

第4回 無線ネットワークとIoT

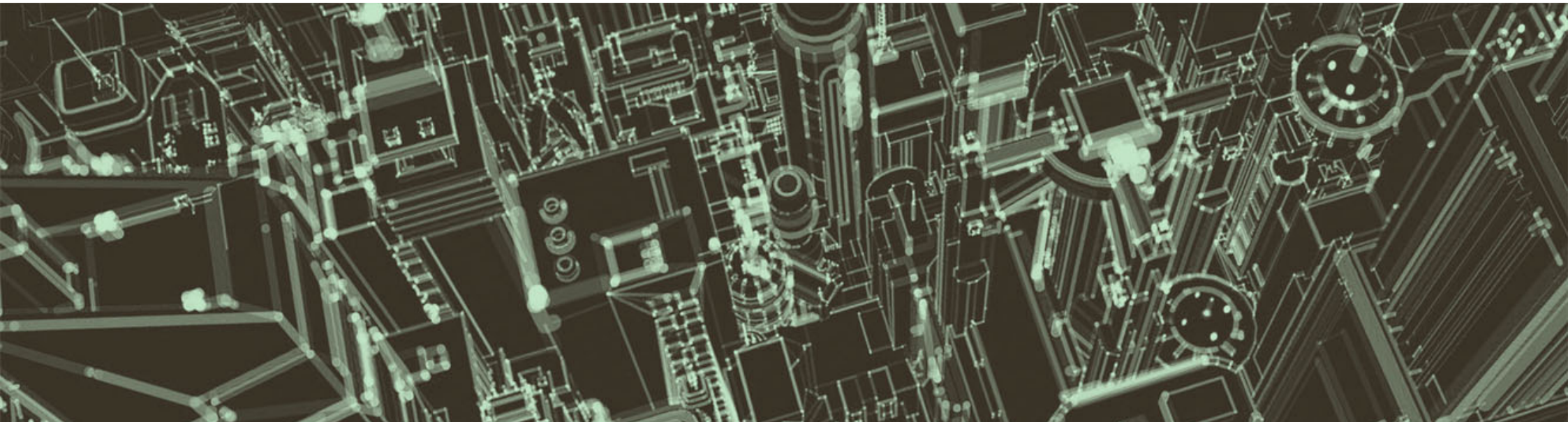
情報通信コース 北川章夫, Microelectronics Research Lab. (MeRL)

はじめに

- 無線通信とネットワークの方式は多種多様なので、詳しくは「情報ネットワークA, B」、「情報通信方式A, B」等で学ぶことにして、ここでは、最近の無線通信およびネットワークの規格の動向について概略を把握しておこう
- IoT (Internet of Things)は、無線通信、マイコン、環境発電、AI、ネットワーク、セキュリティ技術などを総合した概念であり、また、発展途上であるため全貌を捉えることが難しいが、ここでは、どのような使い道がありそうか各自で考えてみよう
- 下記のサイトの講義資料を必要に応じて参照すること

<http://jaco.ec.t.kanazawa-u.ac.jp/kitagawa/edu/>





4-1 無線通信の規格

いろいろな無線通信規格の特性



無線通信規格がなぜ必要か

- 送受信間で通信方式を合わせないと情報通信ができない（世界共通にする必要がある）
- 通信路間の電波干渉（妨害）を防ぐ
- 通信の秘匿性や通信品質（エラー発生率、通信距離など）を保証する

