

SEP 2, 2020

竹岡航司

トヨタ自動車
コネクティッド先行開発部

AECC BOARD OF DIRECTORS ALTERNATIVE

5Gはビジネスを変えるのか？



目次

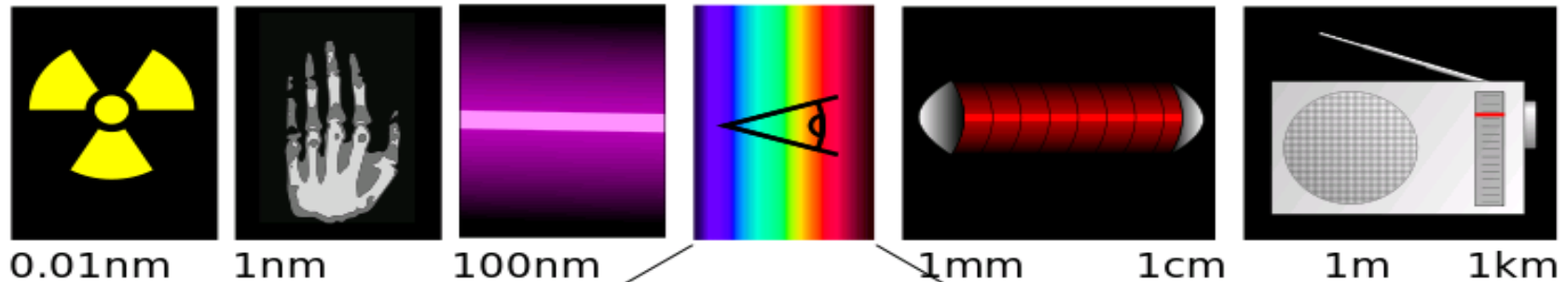
1. 電波と変調
 2. 5Gの定義・普及条件
 3. 竹岡仮説
- Appendix

