

中小企業のためのIoT導入支援

つながる通信方式技術と 今後のIoTへの展望

はじめに

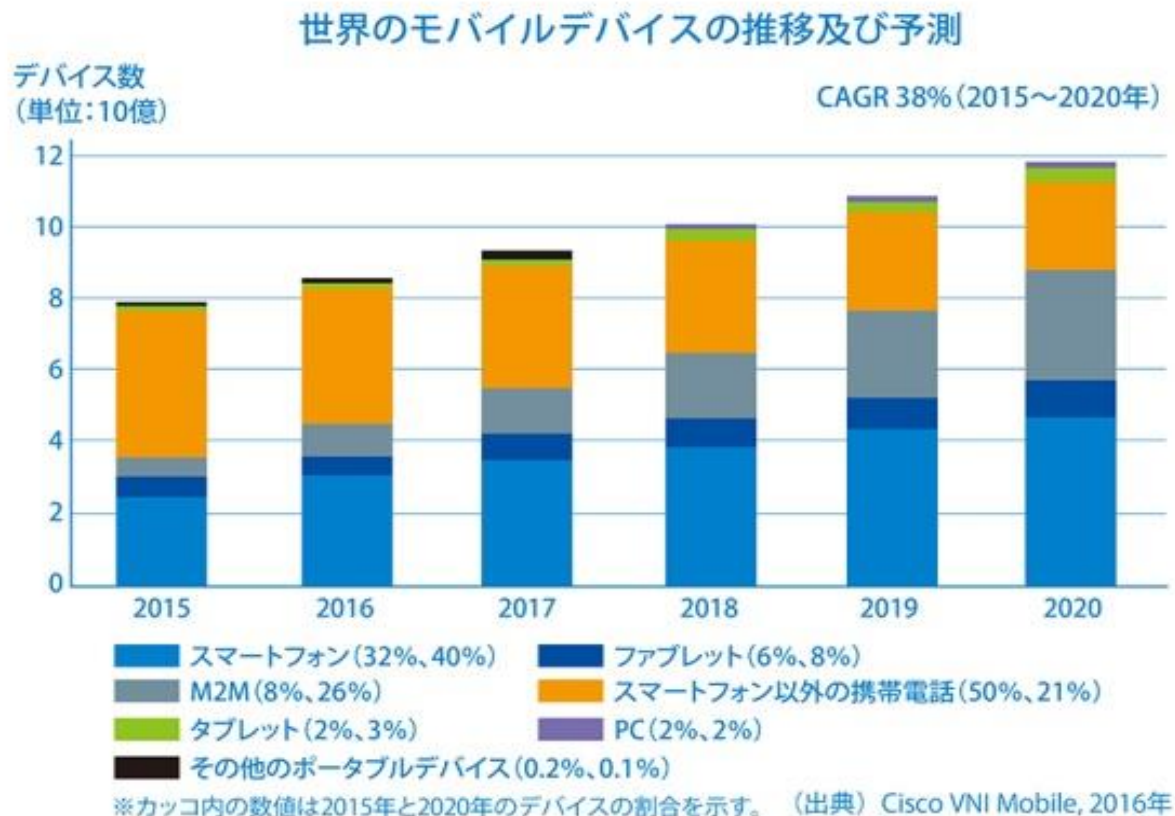
- ▶ IoTは物からデータを収集し、大規模なデータ管理制御システムに繋げるのが本質的な機能のシステムである。この観点から、これまでの通信技術では何が足らなくて、何ができるようになったから、今IoTの機能が発揮できているのか通信システムの機能の要点を紹介する
- ▶ IoTに利用されている通信システムの機能としてデータの大きさ、発生頻度、解析のための蓄積、蓄積のためのデータ通信方法など、従来の技術でできたこと、できるようになったことから、今後の発展方向を言及する。
- ▶ 大規模なデータ管理制御システムとの観点から通信システムの最適利用についても考察する。

内容

- ▶ IoT向け通信とは
- ▶ これまでの通信方式について
- ▶ 最近の通信方式動向
- ▶ 今後の通信方式

IoT向け通信とは

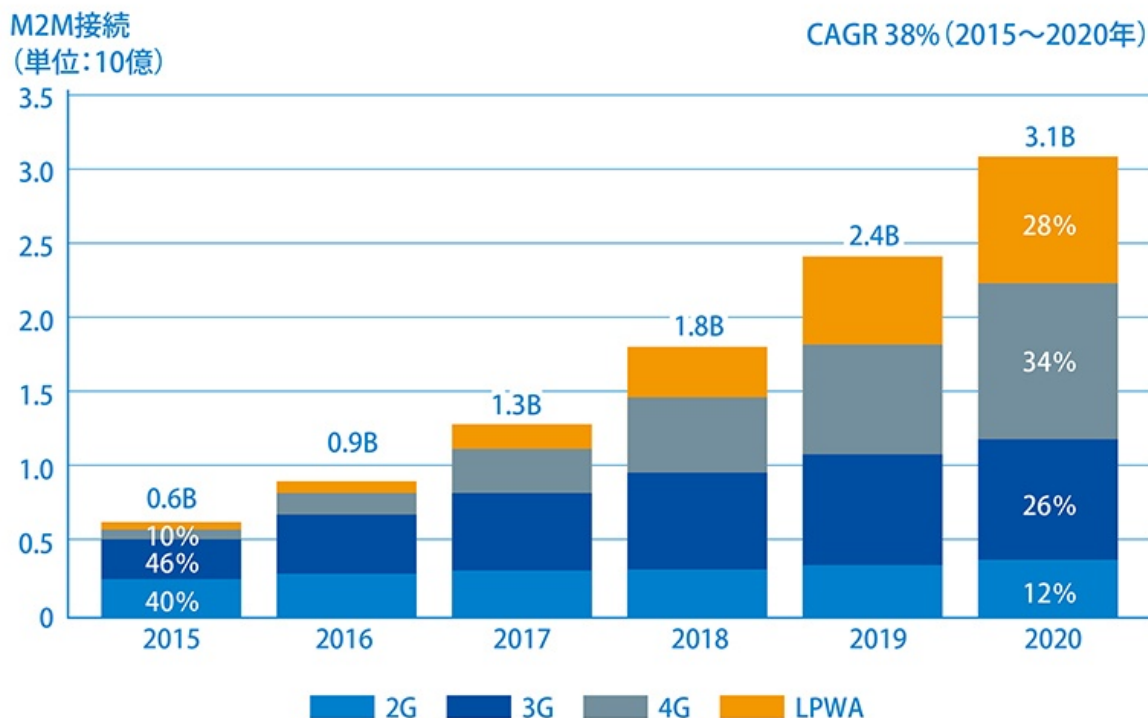
モバイルデバイス推移



もともとモバイルデバイスは音声通話の携帯から発展し、それがスマホという形でデータを扱うデータ制御装置になった。ここ数年は両方とも伸び率に陰りが見られ、ものどもの結ぶM2M機器の増加が顕著である。これがIoTの通信デバイスであり、まさにものどもの通信が今後増加するのが見える。

