

# 光波長パスによる 快適なネットワークシステム

产学官連携イノベーション創出事業費補助金支援による研究開発  
「光ラベルスイッチルータ(OLSR) 及び関連機器」  
(大学等発ベンチャ創出支援制度平成14年度発足16年度までの3年間)

平成16年8月

開発責任者：安井直彦(富山県立大学)  
分担開発者：水澤純一(青山学院大学)、松田弘成(富山県立大学)、他  
マネージメント事業者：NTTアドバンステクノロジ(株)  
起業化責任者：菅田孝之(NTTアドバンステクノロジ(株))

## [本資料の内容]

- I 光波長パス選択フォトニクスネットワーク(WAPS)
- II 2元トラフィックネットワーク簡易システムの特徴  
と機器構成
- III 富山県立大学「光ラベルスイッチルータ(OLSR)と  
関連機器」の開発例
- IV 青山学院大学フォトニクスネットワーク(APN)の  
開発例

# I 光波長パス選択フォトニクスネットワーク(WAPS)

WAPS (Wavelength Assignment Photonic Switching System)は、

開発代表者:安井直彦の考案になる、

WDM (Wavelength Division Multiplexing)をベースとする

光波長による光回線ルートを選択する方式である。

## 本章の内容

I-1 従来のルータの問題点

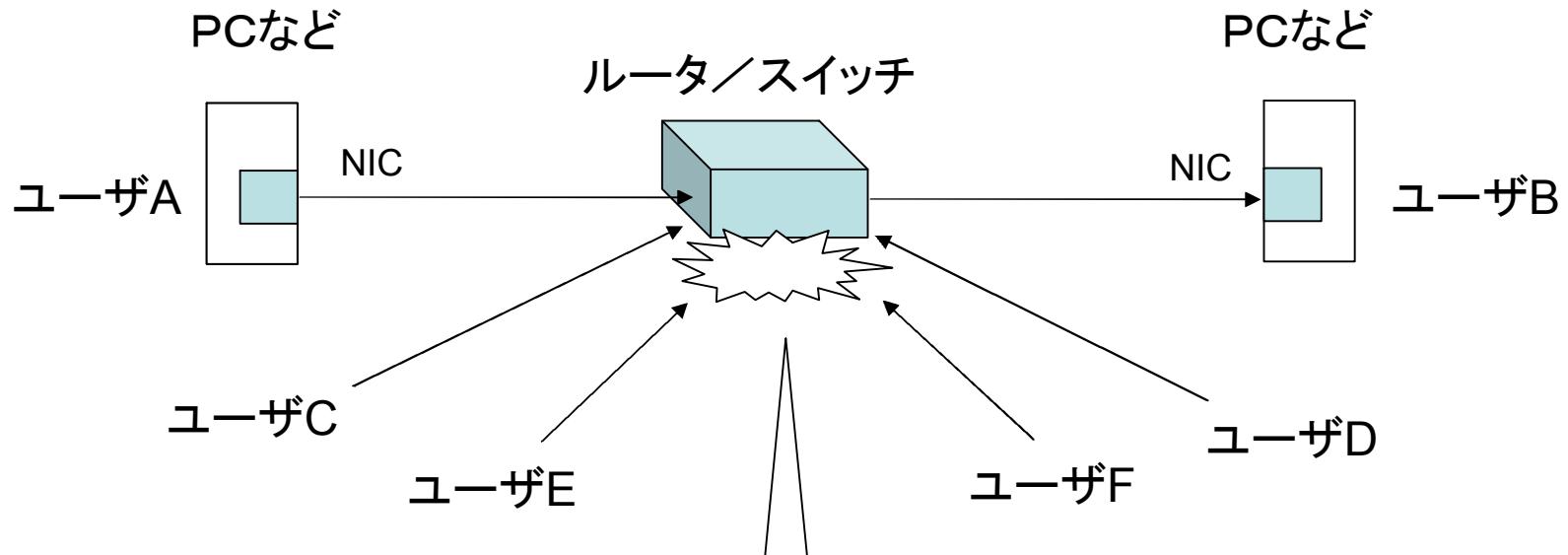
I-2 WAPSの特徴と期待

I-3 WAPSの適応分野

I-4 光ネットワークの進展とWAPSの位置づけ

I-5 光波長パスネットワークと関連機器開発と起業化への展開

# 通常のインターネットの接続の概念図

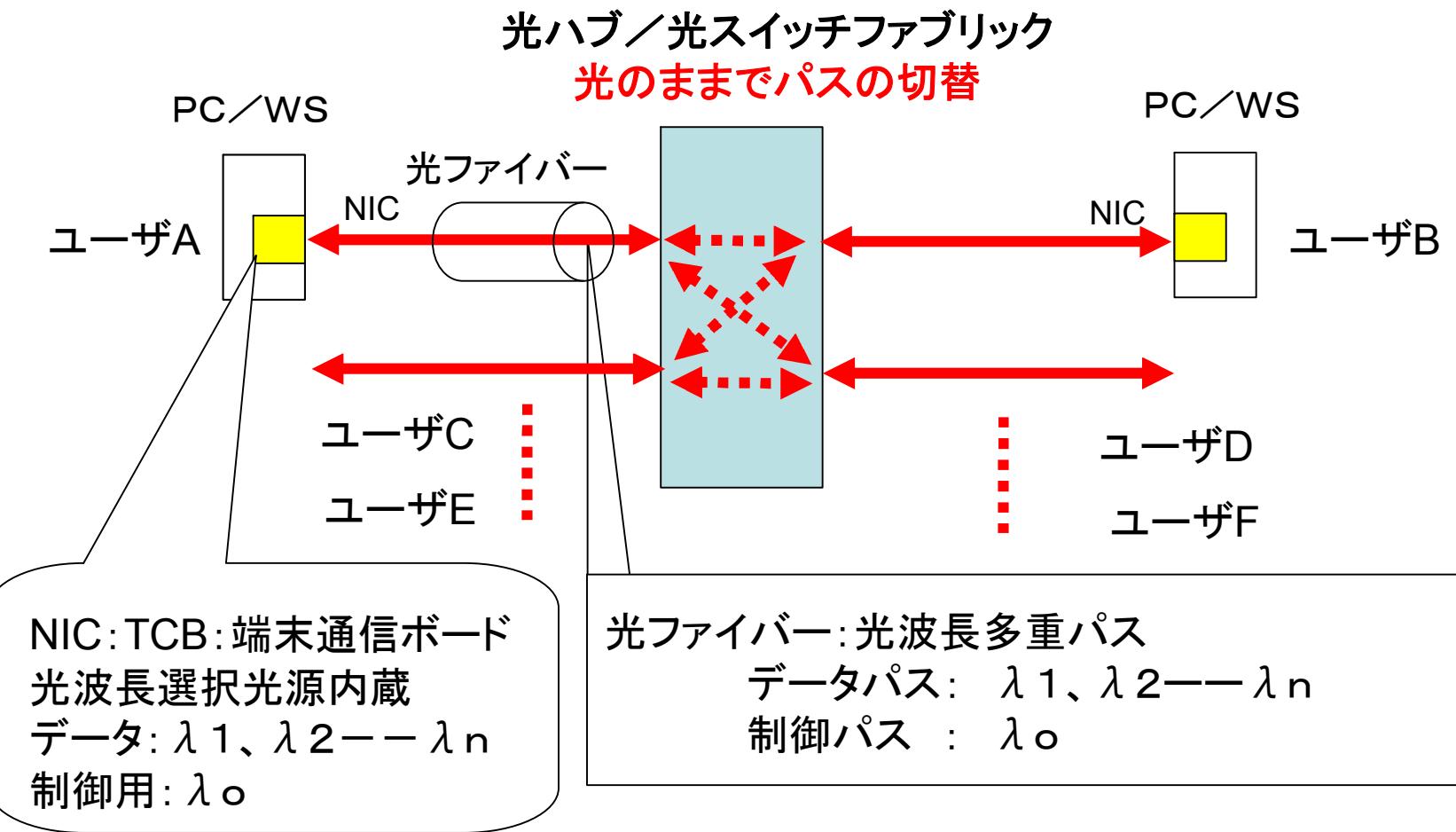


- ★処理能力をオーバーするとパケットロスや処理遅延
- ★帯域の限界
- ★大容量ファイルや高品位画像伝送の限界

NIC:ネットワークインターフェースカード:イーサーネットカードなど

# 光波長選択フォトニックスイッチングシステムの基本概念

## WAPS (Wavelength Assignment Photonic Switching System)



# I-1 従来型ルータの問題点

## <従来型ルータ／スイッチの高速化の進展の概要>

### －インターネット(IP)－ネットワークの接続の動向－

1. 10M、100M、1G、10Gbpsのレイヤー3スイッチの開発
2. レイヤー3スイッチへのQoSによる帯域保証機能なども追加  
100Mや1G程度までは帯域保証処理も可能
3. レイヤー4～レイヤー7スイッチによる接続されているサーバーの  
負荷状況や性能に応じたロードバランス処理も実行可能

## <従来型ルータ／スイッチの問題点>

1. スイッチへの接続数や過負荷に依存して、輻輳により性能が劣化  
ベストエフォート型が主流で、完全な帯域保証は難しい。
2. 1G以上のスイッチは、高価であり、帯域保証処理QoS型では  
一層高価となる。
3. 100Mbps以上、特にハイビジョンの画像情報(1.5Gbps)など  
高品位のままで伝送することは困難であり、  
既存のもので構成することは困難である。

