

ビジネスメディアコンバータの高機能化

今井 誠*
 藤枝 亮*
 吉田俊和**

New Functions for Media Converter System for Business Use

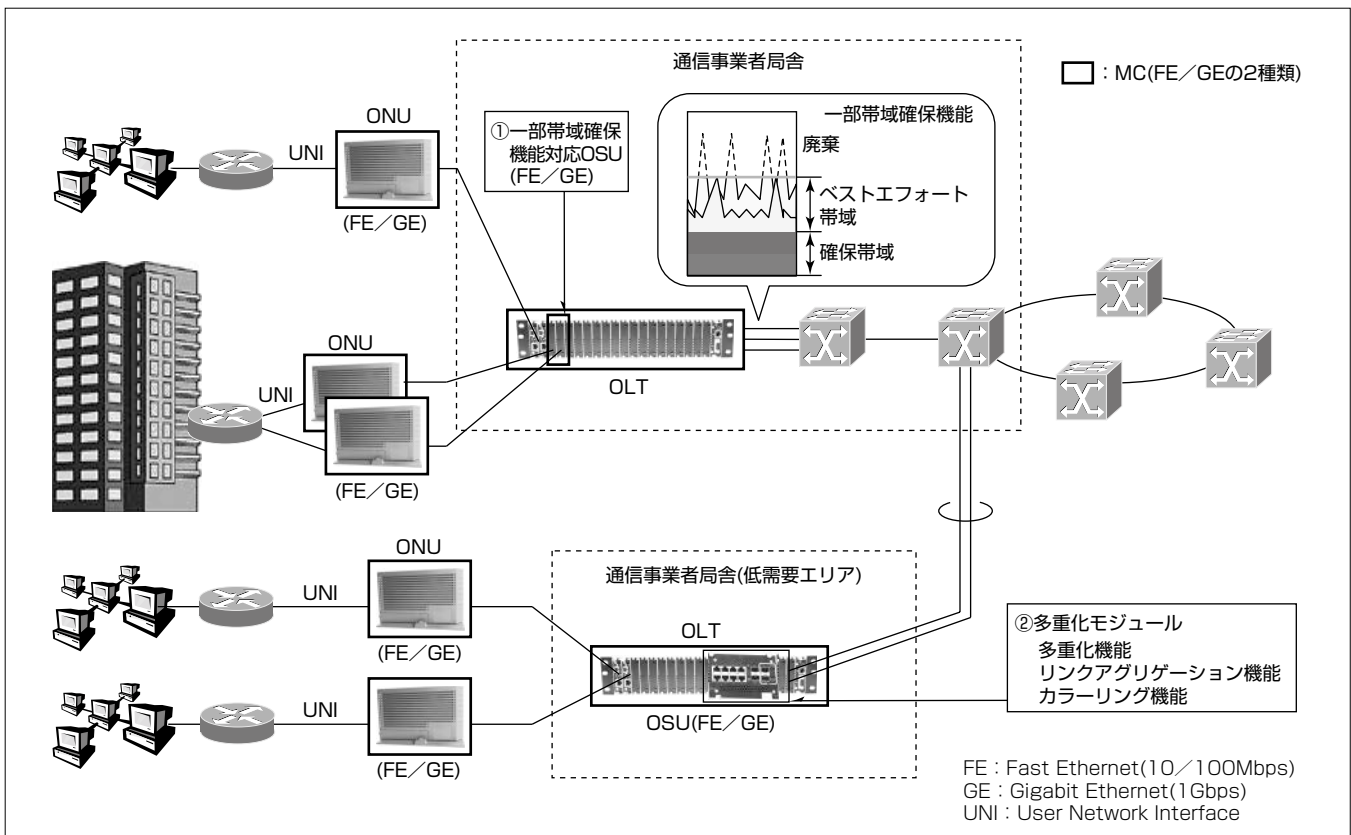
Makoto Imai, Tasuku Fujieda, Toshikazu Yoshida

