

ICT活用によるものづくり革新活動と 人と機械の協調生産の実践

ICT-based MONOZUKURI Innovation Activities and Practice of Harmonious Human-Machine Production

● 宇佐美隆一

あらまし

島根富士通はノートPC(LIFEBOOKシリーズ)、タブレット(ARROWS Tabシリーズ)などのユビキタスクライアントデバイスを生産する生産拠点である。生産技術とIoT(Internet of Things)を含むICTを活用したスマートなものづくりを実現しており、1台単位でカスタマイズした製品を生産できる。島根富士通では、トヨタ生産方式(TPS)をベースとした富士通生産方式(FJPS)を核に、独自のものづくり革新活動を展開している。従来の現場中心の改善活動に加えて、シミュレーション技術を活用した設計支援やロボットによる自動化、ICT活用などを織り交ぜた活動によって、品質・コスト・デリバリーの各面において大幅な改善を達成してきた。その成果が認められ、本取り組みは「第6回ものづくり日本大賞 経済産業大臣賞」を受賞している。

本稿では、島根富士通のものづくり革新活動による人と機械の協調生産、製品・工場シミュレーション、および生産ラインへのICTの活用について述べる。

Abstract

Shimane Fujitsu Limited is the largest production site for ubiquitous client devices such as laptop PCs (Lifebook Series) and tablets (ARROWS Tab Series). It combines production engineering and ICT-enabled smart *MONOZUKURI* (manufacturing), including the Internet of Things (IoT). Thus the site is capable of unit-base customization in production. With Fujitsu Production System (FJPS), based on the Toyota Production System (TPS), at the core, we at Shimane Fujitsu pursue our unique *MONOZUKURI* innovation activities. It facilitates significant enhancements in quality, cost and delivery, through a fabric of designing assistance using simulation technology, robot-based automation and ICT, in addition to the ongoing field-centric efforts for making improvements in production lines. These results have been recognized, and this initiative won the METI award in the 6th Monozukuri Nippon Grand Award. This paper presents Shimane Fujitsu's *MONOZUKURI* innovation activities in terms of human-machine production, product and factory simulation, and ICT deployment in production lines.

まえがき

近年、パソコン市場はコモディティ化が進み、グローバルベンダーとの競争が激しくなっている。市場競争力のあるメイドインジャパン製品にするためには、品質、コスト、デリバリーの各面はもちろんのこと、魅力的な製品を生み出し続けていくことが重要である。単純なコスト競争に陥らないために、業種に特化した端末や薄型軽量端末、高セキュリティ端末などの付加価値の高い製品を生産し、お客様の多様なニーズに応えられる柔軟性を持った次世代ものづくり工場の構築が使命となっている。

本稿では、島根富士通で行っているものづくり革新活動、人と機械の協調生産、製品・工場シミュレーション、および生産ラインへのICTの活用について述べる。

ものづくり革新活動

島根富士通の生産ラインは、プリント基板生産ラインと装置組み立てラインの二つに分けられる(図-1)。2003年からものづくり革新活動を開始し、ジャスト・イン・タイムと自動化の2本柱で活動を推進してきた。当初は、2S(整理・整頓)による

ムダの排除を中心に活動していたが、2005年からトヨタ生産方式(TPS)を本格導入し、2009年からは生産現場のみならず、パソコンの部品調達や出荷後の物流まで活動範囲を広げ、サプライチェーン全体を包含する活動にシフトした。本章では、ものづくり革新活動で行った整流化、平準化生産、および混流生産について紹介する。

(1) 整流化

2005年時点の生産現場は、部材・製品の流れが分岐・合流を繰り返す複数の動線であったため、押し込み型生産と設備稼働率の向上を優先させる必要があり、工程間に部材・製品の在庫が多数存在していた。そこで、部材・製品の流れを整流化して動線を一本化し、販売した数だけ生産するという後工程引き取り生産とした。この生産方式によって工程間在庫は最小限となり、生産リードタイムも大幅に短縮できた(図-2)。

(2) 平準化生産

従来の生産計画は、日々の受注量の増減がそのまま工場の稼働に影響していたため、工数負荷の変動が大きく平準化が難しい状況であった。そこで、確定している注文を前倒しして生産量を一定にする平準化オペレーションを実施することで、工場の稼働ロスを最低限に抑えることに成功した。

