

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

白崎 吉則 柏倉 裕
多田 純

メカトロシステム工場では、システム機器事業本部のメカトロニクス製品を、地産地消および生産量を考慮して日本（富岡工場）と中国の2拠点で生産している。

富岡工場は多品種少量生産において、『世界No1』のメカトロ工場を目指している。私たちが所属している組立て部門でも、その目標達成に向けて日々改革を推進している。

中国工場では長期間にわたり毎日同じものを生産する連続生産品を生産し、富岡工場では日産台数10台以下のATMや現金処理機などの多品種少量品を生産している。断続生産がメインとなっている。

このような生産環境から、下記4点を考慮しながら生産を推進する必要がある。

- ・一人当たりの組立て持ち部品点数が多い
- ・次々と新製品が立ち上がる
- ・製品毎の生産ライン変更が必要
- ・派遣社員による生産体制

これらの条件の中で最大限に効率を高められる生産方式を追求している。

本稿では、品質を確保したうえで多品種少量生産の生産効率を向上させる新しい生産方式を紹介する。

導入前の作業方法と問題点

導入前の組立てでは、組立て漏れ、組立て誤りなどを防ぐため、実際の組立て作業以外に以下の品質確保作業を実施している。それぞれに、改善すべき問題点がある。

(1) 組立て漏れ防止

組立て漏れ防止の仕組みとしてキット作業を基本としている。具体的には、「水すまし」と呼んでいる部品配膳作業者が部品倉庫から部品別に置き場所の決まった専用のキット箱に並べることで、漏れなく組立て作業者に部品を供給している（図1）。また、組立て作業者は、組立て完了後にキット箱内に部品が残っていない事を確認することで、組立て漏れを防止している。しかし、水すましが一度つかんだ部品を手放すため、部品タッチ数が多くなり、実際の組立て作業以外の工数がかかる。

(2) 組立て誤りの防止

組立て誤り防止のため、作業習熟までは組立て方法などを指示する作業指示書を確認しながら組立てている。作業指示書は紙でファイルに保存しているため、検索、取扱い、維持管理に工数がかかる。

(3) 作業履歴

作業した実績はチェックシートと呼ぶ作業項目一覧リストに作業員毎に捺印し、作業履歴を残している。これにより作業漏れを防止している。紙媒体への記入のため、取扱いやサインなどに時間がかかる。

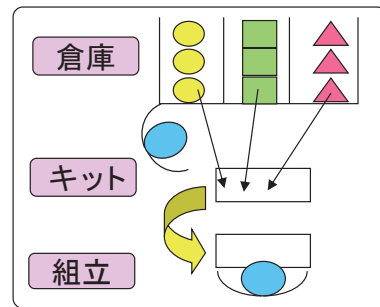


図1 キット作業

(4) 製造準備

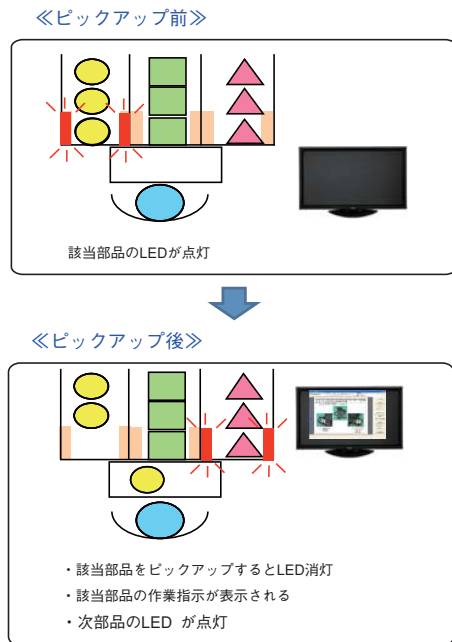
新製品立ち上げにおいて、使用する順番に部品を並べる準備工数や、組立て漏れを防止するために使用するキット箱作成に工数が非常に多くかかる。また、立ち上げ期間中は、部品変更などの設計変更が多く発生するため、その都度キット箱を作り直すことになり、製造準備完了までに時間がかかる。

試行錯誤の結果、品質を確保したうえで、現状の問題点（水すまし工数、作業指示書管理工数、作業履歴トレース工数、製造準備長期化）を排除した新しい組立てナビゲーションシステムを確立することができた。

