

2001.11.21

学校インターネットプロジェクトにおける光無線通信 --- 地域ブロードバンドネットワークに向けて ---

若森和彦

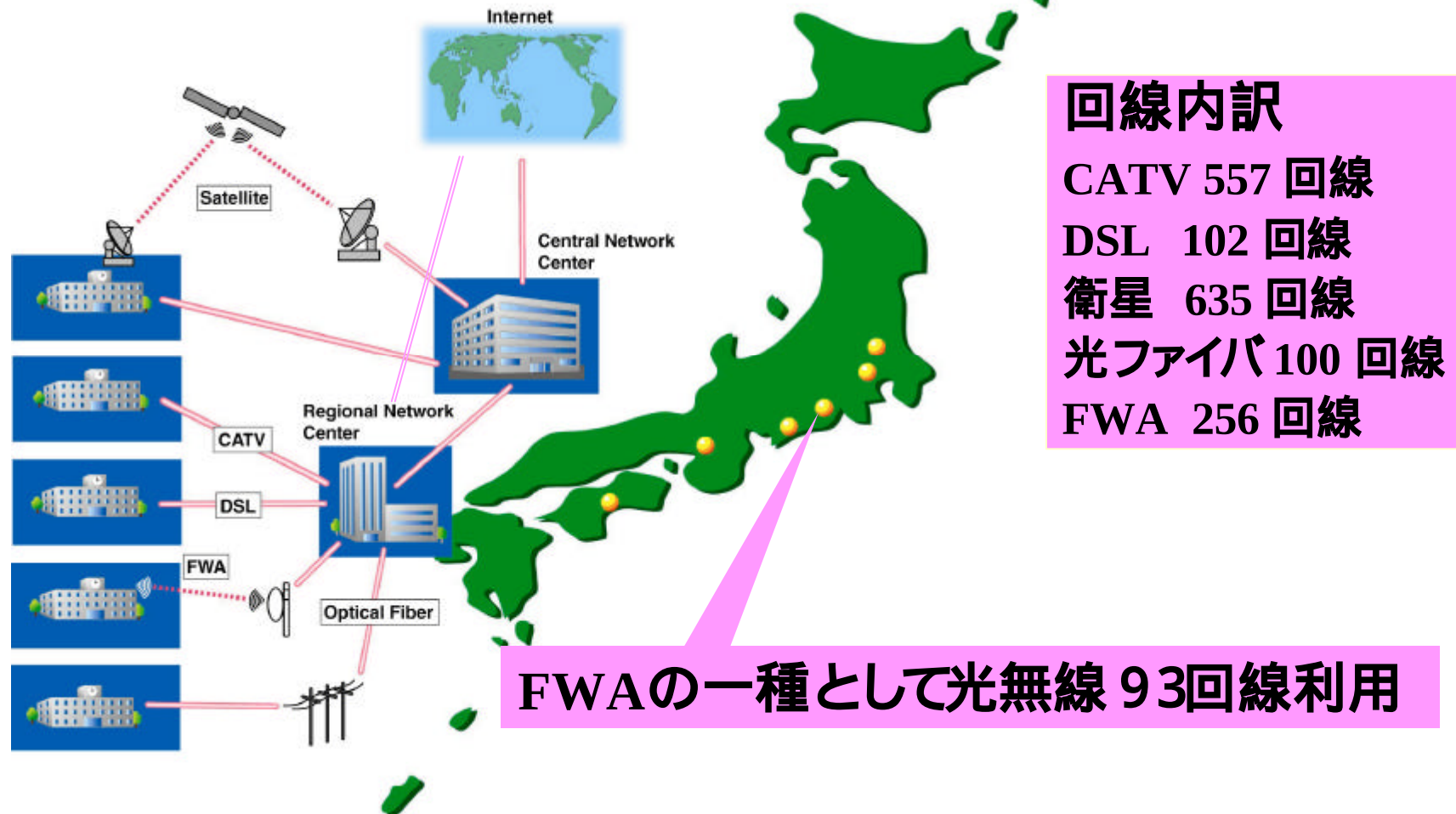
浜松ホトニクス(株) 開発本部光通信G



HAMAMATSU

学校インターネット &

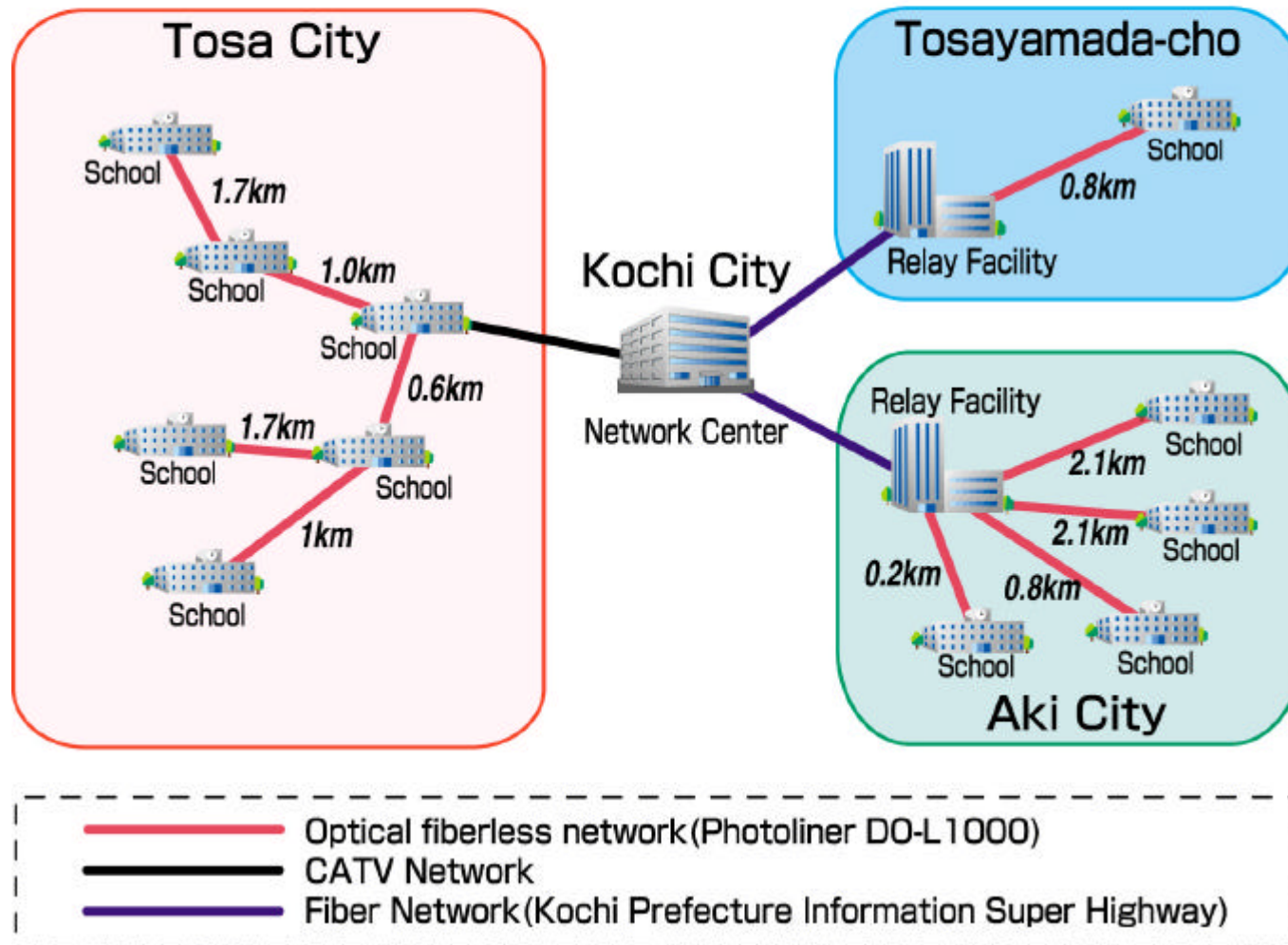
全国 55地域約 1700校が各種高速アクセス回線によりインターネットに接続



静岡市 学校IN」光無線ネットワーク接続図



<Optical fiberless network used in Kochi Prefecture>



太田市 学校IN」ネットワーク図

The diagram illustrates the network topology for connecting schools in Maebashi City to the city office. The central node is the Maebashi City Office (大田市役所). It is connected to several schools via different technologies:

- FWA(22GHz) (Blue dashed line):** Connects the City Office to the Iseki NWC (伊勢崎 NWC) and several schools on the right side of the diagram.
- Optical Wireless (Red double-headed arrow):** Connects the City Office to several schools in the center and bottom of the diagram.
- 2.4GHz (Green dotted line):** Connects the City Office to several schools on the left and right sides of the diagram.

