

5Gの夢と現実

- 実現に向けてエンジニアが対応していくべきこと -

(5G普及促進の中で見聞きしてきたことをベースにネットワークエンジニアと5Gとの接点を探る)

2020年1月23日

日本電気株式会社

エバンジェリスト 藤本 幸一郎

(第三級陸上特殊無線技士)

自己紹介

藤本幸一郎

日本電気株式会社 新事業推進本部

主席主幹 エバンジェリスト

- 1993年 日本電気株式会社入社 局用交換機開発
- 1995年～黎明期のインターネット関連事業領域の開拓
研究開発、新事業開拓・事業開発、標準化推進
- 2002年～2008年 NECアメリカ社（米国シリコンバレー）
事業開発ディレクター、ベンチャー企業リエゾン・投資
- 2008年～経営企画部／事業開発部
スマートグリッド、MVNO、SDN、NFV等の事業推進
- 2017年～現職で5Gを推進
- 通信関連の団体委員や技術フォーラムのプログラム委員等を歴任、
技術セミナー等で講演多数、技術書著作・論文他



藤本のパート

5G技術を使った取り組みの状況を通じて、

5Gとの接点を探ってみる

質問：

どんな心構えが必要ですか？

今の日本が進む方向 = エンジニアにも大儀が必要な時代



Society5.0時代の 住みたい街を創造する

子供がすくすく成長できる環境

格差のない社会

高齢者が安心して暮らせる地域

質問：

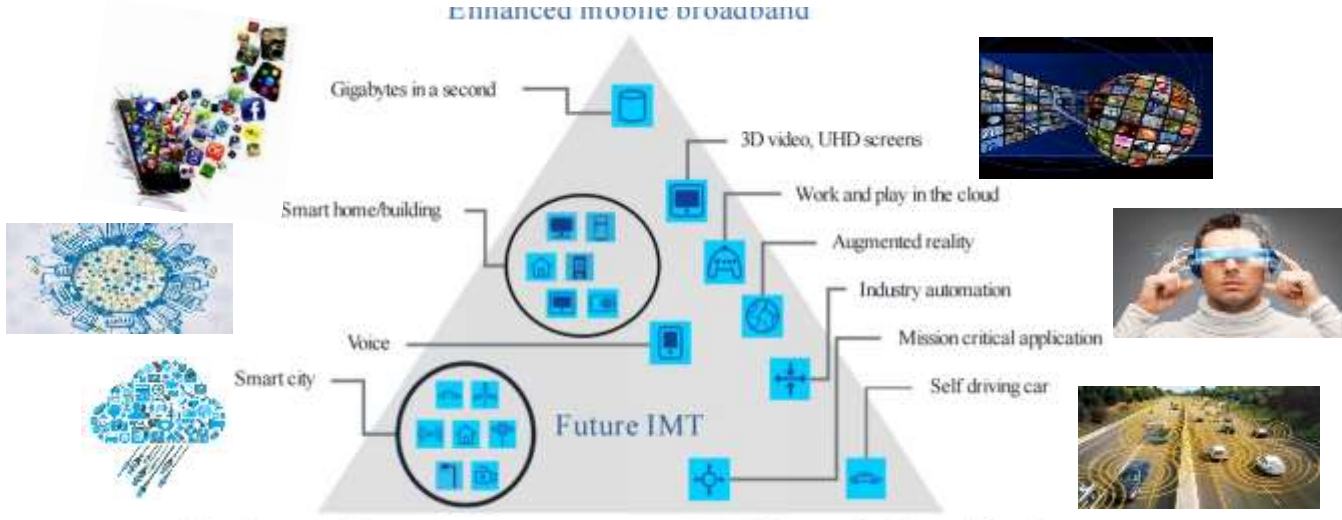
5Gって超高速で低遅延で多接続、
何でもできるんですね！？

5Gで期待されるサービスと技術的特徴 ← そんなに甘くない

超高速

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

Enhanced mobile broadband



5Gには3つの特徴があるが、同時に兼ね備えるネットワークは非常に困難

そこで、ユーザーのニーズに合った無線ネットワークを最適に構築する必要あり

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*)

