

欧州における次世代 SDN・NFV・IoT の研究開発に係る 産業界の動向

平成 28 年 3 月

国立研究開発法人 情報通信研究機構
(欧州連携センター)

目次

はじめに.....	1
全体の要約.....	2
General summary.....	3
第一章 エリクソン.....	4
第一節 ネットワーク化社会とサービスプロバイダ SDN.....	4
ウェビナーによるサービスプロバイダ SDN 解説.....	5
第二節 欧州連合プロジェクトへの参加動向.....	8
ヒアリング議事録 / エリクソン.....	8
第三節 通信事業者と他のベンダとの提携動向.....	11
第四節 その他の動向.....	13
第二章 ノキア / アルカテル・ルーセント.....	14
第一節 ノキア社とアルカテル・ルーセント社の合併動向.....	14
第二節 ノキア社の SDN 及び NFV 研究開発事業の動向.....	14
第三節 アルカテル・ルーセント社の SDN 及び NFV 研究開発事業の動向.....	16
第四節 MWC2016 におけるノキア社の動向.....	17

はじめに

現在、SDN (Soft-Defined Network) 技術の中心的役割をなす OpenFlow の標準化が進んでいるが、今後さらに SDN の標準化、高機能化が進み、汎用性が高まることにより、現在のハードウェアベースのネットワークサービスノードでは対応することが困難となる可能性が指摘されている。これに対しては、NFV (Network Function Virtualization) 技術等によるネットワークサービスノードの仮想化が有効であると考えられるが、これにより、ネットワークの仮想化の進展等、ネットワークインフラモデルが大きく変化する可能性が指摘されている。さらには、IoT の普及により、非常に多数のデータソースがネットワークを通じてサービスと接続される中、例えば、エッジコンピューティングモデルなどの新しいネットワークインフラモデルの模索も進んでおり、そこでもまた SDN と NFV が重要な役割を果たす可能性がある。

本報告書では、このような背景を踏まえ、NICT が実施する新世代ネットワークの研究開発の参考になるように、欧州の IT 機器ベンダ (エリクソン社とノキア社) が描く今後のネットワークインフラモデルのビジョン、そして、次世代の SDN、NFV など、その実現に向けた技術の研究開発の内容及び体制について調査する。

調査方法

本調査では、インターネット及び公刊物、報道記事等を精査するとともに、インタビュー調査、イベント視察調査を行った。エリクソン社については、エリクソンの研究開発者にインタビュー調査を実施し、同社の新しいインフラモデル、そして、同社が主導する EU プロジェクトである UNIFY プロジェクトと 5GEX プロジェクトについて質問した。また、2016年2月末にスペインのバルセロナで開催された MWC2016 を視察し、欧州ベンダの SDN、NFV、エッジコンピューティングに係る研究開発及び製品化の動向について情報を収集した。

なお、本報告書では、情報を入手したウェブサイトの URL を参考のため注に載せているが、これらの記事はウェブサイト管理運営者の判断で随時移動、修正、削除される可能性がある。従って、本報告書の発表後、注に記された URL から情報源となった記事にアクセスできないことがありうることを、ここで前もって注記しておきたい。

全体の要約

エリクソン

- ・ スウェーデンに本拠地を置き、欧州を代表する IT 機器ベンダであるエリクソン社は、「ネットワーク化社会 (Networked Society)」という将来的な社会ビジョンを持ち、このビジョンに沿う仕方で、SDN (Soft-Defined Network) と NFV (Network Function Virtualization) の研究開発を積極的に実施し、製品化を行っている。
- ・ エリクソン社は、2012 年に「サービスプロバイダ SDN」という SDN 戦略を発表している。エリクソン社が考える SDN の最大の利点は、「敏捷性 (agility)」である。
- ・ エリクソン社は、SDN コントローラーを「オープンデイライト (Opendaylight)」のオープンソースプラットフォームを基礎に構築し、3 つの商用アプリケーションを提供している (サービス SDN、クラウド SDN、トランスポート SDN)。
- ・ エリクソン社は、SDN 及び NFV 技術を自社で開発すると同時に、コーディネーターとして、EU プロジェクトの UNIFY プロジェクト (通信事業者のクラウドと通信網の融合) と 5Gex プロジェクト (複数のプロバイダが提携してサービスを提供できる環境の開発) を主導し、通信事業者、公的研究機関などと提携して、研究を実施している。
- ・ 2015 年 11 月、エリクソン社は、シスコ社 (米) とネットワーク分野で、包括的なビジネス・技術パートナーシップを締結したことを発表している。

ノキア / アルカテル・ルーセント

- ・ フィンランドに本拠地を置くノキア社は、2016 年 1 月に、アルカテル・ルーセント社 (仏) の買収手続きを終了させ、大きく事業を拡大させている。この合併によって、ノキア社はアルカテル・ルーセント社の傘下にあったベル研究所 (Bell Labs) と SDN 事業のニューアージュネットワーク社 (Nuage Networks) を有している。
- ・ ノキア社の将来的なネットワークビジョンは、5G、SDN、NFV、IoT と強く結びつき、「プログラマブルワールド (Programmable world)」という言葉に集約される。その上、プログラマブルワールドというビジョンは、ビッグデータ分析の利用も含み、ノキア社は、通信事業者が持つ顧客の膨大なデータをビッグデータによって分析するサービスを提供する。
- ・ ノキア社は、プログラマブルワールドの実現のため、「エアフレーム (AirFrame)」と呼ばれるクラウドサーバを自社で開発している。エアフレームは、クラウドベースの無線アクセス網である CRAN (Cloud Radio Access Network) に対応する。
- ・ アルカテル・ルーセント社は、2012 年に、IP ルーティング製品事業部門の完全子会社として、SDN ソリューションに焦点を置くニューアージュネットワークス社を設立している。アルカテル・ルーセント社およびニューアージュネットワーク社の SDN 製品、例えば、「クラウドバンド (CloudBand)」や「ニューアージュ仮想化サービスプラットフォーム (Nuage Virtualized Services platform)」は、ノキア社との合併によって、現在ノキア社の製品となっている。

General summary

This is a general summary of the “Report on the R&D’s trends of the next generation of SDN, NFV and IoT in European industry”. See the text of the report for more information.