Distances between nodes are labeled in kilometers (km).

From Node	To Node	Distance (km)	Technology
大田市役所	伊勢崎 NWC	-	FWA(22GHz)
大田市役所	学校A (Top Left)	3.4	2.4GHz
大田市役所	学校B (Top Center)	1.7	Optical Wireless
大田市役所	学校C (Top Right)	1.3	Optical Wireless
大田市役所	学校D (Bottom Left)	2.2	2.4GHz
大田市役所	学校E (Bottom Center)	1.7	Optical Wireless
大田市役所	学校F (Bottom Right)	1.7	Optical Wireless
大田市役所	学校G (Far Right)	1.6	2.4GHz
大田市役所	学校H (Far Right)	0.3	2.4GHz
大田市役所	学校I (Far Right)	1.7	FWA(22GHz)
大田市役所	学校J (Bottom Right)	3.4	2.4GHz
大田市役所	学校K (Bottom Right)	0.9	Optical Wireless
大田市役所	学校L (Bottom Center)	1.8	Optical Wireless
大田市役所	学校M (Bottom Center)	0.5	Optical Wireless
大田市役所	学校N (Bottom Left)	2.5	Optical Wireless

導入された光無線装置の仕様

伝送距離	max 2km	日本の主要都市域での推定稼働率 99%以上
伝送速度	~300Mbps	双方向 (全2重)
システムマージン	20dB	伝送路中で許容される光波減衰量
光源 / 受光素子	0.8 μ m帯LD / Si-APD	
通信インターフェイス	光ファイバ (1.3 μ m)	

光無線システムの特徴

高速・大容量 非干渉性 秘匿性

運用コストが非常に安い (後年度負担なし)

