

高信頼・大量データの情報通信サービスを支える ブロードバンド光ネットワーク技術

Broadband Optical Network Technology for High-reliability and Massive Data Based Information and Communications Services

松本 謙尚

Matsumoto Norihisa

池田 博樹

Ikeda Hiroki

西野 良祐

Nishino Ryosuke

遠藤 英樹

Endo Hideki

近年の社会インフラとしての情報通信ネットワークには、信頼性と大容量通信が求められている。それを実現するブロードバンド光ネットワークには、MPLS-TPネットワークシステムと10G-EPONシステムがある。MPLS-TPネットワークシステムは、ネットワーク全体の経路や通信帯域などのリソースを一元管理し、通信品質の保証、障害範囲の特定および障害発生時の経路切り替えにより、通信を高信頼化する。10G-EPONシステムは従来の10倍の通信帯域を提供し、双方向高精細映像通信などを可能にする。日立グループは、標準化活動を通して最新動向を把握するとともに、両システムの開発を進め、新たな情報通信サービスの実現に寄与していく。

1. はじめに

アナログ電話から始まった公衆通信網は、デジタル技術の導入に伴い高速データ通信が可能になり、IP (Internet Protocol) 技術に基づくインターネットの爆発的普及で、今日の情報社会を支える社会インフラへと発展した。日立

グループは、1930年代の電話機生産以降、クロスバ交換機、電子交換システム、同期伝送装置、ATM (Asynchronous Transfer Mode) 交換機、ルータなど、その時代のニーズに応える製品開発を行い、社会インフラとしての情報通信ネットワークの高度化に携わっている¹⁾。

近年の情報通信ネットワークの利用は、証券取引やデータセンターサービスなど、より信頼性を必要とし、かつ大量データを扱う領域に広がっている。その実現のための研究開発がネットワーク分野でも進められており、ブロードバンド光ネットワークもその一つである(図1参照)。

ブロードバンド光ネットワークは、ユーザーからのアクセス回線を集約するアクセスネットワークと、その上位に位置するメトロ/コアネットワークから成る。証券取引の例では、証券会社が証券取引所と通信できないと収入減に直結するため、ネットワークは高信頼であることが必須となる。また収入増のためには、より多くの売買注文を送信