1. 電波と変調

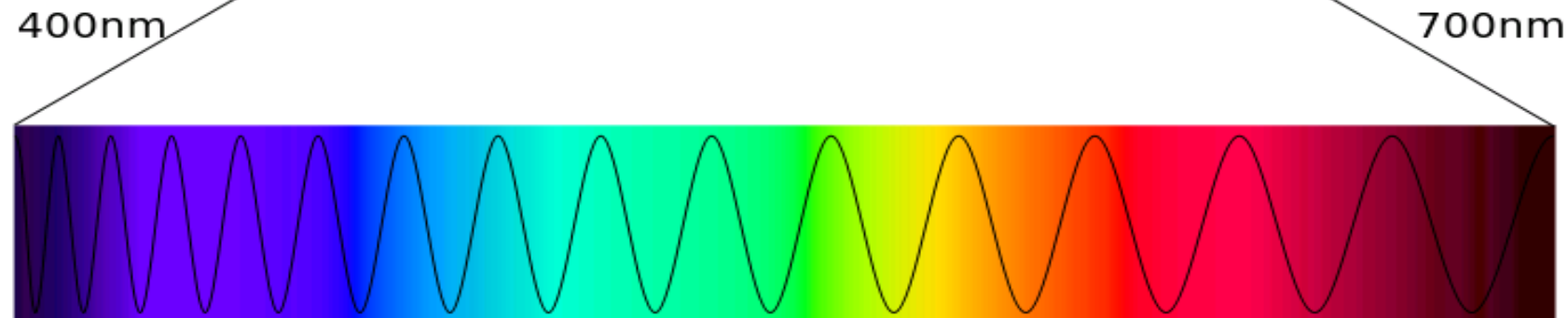
- 電波
- 変調

1.1 電波

電波とは（3THZ以下の電磁波）



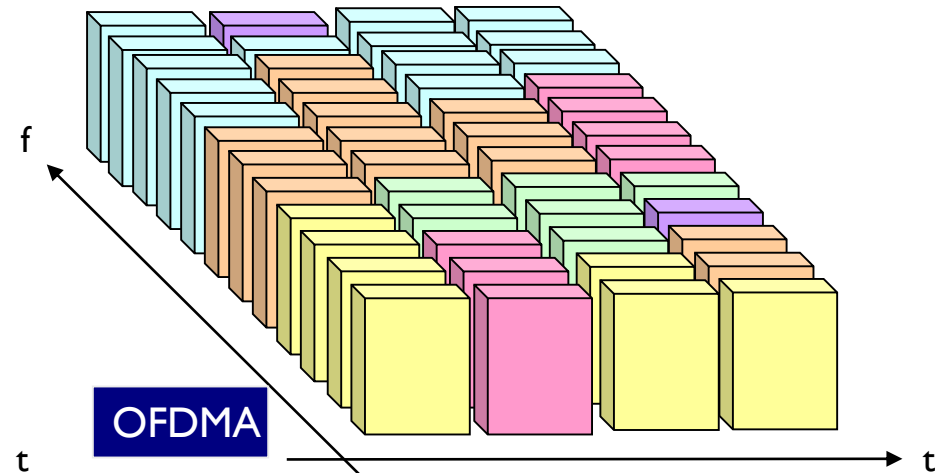
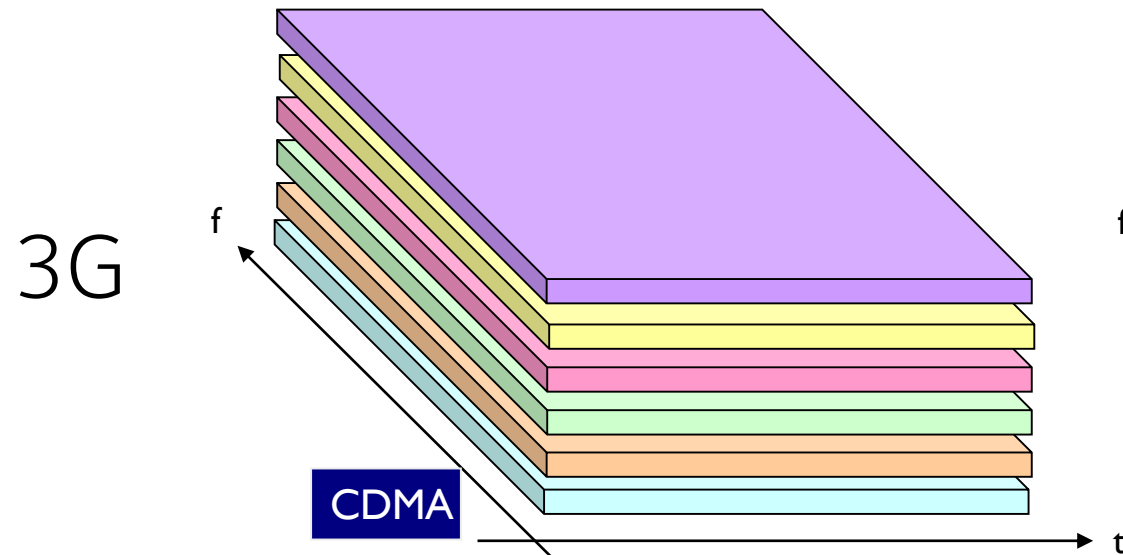
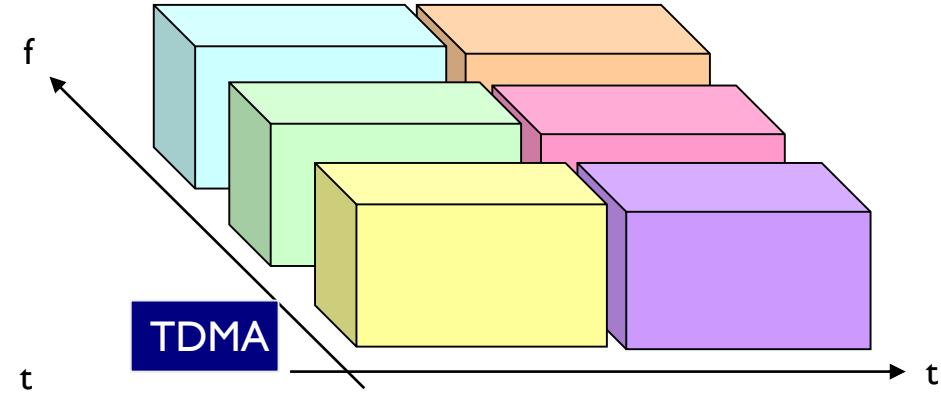
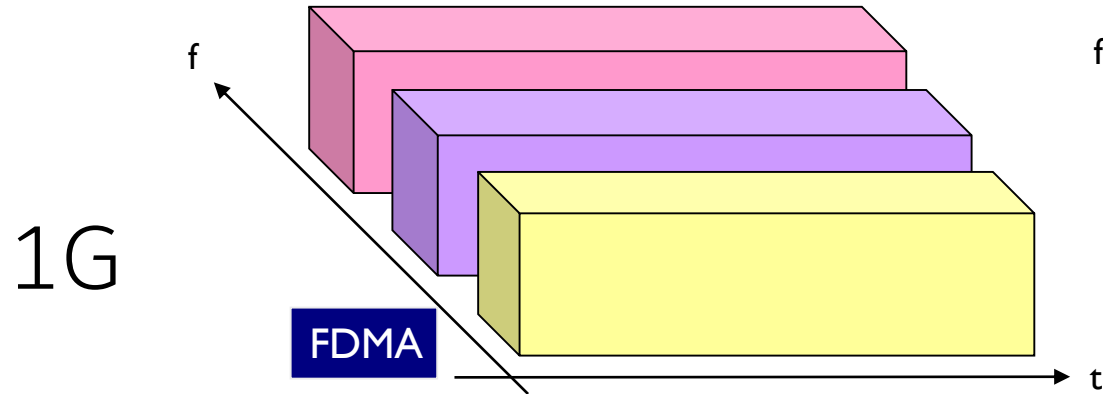
光の早さで進みます 3×10^8 （30万キロ/秒）



1.2 変調

FDMA/TDMA/CDMA/OFDMA

周波数分割/時分割/コード分割/直交周波数分割



FD-LTE
15kHz
1ms
6bit(64QAM)2MI
MO
14シンボル

2. 5Gの定義・ 普及条件

- 性能要件
- 標準化
- 性能向上の背景

2.1 性能要件

5Gの性能要件

eMBB (Enhanced Mobile BroadBand)

