

feature article

# ネットワーク管理・運用負荷を軽減する 論理ネットワークオペレーティングシステム

*Logical Network Operating System for Reduction of Network Management and Operation Load*

古泉 聡洋 Akihiro Koizumi

小澤 洋司 Yoji Ozawa

企業は厳しい競争に立ち向かうために、日々の業務効率向上を意識し、コスト削減策を模索している。特に通信インフラについては、広域に点在する拠点間を接続し、リアルタイムな情報のやり取りを安価に実現するネットワークを期待しており、キャリア（通信事業者）はさまざまな新技術を取り入れたサービスを提供している。こうした中、コストメリットの高いEthernetは欠かせない基盤となっている。日立は、Ethernetレイヤ2ネットワークを可視化し、レイヤを縦断して必要な情報を管理する論理ネットワークオペレーティングシステムを開発した。ビジュアルで直感的な操作性を持つこの製品は、複雑化するネットワークの管理・運用の負荷を軽減し、ネットワーク運用コストの低減を支援する。

## 1. はじめに

インターネットの普及に伴うグローバル化の進展やBRICs（ブラジル、ロシア、インド、中国）をはじめとする新興国の経済発展などにより、企業を取り巻く競争状況は日々激しさを増している。企業は業務プロセスのあらゆるフェーズで効率向上に取り組んでおり、遠隔地の事業所や海外のビジネスパートナーと相互にネットワーク接続する通信インフラについても、多機能、低コストなものを選択する傾向にある。

一方でキャリア（通信事業者）の立場からすると、これらの傾向はネットワークが高度化・複雑化して管理・運用負荷が高まるだけでなく、通信サービスの価格低減のプレッシャーが強まることを意味する。

日立は、このような背景の下、企業が競争力を維持するうえで不可欠な通信インフラを支えるキャリアのネットワーク管理・運用負荷を軽減するソフトウェア製品、論理ネットワークオペレーティングシステム（Logical Network Operating System）を開発した。この製品はネットワークの実際の状態の可視化を特徴の一つとしており、キャリアに限らず、多数のネットワーク機器の管理を行っている企業、組織の運用コスト低減にも寄与できると考えている。

ここでは、ネットワーク管理・運用負荷の軽減を支援するツールとして論理ネットワークオペレーティングシステムについて述べる。

## 2. ネットワーク管理・運用を取り巻く課題

### 2.1 人手による調査・分析負荷

ネットワーク管理・運用を取り巻く課題の中で最も大きなものの一つは、管理・運用に伴う人的負荷およびコスト削減策の導入である。

ネットワーク管理には構成管理、障害管理、性能管理などのさまざまな項目があり、これらのために多くのツールが流通している。しかし、依然として人手による調査・分析の手間が必要となる部分が残っているのも事実である。

中でも障害管理における障害影響範囲特定には、機器の設定情報だけでなく、機器状態や関連するユーザー情報の確認が必要なので人手がかかる。

ここでは、障害管理の側面から人手がかかる典型的な例を挙げて、管理・運用負荷を軽減する解決策について述べる。

### 2.2 マップを用いた実ネットワーク情報の可視化

障害発生時のネットワーク状態を把握しようとしたときに、管理しているネットワーク構成図と実態とに不整合が見つかる場合がある。これはその時点以前の障害対応で応急的に構成変更をしたままネットワーク構成図をメンテナンスしていなかった場合などに発生する。

また、構成図が正しい場合でもリングが組まれているネットワークにおいては障害によってリングの切り替わりが発生しうるため、リング状態を考慮しなければ実際にフレームが流れている経路を確認できない。国内では経済性の高さや利便性のよさから広域Ethernet<sup>※</sup>サービスが広く