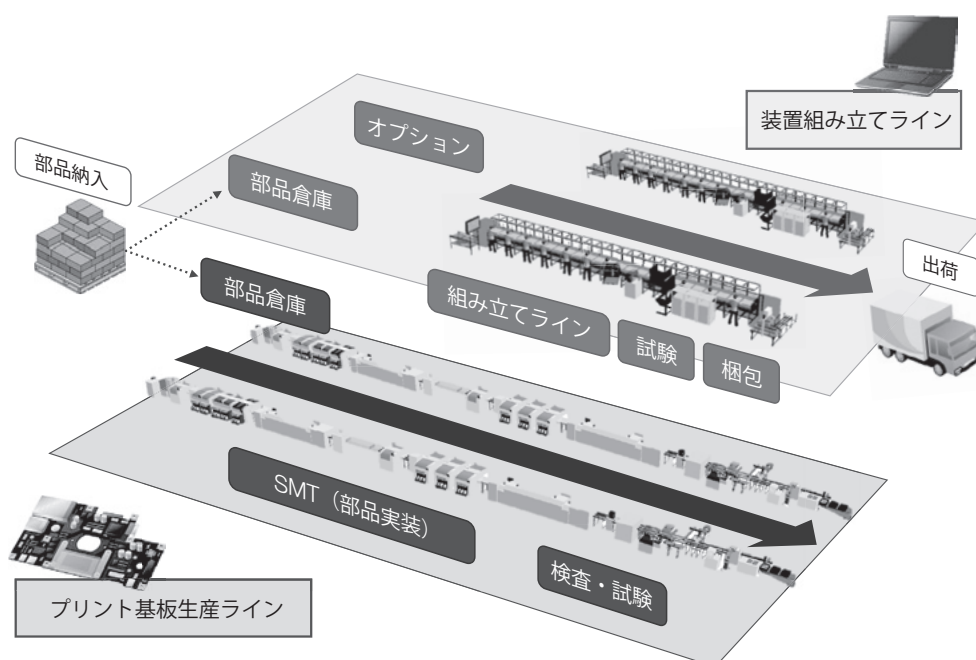


図-1 生産ラインの概要

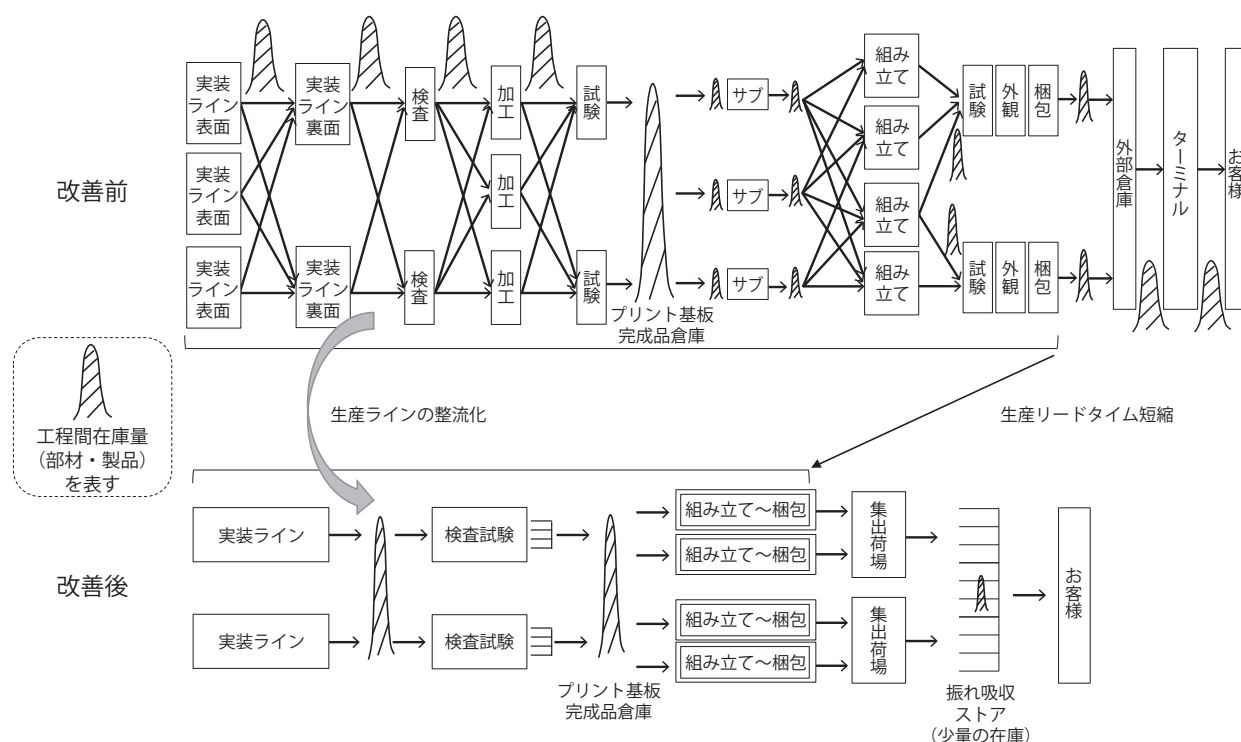


図-2 生産ラインの整流化

また、トラックによる出荷タイミングに合わせて配送の方面別に生産計画を立案し効率化するなど、物流部門を巻き込んだ平準化対策を実施している。

(3) 混流生産

島根富士通では、1台ごとに機種や仕様の異なる製品を生産できるラインを構築している。組み立て工数に差のある機種を同じラインで1台ずつ混流生産することで、ロット生産に比べてサイクルタイムを短縮できるため生産性が向上する。機種ごとに生産ラインを分けるのではなく、同じラインの中で常時2～3機種の混流生産を可能とすることで、更なる生産性向上を図っている。

自動化および人と機械の協調生産

汎用ロボットの活用による自動化、および人と機械の協調生産では、繰り返し作業は積極的に機械に置き換え、人は付加価値の高い作業へシフトしていくことでQCD（Quality, Cost, Delivery）を向上させている。本章では、自動化および人と機械の協調生産などについて紹介する。

(1) 自動化

プリント基板生産工程では、表面実装から加工、

検査分割に至るまで人の手を介さない全自動一貫ラインを構築している。製品ごとの設備データや搬送レールの自動変更など、品質と効率の両面から自動化を積極的に取り入れている。ロボットは汎用品を使用しているが、自社内のエンジニアが生産設備への組み込みや動作プログラミングを行っている。こうすることで、改善要望に柔軟かつ迅速に対応できるだけでなく、ロボットの制御ノウハウも蓄積できる。

