

欧州企業の IoT 活用事例調査

2017 年 12 月

日本貿易振興機構（ジェトロ）

ブリュッセル事務所

海外調査部 欧州ロシア CIS 課

【免責条項】

本レポートで提供している情報は、ご利用される方のご判断・責任においてご使用下さい。ジェトロでは、できるだけ正確な情報の提供を心掛けておりますが、本レポートで提供した内容に関連して、ご利用される方が不利益等を被る事態が生じたとしても、ジェトロおよび執筆者は一切の責任を負いかねますので、ご了承下さい。

禁無断転載

欧州では、ドイツのインダストリー4.0に代表される産業デジタル化イニシアチブがEU加盟国内で立ち上がっている。欧州委員会は10の優先課題の1つに「国際的な産業基盤の強化」を掲げ、EUレベルで各国イニシアチブを調整、支援する段階に来ている。欧州企業の取組みに目を転じると、製造業に限らない幅広い業種でデジタル化技術の導入がみられ、製造工程の高度化・効率化や新たなビジネスモデルを実践している。[「欧州における産業デジタル化とIoT推進の現状」\(2017年3月\)](#)の続編となる本レポートでは、欧州企業のIoT活用事例を紹介する。

目次

| | |
|---------------------------|----|
| I 総論（まとめ） | 1 |
| 1. 各産業分野の背景と各企業のIoT導入での特徴 | 1 |
| 2. IoT活用における独自性・新規性と成果・狙い | 4 |
| II. 各論（企業事例） | 7 |
| 1. 製造工程・スマートファクトリー | 7 |
| (1) ロールス・ロイス | 7 |
| (2) コンチネンタル・グループ | 11 |
| (3) クラース・グループ | 16 |
| (4) シーベーカー | 21 |
| (5) ZF グループ | 24 |
| (6) エアバス | 27 |
| (7) シュナイダー・エレクトリック | 29 |
| 2. フィンテック・インシュアテック | 33 |
| (1) アリアンツ・グループ | 33 |
| (2) アビバ | 36 |
| 3. 公共サービス・公益事業 | 40 |
| (1) バルセロナ市 | 40 |
| (2) ミルトン・キーンズ | 46 |
| (3) ロンドン交通局 (TfL) | 48 |
| (4) バッテンフォール | 51 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 4. 小売..... | 54 |
| (1) テスコ..... | 54 |
| (2) カルフール..... | 57 |
| 5. 新サービス、シェアリングエコノミー..... | 59 |
| (1) アグリポート A7..... | 59 |
| (2) BSH ハウスゲレーテ..... | 61 |
| (3) キャトル・ウォッチ..... | 64 |
| (4) スイスコム..... | 66 |
| 6. 健康・医療..... | 70 |
| (1) フィリップス..... | 70 |
| (2) クレルモン-フェラン大学病院..... | 74 |
| 7. 物流・運輸..... | 77 |
| (1) ハンブルク港湾局 (HPA)..... | 77 |
| (2) ドイツポスト DHL グループ..... | 81 |
| (3) フランス国有鉄道 (SNCF) グループ..... | 83 |

図表 目次

| | |
|--|----|
| 表 1：製造企業の IoT 活用の特徴と使用している技術..... | 1 |
| 表 2：各事例の IoT 活用における独自性・新規性と成果・狙い..... | 5 |
| 表 3：年間保険料と運転技能スコアに基づく保険料の割引率..... | 38 |
| 表 4：バルセロナ市のスマートシティプログラム..... | 40 |
| 図 1：自動航行の貨物船のコンセプト..... | 9 |
| 図 2：動的 e ホライズン..... | 12 |
| 図 3：毎時間検針の結果の顧客へのフィードバック..... | 53 |
| 図 4：アプレット (Applet) の例..... | 55 |
| 図 5：HortiMax のスマート農業生産支援システム..... | 60 |
| 図 6：Cattle-Watch の畜産支援システムのコンセプト..... | 65 |
| 図 7：ヘルススイートの AWS 上の IoT アーキテクチャ..... | 71 |
| 図 8：クアルコム・ライフの「2Net プラットフォーム」の仕組み..... | 73 |
| 図 9：カプセル・テクノロジーの「Neuron」医療情報測定・表示デバイス..... | 75 |
| 図 10：ドイツポストの「Ländernachweis」..... | 82 |
| 図 11：Intesens の開発した架線の張力測定センサー..... | 86 |

I 総論（まとめ）

1. 各産業分野の背景と各企業の IoT 導入での特徴

本レポートでは、7つの産業分野を取り上げ、その中で2~7社・団体のIoT（モノのインターネット）活用例を示した。欧州のIoT導入における各産業分野の状況、および各社・団体の事例の中で明らかになった特徴的な点をまとめた。使われている技術とIoT技術を導入・活用するうえでの提携企業も併せて示した。

(1) 製造分野

欧州でIoTが最も活用されている分野である。この分野ではシーメンスやボッシュなどドイツ企業の例が知られるが、生産現場のネットワーク化によるスマートファクトリー、生産現場に開発部門や物流部門など他部門を融合する動きも出ている。さらにサプライヤーや顧客を含めたバリューチェーン全体での融合を視野に入れる企業もある。本レポートで取り上げた7社は、製造工程以外でもIoTに関わる企業や中堅企業の例、IoTサービスに乗り出している例などである。その特徴は大きく以下のように分けられる。

- 製造工程関連：ロールス・ロイス、コンチネンタル、ジーベーカー、ZFグループ、エアバス・グループ
- 製品を介したサービスの強化：ロールス・ロイス、クラス・グループ
- 自動車向けのシステムなどIoT向けのシステム・製品の開発、IoTを活用した製品の開発：ロールス・ロイス、コンチネンタル、クラス、ZFグループ
- 製造業からIoTサービス分野への拡大：シュナイダー・エレクトリック

各社のIoT活用の特徴をまとめると表3の通りである。

表 1：製造企業のIoT活用の特徴と使用している技術

| | IoT活用の特徴 | 使用している技術・提携先 |
|----------|---|--|
| ロールス・ロイス | <ul style="list-style-type: none"> • 航空機エンジンの予兆保守サービスで、飛行中にデータを収集・分析 • 船舶の自動運航システムを構築中 • 部品工場のネットワーク化を推進 | <ul style="list-style-type: none"> • センサーとクラウドベースのプラットフォーム • マイクロソフトと契約 |
| コンチネンタル | <ul style="list-style-type: none"> • 自動車向けにIoTを使うリアルタイム交通情報などのシステムの開発と提供 • Wi-Fiセンサーによる部品用カゴ台車の位置追跡と利用の最適化 | <ul style="list-style-type: none"> • IBMのサーバーと車両をつなぐ • リアルタイム・ロケーションシステムと材料在庫追跡システム、およびRFIDタグを採用 |
| クラス | <ul style="list-style-type: none"> • 農機にIoT関連技術を導入した製品・サービスを開発して販売 • クラウドベースの農場管理システムをパートナー企業に提供 | <ul style="list-style-type: none"> • 製品やサービスごとに各種のソフトウェア、アプリ、センサーなどを採用 |
| ジーベーカー | <ul style="list-style-type: none"> • 食品原材料の倉庫での回収から生産機械までの運搬・供給を自動化 • 運搬に無人小型輸送車を採用 | <ul style="list-style-type: none"> • センサーとワイヤレス・アクセスポイントによるネットワーク • シスコのソリューション |
| ZFグループ | <ul style="list-style-type: none"> • 製造ラインの旋盤にセンサーを付け、故障予知と保守を最適化 • IoTを使った自動車関連システムを開発 | <ul style="list-style-type: none"> • RFIDなどセンサーからの通信とリアル・ナンバー管理技術 • マイクロソフトと提携 |

| | | |
|----------------|---|---------------------------------|
| エアバス | ・人間の作業が必要な航空機の組み立て工程に、IoTを活用した各種スマート・ツールを開発・導入 | ・米国測定器メーカーのNIと提携しシステムを開発 |
| シュナイダー・エレクトリック | ・様々な産業分野や施設の管理システムに、IoTを組み込める統合アーキテクチャを開発し各社への導入を推進 | ・マイクロソフトの開発環境で開発し、インテルのデバイス群を使用 |

(2) フィンテック・インシュアテック

金融とテクノロジーを組み合わせた金融サービスはフィンテックと呼ばれ、オンライン決済や海外送金など既存の金融サービスを一新することが期待されている。フィンテックは、利用者にEU域内で国境を越えた金融サービスを安価かつ便利に提供することになり、より公平な単一市場の発展に寄与すると期待される。

フィンテックの中でも、保険分野と技術の組み合わせはインシュアテックと呼ばれ、インターネット化が進みIoTの活用が目立つ。住宅など保険の対象となる資産（モノ）をIoTにより常時監視することで、損害の発生とその状況を顧客と保険会社が即時に把握するとともに、予防措置などを講じるサービスが始まっている。これは保険会社が損害発生時の金銭的補償だけではなく、普段から顧客を守り損害時にも対応し、損害予防のコンサルティングまで行うもので、従来の保険会社のビジネスモデルから脱した新たなサービス会社に転換できる可能性がある。また、自動車保険で広がってきたのが「利用ベース保険（UBI: Usage Based Insurance）」の考え方で、顧客の運転行動や走行距離に応じて保険料を変えるものである。事例では、IoTへの投資を進めるアリアンツとシンプルなシステムでIoTを導入しているアビバおよびCSSがある。

- ・ アリアンツ：パナソニックと提携し、センサーを使ったスマートホームによる監視・制御システムに保険会社の支援サービス、補償を組み合わせた。
- ・ アビバ、CSS：アビバは無料アプリのGPS機能を使う運転技能監視で技能スコアに基づいた保険料の割引を導入。CSSは万歩計のデータをウェブのアカウントで管理してボーナスを支給し、保険料を実質的に割り引いている。

(3) 公共サービス・公益事業

欧州はスマートシティがIoTの活用で大きな分野となり、世界の中でも欧州はプロジェクトが多い強身を持つ分野となっている。中でもスペインのバルセロナ市は非常に多くの分野でIoTを活用し、最も成功している例である。一方、英国のミルトン・キーンズは英国でスマートシティの取り組みを進める主要都市の1つである。ロンドン交通局はロンドンのスマートシティ推進の一環として、交通プランニングや顧客への情報提供でIoTを使っている。エネルギー会社のバッテリーホールはスマートメーター導入で先進的な例だが、これはスウェーデンにおいて電力・ガス料金を毎月の検針結果に基づくよう義務付けられたことが一つの契機となった。

- ・ バルセロナ市：街中に設置したセンサーとWi-Fi通信網により、街灯、散水システム、駐車場、環境モニタリング、交通システムなど様々なプロジェクトを推進。シスコを筆頭に多国籍企業、新興企業のほか、内外の大学・研究機関や自治体と提携している。
- ・ ミルトン・キーンズ：リサイクルごみのコンテナにセンサーを付けて収集時期を決める取り組みを開始。駐車場のセンサーを使い空きスペース情報をウェブ上で提供している。
- ・ ロンドン交通局：車両などのセンサーや利用者のプリペイドカードなど膨大な情報を統

合・分析し、地下鉄・バスや道路などの交通プランニングと緊急時の情報提供に活用する。
また、各利用者向けのテーラーメイドの情報提供を開始した。

- バッテンフォール：スウェーデン国内の 100 万戸近い顧客の電気・ガスメーターの自動検針化を実現し、エネルギー管理に活用。メーター機器メーカーには自動検針業務も委託する。

(4) 小売

小売の分野では実験的な導入にとどまっており、まだ大掛かりな取り組みは見られない。IoT を小売の現場でどのように活用できるかという模索が始まっている。スーパーマーケットのうち英国のテスコとフランスのカルフールで始まった取り組みの特徴を示す。

- テスコ：米国の IFTTT の無料アプリを使い、オンライン・ショッピングで顧客の事前の購入条件に従って購入を自動で実行するシステムを導入。
- カルフール：ショッピングカートに付けたビーコン（タグ）の送信情報で顧客の店内での動きをリアルタイムで分析し、商品陳列方法の改善や顧客への提案につなげる。

(5) 新サービス、シェアリングエコノミー

スマート農業は、欧州委員会がスタッフ作業文書でその可能性と利点を指摘している。その典型的な例としてオランダのアグリポート A7 がある。また類似した分野では放牧の管理に IoT を導入し、欧州への展開も視野に入れるイスラエルのキャトル・ウォッチの例がある。一方、IoT により加速することが見込まれるのがシェアリングエコノミーで、事例の BSH ハウスゲレーテはドイツの集合住宅で見られる共同洗濯機のシェアリングサービスに活用しているユニークなものである。また通信会社のスイスコムは、IoT の専用通信インフラを設置し、これを活用したい企業にコンサルティングを行うサービスを展開している。

- アグリポート A7：グリーンハウスのスマート農業団地で、入居する各生産者はセンサーにより温度、湿度、明るさ、土壌の状況、作物の生育状況などを把握し、農業支援システムを使って管理する。予想収穫量、必要な作業量、作業計画などが立てられる。
- BSH ハウスゲレーテ：集合住宅者専用の共同洗濯機に付けたセンサーにより、空き状況をスマートフォンの無料アプリなどで確認・予約し、支払いも電子決済するシステムを確立。
- キャトル・ウォッチ：全ての放牧肉牛の耳に RFID タグを付け、群れの一部の牛に付けた送信機から情報を送り個別の牛の生物学的情報を把握する。通信には携帯電話の周波数を使うほか、衛星携帯電話の衛星を経由する場合もある。遠隔管理システムは独自に開発。
- スイスコム：長距離・低出力の電波送受信が可能なオープン規格「LoLa」の IoT 専用通信インフラを国内人口の 80% をカバーする地域に設置。インフラの利用方法について、各産業向けへのコンサルティングサービスに乗り出した。

(6) 健康・医療

医療における IoT の活用は、効率的な医療と医療コストの抑制で大きな効果があると予想されている。欧州委員会がスタッフ文書でこれを指摘しているほか、調査会社の見通しでも医療分野の IoT は経済効果が大きいと予想している。本レポートの事例で取り上げたフィリップスは、この分野で様々なシステムやアプリケーションなどを開発し、医療での IoT の活用の可能性を広げ

ている。フィリップスを含めた各社のシステムやデバイスを実際の医療現場で導入しているのが、フランスのクレルモン・フェラン大学病院である。

- フィリップス：在宅患者と医療機関をつなぐクラウドベースのオープンプラットフォームで患者データを収集・分析するシステムを開発し、これに連動した在宅ケア用のアプリや接続システム（認知症患者モニタリング、服薬管理など）も提供。
- クレルモン・フェラン大学病院：IoT でつながる医療情報測定・表示デバイスを導入し、患者の臨床データをワイヤレスで電子カルテに記録。

(7) 物流・運輸

製造工程と並び IoT の導入が進んでいる分野で、物流では配送状況のリアルタイムの管理や輸送ルート最適化などが行われている。運輸では輸送機器の保守・整備のコストと時間を低減するため、事前に不具合を検知し早期に対処する予兆保守に IoT が活用されている。事例では、配送のリアルタイム管理を外国向け一般郵便物に安いコストで広げたドイツポスト DHL、徹底した予兆保守でコスト削減を目指すフランス国有鉄道グループ（SNCF）のほか、港湾内で輸送と貨物の流れを総合的に効率化させているハンブルク港湾局を取り上げた。

- ハンブルク港湾局：港湾内にセンサーを設置して情報を収集・分析し、これを全関係者と共有することで輸送の流れを効率化させるほか、スマート照明やスマートエネルギー管理なども導入。SAP のクラウドプラットフォームを使い、幅広い技術プロバイダーと提携。
- ドイツポスト DHL:RFID タグを搭載したラベルを郵便物に貼り付けることで、外国向け郵便物の配達追跡を可能にした。安価なタグを別途購入して自分で貼るシステムで、多数の郵便物のタグを一括スキャンできることで全体的なコストも引き下げた。
- フランス国有鉄道グループ：予兆保守を車両内、軌道や架線、駅構内の機器から列車内の水タンクの補給監視まで広げている。センサーと通信網を使い、データの保管・分析ではクラウドを介する IBM 製品を採用。センサーではフランスの新興企業、データ転送でフランスのシグフォックスと提携する。

2. IoT 活用における独自性・新規性と成果・狙い

本レポートで取り上げた24件の事例について、IoTの活用におけるIoTビジネスモデルの特徴、独自性、新規性、および付与された付加価値、生産性・効率性の向上または活用の狙いを表2に示した。この中でビジネスモデルや独自性、提供される付加価値については、以下の点が挙げられる。特にIoTの活用により、新たなサービスを展開する例が目立っている。

- 既存のビジネスモデルの転換・新たなビジネス領域の拡大
メーカーであれば製品を提供するだけでなく、IoTの活用により提供後のサービスに重点を置き、それを付加価値として提供することが進んでいる（ロールス・ロイス、クラス）。またIoTにより従来のビジネスモデルから転換したサービスの提供も可能となっている（アリアンツ、アビバ）。スイスコムのようにインフラを提供するだけでなく、インフラをいかに活用するかを提案することを事業としている例もあった。
- IoT製品・サービスの市場への進出
IoT関連技術を自社が販売する製品やサービスに取り込み、これから拡大することが見込

まれる IoT 関連市場に進出している事例も多い（コンチネンタル、クラス、ZF グループ、シュナイダー・エレクトリック、スイスコム、フィリップス）。

- スマートシティ化の追求

スマートシティを推進するスペインのバルセロナや英国のミルトン・キーンズだけでなく、スマートシティの一環となるロンドン交通局、ハンブルクのスマートシティ化と並行して進むハンブルク港湾局のように、大規模に IoT を導入しようとする動きもある。
- 将来の重要分野への IoT の導入・強化

高齢化社会が進む中で医療費の抑制が求められる医療分野（フィリップス、クレルモン・フェラン大学病院）、食品の安定確保を目指すスマート農業の取り組み（アグリポート A7、キャトル・ウォッチ、クラスの製品・サービス）がある。

なお、欧州委員会の作業文書では、企業が開かれたデジタルプラットフォームを妨げる可能性を課題として挙げていたが、事例の中ではオープンプラットフォームを追求する動きだった。IoT 関連ビジネスの拡大の中では、これが重要との認識が広がっているようである。

また生産性の拡大、コストや必要とする時間の削減、廃棄される原材料や部品の削減など具体的な経済効果が出ている事例もあった。ほかにはサービスの優位性や付加価値、簡便性や価格など魅力的な商品・サービスを提供し、これを競争力の強化につなげることも重視されている。

表 2：各事例の IoT 活用における独自性・新規性と成果・狙い

| | IoT ビジネスモデルの特徴、独自性、新規性 | 付与された付加価値、生産性・効率性の向上、狙い |
|------------------------|---|--|
| 製造工程・スマートファクトリー | | |
| ロールス・ロイス | <ul style="list-style-type: none"> 航空機エンジンの柔軟な整備体制 航空機エンジンの分析データを使った顧客への総合的な情報提供サービスを展開 | <ul style="list-style-type: none"> 航空会社への情報提供と助言によるサービスの優位性 航空会社側は消費燃料を 1%削減（1 機あたり年 25 万ドル） |
| コンチネンタル | <ul style="list-style-type: none"> 自動走行車のベースとなる技術の開発 タグ読み取り機の設置が不要な Wi-Fi 上で作動するシステム | <ul style="list-style-type: none"> 自動走行に向けた安全性の向上 生産効率の向上（タイヤ生産量が約 15%増加）、廃棄コンポーネントが金額ベースで 20%削減 |
| クラス | <ul style="list-style-type: none"> 農機メーカーからソフトウェアの提供サービス会社に事業を拡大 | <ul style="list-style-type: none"> 提供する機器やサービスで、農業生産者は収穫量を拡大し農作業を効率化 |
| ジーベガー | <ul style="list-style-type: none"> 食品分野の原材料の保管から生産現場への供給を完全自動化 運搬で小型無人輸送車を採用 | <ul style="list-style-type: none"> 輸送パレットの保管・回収時間を短縮化し供給・生産効率を向上 廃棄される原材料を削減 |
| ZF グループ | <ul style="list-style-type: none"> 製造設備の維持管理の最適化 自動車向けの IoT 新製品・サービスによる市場の拡大 | <ul style="list-style-type: none"> 製造工程の信頼性向上とコスト削減 自動車向け商品とサービスで付加価値を向上 |
| エアバス | <ul style="list-style-type: none"> 部品、工具、生産管理システム、作業者を IoT で連携 | <ul style="list-style-type: none"> 作業の速度と信頼性の向上 製品の品質向上とコスト削減 |
| シュナイダー・エレクトリック | <ul style="list-style-type: none"> IoT を切り口にした新たな営業戦略でビジネスの業態を転換 | <ul style="list-style-type: none"> IoT ビジネスによる顧客と収益の拡大 |
| フィンテック・インシュアテック | | |
| アリアンツ | <ul style="list-style-type: none"> 金銭以外の支援や予防措置を提供 リスクマネジメント、損害予防のコンサルティングの可能性 | <ul style="list-style-type: none"> 保険商品の価値を向上 損害時のリアルタイムの状況把握で保険金請求手続きの迅速化 |

| | | |
|--------------------------|--|---|
| アビバ | <ul style="list-style-type: none"> 自動車保険の保険料算定基準を個人別の運転技能に転換 投資コストの低い IoT 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 保険料低下の可能性がある魅力的商品 安全性向上による事故防止と保険請求額の削減 |
| 公共サービス・公益事業 | | |
| バルセロナ市 | <ul style="list-style-type: none"> 企業と提携しオープンソースのプラットフォームを開発・運用 世界中の都市での活用に協力 | <ul style="list-style-type: none"> 具体的な経済効果（2025年までに8億3,200万ユーロと試算） CO2 や水消費量などの削減 |
| ミルトン・キーンズ | <ul style="list-style-type: none"> 地元大学と協力したスマートシティを目指すイニシアチブ | <ul style="list-style-type: none"> 公共サービスの向上 駐車場探しの短縮による CO2 削減 |
| ロンドン交通局 (TfL) | <ul style="list-style-type: none"> 多角的データとロンドン全体を対象とする大規模な取り組み スマートシティ化の一環 | <ul style="list-style-type: none"> 混雑解消や利便性向上を目指す 無駄や運営コストの削減を進め、利用者に還元する可能性 |
| バッテンフォール | <ul style="list-style-type: none"> スマートメーターによる自動検針を100%実現 | <ul style="list-style-type: none"> 検針関連を含め年に800万ユーロを削減、事業機会の拡大で追加利益も獲得 電力の需給調整を効率化 |
| 小売 | | |
| テスコ | <ul style="list-style-type: none"> オンライン・ショッピングの進化した形態 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客の購買行動予測が可能になり、在庫の最適化につながる |
| カルフルー | <ul style="list-style-type: none"> 顧客の位置情報の追跡による行動分析 | <ul style="list-style-type: none"> 店内の広告の効果測定、商品陳列方法の改善などで売上高の増加を目指す |
| 新サービス、シェアリングエコノミー | | |
| アグリポート A7 | <ul style="list-style-type: none"> スマート農業の先駆的実例 農業関連サービス企業も進出 | <ul style="list-style-type: none"> オランダを農業輸出大国にした一因 生産ノウハウの蓄積で競争力を強化 |
| BSH ハウスグレート | <ul style="list-style-type: none"> 不便な共同洗濯機をスマートで魅力的なシェアリングモデルに転換 | <ul style="list-style-type: none"> 共同洗濯機の効率的な利用と運営 自動電子決済により管理を向上 |
| キャトル・ウォッチ | <ul style="list-style-type: none"> 管理が難しい放牧牛の遠隔管理を実現 | <ul style="list-style-type: none"> 牛の管理で子牛の育成率を向上させ、子牛の生産数を拡大 |
| スイスコム | <ul style="list-style-type: none"> 設置した IoT 専用インフラを活用する用途を提案するサービス | <ul style="list-style-type: none"> 国内企業の IoT 化を推進 インフラの活用用途を拡大 |
| 健康・医療 | | |
| フィリップス | <ul style="list-style-type: none"> 在宅ケア向けコネクテッドヘルス 他社の機器も接続できるオープンプラットフォーム | <ul style="list-style-type: none"> 在宅ケアの可能性を広げ、国家レベルの医療システムの改革推進を支援 患者の能動的健康管理による健康促進 |
| クレルモン・フェラン大学病院 | <ul style="list-style-type: none"> 蓄積した多くの臨床データを分析・解析した医療情報を現場で活用 | <ul style="list-style-type: none"> 看護師の負担を大幅軽減 データ量の拡大で迅速で正確な診療 |
| 物流・運輸 | | |
| ハンブルク港湾局 (HPA) | <ul style="list-style-type: none"> スマートシティの開発の考え方で広範な分野に IoT を導入 | <ul style="list-style-type: none"> トラックの待機時間や走行時間を短縮（1日当たり合わせて5,000時間分） CO2 排出量を削減 |
| ドイツポスト DHL | <ul style="list-style-type: none"> 安価な郵便物追跡サービス タグ付きラベルを購入して自分で貼り付けるシステムを導入 | <ul style="list-style-type: none"> ドイツポストと顧客の双方にとって追跡コストを引き下げ 郵便取り扱いシェアの拡大につながる |
| フランス国有鉄道グループ (SNCF) | <ul style="list-style-type: none"> 保守・整備、補給の対象を網羅した事前検知・対応で効率化を徹底 鉄道専用開発したセンサー | <ul style="list-style-type: none"> 保守関連費用の10~30%削減を目指す 運行遅延の回避で交通手段として競争力を強化 |

II. 各論（企業事例）

1. 製造工程・スマートファクトリー

(1) ロールス・ロイス

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 航空・防衛・船舶・エネルギー関連の製造 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1906 年に自動車の開発・製造会社として創業。 ・ 1914 年、軍用機向けエンジンの製造を開始。 ・ 1953 年、民間航空機向けエンジンの市場に参入。 ・ 1966 年、英航空機エンジンメーカーの Bristol Siddeley を吸収合併。 ・ 1971 年、財政破綻により国有化され、1973 年に自動車部門を分離・民営化。 ・ 1987 年、Rolls-Royce Holdings として民営化され、1990 年代に航空機エンジンメーカーなどの買収を重ねた。 ・ 2014 年にエネルギー事業の一部を独シーメンスに売却。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>民間航空機・軍用機向けのエンジンや航空機・船舶・エネルギー関連向けのパワーシステムの開発・製造、原子力発電関連サービスなどを手掛ける。50 カ国以上に拠点を持ち、顧客は 150 カ国を超える。売上高の部門別割合は民間航空機部門が 51%、パワーシステム部門が 19%、防衛航空機部門が 16%（2016 年 12 月期）。売上高の地域別割合は欧州 35%、北米 30%、アジア・中東 29%（2016 年 12 月期）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：149 億 5,500 万ポンド（2016 年 12 月期） ・ 従業員数：4 万 9,900 人（2016 年平均） |
| 本社所在地 | <p>62 Buckingham Gate, London SW1E 6AT, UK</p> <p>Tel: +44 (0) 20 7222 9020 Email: UK_enquiries@rolls-royce.com</p> |
| URL | www.rolls-royce.com |

① IoT の活用状況

ロールス・ロイス (Rolls-Royce) は航空機エンジンの設計、製造、保守・整備の 3 つの主要分野でビッグデータを活用している。設計では数十テラバイトに上るデータを使って製品の作動シミュレーションを行い、エンジン部品の製造ではネットワーク化した自動製造の導入を進め、販売後の保守・整備ではエンジンの性能を監視・評価し、これをサービスとして顧客に提供している。販売後のエンジンの不具合に関する診断や是正、再発防止のために IoT とビッグデータの活用を進めることで、自社および顧客である航空会社のコストを削減するとともに、設計プロセスの段階で製品から不具合が起こる可能性を取り除き、生産プロセスの簡素化を図っている。この中でロールス・ロイスが現在、最も力を入れているのが販売後の保守・整備を含めたサービス分野である。

i. 航空機エンジンの予兆保守とサービス

a. 従来の「トータルケア」と予兆保守の取り組み

2017. 12

Copyright (C) 2017 JETRO. All rights reserved.

