

モバイルコアネットワークのパブリッククラウド搭載実現に  
向けた取り組みとその課題  
～5GC on AWSへの道～

NTTドコモ

國友宏一郎 奥田兼三 清水和人

2023/07/06

# 目次

---

- ・はじめに
- ・ドコモにおける交換機の歴史
- ・パブリッククラウドを目指す理由
- ・モバイルコアの特徴
- ・これまでの取り組み
- ・課題
- ・ディスカッションポイント

# はじめに：自己紹介

---



清水 和人



奥田 兼三

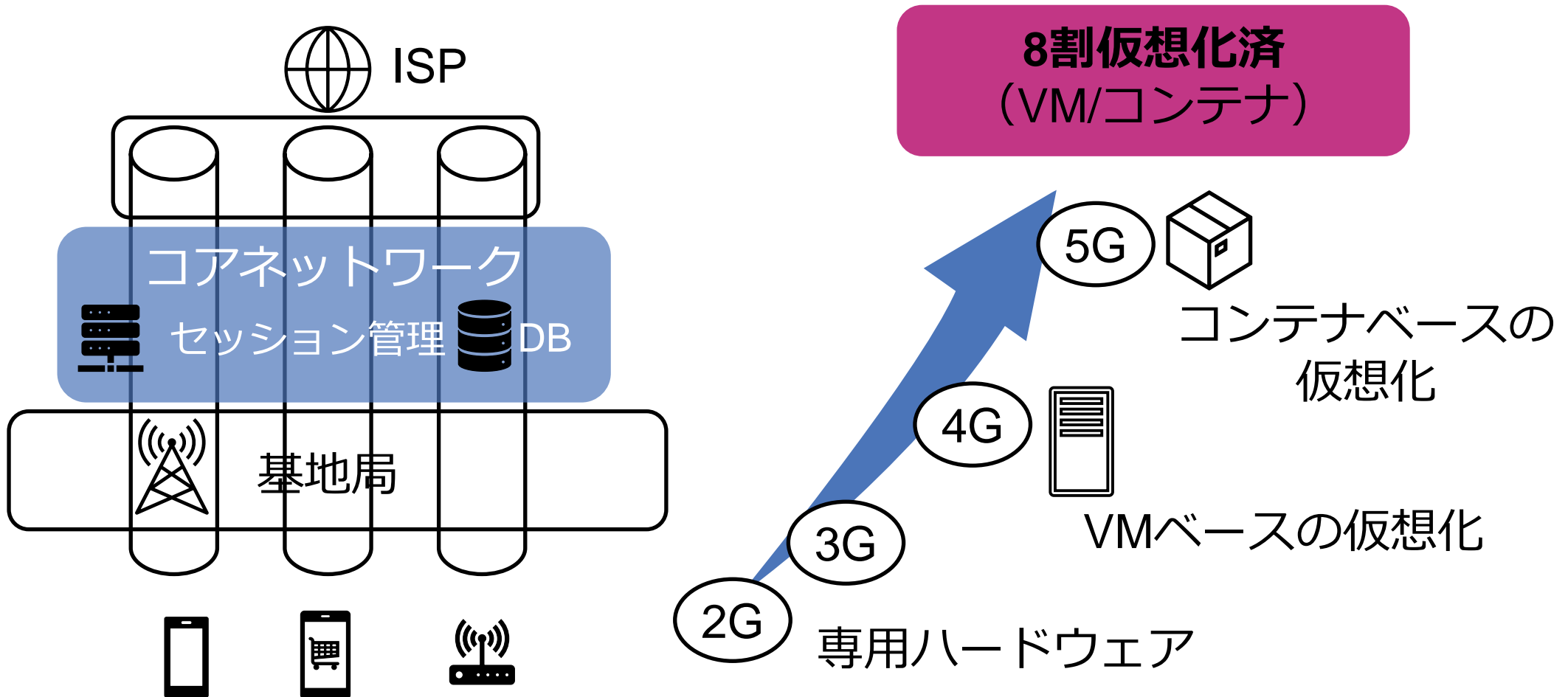


國友 宏一郎

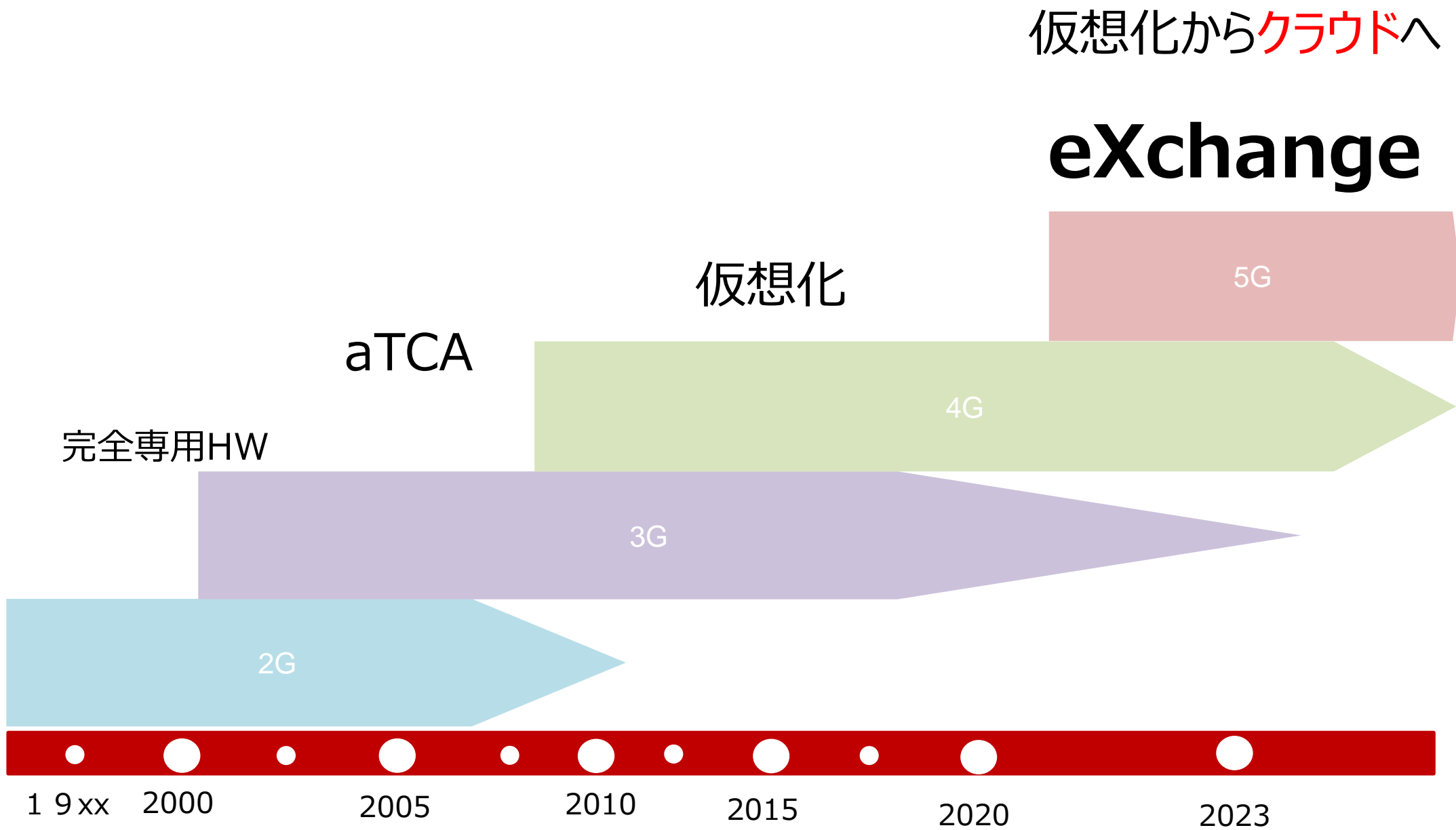
---

# モバイルネットワークと5G ～ ドコモ交換機の歴史と目指すネットワーク ～

# ドコモネットワークとこれまでの歩み



# ドコモにおける交換機の歴史



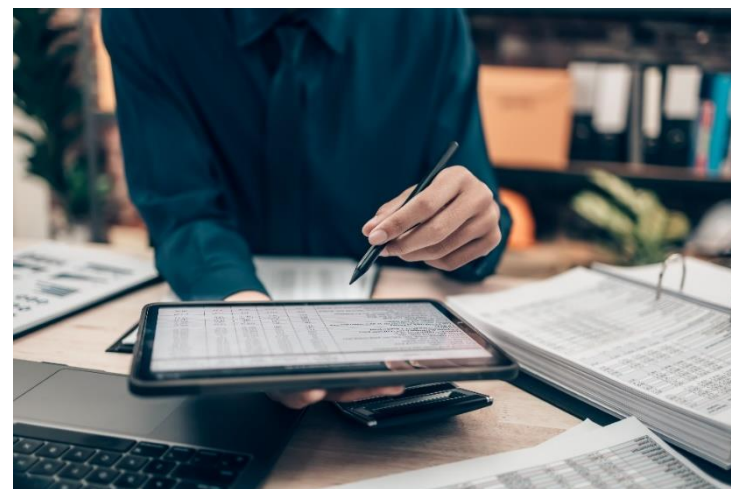
# ドコモが5G時代を目指すネットワーク

---



# Availability

- 通信は生活インフラであり、サービス継続が社会的使命
- ネットワークのさらなる信頼性向上がこの使命を果たすために必要
- その手段の1つが、自社のオンプレミス環境と別のクラウドとの連携





# Flexibility

- 5G時代のネットワークには多くの産業との連携や新たな付加価値の提供が期待されている
- 柔軟・迅速なネットワーク機能配備の実現がこの期待に応えるために必要
- 実現手段の1つがパブリッククラウドの活用



# Sustainability

- 通信事業者として持続可能な社会の実現に貢献する責務
- 環境負荷の低いネットワークの実現が責務を果たすために必要
- ネットワーク装置の低消費電力化が1つの実現手段