## II-2 光波長選択ネットワーク(WAPS)の特徴と期待

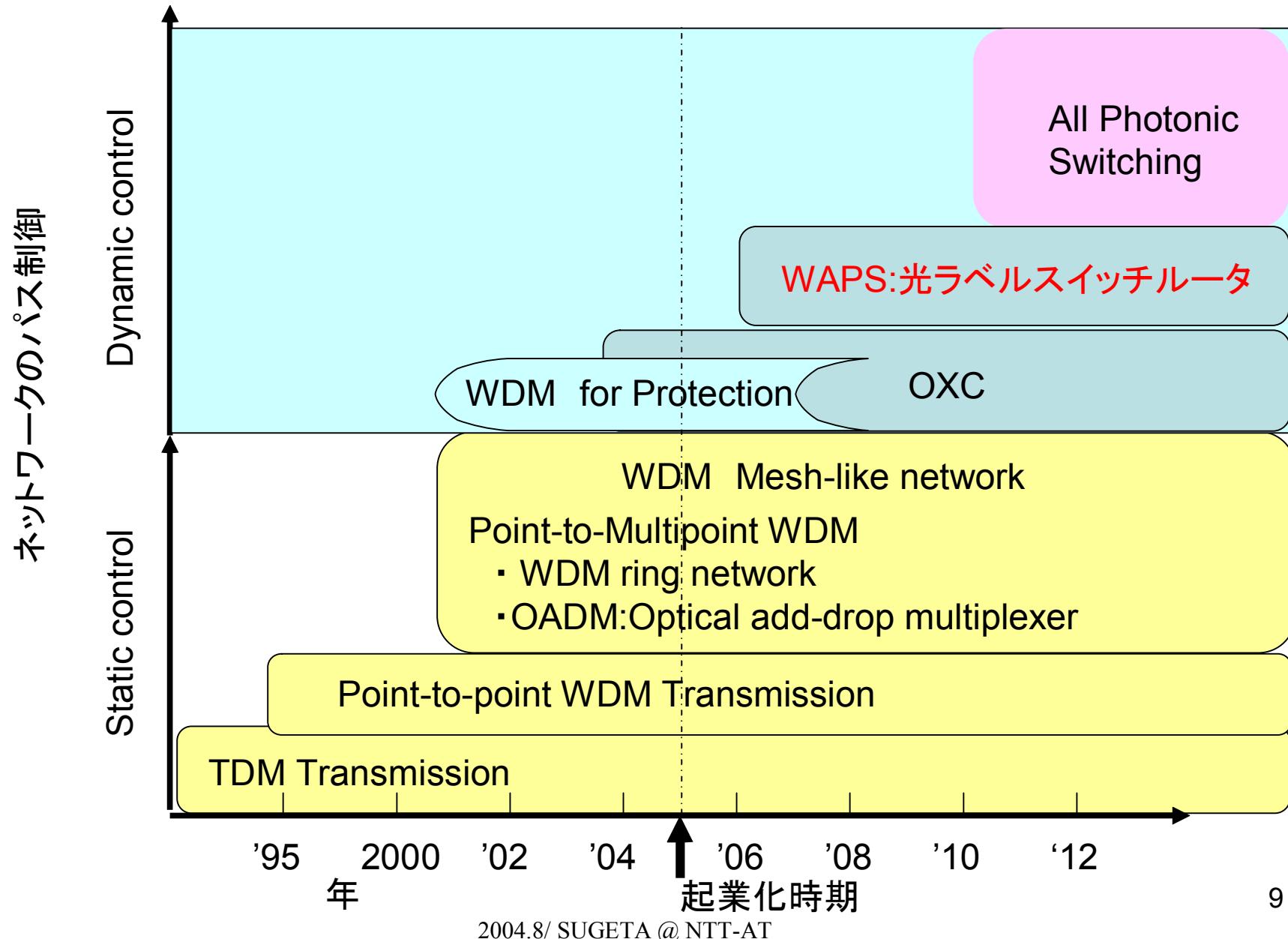
1. ユーザから、相手ユーザまで、光ファイバー接続され、  
波長選択してルーティング／スイッチング処理するシステム  
ユーザーから、光ルート選択して、相手ユーザと光接続でき、  
完全に帯域保証された接続が達成できる。
2. 光波長多重にCWDM方式採用により、  
構成装置の低コスト化が出来る。
3. 当面の適用分野は、従来のスイッチでは対応が困難で、  
高価になる領域。  
本システム導入により、低コスト化できる領域から導入し、  
利用拡大による個々の装置のコスト低減の達成により、  
利用領域が拡大することに期待。  
ポストプロダクション(非圧縮画像、ハイビジョン画像の編集等)、  
大容量CDN、SANなどのLANやWANへの適用。

(注)CWDM: 使用する光波長間隔の広い波長多重方式で、波長間隔など  
国際標準化が進み、一層部品コストが低減する傾向にある  
エイトラムダフォーラム参照:<http://www.technostream.ne.jp/~8wdm/>

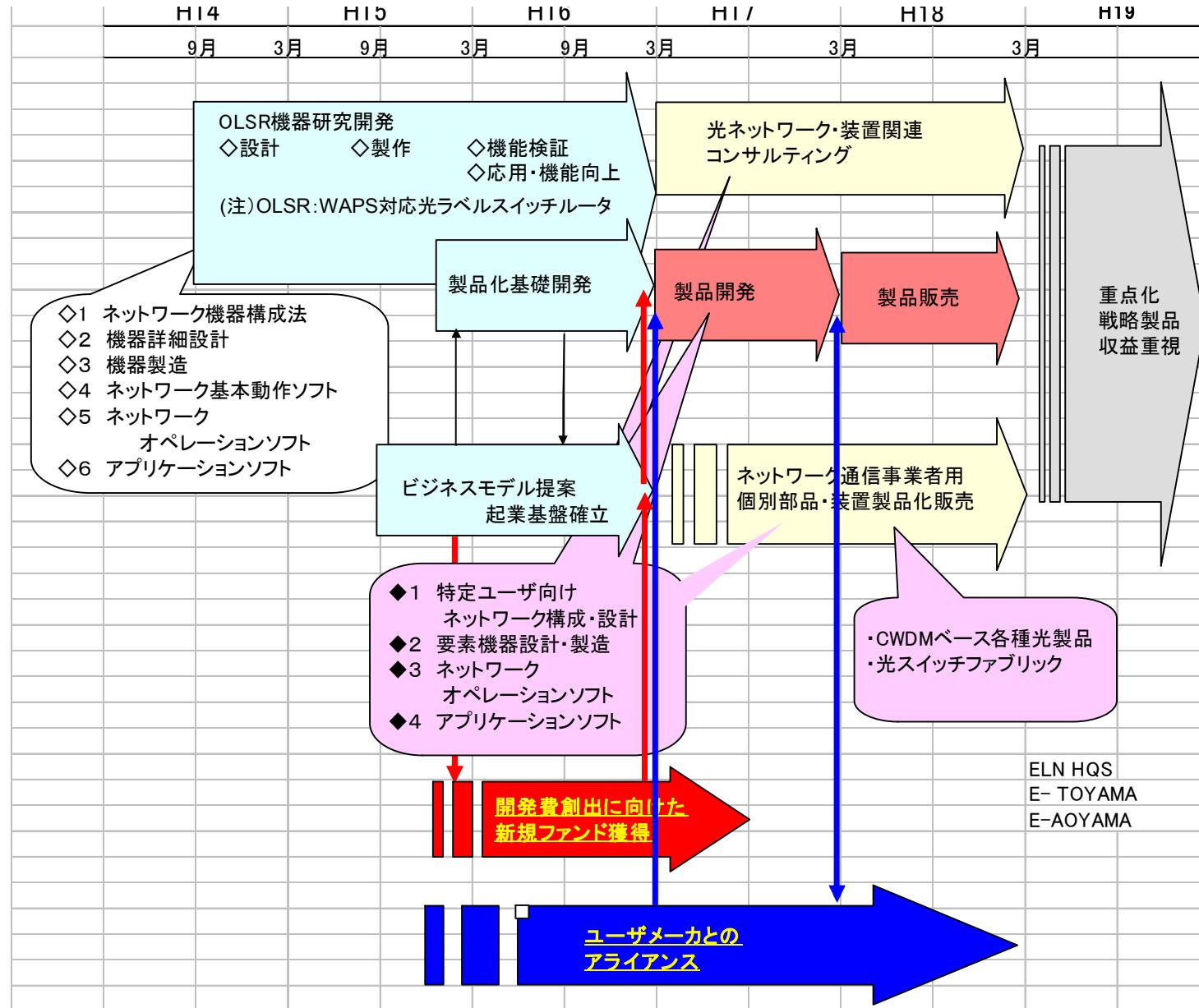
# I-3 WAPSの適用分野

ユーザ分類	利用帯域分類			
	100Mbps	1Gbps	2. 5Gbps	10Gbps
<b>放送・メディア業界</b>				
・ポストプロダクション ・リアルタイム高品位映像編集 ・高品位画像多地点間通信 (HD-TV会議等)	・DV,HDV	・GbE	・GbE	・非圧縮HDTV, FC
		・GbE	・GbE	・非圧縮HDTV, FC
		・GbE	・GbE	・非圧縮HDTV, FC
<b>大学・研究機関・企業向けLAN/WAN</b>				
・3次元構造設計多地点作業環境 (機械、自動車、航空機器等)		・GbE	・GbE	・CAD、3Dデータ
・大容量ファイルリアルタイム通信 (SAN/NAS)				・FC
・高品位画像多地点間通信 (実験室間等)	・DV,HDV	・GbE	・GbE	・非圧縮HDTV,FC
<b>医療用多地点間通信</b>				
・リモート診断・大容量記録取得		・GbE	・GbE	・HDTV,SAN, FC,
<b>ネットワーク事業者</b>				
・光スイッチファブリック ・WDM-Passive Components ・WDM波長選択光源端末 ・WDM光増幅装置		プロトコルフリー ファーストE,GbE,10GbE SDH、FC、その他		
<b>その他</b>				