ロールス・ロイスは約 20 年前に、航空エンジンの製造・販売事業から同社の航空エンジンを使用する航空会社に対する総合的な整備サービス事業への転換を目指し、整備サービスの刷新に着手して「コーポレートケア」または「トータルケア」と呼ぶサービスを導入した。サービス料金の徴収はエンジンの整備の時点ではなく航空機の飛行時間、つまりエンジンの使用時間に基づいている。

世界中にオペレーション・サービスセンターを設け、各エンジンからフィードバックされたデータを専門のエンジニアが分析する。これにより整備が必要な要因や状況が明確になり、問題や故障が発生する可能性を軽減または回避するためにエンジニアが整備する。このビッグデータを分析するエンジン・ヘルスマネジメントシステムにより航空エンジンを監視することで、整備の実施スケジュールを明確化できる。同社の典型的なエンジン「トレント (Trent)」には約 25 のセンサーが取り付けられ、燃料の流れから圧力、振動、温度、機体の高度や速度、外気温などを測定している。飛行中、地上には分析に必要な主要データが伝送され、エンジンの全フライトデータについては着陸後に入手して周辺データと合わせて調べ、エンジンの性能を監視・評価している。

b. クラウドベースの IoT の導入

ロールス・ロイスは 2016 年 7 月にマイクロソフトと契約し、クラウドベースの IoT と分析プラットフォームを「トータルケア」のサービスに統合することにした¹。今後の航空機に搭載されるエンジンには数百のセンサーが取り付けられ、エンジンの性能の状況、ルートの制約に関する情報、燃料使用に関するデータなどを収集し、データセンターと常時接続してエンジンからリアルタイムでデータをセンターに送る。エンジニアは、飛行中に送られてくるデータを調べてエンジンの状況を把握できる。

データは、世界中で飛行する航空機に搭載された多数のエンジンから収集され、データを統合してエンジンに関する分析を短時間で実施する。これにより飛行中のエンジンの異常や不具合が、他のエンジンにも広がる兆候や可能性を即座に診断できる。何らかの懸念がある場合には、飛行中の航空機に伝えることもできる。マイクロソフトによれば、分析する情報には機体が飛行中に送ってくるエンジン性能に関する情報のほか、フライトプラン、フライトレコーダーに記録されるようなデータ、サードパーティーが提供する天候の予報データと実際の天候データなどがある。

たとえば燃料ポンプなどエンジン部品では、飛行時間に基づいて保守のために取り外すことを推奨する「ソフトライフ」を設定していることが多い。しかし各ポンプからの詳細なデータを分析し、これをデータモデルや世界中の航空機に搭載された他のエンジンのポンプのデータと比較することで、特定のポンプが十分に作動しない可能性やソフトライフより早めにポンプを取り換える必要性について警告を発することができる。逆に燃料ポンプがソフトライフの時期に近づいても、監視・分析の結果から性能に全く問題はないため整備の時期を延期する判断もできる。

ii. 航空機エンジンの設計・製造

製造システムでは工場内のネットワーク化を進めている。2015 年 2 月には英国中部のロザラム

¹ www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2016/11-07-2016-rr-takes-totalcare-digital-with-microsoft-and-singapore-airlines.aspx
<https://news.microsoft.com/2016/04/24/microsoft-and-rolls-royce-collaborate-to-offer-advanced-operational-intelligence-to-airlines/#sm.000qzcy45149jfhezku2glymy441j#H8EJEs8MZfjCptuW.97>

に航空機エンジンのタービン・ブレードの新工場を開設し²、製造と 3D 測定検査などを統合して自動化した。また英国北部のワシントンには 2014 年 6 月に航空機エンジンのディスクの新工場を開設し³、これを順次拡張している。ここでもロボティクスを導入してネットワーク化し、製造の各工程と品質検査を統合している。

iii. 船舶運航システム

ロールス・ロイスはフィンランド技術研究センター (VTT)⁴と共同で、2014 年末から「船舶インテリジェンス・イニシアチブ」を進めている。2016 年 11 月にはこれを一步進めて「ドローン船舶」ともいうべき遠隔操作による船舶の自動航行を 2020 年までに商業化することを目指し、VTT と自動航行船舶の設計・試験・実証に向けた戦略的提携を結んだ⁵。

図 1：自動航行の貨物船のコンセプト



出所：ロールス・ロイスのウェブサイト

<https://www.flickr.com/photos/rolls-roycepic/albums>

自動航行の前段階ともいうべき船舶インテリジェンス・イニシアチブでは、船舶に搭載したセンサーが航路上の障害や悪天候などの危険を検知し、これを AR (拡張現実) ディスプレイで船員の目の前に表示する。船員がこれを無視すれば船舶は自動で安全な航路を選択して操縦する。これが自動航行になれば、構想では数千トン級の貨物船が無人で海洋を航行し、洋上にある数百隻の船舶を 1 ヲ所の「中枢センター」から制御する。船舶にはセンサーと安全プログラムが搭載され自動で障害を回避でき、中枢センターはこれら船舶の航行状態を集中管理することになる。

②使用されている IoT 技術

航空エンジンの整備では、2016 年 7 月からマイクロソフトの Azure IoT Suite と Cortana Intelligence Suite を導入し、「トータルケア」のサービスに統合している。マイクロソフトのプラットフォームを使うことで、データを統合しエンジン整備のサービスを強化している。

- Azure IoT Suite⁶: クラウドベースの Azure プラットフォーム上で実施するサービスの集合で、既存のデバイスや機器、センサーを利用して、これらに接続してデータを収集し保管・分析する。ロールス・ロイスは、エンジンに取り付けたセンサーにより地理的に広がる情報源からデータを収集して統合している。
- Cortana Intelligence Suite⁷: 様々なデータを集約して高度な分析を行い、具体的な行動につなげる。マイクロソフトの「認識サービス」は単なる分析を超えるもので、

² www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2015/pr-260215-advanced-turbine-blade-casting-facility.aspx

³ <http://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2014/050614-rollsroyce-uk-discs-facility.aspx>

⁴ VTT Technical Research Center of Finland <http://www.vttresearch.com/>

⁵ www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2016/14-11-2016-rr-and-vtt-technical-research-centre.aspx

www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/customer-focus.aspx

⁶ <https://www.microsoft.com/ja-jp/cloud-platform/products-Microsoft-Azure-IoT-Service.aspx>

⁷ <https://azure.microsoft.com/ja-jp/suites/cortana-intelligence-suite/>

これと機械学習（マシン・ラーニング）・分析を組み合わせたプラットフォームがコルタナ・インテリジェンス・スイートである。ロールス・ロイスはこれを使ってデータセットを分析し、大規模なデータモデリングを実施して飛行中のエンジンの異常を正確に検知し、顧客が適切な行動を取れるよう支援する。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

「トータルケア/コーポレートケア」の導入により、定められたスケジュールに基づく整備ではなくエンジンの状況の監視・評価に基づく柔軟な整備に変えた。料金も飛行時間（エンジンの利用時間当たり）に基づいて顧客に課す「パワー・バイ・ザ・アワー」のモデルを古くから採用している⁸。航空会社はエンジン整備の費用とスケジュールを最適化でき、ロールス・ロイスは整備サービスに限った費用を別に請求することはないものの常に一定額を徴収できる。同社は「トータルケア」を導入した際に、エンジンの製造・販売事業への依存から脱却し、総合的な保守サービス事業を拡大することを狙っており、IoT の導入で強化される。

また後述するように、航空会社に提供できる情報は整備に限ったものではなく、使用燃料の効率化に向けた最適な飛行ルートの設定、最適な機体やエンジンの選択などにも広がり、IoT のデータと分析を使った総合的な情報提供サービスとなる。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

i. 航空機エンジンの整備の分野

ロールス・ロイスはデータを基に航空会社に対し、飛行ルートに与える天候の状況、燃料効率の高い飛行ルートとルート計画、効率の高い機体やエンジンの選択について助言することを狙っている。提供する情報と助言は顧客にとって付加価値の高いもので、ロールス・ロイスのサービスの優位性につながる。

航空会社は提供されたデータや助言により燃料の使用を削減し、効率的なルートを選択し、最も必要とされる時点で部品を適切に交換できるようになる。これにより見込まれる航空燃料の節減は 1%とされる。この割合自体は小さいものの、1 機体当たりの節減額は年間 25 万ドルに相当し、利益率の小さい航空会社にとっては大きな効果となる⁹。また、エンジン部品をあらかじめ定められた飛行時間に基づいて整備・取り換えをするのではなく、実際の作動状況の監視結果に基づいた整備や取り換えに転換することで、整備のための航空機の使用中断やそれに関わる費用を最小限に抑えることができ、フリート全体で大幅な節減となる可能性がある。

ii. その他の分野

英国ロザラムの航空機エンジン用タービン・ブレードの新工場と英国ワシントンの航空機エンジン用ディスクの新工場では、製造に要する時間をいずれも約 50%短縮した。また貨物船の自動航行と遠隔制御では、船舶の燃料使用を従来に比べて約 15%削減することを見込む。これにより環境性能が高まるうえ、貨物船の建造コストも引き下げられると予想している。

⁸ www.worldfinance.com/markets/rolls-royce-is-driving-the-progress-of-the-business-aviation-market
www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2012/121030-the-hour.aspx

⁹ <https://news.microsoft.com/en-gb/2016/07/11/26857/#VyWkCjWyY8Aq1mYX.97>

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

- i. マイクロソフト：前述のように 2016 年 7 月にマイクロソフトと契約し、マイクロソフトの Azure IoT Suite と Cortana Intelligence Suite を採用。
- ii. VTT：「船舶インテリジェンス・イニシアチブ」および貨物船の自動操縦で提携。VTT は船舶のシミュレーションや原子力の安全性など複雑なシステムの開発・管理で幅広い専門性を持つ。

(2) コンチネンタル・グループ

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 自動車部品・タイヤ等の製造 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1871 年創業、軟質ゴム製品やゴム引き織物、自転車用固体タイヤ等を製造。 ・ 1898 年、空気タイヤの製造開始。 ・ 1904 年、世界初のトレッドパターンのついた自動車用タイヤを発表。 ・ 1995 年、システム事業を強化するため自動車システム部門を設置。 ・ 2007 年、自動車電子部品等製造の Siemens VDO Automotive AG を買収。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>世界 5 位の自動車部品サプライヤー（2016 年）¹⁰。Automotive Group のもとに、①シャシー&セーフティー部門（売上比 22%）、②パワートレイン部門（同 18%）、③インテリア部門（同 20%）、Rubber Group のもとに、④タイヤ部門（同 26%）、⑤ContiTech 部門（特殊ゴム・プラスチック技術、同 14%）の計 5 事業部門がある。世界 56 カ国に計 427 拠点を持つ。売上高の地域別割合は、ドイツ 21%、ドイツ以外の欧州 29%、NAFTA26%、アジア 21%、その他の地域 3%。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：405 億 4,950 万ユーロ（2016 年 12 月期） ・ 従業員数：22 万 137 人（2016 年 12 月末現在） |
| 本社所在地 | Continental AG, Headquarters, Vahrenwalder Straße 9, D-30165 Hanover, Germany Tel: +49 (0) 511 938-01 Email: コンタクトフォーム |
| URL | www.continental-corporation.com/ |

①IoT の活用状況

コンチネンタル（Continental）の IoT 導入には、自動車向けに開発しているシステムと自社工場の製造工程（部品工場およびタイヤ工場）での採用がある。

- i. コネクティビティ／ナビゲーションテクノロジー：e ホライズン（eHorizon）
コンチネンタルの「e ホライズン」は、自動車運転の安全性と快適性、経済性を向上させるコ

¹⁰ <http://www.magna.com/docs/default-source/2017-press-releases/automotive-news-top-suppliers-6-26-2017.pdf?sfvrsn=2>

ネクティビティ／ナビゲーションテクノロジーのソリューションで、下記3段階で開発が進められている。自動走行など今後の技術のベースとなり、ITS（高度交通システム）の実現の鍵となる。¹¹

- a. 静的 e ホライズン（自動車システムの予兆的コントロール）：GPS 受信機を自動車システムに統合し、自動車のセンサーでは検知できない「次のカーブの先に坂がある」といったことを早めに検知し、自動車システムを予兆的にコントロールするもの。マップおよびセンサーデータを読み取って、エンジンやトランスミッション管理を自動的に適合させる。
- b. コネクテッド e ホライズン（より詳しい最新マップ）：車両位置データをクラウドに送信できるようにする。すべての車のデータをマップ更新に反映させることで、これまでマップデータが不完全だったルートの情報も生成する。
- c. 動的 e ホライズン（今起きている事

象をリアルタイムで統合）：常時クラウドに接続させ、他の車両のセンサーなどからリアルタイムで取得したデータを使った更新データを受信する。これを受けた e ホライズンが、渋滞や事故、気象条件といったルートの動的変化に自動車システムを対応させる。

図 2：動的 e ホライズン



出所：コンチネンタルのウェブサイト

www.continental-corporation.com/www/pressportal.com/en/themes/press_releases/3_automotive_group/interior/press_releases/pr_ehorizon_ces_2015_en.html

コンチネンタルはコネクテッドビークル/e ホライズンの開発を推進するため、2013 年 9 月に IBM とシスコ、後にオランダのオープンロケーションプラットフォーム企業の HERE¹²（当時 Nokia HERE）と提携を結んでいる^{13,14}。2019 年までに動的 e ホライズンを導入する意向を示している¹⁵。

ii. 製造工程（部品工場）：協働ロボット

スペイン・バルセロナの自動車部品工場（コンチネンタル・オートモーティブ・スペイン）では 2016 年に、プリント基板の荷積み・荷降ろしとコンポーネントの組立を行う協働ロボット

¹¹ www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/themes/passenger_cars/interior/connectivity/pi_ehorizon_en.html

¹² 2015 年に Nokia がドイツ自動車 3 社（アウディ、BMW、ダイムラー）に売却。2017 年 1 月、Intel が HERE の持ち株の 15% を取得することで合意したことを発表した。
<https://here.com/en/company/newsroom/press-releases/2017-10-01-70>
HERE はまた、2017 年 2 月にパイオニアおよびその子会社インクリメント P と、グローバルな地図ソリューションおよび次世代位置情報サービスの提携戦略的提携で合意した。
<http://pioneer.jp/corp/news/press/2017/pdf/0208-1.pdf>

¹³ www.continental-corporation.com/www/pressportal.com/en/themes/press_releases/3_automotive_group/interior/press_releases/pr_2013_08_06_cisco_coop_en.html

¹⁴ <http://europe.autonews.com/article/20160219/COPY/302199998>

¹⁵ www.autonews.com/article/20160802/OEM06/160809946/continental-to-introduce-dynamic-mapping-program-e-horizon

(ロボット)を導入した。単純な繰り返し作業でありながら、緻密さとデリケートな扱いを要する作業である。当初6台を購入し、近いうちに3台を追加する予定である¹⁶。

iii. 製造工程（タイヤ工場）：コネクテッドファクトリー

フランス・モゼル県のサルグミーヌ・タイヤ組立工場では2011年以降、ゴムシートなどタイヤのコンポーネントの入ったカゴ台車にWi-Fiセンサーを装着し、位置を追跡できるようにした。工場フロアは13万8,000平方メートルと広大で、生産するタイヤの種類も1,000種類に上る。従来は、床に四角い枠線を引くことでカゴ台車を置く場所を定め、組立作業員が手書きのメモを頼りに必要な台車を探すというマニュアル作業だった。このため、台車が紛失することや見つけずに生産スケジュールが大幅に遅れることが少なからずあった。現在では位置情報をインベントリ管理システムに統合したため、台車にコンポーネントが積載された時点と、所定の場所に到着した時点で、作業員は携帯デバイスに表示された工場マップ上で位置を確認できるようになった。

② 使用されているIoT技術

i. コネクティビティ/ナビゲーションテクノロジー：eホライズン

IBMのサーバーが車両から送信されるリアルタイムの交通データを分析する。シスコはネットワークのデータセキュリティの強化を担っている。HEREはLiDAR（光によって距離を検出する技術）搭載車両を使って地図情報を収集している。予兆的保全やGPS拡張機能に、ビッグデータの分野に強いIBMのクラウドサービスが使われる予定で、コンチネンタルはすでに、IBMの自動車IoTのコンポーネントである「メッセージサイト (MessageSight)」と「インフォスフィア・ストリーム (InfoSphere Streams)」というプラットフォームを使っている。これにeホライズンを連携させ、地図情報とクラウドから取得したデータを使って、車載電子機器が道路状況を予測できるようになる。モバイルラジオモジュールを車両に組み込み、サーバーとの常時双方向通信を可能にする。^{17, 18, 19, 20}

ii. 製造工程（部品工場）：協働ロボット

コンチネンタル・オートモーティブ・スペインで導入された協働ロボットは、ユニバーサル・ロボット（オランダ）の軽量6軸ロボットアーム「UR10」である。同社の産業ロボットの中では最大級で、荷重10キロまでの作業・プロセスを自動化できる。最大動作半径は1,300ミリで、距離の長い生産ラインなどにおいて、作業時間を節約できる²¹。

iii. 製造工程（タイヤ工場）：コネクテッドファクトリー

¹⁶ www.universal-robots.com/case-stories/continental/

¹⁷ www.continental-corporation.com/www/pressportal_com_en/themes/press_releases/3_automotive_group/interior/press_releases/pr_2013_08_06_cisco_coop_en.html

¹⁸ <http://europe.autonews.com/article/20160219/COPY/302199998>

¹⁹ www.continental-corporation.com/www/pressportal_com_en/themes/press_releases/1_topics/fairs_events/pr_2013_09_10_pk_iaa2013_en.html

²⁰ www.ioti.com/iot-trends-and-analysis/20-most-important-iot-firms-according-you

²¹ www.universal-robots.com/products/ur10-robot/

リアルタイム・ロケーションシステム (RTLS) と材料在庫追跡システム (MITS) を使っている。各コンポーネントとカゴ台車に貼られたバーコード (ID 番号) をスキャンすると、カゴ台車に装着した RFID タグがこれを送信、MITS ソフトにコードが保存される。カゴ台車を動かすと RTLS のソフトウェアが場所を追跡する。RTLS システムは、エアロスカウト²²のソフトウェア (モバイルビュー) と Wi-Fi ベースの RFID タグ (T2-EB インダストリアル・タグ) で、装着されたタグの数はおよそ 2,000 個。MITS は、グローバル・データ・サイエンス²³のソフトを使用している²⁴。

③ IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

i. コネクティビティ/ナビゲーションテクノロジー : e ホライズン

クラウドの利用によりデジタルマップの精度が高まり、単なるナビゲーションから最新情報の移動体へと変わるため様々な応用が効き、自動車運転の安全性と快適性、経済性が向上する。たとえば、運転中にカーブで見えない先に渋滞がある場合に、車載センサーだけの検知であれば急ブレーキがかかるが、e ホライズンならクラウドからの情報を通して自動的にゆっくり減速する。e ホライズンは新たな情報源として車載センサーを補完するため、自律運転が快適・安全なものとなる。コンチネンタルは e ホライズンの二輪車用への応用開発も進めている。

ii. 製造工程 (部品工場) : 協働ロボット

ロボットのプログラミングやコントロールはシンプルで、プログラミングの変更も外部専門家の助けも不要である。訓練を受けたことがない者が初めてプログラミングを行う場合でも、箱から出して最初の簡単なプログラミングが完了するまで 1 時間程度と短時間で作動できる。コストは平均 195 日で回収でき、これは業界最短という。^{25, 26}

iii. 製造工程 (タイヤ工場) : コネクテッドファクトリー

コンポーネントの入ったカゴ台車が一定の場所に長時間とどまっていると、システムが警告を発するため、従来のようにコンポーネントが廃棄処分となることはなくなった。Wi-Fi ネットワーク上で作動する RTLS システムのため、タグ読み取り機の設置が不要で、導入のために生産を停止する必要もなかった²⁷。

④ 付与された付加価値および生産性と効率性の向上

i. コネクティビティ/ナビゲーションテクノロジー : e ホライズン

リアルタイムの交通情報の更新データは提供しない静的 e ホライズンであっても、2012 年に欧州でトラックに装備した結果、燃費を 3% 節約できた。乗用車でも同様の水準となる見込みで、スタートストップ機能があればさらに 3~4% 燃費が向上するという。コンチネンタルでは、2012 年

²² www.aeroscout.com/

²³ www.globaldatasciences.com/

²⁴ www.aeroscout.com/files/RFID-Journal-AeroScout-and-Continental-Tires-04-25-2012.pdf?1

²⁵ www.universal-robots.com/products/ur10-robot/

²⁶ www.universal-robots.com/products/ur-robot-benefits/

²⁷ www.aeroscout.com/files/RFID-Journal-AeroScout-and-Continental-Tires-04-25-2012.pdf?1

www.cisco.com/c/dam/assets/global/SG/events/aseanciscoconnect/pdf/Industrial/aseanmay_martindube.pdf

の e ホライズン導入以降、ディーゼル燃料 1 億 9,500 万リットルの節約につながったと推定、これは金額で 2 億 6,000 万ユーロ、CO2 換算で 51 万 5,000 トン超に相当するという。

トラックメーカーの MAN が、e ホライズンと自社ソリューション（エフィシエント・クルーズ）を組み合わせで構成したシステムを導入しているが、TÜV（ドイツ技術検査協会）の試験で燃料を 6%以上節約することが確認された。^{28,29}

ii. 製造工程（部品工場）：協働ロボット

UR10 の導入により、部品やコンポーネントの移動作業を自動化でき、作業の切り替えにかかる時間が 40 分から 20 分へと半分に短縮された。作業員はコンポーネントの運搬というような退屈な作業に携わる必要がなくなり、スキルが求められる生産性改善に貢献する仕事に集中できるようになった³⁰。

iii. 製造工程（タイヤ工場）：コネクテッドファクトリー

生産効率が大幅に向上した。タイヤ生産量は日産 3 万 3,000 本から 3 万 8,000 本へと約 15% 増加、スクラップされていたコンポーネントは金額ベースで 20% 削減した。これを受けて、米国マウントバーノン第三工場（バージニア州）でも同じシステムが導入されている³¹。

⑤ 提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

i. コネクティビティ／ナビゲーションテクノロジー：e ホライズン

コンチネンタルは、IBM（ビッグデータ）、シスコ（信頼性の高いセキュリティ）、HERE（地図データ）と、それぞれ提携契約を結んでいる。

- IBM：2013 年 9 月に IBM と世界中の自動車メーカー向けに「完全に接続されたモバイル車両ソリューション」を共同開発する提携契約を発表した³²。コンチネンタルは、自動走行の実現に向けたクラウドベースのソリューションの提供でも IBM のクラウドサービス「ブルーミックス (BlueMix)」プラットフォーム (PaaS: platform-as-service) を使っている³³。
- シスコ：コネクテッドビークルで使用されるワイヤレス・ネットワーク技術・ソフトウェアなど、コネクティビティやネットワークセキュリティを提供している。
- HERE：e ホライズンのセンサーシステム開発で協力、HERE がマップデータサービスを提供している³⁴。

²⁸ www.oemoffhighway.com/press_release/12172750/continental-ehorizon-technology-provides-up-to-6-fuel-savings

²⁹ <http://europe.autonews.com/article/20160219/COPY/302199998>

³⁰ www.universal-robots.com/case-stories/continental/

³¹ www.aeroscout.com/files/RFID-Journal-AeroScout-and-Continental-Tires-04-25-2012.pdf?1
www.cisco.com/c/dam/assets/global/SG/events/aseanciscoconnect/pdf/Industrial/aseanmay_martindube.pdf

³² www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/41922.wss

³³ www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/43257.wss

³⁴ www.oemoffhighway.com/press_release/12172750/continental-ehorizon-technology-provides-up-to-6-fuel-savings

ii. 製造工程（部品工場）：協働ロボット

協働ロボットはユニバーサル・ロボットが供給した。

iii. 製造工程（タイヤ工場）：コネクテッドファクトリー

ベルギーの Phi Data³⁵がシステム・インテグレーターとしてソリューションを提供した³⁶。

(3) クラース・グループ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 農業機械の製造 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1913年、藁バインダー（結束機）の製造・修理会社として創業。 ・1934年、ピックアップベラー（作物収穫・圧縮機）を製造開始。 ・1936年、欧州初のコンバイン（収穫脱穀機）を発表。 ・1973年、飼料収穫機を製造開始、収穫機分野のスペシャリストに。 ・2003年、仏トラクターメーカーの Renault Agriculture の株式の過半数を取得し、製品レンジを拡大。 ・2008年、Renault Agriculture を完全買収。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>コンバイン、トラクター、飼料収穫機、ベラー（集草・圧縮梱包機）などの農機の製造および関連システムの開発を手掛ける。欧州のほか北米・南米・アジアなど18カ国に拠点を持ち、うち7カ国13カ所に製造拠点を置く。売上高の地域別割合は西欧61.2%（うち独21.4%、仏20.8%）、中・東欧19.4%、その他の地域19.4%（2016年9月期）。同族会社で非上場。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：36億3,160万ユーロ（2016年9月期） ・従業員数：1万1,300人（2016年9月末現在） |
| 本社所在地 | <p>CLAAS KGaA mbH, Mühlenwinkel 1, 33428 Harsewinkel, North Rhine-Westphalia, Germany</p> <p>Tel: +49 (0) 52 47/12-0 Email: pr@claas.com</p> |
| URL | www.claas-group.com/ |

①IoTの活用状況と使用されているIoT技術

インダストリー4.0の農業版「ファームリング4.0」に取り組むクラスは、2010年に、農機に活用している一連のデジタル技術を「効率的農業システム (EASY:Efficient Agriculture Systems)」と名付け、2014年にはデジタル化やEASYの開発を統括する子会社クラス・Eシステムズ (CLAAS E-Systems KGaA mbH & Co KG)³⁷を新設した。同社は、農機のプロセス自動化、農機走行・作物処理用のアプリケーション、データ管理、農機ディスプレイ・オペレーターパネル・モバイルアプリの開発などを担っている。クラスはまた、クラウドベースの農場管理システム「365ファーム

³⁵ www.phidata.be/en/

³⁶ www.aeroscout.com/files/RFID-Journal-AeroScout-and-Continental-Tires-04-25-2012.pdf?1

³⁷ www.claas-e-systems.com/en/company/

ネット」を、ドイツを中心とするパートナー企業約 30 社と提供している^{38,39}。

i. EASY⁴⁰

EASY は次の 5 つの分野で構成されている（各分野の製品・サービスは主なもの）。

- a. 農場管理ソフトウェアおよびアプリ：作物生産管理ソフトウェア「アグロ・ネット（AGROCOM Net）」、農機配備やイールドマップ、精密農業に使うソフトウェア「アグロマップ（AGROCOM Map）」、農機車載ターミナルの代用として iPad で使えるアプリ「イージー・オン・ボード・アップ（Easy on board app）」、ウェブベースの「365 ファームネット」（後述）など。「イージー・オン・ボード・アップ」は、GPS 走行や作業機とトラクター間の通信と作業機コントロールなどに使う車載ターミナル（モニター）の代わりにタブレット（iPad のみ）で使える無償アプリで、2016 年夏に発表した。トラクターの速度データを作業機が使用するなど相互に連動して使える。タブレットは Wi-Fi で無線接続されるが、トラクター運転席の ISOBUS⁴¹ソケットに接続する無線 LAN アダプターが必要となる。このアプリは他社の ISOBUS 対応の作業機でも使用できる⁴²。
- b. 農薬・肥料（精密農業）：光学式作物センサー「クロップ・センサー（Crop Sensor）」と施肥・農薬散布・播種の可変コントロール、および農機の GPS 誘導システム「GPS パイロット」。「クロップ・センサー」は ISOBUS 対応のセンサーで、作物に吸収された窒素量と作物密度を測定してオンラインシステムでデータを収集し、走行しながらリアルタイムで窒素ターゲット値および密度閾値と比較したうえ、最適な施肥量と施肥率を計算する。
- c. CEMOS（クラス電子機械最適化システム）：ソフトウェア「CEMOS」を使った農機の設定・コントロールおよびパフォーマンスの最適化。農機の設定を自動的に行うシステム「CEMOS オートマティック」に加え、運転操作者に簡単な質問をしながらコンバインの最適設定を見つけるのを支援するアプリ「CEMOS アドバイザー」と、対話式でコンバインの運転操作者を最適な設定に導く車載（外付け）ターミナル用の「CEMOS ダイアログ」がある。このほか、穀粒品質チェックカメラ「供グレイン・クオリティ・カメラ（Grain Quality Camera）」は穀粒の画像と穀粒破損率の割合を表示し、操作者は自動クリーニングのレベルを調節できる。収量マップは、機械に取り付けられたセンサーで収量と穀粒の水分を測定し、GPS 衛星データを使って作成される。
- d. 農機車載ターミナル（クラス・ターミナル）
- e. 収穫用遠隔測定システム・データ管理ソフトウェア「テレマティクス（TELEMATICS）」：圃場走行ルート最適化システムおよび車両モニタリング（機械の位置データの記録、現在・過去の走行

³⁸ www.claas-group.com/the-group/about-claas/overview

³⁹ “Financial Times, Germany’s Mittelstand adds new data to old technology” October 24, 2016
www.ft.com/content/fe0e97fc-690d-11e6-a0b1-d87a9fea034f

⁴⁰ www.claas.co.uk/blueprint/servlet/blob/1079260/27b247046e9385c9743e89e3c960460a/279792-dataRaw.pdf

⁴¹ ISOBUS（イソバス）は、作業機、トラクター、ターミナル間の標準通信プロトコルで、ISO 11783（農業及び林業用けん引車及び機械—シリアル制御及び通信データ網）を基に、業界団体の農業電子工業会（AEF：Agricultural Industry Electronics Foundation）が適合試験などに関する項目を加え定めた規格である。AEF は欧米の主要農機メーカーと業界団体で構成され、ISOBUS 対応製品の認証を行う。
www.aef-online.org/en/about-isobus/first-priority-isobus.html

⁴² www.claas.co.uk/fascination-claas/current/claas-news/implement-control-via-tablet-pc/597064
www.claasofamerica.com/claas-central/media-center/news-releases/there-s-an-app-for-that-/940686

路のマップ表示、機械の状況の表示、パフォーマンスや稼働時間、作業面積等の機械データの表示など）。

以上のうち、テレマティクス⁴³では、インターネット経由で、いつ、どこからでも、農機の位置やパフォーマンス、機器のデータなどの情報にアクセスできるとともに、クラススのサービス情報へのアクセスや遠隔初期診断チェックを行える。農機が位置情報を衛星信号から受信し、農機の機械データと設定情報が専用ウェブサーバーにモバイルネットワーク経由により一定間隔で自動的に送信される仕組みである。作動状況（場所、作業内容、作業の状況）、パフォーマンスデータ（目標通りに作業が進んでいるか）、機械データ（全てのパラメーターが正常か）、機械設定情報、地理データなど 200 種類以上のパラメーターのデータがテレマティクスに記録される。

農家はこのサーバーに置かれたデータ（ウェブサイト）にアクセスし、テレマティクスに接続された各農機のパフォーマンスデータや作業時間などの分析情報をほぼリアルタイムで見ることができる。車載ターミナルからオンラインで作業をモニターしたり、GPS データを使って収量マップを作成したりもできる。また、機器のパフォーマンス向上のため、所有する機械間のパフォーマンスと設定データの比較ができ、他の農場の農機のパフォーマンス/設定データ（匿名）にアクセスしてパフォーマンスの高い農機の設定データを受信することもできる（オプションサービス）。農作業請負コントラクターは顧客ごとの作業データを管理し、自動文書作成アドオンモジュールを使えば、作業時間や燃料消費などのパラメーターを文書化し、容易にインボイスを発行できる。

テレマティクスにはモバイルアプリ（iOS およびアンドロイド）もあり、スマートフォンまたはタブレットを使って農場などでもデータにアクセスできる。

ii. 365 ファームネット

365 ファームネット⁴⁴はクラウドベースの農場管理システムで、クラススだけでなく欧州企業約 30 社がパートナー企業として参画し、システムを通じた情報提供やシステム構築に関わっている。農場管理のあらゆる面で農家を 24 時間 365 日サポートすることを目標に、2013 年にクラススの子会社として設立された（本社：ベルリン）。

365 ファームネットの基本モジュール（圃場マッピング）は無償で、その他のモジュールは有償オプションとなっている。現在、有償モジュールには、作物管理・作業計画（作付け・播種計画、品種ガイド/アドバイス、クラススの圃場走行ルート最適化システム、アマゾン（AMAZON）の農薬散布機械設定情報など）、機械間通信（クラスス・テレマティクスなど）、畜牛（牛群管理）、農場管理（アクセス権設定）の 4 分野 12 種類があり、この大半は面積（100 ヘクタール）あたりの月額で価格が設定されている。365 ファームネットは、標準的ブラウザで使えるほかスマートフォンおよびタブレット用のアプリも提供されている。アプリは現在、作物用の「365 クロップ・アップ」と牛畜産用の「365 カトル・アップ」の 2 種類がある。全てのデータはドイツ国内に置かれているサーバーに保存されている⁴⁵。

⁴³ “TELEMATICS”, CLAAS (ブローシャー)

www.claas.co.uk/blueprint/servlet/blob/533340/985195f125fbd34f43aaa04b67b7267d/238637-dataRaw.pdf

⁴⁴ www.365farmnet.com/en/

⁴⁵ <http://www.claas.co.uk/company/b2b-partner/365farmnet>

基本モジュールのユーザーは 20 カ国に広がり、5 カ国語⁴⁶で提供しているが、有償モジュールの半数近くはドイツ、オーストリア、スイス、フランス、ポルトガル、英国、ブルガリアのみで提供し、地理情報や気象情報に依存するモジュールなどはドイツでしか提供していない。ユーザー数は 2016 年 9 月末時点で数万件とされるが、2016 年に月間 10%の割合で増加しており、今後も増加が続く見通し⁴⁷。

②IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

クラスはサービス化に成功している製造業の好例と言える。製品（農機）のデジタル化から遠隔診断・最適化のサービスへと展開することにより、農機メーカーから SaaS (Software as a Service) プロバイダーへと事業を拡大した⁴⁸。このようなサービスを展開するため、グループ全体で 300 人のソフトウェア・エンジニアを抱えている⁴⁹。

