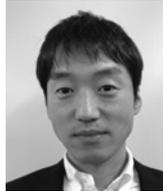


# IoT製品の開発、製造についての 当社の取り組み事例から

ビジネス統括本部 産業ビジネスユニット  
産業ソリューション部 産業第一グループ  
サービスプロデューサー



勝田 博行

ビジネス統括本部 産業ビジネスユニット  
産業ソリューション部 産業第一グループ



久保 裕正

ビジネス統括本部 産業ビジネスユニット  
産業ソリューション部 産業第一グループ



内山 善雄

## 1. はじめに

今回、我々は顧客から依頼を受けてIoT製品の企画立案から製品開発、製造、IoT製品にまつわる運用の支援までを行なう経験をしました。その経験を振り返り、業務の整理を行ないました。今後、同様にIoT製品の企画立案から製品の運用に至るまでの業務の全て、または一部業務を行なう方々に一読いただき、業務推進の一助になることを目的に本稿を記述することとしました。

我々はIoT製品の開発・製造を行なうにあたって、機能検証や製品開発を行ない、製品運用までのプロセスを明確にし、一連のプロセスを策定してきました。本稿では、技術的な部分に重点をおいて、製品の検証、製品化、製造、業務設計、運用設計のフェーズについて記述していきます。

読者の方々も既に理解が進んでいるとは思いますが、はじめにIoTとはどういうものかをおさらいしておきます。

IoTとはInternet of Thingsの略語で、あらゆるモノがイン

ターネットに接続されコントロール可能な状態で用いられるモノのことです。すなわち、IoTとは身の回りにあるあらゆる物、身近な例として家電などにコンピュータが組み込まれ、ネットワークでインターネット上のサーバーに接続し、モニタリングや人間生活での管理サポートなど幅広い用途での利用が想定されたもののことをいいます。

IoT製品を利用したサービスの仕組みの事例として、BeaconのIoT製品を利用したプレゼンス管理の仕組みが図1の様になります。

この事例は、入館証に組み込んだBeacon発信機が発信するBeacon情報をオフィスの執務フロアにあるWiFiのアクセスポイントで検知し、入館証の場所を特定することで誰がどこにいるか管理する仕組みです。

## 2. 開発～製造～運用のプロセス

IoT製品の開発から製造までの流れとしては、これまで

図1 Beaconによるプレゼンス管理

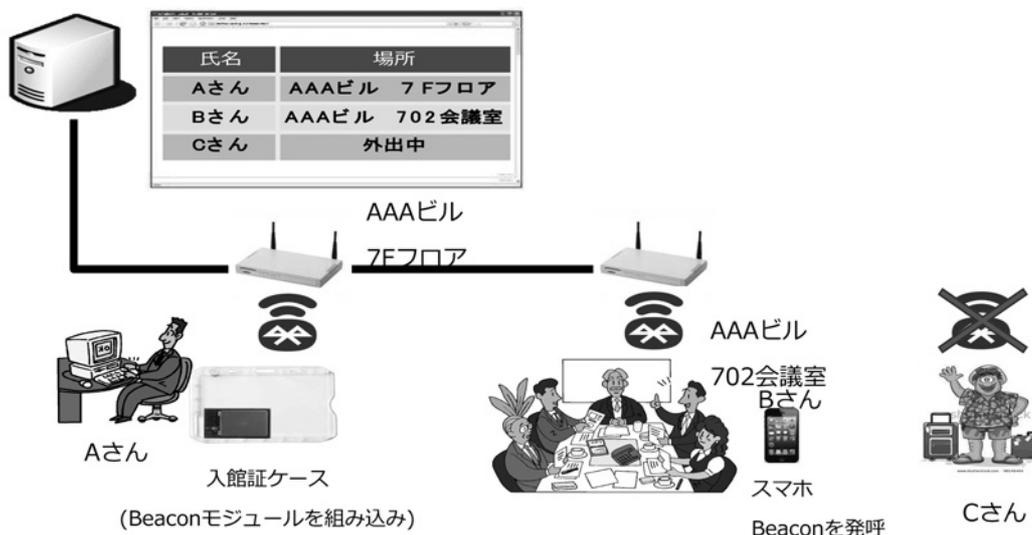


図2 開発、製造プロセス



様々なメーカーが行なっているモノ作りの製造プロセスと大きく変わるものではありませんが、コンピュータが組み込まれていることやネットワークが組み込まれていることが大きな違いです。

