



# ギガビットメディアコンバータの高機能化

Realization of Improved Functions for Gigabit Media Converter

湊 透<sup>\*1</sup>  
Minato Toru

横本 徹哉<sup>\*1</sup>  
Yokomoto Tetsuya

古川 隆弘<sup>\*1</sup>  
Furukawa Takahiro

島田 裕一<sup>\*1</sup>  
Shimada Hirokazu

## あらまし

近年、各通信事業者のFTTH（Fiber to the home）サービスをはじめとするアクセス網の高速化・イーサネット化が進む中で、通信事業者のメトロポリタンネットワークのFTTB（Fiber to the building）区間などにおいては、より高速かつ従来の専用線並みの品質を兼ね備えたイーサネット網の整備が急務となっている。

今回、こうした要求に応えるために、イーサネットの経済性を生かし、品質・信頼性の高いサービスの提供を可能とするギガビットメディアコンバータの高機能化について検討、実現した。

## Abstract

In recent years with the advancement of a high-speed and Ethernet access network including the Fiber To The Home (FTTH) service by each common carrier, the consolidation of Ethernet provided with both higher speed and quality that is equal to conventional lines, is pressing needs in the Fiber To The Building (FTTB) section of metropolitan area network for a common carrier.

To meet such requirements, this paper investigates the realization of improved functions for a gigabit media converter that makes use of the economy of Ethernet and can offer a service of high quality and reliability.

\* 1 (株)富士通アクセス・アール・アンド・ディー 先行開発部

## 1. ま え が き

近年、光ブロードバンドアクセスサービスにおいて、100Mbpsの光イーサネット技術を用いたファーストイーサネットメディアコンバータ（以下、FE-MC）が適用されており、キャリアグレードに応えるための遠隔保守管理機能を持ち合わせたものが使用されている。

今回、更なる高速化および高機能化を図ったギガビットメディアコンバータ（以下、GbE-MC）を検討し、実現した。

## 2. 装置概要

GbE-MCは、GbE-MCのユーザインタフェース（1000BASE-SX / LX）<sup>注1)</sup>を1000BASE-LH<sup>注2)</sup>に変換して、長距離伝送を可能にするものであり、ユーザ側に設置される単体型メディアコンバータ（以下、GbE-MCR）と、局側に設置される集合型メディアコンバータ（以下、GbE-MCU）で構成している。

図1にシステム構成図を示す。

また、GbE-MCUとGbE-MCR 区間の監視およびGbE-MCRの監視・制御をGbE-MCU側に接続した

制御端末で遠隔から行うことができる。

GbE-MCRは図2のような構成であり、図中のPMD（Physical Medium Dependent）<sup>注3)</sup>機能部は光トランシーバ機能であり、PMA（Physical Medium Attachment）<sup>注4)</sup>機能部はブリッジ機能部からの信号をPMD機能部に適合する信号の変換およびその逆変換機能、ブリッジ機能部は符号変換機能およびMAC（Media Access Control）<sup>注5)</sup>機能である。

OAM（Operation, Administration, Maintenance）<sup>注6)</sup>機能部は独自の監視・制御機能を実現している部分である。光送受信部では長距離対応光トランシーバにより長距離化を図っている。

また、GbE-MCUにはGbE-MCのインタフェース盤が複数枚実装される。各インタフェース盤は図3に示すように、GbE-MCRとほぼ同じ構成をしており、監視制御部によってGbE-MCRおよびGbE-MCUの保守管理が可能である。

