

# 5Gのキーテクノロジー解説

2020/10/4

NECワイヤレスアクセスソリューション事業部

矢作 潤一

# \Orchestrating a brighter world

未来に向かい、人が生きる、豊かに生きるために欠かせないもの。  
それは「安全」「安心」「効率」「公平」という価値が実現された社会です。

NECは、ネットワーク技術とコンピューティング技術をあわせ持つ  
類のないインテグレーターとしてリーダーシップを発揮し、  
卓越した技術とさまざまな知見やアイデアを融合することで、  
世界の国々や地域の人々と協奏しながら、  
明るく希望に満ちた暮らしと社会を実現し、未来につなげていきます。



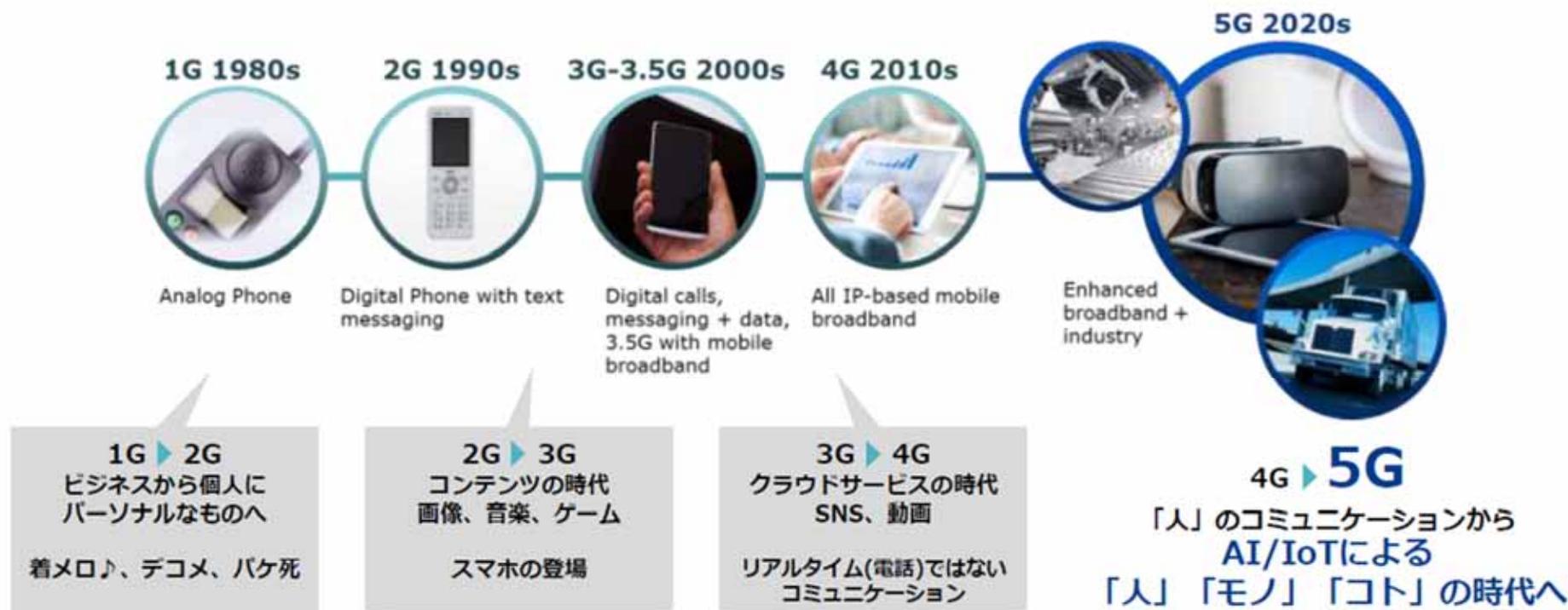
## アジェンダ

- ・ 5Gの概要
- ・ 5Gのキーテクノロジー

# 5Gの概要

# 非連続な革新技術 = 5G

従来システムの延長に留まらず、非連続・革新的な発展により社会に貢献



# 5Gの特徴

超高速

100倍の速度



2時間の映画を3秒で  
ダウンロード

低遅延

1/10の遅延



遠隔地からの  
精緻な操作が可能

多数接続

100倍のエリアトラフィック

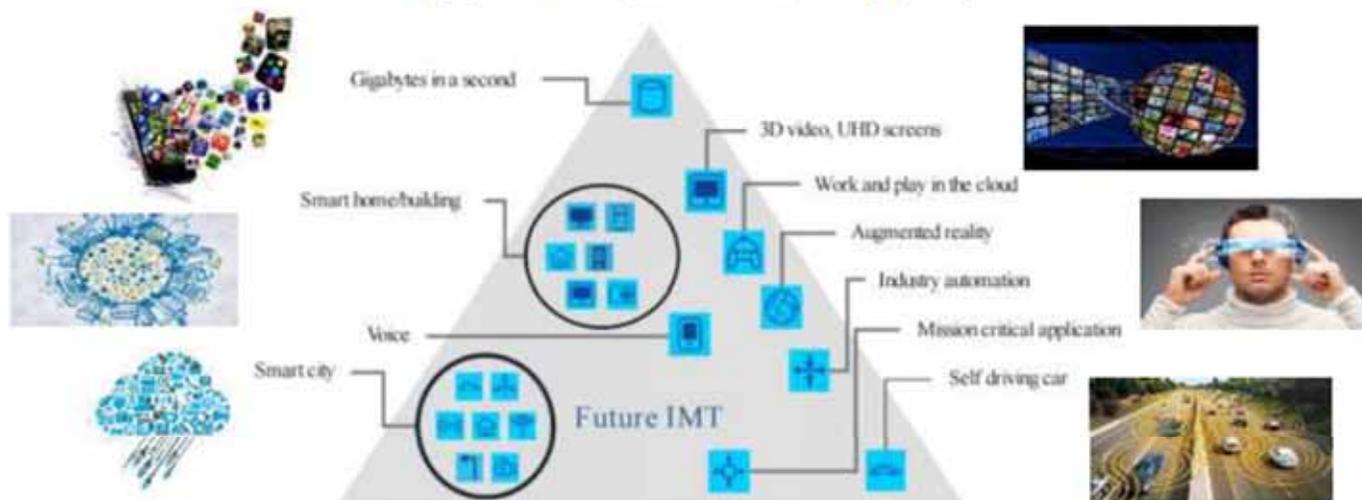


多量のデバイスの  
安定した通信が可能

# 5Gで期待されるサービス

## 超高速

モバイルブロードバンドの高度化  
eMBB (*enhanced Mobile BroadBand*)



