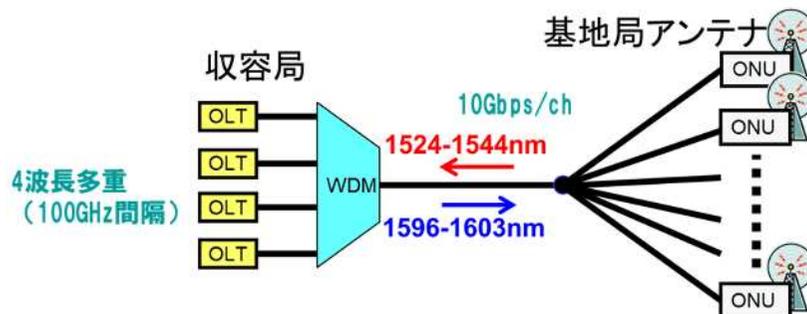
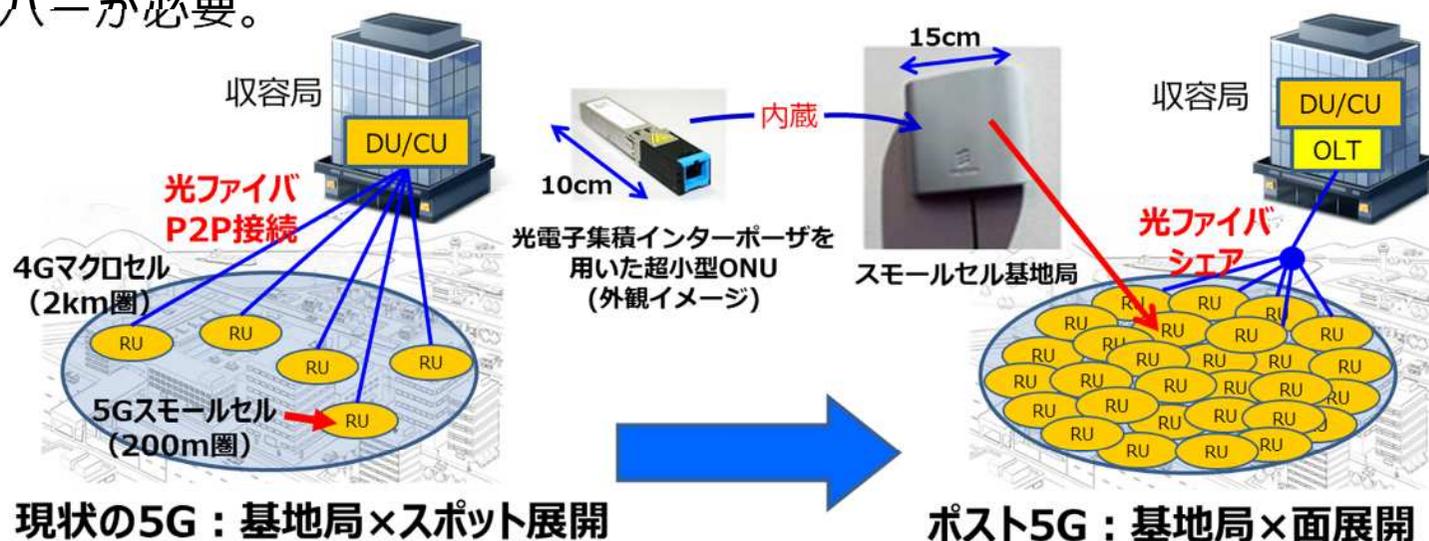


情報通信システム化技術

技術研究組合光電子融合基盤技術研究所

情報通信システム化技術の概要

- 5Gネットワークでは基地局エリアが細分化（スモールセル）。面的にサービス展開する「ポスト5G」では従来の4Gに比べて約100倍の基地局アンテナが必要。基地局装置は一層の小型化が求められる。
- 多数の基地局アンテナの接続にTWDM-PONを用いて光ファイバをシェアすることにより設備コストを削減。小型化する基地局装置に内蔵できる超小型の光トランシーバーが必要。