超多接続

高信頼と超低遅延

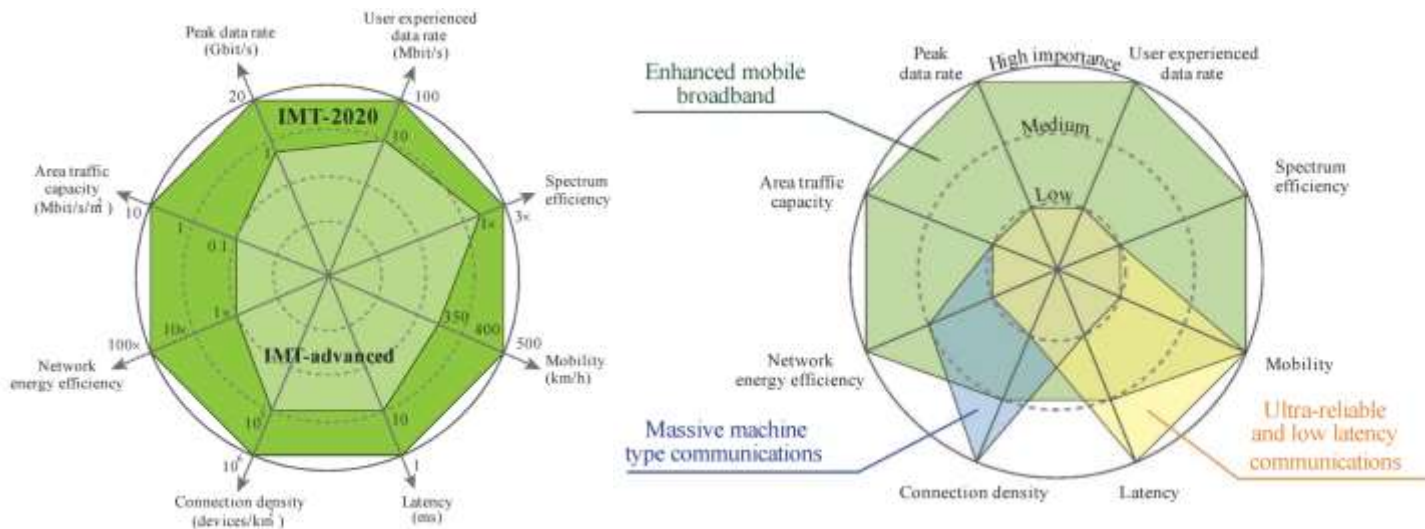
Ref : ITU-R: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recommendation ITU-R M.2083-0 (09/2015)

4Gから5Gにおける性能要件の拡張 ← ずるくない？

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 (=無線ネットワークを構築)

例) eMBB (例：スマートフォン) 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



スペックそのものが3つあって、その合わせ技が5Gの3つの特徴

別に5Gが特別な技術であるわけではない。。

ローカル5Gが出てきた理由

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も普通のIPネットワークになっていく

5GもIPネットワーク

- ローカル5Gは、ネットワークエンジニアの出番です
- モバイルキャリアのネットワークはアプリが予測可能な範囲で全体リソースを設計、専用装置を用い、シグナリング、トラフィック量もキャリア内で最適なバランスを迫及。
- 一方で、今後特にローカル5Gは様々なトラフィックが流れる前提でユースケースに合わせたチューニングで構築が可能となる
- UL/DLの非対称性（例：ダウンロード偏重）もネットワークによって変えられる

→低遅延を迫及したネットワークや、Uploadを重視したネットワーク（現状1:1が限界）

モビリティは限定的に

- 移動体というよりも、固定的な使い方、それを前提とした技術開発が中心となる
- 高速・低遅延なローカル通信の価値を活かす
- 固定回線の置き換え、固定回線を引きにくいが本当はネットワークがあるといい場所

