

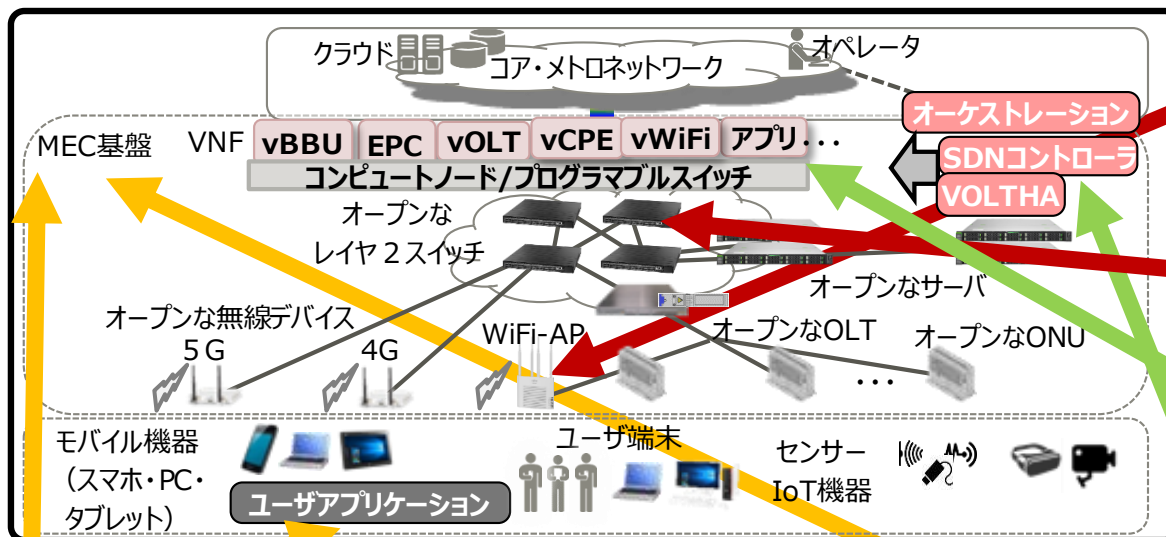
## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名: 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
- ◆副題: 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仮想化とエッジクラウド基盤技術の研究開発
- ◆実施機関: 富士通株式会社、国立大学法人福井大学
- ◆研究開発期間: 第一期: 平成30年度から平成32年度(3年間)、第二期: 平成33年度から平成34年度(2年間)
- ◆研究開発予算: 第一期: 総額150百万円(平成30年度50百万円)

## 2. 研究開発の目標

5G・Beyond 5G時代に向けて、多種多様なサービスを誰もがいつでもどこでも容易に利用できる社会を実現するために、サービス多様化に対応する有線・無線アクセスネットワークの仮想化技術とエッジクラウド基盤技術を確立する。

## 3. 研究開発の成果



## 研究開発項目1-1: マルチベンダ光、無線アクセス装置のオープン化技術開発(富士通)

サービス多様化に対応できるネットワークアーキテクチャを検討し、それに基づいてハードウェア抽象化に使用するOSS候補の抽出、及びその実装、検証に必要なオープンなアクセス装置とユーザ端末機器について選定した。

## 研究開発項目1-2: マルチベンダレイヤ2装置のオープン化技術開発(富士通)

検討したネットワークアーキテクチャに基づき、ネットワークコントローラとの接続性の観点からオープンなレイヤ2スイッチ装置(Edgecore社製およびMellanox社製)を選定した。

## 研究開発項目2-1: 光、無線アクセス機能のNFV化技術開発(富士通)

NFVを活用したネットワーク構成を検討し、光、無線アクセス機能仮想化のOSS候補の抽出、及び仮想化に必要なコンピュータ資源として富士通社製のサーバ、ストレージ機器を選定した。

