

情報通信審議会 諮問

新世代モバイル通信システムの技術的条件について

平成28年11月15日

諮問の背景等

1 背景

- 2020年の実現を目標に、世界各国で研究開発や実証等の取り組みが活発に進められている第5世代移動通信システム(5G)は、「超高速」だけでなく、「多数同時接続」や「低遅延・高信頼」といった特徴を有する新世代のモバイル通信システムである。
- 5Gの特徴を活かして、交通、スマートシティ、農林水産、医療などの分野での利活用や新ビジネスの創出が期待されている。5Gを早期に実現することで、我が国企業の国際競争力強化や地域活性化等を図ることが必要である。
- こうした状況を踏まえ、2020年の5G実現に向けた制度整備を行うため、新世代モバイル通信システム(2020年代の移動通信システム)の技術的条件をとりまとめるための検討を開始する。

2 検討の方向性

検討の前提となる事項

- ✓ 基本コンセプト
- ✓ ネットワーク構成
- ✓ サービスイメージ
- ✓ 要求条件
- ✓ 4Gから5Gへの進化シナリオ 等

IoTへの展開等、4Gまでと異なる進化が期待される5Gの早期実現に向けて、検討の前提となる事項を明確にした上で、技術的条件の検討に着手する必要。

技術的条件のとりまとめ

2020年の5G実現に向けて、5Gの導入が想定される周波数帯毎等に、技術的条件をとりまとめ

3 検討スケジュール

	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
情報通信審議会	新世代モバイル通信システムの技術的条件検討				5G実現
ITU					
3GPP*	要求条件等のレポート作成	3GPP Rel 14 (5Gの調査検討)	無線インターフェースの提案募集 3GPP Rel 15 (5Gの基本仕様)	3GPP Rel 16 (5Gの全体仕様)	

※3GPP(3rd Generation Partnership Project)とは、3G、4G等の仕様を検討・標準化することを目的に、1998年に設立された日米欧中韓の標準化団体からなるプロジェクト

1 諮問理由

- 近年、電波の利用は、日常生活に不可欠となっている携帯電話などの無線通信ネットワークはもとより、交通、スマートシティ、医療など様々な分野に広がっている。さらに、あらゆる「モノ」がネットワークにつながるIoT時代の本格的な到来が予測されており、電波利用ニーズの更なる増加やIoT時代に対応可能な新たな無線システムの実現が期待されている。
- 新世代の移動通信システムとして世界各国・地域で研究開発や実証等が行われている第5世代移動通信システム(以下「5G」という。)は、従来の携帯電話技術を中心に、小電力の無線通信技術やコアネットワーク技術の高度化など様々な通信技術を柔軟に組み合わせた多様なネットワーク(ヘテロジニアスネットワーク)となることが想定されており、「超高速」だけでなく、「多数同時接続」、「低遅延・高信頼」といった特徴を有するものとされている。また、5Gでは、UHF帯からEHF帯(ミリ波)までの幅広い周波数帯の活用が見込まれており、EHF帯(ミリ波)等の高い周波数帯の特性を踏まえた技術的検討を行うことが必要である。
- このように5Gは、従来のスマートフォンや携帯電話といった利用形態の枠を超える移動通信システムとして検討が進められており、IoT時代のICT基盤として様々な分野での活用が期待されている。
- 以上のことから、将来の電波利用ニーズの更なる増加やIoT時代に対応した新たな無線システムの早期実現に向けて、新世代モバイル通信システムの基本コンセプトを明確にした上で技術基準を策定するため、新世代モバイル通信システムの技術的条件について諮問する。

2 答申を希望する事項

- 新世代モバイル通信システムの技術的条件

3 答申を希望する時期

- 平成29年夏以降、随時一部答申を希望

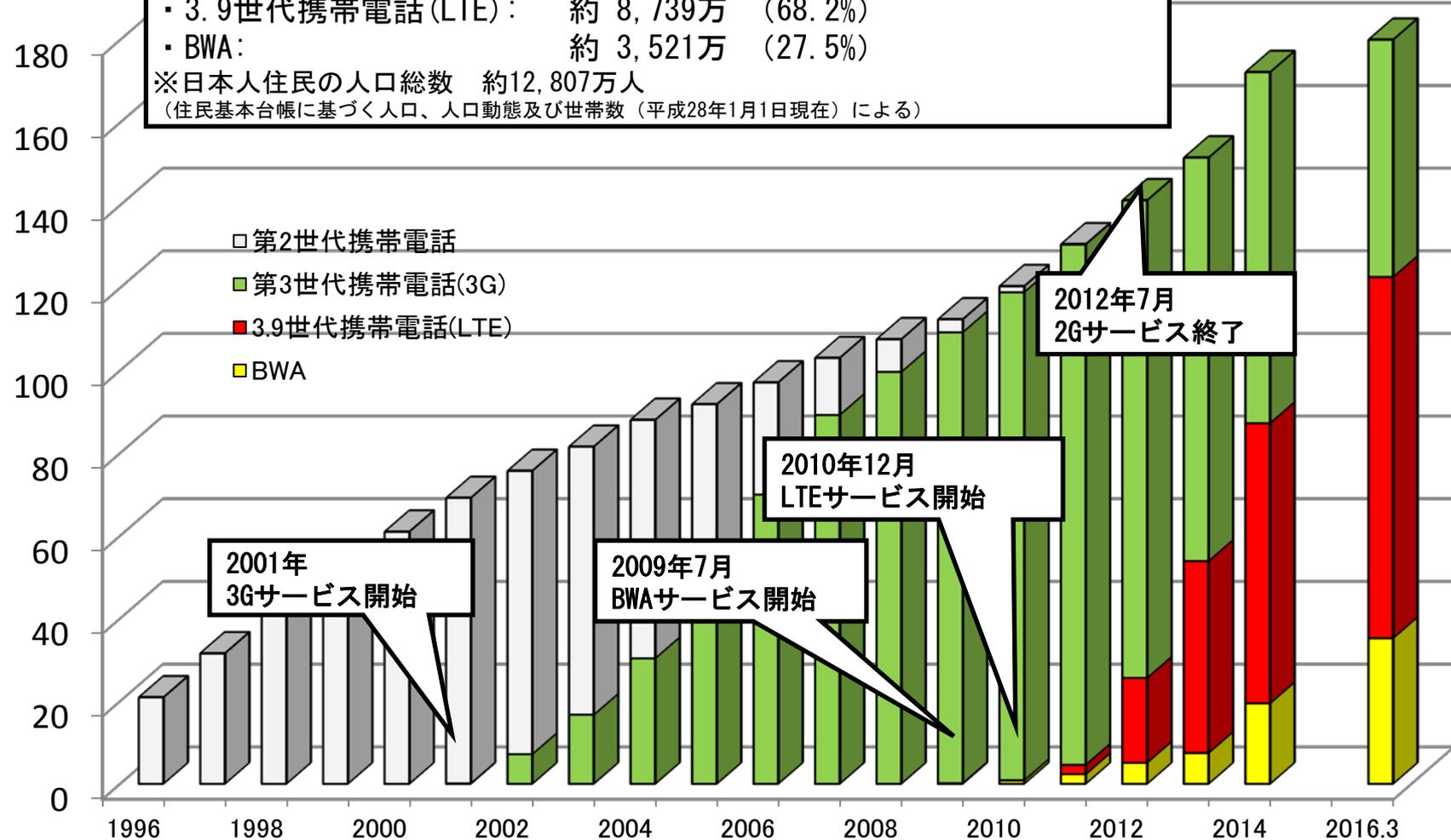
携帯電話等契約数の推移

2016年3月末現在 契約数（人口普及率）

- ・ 携帯電話及びBWA合計（グループ内取引調整後）： 約15,876万（124.0%）
- ・ 携帯電話及びBWA合計（単純合算）： 約19,169万（149.7%）
- （内訳）
 - ・ 携帯電話： 約15,648万（122.2%）
 - ・ 第3世代携帯電話（3G）： 約6,909万（53.9%）
 - ・ 3.9世代携帯電話（LTE）： 約8,739万（68.2%）
 - ・ BWA： 約3,521万（27.5%）