クラスは過去には、機械の大型化を図ることで農機ユーザーの効率向上を追及していたが、これも限界に達し、機械のスマート化による効率向上が必要とされるようになった。巨大な機械では、新たな機械を納入する際に橋やゲート、道路、農場へのアクセスなどで物理的な障害がある。農家の作業量削減と効率向上を目的とする様々なスマート機能の活用により、結果的にクラスは、世界で唯一、完全自動で収穫できるハーベスターのメーカーとなった^{50,51}。

また、パートナー企業と農業生産管理オンラインプラットフォーム（365 ファームネット）を提供している。365 ファームネットは、農業生産の全てのオペレーション分野（圃場マッピング、農薬散布計画、家畜群管理、分析ソフト、カレンダー、計画プログラム、栄養素バランスなど）を一つのパッケージに統合した点で新規性が高い⁵²。パートナー企業が各ソフトのベンダーとなってサポートの責任を負っており、365 ファームネットは、これらソフトのマーケットプレイスと位置付けられる。クラスはテレマティクスと圃場走行ルート最適化のモジュールを 365 ファームネット上で提供している。

③付与された付加価値および生産性と効率性の向上

i. EASY

a. テレマティクスの活用

テレマティクスの活用により、作業プロセスの向上（作業時間の分析）、機械設定の最適化（パフォーマンス分析・パラメーター調節）、文書作成の簡素化（データキャプチャ）、メンテナンス

⁴⁶ ドイツ語、英語、フランス語、ポルトガル語、ブルガリア語。モジュールによってはドイツ語しかない場合がある。（2017 年 9 月 22 日時点）

⁴⁷ 365FarmNet、2016 年 11 月 16 日付けプレスリリース
www.365farmnet.com/fileadmin/user_upload/downloads/2016_1116/en/365FarmNet_PR_Platform_16112016.pdf

⁴⁸ www.accenture.com/gb-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Driving-Unconventional-Growth-through-IIoT.pdf

⁴⁹ “Financial Times, Germany’s Mittelstand adds new data to old technology” October 24, 2016
www.ft.com/content/fe0e97fc-690d-11e6-a0b1-d87a9fea034f

⁵⁰ www.raeng.org.uk/publications/reports/innovation-in-agri-tech

⁵¹ “2016 Annual Report”, CLAAS (P.11) www.claas-group.com/blueprint/servlet/blob/1082576/a7928af01ccbef91526a4eb4d48ac672/annual-report-2016-data.pdf

⁵² www.365farmnet.com/en/support/faq/

時間・稼働停止時間の短縮（遠隔診断）を実現できる。コンバインでのテレマティクスの活用では、ドイツと英国で下記の成果が実証されている⁵³。

- ・収穫に利用できる時間数：最大7%増加
- ・収穫量：最大10%増加
- ・ロス：最大0.5%削減
- ・収穫シーズンあたりの収穫時間：最大3日短縮
- ・収穫シーズンあたりの収穫面積：ハーベスター1台あたり最大150ヘクタール増加（年間最大1万5,000ユーロの節約につながる可能性がある）

b. 圃場走行ルート最適化システム

GPS 活用によって農機の走行ルートを最適化し作業所要時間を正確に予測できるシステムにより、平均6%の作業時間削減につながる⁵⁴。

c. 光学センサー「クロープ・センサー」を利用した窒素散布

クロープ・センサーを利用して窒素肥料を効率的に散布した場合と圃場全体に散布した場合の比較では、以下の差があることが示されている。このほか、土壌の改善や作物の品質と均一性の向上なども見られるという⁵⁵。

- ・窒素使用量：5~10%削減
- ・生産高：平均約2%増加
- ・脱穀量：大幅に増加

ii. 365 ファームネット

単一のインターフェースに集約したサービス（ソフトウェア）を提供することにより、近年、様々な規制への対応などで事務作業に追われる農家の業務削減を狙っている。これまでは、農業生産チェーンのそれぞれの作業分野に個別のソリューションが存在し、様々な個別ソフトパッケージ間では互換性がないのが普通だった。農業作業プロセスを簡素化・改善できるのに加え、事務作業に要する時間と労力を削減できる。

④提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

i. ドイツテレコム

2013年夏に、ドイツテレコム（Deutsche Telekom）および同社の研究開発組織テレコム・イノベーション・ラボラトリーズ（T-Labs）との共同開発プロジェクト「ファーミング4.0」を開始した。M2M（Machine to Machine）通信を使ったシステムでコンバインやトラクターの運転操作者のルーチン作業を自動化し、収穫プロセスを効率化する方法を実験し、2014年には実際の収穫条件

⁵³ “TELEMATICS”, CLAAS（ブローシャー）

www.claas.co.uk/blueprint/servlet/blob/533340/985195f125fbd34f43aaa04b67b7267d/238637-dataRaw.pdf

⁵⁴ www.claas-group.com/press-corporate-communications/press-releases/silver-for-6--less-processing-time-in-the-field/657108

⁵⁵ “Precision Farming”, CLAAS（ブローシャー）

www.claas.co.uk/blueprint/servlet/blob/1079246/bff071e5cbfe11eb09d672adb3d933ab/282575-dataRaw.pdf

で試験。LTE モバイルネットワークを使って様々な機械同士を接続し、送信データを使って収穫が行われた。コンバインのグレシ（穀粒）タンクがいっぱいになると LTE ネットワークを介し移送車両をけん引したトラクターを自動的に呼び、トラクターは自動的に最適ルートでコンバインに到着する。コンバインは穀物の定量・定性データをサイロに送信する。プロジェクトは現在、第二段階に入っているとされるが、具体的な詳細は明らかにされていない。このような効率化により、プロセスの生産性が最大 15%向上すると見込んでいる⁵⁶。

ii. 365 ファームネット

365 ファームネットに参加するパートナー企業として、クラス以外の機械メーカー、農薬メーカー、肥料メーカー、作物育種・種子生産会社、家畜ブリーダー、飼料サプライヤー、畜産設備メーカー、農業情報・コンサルサービス、気象データサービスなどの分野の欧州企業 29 社が挙げられている⁵⁷。うち現時点で、実際にモジュールを提供しているのはクラスを含めると 9 社⁵⁸で、その他の企業は、365 ファームネットとして提供しているモジュールに技術を提供しているか、現在モジュールを開発中と見られる。このため、有償モジュールが今後は増えていくものと思われる。

(4) シーベーカー

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 食品の輸入・加工・販売 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1844 年にドイツ・ウルムで小売店舗を開業し、後にコーヒー豆を販売。 ・ 第 1 次・第 2 次大戦の期間と大戦間は食品卸売業に集中。 ・ 1949 年からコーヒーに加えドライフルーツの輸入を手掛ける。 ・ 1970 年代からコーヒーはケータリング業界向けを強化し、ドライフルーツやナッツとは販売チャネルを分離。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>コーヒーの輸入・焙煎・販売、ドライフルーツやナッツ類の輸入・加工・販売。ドイツを中心にフランス、イタリアなど欧州各国で展開するほか、中国などアジア地域にも輸出。非上場企業。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：未公表 ・ 従業員数：未公表 |

⁵⁶ “2014 Annual Report”, CLAAS (P. 20, 32, 55) www.claas-group.com/blueprint/servlet/blob/456164/2a521f23e46d58c9b3df3cf75f9f6d42/geschaeftsbericht-2014-data.pdf

“2016 Annual Report”, CLAAS (P. 4) www.claas-group.com/blueprint/servlet/blob/1082576/a7928af01ccbef91526a4eb4d48ac672/annual-report-2016-data.pdf

www.laboratories.telekom.com/public/english/newsroom/news/pages/land_of_ideas.aspx

www.telekom.com/en/company/details/the-net-in-the-cornfield-361464

⁵⁷ www.365farmnet.com/en/partners/partner-companies/

⁵⁸ 機械メーカー（AMAZONE、HORSCH、RAUCH）、作物育種・種子生産会社（KWS）、畜産設備メーカー（Big Dutchman）、農業情報・コンサルサービス（AGRAVIS）、気象データサービス（meteoblue、Niveen & Bouma）。クラスもパートナー企業の 1 社である。

| | |
|-------|---|
| 本社所在地 | Hans-Lorenser-Strasse 36, D-89079 Ulm, Germany Tel: +49 (0) 731 4093-0 Email: info@seeberger.de |
| URL | http://www.seeberger.de/en.html |

①IoT の活用状況

ジーバーガー (Seeberger) 2015 年に原材料 (ドライフルーツやナッツ類の製品の原材料) を保管・管理する自動倉庫を新設するのに併せて、必要な原材料を自動倉庫から製造施設内の指定された生産機械まで自動的に供給するシステムを構築するため IoT を導入した。新しい倉庫棟と従来の製造施設を橋でつなぐとともに 200 ヶ所のワイヤレス・アクセスポイントを設置し、倉庫棟から生産施設まで原材料を運搬するために小型無人輸送車 (DTV: Driverless Transport Vehicle) を導入している。ワイヤレス・アクセスポイントを介して原材料の発注、運搬用 DTV、生産機械を接続し、自動倉庫と生産施設の全体をネットワーク化して自動倉庫での原材料の抽出、自動倉庫から 25 ヶ所の生産機械までの運搬、完成製品の自動倉庫への運搬、製品の自動倉庫への保管を自動で処理する。

i. 導入前の課題

輸出の拡大と同社の成長戦略で見込まれる生産量の増大に対応するため、倉庫スペースを拡大するため新倉庫を建設する必要が出てきた。また、原材料を生産機械に迅速に間違いなく供給することが求められていた。倉庫内では、3 ヶ所の異なる温度制御区域にあるビン・ロケーション (倉庫内の保管場所を示す最小区分) に原材料を確実に配分する必要があった。

ii. 自動倉庫の概要⁵⁹

高さ 40 メートルの立体倉庫で、約 700 点の原材料を 2 万 3,000 枚のパレットで保管する。原材料の受領時に高周波 (RF) ターミナルを使って倉庫管理システムに記録し、フォークリフトにより倉庫内の 6 ヶ所の保管ポイントの 1 ヶ所に運搬すれば、そこからスタックークレーン (倉庫内のトラック間に設置した前後の走行機能と上下の昇降機能持つクレーン) により高ラックの所定位置に保管される。スタックークレーンは倉庫内にある 2 つのトラックの間を 1 分間に最大 250 メートルの速度で移動し、原材料を運んで保管する。倉庫内の温度区域は 3 つに区分され、最下部は温度 5~8 度、中間部は最大 15 度、最上部は温度制御を行っていない。原材料は受領時に、各原材料に適切な温度区分のビン・ロケーションを割り振っている。

iii. IoT を使った原材料の供給と製品保管の仕組み⁶⁰

倉庫から生産機械への原材料の供給と完成製品の倉庫への保管は、IoT の導入により以下のような流れを実現した。

- ・生産施設から原材料の発注があると、倉庫内のスタックークレーンに情報が伝達され、スタ

⁵⁹ www.ehrhardt-partner.ae/fileadmin/user_upload/E_P.com/PDF/Case_Studies/Seeberger_CS_ENU_R2-0_Endversion.pdf

⁶⁰ www.cisco.com/c/en/us/about/case-studies-customer-success-stories/seeberger.html
www.ehrhardt-partner.ae/fileadmin/user_upload/E_P.com/PDF/Case_Studies/Seeberger_CS_ENU_R2-0_Endversion.pdf

ッカークレーンが様々な原材料をラックから回収して倉庫内の回収ポイントまで運ぶ。

- ・回収ポイントでは DTV がパレットをピックアップし、倉庫棟と生産施設をつなぐ約 100 メートルの橋を渡って生産施設内に入り、25 ヲ所の生産機械のうち所定の機械までパレットを運搬する。DTV は曲がり角などでも自動で対応し、アクセスポイントを介して昇降機を呼び出し昇降機の中に入れて昇降も指示する。
- ・生産施設に運搬する前に原材料の品質検査を行う場合は、倉庫管理システムが原材料のロットの中から自動的にパレットを選び出し、スタッフがマニュアルで品質検査を実施する。検査が無事に終われば、DTV がパレットをピックアップして生産施設に運ぶ。
- ・生産施設のオペレーターは携帯式の RF ターミナルで原材料のパレットをスキャンし、次の加工段階の機械に移送させるか包装用の各機械に送る。
- ・従業員のシフトの終了時点でパレット上の原材料が開封されていない場合は、DTV に情報を伝え、自動倉庫内の適切な温度の保管区域にパレットを戻すことができる。
- ・オペレーターは、携帯式 RF ターミナルで製造後の完成品のパレットをスキャンする。これが自動倉庫システムに指令として伝えられ、DTV はパレットをどこに運ぶかを認識する。

②使用されている IoT 技術

センサーとワイヤレス・ネットワークを使ったシステムでは、シスコ (Cisco Systems) のインターネット・オブ・エブリシング (IoE) ソリューションを採用している。これは以下のソリューションからなる⁶¹。

- i. シスコ・ビジネス・エディション 6000 (BE6000) : 音声、ビデオ、メッセージング、コンタクトセンターサービスなど広範なコラボレーション・ツールを提供。
- ii. シスコ・コラボレーション・エンドポイント : IP 電話やビデオシステムからソフトウェアクライアントまで、様々なエンドポイントを提供。
- iii. シスコ・エアロネット 1600 シリーズ・アクセス・ポイント : 中小企業向けのエントリレベルのアクセスポイントで、現在のクライアント、アプリ、帯域幅の爆発的増加に対応できるようにネットワークを一新できる。
- iv. シスコ 5500 シリーズ・ワイヤレス・コントローラーズ : 低コストによりワイヤレス・ネットワークの管理と安全性を提供する。
- v. シスコ ASA 5500-X with FirePOWER シリーズ : 脅威に対抗するファイヤーウォールのセキュリティ・サービスで、データやアプリを保護。

なお、自動倉庫の倉庫管理システムはドイツのエアハルト+パートナー (Ehrhardt+Partner)⁶² の自動倉庫管理システムの LFS を採用している。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

食品分野の中堅企業が原材料の保管から生産機械までの供給を完全自動化したもので、自動倉庫システムと各生産機器をネットワーク化し、運搬に DTV を採用した点に特徴がある。ドライブ

⁶¹ www.cisco.com/c/en/us/about/case-studies-customer-success-stories/seeberger.html

⁶² www.ehrhardt-partner.com/en/warehouse-management-system

ルーツとナッツの食品原材料は約 700 点と多種にわたるうえ、温度・湿度にも敏感な原材料が多いため、取り扱いには細心の注意が求められる。このため完全自動化による迅速な供給システムを導入するうえで、運搬途中の原材料のマニュアル品質検査、未開封の原材料があった場合の自動再保管など食品分野独自の機能を加えている。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

自動倉庫管理システムと IoT を活用した原材料の円滑な供給により、1 時間に最大で 75 枚のパレットの保管・回収が可能となり、供給・生産の効率が高まった⁶³。従来は原材料と完成品の在庫管理は、生産の最初と最後の段階で文書を使って確認するだけだった。しかし IoT の導入により、全てのオペレーションとプロセスはリアルタイムのデータに基づいて行われ、管理者は特定の原材料がどの段階にあるかを携帯式 RF ターミナルにより正確に把握でき、生産プロセス全体についての詳細な情報も得られるようになった。すなわち複雑な生産プロセスの可視化が向上した。

また生産性の向上に加えて、廃棄される原材料が削減された。さらに未開封の原材料を迅速に倉庫に戻せることは、食品のトレーサビリティの向上にも貢献することになる。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

- i. シスコ：前述のように IoT のシステムは、シスコの IoE を採用。
- ii. エアハルト+パートナー：自動倉庫システムは、エアハルト+パートナーLFS を導入。

(5) ZF グループ

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 自動車部品 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1915 年、ツェッペリン飛行船のギア・ホイールのメーカーとして設立されたことから、「Zahnradfabrik (歯車工場)」が社名の由来となっている。正式名称は、ZF Friedrichshafen AG。 ・ フォルクスワーゲン、メルセデスベンツなどドイツの自動車メーカーのトランスミッションを生産・供給することで、大手自動車部品会社に成長。 ・ 2015 年、米国の大手自動車部品メーカー、TRW Automotive Holdings Corp を買収し、自動車部品の売上高で世界第 2 位に浮上。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>駆動系、シャーシ、セーフティ・テクノロジーの分野で世界をリードする自動車関連部品のサプライヤーで、40 カ国・230 カ所に生産拠点を持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：351 億 6,600 ユーロ (2016 年 12 月期) ・ 従業員数：13 万 6,820 人 (2016 年 12 月末現在) |
| 本社所在地 | <p>Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen, Germany</p> <p>Tel: +49 (0) 7541 770 Email: tradition@zf.com</p> |
| URL | www.zf.com/corporate/en_de/homepage/homepage.html |

⁶³ www.ehrhardt-partner.ae/fileadmin/user_upload/E_P.com/PDF/Case_Studies/Seeberger_CS_ENU_R2-0_Endversion.pdf

① IoT の活用状況

ZF (ZF Friedrichshafen) は、研究開発、製造工程から最終製品にいたるまで、ビッグデータおよび IoT の活用を不可欠な要因と捉える「インダストリー4.0」の実践企業である。

i. 製造現場での活用

ZF は製造工程で、以下のような業務フローの自動化、最適化により高い信頼性を実現している。

a. 製造設備の監視

工場の製造設備に不具合が生じれば製品の不良につながるため、品質の確保には適切なメンテナンスにより機械の不具合や故障を予防することが重要である。ZF では、これに IoT を活用している。一例としては、ギアの製造ラインで負荷の大きい鋼鉄切削の旋盤 55 台の全てに、振動をモニターする複数のセンサーを取り付け、各旋盤の振動の記録を 300 個のギアを生産するたびにデータベースに送っている。このデータを各旋盤の故障予知とメンテナンスの最適化に役立てている。また設備が故障した場合もセンサーによりリアルタイムで故障を把握し、素早く対策を講じることができる。

b. 部品の管理

全生産ラインにわたり部品の判別に RFID を使って、個別管理をしている。履歴追跡システムにより製造過程を記録するとともに、信頼性の確保に努めている。製品のライフサイクルでも同様のシステムを導入した。一例として、大量に生産される同社の 8 速トランスミッションの全てに、2008 年から RFID タグを付けて IoT を介したシリアル・ナンバー管理をしている。

c. 各作業場への部品供給

製造工程への部品供給の合理化のため「ミルク・ラン (巡回集荷)」システムを実施しているが、センサーを使って各作業場の部品在庫をリアルタイムで伝え、効率的に発注するようにしている。

d. 製造現場と他部門とのコミュニケーション

各製造現場と事業部や技術本部とのコミュニケーションや打ち合わせでも、作業現場で問題となっている設備や部品など実際の映像を、ウェアラブル・デバイスを用いて IoT を介して社内で共有する。特に海外工場の品質管理や製造工程に細かい指示を出すのに効果的である。

ii. 新製品・サービスの開発

ZF はまた、数多くの IoT 関連技術を使った以下のような自動車関連のシステム製品やサービスを世に送り出している。

a. プレビジョン GPS⁶⁴

進行方向前方の道路の状況を GPS データと地図情報をもとに把握し、自動的にオートマチック・

⁶⁴ Prevision GPS https://www.zf.com/corporate/en_de/magazine/magazin_artikel_viewpage_22170472.html

トランスミッションのギアシフトを補正する運転支援システム。実際の道路状況から割り出した最も効率的なギアチェンジをすることにより、燃費の節約につなげる。トラック運送会社やバス運行会社、タクシー会社にとっては、ことに有用な技術である。

b. deTAGtive ロジスティクス

トラック輸送などの貨物に付けた RFID タグから情報を追跡するアプリ。タグの電池寿命は最長5年間で、その間はタグを付けた貨物の温度、振動、明暗、および位置情報を、IoT を介して把握できる。このアプリは運送会社や荷主のシステム（SAP など）と連動させることもできる。

c. ZF コンセプト・コックピット

ハンドルとシートベルトに取り付けたセンサー、および前方からドライバーの顔を監視するセンサーによりドライバーの感情や体調をチェックし、居眠りなどの異常を察知すると自動運転に切り替える。

d. カー・e ウォレット

将来の電気自動車の普及を見越して、スイスの銀行 UBS とエネルギー会社 Innogy と共同で進めた「カー・e ウォレット」というコンセプトを開発している。電気自動車そのものに電子マネーをチャージできるようにし、充電スタンド、有料道路、駐車場料金などの利用時はコンタクトレスかつワイヤレスで自動的に支払う一方、カーバッテリーからの売電やカーシェアリングによる入金も車が自動的に受け取る⁶⁵。

② 使用されている IoT 技術

ZF は、社内の製造工程、商品への応用の面で様々な IoT 技術を活用している。とりわけ、RFID タグを多様な用途に採用し、同社の IoT を紹介する事例として頻繁に登場する。

③ IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

ZF は、2016年8月に発表した「See, Think, Act. - ZF ワールド・クラス・マニファクチュアリング」という IT 戦略の中で、同社が IoT の導入の理由と目的として掲げる「3本の柱」として、以下を挙げている。こうした取り組みを通じて顧客に利益をもたらし、満足度を向上すること狙っている⁶⁶。

- 著しい効率向上を図ること
- 製品の最適化（信頼性、品質の確保）を保証すること
- デジタル・ビジネスモデルに基づく新しい商品やサービスを開発すること

自動車部品関連では前述のような様々な実績があるが、エネルギー分野でも風力発電のタービンの開発と製造を手掛けている。風力発電のタービンは巨大な回転駆動伝達系であり、電気自動車と構造で共通点がある。これに関連した IoT の取り組みとして、欧州で急拡大した風力発電事

⁶⁵ Car eWallet http://www.zf.com/corporate/en_de/magazine/magazin_artikel_viewpage_22227304.html

⁶⁶ ZF <http://www.cargroup.org/assets/speakers/presentations/384/sturm.pdf>

業者の収益を最大化するためのサービス・プログラムを発表している。特に北海やバルト海の沖合の巨大な洋上風力発電施設の状況を常時把握するのに IoT は有用である。ZF では、風車のタービンに取り付けた数多くのセンサーで捉えたトルクなどの情報、発電状況のほか、刻々変わる天候、電力卸売市場の価格などのビッグデータを活用した変数により、効率の高い操業方法やメンテナンスの時期を割り出してアドバイスしている。このビジネスモデルは、工業用ギヤボックス、農機、建設機械などへの同様なサービスにも応用できる。このように、ZF は IoT により新しい発想を生み、部品メーカーから物流や IT サービス企業へとビジネスの領域を拡大している⁶⁷。

④ 付与された付加価値および生産性と効率性の向上

ZF は IoT を活用することで、製造工程での信頼性の確保と向上で大きな成果を上げている。信頼性の向上は製品の不良を低減し、対応策に必要な時間と費用の削減につながる。また、IoT を取り込んだ同社の新技術が自動車の性能と付加価値を著しく高め、収益を生んでいる。

⑤ 提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

- i. ZF は、傘下にインテリジェント・コネクティビティ専門企業の「オープンマティクス (Openmatics)」を擁している。同社は IoT ネットワークの分野で開発と商品化を担当している。
- ii. マイクロソフトのアジュールを同社製品の開発のクラウドプラットフォームとして使っている⁶⁸。

(6) エアバス

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 航空機製造 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 2000 年に独 DaimlerChrysler Aerospace AG (DASA)、仏 Aérospatiale、西 Construcciones Aeronáuticas (CASA) が合併し、European Aeronautic Defence and Space Company (EADS) を設立した。 ・ 2001 年、英航空宇宙・防衛企業の BAE との合併企業となり、欧州 4 カ国の合併体制となり、Airbus Industrie に改称。 ・ 2014 年、エアバス・グループに改組。傘下に旅客機のエアバス、軍用機のエアバス・ディフェンス・アンド・スペース、ヘリコプターのエアバス・ヘリコプターズの 3 社を擁する。フランス政府が 11%、ドイツの政府系機関が 11%、スペイン政府が 4% を出資している。 ・ 2017 年 1 月、エアバス・グループとエアバスが合併し、社名は「エアバス」に統一された。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>大型旅客機・軍用機の開発・製造。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：666 億万ユーロ (2016 年 12 月期) |

⁶⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=-zBrtaghwL8>

<http://www.marewint.eu/partners/associated-partners/zf-wind-power-antwerpen-nv/>

⁶⁸ <http://news.microsoft.com/europe/2016/10/03/microsoft-increases-european-cloud-investment-to-3-billion-unveils-cloud-policy-recommendations/#sm.000019cfgx0y7te46pzhfbach2poj>

| | |
|-------|---|
| | ・従業員数：13万3,782人（2016年12月末） |
| 本社所在地 | PO Box 32008, 2303 DA Leiden, The Netherlands Email: airbusgroup.web@airbus.com (メインオフィス) 2 rond-point Dewoitine, BP 90112, 31703 Blagnac, Cedex, France Tel: +33 (0) 5 81 31 75 00 Email: web@airbus.com |
| URL | www.airbusgroup.com/int/en.html |

① IoT の活用状況

エアバス (Airbus) は世界 11 カ所の工場を持ち、そのうち 4 カ所に航空機の組立ラインを持つ。自動車工場が多数のロボットを導入しているのに比べて、航空機の組み立て工程は部品点数が膨大で特注仕様が多く、人間の手作業に依存するところが大きい。このためヒューマン・エラーのリスクがどうしても付きまとう。しかも、多くの部品を取り付けて機体に組み立ててゆくプロセスの中で、たった 1 カ所の位置のズレや不十分な作業が、故障や不具合、重大事故につながる可能性があり、取り返しのつかないコストを招くことがある。組み立て作業の品質の確保こそ、航空機メーカーの生命線と言っても過言ではない。

エアバスは、この対策として IoT を活用した「スマート・ツール (Smart Tool)」を開発・導入した。一例を挙げると、航空機の部品や機器の組み立てや取り付けでは、1機あたりおよそ 40 万カ所におよぶネジ締め作業がある。ネジ締め工具の種類は 1,100 種類に上る。ネジ締め作業には、どのネジを、どの位置に、どの工具 (ツール) で、どのトルクで締めるかが全て指定され、従事する作業者はこれに忠実に従い、決して間違いは許されない。

この作業に対して同社はセンサーを搭載し、製造工程を統括する「製造実行システム (MES : Manufacturing Execution System)」と連動する何種類もの「スマート・ツール」を開発した。ネジ締め用の「スマート・ツール」のシステムは、このツールを使う作業者の動作を画像センサーで把握しながら、次に行う作業を理解し、拡張現実 (AR : Augmented Reality) を通じてそれぞれのネジ締めの位置に、ツールの予め決められたトルクの設定通りに自動的に設定し実行する。また作業が正しく行われているかを常に検証し、作業記録も残す。こうして作業者の負担を軽減し、間違いも防止することができる。

ネジ締めのほかにも、ドリリング、測定、品質データ記録などの工程にも、同様の考え方による「スマート・ツール」が開発されている。

② 使用されている IoT 技術

米国の測定機器メーカー NI (National Instruments Corporation)⁶⁹の開発したシステム「システム・モジュール・ソリューションズ (NI SOM)」を採用し、NI 社と共同で「スマート・ツール」を開発した。エアバスは、NI SOM のリアルタイム Linux コアと LabVIEW FPGA モジュール⁷⁰による同システムの高速度性能を特に高く評価している。

⁶⁹ www.ni.com/en-gb.html

⁷⁰ LabVIEW : グラフィック型言語を用いたプログラミング環境のことで、NI は主に計測用の開発ソフトに採用して提供している。<http://japan.ni.com/labview/beginners>
FPGA (field-programmable gate array) とは、購入者が自分でカスタマイズできる集積回路。

③ IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

エアバスは、製造業として競争力を高めるには、生産のスマート化に向けて研究開発を進め、革新的な技術を継続的に投入することが必要と考えている。複雑な航空機の組み立て工程の自動化は、革新的技術が必要な主要分野と位置付け、ことに力を入れている⁷¹。

同社の最初の IoT 導入は、部品を追跡するための RFID⁷²の採用に過ぎなかった。それが現在では部品だけではなく、工具、生産管理システム、作業者が IoT でつながれ、連携するところまで来ている。同社は、サイバーフィジカル・システムとビッグデータを統合して作業者と機械が現実世界で協力しあうという、いわゆる「未来の工場」の実現を長期的な目標としている。

④ 付与された付加価値および生産性と効率性の向上

エアバスは「スマート・ツール」システムを導入することで、作業のスピードアップを実現すると同時に、最高水準の信頼性と安全の確保を実現している。また作業時間から単純作業を削減することで、製造プロセスの中で付加価値の高い仕事に多くの時間を振り向けることができる。

さらに全社的な取り組みを続けることで、製品の品質を引き上げられるだけでなく、コスト削減を実現し、生産力を引き上げることができる。エアバスには現在、向こう 10～11 年間分の航空機の受注残があり、生産性の向上はこれらの納期の厳守とキャッシュフローの改善にもつながる⁷³。

⑤ 提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

- i. 製造工程の「スマート・ツール」については、米国の測定器メーカーNI との提携による。
- ii. エアバスは IBM ワトソンの部門とも提携し、新鋭旅客機「A350」の運航に基づくデータ収集に IoT を採用している。同社の新しいフライトプラットフォームに基づいて、IBM ワトソンの IoT システムは、A350 の 1 回のフライトから、乗客、乗務員、運航オペレーション、メンテナンスにいたるまで、250 ギガバイトの量の情報を収集することができる。これらの情報は、今後の運航と機体の改良のために活用される。

(7) シュナイダー・エレクトリック

| 業種 | 電機 |
|--------|---|
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 19 世紀にフランス中部の Le Creusot の鑄造所から出発。後には軍備、鉄鋼、造船に進出したが、1980 年代までに大規模なリストラを実施し、電機事業を残して全て撤退。1999 年、現社名に改める。 ・ 2010 年ごろより、ソフトウェアやデータセンター、スマートグリッド関連 |

⁷¹ Intelligent Aerospace <http://www.intelligent-aerospace.com/articles/2016/04/airbus-uses-iot-to-fuel-factory-of-the-future.html>

⁷² RFID (Radio Frequency Identifier) : 固有の ID 情報を埋め込んだ素子 (RF タグ) から、非接触スキャナー (センサー) で読み書きするシステムで、多数のタグを即座にスキャンできる。

⁷³ Mr Simon Bradley (Airbus Vice President of Product and Cybersecurity Directorate) の、自動化業界サイト Automation World の取材への発言。 <http://www.automationworld.com/industrial-internet-things/airbus-relies-iot-make-better-planes-and-bigger-revenues>

| | |
|-----------|---|
| | 事業にも注力 |
| 事業概要・事業規模 | フランスを中心に、世界 100 カ国以上でビル、インフラ、インダストリー、IT の各分野で、エネルギー管理、自動化、制御のスペシャリスト企業として展開。 <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：247 億ユーロ（2016 年 12 月期） ・従業員数：14 万 3,901 人（2016 年 12 月末現在） |
| 本社所在地・ | 35 rue Joseph Monier, 92500 Rueil Malmaison, France Tel : +33 (0) 1 4129 7000 問い合わせ： http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/general/contact/webmaster-contact.page |
| URL | www.schneider-electric.co.uk/en/ |

