

トラフィックの急増と変動に対応する トランスポート系運用管理技術

Technology to Operate and Maintain Transport System for Handling Spikes and Variations in Traffic

● 森川 久 ● 半田利光 ● 嘉門憲男

あらまし

近年のモバイルネットワーク技術の発展により、スマートフォンやタブレット端末などの移動端末が急速に普及している。ネットワーク上にはコンテンツやアプリケーションが豊富にあり、通信速度の向上により情報の検索・入手やデータの送受信も容易になっている。その反面、画像や動画データを手軽に利用できることが要因となり、通信トラフィック量が急激かつ流動的な増加を続けている。その傾向は国内においても国内通信事業者が構築・保有している伝送ネットワークへの影響が懸念されており、リソース要求の変動は、都市部から顕著に表れ始めると考えられている。

本稿では、上記の現象に対して、これまでの国内伝送ネットワークを構成する技術や構造から、課題を考察し、その課題を解決するために富士通が開発している新しい技術について述べる。更に、その技術を適用した新しいネットワークを運用する際の課題と、富士通の取組みを紹介する。最後に、国際標準で議論されている動的な伝送ネットワークであるASON(Automatically Switched Optical Network)の紹介と、今後の展望について述べる。

Abstract

The amount of global mobile data traffic has been growing rapidly in recent years. This is due, in part, to the increasing number of mobile devices such as smartphones or tablets. Such devices allow the user to access various types of image data, streamed content or anything in the cloud, and they account for much more data traffic than ever before. This tendency is also seen in Japan, where the resources that are available currently fluctuate depending on the demand of traffic, and they are forecast to be depleted especially in urban areas in the immediate future. In this paper, first we review Japan's current network technologies and examine the problems that they have. Then, we present Fujitsu's new technology which will be key to solving those problems. Next, we consider what will happen when this new technology is applied, including some new problems that will arise when operating networks. Last, we refer to Automatically Switched Optical Network (ASON), a concept that various parties are discussing with a view to making it internationally standardized, and depict future networks.

まえがき

最近、伝送ネットワークのトラフィックが時間や場所によって大きく変動している。要因として、スマートフォンやタブレットの移動端末の不特定箇所からのトラフィック発生、またクラウドセンター増加によるバックアップデータ転送やファイル転送などの決められた時間内に大量のデータを転送する顧客の増加が挙げられる。トラフィックの変動・増加に対し、現行の伝送ネットワークでは、十分に対応することができないため、柔軟性ある新しい伝送ネットワークの実現が課題である。一方、ネットワークのトラフィックの要求に合わせて、広帯域のパスを提供する伝送方式としてASON (Automatically Switched Optical Network) は国際標準化された技術である。ただ、この方式はエンドユーザからの要求を受けて自律で伝送ネットワークのパスを設定する。現在のネットワークサービス事業者のネットワーク運用管理とは異なることから課題も指摘されている。

本稿では、国内の伝送ネットワークの状況と新

しい伝送ネットワークの実現提案、更にASON運用の標準化動向と、今後の展望について述べる。

伝送ネットワークの現状

スマートフォンやタブレット端末などの急速な普及に伴うネットワーク利用者数の増加により、画像や動画を中心とした通信トラフィック量が、急激かつ流動的な増加を続けている。その影響により、伝送ネットワークのリソース要求の変動が、都市部から顕著に表れ始めている。本章では現状の伝送ネットワークの構成について述べる(図-1)。

特徴としては以下のような分離・多段化(レイヤ化)で構成されていることである。

(1) L0レイヤ

コアネットワーク(都市間をつなぐネットワーク)を構成する高密度波長分割多重装置DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) と、メトロネットワーク(都市圏を構成するネットワーク)を構成する光分岐挿入多重装置OADM (Optical Add Drop Multiplexing)などのWDM(Wavelength

