

ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業  
ポスト5G情報通信システムの開発

# RAN制御高度化技術の開発

2024/10/15

富士通株式会社

NW Software & Integ.BU

グローバルネットワークソフトR&D事業部

井沢 泰成



Post-5G Project

ポスト5G情報通信システム  
基盤強化研究開発事業

# 1. 事業概要

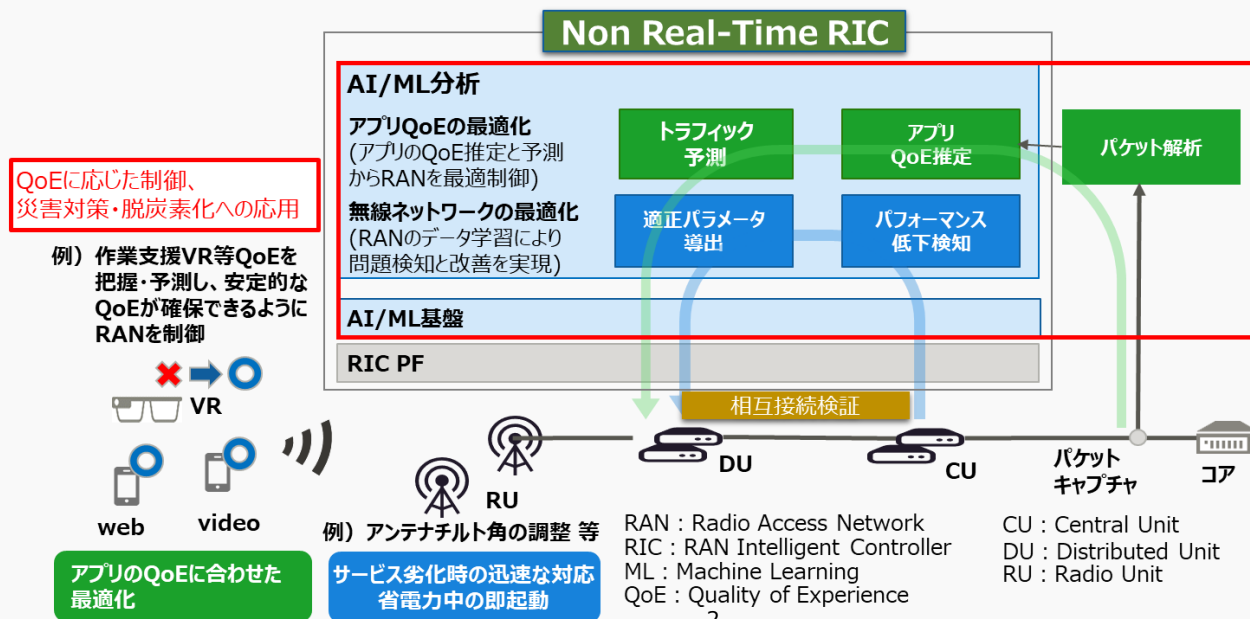
## 概要

無線ネットワークの利用形態が多様化する中で、通信環境の変化へRANを速やかに対応させるため、O-RANアーキテクチャにおける**RIC領域においてAIやMLを用いて基地局の設定を迅速に最適化する技術**を開発する。

【事業項目1】Non-RT RICのAI/ML搭載による無線ネットワーク最適化技術

【事業項目2】アプリ最適型O-RAN分析・運用技術

【事業項目3】相互接続検証



## 2. 事業成果概要(知財、標準化活動含む)

事業の  
最終目標

### 【事業項目 1】

- ・無線ネットワークの**自動最適の事象モデルを2件(\*)**による検証を完了  
\* : 「災害発生時のサービス断エリアの救済」 / 「エコ停波時のパフォーマンス低下検知/制御」
- ・パラメータ変更の**リードタイム1.0時間**の達成

### 【事業項目 2】

- ・non-RT RICのrApp機能を用いた、**産業アプリケーション(インタラクティブな大容量映像配信)に応じたRAN制御の有効性検証 : 合計2件(\*)**を完了  
\* : 「TV会議(Teams)」 / 「xR(VistaFinder MX)」
- ・アプリケーション品質分析として、User-Plane **100Gbps**、1,000万セッション/分を汎用サーバ1台でリアルタイム解析を実現

### 【事業項目 3】

- ・開発したrAppが動作するRICとO-RANのインターフェイス仕様に準拠した基地局装置との**相互接続性の評価** / 検証 : 異なるベンダーの基地局装置を用いて**2通り**の検証完了

