

Tektronix

第2回 RF-ASETレーニング

IoT入門

～モノのインターネットとは？～

テクトロニクス/ケースレー

RFアプリケーション・エンジニア

鹿取 俊介

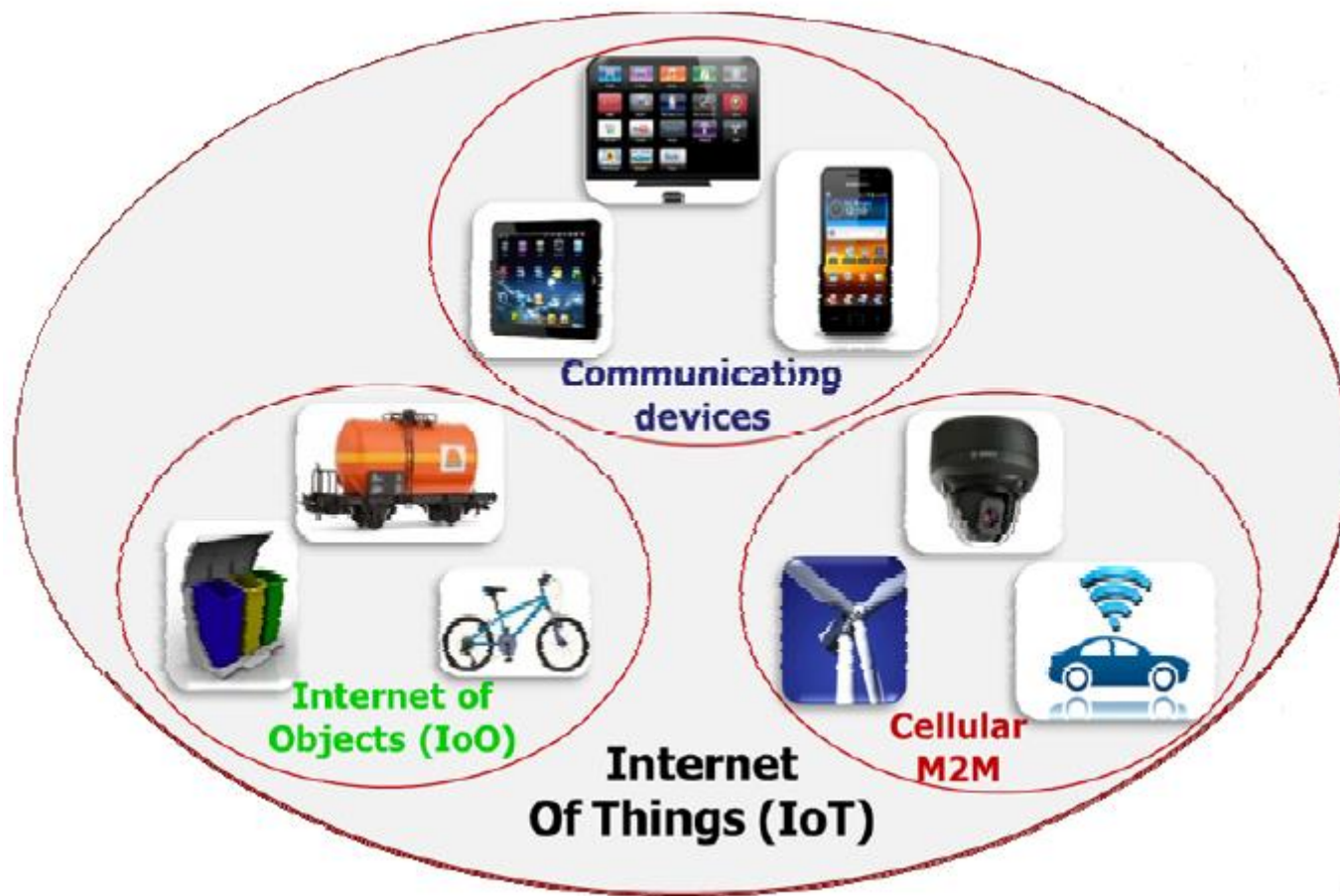


本日の内容

- IoTとは？
- IoTに使われる通信技術
- IoT開発の課題
- テクノロジクス/ケースレーのIoTソリューション

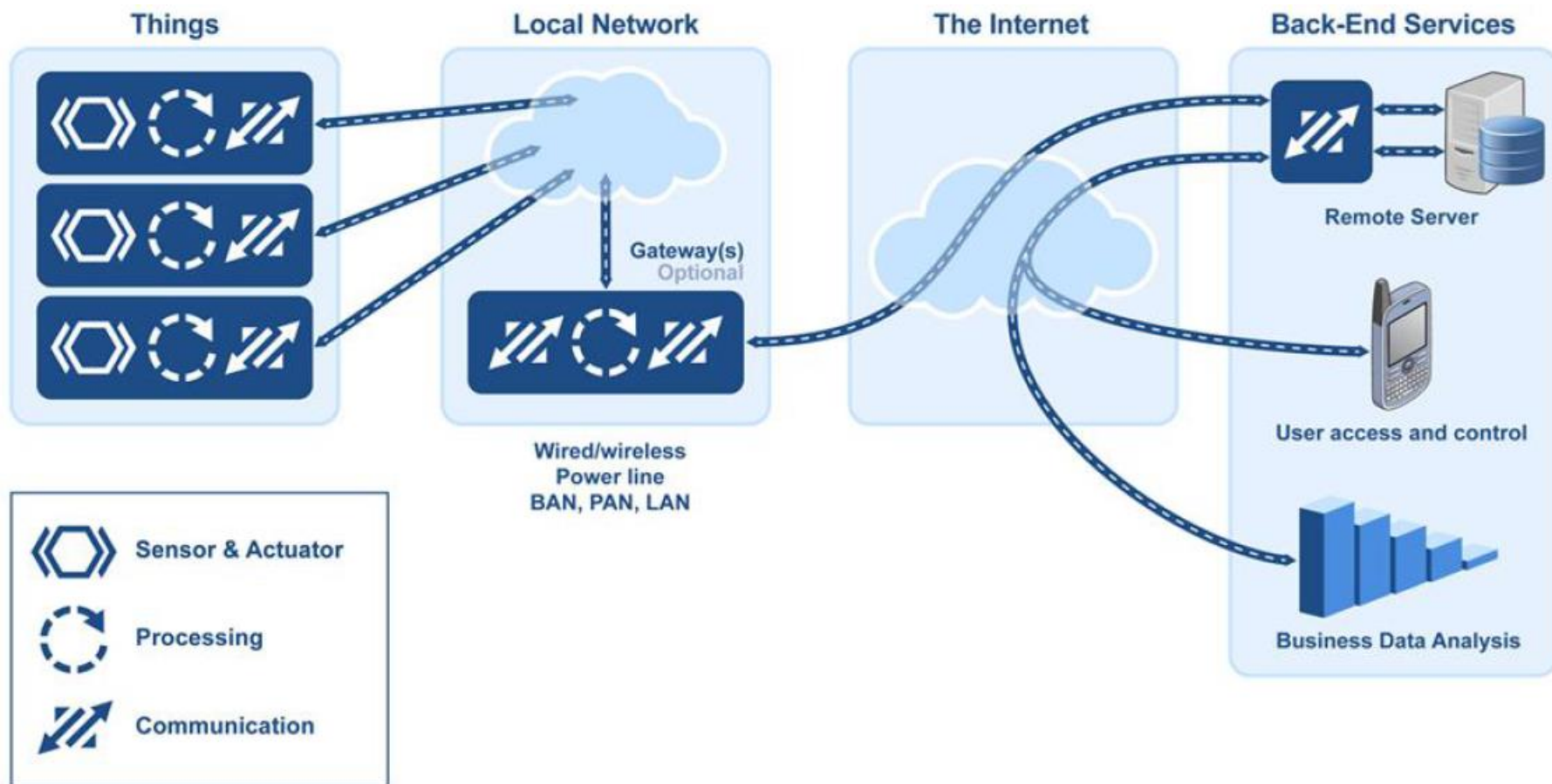
IoTとは？

※IoT : Internet of Things (モノのインターネット)



