

IoT時代のデジタル化戦略を支える IT部門の課題



亀津 敦

CONTENTS

- I デジタル化をドライブするIoT
- II IoTがもたらす企業システムの変容
- III IoT実現に向けた新しいアプローチ

要約

- 1 センサーやコンピュータの小型化によってIoT（Internet of Things：モノのインターネット）への注目が高まっている。製造部品や最終製品に埋め込まれたセンサーがもたらすデジタルデータが増加し、それらがネットワークを介して収集されることによって、製造からサービスまでのプロセスの至るところでデジタル化が進行し、ハードウェアからソフトウェアへの価値の転換が起こっている。
- 2 無数のデバイスがネットワークにつながり、大量のデジタルデータを送信し続けるIoTの世界では、さまざまな産業機器上での開発ノウハウや 接続性の確保、リアルタイムデータ処理のための基盤や産業ビッグデータを扱うクラウド、分析機能が必要となる。これまでの企業システムの開発とはやや異なるノウハウが必要である。
- 3 IoTにまつわるデータを収集・分析する「IoTプラットフォーム」が登場してきている。
- 4 IoTを活用したデジタル化戦略の難しさは、①事業によって多様なセンサーが存在すること、②テクノロジーを活用したこれまでにないサービスの創出が目的であり、そもそもどのような機能を実現すべきか探索しながら構築しなければならない、という2つの課題に起因することが多い。IT部門にとっては、要求される仕様が不明確な中でビジネス部門や外部のパートナーと協働してプロジェクトを進めていく必要がある。
- 5 探索的なIoTを活用したシステムを構築していくため、先進的な企業ではデザイン思考をベースにした開発スタイルを取っている。これまでにないデジタルデータを活用したイノベティブなサービスを実現するためには、アジャイルかつオープンなビジネスITのデザインが必要になるだろう。

I デジタル化をドライブするIoT

1 拡大する「モノのインターネット」

あらゆるモノがインターネットに接続され、情報を発信することが可能なIoTが昨今注目を集めている。IoTという概念自体は、1999年にRFIDタグによる個品管理、モノの所在を明らかにするというコンセプトではじめて用いられた。今日では技術進化と普及に伴い、より広範なモノがインターネットにつながり、より多くのデータを活用することができるようになってきている。

技術進化と普及の典型的な例として、センサーデータを収集したりモノを制御できたりする超小型の「シングルボードコンピュータ」や「マイコンボード」を見てみよう。

シングルボードコンピュータとは、クレジットカード大の基板上にCPUやUSBコネクタ、ディスプレイ出力ポートなどコンピュータとして動作する一通りの部品が搭載されたもので、単体で超小型のコンピュータとして動作する。また、マイコンボードとは、小型サイズの基板上にセンサーやモーターなどを接続するコネクタと、接続された機器を制御

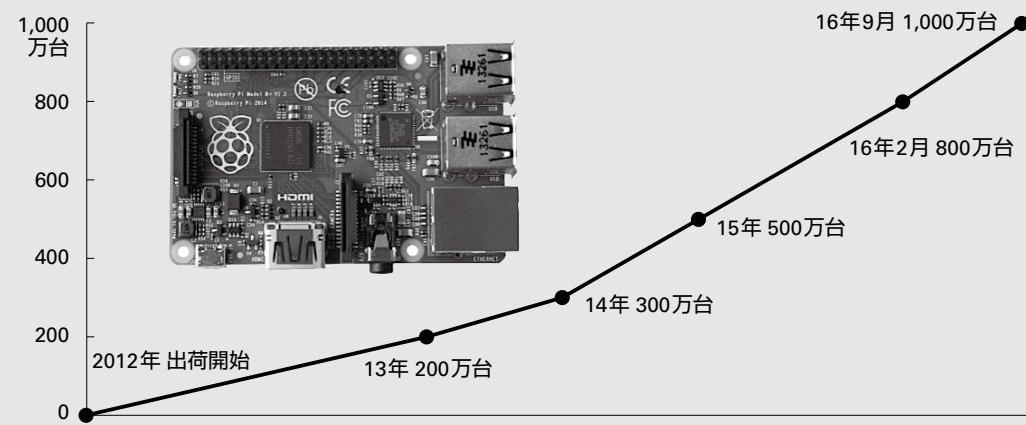
するマイクロコンピュータが配置されたものである。

いずれも、開発環境やハードウェア仕様がオープンソースとして公開・提供されているため、個人でものづくりを行う人々（メイカーズ）がIoTデバイスを製作する際に用いられている。