TWDM-PON構成を用いた
基地局アンテナ接続網

開発課題

- 光ファイバー通信網を通ってくる光信号は不定偏波
- 多分岐に伴う信号光減衰
- ONUを5Gスモールセルアンテナに内蔵

偏波無依存受信
高感度受信
小型実装

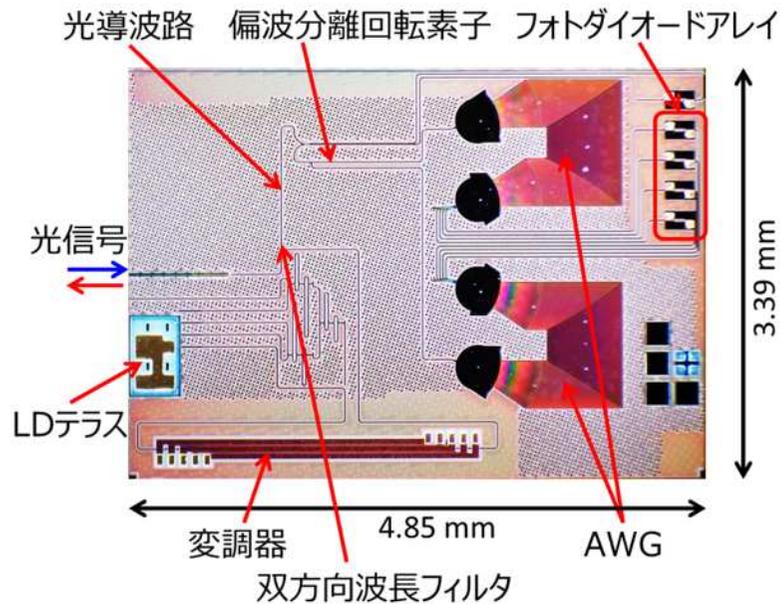
アプローチ

- TWDM-PON用光回路
 - 上り下り各4波長多重の送受信機能をシリコンフォトニクス技術により集積
 - 偏波ダイバーシティによる偏波無依存受信
- アバランシェフォトダイオード(APD)導入による高感度化
 - シリコン導波路ベースの横型APD
 - 長波長(~1600nm)まで高感度
- 光電子集積インターポーザを用いたONU小型化実装
 - 光送受信集積チップを電気回路基板に埋め込んで一体化
 - ポリマーミラーを用いた低損失で偏波無依存の光結合構造を開発



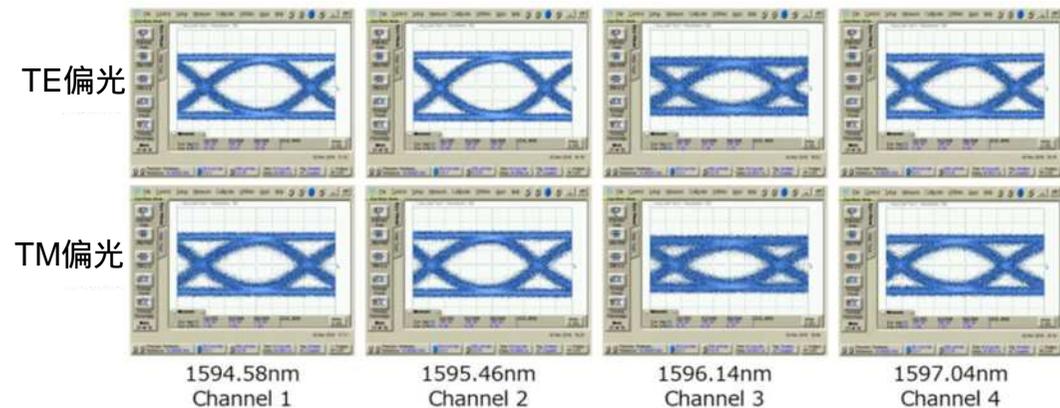
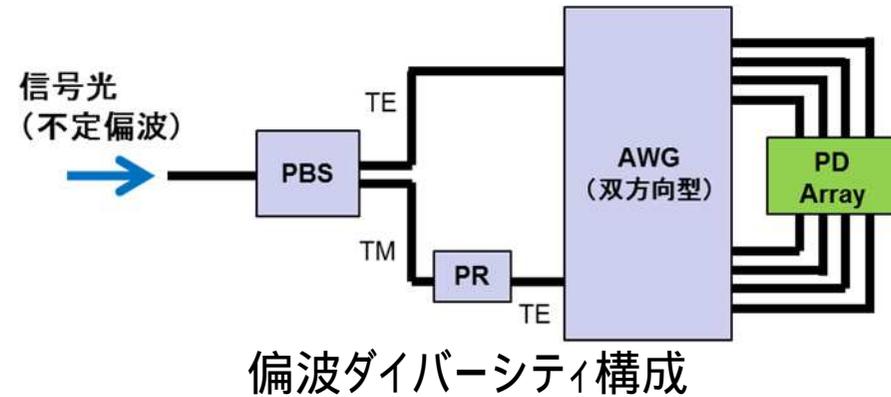
成果 1 (TWDM-PON集積チップ)

■ TWDM-PON 集積チップ



TWDM-PON集積チップ

2019年7月 プレスリリース



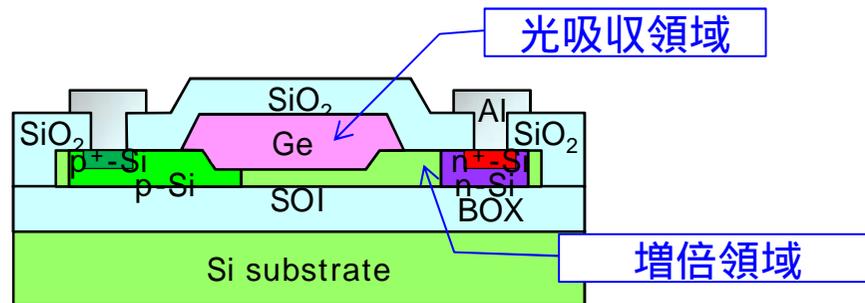
10Gbps×4波長受信波形 (偏波無依存)

