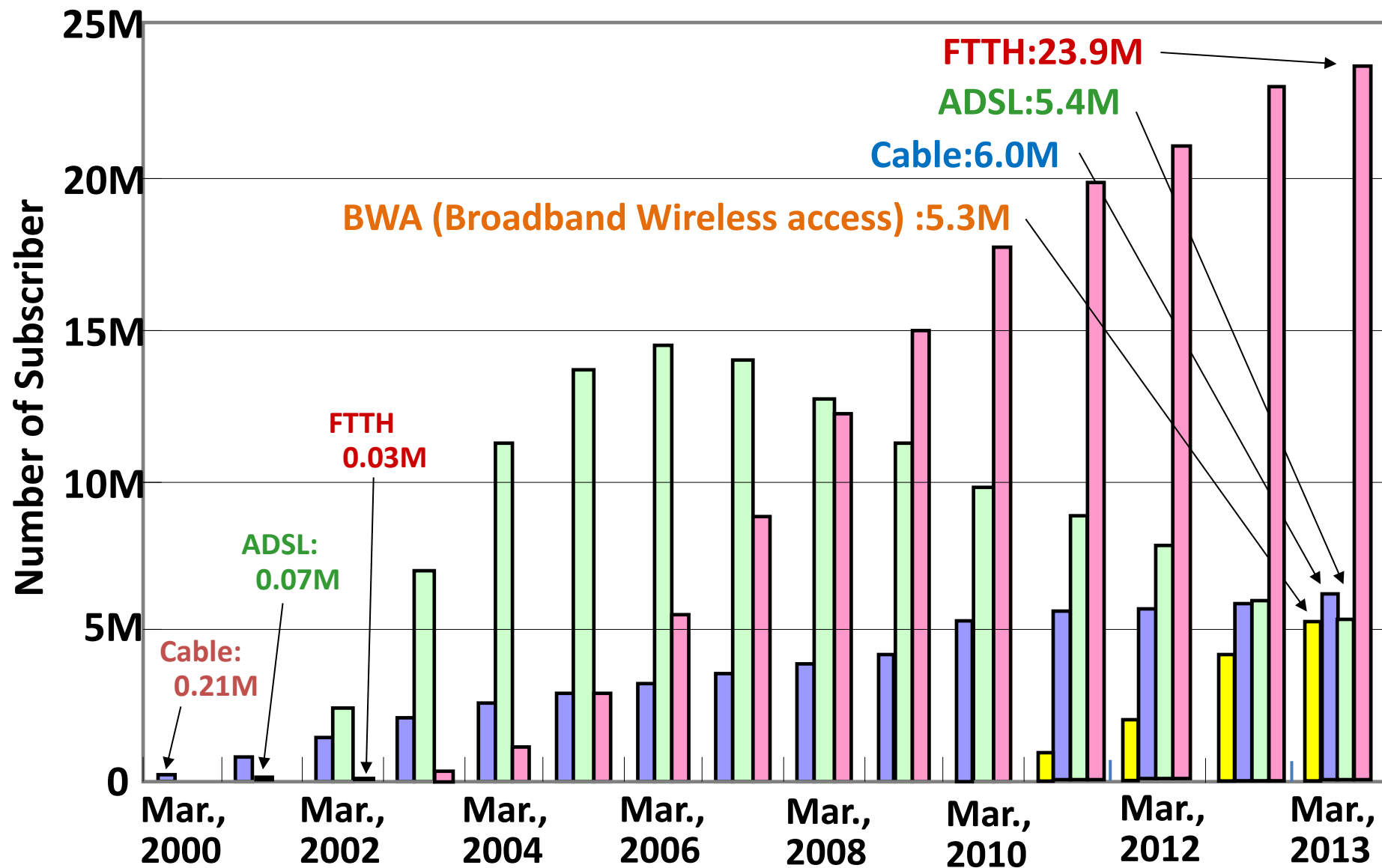


光通信における部品とシステム の発展経緯と今後

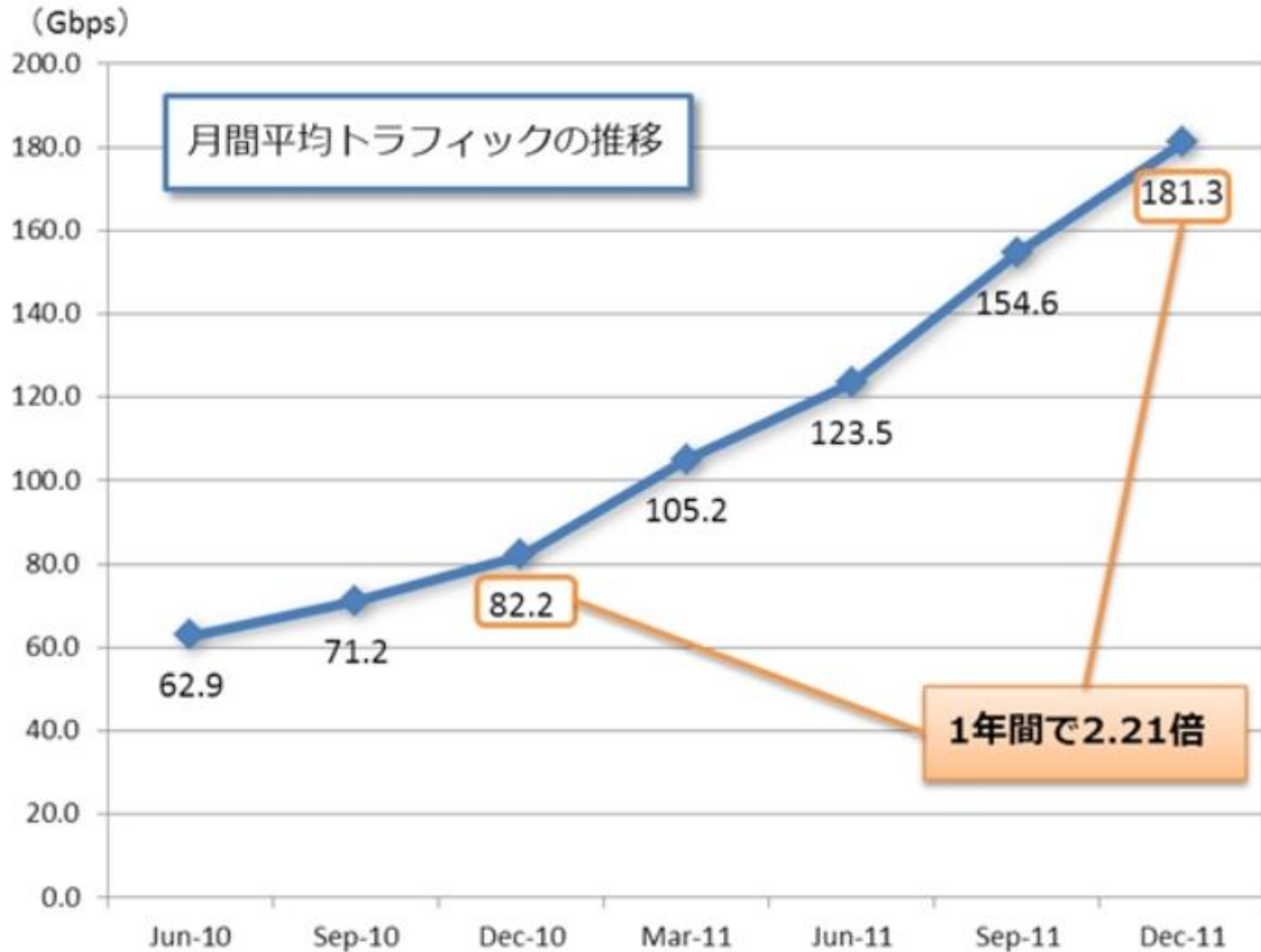
三木 哲也
(電気通信大学)