今では、Raspberry PiやArduino、IntelのEdisonといったさまざまなワンチップの小型のシングルボードコンピュータ、マイコンボードが登場し、安価に入手可能になっている。その代表格ともいえるRaspberry Piは、2012年の登場以来、累積の出荷台数が16年9月に1000万台を突破した（図1）。これは、Apple Watchの出荷初年（15年）の出荷台数に匹敵する規模である。

シングルボードコンピュータは本格的な産業用途で使われるものではなく、またすべてがIoT用途で使われるものではない。とはいえ、ITの専門家でない人々でもセンサーデバイスを組み立て、プログラミングをすることができる機器にこれだけ注目が集まっているということは、センサーデータの活用が身近なものになっている証左であろう。

図1 シングルボードコンピュータ「Raspberry Pi」の出荷台数



出所) Raspberry Pi Foundationの発表を基に作成
(画像は<https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-raspberry-pi-model-b-plus/>)

2 IoTがもたらす 大量のデジタルデータ

センサー側の機器の小型化・低価格化・普及によって、これまで取得できなかった現実世界の「モノのデータ」を収集し、利用することが可能になってきている。

これまでは得られなかったモノのデータが取得可能になることによって、ビジネスに2つのインパクトが生じている。一つは、ビジネスプロセスの効率化がさらに進むことと、もう一つはデータを用いた新しい価値創造プロセスが創出されること、である（図2）。

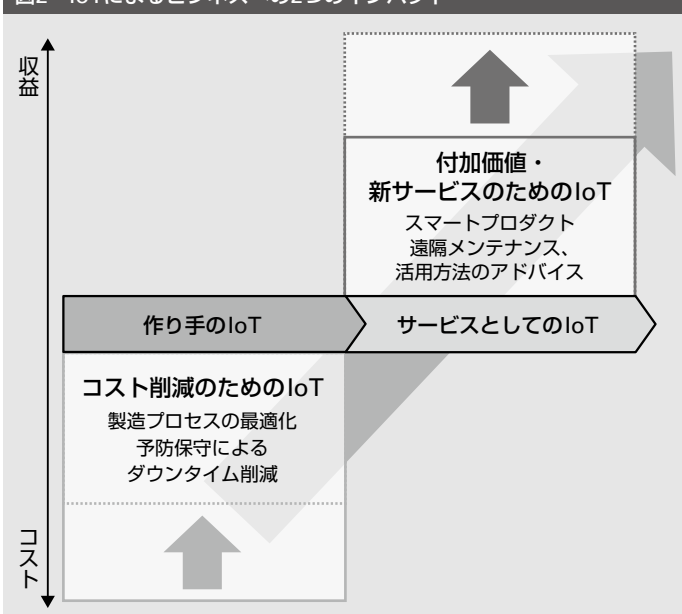
一つ目のビジネスプロセスの効率化の典型例は、ドイツ政府が主導する製造業の高度化プロジェクト「インダストリー4.0」に見て取れる。インダストリー4.0は、工場の製造機器や製造ライン、部品のサプライチェーンの至るところにセンサーが設置され、それらのデータを接続し、製造プロセス全体の最適化・自動化を図ることによってドイツの製造業の競争力を強化しようという取り組みである。

インダストリー4.0が目指す世界では、製品の製造過程にかかわるさまざまな機器が生み出すセンサーデータが連携し、それぞれの状態を参照しながら前後の工程を最適化、または自動化する。これまで個別に存在していた生産計画システム（PLM：Product Lifecycle Management）、生産管理システム（MES：Manufacturing Execution System）が連動することで、工場全体がデジタルデータを共有する「スマートファクトリー」が実現する。

