

スマートファクトリーの実現

Realization of Smart Factory

小野 治*
Osamu Ono

概要 近年様々な企業が膨大なデータとデジタル技術を活用した業務改革や企業風土改革をおこない、持続可能なビジネスを展開するために、DX (Digital Transformation) を推進している。

当社においてもビジネス環境の激しい変化に対応するため、データとデジタル技術を活用してビジネス、業務、企業文化等の変革を成し遂げるべくDX推進に取り組んでいる。当社DX推進施策の1つとして生産工場のスマートファクトリー化を実施しており、デジタル技術を活用することで、生産性向上や業務効率向上に寄与し、市場競争力を高める取り組みがおこなわれている。

本稿では、当社で実施している生産工場のスマートファクトリーの概要およびスマートファクトリー推進の全9ステップ活動の内容を述べた後、現状の取り組み状況と今後の展開について述べる。

1. まえがき

近年、様々な企業が膨大なデータとデジタル技術を活用した業務改革や企業風土改革をおこない、持続可能なビジネスを展開するために、DX (Digital Transformation) を進めている。当社においてもビジネス環境の激しい変化に対応するため、データとデジタル技術を活用してビジネス、業務、企業文化等の変革を成し遂げるべくDX推進に取り組んでいる。

製造業である当社において、DX推進の最重要項目となっているのが、生産工場のスマートファクトリーである。

従来から生産ラインの自動化や工程改善等で工数削減や品質改善などをおこなってきたが、新たにIoT (Internet of Things) 技術を活用し、様々なシステムと情報連携することで、工程の最適化または最適な生産を柔軟におこない、さらに生産性向上や業務効率向上だけでなく、品質の安定化、仕掛在庫削減、納期短縮などに寄与し、当社の市場競争力を高めるべく取り組みがおこなわれている。

2. サンケンスmartファクトリー概要

当社で取り組んでいるスマートファクトリーの概要について述べる。

*技術開発本部 ものづくり開発センター
生産改革部 システム開発課

サンケンスmartファクトリーとは、図1のように、デジタル技術の活用によるビジネスプロセスの改革を目指すものである。

アプローチとしては、①直行業務を主とする生産ラインの自動化、画像化、IT化をおこない、生産の効率化および原価低減を図る生産ライン改革と、②間接業務においてITデータ活用による必要なデータの即時獲得と、それによる間接業務のPDCAサイクルおよび決定判断の迅速化を狙う業務プロセス改革の2本柱となっている。

直行業務において、生産ラインの改革をおこないながら収集したITデータを収集し、収集したデータを間接業務が活用・業務改善してゆき、最終的には相互に連携して、現状を覆す生産改革を創造することを主目的としている。

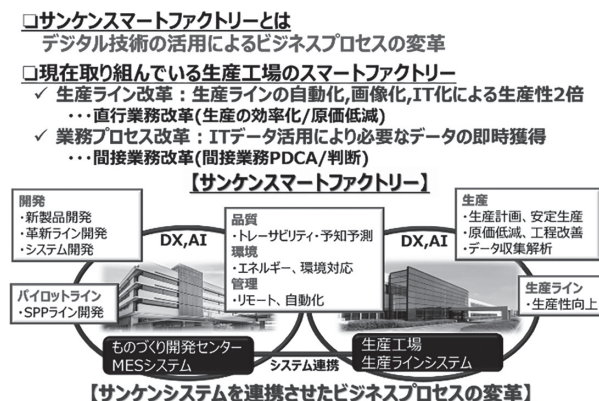


図1 サンケンスmartファクトリー概要

今回報告するのは、①生産ライン改革の取り組みについてである。

当社のスマートファクトリー構想を図2に示す。高生産性かつ高品質の生産ラインを実現するため、現状作業者がおこなっている目視作業・運搬作業・入力作業を画像化、自動化、IT化に置き換えることで、本来作業者がおこなうべき生産作業の比率を増加させ、生産ラインの高効率化・品質の安定化を図り、最終的には人に頼らない自動生産ラインの構築を目標としている。