2013. 9.10

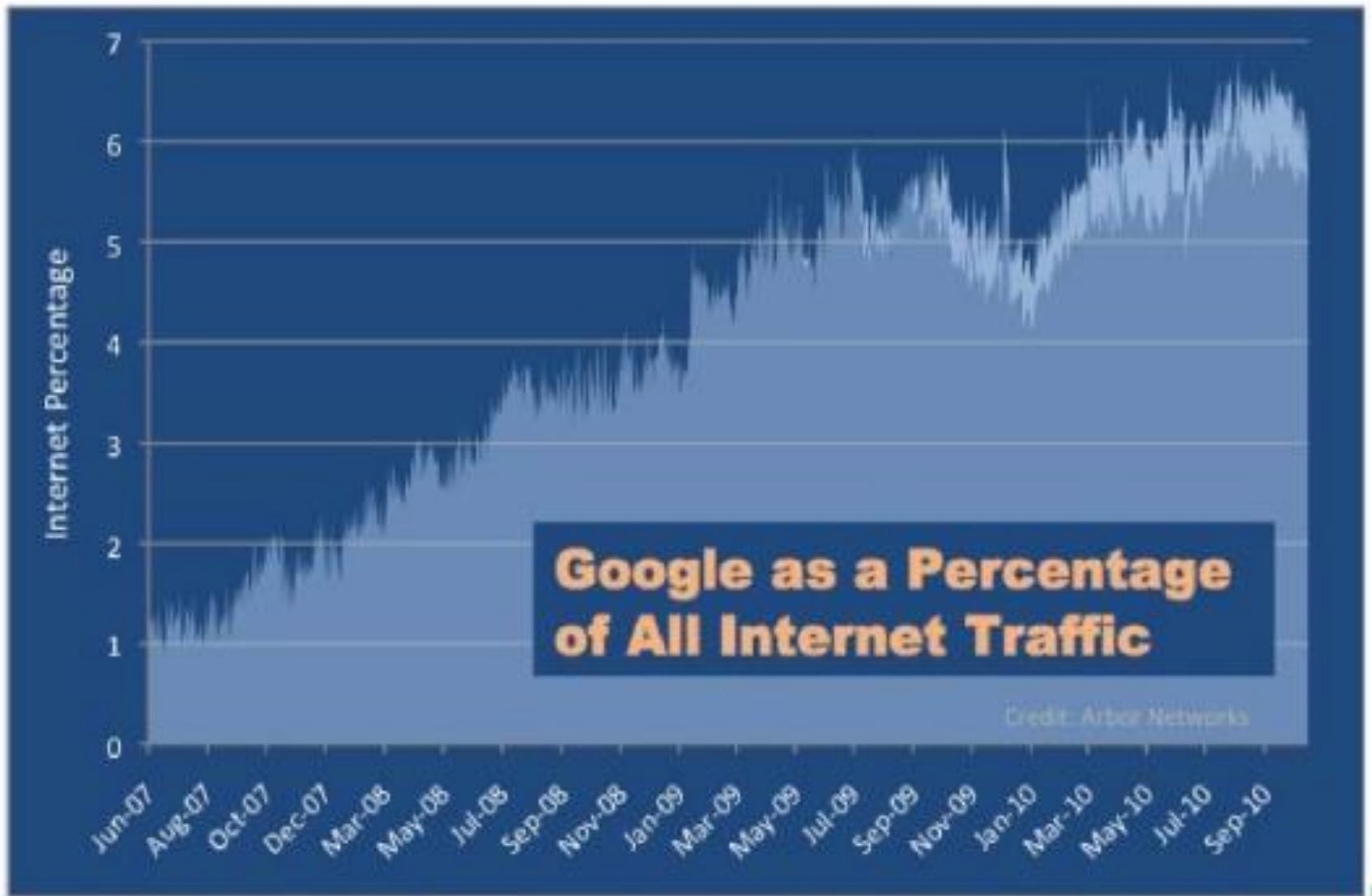
ブロードバンドサービスの普及状況



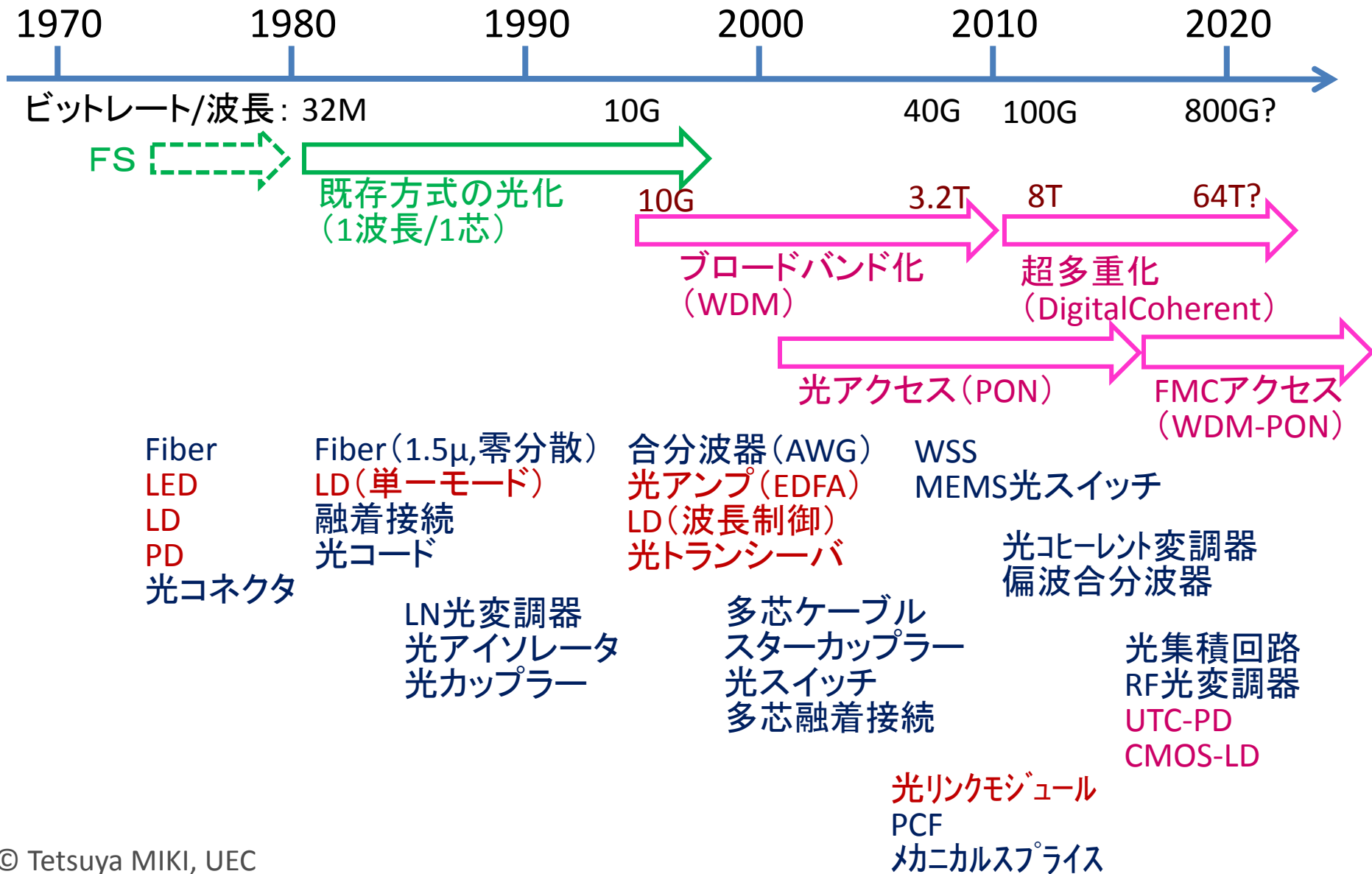
モバイル通信のトラフィック爆発



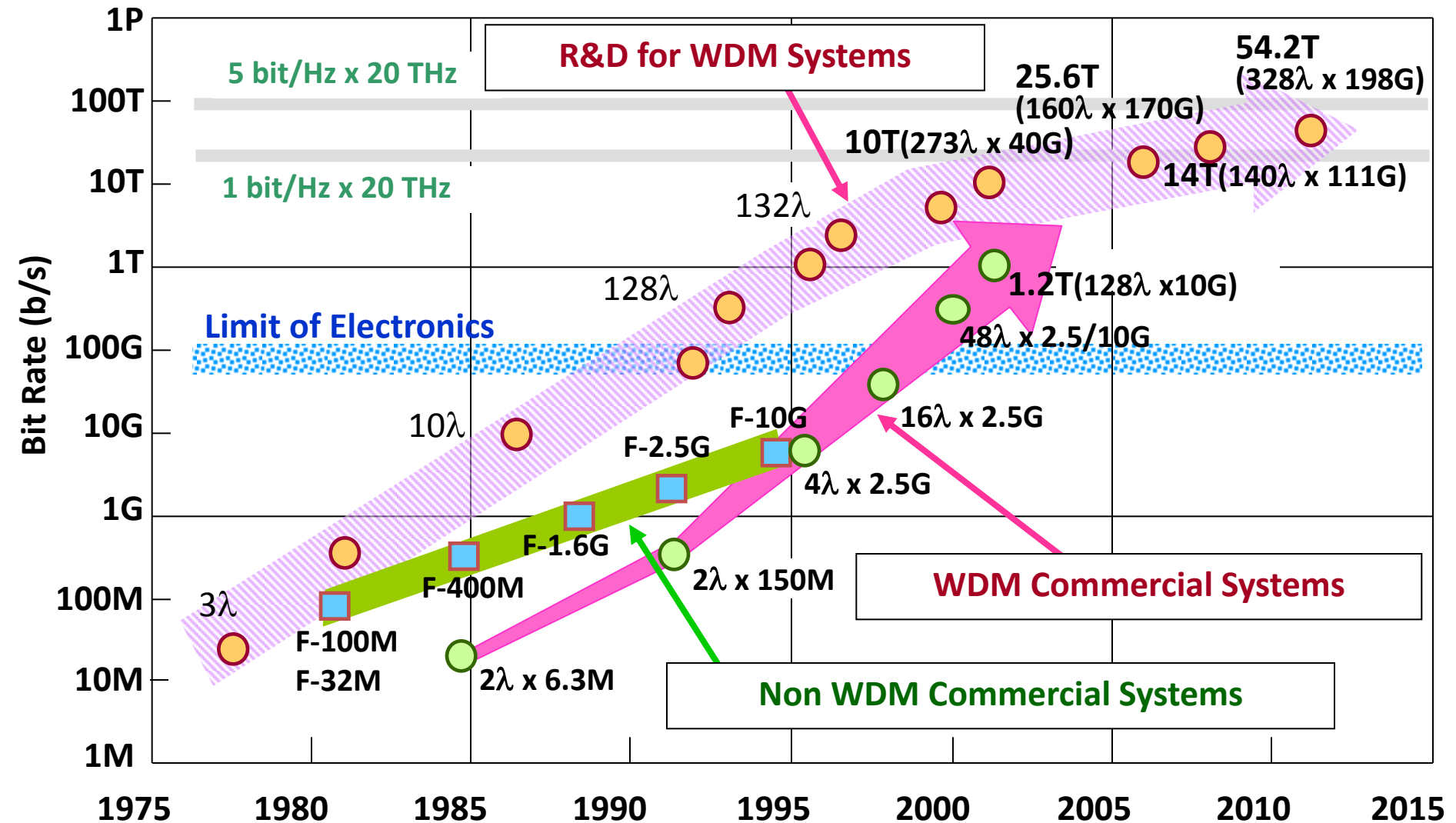
Googleのトラフィックが全体の6%（2010年）



