

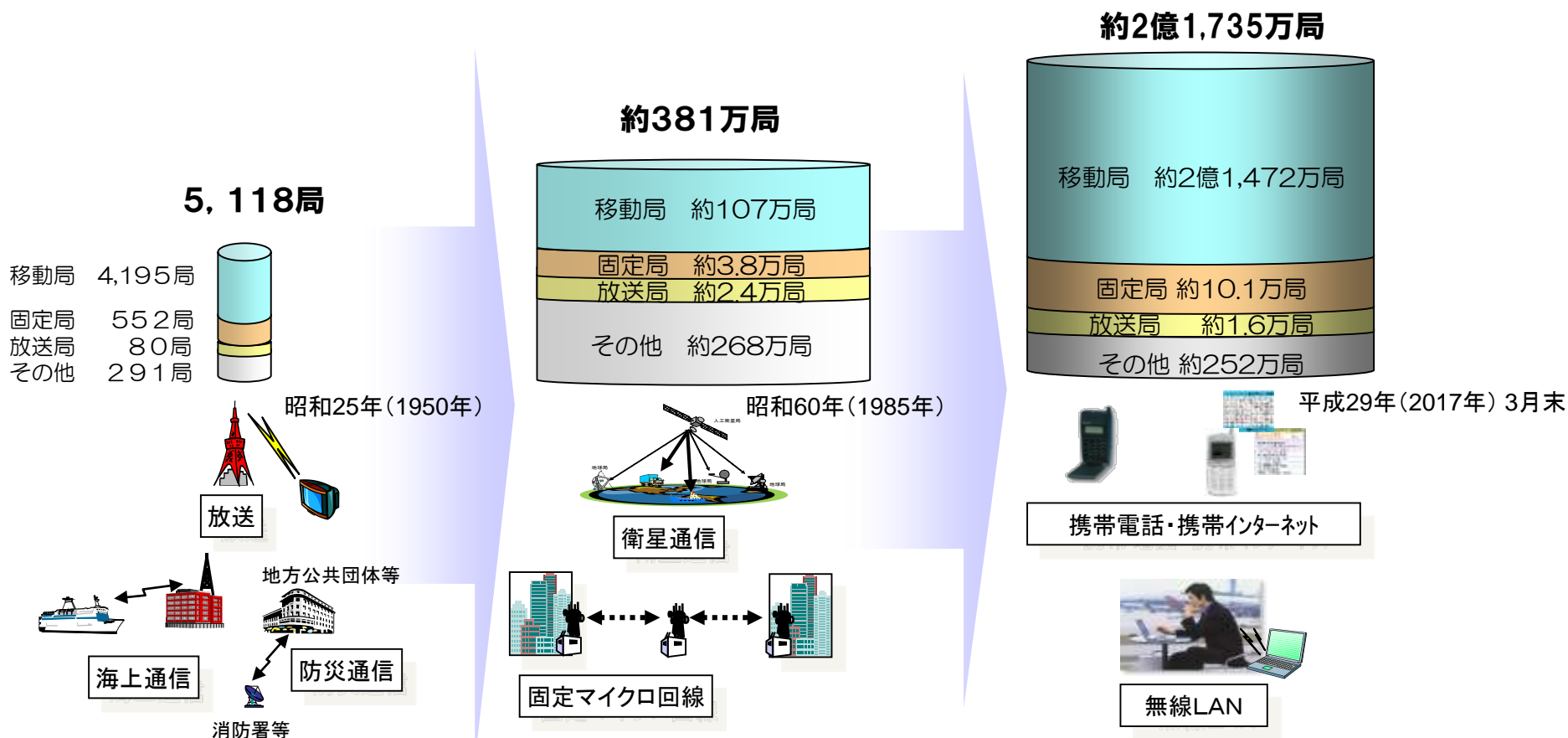
電波政策の最新動向

平成30年6月6日
総務省 移動通信課
杉野 勲

無線局の爆発的な増加

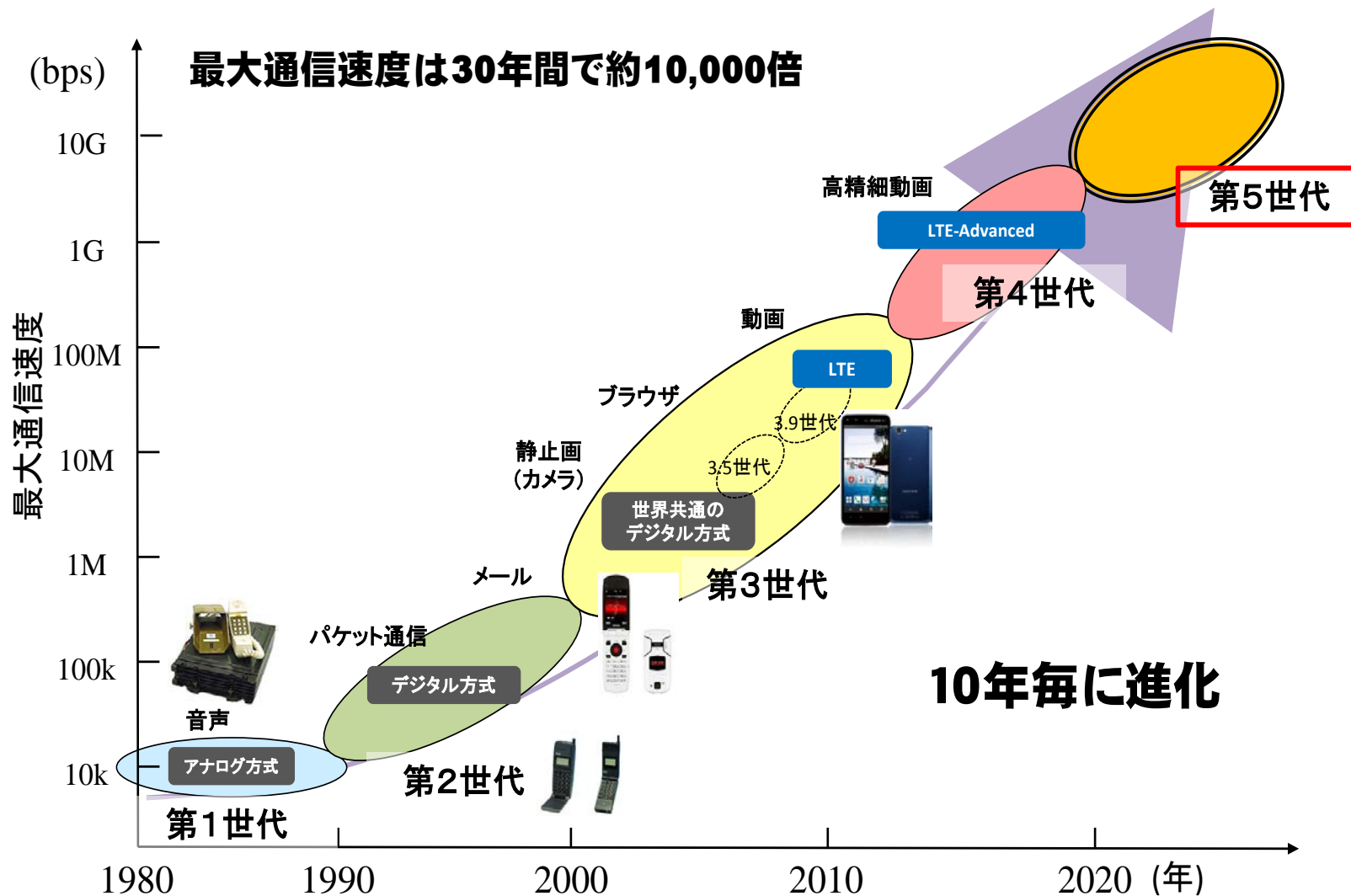
- 1950年代は公共分野におけるVHF帯等の低い周波数帯の利用が中心。
- 1985年の電気通信業務の民間開放をきっかけに移動通信分野における利用が爆発的に普及・発展。
- 現在、携帯電話・PHS・BWAの契約数は、1億6,792万※(平成29年3月末)であり、日本の人口1億2,682万人(平成29年1月1日)を上回る。

※グループ内取引調整後の数値



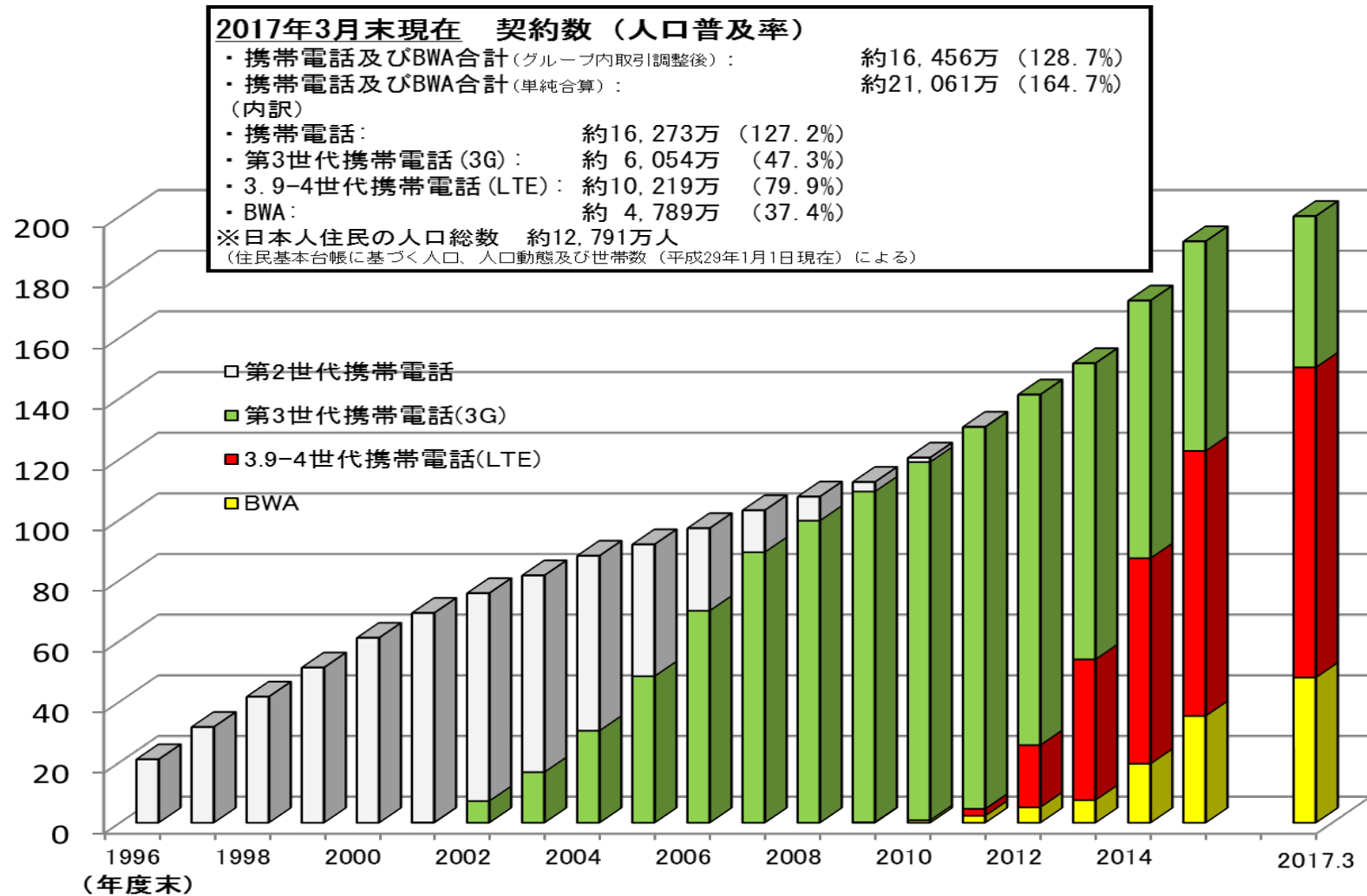
移動通信システムの進化（第1世代～第5世代）

✓ 移動通信システムは、1980年代に第1世代が登場した後、2000年に第3世代、2010年に第4世代につながるLTE方式が導入されるなど、**10年毎に進化。最大通信速度は30年間で約10,000倍に高速化。**



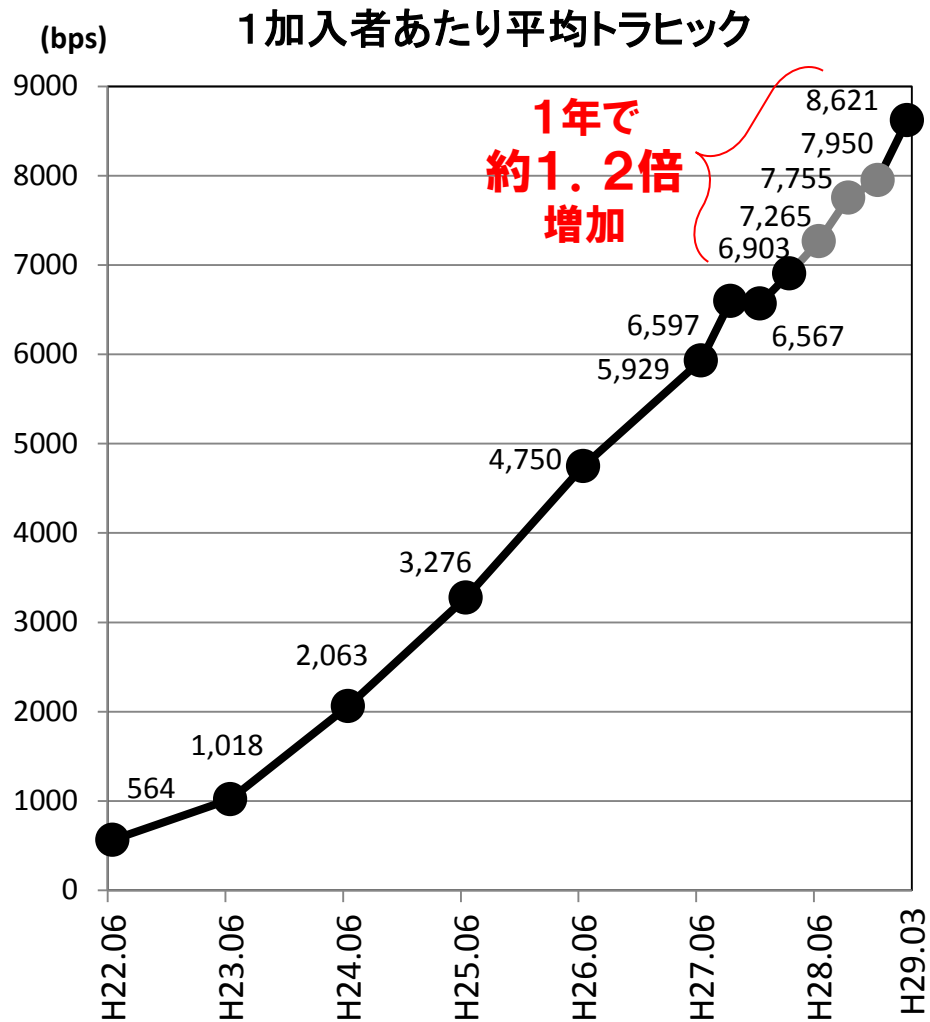
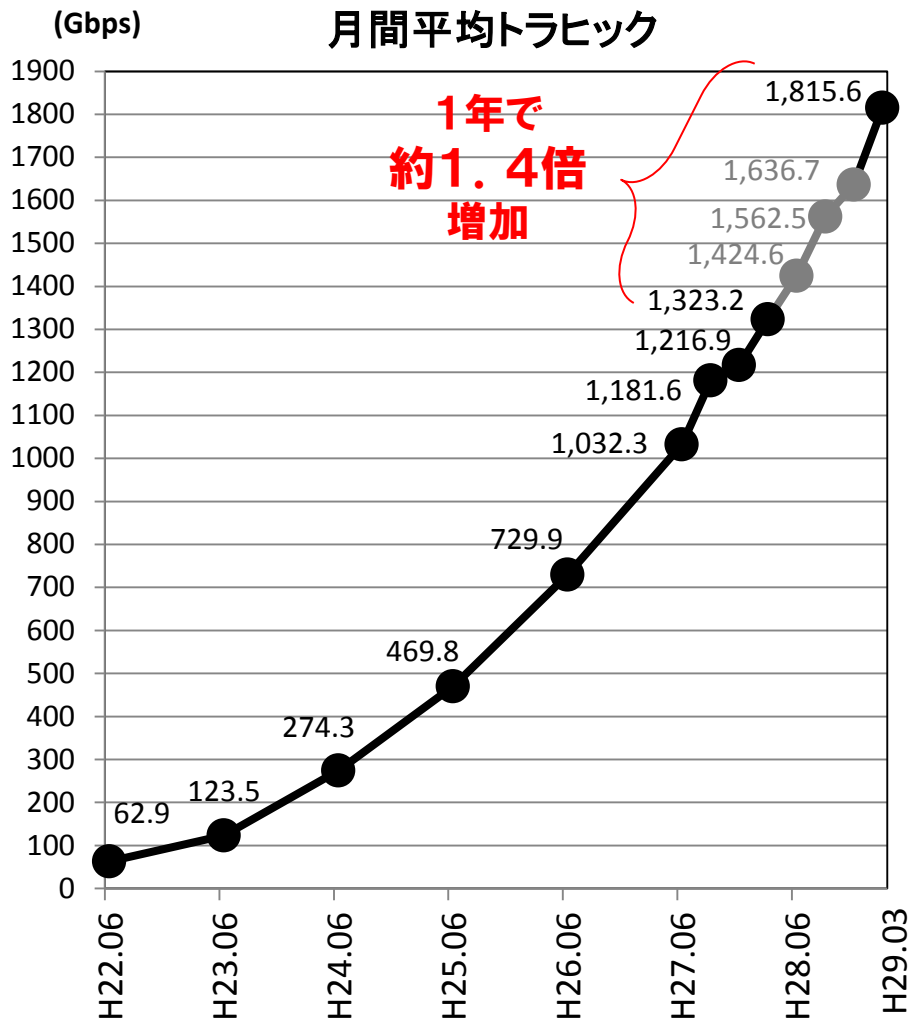
携帯電話等契約数の推移

□ 携帯電話の契約数は2016年12月末現在で1億6,071万契約。そのうちLTEの契約は、全体の約60.7% (9,756万契約) を占め、契約数は直近1年で約1.2倍に拡大。