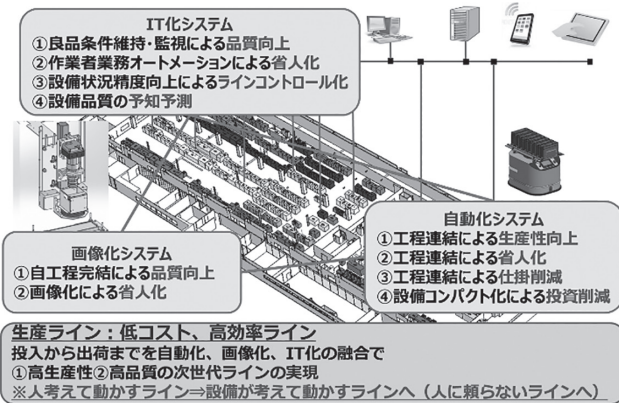


図2 スマートファクトリーライン構想

3. スマートファクトリーステップ展開

生産工場のスマートファクトリー化を推進していくうえで、表1のようなスマートファクトリー9ステップ活動をベースとして取り組んでいる。初期ステップは単体システムで運用できるものから始めている。ステップが上がるごとに、前ステップで完成したシステムを組み合わせ、最終目標である人に頼らない高生産性・高品質の生産ラインの実現を目指している。

表1 スマートファクトリー9ステップ展開

展開	定義	取り組み内容
Step 9	ビッグデータ展開	工程のビッグデータを他システムへ展開 (IoT) 生産ライン改革, プロセス改革, DX, 遠隔操作
Step 8	自動流動	LOT 廃止, 個片管理流動
Step 7	工程コントロール	ライン制御およびオペレーション指示
Step 6	予知・予測	製品不良・設備故障の未然防止 予測によるスケジューリング・フィードバック
Step 5	生産システム連携	データ入出力処理等のデータ相互活用
Step 4	自動化	部材および製品搬送の自動化 (AMR) 官能検査の自動化 (画像)
Step 3	データ分析活用	可視化, トレーサビリティ管理, 工程改善, 製品/ライン設計, 品質改善
Step 2	設備データ収集	設備データのデータベース化 キューブ型データベースによる SG データの収集
Step 1	ペーパーレス	紙廃止, データベース化, 電子化

スマートファクトリー9ステップ活動の各ステップ概要を以下に述べる。

3.1 Step1 ペーパーレス

これは、製造工程で使用している紙の帳票類をデジタル化するステップである。

まず、作業者が手記入していた紙の帳票類を電子化する。作業者はIDカード等のQRコードを読み取り、必要な帳票類を呼出す。手記入はタブレット等のデバイス入力に置き換えられる。入力されたデータはデジタルデータとして収集され、データベースにアップロードされる (図3参照)。これらにより、①帳票類電子化 (紙廃止)、費用削減, 帳票類保管エリアの削減②デジタルデータのデータ分析活用が見込まれる。



図3 ペーパーレス データ収集イメージ

3.2 Step2 設備データ収集

これは、製造設備のデータ収集をおこなうステップである。製造設備から収集するデータは主に4つある。生産ログ, 設備稼働ログ, レシピログ, 時系列ログのデータを収集する。

生産ログは、各設備において製品が処理された状態のデータを含む。フレームまたは製品PKG単位にシリアルNoが付与されているData Matrixコード (図4参照) を設備入口で読み込み、処理がおこなわれ、次設備へ搬送されたと同時にログを取得する。

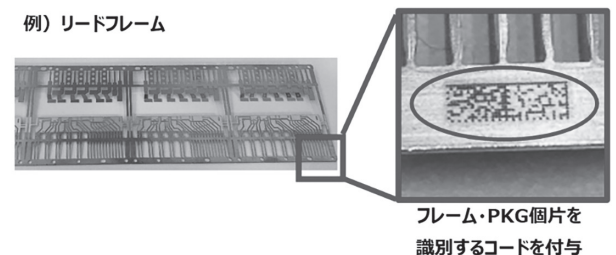


図4 シリアル No 付 Data Matrix コード付与例

取得するデータは、タイムスタンプ、流動中のオーダー情報、処理時に設備側が保持している加工現在値パラメータ、検査結果などである。データはシリアルNoに紐付け保存し、トレーサビリティが追跡できるようにしている。