## 3. 検 討 課 題

ギガビットイーサネットでは保守管理機能の標準化はまだ検討段階<sup>注7)</sup>にあり、GbE-MCの保守管理

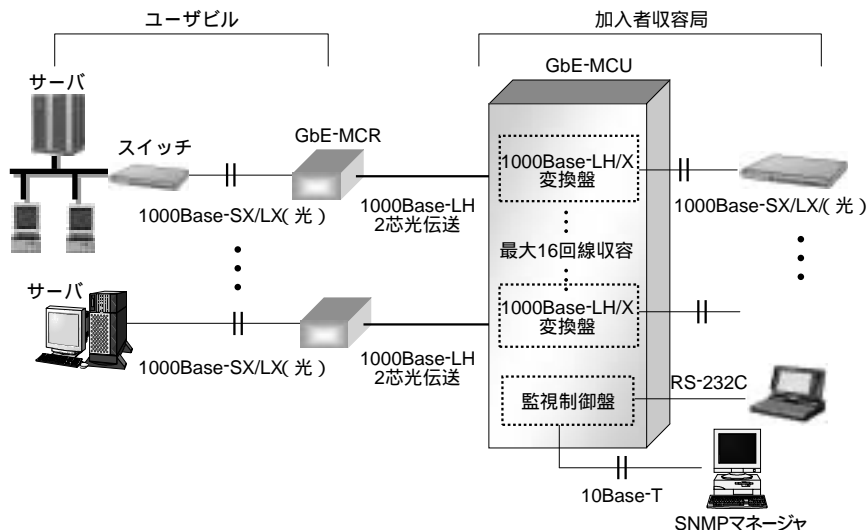


図1 システム構成例

注1) 1000Mbpsの光Ethernet規格。SXは850nmの短波長、LXは1310nmの長波長の仕様である。IEEE 802.3z (1000BASE-X)で標準化（現IEEE 802.3 2002 editionに包括）。

注2) 1000BASE-LXを拡張したインテル社、エクストリーム・ネットワークス社の独自規格。最大70～100kmの伝送が可能。

注3) 物理媒体依存部。

注4) 物理媒体接続部。

注5) 媒体アクセス制御。

注6) 保守管理部。

注7) IEEEにおいて802.3ah EFM (Ethernet in the First Mile)にて審議中（2003年9月標準化予定）。

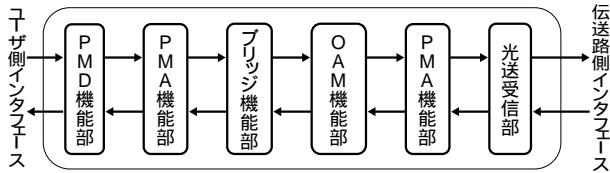


図2 GbE-MCR機能ブロック図

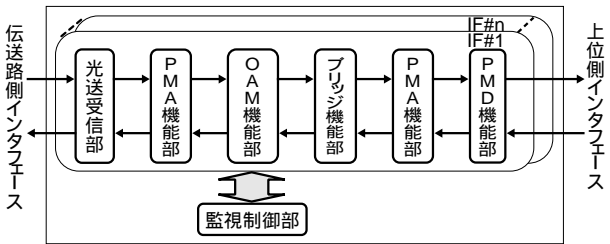


図3 GbE-MCU機能ブロック図

機能を新たに開発する必要があった。検討にあたっては、FE-MCにおいて標準化<sup>注8)</sup>された管理機能の仕様を満足しながら、更にGbE-MCとしての機能拡充を図ることを目標とした。

以下に検討課題を示す。

- 1) 保守フレームによるGbE-MCRとGbE-MCUとのサービス区間の監視・制御機能の充実。
- 2) 故障部探索を更に容易とするためのループ試験機能の充実。
- 3) パフォーマンスモニタ機能によるサービス区間の伝送品質測定機能の実現。
- 4) MAN (Metropolitan Area Network)<sup>注9)</sup>への適用を考慮した長距離伝送の実現。

#### 4. 検討内容

前述の課題を解決するために、以下の検討を行った。

##### 4.1 遠隔監視・制御機能の充実

本機能はGbE-MCRとGbE-MCUとの間で、独自定義した保守フレームを転送することで可能としており、従来のFE-MCで実装されている電源状態、端末側リンク状態、受信光状態、装置故障、装置設定状態の監視機能および遠隔設定機能を実装するとともに、更に以下の機能を加えて充実化を図った。

