

IoTと社会

IoTに関する3回の講義の予定

- 第9回(6/11)、IoTの概要説明。参考情報の提供。
 - 6/16(水)までにプレゼン資料1枚のPDFを提出。
- 第10回(6/18)、第11回(6/25)は提出したPDFを2分程度で口頭発表してもらう。
 - 授業時間になっている金曜日の9:00から10:30にTeamsでリアルタイム会議を開催。
 - 教員が司会者になって、学生番号順に1名ずつ指名して発表してもらう。

提出するプレゼン資料について

- フォーマットは「**提出物のフォーマット.pptx**」を使うこと。
- 参考にする資料として「**IoTの本質と技術動向.pdf**」の一つのページを指定すること。その**ページ番号を「提出物のフォーマット.pptx」の下欄に記入**すること。
- 提出期限は6/16(水)の24:00。

IoT:「もの」がインターネットにつながる1/2

- IoT (Internet of Things) : 物のインターネット
- これまでインターネットにつながるものは、人が使うパソコンやスマホなどの端末であった。IoTは機械・装置・センサー・ロボット・車・家など、**普通の端末ではないものがネットにつながる**こと。
- IoT**デバイス**は、IPアドレスを持ちインターネットに接続可能な機器や、ネットワークの入出力に使われるデバイス(**センサ**や**アクチュエータ**)を指す。
- 現状、端末以外のものがネットつながっていればIoTである。

IoT:「もの」がインターネットにつながる2/2

- IoTはRFID (Radio Frequency Identifier、電子タグ) から本格化した。
- 類似の概念に、以下のものがある。
 - ユビキタス・コンピュータ (どこでもコンピュータ)
 - M2M通信 (M2M: Machine to Machine、機械同士の通信)
 - CPS (CPS: Cyber-Physical System、サイバーフィジカルシステム)
- IoT的なものはGE (General Electronics、米国の電機メーカー) の発電機やコマツの建設機械の例などがあるが、これらは閉じたシステムである。IoTの本当の意義はオープン性にある、と言われる。

IoTに至る道

- TRONプロジェクト、1984年から
 - 組込みシステムの未来像として超機能分散システムを目指したプロジェクトで、東大の坂村健教授が推進した。
- ユビキタス・コンピューティング、1991年ごろから
 - 社会のいたるところにコンピュータが存在し、意識せずともコンピュータを利用できる環境。Xerox PARC(パロアルト研究所)のマーク・ワイザーが提唱した概念。
- RFIDとIoT、1999年ごろから
 - P&Gのケビン・アシュトンが、RFIDがサプライチェーンを変革するというプレゼンのタイトルにIoTという言葉を使った。その後、RFIDだけでなく、よりユビキタス・コンピューティング的なイメージのものをIoTとよぶことが一般的になった。