### <知財関連>

- ・通信管理装置および無線リソース予測方法に関する知財 : 1件
- ・ネットワーク装置及びモデル学習方法に関する知財 : 3件

### <標準化関連>

- ・O-RAN ALLIANCE WG2に関する標準化へのコントリビュート : 1件

# 事業項目 1 : 災害発生時のサービス断エリアの救済(検知)

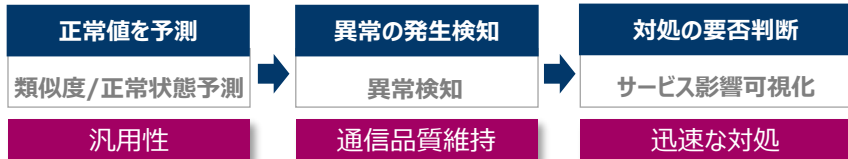
## サービス断エリア検知概要

知財化

- 周辺セルの動向から故障を検知する技術を開発
- サイレント故障などにも高い対応
- サービス断発生の可能性含めた優先度付け

### 技術

富士通独自の様々なAI技術を適用



Anomaly Detector

対処が必要なサイレント故障を早期に検知

### 具体例

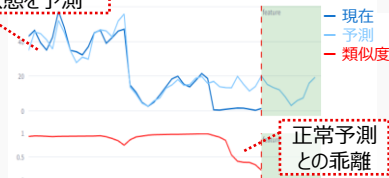
周辺セルの正常状態を把握  
正常状態からの乖離から異常判断



エリアカバレッジと  
近隣セルから正常状態を予測



OpenStreetMap®

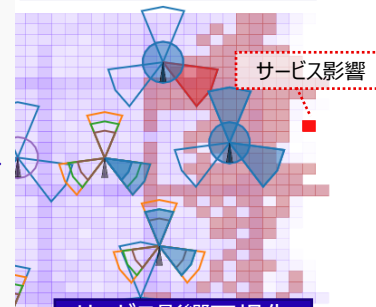


類似度・正常状態予測

cell	Band	apLon	apLat	Confidence
S1-S1_08-C2	1.0G	135.759247	35.019534	0.889000
S2-S2_20-C2	2.0G	135.735976	35.013207	0.470000
S3-S1_08-C2	1.0G	135.745481	35.012134	0.094450
S2-S2_37-C1	4.0G	135.735976	35.013207	0.093913
S2-S2_37-C3	4.0G	135.735976	35.013207	0.093900

