

# SDN/OpenFlowへの取り組み

最近、伝統的なネットワーク技術の制約にとらわれずに、柔軟にネットワークの制御を行うSDN (Software-Defined Networking) が注目されています。NTTデータでは、SDNを実現する技術であるOpenFlowについて調査・研究を行い、独自のコントローラを開発しています。本稿では、SDN/OpenFlowの最新技術動向を紹介するとともに、NTTデータの今後に向けた取り組みについて紹介します。

ながその ひろし  
永園 弘

NTTデータ

## 従来ネットワークの課題

コンピュータネットワークの主流であるTCP (Transmission Control Protocol) /IPやイーサネットなどの技術は、OSI参照モデル\*1で表現されるレイヤで分割される通信機能に基づき、各レイヤで処理される信号の挙動が規約化され、それらはIETF (Internet Engineering Task Force) やIEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) 等の団体を通じて標準化されています。そして、この規約に準拠したネットワーク装置をベンダが開発することで、異なるベンダどうしのネットワーク装置でも相互に通信できる仕組みが実現しています。

また、ほとんどの機器ベンダは、ネットワーク装置のハードウェアと各レイヤに応じた処理を行うソフトウェアの両方を開発して提供しています。機器ベンダは、独自のネットワーキングを実現するために、標準プロトコルの実装に加えて、標準化されていない独自の機能を付加価値として追加実装を行

い、他社製品との差異化を図っています。このため、この独自機能を持つ機器を使用したネットワークでは、他社製のネットワーク装置への置き換えが難しくなる (ベンダロックイン) 等の状態が生じています。

また、情報システムへの要望は複雑化・高度化する中、これにこたえるためネットワークを高度化させたくても、ネットワーク装置の機能制約によって実現ができない場合があります。機器ベンダが想定するアーキテクチャ以外のネットワーク構成は実現できないのが原因であり、これを解決するためには、機器ベンダが必要とする機能を実装するのを待つ必要があります。

