

国際標準化の最新動向と期待

KDDI株式会社 技術企画本部標準化推進室長 古賀正章

2020年3月10日

アジェンダ

■ NWアーキテクチャの変わり目

—— 仮想化とその進展

■ 標準化における検討状況

—— 標準化における仮想化やオープン化への対応

■ 標準化活動の今後

—— 標準化活動の時代推移

—— 標準化活動に共通する特徴と人材育成の重要性

—— 標準化活動に期待すること

NWアーキテクチャの変わり目

仮想化とその進展

出典：IPネットワーク設備委員会(2019 7/20 KDDI総合研究所資料)

NW Architecture の推移

1.0

専用物理機器上に
個別のNW機能を実装

PNF

2.0

汎用物理サーバ上に
仮想化されたNW機能を実装

VNF

3.0

クラウド環境上に
クラウドネイティブ化
されたNW機能を実装

CNF

インフラレイヤの効率化
➔ NW機能の仮想化

インフラレイヤの抽象化
➔ NW機能のクラウドネイティブ化

OSS/BSS

Orchestrator

VNFs

OpenStack / VMware

(Bare Metal) Server

仮想レイヤの導入により、**インフラレイヤの効率的な利用**を目的とする。**管理対象の増加やカーネルレイヤでの複雑性が上昇**。オーケストレータを利用した複雑性への対処が一般的。

OSS /BSS

Orchestrator

クラウドネイティブ
管理技術

VNFs

CNFs

OpenStack /
VMware

Kubernetes

(Bare Metal)
Server

Any Cloud

クラウドネイティブ管理技術の活用により、**インフラレイヤの抽象を行う事で**、NW機能のより効率的なインフラレイヤ利用が検討され始めている。

クラウドネイティブ

出典：IPネットワーク設備委員会(2019 7/20 KDDI総合研究所資料)

クラウド ネイティブの定義

「クラウドネイティブ技術により、パブリッククラウド、プライベートクラウド、ハイブリッドクラウドなどの昨今のダイナミックな環境において、スケーラブルなアプリケーションを構築および実行可能とする。このアプローチの代表例に、コンテナ、サービスメッシュ、マイクロサービス、イミューダブルインフラストラクチャ、および宣言型APIがある。」(CNCF Cloud Native Definition v1.0)

仮想化環境の導入による効果と課題

- 仮想化環境の導入により、インフラ(HW)の共通化による調達時間などサービスインにかかる時間短縮を実現。
- 単なるPNFのコードを移植したため、運用の煩雑さ、大規模化での課題顕在化。プラットフォームの見直しが多数発生(と聞いている)。

従来のNFVからクラウドネイティブネットワークへの移行

- NFVにおける課題解決やサービス品質向上を目的とし、より早いサイクルでのNW機能改修・高度な運用管理自動化を実現するため、サービスメッシュ・マイクロサービスなどクラウドネイティブ技術の適用が検討され始めている。
- 5Gコア機能に関して、NW機能開発の効率化を目的の一つとし、クラウドネイティブ技術が利用されている。

テレコム業界におけるクラウドネイティブネットワークの動向

- Linux Foundationを代表とするオープンソースコミュニティを中心に検討が活発化している
 - CNCFにおいてTelecom Users Groupが発足し、オペレータとベンダによるクラウドネイティブ技術を活用したNWアーキテクチャについて議論が始まった。
 - ONS、KubeConなどオープンソースカンファレンスにて、各オペレータからクラウドネイティブネットワークの検討・要求事項などが共有されている。

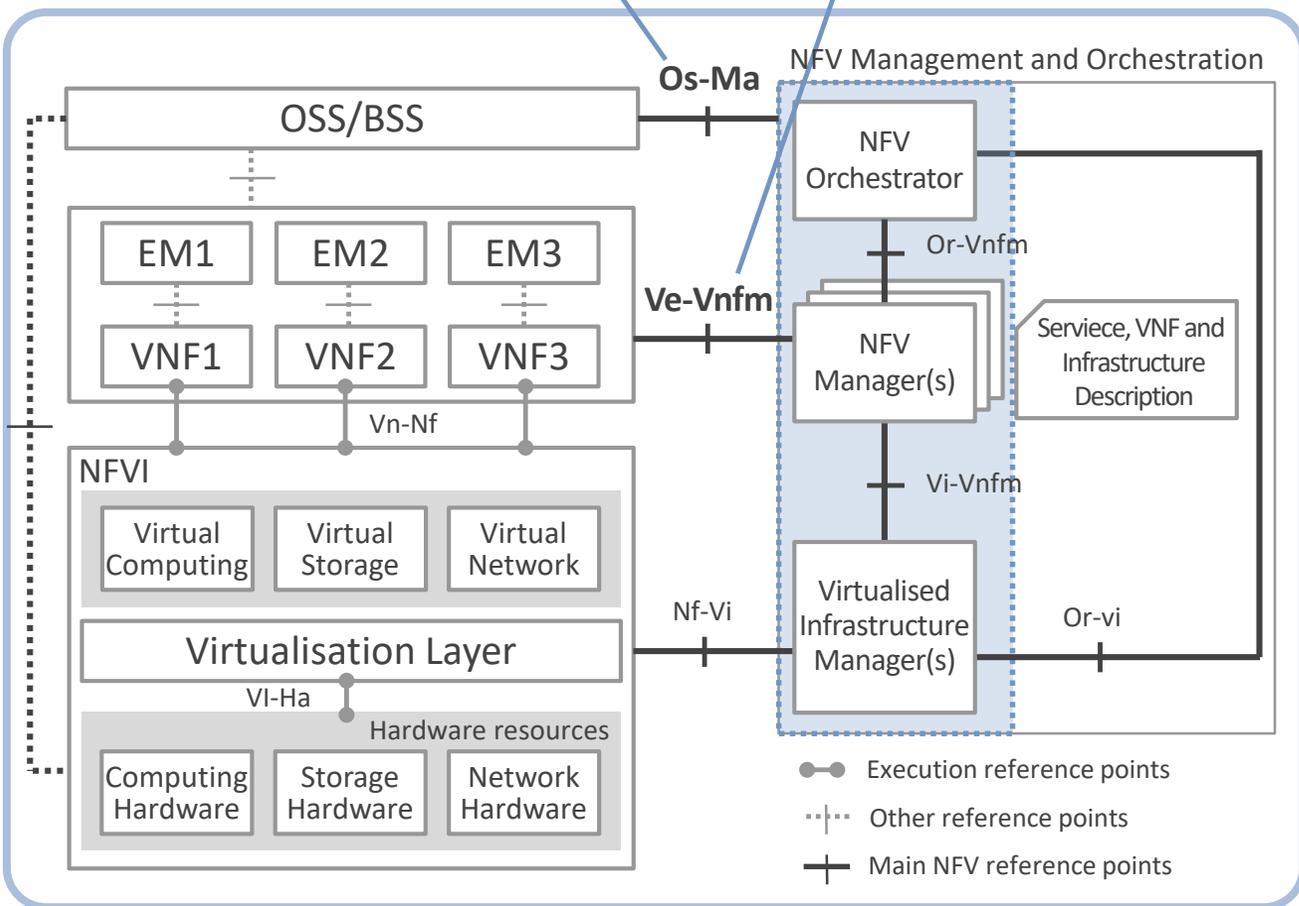
標準化における検討状況

ETSI NFV動向

出典：IPネットワーク設備委員会(2019 7/20 KDDI総合研究所資料)

ETSI NFVは、NFVアーキテクチャの検討を初期からリードし、標準リファレンスモデルとしての地位を確立。多くのNFV製品に加え、近年はオープンソース業界(LF ONAP)でも参照されている状況。

Release2 例 IFA013 SOL005 IFA008 SOL002 ...