## 超多接続

多量マシン間通信  
mMTC (*massive Machine Type Communications*)

超高信頼 低遅延通信  
URLLC (*Ultra-Reliable and Low Latency Communications*)

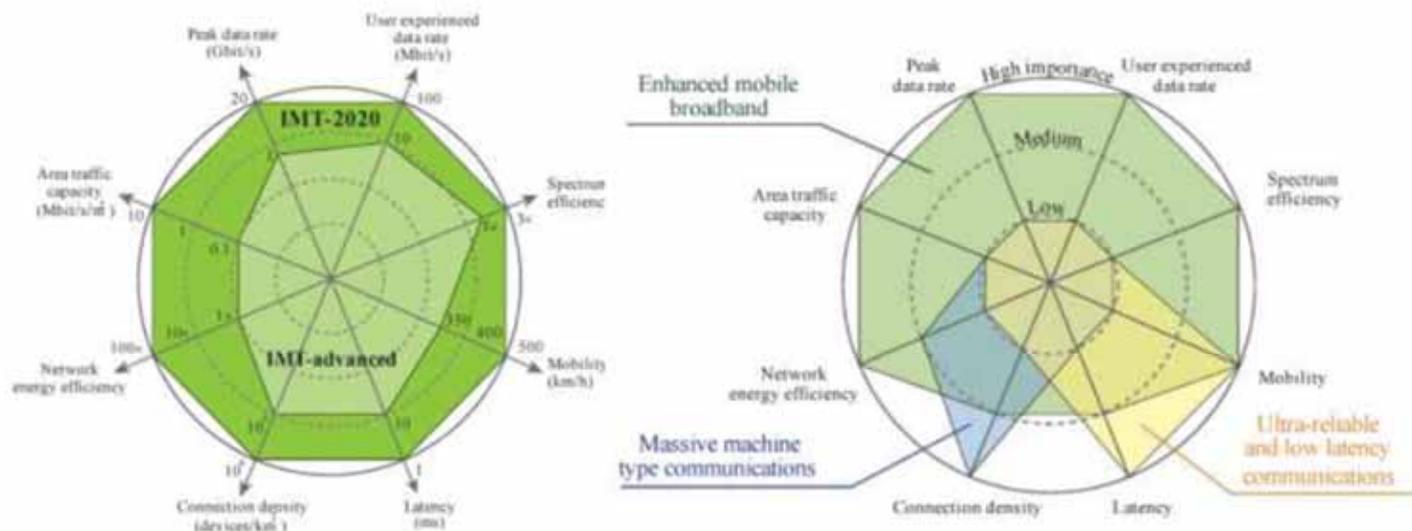
## 超低遅延

Ref : ITU-R: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recommendation ITU-R M.2083-0 (09/2015)

# 5Gにおける既存サービスからの性能要件の拡張

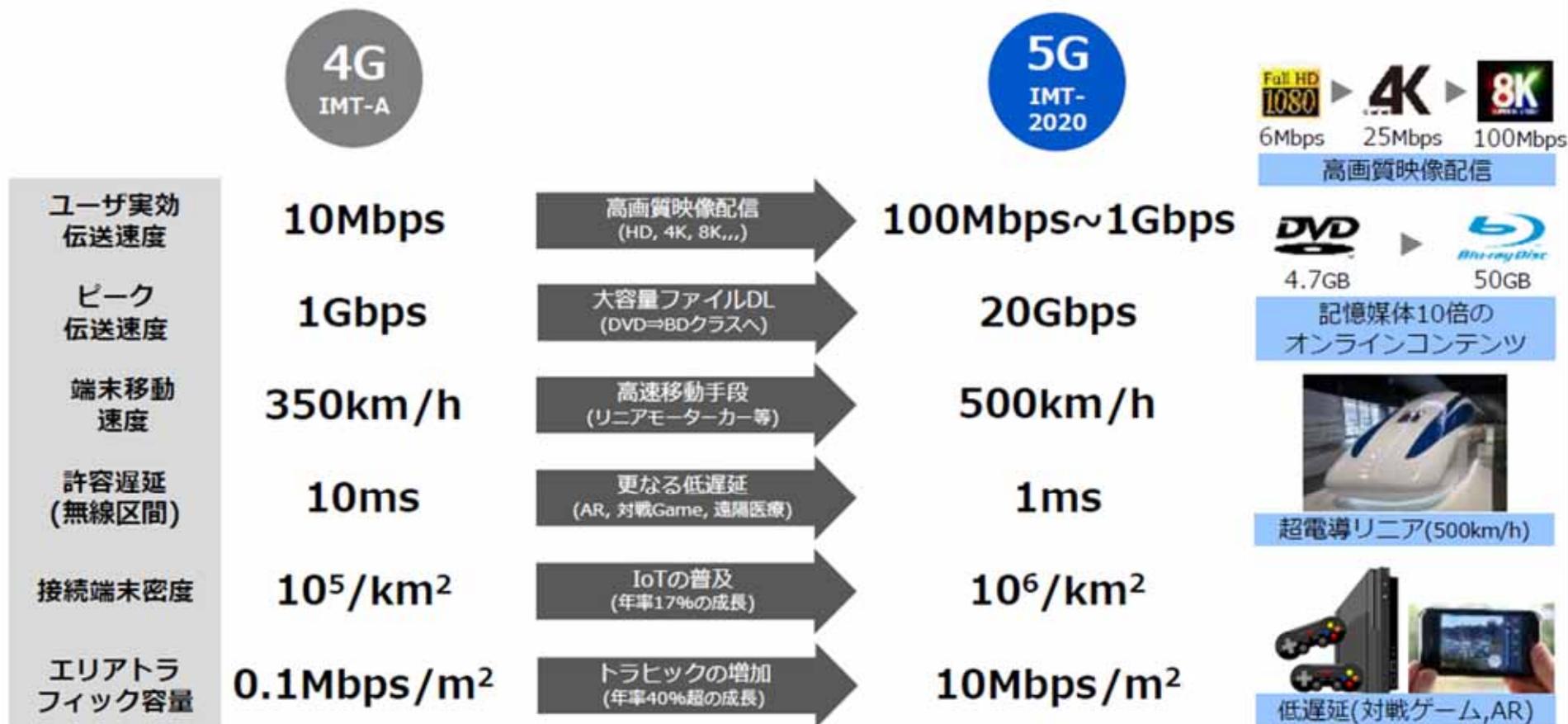
4G/LTE (IMT-advanced, 4G/LTE) は一つの性能要件が基準となっていたが、5G (IMT-2020) はユースケース別に性能要件を定義している