RFID : Radio Frequency Identifier

- IDを格納した半導体チップで、近距離の無線通信でIDを読み取れるもの。

- 無線ICタグ、電子タグ



- アクティブ型（電池内蔵）とパッシブ型がある。

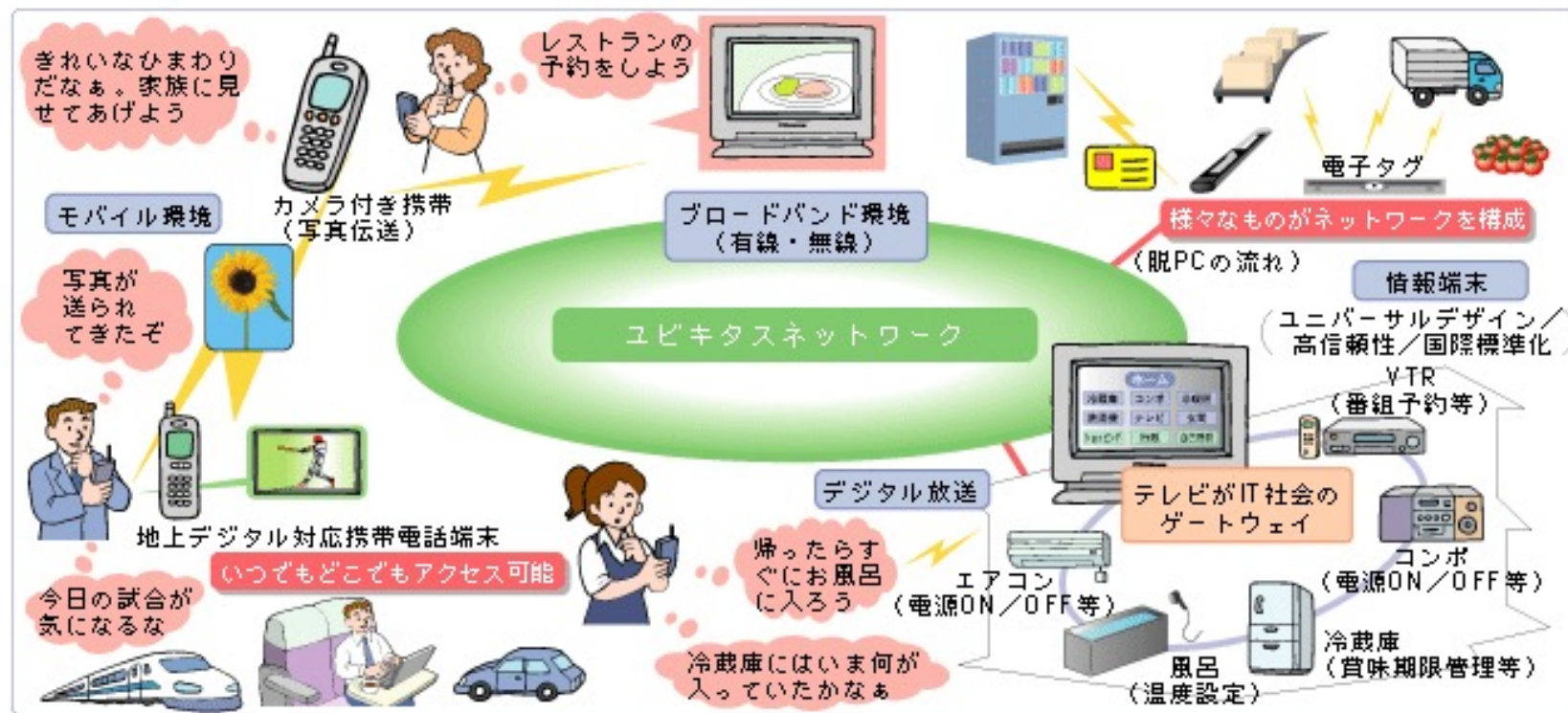
- 非接触ICカード（SUICA、ICOCA、PiTaPaなど）に広く実用化されている。
- 安価なパッシブ型を一般の商品に付与することができれば、コンビニの無人レジなどを容易に実現できる。しかし、价格的に難しい（1個数円は必要）ようである。

RFIDの活用分野

- SuicaやICOCAなどの非接触ICカードやスマホに、ソニーのFeliCaが使われている。
 - Felicaはカード、リーダ／ライター、通信コマンド、暗号、RFIDデバイス、などを含む規格。
- 物流やアパレル店での在庫管理に使われている。

ユビキタス・コンピューティング

- 1990年代後半から2000年ごろによく使われた言葉で、「生活場面で、多数のコンピュータを、それほど意識することなく自然に使っている環境」を意味していた。



(出典) 「ネットワークの現状と課題に関する調査」 9

M2M通信

- 機械と機械が通信で情報交換することで、広域での自動制御を行うシステム。
 - － 機器の遠隔モニタリングや、電力・ガスメータのテレメタリング（自動読み取り）など



サイバー空間とフィジカル空間の融合

フィジカル（現実）空間から**センサー**と**IoT**を通じてあらゆる情報が集積（**ビッグデータ**）
人工知能（AI）がビッグデータを解析し、高付加価値を**現実空間**に**フィードバック**

これまでの情報社会(4.0)