2015.1 発行

Release 1

- 主にユースケース、及びアーキテクチャ
- NFVO、VNFM、VIMの3レイヤー構成

2016.4 発行

Release 2

- 機能間インタフェース及びNS/VNFのディスクリプタ(設計)
- IFAでは、インフォメーションモデルを規定
- SOLでは、プロトコルとデータモデルを規定

2018.6 発行

Release 3

- 商用実装に向け、より実用的な機能群を策定
- 例) ポリシー、ライセンス管理、マルチサイト対応

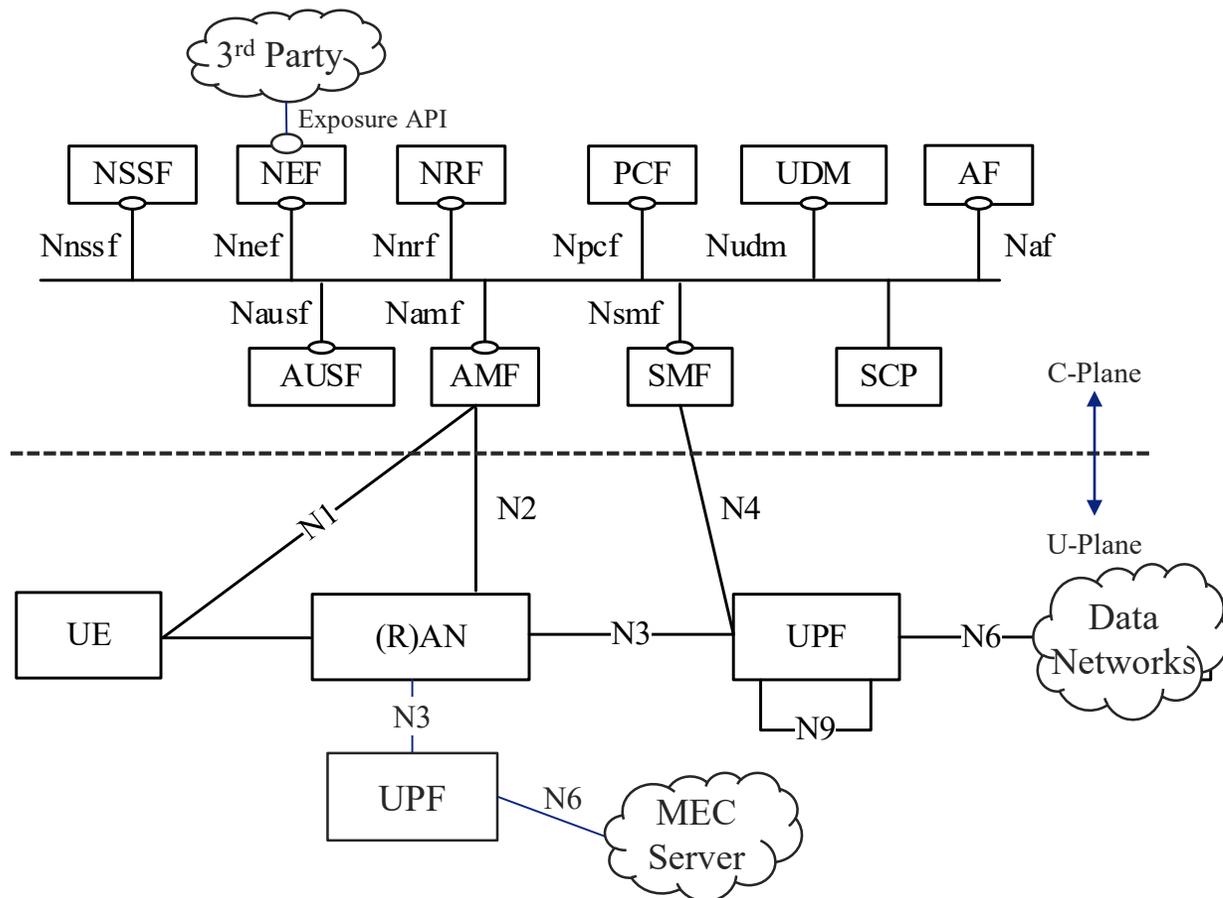
現在 Release 4 に向け議論中

- NFVIレイヤの不足機能の仕様化
- ライフサイクル管理の自動化
- 運用面の考慮

3GPP動向 : 5G Core NWのアーキテクチャ

5G Core NW _ Service Based Architecture (SBA)

5G Core Networkは、仮想化技術と親和性の高い新アーキテクチャを採用。3GPP Release 15で標準化され、Release 16以降も進化を続ける。



C-Plane/U-Planeの明確な分離

- 多様なユースケース（例：U-Plane機能の柔軟配置を必要とするMEC）に対応しやすい

クラウドネイティブ対応のためのSBA導入

- ソフトとインフラの完全分離、機能間の疎結合化により、運用自動化への対応を考慮
- コアNWのマイクロサービス化、コンテナ対応、C-Plane I/FのWebスケール化
- 3rd Party向けExposure APIを規定し、WEBサービスと通信インフラを柔軟に連携

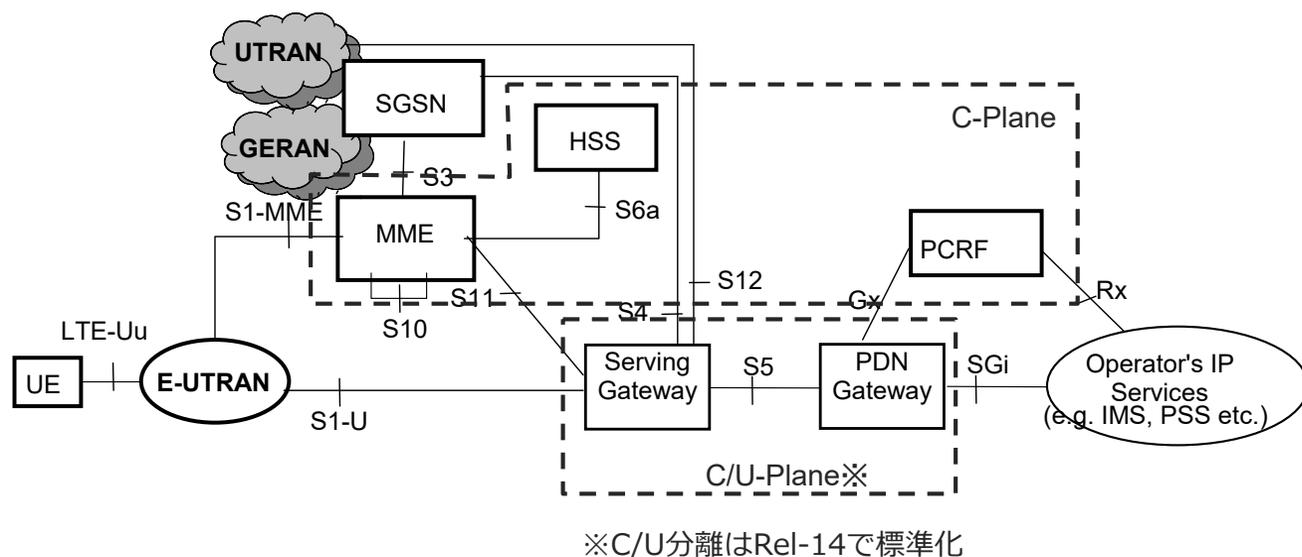
NW Slicing対応

- NW Slice毎のセッション管理

3GPP動向：参考（LTE Core NWのアーキテクチャ）

LTE Core NW

4G LTE用のCore NWとして規定されたEPC（Evolved Packet Core）は3GPP Release 8で規定され、機能拡張が進められてきた。



All IPに対応したCore NW

- 2G/3Gのアーキテクチャを踏襲しながらAll IP化
- 仮想化基盤に実装することは可能

P2PベースのC-plane I/F

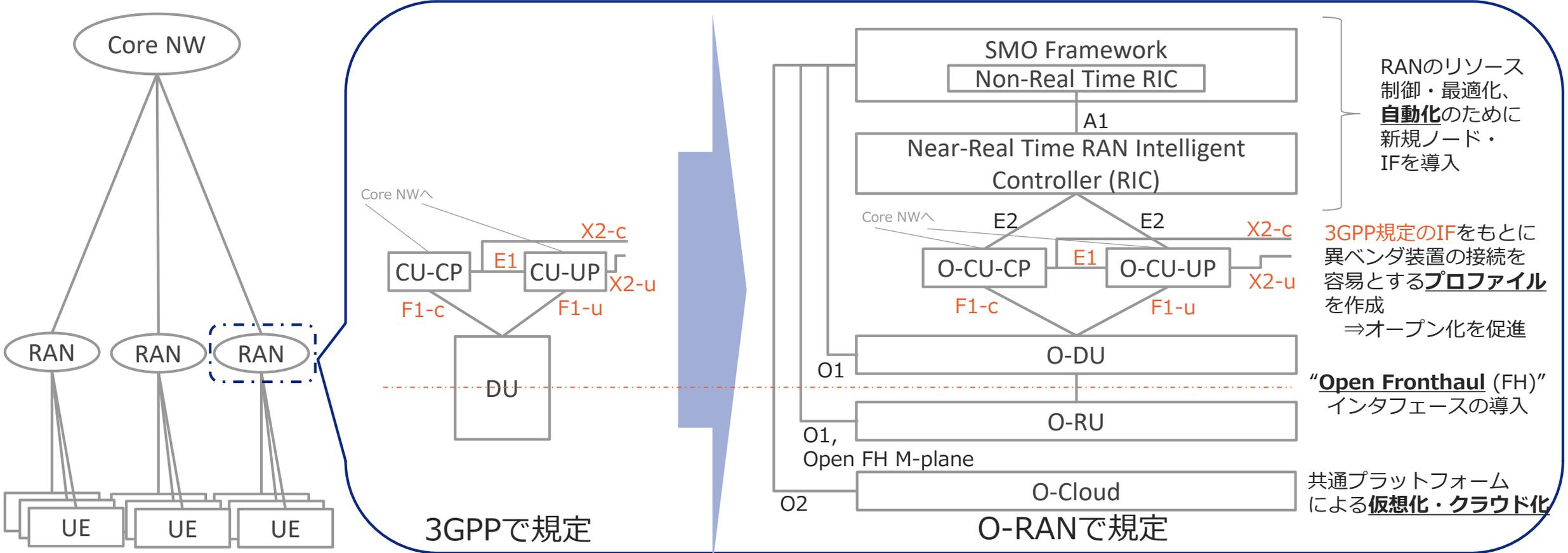
- 従来のC-Planeプロトコル(Diameter, GTP-C)
- 各機能が個別に複雑なステートを持つ

C/U分離に対応

- Release 14で、C-Plane/U-Planeの分離に対応

O-RAN Alliance設立

- “Openness”と“Intelligence”の基本方針の下、オペレータ主導で2018年2月に設立が発表された。
- 相互接続が可能なオープンなインタフェースを推進し、コストの削減を目指す。
- 前身のxRAN Forumの活動を引き継いだフロントホールインタフェースは、徐々に製品化が始まっている。
- AIや機械学習を活用したオペレーションの最適化や自動化、ホワイトボックス化も検討されている。



