

オープンソース(SDN/NFV/P4)を活用した マルチアクセス・エッジ・プラットフォーム実現 への取り組み

2019/10/31

富士通株式会社
藤井 宏行

1. 導入

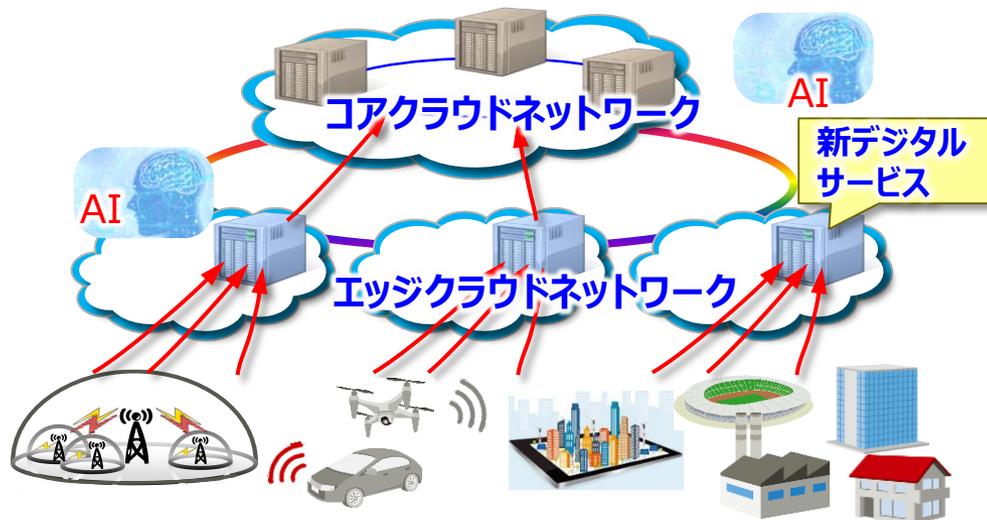
- 1-1. 背景
- 1-2. 目的/目指すところ

1-1.背景

■ 5G・Beyond 5G時代のネットワーク

社会が抱える様々な課題を解決するミッションクリティカルなサービスを収容

- 大容量高速・超低遅延・多数接続を活かしたサービス
- 業界間コラボによる将来に向けた新たな価値創造が可能なサービス

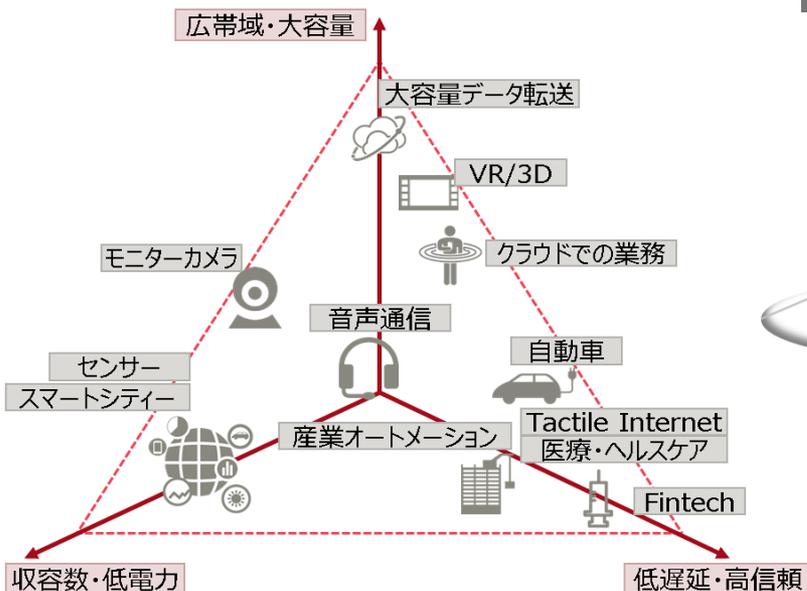


データを運ぶパイプからデータをつなぐ基盤として
多種多様なサービスを容易に収容可能なNW

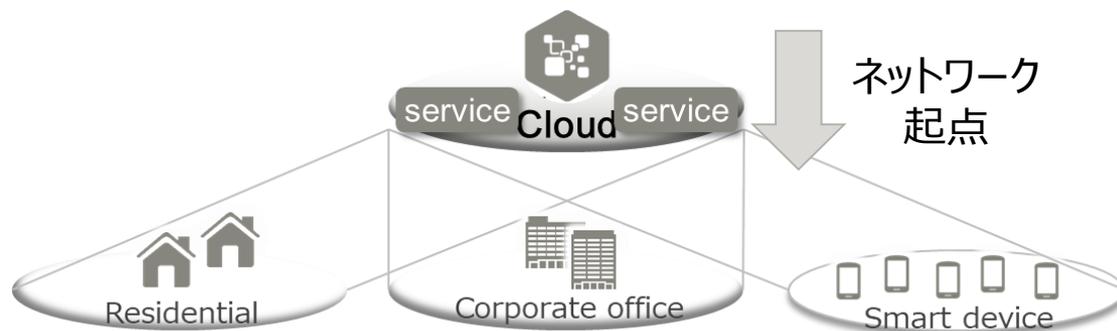
1-1.背景

■ 5Gサービス要件とネットワークエッジの課題

5Gサービス要件の変化と広がり



【従来の有線・無線アクセスネットワーク】
画一的で閉じたネットワーク



- ◆ベンダ固有仕様プロダクト
- ◆各サービスに応じた専用ネットワーク
(構築されたネットワーク上でサービスを実施)

