

# これからのIoT分野における 相互接続試験について ～相互接続試験のあり方が変わる～

総務省 情報通信審議会 専門委員

スマートIoT推進フォーラム 技術戦略検討部会 技術・標準化分科会長

情報通信技術委員会(TTC) 特別委員

ITU-T Academia Member Focal Point

直流給電アライアンス 議長

ECHONETコンソーシアム アドバイザリフェロー

JEITA スマートホーム部会 部会長

IEC TC100 expert / JEITA 客員

電気学会SGTEC 委員 (IEC TC57 国内委員)

スマートコミュニティアライアンス(JSCA) 通信インタフェース SWG 座長

ISO/IEC JTC1 SC41 Committee Member / 情報規格調査会 SC41専門委員会 委員

北陸先端科学技術大学院大学 / 情報通信研究機構

丹 康雄 ytan@jaist.ac.jp

2017.10.05

# IoTとは何か

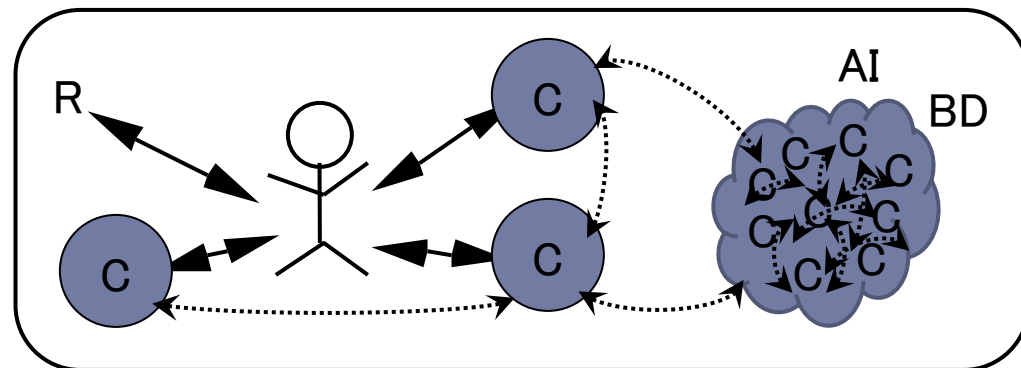
# 現在に至る情報システムの発展の流れ

---

- ▶ 1980年代からの実世界指向コンピューティング
    - ▶ ユビキタスコンピューティングへの流れ
    - ▶ 1990年代には実現
    - ▶ 物理世界と計算機世界(仮想世界)との連携
  - ▶ 2000年前後からのネットワークの浸透
    - ▶ 常時接続ブロードバンドインターネットの普及
    - ▶ 接続技術の進展と、組込みシステムの高度化
    - ▶ 複合的なシステムにならざるを得ない状況に
  - ▶ Web2.0(2005年)以降のネット内の強力なインテリジェンス
    - ▶ 現在のビッグデータ解析に至る急速な流れ、AIの復権
  - ▶ 2014年頃から上記3つが組み合わされたIoTシステムの存在感が増大
    - ▶ 第一次産業をはじめとする全産業への展開、社会システムの見直し
  - ▶ Industrie 4.0に代表される、国をあげての取り組み
    - ▶ 仕事のしかたや社会的な制度の見直し、職業観の変化といったメタなところまでも
-

