

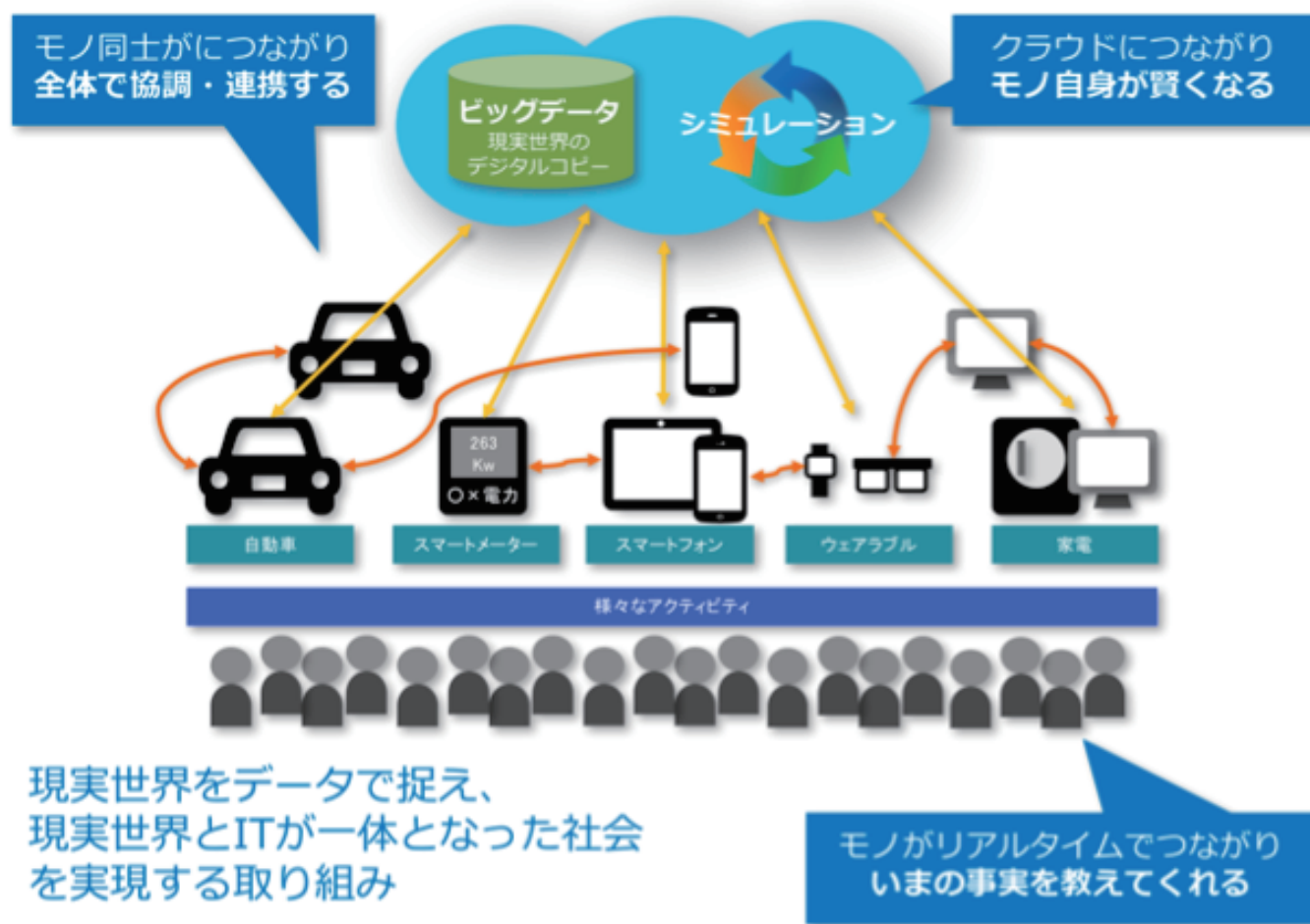
2. 寄稿 IoT(Internet of Things) モノのインターネット

現実世界をデータで捉え

現実世界とITが一体となった社会を実現する

ネットコマース株式会社
代表取締役 齋藤 昌義 様

コレ 1 枚でわかるモノのインターネット (IoT)



モノが直接インターネットにつながり、モノ同士が、あるいはモノとクラウドが、さらにはモノとヒトとがデータをやり取りする IoT (Internet of Things: モノのインターネット) が、様々なところで使われ始めています。

現実世界のデジタル・コピーを生みだす IoT

2009年、インターネットにつながっていたモノは25億個あったとされていますが、2015年には180億個に、そして2020年には500億個に達するであろうという予測もあります。

モノは私たちの日常生活や社会活動の様々な活動を、あるいはモノの周囲の環境や変化をセンサーで捉え、それをデジタル・データとしてインターネットを介して送り出します。それは、私たちの現実世界のデジタル・コピーがサイバー世界、すなわちクラウドの中に作られるということです。インターネットにつながるモノの数が増えれば、ますます精緻な現実世界のデジタル・コピーが出来あがることになります。