Ericsson

- Ericsson (based on Sweden), a representative IT vendor of Europe, actively carries out the R&D of SDN (Soft-Defined Network) and NFV (Network Function Virtualization) and its commercialization, according to its social vision : “Networked Society”.
- In 2012, Ericsson introduced its SDN vision and strategy, called “Service Provider SDN”. According to this company, the “agility” is the biggest advantage of SDN.
- Ericsson SDN controller, constructed on an open source platform of “Opendaylight”, offers three commercial applications (Services SDN, Cloud SDN and Transport SDN).
- Ericsson not only develops SDN and NFV technologies by it-self, but also leads as coordinator EU projects, UNIFY project (unification of cloud and carrier networks) and 5GEx project (development of infrastructure for cooperation of multiple providers).
- In November 2015, Ericsson announced a global business and technology partnership with Cisco to create networks of future.

Nokia/Alcatel-Lucent

- In January 2016, Nokia completed the acquisition of Alcatel-Lucent to expand its business in IT infrastructure area. It also purchased Alcatel-Lucent’s Bell Labs and its SDN subsidiary, Nuage Networks.
- In Nokia’s future network vision, 5G, SDN, NFV and IoT are strongly connected each other. This vision is summarized in the expression, “Programmable world”. This vision includes also the use of big data (Nokia offers Big data’s services which analyze mobile carrier customer’s data).
- For realizing the “Programmable world”, Nokia has developed a cloud server, called AirFrame, which deals with a cloud computing-based architecture for radio access networks, “Cloud Radio Access Network (CRAN)”.
- In 2012, Alcatel-Lucent established, for IP routing business, a totally-held subsidiary, Nuage Networks, which propose SDN solutions. Alcatel-Lucent and Nuage Networks’ products, like “CloudBand” and “Nuage Virtualized Services platform”, become NOKIA products under the acquisition of Alcatel-Lucent.

第一章 エリクソン

スウェーデンに本拠地を置き、欧州を代表する IT 機器ベンダであるエリクソンは、SDN と NFV 分野で積極的に研究開発を実施し、製品化を行っている。以下に、エリクソンの SDN 及び NFV 分野の研究開発及び製品化の最新動向について記す。

第一節 ネットワーク化社会とサービスプロバイダ SDN

a) エリクソンのネットワーク化社会ビジョン

エリクソン社は、「ネットワーク化社会」¹という、ICT が実現する将来的な社会のビジョンを描いており、同社が開発するネットワーク技術は基本的に同ビジョンに沿って、開発され、製品化されている。ネットワーク化社会では、ICT が、全く新しい経済モデルを導入にすることによって、産業と社会に大きな変化を、そして、社会結束の強化と環境の持続可能性に基づいて、経済成長と繁栄をもたらす。エリクソンはこのような社会のエコシステムの構築を主導することを目標としている。

b) エリクソンの SDN の包括的戦略：サービスプロバイダ SDN

エリクソンは、「ネットワーク化社会」という社会ビジョンを描く一方で、SDN に関しては、2012 年に「サービスプロバイダ SDN」²という通信事業者向けの SDN の長期戦略を発表し、現在もこの戦略の流れの中にある。この戦略は、単に SDN というネットワークインフラストラクチャ技術の開発だけでなく、OSS (Operation Support System) と BSS (Business Support System)、コンサルティング、システムインテグレーションの提供も統合する包括的な戦略である。

c) サービスプロバイダ SDN における SDN の定義

エリクソンのバラ・テケダス氏は、エリクソン社の公式ブログの中で、「コントロールプレーンとデータプレーンの分離」という通常の SDN の定義に、サービスプロバイダ SDN のため、3つの要素を付け加えている³。

1. 統合されたネットワークコントロール：データセンターとネットワークを一つの実体として、一つのコントロールレイヤで管理する。
2. オーケストレイトされたネットワークとクラウド管理：既存のネットワーク管理と新しいクラウド管理システムに対応するアプローチ
3. サービスエクスポージャー：アプリケーションのレベルで、他の企業へ利用可能な情報が提供され、通信事業者は、エリクソンのインフラストラクチャをプラットフォームとして、他の企業が開発するアプリケーションを実行できる。

d) エリクソンのオープンソース戦略

エリクソンは、積極的にオープンソースでの開発に関わっている。エリクソンの SDN コントローラーは、「オープンデイライト (Opendaylight)」で開発されたプラットフォームを基礎に

¹ http://www.ericsson.com/thinkingahead/networked_society/essentials

² <http://www.ericsson.com/spotlight/cloud/blog/2014/12/10/realizing-potential-sdn-service-providers/>

³ <http://www.ericsson.com/spotlight/cloud/blog/2014/12/10/realizing-potential-sdn-service-providers/>

して、開発されている。そして、反対に、エリクソンが自社で行っている開発を、オープンデ
イライトの開発に還元している。2016年2月末にスペインのバルセロナで開催された
MWC2016のエリクソンのスタンドでのインタビュー調査では、エリクソンがオープンソース
での開発に積極的な理由の一つは、開発の速度が速いからであるとしている⁴。

e) SDNの事前統合ソリューション

エリクソンは、サービスチェイニングや仮想ゲートウェイというような主要なソリューション
については、エリクソン固有のソリューションを顧客に提供する(事前統合ソリューション)
が、他のソリューションについては、エリクソンのインフラストラクチャで、他社企業のアプ
リケーションを利用でき、他社製品との相互互換性が確保されている。

ウェビナーによるサービスプロバイダ SDN 解説

エリクソンは、SDNとNFV専門の報道サイト『SDxCentral』で、「サービスプロバイダ SDN」
をウェビナーで紹介している⁵。以下に、その概要を記す。

a) エリクソンの通信インフラストラクチャの発展ビジョン

- ・ 現在通信網業界では、SDNやNFVによって、単に通信インフラストラクチャが展開され
る仕方が変化しているだけではなくて、運用が行われる仕方も変化している。つまり、こ
の通信網の変化はビジネスモデルが発展する仕方にも関わり、非常に大規模の変化が生じ
ているのであって、単一の技術の変化ではない。
- ・ この通信網の変化は、全てのネットワーキングを含む。つまり、この変化は、NFVへの
移行、そして、機能とアプリケーションのためにクラウドベースのアーキテクチャへの移
行を含む。サービスプロバイダは、通信網運用の全側面、すなわち、インフラストラクチャ
、ビジネスも含めた通信網の変化に対応しなければならず、これは複数の技術を含む。

