

スマートファクトリー推進における 設備マニピュレーションシステムの開発

Development of Equipment Manipulation System for Smart Factory Promotion

田中裕之*
Hiroyuki Tanaka

概要 近年、激しく変化するビジネス環境において、企業競争力の維持・獲得・強化を果たすために、当社が取り組んでいるDX (Digital Transformation) 推進の最重要項目として生産工場のスマートファクトリー化がある。スマートファクトリー推進における自動流動を実現するにあたり、設備のパラメータデータや稼働データおよび、品質データなどを吸い上げてチェックシートへの自動転記やその結果から稼働可否を判断することが必須である。しかし、データ収集 (IoT) 非対応の設備や一部のデータについては、設備仕様上、これらのデータの吸い上げができない状態である。これらに対応可能な独自のシステムとして、自動流動可能な生産システム基盤を構築したので報告する。

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推進し、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に、データとデジタル技術を活用してビジネス、業務、企業文化などの変革を成し遂げるべくDX推進に取り組んでいる。

製造業者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化である。

当社では従来より生産ラインの自動化や工程改善などで品質向上や生産性向上を実施してきた。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実施していく。これにより、さらなる品質向上や生産性向上だけではなく、仕掛在庫削減や納期短縮、間接業務効率向上などに寄与することで、当社の市場競争力を高めるべく、取り組みが実施されている。

2. パッケージロードマップ

現在展開中および、今後展開予定の2029年までのパッケージロードマップを図1に示す。

高電力密度パワーモジュールについては、DSK (大連サンケン) および、NSK (新潟サンケン) にて量産中であり、小型高放熱基板モジュールについては、ISK (石川サンケン) 堀松工場B棟にて量産中である。いずれの生産工場 (製造ライン) においても、スマートファクトリー化を推進中である。

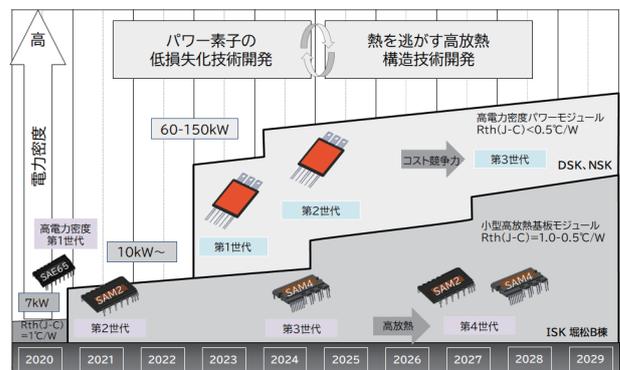


図1 高電力密度パッケージ開発ロードマップ

*ものづくり本部ものづくり開発センター
先進技術推進センタースマートファクトリー推進課

3. スマートファクトリー概要

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。

当社におけるスマートファクトリーとは、図2に示すように、ITインフラや各種データを始めとする、デジタル技術の活用によって、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生産ライン改革と②業務プロセス改革の2本柱である。前者では直接業務を主とした生産ラインの自動化・画像化・IT化による、品質向上や生産性向上および、原価低減を図る。後者では間接業務を主としたITデータの利活用による、必要データの即時取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図る。

直接業務において、生産ライン改革を実施しながら、各種データを収集している。その収集したデータを間接業務において利活用することで、抜本的な業務改善を実施している。最終的に相互間で連携しながら、これまでにない生産改革を果たすことを目的としている。



図2 スマートファクトリー概要

4. スマートファクトリーロードマップ

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に示すように、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。大きく分けてデータの収集・蓄積・利活用が挙げられる。

初期ステップではシステム単体で運用可能なものからスタートしており、ステップが上がる毎に前ステップで完成したシステムを組み合わせることで、人に頼らない生産ラインの実現を目指している。

スマートファクトリー化により、自動流動や遠隔操作、さらに工程データを用いた設計の効率化などを図る。

そのためには、安定した製品品質のもとで、生産性向

表1 スマートファクトリーロードマップ

展開	定義	取り組み内容
Step9	ビッグデータ展開	工程のビッグデータを他のシステムへ展開(IoT) 生産ライン改革、プロセス改革、DX、遠隔操作
Step8	自動流動	LOT廃止、個片管理流動
Step7	工程コントロール	ライン制御及びオペレーション指示
Step6	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及びフィードバック
Step5	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
Step4	自動化	部材及び製品搬送の自動化(AGV) 官能検査の自動化(画像)
Step3	データ分析活用	可視化、トレーサビリティ管理、工程改善 可視化、新製品/ライン設計、品質改善
Step2	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
Step1	ペーパーレス	紙廃止、データベース化、電子化