H. Ono, et al., OECC 2019, WD3-3

- 偏波ダイバーシティによる4波長偏波無依存受信
小型集積・偏波無依存を実現

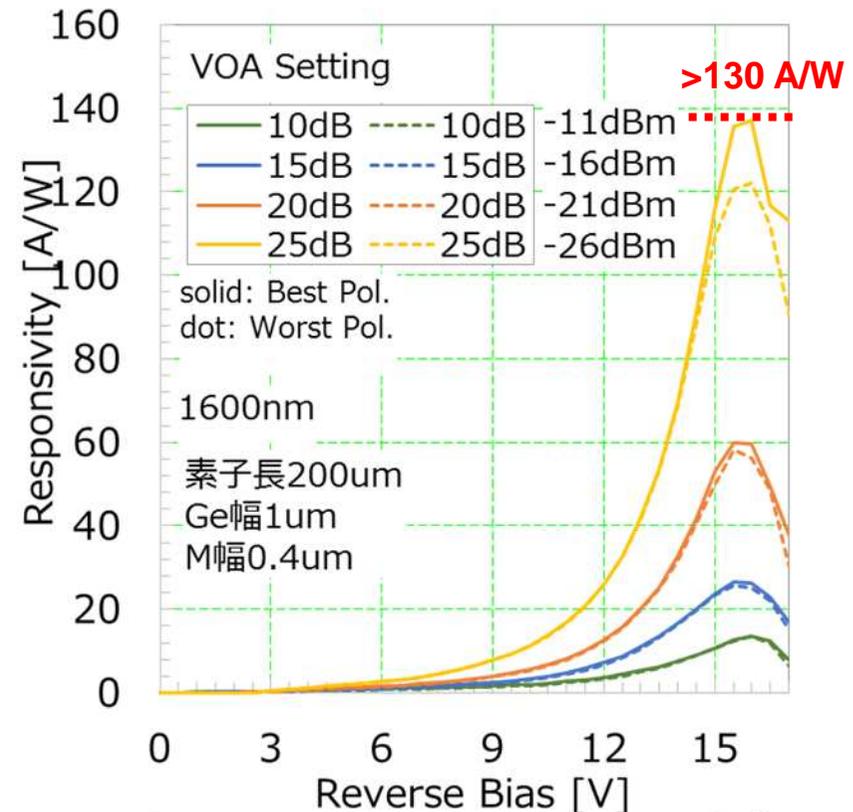
成果 2 (アバランシェフォトダイオード)

■ 横型SAM-APD



横型SAM-APDの断面構造

- 波長1600nm付近で高感度を得るために、
- ・電極による吸収損を受けない横型p-i-n接合
 - ・光吸収領域と増倍領域を分離したSAM構造



波長1600nm帯における受光感度

2019年3月 プレスリリース

- ・受光感度 ~130A/W
受光器の高感度化を実現
最小受信感度 -22dBm (BER=10⁻³)

- ・高周波数応答10GHz以上

TWDM-PON規格に対するPD受光感度目標値

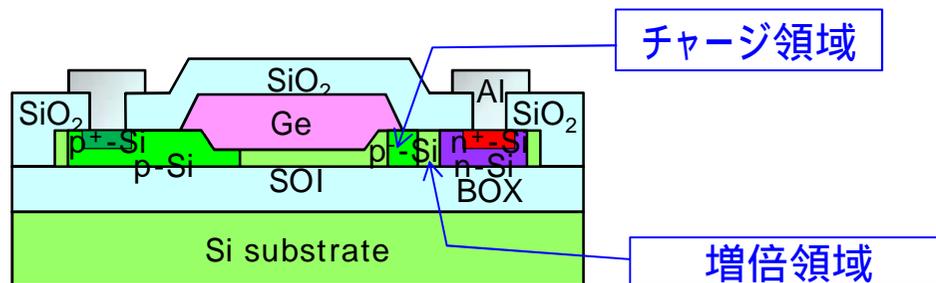
| | | 挿入損 |
|----------------------------|-------|-----|
| トランシーバ最小受光感度(dBm) 規格値 | -28 | |
| ファイバ結合損(ミラー)(dB) | | 3 |
| 導波路損失(1dB/cm × 10mm導波)(dB) | | 1 |
| WDM1フィルタ挿入損(dB) | | 0.5 |
| PBS, PR挿入損(dB) | | 0.5 |
| AWG挿入損失(dB) | | 1.5 |
| PD 最小受光感度 (dBm) 目標値 | -34.5 | |