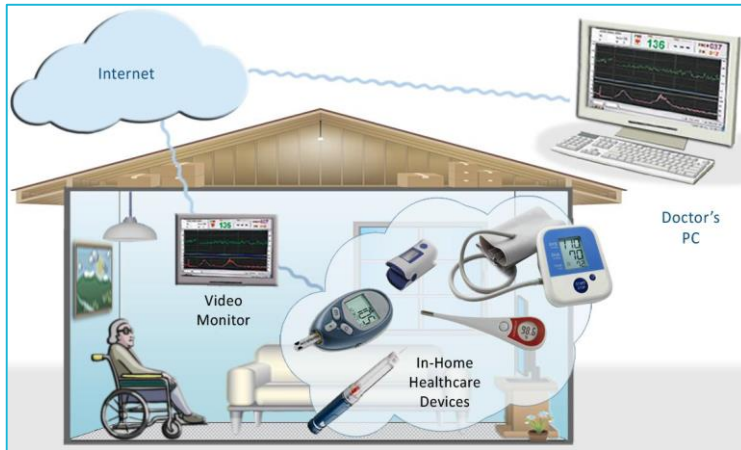
IoT全体像

IoTシステムアーキテクチャ

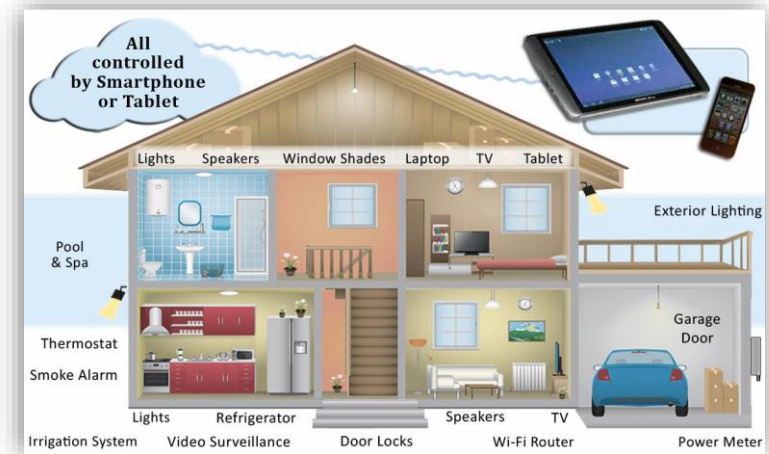


IoTアプリケーション

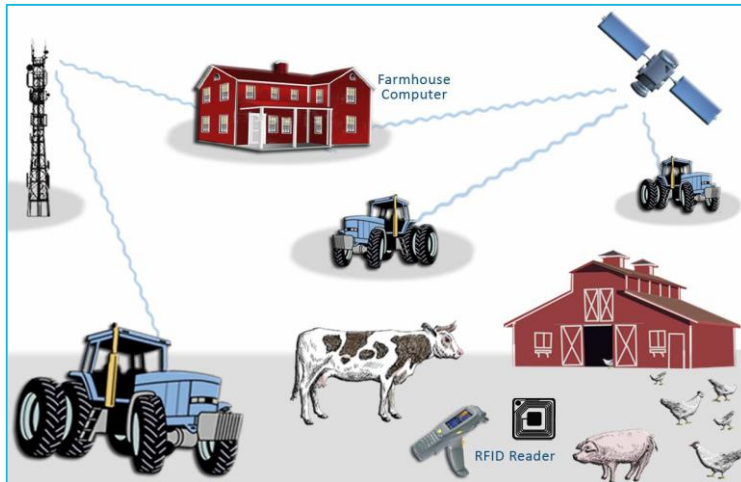
ヘルスケア



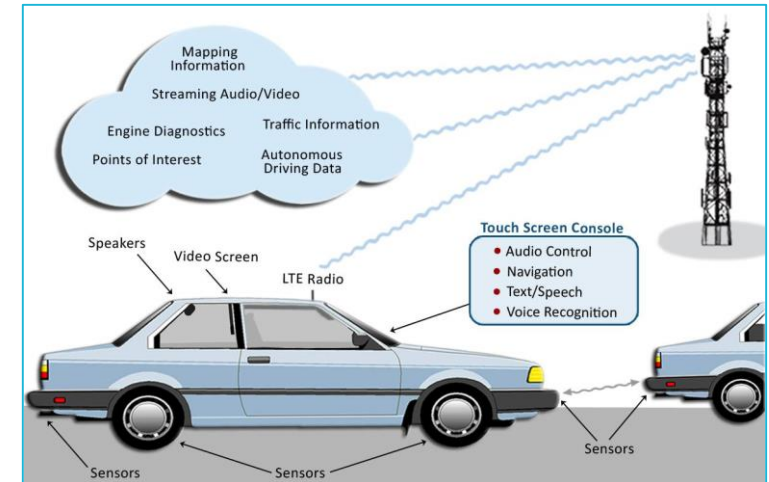
ホーム・オートメーション



農業/スマート・メータ

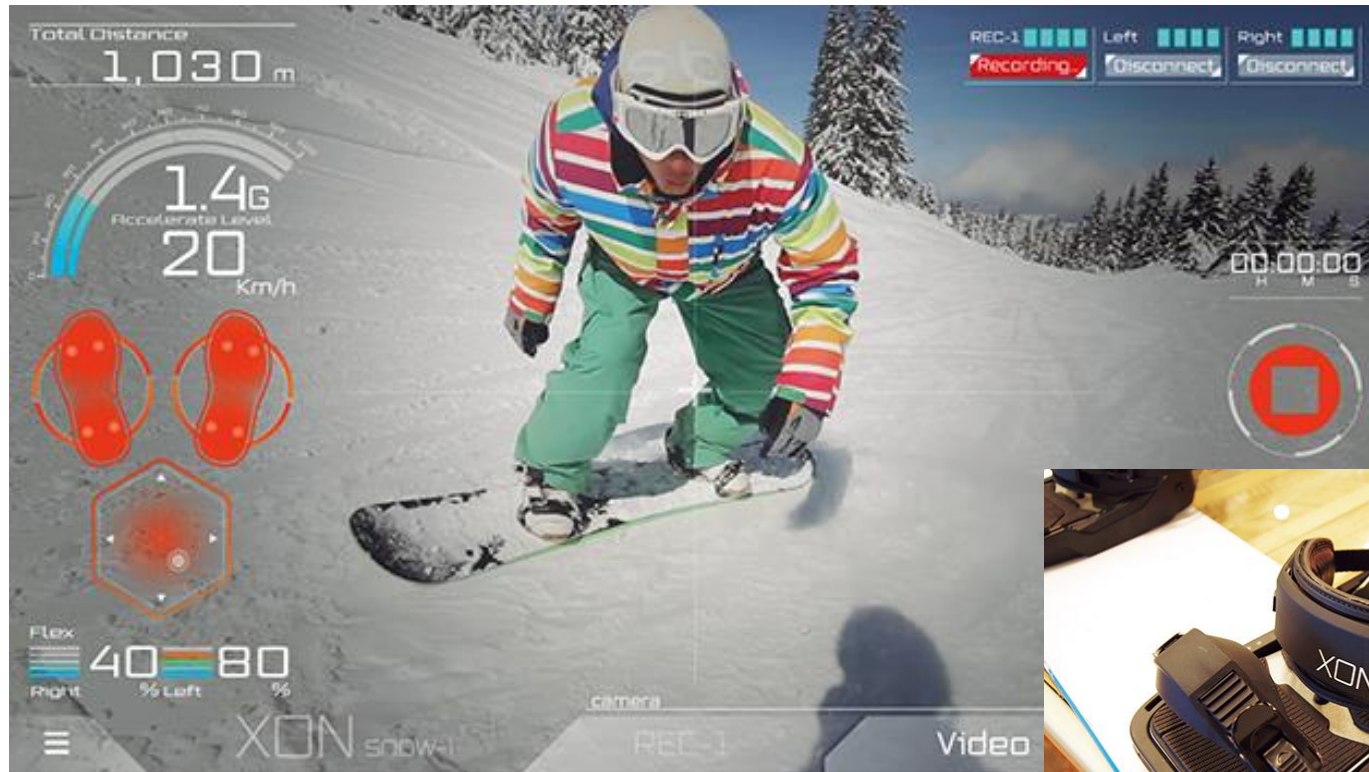


自動車



Source: Raymond James research

IoT実例 (1)