M2Mの接続推移

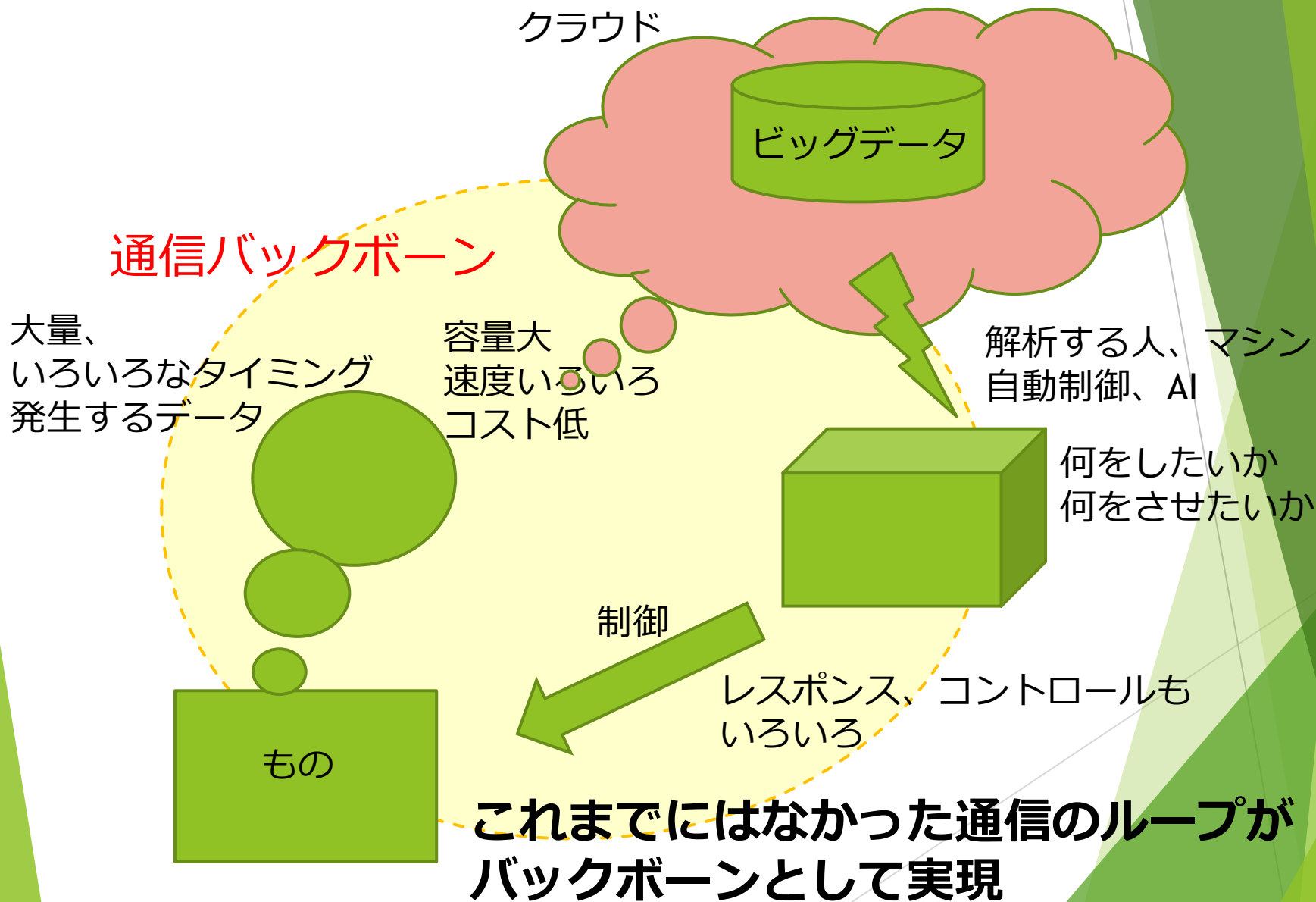
世界の M2M 接続数の推移及び予測



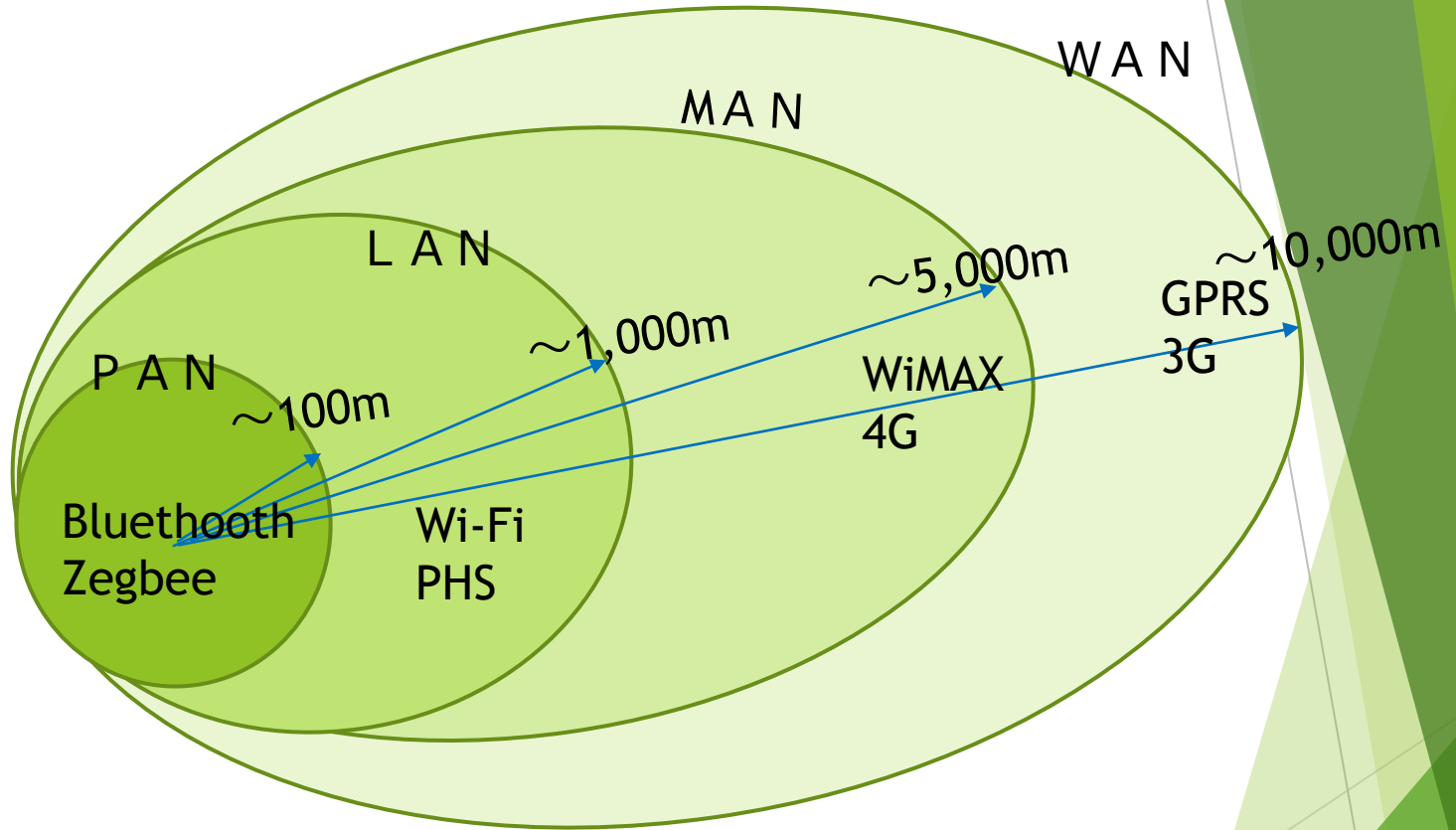
(出典) Cisco VNI Mobile, 2016年

ものともとの通信から見ても、通信技術による増加がみられる。ただ技術的には、大容量、高速化が進むがIoT (M2M)はものにより、必ずしもその傾向に乗る必要はなく、むしろコストやシステムの汎用性、安定性などに依存する。それぞれの技術にあったデバイスが普及する傾向にある。