※日本人住民の人口総数 約12,807万人
 （住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数（平成28年1月1日現在）による）

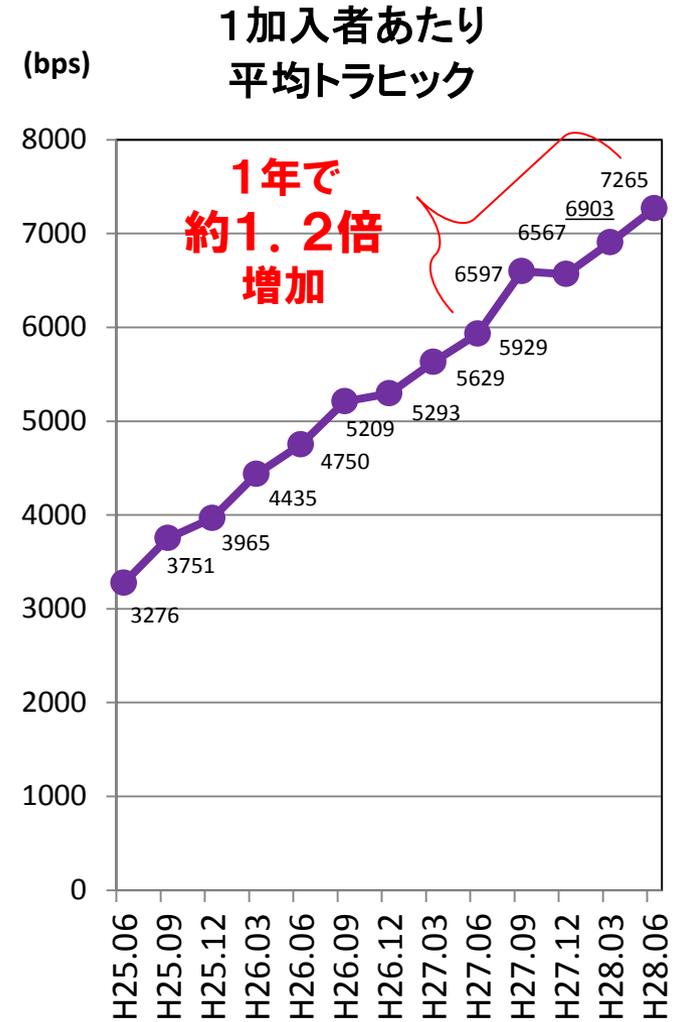
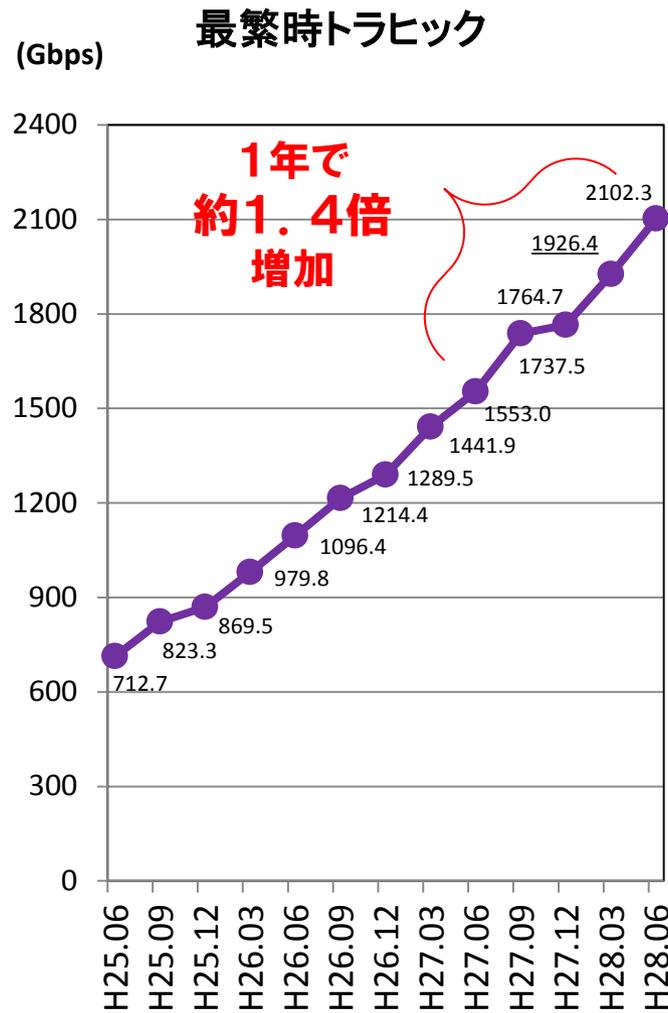
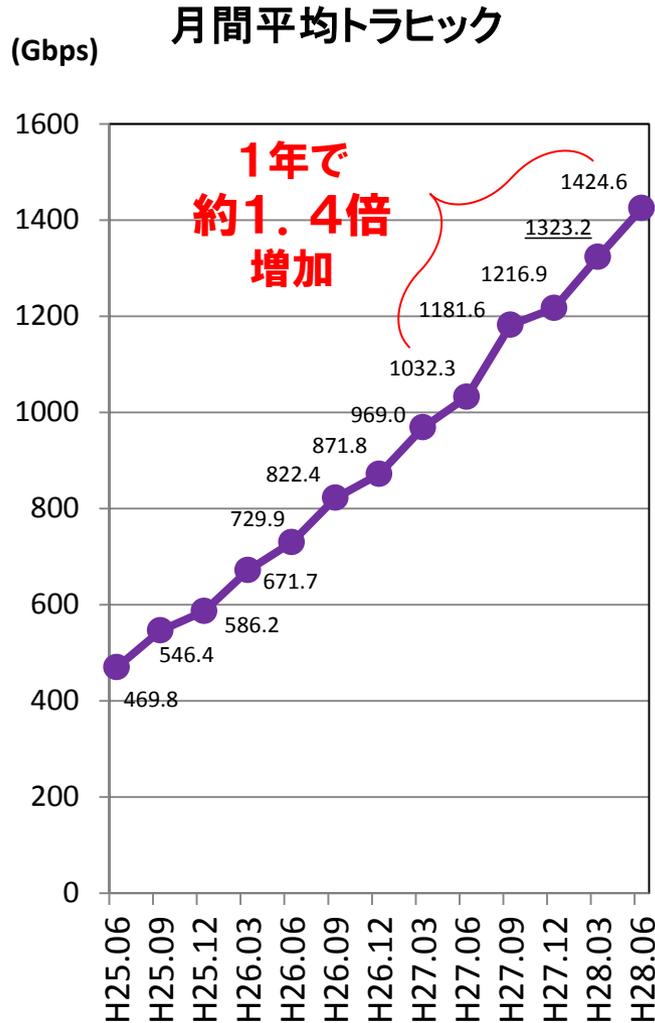
（百万）