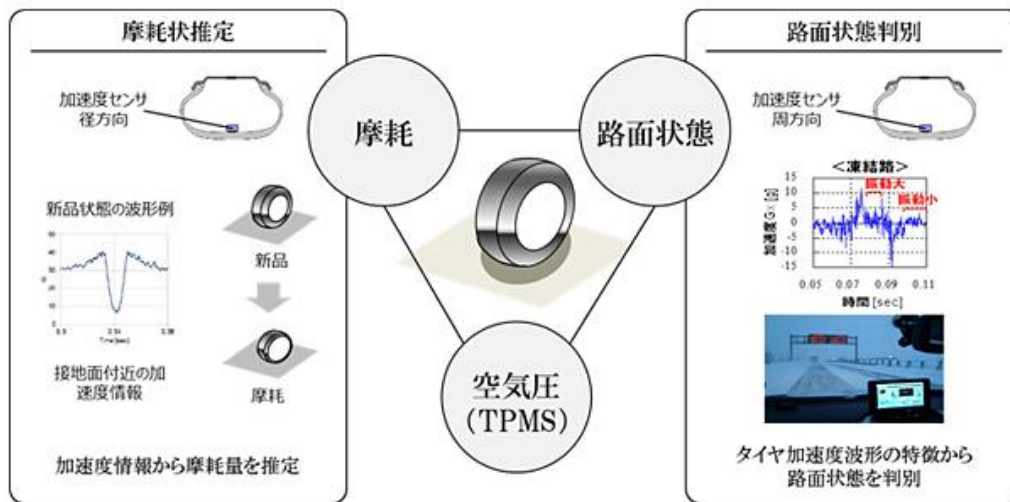
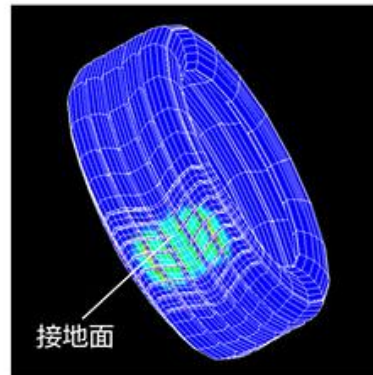
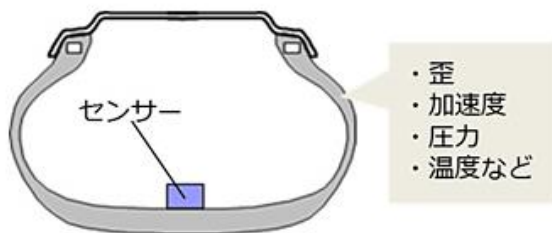


Cerevo社 センサー搭載 スノーボード・バインディング”SNOW-1”

引用元: <http://www.projectdesign.jp/201604/bigdata/002787.php>

IoT実例 (2)

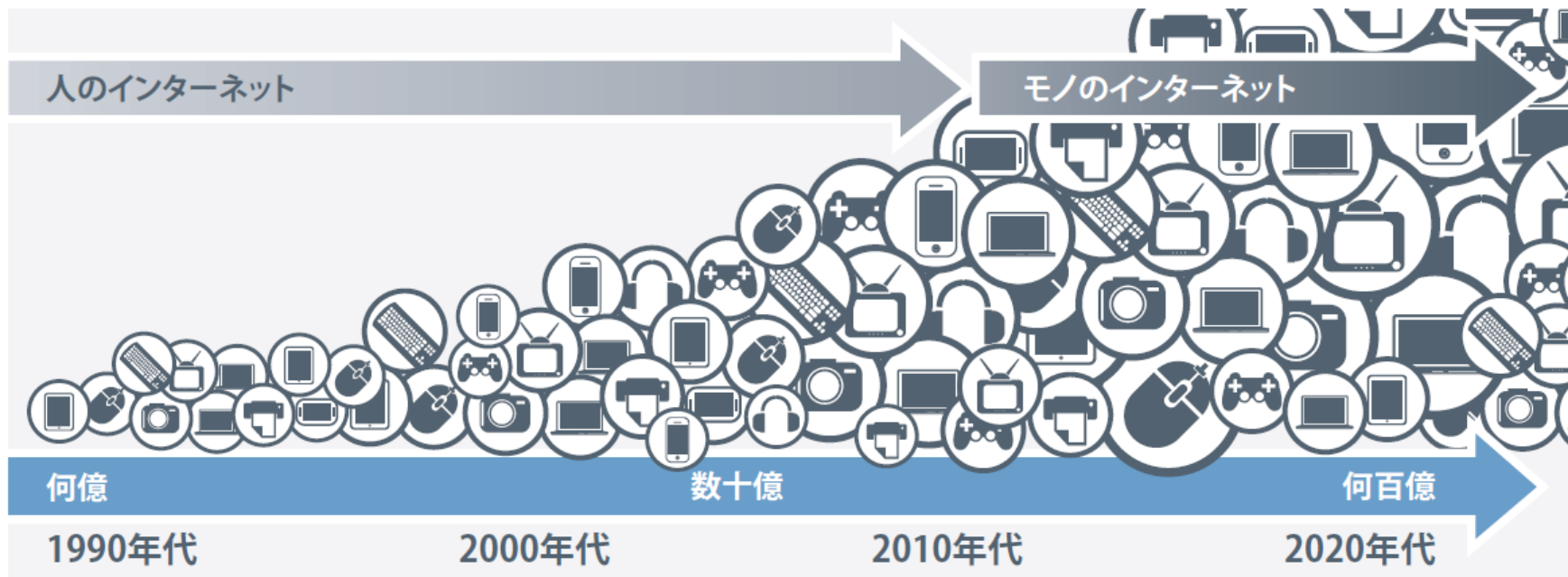
タイヤ断面図



自動車タイヤのセンサーからの情報を無線通信で自動車に転送
空気圧、路面状態、摩耗情報を確認

引用元: <http://www.bridgestone.co.jp/corporate/news/2015112502.html>

IoT 今後の普及予想



無線モジュール数が数百億個に達する予想

IoTに使われる通信技術

LAN



Short Range
Communicating Devices



35% SOM

- ✓ **Well established standards**
- ✓ **Good for:**
 - Mobile devices
 - In-home
 - Short range
- ☐ **Not good:**
 - Battery life
 - Long range

LPWAN

Long Range w/ Battery
Internet of Objects



55% SOM

- ✓ **Emerging PHY solutions**
- ✓ **Good for:**
 - Long range
 - Long battery
 - Low cost
 - Positioning
- ☐ **Not good:**
 - High data-rate

Cellular



Long Range w/Power
Traditional M2M



10% SOM

- ✓ **Well established standards**
- ✓ **Good for:**
 - Long range
 - High data-rate
 - Coverage
- ☐ **Not good:**
 - Battery life
 - Cost