RANのリソース制御・最適化、**自動化**のために新規ノード・IFを導入

3GPP規定のIFをもとに異ベンダ装置の接続を容易とする**プロファイル**を作成
⇒オープン化を促進

“**Open Fronthaul (FH)**”インタフェースの導入

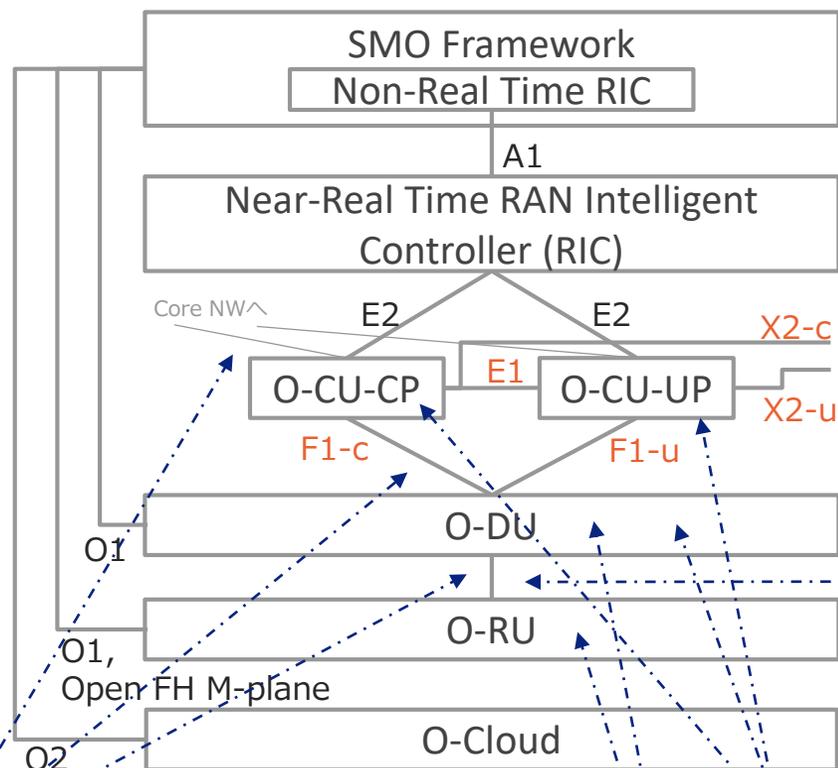
共通プラットフォームによる**仮想化・クラウド化**

3GPPで規定

O-RANで規定

SMO: Service Management and Orchestration
 CU: Centralized Unit, DU: Distributed Unit, RU: Radio Unit
 CP: Control Plane, UP: User Plane

【参考】 O-RAN Allianceの活動とWorkgroup



WG1: Use Cases and Overall Architecture

O-RAN全体のアーキテクチャやユースケースを検討

WG2: The Non-real-time RAN Intelligent Controller and A1 Interface

WG3: The Near-real-time RIC and E2 Interface

RANのリソース制御・最適化、**自動化**のために新規ノード・IFを導入

E2Eネットワークスライスの実現を目指し活動中

WG5: The Open F1/W1/E1/X2/Xn Interface

3GPP規定のIFをもとに異ベンダ装置の接続を容易とする**プロファイル**を作成
⇒オープン化を促進

WG4: The Open Fronthaul Interfaces

異ベンダ装置の接続を可能とするオープンなインタフェース“**Open Fronthaul**”を作成
前身団体のxRAN Forumから活動を引継ぐ。製品でも採用が始まっている。

WG6: The Cloudification and Orchestration

仮想化・クラウド化のために共通プラットフォームの検討

WG8: Stack Reference Design

ハードウェアとソフトウェアを分離するホワイトボックス化のために、ソフトウェアのアーキテクチャや設計を検討

WG7: The White-box Hardware

ハードウェアとソフトウェアを分離するホワイトボックス化のために、ハードウェアのリファレンスデザインを検討

SMO: Service Management and Orchestration
CU: Centralized Unit, DU: Distributed Unit, RU: Radio Unit
CP: Control Plane, UP: User Plane

WG9: Open X-haul Transport

フロントホール、ミドルホール、バックホールに関するトランスポートネットワークの検討

運用管理・自動化に関する各団体のスコープ



Realization of E2EO

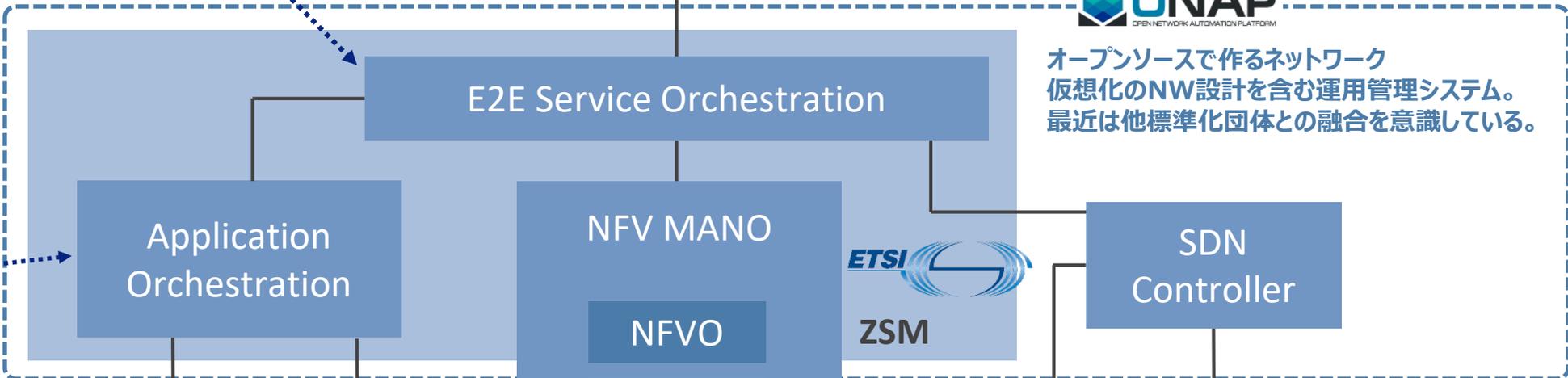
ETSI NFVとの整合を図るオープンソースのネットワーク機能
仮想化マネジメントとオーケストレーションソフトウェア構想



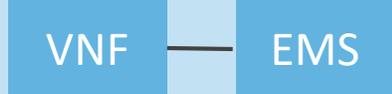
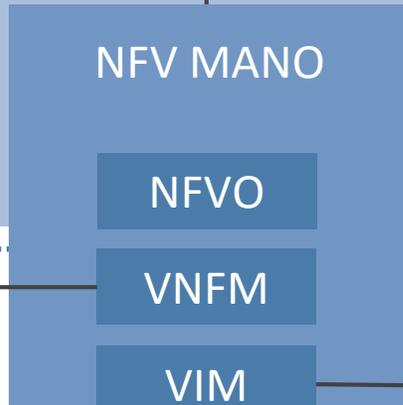
3 GPPネットワークの
プロビ、マネジメントや
O&M・課金アーキテクチャ
に関する仕様の標準化



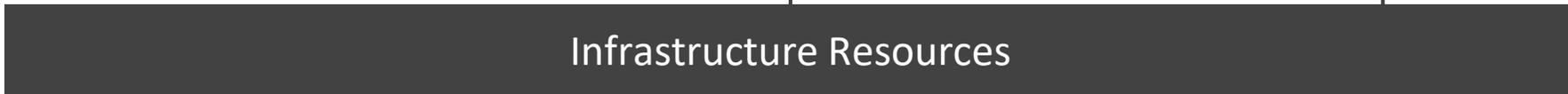
5GやNFVを想定したOSS/BSSの全体フレームワークを策定。
AI活用を想定したサービス・運用、システム間API(OpenAPI)
等の標準化に注力。また、OpenAPIはONAPのNBインター
フェースにも活用されている。



オープンソースで作るネットワーク
仮想化のNW設計を含む運用管理システム。
最近では他標準化団体との融合を意識している。



人手を介さない運用を
含むネットワーク運用
自動化技術の標準化



標準化活動の今後

標準化活動の時代変移

標準化活動の総和

オープンソース系

デファクト標準系 (3GPP, IETF等)

デジュール標準系 (ITU等)

O-RAN
発足

3GPP Rel.2000

3GPP Rel.8

3GPP Rel.15

IMT-2000

IMT-Advanced

IMT-2020

2G以前 / 3G時代(回線交換+IP) / 4G時代(AI IP) / 5G時代

標準化活動に共通する特徴と人材育成の必要性

標準化活動に共通する特徴

- ・ 専門的、俗人的 ⇒長年の経験要
- ・ 仲間意識が強い ⇒団体毎にキーパーソンが存在する

[やりたいこと]

Step1: 情報収集をしたい

【課題】 仲間にどのようにして入るか

← サポート

Step2: 提案を入れて貢献したい

【課題】 仲間にも価値を認められる提案なのか

← サポート

Step3: キーパーソンになりたい

【課題】 業界内で認められる人物なのか

← サポート

[施策例]

キーパーソン紹介

コーチング

草の根作り推奨

会合招致

啓蒙・表彰

標準化活動に期待すること

オープンソース系

- ・ HWやSWの共通プラットフォーム化が進展するだろう
- ・ 実用性の高いコードが作成され、メンテされるだろう
- ・ 従来の通信品質を保つことは重要な要件と位置付けられるだろう

成長性高
リスク有

デファクト標準系

- ・ 3GPPは今後ともモバイルの発展を支えるだろう
- ・ NW Slicingを考慮したEnd to Endの標準化が注目されるだろう
- ・ コネクティッド等、分野を跨った標準化での勝ち馬団体が現れるだろう

安定

デジュール標準系

- ・ 周波数資源及びその共通利用の重要性は揺るがないだろう
- ・ セキュリティ面など、世界的なガイドライン作りが重要となるだろう
- ・ 発展途上国も巻き込みながら、世界的に協調してイノベーションに寄与する国家や人物は、尊敬され続けるだろう