- 全ての性能要件を拡張するのではなく、サービス毎に要件を定義
- 例えば、eMBBサービスでは、大容量転送をサポートすればよく、低遅延は要求されない

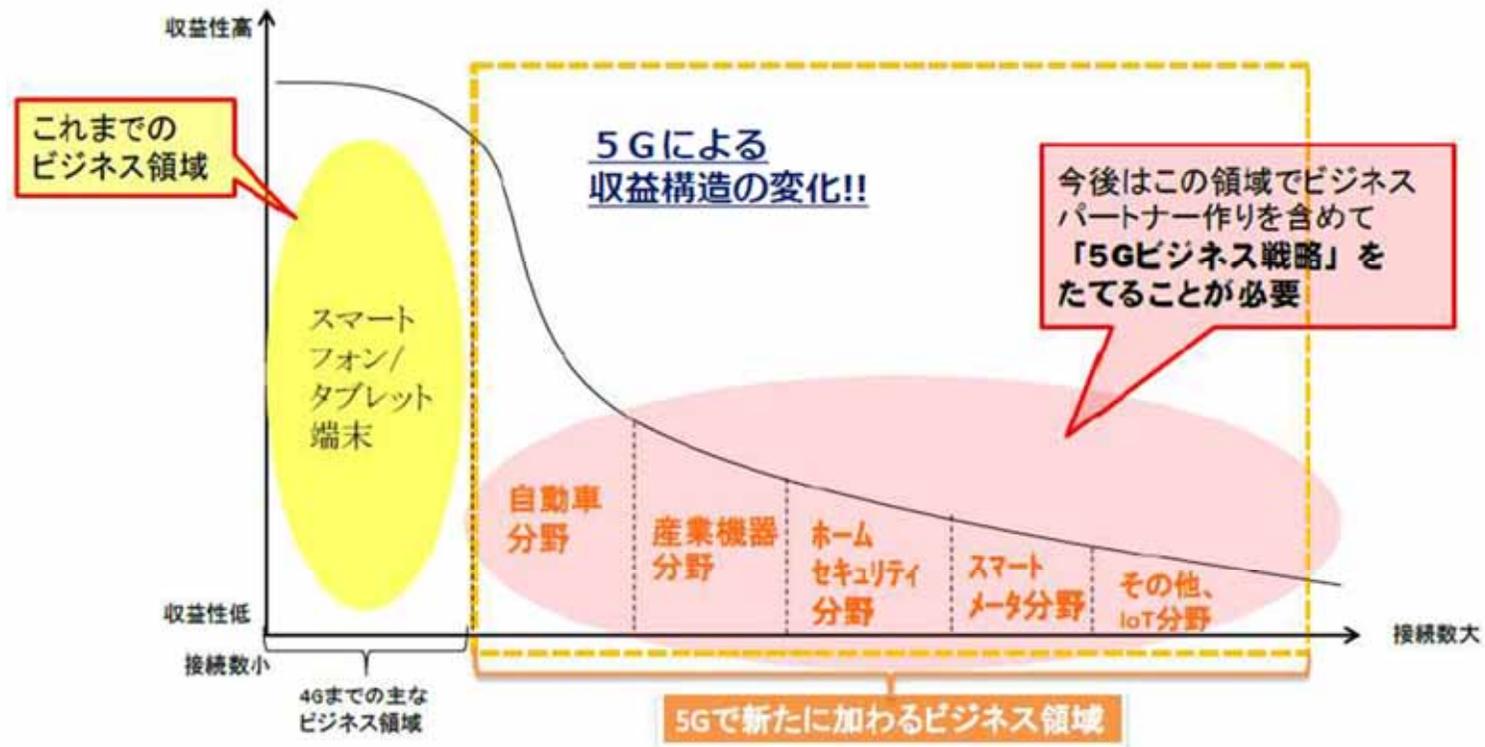


Ref : ITU-R: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recommendation ITU-R M.2083-0 (09/2015)

# 数字で見る5G



# 産業構造の変化への戦略的な対応

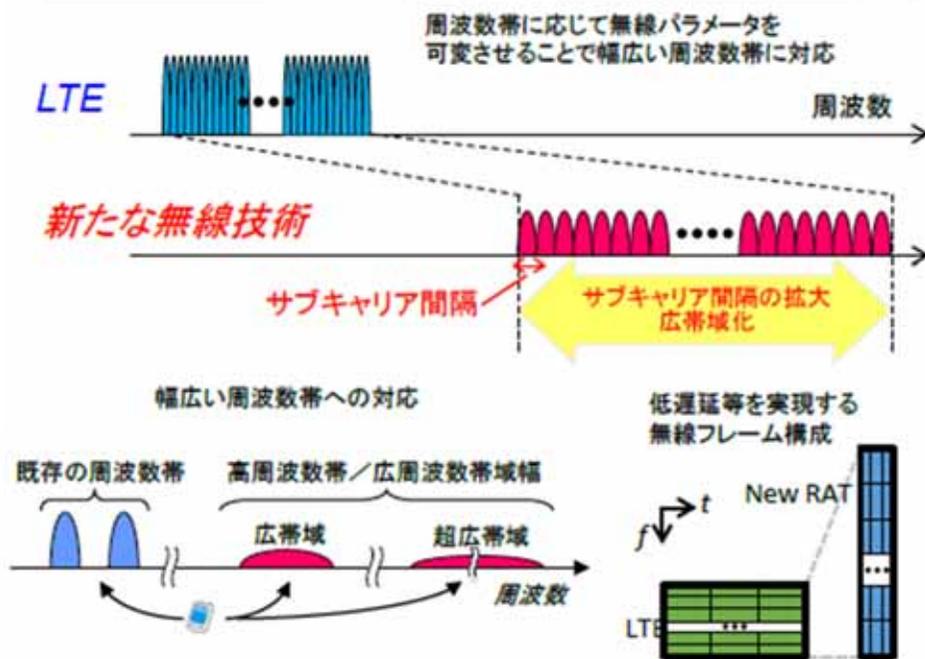


(出典) 総務省 電波政策2020懇談会 報告書、平成28年7月15日  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/denpa\\_2020/02kiban09\\_03000328.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/denpa_2020/02kiban09_03000328.html)