# パブリッククラウドに期待すること

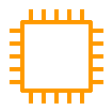
---



オンプレミスとの連携



柔軟かつ迅速なデプロイメント



より低消費電力な機器



Availability

Flexibility

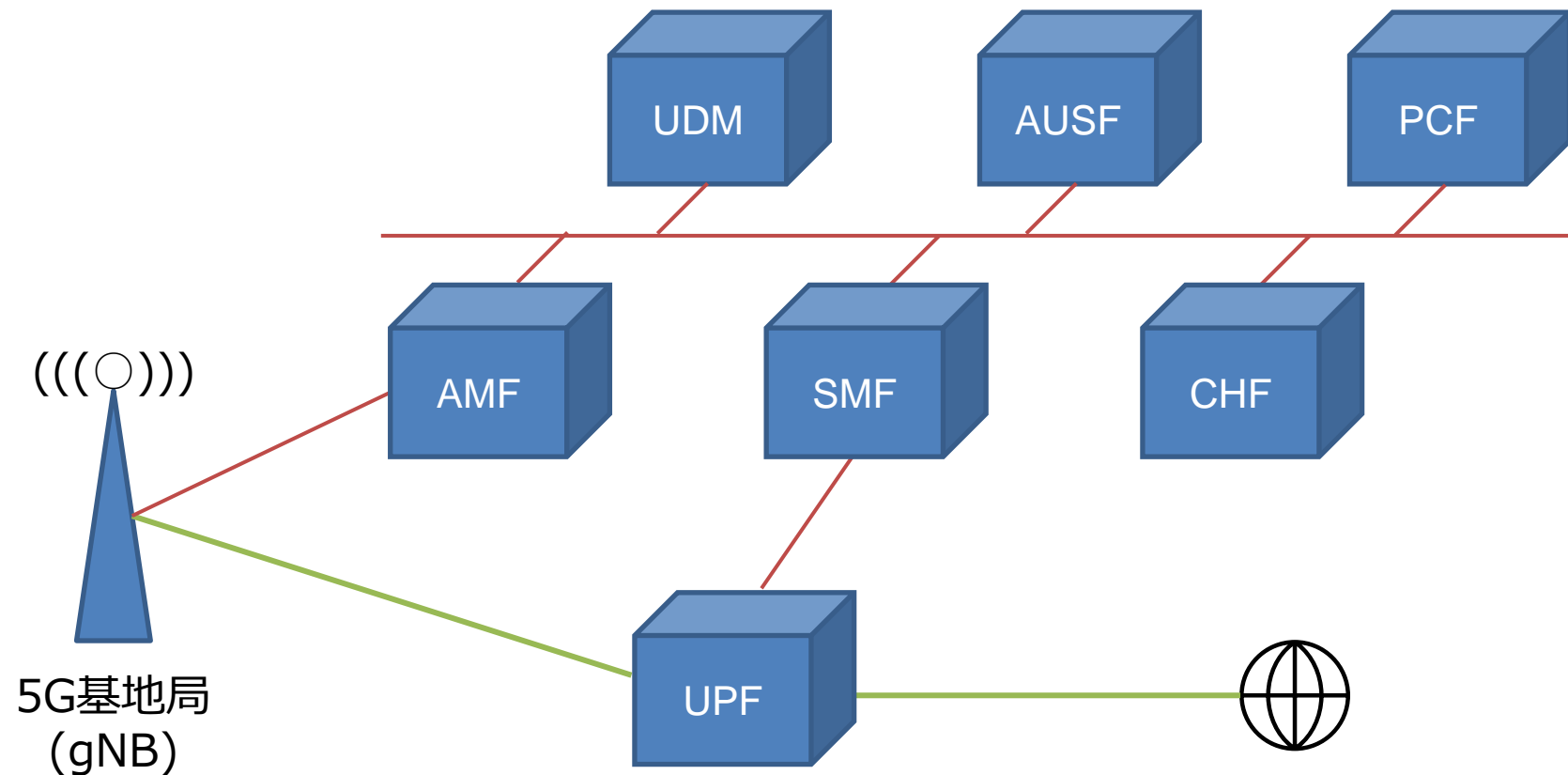
Sustainability

---

# モバイルネットワークと5G ～ 5GCの概要 ～

# 5Gコアの構成

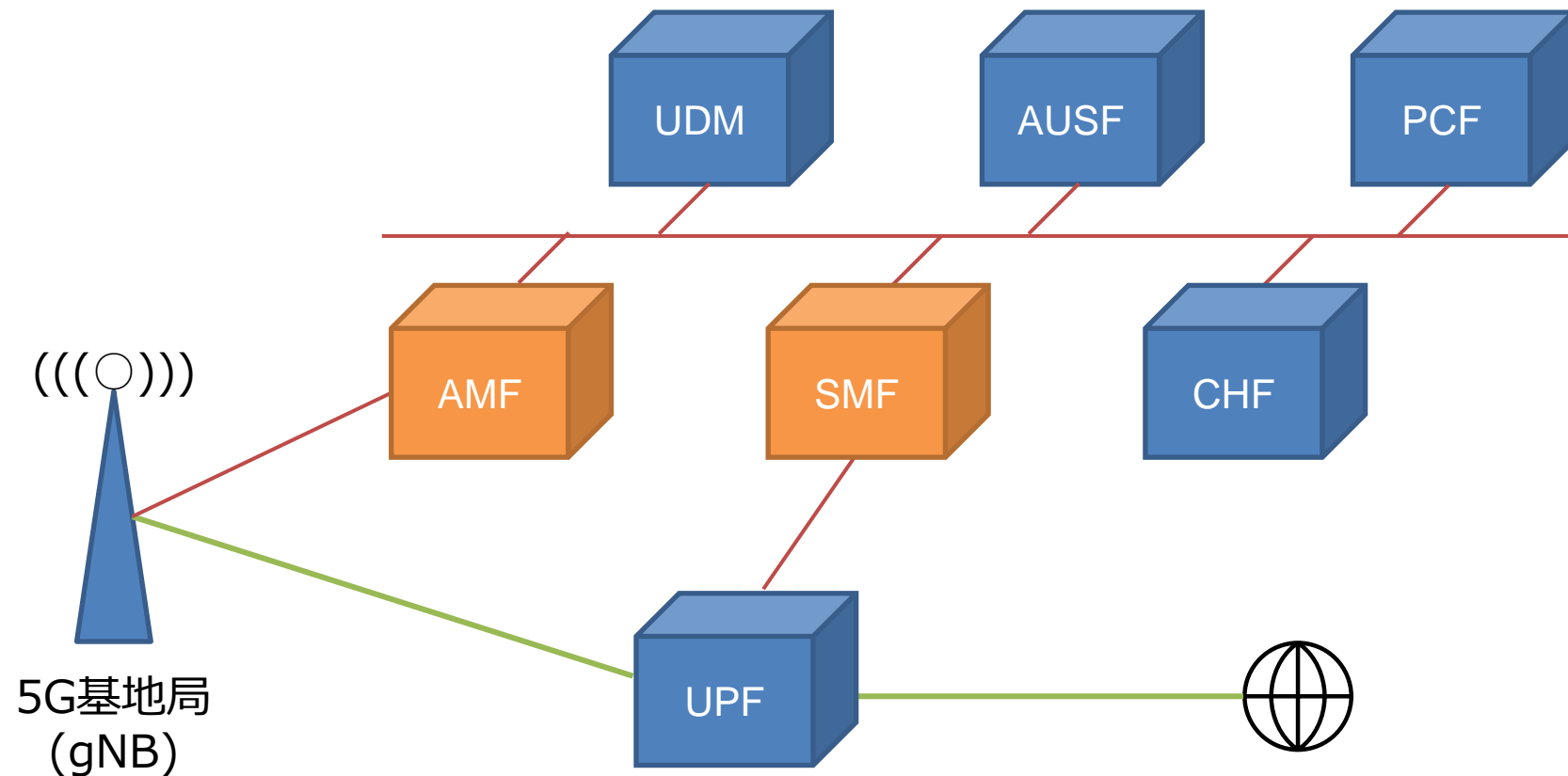
5GCはNF(Network Function)という論理装置群から構成  
NF群が相互にやり取りを行いSAサービスを提供する。



