

岡山大学における FDDI ネットワークと ATM ネットワークの 相互接続

山井 成良^{*1}、大隅 淑弘^{*2}、宮下 卓也^{*3}、林 伸彦^{*4}、中西 孝充^{*5}、岡本 卓爾^{*6}

岡山大学総合情報処理センター

〒 700-8530 岡山市津島中 3-1-1

TEL: 086-251-7231

FAX: 086-251-7244

Interconnection between FDDI Network and ATM Network in Okayama University

Nariyoshi Yamai^{*1}, Yoshihiro Oosumi^{*2}, Takuya Miyashita^{*3},
Nobuhiko Hayashi^{*4}, Takamitsu Nakanishi^{*5} and Takuji Okamoto^{*6}

Computer Center, Okayama University

Naka 3-1-1, Tsushima, Okayama 700-8530, JAPAN

Phone: +81-86-251-7231

Facsimile: +81-86-251-7244

*1	yamai@cc.okayama-u.ac.jp	*2	oosumi@cc.okayama-u.ac.jp
*3	t_myst@cc.okayama-u.ac.jp	*4	haya@cc.okayama-u.ac.jp
*5	nakanisi@cc.okayama-u.ac.jp	*6	okamoto@in.it.okayama-u.ac.jp

概要

岡山大学のキャンパスネットワーク OUnet では、基幹ネットワークとして FDDI ネットワーク、ATM ネットワークの 2 種類が利用されているが、両者間の接続箇所が少ないため多くの問題が生じていた。そこで我々はこの問題を解決するため、多くの支線ネットワークについて従来の FDDI ネットワークへの接続だけでなく、ATM ネットワークへも接続するように構成変更を行った。また、変更後の構成において、FDDI ネットワークの障害時に自動的に ATM ネットワークに切替えるプログラムを開発し、実際の運用によりこのプログラムが有効に動作することも確認した。

キーワード:

キャンパスネットワーク、FDDI、ATM、ネットワーク管理、経路制御

1 はじめに

岡山大学は学生数約 13,500 人、教職員数約 2,800 人、11 学部を有する比較的大規模の大学である。キャンパスは JR 岡山駅を挟んで北側に津島キャンパス(事務局、附属図書館、文学部、教育学部、法学部、経済学部、理学部、薬学部、工学部、環境理工学部、農学部等)、南側に鹿田キャンパス(医学部、医学部附属病院、歯学部、歯学部附属病院、医療技術短期大学部、附属図書館鹿田分館等)があり、この他にも倉敷キャンパス¹(資源生物科学研究所等)、三朝キャンパス²(固体地球研究センター、医学部附属病院三朝分院)を始め、県の内外に合計で 10 以上のキャンパスを有する。

このうち、津島、鹿田の 2 つのキャンパスでは教育、研究の支援や事務処理の効率化を図るため、平成 6 年 3 月に FDDI(Fiber Distributed Data Interface) ネットワークを基幹とするキャンパスネットワーク OUnet を導入し、運用を開始した。その後、平成 8 年 3 月にはマルチメディア通信に対応した ATM(Asynchronous Transfer Mode) ネットワークを津島、鹿田、倉敷、三朝の 4 キャンパスに導入し、主要部局間の高速通信に利用している。しかし、ATM ネットワークは主としてテレビ会議などのマルチメディア通信のために導入されたため、津島、鹿田の両キャンパスではともに 1 箇所では FDDI ネットワークに接続されておらず、ATM ネットワークをあまり有効に利用できない、ATM ルータに負荷が集中するなど様々な問題が生じていた。

そこで、我々はこれに対処するため、平成 11 年 4 月に、部局に設置されている多くの支線ネットワークを、従来の FDDI ネットワークだけでなく ATM ネットワークにも接続した。本稿では、両者を相互接続したネットワークの構成と運用について報告する。