（年度末）

※ 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

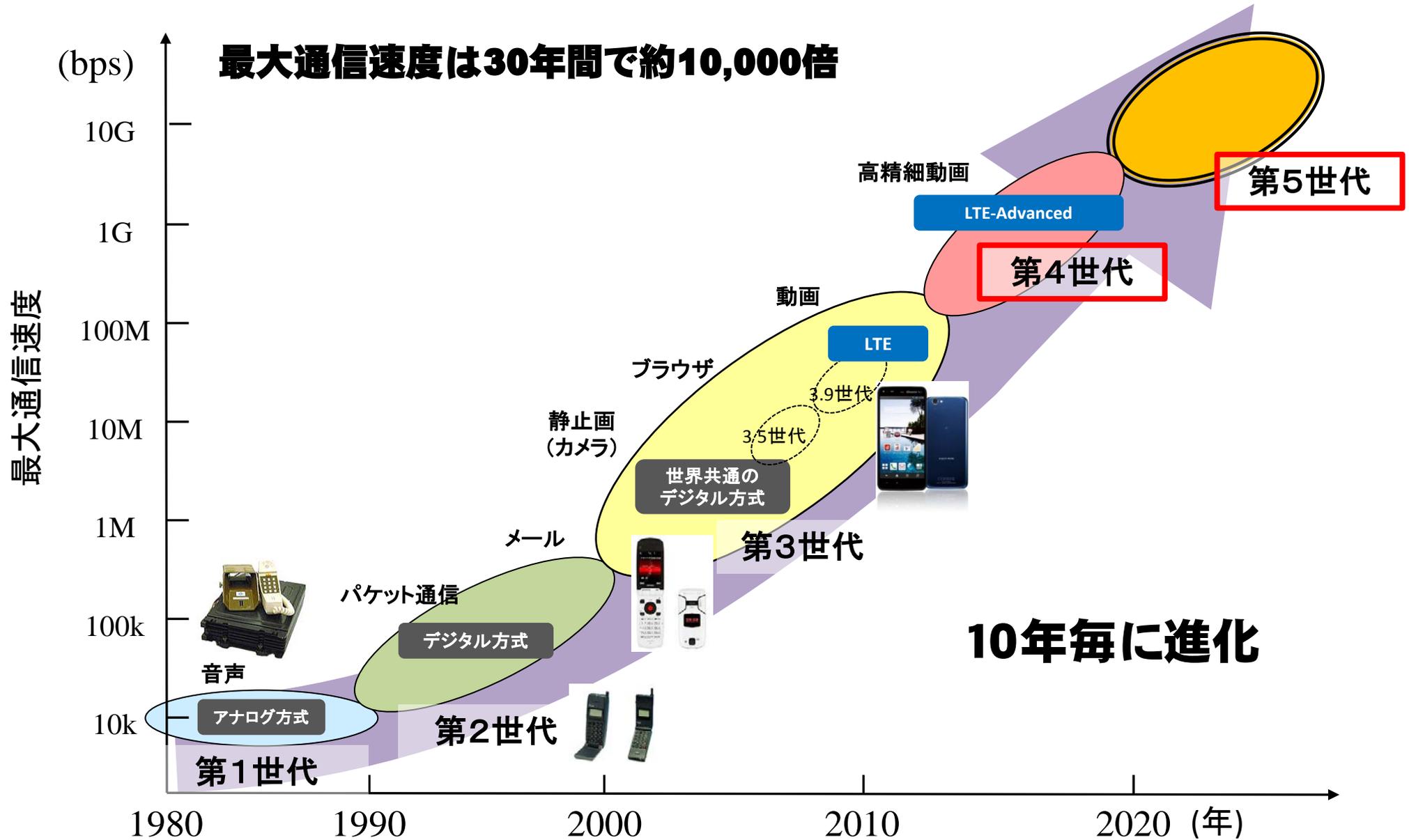
移動通信トラヒックの推移(過去3年間)



○月間平均トラヒックは、直近1年で392.3Gbps(約1.4倍)増加している。

(各社のLTE加入者数の増加や、動画等の大容量コンテンツの利用増加等が主要因と推測される。)

[注]平成27年3月分の事業者報告に修正が生じたため、一部のデータを修正致しました。なお、修正箇所には下線が付してあります。



5Gで何が変わるか

< 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)

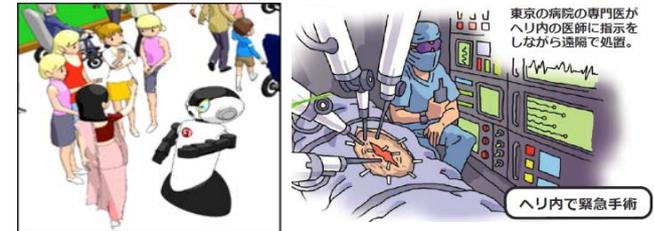
超低遅延

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

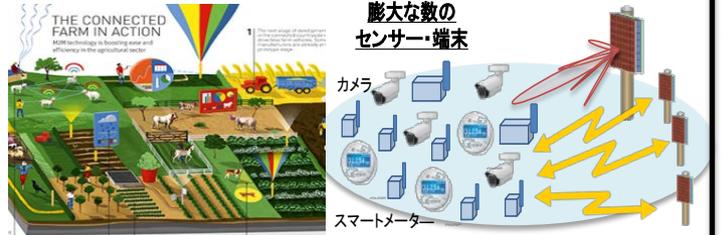


ロボットを遠隔制御

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

- ✓ 2015年9月、2020年以降の将来の移動通信システムに関する枠組及び目的を示した「IMTビジョン勧告 (M.2083)」を策定。
- ✓ 同勧告において、5Gの利用シナリオや5Gの要求条件など、5G開発の方向性等が提示。

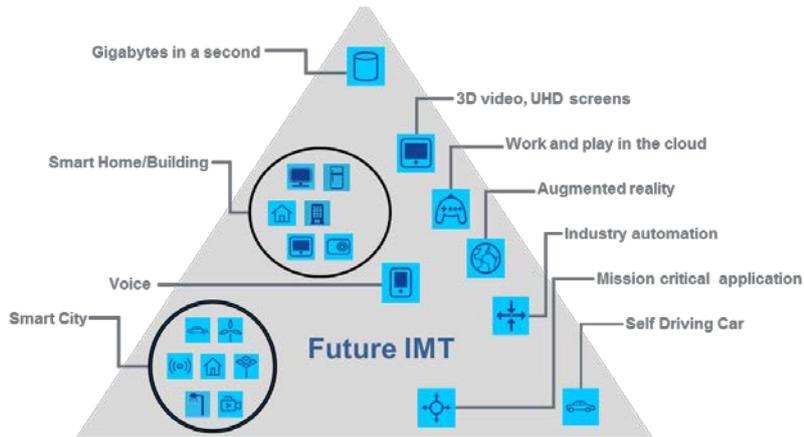
<5Gの利用シナリオ>

- ✓ モバイルブロードバンドの高度化 (Enhanced mobile broadband)
- ✓ 大量のマシンタイプ通信 (Massive Machine Type Communication)
- ✓ 超高信頼・低遅延通信 (Ultra reliable and low latency communication)

<5Gの主な要求条件>

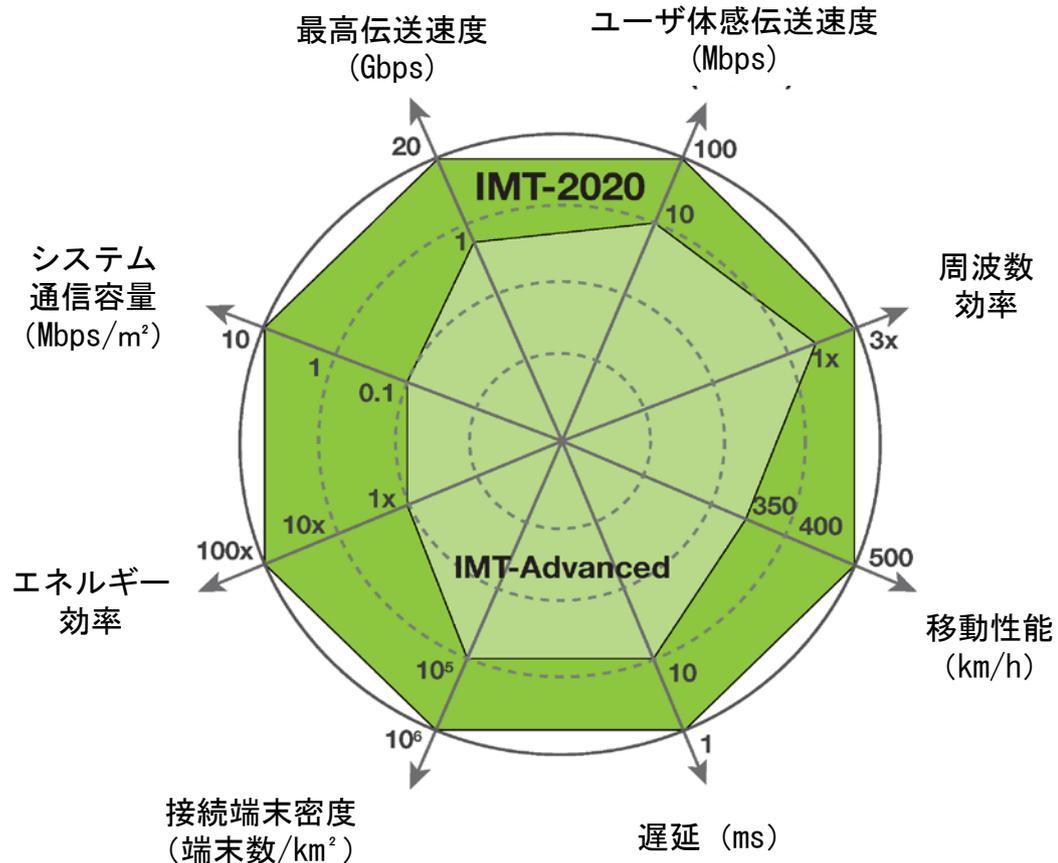
- ✓ 最高伝送速度 20Gbps ※一定の条件下
- ✓ 100万台/km²の接続機器数
- ✓ 1ミリ秒程度の遅延