## I-4 光ネットワークの進展とWAPSの位置づけ



# I-5 光波長パケットワークと関連機器開発及び起業化への展開



## II 2元トラヒック光ネットワーク簡易システム —製品構成とネットワーク機能—

### [本章の内容]

ねらい

スイッチングの原理

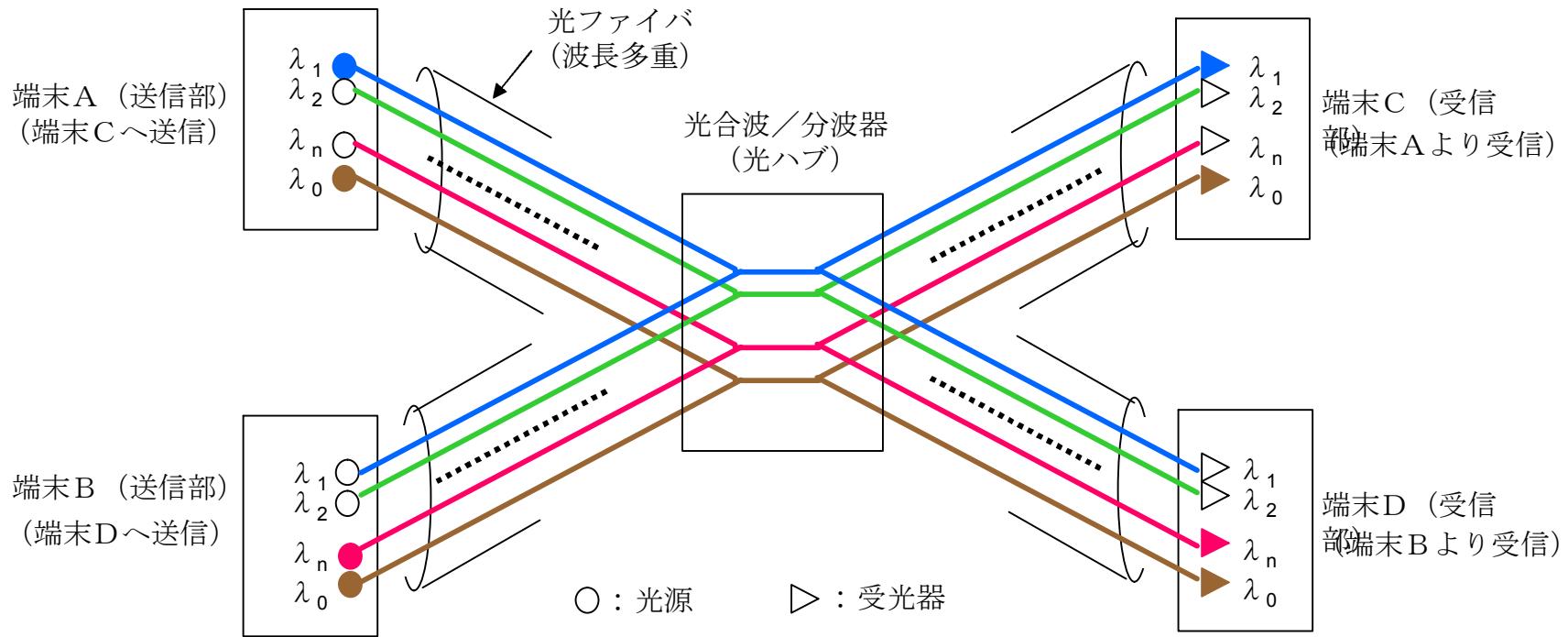
- II-1 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの特徴
- II-2 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの構成と動作概念
- II-3 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの構成機器
- II-4 2元トラヒック光ネットワークシステムのネットワーク構成
- II-5 検討項目

適用分野

# ねらい

- (1) エンドーエンドを、光波長回線でスイッチング接続(回線交換)  
⇒ パケット交換では支障がある応用への適用
- (2) 回線交換機能に併せて、パケット交換機能も提供  
⇒ 2元トラヒックをサポート
- (3) 小規模ネットワークでの価格優位性の発揮
- (4) その他
  - (a) 光スイッチとの組合せによる大規模ネットワーク化も可
  - (b) 同報機能向き

# 波長多重を利用した光チャンネルのスイッチング原理



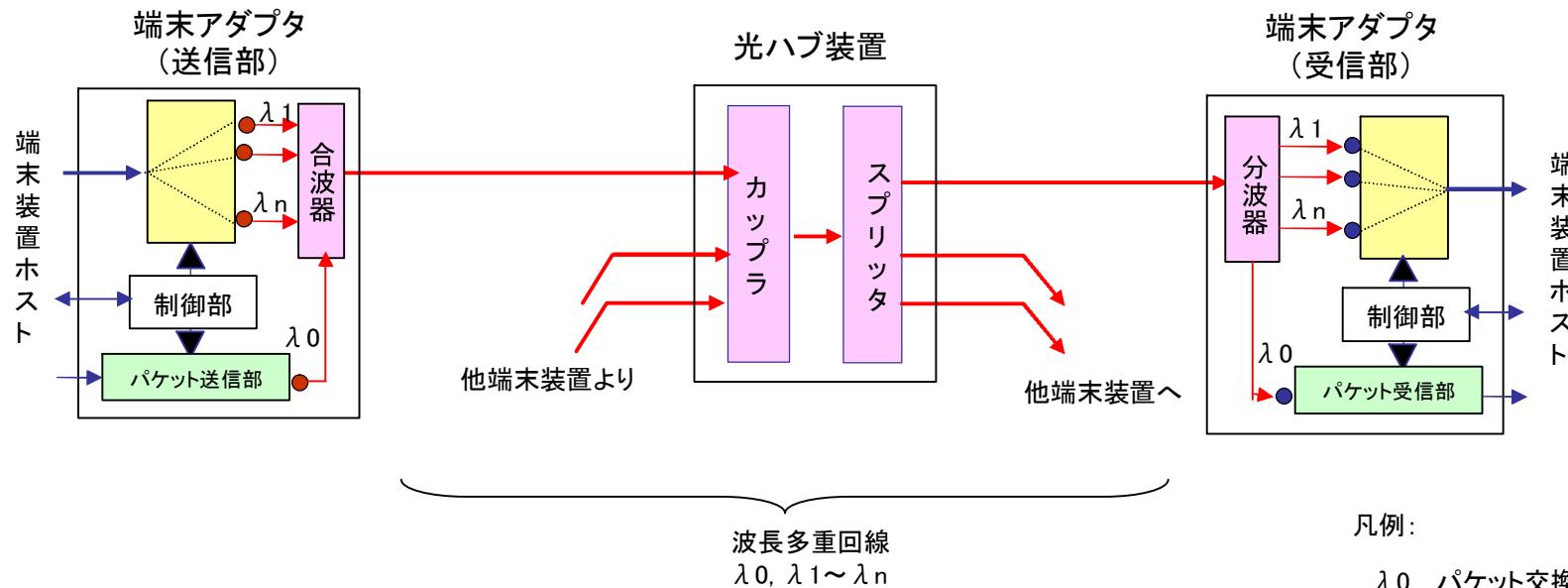
スイッチ動作：送／受端末が次の取り換えを行うことにより実現

- ①データ用波長 ( $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ) を選定・保留 (制御用波長  $\lambda_0$  を使い送受端末間で連絡)
- ②選定・保留したデータ用波長により送／受信
- ③保留していたデータ用波長を解放 (制御用波長  $\lambda_0$  を使い送受端末間で連絡)

## II-1 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの特徴

- (1) 通信セッション毎に、回線交換／パケット交換を使分け可能
  - ・大量情報・一括高速伝送向きの、光波長回線占有による回線交換
  - ・小量情報・間欠的伝送向きのパケット交換
- (2) 接続可能端末装置数：4～32（距離や拡張方式に依存）
- (3) 回線交換機能の概要
  - a) 転送速度: 2Gbps (单方向)(伝送路上での速度: 2.5Gbps)
  - b) 接続遅延: 1ms
  - c) 回線交換用(波長)回線数: 2(2単位で4まで増設可)
  - d) 同報機能
- (4) パケット交換機能の概要
  - a) 転送速度: 送受各 約1Gbps(全接続端末装置で共有)

## II-2 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの構成と動作概念



### 1 回線交換機能

WAPS方式により実現

- ・波長  $\lambda_1 \sim \lambda_n$ によるデータ系と波長  $\lambda_0$ による制御系に分離して構成
- ・送／受端末アダプタが同じデータ系波長を選択することにより接続が成立  
⇒ 図の と とで、回線交換系を構成

凡例:

