

総務省

産学官連携先端技術開発（研究主体育成型研究開発）

重点研究プロジェクトの該当分野：マルチメディアホームリンク技術

研究開発課題名

「光ファイバ/光導波路一体型宅内伝送用光モジュールの研究開発」

研究代表者：小林壮一（フォトリックサイエンステクノロジー株式会社）

研究開発の概要

本研究ではポリシランを用いて、光ファイバと高密度光回路を一体化した光導波路作製技術を確立し、経済的光モジュールを開発する。広帯域光ネットワークと宅内ホームリンクをシームレスに接続するため、光モード変換器、スプリッタモジュールを開発し、加入者系将来システムの可能性を探るため光波長合分波器を開発し、広帯域端末機器を用いてGbps家庭内情報ハイウェイの基礎となる実証実験を行う。

発表内容

1 研究開発の背景

2 本研究開発の目的

3 光デバイス研究開発成果

ポリシラン光導波回路の設計・作製・特性評価

レーザ直接露光による光導波路作製・特性評価

パッパ実装法による「光ファイバ - 光導波路一体型モジュール」の検討

光導波路経済化の検討：大面積塗布技術の開発

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果

加入者用ハブデバイス：1 × N スプリッタ型ハブ作製・伝送特性・評価

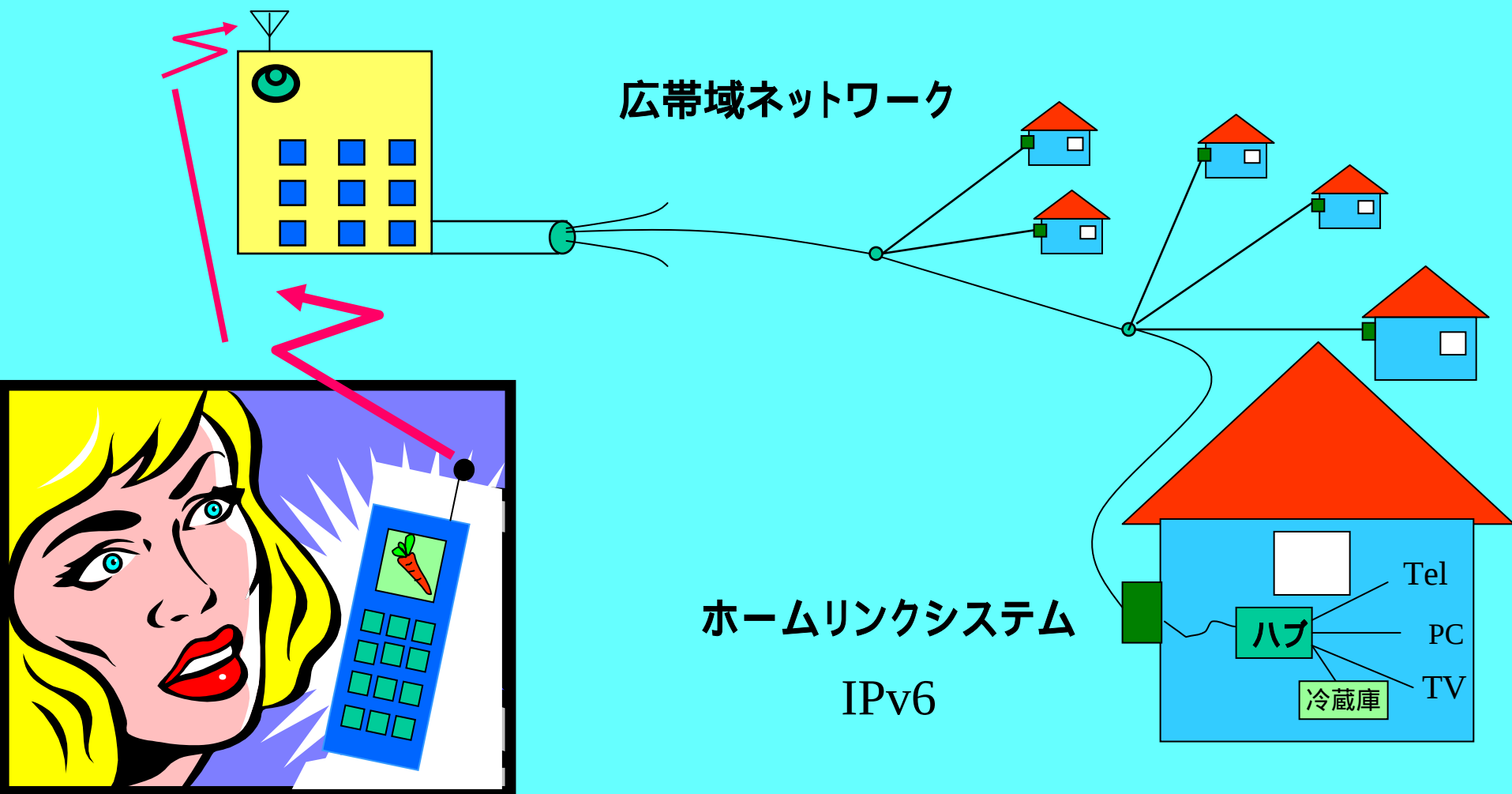
加入者用 OADM デバイス：ブラッグフィルタ型 OADM の作製・伝送特性・評価

チューナブル光源の開発：ブラッグ外部共振器による可変波長光源

5 まとめ

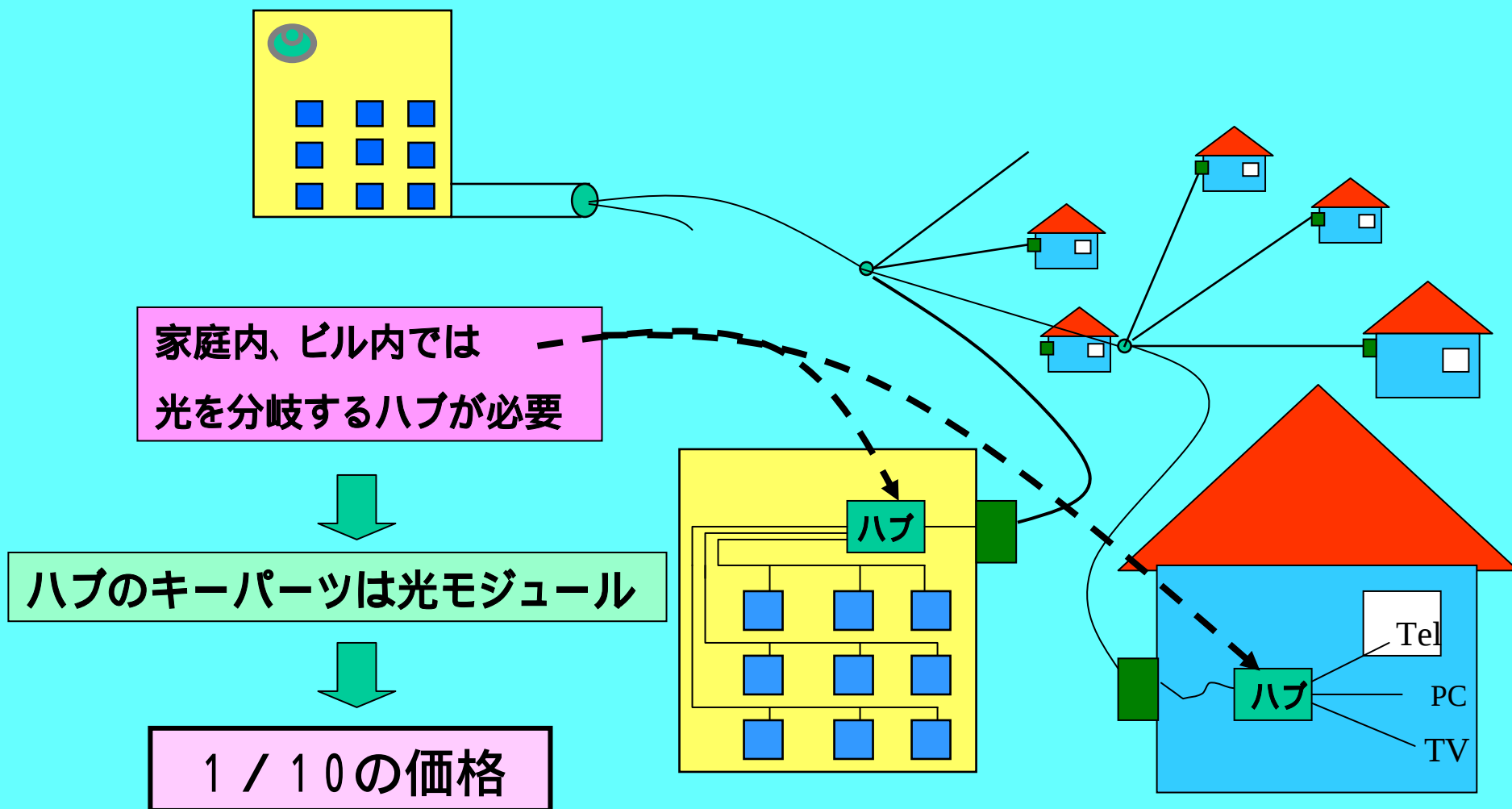
Future Communication Network Systems

広帯域ネットワークとシームレスに接続するGbpsサービス対応のホームリンクシステム(冷蔵庫の中身が携帯電話でわかる時代が来る?)



