

# 超高速データ通信用プロトコル MAPOS の概要

## 3 G - 5 - Multiple Access Protocol over SONET/SDH -

村上 健一郎 高橋 直久 丸山 充 八木 哲 小倉 毅 川野 哲生

NTT 光ネットワークシステム研究所

### 1 はじめに

本論文では、インターネットなどをアプリケーションとする超高速データ通信用のリンクレイヤプロトコル MAPOS (Multiple Access Protocol over SONET / SDH) について、プロトコルの背景、概要、特徴等を説明する。MAPOS は、専用線の標準である SONET (Synchronous Optical Network)[1] / SDH (Synchronous Digital Hierarchy)[2] の上に HDLC (High-level Data Link Control) のフレーム [3] を載せた極めて簡単なプロトコルである。同じ SONET/SDH を利用する PPP (Point-to-Point) -over-SONET/SDH[3] とは異なり、MAPOS スイッチが多重アクセスの機能を提供するため、SONET/SDH を LAN として利用できる。

### 2 従来の問題点

これまで、数 100Mbps から数 Gbps の転送速度をターゲットとするいくつかのプロトコルが開発され、データ通信用のリンクレイヤプロトコルとして利用されている。例えば、ATM, Gigabit Ethernet, PPP-over-SONET[3] などである。しかし、ATM は Cell Tax と呼ばれる細分化によるペイロードの減少、セル欠落によるパケット (フレーム) 転送効率の低下に対処するアルゴリズムの複雑さ、コネクションの設定のオーバーヘッドなどの問題がある。また、Gigabit Ethernet は、1Gbps を速度の目標としているため、それ以上の速度のスケーラビリティに欠ける。更に、PPP-over-SONET は、HDLC フレームを単位として転送するため、すでに述べた ATM の問題を避けることができるものの、マルチポイントの接続ができない。

そこで、上記の諸問題を解決できる超高速データ通信用プロトコル MAPOS (Multiple Access Protocol over SONET/SDH) を開発した。MAPOS は、(1)SONET/SDH を利用することによって速度および距離のスケーラビリティを確保し、(2)PPP と同じ HDLC フレームを転送単位とすることによってオーバーヘッドを改善している。また、(3)フレーム中の転送先アドレスによって中継を行うハブ型の MAPOS スイッチにより多重アクセスを可能としている。

### 3 基本アーキテクチャ

図 1 に示すように、スイッチはいくつもの SONET/SDH のポートを持っており、それぞれのホストやルータに、全二重の多重アクセス機能を提供する。そのインタフェースには、UTP (Unshielded Twisted Pair)、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ、同軸ケーブル等がある。これら以外にも、HDLC フレームを載せることのできる伝送路 (例えば、45Mbps の T3 回線) は何でも利用可能である。

ホストやルータは、一意に識別される HDLC アドレスを持つ。IP (Internet Protocol) 等のデータグラムの転送の際には、それを HDLC フレーム (図 2) に入れ、転送先の HDLC アドレスを設定してスイッチへ送り出す。スイッチでは、その転送先アドレスのホストが接続されているポートへフレームを送り出す。スイッチを多重に接続することもでき、当該ポートが別のスイッチへ接続されている場合には、そのスイッチが同様の中継動作を行う。このようにして中継されたフレームは目的のホストまたはルータへ渡される。また、ユニキャストだけでなく、ブロードキャストやマルチキャストもサポートされている。

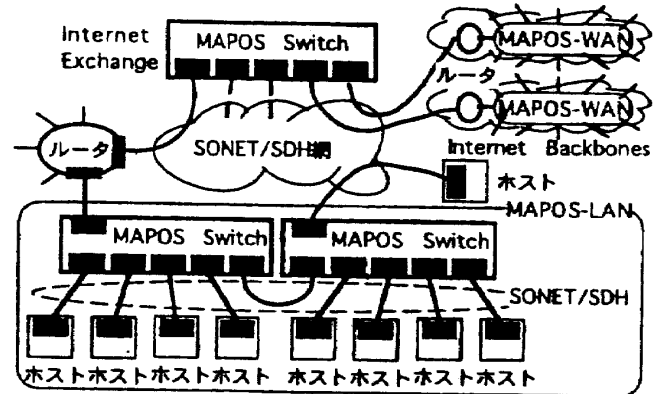
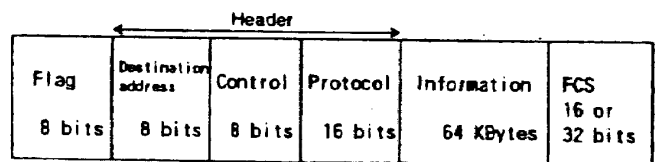


図 1: ネットワークの構成



FCS: frame check sequence

図 2: 基本フレームの形式

MAPOS - A Protocol for Ultra High Speed Data Communications

Ken Murakami, Nao Takahashi, Mitsuru Maruyama, Satoru Yagi, Tsuyoshi Ogura, and Tetsuo Kawano

NTT Optical Networks Systems Laboratories

3-9-11, Midori-cho, Musashino-shi

Tokyo, 180 Japan

#### 4 プロトコルの構成

MAPOS は、以下のようなサブプロトコルから構成されるプロトコル群 [4] である。この他、アドレス割り当て (RFC2172)、アドレス拡張 (RFC2175) なども規定されている。

