

2. ライフスタイル：生活・くらしが変わる

モノのインターネットと呼ばれる IoT の潮流は、住宅や自動車、家具家電といった使用期間の長い耐久消費財から、時計や歯ブラシなどの比較的期間の短い非耐久消費財にまで波及しつつあり、我々の生活のありとあらゆるシーンで適用が期待されている。生活やくらしにおける IoT は「Connected Life」と呼ばれることもあり、生活に纏わる様々なモノがインターネットにつながり活用されることを指す。

本節では、Connected Life の先進事例を紹介するとともに、IoT の発展やその影響について生活・くらしの視点から考察する。

2.1 生活・くらしにおける IoT の広がり

IoT という言葉は、世界中の全てのモノに識別可能なデバイスを埋め込むことを意味するものとして、1999 年に Kevin Ashton により提唱された。当時は IoT を支える技術として RFID (Radio Frequency Identifier) が注目されており、RFID により構築されるセンサネットワークやそれを活用したサービスとして IoT は語られていた。

一方、生活・くらし分野における IoT は、高度に情報化され自動制御される住宅として「Smart House(スマートハウス)」が 1984 年に全米ホームビルダー協会 (NAHB: National Association of House Builders) で提唱⁵⁶されるなど、その歴史は長い。当時はブロードバンドインターネット回線がなく、電話回線を通じたホームオートメーションが構想されていた。その後、2000 年頃から xDSL や光回線 (FTTH)、無線回線によるブロードバンド接続の普及が進み、電話回線での通信が想定されていたスマートハウスがブロードバンド接続を前提としたものへと変化してきた。例えば、高速通信網を想定した大容量データのやり取りやインターネット接続による最新機能へのアップデート等である。また、特に無線回線の整備および低廉化等により、住宅以外の身の回りの多くのモノがインターネットに接続するようになり、様々な人のライフスタイルに影響を与えるようになっている。

2015 年 1 月 5 日に開催された 2015 International CES では、Connected Car に加え、Connected Life が注目分野として取り上げられ、1,000 を超える企業が関連する製品・サービス・コンセプトを展示した。中でも、住宅や住宅に備え付けられた家具・家電を最適制御するスマートハウスや住宅、時計や靴など人が身につけることを想定したウェアラブル端末が注目され、人の生活活動・状態のモニタリングや活動の支援 (操作、視覚) を行う機能が盛んに紹介された。

生活・くらし分野における IoT は、住宅や車などの生活・くらしの基盤から人の行動や活動にまで影響を及ぼすようになっており、従来型のモノを中心とした IoT から人を中心としたコトのインターネット (IoH: Internet of Human) へと広がりつつある。

⁵⁶ R. Harper, "Inside the Smart Home: Ideas, Possibilities and Methods," in Inside the Smart Home, Springer, 2003, pp. 1.

2.2 生活・暮らしにおける先進事例

本節では、人の生活・行動を中心としたコトのインターネットの先進事例を紹介する。生活・暮らしにおける人の基本行動について、社会生活基本調査にならい「1次活動（睡眠、食事）」、「2次活動（家事、育児）」、「3次活動（趣味・娯楽、スポーツ）」に分類し、注目される先進事例を整理した。

(1) 睡眠・食事を変える

睡眠・食事は1次活動と呼ばれ、生理的に必要な活動である。これは人が生存していくために不可欠な活動であり、その質を向上させることに注力されてきている。これまでは睡眠時の周辺環境の整備（例えば上質なベットマットや遮光・遮熱カーテンの利用）による質の向上や、食材の選定や料理法の改善など、アナログな世界での工夫が行われていたが、それが個人に適したものであったかを把握することは困難であった。しかしながら、昨今は、IoTを活用することで、個人に適した方法で1次活動の質を向上させることができることから非常に注目が集まっている。例えば、センサにより個人の睡眠状態を把握し、空調や照明等をその睡眠状況にあわせて最適に制御することで、快適な睡眠・目覚めを実現することが期待される。

以下では、IoTにより、どのように1次活動（睡眠・食事）が変わりつつあるのか、その先進事例を紹介する。

① HEALBE 社「GoBe」

GoBe はリストバンド型のウェアラブル端末である。一般的なリストバンド型ウェアラブル端末がもつ機能（歩数の計測、睡眠状況の計測、心拍数の計測）に加え、「最適な水摂取量の算出」、「食事摂取カロリー及び栄養素の算出」、「ストレスレベルの検出」といった特徴ある機能が搭載されている。

中でも最も注目されている機能が、食事摂取カロリーの算出である。パルスセンサ、インピーダンスセンサ、加速度センサという3つのセンサが内蔵されており、これらのセンサから得られるデータから独自のアルゴリズム（FLOW Technology）により消費カロリーや栄養素を算出することができる。

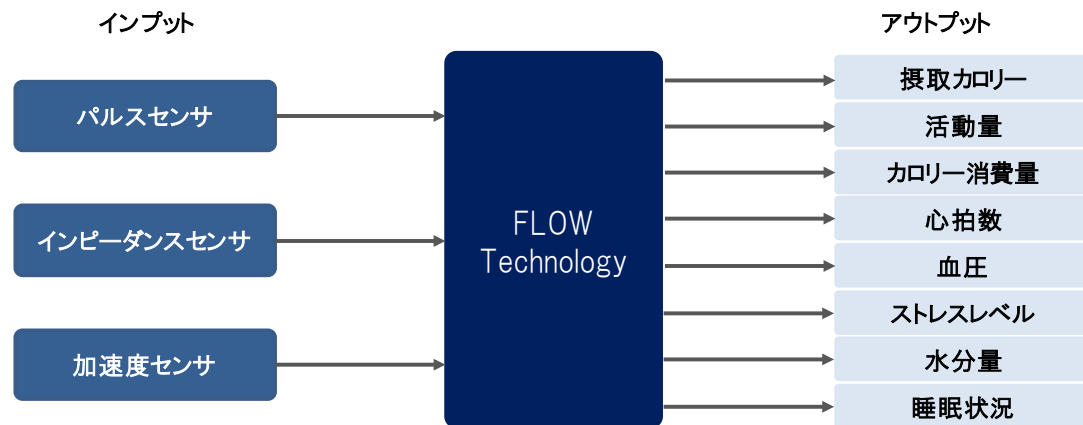


図 2-1 FLOW Technology

(出所) HEALBE ホームページよりみずほ情報総研作成

食事摂取カロリーの詳細な算出方法は明らかにされていないが、HEALBE 社のホームページの FAQ によると、食事を行うことでインスリンが細胞を刺激し、細胞がグルコースを吸収して水分を排出する仕組みを利用しているという。高周波・低周波信号により肌細胞組織の水分量やその変化を検出するインピーダンス（電気抵抗）センサにより、細胞内の水分量を 1 分間に 4 回検出し、細胞内のグルコース濃度を算出する。それをもとに独自のアルゴリズムで摂取カロリーを算出することができるという。ただし、食事後 20 分程度経過しなければ、グルコース量は変化しないため、正確なカロリーを算出するには 1 時間程度要するという。

なお、HEALBE 社によると、GoBe で測定した摂取カロリーの誤差は約 15～20%程度であり、手動で摂取カロリーを積算したり推測したりすることと比較しても優れているとしている。

② Misfit Wearables 社「Bolt」

フィットネストラッカーを販売する Misfit Wearables 社は、生活者の睡眠パターンと同期し、最適な時間に目覚められるよう照明を自動で調整する照明機器「Bolt」を開発・販売している。Bolt は Bluetooth 通信によりスマートフォンと接続することができ、スマートフォンアプリにより Bolt の照明を調整することが可能である。



図 2-2 Misfit Wearable 社の Bolt

(出所) Misfit Wearable ホームページ

Bolt の最大の特長は、Misfit Shine や Misfit Flash などの同社が販売するフィットネストラッカーから取得する活動状態や睡眠状態に関するデータをリアルタイムで取得することができ、それにより自分の睡眠パターンや睡眠状態にあわせて最適な時間に目覚められるよう、照明を自動で調整できる点である。

③ Sleep Number 社「SleepIQ Kids」

SleepIQ Kids は、ベッドマットに内蔵されたセンサで睡眠中の子どもから圧力と動き、呼吸、心拍数を計測し、それらを統合して睡眠 IQ と呼ばれる睡眠の質を表す独自の指標を算出することができる。この指標は、Android や PC から確認することができ、両親は子どもの睡眠状態の良し悪しを把握することができる。



