

【Open NetworkIng Conferece Japan 2024】 L5G/P5G on Hybrid Cloudの取り組み



NTTコミュニケーションズ
イノベーションセンター テクノロジー部門

藤田康寛
内藤憲吾

自己紹介

- 名前：藤田 康寛 (ふじた やすひろ)
- 入社：2016年
- 所属：NTTコミュニケーションズ イノベーションセンター
- 業務キーワード：
 - Cloud CoE
 - ハイブリッドクラウド
 - IOWN (GPU over APN検証)
- 職歴
 - NTTコミュニケーションズ 技術開発部@東京
 - クラウドに関する技術支援
 - クラウド性能・機能比較
 - NTTCom Managed Services @バルセロナ
 - Cloud SRE



愛知県 半田市 出身

ゲーム

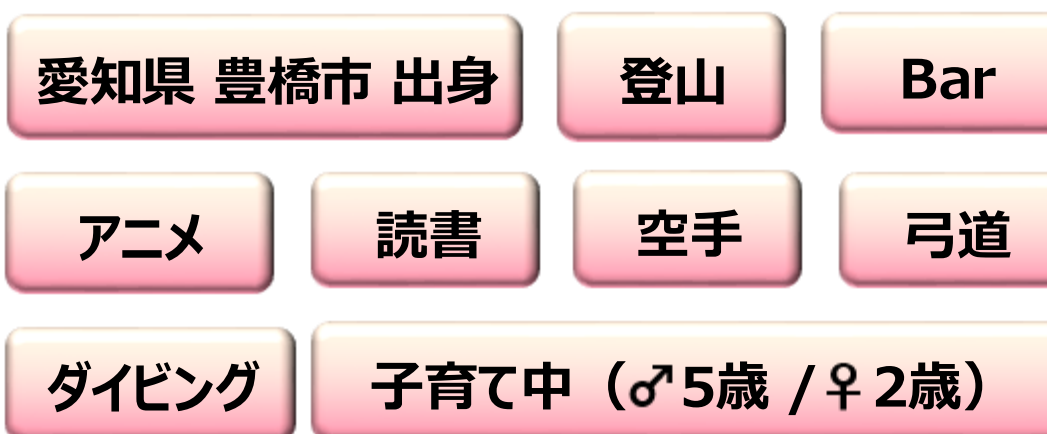
旅行

テニス

アニメ

自己紹介

- 名前：内藤 憲吾（ないとう けんご）
- 入社：2007年
- 所属：NTTコミュニケーションズ イノベーションセンター
- 業務キーワード：
 - End-to-End NWスライシング
 - 移動/固定マルチアクセス
 - Qmonus（内製オーケストレータ）を用いたオーケストレーション
 - SIMアプレット領域を活用したNW制御、自動切り替え
 - 各種5GC、RAN、UPF製品の動作検証、評価
 - 無線局運用（一陸技）
- 職歴
 - NTTネオメイト @岡山
 - NTT西日本 研究開発センタ @大阪
 - NTT持株 NT研究所 @東京
 - NTTコミュニケーションズ C&N部 @東京