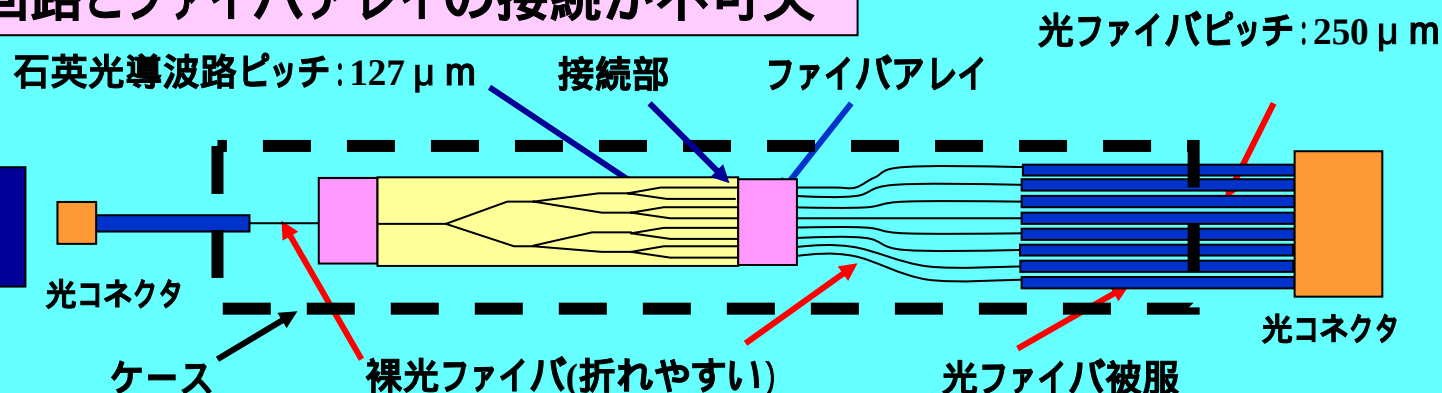
研究開発の背景

FTTH(Fiber to the home)に応える経済的光分岐ハブ
+ 経済的WDM用光デバイス



本研究開発の目的：樹脂系材料を用いて、光ファイバーと光導波路を一体化した光モジュールを開発し、従来品の1 / 10の価格で提供すること。

従来法：光導波回路とファイバアレイの接続が不可欠



**石英系光導波路
モジュール**

従来の光モジュールの課題

高価(光導波回路、接続部)
裸光ファイバ(ピッチ変換のため
折れやすい)
組み立て工数が多い(高価)

本研究の特徴

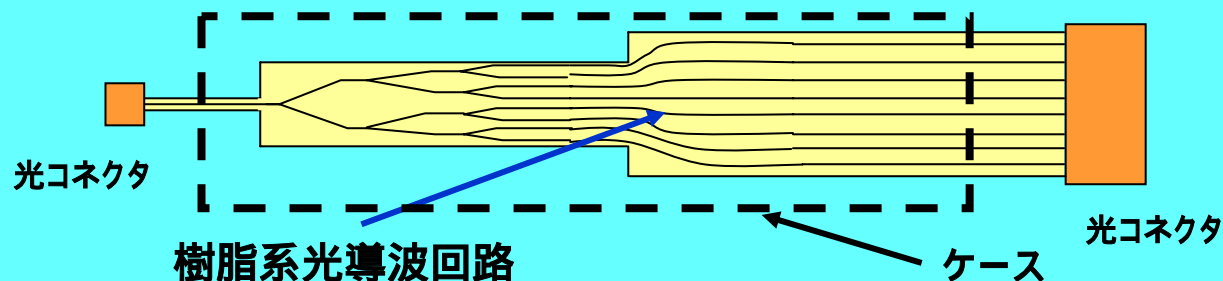
ローコストな材料・光導波路製法
光ファイバと光導波路が一体
(信頼性向上、歩留まり向上)
実装時間の節約(安価)

**光モジュール
コスト**

1 / 10

本研究開発：ファイバアレイが不要、接続工程が不要

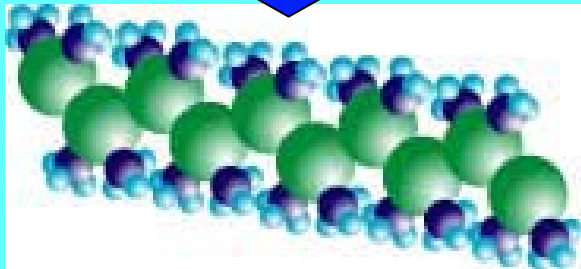
**樹脂系光ファイバ一体型
光導波路モジュール +
OADM**



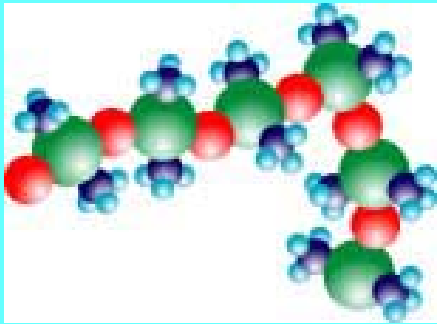
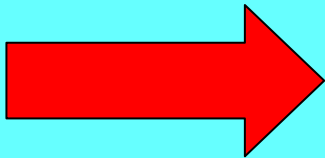
ポリシラン光導波回路の設計・作製・特性評価

Polysilane Photo-bleaching Technology

UV light

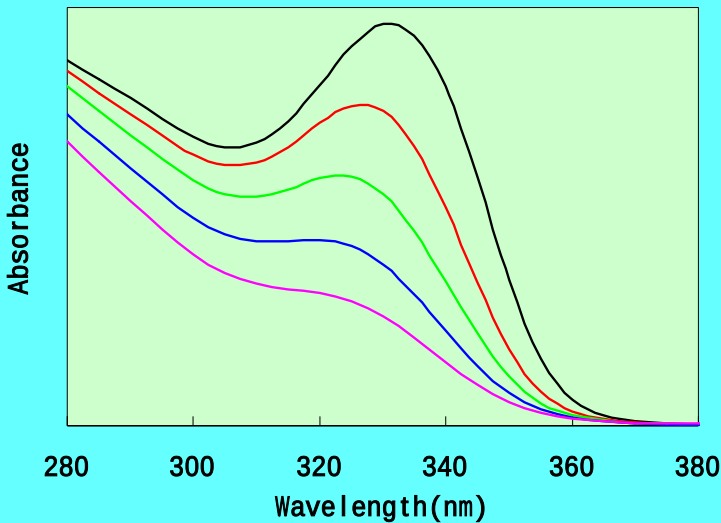


Polysilane



Polysiloxane

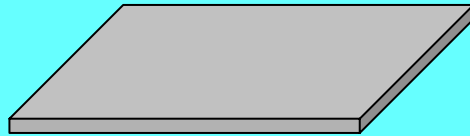
● : Silicon ● : Hydrogen (H)
● (Si) : Carbon (C) ● : Oxygen (O)



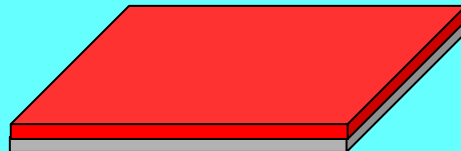
- Refractive index decreased by Photo-bleaching w/UV light exposure
- UV absorption in 300-350nm

1×N スプリッタ回路作製工程

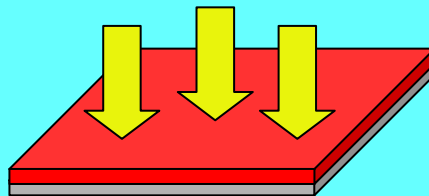
4inch Si wafer



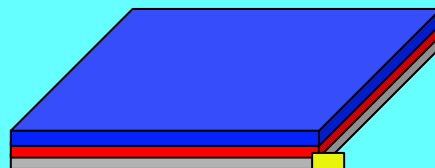
UC formed



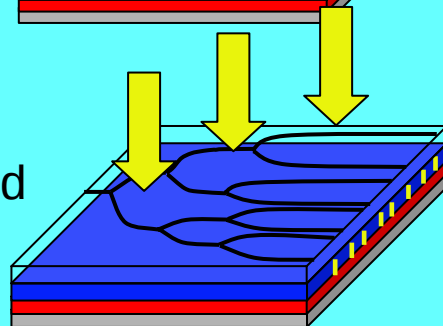
UC exposure



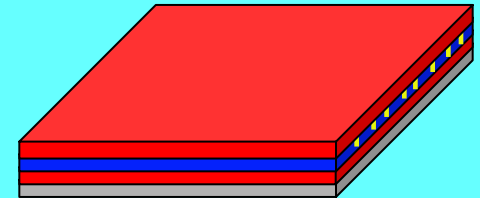
Core formed



Core patterned



OC formed



	Refractive index (@633 nm)	Thickness (μm)
OC	1.55	12
Core	1.57	4
UC	1.55	12

$n=1.2\%$

Core size $4\mu\text{m}^2$

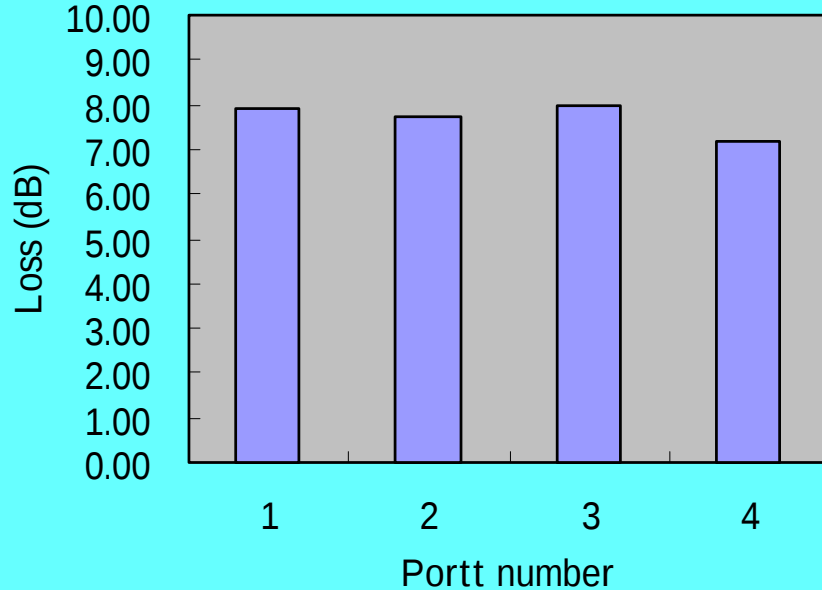
Waveguide length 3cm(Straight)

1.5cm(1×8 Splitter)