# IoTシステム

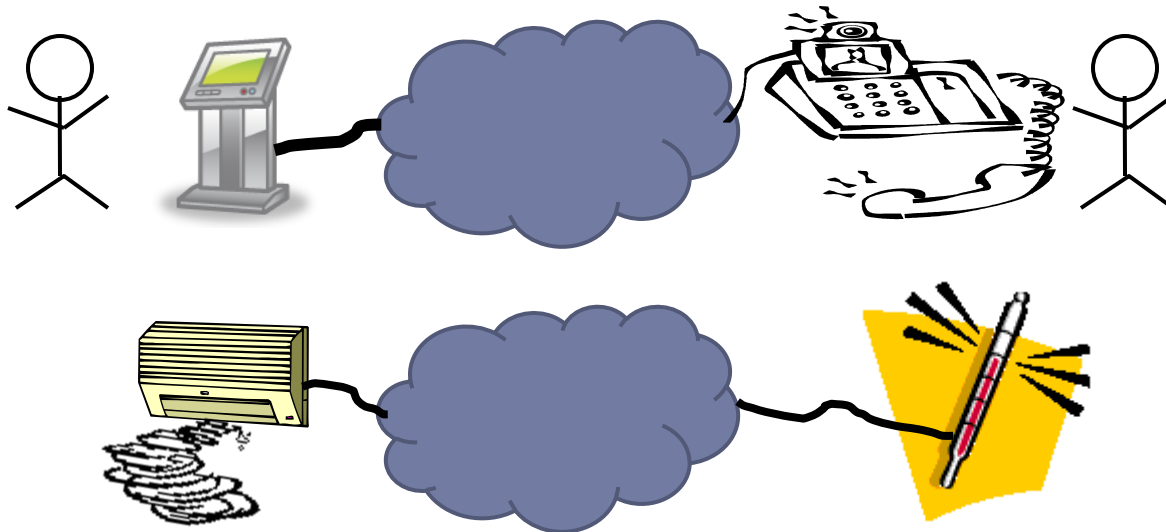
- ▶ 従来型の計算機(IT)システムとも、組み込み計算機(ET)システムとも異なる
- ▶ その二つの融合した形態に近い
  - ▶ 実世界とのやりとりがあること
    - ▶ センサ アンド アクチュエータ
    - ▶ CPS(Cyber Physical Systems)
  - ▶ ネットワークを利用し、個々の要素が連携すること
    - ▶ M2M(Machine to Machine), IoT(Internet of Things), IoE(Internet of Everything)
    - ▶ SoS(System of Systems)
  - ▶ インテリジェンスがネットワークのどこかにあること
    - ▶ クラウド
    - ▶ ビッグデータ



# Machine to Machine (M2M)の通信

---

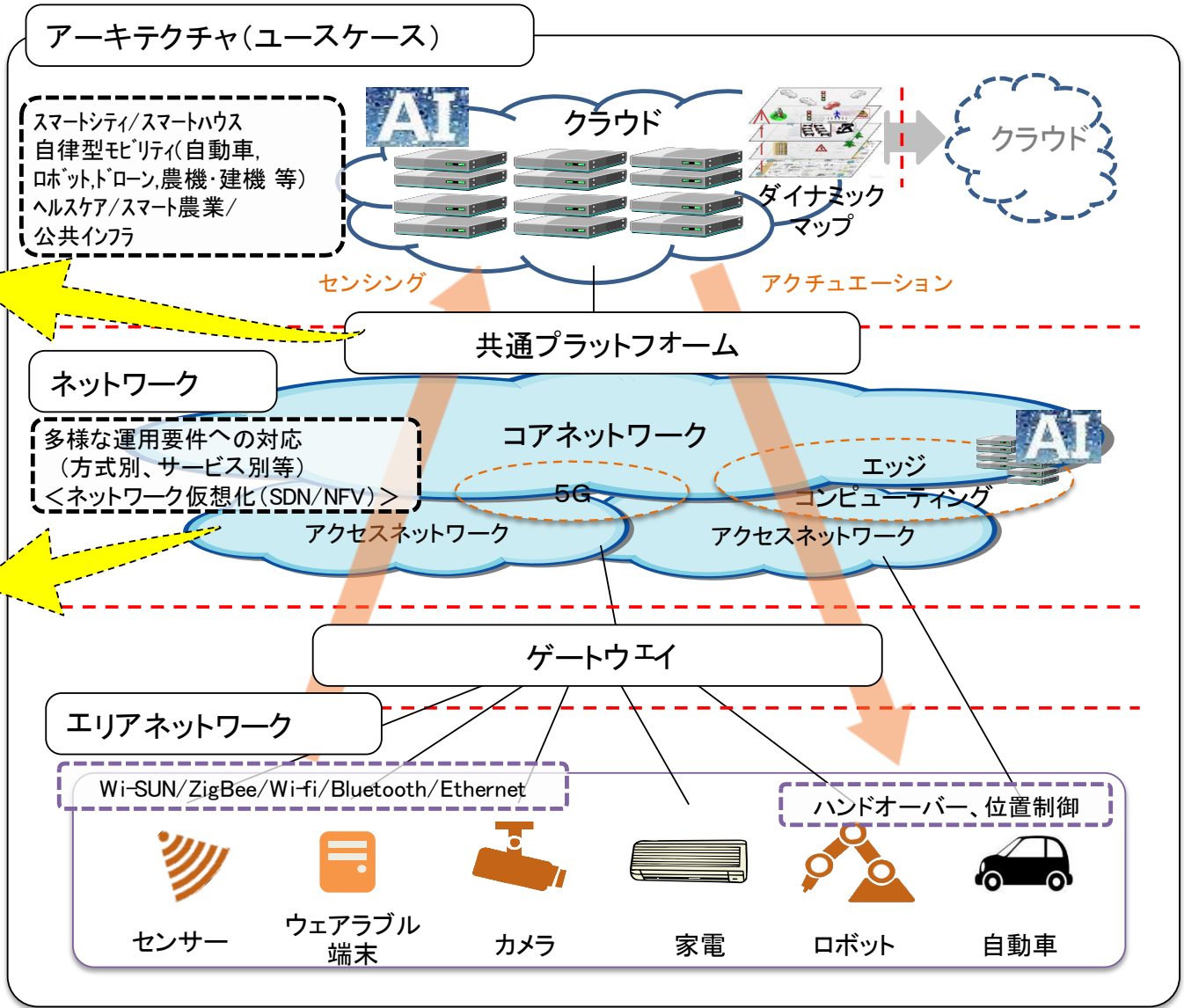
- ▶ ヒトとヒトではなく、モノとモノの通信
- ▶ ヒトとヒトの通信でも両側に端末が存在するが、ヒトがインテリジェンスを持つ
- ▶ M2Mの場合には端末の後ろにヒトがいない
- ▶ 異分野間の接続を想定