このような従来ネットワークが抱えるさまざまな課題を解決する手段として、OpenFlowが注目されています。

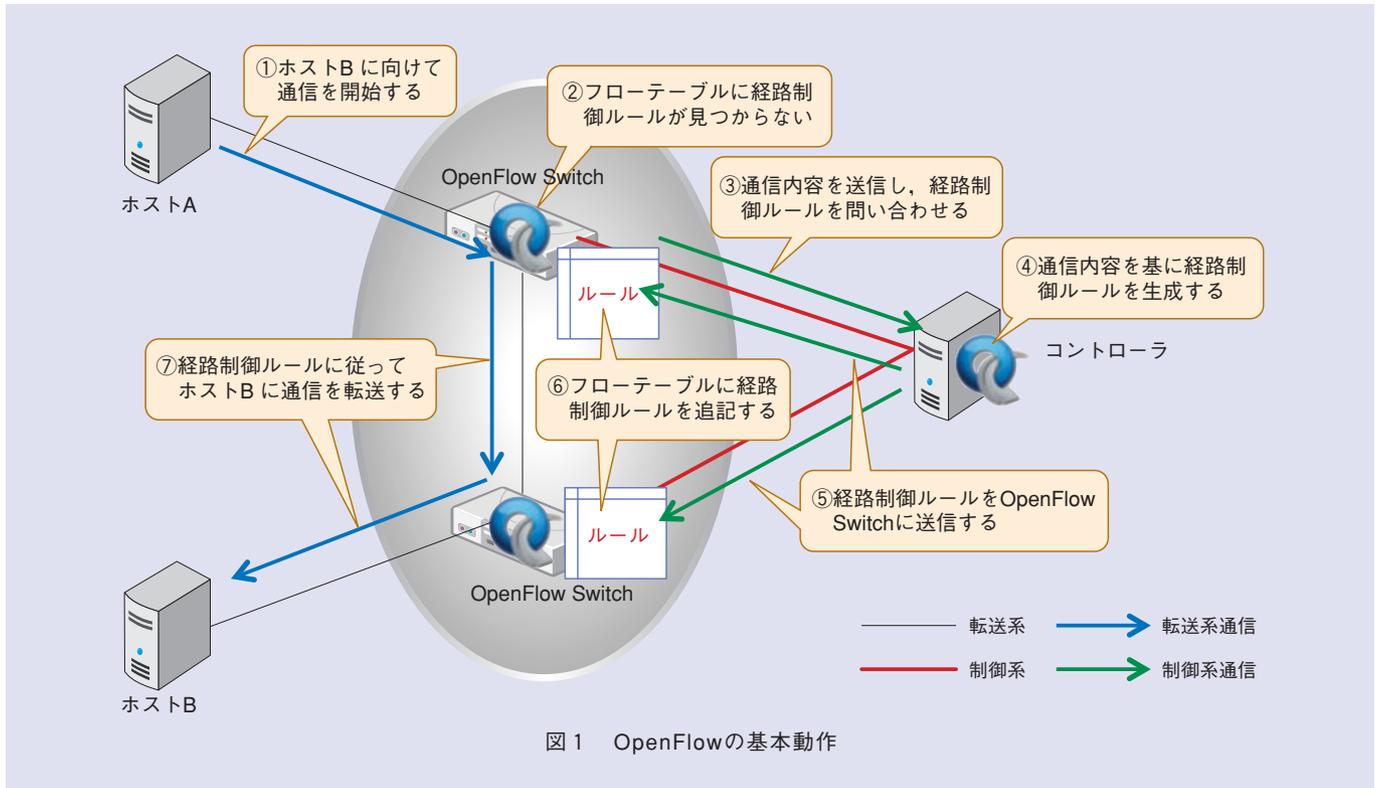
## SDN/OpenFlowの定義

OpenFlowを正しく理解するために、SDNについて説明します。SDNとは、その名のとおりに「ネットワーキングをソフトウェアで定義する」というシステムアーキテクチャです。最近注目されているキーワードですが、このアーキテクチャ自体は、これまでも存在していました。従来のネットワー

ク装置も、ハードウェアとソフトウェアから構成されており、いくつかのネットワーク装置はソフトウェアが実装されています。しかし、そのハードウェアを制御するためのAPI (Application Programming Interface) を機器ベンダが非公開としていたため、ユーザが独自にネットワーキングを定義することは不可能でした。

このような中で登場したのがOpenFlowです。OpenFlowとは、SDNを実現させる技術の1つで、L2SwitchingやIP Routingのような、特定の機能を実現するネットワーキングを表現する言葉ではありません。OpenFlowの実体は単なるネットワーク装置に具備すべきインタフェースです。SDNの標準化と普及を推進するONF (Open Networking Foundation) がOpenFlowとして仕様化するのは、「OpenFlow Switchに搭載する構成要素と基本機能」、それを「リモートにあるコントローラから管理するためのOpenFlow Protocol」の2つになります。すなわち、OpenFlowが登場したことで、これまで機器ベンダが非公開としていたハードウェアを制御するためのAPIがオープンになり、ユーザが独自にネットワーキングを定

\*1 OSI参照モデル：国際標準化機構によって策定された、コンピュータの持つべき通信機能を階層構造に分割したモデル。



義することが可能になります。

### OpenFlow Switchの制御法

OpenFlowが仕様として標準化するのOpenFlow Switchに関する内容であり、コントローラの動作についての規定はしていません。また、OpenFlowが制御する通信の単位は「フロー」と呼ばれます。従来のネットワーク機器では、例えばL2スイッチであれば、宛先MAC（Media Access Control）アドレス\*2を識別子としてスイッチが転送先の物理ポートを特定し、その物理ポートからフレームを送出する、という動作であり、L3スイッチであれば宛先IPアドレスを識別子にして同様に動作します。一方、OpenFlowでは、宛先IPアドレスや送信元MACアドレス等、従来ネットワーク機器と同様なヘッダ情報を要素としてはいますが、これらの要素の組み合わせを識別子として制御することに大きな違いがあります。例えば「ある特定の送信元

MACアドレスが送信する、ある特定の宛先IPアドレスへのフロー」「ある特定の物理ポートから受信した、TCPポート443の通信」のように、識別子を構成できます。識別したフローに対してOpenFlow Switchは「パケット転送」「パケット修正」などの制御処理を行います。このフローを制御する情報は「フローエントリー」と呼ばれ、OpenFlow Switchの「フローテーブル」と呼ばれるテーブルに格納しています。一般的にコントローラは、OpenFlow Switchからの問い合わせを受けて、フローエントリーの生成を行い、OpenFlow Switchのフローテーブルを更新します（図1）。

