

3 統合的サービスノード構成技術

NTT内製ホワイトボックス用ネットワークOSとネットワーク系プラグブル付加価値基盤

NTT ネットワークイノベーションセンタ（以下、NIC）は IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）におけるネットワーク（以下、NW）要件や要望される付加価値の多様化に迅速に対応するため、NW 機能をソフトウェアで内製化する取り組みを進めている。

統合的サービスノード構成技術の研究開発

IOWN 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いる。想定する適用領域の1つが、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可能な移動固定融合 NW だ。

NIC は移動固定融合 NW について、IoT 端末、ドローン等のロボット、e スポーツなど、場所を問わず多種多様な要件を満たす NW サービスを、オンデマンドに提供することが求められると考えている。

「多様な要件に対応し NW サービスを迅速に提供するため、従来のハードウェア中心のキャリア NW の機能をソフトウェア化し、柔軟な NW 構築を可能にするを目標としています。そのためホワイトボックスハードウェアやクラウド上での NW 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」（大坂氏）。

本稿では図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NW系プラグブル付加価値基盤技術



日本電信電話株式会社
NTT ネットワークイノベーションセンタ
（上段左から）担当課長 西山 聡史氏
担当課長 高橋 謙輔氏
担当課長 大坂 健氏
（下段左から）主任研究員 横井 俊宏氏
主任研究員 中村 孝幸氏
担当課長 望月 このみ氏

について紹介する。

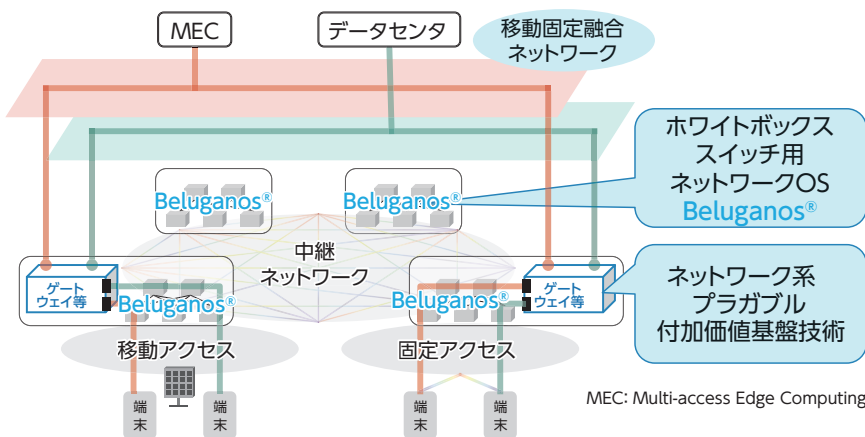


図1 ホワイトボックススイッチ用ネットワークOS “Beluganos®” および「ネットワーク系プラグブル付加価値基盤技術」概要

NTTの内製によるNW OS “Beluganos®”の概要

Beluganos のターゲットはデータセンタースイッチ、キャリア向けルーター、伝送装置などの、幅広いホワイトボックスNW装置だ。ホワイトボックスNW装置の利用には大きく2つのメリットがある。1つはハードとソフトを自由に選択して利用できること。たとえばハードの製造が終了してもOSソフトウェアを継続使用できる。もう1つは

ハードウェアを自由に選択できるため、トランシーバー等の部品を含め、長期間、低価格で購入できること。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できる。

一方で市販の NW OS の利用には 2 つの課題がある。1 つは新機能の追加や問題発生時の改修がベンダーマターとなり、キャリアが必要とするタイミングで利用できないこと。もう 1 つはキャリアの NW 運用に使用する場合には、監視や経路可視化といった運用機能の実装が充分でないことだ。

こうした課題の解決に向け開発しているのが Beluganos だ。

Beluganos 機能 (運用機能) の紹介

データセンター内の NW インフラ (IP ファブリック) として「CLOS」NW トポロジー上で汎用ルーティングプロトコルを用いて構築するマルチパス構成の L3 NW を想定する。この L3 NW 上にオーバーレイの仮想 NW を構成し L2 フラットな NW を構築することにより運用性を向上させ、VM (Virtual Machine) を別の物理ホストに移動させるモビリティの問題に対応させようとしたとき、このようなオーバーレイ NW には次のような 2 つの課題がある。

- ・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。

これらの課題の解決に、図 2 に示す Beluganos の OAM (Operations、

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

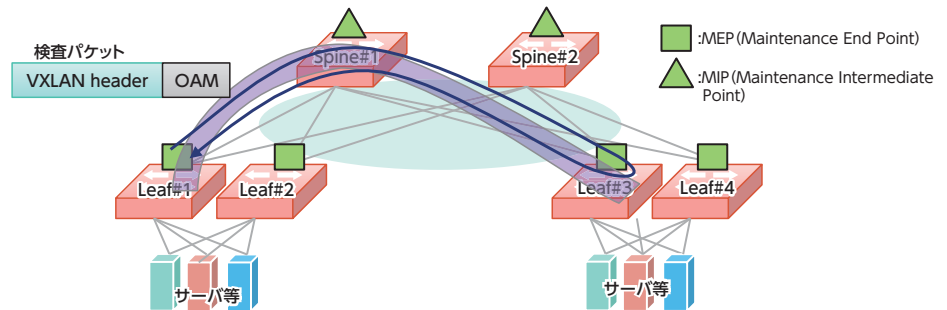


図 2 オーバーレイネットワーク OAM 機能

Administration、Maintenance) 機能が役立つ。

「Loopback 機能」と「Pathtrace 機能」は、それぞれオーバーレイトンネル上での Ping と Traceroute に相当する。両機能により、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る。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により、トンネルを通過するパケットが通過するアンダーレイリンクの確認も可能だ。

