



ITU-Tにおけるパケットトランスポートの標準化動向

こいけ よしのり むらかみ まこと

小池 良典 / 村上 誠

NTTネットワークサービスシステム研究所

近年のIP (Internet Protocol) 化・イーサネット化に伴い、パケットベースのトラフィックが主流になりました。結果として伝達網でもパケットベースの保守運用がますます重要になってきています。ここではITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) SG (Study Group) 15におけるキャリアグレードのパケットトランスポート標準への取り組みについて紹介します。

パケットトランスポート網への期待

ITU-T SG15では、長距離・高速・大容量伝送を特徴とする基幹網(コア網)で、キャリアグレードのサービスを提供する技術として、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) やOTN (Optical Transport Network) などの標準化を幅広く行ってきました。以下、ITU-T SG15のパケットトランスポートの標準にフォーカスして述べていきます。

近年のIP化・イーサネット化に伴いトラフィックのほとんどがパケットデータになり、SDHやOTNなどの回線ベースの技術では収容効率が低下する場合が出てきました。その結果、より低コストでトラフィックを効率的に収容できるパケット技術がキャリアネットワークにも普及しました。しかし、当初のパケット網ではOAM (Operation Administration and Maintenance :

保守運用)⁽¹⁾が充実しておらず、故障点特定や障害発生時の高速な切替が困難であるなど、キャリアグレードとしては課題がありました。

そこで登場したのがこのパケットトランスポート技術です。パケットトランスポート技術でもっとも重要な特徴の1つは、SDHやOTNと類似の保守運用をパケット網で実現するという点にあります。パケットトランスポートでは、2つのNE (Network Element) 間で張られるパス(ユーザパケットの通り道)の経路が決められ、疎通状態を定期的に確認することで、オペレータがパスの状態を管理できます。このことをコネクションオリエンテッドと呼ぶこともあります。

そのほかに重要な特徴は、障害発生時に高速な復旧を可能にするプロテクション、障害情報を迅速に伝達する警報転送、パスの帯域を柔軟に割り当てるトラフィックエンジニアリングなどがあります。さらに、個別のパケット技術の特徴を活用することで新たな付加価値としてQoS (Quality of Service) やスケーラビリティの確保なども期待されます。

レガシキャリアでは、ネットワークの老朽化による既存網の巻き取り(マイグレーション)も重要な課題です。一般的なパケットトランスポート網へのマイグレーションの事例を図1に示します。新しいIP系サービスを導入し収容効率を向上させ、既存のSDHの保守運用機能を引き継ぐことで、既存の

サービスを継続できます。そのためにはパケット網におけるSDHのCES (Circuit Emulation Service : 回線エミュレーション) が必要です。また、網同期のためのクロックパスによる周波数配信もマイグレーションの課題です。

以上のようなパケットトランスポート網への要求条件から、図2に示したとおりITU-Tでは主にパケット転送方式と同期方式の2つのトピックについて標準化を進めています。また、同期に関しては周波数配信以外にも、時刻配信や位相配信といった次世代のアプリケーションのための検討も開始されており、パケットトランスポート網への期待はさらに高まっています。

パケットトランスポート網を実現するパケット転送方式

ここでは、パケットトランスポートの主な2つのトピックのうち、パケット転送方式について、3つの関連する技術標準を紹介します。

第1はIETF (Internet Engineering Task Force) で標準化されているIP/MPLS (Multi Protocol Label Switch) です。MPLSは、イーサネット、フレームリレー、ATM (Asynchronous Transfer Mode)、IPなどのPDU (Packet Data Unit) をMPLSのフレームにカプセル化してトランスペアレントに伝送するラベル転送技術です。IP/MPLSは当初コネクションレスなプロトコルでしたが、その後、拡



張されコネクションオリエンテッドなプロトコルに分類されています。

第2はITU-TのTransport-MPLS (T-MPLS)です。この方式は、基本的にMPLSのラベル転送技術に基づいています。ただし、MPLSの一部の機能を停止させ、保守運用機能を追加することでキャリアグレードの実現が期待されています。なお、現在はMPLS-TP (Transport Profile) と名前を変更し、IETFと協力して標準化が進

