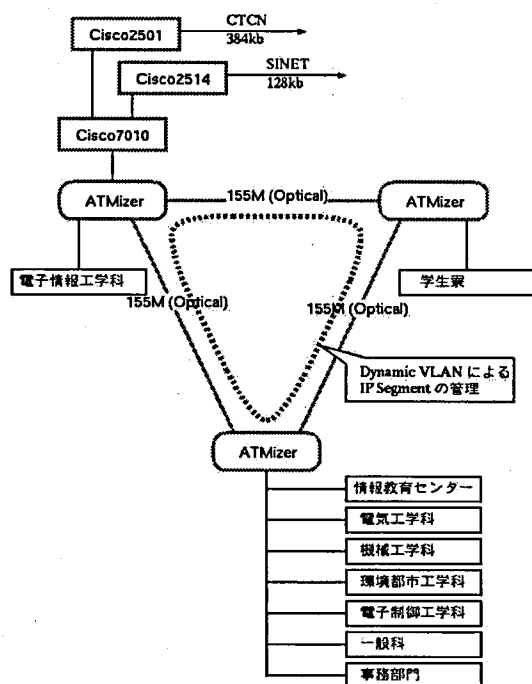


図1 ATMによる校内ネットワーク構成図 (平成8年導入)

## 2. 平成12年度のネットワーク更新

### 2-1 平成12年度ネットワーク更新の方針

平成12年度のネットワーク更新は、1.項で説明した通り、従来使用してきたATM装置の保守打ち切りに対処するために行なわれた。この更新にあたっての予算は、本校情報教育センター年度予算ならびに校費からの特別配分により総額約1,000万円が充当された。この予算の範囲内で、従来のシステムと比較してより高速でかつ安定したネットワークの構築が求められた。そこで、平成12年10月に本校情報教育センター運営委員会および各部局におけるネットワーク運用管理担当者を中心に「ネットワーク更新に関するワーキンググループ」(以下WG)が編成され、新しいネットワークの基本設計が着手された。なお、この段階で従来のATM装置の保守契約が平成13年3月に満了すること、および、経費節約のためその後の保守契約を継続しないという方針であったため、新しいネットワーク完成目標時期を平成13年3月末と設定した。したがって、ネットワーク設計および物品調達、移行措置にかかる期間をできるだけ短縮する必要があるため、数回のWG検討会でネットワーク設計の基本方針を以下のように決定した。

- (1) ネットワークの要となるスイッチには最先端のもの

の利用するのではなく、信頼性が高く技術的に十分熟成されたものを選択する。(ATMは導入当時最先端の技術であったが、装置の製造メーカー毎にその熟成度に大きな差があったものと認識されたため)

- (2) ネットワーク網を構成する光ケーブルおよび各室情報コンセントまでのUTPケーブルは既設のものを利用する。(従来敷設されていた光ケーブルおよび各室へのUTPケーブルは、新しいシステムに十分対応できることが確認されたため)
- (3) 各室の情報コンセントでは10/100Mbpsの通信速度に対応可能とする機材を各部局に設置する。(従来各室の情報コンセントは10Mbpsの速度のみに対応であった)
- (4) 各部局および基幹部間は100BASE-FXによる光回線で接続する。(従来のシステムでは、部局と基幹部分との回線速度が10BASE-FLによる10Mbps速度であったため)
- (5) 部局毎に散在していたネットワークサービスサーバを一箇所に集中設置し、一括管理できる構成にする。(ネットワークサービスの基幹となるサービスサーバが部局毎に散在していたため、ネットワーク全体の障害対策に個々のサーバ管理者との関係が必要であり、また、個々の管理者のネットワークに対する習熟度の違いから迅速な対応が困難であったため)
- (6) ネットワークサービスサーバをすべて更新し、機器には故障時の部品調達の容易さならびにコストの低い汎用PCを採用する。なお、供体等の主要部品については冷却やメンテナンス性を考慮して十分に信頼性の高いものを採用する。(従来ネットワークサービスの基幹となるサービスサーバにはワークステーションが多用されていたが、製品コストが高いこと、汎用PCでも十分な性能が得られるため)
- (7) 各部局に設置されている情報機器をネットワークサービスを行なうものとそれ以外の情報端末(クライアント)の区分し、クライアント端末に対してはDHCPによるIP割り当てにより一括管理する。(固定IPでの端末管理による管理側の負担軽減を図るため)

なお上記のネットワーク設計においては、可能な限り利用者の所属部局に該当するセグメントを利用可能にする方策についても検討された。これはATMによるシステムでは仮想VLAN機能を用いて実現されていたが、本更新での予算を考慮して選定された機器に

