

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。



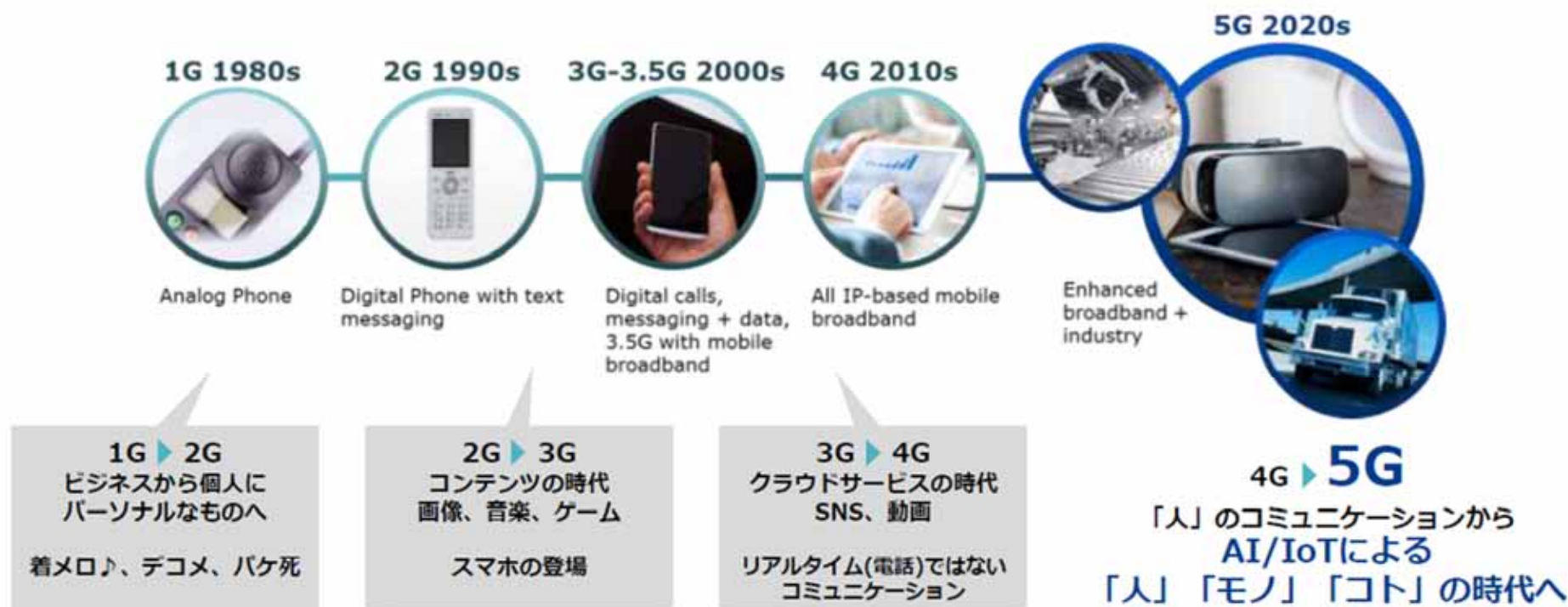
アジェンダ

- ・ 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

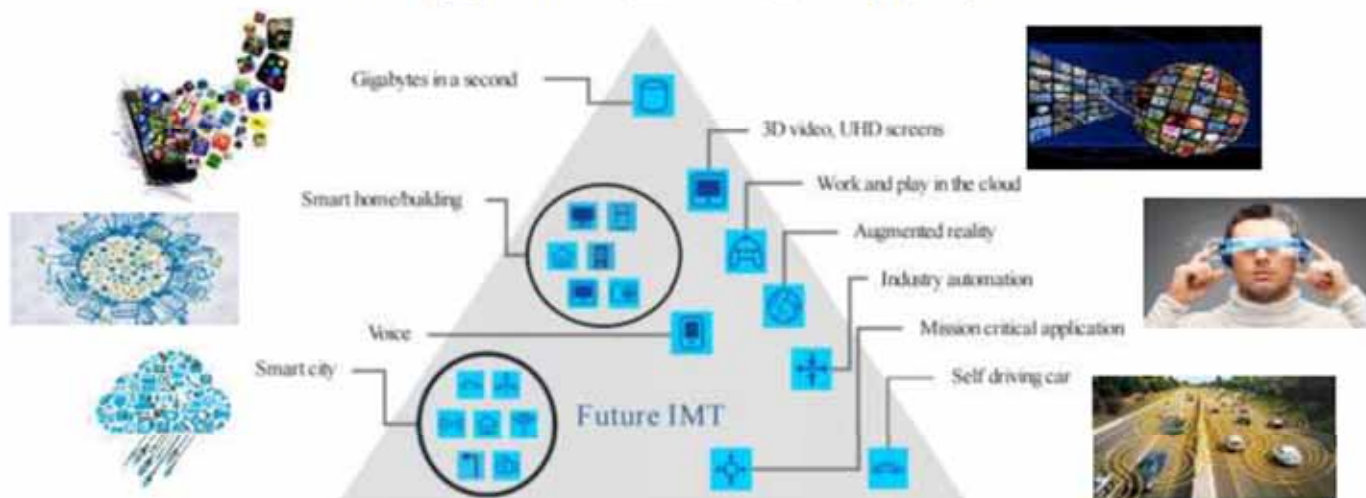


多量のデバイスの
安定した通信が可能

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*)