# 5Gのキーテクノロジー

# 5Gの新たな無線技術(5G NR(= New Radio))

● 超高速実現に必要な数百MHz以上の広周波数帯域への対応や、ミリ波などの高い周波数帯への対応、超低遅延を実現する無線フレーム構成等の新たな無線技術



出典：総務省資料  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000593247.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000593247.pdf)

	サブキャリア間隔	最小送信単位
LTE	15kHz	1ms
NR	15kHz	1ms
	30kHz	0.5ms
	60kHz	0.25ms
	120kHz	0.125ms

## NRの周波数

FR1 (Sub 6)	6GHz以下 ※国内では3.7GHz帯、4.5GHz帯
FR2 (ミリ波)	24.25GHz~52.6GHz ※国内では28GHz帯

## ミリ波の特徴

- 直進性が高い
- 空間伝搬での減衰が大きい

# Massive MIMO / ビームフォーミング

多数のアンテナ素子の位相・振幅を調整し、任意の方向にビームを成形。

- 空間多重による周波数利用効率の向上
- カバレッジの拡大



Massive MIMOアンテナの一例

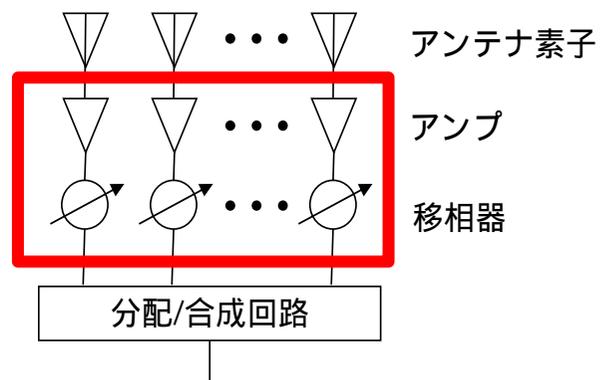


[https://jpn.nec.com/press/201702/20170227\\_01.html](https://jpn.nec.com/press/201702/20170227_01.html)