① IoT の活用状況

シュナイダー・エレクトリック（Schneider Electric）は、変電・配電設備と電力関連サービス、工場のオートメーションなどを主力に事業展開をしていたが、IT 分野に進出後はデータセンタ関連のほか、スマートグリッドなどエネルギーインフラの統合ソリューション事業や BMS/EMS（ビル/エネルギー管理システム）などセキュリティシステムを手掛けて成長をとげた。また早くよりクラウドやスマートフォンの普及を踏まえ、ビジネスに価値をもたらすものとして IoT の取り込みを重視した製品を発表するとともに、多くの情報を発信している。

IoT 分野の同社の代表的な製品「エコストラクチャ（EcoStruxure）」は、様々な分野の管理システムに効果的に IoT を組み込めるアーキテクチャの IoT プラットフォームである。ネットワークに接続する各種センサーや無停電型電源などの機器類（ハードウェア）、これらのインフラや電源をユーザーに近い場所での分散処理により操作・管理するシステム（エッジ・コントロール）、クラウドベースの情報解析ツール（ソフトウェア）を組み合わせたもので、産業別に複数のバージョンを揃えている。

IoT を活用した管理システムを導入する顧客企業は、その中から自社に最も適したものを選び、それを一種のテンプレートにして自社用に作り変えることができる。シュナイダー製でない機器を接続して相互運用することもでき、インターフェースも顧客企業側が作ったものを使用することが可能なため、既存の IT 資産をできるだけ活かすことができる⁷⁴。この思想に基づいて、スマートビル用の BMS（ビル管理システム）も用意し、これを「スマートストラクチャ（SmartStruxure）」と名付けている。

⁷⁴ EcoStruxure <http://www2.schneider-electric.com/medias/ecostruxure/ecostruxure-brochure.pdf>
http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memorias-jornadas-tecnicas-ecostruxure/EcoStruxure/SE_EcoStruxure.pdf
<http://www.schneider-electric.co.za/sites/corporate/en/solutions/ecostruxure/references-ecostruxure.page>

② 使用されている IoT 技術

シュナイダーの IT 関連事業の発展はマイクロソフトとの緊密な関係によるもので、「エコストラクチャ」をはじめ多くの製品はマイクロソフトのアジュールをクラウドベースのプラットフォームとして開発されている。またシュナイダーの製品は、データをセンサー、ネットワーク、クラウドへ効果的に送り出すためのツールとして、米国のインテルの FPGA（のデバイス群を使用している）。

③ IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

シュナイダーは近年、IoT を切り口にした製品開発に注力し、それを武器にした営業戦略に取り組んできた。同社の B2B 顧客の間で省力・省資源・省エネルギーのニーズが高まっているうえ、ネット環境の進化でクラウドサービスの利用が急速に拡大したため、これに親和性が高く効果のある IoT を活用したソリューション事業にいち早く参入した。IoT によりビジネスの領域が拡大し、業態が変わりつつある。これができた背景として、同社にとって IoT のアイデアは新しいものではなく、1990 年代にはオートメーション機器をインターネットに接続して情報を取り出す製品を発売していたことがある⁷⁵。

④ 付与された付加価値および生産性と効率性の向上

産業やインフラ、建物の中に IoT を組み込めるシュナイダーの「エコストラクチャ」「スマートストラクチャ」は世界中で導入され、大きな成果を上げている。以下に欧州での導入事例を挙げる。

- i. アングリアン・ウォーター（英国）：諸外国では水道の地下配管の水漏れ率が日本の常識では考えられないほど大きい。イングランド中部地域をカバーする水道会社アングリアン・ウォーターは、配管内の水圧と水漏れの状況の把握と最適化のため、センサーを付けて常時、データを取っている。この管理システムに「エコストラクチャ」を導入し、水資源の損失を最小限に食い止めるとともに管理コストの低減に成功している。
- ii. マツタノ（スペイン）：米国ペプシコ傘下でスナック菓子の販売会社マツタノは、コスト低減と環境目標の達成を目的に、「エコストラクチャ」を導入した。これによりエネルギーを 20% 節約（うち、水については 38% 節約）、二酸化炭素（CO₂）排出量も 20% 削減できた。
- iii. チェペル・ウォーター・トリートメント・プラント（ハンガリー）：ブタペストの中央浄水場では、作業の監視、ポンプ・モーター操作、自動化などをサポートし汚水処理能力を強化するため、「エコストラクチャ」を導入した。同処理場では設備の運用が非効率なため浄化能力が不十分で、28 万立法メートルもの汚水をドナウ川に放流せざるをえず、大きな環境汚染問題となっていた。「エコストラクチャ」の導入で浄化処理の効率を引き上げることに成功し、汚水の放流を 9 割も減らすことができたうえ、15% のコスト低減を実現した。
- iv. ジ・エッジ（オランダ）：アムステルダムに 2014 年に完成したオフィスビル「ジ・エッジ」は、「世界で最もサステナブルな（持続可能な環境を実現した）スマートビル」として名高い。ここにはビル管理システムに「スマートストラクチャ」を導入し、ビル内に張り巡らせた IoT 環境を使って居住者の「くせ」や「行動パターン」までを解析し、空調や照明、太陽光発電、蓄熱、雨水

⁷⁵ http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1609/27/news016_2.html

再利用などを、きめ細かくコントロールしている。これによりビルの効率、安全性、エネルギーの最適化を達成している。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容⁷⁶

- i. マイクロソフト：製品はマイクロソフトのアジュールをプラットフォームとして開発。
- ii. インテル：製品では、インテルのFPGAのデバイス群を使用。

また、以下のような新しいパートナーとの関係も持つ⁷⁷。

- i. パナソニック：「スマートストラクチャ」とパナソニックの機器を接続。
- ii. ゴーラ（米国）：SaaSアプリケーション・ソフトウェア。

⁷⁶ <https://industrial-iiot.com/2016/12/iiot-enables-schneider-electrics-ecostructure-to-provide-breaker-to-boardroom-connectivity/>

⁷⁷ <http://news.panasonic.com/global/topics/2016/45641.html>
<https://zuoravids.hubs.vidyard.com/watch/vy5L7YQ2ohM51TsnGbESBM>

2. フィンテック・インシュアテック

(1) アリアンツ・グループ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 保険・資産運用 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1890年にミュンヘンで創業し、ベルリンを本拠とする。交通・事故補償保険を手掛ける。 ・1949年、ドイツの東西分裂により東独側の事業は国営のドイツ保険となり、西独側のアリアンツは1954年に本社をミュンヘンに移転。 ・1990年、東西統一に伴いドイツ保険の多数株を取得。東ドイツ・ロシア10カ国の25社を相次いで買収。 ・1997年にフランスAGFを買収し、1998年には資産運用会社を設立。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>世界70カ国以上で保険事業と資産運用事業を展開し、顧客数は約8,500万件。不動産・損害保険では世界最大手で、生命・健康・医療保険および資産運用では世界5位以内に入る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総収入：1,224億万ユーロ（2016年12月期） ・従業員数：14万253人（2016年12月末） |
| 本社所在地 | <p>Königinstraße 28, 80802 München, Germany</p> <p>Tel: + 49 (0) 89 3800 0 Email: info@allianz.com</p> |
| URL | www.allianz.com/en/ |

① IoTの活用状況

アリアンツ (Allianz) は、保険契約の対象となる資産にデジタルイノベーションを広げ、スマートホームやコネクテッドカー、ヘルスケア監視、交通・モビリティで、IoTエコシステムを作り上げることに注目している。グループの中でこれを担う子会社が、「B2B2C」の事業を専門に保険、顧客支援、技術を組み合わせた統合製品を開発するアリアンツ・ワールドワイド・パートナーズ (AWP)⁷⁸である。このIoTエコシステムは、デバイスやネットワーキングの企業から配管工、エンジニア、医療スタッフなどのサービス提供者にも広がる。具体的なサービスには、2015年11月にドイツで導入した「スマートホームとアリアンツの支援 (Smart Home & Allianz Assist)」、2016年4月にドイツで発売した自動車保険の「ボーナスドライブ (Bonus Drive)」がある。

i. スマートホームとアリアンツの支援

住宅の総合モニタリング支援と保険を組み合わせた商品。AWPの子会社で、契約者への支援や旅行保険、医療・ホームケアサービスを手掛けるアリアンツ・グローバル・アシスタンス (AGA) が提供する住宅の保護支援サービスとパナソニックのスマートホームの監視・制御システムを結び付けた⁷⁹。これにより、顧客に対して住宅を守り監視するためのワンストップ・ショップの統合ソ

⁷⁸ www.allianzworldwidepartners.com

⁷⁹ www.allianz.com/en/press/news/company/point_of_view/150903-allianz-and-panasonic-enter-partnership.html
www.panasonic.com/de/corporate/presse/alle-meldungen/09-2015-Kooperation-Panasonic-und-

リユースを提供できるようにした。

パナソニックのスマートホームのシステムは、窓やドアの損害、水漏れ、ガラスの破損、煙、家宅侵入などを検知するセンサーや屋内のサイレンなどのインテリジェントデバイスからなり、設置が簡単という特徴がある。センサーは超低エネルギー（ULE）で、家や敷地内にある中央ハブにつながれ、ハブは AGA の顧客ホットラインにつながっている。問題が起きた場合には、スマートホームのシステムが顧客のスマートフォンやタブレット端末にアプリを介して警報を送るとともに屋内サイレンを作動させ、AGA のサービスセンターに通知する。

サービスセンターは指定されたコンタクト先に通知し、顧客の家の損害を最小限に抑えるために必要な対応策を手配する。たとえば、破損した窓の取り換えやパイプの水漏れ修理では専門家を派遣し、家宅侵入・窃盗の際にはアライアンスのセキュリティ・サービスに警報を送る。さらに顧客の不安を取り除くため、鍵の取り換えサービスも含まれる。サービスセンターはこうした支援を即座に提供すると同時に、保険金の請求処理手続きを開始する。

ii. ボーナズドライブ

テレマティクスを使った自動車保険で、各顧客に個別の保険料を提示できる利用ベース保険（UBI）を目指す。ドライバーには、運転方法をリアルタイムで分析する無料のアプリが与えられる。モバイル UBI 技術を採用し、ブルートゥース・カーアダプターに接続して車を正確に特定し、リアルタイムでドライバーの運転方法を把握する。毎回の運転が終わるたびに、ドライバーに対して加速やブレーキ操作のパターン、速度やコーナリングについてフィードバックが送られる。収集した情報から慎重な運転方法であることが示されれば、たとえば 28 歳以下のドライバーでは 1 年目に保険料が最大 40%、2 年目から最大 30%が割り引かれる⁸⁰。

②使用されている IoT 技術

アライアンスが目指す IoT エコシステムでは、様々なパートナーがエコシステムに参加できるように、オープン・アプリケーション・プログラミング・インターフェイス（API）を構築している⁸¹。

スマートホームとアライアンスの支援では、前述のようにパナソニックのスマートホームの監視・制御システムを採用している。ボナズドライブでは、コネクテッドカーと UBI ソリューションの大手プロバイダーであるカナダのインテリジェント・メカトロニクス・システム（IMS）⁸²の「DriveSync5」を採用した。これは UBI ソリューション向けの保険テレマティクス・プラットフォームである。車の正確な特定には、ブルートゥース・カーアダプターを使っている。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

IoT の活用で、顧客との関係のあり方を劇的に向上できる可能性がある。保険の対象となるモノを結び付けることでデータの量と質が向上し、保険会社として新たな役割を担う機会が出ている。

[Allianz.html](#)

⁸⁰ www.allianz.com/en/press/news/business/insurance/160413_get-connected-and-drive-safely

⁸¹ www.i-cio.com/innovation/internet-of-things/item/allianz-enriching-customer-experience-through-digitalization

⁸² www.intellimec.com/

これまでは保険が必要な時は何かが発生した時で、保険会社は損害に対する金銭的支援だけを提供していた。しかしスマートホームとアリアンツの支援のようにIoTによって継続的に顧客と関わり、問題を検知して即座に対応を提供することで物理的な支援も提供できるほか、予防措置も提供できるようになる。これにより保険会社の従来型ビジネスモデルから脱却し、個人リスクマネジメント・サービスを提供するサービス企業に転換できる。

ボーナスドライブのようにテラーメイドの保険契約も可能になっているほか、アリアンツは予兆保守の取り組みも進めている。これらにより全バリューチェーンで様々なサービスを提供する顧客のパートナーとなり、損害予防やコンサルティングのサービスを手掛ける企業になれる。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

スマートホームとアリアンツの支援では、顧客に安心感を与え問題への迅速な対応ができることで、保険商品の価値を高めた。また問題の発生時にリアルタイムで状況を把握できるため、保険会社にとって管理精度が高まり、時間とコストの削減につながる。たとえば暴風雨が、ある地域の建物に損害を与えた場合、アリアンツはその時点で損害状況を把握でき、通常の数週間後の保険金請求受領時よりも早く、発生時点で損害レベルを分析できる。これにより保険金の請求手続きも迅速化される⁸³。

ボーナスドライブでは、自動車保険の保険料の基準がドライバーの安全性に基づくため、保険料が高めに設定される若年層でも大幅な割引を得られる可能性があり、商品の魅力が高まる。またドライバーの安全運転を促進させる効果もあり、事故を減らして保険金の支払い自体を減らすことができる。アリアンツは2016年4月にスタートしたこの保険料を設定した商品について、1年目でこれを選ぶ人が最大2万5,000人になると予想している。

⑤ 提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

i. パナソニック：前述のようにスマートホームとアリアンツの支援で、パナソニックのスマートホームの監視・制御システムを採用した。

ii. IMS：ボーナスドライブで、IMSのDriveSync5を採用した。

⑥類似のサービスを導入する他社の取り組み

フランスの大手金融 BNP パリバの保険子会社 BNP パリバ・カーディフは、家の中にセンサーを設置して危険を検知して警報を伝え、即座に対応するサービス「Habit@t」を2013年からイタリアで提供している⁸⁴。住宅保険の契約者を対象としたもので、センサーが火災や浸水、停電、異常気象など緊急事態を検知すれば、顧客のモバイル端末に情報を送るとともに、セキュリティセンターにも警報を送って緊急支援サービスを提供できる。

これにより顧客は事故を回避してリスクを軽減し、BNP パリバ・カーディフも保険金支払いリスクを軽減できる。この保険契約は、事故発生後に顧客に金銭的な補償をするだけでなく、契約

⁸³ www.i-cio.com/innovation/internet-of-things/item/allianz-enriching-customer-experience-through-digitalization

⁸⁴ www.cardif.it/home#
http://media.bnpparibascardif.com/file/20/0/bnp_paribas_cardif_fa_en.33200.pdf
www.the-digital-insurer.com/dia/bnp-paribas-internet-of-things-based-home-insurance-offering

の重点を予防や日常の顧客支援に変えていく狙いがある。

技術的には、韓国サムスンの IoT 向けのクラウドベースのデータ交換プラットフォームである「SAMII0」を使い、米国の新興企業フォロー・アナリティクス⁸⁵のモバイル・マーケティングを使ったサービスである⁸⁶。「SAMII0」は多様な情報源から収集するデータをまとめて分析し、高度な洞察を提供できる。これにより情報源の形式や構造に関係なく、データをクラウドで安全に保管できる。

(2) アビバ

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 保険・資産運用 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1969 年にロンドンで設立されたハンド・イン・ハンド火災保険相互会社が始まり。その後、アビバの前身となる会社が複数設立される。 ・ 1950 年代～1980 年代に英国国内でアビバの前身となる保険会社の再編が続き、統合されていく。 ・ 1998 年に Commercial Union と General Accident が合併し CGU を設立。 ・ 2000 年、CGU と Norwich Union が合併して CGNU が誕生し、国内最大手の保険会社となる。2002 年に社名をアビバに変更。 ・ 2015 年に英国の Friends Life を買収。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>生命保険、健康・医療保険、損害保険など保険事業と資産運用事業を英国、カナダ、欧州、アジアで展開。アジアでは中国・香港を中心に 7 カ国、欧州ではアイルランド、フランスなど 7 カ国に進出する。顧客数は約 3,300 万件。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 総収入：552 億 9,200 万ポンド（2016 年 12 月期） ・ 従業員数：2 万 9,530 人（2016 年 12 月末） |
| 本社所在地 | <p>St Helen's, 1 Undershaft, London EC3P 3DQ, U.K.</p> <p>Tel: + 44 (0) 20 7283 2000 Email: helpdesk@aviva.co.uk</p> |
| URL | http://www.aviva.com |

①IoT の活用状況

i. 運転技能により割引を適用する自動車保険

アビバ (Aviva) は 2012 年からスマートフォンの無料アプリを使い、自動車のドライバーの運転技能をモニターして技能に応じて自動車保険の保険料を割り引く「アビバドライブ (Aviva Drive)」を導入している⁸⁷。個人別に保険料を変えて提供しようとするものである。仕組みは以下の通りで、技術的には比較的シンプルなものとなっている。

a. 年間保険料 200 ポンド以上の総合自動車保険を契約していることが、割引を得られる条件となる。「アビバドライブ」の無料アプリを iTunes や Google Play でダウンロードする。

⁸⁵ <http://followanalytics.com/>

⁸⁶ http://media.bnpparibascardif.com/file/20/0/bnp_paribas_cardif_fa_en.33200.pdf

⁸⁷ www.aviva.co.uk/car-insurance/drive www.aviva.co.uk/car-insurance/drive/video
www.aviva.co.uk/car-insurance/drive/frequently-asked-questions

- b. アプリは、携帯電話の GPS 機能を使って自動車の動きを検知することで運転状況をモニターする。これにより加速やブレーキ操作、コーナリングを追跡する。運転中に携帯電話を決して操作しないことも重要な規定となっている。
- c. アプリのスタート時に通知があり、記録された運転状況を後で見ることができる。
- d. 走行距離が 200 マイル (約 322 キロ) に達すると、ドライバーの運転技能について 10 点満点でスコアを評価する。スコアが 3.1 以上なら保険料の割引が適用されるが、安全なドライバーの基準は 7.1 以上で、その場合は割引率が大きくなる。割引率は 3.5~28.0%。スコアが 3 以下でも罰則などはない。なお保険料の割引は、保険のオプション契約には適用されない。
- e. 安全な運転のため、顧客に対して運転技能についてフィードバックし、改善すべき点などを示す。自分のスコアを英国全体の平均と比べることもできる。

このアプリは、2012 年の開始から 2016 年 1 月時点で 40 万回ダウンロードされ、全顧客が登録した走行距離は合わせて約 3,000 万マイル (約 4,830 万キロ) に達している⁸⁸。

ii. 住宅の水漏れ検知サービス

アビバは、住宅の水漏れを早期に検知するサービスを 2015 年から試験的に進めている⁸⁹。配管工事や電気工事など住宅向けの支援を提供するホーム・サーブ⁹⁰が開発した水漏れ検知のスマートデバイス「LeakBot」⁹¹を 2016 年 10 月に導入。パイプのストップコックの近くに簡単に取り付けられ、水の供給を監視する。水漏れや水のしたたり、水の流れが止まらない状況を検知すれば、顧客のスマートフォンに知らせ、顧客はホーム・サーブの修理支援サービスにアクセスできる。

水漏れは住宅保険関連の保険金請求では 2 番目に多く、問題が起きる前に水漏れを検知できれば修理も低コストですむ。アビバと提携したホーム・サーブは、これまで配管工事などのサービス費用をカバーするための保険を取り扱ってきた。ただし、スマートデバイスの費用が依然として高いため、これがアビバにとっては課題となっている。

②使用されている IoT 技術

自動車保険の「アビバドライブ」では、前述のようにスマートフォンの GPS 機能を使って運転技能を監視して記録し、それを分析している。

住宅の水漏れ検知では、水漏れ検知用に開発されたスマートデバイスの情報を IoT ネットワークのプロトコル「シグフォックス」を使い、顧客のスマートフォンに送る。このプロトコルは、フランスの通信ネットワーク会社シグフォックスが提供している。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

自動車保険の保険料を運転する人の年齢などではなく、運転技能により変化をつけたことで従来の保険料決定のモデルから転換した。スマートフォンの無料アプリを使うため利用者が簡単に

⁸⁸ www.i-cio.com/big-thinkers/monique-shivanandan/item/the-game-changing-impact-of-iot

⁸⁹ www.aviva.com/media/news/item/uk-homeserve-partners-with-aviva-to-offer-smart-water-leak-detector-leakbot-to-customers-17683/

⁹⁰ www.homeserve.com

⁹¹ www.leakbot.io

開始できるうえ、アビバにとっては IoT の投資コストも抑えられる。

住宅の水漏れ検知は、アリアンツ・グループの保険と同様に、問題が発生してから保険金で対応する保険会社のビジネスモデルから脱し、保険会社が常に顧客に支援を提供するとともに、大きな問題が発生する前に危険性をとらえて費用を抑えるモデルへの転換を狙っている。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

顧客にとっては、「アビバドライブ」によりスマートフォンのアプリを使うだけで支払う保険料を管理できるようになる。アビバから保険を直接購入した契約に基づいて同社が 2016 年 10 月から 2017 年 4 月に調べた結果によると、運転技能スコアが 7.1 以上の人は全ドライバーのうち 55% で、平均では年に 170 ポンドを節約していた⁹²。年間保険料別に運転技能スコアによる保険料の割引率を表 5 に示した。

表 3：年間保険料と運転技能スコアに基づく保険料の割引率

| 運転スコア | 保険料 200 ポンド未満 | 保険料 200～399 ポンド | 保険料 400 ポンド以上 |
|--------|---------------|-----------------|---------------|
| 0～3 | 割引なし | 0.0% | 0.0% |
| 3.1～5 | | 3.5% | 7.0% |
| 5.1～7 | | 7.0% | 14.0% |
| 7.1～10 | | 14.0% | 28.0% |

出所：Aviva ウェブサイト <http://www.aviva.co.uk/car-insurance/drive/>

アビバにとっては、アプリのダウンロード回数が 4 年で 40 万回を上回るなど、顧客を引き付ける商品になっている。特に自動車保険の保険料が高めに設定されている若い年齢層にとっては魅力が大きい。

一方、水漏れの損害による修理は、アビバの住宅保険関連の保険請求の 5 件に 1 件に上る。これは水漏れに気づかないことが多く、何週間、何ヵ月、時には何年も放置されて損害が大きくなるのが理由の一つである。この水漏れを早期に検知して修理することで、保険会社にとっては保険請求額を引き下げられ、顧客には保険料の引き下げとして還元できる可能性がある。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

住宅の水漏れ検知では、英国の大手住宅支援プロバイダーのホーム・サーブと協力し、ホーム・サーブの開発部門であるホーム・サーブ・ラボズが開発した LeakBot を導入した。アビバは 2015 年 10 月から 5 年契約で、この製品の供給を受けている。

⑥シンプルなデバイスを使う他社の取り組み

スイスの保険会社 CSS インシュアランス⁹³は、万歩計を使った毎日の歩行数により医療保険の契約者にボーナスを支給し、結果的に保険料を引き下げることができるサービス「myStep」を 2015 年 6 月から試験的に実施している⁹⁴。

⁹² www.aviva.co.uk/car-insurance/drive

⁹³ www.css.ch/en/home.html

⁹⁴ www.css.ch/en/home/privatpersonen/kontakt_service/mycss/mystep.html

フィット・ビットやアップル・ウォッチのようなデジタル万歩計で測定したデータを myCSS ポータルの MyStep アカウントに同期させ、毎日の歩数を Wi-Fi を通じて自動的に自分のアカウントに送る。1日の歩行数が1万歩以上であれば0.4スイスフランが、7,500～9,999歩では0.2スイスフランがそれぞれボーナスとして与えられる。ボーナスは暦年で計算され、獲得できるボーナスの金額は最大で年に146スイスフランとなる。

保険会社が顧客の健康関連のデータを直接的に監視するサービスは欧州では初めて。試験には約2,000人が参加している。今後の商品づくりでは、歩行数によって保険料を引き下げる一方で、歩行数が一定基準に満たない人や歩行数のプログラムに参加しない人の保険料を引き上げることも検討されている⁹⁵。

⁹⁵ www.thelocal.ch/20150907/health-insurers-eye-higher-costs-for-the-lazy

3. 公共サービス・公益事業

(1) バルセロナ市

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 地方公共団体・公共サービス |
| 設立年・沿革 | スペインの地中海沿岸に位置する行政市で、首都マドリードに次ぐスペイン第2の都市。面積は約101.4km ² 。 |
| 事業概要・事業規模 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 予算規模：27億3,618万ユーロ（2017年の歳入額） ・ 職員数：約1万2,000人 ・ 人口：約161万427人（2016年1月末現在）⁹⁶ |
| 本社所在地・ | Tel: + 34 93 402 7000 Email: bcndigital@bcn.cat |
| URL | http://lameva.barcelona.cat/en/ |

①IoTの活用状況と使用されているIoT技術

バルセロナ市（Barcelona City Council）は2000年から大規模なスマートシティ・プロジェクトを進め、都市経営の旗手として注目されている。2014年には欧州委員会より、ICTを活用して最もイノベーションを推進する都市「iCapital」に選ばれた⁹⁷。また米国のフォーチュン誌は2014年に、市民生活の質の向上、経済活動と雇用拡大を目的として当プロジェクトを推進し成功に導いた当時のハビエル・トリアス市長を「世界の最も偉大なリーダー50人」に選出している⁹⁸。

このプロジェクトではWi-Fiを都市のICTインフラ基盤として整備し、2012年には「スマート・シティ・バルセロナ」が始動した。この中では、表4に示した22のプログラムの中で、IoT技術による公共施設のエネルギー管理（街灯、電力・水資源管理）、公共交通機関運営（市バス、駐車場）をはじめ、廃棄物収集管理、環境管理、防犯対策、オープンガバメント（開かれた政府）といった200件のプロジェクトが進行し、全ての行政、公共サービスにIoTが活用されている。また、日本の多くの都市ともスマートシティ事業で交流を深めている⁹⁹。

表4：バルセロナ市のスマートシティプログラム

| | | | |
|----|------------|----|-------------------------|
| 1 | 通信・ネットワーク | 12 | 市民権 |
| 2 | 都市プラットフォーム | 13 | オープンガバメント |
| 3 | スマートデータ | 14 | Barcelona in the pocket |
| 4 | スマートライト | 15 | スマート廃棄物収集 |
| 5 | 自給エネルギー資源 | 16 | スマート規制 |
| 6 | スマートウォーター | 17 | スマートイノベーション |
| 7 | スマートモビリティ | 18 | 健康福祉サービス |
| 8 | 自然復元 | 19 | 教育 |
| 9 | 都市変容 | 20 | スマートツーリズム |
| 10 | スマート設備 | 21 | インフラストラクチャー/ロジスティクス |
| 11 | 都市レジリエンス | 22 | 文化娯楽 |

出所：バルセロナ市発行資料「Barcelona 5.0 Smart City」

<http://www.socinfo.es/contenido/seminarios/0508smartcities7/JuliaLopez.pdf>

⁹⁶ バルセロナ市統計 <http://www.bcn.cat/estadistica/angles/dades/guiabcn/pobbcn/t2.htm>

⁹⁷ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-239_en.htm

⁹⁸ <http://fortune.com/2014/03/20/worlds-50-greatest-leaders/>

⁹⁹ すでに福岡、横浜、京都とスマートシティ事業の協力で提携。また、神戸とも提携を準備中。

i. センサー・プラットフォーム

スマートシティ化に最も重要な技術として、センサーから集めたデータを一元的に管理するため「センティエロ (Sentilo)」という統合プラットフォームを開発した。センティエロはスマートシティ・プロジェクト全体のために作ったもので、全てのセンサーデータを統括し様々な個別プロジェクトに使われている。バルセロナ市は、Sensefields¹⁰⁰や Urbiotica¹⁰¹といった市内を本拠とする IT 関連のパートナー企業と共同で、プラットフォームのアップグレードを続けている。

「センティエロ」は完全なオープンソースとして公開し、スマートシティ化を目指す世界の地方公共団体や機関に無償で提供している¹⁰²。

ii. Wi-Fi 通信ネットワーク

市内の 90%をカバーする全長 600km 以上の光ファイバー網を整備し、Wi-Fi 接続ポイントを 100m 以内の間隔で 1,600 ヶ所に設置している。より良いネットワーク環境の構築のためシスコシステムズが新たなビジネスモデルを開発。「シスコ・インダストリアル・イーサーネット (Cisco Industrial Ethernet) 2000 スイッチ」を採用したほか、ワイヤレス・アクセスポイントにもシスコ製品が使われている。通信ネットワークの統合マネジメントには、スペインのアベルティス (abertis) が技術を提供している。

iii. スマートライティング

「Barcelona Lighting Masterplan」により、約 1,100 基の街路灯全てを省エネ LED に転換し、その多くにセンサーを設置して交通量を計測している。計測データは街路灯に設置した Wi-Fi ポイントから通信ネットワーク経由でコントローラに送信され、街路灯ごとに明るさ、点灯・消灯時間を制御する仕組みを構築した。これにより、バルセロナ市の光熱費を 30%節約するとともに、市民の防犯や安全性の向上につながった。シスコ、フィリップス、シュナイダー・エレクトリックの技術が使われている。

iv. スマートウォーター (スマート散水システム)

市内 9 ヶ所の公園に設置されたセンサーにより気温、湿度、塩度、風、土壌状態を計測し、このデータが公園や街路の散水用の電磁弁の制御プラットフォームに送信される仕組みを構築した。これにより散水システム、噴水、下水システムの運転管理の自動化や遠隔操作が可能となり、水資源の年間消費額を従来の 25%にあたる 42 万 5,000 ユーロ分節減した (2014 年現在)。このプロジェクトには、スペインのアベルティス、アドミラ (admira)、エレクノール (elecnor)、SAMCLA の技術が使われ、散水制御プラットフォームはバルセロナ市と Wonderware (シュナイダー・エレクトリック) が共同開発した。

v. スマートパーキング

駐車場に設置したセンサーから利用状況データを Wi-Fi 経由で送信し、無料のアプリから空い

¹⁰⁰ www.sensefields.com

¹⁰¹ www.urbiotica.com/en

¹⁰² <http://www.sentilo.io/wordpress/>

ている駐車スペースを検索して予約し、駐車時間の延長手続きなどでもできるシステムを提供している。このサービスにより、交通渋滞の緩和とバルセロナ市の駐車料金収入の増加、市民生活の向上がもたらされている。パーキングセンサーは米国のストリートライン (Streetline¹⁰³) がシスコと共同で開発した。このプログラムは当初、9 ヶ月間の技術的なテストを経て都心の一部に試験的に導入され、その後、センサーの種類や効率的な配置、維持管理について様々な試行錯誤を経て実用化している。

vi. 交通システム管理

センスフィールドズ (Sensefields) の IoT 技術 (センサー) により、リアルタイムの交通量や速度データを計測して送信し、そのデータを分析することで交通ソリューションを提供している。

vii. スマート廃棄物収集管理

市内の廃棄物収集は多額の費用がかかる重要な公益サービスで、IoT 活用の効果が大きいと考えられている。廃棄物収集容器にセンサーを設置して中身の容量、外気温、騒音レベルまでモニターし、ネットワーク経由で管理センターに送信する。データに基づいて満杯となっている容器のある収集所を優先した収集ルートを作成し、効率的に廃棄物を収集することを狙っている。優先ルートでは収集所の気温データも勘案している。市内全域でプログラムが適用された場合、廃棄物の収集経費を年に約 10% 軽減できるとともに、環境汚染対策にも役立つ。しかしバルセロナ市によると、今のところセンサー設置による収集の頻度やルートの変更は実施していないという。センサーの技術がどんどん進歩しており、改良の余地があるため運用については注意深く進めるという¹⁰⁴。

viii. 環境センサー

街灯や廃棄物収集容器に設置された環境監視センサーからリアルタイムで各ポイントの気温、湿度、騒音レベル (dBA)、排気ガス (CO₂、NO₂、N₂O₃、SO₂) 濃度、粉塵レベルなどのデータが送信され、大気汚染レベルをモニターしている。

ix. スマートバスストップ

バス停に Wi-Fi ポイントを設置するとともに、タッチスクリーン式の大型モニターを設置し、バスの運行状況やその他交通情報、地図、行政情報などを提供するほか企業広告も配信している。モニターの利用者数、性別、年代などのデータもモニターに設置されたセンサーで収集される。