サービス毎の要件を全て満足可能なNWは困難

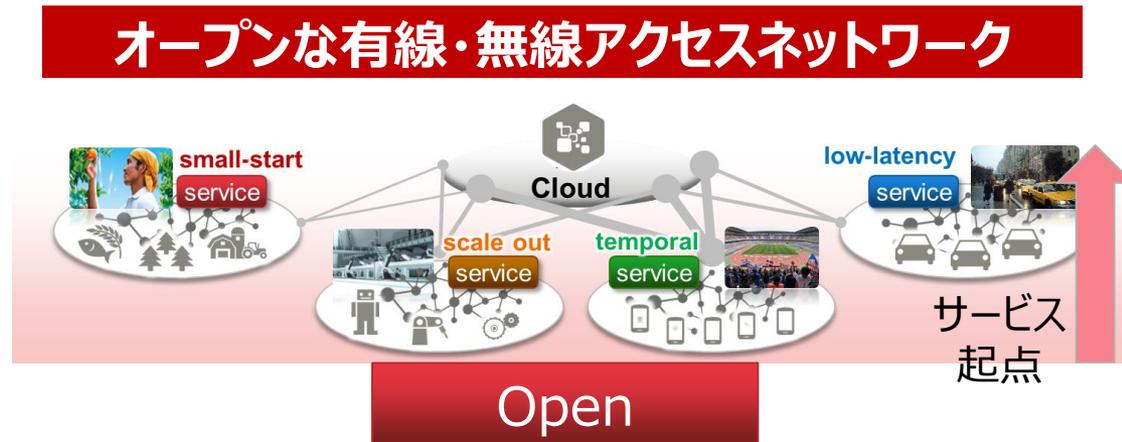
1-2. 目的/目指すところ

■ NWを融合したマルチアクセス・エッジ・ネットワーク

オープン エコシステム



オープンな有線・無線アクセスネットワーク



- ◆ オープンなプロダクト (ベンダ ロックイン 排斥)
- ◆ 汎用的な有線・無線アクセスネットワーク (サービスに合わせて変更可能なネットワーク)

オープンエコシステムな マルチアクセス・エッジ・プラットフォーム実現へ挑戦

1-2. 目的/目指すところ

5G・Beyond 5Gの多様なサービスに対応する
無線・有線アクセスネットワークの
仮想化プラットフォーム基盤の確立

■ KEY技術

1. オープン化技術
2. アクセスネットワーク仮想化
／エッジコンピューティング技術
3. エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術
4. ネットワーク運用を簡易化・自動化する基盤技術

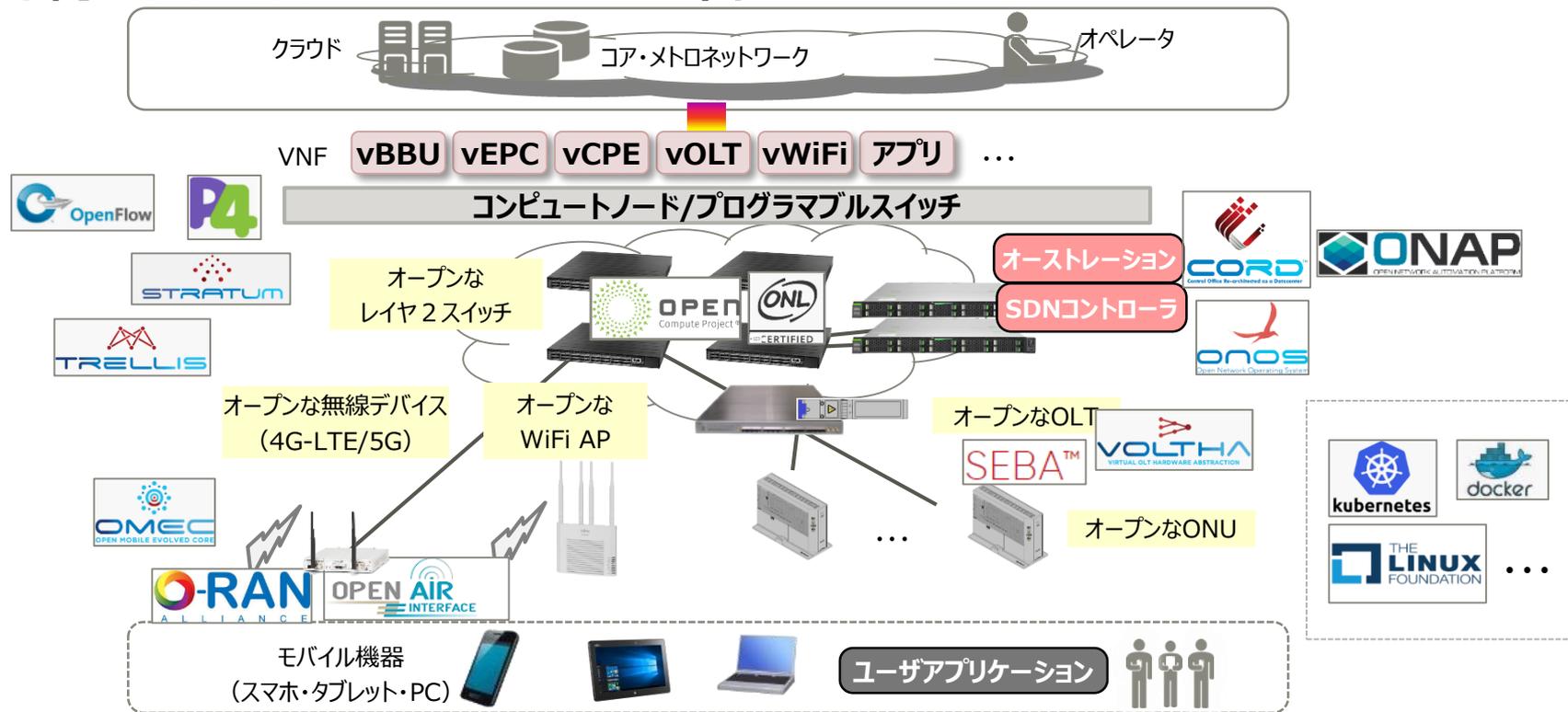


2. 取り組み内容紹介

- 2-1. 検証システムの構成
- 2-2. 現在のシステム
 - ① 光アクセス
 - ② Fabricネットワーク網 & P4開発
 - ③ NFVと仮想化基盤
 - ④ 無線アクセス