許認可 (免許) 不要 簡易な導入



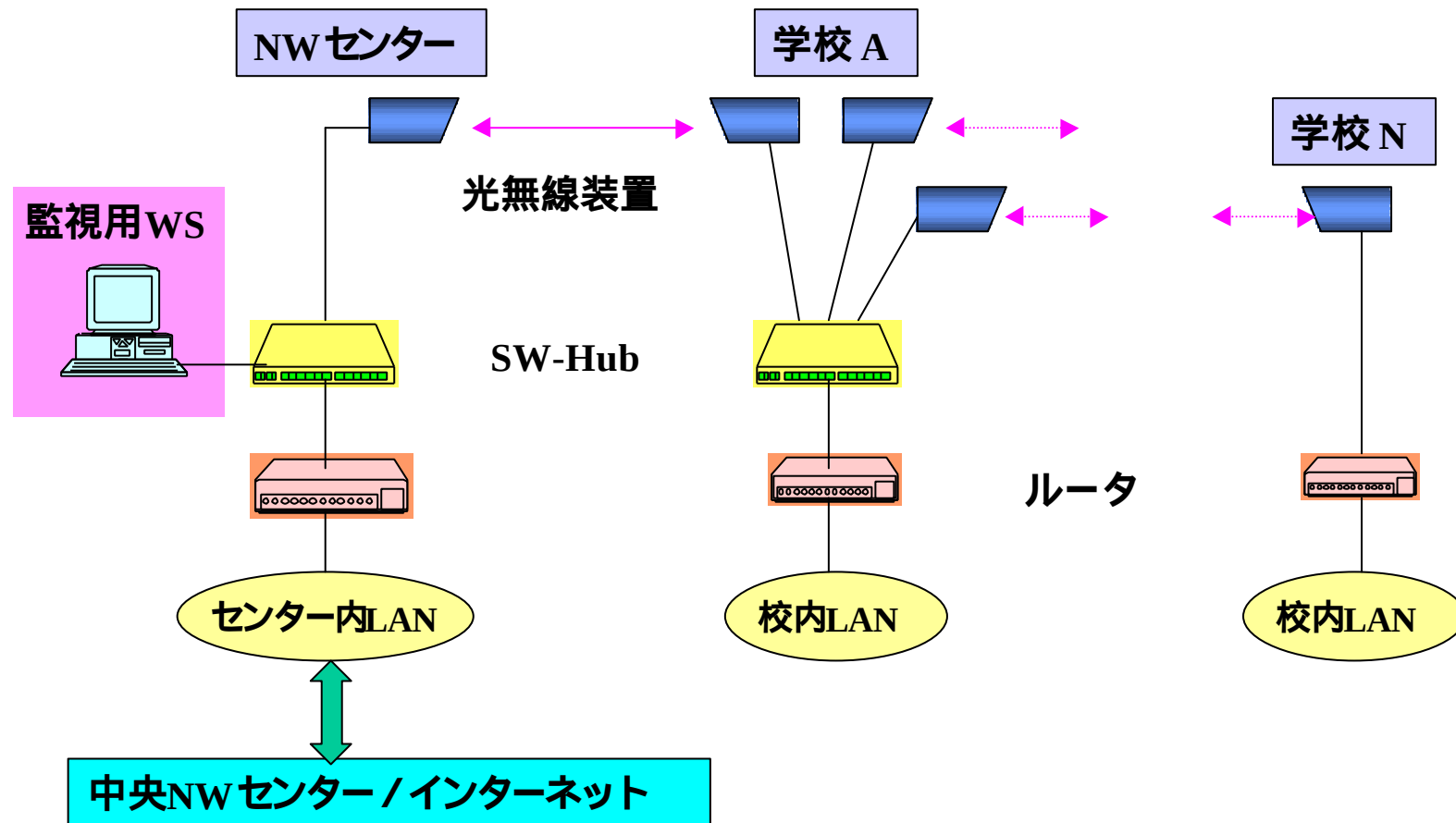
静岡市



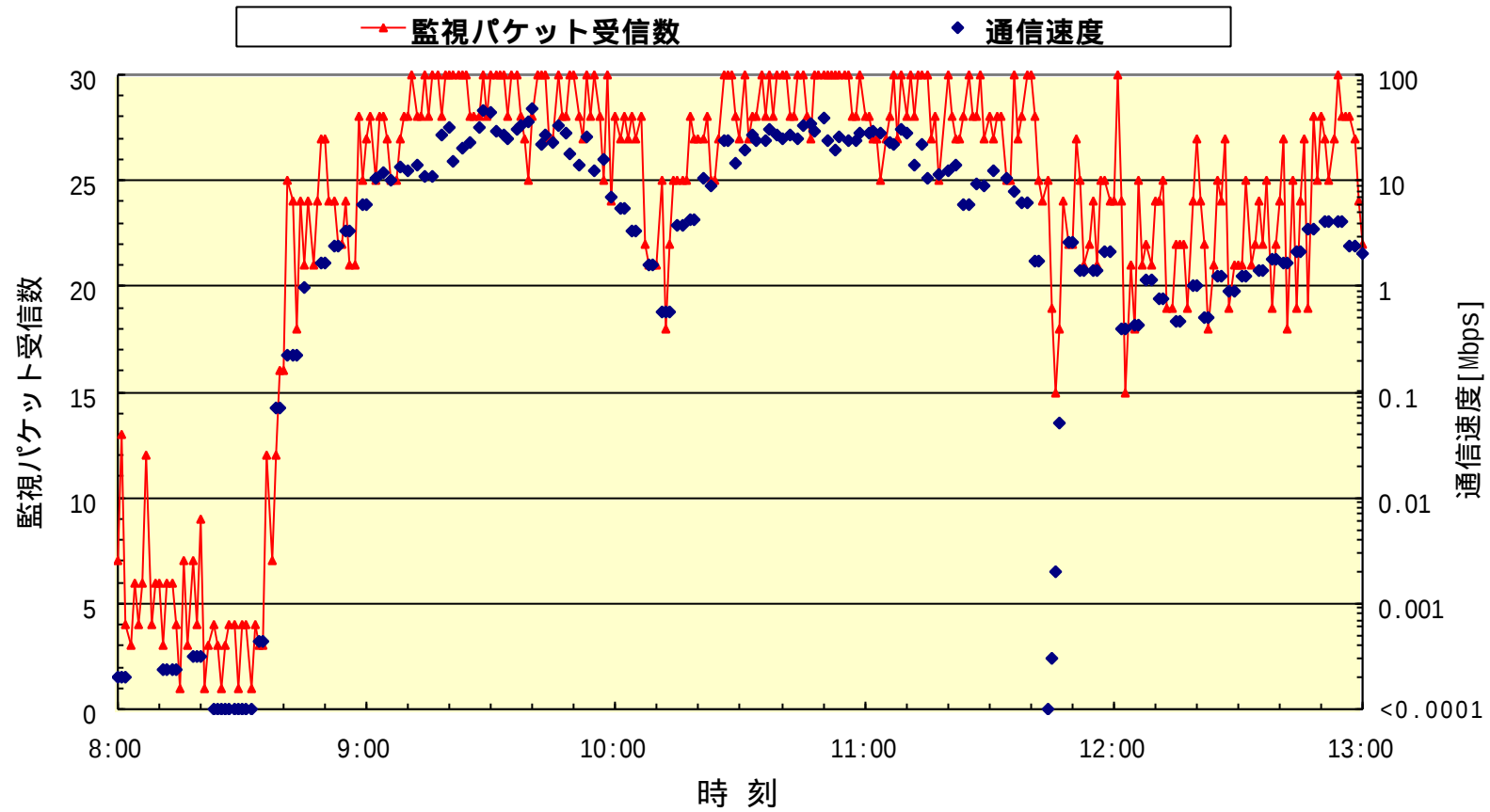
太田市

光無線回線構成図

Fast-Ethernet 環境

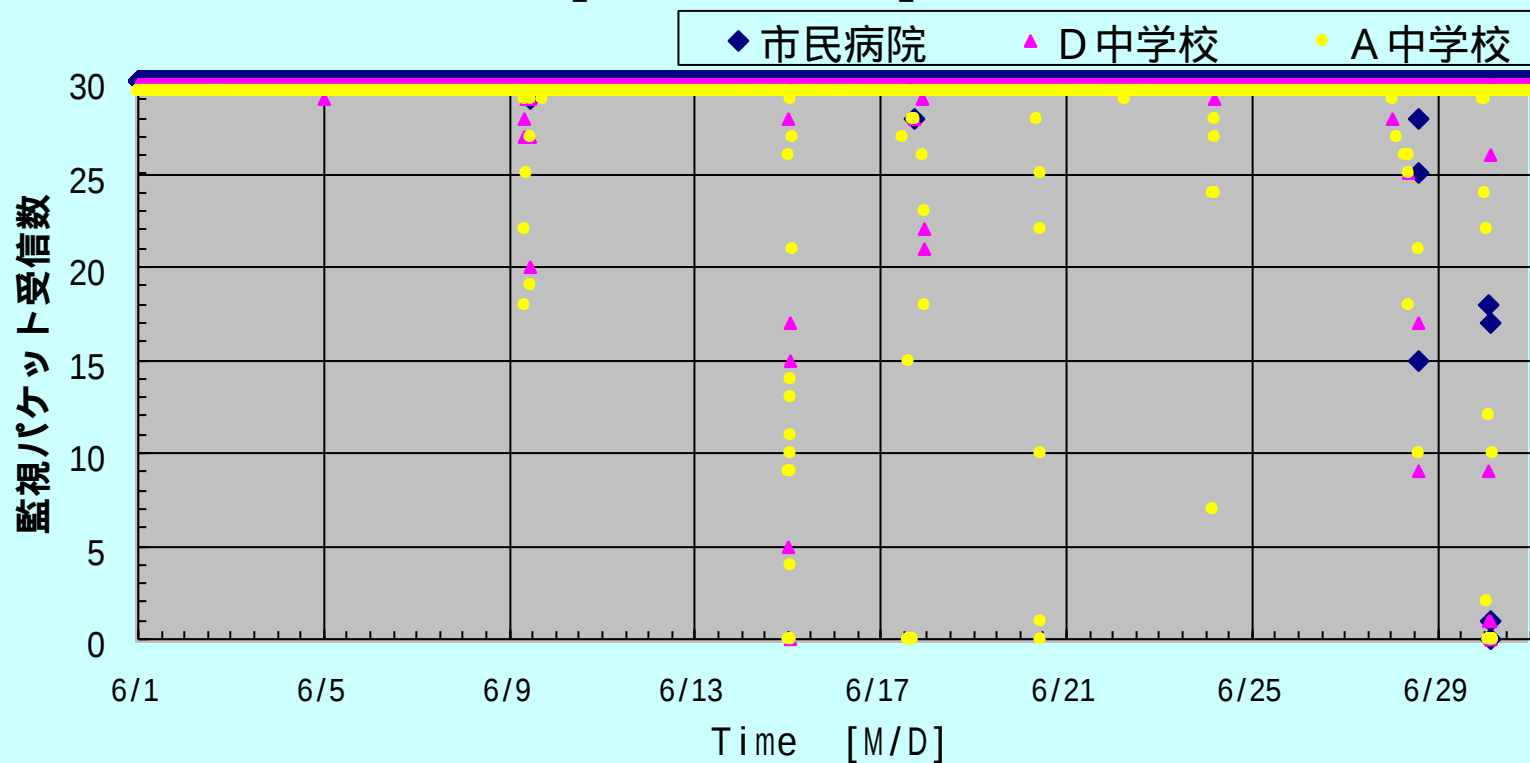


監視パケットの取得数と通信速度の関係



