



5Gの動向

モバイルシステムの世代



初期の 携帯

1G AMPS TACS NTT大容量方式 NMT 携帯 が普及

2G GSM D-AMPS PDC IS-95 初期のモバイル ブロードバンド



モバイルブロード バンドの進化



?



1980~

1990~

2000~

2010~

2020~

ピークデータ速度

数10kbps 384kbps→100Mbps 1Gbps

約10年毎に新世代が出現

性能が飛躍的に向上

5Gは何をもたらすのか?

10Gbps以上

5Gのスコープ

eMBB

Enhanced Mobile Broadband









遠隔製造、

トレーニング、外科手術

モバイルブロードバンド高度化

- > 1,000倍のデータ通信容量
- › 最大ビートレート10Gbps
- › どこでも数百Mbps
- › 低消費電力
- ...





流通、追跡およびフリート管理







キャピラリーネットワーク

ミッションクリティカルloT

- > ミリ秒レベルの遅延
-) 高速チャネル割当
- > 堅固な無線伝送
- > 多レベルのダイバーシティ

) ...

uRLLC

- 超高信頼
- 超低遅延
- 超高アベイラビリティ
- 低コスト
- 低消費電力
- 小さいデータ量
- ・膨大な数のデバイス

大量IoT



- 低プロトコルオーバヘッド
- > 多様なアクセス形態
- > 短距離無線技術との共存

















4k/8k超高精細、放送、VR/AR

Ultra-reliable and Low Latency Communications

Massive Machine Type Communications



5Gロードマップ



 2015
 2016
 2017
 2018
 2019
 2020
 2021
 2022
 2023

標準化









5G Study Item

NRフェーズ1

NRフェーズ2

NR: New Radio for 5G

コア

ネットワークスライシング及び機能最適化

更なるコアの改良

