

電子タグ・自動認識の最新動向

総合通信基盤局
電波部 移動通信課

石黒 丈博

自動認識とは

自動認識(Automatic Identification)とは、「人間を介さず、ハード、ソフトを含む機器により自動的にバーコード、磁気カード、RFIDなどのデータを取込み、内容を認識する」こと。欧米では、同義語としてAIDC(Automatic Identification & Data Capture)も、使用するようになっている。

○自動認識技術：

- ✓バーコードシンボル（リニアシンボル、一次元シンボル、二次元シンボル、二次元コード、二次元バーコード）
- ✓RFID（無線認識：Radio Frequency Identification）
- ✓バイオメトリックス（指紋、静脈、網膜等）
- ✓磁気ストライプ、ICカード
- ✓音声認識
- ✓文字認識
- ✓マシンビジョン（画像認識）

RFID※の特徴①

※「電子タグ」「タグ」「無線タグ」「ICタグ」「RFIDタグ」とも呼ぶ。






- ◆ 情報量はバーコードの数倍から数千倍。
- ◆ 無線による非接触（数cm～数m）での送受信が可能。
- ◆ 同時一括読み取りが可能。
- ◆ 汚れに強く、経年変化が少ない。
- ◆ タグの読み出し機能のみの安価な製品から、情報の書き換え可能なものや各種センサと連携した情報管理等が可能な高機能製品まで様々な種類のタグがある。
- ◆ 米粒より小さいものからカード型や箱形、棒状のものまで様々な形状のものがある。
- ◆ 電子タグをモノに付けることで、そのモノを**個体識別・管理**することが可能。



RFIDの特徴②

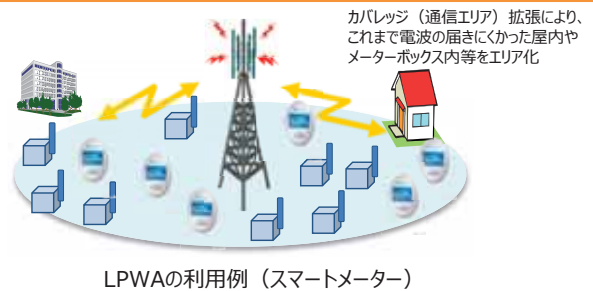
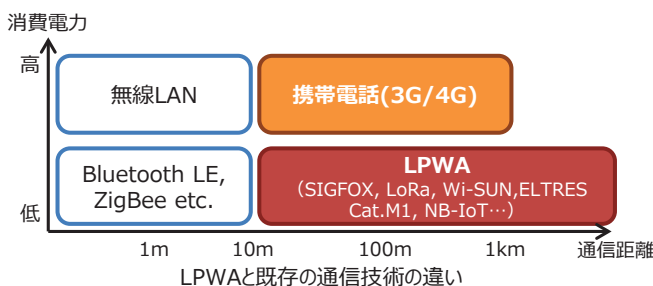
	パッシブタイプ	セミパッシブタイプ	アクティブタイプ
基本動作	受動型 リーダ/ライタからの供給電力でのみ動作	受動型 リーダ/ライタからの供給電力と内蔵電池により動作	能動型 内蔵電池からの供給電力で全て動作
搭載電池	無	有（センサ用）	有（通信・センサ用）
通信距離	数mm～数m	数mm～数m	数mm～数10m
タグの価格	低	高	高
付加機能	—	センサ付き等	センサ付き等
備考	メンテナンスフリー	電池の交換が必要	電池の交換が必要
使用シーン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物流・商品管理 ・ パレット管理 ・ レンタル管理 ・ 蔵書、書類管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度管理 ・ 振動、腐食管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマートメーター ・ 車両ドア開閉 ・ 河川水位管理 ・ ロケーション管理 ・ 所在管理

R F I Dの特徴③

周波数帯	135kHz	13.56MHz	433MHz	920MHz	2.45GHz
最大通信距離	～30cm	～60cm	～数100m	～10m, ～数100m※ <small>※ アクティブ系無線システム</small>	～1m
制度化	昭和25年	平成10年	平成18年	平成23年 (平成17年 950MHz)	昭和61年
主な用途	スキーゲート、 食堂清算等 	交通系、行政 カードシステム等 	国際物流系 	物流管理、 物品管理等 	物流管理、 物品管理等 