センサーデバイスは消費者向けの製品にも設置される。たとえば、アマゾン・ドットコムは家電製品が消費者に代わってサプライ品を自動的に発注する「Amazon Replenishment Service」を2016年に発表した。Amazon Dash Replenishment Serviceに対応した独ブリタ社製の浄水器は、利用状況（浄水器に注がれた水の量）をモニターしており、規定の使用量を超えると交換用のフィルターをアマゾン・ドットコムに自動的に発注する。他に、洗濯機やプリンタなどがこの仕組みを利用しており、製品と補充サービスがセットになった新しいサービスを創出している。

製品を製造するプロセスにおけるセンサーデータの活用と、消費者の手元にある製品から送られてくるデータの活用、このいずれのインパクトともセンサーが生み出すデジタルデータの増大をもたらす。製造現場のスマートファクトリーであれば、さまざまな産業機器や製造ロボットがリアルタイムで稼働状況に関するデータを発生させ続ける。消費者の手元にある製品はデータの発生頻度は少ないものの、製品が普及すればするほどデータは大量になっていく。IoT時代には、これら大量に集まるデータをいかに活用できるかが、

図2 IoTによるビジネスへの2つのインパクト



企業のデジタル戦略における競争優位を産み出すポイントになってくる。

II IoTがもたらす 企業システムの変容

1 「モノ」が企業システムに入り込む

これまでにない数のセンサーデバイスがネットワークにつながり、大量のデジタルデータを発生させるIoTの世界では、新しい状況に適応した情報システムが必要になる。そしてそれは、これまでのIT部門が手がけてきた企業システムとは大きく異なる。

たとえば、工場に置かれた無数のデバイスを企業ネットワークにつなぐにはどうすればよいのか。これまではネットワークに接続される機器はサーバー、PC、モバイルデバイスがほとんどであり、膨大な「モノ」はあまり考慮されてこなかった。工場内のありとあらゆる機器がネットワークにつながり、データを送り始めたとしたら、それを受け取り、活用するための仕組みを企業全体として用意

しなければならない。

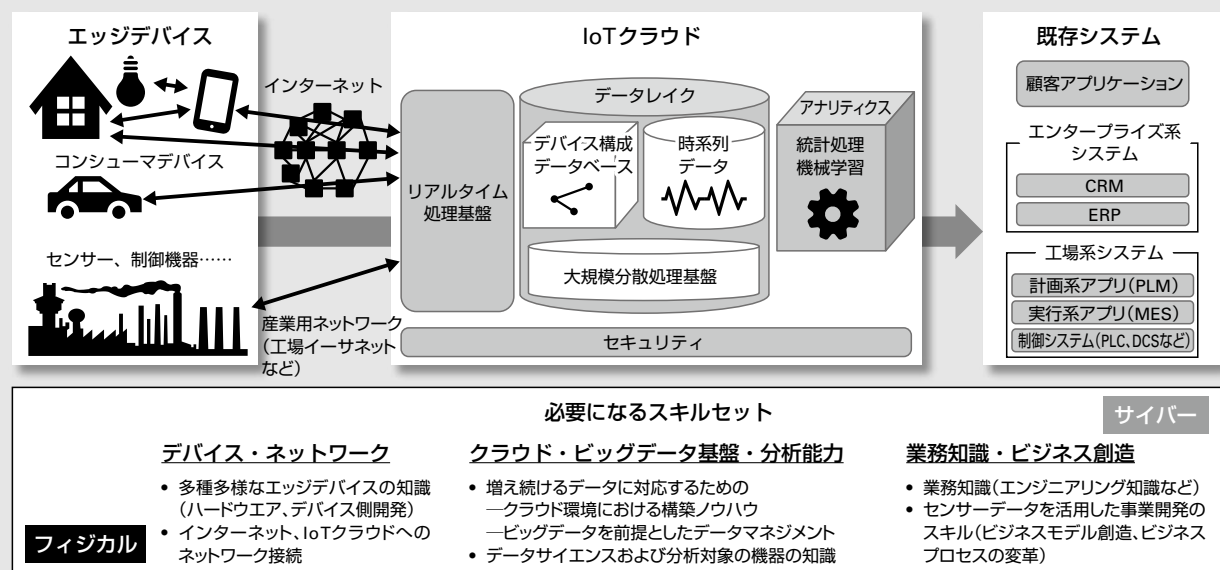
Amazon Replenishment Serviceのように、消費者の製品がつながり続けたらどうだろうか。消費者が購入した製品が、利用状況や消耗品の補充のリクエストを定期的を送ってくるとしたら、企業は膨大な顧客（の機器）からのデータをリアルタイムに受信し、対応していかなければならない。これは、従来のCRMによる顧客管理とは異なるレベルの仕組みが必要になる。

