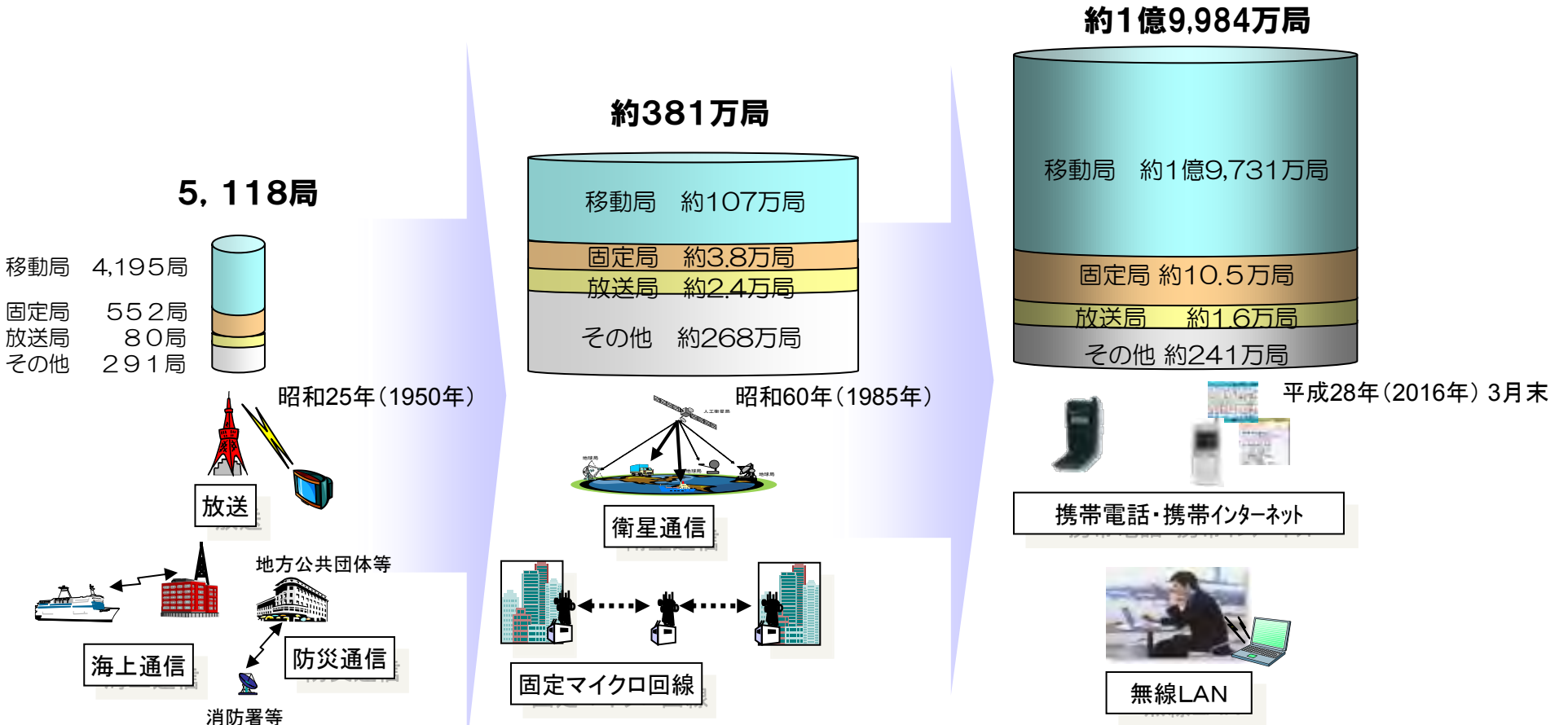


IoT時代に向けた 移動通信政策の動向

平成28年11月21日
総務省 移動通信課
杉野 勲

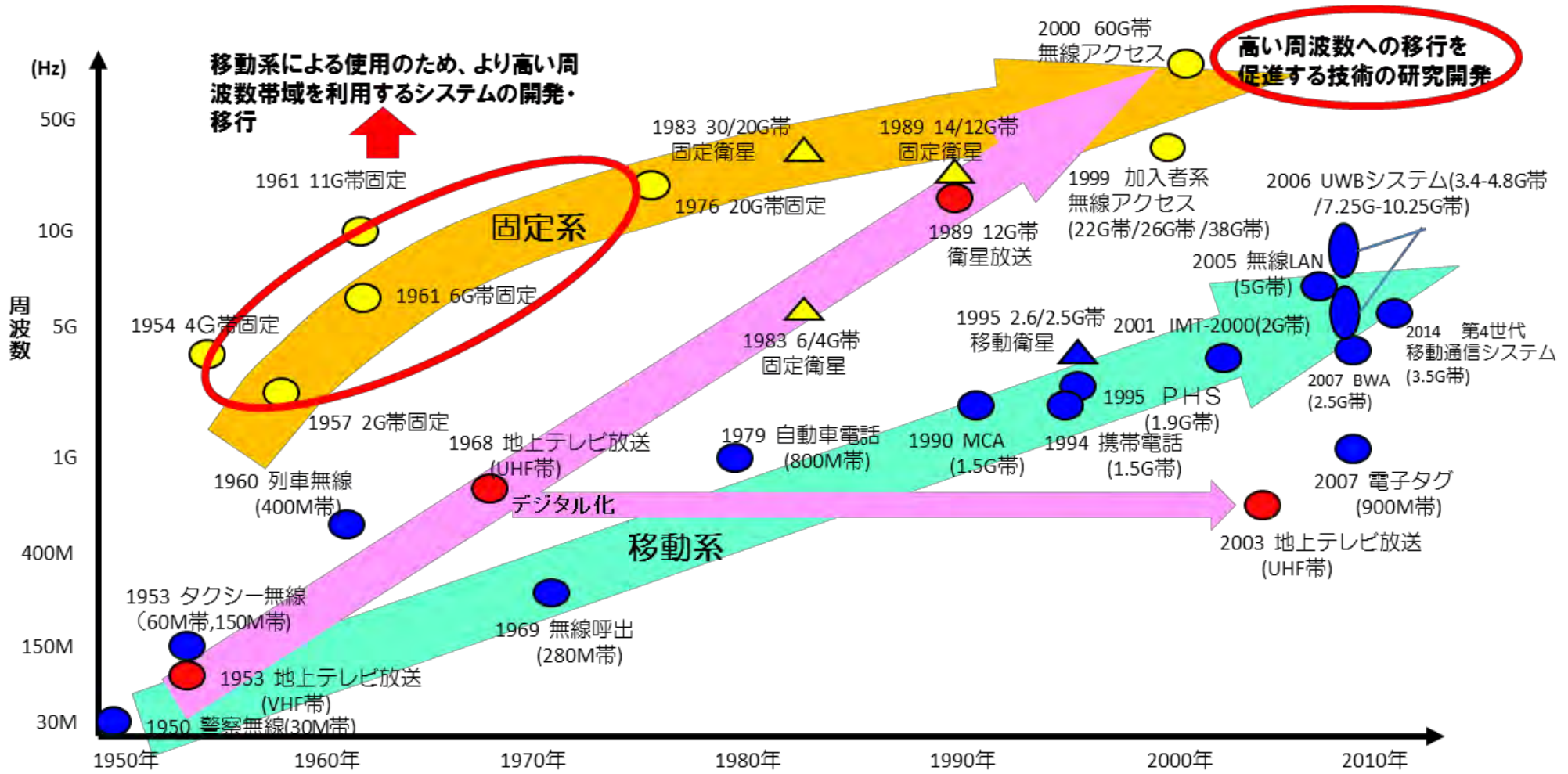
無線局の爆発的な増加

- 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、1億6,391万※(平成28年6月末)であり、日本の人口1億2,806万人(平成28年1月)を上回る。
※グループ内取引調整後の数値



無線システムの利用の変遷

- 年代を経て、電波利用技術の高度化や通信の大容量化に伴い、高い周波数帯域の利用へ拡大
- 固定系システムをより高い周波数帯に移行し、移動系システムに再配分



携帯電話等契約数の推移

□ 携帯電話の契約数は2016年6月末現在で1億5,759万契約。そのうちLTEの契約は、全体の約57.4% (9,050万契約) を占め、契約数は直近1年で約1.2倍に拡大。

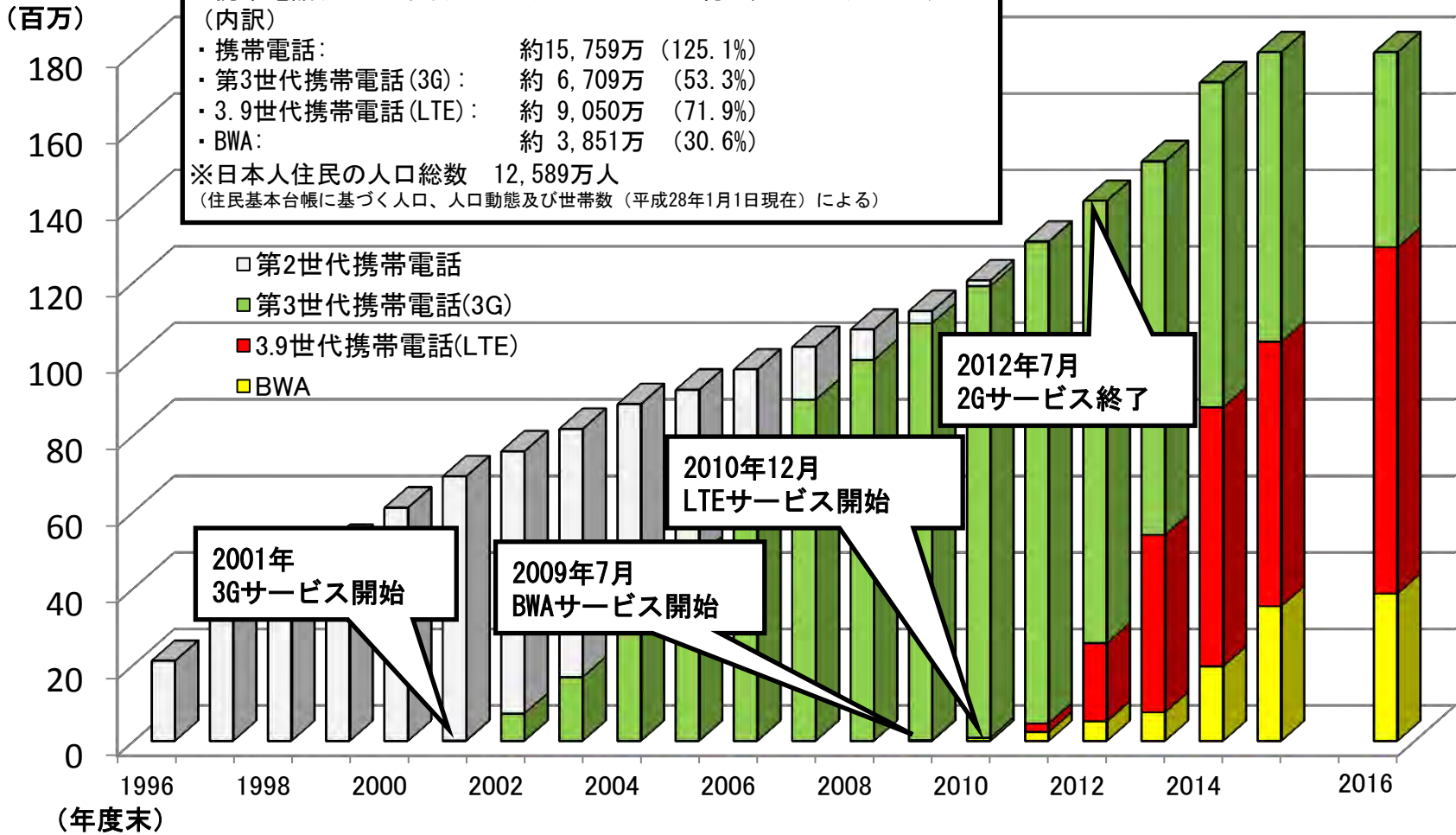
2016年6月末現在 契約数 (人口普及率)

- ・ 携帯電話及びBWA合計 (グループ内取引調整後) : 約16,007万 (127.2%)
- ・ 携帯電話及びBWA合計 (単純合算) : 約19,610万 (155.8%)

(内訳)

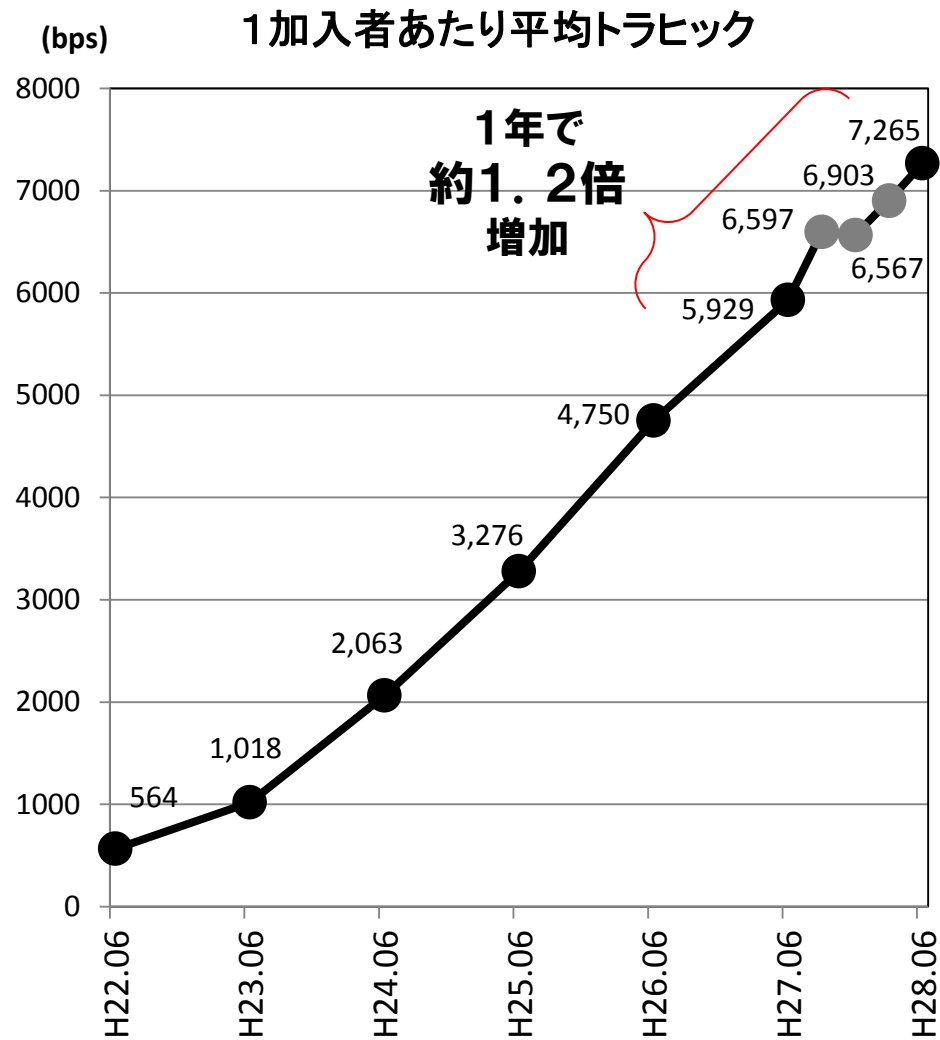
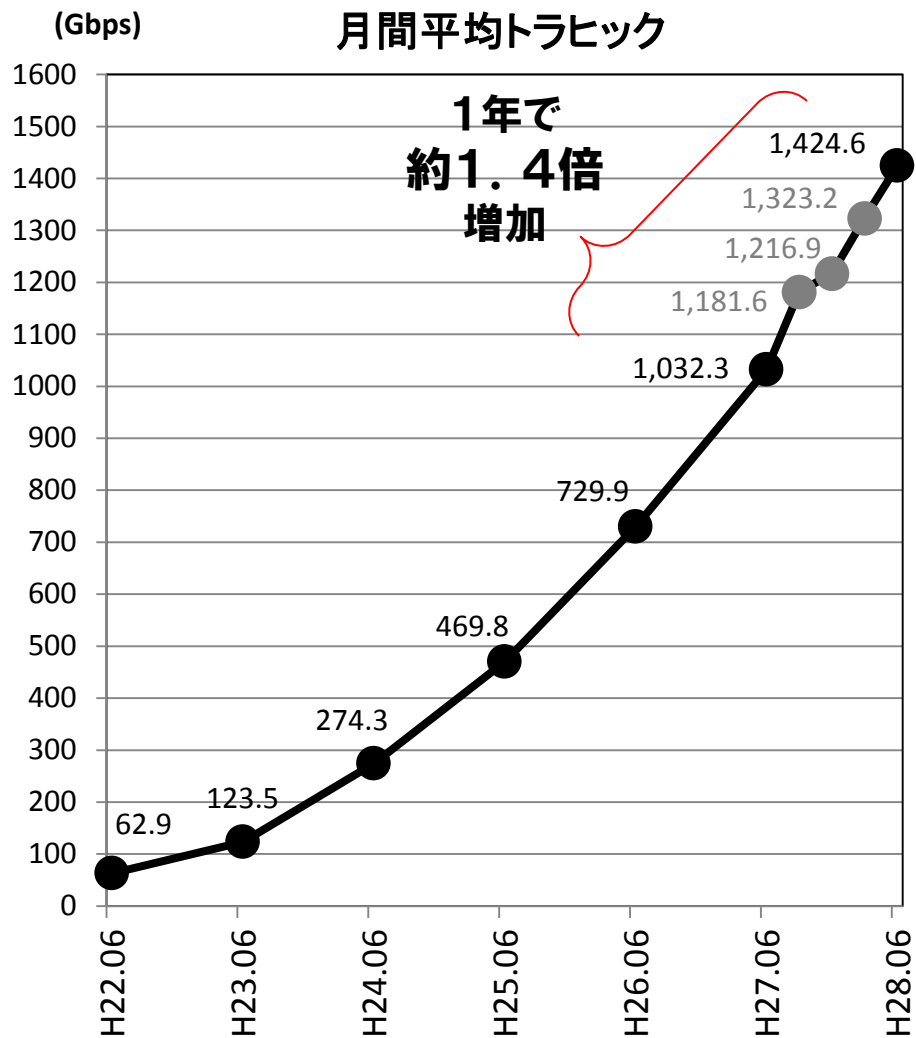
- ・ 携帯電話: 約15,759万 (125.1%)
- ・ 第3世代携帯電話(3G): 約6,709万 (53.3%)
- ・ 3.9世代携帯電話(LTE): 約9,050万 (71.9%)
- ・ BWA: 約3,851万 (30.6%)

※日本人住民の人口総数 12,589万人
(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)