※図以外にも様々なNFが標準で規定されています。

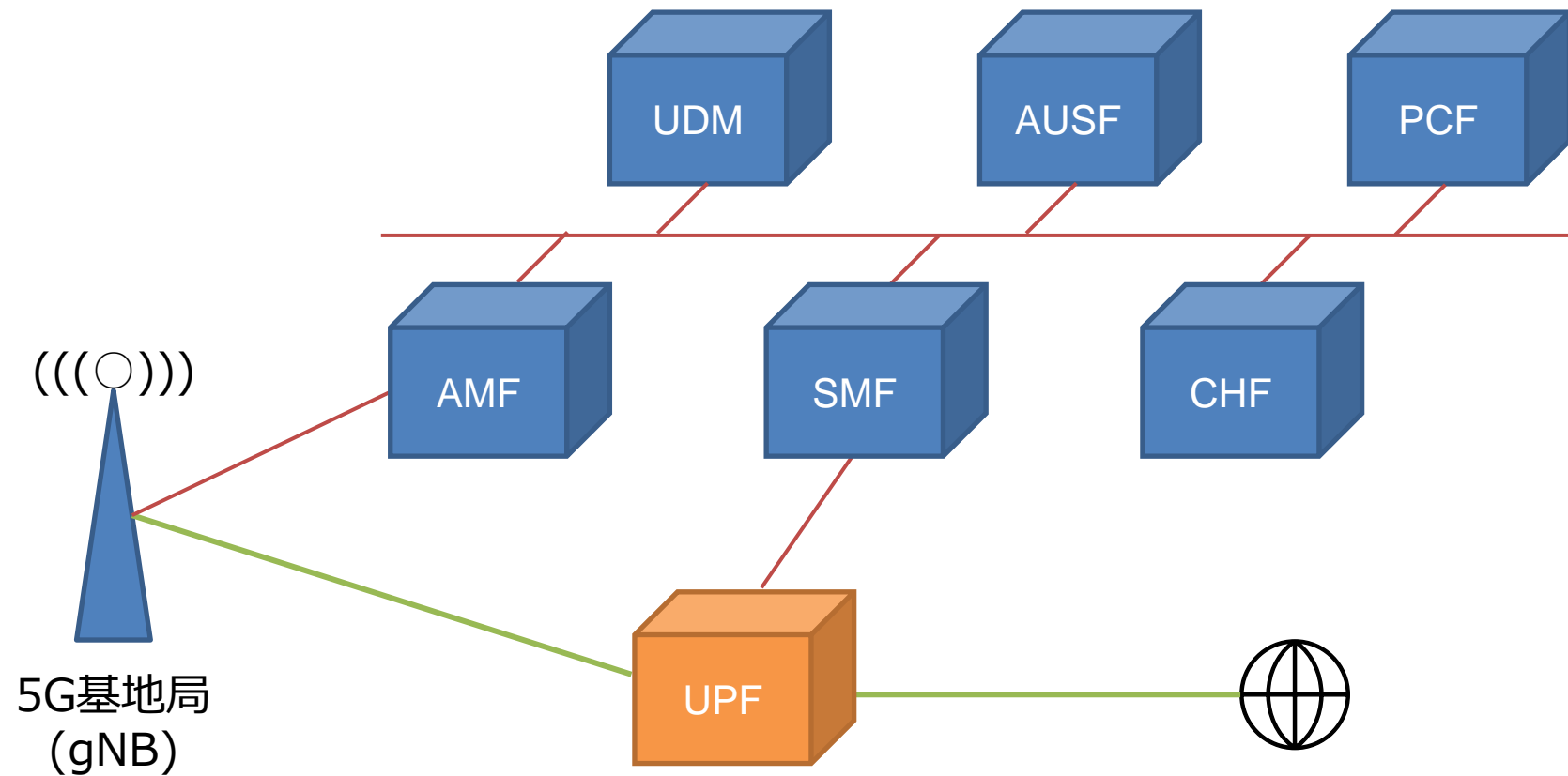
# 5Gコアの構成

AMFでは端末位置を管理するMobility Management  
SMFではU-Planeの管理を担うSession Management



# 5Gコアの構成

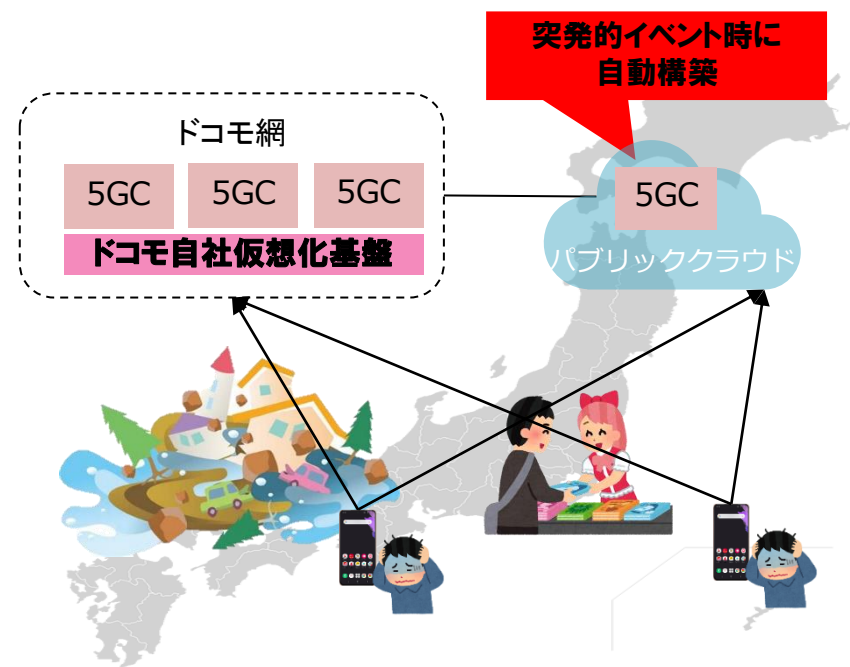
U-Planeを処理するUPFは、  
体感向上のために帯域性能や設置地域の考慮が必要。



パブリッククラウドを適用するには？



- たとえば、自社仮想化基盤とパブリッククラウドの両方を活用できれば、突発的なイベントの際に、自社仮想化基盤に加えてクラウドにも5GCを自動で構築することで、つながりやすさを向上させるといった運用が可能になるのではないかと

