

# ネットワーク仮想化基盤における ETSI NFV Stage3仕様に準拠した マルチベンダ対応MANOへの移行

ネットワーク開発部

たむら ひろなお  
田村 宏直 くの ゆうや  
久野 友也

ドコモ・テクノロジー株式会社

すずき よしゆき  
鈴木 吉行

ドコモは、2015年度末にコアネットワークを対象とした仮想化基盤システムを商用導入し、現在まで安定した運用を続けてきている。この仮想化基盤システムはマルチベンダで構成されており、また多くの仮想化されたコアネットワーク装置を収容している。このたび、仮想化基盤システムを構成するNFVOとVNFMのEoLを迎えるにあたり、最新のETSI NFV Stage3仕様を取り込んだマルチベンダ構成の仮想化基盤システムを実現した。この際、通信サービスを停止することのない無中断アップグレードによるシステム移行を完遂した。本稿では、その取組みについて解説する。

## 1. まえがき

ドコモは、2015年度末にコアネットワーク<sup>\*1</sup>を収容する仮想化基盤システムを、世界で初めてマルチベンダで構成し、通信ネットワークのCAPEX (CAPital EXpenditure)<sup>\*2</sup>/OPEX (OPerating EXpense)<sup>\*3</sup>の低減を実現してきた [1] [2]。その後も多くのコアネットワーク装置の仮想化を推進するとともに、安定運用を続けてきている。コアネットワーク装置の仮想化適用率は2020年度末で約50%を

超え、400以上の仮想化されたコアネットワーク装置が運用されている。これらの仮想化されたコアネットワーク装置 (VNF: Virtual Network Function<sup>\*4</sup>) のライフサイクル制御を担うのがMANO (Management ANd Orchestration)<sup>\*5</sup>である。ライフサイクル制御には、ハードウェア障害や仮想マシン (VM: Virtual Machine)<sup>\*6</sup>障害が発生した際に、正常なハードウェア上にVMを移動するヒーリング制御、ハードウェアやVMの負荷状況に応じて、通信ソフトウェアとVMを増減することで処理能力

©2022 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

<sup>\*1</sup> コアネットワーク：交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。

<sup>\*2</sup> CAPEX：ハードウェアと、ハードウェア設置工事にかかる費用。

<sup>\*3</sup> OPEX：設備を維持し運用するために発生する費用。

<sup>\*4</sup> VNF：仮想化された通信機能（通信システム）。

<sup>\*5</sup> MANO：NFVO（<sup>\*16</sup>参照）、VNFM（<sup>\*17</sup>参照）、VIM（<sup>\*19</sup>参照）の機能ブロックをまとめた総称。

を最適化するスケーリング制御，サービス追加や不具合対処のための通信ソフトとVMのソフトウェアを更新するVNFアップグレード制御などがある。安定した通信サービスを提供するために，本仮想化基盤システムはミッションクリティカル<sup>\*7</sup>なシステムである（図1）。

さて，ドコモの仮想化基盤システムは，前述のとおり，複数ベンダの製品の組合せで構成されているが，これら製品はEoL (End of Life)<sup>\*8</sup>のタイミングやサポートする標準仕様のバージョン，さらには利用するAPI (Application Programming Interface)<sup>\*9</sup>やそのInput/Output Parameter<sup>\*10</sup>，Attribute<sup>\*11</sup>が異なる。これらについては，標準化動向やベンダのリリース計画，ベンダが製品提供している各オペレータからの要件などから，各ベンダが自ら決定している。よって，複数ベンダの製品の組合せで実現されているシステムのバージョンアップにおいては，製品間インタフェース (IF) 仕様の設計を始めとするインテグレーション<sup>\*12</sup>

の複雑化が課題として挙げられる。一方で，ドコモはETSI (European Telecommunications Standards Institute)<sup>\*13</sup> NFV (Network Functions Virtualisation)<sup>\*14</sup> [3] における標準化活動を積極的に展開し，Stage3仕様<sup>\*15</sup> [4] の策定に貢献してきた。現在もマルチベンダ製品間のインテグレーション，信頼性，運用許容性を考慮した標準化活動を行っている。

本稿では，製品のEoLを契機に，製品間IF仕様をETSI NFV Stage3に準拠すべく，システム間IF仕様を調整した取組みについて解説する。また，通信オペレータならではの要件である，通信サービスを停止することのないオンラインアップグレードの手法について解説する。なお，アップグレードする製品はMANOを構成するNFVO (NFV Orchestrator)<sup>\*16</sup>とVNFM (VNF Manager)<sup>\*17</sup>であり，クラウド<sup>\*18</sup>環境として仮想リソースを管理するVIM (Virtual Infrastructure Manager)<sup>\*19</sup>は対象外のため，VIMの運用継続を条件とした。