異常検知

故障の確度とエリア状況から影響算出



サービス影響可視化

サービス影響の早期検知・復旧計画の迅速化

# 事業項目 1 : 災害発生時のサービス断エリアの救済(制御) FUJITSU

## ● サービス断エリアの救済概要

- サービス断を救済する最適なチルト角の予測技術を開発
- フィールドのパスロスを考慮したチルト角算出
- 指向性・負荷状態を加味したチルト対象セルの抽出

### 技術

#### 富士通独自のAI技術を適用

##### カバレッジの予測

学習済みモデル

高精度

##### 対象セルの選定

組み合わせ最適化

判断の自動化

##### 対処の自動制御

自動制御

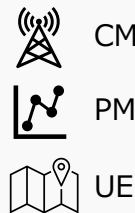
通信品質維持

#### Tilt Optimization

カバレッジホールをチルト角により自動最適化

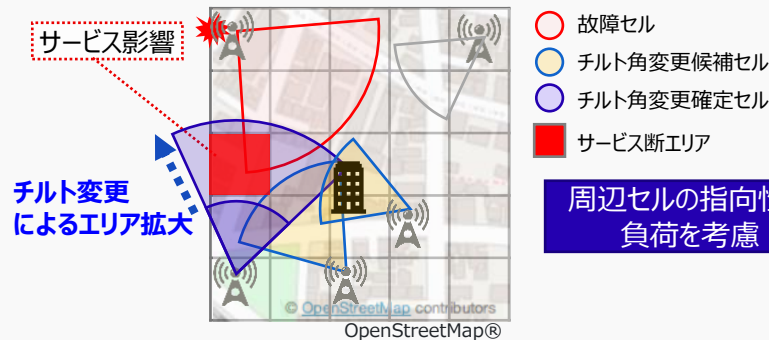
### 具体例

UEデータによるカバレッジとパスロス把握  
チルト角変更による電波到達距離を予測



電波伝搬予測モデル

電波到達距離予測



周辺セルの指向性や  
負荷を考慮

迅速なサービス復旧・通信品質を確保

# 事業項目 1 : エコ停波時のパフォーマンス低下検知/制御

知財化

## ● エコ停波時のパフォーマンス低下検知・制御概要

- Grid単位のトラフィック負荷の予測技術を開発
- イベント等によるトラフィック上昇の予兆技術を開発
- 汎用性が高く、従来技術より高い省エネ効果を実現

### 技術

#### 富士通独自の様々なAI技術を適用

##### Area負荷予測

時系列予測

汎用性

##### イベント等の発生検知

異常検知

通信品質維持

##### 停波・起動セルの選択

組み合わせ最適化

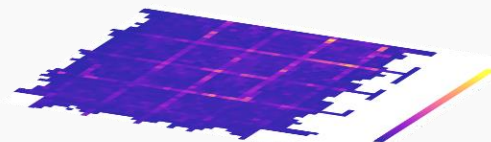
高い省電力効果

### Energy Saving

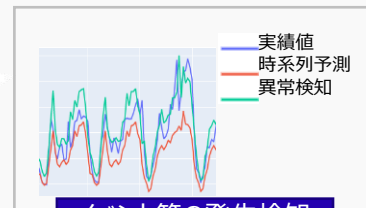
通信品質を維持しながら、高い省電力効果

### 具体例

トラフィック予測とトラフィック予兆技術により  
通信品質に影響を与えることなくセルを制御

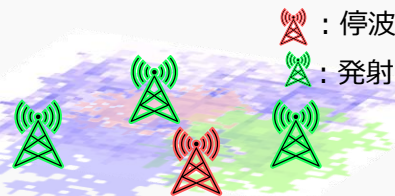