モバイルブロードバンドの高度化 (Enhanced mobile broadband)



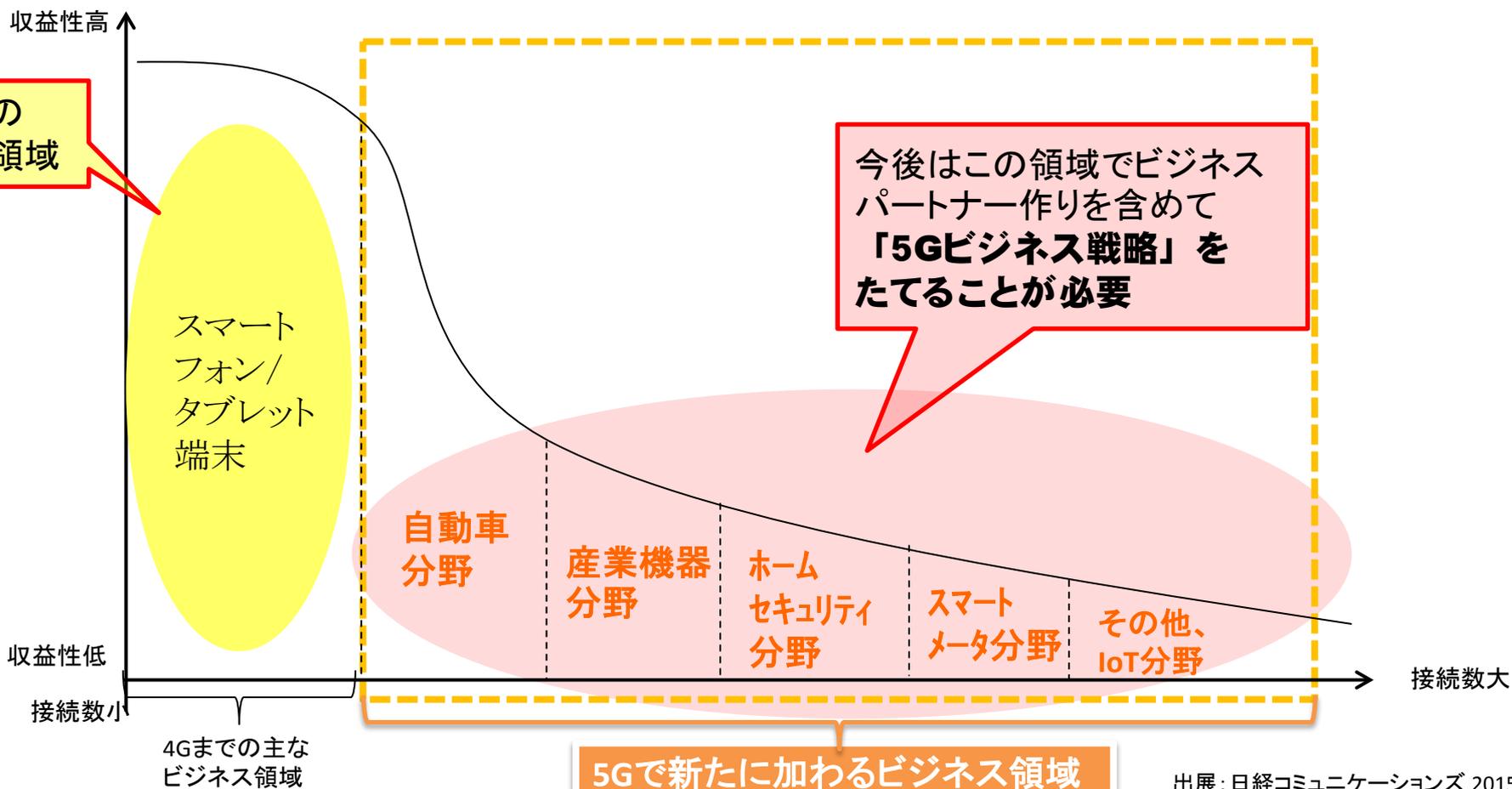
大量のマシンタイプ通信 (Massive Machine Type Communication)

超高信頼・低遅延通信 (Ultra reliable and low latency communication)



産業構造の変化への戦略的な対応

- ✓ 4Gまでは、従来型の携帯電話端末やスマートフォンを対象に、音声通話と通信速度の高速化によるデータ伝送がサービスの中心。
- ✓ 5G時代では、スマートフォンといった従来型の端末をベースとしたビジネスだけでなく、**IoTや自動車、産業機器、スマートメータ**といった新しい分野の市場創出が期待。
- ✓ 5Gでの検討は、モバイルブロードバンドが先行しているが、新たな市場創出に対応するため、ICT業界にとどまらず、幅広い産業界とのパートナーシップを検討し、**5Gによる収益構造の変化への対応**が必要。



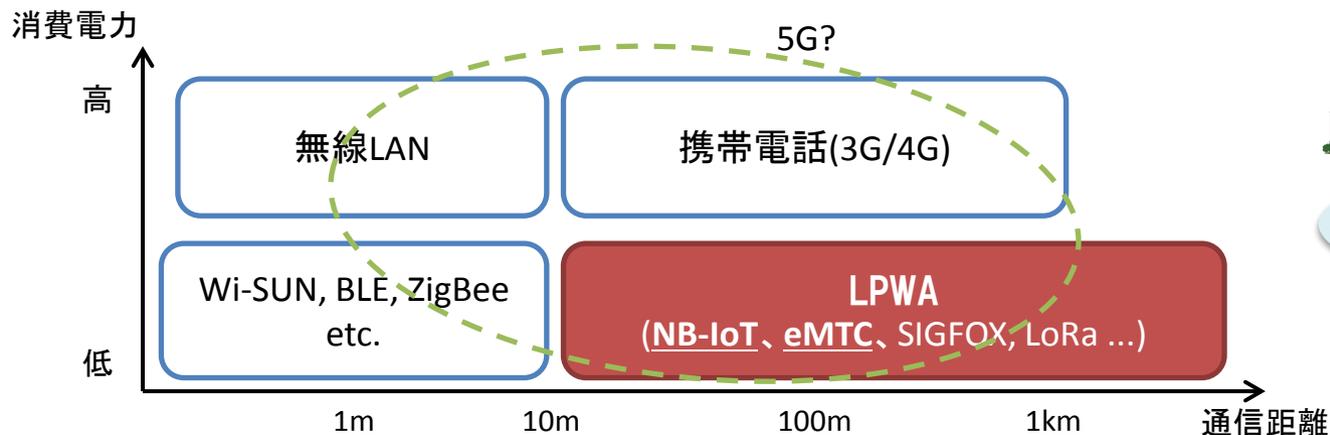
IoT時代の無線通信システム

- ✓ 5Gは、従来のスマートフォンや携帯電話といった利用形態の枠を超える移動通信システムとして検討が進められており、IoT時代のICT基盤として様々な分野での活用が期待。
- ✓ IoT向けの通信仕様については、3GPPにおいてもNB-IoTやeMTC*などの検討が進められており、早期サービス開始を念頭に、対応可能なものから、技術的条件を検討することが必要。

