



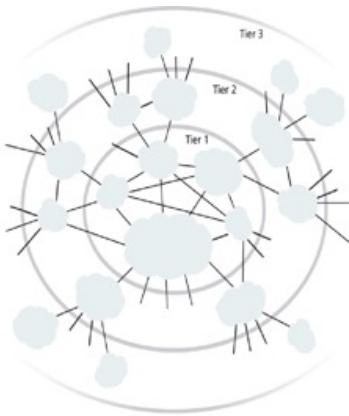
Data Intensive Architectureへ — エッジコンピューティングとマルチアクセスの問題

29 October 2021

Miya Kohno, Distinguished Systems Engineer, Cisco Systems

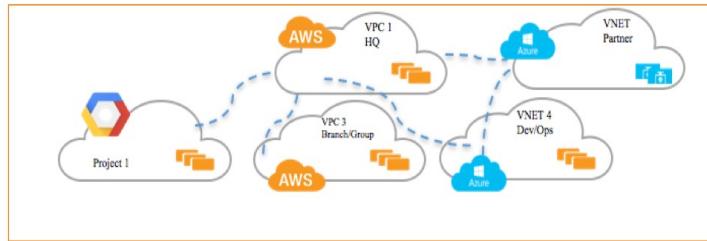
インターネットの構造変遷

大手 ISP (Tier 1)を中心としたネットワーク



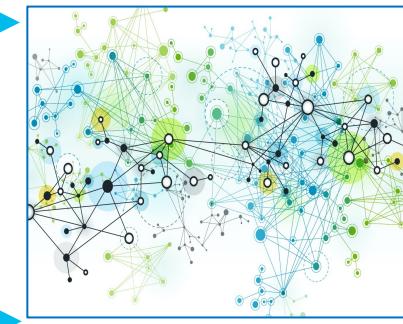
Source : arctura.com

Cloud台頭 — AWS 77 availability zones, 24 regions, 202 PoPs [*2]



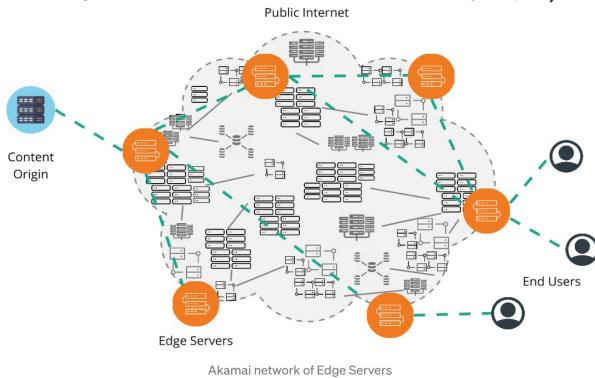
Source : medium.com

分散コンピューティング時代 — ?



Source : [NSM](https://nsm.org)

CDN参入 — Akamai 108か国、2,790地域 [*1]



Source : medium.com

[*1] <https://blogs.akamai.com/jp/2015/07/bestpractice-web-performace01.html>

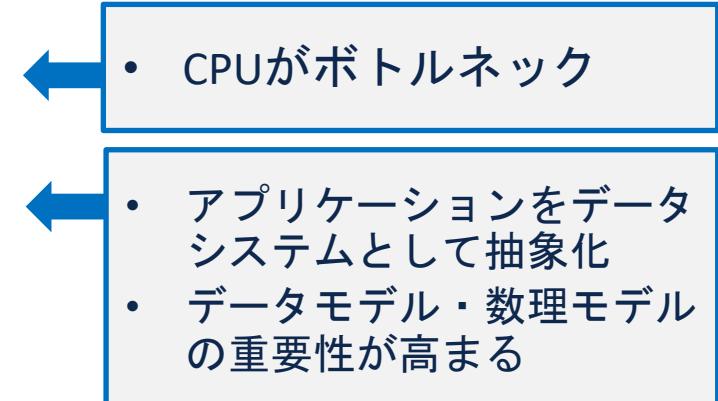
[*2] <https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/>

Agenda

1. はじめに – Data Intensive Architecture ^
2. エッジコンピューティングの現状
3. マルチパスの現状
4. この状況を開拓するための方策、そしてNaaS

Data Intensive Application Systems [*]