# IoT/BD/AI時代の先端IoTシステムの共通プラットフォーム・共通基盤技術の開発

## <取組の方向性>

- ◆ 特定サービス毎の垂直統合による囲い込みに対応するため、
  - ① 特定サービスに依存しない、データ収集・利用、デバイス管理
  - ② 異なるベンダー間の相互接続性
  - ③ サービスの重要度に応じたネットワークの資源配分と接続の信頼性確保
 を可能とするIoT共通プラットフォームの実現。
- ◆ 先端IoTシステムの実現に必要な共通基盤技術の開発。
  - \* 超低遅延(1ms程度)
  - \* 超高速(10Gbps)
  - \* 超多数同時接続(100万台/km<sup>2</sup>)
  - \* 自動走行(100km/h,128台/km<sup>2</sup>)
  - \* 次世代AI(AI+脳科学)
  - \* ユースケースに即した上記機能の選択・対応 等



# IoTシステムの構成要素

# IoTシステム実現の5要素

---

1. つなげる
  - ▶ 使える道具(情報)を確保する [コネクティビティの確保]
2. 感じる
  - ▶ 様子を見る、空気を読む [センシング、物理情報の取得]
3. 判断する
  - ▶ 知識に基づいて何をするか決める [制御、ビッグデータ]
4. 動かす
  - ▶ 手を出す [アクチュエーション、物理的な作用]
5. 記憶する
  - ▶ 知識を蓄える [データベース化]



# 1. つなげる

## HEMSの例 TTC TR-1043に記載されている伝送技術

5-7	ECHONET Lite							Layer2の フレーム上 に ECHONET Lite
4	UDP / TCP							
3	IPv4 IPv6		IPv6 6LoWPAN	IPv4 IPv6		IPv6 6LoWPAN		
2	IEEE802.3 ファミリ	G.9961 G.9972	IEEE1901	ITU-T G.9903	IEEE802.11 ファミリ	IEEE802.15.1 ファミリ PANプロファイル	IEEE802.15.4 IEEE802.15.4e	
1	IEEE802.3 ファミリ	G.9960 G.9963 G.9964 G.9972	IEEE1901	ITU-T G.9903	IEEE802.11 ファミリ	IEEE802.15.1 ファミリ	IEEE802.15.4 IEEE802.15.4g	
媒体	UTP 光ファイバ	電力線			電波 (2.4/5G)	電波 (2.4G)	電波 (2.4G/920M) (※)	

Ethernet

ITU-T  
G.hnIEEE1901  
JJ-300.20  
JJ-300.21  
HD-PLCITU-T G.hnem  
JJ-300.11  
G3-PLC

Wi-Fi

Bluetooth

IEEE802.15.4/4e/4g  
JJ.300-10  
Wi-SUN  
ZigBee IP, 920IP

©IAN Yasuo 2013

※2.4G は、ZigBee IP のみ対応

# 組み系ネットワークの特徴

- ▶ IP層で集約されるようなプロトコルスタックではなく、直接データリンクの機能を使うようにアプリケーションが組みあがることが珍しくない
- ▶ オプションが多いため、プロトコル名が決まっただけでは相互接続性があるとは限らない場合がある