IoTと通信の関係



大きな分類

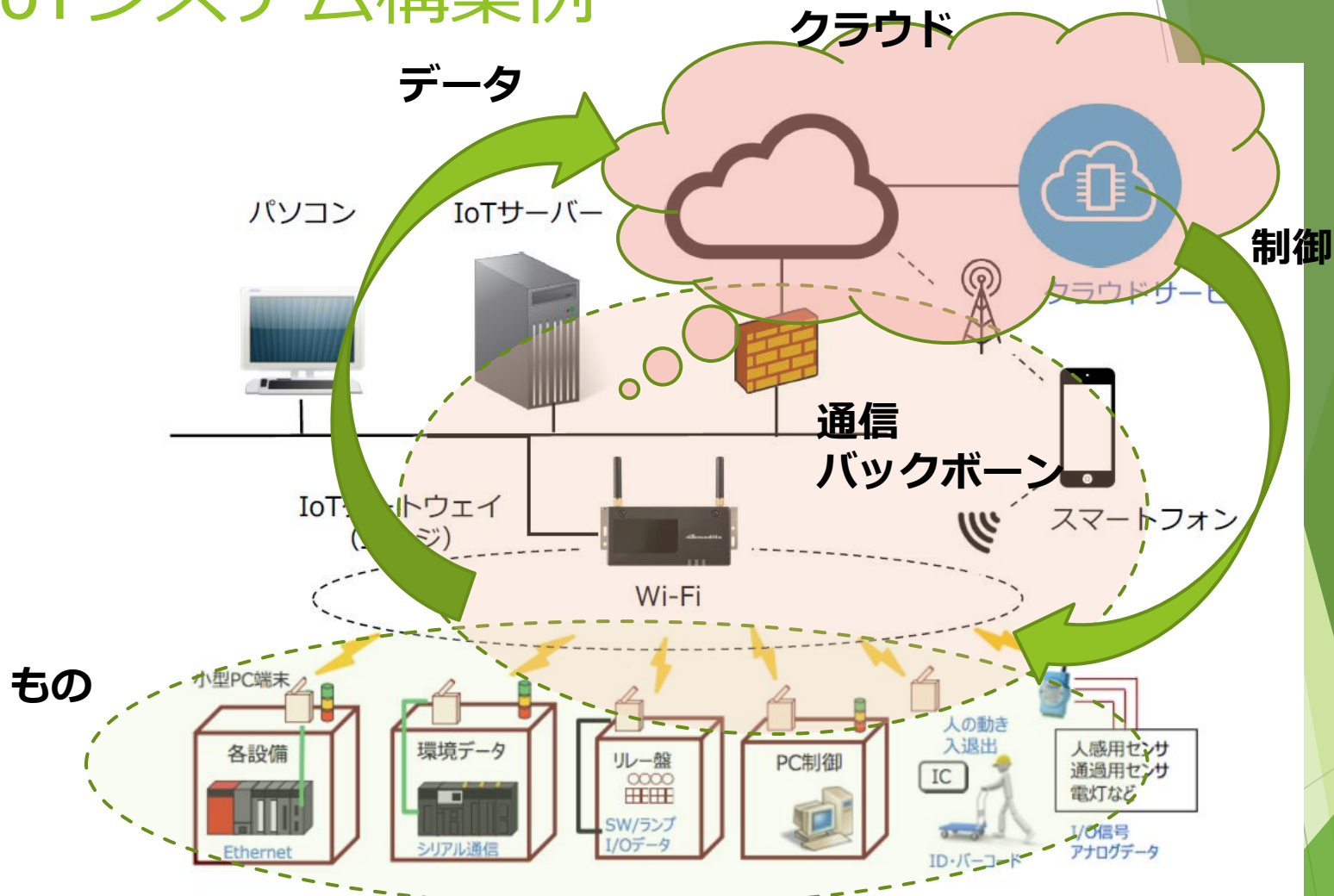


通信には、距離とデータにより一般的な分類がある。
一般的に距離が遠くなれば、通信電力が大きく、システムも複雑になり、コストがあがり、寿命も小さくなる。
IoTはこれの適材適所を利用する。

IOTの全体とデータを繋げるシステムの位置



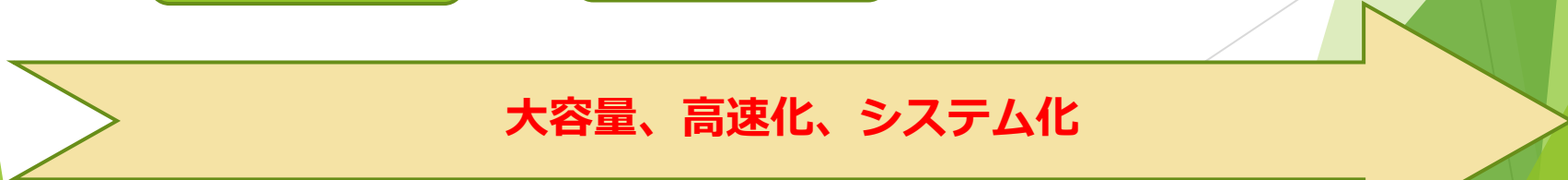
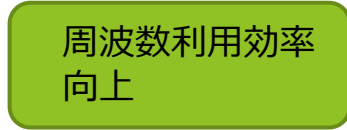
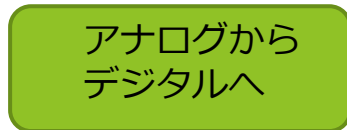
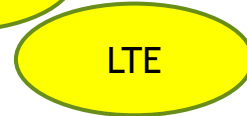
IoTシステム構築例



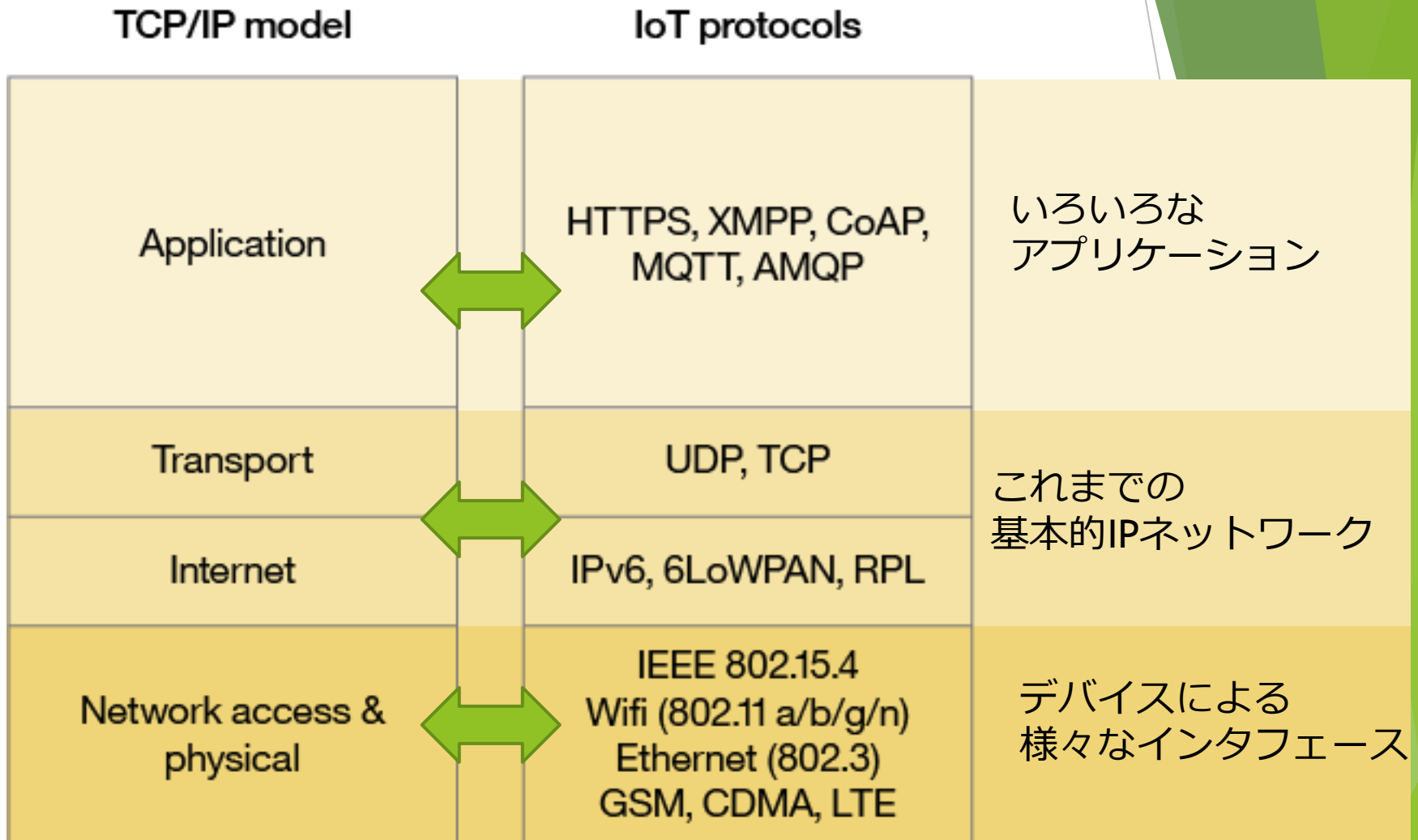
IoTのシステムの構築の一例、ものからデータを収集、上位で高度な処理を経て制御としてフィードバック