- CPU・演算中心 (Compute-Intensive) から
- データ中心 (Data Intensive) へ



• Data Intensive Architecture

信頼性

スケーラビリティ

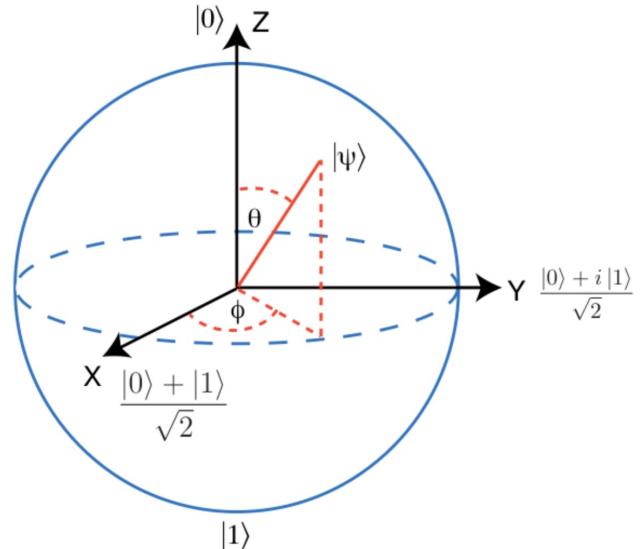
保守性

- いかなる問題が発生しても正しく動作し続ける
- 規模の増大に対して、システムが対応できる
- 運用性
- シンプル性
- 進化への対応

Data Intensive Application Systems

実際、近年ますます、演算中心ではなく、
データモデル・数理モデルが中心になってきている

- 宣言的(Declarative)プログラミング
- AI・機械学習
- 量子コンピューティング



Data Intensive Network Systems

- コネクション中心(Connection-Intensive) から
- データ中心 (Data Intensive) へ

• コネクションがボトルネック

• 分散データプラットフォームとしてのネットワークシステム
• Zero Trust Security

- Data Intensive Architecture

信頼性

スケーラビリティ

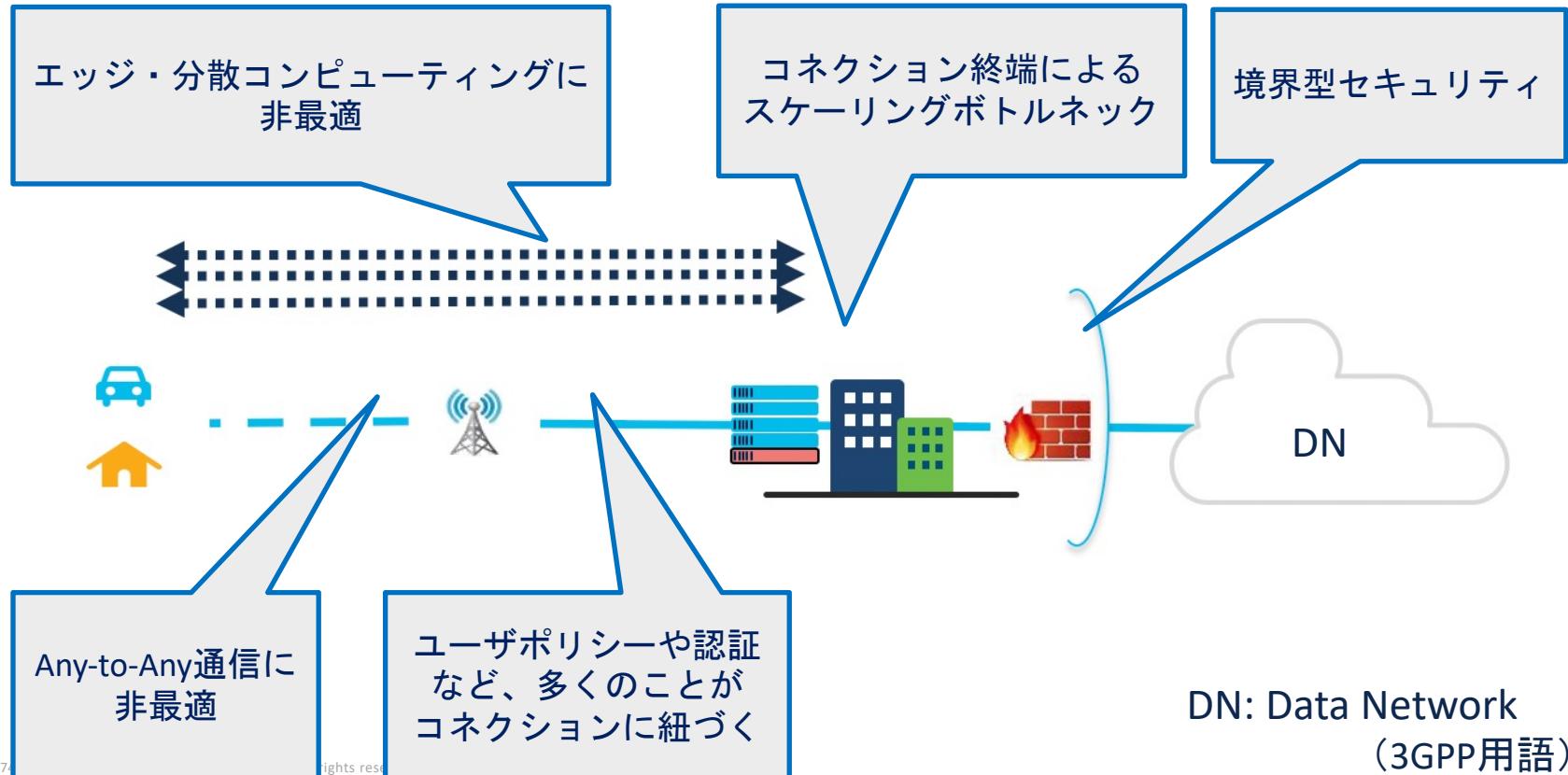
保守性

• いかなる問題が発生しても
正しく動作し続ける

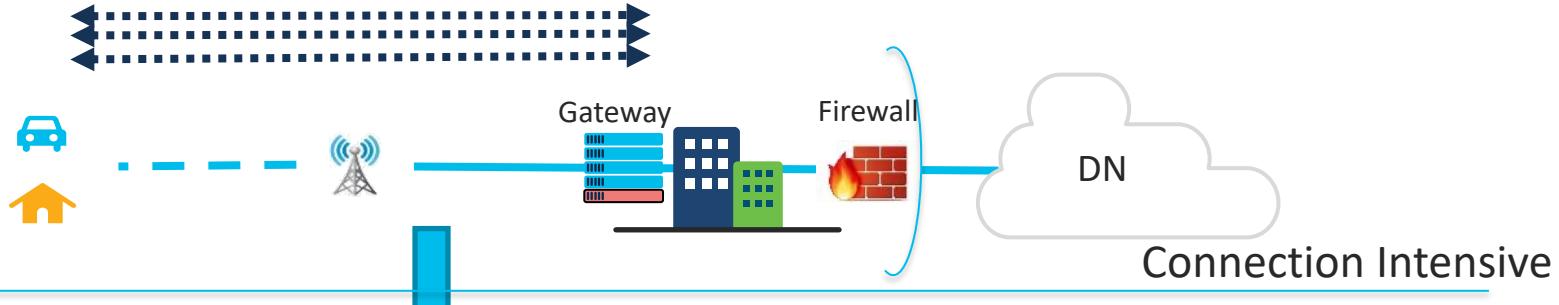
• 規模の増大に対して、
システムが対応できる

• 運用性
• シンプル性
• 進化への対応

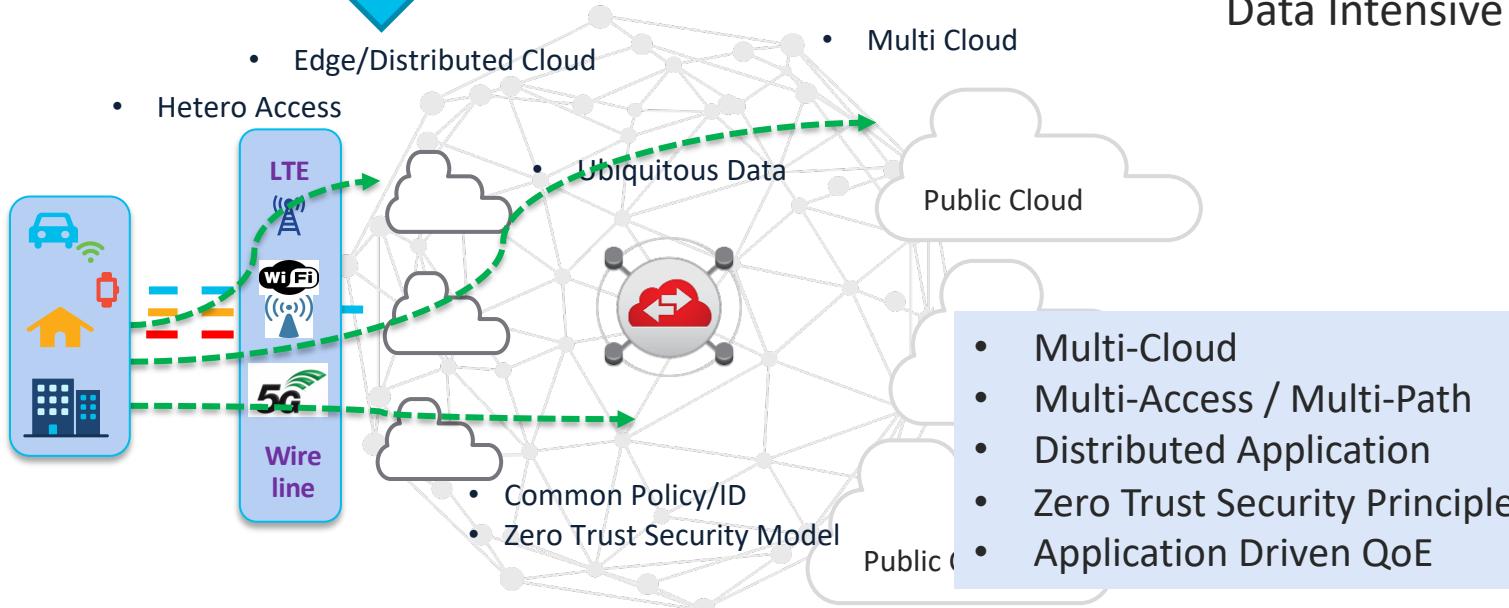
Connection Intensive Architecture の限界



Data Intensive Architecture ^



Connection Intensive



Data Intensive Architecture へ

- [ONIC 2019「データ中心アプローチがシステムを救う」](#)
- [ONIC 2020「Data Intensive Architecture へ What's next for Edge Computing?」](#)
- ONIC 2021「Data Intensive Architecture へ エッジコンピューティングとマルチアクセスの問題」

Today !



- 今回は、データの偏在を実現する エッジコンピューティング と、多様なアクセス を有効利用する マルチアクセス の問題を取り上げる
- 問題感を一言で言うと、「"Cloud First" と "Mobile First" が噛み合っていない」

Agenda

1. はじめに – Data Intensive Architecture へ
2. エッジコンピューティングの現状
3. マルチパスの現状
4. この状況を開拓するための方策、そしてNaaS

エッジコンピューティング

— データの生成元またはその近傍でのデータ処理を容易にする

- “ By 2024, most cloud service platforms will provide at least some distributed cloud services that execute at the point of need ”
「2024年までに、ほとんどのクラウドサービス・プラットフォームが、必要なポイントで実行する分散型クラウド・サービスを提供するようになる」
- Gartner, 2020年8月 <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-cios-guide-to-distributed-cloud>
- “In 2021, edge computing will hit an inflection point”
「2021年、エッジ・コンピューティングは変曲点を迎える」
– Forrester, 2020年11月 <https://www.zdnet.com/article/in-2021-edge-computing-will-hit-an-inflection-point/>

Cisco CDA (Country Digital Acceleration) Round table より Edge Computing 「インターネットの次の構造」

カントリーデジタイゼーション Country Digitization

第四回 CDAラウンドテーブル
エッジコンピューティング ~インターネットの次の構造~

- 低遅延性だけでなく、データの地産地消、プライバシー保護の観点からも、エッジプラットフォームは重要
- CDNのようなDownstream型だけでなく、Upstream型、Pub/Sub型のデータプラットフォームが必要

[参加者(順不同)]

慶應義塾大学	中村 修 先生
総務省	高村 信 様
トヨタ自動車	村田 賢一 様
NTT東日本	山本 晋 様
KDDI	大谷 朋広 様
NTT Data	古賀 篤 様
Cisco	河野 美也 (Moderator)

エッジコンピューティングの現状

Hyper scalers の 積極的な進出

- 報道事例
- 通信事業者と
Hyperscaler の パート
ナーシップ

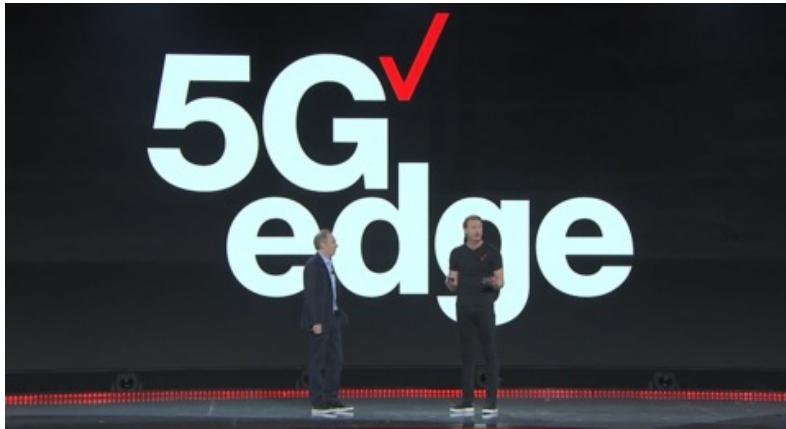
通信業界標準の 動向

- ETSI ISG MEC + 3GPP
- Edge Computing を実現
するアーキテクチャ
- Edge Computing のため
の 5G System 拡張

議論

- Hyper scalers の積極的
な進出
- 通信業界標準の動向
- 良い均衡点を探りたい

Amazon AWS + Verizon



Bring AWS services to the edge of the Verizon 5G network.

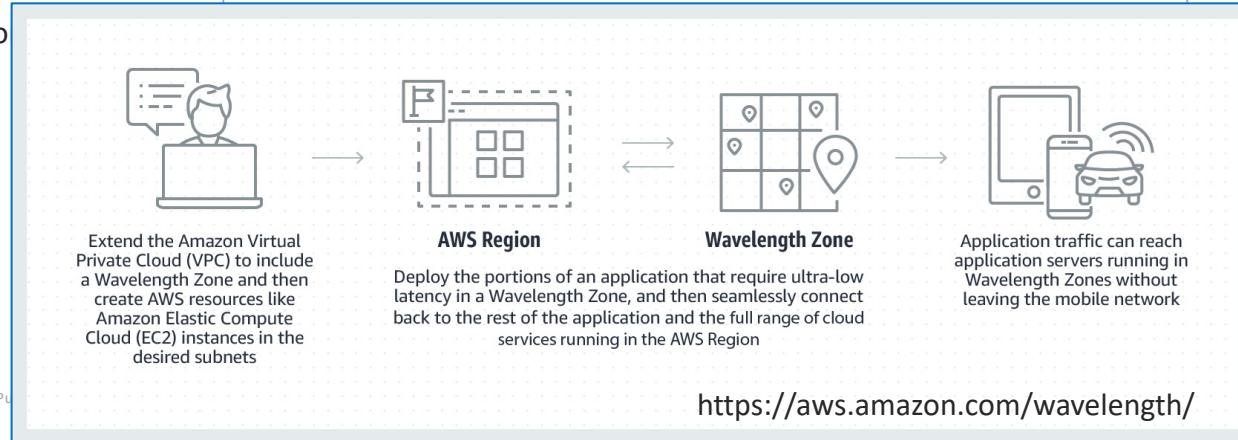
Verizon 5G Edge brings together Verizon's ultrafast, ultralow latency 5G Ultra Wideband* network and AWS; industry-leading cloud services to enable the creation of next-generation applications.

5G Edge leverages AWS Wavelength, a new type of AWS infrastructure. Applications are deployed to Wavelength Zones—AWS infrastructure deployments that embed AWS compute and storage services at the edge of the Verizon 5G network—and seamlessly access the breadth of AWS services in the region.

This reduces the extra network hops to the internet, thereby avoiding a transit penalty of 100 milliseconds or more, helping to ensure substantial enhancements in application performance and end-user quality of experience.

That means developers can build applications that are experientially immersive, with super-fast response requirements, such as game and live video streaming, machine learning inference at the edge, and augmented and virtual reality (AR/VR).

<https://www.fiercewireless.com/5g/verizon-aws-to-bring-more-power-to-its-5g-edge>



Google Cloud + AT&T

ANTHOS

Bringing partner applications to the edge
with Google Cloud



Anthos

<https://cloud.google.com/blog/topics/anthos/anthos-for-telecom-puts-google-cloud-partner-apps-at-the-edge>

<https://cloud.google.com/press-releases/2020/0305/google-cloud-att-collaboration>

AT&T and Google Cloud Team Up to Enable Network Edge 5G Computing Solutions for Enterprises

New solutions delivered by AT&T and Google Cloud help solve real business challenges by bringing Google Cloud to the AT&T edge

Sunnyvale, CA and Dallas, TX, March 5, 2020 – Today, Google Cloud and AT&T announced a collaboration to help enterprises take advantage of Google Cloud's technologies and capabilities using AT&T network connectivity at the edge, including 5G. Additionally, AT&T and Google Cloud intend to deliver a portfolio of 5G edge computing solutions that bring together AT&T's network, Google Cloud's leading technologies, and edge computing to help enterprises address real business challenges.

Google Cloud + Ericsson, Google Cloud + Nokia

Google Cloud and Ericsson Partner to Deliver 5G and Edge Cloud Solutions for Telecommunications Companies and Enterprises

Available in English 日本語 繁體中文

- Google Cloud and Ericsson come together to help communications capabilities to the edge, unlocking new possibilities for enterprises
- Partnership brings together Google Cloud's compute platform and leading 5G portfolio
- Ericsson, Google Cloud and TIM are currently piloting 5G cloud edge enterprise use cases in automotive, transportation and o

Google Cloud, Nokia Partner to Accelerate Cloud-Native 5G Readiness for Communications Providers

Google Cloud and Nokia will jointly develop cloud-native 5G Core solutions for communications service providers and enterprise customers

New partnership will deliver cloud capabilities to the network edge to accelerate enterprise digital transformation

Espoo, Finland and Sunnyvale, California, January 14, 2021 – Google Cloud and Nokia today announced a global, strategic partnership to bring new solutions for communications service providers (CSPs) that modernize their network infrastructures, build on a cloud-native 5G Core, and develop the network edge as a business services platform for enterprises.