- ✓ TWDM-PONの規格で要求されるトランシーバ最小受信感度達成するためには、APD単体での最小受信感度は-34.5dBmが必要
- ✓ これまでの試作実績は、横型SAM-APDで得た-22dBm

PD最小受信感度改善の見通し

■ SACM-APDの導入と構造最適化

- ✓ TWDM-PONの仕様条件（波長～1600nm、10Gbps）では、APD単体での最小受信感度は理論的に-37dBmまで改善可能
- ✓ 増倍領域に隣接するチャージ領域を備える、SACM構造を導入

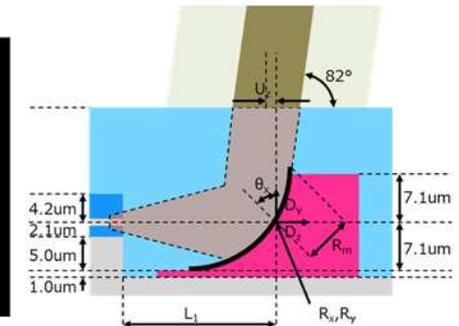
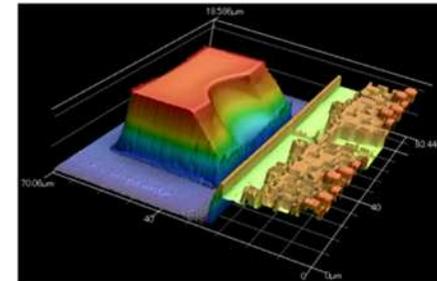
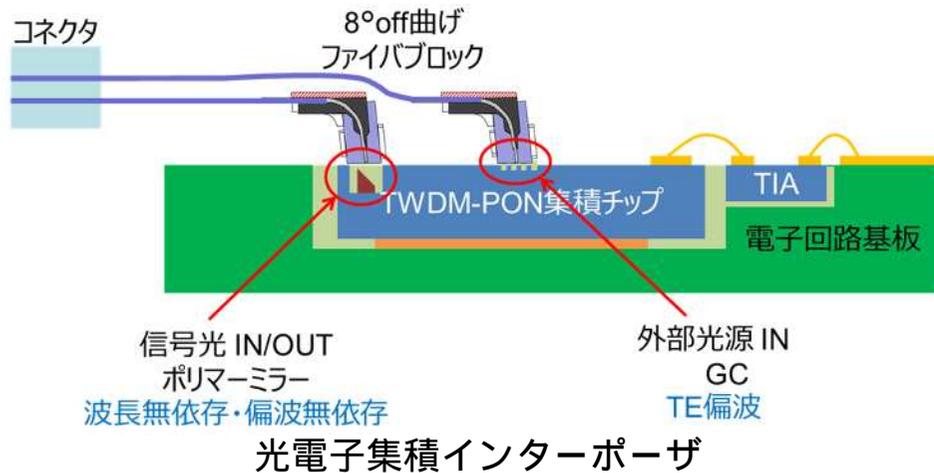


横型SACM-APDの断面構造

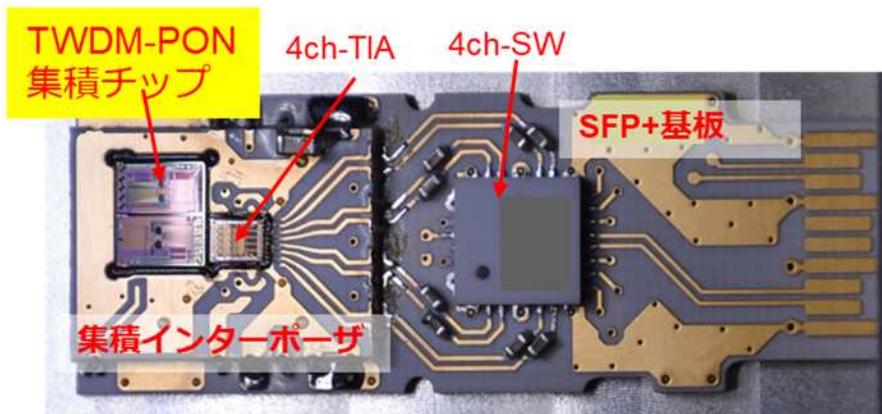
- ✓ SACM-APDのチャージ領域のドーピング最適化によりTWDM-PON規格の要求感度が実現できる見通しを得た

成果 3 (光電子集積インターポーザを用いた小型化実装)

