

## インダストリー 4.0 の今

### 第 3 回 スマートファクトリーの導入とその効果の実際

清 威人 (せい たけと)

エイムネクスト株式会社代表取締役社長

#### 1. はじめに

言葉ばかりが先行し、なかなか具体的な姿・形が見えてこない Industry4.0 ではあるが、最終回では Industry4.0 の構成要素の一つである、スマートファクトリーとその導入事例について説明する。

#### 2. スマートファクトリーとは

1990 年代初頭、社内にある PC, オフコン, メインフレームといったコンピューターは、それぞれが独立して運用されており、コンピューター同士が情報を交換するようなことは全く行われていなかった。今思うと信じられないが、メールさえ存在していなかったのである。1990 年代初頭に、ネットワーク OS が世の中に現れ、PC のアーキテクチャー、通信プロトコルなどが標準化されたことで、事務部門にあるコンピューターは急速にネットワーク化され、それぞれの間でデータを共有、活用することが可能になった。同様のことが生産部門においても起きつつある。図 1 は、工場内のコンピューター、デバイス、設備などの階層図である。従来はこの階層図の中で横（異なる製造メーカー）、縦（PC と PLC）との間で情報をやり取りすること

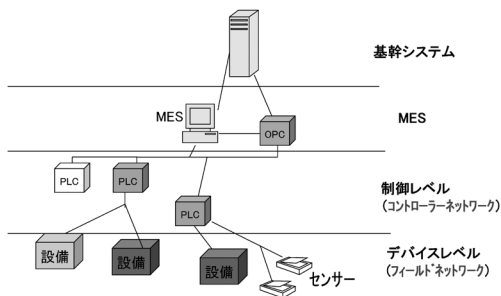


図1 スマートファクトリーの概要 (1)

は困難だった。それが事務部門同様に、標準プロトコルの普及と、互いの会話を翻訳するようなサーバーが用意されてきたことにより、縦、横ともに情報をやり取りすることが簡単になりつつある。

図2にあるように、工場内にある様々な設備、端末、センサーからのデータと基幹システムから得られるデータを紐づけたうえで、生産実績DBとして蓄積する（例 検査装置 A が 10 時 10 分に検査した部品は、製造ロット No. X11, シリアル No. 22 であり、測定データは 12.5, 気温は X 度, 湿度は Y% というようなデータ）。

これらのデータは、必要に応じてリアルタイムに近い形で現場へのフィードバックに使ったり、ある期間で統計処理したうえでマネジメントに活用したりすることが可能になる。もちろん品質管理データとして見た場合には、トレーサビリティを飛躍的に向上させる。

#### 3. ものづくりプロセスの可視化

第2回で書いたように、工場の中はお金に換算できるようなデータは、把握できるようになってきているが、そこに至るモノづくりのプロセスに関するデータはどこにも存在していない。部品、製品を何

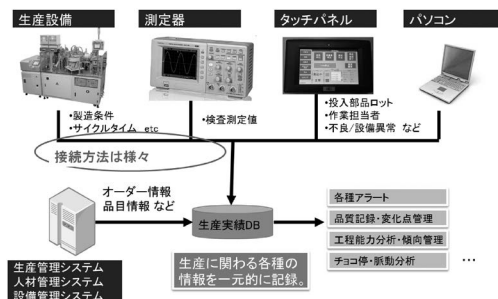


図2 スマートファクトリーの概要 (2)

個作ったのかはわかるが、検査装置での測定データや、製造した際の設備の条件などは、管理者が確認できるような状態では、ほとんど残されていないのが実情である。検査装置においては、必ず測定データがあるはずだが、それらのデータは検査後の判定で問題なければその場で破棄される。たとえ、検査装置の中に残されていたとしても、データと該当する部品・製品を結びつけることができないため、活用できるような状態ではなかったのである。スマートファクトリーでは前節で書いたようなデータを蓄積することで、ものづくりのプロセスをどんどん可視化することが可能になる。

#### 4. 具体的に可能となる機能

スマートファクトリーを導入すると、従来は構築不可能であった様々な工場管理機能の実現が可能となるが、ここでは、下記の3つの機能について簡単に説明をする。

- ① 個別データ、リアルタイムでの品質管理
  - ② 原価計算の精度向上
  - ③ キャッシュフローを意識した現場改善
- ① 個別データ、リアルタイムでの品質管理

