

MECが実現する機能と インフラへの要求

工藤知宏

東京大学情報基盤センター
ネットワーク研究部門

2020年3月6日

MECとは

Multi-access Edge Computing

- ▶ ETSI (European Telecommunications Standards Institute)が標準化を進める5G無線網におけるエッジコンピューティング(の規格)
- ▶ Multi-access Edge Computing: system which provides an IT service environment and cloud-computing capabilities at the edge of an access network **which contains one or more type of access technology**, and in close proximity to its users

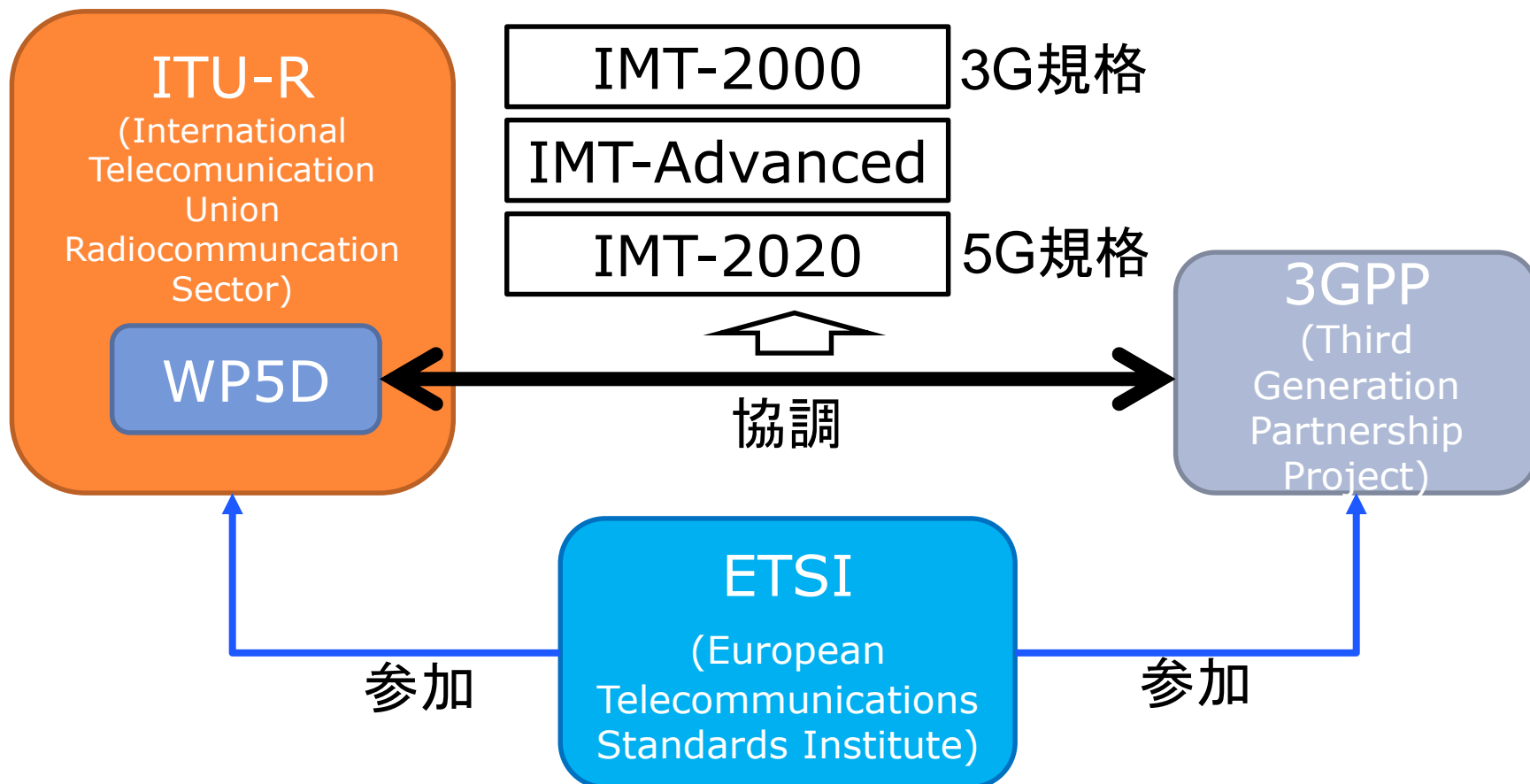
MECとは

- Mobile Edge Computingと呼ばれていた(2018年まで)
 - ▶ Mobile EdgeとMulti-access Edgeは厳密には定義が違う
 - Ⓜ mobile edge system: special kind of MEC system that is a collection of mobile edge hosts and mobile edge management necessary to run mobile edge applications **within an operator network or a subset of an operator network**
 - ▶ Multi-access Edge Computingでは、5Gだけではなく、LPWA、固定網、Wi-Fi端末なども考慮

エッジとは

- 「エッジ」という用語の定義は明確でない
 - ▶ デバイスエッジ: モバイル端末やIoTセンサーなどの本当に端につながる端末
 - ▶ ネットワークエッジ (Telco Edge): 「本当に端にある」端末が
つながるネットワークの接続点
- MECというエッジは後者
 - ▶ 実際には接続点よりもう少しネットワーク寄りに置かれることもある。

5G規格とMEC



NFV (Network Function Virtualization)

MEC (Multi-access Edge Computing)

5Gの利用シナリオと要求要件

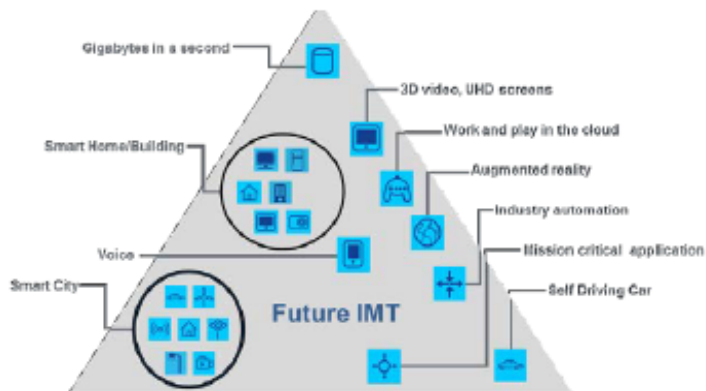
<5Gの利用シナリオ>

- ✓ モバイルブロードバンドの高度化 (Enhanced mobile broadband)
- ✓ 大量のマシントイプ通信 (Massive Machine Type Communication)
- ✓ 超高信頼・低遅延通信 (Ultra reliable and low latency communication)

<5Gの主な要求条件>

- ✓ 最高伝送速度 20Gbps ※一定の条件下
- ✓ 100万台/km²の接続機器数
- ✓ 1ミリ秒程度の遅延

モバイルブロードバンドの高度化 (Enhanced mobile broadband)



大量のマシントイプ通信 (Massive Machine Type Communication)

超高信頼・低遅延通信 (Ultra reliable and low latency communication)

最高伝送速度 (Gbps)

ユーザ体感伝送速度 (Mbps)

システム通信容量 (Mbps/m²)