要 旨

三菱電機は2007年からビジネスメディアコンバータ(MC)の出荷を開始し、広域イーサネットサービスの高速化、高信頼化、広帯域化に貢献してきた。

MCは、異なる伝送媒体(光ファイバーと銅線ケーブル等)の信号を相互に変換して接続する、ポイントトゥポイント型の光通信装置である。通信事業者の局舎に設置するOLT(Optical Line Terminal)とユーザー側に設置するONU(Optical Network Unit)の間を10/100Mbps、1 Gbpsの速度でデータ伝送を行うことができ、主に企業向けに用いられる広域イーサネットサービスやIP-VPN(Internet Protocol-Virtual Private Network)のアクセスネットワーク、基地局エントランスネットワーク等、高信頼性が求められるネットワークに広く適用されている。

今回、広域イーサネットサービスにおける、ネットワーク帯域の有効活用、サービス提供エリア拡張の要求を受け、①ユーザー端末から送信されたフレームを、フレーム内の識別子によって、帯域確保するフレームとネットワーク輻輳(ふくそう)状態では廃棄される可能性のあるフレームに分類し、ネットワーク帯域の有効利用を可能とする一部帯域確保機能対応OSU(Optical Subscriber Unit)、②低需要エリアに設備投資を抑えてサービス展開するため、複数のアクセスポートを集約する多重化機能、通信線路の耐障害性を高めるリンクアグリゲーション機能、及びフレームの優先度を付与するカラーリング機能を備えた多重化モジュールを開発した。



ビジネスメディアコンバータを適用した通信ネットワークの構成

ビジネスメディアコンバータは、広域イーサネットサービス、IP-VPNネットワーク等のアクセスネットワークに適用する光通信装置であり、通信事業者の局舎に設置するOLTとユーザー側に設置するONUで構成する。今回開発した一部帯域確保機能対応OSUと多重化モジュールによって、ネットワーク帯域の有効活用、及び設備投資を抑えたサービス展開を実現することができる。

1. ま え が き

国内の広域イーサネットサービスの契約者数は、29.4万人(平成22年9月末時点)から40.1万人(平成25年9月末時点)に増加しており⁽¹⁾、今後もICT(Information Communication Technology)の進歩に伴い、着実に需要が拡大していくことが期待されている。

ビジネスメディアコンバータ(MC)は、ポイントトゥポイント型の光通信装置であり、主に企業向け広域イーサネットサービスのアクセス装置として用いられている。

本稿では、MCの概要と、広域イーサネットサービスでの、ネットワーク帯域の有効活用、及びサービス提供エリア拡張の要求を受けて新たに開発した一部帯域確保機能対応OSU、及び多重化モジュールに適用した技術について述べる⁽²⁾。

2. ビジネスメディアコンバータ

MCは、通信事業者の局舎に設置するOLTとユーザー側に設置する端末装置であるONUで構成されている。OLTは収容効率を上げるため、ONUとのインターフェースであるOSUを最大20枚実装可能である。OSUとONUには、それぞれ10/100Mbpsタイプ、1 Gbpsタイプがあり、1台のOLTに10/100Mbpsタイプ、1 Gbpsタイプの混在を可能としている。OLTにはOSUの他に1枚の監視制御盤が実装されており、監視制御盤を監視制御網に接続することによって、SNMP(Simple Network Management Protocol)による障害監視、FTP(File Transfer Protocol)によるMCのソフトウェアの遠隔アップグレードを行うことができる。また、MCは、ITU-T Y.1731準拠のイーサネット^(注1)OAM(Operations,Administration and Maintenance)機能を実装しており、各装置にIPアドレスを設定することなく、各装置の正常性確認、各装置間やエンド・エンドでの障害監視やループバック試験、フレームロス測定、遅延時間測定等の伝送品質測定を行うことができる。表1にMCの主要諸元を示す。また、OLTとONUを図1に示す。

企業内ネットワークでのMCの使用例を図2に示す。ユ

表1. MCの主要諸元

項目	仕様	
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・ OLT : 2U高で20枚のOSUを収容可能 ・ 10/100Mbpsタイプと1Gbpsタイプの混在収容が可能 ・ ONU : 小型筐体(きょうたい) 	
諸元	サイズ	OLT : 442(W) × 403.4(D) × 88.1(H) (mm) ONU : 35(W) × 169(D) × 105(H) (mm)
	ポート	OLT SNI側 : 10/100BASE-TX, 1000BASE-SX/LX ONU UNI側 : 10/100BASE-TX, 1000BASE-SX/LX/T
	伝送距離	OLT-ONU間 : 20km : 40km (長距離対応版)
主要機能	イーサネットOAM, 障害監視, ループバック, 遠隔アップグレード	