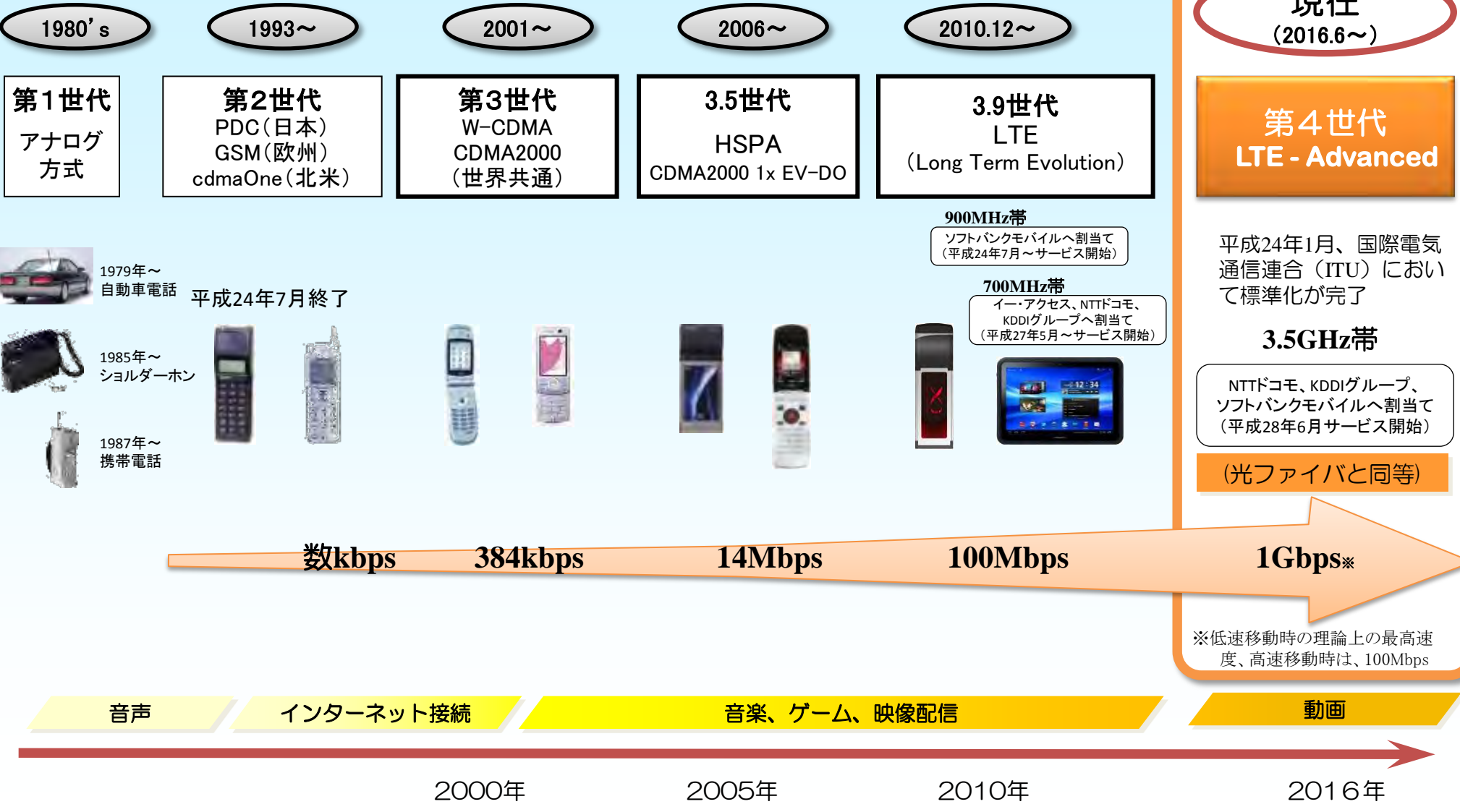


※ 総務省報道発表資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」等を基に作成

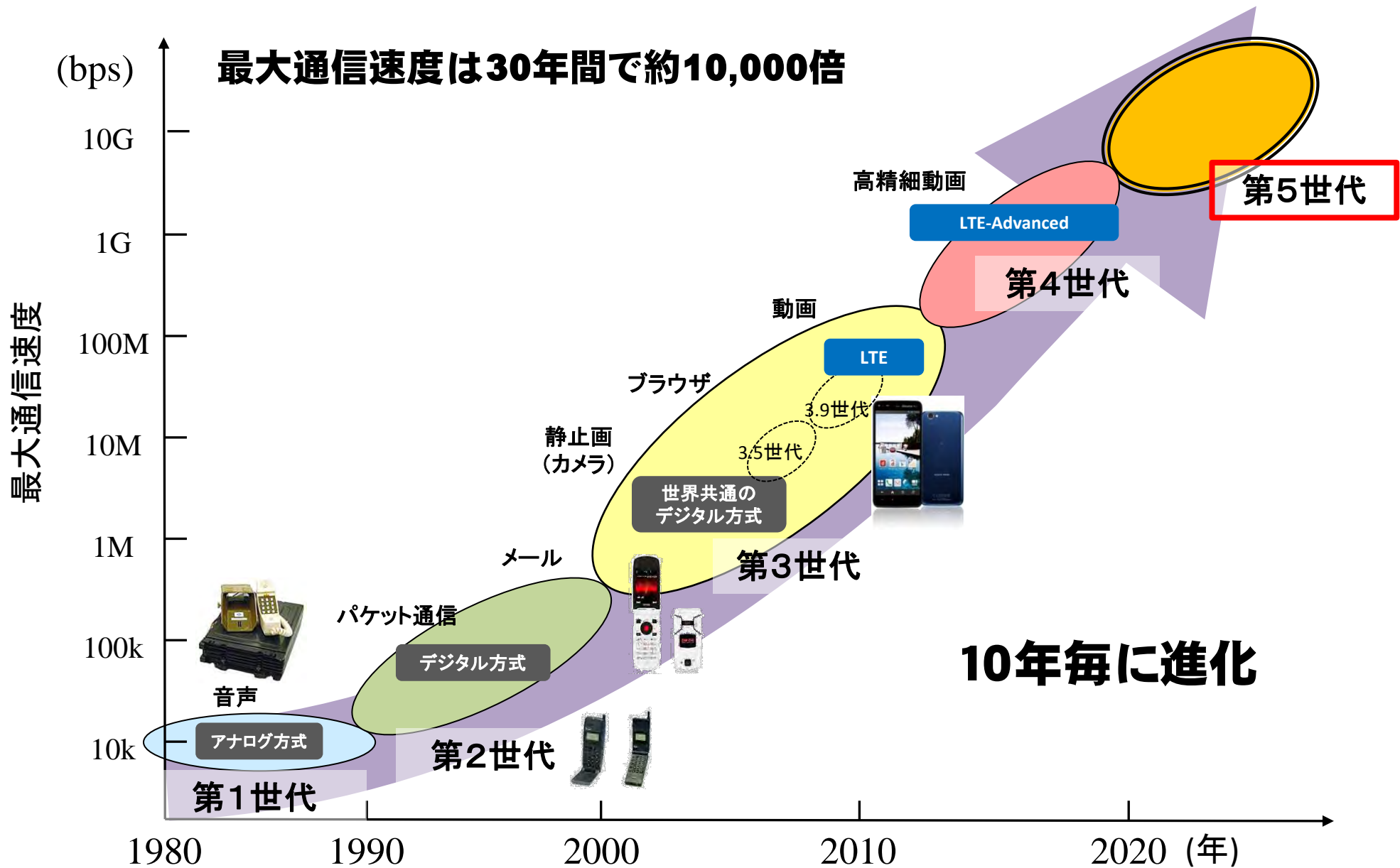
移動通信トラフィックの推移 (平成22年6月以降)



携帯電話等の高度化の進展



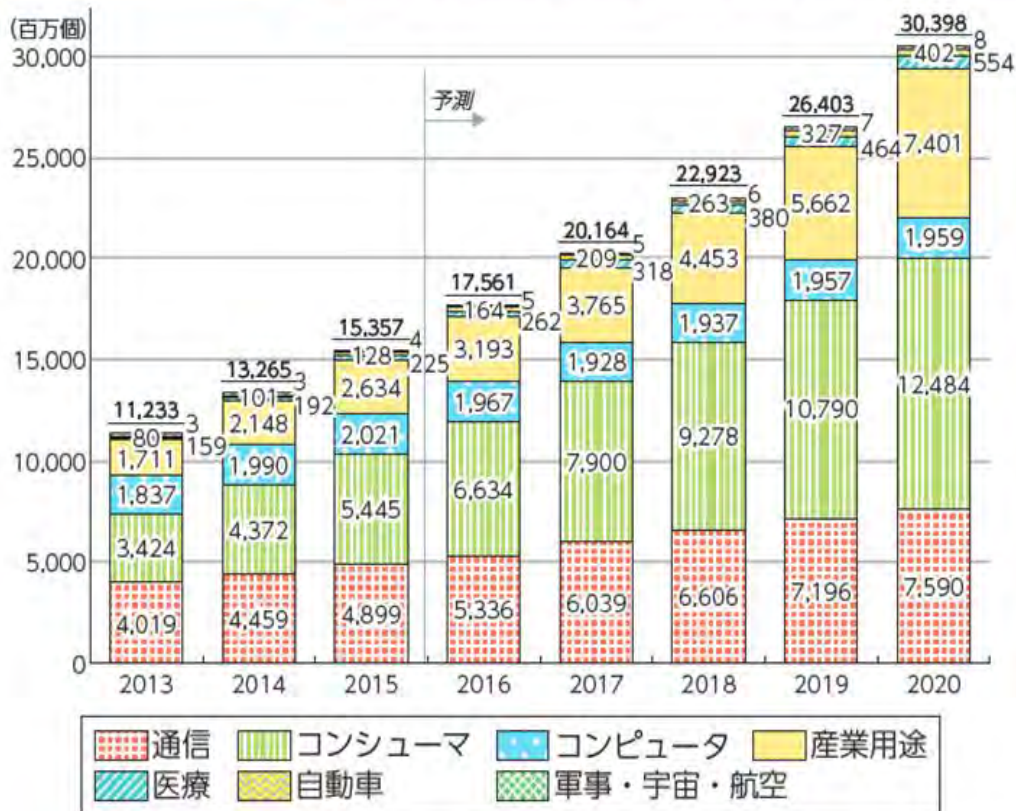
※低速移動時の理論上の最高速度、高速移動時は、100Mbps



IoTの機器及び通信量の増大

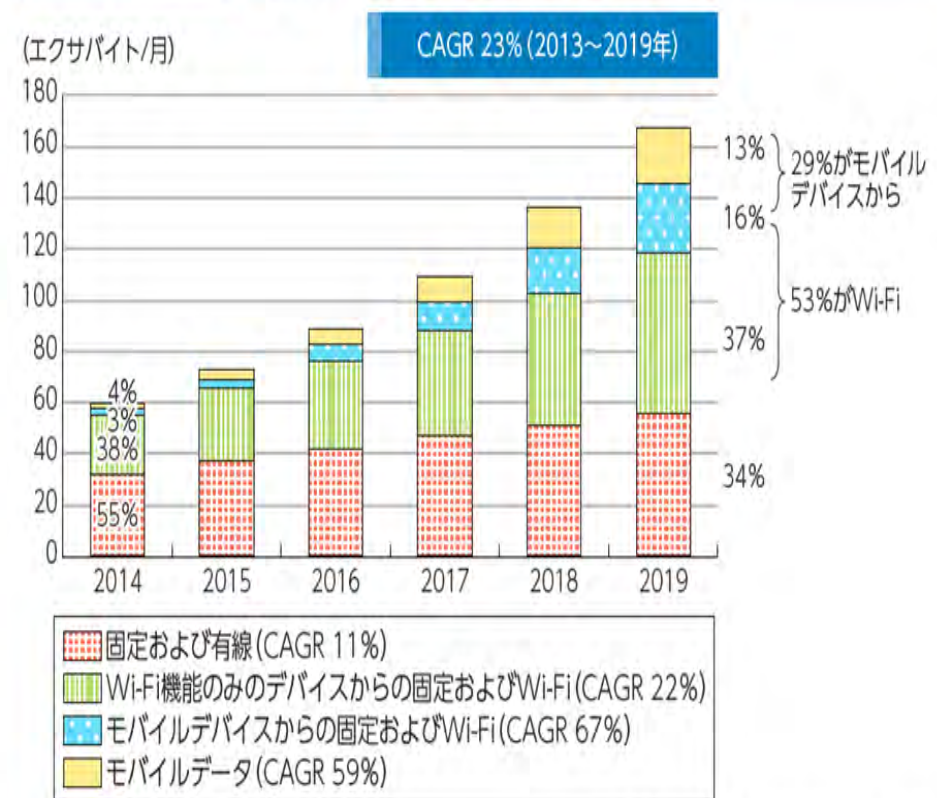
- IHS Technologyの推定によれば、2015年時点でIoTデバイスの数は約154億個であり、**2020年までには約2倍の304億個まで増大する**と予測。
- 膨大な機器がネットワークに接続されることにより、データトラフィックの量は飛躍的に増大。
Ciscoによれば、**特にモバイルデバイスからのトラフィックが大きく伸びる**と見込まれている。

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

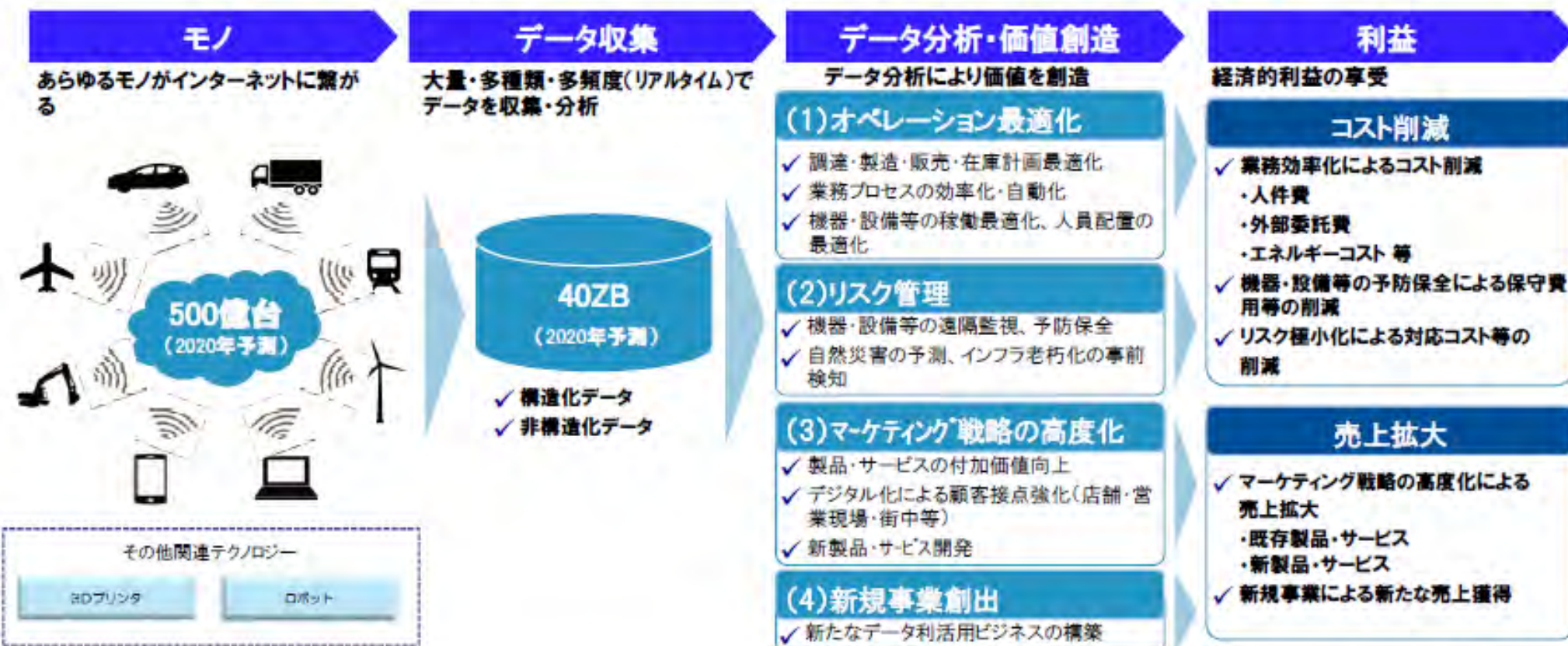


(出典) Cisco VNI Mobile, 2016年

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分野の市場予測

IoT分野の経済効果は、2025年には世界で都市や工場を中心として、最大で1,336兆円程度と推定されている

2025年経済効果
(単位：兆円)

20.4-190.8

24.0-42.0

49.2-139.2

8.4-18.0










145.2-444.0

19.2-111.6

25.2-88.8

111.6-199.2

67.2-102.0

| 利用シーン | IoTへのニーズ | ソリューション例 |
|---|--|--|
|  ウェアラブル | 疾病のモニタリング、管理や健康増進 | <ul style="list-style-type: none"> 患者や高齢者のバイタル等管理、治療オプションの最適化 医療機関/診察管理（遠隔治療、サプライチェーン最適化等） 創薬や診断支援等の研究活動 |
|  家 | エネルギーマネジメント、安全やセキュリティ、家事自動化、機器の利用に応じたデザイン | <ul style="list-style-type: none"> 宅内の配線、ネットワークアクセス、HEMS等の管理 家庭の安全&火災警報、高齢者/子供等の見守り 宅内の温度/照明調節、電化製品/エンタメ関連の自動運転 |
|  小売り | 自動会計、配置最適化、スマートCRM、店舗内個人化プロモーション、在庫ロス防止 | <ul style="list-style-type: none"> サプライチェーンの可視化、顧客&製品情報の収集、在庫管理の改善、エネルギー消費の低減、資産とセキュリティの追跡を可能とするネットワークシステム及びデバイスの提供 |
|  オフィス | 組織の再設計と労働者モニタリング、拡張現実トレーニング、エネルギーモニタリング、ビルセキュリティ | <ul style="list-style-type: none"> 自動監視・制御（HVAC、照明、防災&防犯、入退出管理等） オフィス関連機器（コピー機、プリンタ、FAX、PBXの遠隔監視、IT/データセンタ、イントラの機器類）の監視・管理 |
|  工場 | オペレーション最適化、予測的メンテナンス、在庫最適化、健康と安全 | <ul style="list-style-type: none"> インフラ/サプライチェーン管理、製造工程管理、稼働パフォーマンス管理、配送管理、バージョン管理、位置分析等 |
|  作業現場 | オペレーション最適化、機器メンテナンス、健康と安全、IoTを活用したR&D | <ul style="list-style-type: none"> エネルギー源となる資源（石油、ガス等）の採掘、運搬等に係る管理の高度化 鉱業、灌漑、農林業等における資源の自動化 |
|  車 | 状態に基づくメンテナンス、割引保険 | <ul style="list-style-type: none"> 自動車、トラック、トレーラー等の管理（車両テレマティクス、ナビゲーション、車両診断、盗難車両救出、サプライチェーン統合等、追跡システム、モバイル通信等） |
|  都市 | 公共の安全と健康、交通コントロール、資源管理 | <ul style="list-style-type: none"> 電力需給管理（発送電設備、再生可能エネルギー、メータ等） 旅客情報サービス、道路課金システム、駐車システム、渋滞課金システム等主に都市部における交通システム管理の高度化 公共インフラ：氾濫原、水処理プラント、気候関連等の環境モニタリング等 飛行機、船舶、コンテナ等非車両を対象とした輸送管理 |
|  建物外 | 配送ルート計画、自動運転車、ナビゲーション | <ul style="list-style-type: none"> 追跡システム：人（孤独な労働者、仮出所者）、動物、配送、郵便、食（生産者⇒消費者）、手荷物等のトレーシング 監視：CCTV、高速カメラ、軍事関係のセキュリティ、レーダー/衛星等 |

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

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

超高速

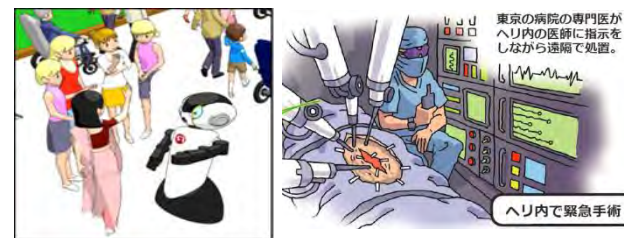
現在の移動通信システムより100倍速いブロードバンドサービスを提供



⇒ 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)