# ビームフォーミングの種類

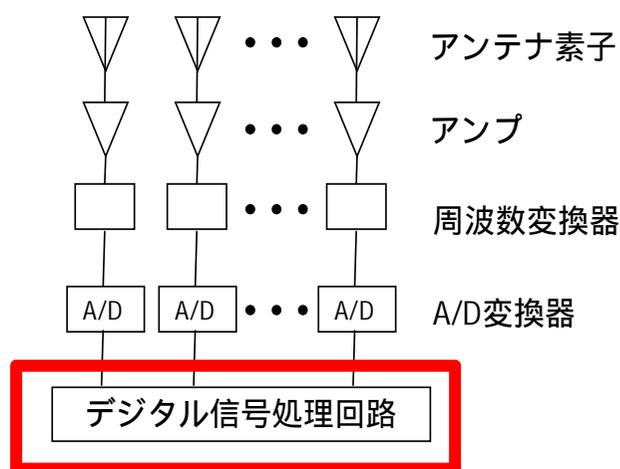
## ■ アナログビームフォーミング

- アナログ(RF)信号に対して位相/振幅を制御。

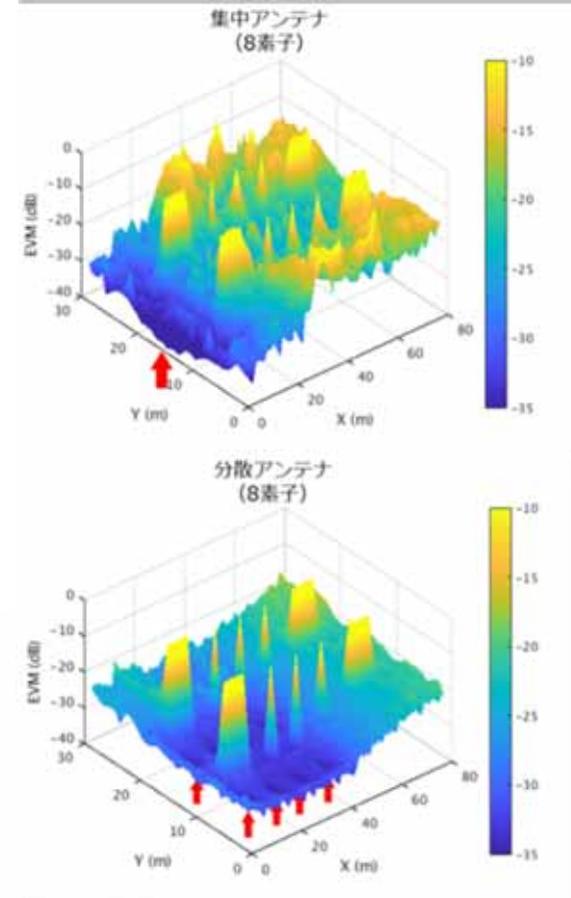
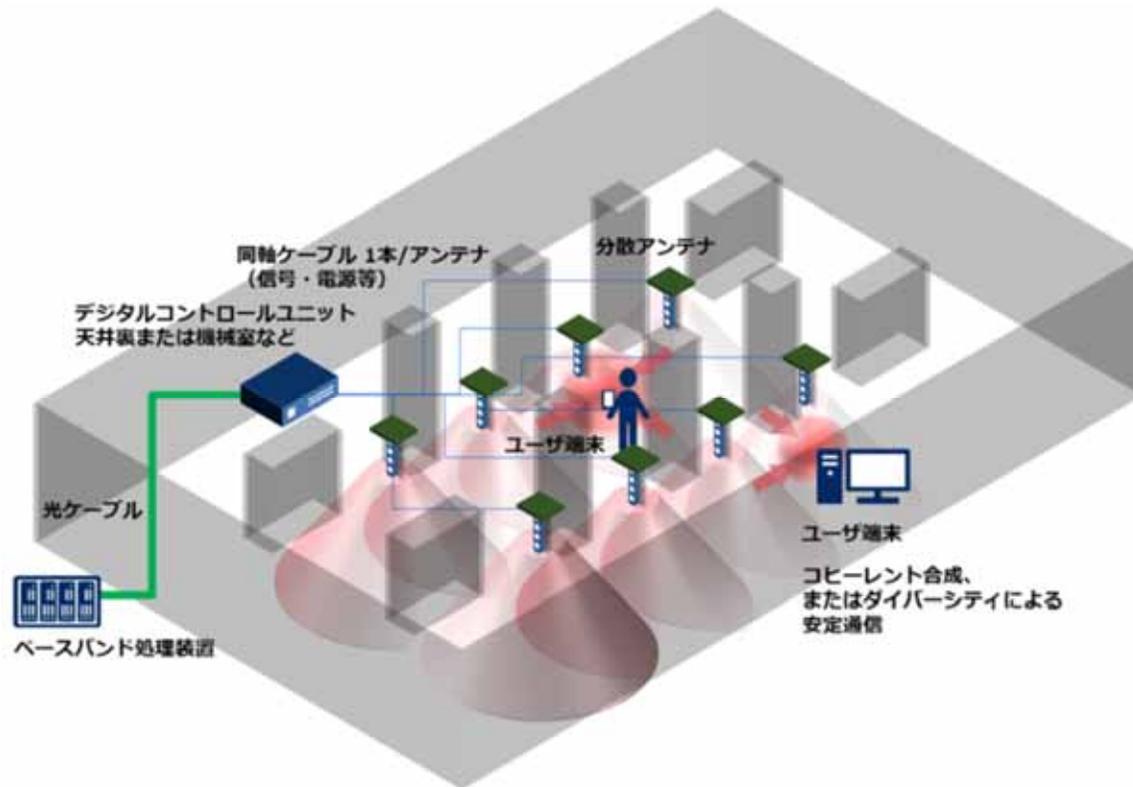


## ■ デジタルビームフォーミング

- デジタル信号に対して位相/振幅を制御。



# 分散アンテナ技術



[https://jpn.nec.com/press/202001/20200124\\_01.html](https://jpn.nec.com/press/202001/20200124_01.html)

# URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications)

5Gの3大要件の1つであり、以下を同時に満たすことが要求される。

32バイト以上のパケットデータ量の99.999%以上の送信成功率  
**無線区間**1ミリ秒 (ms) 以下の遅延

URLLCを実現するための技術

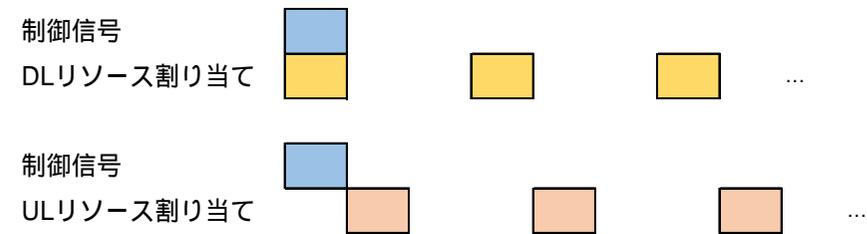
mini slot  
self contained subframe  
configured grant / semi persistent scheduling  
pre-emption  
repetition  
low coding rate MCS  
packet duplication

