

# ネットワーク基盤のアーキテクチャ

## Network Infrastructure Architecture

浅井 保行

**要約** 日本ユニシスグループのクラウドサービスである U-Cloud 基盤を構成するネットワークアーキテクチャは機能面および構成面においてモジュール構成を採用し疎結合としているが、使用機器の保守サポート終了を契機にアーキテクチャを見直した。この新しいネットワーク基盤は MiF2.1 ネットワーク基盤と称し、ファイアーウォールやロードバランサーをシャーシ型機器からアプライアンス機器へ変更し、インライン構成からワンアーム構成に変更することで、性能、保守性および拡張性を向上させた。また構成管理に関しネットワーク機器パラメータを JSON 形式のデータモデルで定義し、設定内容は Jinja2 形式のテンプレート化を用いた。この管理方法により、旧環境からの移行作業において、複数テナントのネットワーク移行を短時間で実現した。これは、共通基盤上に構築された複数ネットワークシステムを移行するモデルとすることができる。

**Abstract** The network architecture of the Nihon Unisys Group's cloud service, which constitutes the U-Cloud infrastructure, adopts a modular structure in terms of functions and configurations and is loosely coupled. However, we decided to reconsider the architecture as the maintenance support for the equipment used terminates. This new network infrastructure is referred to as the MiF 2.1 network infrastructure, and in the firewall and load balancer, from chassis type equipment to appliance equipment, changing from inline configuration to one-arm configuration improves performance, maintainability and scalability. Moreover, in the network infrastructure migration, network equipment parameters are defined in JSON format data model and the setting contents are templated in Jinja 2 format. With this method, network migration work of multiple tenants from the old environment was realized in a short time. This can be a model for migrating multiple network systems built on a common infrastructure.

### 1. はじめに

U-Cloud は日本ユニシスグループが提供しているクラウドサービスである。2008年にサービス提供を開始し10年が経過した。この間、U-Cloud サービスを支える基盤システムも何度か更改をしてきた。そしてクラウドサービス基盤を構成するネットワーク機器が2017年度にメーカー保守サポート終了 (End Of Life) という契機を迎え、新たに MiF2.1 (Modeled iDC Farm version 2.1) ネットワーク基盤として刷新することとなった。

MiF2.1 ネットワーク基盤では、ネットワーク機器の更改と既存の MiF2.0 ネットワーク基盤からのネットワーク移行が主たる要求であり、かつ既存サービスの継続提供および既存ユーザの継続利用が条件であった。そのため、ネットワーク基盤のアーキテクチャの大幅な変更は行わなかったが、単なるネットワーク機器の更改に留まらず、機能、性能、可用性、保守性の向上を図った。本稿では、MiF2.1 ネットワーク基盤のアーキテクチャを説明し、クラウドサービスに求められるネットワーク基盤の要求と実現について解説する。2章で前身の MiF2.0 ネット

トワーク基盤について説明し、3章で MiF2.1 ネットワーク基盤のシステム要件、4章で同基盤のアーキテクチャ、5章で管理基盤との連携、6章で移行について述べる。

## 2. MiF2.0 ネットワーク概要

MiF は、クラウドサービス基盤を構成するサーバー、ストレージ、ネットワークのコンセプト総称であるが、本稿ではネットワーク基盤について解説する。MiF2.1 ネットワーク基盤のアーキテクチャを解説するにあたり、前身である MiF2.0 ネットワーク基盤について解説する。

### 2.1 U-Cloud テナントネットワーク論理構成

図1に U-Cloud テナントネットワークの論理構成を示す<sup>[1]</sup>。U-Cloud テナントネットワークは MiF2.0 ネットワーク基盤上に構築される顧客向け仮想ネットワーク環境である。MiF2.0 ネットワーク基盤はマルチテナント対応のため、複数顧客の仮想ネットワーク環境を構築する。