社会的なインパクト大

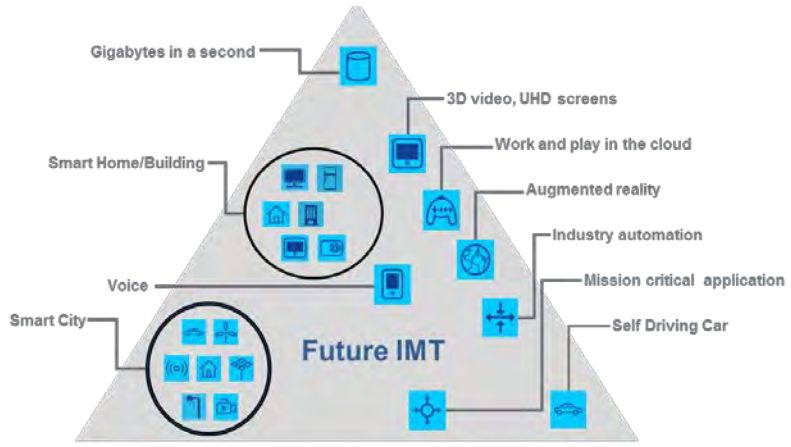
ITUにおけるIMTビジョン勧告

- ✓ 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)

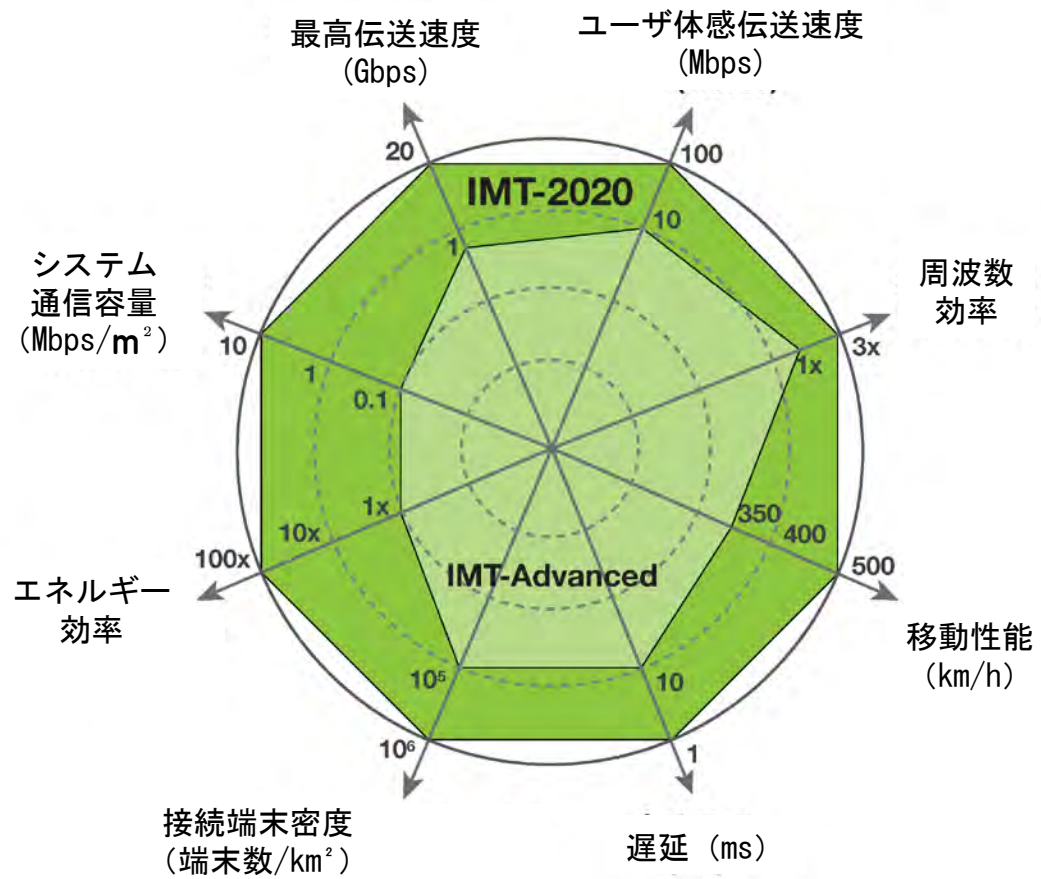
- <5Gの主な要求条件>
- ✓ 最高伝送速度 **20Gbps** ※一定の条件下
 - ✓ **100万台/km²** の接続機器数
 - ✓ **1ミリ秒程度**の遅延

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)

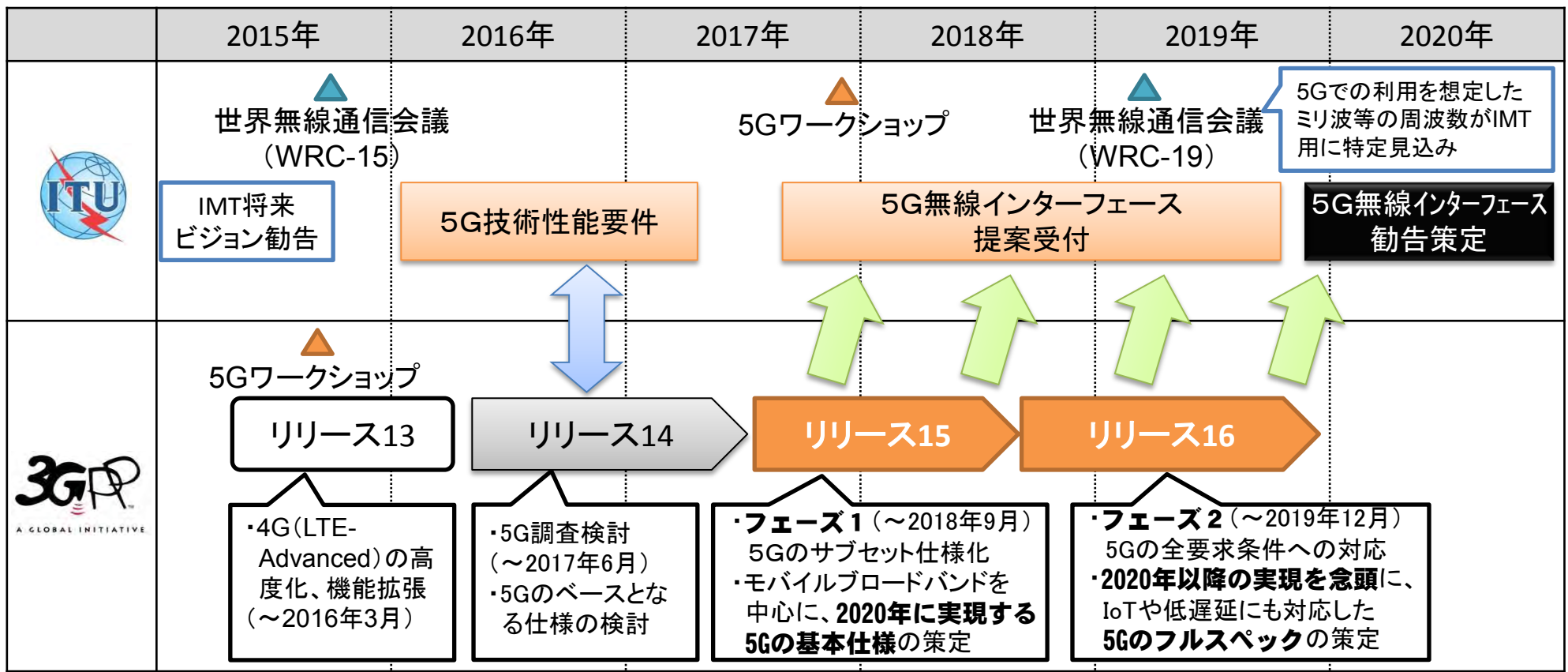


5Gの国際標準化動向

● 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。



ITUにおける5G実現に向けた検討状況

- ✓ 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

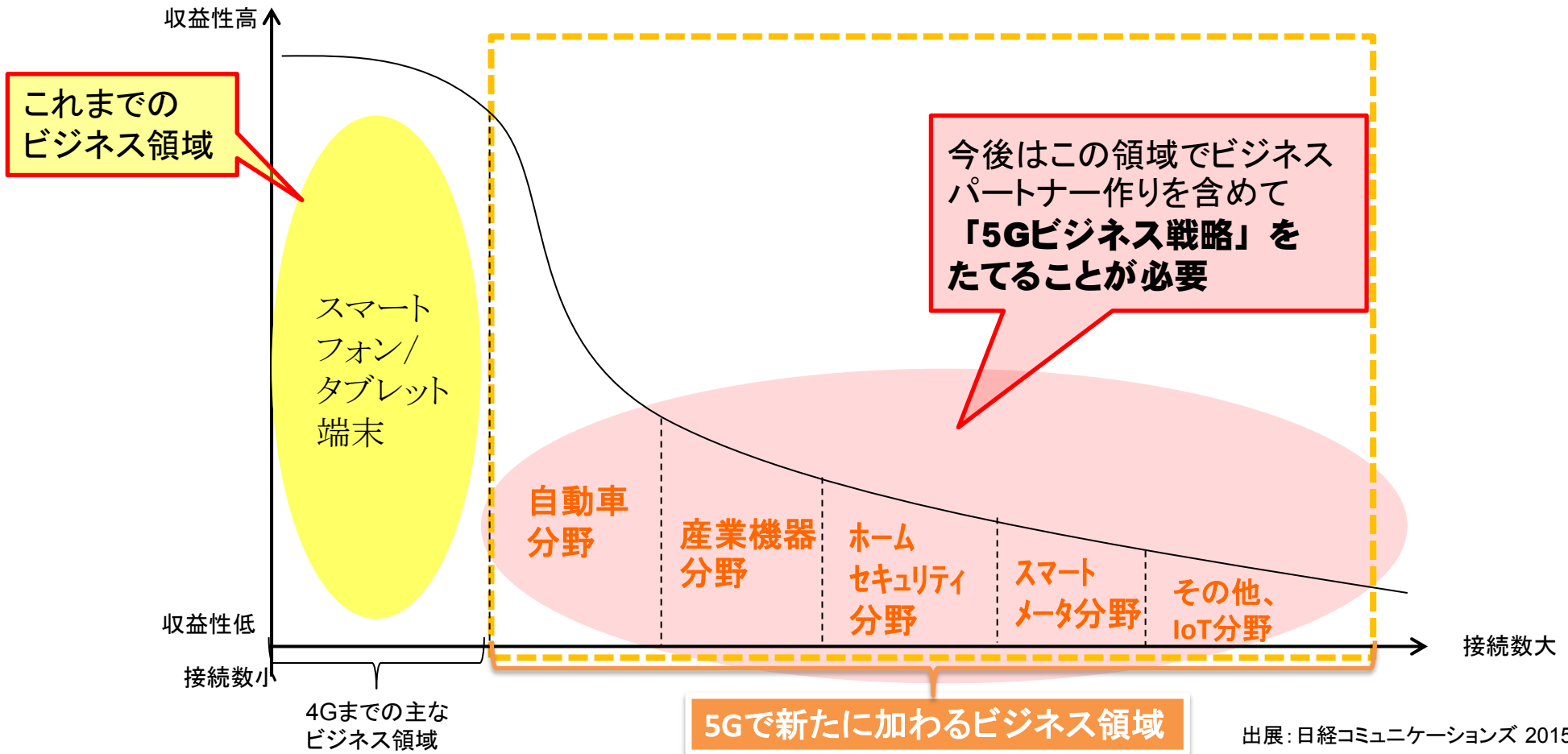
● 評価基準・方法

- ✓ 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 |

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。



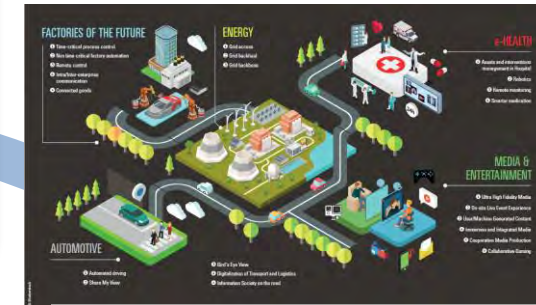
5G実現に向けた課題

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

5G実現に向けた研究開発・総合実証試験

- 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



ラグビーW杯
東京オリンピック・パラリンピック

5G研究開発 (2015年度～)
 ・5Gでの利用が想定される要素技術(超高速、大容量、低遅延、多数接続等)の研究開発を推進
 ・欧州等と連携し、国際共同研究を実施



アプリ・サービスの検討

5G実証試験 (2017年度～)
 ・ユーザ参加型の実証試験を東京及び地方で実施
 ・エンターテインメント、医療、農林水産業等様々な分野での実証を想定

世界に先駆け5Gを実現

更なる進化・高度化

5G実現に向けた国際連携・協調の強化

- ✓ 我が国企業の国際競争力強化のため、重要技術で国際的なリーダーシップをとることが重要
- ✓ 主要国との国際共同研究の実施等を通じて、国際標準を獲得することが必要

5G推進団体の活動

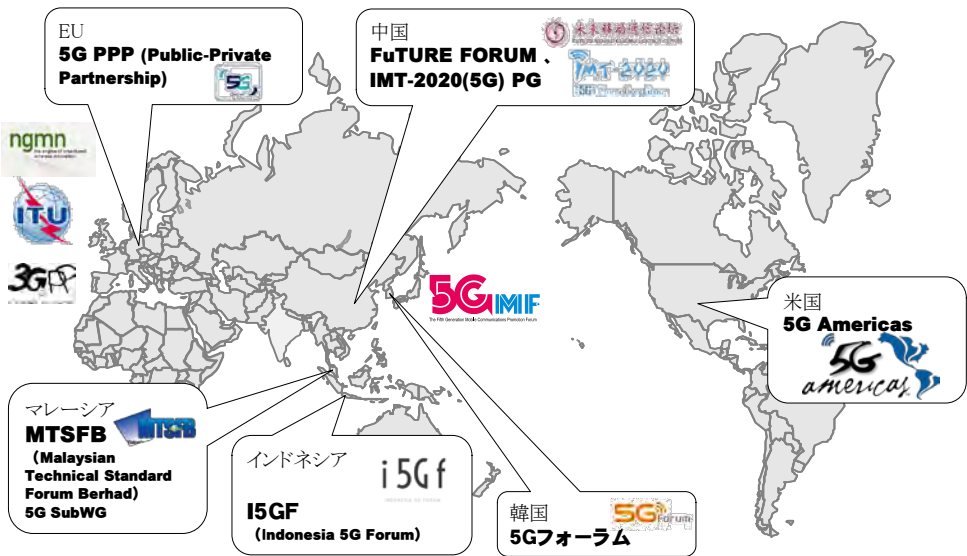
- 主要国等において、産学官連携の5G推進団体が設立。
- 各団体において、5Gの要求条件やコンセプト、利活用イメージ等を取りまとめた白書を公表。
- MoU締結等を通じ、国際ワークショップ開催や情報共有などによる団体間の国際連携を強化。
- 2020年の5Gの実現に向けて、実証試験等が本格化。

国際連携の推進・強化

- 欧州： 5G PPPとMoU締結（2015年3月）
- 韓国： 5G ForumとMoU締結（2015年4月）
- インドネシア： 5G ForumとMoU締結（2015年9月）
- 日欧米中韓： マルチMoU締結（2015年10月）
- マレーシア： IMT Sub-WGとMoC締結（2016年4月）
- 中国： IMT-2020 PGとMoU締結（2016年6月）

【政府間の取組】

平成27年5月、総務省（高市総務大臣）と欧州委員会（エッティンガー欧州委員会委員）との間で、「次世代通信ネットワーク(5G)を巡る戦略的協力に関する共同宣言」に署名



主要国・地域における5G推進団体



ブドウラ駐日欧州連合大使と高市大臣（署名式の様子）



- 主要国等との国際連携を拡大（アジア（韓国、中国、タイ等）、欧米との協力）
- 欧州、米国等との共同研究を推進

5G周波数帯の具体化と技術的条件の策定

● 世界各国で5G用周波数確保に向けた検討が活発化。世界に先駆けて5Gを導入するため、5G用の周波数帯を早期に具体化することが重要。



- ✓ 5G実現に向けた周波数の具体化と技術的条件の策定を進めるため、**本年10月、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用周波数確保に向けた基本戦略をとりまとめる予定。**
その後、基本戦略に基づき、5G用周波数帯を具体化し、周波数帯毎に技術的条件を順次とりまとめ。

国際機関・諸外国で検討中の5G用周波数

| | |
|------|---|
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> ● 2016年9月、2020年の5G商業サービス開始に向けた「欧州5Gアクションプラン」を公表。2016年末までに5G向け周波数の暫定リスト(1GHz以下、1~6GHz、6GHz以上が含まれる)を作成予定。 |
| 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。 |

※国際電気通信連合

図1: 6GHz以下の周波数帯

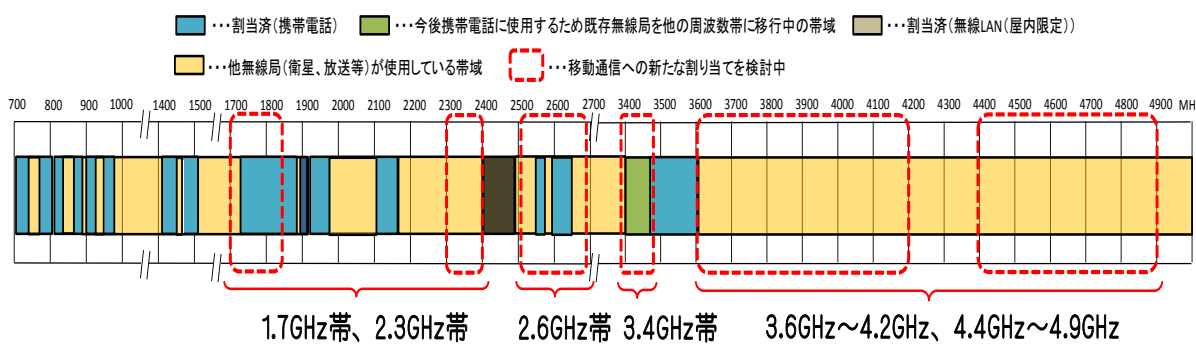
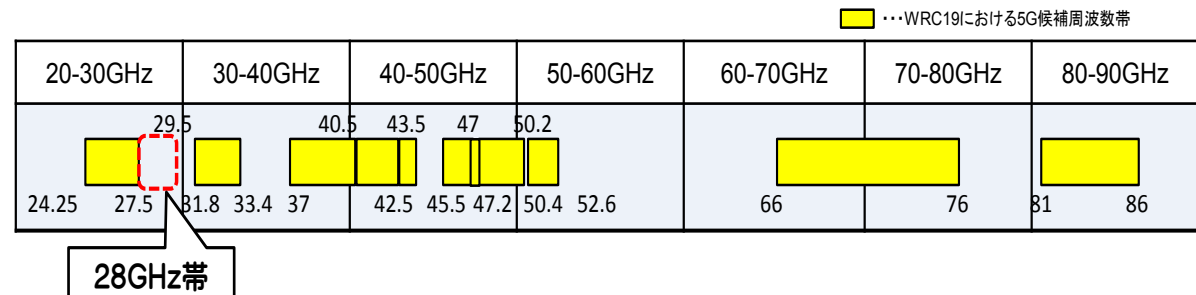