質問：

5Gで、
今どんなことが出来ているんですか？

建設機械の遠隔操作／自動化（デモ）

高効率で安全なロボット制御による建設機械の自律運転



自動施工/
遠隔施工

■バックホウ自律運転システム

1. 正確・安全で高い生産性を実現

土砂の状態をセンシングすることで刻々と変化する環境下で最適な動作を選択し、熟練技能者の動きを模した高い生産性を実現。

2. バックホウのメーカーや機種を選ばず後付けで容易に自律化

汎用遠隔操縦装置サロゲートを介して操作することで、市販のバックホウへの対応可能。

3. 大幅な省人化を可能にする統合制御システム

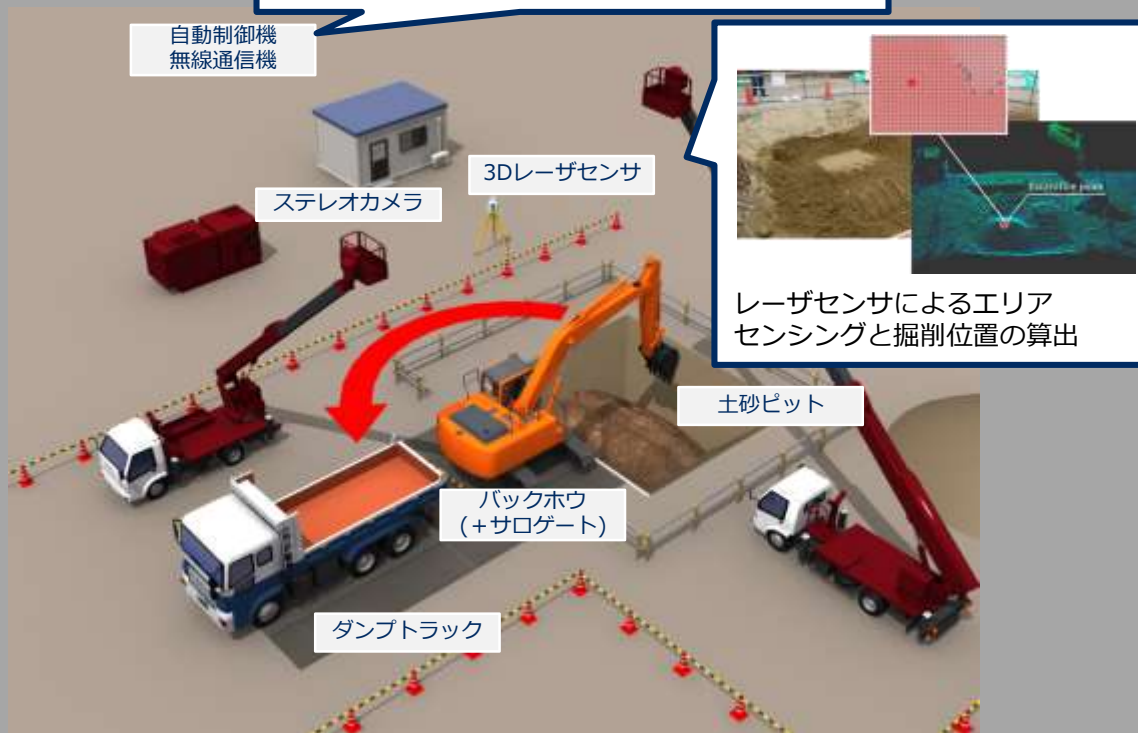
現場のセンシング情報をネットワークを介して、統合/制御するネットワークドコントロールシステムにより現場全体の最適化が可能