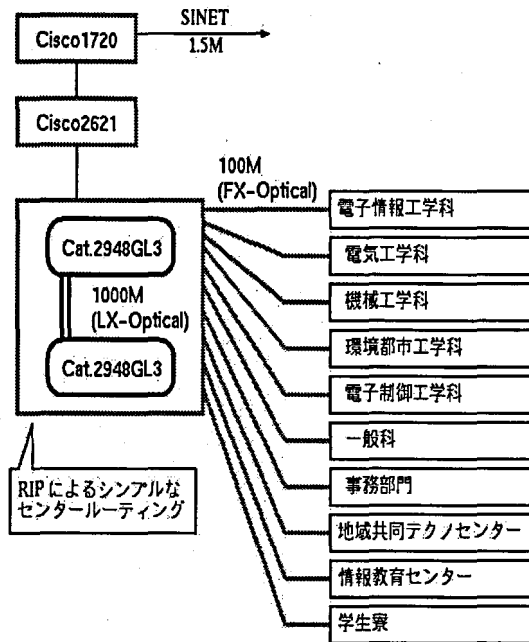


図2 校内ネットワーク構成図 (平成12年度設計)

はその機能がなく、これを実現するためには膨大な光幹線の増強が必要であった。そこで、今回の更新においてはネットワークの光ケーブル単位でセグメントを割り当てる方式を採用した。

## 2-2 平成12年度ネットワーク更新作業

前述された基本方針に従い、平成12年11月末に図2に示す新しいネットワークシステムが設計された。続いてこの設計に沿って必要となる物品の調達作業が開始され、平成12年12月初頭に入札、12月末にほぼすべての物品が納品された(表1)。

表1 平成12年度の主な購入物品

物品名	型式	用途
レイヤー3スイッチ	Cat2948G-L3	基幹スイッチ
レイヤー2スイッチ	FS724XJ等	末端L2スイッチ
メディアコンバータ	MMC102	100BASE-TX-FX変換
ネットワークサーバ	各種	基幹ネットワークサービス用
19インチラック	各種	機器収納用

なお、このネットワーク更新においては、極めて限られた予算の範囲で所定の目的を達成する必要があることから、予算はすべてネットワーク更新に必要な機器調達に充当し、設置および調整は学内協力者により行なうことにした。また、機器の設置場所は既設配線の関係より、サーバおよび基幹スイッチ部はラックに

収容して情報教育センター計算機室に、部局毎に設置する機器に関しては既設装置が設置されていた場所とした。

このようにしてすべての機器が納入された平成13年1月より更新作業が開始された。今回の更新は、既設の回線を利用するため、校内ネットワークを極力停止しないで行なうためには、綿密な作業計画を立てる必要があった。また、ネットワークを停止させる場合はできるだけ障害の発生しにくいと考えられる祝祭日又は休日に作業を集中させた(表2)。

表2 平成12年度の更新スケジュール概略

期日	作業概要
H13:1/4,5	校内部局機器交換・基幹・部局間回線100BASE-FX化
H13:1月中～末	校内端末のDHCP化作業
H13:2月初～	サービスサーバ構築
H13:3月初～中	校内セグメント変更等
H13:3月中	基幹システム設置・ATM撤去

なお、この作業にあわせて平成12年2月には信州大学SINETノードとの接続回線が従来の128kbpsから1.5Mbpsに増速されると共に、CTCNとの384kbps回線が廃止され、これもネットワーク障害の一因とされてきたマルチフォームでの外部との接続方法が1本化された。

## 2-3 平成12年度のネットワーク運用

前述したような経緯を経て、本校の校内ネットワークが平成13年3月に新しいシステムとして稼働を始めた。平成14年3月までの1年間の運用を通じて発生したネットワークの機器に起因する問題は部局設置のネットワーク機材故障が2件、サービスサーバのハードディスク故障障害が5件程度発生した。このうちネットワークシステム全体に影響が波及するものが3件あったものの、機器故障においては迅速に対応できるよう、サービスサーバでは常にディスクを2重化するなどの対策を施しておいたため、障害回復までの時間は極めて短時間であった。さらに、障害発生に対する障害の切り分け、障害に対する対応が従来の分散システムと比較して飛躍的に容易になり、ネットワーク管理を担当する者にとってその負担は従来のシステムと比較して格段に軽減されたと思われる。加えて、ネットワーク機器の接続状況、機器の稼働状況を連続的に監視できるシステムを開発したため、ネットワーク利用上の問題等に対しても迅速な対応が可能であった。