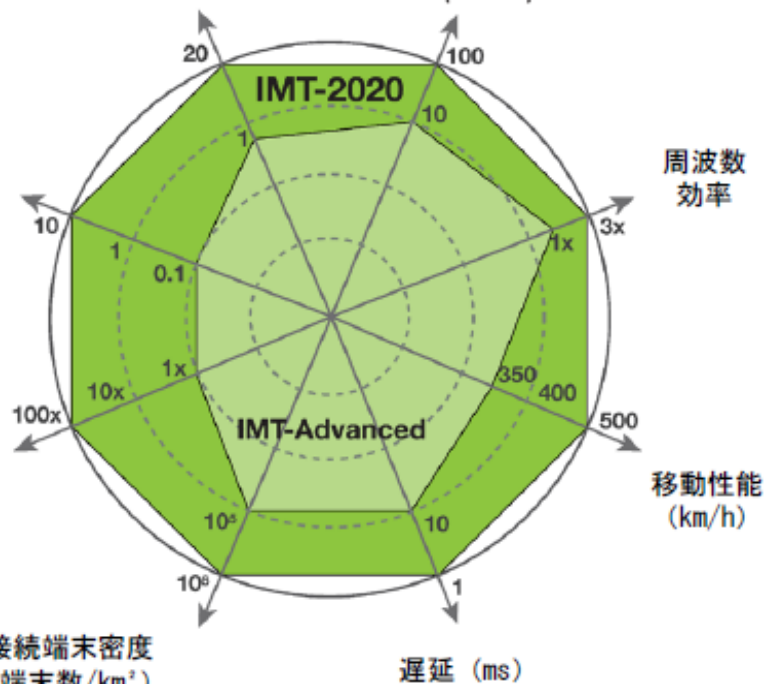
周波数効率

エネルギー効率

移動性能 (km/h)

接続端末密度 (端末数/km²)

遅延 (ms)



総務省「第5世代移動通信システムの検討状況について」より引用

5Gの特徴

<5Gの主要性能>

超高速

多数同時接続

超低遅延

最高伝送速度 10Gbps (現行LTEの100倍)

100万台/km²の接続機器数 (現行LTEの100倍)

1ミリ秒程度の遅延 (現行LTEの1/10)

超高速

現在の移动通信システムより100倍速いブロードバンドサービスを提供



⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード

超低遅延

利用者が遅延(タイムラグ)を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボット等を操作・制御



ロボットを遠隔制御

⇒ ロボット等の精緻な操作をリアルタイム通信で実現

多数同時接続

スマホ、PCをはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続



膨大な数のセンサー・端末

⇒ 自宅屋内の約100個の端末・センサーがネットに接続 (現行技術では、スマホ、PCなど数個)

超低遅延

移動体無線技術の
高速・大容量化路線

2G

3G

4G

5G

多数同時接続

全て同時に適用されるわけではない



eMBB

(enhanced Mobile BroadBand)

URLLC

(Ultra Reliable Low Latency Communication)

mMTC

(massive Machine Type Communication)