ECHONET Lite
UDP
IPv6/6LoWPAN
IEEE802.15.4e
IEEE802.15.4g

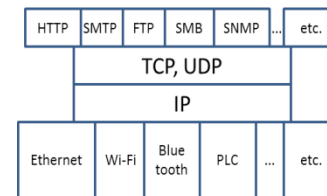
920MHz帯の電波

ECHONET Lite
UDP
IPv6, IPv4
IEEE802.3u, <u>ab</u>
IEEE802.3u, <u>ab</u>

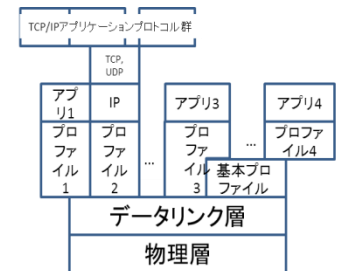
UTP

(a) オプションが多く、プロトコル名だけでは実装が定まらない例(920MHz帯無線)

(b) プロトコル名だけでほぼ実装が定まる例(Ethernet)



(a) TCP/IPのプロトコルスタック



この例の場合には、プロファイル2としてIP伝送のためのプロファイルが規定され、その上にIP上のプロトコルスタックが載る

(b) 組み系ネットワーク技術のプロトコルスタック

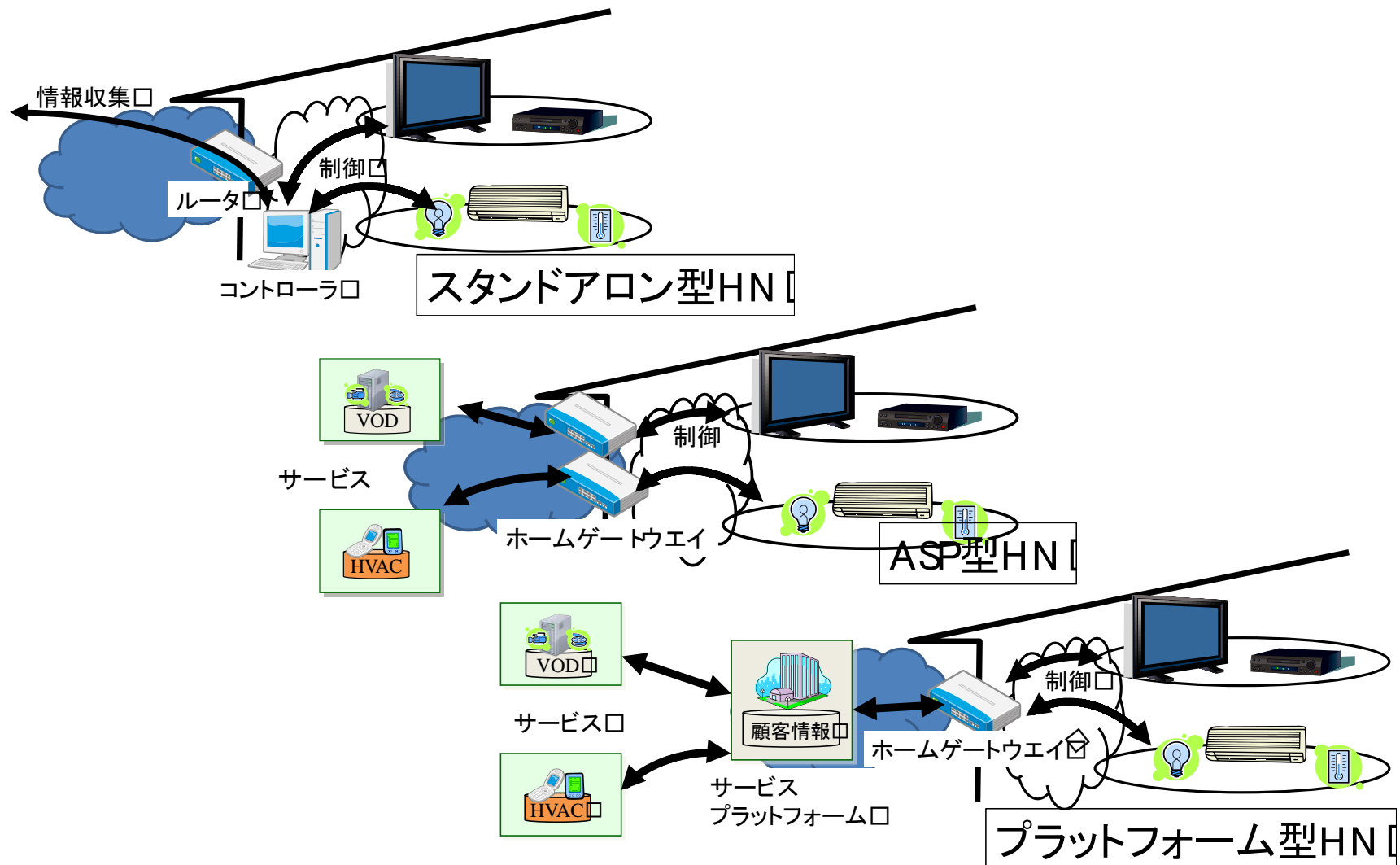
図 3 プロトコルのオプションによる違い

図 4 TCP/IPと組み系ネットワーク

## 2. 感じる、4. 動かす

クラスグループ	機器 <span style="float: right;">16.05.27 Appendix Rel.H</span>
センサ関連機器クラスグループ	ガス漏れセンサ, 防犯センサ, 非常ボタン, 救急用センサ, 地震センサ, 漏電センサ, 人体検知センサ, 来客センサ, 呼び出しセンサ, 結露センサ, 空気汚染センサ, 酸素センサ, 照度センサ, 音センサ, 投函センサ, 重荷センサ, 温度センサ, 湿度センサ, 雨センサ, 水位センサ, 風呂水位センサ, 風呂沸き上がりセンサ, 水漏れセンサ, 水あふれセンサ, 火災センサ, タバコ煙センサ, CO2センサ, ガスセンサ, VOCセンサ, 差圧センサ, 風速センサ, 臭いセンサ, 炎センサ, 電力量センサ, 電流値センサ, 水流量センサ, 微動センサ, 通過センサ, 在床センサ, 開閉センサ, 活動量センサ, 人体位置センサ, 雪センサ, 気圧センサ