設備稼働ログは、各設備においてスタート、停止、アラーム発生等のイベントが発生する度に取得するログである。アラーム発生時のデータは、アラーム内容もログに付与され、設備改善活動の際に活用される。

レシピログは、製品流動中の製造条件パラメータを取得するログである。システムは、製造条件パラメータが変更される度にログを取得するので、製造条件の変化点を追跡できる。

時系列ログは、製品製造の時間経過状態を把握する必要がある場合に取得するログである。温湿度・パーティクル等定期的に監視が必要な項目についてもデータを収集する。

これら4つの取得データは、主に設備の制御方式によって2パターンの方にてログデータを格納し、データベースへアップロードされる。

取得したデータは、開発部門でも活用できるように必要なデータをCubeサーバーで共有している(図5参照)。

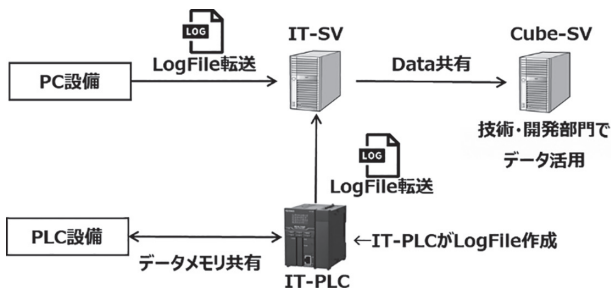


図5 設備データ収集システムイメージ

3.3 Step3 データ分析活用

これは、Step1, 2で収集したデータの可視化および分析活用するステップである。

収集データは、BIツール (Business Intelligence Tool) により見える化される(図6参照)。

分析活用については、設備収集データを、工程内帳票類に自動転記する作業補助、製品毎に付与されているシリアルNoから各工程の流動履歴を把握するトレーサビリティ管理、設備稼働状況やアラーム履歴を分析し、稼働率向上をおこなう工程改善、その他工程収集データから開発製品/製造ライン設計へのフィードバック、既存製品への品質改善などに活用する。



図6 BIツールによる設備データ可視化事例

3.4 Step4 自動化

これは、作業者がおこなっている運搬作業、目視作業を自動化するステップである。

運搬作業の自動化は、Step2で取得した設備データを活用したAMR (Autonomous Mobile Robot) 運行システムを開発し、AMRによる部材運搬、工程間製品搬送をおこなうことで、作業者の運搬工数の削減を実現する。

また、工程間運搬を自動化するためのAMR専用ローダー/アンローダーの自社開発導入もおこなっている(図7参照)。

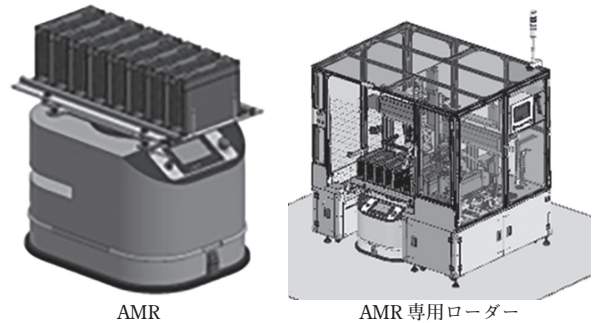


図7 部材/製品運搬用 AMR および AMR 専用 LD/ULD

目視作業の自動化は、自工程完結をコンセプトに加工工程毎に画像検査装置を導入し、目視検査人員の省人化をおこなう。なお検査結果の判定が困難な工程は、自社製Verifyシステムを導入し、画像検査後に不良判定品のみ目視検査をおこなうことで、画像と人との併用を実現している。

また、ITシステムを活用し、個片単位で製品画像検査結果を管理することで、分離工程にて画像不良品を廃却するシステムを導入している。さらに一部の検査工程では、全ての検査画像データをシリアルNoと紐付けし、一定期間保管することにより、トレーサビリティの向上や、品質改善に活用している(図8参照)。

