

# IoT での課題解決へのアプローチ

ソリューション本部 産業事業部

西 智哉

## 1. はじめに

1960 年代にインターネットが産声を上げてから 50 年以上の月日が流れた。コンピュータ同士のネットワークが成長し、やがてインターネットと呼ばれるようになった。インターネットは情報の交換、共有という枠組みだけに収まらず、サービス、経済、文化といった、我々を取り巻く実世界に大きな変化をもたらした。

IoT(Internet of Things)とは「もの」がネットワークを介して情報を交換し、相互に制御することである。現在は家庭、建物、地域といったネットワーク規模ではあるが、そのネットワークは着実に広がりを見せ始めている。この「もの」同士のネットワークの成長もまた、単なる「もの」同士の通信、制御に収まらず、実世界に新しい変化をもたらさうかもしれない。

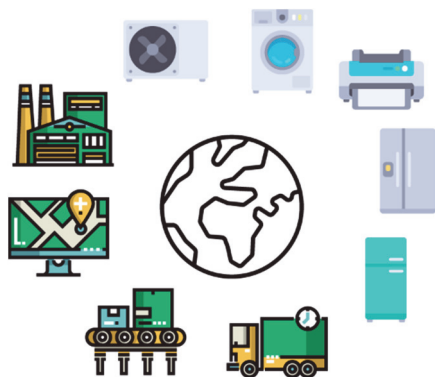


図 1 IoT イメージ画像

## 2. IoT の成長の背景

IoT を連想させる構想自体は最近生まれたもので

はない。1994 年には「家電から工場生産までを統合し、全てを自動化するための“もの”同士の巨大なネットワーク」という概念は生まれていた。

IoT 市場の活性化は、インターネットを始めとするネットワーク技術の成長と、それに伴う通信機器の低価格化によるところが大きい。クラウド事業の成長や低価格なネットワーク機器の性能は、既に IoT を実現するための基盤として十分な水準に達している。

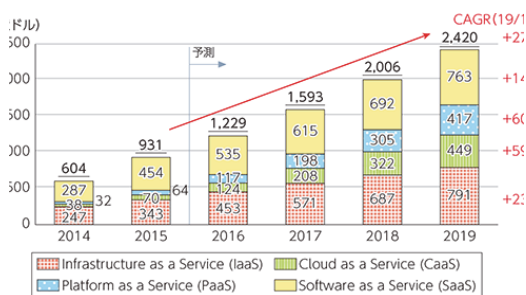


図 2 クラウドサービス市場の売上高推移

## 3. 個人での IoT 開発

今回は、ホビー向け IoT の火付け役となったデバイスと、それを用いた基本的な作例から応用までを紹介する。なお、作例の参考となる資料はネット上のフォーラムに多数あるため、本稿では具体的な実装方法や回路の組み方は省略する。本稿では作例の模倣だけではわからない、問題解決に向けた IoT の基本的なアプローチ方法を主眼に解説する。

### 3.1 ESP-WROOM-02

Espressif Systems により TCP/IP スタックとマイクロコントローラを備えた ESP8266 という小型の Wi-Fi モ

ジュールが発売された。ESP8266 は非常に安価(400円~500円)であったことに加え、ホビー用マイコンの代名詞とも言える Arduino との互換性があったため、多くのハッカーの興味を引いた。日本では建築物や地理的特性上、通信機器の利用はFCC等の国際基準ではなく、技術基準適合証明(以下技適)という独自の認可が必要になる。幸い ESP8266 をベースとした ESP-WROOM-02 は技適を取得しており日本でも利用可能である。ESP8266 及び ESP-WROOM-02 についての公式ドキュメントやフォーラムは非常に充実している。(注1、2)そのため、本稿では開発に必要な最低限の部品や PC 上の環境構築手法の説明は割愛する。

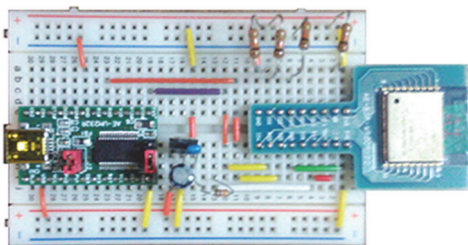


図 3 モジュールの開発環境

### 3. 2 トイレセンサ(個人住宅編)

簡単な作例として、トイレが使用中かをスマートフォンで確認できるセンサを紹介する。コンピュータだけで完結するシステムとは違い、IoT では取得したい情報(トイレが使用中かどうか)を実現環境からどう取得するかを考えるとところから始める。

