

九州大学キャンパスネットワークの構築

Architecting Campus Network of Kyushu University

岡村 耕二 Koji Okamura

高瀬 晶彦 Akihiko Takase

畑田 昌弘 Masahiro Hatada



図1 九州大学新キャンパスネットワーク

10 Gビット/s大容量ネットワークがキャンパス全体に張りめぐらされており,九州大学情報システムの中核的インフラストラクチャーとなっている。

大学の中核的インフラストラクチャーであるキャンパスネットワークは,通常の公衆ネットワークや企業ネットワークとは異なる側面を持っている。数万人超規模の教員や学生に対するITサービス提供という役割に加えて,新しいネットワーク機能を研究,評価するというテストベッド的な要素も不可欠である。

九州大学では2005年からの新キャンパス(伊都キャンパス)の開校,移転を契機に,大規模なキャンパスネットワークの設計,構築を進めており,日立製作所およびグループ企業であるアラクスネットワークス株式会社のネットワーク製品を適用している(図1参照)。ここでは,九州大学キャンパスネットワーク構築における方針,課題,設計について概説するとともに,キャンパスネットワークの将来像についても言及する。

九州大学の新キャンパスへの移転は今後10年以上続くものであり,その中で情報通信システム技術の研究開発面でも,貢献していくことが期待できる。

1.はじめに

まず,本稿の主題であるキャンパスネットワークへの最新ネットワーク機器の導入事例について述べる前に,大学におけるキャンパスネットワークのあり方について説明する。

大学において,キャンパスを網羅するようなネットワークが構築されはじめたのは,1990年代初頭である。九州大学においても,1992年にFDDI(Fiber-distributed Data Interface)を基幹とするキャンパスワイドなバックボーンが導入され,その後,バックボーンはATM(Asynchronous Transfer Mode)を経て,ギガビットネットワークへと変遷していった。

大学キャンパスネットワークの特徴は,「大学の構成員の通信需要に合わせて規模を拡大していく」というよりは,世の中に出現した新しい通信機器をいち早く採り入れ,「大学というやや大きな組織の中で,それを社会に先駆けて使用・評価する」というところにある。その典型的な例がATMの導入で,

1990年代中期のいわゆるATMブームのころ、全国のほとんどの大学でATMを基幹とするキャンパスネットワークが構築された。その後、ギガビットイーサネット¹⁾の出現とともに、日本の大学のキャンパスネットワークはATMからギガビットイーサネットへ変わっていった。

このように、大学のキャンパスネットワークとは、ネットワーク研究の将来像、あるいはネットワークを活用した大学のあり方などを見据えた教員の強い意志で、最先端のものが常に導入され、また、大学という企業や一般消費者とは異なる利用者層によって、そのような新しい機器が評価される場でもある。その意味で、需要を満たす最も効率的な供給をめざす通信事業者による公衆ネットワークとは異なる意義を持っている。

2. 従来型キャンパスネットワークの課題

2.1 従来の九州大学キャンパスネットワーク

九州大学のキャンパスネットワークは、2001年にATMベースのものから、ギガビットイーサネットワークベースのものにリプレイスされた。しかし、このときはATMスイッチを単にギガビットイーサスイッチに置き換えたにすぎなかったと言ってよい。そのため、例えば末端のスイッチがVLAN(Virtual Local Area Network)未対応であることから、実質的にはVLANの有効活用は不可能という状態であった。

また、当時は同一セグメント内での効率的な同報通信の手段として、マルチキャスト通信を利用するアプリケーションも出現し始めた時期でもあった。しかし、そのようなマルチキャストを実現するためには、そのセグメントを構成するスイッチが、いわゆるスヌーピング機能を持つことが必須であったのに対して、当時導入されたネットワーク機器は不十分であった。

このように、従来のキャンパスネットワークは、ギガビット化されたものの、機能的に不十分な点が多々あり、残念ながらネットワークの高度な活用とはまだ無縁の状況であった。

2.2 JGN(Japan Gigabit Network)のインパクト

2000年代の通信インフラで注目すべきは、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)が全国に展開したJGNである¹⁾²⁾。JGNもまた通信のトレンドを反映して、初期(JGN1)はATM基幹網で始まり、第二期(JGN2)からは、ギガビットイーサネットに置き換わった。JGN1により、九州大学に設置されたATMスイッチはまったくのブラックボックス状態での運用であったのに対して、JGN2では日立製作所製のギガビットスイッチ「GS4000」が導入され、高度な利活用や保守・運用まで含めてともに成長できるのではないかと期待を持った。JGN2は、わが国の先進的なネットワークのテストベッドとして、筆者もそ