これまでの通信方式について

モバイル通信システムの変遷



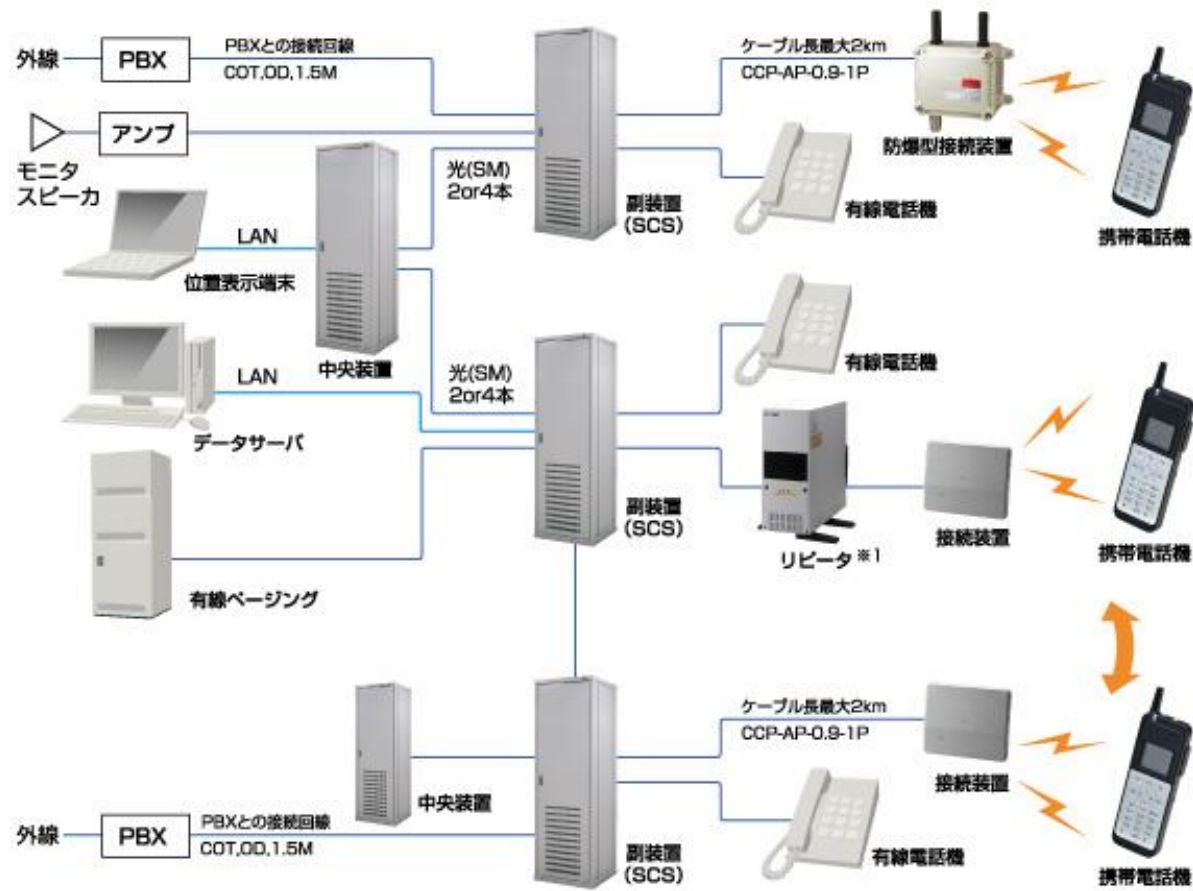
データ送信プロトコル



基本は同じ構造、各デバイスに対応した低位のレイヤと高度なアプリケーションを実現する上位レイヤシステムを保つ基本的な中間レイヤからなる

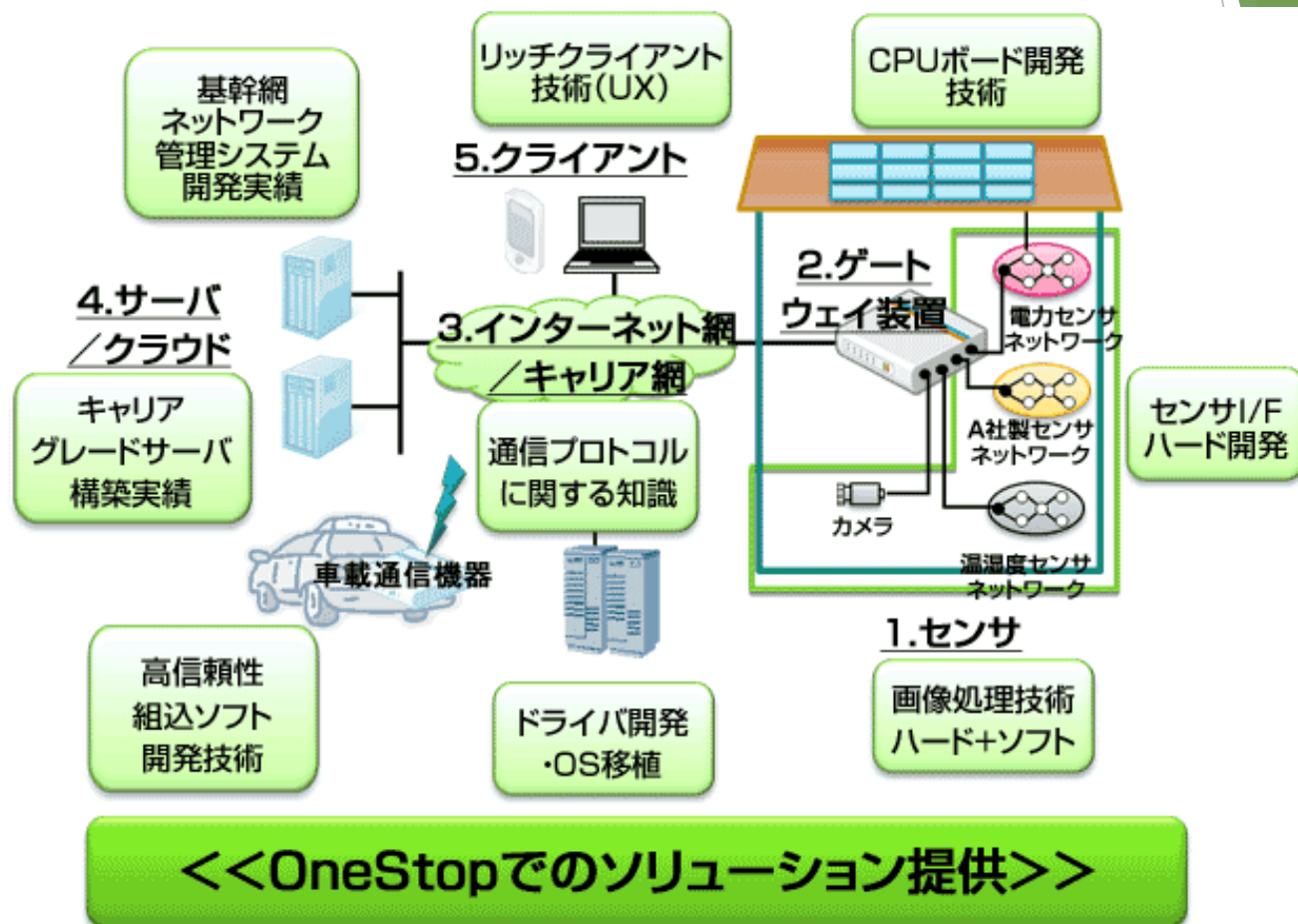
ひと昔前の構内データ通信ネットワーク

PBX+電話+データ



システムとしては構築されているが、データ速度が遅く、利用効果は限定的。

従来のM2M



システムとしての目的は近いがデータ速度、容量、電力の供給コストなど、まだまだ利用が限定的

近距離通信の先駆け ZIGBEEとBLUETOOTH

ZIGBEE

- ▶ 連続通信に有利
- ▶ 同時接続少（最大7）
- ▶ 組込み計測機器



ゲーム
コントローラ

BLUETOOTH

- ▶ 2.4GHz（ISM帯）
 - ▶ 速度遅い
 - ▶ 低消費電力
 - ▶ 近距離
- ▶ 少、間欠通信に有利
 - ▶ 多数同時接続で有利
 - ▶ PC,スマホの接続