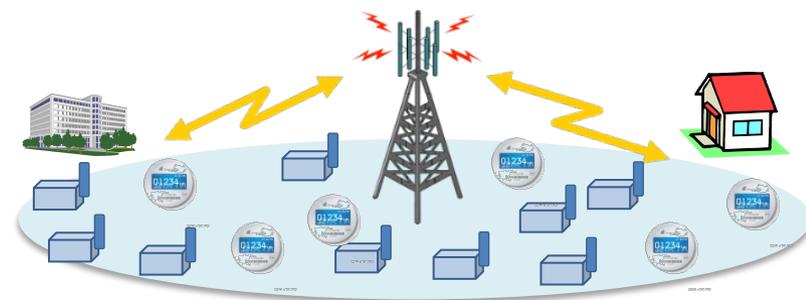
※ NB-IoT: Narrow Band Internet of Things, eMTC: enhanced Machine Type Communication

IoT向け無線通信システム

- 膨大な数の端末がインターネットに接続されるIoT時代の本格的な到来に対応するため、低消費電力（長寿命）で広いカバーエリアを持つ低コストの無線システム（いわゆるLPWA（Low Power Wide Area））が求められており、様々な規格が提案。
- 本年6月にとりまとめられた3GPPリリース13において、通信方式の簡略化等により、低消費電力等を実現したNB-IoT、eMTCが規格化。既存の携帯電話ネットワークを活用することで、面的なサービス提供が可能。



図：LPWAと既存の通信技術の違い（出典：日経コミュニケーション 2016年4月号）



図：eMTC、NB-IoTの利用イメージ

※既存の携帯電話網を活用することで、面的なサービスエリアを確保し、膨大な数のセンサーやスマートメーター等IoT端末を収容

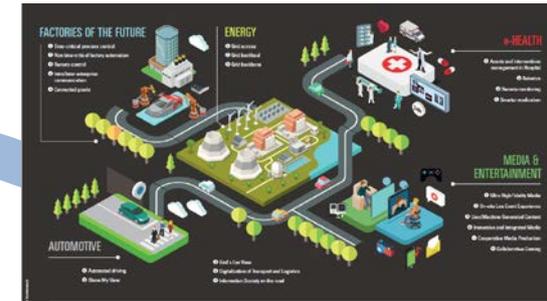
5G実現に向けた課題

研究開発・総合実証試験の推進

- ✓ 我が国企業の国際競争力を強化するとともに、国際標準化活動をリードするため、**5Gの要素技術の研究開発を推進**することが必要
- ✓ 2020年の5G実現に向けた取組を加速させるため、物流などの**5G利活用分野において総合的な実証試験を実施**することが必要



5G Global Event (2016年6月)の様子



EUが進める5G利活用分野
(①自動車、②工場・製造、③エネルギー、④医療・健康、⑤メディア)

5G実現のため3つの課題を重点的に推進

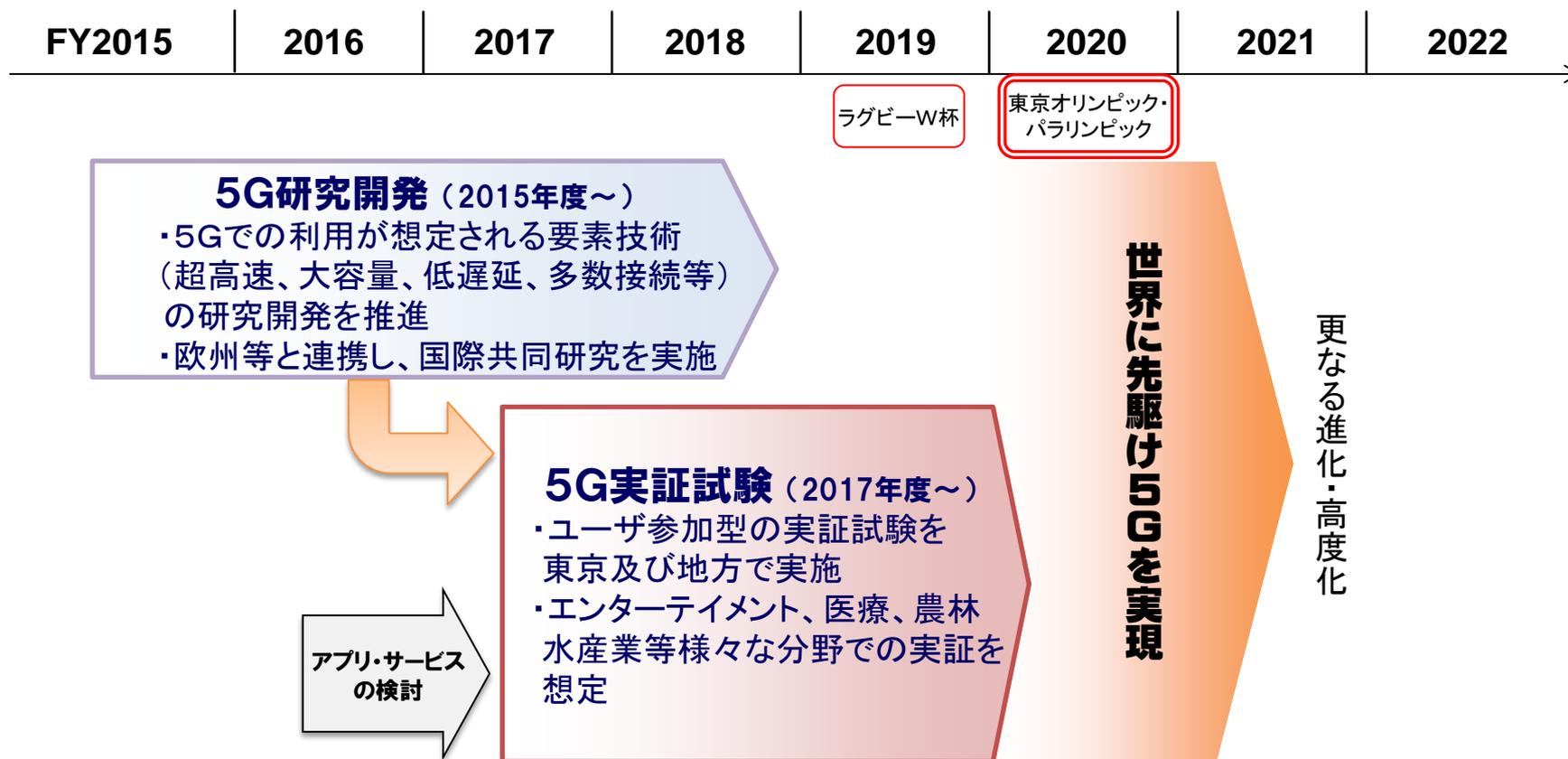
国際連携・協調の強化

- ✓ 重要技術で国際的なリーダーシップをとるため、**主要国との国際連携・協調を強化**することが重要
- ✓ ワークショップの開催等を通じた情報共有や国際標準獲得を念頭においた**国際共同研究を実施**することが必要

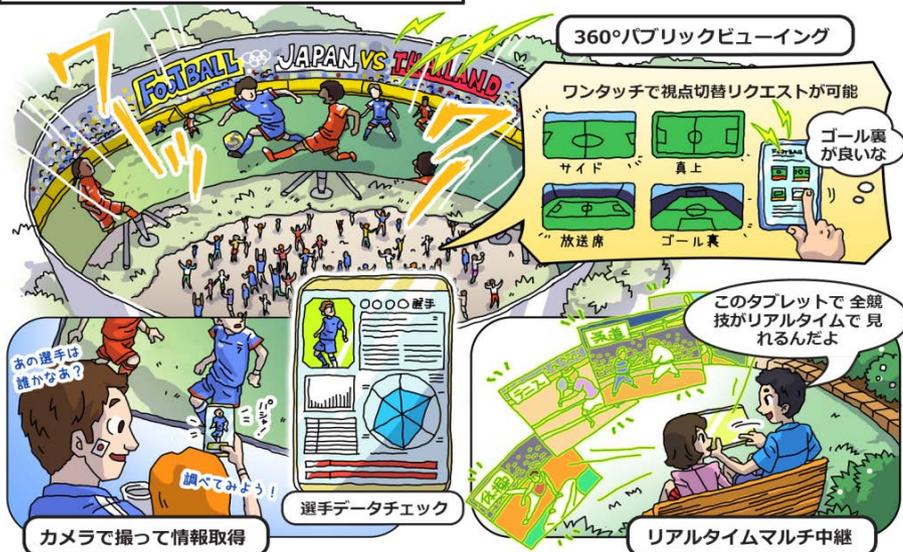
5G導入に向けた技術的条件の策定

- ✓ 技術的条件の検討の前提として、5Gの基本コンセプト、ネットワーク構成、4Gから5Gへの進化シナリオ等を明確にすることが必要
- ✓ 5Gを導入する**周波数帯毎に技術的条件を策定**し、制度整備を行うことが必要