これらの制御を組み合わせることで、OpenFlow SwitchでL2SwitchやRouter等の従来ネットワーク装置と同等機能のエミュレートも実現可能ですし、従来ネットワーク装置では不可能だったVLANを使用せずにMACアドレスのみでL2セグメントを隔てるといっ

たネットワークも実現可能になります。

### SDN/OpenFlow導入方式

このような柔軟にネットワークの制御が行えるため、部分的に実用化が始まっているOpenFlowの導入方法としては、hop-by-hop方式とoverlay方式の2種類のアーキテクチャに分類されます。

#### ■hop-by-hop方式の特長

hop-by-hop方式では、すべてのネットワーク装置をOpenFlow Switchで構成させることで、エンド・ツー・エンドの通信をコントローラから一括で制御します。このため、以下のようなOpenFlowの特長を最大限に活かすことができます。

(1) 柔軟な経路制御が可能

例えば、優先度の高い通信について

\*2 MACアドレス：ネットワーク上で、各ノードを識別するために設定されているLANカードなどのネットワーク機器のハードウェアに割り当てられる物理アドレス。

は帯域に余裕がある物理経路を経由してフローを転送し、それ以外の通信を別の物理経路を経由させてフローを転送するような、通信の特性に応じた柔軟な経路制御が可能となります。

(2) トラフィックモニタリングが可能

OpenFlow Switchはフローテーブルでフローの稼動状況を管理できるため、輻輳が懸念される場合などに、あらかじめ経路の再計算を行うといった対応が可能になります。

**■overlay方式の特長**

overlay方式は、サーバやデータセンタのエッジにあるネットワーク装置のみをOpenFlowで制御を行い、そのエッジまでの通信のリーチャビリティは従来のネットワークを活用します。一般的にoverlay方式では、通信元のエッジから通信先のエッジ間の通信にトンネリング技術を利用します。

(1) 既存設備の流用が可能

通信の経路上にあるすべてのネットワーク装置をOpenFlow Switchで構成する必要がないため、既存ネット

ワークを活用してOpenFlowを導入することができます。また、ソフトウェアスイッチであるOpen vSwitchはOpenFlow対応しているため、これを仮想サーバ等に組み込むことで、エッジのネットワーク装置としOpenFlow制御を行うことが可能です。

(2) 経路情報の数を抑制が可能

コントローラでは、エッジの情報や論理ネットワークの経路情報だけを保持し、エッジとエッジ間の物理経路情報は保持しません。そのため、コントローラで管理する必要がある経路情報の数を抑えることができます。

**バーチャルネットワーク  
コントローラ**

NTTデータは、グローバルITイノベータとして情報システムソリューションを提供する立場にあります。近年、顧客企業からの要望には、従来のネットワーク装置では実現が困難なネットワークを要求されることがあります。このような要求に対して、SDN/

OpenFlowを活用して最適なネットワークソリューションを提供するために、独自にコントローラを開発し、「バーチャルネットワークコントローラ」として提供をしています。このバーチャルネットワークコントローラは以下のような特長を持っています。

(1) カスタマイズが容易

コントローラは、Network OS (NOS) とNOS-Application (NOS-AP) の2種類のソフトウェアで構成されています(図2)。NOS-APはネットワークを定義するためのソフトウェアであり、独自の考えに基づいた経路制御や論理構成管理等が実装できます。OpenStack等のネットワーク制御を促したい上位システムとの連携機能もNOS-APで実現します。一方、NOSはOpenFlowの仕様から、コントローラに実装が必要となる共通的な機能(OpenFlow Protocolの生成やイベント処理等)を提供しています。また、NOSをNOS-APから効率良く制御するためのNOS-API