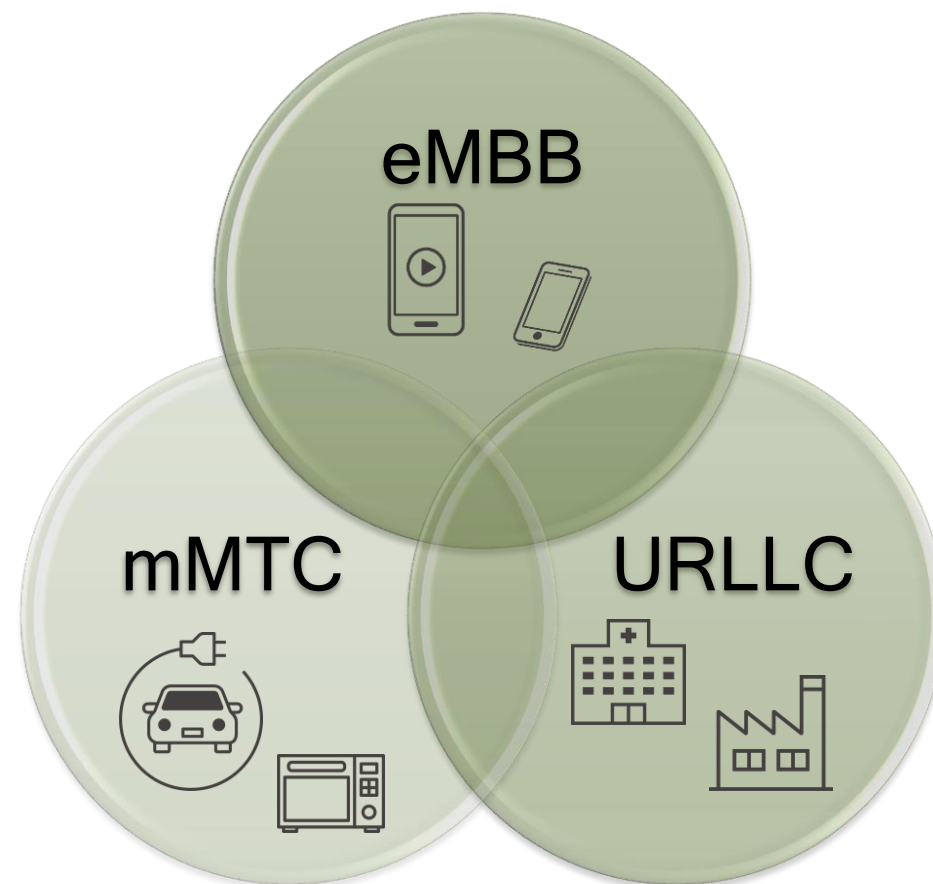
高速大容量

URLLC (Ultra Reliable and Low Latency Communication)

超高信頼・低遅延

mMTC (Massive Machine Type Communication)

多数同時接続



ITU-R勧告（2015年9月）

5G

第5世代移動通信システム(5G)

6

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)



http://www.arib.or.jp/osirase/kouen/kouen_20170529_1.pdf

総務省がITU-Rの勧告をそのまま受け入れ

ITU:
International Telecommunication Union
(国際電気通信連合)

2.2 標準化

5Gの標準化作業

5Gの国際標準化動向

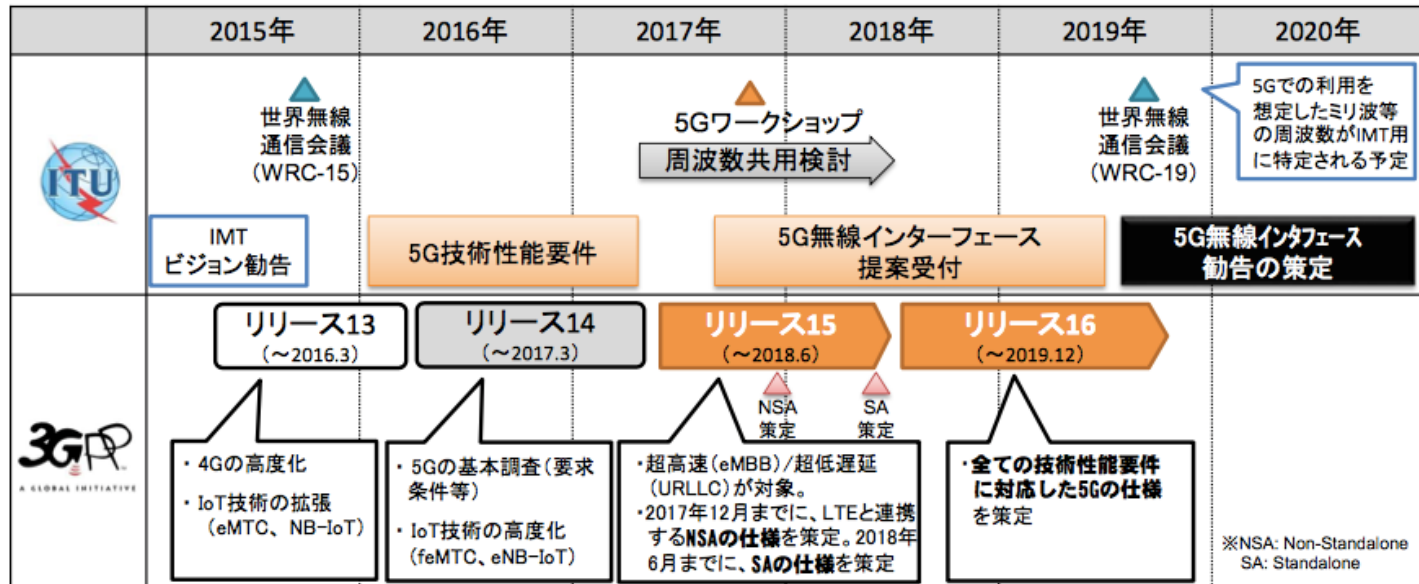
5

● 2020年の5G実現に向けて、ITU(国際電気通信連合)や3GPP※等において、標準化活動が本格化

(ITU) 2015年9月、5Gの主要な能力やコンセプトをまとめた「IMTビジョン勧告(M. 2083)」を策定。今後、5G(IMT-2020)無線インタフェースの提案受付けを行い、2020年に勧告化予定。
WRC-19議題1.13の候補周波数帯(24.25-86GHzの11バンド)については、周波数共用検討等を行った上で、2019年のWRC-19においてIMT用周波数を特定予定。

(3GPP) リリース14: 5Gの基本調査を実施(要求条件、展開シナリオ、要素技術等)
リリース15: 超高速/超低遅延に対応した5Gの最初の仕様を策定
リリース16: 全ての技術性能要件に対応した5Gの仕様を策定

※ 3GPP(3rd Generation Partnership Project): 3G、4G等の移动通信システムの仕様を検討し、標準化することを目的とした日米欧中韓の標準化団体によるプロジェクト。1998年設立。



3GPPで標準化作業が行われる

3GPP:
3rd Generation Partnership Project

4Gの標準化競争

GSMA Track (3GPP)



CDMA Track (3GPP2)



WiMAX Track (IEEE)



Mobile WiMax

4G定義の変遷



2006年

ITU-Rが性能要件を勧告

- 100Mbps以上
- IPv6対応
- 無線LANやBluetooth、固定通信と連携 (FMC)