デジタル・コピーを分析して役立つ情報を見つけ出す

膨大な数のモノから送り出されるデータもまた膨大となります。しかし、データをただ溜め込んでいても仕方ありません。そこで、この膨大なデータを分析し、出来事の因果関係を明らかにしたり、規則性を見つけたり、データを使っ
ての模擬実験（シミュレーション）を繰り返したりして、私たちの社会活動や生活を快適で安心なものにするための情報を探し、最適な答えを見つけることなどに役立っています。その手段として、従来からある統計解析に加え、人工知能の技術である「機械学習」が活躍しています。

こうして得られた情報を使って機器を最適に制御し、交通システムを安全に管制し、健康のためのアドバイスを提供するという価値を生み出すのです。

IoT が生み出す 3 つの価値

「現実世界をデータで捉え、現実世界と IT が一体となった社会を実現する」

IoT を定義すれば、このような表現になるかも知れません。では、どのような価値が生みだされるのでしょうか。

モノ同士がつながり全体で協調・連携する

前を走っている自動車がスピードを落とせば、後方の自動車もそれに合わせてスピードを落とします。自動車と信号機がつながり、通行量に応じて信号機の点灯を制御すれば信号待ちがなくなりスムーズな走行が実現します。その結果、渋滞は解消され、無駄なガソリンの消費も抑えられ、環境にやさしい輸送が実現します。このように、モノ同士がつながることでモノがお互いに協調・連携しながら、全体最適を実現してくれるのです。

クラウドにつながりモノ自身が賢くなる

- ◆ 電子レンジはクラウド・サービスからいま話題の料理のレシピを手に入れ最適な調理時間や調理法を設定してくれます。
- ◆ 冷蔵庫は少なくなった常備食材を検知して自動で発注してくれます。
- ◆ 自動車にこれから食べたい料理について話しかけると、おすすめのレストランを紹介し予約してくれます。そして渋滞のない快適なルートに沿って自動車を走らせてくれるでしょう。

モノに大きなデータや頭脳を持たせることはできませんが、モノにつながったインターネットの先には、ほぼ無尽蔵のデータ格納場所と計算能力を持った頭脳であるクラウドがあります。モノは、このクラウドとの組合せで、モノ単体ではなしえない強力な頭脳を持つことができるのです。

モノがリアルタイムでつながり “いま” の事実を教えてくれる

- ◆ 航空機のジェット・エンジンの稼働状況がリアルタイムに分かることで、故障や不具合を即座に把握できパイロットに適切な指示を与えることや、着陸先の空港で交換部品やエンジニアを事前に待機させておき、着陸後すぐに点検修理して次のフライトを欠航させないといった対応ができます。
- ◆ いま現在の道路の混み具合や今後の渋滞予測に応じて、自分の乗っている自動車を最適なルートに誘導してくれます。
- ◆ 災害が起きたとき、スマートフォンやウェアラブルを持っている人の動きをリアルタイムで捉えながら、安全な避難経路へと誘導してくれます。

このようにモノがリアルタイムにつながることで、その時々最適なモノやヒトの動きを実現したり、モノを販売からサービスへ転換したりといったビジネス・モデルの変革が可能になるのです。