Grid単位の負荷予測



イベント等の発生検知

直近のトラフィックを予測



停波・発射セルの選択

各セルの通信実績から必要なセルを稼働

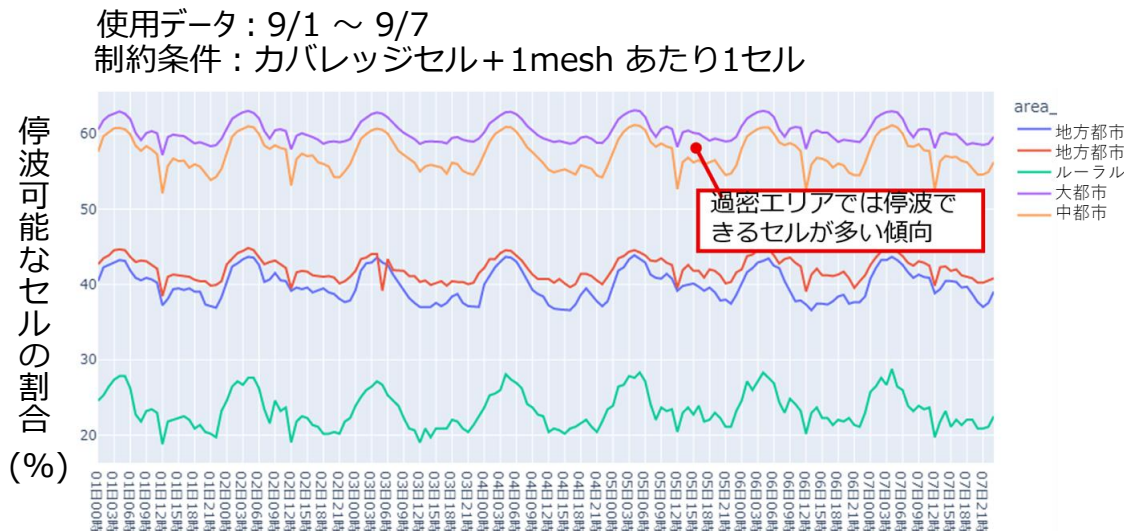
トラフィック上昇の予兆検知により通信品質を確保

# 事業項目 1 : エコ停波時のパフォーマンス低下検知/制御

商用の実環境において、時間帯によって50%~60%のセル停波の実現性を確認

## ■ 停波・発射対象セルの評価結果

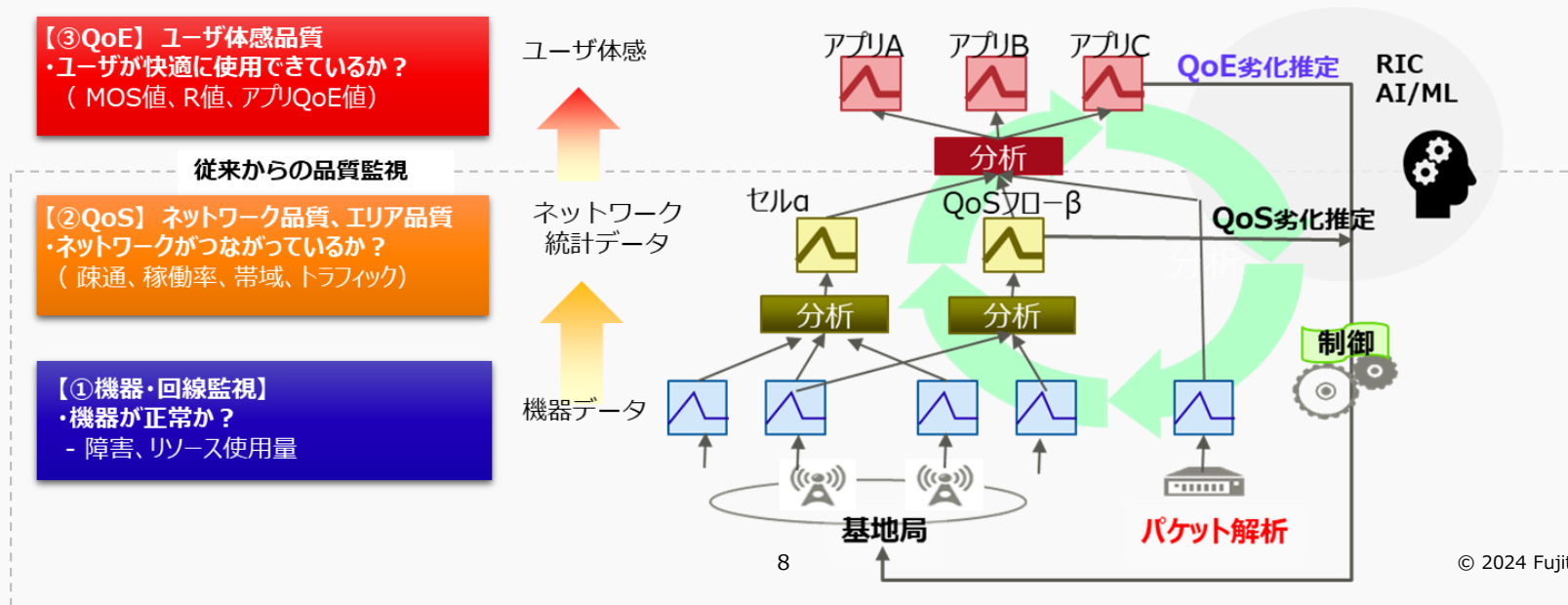
- ・**モバイルキャリア様の商用データを利用した評価を実施**（エリアごとにルーラル、アーバン等の異なるセル密度）
- ・セルが過密に設置されているエリアでは、特に高い効果を実現できることを確認



# 事業項目 2 : 品質監視レベルの向上に伴うRAN最適化

## 多様化するアプリケーションのネットワークへの品質要件にあわせ、 ユーザの体感品質をベースとした運用へ

- ✓ サービスに対してユーザが体感する品質であるQoEで品質を判断
  - ✓ ユーザ満足度を達成しながらネットワークを運用
- ユーザの体感品質向上とネットワーク利用効率向上の両立





# 事業項目 2 : QoE推定

## ● QoE推定概要

- 5G/6Gで増加する多種多様なアプリケーションについてQoEの推定を可能とする技術を開発
- 100Gbpsトラフィックの高速なパケット解析処理
- ユーザ・アプリケーション単位の体感品質の把握
- アプリケーション単位のKPIを算出、KPIの特徴量から多様なアプリケーションに対応するAIモデルを生成

### 技術

#### 富士通独自のAI技術を適用

パケット解析

品質KPI

汎用性

アプリ毎のQoE推定

学習済みモデル

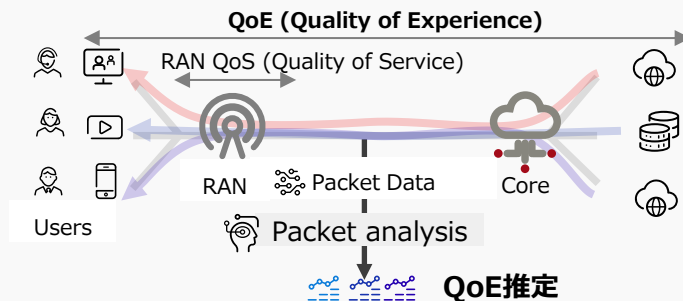
通信品質維持

#### QoE Estimation

アプリケーション毎・ユーザ毎のQoEを把握

### 具体例

高速パケット解析処理によりユーザ単位  
アプリケーション単位のQoEを推定



#### ネットワーク品質KPI

E2Eのネットワーク品質と関連のあるKPI  
(例：TCPスループット、RTT、パケットロス…)