<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2021/6/google-cloud-and-ericsson-partner-to-deliver-5g-and-edge-cloud-solutions-for-telecommunications-companies-and-enterprises>

<https://cloud.google.com/press-releases/2021/0114/google-cloud-nokia-telecommunications>

通信事業者と Hyperscaler のパートナーシップ (1/3)

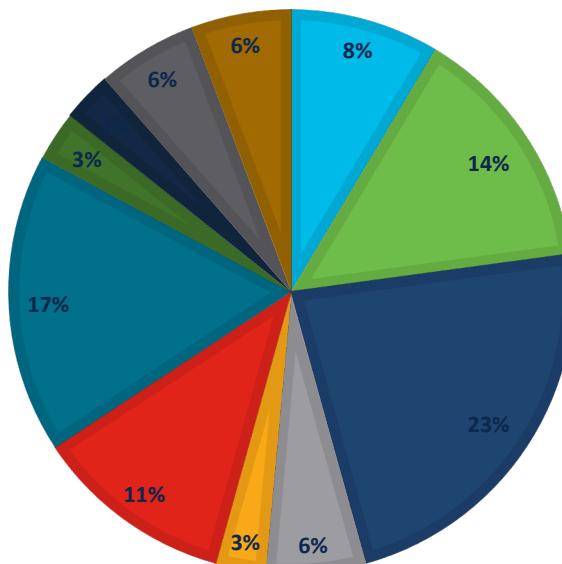
通信事業者	Edge Platform	地域	Use case
AT&T	Google Cloud Microsoft Azure	US, Americas	AI/ML, video analytics, enterprise AR
Etisalat	Microsoft Azure	UAE, Middle East	Smart cities, IoT, public safety, vRAN
KDDI	AWS	Japan	Gaming & Entertainment, AR/VR, Video optimization
Proximus	Microsoft Azure	Belgium	Manufacturing, AR/VR, gaming, healthcare, logistics
Rogers	Microsoft Azure	Canada	Smart Campus, gaming, AR/VR
SK-Telecom	AWS Microsoft Azure In-house (MEC Open platform) MobileEdgeX	South Korea	Video optimization, AR/VR, gaming, smart factory, autonomous vehicle

通信事業者と Hyperscaler のパートナーシップ (2/3)

通信事業者	Edge Platform	地域	Use case
Telecom Italia	Google Cloud	Italy	Unknown
Telefonica	Google Cloud Microsoft Azure	Spain	Automotive (Assisted driving), entertainment & media, financial services
Telcomsel	Microsoft Azure	Indonesia	Manufacturing, IoT, AI, AR/VR
Telstra	Microsoft Azure	Australia	Financial services, gaming
Verizon	AWS	US	AI-powered facial recognition software, AR/VR
Vodafone	AWS Microsoft Azure	UK, Europe	Video analytics, real-time asset inspection, AR, drones, AI-powered media editing

通信事業者と Hyperscaler のパートナーシップ (3/3)

Usecase 内訳



エッジコンピューティングの現状

Hyper scalers の 積極的な進出

- 報道事例
- 通信事業者と
Hyperscaler の パート
ナーシップ一覧

通信業界標準の 動向

- ETSI ISG MEC + 3GPP
- Edge Computing を実現
するアーキテクチャ
- Edge Computing のため
の 5G System 拡張

議論

- Hyper scalers の積極的
な進出
- 通信業界標準の動向
- 良い均衡点を探りたい

ETSI ISG MEC + 3GPP

方式検討事項の整理と、3GPP標準とのシナジーを記述

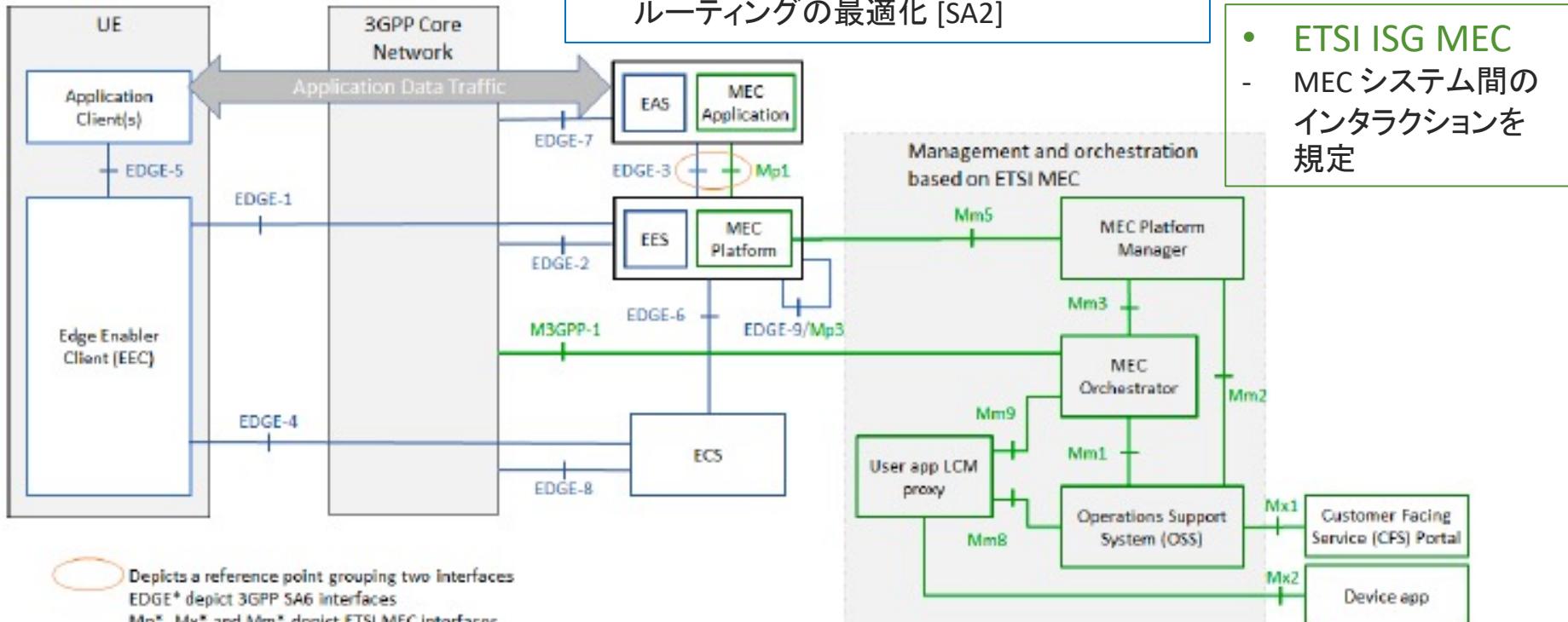


方式検討事項の整理

- Edge-unaware
UEもサーバーも、Edgeを意識しない
- Edge-aware
Edgeを意識することによるメリット
 - 位置情報やトラフィック影響などのネットワークサービスへのアクセス
 - エッジでのアプリケーションの有効化
 - コンテキスト転送のサポート
- Edge Application Server の発見
 - DNS based
 - Device based

ETSI ISG MEC + 3GPP

3GPP標準とのシナジー



3-2 Figure 2: Synergized Mobile Edge Cloud architecture supported by 3GPP and ETSI ISG MEC specifications

Edge Computing のための 3GPP 標準

- Edge Computing を実現する アーキテクチャ (3GPP TS 23.558)
- Edge Computing のための 5G System 拡張 (3GPP TS 23.548)

3GPP TS 23.558 V17.0.0 (2021-06)
Technical Specification

3rd Generation Partnership Project;
Technical Specification Group Services and System Aspects;
Architecture for enabling Edge Applications;
(Release 17)

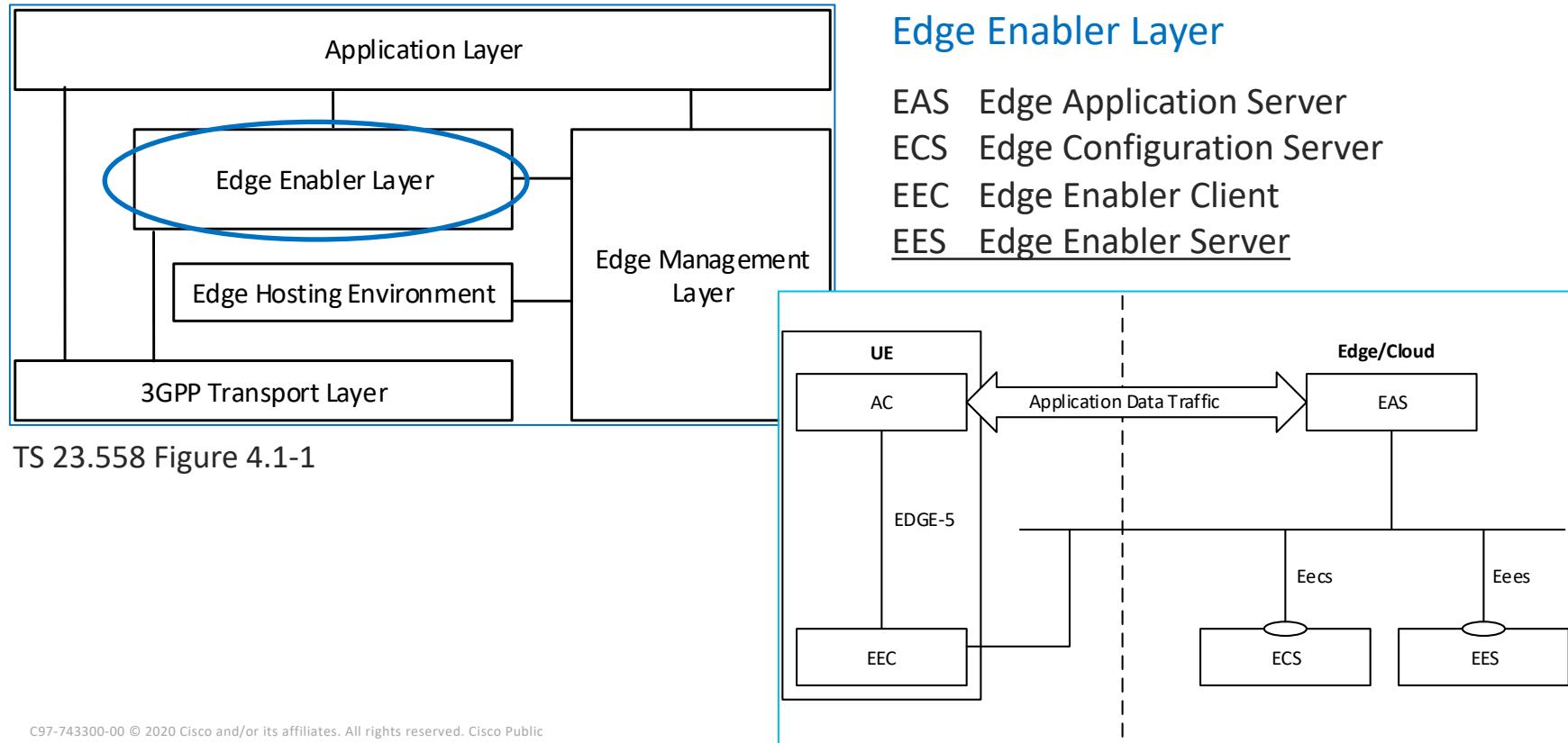


3GPP TS 23.548 V2.0.0 (2021-09)
Technical Specification

3rd Generation Partnership Project;
Technical Specification Group Services and System Aspects;
5G System Enhancements for Edge Computing;
Stage 2
(Release 17)