図 2-3 Sleep Number 社の SleepIQ Kids

(出所) 2015 International CES にてみずほ情報総研撮影

SleepIQ Kids は、主に子どもを持つ親を対象とした製品であり、PC やスマートフォンから、「子どもの睡眠状態のモニタリング」、「照明の遠隔操作」、「ベッドの傾斜の調整」を行うことができる。この製品の最大の特徴は、圧力や子どもの動き、呼吸、心拍数を測定し、「睡眠 IQ」を毎朝算出することで、親子でそれを確認しながら睡眠への関心を高める睡眠教育ができることにある。

④ Sevenhugs 社「hugOne」

hugOne は家族全員の睡眠状況を把握する小型のデバイス（minihug）とそれを確認するためのプラットフォーム（hugOne）を提供する製品である。

小型の hugOne をベッド脇に設置することで、振動等から睡眠状況を取得し、WiFi 通信によりベースステーション hugOne に集約される。個々人の睡眠サイクルを把握し、目覚めに最適な時間帯でアラームを鳴らすことができる。さらに、環境センサを搭載しており、室内の空気質を監視し、それが基準値を超えた場合に警告を鳴らすことができる。

また、集約されたデータは、クラウド・コンピューティング上に蓄積され、スマートフォンや PC から参照することができるほか、フィリップス社のスマート電球（Smart Bulbs）と連携した光量の自動制御、Nest 社のサーモスタット（Nest）と連携し、睡眠時の温度の自動制御を行うことができる。

この製品は、睡眠時に身につける必要もなく、また、高価なマットレスやベッドを購入する必要もなく、マットレスカバーの下に minihug を置くだけで自動的に睡眠状況を記録することができる。

(2) 家事・育児を変える

家事・育児は 2 次活動と呼ばれ、社会生活を営む上で義務的な性格をもつ活動である。最近はこの 2 次活動をアウトソースすることで、余暇や自由時間等における活動（3 次活動）にあてる人も増えつつある。

IoT が家事や育児に与える効果は、この 2 次活動の時間短縮およびその質の向上である。つまり、量的拡充と質的改善を両立させることができる。例えば、家事の一部を自動化することで時間を削減する IoT 製品・サービスや人が行う以上に高度な家事・育児を行う IoT 製品・サービスが現れつつある。

以下では、IoT により、どのように 2 次活動（家事・育児）が変わりつつあるのか、その先進事例を紹介する。

① Sereneti 社「Sereneti Kitchen」

Sereneti Kitchen は、スマートフォンで操作することで自動的に調理を行う調理マシンである。スマートフォンアプリに主要な料理メニューが登録されており、メニューを選択すると、必要な具材とその準備方法を確認することができる。必要な材料をマシン上のトレイに乗せ、調理開始ボタンを押すだけで自動的に調理を行うことができる。

マシンの内側上部からモーターで自動制御されるターナー（フライ返し）が設置されており、マシン下部のフライパン上の具材をかき混ぜることで具材の焦げやムラをなくすことができる。マシン内部には具材を乗せるトレイが3段あり、それぞれに料理の具材をセットでき、料理メニュー毎に適切なタイミングでフライパンに投入される。

プリセットされていない料理メニューについては、調理方法の手動設定も可能である。調理温度や具材の投入タイミングなどを細かく登録することでマシンは調理することができる。

② ECOVACS 社「WINBOT」

WINBOT は、窓を自動で掃除するガラスクリーニングロボットである。窓に貼り付けボタンを押すだけで、誰でも簡単に掃除を行うことができる。



図 2-4 ECOVACS 社の WINBOT

（出所）2015 International CES にてみずほ情報総研撮影

WINBOT は、本体中心部に搭載しているサイクションリングから空気を吸い込み、真空に近い状態を保つことで窓に吸着し窓から落ちずに掃除ができる仕組みである。

③ Slow Control 社「Baby Glgl」

Baby Glgl は、センサを内蔵したほ乳瓶ホルダーである。ほ乳瓶に内蔵したセンサにより、ほ乳瓶の傾きを検知し、赤ちゃんがどの程度の量のミルクを飲んだかを計測することができる。これにより、日々の赤ちゃんの食事状態を管理できる。

Baby Glgl と連携するスマートフォン・タブレット向けのアプリケーション「Baby glgl」も提供されており、赤ちゃんの食事状態（時間、量）の確認のほか、空気を飲み込んだ際に警告を行うアラーム機能を備えている。

④ BlueMaestro 社「Pacif-i」

Pacif-i は、赤ん坊の体温などを測定するおしゃぶり形態の製品である。Pacif-i を咥えた赤ちゃんの体温と位置をリアルタイムでモニタリングするとともに、あらかじめ投薬スケジュールを登録しておく、スマートフォンに対して投薬を促す通知を行うことができる。

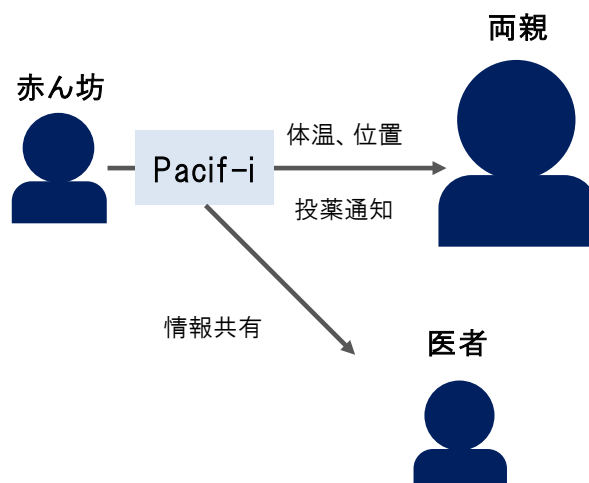


図 2-5 Pacif-i のサービスイメージ

（出所）BlueMaestro 公開情報よりみずほ情報総研作成

Pacif-i の最大の特徴は、取得したデータを医者等と簡単に共有できることにある。

⑤ 博報堂、ユカイ工学「Paby - Parent & Baby Cam」

博報堂の社内公募型インキュベーション・プログラム「DeAL」とユカイ工学が連携し、遠隔で親子がコミュニケーションを取るためのサービス「Paby(Parent & Baby Cam)」が開発されている。



図 2-6 Paby(Parent & Baby Cam)

(出所) Paby ホームページ

Paby では、赤ちゃんのそばにあるモビール（天秤のような飾り物）に設置したカメラを通じて赤ちゃんの様子をモニタリングしたり声をかけたりすることができる。スマートフォンとモビール自体も連携でき、スマートフォン上のアイコンを動かすことで、モビールを動かし、遠隔から赤ちゃんと遊ぶこともできる。さらに、赤ちゃんの泣き声を取得すると、遠隔の両親にメッセージを自動的に送信する機能も備えている。

(3) 趣味／娯楽・スポーツを変える

① Deeper 社「Deeper」

Deeper はスマートフォンと連携する魚群探知機である。球形をした浮き球状の製品であり、これを水面に浮かべることで、利用者は水面下の魚群の情報をスマートフォン上で確認することができる。



図 2-7 Deeper 社の Deeper

(出所) 2015 International CES にてみずほ情報総研撮影

Deeper は、魚群探知機能の他、水底の構造探索（水底の地形と魚の隠れ家を詳細に観察することができる）や水温のモニタリング等を行うことができる。

② EPSON 社「M-Tracer for Golf」

M-Tracer for Golf はゴルフのクラブに取り付けてスイング時の動作を取得するセンサーモジュールである。Bluetooth によりスマートフォンと接続し、専用のアプリケーションソフトウェアでセンサーモジュールからのデータを受け取り、解析することができる。スイングの回転面や各段階での筋肉の状態、ゴルフボールとヘッドのインパクト角度などを提示することができる。