長年に渡り
安定

⇒ それぞれへのバランスのとれた関与が大切

参考：WRC動向

ITU-Rでは、活動の根幹であるWRC(World Radio Conference)において、2027年までの計画を策定している

WRC-19

WRC-23

WRC-27

モバイル

衛星

議題1.13 (IMT特定 24.25-86GHz)  

議題9.1.1 (2GHz帯衛星/地上IMT共用) 

議題9.1.2 (1.5GHz帯放送/IMT共用) 

議題1.5 (Ka帯(28GHz)ESIM-GSO)  

議題1.6 (Q/V帯(48/40GHz)NGSO)  

議題7A (NGSOマイルストーン) 

議題1.2 (IMT特定 3.3-10.5GHz) 

議題1.4 (HAPS基地局)  

議題1.5 (470-960MHz 第1地域) 

議題1.15 (Ku帯(14GHz) ESAV) 

議題1.16 (Ka帯ESIM-NGSO)   

議題1.17 (宇宙間リンク-FSS)  

議題1.18 (衛星IoT)  

想定 (IMT特定)

想定 (HAPS基地局)

議題2.12 (航空IMT)  

議題2.3 (Q/V帯拡張) 議題2.7 (E帯拡張) 

議題2.2 (Q/V帯ESIM-GSO)   

議題2.8 (宇宙間リンク-MSS)  

議題2.13 (衛星IoT)  

 より高い周波数へのシフト

 衛星～モバイル共用

 地上他業務との共用

 NGSO

 ESIM・航空

 新たなアプリ

参考：3GPPリリース動向

3GPPでは、TSG-RAN, TSG-SA, TSG-CTにおいて、各リリースでの標準化計画（フィーチャー、スケジュール）を策定している。Rel-17については標準化対象のフィーチャーについて議論継続中。

Rel-15 (2019.6完成)

- 5G New Radio   
- 5G NSA/SA   
- Massive MIMO 
- 5G CA/DC高速化 
- Service Based Architecture   
- NWスライシング   
- C/U分離 

Rel-16 (2020.6完成予定)

- NR MIMO高度化 
- 2ステップRACH 
- Non Public NW 
- IAB (Integrated Access & Backhaul) 
- Industrial IoT  
- URLLC 
- 5G V2X 

Rel-17 (2021.9完成予定)

- NR XR(AR/VR/MR)  
- 52.6-71GHz band 
- 衛星5G 
- 5Gマルチキャスト・ブロードキャスト 
- NWスライシング高度化   
- Edge Computing高度化 
- ドローン運航管理 

 大容量・高速化

 低遅延・高信頼

 IoT

 ユースケース拡大

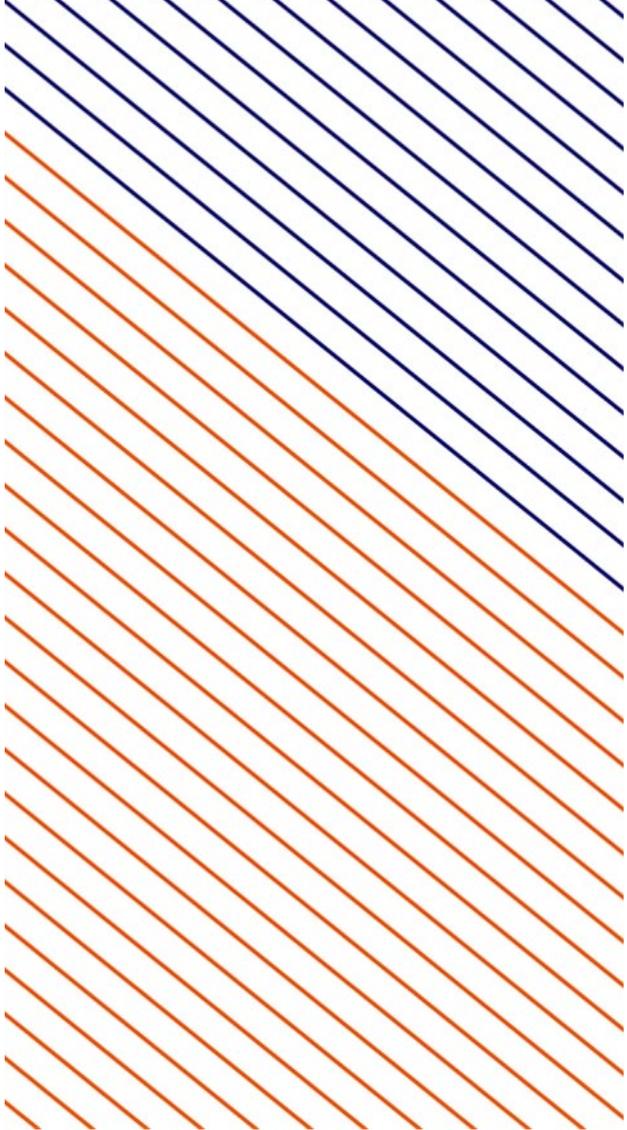
 性能改善

 新たなアプリ

● RANフィーチャ

● Coreフィーチャ

● RAN・Core共通フィーチャ



別添

ネットワーク仮想化の技術動向

KDDI総合研究所 コネクティッドNW部門

2019年7月4日

■ NW仮想化に向けたHW/SWのアーキテクチャ(振り返りを含む)

- HW技術の進展(アプライアンス、ホワイトボックス、汎用サーバ)
- SW技術の進展(IT技術の転用とキャリア要求、クラウドネイティブ)