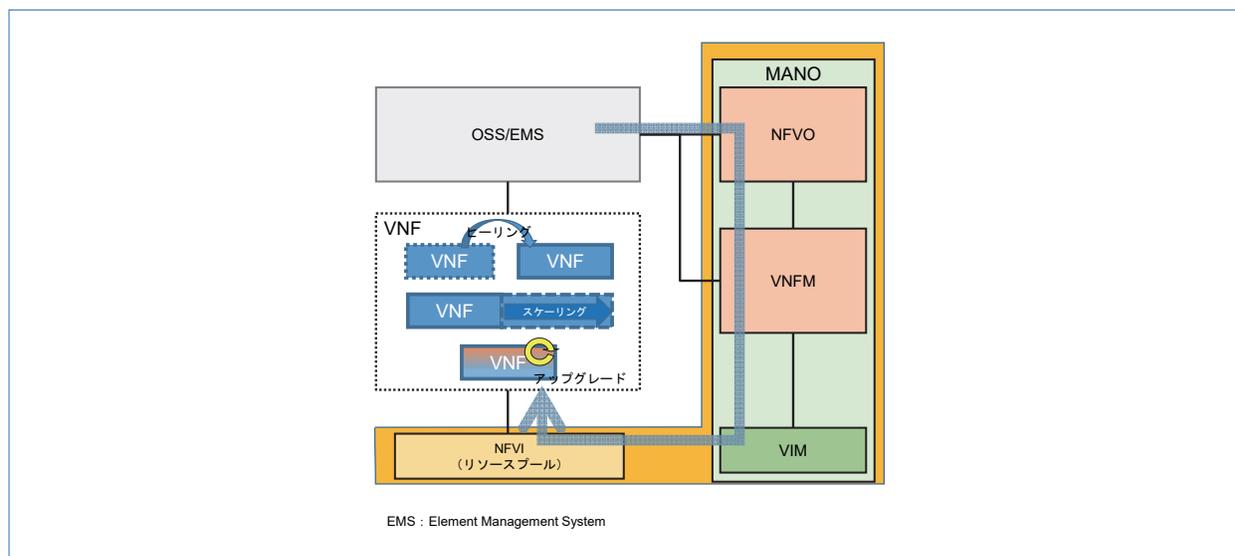


図1 仮想化基盤システムにおけるヒーリング，スケーリング，VNFアップグレード制御

<sup>\*6</sup> 仮想マシン (VM)：ソフトウェアによって仮想的に構築されたコンピュータ (仮想マシン)。  
<sup>\*7</sup> ミッションクリティカル：業務やサービスを遂行するために必要不可欠であり，その停止や中断が許容されないような重要な要素のこと。  
<sup>\*8</sup> EoL：製品の生産／販売終了，ソフトウェア製品のサポートサービス終了，バグや機能改善の修正・更新プログラムの提供終了を指す。  
<sup>\*9</sup> API：ソフトウェアコンポーネントや製品同士を接続するために情報をやり取りするための仕様。

<sup>\*10</sup> Parameter：ETSI NFVにおけるシステム間でやり取りするデータ群の総称。APIを利用するときに，APIを呼び出すシステムが渡すデータ群をInput Parameter，APIを開放しAPIを実行したシステムがその実行結果を返すデータ群をOutput Parameterと呼ぶ。  
<sup>\*11</sup> Attribute：ETSI NFVにおける各システムが保持しているリソース情報の総称。ETSI NFVの仕様はREST (<sup>\*36</sup>参照)ベースのため，各装置が保持しているリソースをAttributeと呼び，APIにおけるInput/Output Parameterと区別している。

## 2. 仮想化基盤システムを取り巻く状況

### 2.1 仮想化基盤システムの動向

ドコモは、これまでETSI NFVにおける標準化活動を積極的に展開し、NFVの普及に貢献してきた。NFVが世界的に普及するとともに、仮想化基盤システムは多くの通信オペレータに導入されてきているが、ドコモのようなマルチベンダ構成による導入や、単一ベンダ構成による導入など、オペレータによって導入形態は異なる。さらには、収容するVNFのアーキテクチャも異なるため、サポートするVNFのライフサイクルのユースケースや実現方式も異なるのが現状である。これは、オペレータによるETSI NFV仕様の適用方法や、仮想化基盤システムが準拠すべきIFの範囲が異なることを意味する。

### 2.2 マルチベンダ環境におけるグローバルプロダクトの活用

近年、インフラ装置へのクラウド技術の適用によって、オペレータの開発手法は大きく変化している。クラウド技術の進化は早く、プロダクトのライフサイクルも早くなっているため、すべてを自社で開発することは非効率となってきている。一方で、仮想化基盤システムのような保守系装置は、国ごとに遵守すべき法制度や考慮すべき地理的条件、各オペレータの組織構造や運用フローなどが異なるため、自社で開発したシステム以外を利用することは困難であった。

そのため、図2のとおり、自社の業務分析をベースとした一般的な開発工程（ウォーターフォール型開発の例）から、(1)背景や運用方法が異なるオペレータそれぞれの業務分析をベースとしたオペレー