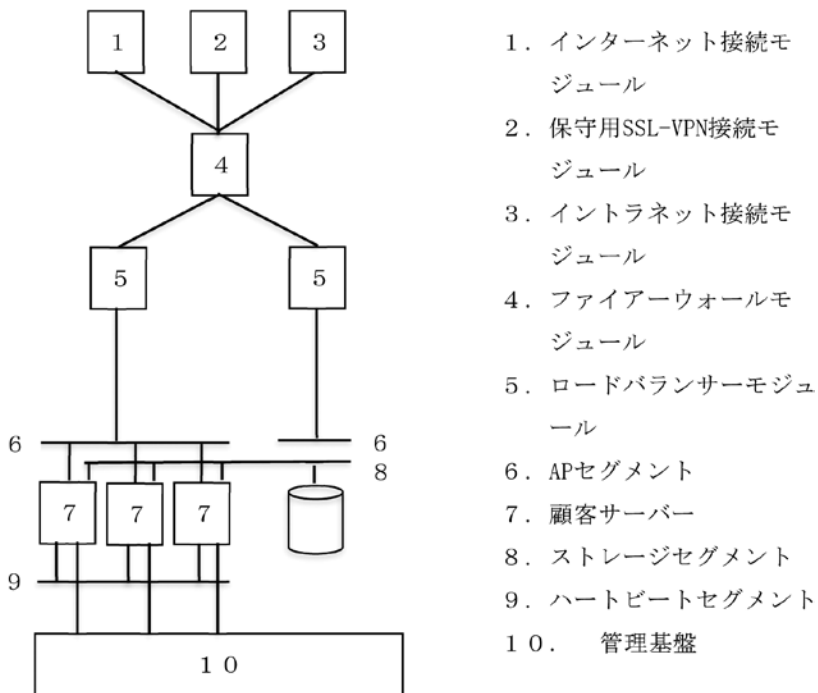


図1 U-Cloud テナントネットワークの論理構成

U-Cloud サービスを提供する MiF2.0 ネットワーク基盤は、ファイアウォールを中心に外部接続モジュール群（図1の1, 2, 3）およびサービスモジュール群（図1の4, 5）で構成されている。以下、図中の番号順に説明する。

- 1) インターネット接続モジュールは、インターネット接続サービスを提供する。
- 2) 保守用 SSL-VPN 接続モジュールは、アプリケーション構築など外部からのサーバー接続用途で使用する SSL-VPN サービスを提供する。
- 3) イン트라ネット接続モジュールはハウジング環境やイントラネット回線網などイントラネット接続サービスを提供する。

- 4) ファイアーウォールモジュールはアクセス制御や NAT などのファイアーウォールサービスを提供する。
- 5) ロードバランサーモジュールはサーバーロードバランサーや SSL 証明書認証サービスを提供する。
- 6) AP (アプリケーション) セグメントは外部接続用のセグメントである。
- 7) 顧客サーバーは Windows や Linux などのサーバー OS サービスを提供する。
- 8) ストレージセグメントは顧客サーバーとストレージ間の接続用セグメントである。
- 9) ハートビートセグメントは顧客サーバー間でのハートビート用セグメントである。
- 10) 管理基盤は U-Cloud サービスの運用管理システムを担う基盤である。また、顧客サーバーと管理基盤を接続するセグメントは管理セグメントである。