さまざまなデバイスとの相互接続、リアルタイムでのセンサーデータの受信、企業の外部にある顧客の機器との接続などの要素を企業システムに加えていかなければならないのである。

2 IoTを実現する構成要素

IoTを実現するための情報システムは、図3に示す構成となる。全体として、IoTを実現するシステムの特徴は、サイバー（デジタル）とフィジカル（物理的なモノ）の融合が起こること、そしてその過程で扱うべきモノ

図3 IoTを実現するシステムの全体像と必要となるスキルセット



の種類やデータが大量になること、これまでのシステム以上にステークホルダーが増えること、である。

これまでの情報システム部門が担当してきた領域ではなじみの薄い要素は、次の分野になる。

(1) エッジデバイス（フィジカル領域）

への対応

IoT機器を本格的に利用すればするほど、取り扱うべきモノの種類が増え、またフィジカルなモノに対する深い理解や開発ノウハウが必要になる。

センサーデータを吸い上げるためには、さまざまなデバイス上でクラウドに接続するためのアプリケーションを開発しなければならないが、これらのデバイスは組み込みOSや産業用OSなど、通常のPCやサーバーと異なる環境・技術体系に従って稼働している。クラウドに接続される機器の種類が増えれば増えるほど、それぞれの環境に応じたソフトウェア開発が必要になる。

また、工場やプラントなどの産業用機器の多くは、さまざまな専用プロトコルで通信が行われていることが多い。異なるプロトコルに対応し、データを一元的に集約するために産業機器の業界標準などに関する知識も必要となる。

(2) ビッグデータの処理と分析能力

IoT機器の数は膨大で、今後増加の一途をたどると見込まれる。また、ネットワークに接続されたセンサーは時々刻々とデータを算出し続ける。まさにビッグデータそのものである。デジタルデータを活用していく上で

は、この増え続けるビッグデータをいかに活用していくかが求められる。

モノの増加と時間の経過とともに増大していくデータに柔軟に対応していくために、IoTのデータを取集・蓄積するシステムはクラウド上に構築されるのが一般的である。そして、重要になるのがデータを蓄積・管理していくデータベースである。予測不能なデータ増にも対応できる分散データベースが用いられる。また、センサーデータには監視カメラの画像、デバイスの構成情報などの非構造化データも多いことから、多様なデータフォーマットをサポートするデータストアを準備する必要がある。

そして、蓄積されたビッグデータから有用な洞察を導くための分析能力が求められる。大量のデータの中から、たとえば機器が壊れる予兆を発見したり、最適な運転効率を実現する稼働パターンを発見したりする、といった価値ある発見を行うことができはじめてデジタルデータを有効活用できた、といえるだろう。

そのためのデジタルデータの分析は非常に探索的になるため、データ分析の専門家であるデータサイエンティストが活躍するであろう。

ただし、データサイエンティストによる分析能力だけでは十分でない。前述の通り、IoTがもたらすデジタルデータは現実世界のモノの状態そのものを表す。あるセンサーや機器が指し示す数値がどのような意味を持つのかは、モノの構造や物理的な特性をよく知らないとは解釈できないことが多い。