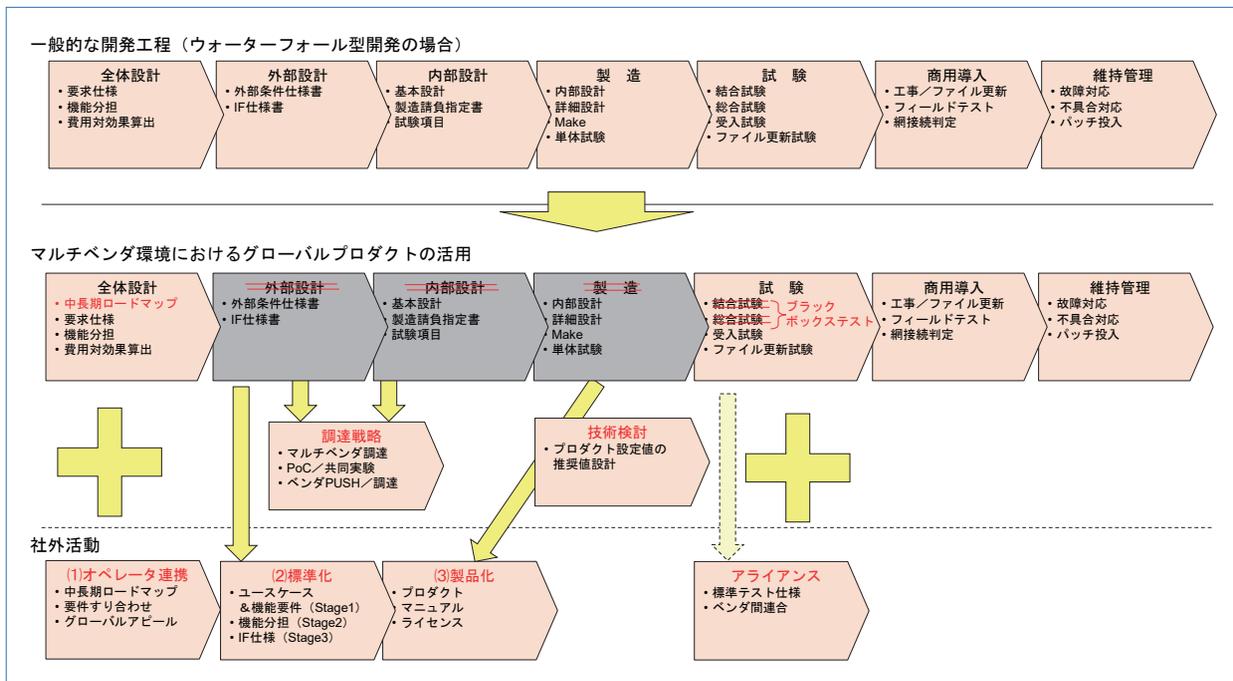


図2 マルチベンダ環境におけるグローバルプロダクトの活用

\*12 インテグレーション：装置，またはシステムを，オペレータが運用しているネットワークに組み込むこと。  
 \*13 ETSI：欧州電気通信標準化機構。欧州の電気通信技術に関する標準化団体。  
 \*14 NFV：ネットワーク仮想化。通信キャリアのネットワークを仮想化技術により汎用ハードウェア上で実現すること。  
 \*15 Stage3仕様：ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication sector）I.130で規定されたテレコムにおける標準化手法のうち，信号のプロトコルを規定した仕様の総称。

\*16 NFVO：複数のVIM（\*19参照）をまたがる仮想リソースの統合的な管理システム。  
 \*17 VNFM：VNFのライフサイクル制御として，起動や停止などVNFの制御を担うシステム。  
 \*18 クラウド：ネットワーク経由でサービスを利用する形態，仕組み，利用状況に応じたサーバリソースの分配が可能のため，スケラビリティが高い。  
 \*19 VIM：仮想化基盤の物理コンピュータ，物理ストレージ，物理ネットワークの各資源を管理するシステム。

タ連携や、(2)標準化による社外活動を通じた要求条件の共通化、共通的な仕様策定が極めて重要になり、さらに(3)その要求条件に対するオペレータのニーズを可視化し、多くのベンダによる標準仕様に準拠した製品化を推進していく必要がある。

これらの活動により、多くのオペレータが同一仕様のプロダクト（グローバルプロダクト）を採用していくことで、マルチベンダ環境における相互接続性を維持しつつ、低コスト化を狙うことが可能となる。

#### (1)オペレータ連携

仕様の共通化のため、オペレータ間で要件の共通化が必要になる。そのためにも、オペレータ各社が自社の中長期のロードマップを作成し、要件をすり合わせることで、要件の共通化とその発信（グローバルアピール）が重要となる。

#### (2)標準化

オペレータの共通要件を基に、共同でユースケースの作成が行われる。ユースケースを明確化することで、機能要件（Stage1）が明確になる。その後、機能分担とインフォメーションフロー（Stage2）、IF仕様（Stage3）と続く。オペレータとベンダで共通的な標準仕様を作成することで、マルチベンダ環境でもグローバルプロダクトが接続できるようになる。

#### (3)標準仕様に準拠した製品化の促進

オペレータによる標準仕様に準拠した製品の調達と、それに伴うベンダの製品化（プロダクト製造、マニュアル作成、ライセンス化）が行われる。

このように、グローバルプロダクトを利用した仮想化基盤の開発においても、一般的な開発と同じく、機能分担やIF仕様書制定のような設計、プロダクトを作る製造、そして要件通りの動作を確認する試験というような必要となる工程に大きな差は無い。

しかし、共通的な要件と仕様を利用するために、社外活動が必要となる。

## 3. ドコモのMANOアップグレードへのアプローチ

仮想化基盤システムは、前述のとおりクラウド技術を採用した各プロダクトを接続させるための活動が必要となるため、ドコモはETSI NFVを中心とした標準化活動と標準仕様に準拠した製品化の促進に取り組みつつ、マルチベンダMANOのIF仕様調整を行い、さらにはオンラインでのアップグレードを実現した。

### 3.1 デファクトバージョンの見極めと製品化の促進

通信系装置は、10年という単位でサービス提供し続ける必要があるが、前述のとおり仮想化基盤はクラウドの技術を取り入れたことで、プロダクトのライフサイクルが短くなる傾向があり、また機能分担が頻繁に変更されるようになった。ETSI NFVは、クラウド上に通信系装置を載せることを目標としているためクラウドの文化に近づいてきており、その標準仕様は半年に一度マイナーバージョン、2年に一度メジャーバージョンが上がり、そのたびに機能追加や機能分担の変更が起きる。

そのため、複数のプロダクトを接続するときには、前述の(1)オペレータ連携や(2)標準化で、自社のユースケース、要求条件を標準化している前提で、どの仕様のどのバージョンをサポートしているかと、そのバージョンのサポート期間を見極める必要がある。また、各バージョンによってサポートされている機能や、セキュリティ関連仕様が変わっていることもあるため、自社のユースケースや環境に合致した

バージョンをベンダに要求していく必要もある。

これらを踏まえてデファクトとなるバージョンを見極めつつ、前述の(3)標準化に準拠した製品化の促進を考え、オープンな場でデファクトとなるバージョンを啓発したり、各プロダクトベンダに要求したり、オペレータ間で要求機能の足並みを揃えたりしていくことが重要である。これにより、各プロダクトベンダにいつまでにどのバージョンのどのような製品が必要かというニーズを理解して貰い、プロダクト化のインセンティブを高めることが重要である。

### 3.2 バージョンアップ開発の着手に向けた実現手法の検討

ETSI NFV Stage3に準拠するIFを図3に示す。ベンダのプロダクトは、基本的にマーケットニーズに基づいて製品化されるため、ローミング\*20をサポートする通信装置のように標準仕様が実装されないと通信サービスが成立しない装置と異なり、OSS (Operating Support System)\*21/EM (Element

Manager)\*22やMANOのような保守系装置は、標準仕様を必ずしもすべて実装しない。保守系装置の場合、オペレータの運用方法によって必要となる機能が全く異なるため、多くのオペレータが要望する共通的な機能やIF仕様のみを、ベンダは自プロダクトに実装しようとする。その結果、MANOの製品間を接続しようとする、標準仕様として規定されているIF仕様であっても、各製品がサポートしているAPIの種類やその中のAttribute、さらにはそのAttributeが取り得るValue\*23の種類が異なるため、MANO製品間を接続するための検討や作業が必要となる。