## 2.2 MiF2.0 ネットワーク基盤のアーキテクチャ

図2に物理的な MiF2.0 ネットワーク基盤のアーキテクチャを示す<sup>[1]</sup>。

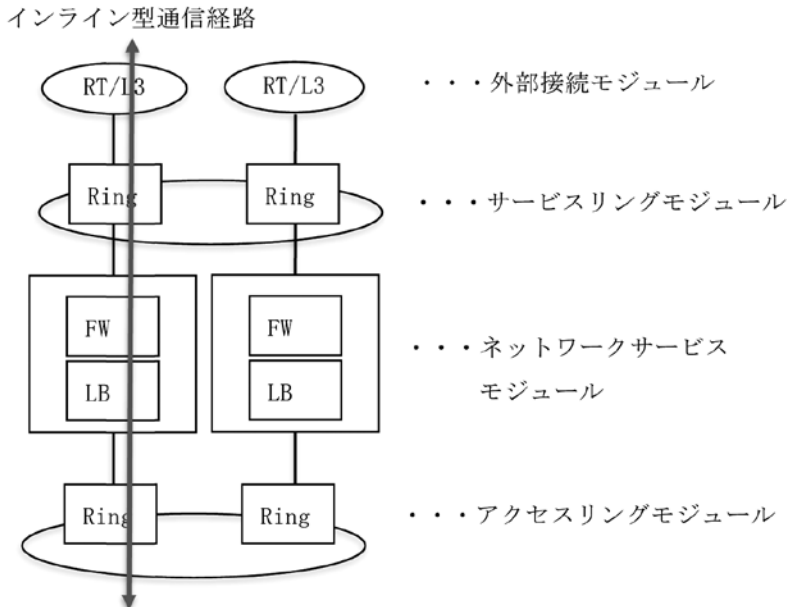


図2 MiF2.0 ネットワークアーキテクチャ

MiF2.0 ネットワーク基盤は図1のネットワーク機能を提供するために物理的にもモジュール化構造を採用している。各モジュールは、インターネットルーター (RT)、イントラネット接続スイッチ (外接 L3)、保守用 SSL-VPN などの外部接続モジュール、ファイアーウォール (FW) やロードバランサー (LB) といったネットワークサービスモジュール、それらを接続するサービスリングやアクセスリング (Ring) モジュールで構成されており、あるモジュールの追加・変更・障害が他のモジュールに影響しないよう疎結合となっている。

## 2.3 管理基盤 (運用管理システム)

MiF2.0 ネットワーク基盤の管理基盤は、顧客サーバーの管理セグメントから管理ファイアー

ウォールを介して接続され、監視、セキュリティ機能を提供している。また、管理基盤としては顧客テナントシステムを構築するプロビジョニングシステム、顧客自身がファイアーウォールやロードバランサー設定を変更できるユーザサポートポータル、時刻同期やリバースプロキシ、DNS サービスを提供する共用ユーティリティサービス、顧客テナントシステム保守用の SSL-VPN もある。

### 3. MiF2.1 ネットワーク基盤のシステム要件

MiF2.1 ネットワーク基盤の設計構築では、EOL 機器の更改対応に加え、前身である MiF2.0 ネットワーク基盤における課題解決および U-Cloud の基盤運用者や顧客、市場からの要求事項をとりまとめ、MiF2.1 ネットワーク基盤のシステム要件として定義し、基本設計を行った。

U-Cloud の基盤運用者からの要望で強かったのが、機器障害時のダウンタイムの短縮と影響範囲の極小化だった。MiF2.0 ネットワーク基盤においてもネットワークシステムはモジュール化設計に沿って構築されていたが、L4L7 サービス\*<sup>1</sup>を提供するネットワークサービスモジュールがシャレシ型機器\*<sup>2</sup>によるインライン構成\*<sup>3</sup>であったため、障害箇所によっては、影響が大きい場合もあった。また、サービスリングモジュールおよびアクセスリングモジュール障害においては、ファイアーウォールやロードバランサーなどのネットワークサービスモジュールも副系に切り替わってしまい、SSL 通信が切断されてしまうという課題があった。

MiF2.0 ネットワーク基盤では顧客テナントにネットワークサービスを提供するサービス系ネットワークと、ユーザサポートポータル、共用ユーティリティサービス、保守用 SSL-VPN サービスを提供する基盤系ネットワークのファイアーウォールとロードバランサーが共存していた。MiF2.1 ネットワーク基盤では機器障害時の影響範囲の局所化の観点からサービス系ネットワークと基盤系ネットワークを分離する構成とした。

EOL 対応については既存顧客の MiF2.0 ネットワーク基盤から MiF2.1 ネットワーク基盤へのシームレスなネットワーク移行を考慮し、原則として既存機器の後継機種を選定したが、一部後継機種がない機器について新たな機種を導入した。そのため、機器選定時に事前検証を行い、U-Cloud サービス基盤を構成する機能を充足することを確認した。

MiF2.1 ネットワーク基盤の要件として、MiF2.0 ネットワーク基盤からの全顧客テナントの移行を 2017 年度内に完了させるということがあり、この点を最重要課題として設計した。移行作業実施中はシステムが利用できないため、短時間に移行作業を完了する必要がある。