SNI : application Server Network Interface

ーザー企業が広域イーサネットサービスを通信事業者と契約することによって、ユーザー企業内にONUが設置される。ユーザー企業は、企業内のネットワークを集線する集線装置をONUに接続することによって、ONUの上位のOLT、スイッチ、中継装置を経由して通信事業者の持つ中継ネットワークを利用してユーザー企業の本社、支社間をつなぐ企業内ネットワークとして使用することができる。

(注1) イーサネットは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

3. 一部帯域確保機能対応OSU

3.1 一部帯域確保機能

ネットワーク帯域不足の解消と予防、また、ネットワーク帯域の有効活用のため、通常、ネットワークでは帯域制御が行われている。今回開発した一部帯域確保機能も帯域制御機能の一つである。

この機能は、ユーザーごとに設定された最低保証帯域(Committed Information Rate : CIR)と最大帯域(Peak



(a) OLT



(b) ONU

図1. OLTとONU

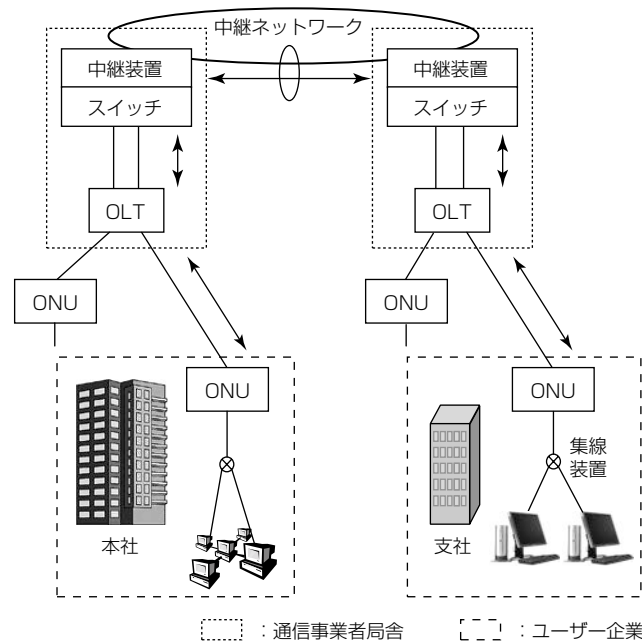


図2. MCの使用例

Information Rate : PIR)に基づき、ユーザー端末から送信されたフレームを帯域確保するフレームとネットワーク輻輳状態では廃棄される可能性があるフレームにOSUで分類し、OLTの上位装置であるスイッチ及び中継装置によって、中継ネットワークの帯域制御を行う方式としている。図3に一部帯域確保機能の概念図を示す。

従来、広域イーサネットサービスは、転送可能な最大帯域に応じた利用料金が設定されていることが多く、瞬間的に必要となる最大帯域で契約すると、利用料金が高額となる場合があった。

しかし、一部帯域確保機能は、契約帯域以下フレームに対する帯域確保と契約帯域を超えたフレームに対するベストエフォート転送が両立可能なため、ユーザーは、従来よりも割安な料金で広域イーサネットサービスを利用できる可能性が広がる。図4に従来の契約帯域と一部帯域確保機能における契約帯域の違いを示す。

3.2 主要諸元

一部帯域確保機能対応OSUの主要諸元を表2に示す。10/100 Mbps, 1 Gbpsの伝送速度に対応するため2種類のOSUを開発した。図5にOLTに実装した状態の一部帯域確保機能対応OSUを示す。