Society 5.0

サイバー空間

クラウド

人がアクセスして情報を入手・分析



人がナビで
検索して運転



人が情報を分析・提案



人の操作により
ロボットが生産

フィジカル空間

サイバー空間

ビッグデータ

解析 AI 人工知能

センサー情報

環境情報、機器の作動情報、
人の情報などを収集

高付加価値な情報、
提案、機器への指示など



自動走行車で
自動走行



AIが人に提案



工場で自動的に
ロボットが生産

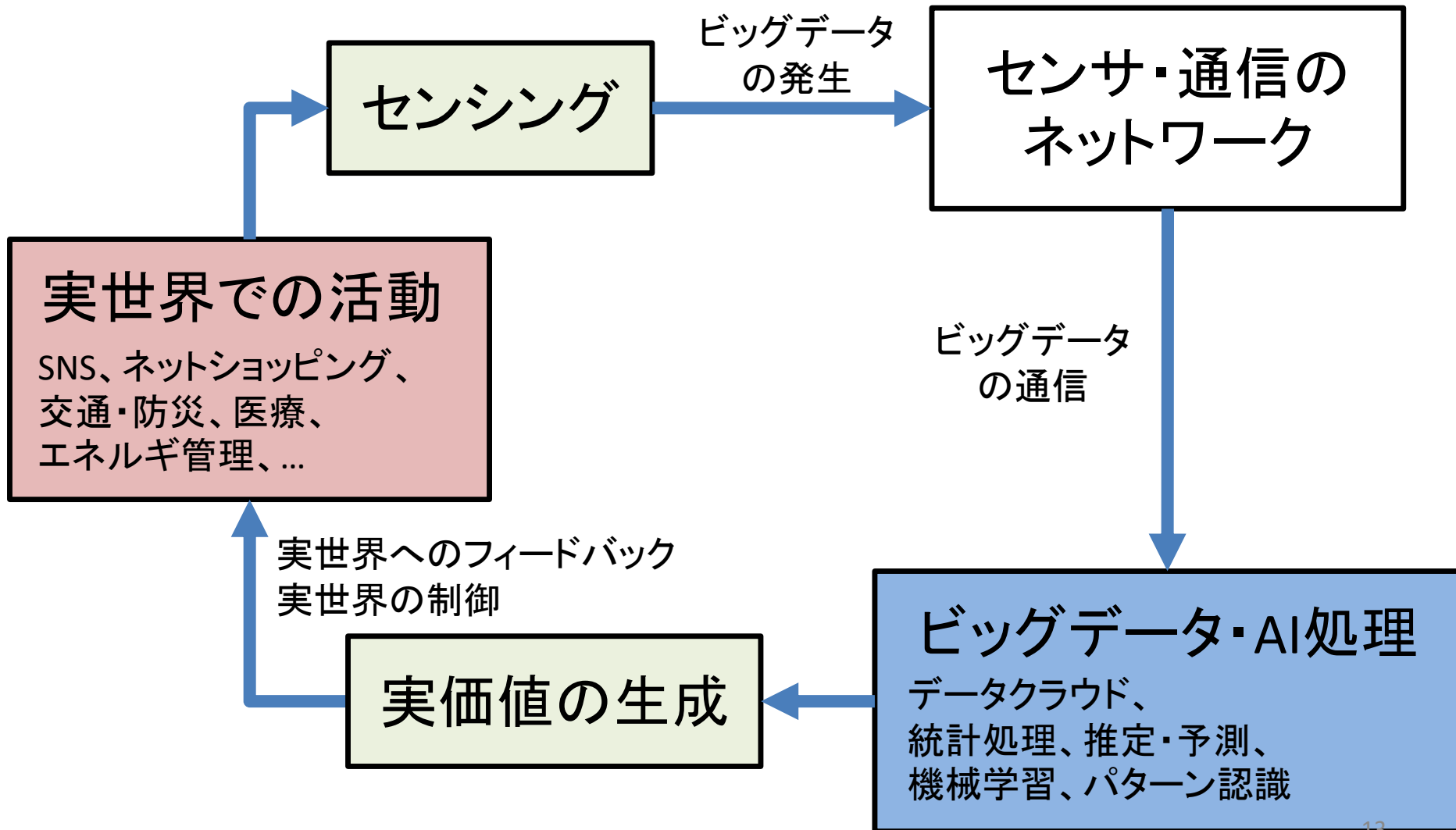
フィジカル空間

IoTネットワーク

- デバイスに取り付けたセンサがデータを生成する。センサネットワークを経てIoTゲートウェイに集約し、広域ネットワークを経てIoTプラットフォーム(クラウド)に至る。