b) SDNの利点：敏捷性

- ・ エリクソンが考えるSDNの大きな利点は、「敏捷性 (agility)」である。敏捷性は、新しい
サービスをより迅速に提供することを可能にするので、収入を増大させる。また、敏捷性
は、手動操作の時間を減少させるので、運用効率を増大させる。したがって、敏捷性は通
信網事業者にとってSDNがもたらす重要な利点である。通信事業者は、新しいサービスを市場
に導入する時間、また消費者の要求の変化に対応する時間を以前よりも短くする運用モデル
に移行することは避けられない。
- ・ アプリケーションが動く速度、すなわち、クラウドの速度で、インフラストラクチャが顧
客の要求に反応するのは、リアルタイムでネットワークがプログラム可能な場合だけであ
り、このネットワークのプログラム可能性をSDNが可能にする。

c) エリクソンの3つの原則

- ・ サービスエクスポージャー：企業は固有のアプリケーションを開発し、また必要に応じて、
固有のサービスのパラメーターを変更できる。

⁴

⁵ <https://www.sdxcentral.com/event/service-provider-sdn-ericsson-webinar/>

- ・ 合併されたコントロールプレーン：SDN のコントロールプレーンは、ネットワークの物理インフラストラクチャだけでなく、仮想ネットワークインフラストラクチャをカバーする必要がある。
- ・ 広域通信網（WAN）とデータセンターを通して、サービス供給を自動化する。

d) エリクソンの SDN 製品およびソリューションについて

- ・ エリクソンの SDN コントローラーは、オープンデイトの製品に基づいて構築されており、オープンソースのプラットフォームで構築された一組の商用アプリケーションである。エリクソンはオープンデイトのプラチナスポンサーであり、オープンデイトの製品の改善に貢献している。
- ・ エリクソンは、3つの商用アプリケーションをオープンデイトのプラットフォーム上に開発した（サービス SDN、クラウド SDN、トランスポート SDN）。これらは3つの異なるネットワークの側面に関わる。
- ・ エリクソンは、3つの統合されたソリューションを開発した：ダイナミックサービスチェイニング（サービス SDN とクラウド SDN に関わる）、仮想ホームゲートウェイ（CPE：顧客宅内機器）、仮想企業ゲートウェイ（CPE）。
- ・ エリクソンは、1) 「目標の設定（計画）」、2) 「SDN への移行」、そして、3) 「SDN ソリューションのライフサイクルの管理」という大規模な変化の中にある。また、単に IP とトランスポートドメインだけでなく、2G、3G、4G、LTE を介して、5G への移行も準備している。

サービス SDN

- ・ サービス SDN は、ポリシー管理と SDN コントローラーを結ぶアプリケーションである。このアプリケーションは、用途、ユーザ、ネットワークの性能、アプリケーションの要求に基づいて、パーソナライズされる接続ソリューションを生み出すのに重要である。
- ・ サービス SDN の鍵となるアプリケーションは、サービスチェイニングである。サービスチェイニングは、過去2年間で最も人気のある SDN のユースケースの一つである。サービスチェイニングが最も人気がある理由は、最も既存のネットワークを乱さないユースケースであるからである。これはオーバーレイモデルとしても展開される。1) サービスチェイニングが通信網事業者にもたらす大きな利点は、サービス機能への CapEX 投資を合理化できることである。サービスチェイニングのコンセプトは、サービス機能に、要求があった時だけトラフィックを送ることである。こうして、ダイナミックにトラフィックを操作し、アプリケーションや用途に基づいてトラフィックフローを変更することができる。2) もう一つのサービスチェイニングの大きな利点は敏捷性である。新しいルーティングポリシーを作るためにネットワーク内の複数の要素を新たに設定し直す必要があるが、サービスチェイニングでは、より短い時間で、新しいサービス機能を提供し、トラフィックを新しいサービスへ送り始めるためにフローテーブルを新たにプログラムすることができる。

クラウド SDN

- ・ クラウド SDN は、データセンターとデータネットワークを結ぶ。つまり、クラウド SDN は、データセンターと広域データネットワークの間を、そして、データセンター同士の間を、仮想プライベートネットワーク（VPN）で結ぶ。IP 広域ネットワークをデータセンターネットワークソリューションとシームレスに統合し、オーケストレーションを介して管理する。こうして、接続インフラストラクチャ（connectivity infrastructure：データ

ネットワークとデータセンターネットワークを合わせたインフラストラクチャ)を単一のものとしてみるができるようになる。

- ・ ネットワーク機能を必要な場所で必要な時に利用できるようにする NFV の性能が発揮されるには、接続インフラストラクチャがプログラム可能で、シームレスなものでなければならない。例えば、あるイベントが開催されて、パケットを一定の期間だけ配分されたエッジに送らなければならない時、ネットワーク機能の変化は IP インフラストラクチャとデータセンターネットワークの間のシームレスな接続を要求するだろう。

トランスポート SDN

- ・ トランスポート SDN は、IP ネットワークと光ネットワークの双方にとって単一の設定ポイントとして機能する。この利点は、容量をつくりだし、最適化することを可能にし、容量の利用という点で効果がある。
- ・ トランスポート SDN の能力は、モバイルバックホールネットワークをプログラム可能にして、無線アクセス網と光バックホールを一緒につなぐことができる。

1) エリクソンの SDN の事前統合ソリューション: ダイナミックサービスチェイニング

- ・ エリクソンの SDN の事前統合ソリューション (pre-integrated solution) の一つである「ダイナミックサービスチェイニング」は、サービス SDN、クラウド SDN、サービス機能が結ばれて、迅速にサービスチェイニングを提供することができる。
- ・ エリクソンがダイナミックサービスチェイニングのサービスを提供した当初は、多くのサービス機能は物理的な機器に実装されていた。現在は、多くのサービス機能が NFV によって仮想化され、提供されつつある。これは、もし全てのサービス機能が NFV として提供されるならば、同じことがクラウド上でも起こることを意味している。あるいは、サービスチェイニングは物理的サービス機能と仮想サービス機能の結合となるだろう。したがって、サービスチェイニングは、LAN とデータセンターに渡って行われる必要があり、そのためには、サービス SDN とクラウド SDN の二つの SDN アプリケーションが必要になる。
- ・ エリクソンの顧客の間で展開され、積極的に試験されているダイナミックサービスチェイニングのユースケースは、コンテンツフィルタリングである。コンテンツフィルタリングは、ペアレンタルコントロールを特定の端末やアプリケーションだけに与えることができる。また、ビデオ最適化ソリューションのユースケースの数も上昇が見られる。
- ・ ダイナミックサービスチェイニングのビジネスへの影響としては、まず、CapEX 及び OPEX の節約が見られた。また、サービス提供をパーソナライズする能力によって、収入の上昇も見られた。エリクソンは、すでにダイナミックサービスチェイニングのビジネスへの影響を理解する調査をすでに多く実施している。