昨今のIoT製品に関する技術や製品化のスピードは非常に早く、IoT製品の開発、製造までのプロセスをいかに短い納期で進めていけるかが今後の事業化、製品化のポイントとなります。しかし、正規のプロセスを理解した上で短納期の開発、製造を行わないと、最終的には手戻りが発生して通常の納期よりも長い期間がかかってしまうことにもなりかねません。

開発と製造のプロセスをフェーズ毎に分けて、各フェーズでのポイントを明確にして説明します。企画立案から運用に至るまでのフェーズでの検討項目は上図のとおりです。

### 3. 製品開発の企画立案

IoT製品の製品開発時の企画立案の章では、先に述べたようにビジネスプランやサービスプラン、マーケット動向など事業化に向けた取り組み部分は取り上げません。このフェーズでの技術的に必要な項目にフォーカスし、技術調査や実現化検討など技術的な観点に重点を置いて説明を進めていきます。

このフェーズで重要なポイントは、実現するためにどのような技術があり、採用する技術が企画立案した事業やサービスに最適なものかを見極めることです。見極めを行ない採用した技術を用いて開発した場合のコスト、製造した場合のコスト、すなわちイニシャルコストとランニングコストが企画立案時に想定した予算内で実現可能かを見極めもプロジェクトを次

フェーズ以降に進めていくための重要な指標となります。また、このフェーズでの調査として、権利系の確認や競合製品の調査も併せて実施しておく必要があります。

#### 3.1 技術調査、実現性調査

IoT製品のコンセプトができている前提でこの後の記述を進めていきます。

第一に使用目的を明確にしていくことが必要です。使用目的の明確化とは、使用時に得られる効果や使用する用途、使用するシーンを明確にしていくことを意味します。すなわち、使用目的にマッチしたIoT製品がどのようなものかを定義づけていくことです。IoT製品の使用目的の定義づけの方法として、6W2H (Why、Who、Whom、Where、What、How、How much、When)の手法を取り入れ、どのような仕様となるかを定義づけていきます。この定義の段階において、Q (Quantity)、C (Cost)、D (Delivery) 目標も明確にしていきます。これらQ、C、DにPa (Patent)を加えたものを検討することで、他社、特に競合企業への権利侵害がないことの確認や自社独自技術の特許を取得することで競合対策にも効果が見られます。技術調査と併せて特許情報の調査を実施することで、製品の仕様定義の一部にもなっていきます。Paについては後ほど見ていくこととし、まずは技術的な要素の強いQ、C、Dを中心に進めていきます。

IoT製品やサービスの仕組みを構築していくために必要な技術要素の検討を進めましょう。この実現性調査での目的は下記の2点です。

- 機能が実現可能であること
- 代替技術、製品を調査しておくこと

技術選定では、Q、C、DのQ(Quantity)を中心に進めていくことになります。特にQ(Quantity)は、Why、Who、Whom、Where、What、Howの部分明確にすることで定義づけられます。

IoT製品の機能を構成する技術要素にどのようなものがあるか検討していきます。IoT製品では、モノにコンピュータ、ネットワークが組み込まれたモノと定義づけており、ネットワークとコンピュータでの制御の2点が技術要素となり、順番に説明していきます。

IoT製品でコンピュータ制御を行なう要件としては、前述した様なBeaconを利用したもの、電気メーターやガスメーターなどの状態検知やセンサーなどから取得したモニタリング情報などの情報伝達の制御があります。これらの情報をもとに機械的にスイッチのON/OFFの切り替えやモーター駆動など動作を伴う制御などにも利用されることもあり、両者の検討が必要になります。

IoT製品でのコンピュータ制御に伴う情報伝達には、あらゆるモノから収集した情報をコントロールサーバーへ情報伝達する通信が必要になります。すなわち、様々な場所にある様々なIoT製品との通信が必要となります。様々な場所にあるIoT製品への通信の方式としては、有線よりも無線での通信に優位性があります。これまでのコンピュータ通信では、WiFiやEthernetなど伝送速度が早くて遠くまで伝達できるが、大きな電力が必要になる通信方式が利用されて来ました。

IoT製品の通信では、ガスメーターや電気メーターなど大容量な情報伝達を必要としない場合が多く、上記の様なこれまでのITでの通信方式ではオーバースペックとなり、電気設備が貧弱な場所で使用されるIoT製品には不向きな技術です。以上の様にIoT製品では、あまり電力を必要としないローパワーで様々な場所で通信が可能になる方式が採用されます。

IoT製品で採用されているローパワーな通信方式として、Bluetooth、Wi-SUN、Zigbee、Z-wave、NFCなどの通信方式があります。これらの通信方式はデータ伝送速度が低く、通信距離が短いため、少ないパワーでの通信が可能です。