※ 総務省報道発表資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」等を基に作成

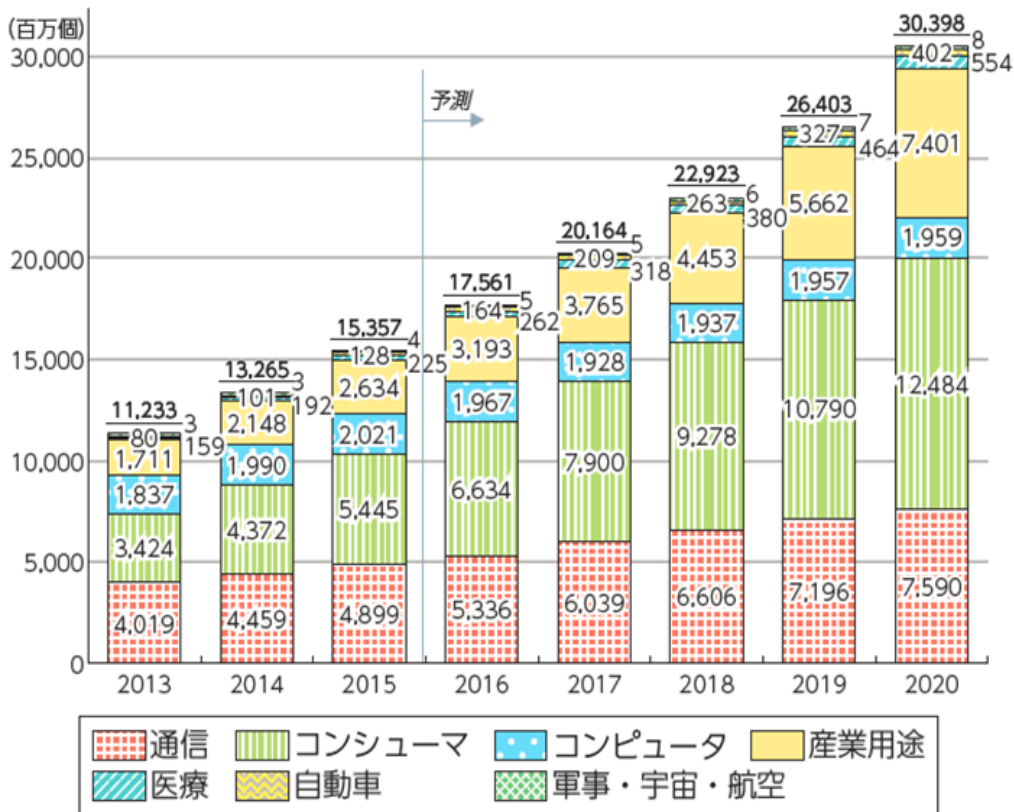
移動通信トラフィックの推移（平成22年6月以降）



I o Tの機器及び通信量の増大

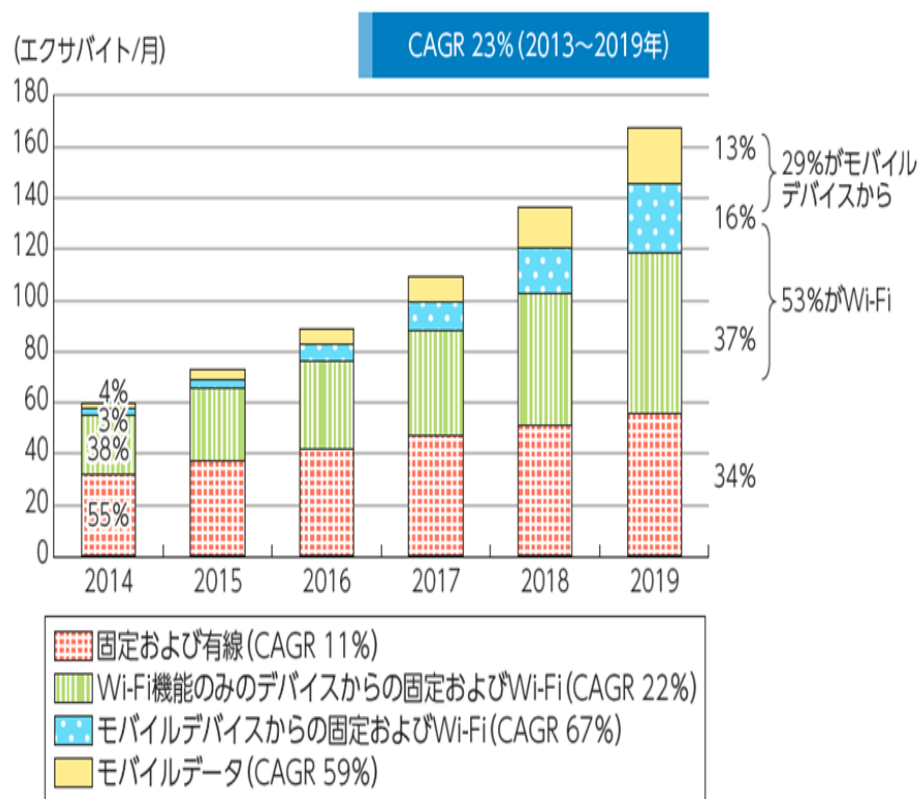
- IHS Technologyの推定によれば、2015年時点でIoTデバイスの数は約154億個であり、**2020年までには約2倍の304億個まで増大する**と予測。
- 膨大な機器がネットワークに接続されることにより、データトラフィックの量は飛躍的に増大。
Ciscoによれば、**特にモバイルデバイスからのトラフィックが大きく伸びる**と見込まれている。

世界のIoTデバイス数の推移及び予測



(出典) IHS Technology

世界のトラフィックの推移及び予測

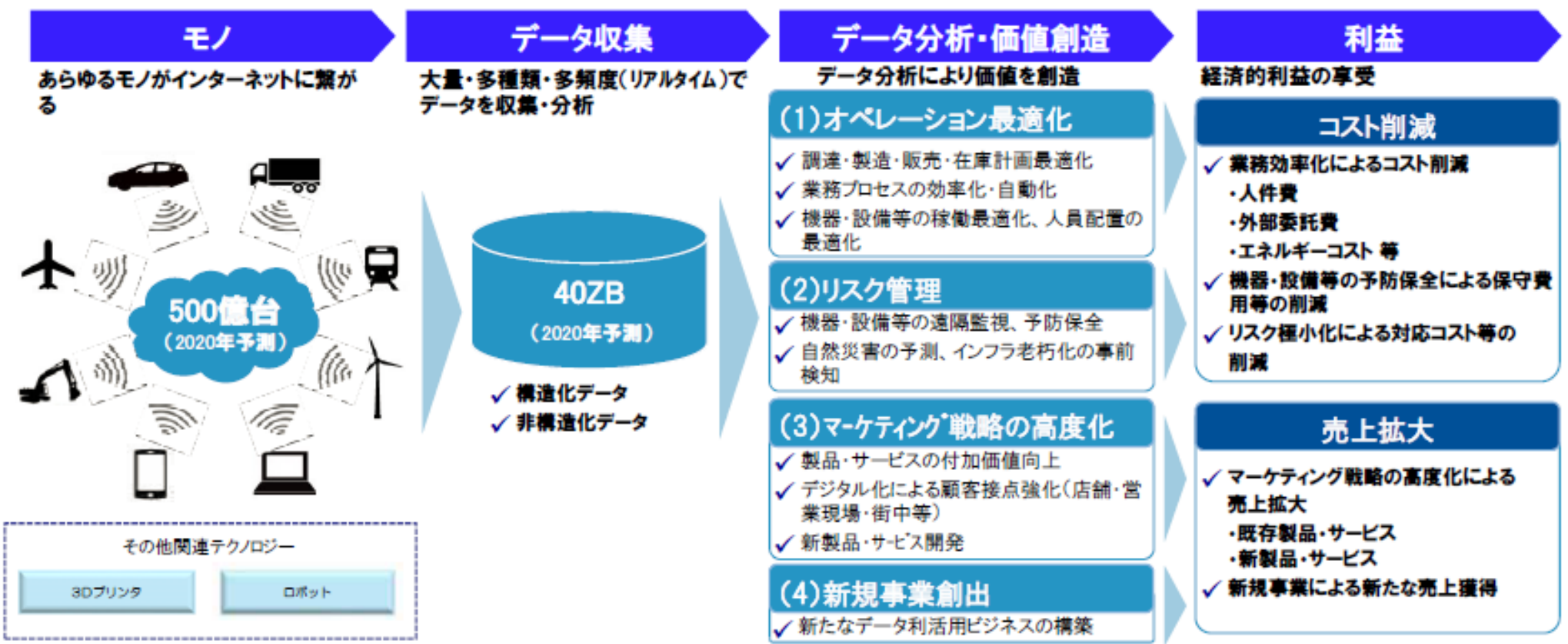


(出典) Cisco VNI Mobile, 2016年

IoTによる価値創造

- IoT時代における価値創造の源泉は「情報(データ)」
- データを如何に活用出来るか、活用出来る環境を整えられるかがポイントに

【IoT・ビッグデータがもたらす新たな付加価値領域のイメージ】



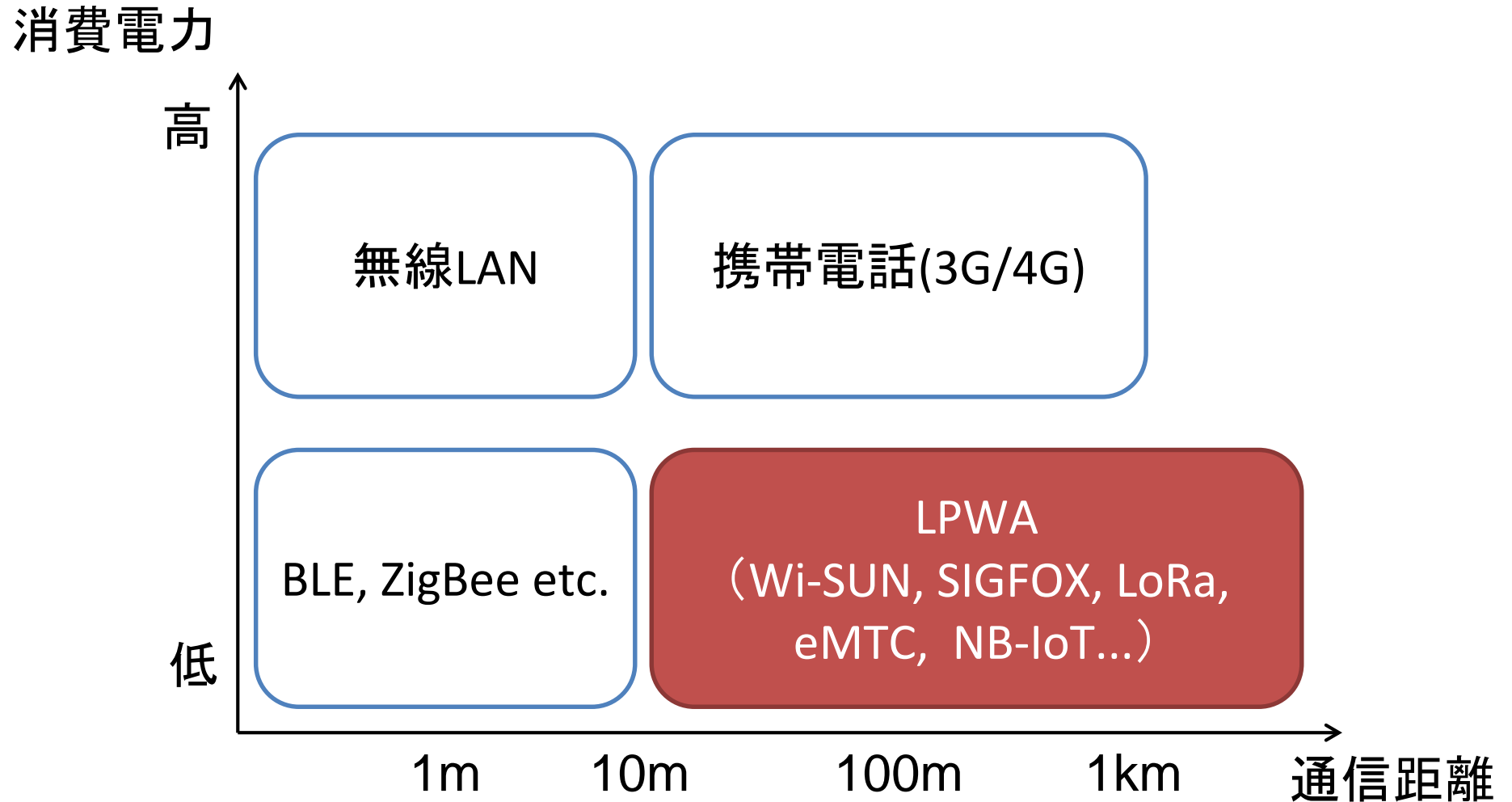
ZB(ゼタバイト)=1000EB(エクサバイト)=100万PB(ペタバイト)=10億TB(テラバイト)=1兆GB(ギガバイト)

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

- IoT (Internet of Things) 社会の本格的な到来に向け、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストを可能とするLPWA (Low Power Wide Area) が実現。
- 免許不要のLoRa、SIGFOX、Wi-SUNや、携帯電話ネットワークを用いるeMTC (enhanced Machine Type Communication) 、NB-IoT (Narrow Band IoT) などが実用化。

→ ユーザやネットワークのニーズに応じて**最適な通信技術を選択する時代に**

	携帯電話システムベース			免許不要の無線通信システム (例)					
システム	eMTC (4G)	NB-IoT (4G)	5G	LoRaWAN		SIGFOX	Wi-Fi HaLow	Wi-SUN	
推進団体	3GPP			LoRa Alliance (米)		SIGFOX (仏)	Wi-Fi Alliance	Wi-SUN Alliance	
使用周波数	携帯電話の帯域			150MHz帯	429MHz帯	920MHz帯			
通信速度	300kbps ~ 1Mbps	上り: 62kbps 下り: 21kbps	~ 10Gbps (ニーズに応じて可変)	245bps	15~ 245bps	上り/下り 250bps ~ 50kbps程度	上り: 100bps 下り: 600bps	約 150kbps	約50k~ 400kbps
カバレッジ拡張	数km~十数km		数十m~十数km	40 k m	18km	数km~十数km	数km~数十km	1km	1km



BLE: Bluetooth Low Energy

Wi-SUN: Wireless Smart Utility Network

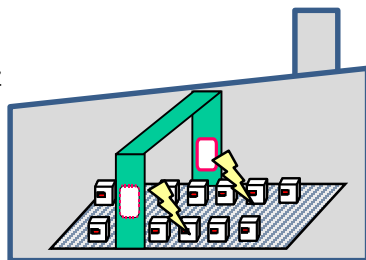
920MHz帯小電力無線システム

○構内無線局(免許、登録)

- 空中線電力: 1W
- 周波数帯: 916.7~920.9MHz

例 ・固定型による物流管理
・ハンディ型の物流管理

工場等の構内での利用



○特定小電力無線局(免許不要)

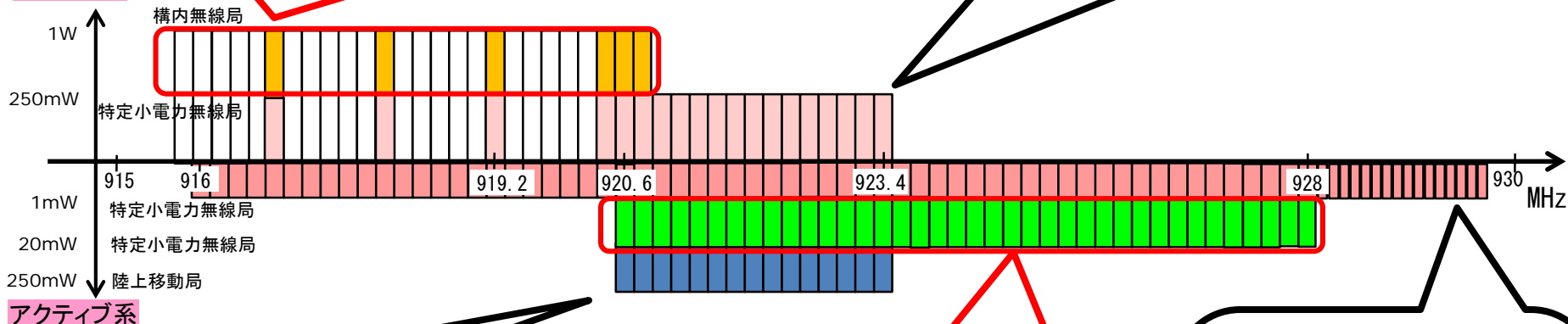
- 空中線電力: 250mW
- 周波数帯: 916.7~923.5MHz

例 ・荷物の積み込み
・アパレル店舗の入庫管理
・集配、回収業務

屋内外、ハンディ型の利用



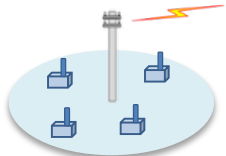
パッシブ系



○陸上移動局(免許、登録)

- 空中線電力: 250mW
- 周波数帯: 920.5~923.5MHz

例 ・森林監視
・橋梁の損傷管理
・大気計測



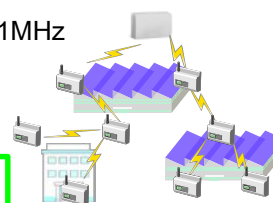
屋外の長距離伝送等の利用

○特定小電力無線局(免許不要)

- 空中線電力: 20mW
- 周波数帯: 920.5~928.1MHz

例 ・電力モニタリング
・ガス自動検針

スマートメータ等の利用



○特定小電力無線局(免許不要)

- 空中線電力: 1mW
- 周波数帯: 915.9~929.7MHz

例 ・ホームセキュリティ
・位置情報支援
・空調管理

リモコン用途等の利用



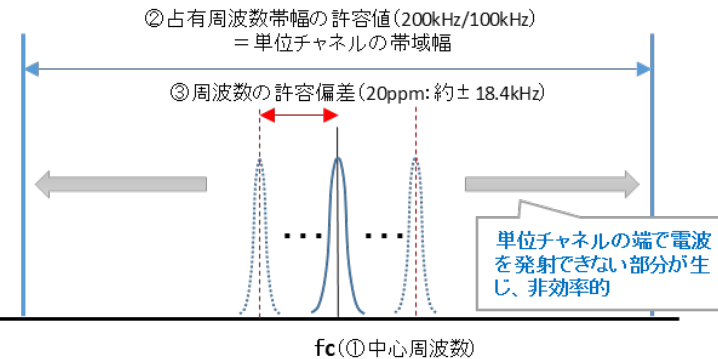
■ 簡易無線局から陸上移動局への局種変更

- 無線局の局種
簡易無線局・・・簡易な無線通信業務に限定。
- 周波数割当計画
簡易無線通信業務用

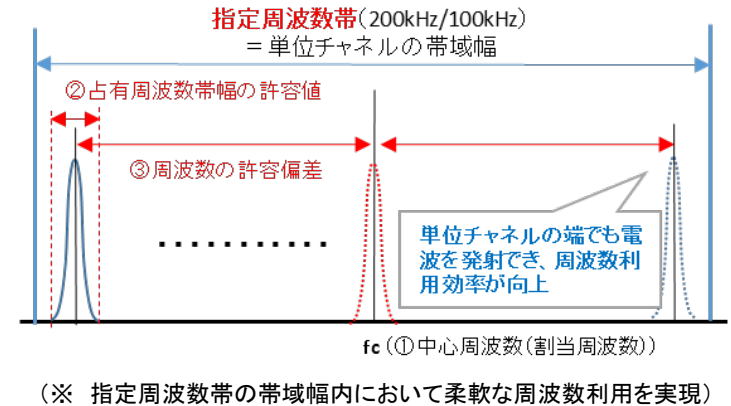
利用目的
の拡大

- 無線局の局種
陸上移動局・・・業務の制限なし。
 - 周波数割当計画【諮問第16号関係】
電気通信業務用、公共業務用、放送業務用、一般業務用
- 〔※ 簡易無線局の技術基準等の規定を削除し、新たに陸上移動局として技術基準等の規定を追加（周波数・技術基準は変更なし）〕