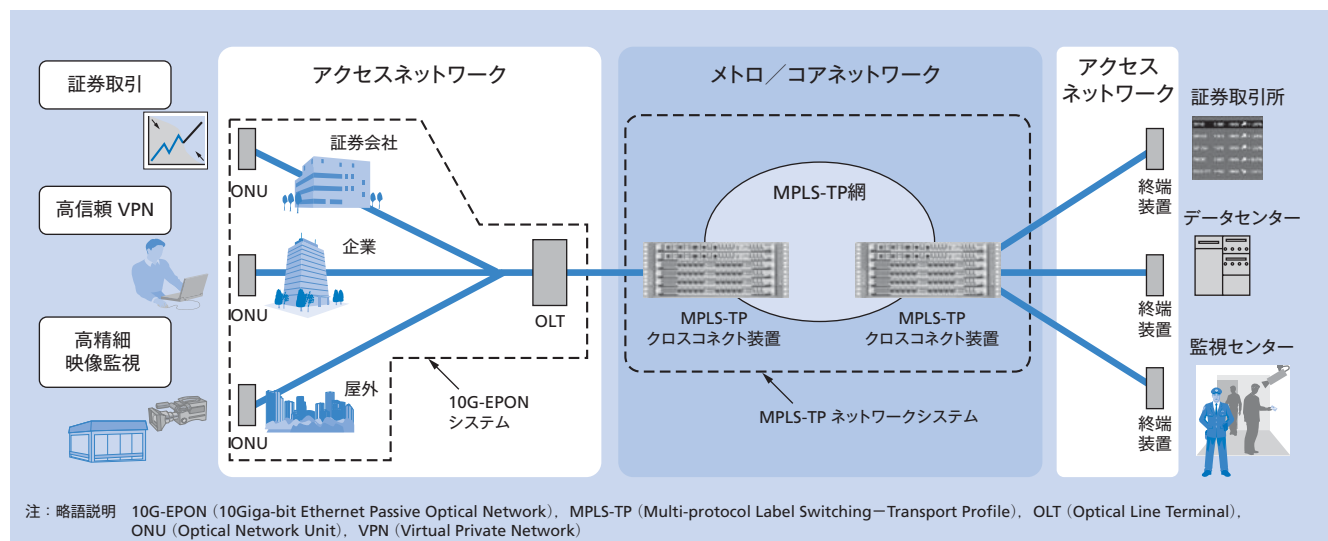


図1 | ブロードバンド光ネットワーク

10G-EPONシステムとMPLS-TPネットワークシステムにより、高信頼で大量データの情報通信サービスを可能にする。

可能な大きな通信帯域が望まれる²⁾。高信頼VPN (Virtual Private Network) では、企業は基幹業務にデータセンターを利用し、複数事業所のLAN (Local Area Network) とデータセンターを接続する。VPN外からのパケットの混入を防ぐとともに、企業活動に対する通信障害の影響を最小限に抑える必要がある。また、事業所間の音声通信 (IP電話) がデータ通信の影響を受けて音が途切れる、声が聞き取れないということがないように、音声通信の優先制御が求められる。高精細映像監視においては、安全・安心な社会のためのサービスを想定している。監視カメラと監視センター間の通信は、映像データを送るための大きな通信帯域と映像品質が維持されなければならない。

日立グループは、これらの要求に対し、アクセスネットワーク技術として10G-EPON (10 Giga-bit Ethernet^{※)} Passive Optical Network) システムを、メトロ/コアネットワーク技術としてMPLS-TP (Multi-protocol Label Switching-Transport Profile) ネットワークシステムを開発している³⁾。10G-EPONシステムは、ユーザーごとの通信帯域を従来システムから増大させることができる。MPLS-TPネットワークシステムは、ユーザーごとの通信品質を保証し、通信障害を検出して正常な通信経路に自動切り替えすることができる。

ここでは、今後の情報通信サービスが必要とする高い信頼性と大容量通信を実現するブロードバンド光ネットワーク技術におけるMPLS-TPネットワークシステムと10G-EPONシステム、および標準化動向と日立グループの取り組みについて述べる。

2. MPLS-TPネットワークシステム

2.1 特長

従来のルータ/スイッチは、パケットの転送経路を制御するための経路制御機能を持ち、隣接装置間で互いが知るネットワーク構成情報を交換して自律的・動的に転送経路を決定することで、ネットワークの構成変更や予期せぬ故障に柔軟に対応していた。しかし、この方式では、ネットワークを構成する各装置が独立に動作を決定するため、ネットワーク全体での経路や通信帯域の管理が困難であり、また一部の装置の経路制御機能の故障がネットワーク全体の通信障害に波及するといった課題点が指摘されていた。

これらの課題を解決可能な伝送方式としてMPLS-TP方式があり、IETF (The Internet Engineering Task Force)、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) の両組織で標準化が進められている。この方式は従来のルータ/スイッチとは異なり、

経路制御機能を個々のパケット転送装置から分離し、管理用ネットワーク上に集約するアーキテクチャをとることができる。これにより、ネットワーク全体の経路や帯域などのリソースを一元管理し、通信品質の保証や障害範囲の特定が容易になる。

また、ATMネットワーク相当のきめ細かな保守管理を実現するために、ユーザーごとの仮想的な回線 (論理回線) の接続性確認 (確認用パケットの周期的な送受信)、論理回線障害時の経路上の各装置への障害通知、予備の論理回線への切り替え (プロテクション) といった各種のOAM (Operation, Administration and Maintenance) 機能も規格化されている。

日立グループは、パケットネットワークにおいて従来の専用線と同等品質である99.999%のエンドツーエンド区間稼働率を支えるMPLS-TPネットワークシステム「AMN1700シリーズ」を製品化、販売しており、現在は、新規格にも対応するAMN1710クロスコネクタ装置の2010年度製品化をめざして開発している。

2.2 MPLS-TPを使用したサービス形態

MPLS-TPを使用したサービス形態として、次の二つが挙げられる。

(1) VPWS (Virtual Private Wire Service)