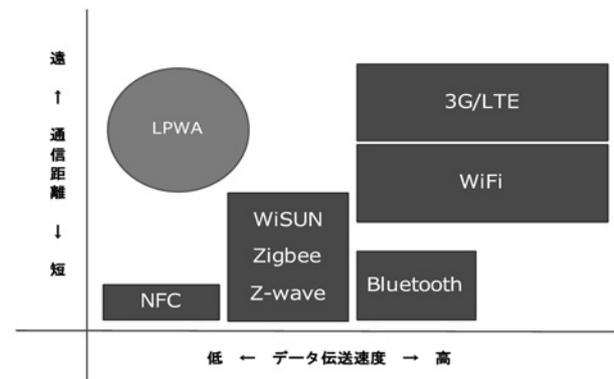
近年では通信距離状況も整備され、LoRaWAN、SIG-FOX、NB-IoTなどLPWA(Low Power Wide Area)と総称されるIoT製品向けの低コストで省電力な広範囲の通信規格が利用できるようになってきています。

これらの通信規格の関係が図3となります。

IoT製品の利用用途によっては、コンピュータを制御してメーターやセンサーなどの情報を通信するだけでなく、機械的な駆動で動作を伴う場合があります。

例えば、IoT機器の1つに自宅の玄関ドアをスマートフォンやカードキーで開閉するスマートロックがあります。スマートロックは鍵の開閉の状態を検知するだけでは製品として十分ではありません。自宅の玄関ドアを機械的に開閉ができて初め

図3 IoT通信方式



て製品として認知されます。鍵の開け閉めには、ドアのサムターンを回す機会的な仕組みが必要になります。この仕組みは、モーターやギアの組み合わせでサムターンを回す仕組み、機構を設計してIoT製品に組み込む必要があります。

もう1つの具体的な事例として、我々が過去に検討した家庭菜園支援IoTがあります。この家庭菜園支援IoTは、植物の栽培環境をモニタリングし、栽培環境を最適な状態に維持するため、温度調整や水分補給などの動作を伴うIoT製品として開発を検討したものです。

表1のセンサーで収集した情報をクラウド上のコントロールサーバーやスマートフォンに通信することで栽培環境の状態を確認できます。

表1 家庭菜園支援IoTでのセンサー

モニタリング用センサー	モニタリング要素		
	照度	気温	土壌水分量
	照度センサー	気温センサー	土壌水分センサー

コントロールサーバーやスマートフォンへの情報伝達のためのネットワークをプランターなどに設置するには、電気コンセントからのAC電源が使えない場合もあり、乾電池での駆動など省電力な通信が必要になります。

どのような通信方式があるかを検討します。Bluetooth、Zigbee、Z-waveなどを候補として表2の様に通信規格の比較検討を行ないました。また、技術が日進月歩の状況では、1年も経たないうちに見直しをせざるを得ない状況になることを選定の際に理解しておく必要があります。

家庭菜園の環境状態をセンサーでモニタリングした結果として、気温が最適でない、もしくは土壌が乾燥しているなど家庭菜園の環境状態が得られます。仮に環境が最適でない状態が検知された場合、環境を最適な状態にするための動作(「光度」、「水分」、「気温」の調整作業)が必要になります。

家庭菜園の植物に「光度」や「水分」、「気温」の調整を行なうには、ランプの光量の増減、エアコンやヒーターでの温度調節、プランターへの水やりを行なうなどの機械的な動作を伴う機構の開発、およびその機能を制御するシステムの開発が必要になります。

表2 通信方式の選定

		z-wave	wi-sun (市販モジュール)	sub-GHz 独自無線	zigbee	BLE	Wi-Fi
利用周波数帯		920MHz	920MHz	920MHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz
通信機能	最大接続ノード数	232	65,528	65,536	65,528	7	32
	最大ホップ数 (規格上の最大)	4	30	255	5	1	20程度
	距離 [m]	30	500	500	100	100	100
	最大距離 [m]	150	15,500	16,500	500	100	2,000
	実用ホップ数	4	親子のみ	6	5	親子のみ	3
	実用距離 [m]	150	1,000	3,500	600	200	400
	通信速度	100Kbps	400Kbps	400Kbps	250Kbps	1Mbps	600Mbps
無線LSI		ZM4101	ML7396	CC1310	CC2530	nRF52832	ESP8266
通信制御用マイコン		内蔵	外付け	内蔵	内蔵	内蔵	モジュール
IoTデバイスとの電波干渉		なし	なし	なし	あり	あり	あり
消費電力	送信 [mA]	34	46	25.1	28.7	5.7	120
	受信 [mA]	28.5	30	8	20.5	5.4	56
	待機 [uA]	3.2	9	1.5	0.4	0.4	5
	製造コスト	625	2,000	900	500	500	800
コスト	その他ランニングコスト	40万	なし	なし	なし	なし	なし
	アライアンス認証コスト	80万	なし	なし	なし	なし	なし