2-1. 検証システムの構成

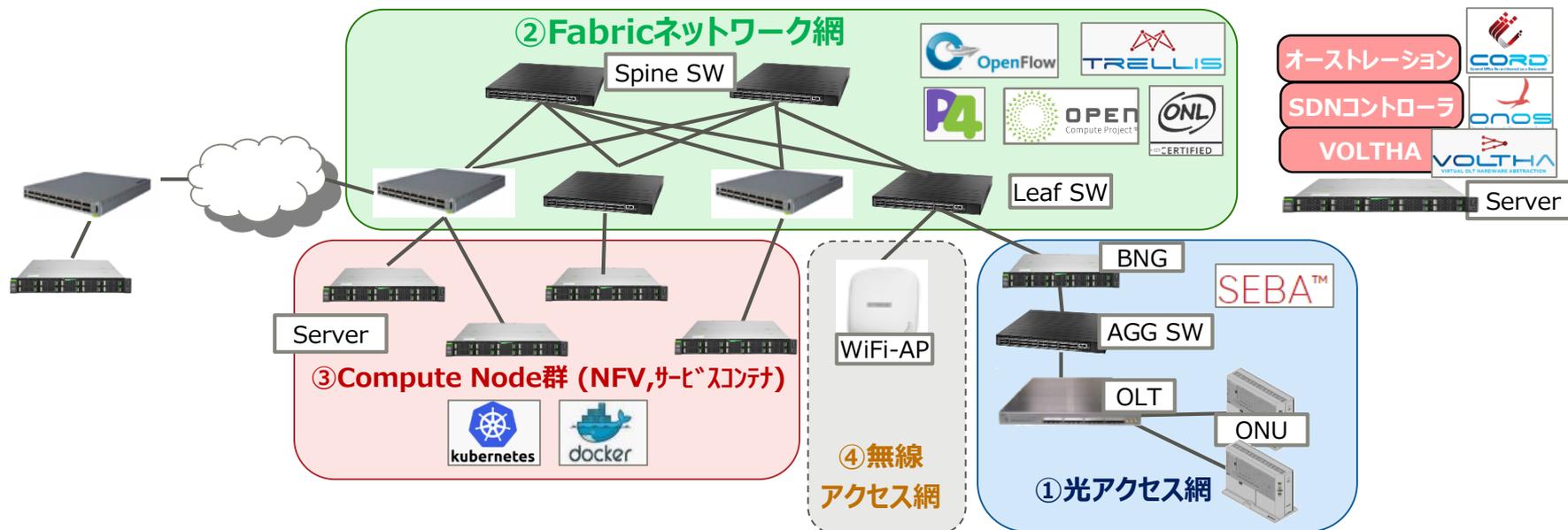
■ 目標とするシステムの全体イメージ



あらゆるオープンなネットワーク機器/オープンソースを活用して有線・無線ネットワークを構築

2-1. 検証システムの構成

■ 現状のシステム構成(2019.10)



•ハードウェア(Spine/Leaf SW, OLT, ONU, WiFi-AP)は **OCP(Open Compute Project)準拠**のWhiteBoxを採用

光アクセス網/Fabric NW網/NFV基盤の構築完了
今後、無線アクセス網の構築に着手

2-2.①検証システム：光アクセス

■ 課題とアプローチ手法

ターゲット：光アクセス装置OLT/ONU

汎用性

仮想化への接続性

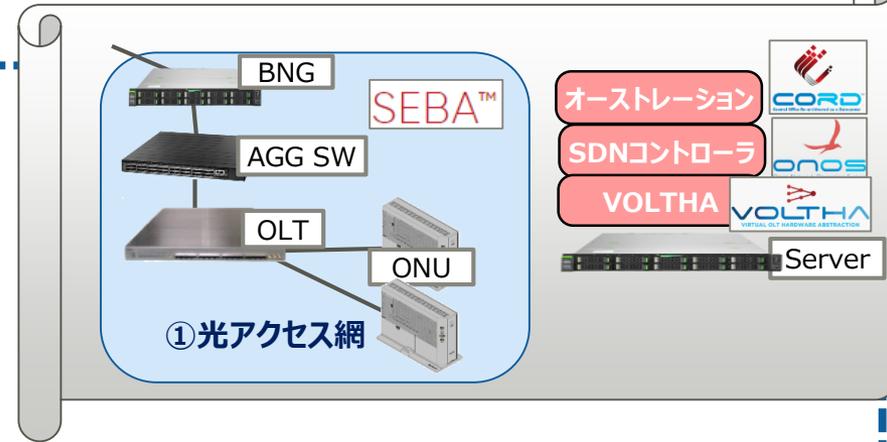
将来の40Gbpsへの高速化対応

より最適な機器を選定し適用

XGS-PONに対応可能なOLT/ONU装置

C-plane/M-planeの上位ソフトは共通のままで抽象化するHWの対象を拡充

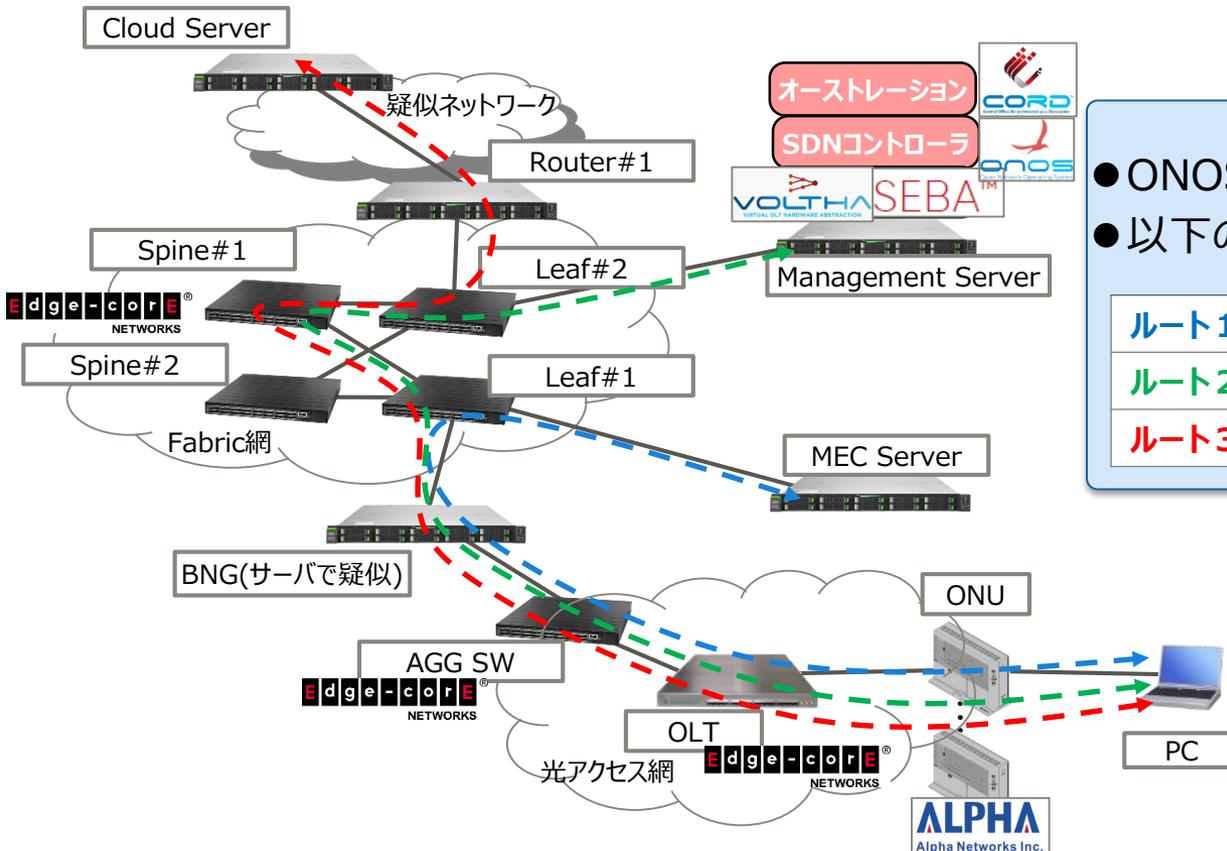
- ✓ VOLTHA、SEBAなどのOSSの適用検討
- ✓ 新規光アクセス機器の抽象化ソフトウェア/ドライバソフトの検証・開発



