

屋外光無線方式によるブロードバンドネットワークの構築と運用評価

----- 「学校インターネット」の運用事例 -----

6S-06

若森和彦 林 武史 木村祐一 山下裕久 佐藤文明*

浜松ホトニクス(株) 中央研究所

*通信・放送機構浜松リサーチセンター

1. はじめに

今日、急激なインターネットの普及(IT革命)に伴い、アクセス系においても、従来の音声主体のネットワークからIP中心の常時接続型ブロードバンドネットワークの早急な整備が求められ、漸く種々の高速アクセス回線の利用が可能となりつつある。こうした中、光無線方式もその高速性や導入の容易さなどの有効性が次第に認められ、実運用されるシステムが増加してきている[1~3]。

また、インフラ整備とIT教育を進めるため文部省と郵政省の共同プロジェクトとして学校に高速回線を導入し、インターネット接続できる環境を整える、いわゆる「学校インターネット」が一昨年より始められ、光ファイバーやCATV、衛星、FWA(Fixed Wireless Access)など各種の高速アクセス回線を用いた利用実験が行われている。光無線方式もFWAの一方式として採用され、浜松市、静岡市、世田谷など各所に適用され現在稼働中である。

今回我々は、光無線が「学校インターネット」の主要地域回線として展開されている浜松・静岡地域で、その構築並びに運用実験を通じて得られた結果報告を行うと共に、光無線方式の地域ブロードバンドネットワークへの応用展開について報告する。

2. 光無線方式によるネットワーク構築

屋外光伝搬においては、気象条件や大気状態の影響を大きく受ける。特に長時間の回線断を引き起こす降雨や霧の影響を小さくし、稼働率を保つためには、1リンク当たりの距離を短くして(約2km以下)、見通しが利く学校間をカスケードに接続していく構成とした。そして、運用の簡易性、コスト、将来的なトラフィックなどを考慮して光無線リンクをSW-Hubで接続していくFast-Ethernet構成とした。また各学校内LANはセグメント分割し独立したセキュリティを確保するため、ルータを介してバックボ

ンのSW-Hubに接続させる構成とした。例として静岡市の光無線によるネットワークを図1に示す。ここでは教育センターと最寄りの接続希望先学校との見通しが十分でなかったため、市中心部の高いビル(市民病院)を中継点として、そこから2方向に無線リンクを延ばす構成となっている。

なお今回導入された光無線装置には個別監視機能が付加されていないため、ネットワークセンターから2KByte長の検査パケットをSWやルータに送り、そのエコー検出を統計的に行うことで回線の状態を把握する監視システムを構築した。

3. 光無線ネットワークの運用

光無線回線の稼働状況を約1年間に渡り監視システムでモニタした。屋外光伝搬では、気象条件(降雨や霧等)による光波減衰が生じる。この減衰が光無線リンクの許容量(マージン)を上回ると通信エラーや回線断が生じる。監視システムは、光無線リンクが接続されるネットワーク機器に対して1秒毎順次検査パケットを送信しその応答をチェックしていく。回線状態が悪化していくと検査パケットの消失確率が増加する。事前の実験では、30回の試行に対して約1割の消失があると、通信速度は1Mbps弱程度まで低下することが確認されている。

実際の運用結果例を図2に示す。これは、2000年6月の静岡市の光無線回線のモニタ結果で、スタート

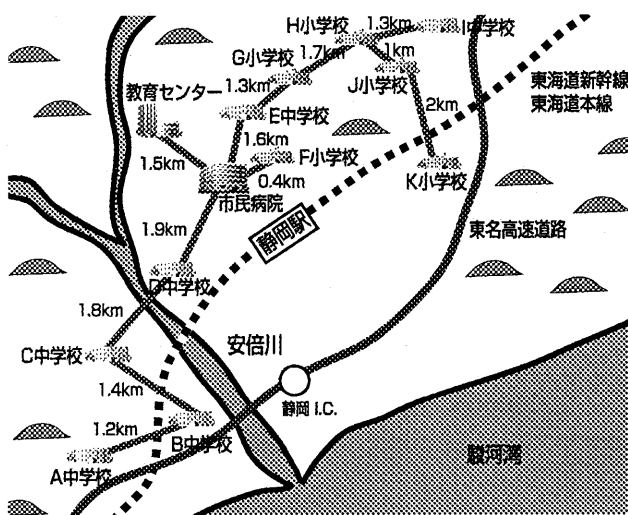


図1 静岡市の光無線ネットワーク

Broadband Network by Optical Wireless System;
Evaluation of the "School Internet Project".
Kazuhiko Wakamori, Takeshi Hayashi, Yuichi Kimura,
Hirohisa Yamashita, Fumiaki Sato*
HAMAMATSU PHOTONICS, K.K Central Research Lab.
*Hamamatsu Research Center, Telecommunications
Advancement Organization

静岡「学校IN」光無線回線監視結果
[2000年 6月]

