

大規模データセンター向けOpenFlow イーサネットファブリック

高島 正徳 鳥越 啓輔 奥宮 啓司 鈴木 洋司

要 旨

UNIVERGE PFシリーズが提供する、大規模データセンター向けOpenFlowイーサネットファブリック(OEF)を紹介します。この新たなネットワークアーキテクチャは、クラウドやビッグデータ、IoTなどの利用が拡大してきているなかで、データセンター事業の成長に合わせた拡張性のあるネットワークを提案します。コストパフォーマンスに優れたOEFは、リーフ・スパイン型のネットワークファブリックで、VLANの4,094個の制限を克服するためQinQ方式を適用しました。本稿では、データセンター事業者の抱える課題を振り返るとともに、本方式を実装したUNIVERGE PF5340で採用したOpenFlow Spec 1.3とOCPホワイトボックスの技術トレンドを概観するとともに、OEFによるネットワーク仮想化について説明します。



OpenFlow／UNIVERGE PFシリーズ／データセンター／QinQ／イーサネットファブリック／SDN

1. はじめに

市場が劇的に変化する環境に適応し、事業を持続的に成長させるため、企業におけるクラウドやビッグデータ、IoTなどの利用が拡大しており、データセンターの重要性はますます増してきています。しかし、データセンター事業者には、利用者の需要予測が難しいという課題があるため、需要に応じた素早いサービスの提供ができる拡張性のあるシステムが必要とされていました。また、このようなデータセンターの課題に対して、新技術による提案が乱立しており、この状況に対応できる人材の確保が課題になっています。

UNIVERGE PFシリーズでは、このようなデータセンター事業の課題を解決し、需要に見合った拡張を容易にすることにより、データセンター事業の成長を促す推進力となるべく、新たなアーキテクチャを開発しました。新アーキテクチャでは、サーバとネットワークを統合運用するオーケストレーターから、利用者単位の分離されたテナントを構成できるネットワーク仮想化をこれまでどおり継承しつつ、データセンターのスマートスタートからの大規模化を実現することが可能になりました。また、この新アーキテクチャは、従来活用してきた信頼のおけるQinQ(IEEE 802.1ad)を方式として採用し、技術導入時の難

易度を低減し、これまで培った事業者的人材や技術力を生かした運用ができるようにしました。

2. ICT発展に対する社会の要請

2.1 ICTの複雑さの課題

都市基盤、農業、防災、交通、医療、エネルギーなど、世界中のありとあらゆる場面で、社会システムの高度化への要請が急速に増してきています。そうした要請に対し、NECはSDN (Software-Defined Networking)、クラウド、ビッグデータ、セーフティの4つの柱でICTの高度化を支え、「人が生きる、豊かに生きる」ための社会インフラの実現に貢献していきます。

しかしながら、社会システムを支えるICTの高度化により、一方では運用の複雑化も加速的に増大することになります。例えば、ネットワークにおいては、素早くシンプルにシステムを構築・変更したくても、運用管理がボトルネックとなるような場面が起きています。また、複雑化したICTに対応できる人材の確保も難しい課題となります。

このような複雑さや人材不足を解消できる、効率の良い、安全・安心なシステムの実現が、社会価値として求められています。

2.2 データセンターの重要性の加速

企業はビジネスを持続的に成長させるために、社会システムの高度化とともに利用が促進されるIoTなどを活用して、ビッグデータやクラウドの活用を推し進めると考えられています。このような状況において、ビッグデータを処理し、サービスを実現するクラウドが収容されるデータセンターの重要性は、ますます加速していくことになります。

しかしながら、データセンターにおいては企業や社会からの需要の予測が難しい状況にあります。これは、市場環境が激しく動く現代において、企業側も必要に応じて投資を行うように変化してきているため、柔軟な投資に対応できることがデータセンターの価値に変わってきたからです。そのため、データセンターにおいても、需要に即応できる柔軟性のある供給が可能なシステムが求められています。すなわち、データセンターインフラへの投資を段階的にできる、拡張性がありコストパフォーマンスの優れたシステムが熱望されているのです。

3. OCPによるホワイトボックススイッチ

OCP (Open Compute Project)¹⁾は、データセンター向けのサーバ、ネットワーク、ストレージ、ラックなど、すべてのハードウェアを標準化（オープンソース化）することを目的として設立されました。現在、ネットワーク向けの機器のスペックとして、10Gや40Gのイーサネットインターフェースのホワイトボックススイッチが標準化されています。