図2: 6GHz以上の周波数帯



5G実現に向けたロードマップ

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

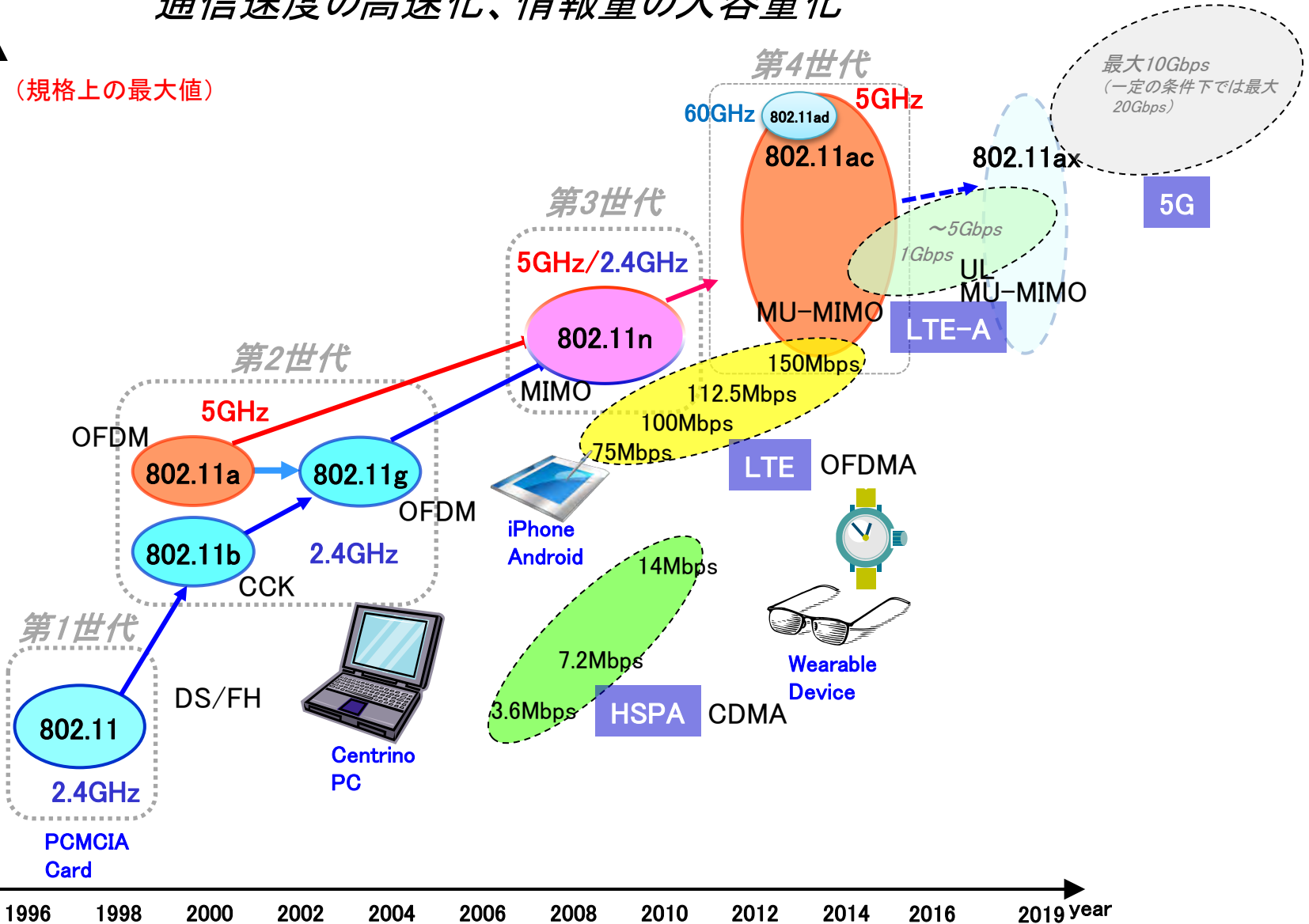
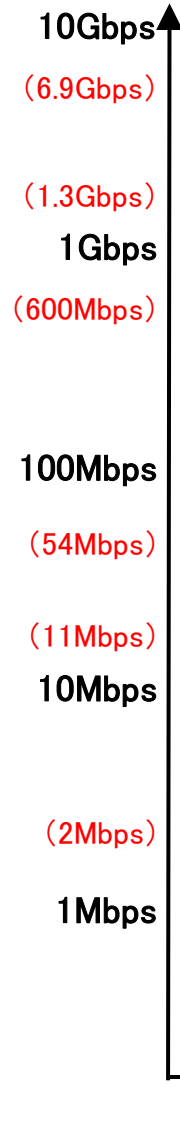
更なる進化・高度化

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)

Wi-Fi技術の進展

端末数の増加、使用目的の多様化、
通信速度の高速化、情報量の大容量化

通信速度



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いる。

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。

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

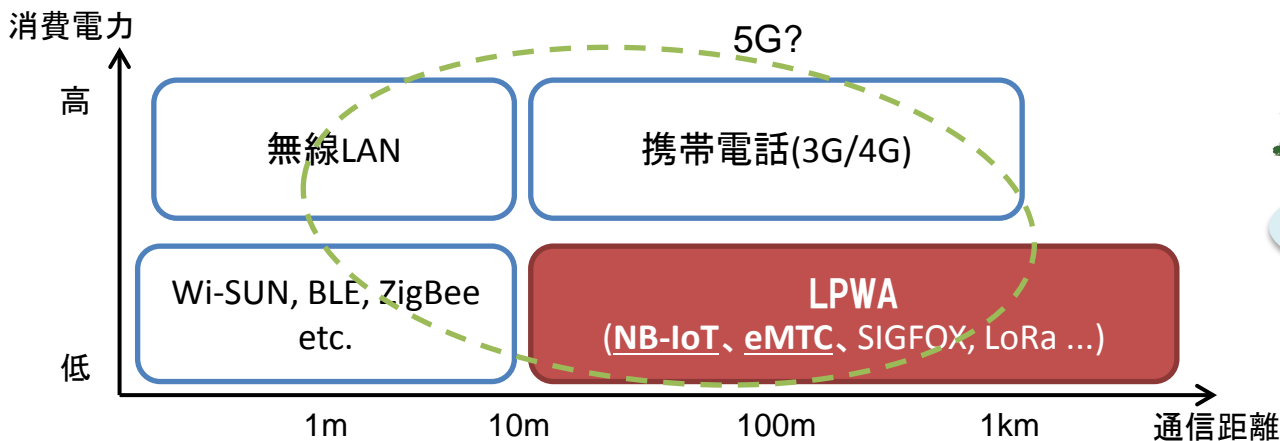


図: LPWAと既存の通信技術の違い (出典: 日経コミュニケーション 2016年4月号)

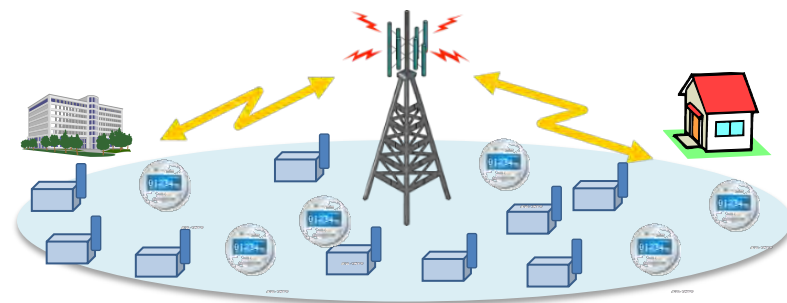


図: eMTC、NB-IoTの利用イメージ

※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端末を收容

IoTの実現に向け、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が求められており、LPWAとして様々な規格が提案されている。

| システム | SIGFOX | LoRa | Ingenu | LTE Cat-M/NB-IoT |
|---------|--|------------------------|---------------------------------|--|
| 推進団体 | SIGFOX(仏) | LoRa Alliance(米) | Ingenu(米) | 3GPP |
| 使用周波数 | 800-900MHz | 433MHz、800-900MHz等 | 2.4GHz | 免許帯域 |
| 通信範囲 | 数km～数十km | 数km～十数km | 十数km | 十数km |
| 通信速度 | 0.1kbps | 290～50kbps | 19kbps | 1Mbps / 20kbps, 250kbps |
| ビジネスモデル | SIGFOX又はパートナー事業者がネットワークを展開し、IoT向け通信サービスを提供 | 認定機器により、誰でもネットワークを展開可能 | プライベートネットワークからIoT向け通信サービスの提供に転換 | 免許帯域を活用したIoT向け通信サービスを提供 2016年3月のRel.13で規格化、2017年頃の導入を目標 |

新興勢力

既存事業者、メーカ等

「超多数同時接続」がターゲット

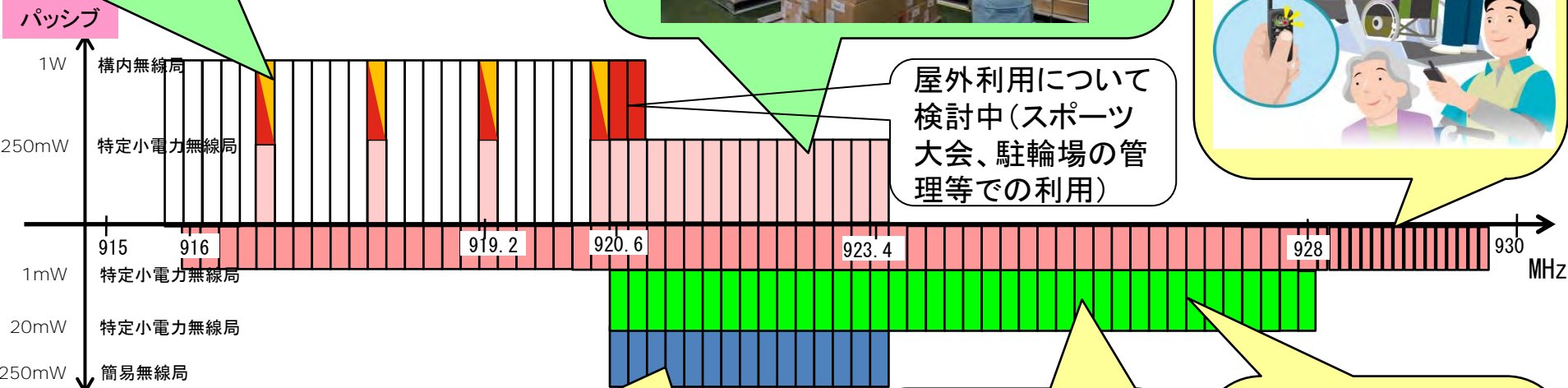
高出力型(1W):ゲート型入出荷検品作業用の例



中小出力型(250mW):ハンディ型納品商品管理用の例

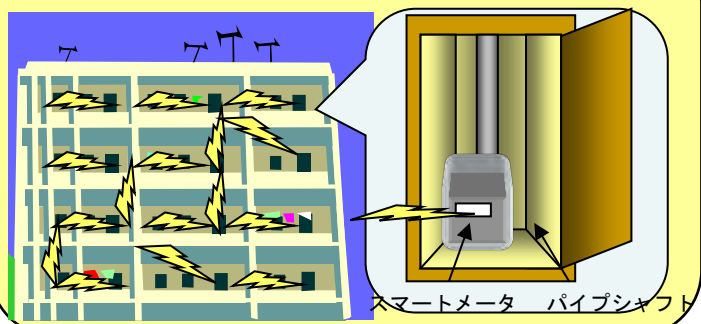


1mW型:車いす仕様車両、リフト用リモコン用途の例

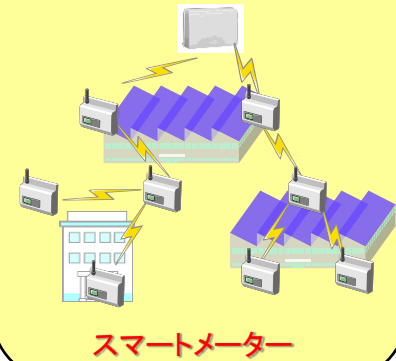


屋外利用について検討中(スポーツ大会、駐輪場の管理等での利用)

250mW型:パイプシャフト内スマートメーターの例



20mW型:スマートメーターの例



20mW型:リモコン用途の例



陸上無線通信委員会にて平成28年10月より検討を開始し、平成29年3月頃に一部答申予定。

主な検討項目

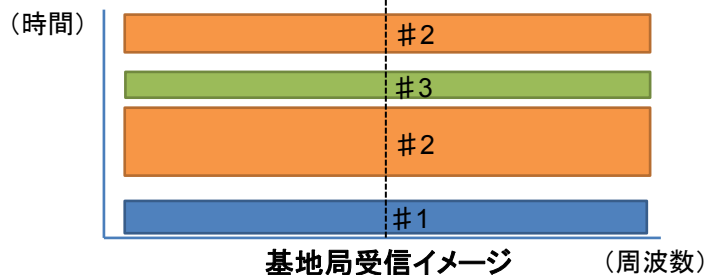
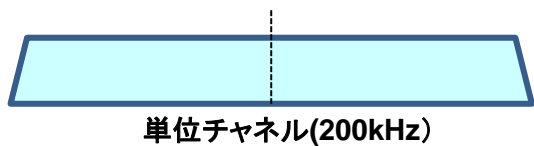
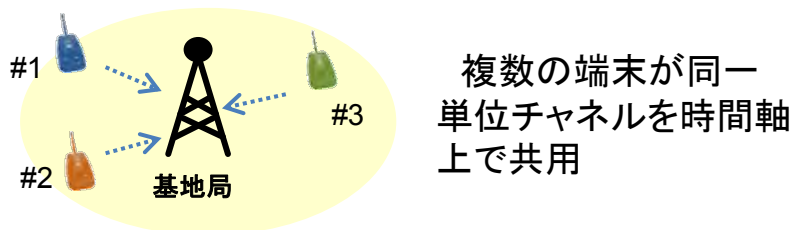
(1) 周波数の使用方法

現行：200/100kHzを基本とする単位チャネルを利用
 → 狭帯域の周波数の柔軟な利用が可能となるよう見直し
 (周波数利用効率の向上)

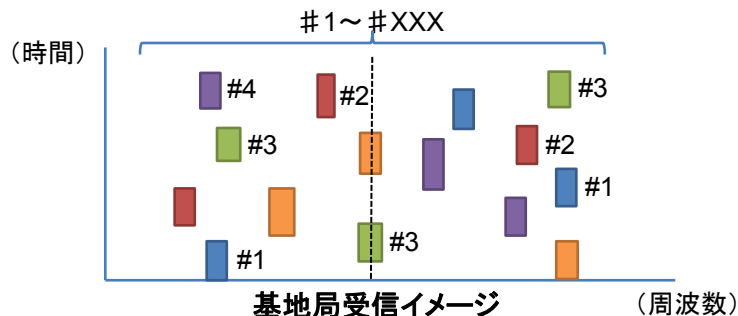
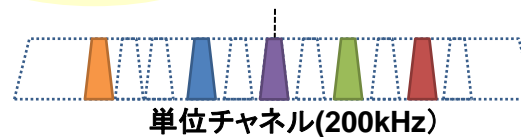
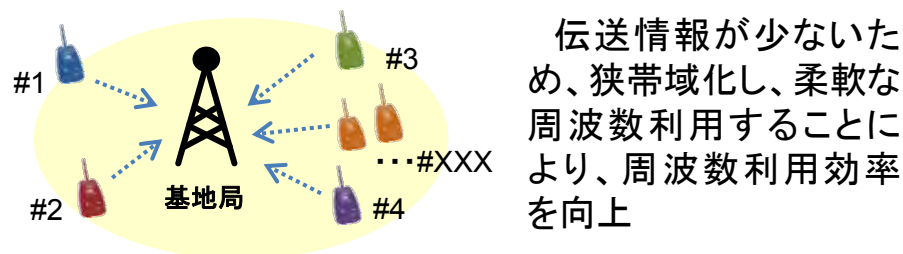
(2) その他技術基準

多様化する利用ニーズを踏まえ、電波の型式、送信時間制限及び空中線利得等の技術基準を見直し。

【現行のアクティブ系の周波数利用】

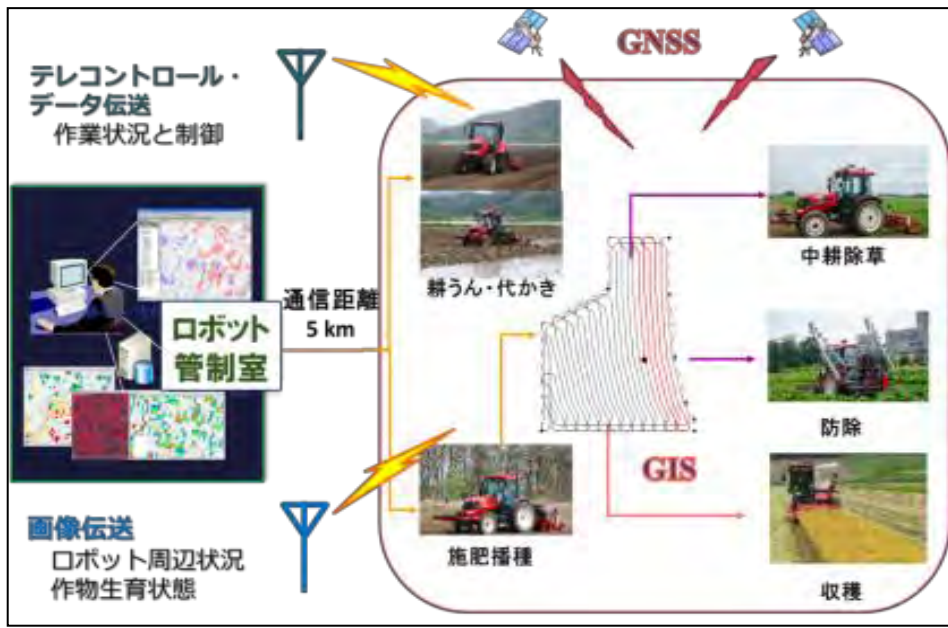


【新たな狭帯域の周波数利用】



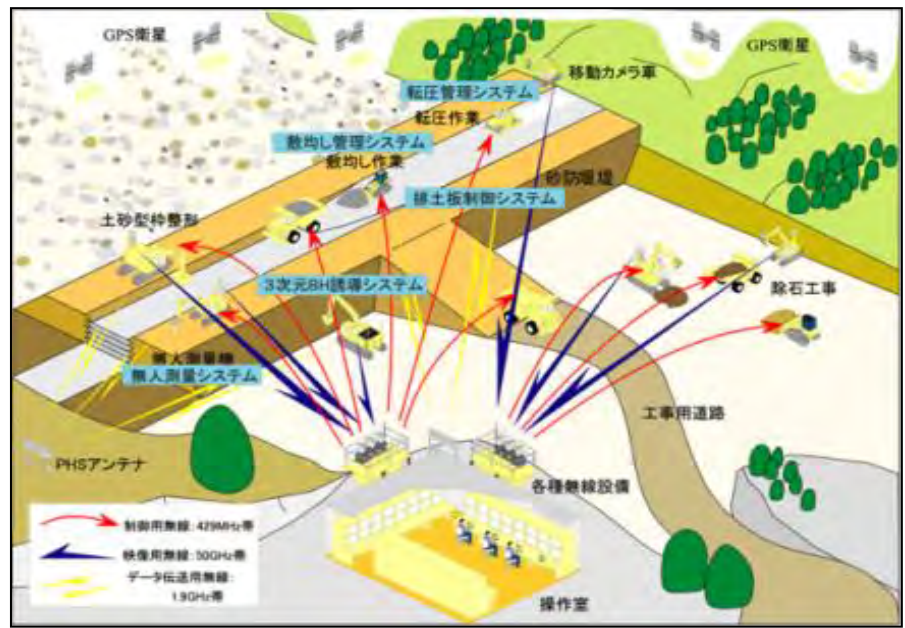
電波を利用するロボットの事例

ビークルロボット(ロボット農機)