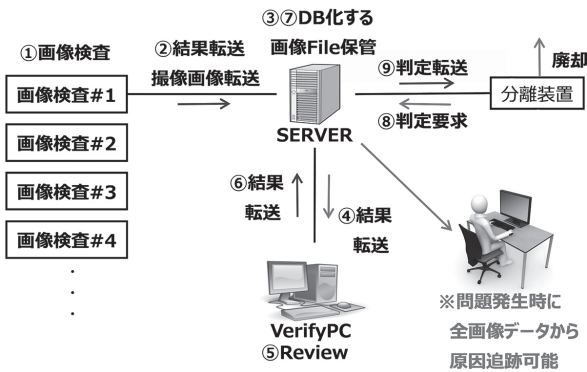


図8 Verify & IT不良排出機能を有した画像システム

3.5 Step5 生産システム連携

これは、当社で運用している生産システムとITシステムとのデータ入出力処理等のデータ相互活用をおこなうステップである。

生産システムから必要データを抽出し、その他処理の一部として活用する。作業者が作業報告で生産システムに手入力している部分を自動入力に置き換え、生産システムに関連するデータをITシステム内で相互活用をおこなえるようにする。これにより、作業工数の削減や新たな自動処理機能を付与することが可能となる(図9参照)。

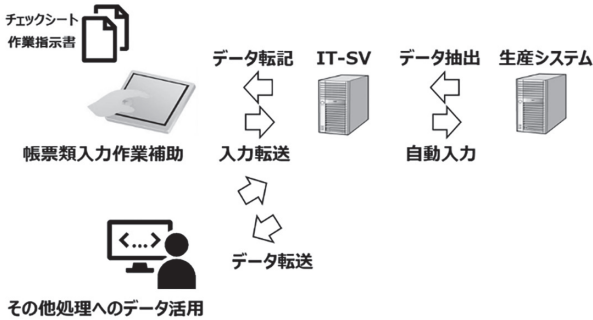


図9 生産システム連携イメージ

3.6 Step6 予知・予測

これは、Step1, 2, 3, 4で取得したデータを活用し、SPC管理を含めた品質予測、治具・ツール等の寿命予測や、設備に使用するモーター等の重要駆動部品の時系列データを活用して部品の寿命予測などをおこなうステップである。

これらによって、不良発生や設備故障後におこなっていた対応を事前に工程フィードバック・設備定期メンテナンスの対応へと変化させることができる。不具合が顕著になる前に対処することで、不良発生・設備故障による生産機会の損失や原因調査などの間接工数増加を未然に防ぐことが可能となる(図10参照)。

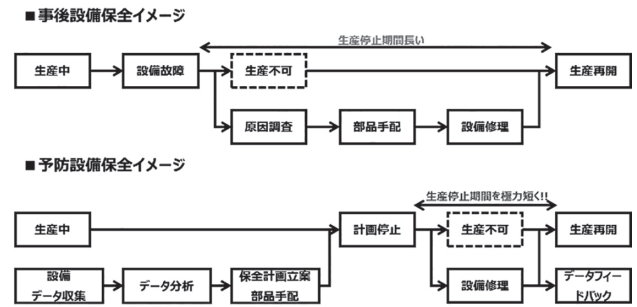


図10 設備保全予知・予測イメージ

3.7 Step7 工程コントロール

これは、Step1, 2, 3, 4, 5が実現できることで、製造工程内の作業への指示、仕掛製品の流動指示、異常が発生した製品オーダーの出荷停止等をコントロール可能な状態にするステップである。

工程コントロールの実現により、作業者が判断して流動する方式から、ITシステムが自動で判断して流動する方式に変わり、人に頼らない生産ラインへの第一歩となる。

3.8 Step8 自動流動

これは、Step1, 2, 3, 4, 5, 6, 7が実現できることで、スマートファクトリーの目的の1つである高生産性ラインの達成が可能となるステップである。

流動方法を現行のロット流動方法から、ロットサイズ拡大およびマガジン単位で処理完了した製品を次工程へ順次連続流動する方法にする(図11参照)。ロット切替え時間短縮による設備稼働率向上、工程内仕掛品の削減、リードタイム短縮等が実現可能となり、高生産性ラインを構築することができる。