VPWSは二つのユーザーネットワークをポイントツーポイントの論理回線PW (Pseudo Wire) で接続するサービスである (図2参照)。

ユーザーネットワークのエッジにあるCE (Customer Edge) 装置と通信事業者ネットワークのエッジにあるPE (Provider Edge) 装置を接続し、2台のPE装置間をPWで接続する。PWにMPLS-TP方式を適用することで、高品質化、高信頼化が実現できる。具体的な手段としては、PWを構成する論理回線として、実際にユーザーのパケット転送に使用する論理回線 (現用系論理回線) と予備の論理回線 (予備系論理回線) を事前に設定する。それぞれの論理回線に対し、PE装置間で接続性確認用パケットを周

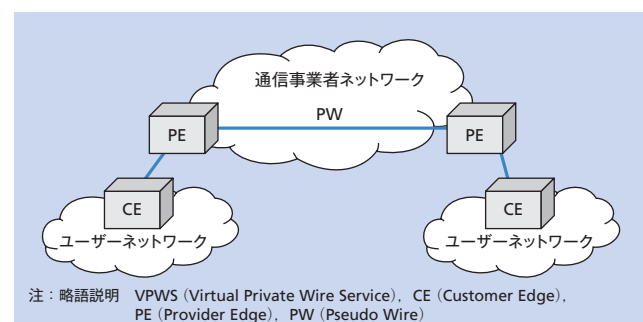


図2 VPWSサービスネットワーク構成

CEを収容するPE間をPWでポイントツーポイント接続する。

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の登録商標である。

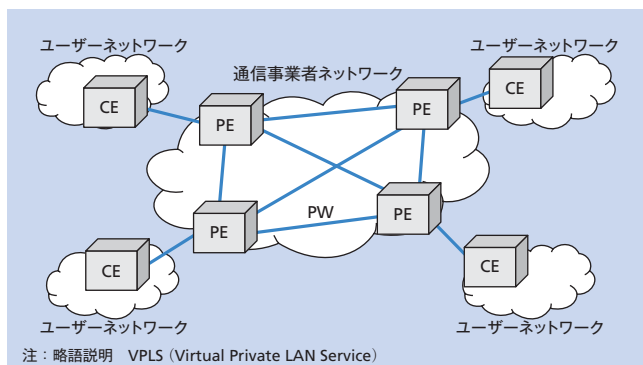


図3 | VPLSサービスネットワーク構成
CEを収容するPEをPWでフルメッシュ接続する。

期的に送受信する。現用系論理回線上で接続性確認用パケットの受信がとだえた場合、ユーザーのパケット転送に使用する回線をそれまでの現用系論理回線から予備系論理回線に切り替える。

(2) VPLS (Virtual Private LAN Service)

VPLSは複数のユーザーネットワークをマルチポイントツーマルチポイントで接続し、仮想的な単一LANを実現するサービスである（図3参照）。

ユーザーネットワークを収容するPE装置間をPWでフルメッシュに接続する。PE装置がCE装置からユーザーパケットを受信した場合、パケットの宛（あて）先MAC（Media Access Control）アドレスがどのPE装置の収容するユーザーネットワーク内のアドレスであるか不明な場合は、すべてのPWにユーザーパケットをコピーして送信する。一方、他のPE装置からPW経由でユーザーパケットを受信した場合、PWとユーザーパケットに記された送信元MACアドレスとの対応を学習し、以後、上記MACアドレス宛のユーザーパケットをCE装置から受信した場合は、対応するPWに対してのみユーザーパケットを送信する。VPWSと同様に、各PWにMPLS-TP方式を採用することで個々のPWを高品質化、高信頼化する。これによりVPLS全体の高品質化、高信頼化が可能となる。

3. 10G-EPONシステム

3.1 特長

現在普及しているGE-PON（伝送速度：1 Gビット/s）の10倍の通信帯域の提供が可能な10G-EPON（伝送速度：10 Gビット/s）の標準化がIEEE802.3avとして進められ、2009年9月に最終承認された。同一光ファイバ内で現行GE-PONと共存使用が可能のように、10 Gビット/s伝送用に専用の波長を割り当て、波長多重して伝送を行うことが標準仕様として規定されている。