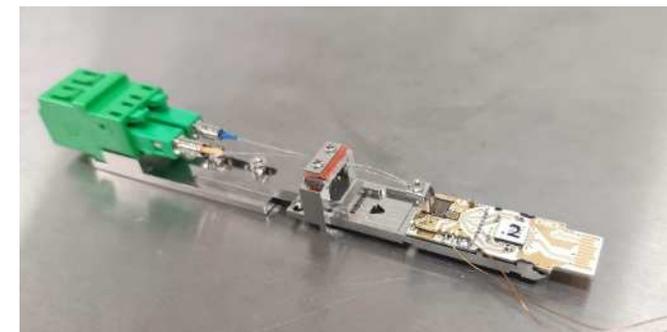
■ 光電子集積インターポーザを用いた光トランシーバモジュール試作



ポリマーミラー



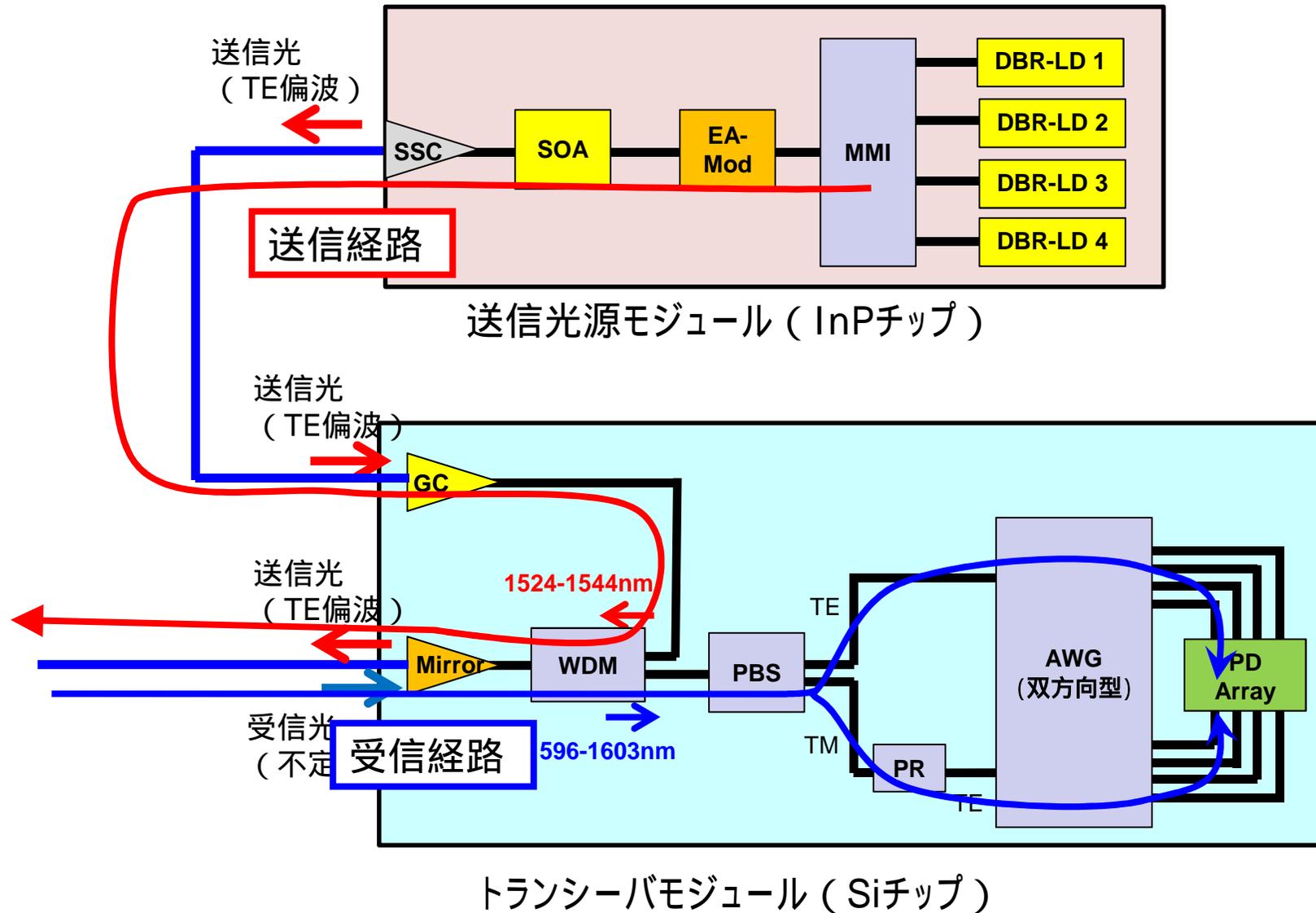
光電子集積インターポーザ on SFP+基板



ONU用モジュール

光結合部の偏波無依存化、10cm×2cm×2cmの小型化のための技術を確立

トランシーバモジュール



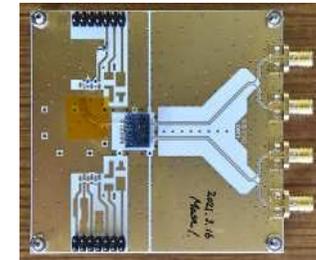