IoT社会に向けた新たな無線システムの利用動向

- IoT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。
 - 携帯電話ネットワークを用いるeMTC (enhanced Machine Type Communication)、NB-IoT (Narrow Band IoT) や、免許不要のLoRa、SIGFOX、Wi-SUN、ELTRES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！



システム	携帯電話システム (4G) ベース		新たな無線システム (LPWA)			
	eMTC	NB-IoT	LoRaWAN	SIGFOX	Wi-SUN	ELTRES
推進団体	3GPP (3rd Generation Partnership Project)		LoRa Alliance (米)	SIGFOX (仏)	Wi-SUN Alliance (日本)	Sony (日本)
使用周波数	携帯電話の周波数帯		920MHz帯※			
通信速度	300kbps～1Mbps	上り: 62kbps 下り: 21kbps	上り/下り 250bps～50kbps 程度	上り: 100bps 下り: 600bps	約50k～400kbps	上り: 1.5kbps (一方向通信)
カバレッジ拡張	数km～十数km		数km～十数km	数km～数十km	1km	見通し100km以上

※LoRaWANでは、150MHz帯、400MHz帯も使用されている。

eMTC/NB-IoTのサービスイメージ

- ✓ 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、水道などのスマートメーター、各種センサー、機器の維持管理、物流といったM2M分野ほか、ウェアラブル、医療ヘルスケアといった分野での活用も期待。
- ✓ 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

LPWA等RFIDに係る諸外国の状況

- 世界的には、RFIDの周波数は、米州やアジア太平洋地域等では900MHz帯が、欧州地域等では800MHz帯が割り当てられている。
- 欧州では、865～868MHz帯でRFIDを導入していたが、915MHz～921MHz帯にRFID等の技術基準が定められた。920MHz帯の利用は、ショートレンジデバイス、ラジオマイク（聴覚補助を含む。）、無線マルチメディアストリーミング及び電子タグシステムとして規定されており、一部の国で利用可能となっている。
- 米国では、902-928MHzはISMバンドであり、RFIDに使用でき、タイム計測、高速道路課金システム、セキュリティシステム、煙探知機、照明制御、ホームオートメーション、スマートメーター等に利用されている。

	860	870	880	890	900	910	920	930	940					
米国		869		894	901	902	免許不要 (FCC Part 15) ISM FCC Part 18	928	929					
欧州		863	865	868	870	875.6	880	915	921	925				
		RFID/SRD		SRD/TTDA				RFID		移動通信				
日本		860		875		890	900	915	930					
		移動通信		移動通信		移動通信		RFID		MCA				
韓国		867	869		894	904.3	915	917	923.5	925				
		TRS (業務用無線)		移動通信		移動通信 (移動局送信)		RFID		特定小出力無線機器 (音声及び音響信号伝送用)				
中国	840	845		870	880	885		915	920	925	930			
		RFID		移動通信		移動通信			RFID	移動通信				
香港		863	865	868	870	877.5	882.5	885	890	915	919.5	925	930	935
		TMR		RFID		移動通信	移動通信	政府	移動通信		RFID	政府	移動通信	
豪州		865	870		890		915	918	920	926	928	935		
		CTS	LMS		移動通信		移動通信		RFID<4W				移動通信	
									RFID<1W					
									LTPD<1W					

海外におけるLPWA (SIGFOX, LoRa) の活用事例

健康・医療



高齢者の訪問介護支援 (General Council of the Loiret社)

- 高齢者宅にタイムカード (スマートカードリーダー) を設置し、介護者が訪問した時間を記録
- 温度センサを内蔵。温度異常を家族へ自動的に通知して高齢者の熱中症等を防止
- バッテリーで2年間稼動
- 介護費の適正化や高齢者の孤立防止に貢献



自動体外式除細動器 (AED) 保守 (Laerdal社)

- AEDボックスのドアの開閉による使用状況やAED本体の状況を監視
- バッテリーで4年間稼動

インフラ管理



街灯管理 (inteliLIGHT社)