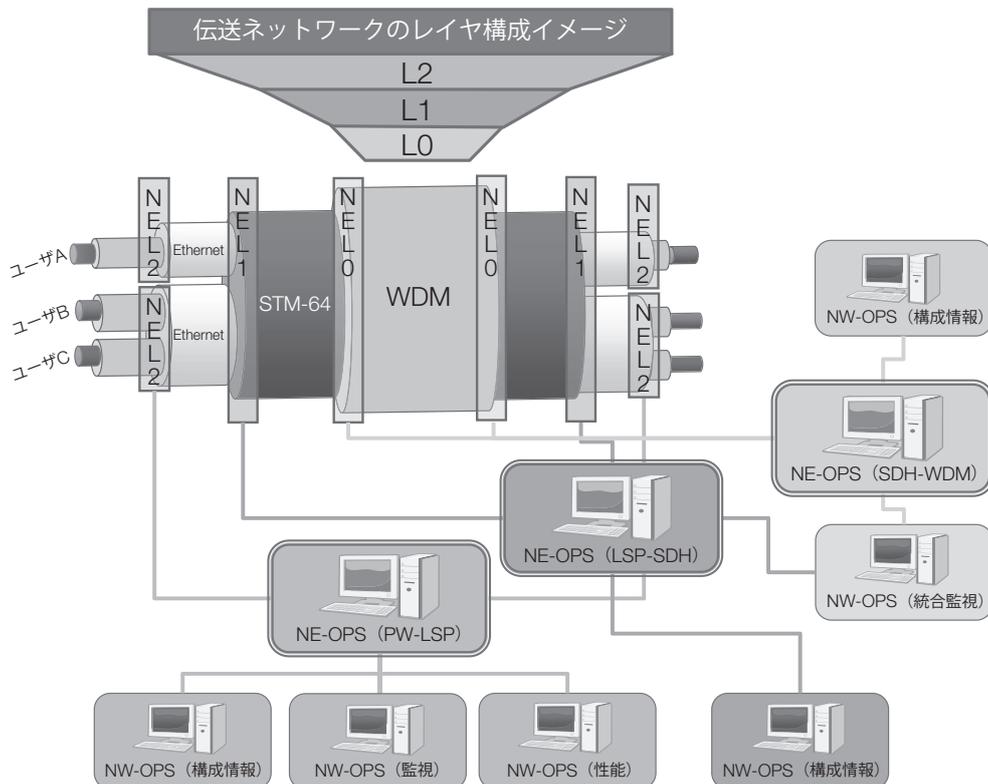


図-1 伝送ネットワークの構成(現在)

Division Multiplexing) 技術を採用。

(2) L1レイヤ

電話サービスを前提とした時分割多重方式のSDH (Synchronous Digital Hierarchy) 分岐多重装置などのSDH技術を採用。

(3) L2レイヤ

イーサ信号を多重化して伝送するL2装置などのEthernet技術を採用。

これらの伝送ネットワークの運用管理は、レイヤごと、サブネットワーク単位に装置とネットワーク情報を管理するNE-OPS (Network Element-Operation System)やNW-OPS (Network-Operation System) により行われている。レイヤ化することにより、専用線サービス・電話サービス・インターネットサービスなど複雑でかつ多彩なサービスを収容することが可能となる。

L0のWDM (NEL0), L1のSDH (NEL1), L2の多重スイッチ (NEL2) の各装置と、それぞれの運用システムであるNE-OPS, NW-OPSで構成される。ネットワークの特性に合わせてレイヤごとに監視や制御のための運用管理 (マネジメントプレーン) を構築しており、レイヤ間では独立したシステムになっている。

このため、伝送ネットワークのリソース要求の変動に対し、従来のレイヤごとの構成では柔軟な対応に不向きであると考えられる。次章で新しい伝送ネットワークと新しい運用について述べる。

新しい伝送ネットワークとは

新しい伝送ネットワークでは、光化・ALL IP化を基本的な構想の方向性と考えている。その効果として、ユーザの要求や利用状況によりネットワーク構成を変更することが可能なシステムや、レイヤを統合することによって効率良い伝送システムを構築できるため、OPEX (Operating Expense) ・CAPEX (Capital Expenditure) の削減に寄与できると考えている。

大きな目標は、以下の2点としている。

(1) 柔軟なネットワーク構成

レイヤを統合するネットワークでは、ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) / OXC (Optical Cross Connect) 機能 (L0機能ブロック) とキャリアグレードのパケットトランスポート

機能 (L2機能ブロック) を、必要な伝送量やトランスポート機能に応じて自由に選択できる柔軟性の高いシステムアーキテクチャを構成する。

(2) 省スペース・省電力化

レイヤを統合することで、レイヤごとの装置、運用システムの省スペース・省電力化を実現する。これまで複数のNEで行っていたトランスポート機能を一つのNEでレイヤ統合することにより、レイヤ間でのパッケージ融合およびレイヤ間の接続削減が見込まれ、NE自体のスリム化による省スペース化・省電力化が期待される。