められています。

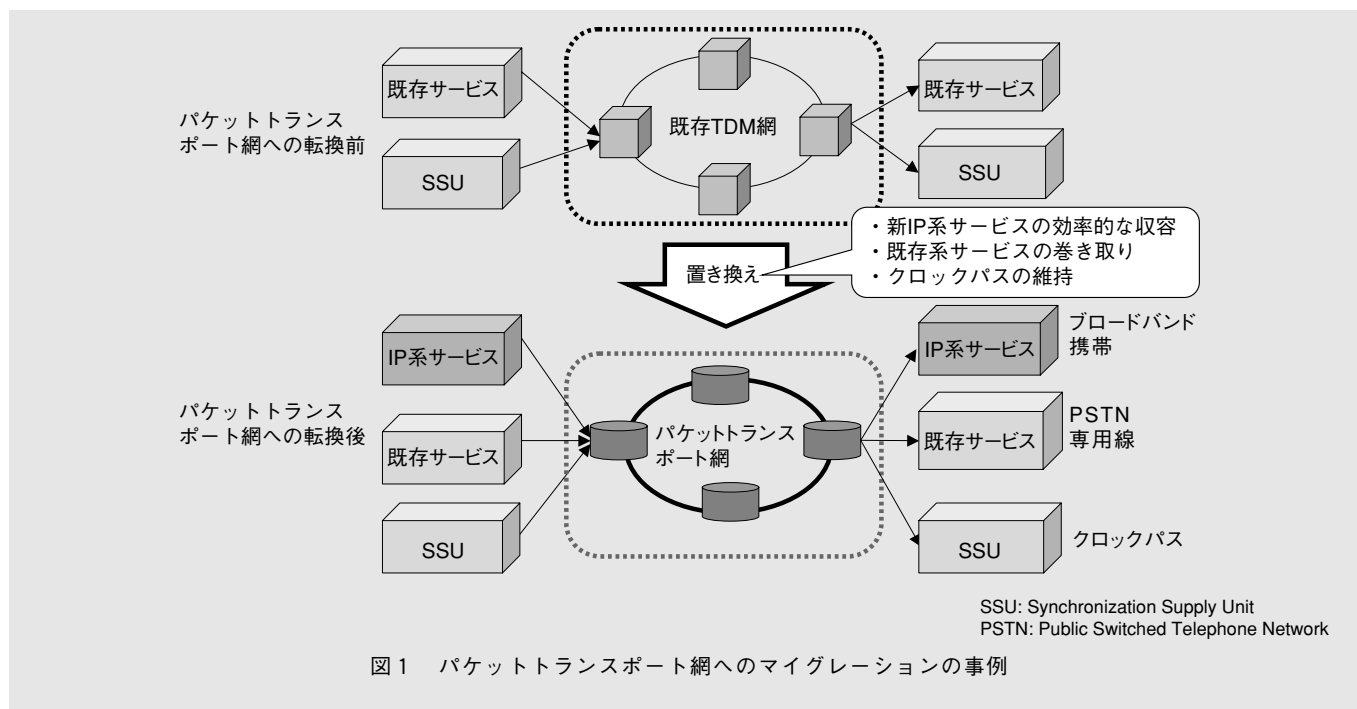
第3はIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) のPBB-TE (Provider Backbone Bridge - Traffic Engineering)です。MAC-in-MAC方式を採用し、伝達レイヤを独立な階層として扱いポイント・ツー・ポイントの中継路によりコネクションオリエンテッドなプロトコルになっています。IEEE 802.1Qayとして標準化が進められています。一

方で2007年6月にITU-Tでも勧告化が合意されました。

ITU-T SG15では、パケットトランスポート技術として、MPLS-TPとPBB-TEという2つの技術標準の完成を目指していますが、現在はMPLS-TPが活発に議論されています。



MPLS-TPはMPLSのサブセットと



要求条件	具体例	標準化トピック
<ul style="list-style-type: none"> マルチサービスの提供 帯域制御機能 伝達網サービス機能の維持 新しい付加価値の提供 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒既存サービスインタフェース, 将来サービスインタフェース, 高速インタフェース ⇒トラフィックエンジニアリング ⇒プロテクション, 警報転送 ⇒QoS, スケーラビリティ 	①パケット転送方式
<ul style="list-style-type: none"> CES 網同期 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒コネクション, 符号誤り率, 遅延量 ⇒既存系の置き換え, クロック配信サービス 	②同期方式
<ul style="list-style-type: none"> キャリアグレードオペレーション 	⇒OAM, マネジメント	①と②共通

図2 パケットトランスポート網における要求条件と標準化トピック



して位置付けられます。MPLS-TPのTPは、主に既存の伝達網（SDHやOTNなど）の保守運用性（サービスやオペレーション）を意味しており、これがもっとも本質的な特徴です。ここでは、MPLSとMPLS-TPの違いを示し、MPLS-TPにおける保守運用性の向上について説明します。

第1に、MPLSではVCCV (Virtual Circuit Connectivity Verification), BFD (Bidirectional Forwarding Detection), LSP-Pingといった障害検出のための保守運用ツールはありますが、これだけでは伝達網の保守運用レベルを満足できませんでした。そこで、新たなチャンネルG-ACH (Generic Associated CHannel) が定義されています。G-ACHにより、MPLS-TPは、性能情報監視用、プロテクション用、マネジメント用などの新たなチャンネルを利用した保守運用性の向上を図っています。