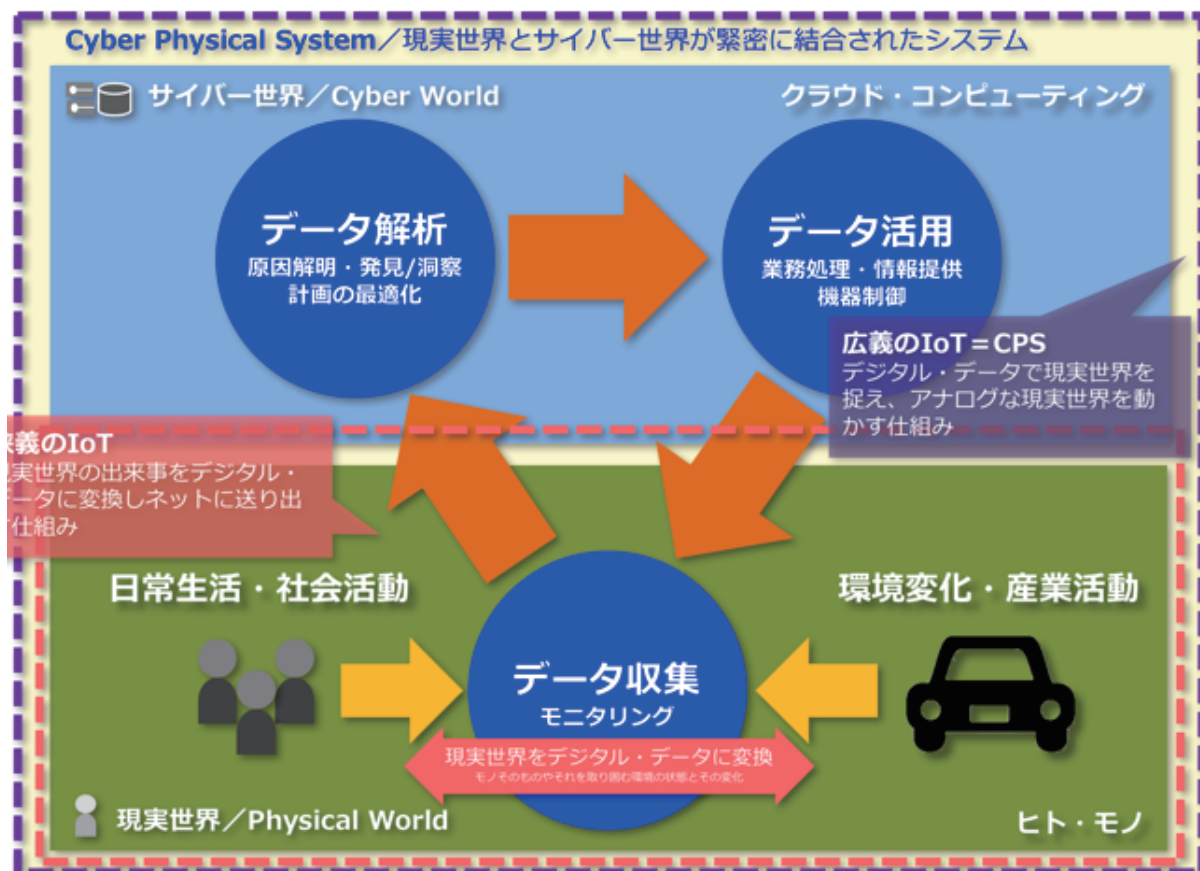
IoT は単一のテクノロジーではなく「ソリューション」

IoT は単一のテクノロジーではなく、多様なテクノロジーの組合せによって実現される「ソリューション」だということ。例えば、

- ◆ 現実世界のアナログな出来事をデジタル・データとして読み取るセンサー
- ◆ 低消費電力で広域な通信（LPWA ネットワーク）
- ◆ 膨大なデバイスを認証しログを管理する認証・デバイス管理基盤
- ◆ 多様な形式のビッグデータを維持管理するデータベース
- ◆ それらを解析し価値ある規則性や関係性を見つけ出す機械学習など

これらを組合せることによって、ビジネス・プロセスを変革し、課題を解決するための取り組みだということです。まずは、解決すべき課題が前提です。そして、その課題に対してどのように解決するかにより、必要とされるテクノロジーの組合せが変わることも理解しておく必要があるでしょう。

IoT の 2 つの意味



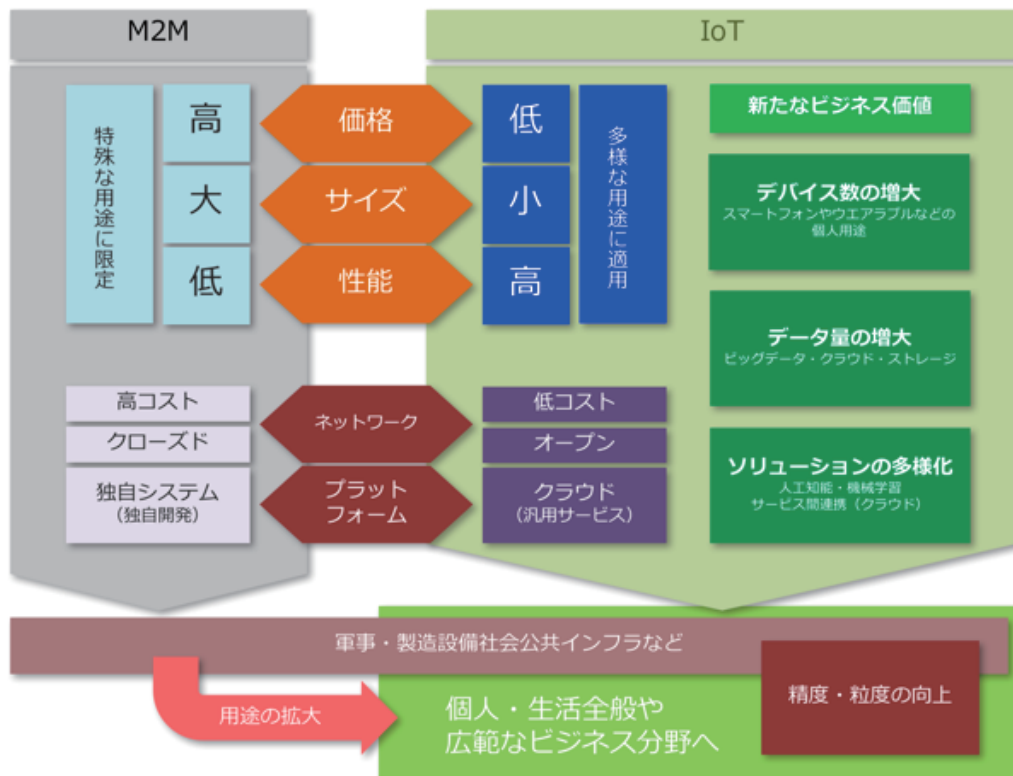
IoT についての定義は、必ずしも定まったものではなく、その定義が曖昧なままに使われていることもあるようです。そもそも Internet of Things という言葉を最初に使ったのは、1999 年、商品や荷物に付ける無線タグの標準化団体「Auto-ID」の創設者の一人である Kevin Ashton 氏だとされています。彼は IoT を「無線タグを付したモノがセンサーとコンピュータを介してインターネットに接続される仕組み」と定義していますが、無線タグ普及の取り組みの延長線上での解釈と言えるでしょう。しかし、いまでは、より広い意味で使われることが増えています。