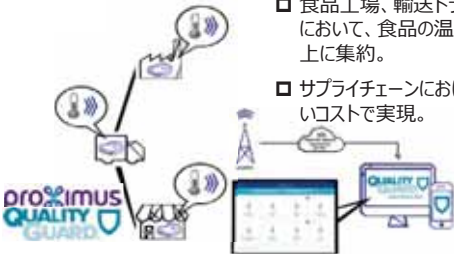
- ハンガリー・サダ市においてLoRaを活用した効率的な街灯管理を実証。
- 1基地局で周囲15km以内の20,000本の電灯のON/OFFや消費電力等を管理可能。



鉄道保守 (intensens社)

- 夏季・冬季の線路の温度差や張り力負荷、列車通過時の線路荷重、ポイント切替器の切替回数等をデータを計測・送信
- 鉄道線路の保守・管理を効率化

物流



食の物流管理 (Proximus社)

- 食品工場、輸送トラック、レストラン等の各拠点において、食品の温度を計測し、データをクラウド上に集約。
- サプライチェーンにおける食品の品質管理を少ないコストで実現。

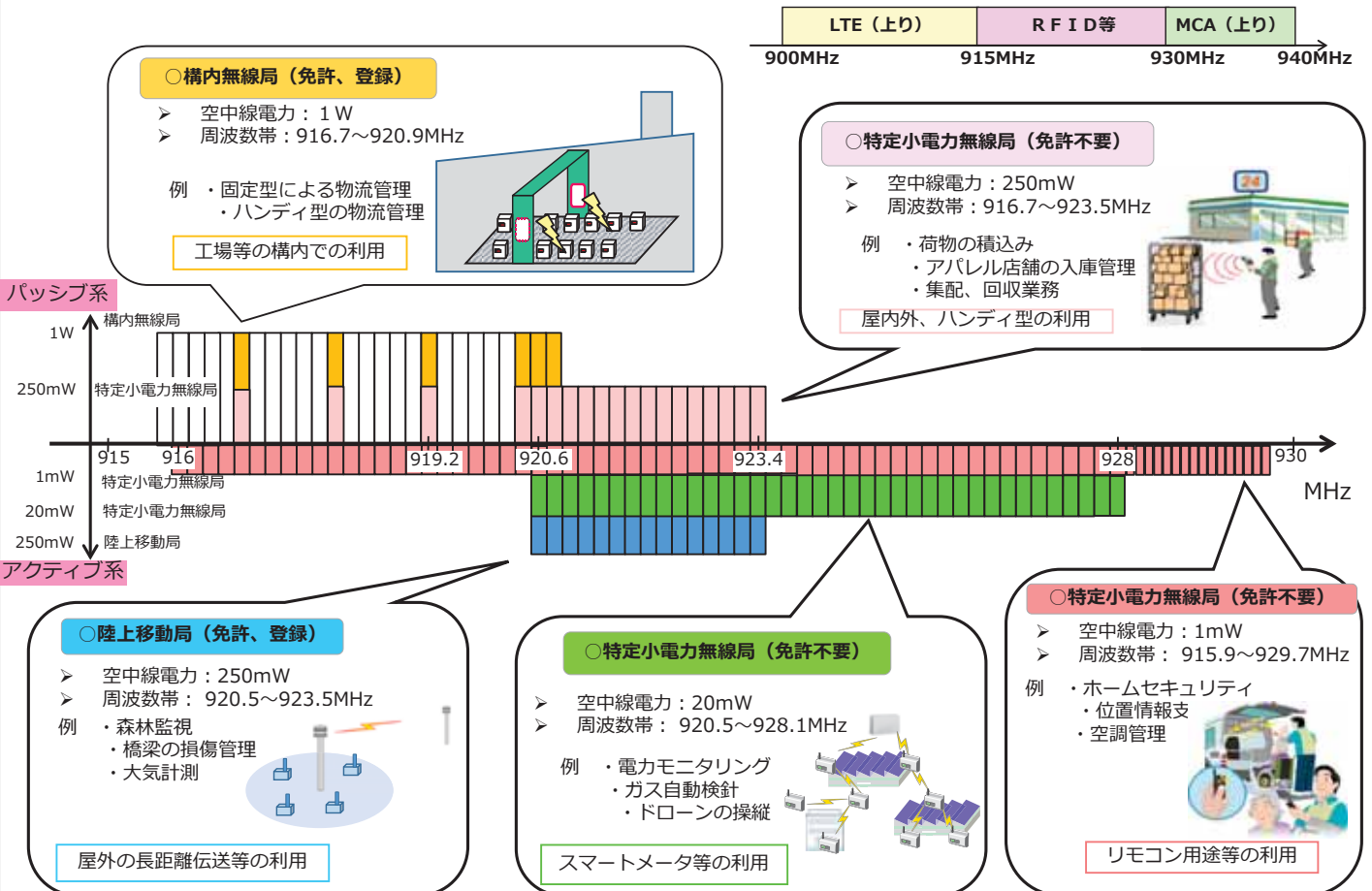
農業



養蜂支援 (Optibee社)