#### データグループKPI

アプリケーションのデータ送信量に関するKPI  
(例：連続送信データ量、送信間隔…)

特徴量

AIモデル生成

各種QoE推定モデル

QoE推定による必要なリソース量を把握

# 事業項目 2 : QoE RAN最適化

## ● QoE RAN最適化概要

- QoEをベースにしたH.O.閾値制御技術を開発
- ユーザ・アプリケーション単位の体感品質を確保

### 技術

#### 富士通独自のAI技術を適用

要因推定

検定

問題箇所の切り分け

H.O.閾値の導出

組み合わせ最適化

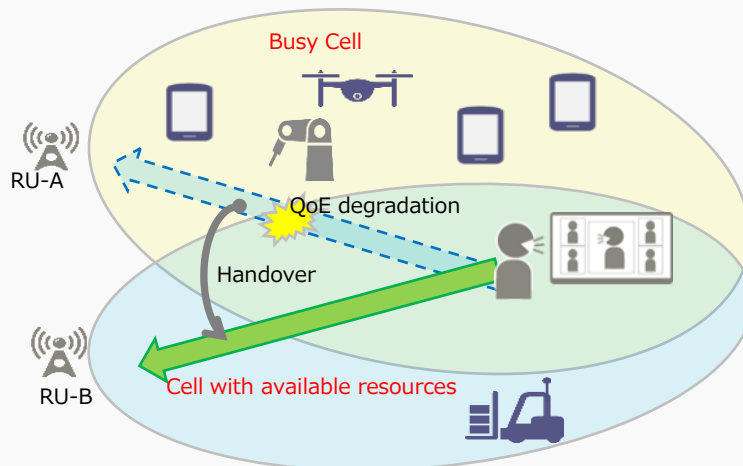
通信品質維持

QoE Optimization

H.O.閾値制御

### 具体例

QoEが劣化したUEのQoE改善のため  
H.O.閾値制御でトラフィックを分散



ex : Handover to a Cell with available resource

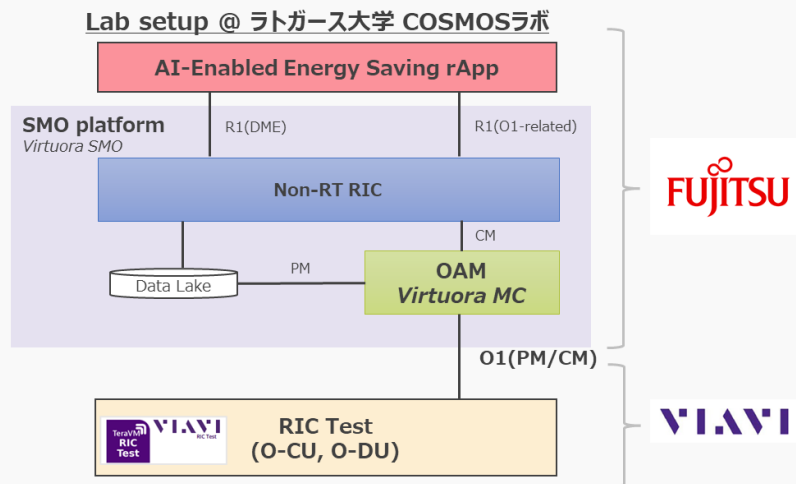
ユーザ体感品質と収容利用数を向上

# 事業項目 3 : マルチベンダー接続検証

## VIAVI製シミュレータ/他社基地局を用いた相互接続検証を実施

O-RAN ALLIANCE (注1) がO-RANのエコシステム拡大を目的に主催した国際イベント「O-RAN ALLIANCE Global PlugFest (注2) Fall 2023」において通信ネットワーク測定器ベンダーである米国VIAVI Solutions Inc.製のRAN装置と相互接続試験を実施済。