社会的なインパクト大

総務省「第5世代移动通信システムの検討状況について」より引用

MECは何に使われるのか

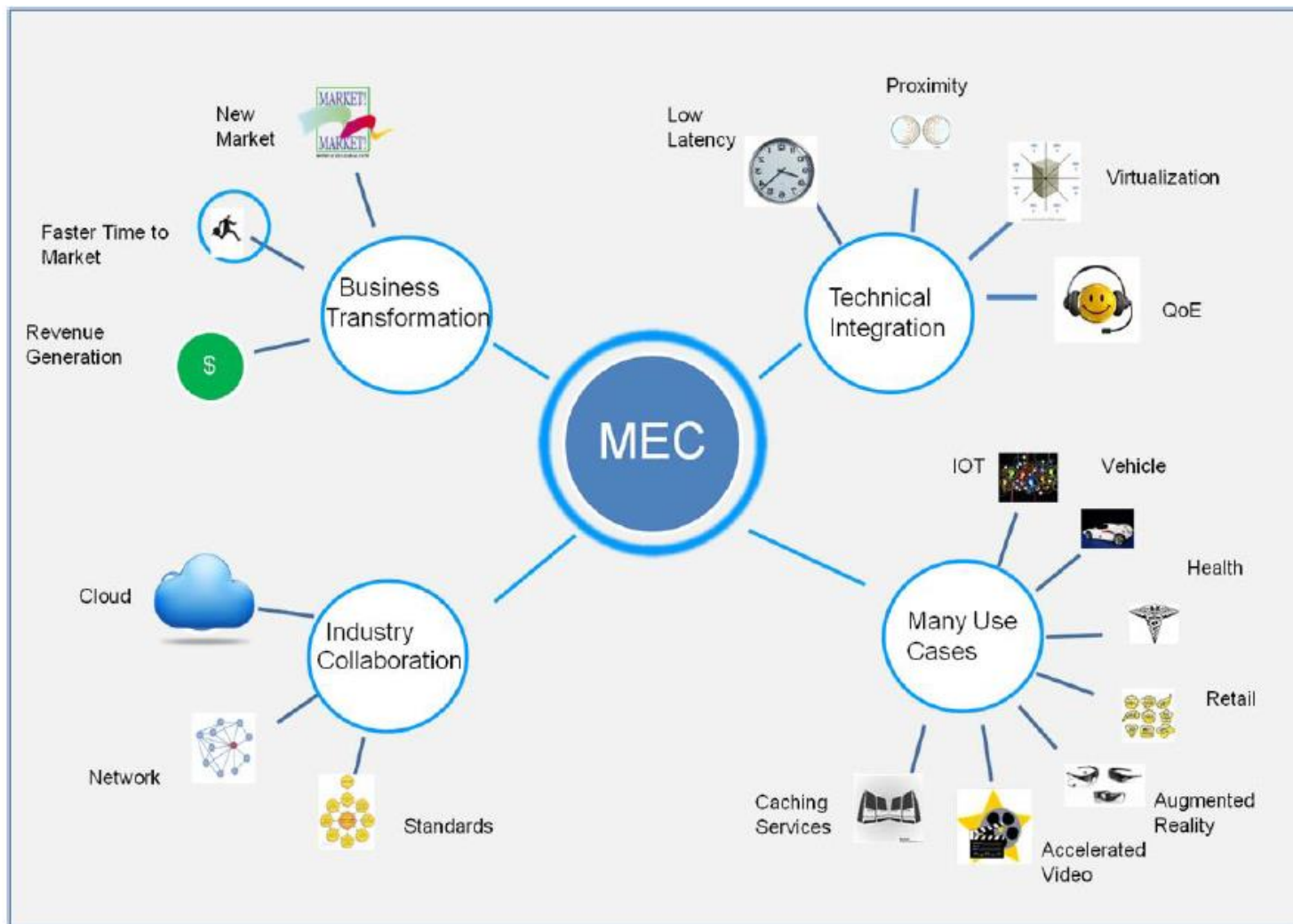


Figure 1: MEC market drivers

https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf

MECで得られるもの

● 端末の処理のオフロード

- ▶ 携帯端末の負荷を下げる、携帯端末では困難な高度な処理をする

● 端末間の協調動作

- ▶ 複数端末を協調動作させる

● 低レイテンシ処理

- ▶ 端末からの情報に従って低遅延で端末にフィードバックする

● ネットワークトラフィックの削減

- ▶ キャッシュ、圧縮などにより上位ネットワークのトラフィックを提言する

Use Casesの例

- Mobile video delivery optimization using throughput guidance for TCP
- Local content caching at the mobile edge
- Security, safety, data analytics
- Augmented reality, assisted reality, virtual reality, cognitive assistance
- Gaming and low latency cloud applications
- Active device location tracking
- Application portability
- SLA management
- MEC edge video orchestration
- Mobile backhaul optimization
- Direct interaction with MEC application
- Traffic deduplication
- Vehicle-to-infrastructure communication
- Location-based service recommendation
- Bandwidth allocation manager for applications
- Video caching, compression and analytics service chaining
- Radio access bearer monitoring
- Radio network information generation in aggregation point
- Unified enterprise communications
- Application computation off-loading
- Optimizing QoE and resource utilization in multi-access network
- Camera as a service
- Video production and delivery in a stadium environment
- Media Delivery Optimizations at the Edge
- Factories of the Future
- Flexible development with Containers
- Multi user, multi network applications
- Indoor Precise Positioning and Content Pushing
- Multi-RAT application computation offloading
- IPTV over WTTx