日立グループは、10G-EPONの標準化活動に初期段階から参画するとともに、実用化に向けた技術開発を行って

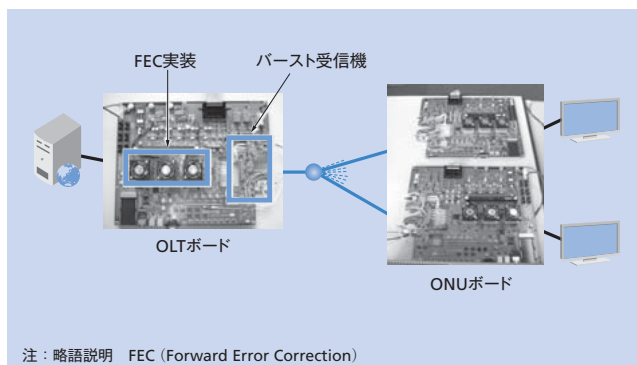


図4 | 10G-EPONを用いた映像配信システム
通事業者が10G-EPONを導入することで、高精細映像配信サービスが実現できる。

いる。2009年3月には、通信距離20 km、家庭用送受信器32台を接続した環境において、高信頼仕様を満たすビット誤り率 10^{-12} での通信品質を達成し、双方向高精細映像通信を実現した。

現在開発中の10G-EPONの特長として、現行GE-PONと共存使用する場合に、1 Gビット/sと10 Gビット/sの光バースト信号を同時に受信可能なデュアルレート受信機を用いる点が挙げられる。

今後は、10G-EPONの普及をめざし、同時収容できる加入者数を32から128に増やすことでOLT（Optical Line Terminal）数を削減し、低コスト化や省電力化を図っていく。そのためには高感度化技術や、また高品質な映像配信サービスを提供するためのコア網と連携した帯域保証技術も必要とされており、これらの課題に取り組みながら2011年度製品化をめざし、研究開発を推進していく。

3.2 10G-EPONを使用したサービスの形態

次世代の光アクセスでは、インターネットだけでなく、高品質な映像配信サービスが期待されている。10G-EPONのブロードキャスト技術を用いることにより、ハイビジョン映像（1チャンネル20 Mビット/s）を約500チャンネル同時に各加入者に配信できる（図4参照）。

また、通事業者から映像配信だけでなく、加入者からさまざまな情報をリアルタイムで収集することで、ホームセキュリティサービス、健康管理や双方向インターネット教育などを高精細映像でより快適に実現できる。ビジネス領域では、高精細映像による監視サービスやマーケティングへの応用が現在検討されている。さらに、街頭やコンビニエンスストアで映像を映し出すデジタルサイネージ広告を光ファイバを用いて提供することも考えられている。

4. 標準化動向と日立グループの取り組み

MPLS-TPは当初T-MPLS（Transport MPLS）という名

称で、ITU-Tにおいて標準化が開始された。その後、以前からIETFで標準化されていたMPLSとの互換性維持のため、標準化の場をITU-TからIETFに移した。議論の結果、IETFのMPLSをパケットトランスポートとして拡張することで両団体が合意し、プロトコル名称をMPLS-TPに変更した。現在は、要求条件などMPLS-TPの骨組みとなる草案が正式文書として承認され、OAMやプロテクションなどの詳細メカニズムに議論が進みつつある。このような中、日立グループは、装置ベンダーとして実装にかかわる提案活動を活発化し、MPLS-TPの標準化を加速する施策を開始したところである。今後は標準化の進行状況を注視しながら、標準対応装置のプロトタイプングを行い、国際的な相互接続団体に参画することで開発を加速する。これにより、標準準拠装置を早期に市場投入し、MPLS-TP市場の立ち上げおよび拡大に尽力していく。

