

# ネットワークディスアグリゲーション・ 移動固定融合に向けたサービスノード 構成技術

IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) におけるネットワーク要件や要望される付加価値の多様化に向け、ネットワーク機能をソフトウェアにより内製化することで迅速なネットワークサービスの提供をめざしています。これを実現する技術であるホワイトボックススイッチ用ネットワークOS「Beluganos®」ならびにネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術について、それぞれが提供するネットワーク機能の概要について紹介します。

よこい <b>横井</b>	としひろ <b>俊宏</b>	もちづき <b>望月</b>	このみ
なかむら <b>中村</b>	たかゆき <b>孝幸</b>	にしま <b>西山</b>	さとし <b>聡史</b>
たかはし <b>高橋</b>	けんすけ <b>謙輔</b>	おおさか <b>大坂</b>	たけし <b>健</b>

NTTネットワークイノベーションセンター

## はじめに

IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) はさまざまな産業のICT基盤サービスで共通的に利用されることを目標としており、その1つの適用領域として固定網・移動網をシームレスに収容し、エンド・エンドでクラウドやインターネットなどに接続が可能な移動固定融合ネットワークをめざしています。

移動固定融合ネットワークでは、社会インフラとして今後ますます重要となるIoT (Internet of Things) 端末や、ドローン等のロボット、eスポーツなどの高速低遅延が求められるサービスなど、場所を問わず多種多様な要件を満たしたネットワークサービスをオンデマンドに提供することが求められます。

私たちは、それら要件を実現し迅速にネットワークサービスを提供するために、これまでのハードウェア中心のキャリアネットワークの機能をソフトウェア化し、柔軟にネットワークを組

み上げることが可能とするため、ホワイトボックスハードウェアやクラウド上でのネットワーク制御ソフトウェアを用いた統合的サービスノード構成技術を開発しています。

今回は、図1に示すホワイトボックススイッチ用ネットワークOS「Beluganos®」および「ネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術」について紹介します。

## NTT内製ネットワークOS (Beluganos®) の概要

Beluganos®は、データセンタスイッチ、キャリア向けルータ、伝送装置など、幅広いホワイトボックスネットワーク装置をターゲットとして、開発を進めています。

ホワイトボックスネットワーク装置を使用することで得られるメリットは大きく2つあります。1つは、ハードとソフトが分離した形態により、ハード、ソフトを自由に選択して利用するため、例えば、ハードが製造終了したとしてもOSソフトウェアを継続使

用でき、監視システムの変更対応や、マニュアル整備の削減が可能となります。もう1つは、ハードウェアを自由に選択できるようになることでランシーバ等の部品を含め、長期間、低価格で購入できる点です。これらの特徴により、開発・導入・運用のトータルコストを低減します。

一方で、ソフトウェアとして、市販のネットワークOSを利用する場合、2つの課題があります。まず、従来のネットワーク装置と同様に新機能の追加や問題発生時の改修がベンダマターとなり、利用者であるキャリアが必要なタイミングで利用できないという課題です。次に、運用機能の不足です。ホワイトボックスネットワーク装置では異なるベンダのハードとソフトを利用しますが、市販のネットワークOSは必要十分な機能は有しているものの、キャリアが運用上必要とする、監視や経路可視化といった運用機能の実装が十分でないという課題があります。