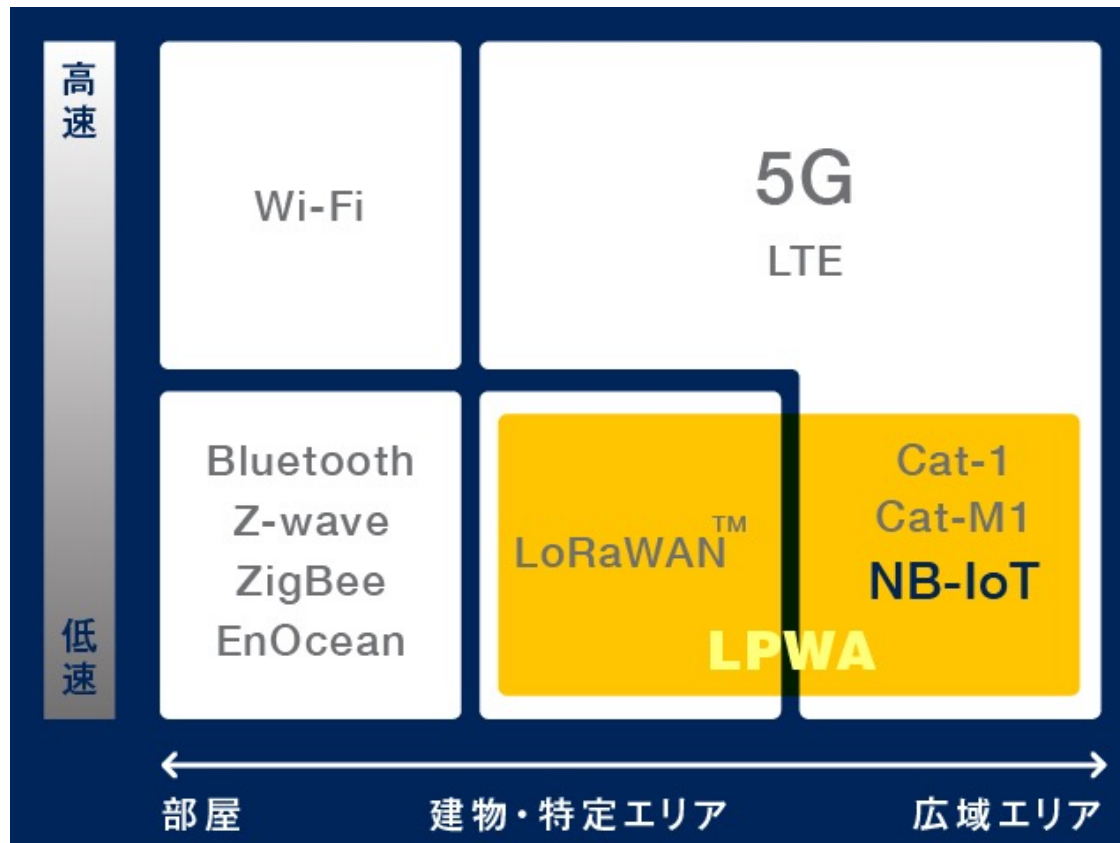


IoT、ビッグデータ、AI



さまざまな無線通信技術

- IoTに適しているのはLPWA (Low Power Wide Area、広域低消費電力通信)である。



産業分野でのIoT

- ドイツのインダストリー4.0、米国のIndustrial Internetは、工場での生産効率の向上や、発電機のような大規模産業機械のサービス性を向上させるためのIoT技術である。
- 例えば、発電機の重要部品や動作をセンサーで常時監視できるようにし、それをインターネット経由でモニタリングすることで、故障の予兆を早期に発見できる。
- コマツのKOMTRAXというシステムでは、建設機械にGPSや通信システムを装備し、機械の稼働状態を365日把握できるようにしている。