次世代光アクセス・ネットワークに向けた技術確立

2-2.①検証システム：光アクセス

■ 構成詳細



- ONOS/CORDからネットワーク機能を設定
- 以下の3ルートでスループット/遅延測定

ルート1	光アクセス網-Leafルート
ルート2	光アクセス網-Leaf-Spine-Leaf
ルート3	光アクセス網-Leaf-Spine-Leaf-Router

光アクセス網からMEC/Cloud向けの通信状況を検証

2-2. ① 検証システム：光アクセス

■ 管理画面

CORD **接続ONU**

接続OLT

接続Port

ONOS **トポロジ**

フロー情報

機器一覧

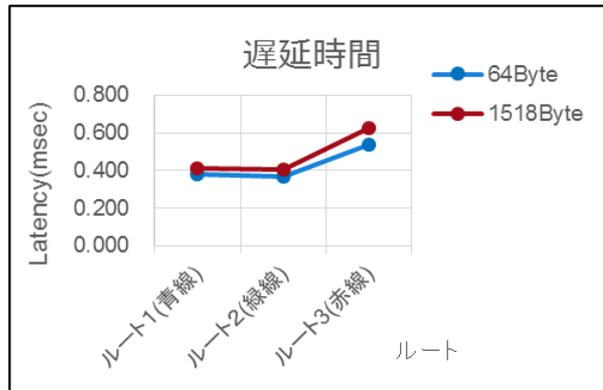
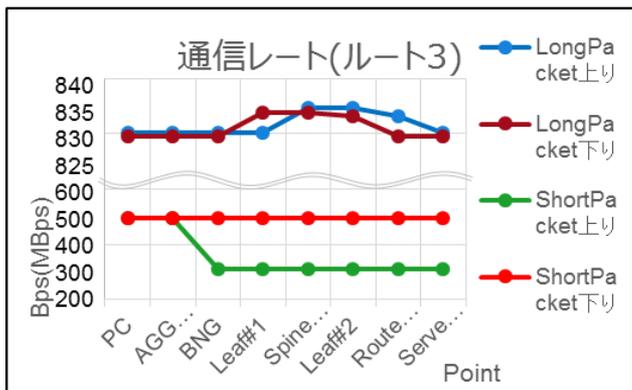
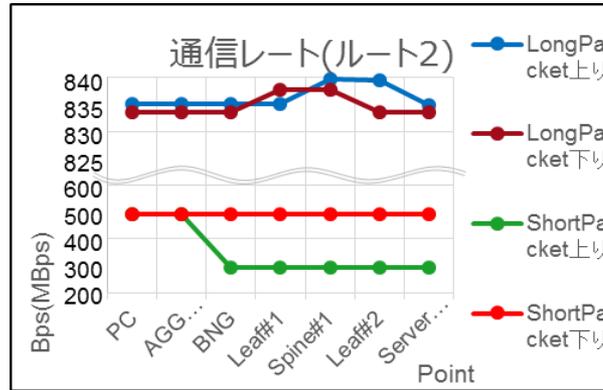
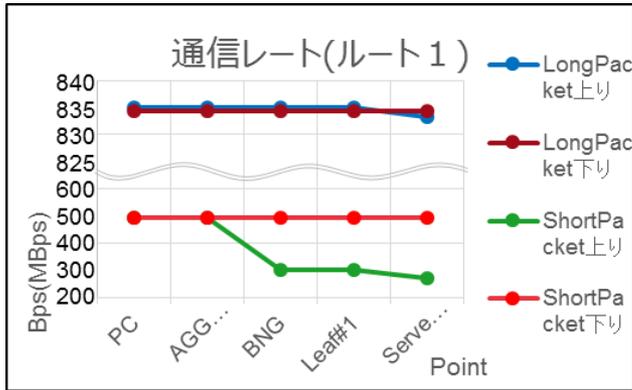
VOLTHA

接続OLT一覧

GUIから各設定情報/状況を監視

2-2.①検証システム：光アクセス

■ 測定結果



[性能測定結果]

- PON区間、Fabric網はフルレートで疎通
- 遅延は1msec以下

[所感]

(Good)

- 構築・起動制御/手順がベンダ依存しておらず共通で扱える

(Bad)

- 一部制御で課題あり
 - ・LEDと機器ステータスの不一致
 - ・OLTリセットでVOLTHAがOLTを認識しなくなる

オープン機器・ソースでもフルレートで疎通可能、一方で一部制御では課題となる部分もある

2-2.②検証システム：Fabric NW網

■ 課題とアプローチ手法

ターゲット：レイヤ2スイッチ装置

最新動向や対応状況調査

- ・ SDNコントローラ - スイッチ間のインターフェース
- ・ レイヤ2スイッチを対象としたオープンソース
- ・ D-planeのユーザ定義が可能なプログラマブルスイッチ