■ NFVの標準化とオープン化

- 標準化 : ETSI NFV
- オープン化 : RAN、光ネットワーク

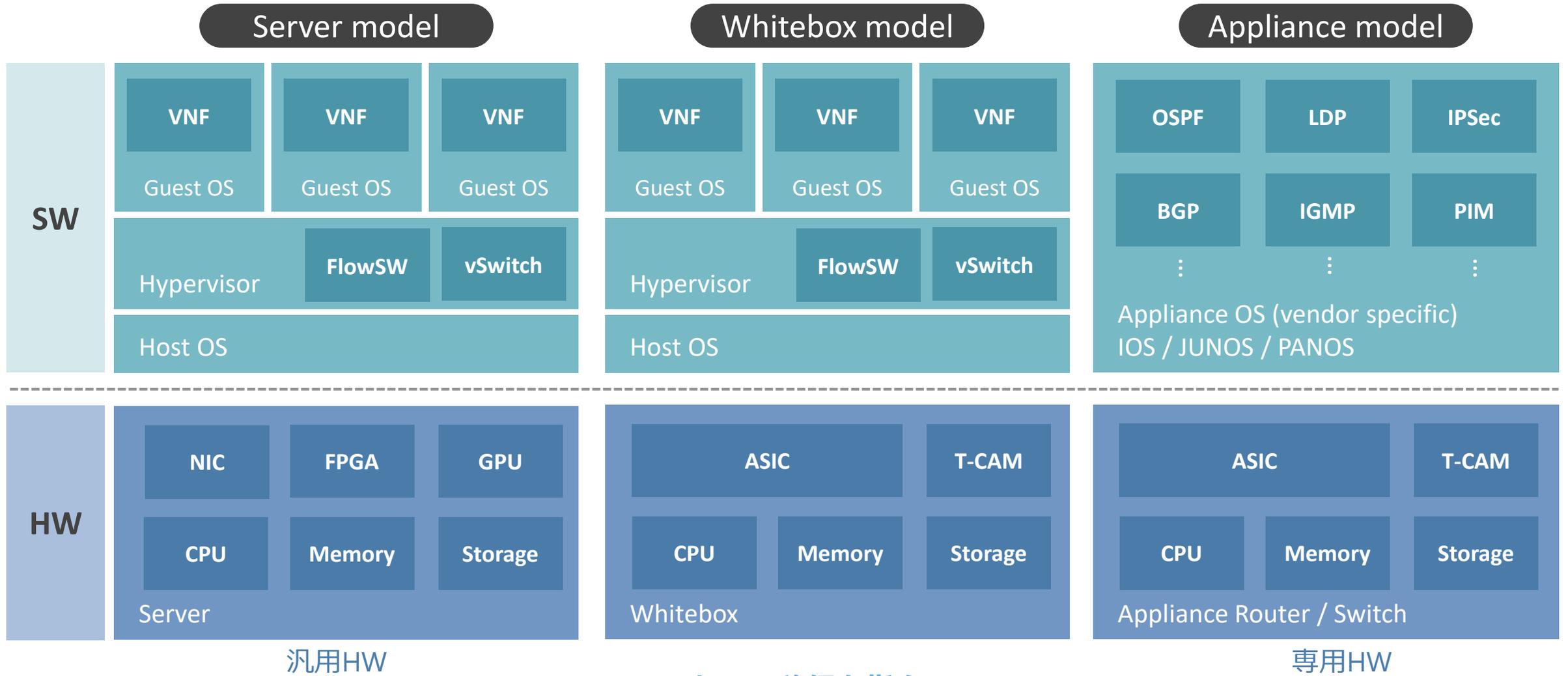
■ NFVの運用管理・自動化

- 標準化 : ETSI ZSM、TM Forum ODA
- オープン化 : LF ONAP

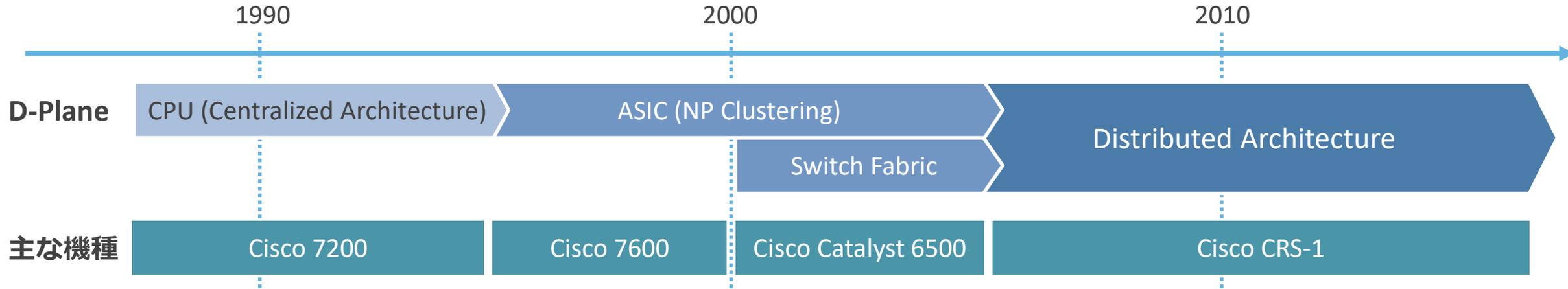
■ まとめ

NW仮想化に向けたHW/SWのアーキテクチャ

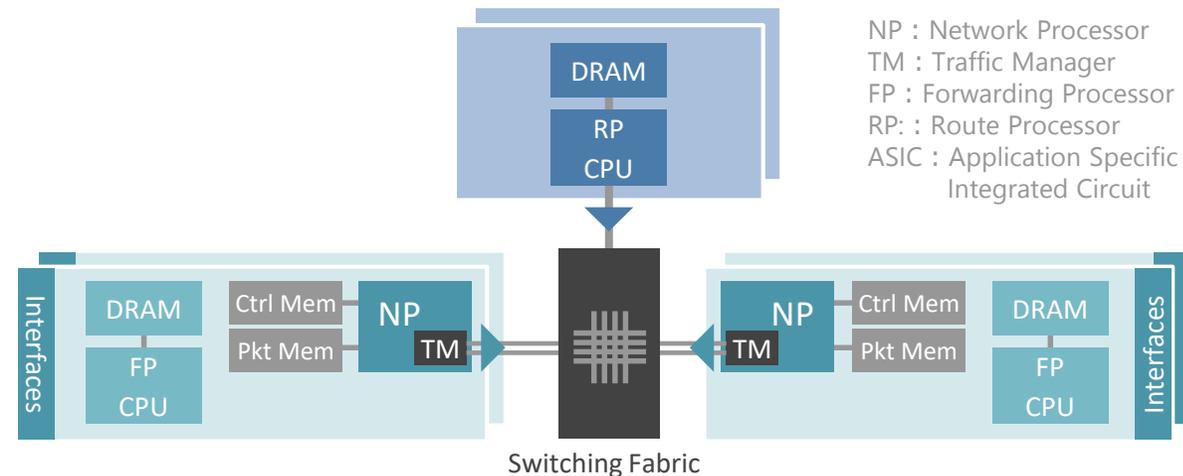
(今一度)Network Functionを実現する手段



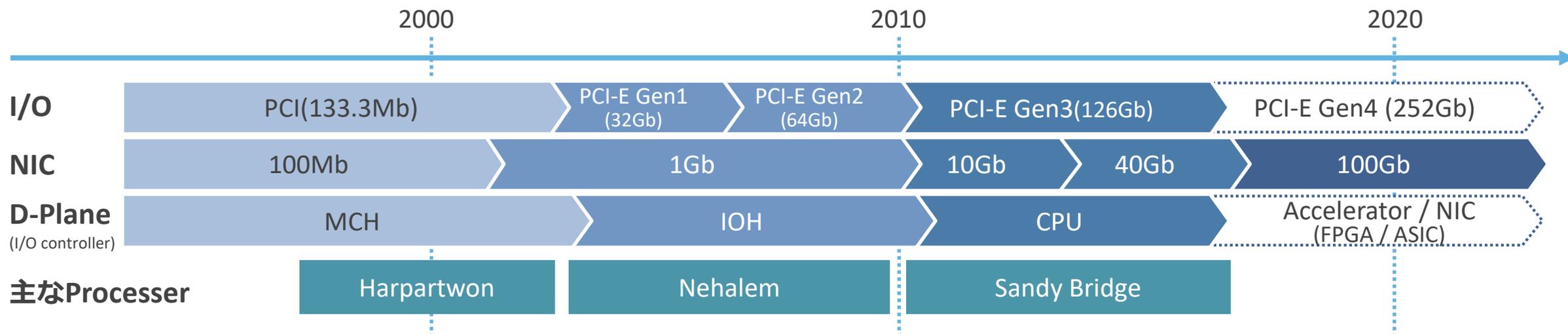
Appliance HW進化の変移



ASIC や Switch Fabric による D-Plane offload の結果として高速・広帯域化は実現したが、Telco 以外での用途はなく、クローズ化がより進んだ。

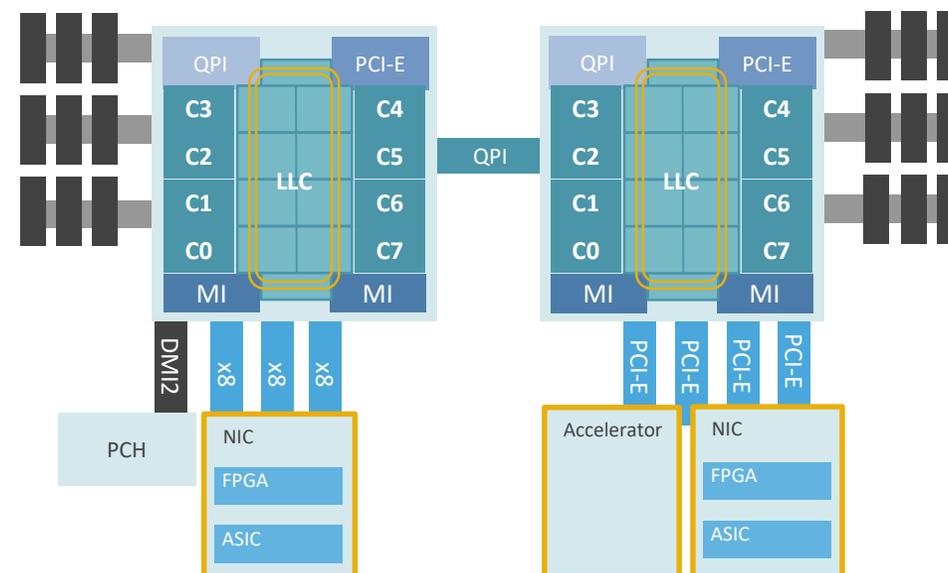


Server HW進化の変移



2010年まではI/OがCPUとは別チップ(MCH/IOH)で提供されていたが、CPUがI/O機能を統合。CPUで計算が難しいもの、帯域幅が必要なものはAcceleratorやNICにoffloadされる。

Accelerator, NIC vendorへの依存が高まる⇒Open化のメリットは？ Offloadの流れはApplianceの歴史の繰り返しでは？



NW Architecture の推移

1.0

専用物理機器上に
個別のNW機能を実装

PNF

2.0

汎用物理サーバ上に
仮想化されたNW機能を実装

VNF

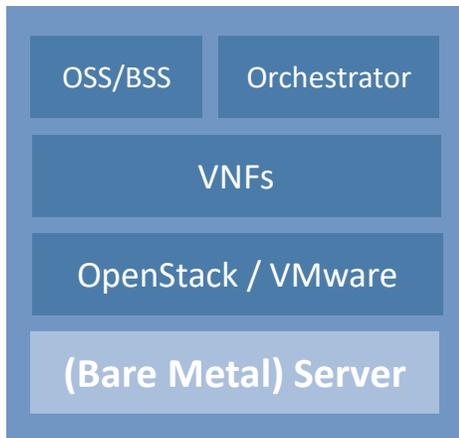
3.0

クラウド環境上に
クラウドネイティブ化
されたNW機能を実装

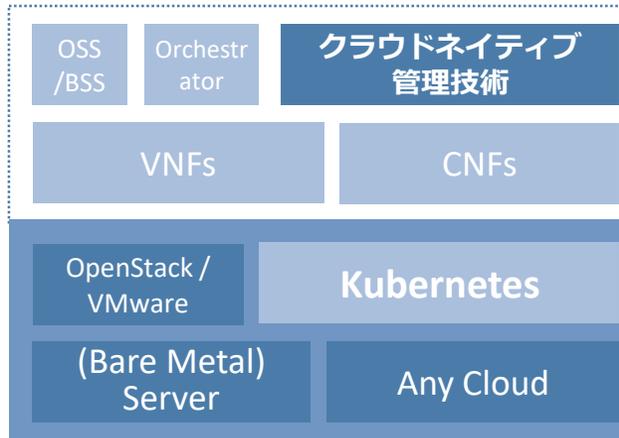
CNF

インフラレイヤの効率化
➔ NW機能の仮想化

インフラレイヤの抽象化
➔ NW機能のクラウドネイティブ化



仮想レイヤの導入により、**インフラレイヤの効率的な利用**を目的とする。**管理対象の増加やカーネルレイヤでの複雑性が上昇**。オーケストレータを利用した複雑性への対処が一般的。



クラウドネイティブ管理技術の活用により、**インフラレイヤの抽象を行う事**で、NW機能のより効率的なインフラレイヤ利用が検討され始めている。

クラウド ネイティブの定義

「クラウドネイティブ技術により、パブリッククラウド、プライベートクラウド、ハイブリッドクラウドなどの昨今のダイナミックな環境において、スケーラブルなアプリケーションを構築および実行可能とする。このアプローチの代表例に、コンテナ、サービスメッシュ、マイクロサービス、イミューダブルインフラストラクチャ、および宣言型APIがある。」 (CNCF Cloud Native Definition v1.0)