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の登録商標である。

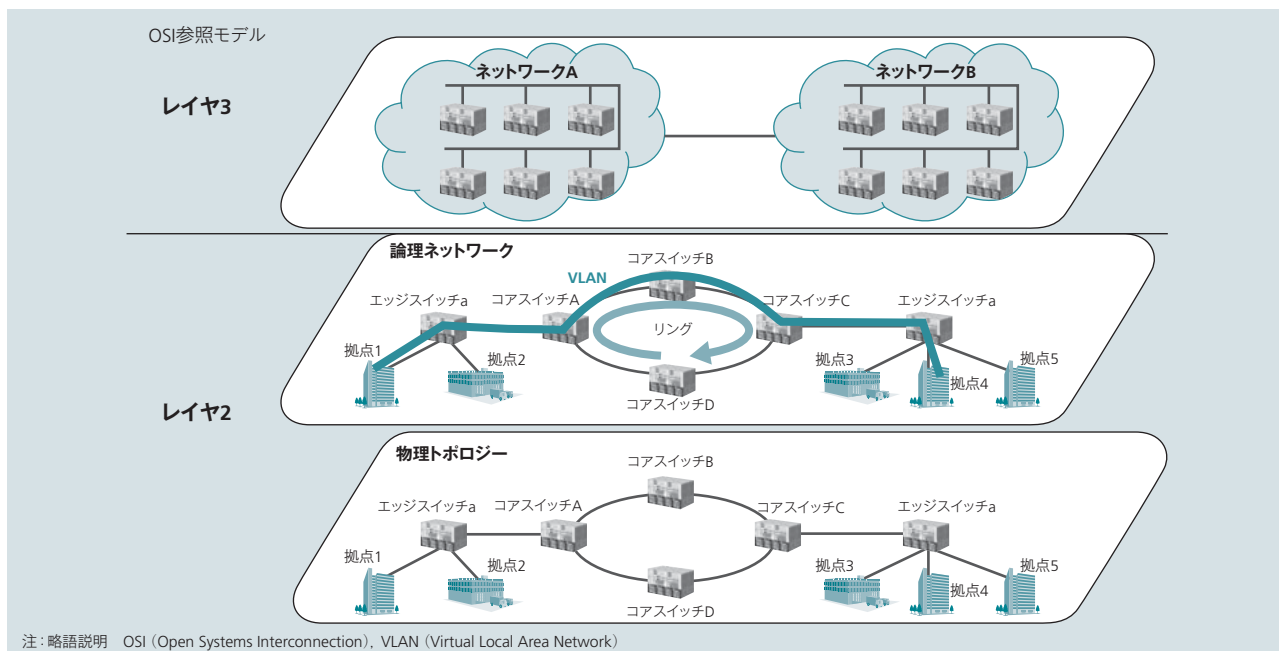


図1 ネットワークの各レイヤ情報

レイヤ2の物理トポロジー上に、VLANやリングを考慮した論理ネットワークが重なる。この図ではリングが時計回りの状態なのでEthernetフレームはコアスイッチBを通る経路となる。このように論理ネットワークオペレーティングシステムではレイヤ2で実際にEthernetフレームが流れる経路の可視化を実現する。

利用されているが、実際にEthernetフレームが流れるネットワーク経路を管理する場合は、設定情報だけでなく機器状態も確認しなければならない(図1参照)。

論理ネットワークオペレーティングシステムは、ネットワーク機器から収集する情報を基に、リング状態も含めて自動でEthernetレイヤ2のネットワークをマップ上に描画する。これにより、機器状態を一つ一つ確認しながら実際のネットワーク構成を確認する手間や、構成変更のたびにネットワーク構成図をメンテナンスしていく手間を省くことができる。

### 2.3 レイヤ縦断的な情報のくくり付け

ネットワーク構造はOSI (Open Systems Interconnection) 参照モデルによって表現され、ネットワーク管理も多くの場合、このOSI参照モデルのレイヤごとに行われる。しかし、ネットワーク管理者は各レイヤ内での管理に加えてレイヤ縦断的な管理も必要である。