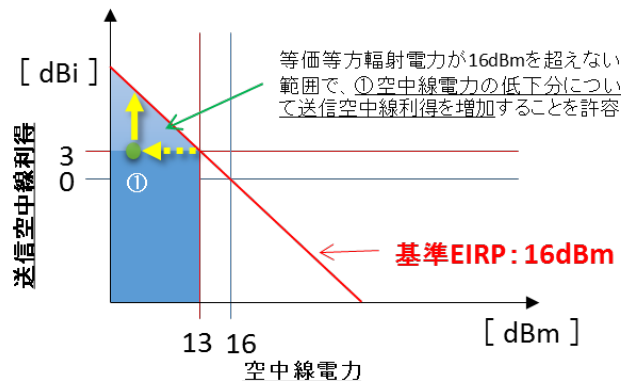
■ 狭帯域の周波数利用への対応



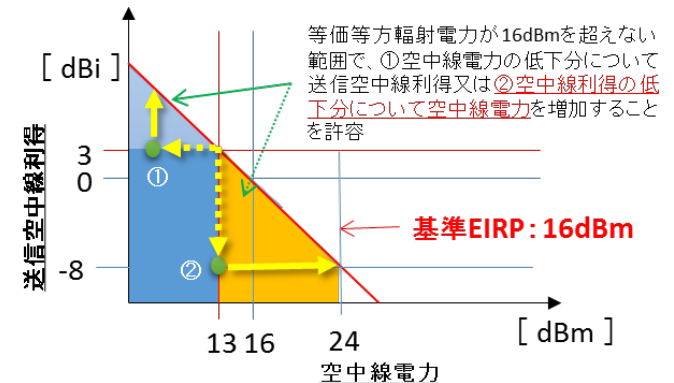
周波数利用
効率の向上



■ 低利得アンテナ使用時における空中線電力の緩和



小型機器での
通信距離の確保



【20mW以下の無線設備の例】

(※ 空中線利得の低下分を空中線電力で補うことが可能)

パッシブ系電子タグシステムの使用環境の多様化

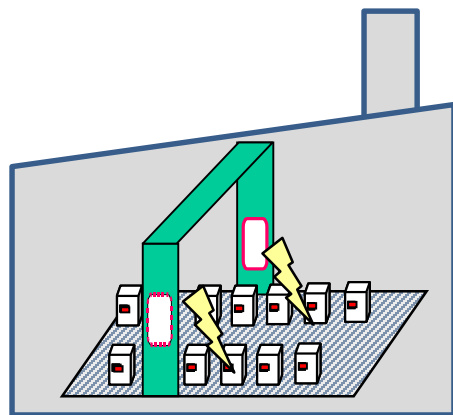
■現状

- 近年、ハンディ型の高出力型リーダライタが多く使用されているが、現行規定上、一構内に限った使用で、複数店舗をまたがったの使用ができない状況であり、作業効率化のため構外利用が要望されている。
- また、イベント（マラソン大会のタイム計測）や列車の位置管理、移動車両による設備点検等、構外において様々な用途での利用が要望されている。

<具体的な利用シーン>

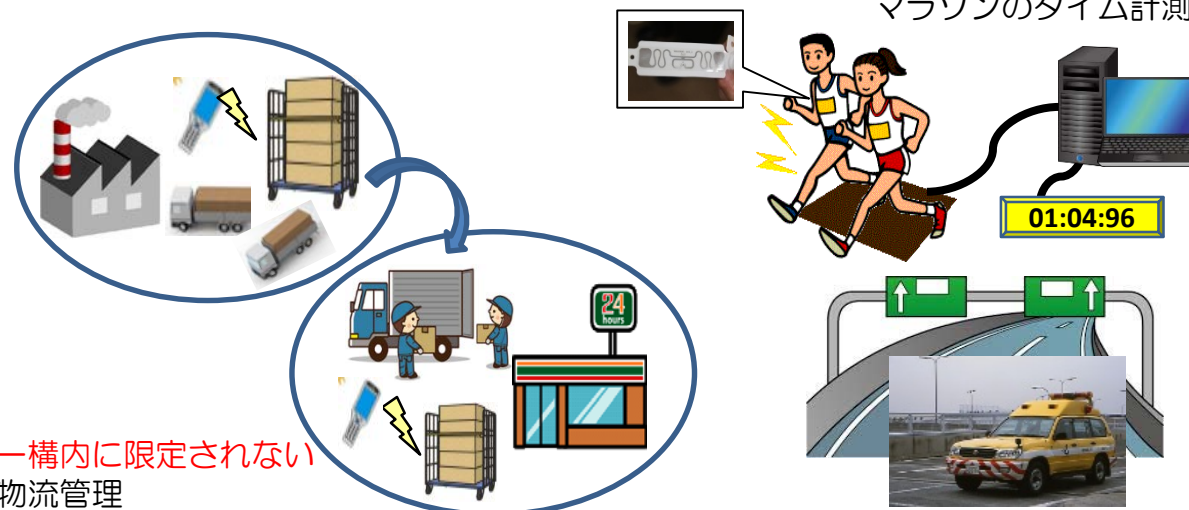
- ① 物流では、主にハンディ型リーダライタによる入出荷・トレーサビリティ管理の用途が想定される。現在、一の構内（工場等）に限られているが、路上や別の工場等でも可能となり、利用場所が拡大される。
- ② イベントでは、固定型（マット型や平面型）リーダライタによるマラソン計測や入場管理の用途が想定される。
- ③ 列車管理では、車両基地に出入りする列車を管理する用途が想定される。
- ④ 移動車両による設備点検では、作業車にリーダライタを設置し、高速道路脇の非常設備（消火器の盗難や有効期限確認）等の点検が想定される。

現行の運用場所



工場等の構内利用に限定された物流管理

新たな運用場所（公道等屋外の使用を可能に）



一構内に限定されない物流管理
(サプライチェーンマネジメント)

移動車両による設備点検

パッシブ系電子タグシステムの技術基準(案)

- 物流の利用シーンは、既存のハンディ型の高出力型リーダライタを現行の技術基準のまま構外で使用できれば、メーカーは新たな開発が不要で、かつ利用者も新規購入が不要となり、経済的メリットが大きく、広く普及が期待される。このため「構内無線局(登録局)」と同じ技術基準とする。
- マラソン計測や列車管理、移動車両による設備点検の利用シーンは、空中線電力1W、アンテナ利得6dBi、キャリアセンス、送信時間制御を要しないことが必要であり、「構内無線局(免許局)」と同じ技術基準とする。また、免許局について適切な運用を行うには無線従事者資格を要することが望ましい。

新しい無線局の技術基準			パッシブ系電子タグシステム		
	新無線局(免許局)	新無線局(登録局)	構内無線局(免許局)	構内無線局(登録局)	特定小電力無線局
周波数帯	916.7~920.9MHz		916.7~920.9MHz		916.7~923.5MHz
チャンネル数等	916.8、918.0、919.2、920.4、920.6、920.8MHz		916.8、918.0、919.2、920.4、920.6、920.8MHz		計19チャンネル 916.8、918.0、919.2、920.4~923.4MHzの200kHz間隔
無線チャンネル	200kHz	200kHz × n (n=1~3)	200kHz	200kHz × n (n=1~3)	200kHz × n (n=1~5)
等価等方輻射電力	36dBm		36dBm		27dBm
空中線電力	1W以下		1W以下		250mW以下
	—		—		EIRP=27dBm以下は、500mW以下可
空中線利得	6dBi以下		6dBi以下		3dBi以下
	EIRP=36dBm以下の場合は、低下分を利得で補うことができる		EIRP=36dBm以下の場合は、低下分を利得で補うことができる		EIRP=27dBm以上の場合は、超えた分を利得で減じ、27dBm以下の場合は低下分を利得で補うことができる
キャリアセンス時間	不要	5ms以上	不要	5ms以上	①5ms以上 ②128μs以上
キャリアセンスレベル		-74dBm		-74dBm	-74dBm(10mW以下の場合は-64dBm) 空中線電力が250mW以上の場合は、-74dBmから超えた分を減じた値
最大送信時間		4秒		4秒	①4秒 ②400ms(総和360s/h以下)
送信時間後の停止時間		50ms以上		50ms以上	①50ms以上 ②2ms以上(送信時間6ms以下の場合は0秒)
周波数の許容偏差	±20 × 10 ⁻⁶ 以内 ただし、単一の単位チャンネルを使用する場合にあっては、単位チャンネルの幅を指定周波数帯の幅とし、周波数の許容偏差は上記の規定を適用しないことができる。				

アクティブ系小電力無線システムの送信時間制限の見直し

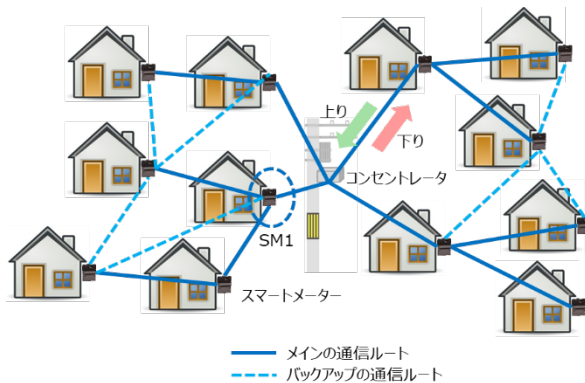
■現状

スマートメーター等通信システム

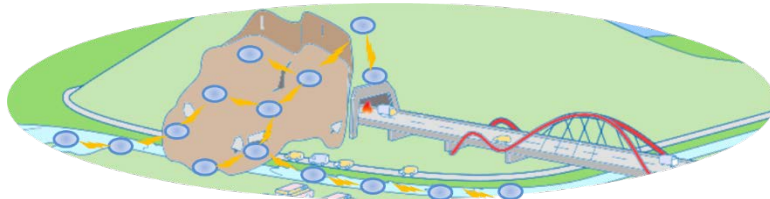
- スマートメーターは、マルチホップ通信によるメッシュ型ネットワークが主流である。
- 通常は、メーター検針値とネットワーク制御用のパケットを送受信しているが、セキュリティ対策や機能追加等の際は、データサイズが大きいファームウェアの更新を実施する。
- 現行規定の送信時間総和の制限のため更新に時間を要し、また、システム運用コストの増加要因となっている。

災害時のモニタリング

- 斜面や河川は観測すべき範囲が広く、多くの測定点になるため、マルチホップ通信が有効である。
- 通常は低頻度で情報収集を行うが、台風が接近したり、一定量以上の降水量が発生した後など、災害発生確率が高くなった際は、高頻度で情報収集を行う。
- 数時間にわたり大量の情報収集を行う場合に、現行規定の送信時間総和の制限を超えてしまう試算がでている。



スマートメーターの無線マルチホップ図



斜面や河川の無線マルチホップ図

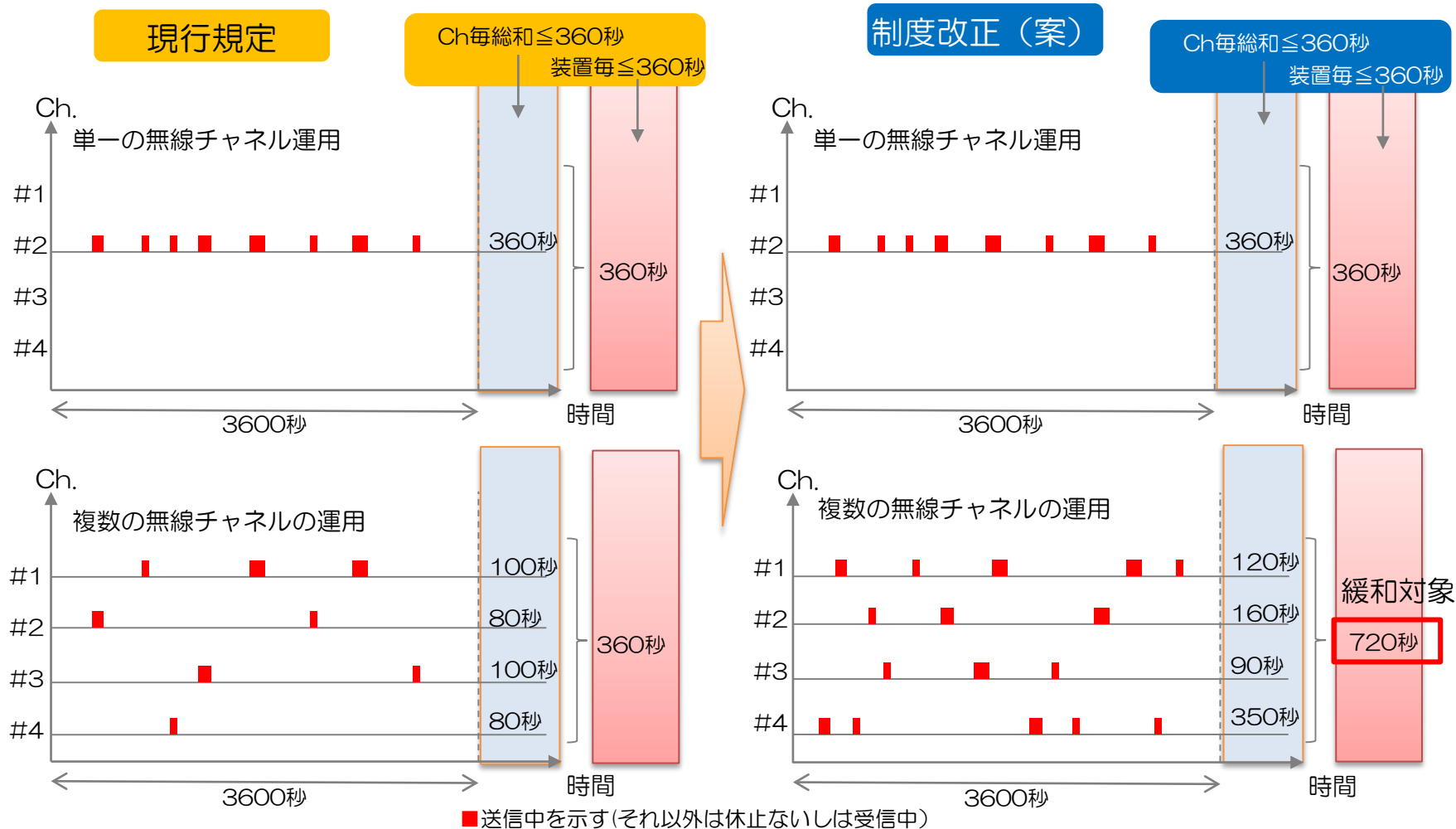
アクティブ系小電力無線システムの技術基準

アクティブ系小電力無線システムの技術基準			
局種等	陸上移動局 250mW以下	特定小電力無線局 20mW以下	特定小電力無線局 1mW以下
周波数	920.5MHz以上 923.5MHz以下	920.5MHz以上 928.1MHz以下	915.9MHz以上 929.7MHz以下
送信時間制限	【キャリアセンス: 5ms以上】 送信: 4s以内 休止: 50ms以上 【キャリアセンス: 128μs以上 5ms未満】 送信: 400ms以内 休止: 2ms以上 総和: 360s/h以下 免許局の場合は制限なし	【キャリアセンス: 5ms以上】 ・920.5-923.4MHz 送信: 4s以内 休止: 50ms以上 【キャリアセンス: 128μs以上5ms 未満】 ・920.5-928.1MHz 送信: 400ms以内 休止: 2ms以上 総和: 360s/h以下	【キャリアセンス不要】 ①915.9-928.1MHz 送信: 100ms以内 休止: 100ms以上 総和: 3.6s/h以下 ②928.1-929.7MHz 送信: 50ms以内 休止: 50ms以上

スマートメーター等通信システム

送信時間総和制限の運用イメージ

送信装置当たりの送信時間総和は、現行規定と同様、デューティ比10%（1時間あたり360秒）以下とする。ただし、周波数の利用効率を上げるため、複数の無線チャンネル（200kHz幅の単位チャンネルを1、2、3、4又は5同時に使用して構成されるもの）を切り替えて使用する場合に限り、送信装置当たりの送信時間総和をデューティ比20%（1時間あたり720秒）以下に緩和する。なお、その際の無線チャンネル当たりの送信時間総和はデューティ比10%（1時間あたり360秒）以下とする。



- ✓ eMTC/NB-IoTは、ワイドエリア、低消費電力といった特徴を有する携帯電話をベースとしたIoT技術。電力・ガス・水道等のスマートメーター、各種センサー、機器の維持管理、物流等のM2M分野のほか、ウェアラブル、医療ヘルスケアなどの分野の活用も期待。
- ✓ 比較的伝送速度の速いeMTCと数十kbps程度の通信速度のNB-IoTを応用分野に応じて活用。

eMTC

NB-IoT

低～中速の移動に対応
比較的大きいデータに対応
1Mbps程度の通信用途

通信中の移動は想定外
少量のデータ通信に最適化
数10kbps程度の通信用途



ウェアラブル端末、スマートメーター

ウェアラブル機器
ヘルスケア、見守りなど

スマートメーター
機器管理、故障検知など

ユースケース	適用例
ガス・水道メータリング	電源確保が難しく電波が届きにくかったメータボックス内に設置
貨物追跡	電源が確保できないコンテナ等の貨物や自転車等へ取り付け
ウェアラブル	スマートウォッチ、バイタルセンサー等のウェアラブル端末で利用
環境・農業系センサー	電源確保が難しく電波が届きにくかった山間地、河川、農地、牧場等に設置
ファシリティ	電波が届きにくかったオフィスビル等の電源設備室や空調機械室等に設置
スマートホーム	インターネット経由での玄関ドアロック、窓の開閉監視、家電の遠隔操作等を実現
スマートシティ	駐車場管理、街灯の制御、渋滞状況に応じた信号制御、ゴミ収集等を実現



※ 第1回アドホックグループ会合資料（古川構成員、川西構成員、上村構成員）より作成

- ✓ IoT時代の到来を見据え、3GPPにおいて、省電力等を実現するIoT向けの移動通信システムの検討が本格化。
- ✓ 2016年6月に策定された3GPP リリース13において、1Mbpsの伝送速度に対応した「eMTC」と伝送速度を抑えた「NB-IoT」の仕様を策定。リリース14において更なる機能拡張を検討。

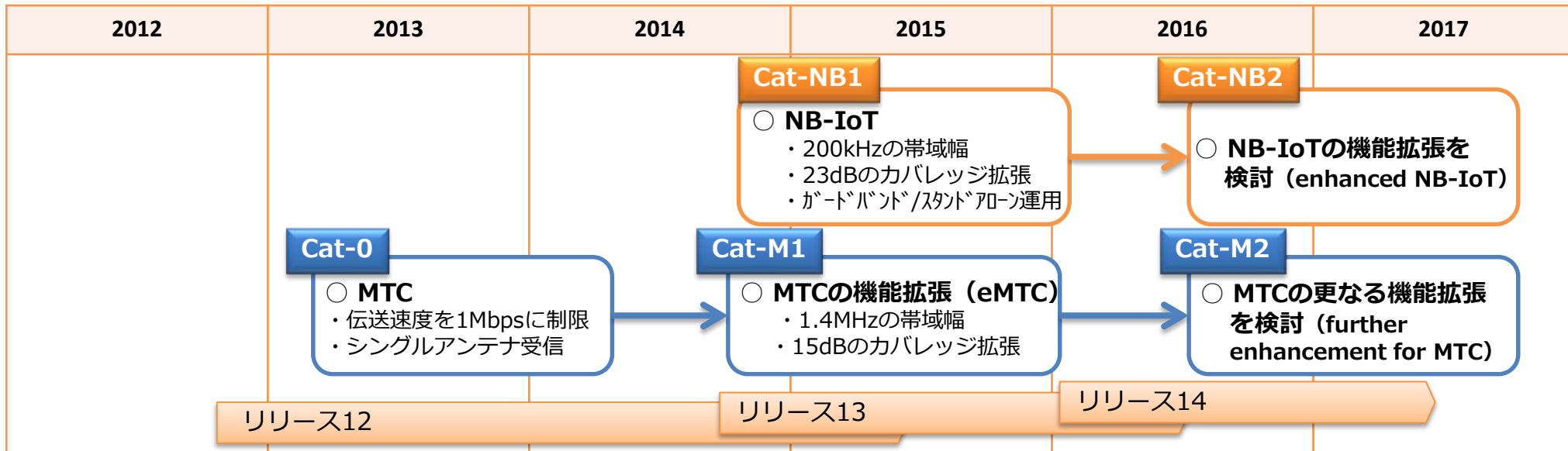


表 1 : LTE-AdvancedとeMTC/NB-IoTの比較

	LTE-Advanced	eMTC	NB-IoT
周波数 (バンド)	全LTEバンド	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 4, 5, 7, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 26(800MHz), 27, 28(700MHz), 31【FDD/HD-FDD】, 39, 41(2.5GHz)【TDD】	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 5, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 17, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 25, 26(800MHz), 28(700MHz), 31, 66, 70 <small>(注) バンド21は、2017年6月に標準化完了に向けて活動中。</small>
周波数帯幅	5,10,15,20MHz	1.08MHz(ガードバンド除く) (NB-IoTより通信速度が速い)	180kHz(ガードバンド除く)
通信方式	FDD、TDD	FDD、TDD、HD-FDD	HD-FDD
コスト	-	シングルアンテナ (MIMO非対応)、半二重・全二重対応、データ処理の簡素化で構造も簡素化し、低コストを実現	シングルアンテナ (MIMO非対応)、構造簡素化に加え、半二重のみ対応で、eMTCよりもさらに低コストを実現
バッテリー寿命目標	-	10年以上 (※1)	10年以上 (※1)
カバレッジ拡張	-	15dB (※2)	23dB (※2) (eMTCより広い)
モビリティ対応	あり	あり	ハンドオーバー非対応