組立てナビゲーションシステム概要

組立てナビゲーションシステムは、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するシステムである。

- ①ピックアップする部品を光で誘導する
 - ②ピックアップ動作をセンサーでセンシングする
- 以降①②の繰り返し（図2）



組立てナビゲーションシステムはLED、センサーを制御するPLCと作業指示書・作業履歴制御用のPCで構成されている。また、組立て作業時に使用する作業指示書はデータ化され、LED、センサーと連携し作業指示書がディスプレイに表示されるシステム構成としている（図3）。光の誘導はLED、センシングはセンサーを使用している。組立て指示書に基づき制御用PCにあらかじめ登録した組立ての手順で次に組み立てる部品を示すLEDを点灯させる。部品をピックアップした作業者の動作をセンシングすると、作業指示を示す

*1) Microsoft Excel は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における商標または登録商標です。

ディスプレイに該当部品の作業指示を表示させ、次にピックアップする部品を示すLEDを点灯させる。ピックアップの動作をセンシングして自動的に次の作業指示を表示するシステムを構成している。したがって、ボタンを押すような動作は不要であり、部品を取る動作に同期して作業指示が自動で切り替わる。

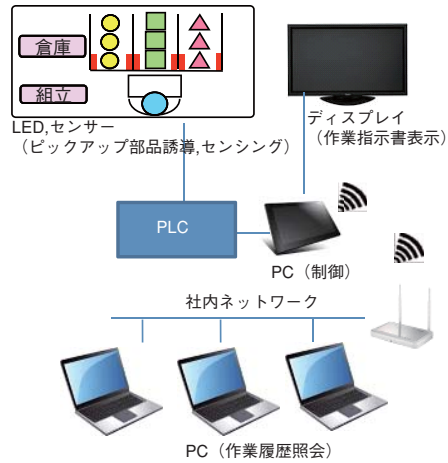


図3 システム構成概要

従来、生産ラインの変更には、印刷した作業指示書の取り換えやキット箱の準備が必要であった。本方式では制御用PCで作業するアセンブリのコードを選択するだけで製品に合わせた生産ラインに変更が瞬時にできるようになった。その結果、多品種少量生産の課題であった生産ラインの変更時間を大幅に短縮した。

新製品立ち上げにおいても、組立てナビゲーションシステムを使用することで、キット箱作成などの製造準備工数を削減することができた。

設計変更により組立ての手順の変更が必要になることが多い。その場合、PLCの制御プログラム（以下、ラダー）の書き換えが必要になる。しかし、ラダーの取り扱いには、専門知識を有する技術者しか変更ができない。それをMicrosoft®Excel®^{*1)} ベースのデータをラダーに自動変換するプログラムを開発することで専門知識のない技術者でも変更できるように改善した。

また、センシングしたピックアップ動作をデジタル情報として保存が可能となり、本システムに大きく3つのメリットができた。

- ・キットレス
- ・ペーパーレス
- ・作業時間分析活用

以下、3つのメリットについて具体的に紹介する。

キットレス

導入前は、前述のとおり、部品倉庫から水すましが組立て漏れ防止を目的に、部品のキット化をし、その部品を組立て作業者が組立てしていた。

導入後は、組立て作業者が部品倉庫から直接部品をピックアップできる。

組立て漏れ防止の仕組みは、組立てナビゲーションシステムにより代替されている。これにより水すましが不要となり、組立てラインと部品倉庫の融合によりスペースも削減できた(写真1)。

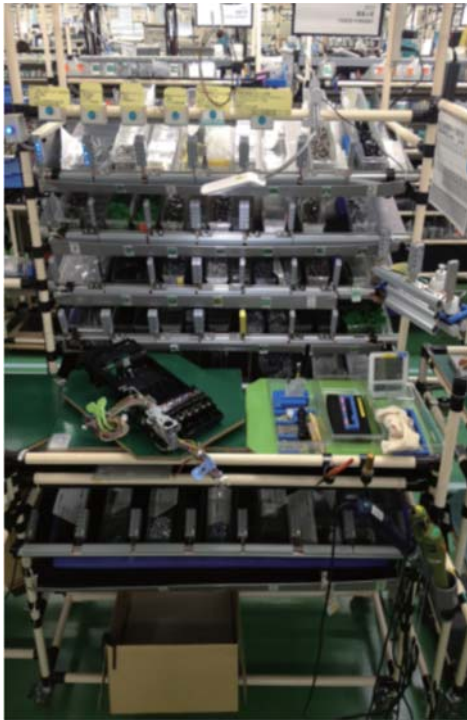


写真1 組立てライン外観



図4 作業指示書自動表示

(2) チェックシートペーパーレス

品質チェック各種情報(作業者情報、ピックアップ情報、目視確認情報、検査結果)を制御用のPCに蓄積することにより、チェックシートペーパーレス(図5)を実現し、紙媒体へサインをする作業を削減できた。