第2に、MPLSでは、PHP (Penultimate Hop Popping), ECMP (Equal Cost Multi-Path), label mergingといった機能がありましたが、これらの機能を使用すると、コネクションオリエンテッドなパスの端点間の管理が困難になります。そこで、MPLS-TPではこれらの機能を使用しないことで保守運用性の向上を図っています。

第3に、MPLSはコントロールプレーン（自律制御部）を利用し、ソフトステート（自律制御メッセージが交換不能になるとパスを自動的に切断）でパスが管理されています。したがって、制御障害がユーザトラフィックに影響を及ぼす可能性がありました。MPLS-TPでは、マネジメントプレーン（運用者が意識的に管理する部分）からのパスの制御やネットワークオペレー

ション（OAMや復旧）を必須条件とすることで保守運用性の向上を図っています。また、コントロールプレーンには、ITU-T勧告G.8080のASON (Automatically Switched Optical Network) が適用できます。ASONでは、コントロールプレーンはトランスポートプレーン（クライアントデータの伝送を行う部分）と独立なので、コントロールプレーンに障害が発生してもユーザトラフィックに影響を受けず、信頼性の高いサービスを提供できます。

なお、現在IETFでMPLS-TPの要求条件などに関するRFC（表）を作成中であり、上記の要求条件は最終的なものではありません。

MPLS-TPをめぐる動向

2000年ごろからTDM (Time Division Multiplexing) 網からパケットトランスポート網へのマイグレーションに関する議論が活発化し、2005年5月にT-MPLS (Transport MPLS) という名前で、ITU-Tにおけるパケットトランスポート技術の勧告

化が始まりました。しかし、T-MPLSとMPLSの互換性について十分に議論されていなかったため、2007年9月に両団体の代表が集まり、JWT (Joint Working Team) を結成して議論していくことに合意しました。

その後、2008年2月に、いったんITU-TでのT-MPLSの勧告化を止め、技術的な検討を行った結果、同年4月には、IETFのMPLSとPWE3 (Pseudowire) を拡張すれば、パケットトランスポートへの拡張が可能との判断に至り、両団体で協調して標準化することが合意されました。

2008年12月の会合では、両団体が合意する前に勧告化されたT-MPLSとの違いを明確にするため、今後はMPLS-TPという名称を使用することに合意しました。IETFでRFC化されているMPLS-TPの要求条件などをふまえて、2009年10月に一連のMPLS-TP勧告をコンセントする予定です。

パケットトランスポート網における同期

パケットトランスポートにおける主な

表 IETFで議論されているMPLS-TP関連のRFCとWGドキュメント RFC (Request for Comments)