Augmented Reality

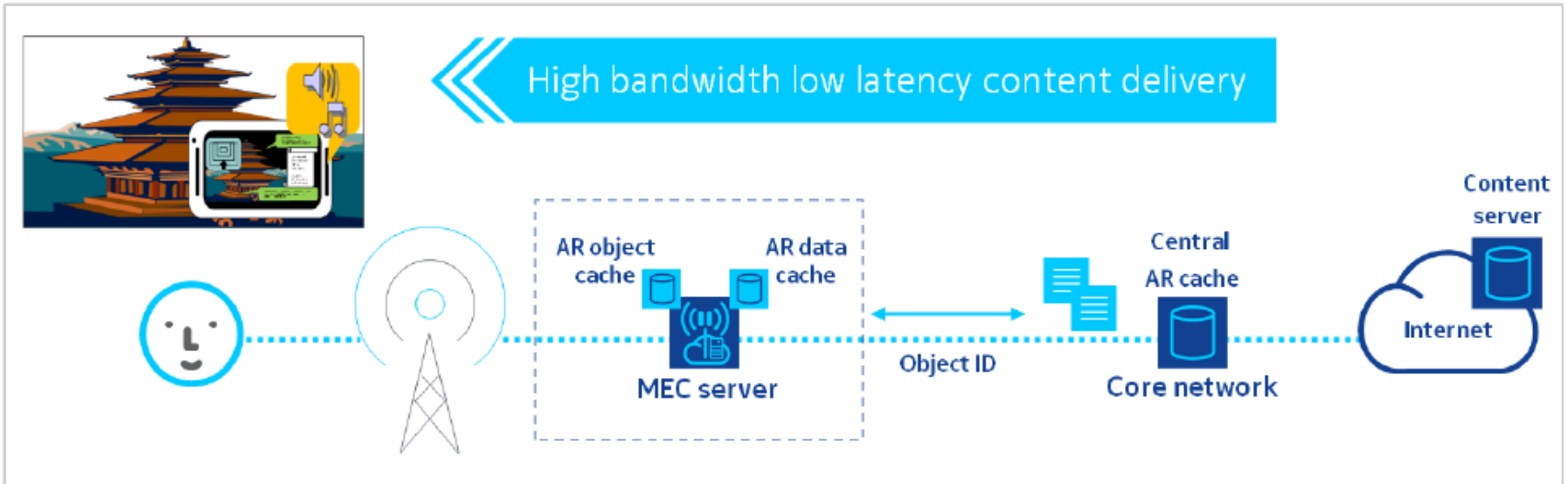


Figure 3: Augmented Reality Service Scenario

Video Acceleration

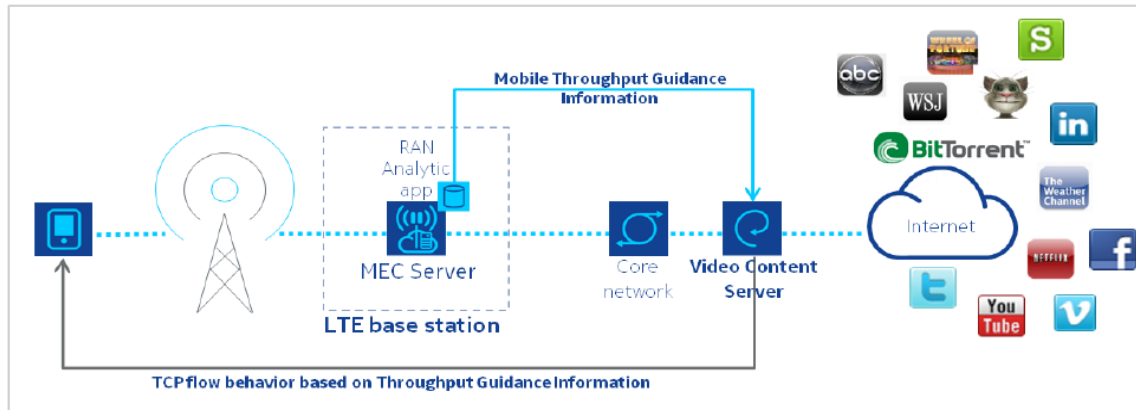


Figure 4: Intelligent Video Acceleration Service Scenario

Connected Cars

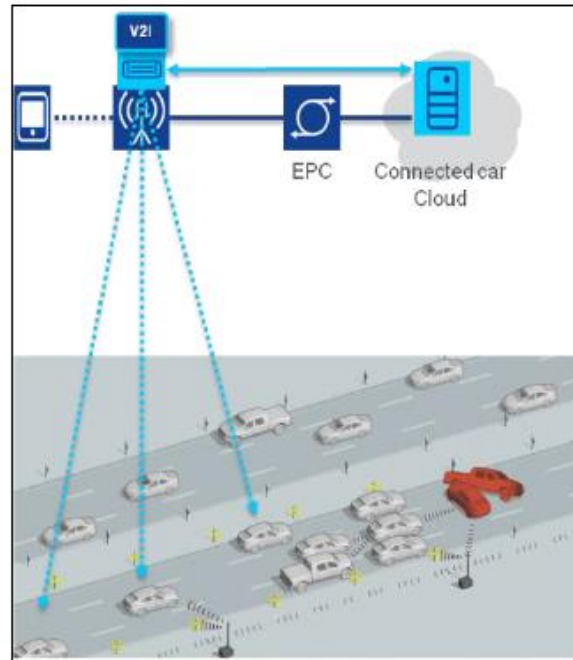


Figure 5: Connected Vehicles Service Scenario

IoT Gateway

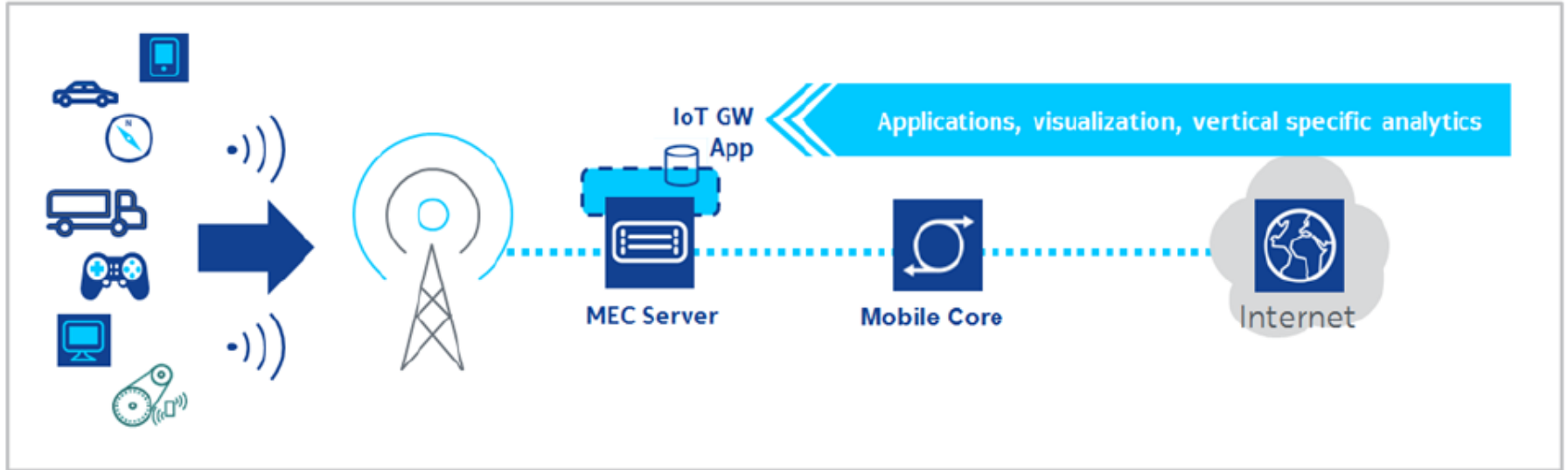


Figure 6: IoT Gateway Service Scenario

5GのSlice

- 用途に応じたSliceごとに帯域、遅延、接続数などの要求が違う

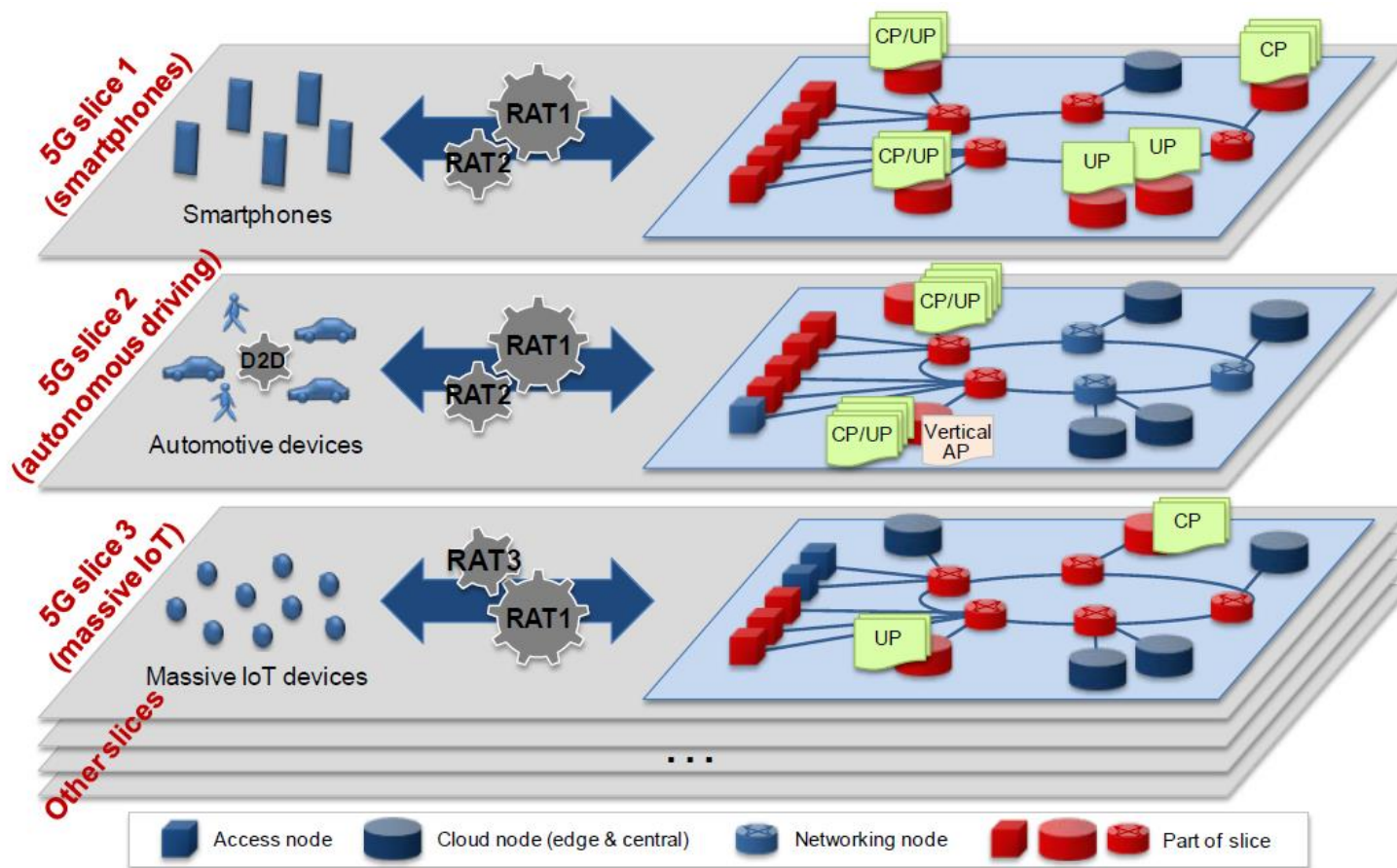


Figure 9: 5G network slices implemented on the same infrastructure

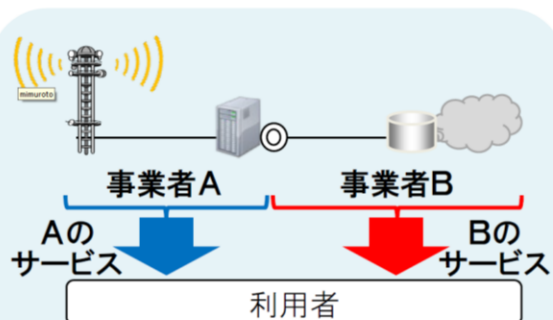
インフラシェアリング

- 5Gでは、基地局の数が膨大となることなどから、インフラを事業者間で共有する方式の検討が進んでいる

- ▶ 同一インフラ上で複数の事業者の仮想インフラが運用

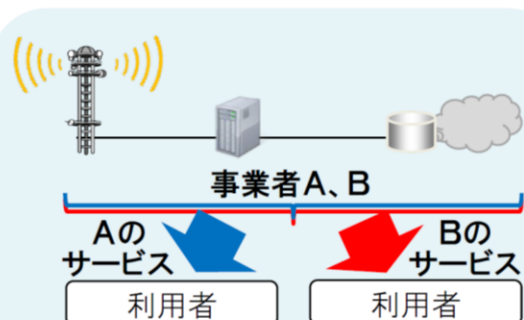
接続

自らと他事業者の電気通信設備を**接続**し、それぞれの事業者が、利用者に自らのサービスを提供する方式



