

小型 WDM 形光伝送装置の機能拡充による 光ファイバ枯渇問題対応

LTE展開を図る上で、ルーラルエリア等のアクセス区間で伝送距離が長距離となるエリア、光芯線枯渇エリアについて、効率的な伝送路構築を行うために、FOMA/Xi併設基地局へのエントランス伝送路を1心双方向で実現可能とすべく、ATM装置と同等の伝送距離（許容損失）となるよう長延化を実現し、心線枯渇への対応を実現するため、小型WDM形光伝送装置の機能拡充・実用化を行った。

無線アクセス開発部

おおいし としゆき
大石 敏行いけだ のりよし
池田 憲善つづき たけひこ
都築 毅彦おおくぼ こうじ
大久保 浩司

1. まえがき

ドコモでは、エントランス伝送路の区間について、無線方式と有線方式（光伝送装置）によって構築している。

現在、有線方式のエントランス伝送路（CN（Connection Node）^{*1}/LCN（Local Connection Node）^{*2}～無線基地局）に用いる光伝送装置は、IMT用ではATM（Asynchronous Transfer Mode）^{*3}形多重化装置、または小型WDM（Wavelength Division Multiplexing）形光伝送装置[1][2]が主流であり、LTE用ではERP-SW（Ethernet Ring Protection-Switch）^{*4}形イーサネット伝送装置[3]とERP-SW形メディアコンバータ装置（1GbE-BX/ZX）^{*5}の組み合わせである（図1(a)(b)）。

LTE導入により、LTE基地局までのエントランス伝送路については、早急な構築が求められている。その際、IMTとLTEはアンテナ設備を共用し、サービスエリアをオーバーレイ化するため、3G基地局（BTS）とLTE基地局（eNodeB）の設置場所は同一場所であることが望ましい。

ATM形多重化装置は、ロスバジェット^{*6}29dBを実現しているが、他の装置では28dBまでとなっているため、対応可能な伝送距離が異なっている。そのため、BTSとeNodeBの同位置への設置が困難な場合がある。

また、エントランス伝送路の構築に用いる光ファイバは、大部分をダークファイバ^{*7}の賃借によって確保しているため、LTE用の新

たな光ファイバの調達が困難（心線枯渇）という課題があった。

そこで、小型WDM形光伝送装置の機能を拡充し、IMT用とLTE用の伝送路を重畳して収容することで、光ファイバの心線数および装置数を低減することを可能とし、ランニングコストの低減を実現した。