特に障害が発生した場合には、ある機器や回線の物理的異常がどの論理ネットワーク (VLAN: Virtual Local Area Network) に、そしてユーザーに影響を与えるかといったことを迅速に突き止め、対応する必要がある。

論理ネットワークオペレーティングシステムはネットワーク機器、VLAN、リング、ユーザーなどを互に関連づけて、レイヤ縦断的に即座に検索可能なインタフェースを提供する。これにより、障害発生時にも複数の管理簿を突き合わせる手間はなく、欲しい情報に短時間でアクセスすることができる。

## 3. 論理ネットワークオペレーティングシステム

### 3.1 概要

論理ネットワークオペレーティングシステムは、「使い勝手のよいGUI (Graphical User Interface) でレイヤ2ネットワーク管理・運用を支援するビジュアルツール」をコンセプトに、人手による調査・分析が必要な部分のネットワーク管理・運用業務を支援するために企画・開発した。

論理ネットワークオペレーティングシステムが持つ主な機能を表1に示す。

今回はGUIを中心に、同表に示したNo.1~4の機能について述べる。なおここでは、ネットワーク機器を監視、管理するための管理用ネットワークが準備され、必要であればそのネットワークが冗長化されている環境を前提としている。

「マップ作成機能」によって実現している論理ネットワークオペレーティングシステムの「マップ画面」を図2に示す。

画面上部に広くネットワークのマップを表示しており、VLANや障害部位など、レイヤ2での情報を一目で確認で

表1 論理ネットワークオペレーティングシステムの主な機能

ネットワーク情報管理機能、マップ作成機能、障害表示機能、履歴管理機能などの機能がある。

| No. | 機能名           |
|-----|---------------|
| 1   | ネットワーク情報管理機能  |
| 2   | マップ作成機能       |
| 3   | 障害表示機能        |
| 4   | 履歴管理機能        |
| 5   | VLAN設計・設定支援機能 |
| 6   | VLAN設定不一致検出機能 |

きるようにした。また画面下部のリストから任意のネットワーク機器やVLANなどを選択してマップ上に強調表示させることも可能である。

画面を「ネットワーク情報リスト画面」にタブで切り替えることで、選択したオブジェクトに関連づくネットワーク機器、VLAN情報、ユーザー情報などを相互に次々と検索をすることができる。

例えば、障害が発生したことを検知したとき、障害の発生したスイッチおよびポートを確認し、その個所を通るVLANを検索するだけでなく、そのVLANを使用しているユーザーがだれであるかというところまで、一つの画面内で全体を通して情報を得られる(図3参照)。

論理ネットワークオペレーティングシステムのもう一つの特徴的な機能に「履歴管理機能」がある。これは任意の時点のネットワーク情報をマップ(スナップショット)として残しておける機能である。

ネットワーク管理ツールの多くはネットワークのマップが一つだけであるため、連続して多くのイベント通知、すなわちトラップ(SNMP trap: Simple Network Management Protocol Trap)が発生した場合はリスト形式で保存されるログを基に、ネットワーク状態の変化の様子を紙やホワイトボードに描きながら確認するという作業が必要で

あった。論理ネットワークオペレーティングシステムではトラップを受信するなどの重要なイベントが発生した際、マップが自動的に保存されるので、ネットワーク状態が次々と変化するような状況においても、容易にその変化を視覚的に確認することができる。また構成変更のタイミングごとにネットワーク構成図をマップとして残しておくという使い方も可能である(図4参照)。

### 3.2 特徴技術

論理ネットワークオペレーティングシステムはネットワークの情報を3層で管理している。

ネットワーク機器から収集したMIB (Management Information Base) 情報を基に、機器単位の情報を管理する物理層(Physical Layer)、レイヤ2の結線情報を管理するレイヤ2物理トポロジー層、VLANやリングなどの情報によって構成されるレイヤ2論理ネットワーク層の3層である。

レイヤごとに分割したモデルで情報を管理することに加え、ユーザー情報などを統合して運用者に情報提供することで、要素間の関連をすばやく検索したり、物理トポロジー上に容易に任意のVLANを表示したりすることを可能としている(図5参照)。