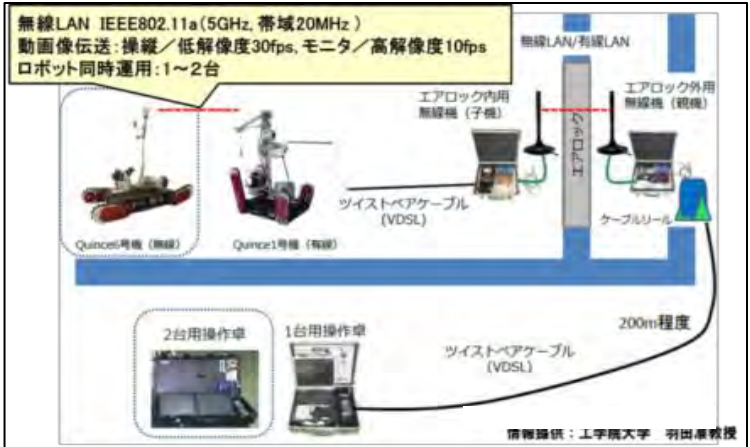
資料提供:北海道大学 野口教授

屋外遠隔作業ロボット (建設無人化施工)



資料提供:産業競争力懇談会

小型調査ロボット



資料提供:工学院大学 羽田准教授

無人航空機(ドローンによる防犯)



資料提供:セコム(株)

無人ヘリコプター(農薬散布)



資料提供:ヤマハ発動機(株)

- ロボットの積極的活用によって我が国の国際競争力を高めるために、ロボットの発展に向けた戦略等が策定

政府全体の動き

日本再興戦略

(改訂2014/平成26年6月24日閣議決定)

- 日本が抱える課題解決の柱として、ロボット革命の実現を提言
- 地域活性化・地域構造改革の実現を提言

ロボット新戦略

(ロボット革命実現会議/平成27年1月策定)

- 2020年にロボット革命を実現するための5カ年計画を策定
- ロボットの利活用を支える新たな電波利用システムの整備についても言及

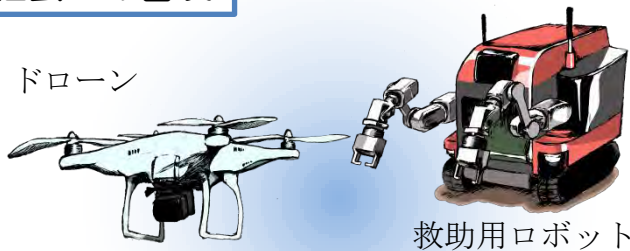
国家戦略特区

(近未来技術実証プロジェクトの検討)

- 自動飛行、自動走行等の「近未来技術に関する実証プロジェクト」と、その実現のための規制改革等を検討

- 多様な分野でロボットの利用が期待

社会への普及



ロボットの活用
ニーズの高まり

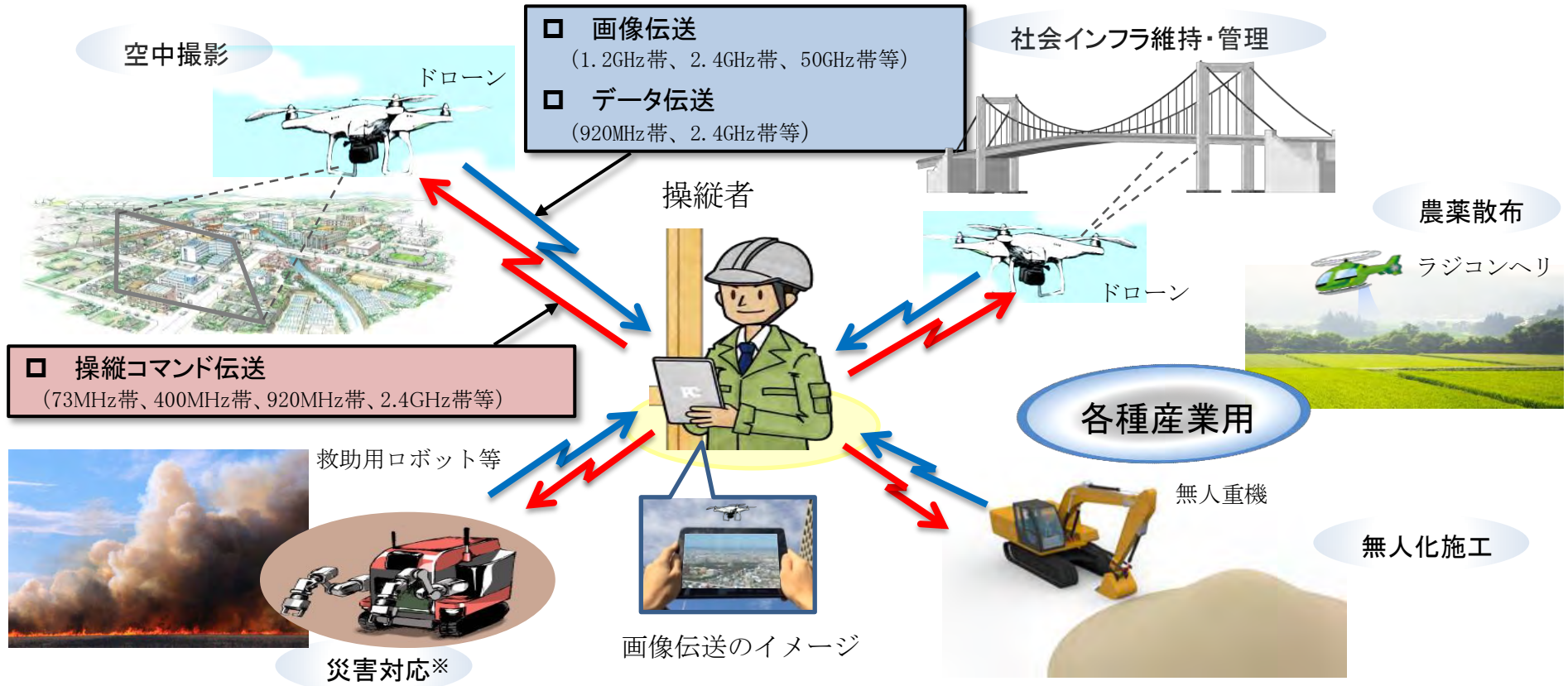
多様化するロボットの電波
利用ニーズに応えること
が必要

- 人が立ち入れない場所において作業を行うためのロボットの重要性
- 手軽に入手可能な新しいタイプのロボットの登場
- 様々な分野へのロボットの活用可能性

➤ 総務省では、ドローンを含むロボットの電波利用の高度化のため、昨年3月より、情報通信審議会において、使用可能周波数の拡大や最大空中線電力の増力等に向けた技術的検討を実施。

⇒ 技術的条件をとりまとめ(本年3月22日答申)

ロボットの利用イメージと電波の利用イメージ



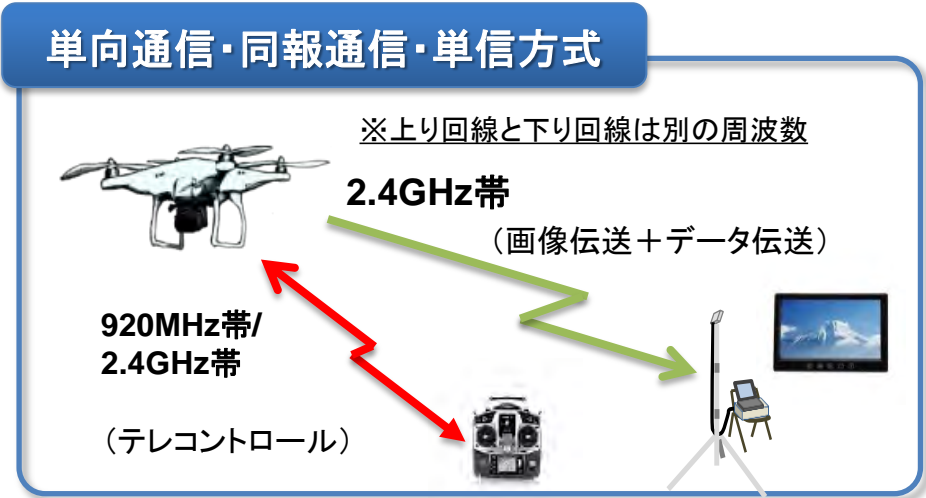
ロボットにおける電波利用の現状

□ ロボットにおける電波利用はこれまで制御系を中心に利用されてきたが、近年、ドローンを中心に画像／映像伝送の需要が高まっている

ロボットの通信形態

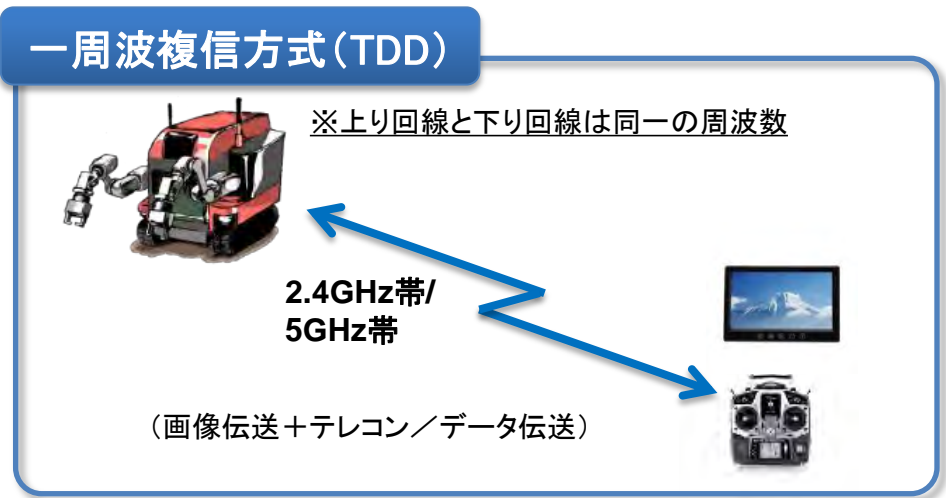
- ①テレコントロール …… 操縦者からロボットを操縦するための制御情報の伝送
- ②データ伝送 …… ロボットから操縦者等へロボットの状態や搭載された各種機器からの情報(画像を除く)※の伝送
※例)GPS情報、残存バッテリー情報の伝送等
- ③画像伝送 …… ロボットに搭載されたカメラ画像／映像の情報伝送

■無人飛行機の電波利用イメージ



- 画像／映像伝送は観測等が主体であり機体制御と一体的に運用する必要性は低い。
- テレコントロールは、既存の周波数や技術的条件の範囲で必要な通信距離を確保することが十分可能。

■無人化施工や屋内作業用の利用イメージ



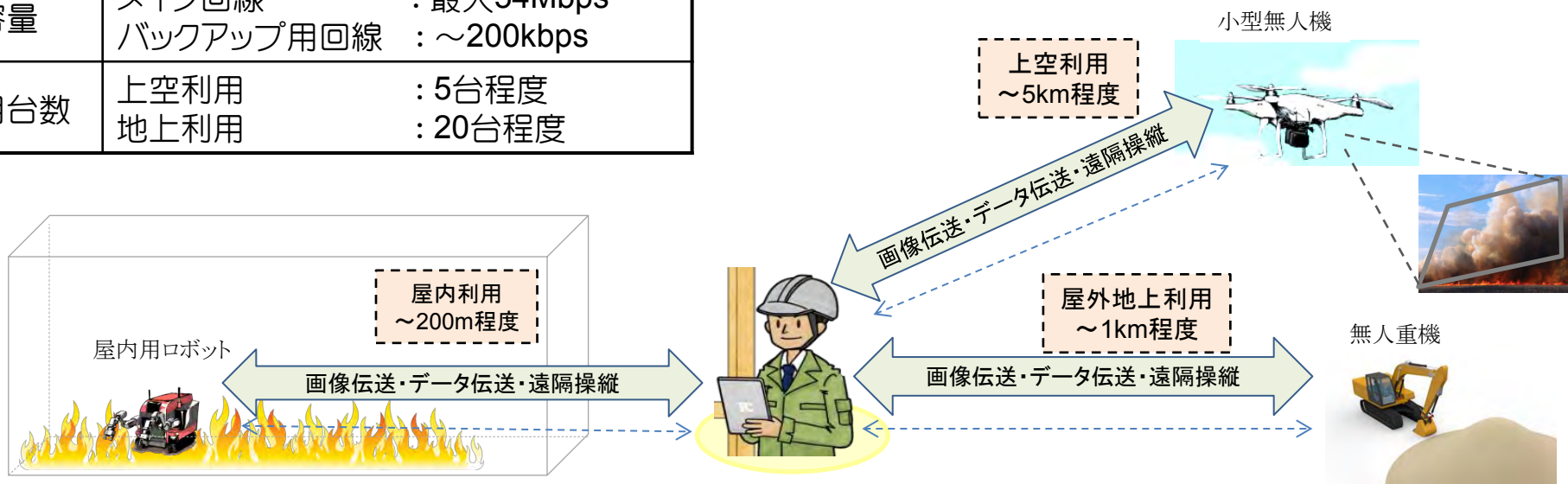
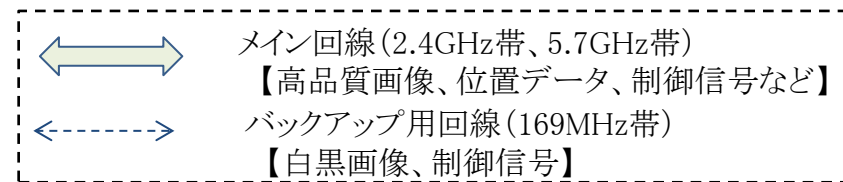
- 現状では、各種カメラやセンサーを容易に設置がしやすいIP接続を基本とした無線LANを活用。
- 画像／映像伝送は、ロボット制御と一体の運用を必須としているため、一つの無線通信システムによる運用が望まれている。

電波利用に対するニーズ

- 高画質で長距離の画像伝送が可能となるよう、大容量の通信を可能とすること。
- ロボットを一つの運用場所で複数台運用できるように、いくつかの通信チャンネルが使用可能であること。
- 主に使用する回線の他に、混信やその他の電波伝搬上の障害等の何らかの事情により、当該主回線が不通となった場合に備えて、バックアップ用に別の通信回線が使用可能であること。
- 低コストの無線機実現の観点から、使用する周波数は、既存システムに利用されている汎用的な周波数帯が望ましい。

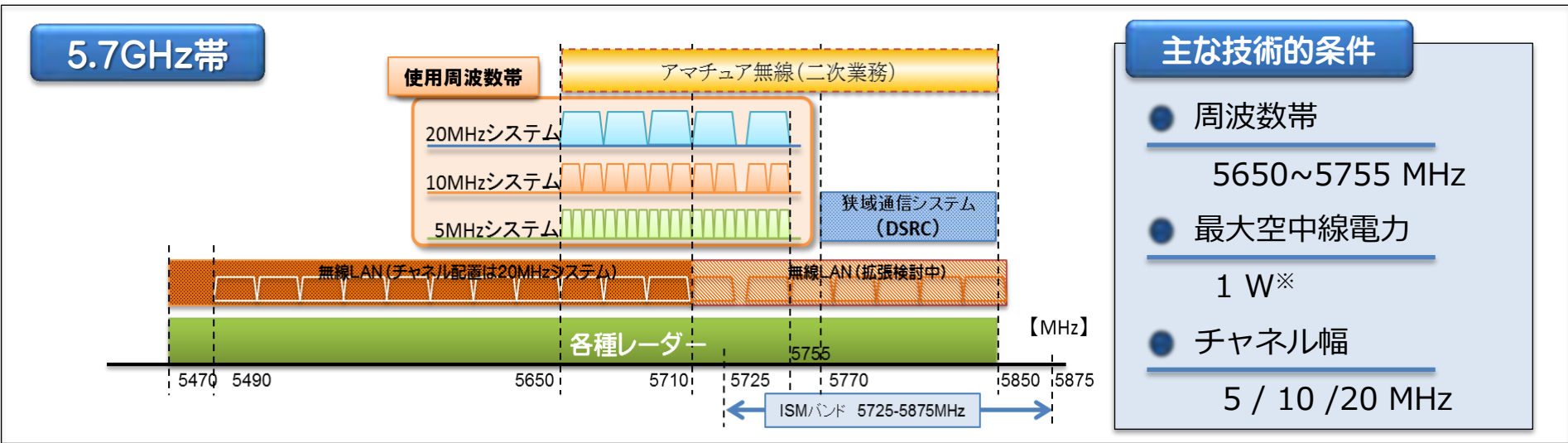
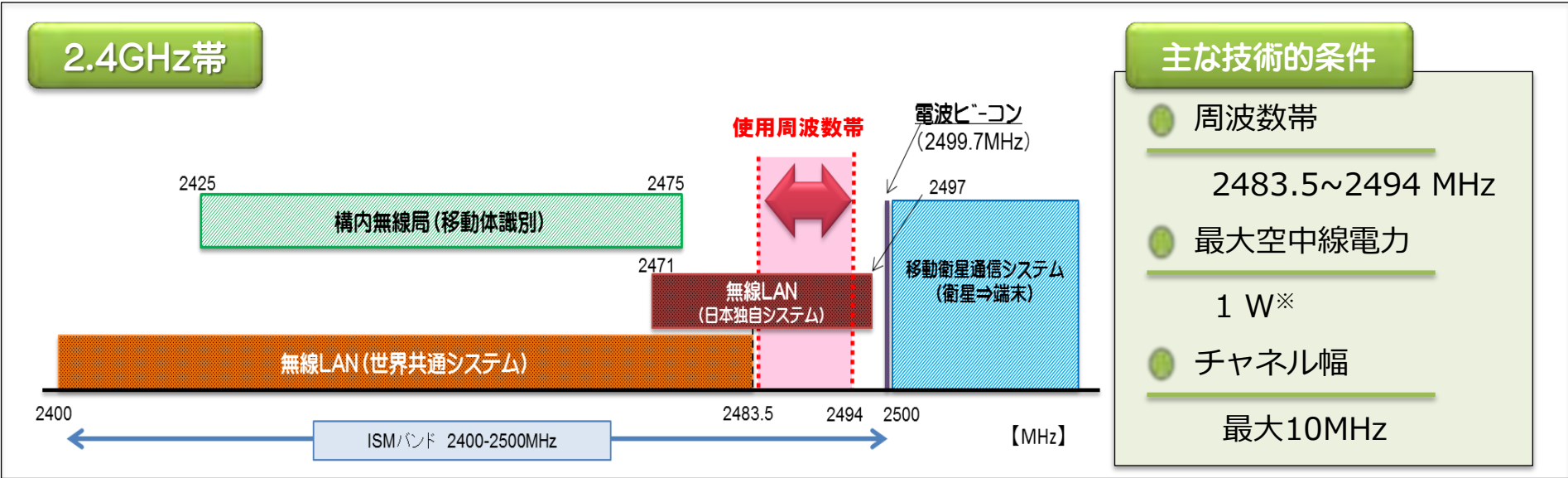
ロボット用無線システムに対する要求条件

| | | |
|--------|-----------|------------|
| 通信距離 | 上空利用 | : ~5km程度 |
| | 地上利用 | : ~1km程度、 |
| | 屋内利用 | : ~200m程度 |
| 伝送容量 | メイン回線 | : 最大54Mbps |
| | バックアップ用回線 | : ~200kbps |
| 同時運用台数 | 上空利用 | : 5台程度 |
| | 地上利用 | : 20台程度 |