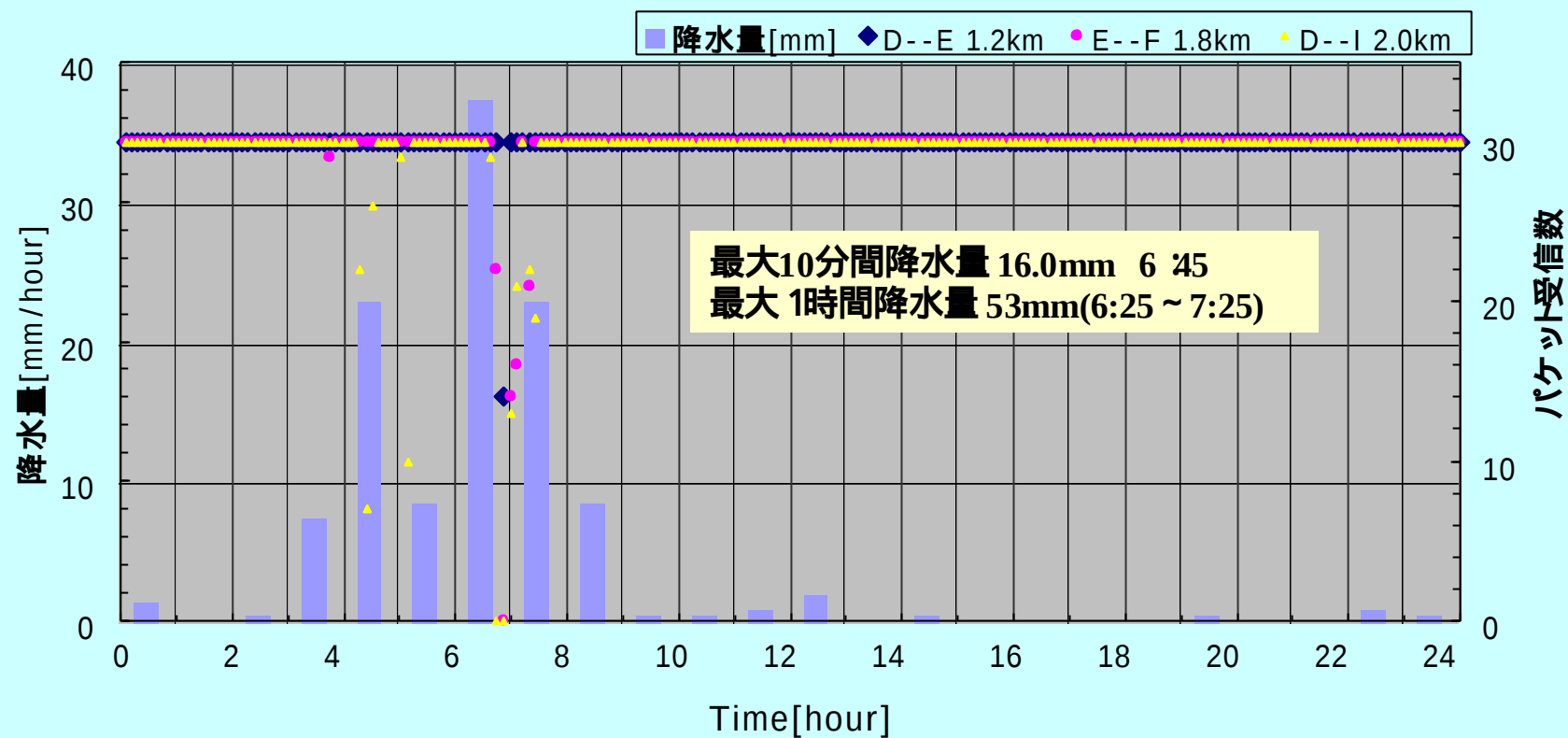
静岡「学校IN」光無線回線監視結果

[2000年 6月]

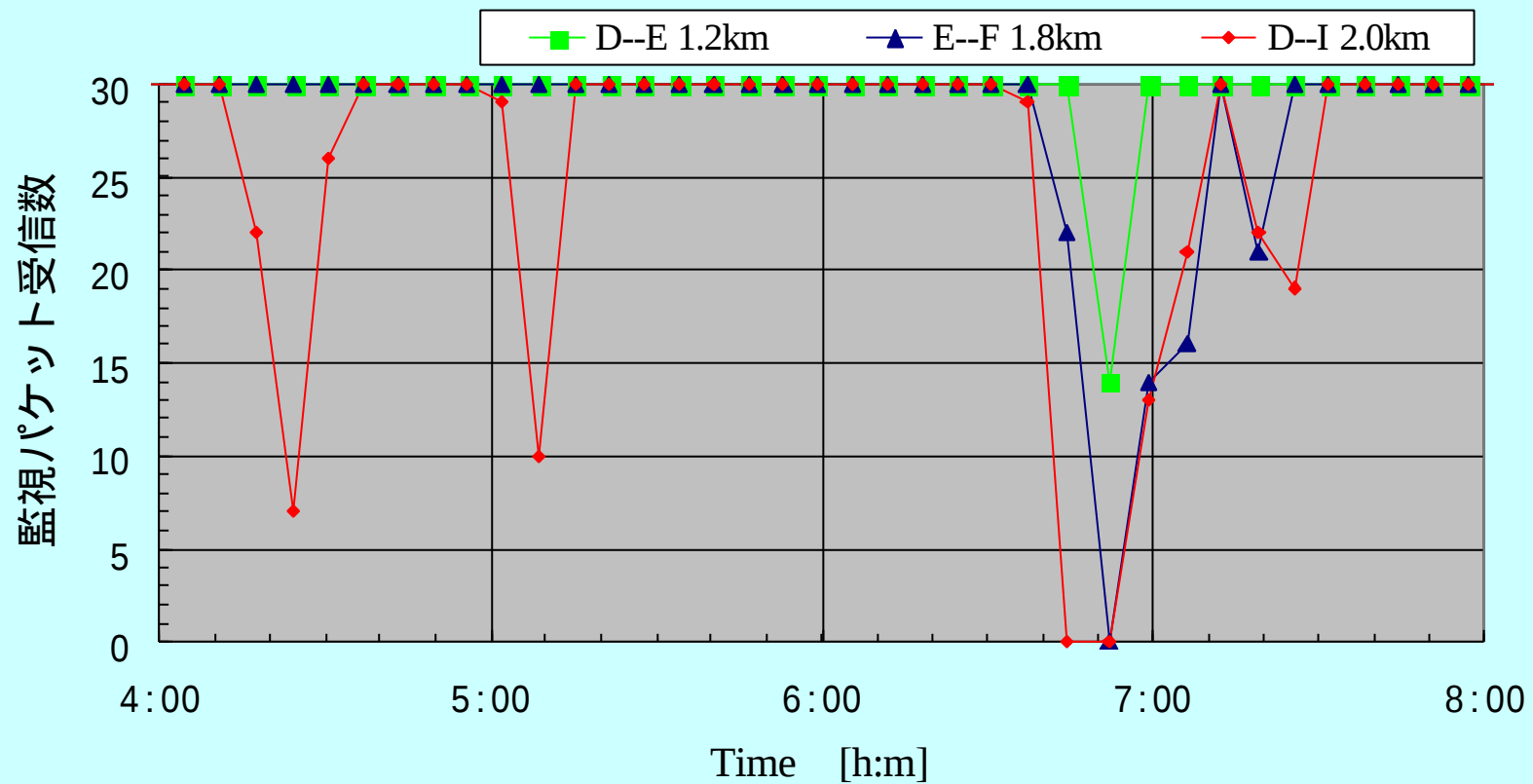


気象状況 (降水量) の回線品質への影響

浜松市 2000年 9月11日



強雨時 伝送距離による回線劣化の推移 [Sep./11/2000]