最適な機器選定



プログラマブルスイッチのデータプレーン管理技術

SDNコントローラから共通的に制御できるプラットフォームの適用
+ オープンソースのデファクトインターフェースの拡充
(OpenFlow・P4Runtime・gNMI/gNOI・Yang)

MECとCloudにおける一体最適制御技術の確立に向けた
ファブリックNWの通信状況を監視するための仕組みを導入

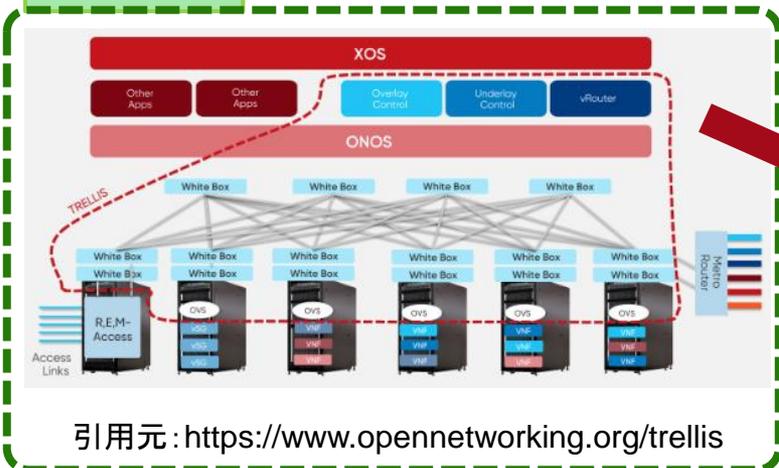
パケット・データ解析

通信状況測定

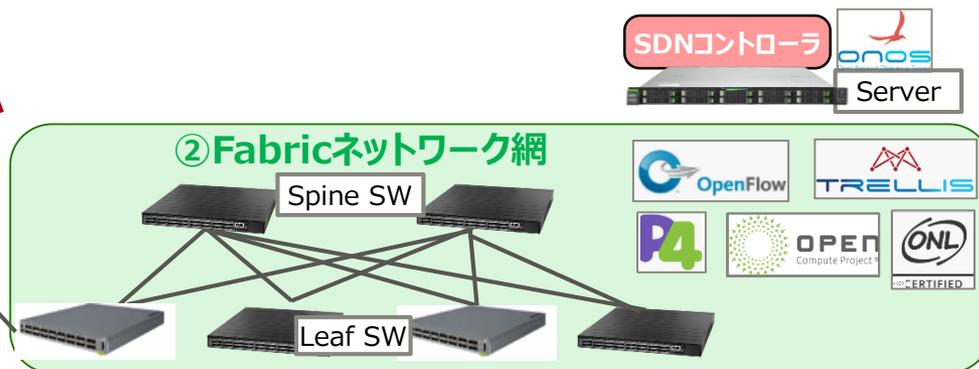
最適なD-plane管理技術と通信状況測定技術の確立

2-2.②オープンなFabric網の構築

・Trellis



Leaf-Spine構成のFabric網を構築



・White Box Switch



[所感]

