

生産効率向上を実現する 新組立てナビゲーションシステム

柏倉 裕 多田 純

メカトロシステム工場では、多品種少量生産において、『世界No.1』のメカトロ工場を目指し、日々生産改革を推進している。当工場では、日産10台以下のATM・現金処理機などを断続生産しており、これらの製品の生産には、下記3点の特徴がある。

- ・一人当たりの組立て持ち部品点数が最大800点と非常に多い
- ・市場要求に応じた新製品の短期立ち上げ
- ・製品品種や生産変動への柔軟な対応
(作業者の入れ替わりが多い)

このような製品の特徴に追従するとともに、生産効率向上を目指し2014年に組立てナビゲーションシステムを構築した¹⁾。

このシステムでは、製品1台ごとに部品を専用のキット箱に取り揃え、組立て作業者に供給する仕組み(図1)を無くすことができ、作業習得、製造準備コストの低減を達成できた。

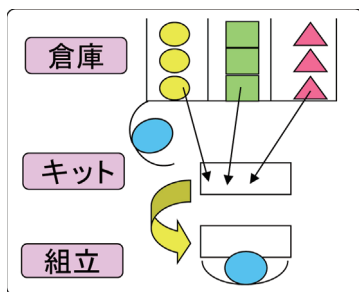


図1 キット作業

本稿では、従来の組立てナビゲーションシステムの利点を継承しつつ、更なる生産効率追及のための改良を加えた新組立てナビゲーションシステムを紹介する。

組立てナビゲーションシステムの問題点

従来の組立てナビゲーションシステム(図2)では、組立て漏れや組立て誤りなどを防ぐシステムを構築したが以下のような問題点があった。

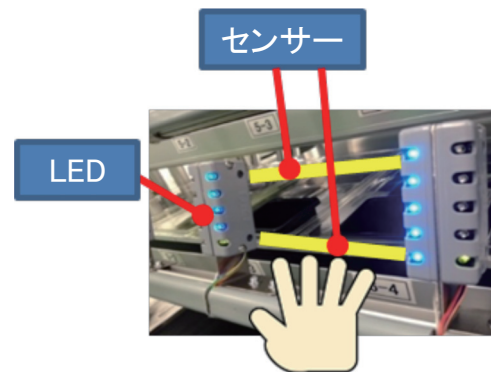


図2 従来の組立てナビゲーションシステム

(1) ナビゲーション(作業指示)内容に制限がある

LEDによるナビゲーション(組立て部品取り順序のガイダンス)のみのため、必要数量や品質確認ポイントなどの注意喚起表示ができない。

(2) 設備構築、変更にかかる時間がかかる

部品毎にLED、光電センサーを設置する必要があるため、配線が多く生産ライン新設や変更にかかる時間を要する(標準棚1棚あたり40個のセンサーを使用)。

(3) 設備投資費用が高い

LED、光電センサーの数が組立て部品点数に応じ必要となる。数量に応じたPLCが必要となるため、設備の費用が高く、投資対効果面で適用範囲が限定される。

(4) 生産効率向上までに時間がかかる

実績データを取得することで、問題が発生した工程を絞り込めるようにはなったが、実際にどのような問題が発生したのかはわからない。問題点を特定するために同様の問題が再現されるまで、現場で監視しながら調査する必要があった。

これらの問題点を解決するために、今までの延長線ではなく、ICT機器を活用した新組立てナビゲーションシステムを構築した。

新組立てナビゲーションシステム概要

光による作業誘導と人の動作のセンシングにより、キットレス及び作業指示書の自動提示を実現し作業者に次の動作を指示できるシステムという点では、従来の組立てナビゲーションシステムと同様である。

従来の組立てナビゲーションシステムの課題を克服するため、光をLEDからプロジェクターに変更、更にセンシング自体を光電センサーからUSBカメラで取得した画像認識に変更していることが大きな変更点である(表1)。その結果以下のようなメリットを得ることができた。