$\lambda_0$  パケット交換用波長  
(制御系用波長を兼ねる)  
 $\lambda_1 \sim \lambda_n$  回線交換用波長

— 光信号  
— 電気信号  
● O/E  
● E/O

### 2 パケット交換機能

制御系波長  $\lambda_0$ をパケット交換用に兼用することにより実現

- ⇒ 図の と とで、パケット交換系を構成

## II-3 2元トラヒック光ネットワーク簡易システムの構成機器 --製品仕様の概要--

### 1 光ハブ装置

- (a) 光カップラと光スプリッタで構成。
- (b) 端末アダプタを接続。接続ポート数: 32、16、8、4

### 2 端末アダプタ(略称 TCB: Terminal Communication Board)

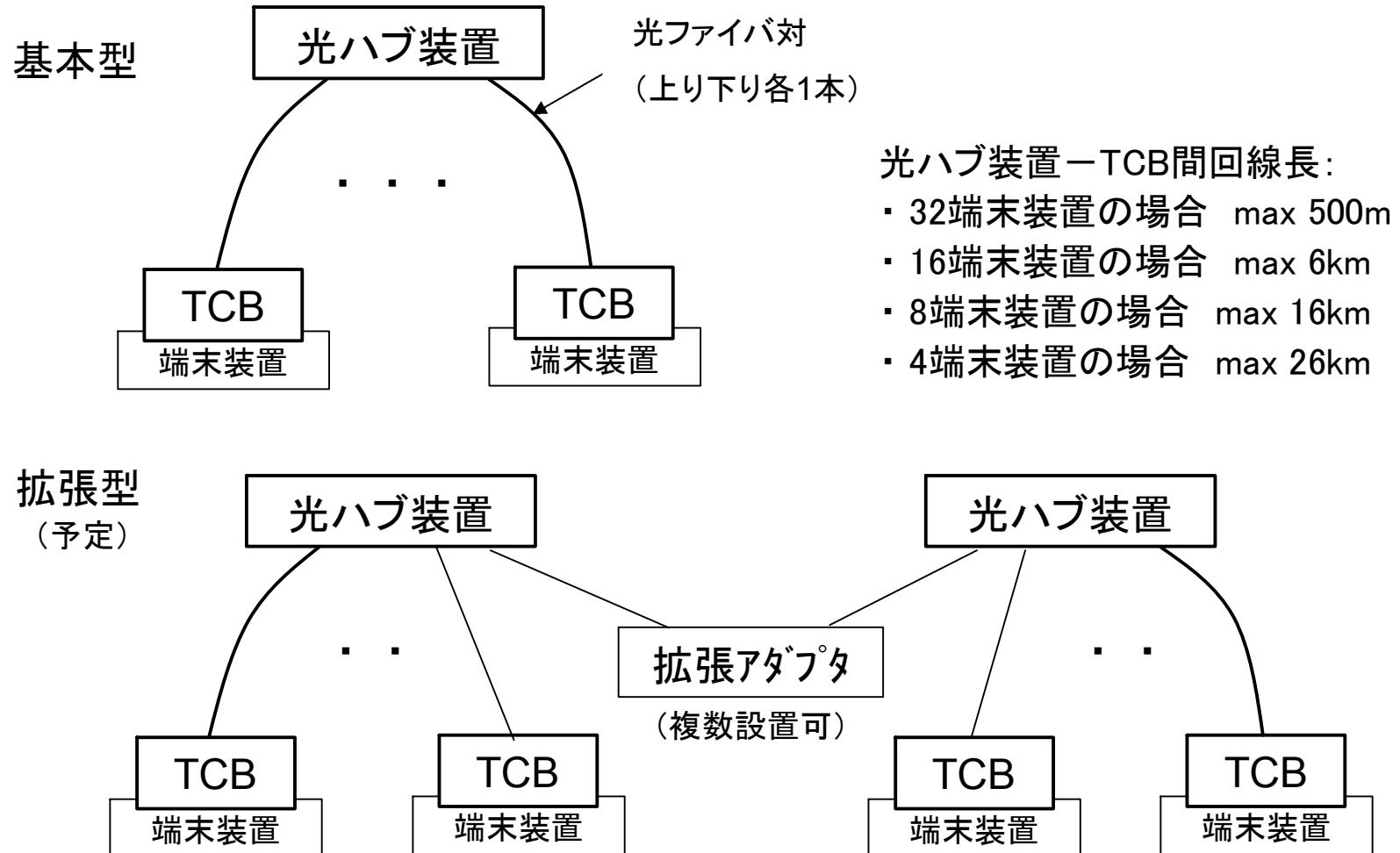
- (a) 端末装置ホスト(PCI、PCI-Xバス)に装着する通信アダプタ。
- (b) 回線交換／パケット交換機能を実現。

その選択は、通信アダプター用ソフトで実施。

- (c) CWDMを採用( CWDM :Coarse WDM)
  - 回線交換用波長: 2波長(2単位で4まで増設可)
  - パケット交換用波長(制御用波長を兼ねる): 1波長
- (d) 光回線スピードに、特別な制約はないが、
  - 入出力O/E、E/O装置として、
  - 2. 5Gbpsまでのネットワーク機器で構成する。

○光ハブ装置とTCBを1対(2本)のシングルモード光ファイバで相互接続

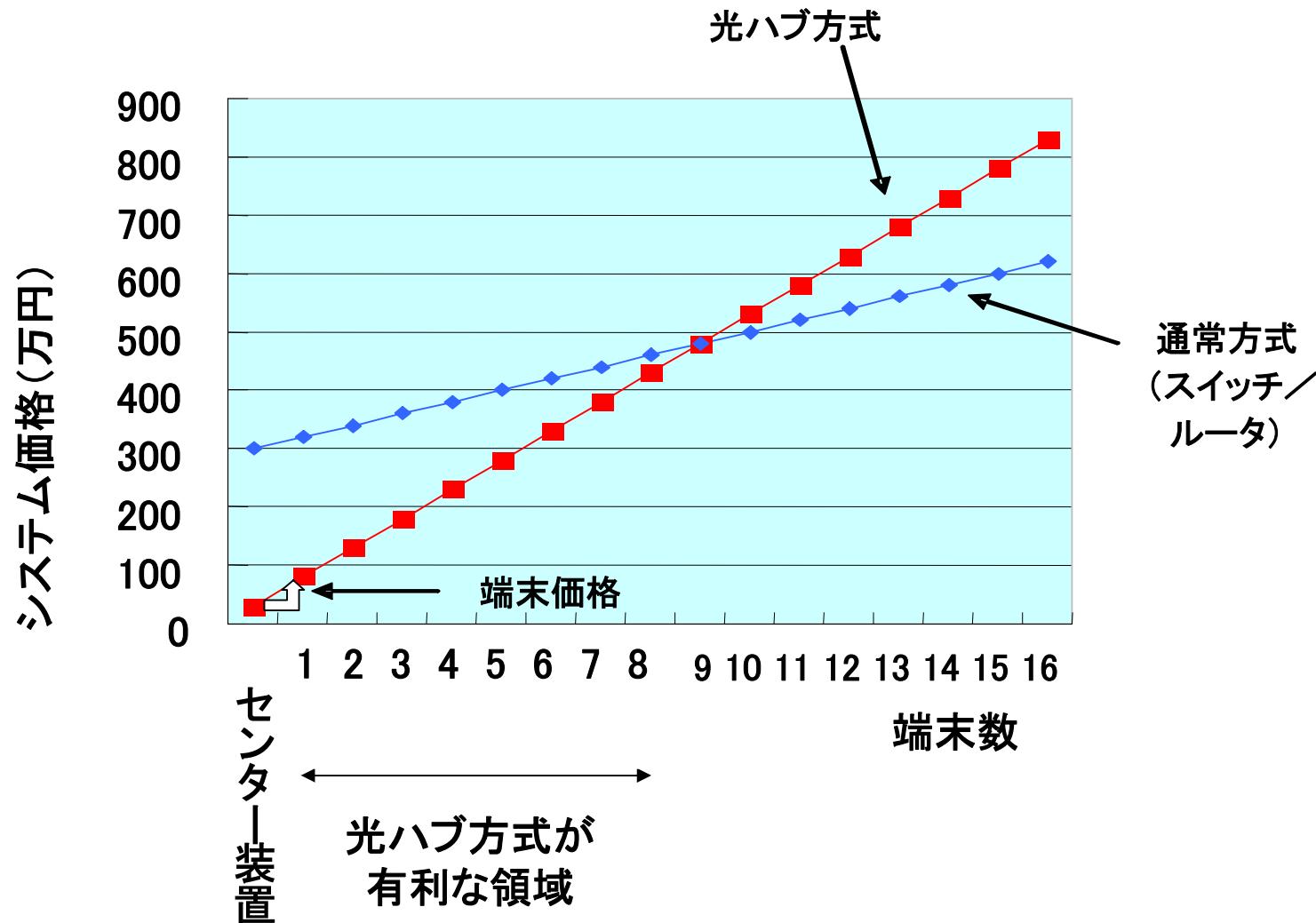
## II-4 2元トラヒック光ネットワークシステムのネットワーク構成



## II-5 参考事項

- 1 回線交換／パケット交換の選定は、端末装置の応用ソフト（の通信制御部）に委ねられる。
- 2 回線交換／パケット交換のいずれも、ヘッダ形式はFast Ethernetに準拠する。
- 3 接続端末装置数の少ない小規模ネットワークにおいて価格優位な高速スイッチングネットワーク

## 光ハブ方式と通常方式(スイッチ／ルータ)の価格比較



## 適用分野

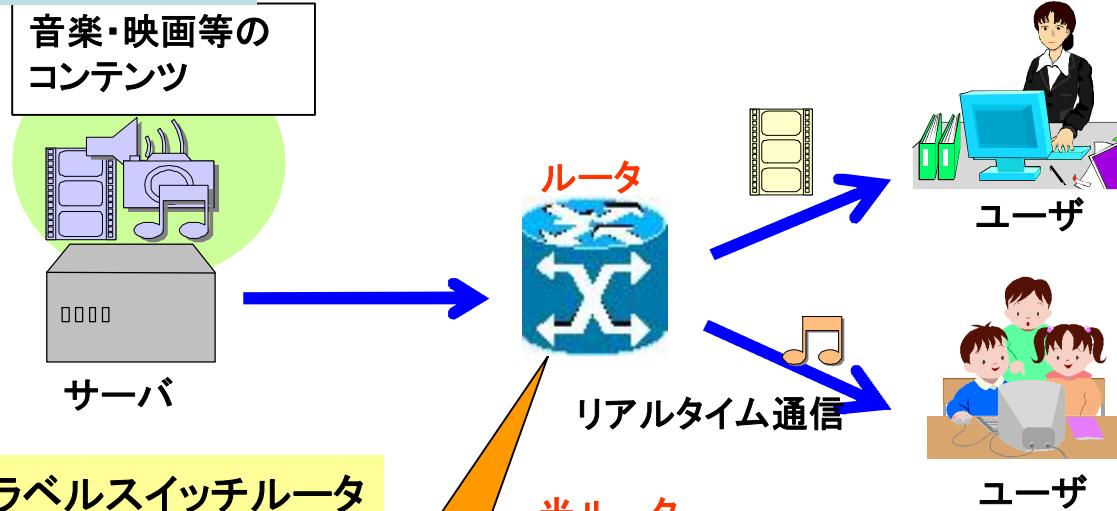
速く転送したいデータ量の大きいユーザ間の  
快適なネットワークの実現  
◇ I-3 WAPSの応用分野を参照◇