浜松市 学校IN 光無線ネットワーク接続図

● School

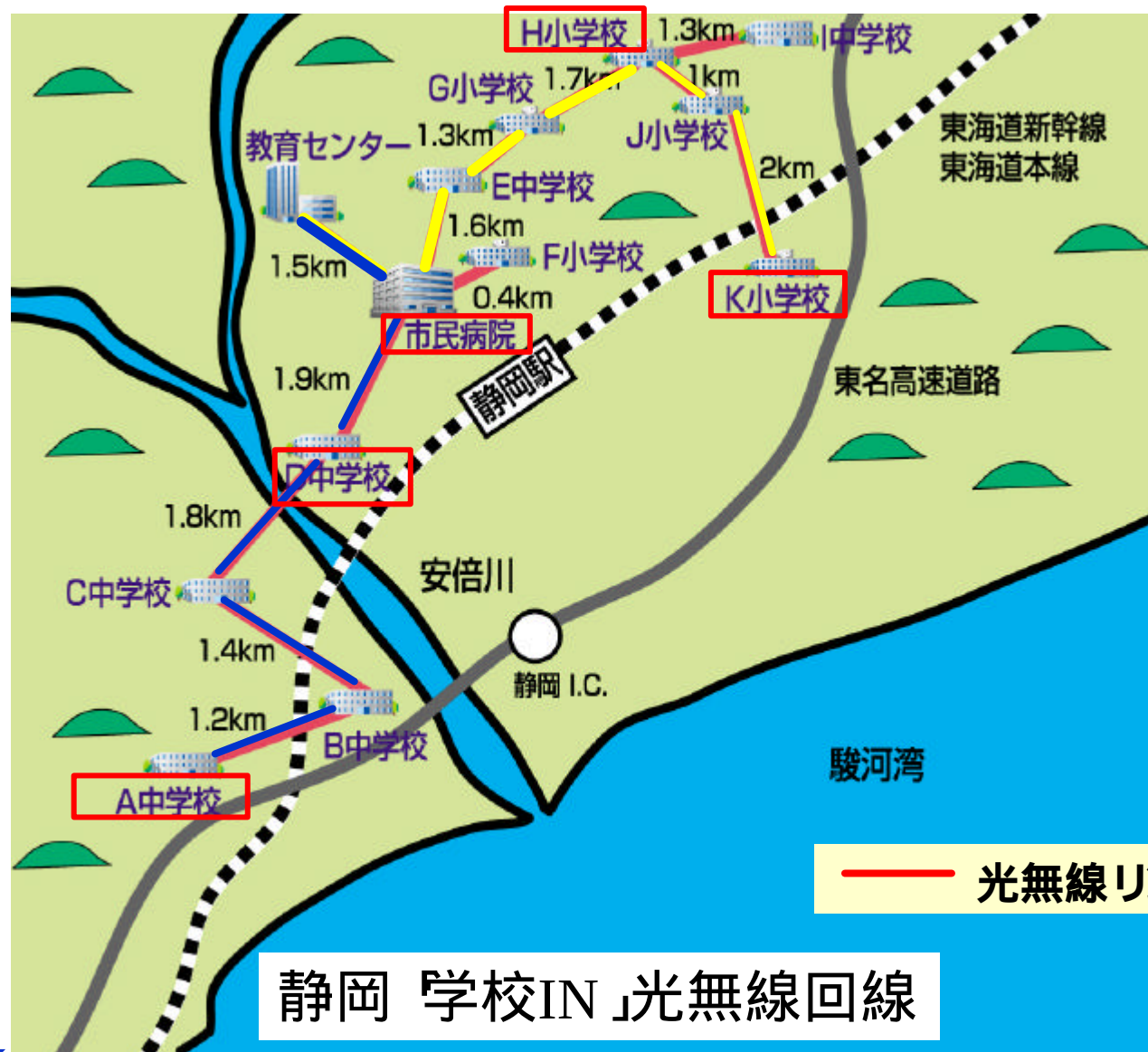
● Facilities in the City

Fast-Ethernet
Environment

— Opt. wireless link (1 links about 12km)