使用周波数帯と主な技術的条件 (メイン回線)

□ メイン回線用としての使用周波数帯と主な技術的条件

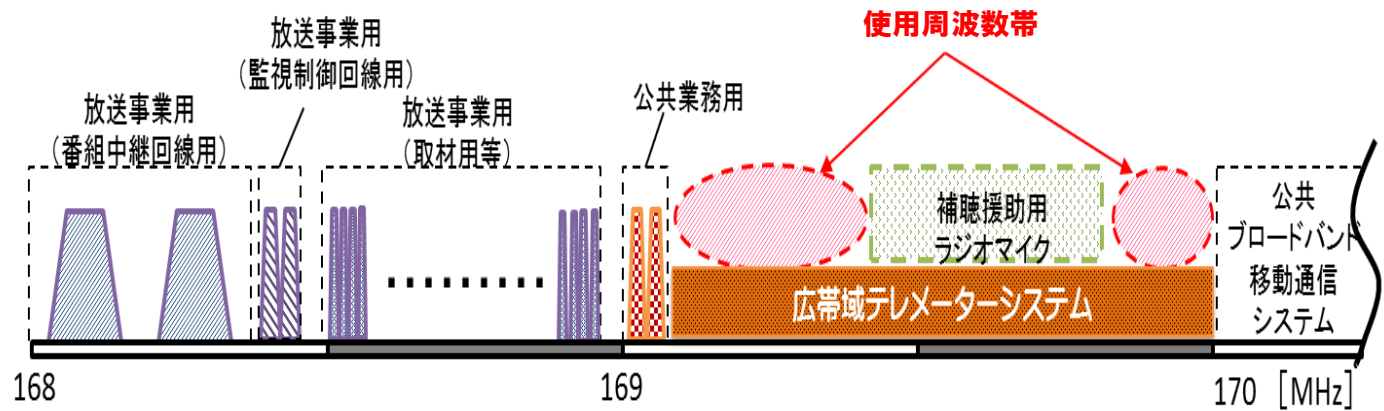


※既存の無線LANシステムと比較すると約4倍 (EIRP比較では約10倍)の増力

検討周波数帯と主な技術的条件 (バックアップ回線等)

バックアップ回線用としての使用周波数帯と主な技術的条件

169MHz帯



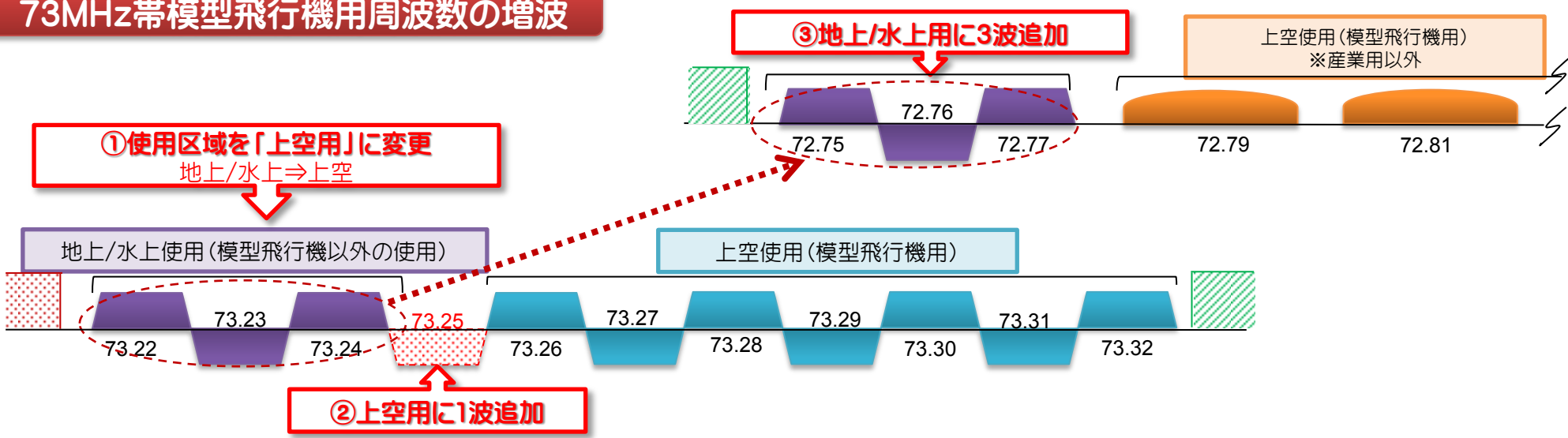
主な技術的条件

- 周波数帯
169.05~169.3975MHz
169.8075~170MHz
- 最大空中線電力
1 W
- 占有周波数帯幅
300kHz以内

無人ヘリコプターの増加を踏まえ、73MHz帯の産業用模型飛行機の制御用周波数を4波増波

※総数:11波

73MHz帯模型飛行機用周波数の増波

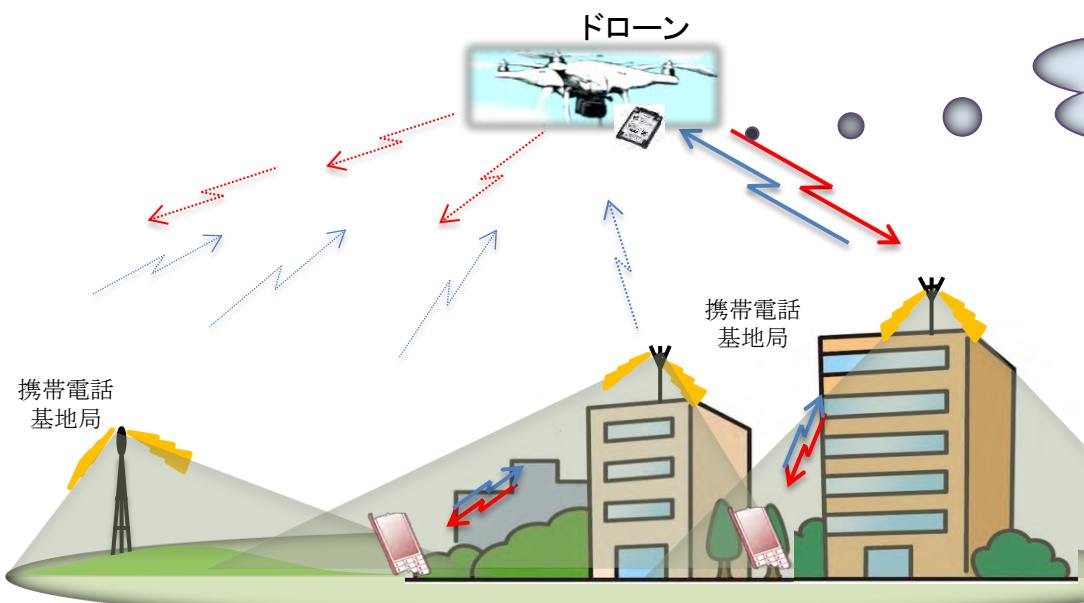


携帯電話の上空での利用について

携帯電話の上空利用に向けて

- サービスエリアが広く、高速・大容量のデータ伝送が可能な携帯電話をドローンに搭載し、画像・データ伝送等に利用したいとのニーズが高まっている。
- 携帯電話網は地上での利用を前提に設計されているため、上空での通信環境の調査を実施。ドローンの通信品質の確保や地上の携帯電話利用への影響などの課題があることから、引き続き検証が必要。
- このため、携帯電話の上空利用について、既設の無線局等の運用等に支障を与えない範囲で、試験的な導入を図る。(実用化試験局制度を活用)
- 本年7月13日に実用化試験局の制度整備済み。

携帯電話の上空利用のイメージ



携帯電話の上空利用に対するニーズの高まり

- ・ ドローンに携帯電話モジュールを搭載して広域で機体の制御や映像伝送をしたい

携帯電話の上空利用に関する検討

- 携帯電話の上空での利用に関する受信環境調査を実施し、技術上・運用上の課題等を整理。
- ドローンの通信品質の確保や地上の携帯電話利用への影響などの課題があり、引き続き検証する必要があることから、試験的に携帯電話の上空利用の導入を図る。

※既設の無線局等の運用等に支障を与えない範囲で運用することが条件

携帯電話網は陸上(地上)での利用を前提にシステム設計

(基地局は下方方向に電波を放射し、基地局間及び他システムとの干渉を抑え、電波の利用効率を高めている。)

ITSについては、内閣府、警察庁、経済産業省、国土交通省と連携して推進

道路交通情報

OVICS (1996年～)

FM多重放送、電波ビーコン、光ビーコンで情報配信。
(約4900万台:2015年12月末)

プローブ情報

○携帯電話ネットワーク等

自動車メーカー等では、収集したプローブ情報(各車両の位置・速度情報等)を基に自社の顧客向けの道路交通情報の提供サービス等を実施。

前方車両等の自動検知

○車載レーダー(電波、超音波、赤外線)・カメラ

車両等を検知し、ドライバーへの注意喚起、車間距離の維持、緊急時のブレーキなど運転支援。

狭域通信システム

○ETC (2001年～)

有料道路等での自動料金收受システム。
(約7200万台:2016年2月末※ETC2.0含む)

○ITSスポット (2011年～)

高速道路上の事故多発地点の手前での注意喚起など、運転支援情報を提供。

安全運転支援システム

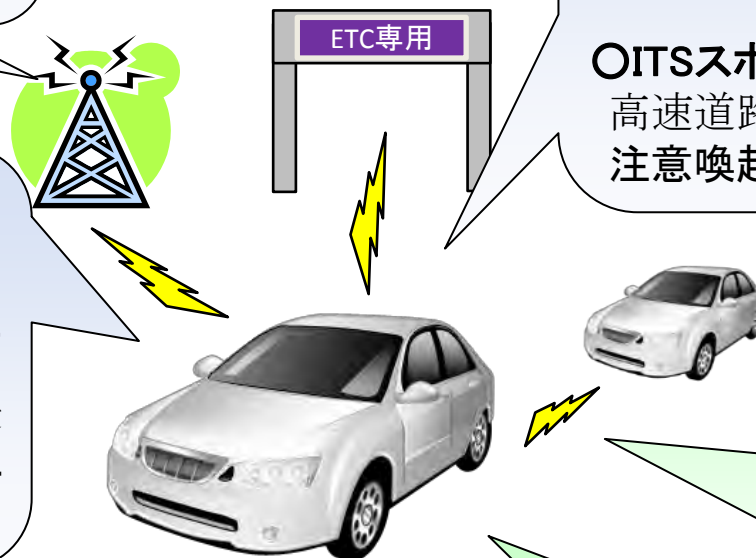
○車車間・歩車間通信等

位置・速度情報等をやりとりし、出会い頭の衝突等を回避。

左右・後方の障害物の自動検知

○車載レーダー(電波、超音波)・カメラ

障害物の検知、ドライバーへの注意喚起等。



700MHz帯安全運転支援システム

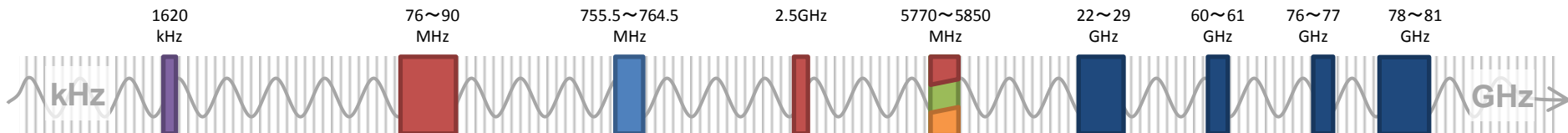
車車間通信等により衝突を回避

ETC (自動料金収受システム)

車載レーダーシステム

24/26GHz帯UWBレーダー, 79GHz帯高分解能レーダー

60/76GHz帯長距離レーダー



路側放送 (Highway radio)

VICS (道路交通情報通信システム)

(1) Text display type

(2) Simplified Graphic display type

(3) Map display type

狭域通信システム (DSRC・ITSスポット)

安全運転支援から自動走行への発展

「自動走行システム」等の定義 (2016年5月 IT総合戦略本部「官民ITS構想・ロードマップ2016」を基に作成)

技術的
難度



| レベル | システムの区分 | 概要 | 実現が見込まれる技術 (例) | 市場化等 期待時期 |
|-----------|------------|--|--------------------------------|----------------|
| レベル4 ※1 | 完全自動走行システム | 加速・操舵・制動を 全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態 ※システム責任 | 完全自動走行システム (非遠隔型) | 2025年目途※2 |
| | | | 無人自動走行移動サービス (遠隔型等) | 限定地域 2020年まで※3 |
| レベル3 | 準自動走行システム | 加速・操舵・制動を 全てシステムが行い、システムが要請したときのみドライバーが対応する状態 ※システム責任、監視義務なし (システム要請前) | 自動パイロット | 2020年目途※2 |
| レベル2 | | | 準自動パイロット | 2020年まで※3 |
| | | | 自動レーン変更 | 2017年 |
| 追従・追尾システム | 市場化済 | | | |
| レベル1 | 安全運転支援システム | 加速・操舵・制動の いずれかの操作をシステムが行う状態 ※ドライバー責任 | 緊急自動ブレーキ | 市場化済 (一部) |
| — (情報提供等) | | | 運転者への 注意喚起等 ※ドライバー責任 | |

※1 車両内にドライバーは存在しないものの車両外 (遠隔) にドライバーに相当する者が存在する「遠隔型自動走行システム」についてもレベル4に相当すると見なし、今後、その位置付け・定義について検討、見直しを行う。
 ※2 民間企業による市場化が可能となるよう、政府が目指すべき努力目標の時期として設定。
 ※3 東京オリパラが開催される2020年までを目標に、高速道路における準自動パイロットや限定地域での無人自動走行サービス等の市場化等を目指す。

- 内閣府の**総合科学技術・イノベーション会議**では、府省・分野の枠を超えた横断型のプログラムとして、「**戦略的イノベーション創造プログラム**」(SIP)を創設。
- **ITS関係(自動走行システム)**を含め、11課題を設定。内閣府はこれらの推進のため、昨年度から予算に「**科学技術イノベーション創造推進費**」(500億円)を計上。このうち「**自動走行システム**」には平成26年度は約25億円、同27年度は約23億円、同28年度は約26億円を配算。

<参考> SIP課題一覧(11課題)

| 課題名 |
|--------------------------|
| 革新的燃焼技術 |
| 次世代パワーエレクトロニクス |
| 革新的構造材料 |
| エネルギーキャリア |
| 次世代海洋資源調査技術 |
| 自動走行システム |
| インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 |
| レジリエントな防災・減災機能の強化 |
| 次世代農林水産業創造技術 |
| 革新的設計生産技術 |
| 重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保 |

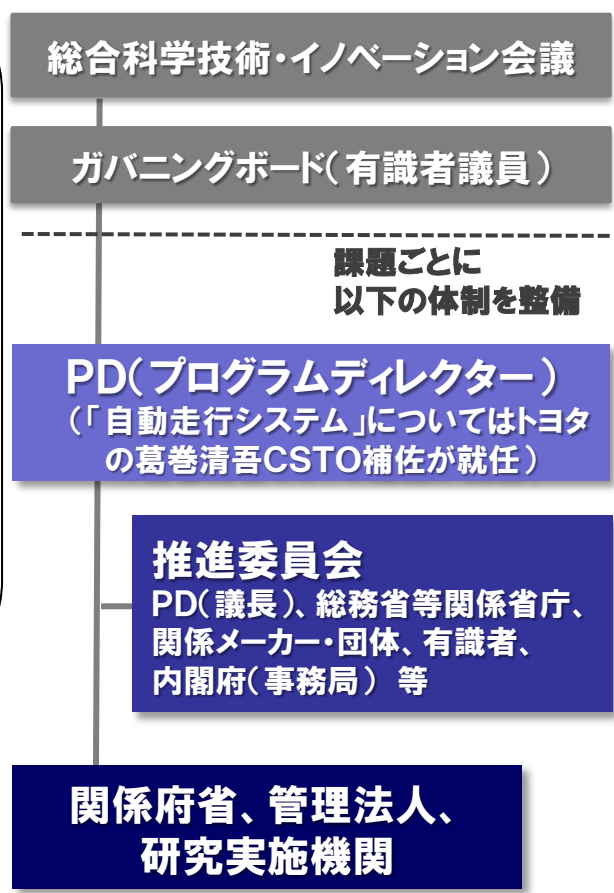
交通事故や渋滞を抜本的に削減し、移動の利便性を飛躍的に向上させる自動走行等の新たな交通システムを実現

【自動走行・重要5課題】

- ①ダイナミックマップ
- ②HMI(Human Machine Interface)
- ③セキュリティ
- ④歩行者事故低減
- ⑤次世代都市交通

自動走行システムの実現により、
①交通事故死者低減、②渋滞緩和、③高齢者移動支援に貢献することを目指す

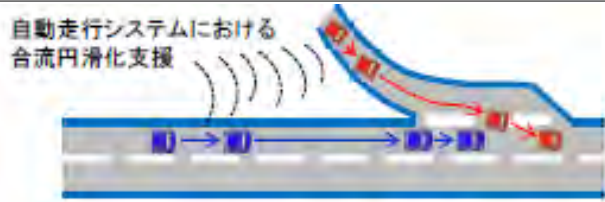
<参考> 実施体制



課題1 車車間通信・路車間通信技術の開発

①ダイナミックマップ関連

- 自動走行を円滑に実現する為に要求される通信性能や先読み情報活用モデルの検討等

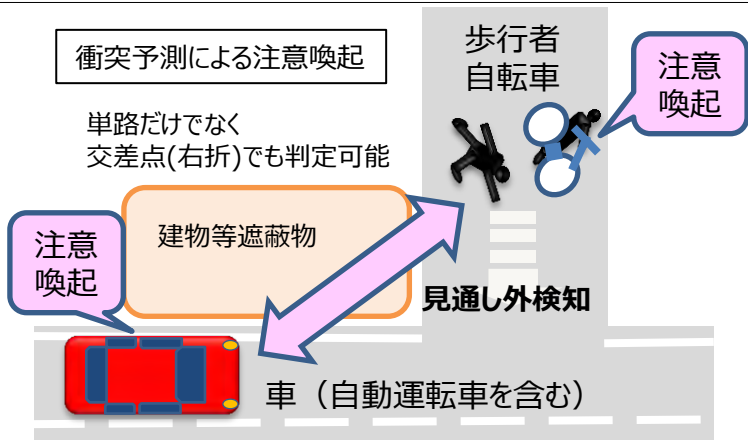


課題2 歩車間通信技術の開発

①ダイナミックマップ関連

④歩行者事故低減関連

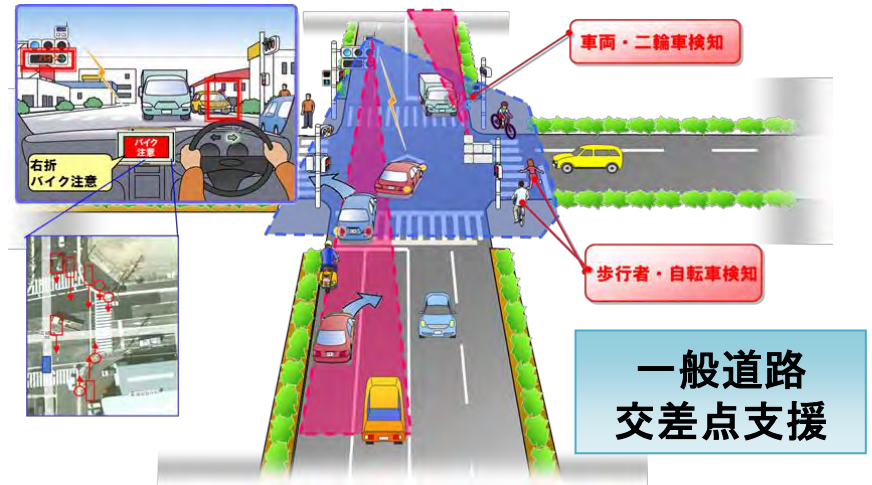
- 自動走行車による適切な周辺状況把握と事故低減に向け、歩行者・自転車等の位置情報の通信による共有方式や注意喚起方法の検討等