### 3. 平成 13 年度のネットワーク更新

#### 3-1 平成 13 年度ネットワーク更新の方針

平成 13 年 11 月、平成 13 年度補正予算により全国高専にギガビットネットワークシステム整備にかかる経費が配分されたとの内示があった。本校においても文部省からの事前調査に基づき校内ネットワークのギガビット化構想を策定し十分に対応できる体制を整備していたため、その基本構想に従ってシステム設計を開始した。幸いなことに、前年度のネットワーク更新で校内主要なネットワーク網の物理配線がすべて把握できていたこと、ネットワークサービスに必要なサーバ類の設定等はほぼ完了し、安定した運用が可能になるまで熟成されてきたことから、サービスサーバ類は基本的に更新する必要のないこと、など、様々な面で前年度の経験が生かせる状態であったのも好都合であった。そこで、平成 13 年度のギガビットネットワークシステム導入に対する基本方針を情報教育センター運営委員会の情報ネットワーク管理室担当によって次のように策定された。

- (1) 校内すべての部局と基幹部間を最低 1Gbps 回線で接続する。また、クライアント数が多い部局に対しては光幹線の回線数が許す限り多くの回線で接続し、高速性を確保する。(平成 12 年度更新での幹線-部局間の回線速度によるボトルネックの解消のため)
- (2) ネットワーク網を構成する光ケーブルおよび各室情報コンセントまでの UTP ケーブルは従来敷設してあるものを利用し、従来どおり 10/100BASE-TX による接続形態を確保する。
- (3) 既設光ケーブル等で不足する部局に対しては光回線を増強整備する。
- (4) 従来ネットワークの利用ができなかった未配線教室にも情報コンセントを新設する。
- (5) 基幹部に置くスイッチは、部局間回線速度がすべての部局においてその性能を完全に発揮できるだけの性能を持った機種にする。
- (6) 基幹部に置くスイッチおよびサービスサーバ類を設置する空間を確保し、専用空調等施設面での整備を行なう。
- (7) 各部局での利用者毎に、その所属部局に該当するセグメントが利用できるように VLAN を利用したシステムを採用する。

なお平成 13 年度に施設整備の一環として本校情報教育センターが改修される予定があり、従来ネット

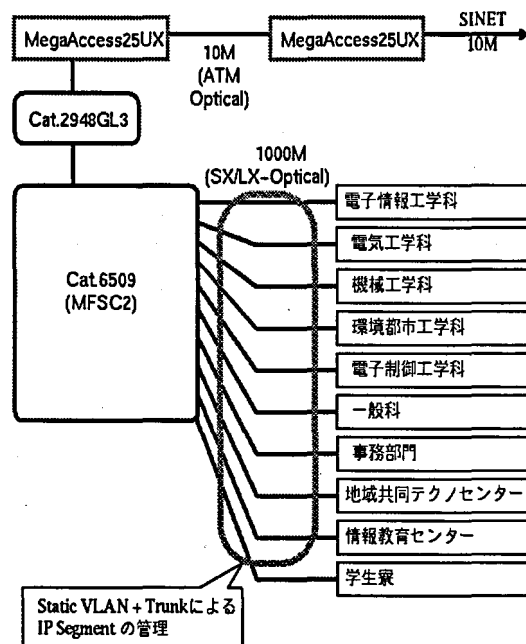


図 3 校内ギガビットネットワーク構成図 (平成 13 年度設計)

ワーク機器が設置されていた情報教育センター計算機室が第二端末室として利用される計画になっていた。そこでネットワーク機器設置場所として情報教育センター機械室を改修し、ネットワーク機器全体を収容することにした。

#### 3-2 平成 13 年度ネットワーク更新作業

前述したような基本方針に従い、図 3 に示す校内ギガビットネットワークシステムが設計された。ここでは可能な限り高速大容量通信可能なシステムにすることはもちろん、信州大学 SINET ノードとの接続も増速することを計画に盛り込んだ。このようなシステムに必要な機器を選定し、平成 13 年 2 月初頭に入札、3 月中にほぼすべての物品が納品された (表 3)。なお、補正予算による措置のため、竣工が 3 月末とされていたこと、予算規模が大きいため調達にかかる期間が相当日数必要なこと、施設改修や授業期間との関係から実際に設置作業を開始できるのが 3 月初旬になることなどの制約を受け、移行作業に充てられる期間を短縮する必要があった。そのため、平成 12 年度の更新作業と比較して作業量自体は少ないものの高度な作業を短期間に行なうという難しい場面に直面した。

なお、本年度の更新においても昨年度と同様に機器購入を中心とした調達を行ない、システムの設置および調整のほとんどを本校関係者が担当することとした。それは、次の理由からである。