ポリシラン光導波路1×Nスプリッタ光学特性

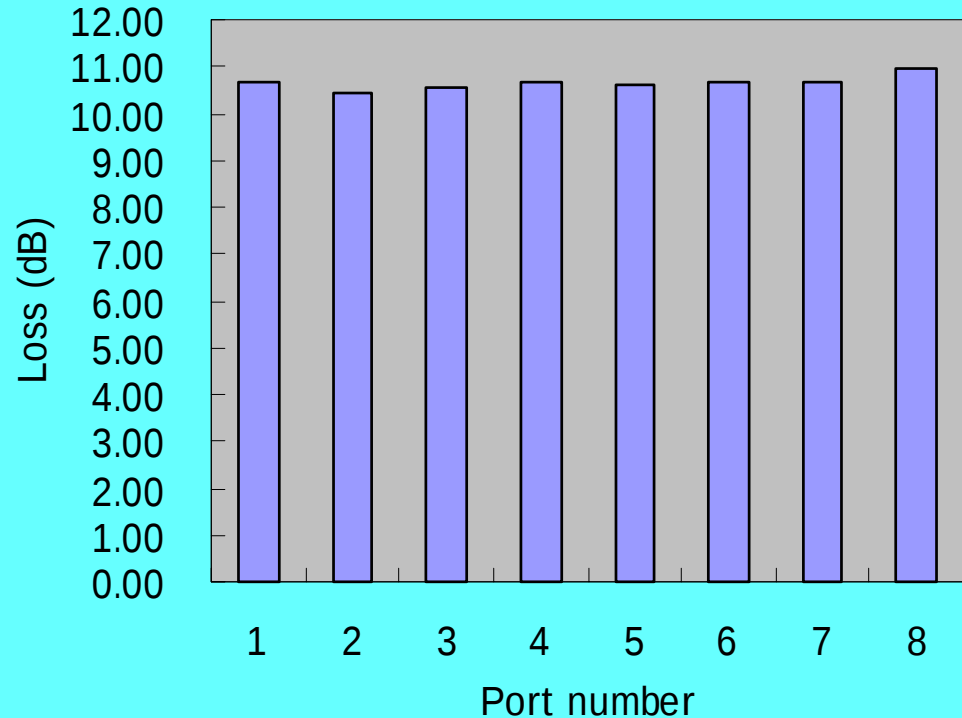
直線伝搬損失: 0.64dB/cm

1×4 スプリッタ



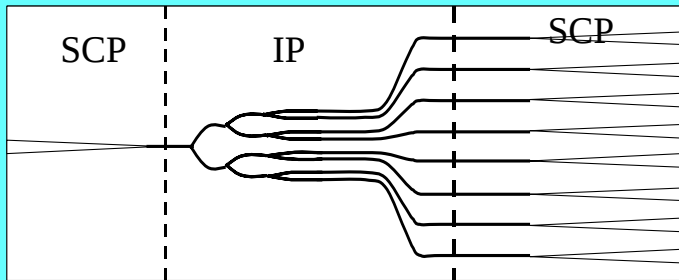
測定波長: 1.55 μm
平均挿入損失: 7.67dB
(Min: 7.2dB Max: 7.9dB)
ユニフォーミティ: 0.7dB

1×8 スプリッタ



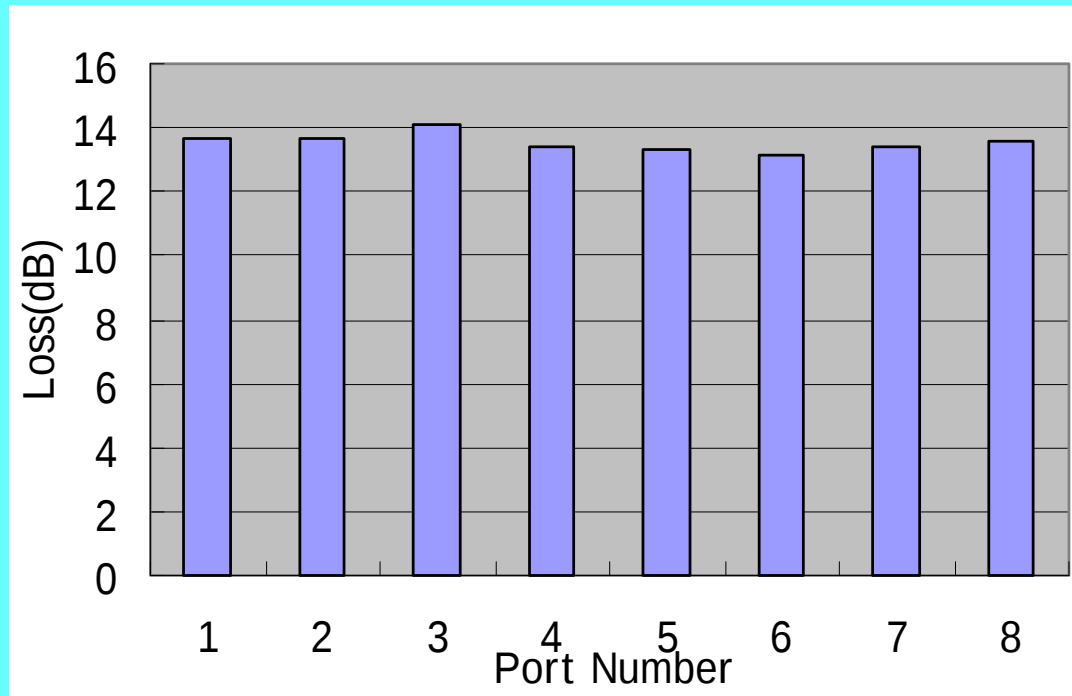
測定波長: 1.55 μm
平均挿入損失: 10.65dB
(Min: 10.43dB Max: 10.93dB)
ユニフォーミティ: 0.5dB

スポットサイズ変換付きポリシラン1×8 スプリッタ光学特性評価



IP:integration parts

SCP:spot-size conversion parts



測定波長: 1.55 μ m

平均挿入損失:13.5dB

(Min:13.1dB Max:14.0dB)

ユニフォーミティ:0.9dB

レーザ'直接露光による光導波路作製・特性評価

UV laser direct drawing system

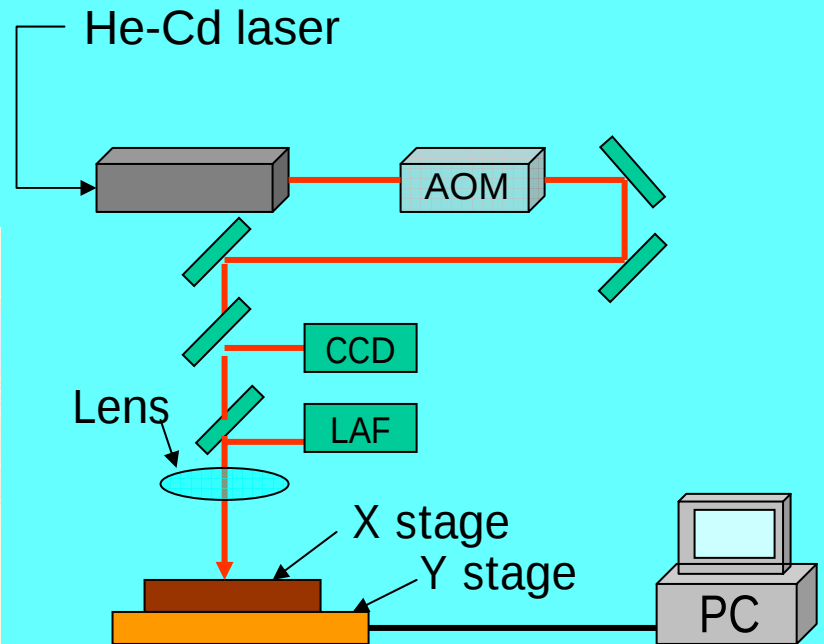
UV laser direct drawing machine



Direct drawing section



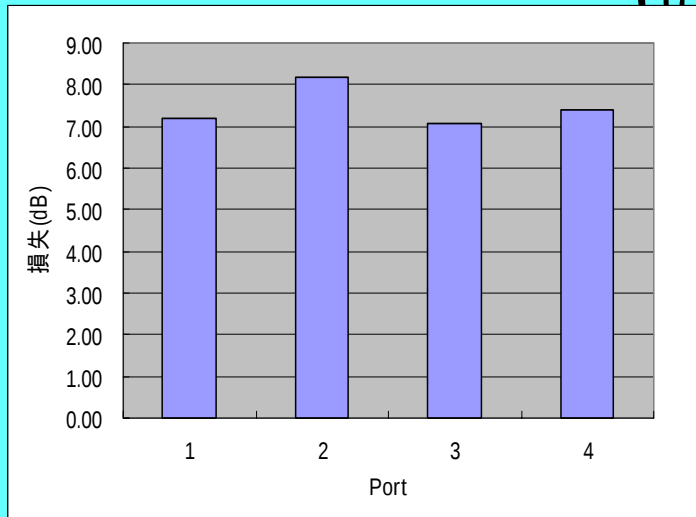
Waveguide data input section



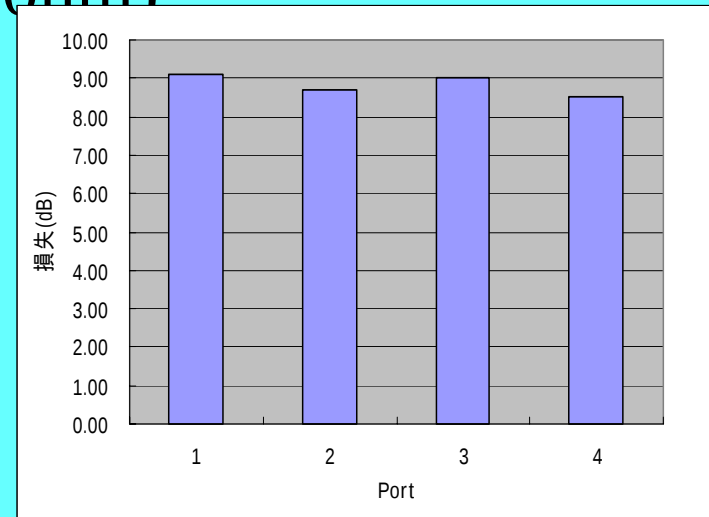
Optical system for UV laser direct drawing machine