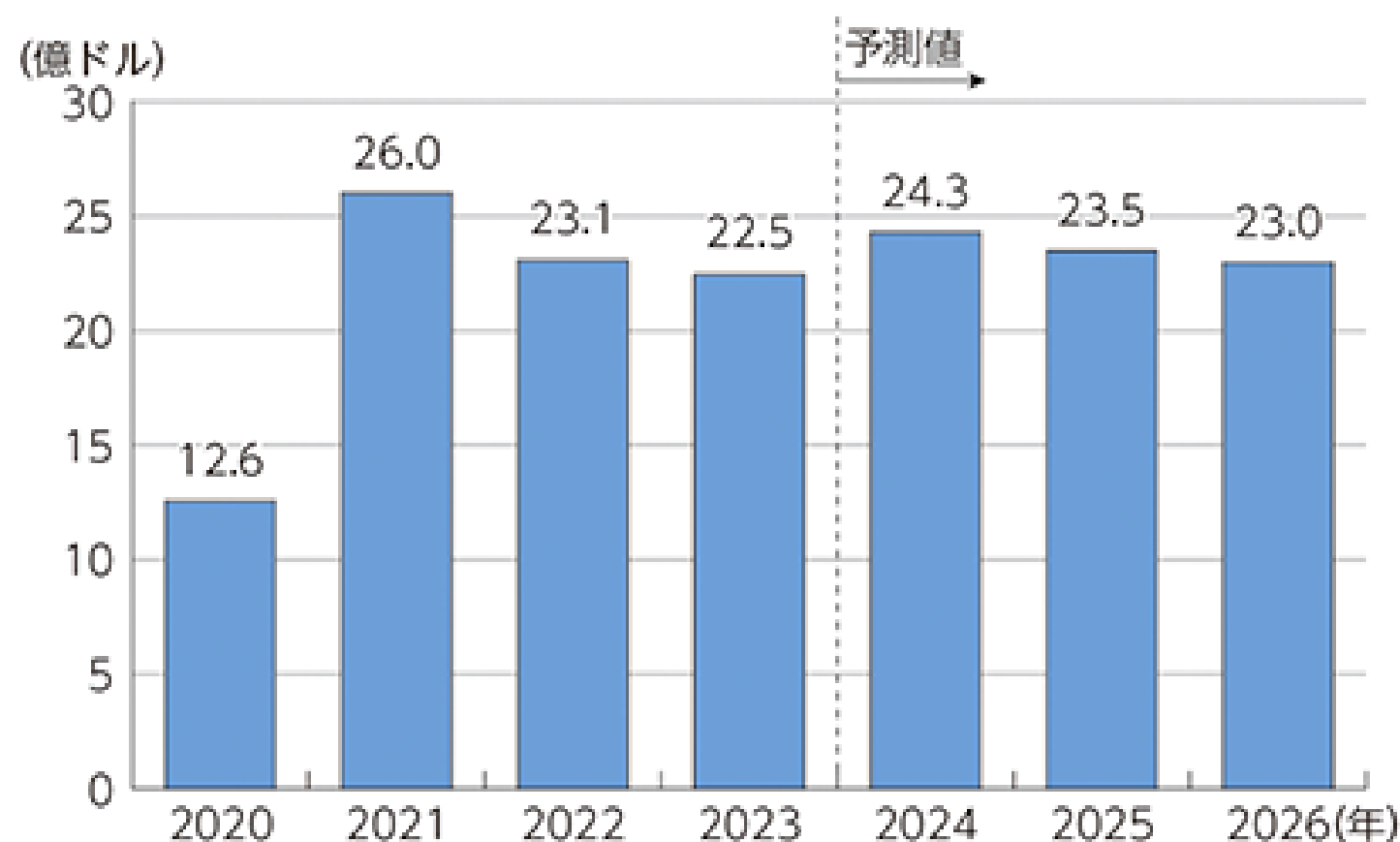


5Gの動向

5Gの動向

- 2023年の世界の5G基地局の市場規模は4兆1,184億円、日本では3,157億円（前年比4.0%増）※1
 - 両市場ともに緩やかなピークアウトが見込まれるものの、引き続き高水準を維持するものとみられる
- ローカル5Gの市場規模は500～700億円と複数社が分析
- 5Gは商用導入フェーズに移行しつつ、並行して各社ベンダの追加開発、事業者のPoCも進み、クラウド連携やNWスライシングなどの機能も注目されている。O-RANやBeyond 5Gといった関連ワードもホットである（NTTコム所感）

図1:日本の5G基地局(マクロセル)の市場規模(出荷額) ※2



※1、※2 出典：「令和6年版情報通信白書」（総務省）
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r06/html/nd215120.html>
licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>

図2:NTTドコモによるネットワークスライシングのPoC



エリアや時間を指定したネットワークスライシングの実証実験に成功 ～世界初！ハイブリッドクラウド構成で構築した5GCと5G SA無線基地局を利用～

株式会社NTTドコモ（以下、ドコモ）、NTTコミュニケーションズ株式会社（以下、NTT Com）、日本電気株式会社（以下、NEC）、Sandvineは、ハイブリッドクラウド構成^{※1}で構築した5Gコアネットワーク（以下、5GC）とドコモが提供する5G SAの商用無線基地局を利用し、エリアや時間を指定してネットワークスライシングを提供する技術（以下、本技術）の実現に向けた実証実験に成功しました。本技術の実証実験成功は世界初^{※2}です。

1.背景・目的

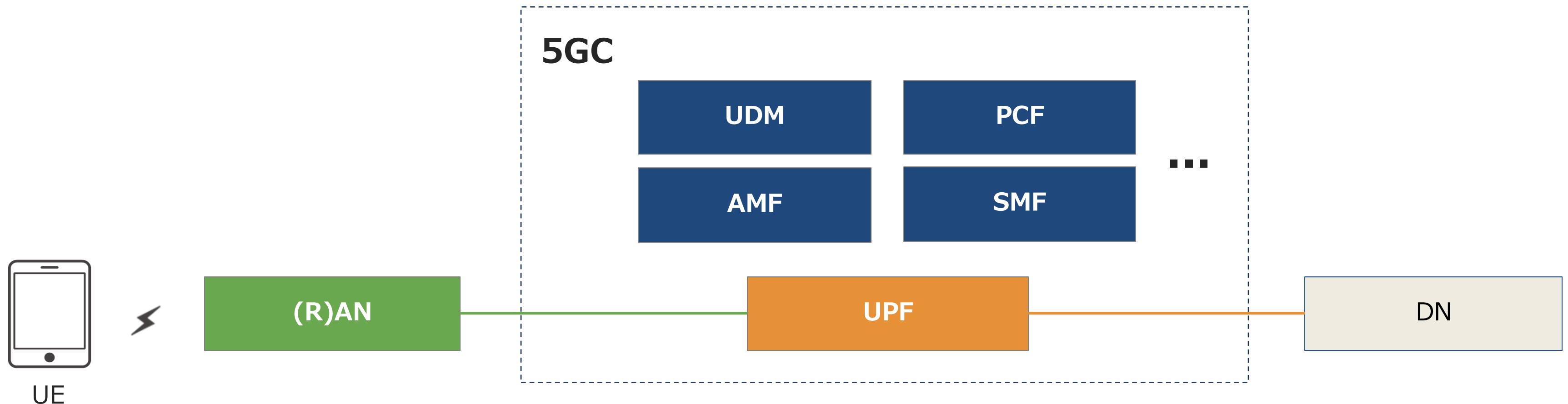
クラウドサービス、AI、IoTなどの利用拡大に伴い、扱う情報量の増加やリアルタイム性が必要な処理など、お客様の利用用途が多様化しています。自動運転やドローン、ロボット制御など、今後活用が見込まれる領域への対応を含めたお客様のさまざまなご要望にお応えするため、利用用途に応じたネットワークスライシングの提供をめざし、本技術の研究開発を進めています。