ホビーレベルで使用する比較的安価なセンサでは、対象の可動部分、周囲の光、温度、湿度、加速度、音を対象の状態の判定に用いることが多い。家庭用トイレのほとんどは使用中は照明をつけ、照明がなければ真っ暗な場合が多いことに着目し、光センサを

用いてトイレの使用状態を判定する。構成としては以下ようになる。

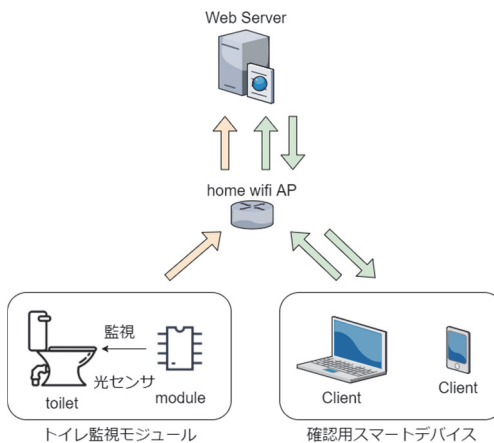


図 4 トイレセンサ構成図

上の構成の内、トイレの使用状況の判定と判定情報の送信は紹介したモジュールと光センサの情報を取得することで可能となった。家庭用トイレであればまず 1 つ以上のコンセントがあるため、モジュールの電源はそこからアダプタ等を用いて供給することとする。使用状況の確認はブラウザがあれば可能なのでスマートフォンがあればよい。問題になるのはモジュールからの情報を受信し、クライアントに使用状況を送信するサーバーサイドの構築である。まずサーバーに必要な性能をあげてみよう。

#### (1) リアルタイム性

今トイレが使われているかという情報が必要

#### (2) 運用コスト

家庭用のトイレの使用状況を知るために VPS を借りたり、自前でサーバー機を購入するのは少し大掛かりだろう。ここでは Milkcocoa という IoT 向けのサービスを利用する。簡単に説明すると、Milkcocoa は HTTP や MQTT を用いてデータの送信、保存、取得がおこなえる BaaS である。幸い

Milkcocoa は通信を行うための ESP8266 向けの SDK (ESP-WROOM-02 でも利用可能) と、クライアント側のリアルタイム通信用 API がある。無料枠も存在するため運用コストもかからない。まさにこのトイレセンサのためのサービスと言っても過言ではないだろう。

この構成で、トイレの監視システムが構築可能となった。このように、個人レベルの IoT であれば、特別な知識がなくとも実現は十分可能である。

### 3.3 トイレセンサ(オフィス編)

先のシステムをオフィスのトイレにも導入し、社員が満室となった個室を前にして悲しい思いをせずに済むようにしたいと考えたとしよう。単純に先程のシステムをオフィスのトイレに導入できるか考えてみると、すぐに数々の問題に直面するだろう。

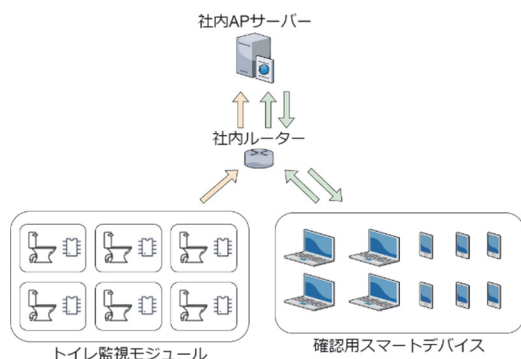


図 5 トイレセンサ構成図

#### (1) 電源の問題

個室それぞれに電源はないし、あったとしても勝手に利用しては盗電となる恐れもある

#### (2) 判定方法の問題

オフィスのトイレは常に明るい場合が多いため、光センサでは使用状況を判定できない

#### (3) Milkcocoa の限界

Milkcocoa の無料枠では同時接続台数(20 台まで)

や保存データ数に限りがある。

特に問題となるのは判定方法と電源の問題である。ドアは未使用だと半開きの状態、使用中は完全に閉じた状態と仮定し、照明の代わりにドアの開閉状態を用いて使用状況を判定するものとする。電源についてはバッテリーの使用と省電力対応により解決するアプローチをとるものとする。

使用状況の判定に利用するのはリードスイッチという、磁力の有無を判断できるセンサである。このセンサをドア上部と吊元の反対側上部に設置し、閉じた場合のみセンサが感知するよう位置を調整する。これで判定方法の問題は解決する。