このような課題を解決するため、NTT内製ネットワークOSとして、

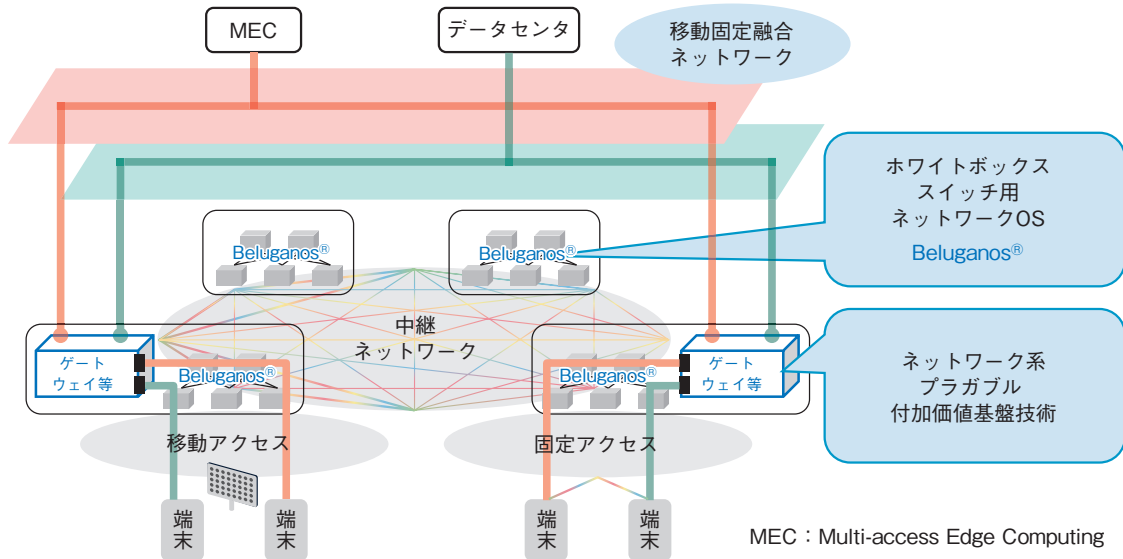


図1 ホワイトボックススイッチ用ネットワークOS「Beluganos<sup>®</sup>」および「ネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術」概要

Beluganos<sup>®</sup>を開発しています。これにより、機能追加や改修をNTTが必要なタイミングで実施できるようにするとともに、キャリアが必要とする運用機能の実装を実現します。以降では、実装を進めている運用機能を紹介します。

### Beluganos<sup>®</sup>機能（運用機能）の紹介

ここでは、データセンタ内のIPファブリックを構成するスイッチにBeluganos<sup>®</sup>を適用する際に有効となる運用機能について紹介します。

IPファブリックは、CLOSネットワークトポロジ上で、汎用ルーティングプロトコルを用いてマルチパス構成のL3ネットワークを構築します。

さらにオーバーレイの仮想ネットワークをEVPN/VXLANプロトコルを用いて構成することで、L2フラットなネットワークを構築し、運用性を向上させ、VM (Virtual Machine) のモビリティの問題に対応します。

しかし、このようなオーバーレイネットワークにおいては、以下2点が課題として挙げられます。

- ・トラフィックがどのアンダーレイを通過しているか分からない。
- ・オーバーレイトンネル単位の高速度障害検知機能が存在しない。

これらの課題解決のために、オーバーレイネットワークOAM (Operations, Administration, Maintenance) 機能として、「Loopback機能」「Pathtrace機能」「Continuity Check機能」を実装します (図2)。

「Loopback機能」はオーバーレイトンネル上でのpingを、「Pathtrace機能」はオーバーレイトンネル上でのTracerouteを実行する機能です。本機能により、オーバーレイトンネルを通過するトラフィックがどのアンダーレイリンクを通過しているかを確認できます。また、実トラフィックを模擬した情報をパケットに挿入し、ロードバランス結果をシミュレーションする機能も実装しており、トンネルを通過するパケットがどのアンダーレイリンクを通過するかを確認できるようになります。

「Continuity Check機能」は、オーバーレイトンネルの端点を指定して、オーバーレイトンネルの正常性を定期的に監視するパケットを双方向にやり取

りし、このパケットが一定時間到着しなかった場合に障害として検知します。既存技術では、複数あるアンダーレイリンクすべてで独立に正常性監視機能を動作させる必要がありましたが、本機能では、オーバーレイトンネルを指定することで、間のアンダーレイリンクすべてを監視することが可能となります。これにより、アンダーレイの構成によらず予期せぬ障害を高速に検知し、サービスへの影響を最小限に抑えます。

### Beluganos<sup>®</sup>の技術ロードマップ

将来のIOWNでのオープンハードウェア制御の活用に向けて、制御可能デバイスの拡大と、運用技術の発展という2軸で開発を進めます。

まず、制御可能デバイスの拡大です。将来の光および光電融合デバイスの制御を見据えて、本開発では、スイッチASIC (Application Specific Integrated Circuit) のみならず高性能ルータASICを制御可能とするネットワークOSを開発することで、ノウハウを蓄積していきます。