トライアル及び商用導入

無線フィールドトライアル エンド・エンドトライアル









商用化前

デモ

5Gフェーズ1





商用





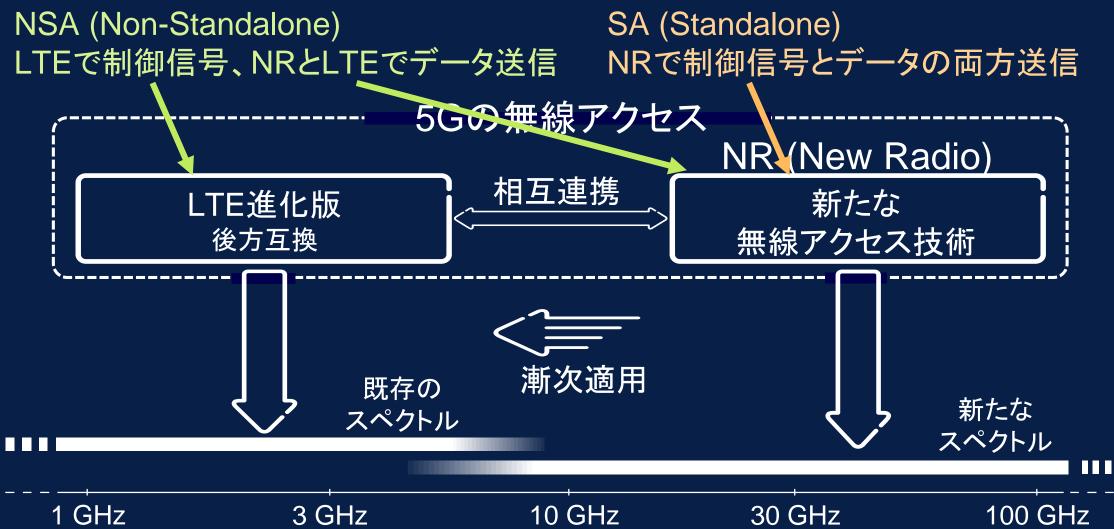


固定無線アクセス (FWA)→→



5Gの無線アクセス



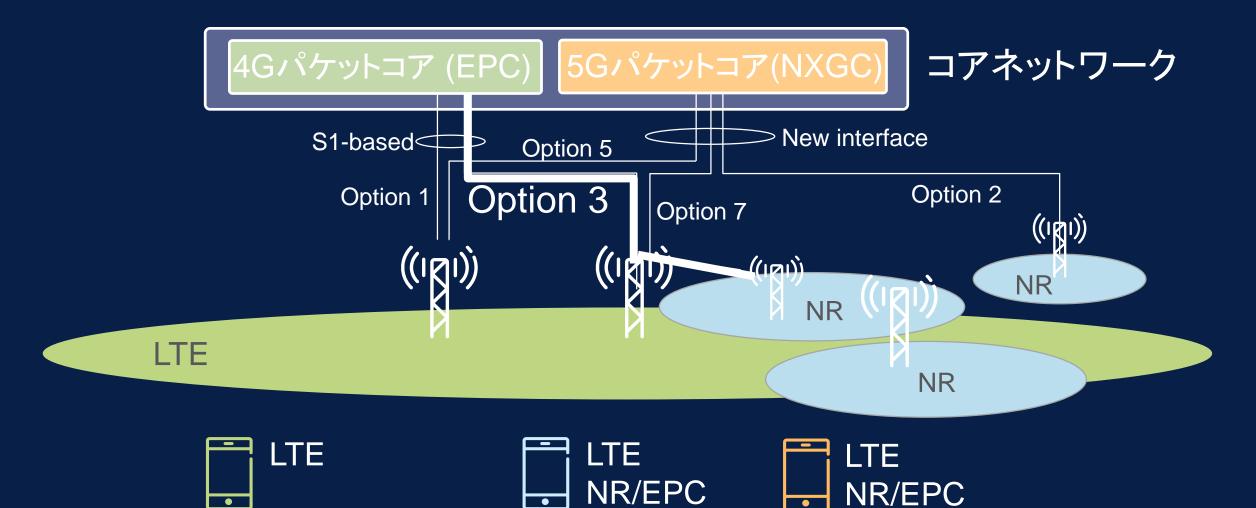


5Gに向けたネットワークの進化

EPC: Evolved Packet Core

NXGC: Next Generation Core



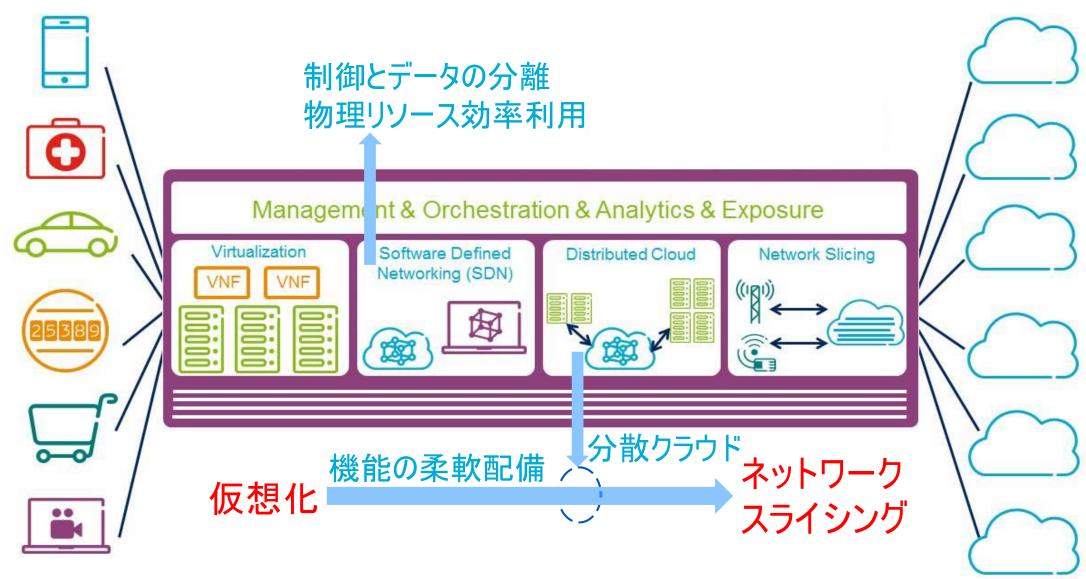


NR/NXGC

Okinawa ICT Forum 2017 | © Ericsson AB 2016 | 2017-07-06 | Page 7

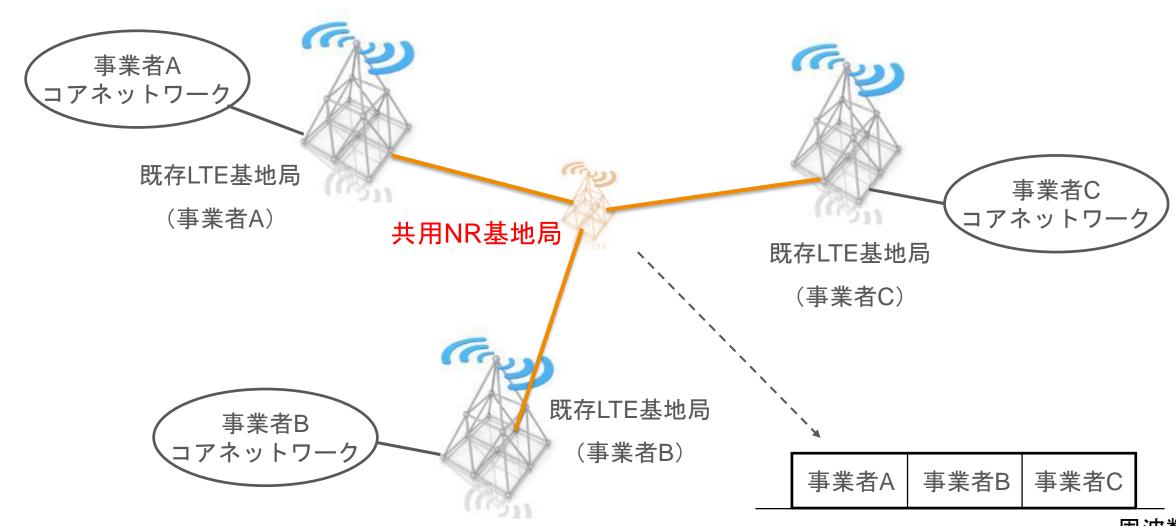
ネットワークアーキテクチャの進化





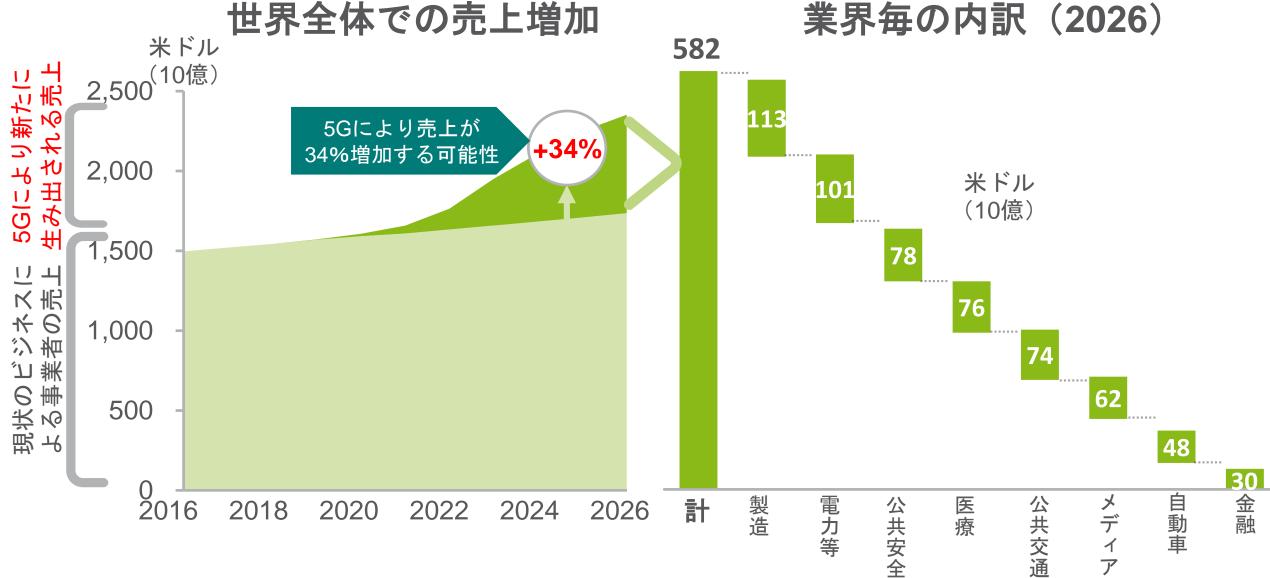
ネットワークシェアリングの可能性





5Gによる通信事業者売上増加の可能性 世界全体での売上増加 業界毎の「





様々な業界でのユースケース例



















製造業

自動車

公共交通

その他

医療

メディア エンタメ

工程管理と 自動化

自動運転

監視、通信、 スマート 分析システム グリッド

都市・イン フラのセ キュリティ

融資、支払 11 投資

受診受付

エンターティ ンメント

企画•設計 システム

コネクテッド サービス

顧客情報 システム スマート エネルギー 管理

ID管理

保険

病院受付

宣伝

ラインの デバイス 安全とトラ フィック円滑 化サービス

スマート チケット システム サイバー セキュリ ティ

医療データ 管理

その他

その他

その他

その他

その他

その他

その他

その他









製造業



装置産業



安全、セキュリティ



農業



エネルギー、ユーティリティ