当時37.5MbpsだったLTEは3.9Gと呼ばれる



2010年

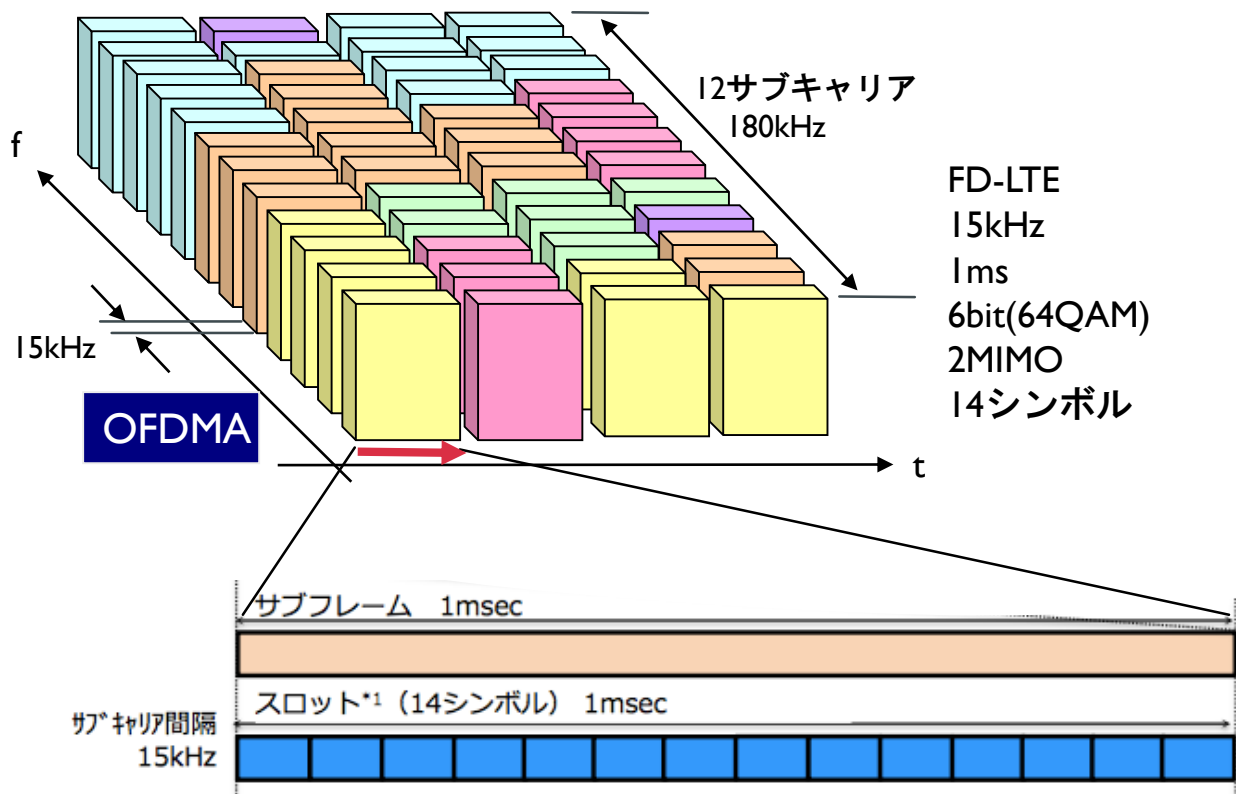
ITUの広報が

- LTE/WiMAXが4G
- HSPA+も4G

と言い出す

なし崩し的に3Gが4Gと言われる。

NR変調



■サブキャリア間隔を広くする (スロット単位で割当て)

サブキャリア間隔を広くすることにより、同等のデータ量を短時間で送信可能 ※4Gでは, RB*1 (180kHz, 1msec) のみ

4G : サブキャリア間隔 15kHz

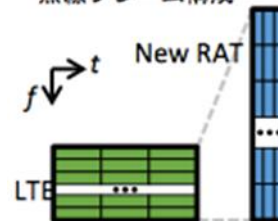
12サブキャリア (180kHz)

5G : サブキャリア間隔 120kHz

12サブキャリア (1.44MHz)