プレスリリース(参考) : <https://pr.fujitsu.com/jp/news/2023/12/19.html>



注1 : O-RAN ALLIANCE

2018年に設立された無線アクセスネットワークがオープン、インテリジェント、かつ仮想化され、完全に相互運用可能にするというミッションを持つ業界団体。

注2 : O-RAN ALLIANCE Global PlugFest

テストやインテグレーションを通じてO-RANエコシステムの効率的な進展を図るO-RAN ALLIANCEが主催する定期的なイベント。ベンダーとプロバイダーが協力して、製品とソリューションをテスト、評価、検証し、O-RAN仕様に従った異なるベンダーの基地局装置の相互接続性の結果を共有。

### 3. 事業成果の社会実装イメージと産業等への波及効果

#### 本研究開発の成果をrAppとして製品化を実施し、社会実装させる

・ 当社は、RAN領域においてこれら標準化を主導するO-RAN ALLIANCEに加盟しており、標準アーキテクチャに準拠する各種RAN機能(SMO/RIC/CU/DU/RU)の製品化を進めている。本研究成果である機能をrAppとして製品化を行い、ポスト5Gにおける様々な産業アプリケーションに対して最適な制御による産業の活性化を図る。

#### ポスト5Gにおける産業アプリケーションの多様化

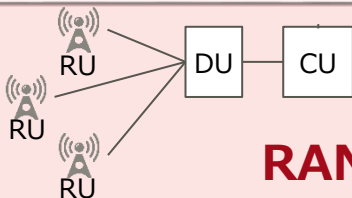
エンドシステムの動的な変動

アプリケーションのさまざまな振る舞い

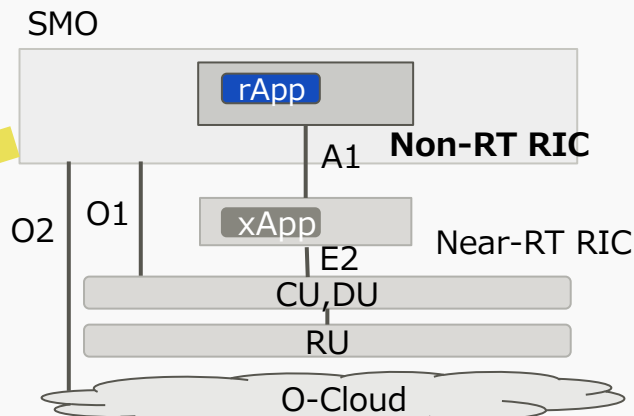
SLAの担保

運用管理制御

RAN運用の  
制御高度化



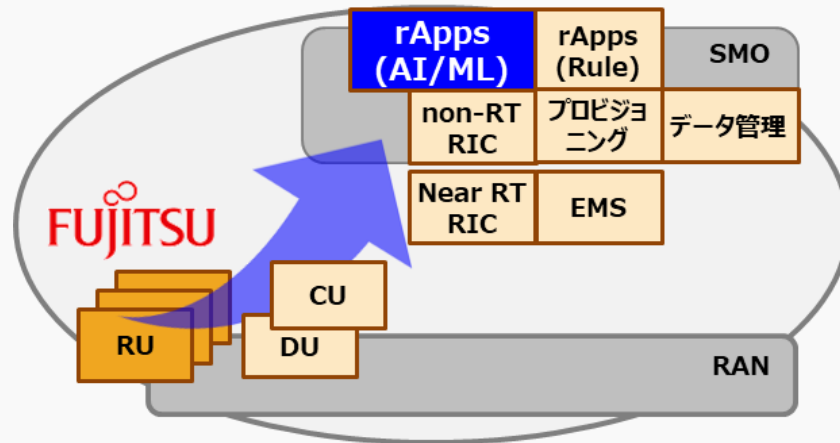
#### O-RAN アーキテクチャ (オープン化)



ネットワーク

## 4. 市場獲得への施策

通信キャリアの投資規模、及び市場参入状況から、日本・北米を主なターゲットとしてRUのフットプリントを活かし、市場参入・拡大を目指す



### ■ 市場獲得に向けた施策

- ✓ O-RAN市場で、RUによるグローバル市場への参入を果たしており、今後のオープン化の普及を契機に、**RUを起点にCU/DU/RIC Apps等の全方位的なプロダクトを市場へ参入・拡大を図っていく。**
- ✓ O-RANでのCU/DUのマルチベンダー接続・制御に貢献している。またMITC (Mobile Integration and Testing Center)等のO-RAN試験環境を保有しており、**インテグレーション**からグローバル市場への参入・拡大を図っていく。

**Thank you**

