

総合情報メディアセンターのネットワーク設計と運用

八木啓介 荒木雅弘 中村順一

京都大学総合情報メディアセンター

〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: yagi@media.kyoto-u.ac.jp

京都大学総合情報メディアセンターでは、教育用計算機システム・遠隔講義システム・教材作成支援システム・CALLシステムの4つからなる計算機システムの運用を開始した。これらの計算機システムは、総合情報メディアセンターが学内共同利用施設であることから、大規模かつ学内に分散して設置されるという性質をもつ。そこでわれわれは、学内に敷設されたATMネットワーク上において仮想ネットワークを構築する機能を利用し、システムごとにサブネットを構成している。本稿では、これらのサブネットを学内のバックボーンネットワークに接続する際の経路制御など、IPレイヤ以下での運用技術等について報告する。

Design and Administration of The Network System in Center for Information and Multimedia Studies, Kyoto University.

YAGI Keisuke ARAKI Masahiro NAKAMURA Junichi

Center for Information and Multimedia Studies, Kyoto University.

Yoshida hon-machi, Sakyo, Kyoto, 606-8501, Japan.

E-mail:yagi@media.kyoto-u.ac.jp

At the center for information and multimedia studies in Kyoto university, new computer systems start working. The systems are follows. 1) Open space laboratory, 2) Distance learning system, 3) Teaching materials developing system, 4) Computer assisted language learning system. The systems are enormous and physically distributed over the campus in order to support all members of our university. The distributed systems are logically subnetworked as virtual networks on ATM network in our university. In this paper, we introduce design and administration techniques of the enormous and distributed systems.

1 はじめに

京都大学総合情報メディアセンターでは、大学における教育環境を抜本的に改善するため、1998年2月から新たな計算機システムの運用を開始した。このシステムは、1)Windows NT 4.0 と HP-UX 10.20 を中心とする教育用計算機システム、2)MPEG2 CODEC(enCOder/DECoder) を用いた遠隔講義システム、3)各種 AV 機器と計算機を組み合わせるマルチメディア素材の編集・蓄積を行う教材作成支援システム、4)Macintosh を基本とする CALL(Computer Assisted Language Learning) システムの4つのサブシステムからなる。本稿では、この計算機システムのネットワーク設計と運用について、IP レイヤ以下を中心に述べる。

2 ネットワーク構成概略

2.1 KUINS 学内ネットワーク

京都大学には学内のバックボーンネットワークとして、KUINS-I と呼ばれる FDDI 的ネットワークと KUINS-II と呼ばれる ATM ネットワークが敷設されている [1]。これらのネットワークは、学内組織である KUINS 機構によって維持管理されている。従って、総合情報メディアセンターが学内のネットワークに計算機システムを接続する場合、KUINS 機構との調整が重要である。

KUINS-I には、学内の各部局が構成するサブネットが Cisco 社製のルータを介して接続されているのに対し、KUINS-II では、部局単位ではなく学内を物理的に分割する形で LIS が構成されている。いずれにしても、総合情報メディアセンターが学内の共同利用施設として計算機システムを分散して設置しようとした場合、これらのサブネット構成が問題となる。

KUINS-II では IP over ATM による通信を基本とし、ELAN は KUINS-I が未整備であった一部の場所にしか提供されていない。このことは、限られたネットワークインターフェースし

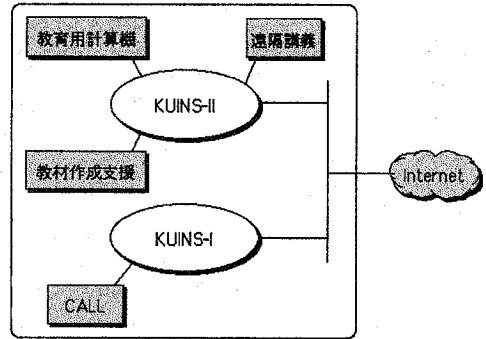


図 1: 学内ネットワークとの接続。

かもたない機器を含むシステムの接続に際して問題となる。

2.2 サブシステムと KUINS の接続

総合情報メディアセンターが導入した計算機システムは、教育用計算機システム・遠隔講義システム・教材作成支援システム・CALL システムの4つからなる。これらのサブシステムは、図 1 に示すように、KUINS に対してそれぞれ独立したインターフェースをもっている。これは、4つのサブシステムがいずれも異なるベンダーから導入されたこと、導入時期が同じであったことによるところが大きい。ベンダーごとに障害が切り分けられるということでは適当といえる。