- WhiteBoxスイッチの立上げが容易
- ネットワーク構成ファイルからネットワークフローの自動登録が可能

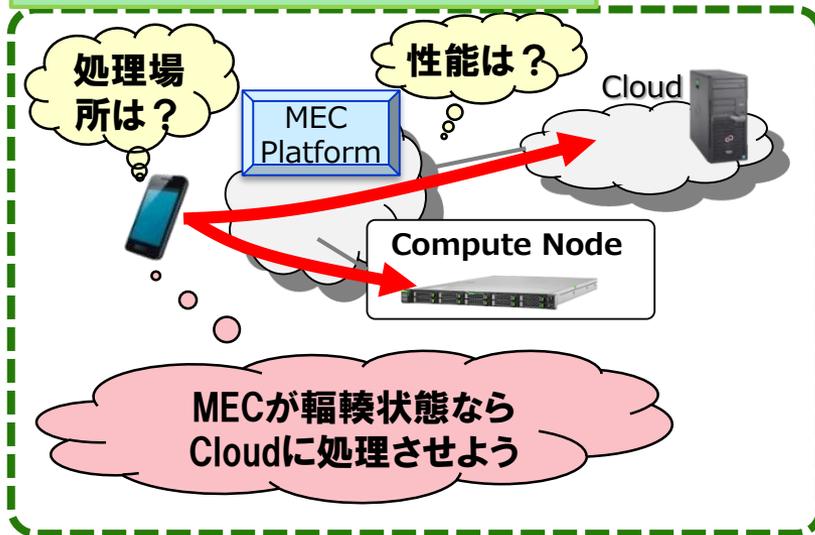
オープン・ハードウェアとOSSで「手軽」にFabric網を構築

2-2.②MEC/Cloud一体最適制御技術 **FUJITSU**

【目指す姿】

応答時間(伝搬遅延 + 処理遅延)の状況に応じた
タスクの処理場所(MEC or Cloud)とNW経路の自動割当て

・最適資源選択イメージ



・Closed Loopのフレームワーク



2019年度開発アイテム

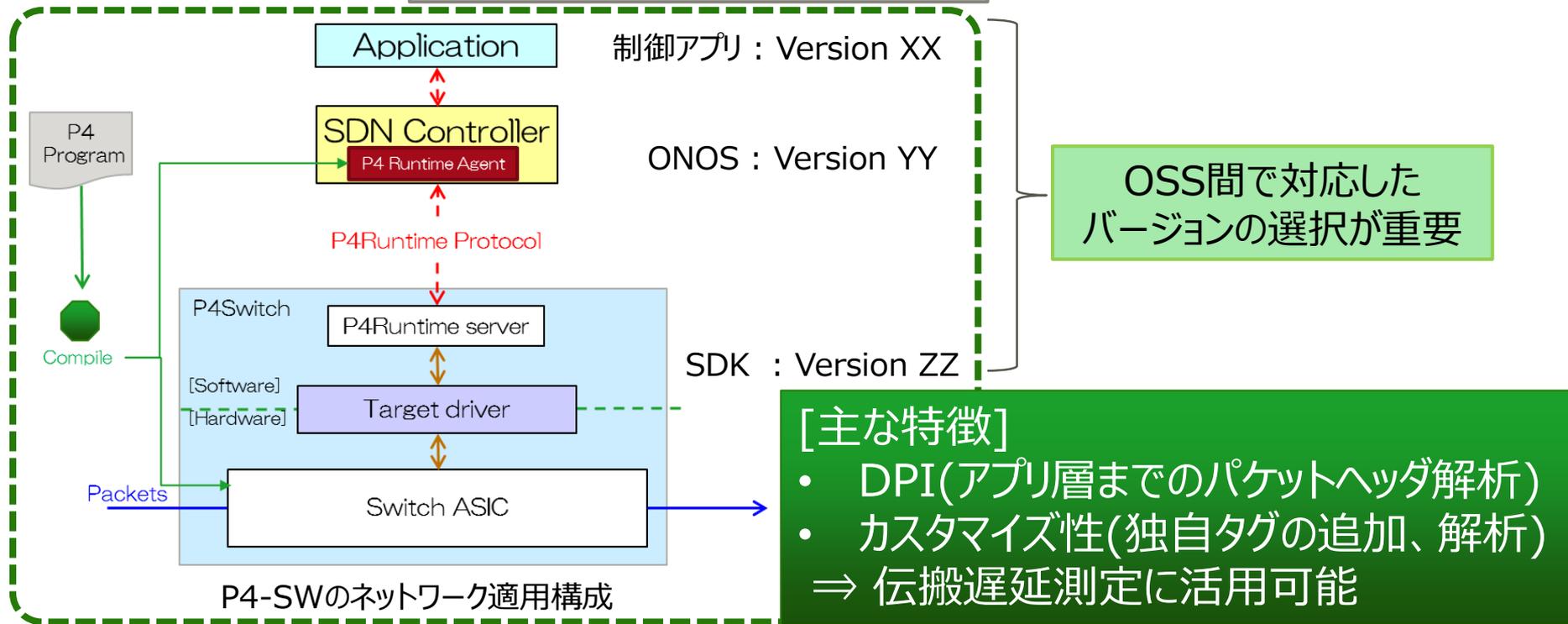
収集情報の拡充とフィードバックの仕組みが課題

2-2.②P4-SWのFabric網への組み込み

■ P4制御構成

P4(Programming Protocol-Independent Packet Processors)
: データ・プレーン処理をプログラムするための言語

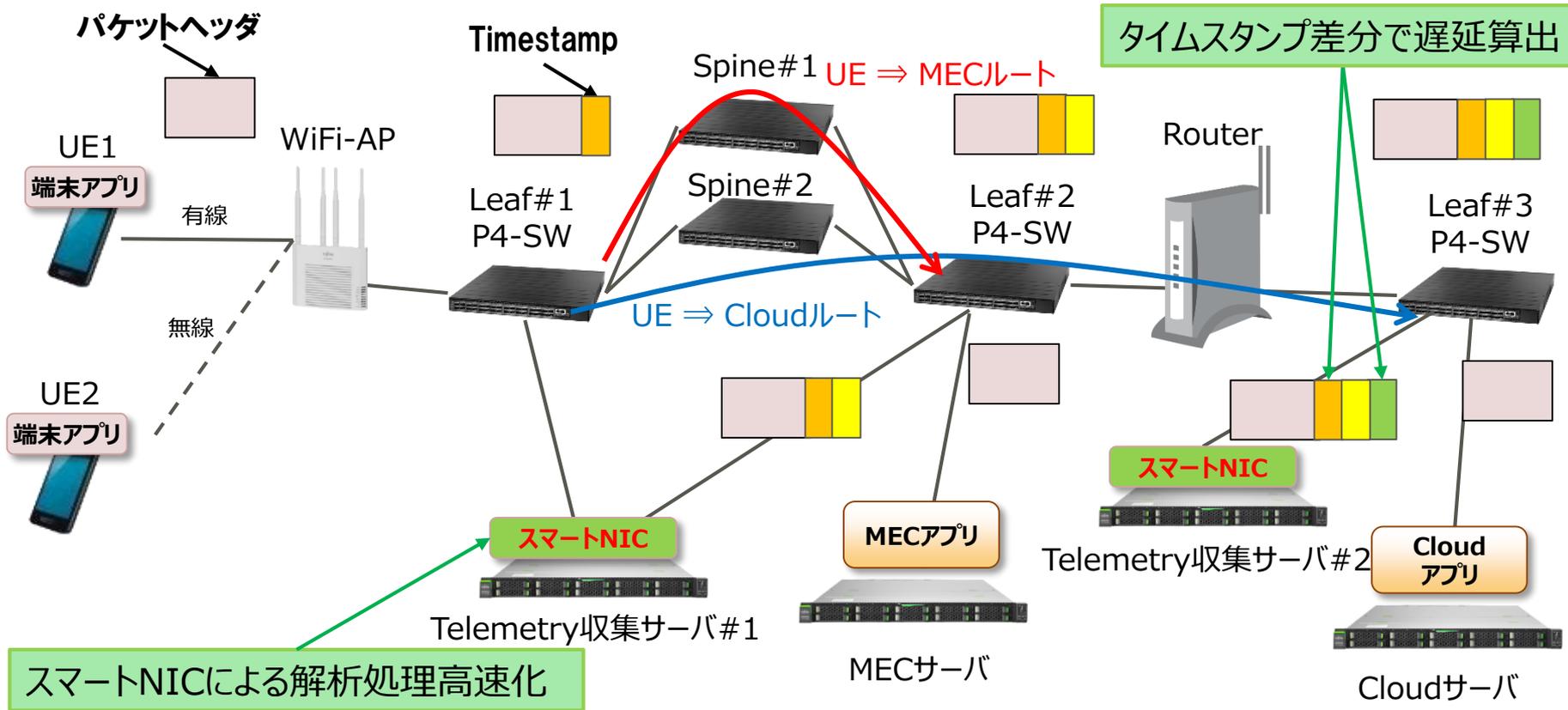
P4-SW : P4言語に対応したSwitch機器



プログラマブルスイッチを伝搬遅延測定に活用

2-2.②Telemetry活用によるリアルタイムモニタ

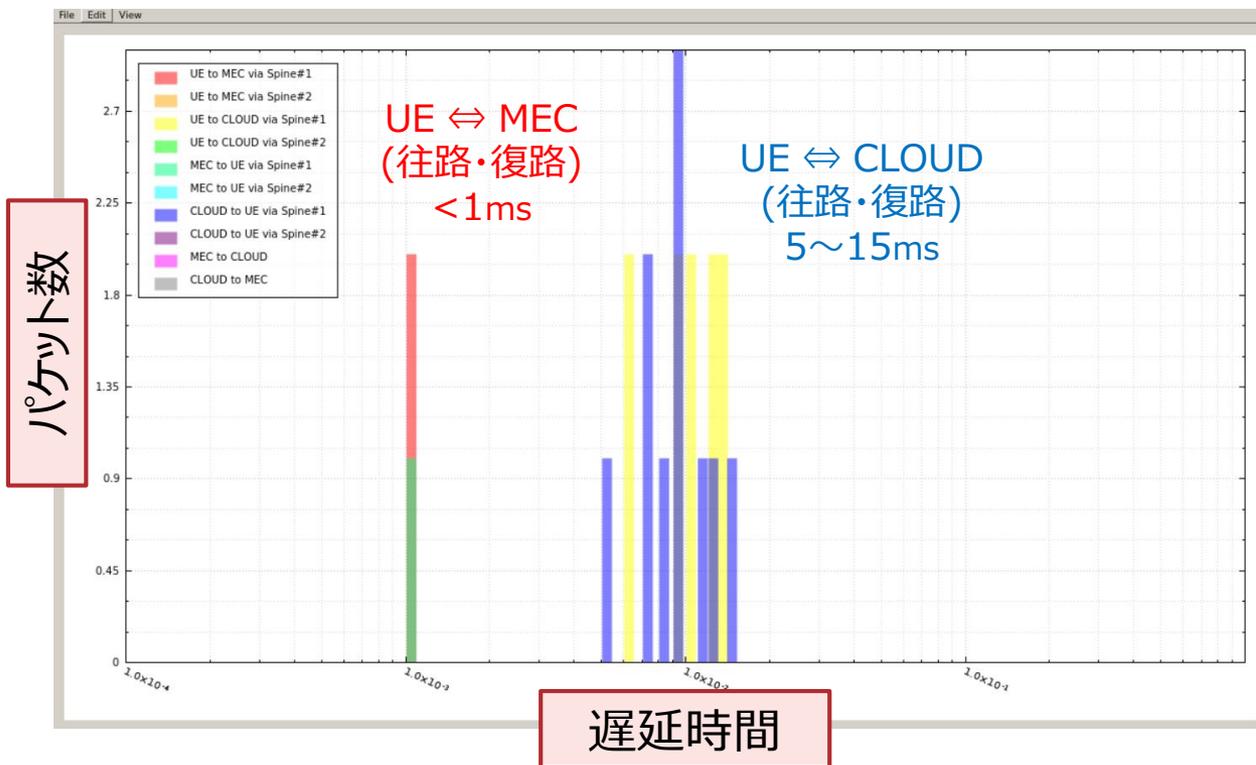
タイムスタンプ付与によるP4-SW間の遅延測定