はんだ印刷、部品実装、リフローはんだ付け、外観検査までの各工程を、設備とロボットを組み合わせることで省人化し、生産性を高めている。検査用のCPUやメモリの脱着、試験用OSによる機能チェック、基板を分割するためのルーター分割機へのセットや分割後のトレイ収納や搬送も、全てロボットで自動化している。

(2) 人と機械の協調生産

装置組み立て工程では、1台ごとに仕様（組み立て工数）の異なる製品が混在して生産されることから、間違い防止や作業効率化のために、人と機械が協調して生産できる体制を構築している。

例えば、製品底面のネジ締めは、垂直方向にネ

ジ締めを繰り返す必要があるため、スカラロボットを利用している。これにより、ネジの斜め挿入による空回りや破損などの製造不良を大幅に低減し、サイクルタイムの短縮も実現できた。

また、BTO（Build to Order）によって製品ごとに異なる複数のラベルに対しても、オーダー情報から該当するラベルを特定して自動で貼り付けが可能な直交ロボットを利用している。このように機械化することで、ラベルを貼り付ける際のズレや曲がりを抑制できる。

(3) 同期台車

治工具の配置台車を常に作業者の前面に移動する仕組みを導入している。作業者の前面に設置した治工具やネジ供給器を載せた台車を、ベルトコンベアの動きに同期させて移動し、作業性を向上させた。