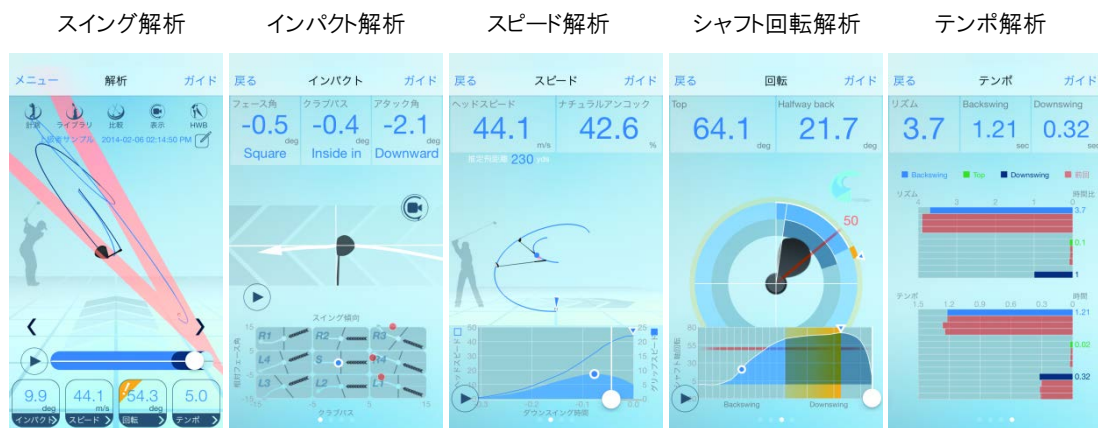


図 2-8 M-Tracer For Golf の機能

(出所) エプソン社提供資料

③ Adidas 社「adidas Smart Ball」

adidas Smart Ball は複数のセンサを内蔵したサッカーボールである。ボールの自速（スピード）や回転、軌道、打点などを自動的に記録することができる。これらのデータは、Bluetooth 通信によりスマートフォン等の端末に送信することができる。

④ Edyn「Garden Sensor」、「Water Valve」

Garden Sensor は、家庭菜園の管理をスマート化する製品である。土壌に関する情報を複数のセンサから取得・モニタリングする装置であり、同社のスクリーンプレー「Water Valve」と連携することで、土壌環境に適した最適な水やりを自動的に実施することができる。

具体的には、Garden Sensor は、気温や湿度、電気伝導度などを計測するセンサを内蔵し、空気中の水分量、土中の水分量、土中の養分、光量、気温の 5 種類のデータをリアルタイムで検知する。また、同社が提供するスマートフォンアプリでは、これらのデータに基づき、水やりのアラートや栽培環境の提案等を行う。

2.3 ライフスタイル分野における IoT 活用の展望、課題

IoT は人の生活や行動を便利にする一方で、様々な課題が萌芽しつつある。以下では、ライフスタイル分野における IoT 活用の展望と、想定される主要な課題について説明する。

(1) ライフスタイル分野における IoT 活用への期待

これまでに紹介した事例をみると、IoT の進展により生活・くらしは豊かになることは間違いない。ここでは、IoT の進展が生活・くらしにどのような価値を与えるかを考察する。

IoT が普及することで、最も変化するものが、人々の生活・行動にかかる時間であると考えられる。先の事例でも紹介してきたように、社会生活上やむを得ず時間をかけていた 2 次活動（家事・育児）が、IoT によりその時間が削減される。例えば、家事・育児・介護等の一部活動が自動化されることにより「社会生活を営む上で義務的な性格の強い活動」の一部について、その量（時間）が削減されると期待される。その結果、趣味や余暇等の 3 次活動、または睡眠等に時間をかけることができるようになる。

そのほかに、生活自体の質の向上が期待される。例えば、睡眠中の部屋の温度や騒音、アレルギーのもとになる微粒子の浮遊状況等を監視し、より良い眠りを実現するサービス、食事の量やカロリー、栄養素等を取得・管理し、最適な食事（料理）を提案するサービス等、「生理的に必要な活動（1 次活動）」の質が向上するであろう。

IoT が人の日常生活に浸透・普及することにより、個人のライフスタイル（日常的な行動）は、量・質ともに大きく変革すると期待される。

(2) ライフスタイル分野における IoT 活用に関する課題

① プライバシーの確保

IoT は人の生活や行動を便利にする一方、従来は取得していなかった詳細な個人の生活や行動を取得・把握することになる。また、現状は一つの製品・サービスには少数の機能しか搭載されず、IoT の恩恵を生活・行動の中で受けるためには複数の製品やサービスを利用することになり、個人がすべての製品・サービスにおけるプライバシー管理等の状況を把握することが難しくなる。IoT 時代の情報セキュリティ展望・課題については、第 5 節を参照されたい。

② さり気なく身近にあること

生活分野での IoT 進展の鍵を握るのが、IoT 機器がさり気なく身近に存在することである。ここで、さり気なくという意味は、利用者が機器の利用を意識せずに生活に自然と浸透していることを指す。以下では、2 つの観点を示す。

1 つは、現状の IoT 機器は生活を便利で快適にする側面もあるが、煩わしい入力や作

業が伴うことが多い点である。その代表例がバッテリーである。本節で紹介した事例の多くはバッテリー（電池）を内蔵したコードレスな製品であり、多くの製品では充電や交換の頻度が多い傾向にある。バッテリー容量は、機器の小型化とトレードオフの関係にあることも影響している。先進的な研究開発により低消費電力化が進められているが、人やモノの状態をリアルタイムにセンシングしたり制御したりするため、継続利用時間には限界がある。また、現在のバッテリーでは、利用すればするほど電池寿命は短くなる。その結果、高頻度に充電が必要な製品・サービスを購入した消費者は、日にちが経過するとともに使用率が下がる傾向にある。このように、製品を継続して利用するためには、低消費電力化に加え、バッテリーの大容量化が不可欠である。また、遠隔での充電や人の運動や行動のエネルギーを活用した充電等、普段の生活や行動を妨げない方法なども考えられる。

もう1つは、生活の中で違和感や不快感を与えないことである。例えば、ベッドマット型のIoT端末の場合、利用者にとって、そのベッドマットそのものが快適でなければ不快に感じてしまう。また、ウェアラブル端末であれば、普段の睡眠時に時計等を身につけない習慣の利用者であれば、ふとした瞬間に違和感を抱いてしまうであろう。また、住環境での利用を想定したIoT機器の場合は、部屋のデザインやレイアウトにマッチする製品かどうか、居心地の悪くなる（例えば風通しを阻害する等）もので無いことが重要である。このように、生活の中で違和感や不快感を与えないということは重要な観点の一つである。

③ 製品間の情報連携

複数のIoT製品・サービスを利用すると、情報がそれぞれ分散してしまい、製品・サービスごとに切り離されて動作するという課題が生じている。これらの情報を統合し、統合的に稼働することが重要となる。このような目的のプラットフォーム製品も現れつつあるが、製品・サービス間の垣根を取り去り、複数の製品・サービス間で同じ情報を扱えるようにする仕組みの確立が急がれる。

3. 産業：ものづくり・バリューチェーンが変わる

本節では、ものづくり分野における情報通信技術の浸透と、それに伴う将来の新しい産業のあり方を念頭に置きつつ、近年急速に注目を集めつつある IoT の活用に着目する。具体的には、ものづくり現場を変える先進的な IoT の活用事例、バリューチェーンの捉え方を変える IoT の活用事例等を概観しながら、今後の産業に与えるインパクトを検討する。

なお IoT は、従来のようなコンピュータ等の情報通信機器だけでなく、世の中に存在する様々なモノに通信機能やセンシング機能を付与し、モノの自動認識、遠隔計測、自動制御等を行うことを指す。本稿では、この IoT に加えて、より広い概念である IoE⁵⁷ (Internet of Everything) についても触れることとする。

3.1 情報通信技術を起点とした新しいものづくりの潮流

近年、ものづくり分野では、進展著しい情報通信技術を機軸として、新たな試みが広がりつつある。それらの試みの中から、従来のものづくりにはない、新しい付加価値が創出されはじめている。

そのひとつの流れとして、資本集約型の大量生産を志向する大手製造事業者によるものづくりだけではなく、多様な消費者のニーズに即した少量・中量多品種を製造する中小製造事業者やものづくりベンチャー、そしてメーカーズ⁵⁸等によるものづくり等、ものづくりの新しい姿が現れ始めている。

その典型事例のひとつとして、米国アリゾナ州にある Local Motors の活動は参考となる。同社は、2007 年に創業された新しい企業であり、従来の自動車会社での自動車製造とは全く異なる形で、自動車を製造・販売するベンチャー企業である。

その特徴として、同社では自動車の開発エンジニアやデザイナー、自動車ファンが集うインターネットコミュニティを形成し、そのコミュニティに参加する皆で協力しながら自動車を製造して行く点が挙げられる。そして、基本的に在庫を所有しない。自動車の買い手が製造予約を行い、頭金を支払った段階ではじめて、自動車製造に必要な部品が買い付けられ、自動車の製造がスタートするのである。