### III 富山県立大学でのプロトタイプ開発例

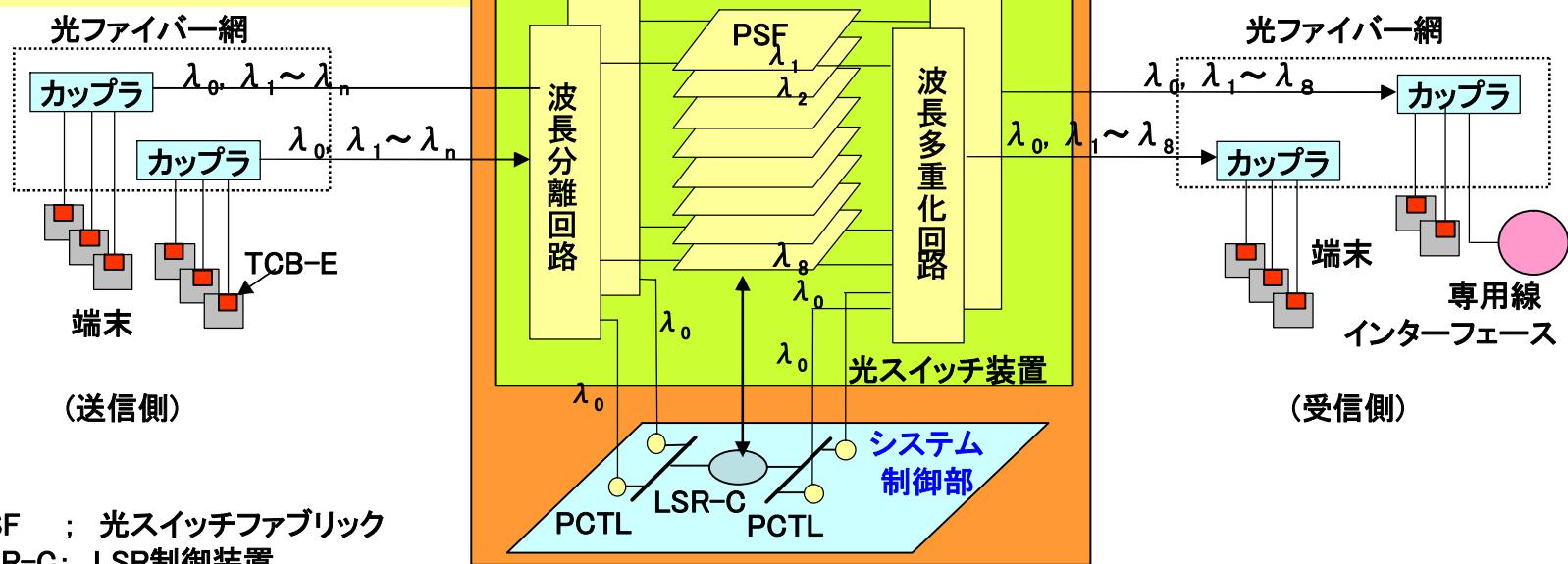
第2回エイトラムダフォーラム2004(注) 平成16年7月9日  
講演「光ラベルスイッチルータの技術と展開」の中から抜粋  
富山県立大学  
安井直彦

(注)エイトラムダフォーラムホームページ  
<http://www.technostream.ne.jp/~8wdm/>

## 現在のインターネット



# 富山県立大学光ラベルスイッチルータ (OLSR)プロトタイプ



PSF : 光スイッチファブリック  
LSR-C: LSR制御装置  
PCTL: 端末制御装置  
TCB-E: 端末通信ボード

## システムの特徴

- (1) 広帯域データ通信路(光波長パス)を、ユーザ間にオンデマンドに提供。低遅延。パケットロス無し。品質保証  
(LSP設定・解除を端末サービスで制御)
- (2) 光カプラの利用により同報／マルチキャストを簡明に実現。
- (3) IP網(パス制御情報を伝達)上に、光波長パス網がオーバレイされた構成 光バースト信号とランダムなパケット信号を分離して送信可能(2元トラフィック利用を実現)。
- (4) 1つの端末で同時に最大8波長使用可能。

## 応用分野

### (1) リアルタイムストリーミング情報伝送

- ・リアルタイム遠隔モニタ; 遠隔医療、遠隔授業
- ・一斉放送、ストリーミング映像、ハイファイ音楽提供

### (2) インターネットのグレードアップ

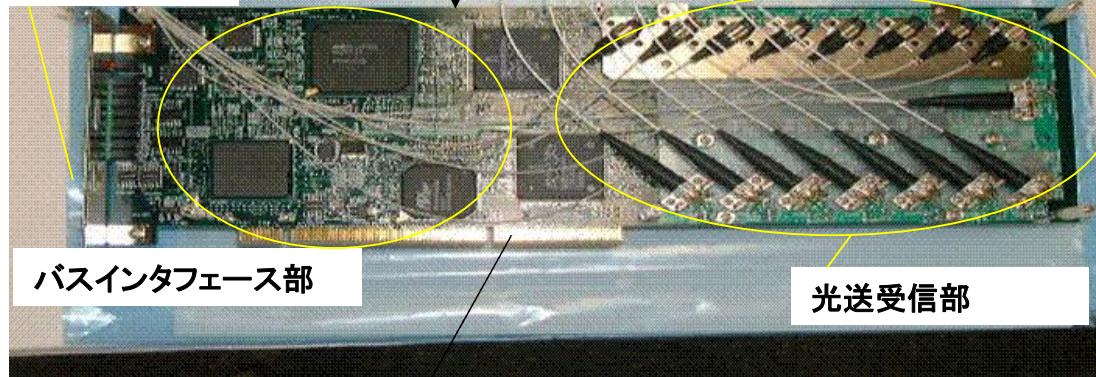
- ・既存インターネットでのリアルタイム情報提供
- ・高精細映像伝送との組み合わせ

### (3) 多地点リアルタイム相互通信

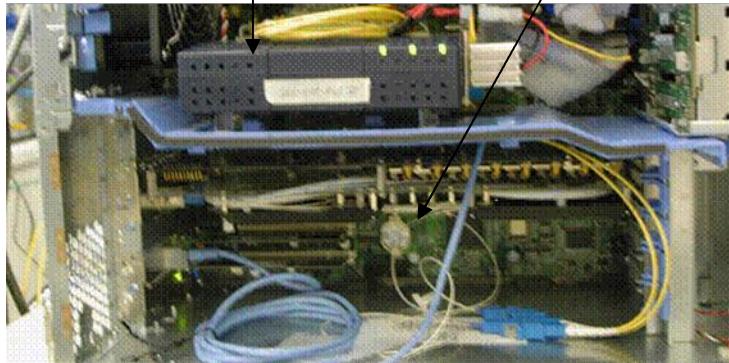
- ・ポストプロダクション
- ・多地点テレビ会議サービス
- ・多地点インタラクティブゲーム