#### 3.1 機器障害時のダウンタイムの短縮

MiF2.0 ネットワーク基盤ではグローバル IP の経路配信でネットワーク経路の冗長性を担保するためにダイナミックルーティングを採用していたが、MiF2.1 ネットワーク基盤では収束時間の短縮を目的にスタティックルーティング方式を採用した。一般的にダイナミックルーティングの収束時間は数十秒から数分を要するため、通信経路の機器障害時には収束時間と同程度の通信断を余儀なくされていた。

MiF2.1 ネットワーク基盤においては、ダイナミックルーティングで配信していた経路について、対象機器に対して自動プロビジョニングでスタティックルーティングの設定ができるようになったため、インターネット接続回線以外をスタティックルーティング方式にすることができた。

### 3.2 機器障害時の影響範囲の極小化

MiF2.0 ネットワーク基盤ではネットワークサービスモジュールを大型のシャーシ型機器で構成していたため、ネットワーク機器障害時の影響範囲が大きい場合があった。MiF2.1 ネットワーク基盤では、1台の機器の収容テナント数を減らすことで、影響範囲の極小化を図った。

ただし、影響範囲の極小化を図ると一般的には構成機器を顧客システム単位で用意することになるが、U-Cloudはパブリッククラウドであり、複数顧客システムを稼働させる共通基盤サービスを提供していることから、サイロ型システムと同様に影響範囲を極小化して機器が増えた場合と、サービス開始当初からのMiFコンセプトとしての仮想化を利用したマルチテナント収容で機器を減らした場合は、費用対効果を比較するとトレードオフの関係となる。そのためMiF2.1 ネットワーク基盤では、一つのモジュールを構成するハードウェアでの収容テナント数と、機器障害時に影響を受けるテナント数を考慮したうえで、運用に適した最大収容テナント数を算出している。

また、モジュール障害時の他のモジュールへの影響については、マルチシャーシリンクアグリゲーション<sup>\*4</sup>を組むことで、論理的な通信経路の変更を伴わず機器障害時の迂回通信経路を確保した。これによりネットワークサービスモジュールの正副系の切り替えを抑止できるようになった。

### 3.3 基盤系ネットワークの分離

MiF2.0 ネットワーク基盤では顧客にネットワークサービスを提供するサービス系ネットワークと、ユーザサポートポータル、共用ユーティリティサービス、保守用SSL-VPNを提供する基盤系ネットワークが共存していた。MiF2.1 ネットワーク基盤ではこれらの基盤系サービスを提供するファイアウォールとロードバランサーをサービス系と分離することで、一方の障害やメンテナンス時においても他方が影響を受けないようにした。

## 4. MiF2.1 ネットワーク基盤のアーキテクチャ

MiF2.1 ネットワーク基盤では、2.1節の図1のネットワーク提供機能は継続しつつ、柔軟な構成変更や機器更改にも対応した構成に変更している。図3にMiF2.1 ネットワーク基盤のアーキテクチャを示す。ネットワークサービスモジュールについては大型シャーシ機器によるインライン型(2.2節の図2)から小型アプライアンス機器<sup>\*5</sup>をワンアーム型<sup>\*6</sup>で構成する形に変更した。これにより、柔軟な拡張性と保守性、および機器障害時の影響の極小化を実現している。

外部接続モジュールおよび管理基盤については、既存サービスの継続提供と運用管理システムの継続利用からMiF2.1 ネットワーク基盤でも継続使用する構成とした。

各モジュールを集約するサービスリングは、過去の稼働実績と高速コンバージェンス<sup>\*7</sup>の実現からMiF2.1 ネットワーク基盤においてもサービスリングモジュールを採用した。ストレージ(ST)およびハートビート(HB)セグメント用には、サービスリングと同様に過去の稼働実績と高速コンバージェンスの実現から旧アクセスリングをST/HBリングモジュールとして流用している。