2) エリクソンの SDN 事前統合ソリューション: 仮想ゲートウェイ

- ・ 仮想企業ゲートウェイは、現在、企業の接続端末や企業の建物に設置された多くの機能を、通信事業者が管理するクラウドインフラストラクチャへ移動させる。これは、中小企業にとっての情報技術への需要を満たすシングルストップショップになり、IT 専門要員を雇わなくてもよくなる。
- ・ ビジネスインパクト: CapEX に関しては、まず、クラウドインフラストラクチャ、そして、NFV を調達し、管理する費用がかかる。だが、OPEX で、顧客の建物の設置する必要がある単純な端末 (顧客宅内端末のこと: CPE) と CPE のサポート費用、機器の寿命などで、CapEX 増大分は相殺される。というのも、その CPE は接続端末で、従来のものとは違っ

て、そこに多くの機能は搭載されていないからである。収入に関しては、サービスの市場導入が早まり、より多くのサービスを売ることができる。

- ・ 仮想ホームゲートウェイに関しても同様に、現在、CPEに搭載されている多くの機能を通信事業者のクラウドに設置できれば、新しいサービスを提供するのに、新たにCPEを顧客宅に設置する必要がなくなる。加えて、従来とは違って、顧客宅内で利用される端末に合わせて、異なるサービスを利用できるようになる。
- ・ 仮想企業ゲートウェイと仮想ホームゲートウェイは、現在、研究施設の外へ出て、実証実験されているか、実証実験の段階を終えつつある。

SDNによる変化

- ・ SDNによって、接続インフラストラクチャが変化するだけでなく、OSS (operation support system) と BSS (Business support system) も変化する。

オープンソース戦略とマルチベンダソリューション

- ・ エリクソンは、オープンソリューションを取っており、エリクソンが開発したものをオープンディライトなどのオープンソースコミュニティに還元している。
- ・ 最も共通のユースケースに関しては、エリクソンは、ダイナミックサービスチェイニングや仮想企業ゲートウェイのようなエリクソン固有のソリューションを提供すると同時に、他のソリューションに関しては、他社のソリューションを統合できる。
- ・ エリクソンは、SDNの運用とビジネスコンサルティングも合わせて提供する。

SDNへの移行

- ・ 通信事業者がどのようにSDNへ移行するからはユースケースによる。サービスチェイニングに関しては、オーバーレイ式が良い。だが、より深くネットワークへ統合することが必要であるソリューションには、オーバーレイ式では無理である。

第二節 欧州連合プロジェクトへの参加動向

エリクソン社は、SDN及びNFV技術を自社で開発すると同時に、同技術を開発するEUプロジェクトにコーディネーターとして、積極的に参加している。EUプロジェクトにおいて、エリクソン社は、通信事業者や公的研究機関とともに、自社のSDN及びNFV研究開発戦略に沿う仕方で研究開発を実施している。

エリクソンの将来的なネットワークビジョンとEUプロジェクトにおける研究開発活動を知るため、第7次枠組計画(以下、FP7とする)のUNIFYプロジェクトとホライズン2020の5GEXプロジェクトのコーディネーターを務めるエリクソン社の研究員にインタビュー調査を実施した。5GEXプロジェクトは開始したばかりであり、基本的コンセプトが示されているだけで、まだその具体的な成果が現れていないが、エリクソン社の公式ブログでは、終了が近いUNIFYプロジェクトの研究成果は、エリクソンのクラウドマネージャーに利用されることが示唆されている⁶。

ヒアリング議事録 / エリクソン

- ・ 日程: 2016年2月19日(金) 午前9時～
- ・ 場所: フランス・パリ近郊⁷

⁶ <http://www.ericsson.com/research-blog/cloud/unifying-cloud-and-carrier-networks/>

⁷ ウェブ会議システムを使ってインタビュー調査を実施した。

- ・ 先方：エリクソン研究員 ロベール・スザボ氏⁸

エリクソンの将来的なネットワークビジョンとビジネスモデルについて

- ・ SDN と NFV 技術によるプログラム可能なネットワークとエッジコンピューティングの組み合わせが、新しいネットワークアーキテクチャのモデルである。このネットワークアーキテクチャによって、柔軟なサービス提供と低遅延を実現できる。
- ・ エリクソンにとって、5G は単なるアクセス網技術ではない。3G と 4G においては、アクセス網技術を開発したが、5G においては、アクセス網だけでなく、SDN と NFV の開発により、ネットワークの運用とサービスの創造を柔軟にすることも目指される。こうして、5G はアクセス網技術を超えて、エリクソンが提示するネットワーク化社会⁹というビジョンの実現に貢献する技術であり、ネットワーク技術発展の重要な一段階 (mile stone) である。
- ・ SDN と NFV 技術によって、エンドユーザは自分自身でネットワークを設定し、変更できるようになると考える人がいるが、実際には作業が複雑であり、エンドユーザは IT ベンダにこの作業を委ねなければならないだろう。ベンダにとって、SDN への移行は、大きなビジネスチャンスとなる。

FP7 UNIFY プロジェクトとホライゾン 2020 5GEX プロジェクトについて

- ・ FP7 UNIFY プロジェクトとホライゾン 2020 5GEX プロジェクトでは、ネットワーク技術の異なるトピックが研究されているが、両プロジェクトには連続性があり、両者は補完的である (UNIFY プロジェクトの参加組織の半分が 5GEX プロジェクトに参加している)。
- ・ UNIFY プロジェクトでは、通信事業者の通信網とクラウド資源を統合するため、SDN と NFV 技術を融合する技術の研究開発を実施するが、5GEX プロジェクトでは、単一の技術というよりは、より広い観点から、複数のプロパイダに対応するネットワーキング環境について研究する。言い換えると、UNIFY プロジェクトでは、コントロールプレーンの研究に留まるが、5GEX プロジェクトは、複数の通信網事業者がダイナミックに相互に提携してサービスを提供できるような環境を開発するので、研究トピックが異なる。より理解しやすいように、アナロジーを使って言えば、UNIFY プロジェクトでは、OSPF (Open Shortest Path First) などの IGP (Interior Gateway Protocol) のような研究を、5GEX プロジェクトでは、BGP (Border Gateway Protocol) などの EGP (Exterior Gateway Protocol) のような研究を行うと言えるだろう。だが、5GEX プロジェクトでは、UNIFY プロジェクトで開発した技術や他の EU プロジェクトで開発した技術を一つに融合し、包括する研究を行うので、両プロジェクトには連続性があると言える。