注8) TTCにおいて2002年5月にTS-1000「光加入者線インタフェース - 100Mb/s一心WDM方式 - 」で標準化。

注9) 都市域網。

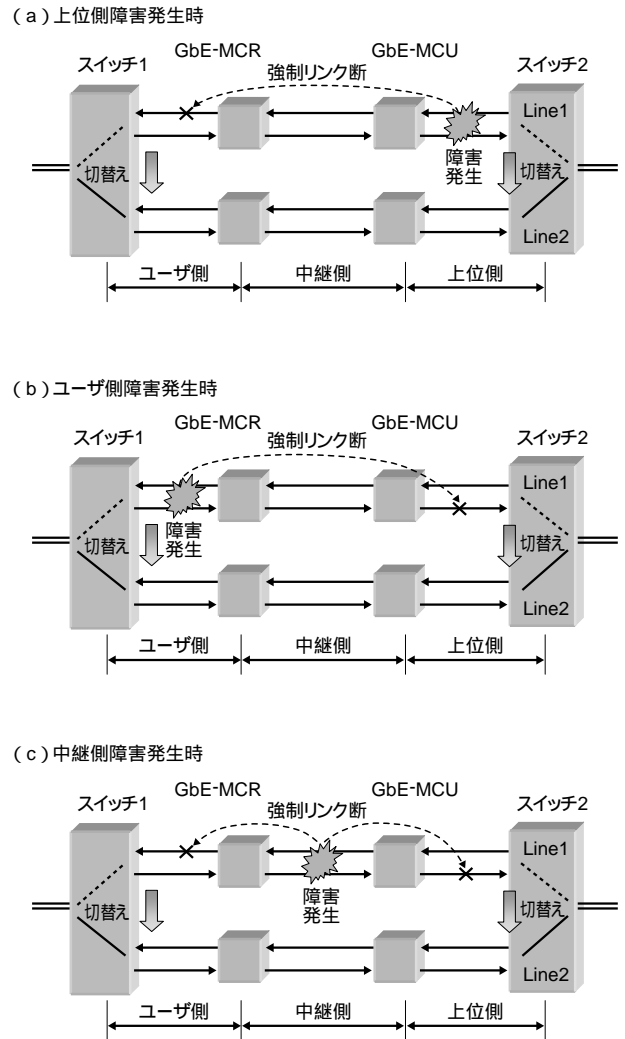


図4 リンクパススルー機能動作図

##### 4.1.1 リンクパススルー機能

GbE-MCU / Rを用いて冗長系を構成した場合に、切替スイッチに対して正確に切替情報を伝達する機能である。

例えば、図4(a)のように、GbE-MCUとスイッチ2との間で障害が発生した場合、GbE-MCRとスイッチ1とのリンクを強制断させる。

同様にGbE-MCRとスイッチ1との間で障害が発生した場合、図4(b)のように、GbE-MCUとスイッチ2とのリンクを強制断させる。

また、GbE-MCRとGbE-MCU間の回線で障害が発生した場合、図4(c)のようにスイッチ1およびスイッチ2とのリンクを強制断させる。従って、スイッチ1およびスイッチ2はリンク断を検出した回線にはデータを転送せず、正常な回線の

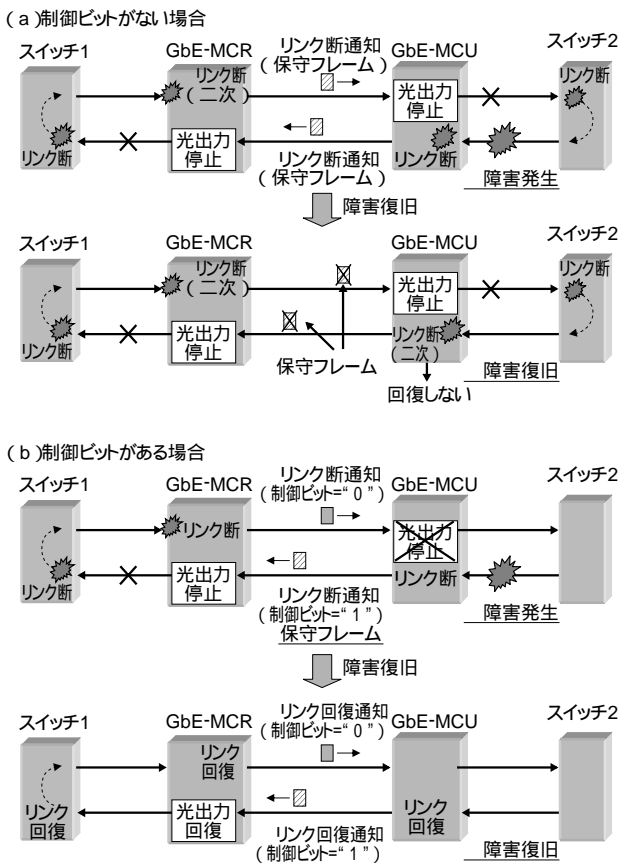


図5 リンクパススルー機能動作図

方へデータを転送するため、冗長切替が実現される。

このリンクパススルー動作は図2および図3に示したOAM機能部で前述の障害を検出し、ユーザ側への光出力断制御を行うことで実現している。

しかし、リンクパススルー機能においては、リンクパススルーの巡回という問題があり、対策が必要となる。

1) リンクパススルーの巡回問題

図5(a)に示すようにの障害によってGbE-MCUでリンク断を検出すると、においてGbE-MCRに保守フレームでリンク断を通知する。

この通知フレームを受信したGbE-MCRは、リンクパススルー機能によってで光出力を停止する。スイッチ1およびGbE-MCR間がオートネゴシエーション<sup>注10)</sup>設定の場合、の光出