また、バルセロナ市は 2016 年 10 月に、2017~20 年に向けた「バルセロナ・デジタルシティ」¹⁰⁵計画を発表した。過去の反省から技術を提供する企業ではなく、市自身が技術主権を持つ状態へと移行することを掲げ、オープンソースとしてのプラットフォーム開発に引き続き注力する。さらに、技術の適用やセンサーの設置を中心としたスマートシティの構築に留まらず、賃金格差

¹⁰³ www.streetline.com

¹⁰⁴ バルセロナ市 Smart City Initiative, Strategy and New Projects Department の Mr. Joan Batlle との 2017 年 2 月 7 日のインタビューによる。

¹⁰⁵ http://ajuntament.barcelona.cat/digital/sites/default/files/pla_ciutat_digital_mdgovern.pdf

や気候変動、雇用、デジタルデバイドなどの長期的な課題に対処するとして、計画の中では「スマートシティを超えて」と謳っている。加えてバルセロナ市は、デジタル技術の可能性を活用することで行政の透明性を確保し、市民の市への関わり方を変え、より積極的な民主主義を促進するとしている。

「バルセロナ・デジタルシティ」は、a. 政府と市、b. 企業と社会事業体、c. 市民の3つの柱から構成され、それぞれに3つずつ、合計9つの目標が設定されている。その範囲は、市のデジタルインフラの整備(Wifiなど)、行政サービス(エネルギー、モビリティ、廃棄物処理、住宅など)、デジタル時代の産業界のニーズに合う人材育成やデジタルデバイドの解消、公共調達など、広範囲に渡る。

②IoT活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

i. 大手企業との提携によるオープンな統合プラットフォームの開発

バルセロナ市は、スマートシティ化の先駆者としてシスコやマイクロソフトをはじめとする大手企業とパートナーシップを組み、2013年にIoT技術を最大限に活用したモデル「センサーとアクチュエーターからなるプラットフォーム(PSAB: Platform of Sensors and Actuators of Barcelona)」を構築し、新システムや周辺環境を次々とリリースしてプロジェクトを進めている。プロジェクト発足時より高いビジョンを掲げ、早くから全てのサービスを一括管理できる統合プラットフォームの開発を進め、フォグ・コンピューティング(Fog Computing)¹⁰⁶も採用した。他の地方公共団体や機関に対し、スマートシティ化プロジェクトのサクセスストーリーとともに開発モデルや製品をオープンソースとして提供している。

同市が新たに始動させた「バルセロナ・デジタルシティ計画2017~2021年(Barcelona Digital City Plan 2017-2021)」¹⁰⁷では、このIoTセンサー・プラットフォーム「センティエロ」を刷新する。新たなパートナーによって開発される新モジュールを統合して機能を拡張し、バルセロナのみならず世界中の都市で活用されるプラットフォームの構築を目指している。

当初よりスマートシティ化プロジェクトのパートナー企業には、プロジェクトのために構築したシステムをオープンにし、既存の専有技術にリンクさせないことを求めている。これは企業側にとっても新ビジネスモデルを構築し、成功事例を持ったプラットフォームを将来的に他の地方公共団体にも販売できるため大変有益であり、プロジェクト参入の魅力の一つとなっている。

ii. 目に見える便益の追求と具体的な問題解決

バルセロナ市はスマートシティ・プロジェクトを始めるにあたり、目に見える便益を追求し、あらゆる公益事業のデジタル化を目指す方針を決めた。単なる技術の誇示に終わることを警戒し、市民の抱える問題の解決に徹することを重視した。このため、最近では対外的に「スマートシティ」という言葉を使うことさえ差し控えるようにしているという¹⁰⁸。

¹⁰⁶ シスコが提唱するもので、クラウドとデバイス間のネットワーク機器にクラウド機能を拡張し、データが生成される近くでリアルタイムに処理する仕組み。

¹⁰⁷ バルセロナ市資料 “Barcelona Digital City” <http://ajuntament.barcelona.cat/estrategiadigital/en>

¹⁰⁸ バルセロナ市 Smart City Initiative, Strategy and New Projects Department の Mr. Joan Batlle との2017年2月7日のインタビューによる。

同市は、すでに実施済みの廃棄物収集、散水、駐車場管理などのプログラムにより、IoTの実用化で経験を積み、実用化に関する多くの情報を集めている。今後はこれらを活かし、以下の2つの新しい横断的プラットフォームの開発を検討している¹⁰⁹。

- a. 「City OS」：過去のデータを分析し将来の予測をする統合プラットフォーム。センテューロと同様に、全てのIoT活用プログラムで横断的に採用する。
- b. 「Decidim Barcelona」：マドリッド市が開発した、公共サービスについての議論と意思決定に市民の参加を促進させる統合プラットフォーム。複数の自治体同士でもこれを通して情報交換ができる。

③付与された付加価値および生産性と効率性の向上

i. 経済効果

スマートシティプログラムの経済効果について、バルセロナ市は2014年に以下のように発表している¹¹⁰。

- 200件のプロジェクトによるGDPへの効果：8,500万ユーロ
- 市のプロジェクト投資額：5,370万ユーロ
- 2011年から2014年にかけてプロジェクトがもたらした利益：4,300万ユーロ
- 2025年までのプロジェクトの効果試算額：8億3,200万ユーロ

このほかスマートウォーター技術により年間5,800万ドルを節減し、スマートパーキング技術により駐車料金は年間5,000万ドルの増収となった。また、スマートシティ・プロジェクトにより新たに4万7,000人の雇用を創出した¹¹¹。

ii. 市民の市政参加意識と市民生活の質の向上

スマートシティ化は市民生活の質を向上させるとともに、オープンガバメント・プラットフォームの活用により、市民や企業の市政参加意識を向上させ、スマートシティ・プロジェクトの支援につながっている。

iii. 環境保全効果

節電と渋滞緩和、オフィスの省スペース化の実現により、長期的にカーボンフットプリント(CO2e)を年間9,700トン減少させ、スマートウォーター・システムにより60万リットルの節水効果が期待されている。

iv. 観光客・ビジネス誘致

スマートシティ・プロジェクトの成功により、バルセロナ市の知名度と魅力度が向上し、観光客や新規ビジネスの誘致につながっている。

¹⁰⁹ バルセロナ市 Smart City Initiative, Strategy and New Projects Department の Mr. Joan Batlle との 2017年2月7日のインタビューによる。

¹¹⁰ バルセロナ市資料 “Barcelona 5.0 Smart City”

¹¹¹ Cisco 資料 “IoE-Driven Smart City Barcelona”

④提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

バルセロナ市のスマートシティ・プロジェクトは、都市計画、環境、IT、輸送、インフラを統合したプロジェクトで、多国籍企業や国内外の大学・研究機関が多く参画し協力している。中でもIoT技術の世界的リーダー企業であるシスコの役割が大きい。

i. シスコ

Wi-Fi 環境の構築と IoT 技術を柱としたプロジェクトの主要パートナー企業で、下記に示す技術や製品を提供するほか、パートナー企業とともにプラットフォーム全体の構築、運営に携わっている。2016年にバルセロナにIoE (Internet of Everything) 技術のグローバルハブとして、IoEイノベーションセンター¹¹²を設立した。

- a. ネットワーキング：シスコ・インダストリアル・イーサーネット 2000 スイッチ
- b. ワイヤレス：シスコ Aironet 1552 アクセスポイント、サービス統合型ルーター (ISR) 819、モビリティサービスエンジン、ワイヤレス LAN コントローラ
- c. センサー関連：環境センサー (Zolertia¹¹³とスマート・シチズン¹¹⁴の製品)、パーキングセンサー (ストリートライン¹¹⁵の製品)、廃棄物管理システム (Urbiotica¹¹⁶) など (2014年現在)。

ii. センスフィールドズ (Sensefields¹¹⁷)

車道に埋込設置するワイヤレスセンサーによる交通量データの計測・分析によるインテリジェント交通システム (ITS) のプロバイダー。計測データの正確性は98% (バルセロナ市の事例に限った場合99.5%) と高く、計測データの分析用マトリックスも提供している。市内に散らばる交通の要衝に設置された520基を超えるセンサーが交通量や渋滞状況データを計測し、データプロセスステーション (DPS) を経てワイヤレス・ネットワークでバルセロナ市の統合プラットフォーム PSAB に送信されている。

PSAB はオープン構造でありセンスフィールドズが PSAB に完全に適応する形で開発したため、迅速な導入が可能となった。センスフィールドズを活用することで、交通量やイベントに応じた信号機の遠隔操作などのリアルタイム管理を可能にするとともに、渋滞緩和対策、信号機や交差点の新設、道路建設計画を効果的に実施している。同社もこのプロジェクトでシスコとパートナーシップを組んでいる。

¹¹² Cisco IoE Innovation Center Barcelona: www.cisco.com/c/m/es_es/innovationcenter/barcelona-en.html

¹¹³ <http://zolertia.io>

¹¹⁴ <https://smartcitizen.me>

¹¹⁵ www.streetline.com

¹¹⁶ www.urbiotica.com/en

¹¹⁷ www.sensefields.com

(2) ミルトン・キーンズ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 地方自治体 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ミルトン・キーンズ (Milton Keynes) はロンドン近郊にある地方自治体。1970年代から市町村合併などを経て、1997年以降に Milton Keynes Council という現在の地方自治体となった。 ・カウンシル (Council) とは、日本の市や郡に相当する規模の自治体単位で、同カウンシルは Milton Keynes 市を中心に、近隣の市や町を含み、総面積は 309km²。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>IoTUK の支援を受けて、他に先駆けて公益サービスの IoT によるスマート化に取り組む自治体として注目されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予算規模：約 1 億 8,728 万ポンド (2017 年度) ・職員数：約 6,000 人 (2017 年 1 月現在) ・住民数：25 万 6,000 人 (2016 年度末) ・世帯数：10 万 6,000 帯 (2016 年度末) |
| 本社所在地・ | <p>Civic Offices, 1 Saxon Gate East, Central Milton Keynes, MK9 3EJ, UK Tel: +44 (0) 1908 691691 Email: customerservices@milton-keynes.gov.uk</p> |
| URL | www.milton-keynes.gov.uk |

①IoT の活用状況

ミルトン・キーンズ (Milton Keynes Council) では 2014 年より、地方自治体の公益サービスへの IoT の活用について先駆的な試みを始めた。政府が主導する IoT 普及のための推進実行プログラムである IoTUK の支援を受け、IoT が都市の公益サービス向上に活用できるか実証するのが目的である。このため英国では初めて、カウンシル全域をカバーする IoT 専用ネットワークを構築した。手始めに、以下の 2 つのプロジェクトを実施した。

i. リサイクルごみの収集

英国ではリサイクルごみの収集のため、瓶・缶、紙、プラスチックなど種類別にコンテナをいくつも並べた収集サイトを設置し、住民が利用するようになっている。ミルトン・キーンズでは、収集場のコンテナの蓋にセンサーを設置し、コンテナが満杯になったら知らせるようにした。従来は、事前に決めたスケジュールに従ってトラックを配車し、満杯なのに収集に来ない、逆にほとんど空っぽでも収集に来るなど非効率的だった。リサイクルごみ収集での導入は技術的な試験の位置付けであり、次の段階では大規模にして全市のゴミ収集事業に導入する予定である。

ii. 駐車場の効率的な利用

カウンシル内の駐車スペースの一部にセンサーを設置し、リアルタイムで使用状況を把握することで、有効活用を実現する。当初 300 台分のセンサーを取り付け、さらに約 1,000 台分を追加した。今後も順次増やしていく。

ミルトン・キーンズには、全地域で合わせて 2 万 5,000 台分の駐車スペースがある。都心の一

部は常に混雑し、駐車スペースを探して多くのクルマが走り回っているのに対し、他の地域では駐車スペースに空きがあることがわかっている。この取り組みにより、全地域の駐車スペースの空き情報をグーグルマップ上に表示すると同時に、カーナビゲーションやスマートフォンにも送るようになる。また、オンラインで駐車場の事前予約も可能にする¹¹⁸。さらにスマート駐車場のソリューションを手掛ける英国の Deteq¹¹⁹のアプリを使って登録することで、有料駐車場の前払い駐車チケットの表示を不要にした。

今後の IoT の取り組みとして、自転車や歩行者のモニター（安全確保のための調査）、ペストコントロール（ネズミ捕獲の罠）、公衆便所、エネルギーメーターなど多くの案が出ている。ミルトン・キーネズとの取り組みに協力した英国の通信会社 BT と英国の IT 企業 Neul は、同じ技術を外出中の子供、犬猫などのペット、アルツハイマー病の患者などを監視・追跡するのに使えろと指摘している。

②使用されている IoT 技術

リサイクルコンテナの蓋のセンサーは、コンテナの中に超音波を定期的に発信し、回収する時期かどうかをチェックしている。駐車場では、地面に貼り付ける Deteq 社の駐車スペース専用センサーを使用した。これは低出力で 10 年から 15 年も電池を交換せずに使用できる。センサーから発信した情報は、街灯や標識の柱に取り付けられた Neul 社の通信デバイスを経由して集められる¹²⁰。

IoT の通信規格には「Weightless」を使用した¹²¹。費用のかかる Wi-Fi や携帯電話通信の周波数帯は採用せず、使用されなくなったアナログ TV 放送の周波数帯を使用している。提携した通信会社 BT がこのために 15 ヶ所の中継基地を設置した。これに加えて、2016 年から一部で「LoRa」ネットワークの導入も開始した（「LoRa」については、「5.4 Swisscom」を参照）。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

ミルトン・キーネズ は、「MK : Smart」という 3 年間のイニシアチブに着手している¹²²。これは情報、交通、エネルギーと水利、中小企業支援、地域コミュニティ、教育の各分野で、公益サービスのデジタル革命とスマート化を実現するスマートシティを意図したものである。これには地元の大学も研究と教育面で大きな役割を果たしている。

この中で同カウンシルは、二酸化炭素（CO2）削減目標を達成しながら持続可能な成長を実現するという目標を掲げている。駐車場の IoT プロジェクトは、この狙いに沿ったものである。駐車スペースの有効利用が、「MK : Smart」イニシアチブで掲げる「交通渋滞の半減」に貢献することを期待している。

¹¹⁸ www.yourparkingspace.co.uk/milton-keynes-parking

¹¹⁹ www.deteq.co/

¹²⁰ www.deteq.co/index.php/products/ www.neul.com/neul/

¹²¹ www.weightless.org

¹²² www.mksmart.org

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

ミルトン・キーンズにとって、公益サービスによって地域住民および旅行者の利便性と安全性を改善することが、IoT活用の最大の付加価値である。これにより合理化が進めば、ムダの削減と地方財政の健全化を進めることができる。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

IoT関係で数多くの国内の企業や機関と連携している。

- BT（通信会社）：IoT通信環境整備
- Neul（ITサービス）：システム構築
- Open University（大学）：コンサルティング
- Future Cities Catapult（スマートシティ支援の政府系機関）：コンサルティング

(3) ロンドン交通局（TfL）

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 公共交通機関の運営・管理 |
| 設立年・沿革 | 2000年にロンドン全体を統括する自治体としてグレーター・ロンドン・オーソリティ（GLA）が発足したのに伴い、それまでのロンドン地域交通局（London Regional Transport）を引き継ぐ形で設立された。 |
| 事業概要・事業規模 | ロンドンの交通政策・戦略の実施と公共交通機関の運営・管理。地下鉄、バス、トラム、ドックランドライトレールウェイ（DLR）、ロンドン内の一部鉄道、テムズ川の船舶サービス、タクシー、貸自転車のほか、ロンドン内の信号を含めた道路網を管理。地下鉄を除き、交通機関の運行・運営は民間会社に委託している。ただし地下鉄も車両・インフラの管理については民間会社に委託。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 予算規模：約102億ポンド（2017年度/2017年4月～2018年3月、政府補助金や借入を含む） ・ 営業収入：52億8,860万ポンド（2015年度） ・ 従業員数：2万7,453人（2017年3月31日時点、正規雇員数） |
| 本社所在地 | Windsor House, 42-50 Victoria Street, London, SW1H 0TL U.K. Tel: +33 (0)1 85 07 89 89 Email: pressoffice@tfl.gov.uk |
| URL | https://tfl.gov.uk |

①IoTの活用状況

ロンドン交通局（Transport for London ; TfL）は、公共交通機関の車両、券売機、信号機、街路などに取り付けられたセンサー、貸自転車の利用データ、各種調査、フォーカスグループ、ソーシャルメディアなどから情報を収集している。しかし最も大量かつ正確な情報を収集できるのが、ロンドン域内の全ての公共交通機関に共通で使える非接触型のプレイペイド式電子カード「オイスターカード」と、これに加えてコンタクトレス機能（非接触型決済サービス機能）を持つクレジットカードやデビットカードである。コンタクトレス機能を持つカードは、オイスターカードと同様に改札口のリーダーで読み取れば、ロンドン域内のどの交通機関でも利用できる。

すでにバスなど一部の交通機関では、こうしたカードまたは1日券などの「トラベルカード」を持参していないと乗車できず、現金払いではできなくなっている。オイスターカードとコンタクトレス機能を持つカードは、利用者がロンドン交通局のウェブサイトに登録する仕組みのため利用者に関する情報も把握できる。また、都心に乗り入れる車に対し、TfLがドライバーから徴収している「混雑料金 (Congestion charge)」¹²³のための監視データ、および料金を支払う人がウェブで登録する情報などにより、特定の車の情報も得られる。

ロンドン交通局が収集したデータを分析する主な目的は、交通サービスのプランニングと利用者に対するテーラーメイドの個別情報の提供である¹²⁴。

i. 収集した情報による交通プランニング

オイスターカードやコンタクトレスカードの情報と一部の車両や設備に取り付けたセンサーによる情報を分析することで、交通機関の混雑度を調べている。たとえば車両の位置のデータやオイスターカードによる乗車記録から、特定の日・時間の特定の交通機関の混雑度をロンドン交通局は把握する。特にバスについては正確な情報が得られるため、情報を分析し特定の日・特定の時間帯に混雑するバスがあれば、増便などの対応が可能となる。また今後は、オイスターカードとセンサーから乗降車で最も利用される駅、駅構内や車両内の温度・湿度、車両の加速やブレーキ操作が頻繁に使われる地点など詳細な情報を収集し、交通システム全体を最適化することを考えている。

オイスターカードからは所有者の情報、カードに入れている金額、カードの利用頻度、利用ルート、最も多く使う交通機関などのデータを収集できる。このデータは匿名化され、利用者がいつどこで交通機関を使っているかを示すマップの製作に利用されている。これにより各交通機関全体の利用状況を示すとともに、各利用客レベルでの分析も可能となる。

たとえば異なる交通機関の間の乗り換えにどれくらい歩く必要があるかを把握することで、歩行時間を減らす対策や新たな交通ルートの導入などサービスの改善に利用できる。また乗り換えの歩行時間を分析することで、小売などのサービスも計画できる。

ii. 緊急時などの情報提供

収集した情報を基に、緊急事態の発生や交通網に問題が生じたときに即座に効率的な対応ができる。各利用者のニーズに対応した代替交通手段や追加手段を用意し、登録したメールアドレスに送信することを始めている。また、イベントなどによる道路の通行止めでバスが迂回する場合には、定期的にそのエリアの交通機関を利用する人々を特定できるため、その利用者に対して情報の提供を行っている。

例えば、テムズ川にかかる1つの橋が緊急修理のため閉鎖され、歩行者と自転車だけの通過が可能となったことがあった。この橋は1日に約87万人が通過していた。データを分析すると利用者の半分は橋の近くから移動を始めるか、橋の近くで移動が終わっていることが把握でき、こう

¹²³ 月曜日～金曜日の7:00～18:00に都心の指定地域の外から指定地域内に進入する車に課している料金。TfLのウェブから事前・事後に支払いができるほか、ウェブで登録することで自動支払いも可能。指定地域に入る全ての通りには監視カメラが備え付けられ、乗り入れる車両のナンバープレートを記録し、支払いがなければ罰金が科せられる。

¹²⁴ <https://data.london.gov.uk/blog/improved-public-transport-for-london-thanks-to-big-data-and-the-internet-of-things/>

した利用者は徒歩や自転車に対応できる人々だった。残りの半分は橋が移動の中間地点にあたり、こうした利用者にサービスを提供するためにロンドン交通局は「交通インターチェンジ（乗り換え地点）」を設け、他のルートでのバス便を想定される利用客に応じて増やした。同時に利用客に対しては、どのような影響を受ける可能性があるか詳しく伝える個別のメッセージを送った。

iii. 個別のテーラーメイド情報の提供

各利用者が定期的に特定のルートを利用することを把握しているため、各利用者に向けて個別にテーラーメイドの最新情報を送ることができる。ロンドン交通局では、自分に関係のない不要な情報はほしくないという利用者が多いことを調査から掴んでおり、ビッグデータの分析により利用者に最も関連した情報だけを送っている。ロンドン交通局は、こうした情報提供を1日24時間体制で行うことを目指している。また、利用者にスマートフォンからの音声で行き方を伝える試験も進めている。これは駅構内にBluetooth・ビーコンを配置して提供するもので、試験はロンドンの鉄道・地下鉄の主要駅の一つであるユーストン駅で行われている。

iv. センサーによる情報収集と予兆保守

駅構内のエレベーターやエスカレーターなどの故障を予知し故障が起きる前に対応するため、こうした設備をデバイスに接続する試験が始まっている。また地下鉄、DLR（ドックランズ・ライトレイル）、トラムなどの車両の整備を効率的に実施し車両を最大限に利用するため、IoTを活用した予兆保守も優先課題としている。これから導入する新型車両では全車両にセンサーを取り付ける計画で、新型の地下鉄車両および2018年開通予定で都心地下を東西に走る「クロスレール（エリザベス線）」、都心を南北に抜けて走る計画中の「クロスレール2」では、各車両にセンサーを付けて様々なデータを収集することを計画している¹²⁵。

②使用されているIoT技術

センサーを車両、街路、券売機などに取り付けるとともに、利用者の使用するカードの情報を収集する。こうしたビッグデータを収集し、リアルタイムで処理するプラットフォームとして、ドイツSAPのSAP HANAを採用している¹²⁶。SAP HANAは予測分析ができるため、ラッシュ時に必要な便数、時間帯による車両の適正な配分の必要性、混雑しそうなルートなど交通の流れを事前に把握するのに役立っている。また詳細な情報を処理し、交通システム全体を最適化するのにもSAP HANAが対応できる可能性がある。

③IoT活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

オイスターカードはロンドン全域の全ての公共交通機関で使われるため、この膨大な情報を収集し、センサーなどの情報と合わせて交通サービスの向上と利用客への個別情報提供に活用しているのが最大の特徴である。また車両、街路、駅構内などに取り付けられたセンサーから得られるデータ、自動車の混雑料の徴収データ、貸自転車の利用データなどあらゆる角度から情報を収

¹²⁵ <http://technewsrss.com/the-internet-of-things-can-help-tfl-to-solve-congestion-problems-says-cio-steve-townsend/>

¹²⁶ www.v3.co.uk/v3-uk/news/2449321/transport-for-london-using-sap-hana-for-iot-and-big-data-processing

集・統合・分析する大規模な取り組みを目指している。ロンドンでは、スマートシティの推進を掲げており、TfL の IoT 導入はロンドンのスマートシティ化の一環にもなっている¹²⁷。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

各利用者にテーラーメイドの情報を提供しているが、ロンドン交通局の調査によれば、テーラーメイドの情報提供を「有用」または「非常に有用」と答えた回答者は 83%と、極めて高い割合だった¹²⁸。TfL は、今後はデータを使った車両の配備やルートの変更などにより、混雑の解消や利用者の利便性を向上させることを目指している。運営上の無駄が削減され運営コストが引き下げられれば、これを利用者に還元できる可能性もある。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

IoT 関連の研究では複数の学術機関と提携しているが、ビッグデータのソリューションに関しては、米国のマサチューセッツ工科大学 (MIT) も協力している。財政状況からイノベーションの試験や活用を単独で進めることが難しいため、TfL は提携や協力を重視している。新興企業や新技術を保有する企業など、あらゆる種類のパートナー企業との協力を模索している¹²⁹。

(4) バッテンフォール

| | |
|-----------|--|
| 業種 | エネルギー |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1909 年、スウェーデン王立水力発電委員会 (Kungliga Vattenfallstyrelsen) として設立。政府が 100%所有する国営企業。 ・ 1990 年代末以降、買収などを通じてドイツなどに事業を拡大。欧州有数の多国籍エネルギー企業に成長。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>水力発電や原子力発電からエネルギーの小売も手掛ける。最近では再生可能エネルギーの拡大に注力。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：1,527 億スウェーデン・クローナ (2016 年 12 月期) ・ 従業員数：1 万 9,935 人 (2016 年 12 月末現在) |
| 本社所在地・ | <p>Evenemangsgatan 13, 169 56 Solna, Sweden Tel: +46 (0) 8-739 50 00 Email : johan.sahlqvist@vattenfall.com (Head of Investor Relations) press@vattenfall.com (Press and Media)</p> |
| URL | https://corporate.vattenfall.com/ |

①IoT の活用状況

スウェーデンでは現在、ほぼ全ての電気・ガスメーターが IoT 機器であるスマートメーターに

¹²⁷ www.london.gov.uk/sites/default/files/gla_smartlondon_report_web_4.pdf

¹²⁸ www.astuta.com/how-london-public-transport-is-benefiting-from-big-data-the-internet-of-things

¹²⁹ www.techworld.com/ux/transport-for-london-lays-out-its-innovation-roadmap-says-network-wide-wifi-is-priority-3643006

交換済みである。エネルギー最大手のバッテンフォール（Vattenfall）は、顧客の 100 万台近い電気・ガスメーターの自動検針化を実現したのに伴い、使用実績に基づく正確な料金請求をできるようにになった。また顧客のエネルギー消費のデータを把握し、その情報をエネルギーマネジメントに活かしている。

②使用されている IoT 技術

バッテンフォールにスマートメーターを供給するメーカーは、これまで以下のように代わっている。

- i. Actaris（ブランド名、社名は ITT Controls、オランダ）：2003 年～2006 年にわたり 11 万台。メーターの供給と据え付け¹³⁰。
- ii. Iskraemeco（スロベニア）：2004 年～2006 年にわたり 15 万台。スマートメーターの供給と据え付け。
- iii. Telvent（スペイン）：2006 年～2008 年にわたり 60 万台。スマートメーターの供給と据え付けに加え、契約開始後 5 年間の自動検針業務も発注。契約には 6 年間の契約延長が含まれる。

通信では、カナダの Sierra Wireless¹³¹の IoT モジュールを採用した。国内の全スマートメーターは 3G、LTE、IoT 専用の LPWA (Low Power Wide Area) など何らかの無線規格での通信、または無線マルチホップ通信¹³²や PLC（電力線通信）を使用して顧客のエネルギー使用のデータを集め管理する。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

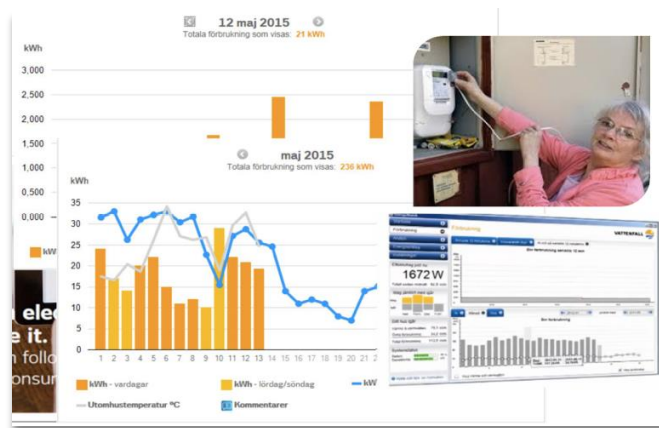
バッテンフォールは 2002 年、全顧客への料金請求を従来の推定使用量ではなく実際の使用量に基づくものにすることを目標に、自動検針の実現に向け、スマートメーターへの切り替えを開始した。スウェーデンではこの直後に、2009 年 7 月 1 日を期限として電力・ガス料金の請求を毎月の検針結果に基づいたものに改めるよう法律で定められた。バッテンフォールは 2008 年 6 月末には、家庭用・業務用合わせて 85 万台の電気・ガスメーターの 99%をスマートメーターに交換した。残りも 2009 年に交換を進め 100%の交換を達成した。国内全土で環境が整った 2012 年、さらなる法改正により、使用量を毎時間ごとに把握して顧客に開示することが義務付けられた。

¹³⁰ www.actaris-metering-systems.nl/en/

¹³¹ www.sierrawireless.com

¹³² 他の無線通信装置を経由してリレー形式でデータを伝達する方法。

図 3：毎時間検針の結果の顧客へのフィードバック



出所：バッテンフォール

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

- i. 関連費用の削減：スマートメーターへの全面的な切り替えは、人件費など検針関連費用の削減で毎年 100 万ユーロ、非技術ネットワーク・ロスの削減で毎年 700 万ユーロ、合わせて毎年 800 万ユーロの改善をもたらした。非技術ネットワーク・ロスとは、様々な理由による検針ミス、メーター機器の故障・盗難、記録の消失、非効率な作業などによるもの。
- ii. 事業拡大による利益：信頼性の確保と顧客サービス向上による事業機会の拡大で、年間 250 万ユーロの追加利益を得た。
- iii. 検針の精度向上：検針の精度が向上し、毎月の使用量に基づく料金請求の実施で問い合わせなどの顧客対応が削減された。
- iv. 電力需給調整の効率化：デマンド・レスポンスの実施が可能になる。
- v. 高い信頼性の確保：機器の故障、漏電、事故などの早期発見ができる。
- vi. 顧客サービスの向上：自動検針により、正確な料金を請求できる。顧客も常に使用量と料金を把握でき、節電にもつながる。また、転居時や契約切り替えの手続きも簡素化・迅速化され、顧客の負担を軽減できる。様々な関連サービスの情報提供ができるようになる。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