# 遅延を短くする

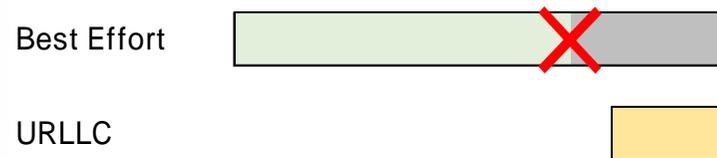
## mini slot self contained subframe



## configured grant semi persistent scheduling

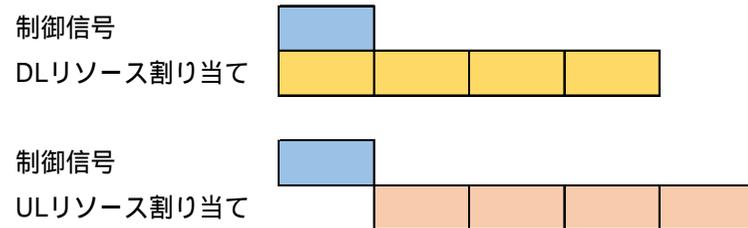


## pre-emption



# 信頼性を上げる

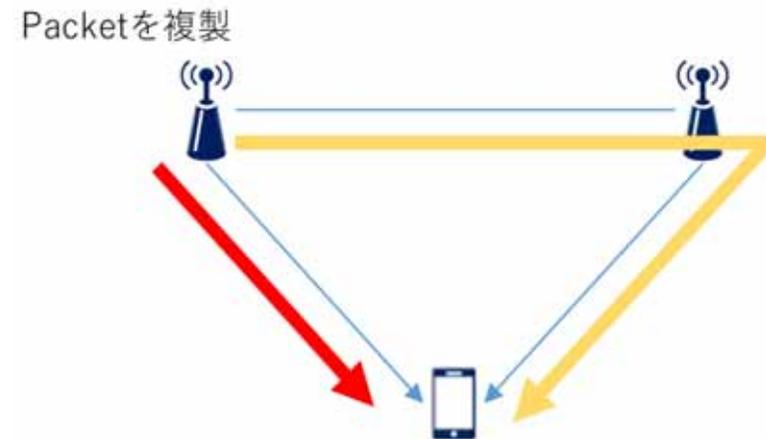
## repetition



## low coding rate MCS

冗長ビットを増やす

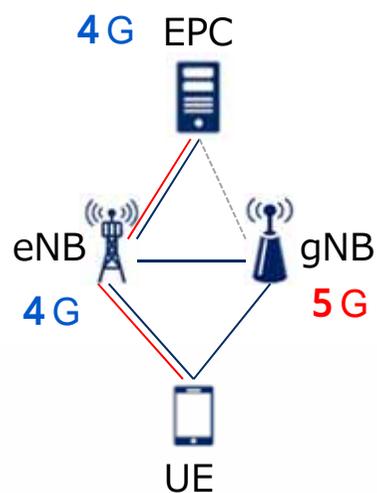
## packet duplication



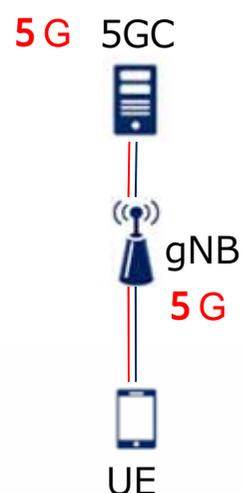
# 5Gの無線アクセスネットワーク

- NSA(Non Stand Alone)型 : 4G(LTE)との併用で動作
- SA(Stand Alone)型 : 5G(NR)単独で動作

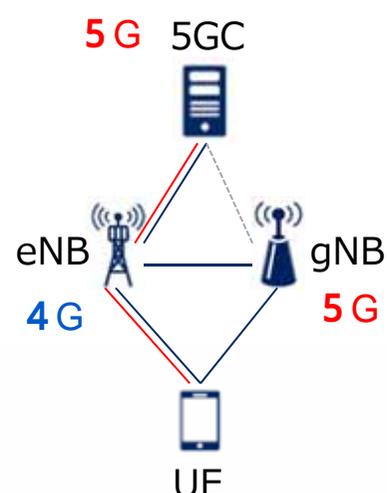
— 制御信号  
— データ



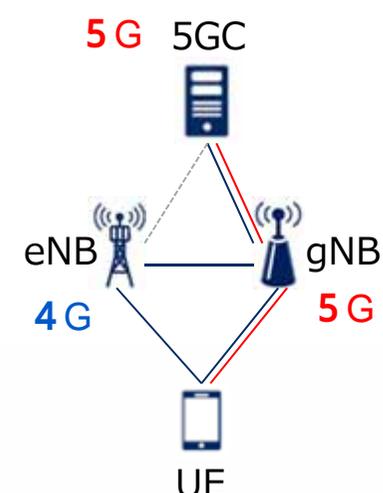
option 3  
(NSA)



option 2  
(SA)