規格や法律上の違い

結果としての特性の違い

周波数帯（有限な周波数資源）

通信距離

最大出力

通信距離、消費電力

変調方式

帯域幅（伝送速度）、消費電力

多重化方式

消費電力

チャンネル幅・チャンネル数

ネットワークノード数（参加できる数）

プロトコル（通信手順、データフォーマット）

寸法（主にアンテナのサイズ）

暗号化方式

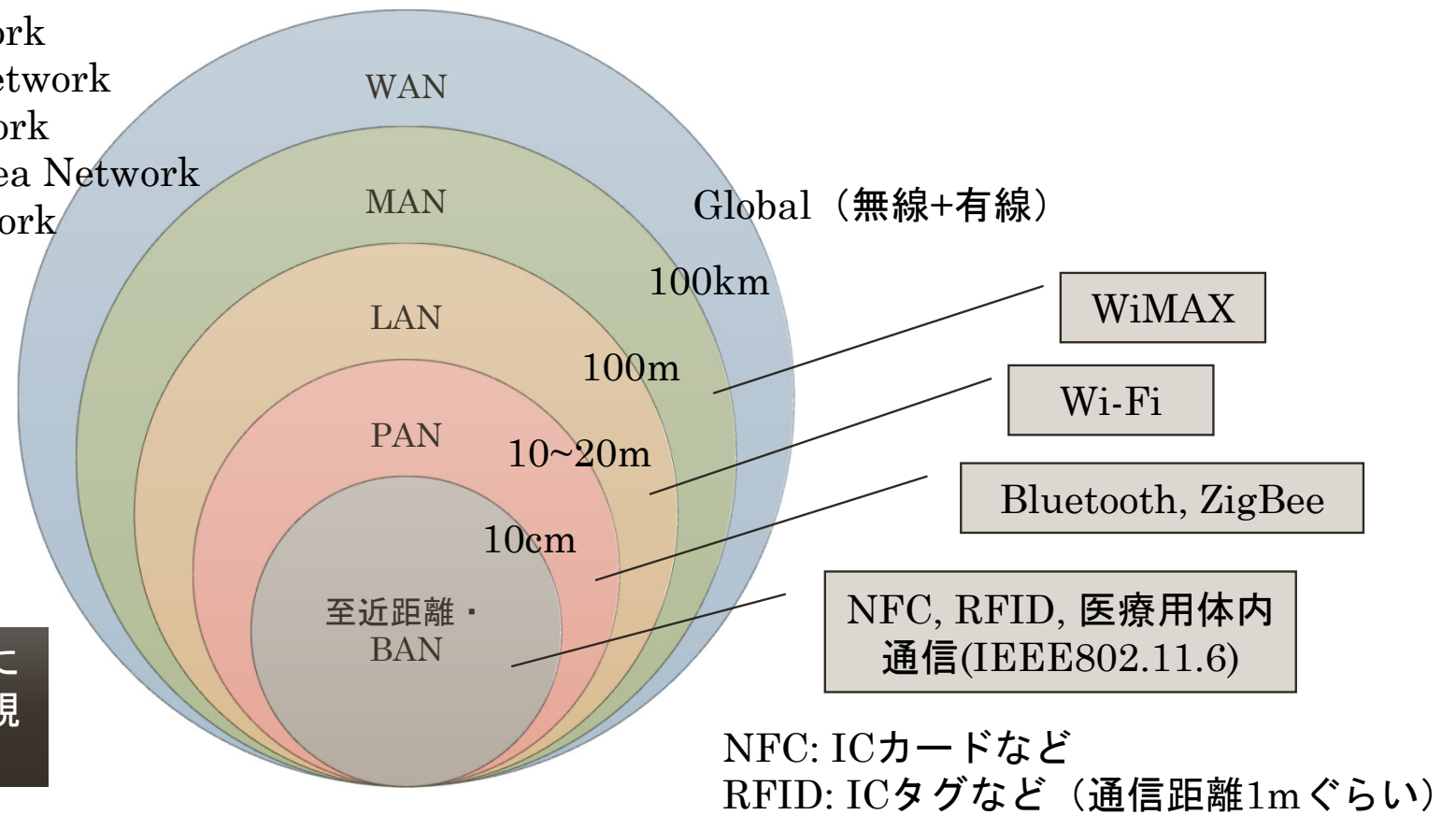
セキュリティ強度

ネットワーク形態

ネットワークノード数、データ伝送距離

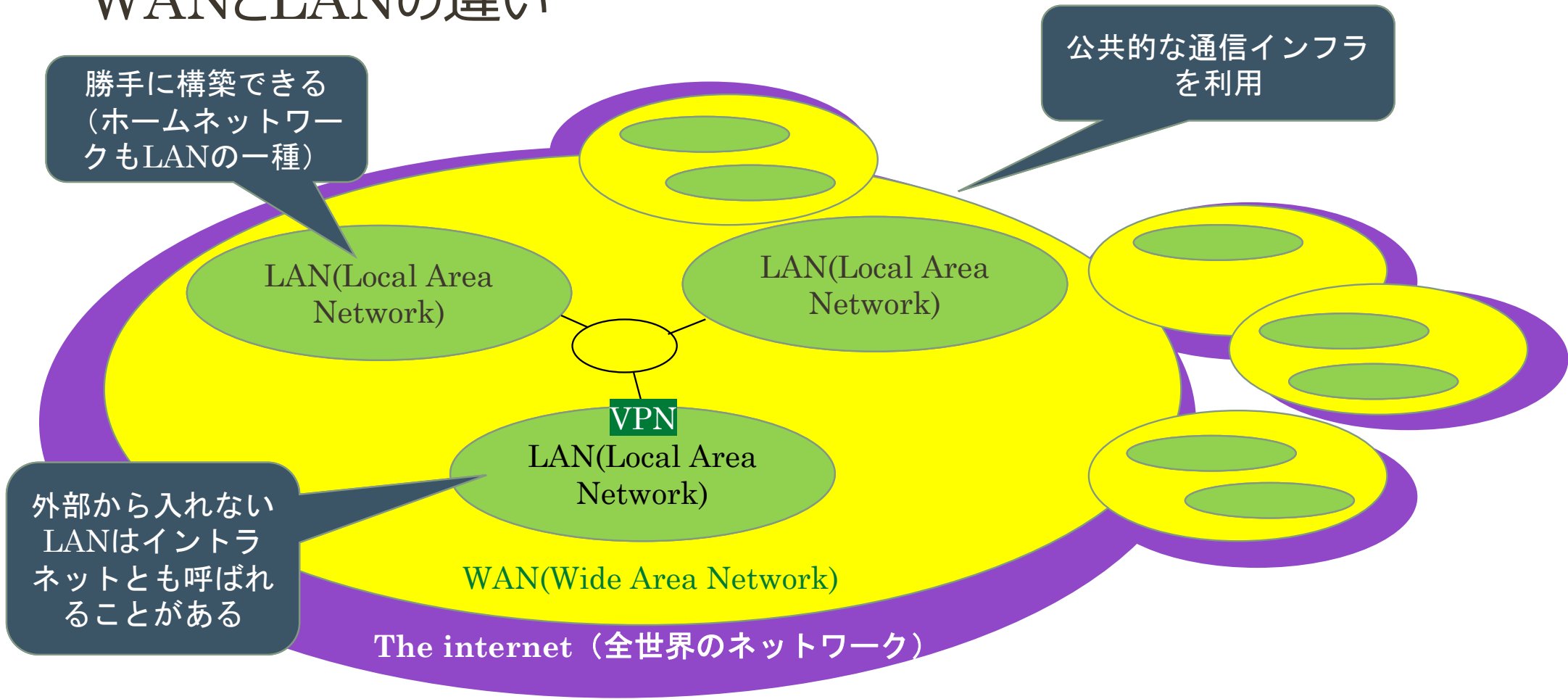
通信範囲と規模の違いによるネットワークの分類

BAN: Body Area Network
PAN: Personal Area Network
LAN: Local Area Network
MAN: Metropolitan Area Network
WAN: Wide Area Network

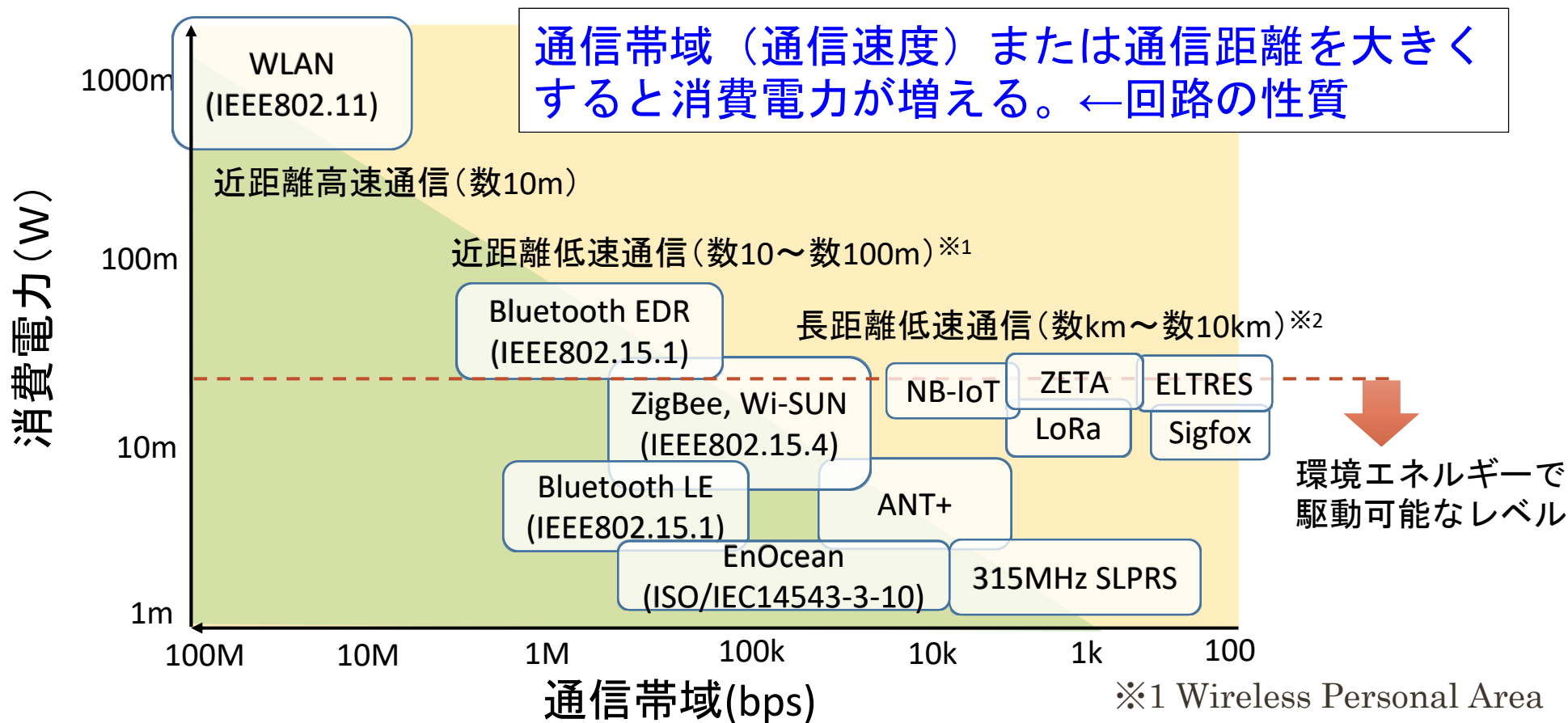


カバーするエリアに応じて異なる通信規格が使用される

WANとLANの違い



IoT関連無線通信規格



※1 Wireless Personal Area

※2 Low Power Wide Area

超低消費電力-近距離通信規格

通称	規格	周波数(Hz)	伝送速度(bps)	主な利用先
Bluetooth (Bluetooth LE)	IEEE 802.15.1	2.4G	1M - 24M	ワイヤレス端末 無線タグ ビーコン
ZigBee	IEEE 802.15.4	2.4G	250k	センサネットワーク マルチホッピング (後述)
EnOcean	ISO/IEC 14543-3-10	315M, 928M	数K	電池レスセンサ
NFC(RFID)	ISO14443	13.56M	212k, 424k	ICカード、お財布携帯、住民基本台帳
RFID	いろいろ	125k-135k, 13.56M, 2.4G	5k - 500k	無線タグ、電子キー