光通信の世代と主要な光部品

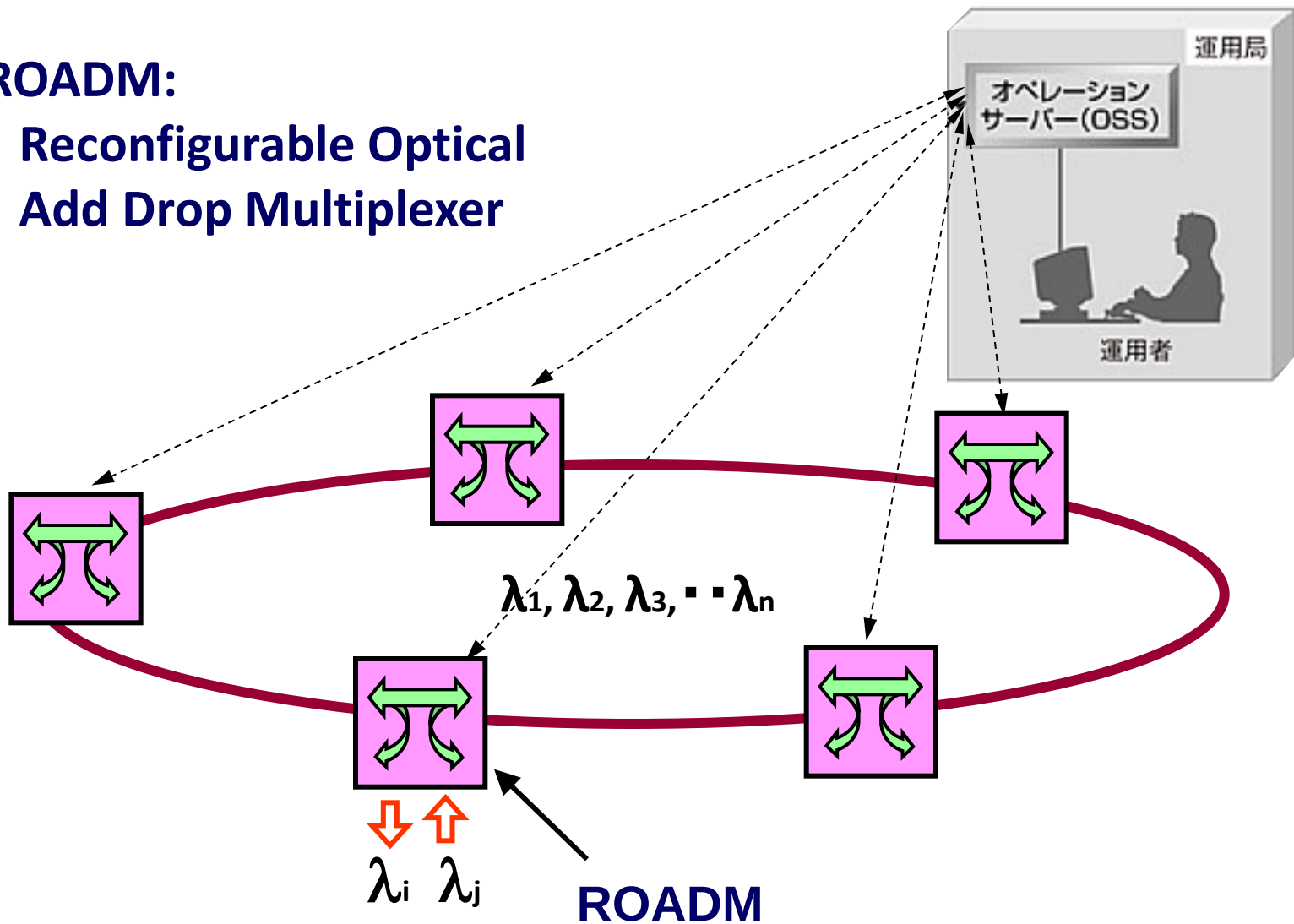


光ファイバ通信伝送容量の発展

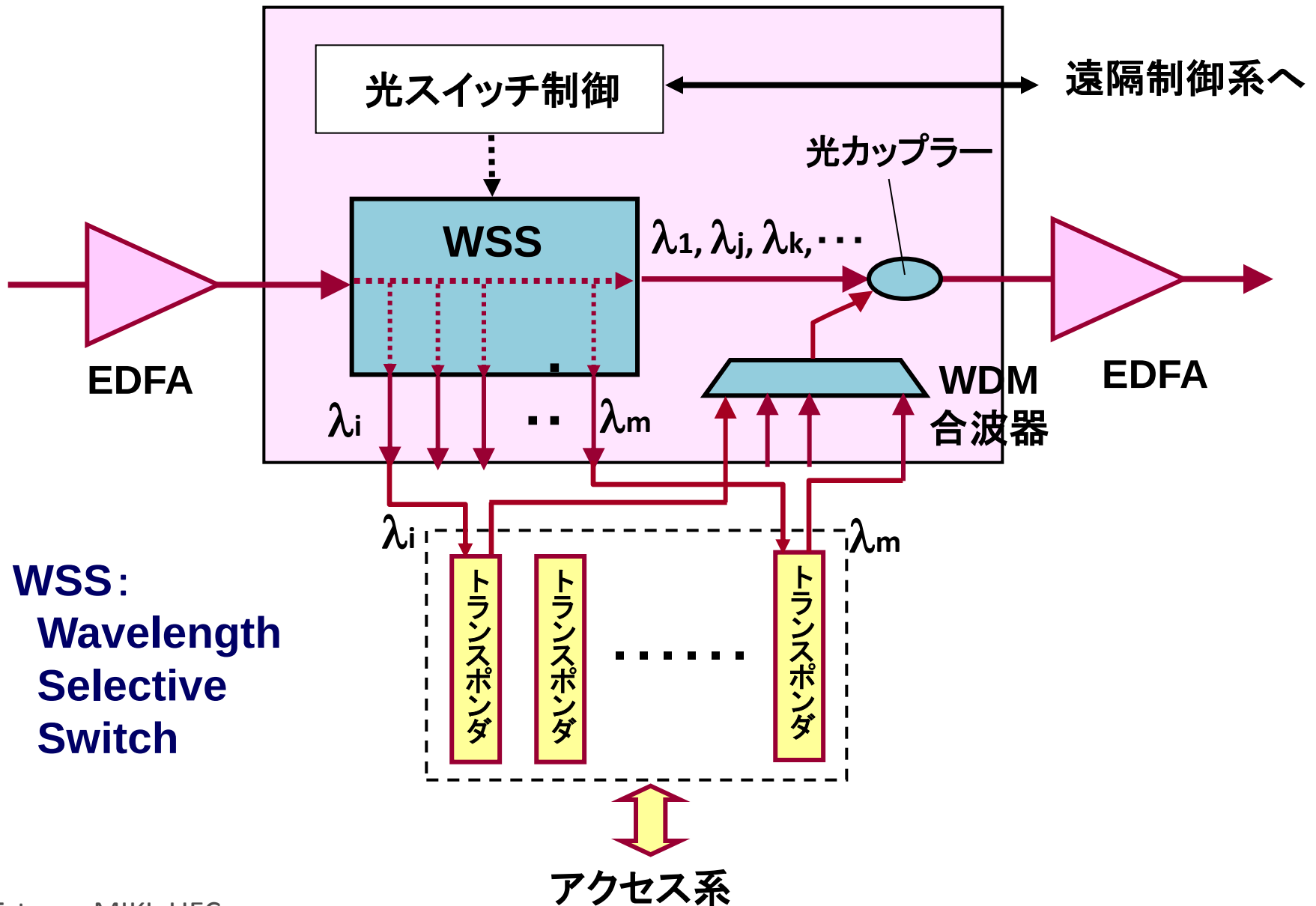


ROADMによるリングネットワーク

ROADM:
Reconfigurable Optical
Add Drop Multiplexer

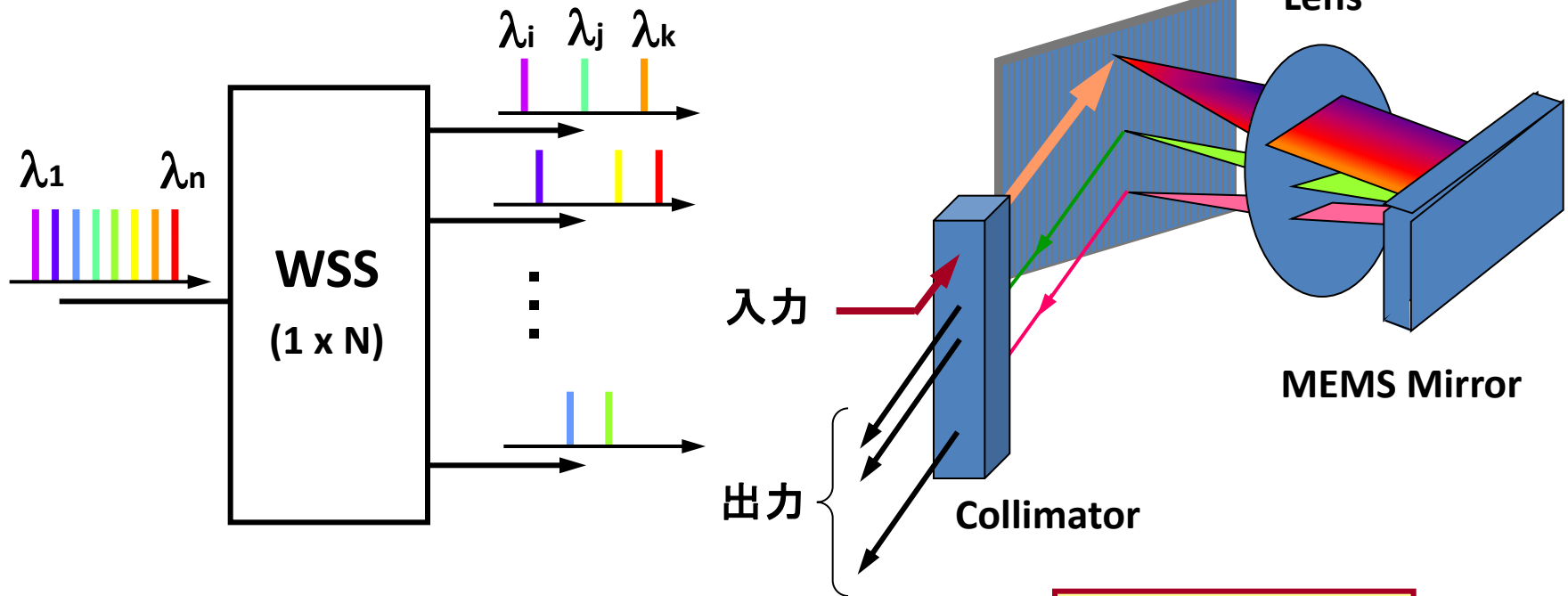


