

これからの「ものづくり」を支える スマートファクトリー

少子高齢化による労働人口の減少、ベテラン技術者の引退によるなど、ものづくりの現場では生産性や技術力の低下、技能継承などの課題を抱えている。それら課題を解決する方法として注目されているのが、最新の情報通信技術を活用して現場支援などを行う「スマートファクトリー」だ。スマートファクトリーを構成する技術コンセプトや事例などを紹介する。

スマートファクトリーでは、センサーなどで収集されたデータを現場の作業員がリアルタイムに活用できる(図はイメージ)。

スマートファクトリーとは

スマートファクトリーとは、製造ラインだけでなく、原料や製品、作業員などのデータを収集し、利活用することで設計から製造、保守までのビジネスプロセス全体を見える化し、安全性や生産性の向上を実現する工場だ。

経済産業省が2017年に発表した「スマートファクトリーロードマップ」では、その目的として①品質の向上、②コストの削減、③生産性の向上、④製品化・量産化の期間短縮、⑤人材不足・育成への対応、⑥新たな付加価値の提供・提供価値の向上、⑦その他(リスク管理の強化など)の7つを挙げている。

経営層から見たスマートファクトリーでは、工場内の基幹システム(ERP:Enterprise Resource Planning)・製造実行システム(MES:Manufacturing Execution System)や生産設備のデータがネットワークによって接続され、経営判断の指標となる各種データの管理が効率化されるメリットがある。

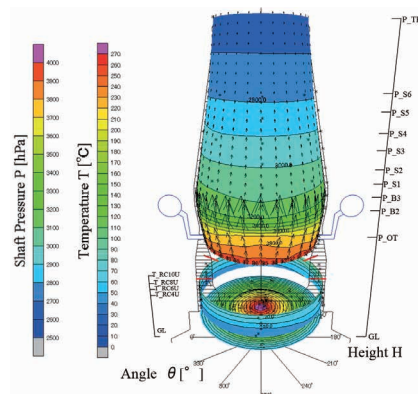
現場レベルから見たスマートファクトリーでは、生産ラインの安定操業や生産性の向上、作業員の安全管理などをIoTやAIを利用して実現できることにメリットがある。

本稿では、IoT、AI、ビッグデータ、高速通信などのさまざまな最新技術を活用した現場レベルのスマートファクトリーについて紹介する。

スマートファクトリーとデジタルツイン

スマートファクトリーを構成する要素として「デジタルツイン」が挙げられる。デジタルツインとは、現実世界の情報をリアルタイムで収集し、現実の事象を数式化したモデルを組み合わせ、さまざまな現象や物流をサイバー空間で再構成し、現実世界の課題を解決する手法である。

デジタルツインの活用により、故障や修理が必要な機器の早期発見や、メンテナンスの効率化が可能になる。また、生産プロセスの最適化などの効果も期待されている。



出所：伊藤雅浩,松崎貞六,内田健康,

大貝晴俊：計測自動制御学会産業論文集.8(2009),82-89.

高炉の操業データの3次元画像情報化の例

高炉に取り付けられた温度センサーや圧力センサーから得られたデータを解析し、炉内の状況をリアルタイムで把握できる。測定されたデータは3次元画像で表示される(上図は高炉の圧力分布、下図は炉底部の温度分布を示している)。

スマートファクトリーを実現するテクノロジー

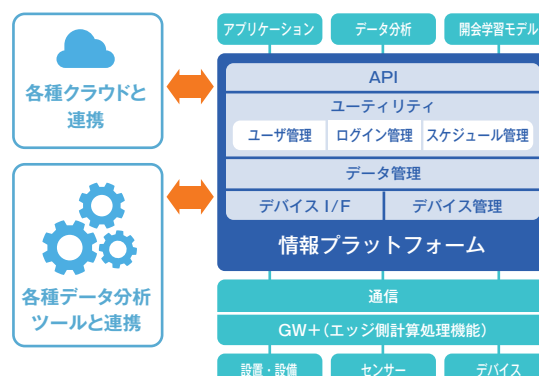
スマートファクトリーでは、多彩なデータを取り扱う必要がある。そのために必要になるのが、情報プラットフォームという仕組みである。

シーケンサ(PLC:Programmable Logic Controller)から得られる製造設備のデータは、従来は設備ごとに保存されていたが、スマートファクトリーでは情報プラットフォームで一元管理される。また、設備を監視するカメラの映像や、人や移動体のGPS情報なども取り扱う必要がある(図1)。これらの多種多様なデータを一元管理し、活用しやすい形で提供するデータ分析・利用に特化したデータベースであるデータウェアハウス(DWH:Data Ware House)と呼ばれるソリューションやサービスも存在している。

スマートファクトリーで取り扱うデータのもう一つの特徴は、データの量とやり取りの頻度である。たとえば、一般的なWebシステムでは登録されているユーザーが100人であっても、常に全員がデータベースにアクセスする訳ではない。これに対してIoTなどを利用したスマートファクトリーでは100台の端末から常に一定間隔でセンサーのデータを受け付ける必要がある。そのため、情報プラットフォームでは大容量のデータをリアルタイムに処理する技術が重要になる。