目標を達成するために、ネットワークに以下の新しい技術が導入されようとしている。

(1) WDM大容量化

近年のコアネットワークで増大し続ける帯域需要に対応するため、ROADM/OXC機能 (L0機能ブロック) の大容量化・多波長化を進めている。また、柔軟なメッシュネットワークを構築するため、コアネットワークでは多方路化の技術も確立されつつある。

(2) WDM柔軟化

従来の光合分波技術の代わりに、カラーレス・ディレクションレスを搭載した光合分波技術を用いることにより、光配線を変えることなく波長および方路を自由に変更することが可能となる。波長および方路の変更の際、既設の光パスの伝送品質に影響を与えることなく、オペレーションシステムから制御が可能であり、障害発生時にあらかじめ準備した救済ルートへの切替えが全て遠隔で迅速に行えるようになる。

(3) WDMとパケット融合

パケットトランスポート機能 (L2機能ブロック) が、ROADM/OXC機能 (L0機能ブロック) からの光信号を終端し、MPLS-TP (Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile) のパケット信号としてパケットトランスポート機能 (L2機能ブロック) 内へ流通させるレイヤ間の融合機能を持つ。これにより、ROADM/OXC機能 (L0機能ブロック) では、パケットトランスポート機能 (L2機能ブロック) との接続に必要なだったトランスポンダ機能搭載パッケージの実装が不要となり、CAPEX削減の観点からも注目されている。

(4) パケットによるトランスペアレント化伝送

従来のSDH技術を中心としたL1レイヤによる伝送ネットワークでは、流動的なトラフィックの対応が難しいが、本技術はQoS (Quality of Service) 保証が容易で、トランスペアレント (透過性の保証) な伝送が可能である。

パケットトランスポート機能 (L2機能ブロック) では、パケットによるトランスペアレントな伝送を構築するMPLS-TP方式を採用して大容量トラフィックを効率的に伝送することが可能になる。MPLS-TPの主な機能は、以下のとおりである。

- ・統計多重によるトラフィックの効率的な収容
- ・Connection-Orientedな中継伝送
- ・キャリアグレードのOAM (Operation Administration and Maintenance) /プロテクション機能

この新しい伝送ネットワークは、ネットワークのマネジメントプレーンにも新技術を求めている。今後の伝送ネットワークの構成を図-2に示す。装置は、L0およびL2を統合し、L2ではMPLS-TPによるトンネルLSPを実装してL1機能を実現する。また、装置の統合に合わせてネットワーク運用のNE-OPSもL0およびL2を統合する。今後の改善点としては、ネットワークの新技術以外でも、マネジメントプレーンの構成を変える必要があると考

えている。また、ネットワークレイヤごとの運用システムではシステムが複雑・巨大になることからネットワークなどの故障や品質などの監視を中心に統合化していく必要がある。

新しい伝送ネットワークは、レイヤを統合することにより、運用の効率に寄与すると考えている。ただし、統合化による新技術が導入され、従来と大きく運用を変更することはかえって、ネットワーク運用者の混乱を招き負担増加や、既存システムとの二重化による運用コストの増加につながる可能性があるため、運用性を大きく変えずに新技術に対応したオペレーションシステムが求められている。

ネットワーク運用管理の取組み

レイヤを統合したNE-OPSシステムでは、既存では提供していない機能を具備したオペレーションシステムを提供する必要性があり、NE-OPSとともに一部のNW-OPS双方の操作性を具備することを目標に、以下の取組みを行っている。