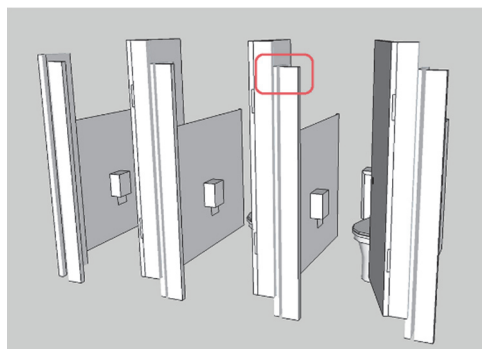


図 6 リードスイッチ設置箇所

バッテリーに関しては、充電可能な二次電池とそれ以外(使い切り)の一次電池に大別される。ランニングコストを考えると二次電池の利用がいいだろう。二次電池としてはリチウムイオン電池か乾電池タイプのニッケル水素電池の利用が多い。発火事故等でよく耳にするようになったリチウムイオン電池だが、バッテリーとしての歴史は浅い。小型で高容量という利点はあるが、素材自体に発火の危険性があり、充放電管理のための回路も必要になる。十分な理由がない限り、発火の危険性が少ないバッテリーを選択した方が無難だろう。

電池はモジュールの動作電圧とピーク時、通常時の電流値から決める。ESP-WROOM-02 は 3.3V 駆動であり、ピーク時は 120mA、通常時は 80mA、スリープ時では 10 $\mu$ A の消費電流が流れる。動作電圧、ピーク時の消費電流ともに乾電池で問題ない範囲なので、今回は乾電池を用いることとする。乾電池は放電終止電圧（これ以上放電をしてはいけない電圧）が 1~0.9V のため、電池切れまで安定して 3.3V を供給するには電池が最低でも四本必要になる。一般的な単四電池の電気容量はおおよそ 800mAh である。単純計算で通常時の消費電流 80mA を消費し続けると 10 時間 (800mAh / 80mA = 10h) で電池切れとなる。一日も持たないのでは話しにならないため、使用中（扉が閉まっている状態）のみ起動し、再度扉が開いたタイミングで未使用の情報を送信後、スリープするようにすればよい。これはハードウェアのスイッチ動作を組み込むことで対応できる。これで電源の問題も解決したことになる。

さて、残りの問題はサーバーサイドである。Milkcocoa の同時接続台数制限が 20 台である以上、社員が増えればこのシステムは実用には耐えない。解決方法としては 2 つある。実現性の高い解決方法は、Milkcocoa の代わりに VPS、または自前のサーバーでまかなう方法である。もう一つは条件付きではあるが、モジュール自身をサーバーとして運用する方法である。

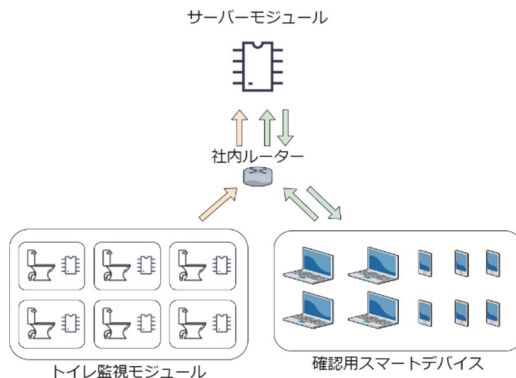


図 7 モジュールをサーバーとして使用する構成

サーバーもクライアントもハードウェアそのものが違うわけではない。求められる性能に差こそあれ、ソフトさえ入れ替えればどちらの役割もこなすことができる。この構成の前提条件は以下となる。

- ① サーバー用モジュール、センサ情報送信用モジュール、クライアントが同一ネットワーク内存在する
- ② サーバー用モジュールが電源に接続している
- ③ モジュールの性能がシステムの要件を満たす

最初の条件は当然だろう。2 つめの条件は、サーバー用モジュールが即時にクライアントからの要求に答えるためには、当然ながら常時起動している必要があるからだ。その場合、上記の通り乾電池では 10 時間程度しか持たないため、電源が確保されていないと運用は難しい。

クライアントからサーバーモジュールへ IP アドレスを指定してのアクセスは使い勝手が悪いため、mDNS を用いてサーバー用モジュールの LAN 内で有効な名前をつけておけるとよいだろう。性能に関しては、筆者も未検証のため、実際に導入する際は検証作業が必要である。

### 3.4 まとめ

個人レベルでの IoT から、ある程度の規模の IoT までの簡単なシステムの導入を例にしてみた。たったこれだけでも、コンピュータだけで完結するシステムにはない、IoT 特有の問題が多いことに気づいてもらえただろうか。これを楽しく思えるか、面倒だと思うかは人それぞれだろう。少しでも興味を持った方は、是非このトイレシステムを自宅のトイレに設置してみてもはどうだろうか。

## 4. 一歩進んだ IoT

ハードウェアに関する知識がなくても、サンプルプログラムをマイコンに書き込み、回路図通りに回路を組みればいわゆる readme を読んでサンプルを試すといったことは可能だ。プログラムを自分で改造、改良ができるがそれはあくまでソフト面での改善、改良にすぎない。