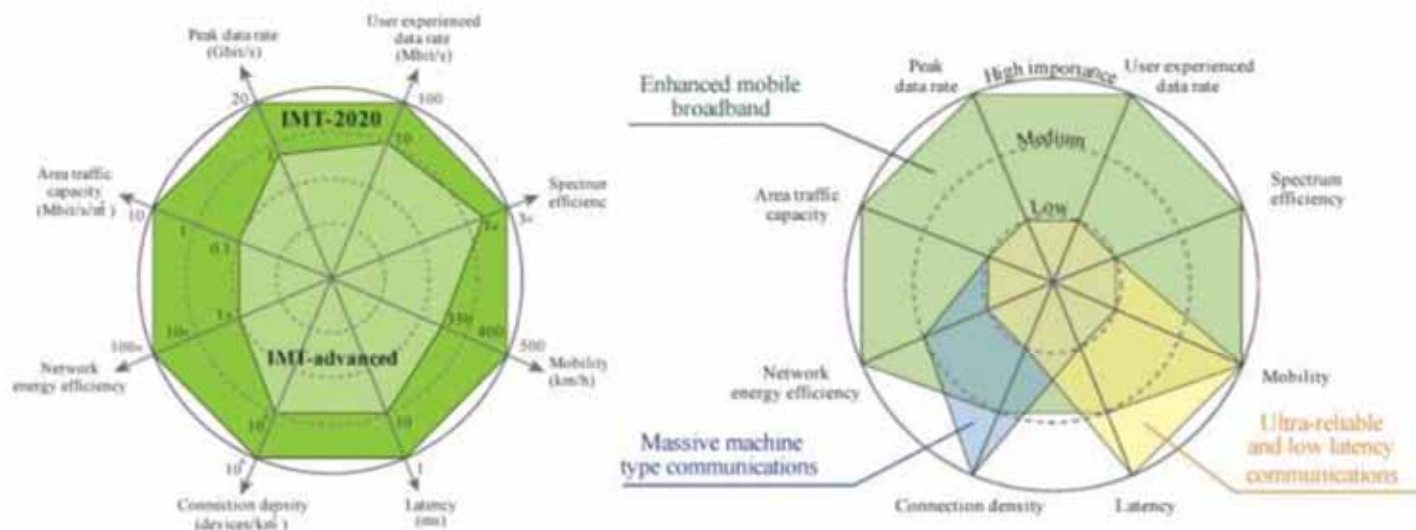
超低遅延

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

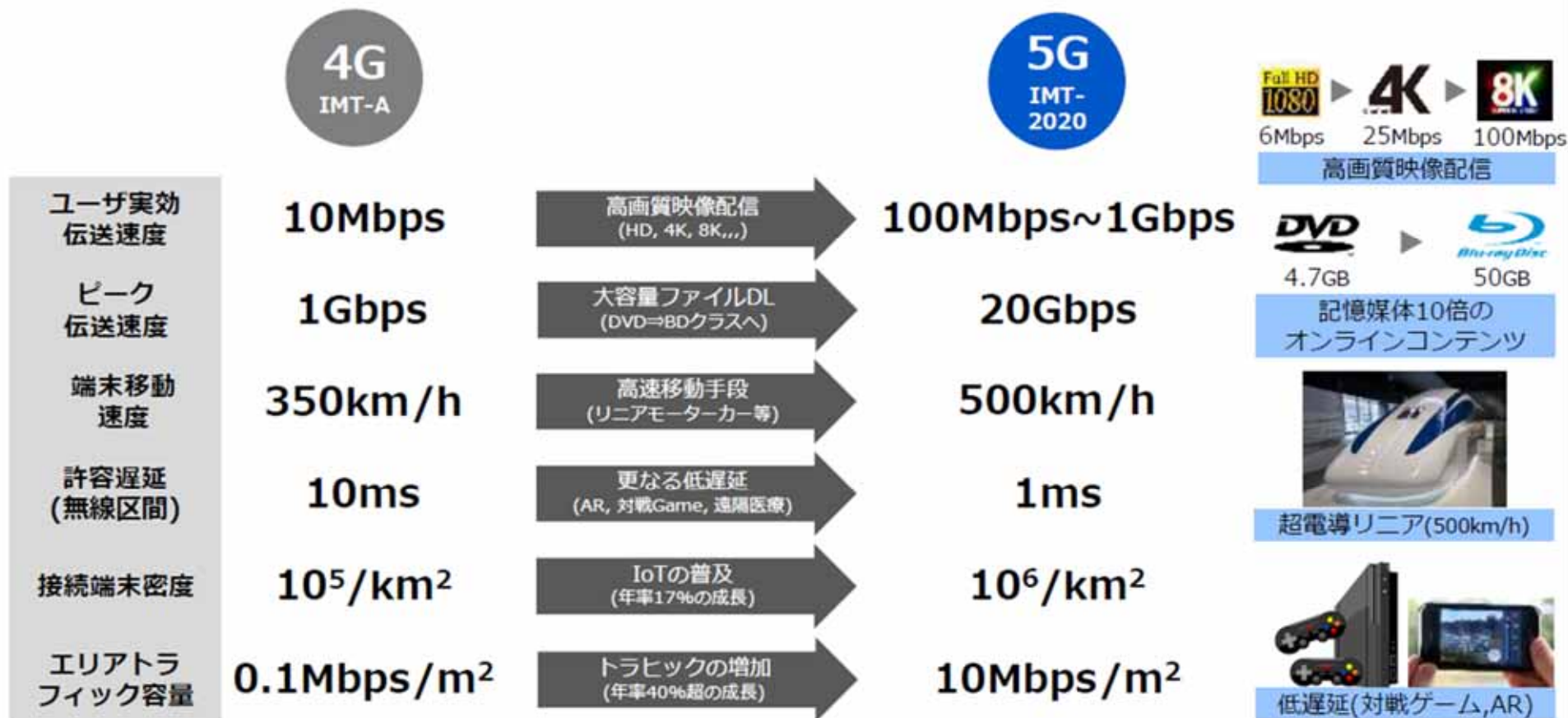
4G/LTE (IMT-advanced, 4G/LTE) は一つの性能要件が基準となっていたが、5G (IMT-2020) はユースケース別に性能要件を定義している