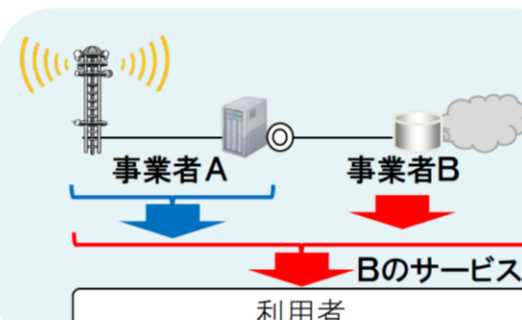
共用

電気通信設備を**共同使用又は共有**により使用し、利用者にサービスを提供する方式



卸電気通信役務

他事業者から**電気通信役務の提供**を受け、それを用いて利用者に対し、サービスを提供する方式



総務省「移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン」より引用

5Gと仮想化

- 5Gでは、インフラの仮想化が行われる
 - ▶ 複数の「使い道」を同時にサポート (Slice)
- Network Softwarization

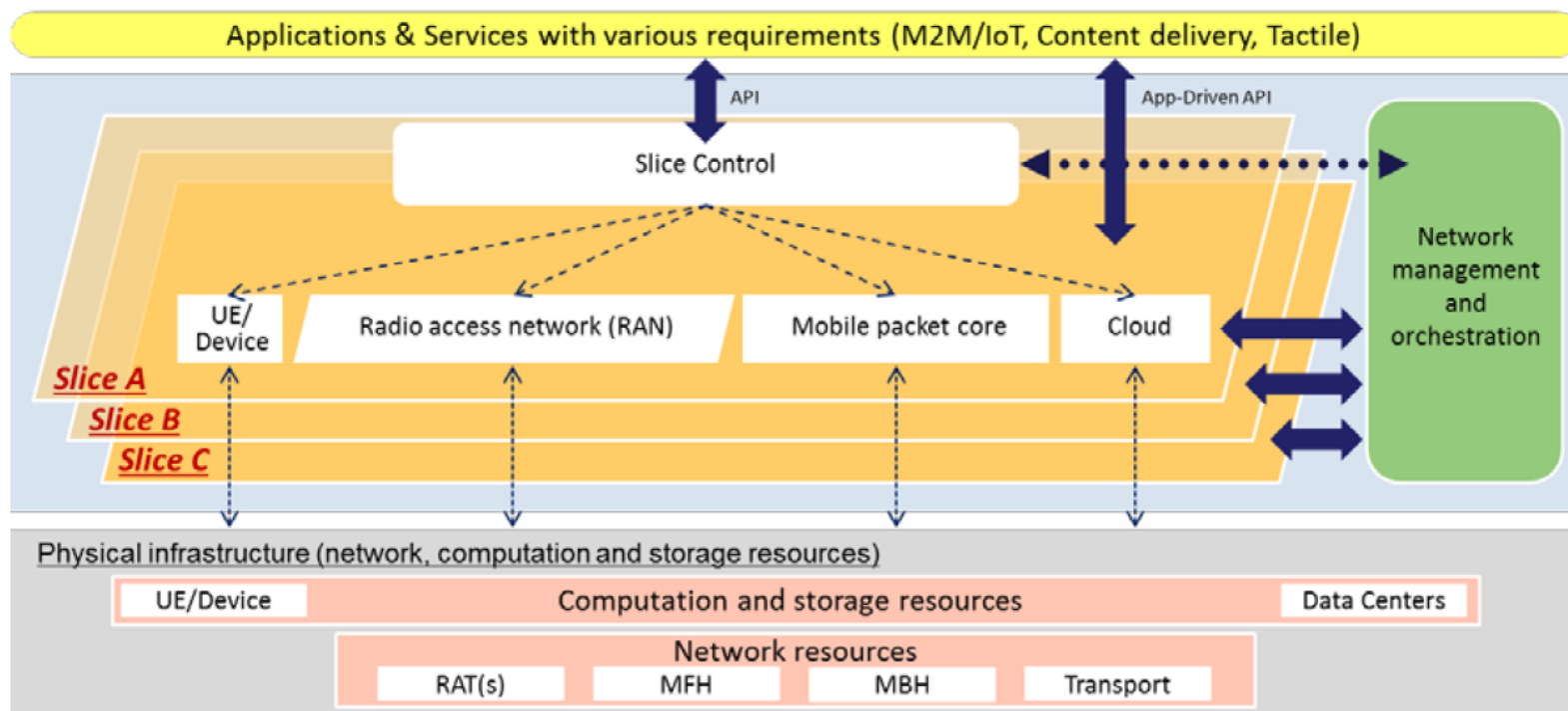


Fig. 12.2-1 Network softwarization view of 5G systems

5GMF White Paper “5G Mobile Communications Systems for 2020 and beyond”

MECと仮想化

- 5Gのインフラそのものが仮想化される
 - ▶ 共有インフラ上に様々な機能を構築
 - ▶ 事業者ごと、スライスごとに帯域、遅延、接続数などを実現
 - ◎ スライスごとに要求要件が異なる
 - ◎ スライス間での性能分離が必要
- MECは、5Gのインフラ(ネットワーク機能)の仮想化と同じハードウェア基盤上で実現するのが自然
 - ▶ 集約によるコストメリット、利用効率向上、管理容易化
 - ▶ MECのアプリは、NFV (Network Function Virtualization)における、ネットワーク機能(VNF: Virtualized Network Function)の一つとなる