CMA

Connected Mobility Arena Stockholm

- ITS (Intelligent Transport Systems)における5Gの役割の研究
- › ネットワーク事業者や自動車メーカー に対する「as-a-service」として提供 する可能性の検討



- > 緊急車両優先走行
- > 隊列走行の遠隔制御
-) バスの遠隔運転



パートナー:



ITRL — INTEGRATED TRANSPORT RESEARCH LAB

KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY



バスの遠隔運転トライアル

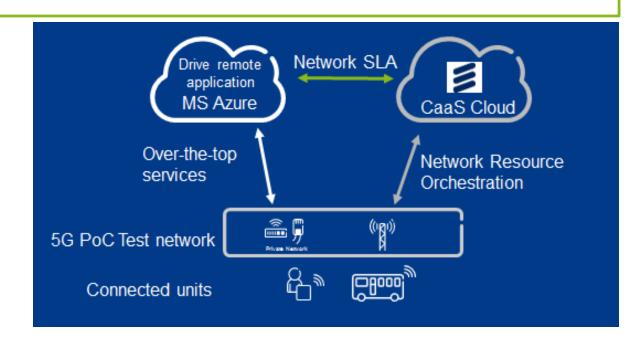




Scaniaのテストコース上でエリクソンの5G PoCテストネットワークを利用してトライアル

- センターに遠隔運転のドライバー、バス上に別のドライバーがスタ ンバイ
- テストコース上でのバスの遠隔運転と駐車場への帰還が可能なことをデモ
- 移動通信ネットワークを利用して初めて遠隔でバスの運転









5GAA was created to connect telecom industry and vehicle manufacturers and work closely together to develop endto-end solutions for future mobility and transportation services. It is – by its charter – a proponent of C-V2X and its current realisation, LTE-V2X, for vehicle-to-vehicle, vehicle-to-pedestrian, vehicle-to-infrastructure, and vehicle-tonetwork communications, and as a platform for evolution towards 5G technologies.