WSSを用いたROADMの回路構成



WSSの機能と構造例

任意の複数波長を選択的に分離

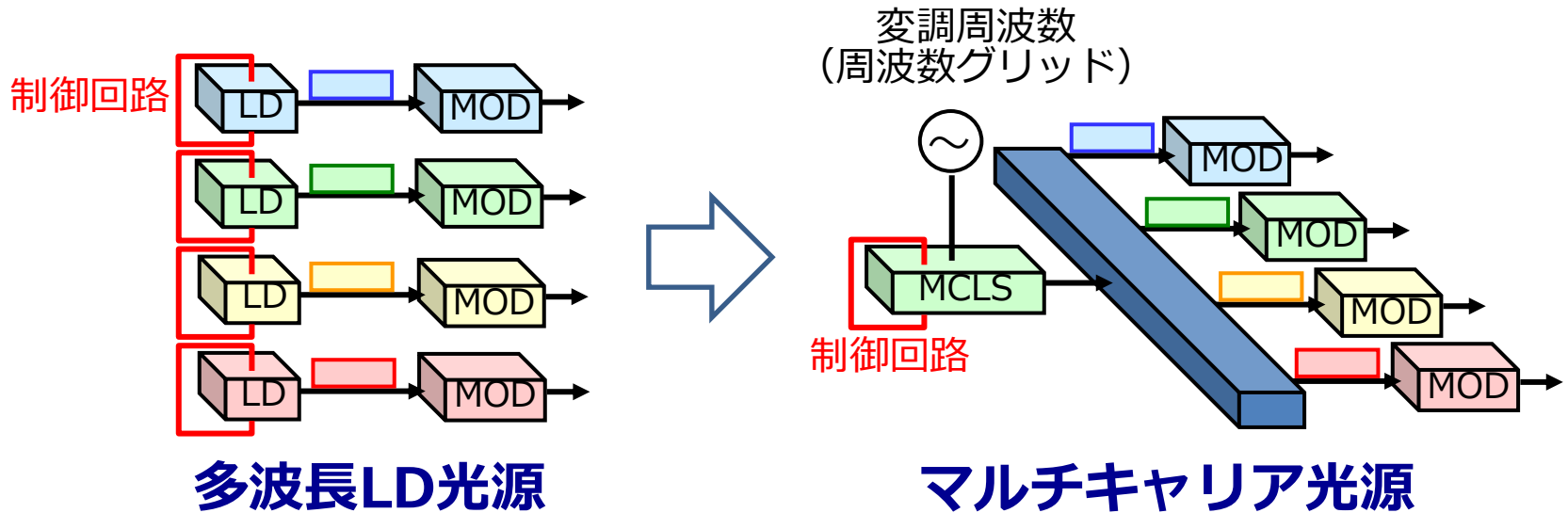


構造の例

WSS: Wavelength Selective Switch

MEMS: Micro Electro-Mechanical System

マルチキャリア光源 (MCLS)