本章の各節で、MiF2.1 ネットワーク基盤のモジュール化設計、仮想デバイス設計、セキュリティ設計、構成変更対応、拡張性対応について述べる。

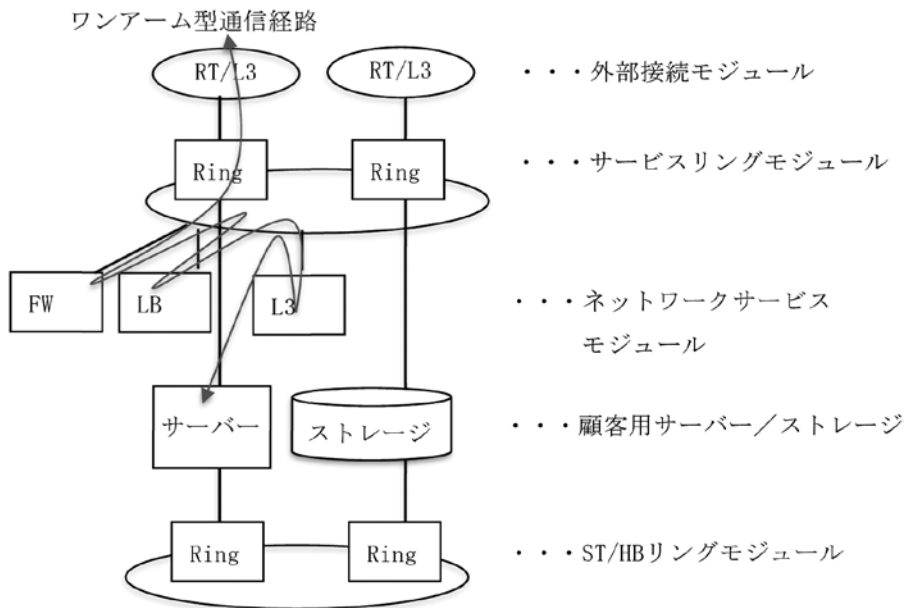


図3 MiF2.1 ネットワークアーキテクチャ

#### 4.1 モジュール化設計

モジュール化設計では、全てのモジュールにおいて一つのモジュール障害が他のモジュールの正副系切り替えを起こさないようにしている。具体的には、全ての通信が集約される正系のサービスリング機器障害時に、ネットワークサービスモジュールも正副系構成が副系に切り替わるという課題があった。L4-L7 サービスを提供するファイアーウォールやロードバランサーの冗長構成はステートフル<sup>※</sup>であり、副系への切り替わりが発生しても通信は引き継がれるが、SSL 通信は切断されてしまうためモジュールアーキテクチャ設計上好ましくない。MiF2.1 ネットワーク基盤ではこの問題を解決するために、複数デバイスでリンクアグリゲーションが組める構成を採用して、サービスリング障害時でも論理的にはリンクアグリゲーション内のリンク障害という扱いで対応できるようにした。これにより、サービスリング機器障害時でもネットワークサービスモジュールの正副系切り替えは発生させないことが可能となった。

#### 4.2 仮想デバイス設計

仮想デバイス設計では、スケールアップ型の構成部分をスケールアウト型にすることで、拡張性と機器障害時の影響範囲の極小化を実現している。具体的には、シャーシモジュールで提供していたファイアーウォールとロードバランサーを、複数台のアプライアンス型機器を論理的な数珠つなぎ構成にすることで実現している。シャーシ型機器でも機器追加は可能であったが、インライン構成であったこと、自動プロビジョニングが標準的に対応されていなかったことから、他の機器に影響を与える可能性が高かった。ワンアーム型とすることで、機器増設および自動プロビジョニング対応時に他の機器への影響がなくリスクが軽減された。

アプライアンス機器をワンアーム型で収容し通信経路を直列にすることで、シャーシ型機器ではシャーシ内部で完結していたトラフィックがサービスリングに流れてくるため、各アプライアンス機器を収容するサービスリングのトラフィックが増加するが、統計上十分な帯域を持

たせることでリスクを回避している。

### 4.3 セキュリティ設計

MiF2.1 ネットワーク基盤におけるセキュリティ設計は、MiF2.0 ネットワーク基盤のセキュリティを担保しつつ投資対効果を上げることが目標だった。各テナントのセキュリティ境界は引き続き管理セグメントと管理基盤の間に置きつつも、構成を見直すことで投資対効果の向上を図った。具体的には、管理基盤側ファイアウォールをテナントごとに仮想デバイスで構築していた部分を、仮想インターフェースとアクセス制御およびルーティング制御にて同等のセキュリティレベルを確保するようにした。顧客サーバーの管理セグメントからは管理基盤向け通信だけを許可し、他の顧客サーバーの管理セグメントへの通信はできない設定としている。また、仮想ファイアウォールデバイス数を削減することで、投資コストを抑制できた。