AUTOMOTIVE INDUSTRY

Vehicle Platform, Hardware and Software Solutions

TELECOMMUNICATIONS



Connectivity and Networking Systems, Devices and Technologies

End to end solutions for intelligent transportation, mobility systems and smart cities



5GAA: MEMBERS







































































































PIMM

Pilot for Industrial Mobile Communication in Mining

- 事業の中での移動通信インフラの位置づけ を評価
- > 地下採鉱における安全性と堅牢性の要求条 件を検討



- > 生産性の向上、安全性の改善
- > 業界での5G要求条件
- > 新たなエコシステム、ビジネスモデルなど の理解

パートナー:









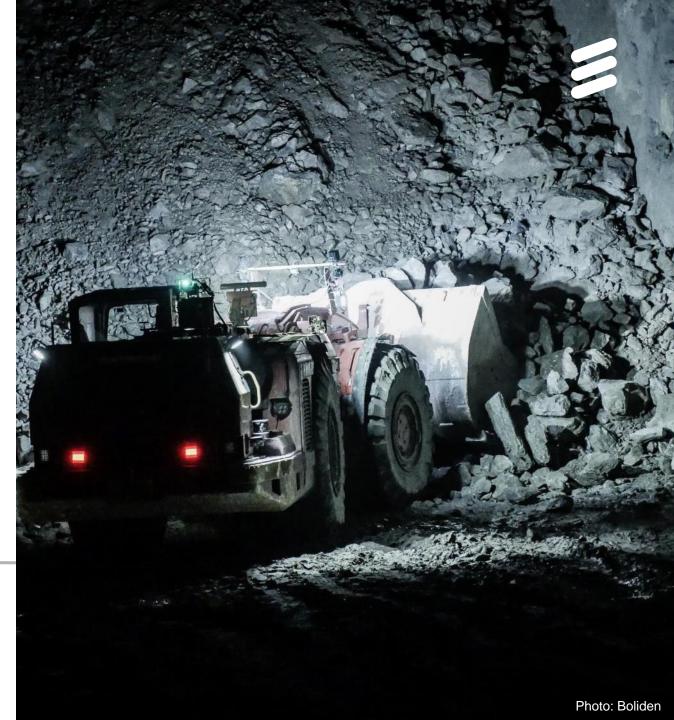






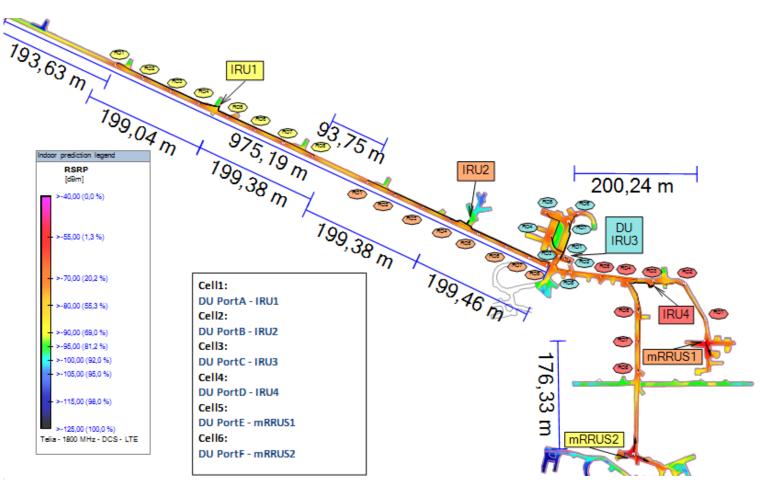


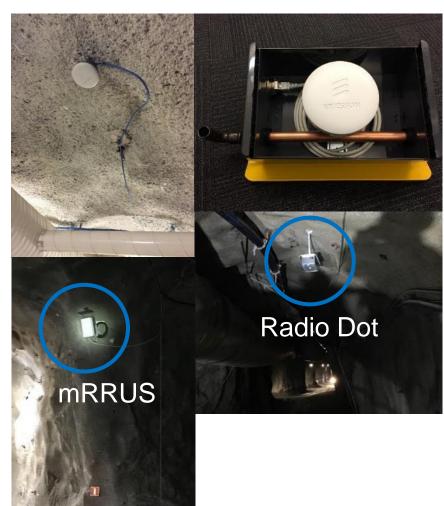




Kankberg地下採掘場における無線設備設置例 **/**







5GEM

5G Enabled World Class Manufacturing

- > 製造業における5G技術の可能性を評価
- › ICTの適用領域とソリューション検討

Data analytics

Factory wireless communication

Industrial Internet-of-Things

Mission critical cloud

- 〉生産効率の改善
- > 柔軟性の増大
- > 優れたトレーサビリティ
- > 社会的、環境的持続可能性











5G総合実証試験(平成29年度)