✓ マルチキャリア光源の特長

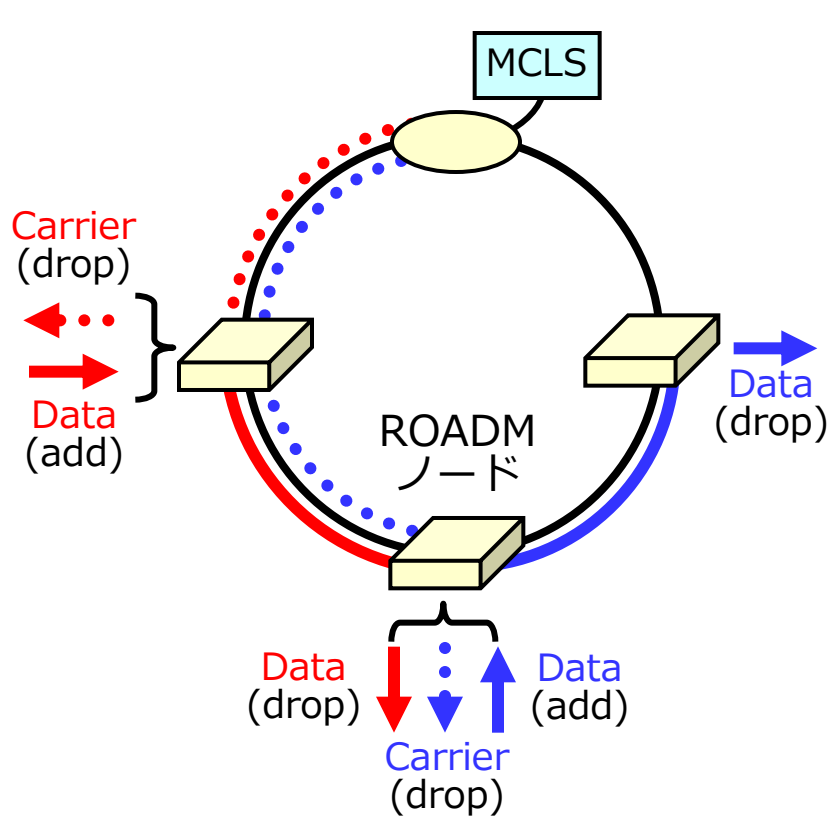
- ・ 単一光源から超多波長キャリアを一括生成
- ・ 高精度な光周波数グリッド（波長間隔）を容易に生成

✓ マルチキャリア分配型ネットワーク

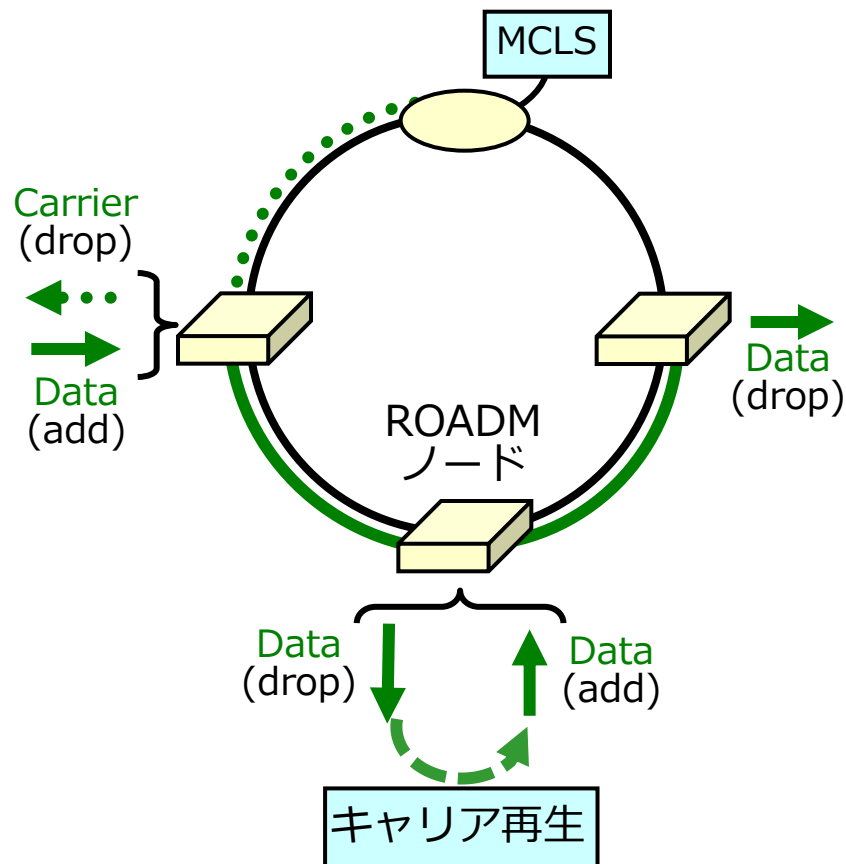
- ・ 高精度グリッドの維持，光源の運用・管理が容易
- ・ 光源数の削減による低コスト・省電力化

キャリア分配型ROADMネットワーク

MCLS: マルチキャリア光源

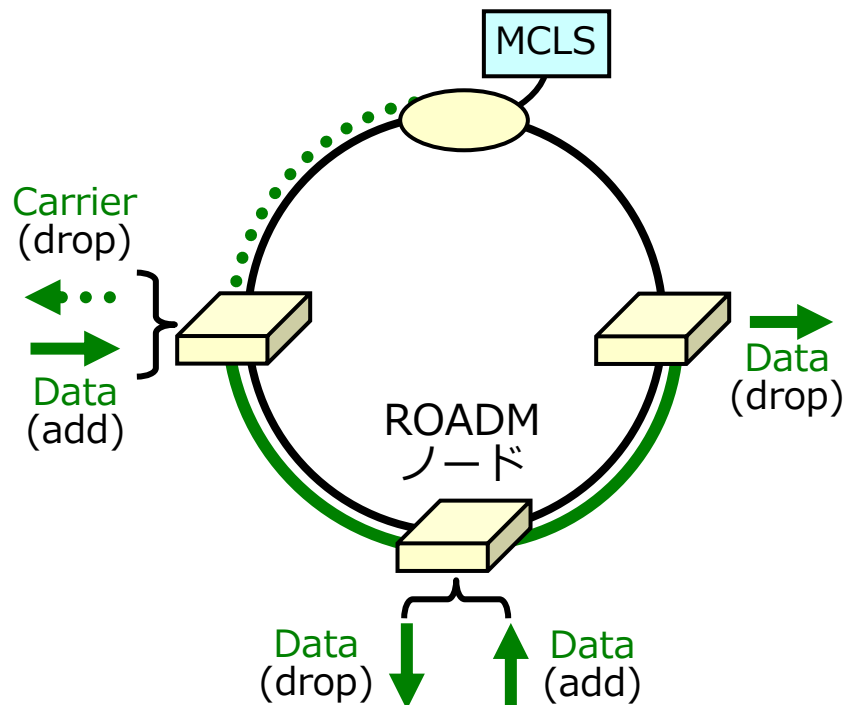


波長利用効率の低下

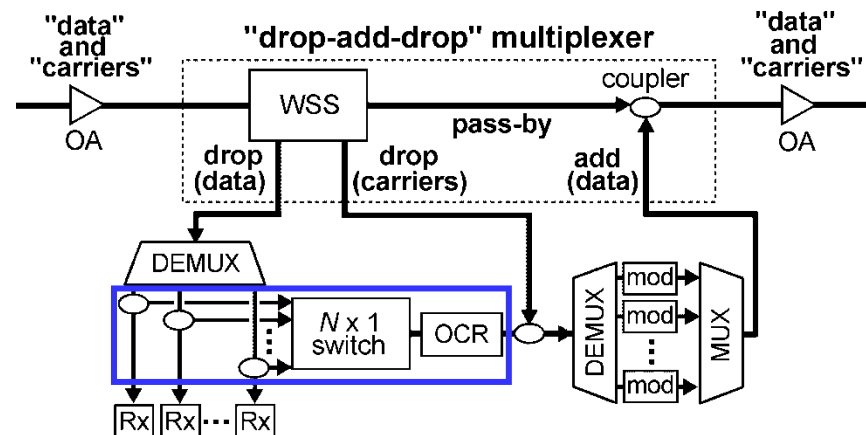


キャリアの再利用による
波長利用効率の維持

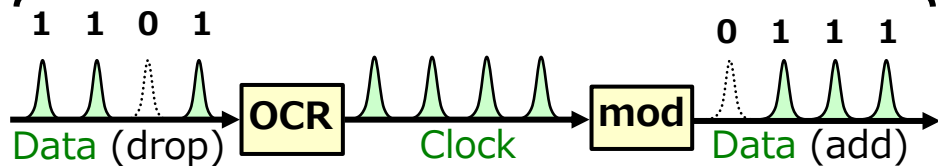
光キャリア再生型ROADM



OA: 光ファイバ増幅器
WSS: 波長選択スイッチ
OCR: 光キャリア再生回路



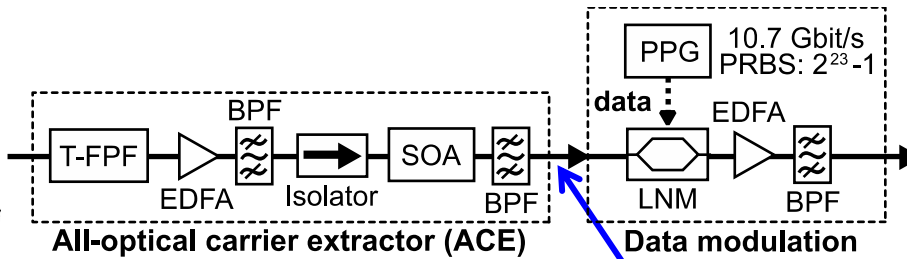
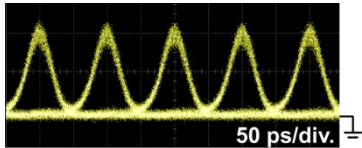
光キャリア再生型ROADM ノードの構成