本技術の活用により、イベント会場や災害地域など通信トラフィックが集中する特定スポットで日時を指定して利用用途に応じた最適なネットワークを提供するなど、お客様の多様なご要望に対応するネットワークを早期に提供

5Gの構成について

高速・低遅延・柔軟な接続を実現する仮想化・分散型に対応したアーキテクチャ

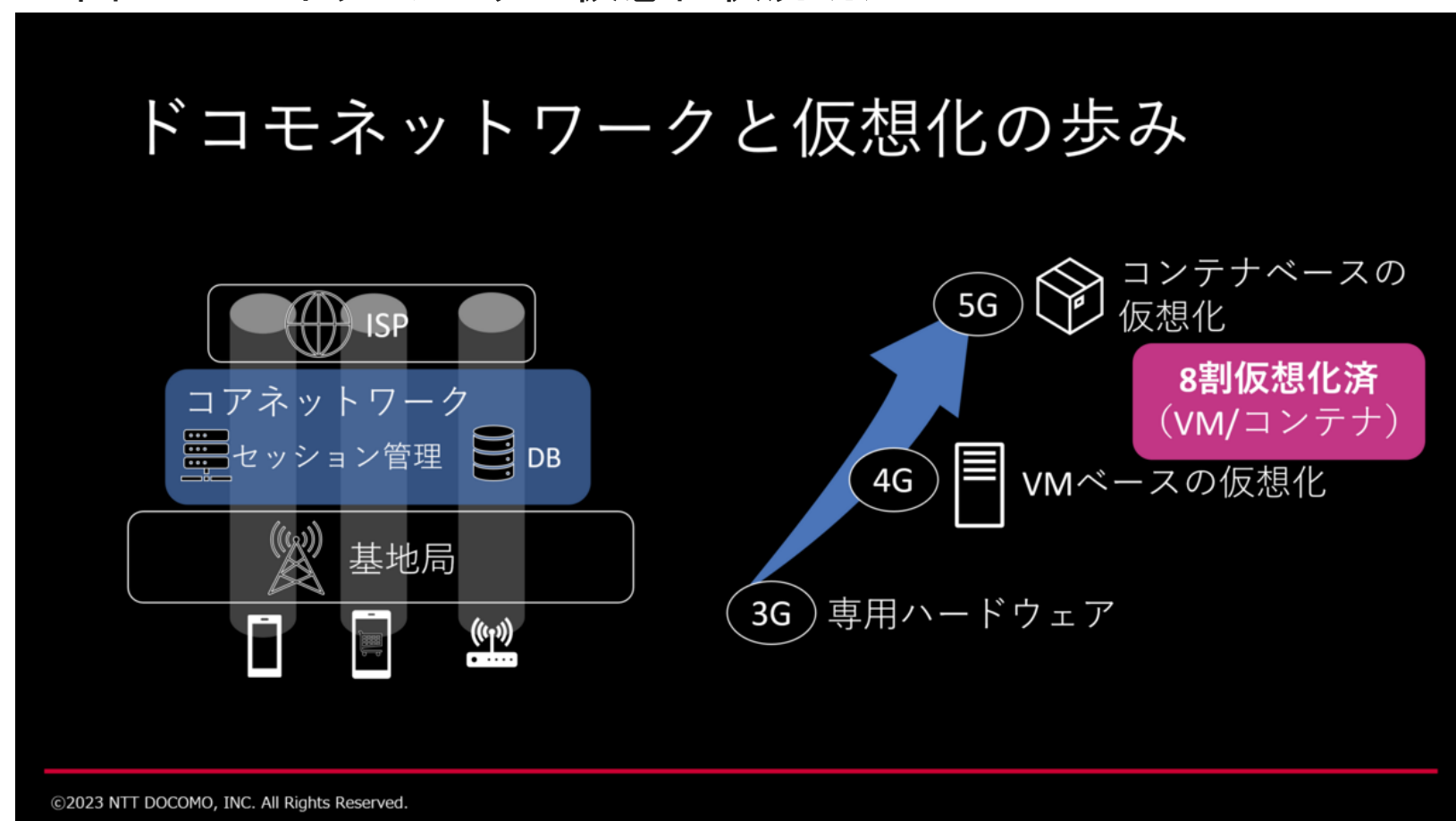
- UE (User Equipment) : ユーザーの端末 (スマホ、タブレットなど)
- (R)AN (Radio Access Network) : 無線アクセスネットワーク (基地局など)
- 5GC (5G Core) : ネットワーク全体のコントロールを行うコアネットワーク
 - UPF (User Plane Function) : ユーザデータの処理や転送を行うネットワーク機能
- DN (Data Network) : ユーザーが接続するデータネットワーク



- 5GCを含め仮想化が進んでおり、ネットワークの柔軟な配備や信頼性の実現を目指してクラウドへ移行する動向
- セキュリティや通信速度の観点からオンプレミスにUPF（ユーザープレーンのパケットを処理するネットワークファンクション）を設置するケースも存在
- ユーザーの要求に応じてネットワークやエッジコンピューティング環境といったリソースを柔軟に提供するには統合的な管理、監視が必要

→ Public / Hybrid Cloud上に5Gシステムを構築し、実現可能性を検討

図1:ドコモネットワークの仮想化状況 ※1



※1出典：「NTTドコモR&Dの技術ブログ」（NTTドコモ）
<https://nttdocomo-developers.jp/entry/2023/06/14/120000>

図2: O2 TelefonicaがコアネットワークをAWSへ移行※2

AWS for Industries

O2 Telefonica Moves its 5G core network to the Cloud with AWS and Nokia

by Amir Rao and Fabio Cerone | on 07 MAY 2024 | in [Amazon CloudWatch](#), [Amazon EC2](#), [Amazon Elastic Kubernetes Service](#), [AWS CloudFormation](#), [AWS CloudHSM](#), [AWS CodeBuild](#), [AWS CodePipeline](#), [AWS Direct Connect](#), [Industries](#), [Telecommunications](#) | [Permalink](#) | [Comments](#) | [Share](#)

Today, O2 Telefónica announced its 5G Cloud Core – a new 5G cloud network built [entirely in the cloud](#), using technologies from European network equipment provider Nokia and Amazon Web Services (AWS).