標準仕様で確実に接続するためには、以下(1)~(3)のとおり、自社のユースケースを早急に完成させ、新バージョンの装置導入のために最低限必要な標準仕様に準じた機能を明確化してベンダに要求する必要がある。また、自社のユースケースを実現するために、安易にプロダクトにおいて標準仕様以外の機能やExtension\*24の実装や利用を認めると、安定的

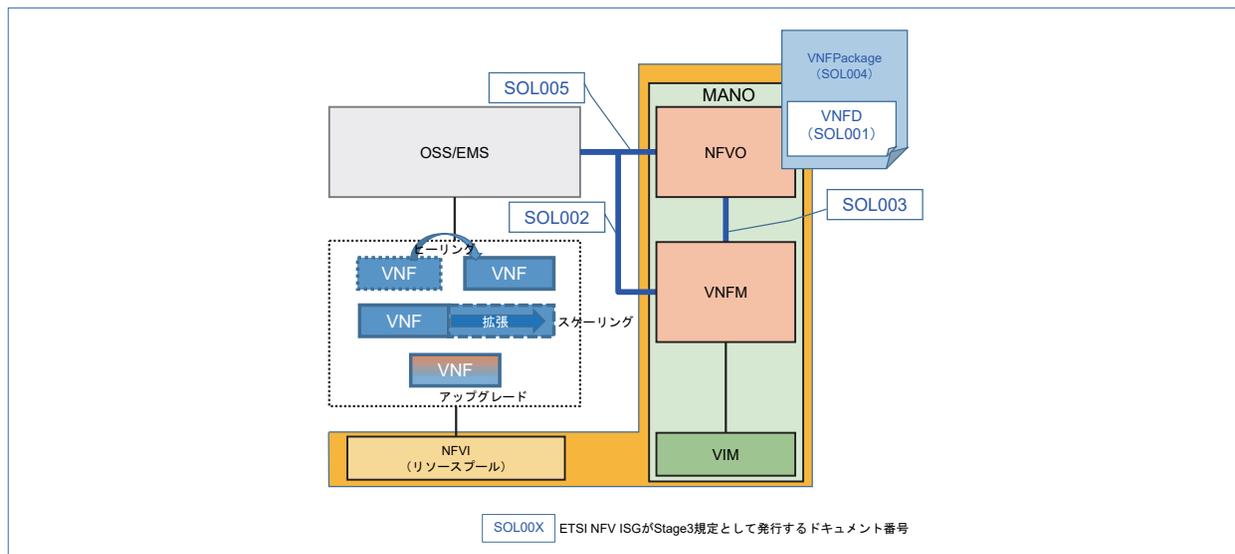


図3 ETSI NFV Stage3 IF

\*20 ローミング：利用者が契約している通信事業者のサービスエリア外でも、提携事業者のサービスエリア内であれば、契約している事業者と同様のサービスを利用できる仕組み。  
 \*21 OSS：移動通信網で発生している故障や輻輳の発見と、それに対する制御・措置を行っている事業者の運用支援システム。通信事業者の場合、提供しているサービスを利用するために、ネットワークやシステムの「障害管理」「構成管理」「課金管理」「性能管理」「セキュリティ管理」のすべて、もしくは一部を行う。

\*22 EM：個々の通信装置に対するFCAPS (Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security) の管理・監視を担うシステム。  
 \*23 Value：Attributeによって受け渡される具体的な値。REST (\*36参照) においてはAttributeとValueのKey Value Pairによって受け渡される。  
 \*24 Extension：プロダクトが独自の機能を利用するために拡張されたAPIやVNFD (\*35参照) のパラメータ。

なアップグレードや接続可能なバージョンの選定を阻害したり、試験工程や商用運用時の問題発生の際に解決が困難になったりするため、プロダクト間の接続条件において標準仕様以外での接続は認めないという強い方針が大切である。バージョンアップ開発に向けて、あらかじめ実現手法として検討すべきことは以下のとおりである。

#### (1)新バージョンにおけるプロダクト間シーケンス<sup>\*25</sup>の作成と機能分担の決定

自社のユースケースを基に、標準仕様を利用したシーケンスの検討が必要になる。シーケンスの種類は大きく分けると①デプロイ<sup>\*26</sup>（オンボーディング<sup>\*27</sup>とインスタンス化<sup>\*28</sup>）、②更新（ヒーリング制御・スケーリング・ファイル更新）、③撤去（ターミネーション<sup>\*29</sup>）が必要となる。これらを実現するために、VNF Instance<sup>\*29</sup>、Virtual Resource<sup>\*30</sup>、VNF Package<sup>\*31</sup>のリソースオーナー<sup>\*32</sup>を担うプロダクトを決定し、シーケンスの作成が必要となる。

#### (2)機能分担に基づいたError-handling<sup>\*33</sup>方式と手動復旧手順の決定

ETSI GS NFV-SOL 003の仕様にはError-handlingの方針と仕様が記載されているが、サポートしている機能と実装依存のError Caseはしっかりまとめていく必要がある。特に、通信NG時の検知方法と復旧方法、ユースケースごとにRetry方式で復旧するかRollback方式で元に戻すか、VNF LCM (LifeCycle Management)<sup>\*34</sup>が失敗したときのError-codeと復旧方式の確認は必要である。

#### (3)利用するParameter値の決定

ETSI NFVの標準化では、さまざまなユースケースに対応できるように多数のParameterとAttributeが定義されており、インフォメーションフローのオプションも多数用意されている。そのため、(1)のシーケンスおよび(2)の採用したError-handling方式に基

づいて、主要Parameterがどのように複数システムで交換されていくのか、VNFD (VNF Descriptor)<sup>\*35</sup>に何を記載すべきか、またユースケース実現のために必要なParameterとAttributeはどれかを1つずつ確認する。特に、VNFとネットワークの接続情報、信頼性維持のための冗長構成を組むVMの配置方針、仮想リソース制御で利用するVIMやVNFの識別子、これらが各装置で一意に判断できるためのネーミングルールなどを決めていく必要がある。