ひとつは、「現実世界の出来事をデジタル・データに変換しネットに送り出す機器や仕組み」です。モノに組み込まれたセンサーが、モノ自体やその周辺の状態や変化を読み取りネットワークに送り出す技術、その技術が組み込まれた機器、またはこれを実現するための通信やデータ管理のサービスを言う場合です。

もうひとつは、「デジタル・データで現実世界を捉え、アナログな現実世界を動かす仕組み」です。モノから送り出された現実世界のデータをサイバー世界の機械学習で分析し規則性や最適な答えを見つけ出し、それを使って機器を制御し、人にアドバイスを与えるなどして現実世界を動かします。その動きを再びセンサーで読み取りネットに送り出す、この一連の仕組みを言う場合です。

前者は、手段に重点を置いた解釈で、後者はデータの使われ方やデータを使って価値を生み出す全体の仕組みに重点を置いた解釈です。先に紹介した CPS (サイバー・フィジカル・システム) と同じ意味といってもいいでしょう。いずれかひとつが正しいというのではなく、このようないくつかの解釈があるということです。また、モノだけではなく人を含むあらゆる出来事がインターネットに接続しデータを生み出す仕組みと言う意味から、IoE (Internet of Everything) という言葉が使われることもあります。元々 Cisco Systems が提唱した概念ですが、これもまた IoT のひとつの解釈と言えるかもしれません。

M2M と IoT の違い

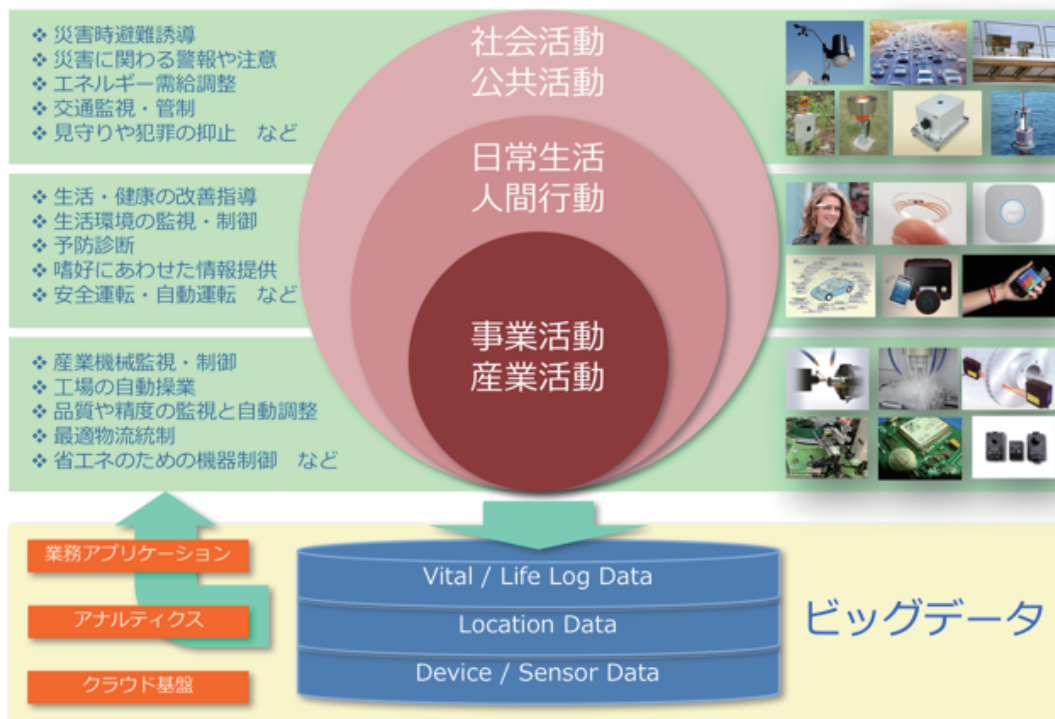


モノにセンサーを組み込み、データを収集するという仕組みはIoTという言葉が登場する前からありました。1964年に開通した新幹線、1974年に運用が始まった「地域気象観測システム：アメダス」、1970年代に始まった生産設備の自動化などでも、同様の仕組みが使われていました。しかし、それらはどれも特定の業務目的に特化した仕組みで、他のサービスで再利用されるといったことは想定されていませんでした。このような仕組みは、やがてM2M(エム・ツー・エム：Machine to Machine)と呼ばれるようになります。