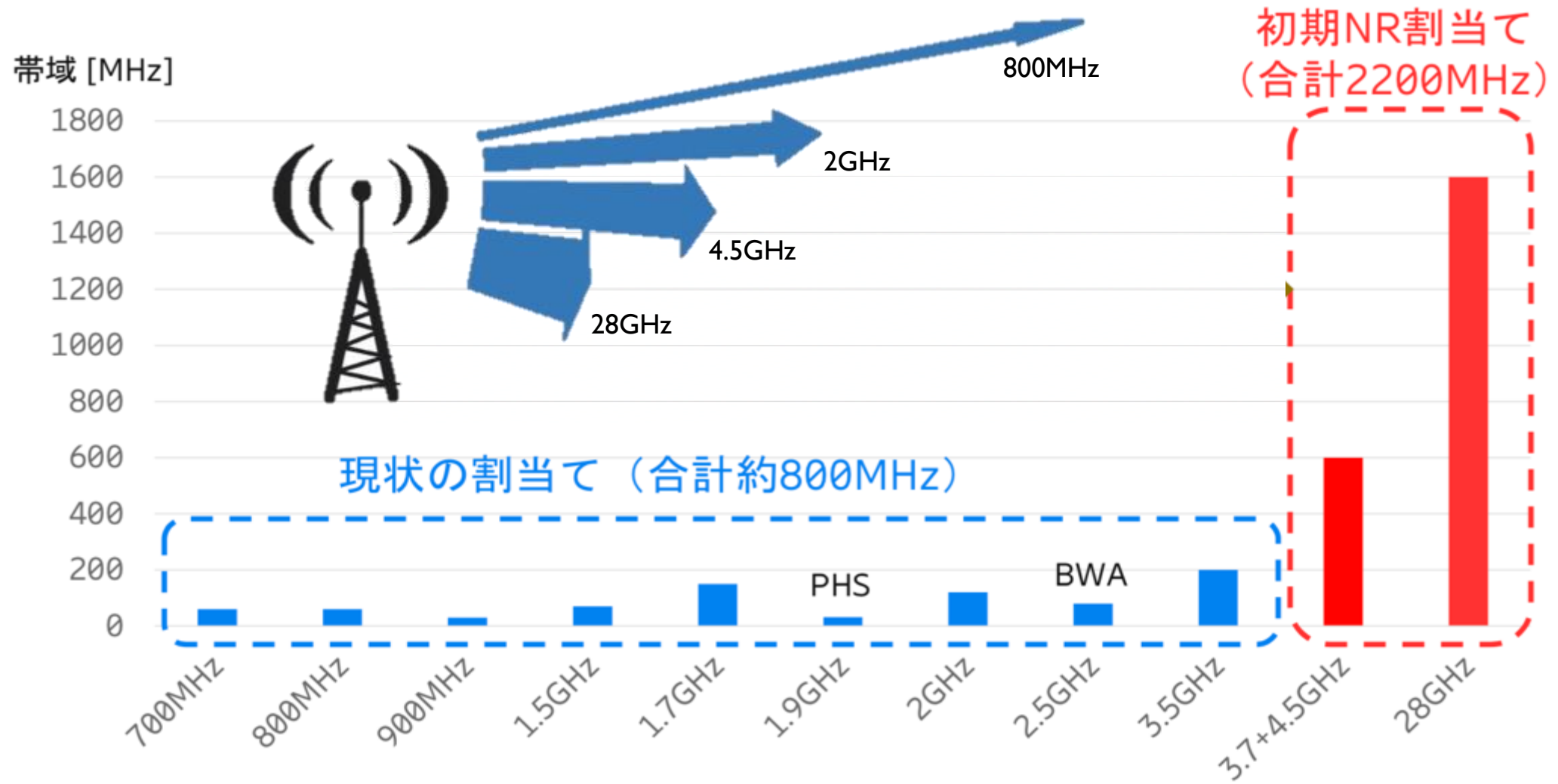
低遅延等を実現する無線フレーム構成



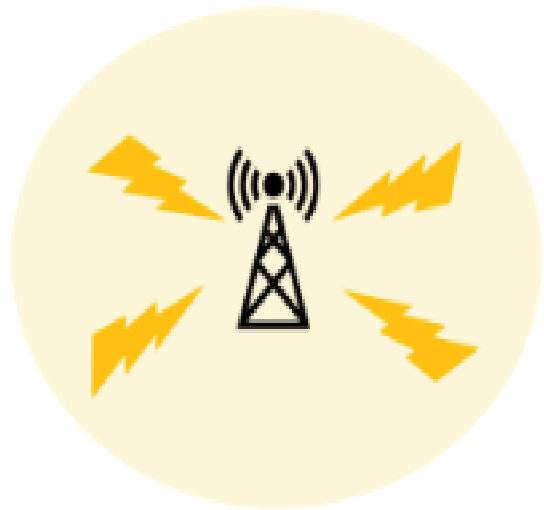
周波数効率
は同じ

2.3 性能向上の背景

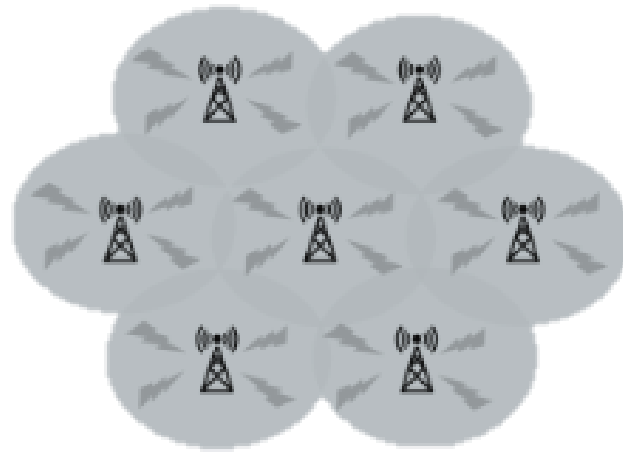
割り当て周波数帯域の増大