3 各システムの構成

3.1 教育用計算機システム

3.1.1 教育用計算機 LIS

教育用計算機システムは、学内のすべての構成員にネットワークを含む計算機環境を提供するため、1300 台をこえる端末機器から構成されている。これらの端末は学内 17 カ所に分散して設置され、あらかじめ総合情報メディアセンターで ID の交付を受けた約 2 万人の利用者に対して開放されている。またこのシステムには

ダイヤルアップサーバも含まれており、学外からの PPP 接続が可能になっている。

総合情報メディアセンター発足以前の京都大学では、情報処理教育センターが教育用計算機システムを設置していた。この情報処理教育センターのシステムでは、端末の設置場所を管理している部局に割り当てられたアドレス空間から端末用の IP アドレスを採番していた。しかし現在導入されているシステムは規模が大きいうえ、各部局に割り当てられたアドレス空間にも余裕がないことからこのような構成をとることが難しい。そこで総合情報メディアセンターでは KUINS 機構と調整を行い、KUINS-II ATM 上で教育用計算機システムだけを収容するネットマスク 21 ビットの専用 LIS を構成している。

3.1.2 教育用計算機 LIS 内の構成

1300 台の端末機器は、ルーティング機能を備えたスイッチングハブによって部屋ごとに集約されている。これらのスイッチングハブは、5 台のルータを経由して学内のバックボーンに接続されている。また 5 台のルータは、それぞれ負荷を分散させて各部屋のスイッチングハブを収容しているほか、互いにフルメッシュで接続されて障害発生時の迂回路を確保している。

このような下位構成をふまえて、教育用計算機 LIS はサブネットに細分されている。まず障害発生時に問題の切り分けを容易にするともに障害の影響を最小限におさえるため、端末の設置場所ごとにサブネットを切っている。さらに、ルータ間をフルメッシュに接続するリンクもそれぞれサブネットに切り分けている。これは、ATM ではリンクが正常に動作しているかどうかをインターフェースの状態から知ることができないためである。リンク別にサブネットを設けることにより、経路情報が届かなくなることでリンクの異常を検知、このリンクを自動的に迂回することができる。

3.1.3 経路制御

3.1.2 節で述べた教育用計算機システムのサブネット数は 57 に及ぶ。これらのサブネットへの経路情報を KUINS に配送した場合、OSPF によって学内すべてのルータにこの経路情報が伝搬する。これでは KUINS-I を構成しているルータなど、メモリの少ないネットワーク機器に過大な負荷がかかる。さらにシステム内部の経路情報が配送されることで、KUINS のトラフィックが教育用計算機システムをトランジットする可能性が生じる。このような問題を回避するため、KUINS へのインターフェースをもつ 5 台のルータでは OSPF のプロセスを 2 つ設定し、KUINS 側へサブネットの経路情報が伝搬しないようサマライズを行っている。

このとき KUINS 側へ配送する経路情報は、Cisco IOS 的に記すと以下のように静的に記述されている。

```
router ospf 100
 redistribute static metric 1000 metric-type 1 subnets
!
ip route 130.54.XXX.0 255.255.248.0 Null0
ip route 192.168.XXX.0 255.255.255.0 10.22.0.3
```

ここで 130.54.XXX.0/21 のネットワークには教育用計算機システムの端末全体が収容され、192.168.XXX.0/24 のネットワークには PPP 接続された端末が収容される。このように PPP 接続端末にプライベートアドレスを付加することにより、総合情報メディアセンターが管理し得ない PPP 接続端末によって問題が引き起こされないよう制限を加えている。

上の経路情報の記述で注意すべき点は、静的経路に記された next hop address の違いである。130.54.XXX.0/21 のネットワークはサブネットに細分されているため、適切なパケットの宛先は 21 ビットよりも長いネットマスクをもっている。従って 21 ビットのネットマスクを宛先にもつパケットはそのまま廃棄すればよく、next hop address は null0 となる。これに対して 192.168.XXX.0/24 のネットワークは PPP 接続端末全体を収容し、サブネットは存在しない。従って 130.54.XXX.0/21 のネットワークのよ

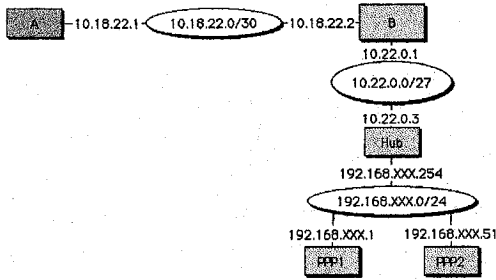


図 2: Next hop address の指定.