	実施主体	主な想定パートナー	概要	主な想定実施場所	技術目標
I	株式会社 NTTドコモ	・東武タワースカイツ リー株式会社・綜合警備保障 株式会社・和歌山県	・高臨場・高精細の映像コンテンツ 配信や広域監視、総合病院と地域 診療所間の遠隔医療に関する実 証	・東京都(東京スカイツリー タウン周辺) ・和歌山県	ユーザ端末5Gbpsの 超高速通信の実現 ※基地局あたり10Gbps超
п	エヌ・ティ・ ティ・コミュニ ケーションズ 株式会社	・東武鉄道株式会社・株式会社インフォシティ	・高速移動体(鉄道、バス)に対する 高精細映像配信に関する実証	・栃木県(東武スカイツリーラ イン・日光線沿線) ・静岡県	高速移動時における 2Gbpsの高速通信の 実現
Ш	KDDI 株式会社	・株式会社大林組 ・日本電気株式会社	・建機の遠隔操作など、移動体との リアルタイムな情報伝送に関する 実証	▪埼玉県	1ms(無線区間)の 低遅延通信の実現
IV	株式会社 国際電気 通信基礎 技術研究所	·那覇市 ·京浜急行電鉄 株式会社	・屋内スタジアムでの自由視点映像 の同時配信や鉄道駅構内における 高精細映像の収集配信に関する 実証	・沖縄県 ・東京都(羽田空港国際線 ターミナル駅)	ユーザ端末5Gbpsの 超高速通信の実現 ※基地局あたり10Gbps超
V	ソフトバンク 株式会社	・先進モビリティ 株式会社・SBドライブ株式 会社	・トラックの隊列走行、車両の遠隔監 視・遠隔操作に関する実証	・山口県	1ms(無線区間)の 低遅延通信の実現
VI	国立研究 開発法人 情報通信 研究機構	(今後公募により 選定)	・生産から消費までの物流管理や在 庫管理、自由な働き方を実現する スマートオフィスやテレワークに関 する実証	·北海道 ·大阪府	100万台/km ² の 多数同時接続の実現



IoTの動向

IoTに関わる課題



- 〉低コスト
 - -ハード量の削減(アンテナ、メモリー、回路)
 - -データ処理量の削減(プロセッサ、バッファ)
-)低消費電力
 - -送受信時間の最小化(間欠送受信)
 - -端末の送信電力の削減(狭帯域)

- LPWA: Low Power Wide Area
- >カバレッジ(地下や壁の中に置かれることもある)
 - -低電力で十分な電波浸透(繰り返し同じデータ送信=10回連続送信で10dB)
 - -符号化上の工夫(チャネルコーディング)
- > サービス品質
 - -低干渉(ライセンスバンド)

LPWA無線アクセス技術



Low Power Wide Area

非セルラー系

LoRaWAN

SIGFOX

Ingenu

etc.

EC-GSM-IoT

セルラー系

LTE-M (LTE Cat-M1)

NB-IoT (Cat-NB1)

etc.

VS

主な非セルラー系LPWA



方式	SIGFOX	LoRaWAN	Ingenu	IEEE 802.11ah
運用周波数帯例(MHz)	868-870(欧州)、 902-928(米国)、 920(日本)	868-870(欧州)、 902-928(米国)、 920-928(日本)	2400(ISM)	863-868(欧州)、 902-928(米国)、 916.5-927.5(日本)
チャネル帯域幅	100Hz	50k/125k/250kHz	0.5/1/2/12MHz	1/2/4/8/16MHz
無線アクセス技術	UNB (Ultra Narrow Band)	周波数拡散(高拡散 率で長距離化)	RPMA (Random Phase Multiple Access)	OFDM
無線データ速度	100 bps (上り)、 600 bps (欧下り、米)	300 bps~100 kbps	60 bps~3.8 kbps	100kbps ~ 40Mbps
電池寿命	10年(単3×2)	10年(単3×1)	15年	数年
カバレッジ	30-50km程度	15km程度	30km程度	1km
日本での展開	KCCSがSNO (SIGFOX Network Operator)として公衆網 型で展開	移動通信事業者3社、 M2Bコミュニケーション ズ他、公衆網型と私設 網型の展開	一部のマンションのスマートメータで利用	標準化作業中

LTEベースIoT無線技術



カテゴリー	LTE Cat-1	LTE Cat-0	LTE-M	NB-IoT
下り最大通信速度	10Mbps	375kbps*/1Mbps	300kbps*/800kbps	21kbps
上り最大通信速度	5Mbps	375kbps*/1Mbps	300kbps*/1Mbps	62kbps
全二重/半二重	全二重	全二重又は半二重	全二重又は半二重	半二重(TDD対象外)
周波数帯域幅	最大20MHz	最大20MHz	1.4MHz	200kHz
バッテリー寿命目標**	なし(実用上は10年)	10年以上	10年以上	10年以上
デバイス最大出力	200mW	200mW	100mW/200mW	200mW/100mW
端末の想定移動速度	<300km/h	<300km/h	50km/h程度まで	データ通信時静止
対象周波数帯	全LTE帯域	2GHz以下の特定 FDD、2.5GHz以下 の特定TDD帯域	2GHz以下の特定 FDD、2.5GHz以下の 特定TDD帯域	2GHz以下の特定 FDD帯域
日本での展開	導入済み	導入の予定なし (世界的になし)	2017年秋から制度的 に展開可能、移動通 信事業者が導入予定	2017年秋から制度的 に展開可能、移動通 信事業者が導入予定