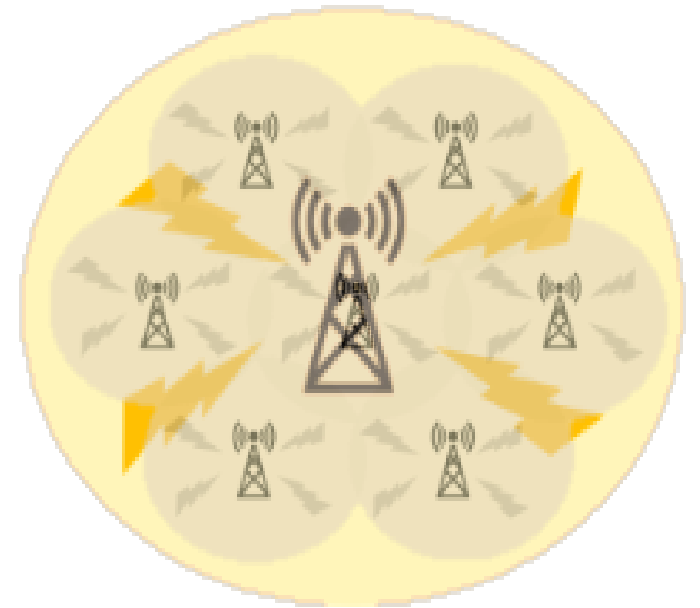
4Gと5Gのセルデザイン



4G

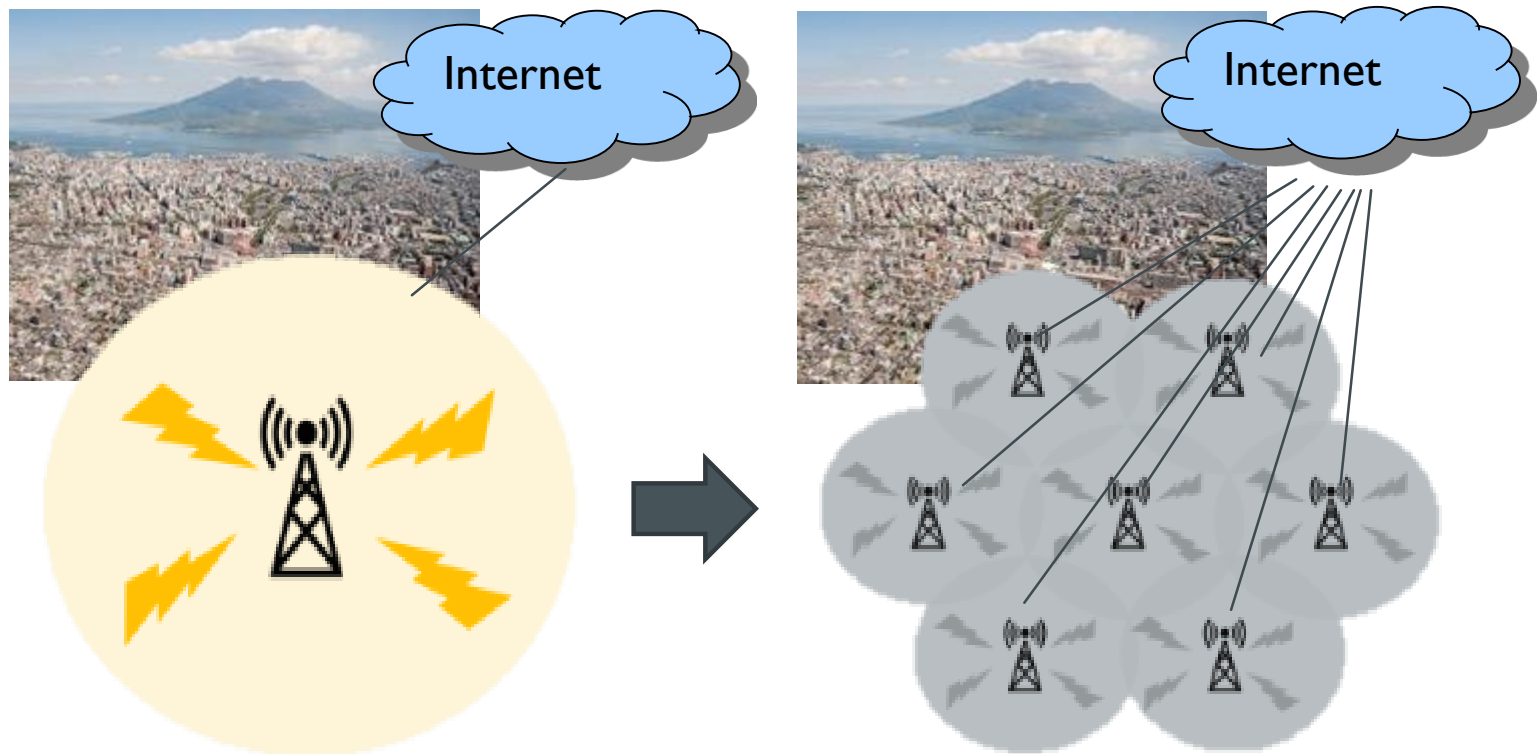


5G



4Gで制御信号
5Gでユーザーデータ

5G時代に必要なファイバー数



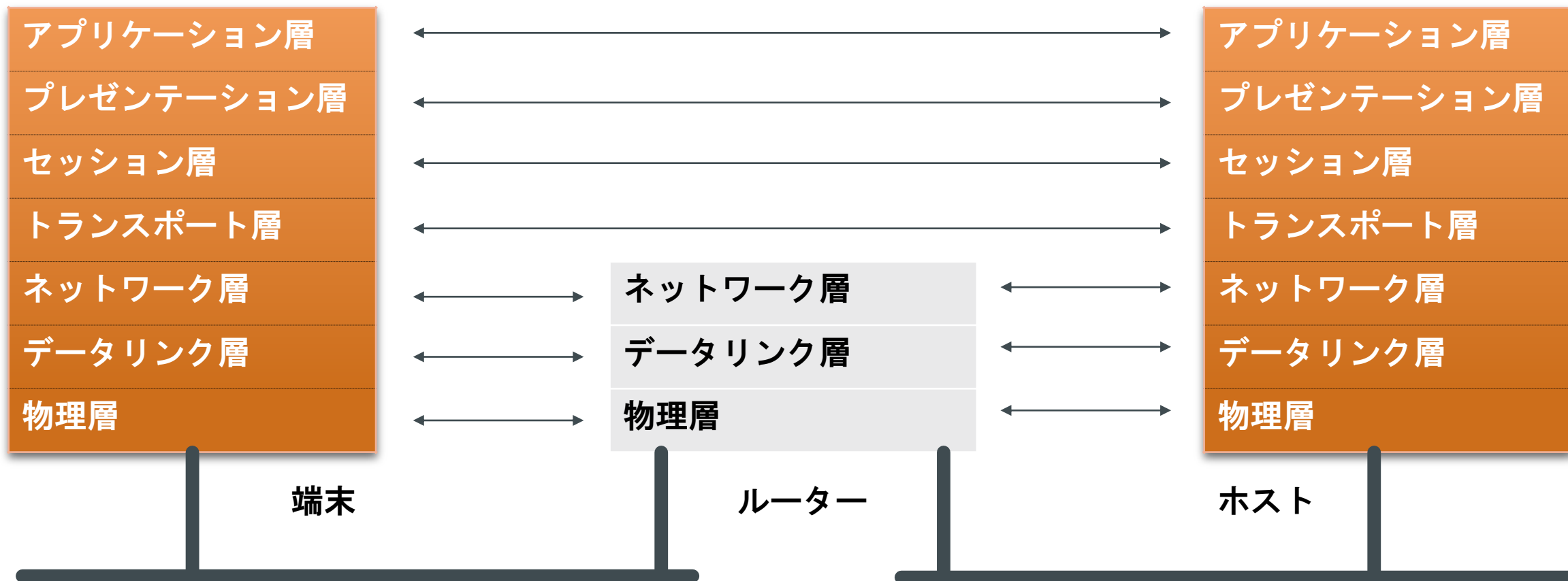
4G

5G