課題3 インフラレーダーシステム技術の開発

①ダイナミックマップ関連

- 荒天時でも自動走行車両の死角を補完する動的情報を提供するレーダー技術の開発等



重要5課題(SIP・自動走行)

- ①ダイナミックマップ
- ②HMI(Human Machine Interface)
- ③セキュリティ
- ④歩行者事故低減
- ⑤次世代都市交通

自律型モビリティシステムの開発・実証

自動走行・自律ロボット等による行動支援・生産性向上

・情報の伝送遅延を最小化した革新的ネットワーク、自動走行等に必要な高度地図データベースの更新・配信技術、緊急時の自動停止・再起動等のセキュリティ技術等の開発・統合を行い、安全・安心な自律型モビリティシステム(電気自動車、電動車いす、自律ロボット等)の開発及び社会実証を推進し、自動走行技術の早期の社会実装、観光、福祉等の多様な分野への展開にも寄与

【29年度予算要求】 自律型モビリティシステム(自動走行技術、自動制御技術等)の開発・実証 12.0億円(28年度 9.8億円)



自律型モビリティシステム等の実現

各種の自律型モビリティシステム(電気自動車、電動車いす等)

自律型電気自動車 自律型電動車いす

ネットワーク制御型
工事車両

自動走行、自動制御技術等の
多様なICT利活用分野への展開

効率の良い通信方式により、
高度地図情報の
リアルタイム更新・配信

多様な応用分野
(自律ロボット、ドローン等)

自律走行型案内ロボット

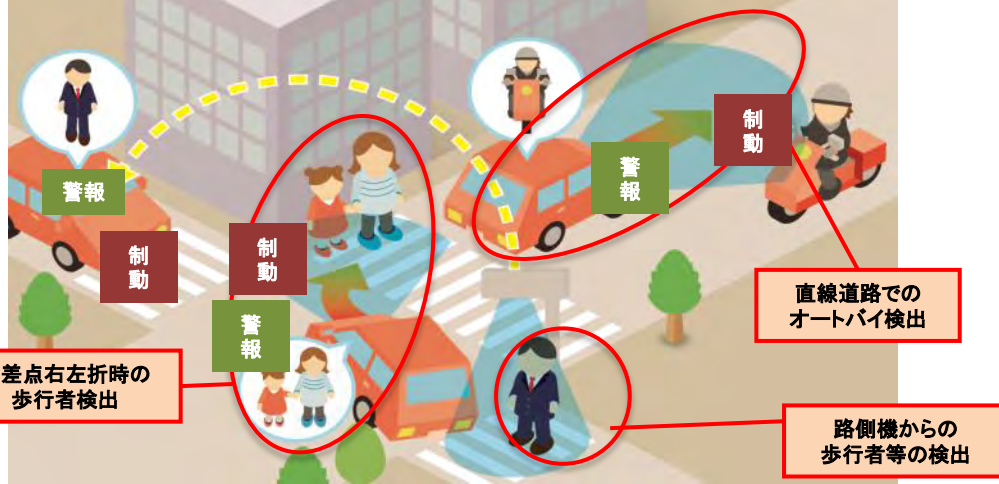
荷物運搬用
自動飛行ドローン

2015年世界無線通信会議(WRC-15:11月2日~27日 於:ジュネーブ)において
自動車で利用されるレーダーを高性能化する周波数拡大について合意

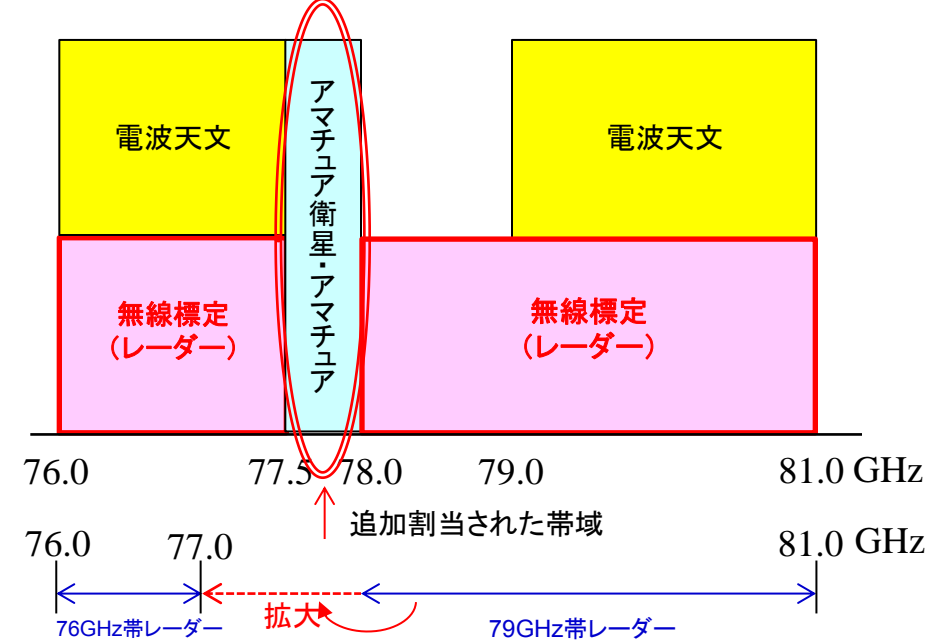
- ・レーダー用周波数の拡大により、自動車レーダーを高性能化し、自動車の安全性向上への貢献や自動運転の実用化を加速するものと期待。

79GHz帯(77~81GHz)高分解能レーダー

- 特徴**
- ・小型の対象物を把握できるよう高性能化し、歩行者等の把握が容易になることが期待
 - ・広帯域を活かした高信頼性検知の向上

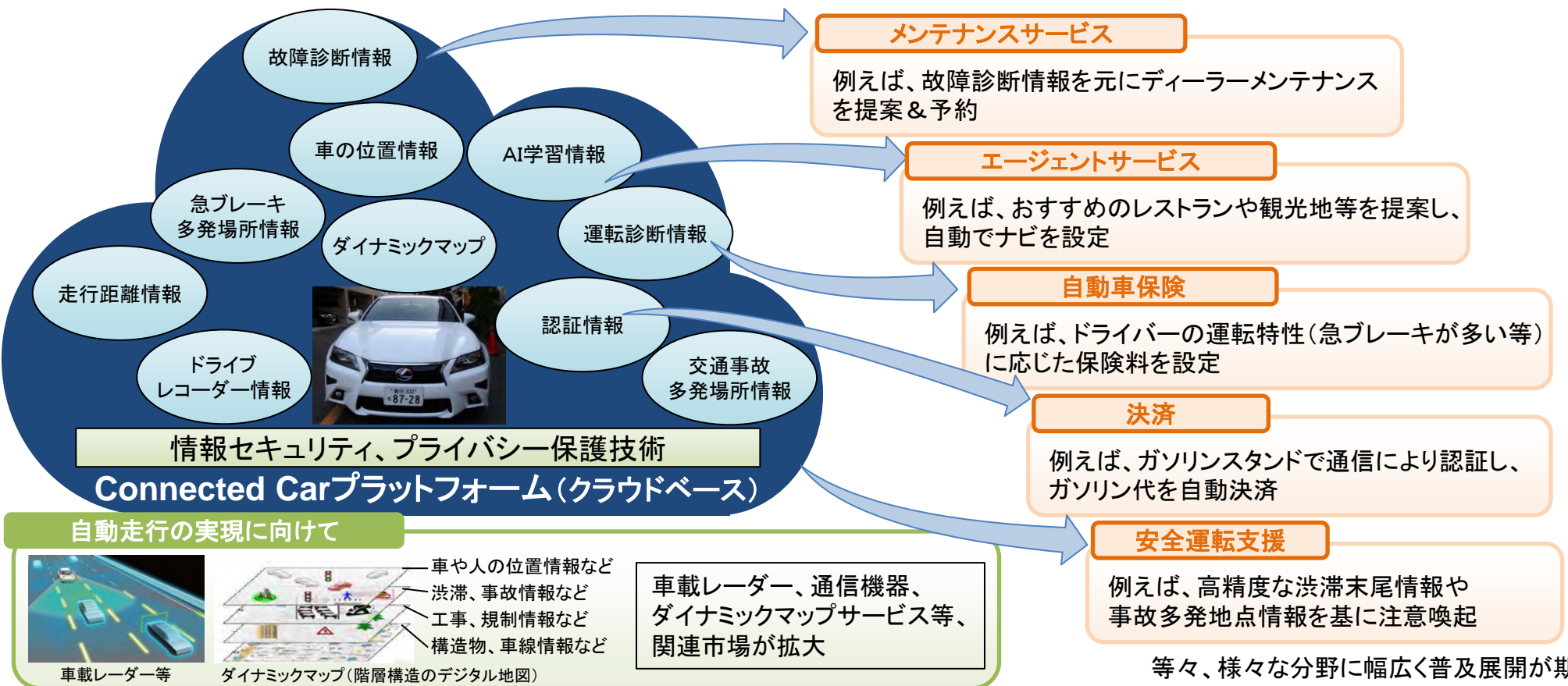


◆現在の76~81GHzにおける周波数国際分配(1次分配)



➡ 割当周波数の拡大により、自動車の安全性向上への貢献や自動運転の実用化を加速

- **Connected Car**とは携帯電話等により**ネットワークにつながったクルマ**。
- 今後、ドライバーの運転特性に応じた保険料設定を行う自動車保険や、車載センサを活用したメンテナンスサポート等の**新たなサービス・ビジネス**による**市場の拡大**が大いに期待されているところ。
- 国際的にも、**米国**や**ドイツ**がConnected Carに関連する**国家戦略**を策定し、推進中。
➡ 今後、普及・展開に向けて、①**サービスイメージの明確化**、②**最適な無線技術の研究開発・標準化**、③**安全・安心な利用環境の確保方策**等が課題。



背景

- 700MHz帯高度道路交通システムは、路車間サービスを提供する基地局と、路車間サービス及び車車間サービスを利用する車載器(免許を要しない無線局)で構成され、平成23年に制度化。昨年9月に国際標準化(ITU-R勧告M.2084)。
- 同システムの搭載車は、昨年10月より市販開始。
- 自動走行に関する研究開発等の進展に伴い、様々な道路交通情報の適時取得に対するニーズが高まりつつある。
- 基地局間通信(路路間通信)の導入による路車間サービスのさらなる高度化、ITS(高度道路交通システム)インフラの強靱化に向けた、電波利用に係る環境整備について、技術的検討が必要。

今後、情通審技術分科会 陸上無線通信委員会にて検討開始

主な技術的条件の改定

- 路路間通信の導入
既存のサービスに有害な影響を与えない範囲内で基地局相互間を接続する路路間通信を認めることにより、
- ①緊急車両接近情報の広域提供
- ②信号情報の広域提供
- ③ITSインフラの強靱化 を実現

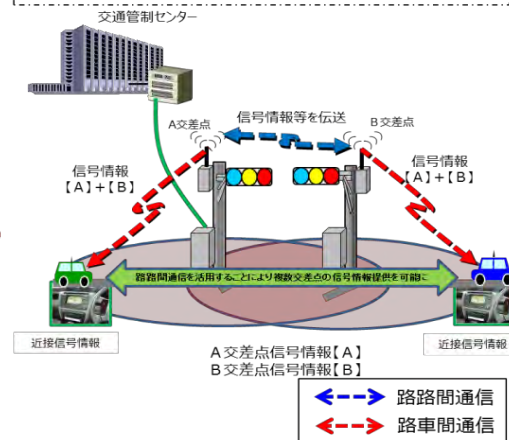
具体的検討課題等

- 具体的検討事項
 - 一路路間通信において使用される無線システムの技術的条件
 - 一路車間通信サービス、車車間通信サービスとの周波数共用条件
- 今後の予定
 - 2017年2月頃 報告書とりまとめ
 - 2017年2月頃 情通審技術分科会一部答申

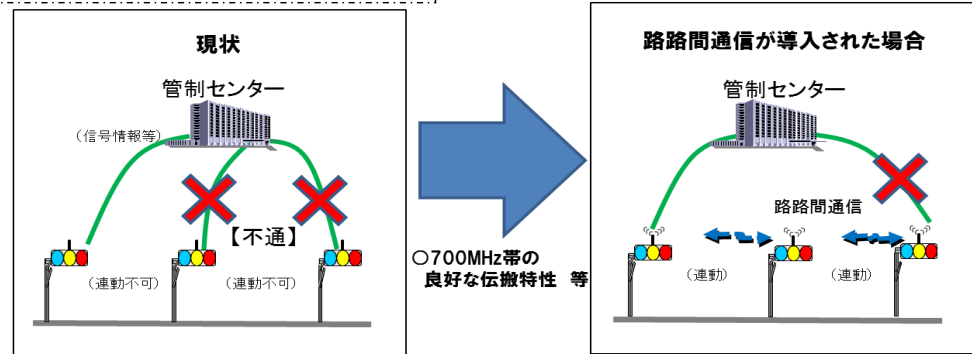
① 緊急車両接近情報の広域提供



② 信号情報の広域提供 (複数交差点の信号情報提供を可能に)