これらの検討により、シーケンス、Error-handling、各Parameter値などをしっかりドキュメント化し、各製品の接続条件としてそれぞれのベンダに要求することが大切である。なお、ドコモは次回以降のアップグレードが円滑に実現できるように、シーケンス (Procedure)、装置間のParameter交換 (Key information exchange)、REST (REpresentational State Transfer)<sup>\*36</sup>環境における競合条件 (dependent and non-dependent side procedure)、主要なエラーケース (Error-case) をETSI GS NFV-SOL 016として標準化することに貢献した。

### 3.3 オンラインアップグレード

ドコモの仮想化基盤システムでは、400以上のコアネットワーク装置のVNFが運用されており、これらの装置への悪影響は、ユーザの通信が繋がりにくくなったり、停止したりといったユーザサービスの低下に直結する。そのため、NFVO、VNFMのアップグレードにあたっては、運用中のVNFが提供している通信サービスへ影響を与えないことが求められる。

通信サービスへ影響を与えずに、NFVO、VNFMのアップグレードを行うためには、以下の要件が存在する。

\*25 シーケンス：システム間や機能ブロック間などで取り決める処理の順序。

\*26 デプロイ：アプリケーションをそれらの実行環境に配置して展開すること。

\*27 オンボーディング：VNF PackageをMANOシステムへ登録すること。

\*28 ターミネーション：VNFを停止し、仮想化基盤上から削除すること。

\*29 VNF Instance：MANOシステムによって仮想化基盤上に構築（インスタンス化）されたVNFの実体。

\*30 Virtual Resource：仮想化されたハードウェアリソース（CPU、メモリ、ハードディスクなど）。

\*31 VNF Package：VNFの機能、動作を定義したVNFD（\*35参照）、付帯情報、VNFイメージをパッケージ化したもの。

\*32 リソースオーナー：VNF Instance、Virtual Resource、Packageのリソースの管理元システム。

\*33 Error-handling：エラー発生時の処理方法。

\*34 VNF LCM：VNFのライフサイクル処理。

\*35 VNFD：仮想化基盤上に構築するVNFの定義ファイル。

## ①VNFの再構築が不要であること

アップグレードの1つの方法として、旧システムとは別に構築した新システム上で、新たなVNFを構築（インスタンシエーション）し、VNFを切り替える方法が考えられる。しかし、コアネットワーク装置によっては、VNFの切替え時に通信サービス影響が発生すること、400以上のVNFの再構築、切替えには、膨大な期間とコストが必要となることから、VNFの再構築を不要とする必要がある。

## ②運用中のVNFに対するライフサイクルが実行可能であること（一定時間の停止は許容）

仮想化基盤システムでは、ライフサイクルの1つであるヒーリング制御によって、ハードウェア障害時の信頼性を向上させている。具体的には、ハードウェア障害時にVNFを構成するVMを別の正常なハードウェア上に再生成し、冗長性を維持する。ヒーリング制御ができない場合、VNFの冗長性が維持できず、次のハードウェア障害発生によりVNFの通信サービスに影響が出るリスクが高くなる。そのため、ヒーリング制御については継続して実行可能とする必要がある。

## ③アップグレード作業は切戻しが可能であること

万々に備え、異常時にはアップグレードを切戻し、正常運用に復旧できることが必要となる。

これらの要件を満たし、通信サービスへの影響を与えないことなく、NFVO、VNFMのアップグレードを実現した。その仕組みを以下に解説する。

## (1)VNF再構築を不要とする仕組み

NFVOとVNFMは、VNFのライフサイクル機能を提供するため、収容するVNFの仮想リソースに関する管理データ（以下、VNFデータ）を保持し

ている。アップグレードに伴うVNFの再構築を不要とするためには、旧システムで管理するVNFデータを新システムへ引き継ぎ、新システムで継続してVNFを運用可能とする必要がある。

一般的に、データを引き継いだシステムのアップグレードの方法としては、OSアップデートのように同一サーバ上で旧システムを新システムに更新する方法や、新システムを旧システムとは別サーバに構築し、データ移行後に切り替える方法が考えられる。本アップグレードでは、対象となるNFVO、VNFMのハードウェア要件が変更となることから、別サーバで新システムを構築し、データ移行後に切り替える方式とした。また、NFVOは、アップグレード対象外のVNFMも含め、複数のVNFMを収容しているため、アップグレードは、**図4**に示すとおり、NFVO、VNFMの2段階で行うこととした。

データ移行については、2段階目のVNFMのアップグレード時にNFVOとVNFMの双方で新形式のデータへの変換が必要となる。アップグレードするNFVO、VNFMは、ETSI NFV Stage3仕様に準拠した製品となるため、現行システムとは機能分担の一部変更が伴い、管理するVNFデータの構造やシステム間IFのParameterが大幅に異なる。そのため、現行システムから新システムへデータを移行するには、NFVO、VNFMをまたがった複雑かつ大量のデータ変換、整合が必要となることが分かった（**図5**）。これらの処理の開発には、製造ベンダが異なるシステム間でのデータ変換を行う必要があること、また、さまざまなデータパターンを考慮する必要があることから、移行データに誤りが発生するリスクがある。そこで、移行データの信頼性を確保しつつ、効率的にデータ移行する仕組みとして、データ変換、整合処理を開発するのではなく、NFVO、VNFMの基本的なライフサイクル機能であるイン

\*36 REST：APIの1つで、各リソース（URL）に対してGET、POST、PUT、DELETEでリクエストを送信し、レスポンスをXMLやjsonなどで受け取る形式のこと（レスポンスのフォーマット形式は指定されていない）。