れを用いた幾つかの実証実験研究などを行うことができた。

3. 新キャンパスネットワークの設計と構築

3.1 新キャンパスネットワークの要件

九州大学では、新キャンパスの2005年開校を目標に、新しいキャンパスネットワークの設計も2004年から本格的に始まった(図2参照)。そこで参考としたものがNICTのJGN2であった。

新キャンパスへ最初に移転するのは工学部ということで、まずは理科系学部を意識した設計となった。理科系学部のための新しいキャンパスネットワークを設計にするにあたり、特に重点的に検討したのは、(1)エンドユーザー帯域最大化と投資効率の両立、および(2)IP(Internet Protocol)マルチキャストやIPv6(Internet Protocol Version 6)、さらには(3)認証、といった最新のネットワーク機能の導入・活用である。2004年当時の製品はギガビットイーサネットが主流であり、またキャンパスワイドのIPマルチキャストも一般的ではなく、機器選択やネットワークの構成・運用に多くの検討が必要であった。

3.2 キャンパス間バックボーンネットワーク

従来の九州大学キャンパスネットワークは、箱崎キャンパスを中心にして、九州大学病院・筑紫・六本松・大橋という各地区の主要なキャンパスを光ファイバで結び、ギガビットイーサネットと155 Mビット/s回線(OC3:Optical Carrier 3)を波長多重して運用していた。ギガビットイーサネットはデータ通信、OC3はデータ通信のバックアップおよびキャンパス間構内電話用である。

新しいキャンパス間バックボーンでは10 Gイーサネット接続を基本として、構内電話については将来的にVoIP(Voice over Internet Protocol)で収容することとして、波長多重を行わないことによって経済化を図っている。



図2 九州大学伊都キャンパス

2005年に開校した新キャンパスの外観を示す。伊都キャンパスは福岡市西区と前原市および糸島郡志摩町にまたがる東西約3 km、南北約2 km、275 haの広大な敷地にある。工学部移転から始まり、病院および医学部・薬学部を除く全学組織が移転するまで、ネットワーク構築は今後10年以上続く予定である。

1) イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

3.3 キャンパス内のネットワーク

次に伊都キャンパス内のネットワーク構成について述べる。キャンパス内ネットワークの基本的なトポロジーは、新キャンパス内に整備される光ファイバ網の構成に依存する。伊都キャンパスではキャンパスネットワークのハブとなる理系図書館を中心にして、スター状に各建屋に光ファイバを敷設する構成をとった。

建屋内は各建屋ごとにビルスイッチを設置し、フロアには各居室の受け口となるフロアスイッチを置いている。すなわち、1台のキャンパスコアスイッチを中心にして、各建物のビルスイッチにスター状のネットワークが構成され、各建屋ではビルスイッチを中心にして各フロアへスター状に配線する構成とした。

3.4 各スイッチの要件

キャンパスコアスイッチは、箱崎キャンパスからの10 Gイーサネットを終端し、ビルスイッチを有するすべての建物への接続インタフェースを備える必要がある。ビルスイッチとの接続はギガビットイーサネットを基本とする一方、必要な場合には10 Gイーサネットで接続することが可能となるように構成している。このため、収容回線数および回線インタフェース種別は非常に多岐にわたる。

ビルスイッチは、建屋の規模に応じてスイッチ規模仕様を変えている。フロアスイッチはビルスイッチからの接続を各居室に中継し、居室によっては必要となる10 Gイーサネット接続にも対応可能としている。

また、IPv6やIPマルチキャストといった最新のネットワーク機能については、方針として、キャンパスコアスイッチから建屋の各フロアスイッチまでは、IPv6によるトランスポートを可能とし、またIPマルチキャストのためにIGMP(Internet Group Management Protocol)MLD(Multicast Listener Discovery)スヌーピング実装を要件とした。

3.5 機種を選定

キャンパスコアスイッチには、スロット数の要求、さらには将来的な増設対応キャパシティの観点から、日立ギガビットスイッチ「GS4000-320E」を適用した(図3参照)。