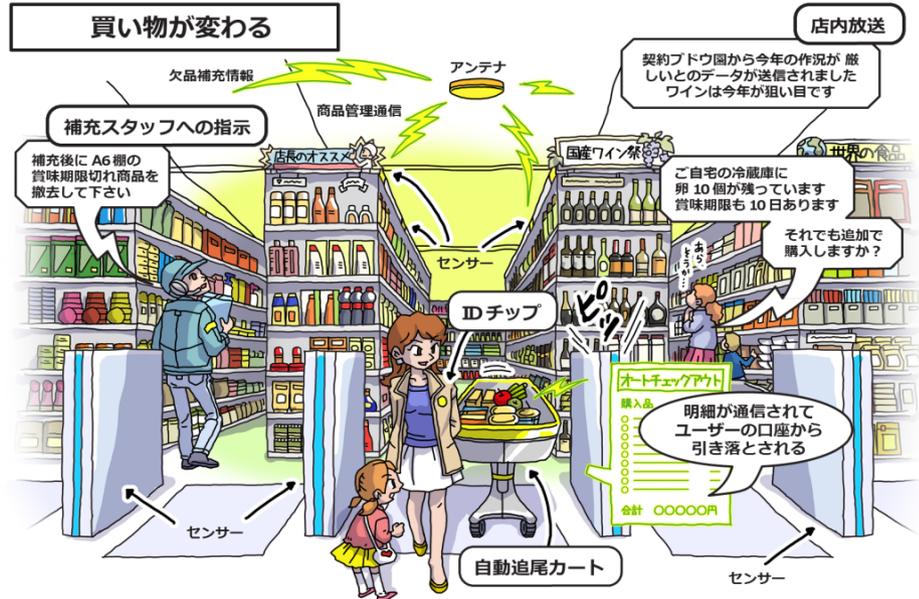
- 2020年(平成32年度)の5G実現に向け、2015年度(平成27年度)より超高速、大容量、低遅延等に関する**研究開発**を実施 [H29年度要求額 28.4億円]
- 2017年度(平成29年度)より、5Gを社会実装させることを念頭に、交通分野など具体的なフィールドを活用した**総合的な実証試験**を東京及び地方で実施 [H29年度要求額 27.0億円]
- 世界中の企業や大学等が参加できる実証環境を構築し、国際的な標準化活動へ貢献



スポーツの楽しみ方が変わる



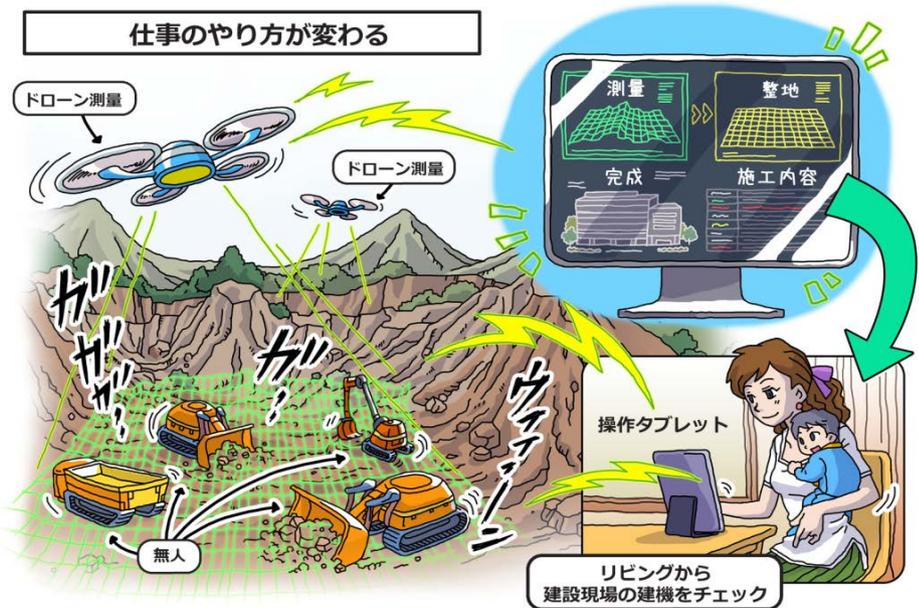
買い物が変わる



防災・減災の仕組が変わる



仕事のやり方が変わる



主要国の取組状況

- 
- 2016年7月、**FCC**は、5G候補周波数に関する「報告と規則」を採択。5G用周波数帯として、27.5-28.35 GHz、38.6-40 GHzなど4つの5G用周波数帯域を提示。
 - 2016年2月、通信事業者、機器ベンダー等から構成される「4G Americas」は、**5G Americas**に名称を変更。アメリカ大陸における5G推進活動を強化。
 - 2015年9月、**Verizon**、エリクソン、ノキア、クアルコム、サムスン等は、5G実現に向けたフォーラムを設立。Verizonは、2017年の商用サービス開始を計画。

- 
- 産学官連携で「**5G PPP**」を設置し、5Gのコンセプト等を検討。**Horizon2020**を通じて、5Gの研究開発・実証プロジェクトを実施。2020年までに7億ユーロを投資予定。民間からは30億ユーロ以上を投資予定。
 - 2018年から実証実験を開始し、2020年以降、5G商用インフラを整備。
 - **英国サリー大学**が5Gイノベーションセンター(5GIC)を設立。2015年から実証等を開始。

- 
- **2018年の平昌オリンピック**において**KT**、**サムソン**、SK Telecom等が実証を計画。28GHz帯を用い、プレスセンター、空港、会場等に、ホログラム、VR(仮想現実)等を提供予定。2020年商用サービス開始を計画。
 - 5G研究開発プロジェクトを通じて、2020年までに4.9億ドルを投資。
 - 2016年2月、5G実証実験の協力を促進するため、**KT**、SK Telecom、NTTドコモ、Verizonの4社は、**5G Open Trial Specification Alliance**を設立。

- 
- 次世代移動通信・電波技術の研究開発団体である「**FUTURE FORUM**」や、3省庁により設立された**IMT-2020 Promotion Group**が、5Gの要求仕様を検討。
 - 2016年1月から3~4GHz帯を用いた5G実証実験を実施。2020年の商用サービス開始を計画。

各国・地域における5G推進団体

- 2020年の5G実現に向けて、主要国・地域において産学官の連携による5G推進団体が設立
- 5Gの要素技術、要求条件等を取りまとめるとともに、研究開発等を推進
- ワークショップ開催や、MoU締結等により、団体間の情報共有、国際連携を強化
- 5Gの早期実現に向けて、実証実験等の取組を本格化

世界各地の
5G推進団体

EU
5G PPP (Public-Private Partnership)