■建設機械の自律運転を支える技術

■適応予測制御技術

姿勢、作業、機種による動特性変化に適応する**適応制御**と動きを予測して応答遅延を補償する**予測制御**を融合した制御技術

適応制御 + 予測制御 = **適応予測制御**

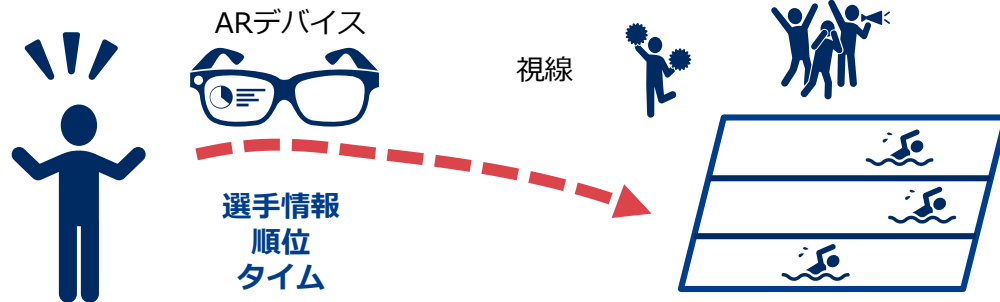




ARを用いた水泳観戦 実証実験

競技を現地観戦する際は「選手情報、タイム、順位などの競技情報」を得る手段が電光掲示板等に限られ、観戦者への適切な情報提供が不足

ARデバイスを装着し水泳観戦



会場の臨場感/一体感を感じながらも、観戦中視線を変えずに競技情報も取得

5G

- エッジコンピューティングによる低遅延 + 5Gによる大容量通信で、選手情報、順位、タイム等の情報をリアルタイムにARデバイスに送信

男子100m自由形 予選

0レーン	坂田 真輝	靖国大	5レーン	松 智望	早稲大
1レーン	橋本 真大	青山学院大	6レーン	石尾 哲也	日本体育大
2レーン	川口 泰天	東洋大	7レーン	伊藤 悠太	筑波大
3レーン	山本 健太	立教大	8レーン	武田 尚之	大阪体育大
4レーン	松元 克史	明治大	9レーン	永井 元	早稲大



5Gの特徴が活かされているポイント

建設機械

- 映像の高速伝送（Uploadがはやい）
- 操作系の低遅延（システム全体で100msecレベル）

スポーツAR

- 5Gの低遅延 + MEC構成

傾向：

- ・ 現場改善のようなITではなく、5G特性を活用しOT領域の改革を期待
- ・ 映像の伝送、映像のAI解析をリアルタイムに実現という事例が多い
- ・ 遠隔操作はとても期待されているが、加えて遅延・ジッターの制御は必要
- ・ 一方、5Gで多接続（mMTC）の事例は顕著には無い

質問：

5Gではオープンな技術を使ったり、
ソフトウェア化・仮想化も進む？

オープンイノベーションが進む！

CUPS (Control and User Plane Separation)