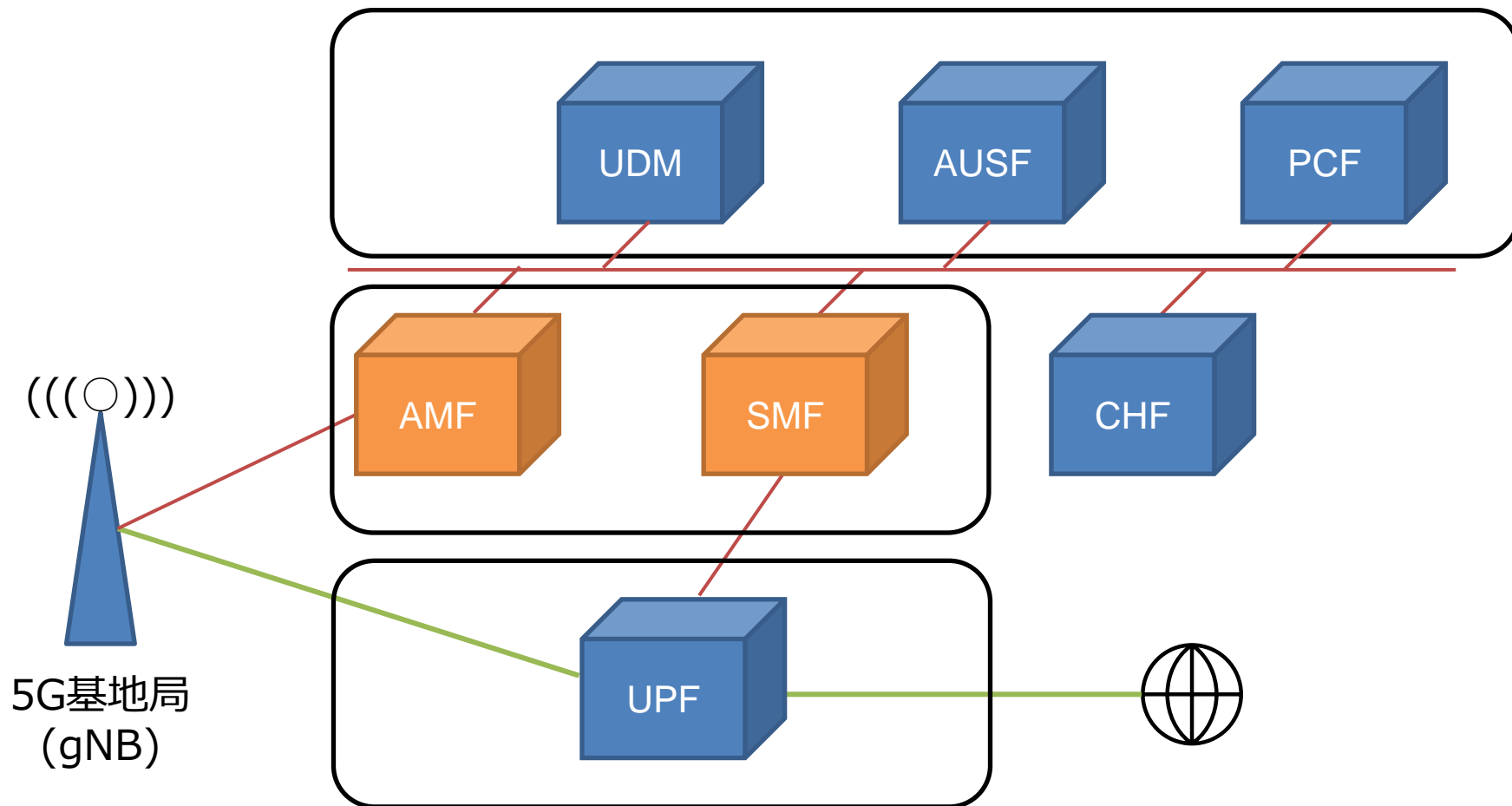


# パブリッククラウドに適用可能なNFは？

加入者情報を管理する装置群はセキュリティや冗長性

U-Planeを処理する装置は帯域や遅延

mobilityやsession管理装置は選択方式



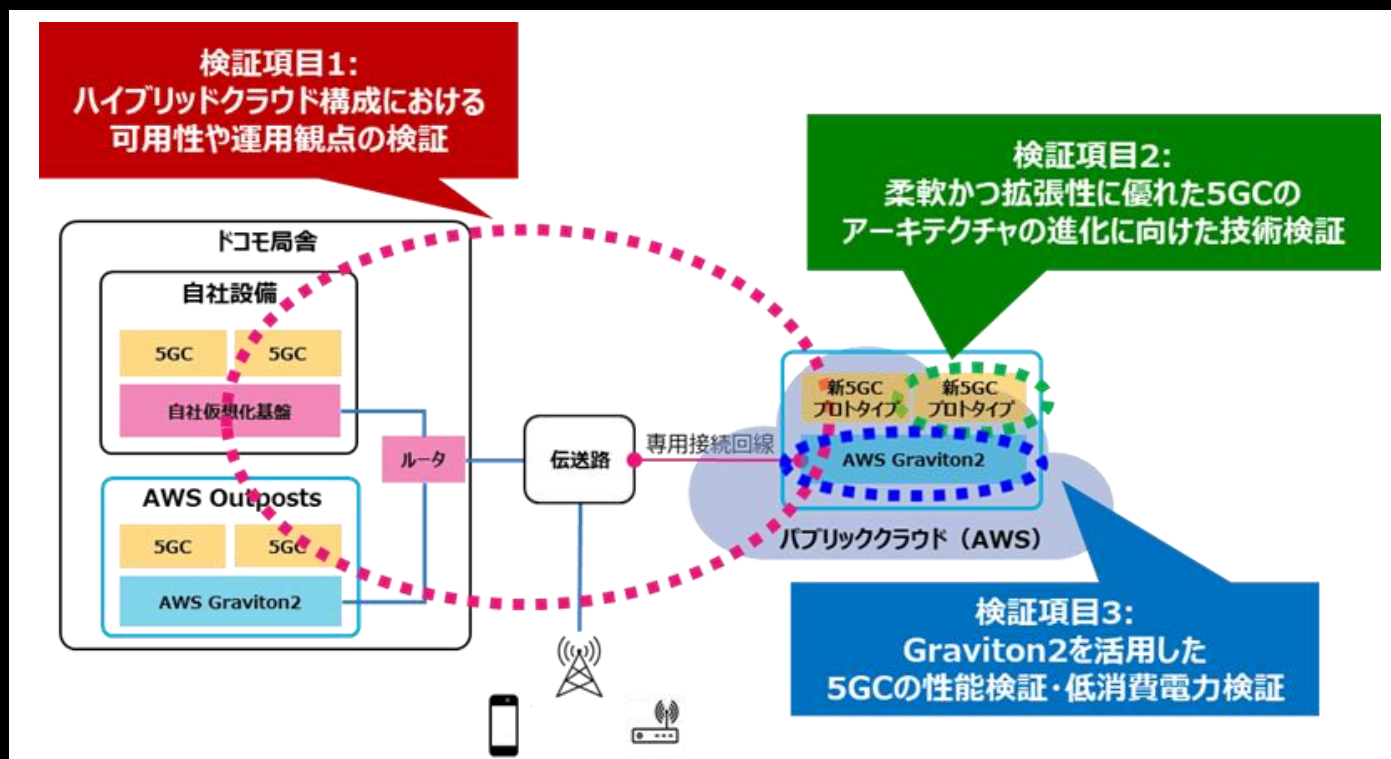
---

# モバイルネットワークと5G ～ パブリッククラウドのPoCと結果 ～

# 実証実験詳細と結果

# PoCの概要

- ドコモ・NEC・AWSの3社でハイブリッドクラウド上で動作する5GCの技術検証に着手



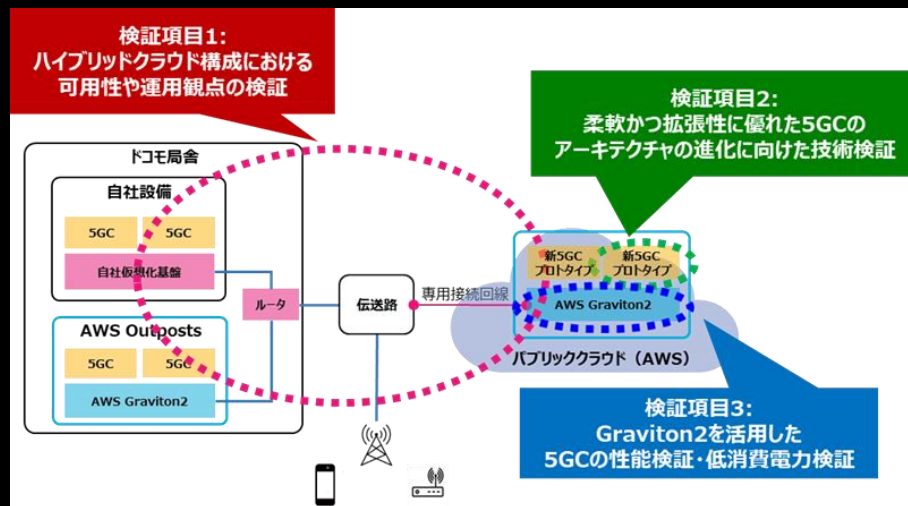
# PoCの概要

- 技術検証は3つの観点で実施

- AWS上の5GCと自社仮想化基盤上の5GCを接続するハイブリッドクラウド構成を通信事業者で活用していく際の可用性や運用性の検証

- パブリッククラウドに最適化され、より柔軟かつ拡張性に優れた5GCのプロトタイプを開発し、5GCのアーキテクチャの進化に向けた技術を検証

- 最新のAWSのクラウド技術である「Graviton2」を活用した5GCの性能および省電力性の検証



# PoCの概要

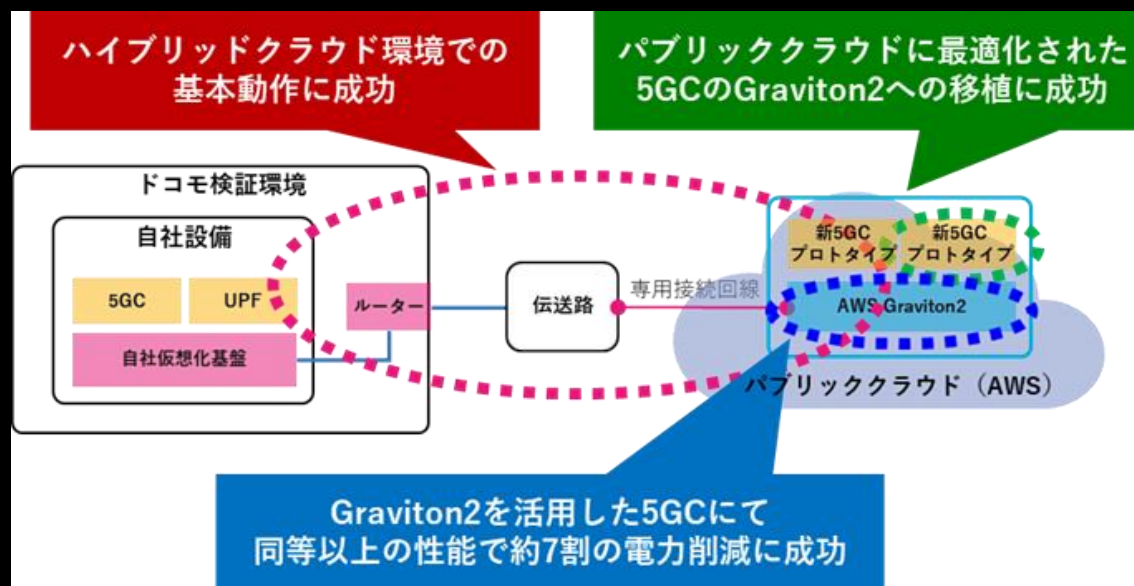
- 3社の役割分担
  - ドコモ
    - 5GCなどが動作する自社仮想化基盤環境を実証実験に提供。  
加えて、可用性や運用面の検証項目を通信事業者観点で立案するなど、本実証を主導
  - NEC
    - Graviton2上で動作する5GCソフトウェアを実証実験に提供。  
加えて、ハイブリッドクラウド構成での5GC構築および実験をサポート
  - AWS
    - 低消費電力で優れたパフォーマンスを実現するGraviton2プロセッサを実験環境として提供。加えて、AWS上での5GC構築をサポート

# Phase1: 5GC C-Plane



# Phase1: 5GC C-Plane実験結果概要

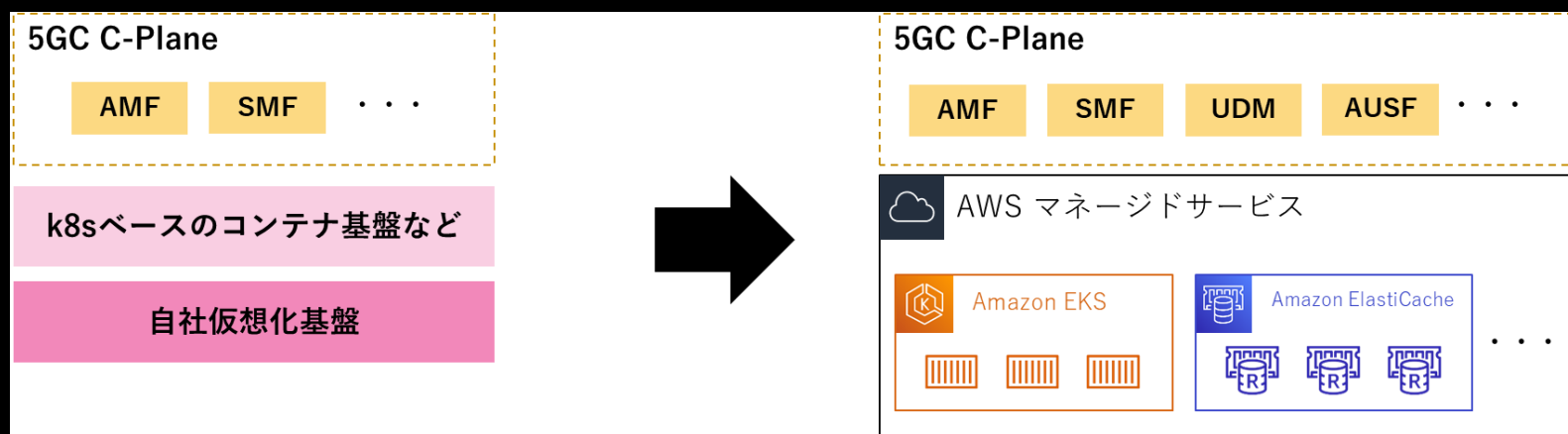
- パブリッククラウドに最適化された5GCソフトのGraviton2上への移植に成功
- ハイブリッドクラウド環境での5GC基本動作に成功
- Graviton2を活用した5GCで72%の電力削減に成功



# 詳細(5GCのGraviton2上への移植に成功)

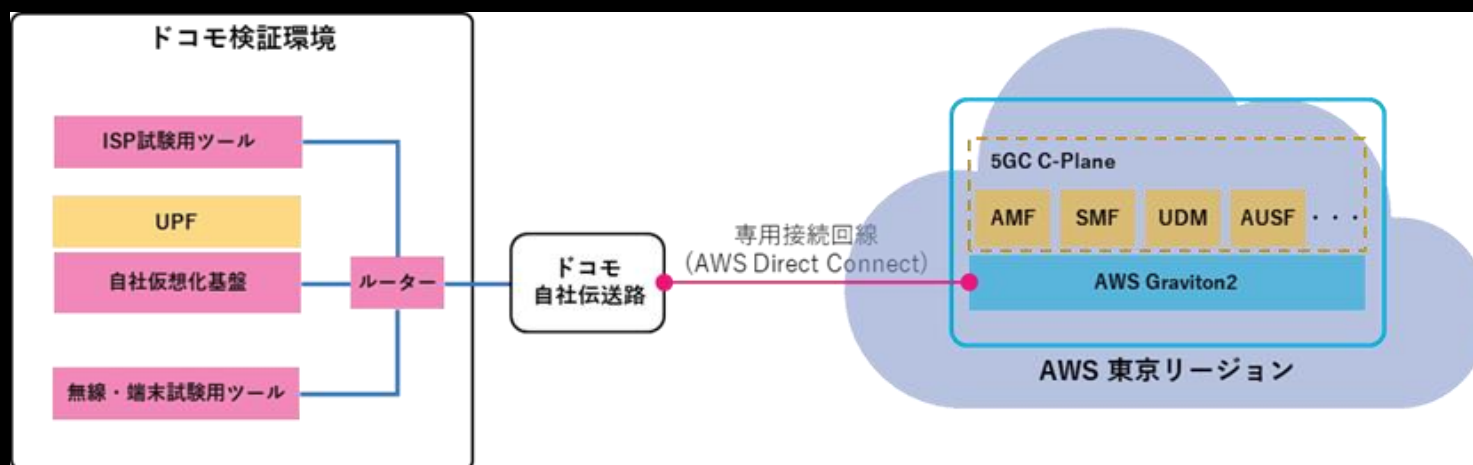
- AWSのマネージドサービスを活用しより柔軟かつ拡張性に優れ、迅速な実行が可能な5GCを開発
- ARMベースのGraviton2上への移植に成功