MECのアーキテクチャ

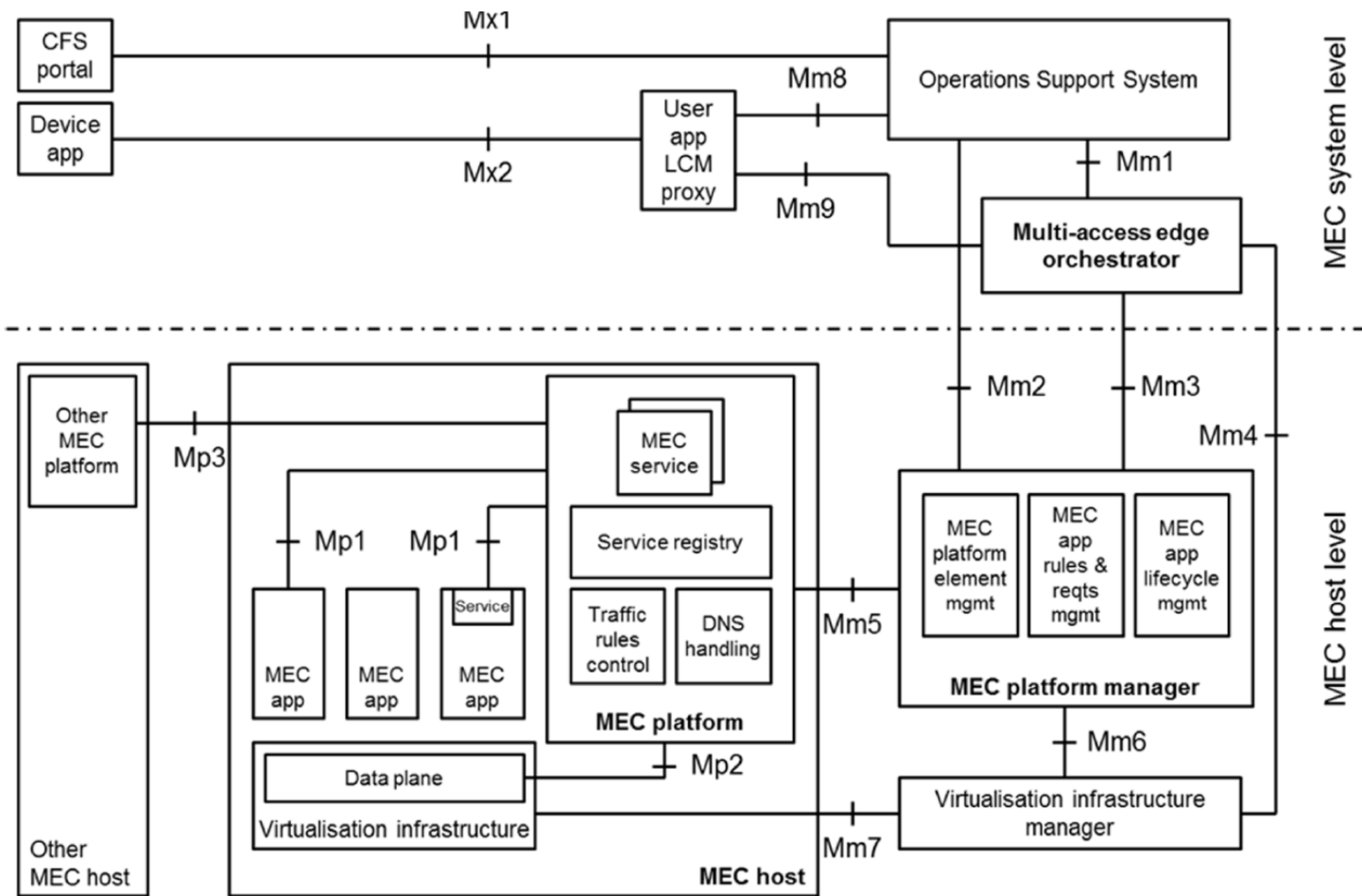


Figure 6-1: Multi-access edge system reference architecture

MEC&NFV (Network Function Virtualization)

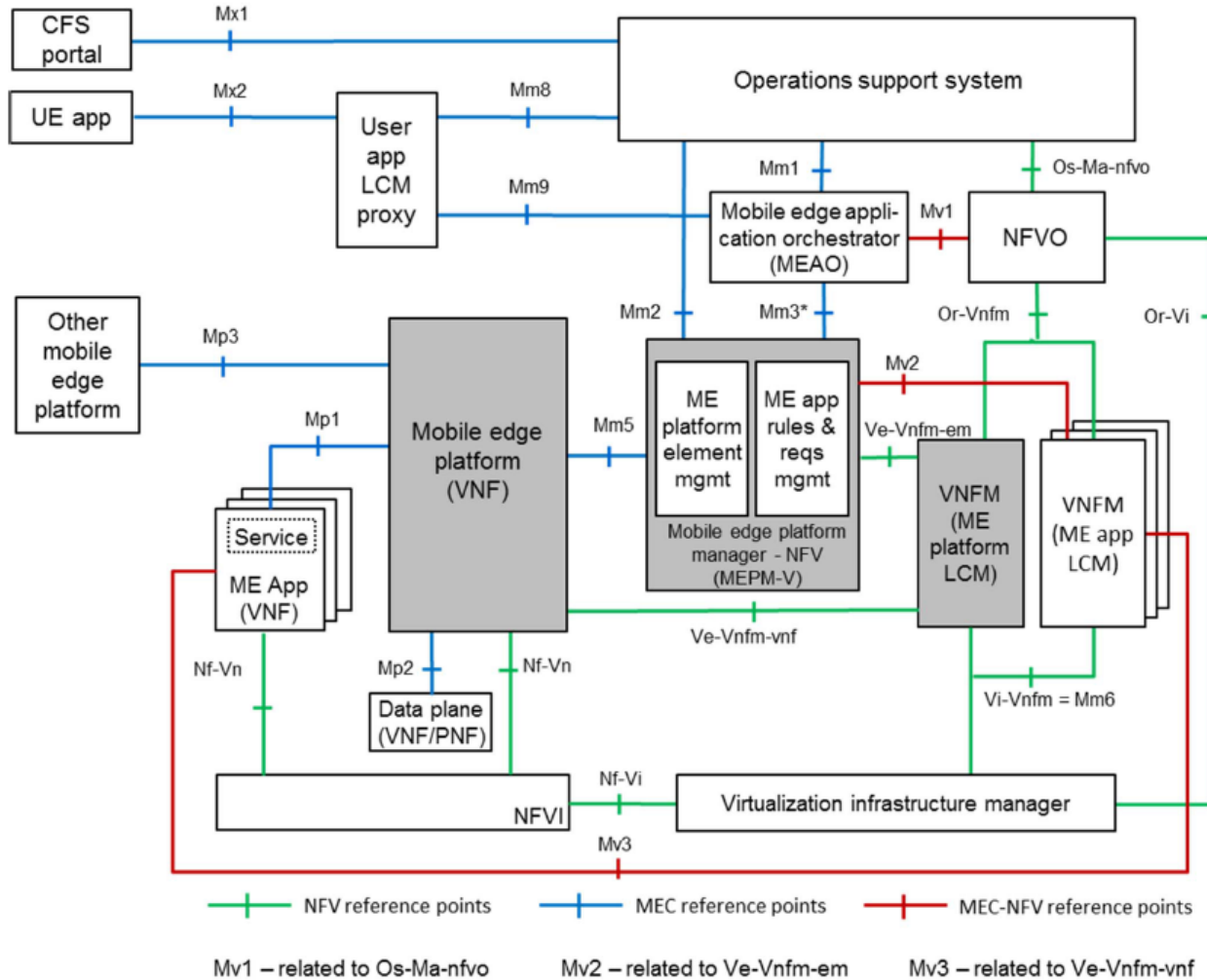
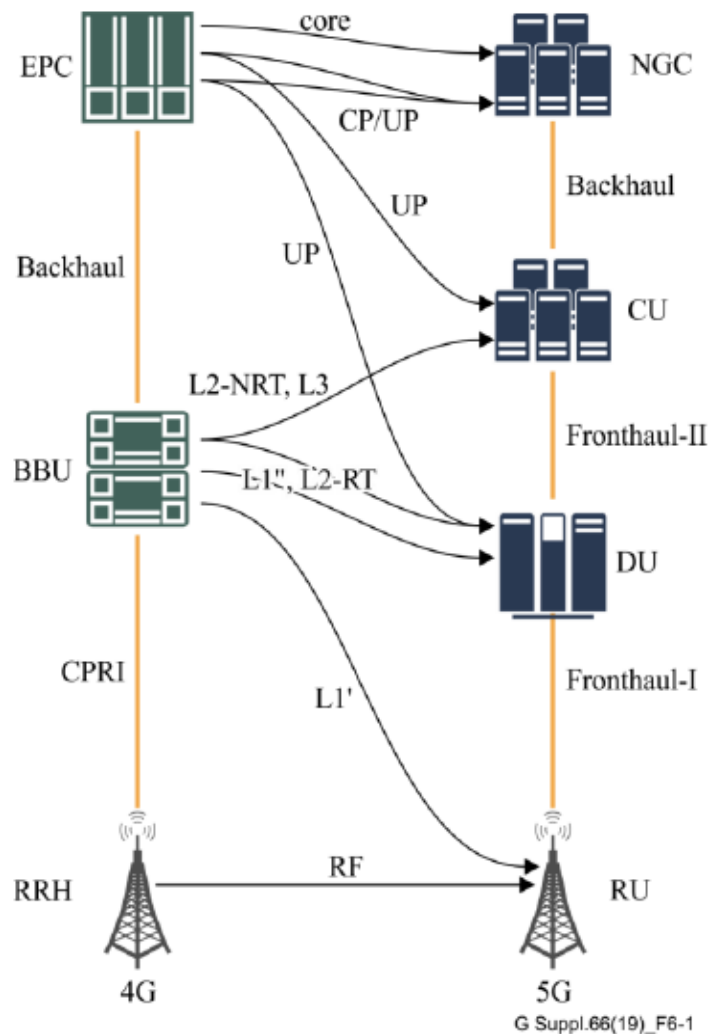