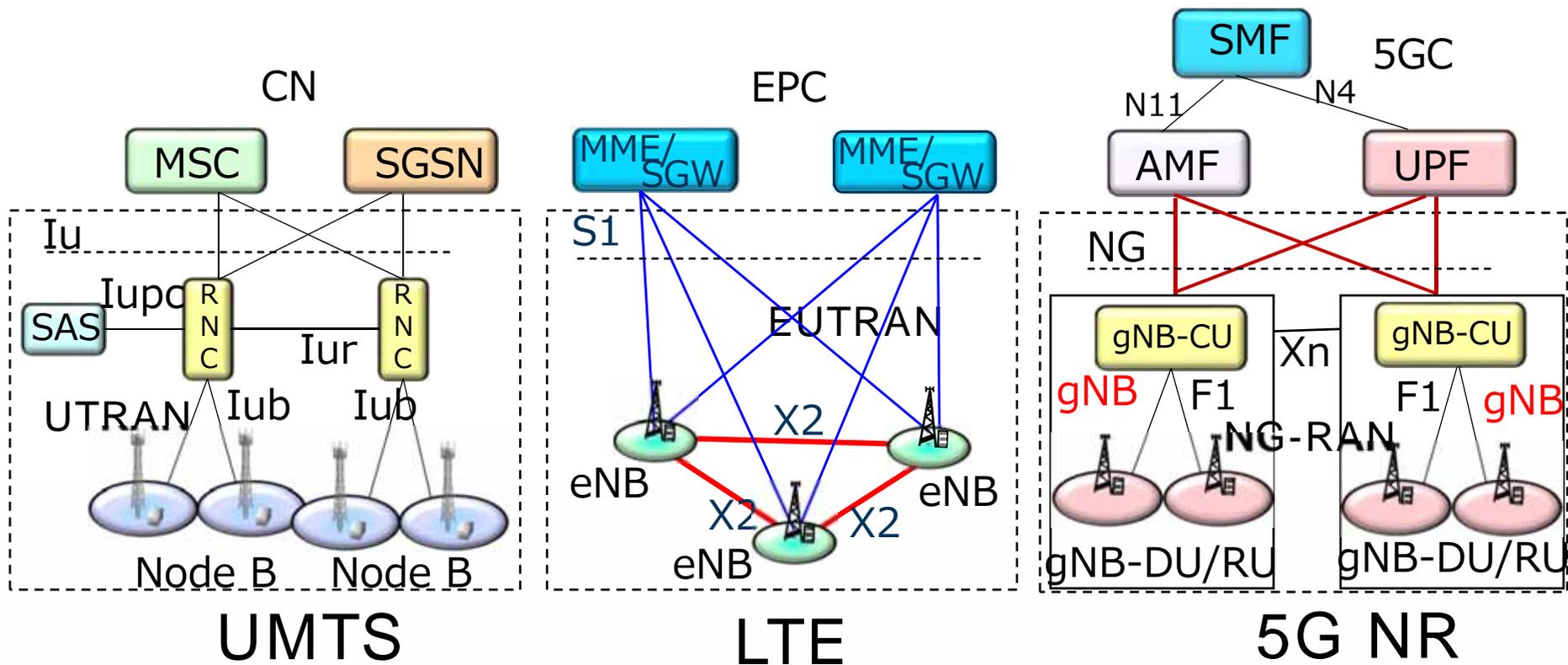


option 7



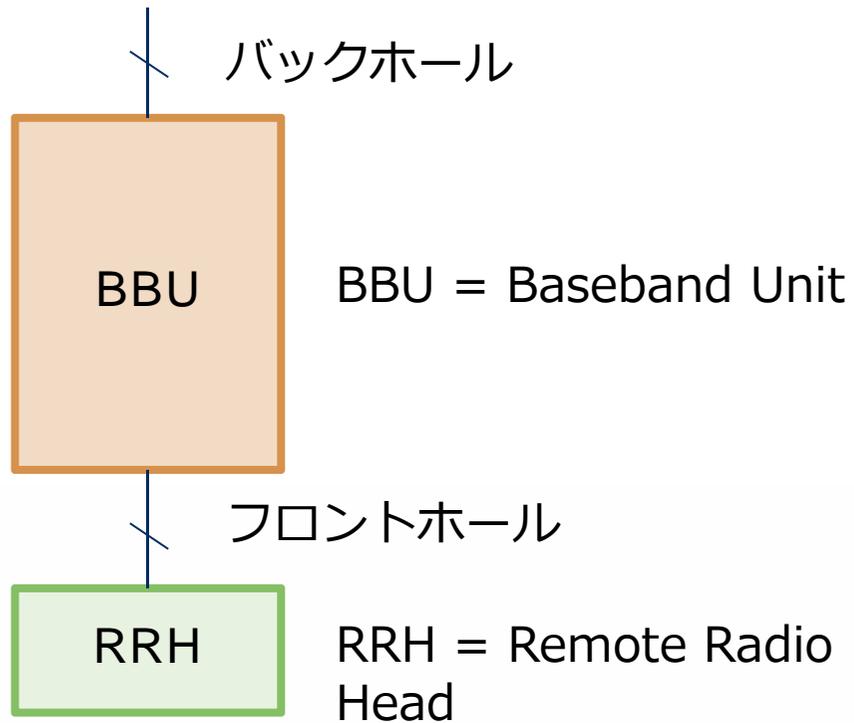
option 4

# ネットワーク構成の比較

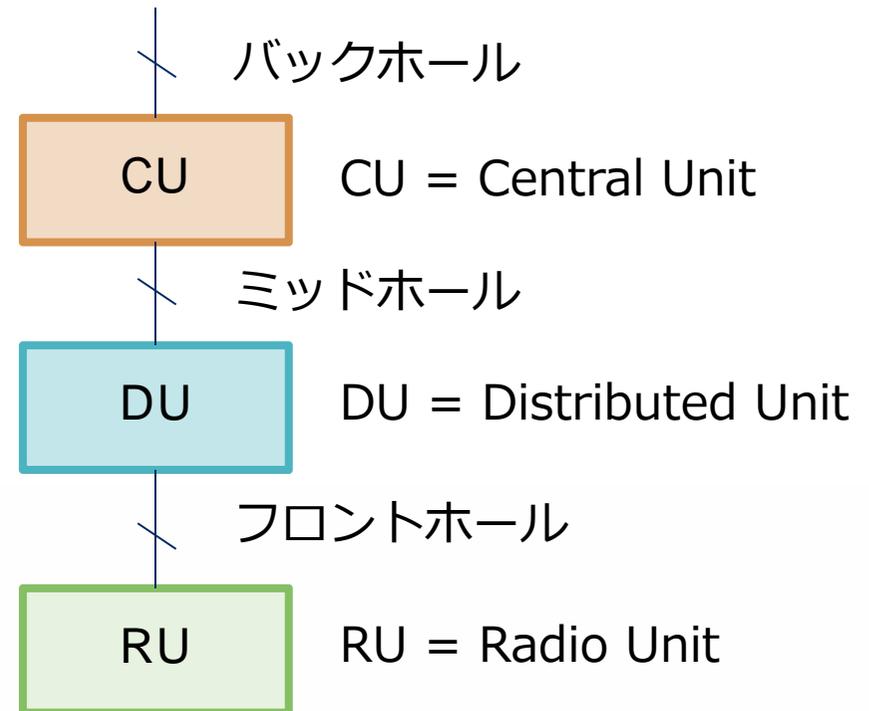


# 5G(NR) 基地局の構成

4G

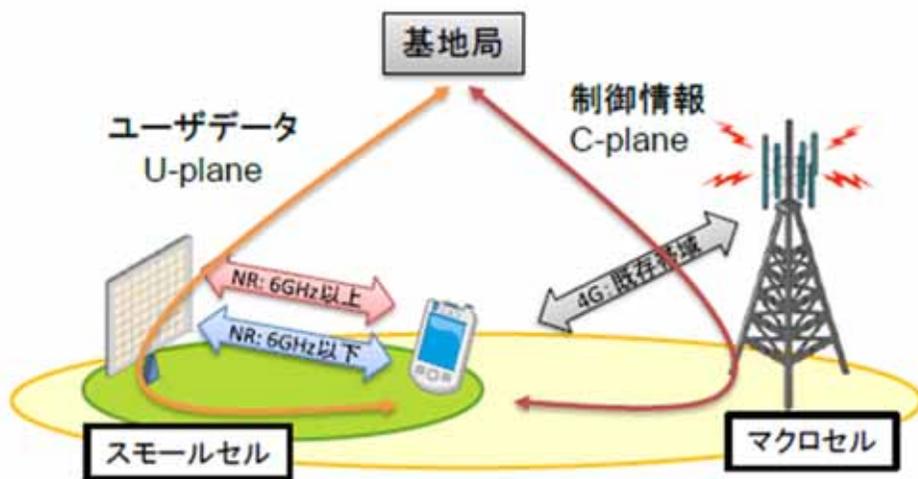


5G



# C/U分離

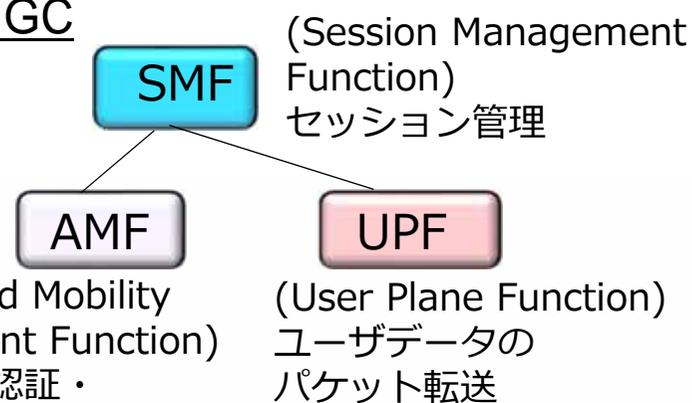
- 周波数帯やカバレッジ等の異なる複数のセルで制御情報とユーザデータを分離して伝送
- 具体的には、カバレッジの広いマクロセルで制御情報を提供(C-plane)し、超高速通信等が提供可能なスモールセルでユーザデータを提供(U-plane)