仮想化環境の導入による効果と課題

- 仮想化環境の導入により、インフラ(HW)の共通化による調達時間などサービスインにかかる時間短縮を実現。
- 単なるPNFのコードを移植したため、運用の煩雑さ、大規模化での課題顕在化。プラットフォームの見直しが多数発生(と聞いている)。

従来のNFVからクラウドネイティブネットワークへの移行

- NFVにおける課題解決やサービス品質向上を目的とし、より早いサイクルでのNW機能改修・高度な運用管理自動化を実現するため、サービスメッシュ・マイクロサービスなどクラウドネイティブ技術の適用が検討され始めている。
- 5Gコア機能に関して、NW機能開発の効率化を目的の一つとし、クラウドネイティブ技術が利用されている。

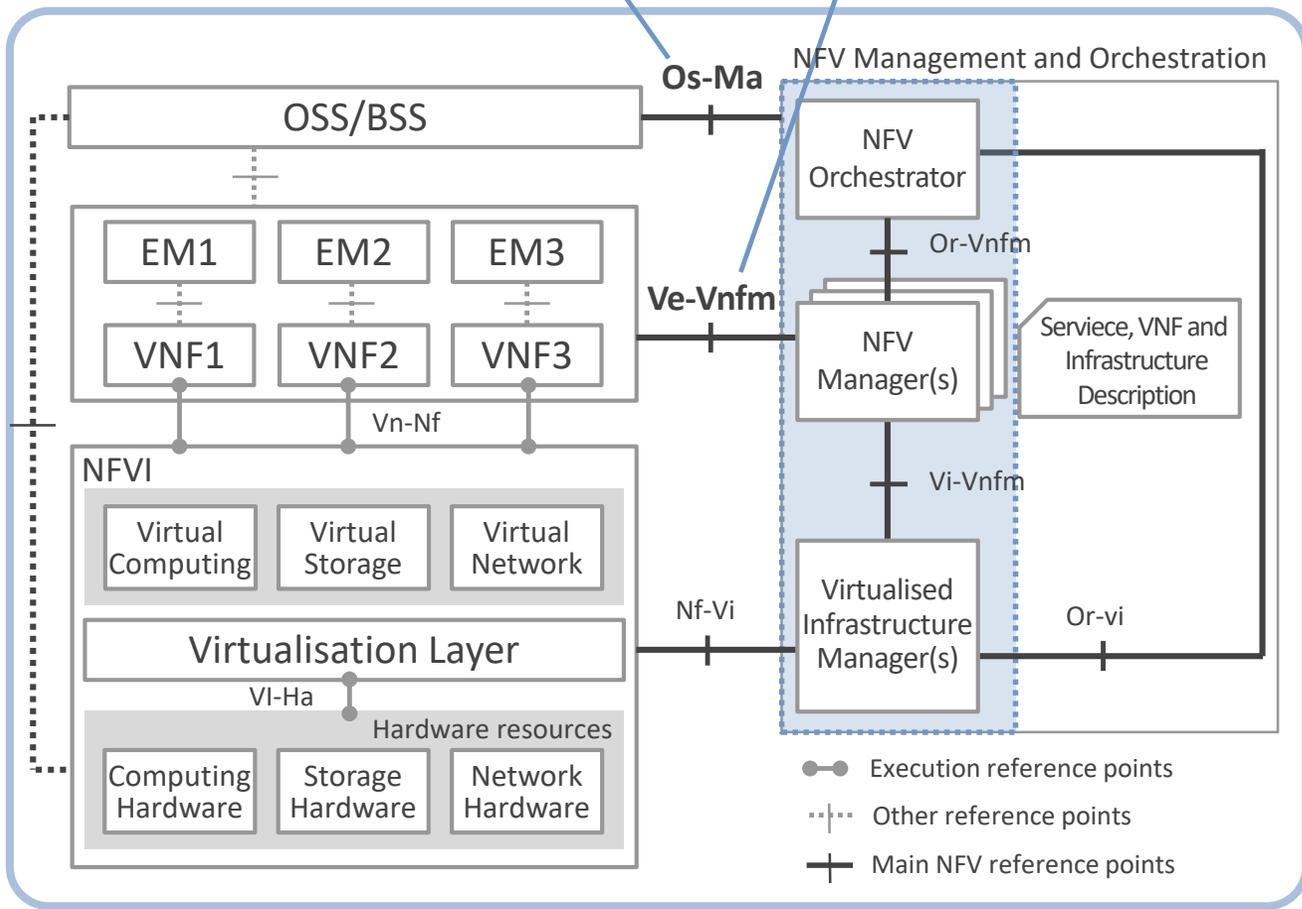
テレコム業界におけるクラウドネイティブネットワークの動向

- Linux Foundationを代表とするオープンソースコミュニティを中心に検討が活発化している
 - CNCFにおいてTelecom Users Groupが発足し、オペレータとベンダによるクラウドネイティブ技術を活用したNWアーキテクチャについて議論が始まった。
 - ONS、KubeConなどオープンソースカンファレンスにて、各オペレータからクラウドネイティブネットワークの検討・要求事項などが共有されている。

NFVの標準化とオープン化

ETSI NFVは、NFVアーキテクチャの検討を初期からリードし、標準リファレンスモデルとしての地位を確立。多くのNFV製品に加え、近年はオープンソース業界(LF ONAP)でも参照されている状況。

Release2 例 : IFA013
SOL005 IFA008
SOL002 ...



2015.1 発行

- Release 1
- 主にユースケース、及びアーキテクチャ
 - NFVO、VNFM、VIMの3レイヤー構成

2016.4 発行

- Release 2
- 機能間インタフェース及びNS/VNFのディスクリプタ(設計)
 - IFAでは、インフォメーションモデルを規定
 - SOLでは、プロトコルとデータモデルを規定

2018.6 発行

- Release 3
- 商用実装に向け、より実用的な機能群を策定
 - 例) ポリシー、ライセンス管理、マルチサイト対応

現在 Release 4 に向け議論中

- NFVIレイヤの不足機能の仕様化
- ライフサイクル管理の自動化
- 運用面の考慮



- マルチベンダーNFV環境を構築。
- ビジネスのためのNFV技術。 物理をそのまま仮想化しても上手くいかない。



- スケーリングやTime to Marketなど提供目的毎に適材適所でNFVを導入する方針。
- Telcoの仮想化は一般ITと異なるため 業界全体で標準化等協調が必要との立場。
- NFV技術の導入だけではなく、スキルセットやカルチャー等組織的な対応が必要。



- NFV導入済み。CostメリットやDelivery短縮の効果が出せていない。
- キャリア、ベンダー等の 業界内でオープンな標準化が必要。ONAPやOPNFVに積極的。

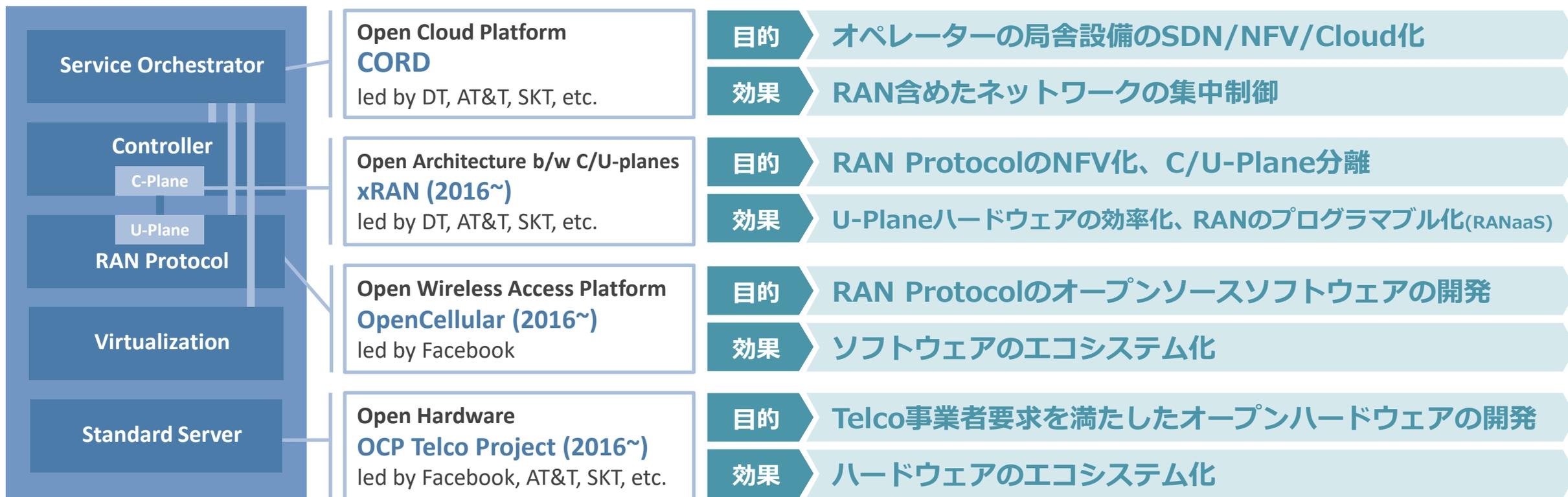


- B2Bで大規模に導入済み（24のVNF用DCを構築）。Delivery短縮とCAPEX削減が目的。
- OTTの参入によってテレコムは 仮想化しないと生き残れないとの意識。