LPWA(Low Power Wide Area)通信規格

通称	規格	周波数(Hz)	伝送速度(bps)	主な利用先
Wi-SUN	IEEE 802.15.4g, e	920M	50k – 200k	スマートメータ マルチホッピング (後述)
LoRa		920M	1k – 11k (max.37.5Kbps)	長距離IoT
Sigfox		920M	0.1k 12byte・140回/日	スマートメータ 長距離センサネットワーク 流通管理
Wi-Fi HaLow	IEEE 802.11ah	920M (国による)	150k (~ 347M)	中距離IoT/M2M マルチホッピング (伝送速度に依存)
LTE-M eMTC	Release13 (LTE Cat.M1)	700M-2.5G	1M	長距離IoT 移動通信 (ウェアラブル等)
NB-IoT	Release13 (LTE Cat.NB1)	700M-2G	62k up 26k down	長距離IoT/M2M

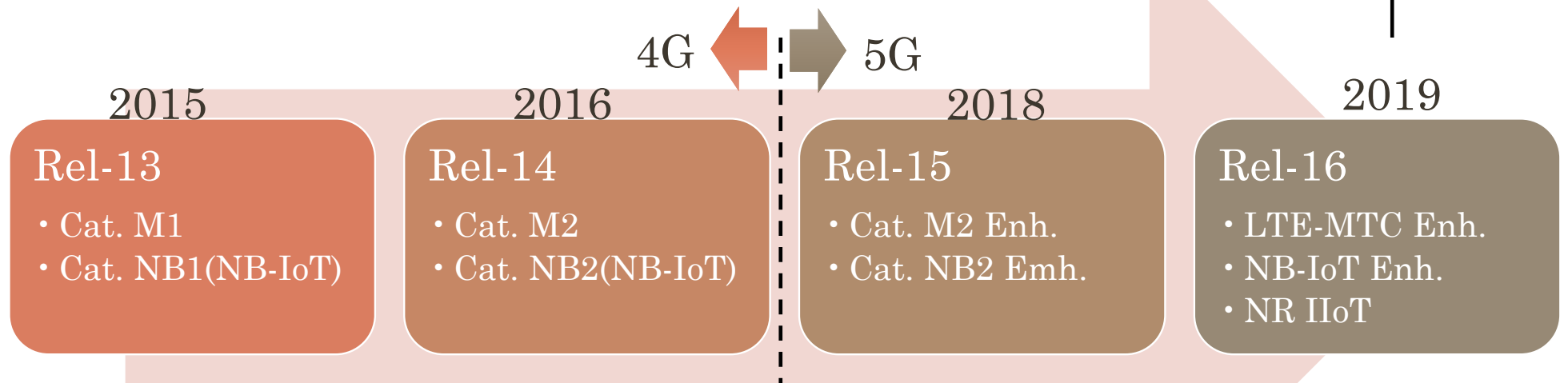
移動通信システムの規格

5G技術目標

- 高速・大容量(eMBB) → 仮想現実、拡張現実
- 大量接続(mMTC) → IoT, FA
- 高信頼低遅延(URLLC) → 自動運転、遠隔医療

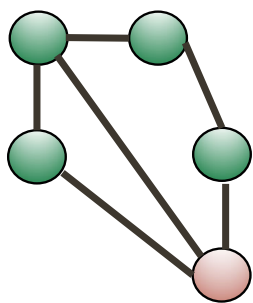
ユースケース

1km²当たり100万台、
電池寿命15年を想定



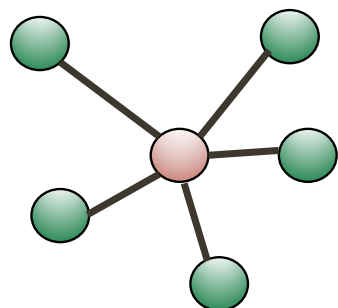
LPWA通信を想定したIMT-2020 → 5G → mMTC規格の流れ

無線ネットワークのトポロジ



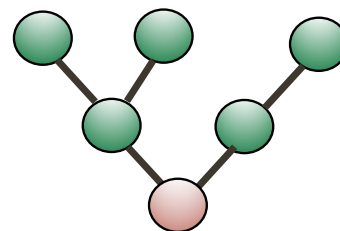
メッシュ型

- 中継ノードが必要
- マルチホッピングにより通信エリアを広げる
- ゲートウェイが少ない場合、中継ノード数が多くなる



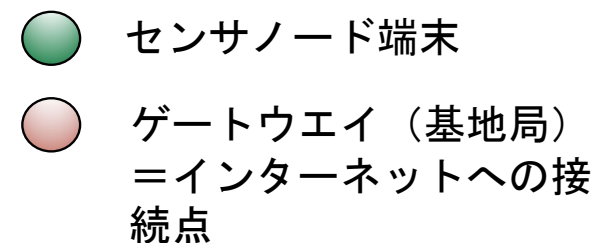
スター型

- 中継ノードは不要
- 長距離通信により1ステップで通信
- エリアを広げるには多くのゲートウェイが必要

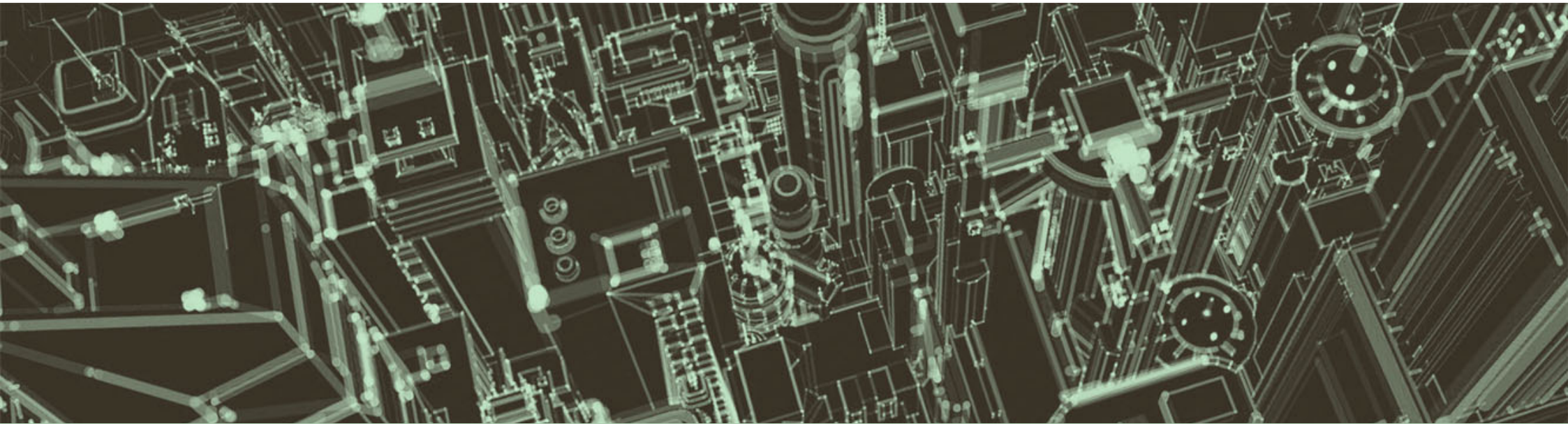


ツリー型

- 中継ノードが必要
- マルチホッピングにより通信エリアを広げる
- ゲートウェイが少ない場合、中継ノード数が多くなる



[マルチホッピング]
バケツリレー方式で
長距離伝送を行う方式
(ZigBee, Wi-SUN, LoRaなど)