その後、センサーやコンピュータの小型・高性能化、低価格化が進み、通信も高速・高性能化とともに料金が大幅に下がりました。また、インターネットやクラウドの普及とともに、M2Mの適用領域は大きく広がります。そして、様々な「モノ」がインターネットに接続され、さらにはモノ同士がお互いにつながるようになり、IoTという用語がM2Mに置き換わるように使われるようになりました。IoTがかつてのM2Mと本質的に違うのは、センサーを搭載した機械やモノの数が桁違いに多いこと、インターネットやクラウドというオープンな仕組みの上で様々なつながりや新たな組合せを生み出すことができることです。例えば、

- ◆ スマートフォンのGPSで自分の位置がわかります。そのデータを大量に集め、解析すれば、地図上に「道路の渋滞状況」を表示させることができます。
- ◆ 自動車に組み込まれたセンサーで、運転手の運転の仕方を分析し、安全運転をしている運転手の保険料を割り引く自動車保険が登場しています。
- ◆ 損保会社は、気象情報企業が提供する気象データを使い、将来の住宅や設備の損害請求を予測し、悪天候や災害が起こるリスクや影響を地域ごとに定量化することができます。このリスク情報に基づいて、契約者個別の保険を組むことや財務上のリスクを減らすことができます。

IoTはデータで様々なサービスが繋がることでエコシステムが築き、これまでには無かったサービスや社会システムを登場させる基盤となるのです。



私たちの日常生活や社会活動といったアナログな現実世界の出来事をデジタル・データに置き換え、インターネットを介してクラウドに集めてゆきます。IoTの普及・拡大により、そのデータ量はどんどん増加しビッグデータとなります。それを解析し、そのデータに潜む規則性や関係性、データ相互のつながりや構造を見つけ出し、様々なアプリケーションで使われるようになります。