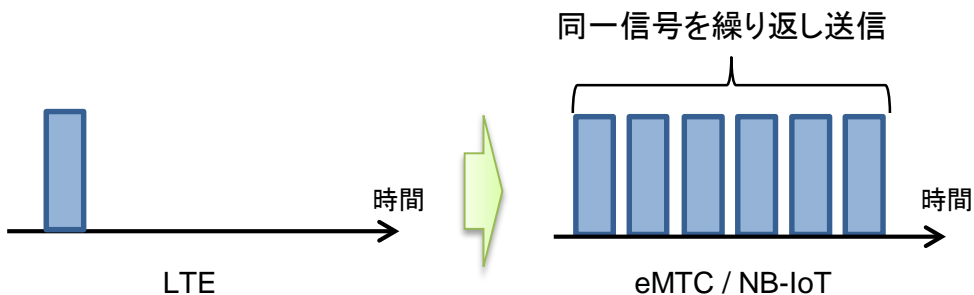
※1 省電力モードの導入、空中線電力の低減等で単三電池2本で10年駆動を実現。

※2 対LTE比の値。繰り返し送信などにより、建物内部や鉄板の内側などこれまで圏外だったエリアへのカバレッジ拡張を実現

eMTC/NB-IoTの主要技術

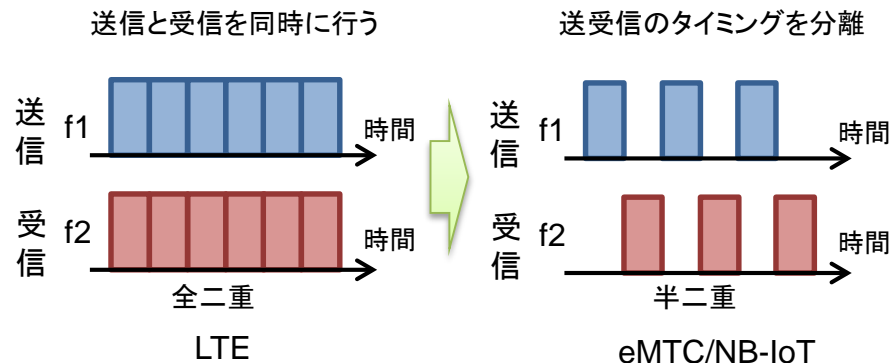
繰り返し送信技術の導入

信号を繰り返し送信することで、通信品質を向上させ、カバレッジを拡張する技術 (Repetition)



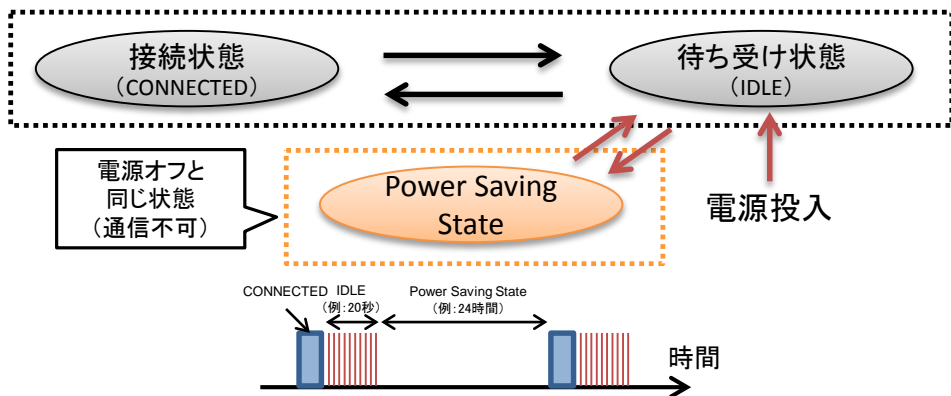
送受信タイミングの分離

送信と受信を同時に行わないことで、端末の構造を簡素化し、低コスト化を実現する技術



省電力モード (PSM) の追加

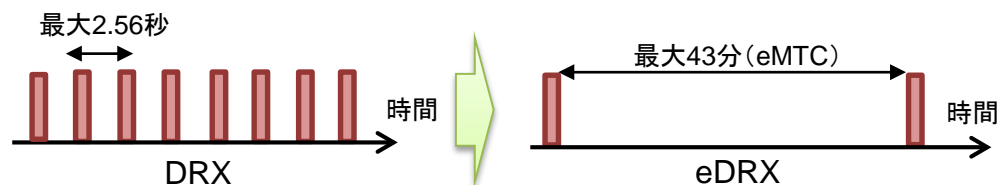
ネットワークへの接続性を維持しつつ、端末が一定時間、(例: 24時間) 電源を落としたのと同じ状態 (省電力モード) に遷移することで、省電力を実現する技術



受信間隔の拡張

間欠的な信号受信により、受信していない間は一部の機能を停止させることで、消費電力を抑えるDRXの受信間隔を最大2.56秒 (LTE) から最大43分 (eMTC) / 2.91時間 (NB-IoT) に拡張し、更なる低消費電力を実現する技術 (eDRX※)

※ extended Discontinuous Reception

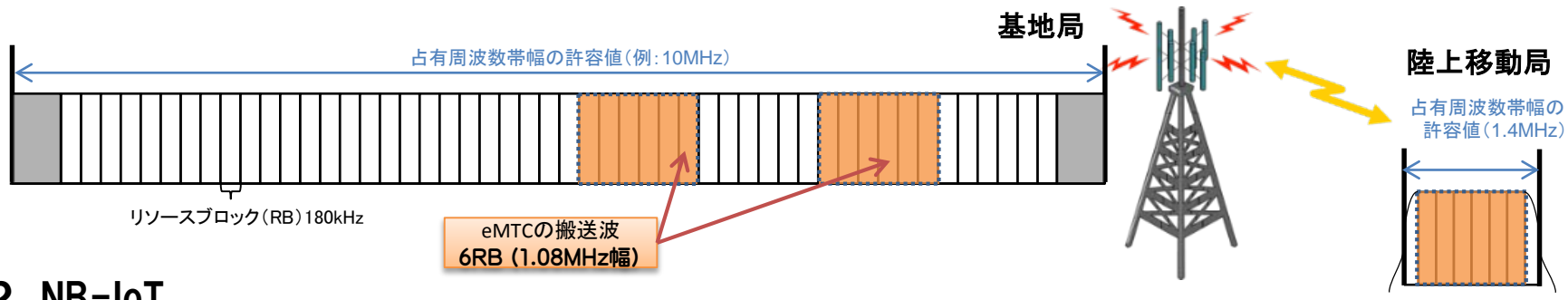


- 総務省では、平成29年5月19日に「LTE-Advanced等の技術的条件」について、情報通信審議会から一部答申を受けた。
- 同答申を踏まえ、既存の携帯電話網(基地局等)を活用することで、迅速なサービス提供を可能とする携帯電話システム(LTE-Advanced)等をベースとしたIoT時代の無線システムであるeMTC及びNB-IoT*の導入を行うため、電波法施行規則等の一部改正を行うものである。

* eMTC: enhanced Machine Type Communication、NB-IoT: Narrow Band IoT

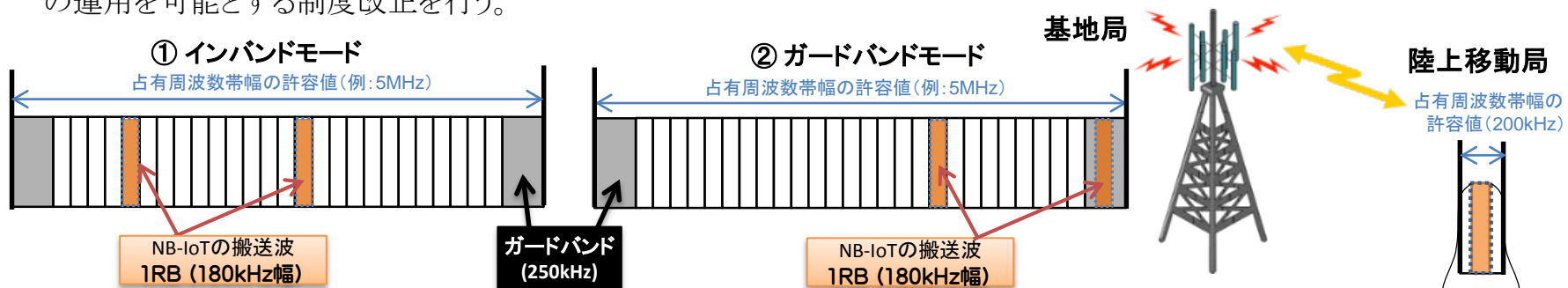
1. eMTC

- ✓ eMTCは、ウェアラブル機器など低～中速の移動に対応し、比較的伝送速度を要するIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ 既存の携帯電話等の技術基準(LTE及びBWA)を改正し、eMTC陸上移動局の運用を可能とする制度改正を行う。



2. NB-IoT

- ✓ NB-IoTは、スマートメータなど少量のデータ通信向けIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ 既存の携帯電話の技術基準(LTE)を改正し、NB-IoT陸上移動局の運用、既存の占有周波数帯幅の許容置の範囲内でガードバンドを除く範囲で搬送波を送信する①「インバンドモード」基地局に加え、ガードバンドを含め搬送波を送信する②「ガードバンドモード」基地局の運用を可能とする制度改正を行う。

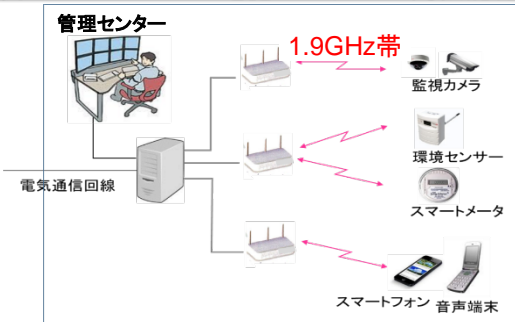


■ 諮問の背景

- デジタルコードレス電話の無線局については、1.9GHz帯を使用し、免許を要しない無線局として平成5年にPHS (Personal Handy-phone System) 方式が導入され、事業所や病院内の内線電話として利用がされている。
- 平成22年には、高品質な音声通信などの高機能化を図るため、広帯域の無線システムであるDECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) 方式及びsPHS (Super PHS) 方式が導入され、DECT方式については家庭内のコードレス電話として普及している。
- 近年のIoT社会における多様な利用ニーズに対応やデータ通信を中心としたシステムへの高度化が求められており、また、PHS方式の後継方式として、携帯電話等の国際標準規格であるLTE (Long Term Evolution) 方式を利用した無線システムの導入が求められている。
- 本件は、本年3月に情報通信審議会における技術的条件の答申内容を受けて、TD-LTE (Time Division LTE) 方式の導入や既存システムの利便性の向上に必要な技術基準について制度整備を行うものである。

■ 利用イメージ

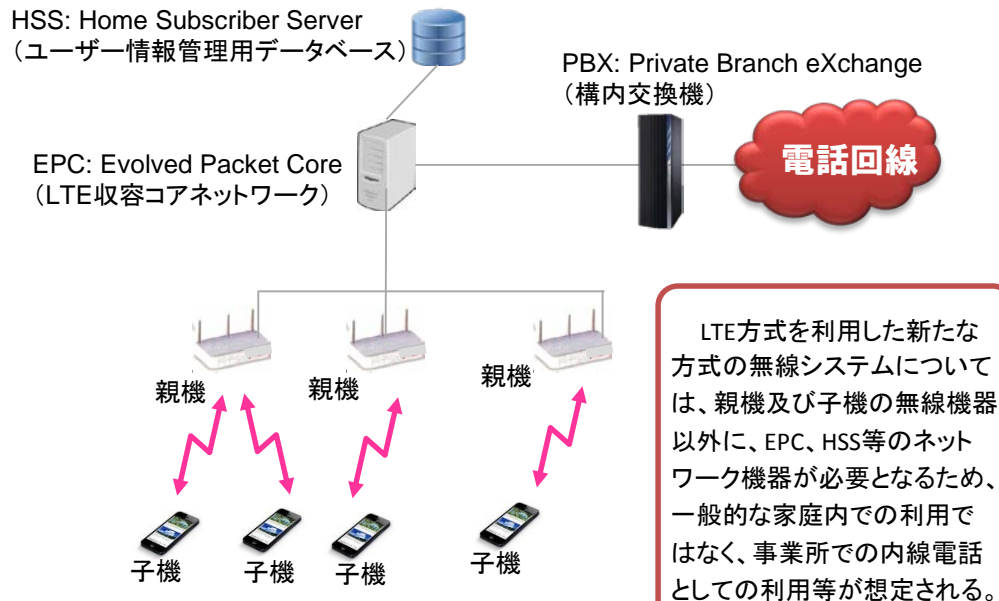
例1：コードレス電話システムの高機能化（オフィス内）



例2：IoTへの利用拡大（工場等の構内）



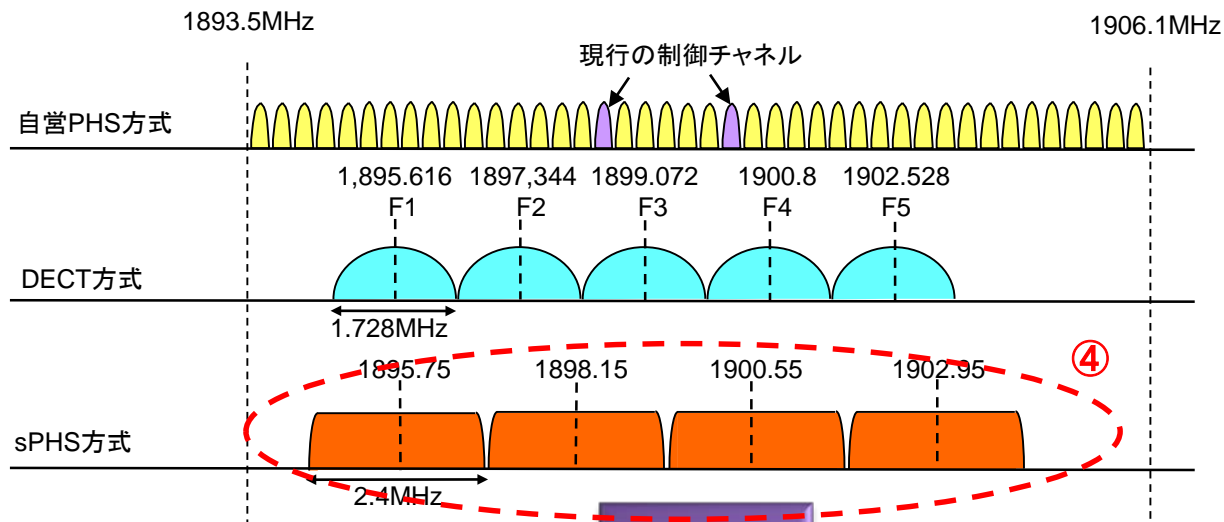
■ LTE方式のシステム構成（例）



LTE方式を利用した新たな方式の無線システムについては、親機及び子機の無線機器以外に、EPC、HSS等のネットワーク機器が必要となるため、一般的な家庭内での利用ではなく、事業所での内線電話としての利用等が想定される。

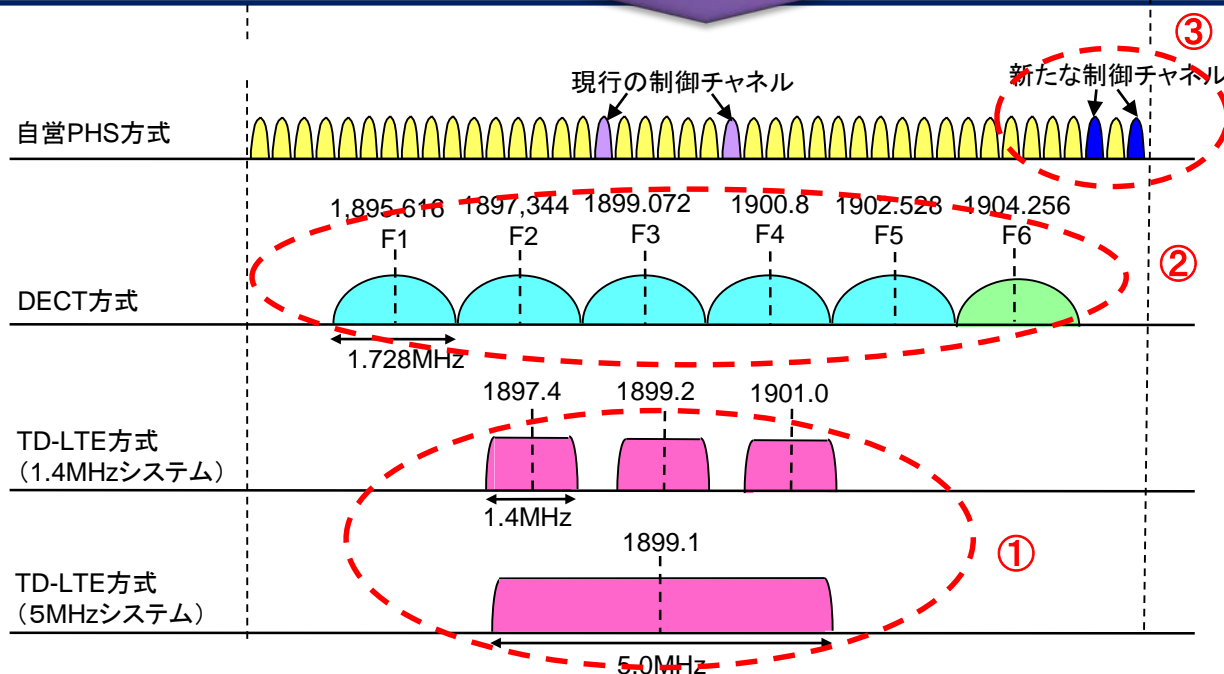
■ 現行の周波数配置

- 自営PHS方式、DECT方式及びsPHS方式の3つの方式が同一周波数帯を共用
- なお、sPHS方式については、市場導入実績はなく、今後も導入予定はない



■ 見直し後の周波数配置

- ① PHSの後継システムとして、TD-LTE方式を導入(1.4MHz幅/5MHz幅)
- ② DECT方式は、周波数需要の増加を踏まえ、新たにF6周波数を追加(自営PHS方式の制御チャンネル保護に配慮しつつ、F2/F3/F4の周波数利用条件等を緩和)
- ③ 異なる方式の更なる周波数共用を図るため、自営PHS方式の制御チャンネル(ch35、ch37)を新たに追加
- ④ sPHS方式を廃止