— Fiber

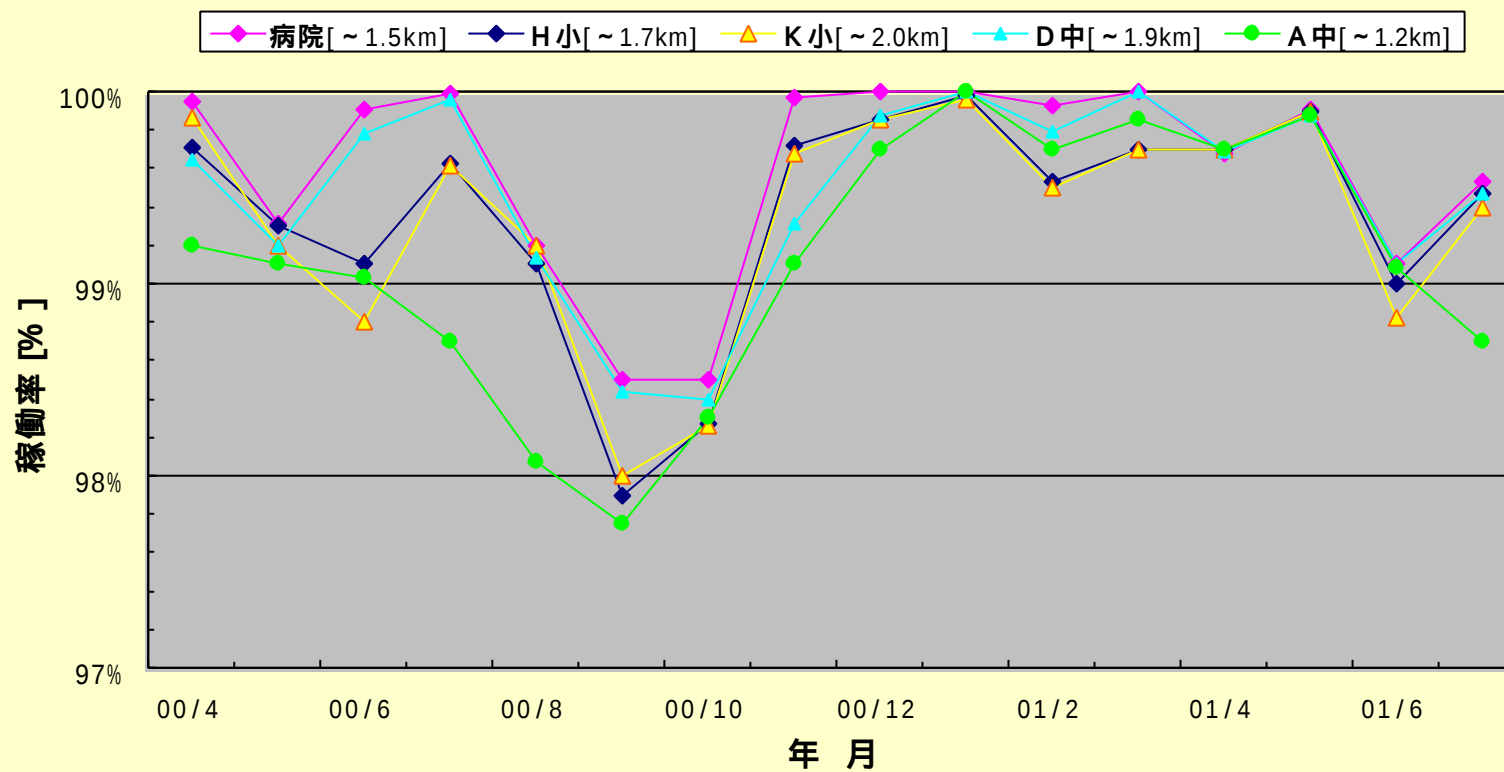




静岡 学校IN 光無線回線

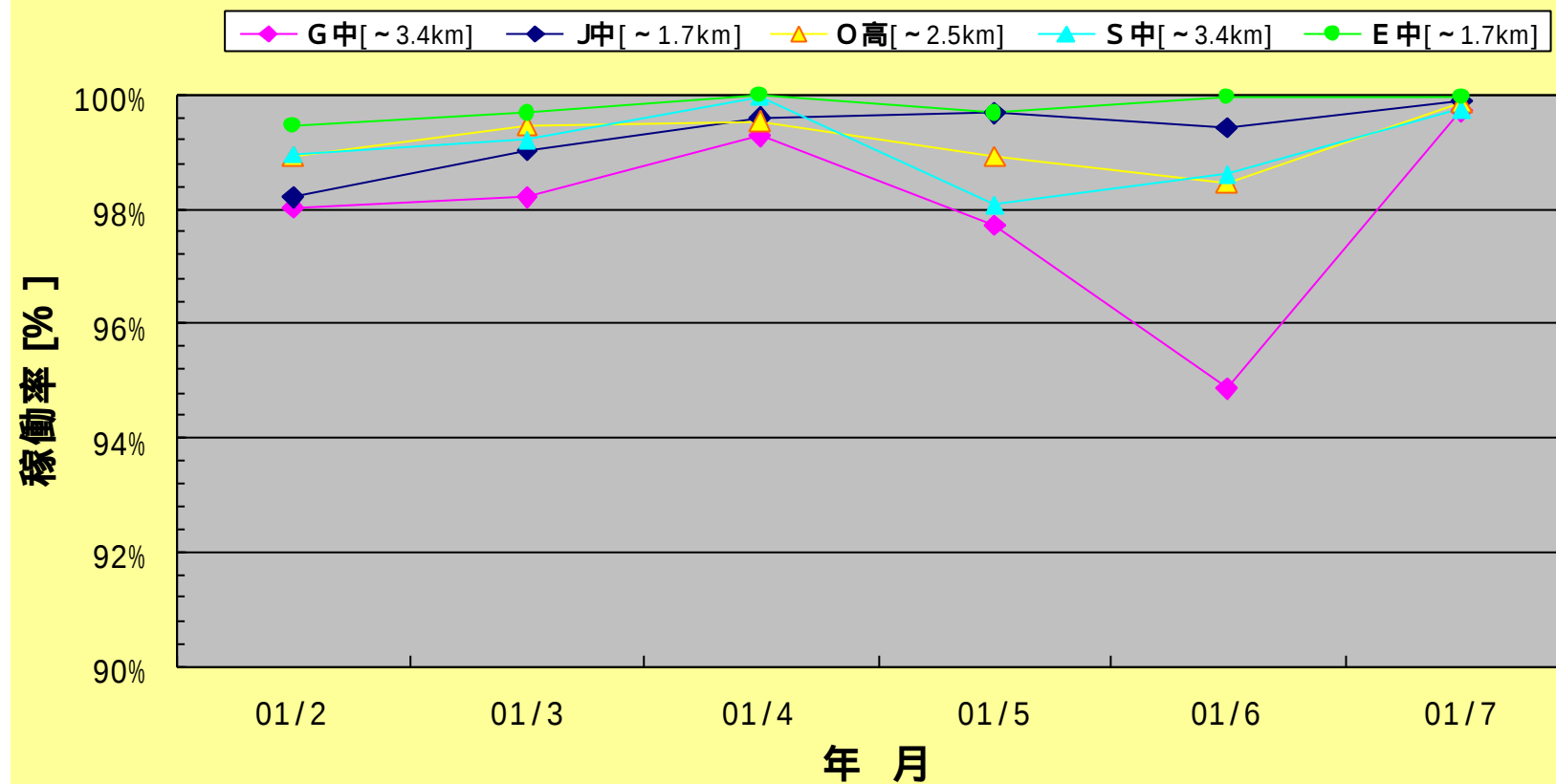
HAMAMATSU

静岡 学校IN」光無線回線稼働状況

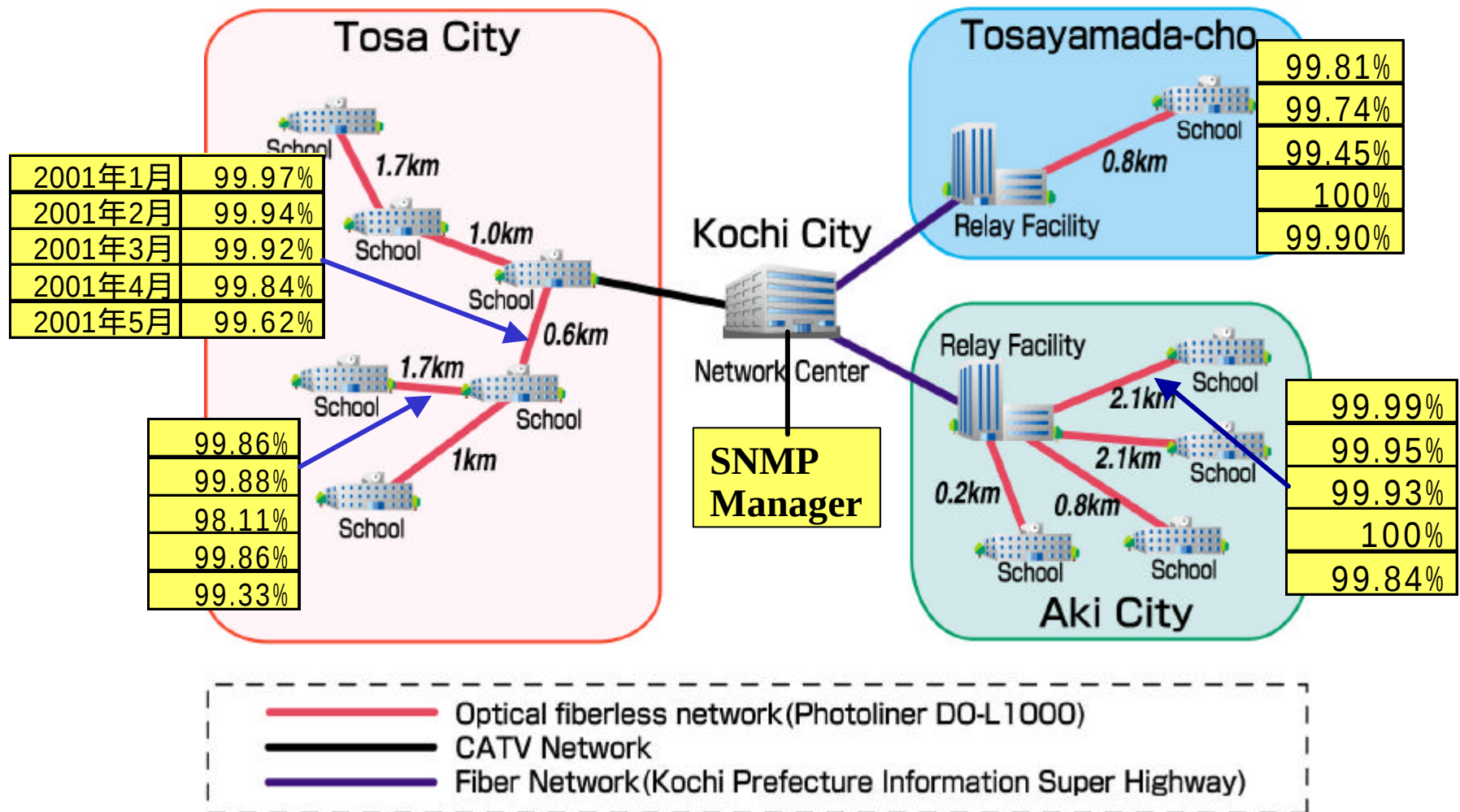


[illegible]