空調関連機器クラスグループ	家庭用エアコン, 換気扇, 空調換気扇, 空気清浄器, 加湿器, 電気暖房機, ファンヒータ, 業務用パッケージエアコン室内機, 業務用パッケージエアコン室外機, 電気蓄熱暖房器
住宅・設備関連機器クラスグループ	電動ブラインド・日よけ, 電動シャッター, 電動雨戸・シャッター, 電動ゲート, 電動窓, 電動玄関ドア・引き戸, 散水器(庭用), 電気温水器, 電気便座(温水洗浄便座・暖房便座など), 電気錠, 瞬間式給湯機, 浴室暖房乾燥機, 住宅用太陽光発電, 冷温水熱源機, 床暖房, 燃料電池, 蓄電池, 電気自動車充放電器, エンジンコージェネレーション, 電力量メータ, 水流量メータ, ガスメータ, LPガスメータ, 分電盤メータリング, 低圧スマート電力量メータ, スマートガスメータ, 高圧スマート電力量メータ, 灯油メータ, スマート灯油メータ, 一般照明, 単機能照明, ブザー, 電気自動車充電器, Household small wind turbine power generation
調理・家事関連機器クラスグループ	電気ポット, 冷凍冷蔵庫, オープンレンジ, クッキングヒータ, 炊飯器, 洗濯機, 業務用ショーケース, 衣類乾燥機, 洗濯乾燥機, 業務用ショーケース向け室外機
健康関連機器クラスグループ	体重計
管理・操作関連機器クラスグループ	スイッチ(JEM-A/HA端子対応), コントローラ, DRイベントコントローラ, 並列処理併用型電力制御
AV関連機器クラスグループ	ディスプレイ, テレビ, オーディオ, ネットワークカメラ