*半二重、** 単3電池2本を想定

セルラーLPWAデバイスの低コスト化



半二重通信

メリット:

- 発信器を送受信回路で共通化
- デュプレクサが不要



単一アンテナ

メリット:

アンテナ回路削減による低コスト化

注:

受信アンテナ数の減少による受信品質劣化 はカバレッジ拡張機能やパワーブーストにより 補償

送受信帯域幅を削減

CAT-M1: 1.4MHz (6PRB)

NB-IoT: 200kHz (1PRB)

メリット:

• 回路の簡略化

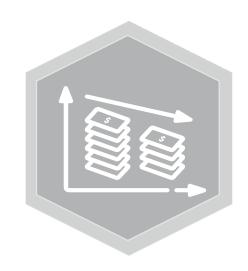
ピークレートの低減

CAT-M1: 1M/800kbps (UL/DL)*

NB-IoT: 62/21kbps (UL/DL)

メリット:

- 必要なメモリサイズの削減
- 回路の簡略化



*全二重の場合

低消費電力化(単三電池2本で10年を目標)

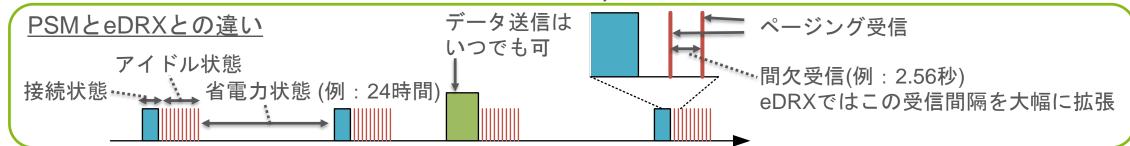


- ロパワーセーブモード (PSM)
 - □従来からあるアイドル状態・接続状態に加え、省電力状態を新たに定義
 - □移動機は基地局からのページングも受信しない。ただし、データ送信は いつでも可能。



□拡張DRX (eDRX)

- □移動機のアイドル状態におけるページング受信間隔を拡張
- □最大10.24秒(LTE)から43分(eMTC)/ 2.91時間(NB-IoT)まで拡張



非セルラー系とセルラー系のLPWAの比較 **ラ**



項目	セルラーLPWA	非セルラーLPWA
大量IoT要求条 件の満足度	・ 低コスト・低消費電力を実際 に実現するデバイスを開発す る必要あり	実現済み低速データ通信に特化しているためアプリケーションが限定される
使用周波数带	ライセンスされた周波数帯を 使用干渉制御が可能	アンライセンスバンドの使用を前提デバイス間の干渉による品質低下の可能性
ネットワーク構 築コスト	既存のネットワークインフラを 利用可能	• 新規にネットワークの構築が必要
持続性	標準化されているため持続性が期待できるグローバルエコシステムが構築し易い	・企業や団体固有の技術であり、場合によっては持続性に不安も残る・グローバルエコシステムの構築が容易ではない