うに null0 を next hop address に指定することはできない。

いま上の設定を図 2 のルータ A で行うものとする。このような場合、一般に 192.168.XXX.0/24 への next hop address は 10.18.22.2 が用いられる。しかし、このインターフェースを含む 10.18.22.0/30 のリンクにはルータ A 自身のインターフェースも含まれるため、このリンクが正常に動作しているかどうかにかかわらず 192.168.XXX.0/24 への経路がルータ A から配送されてしまう。従ってこのリンクに異常がある場合、ルータ A に到着した 192.168.XXX.0/24 へのパケットはそれ以上どこへも配送されない。そこでルータ A では、ルータ B が 192.168.XXX.0/24 を収容しているインターフェース 10.22.0.3 を next hop address に指定する。これにより、10.22.0.3 への経路情報がルータ A に届いたときのみ 192.168.XXX.0/24 の経路情報が配送されるようになる。

3.2 遠隔講義システム

3.2.1 AAL5 と IP over ATM

総合情報メディアセンターでは、学内 13 部局を相互に接続する遠隔講義システムを導入し、遠隔講義に関する研究開発を行っている。この遠隔講義システムは、文部省が管掌する SCS(Space Collaboration System) の京都 1 (吉田) 局に接続されており、他の大学・研究機関とも遠隔講義・会議を行うことができる。遠隔講義システムは、

各部局にひとつずつ設置されているサテライト講義室の機材と、それらを管理するワークステーションからなる。サテライト講義室には AV 機器などさまざまな機材が設置され、それによって得られる映像・音声をリアルタイムに圧縮・伝送する MPEG2 CODEC(AG Communication Systems 社製 ATIUM VIA188) と、SCS のセッションをサテライト講義室で主催する場合に用いる遠隔回線制御 PC が KUINS-II ネットワークに接続されている。

ATIUM VIA188 は、圧縮した映像・音声を伝送するために AAL5 レイヤを使っているのに対し、そのために必要な設定は IP over ATM を使って行われる。また ATIUM VIA188 は PVC の上にしか IP を通さないようになっているため、管理用のワークステーションと各サテライトの ATIUM VIA188 の間には、PVC が個別に張られている。この管理用ワークステーションを経由することにより、各サテライトの MPEG2 CODEC が遠隔設定される。

3.2.2 独自仕様 MPEG2 CODEC

ATIUM VIA188 を含めて、市販されている MPEG2 CODEC の多くは、AAL5 レイヤでも PVC の上でしか映像・音声の伝送を行うことができない。このような場合に 3 地点以上を結んだセッションを設定しようとする、PVC マルチキャストを用いるなど ATM スイッチそのものにも設定が必要になるうえ、ATM ネットワークの物理的な構成を知っている必要がある。しかし 300 台をこえる ATM スイッチからなる KUINS-II でこのような設定を行うことは難しい。そこでメディアセンターでは、SVC の上で映像・音声伝送できるよう、特別に MPEG2 CODEC のファームウェアをアップグレードした。これにより、MPEG2 CODEC を設定することで任意のセッションを実現することができる。

3.2.3 遠隔講義予約システム

遠隔講義システムにおけるセッションの予約は、映像・音声の伝送を行う回線と、機器が設置されているサテライト講義室の両方を予約することができてはじめて成立する。回線すなわち MPEG2 CODEC の設定はこれを管理している総合情報メディアセンターが予約を受け付けているのに対し、講義室はこれを管理しているそれぞれの部局が予約を受け付けている。さらに遠隔講義システムとともに SCS を用いたセッションを予約する場合、SCS を管掌する文部省のメディア教育開発センターにも予約を行う必要がある。遠隔講義システムの利用を促進するためには、このように煩雑な予約手続きを一元的に行えることが望ましい。

さらに、予約された CODEC の設定を行うためには人的な負担が大きい。その理由のひとつは、サテライト講義室の電源が通常はすべて切られていることにある。つまり、CODEC の設定は常にセッション直前に行われる必要があり、それに備えて設定を行うことのできるスタッフが待機していなくてはならないからである。

総合情報メディアセンターでは、このように負担が大きい遠隔講義システムの予約・設定を可能な限り一元的かつ自動的に行うため、遠隔講義予約システムを実現している。この予約システムは Java によって実装され、WWW を通して簡単に予約を行うことができるとともに、予約された時刻に自動的に CODEC の設定が行われるようになっていく。またこの予約システムの特徴のひとつは、予約が入力されると同時に電子メール・FAX・携帯電話文字メールなどを用いて管理者にメッセージを送り、入力された予約の確認・承認を促すことである。