本稿では小型WDM形光伝送装置の機能拡充と実用化について解説する。

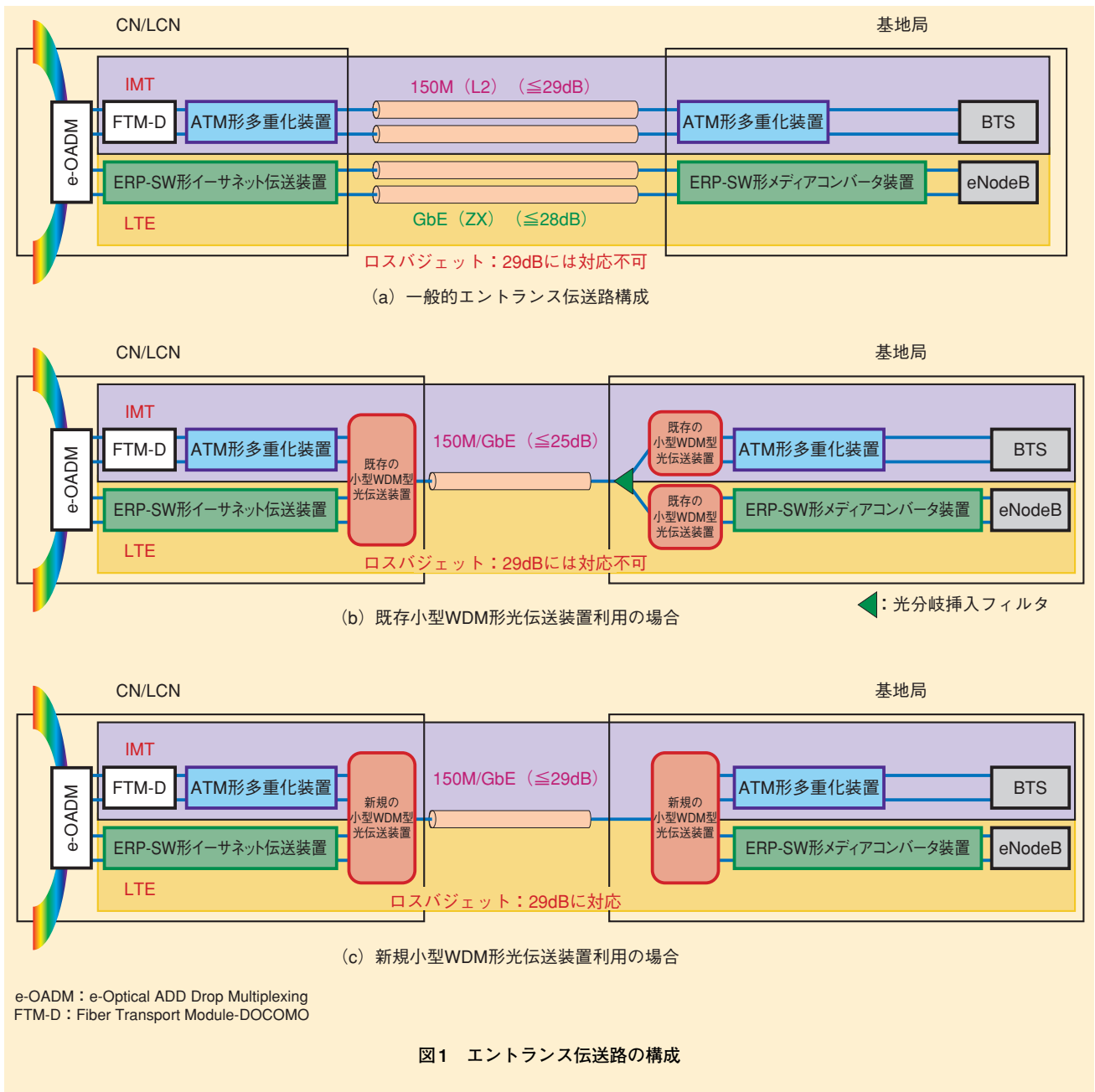
2. エントランス伝送路の概要

IMT用の伝送路構築には、ATM形多重化装置を用いる。L2盤^{*8}を用いた場合、2心双方向で29dBのロスバジェットまで許容できる。

一方、LTEでは伝送路構築には

*1 CN：基地局回線を効率良く伝送するため、県内中継面上に設置し、回線を収束・分散する機能を有する。

*2 LCN：NTTダークファイバなどを効率よく集約するため、NTT加入者光収容局を拠点とするノードで、回線を集束・分散する機能を有する。



ERP-SW形イーサネット伝送装置とERP-SW形メディアコンバータ装置を用いる。BXでは1心双方向で22dBまで、ZXでは2心双方向で28dBのロスバジェットまで許容で