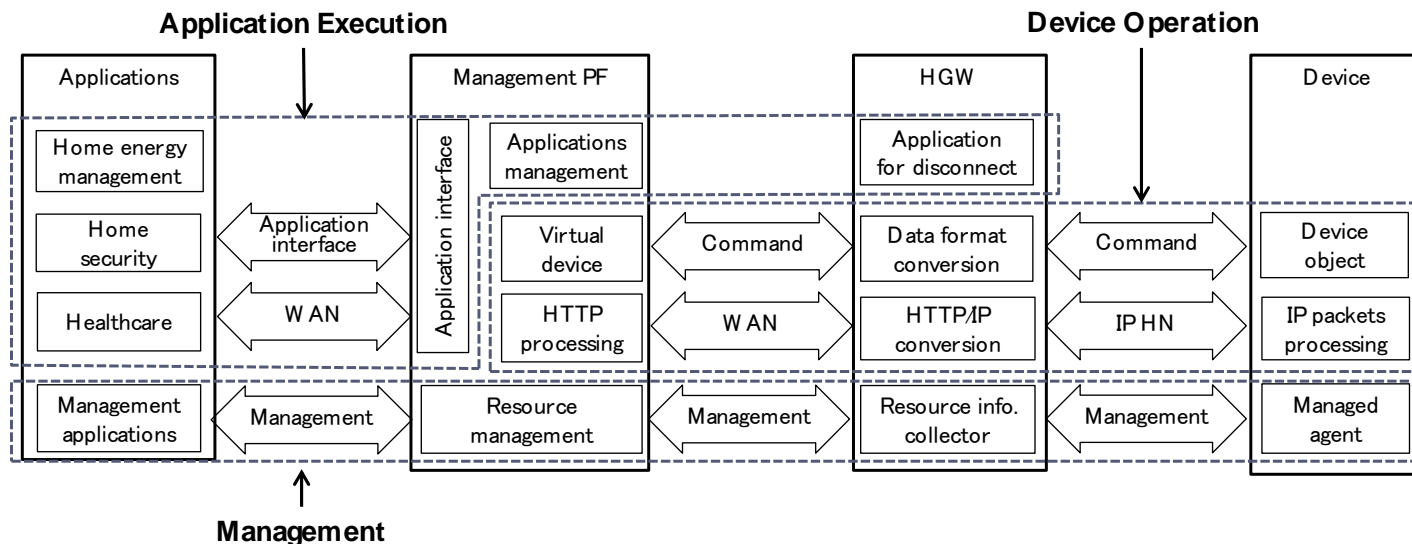
# 3. 判断する、5. 記憶する サービス実現方法 - 制御とビッグデータ収集 -



# クラウドを含めた ホームネットワークアーキテクチャ標準



Outside the home (Internet)      Inside the home (HN)  
Figure 3. HEMS based on HN service architecture



Management  
Figure 7. Functional architecture for IP based basic device

- ▶ クラウド側まで含めた全体像を明示したアーキテクチャ
- ▶ ITU-T Y.4409 (旧Y.2070) 勧告 Requirements and architecture of home energy management system and home network servicesとして2015年1月に国際標準化
- ▶ 既存勧告との兼ね合いで名称にHEMSがついているが、サービスに依らない一般論

# IoTシステムの相互接続ポイント

# 接続ポイント 1 トランスポート

---

- ▶ 通信の接続
- ▶ 元々は、コネクタ、物理・データリンクといった伝送媒体レベルの接続性
- ▶ しかし、ECHONETの例でもわかるように、今から20年くらい前には「媒体直載せ」と「UDP/IPでエンカプセル」が並行して使われるように
- ▶ 更に現代ではレイヤは上がり、様々な選択肢が
  - ▶ HTTP, CoAP, REST, QUIC
  - ▶ MQTT, XMPP, AMQP, NATS/NATS Streaming
  - ▶ WebSocket
  - ▶ Kafka, MapR Streams

## 接続ポイント2 データモデル

---

- ▶ システム内にある抽象的構成要素はセンサ、アクチュエータ、コントローラであるが、それぞれが使うデータ構造が合致する必要がある
- ▶ 古くから取り組まれてきたECHONETの例
  - ▶ デバイスレベルでのモデル化とそのデータのエンコーディング方法の標準化
- ▶ 最近のOCFやOneM2Mでの例
  - ▶ バイナリレベルではなく、XMLレベルでの記述
  - ▶ 記述そのものもさることながら記述の仕方の標準化
- ▶ 今、スマホで盛んに使われているのは”ハッシュタグ”
  - ▶ 予め決められていない文字列が流通



## ポイント3 API

---

- ▶ 従来は定まったデータモデルに基づいたAPIを標準化するのが通例であった
- ▶ 今後は、間に「検索」やら「変換」やらが挟まって、随分違うものがつながる方向に
  - ▶ バイナリの標準化ではなくXMLレベルになるのはこの流れ
  - ▶ 形式(シンタックス)よりも意味(セマンティクス)をあわせなければならぬ状況へ
- ▶ 接続点の変化も現実的に
  - ▶ 「モノ」ではなく「機能」の間の接続点に
  - ▶ 目の前の機器間の接続がクラウドで行われることも