表1 従来方式との変更点

ナビゲーションシステム	作業誘導	動作センシング
従来方式	LED	光電センサー
新方式	プロジェクター	USBカメラ画像認識

- 作業指示をプロジェクションマッピングで行なうことで、従来のナビゲーション(組立て部品取り順序のガイダンス)以外に表現でき情報が格段に増加した。
- プロジェクションマッピングによるナビゲーションと人の動作センシングをUSBカメラ画像認識で行なうことで、部品毎のLED・センサー配線が不要になり、組立ライン立上げや変更を容易に実現でき、同時に自由な部品配置できるようになった。
- プロジェクター、USBカメラを配置したシンプルな構造のため設備投資費用が安い。
- USBカメラの映像を保存することで、作業動作分析が容易にでき、短時間で生産効率を向上することができた。

この新組立てナビゲーションシステムは、部品ナビゲーション及び作業指示を行なうプロジェクターと、指示された部品の取り出しを検出するためのUSBカメラ、電動ドライバー、制御用PCで構成されている。更に、社内ネットワークを通じて、ホストPCでデータ収集し、必要な情報に加工する。クライアントPCからは各種分析メニューや作業進捗状況を参照することが可能である(図3)。

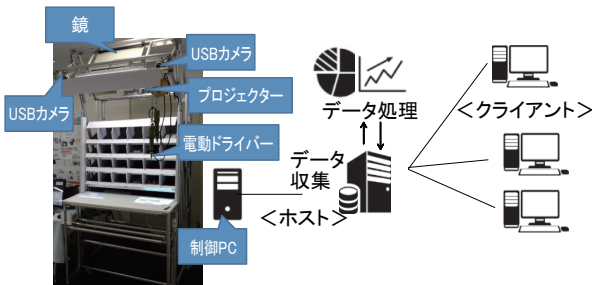


図3 システム構成図

以下、主要機能について説明する。

(1) 組立て作業指示

組立て作業指示はプロジェクションマッピングにより実現している。具体的には下記4項目を表示するが、組立て対象製品の大きさなどにより、表示位置をアレンジすることができる(図4)。

- 組立てに使う『部品、数量の指示』
- 組立て『作業指示書』の表示(新機能)
- 組立て『作業動画』の表示(新機能)
- 『品質確認ポイント』の表示(新機能)



図4 プロジェクションマッピングによる作業指示

(2) 部品取得検出

USBカメラで取得した画像を画像認識することにより部品取得を検出する。背景差分法により手がどの間口に入ったかを検出している(図5)。

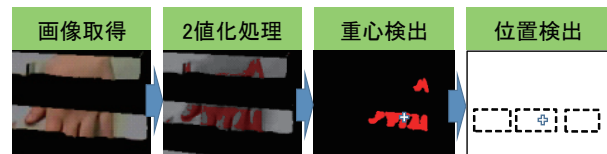


図5 部品取得検出方法

1つのカメラでは高さ・奥行きが画像からは判別できないため、部品を取りに行くまでの手の軌跡によって該当アドレスの判定誤りが発生してしまう不具合が生じる。左右2つのカメラを配置することで、この不具合を解消した(図6)。

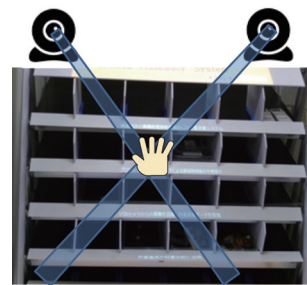


図6 USBカメラ取り付け位置と判定

(3) 生産効率化を実現するためのデータ活用

部品取得結果と動画は、デジタルデータとしてデータベースに書き込まれる。

しかし、ただ蓄積していても有効に活用されなければ意味が無い。蓄積されたビッグデータを、必要なときに、必要な人が、必要となるデータを抽出・表現できることが重要である。本システムでは生産進捗以外に『生産改善ポイントの見える化』を実現している。

以下、具体例を紹介する。

①作業ばらつき見える化

従来システムでは、号機別、工程別の作業時間の実績表示を実現していた。今回のシステムでは、実績から、作業のばらつきを日別、号機別、工程別に表示することで問題点がピンポイントで特定できる(図7、8、9)。

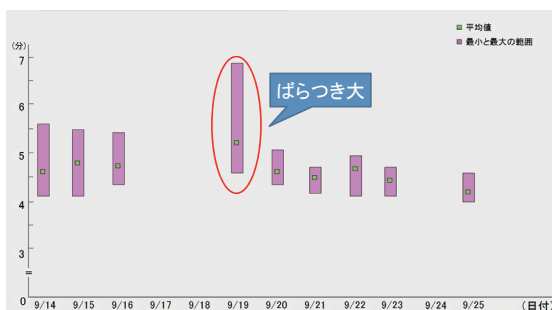


図7 作業実績(日別)