③ ITSインフラの強靱化



附録

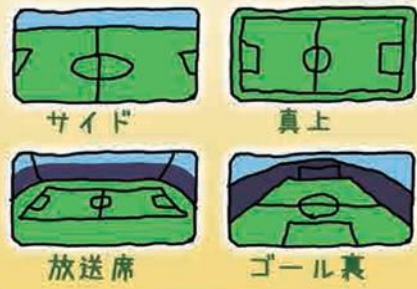
近未来のICT利活用イメージ ～電波政策2020懇談会報告書より～

スポーツの楽しみ方が変わる



360°パブリックビューイング

ワンタッチで視点切替リクエストが可能



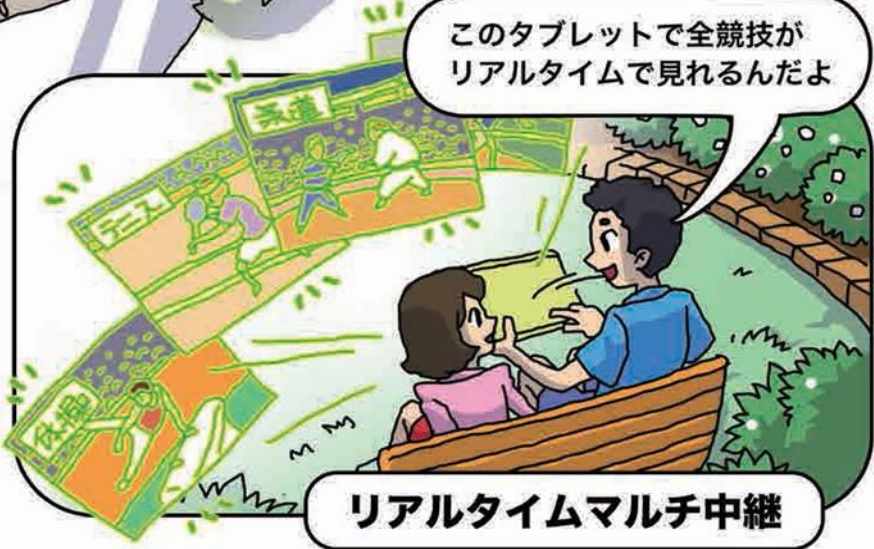
ゴール裏が良いな



カメラで撮って情報取得



選手データチェック



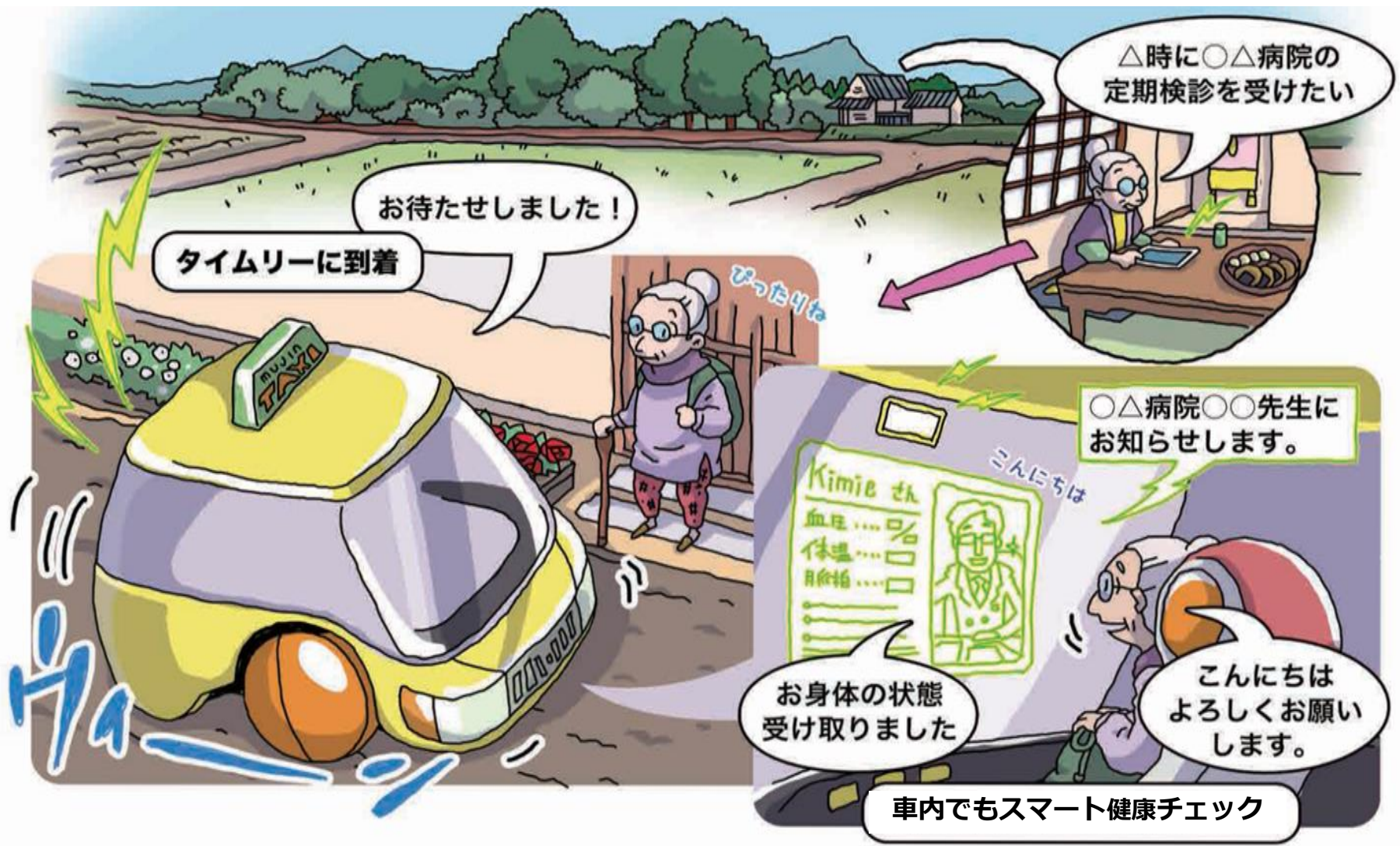
このタブレットで全競技がリアルタイムで見れるんだよ

リアルタイムマルチ中継

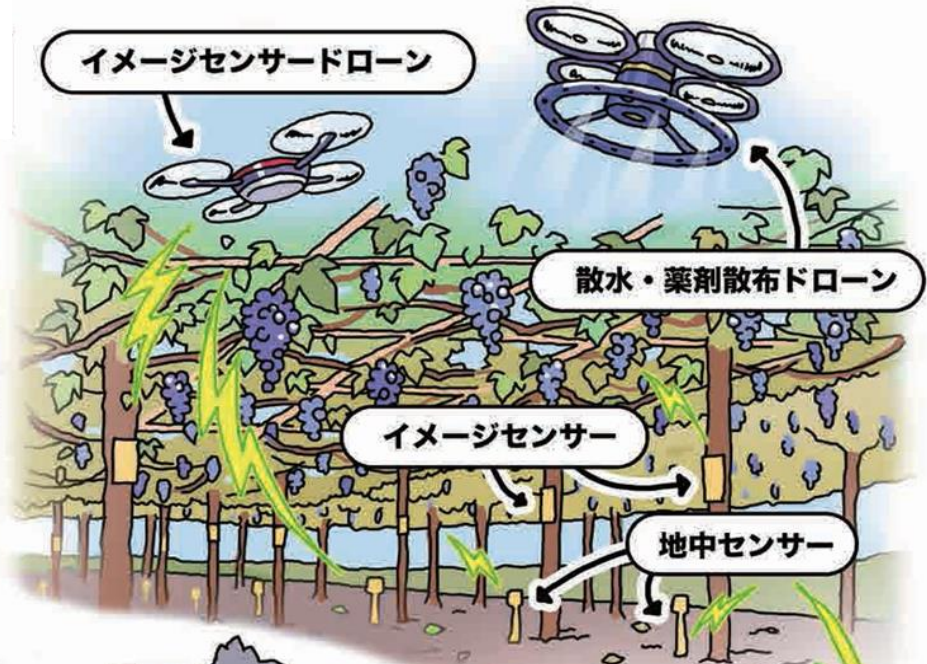
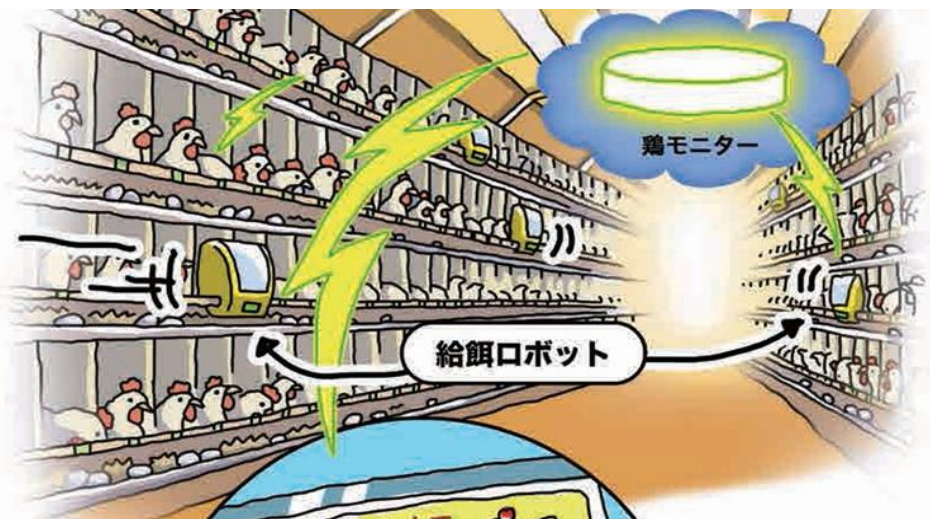
防災・減災が変わる



地方での暮らしが変わる



仕事のやり方が変わる①



鶏舎情報

No.753の鶏が不調

〇〇病の恐れ有り

抗生物質投与... OK

明日の卵の状態について

| | |
|-----|----|
| 056 | 血卵 |
| 133 | 破卵 |
| 167 | 破卵 |

52羽がB級卵か...
鶏舎を移す必要があるな。

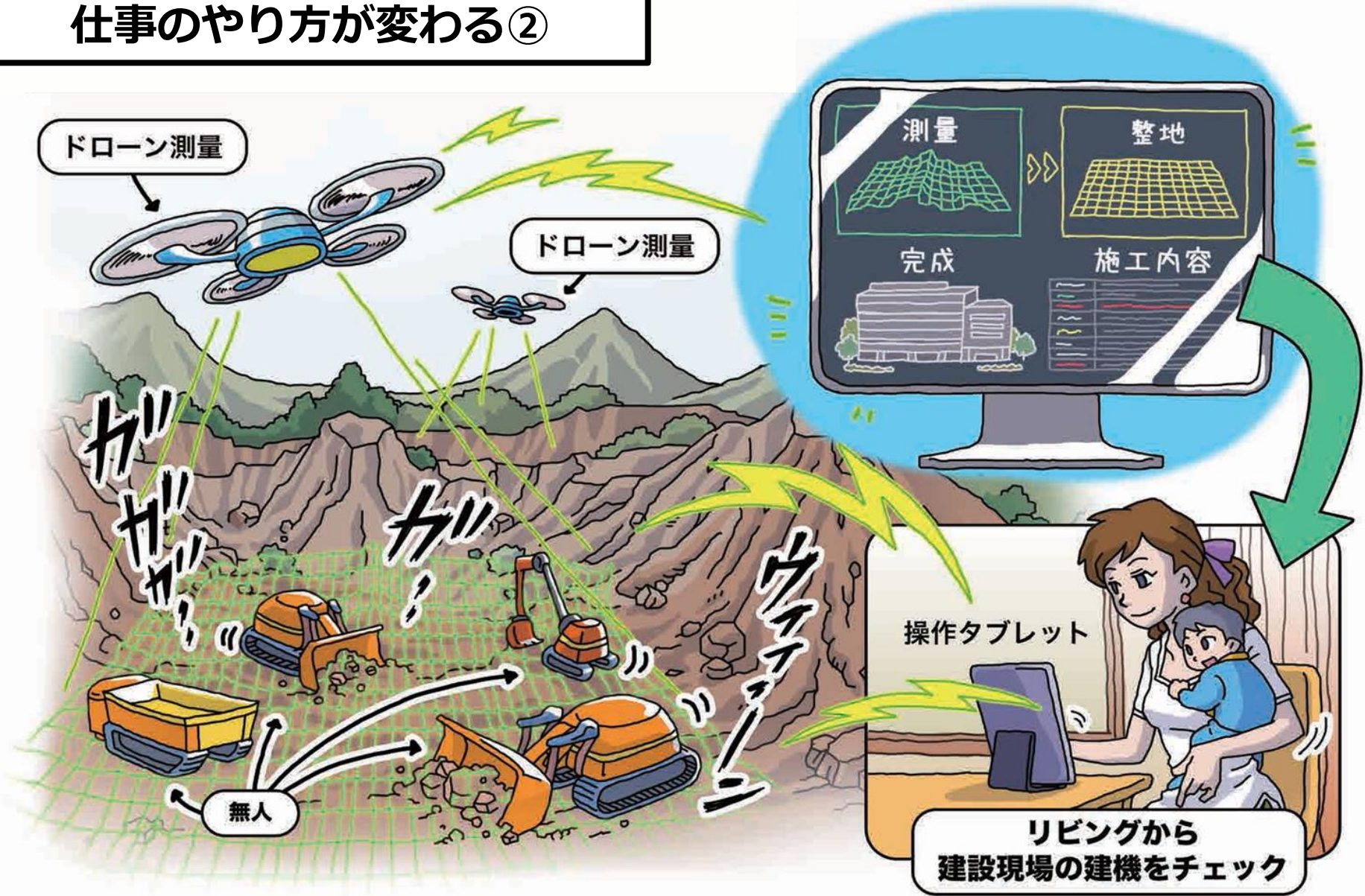
本日のブドウ情報

糖度A級の樹木

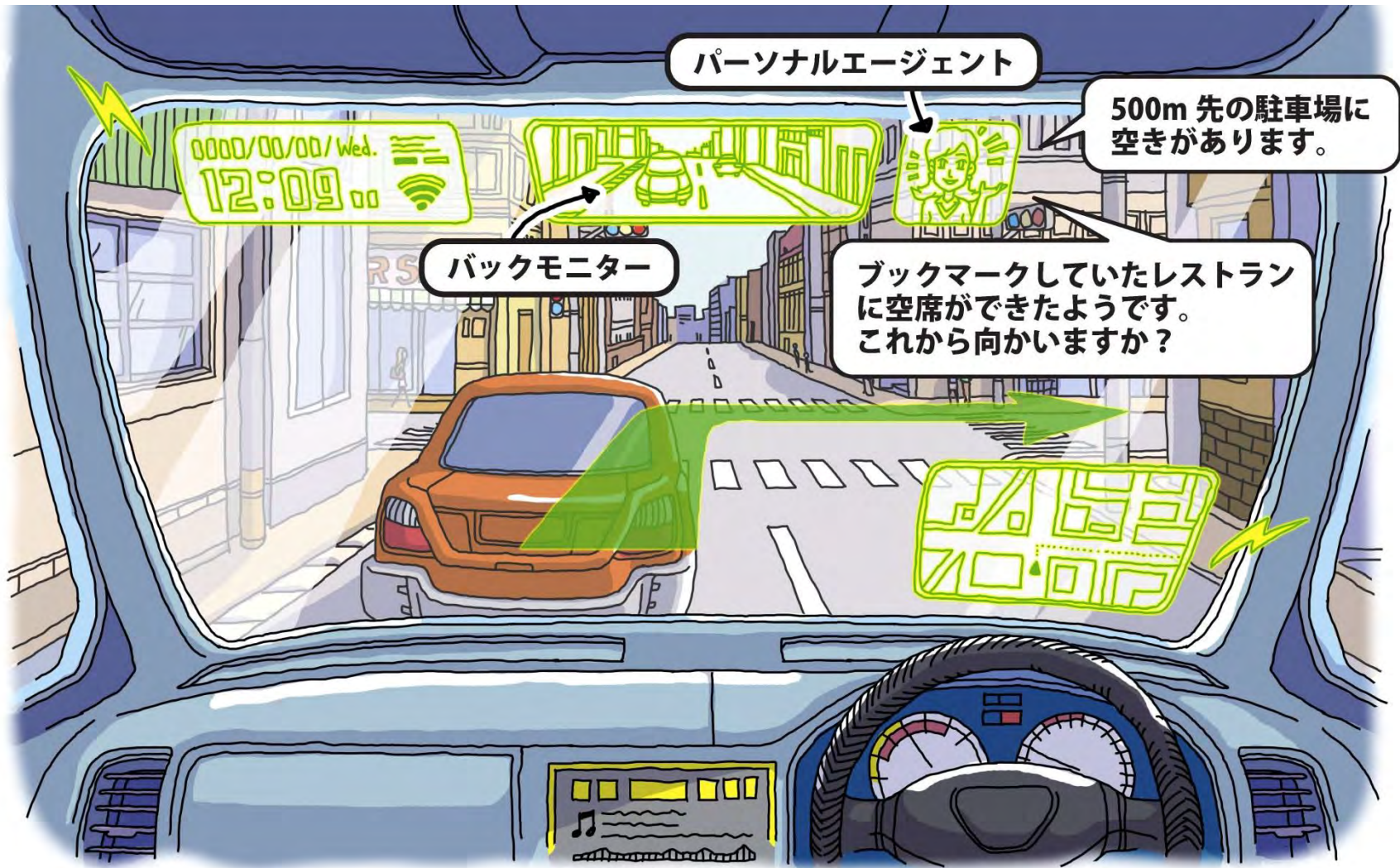
- ・C-5
- ・E-4, 5, 6

地中成分

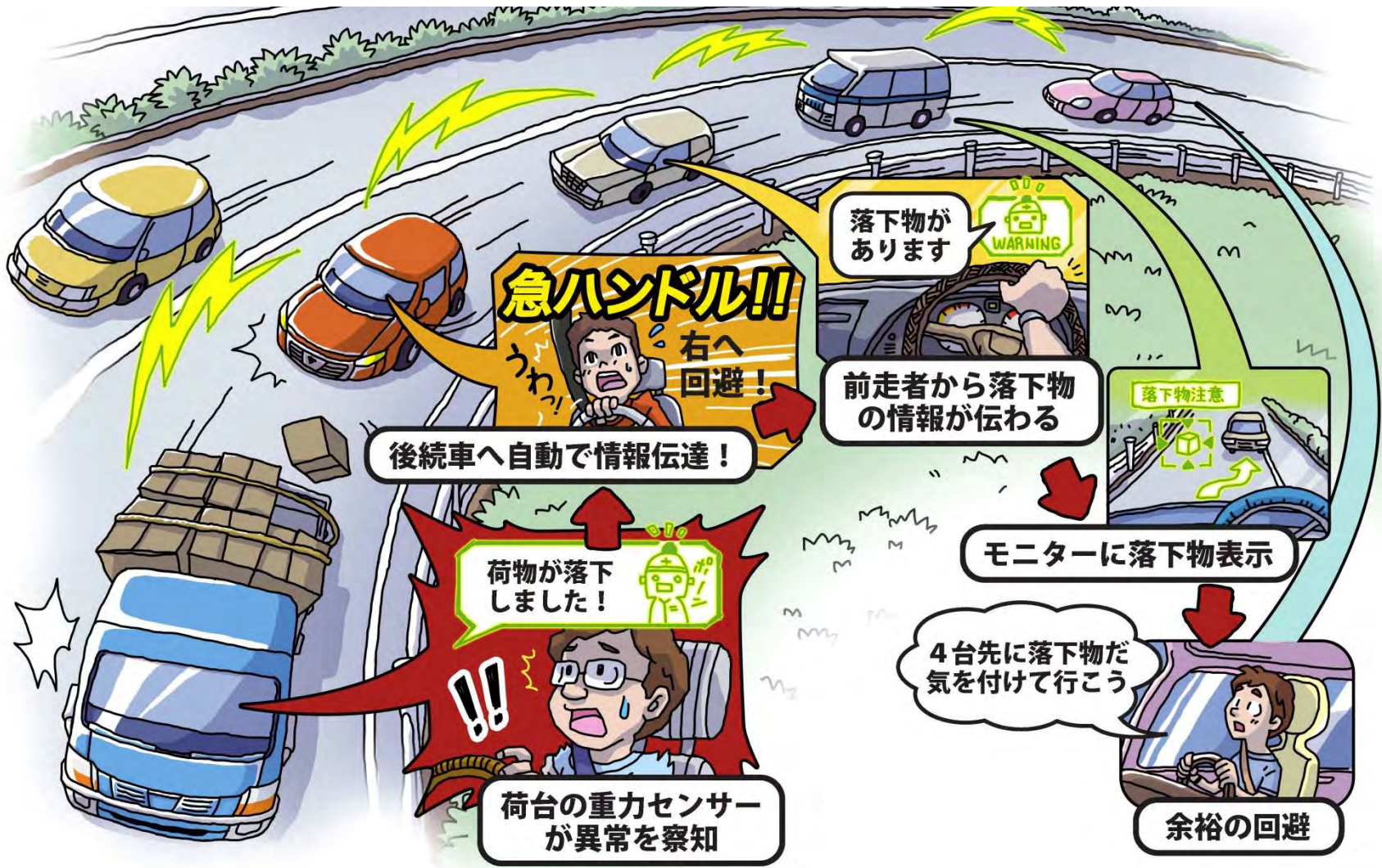
仕事のやり方が変わる②



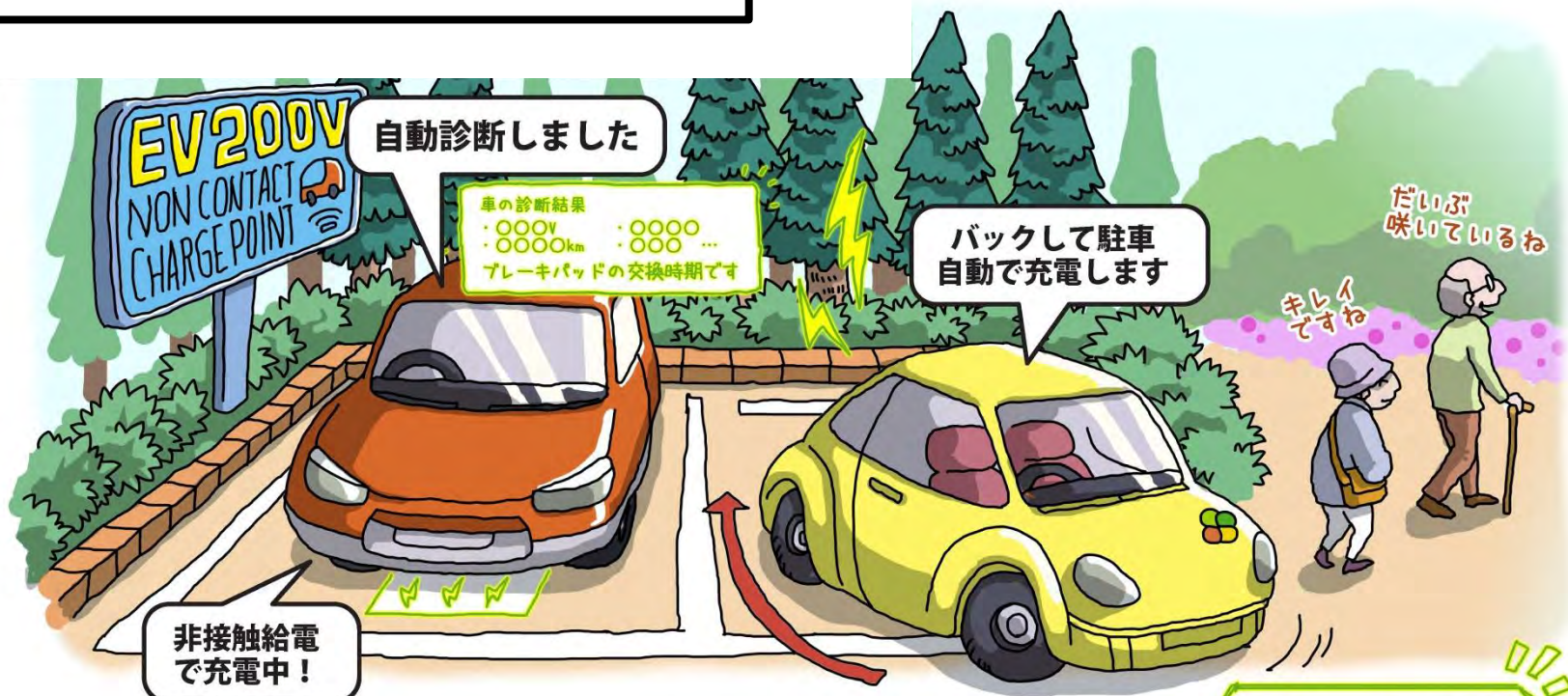
ナビゲーションが変わる①



ナビゲーションが変わる②



クルマが変わる



ドライバー自動診断

体調をセンシング診断し、
異常時は自動運転。
路肩に安全に自動駐車。
病院にも通報する。



| | | |
|-------------------|-------------|---|
| 脈拍 | 0/min | ! |
| 顔色 | PALE | ! |
| 体温 | 35.8 | ! |
| 呼吸 | NON | ! |
| 血圧 | NON | ! |
| EMERGENCY! | | |

AUTO DRIVE!