Edge Computing を実現するアーキテクチャ (3GPP TS 23.558)



Edge Computing を実現するアーキテクチャ (3GPP TS 23.558)

Edge Enabler Server の機能

Edge Enabler Server (EES) は、Edge Application Server (EAS) と Edge Enabler Client (EEC) に対して必要なサポートを提供する

a) EAS とアプリケーションデータ・トラフィックの交換を可能にする設定情報を EEC に提供

b) API 呼出しと公開機能のサポート

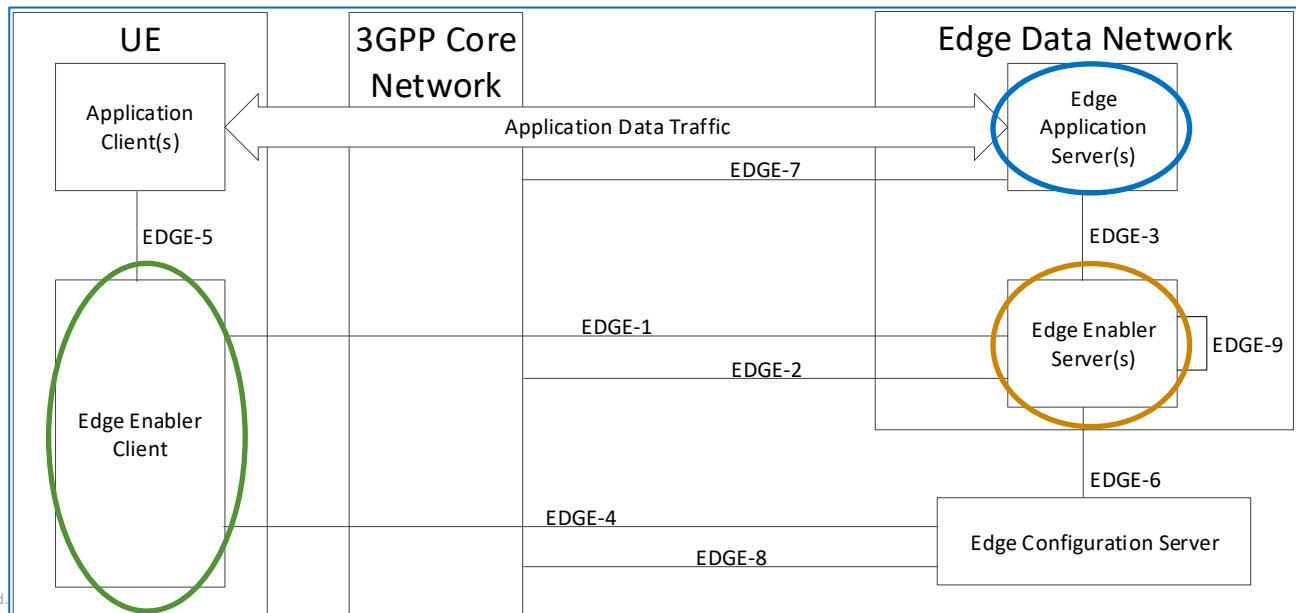
c) 3GPPコアネットワークとの相互作用 (EDGE-2)

d) Application Context Transfer 機能のサポート

e) EDGE-3を介したEASへの3GPPネットワークおよびサービス機能の外部公開サポート

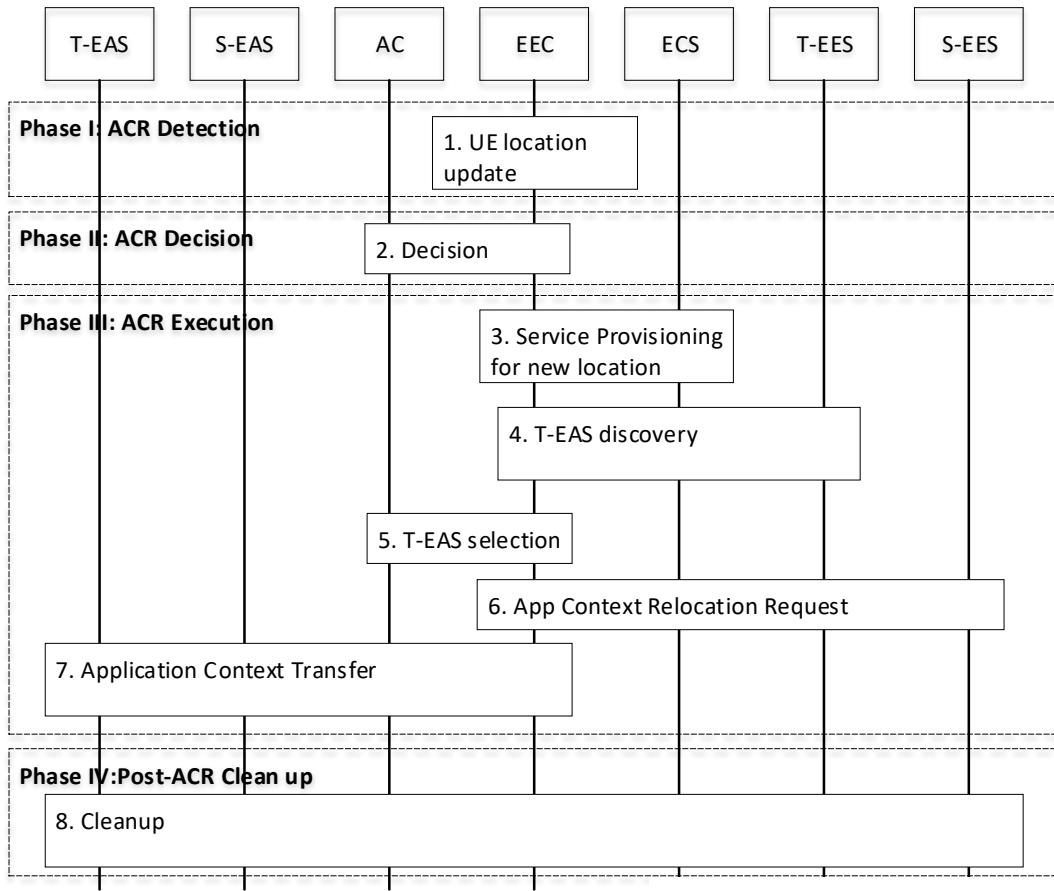
f) EECおよびEASの登録(登録、更新、登録解除)

g) 要求に応じて EAS のインスタンス化をトリガー



Edge Computing を実現するアーキテクチャ (3GPP TS 23.558)

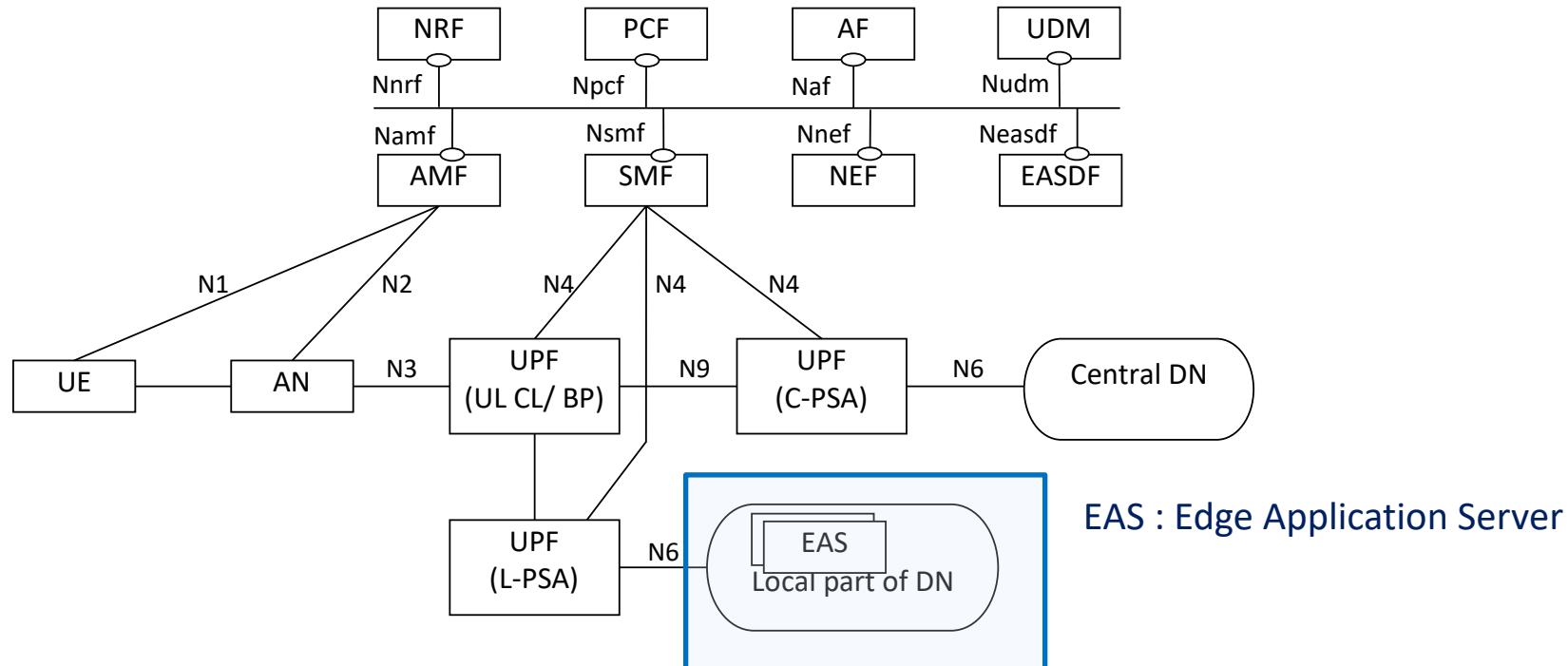
- UEの移動に伴い、接続先のEASも変更した方が良い場合がある
- サービス中断を最小限に抑えるために、Application Context Relocation (ATR)、そしてそれに伴う Application Context Transfer (ATC) が必要になる



Edge Computing のための 5G System 拡張 (3GPP TS 23.548)

エッジコンピューティングをサポートするための参考アーキテクチャ

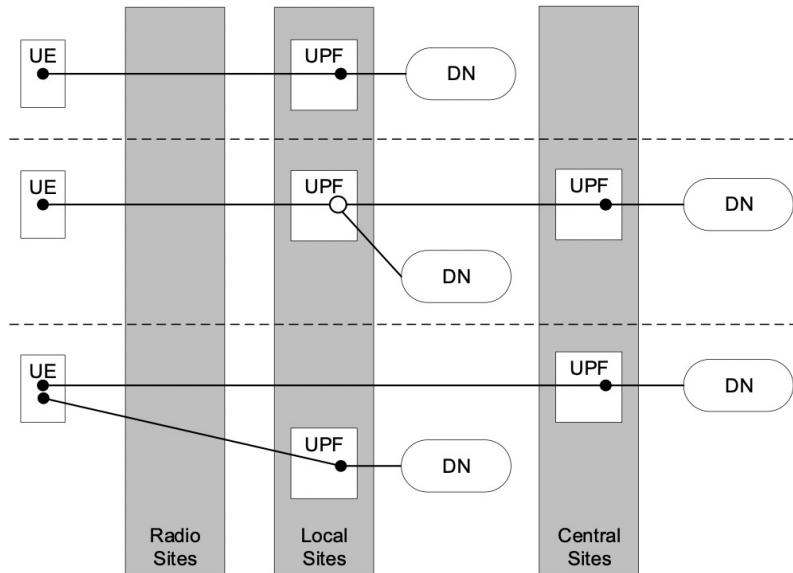
Reference Architecture for supporting Edge Computing