物理的なモノの設計や構造、ふるまいに関するエンジニアリング知識や、機器の現場で

の運用ノウハウに関する「OT (Operational Technology)」がなければ、フィジカルなデータは有効活用できないのである。

(3) 業務知識とビジネス創造スキル

IoTがもたらすデジタルデータの活用で最も難しい部分はここかもしれない。前述したように(2)項のデータ分析に関しても、センサーや機器の分析において必要となるエンジニアリング知識やOTといった、製品や業務、現場と密着した知識が重要になる。また、センサーデータを分析した後で活用するフェーズでは、製品の機能や製造現場のシステムに得られた洞察をフィードバックしていくため、製品開発部門や製造系システムの担当部門のニーズや置かれた状況を理解し、協調していく必要がある。

また、IoTの活用を進めるにあたってよく障壁となるのが、「IoTによってどのようなメリットを見いだせるか分からない」という点である。障壁を生み出す要因となる不確実性は以下のようなものだ。

- そもそも自社がどのようなデジタルデータを収集・利用可能なのか。モノからこれだけ多様なデータが取得できるようになったのは最近のことである。従って、普遍的にどの企業でも適用可能な正解はないと思ったほうがよい
- 得られる(可能性があるものも含めて)データから、どのような洞察を発見できるのか。これまで取得して分析したことがないデータについては、実際に分析に着手してみないことには望めるアウトプットの価値に関する確証を持ってない
- 得られる洞察の価値が事前に分からない

ため、その活用から得られるビジネスバリューが見通せない

IoTがもたらす利点を活かすためには、モノの接続、クラウドへのデータ収集から分析までを行う仕組みを作るだけでは足りない。前述のような不確実性を前にして、「そこからどのような収益を上げるのか」「コスト削減による成果を出すのか」を明確にする必要がある。それは収益の向上を目標にするのであれば新たなビジネスモデルを組み立てることに他ならず、コスト削減サービスを目標にするのであればビジネスプロセスの最適化にあたる。適切なデータを取得できることが分かり、そこから有用な洞察が得られることが分かったとしても、その成果を活かすためには現場のオペレーションを変えなければならないこともある。あるいは、生活者向けの製品と自社との間の商流やステークホルダーが中抜きされるかもしれない。

3 IoTプラットフォームの登場

このように、IoTのためのシステムの実現には多岐にわたるスキルが求められ、大掛かりな仕組みになる。企業がこれをゼロからすべて作り上げるのは困難である。

それを見越して、ITベンダーを中心に「IoTプラットフォーム」が提供され始めている。ベンダーが提供するクラウドとデータベース、さまざまなセンサー機器とのコネクティビティ機能(接続のために必要になるセンサー側のソフトウェアおよびネットワークソリューション)をセットにして提供することで、ゼロからIoTシステムを作らなくてもよいオフリングである(表1)。

特筆すべきは、IoTプラットフォームを提

表1 主なITベンダー・IoTプレーヤーのIoTプラットフォーム提供状況

IBM	IBM Bluemix Watson IoT	2015年9月にIoT部門新設。16年7月には人工知能Watsonを組み合わせたWatson IoTを発表
マイクロソフト	Azure IoT Cloud	2015年3月にAzureクラウド上でIoT機器を扱うPaaSを発表、10月に提供開始
アマゾン・ドットコム	AWS IoT	2015年10月にAWS IoTを発表
SAP	Hana Cloud for IoT	従来の製造、ロジスティクス向けIoTアプリに加え、2015年5月に開発者向けの開発環境を発表
GE	Predix cloud	2016年2月に、GEの持つ産業機器向けのアプリケーションをクラウド化するPredixを開発者に公開
ボッシュ	Bosch IoT Suite	ボッシュが提供するコネクテッドカー・コネクテッドホームなどのIoT基盤を2017年より一般向けに公開

出所) 各社発表資料を基に作成

供する側に、ITベンダーだけではなく、ソフトウェア企業ではないメーカーが参入してきていることである。GE（ゼネラルエレクトリック）は、2011年に「インダストリアル・インターネット」構想を発表し、同社の航空機用エンジンや発電用タービン、医療精密機器などにセンサーを組み込んでネットワークで接続し、ハードウェアにソフトウェアの力を加えることで他の製造業との差別化を図る方向に舵を切っていた。