- ミツバチの巣箱の遠隔監視
- 巣箱の異常 (温湿度など)、蜜の採取が必要な際に10分以内にメールやSNSでアラート通知
- バッテリーで2年間稼動

我が国における920MHz帯の利用状況



我が国におけるLoRaの導入状況



兵庫県神戸市における子どもの見守り



- NTTドコモは、神戸市内3カ所にLoRaの基地局を設置。
- 2017年4月よりBLE（Bluetooth Low Energy）タグを併用して子どもや高齢者の居場所を検知する見守りサービスの実証を実施。

【出典】2017年4月1日（株）NTTドコモ報道発表資料

神奈川県厚木市の下水道内氾濫監視



- KDDIは、神奈川県厚木市において、マンホールにセンサーを設置し、下水道内の氾濫による浸水監視の実証を実施。
- 降雨レーダーと連携することで、突然の豪雨などに対して的確な都市水害対策が可能に。

【出典】2017年1月17日 KDDI(株)報道発表資料

静岡県藤枝市におけるIoT実証実験



- ソフトバンクは静岡県藤枝市との協定に基づき、同市内にLoRaネットワークを構築。
- 2017年4月より藤枝市がサービス事業者を募集。子どもの見守りシステム（位置情報検索や登下校確認）等の実証を行う予定。

【出典】2017年4月11日 ソフトバンク(株)報道発表資料

我が国におけるSIGFOXの導入状況



スマートパーキング



- 無人駐車場向け車両検知システム
- 駐車場に設置したセンサとSIGFOX通信を連動させ、クラウド経由で車両の駐車状況が確認できる仕組みを構築
- 従来システムで必要だった車両検知センサの埋設工事が不要

宅配ピザの冷蔵庫温度監視



- 宅配ピザ店では、より細かく冷蔵庫の温度監視を行うことで、ピザ生地や材料の品質を保持
- 15分毎に各冷蔵庫の温度をクラウドに送信し、専用アプリで監視

離島・山間部における水道検針



- 検針が難しい離島や山間部などの遠隔地における水道の検針を自動化
- 2017年3月、KCCS、KDDI、アズビル金門、第一環境からなるSIGFOX自動検針コンソーシアムを結成

【出典】2017年2月27日 京セラコミュニケーションシステム(株)報道発表資料等

我が国におけるWiSUNの導入状況



□ 「Wi-SUN」が、電力・ガス会社のスマートメータに導入され、全国に普及中。

スマートメータ（電力）

スマートメータ（ガス）

- 国内の全電力会社が、2014年にスマートメータとHEMS※間の無線方式に導入を決定。
- 全国約8000万台のスマートメータに導入予定。（2024年度までに全国で導入完了予定。）