4-2 IoT (Internet of Things)

全てのものがインターネットにつながる時代

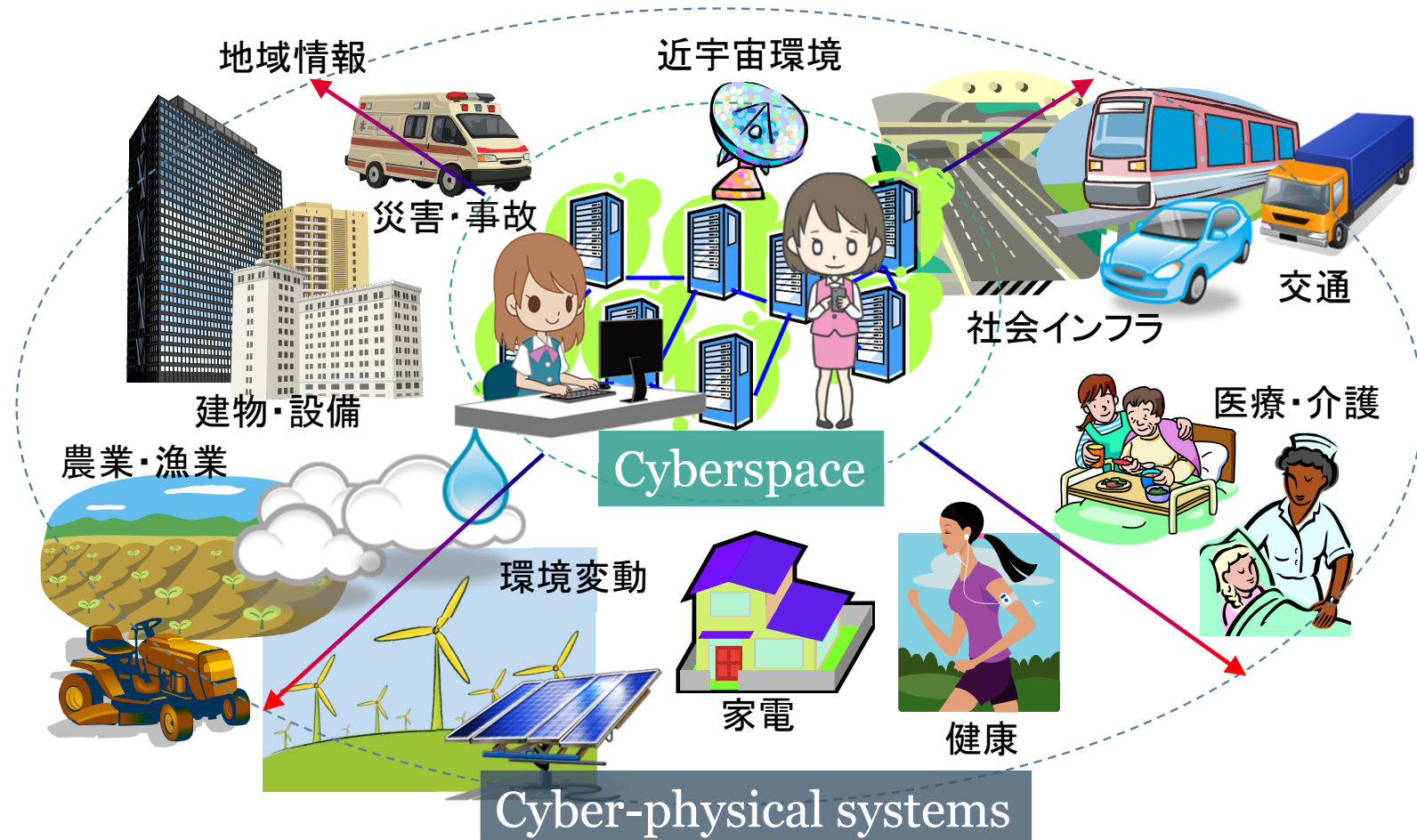


IoT = Internet of Things = モノのインターネットの意味

「全てのモノが組み込みシステム化されネットワークインフラとして働く状況」
を表す概念と捉えておこう（きまった定義はない）。

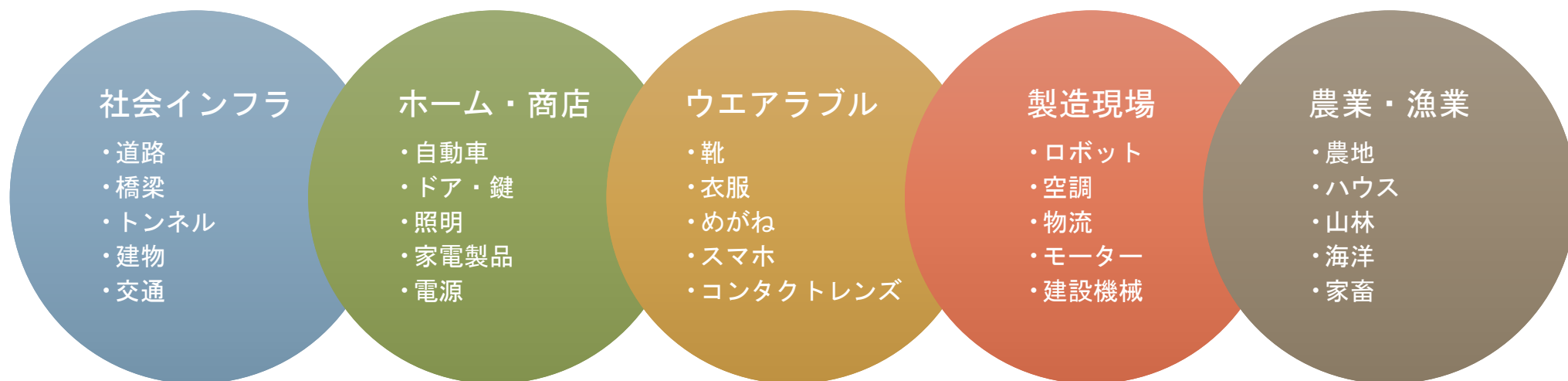
モノがインターネットにつながることは自体は新しくない。
生活様式と産業構造の変化につながったことが重要。