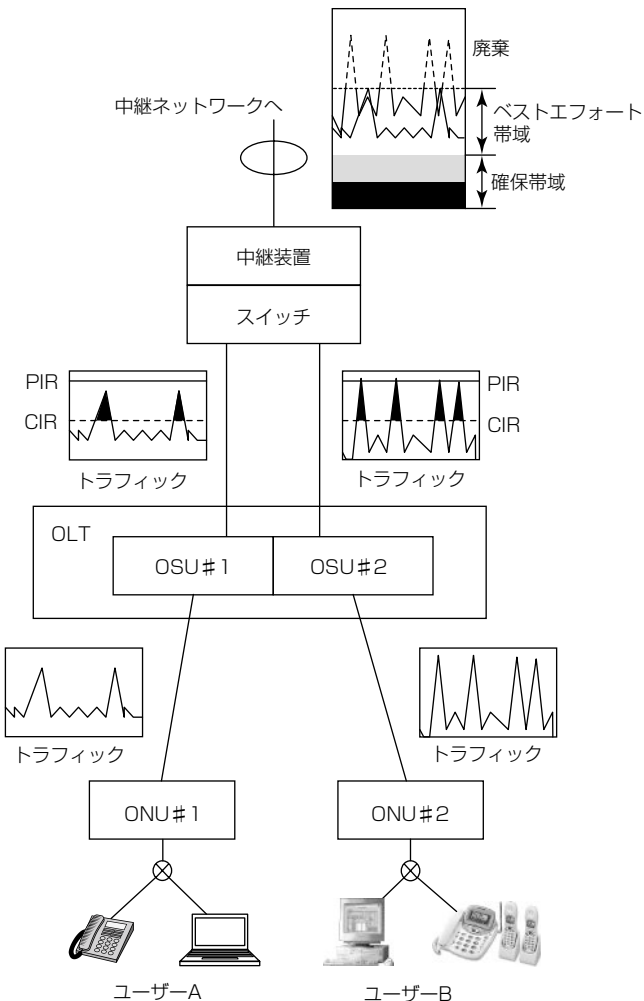


図3. 一部帯域確保機能の概念図

3.3 一部帯域確保機能対応OSU

一部帯域確保機能を実現するため、OSUは各ユーザー(ONU)から受信したフレームに対して、クラシファイ、帯域監視、カラーリング、プライオリティキューイングを行い、上位装置に送信する。図6にOSU内部での一部帯域確保機能の流れを示し、次に各処理の詳細を述べる。

(1) クラシファイ

IPヘッダのToS(Type of Service)値、VLAN(Virtual Local Area Network)タグのCoS(Class of Service)値、VID(VLAN Identifier)値等の識別子を参照して、転送するフレームのクラス分けを行う。

(2) 帯域監視

ユーザーごとに設定されたCIRとPIRに基づき、CIRを

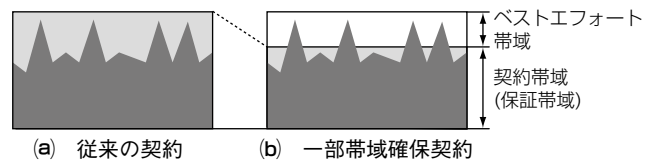


図4. 契約帯域の違い

表2. 一部帯域確保機能対応OSUの主要諸元

項目	仕様	
諸元	サイズ	2U高 1スロット幅(20(W)×220(D)×84(H)(mm))
	ポート	OSU SNI側: 10/100BASE-TX, 1000BASE-SX/LX OSU 側: 100BASE-BX, 1000BASE-BX
主要機能	<ul style="list-style-type: none"> ・カラーリング機能: 4クラス ・特定アドレス優先機能: IPv4, IPv6 ・タグ付与/削除機能: C-Tag ・フレームカウンタ機能: 64ビット ・イーサネットOAM機能: ITU-T Y.1731 ・遠隔アップグレード: 対応 	

IPv4: Internet Protocol version 4
ITU-T: International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector

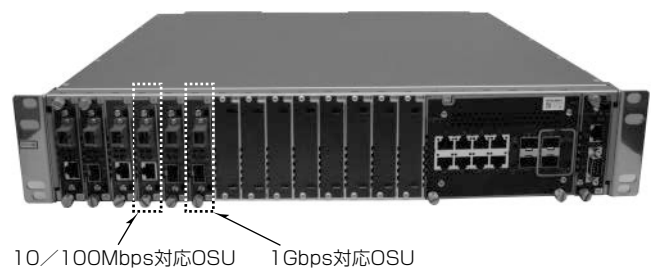


図5. 一部帯域確保機能対応OSU

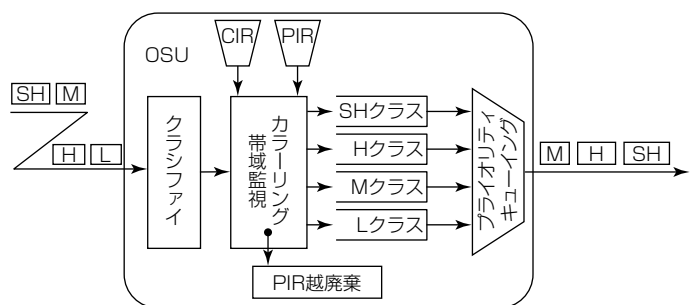


図6. 一部帯域確保機能の流れ

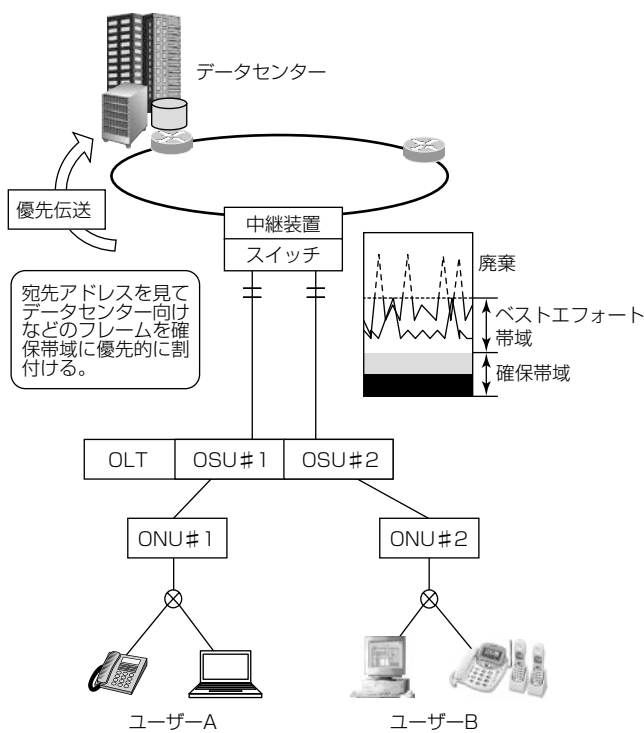


図7. 特定アドレス向け優先送信動作

超えるフレームは、PIRまでベストエフォート転送し、PIRを超過するフレームを廃棄する。

(3) カラーリング

CIR, PIR演算によって、帯域確保するフレームとベストエフォート転送するフレームに分類する。

(4) プライオリティキューイング

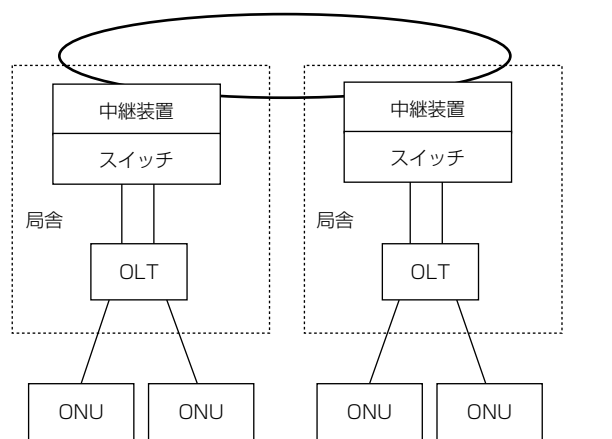
クラシファイ・カラーリングされたフレームを、SH(最高優先)、H(高優先)、M(中優先)、L(低優先)にクラス分けしてクラスごとのキューに格納し、優先度に応じて、上位装置に送信する。

一部帯域確保機能の利用例として、特定アドレス向け優先送信動作を図7に示す。一部帯域確保機能のクラシファイ処理における識別子として設定されている宛先IPアドレスを利用することによって、特定のIPアドレス向けに優先的に送信する機能を実現することができる。特定のIPアドレスとして、例えば、ユーザーが利用しているデータセンターのアドレスが考えられる。ユーザーにとって優先度が高いデータセンター向けのフレームを、IPアドレスを識別子として高優先フレームにクラシファイすることによって、帯域を確保し、かつ優先的にフレームを送信することができ、ユーザーの利便性の向上を図ることができる。