この Local Motors の自動車製造・販売の仕組みは、従来の資本集約型の自動車会社とは全く異なるものである。この新しい自動車製造・販売は、インターネットをはじめとした情報通信技術を活用するからこそ実現できる、新しいものづくりの形である。

⁵⁷ 米国大手 IT 企業であるシスコシステムズが提唱する考え方であり、単に“モノ”がつながるだけではなく、日常生活に関わる“すべて”がつながるとの意味で IoE (Internet of Everything) と呼んでいる。

⁵⁸ メーカーズとは、3D プリンタ等の登場によって使われるようになった言葉であり、モノづくり活動等に積極的に関わる個人を指す。

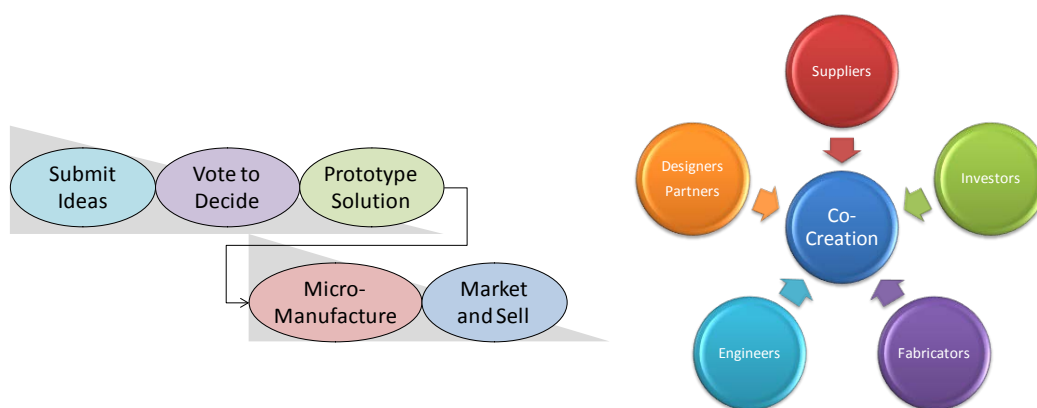


図 3-1 Local Motors のものづくりプロセス（左図）、ものづくり関係者（右図）

（出所）Local Motors の Web サイトより みずほ情報総研作成

上記の事例のように、中小製造事業者やベンチャー企業、そしてメーカーズ等によるものづくりが広がる一方、また別の新たな流れも見出せる。従来からある資本集約型の大量生産を志向するものづくりの変化である。

資本集約型の大量生産を志向するものづくりの現場に着目してみると、モノのインターネット（Internet of Things）と呼ばれる情報通信技術を取り込んだ、新たな取組が急速に進められているのである。そして、ものづくりの現場では、IoT の活用が今後の大きなトレンドとなると見込まれている。

例えば、ドイツでは国を挙げて「インダストリー4.0」なる考え方を提示している。工業のデジタル化により、製造業の様相を根本的に変え、製造コストを大幅に削減することを目指している。具体的には、生産工程のデジタル化・自動化・バーチャル化のレベルを現在よりも大幅に高め、それにより製造に係るコストを極小化することを目指している。

また一方で、米国ではゼネラルエレクトリック（GE）が2012年11月に「インダストリアル・インターネット」なる概念を発表している。航空機や電車、ガスタービンなどの産業機器の運行や部品の状態などをインターネットを介して総合管理する概念である。

上記の「インダストリー4.0」及び「インダストリアル・インターネット」の概念はともに、IoTを活用した将来のものづくりの姿を示す新しい考え方である。そして、IoTは従来、モノとモノを直接インターネットでつなぐ技術を指した言葉であったが、最近では、「新しい製品・サービスのパラダイム」等にまで拡張したコンセプトになりつつある。

以下では、上記のIoTを活用したものづくりに関わる新たな試みを中心に、先進的な事例等を概観していく。

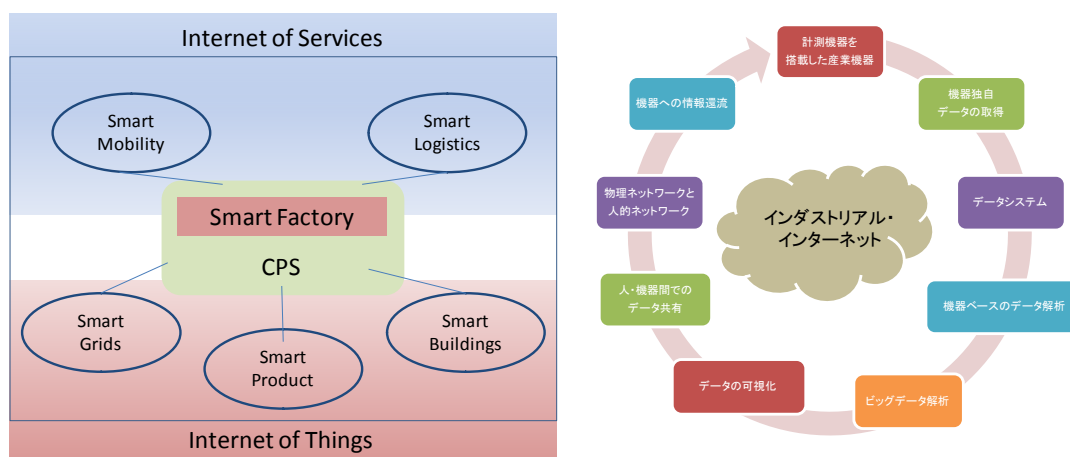


図 3-2 インダストリー4.0 概要（左図）、インダストリアル・インターネット概要（右図）

（出所）Final report of the Industrie 4.0 Working Group, "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0", April 2013, 日本 GE Web サイトより、みずほ情報総研作成

3.2 ものづくりの現場を変える IoT

ものづくりの現場に導入される IoT により、現場にあるモノや設備等がネットに接続され、工場内の様々な情報がネット上に集約されるようになっている。これら情報を組み合わせ活用することで、現在、ものづくりの現場が変わりつつある。

あえてその特徴を大まかに分類しただけでも「①人の作業を省力化する」、「②生産設備の故障や不具合等を把握・予測する」、「③生産状況を判断し設備等を制御する」等、現場の取組の効率化や高度化に IoT が役立てられている事例も出始めている。

以下では、上記の①～③の括りで事例を概観する。

(1) 人の作業を省力化する

～事例：工場見える化を通じた製造ラインの管理や改善活動の省力化～

今後の我が国では、労働者の高齢化、急速な人口減少が見込まれている。その状況の中では、ものづくり現場での労働者不足への対応も大きな課題となると考えられる。またそれとともに、ものづくり分野での新興国の台頭など、グローバルな競争が激化する現状および今後においては、更なる生産コストの削減等への対応も我が国製造業の課題となっている。

上記のような我が国のものづくり現場の状況を鑑みると、現場の作業の省力化を進める取組が強く求められることは自然な流れであろう。現場作業の省力化への対応としては、既に技術的にも様々な取組が進められている。その中で IoT の観点でも、現場の作業の省力化に役立つ事例も生まれつつある。

例えば、森永製菓株式会社の生産子会社である高崎森永株式会社では、全生産ラインの状態把握、トラブル発生時の速やかな対応を図るために工場見える化システムを導入

入している。

この高崎森永株式会社の工場の見える化システムの特徴は、同社工場内の全製造ラインの工程ごとに、合計 81 台のネットワークカメラを設置していることである。このカメラで撮影された映像と製造設備に搭載したセンサ等から取得されるデータを、工場に隣接された製造管理室に集約し、常駐するライン責任者が複数のライン状況を詳細に把握できる仕組みである。万が一、製造ラインにトラブルが発生した際に、ライン責任者は製造管理室で迅速に状況を把握することができ、現場の作業者に指示を伝達できる。

従来は、製造ラインのトラブル発生時の迅速な対応や、製造ラインの日々の改善活動のために、現場リーダーを各ラインに常駐させる必要があった。しかし、この仕組みの導入により、製造管理室から複数の製造現場の状況をリアルタイムに把握でき、現場リーダーの作業の省力化が可能となっている。

～事例：製造ラインの把握や生産性改善に役立つ IoT～

生産性改善、製品品質向上を目指し工場への IoT 導入を試みている取組がある。富士通株式会社では、2014 年 4 月～9 月の間にオムロン株式会社草津工場において、ものづくりビッグデータ分析の実証実験を行っている。