もう1つの軸の運用技術の発展とし

Loopback機能：

OAMフレームを起点スイッチから送信し、終点スイッチで折り返し、戻ってくるかどうかを確認する機能

Pathtrace機能：

OAMフレームが通過したすべてのスイッチが応答フレームを送信元スイッチに返す機能

Continuity Check機能：

検査用のフレーム（OAMフレーム）を定期的に送り、接続性を確認する機能

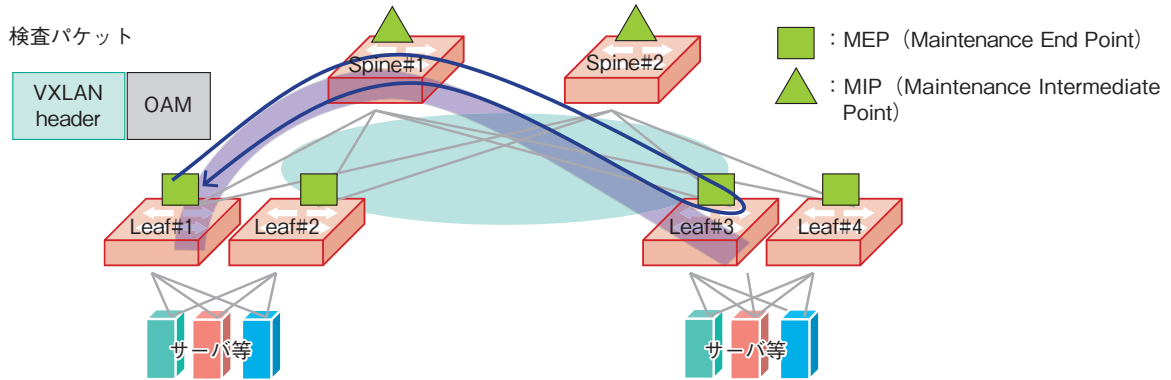


図2 オーバレイネットワークOAM機能

てコントローラとの連携を進めます。今回、ノード単体での運用高度化技術を確立しましたが、将来はネットワークオーケストレーションや伝送装置への適用によるエンド・ツー・エンド波長利用の効率化の実現をめざします。

ネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術

IoTサービスや自動運転、スマートファクトリ等によりキャリアネットワークに求められる品質や機能の要件の多様化が見込まれます。多様化するサービスに対して、サービスを提供する事業者へタイムリーにネットワークを提供するためには、従来のキャリアネットワークには次の課題があります。

- ・要件に応じて個別のネットワーク装置を採用していたため、要件の多様化に伴い装置種別が増加してネットワークの運用が複雑化すること。
- ・ネットワーク機器設定の設計・設定投入を事業者の要望に応じて個別に対応していたため、リードタイムの短縮が困難であること。

私たちは、これらの課題の解決に向けて、多様なネットワーク機能をオン

デマンドに提供するネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術（プラグブル基盤）を検討しています。

ネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術の特徴

図3に示すプラグブル基盤が持つ4つの特徴を紹介します。

■付加価値サービスゲートウェイ技術

1点目の特徴は、柔軟にネットワーク機能を組合せ可能とする付加価値サービスゲートウェイ技術です。本技術は、汎用サーバ上でオンデマンドに構築するサービス提供者別の仮想ゲートウェイとして提供されます。本仮想ゲートウェイが持つネットワーク機能を、コンテナで分割した機能要素の組合せにより構成することで、柔軟・迅速な機能追加を可能としています。例えば、セキュアな閉域網を要望するサービス提供者には、閉域網を構成するトンネル終端機能や端末認証機能を具備するコンテナを持つ仮想ゲートウェイをネットワーク利用開始時にオンデマンドに構築します。また、認証結果等に応じた経路振分やQoS（Quality of Service）制御等のネッ

トワークサービス制御によりさまざまなサービス提供事業者の要望に対応可能としています。

仮想ゲートウェイの生成や削除、設定変更のライフサイクル管理は制御用コントローラを介して実行可能としています。本制御用コントローラはWeb系アプリ開発で広く採用されるRESTful API（Application Programming Interface）を提供しています。開発に際してはSwaggerやFlask等のWeb系技術を取り入れ、開発・メンテナンスコストの削減を図っています。

■ワンストップオペレーション技術

2点目の特徴は、サービス提供者に対してネットワーク・クラウド・アプリケーション等の複数サービスを一括で構築・保全可能とするワンストップオペレーション技術です。本技術により、Northbound API（NBI）としてTMF（TeleManagement Forum）APIsに準拠したAPIを公開し、サービス提供者に対して連携させたいサービスごとの設定に必要なAPIの抽象化を可能としています。また、連携させたいサービスが増えた場合は連携サービスが有するAPIのTMF APIへの変換アダプタの追加の