We're increasingly seeing more telecom operators recognize the value of moving network workloads to the cloud. Earlier this year, NTT DOCOMO, INC. (DOCOMO), Japan's leading mobile operator announced it will [work with AWS to commercially deploy its nationwide 5G Open Radio Access Network \(RAN\) in Japan](#), and in 2021, we announced our [work with DISH](#) to help it build and rapidly scale its 5G network across the U.S.

However, today's announcement is significant: it's the first-time a telecom operator is migrating its existing network and customers to a new 5G cloud network running on AWS.

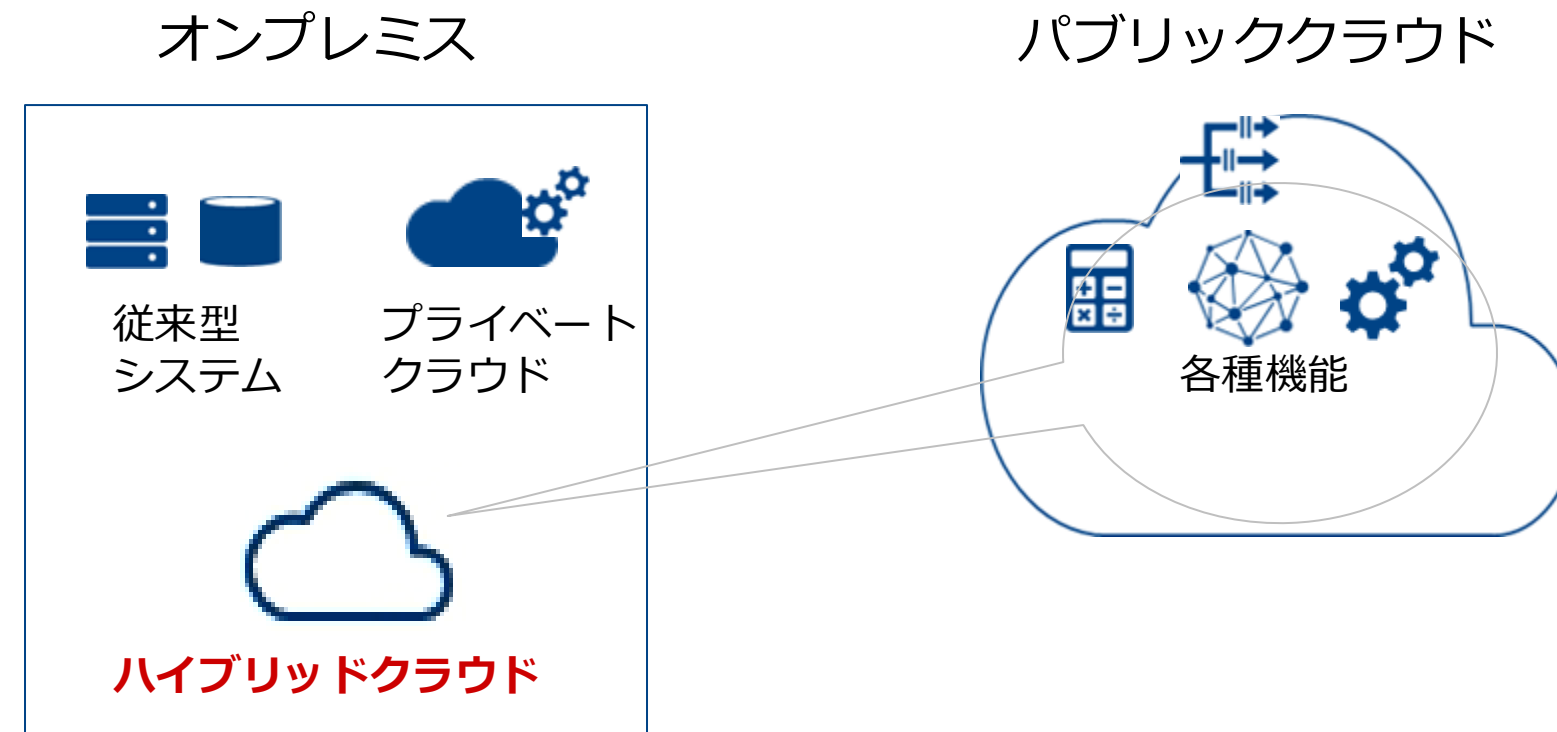
A 5G cloud network is an evolution of "packet core" connecting mobile subscribers to the Internet, voice and other

※2出典：「AWS blog」（Amazon Web Services）
<https://aws.amazon.com/jp/blogs/industries/o2-telefonica-moves-its-5g-core-network-to-the-cloud-with-aws-and-nokia/>

Hybrid Cloudのご紹介

Hybrid Cloudとは

- 構成の柔軟性
- コスト見通し
- 低遅延
- データレジデンシ



- オンデマンド
- (コスト低減)
- 多機能

オンプレ+プライベートクラウド+パブリッククラウド
3者の利点を組み合わせて利用

ハイパースケーラー各社のHybrid Cloud製品		
Microsoft	Azure Stack	2015年05月発表
Amazon	AWS Outposts	2018年11月発表
Google	Google Distributed Cloud Edge	2021年10月発表