新キャンパスの建屋として、大規模なものではフロア数で10階以上、各フロアも数百メートルあるものもあり、このような建屋では、キャンパスコアスイッチと同等なビルスイッチが必要である。一方で、建屋の拡張はあまり考慮する必要がないので、ビルスイッチのスロット数、ポート種別はフロア数を基にほぼ決定でき、GS4000シリーズのモデル80(GS4000-80E)を中心に適用した。

2006年度以降は、実装密度がさらに改善されたアラクサラネットワークス株式会社製品を適用している。ビルスイッチとし

て「AX6308S」、フロアスイッチとしては「CommuniMax AX2400Sシリーズ」と「CommuniMax AX3600Sシリーズ」を設置している。

3.6 光ファイバ敷設の制約とそれへの対応

先に述べたように、すべての建物からのケーブルは理系図書館に設置されたキャンパスコアスイッチで収容する計画であった。しかし、実際には光ファイバ敷設にあたっての制約により、幾つかの建屋への回線はビルスイッチで中継している。

具体的には、まずGS4000シリーズのモデル80のインタフェースを高密度型に変更し、さらに、AX3600Sシリーズを新規に設置した。アラクサラネットワークスのAXシリーズは、一段とポートの高密度化が図られ、小型の筐(きょう)体で、よりフレキシブルな拡張が可能となった。

3.7 運用開始時の問題

伊都キャンパスは、2005年に開校して、2007年には工学部系のほとんどの部局の移転が完了し、新キャンパスネットワークの本格的な運用が始まっている(図4参照)。

キャンパスネットワーク運用上の課題としてループの問題がある。特に、大学のようにエンドユーザーが幹線にみずから機器を接続する機会の多い場合、イーサネット主体で構成しているキャンパスネットワークではループの発生は深刻な問題となる。2005年から始まった移転中は、大きな引越しがあるたびに、一人のユーザーが引き起こしたループのためにネットワーク内スイッチが処理過負荷になる状況が発生した。

AXシリーズでは、突然始まった高トラフィックを避ける機能が実装されるようになり、新キャンパスネットワークでもその機能を活用している。そのパラメータ設定は運用をしながら決定している。



図3 キャンパスネットワークのコアスイッチ
日立ギガビットスイッチ「GS4000-320E」を示す。



図4 新キャンパスの様子

キャンパスネットワークには教員・学生数万人に対する公衆サービスの側面と、新しいネットワーク機能のテストベッド的側面がある。

3.8 将来計画について

最近のキャンパスネットワークのトレンドとして、認証機能が重要視されてきている。そのため、従来、無線LANにおけるセキュリティ確保が主な目的であったIEEE802.11x方式を有線ネットワークにも適用することにより、高度な認証を行うことが今後は必要と考える。AXシリーズには、認証関連機能を付加することが可能であると同時に、途中のスイッチでパススルー

執筆者紹介



岡村 耕二
九州大学 情報基盤研究開発センター准教授
情報統括本部 ネットワーク事業室 室長
工学博士



畑田 昌弘
九州大学 情報基盤研究開発センター 所属

できるので、認証システムの構成を柔軟に設計できる。九州大学でもその機能を利用した全学規模でのキャンパスネットワーク接続時の認証システムについて、鋭意検討を進めているところである。

4 .おわりに

冒頭で述べたように、大学のネットワークというものは、大学の構成員への公衆サービスの側面と、新しいネットワーク機能のテストベッド的な面がある。前者は内部的な貢献、後者は社会的な貢献と言えるであろう。九州大学では、キャンパス移転という機会を利用した大規模なネットワークの導入機会において、前者を満足させつつ、後者も実践しようとしている。移転は今後10年以上続き、九州大学が通信システム技術の分野において社会に貢献できる機会は、これからも続くことが期待できる。

参考文献

- 1) 情報処理学会: ジャパンギガビットネットワーク, 情報処理, Vol.43, No.11 (2002.11)
- 2) JGN 「超高速・高機能研究開発テストベッドネットワーク」,
<http://www.jgn.NICT.go.jp/>



高瀬 晶彦
1981年日立製作所入社, 情報・通信グループ ネットワークソリューション事業部 所属
現在, ネットワークシステム事業開発に従事
理学博士
電子情報通信学会会員