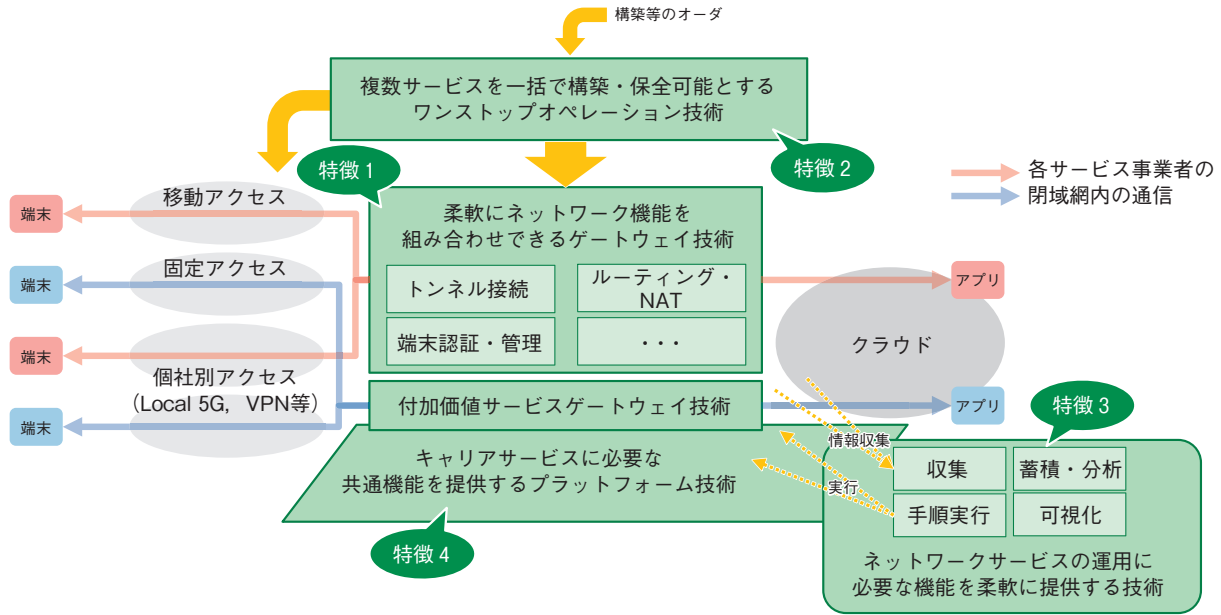


図3 プラガブル基盤が持つ4つの特徴

みで対応可能となります。さらに、監視・分析・判断・制御等のClosed Loopに従う保全機能も有しており、各サービスに適したオペレーション機能をマイクロサービスとして開発し組み合わせることで、例えば管理対象としているサービスの障害発生時には自律的な回復措置の実施まで可能としています。

プラガブル基盤においては、ワンストップオペレーション技術が仮想ゲートウェイに必要な設定をデプロイ先の仮想化基盤に合わせて自動で生成することで、サービス提供事業者は仮想化基盤の差分等を意識せず、所望するネットワークの構築を実現しています。

**■ネットワークサービス運用支援技術**

3点目の特徴は、仮想化基盤や各機器からのログ・メトリック等のデータを収集・蓄積し、分析・レポート・可視化、およびファイル更新や運用手順の自動実行等のネットワークサービス提供に必要な運用支援技術を持つことです。本技術では、さまざまな仮想化環境に対応するために、OSや仮

想化レイヤ、コンテナ、アプリケーションのそれぞれに適したツールの組合せ、入れ替えを可能とすることで、要件等の変化に柔軟に対応可能としています。

**■仮想化プラットフォーム技術**

4点目の特徴は、仮想環境上に配備したアプリケーションに対しキャリアサービスとして信頼性や保守運用性、性能を担保するために共通的に必要となる、ロードバランサやステート管理、故障復旧・死活監視のプラットフォームを持つことです。本プラットフォームにより機能拡充を容易にしています。

**ネットワーク系プラガブル付加価値基盤の今後の展望**

プラガブル基盤では、増加し続ける通信量に対応するための高速化、ネットワークオペレーションのさらなる効率化を実現する保守・運用の高度化に向けた研究開発を行っています。具体的には、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の高速なデータ処理が可能なハードウェアアクセラレータの活用や、収集したデータをAI (人工知能) 等により解析して環境の変化

にも適応可能なオペレーション技術の確立に取り組んでいます。



(上段左から) 西山 聡史/ 高橋 謙輔  
(下段左から) 大坂 健/ 横井 俊宏/  
中村 孝幸/ 望月 このみ

キャリアネットワークがネットワーク機器に求める要件は市場とは大きく異なることが多いですが、ソフトウェアの時代になり、その要件をキャリア自らがコントロールし、リードしていきます。

**◆問い合わせ先**

NTT ネットワークイノベーションセンター  
企画部  
E-mail nic-kensui-p@hco.ntt.co.jp  
URL https://www.rd.ntt/nic/