デモ実証システム



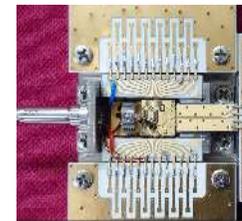
デモ系全景



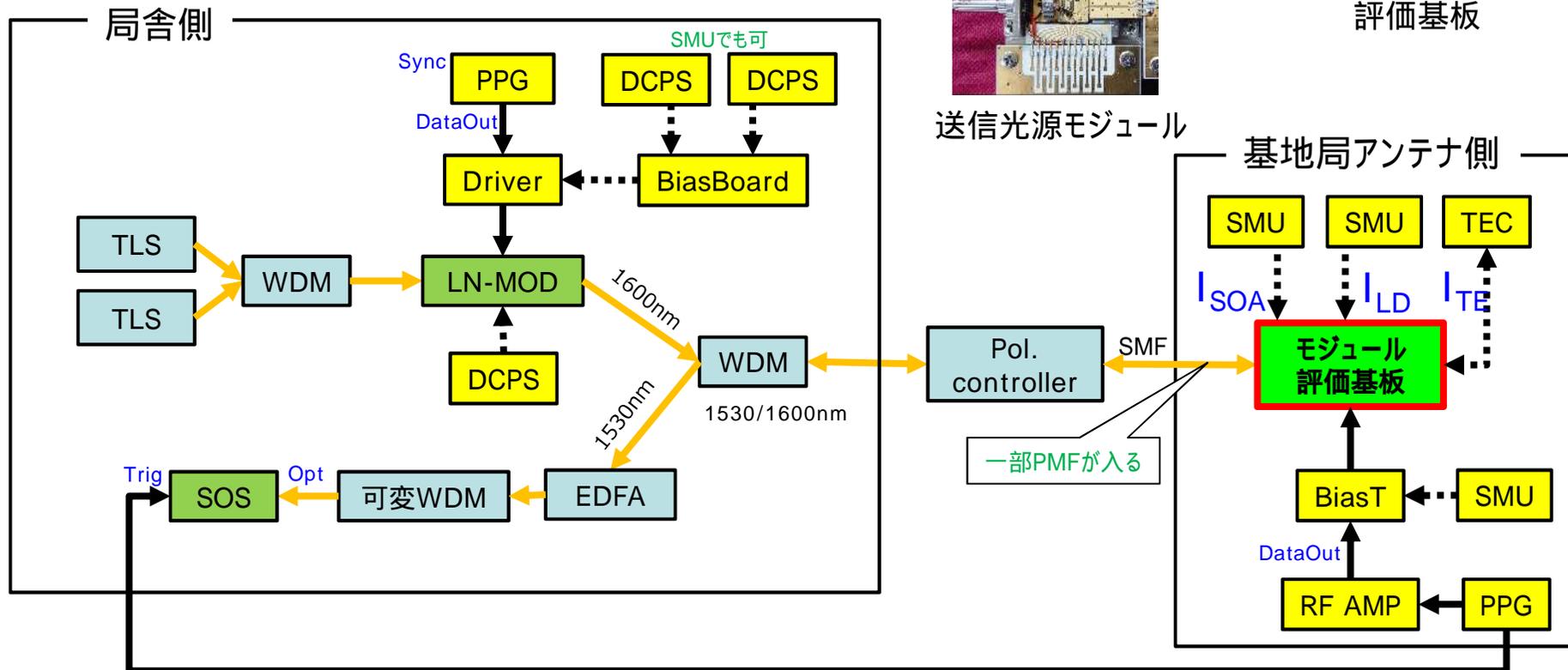
トランシーバモジュール



評価基板



送信光源モジュール

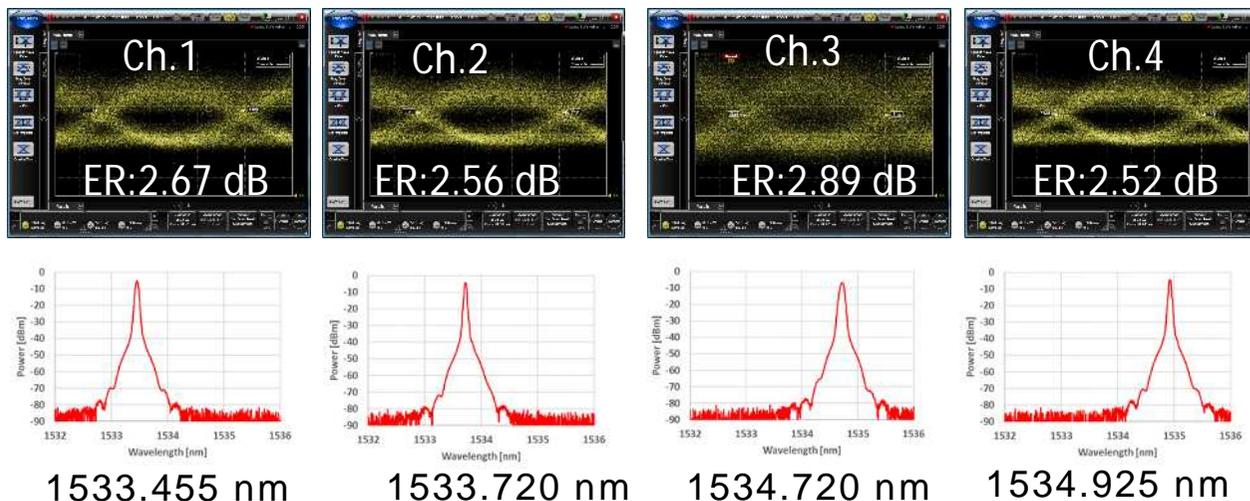
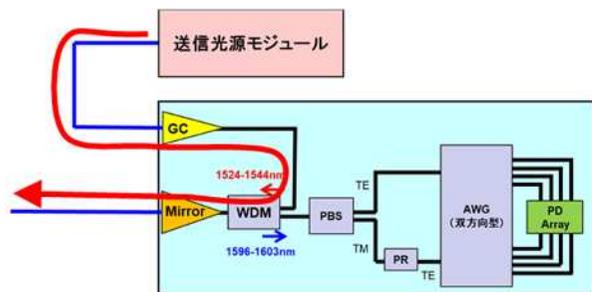