オープン化によるハードウェアの低廉化、仮想化実装の加速化

OTT・オペレータ・チップベンダがオープン化を主導

2017~18年にデモが行われる。製品化や導入も徐々に進展する見込み。



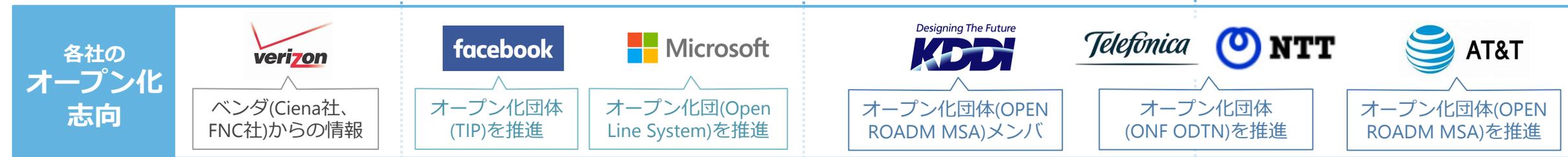
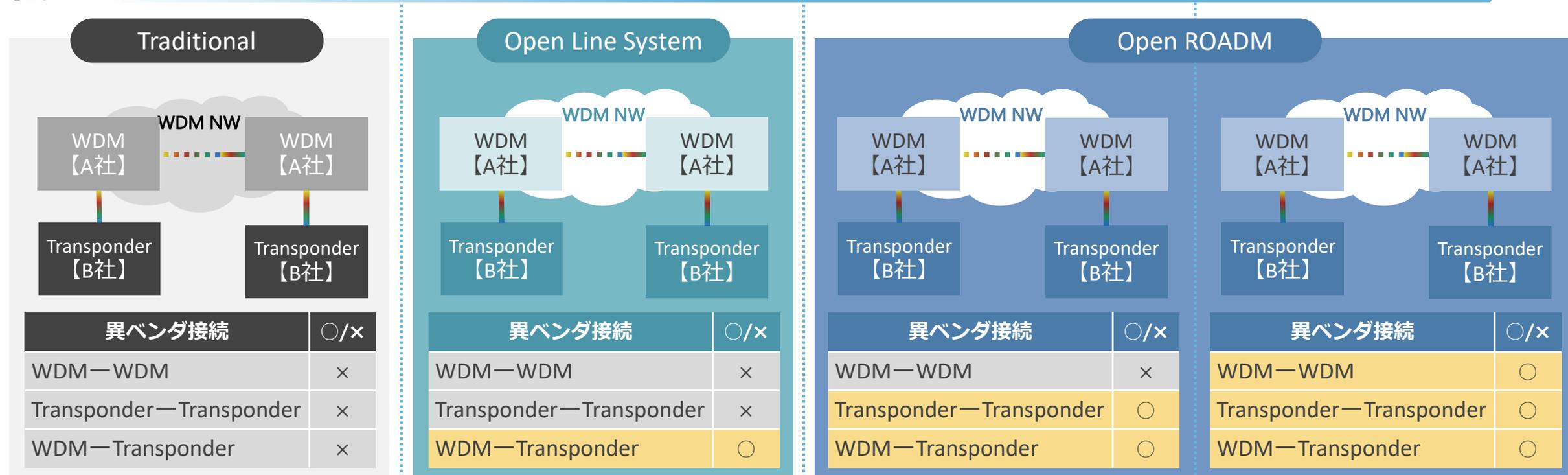
光ネットワークのオープン化と他社動向

主にDCI/メトロ領域においてオプティカルNWのオープン化が活発化している

低

NW柔軟性・実現難易度

高



NFVの運用管理・自動化

運用管理・自動化に関する各団体のスコープ



Realization of E2EO

ETSI NFVとの整合を図るオープンソースのネットワーク機能
仮想化マネジメントとオーケストレーションソフトウェア構想



OSS / BSS

5GやNFVを想定したOSS/BSSの全体フレームワークを策定。
AI活用を想定したサービス・運用、システム間API(OpenAPI)
等の標準化に注力。また、OpenAPIはONAPのNBインター
フェースにも活用されている。