ミリ秒精度のスイッチ間伝搬遅延測定を実現

2-2.②遅延測定機能検証結果

■ 遅延測定結果(ヒストグラム表示※1秒更新)



[伝搬遅延測定結果]

- UE ↔ MEC : <1ms
- UE ↔ Cloud : 5~15ms

※測定精度約1ms

[所感(主にP4開発関連)]

(Good)

- 開発工数: **約1/3**(対μcode)
- ※P4SW + Smart NIC分
- 仕様変更対応、デバッグのサイクル早い ※毎週新規リリース

(Bad)

- 高位言語のため、検討段階での規模や性能の議論やデバイス依存バグのデバッグは難しい

各経路の遅延時間をリアルタイムに解析・表示

2-2.③検証システム：NFVと仮想化基盤

■ 課題とアプローチ手法

ターゲット：ネットワーク仮想化基盤

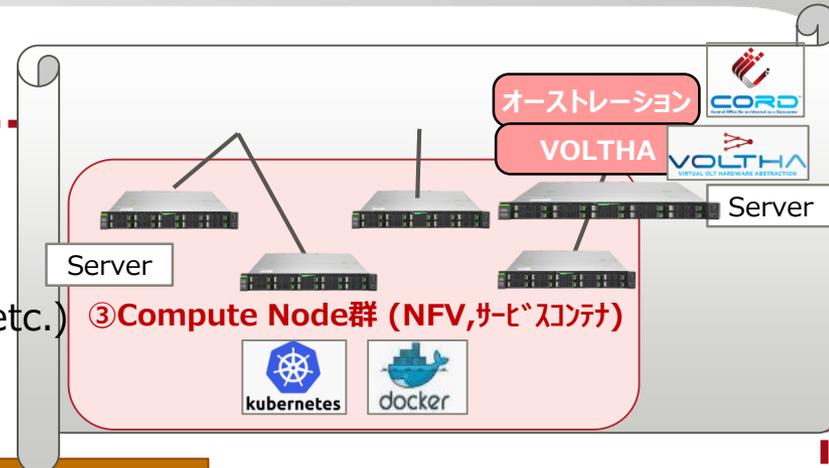
🔍 最新動向や対応状況調査

- 仮想化OSS(OpenStack, docker, kubernetes, Istio, etc.)
→ネットワークOSSとの連携・親和性

最適な技術選定

MECサービスの迅速な展開/撤収を可能にする技術

D-plane性能を向上させるオフロード技術



■ 状況

- VNFやMECサービスの仮想化基盤を構築
 - MECアプリを10数秒で容易に立ち上げられる仕組みの導入(CORDベース)
- MEC検証用アプリを用いた実証実験に着手(福井大学と共同検証)