Edge Computing のための 5G System 拡張 (3GPP TS 23.548)

エッジコンピューティングのための5G接続モデル

5GC Connectivity Model for Edge Computing



分散アンカーポイント モデル

- UPF(アンカーポイント)を分散配置する

セッションブレークアウト モデル

- Uplink Classifier または multihoming Branch Point機能により、トラフィックが分岐される

マルチPDUセッション モデル

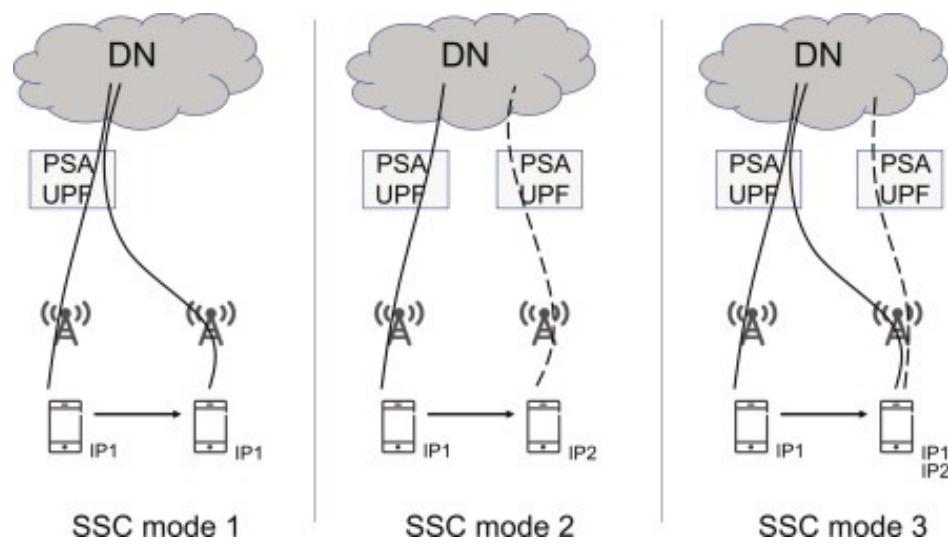
- Edge ComputingアプリケーションのためにはローカルUPFを、それ以外のアプリケーションはセンターUPFを使う

—●— IP Anchor Point

—○— UL CL/BP and Local PSA UPF

ローカルUPFの場合のセッション継続性

- 4Gまでは、ユーザ端末が移動してもセッションは継続し、IPアドレスも変わらない、というモデル(SSC mode 1)が標準だったが、UPFの分散に伴い、UE移動時にIPアドレスが付け変わるモデル(SSC mode 2)、それをmake before break的に行うモデル(SSC mode 3)も定義された
- 「エッジコンピューティングのための5G接続モデル」においては、ユーザ端末が移動すると、IPアドレスも変わる



UE: User Equipment

DN: Data Network

SSC: Session and Service Continuity

PSA: PDU Session Anchor

UPF: User Plane Function

エッジコンピューティングの現状

Hyper scalers の 積極的な進出

- 報道事例
- 通信事業者と
Hyperscaler の パート
ナーシップ

通信業界標準の 動向

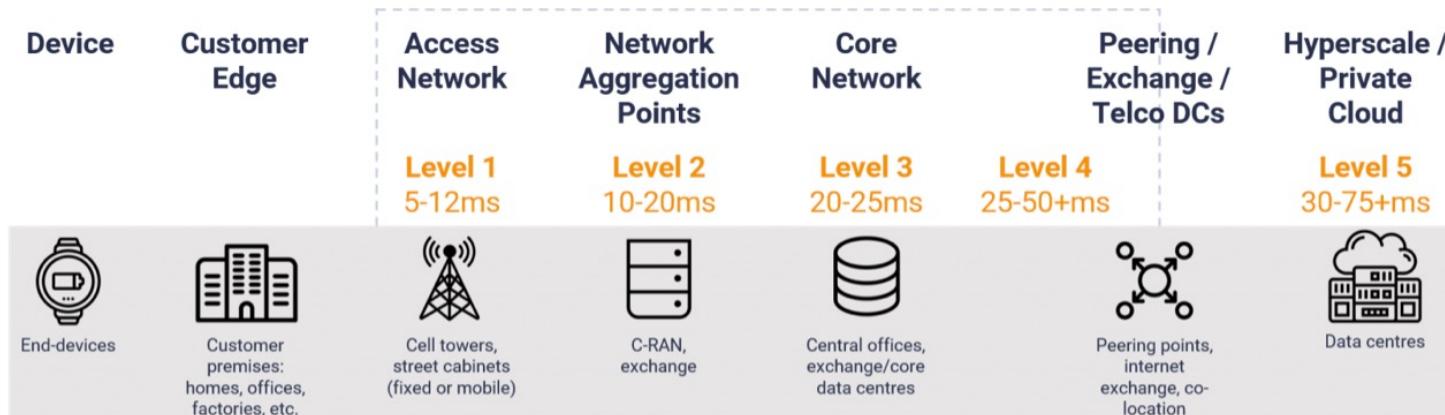
- ETSI ISG MEC + 3GPP
- Edge Computing を実現
するアーキテクチャ
- Edge Computing のため
の 5G System 拡張

議論

- Hyper scalers の積極的
な進出
- 通信業界標準の動向
- 良い均衡点を探りたい

議論 – Hyper scalers の積極的進出

- Hyper scalers が Edge Computing も制するシナリオは有力
- ネットワーク制御 (to/from Cloud, Inter-Cloud) が不十分
- QoEの最適化や、将来の超低遅延アプリケーション要件に対応するためには不足しているものも多い



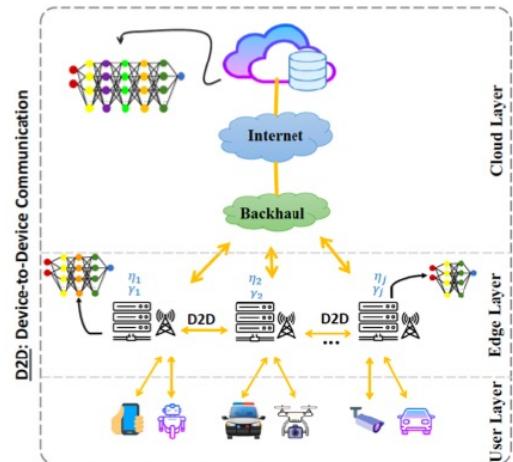
議論 – 通信業界の標準化動向

- ETSI/3GPP による Edge Computing 標準化は、Connection Intensive 性（コネクション中心性）をさらに強化する方向
- しかし、分散コンピューティングとコネクション中心性はあまり適合しない
- どのみち、ユーザ端末移動時のアンカーUPF変更によるセッション継続性要件は緩和されるなど、コネクション（ここではGTP-U tunnel）にそこまで拘る必要はなくなっている

議論 – 良い均衡点を探りたい

- データの地産地消、AI倫理やプライバシー問題などを自律的に制御できる、分散クラウドプラットフォームは必要
- アプリケーションによってどこまで分散させるかの要件は異なるが、モビリティ、かつ超低遅延が必要なアプリケーションについては、そのためのアーキテクチャが必要
 - QoEを向上するアプリケーション・トランスポートの仕組み

例えば、コンテクスト・ステートを、サーバー側でなくユーザ側に持たせることにより、Edge Server間でのコンテクストリロケーションやコンテクスト転送の必要はなくなる



Agenda

1. はじめに – Data Intensive Architecture へ
2. エッジコンピューティングの現状
3. マルチパスの現状
4. この状況を開拓するための方策、そしてNaaS

5G時代 - アクセス手段の多様化とマルチパス

多様なアクセスを

- シームレスに切り替えたい
- 適宜使い分けたい
- 補完的に使いたい
- 負荷分散したい



Access Networks



Fiber



5G Fixed Wireless



Wi-Fi



4G LTE



IoT (LPWA,
Cellular IoT)