(4) キーボードの自動打鍵テスト

シリンダー治具を用いた自動打鍵機を開発した。ベルトコンベアの移動速度と機種ごとの打鍵の速度・治具の高さ・打鍵の種類を自動判別して、適切な打鍵を実現している。

(5) ラベル、キーボードの自動確認

製品に貼り付けられたラベルの種類やキーボードに印刷されている文字の確認は、従来作業者が目視で行っていたため、誤認識する可能性があった。そこで、カメラによる画像認識を採用することで、より正確な試験が可能となった。

シミュレーション技術

島根富士通は、プロセスのコンカレント化とシミュレーションによるバーチャルファクトリー化を推進している。ものを作らないものづくりにより、製品開発段階での生産性検証や過去の障害分析を行うことで、品質向上や生産性向上を実現している。本章では、プロセスのコンカレント化と製品のシミュレーションについて紹介する。

(1) プロセスのコンカレント化

製品開発において、設計や生産準備、評価などの工程を並行して行うコンカレント方式を導入し効率化を図っている。従来の実機中心の開発プロセスでは、前工程が完了してから次工程へと順番にプロセスが進捗する。そのため、試作機の作成後に検証・評価することが原因で、製品開発リー

ドタイムやコストの増加を招いていた。そこで、シミュレーション技術を活用し、設計段階から生産性検証や品質向上策などのプロセスを並行して盛り込むことで、開発リードタイムの短縮や生産性向上につなげることができる。

(2) VPSを用いた製品シミュレーション

デジタル生産準備 FUJITSU Manufacturing Industry Solution VPS (Virtual Product Simulator)⁽¹⁾を使用し、製品をシミュレートしている。設計CADデータと連動しながら、設計段階ごとに生産のしやすさを確認する。設計段階から生産現場視点での要望や改善項目を盛り込むことで、工程での手戻りの防止や型改造費用の削減などの効果が期待される。また、VPSを使用した組み立て手順動画を作成することで、従来の紙の作業指導書よりも理解度が向上し、作業者への教育期間も短縮できた。

(3) GP4を用いた工場シミュレーション

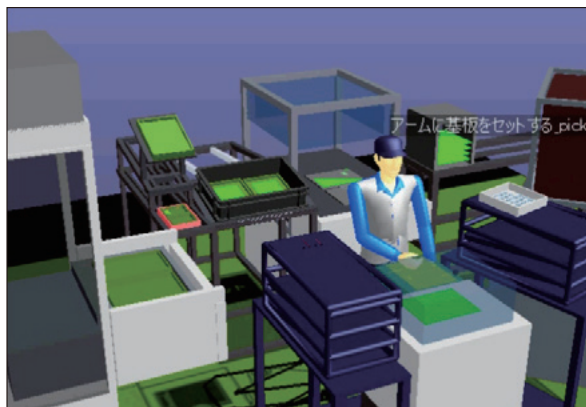
仮想工程計画・生産ラインシミュレーター FUJITSU Manufacturing Industry Solution GP4 (Global Protocol for Manufacturing)⁽²⁾により、生産ラインのレイアウト、人員・設備配置、および作業動線などをバーチャルに再現し、作業現場を最適化している。例えば、新規設備の導入時に、機械のサイクルタイムやレイアウト、人と機械の協調動作などをシミュレーター上で検証して現場に展開し、更に現場の改善で磨き上げるというプロセスを採用している。シミュレーションツールを用いて設備導入の検討を行った事例を図-3に示す。また、部品ピッキング工程においては、ピッキング作業者の動線と部品位置をシミュレーター上で分析し、最も移動距離が短くなる配置を検討し、歩行動線を大幅に短縮できた。

ICTを活用した品質と生産性の向上

生産ラインにおいて、ICTを活用したシステムを導入することで品質と生産性の向上を支えている。本章では、ICTを活用したシステムを紹介する。

(1) ネジ締め忘れ防止システム

ネジ締め工程では、締め忘れ防止のため、ドライバーとカウンターを接続したネジ締め忘れ防止システムを構築している。ドライバーから出力されるネジ締め規定トルクアップ信号をカウントし、