※ROHM社 日本発の画期的な無線通信規格 Wi-SUN活用による「パークマネジメント」事例より引用

また、モーターやギアを使って動作を行なうということは、動作自体もモニターする必要があるということになります。すなわち、モーターによる動作に合わせて回転するギアの停止位置をセンサーなどで検知する、調整時に環境が最適になることを制御することも必要になります。

この場合、センサーからのモニタリング情報で判断し、モニタリング情報が最適な状態を示すことが確認できた場合に正常に動作が完了できたと判断します。

このようにコンピュータでの制御は、下記を制御するための機構開発の検討が必要になります。

- ・センサーなどで状態をモニタリングした情報の検知
- ・モーターやギアなどを使った動作の制御
- ・動作が正常に完了した状態の検知

### 3.2 競合、権利系調査

今回製品化しようとしているIoT製品の企画が他社製のIoT製品や他社の権利を侵害していないかどうかの調査や、

開発する仕組みが独自の発明で特許申請に値するかどうかの技術要素の調査を行ないます。

競合他社製品がどのような技術を利用して製品化、サービス化しているかを調査しておく必要があります。

競合製品が利用している技術や仕組み、特許技術の有無も併せて調査します。そして、自社のIoT製品に用いた技術やサービスが競合他社のIoT製品の特許侵害が無いことを確認する必要があります。また、自社で開発した技術やサービスについて、新たな発明として特許取得できる要素を明確にし、自社の権利として特許申請することで他社からの参入障壁が大きくなり、自社に優位な展開で事業を進めることができます。

これらの調査で競合他社製品への特許侵害の可能性がある場合、実現可能な技術調査の段階で代替え技術や代替えの仕組みも併せて調査しておくことが必要です。

下記は、シェアリングビジネスについての特許の調査事例です。

表3 特許調査の例

出願番号 : 特願2013-xxxxxxx  
発明の名称 : シェアリングシステム

請求項目	No	構成要素	比較
請求項目1	1	GPS機能を所有する携帯電話を利用して、	○
	2	利用者が予約管理サーバーに予約、使用、返却の操作と通信を行うとともに、	仕様未確定
	3	車にGPS機能、公衆無線通信機能を具備し、	○
	4	利用者のGPS情報と車のGPS情報を対比しながら、最適な駐車場情報を利用者に連絡し、	仕様未確定
	5	車の利用、返却、施錠、開錠を制御できることを特徴とした車シェアリングシステム。	○
請求項目3	No	構成要素	比較
	1	車の施錠中に車のGPS情報が変化したことを検知し、	×
	2	車の盗難を検知する事を特徴とする車シェアリングシステム。	×
請求項目4	No	構成要素	比較
	1	車の施錠にロープ状の施錠機構を利用する車において、	×
	2	施錠中にロープに一定周期で電流を流すことで車の盗難を検知できるようにしたことを特徴とする車シェアリングシステム。	×

## 4. 製品化検証

製品化検証では、採用する技術や代替技術についての基礎的な技術検証を行いません。具体的な設計に入る前に基本設計として、使用目的、ポリシーや設計課題、優先順位を明確にしておきます。次に詳細設計に入る際にコンピュータ制御やネットワーク技術を選定するための検証を行いません（無線技術の選定、センサーの選定、動作機構など）。

では、家庭菜園支援IoTの事例で、BLE (Bluetooth Low Energy) の製品選定時に使用した比較表を見ながら、どの様に進めるかを考えていきましょう。