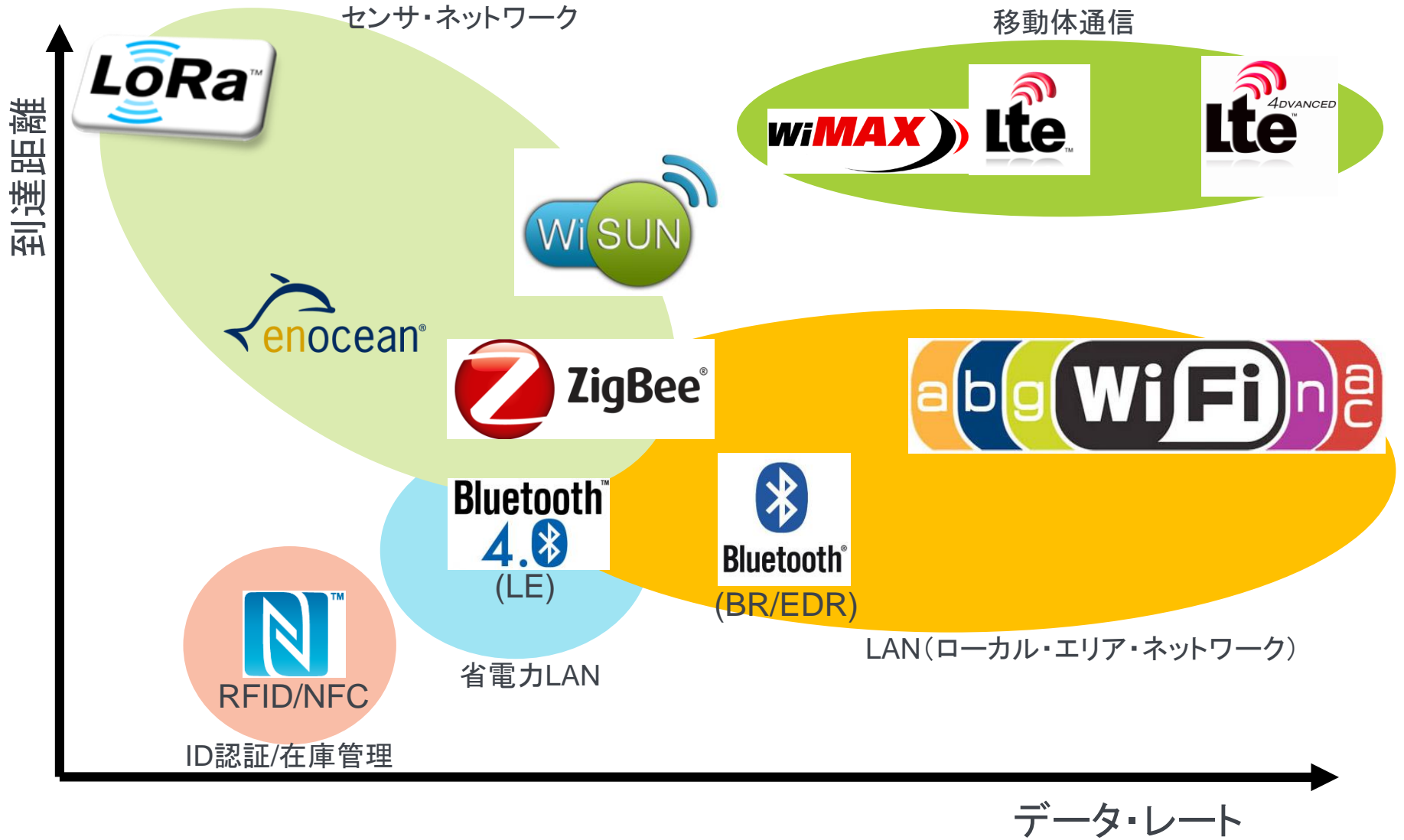
IoT時代に求められる通信規格のトレンド

- 低消費電力用途
 - デバイスの消費電力が低い
 - 代表規格: Bluetooth LE(Low Energy)、Zigbee、特定小電力無線
- 高速通信用途
 - 映像信号などの伝送用に高速通信に対応
 - 代表規格: 無線LAN(IEEE802.11acなど)
- 移動通信対応
 - 高速で移動しながら通信可能
 - 代表規格: LTE、3G、WiMAX

用途別 規格一覧

用途	移動体通信	センサ・ネットワーク	LAN(ローカル・エリア・ネットワーク)	省電力LAN (ウェアラブル、各種センサなど)	ID認証/在庫管理
通信規格 (規格名 もしくは 通称)	- 3G - LTE - LTE-Advanced - WiMAX	- Wi-SUN - LoRa - EnOcean	- 無線LAN (Wi-Fi, IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/ad) - Bluetooth Basic Rate/ Enhanced Data Rate - ZigBee	- Bluetooth Low Energy	- RFID - NFC
周波数 (日本国内)	- 700MHz - 800MHz - 900MHz - 1.5GHz - 1.7GHz - 2.1GHz - 2.5GHz	- 315MHz (EnOceanのみ) - 920MHz	- 2.4GHz (IEEE802.11b/g/n, Bluetooth, ZigBee) - 5GHz (IEEE802.11a/n/ac) - 60GHz (IEEE 802.11ad)	- 2.4GHz	- 13.56MHz - 300MHz - 430MHz - 920MHz - 2.4GHz など
到達 距離	長い (数km)	長い (数百m～十数km)	中 (<300m)	短い (数十m)	短い (数mm～数十m)
データ レート	高速 (最高>1Gbps)	低速 (<1Mbps)	高速 (最高6.9Gbps)	低速 (<1Mbps)	低速 (<1Mbps)
消費電力 価格	大 高価	極めて小 安価	小～中 ものによっては安価	極めて小 安価	極めて小 ものによっては安価

無線通信技術 比較図 (イメージ)

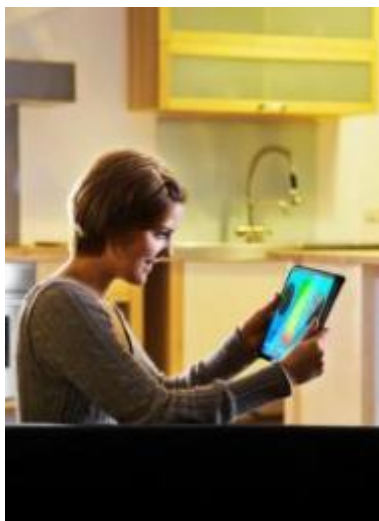


主要通信技術 比較

種類	無線LAN(Wi-Fi)	Bluetooth	ZigBee	RFID (ICカード) 電子タグ
規格	IEEE 802.11	IEEE802.15.1	IEEE802.15.4	- ISO/IEC 18092 - ISO/IEC 14443 Part2 Type A/B - ISO/IEC 15693
周波数	- 2.4GHz (b/g/n) - 5GHz (a/n/ac)	2.4GHz	2.4GHz	13.56MHz
到達距離	100m～300m程度	10m～50m程度	10m～75m程度	密着～数cm程度
最速伝達速度 (理論値)	- 11Mbps(b) - 54Mbps(a/g) - 600Mbps(n) - 6.9Gbps(ac)	- 1Mbps (BR) - 3Mbps (EDR) - 1Mbps (LE)	250kbps	106kbps～ 848kbps
消費電力	3W程度	- 120mW以下 - 0.2～12mW (LE)	60mW以下	0W
大きさ	小型	小型・軽量	小型・軽量	超小型
価格	安価	安価	安価	安価
接続数	最大32個	- 最大7個 - 実用上無制限 (LE)	約65,000個	リーダ接続のみ

普及が加速する次世代の無線LAN規格

- 2.4GHz帯無線LANが広く普及
- 今後、第5世代 WiFi、IEEE802.11ac(5GHz帯)及びIEEE802.11ad(60GHz帯)規格が普及する見込み
 - 携帯電話のトラフィック急増に伴い5GHz帯高速無線LAN通信網が本格的な普及
 - 家庭においても大容量の映像情報の高速通信への期待



無線LANの種類(抜粋)

802.11x	11b	11a	11g	11n	11ac	11ad
周波数帯	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	2.4/5GHz	5GHz	60GHz
最大帯域幅	20MHz	20MHz	20MHz	40MHz	160MHz	2.16GHz
変調方式	DSSS	OFDM	DSSS OFDM	OFDM	OFDM	DSSS OFDM
伝送レート (MIMO無)	11Mbps	54Mbps	54Mbps	150Mbps	867Mbps	6.8Gbps
MIMO	なし	なし	なし	4x4	8x8	なし
伝送レート (MIMO含)	NA	NA	NA	600Mbps	6.9Gbps	NA