リモート保守用 VPN 装置の更改には、二要素認証に対応した機器を選定した。将来的に ID、パスワードの「知識」とワンタイムパスワードトークンなどの「所有」に対応した二要素認証方式に対応予定である。

### 4.4 構成変更負荷の軽減

MiF2.1 ネットワーク基盤では構成変更時の負荷の軽減を図っている。顧客システムリリース後のネットワーク構成変更柔軟に対応できるアーキテクチャ変更を取り入れた。MiF2.0 ネットワーク基盤では AP セグメントはファイアウォールまたはロードバランサーに接続していたが、MiF2.1 ネットワーク基盤では AP セグメントには全て仮想 L3 ルーターを配置した。これにより、サービスリリース後にロードバランサーを追加するなどのネットワーク構成変更が発生した場合も、事前に中間セグメントを追加してあれば、ネットワーク機器のルーティング変更のみで対応可能となり、構成変更のリリースまでの時間を短縮できるようになった。

### 4.5 拡張性

MiF2.1 ネットワーク基盤の基本コンセプトとして、スケールアウト型のアーキテクチャを採用しているため、システム拡張時も比較的容易に対応可能となっている。機器増設はもちろん、自動プロビジョニングシステムも機器増設に対応可能なため、基盤システム全体として最適化が図られている。既存通信を止めることなく機器増設が可能であり、増設機器を利用した通信の提供も既存通信に影響しない。

## 5. MiF2.1 ネットワーク基盤と管理基盤との連携

管理基盤のうち、自動プロビジョニングシステムとユーザサポートポータルは、物理的なネットワーク機器の設定を実施している。そのため MiF2.1 ネットワーク基盤の設計構築では、この二つのシステムも同時に改修して連携をとった。本章で説明する。

### 5.1 自動プロビジョニング連携

U-Cloudではサーバー、ストレージ、ネットワークの顧客テナントシステムは自動プロビジョニングシステムにて自動的に構築している。MiF2.0 ネットワーク基盤ですでに実現していたが、MiF2.1 ネットワーク基盤では、EOL による機器更改に対応するため自動プロビジョニン

グシステムも改修した。改修にあたっては、単に新しい機種への対応に留まらず、プロビジョニング時間の短縮やコーディングステップ数の削減に取り組んだ。

### 5.1.1 自動プロビジョニング時間の短縮

クラウドネットワーク基盤の自動プロビジョニングは一つの物理機器に複数の仮想デバイスを定義してサービス提供しているため、顧客システム単位での実行となり平行実行できない。そのため、プロビジョニング時間の短縮はリードタイム短縮につながる。MiF2.1 ネットワーク基盤における自動プロビジョニングについては、機器パラメータを XML 形式と JSON 形式のデータモデル型で定義し、さらに投入コマンドを Jinja2 形式でテンプレート化してシステム化した。顧客テナントシステム構成を定義するヒアリングシートから基盤構成機器パラメータまでを一貫してデータモデル化したことで、自動プロビジョニングシステム側へのデータ取り込みがスムーズに行えるようになり、顧客システムリリース時間の短縮に寄与した。

### 5.1.2 自動プロビジョニングステップ数の削減

自動プロビジョニングシステムの処理時間の短縮および保守性向上のために処理ステップ数の削減に取り組んだ。ネットワーク機器側で予め設定しておく項目を増やし、処理の簡素化を図った。基本的には自動プロビジョニングシステム側では仮想デバイスや VLAN といったネットワークリソースの払い出し<sup>[2]</sup>、インターフェースの接続、ルーティングの設定などに簡素化し、共通化できる設定については機器導入時に事前設定しておくことで処理数を削減させた。ただし、運用負荷を増やさないために自動プロビジョニングでの処理項目と事前設定項目は MiF2.0 ネットワーク基盤での自動化処理と同等となるようにした。