スマートメーターの導入と運用について、バッテンフォールは以下の各社と提携した。

- Sierra Wireless (カナダ)：通信モジュール。
- Telvent (スペイン)：スマートメーターの調達と、自動検針業務のアウトソーシング。
- シュナイダー・エレクトリック (フランス)：自動検針業務と管理契約 (2017 年 3 月まで)。

4. 小売

(1) テスコ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | スーパーマーケット |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1919年、ロンドン東部で創業した食料品を扱う屋台が前身。 ・1929年、Tescoの名称でロンドン北部に第1号店を開設。 ・1947年、ロンドン証券取引所に上場。その後、生活必需品や衣料品、ガソリン・スタンドなどにも参入し、1997年にはオンライン・ショッピングを開始。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>世界的な大手スーパーマーケットで、英国最大の小売業者。46万人の従業員を抱え、小売業以外にも金融、通信、ガソリン・スタンドなどを手掛ける。ロンドン証券取引所上場の時価総額で上位100社により構成されるFTSE100種総合株価指数の組入銘柄の一つ。スローガンは「小さな値引きでも家計の大きな助けになる (Every little helps)」。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：499億ポンド (2016/17年暫定値) ・従業員数：46万人 (2016年末) |
| 本社所在地 | <p>Tesco House, Shire Park, Kestrel Way, Welwyn Garden City, AL7 1GA, UK</p> <p>Tel : +44 (0) 800 505 555 Email : customer.service@tesco.co.uk</p> |
| URL | www.tescopl.c.com/ |

①IoTの活用状況

Tesco (TESCO) は、オンライン・ショッピングの新しい試みとして「IFTTT」の運用を開始した。「If This Then That」の意味の「IFTTT」は、特定の商品について顧客が「これなら買う」「こう買う」という条件を指定しておく、条件を満たしたときに自動的に注文を実行して届けてくれる¹³³。IFTTTでは、無料のアプリを使って以下のように「If, Then」形式と「Do」形式による2種類の注文による購入ができる。

i. 「If, Then 形式」の注文

「もし、シャンパンの価格が値下がりしたら、購入する」というように、「If, Then」の条件をつけて注文できる。このように命令しておけば、従来のように顧客が自分のアカウントにログインし、自分の希望に見合う価格帯に値下がりしているかどうかを調べる必要はない。希望の価格に値下がりした日に、商品が自分のアカウントのショッピングカートの中に自動的に入ることで、購買行動が自動化され簡便化になった。同様に、「もし、フィットネスの自己目標を達成したら」、「もし明日の天気が晴れならば」などと顧客が自分で条件を設定することも可能である。

¹³³ <https://ifttt.com/tesco>

ii. 「Do 形式」の注文

「毎週月曜日に牛乳 1 リットルを購入する」という条件を指定すると、同じ条件で商品を繰り返し注文することができる。

注文は、「アプレット (Applet)」という命令の中に、注文する条件を設定する。アプレットには、それぞれに ID コード (Applet ID) がついている。IFTTT のポータル画面にはお手本となるアプレットがいくつか示されているが、顧客がアプリ内のメニューから選んだり書き込んだりして条件を組み合わせ、自分用のアプレットを作成することができる。

米国アマゾンの家庭用音声認識アシスタント・デバイス「エコー (Echo)」を併用すると、「エコー」に直接話しかけ、それに対する「エコー」の質問に答えることで、音声だけで TESCO の IFTTT に指示を出すことが可能になり、買い物リストが出来上がる。

②使用されている IoT 技術

IFTTT は、米国の IFTTT 社の無料アプリで、2010 年に最初のバージョンが発表された。ユーザーが条件付きで実行するよう命令した一連の行動について、IoT を介してビッグデータを検索しながら、設定された様々な条件を満たすかどうかを確認し、条件を満たせば命令を実行する仕組みだ。アップルの iOS とグーグルの 안드로이드の両モバイル・プラットフォーム、および PC 上で操作できる¹³⁴。

テスコは自社のオンライン・ショッピングと連携するために、IFTTT 上で自社の「チャンネル」を開設した。このアプリは、顧客の設定した条件を満たすかどうかを常時チェックし、指定された商品の注文を実行するかどうかを判断する。IFTTT と連携することで、テスコはオンライン・ショッピングの高度化、簡便化を試みている。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

テスコは、「IT 技術は大衆のためにある」という基本理念を明確に打ち出している¹³⁵。同社は 20 年前にオンライン・ショッピングサイトを自社で開発して立ち上げた。同社はこれを現在でも業界最高水準のサイトの一つと自負している。スーパーマーケット各社がオンライン販売に力を入れる中、同社は IoT を活用してオンライン・ショッピングでも複雑な情報のやりとりを可能にすることで、顧客ごとに異なるニーズに応えようとしている。結果として、顧客の満足度を高めると同時に、顧客に関する情報は今後の商品企画や、きめ細かな配慮を取り入れた販売促進のために活用できるとしている。

このプロジェクトに関わった同社の技術研究部門であるテスコ・ラブズ (TESCO Labs) の技術

図 4: アプレット (Applet) の例



Applet ID 376689p

出所: TESCO IFTTT
<https://ifttt.com/tesco>

¹³⁴ IFTTT: <https://ifttt.com>
<https://ifttt.com/blog/2016/06/the-internet-of-things-on-ifttt>
www.pocket-lint.com/news/130082-ifttt-explained-how-does-it-work-and-what-are-the-new-do-apps

¹³⁵ Tesco Labs の Mr. Paul Wilkinson (Head of Technology Research) との 2017 年 2 月 2 日のインタビューによる。

研究長ポール・ウィルキンソン氏は「IFTTT はハイテク知識の豊富な層に向けたアプリであることを当初から認識し、Tesco の IFTTT を一般に宣伝することは、あえてしなかった」と述べている。それでもこのアプリは 350 万回ダウンロードされており、同氏は「顧客がこのような新技術を受け入れる用意があることを示しており、その結果だけでも満足に値する」という¹³⁶。

Tesco の IFTTT アプリは英国の食品小売業としては業界初の試みだが、他の小売業者による追随も始まっている。一例として、アマゾンが Tesco と同様に、IFTTT とアマゾンの「エコー」を組み合わせ、音声だけでオンライン・ショッピングができるサービスを米国と英国で開始した。さらに同社は、Tesco の競合となる英国大手スーパーマーケットのモリソンズ (Morrisons) と提携し、食品の小売に乗り出す計画も明らかにしている¹³⁷。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

i. 顧客の立場から

IFTTT の利用でオンライン・ショッピングでも複雑な購買行動ができるようになり、顧客は時間の節約や便利さの恩恵を受けることができる。ポール・ウィルキンソン氏は「将来的には顧客の台所にある冷蔵庫などがオンライン・ショッピングとインターネットでつながるだろう」と今後の動きを予想している。

ii. Tesco の立場から

「もし、シャンパンの価格が下がったら、5 本購入する」といったように「必ずしも買わなくてもよいが、欲しい」商品の購入を後押しする販売促進ツールとなる。また、その便利さから、顧客の Tesco へのロイヤルティの向上につながる。同時に、顧客のニーズや条件設定に関する情報を収集することで、特定の製品がどの時期に一番必要とされるかなど、顧客の行動を予測することが可能になる。購買戦略を練る際のツールとなるほか、精度の高い予測を立てることで、売れる商品の品揃えの充実や売れ残りの削減につながられる。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

米国 IFTTT のアプリを利用している。IFTTT は 2010 年に設立され、IoT 技術を利用した無料のウェブサービスを提供している。同社のアプリは 1 日当たり約 2,000 万回も利用されている。

⑥その他の IoT 関連のサービス

このほか Tesco は、IoT に関連したサービスとして「スキャン・アズ・ユー・ショップ (SayS : Scan as You Shop)」を導入している。これはメンバー登録をした顧客が店舗でワイヤレス・バーコード・リーダーを受け取り、商品をショッピングカートに入れる前に自分でバーコードをスキャンし、最後にセルフサービスの専用レジで支払いを済ませるシステムである。大型店舗 800 店の半分にあたる 400 店に導入した結果、週に 6,500 万人の顧客がレジの長い行列に並ばなくてすむようになり、レジの店員数も減らすことができた。年間 100 万ポンド相当のコスト削減につな

¹³⁶ Tesco・ラブズの Mr. Paul Wilkinson (Head of Technology Research) との 2017 年 2 月 2 日のインタビューによる。Tesco・ラブズは TESCO 全体の IT 化を推進する部門で、20 人の技術者が IoT 技術の導入に注力する。

¹³⁷ www.morepeople.co.uk/knowledgecentre/news-and-events/april-news-round-up/801817507

がり、POS と人員削減の一石二鳥を狙った試みだ¹³⁸。

さらにテスコは、顧客のスマートフォンがバーコード・リーダー機能を果たせると考え、すでに3店舗で実験を始めた。テスコのコンビニエンス・ストア、テスコ・エクスプレス (Tesco Express) では、昼食時間になるとサンドイッチだけを購入する顧客で店内は混雑を極める。スマートフォンでスキャンできれば、支払いもテスコ銀行のアプリ「Tesco Pay+ (以前の名称: PayQwiq)」¹³⁹を利用してすませることができる。同様のサービスは、テスコの同業他社もすでに導入を始めており¹⁴⁰、IoT を利用した技術の実用化という観点からも今後の発展が期待される。

(2) カルフル

| | |
|-----------|--|
| 業種 | スーパーマーケット |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1959年、フランス南東部アルプス地方のAnnecyでFournier一家など3家族がカルフル・スーパーマーケット・カンパニーを設立し、1号店を開設。 ・1963年、衣料品なども取り扱うハイパーマーケットの概念を導入した初の店舗をパリ郊外に出店。 ・1999年、同国の大手スーパーマーケットPromodésと合併し、2005年には同じく大手スーパーのChampionを買収。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>フランス中北部のBoulogne-Billancourtに本社を置き、世界各地でスーパーマーケットを展開する。世界各地で1万2,052店舗(2017年6月時点)を構える。日本には2000年に進出したが、8店舗を出店後、2005年に撤退。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高: 1,037億ユーロ(2016年12月期) ・従業員数: 38万4,151人(2016年12月期) |
| 本社所在地 | <p>33, avenue Emile Zola, 92100 Boulogne Billancourt, France</p> <p>Tel : +33 (0) 1 41 04 26 00 Email : info@carrefour.com</p> |
| URL | www.carrefour.com/ |

①IoTの活用状況

カルフル (Carrefour) は2014年、スペイン・マドリードで店内のショッピングカートにビーコン (タグ) を取り付け、顧客の店内での動きをビーコンからの発信で詳細に把握する試みを始めた。顧客の動きとビッグデータを合わせて分析することで店内の商品や陳列を改善し、売上増加につなげることを目指している。将来的にはカートを使用する各来店客に焦点を合わせ、顧客ごとに異なる商品の提案や割引券の発行などを実施することを狙っている。

カルフルはその後、同様の試みをルーマニアのスーパーマーケットの店舗でも実施している。ここではショッピングカートにビーコンの他にタブレットを取り付け、顧客が目玉商品や店内の催しの情報を見られるようにしている。

¹³⁸

なお、同スキャナーは、米モトローラのMC17シリーズ

¹³⁹ <https://www.tesco.com/pay-plus/>

¹⁴⁰ 英国大手スーパーWaitroseやSainsbury'sも同様のサービスを展開中。

②使用されている IoT 技術

カルフルは、スペインの新興 IT 企業プロキシムス (Proximus)¹⁴¹のビーコンを採用。これは、Bluetooth で 2.4GHz 帯のビーコン信号を発信する位置特定技術で、動き回るタグの位置を誤差 1.5 メートル未満で特定し、動きを毎秒ごとにリアルタイムで発信できる。各ビーコンは固有の ID 番号を店内に設置されたセンサーに送り、これをクラウドベースのサーバーで受信した後、同社の SaaS (Software as a Service) 型ソフトウェアで分析する。アップルの iBeacon などとは異なり、顧客はスマートフォンなどモバイル媒体を持つ必要がない。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

カルフルのマドリッドでの試みは、ショッピングカードに取り付けられたビーコンから店内のセンサーに位置情報を送るだけという特徴がある。すなわち、どの陳列棚のどの商品の前でカートが止まっていたか、店内のどの通路を通ったかなど、カートの動きから顧客の行動を分析しようとする手法である。現段階では顧客自身とは情報のやり取りをせず、来店客の氏名や属性については、あえて問題にしていない。

この点についてプロキシムスは、「人間の習慣化された行動を変えることは非常に難しいため、人間との情報のやり取りを必要としないテクノロジーを採用した」と説明している¹⁴²。しかし、次の段階では、顧客のスマートフォンなど別の媒体との連携も視野に入れている。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

IoT を活用して得られた顧客の店内での動きに関する情報を分析することで、店内の広告や商品の着目度が数値化され、衝動買いをした商品や売れ筋のブランドが浮かび上がる。それを基に購買意欲を刺激する陳列方法や店内の滞在時間を延ばすための工夫など、売上の増加に結び付けるための手掛かりを得ることを狙っている。

また、リアルタイムで情報が入手できることから、レジの前で長蛇の列ができていたことが明らかになった場合、店員が別のレジに誘導するなどスタッフのマネジメントにも効果を発揮できる。さらに、近くにある商品を音声ガイダンスで読み上げる機能を付け加えるなど、顧客の手助けをすることも可能となる。

⑤提供企業／ソリューション提携企業と提携内容

ビーコンを提供するスペインのプロキシムスは 2013 年設立。スーパーマーケットなど小売店舗内における顧客行動の分析サービスをリアルタイムで提供する。

¹⁴¹ www.proximus.io

¹⁴² www.nfcworld.com/2014/06/26/329979/carrefour-nisa-track-shoppers-via-bluetooth-beacons-trolleys-baskets/
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?11991>

5. 新サービス、シェアリングエコノミー

(1) アグリポート A7

| | |
|-----------|---|
| 業種 | スマート農業団地の開発・経営 |
| 設立年・沿革 | 2005年設立 |
| 事業概要・事業規模 | 大規模なスマート農業団地ならびに関連施設の開発・運営企業。広さ 500 ヘクタールに及ぶ広大な敷地を確保。ここに大規模なグリーンハウス（温室）群を建設し、現在は約 10 社の農業法人が入居し、野菜などのスマート農業生産を行っている。 <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：非公表 ・従業員数：非公表 |
| 本社所在地・ | Agriport 111, 1775 TA Middenmeer, Netherlands Tel: +31 (0) 227 656 184 Email: info@agriporta7.nl |
| URL | www.agriporta7.nl |

①IoT の活用状況

アグリポート A7 (Agriport A7) は、巨大なグリーンハウス（温室）が立ち並ぶ大規模スマート農業団地である。ここに入居する生産者は、主としてトマトやパプリカなどを生産する家族経営の農業法人が中心で、現在約 10 社が生産している。農産物の生産性向上のため、それぞれが IoT を活用したスマート農業支援システムを導入している。

ハウス内の各所にはセンサーが取り付けられ、温度、湿度、明るさ、光合成を促進する二酸化炭素 (CO₂) の量、土壌（または農業用ロックウール/人造鉱物繊維）の状況、作物の生育状況などの生産管理指標をリアルタイムで把握し、これらの情報を基にグリーンハウス栽培用に開発されたスマート農業支援システムを使って作物に適した環境を常に保つようコントロールする。

またセンサーで収集したデータを基に予想収穫量、それに必要な作業量、作業時間なども自動計測し、進捗状況を把握したうえで今後の業務計画を立案する。収穫時には農産物の重量、大きさなどを測定し、選別や集荷・運搬の自動機器を導入し、生産品目によっては色別や大きさごとに自動選別して出荷に備える。その工程は、容器、自動化機器、測定機器のセンサーを介して集中管理されている。スマート農業支援システムは、これらの情報を総合してコスト管理、生産管理、出荷管理、調達、雇用などを行う経営判断にも反映させる。

②使用されている IoT 技術

アグリポート A7 (Agriport A7) に入居する生産者である Barendse-DC¹⁴³は、オランダの IT 企業 Nitea¹⁴⁴のスマート農業生産支援システムとデバイスを導入している。アグリポート A7 に入居する個々の生産者については明らかではないが、スマート農業生産支援システムは、Nitea のほかオランダの IT 企業 HortiMax¹⁴⁵のシェアが高い。

¹⁴³ Barendse-DC www.barendse-dc.nl/

¹⁴⁴ Nitea IT Solutions www.nitea.nl/en

¹⁴⁵ HortiMax www.hortimax.com

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

アグリポート A7 はスマート農業団地開発事業者で、グリーンハウスを分譲または賃貸し、水やエネルギー、通信設備などのインフラを提供する。同社の農業団地はオランダのスマート農業団地では最大規模で、グリーンハウス向けの敷地総面積は 500 ヘクタールあり、うち 340 ヘクタールはすでに建設済みとなっている。その大きさは 1 棟の床面積が 50 ヘクタール前後と巨大なもので、さらに大きなものを増設する計画という。

アグリポート A7 では入居している生産者を支援するため、グリーンハウスなど全ての施設に高速データ通信に対応できる光ケーブルをあらかじめ設置している。IoT を含めたスマート農業の生産技術は、それぞれの作物に応じて生産者が導入している。

オランダではスマート農業団地のエネルギー源として、天然ガスの燃焼による熱電併給システム（CHP: Combined Heat and Power）を自家保有するのが一般的で、アグリポート A7 に入居する生産者も例外ではない。CHP が生産する熱と CO2 をグリーンハウスに供給し、CHP で発電する電力は余剰分を外販する。中には、これに加えて地熱発電も行う生産者もいる。アグリポート A7 のそばでは米国のマイクロソフトが 2014 年から 20 億ユーロを投じてデータセンターの建設・拡張を進めているが、データセンターはアグリポート A7 の生産者が発電する余剰電力の消費者となると同時に、サーバーから排出する膨大な熱はグリーンハウスへの廉価で豊富な熱供給源となる。

アグリポート A7 の優れているのは、こうしたグリーンハウスを支える施設だけでなく農業関連サービスも充実している点で、物流、梱包、農産物販売、農機販売、農業コンサルタントなど農業生産に関連する企業が進出した産業団地も併設されている。

図 5 : HortiMax のスマート農業生産支援システム



出所 : HortiMax <http://www.hortimax.com>

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

九州ほどの面積の狭い国土ながら農産物の輸出大国となっているオランダの農業の成功を後押ししたのは、農業生産技術のスマート化とされる。スマート農業に適したチューリップなどの花べん類、きゅうり、トマト、パプリカなどの生産品目に特化し、生産ノウハウを情報技術で蓄積

し、広義の植物工場とも言うべき大型グリーンハウス施設の中で、IoT の活用を含む高度に情報化・自動化された生産技術を採用して高い国際競争力を誇る。米国コンサルティングのアクセンチュアによると、こうして生産されるオランダのトマトの単位収穫量は日本のトマト生産の約 3 倍近くあり、単位収穫量は技術の進化により年々増加しているという。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

生産者によって異なるが、スマート農業生産支援システムはオランダの HortiMax や Nitea が提供している。

(2) BSH ハウスゲレーテ

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 消費財事業 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1967 年、ロバート・ボッシュとシーメンスが合弁で BSH (Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH) を設立。ドイツのベルリン、トラウンロイトなどの 3 カ所に工場を開設。 ・1976 年以降、Neff などドイツ国内のブランドや欧州各国の家電メーカーおよび工場の買収で市場と製造拠点を拡大し、1994 年には中国に進出したほか南米、フランスにも生産拠点を設立。1997 年に米国 (米 New Bern 社とのパートナーシップ)、2005 年にオセアニアに進出し、2010 年にサウジアラビア、2012 年には台湾など市場を拡大するとともに、現地製造拠点の設立を続ける。 ・2014 年、史上初のネットワーク家電を発表。 ・2015 年、ボッシュがシーメンスより全株を取得し、ボッシュ 100% 子会社の BSH ハウスゲレーテ (BSH Hausgeräte GmbH) となる。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>世界 50 カ国に約 80 拠点あり、41 カ所の工場が稼働中。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：1,260 億ユーロ (2015 年、全事業計) ・従業員数：5 万 6,500 人 (うち 1 万 6,986 人がドイツ) |
| 本社所在地 | <p>Carl-Wery-Str. 34, 81739 Munich, Germany</p> <p>Tel: +49 (0) 89 4590 01 (代表)</p> |
| URL | www.bsh-group.com/ |

①IoT の活用状況

BSH の開発事業工程からスピンオフで誕生した IoT 技術によるシェアリングエコノミーの形態による共同洗濯・乾燥機 (以下、共同洗濯機) のシェアサービスで、BSH の完全子会社として 2016 年に設立されたウィーウォッシュ (WeWash GmbH¹⁴⁶) が運営する。独自開発のアプリ「The WeWash」と洗濯機デジタル化接続キット「Retrofit」を使い、共同洗濯機 (およびオーナー) とそのユーザーをつなぐ。2017 年よりサービスを開始している。

¹⁴⁶ www.we-wash.com/en/

ドイツの集合住宅では、各戸に洗濯機を設置せず地下などに共同洗濯機を設置し、住民が共有しているケースがあり、各住民の洗濯室使用日をスケジュールで決める場合や各ユーザーが空き状況を見ながら利用する場合など、住宅により共有方法は異なる。ウィーウォッシュのサービスは、共同洗濯機の利用者が現在の洗濯機の空き状況を確認し、空いていれば利用開始までの15分間について洗濯機を予約でき、全ての洗濯機が使用中であれば利用可能となった時点で通知を受信し予約できる。また、洗濯の終了時点にも通知が送信されるため、速やかに洗濯物の回収ができ、洗濯機に洗濯物が残って次のユーザーが使用できないという事態を防ぐこともできる。

このサービスは、既存の共同洗濯機をデジタル化しユーザーとつなげるだけで、スマートフォン向けアプリの経由のほか、PC、携帯電話、固定電話からの利用（事前登録が必要）が可能である。ユーザーアプリは無料でダウンロードでき、共同洗濯機のオーナーが設定する従来の洗濯機使用料以外には追加料金が生じない。使用料の支払いはクレジットカードかSEPA自動引落し¹⁴⁷で決済され、従来の煩雑なコイン・トークンの管理やコインが入ったスロットの防犯対策は不要となる。

②使用されているIoT技術

シェアに供されている洗濯機には、IoTを介して情報発信するセンサーが付いている。これにより、洗濯機が使用中か空いているかが、ウィーウォッシュのポータルでリアルタイムでわかるようになっている。

ウィーウォッシュは、共同洗濯機のユーザー向け予約アプリを開発するとともに、洗濯機（洗濯室）のサービス接続装備として「Retrofit」というキットを開発した。このキットはあらゆるメーカー、機種、年型の洗濯機に適応し、一般的な230Vの安全プラグを備えた洗濯機であれば、電気工事などをせずに簡単に設置でき、他の電圧にも対応可能にしている。

③IoT活用のビジネスモデルの特徴、独自性・新規性

前述のとおり、ドイツおよび隣国のスイスの集合住宅では、地下などにある共同洗濯室の洗濯機を住民が共有する形態が珍しくない。ドイツの家庭用洗濯機の保有率は、2011年の95%から2015年には93.9%に減少した¹⁴⁸。同社はこの統計を一つのトレンドと捉え、洗濯という家事の問題解決策としてシェアリングエコノミーを採用することとした。また、都市圏の住宅不足や住宅の狭さ、高い家賃なども考慮し、問題が多く不人気の共同洗濯機をIoT技術により便利で使い易いものに刷新し、新たな洗濯の形として普及させようと考えている。

ウィーウォッシュのビジネスモデルは、シェアリングエコノミーの形態の中でも個人所有物の未使用時間をシェアするようなAirbnbモデル¹⁴⁹ではなく、ダイムラー子会社が運営する「Car2Go」やBMWとレンタカー会社のシクストの合弁による「Drive Now」といったカーシェアリング・サー

¹⁴⁷ SEPA (Single Euro Payment Area : 単一ユーロ決済圏) とは、EU加盟国を含めた32カ国において、国内外の区別なくユーロ建ての小口決済が行える地域、およびそれを実現するスキーム。

¹⁴⁸ ドイツ連邦統計局

www.destatis.de/EN/FactsFigures/SocietyState/IncomeConsumptionLivingConditions/EquipmentConsumerDurables/Tables/Equipment_HouseholdAppliances_LWR_D.html

注) 2016年には2011年を上回る96.2%に上昇している。

¹⁴⁹ このような一般家庭の洗濯機シェアリングモデルはスウェーデンの大手家電メーカーElectroluxが「Uber for laundry」として製品化を考察中。www.ft.com/content/a611d9d8-b4b2-11e6-961e-a1acd97f622d

ビスをモデルとしている¹⁵⁰。

使用料はクレジットカードか口座引落としとなるため、専用のコインやトークンが不要となり、ユーザーのみならず管理する側の洗濯機所有者（集合住宅オーナー）にとっても管理が不要となり有益である。そのほかオーナー側にとっては、各戸に洗濯機を設置しないことにより、水や湿気による建物に対するダメージのリスクを軽減できるという利点もある。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

共同洗濯機をデジタル化し、総合サービスを提供することにより共同洗濯機の利用を魅力的なものにすることを目標に掲げている。

i. ユーザー側の利点

- スマートフォン向けの無料アプリのダウンロードにより簡単に開始できる。
- スマートフォンが無くても、PCや事前登録で携帯電話、固定電話からも利用可能。
- 遠隔操作による洗濯機の空き状況の確認、即時使用の予約、洗濯終了の確認ができる。
- 洗濯機使用料以外の追加料金が不要。
- 洗濯機使用料のカード決済ができる。

ii. オーナー側の利点

- 共同洗濯機のより効率的な運営が可能。
- Retrofit キットにより簡単に初期設定できる。
- 洗濯機使用料の管理（コイン・トークン販売やスロット管理）が不要。
- 各戸に洗濯機を設置することによる建物へのダメージ（水漏れ、湿気など）のリスクを軽減。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

ユーザー向けアプリと洗濯機側に設置するキット「Retrofit」は、ともに自社内で開発した。

⑥親会社ボッシュのシェアリングサービス事業

BSH ハウスグレーテの親会社であるボッシュ¹⁵¹は、同社初のシェアリングモビリティ・プラットフォームとなる電動スクーター「e スクーター (eScooter)」のシェアリングサービスを 2016 年 8 月に発表した。このサービスは、ボッシュの完全子会社として新たに設立された Coup¹⁵²が運営し、ベルリンのミッテ (Mitte)、プレントラウアー・ベルク (Prenzlauer Berg)、フリードリヒスハイン (Friedrichshain)、クロイツベルク (Kreuzberg) の各地区に電動スクーター 200 台を設置した。ユーザーは専用アプリからプラットフォームを介し、最寄りの電動スクーターの検索・予約・利用・料金の支払いが可能で、目的地に到着後は市街地のどこにでも乗り捨てられる。ネットワーク対応の電動スクーターは台湾のメーカー Gogoro¹⁵³製で、ヘルメットと予備バッテリーが装備されている。電動スクーターのヘルメットボックスの開閉やスクーターの走行開始は、

¹⁵⁰ www.golem.de/news/we-wash-bosch-vernetzt-die-gemeinschaftswaschanlage-im-haus-1609-123067.html

¹⁵¹ www.bosch.com/en/com/home/index.php

¹⁵² <https://joincoup.com/>

¹⁵³ www.gogoro.com/

Bluetooth 経由で e スクーターと接続したスマートフォンを通じて動作が確認される仕組みとなっている。2017 年 7 月にはパリでもサービスを開始した。

このサービスのシェアリング・プラットフォームの構築と運用は、緊密な戦略的パートナーシップによりボストンコンサルティンググループの合弁会社である BCG デジタル・ベンチャーズ¹⁵⁴が担っている。プラットフォームの共同開発では、MVP（minimum viable product、最低限の機能を持つ製品）のルールを基礎に、基本バージョンを速やかに市場に投入した。今後はテストを繰り返しながら、より洗練されたサービスをユーザーに提供していく計画で、都市交通の問題解決に貢献することを目指している。

(3) キャトル・ウォッチ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 畜産支援システム |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 2011 年にイスラエルの数学者と医師の夫妻が前身となる会社を設立。 ・ 2013 年に、他の学者をはじめ社外から資金協力を得て、現在のビジネスモデルに基づく新会社としてキャトル・ウォッチを立ち上げた。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>IoT を活用し、広大な放牧地で放牧牛（または羊）の遠隔管理を実施するシステムを開発したスタートアップ企業。有望市場の現地パートナーと共同で、導入に取り組んでいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：非公表 ・ 従業員数：10 人（2017 年 10 月現在） |
| 本社所在地・ | Smilanski 15, Rahovot 76466, Israel Tel: +972-544-529352 Email: ilan@cattle-watch.com |
| URL | www.cattle-watch.com |

①IoT の活用状況

キャトル・ウォッチ（Cattle-Watch）は、放牧肉牛の管理に IoT を活用した遠隔管理システムを開発した。牛の耳に RFID タグを付け、IoT を介して放牧の管理者の持つアプリに情報を伝達する。これにより管理者は、牛の正確な位置や健康状態、放牧地の状態を知ることができる。また、管理者の取るべき行動についてアドバイスを得ることができる。

全ての放牧牛の耳にタグを付けるが、約 200 頭に 1 頭の割合で、首輪の形の太陽光パネル付き送信機を巻いた牛を混ぜる。各耳タグのセンサーは、それぞれの牛の情報を 3 分ごとに記録し、首輪型の送信機に送る。首輪型の送信機は周囲の牛から集めた情報を、放牧地の要所に建てられた太陽光パネル付きの中継基地を介して管理者にまとめて送っている。

この管理システムにより、牛の数量と位置、生物学的情報（歩いている、座っている、食べている、熱病を患っている、パニック状態にある、どの牡牛と雌牛が生殖行為をしたか、妊娠状態かなど）、盗まれていないかなどの情報を把握できる。牛の群れ全体の情報はもちろん、個別の牛についても「水を飲まない」、「妊娠しない」などの特徴まで読み取ることができる。またシステ

¹⁵⁴ www.bcgdv.com/

ムでは、「管理者は何をするべきか」というアドバイスも示す。このアドバイスは収集した情報から人工知能とアルゴリズムを活用して論理的に導き出した内容で、同社独自のものである。

