

# スマートファクトリー

川本 諭

Satoru KAWAMOTO

## 1 はじめに

近年、センサや通信機器の小型化が進み、様々なものに組み込めるようになってきている。また、クラウドサービスの普及、発展が進みセンサが収集したデータをクラウド上に蓄積することが可能となった。更に、クラウド上に集めた膨大なデータを人工知能を用いて分析することも可能となった。

また、労働人口の減少及び高齢化、海外に工場を置くことによる製造拠点の広範囲化などの背景から、ICT 技術の産業分野への応用が注目を浴びている。

工場にデータの収集、蓄積、分析の一連のシステムを取り入れることにより、生産効率の向上、コストの削減、フルオートメーション化などを期待できる。そのような工場をスマートファクトリーといい、本稿ではスマートファクトリーの概要、課題、導入事例、今後の展望について述べる。

## 2 スマートファクトリー

### 2.1 概要

スマートファクトリーとはインターネットやセンサ、IoT 機器を活用した工場である。スマートファクトリーでは、センサや設備を含めた工場内のあらゆる機器をインターネットに接続する。これにより、情報間の因果関係の明確化、品質・状態などの情報の可視化を実現する。

スマートファクトリーのはじまりとなったのは、ドイツ政府による製造業のデジタル化やコンピュータ化を目指すインダストリー 4.0 という国家戦略プロジェクトである。2010 年頃、ドイツでは賃金増加率と生産性の増加率の乖離が大きくなり、その差を埋めるためにドイツ政府は、今後の経済発展の原動力となる成長戦略を必要としていた。インダストリー 4.0 では、工場設備の自動化、製造工程の効率化、シミュレーションのバーチャル化で工場の最適化を目的としている。インダストリー 4.0 を実現した工場がスマートファクトリーである。

### 2.2 サイバーフィジカルシステム

スマートファクトリーを実現するために、サイバーフィジカルシステムという仕組みが使われる。サイバーフィジカルシステムでは、実世界・フィジカル空間にある多様なデータを IoT やセンサネットワークを駆使して収集する。そのデータをサイバー空間のデータベース、クラウドなどに蓄積する。そして、ビッグデータ解析、AI 関連技術など、コンピュータシステムで処理し分析を行う。分析したその結果を自動制御や新たなビジネスモデルの作成などフィジカル空間で活用する。Fig.1 にサイバーフィジカルシステムの構成を示す。

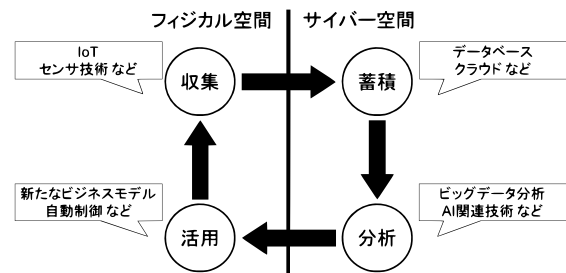


Fig.1 サイバーフィジカルシステム

## 3 サイバーフィジカルシステムの構成要素

### 3.1 データの収集

フィジカル空間においてデータの収集を行うセンサには、光電センサ、画像判別センサなどが存在する。光電センサとは可視光線、赤外線などの光を投光部から発射し、物体に反射、遮光される光の量で検出を行うセンサである。検出物体に触れないため、検出物体を傷めず、ほとんどの物体を検出できるというメリットがある。画像判別センサは、カメラからの画像を受光素子を用いて電気信号へ変換し、対象の明るさや形状を計測する。検出物が複数であったり、検出対象が切り替わる場合も一つのセンサで対応できるというメリットがある。

例えば、画像判別センサは、自動車内蔵品の組み付け工程においてクリップが正しい数であるかの検出や、構成部品に品種違いが混入していないかの検出などを行う。

### 3.2 データの蓄積

センサが収集したデータを自社のデータベースやクラウド上に蓄積を行う。現状、現場データが散在しており、各部門ごとの情報やベテランの知恵、ノウハウが共有できておらず、新規ラインの立ち上げや、トラブルの対応が遅れたりするといった問題がある。こうした問題はクラウドサービスを用いることにより、複数の拠点同士が連携を取れるようになり解決できる。また、一つの工場の効率化だけでなく、原料の調達から出荷までのサプライチェーン全体を含めた効率化が期待できる。

### 3.3 データの分析

蓄積したデータをビッグデータ解析、ディープラーニングなどの技術を用いて解析する。航空機のジェットエンジンを提供する企業では、ジェットエンジンのメンテナンスにかかる費用を削減するために、ジェットエンジンのセンサデータと機体のデータを分析に用いた。具体的には、蓄積された過去のデータから障害記録と稼働データを組み合わせ、寿命モデルを作成する。過去のデータを使って事