ドイツ政府のインダストリー4.0構想に早期から参加してきたボッシュも、ドイツ国内に設置したデータセンターに「Bosch IoT Cloud」を構築し、自社および自社の顧客向けに提供してきたIoTプラットフォームを同クラウド上に展開する。

GEもボッシュも元来はソフトウェア企業ではないが、自社の製造する製品にソフトウェアによる付加価値をつけるために仕組みを構築してきた。ITからのアプローチではなく、ハードウェアのエンジニアリングとオペレーションのノウハウを持ったメーカーが参入することで、IoTシステムを構築していく上で必要になるエンジニアリング知識・業務

知識に関する支援を受けられるようになりつつあるのが、直近のIoTプラットフォームをめぐる変化である。

Ⅲ IoT実現に向けた新しいアプローチ

1 先進製造業に見るデジタル戦略へ向けた変革

GEやボッシュのような、製造業であった企業がソフトウェアベースの競争を重視し、ITに関するケイパビリティを獲得してきた過程は、非IT企業がIoT時代にデジタル技術・デジタルデータの活用をどのように進めていくべきかを考察する上で参考になる。

GEは、2011年にインダストリアル・インターネット構想を掲げて以降、ソフトウェアとITエンジニアへの投資を続けてきた。12年には100人程度だったソフトウェア部門（GE Software）に、ソフトウェアエンジニアとデータサイエンティストが続々と新規採用された。

15年にはGE Digitalへと改組され、GEのグループでセンサーデータの収集と分析を担

う共通プラットフォームとして「GE Pre-dix」が位置づけられた。GE Digitalにはグループ全体のデジタル化に責任を持つ「チーフ・デジタル・オフィサー」が置かれており、各ビジネスユニットの担当者（デジタルオフィサー）が同社のIoTプラットフォームを活用してデジタル化を推進し、その進捗をチーフ・デジタル・オフィサーに報告する（図4）。

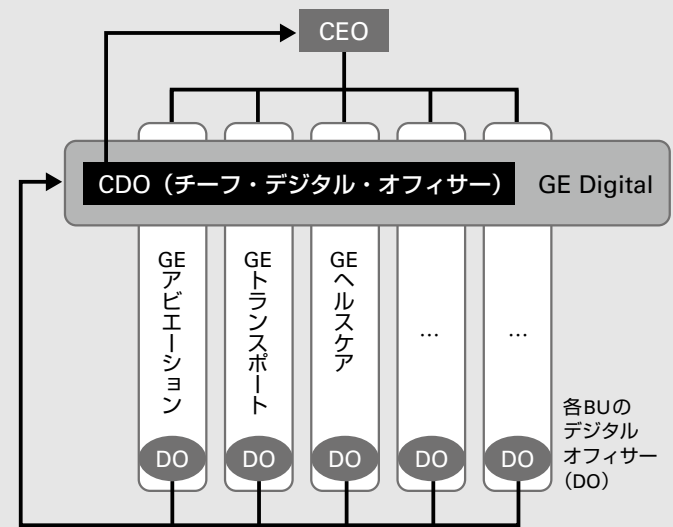
GE Digitalは共通基盤としてのIoTプラットフォームとデータサイエンティストの能力を各事業部門に提供し、ビジネスのデジタル化を支援する。そして、センサーデータとアナリティクスを活用したビジネス創造を事業部門と協働で進める。

そして、IoTを活用したサービス開発のプロセスは、「デザイン思考」に基づくステークホルダーを集めたワークショップと分析の試行、プロトタイプ開発を並行に進めるというものであり、典型的なITプロジェクトのステップとは大きく異なる。

2 デザイン思考による 探索型アプローチによる IoTシステムの構想

「デザイン思考」とは、人々のニーズを重視し、そのニーズを技術的に実現可能な、ビジネス価値を持つアイデアに結びつけるための実験・検証を伴う方法論である。課題解決を目的としたロジカルな思考方法とは異なり、新規事業アイデアの創出や、サービス開発に向くといわれている（デザイン思考そのものについては、『知的資産創造』2013年1月号特集「顧客価値を創造するイノベーション」を参照されたい）。