NECさんの努力  
のおかげです



# 実験詳細(ハイブリッドクラウド環境)

- 環境
  - 自社仮想化基盤上に無線/端末疑似装置およびUPFを配置
  - AWS上に5GC C-Planeを配置
- 実験結果
  - 位置登録※1および、通信確立※2が問題なく動作することを確認



※1 3GPP標準 TS23.502 4.2.2章に記載のInitial Registrationを指す

※2 3GPP標準 TS23.502 4.2.3章に記載のPDU Session Establishmentを指す

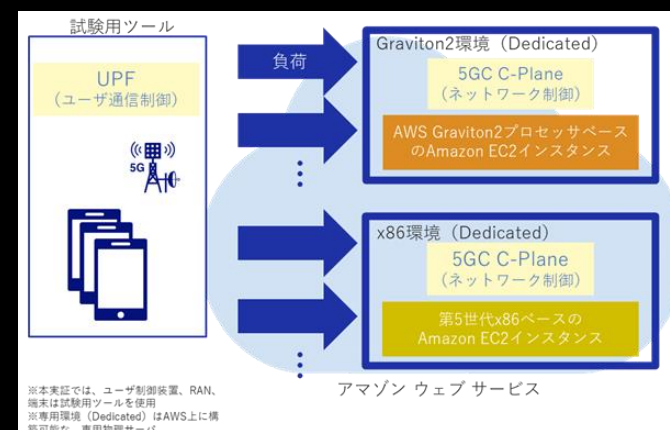
# 実験詳細(Graviton2上の5GCで72%の電力削減)

## • 環境

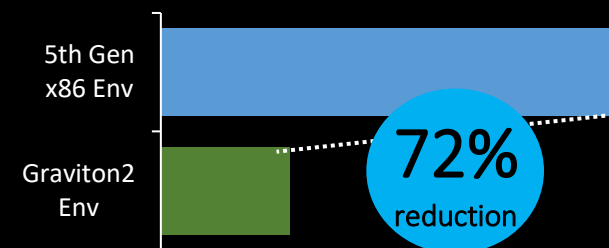
- AWS上のGraviton2プロセッサでNECの5GCのC-Planeのソフトウェアを動作させ、動作時の電力特性を実測して環境負荷を定量化
  - 具体的には、AWS Graviton2と第5世代x86それぞれのハードウェアリソースを実験用の5GCで占有する環境を用意し、商用運用状態を模した負荷をかけた場合の電力および無負荷状態の電力を測定

## • 実験結果

- Graviton2環境の5GCの消費電力がx86環境5GCの消費電力から約7割削減されることを確認



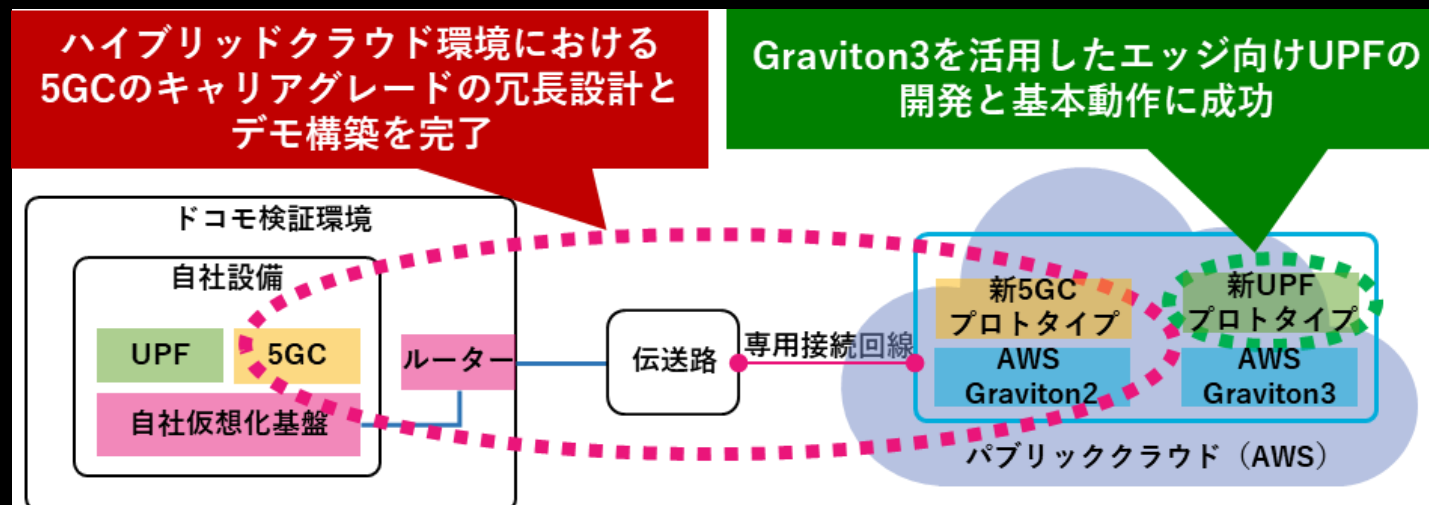
Power consumption of 5GC



# Phase2: 5GC U-Plane と冗長設計

# Phase2: 5GC U-Plane の実験結果と冗長設計概要

- エッジ向けUPFのGraviton3上への移植と基本動作に成功
- ハイブリッドクラウド環境での5GCの冗長設計を完了
- 上記2点とPhase1の成果をもとにデモを構築しMWCにて展示



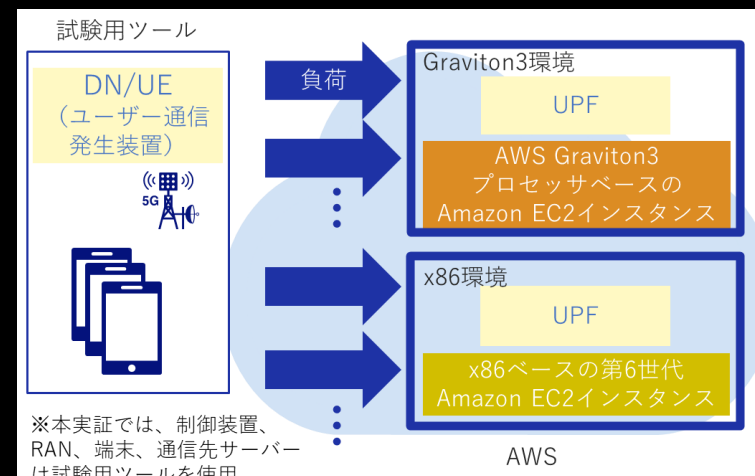
# 実験詳細(Gravton3上のエッジ向けUPFの基本動作確認)

## • 環境

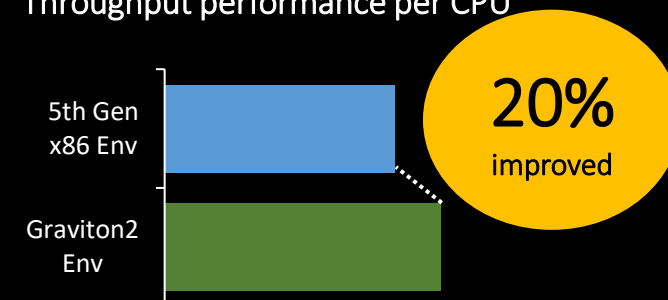
- AWS上のGravton3プロセッサでNECのUPFソフトウェアを動作させ、商用を模擬したユーザーパケットを処理させることで基本動作の確認とスループット性能を定量化
  - 具体的には、Gravton3と第6世代x86上に実験用のUPFを用意し、商用の平均と同じサイズのユーザーパケットをUPFに対して送信。パケットを徐々に増やしながらかスループット性能上限を測定

## • 実験結果

- Gravton3上のUPFの基本動作と、
- Gravton3上のUPFのスループット性能がx86環境のUPFのスループット性能に対して約2割向上したことを確認