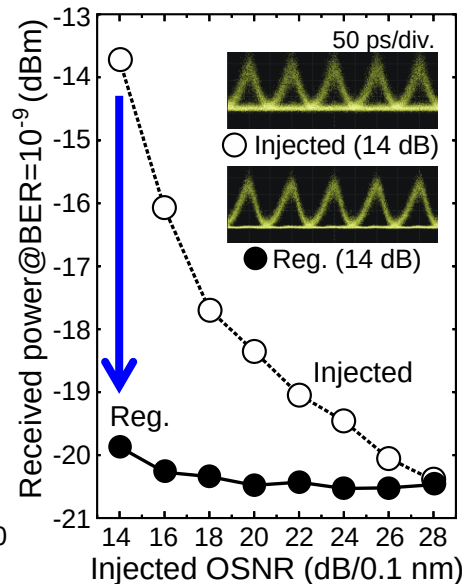
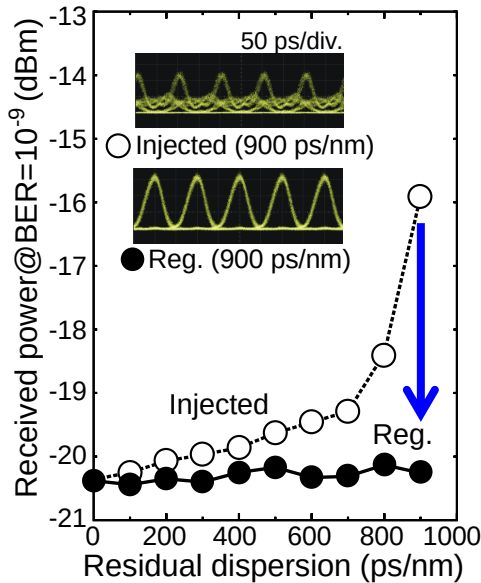
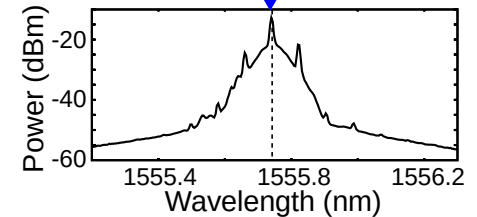
光搬送波周波数・クロック周波数の共有

光キャリア再生回路

入力光信号



入力光信号 の中心波長



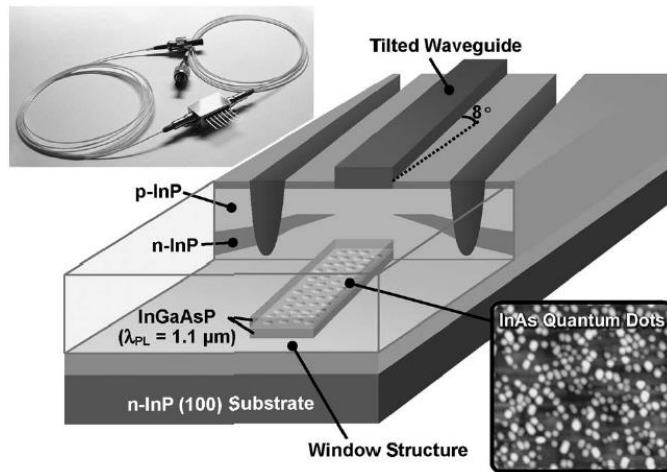
光信号品質の再生効果

抽出光クロック

再生光信号

- 品質の劣化した光信号から高品質クロック生成が可能
- 再生信号の波長は入力信号に追従するので高精度周波数グリッドは維持される

量子ドット半導体光増幅器 (QD-SOA)



半導体の活性領域に半導体量子ドット
(数nmから数10nmの半導体微結晶)
を用いた半導体光増幅器 (SOA)

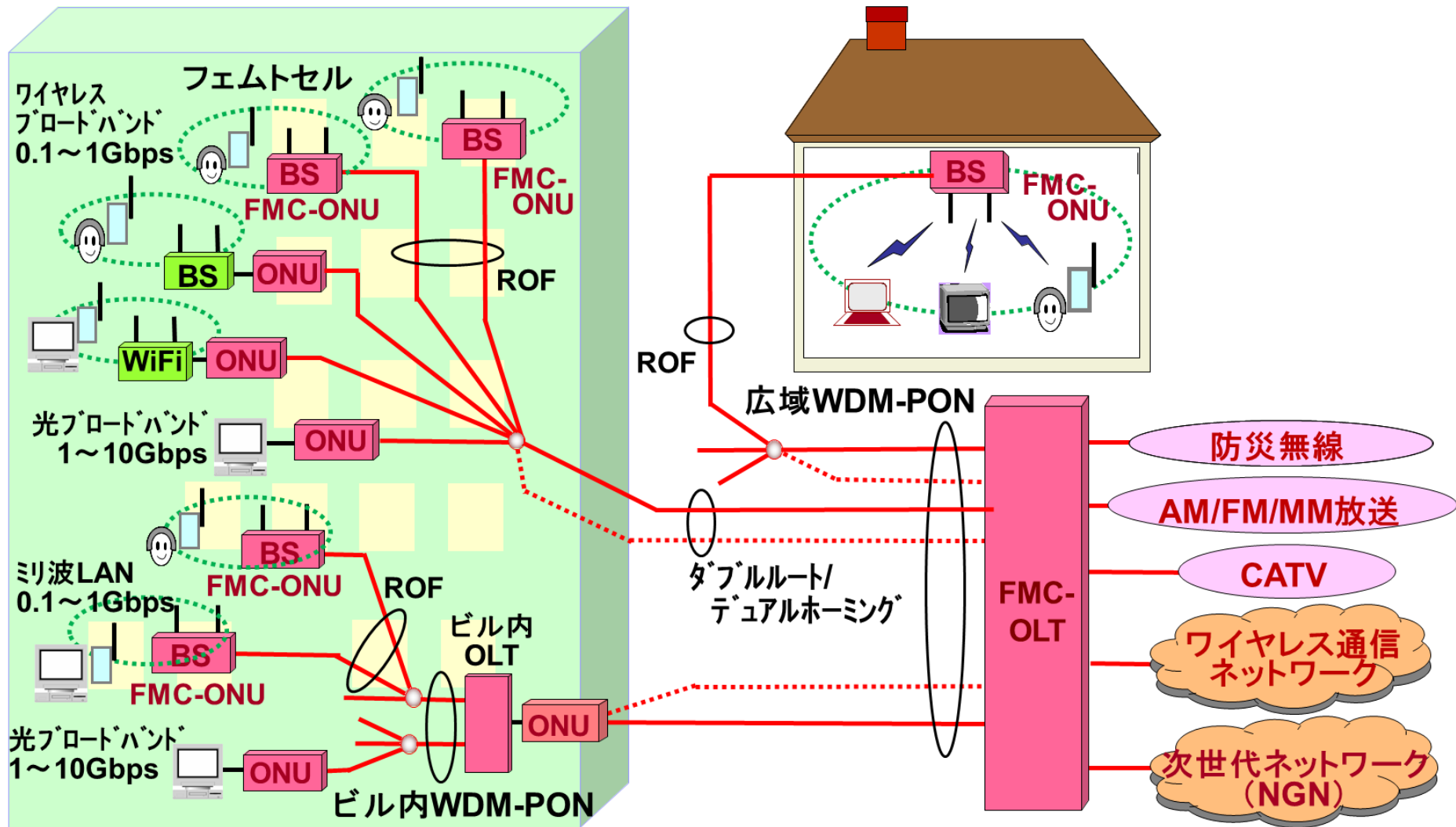
汎用SOAでは実現不可能な
光信号処理技術の開拓

T. Akiyama et al., Proc. IEEE, 95, 1757 (2007).

利得特性の比較例

	利得 (dB)	利得帯域 (nm)	回復時間 (ps)	偏波依存性 (dB)	出力パワー (dBm)
SOA	>25	70~80	数~数10	<0.5	7~13
QD-SOA	>30	120~150	<10 (遅い応答含)	あり (改善可)	10~27