→ 光ファイバ → RFケーブル DCケーブル

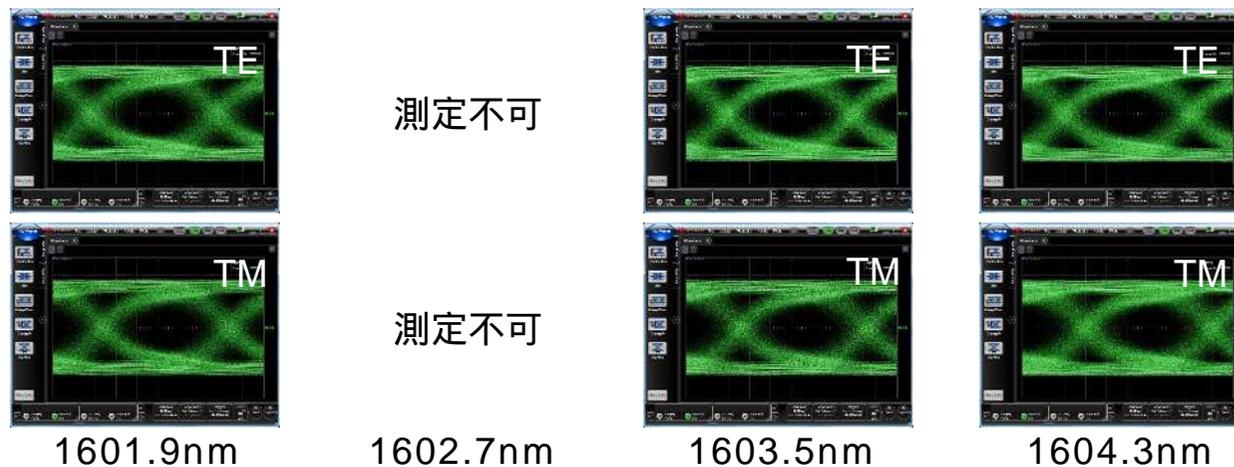
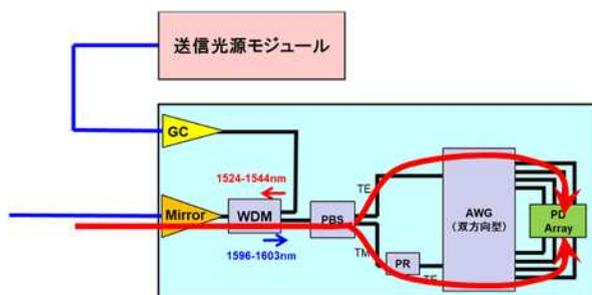
トランシーバーモジュール評価

■ モジュール No.1

● 上り送信評価



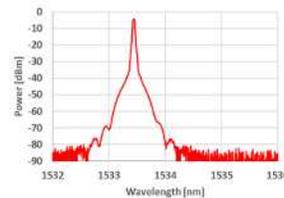
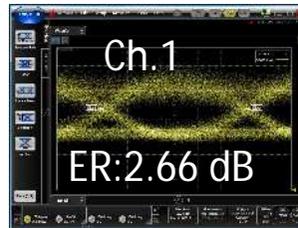
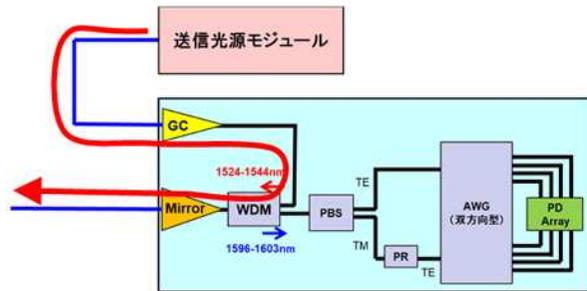
● 下り受信評価