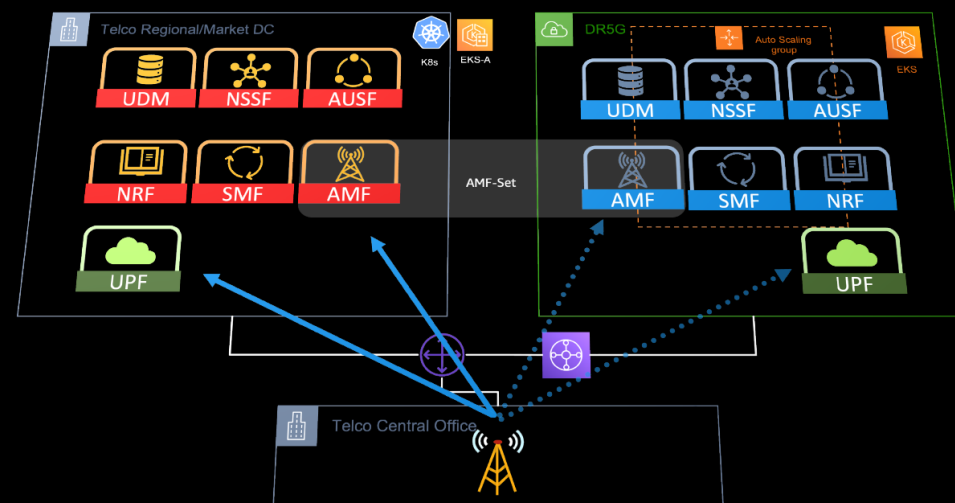
Throughput performance per CPU



## 詳細(ハイブリッドクラウド環境での5GCの冗長設計)

- ドコモ自社仮想化基盤上の5GCとAWS上の5GCで、ドコモ網でも活用している3GPPベースの冗長の仕組みを流用
  - AMFの例では AMF Set

- 作成したデモでは、AWS上の5GCをDRサイトとし自社基盤上の5GCが不通となった場合にのみ立ち上げる（通常時は落としておく）ことでクラウド利用料も削減

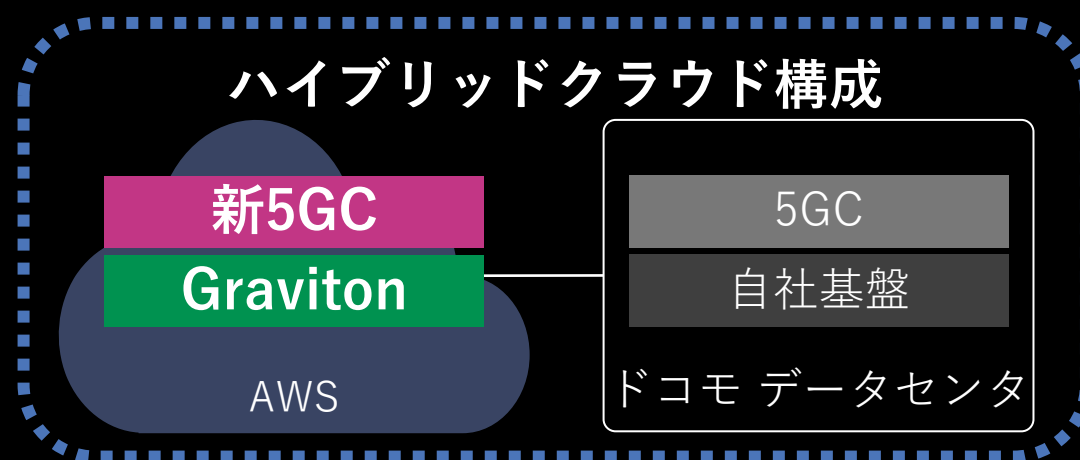




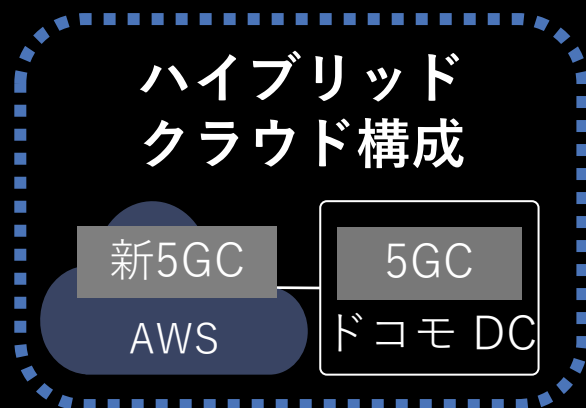
# 実証実験パートまとめ

# 実証実験まとめ① 検証項目

- ハイブリッドクラウド構成のフェージビリティ
- クラウドネイティブな新5GCの開発
- Gravitonの性能・消費電力



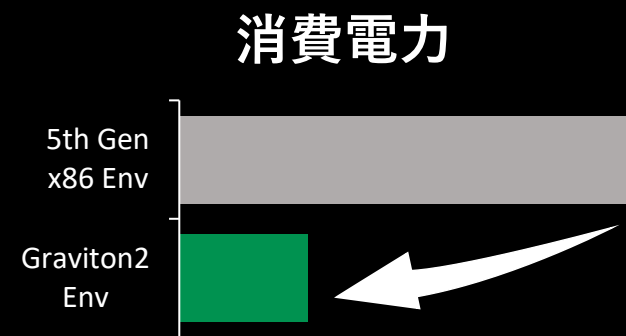
# 実証実験まとめ② 検証結果



基本動作成功



開発成功



7割削減

---

ShowNetへのコントリビューション概要

# ShowNet

ドコモからはShowNetの5G分野にコントリビューション



## 5GC on AWS

AWS上で動作する  
AMF/SMF/UDM等の  
キャリア用途の 5GC NF群

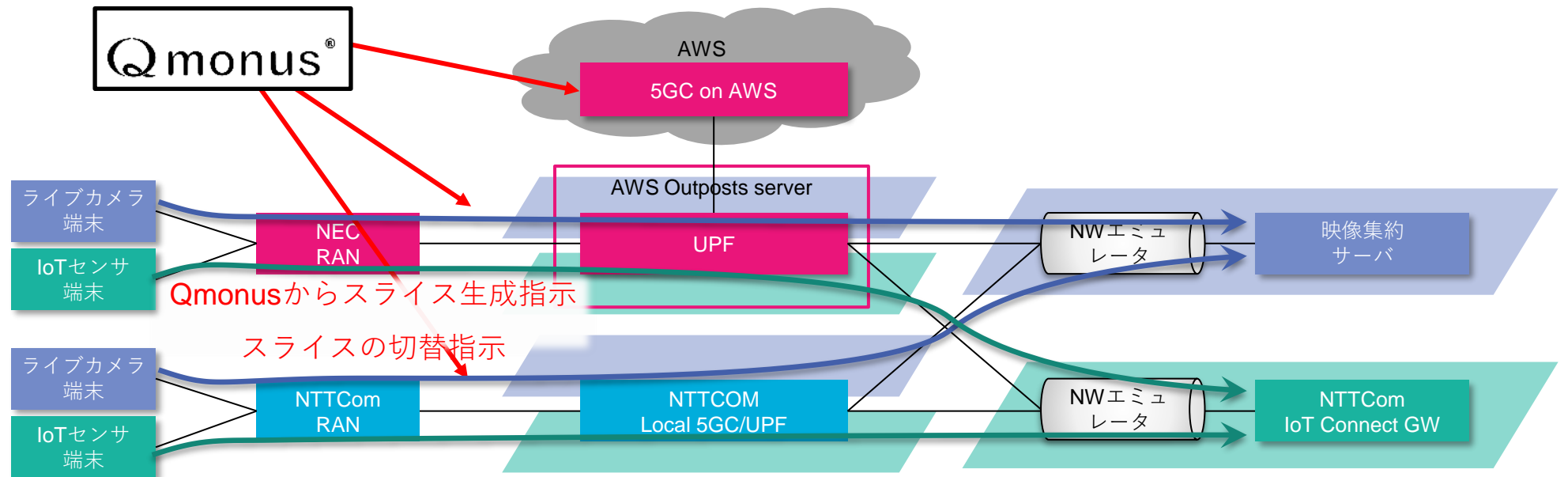
## UPF on AWS Outposts

エッジ用途を想定した  
AWS Outposts上で動作する  
キャリアUPF

## Qmonusプラグイン

DevOps PFによる  
ShowNet 5GC群を制御する  
オーケストレータ機能を提供

二種類の5Gネットワークを連携接続し、  