# サービスAPIの意味論(セマンティクス)

---

- ▶ エアコンを動かす場合の例
  - ▶ 冷房モード 設定28度 風量50% ルーバー上向き
  - ▶ 関東地方の5月26日で、多少涼しめ
  - ▶ 普段の生活よりも暖かく、少し汗ばむ程度に
- ▶ データモデルの意味合いについても規定が必要
  - ▶ 温度ひとつとっても目的によって範囲や精度が異なる
  - ▶ センサの場所やセンサの種類といったメタデータも流通させる必要がある
  - ▶ 実は同じ物理量なのに違う名前と呼んでいたたり、同じ名前なのに違う内容であることが多い
    - ▶ どの分野で言うところのxxというメタデータを付け加える形で互いに変換できる可能性がある

# ITU-T Y.4113にみる IoTネットワークの全体像

- ▶ Y.4113 Requirements of the network for the Internet of things (2016.09)

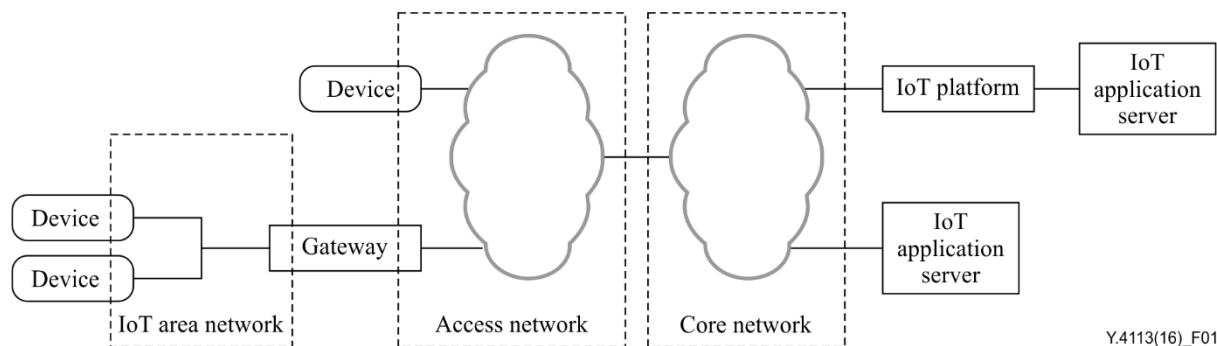
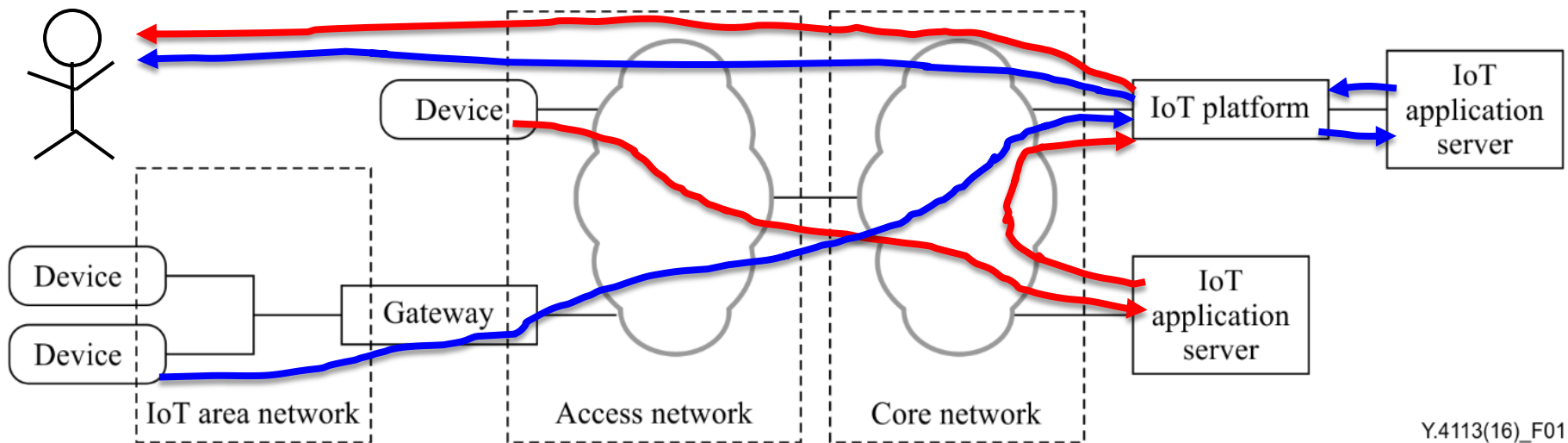