階層化された構造を持つことで、マルチベンダー対応およびマルチトランスポート技術対応も容易となっている。トランスポート技術はVLANだけでもスケーラビリティを向上させる拡張VLAN [Q-in-Q, IEEE802.1ad PB (Provider Bridges)], MAC-in-MAC [EoE (Ethernet over



図2 論理ネットワークオペレーティングシステムのマップ画面  
画面上部のマップ画面においては選択したVLANを強調表示させたり、障害部位を表示させたりすることができる。

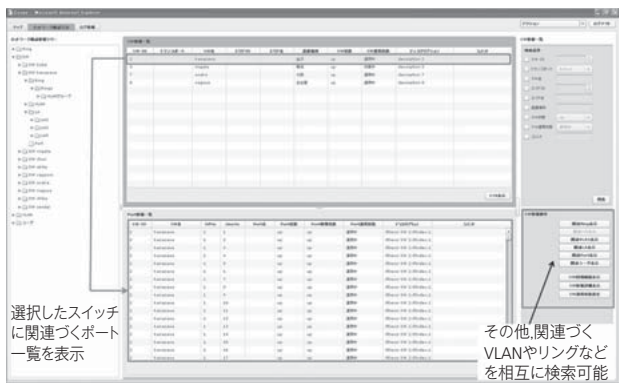


図3 論理ネットワークオペレーティングシステムのネットワーク情報リスト画面  
画面中央上部のリストで選択したスイッチに対応するポート一覧を画面中央下部のリストに表示させた。その他にも関連するVLANやリングなどを相互に検索することができる。

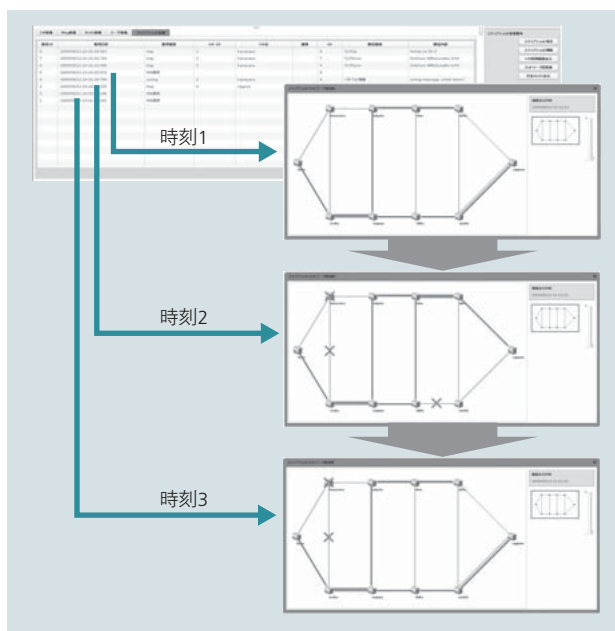


図4 論理ネットワークオペレーティングシステムのスナップショット画面  
トラップ(イベント通知)が上がった契機やユーザーが選んだ任意のタイミングでスナップショットを保存しておくことが可能である。スナップショット履歴リストのそれぞれに対応してマップ画面も保存され、いつでも確認することができる。