多くの工場では品質管理のためにXR管理図を用いている。現場の職制がサンプリングで測定した結果を管理図に書き込み、上限値、下限値を超えた場合に品質問題が発生したと捉えて対応する。スマートファクトリーでは、測定データはネットワークを通してリアルタイムで取得することが可能になる。そのため、取得データを職制が管理図に記入して管理するのではなく、コンピューター上で統計処理をして問題が出る確率が規定値を超えたところで、システムから警告を出すことができるようになる。問題が起きて騒ぐのではなく、未然に問題の発生を防ぐアクションを促す。

現状、工場における幹部による品質管理活動は、統計データに基づいて行われている。週次の幹部MTGで、各部門からのレポートによって報告が行われる。仮に製品の工程内不良率が通常よりも数%多かった場合、工場長から異常の原因を確認された部門では、ほとんどのケースにおいてその原因に関して詳細なデータをもとに確信を持ってその場で回答することができず、後日確認のうえ再度報告

するということになる。では、後日本当にその原因が報告できるのか?ということになる。必要なレベルでの個別のデータは存在していないことがほとんどであり、工場長の問いに対する明確な回答はできないままに終わる場合が多い。

スマートファクトリーでは、統計データ上に異常値がある場合、その場でドリルダウンして詳細データを取り出し、関係者で確認することが可能となる。特定の工程なのか、特定の設備なのか、特定の作業者なのか、また何か変化点が存在していたのか、実際の測定値はどうだったのか、等々、がすぐに確認できる。このことにより、問題の発見-確認-対策といったサイクル期間を短縮化できるとともに、確実に行えるようになる。

#### ② 原価計算の精度向上

光熱費、設備償却費などは一般的には生産の数量、金額などに比例した形で配賦されている。仮に新しい製品のために新しい設備を購入した場合（実際の使用も当該新製品のみ）、本来は償却費を当該製品に対して直課することが精度の高い原価計算をするためには必要である。ただし、設備の数が少ないのであればそのような管理も可能だが、工場内の設備が多数になる場合、経理部門でそこまでの実態を把握することは不可能である。結果として、償却費は生産品目すべてに配賦されてしまい、新製品の原価は本来よりも安く、従来製品の原価は本来よりも高く計算されることになる。

スマートファクトリーにおいては、どの設備でどの生産オーダーを生産したかについて、生産実績DBの中に蓄積されており、主要な設備償却費に関しては数量ベース、金額ベースで全生産品目に配賦するのではなく、該当製品に直課することで原価をより精度高く計算することが可能となる（図3）。

#### ③ キャッシュフローを意識した現場改善

弊社の元顧問である田中正知氏（元トヨタ自動車生産調査部長）が、トヨタ生産方式を数式で表現



図3 生産実績に基づく原価計算



図4 Jコストの収益性評価指標とROAの関係

をした「Jコスト」という概念がある。「Jコスト」は、コストと時間をかけた面積を指す。どれだけのお金を、どれだけの期間寝かしたかという概念である。Jコストの収益性評価指標を、どれだけのJコストをかけてどれだけの利益を稼いだかと定義する。一方、ROAの計算式を置き換えていくと、ROAの一部分が、Jコストの収益性評価指標と連動していることが理解できる(図4)。

言い換えると、Jコストの評価指標を改善することで、ROAが連動して改善される。Jコストを削減することでROAが改善できるわけである。加えて、ROAに連動しているということから考えて、活動結果の検証は財務的にも確認が可能となる。このJコストを現場に目に見える形で提示することで、従来の原価低減という視点だけでなくキャッシュフローの視点からも改善に取り組むことが可能となる。ただし、Jコストを計算するためには、どの部材がいつ搬入され、どの工程でいつ加工され、倉庫にいつ入り、いつ出荷されたのかといったデータが必要になる。しかし、従来の生産管理システムではそこまでのデータは扱っていないため、分析ができるレベルまでの詳細度でJコストを把握することは不可能であった。スマートファクトリーを導入すると、計算に必要なデータのほとんどは自動的に取得することが可能になる。結果、Jコストを活用し経営指標と、現場改善をリンクした形で進めていくことが可能となるわけである。