「Continuity Check 機能」は、オーバーレイトンネルの正常性を定期的に監視し、障害を検知する機能だ。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るが、本機能ではオーバーレイトンネルを指定すれば、間のアンダーレイリンクすべてを監視できる。これによりアンダーレイの構成によらず障害を高速に検知することが可能だ。

Beluganos のロードマップ

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 軸で開発を進める。

「制御可能デバイスの拡大については、将来の光および光電融合デバイスの制御を見据え、スイッチ ASIC (Application Specific Integrated Circuit) のみならず、高機能ルーター ASIC を制御可能な NW OS を開発することで、ノウハウを蓄積します。また運用技術の発展として、コントローラー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 NW 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目指します」(横井氏)。

NW 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ーなど、多様化するサービスの提供事業者へタイムリーに NW を提供するためには、従来のキャリア NW には次のような 2 つの課題がある。

- ・要件の多様化に伴い装置種別が増加して NW の運用が複雑化する。

・NW 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。

「私たちはこれらの課題の解決に向けて、多様な NW 機能をオンデマンドに提供する NW 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」（西山氏）。

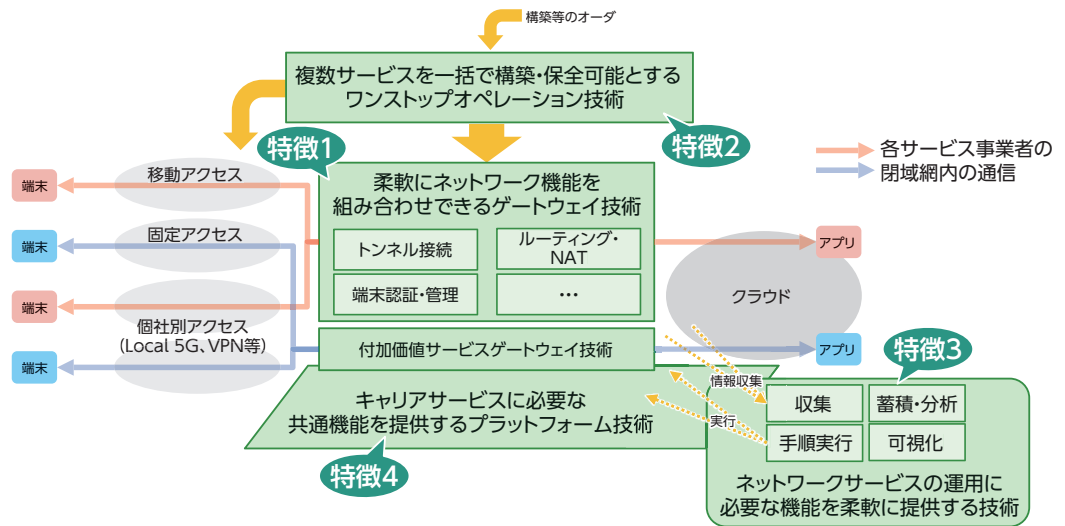


図3 プラグブル基盤が持つ4つの特徴

NW 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つの特徴を紹介する。

付加価値サービスゲートウェイ技術

柔軟なNW機能の組み合わせを可能にする本技術は、汎用サーバー上でオンデマンドに構築するサービス提供事業者別の仮想ゲートウェイ（以下、GW）として提供される。本仮想GWが持つNW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にした。

本仮想GWの制御用コントローラーの機能を、Web系アプリ開発で広く採用されるRESTful APIとして提供している。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た。

ワンストップオペレーション技術

NW・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。TMF (Tele Management Forum) APIs に準拠したAPIを公

開しており、サービス提供事業者が連携させたいサービスごとの設定に必要なAPIを抽象化できる。連携するサービスが増えても、各サービスのAPIをTMF APIへ変換するアダプタを追加して対応可能だ。監視・分析・判断・制御等の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、障害からの自律回復も可能になる。

本技術により仮想GW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生成できるため、サービス提供事業者は仮想化基盤の差分等を意識する必要がなくなる。

NWサービス運用支援技術

仮想化基盤や各機器からのログ・メトリック等のデータ収集・蓄積、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など、NWサービス提供に必要な運用支援技術を有する。OSや仮想化レイヤー、コンテナ、アプリケーションのそれぞれに適したツールを利用可能であり、さまざまな仮想化環境に対応し、要件等の変化にも柔

軟に対応できる。

仮想化プラットフォーム技術

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、ロードバランサーやステート管理、故障復旧・死活監視のプラットフォームを持つ。このため機能拡充が容易だ。

NW系プラグブル付加価値基盤の今後の展望

「増加し続ける通信量に対応するための高速化、NW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等で解析し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」（中村氏）。