次世代FTTH：FMCアクセスのイメージ

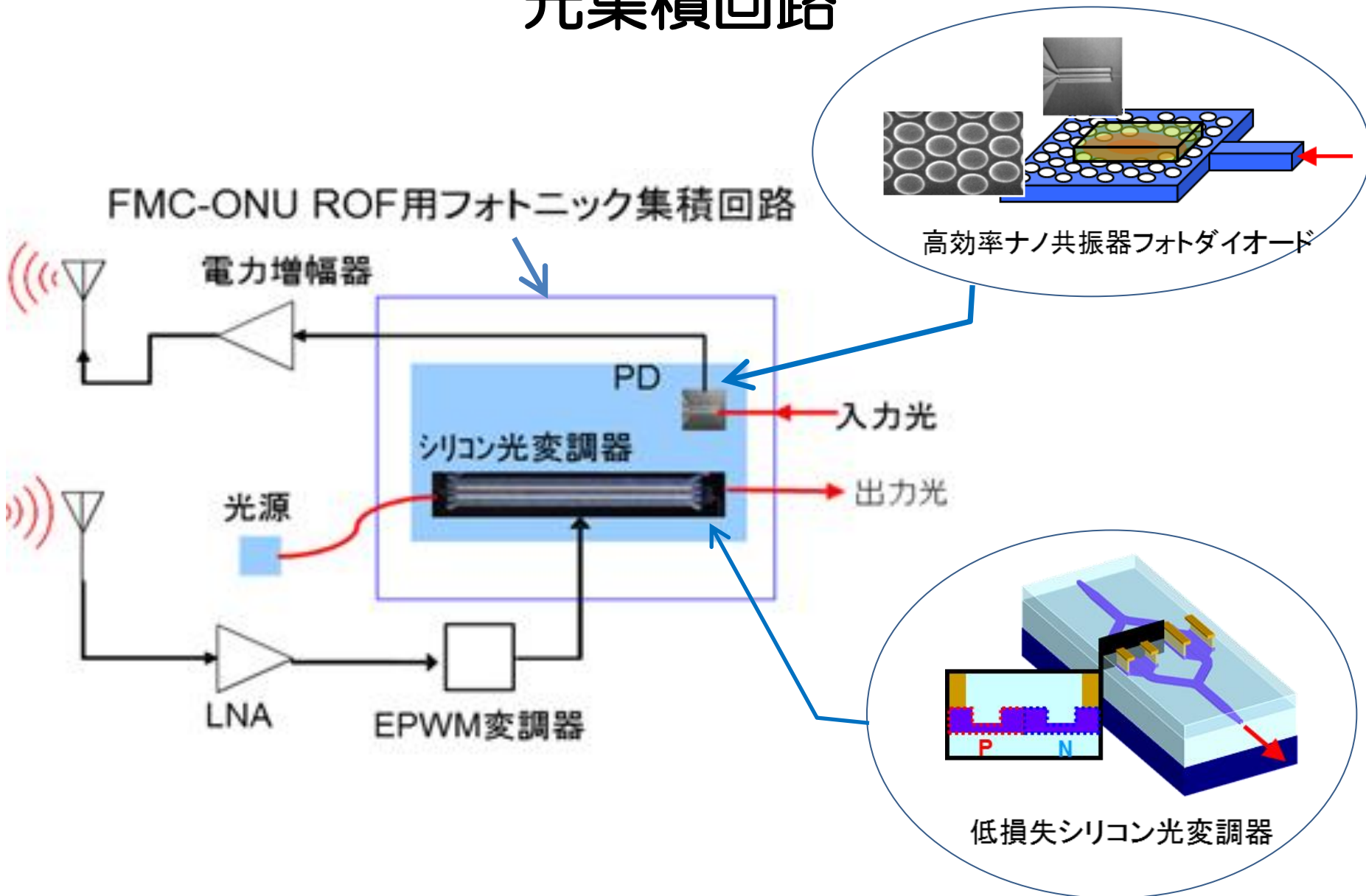


FMC: Fixed Mobile Convergence
ONU: Optical Network Unit

WDM: Wavelength Division Multiplexing
PON: Passive Optical Network

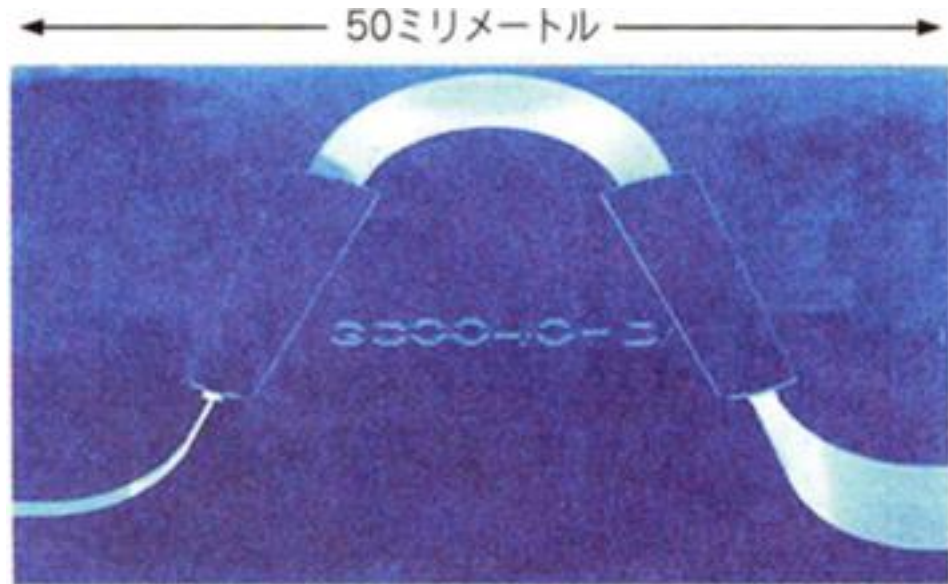
BS: Base Station

次世代FTTHのキーデバイス： 光集積回路



シリコン光集積回路によるWDM合分波器 (NTT研究所)

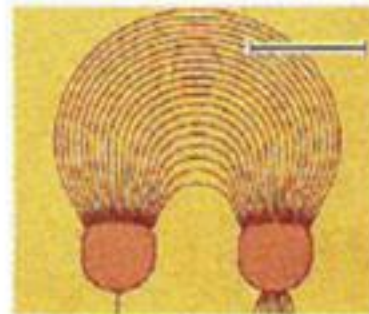
PLC (Planar Light
Circuit) によるAWG
(Arrayed Wave-Guide)