きる(図2(a))。

また、既存の小型WDM形光伝送装置を用いた場合、25dBのロスバジェットとなる。

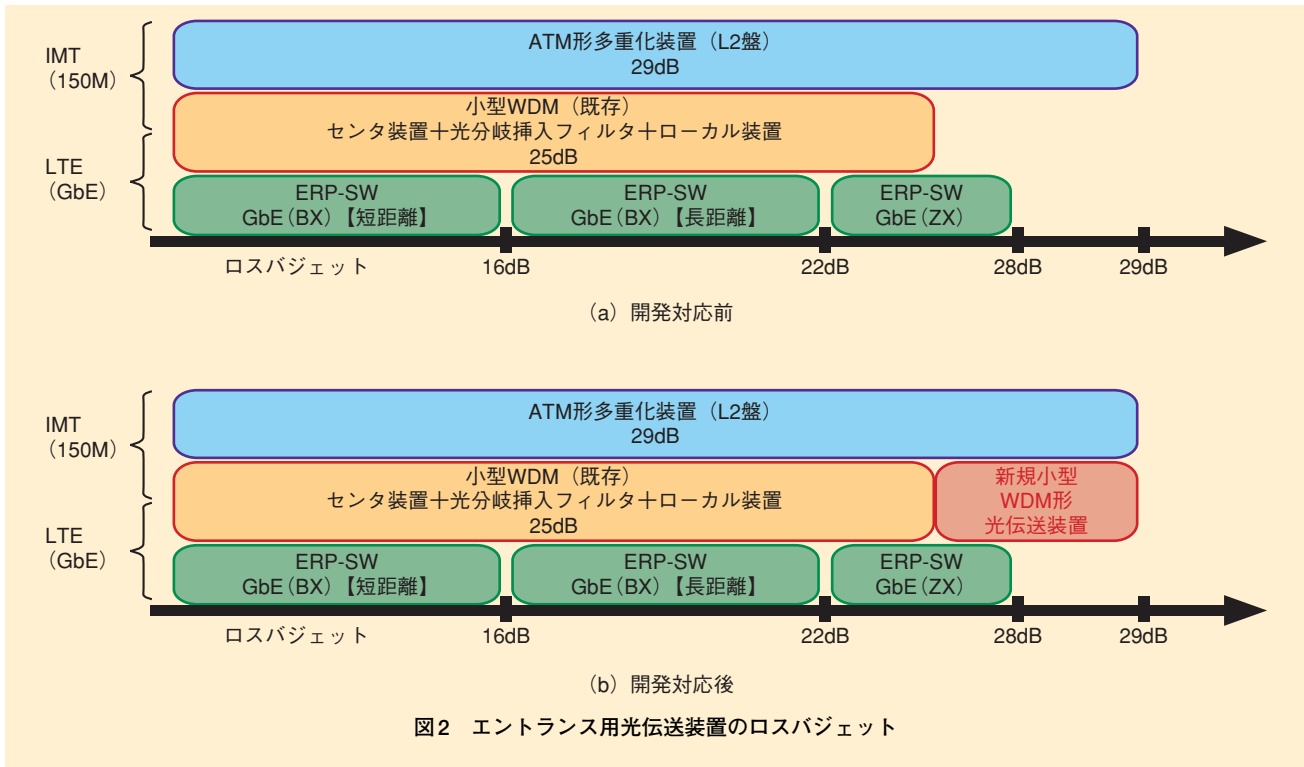
このため、既存の3G基地局まで

の伝送損失が29dBの場合に、既存の伝送装置ではLTE基地局用の伝送路を構築することができない。そこで、ロスバジェット29dBの小型WDM形光伝送装置を開発した(図

- *3 ATM : セルと呼ばれる固定長のフレームを逐次転送する通信方式。
- *4 ERP-SW : 伝送路のAll-IP化に際し、大容量化、IPネットワークへ柔軟適応対応するために開発したイーサネット伝送装置。広域イーサネット網転送プロトコル(IEEE802.1ah)を世界に先駆け実装。
- *5 1GbE : 通信速度が1Gbit/sの光ファイバ

- *6 ロスバジェット : 光送信モジュール出力光パワーと光受信モジュールの受信感度

- の差で決まる光伝送路に許容される伝送損失値。
- *7 ダークファイバ : 電気通信事業者などが敷設している光ファイバのうち、その事業者などが使用せず空いている線。
- *8 L2盤 : ATM形多重化装置における150M光伝送路インタフェース盤の種類。局間用。



2(b)) .