## 端末通信ボード TCB-E

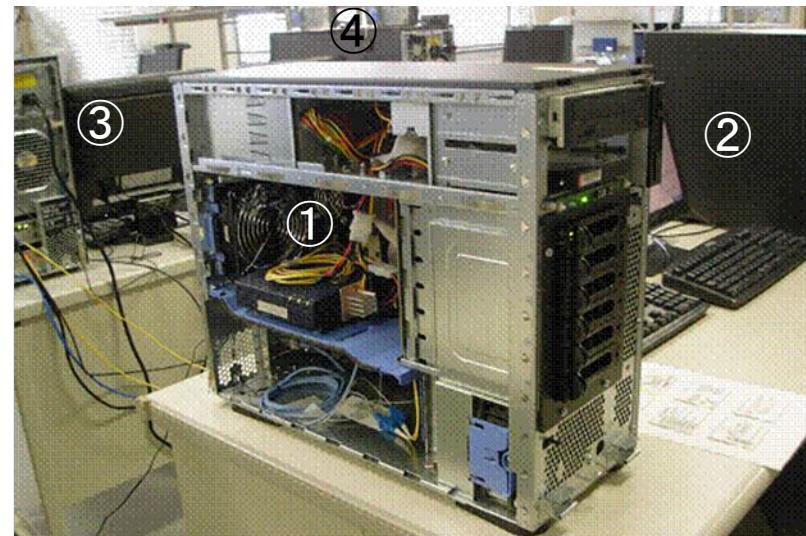
外に出るコネクタ部分



E-PON-ONU



CPUタワー内部に実装



TCB-E内蔵CPUタワー4台

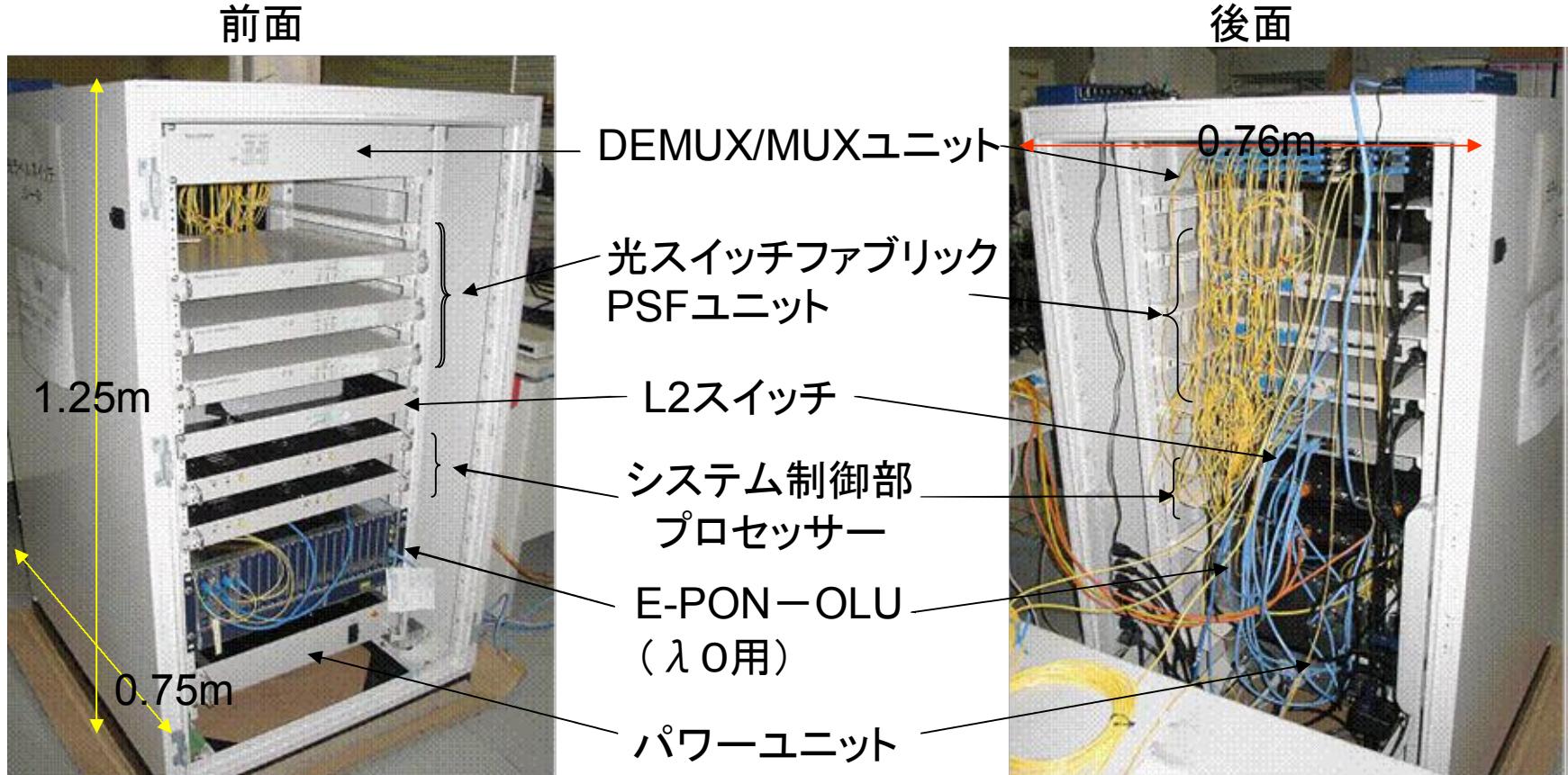


## TCB-E内蔵CPUタワー4台

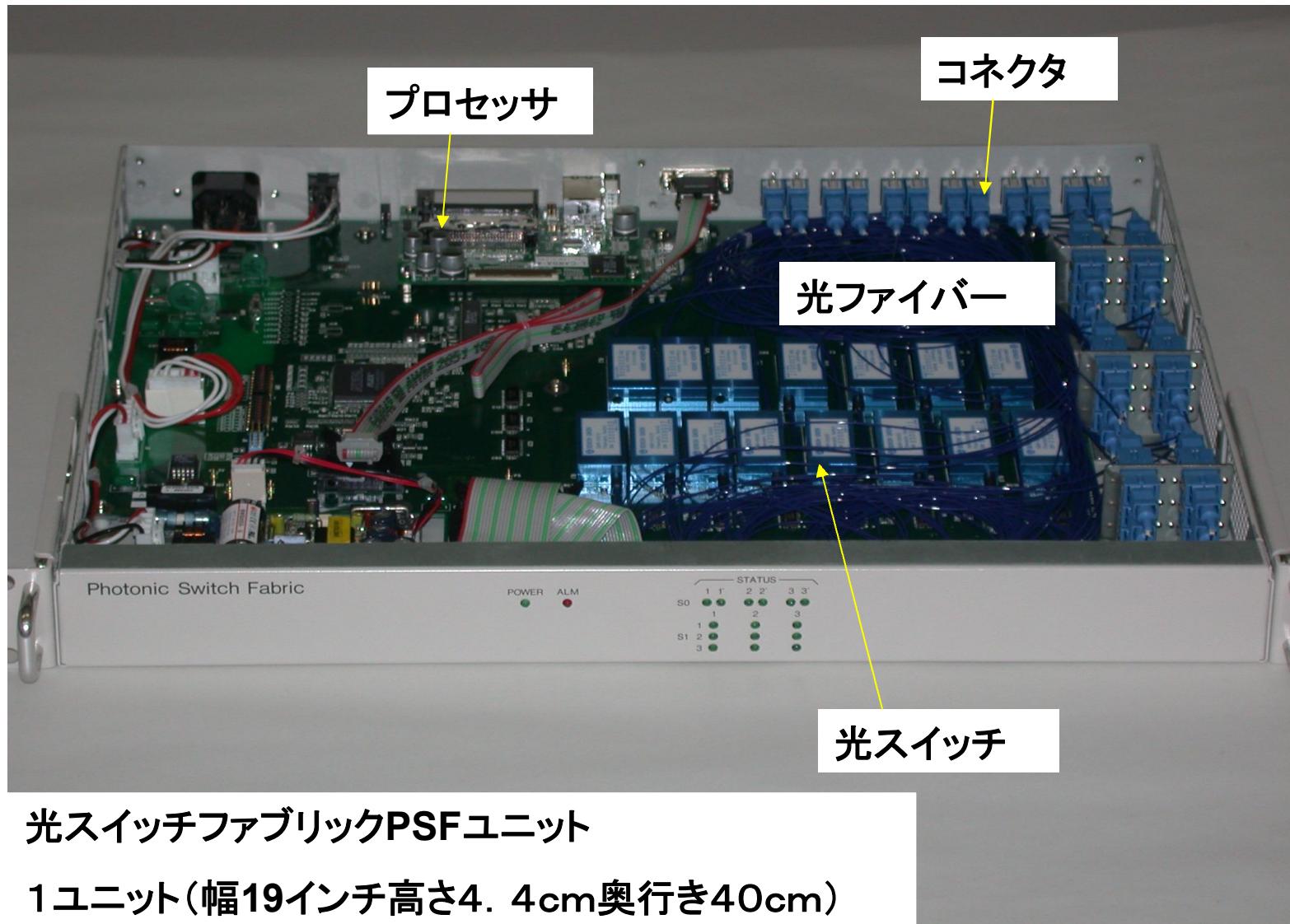
①、②、③、④



## 光ラベルスイッチルータ



## 光スイッチファブリックPSFユニットの写真



## □ 本システムによるネットワークの機能(その1)

- 1 回線交換型／パケット交換型を、端末装置(応用ソフト)が指定できる。  
⇒大容量あるいは高いQoSを要する通信は回線交換型で通信し、  
小容量で特に高いQoSを要しない通信はパケット交換型で通信する。  
QoS: Quality of Service

### 2 回線交換型ネットワーク機能

- a) 上り下りの回線が対で確保される。
- b) 1端末装置について、送受それぞれ8波長(回線)まで確保可能。
- c) 1カップラについて、同時的に確保可能な回線(波長)数はmax 8であり、それを越える要求は拒絶される。

### 3 パケット交換型ネットワーク機能

- a) パケット交換用波長(1波長)は、接続制御等の制御系用としても共用する。
- b) 制御系用以外 の帯域を同一カップラ下の端末装置で共有し、各端末装置にはトラヒック状態に応じた帯域が動的に割り付けられる。

## □ 本システムによるネットワークの機能(その2)

- 4 回線交換型／パケット交換型の選定処理は、端末装置上の応用ソフト(の通信制御部)に委ねられる。
- 5 回線交換型／パケット交換型のいずれも、ヘッダ形式はFast Ethernet に準拠する。
- 6 以下の諸事項は、今後実現する。
  - a) 拡張ネットワーク構成
  - b) パソコン以外の各種端末装置(ストレージ等)用端末アダプタ
  - c) 回線交換型ネットワークの、外部ネットワークとの相互接続機能
  - d) パケット交換型ネットワークの、外部ネットワークとの相互接続機能
  - e) 運用管理機能
  - f) 各種規格・基準への準拠およびその確認