従来の石英ガラス系光導波路
による波長合分波器



Silicon Photonics
によるAWG

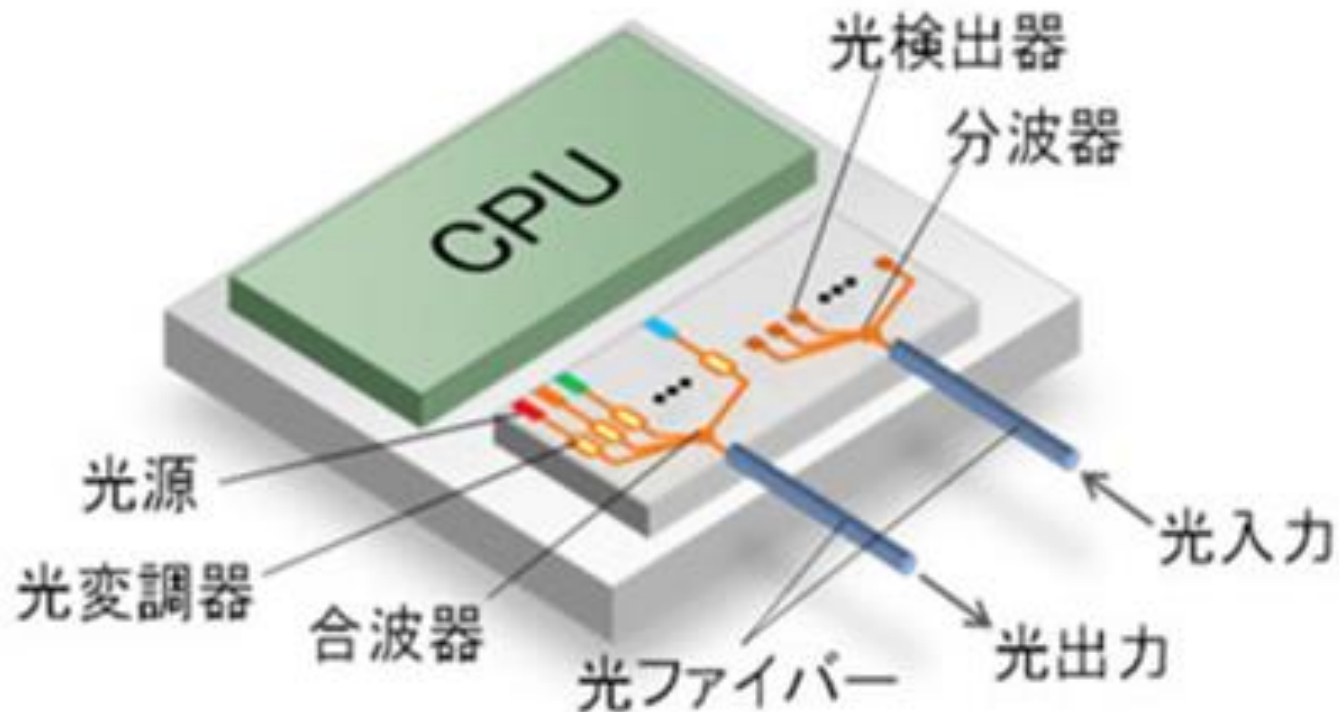


50マイクロ
メートル

シリコン光導波路に
よる波長合分波器

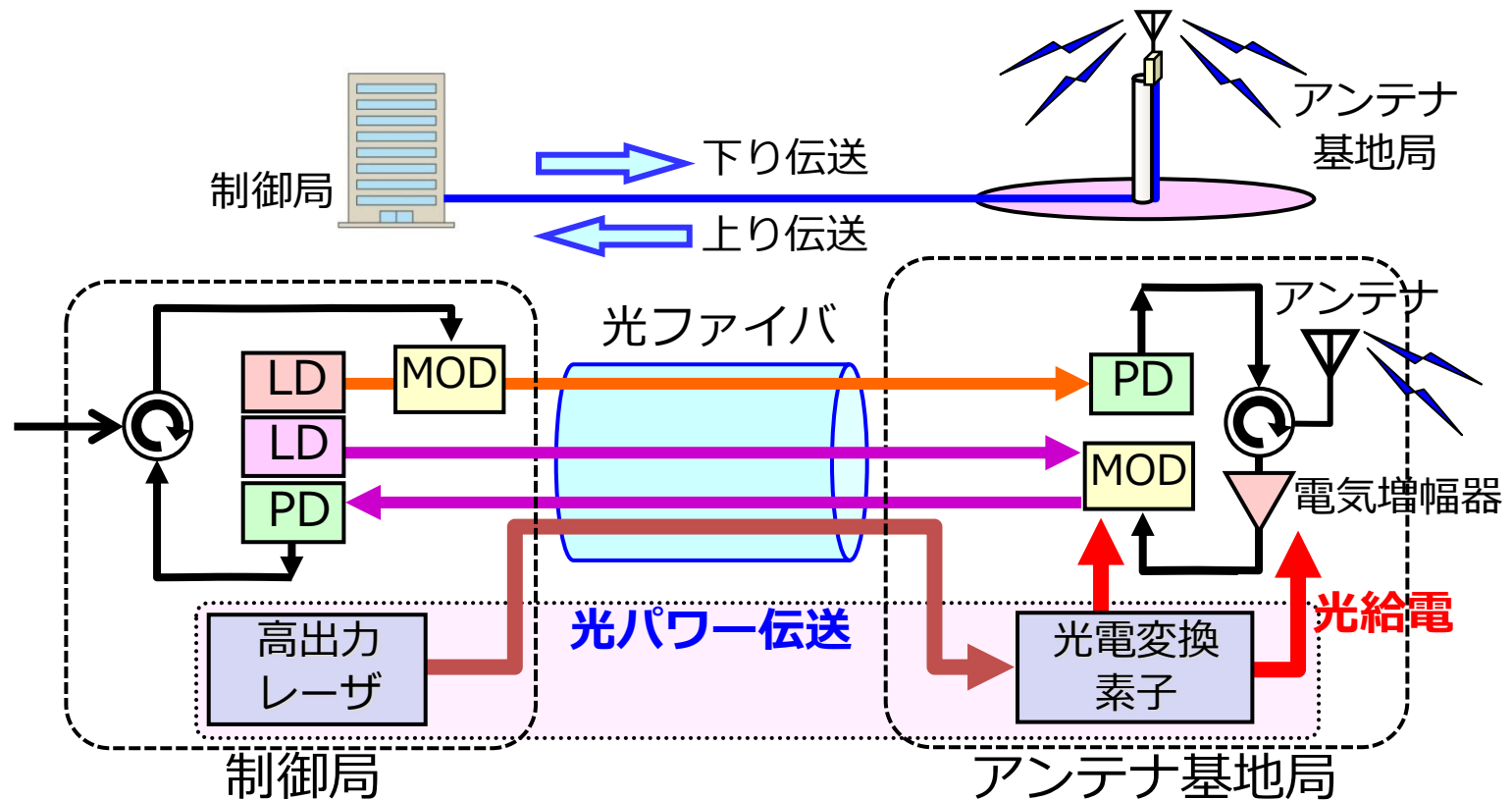
スパコンのキーデバイス：シリコン光集積回路 (富士通研究所)

CPU間の大容量データ伝送に向けて
シリコン集積光送信器を開発



出典：プレスリリース(2012年8月31日)

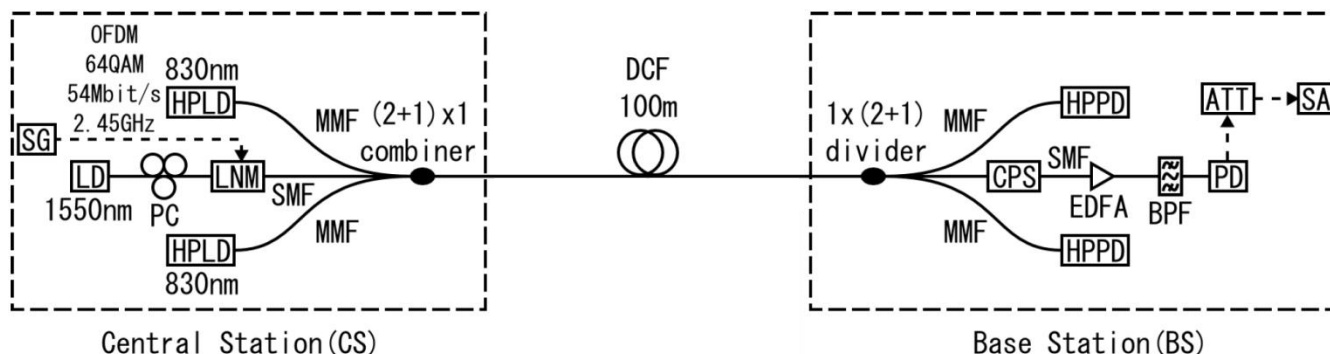
光給電型光ファイバ無線伝送



- ・ 設備を簡易化し, 運用コストを削減
- ・ 災害に強い無線通信システム
- ・ 無誘導の伝送路で避雷対策

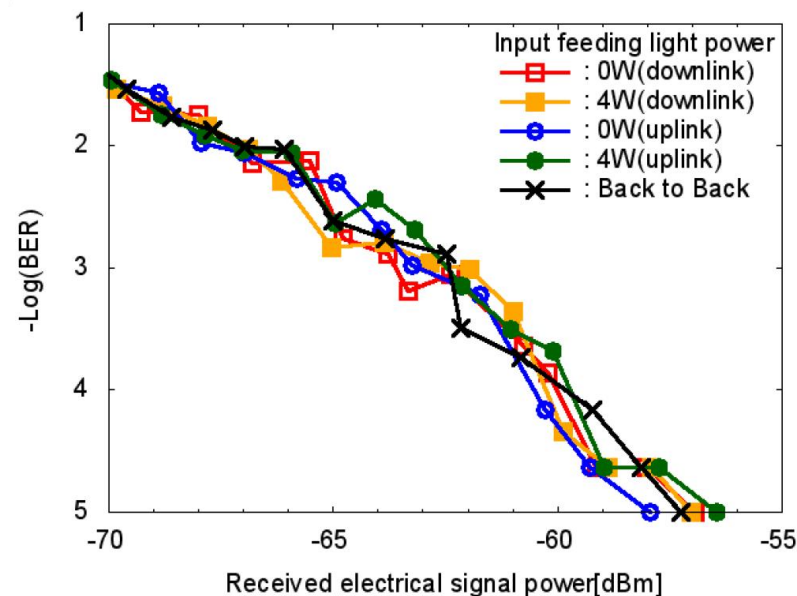
LD: レーザ光源
PD: フォトダイオード
MOD: 光変調器

ダブルクラッド光ファイバによる光給電



ダブルクラッド光ファイバ (DCF) による光給電型ROF下り伝送

	単一モード (SMF)	多モード (MMF)	ダブルクラッド (DCF)
構成			
広帯域伝送	 広帯域	 モード分散	 広帯域
光給電	 コア小	 コア大	 コア大



符号誤り率特性