図4 GEのデジタル化を担うGE Digitalの組織的役割



出所) 公開資料を基に作成

IoTの実現プロセスに、デザイン思考は非常にマッチする。実際、事例として紹介したGEだけではなく、SAP、IoT専門ベンダーの米PTC、日本ではKDDI、ニフティIoTデザインセンターなどが取り入れている。

IoTシステムの構想において、デザイン思考を取り入れたステップは以下のようなものになる。

- ①ステークホルダー（IT側、事業側、マネジメント層）が集まり、最終的なビジネスゴールから解きたい問題を探索し、テーマ設定と仮説出しを行うワークショップを開催する

現状の部署・業務上の役割はいったん置き、自社のビジネスのあるべき姿を全員でフラットに考える

- ②実際にデータ分析やプロトタイピングを行いながら、①で設定した仮説が価値を持つか、技術的に実現可能かを検証・テストする。具体的には、データ分析を繰

り返し、得られた分析結果を用いて新たなサービスモデルや業務プロセスを設定した場合のビジネスバリューを想定する

③データの取得や分析において、外部の専門家が必要であれば、ワークショップに参加してもらおう。たとえば、機器から望むデータを取得するための方法が分からなければ、機器ベンダーの有識者に参加してもらい、技術的に実現可能かを共に検討してもらおう

IoTを実現するシステム化構想においては、このプロセスをいかに迅速に繰り返すかがポイントになる。

3 IT部門に求められる マインドシフト

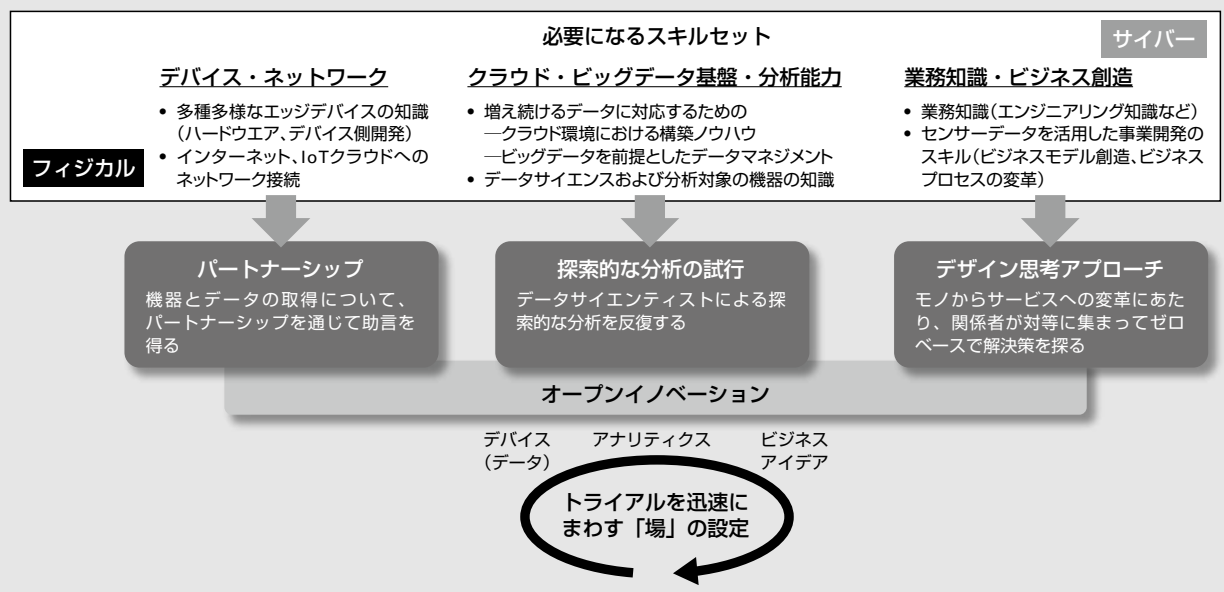
このような場とプロセスを誰が設定し、運用するのか、が次なる課題である。IoTプロジェクトはIT部門がリードすることもあれば、事業部門がリードすることもある。新規事業立ち上げの専門組織が行うこともある。