IoT ではそこから一歩進むにはどうしても回路の改造や修正が必要になる。その場合、電気に関する知識は必須になる。アナログ回路で複雑なロジックを作成するわけでもない限り、極端なことを言うとオームの法則さえ知っていればある程度何とかなる。しかし、マイコンや各種センサを用いた開発において、最低限(“かなり”厳選した)これだけは知ってほしいというキーワードをあげるので、一歩進んだ IoT を目指す場合は参考にしてほしい。

- ① 安定化電源
- ② バイパス、バックアップコンデンサ
- ③ プルアップ、プルダウン抵抗
- ④ 分圧

## 5. IoT のビジネス的難しさ

### 5.1 最近の動向

IoT という単語をよく聞くようになってから時間が経った。環境面での成長は目覚しく、さくらインターネットや SORACOM をはじめ、様々な IoT 向けの通信事業者が独自のサービスやプランを提供している。中でも SORACOM の成長ぶりは目覚ましいものがあり、筆者も注目していた。そして今年の8月頭に KDDI が 200 億円もの額を投資し、SORACOM を連結子会社とした。日本の三大キャリアの一つが最も勢いのあった IoT 事業者を傘下に入れた以上、IoT 市場のさらなる成長は時間の問題である。



図 8 SORACOM Air SIM Global

個人向けの IoT としては Hue、Amazon Dush Button、Nature Remo、スマートスピーカーといった様々な家庭用 IoT 製品が登場している。しかしながら、どの製品も「もの」同士のネットワークではなく、ローカルネットワークや赤外線信号の範囲内の家電を操作することを主眼にした製品が多い。メーカー自身も先の製品を IoT 製品というよりは、スマートデバイスという位置付けにしているようにも見える。IoT の「もの」同士のネットワークとしての事例はまだ企業や自治体等での実験、導入段階が多いようだ。



図9 既に販売されているスマートデバイス

## 5. 2 IoTのセキュリティリスク

OWASP(Web アプリケーションに関する世界的なセキュリティコミュニティ)がIoTに関する脆弱性のTOP10を発表した。半分が一般的なWebアプリケーションに関する脆弱性と似た内容であったが、残りの半分はIoT独特の脆弱性であった。特にIoTは物理デバイスを多数設置するケースが多く、その全てを安全に管理するのは難しい。物理I/F(USB等)が搭載されている場合、特別な認証機能等を用意していない限り簡単に内部にアクセスできる。シリアル経由でファームウェア等を書き換えられたりした場合、ファームウェアの書き換え自体を検知することは非常に困難である。

## 5. 3 IoTに足りないものは何か

国内初のADSL導入試験から20周年を迎えた長野県伊那市では、地域全体で国内初の「IoTテストベッドシティ」となるべく大々的にハッカソンを行っている。MashupAwardにもIoT部門が設けられ、企業を対象とした実現を視野に入れたアイデアコンテストも開催されている。フォーラムの投稿、勉強会、セミナーで紹介されるIoT事例の多くは、センサを搭載したデバイスからの情報の集積と確認に終始している場合が多い。集積した情報による「もの」同士の制御といった、集積した情報の活用方法を見出さない限

り、「もの」同士のネットワークという、IoT本来の目標の実現には時間がかかるだろう。

## 6. おわりに

当社は建設業という「もの」で溢れた業種と深く関わるIT企業である。工場における建材製造の自動化は日進月歩で進んでいる。IoT黎明期のこの時代、「建設現場と生産ラインを統合し、全てを自動化する「もの」同士のネットワーク」は、まさにIoTの目標そのものであり、その実現に向けて当社の果たせる役割は決して少なくないだろう。

### <参考文献>

- 1) Espressif Systems Official Forum  
<http://bbs.espressif.com/index.php>
- 2) Everything ESP8266  
<http://www.esp8266.com/>
- 3) IoT・ビッグデータ・AI～ネットワークとデータが創造する新たな価値～(平成28年度情報通信白書、総務省)
- 4) OWASP「Top IoT Vulnerabilities」  
[https://www.owasp.org/index.php/Top\\_IoT\\_Vulnerabilities](https://www.owasp.org/index.php/Top_IoT_Vulnerabilities)
- 5) 貝原俊也(2016). IoT環境下の「考える工場」実現を目指す 実仮想融合型生産システム 計測と制御, 55, 53-58.)
- 6) Mattern, Friedemann, Floerkemeier, Christian (2010). From the Internet of Computers to the Internet of Things, Informatik-Spektrum 33 (2): 107-121