各国の産業高度化の取り組み

ドイツ インダストリー4.0

- 世界に先駆け「第4次産業革命」を提唱
- シーメンスが完全自動化工場

日本 コネクテッド・インダストリーズ

- ファナックなど個別企業は先行
- 国全体の取り組みに遅れ

米国 インダストリアル・インターネット

- GEなどがエネルギーや交通も含め展開
- グーグルなどIT大手も進出うかがう

中国 中国製造2025

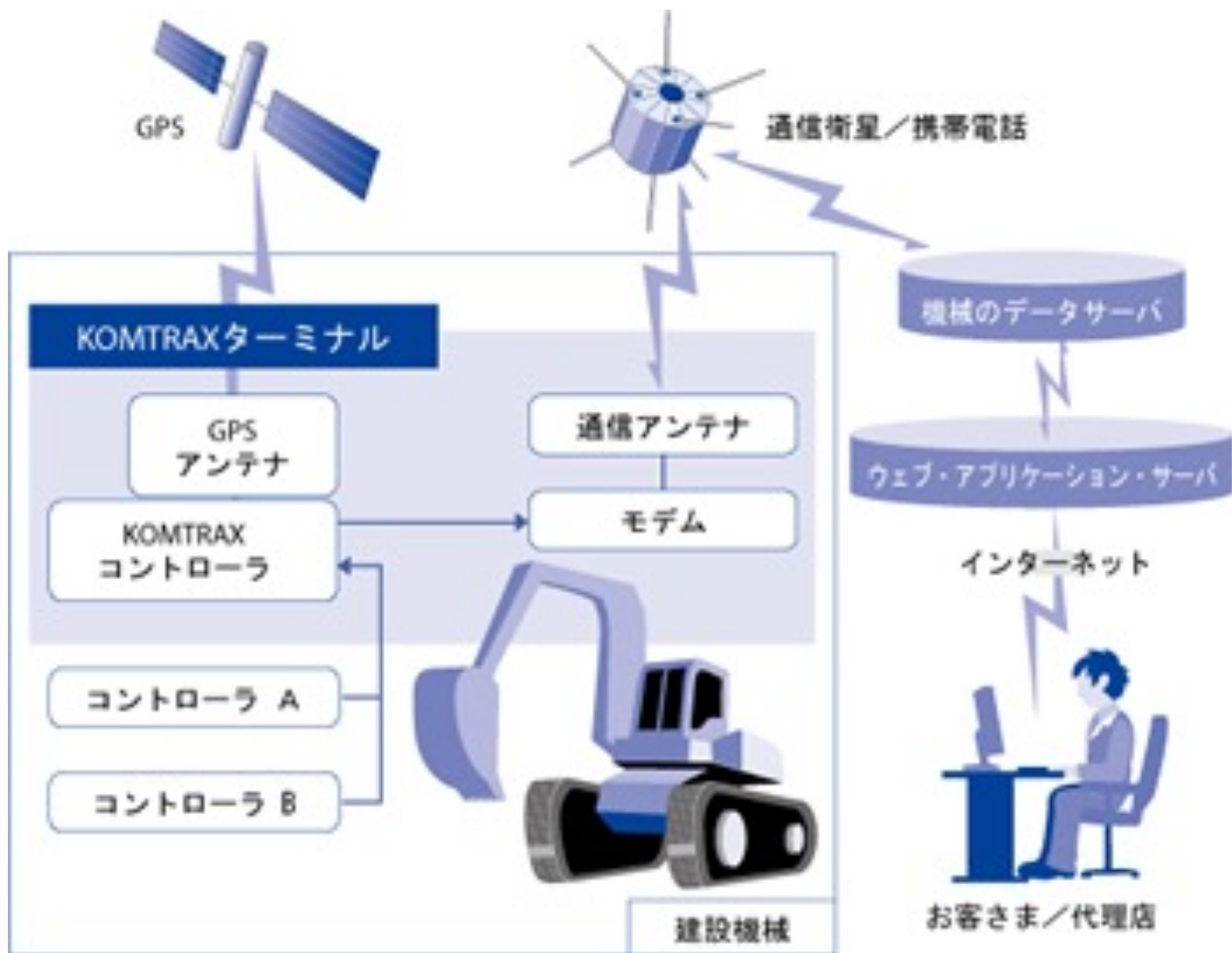
- 「まだ製造強国ではない」(李克強首相)
- 国主導で高度化を推進

ドイツのインダストリ4.0の例

ポッシュのシステムでは、ブルートゥースで熟練作業員や若い作業員とつなぎ、作業員に応じた指示を出している。



コマツのKOMTRAX



組み込みコンピュータ1/2

- **組み込みコンピュータ**は、機械や装置に組み込まれ、機器を制御するコンピュータである。**マイクロ・コントロール・ユニット (MCU)**ともいうこともある。
 - マイコンという言葉もあるが、正確には、マイコンは半導体チップ化したコンピュータのことである(マイクロプロセッサ)。パソコンのCPUもマイコンである。
- 2012年で、MCUが172億台、PCが3.5億台、スマホが7.1億台。
 - 2020年にはインターネットにつながるノード数が260億個～500億個と予測されている¹⁾。