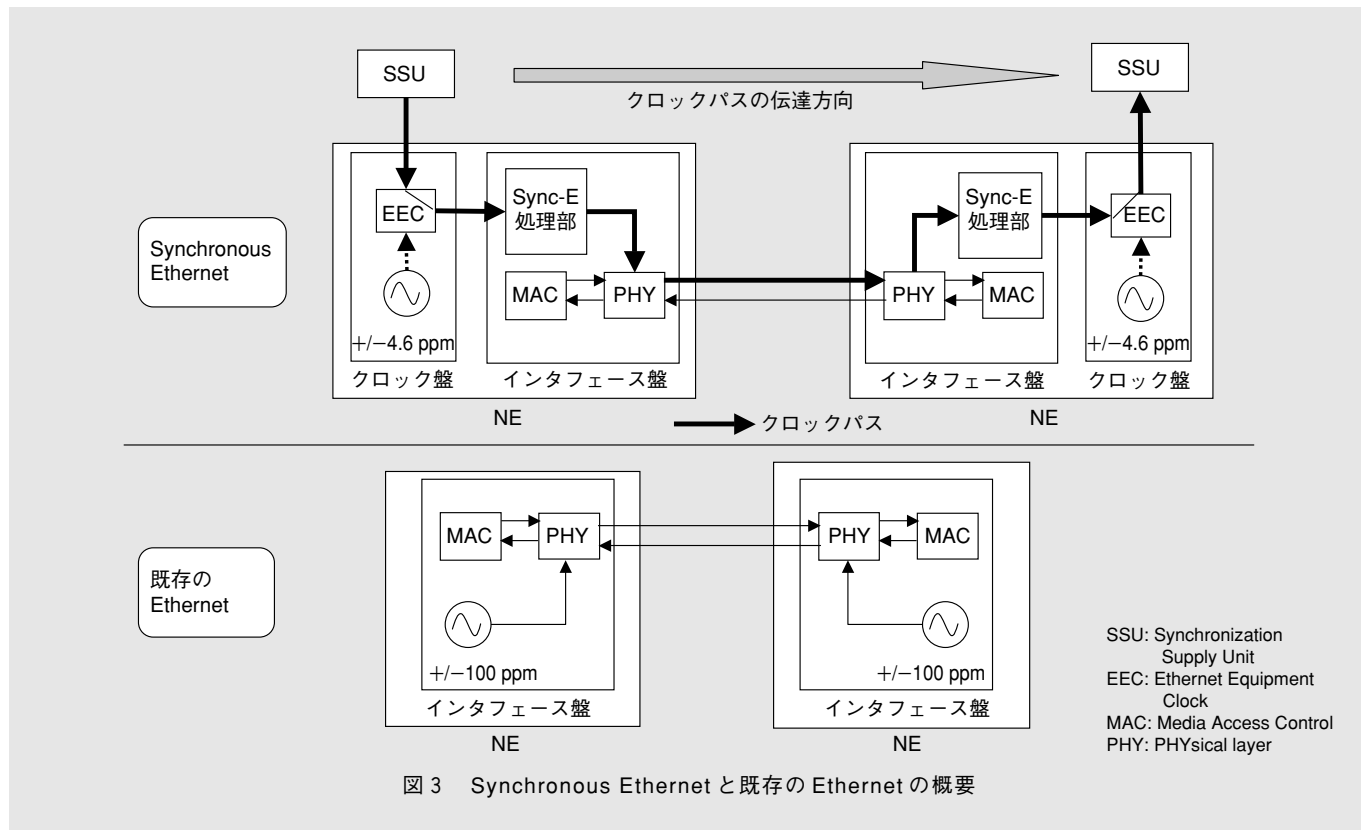
	RFC	合意	タイトル	内容
1	5317	2009年2月	Joint Working Team (JWT) Report on MPLS Architectural considerations for a Transport Profile	ITU-TとIETFのジョイントチームで行われたMPLSのトランスポートネットワークへの応用に関する議事録（協調体制とMPLS拡張の合意）

※RFC 5462: MPLS-TPでも使用するMPLSのEXPフィールドを“Traffic Class field (TC field)”に名称変更 (2009年2月)

WG (Working Group) ドキュメント ※2009年3月末時点

	ドキュメント名	概要
1	draft-mpls-tp-gach-gal-02.txt	OAMや制御メッセージ用のチャンネルの定義
2	draft-mpls-mpls-tp-requirements-05.txt	要求条件
3	draft-mpls-tp-framework-00.txt	アーキテクチャフレームワーク
4	draft-mpls-tp-oam-requirements-01.txt	OAMの要求条件
5	draft-ietf-mpls-tp-nm-req-00.txt	装置及びネットワーク管理の要求条件
6	draft-ietf-mpls-tp-gach-dcn-00.txt	DCN用のチャンネル使用に関する要求条件

DCN: Data Communication Network



2つのトピックのうちのもう1つが同期方式です。特にレガシキャリアからクロックパスやCES（回線エミュレーション）などへの要望が顕在化しました。

そこでITU-TではSynchronous Ethernet (Sync-E) 標準を作成しました。図3では通常のEthernetとの比較をしています。SDHのクロック技術を適用し、Ethernetの物理信号に載せてクロックパスを実現する方式です。SSU (Synchronization Supply Unit: クロック供給装置) から配信される高品質な網同期のクロックが切斷されても、通常のEthernet (±100 ppm) よりも高品質なクロック (±4.6 ppm) を提供します。

本方式は、G.8261 (パケットネットワークにおけるタイミングと同期) でアーキテクチャや要求条件が規定され

ており、G.8262 (Sync-E装置のスレーブクロックのタイミング特性) で物理的な装置の標準が定められています。また、リングなどで必要になるSSM (Synchronous Status Message) 同期状態通知の機能などがG.8264 (パケット網におけるタイミング配信) で規定されています。

Sync-Eの勧告は2008年に上記一連の勧告が完成しましたが、今後、商用での普及が期待されています。

今後の取り組み

現在はIETFにおいてMPLS-TPの要求条件を記載したRFCドラフトの作成が進められています。これらのRFCドラフトを基にITU-Tで、既存のT-MPLS勧告がMPLS-TP勧告として改訂される予定です。2009年10月の改

訂勧告のコンセントに向けて時間も限られていることから、IETFとITU-Tがより一層連携を強化していく必要があります。

参考文献

- (1) 太田: “キャリアクラスイーサネットの標準化動向,” NTT技術ジャーナル, Vol.19, No.12, pp.85-88, 2007.