■製造ライン

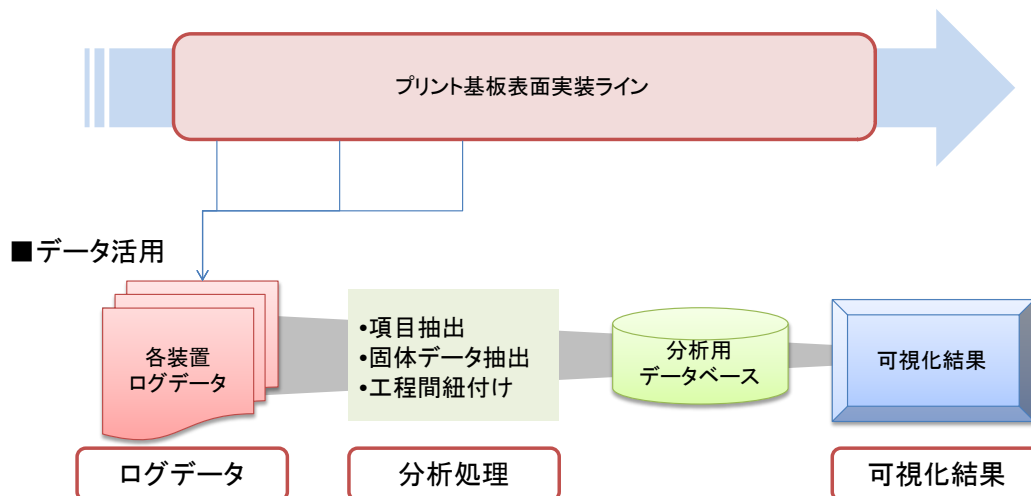


図 3-3 工場でのものづくりビッグデータ分析の実証実験の概要

（出所）富士通株式会社 PRESS RELEASE（2014 年 4 月 22 日）より、みずほ情報総研作成

同社はオムロン株式会社草津工場のプリント基板表面実装ラインにおいて、品質向上、および生産性改善に役立てる取組を行っている。プリント基板ラインのログを収集し、個体ごとに生産実績の可視化を行い、製造ラインの改善を検証している。

実証実験では同仕組みを導入したことにより、一目で製造ラインの動きが把握でき、

改善ポイントの把握が容易になっている。その結果、改善ポイントを把握する時間を 1/6 に削減できたとしている。

今後は、本実証実験から得られたノウハウを元に、同社ではリアルタイムで異常を検知してラインを制御する仕組みを検討していくとしている。

(2) 生産設備の故障や不具合等を把握・予測する

従来、生産設備の故障や不具合が発生した場合、不良品が大量に発生することや、生産ラインを止めざるを得ないことなど、工場の生産効率低下につながる事象も多々発生していた。そのため、生産設備の故障や不具合を大事に至る前に発見し、迅速に対応することが大きな課題となっている。

～事例：不良品が発生した際の製造条件等を分析して原因を特定～

近年、工場にある生産設備がネットに接続され、生産設備の状況に関わる各種情報が取得できる環境が整いつつある。その情報を活用することで、設備の故障や不具合等に対して事前の対応（修理・取替え等）が可能となっている。故障によるシステムの停止時間や、故障に伴う被害、また大量の不良品の発生等が抑制できれば、社会的にも大きなメリットがもたらされる。

IoT を活用して上記のような取組を実践している事例として、コンタクトレンズ製造大手である株式会社シードの事例が挙げられる。

同社では、2013 年に鴻巣研究所に月産 1,000 万枚の生産能力向上が可能な規模を有する新棟（2 号棟）を建設し、既存設備と合わせて生産能力月産 2,500 万枚体制を構築している。同新棟では、製造現場の各設備に IoT の仕組みを導入しており、主要設備の稼働状況をリアルタイムに管理することが可能となっている。

具体的には、各製造設備の稼働情報（例えば、製造したレンズ 1 枚ごとの度数や使用期限、加工に利用した金型などの製造時の条件、不良の有無など）は専用サーバーに蓄積され、タブレット PC および無線 LAN を利用することで、工場内のどこからでも確認することができる。また、製造時に発生する大量の測定データを収集、分析することが可能であり、品質向上とコスト削減の取組に役立てられる環境が整っている。

実際に、コンタクトレンズの不良品が発生した際には、当該不良品の製造条件等を分析することで、不良品発生の原因となった設備等を素早く特定することが可能となっている。同社では、このような取組を繰り返し、不良品を減らし、また設備の不具合等を素早く修正することで、大きな製造コスト削減につなげていくとしている。

(3) 生産状況を判断し設備等を制御する

工場の生産設備等をネットに接続することで、工場での生産に必要な様々なモノを制御することも可能となっている。例えば工場では、モノの生産に多くの電力を使用する。そのため工場の省エネ化は製造コスト削減のための大きな課題である。製造物の生産に対する最適なエネルギー使用を実現するために、様々な設備の稼働を制御する仕組みが検討されている。

～事例：エネルギー設備の最適運用に向けた稼働状況の把握と制御～

上記の具体的な取組事例として、経済産業省が主導する次世代エネルギー・社会システム実証事業が挙げられる。同事業の横浜スマートシティプロジェクトの中では、住友電気工業株式会社 横浜製作所が工場の操業に合わせて、複数のエネルギー設備からの電力供給を最適化する FEMS⁵⁹（工場エネルギー・マネジメントシステム）を開発し実証実験を行っている。

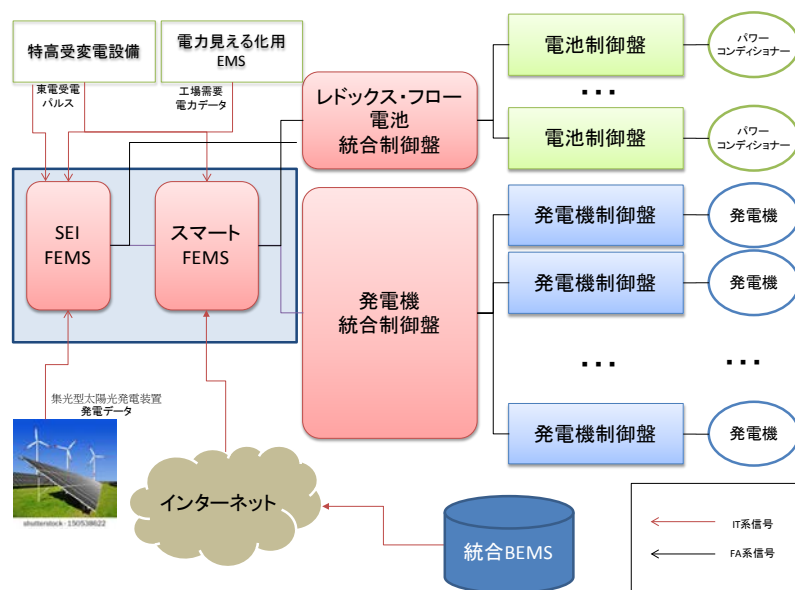


図 3-4 スマート FEMS 関連機器及び創畜エネルギー設備

（出所）経済産業省「次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告 平成 25 年度報告資料」より、みずほ情報総研作成

同製作所はガスコージェネレーションシステムを 6 基と集光型太陽光発電システムという 2 つの発電設備を備え、さらに蓄電容量で 5,000kWh の大型蓄電池を設置している。

これら 3 つのエネルギー設備に系統電力を加えたシステム全体の最適な運用を司るた

⁵⁹ 従来から行われてきた受配電設備のエネルギー管理に加えて、工場における生産設備のエネルギー使用状況・稼働状況などを把握し、エネルギー使用の合理化および工場内設備・機器のトータルライフサイクル管理の最適化を図るための情報システムのこと。

めに、同社は株式会社明電舎と共同して FEMS を開発している。同社の FEMS は、横浜製作所内の工場や事務所の負荷、ガスコージェネ発電機、太陽光発電、蓄電池の状況を把握し、系統からの受電、コージェネの稼働、蓄電池による蓄電や放電を目的に応じてリアルタイムで最適に制御している。

