

# 光および無線を主体とした教育用ネットワークの構築

金山典世、丸山不二夫、植田龍男、坂本寛

稚内北星学園大学情報メディア学部

{kanayama|maruyama|tatsuo|sakamoto}@wakhok.ac.jp

滝澤修、斉藤義信

総務省 通信総合研究所

{taki|yosinobu}@crl.go.jp

## 概要

光や無線 LAN を主とし、地域の教育機関を結んだネットワークをこれまで構築してきたが、これまでの問題点と運用上の問題などについて述べつつ、来年度以降のマルチキャストネットワーク構築計画について論じる。

## 1 はじめに

近年、無線 LAN が新しい接続形態として注目されつつある。IEEE802.11 などによる標準化や、更に高速の規格が議論されると共に、対応製品の拡充が著しい。都市圏においては、既設ファイバーとこうした無線 LAN の併用によるインターネット接続も既に始まっている。無線 LAN は主に 2.4GHz 帯域を用いているが、帯域幅自体も欧米に合わせる形で周波数帯域が 26MHz から 83.5MHz に拡充されたことも普及に拍車をかけている。無線 LAN 利用のメリットは、第一に対コスト比での速度であり、社会資本的にはケーブル敷設が不必要である点にある。こうした利点は、既にファイバー網などが整備されつつある大都市圏よりも、地方でのメリットが大きい。実際、稚内北星学園においても、周辺高校との接続に 1995 年から無線 LAN を用いた実験 [1] を行ってきたが、その大きなきっかけは通信料金の問題であった。都市においては、ADSL などによる高速常時接続サービスが開始されているが、こうしたサービスが地方に拡大されるまで、まだ時間を要するものと思われる。こうした状況下において、1999 年より本学と旧郵政省(現総務省)通信総合研究所との共同研究で、無線を主体とした広域ネットワークの研究が始まり、これまでに光無線などによる高速無線が設置され運用されている。2001 年度からは以下、これまでの経緯も含め、無線を用いる必然性や技術的問題、学校との関連について論じる。

## 2 無線接続

先に簡単に無線接続の利点について述べたように、無線接続でネットワークを接続した場合 2Mbps から 11Mbps での接続が可能である。無線 LAN を用いた接続の利点は速度に比してコストが安いという点につきるが、自前のネットワークとしても意義は大きい。一方、欠点としては、2.4GHz 帯域は直進性が高く、障害物の影響を受けやすいという問題があるが、地方においてはこれはそれほど大きな欠点とならない場合が多い。また、こうした視認性の確保という点では近年発展しつつあるマルチパスの技術を用いた製品も海外では登場しつつあるが、残念ながら国内ではまだ利用できないようである。

到達距離に関しては、アンテナの改良により 6Km 程度まで得られるようになりつつあるが、本ネットワークにおいては最大 17Km の遠距離の学校があるためにこうした機関については未だに見通しが得られ

ていない。こうした遠距離については、現在建設省が進めている道路へのファイバ網の敷設について触れておかねばならないだろう。道路に敷設されたファイバは数十本あるが、実際に道路監視などに利用されているのは1本のみである。これは明らかな国費の無駄であり、公共性のある利用については開放されてしかるべきであろう。実際、先の遠方の学校についても、道路沿いにほとんどの距離についてファイバでカバーされているのである。更に、このファイバ網について述べるならば、稚内に敷設されたファイバは、隣接する40Km程度離れた豊富町までで終わっており、旭川まで繋がっている訳ではなく、ネットワークインフラとしては全く利用できないものである事も指摘しておかなければならないだろう。

最初に触れたように無線による接続には数年の経験を有している。その経験では、降雪などによる通信障害はほとんど見られていない。唯一の例が、春先のベタ雪が平面アンテナに付着したために回線が切断された事だけである。ちなみに、2.4GHz帯域において水は最良の電磁波吸収物質として知られており、これを逆に利用した工夫もしてきたが[2]、概ね通信上問題になるのは降雪ではなく降雨である。実際、毎年春秋の豪雨時には切断あるいは通信効率低下が観測されている。以上のように天候状況に対して無線は比較的的良好であると言える。

通常の電磁波を用いる無線に対して、レーザー光を用いた光無線は速度の点で圧倒的なアドバンテージを有している。2000年度に導入した光無線装置は、最大で155Mbpsまでを提供するリピータとして稼働するが、コストとの関係で100Base-FXとして利用している。具体的な設置や通信障害の問題については後程述べることにする。

### 3 設置状況

本年度までに光無線、無線、ファイバなどを用いて以下のように接続が完了している(表1参照)。

区間	速度	媒体
大学 - 稚内潮見が丘中学	100M	光ファイバ
大学 - 通信総合研究所稚内観測所	11M	無線
大学 - 稚内商工高校(商工)	100M	光無線
商工 - 稚内東中学	1.5M	無線
大学 - 稚内高校(稚高)	100M	光無線
稚高 - 稚内南中学	1.5M	無線