## 研究開発項目2-2: オープンネットワークコントローラ、NFVコントローラ技術開発(富士通)

検討したネットワーク構成に基づき、ネットワーク/NFVコントローラのOSS候補の抽出、及びその実装、運用に必要なサーバ資源として富士通社製のサーバ、ストレージ機器を選定した。

## 研究開発項目4-1: MEC技術開発(富士通)

仮想ブリッジの低遅延化に使用するOSS候補(Ovsなど)の抽出、及び最適資源配備アルゴリズム(研究開発項目4-3)のインプットとなる性能統計情報の候補抽出とその収集技術の調査を実施した。

## 研究開発項目4-2: MECアプリケーション設計及び実用性・有効性評価(福井大学)

MECプラットフォームを有効利用する多人数情報共有型ARアプリを開発し、小規模な実験環境を構築した。実験評価により、開発アプリが10名で同時利用できることを確認し、さらにMECプラットフォームの効果を体感できることをアンケートによって確認した。

## 研究開発項目4-3: アプリケーションと連動する一体最適資源利用技術(福井大学)

開発するMECプラットフォームを想定したシステムモデルに対して、最適化問題を利用したアプリケーションと連動する一体最適資源利用技術を確立し、性能評価によって、総処理遅延を最小化できることを示した。

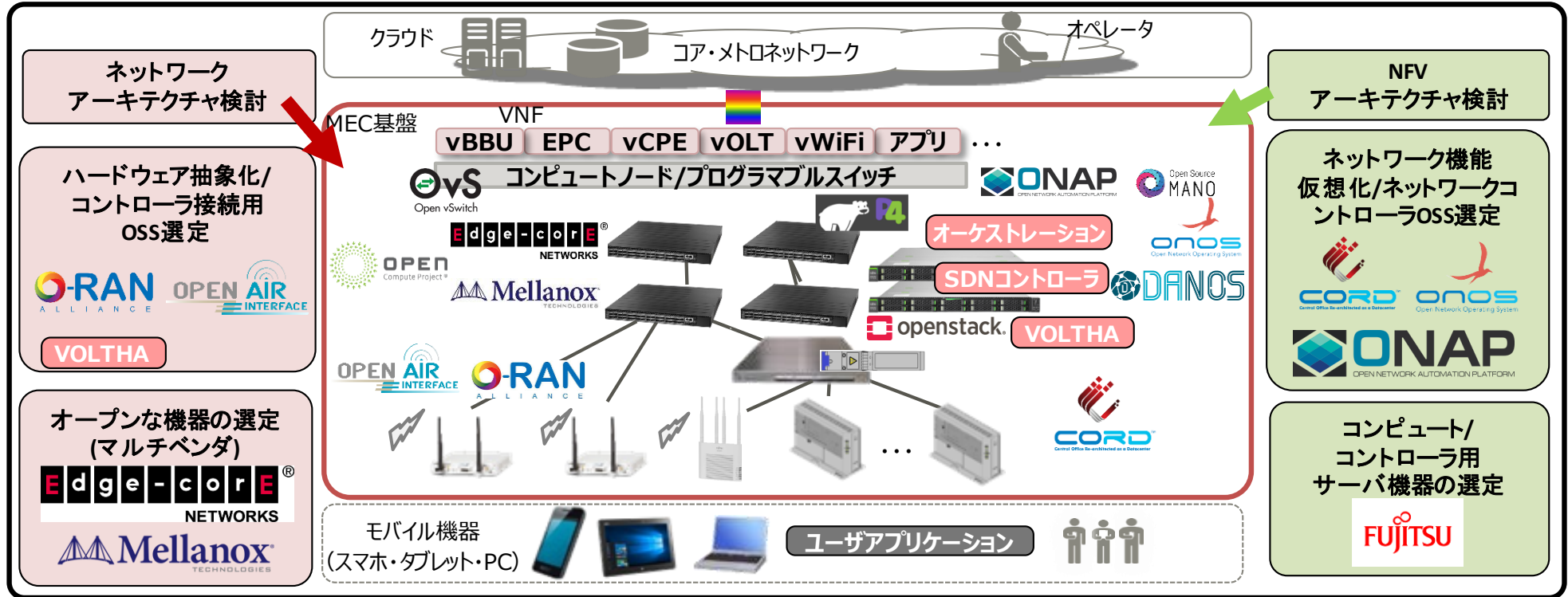
# 主な成果 - その1: 富士通

## 研究開発項目1: ネットワーク装置のオープン化技術

## 研究開発項目2: ネットワーク仮想化基盤技術

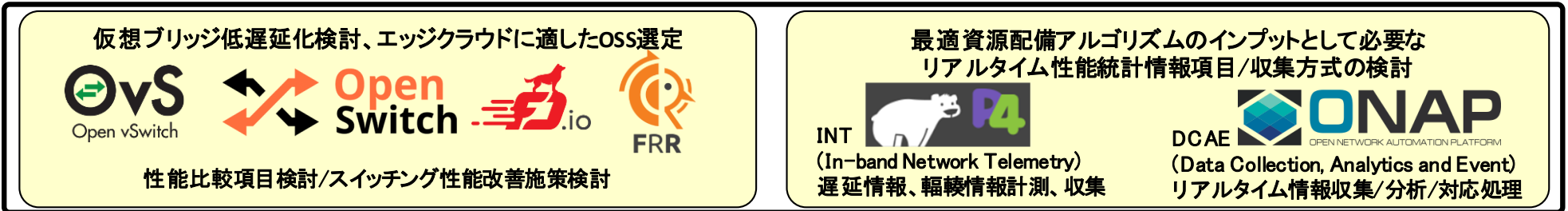
研究開発項目1-1: マルチベンダ光、無線アクセス装置のオープン化技術開発  
 研究開発項目1-2: マルチベンダレイヤ2装置のオープン化技術開発

研究開発項目2-1: 光、無線アクセス機能のNFV技術開発  
 研究開発項目2-2: オープンネットワークコントローラ、NFVコントローラ技術開発



## 研究開発項目4: エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術

研究開発項目4-1: MEC技術開発