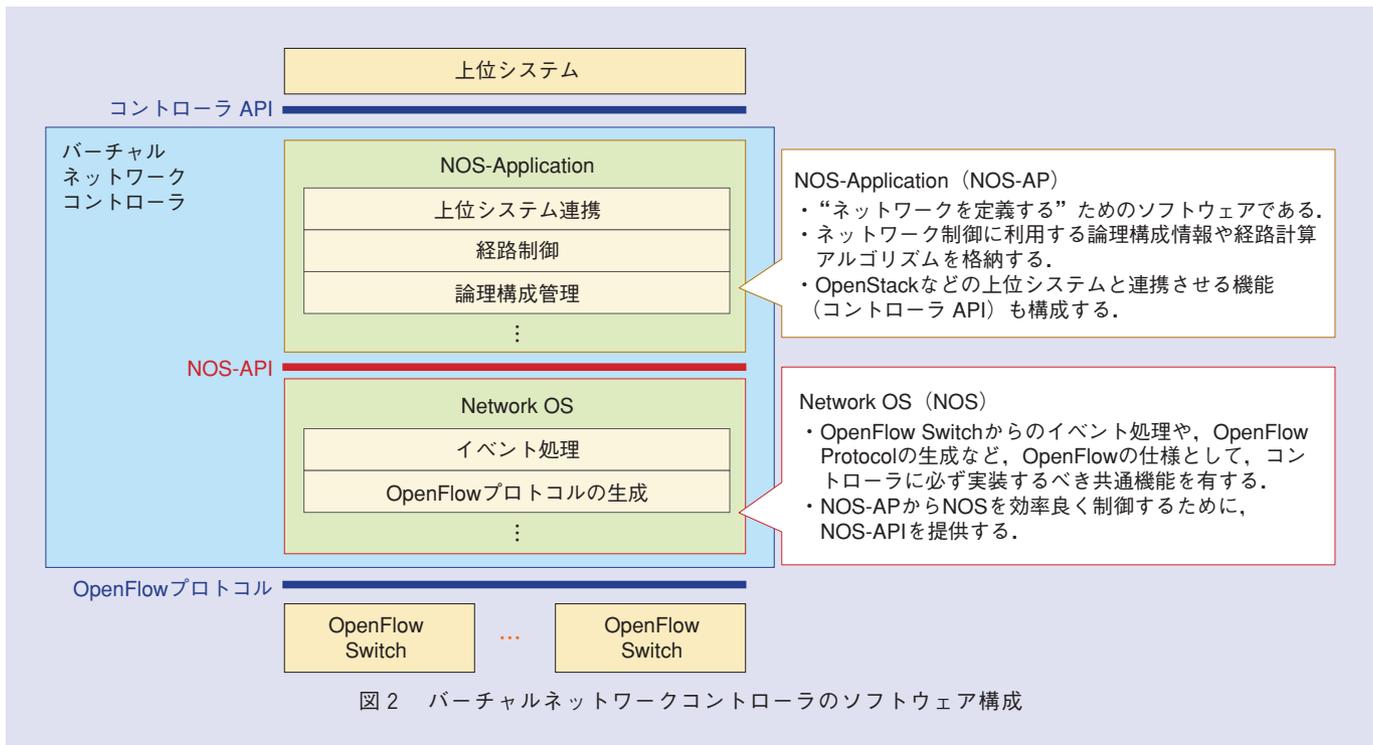
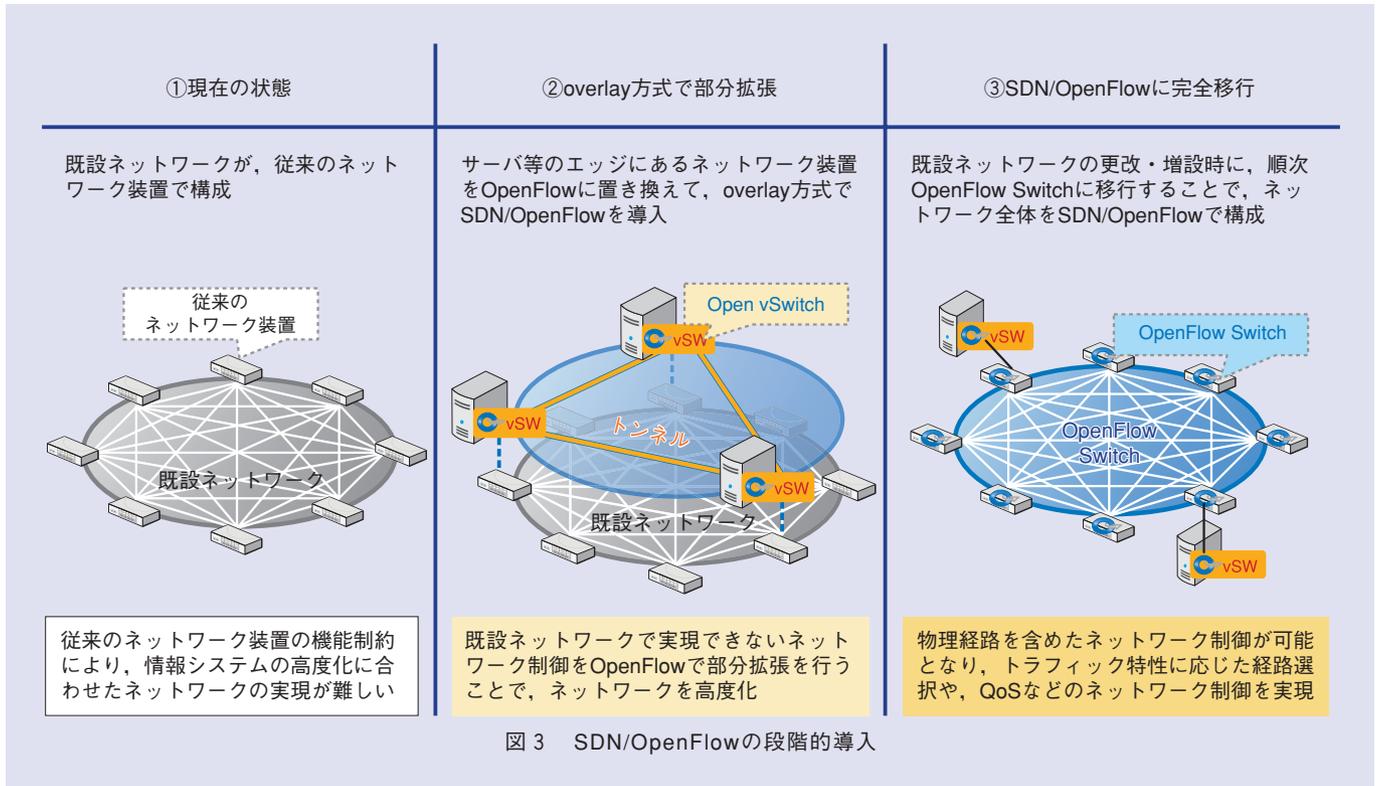