注10) 最適な通信モードを自動的に設定する機能。1000BASE-Xでは通信モードおよびフロー制御の自動設定を行う。

力停止により、スイッチ1がGbE-MCRに対してリンクを断させる。このため、でリンク断を検出し、においてGbE-MCUにリンク断を通知する。

この通知フレームを受信したGbE-MCUはGbE-MCRと同様ににおいて光出力を停止させる。しかし、の障害が復旧したときスイッチ2およびGbE-MCU間がオートネゴシエーション設定の場合、同様にの出力停止によってオートネゴシエーションが失敗し、GbE-MCUでリンク断を検出するため、GbE-MCRとスイッチ1間およびGbE-MCUとスイッチ2間がリンク断のまま回復できない状態になる。

これは、のGbE-MCRのリンク断がリンクパススルー機能によって発生したものなのか、GbE-MCUのリンク断と同時に発生したものなのか識別できないために、巡回が生じてしまうからである。

2) 解決手段

今回この巡回を防ぐ方法として、リンク断通知を行う際の保守フレームの中に、光出力停止を行うか否かを判断させるための制御ビットを設けた。

例えば、図5(b)に示すように、の障害発生によってGbE-MCUでリンク断を検出すると、においてGbE-MCRに保守フレームでリンク断を通知する。このとき、保守フレームは前述の制御ビット="1"(1:強制断ON, 0:強制断OFF)とし、GbE-MCRに通知する。

GbE-MCRはこの保守フレームを受信した場合、制御ビットが"1"であるため、通常どおりにユーザ側光トランシーバの光出力を停止してリンク断を強制発生させる。このとき、GbE-MCRはユーザ側スイッチ1とのリンク断発生を検出し、保守フレームでGbE-MCUへリンク断を通知するが、このとき、強制断によって発生した警報であると認識できるため、前述の制御ビットを"0"にして転送する。

この通知フレームを受信したGbE-MCUは、制御ビットが"0"であることにより、光トランシーバの光出力を停止することはない。

この方式によってオートネゴシエーションによる二次的なリンク断発生時の波及を防ぐこと

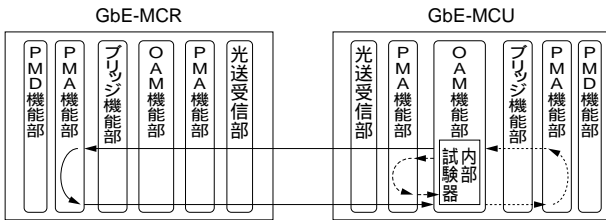


図6 内部試験器モード

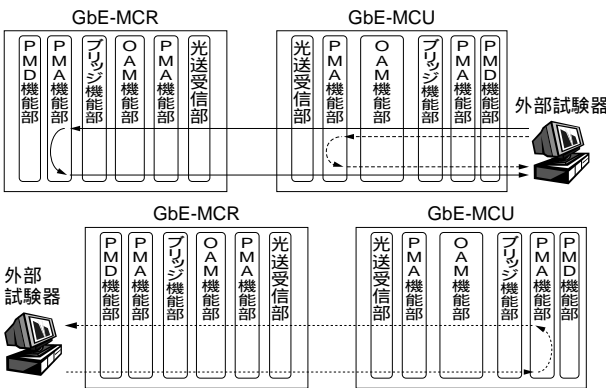


図7 外部試験器モード

ができる。

また、障害が復旧して光出力を再開する際にも、巡回が働かないように保護を設けている。

#### 4.1.2 GBIC 監視機能

ギガビットメディアコンバータのユーザ側インタフェースおよび上位側インタフェースには、GBIC (GigaBit Interface Connector)<sup>注11)</sup>を採用しており、GBICを交換するだけで1000BASE-SXや1000BASE-LXに柔軟に対応することができる。