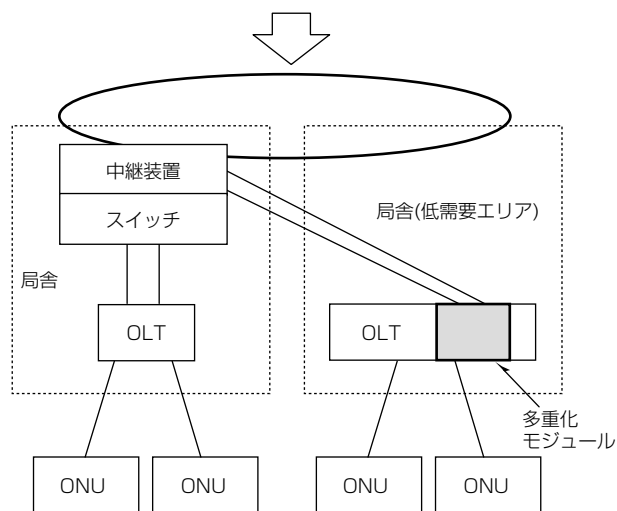
4. 多重化モジュール

4.1 開発背景

広域イーサネットサービスは、都心部だけではなく、低需要エリアへの展開も望まれている。しかし、低需要エリアではMCが設置されていない局舎が多く、かつ、新規ユーザーも少数であるため、現行の構成のとおりOLT及び



(a) 現行構成



(b) 低需要エリアでの構成

図8. 現行と低需要エリアでの構成

スイッチを新設すると投資効率が悪い。そこで、スイッチ機能をOLTに取り込み、設備投資を抑えて広域イーサネットサービスを展開するため、新たなインタフェース基板として多重化モジュールを開発した。

図8に現行構成と低需要エリアでの構成を示す。OLTに搭載したスイッチ機能を持つ多重化モジュールとスイッチの上位装置である中継装置をリンクアグリゲーション技術で接続することによって、低需要エリアに適したネットワーク構成で経済的にエリア展開を進めることを可能としている。

また、低需要エリアではOLTと中継装置間が長距離となるのが想定されるため、40km伝送が可能な1000BASE-ZX SFP(Small Form Factor Pluggable)を搭載可能とした。

4.2 主要諸元

表3に多重化モジュールの主要諸元を示す。多重化モジュールは、アクセスポートとして10/100Mbpsポートを8ポート、1Gbpsポートを2ポート、中継ポートとして1Gbpsポートを2ポート持っている。図9にOLTに実装した状態の多重化モジュールを示す。

4.3 多重化モジュールの機能

図10に多重化モジュールとOSU及び中継装置の接続形態

表3. 多重化モジュールの主要諸元

項目	仕様
サイズ	2U高 6スロット幅(120(W)×220(D)×84(H)(mm))
諸元	ポート
	アクセス側：10/100BASE-TX×8 1000BASE-SX/LX/T×2 中継側：1000BASE-SX/LX/ZX×2
主要機能	・多重化機能：アクセス側→中継側 ・分離機能：中継側→アクセス側 ・LAG機能：アクセスポート単位に分散 ・カラーリング機能：4クラス ・タグ付与/削除機能：IEEE 802.1ad S-Tag ・IP Ping機能：IPv4 ・イーサネットOAM機能：ITU-T Y.1731 ・遠隔アップグレード：対応

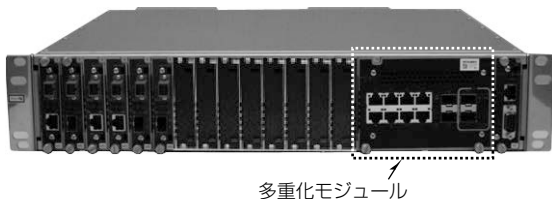


図9. OLTに実装した多重化モジュール

を示す。多重化モジュールの主要な機能は次のとおりである。

(1) 多重化/分離機能

多重化モジュールは、それぞれのONUから転送されるフレームをOSUとケーブルで接続したアクセスポートで受信し、それぞれのOSUのフレームを多重化して中継ポートから上位装置に転送する多重化機能、及び、多重化されたフレームを上位装置から受信した場合に、それぞれのユーザーのフレームに分離して、アクセスポートからそれぞれのOSUに転送する分離機能を持つ。