● レイヤ統合表示・操作

光ネットワーク、パケットネットワークの複数レイヤをグラフィックに表示し、図-3のように、レイヤ間にまたがって発生した警報の分析を行い、

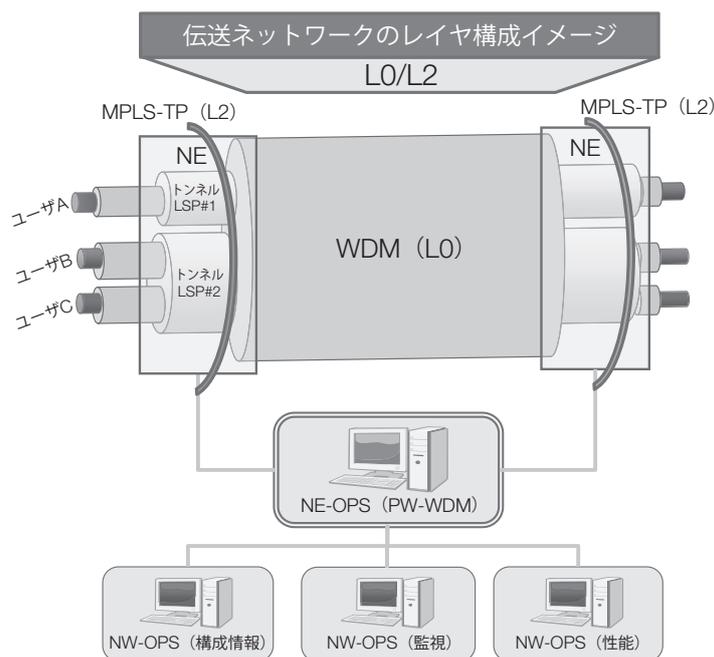


図-2 今後の伝送ネットワークの構成

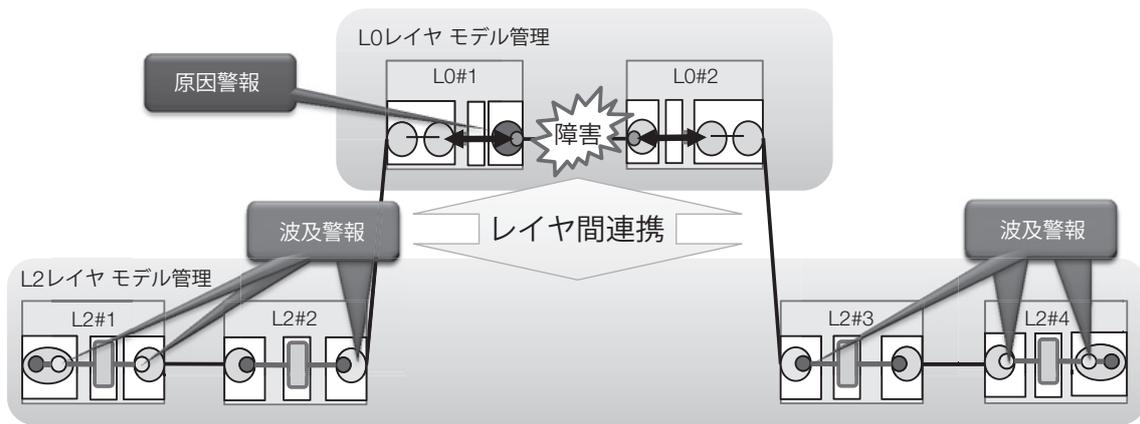


図-3 レイヤ間警報連携(原因警報と波及警報の関連付け)

原因警報と波及警報を識別して障害箇所を正確に特定する。また、これまでレイヤごとに管理されていたパスについて、レイヤ間のパス収容関係の関連付けを行うことにより、パスの影響範囲の確認を迅速に行えるなど、レイヤ間連携機能の実現により、柔軟なネットワーク運用における大幅なOPEX削減が期待される。

● NE-OPSマシンの削減

NEを監視・制御するオペレーションシステムにおいても、レイヤごとにオペレーションシステムが分かれていた従来の構成から、一つのオペレーションシステムで全レイヤを統合監視する構成に変化することにより、オペレーションシステム全体の省スペース・省電力化が期待されている。

また、レガシー装置を監視・制御するオペレーションシステムとの融合に関するニーズも高まりつつあり、仮想化技術の利活用により、異なるオペレーションシステムを一つのサーバで共存させる取組みも今後加速すると考えられている。

(1) 多彩なシステム構成の対応

既存のNE-OPSではNE間のセクション（物理的な接続）を図式化したネットワーク図を用いて視覚的にシステム構成の情報提供を行っている。しかし、新しい伝送ネットワークでは、図式化できない複雑なシステムも対象であり、ネットワーク図方式とリスト方式の二つのスタイルでシステム構成を表現する。

(2) スケールアップ化

既存NE-OPSの監視対象NE数は、約1000台を最大値としたシステムであったが、新しいNE-OPS

では、図-4のようにサブネットワークを管理するNW管理部とNEを管理するNE管理部を分離し、各NE管理部の監視対象NE数が1000単位になるようにシステムを拡張し、最大10 000台を監視可能なシステムにする。

(3) 保守性向上

伝送ネットワークが複雑化しているため、障害発生時の原因調査や影響調査に時間と労力が必要となっている。レイヤ間の収容情報とパス情報から、論理的な接続情報と物理的な装置構成情報を検索し、故障評定を行う機能を提供する。

(4) NW-OPSインタフェース具備

以下のNW-OPSに対するインタフェースによって、多彩な顧客運用システムへの適用が可能となる。

- ・通知インタフェース
 - 監視システム（障害や運用状態通知）
 - 性能システム（保守およびサービス連携）
- ・情報インポートインタフェース
 - 構成情報システム（装置などの構成情報）
 - 制御システム（各種設定や保守業務）