太田 学校IN 光無線回線稼働状況



高知「学校IN」光無線回線稼動状況



光伝搬における伝送エラー要因

- 気象状態による光波減衰

ex. 降雨による減衰

$$\sigma_{\text{atm}} = 4.9 R_r^{0.63}$$

$R_r(\text{mm}/10 \text{ min.})$

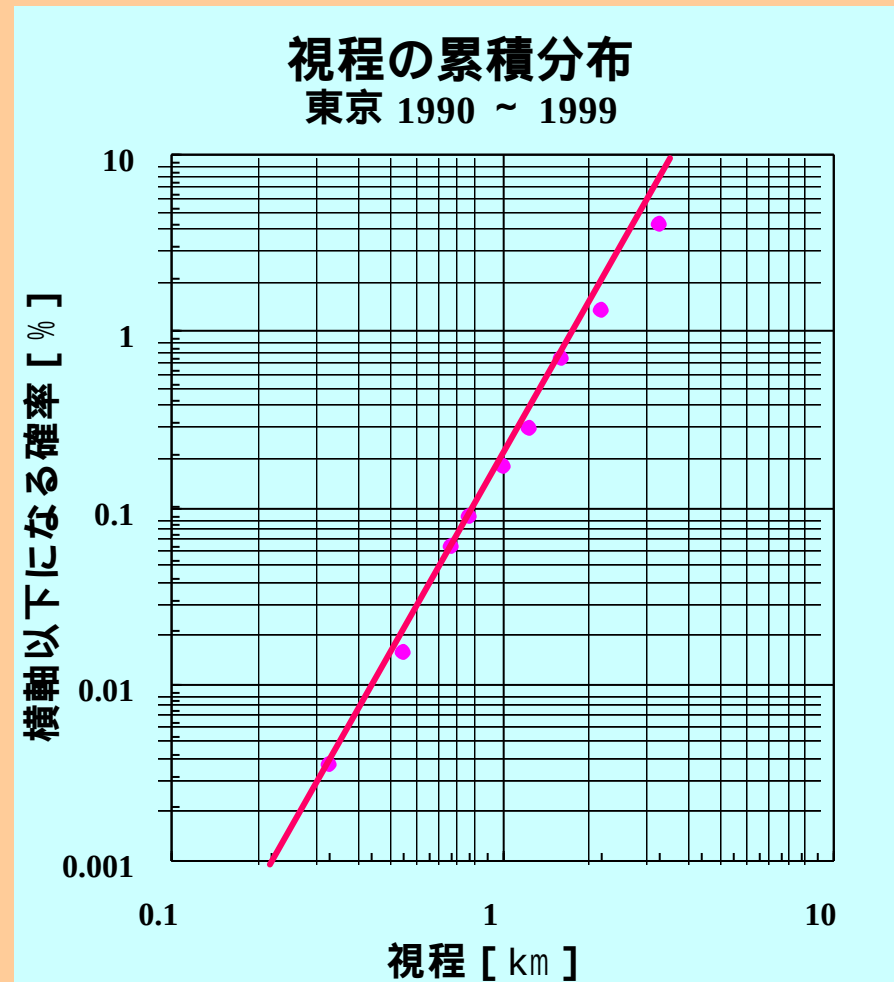
気象状態は複雑

視程“ $V(\text{km})$ ”