家庭菜園支援IoTでは、通信方式は下記の4点のポイントから選定しました。

- ・宅内での利用のため通信距離は短い
- ・センサーでのモニタリング情報の伝送容量が少ない
- ・スマートフォンアプリの利用
- ・省電力でIoT機器を利用

上記のポイントを考慮した結果、無線方式はBLEを採用することに決定しました。

BLE製品はいくつかのメーカーから販売されています。どのメーカーの製品を選定するかを決める要素として下記の3つのポイントからBLE製品のメーカーを選定しました。

- ・無線としての機能

表4 BLEチップ比較選定一覧

Maker	Co-Processor	RAM	ROM	BLE Version	3G制御用-Processor	送信感度	0dBm時送信時電流	受信感度	受信時電流	価格 (円)
D社	ARM® Cortex™ M0	OTP:32KB ROM:84KB	50KB	4.1	必要	0dBm	3.4mA(DD*)	-93dBm	3.7mA(DD*)	NNN
N社	ARM® Cortex™ M0	256KB	32KB	4.1		+4dBm	10.5mA 8mA (DD*)	-93dBm	13mA 9.7mA(DD*)	MMM
B社	ARM® Cortex™ M3	320KB	60KB	4.1		+8dBm	8.2mA	-96dBm	7.3mA	HHH
T社	ARM® Cortex™ M3 (48MHz)	256KB	8KB	4.1		+5dBm	+5dBm時 9.1mA 0dBm時 6.1 mA	-97dBm	5.9mA	SSS
N社	ARM® Cortex™ M4F (64MHz)	512KB	64KB	4.2	不要	+4dBm	9.6mA 5.4mA(DD*)	-96dBm	10.9mA 6.1mA(DD*)	RRR

表5 6W2H分析

6W2H	具体的な内容
Why	長期の旅行などで自宅を留守にするときには家庭菜園の状況を遠隔で監視したい。家庭菜園の土壌水分や温度、日当たりなどの状態が最適でない時に最適化したい
Who	IoT開発者
Whom	自宅で家庭菜園を行なっている人達
Where	バルコニーや庭
What	家庭菜園の環境（気温、土壌水分や日当たり）の状態
How	センサーで環境（気温、土壌水分や日当たり）をモニタリング 環境状態の最適化（温度の調節、水分調節、光量調節）
How much	開発費：2,000万円 販売価格：2,000円 原価：1,000円
When	開発期間：6カ月 製品製造：4カ月

- ・マイコンとしてのスペック(プロセッサ、RAM、ROM)
- ・価格

選定にあたって、マイコンとしてのスペックが必要ということに違和感がある方もいると思います。これを選定項目にしている理由は、コンピュータ制御用のマイコンを独自に搭載するのではなく、BLEチップに搭載されているマイコンを利用して基板設計での部品コストの抑制を図るためです。BLEチップのプロセッサを制御系プログラム用のマイコンとしても利用する為、各メーカーのBLEチップに搭載されているマイコンが無線以外で利用する制御プログラムを動作するために必要なプロセッサ能力や、ROMやRAMの記憶容量も要件を満たしているかを選定材料としています。

無線やマイコン以外では価格を選定要素とし、これらの3要素で採点し選定して行きました。

次に、技術検証のため、詳細設計段階で使用目的を明確にする必要があります。これはIoT製品の利用目的から技術的な仕様に展開していき、最終的に技術方式の選定から部品選定につなげて行くための検討です。

ここでは、使用目的を下記のように定義して行きました。

<使用目的>

- ・利用時間・頻度
- ・利用する詳細な動作仕様
- ・利用するための権限・認証
- ・利用するデータの受け取り・受け渡し

- ・利用者
- ・利用時の電力仕様

- ・WEBシステムとして機能性、信頼性、拡張性などの検討
- ・セキュリティに問題がないかの検討
- ・業務・法務的な検討

上記の様に使用目的の定義を行なうにあたっては、前述した6W2HをもとにIoT製品の詳細な定義を行なっていきます。これらの定義をもとにファームウェアやアプリケーションの要件定義、仕様確定を行なっていきます。

## 5. 製品化

このプロセスでは、製品の検証を終え、製品の試作品作成がメインとなります。これまで述べてきた機能だけでなく、見た目のデザインの検討も必要になります。いわゆる工業デザインの領域となり、外形デザイン、ロゴ、認証の表示などを設計し試作していきます。

外形デザインの検討では、下記の様な項目を検討し仕様を確定していきます。

- ・基板の大きさ、基板の固定方法
- ・モーターの配置
- ・機構デザイン
- ・サイン関連のデザイン
- ・文字フォント、文字の色
- ・強度や耐久性
- ・ロゴの表示位置、
- ・認証系の大きさや表示位置

外形以外では、製品を利用する上で必要になるクラウドシステムの設計、構築も行ないます。クラウドシステムの設計、構築は商業システムとして下記の観点での構築が必要になります。

上記のような使用目的の定義から導かれた業務フローの構築、WEBシステムの構築、セキュリティ対策といった検討・構築が必要となります。特にセキュリティ対策は、IoT家電でのセキュリティホールが指摘されているようにクラウドシステムだけでなくIoT機器自体のセキュリティ対策も必要になります。

セキュリティ対策の箇所としては、IoT機器を制御するマイコンと制御プログラム、クラウド上のWEBサーバーシステム、WEBサーバーとIoT機器を接続するネットワークシステムなどの箇所の対策を講じる必要があります。