Services



Enterprise



VR/ AR



Drones



Smart
Cities

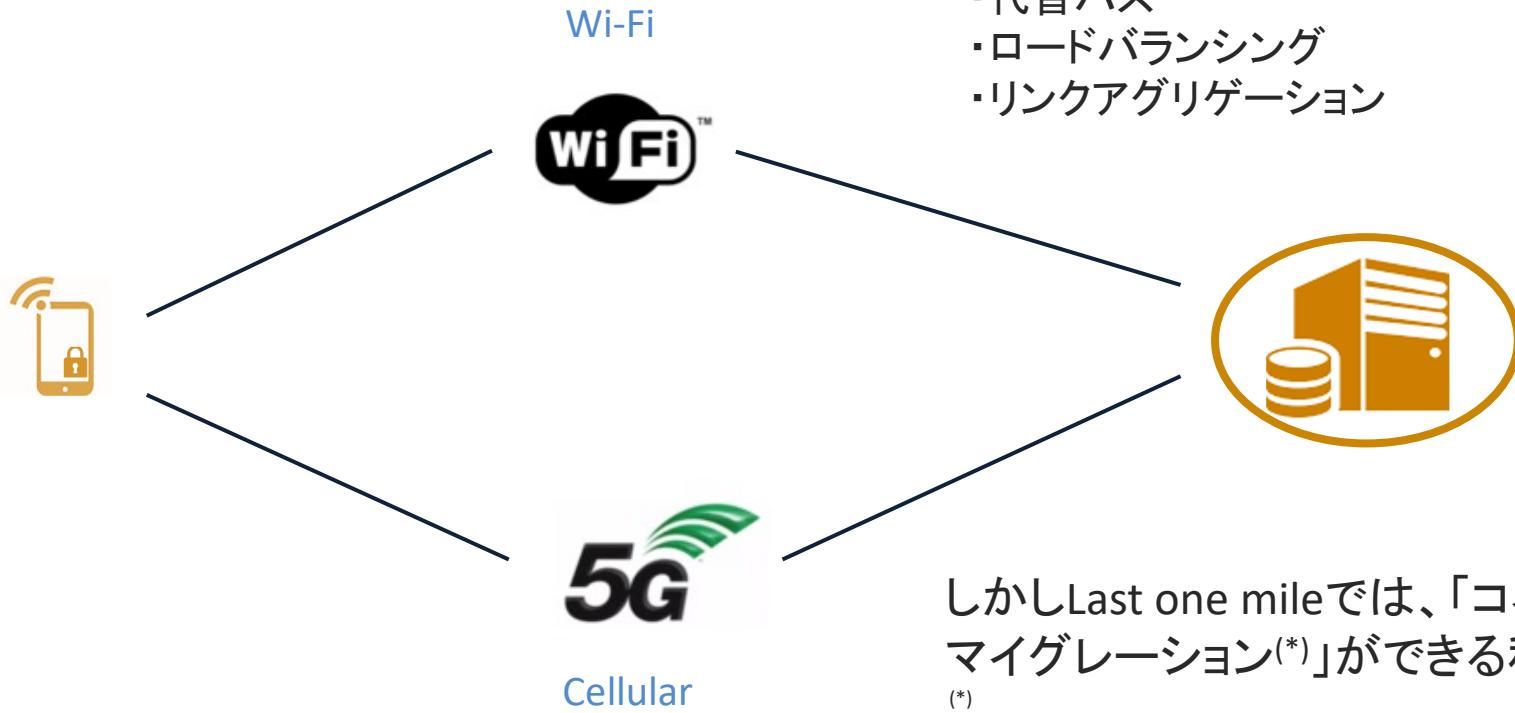


Mobile
Video



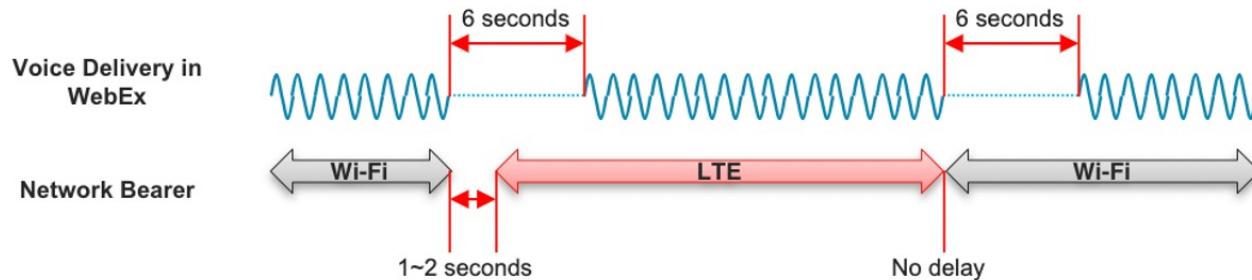
Smart
Lighting

Multi Path



[参考] WebEx (オンライン会議) の現状

- 移動時に、アクセスネットワークが WiFi <-> Cellular に切り替わる場合（コネクションマイグレーション）、音声が6-7秒途切れる



Source : Cisco and Samsung

➡ シームレスな切替えが必要な場合は、何らかのマルチパス技術が必要

マルチパスの現状

マルチパス概論

- 概要
- L4 トランSPORT プロトコル比較

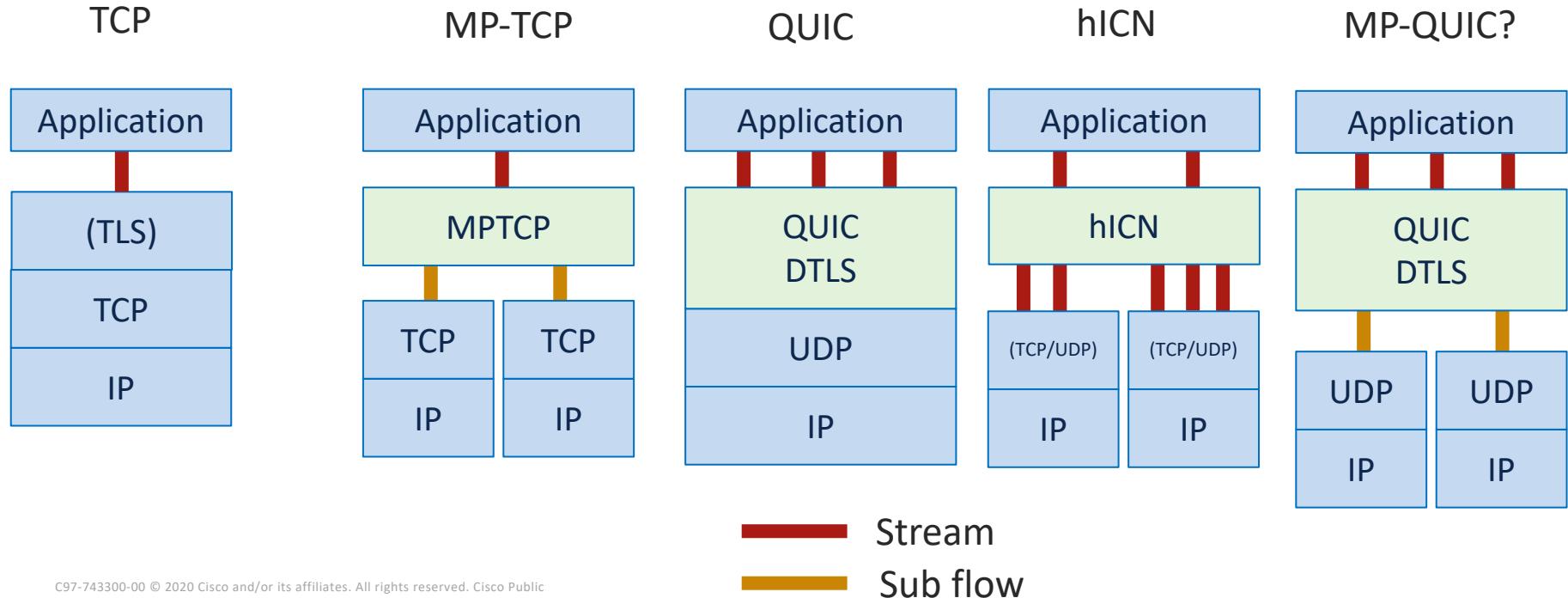
通信業界標準の動向

- 3GPP
- BBF

議論

- マルチパス概論
- 通信業界標準の動向
- フルスタックでの見直しが必要

トランスポートプロトコル

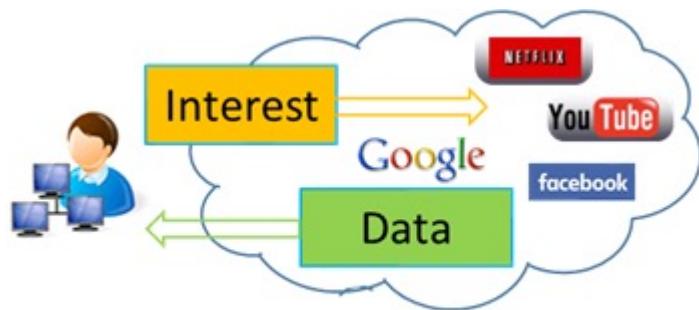


トランSPORTプロトコル 比較

	TCP	UDP	MP TCP	hICN	QUIC
End-to-End 特性	コネクション 送信者主導	コネクションレス 送信者主導	TCPと同様	コネクションレス 受信者主導	UDPと同様
信頼性保証	End to End での送達 確認 (RTTに依存)	送達確認なし ただし、いくつかの RUDP (Reliable UDP) プ ロトコルが提案されて いる	TCPと同様	Hop by Hop での送達 確認 (sub RTT)	TCPと同様 + FEC option
Multi Path サポート	なし	なし 上位レイヤによる Multi Pathサポートの 可能性	あり 送信者主導 static	あり 受信者主導 dynamic	MP-QUICが検討 されている
Multicast / Multi- Source サポート	なし	なし	なし	あり	なし
Mobility サポート	なし	なし	なし	あり	なし

[ご参考] hICN hybrid Information Centric Networking

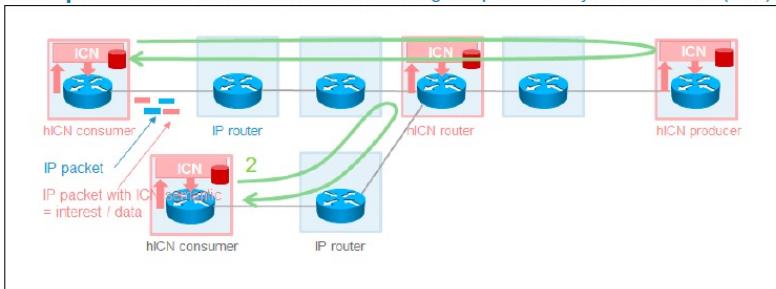
ICN (Information Centric Networking)



<https://www.nist.gov/programs-projects/information-centric-networking-program>

hICN (Hybrid ICN)

Example of hICN communication involving both pure-IP and hybrid IP/ICN nodes (hICN).



<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/ultra-services-platform/mwc17-hicn-video-wp.pdf>