NTTCom R&D（イノベーションセンター）で2015年からマルチクラウド、ハイブリッドクラウド分野に着目してR&Dの取組みと人材育成に着手
ハイパースケーラー各社との協業・提携に合わせて、各社の技術やハイブリッドクラウド製品を評価
導入済の環境は、(1)お客様を巻き込んだ共創ラボ環境に活用 (2)社内検証網に導入し基盤の1つとして社内利用

AWS Outpostsの特徴



AWS Outposts Rack



AWS Outposts Servers

C/DプレーンはPublic AWSと同様

論理的にはAWS OutpostsはVPC内の1つのサブネットとなり、パブリッククラウドのVMなどと通信が可能

AWSへのサービスリンクを接続することによりAWSのWebコンソールから管理が可能

ソフト・ハード含めてAWSが一括管理

ソフト・ハードに問題があった場合のエスカレーション先はAWSサポートで一括管理

利用者はアプリケーションやNW設定などが責任範囲

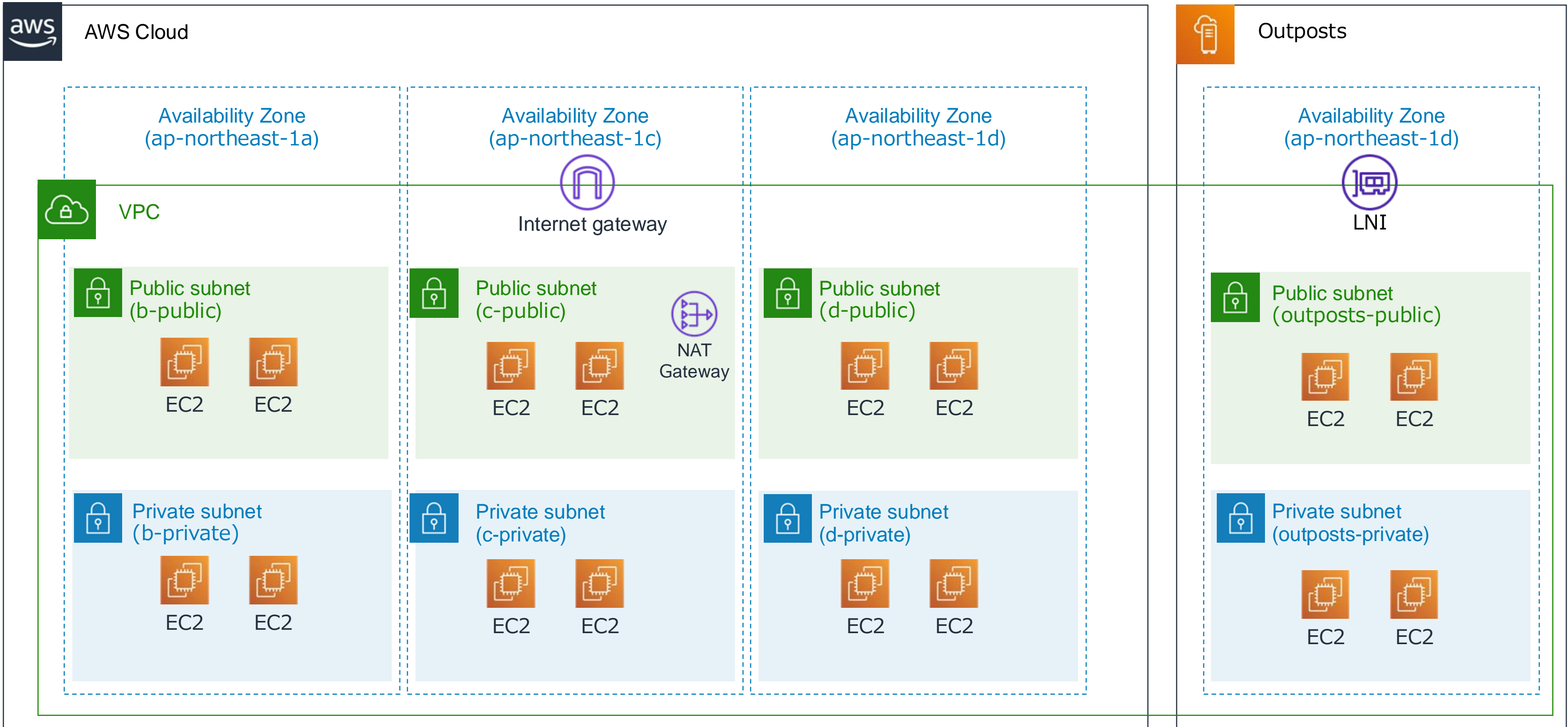
機能拡充もAWS側で一括対応、オペレーションは不要で自動アップデート

Public AWSとのシームレスな統合

Cloudwatchなどの監視ソリューションや、IAMによる統合されたアクセスコントロールによりPublic AWSのサービスとの統合が可能

Public AWSと同様のPortal, API, IaCツールで操作可能

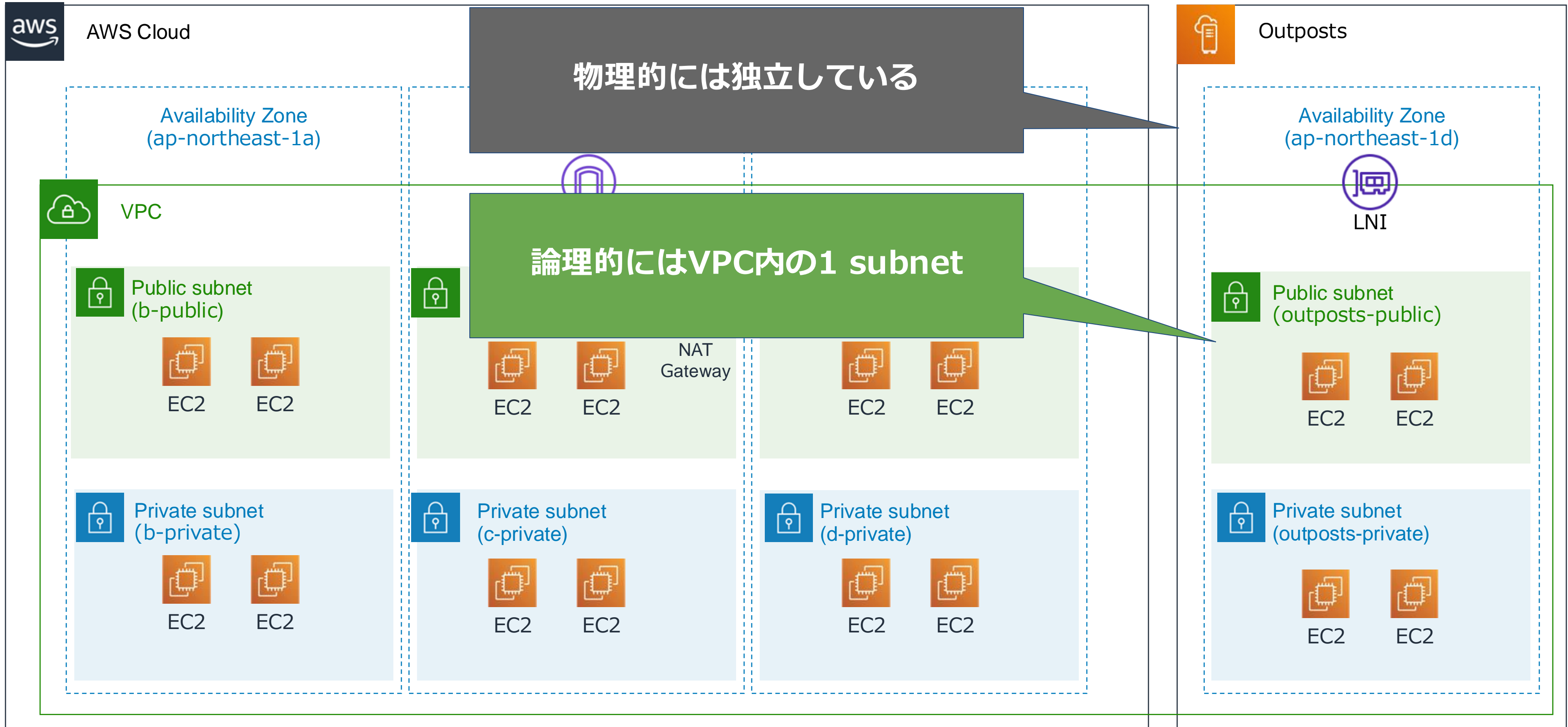
AWSとAWS Outpostsの論理ネットワーク構成