出典：総務省資料  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000593247.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000593247.pdf)

- 4Gでは、Release14で導入されたCUPS(Control and User Plane Separation of EPC nodes)により実現
  - SGW SGW-C/SGW-Uに分離
  - PGW PGW-C/PGW-Uに分離
- 5Gでは、最初からC/U分離を導入

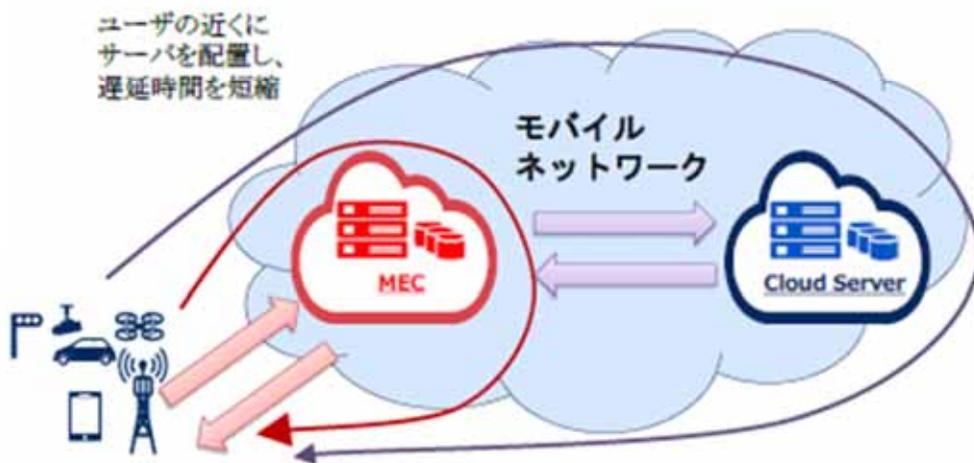
## 5GC



# モバイル・エッジ・コンピューティング

○ 超低遅延が求められる自動車などについて、ユーザの近くにデータ処理等を行うMECサーバを配置することで、高速(低遅延)でサービスを提供することが可能

【現在】遅延大 (ネットワーク側のクラウドで処理)      【5G】低遅延 (ユーザ近くでデータ処理)



出典：総務省資料  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000593247.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000593247.pdf)

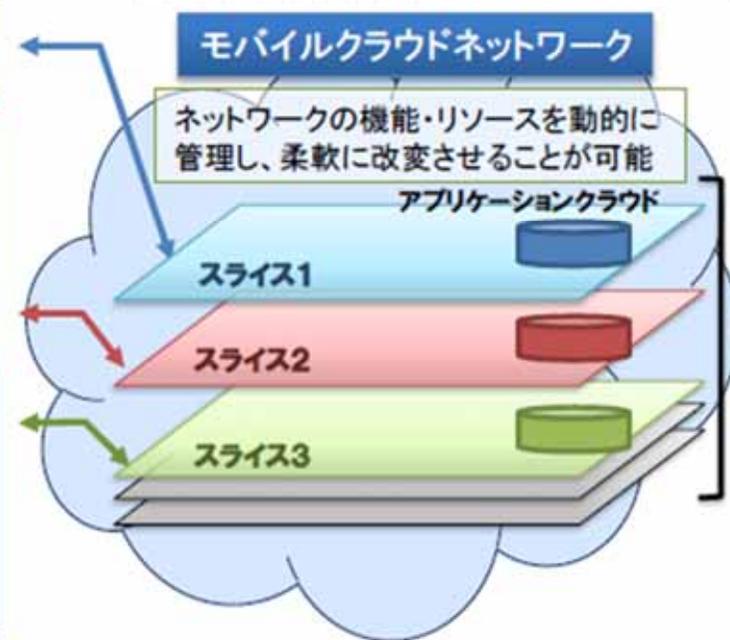
## MECの特徴

- 超低遅延
- トラフィックの最適化
- 通信コストの削減
- セキュリティ
- BCP
- 端末タスクのオフロード(UX向上)
- データ解析などの中間処理の実施

# ネットワークスライシング



- 現在は、画一のネットワークに異なる要件のアプリ・サービスのトラフィックが混在
- ネットワークスライスを設定することで、アプリ・サービス毎にトラフィックの分離が可能



単一の物理ネットワークを特性の異なる複数の論理ネットワーク(スライス)に分割

※エンドツーエンドのネットワークスライスを作るには「5G SA」が必要

出典：総務省資料  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000593247.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000593247.pdf)

# DSS(Dynamic Spectrum Sharing)

## NRと既存LTEを同一周波数帯で共存させる技術

- RE(Resource Element)単位で共有するためには以下が必要
  - LTE用リソースとNR用リソースの衝突回避
  - LTE/NRキャリア直交

### 下り

- LTEの下り中心周波数とNRの下り参照周波数を一致させる

### 上り

- LTEの下り中心周波数とNRの下り参照周波数を一致させる
- NRの上りキャリアを7.5kHzシフトして送信

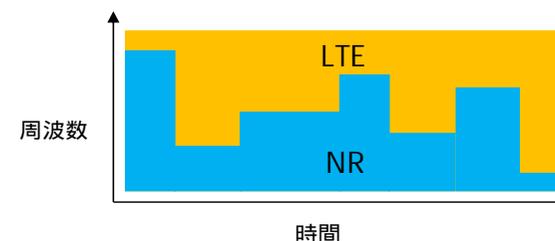
現在



固定の比率で割り当て



動的に割り当て



\ **Orchestrating** a brighter world

**NEC**