今回開発したスイッチであるUNIVERGE PF5340（写真）では、業界標準のOCPのハードウェアプラットフォームにNECのSDN技術を適用することで、より良いネットワークサービス機能を、より早く、より低成本で提供できるようになりました。このように、OCPを採用するメリット

は、ネットワークシステムとしての価値提案に集中できることであり、すなわち、データセンター事業者のニーズを満たす標準化されたハードウェアを素早く採用できることです。

4. OpenFlow Spec 1.3

OpenFlow Spec 1.3は、標準化団体であるONF (Open Networking Foundation)²⁾によりステップルバージョンとして指定されており、利用の促進が期待されている技術です。デファクト標準であったOpenFlow Spec 1.0からの大きな進化は、マルチプルテーブル技術によるデータパスのパイプライン制御ができるようになったことです。このマルチプルテーブルの採用により、これまでOpenFlowでは活用が難しかった、一般向け商用スイッチチップの持つさまざまな機能を、OpenFlowプロトコルにより制御できるようになったことです。

UNIVERGE PF5340では、ベースのパイプラインモデルとして、マルチプルテーブルによる一般的な商用スイッチチップのパイプラインであるOF-DPA (OpenFlow DataPath Abstraction)³⁾を採用しました。OF-DPAは、ONFに提案されており、デファクトな標準パイプライン表現の1つです。このパイプラインにより、レイヤ2のMACアドレスベースの経路制御や、レイヤ4までを含めたアクセスリストなどの制御が可能になりました。

一方で、OpenFlow Spec 1.3やOF-DPAではQinQの制御を柔軟に行うことができない課題があります。これは、フローとしてVLAN (Virtual LAN) タグをスタッキングしたルールを表現することができないことが、主な原因として挙げられます。このため、UNIVERGE PF5340では、NEC独自のフローのルールとして、VLANタグをスタッキングした表現を使用できるように拡張を行いました（図1）。



写真 UNIVERGE PF5340
(上：10Gスイッチ、下：40Gスイッチ)

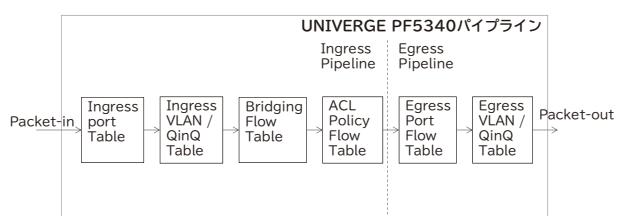


図1 UNIVERGE PF5340 パイプライン

5. UNIVERGE PF5340によるQinQネットワーク仮想化 (OpenFlow イーサネットファブリック)

5.1 データセンターにおける拡張性

データセンターにおける拡張性の課題として、VLANの限界や運用性に起因する課題がありました(図2)。

(1) VLAN数の課題

データセンターでは利用者間のネットワークでの分離に、VLANが主流で使われています。しかしながら、VLANでは、最大4,094個までしか構築することができないため、大量のVLANを使用する環境では拡張性に課題がありました。

(2) VLAN IDの課題

クラウド、特にIaaS (Infrastructure as a Service) のテナントを利用するに当たり、データセンター内のハウジングスペースや、オンプレミスとの相互接続が重要になります。そのため、テナントのネットワークとこれら既存のネットワークとの接続を行う必要がありますが、このときにVLAN IDの番号の付与に柔軟性が求められます。

(3) サービスの成長とサーバ数の課題

クラウドサービスの利用拡大とともに、データセンターではサーバを増設し、需要に応えていきます。しかし、サーバを収容するラックが増えると、スイッチの台数も比例して増加し、ネットワークの物理サイズの拡張性が課題となってきます。サービスの開始時から同じアーキテクチャで容易にサーバ数 / ラック数を増設できる、スケーラブルなネットワークが必要とされています。