UNIFY プロジェクトの概要

プロジェクト略称	UNIFY
正式名称	Unifying Cloud and Carrier Networks
研究期間	2013 年 11 月～2016 年 4 月 (30 か月間)
助成資金 (EU 助成額)	9 434 985 ユーロ (6 551 000 ユーロ)
コーディネーター	エリクソン (ハンガリー)

⁸ スザボ氏は、FP7 UNIFY プロジェクトの技術コーディネーターであり、ホライゾン 2020 5GEX プロジェクトのコーディネーター (プロジェクト全体の組織提携の担当) である。

⁹ http://www.ericsson.com/thinkingahead/networked_society/essentials

参加組織	IMINDS(ベルギー)、INTEL(ベルギー)、ベルリン工科大学(独)、BISDEN(独)、欧州情報通信技術センター(独)、Traveling(独)、ドイツテレコム(独)、バスク大学(スペイン)、OTE(ギリシア)、ブダペスト工科大学(ハンガリー)、トリノ・ポリテクニク(伊)、テレコム・イタリア(伊)、ACREO(スウェーデン)、エリクソン(スウェーデン)、SIGCS(スウェーデン)
ウェブサイト	https://www.fp7-unify.eu

5G-EX プロジェクトの基本概要

プロジェクト略称	5GEx
正式名称	5G Exchange
研究期間	2015年10月～2018年4月(30か月間)
助成資金(EU助成額)	10 008 733 ユーロ(7 921 094 ユーロ)
コーディネーター	エリクソン(ハンガリー)
参加組織	アトス(スペイン)、アテネ経済・ビジネス大学(ギリシア)、BISDEN(独)、ブダペスト工科大学(ハンガリー)、ドイツテレコム(独)、欧州情報通信技術センター(独)、エリクソン(伊)、HP(伊)、ファーウェイ(独)、KTH(スウェーデン)、オレンジ(仏)、RedZinc(アイルランド)、テレコム・イタリア(伊)、テレノア(ノルウェイ)、テレフォニカ(スペイン)、マドリッド・カルロス三世大学(スペイン)、カレッジ・ロンドン大学(英)
ウェブサイト	https://www.5gex.eu/wp/

FP7 UNIFY プロジェクトについて

- ・ 現在、通信網とクラウドインフラストラクチャは別々に管理されている。UNIFY プロジェクトでは、通信網事業者のデータセンターを通信網の中に移行させ、同時に両者を管理することを可能にする技術を開発する。例えば、基地局はコンピュータ能力を持つことになるだろうし、中央クラウドは通信網の異なる部分に分配され、そして、エンドユーザのより近くに、ローカルデータセンターが設置されるだろう。したがって、UNIFY プロジェクトのビジョンでは、通信網技術とクラウドコンピューティングの技術は分離できない。
- ・ 産業界では、どのようにSDNとNFVを結合して、サービス機能チェイニングを実現するか多くの研究が実施されているが、UNIFY プロジェクトも同様である。
- ・ UNIFY プロジェクトの開発は、オープンスタックの環境で行っており、SDNをオープンスタッククラウドへ採用するため、オープンディライトの開発物を利用している。
- ・ UNIFY では、SDNのプロトコルとしてオープンフローを利用しているが、オープンフローはSDNのプロトコルの一つに過ぎないので、必ず利用しなければならないというわけではない。現在、オープンフローは標準化されているので、UNIFYの開発物のプロトタイプでは、オープンフローを利用している。
- ・ エリクソンの現行のクラウドマネージャーとは違い、UNIFY プロジェクトでは、モバイル技術の開発を実施している。
- ・ UNIFY プロジェクトのユースケースは、サービスチェイニング(サービス機能チェイニング)であり、特にコントロールプレーンの開発を行っている。
- ・ UNIFY プロジェクトには3つの主な研究成果がある。
 - 1) クラウドと通信網を結ぶジョイントプログラマブルインターフェイス: このインタ

ーフェイスはコントロールプレーンのインターフェイスであり、サービス機能チェイニングを提供する。現在、SDN は新しいコントロールプレーンインターフェイスを定義しているが、UNIFY は基本的にこの SDN コントロールプレーンを延長して定義する。

2) 通信事業者とサービス開発者が SDN 環境のインフラストラクチャを管理するためのツール、DevOps ツールキットを開発した (DevOps は Development and Operation cycle の略)¹⁰。このツールキットは、インフラストラクチャを観察し、検証し、修理するツールとサポート機能の集合である。現在まで、DoubleDecker (モニタリング機能)、EPOXIDE (自動トラブルシューティングの枠組み)、RateMon (データ過剰検知)、AutoTPG (SDN 向けのデータプレーン検証ツール) が開発されている。

3) ネットワーク機能と従来のデータセンターをサポートする普遍的なハードウェアノード

- ・ UNIFY プロジェクトの研究成果の商用化は計画しているが、商用化の前に、技術を標準化団体で標準化する必要がある、今後、標準化活動を開始するだろう。

ホライゾン 2020 5GEX プロジェクトについて

- ・ 5GEX プロジェクトは、EU の 5G プロジェクトの一つである。ホライゾン 2020 には、16 の 5G プロジェクトがあり、5G の様々な側面の研究が実施されているが、このプロジェクトでは、5G のアクセス網の側面に関する技術の研究はしておらず、5G の一要素となるフレキシブルサービスチェイニングプラットフォームの研究を実施している。
- ・ 5GEX プロジェクトでは、通信事業者が情報を共有し、ダイナミックに提携して、エンドユーザーに柔軟にサービスを提供するために必要な環境やポリシーを研究する¹¹。現在、BGP により組織間の情報のやり取りが行われているが、SDN と NFV 技術が登場し、新たな環境が必要になる。
- ・ 5GEX プロジェクトは開始したばかりであり、まだ論文などは発表されていない。
- ・ 5GEX プロジェクトには、エリクソン以外のベンダ (ファーウェイなど) も参加しているが、他のベンダがこのプロジェクトに参加することが必要であるというわけではない。すべてのベンダが、5GEX プロジェクトの研究成果を享受できる。だが、同一のプロジェクトに、複数のベンダが参加することで、将来的な標準化作業を進めやすいという側面はある。EU のプロジェクトでは、製品化に近い研究開発については、ベンダは別のプロジェクトで研究を実施するが、長期的視点のプロジェクトでは合同で研究する。