— 様々な産業で進む IoT を活用した取組（１） —

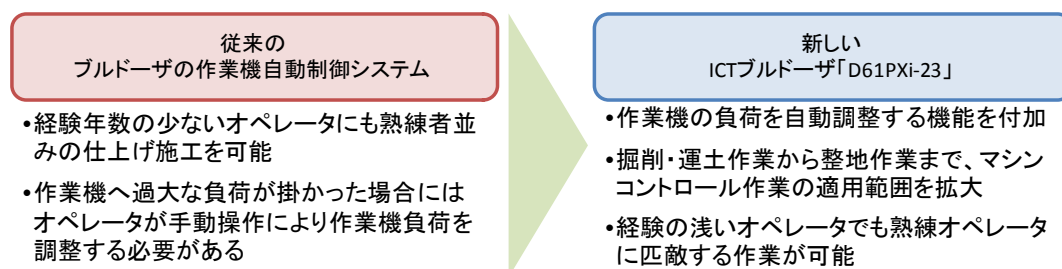
【建設現場での IoT を活用した建機の自動制御】

株式会社小松製作所では、全自動ブレード制御機能搭載の中型 ICT ブルドーザを市場導入している。株式会社トプコンと共同開発した、全自動ブレード制御機能を搭載した中型 ICT ブルドーザ「D61EXi/PXi-23」である。

D61EXi/PXi-23 は、従来の情報化施工でも可能であった整地の仕上げ作業時だけではなく、掘削作業時を含む全てのブレードコントロールを自動化した全自動ブレード制御機能を搭載しており、作業効率の大幅な向上を実現している。

従来、GNSS 測量技術を利用したブルドーザの作業機自動制御システムは、経験年数の少ないオペレータにも熟練者並みの仕上げ施工を可能とすることで、施工全体の効率を大幅に改善してきた。しかしながら、作業機へ過大な負荷が掛かった場合にはオペレータが手動操作により作業機負荷を調整する必要があった。そのため、作業機の自動制御は整地などの軽負荷作業にのみ適用可能であった。

この ICT ブルドーザ「D61PXi-23」では、車体コンポーネント制御技術と GNSS 測量技術を融合させ、従来のマシンコントロールブルドーザに対し、作業機の負荷を自動調整する機能を付加している。それにより掘削・運土作業から整地作業まで、マシンコントロール作業の適用範囲を拡大している。



図：新しい中型 ICT ブルドーザの特徴

（出所）みずほ情報総研作成

上記の作業機の自動制御システムの支援により、これまでブルドーザの運転には高い技術が必要とされていたが、経験の浅いオペレータでも熟練オペレータに匹敵する作業が可能となった。定型モデル作業試験の比較データでは、動かした土量当たりの所要時間で、従来を 1 として 0.87 となり、10% 近くの効率化が実現している。

— 様々な産業で進む IoT を活用した取組（２） —

【IoT を活用した酒造好適米の栽培技術の見える化】

旭酒造株式会社と富士通株式会社は、旭酒造が製造・販売する日本酒「獺祭（だっさい）」の原料となる酒造好適米「山田錦」の生産量の増加と安定的な調達のために、新たな取組みを開始している。

「山田錦」の栽培作業実績と生産コストの見える化を目的として、2014 年 4 月から山口県内の「山田錦」を生産する農家に対し、農業生産管理 SaaS およびマルチセンシングネットワークを導入している。この取組では、山田錦の栽培に関わる全てのデータをクラウドに蓄積し、生産者同士でデータを共有することをねらいとしている。蓄積する主なデータは、生産者が日々の作業内容を記録する「作業実績情報」、その日の気象や土壌の状況を記録する「環境情報」等である。

蓄積データ	データ概要	記録方法
作業実績情報	生産者の日々の作業内容（いつ、どの圃場で、どのような作業を行ったか等）、使用した農薬・肥料・資材、草丈・茎数等の稲の生育状況、収穫時の収穫量・品質	パソコンやタブレット端末等により記録
環境情報	その日の気象や土壌の状況（気温・湿度・土壌温度・土壌水分・EC（電気伝導度））	圃場に設置したセンサにより、1 時間ごとに自動で収集・記録

図：取得・記録する作業実績情報や環境情報の概要

作業実績情報については、日々の作業実績（いつ、どの圃場で、どのような作業を行ったか）、使用した農薬・肥料・資材、草丈・茎数などの稲の生育状況、収穫時の収穫量・品質等をパソコンやタブレット端末等により記録する。環境情報については、圃場にセンサを設置し、気温・湿度・土壌温度・土壌水分・EC（電気伝導度）を 1 時間ごとに自動で収集し記録する。また、定点カメラにより、毎日正午に生育の様子を撮影する。

これら収集した各種データを分析し、地域ごとの特性に合わせた栽培手順書「栽培暦」をクラウドを通じて生産者に提供する予定である。

3.3 バリューチェーンを変える IoT

前節で紹介した、ものづくり現場での IoT を活用した取組は、現場を変え、作業の効率化等を実現するものである。一方、ものづくりに関わる様々な活動をバリューチェーンの視点で見ると、IoT の活用は、ものづくりの現場そのものの効率化の手段となるだけではなく、バリューチェーンの各段階を超えた新しいビジネスの仕組み作りにも活用可能である。

さらに、バリューチェーンを超えた情報共有のために IoT の活用や、モノの情報を扱うことだけではなく、人・プロセス・データ等までもネットに接続する IoE と呼ばれる仕組み等を活用することで、バリューチェーンにおける複数の段階をつなぎ、ビジネスの幅と質を高める仕組みが生まれつつある。

以下では、上記に関わる事例を概観する。

(1) 製品製造に加え、モノを活用したサービスまでも提供する製造事業者

IoT の活用により、モノを製造し販売するという従来の製造業の枠組みを超えて、モノを活用したサービスまでも併せて提供する取組事例が生まれている。

～事例：照明器具の製造・販売から「光をサービスとして提供する」ビジネスへ～

オランダの大手メーカーであるフィリップスが手がける「Lighting as a Service (LaaS)」という取組がある。同社では、単に LED 照明を販売するのではなく「光をサービスとして提供する」として、LED 照明のインテリジェントコントロールおよび保守をサービスとして提供している。この LaaS により賢く照明を管理することで、電力コストや二酸化炭素排出量を削減し、また照明の新しいユースケースを生み出すことができると見込まれている。

実際に、同社は 2014 年 3 月からの 10 年契約として、米国のワシントン DC の交通局から駐車場の照明の入れ替え案件を受注している。駐車場にある 1 万 3,000 以上ある照明器具を LED に交換するとともに、それらをアダプティブにコントロールして、光をサービスとして提供している。それにより、省エネ効果として、68%の電力削減が予定されている。

この事例でのポイントは、照明およびセンサをネットに接続することで、遠隔地から照明器具の状況、日照時間や駐車場の明るさ、駐車場使用の有無、LED の稼働時間、温度等の環境条件をデータとして収集し、時々々の条件に応じて照明のオン／オフおよび明るさをダイナミックに制御することにある。さらに、蓄積した照明の稼働時間や環境条件の情報から機器の寿命を予測し、予防保守や素早い修理につなげることができることもポイントである。

このようにフィリップスでは、従来の照明器具を製造・販売するというビジネスから、製造した照明器具と IoT を活用して、「光をサービスとして提供する」というビジネスに

まで、自社の事業領域を拡張させている。つまり、バリューチェーンの視点では、「製造」段階から「販売サービス」の段階まで事業領域を拡張させているのである。

～事例：タイヤの製造・販売に加えて、販売後の適切なアフターフォロー～

また別の事例として、製造したモノを販売するだけでなく、販売後も顧客の製品使用状況を把握しつつ、適切なサービスを顧客に提供する取組を紹介する。

株式会社ブリヂストンでは、建設・鉱山事業者向けに顧客の課題解決を支援するタイヤ空気圧・温度管理システム「B-TAG (Bridgestone Intelligent Tag)」を提供している。この「B-TAG」は、IoT を活用して、運行中の建設・鉱山車両用タイヤの空気圧・温度を計測し、リアルタイムに車両の運転手や運行管理者に対して、その情報を送信するシステムである。