表6に、我々が行なってきた業務や法務関連、セキュリティのチェック項目を一覧でまとめています。

## 6. 量産化

我々はSIを生業にする企業でありメーカーではありません。自社で工場を持つことは非常に困難であることから、このプロセスを進めるにあたって、ファブレスな企業として製品の製造を目指して行くことになります。

すなわち、我々が行なうべきことは、EMS<sup>1</sup>企業への生産委託とそのマネジメントになります。

SI企業としてソフトウェア開発におけるプロジェクトマネジメントの手法は熟知していますが、我々はEMS企業への生産に関するマネジメントについては未経験でした。さらに製造コストを抑制するためには、国内工場だけでなく海外工場を利用する方がコストメリットを得られることが多いため、海外生産に重点を置き検討を進めました。海外生産では、言葉の違いや文化の違いを超えたマネジメントが必要になります。素人が簡単に

表6 WEB構築時のチェック項目

項目		レビュー項目
業務・法務	業務実行部署・委託先	業務全般・委託業務の内容（業務定義・業務フロー）
		業務実行部署の体制・委託先の体制
		情報セキュリティ規準の順守方法
	メール、メルマガの送信	雛形の確認 メール配信スキーム
	問合せ	コールフロー 問合せの動線 問合せ受け付け体制
サービス	サービス規約、サービス約款	
セキュリティ	全体概要の共有	サービス企画書
		業務の内容（業務定義・業務フロー）
		システム概要（システム構成図、データフロー、画面遷移図）
	外部攻撃への防御策	通信経路の対策
		パスワードの表示方法、保管方法、認証方式
		認証キーの強度、パスワード再発行ルール
	情報漏洩の防御策	パスワードの強度、アカウントロック、URL文字列ルール、接続先制限 テキスト入力、データのアップロード・ダウンロード、メール送信のルール
アクセス制御、データ保護	システムユーザー数の制限、アクセスログの取得、データダウンロード件数の制限	
追跡性確保	ログの種類と項目・保管期間	

1 Electronics Manufacturing Service:電子機器の受託生産を行なうサービス

表7 生産工場の評価指標

項目		評価指標	
技術・品質	成形品	要求している色の調合、塗装、加工	サンプル品（完成品、色見本、塗装見本、加工見本）を確認
		成形品の品質	生産能力と不良率
	基板	基板の製造の品質	生産能力と不良率
		組立・運搬	検査に必要な設備
		ISO取得	取得規格、認証数
コスト	成形品	成形品の原材料の調達、整形コスト（プラスチック整形、金属加工）	調達、製造コスト、製造ロット数
		金型製造コスト	製造コスト
	基板	電子部品の調達能力	調達コスト、製造ロット数
		組立・運搬	組立、作業、運搬コスト
納期	成形品	金型製造納期	製造納期
	基板	部品調達納期	部品在庫数、部品調達納期
	組立・運搬	組立ラインの追加納期	教育体制、運搬納期

手を出せる領域ではありませんでしたが、だからといって躊躇しては顧客の要望に応えられないし、実績も作れません。そこで、ファブレス経験のある企業とのコラボレーションを目指すことにしました。

生産委託は、我々が直接、生産を委託する工場をマネジメントして製品の生産管理ができるわけではありません。そのため、どのような品質で、どのような納期とコストで生産できるか、そして工場のマネジメントをどう行なうかを委託先工場に確認できることを工場選定の評価項目としました。

具体的に工場を選定するには、生産技術・品質、生産力、コスト、納期をポイントとしてEMS企業の比較、検討を行ないます。選定にあたっての生産技術・品質、納期、コスト、マネジメント体制の観点で評価方法について整理していきます。

・生産技術・品質

サンプル品の評価、検査機器などの設備など生産設備のハード面での生産力だけでなく、工具の初期投入時や増員に対応できる教育力や、生産量をコントロールできる柔軟さを指標として評価します。