LPWA技術とアプリケーション分野





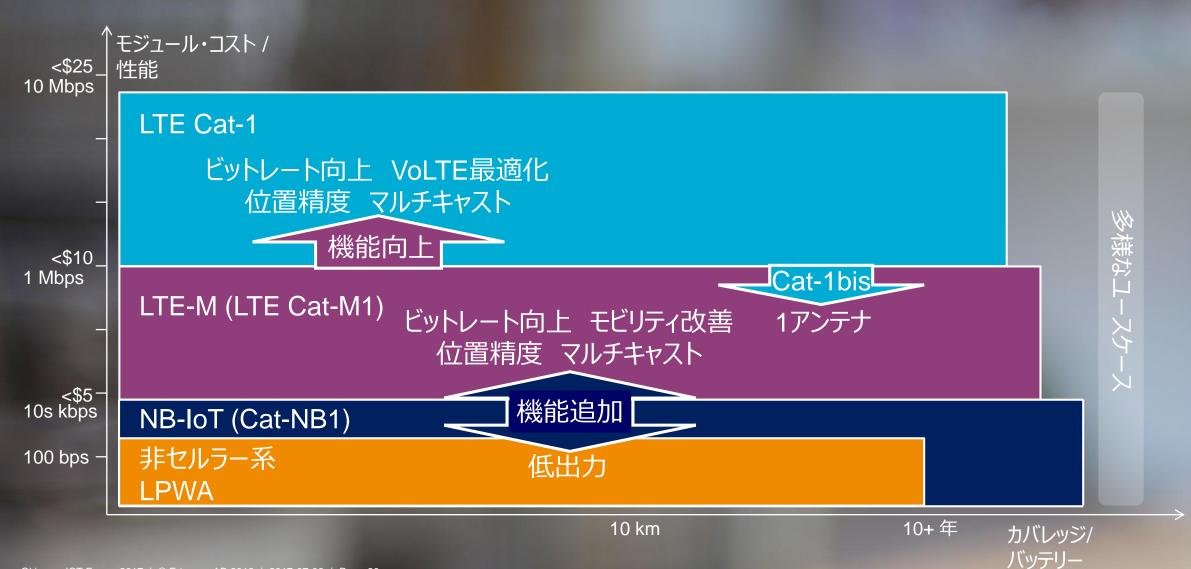
10 km

10+年

カバレッジ/ バッテリー

セルラーLPWA技術進化





セルラーLPWAに対するコアネットワーク



ケース1及び2 共有コア

ケース3 IoT用スライス

- 1. EPC専用ハード(共有コア)
 - 既存のEPCのソフトウェア更改
- 2. 仮想EPC=vEPC(共有コア)
 - 仮想EPCのソフト更改あるいは新設
- 3. IoT用仮想EPCスライス
 - IoT用に機能、拡張性などの最適化
 - 障害などのローカライズ

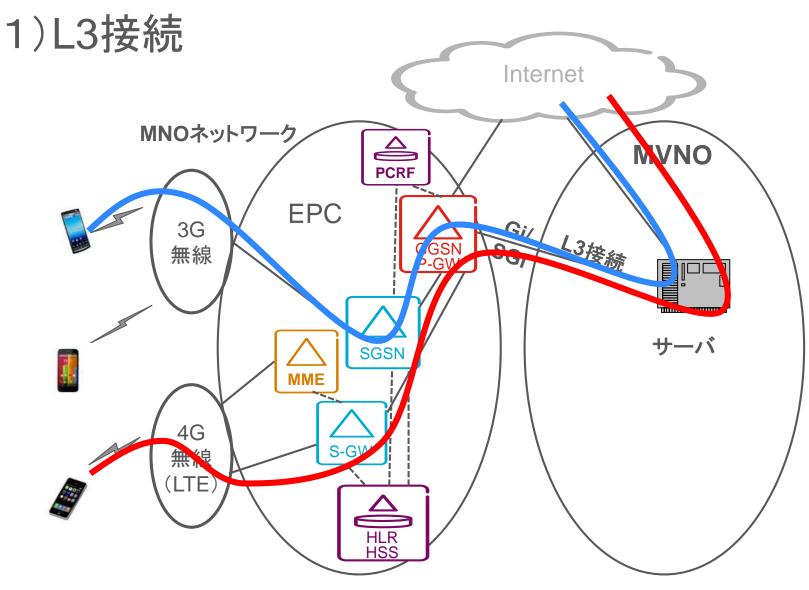
LTEベースのIoTに対する異なるコアネットワーク対応



MVNOの可能性

MVNOとMNO(移動通信事業者)の接続形態





GGSN: Gateway GPRS Support Node (3G:外部IPネットワークとのゲートウェイ)

GPRS: General Packet Radio Service

HLR: Home Location Register (3G:加入者管理データベース)

HSS: Home Subscriber Server (4G:加入者管理データベース)

MME: Mobility Management Entity

(4G:移動管理、接続制御)

PCRF: Policy and Charging Rules Function (ユーザ毎のビットレートなどのポリシー設定)

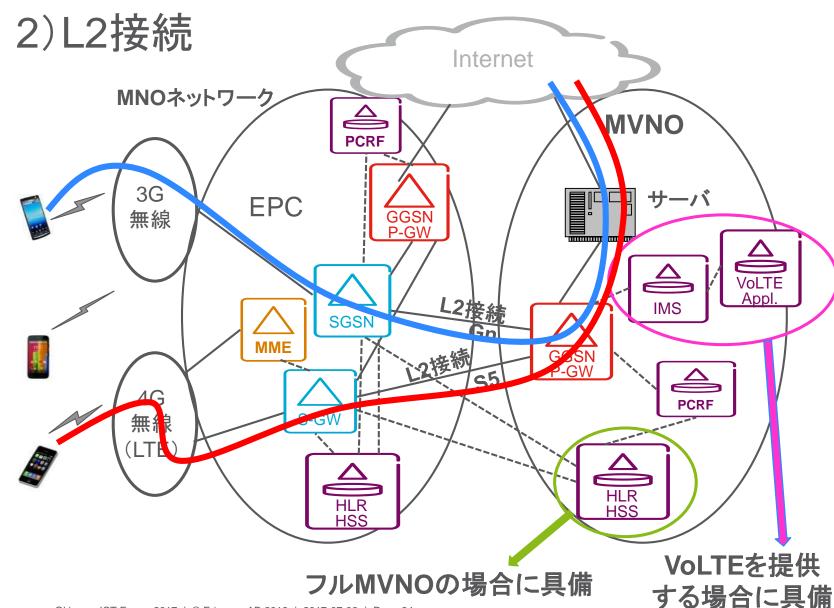
PDN: Packet Data Network

S/P-GW: Serving/PDN Gateway (4G:パケットデータのルーティング)

SGSN: Serving GPRS Support Node (3G: 移動管理とパケットルーティング)

MVNOとMNO(移動通信事業者)の接続形態





GGSN: Gateway GPRS Support Node (3G:外部IPネットワークとのゲートウェイ)