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

MIMO: Multiple Input Multiple Output

Bluetoothの概要

- Bluetoothは2.4GHz帯を使用した近距離通信技術
 - 物理データシートは最高で1Mbps程度(一部規格を除く)
 - 2400MHz～2480MHzの80MHz帯域内で周波数ホッピングを行う
 - 2.4GHz帯を使用する他の通信規格や電子レンジとの干渉を回避する機能を搭載
 - Bluetooth 4.0で低消費電力のBluetooth LEが規定された
- Bluetooth搭載機器の例
 - ワイヤレスヘッドセット
 - キーボード
 - マウス
- Bluetooth LE搭載機器の例
 - スマート・ウォッチ
 - 各種センサ(IoT: Internet of Things)

Bluetooth規格(抜粋)

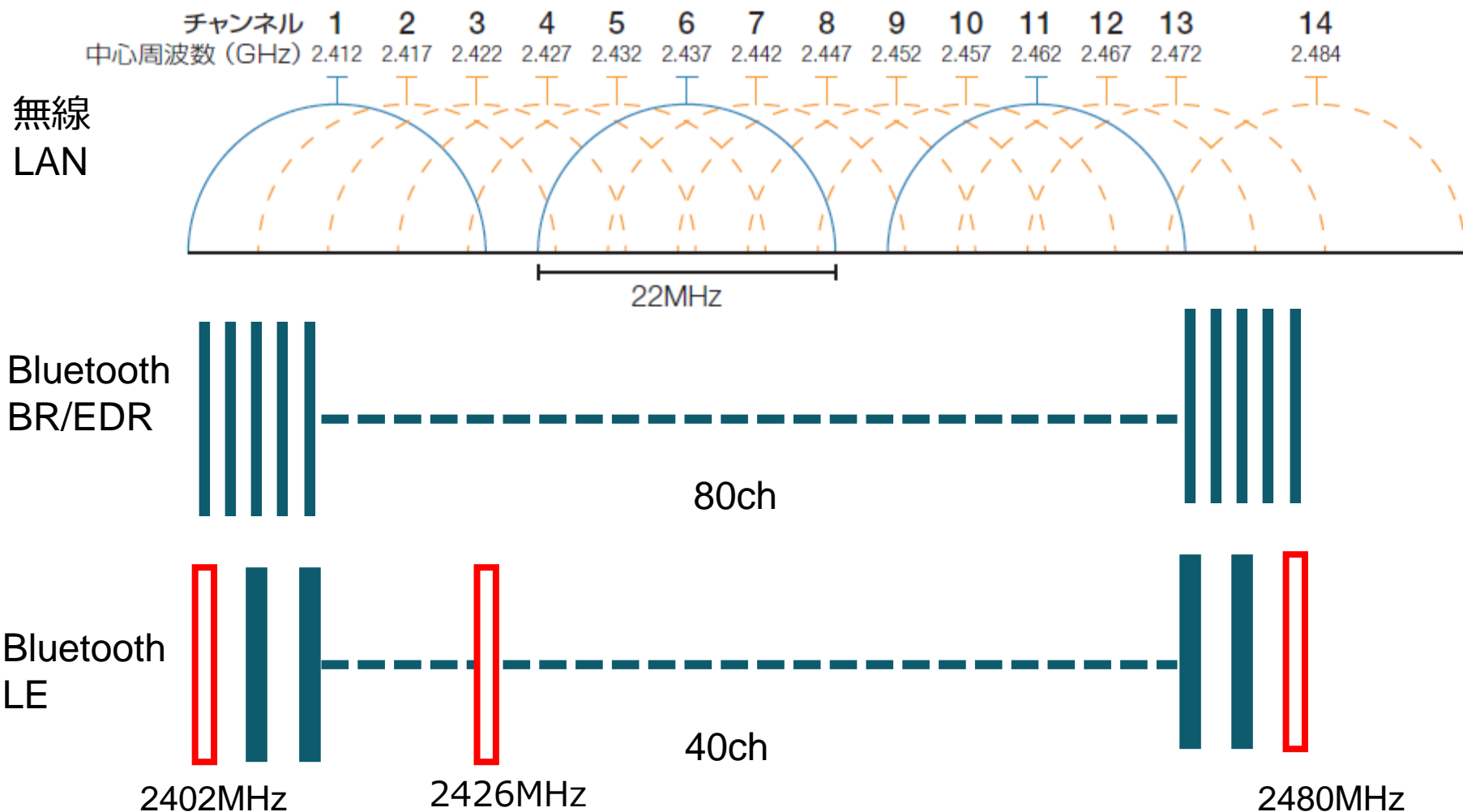
Bluetoothのバージョン	物理データレート	特長
Bluetooth 1.1	1Mbps	BR(Basic Rate)
Bluetooth 1.2	1Mbps	無線LANとの干渉対策が追加
Bluetooth 2.0	1Mbps 3Mbps(EDR)	EDRが追加
Bluetooth 3.0 + HS	24Mbps	無線LANのPHYを使用
Bluetooth LE (Bluetooth Smart)	1Mbps	超低消費電力 LEは3.0以前と互換性なし
Bluetooth 4.2	1Mbps	IPv6対応、アプリケーション・スループットの高速化