表 3 平成 13 年度の主な購入物品

物品名	型式	用途
ギガビットレイヤー 3 スイッチ	Cat6509	基幹スイッチ
レイヤー 2 スイッチ	Cat3548/24/08	末端 L2 イッチ
配線部材	光コードなど	
19 インチラック	各種	機器収納用

- (1) 今回の更新は、物理配線を含めたすべてのネットワークシステムの新設ではなく、現行ネットワークからの改修である。したがって、既存ネットワークの停止時間を最小限に抑えるためには、現行のシステム構成を熟知している者でなければ移行作業が難しい。
- (2) 既設システムからの移行を業者に委託した場合、それにかかる費用は膨大になると共に、円滑な移行が困難である。
- (3) 移行作業を業者に委託した場合、事前に十分な打ち合せと実施にあたっても発注者側での作業が当然必要になり、設置作業を本校関係者で行なっても業者に発注しても量的にほとんど差が無いと予想できる。
- (4) 設置調整作業を本校関係者で行なうことで、ネットワーク全体の構成から機器の設定に至るまで、本校関係者が十分に熟知できると共に、このような場面に対応できる人材を育成できる。

以上のような理由により、本校で対応できない大規模な UTP ケーブルならびに光ケーブル敷設等を業者に委託し、システムの設置および調整に関わる作業を本校関係者で担当することにした。

前述のような経緯を経て、平成 13 年 3 月初頭よりネットワーク更新作業が開始された。その時点で、ネットワーク機器を新たに設置する情報教育センター機械室の改修はほぼ終了しており、ネットワーク機器の設置が十分可能な状態であった。また、平成 12 年にネットワーク機器が設置された計算機室が 3/11 より改修工事が開始されることを考慮し、従来の設備を機械室へ移設する作業が 3/9 および 10 日の休日に実施された(図 4)。その後、校内ギガビットネットワークへの移行作業が本格的に開始された。この移行作業は、平成 13 年度 3 月～14 年度 4 月上旬にかけて実施された(表 4)。

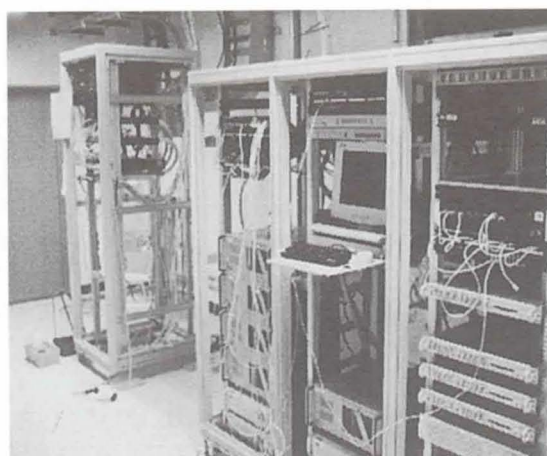


図 4 機器移設直後の基幹部装置類(作業中)

表 4 平成 12 年度の更新スケジュール概略

期日	作業概要
H14:3/8	情報教育センター計算機室-機械室間 光コード敷設
H14:3/9,10	現行ネットワーク設備移設作業(計 算機室から機械室へ)
H14:3/11～15	ネットワークサービスサーバ設定変 更
H14:3/18～22	部局スイッチ変更準備
H14:3/26	スイッチ類納品・L3 スイッチ設置
H13:3/28,29	部局スイッチ交換・基幹スイッチ設 定
H13:4/5	SINET ノードとの増速試験
H13:4/6	SINET ノードとの増速作業

### 3-3 平成 14 年度のネットワーク運用状況

新しい校内ギガビットネットワークシステムの基幹部が設置された情報教育センター機械室の様子を図 5 に示す。ここにはラックに収納されたネットワーク全体を制御するギガビットネットワークスイッチ、各部局からの光幹線が集中するワイヤリングクローゼット、各種サービスサーバ、ネットワーク運用に関する各種機器等が収容されている。このような基幹システムの他に、各部局には各室の情報コンセントにネットワークを分配するギガビット対応のスイッチ類が設置されている。

このようなシステムで本校の校内ネットワークは 3 月末より運用されている。一方で、各種ネットワークサービスの方法やシステム設定に対する調整作業は継続的に行なわれているものの、システムとしての根本的な問題は現在まで確認されておらず、極めて安定なシステムであるといえる。