第三節 通信事業者と他のベンダとの提携動向

エリクソン社は、SDN と NFV 分野に関して、すでに通信事業者と提携して、研究開発、そして、製品化を行っている。また、同社は IT 機器世界最大手の米シスコ社とネットワーク分野のビジネス・開発パートナーシップを締結している。

¹⁰ <http://www.ericsson.com/research-blog/cloud/devops-for-service-providers-next-generation-tools/>

¹¹ 例えば、ホテルチェーン事業に必要なように、複数国にまたがって、VPN (Virtual Private Network) を設置する場合には、ユーザは複数の通信事業者と契約しなくてはならないというようなケースが想定されている。

a) スペイン・テレフォニカとの提携

- 2014年2月にスペインで開催されたMWCの際、エリクソンはスペインの移動通信事業者のテレフォニカとのNFV及びSDN分野の合同研究開発プログラムを発表した¹²。この合同研究開発プログラムは、標準化団体と産業界を主導し、仮想化を理論から実践へ移行させるには何が必要なのかを示すことを目指す。研究トピックは、ネットワークの変化と移行、NFV、ネットワークセキュリティ、SDN技術、ネットワークインフラストラクチャの仮想化等である。
- 2015年3月、エリクソンとテレフォニカは、NFVとSDNの合同研究開発プログラムの延長を決定している¹³。合同研究開発プログラムはネットワークの変化に焦点を置き、テレフォニカの従来の通信網をSDNとNFVへ移行することを目指す。エリクソンは、NFV、ネットワーク管理とサービスを提供する。今後、現在進めているネットワークの仮想化の総保有コスト（total cost of ownership: TCO）に係る研究を終了させ、第一移行ステップを準備するNFVロードマップについて合同で研究する。

b) 豪テルストラとの提携

- 2015年3月、エリクソンは、ユースケースとソリューションを開発して、SDNとNFVの商用化展開を加速させるために、豪通信事業者テルストラと合同で「プログラム可能なネットワークのためのエクセレンスセンター（Center of Excellence for Programmable Network）」を設立している¹⁴。同センターの重要なタスクは、移動通信のコアネットワークでNFVの採用を試験することであり、概念実証とプログラム可能なネットワークのアプリケーションの試験を実施する予定である。特に、同センターの活動の一部として、テルストラとエリクソンは、エリクソンの仮想EPC（Evolved Packet Core）をテルストラの移動通信網で試験し、証明するトライアル協定を結んでいる。EPCトライアルでは、テルストラがNFVの利点（ネットワークのフレキシビリティ、市場への参入時間、既存のテルストラの移動通信網との互換性）を実現する計画を立案することを支援する。
- エリクソンとテルストラは、すでに数年来提携して研究開発を進めており、仮想企業ゲートウェイを開発している¹⁵。仮想企業ゲートウェイは、中小企業向けに、NFVとSDNを利用するクラウドベースの企業ポータルサイトとアプリケーションを提供する。同製品はAndroid OS搭載の端末でも利用できる。

c) シスコとの戦略的パートナーシップの締結

- 2015年11月、エリクソンは、米シスコ社と共同で未来のネットワーク（the network of the future）を開発するために、包括的なビジネスと技術パートナーシップを締結したことを発表している¹⁶。両者は、5G、クラウド、IP、IoTを含む新しいネットワークアーキテクチャの開発で協力していく予定である。この戦略的パートナーシップは、将来的な成長の鍵と考えられており、2018年までに10億ドル以上の各社の収入増加が期待されている。

¹² <http://www.ericsson.com/news/1763979>

¹³ <http://www.ericsson.com/news/1899149>

¹⁴

http://www.ericsson.com/news/150301-ericsson-and-telstra-establishes-center-of-excellence-for-programmable-networks_244069647_c

¹⁵ vEGWについては、インターネット上のビデオで紹介されている。

<https://www.youtube.com/watch?v=GjHqL4Xp5o>

<https://www.youtube.com/watch?v=x1TKHH4Ww1I>

¹⁶ <http://hugin.info/1061/R/1965277/717533.pdf>

プレス発表では詳しく述べられていないものの、同戦略パートナーシップの一部として、SDN と NFV、ネットワーク管理とコントロールに関して、両社は合同イニシアチブを創設して、開発を行っていく予定である。

第四節 その他の動向

エリクソン社は、2015 年 5 月に、クラウド、SDN、NFV に特化した研究所をイタリアのローマ市に開設している¹⁷。同研究所では、通信事業者がエリクソンとともに、通信事業者のクラウド向けに SDN と NFV の開発を行うことができる。なお、通信事業者は、世界のどの施設からも同研究所の設備にアクセスできる。

¹⁷ <http://www.ericsson.com/news/1923781>

第二章 ノキア / アルカテル・ルーセント

フィンランドに本拠地を置くノキア社は 2000 年代に携帯電話製造業者として世界的に有名であったが、現在は、通信インフラ機器ベンダとして事業を行っており、2016 年に 1 月には仏アルカテル・ルーセント社を買収し、同社のクラウド、SDN、NFV 事業を傘下に置いている。以下に、まずノキア社の経営動向を概観した後、ノキア社の将来的なネットワークビジョンとネットワークインフラストラクチャに係る研究開発動向について記し、ついで、アルカテル・ルーセント社の SDN と NFV 製品について記す。最後に、2016 年 2 月末にスペインのバルセロナで開催された MWC2016 におけるノキア社の動向について記す。