Figure 5.2-1: MEC reference architecture in a NFV environment

ETSI GR MEC 017 V1.1.1 (2018-02)

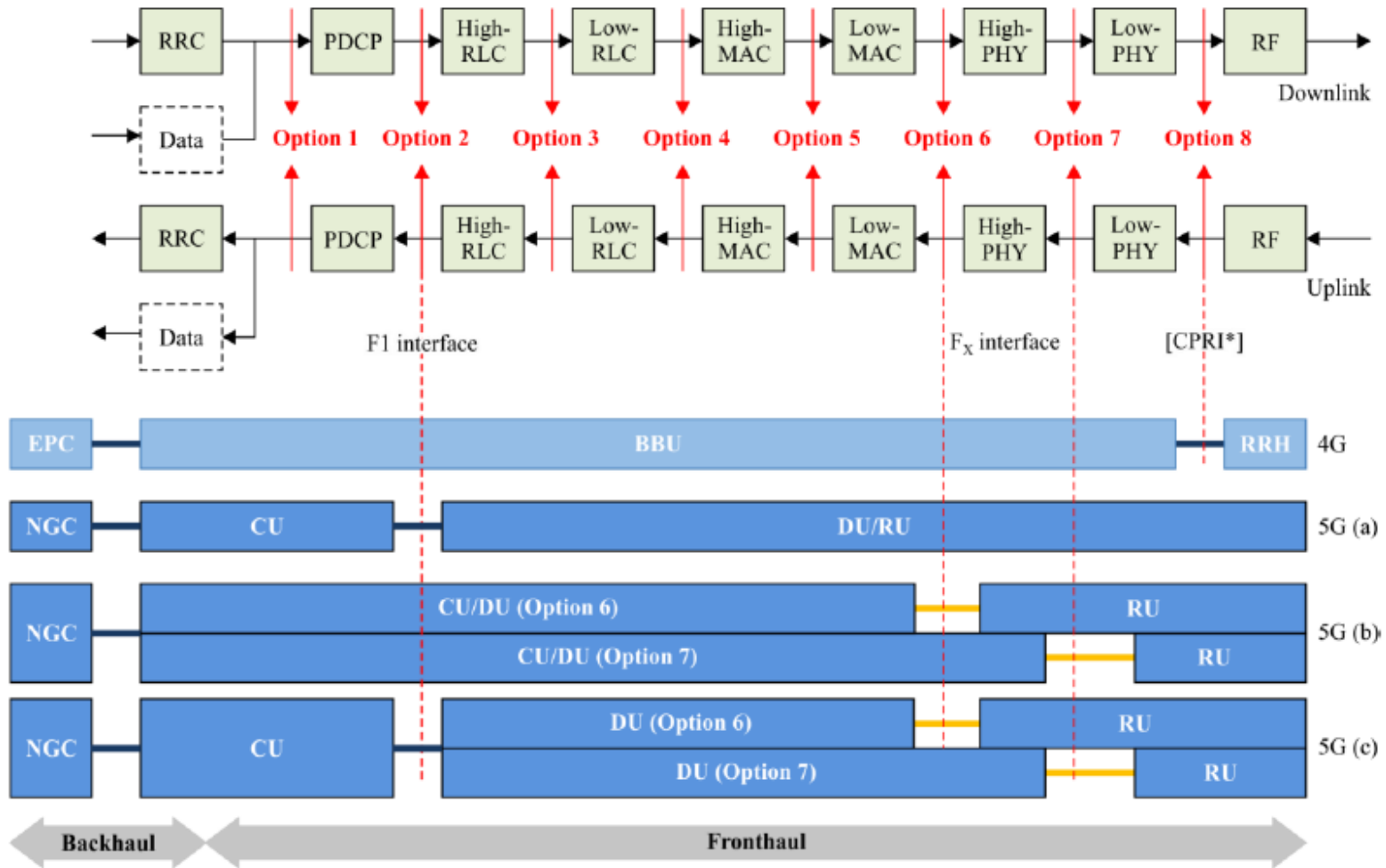
Mobile Edge Computing (MEC); Deployment of Mobile Edge Computing in an NFV environment

用語: 4Gと5Gの対比



ITU G.Sup66 : 5G wireless fronthaul requirements in a passive optical network context

5Gの各機能の位置づけ



G Suppl.66(19)_F6-5

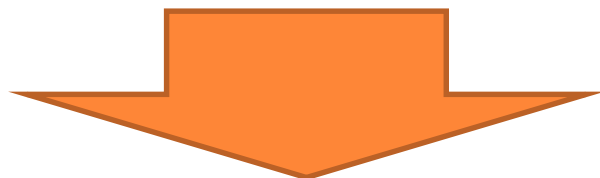
ITU G.Sup66 : 5G wireless fronthaul requirements in a passive optical network context

MECの位置:RU/DU/CUの配置は様々

- RU(Radio Unit)は無線局に配置
- DU(Distributed Unit)は、RUと同じ場所に置くこともあるが、ある程度集約することが多い
- CU(Central Unit)とDUを統合することも
- MECはDU/CU部の近くか、よりコア側に置かれる
 - ▶ URLLCにおける遅延1msは、無線部の遅延であることに注意
 - ▶ 端末からMEC処理部までの遅延はほぼ一定