## 研究開発項目4: エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術

### 研究開発項目4-2: MECアプリケーション設計及び実用性・有効性評価

開発したゲーム画面

#### 多人数情報共有型ARアプリ

MEC(リアルタイム性の確保)

- 各端末の攻撃情報を収集し、攻撃結果を計算して全端末に結果を返信
- モンスター・端末の現在データを管理クラウド(処理負荷軽減効果)
- モンスターの移動制御
- モンスター・端末の過去データを管理

開発した小規模実験環境

実験風景

参加人数	遅延 [ms]
1	36
2	42
3	43
4	45
5	46
6	43
7	47
8	48
9	50

リアルタイム性 (5が最高)	開発環境 (回答数)	比較環境 (回答数)
1	3	3
2	3	4
3	3	2
4	3	1
5	4	3

### 研究開発項目4-3: アプリケーションと連動する一体最適資源利用技術

#### システムモデル (MECプラットフォーム環境)

#### 最適化問題による一体最適資源利用技術

$$\min_{\chi_i, \psi_i, \omega_i} \sum_{i=1}^N \{A_i \cdot \chi_i + B_i \cdot \psi_i + C_i \cdot \omega_i\}$$

subject to :

$$A_i \cdot \chi_i + B_i \cdot \psi_i + C_i \cdot \omega_i \leq t_i^{max}, \forall i \in N$$

$$\chi_i + \psi_i + \omega_i = 1, \forall i \in N$$

$$\sum_{i=1}^N \psi_i \leq M$$

タスク配置を示すバイナリ変数

$\chi_i$ : ユーザ端末

$\psi_i$ : MECサーバ

$\omega_i$ : クラウド

タスク数	比較法 1	提案法
2	2	2
4	4	4
6	6	6
8	8	8

MECサーバの処理性能 [GHz]	UEs	MEC	Cloud	TRT
0	4	4	4	4
2	4	4	4	3.5
4	4	4	4	3
6	4	4	4	2.8
8	4	4	4	2.6
10	4	4	4	2.5
12	4	4	4	2.4