Drawing speed and laser power controlled.
He-Cd laser wavelength : 325 nm

1 × 4光分岐導波回路の損失測定結果 (@1550nm)

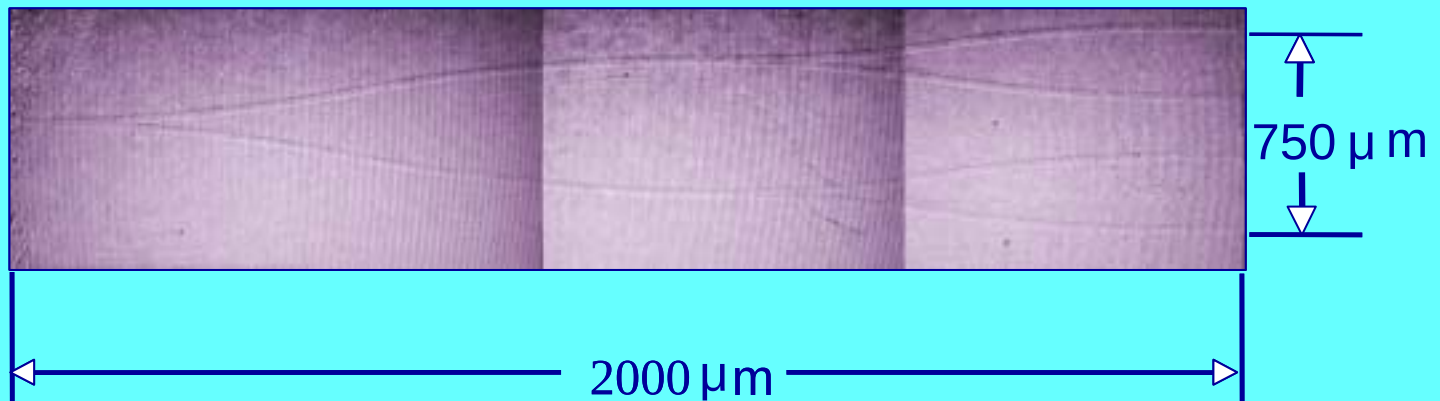


20倍対物レンズでの描画
平均挿入損失: 7.47dB
ユニフォーミティ: 1.1dB



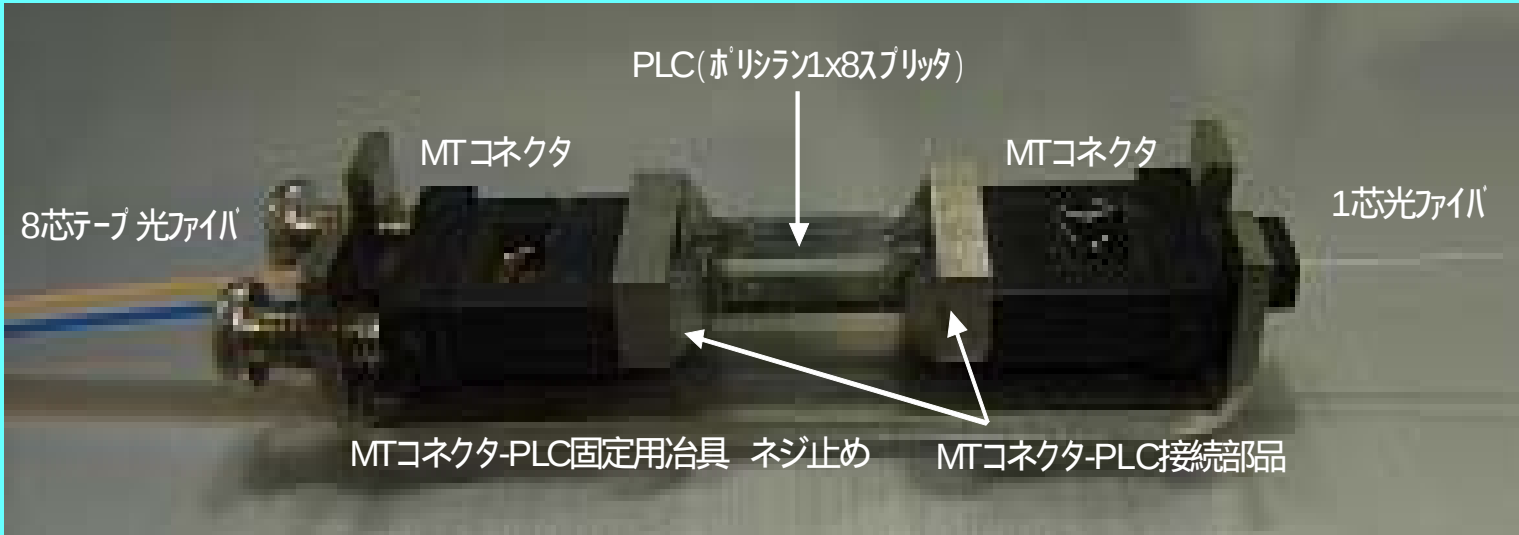
100倍対物レンズでの描画
平均挿入損失: 8.83dB
ユニフォーミティ: 0.58dB

1x4 optical splitter

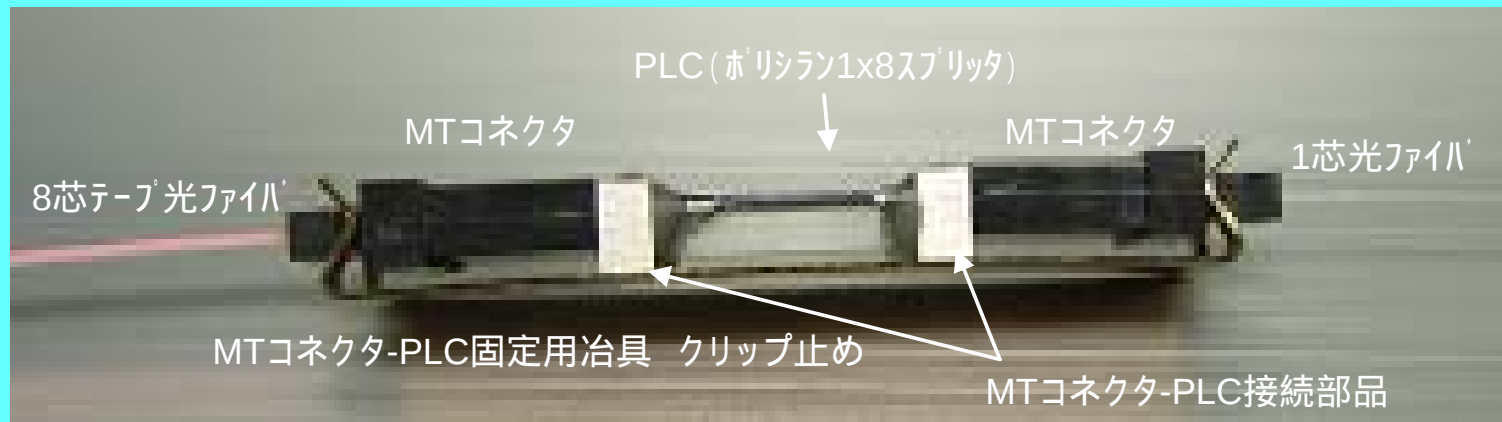


3 光デバイス研究開発成果

パッシブ実装法による「光ファイバ - 光導波路一体型モジュール」の検討



ネジ止め型



クリップ型

3 光デバイス研究開発成果

パッシブ実装法による「光ファイバ - 光導波路一体型モジュール」の検討

信頼性試験データ

- 試験品 パッシブアライメントサンプル(MTネジ式)、1×8タイプ
- 試験条件 ヒートサイクル試験(85 ～ -40)
- n数 1台
- 測定波長 1550nm
- 試験結果

(単位: dB)

項 目	ポートNo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
試験前挿入損失	15.9	15.3	14.7	17.1	19.0	15.5	17.2	17.3
試験100サイクル後挿入損失	15.8	15.8	15.7	16.7	19.1	16.2	16.8	16.8
挿入損失変動値	-0.1	0.5	1.0	-0.4	0.1	0.7	-0.4	-0.5
試験200サイクル後挿入損失	16.0	15.8	15.6	16.9	19.1	16.3	17.0	16.7
挿入損失変動値	0.1	0.5	0.9	-0.2	0.1	0.8	-0.2	-0.6

ネジ式1×8モジュール

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果

光導波路経済化の検討：大面積塗布技術の開発

スキージコータの開発による大面積均一塗布技術を開発。A4版フィルムで膜圧分布 $< \pm 5\%$ を達成。

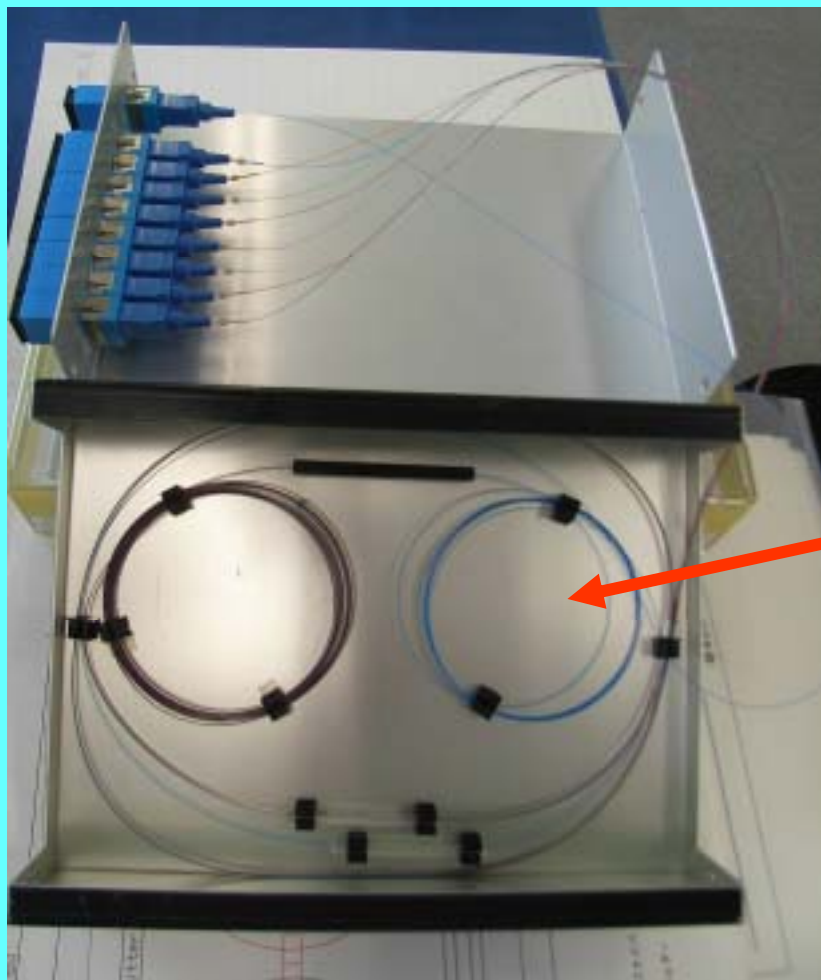


部分塗布フィルム **全面塗布フィルム**
(塗布装置を用いた材料滴下) (マニュアル滴下)