- 5GはCU分離を前提とした実装となっており、ハードとソフトの分離という仮想化の基本を押さえた仕様となっている（4Gでは後から定義された）

基地局にオープン化の波

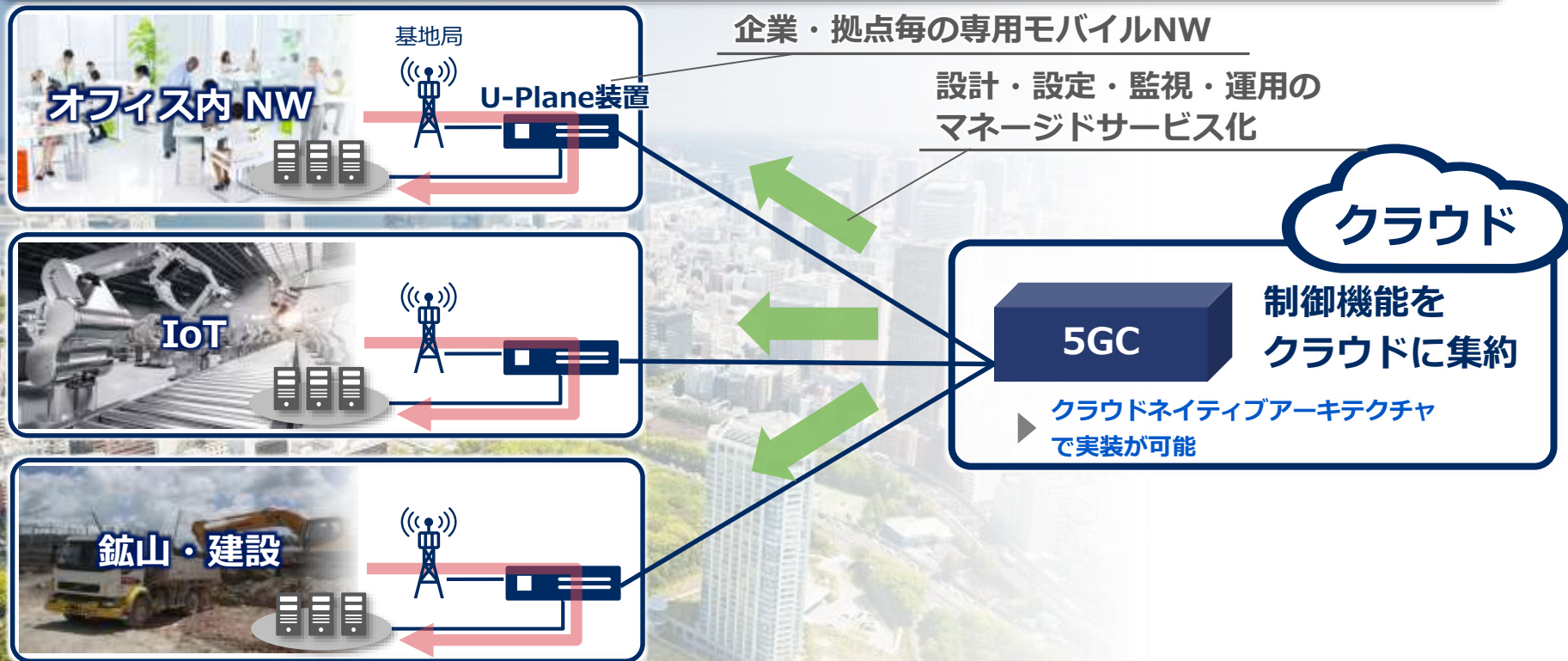
- O-RANアライアンスが基地局のオープン化を推進
- 安くて誰でも買える基地局がきっと出てくる
- <https://www.o-ran.org/>

コア機能の完全仮想化

- 5Gのコア機能は仮想化実装を前提に標準化
- U-Planeのハードを残し、クラウドネイティブアーキテクチャーへ

例：クラウド型5Gコアネットワーク

- ・ 5G機能をクラウドとローカルに分離可能
- ・ U-Planeはローカルで作動



質問：

5Gが家でもつながれば、ネット環境
は変わっていく？

質問：

5Gって簡単ですか？
難しいですか？

実装に向けた課題[例]

当面は個別に構築／運用するには技術的・リソース的な課題あり
コミュニティ単位で協力をするなど、課題解決のシナリオが必要

■ まずは免許が必要

- ライセンスを取らないと始まらないので、最初のハードルが必ずある

■ 基地局運用、電波干渉調整等の無線局に関する作業・対応技術者が必要

- 現地に基地局免許取得と付随する資格者（陸上特殊無線技士免許を保持）の確保

■ 構築のための費用、運用費用の低廉化に時間が必要

- 普及が進む中で機器コストや構築費用が徐々に低廉化する（2～5年）
- 専門的知識や技能を持つ技術者の確保や育成に時間と費用がかかる
- 汎用的な装置、ソフトウェアの普及がこれからの段階