人からモノへのインターネットの拡張のイメージ



対象となるモノ

ほぼ全てのモノと考えられる



目的例

安全管理
メンテナンス
情報提供
観光情報分析
防災

オートメーション
情報提供
セキュリティ
環境制御
供給電力の最適化

通信・通話
健康管理
情報提供
行動分析
危険回避

操作制御
環境制御
在庫管理
異常検知
稼働状況分析

土壌制御
環境制御
災害検知
環境モニタ
家畜健康管理

IoTに必要な技術



一見ランダムな実世界の事象をデータ化して集める

無線ネットワーク

環境発電

センサ

低消費電力マイコン

IoT

AI

サイバースペースで
意味のあるデータを抽出



[重要] IoT関連分野では、ハードとソフトを分けて考えることは出来ないので、両方の専門家になる必要がある。

エネルギーハーベスティング無線センサの試作例

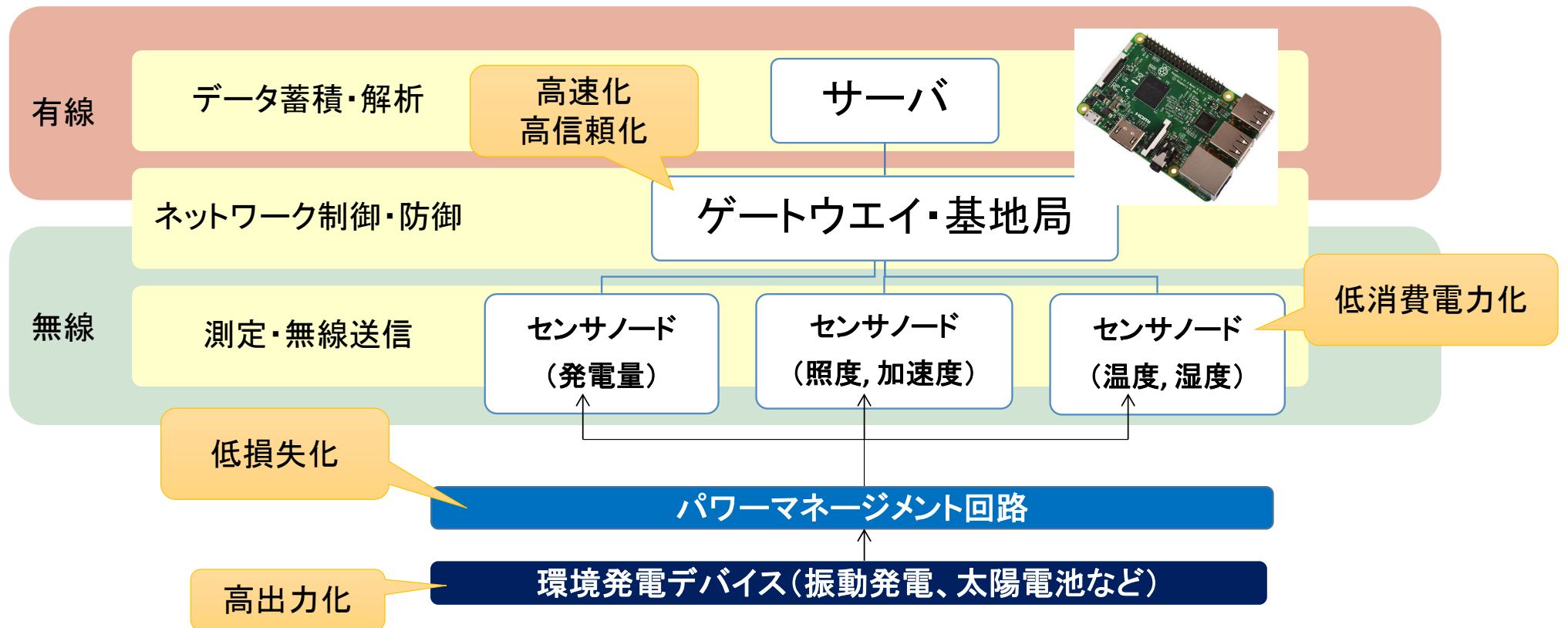


振動発電による無線加速度センサのデモ

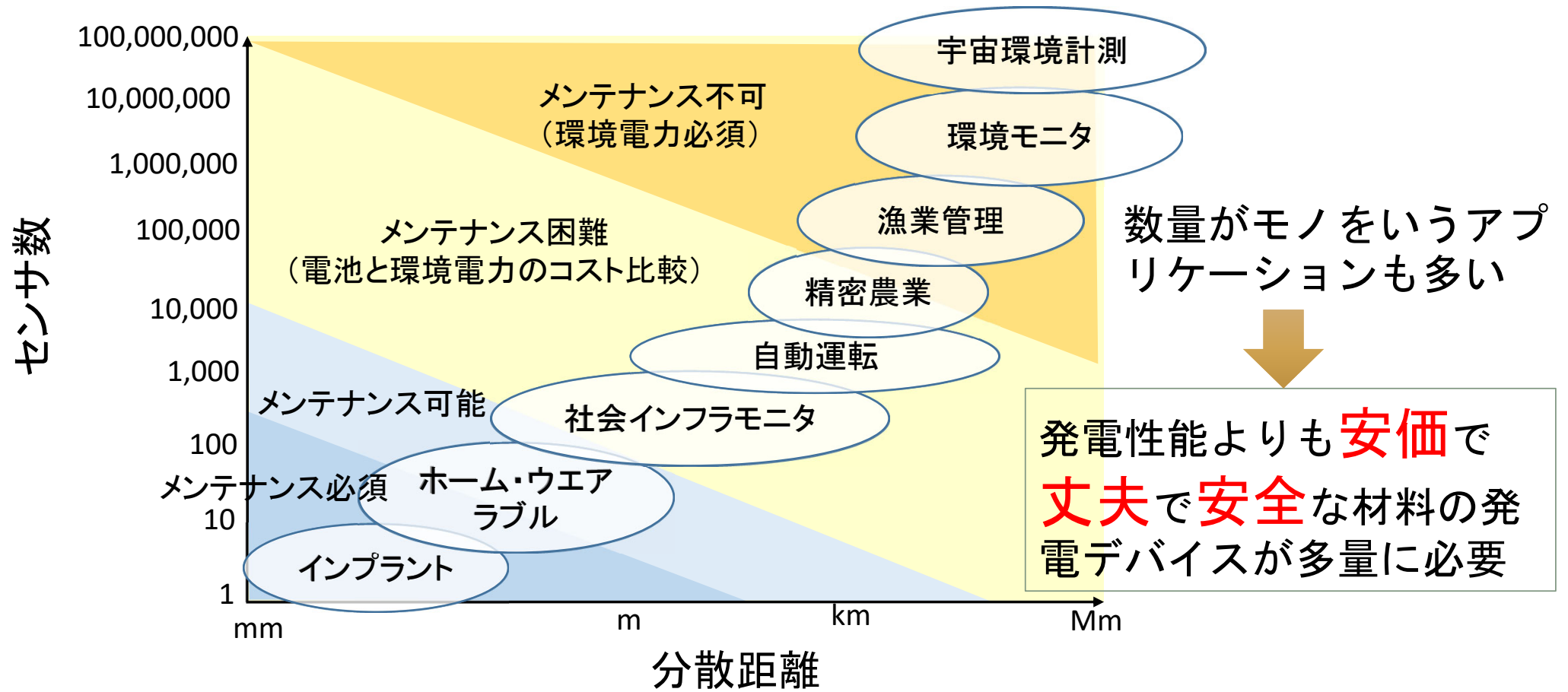


有機薄膜太陽電池による無線ネットワークのデモ