スキ - ジコータ装置

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果 光デバイス研究開発成果 加入者用ハブデバイス：1 x Nスプリッタ型ハブ作製・ 性能評価・評価



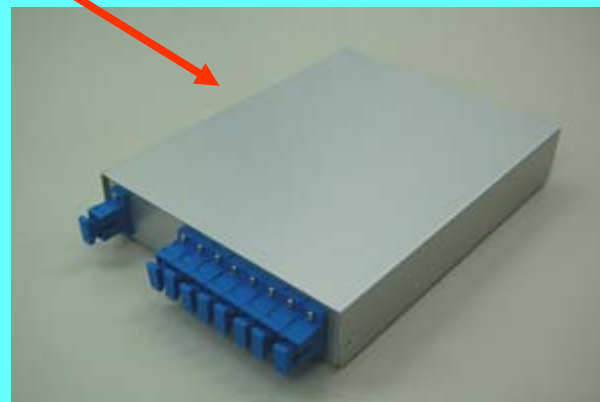
ホリゾン1 x 8 スプリッタハブ特性

平均挿入損失: 12.65 dB

偏波依存損失: < 1 dB

ハブ化による過剰損失: 2 dB

ホリゾン1 x 8 スプリッタハブ

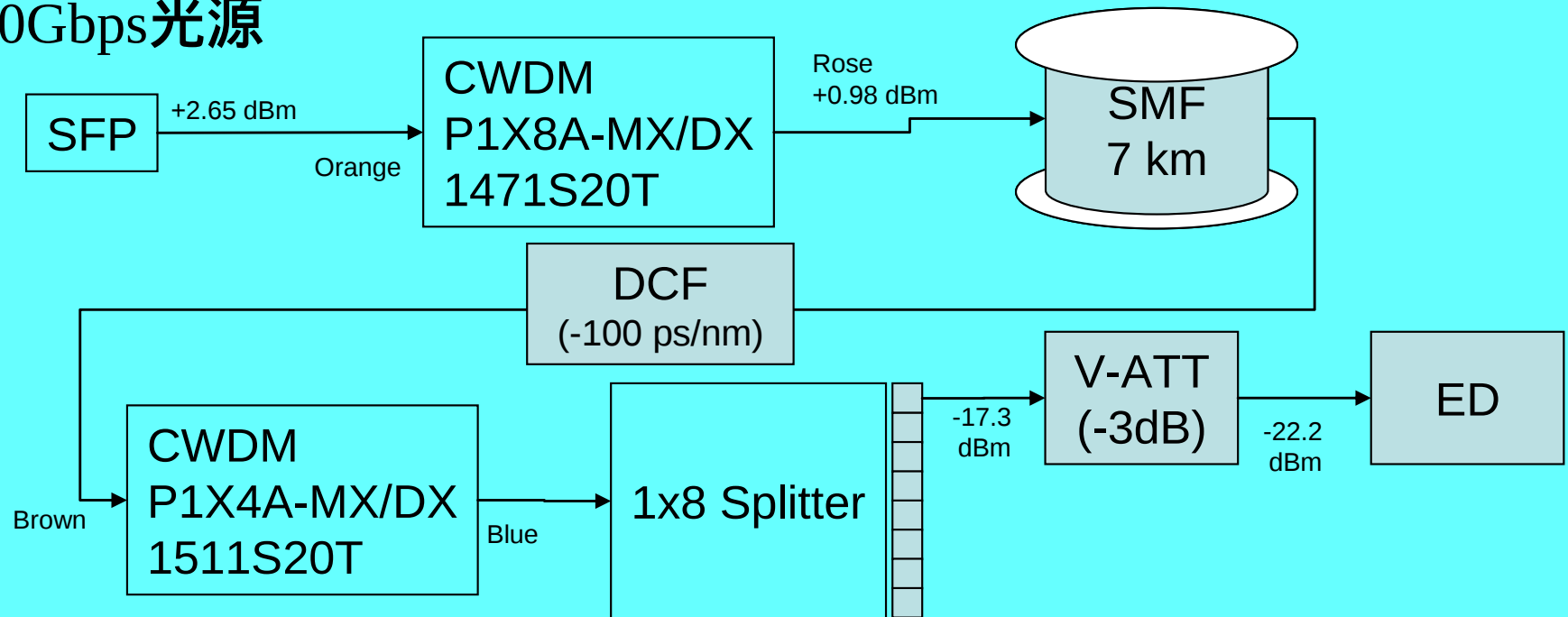


4 マルチメディアホームリンク技術開発成果

加入者用ハブデバイス：1×Nスプリッタ型ハブ作製・
伝送特性用実験系（机上検討）

1Gbps光源

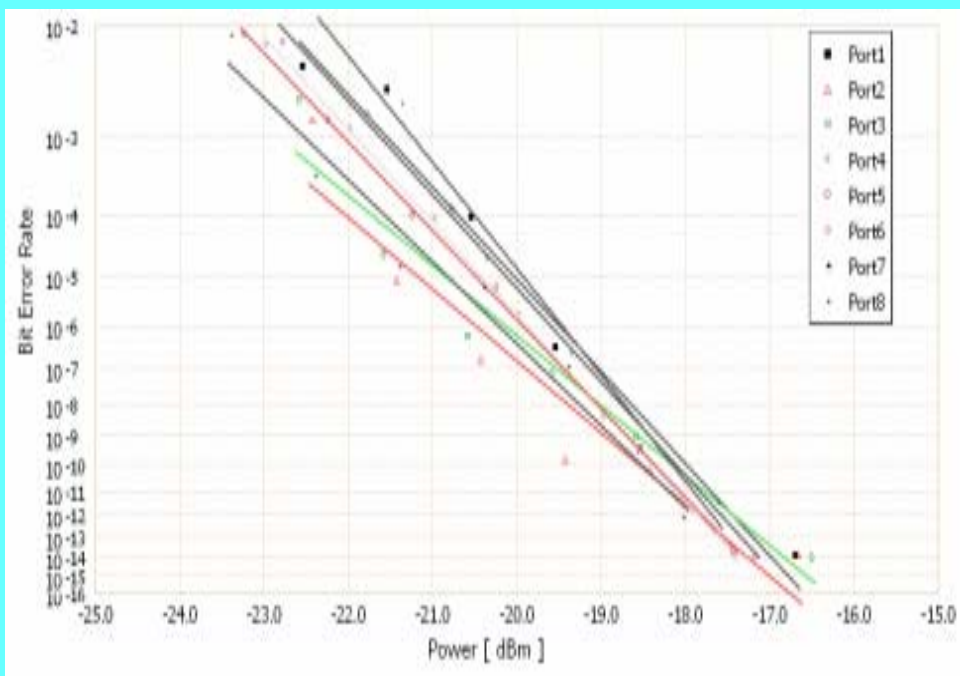
10Gbps光源



4 マルチメディアホームリンク技術開発成果 光デバイス研究開発成果

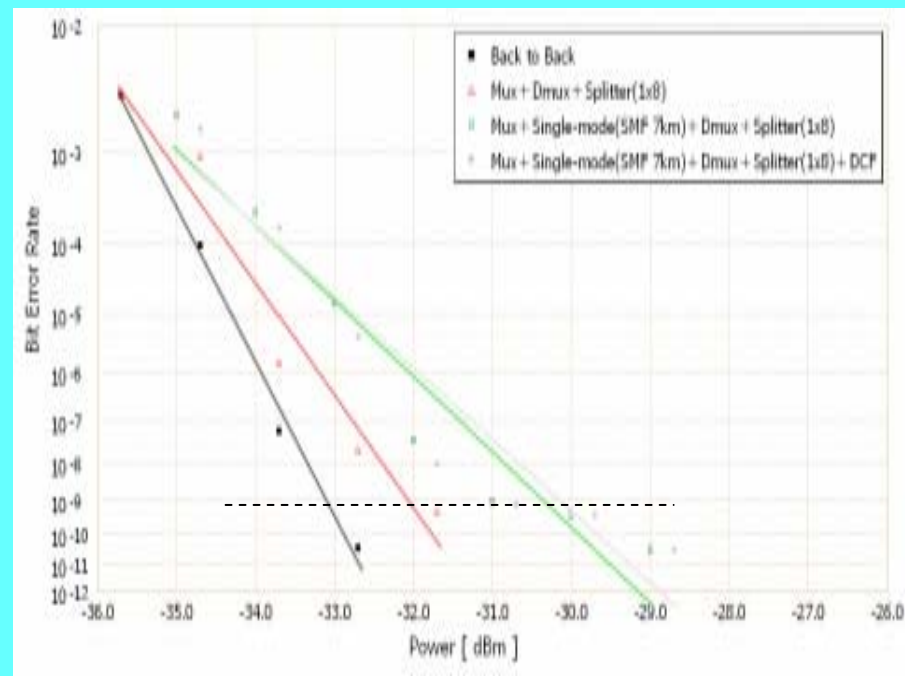
加入者用ハブデバイス：1×Nスプリッタ型ハブ作製・伝送特性・評価

変調周波数：10Gbps



ポリシラン1x8光スプリッタハブのBER