・コスト

生産コスト、マネジメントコスト、輸送費を合算して比較します。

・納期

生産納期、部品調達納期、輸送にかかる期間を比較します。

・マネジメント体制

特に生産拠点が海外の場合は、マネジメント体制が重要になります。

現地に日本人の技術者がいることや現地に常駐できる技術者を提供できることなども評価項目とします。

マネジメント面では、統括者に想定される障害や緊急な要求事項などの対応方法を確認しておくことで非常時の対応も任せることができる能力があるかを確認していきます

上記の様な評価を行ない、それらを点数化し、工場の選定を行ないます。

いくつか具体的な評価方法を表7に記載します。

次に生産拠点の場所をどこにするかの検討について述べていきます。

検討場所として、日本国内と中国、ベトナムでの生産を検討しました。それぞれの特徴は以下のとおりです。

・日本国内

品質等の問題は無いがコストが高い  
マネジメントを工場に任せられる

・中国

品質に不安があるため現地でのマネジメントが必要  
組立において日本国内よりは安価だが、昨今は人件費が高騰してきておりコストメリットが得にくくなっている

・ベトナム

調達に関して、電子部品によっては現地調達が困難  
品質に不安があるため現地でのマネジメントが必要  
組立において日本国内より安価でコストメリットは高い

上記をもとにハイブリッドでの生産方法の検討も行なってみましょう。

3カ国での組み合わせでは、それぞれの生産拠点での長所を生かして下表の様な組み合わせでの検討も行ないます。

輸送コストが増加することや、複数拠点でのマネジメント体

表8 ハイブリッド生産の検討

	成形品	電子部品	組立	
日本+ベトナム	ベトナム	日本	ベトナム	ベトナム-日本間の輸送コストが2倍 検査工程が多くなりコストメリットが出ない
日本+ベトナム	ベトナム	日本	日本	成形費用は安く済むが、輸送コストがかかる 組立費用が安くないためコストメリットが出ない
中国+ベトナム	ベトナム	中国	ベトナム	中国-ベトナムの輸送費と人件費のコスト比較 中国生産と比較してメリットが出ない

制などクリアすべき点が多くなります。このことを考慮して総合的に評価していくことになります。

## 7. 製品運用

IoT機器の販売形態として、我々の経験ではBeacon機器などの様に機器の売り切りの形態だけでなく、IoT機器とクラウドサービスが融合したサービス化での販売形態もあります。今回は後者を想定した場合の製品運用の各業務について検討を行ないます。

### 1) 営業関連業務

営業関連業務は、営業、営業事務、営業問い合わせ対応など機器とそれに付属するサービスの販売が中心となります。

営業範囲がBtoB、BtoCで業務に若干の差異がありますが、第三者に利用していただくことで営業という業務に集約しています。また、営業行為そのものよりは、営業支援的な部分にフォーカスして業務設計していきますが、営業行為をアウトソースすることも視野に入れ検討します。

- ・IoT機器、サービスの告知、告知に対する問い合わせ対応などのコールセンター業務
- ・IoT機器、サービスの申し込みや課金方法、請求など営業経理業務
- ・IoT機器、サービスの満足度調査、その評価・分析など顧客満足度の管理

### 2) システム関連業務

システム関連は、IoT機器そのものよりもIoT機器を使ってサービスを形作るクラウドシステム関連の業務が主となり、クラウドシステムの構築やシステム利用状況の把握、システム関連でのヘルプデスク業務などいわゆるITの運用業務となります。

- ・サービス全般の維持・サービス環境の監視などのサービス管理
- ・技術的な問い合わせやQ&A、FAQの作成、維持などのヘルプデスク業務
- ・ユーザーの登録、機器の登録などのオペレーション業務
- ・システム監視や障害対応、機器故障対応などのシステム管理
- ・取付方法、利用方法の支援などSE支援

### 3) 維持メンテナンス業務

利用するにあたって、取り付けたIoT機器やIoT機器を利用していくためにサービス状況のメンテナンスを行なう必要が発生します。

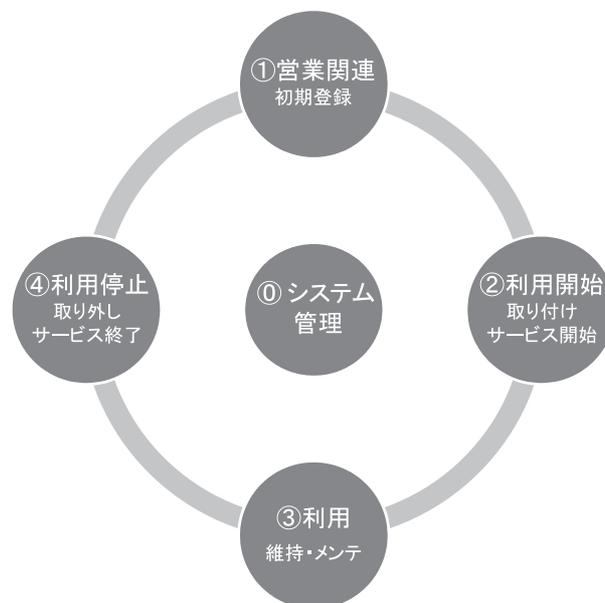
- ・IoT機器やサービス利用の履歴管理
- ・IoT機器の電池残量の管理
- ・IoT機器利用者・利用権限のメンテナンス
- ・IoT機器の移設・取り付け・取り外しなどの機器移設業務