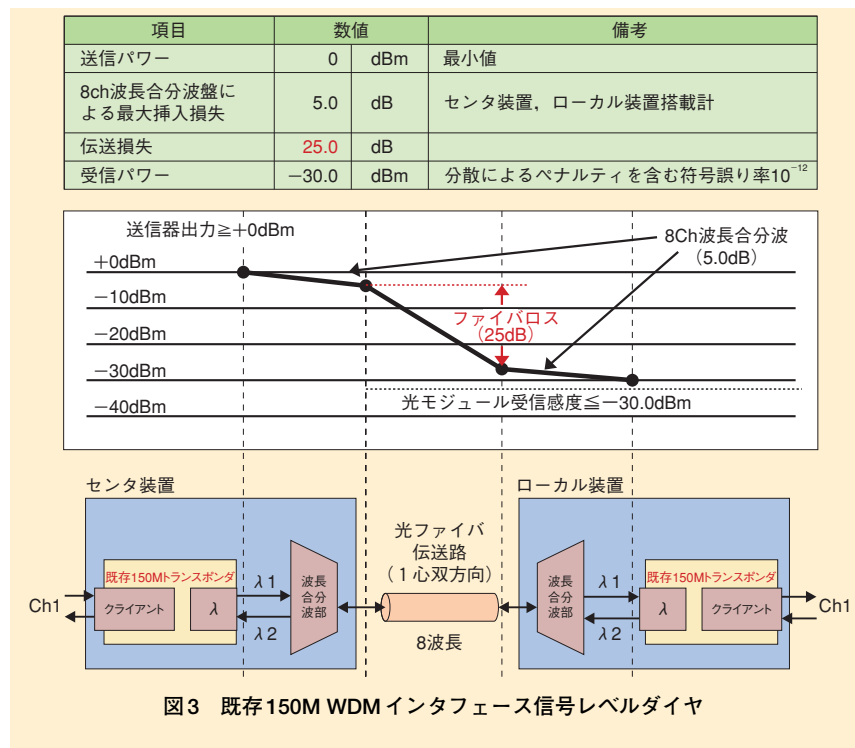
3. エントランス伝送路網への適用における課題と解決方法

3.1 4ch-MLDX の開発

既存の小型WDM形光伝送装置は、8ch波長合分波盤（以下、8ch-MLDX (optical Multiplexer and Demultiplexer) という) によって波長多重・波長分離しており、ロスバジェットは25dBであった（図3, 4）。

前述のとおり、IMT基地局と同一のロケーションにLTE基地局を設置するには、ロスバジェットを29dBまで許容する必要があった。

ロスバジェットは、CN/LCNと



無線基地局それぞれに搭載するトランスポンダ^{*9}のWDMインタフェース信号^{*10}の送信パワー，受信パワーと，合分波盤による最大挿入損失によって決定される．そのため本開発では，合分波盤の最大挿入損失の小さい4ch波長合分波盤（以下，4ch-MLDXという）を開発した．

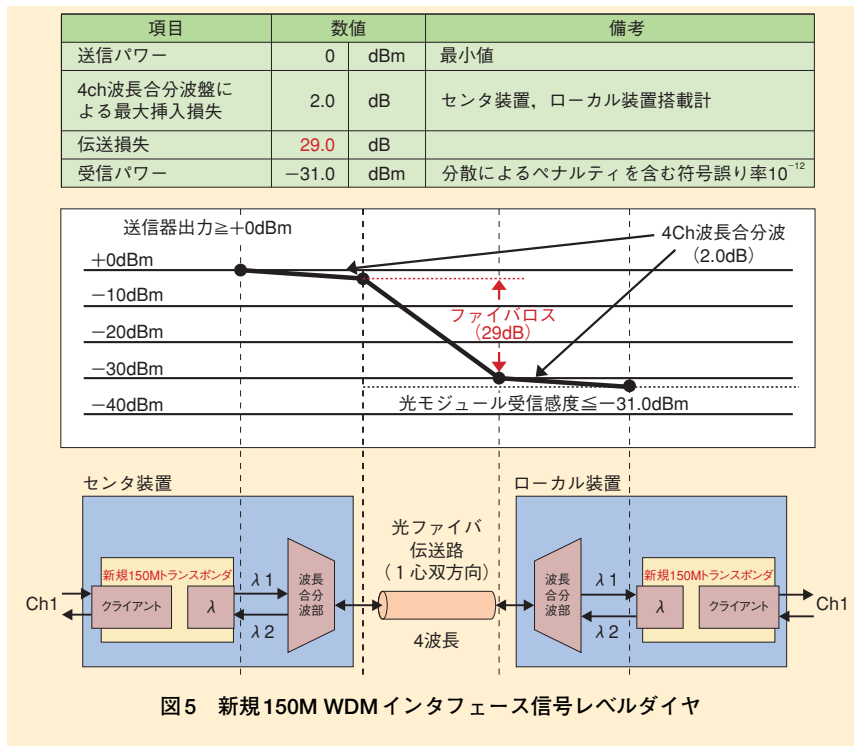
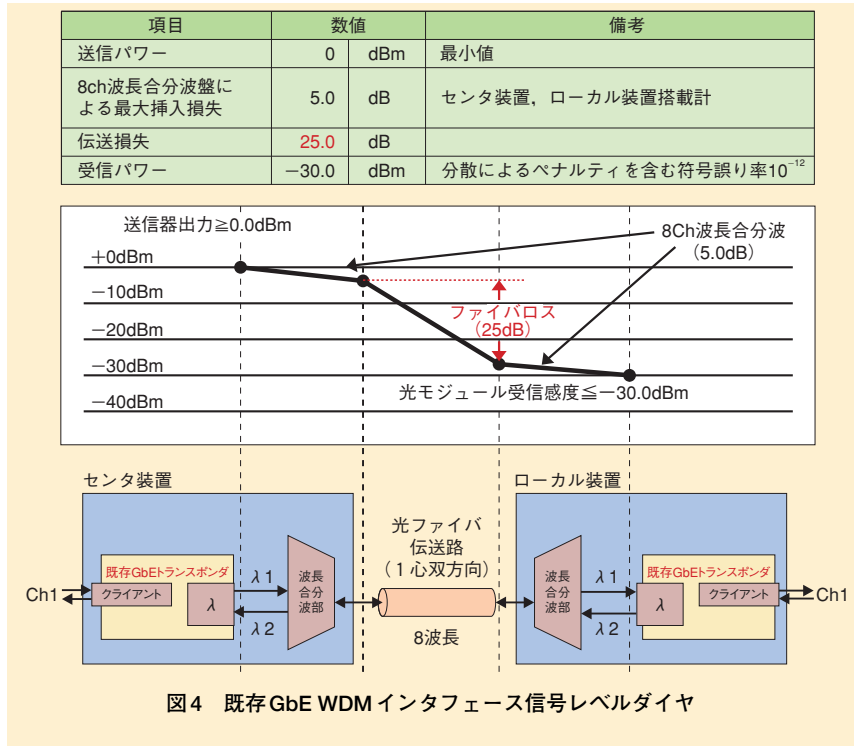
IMT用の新規150M WDMインタフェース信号レベルダイヤを図5に，LTE用の新規GbE×2多重WDMインタフェースの信号レベルダイヤを図6に示す．4ch-MLDXの最大挿入損失2.0dB化（8ch-MLDXは3.0dB）とともに新規開発のトランスポンダの送信パワー・受信パワー（感度）の改善により，ロスバジェット29dBを実現した．4ch-MLDXを導入した際のエントランス伝送路の構成を図1（c）に示す．