HLR: Home Location Register (3G:加入者管理データベース)

HSS: Home Subscriber Server (4G:加入者管理データベース)

IMS: IP Multimedia Subsystem (IP上での事業者サービス用プラットフォーム)

PCRF: Policy and Charging Rules Function (ユーザ毎のビットレートなどのポリシー設定)

P-GW: PDN Gateway

(4G:外部IPネットワークとのゲートウェイ)

VoLTE: Voice over LTE (LTE上での電話サービス)

MVNOに関わる技術的な課題



- > HLR/HSS保有と独自SIM発行
 - 電話番号割当、SIMアクティベーションの迅速化
 - 国際ローミングの提供と収益確保
 - マルチカントリー、マルチオペレータへの展開
- > IMS/VoLTEの提供
 - MNOとのデータ接続において(070/080/090) 電話サービスが提供可能か
 - LTEカバレッジ外でのMNOの回線交換機能の利用
 - 緊急呼など、基本電話サービスの必要性
- › 複数のMNOとの接続、WiFi接続との融合
 - 品質の一番高い(または一番安い)無線接続の選択の可能性
 - 接続切替えの仕組み、切替えアルゴリズム
 - eSIM(Embedded SIM)の提供、グローバルSIMの提供
- > 仮想化とネットワークシェアリング
 - MNOのEPCを仮想化して、MVNO用のスライスを提供

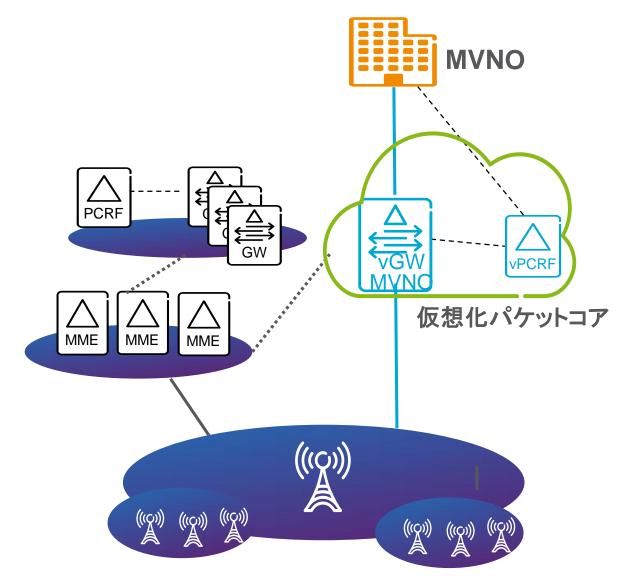
仮想化パケットコアのMVNOへの適用



> NFV (Network Functions
Virtualization) に基づくパケットコア(EPC: Evolved Packet Core)
の仮想化

>MNOが仮想化したEPCの一部をMVNOにサービスとして提供

› ネットワークスライシングにおけるスライスのひとつをMVNO用として位置づけ

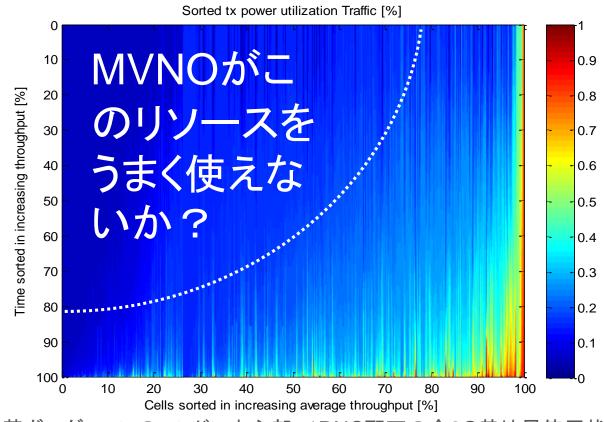


トラフィックの現状



MVNOによるMNOリソース有効利用の可能性

- 少ない平均トラフィック
- 多様な使用状況
- ■ピークをベースに設計



英ボーダフォンのロンドン中心部、1RNC配下の全3G基地局使用状況

多くの基地局がほとんどの時間利用されていない

出展: P.Frenger, Y.Jading & J.Turk," A Case Study on Estimating Future Radio Network Energy Consumption and CO2 Emissions, 2013 IEEE 24th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications: Workshop on End-to-End Green Cellular Networks

5G、IoTとMVNOに関わる課題



- > MNOのIoT特有の機能のMVNOへの開放
 - LTE-MはLTEの一部であり、ネットワークに特有の機能がなく開放可能
 - NB-IoTはコアネットワークに特有の機能があり、新たな条件設定が必要
- >5Gの次世代コアネットワークとMVNO
 - MNOとMVNOとの新たなインタフェースの規定が必要
 - ネットワークスライスをMVNOに開放するモデルとなるか
- ›様々な業界への5Gの応用におけるMVNOの位置づけは?
 - MVNOが産業界プレーヤと組んで、MNOに必要なサービス品質を満足するネットワークスライスを求めていくモデルは成立するか
 - 各産業界に特化したMVNOが、複数MNOのネットワークを利用してサービスを提供する可能性