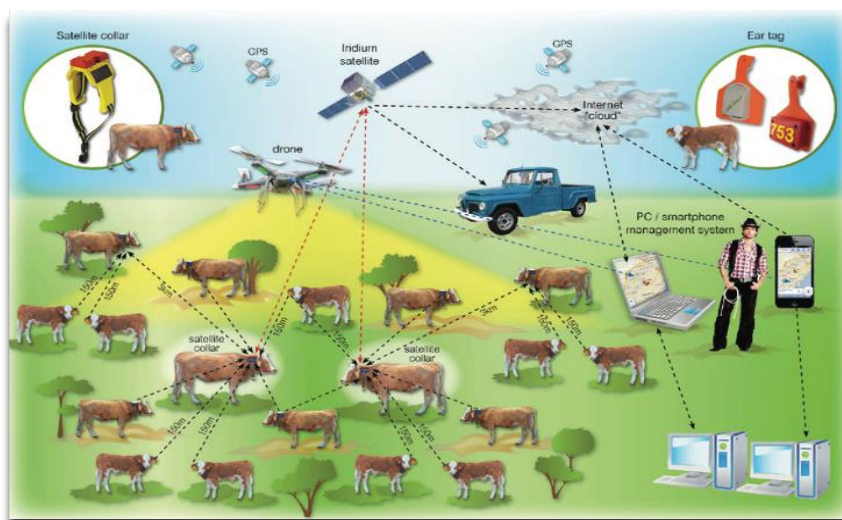
②使用されている IoT 技術

センサーとその情報を収集して送信する首輪型の送信機、放牧地内の中継基地からなり、通信には携帯電話の周波数を使う。首輪を付けた牛が携帯電話の電波の達しない場所にいる場合は、自動的にイリジウム衛星¹⁵⁵を経由するよう切り替わる。管理者への通信の頻度は通常 3 分ごとだが、衛星経由の場合は 4 時間ごととなる。耳タグの電池寿命は 3 年間、首輪の電池寿命は 7 年間である。牛の遠隔管理システムのソフトウェアはキャトル・ウォッチが独自に開発したもので、PC ベースまたはスマートフォンに対応している。

IoT を活用して得た情報を基に、調査したい放牧地や牛の画像を入手するにはドローンを飛ばして撮影する。ドローンで到達できない広大な地域間での牛の移動を支援するために、衛星写真を使って状況を把握できるようにすることを計画している。

ただ、情報通信手段として衛星通信のコストが高いため、これに代わる安価な長距離通信の手段があれば、切り替えの検討を考えている¹⁵⁶。

図 6: Cattle-Watch の畜産支援システムのコンセプト



出所: Cattle-Watch www.cattle-watch.com

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

ユニークなアイデアを事業化したキャトル・ウォッチは、注目を集めている。すでにイスラエルの大手農業企業 ICL グループの投資を受け容れている¹⁵⁷。現在はオーストラリア、南米、インド、アフリカなどで、当該国の政府やパートナーを通してサービスの売り込みをしている。欧州では、まだ契約が成立していない。キャトル・ウォッチは技術者の企業であり、各国での事業展開はその国の畜産業者と交渉できるパートナーを加えて進めたほうが適切と考えている。

¹⁵⁵ 米 Iridium Communications Inc. が衛星携帯電話システムのため運用する人工衛星。

¹⁵⁶ Cattle-Watch の Mr. Lian Arber (CEO) への 2017 年 1 月 17 日の電話インタビューによる。

¹⁵⁷ ICL www.icl-group.com/abouticl/corporateprofile/Pages/default.aspx

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

キャトル・ウォッチによれば、遠隔管理システムを採用することで放牧された牛や子牛への管理が行き届くようになるため、子牛の生産の増やすことができるという。これは「離乳時育成率 (Yield)」という指標で測る。この離乳時育成率とは、6 ヶ月から 9 ヶ月の哺乳期間を無事に生き延びる子牛の割合である。離乳時育成率は、牛の飼育管理で十分に目の行き届く小規模な牧場では 80~90%だが、大規模な放牧の場合は 50~60%しかなく、母牛 1 頭あたりの最終的な子牛の生産数で大幅な差がある。大規模な放牧でも、牛の状態の監視と的確な管理とサポートを実施して病気を予防し、離乳前に弱った子牛を救うことなどで、10~25%の改善が期待できるという¹⁵⁸。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

スペインの通信事業者テレフォニカと提携。また、イリジウム衛星通信の利用では米国のジラット (Gilat) と提携している¹⁵⁹。

前述のように、各国ではパートナーを通じてサービスの提供を進めている。インドネシアなど東アジア市場へはアプローチのノウハウがないため、日本企業に参入への手助けを依頼したいという希望がある。しかし、キャトル・ウォッチの遠隔管理システムが対応するのは肉牛と羊の管理のみで、日本国内の主な関心対象となる乳牛については対応の予定がない¹⁶⁰。

(4) スイスコム

| 業種 | 通信サービス |
|-----------|--|
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・1998 年、旧郵便・電電公社 PTT (Postal Telegraph and Telephone) が、Swisspost (郵便) と Swisscom (通信) に分割されて設立。 ・株式の 51% をスイス政府が保有する。2006 年、完全民営化の法案が国会で否決されている。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>スイス最大の電話・通信事業者。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売上高：57 億スイスフラン (2016 年度) ・従業員数：2 万 780 人 (2017 年 6 月末時点) |
| 本社所在地・ | <p>Alte Tiefenastrasse 6, 3048 Walbraufen, Switzerland Tel: +41 (0) 58 221 9911/9804 Email: media@swisscom.com</p> |
| URL | www.swisscom.ch/en/residential.html |

¹⁵⁸ www.youtube.com/watch?v=Nn0JdL92cVA
www.youtube.com/watch?v=yrf0iEMBhJk

¹⁵⁹ <https://iot.telefonica.com/press/telefonica-partners-with-cattle-watch-providing-iot-connectivity-solutions-to-the-cattle-industry>
www.satellitetoday.com/telecom/2015/12/15/gilat-satcom-using-iridium-for-cattle-watch-iot-solution/
www.gilat.net/CattleWatch.html

¹⁶⁰ Cattle-Watch の Mr. Lian Arber (CEO) への 2017 年 1 月 17 日の電話インタビューによる。

①IoTの活用状況

スイスコム (Swisscom) は、IoT に適した専用通信ネットワークをスイス国内全域に構築することを進め、2016 年春に国内人口の 80% の居住地域をカバーするインフラの設置を完了し、サービスの提供を開始した。今後のスイスにおける民間企業の M2M はもちろん、スマートシティや各種の公益事業でも同社の専用ネットワークサービスが IoT の普及の後押しをすると見られる¹⁶¹。

スイスコムは専用ネットワークを使った IoT の活用を提案し、コンサルティングにも力を入れている¹⁶²。同社はすでに 100 社以上から相談を受けている。スイスコムのサービスを利用して、すでに IoT の導入を進めている企業の事例を以下に挙げる。

- i. Walter Meier (空調・暖房) : 顧客が運転するヒートポンプ (暖房・給湯機) の遠隔管理。不具合を未然に防止することができることから「絶対に故障しない保証」契約などのメンテナンスサービスを開発して販売。
- ii. Swiss Mobiliar (保険) : 行方不明になった荷物、鍵、自転車などの所在を突き止める「Findme Tracker サービス。
- iii. Swiss Rail (鉄道) : 輸送・移送する荷物などのカゴにセンサーを付けてコントロール。
- iv. VonRoll Hydro Suisse (水資源インフラ維持管理) : マンホール蓋の監視、水道管の水漏れの監視。
- v. Entsorgung & Recycling Stdt Zurich (公益サービス) : チューリッヒ市のごみ収集の状況把握と管理。
- vi. Tescam (畜産支援) : 牧畜の監視・追跡。
- vii. EMPA (研究機関) : 全国の二酸化炭素濃度のリアルタイムでの把握。300 個のセンサーを設置する予定。
- viii. 国内の各種商店・飲食店 : 数多くの店が、店頭に掲示する営業中または準備中を示すサインにセンサーを付け、グーグルマップにリアルタイムで表示できるようにしている。

このほか、学校、エレベーター、駐車スペース、エネルギーメーター、ごみ収集、街灯、交通信号など施設利用のリアルタイムの状況把握と効率化、故障の把握なども検討されている。また個人客には犬猫などペットの管理などでの IoT 活用も提案している。

②使用されている IoT 技術

IoT 専用ネットワークとは、モノに取り付けられたセンサーが収集した情報を互いにやり取りするのに適した通信サービスで、一般に低出力 (= 低消費電力)、低コスト、長い送受信距離 (= 広範囲) の各点で優れた性能を備えている。総称して LPN (Low Power Network)、WAN (Wide Area Network)、LPWA (Low Power Wide Area) など様々な呼び方があり複数の規格が並存しているが、その中でスイスコムは「LoRa」という新しい規格を採用した。

従来の通信ネットワークには、IoT 用には短所がある。たとえば、携帯電話や通常のインターネットの 3G や LTE は電波免許が必要な周波数帯を使った無線通信規格で、LTE 基地局をそのまま使

¹⁶¹ Swisscom <http://lpn.swisscom.ch/e>

¹⁶² Swisscom www.swisscom.ch/en/business/enterprise/offer.html

用し IoT 用にスピードを落として低出力化した専用ネットワークもある。しかし利用するには料金が発生する。一方、電波免許が不要の無線通信規格には 2.4GHz 周波数帯を使った Wi-Fi や Bluetooth などがあるが、通常はデータの送受信距離は長くても数十メートルに過ぎない。しかし、この分野で電波送受信距離を大幅に伸ばせるサブギガ帯（1GHz 以下）を使った通信規格があり¹⁶³、その中の有力なものとして、米国半導体大手のセムテックが中心となって立ち上げた非営利団体「LoRa Alliance」が 2015 年に公開し、普及を推進する「LoRa」がある（「LoRaWAN」とも呼ぶ）。ここにはシスコや IBM も参加している。

「LoRa」規格では、都市部で 1～5km、郊外で 5～15km の長距離で低出力の電波送受信が可能である。データの通信速度は距離によって大きく変動するが、980bps から 11,000bps 程度と言われている。「LoRa」のもう一つの特徴は、オープン仕様のため自由に使えることで、通信料金も無料である。スイスと同じく全国的な IoT 専用通信ネットワークの構築で先行するオランダでも、「LoRa」が採用された¹⁶⁴。ただしスイスコムは、「LoRa」は IoT に極めて適した通信技術ではあるが、同社としては「LoRa」にことさら重点を置いているわけではなく、顧客により既存の GSM や 3G のほうが適切な場合は、これを採用するという¹⁶⁵。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

スイスコムは専用ネットワーク網を構築するだけでなく、国内の銀行、各種公益サービス（保健、警察）、通信、医療・健康、モバイルビジネスなど異なる業界ごとに専用ネットワークを使った IoT の活用を提案している。同社はこの IoT のコンサルティングに力を入れており、スイスで IoT を活用したい顧客はスイスコムと契約すれば、手間をかけずに全てのノウハウとインフラを手に入れることができるようになっている。

また、スイスのプライバシー保護の規制は厳しいなど、国内の企業や公的機関に限らずスイスの事業で確実な法規順守を求められる外国企業にとってもスイスコムのサービスは大きな魅力となっている¹⁶⁶。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

スイスコムは、顧客が IoT を導入することで、効率向上・コスト削減を達成でき、また顧客の状況やニーズについて、もっとよく知ることができる」と述べている。活用企業の例に挙げた空調・暖房企業の Walter Meier のように、新たな商材を開発した企業もある。

便利で安価な IoT インフラの普及は、企業の生産性と収益性の向上、また公益サービスのレベルアップにもつながり、経済と社会に大きく貢献できる。また小企業でもスイスコムと契約すれば、IoT についてノウハウとインフラを手に入れることができるため、経営資源を本業に集中できる。

¹⁶³ 使用可能なサブギガ帯の周波数は日米欧で不統一である。日本 920～928MHz、米国 915MHz、欧州 860MHz。

¹⁶⁴ KPN <https://corporate.kpn.com/press/press-releases/the-netherlands-has-first-nationwide-lora-network-for-internet-of-things-.htm>

¹⁶⁵ Swisscom の Mr. Jaap Voosen (Product Management of Mobile Services)、および Mr. Michael Lieberderr 氏 (Corporate Communications) との 2017 年 2 月 9 日のインタビューによる。

¹⁶⁶ Swisscom の Jaap Voosen 氏 (Product Management of Mobile Services) および Michael Lieberderr 氏 (Corporate Communications) との、2017 年 2 月 9 日のインタビューによる。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

上記のように、LoRa 規格の推進団体の LoRa アライアンスと提携。それ以外にも以下の各社と、個別の技術分野で提携した¹⁶⁷。

- ベッツシェン・エレクトロニック（スイス）：ITC ソフト、ハードの開発
- Zuhlke(スイス)：コンサルティング
- セムテック h(米国)：半導体企業
- Avnet（米国）：電子部品ディストリビューター
- ソフトバンク(日本)：GMA アライアンス Tier1 オペレーターとしてパートナーシップを結んでいる（ドイツテレコム、オレンジなどと同様）。

¹⁶⁷ LoRa Alliance: <https://www.lora-alliance.org>、Bettschen Elektronik : <http://www.bettschen.ch>、Zuhlke : <https://www.zuehlke.com/ch/de/>、Semtech : <http://www.semtech.com>、Avnet : <http://www.avnet.com/en-us/Pages/default.aspx>

6. 健康・医療

(1) フィリップス

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 電機・家電メーカー |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1891年に創業者であるヘラルド・フィリップスがオランダのEindhovenに炭素繊維電球工場を設立。 ・ 1912年、アムステルダム証券取引所に上場。 ・ 1918年に医療用レントゲン管を発表し、医療機器分野でも事業を展開。 |
| 事業概要・事業規模 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：245億ユーロ（2016年、全事業の合計） ・ ヘルスケア事業売上高：174億ユーロ（2016年） ・ ヘルスケア事業部門従業員数：7万1,000人（2016年、約100カ国の全事業の合計） |
| 本社所在地 | Royal Philips, Amstelplein 2, Philips Center, P.O. Box 77900 1070 MX Amsterdam, The Netherlands Tel: +31 (0) 20 59 7777 (代表) |
| URL | www.philips.com/global |

①IoTの活用状況

フィリップス（Royal Philips）が注力しているヘルスケア事業は、診断治療機器部門、パーソナルヘルス部門、コネクテッドケア&ヘルスインフォマティクス部門に分かれる。このうちコネクテッドケア&ヘルスインフォマティクスが、主にIoTの技術を活用した事業を推進している。

フィリップスが考える「人々の健康な生活、予防、診断、治療、ホームケア」という一連のヘルスケア・プロセスを有機的につなぐ手段として、IoT技術を活用したデジタルプラットフォームを開発・運用している。これが「フィリップス・ヘルススイート（Philips HealthSuite）」という医療機関と患者をつなぐクラウドベースのオープンプラットフォームで、在宅患者の装着機器や自宅設置機器、医療機関の医療機器からデータを収集、分析、集積し、臨床現場で医療専門家の判断を向上させるとともに、患者自らが能動的に健康管理や症状のモニタリングに取り組めるシステムである。

フィリップスは2015年10月、このプラットフォームの構築と運用にアマゾン・ウェブ・サービス(AWS)のIoTのクラウド・コンピューティングを採用し、ヘルススイートの接続性、機能、サービスを拡張することを発表した¹⁶⁸。また2016年8月末には、米国半導体大手のクアルコム¹⁶⁹の医療系子会社クアルコム・ライフ¹⁶⁹とヘルススイートのIoT技術で戦略的技術提携を発表している¹⁷⁰。クアルコム・ライフは、在宅ケア向けの生体情報センサー、血圧計、血糖値測定器、服薬ディ

¹⁶⁸ www.philips.co.uk/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2015/20151009-Philips-strengthens-collaboration-with-Amazon-Web-Services-to-expand-digital-health-solutions-in-the-cloud.html

¹⁶⁹ www.qualcomm.com/home

¹⁷⁰ www.philips.co.uk/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2016/20160831-philips-and-qualcomm-

スペンサー、酸素吸入器など他社製の様々な医療機器をつなげて機能を拡張できる「2Net」というオープンプラットフォームを開発済みで、両社の提携によりヘルススイートはさらに大規模な拡張性を備えたエコシステムとなると期待されている。

ヘルススイートのプラットフォームを使ったサービスや商品は「(2)使用されている IoT 技術」の中で詳述した。

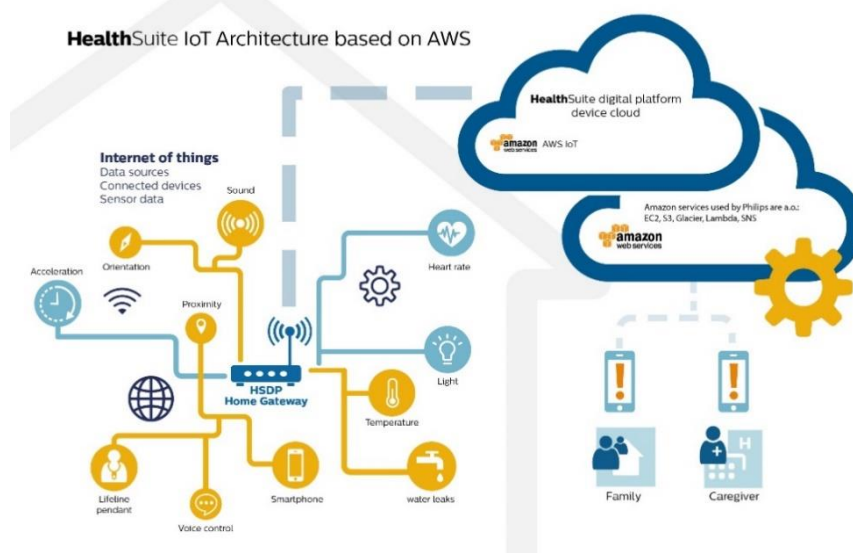
②使用されている IoT 技術

i. IoT インフラストラクチャー (クラウド・コンピューティング) : アマゾン・ウェブ・サービス (AWS)

ヘルススイートは、すでに 3 億 9,000 万枚の画像研究、医療記録、患者によるインプットからなる 15PB (ペタバイト) のデータを蓄積、分析、保存し、在宅ケアを受ける患者と医療看護従事者に様々なソリューションを提供している。1 ヶ月あたり 1PB のペースで増え続けるデータにリアルタイムで対応しながらシステムの高性能性と安全性を保つには、クラウドベースの IoT アーキテクチャが必須で、これを AWS の IoT 技術が担うことになった。

膨大なデータはストリーミングデータとして処理され、インターネット経由で AWS クラウド上の「ヘルススイート・プラットフォーム」に送信される。緊急時には患者の家族や医療機関に即時に連絡すると同時に、取り込んだデータは分析し臨床データとして活用するために保存、蓄積される。

図 7 : ヘルススイートの AWS 上の IoT アーキテクチャ



出所 : Philips¹⁷¹

ii. IoT アプリ

ヘルススイートは、フィリップスがクラウドアプリ大手の米国セールスフォース・ドットコム

[announce-strategic-collaboration-to-advance-personalized-connected-health-care.html](https://www.philips.com/consumerfiles/newscenter/main/standard/resources/corporate/press/2015/AWS/Philips_AWS-IoT-infographic.jpg)

¹⁷¹ www.philips.com/consumerfiles/newscenter/main/standard/resources/corporate/press/2015/AWS/Philips_AWS-IoT-infographic.jpg

¹⁷²と共同開発した「eCareCompanion」¹⁷³と「eCareCoordinator」¹⁷⁴というアプリと連動している。eCareCompanion は在宅ケア用に開発されたアプリで、患者のスマートフォンやタブレット端末にインストールする。接続されたモニタリング機器（体重計、服薬管理装置、血中酸素測定器、体温計など）によるバイタルサイン・データを収集し、分析の結果により必要な場合には患者の家族や医療機関に連絡する。これに連動する eCareCoordinator は、医療機関・医療従事者側のソフトウェアで、eCareCompanion による測定・分析結果やサーベイ結果を基に、医師もしくはケアマネージャー（介護支援専門員）などが毎日チェックできる。

iii. その他の商品

在宅ケアを受けている多剤併用患者向けの服薬管理システム「Medido」を開発し、オランダで商品化している¹⁷⁵。薬剤師により一包化された薬をそのまま機器に詰めることができ、ネットワーク経由で設定した服用時間になると患者にアラームが通知される。患者がボタンを押すと1回の服用分だけが出るが、服用時間にボタンが押されなかった場合には服薬が無かったと判断され、事前に登録していた近親者などから服用を促すよう患者に連絡がいく仕組みとなっている。

また、先進国で進む高齢化社会のソリューションとして、在宅患者のモニタリング製品「CareSensus」を開発して商品化し、米国とオランダの大手ケアホームなどで採用されている¹⁷⁶。この CareSensus は、各所に設置したスマートセンサーにより、在宅やケアホームの患者（主に認知症）の健康状態や生活パターンを24時間モニターしてデータを分析し、異常時には介護者に連絡することで患者の安全を守る。IoT技術を利用したこの製品のデータ集積、分析、処理にもヘルススイート・プラットフォームが使われている。

ヘルススイートはオープン構造で、上記の他にもIoT技術を搭載した他社製品を取り入れ、その機能を拡張し続けることが可能である。前述したクアルコムとの技術提携をはじめ、自社内に限らず他社によるIoT新技術や新製品とつなげることで、大規模な機能拡張が期待されている。

③IoT活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

ヘルススイート・デジタルプラットフォームは、ヘルスケア・エコシステムのヘルススイートの一部で、詳細な臨床データベース、患者のプライバシー保護、医療業界の基準やプロトコル、データの可視化といった複雑な要件を抱えるヘルスケアに特化したオープン構造のプラットフォームである。ヘルススイートのインターフェースは標準化され、他のシステムとの互換性を持つとともに、他のヘルスケア関連機関やヘルスケア技術開発業者が、次世代の接続ヘルス技術や革新的なヘルス関連アプリの開発ツールとして活用できる。

¹⁷² www.salesforce.com/jp/company/

¹⁷³ www.philips.co.uk/healthcare/product/HCNOCTN483/ecarecompanion-patient-app-your-patients-gateway-to-care

¹⁷⁴ www.philips.co.uk/healthcare/product/HCNOCTN482/ecarecoordinator-clinical-dashboard-for-ambulatory-health

¹⁷⁵ www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2016/20160601-connected-technology-solutions-dramatically-improve-medication-adherence-according-to-new-study-from-philips.html

¹⁷⁶ www.usa.philips.com/healthcare/resources/landing/caresensus

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

革新的な在宅ケアプログラムの提供により、患者は安心して自宅で過ごせるようになり、患者が健康管理に積極的になることで健康促進につながる。在宅患者の健康管理やケアサポートに限らず、患者から得られるモニタリング・センサーデータ、医療カルテ、臨床データなど多角的に蓄積される膨大なデータの共有が、将来の医療現場に果たす役割も大きい。

在宅ケアの安全性の向上により、糖尿病など慢性疾患を抱える患者の再入院の必要性も大幅に減り、医療機関の診療効率の向上や入院患者の減少による大幅な負担減も期待されている。高齢化社会に向けて医療システム全体の改革を促し、医療費の大幅削減をもたらすなど、個人から国家レベルまで世界的に大きなメリットとなることを目標としている。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

フィリップスは、先に挙げた AWS やクアルコムなど世界的テクノロジー企業をはじめ、セールスフォース・ドットコムなどのアプリ開発業者や医療機関、患者支援団体などと協力体制を組み合わせながら、コネクテッドケアの革新的技術の開発提供と世界的普及を目指している。

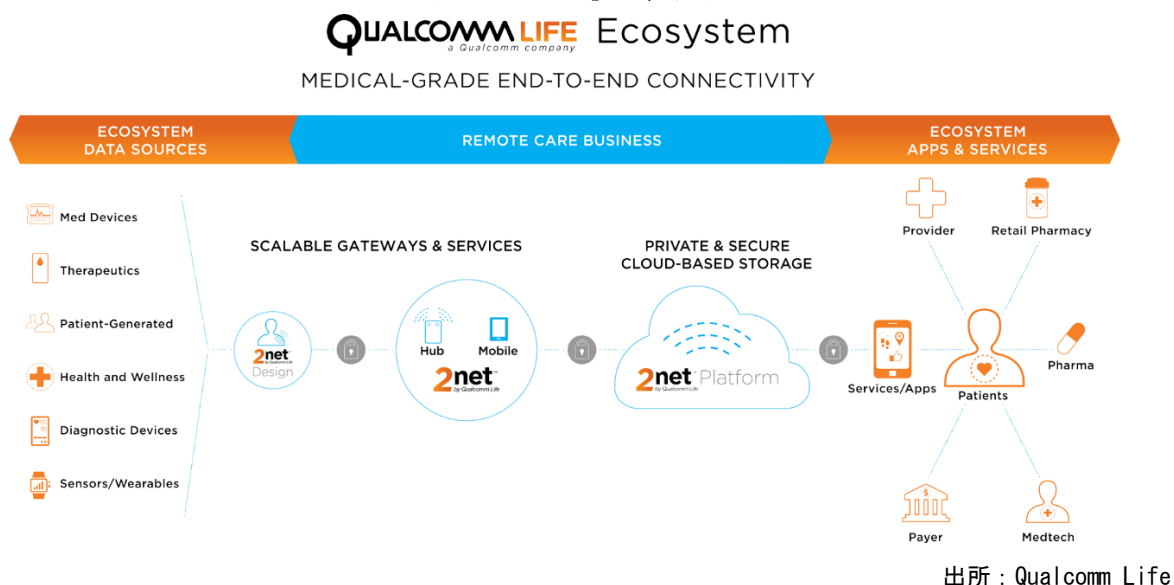
i. アマゾン・ウェブ・サービス (AWS) IoT

「ヘルススイート」の接続性、機能、サービス向上に向けて、プラットフォームの構築、運用に AWSIoT のクラウド・コンピューティングを採用している。

ii. クアルコム

2016年8月末に技術開発提携を発表した。クアルコム・ライフの「2Net プラットフォーム」は、他社製の医療機器、センサー、スマートフォンアプリ、ウェアラブル端末などを接続できる。フィリップスのヘルススイートと 2Net を連携させ、まずは COPD（慢性閉塞性肺疾患）など呼吸器疾患のケアに利用する予定で、両社の協力体制によりさらなる技術開発を進める。

図 8：クアルコム・ライフの「2Net プラットフォーム」の仕組み



iii. Develco Products ¹⁷⁷

前述の「CareSensus」には、デンマークの Develco Products 社のオープンソース Linux の「Squid.link Gateway」を採用している。この多種多様なワイヤレスセンサーに適応できる柔軟性の高いゲートウェイを採用することで、フィリップスは「CareSensus」の製品化を迅速に進めることができた。

iv. カロリンスカ大学病院（スウェーデン・ストックホルム）

フィリップスは2016年2月、カロリンスカ大学病院に患者モニタリングシステムと臨床診断決定サポートシステムを提供するとともに、革新的な患者ケア・ソリューションを共同開発することで、ストックホルム市と14年間の事業提携で合意した¹⁷⁸。カロリンスカ大学病院は世界的な大学病院で、建設中の新病棟では高度医療ケア部門を強化し、2018年をめどに患者ケアと臨床研究調査、医療研修を統合した患者中心医療を開始する。フィリップスが患者モニタリングシステムを含む最新医療インフラを提供するとともに、病院と共同で新たな医療システムを開発する。

(2) クレルモン-フェラン大学病院

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 医療 |
| 設立年・沿革 | ・フランス中南部クレルモン-フェラン (Clermont-Ferrand) 市にオーベルニュ (Auvergne) 大学医学部付属病院として設立。同地方の約130万人に医療を提供している。 |
| 事業概要・事業規模 | Gabriel Montpied 病院 (病床数924)、Estaing 病院 (病床数429)、Hôpital Nord 病院 (病床数294) の3カ所の病院で構成する総合病院で、内科、外科、小児科、産婦人科など15の専門分野を擁する。病棟内にターミナルケア (終末期医療) を受けている患者向けのワインバーを開くなど、新しい診療方針でも知られる。 ・売上高: N/A ・従業員数: 医師822人を含む従業員は約7,000人。(2016年) |
| 本社所在地・ | 58 Rue Montalembert, 63003 Clermont-Ferrand, France Tel: +33 (0) 473750750 Email: Internetchu@chu-clermontferrand.fr |
| URL | www.chu-clermontferrand.fr |

①IoTの活用状況

クレルモン-フェラン大学病院 (Clermont-Ferrand University Hospital) では、2013年より医療情報の統合システムを試験的に導入し、2014年末には本格的な利用を開始した。2014年12月より一部の病棟で、医療情報のインターフェースとIoTでつながった医療情報測定・表示デバイスを使用し、入院患者のバイタルサインなどの臨床データを、合わせて150に及ぶ測定機器から

¹⁷⁷ www.develcoproducts.com/cases/philips/

¹⁷⁸ www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2016/20160225-Philips-enters-new-agreement-on-patient-monitoring-systems-and-software-with-the-Stockholm-County-Council.html

各患者の電子カルテに直接に記録することを開始した。これにより、入院患者の医療データや記録をモニタリングできる単一のインターフェースを構築した。同病院は、医療現場への IoT 導入の先行事例となっており、今後はこの運用対象を他の部門や医療行為にも拡大してゆく計画である¹⁷⁹。

②使用されている IoT 技術

医療情報統合システムとして、米国・フランスの医療機器専門企業カプセル・テクノロジー¹⁸⁰の「SmartLinx」を導入している。また、同社の医療情報測定・表示デバイスの「Neuron」を採用。

「Neuron」は、統合システムから各患者の医療情報を受信して表示すると同時に、測定した臨床データをここから統合システムへワイヤレスで送信する。約 700 種類にも及ぶデバイスのソフトとの連動が可能で、接続するデバイスの種類が増加した場合でも、対応できるようになっている。

集中治療病棟ではオランダのフィリップスの電子カルテを、また一般病棟では米国の McKesson の電子カルテのシステムを導入した。電子カルテは検査室（ラボ）や医用画像保管管理システム（PACS）にも接続し、さらに電子カルテを患者の生命維持装置など医療機器と接続して臨床データの取得方法や手順を改善した。

図 9：カプセル・テクノロジーの「Neuron」医療情報測定・表示デバイス



出所：Capsule

www.capsuletech.com/smartlinx-vitals-plus-patient-monitoring-system

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

IoT を活用して蓄積した多くの臨床データを分析・解析し、他の情報と統合することにより、新たな価値ある医療情報を入手して医療現場で活用できる。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

IoT の活用による医療の効率性向上の点では、第一に看護師の負担が大幅に軽減された。これまでのように看護師が病室から病室を渡り歩き、患者の測定データを手書きで紙に一つ一つ記録する必要がなくなった。移動式の医療情報測定・表示デバイスが患者 10 人に対して 1 セット用意され、統合医療システムのインターフェースとつながれている。看護師はデバイスの画面から患者

¹⁷⁹ www.youtube.com/watch?v=tQ0vx_dz_Kk

<http://pdf.cdn.himsschapter.org/sites/himsschapter/files/ChapterContent/iowa/ByersIOT.pdf>

¹⁸⁰ www.capsuletech.com/

の情報を見て、それぞれの患者を正しく識別し、患者の血圧、脈拍数、体温など全てのバイタルサインの情報を把握できるようになった。またデバイスから各患者の新しい臨床データを測定すると、自動的に送信されて電子カルテに間違いなく記入できるようになった。

集中治療室では、これまで看護師が10分ごとに患者のデータを一つ一つ測定し、電子カルテに手で入力していたが、情報デバイスのおかげで測定したデータは、即座にIoTを介して電子カルテに自動的に記録される。データの正確性が飛躍的に高まると同時に、看護師の精神的ストレスが軽減され、患者に割く時間が増えたことで看護の質も向上し、患者の満足度の向上につながっている。

また病院・医師にとっての利点として、看護師が入手する患者に関するデータの量が56%も増えた。情報量が増えることで、診断がこれまでより迅速かつ正確に行えるようになる。さらに担当の医師・看護師など認証されたユーザーだけが患者の個人情報にアクセスできるため、セキュリティ面の向上にもつながり、患者のプライバシーの管理も徹底される。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