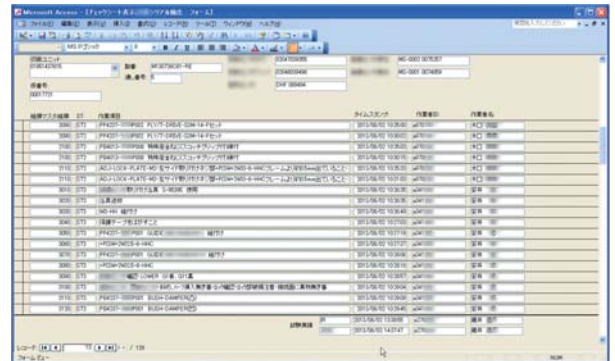


図5 チェックシートペーパーレス

ペーパーレス

組立てナビゲーションシステムには光による誘導、作業履歴保存以外に作業指示書とも連携している。この連携により作業指示書とチェックシートのペーパーレス化を実現した。

(1) 作業指示書ペーパーレス

組立てナビゲーションシステムの開発により、作業指示書のデータ化のみでなく、必要な作業指示書の自動表示切替えが可能となった(図4)。これにより、組立て作業者の指示書検索・間接作業者の最新版管理が不要となり大幅な時間短縮を実現した。

作業時間分析活用

組立て作業時間の中身は、正味の作業時間とムダな作業時間に分類される。正味の作業時間とは、組立てで言えばネジを締める時間そのものが相当し、それ以外がムダな作業時間となる。

ムダな作業時間を削減することが作業効率改善である。これまでの作業効率改善は、ストップウォッチによる時間測定によってムダを見つけ出すため、調査に多くの時間が必要であった。

組立てナビゲーションシステムにより、時間測定の自動化(図6)ができ、改善スピード、分析精度も格段に向上した。

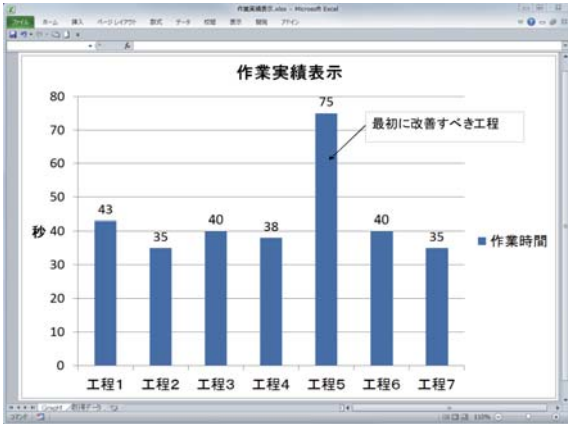


図6 作業時間実績表示

効果

組立てナビゲーションシステムを導入したことにより、以下の改善効果が得られた。

生産効率：1.5倍に向上 (図7)

新製品の立ち上げ期間：1/3に短縮 (図8)

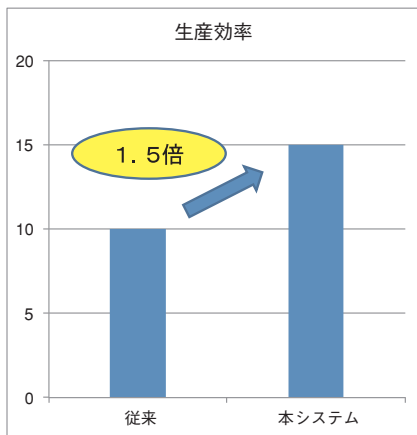


図7 生産効率

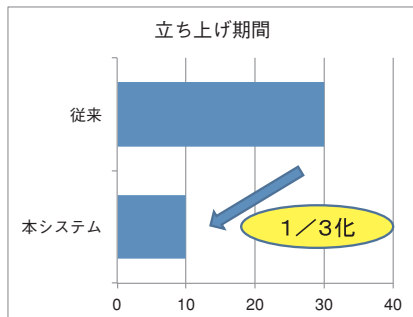


図8 立ち上げ期間

今後の展開

組立てナビゲーションシステムの作業分析機能に改善の余地（作業時間の長い工程や、作業バラツキの大きい工程の抽出条件設定など）があるため、今後改善を図る。引き続きITを活用して多品種少量生産に合った方式で生産効率の向上を推進していきたい。◆◆

● 筆者紹介

白崎吉則：Yoshinori Shirasaki. システム機器事業本部
メカトロシステム工場生産技術部

柏倉裕：Yutaka Kashiwaka. システム機器事業本部
メカトロシステム工場生産技術部

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

TIP 【基本用語解説】

キット

組立て作業1台分のすべての部品を一つの箱に集めて組立て作業者に供給される部品のセットのことを示す。

PLC (プログラマブルロジックコントローラ)

リレー回路の代替装置として開発された制御装置。