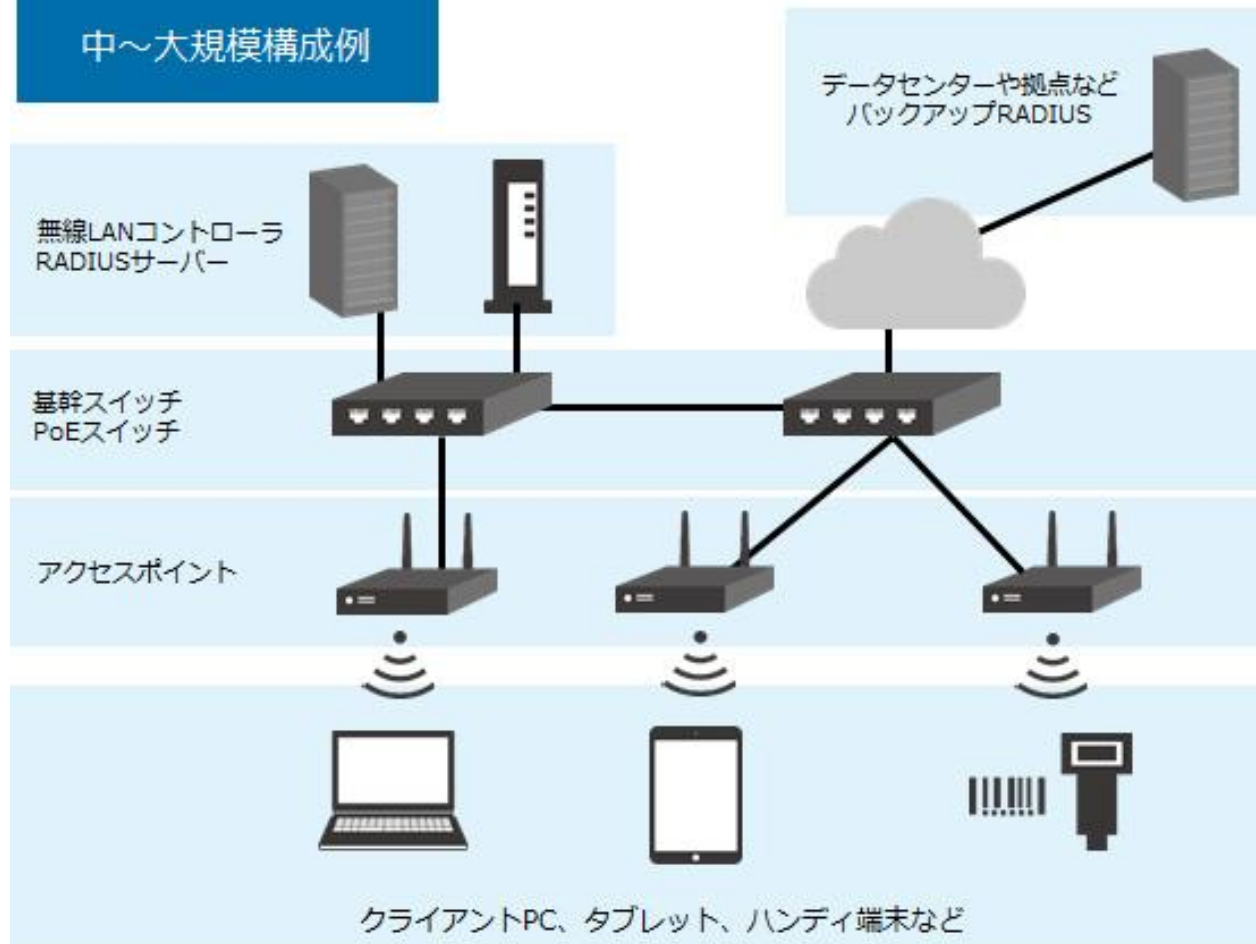


テレビ
リモコン

低消費電力のデバイスが登場。近距離ではコスト次第で普及の可能性

無線LAN ネットワーク

中～大規模構成例

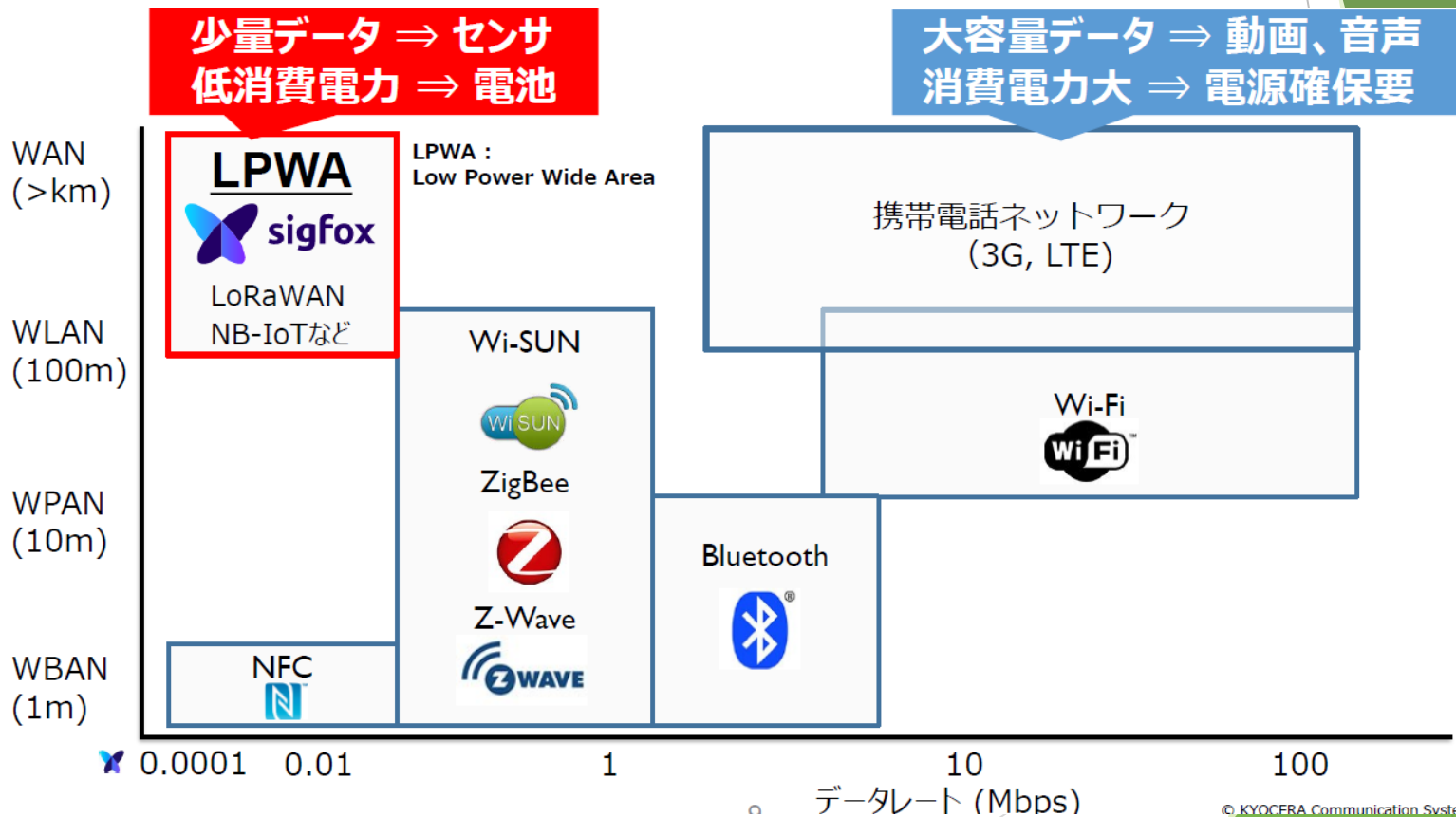


無線LANの普及でシステムとしての利用価値が拡大
電波の届く範囲での動作限定
充電で供給する電力も必要

最近の通信動向

LPWAとは

(Low Power Wide Area)で低消費電力で広いエリアをカバー

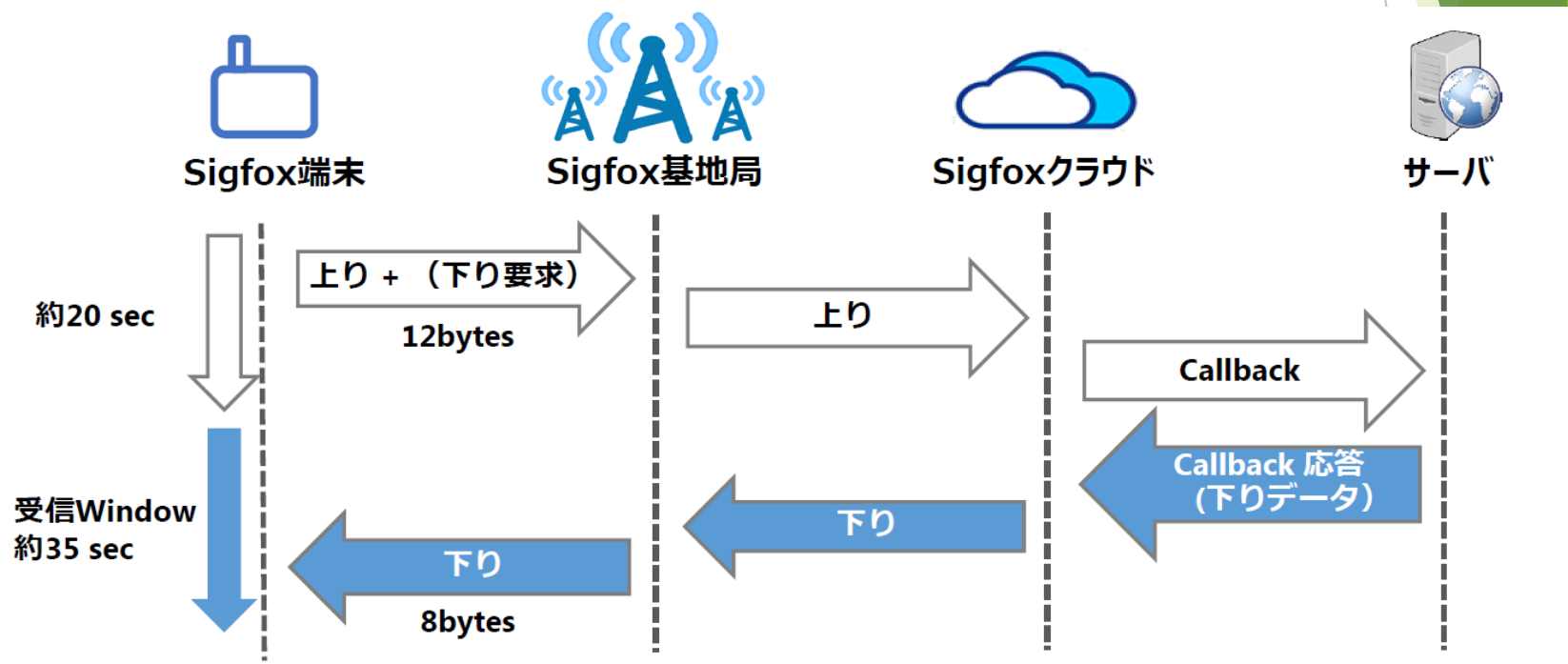


SIGFOX

フランスのSIGFOX社が2009年から提供しているIoT（Internet of Things／モノのインターネット）用のネットワーク規格。

日本では京セラコミュニケーションシステム株式会社（以下、略称のKCCSと表記）が事業者となり、2017年2月から国内でのサービスを提供。

SIGFOXはヨーロッパ中心に普及しており、現在29カ国で1000万デバイス以上で利用されており、2018年までには60カ国でのサービス展開を目指している



LoRaWAN

IoTデバイスを開発する上で重要なLPWA（低消費電力広域通信）ネットワークのうち、自前で基地局設置ができることから注目を集めている

LoRaWANのトランシーバー（モデム）の1つである「SX1276」