- 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

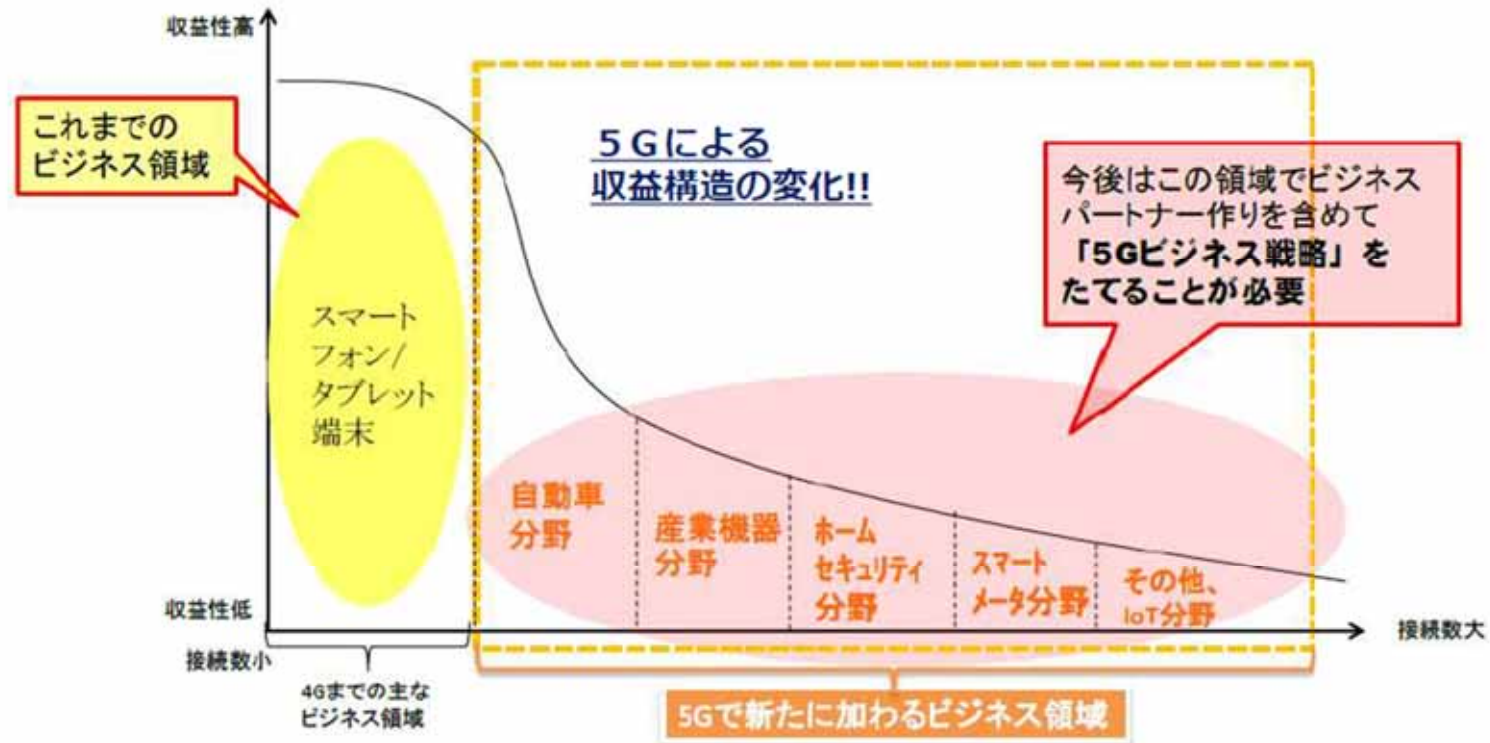


Ref : ITU-R: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recommendation ITU-R M.2083-0 (09/2015)