## IV 青山学院大学でのプロトタイプ開発例

第1回エイトラムダフォーラム2004(注) 平成16年4月26日

講演「光通信技術の進展と展開」の中から抜粋

青山学院大学理工学部

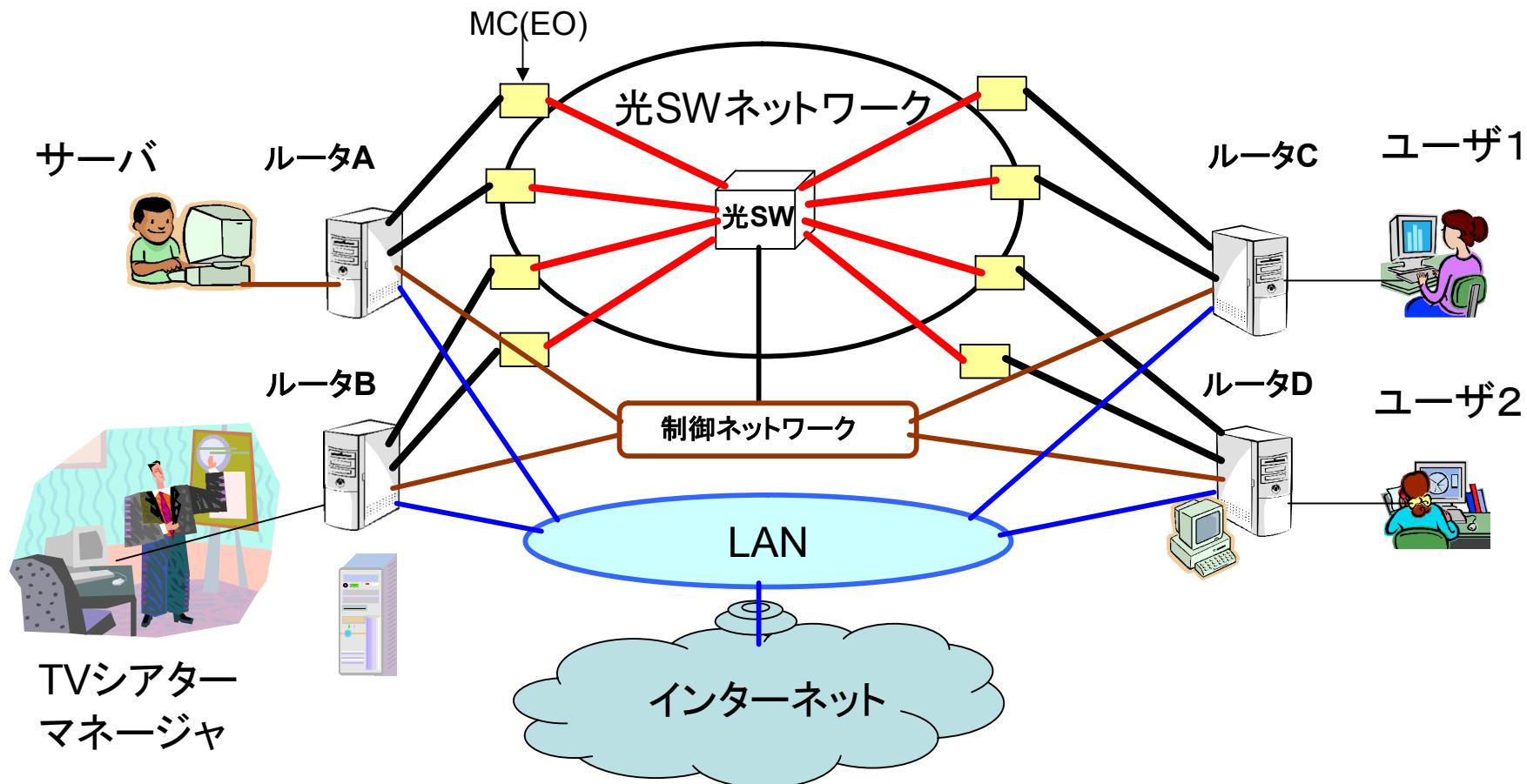
情報テクノロジー学科

水澤 純一

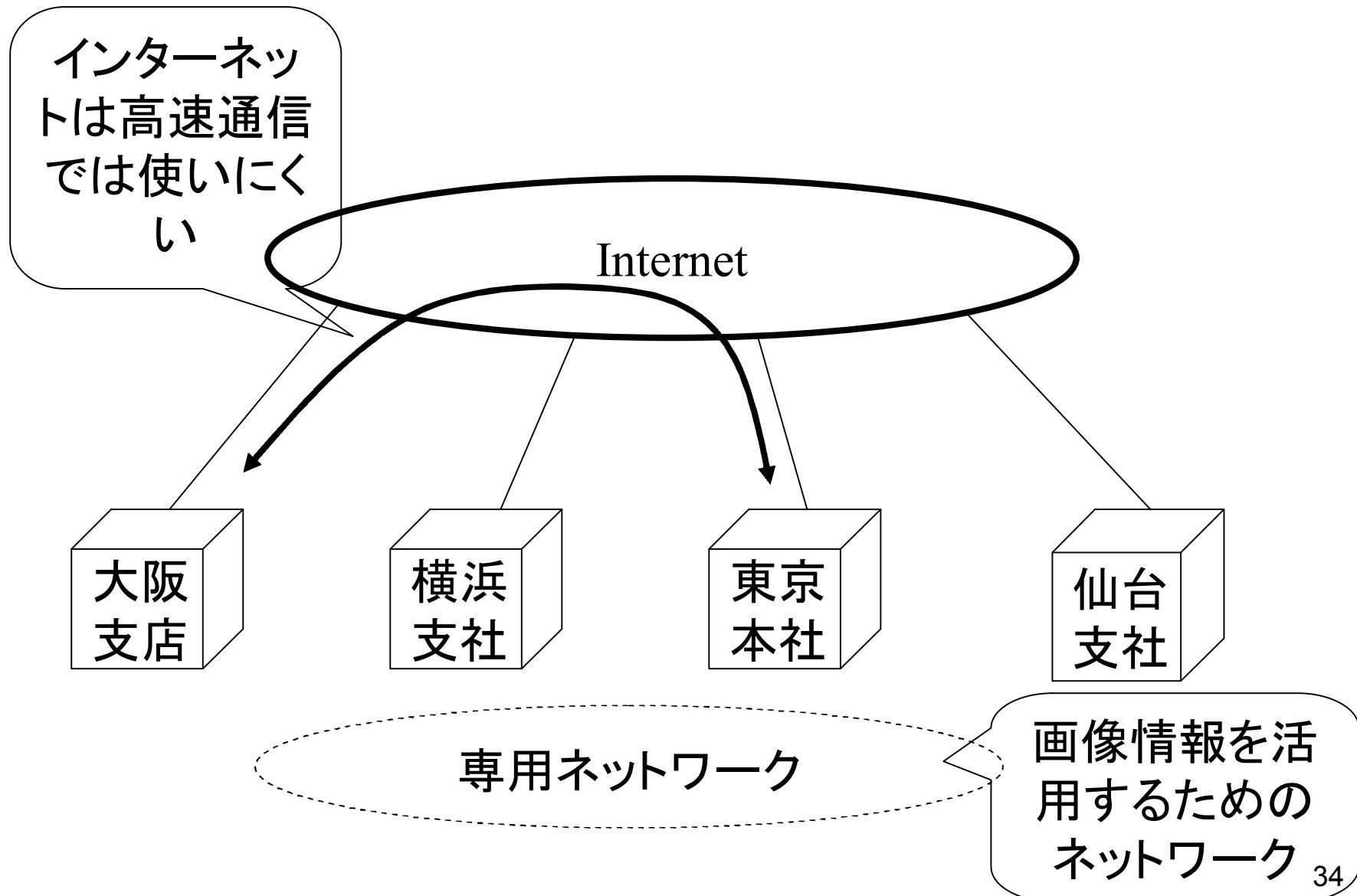
(注)エイトラムダフォーラムホームページ

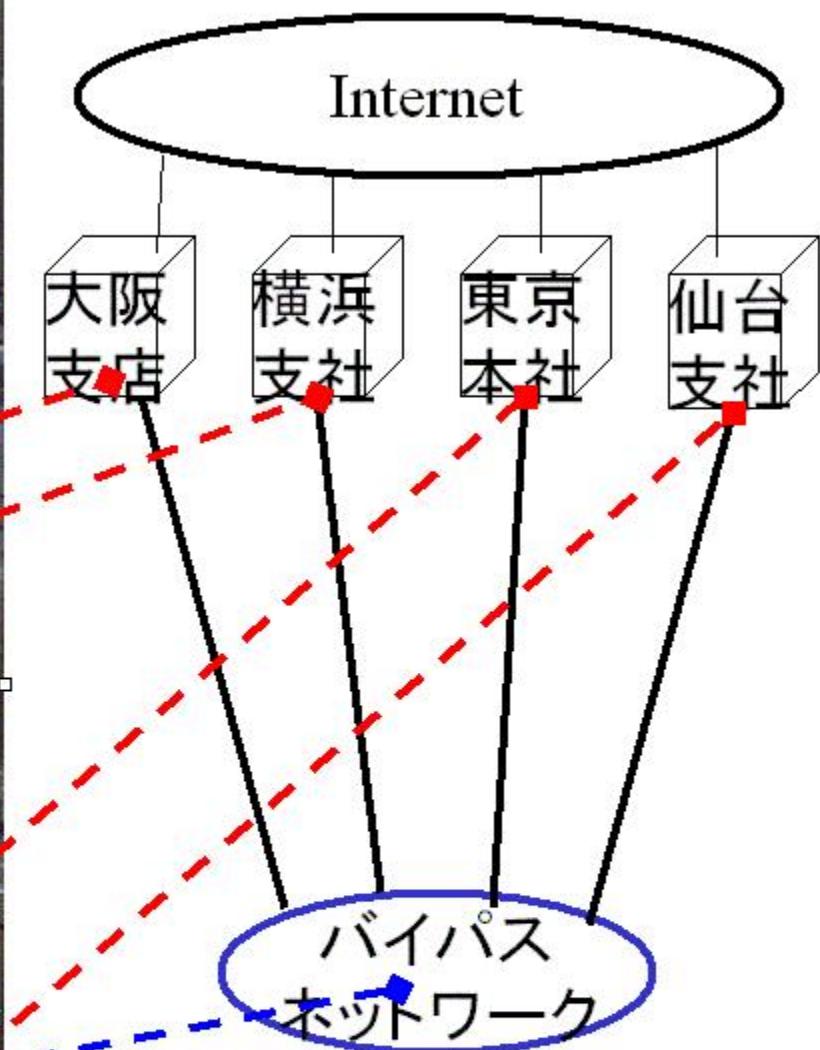
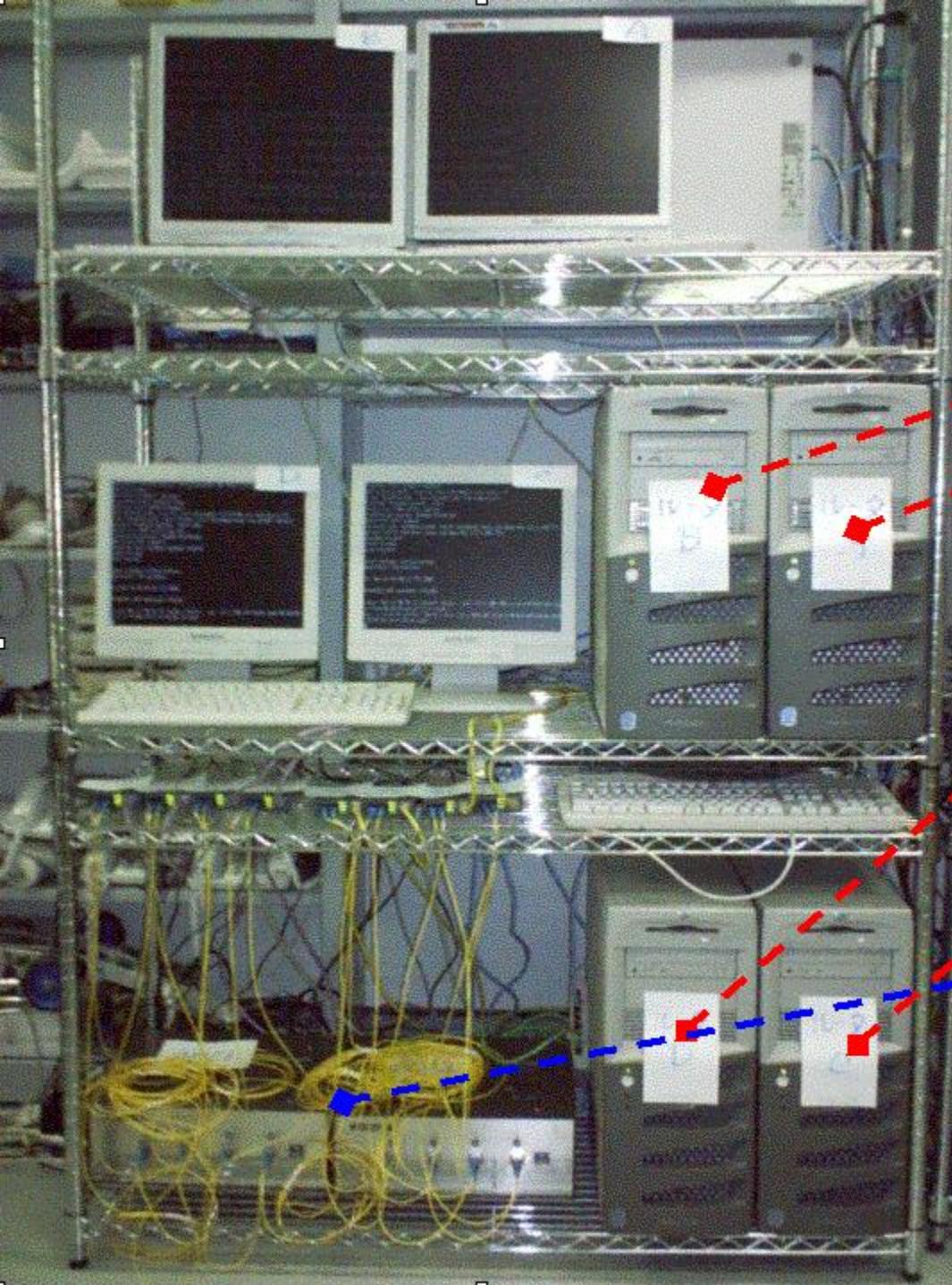
<http://www.technostream.ne.jp/~8wdm/>