2 従来の基幹ネットワーク構成

2.1 FDDI ネットワーク

まず、平成 6 年 3 月に導入した FDDI ネットワークの概要について述べる。

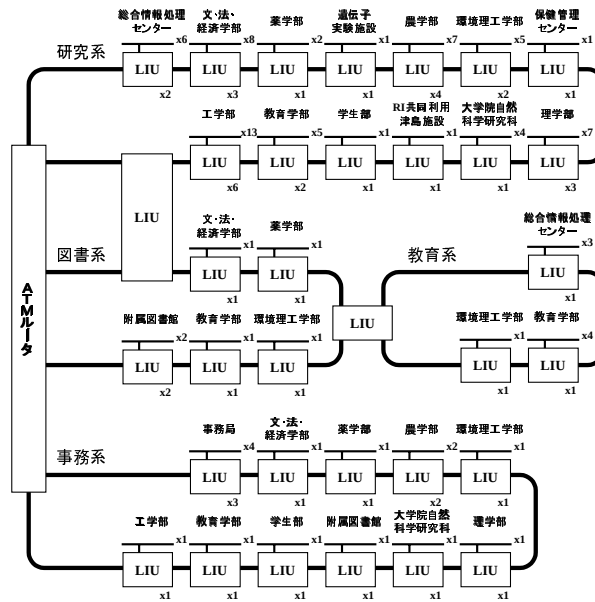


図 1: 津島キャンパスの FDDI ネットワークの構成

津島キャンパスでは、以前から基幹ネットワークとして FDDI ネットワークが 1 系統敷設されていたが、新たに 3 系統の FDDI ネットワークを基幹ネットワークとして導入した。各系統はそれぞれ研究系ループ、図書系ループ、事務系ループと呼ばれ、殆んどどの建物には少なくとも 1 系統の LIU(Loop Interface Unit) が設置されている。津島キャンパス全体では、3 系統合わせて 47 台の LIU があり、各 LIU には 1~4 本の 10Base5 が支線ネットワークとして接続されている。従来の FDDI ネットワークは教育系ループとして運用され、総合情報処理センターの教育用計算機などが接続されている。平成 11 年 3 月時点での津島キャンパスの FDDI ネットワークの構成を図 1 に示す。

また、鹿田キャンパスでも同様に 3 系統の FDDI ネットワークを導入した。LIU の台数は鹿田キャンパス全体で 20 台である。なお、教育系ループは鹿田キャンパスには設置されていない。

2.2 ATM ネットワーク

次に、平成 8 年 4 月に導入された ATM ネットワークの構成について述べる。

ATM ネットワークは、津島キャンパスでは総合情

¹ 岡山県倉敷市

² 鳥取県三朝町

報処理センターに 64 ポートの ATM 交換機 (NEC ATOMIS7/64)、鹿田キャンパスでは歯学部にて 32 ポートの ATM 交換機 (NEC ATOMIS7/32) をそれぞれ 1 台設置し、これらが各部局の主要な建物に設置されている 8 ポートの小型 ATM 交換機 (NEC ATOMIS5) を接続する構成となっている。各小型 ATM 交換機には 2 ポートの 100BaseTX、24 ポートの 10BaseT を有する ATM ハブ (NEC C5000) が各 1 台接続され、この ATM ハブに接続される計算機を LAN Emulation(LANE) 方式で收容する。また、多くの部局では総合情報処理センターが管理するワークステーションやマルチメディア端末が小型 ATM 交換機に接続されており、IP over ATM(IPoA) 方式で他の計算機と通信できる。なお、LANE 方式では、4 つのキャンパスそれぞれにキャンパス全体をカバーする ELAN(Emulated LAN) が 1 つずつあり、更にこれらとは別に理学部と工学部にそれぞれ 1 つ ELAN が存在する。また、IPoA 方式では、4 つのキャンパスそれぞれに LIS(Logical IP Subnet) が 1 つずつ存在する。

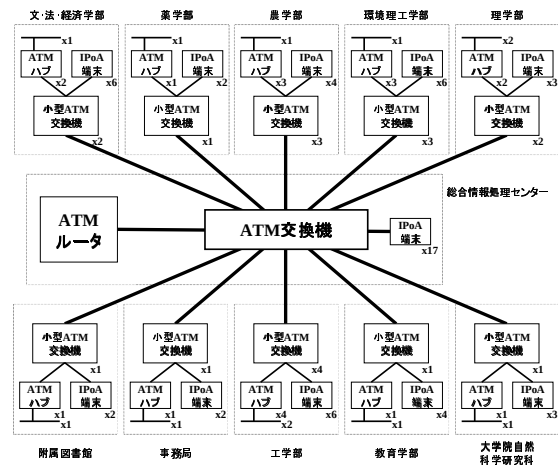
各キャンパスには ATM ルータ (NEC IP45/650SSP) が 1 台ずつ設置され、LANE や IPoA のサブネットを相互接続している。LANE 方式では、この ATM ルータはキャンパス全体の LES/BUS(LAN Emulation Server/Broadcast Unknown Server) の役割をも果たしている。更には、この ATM ルータは 3 つの FDDI インタフェースを持ち、FDDI-ATM 間の相互接続、キャンパス間接続及び対外 (SINET) 接続も担当している。