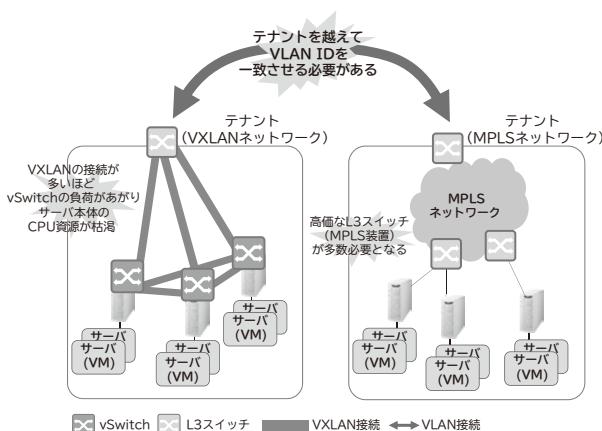


図2 データセンターにおけるVLANの課題

(4) UNIVERGE PFシリーズによる課題解決

UNIVERGE PFシリーズでは、VLANタグスタッキングを行うQinQを採用したUNIVERGE PF5340による新しいネットワーク仮想化アーキテクチャにより、「使用可能なVLAN数の拡張(4,094個越え)」「柔軟なVLAN IDの割り当て」「シームレスなネットワーク増設」を実現し、従来のデータセンターにおけるネットワークの拡張性の課題を解決しました。本アーキテクチャを、OpenFlow イーサネットファブリック (OEF) と呼びます。

5.2 OEFアーキテクチャ

OEF(図3)は、リーフドメインとスパインドメインの2種類の物理的なネットワードドメインから構成される、レイヤ2ベースのネットワークファブリックです。このOEFのネットワーク内部では、QinQパケットフォーマットを使いVLAN数の拡張を実現しています。スパインドメインは、リーフドメイン間の接続のみに使用されます。また、リーフドメインでは、ラックや外部ネットワークへの接続を行うため、ユーザーのVLAN IDとOEF内の経路制御とのマッピングを行います。更に、リーフドメインではVLAN IDをポートごとに任意に指定が可能であるため、既存ネットワークとの相互接続時の柔軟なVLAN ID指定を実現しています。

OEFにおける、仮想テナントネットワーク(OEF-VTN)はQinQアウターVLANタグを使用することにより、仮想ネットワークと物理ネットワークの一意なマッピングを実現しています。これらの物理ネットワークの割り当ては、コントローラであるUNIVERGE PF6800と、それを束ねるUNIVERGE PF6800 Network Coordinator (UNC)により一元管理が行われるため、利用者や運用者がネットワークの仮想化に煩わされることなく、利用・運

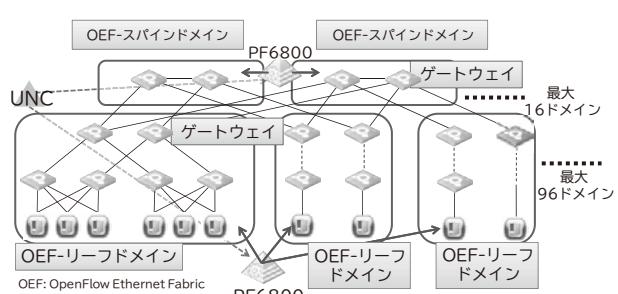


図3 OEFアーキテクチャ

用が可能になります。

OEFでは、レイヤ2のラッピングツリーと呼ぶ経路を、コントローラからOpenFlowインターフェースを使い制御します。このため、スイッチは独立してツリーに準じたMACアドレスの学習を行います。スイッチとコントローラ間で共有する情報を減らすことにより、スイッチ、コントローラ、すなわち物理的なネットワーク規模の変更が容易に行えるようになりました。また、OEFではQinQの異なるインナ-VLANタグでMACアドレスが重複したときに、学習の異常が起きないフェールセーフ機能があり、運用者・利用者がサーバのMACアドレスを修正するまでの期間においても、ネットワークは動作継続することができます。

最大40台のUNIVERGE PF6800をUNCから管理でき、ネットワークの規模として最大スパン16ドメイン、リーフ96ドメイン、スイッチ10,000台規模のOEFネットワークを構成することができます。

6. 最後に

本稿では、従来の技術をベースにした技術革新により、運用面、導入面の負担を軽くしながらも、クラウドの利用拡大によるデータセンターの拡張性の課題を解決できるUNIVERGE PFシリーズの新ネットワークアーキテクチャであるOEFを紹介しました。OEFはデータセンター事業者の課題を解決するとともに、事業の成長を支えてまいります。加えて、データセンター事業者は事業環境、競争の激化により、CAPEX (Capital Expenditure) やOPEX (Operating Expense) の削減といった大きなプレッシャーに常にさらされています。今後、UNIVERGE PFシリーズでは、導入時のコスト削減を実現するコンフィグの集中管理化、運用時のトラブルシューティングのコスト削減を実現するフロートラッキング機能を計画しています。