3.2 新たなトランスポンダの開発

既存の小型WDM形光伝送装置におけるGbE（SX/LX）のインタフェースは，パッケージ当たり1ポート^{*11}の収容であった．また，当該トランスポンダは2枚幅のパッケージであった．

伝送路の収容効率を上げるために，パッケージの1枚幅化と電気多重を行った，GbE×2多重トランスポンダ（1枚幅）を開発した．

150Mインタフェースのトランスポンダも2枚幅であったため，1枚幅化を図った．



*9 トランスポンダ：光通信においては，光ファイバと電気信号との双方向変換を行う機能部のことをトランスポンダと呼ぶ．
 *10 WDMインタフェース信号：トランスポンダにおける波長多重側のインタフェース信号．
 *11 ポート：他装置とデータをやり取りするためのインタフェース．

項目	数値		備考
送信パワー	3	dBm	最小値
4ch波長合分波盤による最大挿入損失	2.0	dB	センタ装置、ローカル装置搭載計
伝送損失	29.0	dB	
受信パワー	-28.0	dBm	分散によるペナルティを含む符号誤り率 10^{-12}

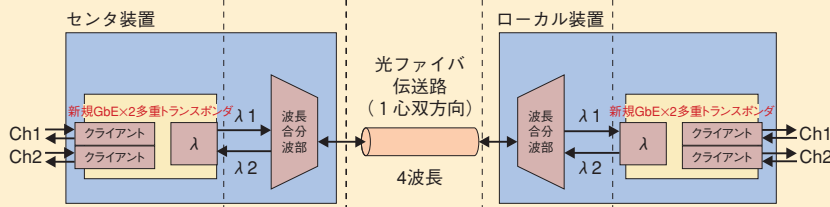
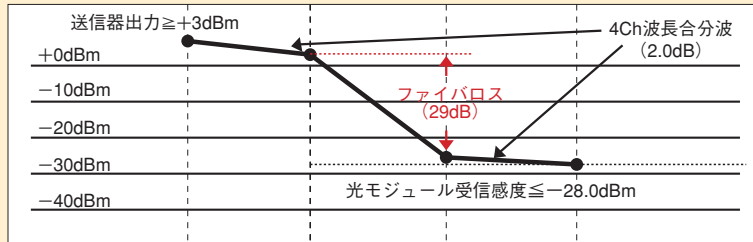


図6 新規GbE×2多重 WDM インタフェース信号レベルダイヤ

また、送信パワー・受信パワーの改善により、ロスバジェット改善にも寄与している。

3.3 1Uセンタ装置とローカル装置の開発

既存の小型WDM形光伝送装置においては、センタ装置（高さ：3U^{*12}）と各種インタフェースに応じた個々のローカル装置を有していたが、スロット収容により搭載するトランスポンダを任意に選択できる1Uセンタ装置とマルチローカル装置を新たに開発した。