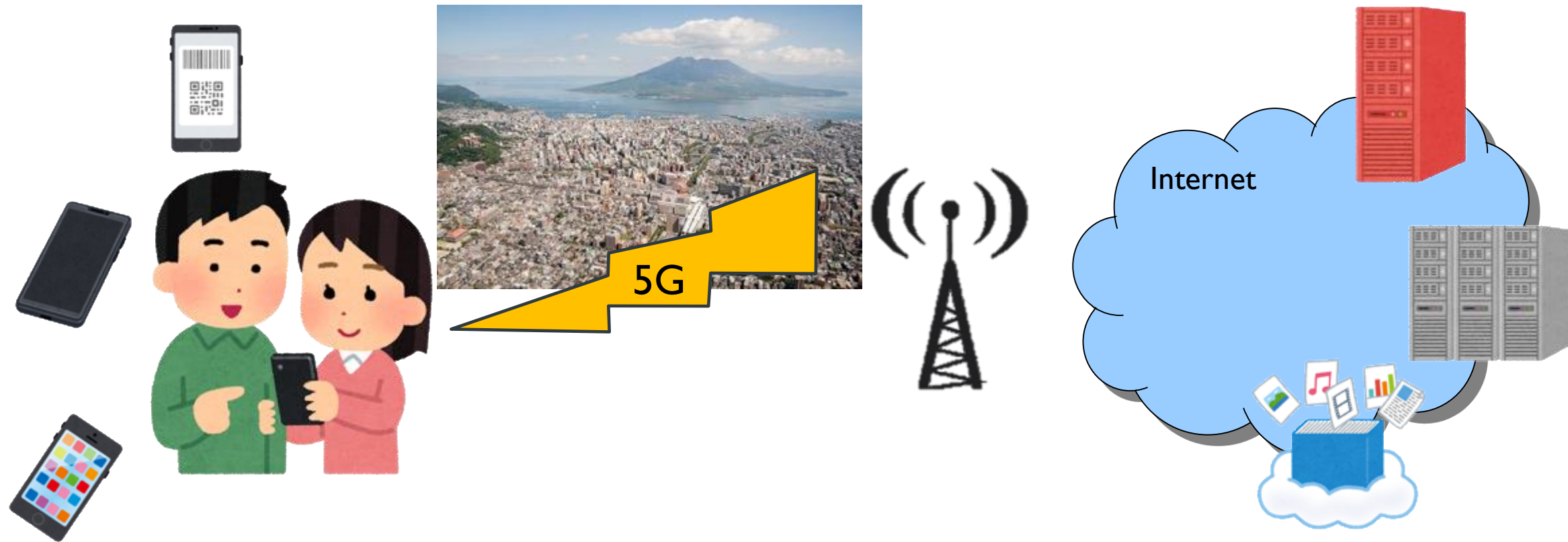
ファイバー密度が増える
ことによりネットの実効
速度が向上

無線とファイバーの両輪
で高速化が実現される

通信の両端には必ず同じ相手



インフラも！端末も！



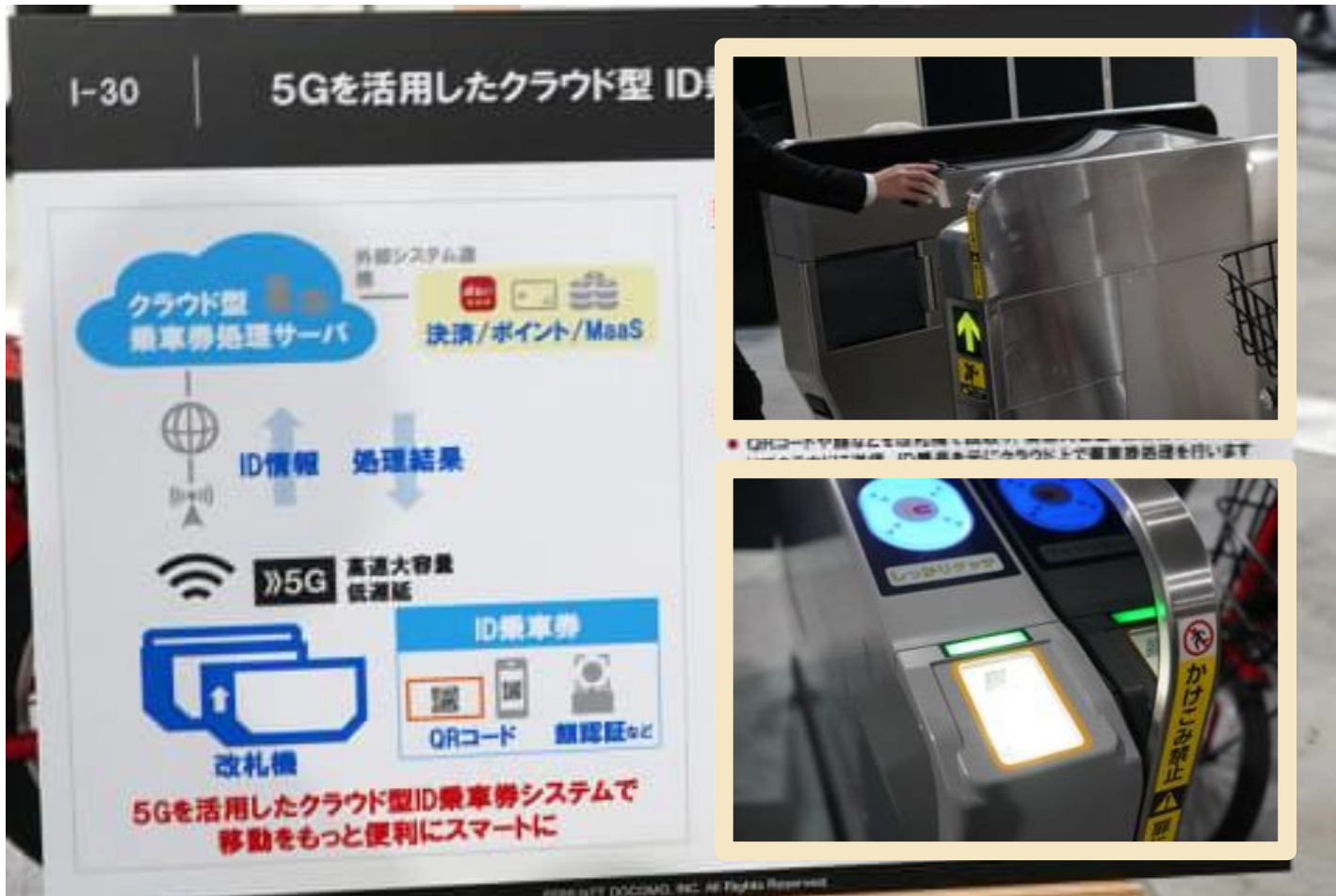
5Gの性能を活かすためには両端のデバイス（スマホ等）とアプリ（サービス）も進化が必要