NECは、UNIVERGE PFシリーズのネットワークがサービスと連携できるシステムの特長を生かして、データセンター事業者の課題を解決し、更に成長の推進力となる価値をお客様と共に創してまいります。

*OpenFlowは、Open Networking Foundationの商標または登録商標です。

*イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) OCP (Open Compute Project) :
<http://www.opencompute.org/>
- 2) ONF (Open Networking Foundation) :
<https://www.opennetworking.org/>
- 3) OF-DPA (OpenFlow-DataPlane Abstraction) :
<https://www.broadcom.com/products/Switching/Software-Defined-Networking-Solutions/OF-DPA-Software>

執筆者プロフィール

高島 正徳

コンバージドネットワーク事業部
マネージャー

鳥越 啓輔

コンバージドネットワーク事業部
マネージャー

奥宮 啓司

コンバージドネットワーク事業部
マネージャー

鈴木 洋司

コンバージドネットワーク事業部
マネージャー

関連URL

SDN対応製品 UNIVERGE PFシリーズ

<http://jpn.nec.com/univerge/pflow/>

NEC技報のご案内

NEC技報の論文をご覧いただきありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.68 No.3 新たな価値創造を支えるテレコムキャリアソリューション特集

新たな価値創造を支えるテレコムキャリアソリューション特集によせて
変革期を迎えたテレコム産業に向けたNECのソリューション

◇ 特集論文

ネットワークに新たな価値を提供するSDN/NFVソリューション

SDN/NFVソリューション技術体系

ネットワークのインテリジェントな運用管理を実現するMANO技術

vEPCにおけるユーザー・プレーン制御の実現

付加価値の高いMVNOビジネスを支援するvMVNO-GW

通信事業者向け仮想化IMSソリューションへの取り組み

NFVで実現するIoTネットワーク

通信事業者向けトранSPORT SDNソリューション

通信事業者の収益向上を実現するトラフィック制御ソリューション(TMS)

トラフィック制御ソリューション(TMS)の要素技術

トラフィックの増大に対応するトランSPORTシステム

大規模データセンター向けOpenFlowイーサネットアブリック

増大するトラフィック対応に向けた10G-EAPONの開発

大容量基幹ネットワークを支える要素技術とマルチレイヤ統合トランSPORT装置

光デジタルコヒーレント通信技術の開発

光海底ケーブルシステムを支える大容量光伝送技術

無線アクセスの高度化に対応するワイヤレスソリューション

ロシアでの通信事業者向けネットワーク最適化プロジェクト

サウジアラビアモバイル通信事業者向け大容量無線伝送システムを実現するIPASOLINKソリューション提案

世界最高の周波数利用効率を実現する超多値変調方式用位相雑音補償方式の開発

モバイル通信の高度化を支える高密度BDE

通信事業者向けICTソリューション

NEC Cloud Systemの競争力強化とOSSモデル構築SI技術への取り組み

会話解析ソリューションの通信事業者への適用

止まらないキャリアシステム開発への取り組み

通信事業者の業務を下支えするビッグデータ分析基盤

◇ 普通論文

セキュアな重複排除型マルチクラウドストレージ「Fortress」

◇ NEC Information

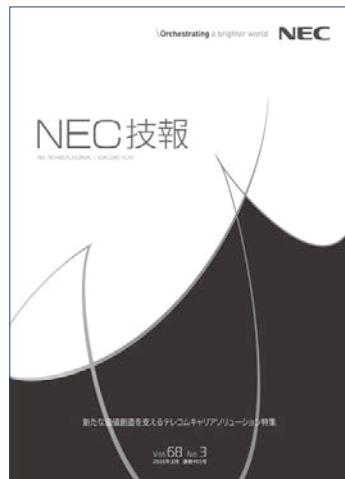
C&Cユーザーフォーラム&iEXPO2015 Orchestrating a brighter world

基調講演

展示会報告

NEWS

2015年度C&C賞表彰式開催



Vol.68 No.3
(2016年3月)

特集TOP