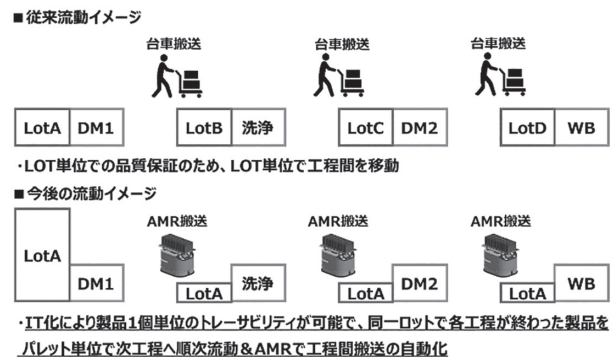


図11 自動流動イメージ

投入計画、設備メンテナンス計画、現在の流動状況から生産スケジューラ等を併用してITシステムがリアルタイムスケジューリングをおこなう。作業員、AMRに

指示を出して流動をおこなう。これらにより、製造ITシステムが完全に自動判断して流動する方式に変わり、人に頼らない生産ラインへの最終形態となる。

また、製品1個単位でシリアルNoが付与されているため、トレーサビリティ管理の精度が向上し、不具合発生時などの影響範囲の特定が容易となる。

3.9 Step9 ビックデータ展開

これは、スマートファクトリーの最終形である各生産工場の生産ラインシステムと生産管理システム等を連携させたビジネスプロセスの変革を目指すステップである(図12参照)。

冒頭にも述べたが、デジタル技術を活用し、直行業務には生産ライン改革を、間接業務には業務プロセス改革を促す。これらにより、最終的には現状の業務プロセスを覆す生産改革を創造することが可能となる。

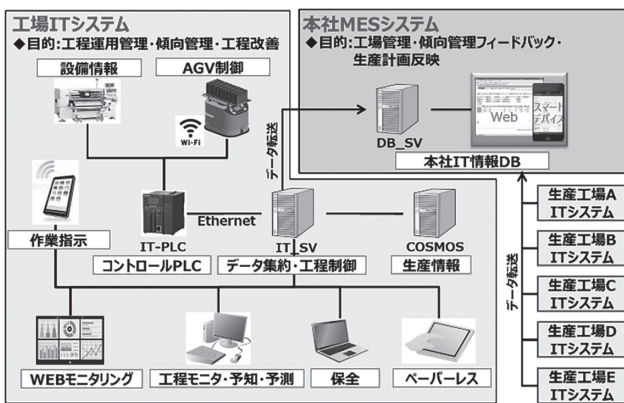


図12 スマートファクトリーシステム最終イメージ

○：実績，△：実施中，空欄：計画中

Step9 ビックデータ展開							
Step8 自動流動	△						
Step7 工程コントロール	△					△	
Step6 予知・予測	△					△	
Step5 生産システム連携	○					○	
Step4 自動化・画像化	○			△	△	○	
Step3 データ分析活用	○			△	△	○	
Step2 設備データ収集	○			△	△	○	
Step1 ペーパーレス	○	△	△	△	△	○	
	堀松B棟	堀松A棟	志賀	能登	山形	福島	大連

図13 各生産工場のスマートファクトリー進捗状況

4. スマートファクトリー進捗と今後の展望

生産工場スマートファクトリー化の進捗および今後の展望を以下に述べる。

当社生産工場7拠点におけるスマートファクトリーの進捗状況は、図13の通りである。2拠点については、現在9ステップ活動の5ステップまで導入完了しており、ステップ6以降の課題について取り組んでいる。

また、残り5拠点については、順次導入済の技術を横展開していき、2029年までに全生産工場でのStep9達成を目標に今後もスマートファクトリー推進を実施していく。

5. むすび

今回、当社で取り組んでいるスマートファクトリーの概要および推進していくための9ステップ活動の詳細内容について説明し、現在の各生産工場における取り組み状況と今後の展開について述べた。

今後、高生産性、高品質の生産ラインの実現に向けて、残りのステップ活動を生産工場と連携して取り組んでいく。