オープンソースで作るネットワーク
仮想化のNW設計を含む運用管理システム。
最近是他標準化団体との融合を意識している。



3 GPPネットワークの
プロビ、マネジメントや
O&M・課金アーキテクチャ
に関する仕様の標準化



SA5

VNF

EMS

NFV MANO

NFVO

VNFM

VIM

NFV



ZSM

SDN
Controller

人手を介さない運用を
含むネットワーク運用
自動化技術の標準化

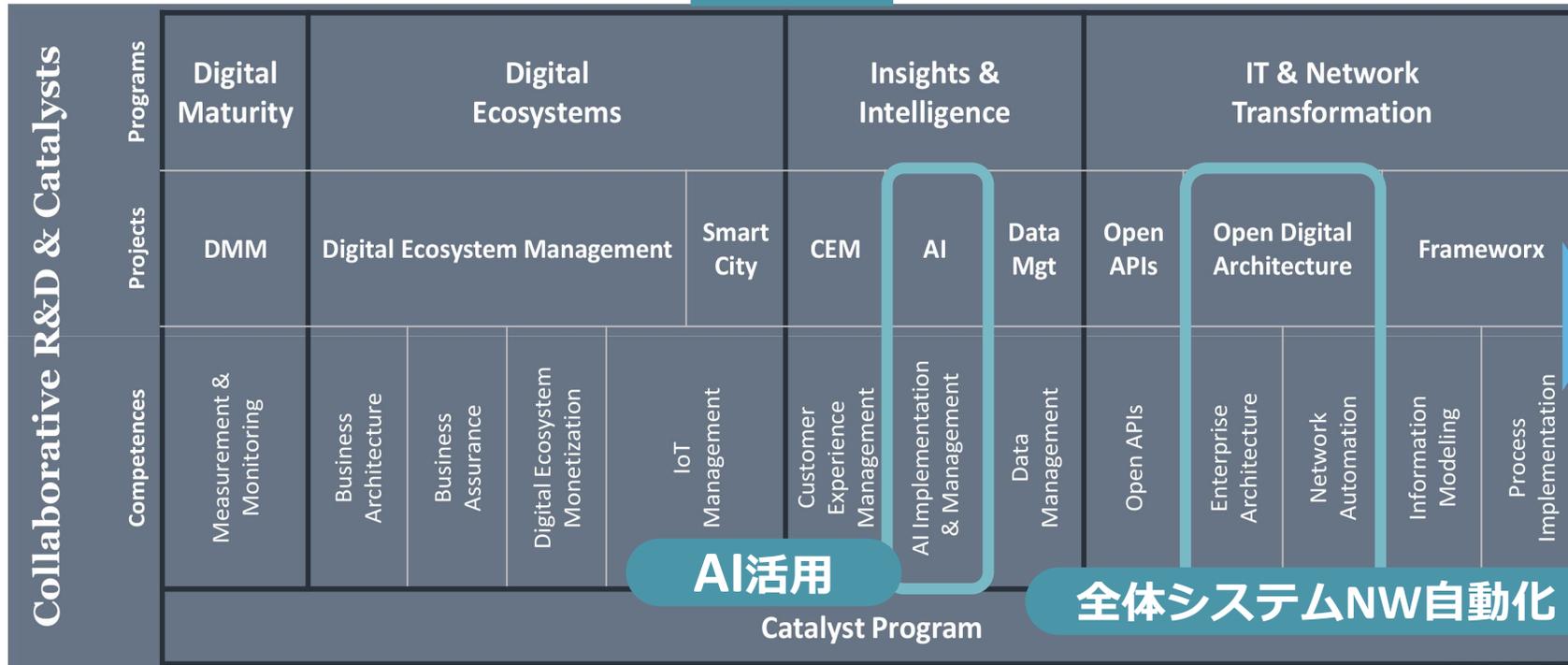
Infrastructure Resources

目的

テレコム業界がOTTと対抗するために取るべきデジタル化フレームワーク (Open Digital Framework)を定義

TM Forum's Collaboration Roadmap is Building ODF

Open Digital Framework



従来のOSSやBSSだけでなく、ビッグデータ基盤などを考慮した構成要素。

将来ネットワークにおけるML (Machine Learning)適用のアーキテクチャ、プロトコル、アルゴリズム、データ形式に関する報告書の作成を目的とする。

ITU FG-ML5Gの各WGのミッションと目標

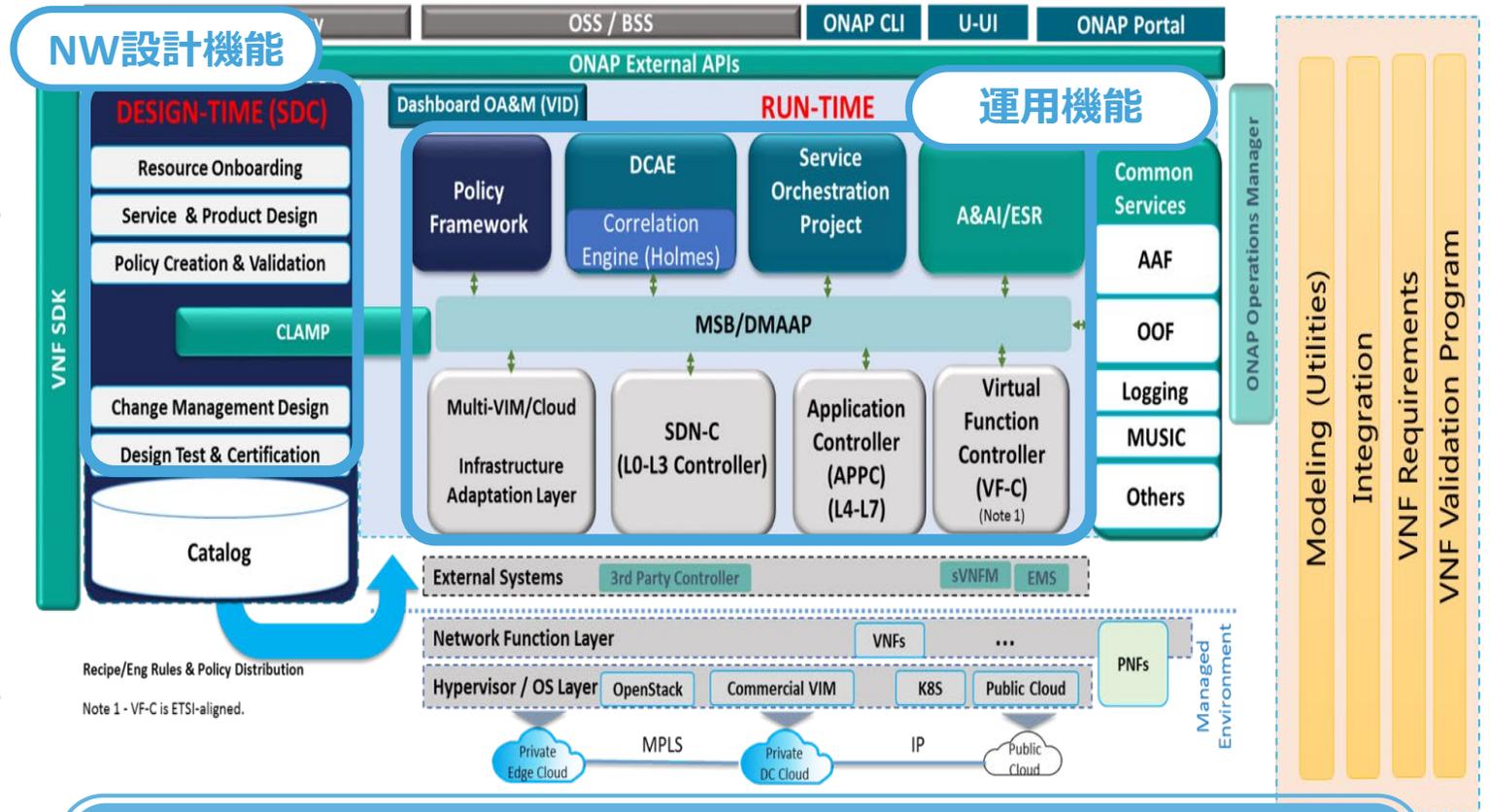
	WG1 Use cases, Services and Requirements	WG2 Data formats & ML technologies	WG3 ML-aware network architecture
チェア	SeongbokBAIK (KT韓国) Mostafa ESSA (Vodafoneエジプト)	WojciechSAMEK (Fraunhoferドイツ) Qi SUN (China Mobile中国)	Wei MENG (ZTE Corp.中国)
検討内容	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習が必要となるユースケースおよび要求条件は何か？ 現状の標準仕様とのギャップは何か？ 	機械学習に必要なデータを、 <ul style="list-style-type: none"> ネットワークからどのように収集・精査・処理を行うか？ プライバシーやセキュリティにどのような影響を与えるか？ 機械学習の手法を、如何にNWの問題解決に適用するか？ 	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習がネットワークアーキテクチャに与える影響は何か？ 計算能力、消費電力、インタフェース、通信資源等の要求条件は何か？
予定成果	重要なユースケースの策定、複数のユースケースに共通する基本機能の仕様策定、ユースケースとビジネスエコシステムにおける技術ギャップの分析	機械学習技術の適用方式やデータ形式に関する分析、ネットワークアーキテクチャに与える影響の分析、WG1が定めるユースケースを想定したデータ形式と収集に関する仕様策定	機械学習機能を実現するネットワークアーキテクチャの策定、WG1・WG2と連携した機械学習の実現に必要な機能、インタフェース、資源の仕様策定

今後の検討課題：現状ネットワーク構成では収集できない不足情報の明確化や、MLで導出可能な情報の明確化

ONAP(Open Network Automation Platform)概要

オープンソースベースで、キャリアグレードの次世代運用支援システムを開発し、NW設計・障害対応に係るオペレーションを自動化することを目標にしたプラットフォーム。

ONAPの歴史



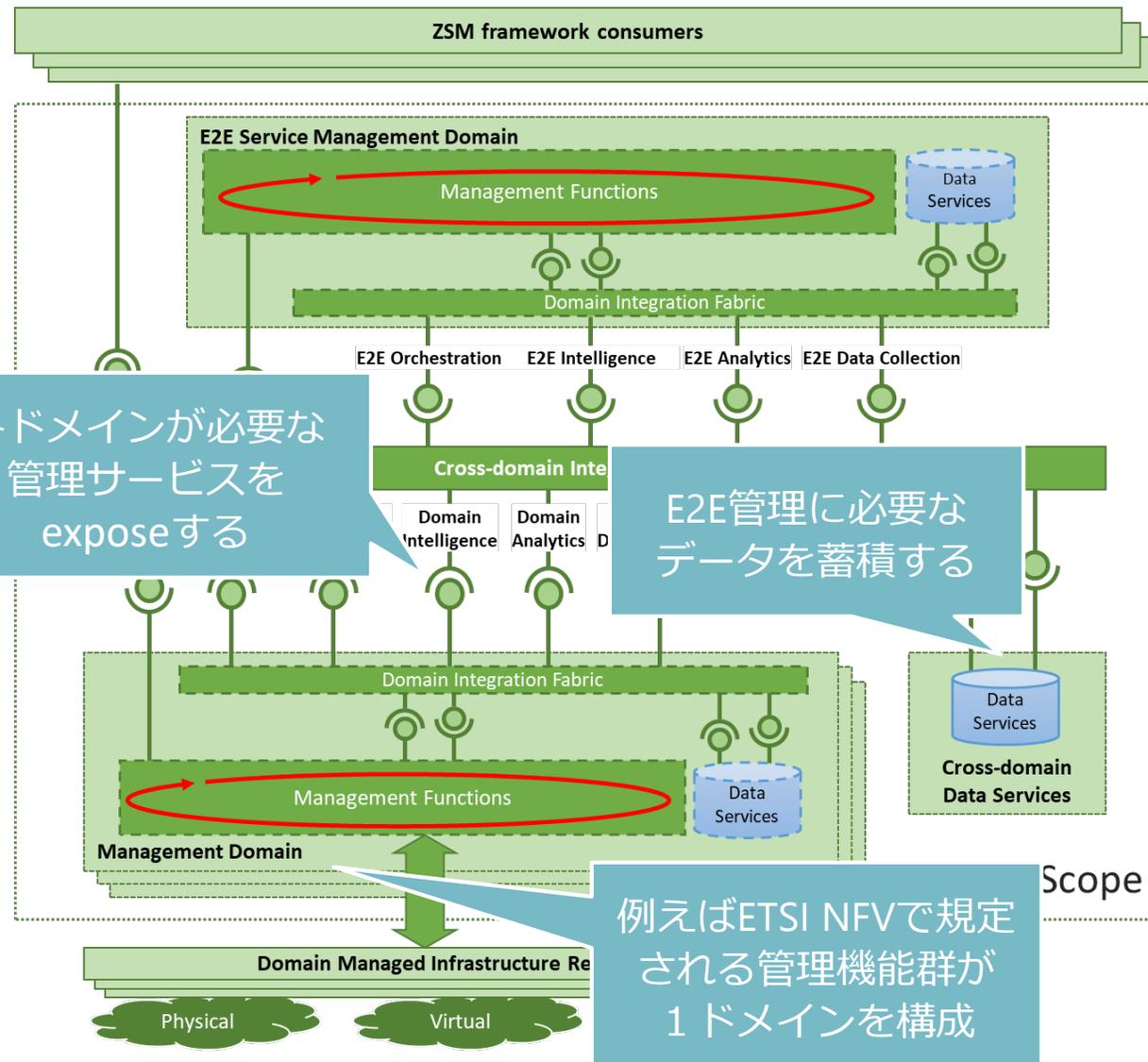
「NW設計機能」と「運用機能」の2つに分かれた構成。
VNFのControllerはETSI準拠。

Zero-touch Service and network Management

- NFV、更にはモバイル網やトランスポート網を含む End-to-End(E2E)の自動化を目的として設立。
- 19年9月に、ユースケース及びアーキテクチャのドキュメントが発行される予定。
- 今後、IFやプロトコル等詳細仕様策定。

アーキテクチャの特徴

- 管理区分に応じ複数のドメイン(MD)を規定し、これらをE2Eサービス管理ドメイン(E2ESMD)が統合する階層型管理。
- 各種管理機能（オーケストレーション、データ収集等）をサービスとして規定し、これらを組み合わせることによって、E2Eサービスの運用を自動化する。



まとめ

■ NW仮想化に向けたHW/SWのアーキテクチャ(振り返りを含む)

- 標準化とオープン化、運用管理・自動化の進展。
- 仮想化は汎用物理サーバのVNFからクラウドをダイナミックに活用したCNFへ。

■ NFVの標準化とオープン化

- 多くの標準化とオープン化の活動が存在、これまで以上にオペレータとしての判断必要。
- OTT的に走りながら実施するか、キャリア的にきっちり決めて実施するかの判断必要。
- スピード感と安定性の相反性をどう考えるか。オープン化の際の安定性はオペレータの責任。

■ 今後に向けて

業界内でのコラボレーションを促進する土壌を形成していく仕組みが必要。

KDDI

KDDI Research

Tomorrow, Together

KDDI

おもしろいほうの未来へ。

au