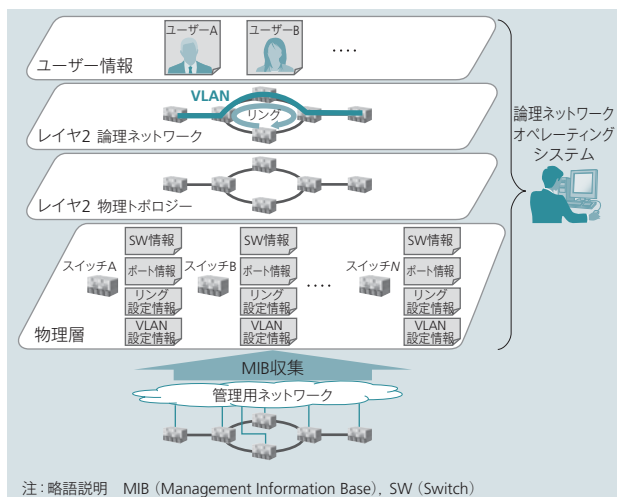


図5 論理ネットワークオペレーティングシステムのデータ構造

各ネットワーク機器から収集した情報を管理する物理層、物理的な結線情報を管理するレイヤ2物理トポロジー層、VLANなどの論理ネットワーク情報を管理するレイヤ2論理ネットワーク層の3層から成る。

Ethernet), IEEE802.1ah PBB (Provider Backbone Bridge)] など新しい技術が次々に登場している状況であり、トランスポート技術の拡張性を持つことは重要である。

また、もう一つ特徴的な技術として、前述した履歴管理機能におけるスナップショット作成にインテリジェンスを持たせていることが挙げられる。

ネットワークに障害が発生した際には短時間に多量のトラップが発生する。このような状況でトラップごとにネットワーク情報をすべて収集してはマップ描画処理が追いつかない。そこで、論理ネットワークオペレーティングシステムではネットワーク構成とトラップを基にトラップ受信後の構成を推定している。これにより、多量のトラップ発生時にもマップを作成、保存できるようにしている。

#### 4. 効果

論理ネットワークオペレーティングシステムを導入することで期待される効果として、大きく以下の二つがある。

(1) 実ネットワークの把握が容易である。

VLANやリングの設定情報および障害情報などを総合し、実際にEthernetフレームが流れている経路をマップ表示することができる。これにより、常に現時点のネットワーク構成を手間なく確認することができる。

(2) 障害調査が容易である。

障害調査時にトポロジーのどの部分で障害が発生しているかをマップですぐに特定し、その影響範囲をレイヤ縦断的にすばやく検索できる。またイベントごとにマップを保存して、時系列で確認することができる。

これらの効果により、最終的にネットワーク運用者の負荷およびコストを低減することが可能である。

#### 5. おわりに

ここでは、ネットワーク管理・運用負荷の軽減を支援するツールとして論理ネットワークオペレーティングシステムについて述べた。

ますます高度化、複雑化するであろうネットワーク技術の流れの中で、信頼性の高い通信インフラを安定的に提供するためには、管理・運用の省力化が欠かせない。

ここでは論理ネットワークオペレーティングシステムの特徴的な機能について述べたが、管理・運用を省力化するビジュアルツールというコンセプトの下、管理業務を支援する機能を多数取りそろえている。

今後は、Ethernet OAM (Operation, Administration and Maintenance) などの機能も盛り込み、さらに障害調査支援機能を拡充していく考えである。

なお、論理ネットワークオペレーティングシステムのネットワーク情報管理機能には、日立製作所が受託した総務省によるプロジェクト「ネットワークを通じた情報流出の検知及び漏出情報の自動流通停止のための技術開発」による研究成果を活用している。

#### 参考文献など

- 1) 総務省：情報通信白書平成21年度版(2009.7), <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h21.html>
- 2) 瀬戸：広域イーサネット技術の動向，電子情報通信学会誌，87，10，p.874～880(2004.10)
- 3) 浅見：広域イーサネットサービス—商用サービスの歴史とプロトコル動向，電子情報通信学会誌，90，6，p.470～475(2007.6)

#### 執筆者紹介



##### 古泉 聡洋

2002年日立製作所入社，情報・通信システム社 情報・通信グループ ネットワークソリューション事業部 ソリューション第一部 所属  
現在，ネットワーク管理・運用ソリューション開発に従事



##### 小澤 洋司

2005年日立製作所入社，中央研究所 プラットフォームシステム研究部 所属  
現在，ネットワーク運用管理技術の研究開発に従事  
電子情報通信学会会員