3.3 教材作成支援システム

3.3.1 ネットワークインターフェースの制約

教材作成支援システムは、語学・医学などのマルチメディア教材を作成するために必要なさまざまな機材から構成されている。これらのうち、

画像を取り込むためのスキャナや動画を圧縮するための MPEG エンコーダなど素材を作成するために必要な機材は、PC をベースにシステムが構成されている。また、作成された素材・教材を蓄積するためのファイルサーバや、教材を学内に配信するための VOD サーバ・WWW サーバは、ワークステーションをベースに構築されている。

ワークステーションをベースとするサーバー群や Windows・MacOS を搭載する PC 群は、ATM NIC を実装して IP over ATM による通信を実現することができる。しかしながら教材作成支援システムには、一部の音声解析システムなど、10Base-T ネットワークインターフェースしか備えていない MS-DOS ベースのシステムも含まれている。これらをひとつのネットワークセグメントに収容するため、メディアセンターでは KUINS 機構と調整し、独自に ELAN を構成している。

3.3.2 KUINS への接続

総合情報メディアセンターが独自に構成した ELAN が教材配信のために学内外への到達性を確保するためには、KUINS-II を構成しているルータにインターフェースを確保する必要がある。しかしながら、部局の端末を収容する ELAN のサブインターフェースを KUINS のルータには切らないという KUINS 機構の方針があるため、教材作成支援システム ELAN に直接 KUINS ルータのインターフェースを確保することができない。そこで教材作成支援システムでは、RSM を実装した Cisco 社製スイッチングハブを導入し、これに教材作成支援システムの他にアップリンク専用 ELAN を設定することで KUINS への接続性を確保している。

3.4 CALL システム

3.4.1 語学教育と CALL

総合情報メディアセンターは、語学教育を専門とする学内の教官と協同し、語学教育の

方法改善・開発を行っている。現在は、教材作成支援システムなどを用いてマルチメディア教材を作成し、これを用いた授業を行っている。このようなマルチメディア教材を用いた授業を実現するための環境として導入されているのが、CALL(Computer Assisted Language Learning) システムである。

CALL システムは、いわゆる LL 教室の各ブースに PC を設置したものとみなすことができる。このような構成をとることにより、従来の LL 教室の機能を保持しつつさまざまなマルチメディア教材を利用することができる。

3.4.2 プロキシサーバの設置

CALL システムでは、教材作成支援システムなどを用いて制作されたマルチメディア教材が利用されている他に、WWW を通して公開されている語学教材を利用することも多い。従って CALL システムには、ネットワーク到達性が必要不可欠である。

一方、語学教育を専門とする教官には Macintosh ユーザーが多く、そこで蓄積されたノウハウや資源を利用するため CALL システムは Macintosh をベースとして構成されている。Macintosh は、OS の機能の中にユーザー認証機能をもっていないため、不特定のユーザに起因する何らかのトラブルが発生する可能性がある。そこで CALL システムではプロキシサーバを設置し、これを通ることのできる必要最小限のプロトコルによってのみ KUINS ネットワークと通信するようになっている。

4 おわりに

本稿では、総合情報メディアセンターが導入した計算機システムについて、ネットワーク下位層の技術的側面に限定して報告を行った。総合情報メディアセンターは学内共同利用施設であることから、学内に分散して大規模なシステムを導入する必要がある。そのため、総合情報メディアセンターのシステムは KUINS 学内ネッ

トワークの管理方針になじまないことも多く、独自に LIS や ELAN を構成するなど通常とは異なる接続形態をとっている。

また 3 章で述べた各サブシステムは、それぞれ導入の経緯が異なることもあって、いずれも総合情報メディアセンターに属するものであるにも関わらずシステム間を相互に接続するインターフェースをもっていない。そのため、例えば教育用計算機システムの端末から総合情報メディアセンターのホームページにアクセスする場合にも、必ず KUINS のルータを経由することになる。これによって KUINS ルータに必要な以上の負荷がかかるため、サブシステム間を直接接続することが現在検討されている。

謝辞

総合情報メディアセンターのネットワークを設計するにあたり、ネットワーク管理委員会の委員としてご尽力下さった、岡部寿男先生、中村素典先生、北野正雄先生に深謝いたします。またシステムの導入から運用までの煩瑣な問題解決にご協力下さった、沢田篤史先生、櫻井恒正技官をはじめとする KUINS 機構の皆様にご感謝いたします。さらにマルチベンダーでの接続にご努力いただいた、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、株式会社日立インフォメーションテクノロジー、日商エレクトロニクス株式会社の皆様にも謝意を表します。

参考文献

- [1] 中村素典, 岡部寿男: “京都大学における ATM-LAN の利用と運用,” 信学技報, IN98-123, pp.49-56, Nov. 1998.