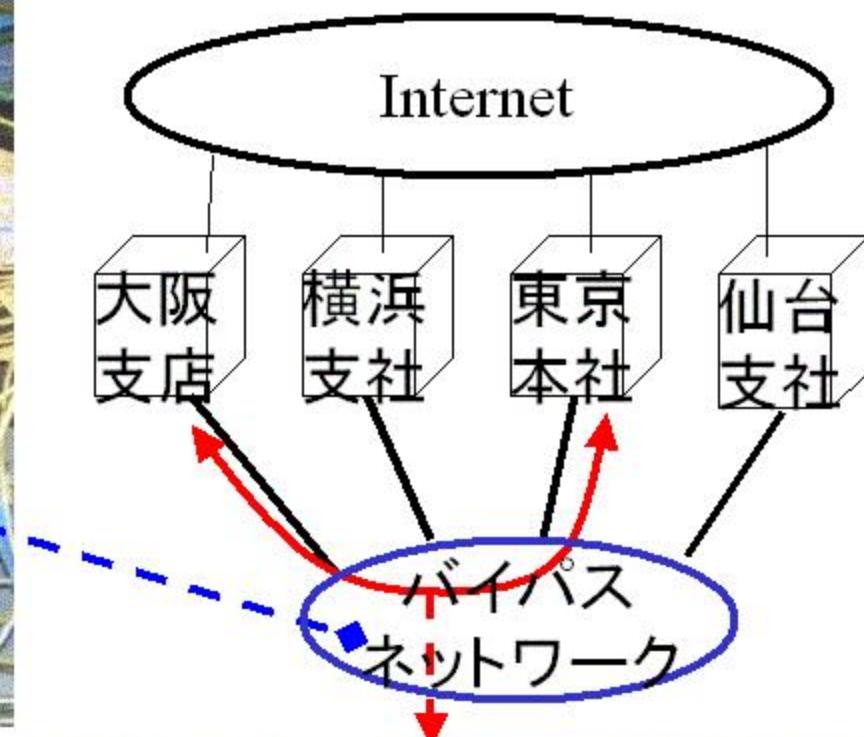
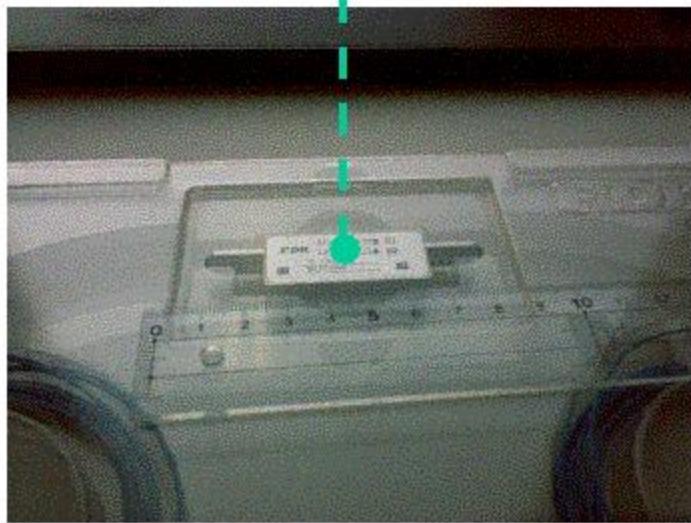
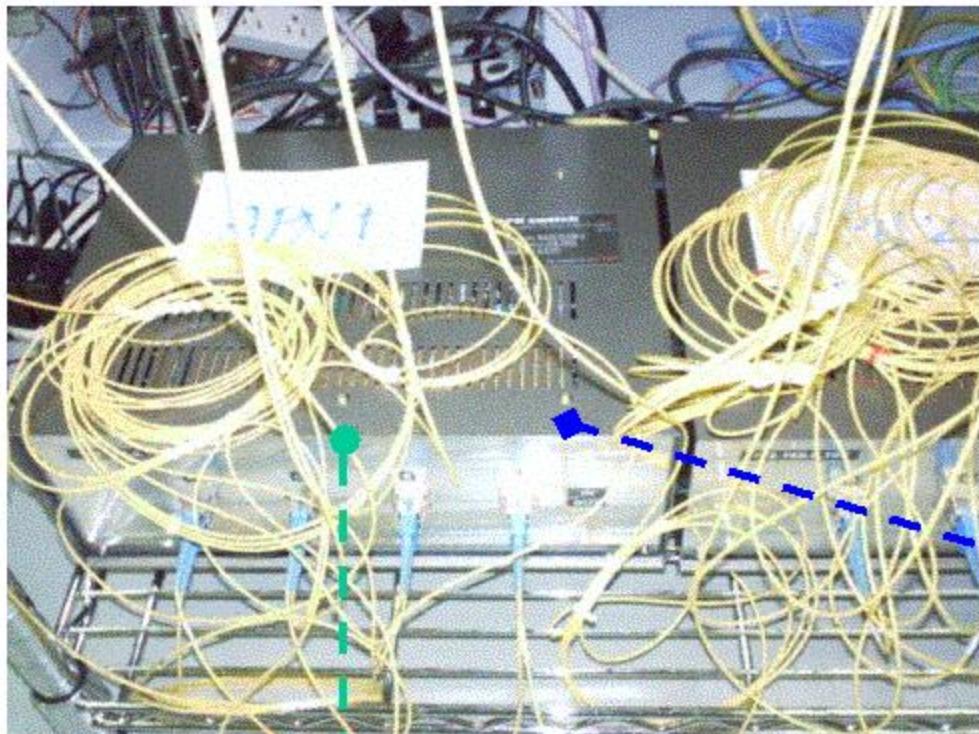
# APN -光バイパスネットワーكرー



## 商品化企画例：インターネットバイパス型専用光ネットワーク







## 青山学院大学フォトニックネットワーク(APN)のまとめ

1. 光スイッチファブリック： 4×4光スイッチをイーサネット制御駆動
2. DEL-PC4台をルータ(光パス選択)として利用  
PCのイーサネットカードからの出力をメディアコンバータに接続して  
O/E、E/O変換しファイバーに接続
3. 画像等大容量ファイルは、光バイパス回線を選択し、  
光バイパス制御およびその他は、通常のインターネット回線を使用できる  
ネットワークソフトの実現

お問合せ先：NTTアドバンステクノロジ株式会社  
経営企画本部 菅田孝之  
Tel : 0422-36-7534  
e-mail : [sugeta@hqs.ntt-at.co.jp](mailto:sugeta@hqs.ntt-at.co.jp)

注意事項：複製・転載は、ご遠慮ください