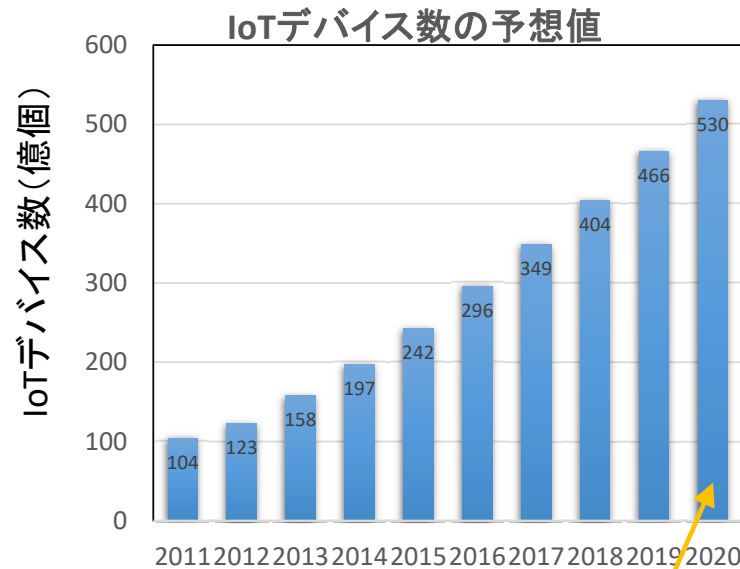
無線センサネットワークの構成例



センサーネットワークのスケール

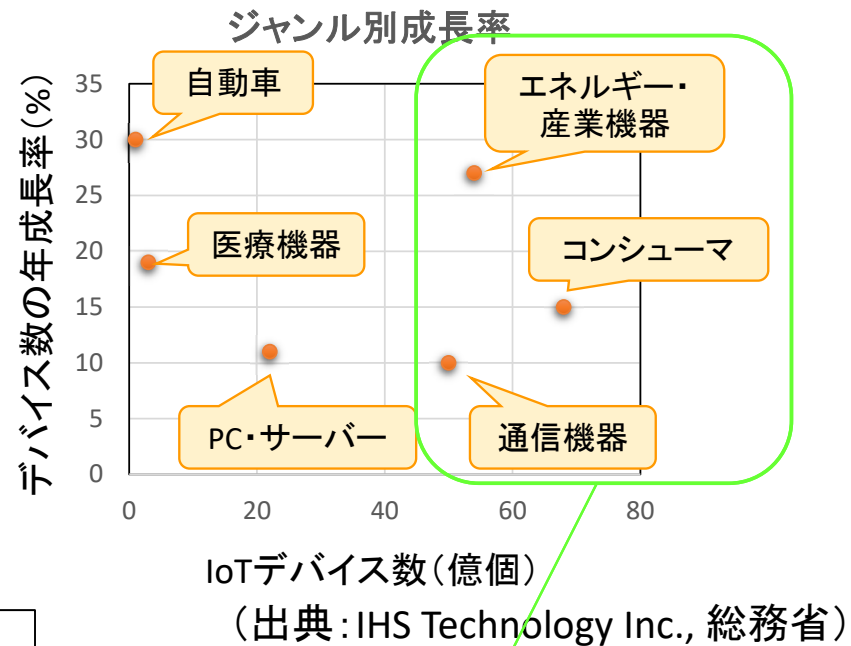


IoTデバイス接続数予想



1台1mWの場合、53MWを消費
(志賀原発1号機の1/10くらい※)

※ 消費電力は小さいが、分散しているため**環境発電が有利。**



IoTによる価値の創出

センサからサービスまでの過程全体を通してIoTを捉える
(インターネットにつなげただけでは使い道が少ない)



IoTの階層構造

クラウドサービスを利用可能

アプリケーション

- 社会インフラ、産業機器、医療、エネルギー、自動車、金融、家電、小売り、物流、農業、畜産

IoTプラットフォーム

- サービス（データ収集、データ処理、認証、セキュリティ）
- 接続（デバイス接続、データ使用料管理、回線使用料管理）

通信・ネットワーク

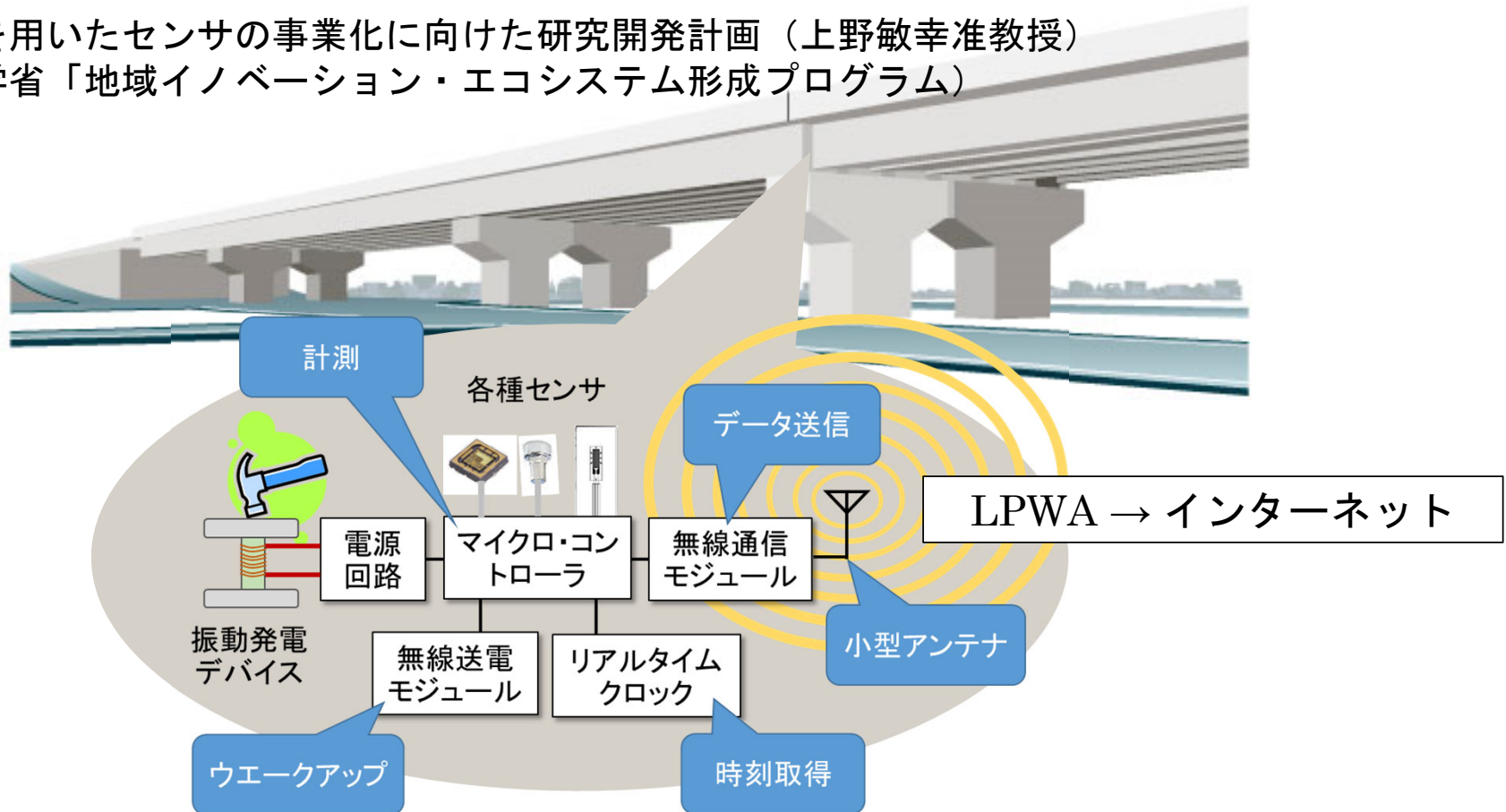
- 無線ネットワーク(WPAN、LPWA※後述、WMAN)
- 固定回線(FTTP, PLC)