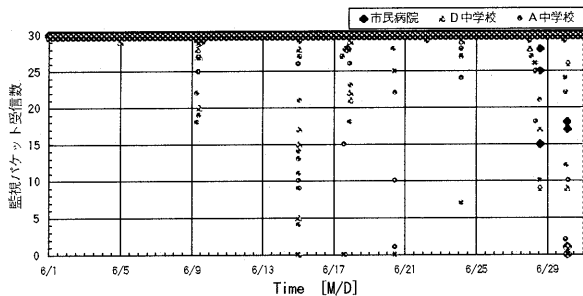


図2 光無線回線監視結果

浜松「学校IN」光無線回線監視結果
[Sep./11/2000]

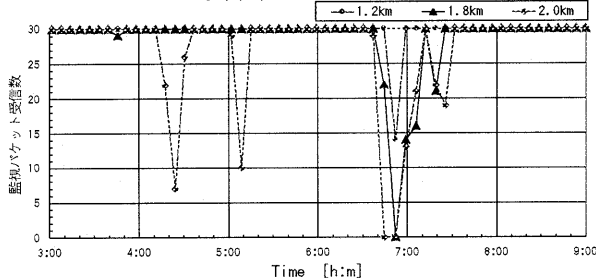


図3 強雨時の光無線回線監視結果

点となる教育センターから最初のリンク（中継点）、安部川越し方向のパス（2地点）を示している。パス末端に行くに従い検査パケットの消失が多くなっている。また、図3は浜松の回線で強い降雨時（浜松測候所では、6:45に10分間降雨量16mmを記録している。）の結果を示している。無線リンク間距離により検査パケットの消失率が異なることが判る。

光波減衰は気象条件により様々な数式があるが、視程距離（Vkm）により示される次式 [4]

$$\sigma = 13/V$$

がこれまでの我々の実験 [2,3] 上でも最も妥当であることが示されている。また、降雨時（霧を伴わない）には10分間降水量R（mm）を用いた式 [4]

$$\sigma = 4.9R^{0.63}$$

が比較的良く一致する。実際に図3の結果とも合致している。

本ネットワークの稼働から一年間のデータを見ると、回線稼働率を監視データのパケット消失が30回の試行中3個以上あった回数の割合とすると、ネットワーク末端の学校で静岡が約99%、浜松が約99.5%となり、過去の静岡、浜松における視程の累積確率データから予想した稼働率にほぼ近い値が得られている。

次に実際のネットワークの利用状況をモニタした例を示す。図4は浜松の回線での1週間のトラフィック量を示したものである。Webアクセススペースで換算

「学校インターネット」のトラフィック量

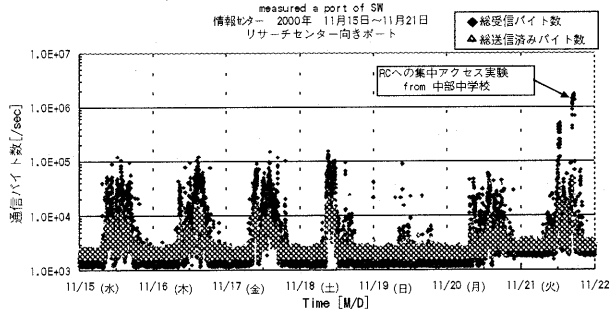


図4 光無線回線トラフィック

すると平日の日中は10～100程度のユーザが利用していると推定される。また、センターへの集中アクセスを行った実験では、学校に設置されたルータのThroughputで制限される14Mbpsが記録された。バックボーンのThroughputは70Mbps以上であるから、計算上5校同時に集中アクセスがあっても回線は許容できることになる。

その他、本光無線回線を利用した大容量回線アプリケーション実験として、MPEG2での双方向遠隔授業実験等を行い、ブロードバンドネットワークの可能性や利用環境の在り方などのデータを取得することができた。

4. まとめ

屋外光無線による「学校インターネット」のアクセス回線を比較的広い市域で構築し、1年間に渡りその伝送路特性と回線稼働率を実測評価した。その結果、気象条件の変動に対して当初想定した稼働率を確保することができ、高速ネットワーク環境下でのアプリケーション実験に供することができた。

また、従来屋外での利用は疑問視されがちであった光無線方式も、運用上の無線リンク距離を1km程度に設定すれば、IPネットワーク運用上十分な稼働率を維持することが可能であり、高速大容量回線を安価に構築・運用できることから、ラストワンマイルや地域イントラネット構築の手段となり得ることを確認した。

Reference

- [1] 若森他, “高速LAN構築への光無線方式の適用性”, 情報処理学第55回全大, 1997, pp. 810-811.
- [2] K. Wakamori et al., “155-Mbps ATM Backbone for an Interbuilding Intranet Using an Optical Wireless System”, Proc. The 10th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications in Osaka, Sep. 1999, A4-3.
- [3] K. Wakamori et al., “High-speed Regional Network by Optical Wireless System”, In Technical Digest, Fifth Optoelectronics and Communications Conference, p448, 2000.
- [4] K. Morita and F. Yoshida, “Light wave attenuation in propagation through the atmosphere”, Review of the Electrical Communication Labs. Japan, vol.19, pp.714-725, 1971.