第一節 ノキア社とアルカテル・ルーセント社の合併動向

ノキア社は 2000 年代初頭から約 10 年間携帯電話事業で世界シェアトップに君臨してきたが、2012 年に同事業でサムスン（韓）に抜かれ、最終的に、2013 年には携帯電話事業をマイクロソフト社（米）に売却している。他方で、同じ 2013 年、ノキア社はシーメンス社との合併会社であったノキア・シーメンス・ネットワーク社を完全子会社し（ノキア・シーメンス・ネットワーク社の名称をノキア・ソリューションズ&ネットワーク社 / NSN に変更）、通信インフラ機器企業へと変貌している。そして、2016 年 1 月 14 日、2015 年 4 月に発表されていたノキア社によるアルカテル・ルーセント社（フランス）の買収手続きが正式に終了し¹⁸、大きく事業を拡大させている。なお、この合併によって、ノキア社はアルカテル・ルーセント社の傘下にあった世界的に有名な研究開発機関であるベル研究所と SDN 事業のニューアージュネットワーク社を有している。ノキア社は、ネットワーク機器と無線技術事業の焦点に置き、今後、SDN や NFV 機器市場や研究開発、そして、第 5 世代携帯電話（以下、5G とする）の研究開発事業で大きな影響力を持つ可能性がある。2015 年 11 月に発表されたエリクソン社とシスコ社の戦略的パートナーシップをノキア社へ対抗する企てと見ることも可能である¹⁹。なお、2016 年 2 月末にスペインのバルセロナで開催された MWC2016 では、ノキア社は携帯端末事業へと回帰する可能性も示唆している。

第二節 ノキア社の SDN 及び NFV 研究開発事業の動向

a) ノキア社の将来的なネットワークビジョン：プログラマブルワールド

ノキア社の将来的なネットワークのビジョンは、SDN、NFV、IoT、5G と強く結びつき、「プログラマブルワールド（Programmable world）」という言葉に集約される。現在、50 億のヒトとモノがインターネットでつながっているが、IoT の普及によって、2025 年には 500 億のモノが結ばれる見込みである。5G はこのような接続状況に対応するために必要であり、高容量、高データレート、低遅延、周波数効率を改善しなければならない。

5G を構成する技術としては、従来移動体通信に利用されていなかった高い周波数帯を利用する技術など、様々なものが挙げられるが、SDN 技術もそれらの一つである。コアネットワークと無線アクセス網（RAN）を仮想化し、SDN 技術によって、ネットワークをプログラム可能に

¹⁸

<http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2016/01/14/nokia-celebrates-first-day-of-combined-operations-with-alcatel-lucent>

¹⁹

https://www.sdxcentral.com/articles/news/ericsson-cisco-partnership-flourishing-mwc/2016/02/?utm_source=SDxCentral.com+Maili ng+List&utm_campaign=8b95a7ea33-nlt_daily&utm_medium=email&utm_term=0_c2b6e504a2-8b95a7ea33-81954157

し、柔軟にネットワークを利用する。こうして、SDN 技術は、ノキア社のプログラマブルワールドビジョンと切り離せない。

b) 通信事業者向けビッグデータ分析サービスの提供

さらに、ノキア社のプログラマブルワールドビジョンは、ビッグデータ分析の利用も含む²⁰。ノキア社は、通信事業者が持つ顧客の膨大なデータをビッグデータによって分析するサービスを3種類提供する。

- ・ データマネタイゼーション: Ad 分析 (顧客情報の分析)、ビッグデータコンサルティング (収入増加のため、通信事業者にビッグデータを利用したコンサルティングサービスの提供)²¹、緊急警報ソリューション
- ・ 顧客中心ソリューション: 顧客経験管理 (顧客の利用経験を分析)²²、予見マーケティング
- ・ ネットワーク中心ソリューション: 故障などを予見し、予防して、効果的なネットワーク利用を実現

ネットワーク中心ソリューションに関しては、ノキア社は2015年7月にエデンロックコミュニケーション社を買収し、後者が開発した Eden-NET とノキア社の iSON (intelligent Self Organizing Networks) を組み合わせ、複雑なマルチベンダ環境のネットワーク操作を自動化するために、ノキア Eden-NET SON モジュールを開発した²³。以上のほか、ノキア社は、顧客の苦情の予防分析サービスも提供する²⁴。

こうして、ノキア社のプログラマブルワールドビジョンは、新しいネットワーク技術の開発だけでなく、同社による通信事業者へのビッグデータ分析サービスの提供をも含む包括的なものとなっている。

c) エアフレームデータセンターソリューションとオープンソース研究開発

ノキア社は、プログラマブルワールドの実現のため、「エアフレーム (Airframe)」²⁵と呼ばれるクラウドサーバを自社で開発している。エアフレームは、電気通信事業者向けの柔軟なサービスチェイニングを提供するとともに、クラウドベースの無線アクセス網である CRAN (Cloud Radio Access Network) に対応する。その上、ノキア社は、エアフレームを使って、「リキッドアプリケーション (Liquid Application)」と呼ばれるエッジコンピューティングサービスを提供する。

ノキア社は、エアフレームの開発をさらに進めるために、2011年に米フェイスブック社が提唱したオープンコンピュートプロジェクト (OCP) への参加を2015年11月に決定している²⁶。同プロジェクトでは、データセンターで使用するハードウェアの設計図をオープンソースで開発することを目的とする。そして、2016年1月、ノキア社は OCP が開発した設計をエアフレームデータセンターに採用することを発表している²⁷。

²⁰ <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/analytics>

²¹ <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/analytics>

²² <http://networks.nokia.com/portfolio/products/customer-experience-management>

²³ <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/self-organizing-networks>

²⁴ <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/preventive-complaint-analysis>

²⁵ <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/telco-cloud/nokia-airframe-data-center-solution>

²⁶

<http://networks.nokia.com/news-events/press-room/press-releases/nokia-networks-joins-open-compute-project-to-advance-its-airframe-data-center-solution>

²⁷

<http://networks.nokia.com/news-events/press-room/press-releases/Nokia-AirFrame-portfolio-enhanced-for-hyperscale-data-center-deployments-MWC16>

d) その他の動向

- ・ ノキア社は、ネットワーク機器の研究開発事業で競争関係にあるエリクソン社とインテル社とともに、2015年9月、IoT向けの接続ソリューションとして期待されているNB-LTE (Narrow-Band Long-Term Evolution) の支援を発表しており²⁸、同技術の製品化を共同して実施していく予定である。
- ・ ノキア社は、韓国の通信事業者であるKTとともに、eMTC (enhanced Machine Type Communications) の実証実験を、KTのLTE網とノキア社のFlexi Multiradio 基地局²⁹を利用して実施した³⁰。eMTCは、環境モニタリングや建物の監視システムなどに利用できる。