前述の1枚幅化、電気多重との相乗効果により飛躍的に収容効率を上げることが可能となった（図7）。

4. あとがき

エントランス伝送路向けの小型

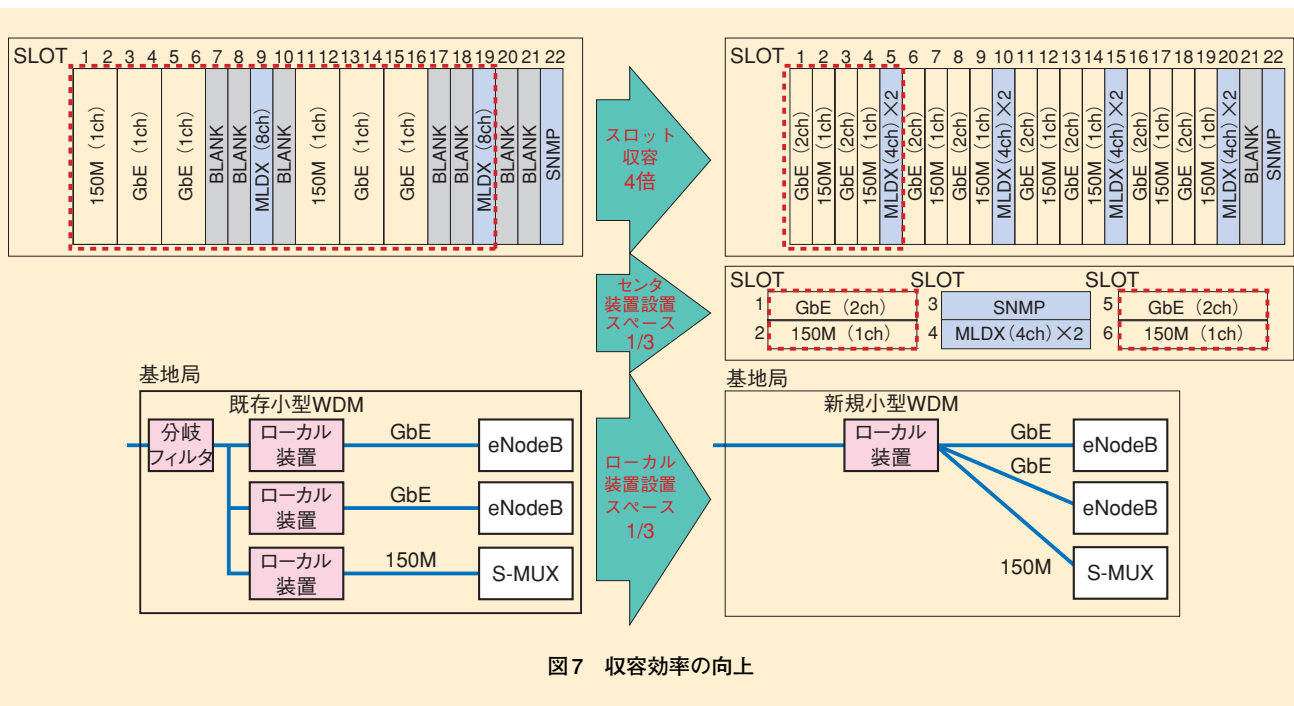


図7 収容効率の向上

*12 U：ラック実装機器の高さの単位。
1 U=1.75インチ (44.45mm)。

WDM形光伝送装置を開発・導入することで、設置スペースや消費電力量の制限を解消するとともに、ランニングコストの低減を可能とした。本装置は、2011年7月より順次導入されており、光心線^{*13}の有効活用を実現するとともに、ダークファイバ使用料削減に伴う経済効果を挙げ

ることを可能とし、LTE導入によるエントランス伝送路の円滑な構築に貢献した。

文 献

[1] 松本, ほか：“光バックボーンネットワーク向けWDM装置の開発,” 本誌, Vol.11, No.3, pp.48-54, Oct. 2003.

[2] 米澤, ほか：“経済的なエントランス光伝送路構築に向けた小型WDM装置の開発,” 本誌, Vol.14, No.3, pp.32-37, Oct. 2007.

[3] 森田, ほか：“伝送路のAll-IP化に向けたイーサネット伝送装置（ERP-SW）の開発,” 本誌, Vol.18, No.3, pp.52-56, Oct. 2010.

*13 光心線：光ファイバケーブルの中の1本の線。