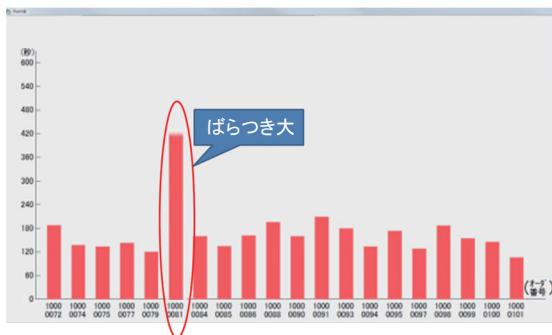


図8 作業実績(号機別)

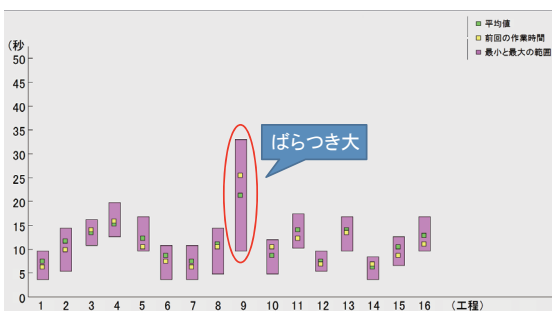


図9 作業実績(工程別)

②作業習得サポート(新機能)

従来、作業者が習熟度を向上させるには経験を積み重ねる必要があったが、作業動画比較機能により抽出した「熟練者と作業者の差異」を、作業者に反映することで、短期間で熟練者並みの習熟度を身につけることができるようになった(図10)。



図10 作業比較(熟練者との作業動画比較)

③ムダ動作の見える化(新機能)

作業者の習熟に関係なく、部品配置や工具配置によってはムダな動作が発生することがある。本システムとモーションキャプチャデバイスを連携することで『ムダな動作の見える化』を実現した。

モーションキャプチャデバイスの骨格取得機能(図11)により、頭、左手、右手がどのように動いたのかをプロットし、改善ポイント(ムダ動作)の見える化を実現した(図12)。



図11 骨格取得

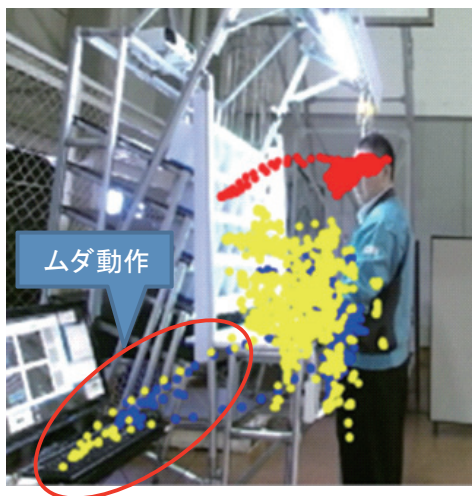


図 12 作業動作分析

TiPo【基本用語解説】

PLC (プログラマブルロジックコントローラー)

リレー回路の代替装置として開発された制御装置で、LED/光電センサーをコントロールするモジュールとして使用

背景差分法

観測画像と事前に取得しておいた画像を比較することで、事前に取得した画像には存在しない物体を抽出する処理を指す

効果

新組立てナビゲーションシステムを導入したことにより、生産効率を1.5倍に向上でき、従来システムと比較して設備投資65%減を実現した。1台あたりの価格が下がったことにより、対象工程を増やすことができた。また、並行して問題の見える化をリアルタイムで実現でき、現場改善の加速に繋がっている。

今後の展開

今後、以下項目を検討して更なる進化につなげていきたいと考えている。

- ・ プロジェクターの表現を更に活用した、ワーク（作業対象）への直接的な作業指示
- ・ 音声認識による作業確認 ◆◆

参考文献

1) 白崎, 柏倉, 多田: 多品種少量生産を実現する組立てナビゲーションシステム, OKIテクニカルレビュー, 2015年5月/第225号, Vol.82 No.1, pp64-67

● 筆者紹介

柏倉裕: Yutaka Kashiwakura. メカトロシステム事業本部 メカトロシステム工場生産技術部

多田純: Jun Tada. メカトロシステム事業本部 メカトロシステム工場生産技術部