図2 バーチャルネットワークコントローラのソフトウェア構成



を提供しているため、コントローラ開発のコスト削減・スピードの向上を実現しています。

(2) スモールスタートが可能

OpenFlowの導入方法として、hop-by-hopとoverlayの両方式に対応しています。既設のネットワーク設備が更改時期でないなどの理由でネットワークの高度化が難しい場合に、SDN/OpenFlowをoverlay方式で構成させることで、既設のネットワーク設備の高度化を実現することが可能になります。また、その後の設備更改に合わせて、順次ネットワーク装置をOpenFlow対応させることで、将来的により高度なネットワークを実現することも可能になります(図3)。

(3) 高い信頼性の確保

ネットワーク制御の一元化が可能なSDN/OpenFlowは、コントローラがSingle Point of Failureとなりやすい特徴があります。また、サービスプロバイダやパブリッククラウド等のよう

に、複雑かつ巨大なネットワークでは、負荷の増大に応じて柔軟に性能や機能の向上が図れる仕組みが必要となります。バーチャルネットワークコントローラでは、HA(High Availability)クラスタ構成で高い可用性を確保するとともに、コントローラの機能を分散配置することで、スケーラビリティへの対応も実現しています。

今後の取り組み

これまでのSDN/OpenFlowは、サーバに比べて遅れがちであったネットワークを仮想化できる技術として、主にデータセンターネットワークに適用させる事例がほとんどでした。しかし、データセンターネットワーク以外にも、従来のネットワーク技術では解決が困難な課題を抱えるネットワークの領域は数多く存在しています。

NTTデータでは、これらの課題の解決を目指し、バーチャルネットワークコントローラの機能拡充を図ってい

ます。

参考文献

- (1) <https://www.opennetworking.org/>
- (2) <http://thinkit.co.jp/book/2012/02/01/3150>



永園 弘

バーチャルネットワークコントローラは、従来のネットワーク技術が抱えるさまざまな課題を解決することで、お客様の情報システムの高度化を実現するための、SDN/OpenFlowの基盤技術を提供しています。

◆問い合わせ先

NTTデータ  
技術開発本部  
TEL 050-5546-2308  
FAX 03-3532-0487  
E-mail rdhkouhou@kits.nttdata.co.jp