BR : Basic Rate

EDR: Enhanced Data Rate

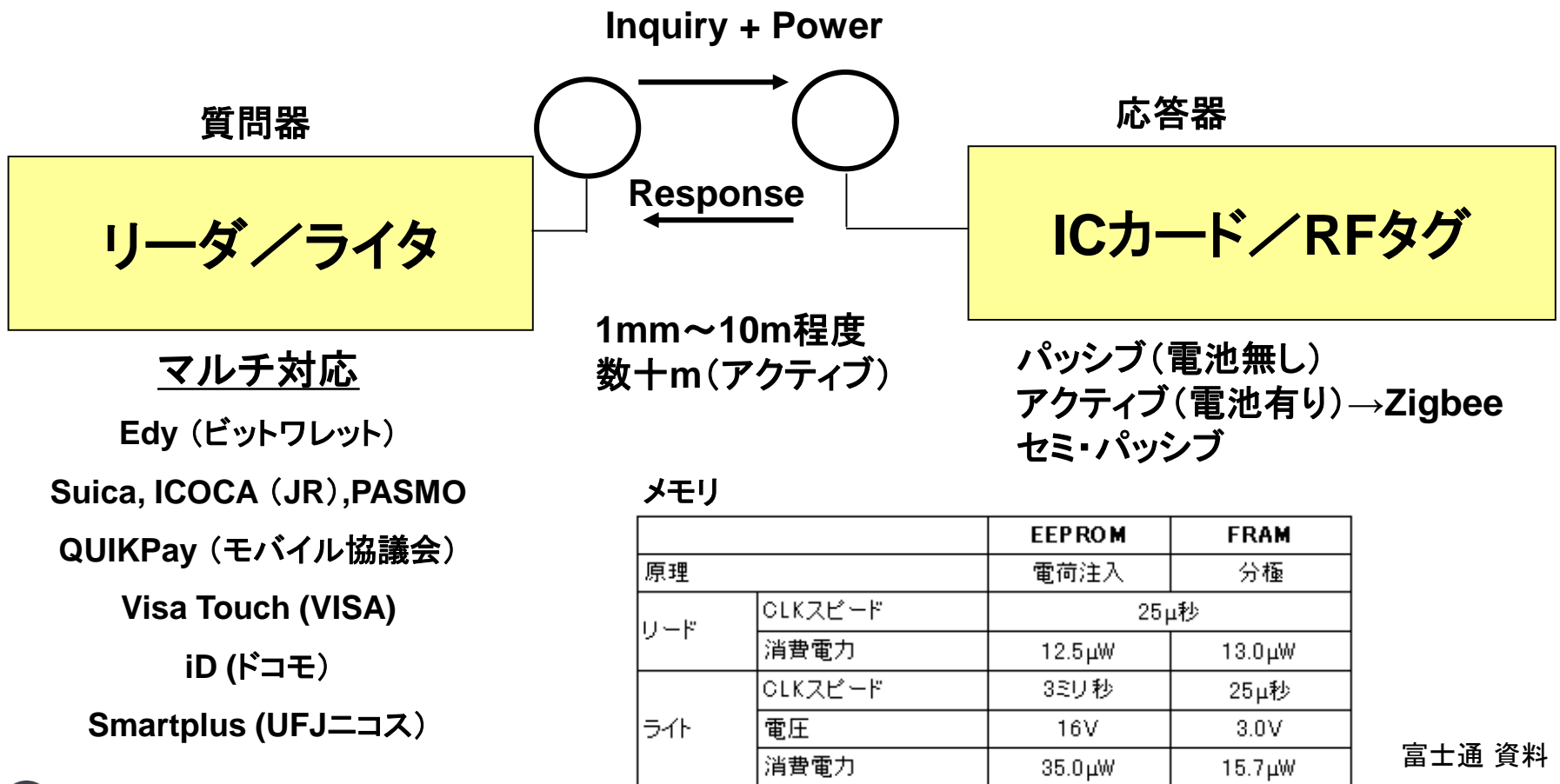
LE: Low Energy

2.4GHz帯のチャンネル割り当て



RFIDシステム

- RFID (Radio Frequency Identification)
- 質問器 (リーダ／ライター) ↔ 応答器 (ICカード／RFタグ) 等



RFIDの用途

●物流システム(SCM)

SCM: Supply Chain Management

食品トレーサビリティ
入庫・出庫管理
コンテナ輸送管理

●サービス等

電子ポスター・観光ガイド
手ぶら旅行(成田空港)
マラソンのゼッケン
図書館
入場券
家電リサイクル
障害者の歩行支援
顧客情報(CRM)

CRM: Customer Relationship Management

●軍事・防衛

コンテナ輸送管理
兵器の温度湿度管理

●交通システム



改札自動化
車輛運行状況管理

●セキュリティ・安全管理

入退室管理
医薬品誤投与防止
手術患者のID認識
老人・子供の所在搜索
建造物の振動センサ
運転免許証 偽造防止

●精算処理

おさいふ携帯
電子マネー
自動レジ精算
回転寿司精算

●商品管理システム

在庫管理・固定資産管理
盗難・換金防止(書籍・CD)
養豚・牧場・競走馬
冷凍マグロ

●生産システム(FA)

工程管理
治具管理
自動倉庫

●書類管理

債権書類
紙幣 偽造防止

RFID 周波数による特性の違いと課題

125kHz～135kHz

(水に強い・指向性)

電磁誘導方式

- タグ(コイル)が大きい
- 蛍光灯の影響

400kHz～530kHz

(耐ノイズ、耐熱)

電磁結合方式

- 国際標準ではない
- FA用センサとの干渉

13.56MHz(R/W・タグが安価)

電磁誘導方式

- 通信距離のバラツキ
- アンテナが大
- 金属の影響
(ICチップ内のC成分、
アンテナの印刷バラツキ)

303MHz

(免許不要で10m,アクティブタグ)

- キーレスとの干渉
- 微弱無線(<500 μ V/m at 3m)

433MHz

(通信距離が長い,アクティブタグ)

- アマチュア無線との干渉

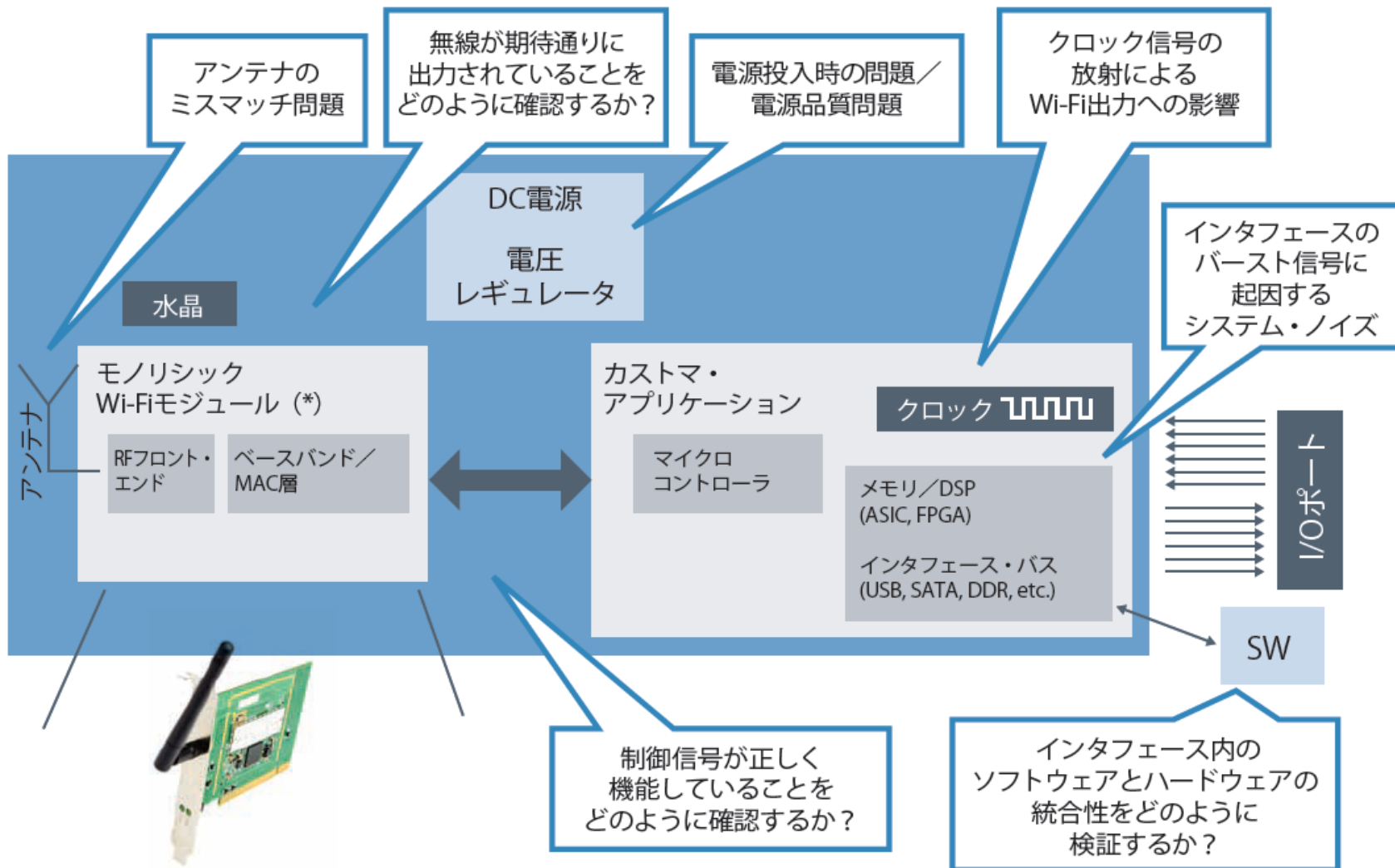
860～960MHz(通信距離が長い)

- 携帯電話との干渉
- アンテナが大
- R/W相互干渉

2.45GHz(タグが小さい)