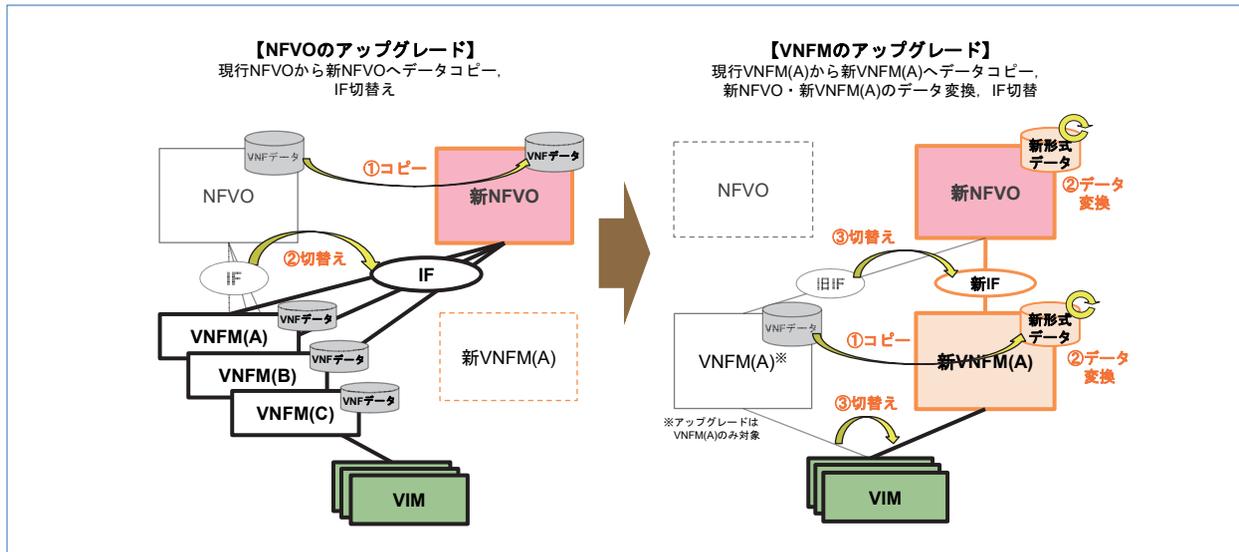


図4 アップグレード方法

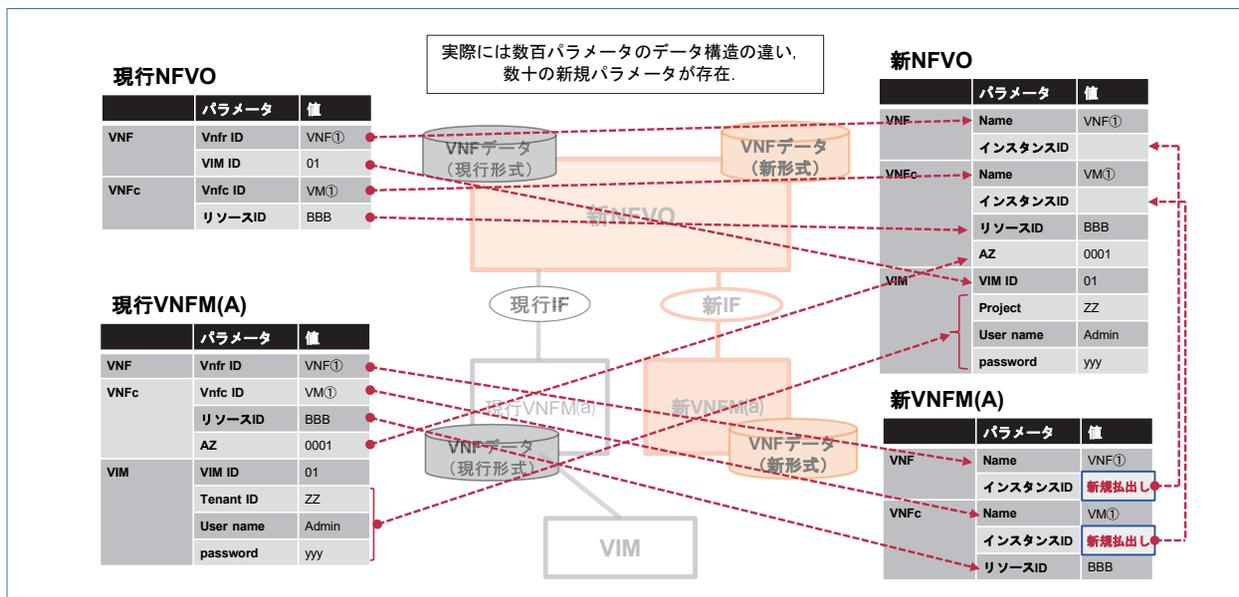


図5 データ変換・移行イメージ

スタンシエーション機能を利用する方式を検討した。インスタシエーションは、VNFの機能、動作を定義したVNFD、VMイメージを含むVNF Pack-

ageを基に、NFVO、VNFM、VIMが連携し、NFVI (NFV Infrastructure)\*37上に新たなVNFを構築する機能である。このインスタシエーションを、

\*37 NFVI：仮想化基盤を構成する汎用サーバ、ストレージ、ネットワーク機器の総称。

NFVI上に新たなVNFを構築することなく、新システム（NFVO、VNFM）間でのみ疑似的に実行させることで新形式のデータを生成する。これを疑似インスタンスーションと呼ぶ（図6）。現行システムで運用中のVNFを、新システム上で疑似インスタンスーションすることにより、新システム（NFVO、VNFM）上に新形式のVNFデータが生成されるため、新たなデータ変換処理を開発することなく、運用中VNFのデータを移行することを可能とした。

疑似インスタンスーションによるデータ移行を実現するため、新NFVO、新VNFMでは、移行機能として、それぞれ以下の対応を行っている。

(a)疑似インスタンスーションの自動化（新NFVO）

従来、インスタンスーションは、VNF Packageを登録した上で、VNFごとに保守者がNFVOを操作する必要がある。しかし、400以上の

VNFデータを移行するため、保守者の稼働の増大や、設定ミスが懸念される。そこで、インスタンスーション時に設定が必要な情報を自動で抽出する仕組みとした（図6(a)）。