- 東京ガスでは、2018年からガスメータへの導入を開始し、約1100万台のスマートメータに導入予定。

※ HEMS：Home Energy Management Systemの略。家庭内用のエネルギー管理システム。

○ スマートメータにおけるWi-SUNの活用イメージ



□ 今後は、農・漁業、インフラ管理等の様々な分野で用いられるセンサーネットワーク向けの無線通信方式としても利活用が期待される。

920MHz帯電子タグシステム等の技術基準一覧表

平成29年10月1日現在

項目	パッシブ系電子タグシステム			アクティブ系小電力無線システム		
	構内無線局 (免許局)	構内無線局 (登録局)	特定小電力無線局	陸上移動局 (登録局)	特定小電力無線局	
周波数帯	916.7～920.9MHz		916.7～923.5MHz	920.5～923.5MHz	920.5～928.1MHz	915.9～929.7MHz
単位チャンネル	計4チャンネル 916.8、918.0、 919.2、920.4MHz	計6チャンネル 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	計15チャンネル 920.6～923.4MHzの200kHz 間隔	計38チャンネル 920.6～928MHzの200kHz間 隔	①計61チャンネル 916～928MHzの200kHz間隔 ②計16チャンネル 928.15～929.65MHzの 100kHz間隔
占有周波数 帯幅の許容 値	200kHz	200kHz × n (n=1～3)		200kHz × n (n=1～5)		①200kHz × n (n=1～5) ②100kHz × n (n=1～5)
空中線電力	1W以下		250mW以下 EIRPが27dBm以下となるもの は、500mW以下とすることができる	250mW以下	20mW以下 EIRPが16dBm以下となるもの は、250mW以下とすることが できる	1mW以下 EIRPが3dBm以下となるもの は、250mW以下とすることが できる
空中線利得	6dBi以下		3dBi以下			
	EIRPが36dBm以下の場合は、その低下分を利得で補うことができる		EIRPが27dBm以上の場合は、その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	EIRPが27dBm以下の場合は、低下分を利得で補うことができる	EIRPが16dBm以上の場合は超えた分を利得で減じ、16dBm以下の場合は低下分を利得で補うことができる	EIRPが3dBm以上の場合は、超えた分を利得で減じ、3dBm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 レベル		-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	-80dBm	-80dBm 空中線電力が20mW以上の 場合は、-80dBmから超え た分を減じた値	不要
キャリアセンス 時間	不要	5ms以上	①5ms以上	②128 μs 以上5ms未満		
最大送信時間		4秒	①4秒以内	②400ms以内(総和360s/h以下)		①100ms(総和3.6s/h以下) ②50ms ※
送信時間後の 停止時間		50ms以上	①50ms以上	②2ms以上(送信時間6ms以下かつ総和が360s/h以下の場合は0秒)		①100ms ②50ms ※