上を実現したうえで、生産ラインの自動制御に必要な各種データの「自動収集」が必須となる。

5. 本システムの開発に至る背景 (Step8 自動流動の課題)

前項で述べたように、当社のスマートファクトリー推進における目的を果たすうえで必須となるアイテムが、生産ラインの自動制御に必要な各種データの「自動収集」である。

Step8 自動流動のありたい姿を図3に示す。生産設備、品質確認、データ蓄積、BIツール、人という5つの観点から見たデータの流れを示している。設備のパラメータデータや稼働データおよび、品質データなどを自動で吸い上げて、チェックシートへの自動転記やその結果から稼働可否を判断、生産ラインを自動制御することが必須である。

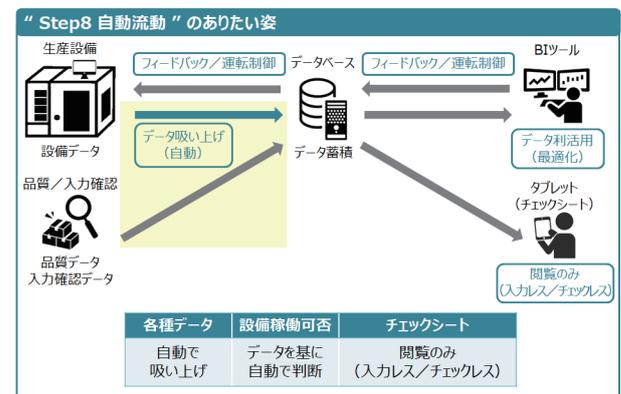


図3 Step8 自動流動のありたい姿

しかし、現状の姿は図4に示すように、データ収集(IoT)非対応の生産設備やデータが存在している。人が介在することで、該当データを確認⇒電子媒体に手入力⇒入力内容確認⇒データ転送という流れで、データ

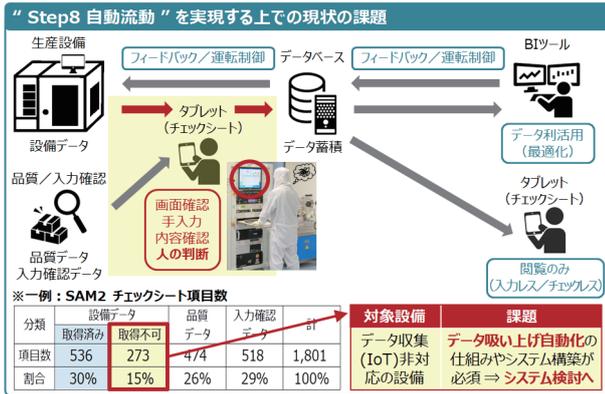


図4 Step8自動流動を実現するうえでの現状の課題

収集行為をマニュアルでおこなっている。

生産設備の仕様上、これらのデータの自動収集ができない状態なので、データの自動収集が可能な仕組みやシステムの構築が必須となる。以上の背景をもとに独自のデータ収集システムを開発した。

6. 本システムの検討

本システムの検討内容を以下に示す。

6.1. 設備の仕様変更での検討

表2に示すように、設備の仕様自体を変更することで、データ抽出ができないか検討を実施した。

結論としては、設備側の制約上、設備に手を加えることが困難であり、この方式では実現性が低いとの判断に至った。設備に手を加えずに実現可能な別案を検討することとなった。

表2 設備の仕様変更での検討

検討案	設備改修	総合判定
設備自体にデータ抽出機能を追加	× 改修NG	×
装置モニター画面をスクレイピング *1	× ソフト追加NG	×
装置モニター画面をScreen Shot +OCR処理 *2	× ソフト追加NG	×

*1: 画面スクレイピング ⇒ 実行中のアプリケーションから画面上のテキストを抽出する事。
 *2: OCR ⇒ Optical Character Reader (光学的文字認識) の略で、画像データのテキスト部分を認識し、文字データとして抽出する事。