前に予測モデルの精度を評価した上で、稼働中のエンジンや機体のデータを各モデルに当てはめることで、故障を予測可能にした。

### 3.4 データの活用

分析されたデータをもとに工場設備の自動化や効率化、ビジネスモデルの最適化などを行う。

電子デバイス業界では、ピッキング、整列、供給を行う部品供給ロボット、画像センサを活用した組み立てロボットによる自動化が行われている。部品の組み立てからネジ締め、完成品の払い出しといった多数の工程に及ぶ作業を実施する。食品業界では、ライン上の製品の位置や角度をカメラで認識し、ピッキングや箱詰めを行うといった自動化が導入されている。

3.3 節で例に挙げたジェットエンジンを提供する企業では、故障を予知できるようになったことから、エンジン整備の保守計画が最適化された。これまでは、故障してから対応が主であったが、エンジン整備の定額のサービスが開始できるようになった。航空会社はこれまでよりも安価にメンテナンスが行えるようになり、エンジンメーカーは安定した収入と販売路の確保に成功した。

## 4 課題

スマートファクトリーを実現するにあたり以下のような課題が存在する。

- ・導入コスト
- ・データの取得
- ・セキュリティ

工場設備への IoT 機器の導入費用、導入した機器へのメンテナンス費用が大きい。また、設備の自動化や AI によって、必要な役割が変化する可能性がある。変化する役割に応じた作業員への教育や人材確保にも費用がかかる。

データを取得する場合に、それぞれの機器がデータ取得を前提としておらず、標準化もされていないために、それぞれの機器やプロトコルによって、取れるデータの種類や粒度、フォームなどが異なっている。データの種類やフォームが異なると、データを整理や分析に使用できない。また、機器に接続した場合にスペック上取れるはずのデータが取得できない、ケーブルなどの諸条件が変化するとデータが取得できないなどの問題が発生する場合がある。データが取得できた場合にも、データの時系列が異なったり、条件設定が不正確であったりすると無意味なデータとなる。

工場内の機器はネットワークでつながることが想定されていないかったために、必要なセキュリティ対策が用意されていないことがある。スマートファクトリーは工場内のあらゆる機器がインターネットに接続されている。ネットワークが複雑であるため、外部からの攻撃に弱い。また、接続点が複数となるため、サイバー攻撃の影響は広範囲に及ぶ可能性がある。

## 5 導入事例

### 5.1 IBM

これまで、IBM がサプライヤーから調達している部品の品質が低下しているのを早期に発見するのは困難であった。そのため、品質の低下が判明するのは製品の組み立て後の試験であった。IBM では約 10 万点の管理ポイントを設定し、サプライヤーから収集した部品の品質情報を、新たに開発した早期警戒監視アルゴリズムを使って分析を行う。これにより、品質低下の傾向を早期に把握して、不良品の流入を防ぎ、問題の未然防止を実現した。

### 5.2 旭酒造株式会社

旭酒造株式会社は、富士通研究所が開発した日本酒造りを支援する AI 予測モデルを用いて、旭酒造が製造・販売する日本酒獺祭の醸造を行う共同実証実験を実施した。これまでの酒造りは、杜氏と呼ばれる職人の経験や勘によって行われてきた。同 AI 予測モデルは、日本酒醸造の流れを定義した数理モデルと、獺祭の醸造工程において計測される実際のデータを用いた機械学習を組み合わせることで、日本酒醸造工程における最適なプロセスを支援する情報を提供する技術である。同実証実験では、実際に獺祭の醸造工程において洗米、精米、蒸米などの工程で米の水分含有量、温度、湿度などのデータを収集を行う。このデータを AI 予測モデルに活用することで、日本酒醸造工程における AI 予測モデルの妥当性や AI 予測モデルの精度向上、ならびに日本酒造りに関する AI の実用化について検証した。旭酒造と富士通、富士通研究所は、同実証実験を通じて、AI による醸造工程の作業支援を実現し、高品質かつ均一な獺祭の供給に取り組んでいる。

## 6 今後の展望

情報技術が更に発達することで低コストで広いネットワークの構築が可能となること、AI によるデータの分析技術が向上することなどが追い風となり、スマートファクトリー導入の障壁は小さくなると考えられる。

また、導入企業の増加に伴い、スマートファクトリーを実現するためのノウハウが確立されれば、大企業だけでなく中小企業のスマートファクトリー化が増加すると考えられる。

## 参考文献

- 1) 松林光男, 川上正伸, 新越克美, 竹内芳久:IoT、AI、RPA で変わるモノづくり イラスト図解 スマート工場の仕組み, 日本実業出版社 (2018)
- 2) 神崎洋治:図解入門 最新 IoT がよ〜くわかる本, 秀和システム (2017)
- 3) MONOist:スマートファクトリー化がなぜ必要なのか、その理想像と越えるべき 3 つの壁 <https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1806/20/news005.html>, 参照 Apr.27, 2019
- 4) デロイト:スマートファクトリー <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/jp/Documents/manufacturing/ad/jp-ad-smart-factory.pdf>, 参照 May.3, 2019