●社会活動・公共活動

【データ発生源】 建物、公共設備、気象、環境、交通機関、道路など

【データ】 振動、ゆがみ、交通量、騒音、気温、湿度、風向、水量など

【価値や便益】 災害時避難誘導・災害に関わる警報や注意・エネルギー需給調整・交通監視・管制・見守りや犯罪の抑止など

●日常生活・人間活動

【データ発生源】 ウェアラブル・デバイス、センサー内蔵のホームスタットや家電製品、自動車、衣服や靴、携帯品など

【データ】 体温や脈拍、発汗、人の動き、室温や湿度、涙や汗の成分、位置情報、車載機器の状況など

【価値や便益】 生活・健康の改善指導、生活環境の監視・制御、予防診断、個人の嗜好にあわせた情報提供、安全運転・自動運転など

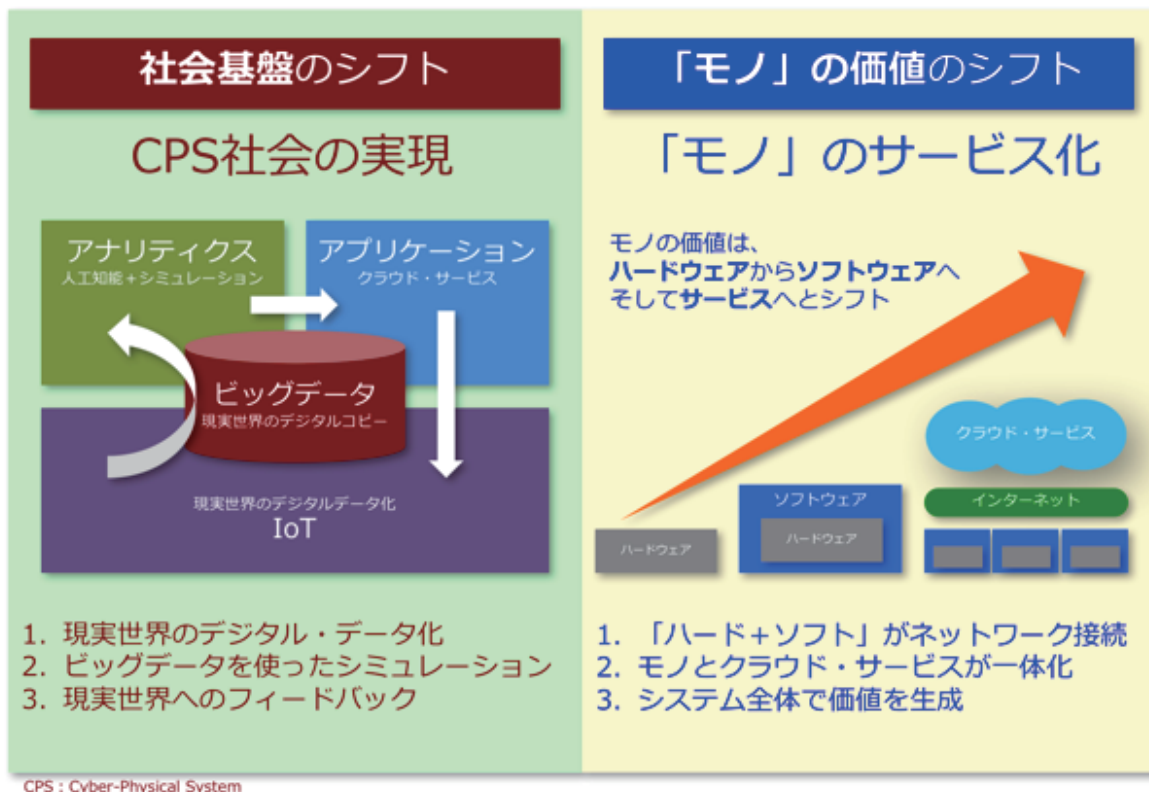
●事業活動・産業活動

【データ発生源】 工作機械やロボットに組み込まれるセンサーや計測装置など

【データ】 距離、高度、位置、温度、流量、確度、加速度、加重、光度など

【価値や便益】 産業機械監視・制御、工場の自動操業、品質や精度の監視と自動調整、最適物流統制、省エネのための機器制御など

IoT がもたらす 2つのパラダイムシフト



IoT は、2つのパラダイムシフト（常識の転換）をもたらそうとしています。

ひとつは、サイバー・フィジカル・システム社会の実現です。

現実世界の様々な出来事をきめ細かく、そしてリアルタイムにデジタル・データに置き換え、

- ◆ 過去の事実からその原因や因果関係を発見する
- ◆ 現在の事実から最適な答えを見つけ出す
- ◆ 過去から現在の事実を分析し未来の出来事が高い精度で予測する

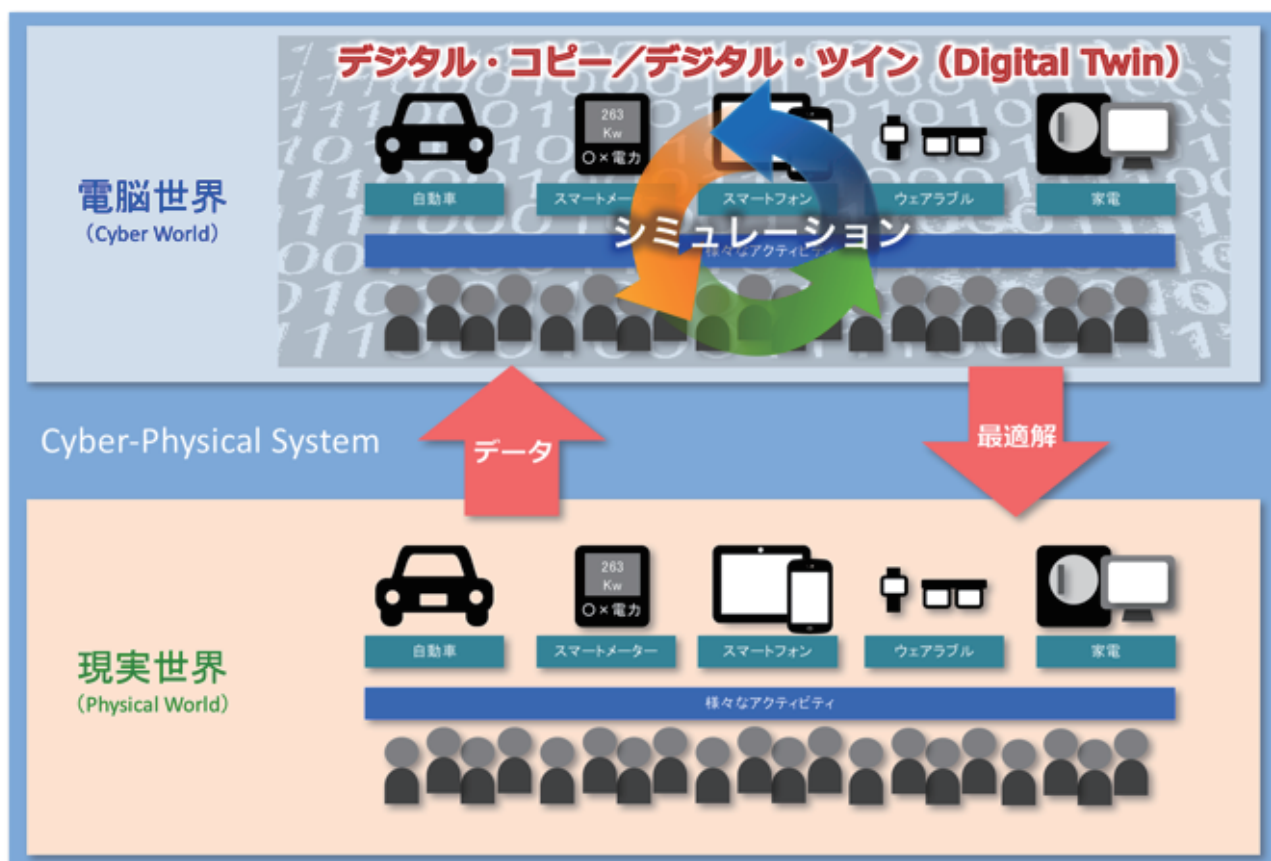
といったことをできるようにし、全体が協調、連携して、全体最適な社会基盤を造りあげようという動きです。