※中出力型(20mW)特定小電力無線局の技術基準と同様にキャリアセンスを行うことを条件として、中出力型の送信時間制限の利用が可能

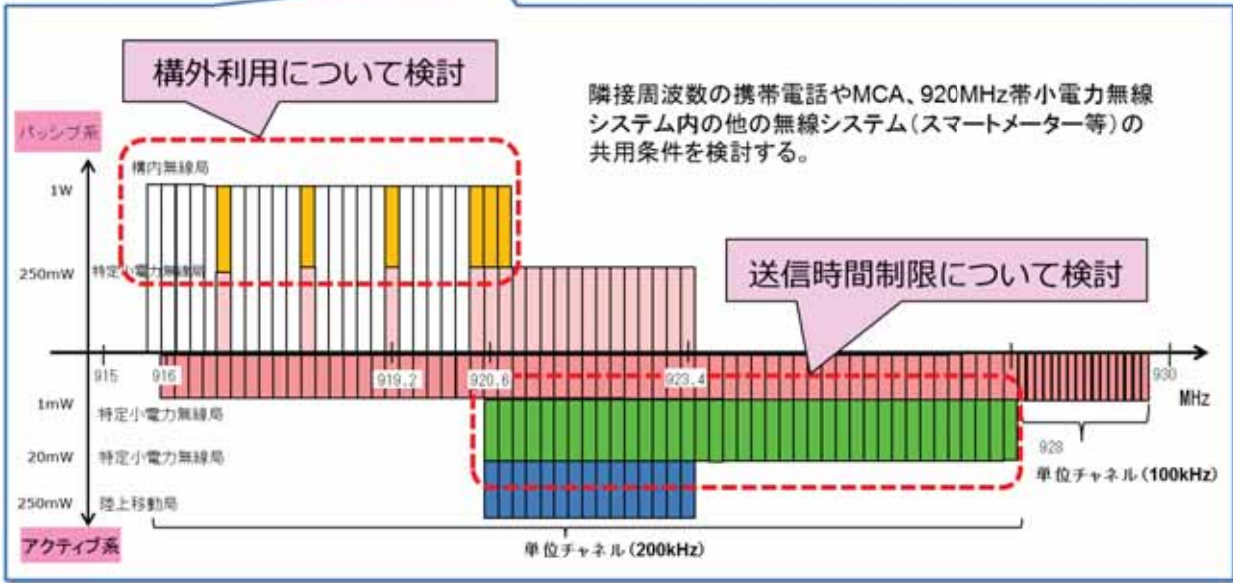
RFIDの高度化に係る技術的条件の検討

- パッシブ系電子タグシステムの使用環境の多様化
- 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

周波数配置



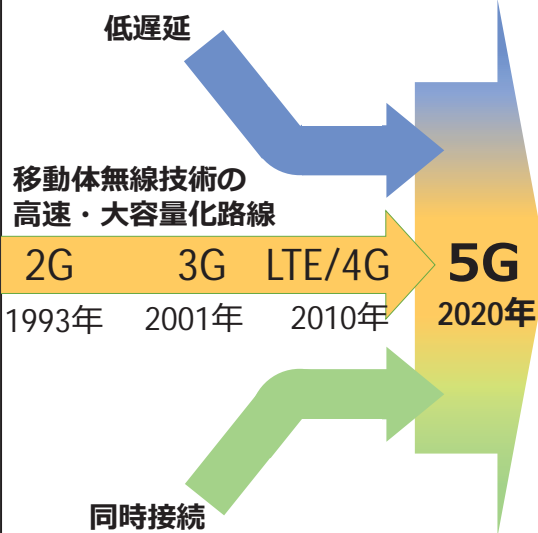
GB : ガーブ/バンド



第5世代移動通信システム(5G)とは

<5Gの主要性能> **超高速** **超低遅延** **多数同時接続** → **最高伝送速度 10Gbps**
1ミリ秒程度の遅延
100万台/km²の接続機器数

5Gは、AI/IoT時代のICT基盤



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 (LTEは5分)

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

⇒ ロボット等の精緻な操作 (LTEの10倍の精度) 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

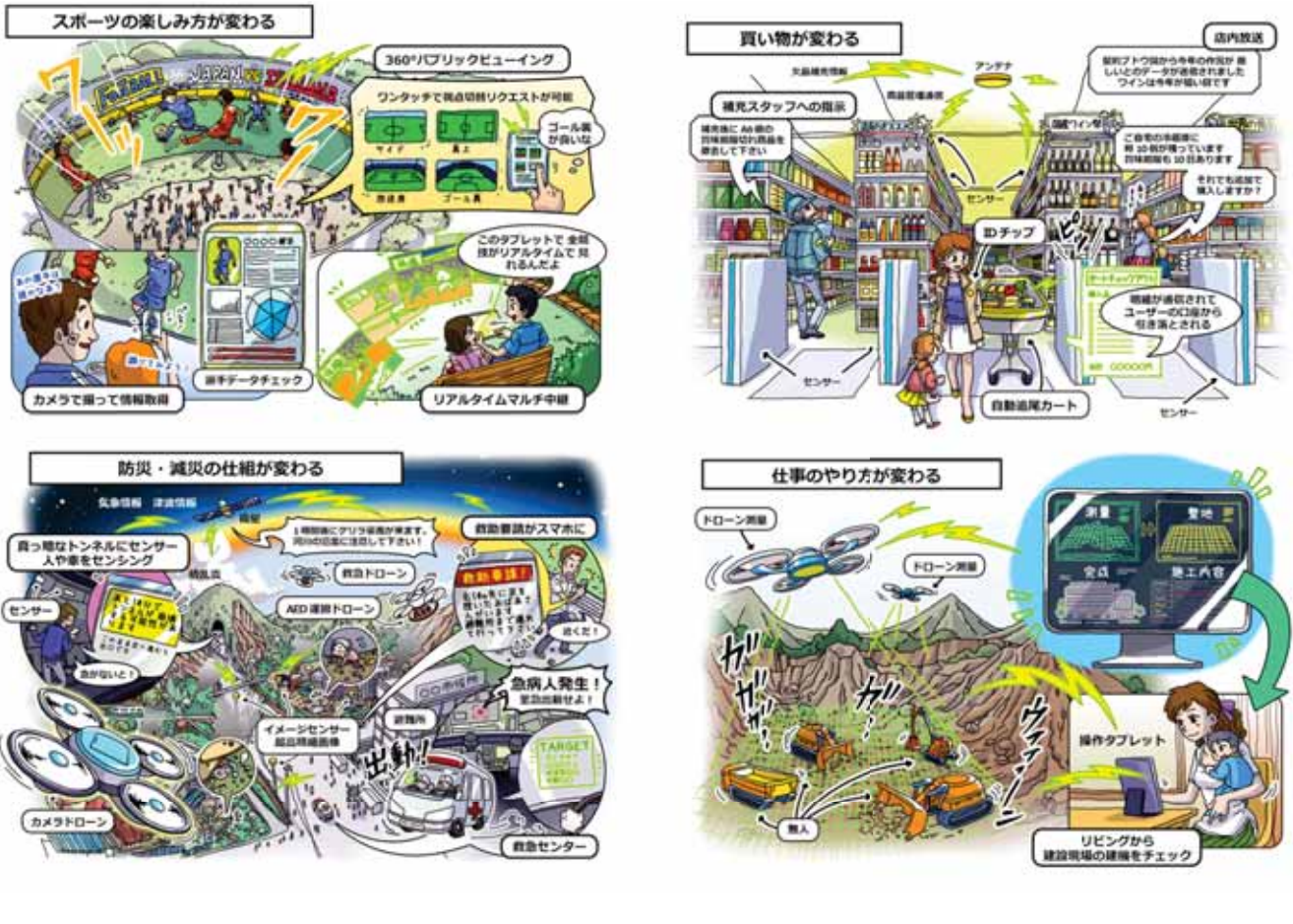
⇒ 自宅屋内の約100個の端末・センサーがネットに接続 (LTEではスマホ、PCなど数個)