➡セルラー通信モデムの消費電流と比較しても約16分の1以下、低消費電流

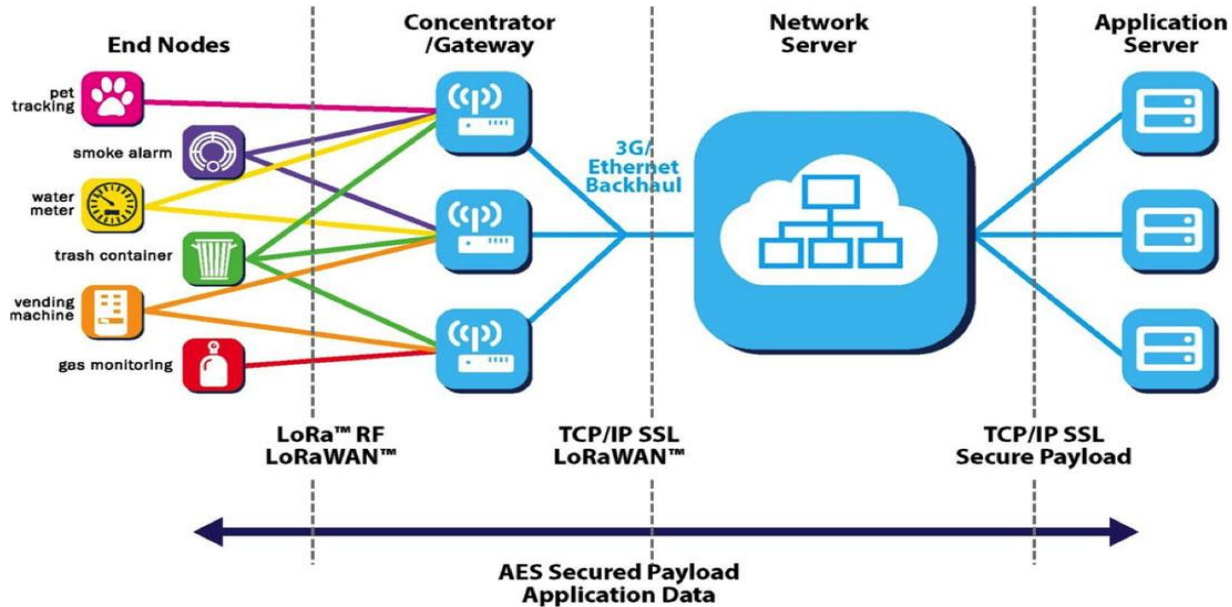
| | (LoRa) LoRaトランシーバー SX1276  | (3G) セルラーモデム UC20  | <参考> 発光ダイオード (LED)  |
|------|---|---|---|
| 消費電流 | 20～30 mA ※送信時 | ～500 mA ※通信時 | 20 mA |
| | (Wi-Fi) Wi-Fiモジュール ESP-WROOM-02  | | |
| 消費電流 | 140 mA ※802.11g 送信時 | | |

LoRaWANにおける無線化技術はLoRa変調

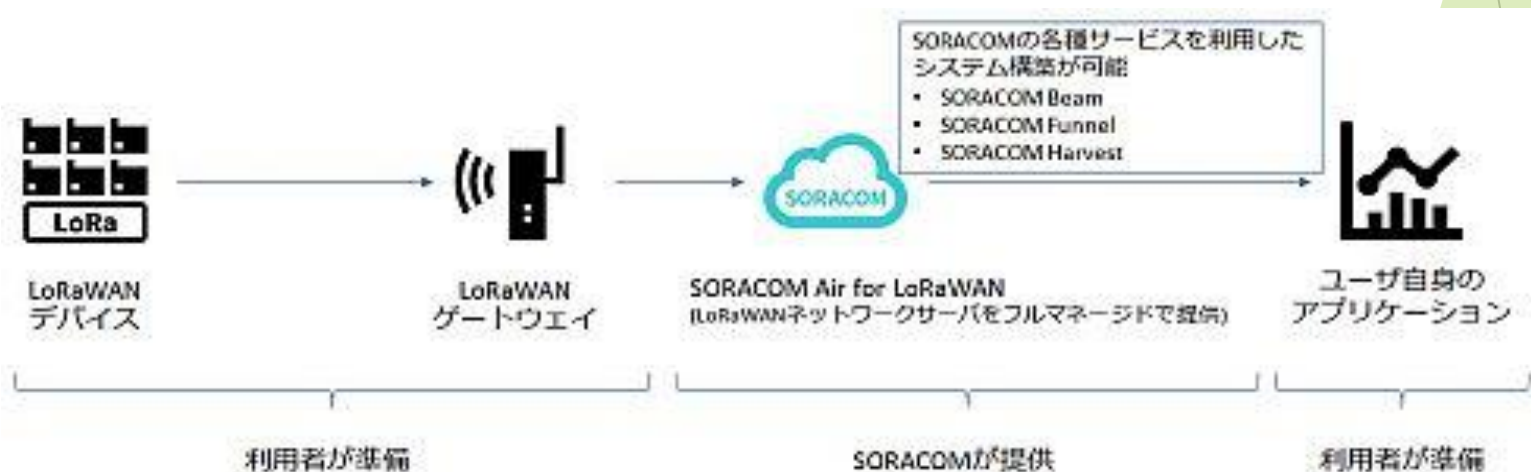
LoRaは変調方式（データ⇄電波への変換方式）

LoRaWANはMACレイヤー（L2）によるデータ送受信までを含めた仕様

LoRaWANシステム



国内におけるLoRaWANの商用サービスの提供事業者としては、2017年2月にサービスを開始したソラコム「SORACOM Air for LoRaWAN」



Wi-SUN

Wi-SUNとは、Wireless Smart Utility Networkの略で「ワイサン」と呼びます。IEEE802.15.4g規格をベースに相互接続を有する無線通信規格を業界団体「**Wi-SUN Alliance**」が標準化を行ってきた規格。HEMSコントローラとの間の通信規格。