3. 竹岡仮説

- 5Gの活用例
- 成功の必要条件

3.1 5G活用例

JR東日本改札機 JAL搭乗ゲート



ATM



ローカル5G

レイアウト自由度向上

セキュリティ向上：
顧客の位置
スマホ生体認証

工場装置の事例

5G BLISK (装置製造)

Connected Adaptable Production

- ▶ 商用の3.5GHz NR無線を用いた世界初の5Gの製造業応用試験
- ▶ 5Gの超低遅延特性を利用して、製造物からのリアルタイムフィードバックを獲得
- ❑ 高価なBLISK(ディスクと刃が一体化して回転し空気を圧縮するジェットエンジン部品)を15-20時間掛けて製造
- ❑ 加速度センサー付き5Gモジュールを直接BLISKに組み込み、異常発生時に1ミリ秒程度の超低遅延でアラーム
- ❑ 製造工程において高速に動作を調整することにより飛躍的に歩留まりが向上



エリクソンによるスウェーデンでの事例

参考リンク:

<https://www.ericsson.com/en/networks/cases/5g-ultra-low-latency-propels-jet-engine-manufacturing>

3.2 成功の必要条件

バズワードの5G

- バズワードの“5G”はマーケティング用語
- 技術的な“5G”は新しい変調（NR）を使う基地局
- NRを使うだけでは高速にならない
- 端末が行き渡らないと基地局敷設も広がらない
- 電気のように通信が必要な世界はいずれ来るが、、、
- ライフサイクルの違い
- 受け入れる業界も準備が必要

やっぱり エンジニア の育成

- 事業戦略()
 - 通信を使った革新的なビジネスを捻り出せるか？
 - “5G” が打ち出の小槌のようにビジネスを生み出すことはない
 - 4G移行時にスマートフォンが登場した巡り合わせ
 - スマートフォンに高速度低遅延の通信は必要か？
- 事業/業務がわかる人をエンジニアに育成！
 - 部外者のエンジニアに事業/業務を理解してもらうのは至難
 - ビジネスを“事業”の主体者が検討することが肝要

APPENDIX

- 関連書籍のご案内



モバイルシステム技術
テキスト エキスパート
編—MCPCモバイル
システム技術検定試験
1級対応—第7版 [モ
バイルコンピューティ
ング推進コンソーシア
ム]
価格：5060円 (税
込、送料無料)
(2019/11/17時点)

<https://a.r10.to/hlPGjr>

IPに比べてテキストが極端に少ない
モバイルNWを理解するための試験
1級は通信事業者・ベンダー対象



モバイルシステム技術
テキスト 第8版 -
MCPCモバイルシス
テム技術検定試験2級対
応— [モバイルシス
テムコンピューティ
ング推進コンソーシア
ム]
価格：3960円 (税
込、送料無料)
(2019/11/17時点)

<https://a.r10.to/hb9Hsv>

モバイルシステム技術検定の入門編
2級のテキストで難易度は携帯販売
員をターゲットにしている



5G教科書 LTE/IoTか
ら5Gまで (インプレ
ス標準教科書シリー
ズ) [服部武 (電子工
学)]
価格：6050円 (税
込、送料無料)
(2019/11/17時点)

<https://a.r10.to/hllqSt>

無線からコアNWまで徹底解説
技術詳細が解説されているが全
てを理解するには無線やネット
ワークの前提知識が必要
上級者向け



IoT技術テキスト 第2
版 - MCPC「IoTシ
ステム技術検定 中級」
対応 - [モバイルコ
ンピューティング推進コ
ンソーシアム]
価格：3080円 (税
込、送料無料)
(2019/11/17時点)

<https://a.r10.to/hbp8rW>

中級試験のテキスト
全ての分野が1冊にバランスよ
く網羅されている



IoT技術テキスト基礎
編 [MCPC IoTシ
ステム技術検定基礎対
応] 公式ガ [岡崎正一
]
価格：2750円 (税
込、送料無料)
(2019/11/17時点)

<https://a.r10.to/hbTjyB>

雑誌感覚で読める基礎編
技術詳細には触れていないが
検索語のリストとして使える



これからの5Gビジネス
未来IT図解 [石川
温]

<https://a.r10.to/hbHZII>

技術解説よりも5Gをどのよう
にビジネスへ応用するかにト
ピックを絞った図書



いちばんやさしい5G
の教本 人気講師が教
える新しい移動通信シ
ステムのすべて [藤岡
雅宣]
価格：1980円 (税
込、送料無料)
(2020/2/6時点)

<https://a.r10.to/hzPsw5>

5G教科書の補助線となる本
前提知識がなくても技術の概要
が理解できる



5Gでビジネスはどう
変わるのか [クロサカ
タツヤ]

<https://a.r10.to/hzOIWI>

技術とビジネスを balan
スさせた構成