前述のように、医療機器専門企業カプセル・テクノロジーの医療情報統合システム「SmartLinx」と医療情報測定・表示デバイスの「Neuron」を導入している。

7. 物流・運輸

(1) ハンブルク港湾局 (HPA)

| | |
|-----------|--|
| 業種 | 港湾管理 |
| 設立年・沿革 | 2005年にハンブルク都市州の経済・労働省内の河川・港湾開発部門と都市州政府内の港湾関連部門が統合され、ハンブルク港湾局 (HPA) が設立された。ハンブルク都市州政府の所有。 |
| 事業概要・事業規模 | ドイツ最大の港湾であるハンブルク港の管理を担う。不動産や港湾内の道路・鉄道などインフラの管理、船舶航行の安全管理、港湾使用料の徴収など港湾に関する全ての管理を行う。 港湾地域はハンブルクの全面積の10分の1に当たり、管理する道路の総延長は140キロ、橋は130カ所。同港湾の貨物取扱量は、毎年900万TEU (20フィートコンテナ換算) に上る。 ・売上高：1億8,483万ユーロ (2016年12月期) ・従業員数：1,749人 (2016年平均) |
| 本社所在地 | Neuer Wandrahm 4, 20457 Hamburg, Germany Tel: +49 (0) 40 42847-0 Email: info@hpa.hamburg.de |
| URL | http://www.hamburg-port-authority.de/en |

①IoTの活用状況

ハンブルク港の貨物取扱量は年々増え続け、2030年には2015年に比べてほぼ倍増すると見込まれている。港湾地域はハンブルクの総面積の約10%を占めるが、エルベ川沿いの都市部にあるため拡張には限界があり、取扱量の増大に対応するには港湾内の輸送の流れを効率化することが重要となっている。この効率化は大気汚染の削減にも役立つ。

HPAは2011年に「スマートポート・ロジスティクス」に向けた取り組みに着手し、IoTを活用することを決めた。センサーとネットワークインフラを使って港湾内の道路や信号機、開閉式の橋などを含む交通コントロールシステム、ターミナルのクレーン、鉄道管理システム、船舶コントロールシステム、倉庫、駐車場などを接続し、リアルタイムの情報を運送業者、船会社、倉庫業者、駐車場業者、税関当局など港湾内の様々な関係者と共有することで、港湾内の輸送の流れを効率化することを目指している。また、倉庫や駐車場など各施設で発生する未使用のスペースを明確にし、それを最大限に活用する。港湾内のIoTの活用・推進状況は以下の通りである¹⁸¹。

181

<https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/>
<http://transport.sia-partners.com/20160930/internet-things-transportation-port-hamburg-case-study>
http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/pdfs/Hamburg_Jurisdiction_Profile_final.pdf
www.sap.com/about/customer-testimonials/public-sector/hamburg-port-authority.html

i. 交通管理システム

a. 道路

2011年から港湾内の道路や橋に約300個の交通センサーを設置し、光ファイバー網とクラウドを通じて港湾の道路交通の流れを追跡・管理し、情報を港湾内の関係者に伝えている。センサーは、港湾全体の交通状況や開閉式の橋の状況などについて、港湾道路管理センターに継続的に情報を提供する。

管理センターは収集したデータを分析して交通の流れの速度、混雑度、発生している大きな問題などを判断し、コンテナターミナルまでの予想走行時間や混雑時の代替ルート の提案など様々な情報を取り出す。この情報を基に、道路の混雑と港湾内の全顧客の通過時間を最小限に抑えて交通の流れを最適ルートに誘導するため、大型のデジタル道路表示板が誘導方向を提案し、トラック運転手のスマートフォンや車内コンピューターにもこの情報が直接送られる。道路の信号機もこれに対応して調整される。

たとえば信号機は、トラックの一団が交差点に近付けば青信号の時間を延ばし、台数が少ない一団のトラックより優先的に交差点を通過させる。赤信号の際に歩行者が横断すれば、危険を認知できるように安全警報メッセージが車両に送られる。

また駐車場の監視データに基づいて使うべき駐車場を勧め、港湾に入る全ての車が簡単に駐車場を見つけられるようにしている。トラックは、事前予約がなければコンテナターミナルに入ることができず、予約に遅れた場合には予約の取り直しが必要となり、待機するためには空車のある駐車場に行くよう指示される。

港湾道路管理センターは、長期にわたり蓄積されたデータを取り出すことで走行時間の予測を向上させ、これを将来的な交通インフラへの投資や交通の流れを最適化する修正にも利用できる。

b. 水路

海事コントロールセンターは水路交通の管理を担い、入港する船舶を監視するレーダーや自動船舶識別装置(AIS)などで情報を収集する。センターは、船舶操縦士や貨物取扱業者などリアルタイムの情報が必要な関係者と情報を共有し、港湾内の航行を円滑にするとともに入港する船舶への事前準備を進められるようにする。大型船舶の通過のため橋を跳ね上げる一時的な道路交通遮断の際も効率的に対処できるように、水路交通の管理と道路交通データの統合ソリューションが進められている。

c. 鉄道

鉄道監督本部が港湾内の鉄道交通網を管理し、軌道の予兆保守も行っている(後述)。

道路、水路、鉄道の交通システムは個別に開発されたが、各システムを統合してシステム間でデータを交換し、フィードバックループ(循環回路)にすることで相乗効果を高めることを狙っている。最終的には各コントロールセンターがバーチャル(仮想的)な単一コントロールセンターに統合され、道路、水路、鉄道の管理システムに加えて水門や防潮堤などもシステムに含めることを目指している。

ii. スマートポート・インフラ

a. スマート照明

輸送の動きを感知し、必要なエリアだけに照明を点灯する。これにより、港湾内の歩行者や自転車利用者も含めた安全性を改善するとともに、エネルギー消費を節減する。

b. スマート保管システム

倉庫やコンテナの温度や湿度、換気、大気圧を検知することで、製品の質を高め貨物の損傷を減らすための調整ができる。

c. スマートエネルギー管理

ハンブルク港はハンブルクの全エネルギー消費の 40%以上を占めるため、エネルギーの管理と節減が重要課題となっている。このためスマートメーターを導入し、温度や圧力、電気装置などの要因を調整することでエネルギーの監視と制御を行っている。

d. 予兆保守・スマート保守

港湾の設備とインフラの寿命を延ばし、港湾活動に影響を与える不具合を大幅に減らせることを目的とする。このシステムにより損傷や不具合を事前に検出し、修復や交換、故障時の対応に必要なコストと時間を節減する。

たとえば開閉式の橋で不具合が予想されれば、保守技術者は緊急警報を受けて取ってタブレット端末の保守アプリケーションで対応部分を把握し、現場に向かって問題発生前に部品の交換などができる。また車両重量の測定により橋を渡る交通量を判断し、橋の設計や保守、改修スケジュールに反映させる。

鉄道でも設置したセンサーがポイント切り替え時などのデータをとらえ、ポイントの損傷予測に使われている。通過する鉄道車両の重量も把握でき、これを基に損傷を予測して対応ができる。

e. 大気汚染の特定・削減プロジェクト

IoTを活用した大気汚染の特定と削減の試験プロジェクトを2016年3月から実施した¹⁸²。二酸化硫黄、二酸化窒素、粒子状物質（PM）を対象に、港湾の複数地点にセンサーを設置して記録。クラウドプラットフォームでデータを収集して分析し、汚染の測定と汚染源の船舶の特定を行った。大気汚染削減のため、接岸中のクルーズ船に電力を供給するなどの対応策も取られた。

iii. トレード・フロー管理

自動船舶識別装置（AIS）やRFID（Radio Frequency Identification）により、HPAは港湾で取り扱う物品の出航地や目的地、予想配送時間、適切な取り扱いのために必要な港湾サービス（貨物の積み込み積み降ろし）を把握する。データの分析により、最適な貨物ルートの設定や取扱時間を最小化する取り扱いスケジュールを組むこともできる。この情報は、貨物の移動に関与する全関係者が共有する。

¹⁸² www.prnewswire.com/news-releases/the-port-of-hamburg-embarks-on-iot-air-quality-measurement-with-sensors-300372795.html?tc=eml_clear_time
https://jp.kii.com/news/company/news/kii_hpa_project.html

また、クレーンやパレット移動機器などに設置されたセンサーは、設備や施設の利用を最適化するための判断にも役立つ。GPS とジオレファレンス¹⁸³により、トラックや倉庫に遅延の警告を自動的に送り、配送や入庫のスケジュールを再調整し、物品の取り扱い条件（生もの、壊れやすいものなど）にも適応する。

②使用されている IoT 技術

収集した情報は統合され、SAP の HANA クラウドプラットフォームを使って分析し、クラウドを介して港湾の様々な関係者とリアルタイムでつなげている。HPA は様々な形式のスケジュール、タスク、洞察を必要な人たちのモバイルデバイスに提供している¹⁸⁴。

港湾内の水路のモニターには、船舶交通サービス（VTS）が使われている。VTS は航空管制と類似した海事交通モニタリングシステムで、船舶の位置情報に関する自動船舶識別装置（AIS）のデータ、海面の状況や係留場所、橋の開閉、建設の発生場所の状況などのデータを結び付けたデジタルマップを活用している。

スマートネットワークの構築には、数多くの異なる独自開発技術、異なる事業プロセス、物流チェーン内の異なる事業者、時には世界の異なる地域との統合も必要になる。データ形式の差異、オペレーティングシステムや技術規格の違いが中央データ管理・交換で大きな課題となる。このため統合中央インテリジェントシステムの開発でカギとなるのは、モジュラーアプローチ¹⁸⁵とオープン技術規格である。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性・新規性

港湾内道路の交通量の効率化では、米国のシスコと提携して欧州で初めてのスマートロード（smartROAD）の開発を行った。このほか港湾内の船の航行管理、各種設備の予兆保守、倉庫管理、駐車場管理、スマート照明、スマートエネルギーなど対象範囲は広範におよび、これらを統合していくことを目指している。

スマートシティ開発の考え方に基づいており、実際にハンブルク市が進める IoT を活用したスマート照明や駐車場管理、交通管理などスマートシティの推進と並行していた行われている。様々な IoT 関連企業と協力し、完全に統合されたソリューションの開発を進めている。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

船舶と道路の交通管理システムにより、関係者は船舶の到着による道路網や鉄道への影響などを可視化できるようになった。所要時間の予想や最適ルートへの誘導などにより、HPA によればトラック 1 台当たりの待機時間は 5 分間短縮された。1 日当たりでは合わせて 5,000 時間分のトラックの走行・待機時間が減った¹⁸⁶。駐車情報の提供では、駐車場探しに費やされる時間も大きく短縮している。さらにスマートエネルギーのシステムにより、港湾が消費するエネルギー削減で減らせる二酸化炭素（CO2）の排出量は、年に約 1 万 2,000 トンに上ると試算している¹⁸⁷。

¹⁸³ 地図イメージファイルを GIS（地理情報システム）の地図上に取り込んで表示する機能。

¹⁸⁴ <https://www.sap.com/search/search-results.html?Query=Hamburg#pdf-asset=2a227c7a-637c-0010-82c7-eda71af511fa&pdf-page=1>

¹⁸⁵ 特定の機能を持つモジュラーを組み合わせて構成すること。

¹⁸⁶ www.sap.com/about/customer-testimonials/public-sector/hamburg-port-authority.html

¹⁸⁷ <http://transport.sia-partners.com/20160930/internet-things-transportation-port-hamburg-case-study>

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

i. 公的なパートナー

最も重要なパートナーはハンブルク都市州で、前述のようにスマートポートの開発はスマートシティを推進するハンブルクの IoT 導入と並行して進められている。このほか連邦交通・建設・都市開発省が支援している。

ii. 民間企業のパートナー

スマートポートの開発に向けてカスタマイズした統合ソリューションとするため、技術プロバイダーとの提携も幅広い。主要な IT ソリューションプロバイダーはシスコ、SAP、ドイツテレコムである。他にもフィリップス、スイスの AGT インターナショナル¹⁸⁸、ドイツテレコム傘下の T システムズ¹⁸⁹、スペインのワールド・センシング¹⁹⁰、画像分析・匿名化を手掛けるオーストリアのキウイ・セキュリティ¹⁹¹も関わっている。大気汚染の特定・削減プロジェクトでは、IoT クラウドプラットフォームを手掛ける日本の Kii¹⁹²が協力した。

(2) ドイツポスト DHL グループ

| | |
|-----------|---|
| 業種 | 郵便・物流 |
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1995 年、国営企業のドイツ連邦郵便の郵便、電信電話、金融の 3 事業が分割民営化されたのに伴い。そのうちの郵便事業を引き継ぎ、ドイツポスト株式会社として誕生。 ・ 2002 年、米国のクーリエ宅配最大手 DHL を 100%買収し子会社化。社名をドイツポスト DHL グループに変更。 |
| 事業概要・事業規模 | <p>ドイツのボンに本社を置く世界でも有数の郵便・物流会社。現在は世界 220 カ国・地域に拠点を持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売上高：573 億ユーロ（2016 年 12 月期） ・ 従業員数：508,036 人（2016 年 12 月末現在） |
| 本社所在地・ | <p>Charles-de-Gaulle-Str. 20, 53113 Bonn Germany</p> <p>Tel : +49 (0) 228 182-0 Email : impressum.brief@deutschepost.de</p> |
| URL | www.dpdhl.com/en.html |

¹⁸⁸ www.agtinternational.com

¹⁸⁹ www.t-systems.com/gb/en

¹⁹⁰ www.worldsensing.com/

¹⁹¹ www.kiwisecurity.com/

¹⁹² <https://en.kii.com/> <https://jp.kii.com/>

①IoT の活用状況

ドイツポスト（Deutsche Post）は 2015 年、外国郵便の分野で「国際証明」（Ländernachweis）という IoT を活用した新サービスを立ち上げた。RFID タグを搭載したラベルを郵便物に貼り付けて、投函後の配達途中経過を追跡できるものである¹⁹³。一つ一つのラベルが固有の番号を持ち、ドイツ国内のドイツポストの配送センター、相手国の税関および配送センターの計 3 ヲ所まで郵便物の到着・発送と、合わせて計 6 回をセンサーにより自動的に記録し、それをウェブで見ることができる。これは、投函から受け取りまでの全行程の追跡ではなく、要所だけの簡便な追跡サービスである。

②使用されている IoT 技術

RFID は、固有の ID 情報を埋め込んだ素子（RF タグ）から非接触スキャナー（センサー）により読み書きするシステムで、多数のタグを一度にスキャンすることができる。

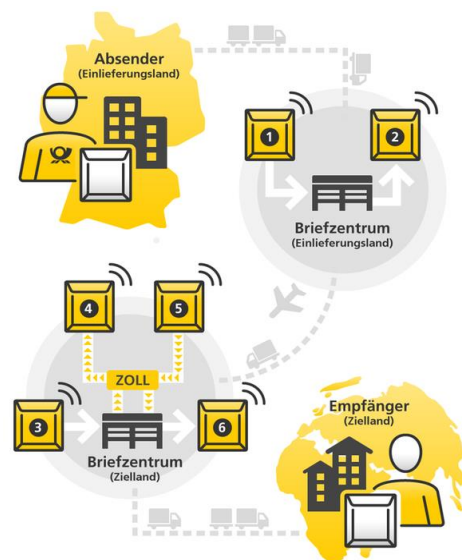
③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

E コマースの隆盛で、欧州では商品の発送に使われる外国郵便物の量が大きく伸びている。このため郵便物の追跡の必要性が激増し、同時に料金の低減も課題となっていた。従来からあるドイツポストの「国際書留」（Einschreiben International）は、追跡のために各チェックポイントで到着・発送を個別に登録し、受取人には対面で届ける全行程を追跡するため料金が高くなっていた。

これに対して「国際証明」は、定形寸法内なら重量 2 キログラムまで送ることができ、コストが極めて安い。RFID タグ・ラベルは、外国郵便を送る顧客自身がドイツポストのオンライン・ショップで購入して自分で郵便物に貼り付ける。同ラベルの価格は、20 枚入りで 19 ユーロ、50 枚入りで 45 ユーロと、1 枚あたりの単価は 90～95 セントにすぎない。さらに 500 枚のロールで買うと単価は 57～59 セントにまで割り引かれる。RFID タグの情報には自分の情報を登録するよう注文することもできる。また大口の業務用ユーザーは、自社内で RFID タグ・ラベルに情報を登録して印刷できるような契約とすることもできる。

ドイツポストは、郵便物の価値が比較的高価なものには「国際書留」の利用を、それほど高価なだけでなく高い郵便料金を支払いたくない顧客には「国際証明」の利用を薦めている¹⁹⁴。

図 10： ドイツポストの「Ländernachweis」



出所：. Deutsche Post DHL Group
<https://www.deutschepost.de/de/l/laendernachweis.html>

¹⁹³ Deutsche Post Ländernachweis www.deutschepost.de/de/l/laendernachweis.html
www.deutschepost.de/de/l/laendernachweis/kleinversender.html
www.deutschepost.de/de/l/laendernachweis/haeufige-fragen.html

¹⁹⁴ IMC www.iotm2mcouncil.org/dpland
 RFID im Blick www.rfid-im-blick.de/de/201605033259/deutsche-post-trackt-internationale-briefe-mit-rfid.html

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

「国際証明」の導入は、ドイツポストの外国郵便取扱量の増大に効果があり、同社にとっては顧客サービスの向上と競争力の強化につながっている。目下のところ、ドイツから「国際証明」の郵便を送れる国は17カ国だけだが、今後は仕向地を増やしてドイツポストの郵便取扱量の90%をカバーする予定である。今後は国内向けで、RFID タグ・ラベルを活用する郵便の種類が増えることも予想される。

なおドイツポストの子会社 DHL は 2015 年 4 月、米国シスコと共同で、物流業界における今後の IoT の活用について以下の要旨の報告書をまとめて公表した¹⁹⁵。

- 物流倉庫内で、商品在庫、倉庫内の番地、車両に IoT のセンサーを取り付けて情報をやり取りすることで、倉庫運営の大幅な効率化が図れる。また荷物、車両、担当者に IoT センサーを取り付けて情報をやり取りすることで、顧客との集荷・配送業務のサービス向上につなげることができる。このように IoT は今後の物流業界にとって可能性を秘め、業務を根本から変えるほどの大きな変革をもたらす。
- IoT は今後 10 年間に、世界の物流業界に 1 兆 9,000 億ドルの新たな経済価値 (VAS) をもたらす。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

ドイツポストは国際証明の通信技術ではデンマークのリングソーシステムズ¹⁹⁶と、ラベル関連サービスではドイツの COT (コンピュータ OEM トレーディング)¹⁹⁷と提携。また顧客サービスのポータルや画像の開発で、ドイツの Heidler Strichcode¹⁹⁸および MHP ソリューショングループ¹⁹⁹と提携している。傘下の DHL は、IoT を活用した倉庫運営の効率化で米国シスコと提携している。

(3) フランス国有鉄道 (SNCF) グループ

| 業種 | 鉄道の運行と鉄道インフラの保有・管理 |
|--------|--|
| 設立年・沿革 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1938 年にフランスの国営鉄道会社 1 社と民間鉄道会社 4 社が統合して SNCF (フランス国鉄) が発足。 ・ 1981 年、高速列車 TGV をパリ・リヨン間で開業。 ・ 1997 年、鉄道改革により鉄道インフラを管理するフランス鉄道線路公社 (REF) と列車運行・駅の営業の SNCF に分離。 ・ 2015 年、鉄道組織改革により鉄道インフラを保有・管理する SNCF Réseau と鉄道運行の SNCF Mobilités に分割統合し、2 社の親会社として Epic (商工業的公施設法人) SNCF を設けて、全体で SNCF グループとなった。 |

¹⁹⁵ DHL: 世界 228 カ国で展開する国際宅配便、運輸、ロジスティクスサービス国際輸送物流会社。本社ボン (ドイツ) <http://www.dhl.com/en.html>

¹⁹⁶ www.lyngsoesystems.com/

¹⁹⁷ www.cot.de

¹⁹⁸ www.heidler-strichcode.de

¹⁹⁹ www.mhp-solution-group.com

| | |
|-----------|---|
| 事業概要・事業規模 | フランス国内の鉄道インフラの保有・管理（SNCF Réseau= SNCF Réseau の事業）、フランス国内の鉄道運営・駅の管理・国際列車を含めた長距離列車の運行（SNCF Voyageurs=SNCF Mobilités の事業）、国内・国外の公共交通機関の運営・管理（Keolis=SNCF Mobilités の事業）、鉄道貨物輸送と物流全般（SNCF Logistics=SNCF Mobilités の事業）、SNCF の保有不動産の管理・活用（SNCF Immobilier=Epic SNCF の事業）の 5 事業からなる。 ・売上高：約 322 億ユーロ（2016 年 12 月期） ・従業員数：約 26 万人（2016 年 12 月末現在） |
| 本社所在地 | 2 place aux Étoiles, 93210 La Plaine-Saint-Denis, France Tel: +44 (0) 343 222 1234 Email: servicedepresse@sncf.fr |
| URL | www.sncf.com/en/group |

① IoT の活用状況

フランス国有鉄道（SNCF）は 2016 年 4 月にデジタル化への転換プログラムの一環として、同社が「産業インターネット」と呼ぶ IoT を車両や鉄道ネットワーク、駅で導入することを加速するため、3 年間で 3 億ユーロを投じる計画を発表した²⁰⁰。SNCF が導入を進めるのは、車両、軌道、駅など鉄道インフラのリアルタイムの監視および収集したデータの分析による予兆保守である。これにより安全な運行、運行遅延の回避、保守に関わるコストの削減を狙っている。

i. 既存車両での遠隔監視

すでに軌道に沿って通信網が敷設されているため、これを活用した遠隔でのデータ収集が可能だが、データを収集し監視する対象を踏切や待避線にも広げている。また既存の車両では、約 2,300 編成の車両に車内空調とドア性能に関するセンサーを取り付けて遠隔で監視している。こうしたセンサーを取り付けた車両の割合を 2020 年には全体の 75%とすることを目指している。また設備の監視や保守に関するデータを即座に確認できるようにするため、タブレット端末の使用を増やし、2016 年 4 月時点で約 700 台の端末を 1 年間で 8,000 台に増やすことを決めた。

ii. 車両性能監視と軌道の温度監視の試験

パリを含むイル・ド・フランス地域の鉄道サービスであるトランシリアン（Transilien）では、車両の性能監視を試験的に行っている。約 200 編成の車両に 1 編成につき約 2,000 個のセンサーを取り付け、センサーから送られる月に約 7 万件の情報をクラウドベースで保管してデータを分析し、予兆保守につなげる。クラウドを介したデータの分散処理でビッグデータの分析が可能となり、保管したデータは保守や監視のプロセスに再投入され、保守の効率を高めて保守に必要な時間を短縮できる。センサーが小型化してエネルギー消費量も減り、データ収集インフラを安価に構築できるようになっているうえ、センサーの電池の寿命は最大 5 年でコストの引き下げが可能となっている。

イル・ド・フランス地域では、軌道の温度データをセンサーにより収集し、リアルタイムで分

²⁰⁰ www.sncf.com/ressources/pres_conf_presse_iot_v4_light.pdf
www.silicon.fr/sncf-train-iot-grande-vitesse-144642.html

析する試験も実施している。夏に軌道の温度が上昇しすぎると軌道が変形し、大きな問題となる。例えば列車の走行で事故を引き起こす危険性も高まる。特に TGV など高速列車では影響が大きく、先進の安全機能を備えていても脱線を起こす可能性がある。このため軌道の 1 キロ毎にセンサーを設置し、ある地点で高温が検知されてリスクが高まれば、走行中の列車に注意を促す警告を送って列車を減速させることができる。また収集したデータの分析に基づいて、保守を行うことができる。

iii. その他の監視と制御

このほか SNCF が IoT を活用して導入を進めているか計画している監視と制御には、以下のようなものがある²⁰¹。

a. TGV のギヤボックスの遠隔監視

TGV のトランスミッション・システムのギヤボックスにセンサーを取り付け、オイルの温度やオイルのレベルを測定するプロタイプを開発した。これにより収集したデータを通信ネットワークで伝送し、車両基地で技術者がギヤボックスの稼働状況を監視できるようにする。

b. 車両のフロントガラスの水タンクの補給を遠隔監視

車両のフロントガラスの水タンクにセンサーを取り付け、通信ネットワークを使って情報を伝送する。技術者はタブレット端末のアプリを介して情報にアクセスし、水の補給の必要性を把握する。

c. TGV のトイレ内水タンクの補給

トイレ内の水タンクのレベルを測定するコミュニケーションデバイスを取り付け、これにより遠隔で水のレベルを把握する。これは、車両が基地に到着した際にターンアラウンド（列車の再出発の準備）時間を短縮するのに役立つ。

d. 軌道の累積重量の監視

軌道の保守の効率を引き上げるには、軌道を通過する全車両が軌道にかかる重量の累積値を把握する必要がある。このためセンサーを軌道に付けることで列車の重量、車輪数、通過時間、軌道への加重といった統計データを測定し、一定の累積重量に達すれば自動的に通知するシステムの構築を進めている。

²⁰¹ www.computerweekly.com/news/450400097/How-IoT-can-revolutionising-running-railways

e. 架線の垂れ下がりの監視

架線の垂れ下がりには運行の停止・遅延を招く大きな要因となる。垂れ下がりには張力の低下によるもので、温度変化や降霜などで引き起こされるが、定期的な監視には資源を要する。このため架線の張力を測定するセンサーが開発され、このセンサーの取り付けを始めている。リアルタイムで架線の張力データが送られ分析されるので、保守の時間短縮と保守のスケジュール調整がしやすくなる。

f. 駅構内・プラットフォームでの機器の監視

エレベーターやエスカレーター、切符押印機、自動券売機、自動ドア、空調システム、照明器具などにセンサーを取り付け、作動状況をリアルタイムで監視して不具合の兆候を即座に検知することを目指す。状況によってはデータと警報が保守チームに送られる。これにより故障のために停止する時間を最小限に抑える。

図 11: Intesens の開発した架線の張力測定センサー



出所：Intesens ウェブサイト

<http://www.intesens.com/mechanical-cable-tension?lang=en>

②使用されている IoT 技術

SNCF は、車両や軌道、設備にセンサーを取り付けてデータを収集し、これを伝送し、保管し、データ分析処理するという一連の流れの中で、以下のようにそれぞれにサービス企業を決めて、その技術を採用している。

- i. データ収集：2010 年創業のフランスの新興企業 Intesens²⁰²がセンサーを提供。これには軌道温度測定センサー、ケーブルの張力測定センサー、累積重量センサー、エレベーターの監視センサーなどがある。
- ii. データの転送：IoT ネットワークのプロトコル「シグフォックス (Sigfox)」を開発したフランスの通信ネットワーク・オペレーターのシグフォックス²⁰³が、ネットワークを担う。また、スウェーデンの通信機器会社エリクソンが開発する 2G および 4G/LTE のナローバンドの技術を採用する。これによりデータの転送速度を低めに抑えて機器のバッテリー駆動期間を延長できる。
- iii. データの分析と保管：PaaS (プラットフォーム・アズ・ア・サービス：アプリケーションを実行するためのプラットフォームをインターネット経由で提供するサービス) には、IBM の Bluemix²⁰⁴を採用。これはクラウド内でウェブのアプリの作成、実行、管理をするオープンスタンダードの PaaS。SNCF は、これを使ってクラウドを介してデータを分析し保管する。クラウドが成熟したことで、クラウドを使ったデータの保管やビッグデータの分析に必要なエラスティック・コンピューティング²⁰⁵を提供できるようになっている。

2017 年 2 月には IBM の Watson Internet of Things (IoT)²⁰⁶技術を使用し安全性、セキュリティ

²⁰² www.intesens.com

²⁰³ www.sigfox.com/

²⁰⁴ www.ibm.com/cloud-computing/jp/ja/bluemix/

²⁰⁵ 容量計画やピーク時の利用状況に合わせた技術的対応が不要で、変わり続ける需要に合わせて処理やメモリ、ストレージの資源を動的に使うことができる機能。

²⁰⁶ <https://www.ibm.com/watson/jp-ja/>

や車両の可用性を強化することを発表²⁰⁷。クラウドベースの Watson IoT プラットフォームにより、列車やトラックに設置された何千ものセンサーにより収集されたネットワーク上のデータにアクセスできる。Watson IoT でこれらのデータを分析することで、予防保全が可能となり、ダウンタイム（機材が使えない状態）の短縮、効率の最大化、安全性の向上が図られている。

③IoT 活用のビジネスモデルの特徴、独自性、新規性

IoT を主に予兆保守に活用する典型的な例である。鉄道会社では保守の対象となるインフラや機器の範囲が非常に幅広い。SNCF の場合は、車両内にあるトイレの水のタンクや駅構内の各種機器のように細部にまで効率化を徹底していることが特徴で、これにより車両基地での保守・整備、補給などに要する時間と費用を全体として最大 30%削減することを狙っている。採用するセンサーは、フランス国内の新興企業が鉄道インフラのために開発しているため、SNCF の要請に合致した独自性の強いものとなっている。

④付与された付加価値および生産性と効率性の向上

IoT の導入拡大により、軌道や駅などを物理的に監視する必要がなくなり、監視コストが引き下げられ、問題の発生前に保守を行うことで保守に必要な時間と費用が削減される。SNCF はこうした車両や軌道など鉄道インフラの保守関連費用が、従来に比べて 10~30%引き下げられると見込んでいる²⁰⁸。またリアルタイムの監視と予兆保守により、列車や鉄道設備の故障および運行の遅延を削減して顧客サービスを向上できるため、他の交通手段と比べて競争力を高められる。

なお前述のように、データ収集用のセンサーが小型化してエネルギー消費量も少なくなり、データ収集インフラが安価に構築できセンサーの電池の寿命も長期化しているため、今後は IoT の運営費用も引き下げられると期待している。

⑤提携企業／ソリューション提携企業と提携内容

IoT の導入では、前述のように以下の企業と提携し、その技術を採用している。

- シグフォックス：IoT のネットワーク運営で提携。
- エリクソン：2G および 4G/LTE のナローバンドの技術で提携。
- IBM：IBM の Bluemix をクラウドベースのアプリケーションの作成・実行・管理に採用し、データを分析・保管している。Watson IoT プラットフォームを利用し、予防保全を行い、より安全な環境の構築と経費の低減を図る。
- Intesens：センサーを専門とする同社の開発した各種センサーを鉄道インフラに採用している。

²⁰⁷ <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/sncf-iot-french-railways/>

²⁰⁸ www.sncf.com/ressources/pres_conf_presse_iot_v4_light.pdf
www.silicon.fr/sncf-train-iot-grande-vitesse-144642.html

レポートをご覧いただいた後、アンケート（所要時間：約1分）にご協力ください。

<https://www.jetro.go.jp/form5/pub/ora2/20170080>

「欧州企業のIoT活用事例調査」

作成者 日本貿易振興機構（ジェトロ）海外調査部 欧州ロシア CIS 課

〒107-6006 東京都港区赤坂 1- 12-32

Tel. 03-3582-5569