もうひとつは、「モノ」の価値の本質がハードウェアからサービスへとシフトすることです。

モノをインターネットにつなぎ、クラウドと一体化することで、モノ単体ではできなかった価値を生みだそうという取り組みです。

モノはこれまで、「作って売ってしまえば終わり」が常識でした。これを「売ってからも継続的に関係を持ち続ける」という新しい常識へ変えることにより、モノそのものの魅力だけではなく、ものを売った後にもサービスという魅力を提供し続け、モノの価値の本質を変えようというのです。そうなれば、製造業は、売ってしまった後の魅力まで考えてものづくりをすることが必要になります。そして、製造業はサービス業へと自らの役割を変えてゆかなくてはなりません。

こんな2つのパラダイムシフトが、いま起ころうとしています。



センサーで集められたデータは、現実世界の出来事を忠実に写し取ったデジタル・コピーです。「デジタル・ツイン（デジタル・データで写し撮った双子の兄弟）」と呼ばれることもあります。そのデータを使って「現実世界ではできない模擬実験（シミュレーション）」を行い、私たちの社会活動や生活を快適で安心なものにするための方法を見つけ出すことに使われます。例えば、

● 道路の渋滞緩和

渋滞している道路のデジタル・コピーを使い、信号機の切り替わるタイミングを変える、高速道路への進入規制をするなど条件を変え、渋滞を解消する最適な方法を探ることができます。そこで得られた情報を現実世界にフィードバックし、信号の制御や高速道路の職員に指示を与えることで渋滞の解消に使えます。

● 災害に強い都市計画

都市の構造や活動を写し撮ったデジタル・コピーで模擬的に大規模災害を起こし、道路の橋桁を崩落させる、火災で通行止めにするなどし、どのように誘導すればより多くの人命を救えるかを、条件を変えて実験することができます。現実世界でこのような実験を行うことはできません。この実験結果を使い、災害時の避難誘導計画や都市計画に反映させることができるようになります。

● 健康へのアドバイス

スマートフォンやウェアラブル端末を使いきめ細かな身体の情報がつかめれば、それを使って、利用者の健康上の課題を見つけ出し、適切なアドバイスができるようになります。

● 仕事の生産性や柔軟性の向上

工場の製造装置や工事現場の建設機械に組み込まれたセンサーから作業の進捗状況をリアルタイムで受け取り、そのデータを使って最も効率の良い作業手順を見つけ出します。さらに、現場の製造装置や建設機械を自動で操作すれば、納期や作業期間を大幅に短縮し、コストの削減にも貢献します。

モノのサービス化（1）

モノの価値は、
ハードウェアからソフトウェアへ、
そしてサービスへとシフト









かつてモノの性能や機能、品質や操作性は、ハードウェアの「細工」や「材料」によって物理的に実現していました。しかし、いま多くのモノにはコンピュータが組み込まれソフトウェアによってこれらを実現しています。もちろん、ハードウェアの価値が失われることはありませんが、ハードウェアだけでは機能や性能を実現できない時代を迎えています。例えば、以前のカメラの露出、ピント、絞り、シャッター・スピード、感度、発色などは、ハードウェアである機械部品の細工やフィルムの材料によって実現していましたが、いまではソフトウェアによって実現しています。いまでもハードウェアは、モノの価値を決める要素ではありますが、それは全体の一部に過ぎず、むしろソフトウェアが、より大きな役割を占めるようになりました。

この「ハードウェア+ソフトウェア」で構成された「モノ」がネットワークにつながれば、モノの価値の本質はサービスへとシフトします。例えば、

- ◆ デジタルカメラをインターネットにつないで、ソフトウェアを更新すれば、連写機能を向上させたり、アートフィルターの種類を増やしたりと、買ったときよりも高機能なものに変えてくれます。
- ◆ 米国の電気自動車テスラのモデル S / D シリーズには、発売当初にハードウェアに自動運転機能が組み込まれていました。そして、ソフトウェアの更新によって自動運転ができるようになりました。
- ◆ Apple の iPod というハードウェアは、楽曲ダウンロード・サービスの iTunes Music Store や定額聴き放題サービスの Apple Music というクラウド・サービスと一体となって提供されるからこそ、人気を博しているのです。