多重化モジュールでは、アクセスポートから中継ポート間で、100ms周期で監視フレームを流し、装置内監視を行っている。また、ソフトウェア対策として、主信号及び主信号伝送に関わる制御メモリには、ECC(Error Check and Correct)を適用し、信頼性の向上を図っている。

(2) リンクアグリゲーション機能

中継装置と多重化モジュール間は線路を二重化し、リンクアグリゲーションを構成することによって、信頼性の高いネットワークを実現している。物理層及びデータリンク層の通信断が発生した場合、通信経路を切り替え可能としている。2ポートある中継ポートのどちら側を使用するかはフレームのVLAN情報ごとに指定することができる。両系合わせて1Gbps以内での収容設計であるが、2Gbpsで両系通信中に片寄せを行った場合は、テイルドロップによって廃棄を行う。障害発生や強制切替えによって片寄せを行った場合、最大2.8Gbps(1Gbps×2ポート+100Mbps×8ポート)の入力フレームを1Gbps出力に絞るため、各中継ポートにはポリシング機能を持つ。

(3) カラーリング機能

多重化モジュールは、フレームを多重化する際にフレー

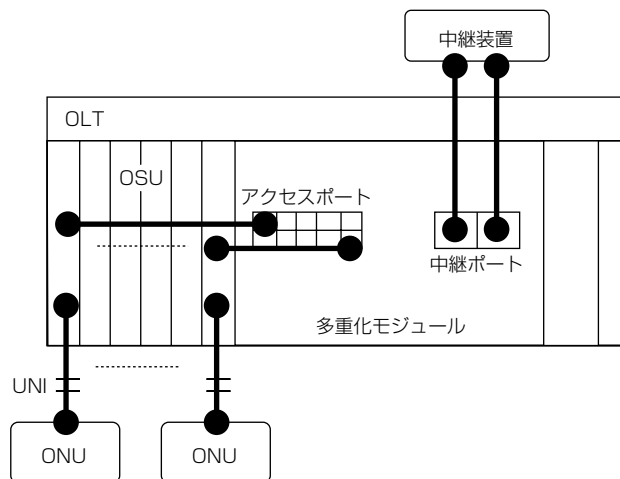


図10. 多重化モジュールの接続形態

ム内のCoS値、VID値を識別子として、VLANタグにフレームの優先度付けを行う機能を持つ。

(4) IP-Ping機能

多重化モジュールは保守機能として、装置設置時のリンク確認、異常発生時の異常発生箇所の切り分けに有用であるIP-Ping機能を持つ。多重化モジュールのアクセスポートと中継ポートにIPアドレスを設定することによって、各ポートからIP-Pingの送受信が可能となる。

(5) イーサネットOAM機能

多重化モジュールでは、各ONUとアクセスポート区間、及び、中継ポートと上位中継装置間で、正常性確認、ループバック試験、遅延時間測定を行うことができる。また、マルチポイント接続を考慮して、マルチキャストにも対応しているため、ONUやOSUに実装されたイーサネットOAMと組み合わせ、異常発生時の異常発生箇所の切り分けに有用である。

5. む す び

ビジネスメディアコンバータが利用される広域イーサネットサービスでは、今後、更なる利便性、信頼性の向上のため、高速・大容量化、セキュリティ機能等の付加価値機能の追加が想定される。これまでの開発で培った光アクセス技術や当社が持つ多様な技術を活用して、ユーザーへの付加サービスを経済的に提供することによって、ビジネスメディアコンバータの更なる利用拡大を図るとともにスマートで安全な社会の構築に貢献する技術開発を進めていきたい。

参 考 文 献

- (1) 総務省：ブロードバンドサービス等の契約数の推移(四半期)(平成25年9月末現在)
- (2) 澁谷知範, ほか：広域イーサネット網の高度化技術, NTT技術ジャーナル, 25, No.12, 51~53 (2013)