(b)インスタンスーション処理の終端（新VNFM）

通常のインスタンスーションでは、VNFMがVIMへの仮想リソース制御を行うが、疑似インスタンスーションでは新VNFMで処理を終端し、VIMへの仮想リソース制御を行わない。本来は、VIMへの仮想リソース制御の結果、運用中VNFの仮想リソースID情報（生成されたVMなどの仮想リソースのID情報）をVIMから収集することになるが、この制御の代わりとして、事前に仮想リソースID情報を現行VNFMから新VNFMへ移行しておき、疑似インスタンスーション処理でこの情報を取

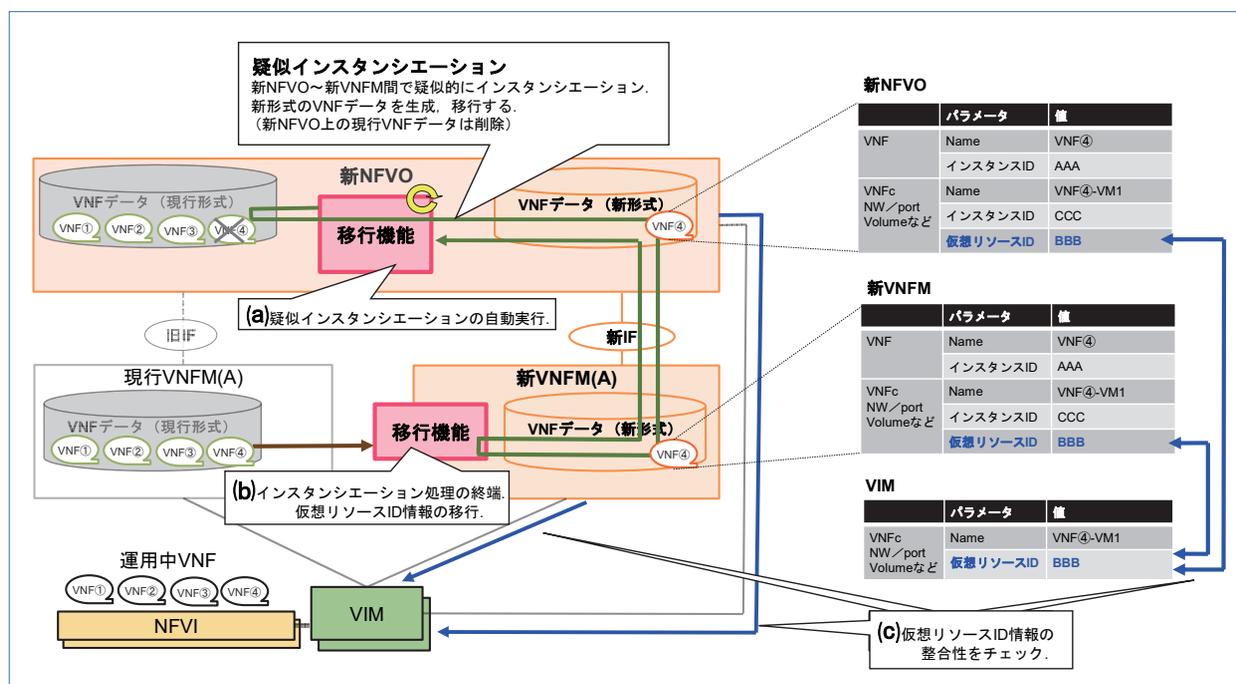


図6 疑似インスタンスーションの仕組み

り込む。これにより、VIMへの仮想リソース制御を実施せずに、インスタンスエーション処理を可能とした（図6(b)）。

(c)システム間の移行データ整合（新NFVO，新VNFM）

新NFVO，新VNFMに，疑似インスタンスエーションの結果生成されたVNFデータ内の仮想リソースID情報を，VIMで管理される仮想リソースID情報と突合チェックする仕組みとし，新NFVO，新VNFM，VIMの各システムでデータ整合性を確保した（図6(c)）。

(2)ヒーリング制御継続の仕組み

疑似インスタンスエーションでデータ移行済みのVNFは，新システムへの切替えが完了するまで，ライフサイクルの実行ができなくなる。また，疑似インスタンスエーションにより，移行データの信頼性を向上させた一方で，400以上のVNFを処理するため，全VNFのデータ移行には時間が必要となり，ヒーリング制御の実行不可期間が許容時間を超えて

しまう（図7）。

そこで，データ移行期間中は，復旧手段を限定することで，VNFM単独でヒーリング制御を実行可能とする方式とした。NFVOの仮想リソース管理機能を利用しない限定的なヒーリング制御機能をシミュレートする仕組み（移行機能）を新VNFMに追加し，データ移行期間中はVNFM～新NFVOの接続を，VNFM～新VNFMに切り替えることで，ヒーリング制御継続を実現した（図8）。なお，NFVOの仮想リソース管理機能を利用できないため，データ移行期間中のヒーリング制御は，保守者が仮想リソース状況を確認した上で実行可能なマニュアルヒーリング制御に限定した。

(3)切戻し

問題発生時の迅速な復旧，リトライを可能とするため，アップグレード作業における切戻しは，可能な限り細かい単位で実行できる考慮が重要である。本アップグレードでは，データ移行および新システムへの切替え工程ごとに切戻しを考慮した。