情報プラットフォームにデータを供給するセンサーやWebカメラの設置では、無線技術の発達が大きく貢献している。従来まで、センサーやカメラを設置する場合は、ケーブルを敷設したり、電源を用意したりする必要があった。しかし、無線機能を搭載したバッテリー駆動のセンサーやWebカメラが登場したことにより、これらを設置するコストが大幅に低下し、スマートファクトリーの実現を後押ししている。

また、発電所や製鉄所などでは従来、限られた場所に監視カメラ(ITV:Industrial Television)が取り付けられていたが、スマートファクトリーではさまざまな場所にWebカメラが設置される。多数のカメラの映像を録画、管理、閲覧するためには、録画映像統合管理システム(VMS:Video Management Software/System)を利用する必要がある。スマートファクトリーではVMSと工場の監視制御システム(SCADA:Supervisory Control And Data Acquisition)を連携させることで、それぞれのデータを個別に利用する場合よりも付加価値の高いデータとして活用している(図2)。

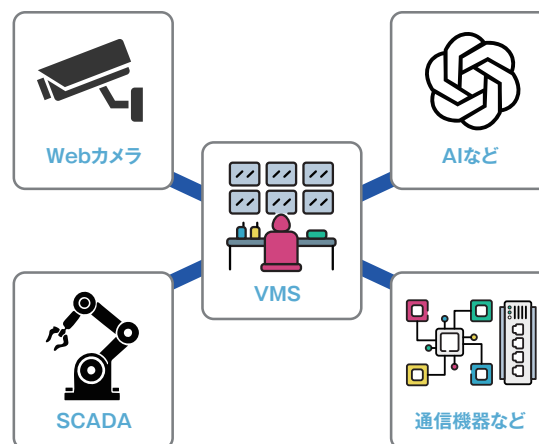


生産ラインの設備や作業員から送られたデータは、情報プラットフォームに集約され、保存される。保存されたデータは分析されたり、デジタルツインなどで利用される。また、クラウドサービスと連携することで、必要なデータを「誰でも、いつでも、どこでも」利用できる環境を構築できる。

日鉄ソリューションズ(株)の資料を基に作成。

図1 情報プラットフォームの構成例

画像データを取り扱う際に重要になるのが、データの圧縮技術である。高精細の画像はデータ容量が大きく通信によるやり取りに時間がかかり遅延が生じたり、保存するために大容量のストレージが必要になり導入・運用のコストを押し上げるなど、さまざまな課題がある。これらを解決するのが、画像劣化の少ないデータ圧縮技術である。通信量を削減し、データの遅延を抑えるためには、カメラ側でデータを圧縮するのが効果的で、ハードウェア圧縮



VMSとSCADAを連携・同期させることで、各種プラントデータとカメラの動画を一元的に管理でき、見える化が容易になる。

JFE商事エレクトロニクス(株)の資料を基に作成。

図2 VMSとSCADAの連携



※2019年11月時点の画面です。

作業員が構内のどこで作業を行っているかが地図上に示されることに加え、作業員の状態もあわせて表示される。

図3 ウェアラブルデバイスを活用した安全管理システムの例

画像提供：日鉄ソリューションズ(株)

機能を搭載したカメラが開発されている。また、AIを搭載し、画像分析を行うカメラも開発されている。

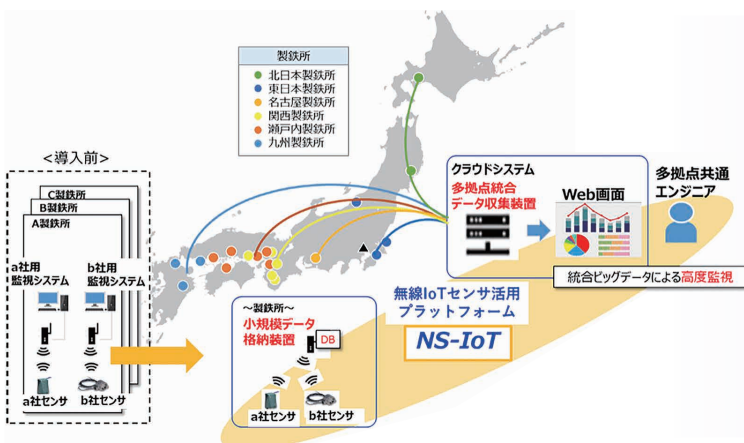
導入が進むスマートファクトリー

スマートファクトリーでは、設計・製造から保守までをカバーするのが理想的だが、実際にものづくりの現場に適用するのは難しいのが実情だ。しかし、特定の分野でスマートファクトリーを実現している例は少なくない。ここでは現在、導入・運用され、効果を上げている例を紹介する。