表 1: 2000 年度設置状況

各学校にはファイアーウォール兼用のルータをおき、特にハブとなる商工、稚高では下位へのルーティングを行っている。管理は基本的には各学校の管理下に置かれ、必要に応じて大学側で援助を行う事になっている。商工、稚高に関しては既に5年近い接続を行ってきたので、管理者は育っているが、中学校に関してはこれからの問題である。また、各学校の管理者が今後移動することも考えられ、継続的管理者養成が今後の課題となる。

来年度計画(表2)では以下のように、1.5Mの無線は全て11Mに増強し、光無線に関しては11M無線とデュアルに設置、更に稚内中学への接続を行う予定である。稚内中学は本ネットワークでは最も遠方であり(約6Km)、また見通しにもないために、市役所、市立図書館を経由する予定である。同時に、その経路にある教育委員会と1.5M無線での接続を予定しているが、これについてはまだ検討段階である。

これらの計画の主要な点は、一つは光無線は全て無線とデュアルである点と新しく商工、稚高間にも光を設置して、大学とこれら2高校間をトライアングル状に張る事で後述のマルチキャスト実験を行う事、

区間	速度	媒体
大学 - 稚内潮見が丘中学	100M	光ファイバ
大学 - 通信総合研究所稚内観測所	11M	無線
大学 - 稚内大谷高校	11M	無線
大学 - 稚内商工高校 (商工)	100M + 11M	光無線 + 無線
商工 - 稚内東中学	11M	無線
商工 - 稚内高校 (稚高)	100M + 11M	光無線 + 無線
大学 - 稚高	100M + 11M	光無線 + 無線
稚高 - 市役所	11M	無線
市役所 - 市立図書館	11M	無線
市立図書館 - 稚内中学	11M	無線
市役所 - 教育委員会	1.5M	無線
稚高 - 稚内南中学	11M	無線

表 2: 2001 年度設置予定

二つ目には動画を流すために教育機関の最低帯域を 11M に上げる点である。

## 4 光無線の問題

前述したように新年度計画では、光無線は全て無線とのデュアル構成へと移行する予定であるが、これは光無線が予想以上に降雪に弱く、降雪時には不通ないしは非常に頻繁なパケットドロップが発生しているからである。データについては現在整理中であるが、1日中降り続くような日もたびたびあり、冬期は実用に耐えない。デュアル構成では OSPF(Open Shortest Path Fast) などのルーティングにより、切断時に対応する予定である。とは言え、年間を通して見るならば、光無線により十分な帯域が確保されることになり、MPEG などを用いた実用的な動画アプリケーションが利用可能である点は重要である。同時に、光無線は豪雨、濃霧に弱い事も観測されており、実際に視認が得られないような場合にはほぼ切断状態に陥る。経験的には、濃霧では無線が有効であるが、豪雨時には無線も危うい場合があり、この点については今後の課題となっている。

## 5 マルチキャスト実験

来年度計画の整備における主たる目的は、マルチキャスト実験を行う点にある。この実験は3つの内容を持っている。一つ目は、マルチキャストルーティングの実験にあるのだが、現行のマルチキャストルーティングアルゴリズムは、本ネットワークのような頻繁な回線切断に対しては想定されていない面がある。単なるルーティングにおいては、距離ベクトル型アルゴリズムの収束性を改善している OSPF などのアルゴリズムが優れているが、MOSPF(Multicast OSPF) はソースツリーの肥大化などの問題によりフリーに利用できる実装はないようである。PIM(Protocol-Independent Multicast) や CBT(Core-Based Trees) が実際の実験では最も有望であると思われる。

二つ目の内容は、マルチキャストリソースの管理方法についてである。Mbone などでは sd (session



directory) などを用い、実際には公告などによってそれらのリソース予約を行っている。本学で 2000 年度に導入されたマルチキャストシステムでは、この sd に依拠しつつ、リソース予約の自動化が実現されている。しかし、一般にこうした自動化は非常に難しい問題を含んでおり、様々な規格が提案されているが、まだ決定打とはなっていない。特に、IPv6 との関連においてこうしたリソース予約・管理システムは新たな局面を迎えるものと思われ、本実験においても IPv6 での実験と共に取り組まなければならない内容となっている。

三つ目の内容としては、実際の教育用アプリケーションの開発が上げられるが、これについてはまだ検討中の課題であるので、別の機会に述べたい。

## 参考文献

- [1] 金山典世, 他: 無線 LAN を用いた広域教育用ネットワークの構築, 情報処理教育研究集会, 1999 年 11 月.
- [2] 金山典世: 無線 LAN を用いた教育ネットワークの構築と運用, 情報処理学会, 1998 年 10 月