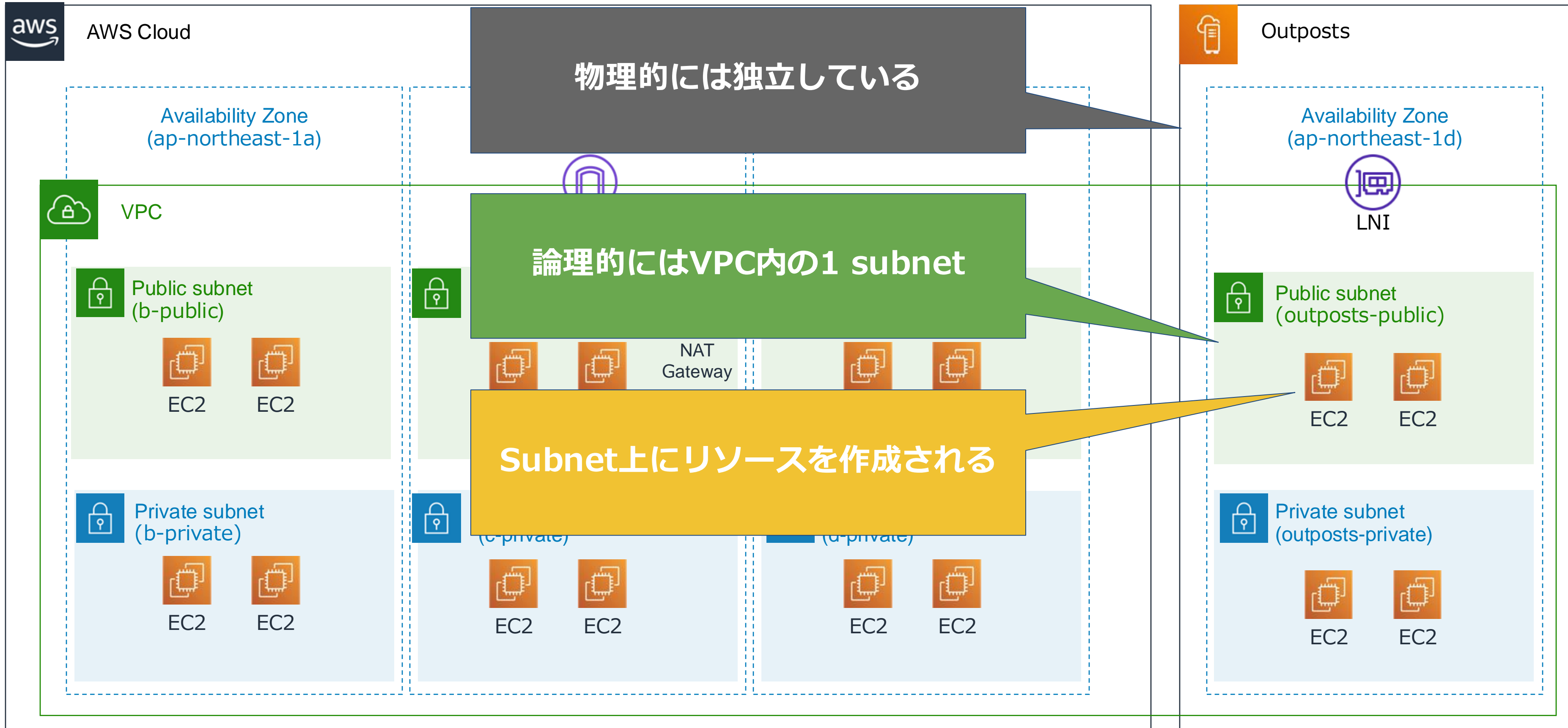
AWSとAWS Outpostsの論理ネットワーク構成



AWSとAWS Outpostsの論理ネットワーク構成



AWSとAWS Outpostsの論理ネットワーク構成



AWS Outpostsで利用可能なサービス

AWS Outposts Rack

- Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)
- Amazon Elastic Container Service (ECS)
- Amazon Elastic Kubernetes Service(EKS)
- Amazon S3 on Outposts
- Amazon RDS on Outposts
- Amazon ElastiCache on Outposts
- Amazon Elastic Map Reduce
- Amazon Virtual Private Cloud(VPC)

AWS Outposts Servers

- Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)
- Amazon Elastic Container Service (ECS)
- AWS IoT Greengrass
- Amazon Sagemaker Edge Manager
- Amazon Virtual Private Cloud(VPC)



AWS Outposts Rack (42U)



**AWS Outposts Servers
(1U or 2U)**

L5G / P5G on Hybrid Cloudの取り組み