数字で見る5G



産業構造の変化への戦略的な対応

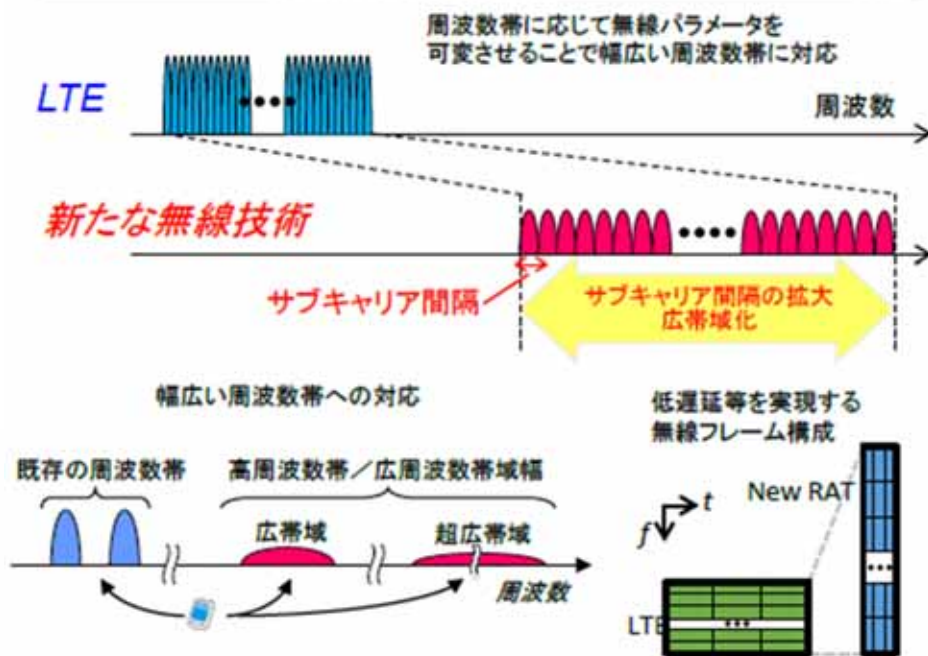


(出典) 総務省 電波政策2020懇談会 報告書、平成28年7月15日
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/denpa_2020/02kiban09_03000328.html