組み込みコンピュータ2/2

- IoT以前の組み込みコンピュータはインターネットにつながっておらず、機器のコントローラにとどまっていた。
- 最近のチップ（ARMなど）や、それを使ったCPUボード（Raspberry Piなど）は、容易にインターネットに接続できる。
- 組み込みコンピュータ用のOSはTRONが多く使われた（特に日本では）。最近ではLinux系も多い。

組込みOS

- 組込みコンピュータの中でも、低機能なものはOSを持たない(例えばArduinoやPICマイコン)。高機能なものはOSを備えるが、Windowsのようなパソコン用OSとは異なる。
- 組込みコンピュータの特徴はリアルタイム性^{注)}である。機械を制御するにはマイクロ秒オーダでの精度が必要。
- リアルタイム性を重視したOSをRTOS (Real-time operating system) という。組込みOSにはRTOSを用いることが多い。

注)リアルタイム性(実時間性)は「即座に応答する」という程度の意味である。人間相手の動作であればmsecのオーダでリアルタイムと言える。機械の制御ではμsecの精度が必要である。このように、リアルタイムと言っても、時間のオーダは用途によって異なる。

インターネットにつながるもの

- IoTの時代へ
 - 2002年ユビキタスIDセンター(日本)、2008年CASAGRAS(欧州)、2010年Industries4.0(ドイツ)、2012年Industrial Internet(米GE)。
- IoTを構成する要素技術
 - 通信技術: RFID・電子タグ、ICカード、NFC、Bluetooth、ZigBee、ECHONET、Wi-SUN、可視光通信、UWB、6LoWPAN、CoAP
 - 位置特定技術: 場所コード、GPS、無線電波、ビーコン、タグ、RFID・バーコード、
- 新しい組み込みシステム
 - 個々の機器のセンサーとアクチュエータを制御し、ネットワークに接続できるもの。
 - 従来の組み込み機器との大きな違いは、ネットワーク経由のAPIを通して、機器を制御でき、機器の状態を取得できること。

モノとモノがつながる世界

- モノがネットにつながる世界
 - いくつかの例：薬品トレーサビリティ、建築トレーサビリティ、食品トレーサビリティ、機器メンテナンス、...
- IoTとは世界の組み込みシステム化
 - 世界全体が自動的に状況を判断し、最適な制御を計算し、社会プロセスを実行する。
 - ビルのエレベータを人流に応じて制御するなど。