測定結果（各ポートのBER）

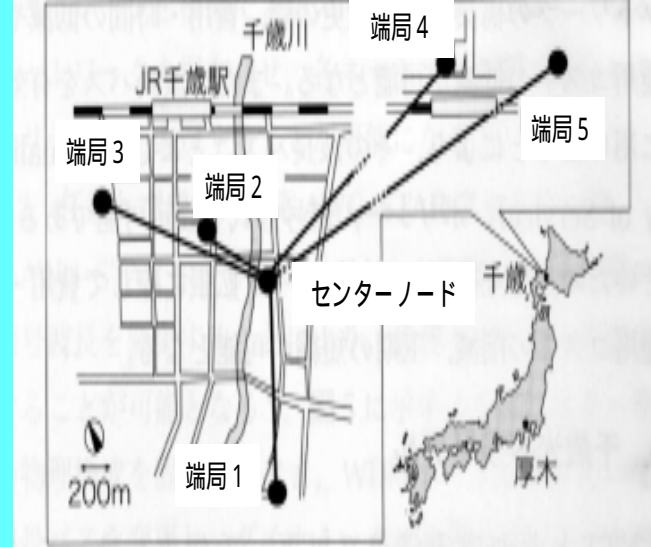
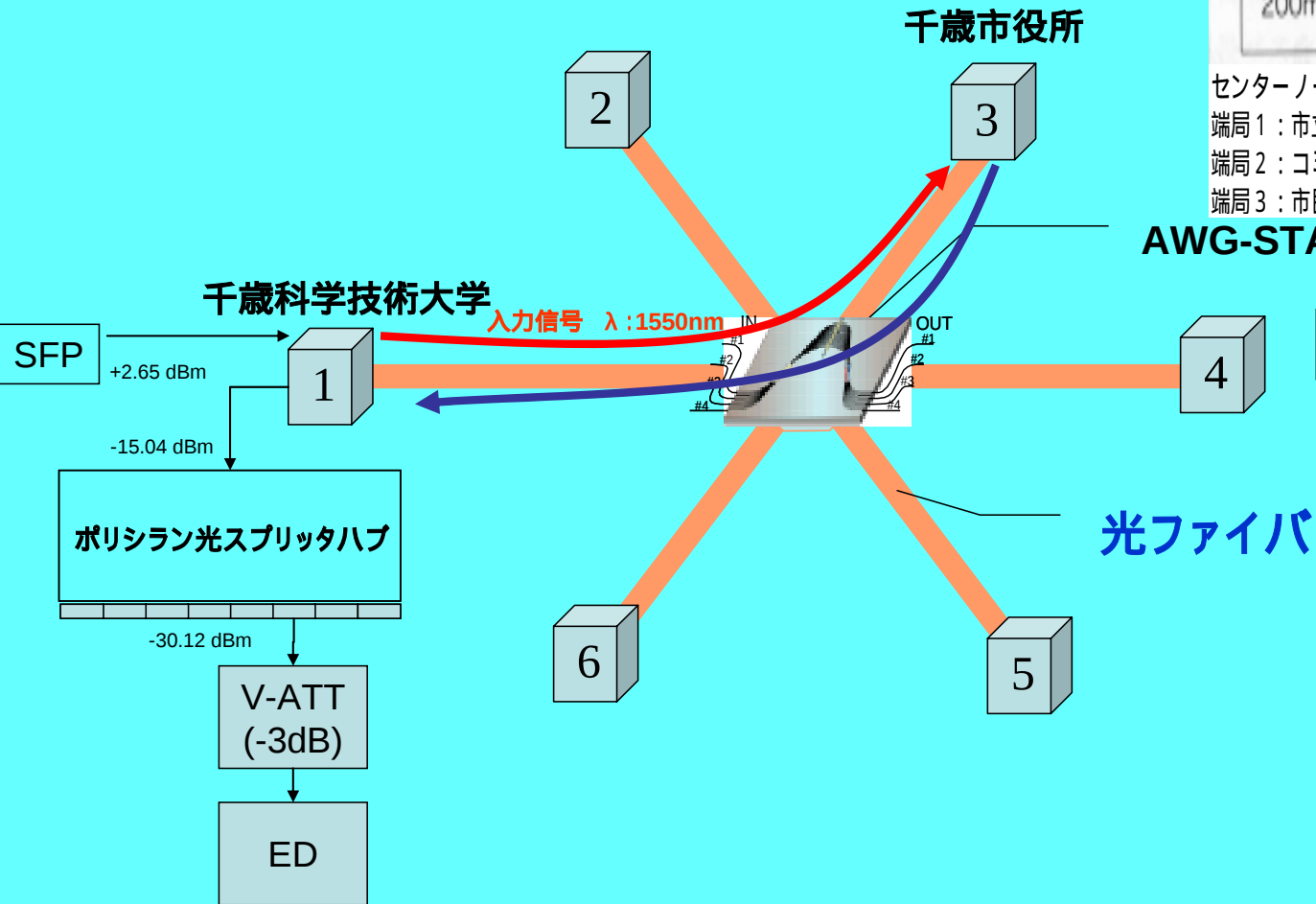
変調周波数：1Gbps



各デバイスを用いた室内BER測定結果
BとB、 Mux+Demux+Splitter、
Mux+SMF(7 km) + Demux+Splitter
、 Mux+SMF(7 km) + Demux+Splitter
+ DCF

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果 千歳トライアルAWG-STAR網を用いた1×8スプリッタ型ハブ伝送特性・評価

AWG-STAR網 + ポリシラン光スプリッタハブを用いたフィールド実験構成図



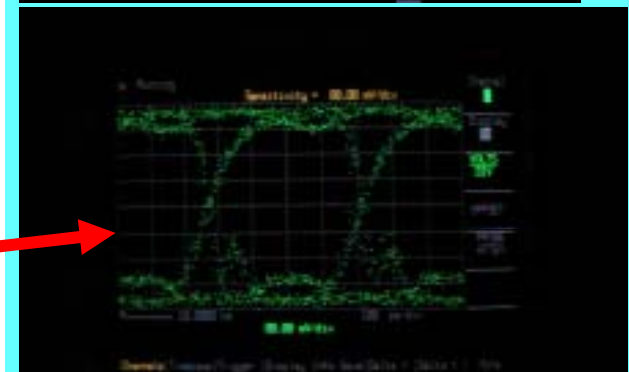
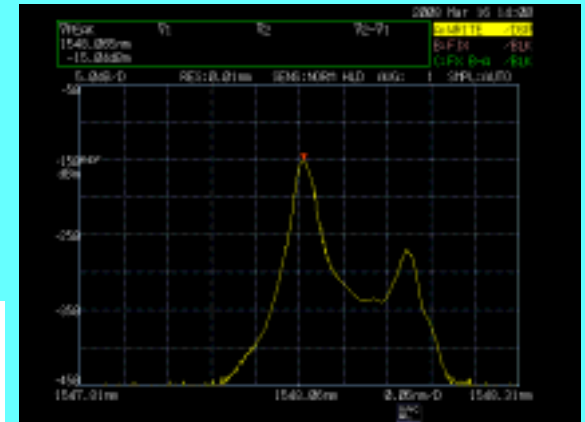
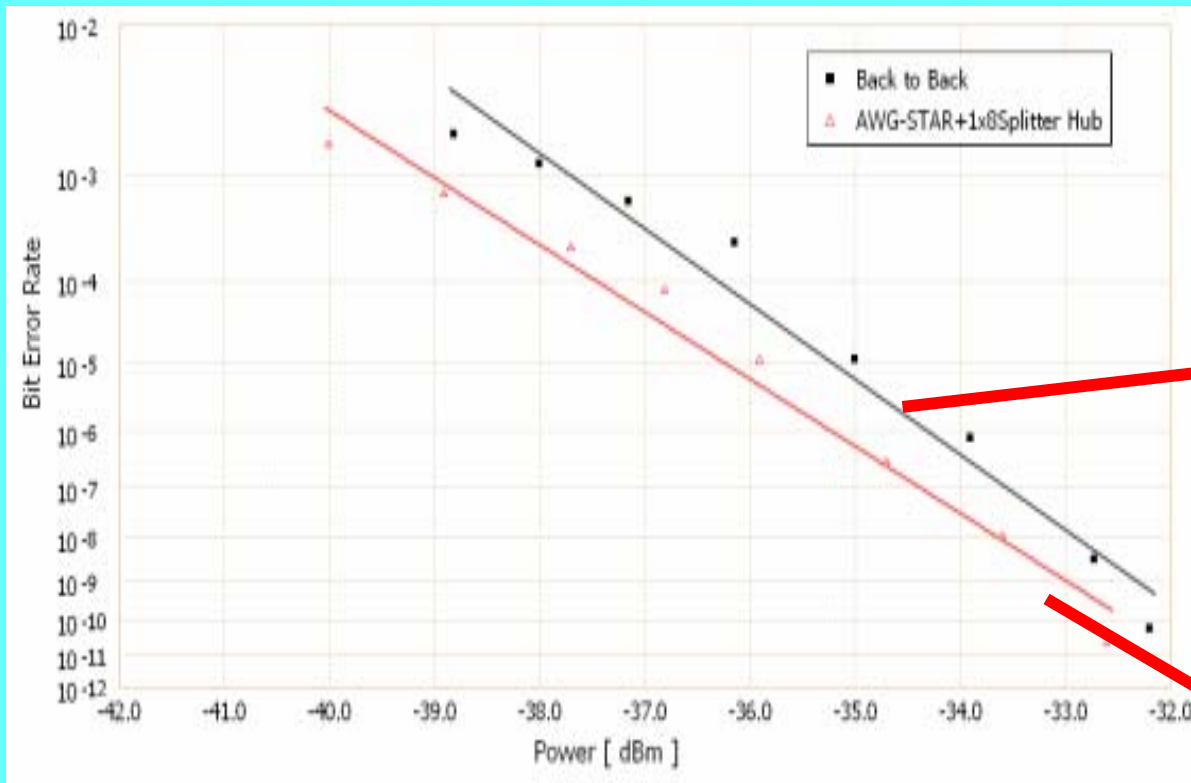
センターノード: 千歳市役所
端局 1: 市立図書館
端局 2: コミュニティセンター
端局 3: 市民文化センター
端局 4: アルカディアプラザ
端局 5: 千歳科学技術大学