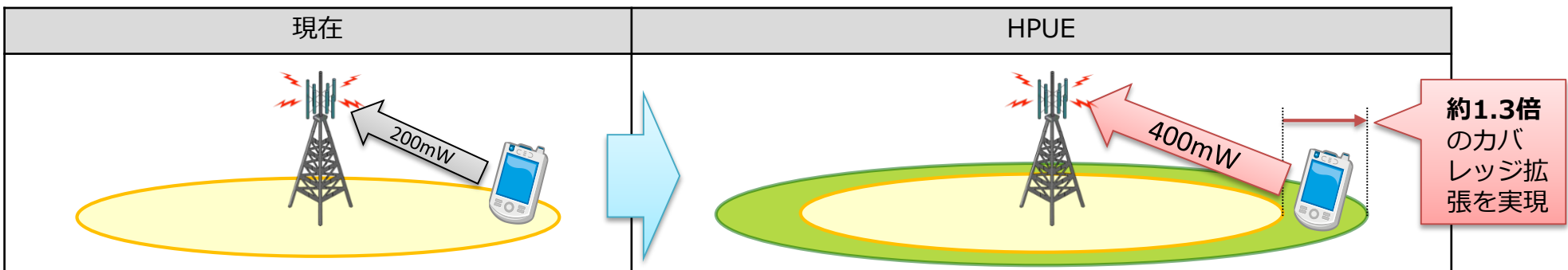


2.5GHz帯高出力移動局（HPUE）

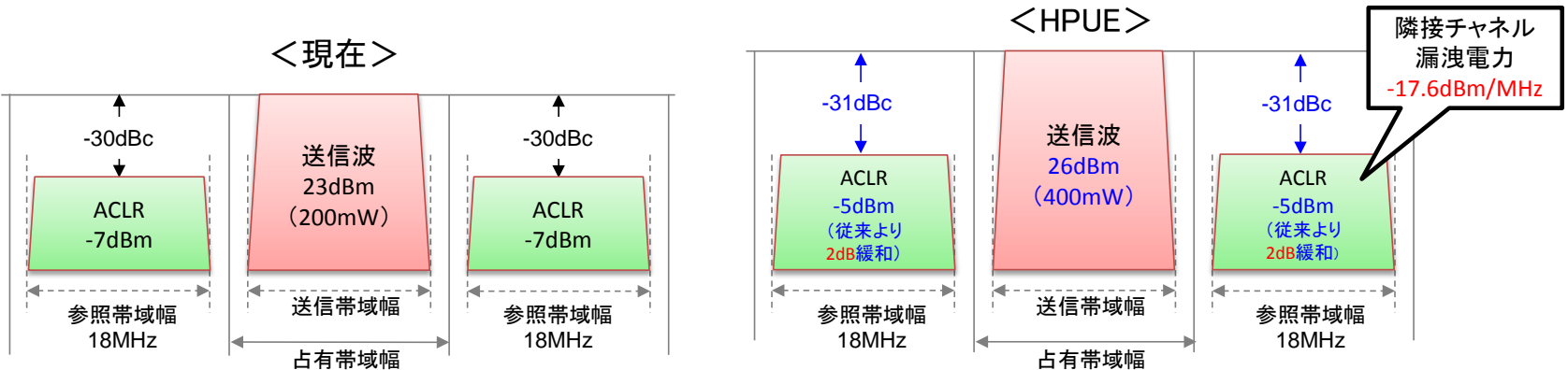
1. 高出力移動局（HPUE）の技術概要

- 移動通信システムのカバレッジは、基地局側の出力よりも移動局側の出力に依存しているため、移動局の空中線電力を上げることにより、カバレッジ拡張を行うことができる。HPUEでは、空中線電力を現在の2倍の400mWとすることにより、カバレッジを約1.3倍拡張（面積比）することが期待。※HPUEは、キャリアアグリゲーション非対応
- 移動局の最大空中線電力が400mWに増加されたことに伴い、隣接チャンネル漏洩電力の許容値が従来から2dB緩和※。スペクトラムマスク、スプリアスの不要発射強度の許容値については、変更なし。

※ 3GPPにおいて、空中線電力400mWに対応した移動局の隣接チャンネル漏洩電力の規定値が、従来の-30dBc（-7dBm、-19.6dBm/MHz）から、-31dBc（-5dBm、-17.6dBm/MHz）に変更。このため、隣接チャンネル漏洩電力の許容値が従来から2dB緩和。



図：HPUE導入によるカバレッジ拡張のイメージ



図：3GPPにおけるHPUEの隣接チャンネル漏洩電力の規定

高出力移動局(HPUE)の共用検討

<空中線電力>

- 過去の情報通信審議会 携帯電話等高度化委員会報告(平成24年4月25日/平成25年5月17日)において、XGP / WiMAX R2.1AEと他の無線システムとの共用検討は、等価等方輻射電力(EIRP)27dBm^{※1}で実施。
- 空中線電力が200mW(23dBm)を超える場合の送信空中線の絶対利得を1dBi以下とすれば、空中線電力が400mWの場合でもEIRPは27dBm^{※2}となるため、過去の共用検討の範囲に収まる。

※1 空中線電力23dBm + 送信空中線の絶対利得 4dBi
 ※2 空中線電力26dBm + 送信空中線の絶対利得 1dBi

<隣接チャネル漏洩電力の影響 ①BWA同士>

- 下左図のとおり、地域BWAの領域では、隣接チャネル漏洩電力の値が適用される。3GPPにおけるHPUEの隣接チャネル漏洩電力の値の-17.6dBm/MHzに、送信空中線の絶対利得1dBiを加味した場合、-16.6dBm/MHzとなる。
- 一方、過去の情報通信審議会での共用検討を行った際の不要発射の値である-20dBm/MHzに、送信空中線の絶対利得4dBiを加味した値は、-16dBm/MHzとなる。よって、HPUEの送信空中線の絶対利得を1dBi以下とすれば、HPUEの値は過去の共用検討の際のパラメータより0.6dB低い値となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。

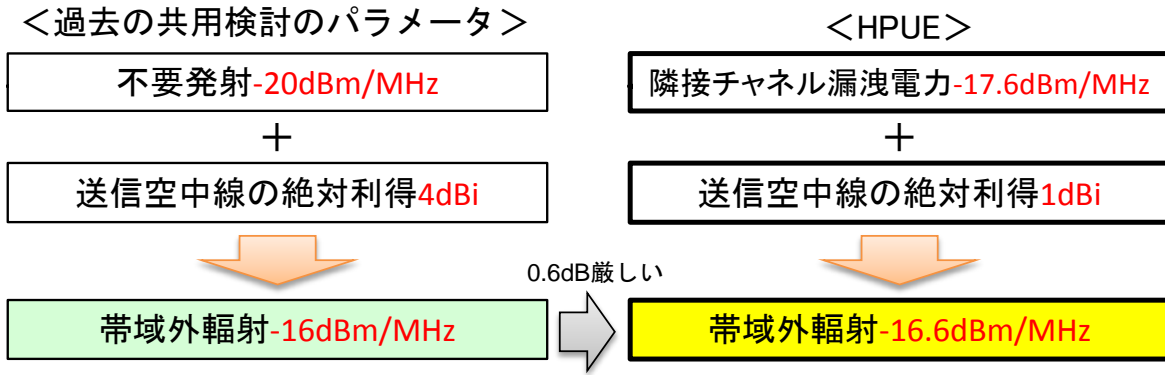
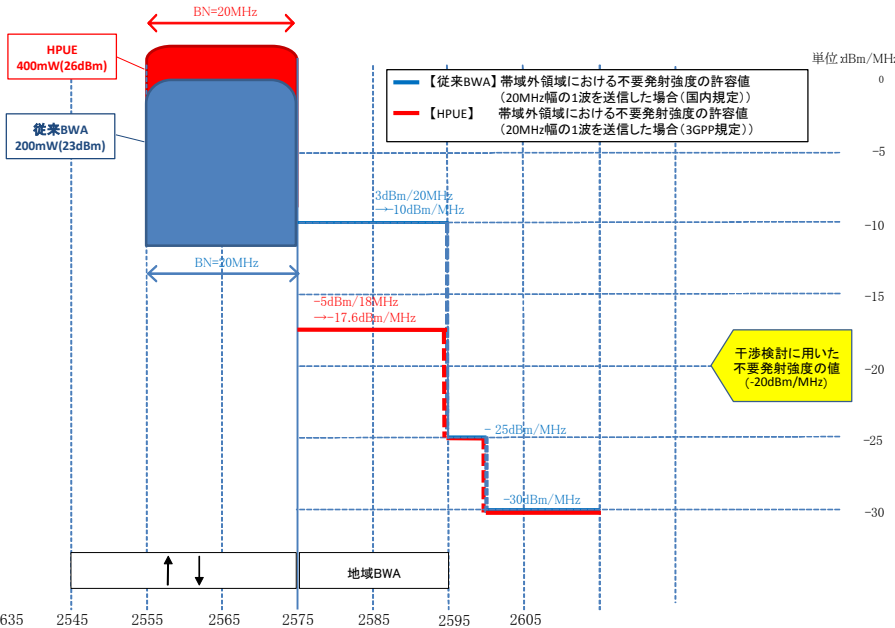


図:過去の共用検討パラメータと3GPPにおけるHPUEの規定の比較

図 全国BWA帯域(2,545~2,575MHz)から地域BWA帯域への不要発射

高出力移動局(HPUE)の共用検討

<隣接チャネル漏洩電力の影響 ②対N-Star>

- 不要発射強度については、帯域外領域における不要発射強度の許容値とスプリアス領域における不要発射強度の許容値のうち低い方を満たすこととされている。
- N-Star(下り)帯域内におけるHPUEの最も低い不要発射強度の値は、スプリアス領域における不要発射の値(-30dBm/MHz ~ -25dBm/MHz)であり、これらの値は、過去の共用検討で用いた不要発射の値(-25dBm/MHz)以下となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。
- N-Star(上り)帯域内におけるHPUEの最も低い不要発射強度の値は、帯域外領域における不要発射の値(-30dBm/MHz ~ -17.6dBm/MHz)であり、これらの値は、過去の共用検討で用いた不要発射の値(-13dBm/MHz)以下となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。

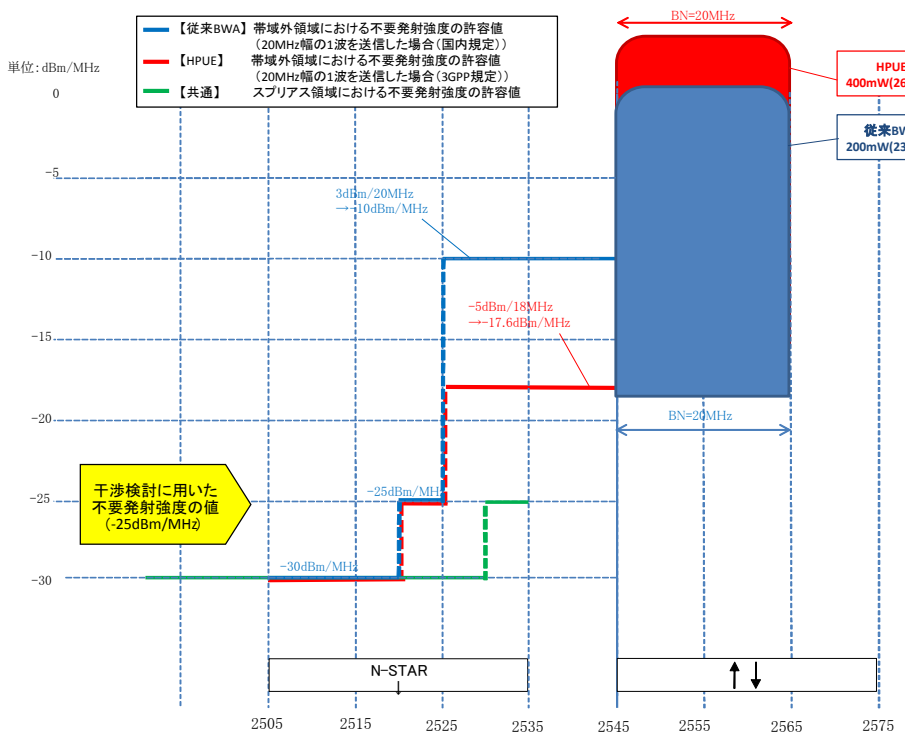


図 N-STAR(下り)帯域(2,505~2,535MHz)への不要発射

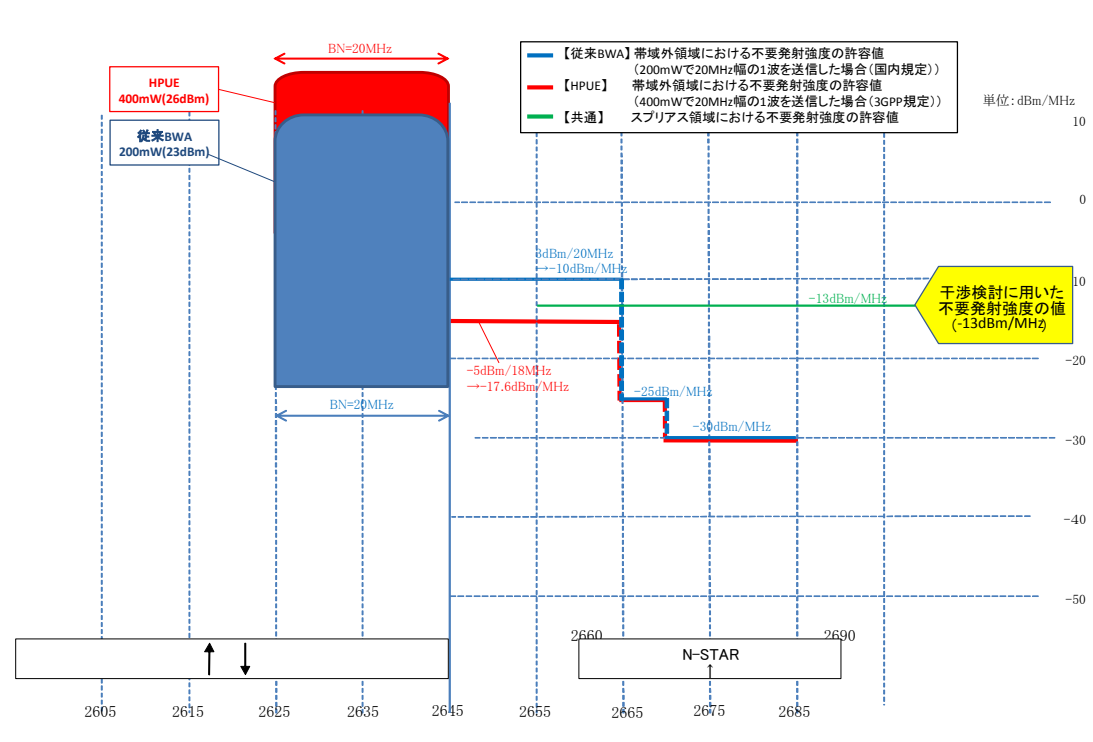


図 N-STAR(上り)帯域(2,660~2,690MHz)への不要発射

5Gとは何か

5Gとは、4Gを発展させた「超高速」だけでなく、「多数接続」、「超低遅延」といった新たな機能を持つ次世代の移動通信システム

- ・「多数接続」
 - ・「超低遅延」
- ⇒ 家電、クルマなど、身の回りのあらゆる機器(モノ)がつながる
遠隔地においてもロボット等の操作をスムーズに行うことができる

5Gは、IoT時代のICT基盤

超低遅延

超高速

現在の移動通信システムより100倍速いブロードバンドサービスを提供



⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード

超低遅延

利用者が遅延(タイムラグ)を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボット等を操作・制御



ロボットを遠隔制御

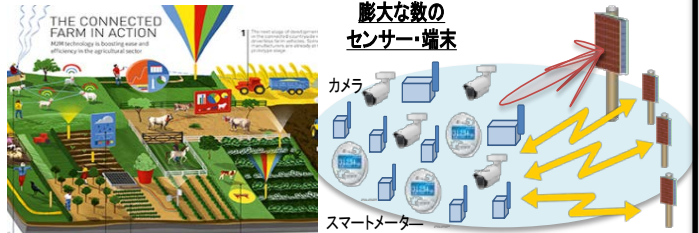


東京の病院の専門医がヘリ内の医師に指示をしながら遠隔で処置。
ヘリ内で緊急手術

⇒ ロボット等の精緻な操作をリアルタイム通信で実現

多数同時接続

スマホ、PCをはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続



膨大な数のセンサー・端末

カメラ
スマートメーター

⇒ 自宅屋内の約100個の端末・センサーがネットに接続
(現行技術では、スマホ、PCなど数個)

移動体無線技術の
高速・大容量化路線

2G

3G

4G

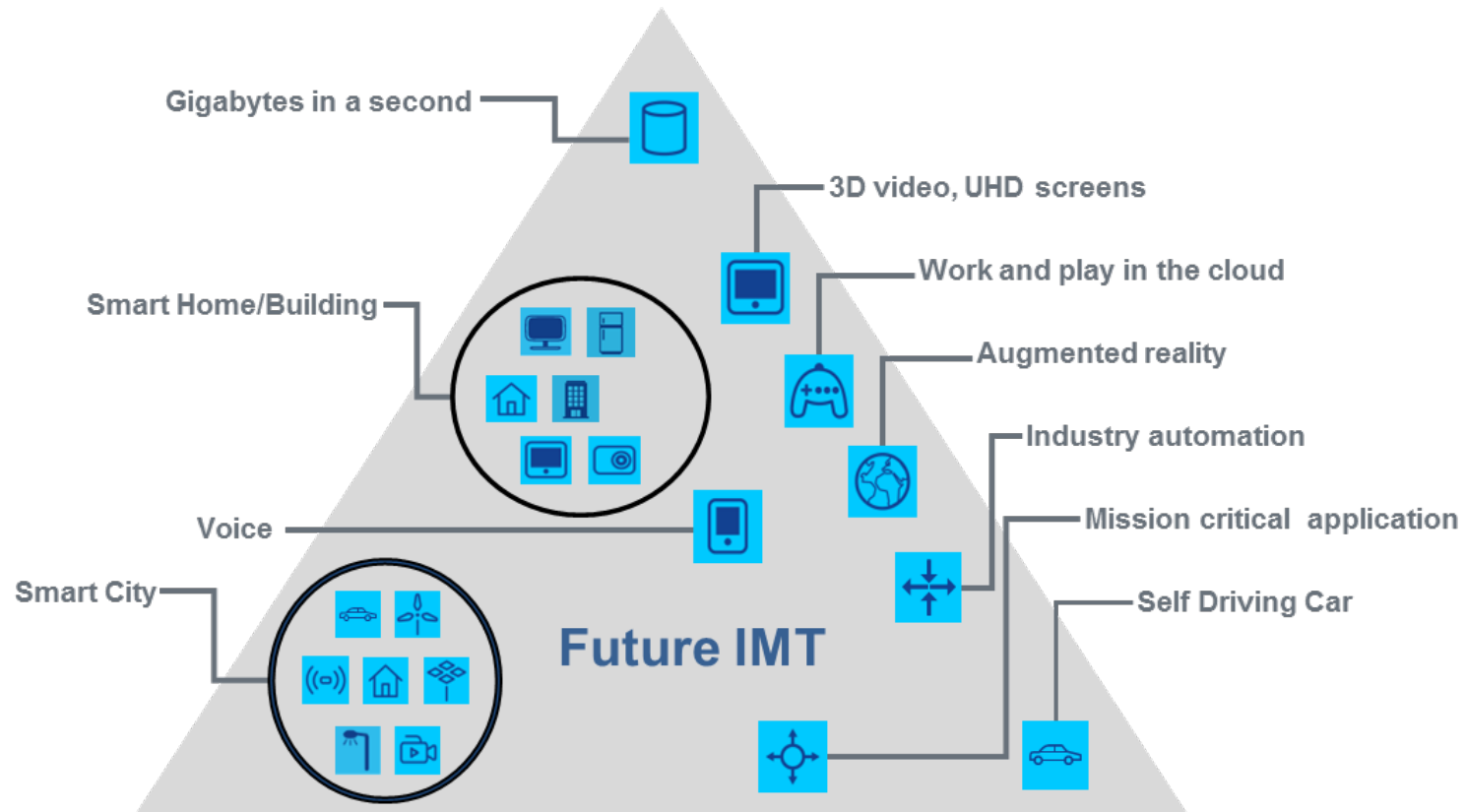
5G

多数同時接続

社会的なインパクト大

ITU-R IMT Vision Report (M.2083) (Sept, 2015)