作業員の位置の把握や作業状況の確認が難しいという課題があった製鉄、製油、化学などの大規模プラントで

は、ウェアラブルカメラやGPSを活用した安全管理システムが開発され、導入されている(図3)。このシステムでは、従業員的位置情報や脈拍などのバイタル情報に加え、撮影した画像なども共有できる仕組みが構築されている。

IoTを活用した事例では、製造装置に取り付けたセンサーにより、装置の状態監視を行うだけでなく、日本全国の拠点をまとめて監視するシステムが実用化されている(図4)。同一の設備や、同型の装置を使用している場合、ビッグデータの解析による故障予知が可能になるので、定期的な整備(TBM: Time Based Maintenance)ではなく、故障を予知したり、異常を検知した時点で行うメン



各拠点で測定されたデータは、情報プラットフォームに集約され、多拠点共通エンジニアが監視する。

図4 設備状態監視システム

画像提供：日本製鉄(株)

課題

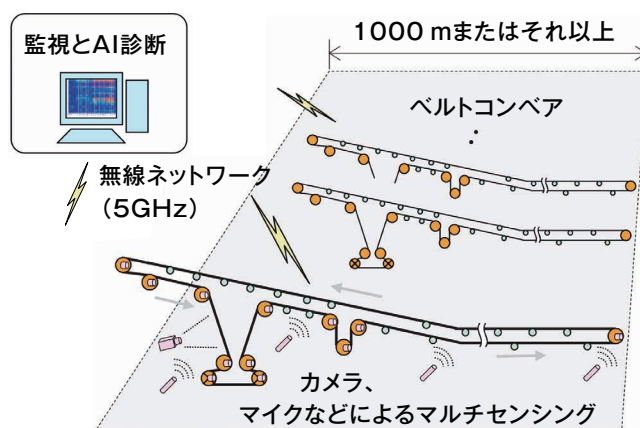
複数拠点がある場合、同一の設備を使用している場合、保守点検などは各工場が独自に行っていた。

解決

各製造拠点到センサーを導入し、データの一元管理を実現し、多拠点共通のエンジニアによる監視を可能にした。

効果

点検業務の効率化に加え、危険で点検に行けなかった場所や、点検サイクルが長かった場所の設備状態を監視できるようになった。



ベルトコンベアには、カメラのほか、振動計、温度計、マイクなどが取り付けられている。

図5 画像による設備監視システム

出所：石垣雄亮、明智吉弘：JFE技報、45(2020)2、40.を基に作成

課題

製鉄所内で、鉄鉱石や石炭などを輸送するベルトコンベアは屋外かつ粉塵などの悪環境であるため、保守点検作業の負担が大きかった。

解決

ベルトコンベアを監視するカメラとセンサーを設置することで、ベルトコンベアの異常をいち早く検知するシステムを構築した。

効果

ベルトの損傷などを検知できることに加え、搬送する石炭などの量もリアルタイムで把握できるため、搬送能力の最大化を実現できた。

テナンス (CBM: Condition Based Maintenance) が可能になり、保守点検の負担を低減できる。

画像を活用した例では、カメラとセンサーによるベルトコンベアの稼働状態を監視するシステムが運用されている (図5)。製鉄所内は原料である鉄鉱石や石炭、石灰石などがベルトコンベアで輸送されている。ベルトコンベアのベルトが損傷したり、積み荷が偏ってこぼれたりすると大きな事故に繋がる恐れがあるが、屋外に設置されているベルトコンベアの保守点検の負担は大きかった。カメラとセンサーによる監視システムは保守点検の負担を軽減するだけでなく、安全性の強化にも貢献している。

画像のみを利用したシステムも開発されている。AI画

像診断により進入禁止エリアへの人の進入を検知するシステムでは、人感センサーなどを設置することなく、異常を検知することが可能である (図6)。AI機能を搭載したカメラを使用しているので、設置・運用が容易というメリットもある。

ここまでいくつかの事例を紹介してきたが、スマートファクトリーへの取り組みは企業規模を問わず、まだ始まったばかりといえる。日本の製造業が厳しい競争を勝ち残るためには、スマートファクトリーをはじめとした「ものづくりDX」への取り組みが喫緊の課題といえるだろう。

- 取材協力：日鉄ソリューションズ(株)、JFE商事エレクトロニクス(株)
- 取材・文 石田亮一



撮影された映像はカメラに搭載されたAIで解析され、人の進入を検知する仕組みになっている。

図6 ディープラーニングによる画像認識技術を利用した安全AIシステム

画像提供：JFE商事エレクトロニクス(株)

課題

設備稼働時の立ち入り禁止エリアへの誤進入を防止するシステムを簡単に設置したいというニーズがあった。

解決

監視カメラとAIを組み合わせることで、対象エリアに人が侵入した場合は、パトライトなどで警告する仕組みを構築した。

効果

人感センサーなどを使用せず、対象エリアは画像上で簡単に設定できるため、誤進入防止対策が容易になった。