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

| | 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

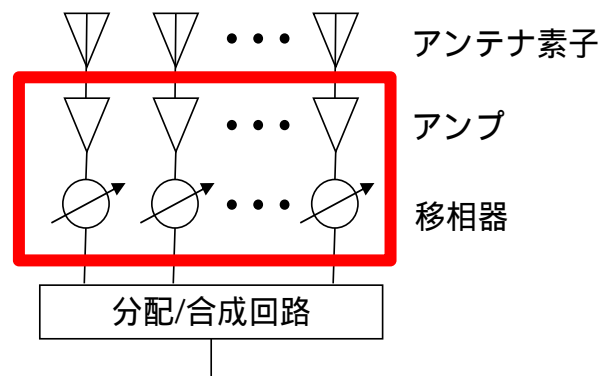


https://jpn.nec.com/press/201702/20170227_01.html

ビームフォーミングの種類

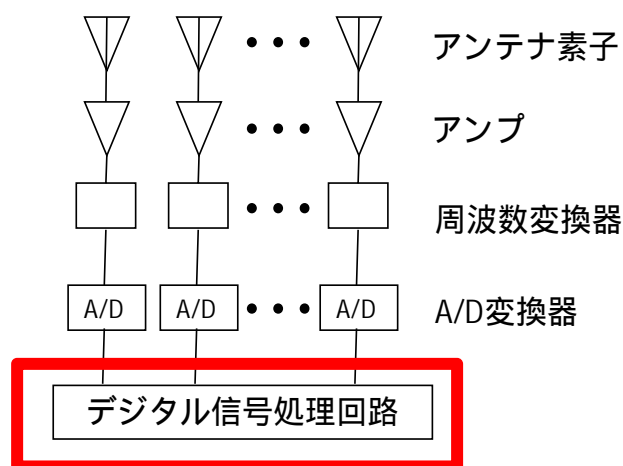
アナログビームフォーミング

- アナログ(RF)信号に対して位相/振幅を制御。

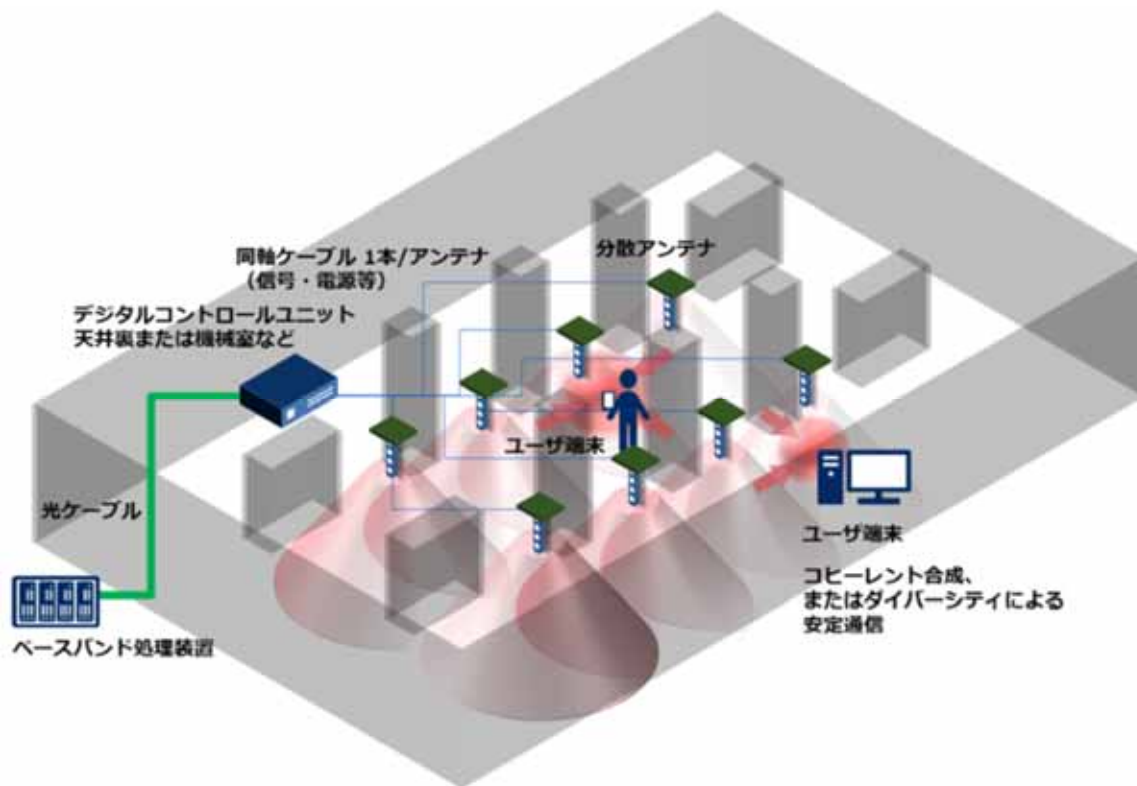


デジタルビームフォーミング

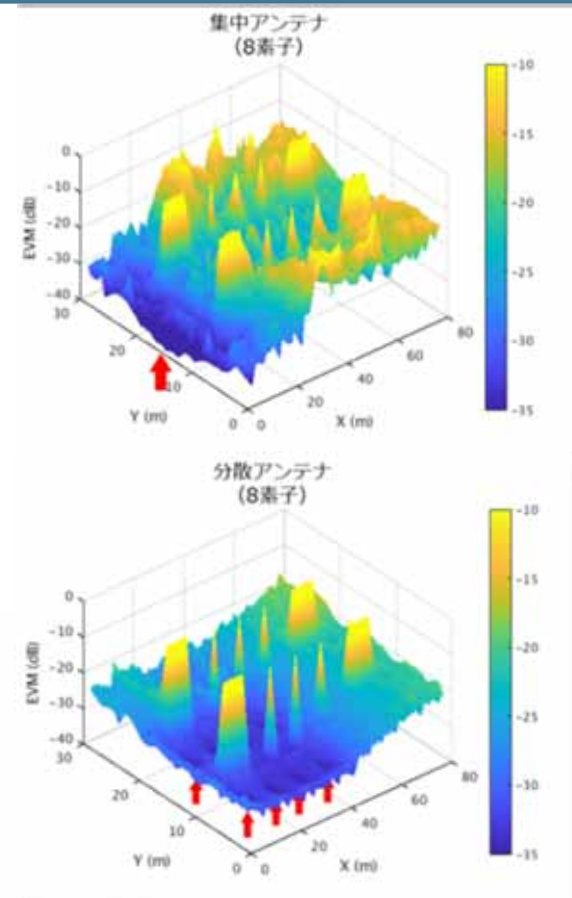
- デジタル信号に対して位相/振幅を制御。



分散アンテナ技術



https://jpn.nec.com/press/202001/20200124_01.html



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。

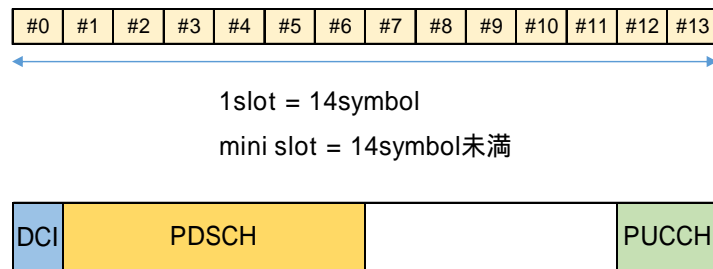
32バイト以上のパケットデータ量の99.999%以上の送信成功率
無線区間1ミリ秒 (ms) 以下の遅延

URLLCを実現するための技術

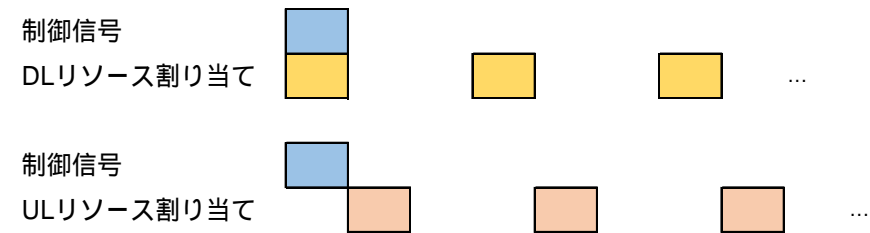
mini slot
self contained subframe
configured grant / semi persistent scheduling
pre-emption
repetition
low coding rate MCS
packet duplication