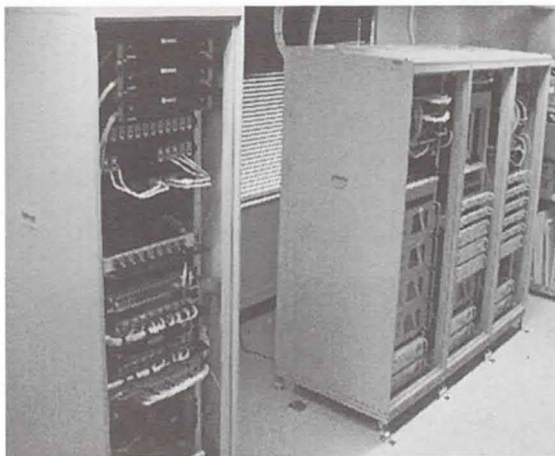


図 5 完成したネットワーク基幹部装置類

#### 4. ネットワークの安定化と高速化

我々は、前述したように平成 12 年度および平成 13 年度にネットワークの更新作業を行った。平成 12 年度以前のネットワークシステムは、決して安定したものとはいえず、ネットワークに流れるブロードキャスト量により ATM 装置の動作が不安定になるという問題をかかっていた。また、速度面においても 10Mbps と現在に比べれば大変遅いものであった。

しかし、平成 12 年度のネットワークの更新で、まず、ネットワークトポロジを完全なスター方に変更し、ネットワーク全体に流れるデータのトラフィックを一括管理し、安定した運用を可能にした。しかし、予算的にこの時点で基幹部分と各部局間の通信速度を 100Mbps 以上にすることができず、速度面においては、満足するものではなかった。また、このとき、VLAN による幹線部のマルチセグメント化という構想もあったが、予算面や幹線速度の制限、VLAN によるパフォーマンス低下が想定されたことから、平成 12 年度のネットワーク更新では導入に至らなかった。一方、平成 13 年度のネットワークの更新では幹線速度を十分に引き上げることができ、また VLAN 対応のネットワーク機器を導入したことから、IP セグメント単位による、利用者と所属組織の切り分けが可能になった。また、従来より高速かつ大容量通信の通信を可能にするネットワークシステムとなった。一方、実際に通信速度を計測した結果、ネットワークの回線速度がサービスサーバ等の性能を上回っており、実効的に回線の最大性能を引き出すには現在のところ至っていない。しかし、近年のネットワークの利用形態の劇的な変化を見れば、平成 13 年度の更新で導入した

システムは今後の需要の変化に対して十分に対応できるだけの余裕を持ったものでといえる。

平成 12 年度以前に本校で利用されてきたネットワークシステムは、通信業者により設置されたものであった。このようなシステムでは、設置後に業者から提出される物理配線や施工状況、機器の設定等の資料があるものの、設計施工、実装方法などの詳細が本校担当者に十分伝わらず、導入されたネットワークシステムを維持管理してゆく上で本校管理者の負担は極めて大きかった。また、ネットワーク障害への対処では業者との連絡や情報の提供、業者による障害解析、障害対応、といった多くの手順が必要になり、障害復旧までに多くの時間を要していた。一方で平成 12,13 年度に行なった更新作業では、「その設計の大部分を本校で行い、システム全体を容易に把握できる構成に改変したこと」、「物理構成から論理構成までのすべてが把握できるようになったこと」、「ネットワーク機器の設定からサービスサーバの構築に至るまで、その性能や機能を考慮した上での設計と実装ができたこと」等が実現でき、これらがネットワークの運用や管理において管理者の業務軽減に絶大な効果をもたらした。

#### 5. まとめ

平成 12 年度から 13 年度にかけてのネットワーク更新について、実際に行なわれた作業を中心に報告した。2 年間で 2 回の更新はその実務を担当する者にとって非常に忙しい状況を生み出した。一方で、これまで業者任せであったネットワークシステムが本校で設計したシステムとして完成したことや、ネットワークシステム全体を設計して実装する技術が本校に備わったことが、ネットワークの高速化および安定化と共に本校の大きな一つの財産になったと考える。

なお、この 2 回にわたるネットワーク更新において多忙な中絶大なるご協力をいただいた本校関係者全員に感謝します。

#### 参 考 文 献

- 1) 長野工業高等専門学校：優れた技術者は優れた人間でなければならない。長野工業高等専門学校自己点検・評価報告書、第 1 報、pp.9-18, 1995 年 3 月。
- 2) 長野工業高等専門学校：より良い学校運営を目指して。長野工業高等専門学校自己点検・評価報告書、第 5 報、pp.83-87, 1999 年 6 月。
- 3) 長野工業高等専門学校：長野高専三十年史。長野高専三十年史、pp.150-158, 1993 年 10 月。