既存NE-OPSの良い点を踏襲しつつ、新しい伝送ネットワークに対応した機能を提供する。

ASONの構成

柔軟な伝送ネットワークであるASONは、2001年にITU-Tで勧告化され、以下のMP/CP/TPの構成によって実現する。

(1) MP (Management Plane)

ASONを運用するためのリソース管理、監視、設定機能を持つが、一部CPと機能分担する。

(2) CP (Control Plane)

ASONの構成情報を収集し、ユーザからの要求に応じてパス設定のシグナリング制御機能を持つ。

(3) TP (Transport Plane)

エンドユーザからのデータをカプセル化して転送し、パス経路に沿ってスイッチングする機能を持つ。

ネットワークのリソース情報は、MPとCPが共有して管理しているが、CPは顧客からのデータ転送要求を受けてシグナリング制御し、任意の地点までのパス設定を自律で行うことができる。ASONのアーキテクチャを図-5に示す。

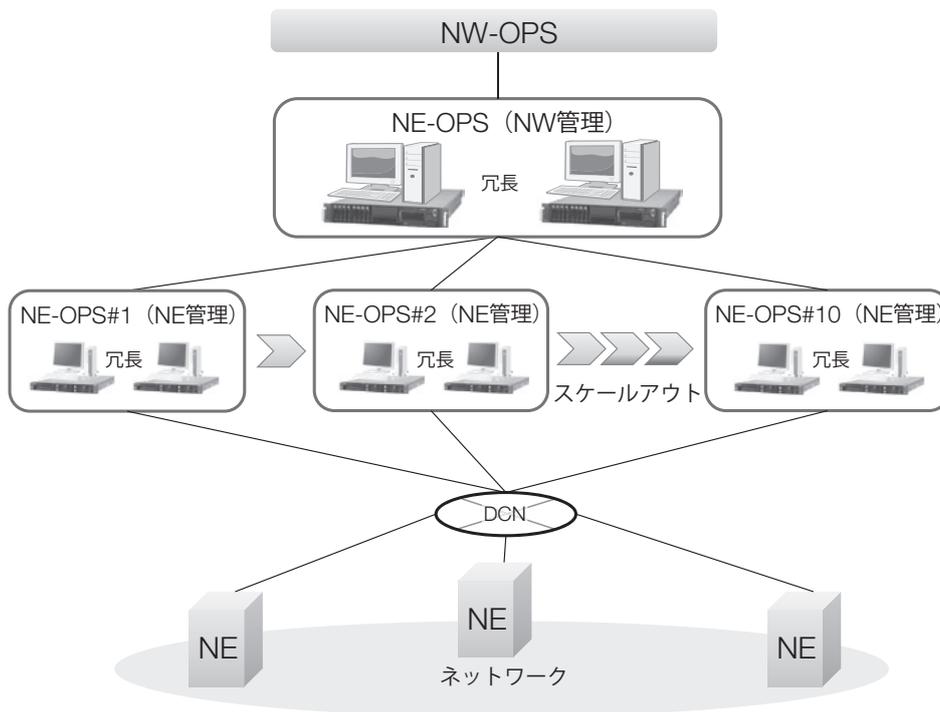
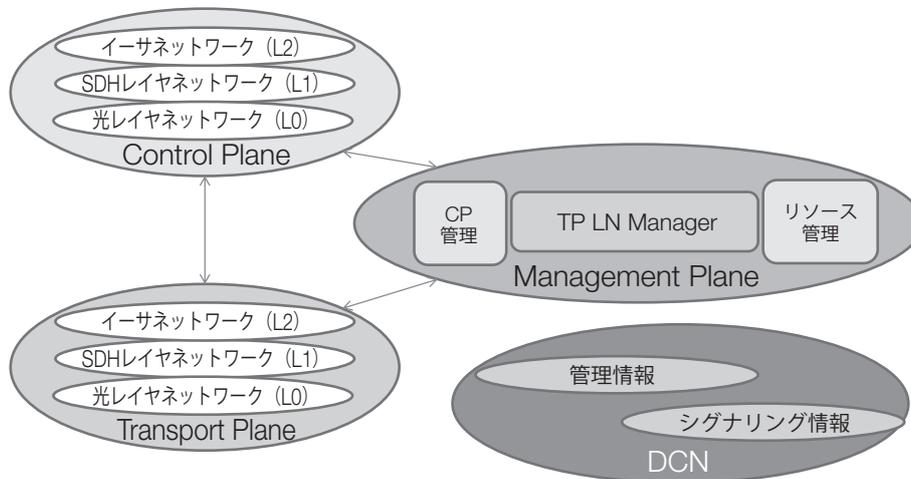