### 5.1.3 自動プロビジョニングの機能拡張

自動プロビジョニングシステムの効率性および保守性を向上させたことに加え、ネットワークの部分追加や削除の自動プロビジョニングも可能となった。MiF2.0 ネットワーク基盤でも一部機能は部分追加が可能であったが、MiF2.1 ネットワーク基盤ではその対象が格段に増えた。これにより、ネットワーク専門エンジニアでなくてもネットワーク構成の変更が可能となり、運用負荷の削減に寄与した。

## 5.2 ユーザサポートポータル連携

U-Cloud ではユーザサポートポータル（顧客自身でファイアウォールやロードバランサーの設定変更を実施するシステム）を提供しており、MiF2.1 ネットワーク基盤における機種更改に伴いユーザサポートポータルの改修も必要となった。MiF2.1 ネットワーク基盤では、すでに提供されていたポータル機能を踏襲するよう設計されている。MiF2.0 ポータルシステムからネットワーク機器への設定変更は CLI<sup>\*9</sup> をベースに開発されていたが、MiF2.1 ネットワーク基盤では事前に調査、検証を行ったうえで、性能面での有効性を評価し REST API<sup>\*10</sup> を一部採用している。



6. MiF2.0 ネットワーク基盤から MiF2.1 ネットワーク基盤へのネットワーク移行

MiF2.0 ネットワーク基盤から MiF2.1 ネットワーク基盤へのネットワーク移行要件に応えるため、MiF2.0 ネットワーク基盤と MiF2.1 ネットワーク基盤は併存させ、ルーティングの変更と、VLAN の閉塞および解放による接続先変更で移行ができるよう設計した。これにより、L3 レベルでは十数秒、L7 レベルでも数分の通信断でのネットワーク移行が可能となった。図 4 にネットワーク移行方式の概略を示す。

サーバー側のデフォルトルート設定の変更を伴う移行はユーザ負担が大きいことから事実上不可能だったため、ユーザ側での設定変更を不要としネットワーク基盤側のみでネットワーク移行を完了させた。加えて、期限内に全ての顧客テナントネットワーク移行を完了させるため、1 回の移行実施時間で複数テナントの移行を実施した。ユーザ側では設定変更作業を要さずに安全・確実・同時多数を移行するため、移行コンフィグの自動生成ツールの作成や機器パラメータのデータモデル化など、体系的に移行を実施した。それにより、切戻しをほとんど発生させずに、要件通り 2017 年度中にすべての顧客テナントを移行することができた。機器パラメータのデータモデル化により、ネットワーク移行後の構成管理データベースへのデータ反映などの負荷が減り、論理構成の図示化などへの応用も可能となった。

ネットワークパラメータの JSON 形式でのデータモデル化や移行コンフィグの Jinja2 形式のテンプレート化を採用した移行方式は、パブリッククラウドだけでなく、複数システムが稼働するプライベートクラウドなどの共通基盤のネットワーク更改時に短時間に複数のテナントネットワークを移行するモデルとすることができる。