IoTのキープレイヤー：測位技術

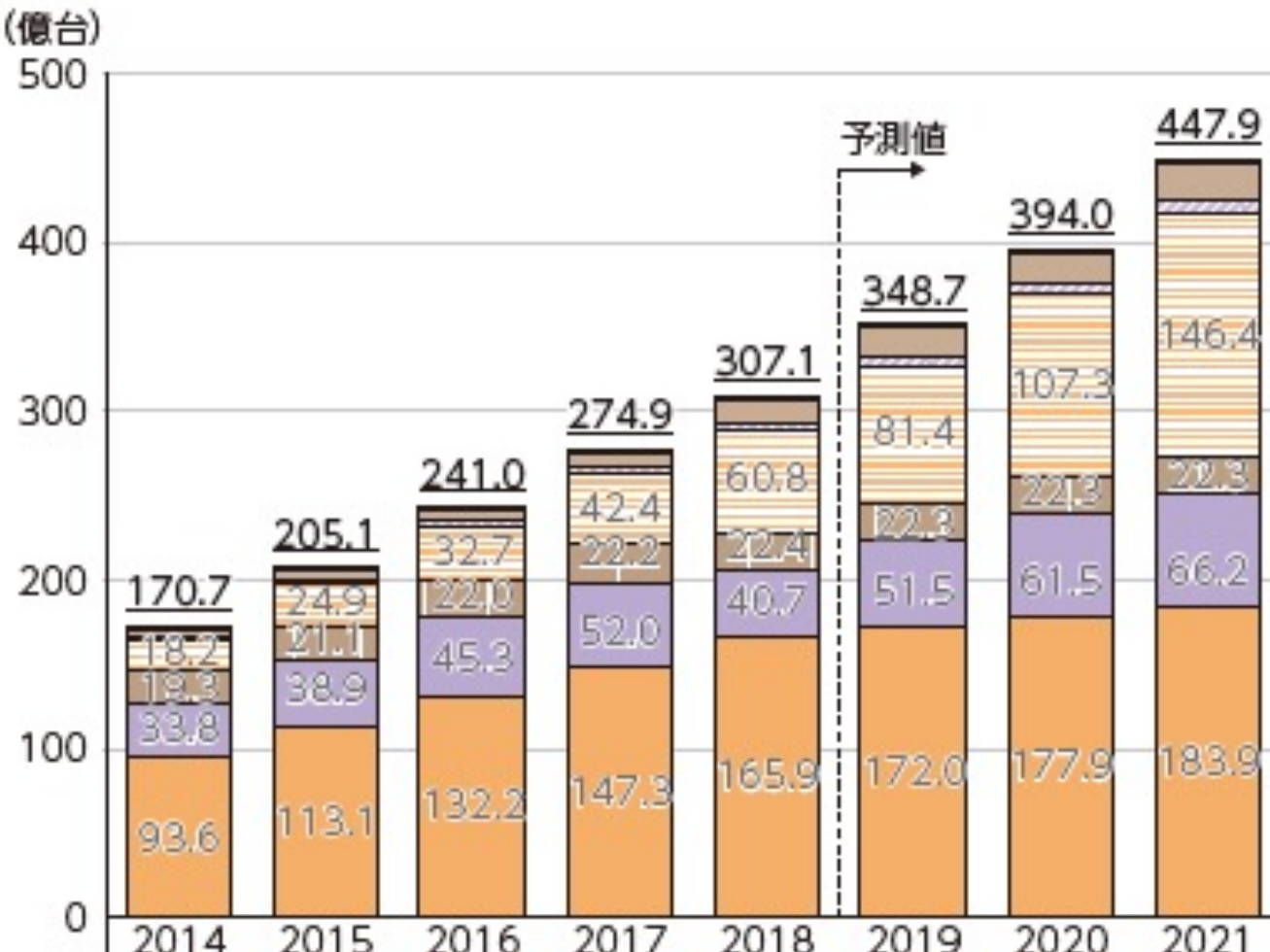
- GPS (Global Positioning System)
 - 複数のGPS衛星が発する電波信号から位置を特定する技術。スマホのGPSの精度は数m程度。
- 無線通信の電波を利用する方法
 - スマホの基地局やWiFiの電波強度などから、位置を推定することができる。
- ビーコン
- RFIDやバーコードを利用する方法

GPS (Global Positioning System)

- 1978年にGPS衛星の打ち上げ開始。
- 1980年代に民間利用が始まる。

世界のIoTデバイス数の推移と予測

- 自動車・輸送機器
 - 医療
 - 産業用途(スマート工場、スマートシティ)
- で高成長が予測されている



情報通信白書2019、図表1-2-1-3

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
軍事・宇宙・航空	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0
自動車	3.8	4.7	6.0	7.5	13.5	16.6	19.1	22.0
医療	2.0	2.3	2.8	3.4	3.9	4.8	5.9	7.1
産業用途	18.2	24.9	32.7	42.4	60.8	81.4	107.3	146.4
コンピュータ	19.3	21.1	22.0	22.2	22.4	22.3	22.3	22.3
コンシューマ	33.8	38.9	45.3	52.0	40.7	51.5	61.5	66.2
通信	93.6	113.1	132.2	147.3	165.9	172.0	177.9	183.9

参考文献など

- Web上の資料、「2019年度版 IoTの本質と技術動向」、中谷隆之、
https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/lecture/20190611_nakatani_IoT.pdf
- 書籍、「コンピューターがネットと出会ったら」、坂村健、2015年