平成 11 年 3 月時点での津島キャンパスの ATM ネットワークの構成を図 2 に示す。また、同時点における ATM ネットワークを構成する各機器の台数を表 1 に示す。

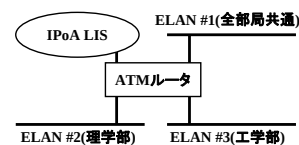
3 基幹ネットワーク構成の変更

3.1 FDDI と ATM の相互接続

ATM ネットワークの導入以降、ATM 接続計算機の増設など多少の構成変更はあったが、基本的には 2 節で示した構成に基づき基幹ネットワークの運用を行った。その結果、以下のような問題点があることが明らかになった。



(a) 物理構成



(b) 論理構成

図 2: 津島キャンパスの ATM ネットワークの構成

表 1: ATM ネットワークの構成機器

ATM ネットワーク機器	津島	鹿田	その他
ATM 交換機 (ATOMIS7)	1	1	0
ATM 交換機 (ATOMIS5)	19	3	2
ATM ルータ (IP45/650SSP)	1	1	2
ATM ハブ (C5000)	19	6	3

1. 支線ネットワークに設置された計算機と ATM ネットワークに接続された計算機は属するサブネットが異なるため、両者間の通信は、たとえ同一建物内に設置されている場合でも ATM ルータを経由する必要がある。
2. 1. と同様の理由により、支線ネットワークに設置された計算機を ATM ネットワークに接続先を変更する場合、以前の IP アドレスを引き継ぐことができない。
3. LIU 設置場所の劣悪な環境 (高温多湿で埃が多いなど) や LIU 自身の老朽化などの原因により故障が発

生し、支線ネットワークがよく孤立してしまう。特に、津島キャンパスの教育系ループは敷設後約10年が経過しているため老朽化が著しく、同ループの支線ネットワークが頻繁に孤立する。

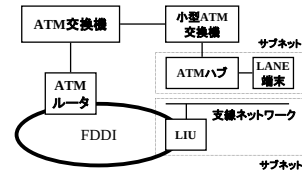
4. ATMルータがキャンパス内に1つしか存在せず、かつ多くの役割を担当しているため、負荷が大きい。

これらの問題点は、ATMネットワークと支線ネットワークが独立しており、これらが1箇所のATMルータでのみ接続されているというネットワーク構成が原因である。そこで我々は図3(a)のような当時の構成から、支線ネットワークを従来のFDDIネットワークだけでなくATMネットワークにも接続し、FDDIとATMが基幹ネットワークとして相互補完する構成に変更する方法について検討を行った。具体的には、図3(b)のように、LIUをブリッジとして動作させ、ATMハブにルートスイッチングモジュール(RSM)を追加する方法(A案)、及び同図(c)のようにATMハブと支線ネットワークを直接接続する方法(B案)の2案を検討した。いずれの方法でもATMハブに接続される計算機は従来の支線ネットワークと同一サブネットに属するため、前記の問題点のうち1.と2.を解決することができる。また、経路制御を適切に行うことにより問題点3.についても改善することが可能となる。問題点4.についてはA案では各部局に経路制御機能を導入するため、従来のATMルータの負荷を軽減することができる。しかし、RSMは高価であるため、この方法をキャンパス全体に適用するのは財政的に困難である。一方、B案は問題点4.の軽減には殆んど貢献しないが、1箇所の接続につき10Base5用トランシーバ、10Base5(AUI)ポート付きハブ、10BaseT用クロスケーブル程度のものを用意するだけでよいと、費用の面ではかなり安価に済ませることができる。以上の点を勘案した結果、我々は最終的にB案を採用し、平成11年4月に構成変更を行った。

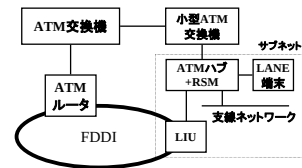
3.2 基幹ネットワークの障害時自動切替え

3.1節で述べたB案を検討している時点では、問題点3.についても経路制御をRIP(Route Information Protocol)[1]で行い³、インタフェースのメトリック値を