上記の様な業務を設計するにあたって、必要になるインプット項目として、製品化検証時に行なった使用目的をここで再度活用します。製品化検証時に行なった検討では、使用目的を検討し、次に6W2Hを活用してIoT製品の使用に関する定義を行なってきました。

これらの検討結果をもとにどういった業務が必要なのかを洗い出すために業務をライフサイクル化したモデルから必要となる業務項目を網羅性高く洗い出しを行なっていきます。

下図の様に業務ライフサイクルをモデル化して検討していくことになります。

図4 IoT製品の業務ライフサイクルモデル



この業務ライフサイクルを用いて、これまでの家庭菜園支援IoTでの検討結果を精査して業務項目の洗い出しをしてみました。

表9の様に業務ライフサイクル上の各カテゴリーの業務項目を洗い出しています。

これらの業務項目毎に業務フローの作成、業務の詳細定義を行なっていくことで業務設計、運用設計を業務仕様書として完成に導くことができます。また、IoT製品の設計で重要視したことは、マニュアル通りに使用しない前提、利用者のリテラシーを低く置くことで誰でも使用できる製品と定義し、マニュアルを見ないで使用できることを理想にすることを条件とした設計を目指しました。従って、運用設計において業務設計だけでなく、レギュラーケースよりも多くのイレギュラーケースを設定し、IoT製品を利用する上での制限にならない様な支援ツール類の作成も行なうこととしました。

表9 業務ライフサイクルの業務項目

No.	項目	IoT機器関連の業務
1	営業関連 初期登録・初期設定	申し込み日付、申し込みサービス品目
		営業関連の問い合わせ業務
		IoT機器納品、配送
		利用者グループ登録
		アカウント登録
		機器購入
		モニタリング情報登録 その他センサー設定
2	利用開始 取り付け・サービス開始	新規設置（IoT、動作機構）
		IoT機器情報をモニタリング情報への引きあて
		IoT機器を利用できるアカウントの設定
3	利用 維持・メンテ	IoT機器交換
		IoT機器を利用できるアカウントを設定
		利用関連の問い合わせ業務
		電池残量の情報一覧
		権限登録情報の紹介
		クリーニング（アカウント、権限、モニタリング情報、機構…）
		アプリ、ファームウェアのバージョンアップ
		IoT機器の電池交換
4	利用停止 取り外し・サービス終了	IoT機器の取り外し
		IoT機器の利用停止
		IoT機器情報とモニタリング情報の紐付解除
		IoT機器の廃棄
0	システム管理	コントロールサーバー管理（パフォーマンス、キャパシティ、可動情報…）
		商品紹介サイトの運営
		ヘルプデスク業務
		スマホアプリのバージョン管理
		ファームウェアのバージョン管理
		障害対応

こうして、完成した業務仕様書や支援ツールをもとに実際の運用者が業務のリハーサル、レビューを繰り返し、修正点をより多く見つけ出して業務仕様書に加えていくことや支援ツール類をブラッシュアップすることで利用者が快適に利用できるものに仕上がっていきます。

## 8. 全体を通して

本稿で述べてきたプロセスで我々はIoT製品の製造・開発を行なってきました。

技術の進歩や競合との競争に打ち勝つには、スピードのある開発ができることが肝となります。様々なIoT製品で利用されている技術は日進月歩で進化しています。1年も経つと陳腐化している可能性もあり、部品の供給についても長期レンジでの供給を見込めない場合があることを念頭に置いて製品の開発期間を設定し、現製品と互換性のある次期製品の投入時期を見極めていく必要があります。

また、IoT機器はその性格上、あらゆる場所に設置するた

め、大量に製造、設置することが想定されます。

これまでのパソコンやサーバーなどのIT機器、通信機器は比較的高価なものが多く見受けられました。IoT製品では、これまでのIT機器の保守の様に技術者が出向いて故障対応やメンテナンスを行なうのは、コスト的に見合わない場合が考えられます。修理を必要としない使い捨て機器として、安く開発して市場への導入を目指す傾向の製品・サービスの色合いが強くと感じられます。

IoT製品は、単一機能で作られているものが多く、比較的シンプルなものも多く見られます。これは、環境情報など多くの場所の情報を取得するため、エッジ側ではシンプルな構造にしておいてコントロールサーバーでは大量の情報の処理が必要になります。

IoT製品もそろそろ成熟期に来ており、エッジ側での情報処理やビッグデータの処理技術やAI技術と組み合わせていき、目指すべきものをIoT製品から広げていくことが我々の次なる課題でもあります。