6.2. カメラ撮像方式での検討

次に、図5に示すように、カメラ撮像方式での検討を実施した。

当方式の流れは、装置モニター画面を外部カメラにて撮像し、撮像した画像データに画像補正および、OCR処理を施し、テキストデータを抽出するというものであ

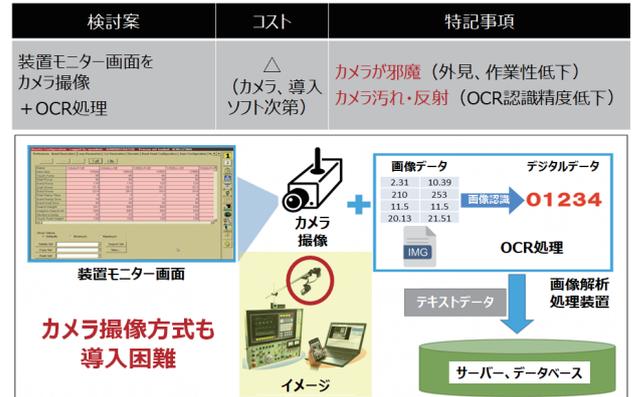


図5 カメラ撮像方式での検討

る。装置モニター前面に外部カメラを設置することで、外見上もさることながら、作業性の低下が懸念される。また、カメラの汚れや反射などによるOCR認識精度の低下も懸念される。さらに別案を検討することとなった。

6.3. モニター分配+画面キャプチャー方式での検討

当案は別案の模索中に何気ない日常生活からヒントを得て、アイデアを出した内容である。

写真1は、一般的に普及している映像コンテンツ配信プラットフォームを使用した、ゲームライブ配信の様子である。

ゲームモニター画面に映し出された映像と同じ映像を配信用PCに映し出し、配信用ソフトを介して配信プラットフォームに配信することで、視聴者が閲覧できる仕組みとなっている。



写真1 ゲームライブ配信の様子
 (生成AIエンジン Microsoft Copilotにて作成)

これを応用して、以下のようなシステムを考案した。システムの流れは、装置モニター画面を配信用PCに映し出し、映し出された画面を画像データ化し、画像補正

および、OCR処理を施し、テキストデータを抽出するというものである。当方式で問題が解決できると推測、さらに深掘り検討を実施した。

図6に映像コンテンツ配信手法の概要、図7に映像コンテンツ配信手法を参考にして、システム構成を検討した結果を示す。

まず、モニター分配器を介して、装置モニター画面を分配する。次にキャプチャーボード、配信用ソフトを介して、画像解析処理装置に画面キャプチャーする。映し出された画面を画像データ化し、画像補正および、OCR処理を施し、テキストデータを抽出するというものである。

当案の利点としてはカメラレスによる外見上のスマートさおよび、汚れ・反射などの影響を受けないOCR認識精度の安定化が挙げられる。また、汎用機器類や内製ソフトを活用することで、低コスト化も実現可能であり、検討案を具現化するべく進めた。