エッジクラウドとNWの一体最適制御の技術確立

2-2.③検証システム：NFVと仮想化基盤

■ MECサービス仮想化基盤

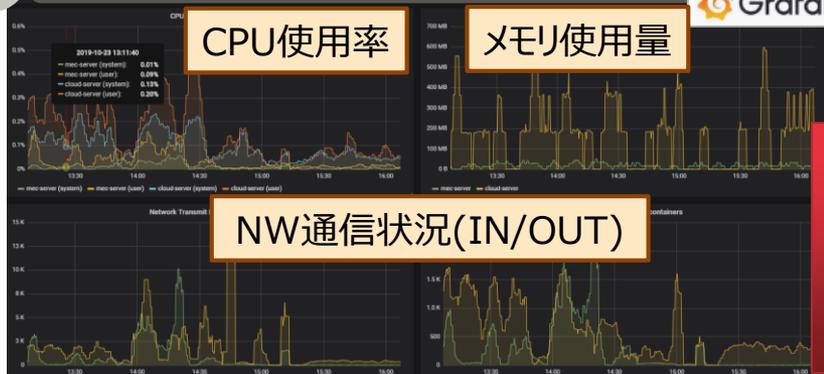
1 GUIからサービス・インスタンス追加設定



2 仮想化基盤上でインスタンス生成

3 サービスに特化した初期設定

4 インスタンス起動&継続監視



[サービスインスタンス生成時間]

- インスタンス生成：数秒
- 初期環境設定：10秒程度(サービス依存)

[所感]

(Good)

- モデリング定義/初期設定処理の開発のみで新規サービスの追加が可能
- インスタンスのリソース監視制御が組込まれている

(Bad)

- 制御パーツ(Chart)間で変更に対する追従が不十分
→組合せのバージョン管理がシビアであり、アップグレードの都度制御/ソースの確認が必須

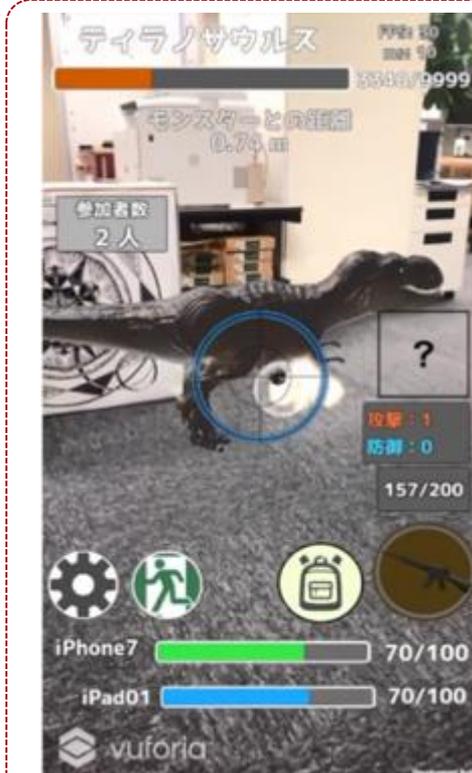
サービス構築～監視までの基本的な制御が自動生成されるため新規サービスの導入が容易

2-2.③MEC検証用アプリのご紹介

MECの有効性を検証するアプリの開発

※共同研究の福井大学の研究成果

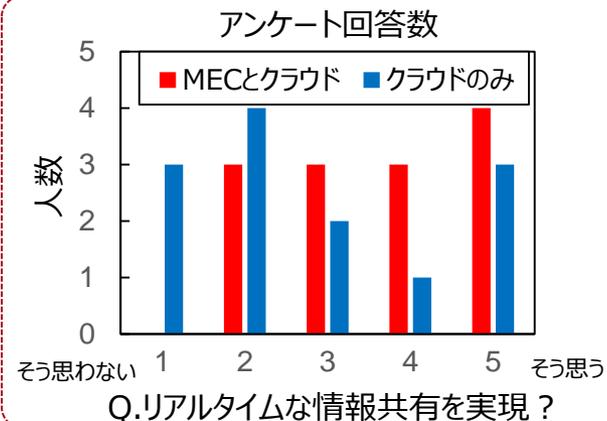
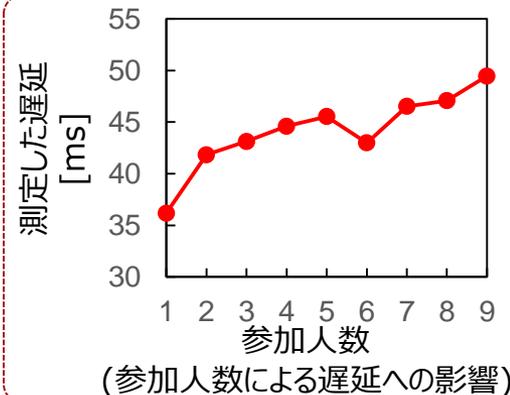
MECによる応答時間の短縮



アプリ画面



実験風景



応答時間差による体感品質の差を検証

2-2.④検証システム：無線アクセス網

■ 課題とアプローチ手法

ターゲット：無線アクセス装置

WiFi無線 アクセス	APLのカスタマイズが自由に 出来るアクセスポイントを選定	アクセス機能や HGW機能をVNF化	汎用サーバ上 に搭載
4G/5G対応の 無線アクセス	ソフトウェア無線 デバイスを選定	BBU及びEPCを ソフトウェア化・VNF化	汎用サーバ上 に搭載

無線アクセス機器の機能をソフトウェア/NFV化する
OSS(OpenAirInterfaceやCOMAC)を評価

課題洗い出し(スループット/レイテンシ/ジッター/帯域など)

実用化に向けた対応

(Display対応、NFV配備の見直し、EdgeCloud連携など)

2019下期取り組み予定

次世代(5G無線アクセス)開発

3.おわりに

■ 3-1.まとめ

無線・有線アクセスネットワークの 仮想化PF基盤確立に向けた取り組みを紹介

- 光アクセス網/Fabricネットワーク網/NFV基盤を構築・検証
 - ✓ オープン機器/オープンソースの有用性を確認
 - ✓ P4スイッチを用いたTelemetry制御の開発・検証
- 今後に向けて

1 有線・無線融合に向けた技術

2 エッジクラウドとネットワークの一体最適化技術

3 エンドツーエンドのネットワークスライシング技術



- 多様な通信環境を統合した大規模システムの構築・検証
数百台規模の端末機器に提供するアプリケーションサービスの
実証評価を行い実用性と有効性を検証

謝辞



本研究報告には、国立研究開発法人 情報通信研究機構からの委託を受けて実施した「5G・Beyond 5Gの多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発」の成果の一部が含まれています。



FUJITSU

shaping tomorrow with you