- 水に吸収
- 無線LAN、Bluetooth、Zigbee、
電子レンジの干渉
- 人体への影響
- 偏波面の影響

IoT 設計上の課題



IoT 開発上の課題

認証試験への適合

- 電波法 技術適合試験
- EMC/ノイズ 試験

RF開発力の不足

- 技術者の不足
- 計測器の不足
- 最新RF規格に未対応

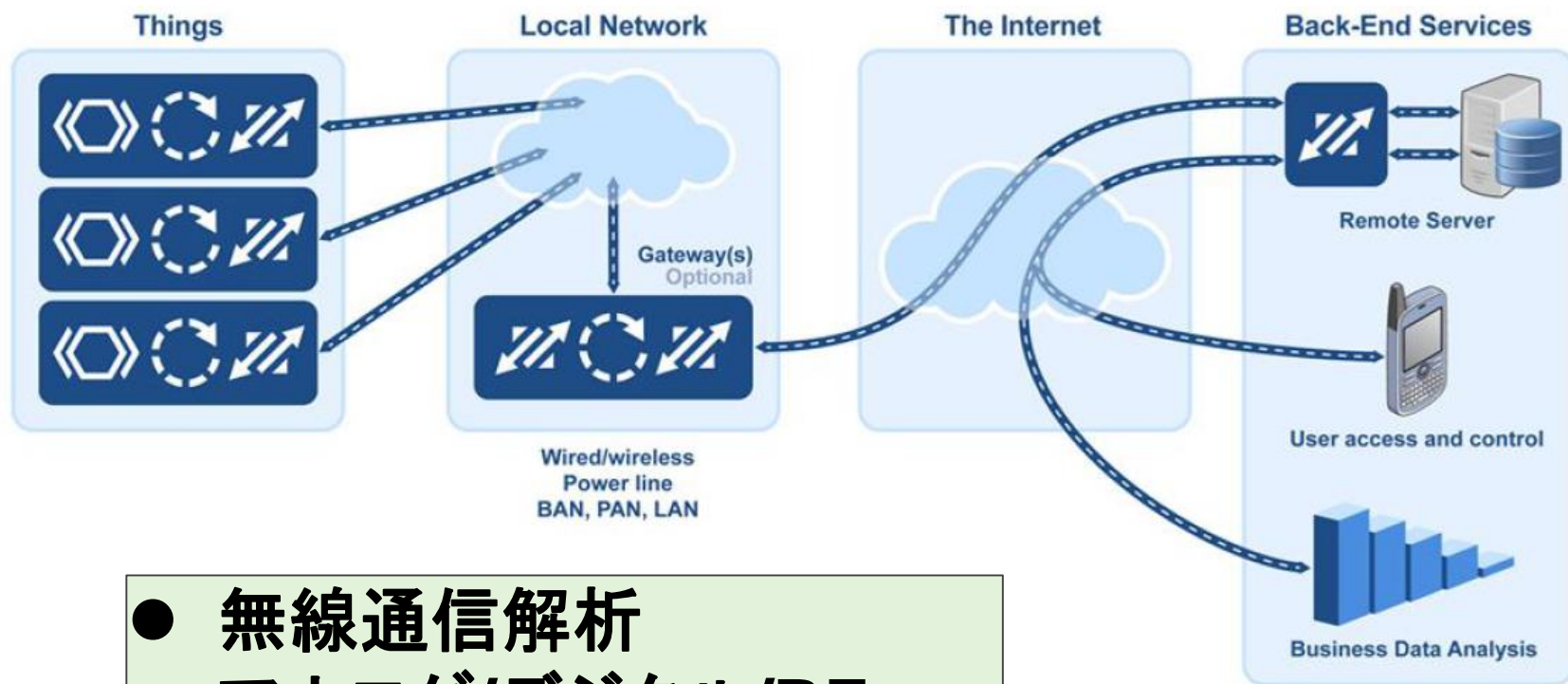
設計・開発課題

- 無線通信解析
- アナログ/デジタル/RF
混在回路解析
- EMC/ノイズ解析
- 電源マネジメント

限られた工数

- 時間
- コスト
- 人員

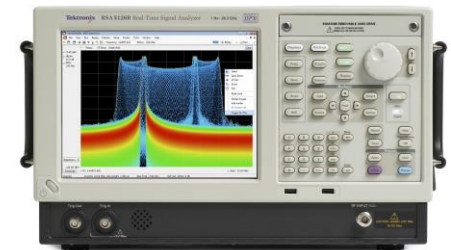
テクトロニクス/ケーススレー IoTソリューション



- 無線通信解析
- アナログ/デジタル/RF混在回路解析
- EMC/ノイズ解析
- 電源マネジメント

測定課題ごとのソリューション

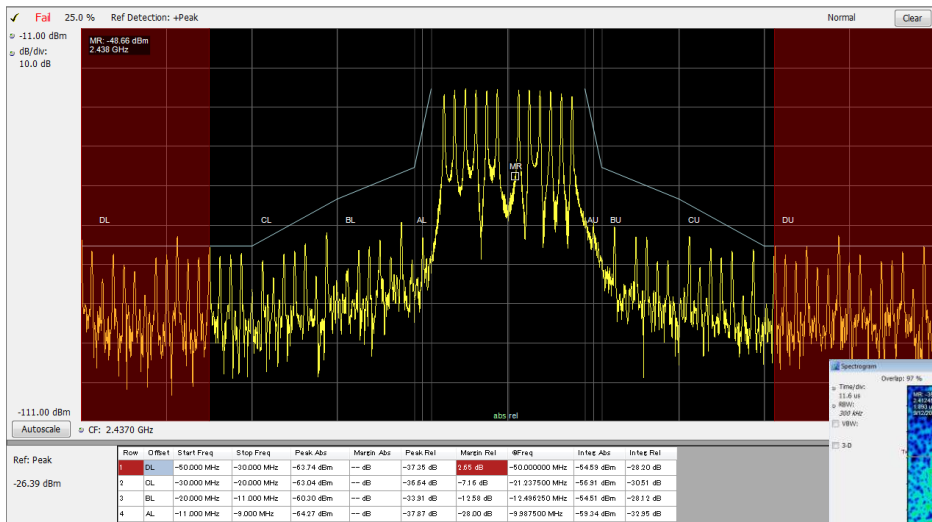
- 無線通信解析
(RSA306B/500A/600A/5000Bシリーズ、
MDO4000Cシリーズ)
- アナログ/デジタル/RF
混在回路解析
(MDO4000Cシリーズ)
- ノイズ解析
(RSA306B/500A/600A/5000Bシリーズ、
MDO4000Cシリーズ)
- 電源マネジメント
(SMU、マルチ・メータ、電源)