4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- (1) サービス多様化に対応できるネットワーク/NFVアーキテクチャを検討し、それに基づきハードウェア抽象化/ネットワーク機能仮想化/ネットワークコントローラに使用するOSS候補の抽出、及びその実装、運用、検証に必要なオープンなネットワーク機器、サーバ機器について選定した【開発項目1,開発項目2】。
- (2) MEC内に配備する仮想ブリッジの低遅延化に使用するOSS候補(OvSなど)の抽出、及び最適資源配備アルゴリズム(研究開発項目4-3)のインプットとなるリアルタイム性能統計情報収集について活用可能な新技術(ONAP/P4)の調査とその候補の抽出を実施した【開発項目4-1】。
- (3) 開発したARアプリと小規模実験環境で性能評価実験を行い10名の同時利用が可能であることを確認できた。また、本アプリに適する端末・OSバージョンを確認し、今後のMECプラットフォームでの実証実験に向けて有益な情報を獲得した【開発項目4-2】。
- (4) 開発項目4-1を想定したシステムモデルに対して確立した一体最適資源利用技術により伝送遅延を最小にするタスク割り当てを実現した。本成果は、電子情報通信学会総合大会で口頭発表するだけでなく、国際会議IEEE ICCE-TW 2019に2頁の原稿を投稿して採択された【開発項目4-3】。

5. 今後の研究開発計画

- 研究開発項目1-1: マルチベンダ光、無線アクセス装置のオープン化技術開発(富士通株式会社)
- 研究開発項目1-2: マルチベンダレイヤ2装置のオープン化技術開発(富士通株式会社)  
各装置をより最適な機器をプラットフォームとして結合するためのアーキテクチャ設計及びソフトウェア設計を行い、まずは光アクセス装置、無線アクセス装置、WiFiアクセス装置、L2スイッチ装置、それぞれ1ベンダの装置環境での評価を完了させる。
- 研究開発項目2-1: 光、無線アクセス機能のNFV化技術開発(富士通株式会社)
- 研究開発項目2-2: オープンネットワークコントローラ、NFVコントローラ技術開発(富士通株式会社)  
アクセスネットワークの機能をVNF化する設計、およびSDNコントローラ、NFVコントローラの開発を行う。平成31年度は光・無線それぞれのドメインでの基礎的なオーケストレーション制御を行い、平成32年度でドメイン間にまたがるオーケストレーションを実現する。
- 研究開発項目4-1: MEC技術開発(富士通株式会社)  
仮想ブリッジの低遅延化に向けた性能改善、最適化開発、および輻輳・遅延状況・CPU負荷情報をはじめとするMECの資源最適配備アルゴリズムのインプットとして必要な情報をリアルタイムに収集・通知する技術の実現性検討を行う。
- 研究開発項目4-2: MECアプリケーション設計及び実用性・有効性評価(国立大学法人福井大学)  
前年度に開発したMECアプリケーションを改良し、多人数の使用が可能で、かつプラットフォームの効果をより体感可能な多人数情報共有型ARアプリを開発する。さらに、本アプリを運用するためのサーバプログラムも改善し、デモ実験環境を構築する。福井大学文京キャンパス内でデモ実験を2回実施し、アプリケーションの効果とMECプラットフォームの実験環境の実用性を調査する。
- 研究開発項目4-3: アプリケーションと連動する一体最適資源利用技術(国立大学法人福井大学)  
アプリケーションと連動してアクセス資源やネットワーク帯域、計算機資源などを適切に利用可能な一体型最適資源利用技術について、実環境での利用を想定した制御アルゴリズムを確立する。確立するアルゴリズムは、前年度に確立した最適化問題の近似解を高速に導出するものである。また、本研究開発項目で開発するMECプラットフォームの環境に合わせて、最適化問題の定式化及び制御アルゴリズムの調整を行う。