デバイス

- センサ（温度、湿度、GPS、圧力、磁気、人感、カメラ）
- アクチュエータ（スイッチ、モータ、ディスプレイ、ロボット）

社会インフラ・プラント設備維持管理システムの例（金沢大学）

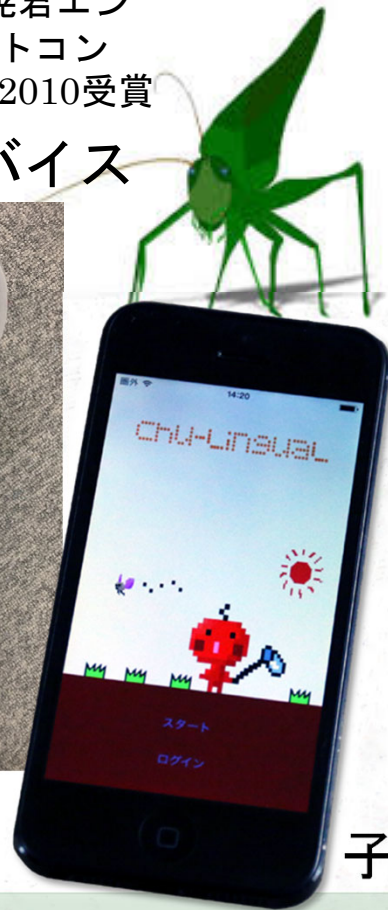
振動発電を用いたセンサの事業化に向けた研究開発計画（上野敏幸准教授）
（文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」）



スマホを利用した環境モニタの例（金沢大学）

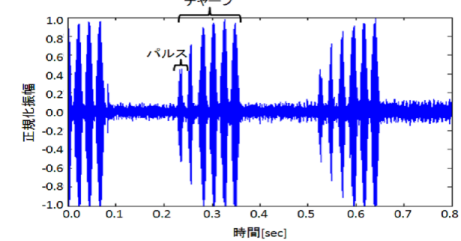
修士1年和田智晃君エンターテインメントコンピューティング2010受賞

定点観測用デバイス



録音・送信
(LTE)

機械学習による自動分類



Google マップ表示

Carrier 2:21 PM
コオロギ
ハラオカメコオロギ

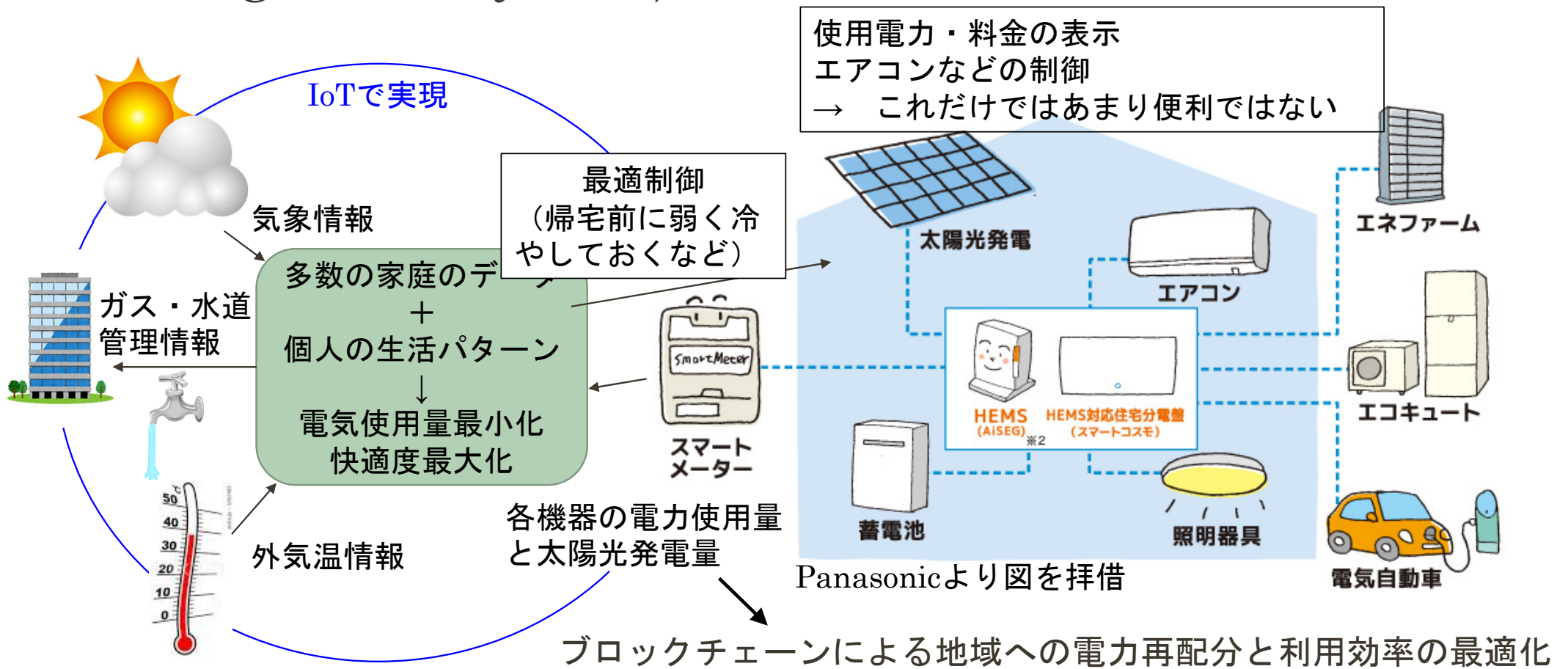
haraokame 66.666667 tsuzuresase 33.333333

なまえ：ハラオカメコオロギ
大きさ：13-18mm
せいそくち：8月から10月にかけてあきち、くさちなどでみられる
かおの下半分がふくれていて、おかめ（おたふく）のように見えることからこのなまえがついた



子供向けアプリ とじる

スマートメータを利用したHEMS(Home Energy Management System)の例



メガネセンサによる能力開発の例

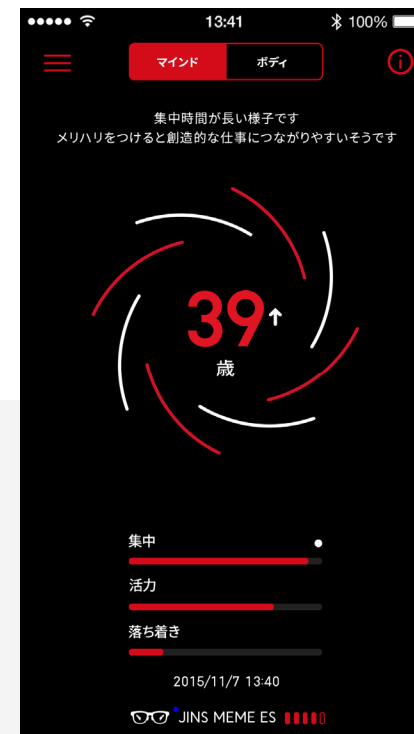
JINS MEME

JINS <https://jins-meme.com/ja/> より拝借



Bluetooth→スマホ→LTE→インターネット

顧客による多量のセンサ情報を集めて分析を行うための開発環境を公開（**オープンイノベーションの例**）。



各種スマホアプリを用意

- アタマ年齢・カラダ年齢アプリ
 - 集中カトレーニング
 - 体幹トレーニング
 - フォーム分析
- など

スマホセンサによる顧客サービス向上の例 (jig.jp)