AWG-STAR

千歳トライアルAWG-STAR網

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果 光デバイス研究開発成果 加入者用ハブデバイス：1×8スプリッタ型ハブ作製・伝送特性 (フィールド実験)

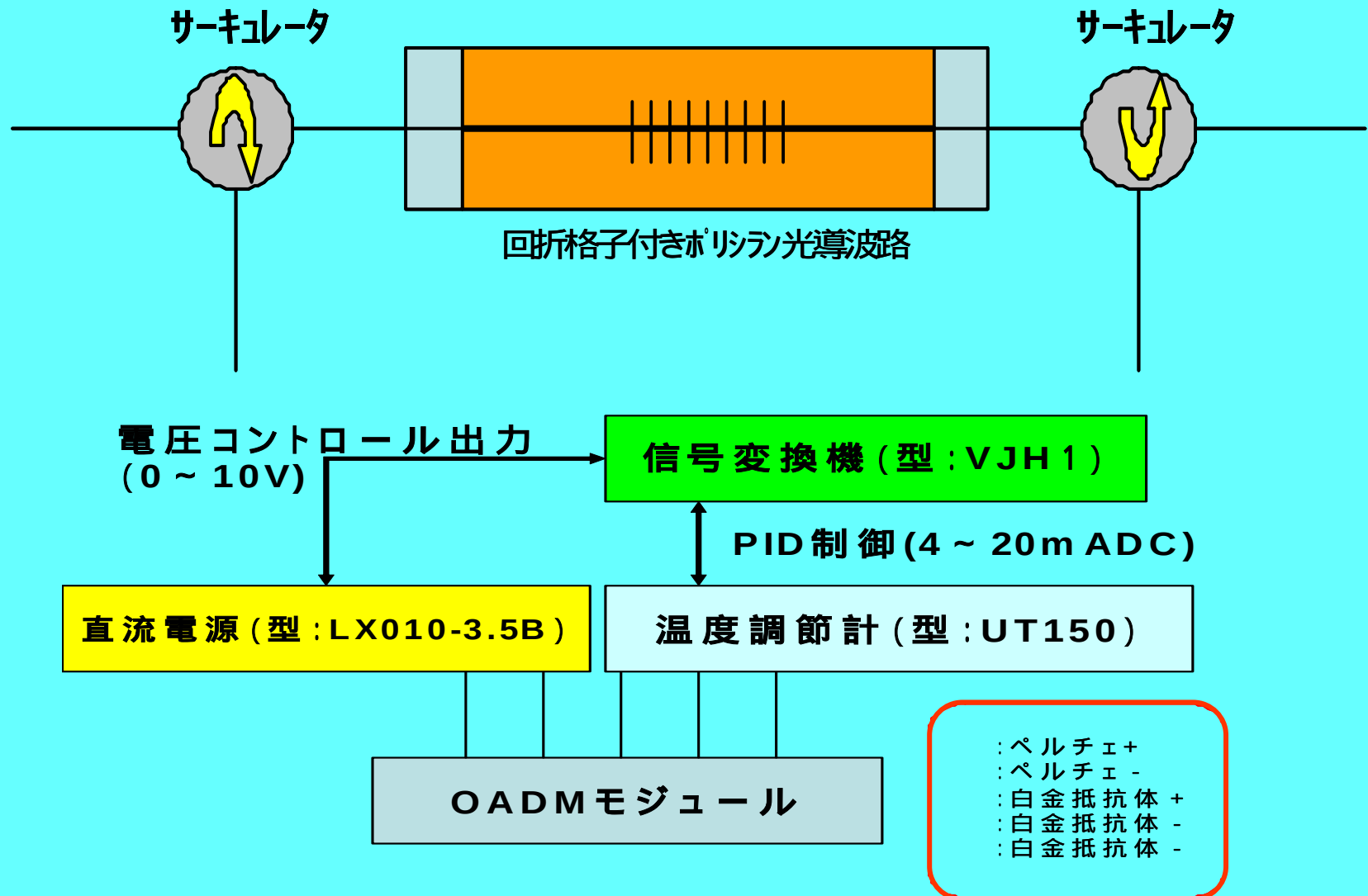
* 1Gbps光源のスペクトルが広く分散効果により伝送特性が改善されていると思われる。



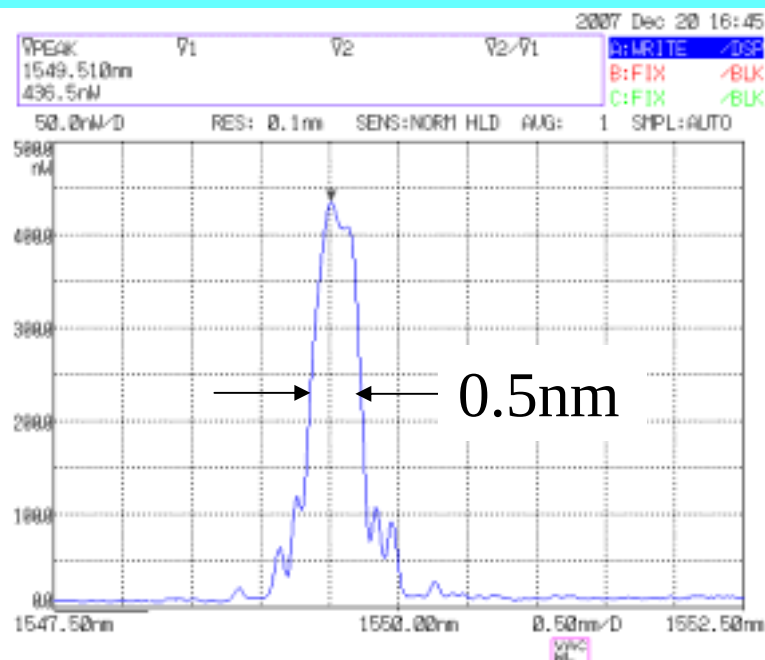
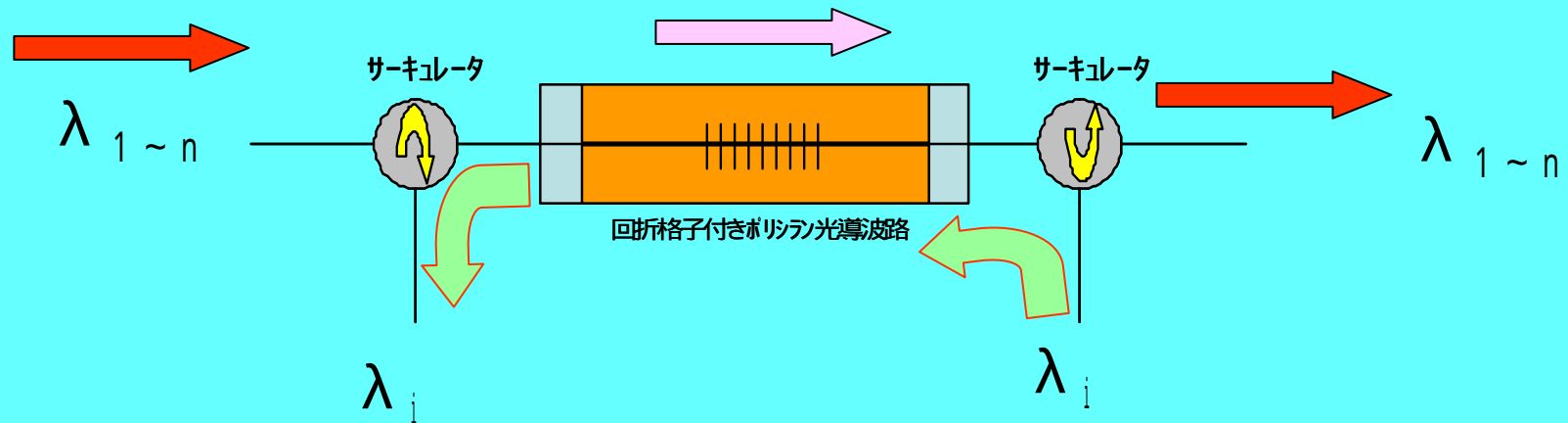
AWG-STAR網 + 1×8スプリッタハブを用いた
フィールド実験構成系を用いたBER測定結果