遅延を短くする

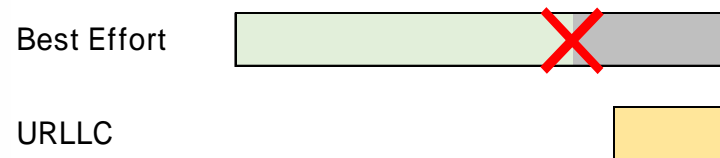
mini slot self contained subframe



configured grant semi persisitent scheduling

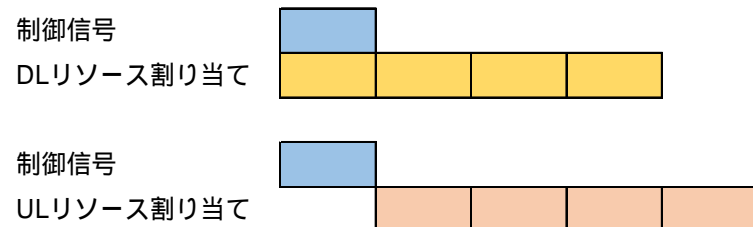


pre-emption



信頼性を上げる

repetition

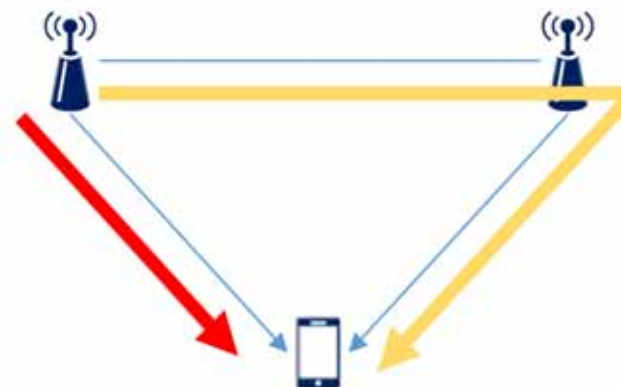


low coding rate MCS

冗長ビットを増やす

packet duplication

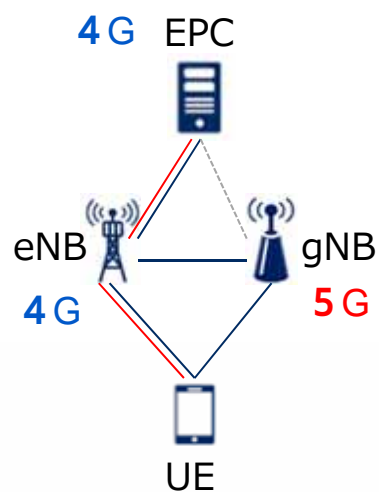
Packetを複製



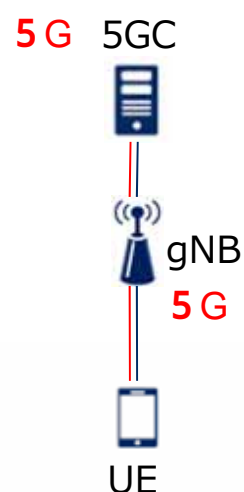
5Gの無線アクセスネットワーク

- 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

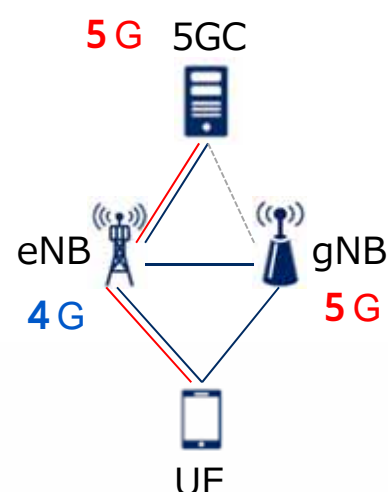
— 制御信号
— データ



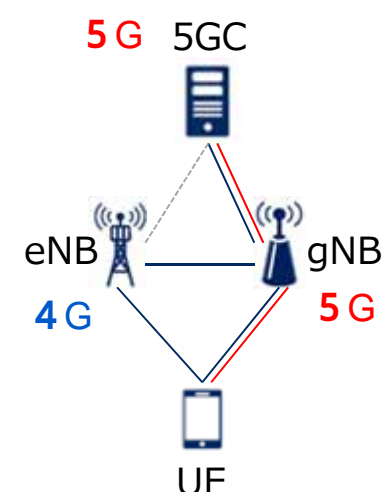
option 3
(NSA)



option 2
(SA)