鯖江市バスどこサービス <http://www.city.sabae.fukui.jp/users/tutujibus/>

バス利用者

- バスの運行状況が分かる
- 時刻表を見なくてもよい

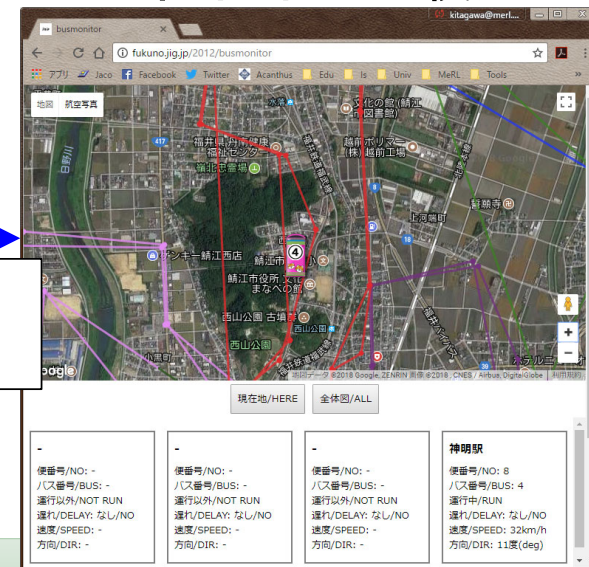
バスにスマホ
を乗せてGPS
データを送る
だけ



LTE→イン
ターネット

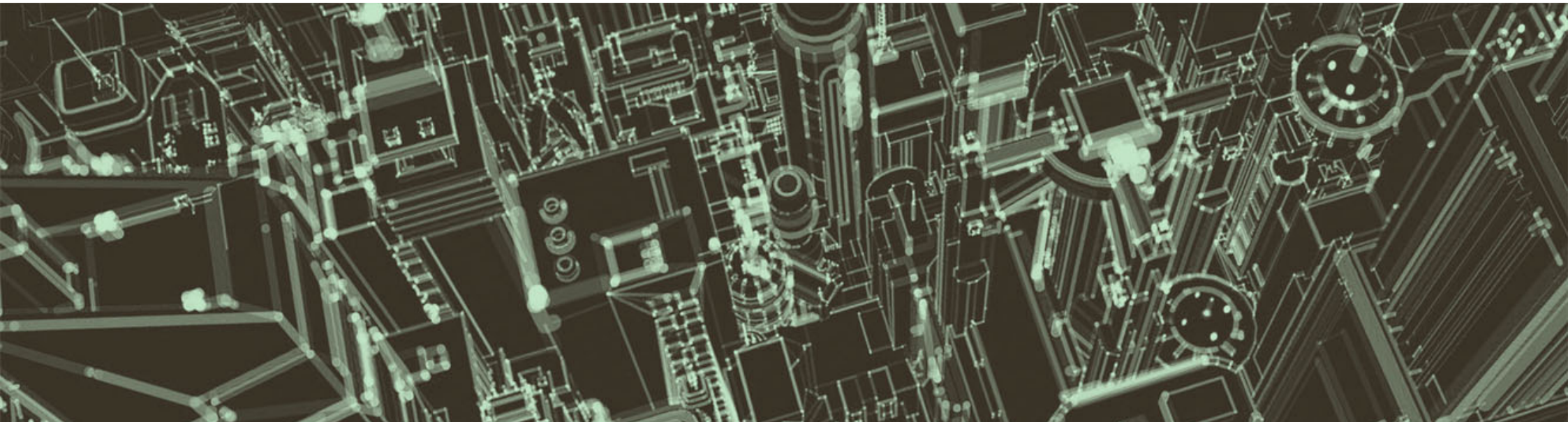
バス会社

- 乗客の傾向を把握
- 運行計画の最適化



今週のまとめ

- ▶ 無線通信規格は、各国の電波法規を満足しつつ、最新の技術を取り入れてつくられている
- ▶ 無線通信規格に応じて、得意とする分野が異なる
 - ▶ 通信距離、伝送速度、チャンネル数、ネットワーク構成、消費電力、デバイスの寸法など
- ▶ IoT(Internet of Things)を想定した多くの無線通信規格が公開または策定されている
 - ▶ 代表的なものに、Bluetooth, ZigBee, EnOcean, LPWA(Wi-SUN, LoRa, Sigfox) などがある
- ▶ インターネットは、（人の）インターネットからもののインターネットIoTに拡大しつつある
- ▶ IoTを用いて、情報を集めることにより、ビッグデータ解析や人工知能に役立てることができる
- ▶ IoTを実現するためには、環境発電、無線ネットワーク、センサ、AIなどの総合的な技術が必要となる



4-3 スマホアプリ入門

Androidアプリの開発を体験しよう



スマホに標準搭載されているセンサと無線通信機能

📶 スマートホンは、多種類のセンサデバイスと無線通信デバイスを搭載した、最も身近なIoTデバイス

無線通信デバイス	センサ
WLAN(WiFi) (IEEE 802.11a, b, g, n, ac)	GPS (Global Positioning System) WiFi RSSI (受信強度) Bluetooth RSSI (受信強度)
Bluetooth (ver. 5.2, 5.0, 4.2)	3D加速度センサ (運動、重力、ステップ) 3D磁気センサ (方位、磁力) ジャイロスコープ (回転)
長距離通信 4G LTE/WiMAX, 5G	照度センサ 気圧センサ

注) 2020秋以降の機種

注) 搭載センサは機種に依存

アプリ開発環境の例

Android Studio (今回はこれを使用)

- 公式IDE(Integrated Development Environment)なので、スマホの最新技術を利用できる(ただし、Androidスマホのみ)。多くの開発環境があるが、まずはAndroid Studioで開発手順を学ぶのがベスト。
- 使用言語: Kotlin, Java

Visual Studio Community (2015以降のバージョンで対応)

- マイクロソフト社の開発環境により、Windowsソフトとスマホアプリ(Android, iPhone)が開発できる。
- 使用言語: C++ (C#やJavaScriptも使える)

SL4A (Scripting Layer for Android)

- スマホの中で、スクリプトを使って開発できる。
- 使用言語: Python, Perl, BeanShell (Java)など

Unity

- ゲームやVRの開発の標準環境
- 使用言語: C# (他の言語にも対応)

参考: プログラム言語は使い分けが必要

- Webアプリ (JavaScriptなど)
- ネイティブアプリ
 - Android (Kotlin)
 - iOS (Swift)
 - Windows (C#, C++)
- 組み込みシステム (C, Pythonなど)

課題4：簡単なアプリの開発体験（宿題）

- 今回の課題として、加速度計を作ってみよう
- 提出物**：プロジェクトファイル一式をzipに圧縮して提出すること。感想文またはエラーレポートは、テキストファイルかWordで作成して、プロジェクトフォルダにコピーしておいてください
- 上手く動作した場合は、感想文を提出してください
- 動作しなかった場合やAndroidスマホを借りられない場合は、「どの段階まで成功して、どのようなエラーがあったか」を具体的にレポートしてください
- 解説URL
 - <http://jaco.ec.t.kanazawa-u.ac.jp/kitagawa/edu/> ← 学生の作品紹介などもあります（VR、IoTデバイス、ゲームなど）
より、「電子情報通信工学序論」 - 「スマホアプリ開発入門」をクリック

学生による応用製作例

[Bluetoothと加速度センサを用いたリモコンカーの製作例（3年生 高橋翼氏）](#)