- Distributed Data
- Mobility
- Multi-Path
- Content Security

For more information

MPLS 2020 「[Data Intensive Architecture へ – hICN](#)」

MPLS 2021 「[hICNその後 – ApplicationとNetworkingの壁を取り去る](#)」



マルチパスの現状

マルチパス概論

- 概要
- L4 トランSPORT プロトコル比較

通信業界標準の動向

- 3GPP
- BBF

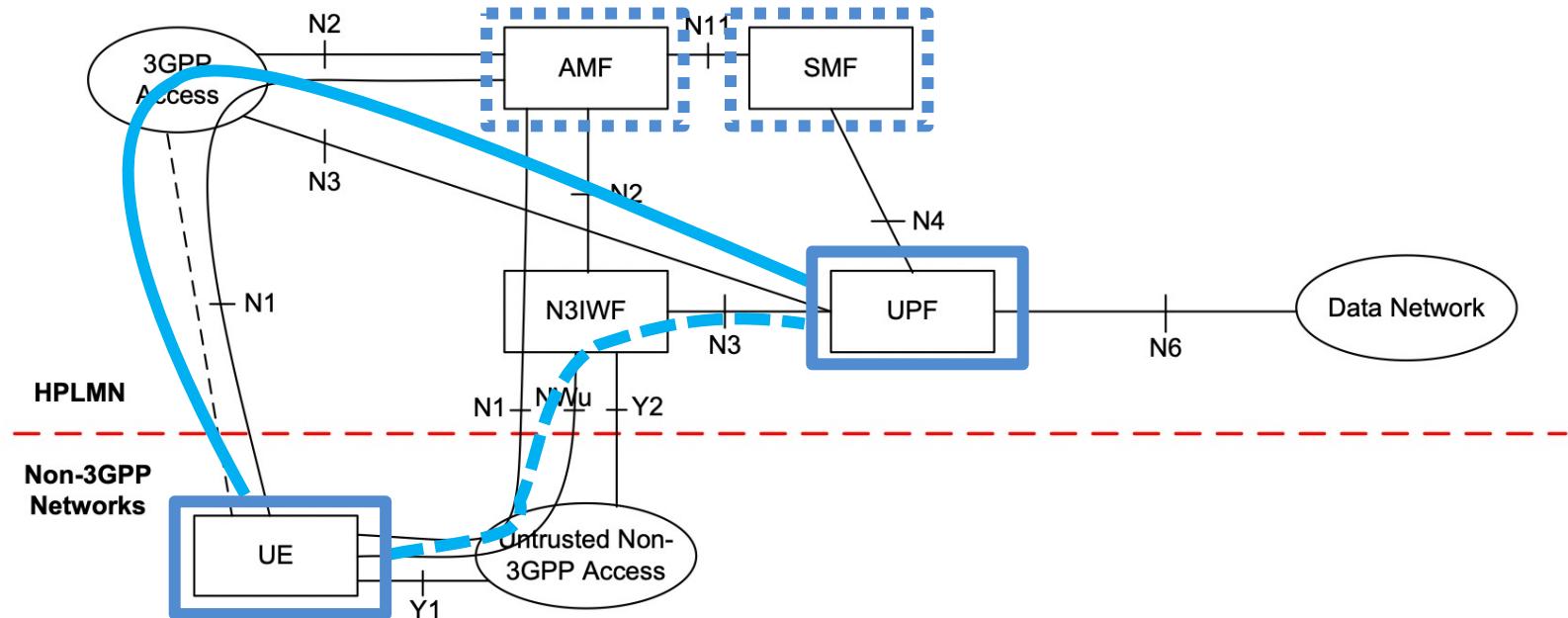
議論

- マルチパス概論
- 通信業界標準の動向
- フルスタックでの見直しが必要

3GPPアーキテクチャにおけるMulti path

4.2.8.2.1

Non-roaming Architecture

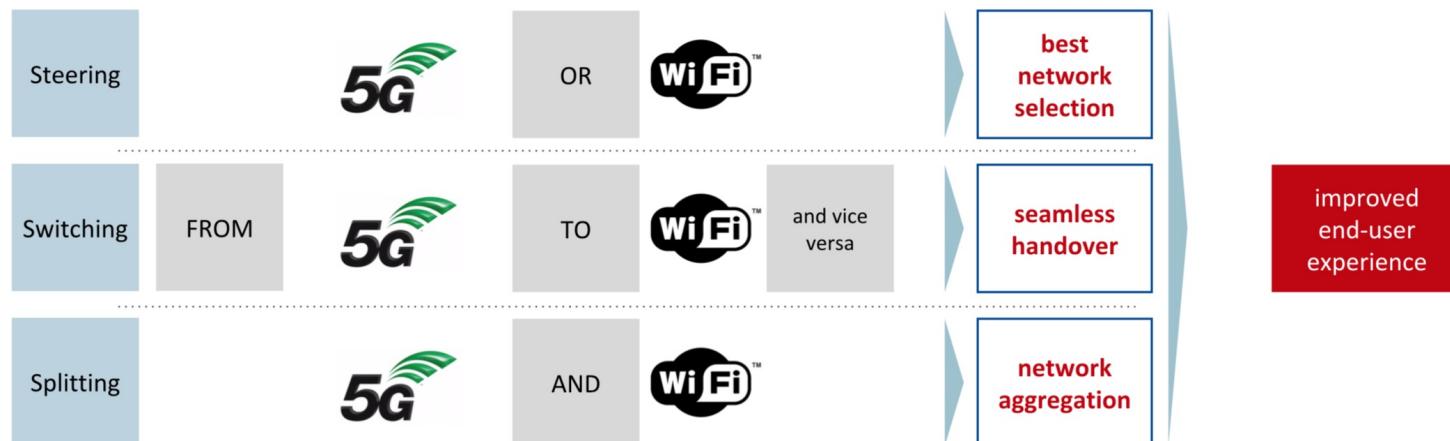


3GPP ATSSS

- Study on Access Traffic Steering, Switch and Splitting support in the 5G system architecture [TR 23.729]
- Access Traffic Steering, Switching and Splitting support (ATSSS) [TS 24.193]

3GPP TS 24.193 V17.2.0 (2021-09)
Technical Specification

3rd Generation Partnership Project:
Technical Specification Group Core Network and Terminals;
5G System;
Access Traffic Steering, Switching and Splitting (ATSSS);
Stage 3
(Release 17)



BBF Hybrid Access Broadband Network Architecture

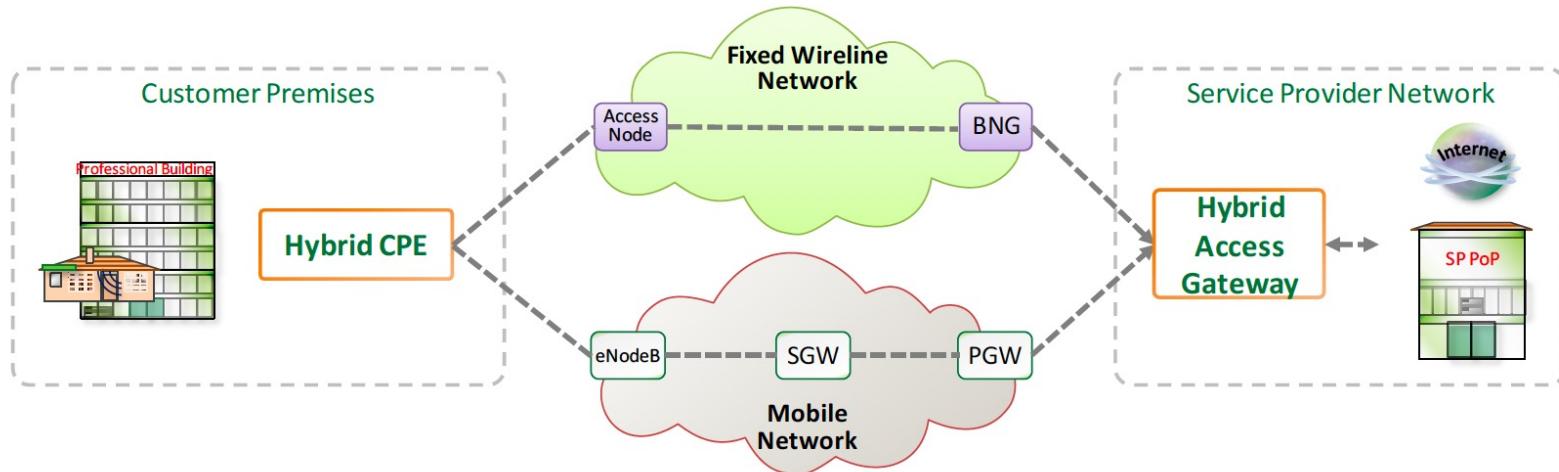
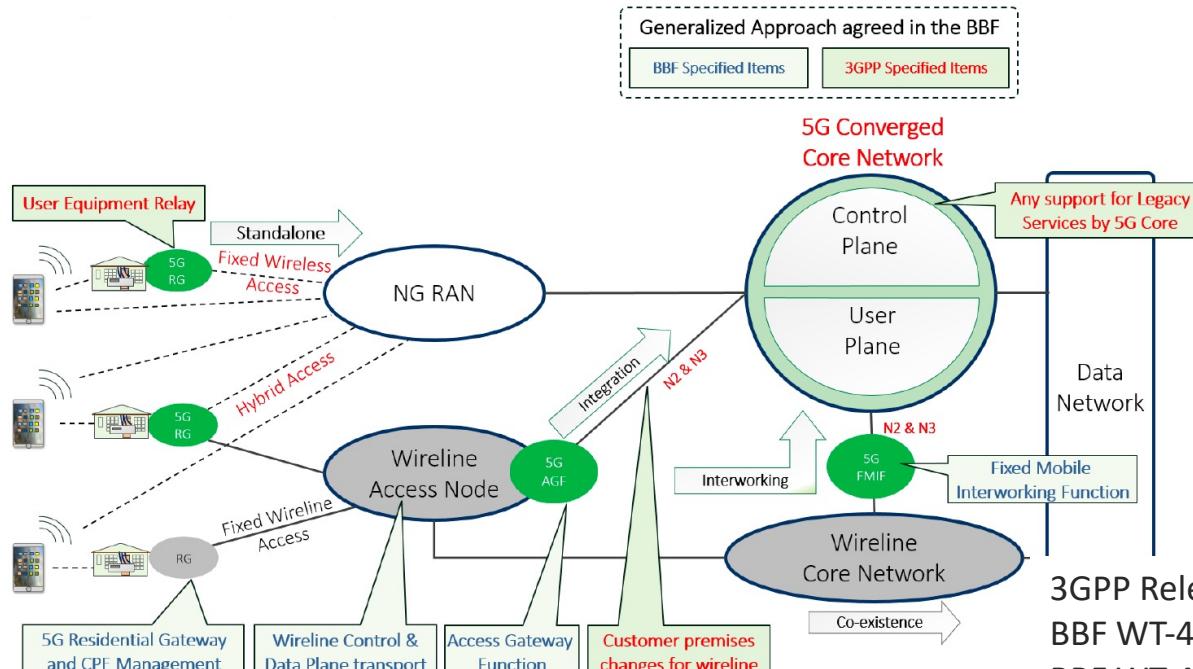


Figure 3 – Example of deployment Scenario #2: HCPE and HAG

3GPP WWC – BBF FMC

5GCで、WirelessとWirelineの双方のセッションをアンカーする



3GPP Release 16 Wireless/Wireline Convergence
BBF WT-458: CUPS for 5G FMC
BBF WT-456: AGF Functional Requirements
BBF WT-459: Disaggregated BNG

マルチパスの現状

マルチパス概論

- 概要
- L4 トランSPORT プロトコル比較

通信業界標準の動向

- 3GPP
- BBF

議論

- マルチパス概論
- 通信業界標準の動向
- フルスタックでの見直しが必要

議論 – マルチパス 概論

- アプリケーション特性により、必要なマルチパス要件が異なる
- コネクションマイグレーションで十分か、マルチパスが必要か、また必要な場合どのような種類のマルチパスが必要か(シームレスなスイッチオーバー、フロー特性による使い分け、など)も、アプリケーションに依存する
- Edge Computingを適用し、かつ移動を伴うような場合、サーバー側にステートを持たない方式が優位



- アプリケーション特性への対応、アプリケーションとの連携が必須

議論 – 通信業界標準の動向

- 3GPP/BBF による Multipath 標準化は、Connection Intensive 性(コネクション中心性)をさらに強化する方向
- しかしコネクションにのみ注目して機能を高度化するのは、サービスやアプリケーションとの連携が不足し、過度のオーバヘッドやコスト増大の原因になる

議論 – フルスタックでの見直しが必要

- コネクションの機能を高度化する方向でマルチパスを実現するのは得策ではない
 - アプリケーションにより必要なマルチパス特性が異なる
 - スケール性、シンプル性を損なう
- L4-L7 も含めて検討する必要がある
 - QoE を向上する、アプリケーション・トランスポートの仕組み

Agenda

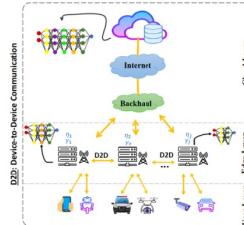
1. はじめに – Data Intensive Architecture へ
2. エッジコンピューティングの現状
3. マルチパスの現状
4. この状況を開拓するための方策、そしてNaaS

この状況を開拓するために

(Edge Computing) 議論 – 良い均衡点を探りたい

- データの地産地消、AI倫理やプライバシー問題などを自律的に制御できる、分散クラウドプラットフォームは必要
- アプリケーションによってどこまで分散させるかの要件は異なるが、モビリティ、かつ超低遅延が必要なアプリケーションについては、そのためのアーキテクチャが必要
- QoEを向上するアプリケーション・トランスポートの仕組み

例えば、コンテクスト・ステートを、サーバー側でなくユーザ側に持たせることにより、Edge Server間でのコンテクストリレーションやコンテクスト転送の必要はなくなる