4 マルチメディアホームリンク技術開発成果 光デバイス研究開発成果

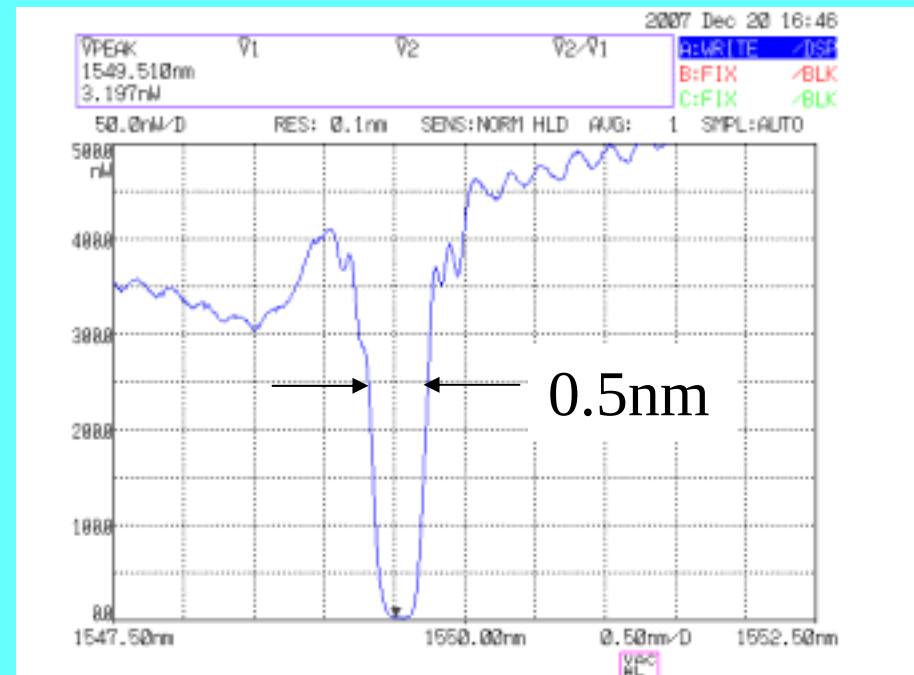
加入者用OADMデバイス：ブラッグフィルタ型OADMの作製・
伝送特性・評価



ブラッグフィルタ型OADMの作製・評価

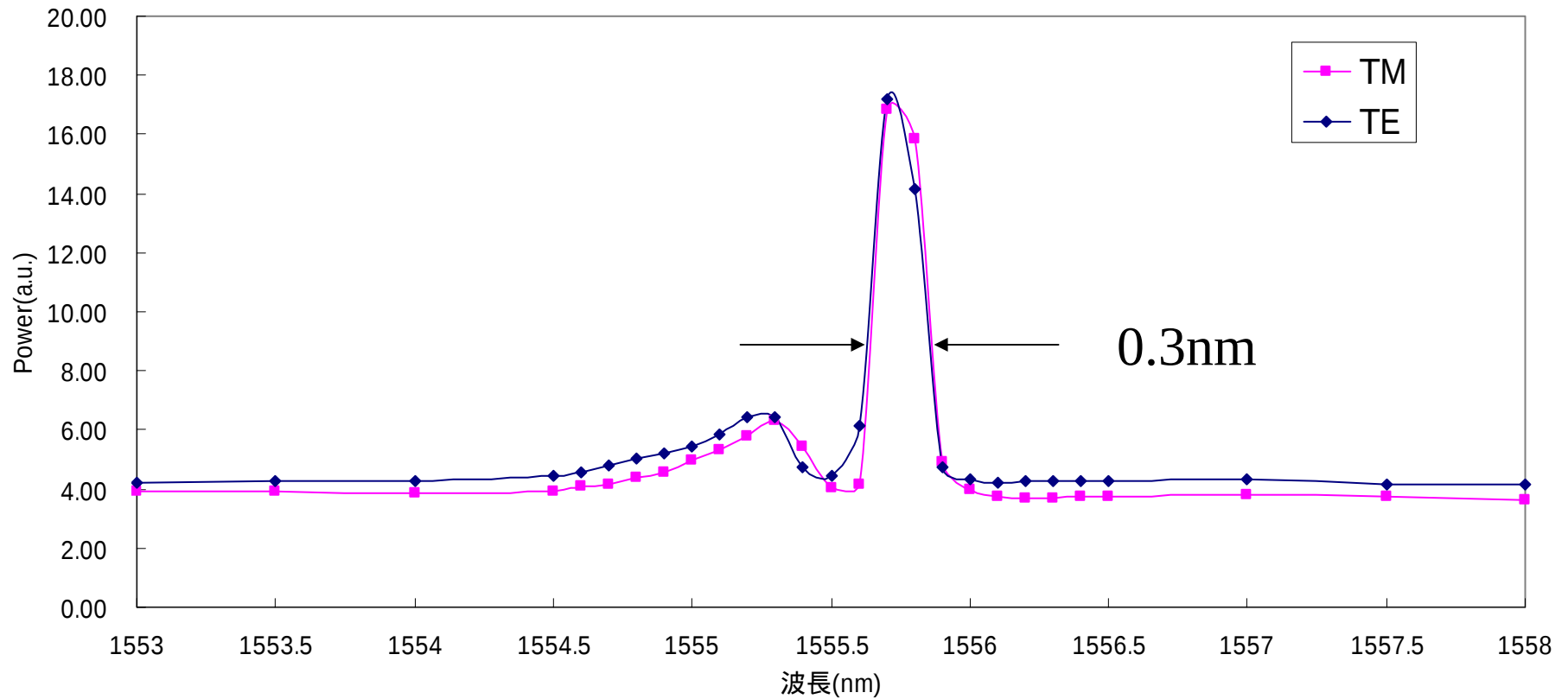


反射スペクトル特性



透過スペクトル特性

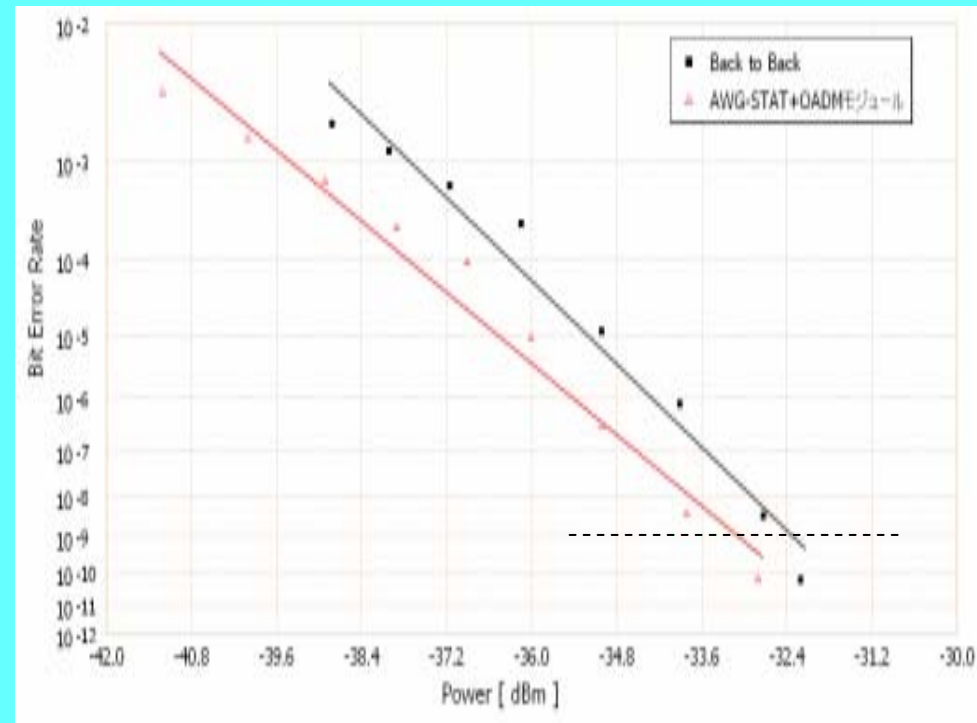
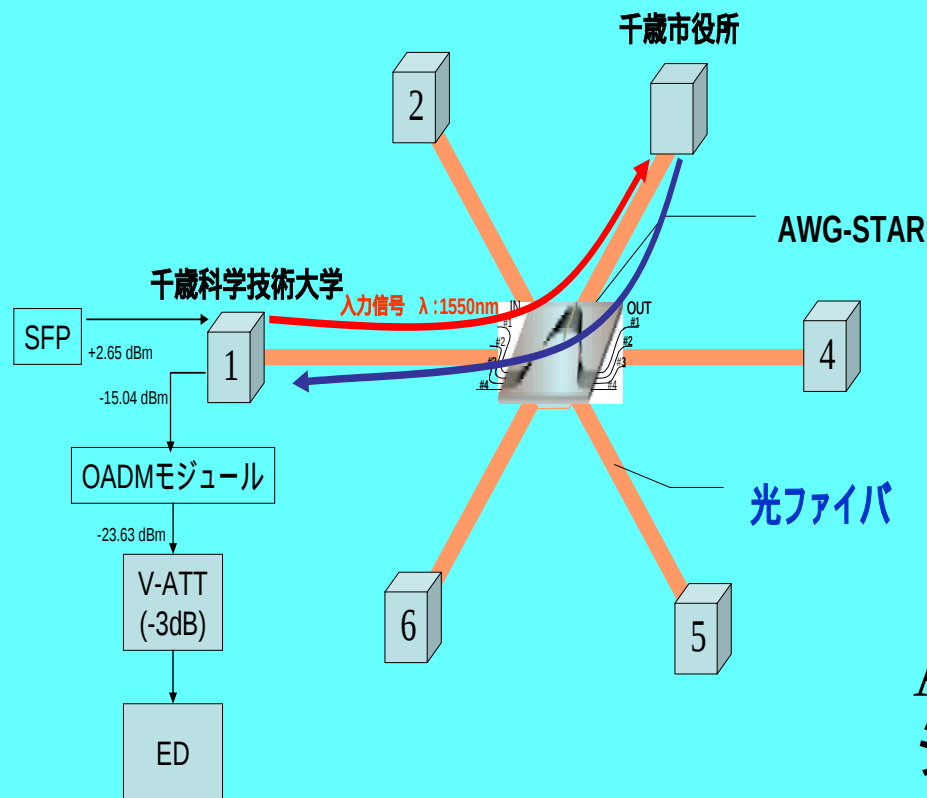
OADMプラグ外部共振器の偏波特性



4 マルチメディアホームリンク技術開発成果

加入者用OADMデバイス：ブラッグフィルタ型OADMの作製・
伝送特性・評価（フィールド実験）

変調周波数：1Gbps



AWG-STAR網 + OADMモジュールを用いたBER測定結果

* 1Gbps光源のスペクトルが広くOADM挿入により伝送特性が改善されていると思われる。

まとめ

「光ファイバ/光導波路一体型宅内伝送用光モジュールの研究開発」を行い次の成果が得られた。

1) 宅内伝送用光モジュール研究開発の成果

低損失ホリシラン光スプリッタモジュールの作製法を確立した。

レーザ直接露光による低損失ホリシラン光スプリッタモジュールの可能性を明らかにした。

経済的「光ファイバ - 光導波路一体型モジュール」の形態を明らかにした
スチーコタの開発により経済的大面積塗布技術の開発を明らかにした。

2) マルチメディアホームリンク技術開発の成果

経済的 1 x N スプリッタ型 Hub の作製と AWG-STAR との整合性について伝送特性から明らかにした。

ブラッグフィルタ型 OADM を作製し、加入者用 OADM への可能性を明らかにすると共に AWG-STAR との整合性について伝送特性から明らかにした。

ホリシランブラッグ外部共振器による可変波長光源を実現し、加入者用チューナブル光源の可能性を明らかにした。