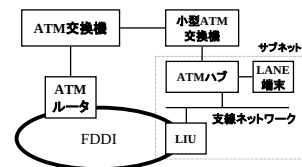
³ 本来は支線ネットワーク上ではRIP、基幹ネットワーク上ではOSPF(Open Shortest Path First)[4]を用いたかったが、LIUが



(a) 相互接続前の構成



(b) ATMハブにRSMを追加する方法(A案)



(c) ATMハブと支線を直接接続する方法(B案)

図3: ATMとFDDIの相互接続

調整することで、例えば通常はFDDIを利用し、FDDIに障害が発生した場合のみATMに自動的に切り替わるように設定することができると予想していた。しかし、ATMルータで実験を行ったところ、実際にはATMルータに直接接続されているインタフェースはメトリック値に関わらず優先して利用され、このような設定を行えないことが判明した。すなわち、ATMルータから見ると、支線ネットワークはLANE方式で直接ATMルータに接続されるため、これに対する通信は常にATM経由で行われ、FDDIを利用できないことになる。

そこで、我々はネットワークを監視し、状況に応じてLANEのインタフェースをアップダウンするようなATMルータインタフェース制御プログラムを開発した。以下に、このプログラムの概要を述べる。

まず、通常の状態では、一部を除き、ATMルータでは各支線ネットワークへのインタフェースをダウンしてOSPFとRIPとの混在を許さないため、できなかった。

おり、FDDIを優先して通信を行うようになっている。この状態では制御プログラムは各支線ネットワークについてFDDI経由での通信に障害がないかどうかを監視している。障害の有無は、LIUが以下の4つの条件を全て満たしているかどうかをSNMP(Simple Network Management Protocol)[2]で問い合わせ、どれか1つでも満たしていない状態が3回連続で検出されたかどうかで判断する。

1. FDDI インタフェースに対する ifAdminStatus が up(1) である。
2. 支線ネットワークに対する ipRouteType が direct(3) である。
3. 支線ネットワークに対する ipRouteNextHop が LIU 自身である。
4. デフォルトネットワークに対する ipRouteNextHop が FDDI を経由するような値になっている。

障害が検出されると、制御プログラムは通信できない支線ネットワークに対するインタフェースをアップするようにATMルータの設定を変更する。また、障害が発生した旨を記録し、管理者へ電子メールで通知する。

障害検出後も制御プログラムは監視を続け、もしFDDI経由での通信が復旧した(上記の4条件を全て満たした)と判断すれば復旧した支線ネットワークへのインタフェースをダウンするようにATMルータの設定を変更する。この場合にも障害が復旧した旨を記録し、管理者へ電子メールで通知する。

なお、ATMルータでは各支線ネットワークへのインタフェースについてRIPにおけるメトリック値をFDDIインタフェースのものより十分大きくしており、ATM、FDDIがともに利用できる過渡期においてはFDDIを優先するように設定する。これにより4.の条件を満足しているかどうかでFDDI経由での通信復旧を判断することが可能となる。

最後に、このプログラムの評価について述べる。制御プログラム導入時から本稿執筆時点までの約1カ月半の間に、試験のために意図的に発生させたものを含めて6件のLIU障害があったが、いずれの場合にも制御プログラムにより5分以内に自動的にATMネットワークに切り替わり、本プログラムの有効性を確認した。

4 まとめ

本稿では、岡山大学のキャンパスネットワークの従来の基幹ネットワーク構成及びその問題点を示し、これを解決するために我々が行った基幹ネットワークの構成変更について説明した。また、変更後のネットワーク構成において、FDDIネットワークの障害時に自動的にATMネットワークに切替えるプログラムを開発し、実際の運用によりこのプログラムが有効に動作することも示した。

今後の課題としては、変更後のネットワーク構成において更に運用実績を積み、ATMハブの有効利用を図ることが挙げられる。また、殆んど支線ネットワークは現在はFDDIネットワークを優先的に利用するように設定されているが、今後は一部の支線ネットワークについてはATMネットワークを優先的に利用するように設定し、その有効性を評価したい。

参考文献

- [1] C. Hedrick, Routing Information Protocol, RFC 1058, 1988.
- [2] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, J. Davin, A Simple Network Management Protocol (SNMP), RFC 1157, 1990.
- [3] K. McCloghrie, M. Rose, Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets, RFC 1156, 1990.
- [4] J. Moy, OSPF Version 2, RFC 2328, 1998.