ShowNet 2023 L5Gでの取り組み

【目的】 Public / Hybrid Cloudサービスを利用した5Gシステムの実現性の確認

- 世界最大級のネットワーク展示会であるInterop Tokyo 2023において構築されるShowNet 2023にて構築
- AWS Cloud上で動作確認されているNEC 5GCを利用
- NEC UPFをAWS Outposts Serversに、それ以外の5GCコンポーネントをPublicのAWS Cloudに配置
- NTTCom内製のCI/CDツールであるQmonus を通じて NTTComのローカル 5G と連携し、NTTドコモのキャリア相当の5GとNTT Comのローカル 5G のマルチアクセス環境におけるネットワークスライシング連携を実施
- 実験試験局免許を取得しShowNet会場にて電波発射

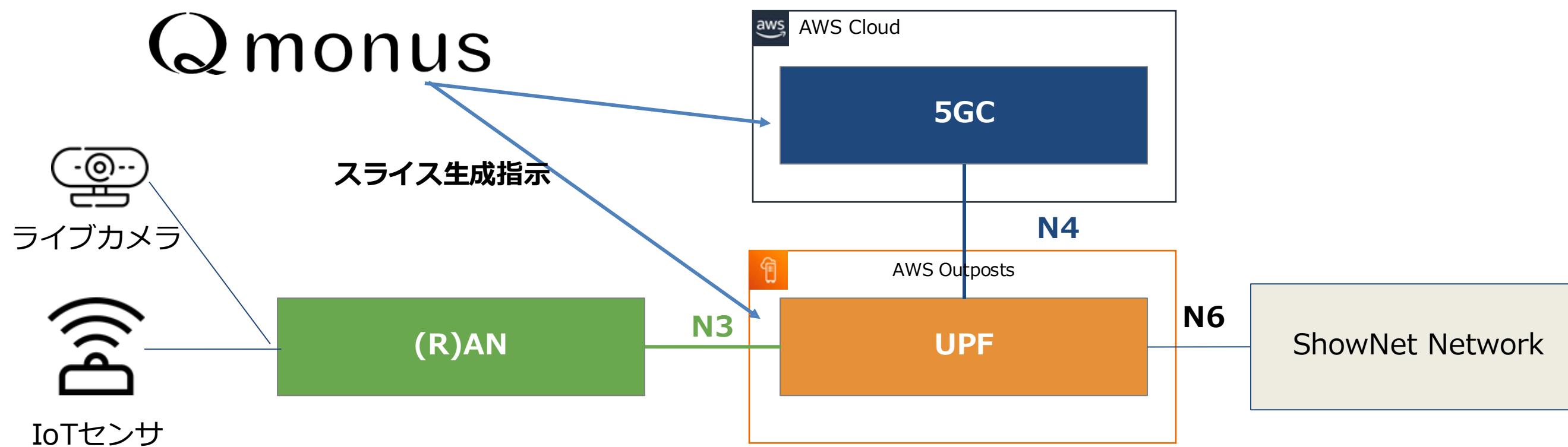


図1 : NTTドコモ キャリア相当の5G構成



図2 : ShowNet 2023の5Gラック前面

ShowNet 2023 L5G 検証所感

- **構築面**

- AWS

- 基盤として柔軟な権限設計やリソース作成が可能
- VPC外のネットワークと接続する際のネットワーク周りのルーティング設計や権限設定が複雑

- AWS Outposts Servers

- VPC内通信が可能であることから、オンプレとクラウドを簡易に接続可能
 - 本来構築が困難な**ハイブリッドクラウド環境でのEKSクラスター作成もVPC内通信のみで完結**
- **ハードウェアの制約**によって構成変更が必要になるケースも存在