■ SIM発行（IMSIの指定を含む）の専門的な業務

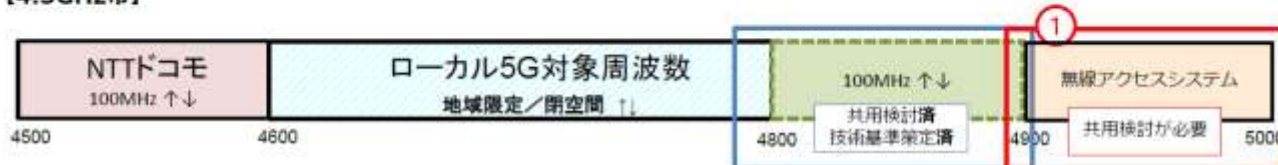
- 安全・安心な通信を確保するSIM利用の裏返しとして手間がかかる

制度はどんどん変化している（下記も現在のスナップショット）

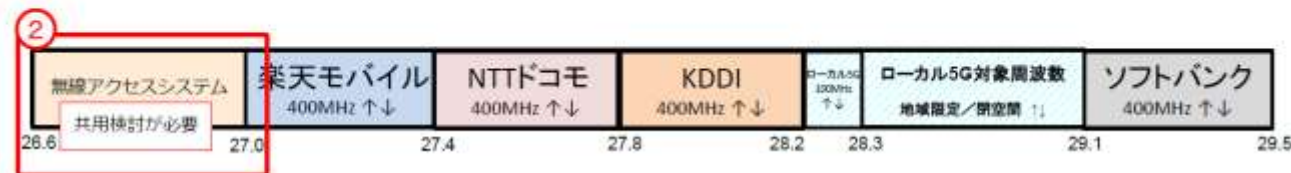
5G候補周波数一覧

資料20-3

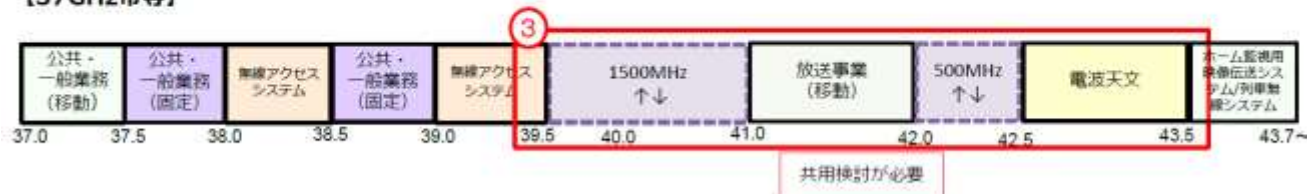
【4.5GHz帯】



【28GHz帯等】



【37GHz帯等】



難しいけど、

■ 何が技術的課題かを明確にする

- 無線の技術はやっぱり無線特有の難しさがある
- 物理的な現象にも知見が必要（周波数による伝搬特性とか。。）

■ 制度の問題は解決可能であると考えよう！

- ローカル5Gはライセンスが必要な無線の「自由化」（解放）であり大いに期待
→始まったばかりで制度も未熟、みんな参加して育てよう
- ニーズ（ユースケース）と制度が合っていない場合は、お役所にも相談
例：今は無いけどアンライセンスド5Gも欲しいよね、とか

→これらを一つ一つ明確にして、共有していくことが大切

まとめ：

5G実現に向けてエンジニアが対応
していくべきこと

■ まずは勉強：

- 3GPPという全く違う文化（デジュールスタANDARD）であることを知ろう！
→人も技術もおかしい雰囲気・・・ギャップはある
- 情報を集める、知ってそうな人に聞いてみる
- そして、ざっくりとで良いので技術を理解する

■ 自分事にする

- 今までアンタッチャブルだった領域、課題を正しく認識、整理、コミュニティで共有
- 自分が解くべき課題を明確にし、とりあえずやってみる（やんちゃも大事）
- 今こういう制度だから出来ないではなく、やれるように世の中を変える！

■ 思いを持って！

- 5Gは無線の速くて安定した回線、それをどう使うかは貴方次第！
- 想像力は無限大！

 **Orchestrating** a brighter world

NEC