公衆網コアとローカル網コアのどちらも接続できるネットワークを実現



---

ShowNetで目指した狙い

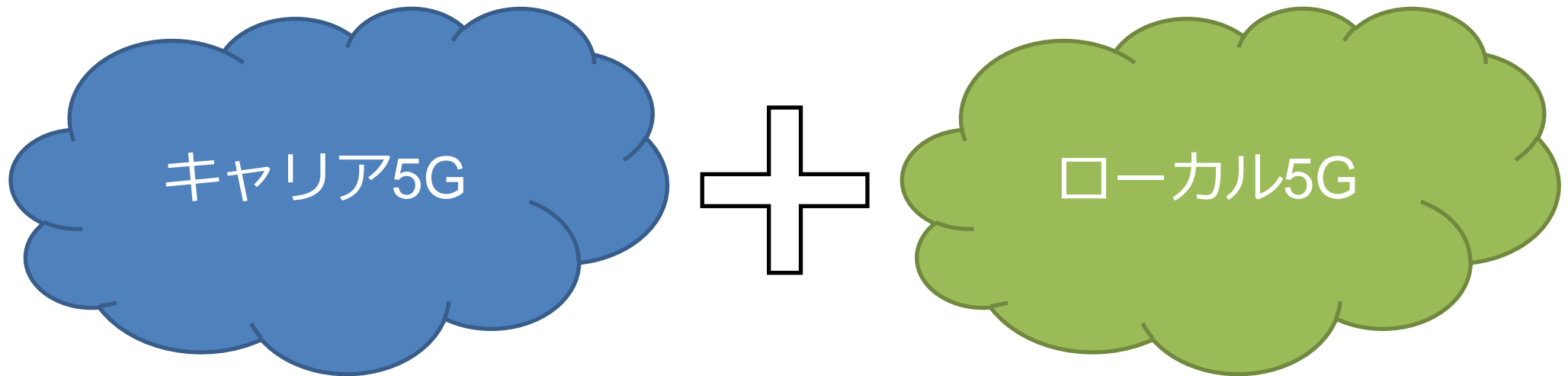
**ShowNet**

---

結局何をしたかったの？

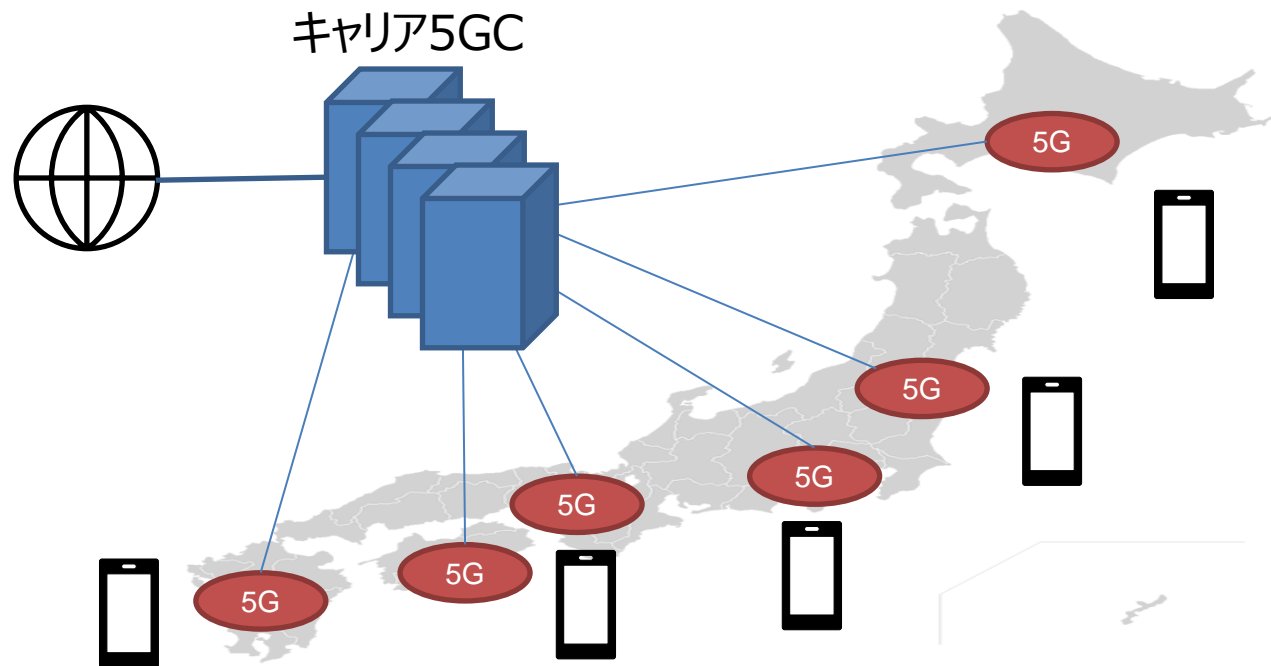


製品を持ち寄りネットワークを作るShowNetならではの企画に挑戦。  
キャリア5G/ローカル5Gを排他ではなく協力するシーンを検討



## キャリア5Gの特徴

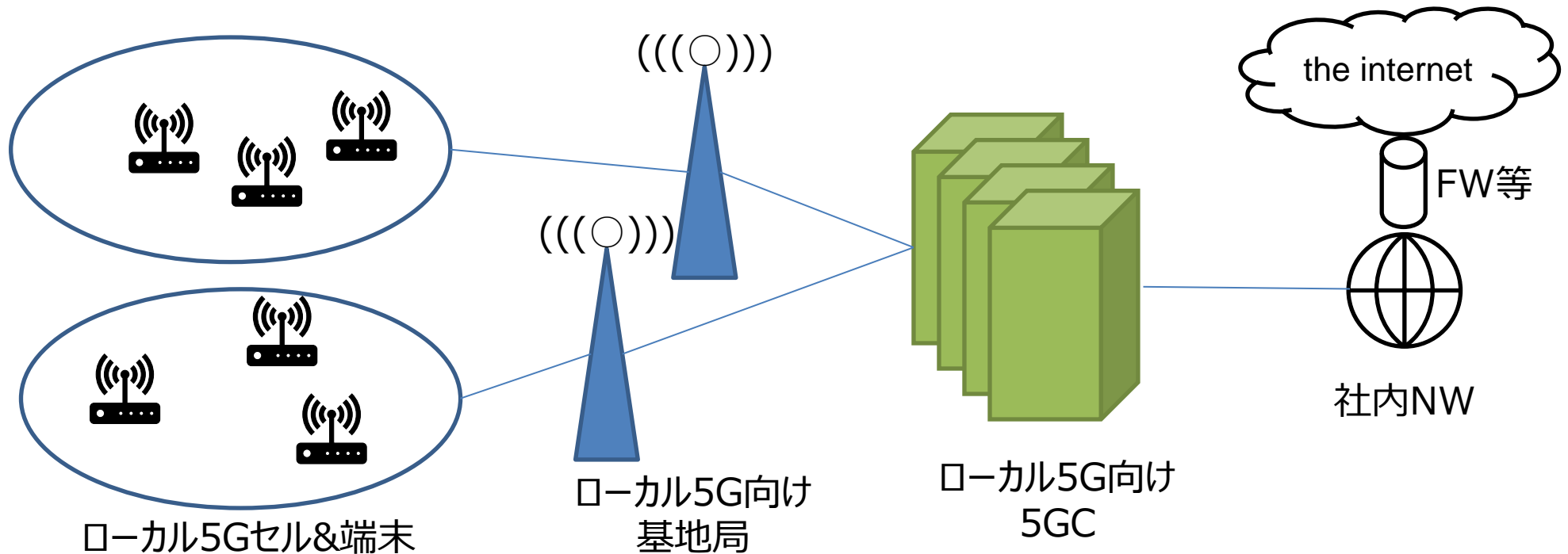
- キャリアの持つ全国的な5Gネットワークであり、2025年には人口カバー率95%を目標としている。
- ユーザは設備を意識することなくサービスを受けられる。



全国をカバーする大規模なモバイルネットワーク

## ローカル5Gの特徴

- 事業者が電波免許を取得し、専用の設備(コア/基地局)を用いて構築する完全にプライベートな5Gのネットワーク
- 電波と設備を専有する前提となることから、高スループット/低遅延や事業者に応じたチューニングによる効率的な電波運用が期待できる。



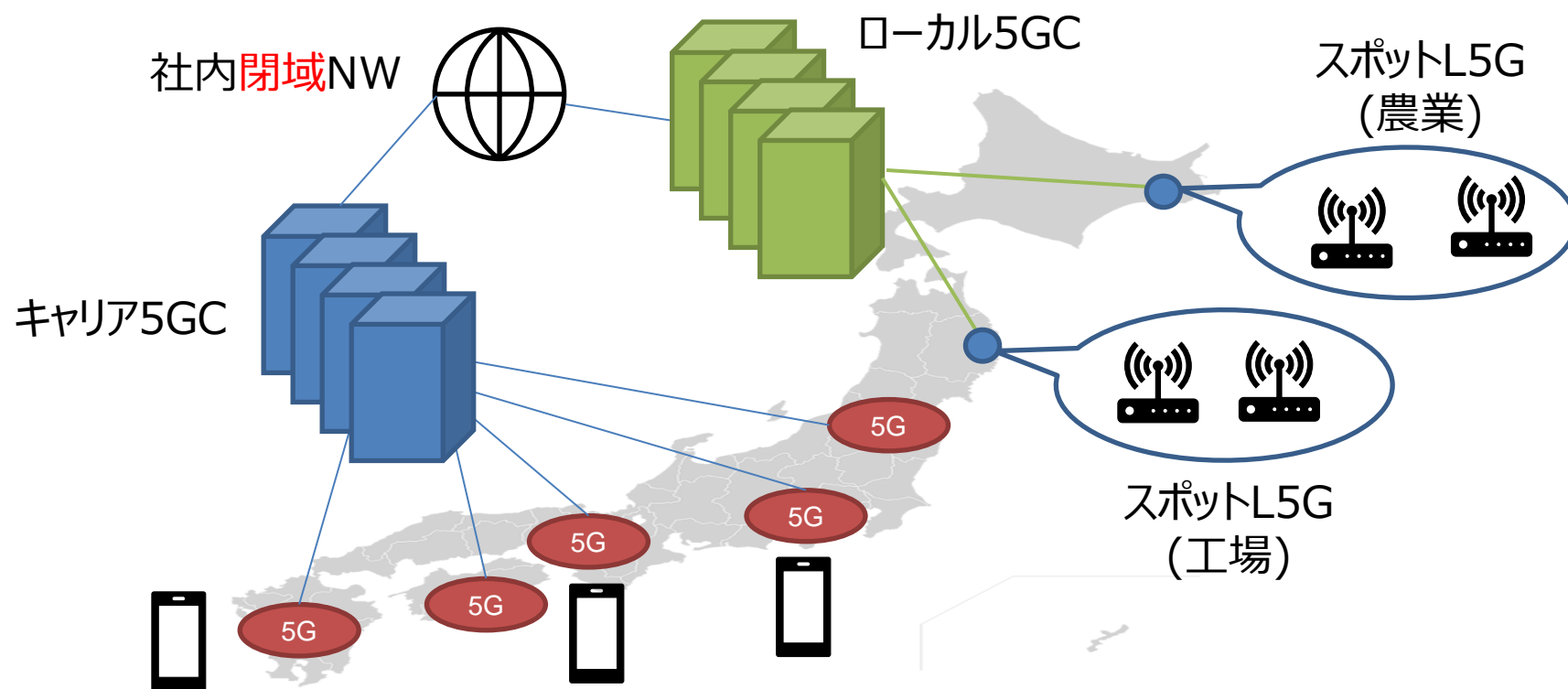
## 両者の特徴比較

- キャリア5Gとローカル5Gはお互いに無い長所を持ち合わせている。
- しかし、ケースに応じて適材適所の運用を想定しているのが実情。

	キャリア5G	ローカル5G
カバレッジ	◎	△
ユーザ導入コスト	◎	△
設備バリエーション	◎	△
スループット	○	◎
遅延	○	◎
チューニング	△	◎

## 連携による大規模ネットワーク化

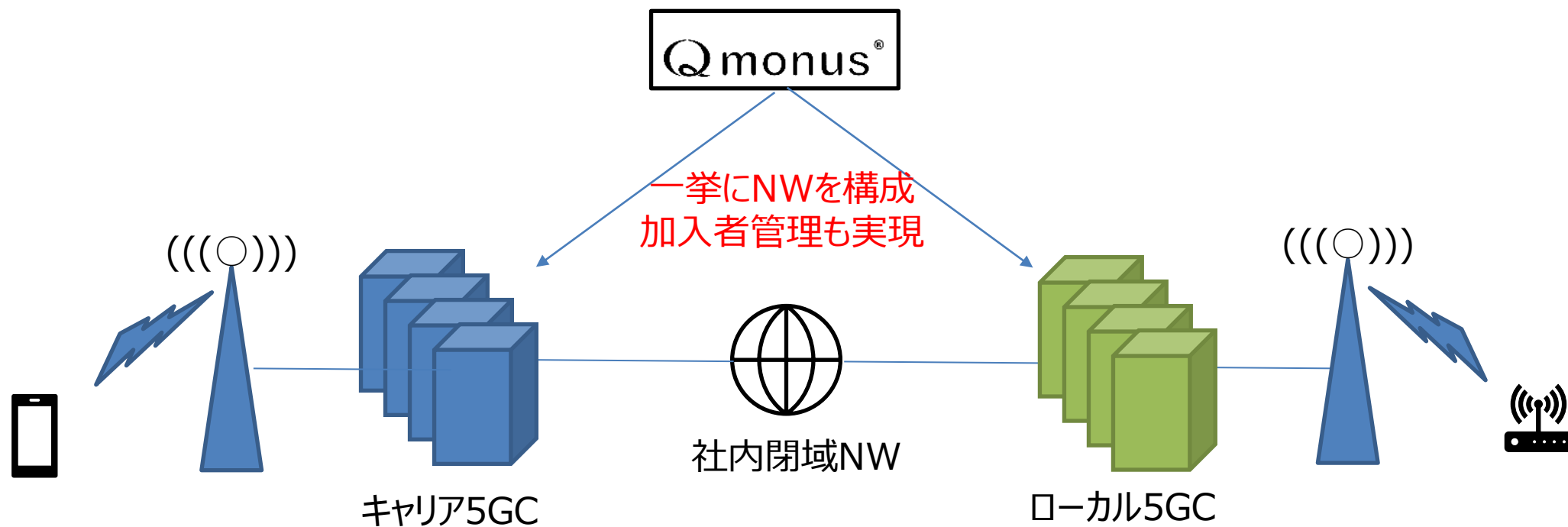
- 低遅延/速度が必要なエリアをローカル5Gでスポット対応
- 監視システムのような一般通信はキャリアネットワークで全国アクセス