- **機能面**

- AWSとAWS Outposts Serversを利用したスライシングデモを展示
 - 追加検証としてNTTドコモの商用網と接続したスライシング試験も成功
 - AWSの機能を利用した**統合的な監視や権限管理、ping試験も可能**

- **未確認 / 今後の展望**

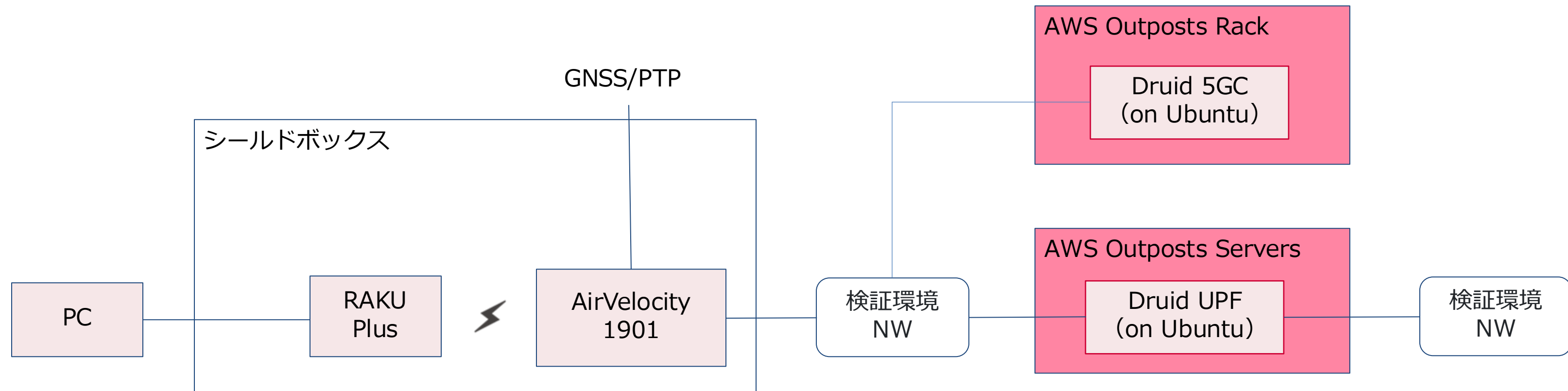
- 準正常系試験

- 複数台のAWS Outposts Serversを利用した際の冗長化試験

Druid on AWS Outposts 検証概要

【目的】 5GCとUPFの分離、クラウド/オンプレミス選択の自由度について、実現性を確認する

- Druid Softwareはアイルランドの企業であり、“cellular core network software company”としている
 - Private 5G、Private 4Gに特化したコアネットワークベンダー
- 4G/5G プライベート ネットワーク コアであるDruid Raemisを5GCとして使用
- UPFをAWS Outposts Serversに、それ以外の5GCコンポーネントをAWS Outposts Rackに配置
- gNBはAirspan社のAirVelocity1901、UEはAPAL社のRAKU Plusを使用
- 電波発射はシールドボックスの中で実施



Druid on AWS Outposts 検証結果

• 構築面

- Druid
 - 構築は容易。OS上でscriptを実行しライセンス投入して完了
 - 5GCとUPFの分離・連携は前例がなく、Druid社との設定確認、デバッグが発生
- AWS Outposts
 - UPFまわりはL3ではなくローカルのvlanで**L2接続したく、その取り回しでやや苦戦**

• 機能面

- 本検証では1call実施にとどまったが、性能面に大きなトラブルはなく、gNBである**Airspanの諸元を満たしている**
 - DL : 700 – 800Mbps程度
 - UL : 60Mbps程度

• 未確認 / 今後の展望

- より高性能なgNBと接続した場合、**UPF分離構成/統合構成で機能面の差が出るか、メリットが生まれるか**
- 準正常系試験
 - Druidの耐障害機能として、5GC故障時に分離したUPFが5GC機能を引き継ぐことができる
 - 可用性、有用性の確認
- 本構成について、Public 5G/Local 5Gにおける**ユースケースの検討**

まとめ

- 本取組の背景
 - L5G商用導入フェーズに移行しており、クラウド連携やネットワークスライシング技術などが注目
 - 仮想化の流れを汲み、自動化やリソースの最適配置を背景に本取り組みを開始
- Hybrid Cloudのご紹介
 - Hybrid CloudはPublic Cloudと統合を目的としたサービス
 - AWS Outposts Rack / Serversのラックタイプとブレードサーバータイプが存在
- 取り組み内容
 - ShowNet 2023
 - パブリッククラウドとハイブリッドクラウドを利用した5G環境の構築に成功
 - パブリッククラウドとの統合や自動化にメリットはありつつもハードウェアなどサービスの制約あり
 - Druid on AWS Outposts
 - 5GCとUPFの製品をハイブリッドクラウドに選択的に配置し通信させることに成功
 - 5GC/UPF分離構成のメリットは継続して検討が必要
- 所感
 - 自動化が容易かつ管理の統合はメリット
 - フルマネージドのためサービスやハードウェアの制約あり
 - 本構成におけるPublic 5G/Local 5Gにおけるユースケースの検討