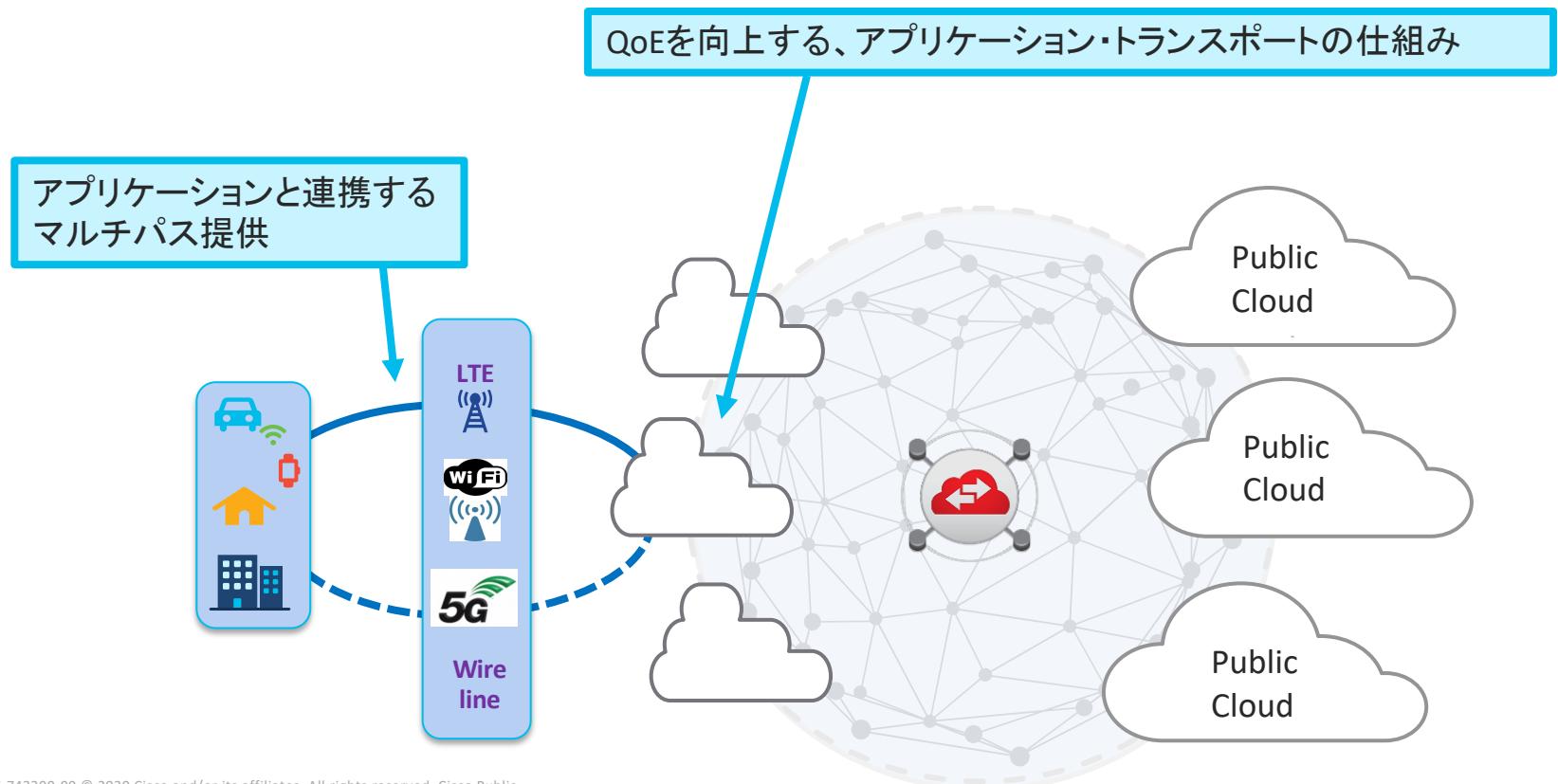
M. Hosseinzadeh, A. Wachal, H. Khamfroush, D.E. Lucani, "Optimal Accuracy-Time Trade-off for Deep Learning Services in Edge Computing Systems," IEEE ICC 2021

(Multi-Pah) 議論 – フルスタックでの見直しが必要

- コネクションの機能を高度化する方向でマルチパスを実現するのは得策ではない
 - アプリケーションにより必要なマルチパス特性が異なる
 - スケール性、シンプル性を損なう
- L4-L7 も含めて検討する必要がある
 - QoE を向上する、アプリケーション・トランスポートの仕組み

- コネクション偏重から脱却して、ネットワークをシンプル化・共通化し、
- QoEを向上するアプリケーション・トランスポートの仕組みを実現する

分散クラウドプラットフォームと NaaS



What is NaaS?

- “**Network as a service (NaaS) brings Software Defined Networking (SDN), programmable networking and API-based operation to WAN service, transport, hybrid cloud, multi-cloud, Private Network Interconnect, and Internet Exchange.**”

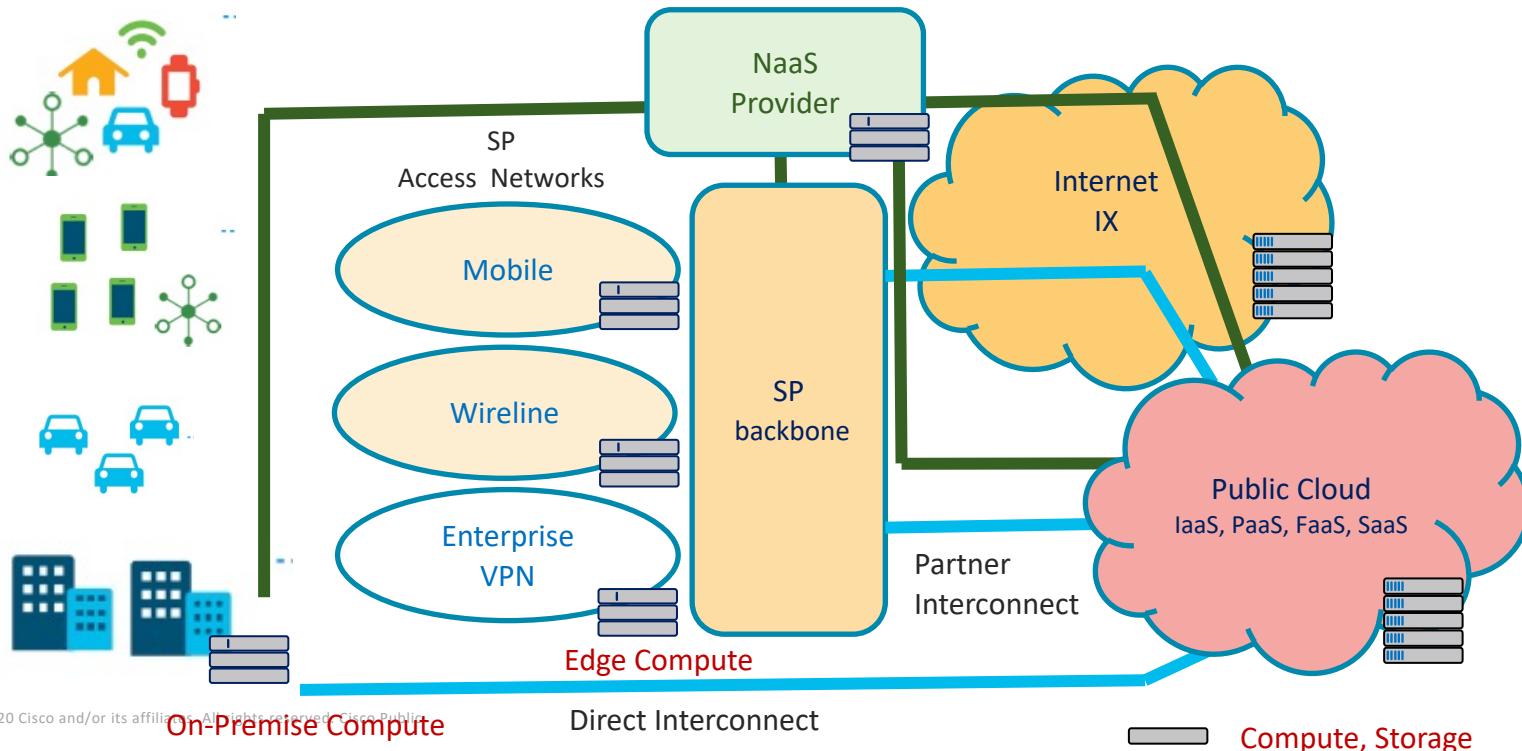
「NaaSは、SDNやプログラマブルネットワーキング、APIベースの運用を、WANサービス、トранスポート、ハイブリッドクラウド、マルチクラウド、プライベートネットワークインターフェクト、IXにもたらす。」

- “**NaaS involves the optimization of resource allocations by considering network and computing resources as a unified whole.**”

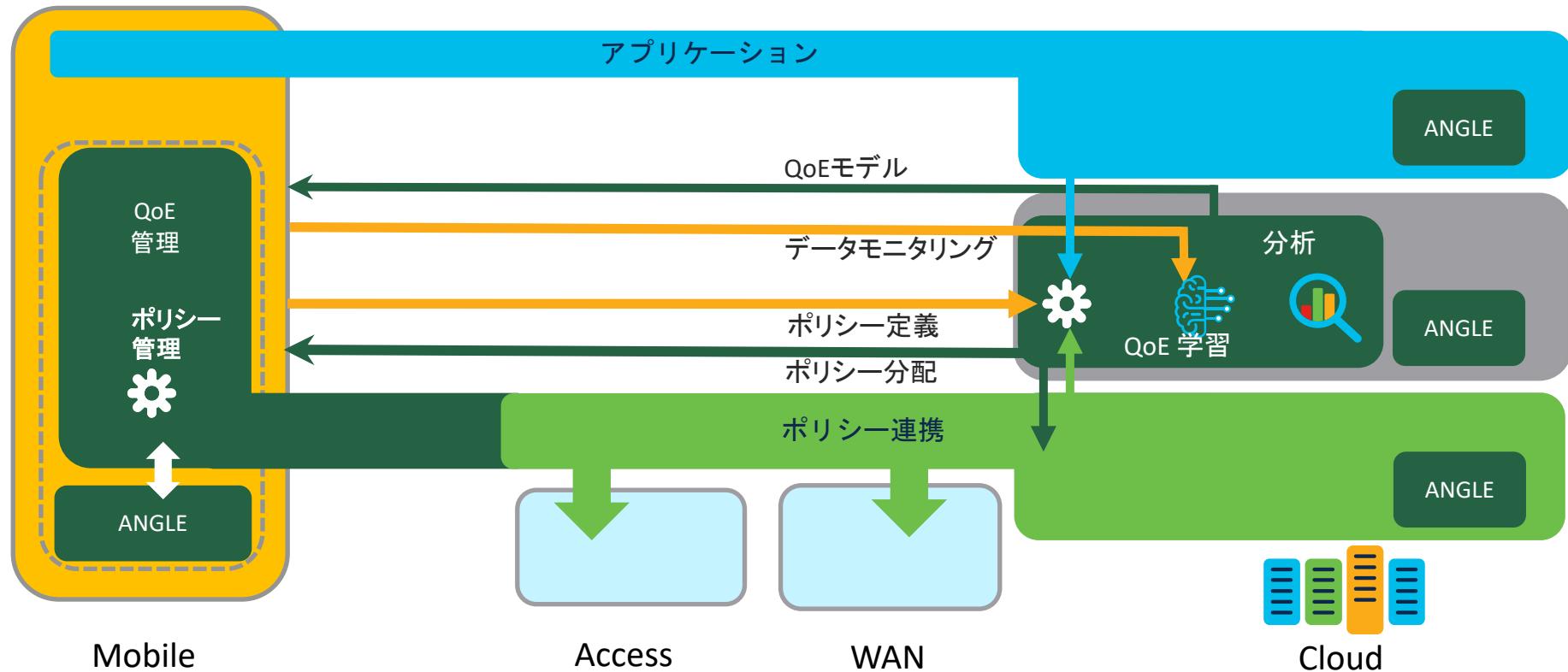
「NaaSは、ネットワークとコンピューティングのリソースを統合的な全体として捉え、リソース割当の最適化などを行う。」

ネットワークアーキテクチャモデル

JANOG発表資料「NaaS – Cloud Native時代のネットワークシステムのあり方」より再掲
<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog48/naas/>



アプリケーション・ドリブン QoE



まとめ

- Data Intensive Architecture の重要要素であるエッジコンピューティングとマルチアクセスの現状について概観した
- 現在の通信標準化動向は Connection Intensive 性を強化する方向であり、スケール性、シンプル性、コスト面の懸念が大きい
- "Cloud First" と "Mobile First" が噛み合っていない
- この状況を開拓するためには、アプリケーションとの連携を考慮し、フルスタックでアーキテクチャを見直し、コネクション偏重から脱却して、ネットワークをシンプル化・共通化する必要がある
- QoEを向上するアプリケーション・トランスポートの仕組みを、分散クラウド プラットフォーム / NaaS として提供できると良いのでは