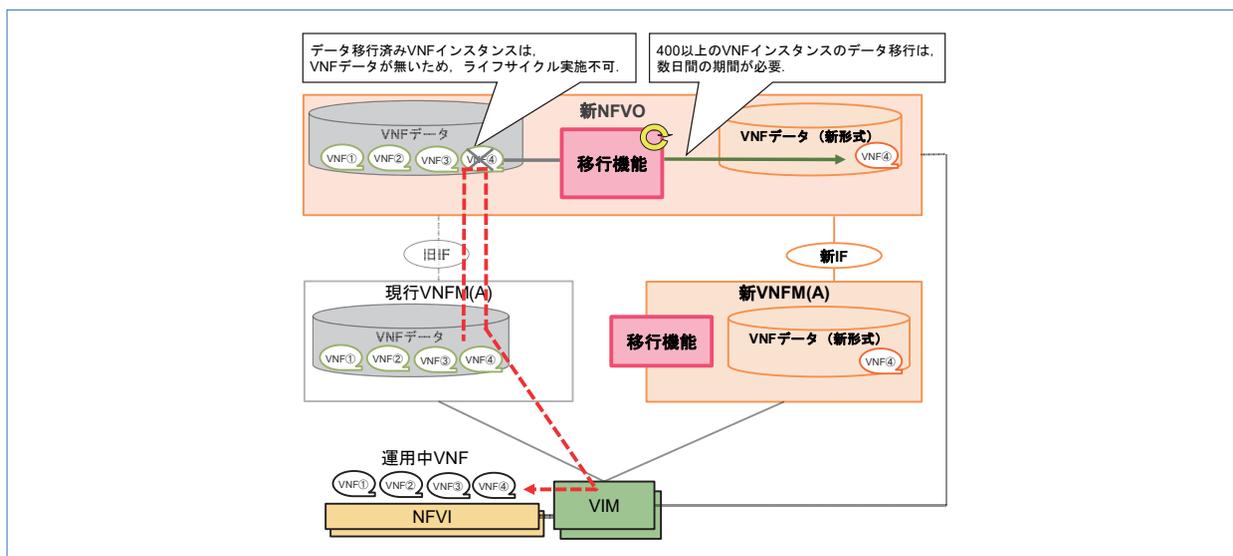


図7 データ移行中のVNFライフサイクル継続の課題

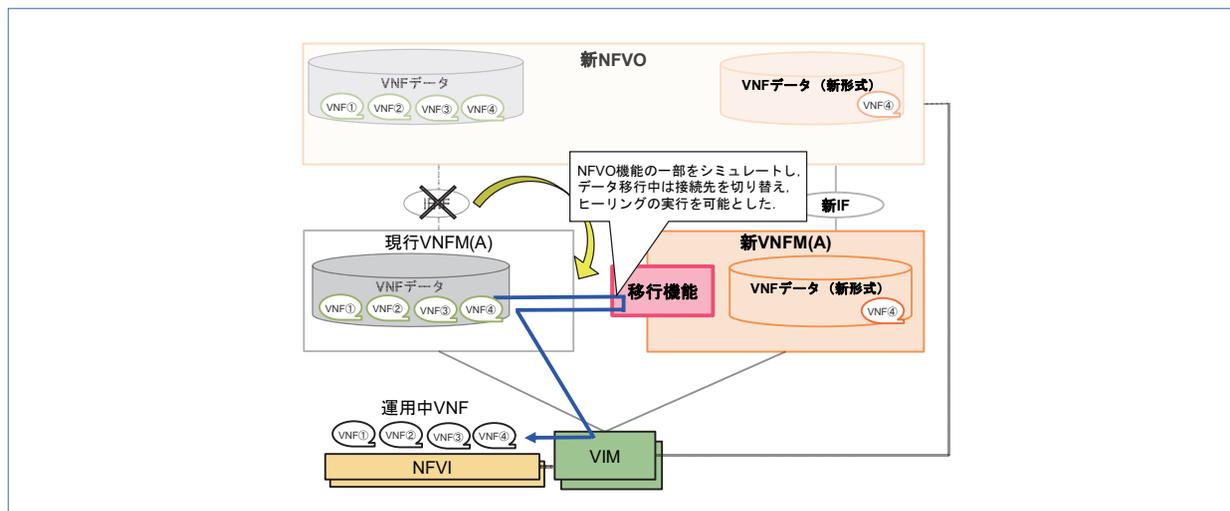


図8 データ移行中のヒーリング継続の仕組み

疑似インスタンシエーションによるデータ移行は、保守者が選択したVNF単位に実行可能とし、エラー時のロールバック機能を備えた。これにより、VNF Packageの作成ミスやデータ不具合による問題が発生した場合でも、何度でも切戻し、リトライを可能としている。また、データ移行完了後の新システムへの切替作業では、ネットワークを切り替えることで簡易に旧システムに切り戻すことを可能とした。これらは、検証における問題発生時のデータ修正などの対処、迅速なリトライのためにも活用され、短期間での検証完了の実現にも繋がった。

## 4. あとがき

本稿では、ドコモ仮想化基盤システムにおけるNFVO、VNFMのアップグレードの取組みと通信サービス無停止によるオンラインアップグレードを実現した手法を解説した。本取組みにより、NFVO、VNFMのアップグレード手法を確立するとともに、ETSI NFV Stage3準拠の製品が相互運用されるマ

ルチベンダ環境を実現した。

今後は、より効率的なアップグレード実現のため、引続きETSI NFVへの積極的な貢献、オープンな場におけるオペレータ間の連携や、ベンダへの製品化の働きかけを行っていく。また、マルチベンダ製品の相互接続性確保のためのPlugtest<sup>\*38</sup> [5] の推進と活用も進めていく予定である。

## 文献

- [1] 音, ほか: “通信ネットワークにおける仮想化技術の適用,” 本誌, Vol.24, No.1, pp.6-11, Apr. 2016.
- [2] 鎌田, ほか: “ドコモネットワークにおける仮想化基盤システムの実用化,” 本誌, Vol.24, No.1, pp.20-27, Apr. 2016.
- [3] ETSI: “Network Functions Virtualisation (NFV).” <https://www.etsi.org/technologies/nfv>
- [4] ETSI: “Directory Listing/ISG/NFV/Open/Publications\_pdf/Specs-Reports.” [https://docbox.etsi.org/ISG/NFV/Open/Publications\\_pdf/Specs-Reports](https://docbox.etsi.org/ISG/NFV/Open/Publications_pdf/Specs-Reports)
- [5] ETSI: “NFV&MEC IOP Plugtests 2021.” <https://www.etsi.org/events/1935-nfv-mec-iop-plugtests-2021>

\*38 Plugtest: NFVの導入と相互運用性を加速させるため、ETSI NFVで実行されているさまざまな組織間（プロダクトベンダなど）での共同テストプログラム。