Figure 1 – Basic model of the network for the IoT

# IoT要素間の接続の組み合わせ

- ▶ 日本が主に考えていた青ラインと米国で顕著になってきた赤ライン
- ▶ 実は、機器(物理環境)側からクラウド側へのシフト



# まとめ

# IoTの現在の状況

- ▶ 特定の分野、たとえばホームネットワークという分野では
  - ▶ HEMSのような特定のサービスについて、基礎的な要件は満たされつつある
  - ▶ クラウドの中のサービスインタフェースや、パーソナルデータ、セキュリティなどの難しい問題や、遠隔管理運用などの直近の課題に直面
  - ▶ 同じ住宅内で様々なサービスを受けるので、統合的なプラットフォームが有効
- ▶ しかし、IoT一般ということでは 標準化という話が出てくる前の状況に逆戻り
  - ▶ 新たな機器が次々と出現
  - ▶ 新規の通信技術がこれからも続々出現 新たなアプリケーションが長距離を要求
    - ▶ BLE, Bluetooth 5.0, ZigBee3.0, DECT, IP500, IEEE802.11ah(Wi-Fi HaLow), IEEE802.15.4kのような前からある流れの新しい技術に加え、LoRa, SigFox, Ingenu(旧 OnRamp), FlexnetなどのいわゆるLPWA(Low Power Wide Area)と、NB-IoTのような 3GPP/LTE由来の規格
  - ▶ 爆発的に増えつつあるミドルウェア規格
    - ▶ OneM2M, W3C WoT, IIC, OCF(旧OIC(IoTivity)), IUPnP, IASA(AllJoyn), IPSO, OMA GotAPI, ECHONET, ZigBee, KNX, Thread, Nest API, Google Home(Chirp), Amazon Alexa/Echo, Apple HomeKit/Home App/Apple Home, Microsoft Cortana, etc.
  - ▶ クラウドサービスの使われ方も必ずしも明確ではない 相互接続のあり方も見直しが必要
    - ▶ いわゆるIoT基盤と呼ばれるサービス群
    - ▶ エッジ/フォグコンピューティング

# まとめ

---

- ▶ 現在のIoTへの流れは歴史の必然
- ▶ IoTシステムは通信システムや組込みシステムとは異なり、高度な情報処理能力を前提とする代わりに、事前にきっちりとしたすり合わせをするのではなく、後付けでつながるようにする形にならざるを得ない
- ▶ プラグの形状や信号波形の特性といった旧来からの相互接続ではなく、計算機による処理が常に入るレベルでの相互接続を考えねばならない
- ▶ まず第一歩は、「互いにマシンリーダブル」な状況をつくることで、それにはデータモデルの議論が欠かせない

# 参考文献

---

1. 丹 康雄監修、宅内情報通信・放送高度化フォーラム編、「ユビキタス技術 ホームネットワークと情報家電」、オーム社、2004.09
2. 丹 康雄、” (解説論文)ホームネットワークの現状と標準化動向”、電子情報通信学会通信ソサエティマガジン B-plus、Vol.22 (2012.9)  
([https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/6/2/6\\_90/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/6/2/6_90/_pdf) より入手可能)
3. 丹 康雄、門馬 弘、牧野 淳一、「ホームネットワークシステムの概要と現状」、一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター 報告書、2015.03  
([http://www.scat.or.jp/research/SCAT\\_research1503.pdf](http://www.scat.or.jp/research/SCAT_research1503.pdf) より入手可能)
4. 丹 康雄、門馬 弘、牧野 淳一、「ホームネットワークシステムの概要と現状(続編)」、一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター 報告書、2016.03  
([http://www.scat.or.jp/research/SCAT\\_research1603.pdf](http://www.scat.or.jp/research/SCAT_research1603.pdf) より入手可能)
5. ITU-T勧告文書は <https://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx> より入手可能
6. TTC標準文書、技術文書は [http://www.ttc.or.jp/document\\_db](http://www.ttc.or.jp/document_db) より入手可能