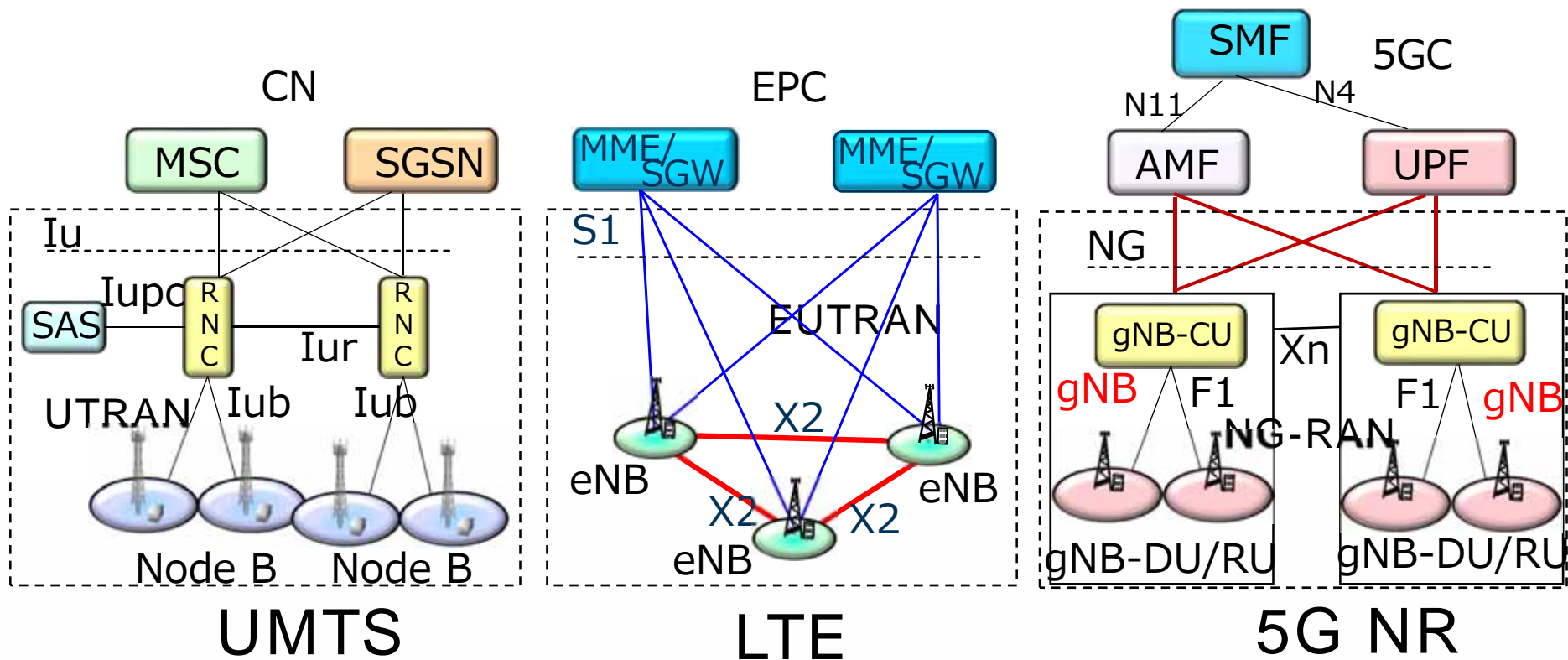


option 7



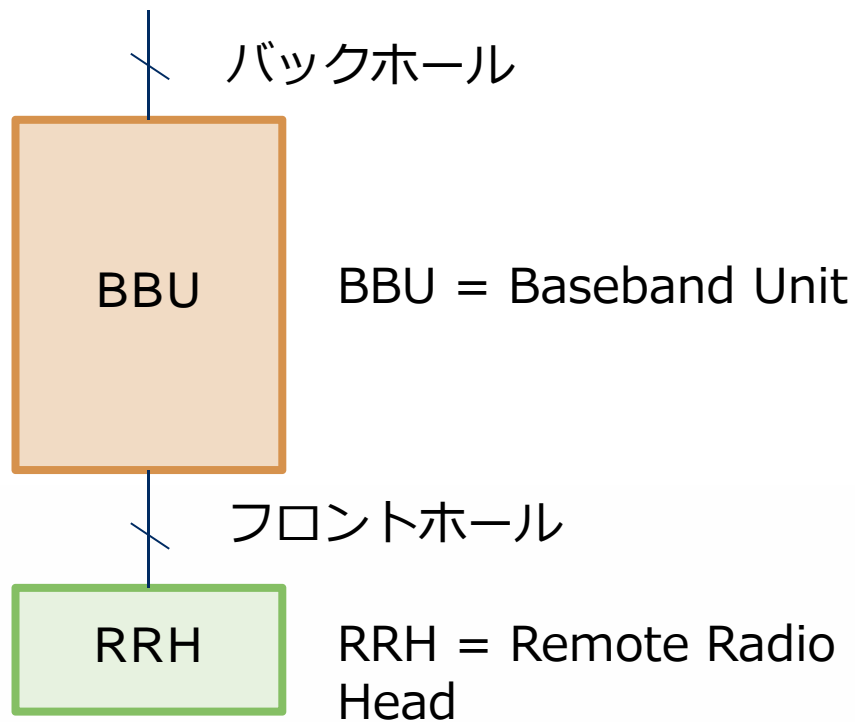
option 4

ネットワーク構成の比較

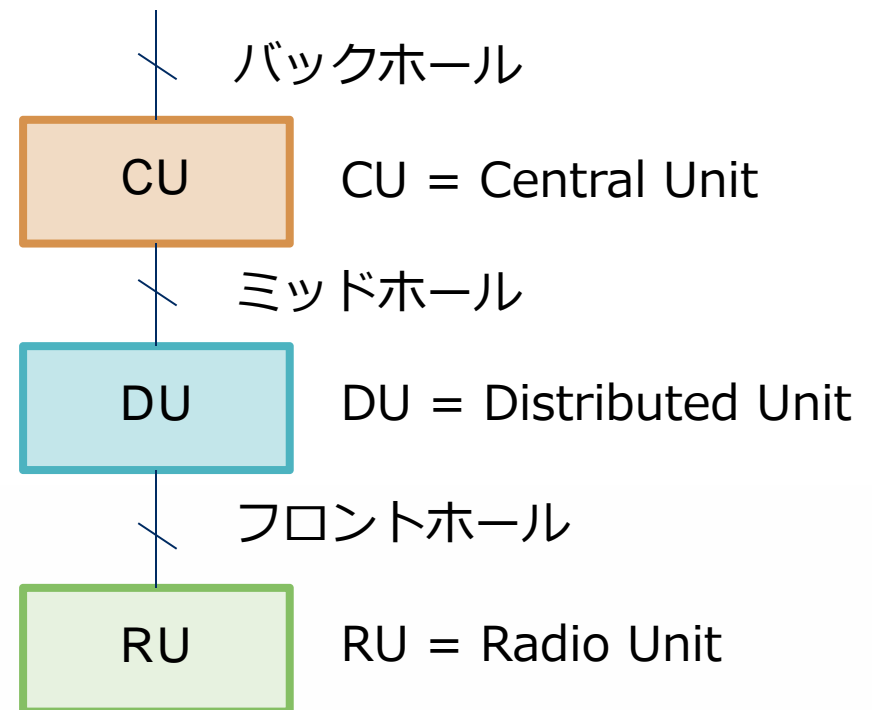


5G(NR) 基地局の構成

4G

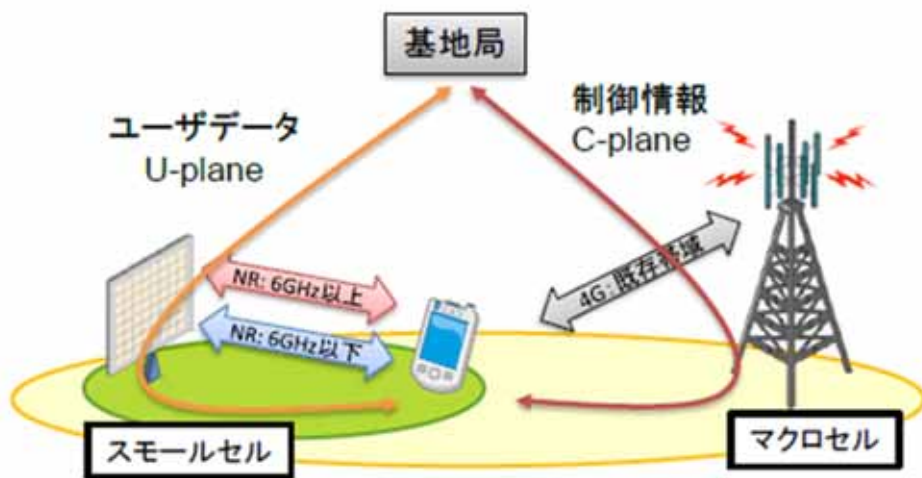


5G



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

- 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

SMF

(Session Management Function)
セッション管理

AMF

(Access and Mobility Management Function)
subscriber認証・セキュリティ、端末の位置管理

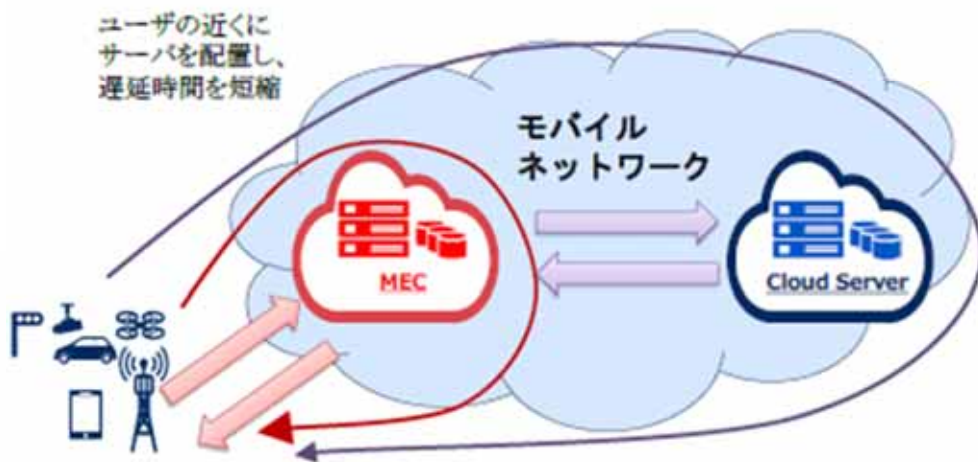