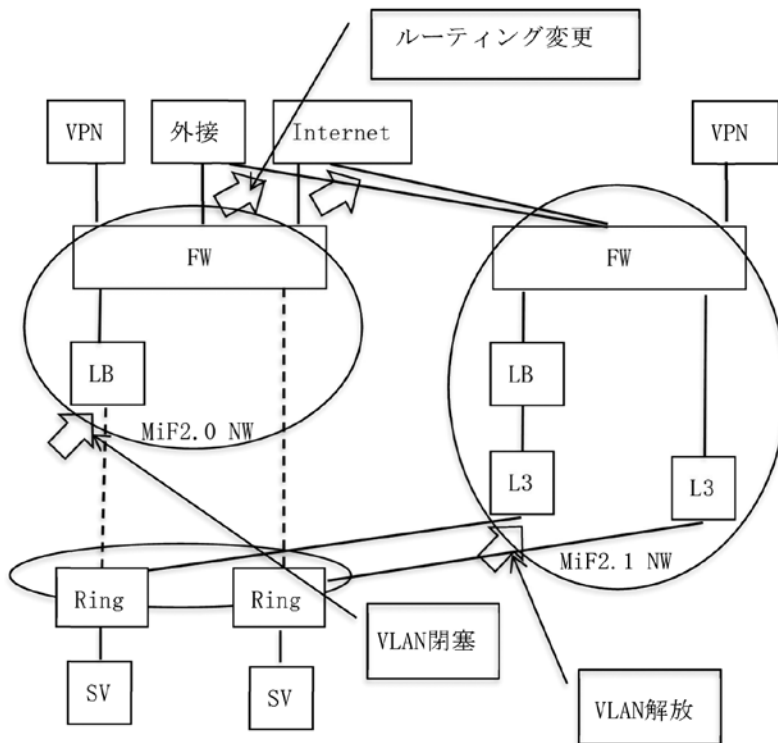


図 4 ネットワークシステム移行方式

## 7. お わ り に

MiF2.1 ネットワーク基盤の設計構築にあたり、最重要課題であった EOL 機器の更改対応と顧客テナントネットワーク移行はすべて予定通り完了した。移行メンバーおよび運用メンバーには日夜移行作業や障害対応にご尽力いただき、深く感謝の意を表したい。また、今後は SDN や VXLAN など新技術を取り込んで、ハイパースケールなクラウド基盤になることを期待している。

U-Cloud ではミッションクリティカルシステムも稼働しているため、さらに耐障害性を高めるために各モジュールにおける 3 重化構成なども検討していく。また、データセンターの物理的なスペースや VLAN 等のネットワークリソースに制約があるためテナント収容上限を設けている。今後、これらの制約をクリアできる新しい技術の採用についても検討する。

- 
- \* 1 L4L7 サービスは OSI 参照モデルのレイヤ 4 (トランスポート層) からレイヤ 7 (アプリケーション層) に対するネットワークサービスを指す。例えば Web URL でファイアウォールのアクセス制御を行ったり、ロードバランスポリシーを設定したりすることがある。
  - \* 2 シャーシ型機器とはイーサネットやファイアウォール、ロードバランサーなどネットワークインターフェースやネットワークサービスを提供するモジュールをシャーシ内に統合的に収容できる機種のことを指す。
  - \* 3 インライン構成とはネットワークトラフィックの通る経路上に物理的にネットワーク機器を配置する構成。(2.2 節 図 2 参照)
  - \* 4 リンクアグリゲーションとは複数のネットワークインターフェースで論理的に一つの仮想インターフェースを構成する技術である。
  - \* 5 アプライアンス機器とは専用または汎用ハードウェア上に専用ソフトウェアを稼働させサービスを提供する機器で、イーサネットスイッチやファイアウォール、ロードバランサーなど単一の機能を単一のハードウェアで提供する場合が多い。
  - \* 6 ワンアーム型とはネットワークトラフィック経路上に物理的に機器を配置せず、サービスリングなどのスイッチにぶら下げる構成をとり、ルーティングや VLAN 構成でトラフィックを通す経路を選択させる構成を指す。(4 章 図 3 参照)
  - \* 7 高速コンバージェンスとは機器障害や構成変更時の迂回経路確保までの通信断時間が短く、高速で収束できることを指す。
  - \* 8 ステートフルとは通信セッション情報を保持している状態を指す。
  - \* 9 CLI とは Command Line Interface の略で、インタプリタ形式で機器にコマンドを発行する方式である。
  - \* 10 REST API とは REpresentational State Transfer Application Programming Interface の略で、HTTP メソッドで機器へアクセスする方式である。

MiF, U-Cloud は日本ユニシス株式会社の登録商標である。

- 参考文献** [1] 林 和行, 「U-Cloud ネットワーク技術の利点」, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.33 No.2 通巻 117 号, 2013 年 9 月
- [2] 山口 信彦, 「U-Cloud におけるプロビジョニング設計」, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.33 No.2 通巻 117 号, 2013 年 9 月

**執筆者紹介** 浅井 保 行 (Yasuyuki Asai)

1992年日本ユニシス株式会社入社。ネットワーク設計、構築に従事。2001年ユニアデックス株式会社に転籍。2009年日本ユニシスICTサービス本部にてU-Cloudのネットワーク基盤設計に従事。現在、未来サービス研究所に所属。