$$\sigma_{\text{atm}} = 13/V \quad (\text{dB/km})$$

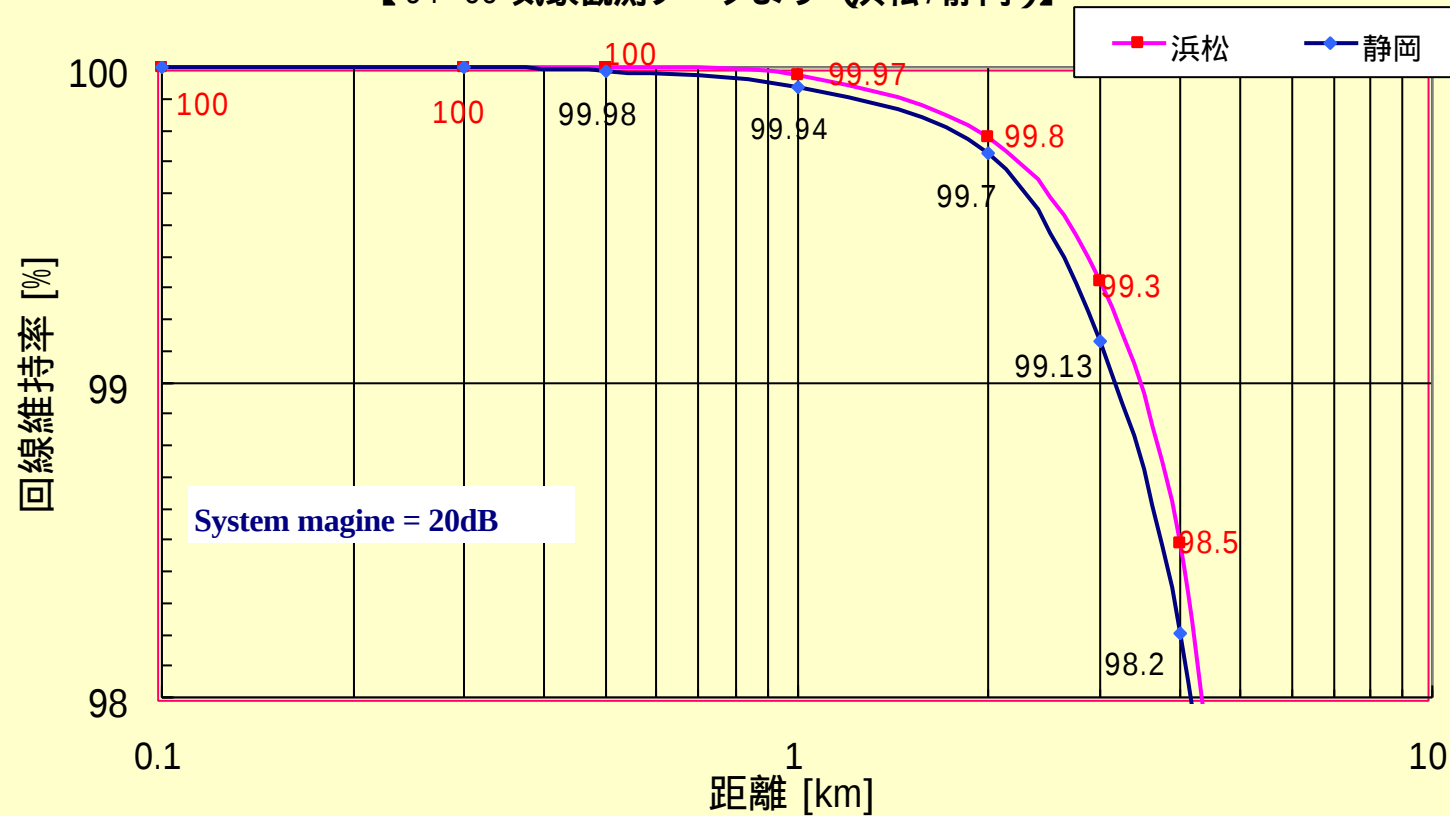
- 大気擾乱による
シンチレーション等

バーストエラーを引き起こす
Throughputへの影響軽微



通信距離と視程から推定される回線維持率

【'94-'00 気象観測データより (浜松/静岡)】



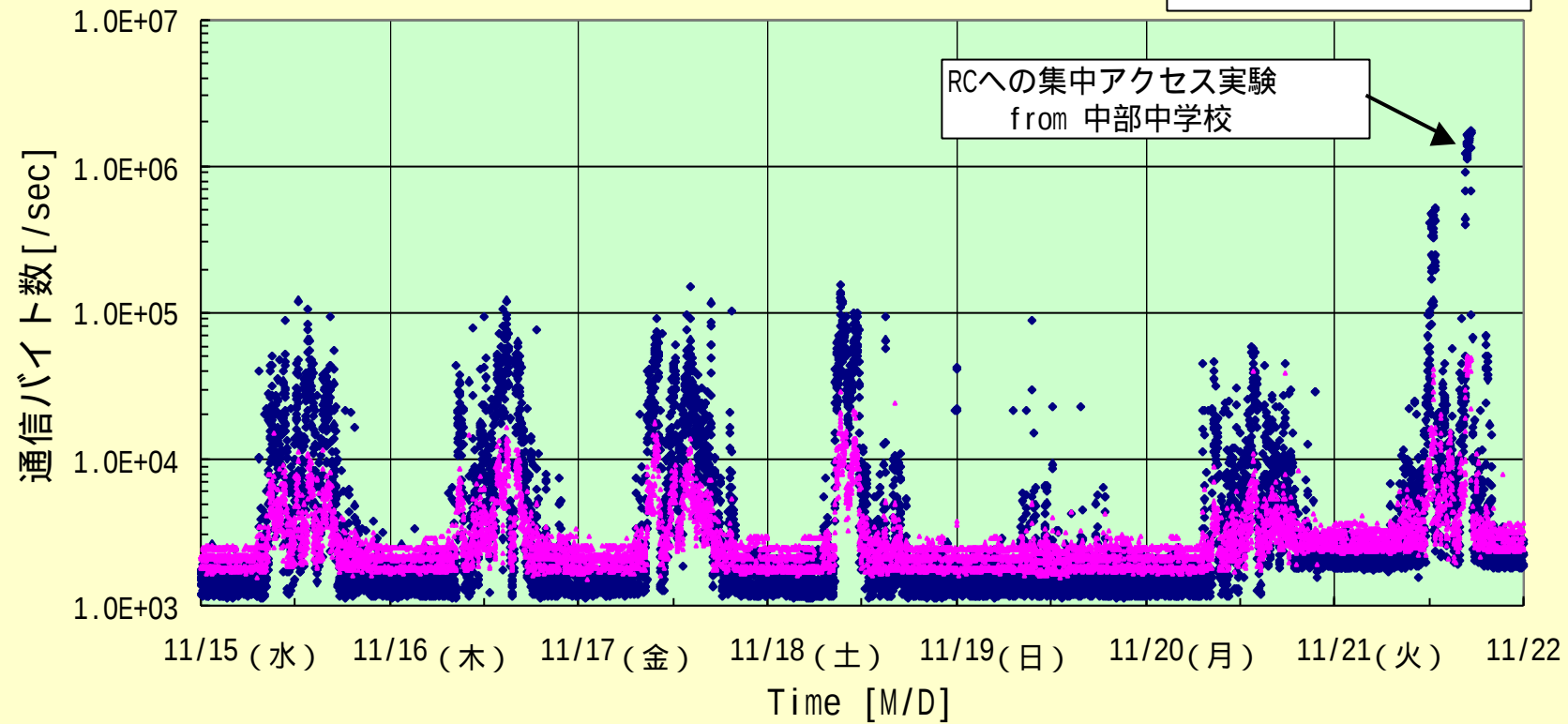
「学校インターネット」のトラフィック量

measured a port of SW

情報センター 2000年 11月15日～11月21日

リサーチセンター向きポート

- ◆ 総受信バイト数
- ▲ 総送信済みバイト数



双方向遠隔授業実験

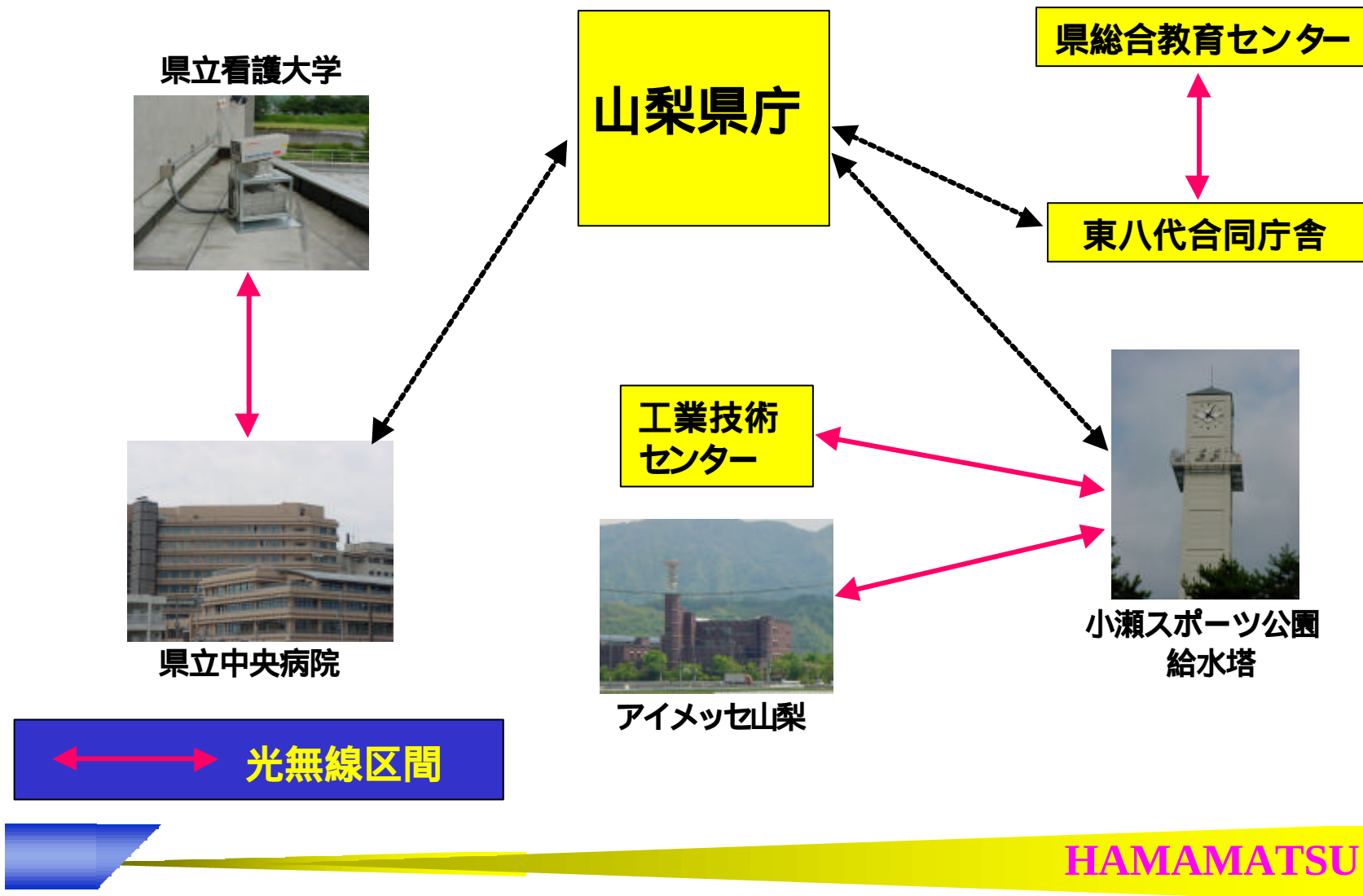
学校屋上の光無線装置



授業風景



山梨県広域通信ネットワーク中の光無線



地域情報通信ネットワークへの適用事例

千葉県市川市

バーチャルセミナー

大容量ビデオコンテンツ配信

香川県三野町

鉄道越え / 役場 --- 情報センター

町内基幹通信回線

京都市

地域情報基盤整備 --- 産業振興

まとめ

光無線システムによるブロードバンドネットワーク
(「学校IN」)を地域規模で構築,運用

良好な稼働率 --- 1km以下の距離では99.9%以上

BBアプリケーション (遠隔授業等の実現)



光無線システムの有効性を実証

運用コストのないBB専用線確保