(**eMBB** : Enhanced mobile broadband)



(**mMTC** : Massive Machine Type Communication)

(**URLLC** : Ultra reliable and low latency communication)

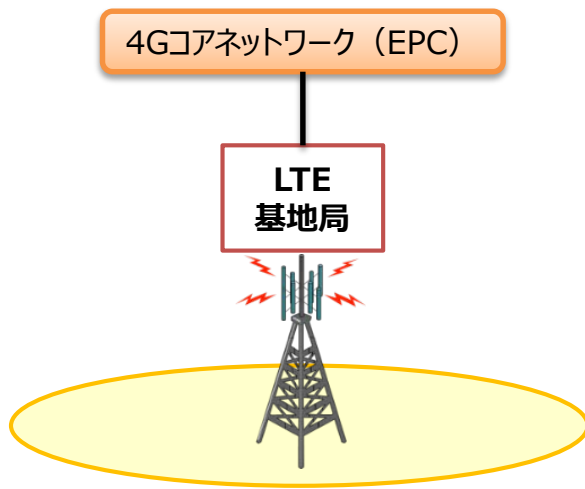
4Gから5Gへの移行

例えば、次のような5Gへの移行シナリオが想定される。

【2020年】 通信需要の高いエリアを対象に、**5G用の新しい周波数帯を用いた「超高速」サービスが提供**。新たな無線技術(NR)に対応した基地局は、LTE基地局と連携する**NSA(Non-Standalone)構成**で運用。

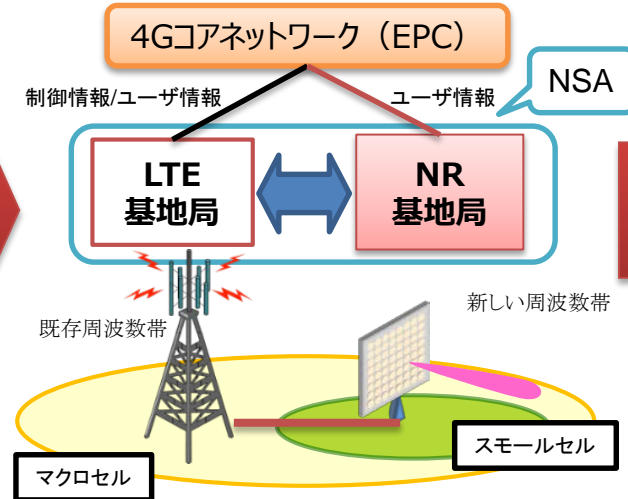
【202X年】 ネットワークスライシング等に対応した**5Gコアネットワークが導入**されるとともに、**SA(Standalone)構成**のNR基地局の運用が開始され、**既存周波数帯域へのNR導入が進展**。超高速、多数同時接続、高信頼・低遅延などの要求条件に対応した5Gサービスの提供が開始。

現在【LTEの面展開】



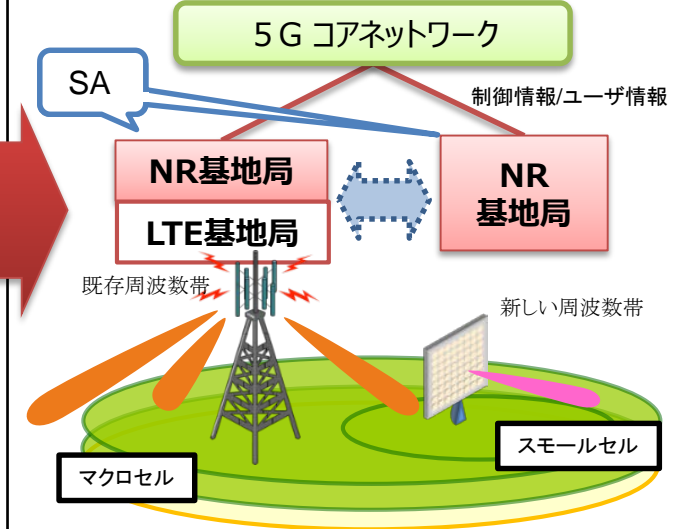
- LTE、LTE-Advancedをベースとしたネットワーク構成であり、3GPPでの検討状況を踏まえ、上りCAの導入や256QAM導入などの高度化
- 800MHz、2GHzなどの周波数帯を用いて、スマートフォン向けサービスを念頭に、高いスループットを実現する面的なサービスエリアを展開
- NB-IoTやeMTCなどのワイドエリア、省電力を特徴としたIoT技術を先行導入

2020年【5G導入当初】



- コストを抑えつつ、円滑な5G導入を実現するため、NR基地局とLTE基地局が連携したNSA構成のシステムが導入
- 需要の高いエリア等を中心に、5G用周波数帯を用いた「超高速」サービスが提供され、eMTC/NB-IoT等によるIoTサービスが普及
- 高い周波数帯の活用が進展するとともに、Massive MIMOなどの新たな技術の導入が加速

202X年【5G普及期】



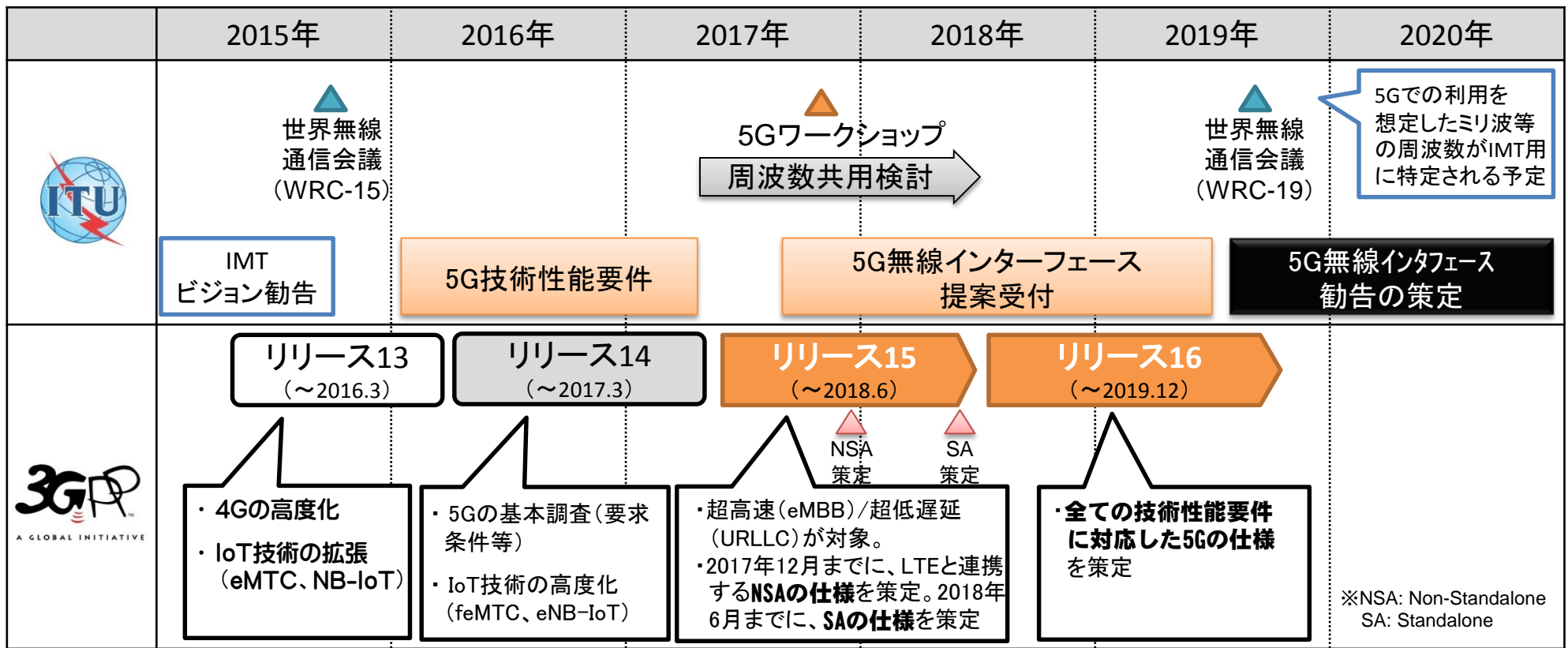
- 「超高速」、「多数同時接続」、「低遅延」の全ての要求条件に対応したサービスが提供
- ネットワークスライシング等に対応した5Gコアネットワークが導入され、モバイル・エッジ・コンピューティング(MEC)の導入も進展
- SA構成のNR基地局の導入が開始(NSA構成の基地局も併存)。既存周波数帯にもNR導入が進展
- 広く普及しているLTEについては、継続的にサービスを提供
- WRC-19で特定された周波数帯域も活用

5Gの国際標準化動向

● 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け付けを行い、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等の移動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。



5Gでの利用を想定したミリ波等の周波数がIMT用に特定される予定

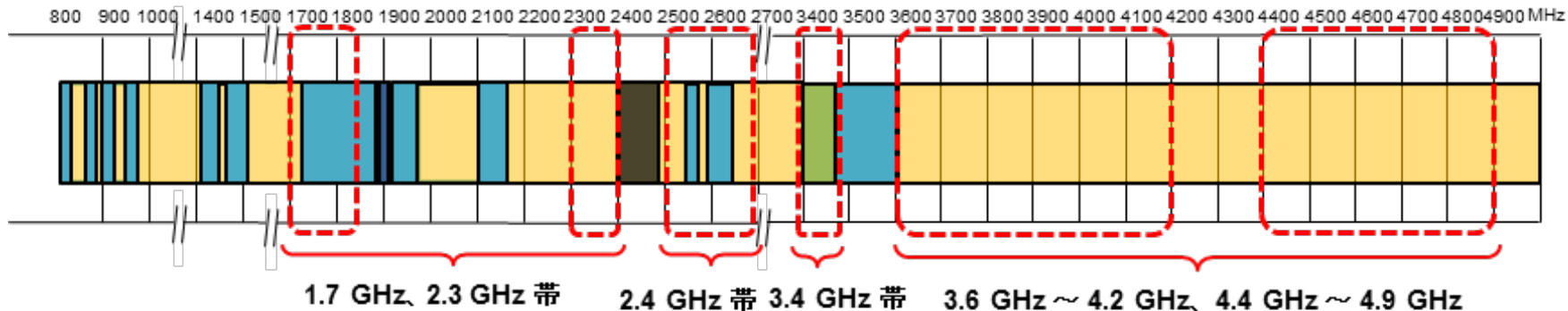
携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

- 2020年の5G実現に向けて、
 - ✓ 3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する
 - ✓ 他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
- 周波数逼迫対策のため、
 - ✓ 1.7GHz帯：公共業務用無線局の再編を進めるとともに、終了促進措置の活用も検討し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す
 - ✓ 3.4GHz帯：終了促進措置を活用し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す

周波数帯	携帯電話用の周波数確保に向けた考え方
3.6-4.2GHz <small>※一部帯域は、欧州、米国等と連携できる可能性</small>	<ul style="list-style-type: none"> ● ITU、3GPP等における国際的な検討状況や研究開発動向等を踏まえた上で、2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する
4.4-4.9GHz <small>※一部帯域は、中国と連携できる可能性</small>	<ul style="list-style-type: none"> ● 他の無線システムとの共用に留意しつつ、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
27.5-29.5GHz <small>※一部帯域は、米、韓と連携できる可能性</small>	<ul style="list-style-type: none"> ● ITU、3GPP等における国際的な検討状況や研究開発動向等を踏まえた上で、2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する ● 他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅を確保することを目指す
WRC-19議題1.13の候補周波数	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯について、諸外国の状況を踏まえより多くの周波数帯が特定・割当されるよう対処する ● 特に、各国・地域※で検討が進んでいる43.5GHz以下の帯域について、積極的に共用検討等を行う <small>※ 24.5-27.5GHz:27.5-29.5GHzと一体的な利用が期待できるとともに、欧州等と連携できる可能性、37.0-40GHz:米国等と連携できる可能性、40.5-43.5GHz:欧州と連携できる可能性</small>
1.7GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> ● 周波数逼迫対策のため、公共業務用無線局(固定)の再編を進めるとともに、終了促進措置の活用も検討し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す <small>※1.7GHz帯における他の無線システムの共用検討は後述</small>
2.3GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動通信システム向けの周波数割当てを可能とするため、公共業務用無線局(固定・移動)との周波数共用や再編について引き続き検討を推進する
2.6GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> ● 次期衛星移動通信システム等の検討開始に向けて、移動通信システムとの周波数共用の可能性について技術的な観点から検討を推進する
3.4-3.48GHz <small>※技術的条件は策定済み</small>	<ul style="list-style-type: none"> ● 周波数逼迫対策のため、終了促進措置を活用し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す

5 G 候補周波数帯

6GHz以下



- 割り済(携帯電話)
- 今後携帯電話に利用するため
既存無線局を他の周波数帯に移行中
- 割り済
(無線LAN(屋内限定))
- 他無線局(衛星、放送等)が使用している帯域
- 移动通信への新たな割当てを検討中

24GHz以上

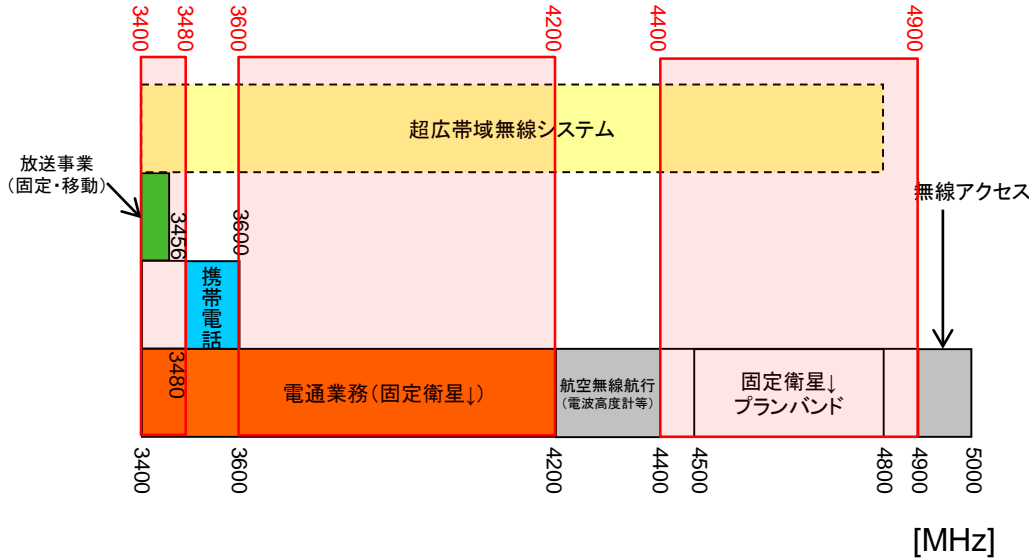
20 - 30 GHz	30 - 40 GHz	40 - 50 GHz	50 - 60 GHz	60 - 70 GHz	70 - 80 GHz	80 - 90 GHz
29.5	40.5 43.5 47 50.2 52.6					
24.25 27.5	31.8 33.4 37	42.5 45.5 47.2 50.4		66	76	81 86