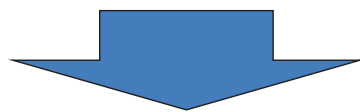
社会的なインパクト大

5Gが実現する社会のイメージ

～電波政策2020懇談報告書より～



LPWAや5Gなどのワイヤレス技術が普及することで、我々の生活が大きく変わる



- 「多数同時接続」

⇒ 家電、クルマなど、身の周りのあらゆる機器（モノ）がつながる

- 「超低遅延」

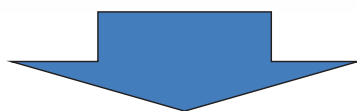
⇒ 遠隔地においてもロボット等の操作をスムーズに行うことができる

ワイヤレスで、

身のまわりのあらゆる機器（モノ）が
つながる本格的な「IoT」時代が到来



産業構造が変化 モバイルビジネスが変わる



5Gによってますます加速へ

5G用周波数帯の具体化と技術的条件の策定、割当て予定

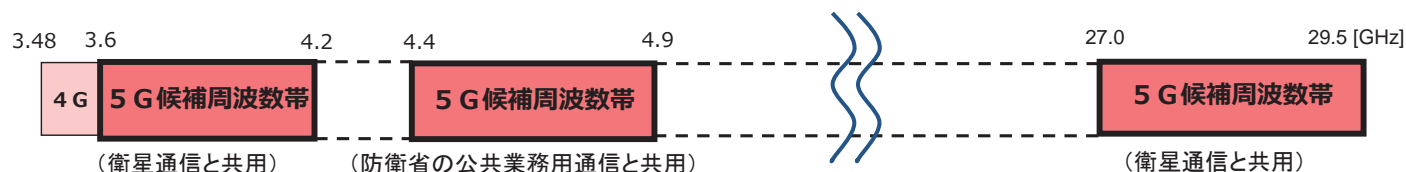
国際機関や諸外国において、5G用にどの周波数を用いるかの検討が進展。

- 2016年10月、情報通信審議会に対し、5Gの技術的条件を諮問。
- 2017年9月、5G実現に必要なとなる周波数確保の考え方をとりまとめ。

⇒

- 2018年7月31日、技術的条件を策定済。
- **2019年3月末頃、5G用の国内周波数を割当て**

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 (3.7GHz帯)	● 3.7GHz帯及び4.5GHz帯で 最大500MHz幅を確保することを目指す
4.4-4.9GHz (4.5GHz帯)	
27.0-29.5GHz (28GHz帯)	● 28GHz帯で 最大2GHz幅を確保することを目指す



2030年のワイヤレス社会のイメージ

【イメージムービー】

Connect future ～5Gでつながる世界～

<https://www.youtube.com/watch?v=ArRWXopUHAQ>

【イメージムービー】

Connect future ～5Gでつながる世界～（技術解説）

<https://www.youtube.com/watch?v=ushSdmYtzmU>