しかし、デバイスからクラウド、アナリティクスといったIoTシステムの構成要素の中で、クラウド環境の準備、データストアの構築とデータマネジメント、分析アプリケーションの構築、という多くの部分に通暁するのはIT部門である。IT部門がIoTへの取り組みをリードする役割を担うことが多いのではないだろうか。

その場合、IT部門にはこれまでのITプロジェクトの運営と異なるマインドセットが求められることに留意すべきである。それは、通常のITプロジェクトと異なり非常に探索的であるということと、パートナーシップのあり方が変わる、ということの2点である(図5)。

探索的なプロジェクトになる理由は、まず目標のあいまいさである。利用可能なセンサーやデータの種類は個々の企業によって異なるため、ゴール設定自体があいまいになりやすい。さらに、多様かつ膨大なデータを相手にするデータ分析の試行段階においては、すぐに望ましい結果が得られるとは限らない。

図5 IoTプロジェクトへのアプローチ



その上、対象とするセンサーや機器が増加したりデータの傾向が何らかの理由で変わってきたりした場合、あらためて変化に追随した解釈とサービスの検討が必要になる。従って、このサイクルは一回限りのものではなく、常に繰り返されるものとなる。

探索時のあいまいさを少なくするため、

IoTプロジェクトは規模を絞ったPoC (Proof of Concept：実証実験) を繰り返すことが望ましい。このような小さな開発サイクルを繰り返すプロジェクトには、アジャイル開発、リーンスタートアップといった開発・プロジェクトマネジメントのスタイルが適している。この種のスタイルに習熟していない場合、IT部門にはマインドの切り替えが必要である。

もう一つ、パートナーとの関係についても変革を求められる。IoTには登場する要素が多いため、単独の部署、組織、あるいは自社のノウハウやスキルセットだけで実現できないことが多い。センサーや機器の専門ベンダー、自社にない分析スキルを持った社外のデータサイエンティストのノウハウを活用すべきであるが、ここにも「探索的である」というIoTプロジェクトの特徴が影響する。

目標や実現可能性があいまいで、プロジェクト開始当初から明確に設定できなかつたり、望む結果が出るかは外部の専門家でも分からなかつたりすることが往々にしてある。

従って、外部との関係も変わる。専門分野に関して仕様を決めて業務を依頼する、というスタンスではなく、パートナーにも共同でPoCに加わってもらい、一緒に問題を解くプロセスに参加してもらい、という関係構築が

求められるのである。

場合によっては、自社にないノウハウを持っている企業を公募するような、よりオープンイノベーションを意識したパートナーシップの模索も行われる。GEは過去に産業ビッグデータ解析のノウハウを学び、獲得するため、自社が持つ航空機のエンジンのデータやヘルスケア機器のデータを公開し、機器の最適稼働を実現するアルゴリズムを公募したことがある。

デザイン思考、アジャイル開発、PoCといった新しい考え方が求められるIoTの実現プロセスは、IT部門にとってチャレンジングな変化を求める側面もあろう。しかし、デジタルビジネス時代において産業ビッグデータの活用、サイバーフィジカルの融合は避けて通れないトレンドである。

この変化に対応していくためには、社内・社外も含めて必要な知恵を持つ人を集めていかに共同で仮説検証のサイクルをまわすかが重要になる。これは、ITシステムの構築というよりも、イノベーションの創出プロセスそのものに他ならない。IoTへの対応は、デジタル化時代のIT部門がイノベーション創出にかかわっていく契機と見て、積極的に組織の能力とミッションを変革する試金石として活用していくべきではないだろうか。

著者

亀津 敦 (かめつあつし)

デジタルビジネス開発部上級研究員

専門は情報系システムおよび消費者向け技術の動向調査・コンサルティング