図-4 レイヤ統合NE-OPSのシステム構成



出典：ITU-T G.8080：Architecture for the automatically Switched Optical network

図-5 ASONアーキテクチャ

ASON運用の課題と標準化動向

従来は、ユーザからのパス設定要求をネットワークサービス事業者へ申込みした後、サービス事業者がネットワークに設定してユーザの要望するパスを実現している。ASONは、ユーザがネットワークに直接パス設定の要求を行い、ネットワークが自律でパスを実現する。これは従来の運用と異なることから、自律動作をいかに運用し、管理するかという課題がある。

ASONの運用に関する勧告は、以下がある。

(1) Architecture for the automatically switched Optical networks (ITU-T G.8080)⁽¹⁾

MP/CP/TPの役割についての規定を述べている。

ネットワークのリソース情報は、CP/MPで情報を共有するが、予約リソースなどの全体リソースはMPが管理する。また、パスのコネクション設定、故障や品質検出はCPが実行するがMPへの通知が要求されている。

(2) Architecture of control plane operation (ITU-T G.7716)⁽²⁾

ASON導入の概略を規定している。

ASONの導入計画、構築の基盤、各要素の機能、運用を示し、G.8080で規定しているMP/CP/TPの役割の詳細を述べている。

(3) Framework for ASON management (ITU-T G.7718)⁽³⁾

ASONの管理されるモデルを定義している。

ここで、MP/CP/TPは自律動作し、相互に影響しないことが述べられている。また、動的にパス設定できるリソースの領域はCPで使用可能であるが、固定で設定するパスは、MPの管理であることを規定している。事例として

- ・複数ドメイン（複数キャリア）を經由したCP
- ・EMS (Element Management System)
- ・NMS (Network Management System)
- ・既存ネットワークとASONの接続

などの例が示されている。

上記(1)は2001年初版が発行されているが、運用に関する(2)は2010年に発行され、

(3)は2005年に初版が発行されて最近になり本格的な議論がされ始めた。また、OIF (Optical Interworking Forum) においてもCPの運用について議論されている。⁽⁴⁾

いずれの勧告や報告書においても、運用課題は全てクリアにはなっていない。また、既存の運用とASONの運用をどう共存させるかが重要で、リソースの探索、使用状態・使用履歴の把握を既存ネットワークの運用と共存させる必要がある。これについては、以前著者が提案している。⁽⁵⁾ また、既存のネットワークと自律ネットワークのリソース管理を共存させる方式を考えていくと思われる。

む す び

今までの伝送ネットワークは、流れるトラフィックがある程度予測できていたが、近年のIPトラフィックの急激な増加により、トラフィック量の変動を許容する新しい伝送ネットワークが求められている。また、新しいネットワークに運用管理システムも対応していく必要がある。

富士通は、今後も継続的に伝送ネットワークの大きな特長である安定・安全なシステムを継承しつつ、新しいネットワークの運用を考えていかなければならないと考えていく所存である。

参考文献

- (1) ITU-T G.8080 : Architecture for the automatically Switched Optical network, (2001-11).
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8080-200111-S/en>
- (2) ITU-T G.7716 : Architecture of control plane operation, (2010-01).
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.7716-201001-I/en>
- (3) ITU-T G.7718 : Framework for ASON management, (2005-02).
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.7718-200502-S/en>
- (4) OIF (Optical Internetworking Forum) : OSS Control Plane Management, Whitepaper oif2010.329.06.
- (5) 森川 久ほか：国内向け光伝送システムにおける OPSの現状と次世代ネットワークの展開. *FUJITSU*, Vol.57, No.4, p.409-414 (2006).

著者紹介



森川 久 (もりかわ ひさし)
(株) 富士通テレコムネットワークスエンジニアリングサービス 所属
現在、ネットワークオペレーションシステムの開発に従事。



嘉門憲男 (かもん のりお)
共通開発本部第三ソフトウェア開発統括部 所属
現在、ネットワークオペレーションシステムの開発に従事。



半田利光 (はんだ としみつ)
共通開発本部第三ソフトウェア開発統括部 所属
現在、ネットワークオペレーションシステムの開発に従事。