GBICの実装情報や種別などはGbE-MCU/RのOAM機能部にて常時監視しており、GBICの挿抜や種別の変更などに対する動的な情報のモニタが可能である。

また、GBICの警報も常時監視しており、その他の警報とともに処理が可能である。

これらの情報はGBICで規格化されている共通シリアルインタフェースから抽出し、保守フレー

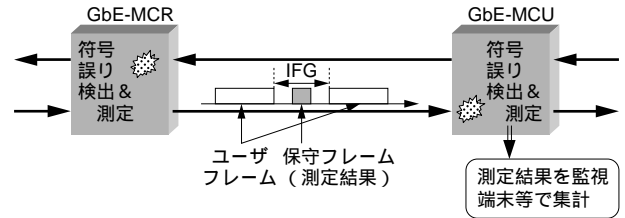


図8 パフォーマンスモニタ機能

ムやGbE-MCUの管理インタフェースへ情報をマッピングすることによって実現している。

#### 4.2 ループ試験機能の充実

ループ試験は装置間または装置内において故障および回線断個所を検索するための機能であり、GbE-MCでは図6のようにFE-MCで定義されたユーザ側装置内折り返しポイントに加えて、局側装置内の折り返しポイント、局側装置内の上位側折り返しポイントの計3か所の折り返しポイントを持たせることでループ試験の充実を図った。

また、市販測定器を用いた外部試験器による試験機能も追加した(図7)。

これによって、内部試験器だけの場合は、試験区間の故障検出率が、光送受信部やGBICの手前までしか保証できなかったのに対し、外部試験器機能を追加することで光送受信部やGBICまで保証することが可能となる。

#### 4.3 パフォーマンスモニタ機能の実現

1000BASE-Xでは8B/10B符号化技術<sup>注12)</sup>を用いており、信頼性の高い伝送装置を構成できる。

パフォーマンスモニタ機能は、図8の、の受信部において10B符号則を監視することによって符号誤りを検出する機能である。

また、での測定結果の通知は保守フレームをIFG (Inter Frame Gap)<sup>注13)</sup>に挿入して転送するため、ユーザフレームの通信に影響することなく、定期的(例: 1秒周期)に回線品質を監視することができる。

#### 4.4 長距離伝送の実現

1000BASE-SXの伝送距離は550m、1000BASE-

注11) MSA (Multi Source Agreement) において標準化されたギガビット光トランシーバインタフェース規格。装置の外から着脱可能な光トランシーバ。

注12) 1983年IBMコーポレーション(本社所在地: 米国ニューヨーク州アーモンク)で発明された符号則(A.X. Widmer & P.A. Fransaszek A DC-BALANCED, PARTITIONED-BLOCK, 8B/10B TRANSMISSION CODE, IBM Journal of Research and Development, Vol.27, Number 5, Sep. 1983)。

注13) ユーザフレーム間に存在する空間のこと。

LXでも最長5 kmと規定されている。しかし、MANへの適用を考慮すると、数十kmの伝送能力が要求される。そのため、1000BASE-LH仕様の40km伝送可能な光トランシーバを採用することによって、長距離伝送が可能となる。

## 5. む す び

今回、従来のFE-MCの保守管理機能を更に高機能なものに拡充し、ギガビットメディアコンバータのキャリアグレード化を検討し、製品化に結びつけることができた(本文57頁参照)。これによってギガビットメディアコンバータのアクセス網およびMANへの適用が可能になると考えられる。

今後は、ユーザインタフェースの1000BASE-T<sup>注14)</sup>化および、伝送路の一芯化を考慮した機能拡張を実施していく予定である。

最後に、本機能の検討にあたってご指導、ご協力を頂いた関係者各位に深く感謝します。

注14) 1000Mbpsのツイストペア(銅線) Ethernet規格。IEEE 802.3abで標準化(現IEEE 802.3 2002 editionに包括)。

## 参考文献

- 1) 瀬戸 康一郎 他 監修：ギガビットEthernet教科書，1版2刷，(株)アスキー，2000。
- 2) 石田 修，瀬戸 康一郎 監修：IDG情報通信シリーズ 10ギガビットEthernet教科書，初版，(株)IDGジャパン，2002。



[開発者] 前列左から，島田，横本，  
後列左から，古川，湊