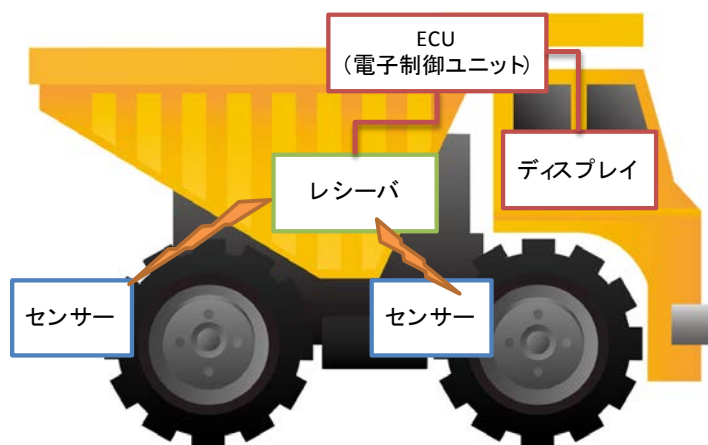


図 3-5 車両に装着された B-TAG システムのイメージ図

(出所) ブリヂストンの Web サイトを参考に、みずほ情報総研作成

このシステムの活用により、同社は鉱山でオペレーションを行う顧客に対して、より安全かつ経済的な車両運行環境を提供している。

安全面では、タイヤの空気圧や温度に関する情報を同社でリアルタイムに把握し、顧客に伝えるとともに、さらに異常な空気圧・温度が検知された際にはアラームを通知する。それにより、タイヤの故障を未然に防止できるなど、安全に運行できる環境を顧客に提供している。

またコスト面では、顧客が使用するタイヤの空気圧や温度の情報を迅速に同社が取得することで、タイヤトラブルを事前に予測し、顧客に対してトラブル等を回避するための情報提供等が行える。それらの取組を通じて、顧客車両で消費するタイヤの本数が減り、顧客の事業のコスト削減につながるなど、同社が顧客に提供可能な付加価値が増大する。

また、「B-TAG」を通じて顧客車両の稼働状況等がデータとして取得可能となるため、顧客の状況を十分に把握することができる。そのため、顧客に合わせたソリューションとして、「タイヤ補修リペアサービス」も提供可能となっている。

(2) バリューチェーンの上流において IoT や IoE を活用する製造事業者

上記の2つの事例は、バリューチェーンの下流側へ向けた製造事業者のIoT活用事例である。それに対して次に紹介する事例は、バリューチェーンの上流側へ向けたIoTやIoEを活用した製造事業者の取組である。

～事例：情報通信技術を活用し生産設備保有者と製造依頼者をつなぐ～

情報通信技術を活用して、単にモノを製造するのではなく、企業が抱える生産設備を有効に活用するための仕組みを提供している事例がある。

株式会社カブク⁶⁰は、ものづくりマーケットプレイス「rinkak」を運営するベンチャー企業である。rinkakは、3Dプリンタなどのデジタル製造技術を利用したものづくりのマーケットプレイスであり、クリエイターが3Dデータを当該サイトにアップロードするだけで製品の製造販売が可能になるサービスである。

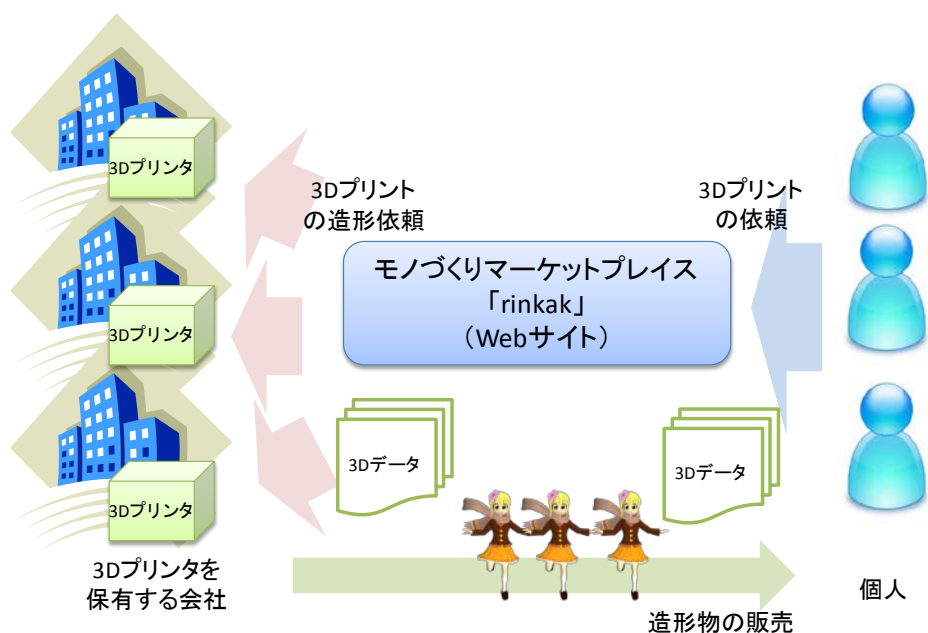


図 3-6 カブクの3Dプリント製造のパートナープログラムの全体イメージ

(出所) みずほ情報総研作成

同社は、3Dプリンタを保有する企業に向けたrinkak経由の3Dプリント製造パートナ

⁶⁰ 第6節にカブク稲田氏のインタビューを掲載した。

ープログラムを立ち上げている。3D プリンタによるプロダクト製造を同社が委託する企業を国内外から広く募集する取組である。そして、企業がこのプログラムに参加すれば、カブクから 3D プリンタを使った製品製造を簡単に受注でき、企業は自社が保有する 3D プリンタの遊休時間を利用した製造受注が可能となる。

なお、製造代金は、カブクから委託された製品を製造した分だけ rinkak からを支払われる仕組みであり、見積もりや製造、発送、請求の管理は rinkak が引き受け、余計な手間を省ける。

同プログラムに参加するために特殊なソフトウェアは不要であり、Web ブラウザを使用して rinkak からの製造依頼を受けることができる。参加企業は、保有する 3D プリンタの遊休時間を利用するなどし、自社で保有する 3D プリンタの稼働率を上げ、収益率向上につなげられる。

上記の事例のポイントは、3D プリンタという生産設備を保有する企業の設備稼働率向上という課題と、3D プリンタによりモノを製造したいという依頼者とを情報通信技術でつなぐ点にある。特に、生産設備を保有する企業が、設備の遊休時間を活用できるといった柔軟性のある仕組みを情報通信技術により構築したところに独自性がある。

～事例：製品の販売にかかる情報を IoT を活用して取得し商品開発に役立てる～

さらに、製品の販売にかかる情報を IoT を活用して取得し、商品開発に役立てている事例もある。例えば、株式会社 JR 東日本ウォータービジネスが行うエキナカ飲料自販機「アキュア (acure)」を中心とした事業強化の取組が挙げられる。

同社が設置する自動販売機からは年間 2 億決済分の購入データが得られる。そのデータと営業担当者の持つ経験・知識・問題意識に基づき、仮説の構築及び検証を繰り返しながら、商品開発・新たな需要の掘り起こし・品揃え等に取り組み、売上拡大につなげている。

例えば、女性に向けた「持ち歩き飲料」の開発が成功例としてある。午後の時間帯の需要の開拓を狙い、POS データを分析することで「小容量ペットボトル商品は午後に女性・中高年の方が多く購入される」ことが分かった。そして、その知見から「女性や中高年の方が午後の電車移動中に喉が渴いた時、500ml では飲みきれない、また持ち歩くには重たいため、ミニボトルを購入する」という仮説を構築した上で、同社では実際に春夏の商品戦略として、小容量ペットボトル商品を「持ち歩き飲料」として積極的に採用した。その結果、売上の底上げにつながった例である。

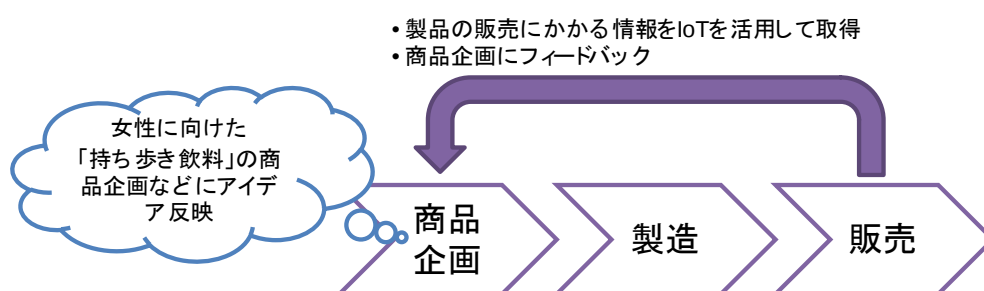


図 3-7 IoT を活用した製品販売にかかる情報取得と商品開へのアイデア反映

(出所) みずほ情報総研作成

また、From AQUA の落ちないキャップの開発事例もある。ミネラルウォーターFrom AQUA のリニューアルに向けて、既存商品の POS データからエキナカでの購買シーンを分析する中で、「電車乗車前に購入している人が多い」との仮説を構築した。そして、実際に移動中に便利な「落ちないキャップ」を採用した新しい From AQUA をリニューアル発売し、売上増加につながった例である。