中国
FuTURE FORUM、IMT-2020(5G) PG




マレーシア
MTSFB (Malaysian Technical Standard Forum Berhad) 5G SubWG



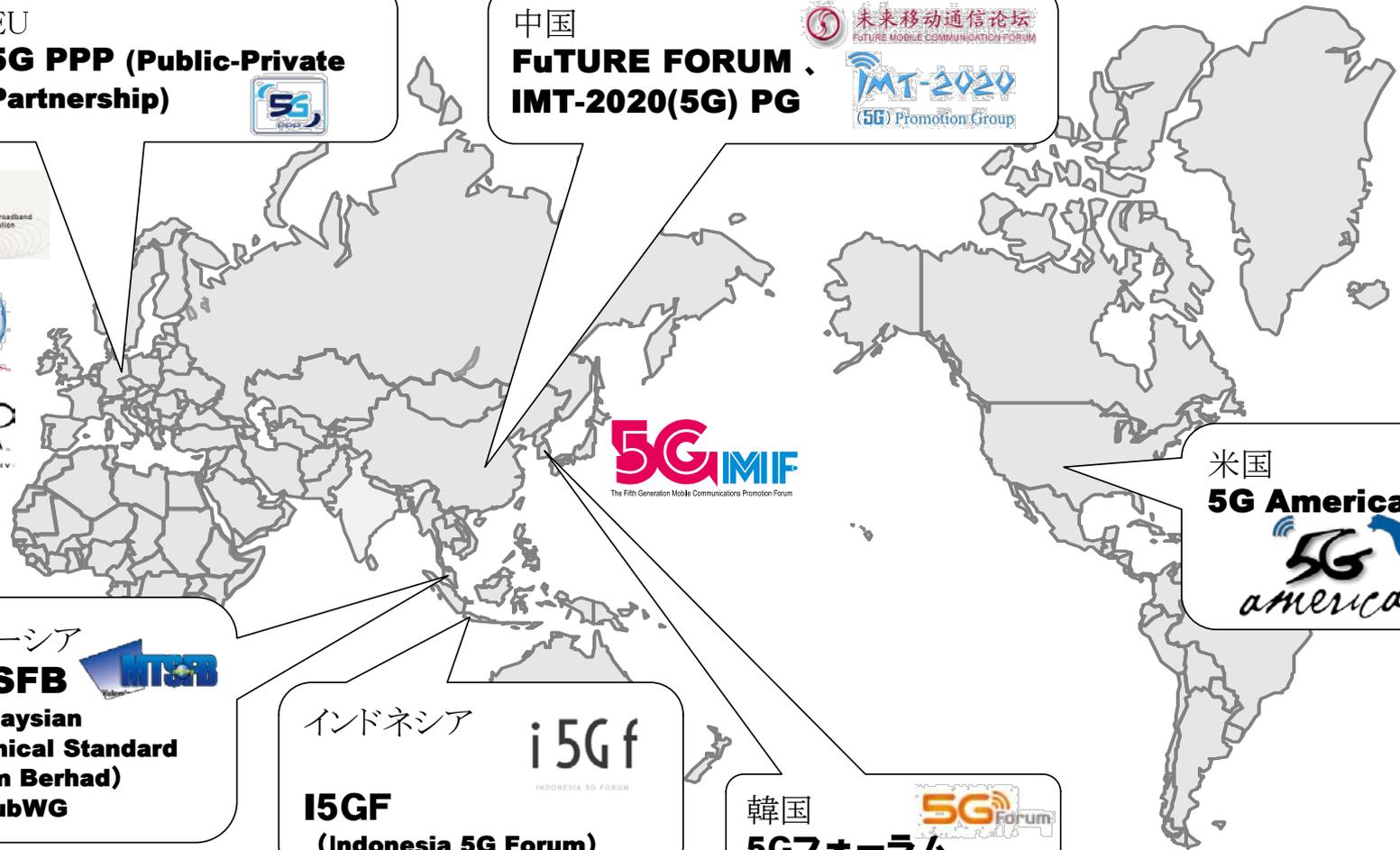
インドネシア
i5Gf (Indonesia 5G Forum)



韓国
5Gフォーラム



米国
5G Americas

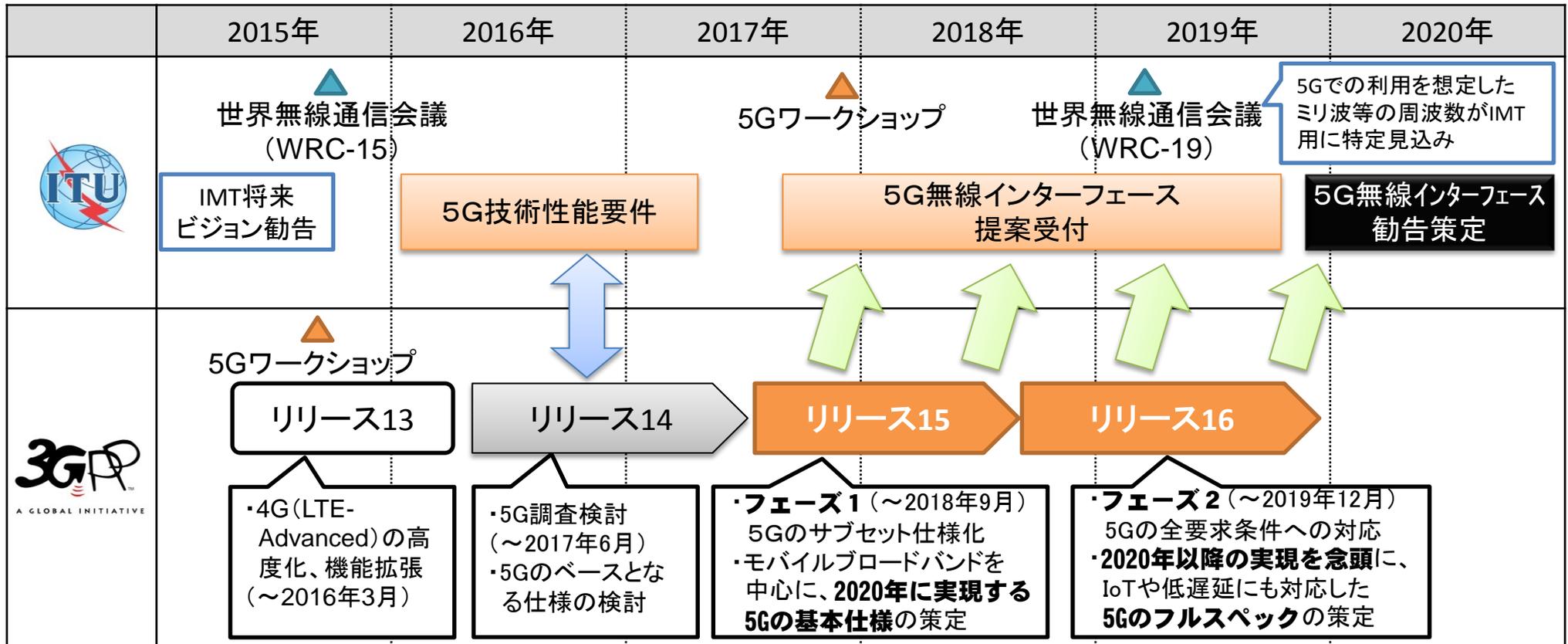



5Gの国際標準化動向

● 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、「IMTビジョン勧告(M. 2083)」を策定。2017~2019年、5G無線インターフェースの提案を受け。2020年5Gの無線インターフェース勧告化。
- ・3GPP: リリース14から5Gの標準化作業が開始され、5Gの基礎的な調査を実施。続く、リリース15では5Gの基本仕様を策定。5Gの全要求条件に対応した仕様は、リリース16では完成する予定。

※3GPP(3rd Generation Partnership Project)とは、3G、4G等の仕様を検討・開発し、標準化することを目的とした標準化団体。日本、米国、欧州、中国、韓国の標準化団体によるパートナーシッププロジェクトであり、1998年設立。



- ✓ 2016年10月のITU-R SG5 WP5D会合において、5Gの①技術性能要件、②評価基準・方法について議論。
- ✓ 13の「技術性能要件」とブロードバンドを中心とした5つの「試験モデル」についてほぼ合意。

● 技術性能要件

- ✓ 13の技術性能要件及びそれぞれに対する要求値について、一部を除いてほぼ合意。
- ✓ 次回会合(2017年2月)で最終化予定。

< 技術性能要件 >

- ① 最高伝送速度、② 最高周波数効率、③ ユーザ体感伝送速度、
- ④ 5%ユーザ周波数利用効率、⑤ 平均周波数効率、⑥ エリア当たりの通信容量、
- ⑦ 遅延、⑧ 端末接続密度、⑨ エネルギー効率、⑩ 信頼性、⑪ 移動性能、⑫ 移動時中断時間、
- ⑬ 帯域幅

● 評価基準・方法

- ✓ 3つのブロードバンド試験モデル、1つの多数同時接続試験モデル、1つの低遅延・高信頼試験モデルの5つの試験モデルについてほぼ合意(これ以外の環境は不要との方向)