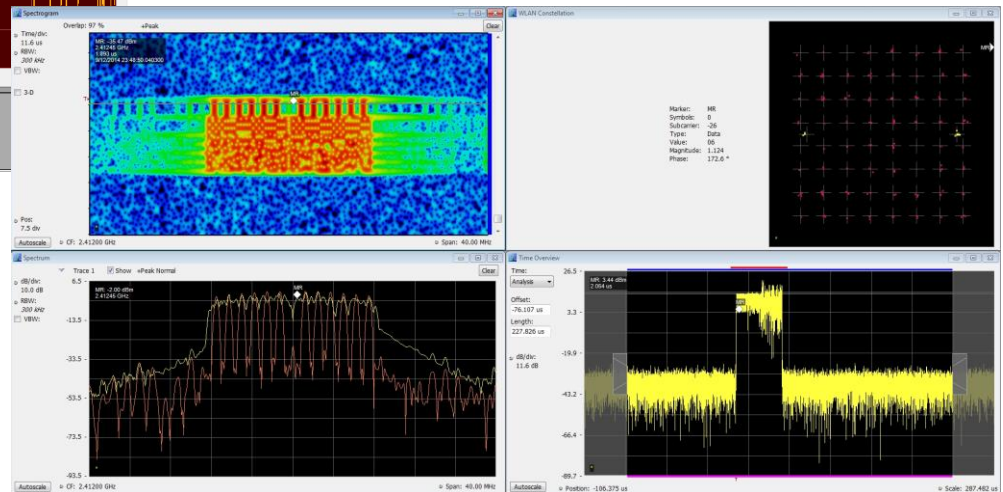
無線通信解析

→ 5月のトレーニングで解説予定

RSA306B/500A/600A/5000Bシリーズ、MDO4000Cシリーズ



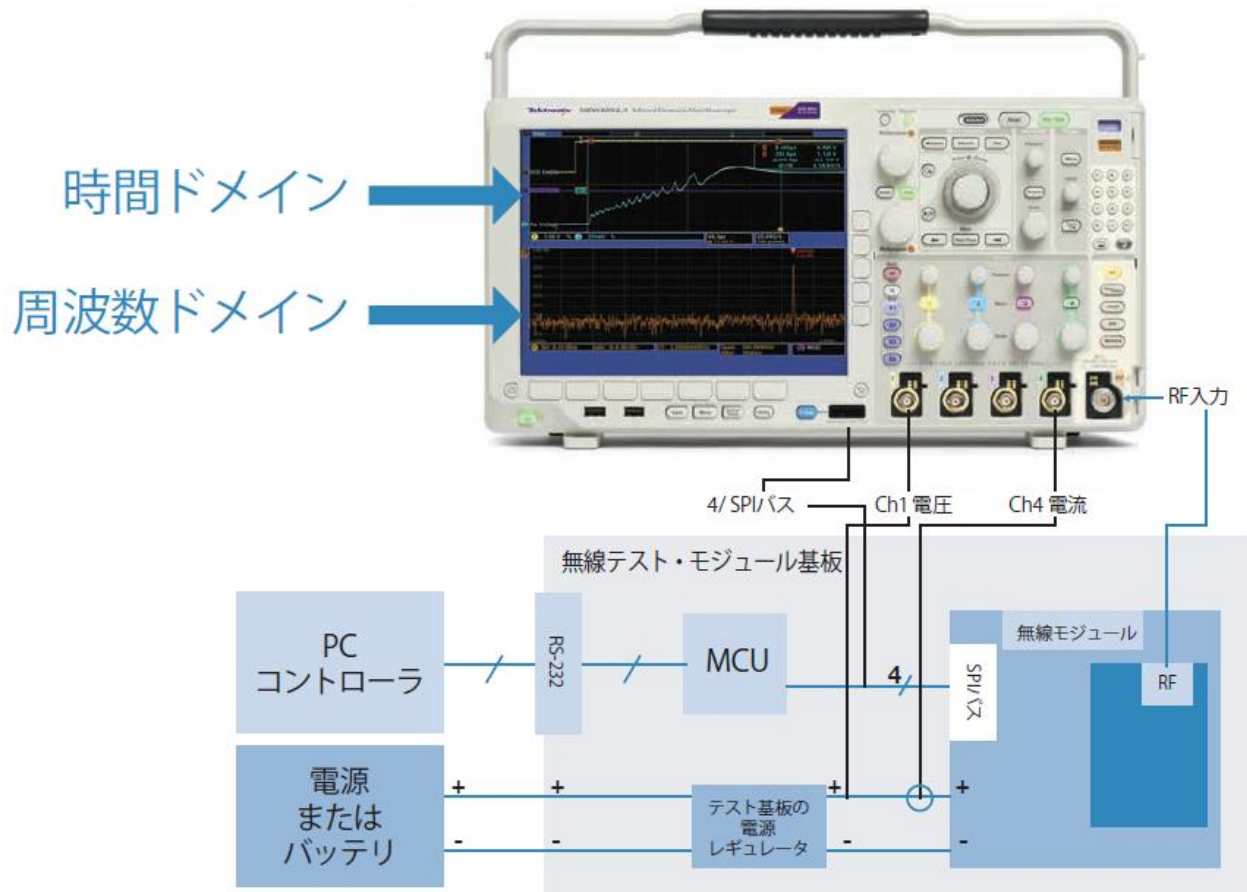
規格適合/不適合の自動判定



無線LAN信号の変調解析

アナログ/デジタル/RF 混在回路解析

→ 6月のトレーニングで解説予定

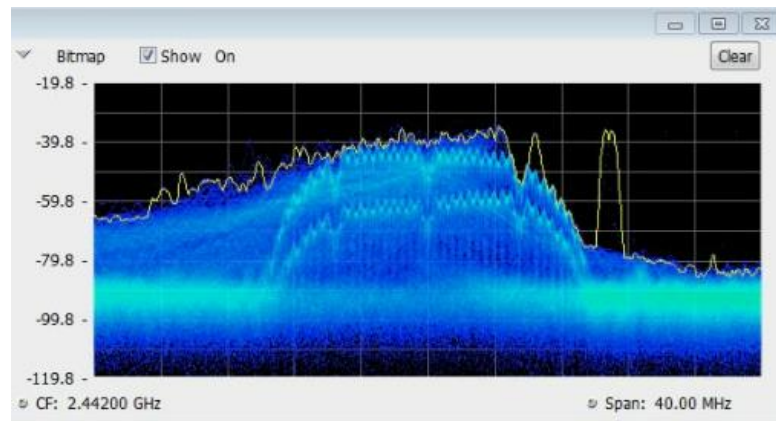
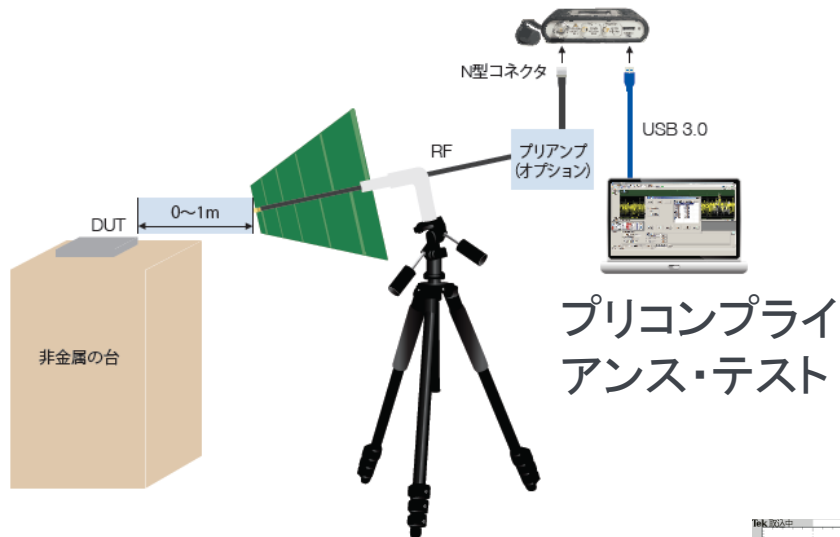


MDO4000Cシリーズであれば、
アナログ/デジタル/RFの同時検証が可能

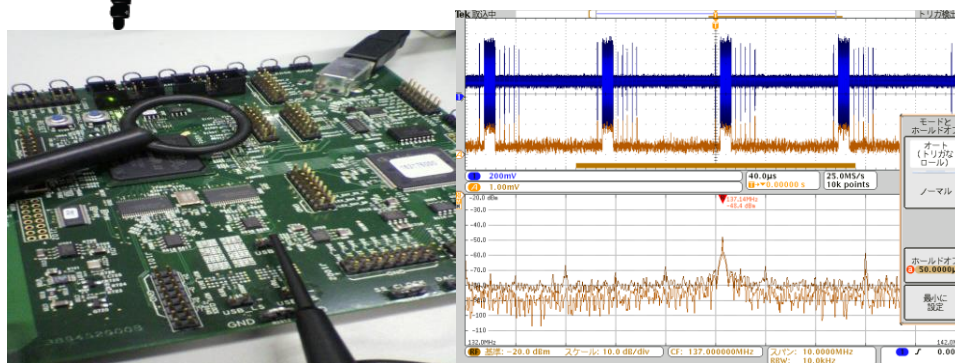
EMC/ノイズ 解析

→ 6月のトレーニングで解説予定

RSA306B/500A/600A/5000Bシリーズ、MDO4000Cシリーズ



無線通信と電磁波
ノイズとの干渉



MDO4000Cシリーズ ノイズ時間相関解析

Thank you
for your attendance!



www.tektronix.com/ja
www.keithley.jp/

 [Twitter](#) [@tektronix_jp](https://twitter.com/tektronix_jp)
 [Facebook](#) <http://www.facebook.com/tektronix.jp>

本テキストの無断複製・転載を禁じます
株式会社TFF テクトロニクス/ケースレーインストルメンツ
Copyright © Tektronix, Keithley Instruments.
All rights reserved.