- (1) HDLC フレームの形式と中継方式を規定する基本プロトコル (RFC2171)
- (2) 動的な HDLC アドレスの割り当てを規定する NSP (Node Switch Protocol) (RFC2173)
- (3) スイッチ間の経路制御を規定する SSP (Switch Switch Protocol) (RFC2174)
- (4) IP を使用する場合に必要 IP アドレスと HDLC アドレスとの動的な対応づけを行う ARP (Address Resolution Protocol) (RFC2176)

このうち NSP は、スイッチアドレス、ノードアドレスの二階層から構成される MAPOS の HDLC アドレスをホストに自動的に割り当てるプロトコルである。また、SSP は、DV (Distance Vector) アルゴリズムに基づいた経路制御プロトコルで、各スイッチは SSP に従い、経路情報 (スイッチアドレス) を交換することによって経路表を作成する。

#### 5 MAPOS の特徴

MAPOS は、以下のような特徴を持つ。

- (1) シンプルさと効率の高さ  
MAPOS は、コネクションレスのネットワークで、コネクションの管理のオーバーヘッドがない。また、IP などのコネクションレスのプロトコルの実装が容易である。更に、フレームを単位として転送するので、ATM よりも帯域利用効率が高い。
- (2) シームレス性  
伝送システムの基本プロトコル SONET/SDH を使用するため、LAN から WAN に至るまで繋ぎ目のないネットワークを構成可能である。また、ネットワークの構築には、SONET/SDH 用の伝送システムや超高速伝送サービスをそのまま利用できる。
- (3) 速度および距離のスケラビリティ  
SONET/SDH と同じ 51.84Mbps (STS-1/STM-0) から 10Gbps (STS-192/STM-48) あるいはそれ以上の速度までのスケラビリティを持つ。また、シングルモードの光ファイバを使用した場合、40 から 80Km までセグメントを延長できる。
- (4) PPP フレームや SONET/SDH との互換性  
PPP の HDLC フレームとの互換性により、PPP のハードやソフトを再利用でき、開発コストと時間の節約が可能である。また、SONET/SDH や ATM などの部品をそのまま使用できるため、設計や製造コストの抑制が可能となる。
- (5) プラグアンドプレイ  
アドレス、経路表などの設定は、ユーザにとって重荷になるばかりでなく事故の元となる。MAPOS では、アドレスを自動的に割り当てる NSP、経路情報の取得を自動的に行う SSP により、ユーザは機器を接続するだけで利用できる。

#### (6) 処理オーバーヘッドの抑制

最大 64Kbyte の長大フレーム、ワード境界を考慮したパディングなどによって、ホスト側でのヘッダ処理やメモリアクセスのオーバーヘッドを減らしている。

#### 6 アプリケーション

MAPOS は、リンクレイヤプロトコルであり、その上位では、IPv4、IPX、IPv6 などの種類を問わず、どのようなネットワークレイヤのプロトコルでも利用可能である。このため、汎用の超高速バックボーン LAN として利用できる。その場合の接続可能なノード数は、基本プロトコル (RFC2171) では 1 つのネットワークに最大 60 台程度、拡張プロトコル (RFC2175) では最大 8 千台程度までである。適切なセグメントの規模を保ち、他の MAPOS やイーサネットなどのネットワークと相互接続するためには、ルータを使用する。

また、MAPOS のスイッチは、速度のスケラビリティが要求されている ISP (Internet Service Provider) の相互接続点におけるスイッチとして最適である。現在、米国などの FDDI などを使った相互接続点では、スイッチの容量不足やインタフェースの帯域不足が問題となっているが、これを解決することができる。また、ルータを設置する相互接続点のコロケーションスペースの不足も問題になっているが、MAPOS では、SONET/SDH の超高速専用線サービスと接続することによって、地理的な拡張が可能となり、相互接続点に集中してルータなどを設置する制約がなくなる。

これら以外にも、ISP や企業などの広域バックボーンに MAPOS を利用することも可能である。米国では、PPP-over-SONET を使用してバックボーンを構築することも多いが、MAPOS を用いれば、ATM 同様の柔軟なトポロジがリンクレイヤで実現できる。

#### 7 おわりに

本論文では、超高速データ通信向けの MAPOS プロトコルについて述べた。MAPOS は、HDLC を基本とする極めてシンプルなプロトコルであり、構成制御の自動化、シームレス、スケラブルなどの特徴を持つ。今後、フィールドテストにより実環境における特性の解析を行う予定である。

#### 謝辞

共に研究を進めてきた吉田敏明氏、小林正之氏、佐島隆博氏、助言をいただいた John Mullaney 氏、Paul Francis 氏、Tino Varelas 氏、Craig Partridge 氏に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] ANSI for Telecommunications: Digital Hierarchy Optical Interface Rates and Formats Specification (SONET), ANSI T1.105-1001, Jul. 1991
- [2] ITU-T: Synchronous multiplexing Structure, ITU-T G.709, March 1993
- [3] W. Simpson: PPP over SONET/SDH, RFC1619, May 1994
- [4] Ken Murakami and Mitsuru Maruyama: MAPOS - Multiple Access Protocol over SONET/SDH version 1 他, RFC2171-2176, June 1997