	モデル	環境	周波数
ブロードバンド	eMBB ①	屋内 (Indoor)	4GHz, 30GHz, 70GHz
	eMBB ②	超都市部 (Dense Urban)	4GHz, [30GHz]
	eMBB ③	地方 (Rural)	[700MHz、4GHz]
多数同時接続	mMTC	都市部 (Urban Macro)	700MHz
低遅延・高信頼	URLLC	都市部 (Urban Macro)	4GHz

5G推進団体等との連携 (MoU締結等)

- **欧州**との連携: 5Gインフラストラクチャー協会とのMoU 2015年3月@フランクフルト
- **韓国**との連携: 5GフォーラムとのMoU 2015年4月@東京
- **インドネシア**との連携: インドネシア5G ForumとのMoU 2015年9月@バリ
- **日欧米中韓**との連携: 5Gインフラストラクチャー協会(欧州)、5G Americas(米国)、5Gフォーラム(韓国)及びIMT-2020(5G)推進グループ(中国)とのマルチMoU 2015年10月@リスボン
- **マレーシア**との連携: IMT Sub-WG 5Gとの(MoC) 2016年4月@サイバージャヤ
- **中国**との連携: IMT-2020(5G) PGとのMoU 2016年6月@北京

国際会議等への開催

- **日尼5Gシンポジウム** @インドネシア(2015年9月) インドネシア5G Forumと共催
- **CEATEC 5G国際ワークショップ** @幕張メッセ(2015年10月)
- **日欧5Gシンポジウム** @広尾(2016年2月) 在日仏大使館、駐日欧州連合代表部と協催
- **Global 5G event (第1回)** @中国・北京、2016年6月
- **Global 5G event (第2回)** @イタリア・ローマ、2016年11月



写真(左)日欧5Gシンポジウム



写真(中央、右)5G Global Event(第1回)の様子

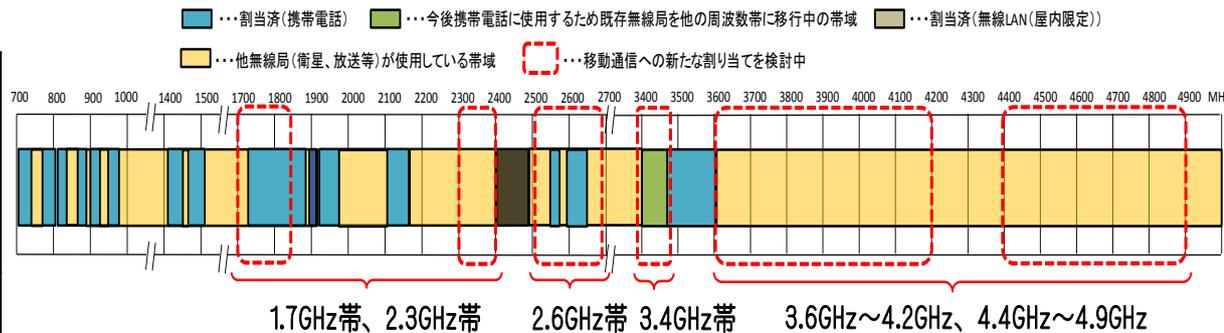
5G導入に向けた技術的条件の策定

- 世界各国で5G導入に向けた検討が活発化。我が国においても世界に先駆けて5Gを導入するため、5Gの技術的条件を早期に策定することが重要。



- ✓ 5G導入に向けた技術的条件を策定するため、情報通信審議会に対し、「新世代モバイル通信システム(2020年代の移動通信システム)の技術的条件」を諮問
- ✓ 来年夏頃までに5Gの基本コンセプトを明確にした上で、周波数帯毎に随時一部答申を希望

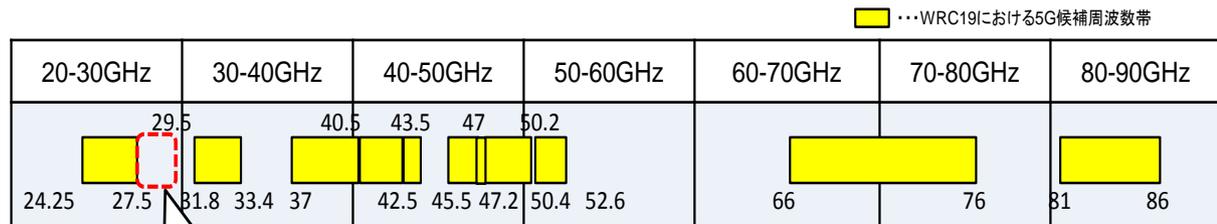
図1: 6GHz以下の周波数帯



国際機関・諸外国での検討状況

ITU※	<ul style="list-style-type: none"> ● 5G用候補周波数として、24.25GHzから86GHzまでの11帯域を検討。 ● 2019年の世界無線通信会議(WRC-19)で具体的な周波数を特定予定。
米国	<ul style="list-style-type: none"> ● 本年7月、連邦通信委員会(FCC)は、28GHz帯を含む4つの周波数帯を5G用周波数として公表。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> ● 2017年の平昌オリンピックで28GHz帯を活用した5Gのデモを計画。
欧州 中国	<ul style="list-style-type: none"> ● 6GHz以下の帯域(3.5GHz、4.5GHz帯など)を検討。実証も計画。

図2: 6GHz以上の周波数帯



28GHz帯

※国際電気通信連合

1 全般

- 5Gは、様々な周波数帯を使う移動通信システムだけでなく構成されるのではなく、無線LANなど異なる無線システムも混在するヘテロジニアスネットワークとなる。5Gの全体像を明らかにした上で、技術的条件の議論を進めるべき。
- 技術的条件として検討を行うのは、5Gの無線部分となるが、5Gのヘテロジニアスなネットワークが有機的に連携していくためには、無線だけでなく、コアネットワークの議論を行うことも必要。
- 5Gはこれまでと異なる特徴を持った移動通信システム。5Gが実現する社会イメージを共有し、5Gの段階的な発展イメージなどを整理していくとのことだが、技術的条件をとりまとめることが今回の諮問の第一優先事項。
- 関係者の間でも5Gが実現する社会のイメージが共有できていないのではないかと。5Gが実現する社会のイメージを関係者の間で共有した上で、技術的条件の検討を行うべき。
- 5Gの超高速、多数同時接続、低遅延といった3つの特徴を実現するために必要な技術要素をブレークダウンして検討を進めて欲しい。何を目指して、何をとりまとめるのか、目標を明確にすべき。諮問の内容は、技術的条件なので、技術的な内容をしっかりと検討してほしい。

2 IoT関係

- 5Gの時代には、接続される端末の数が何百倍になると言われているが、増える端末のほとんどはIoT端末であり、ヒトではない。現状は、IoTを用いたネットワークやシステムがほとんど存在しておらず、IoTは新たなビジネス領域と言える。日本企業は、新たなビジネス領域への進出を躊躇してしまいがちだが、IoTは新たなビジネス領域と認識した上で、検討を進めていくべき。

3 その他

- 自宅からドローンを操作して働くなど、5Gのサービスを実際に実現するためには、他省庁が所管する法令の見直しを行うことも重要である。

1. 委員会の検討方針

- ✓ 新世代モバイル通信システムの技術的条件の策定に向けて、検討課題と考え方に対する提案募集の結果を参考に、**①5Gの基本コンセプト、ネットワーク構成等、5Gの技術的条件の検討の前提となる事項に関する検討**を進め、2017年夏頃までに検討結果をとりまとめる。
- ✓ 前項の検討結果を踏まえ、2017年夏以降、**②5Gの導入が想定される周波数帯毎等の技術的条件を順次検討**を進める。

2. 基本コンセプト作業班の設置

- ✓ ①に関する検討を円滑かつ効率的に進めるため、**委員会に「基本コンセプト作業班」を設置**する。
- ✓ 5Gの要求条件の1つである「多数同時接続」を先行して実現するIoT関連の技術であり、3GPPにおける検討も進んでいる**NB-IoT、eMTCについては、基本コンセプト作業班において、検討を行う。**