上記までに紹介した 4 つの事例は、バリューチェーンの「企画」⇒「設計」⇒「生産」⇒「販売」⇒「アフターフォロー」といった各段階の中で、IoT や IoE の活用を通じて、製造事業者が「生産」段階の前後の段階にまで自社の取組を広げ、製造事業者のビジネスのあり方を変えつつある事例とも読み取れる。

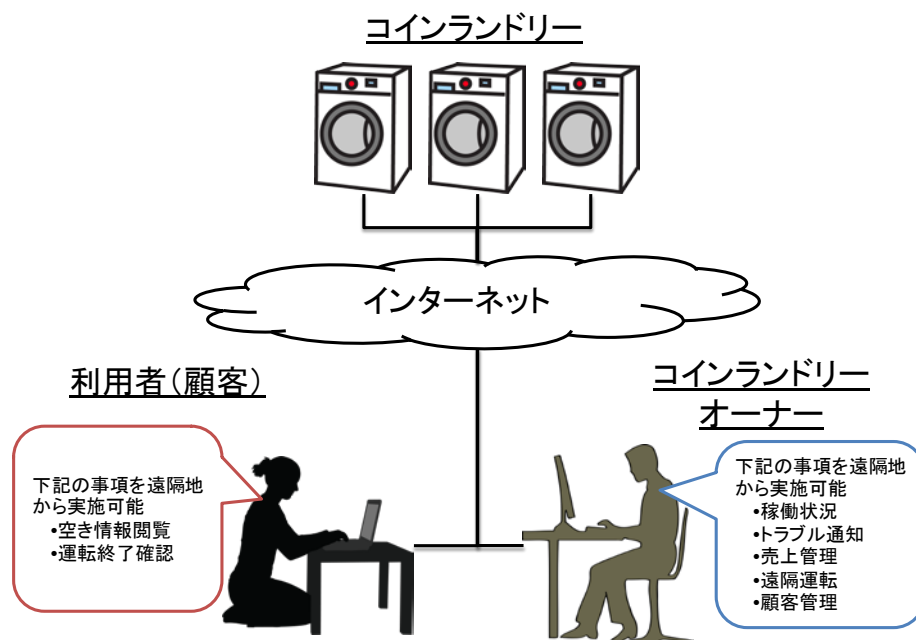
これらの事例のような取組は、まだ先進的な製造事業者において単発的に試みが始まった段階のものである。今後この様な取組が多様な製造事業者に広がっていけば、製品・サービスを顧客まで届けるための流れであるバリューチェーンの捉え方を、大きく変える可能性を秘めている。そして、IoT や IoE はそのためのキーテクノロジーとなるとも想定される。

— 様々な産業で進む IoT や IoE を活用した取組（3） —

【IoT を活用したコインランドリーシステムによる顧客の経営支援】

「AQUA（アクア）」ブランドの白物家電を販売するハイアールアクアセールスは、2013 年 1 月からコインランドリーを展開する顧客企業の営業活動を支援する取組みに力を入れている。例えば、店舗での販売実績や稼働率のデータを集計し、その結果を顧客に提供する取組である。

同社が提供する「IC+IT ランドリーシステム」は、インターネット接続機能を備えたコインランドリーシステムである。同システムは、ネット経由で店舗に設置した洗濯機の稼働率や売り上げ状況を集計・分析することや、洗濯機にトラブルが発生した際に遠隔地から制御すること等が可能である。



図：IC+IT ランドリーシステムの概要

（出所）ハイアールアクアセールス株式会社の Web サイトを参考にみずほ情報総研作成

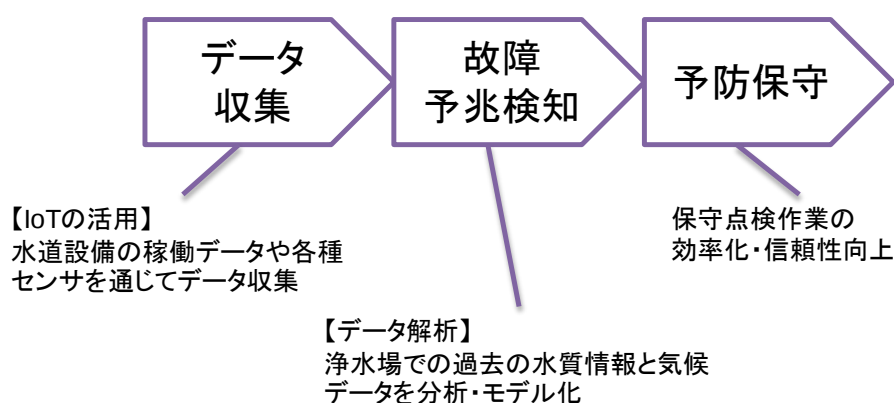
— 様々な産業で進む IoT や IoE を活用した取組（４） —

【IoT、IoE を活用した保守点検の効率化の試み】

メタウォーター株式会社と富士通株式会社は、設備保守点検業務の実証実験を福島県会津若松市の滝沢浄水場で実施している。メタウォーターは、2013 年から上下水道施設の点検作業にタブレットを活用したインフラ管理サービスを提供しており、さらに 2014 年 4 月からは、滝沢浄水場の設備更新・維持管理事業に着手している。今後、水道設備などから収集されるデータや、作業者が装着するヘッドマウントディスプレイ等を活用し、業務の高度化・効率化を目指す。

実証実験では、水道設備の稼働データや各種センサからデータを収集・分析し、設備の故障予兆検知、及び予防保守の試みの実用性を検証する。また、浄水場での過去の水質情報と気候データを分析・モデル化するとともに、水質予測を行い、浄水における薬剤投入量の最適化を図る試みを行う。

さらに、ヘッドマウントディスプレイ等を用いた保守点検作業の効率化・信頼性向上に向けた実用性検証を行う。熟練作業員の保守点検作業の様子をデータとして収集し、ナレッジとして蓄積することで、マニュアルなどへの活用を図る。



図：水道設備故障の予兆発見、保守業務の効率化の概要

（出所）みずほ情報総研作成

3.4 ものづくり産業に与える IoT のインパクト

前節までに取り上げたいくつかの事例で見てきたとおり、IoT、IoE を活用することで、ものづくりの現場が変わり、さらにはバリューチェーンの様子も変わり、ものづくりにおいて従来にない新たな価値が生まれる可能性がうかがえる。

特に、IoT や IoE を活用することで、製品・サービスを顧客まで届けるための流れであるバリューチェーンの中で、主要プレイヤーの役割を大きく組み替えることも可能であり、新しいビジネスの枠組みが生まれることも期待される。

例えば、フィリップスやブリヂストンの事例はその先駆けとも考えられる。従来までは顧客の状況やニーズを想定して、ある意味では見切りで製品・サービスを製造・販売していた状況であろう。しかし今後は、顧客さえ把握できていない状況やニーズを製造事業者がいち早く把握した上で、確実に製品・サービスを顧客に提供していくことが当たり前になるかもしれない。

そしてこの流れは、従来からものづくりに取り組む大手製造企業だけではなく、新しいものづくりのあり方を形成しつつある、中小・ベンチャー企業においても実現できる可能性が十分にある。というのも、本稿の冒頭で紹介したとおり、この大きなものづくりを取り巻く流れは、現在、国を挙げて、若しくは、大手企業を中心に企業連合を組みつつ、トレンドを生み出そうとしている状況だからである。大手企業等に先駆け、斬新なアイデアの新しいサービスを迅速に立ち上げ、業界の主要サービスにまで育て上げるチャンスがあるとも考えられるためである。

例えば、Local Motors やカブクの事例は、中小・ベンチャー企業等が斬新なアイデアの新しいサービスを迅速に立ち上げ、業界の主要サービスとしていく流れのひとつと捉えても良いかもしれない。

IoT や IoE を活用したものづくり産業にインパクトを与える取組は、ものづくりの大きなパラダイムシフトにつながる可能性がある。単にものづくりの方法等が変わるだけではなく、製品・サービスを顧客まで届ける流れや、顧客のモノやモノに伴うサービスの使い方が従来と全く変わってしまうかもしれない。このように将来のものづくりの大きな変化の兆しが見える中で、我が国の産業がその流れに後れを取らず、むしろ積極的に新しい流れを生み出す側に立つことが期待される。

©2015 みずほ情報総研株式会社・株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊社が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊社はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊社の書面による許可なくして再配布することを禁じます。