## 5. 導入の効果について

先進的な企業においては、2010年よりスマート

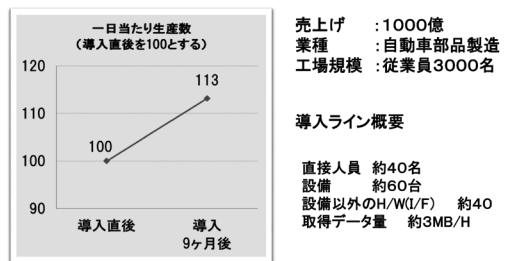


図5 スマートファクトリーの導入効果

ファクトリーの導入を行っているが、ここでは導入時の効果を説明する。

図5は、スマートファクトリーを導入した際の効果を示したものである。従業員3,000名規模の工場である生産ラインを対象にパイロット導入を行った結果、導入後9か月で当該ラインの生産性が113%に向上した。対象ラインは構築後数年を経ており、当然ながら改善活動は行われているため、生産性はある程度上がってきているラインであった。そのようなラインで、わずか9か月で効果が得られた理由は様々であるが、総じていえば、スマートファクトリーの導入によって、今までは認識できていなかった課題が、明確なデータとともに認識できるようになったということである。一つ例を示せば、チョコ停(設備が子細な原因で短時間停止すること)の回数と時間があげられる。設備のチョコ停はどこの工場においても起きていることではあると思うが、その実態をデータで把握できていたケースはほとんどない。導入した工場の場合、工場のマネジメント層が感覚として持っていた10倍以上のチョコ停が、実際には起きていることがデータによって明らかになった。ひとたび問題がマネジメントにおいて認識されれば、改善しようという力学が組織の中で動くことになり、その結果として生産性が向上していったということである。見えないものは認識のしようがない、イコール改善のしようもない。得られた成果は生産性向上だけに留まらず、品質の向上、顧客からの信頼性の向上など多岐に渡った。

## 6. 導入を成功させるために

スマートファクトリーを実現し効果を得るために

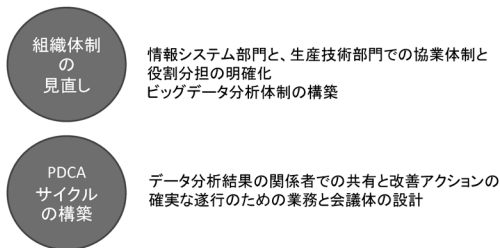


図6 導入を成功させるために必要な改革

は単にシステムを導入すればよいというわけではない。導入に合わせて取り組むべき活動の代表的なもの2つをここでは説明する(図6)。1つめは、生産技術部門と情報システム部門との協業体制の構築と役割分担の明確化である。設備に付随するPLCは生産技術部門が、基幹システムに関しては情報システム部門がその管掌部門になるが、従来のオペレーションの中で当該両部門が協業をする機会は、ほとんどなかったということが普通である。スマートファクトリーは、両部門が協力しないと実現できないが、歴史的にそのような経験がないために、これが導入推進上のネックになることが少なくない。通常はTOP自らが音頭を取ることで両部門の協力体制を築いていく必要がある。

2つめは、スマートファクトリーから得られるデータを活用して、効果を創出していくための体制と手続きづくりである。スマートファクトリーから得られるデータは、組織間をまたがる問題を示すことが多々ある。データを分析し、改善項目を明らかにして、アクションを取るに至るまでの体制作りと

手続きを作る必要がある。これがないと、問題は明確化されたものの部門間で押し付け合いとなり、アクションが取られず、効果を創出することができない。残念なことではあるが、肥大化した組織の中ではここまで考えないと効果は得られない。

## 7. 最後に

Industry4.0は、従来の製造業の構造を大きく変えていく波であるが、欧米の考え方をそのまま取り入れるのではなく、日本の製造業の強みや、自社の強みをどう伸ばしていくかについて知恵を出すことが、製造業各社には求められている。

### 略歴

#### 清 威人(せい たけと)

1987年電気通信大学卒業、トヨタ自動車入社、ソアラ、スープラ、レクサスなどの生産技術関連の仕事に従事、その後1989年アクセンチュア入社、製品開発、SCMなどを専門に様々なプロジェクトに従事、1999年コムテックにて取締役としてコンサルティング部門を立ち上げ、2001年よりエイムネクスト株式会社を創業、代表取締役役に就任。製造業、サービス業のお客様を対象にコンサルティング、システム開発、製品開発のサポート、人材教育などを提供中。日本だけでなく中国、ベトナム、シンガポール、インドネシアと海外にも現地法人を設立し事業のグローバル化を推進中。現在KIT虎ノ門大学客員教授。担当は製品開発。著書は「スマートファクトリー」英治出版 2010年。