28 GHz 帯

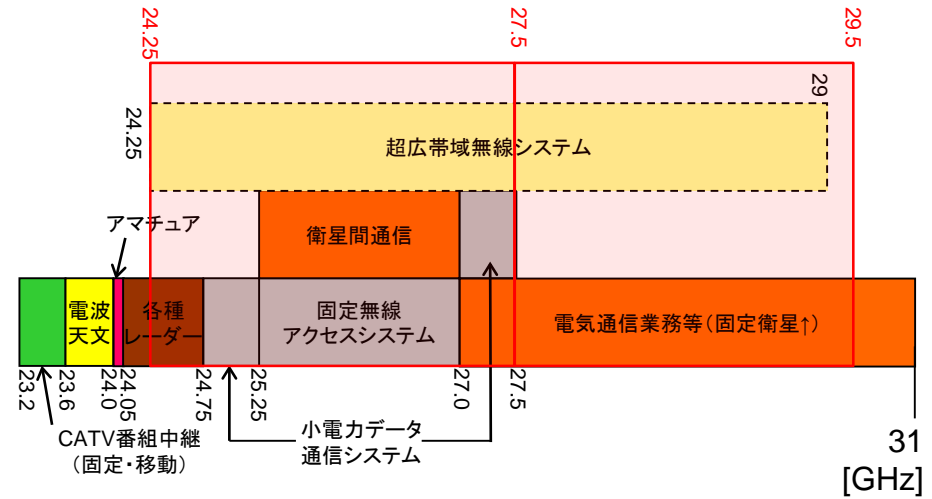
WRC-19における5G候補周波数帯

5G候補周波数帯における我が国の電波の使用状況 ①

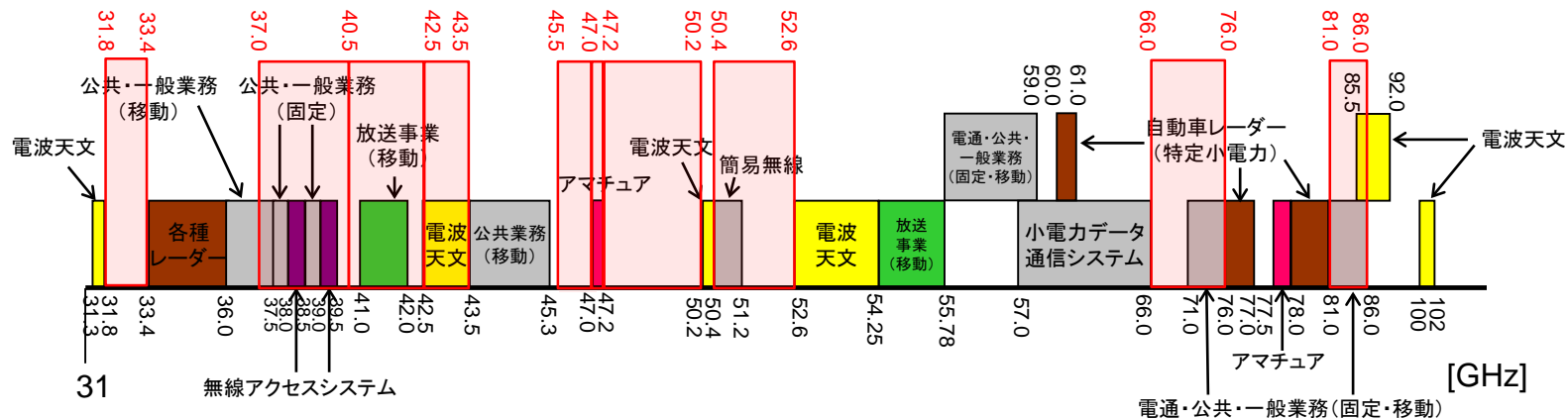
1. 3.4-4.9GHz周辺の使用状況



2. 24.25-29.5GHz周辺の使用状況

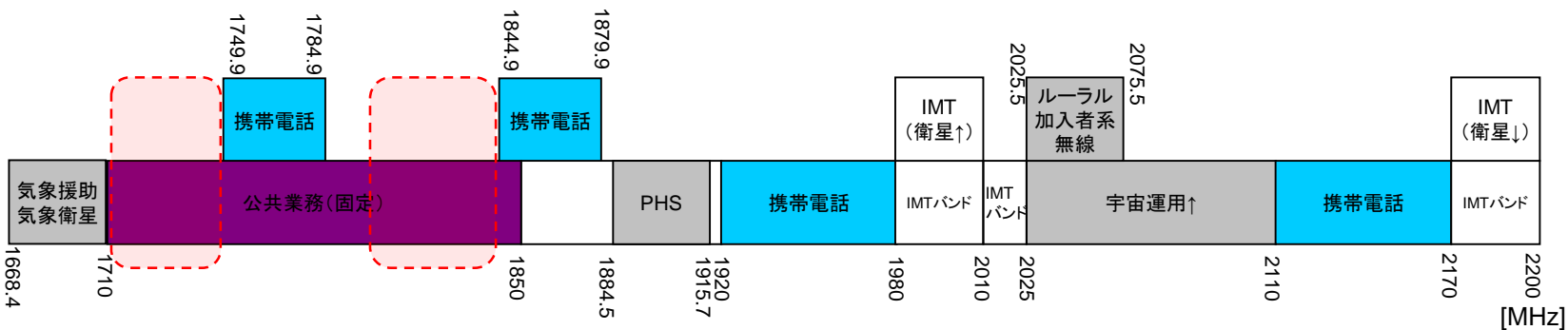


3. 29.5-86GHz周辺の使用状況

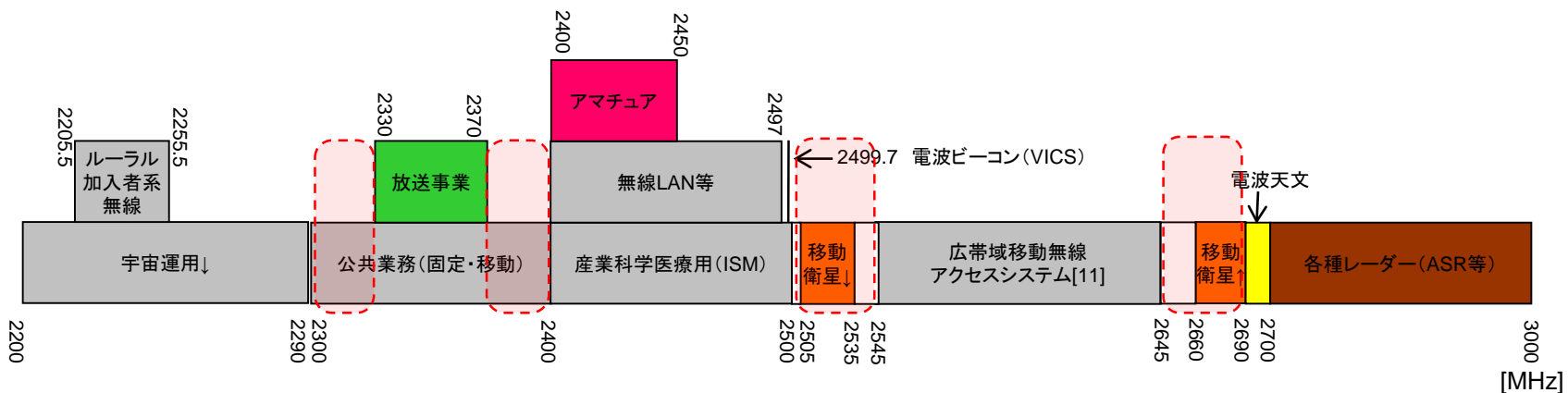


※我が国の電波の使用状況 (平成28年12月) より作成

4. 1.7GHz帯周辺の使用状況








5. 2.3GHz帯、2.6GHz帯周辺の使用状況



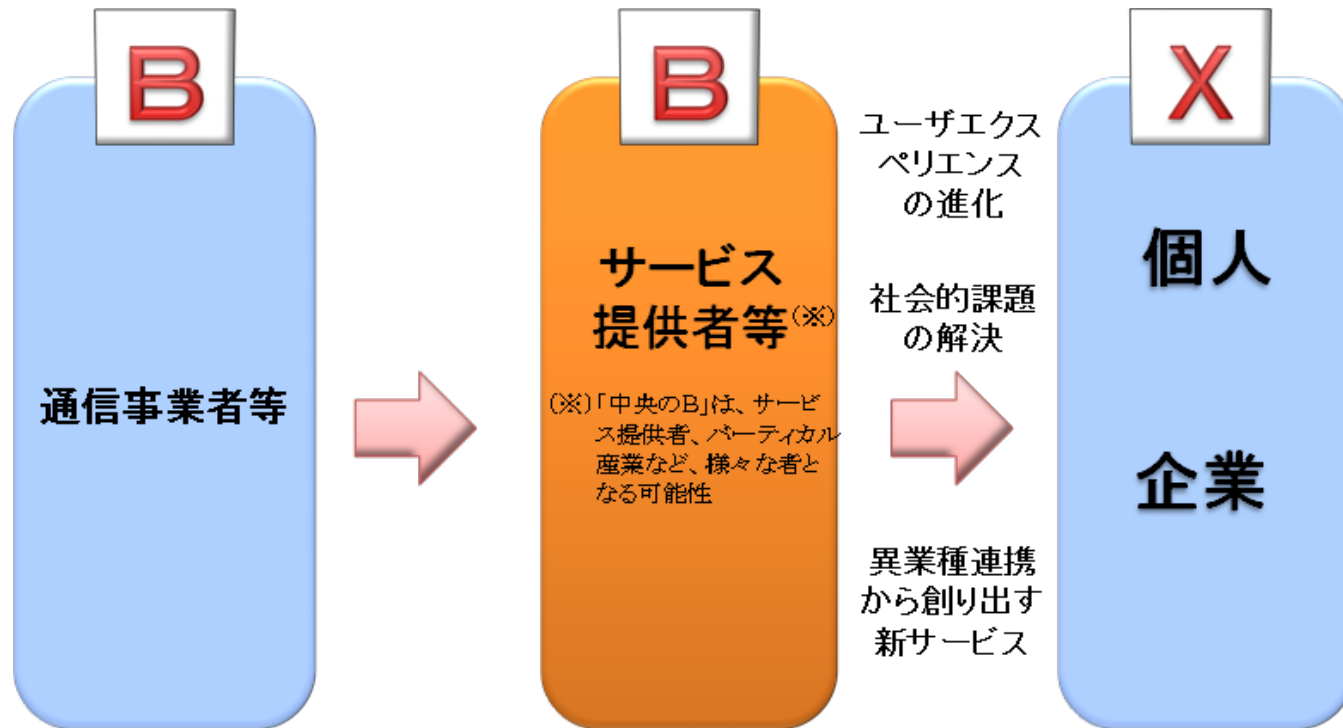
※我が国の電波の使用状況(平成28年12月)及び

電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月)「既存業務の周波数共用、再編の促進」に関する主な意見の概要より作成

5G用周波数の国際的な検討状況

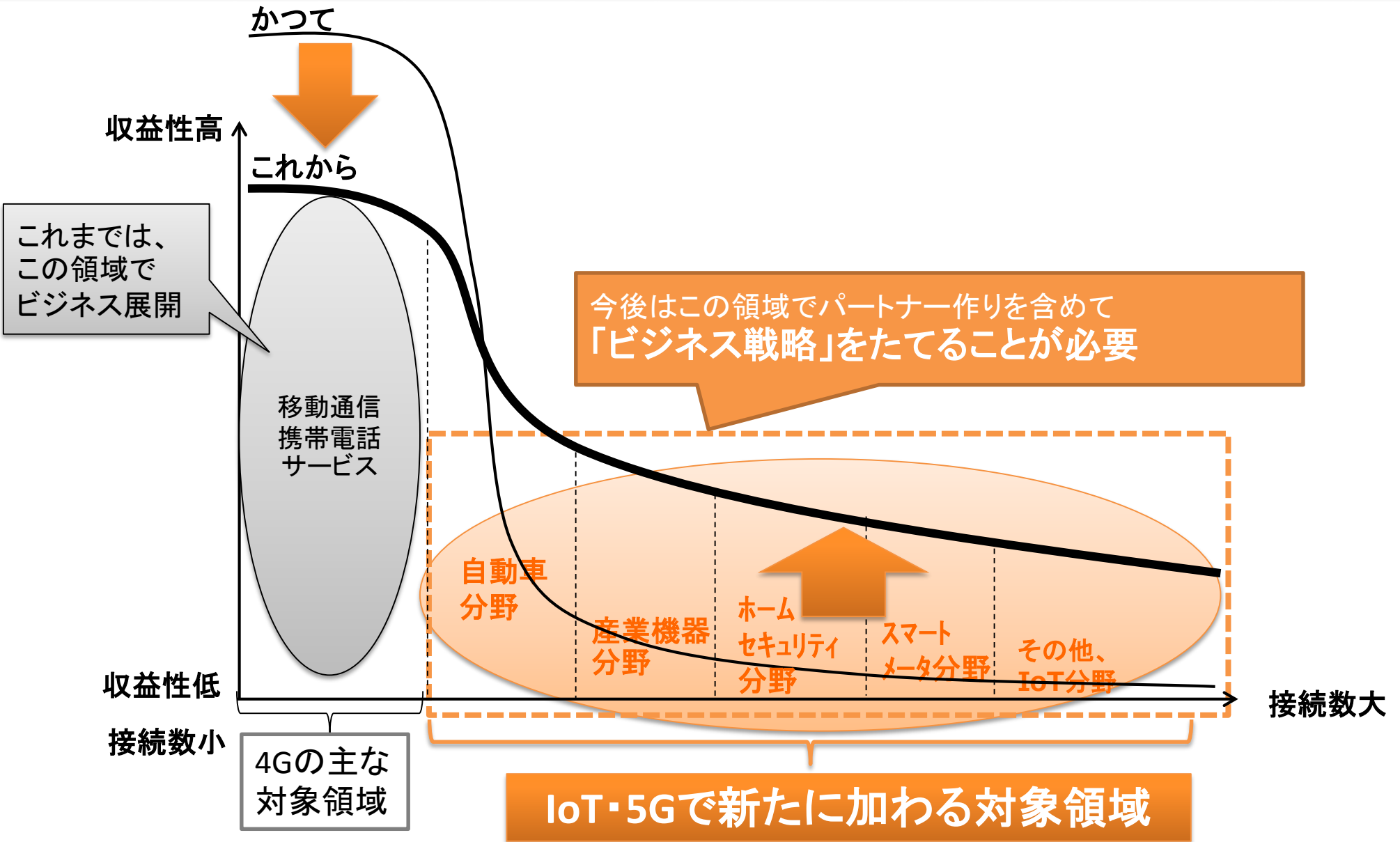
	6GHz以下	6GHz以上
<p>米国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 600MHz ⇒インセンティブ・オークションを実施 ● 3.55-3.7GHz ⇒市民ブロードバンド無線サービス (CBRS)での活用を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-28.35GHz ⇒2018年11月に、周波数オークションを実施 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒24.25-24.45、24.75-25.25、37-38.6、38.6-40、47.2-48.2、64-71GHzの割当てを公表(2016年7月、2017年11月)
<p>欧州</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 700MHz ⇒カバレッジ確保・屋内向け ● 3.4-3.8GHz ⇒利用可能性を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、40.5-43.5、66-71GHzを推進 うち、24.25-27.5GHzは2019年までの確保を検討
<p>中国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.3-3.6、4.8-5.0GHz ⇒利用計画を公布(2017年11月) ● 4.4-4.5GHz ⇒利用可能性を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.75-27.5、37-42.5、66-76、81-86GHzを推進
<p>韓国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.4-3.7GHz ⇒2018年までに確保 うち、3.42-3.7GHzは2018年6月に周波数オークションを実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒2018年6月に、27.5-28.9GHzの周波数オークションを実施 2021年までに、28.9-29.5GHzの確保を検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、31.8-33.4、37-40.5GHzを推進 うち、26.5-27.5GHzは2018年6月に周波数オークションを実施
<p>日本</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.6-4.2、4.4-4.9GHz ⇒既存無線局との共用検討 ※3.48-3.6GHzは割当て済み 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒既存無線局との共用検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、43.5GHz以下の帯域を積極的に検討

- ✓ 5Gでは、通信事業者等がバーティカル産業などのパートナー企業と連携しながら、B2B2Xモデルでサービスを提供。どのような者と組んで、どのようなB2B2X（Business-to-Business-to-X）モデルを構築できるかがポイント
- ✓ 新たなビジネス創出に向けて、**業界を超えたエコシステムの構築が必要**



2020年の5G実現に向けて、バーティカル産業との連携を念頭に、B2B2Xモデルを意識した実証を実施中

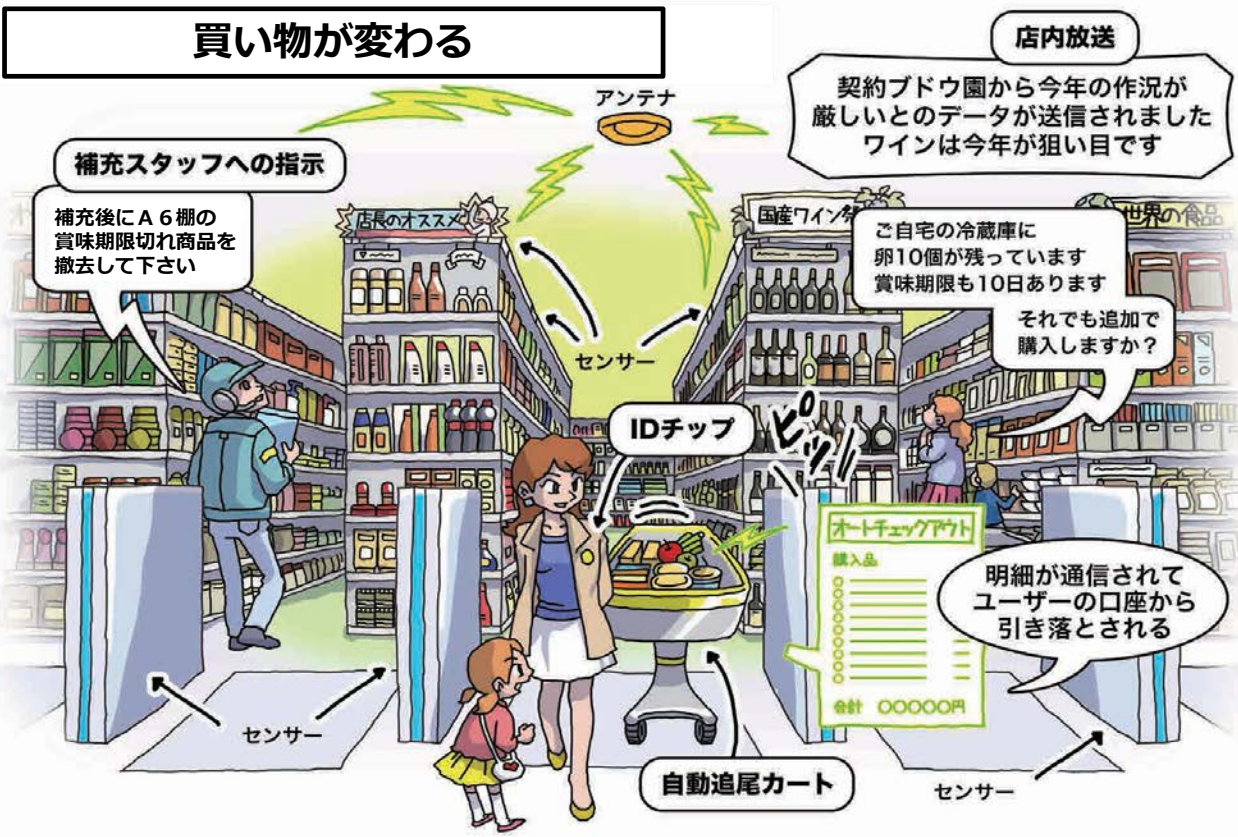
IoT時代の産業構造の変化



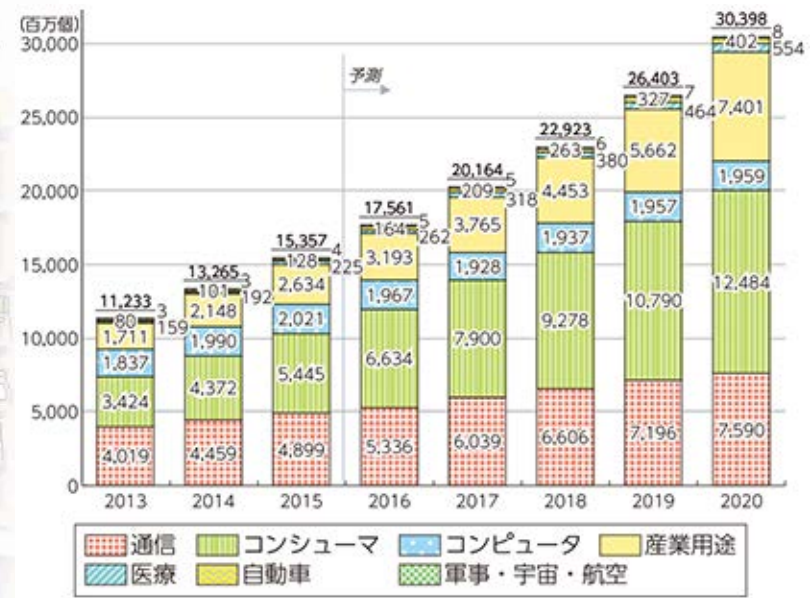
5 G総合実証試験の実施概要 (平成29年度)

技術要件	技術目標	移動速度	試験環境	周波数帯	主な実施者	概要	主な実施場所
超高速大容量	ユーザ端末5Gbpsの超高速通信の実現 ※基地局あたり10Gbps超	30km/hまで	人口密集都市環境	4.5GHz帯 28GHz帯	NTTドコモ、東武スカイツリータワー、総合警備保障、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、臨海副都心地区) ・和歌山県(県立医科大)
		—	屋内/閉空間環境	28GHz帯	国際電気通信基礎技術研究所(ATR)、那覇市	屋内スタジアムでの自由視点映像の同時配信に向けた高精細映像の多重配信に関する実証	・沖縄県(那覇市沖縄セルラースタジアム)
	90km/h以上	都市又はルーラル環境	28GHz帯	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ、東武鉄道、インフォシティ	高速移動体(鉄道、サーキット走行車両)に対する高精細映像配信に関する実証	・栃木県(東武日光線沿線) ・静岡県(富士スピードウェイ)	
超低遅延	1ms(無線区間)の低遅延通信の実現	60km/hまで	都市又はルーラル環境	4.5GHz帯 28GHz帯	KDDI、大林組、日本電気、トヨタIT開発センター	コネクテッドカー、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	・愛知県(KDDI名古屋ネットワークセンター) ・埼玉県(川越市大林組東京機械工場)
		90km/hまで			ソフトバンク、先進モビリティ、SBドライブ	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	・茨城県(つくば市国総研テストコース)
多数同時接続	100万台/km ² の多数同時接続の実現	—	屋内/閉空間環境	3.7GHz帯 4.5GHz帯 28GHz帯	情報通信研究機構(NICT)、横須賀市、イトーキ、シャープ、エイビット	災害時に避難所や防災倉庫において多数の人の要求やモノの位置を的確に把握可能な情報収集やスマートオフィスに関する実証	・宮城県仙台市 ・神奈川県横須賀市 ・石川県能美市 ・大阪府大阪市