第三節 アルカテル・ルーセント社のSDN及びNFV研究開発事業の動向

アルカテル・ルーセントは、2016年1月にノキア社との合併が決定する以前から、SDNとNFVの研究開発事業に力を入れており、すでに、テレフォニカ社(スペイン)やチャイナ・モバイル社(中)のような通信事業者と提携して、研究を行っている。アルカテル・ルーセント社の事業が、今後、ノキア社の戦略とどのように融合していくのか注目する必要がある。

a) ニュアージュネットワークス社

2012年、アルカテル・ルーセント社は、IPルーティング製品事業部門の完全子会社として、ニュアージュネットワークス社(Nuage Networks)³¹を設立している。ニュアージュネットワークス社は、SDNソリューションに焦点を置いている(本拠地は米カルフォルニア州である)。

b) 通信事業者向けSDN及びNFV製品：クラウドバンドとネットワークサービスプラットフォーム

アルカテル・ルーセント社およびニュアージュネットワークス社のSDN製品、例えば、アルカテル・ルーセント社のクラウドバンド³²、ニュアージュネットワークス社のニュアージュ仮想化サービスプラットフォーム³³は、ノキア社との合併によって、現在、ノキア社の製品となり、両社の融合が進んでいる。

c) その他の動向

スペイン・テレフォニカとの提携

- ・ 2015年6月、アルカテル・ルーセントとテレフォニカはMoUを結び、合同で、NFV技術を試験することを決定している³⁴。この試験はテレフォニカのネットワークインフラストラクチャを進化させる戦略の一部である。このMoUは、2014年2月に結ばれた合同イ

28

<http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2015/09/11/nokia-ericsson-and-intel-working-together-on-next-generation-wireless-connectivity-for-internet-of-things-market-segment>

29 <http://networks.nokia.com/portfolio/products/mobile-broadband/single-ran-advanced/flexi-multiradio-10-base-station>

30 <http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2016/01/26/kt-nokia-conduct-worlds-first-emtc-field-trial-on-lte-network>

31 <http://www.nuagenetworks.net>

<https://www.alcatel-lucent.com/products/nuage-networks-virtualized-services-platform>

nuage (ニュアージュ) は仏語で雲(英語: cloud)の意味である。

32 <http://networks.nokia.com/portfolio/solutions/cloudband>

33 <http://networks.nokia.com/portfolio/products/nuage-networks-virtualized-services-platform>

34

<https://www.alcatel-lucent.com/press/2015/alcatel-lucent-and-telefonica-explore-implementation-nfv-accelerate-transformation-networks>

バージョン協定³⁵を延長する。後者の協定では、電気通信産業による NFV の技術革新と採用を促進することを目的としており、テレフォニカはアルカテル・ルーセントのクラウドバンド NFV プラットフォーム³⁶を利用する。このプラットフォームによって、通信事業者は、ネットワークのどの要素がいつ仮想化されるべきなのか決定することができる。

チャイナモバイルとの契約

- ・ 2015年7月、中チャイナモバイルが、プライベートクラウドのアーキテクチャを開発するために、ニュアージュ SDN 技術を利用することを発表している³⁷。ニュアージュネットワークス社の仮想化サービスプラットフォームは、チャイナモバイル系列会社のクラウドベースサービスの開発に必要な機能とスケラビリティを与える。また、ニュアージュネットワークス社の仮想化サービスプラットフォームは、チャイナモバイルの既存のネットワーク環境をオーバーレイし、統合する。つまり、単独または複数のデータセンターにあるリソースで構成されていながら、シームレスに接続でき、クラウドのどこからでもアクセス可能な独自の仮想プライベートクラウド (VPC) が、各系列会社に割り当てられる。

第四節 MWC2016 におけるノキア社の動向

ノキア社とアルカテル・ルーセント社の合併後、SDN 技術と NFV 技術の研究開発がどのように展開されていくか現在のところ不透明である。

だが、すでにノキア社の製品とアルカテル・ルーセント社の製品が融合して利用されており、すでに共同で研究が実施されているようである。MWC2016 の仏通信事業者オレンジ社のスタンドでは³⁸、SDN と NFV を使ったマルチベンダのオン・デマンドネットワークのデモが公開されていたが、このプロジェクトにはシスコ社とノキア社がベンダとして参加し、ノキア社からはニュアージュネットワーク社のネットワーク仮想化サービスプラットフォームとアルカテル・ルーセント社のクラウドバンドネットワークダイレクターが組み込まれたノキア・クラウドバンド NFV インフラストラクチャが利用されている。

MWC2016 のノキア社のスタンドでは、旧アルカテル・ルーセント社の研究機関であるベルラボの研究者が、通信事業者向けの 5G モバイルエッジコンピューティング技術を紹介していた。4G とは違って、5G では IoT が浸透したデジタル社会に対応するため、低遅延、ダイナミックなネットワーク利用を、NFV を使ったエッジコンピューティング技術で実現する。ユースケースとしては、健康、エネルギー、ロジスティックなどが想定されているが、MWC2016 のスタンドでは、健康分野のユースケースが紹介されていた。「マッシュヘルス」と呼ばれる同サービスでは、ユーザの健康情報センサーで感知するスマートウォッチ (LG 製品) によって、ユーザの健康情報を管理する一元的に管理するが、その際、同サービスの提供に必要な設定 (スマートウォッチの数など) を柔軟にプログラムすることが可能である。通信事業者は、例えば、同サービスを保険会社に提供できると考えている。

MWC2016 の米インテル社のスタンドでは、ノキア社のエアフレームを利用して、インテルが開発したフレキシブルサービスチェイニングのデモを紹介していた。フレキシブルサービス

³⁵ <https://www.alcatel-lucent.com/press/2014/alcatel-lucent-join-forces-telefonica-accelerate-industry-shift-network-functions>

³⁶ <https://www.alcatel-lucent.com/solutions/cloudband>

³⁷ <http://www.nuagenetworks.net/news/china-mobile-deploys-nuage-networks-sdn-technology-for-devops-private-cloud/>

³⁸

<http://www.orange.com/en/Press-and-medias/press-releases-2016/Orange-unveils-proof-of-concept-of-virtualised-multi-vendor-on-demand-networks-in-action>

チェイニングの優れた点は、低遅延、低コストを実現することである。このシステムは、従来のものと異なり、マルチベンダ対応であり、異なるベンダのソフトウェアを実行できる。

なお、MWC 開催中に、ノキア社の CEO であるスリ氏は、詳細には触れないものの、ノキア社が携帯端末市場に再度参入する発言をしており、今後の動向が注目される³⁹。

³⁹ <http://www.telegraph.co.uk/technology/2016/02/22/nokia-comeback-iconic-tech-company-could-release-new-phone-in-20/>