このように、モノがネットワークにつながることで、モノは購入した後も継続的に機能を向上させ進化し続けます。「モノ」の機能や性能は、それを作り、出荷することで完結するのではなく、作られたモノとその後のサービスが一体となって、モノの新たな価値を生みだし続けるのです。

モノのサービス化（2）

新規ビジネス ✓ 顧客価値の拡大 ✓ ノウハウの創出 ✓ 顧客ベースの拡大	燃料費節約 コンサルティング 予防保守・交換	安全・省エネ運転 コンサルティング 予防保守・交換	工事施工 自動化サービス Smart Construction
付加価値ビジネス ✓ 収益構造の多様化 ✓ 既存ノウハウの活用 ✓ 顧客ベースの囲い込み	出力×時間に応じた 従量課金サービス Pay by Power	走行距離に応じた 従量課金サービス Pay by Mile	建設機械 遠隔確認サービス KOMTRAX
コア・ビジネス ✓ 既存ビジネス ✓ 蓄積されたノウハウ ✓ 確実な顧客ベース	製造・販売  	製造・販売  	製造・販売  

IoTの稼働状況をリアルタイムで計測する仕組みを使えば、「モノ」を売らずに使用量に応じて課金する「サービスとしてモノ」を提供するビジネスが実現します。

- 航空機用のジェット・エンジンを製造・販売する英ロールスロイスは、エンジンという「モノ」を販売するのではなく、実際に使用した時間と出力の積に応じて、利用者である航空会社に利用量を請求する「Power by the Hour」というサービスを提供しています。エンジンに組み込まれたセンサーが、使用状況や各部品の消耗具合、不具合などを検知し、ネットを経由してそのデータを送ります。そのデータは解析され、修理・点検の必要性を個別に判断し、故障で動かなくなる前に対応できるようになります。これにより、より安全な運行が実現し、機材の稼働率が上がることでユーザーの満足度は高まります。さらに保守・点検のタイミングや必要な部品の在庫、エンジニアの稼働が最適化され、サービス・コストの削減が可能になります。
- 仏タイヤメーカーのミシュランは、運送会社向けに走行距離に応じてタイヤの利用料金を請求するビジネスをはじめています。さらに、燃料を節約できる走行方法のアドバイスを運転手に提供したり、省エネ運転の研修を行ったりと、これまでのタイヤメーカーではあり得なかったビジネスに踏み出しています。このサービスによって運送会社は投資を抑えることができるばかりでなく運行コストも削減でき、経営体質強化に貢献することができます。
- 建設機械大手のコマツは、無人ヘリコプターのドローンで建設現場を測量し、そのデータと設計データ使って建設機械を自動運転し工事をするサービスを提供しています。これまで熟練者に頼っていた精密な測量や難しい工事を経験の浅い作業員でもこなすことができ、人手不足に悩む業界にとっては大きな助けとなっています。

このように、モノそのものではなく、モノを含むサービス全体が新たな価値を生み出す時代を向かえようとしています。

IoT ビジネスを成功させた 3 つの要件

課題	取り組み		結果
若者・未経験者を 即戦力化したい	個人化	体験→経験→ノウハウ	ノウハウを個人に埋没 させず、最適化された 仕組みを標準化し、共 有する
	仕組化	データ化→見える化→最適化	
減り続ける人材（人口） に対処し 事業を維持・継続したい	人間前提	人間が行うことを前提とした最適化	人間が行うことを前提 として作られた仕組み を、機械（ロボットや 人工知能）を前提とし た仕組みに作り直す
	機械前提	機械が行うことを前提とした最適化	
ビジネス環境の 急激な変化に即応したい	リスク回避	実績を求め、数字を保証させる	見通せない未来を保証 させるのではなく、自 らが未来を創り出して ゆく発見的取り組みを 継続する
	試行錯誤	まずはやってみる、直ちに修正する (リーン&アジャイルなアプローチ)	
切迫する課題に ごまかすことなく 真摯に向き合う態度		「過去の常識や方法論にこだわらない」 「テクノロジーがもたらす新しい常識」 から現実や課題を捉え直す態度	

このチャートは、いくつかのIoTビジネスの成功事例から、成功の要件を整理したものです。どの取り組みにも共通しているのは、「IoTで何かできないのか？」と誰かに言われ「IoTの実践」に取り組んだことによる成果ではないことです。人材の不足、競争の激化、変化の速さといった直面する課題を解決しようとしたとき、過去の経験や方法論にとられず、「いまできるベストなやり方は何か」を追求した結果、それが「IoTだった」ということに過ぎません。

また、決して新しいことばかりを取り入れたわけではありません。既に社内に蓄積されていた技術要素やノウハウを新たな目線で組み立て直し、そこに新しい要素を付加することで、業界の常識を変えてしまったというケースもあります。

ここに紹介した「課題／取り組み／結果」の枠組みは、「IoT」に固有のことではありません。どんなビジネス・チャレンジにも使える成功の方程式です。

IoTビジネスに取り組む前提として、この基本の枠組みを忘れないようにしなくてはなりません。