仮想化プラットフォーム

- ネットワーク・無線機能を含めてすべてソフトウェア(汎用CPU)上で実現するのは困難
 - ▶ 特にMIMOやFECなどはソフトウェアに向いていない
- 遅延要件や帯域要件をソフトウェアで保証するのは容易でない



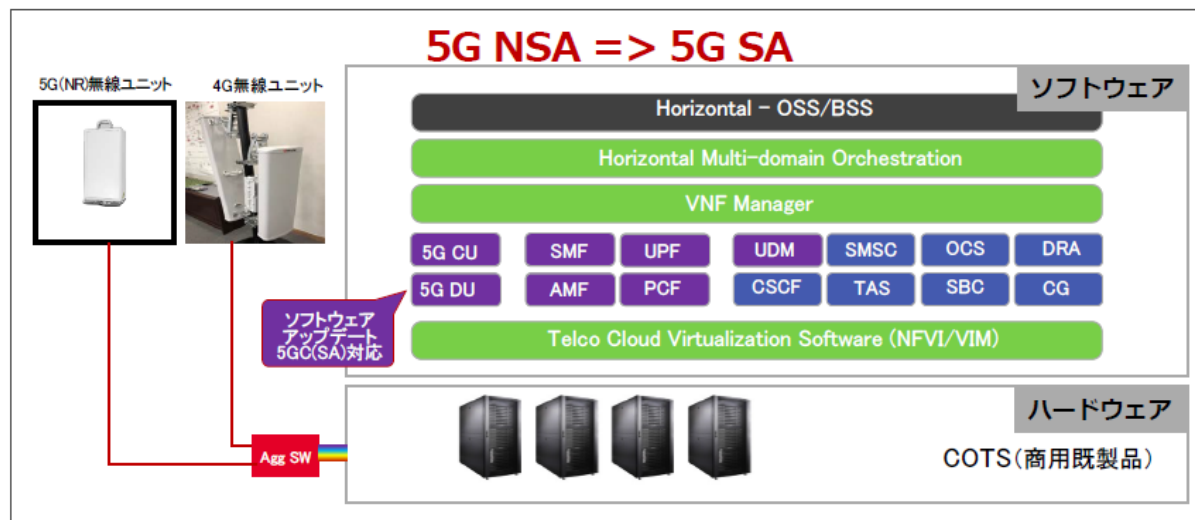
適材適所でハードウェア仮想化を導入

楽天モバイルはIntel のFPGAを利用

“Rakuten, already a leader in e-commerce and fintech markets has now built a mobile network from the ground up that runs on **Intel® Xeon® Scalable processors and uses Intel® FPGAs for acceleration**. This end-to-end cloud-native, automated network is innovative in its approach, and will allow Rakuten to rapidly scale mobile services on an agile, software-defined network.”

–Sandra Rivera, Intel senior vice president, Network Platforms Group

<https://newsroom.intel.com/news/intel-tech-power-rakutens-revolutionary-fully-virtualized-end-cloud-native-mobile-network/#gs.yh0a8x>



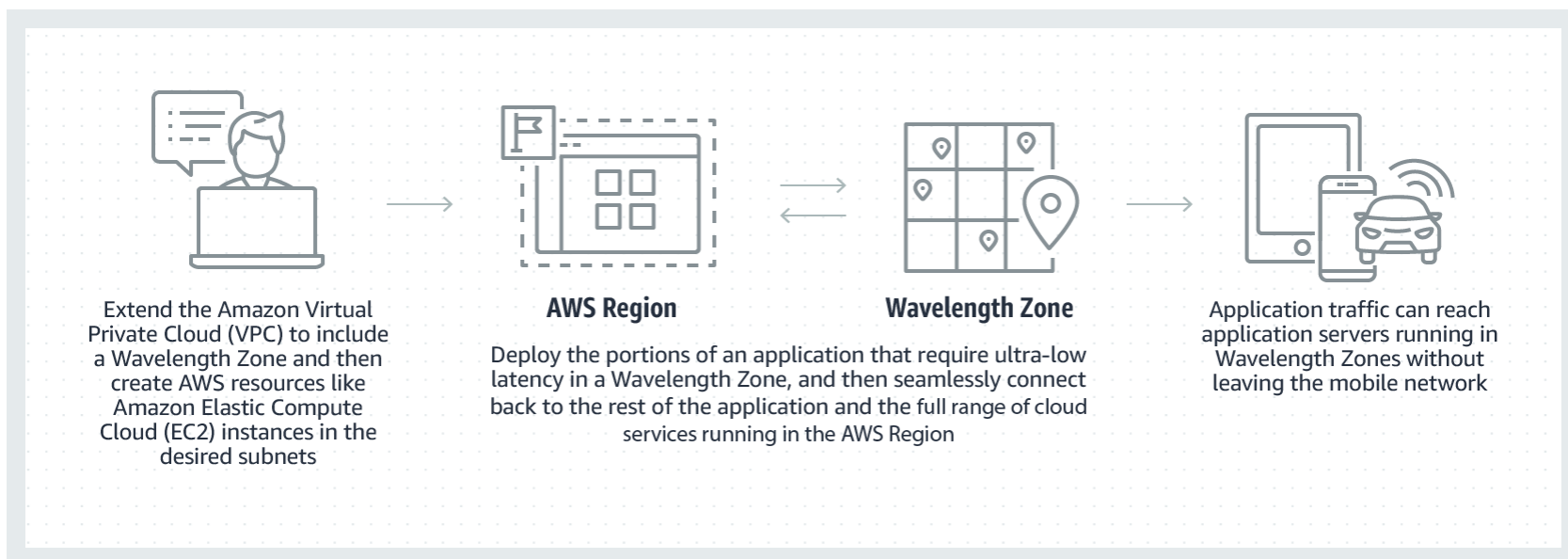
“Rakuten 5G Ready Telco Cloud network” https://www.soumu.go.jp/main_content/000633425.pdf

よりスケーラブルな5G環境へ

- 適材適所で様々な処理エレメントを用いた仮想化を実現
 - ▶ ソフトウェア仮想化とハードウェア仮想化を自由に組み合わせ
 - ▶ FPGA, DSAなどを用途に応じて利用
 - ▶ ネットワーク機能と、利用者アプリの両方をサポート
- 使いやすさ、規格整合性は重要
 - ▶ ソフトウェアのみによる場合と同等のプログラム性、デバッグ性などをどう確保するか

参考: Amazon Wavelength

- クラウドとMECをAmazonのサービス、APIでシームレスに構築できる仕組み
- 計算環境、ストレージ環境
- 日本ではKDDIが参加



<https://aws.amazon.com/jp/wavelength/>

参考: Google GMEC (Global Mobile Edge Cloud)

- Anthos for Telecom: Google のハイブリッドクラウド、マルチクラウド向けプラットフォームAnthosをネットワークエッジに拡張
- AT&Tとエッジソリューションで提携