UPF

(User Plane Function)
ユーザデータの
パケット転送

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

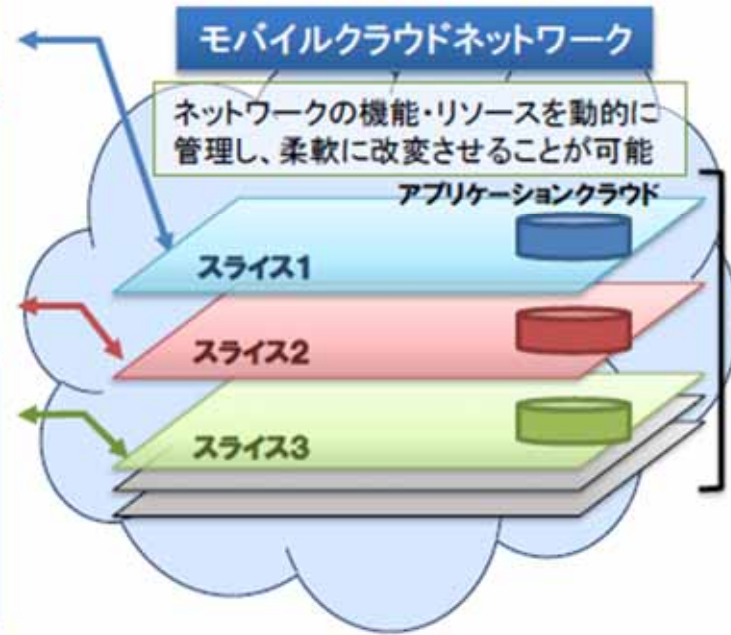
MECの特徴

- 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

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

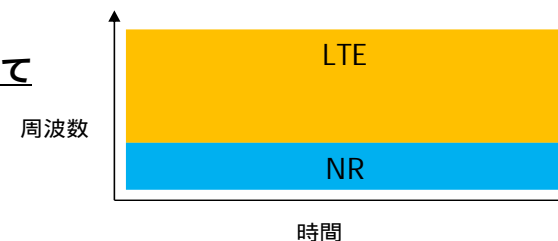
上り

- 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

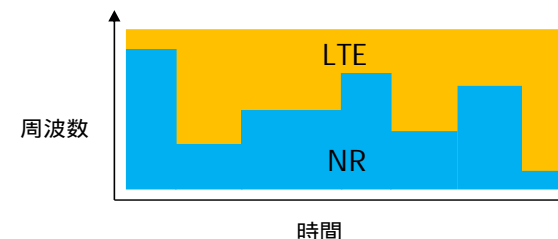
現在



固定の比率で割り当て



動的に割り当て



\Orchestrating a brighter world

NEC