- 身のまわりのあらゆるモノがつながる本格的なIoT時代の到来が期待
※ 世界のIoT機器は、2020年には300億個を超えるとの予測
- 多数接続、低消費電力などに対応したセンサーの普及で、**買い物が変わる**



世界のIoTデバイス数の推移及び予測



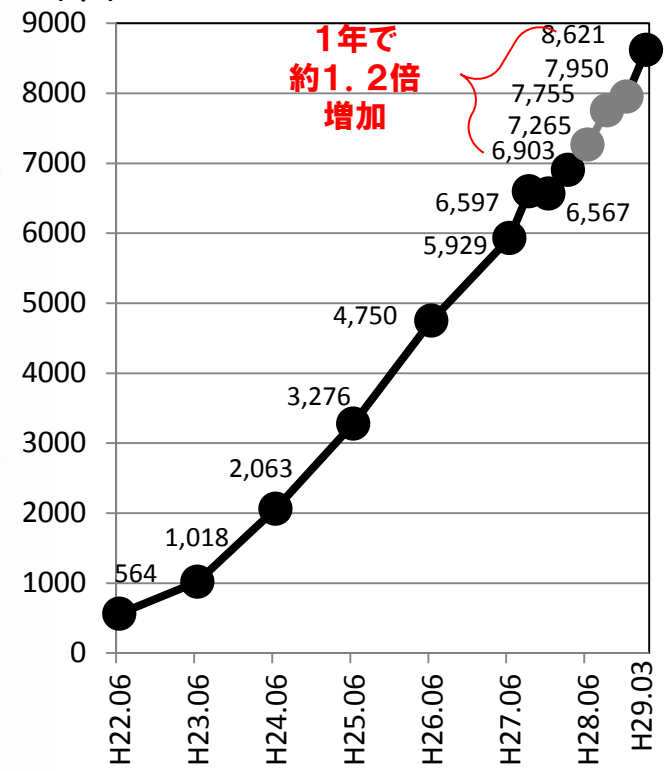
(出典:平成28年版情報通信白書)

- 高精細映像サービスの普及などを背景に、近年のオリンピック会場内のトラフィックは回を重ねる毎に大きく増加。大量のトラフィックへの対応が課題。
※国内でも移動通信トラフィックの増加が続いている状況
- 5Gの導入で、バーチャル・リアリティ技術による迫力あるスポーツ観戦などの超臨場感をどこでも楽しめる ⇒ **スポーツの楽しみ方が変わる**

スポーツの楽しみ方が変わる



移動通信トラフィックの推移
1加入者あたり平均トラフィック

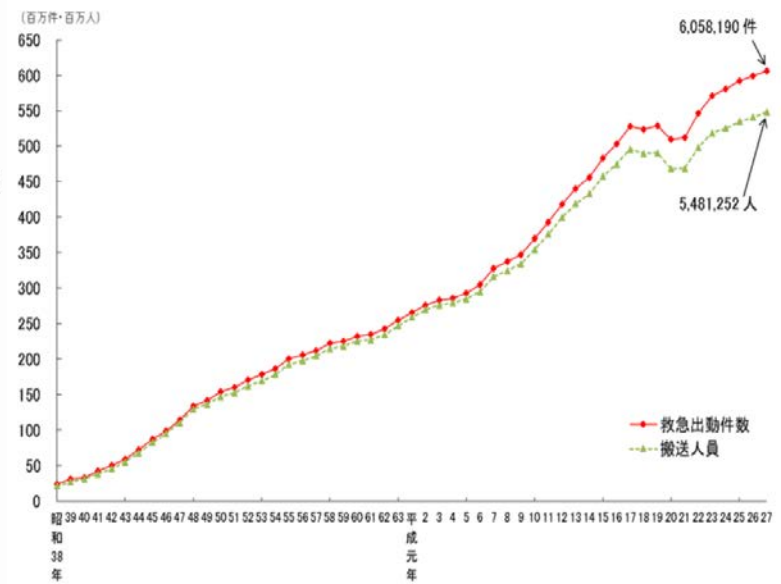


- H27年の救急出動件数は、約600万件（消防防災ヘリコプターの件数含む）、搬送人員数は約550万人となり、過去最高を更新。
- 超低遅延通信が実現できることで、移動中でも高精細映像を用いた遠隔手術などが実現

救急医療が変わる



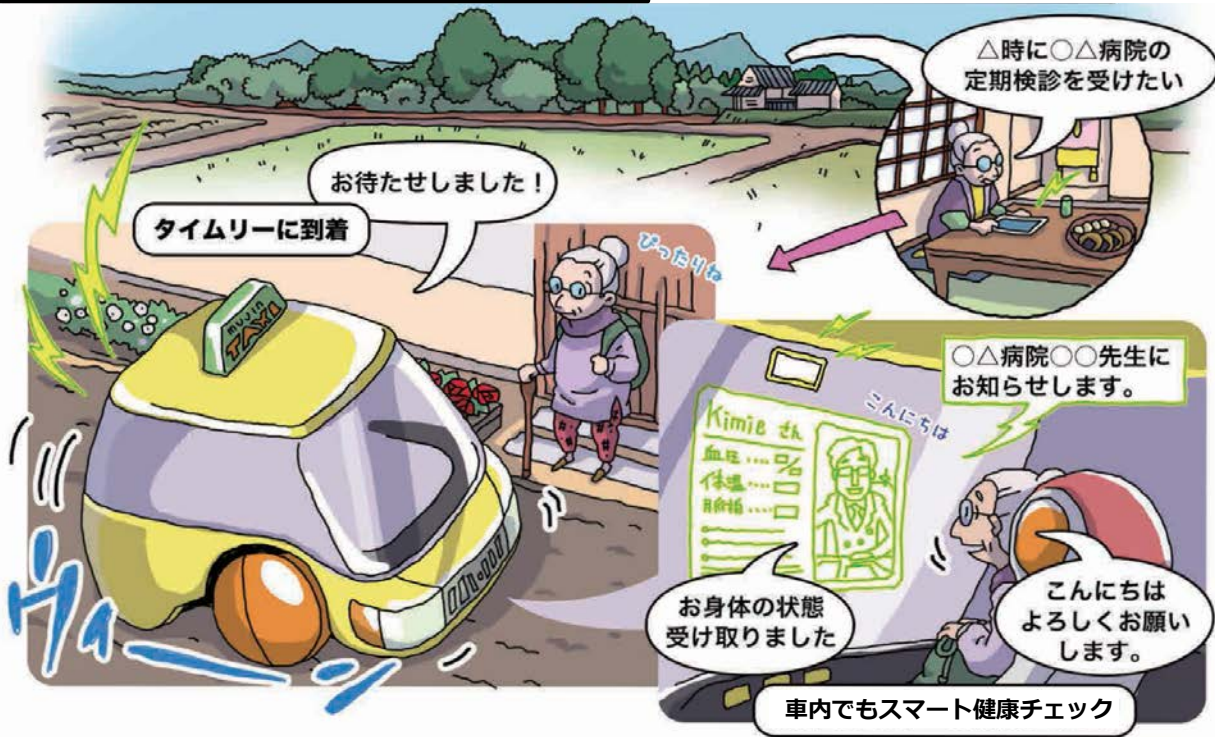
救急出動件数及び搬送人員数の推移



出典:平成28年版 救急救助の現況(消防庁)

- H18年度からH23年度までの6年間に、全国で11,160kmの乗り合いバス路線が廃止されるなど、地方での移動手段の確保が課題
- 超低遅延通信が必要となる自動運転システムが実現することで、公共交通機関が利用しにくい地域でも、自動運転タクシーで好きな時に、好きな場所に出かけることができる、高度モビリティ社会が実現

地方での暮らしが変わる

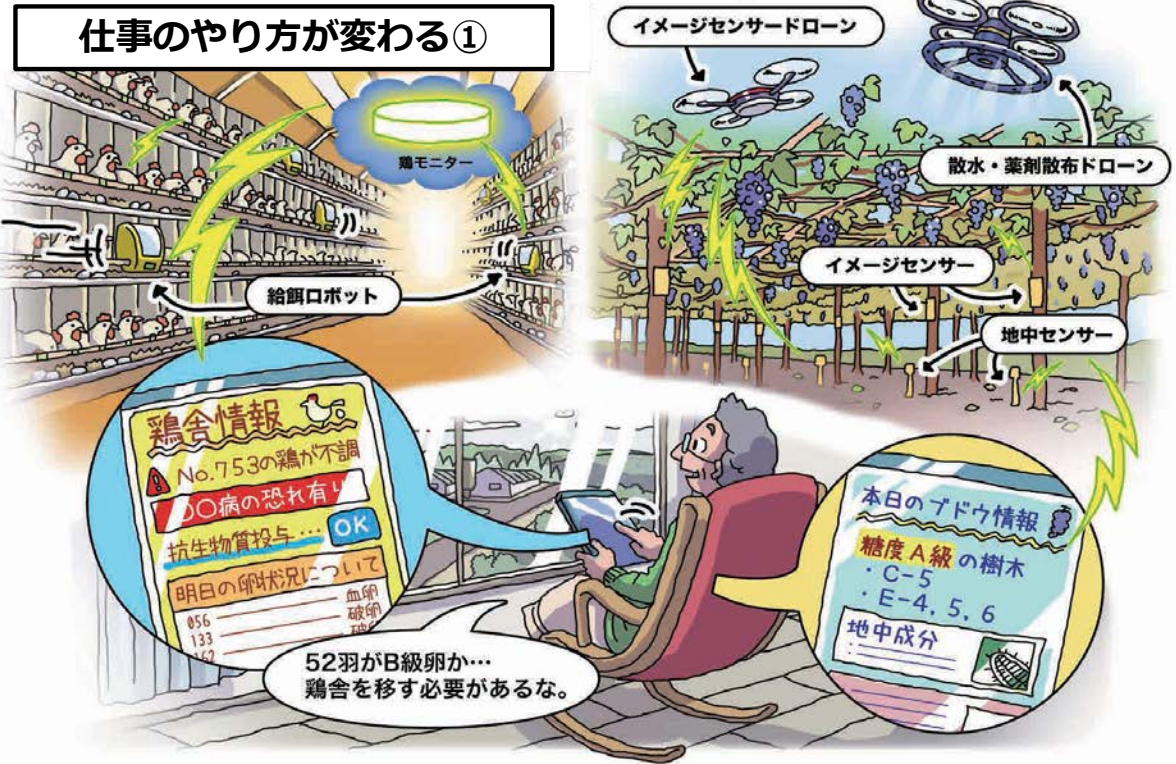


乗合バスの路線廃止状況 (高速バスを除く、代替・変更がない完全廃止のもの)

	廃止路線キロ
18年度	2,999
19年度	1,832
20年度	1,911
21年度	1,856
22年度	1,720
23年度	842
計	11,160

(※) 稚内市—鹿児島市間の距離は約1,810キロメートル

- 農業就業人口は、65歳以上が全体の6割、75歳以上が3割を占めるなど、農業に従事する者の高齢化が進展
- 様々な情報を収集する農業用センサーに加え、給餌ロボット、散水・薬剤散布ドローンなどの実現により、自宅からの畜産/農作業管理が実現が期待



農業就業人口、基幹的農業従事者数の推移

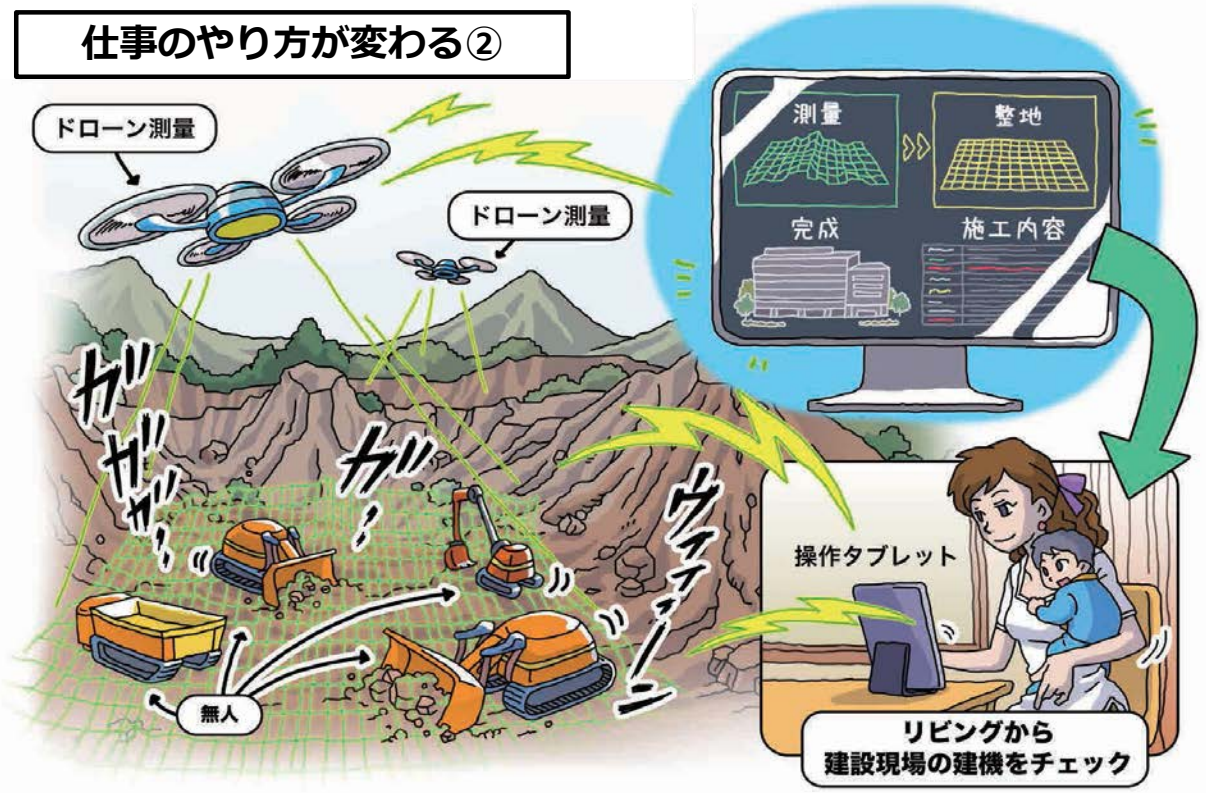
(単位：千人、%、歳)

	平成12年 (2000)	17 (2005)	22 (2010)	23 (2011)
農業就業人口	3,891	3,353	2,606	2,601
65歳以上	2,058	1,951	1,605	1,578
(割合)	(52.9)	(58.2)	(61.6)	(60.7)
75歳以上	659	823	809	825
(割合)	(16.9)	(24.6)	(31.0)	(31.7)
平均年齢	61.1	63.2	65.8	65.9
基幹的農業従事者	2,400	2,241	2,051	1,862
65歳以上	1,228	1,287	1,253	1,100
(割合)	(51.2)	(57.4)	(61.1)	(59.1)
75歳以上	306	462	589	517
(割合)	(12.7)	(20.6)	(28.7)	(27.8)
平均年齢	62.2	64.2	66.1	65.9

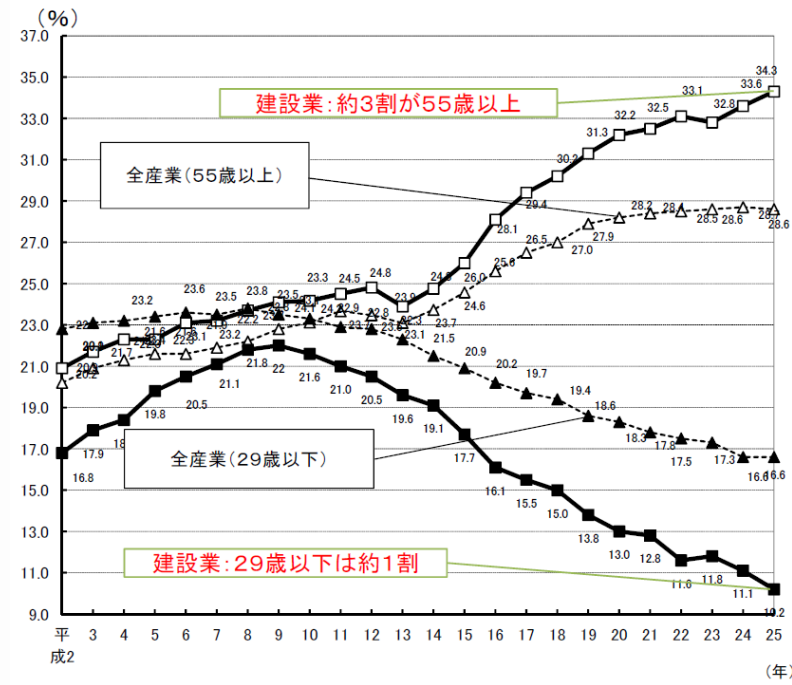
資料：農林水産省「農林業センサス」、「農業構造動態調査」

- 建設業就業者は、55歳以上が約34%に達するのに対し、29歳以下は約10%にとどまっており、高齢化が進行
- ドローンを活用した高精度な測量や建機の遠隔・自動操縦等が実現することで、建設現場の仕事のやり方が変わる

仕事のやり方が変わる②



建設業就業者の高齢化の進行



国土交通省資料より

- 我が国は、その位置、地形等の自然的条件から、地震、津波、火山噴火などによる自然災害が多く発生
- 街の中に多数設置された高精細な映像センサーによりデータを収集、活用することで、災害情報を網羅的に把握するとともに、被災者に最適な避難経路情報を迅速に届けることができる、「災害に強い社会」の実現が期待

防災・減災が変わる



最近の主な自然災害

時期	災害名	主な事象
H26年8月	広島土砂災害	広島県で1時間に約120ミリの猛烈な雨を観測したほか、24時間雨量が観測史上1位を更新。
H26年9月	御嶽山噴火	噴火警戒レベル3(入山規制)を発表し、火口4キロメートル以内の立入りを規制。登山者に多数の被害が生じた。
H26年12月～ H27年3月	大雪	北日本から東日本の日本海側山沿いを中心に大雪に見舞われた。
H27年6月	箱根山噴火	ごく小規模な噴火が発生。噴火警戒レベルを2から3(入山規制)へ引き上げ。
H27年7月	台風第11号	近畿地方で24時間の積算雨量がこれまでの観測記録を更新。
H27年8月	台風第15号	三重県で一日の雨量が500ミリを超える。
H27年9月	関東・東北豪雨	関東地方と東北地方では記録的な大雨。
H27年9月	台風第21号	与那国島で最大瞬間風速81.1メートルを観測。
H28年4月	熊本地震	4月14日及び16日に最大震度7。

出典：平成28年防災白書より作成

2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021年度

ラグビーW杯

東京オリンピック・
パラリンピック

研究開発・総合実証試験の推進

研究開発

- 超高速化等に関する産学官連携による研究開発 (2015年度～)
- 欧州との国際共同研究 (2016年度～)

総合実証試験

- 社会実装に向けた国民(ユーザ)を巻き込んだ5G総合実証試験を東京だけでなく、地方でも実施 (2017年度～)

主要国との連携・協調

- 政策対話等を通じた主要国との国際連携・協調の推進・拡大

国際電気通信連合 (ITU)、3GPP (※) 等における標準化活動

※主要国の通信事業者等を中心とした携帯電話の標準化団体

- 3GPP 5G基本仕様とりまとめ

- 3GPP 5G詳細仕様とりまとめ

5G用周波数の具体化

5G用周波数の具体化

- 情通審 新規諮問委員会設置
- 周波数に関する基本戦略とりまとめ

技術的条件の策定

- ・5G用周波数の具体化
- ・周波数帯毎に、順次、技術的条件を策定

世界に先駆け5Gを実現

更なる進化・高度化

民間における5G推進活動の支援
(5Gモバイル推進フォーラム(5GMF)の活動支援)

ご清聴ありがとうございました