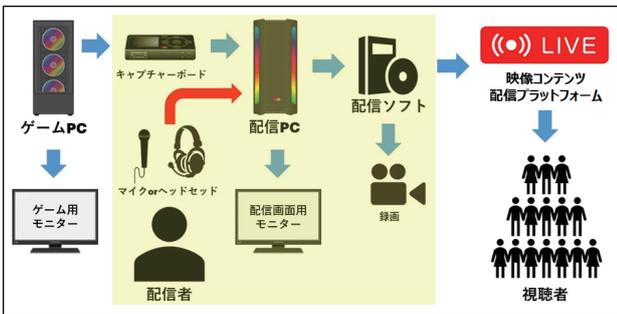


図6 映像コンテンツ配信手法の概要

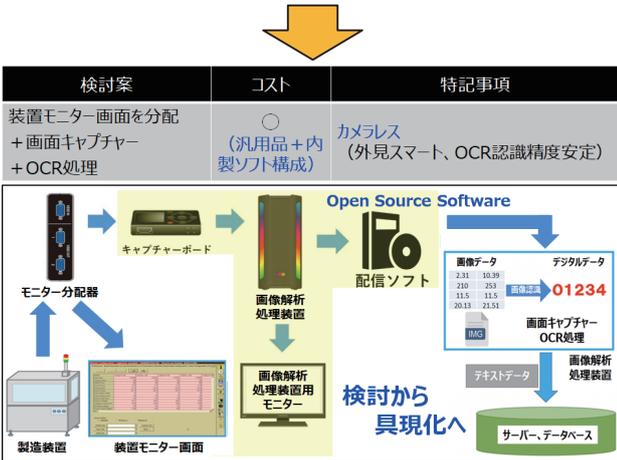


図7 モニター分配+画面キャプチャー方式での検討

7. 本システムの概要

具現化した、本システムの概要を以下に示す。

7.1. システム構成と動作フロー

本システムは、図8に示すように、データの抽出および、OCRエンジンによる文字認識にて構成されている。

データ抽出については、データ抽出が不可であり、かつ、設備側の制約上、ユーザー側で手を加えることができない設備が対象である。一般的に普及している映像コンテンツ配信プラットフォームで採用されている、映像コンテンツ配信手法を応用して設備モニター画面をキャプチャーする。得られた画面の画像データに対し、最適な汎用OCRエンジンを使用し、最適な画像補正を施すことで、文字認識精度を向上させ、デジタルデータとして、データ抽出を可能としている。

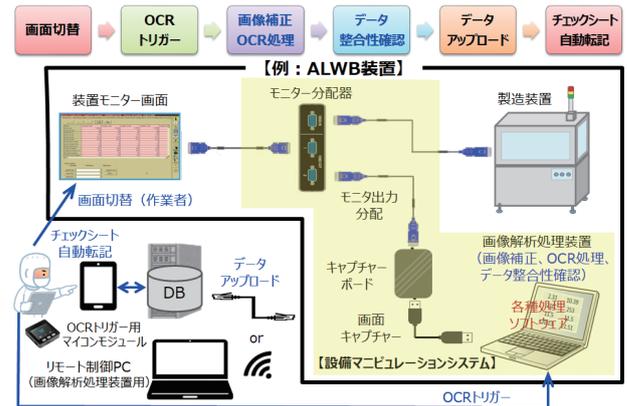


図8 システム構成と動作フロー

7.2. OCRエンジンの選定

OCRエンジンを選定する際には、いくつかの重要なポイントがあり、まず最重要なのは認識精度である。エンジンが特定の文字セットやフォーマットでどれだけ正確に文字を認識できるかを確認することが重要である。また、対象とする言語への対応も重要で、特に日本語や他の非アルファベット文字に特化したサポートが必要な場合には注意が必要である。

処理速度も重要であり、大量のデータを迅速に処理できるかどうかは、特にリアルタイム処理が求められる場面で重要な要素となる。さらに、対象となるドキュメントのフォーマットにエンジンが対応しているかも選定の際には確認が必要である。

構築環境については、エンジンが他のシステムやアプリケーションと容易に統合できるか、API (Application Programming Interface) やSDK (Software Development Kit) が提供されているか、設定やカスタマイズがしやすいか、ネットワーク環境が必要かどうかも重要なポイントとなる。

ライセンス形態とコストに関しても、初期費用だけでなく継続的なサポート費用や利用量に応じた運用コストが発生するかを総合的に考慮することも必要である。

こうした点を総合的に評価して、最適なOCRエンジンを選定することが必要であり、いくつかのOCRエンジンを候補として挙げて、選定を実施した。

選定した結果、表3に示すように、「G社 OCRエンジン」を本システムに導入することとした。

表3 OCRエンジンの選定

OCRエンジン	文字認識精度	コスト	処理速度	構築環境	総合判定
①A社 OCR Engine	○	有料 (WebApp)	△	× NW環境が必要	×
②B社 OCR Engine	○	有料 (WebApp)	△	× NW環境が必要	×
③C社 OCR Engine	○	無料 (WebApp)	×	× NW環境が必要	×
④D社 OCR Engine	○	無料 (Lib)	×	△ 環境設定が容易	△
⑤E社 OCR Engine	△	無料 (OSS)	△	△ 環境設定が複雑	△
⑥F社 OCR Engine	○	無料 (OSS)	△	△ 環境設定が複雑	△
⑦G社 OCR Engine	○	無料 (API)	○	○ 環境設定が容易	○

7.3. キャプチャー画像の最適化

OCRエンジンに入力する画像の品質が悪い場合、期待する性能が発揮できない。図9に示すように、OCRエンジンに入力する前段階でキャプチャー画像の補正などをおこない、最適化することで、汎用OCRエンジンでの認識精度を大幅に向上させている。