PON (Passive Optical Network) の国際標準は、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) とITU-Tの2団体によってそれぞれ策定されている。IEEE標準では2009年に上り1 Gビット/s・10 Gビット/s、下り10 Gビット/sの10G-EPON (IEEE802.3av) の標準化が完了している。日立グループは標準化開始当初から参画し、積極的に提案活動を実施してきた。特に光リンクバジェットに関する提案は一部標準化規格に採用されている。さらにPONのシステム仕様の標準化のため、IEEE1904委員会が2010年3月から開始され、そこにおいても標準化に貢献しながら開発を加速していく。また、ITU-T標準では下り10 Gビット/s、上り2.5 Gビット/sのXG-PONの検討が進められており、2010年に勧告化される予定である(図5参照)。日立グループはPONの標準化開始当初からのメンバーであり、現在はIEEEとITU-Tの物理層規格の共通化に向けて積極的に活動している。

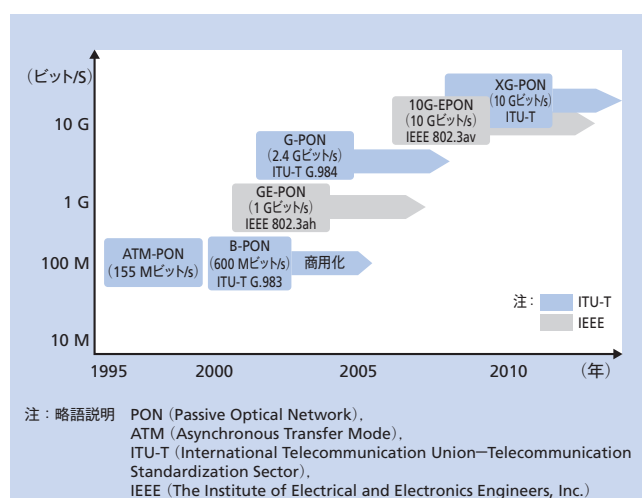


図5 | PONの標準化動向
10 Gビット/sクラスのPONの標準化作業が進んでいる。

5. おわりに

ここでは、今後の情報通信サービスが必要とする高い信頼性と大容量通信を実現するブロードバンド光ネットワーク技術におけるMPLS-TPネットワークシステムと10G-EPONシステム、および標準化動向と日立グループの取り組みについて述べた。

安全・安心・快適な社会の実現に向け、今後さまざまな情報通信サービスが生まれてくる。そのためには公衆通信網だけでなく、情報通信サービスの提供企業のネットワーク(例: データセンター内通信ネットワーク)、利用企業のネットワーク(例: オフィス内ネットワーク)を含めた、サービスにかかわるネットワーク全体で技術課題の解決が求められる。日立グループは、上記の情報通信サービスが必要とする通信品質を実現するための課題解決に取り組み、今後も情報通信ネットワークの発展に寄与していく。

なお、10G-EPON開発の一部は独立行政法人情報通信研究機構委託研究「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」によるものである。

参考文献など

- 1) 通信・ネットワーク事業: 沿革。
<http://www.hitachi.co.jp/products/it/network/history/>
- 2) 我が社を支えるネットワーク。日経コミュニケーション2009年10月15日号(2009.10)
- 3) 西野, 外: 社会インフラを支える高速・高信頼オプティカルネットワーク構築に向けた取り組み, 日立評論, 91, 11, 828~831 (2009.11)

執筆者紹介



松本 謙尚

1992年日立製作所入社。情報・通信システム社 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 パケットトランスポートプロジェクト 所属
現在、パケット光トランスポートシステムの開発に従事
電子情報通信学会会員、情報処理学会会員



西野 良祐

1996年日立製作所入社。情報・通信システム社 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 パケットトランスポートプロジェクト 所属
現在、パケット光トランスポートシステムの開発に従事
電子情報通信学会会員



池田 博樹

1995年日立製作所入社。中央研究所 情報システム研究センター ネットワークシステム研究部 所属
現在、光アクセスネットワークの研究に従事
博士(工学)
電子情報通信学会会員、IEEE学会会員、通信方式研究会幹事



遠藤 英樹

2004年日立製作所入社。中央研究所 情報システム研究センター ネットワークシステム研究部 所属
現在、パケット光トランスポートのシステム開発とその機能開発に従事