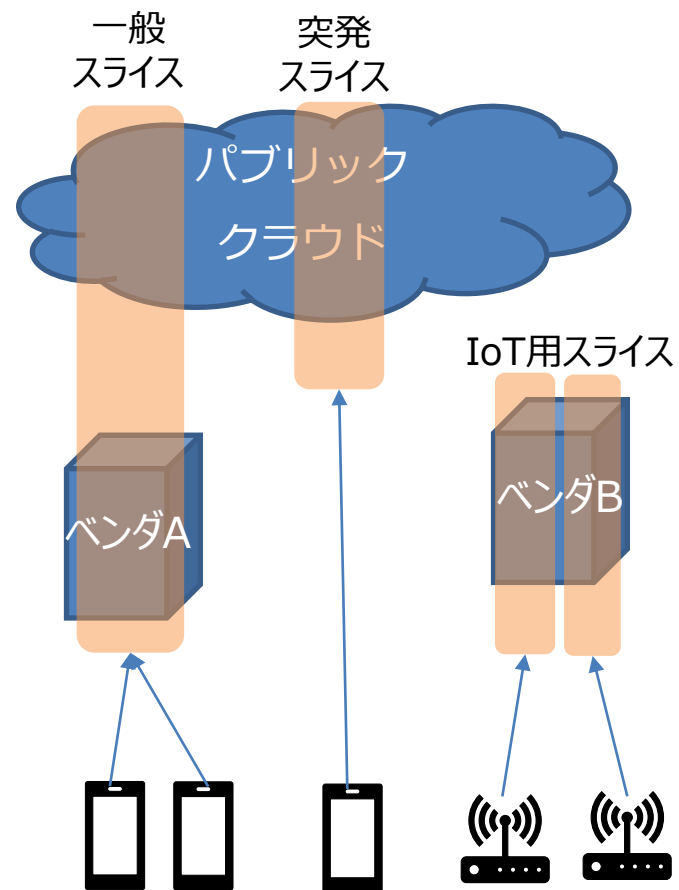
---

両者を繋ぐだけではないのです

5GCや閉域NWをIPネットワークレベルで繋ぐだけでなく、  
加入者情報/スライス情報を一挙に設定



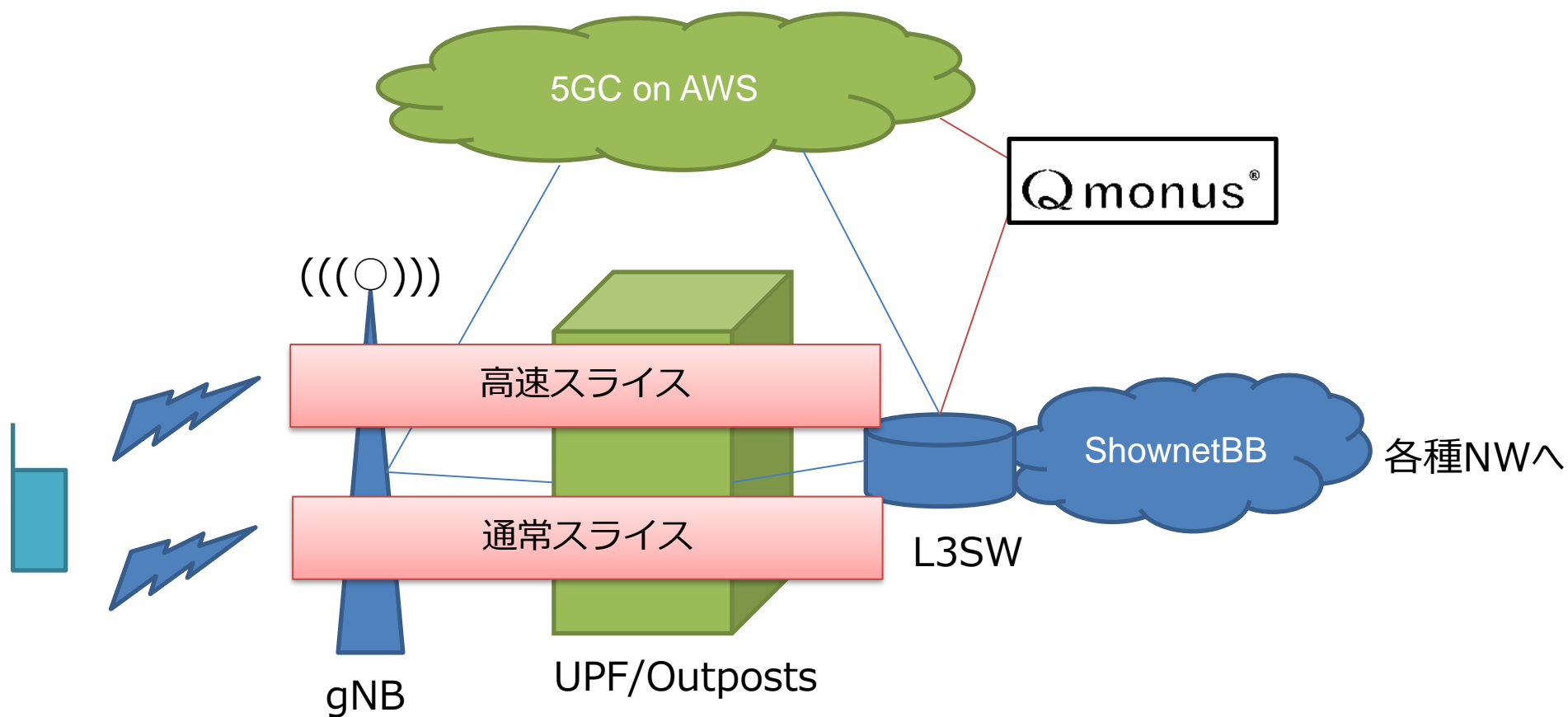
- ネットワークスライスの組み方はMNOの腕の見せ所
  - 物理装置の種類に応じたスライス
  - 設備リソースを論理分割するスライス
  - ユーザ/企業Gr毎に応じた個別スライス
- スライスを最大限に活かすには、5GCの設備バリエーションが豊富であることが望ましい
- ShowNetを通じて設備柔軟性の向上に挑戦

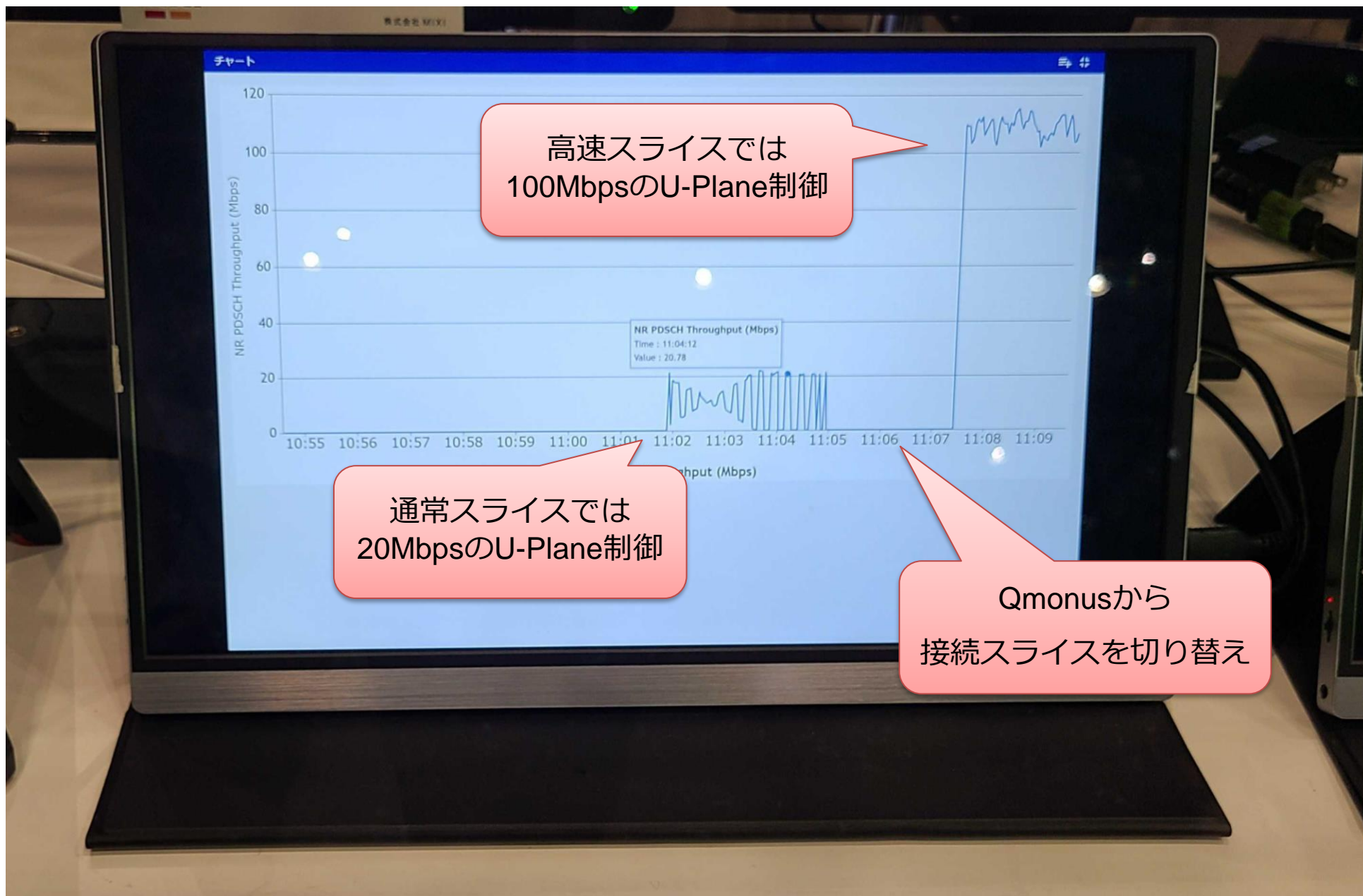




## スライスによるスループットデモ

- 端末操作無しにスライスを切り替えるデモを実施
- スライスに基づいた個別制御を実現し、デモではスループット差を表現。





---

# DISCUSSION

## パブリッククラウドを使う上での悩み

### 1. 塩漬けできない

- マネージドk8sは自動更新される。
- キャリアグレードのSWアップグレードは1年に1度。リグレーションテストの期間も含めると1年以上のサポート期間が必要になるが、ウェブ系技術はそんなに長くサポートしてくれない。

### 2. どこまでクラウドに倒す？

- リスクに備えるとオンプレ設備は十分な容量を持たざるを得ない

### 3. マネージドどこまで依存する？

- 依存しないとクラウドの価値半減だがサポート期間やサービス打ち切りへの対応は？

### 4. ソフトウェアがオンプレと別のブランチになる

### 5. 電気通信事業法、責任分界点、監督省庁

### 6. パブリッククラウドに適用可能なNFは？