✓画像サイズ設定

画像のサイズを適切に調整することで、文字がより鮮明に表示され、認識しやすくなる。

✓画像解像度設定

画像の解像度を適切に調整することで、文字がより鮮明に表示され、認識しやすくなる。

✓二値化

カラー画像やグレースケール画像を二値化（白黒）の画像に変換することで、文字の輪郭をはっきりさせ、文字が認識しやすくなる。

✓マスク処理

ノイズや不要な情報が含まれる領域を除外することで、文字が認識しやすくなる。

✓歪み補正

OCRエンジンは歪んだ文字を認識し難いので、歪みを補正することで、文字が認識しやすくなる。

✓コントラスト補正

文字と背景のコントラストを強調することで、文字が認識しやすくなる。

✓ノイズ除去

画像中の不要なノイズを除去することで、文字部分がより明確になり、文字が認識しやすくなる。

✓余白除去

ノイズや不要な情報が含まれる領域を除外することで、文字が認識しやすくなる。

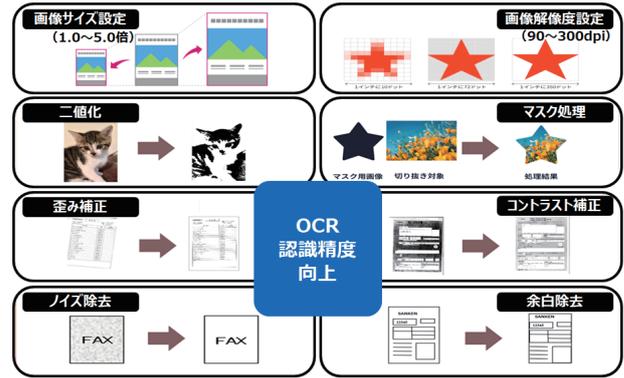


図9 キャプチャー画像の最適化

7.4. 実機での検証

実機での検証の様子を写真2に示す。実際の生産設備を使用して検証をおこない、抽出されたテキストの精度を確認し、必要に応じてマスクの位置や大きさを調整した。また、大規模なデータセットに対する処理速度を観察し、ノイズや誤認識に対して、どの程度の誤差がでるかを評価した。必要に応じてフィードバックをもとにアルゴリズムやマスクの設定を微調整し、画像品質によるバリエーションに対応するために、適応的な閾値処理なども追加導入した。

以上のように実機での検証を経て、汎用性や各種制約および、導入・運用コストなどを精査し、正式に導入する運びとなった。

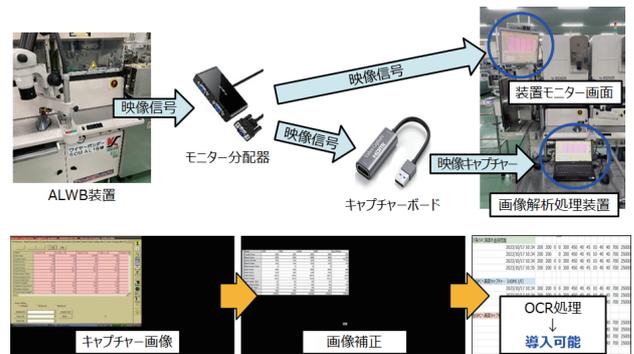


写真2 実機での検証

8. むすび

今回、当社で実施している生産工場のスマートファクトリー推進活動における、設備マニピュレーションシステムについて、概要を述べた。

表題の「設備マニピュレーションシステム」は、設備データの抽出や入力確認作業といった「人による設備の操作を自動化する」ことに由来している。

本システムの開発により、従来、作業者がおこなって

いたデータ入力および、データチェック作業の大幅な自動化に目途が立った。

さらに、本システムは、既存の設備に低コストかつ、容易に導入可能なデータ抽出手法なので、従来の製造装置への展開が期待できる。これにより、水平展開可能なスマートファクトリー化に向けた基盤技術を確立したといえる。

全ての設備データの自動収集に目途が立ったことで、

残るデータ入力は作業者の作業確認チェックのみとなる。

これについては、まず本システムを先行導入した石川サンケンとの協業により、当該項目の見直しをおこない、項目の大幅削減に取り組む。

また、石川サンケン堀松工場B棟の一部工程では、スマートファクトリー推進9Step活動の『Step8 自動流動』の実証実験を既にスタートしており、今後はその実現に向けて、さらに加速させ、取り組んでいく。