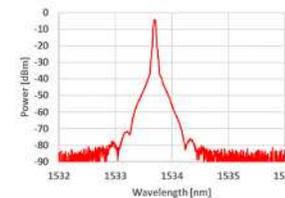
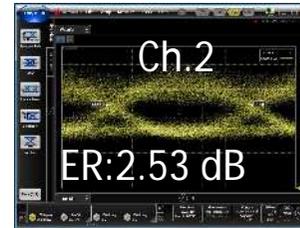
トランシーバーモジュール評価

■ モジュール No.2

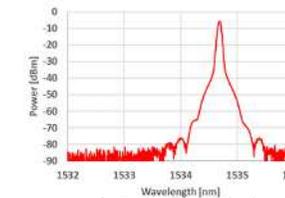
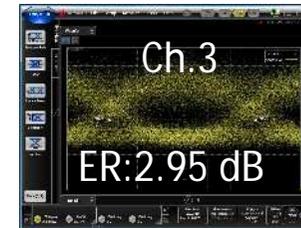
● 上り送信評価



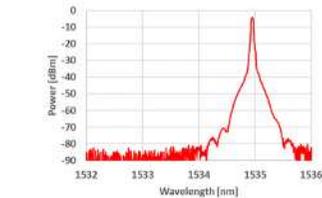
1533.440 nm



1533.695 nm

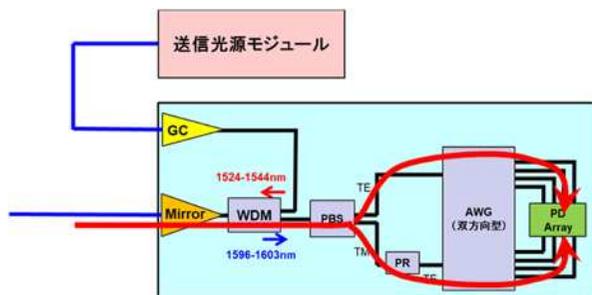


1534.690 nm

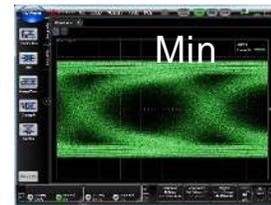
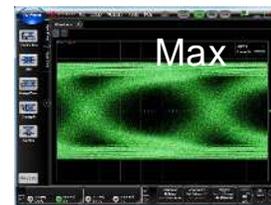


1534.950 nm

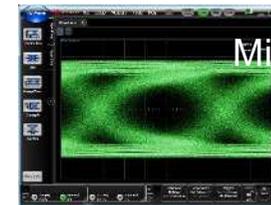
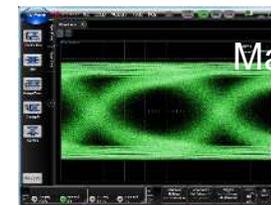
● 下り受信評価



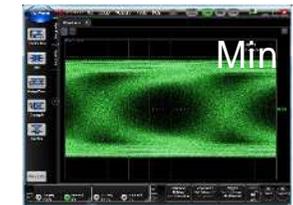
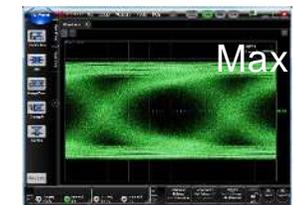
測定不可



1601.9nm



1602.7nm



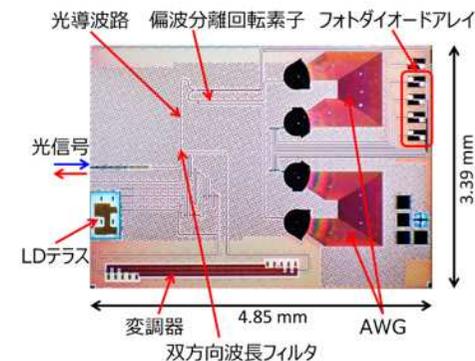
1603.5nm

1604.3nm

まとめ

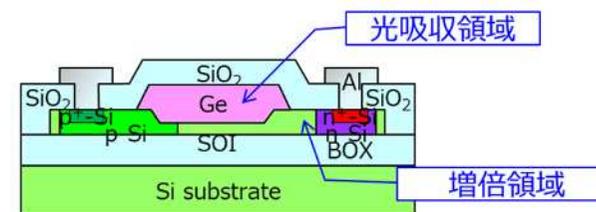
■ 成果 1 TWDM-PON集積チップ

偏波ダイバーシティによる4波長偏波無依存受信
小型集積・偏波無依存を実現



■ 成果 2 アバランシェフォトダイオード

受光感度 $\sim 130\text{A/W}$
小型集積・受光器の高感度化を実現



■ 成果 3 光電子集積インターポータを用いた小型化実装

光結合部の偏波無依存化
10cm×2cm×2cmの小型化のための技術を確立