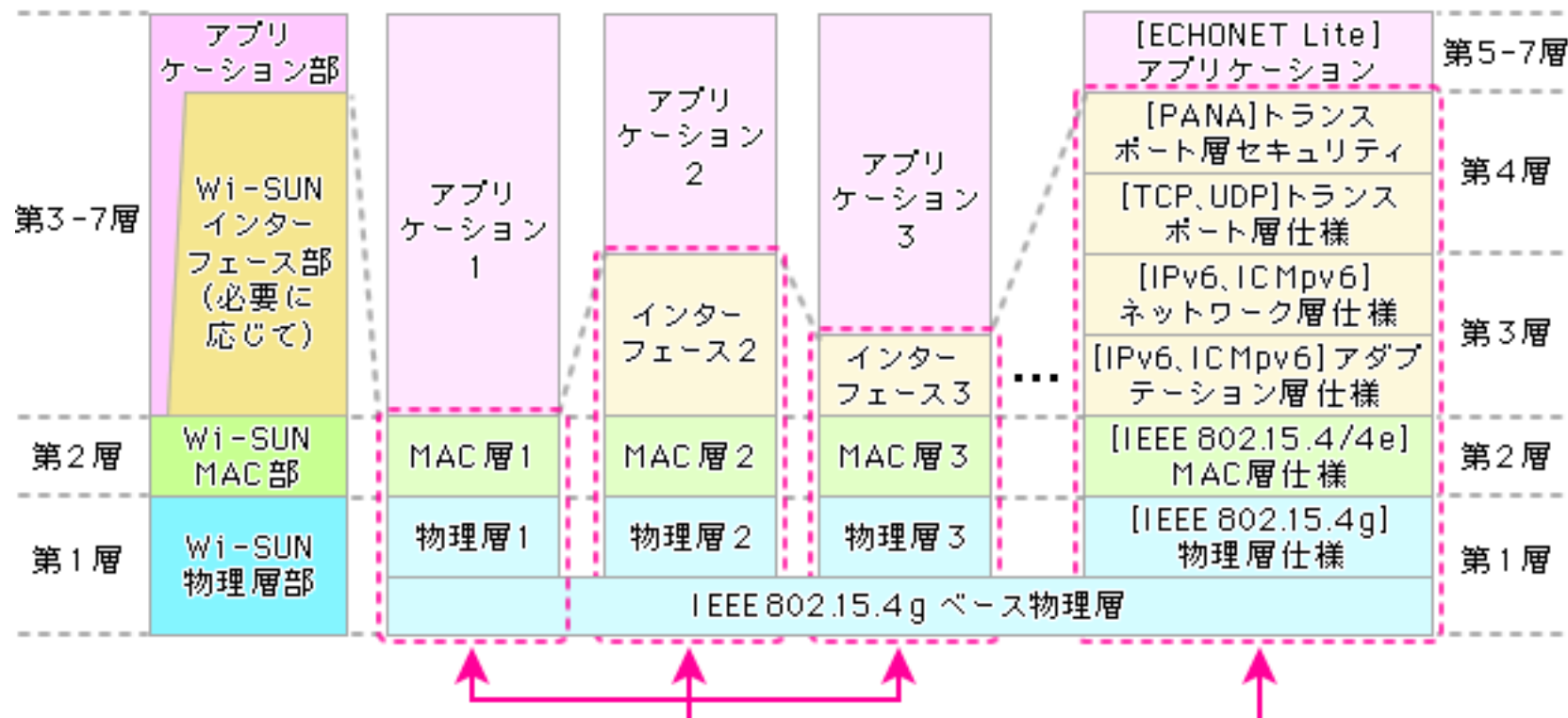


Wi-SUN規格は、IEEE802.15.4g規格を最下層（レイヤ1）のプロトコルのベースとなる

アプリケーションに応じて「Wi-SUNプロファイル」を決定する。

Wi-SUNアライアンスは、アプリケーションに応じたプロファイルを作成し、認証・相互接続性試験を行う

例えば、ECHONET Liteというアプリケーションを利用する場合、図右端のようなプロファイルを規定している。別のアプリケーションなら、図に例として示すようにプロファイルを適宜作成して構成する。



今後の通信方式について

5Gとは



5G要求条件

➤ 大容量化

移動通信のトラフィック量：2020年代には、2010年比で1,000倍以上に達すると予測、システム容量（単位面積当りでの通信速度の総量）の飛躍的な大容量化を実現。

➤ 高速通信

将来のリッチコンテンツやクラウドサービスなどの普及による飛躍的な高速化を実現する必要性

LTEと比較して100倍程度のユーザ体感速度（数100Mbps～1Gbps程度）
良好な無線環境でのピーク伝送速度では10Gbps以上の実現が目標である。

➤ 低遅延化・高信頼性

触覚通信やARなど、従来と異なるレベルの低遅延が要求される新サービスの登場
無線区間での通信遅延をLTEの1/5となる1ms以下にまで低減
低遅延に加えて高信頼性も要求される。

➤ 超多数端末の同時接続

IoTによって無線ネットワークに常時接続する端末数が急激に増加
さまざまなシナリオで超多数端末の同時接続をサポートすることが必要

➤ 低コスト化・省電力化

ユーザの通信量当りのネットワークコストを大幅に低減
高い性能を可能な限り省電力で提供
端末の観点からも低コスト化およびバッテリーの長寿命化は重要

NB-IoT

「NB-IoT」は、スマートフォンなどで利用されるモバイル通信技術である「LTE方式」の中でも、IoT機器向けの規格。LTEの標準を定めている3GPPが2016年に公開した「Release 13」仕様で新たに定義。

NB-IoTの“NB”は、“狭い周波数帯”を意味する英語“Narrow Band”を略したものです。その名の通り、スマートフォンなどで使われるLTEが5MHz～20MHz幅という広い周波数帯を一度に使用するのに対して、NB-IoTが使う帯域は、わずか180kHz幅と非常に狭い帯域。ちなみに1000kHz=1MHzです。180kHzは1.8MHzの1/10。

LTEでは、どの規格で使えるかを「Cat. (カテゴリー)」「数字」と表現。NB-IoT対応端末は「Cat. NB1」。

| | 端末の動作帯域幅 (最大) | MIMO | 最大通信速度 下り/上り | モジュールの価格 (導入時期) |
|-----------------|------------------|-------|-------------------|--------------------|
| LTE Cat.4 (参考) | 20MHz | 2 × 2 | 150/50Mbps | 40ドル以上 |
| LTE Cat.0 (R12) | 20MHz | なし | 1/1Mbps | 10～15ドル (2016年) |
| LTE Cat-M (R13) | 1.4MHz | なし | 1/1Mbps | 5～10ドル (2017年) |
| NB-IoT (R13) | 200kHz | なし | 未定 (100kbps程度) | 2～4ドル (2017年) |

エリクソンの資料などから作成、端末価格は同社の予測


NB-IoT比較


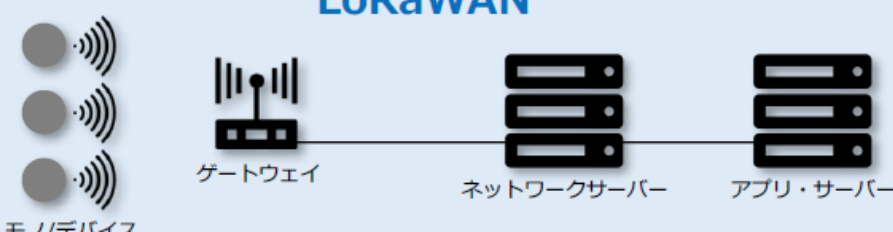
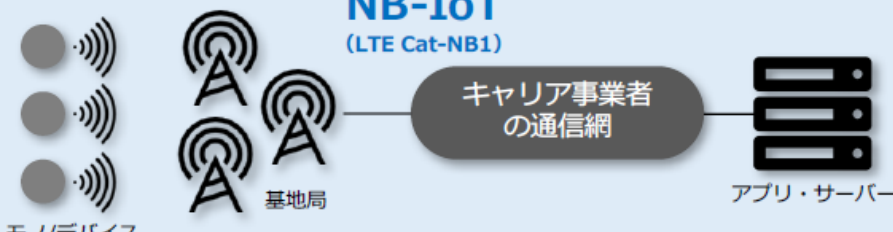
| 方式名 | LTE-M | NB-LTE | NB-IoT |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| チャンネル全体の帯域幅 | 1.4MHz | 0.2MHz | 0.2MHz |
| 伝送に活用する帯域幅 | 180k~1080kHz | 15k~180kHz | 3.75k~15kHzなど |
| 多元接続技術 | 上り: SCFDMA、 下り: OFDMA | 上り: SCFDMA、 下り: OFDMA | 上り: FDMA、 SCFDMA、 下り: OFDMA |
| 1次変調方式 | QPSK、16値QAM | QPSK、16値QAM | GMSK、8値PSK、16 値QAMなどのもよう |
| フレーム長 | 1ms | 1ms | 10ms程度 |
| 伝送プロトコル | LTE同様 | LTE同様 | LTE同様、およびシンプ ルな方式 |
| ユーザー当たりの最大データ伝送速度(ビット/秒) | 1M | 200k | 100k程度 |
| LTEとの多重化 | 可能 | 可能 | 可能 |



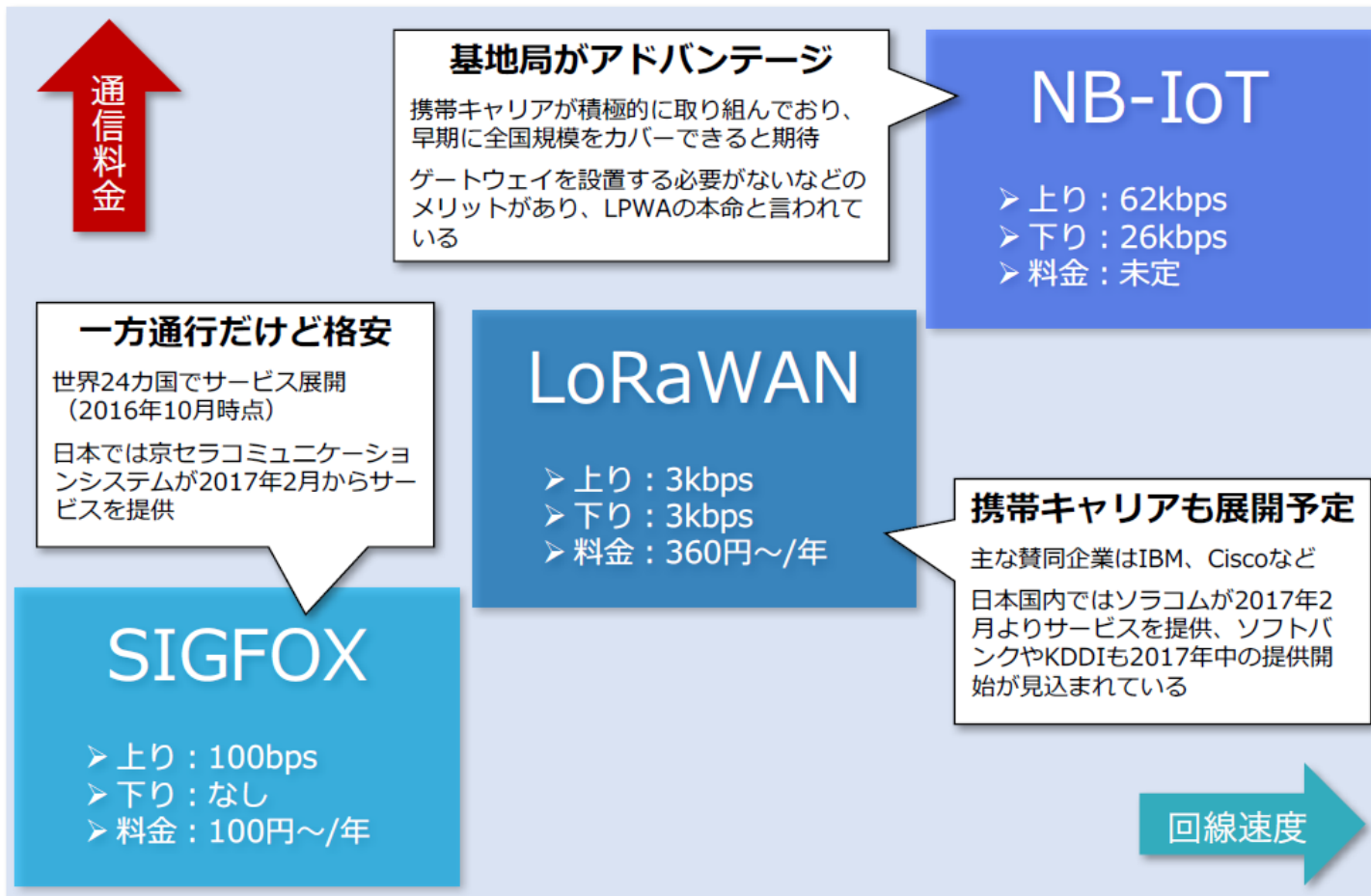
LPWA と NB-IoT比較

サービス例 [SORACOM Air](#)


 3G : 下り最大14.4Mbps / 上り最大5.76Mbps
 LTE : 下り最大 150Mbps / 上り最大 50Mbps





| | 周波数帯 周波数幅 | 仕様 免許 | 通信速度 (上) 通信速度 (下) | 通信距離 (半径) |
|--|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| <p>SIGFOX</p>  <p>モノデバイス</p> <p>基地局</p> <p>クラウド・サービス</p> <p>アプリ・サーバー</p> | 920MHz帯 100Hz | 仏SIGFOX社 独自仕様 免許不要 | 100bps - | 最大数十km |
| <p>LoRaWAN</p>  <p>モノデバイス</p> <p>ゲートウェイ</p> <p>ネットワークサーバー</p> <p>アプリ・サーバー</p> | 920MHz帯 125kHz | オープン仕様 免許不要 | 0.3~50kbps 0.3~50kbps | 数km ~数十km |
| <p>NB-IoT (LTE Cat-NB1)</p>  <p>モノデバイス</p> <p>基地局</p> <p>キャリア事業者 の通信網</p> <p>アプリ・サーバー</p> | LTEと同帯域 200kHz | 携帯電話 国際標準 免許要 | 21.25kbps 62.50kbps | 最大40km |

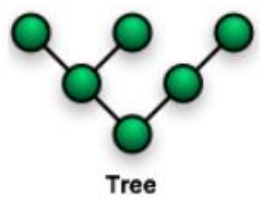
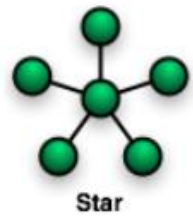
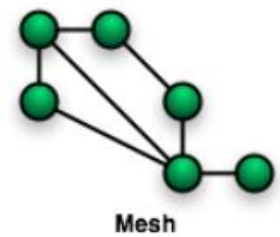
LPWA とNB-IoT位置づけ



參考資料

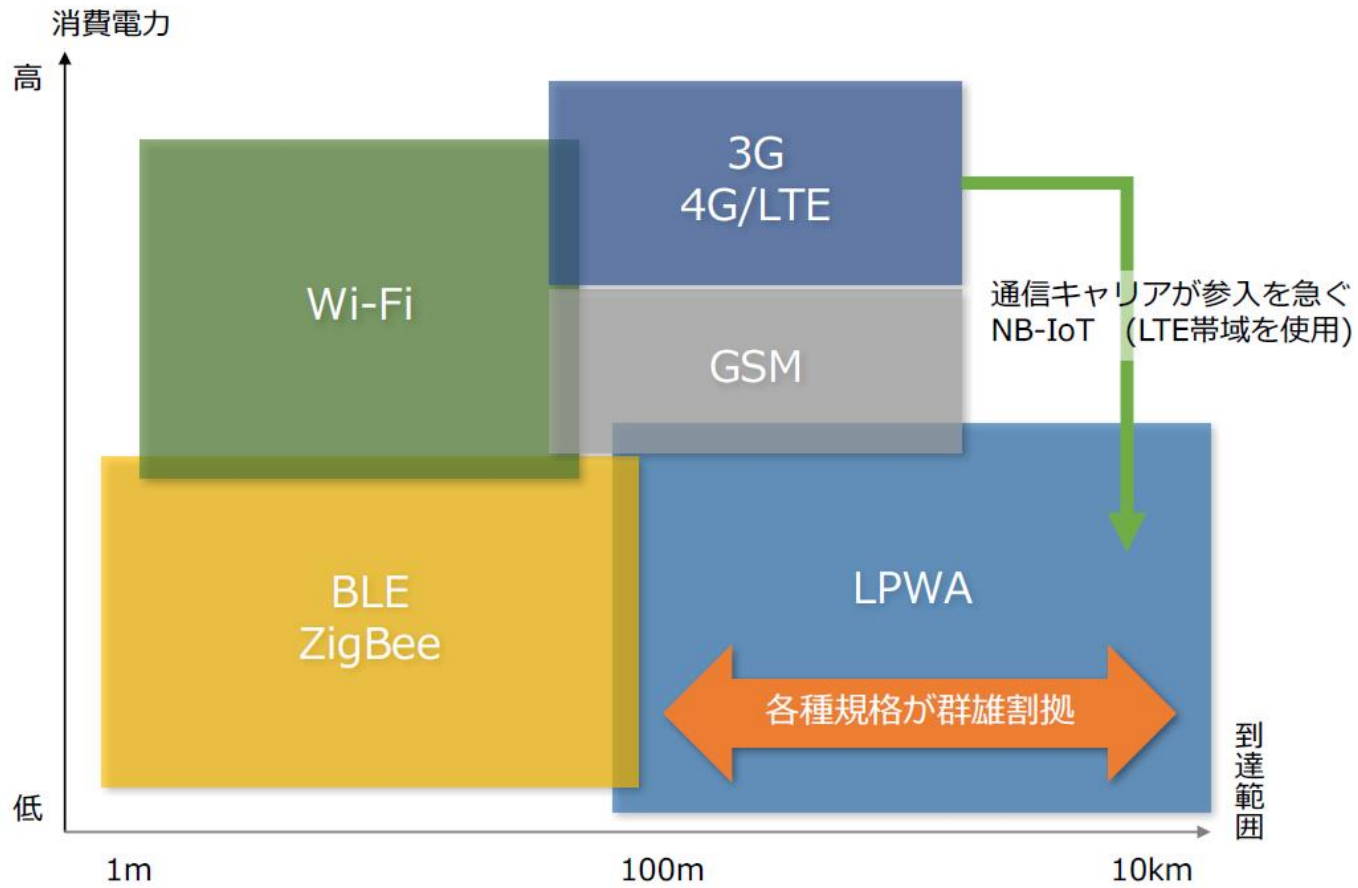
近距離無線通信

| 種類 | Wi-Fi | Bluetooth | Bluetooth 4.2 (BLE) | Zigbee |
|----------|---|--|---|---|
| ロゴマーク |  |  |  |  |
| 用途 | 主にPC等のネット接続 | マウス、イヤホン等の周辺機器 | 低消費電力IoT向き、ビーコン | センサーネットワーク向け |
| ノード数 | 32 | 7 | 無制限 (実用上) | 65,536 |
| 利用周波数帯 | 2.4GHz, 5GHz | 2.4GHz | 2.4GHz | 2.4GHz |
| 通信速度 | 11~600Mbps 6.9Gbps | 1~24Mbps | 1Mbps | 250kbps |
| 通信距離 | 100m | 10m | 2.5~50m | 1m~3km |
| ネットワーク形態 | P2P、メッシュ | P2P、メッシュ | P2P、スター | P2P、メッシュ スター、ツリー |



Bluetooth 5.0
仕様リリース
(2016/12)

LPWA 位置づけ





- Wireless Smart Utility Networkの略で、「Smart Utility Network」とは、ガスや電気、水道のメーターに端末機を搭載し無線通信を使って、効率的に検針データを収集する無線通信システム
- サブギガヘルツ帯と呼ばれる900MHz前後の周波数帯の電波で通信。日本では2012年、920MHz帯が免許不要で利用できる帯域として割り当てられている。
- 無線LANなどで利用される2.4GHz帯と比べ、障害物があっても電波が届きやすく、他の機器などからの干渉も少ない周波数帯。