シミュレーション結果



実際の展開ライン

図-3 GP4による設備導入前シミュレーション

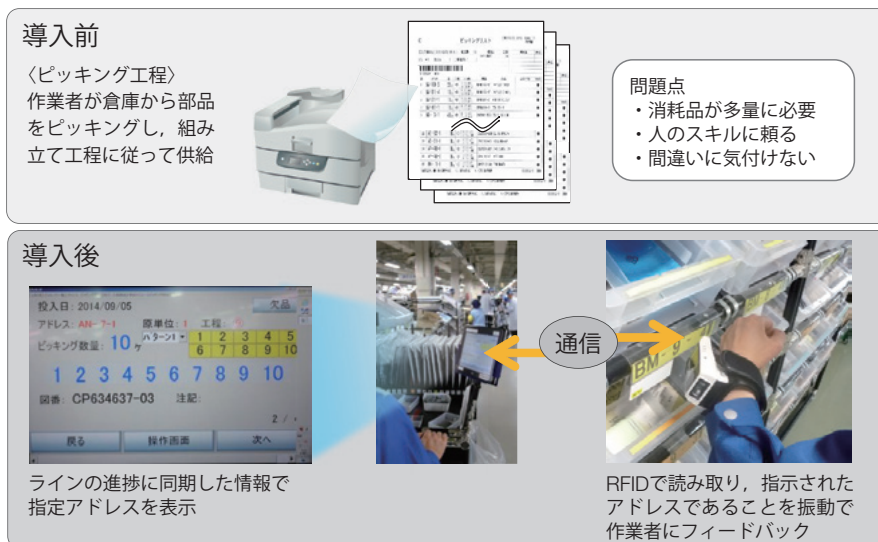


図-4 ストアピッキングカート

機種ごとに設定された本数のネジを締めていない場合には、アラームが通知されラインが停止するようになっている。

(2) 作業支援システム

タブレット上でVPSの3次元データを活用できる作業支援システムを構築している。従来の紙の作業マニュアルとは違い動画で確認できるため、組み立ての順番や部品の重なりなどを理解しやすい。また、常に最新版の作業マニュアルを用いて指導できる利点もある。

(3) ストアピッキングシステム

複雑な部品ピッキング作業を正確にかつ効率良く行うために、タブレット、RFID、およびウェア

ラブル機器で構成するピッキングシステムを構築している。ストアピッキングカートの概要を図-4に示す。システムから無線LANを経由して、カートに設置したタブレットに次のピッキング指示が表示される。指定の場所でRFIDを読み取ると、次の指示が表示される。これにより、作業側側の要因によるピッキング間違いを削減できる。また、紙の作業マニュアルを用いた運用とは異なりトナーや用紙などの消耗品が不要であるためコスト削減効果も高い。

(4) 設備保全システム

AR (Augmented Reality: 拡張現実) を活用した設備保全システムを構築している。プリント基

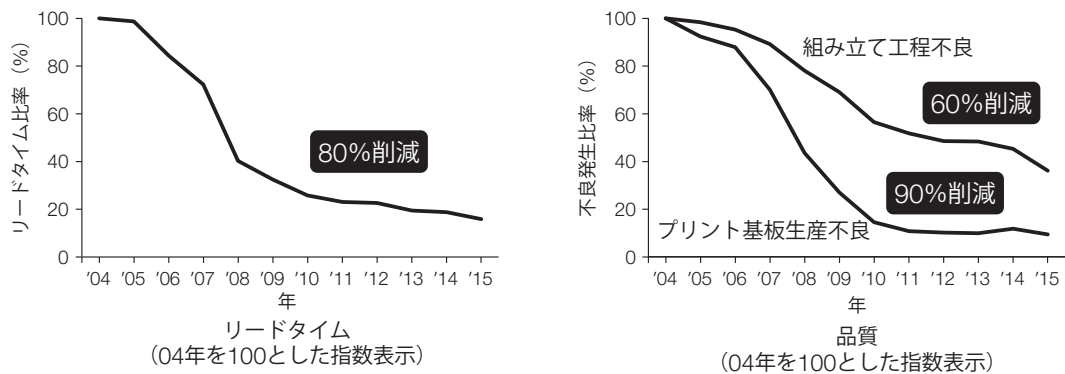


図-5 ものづくり革新活動の成果

板生産ラインにおいて、設備に設置したマーカーを保全者が読み取ることで、保全者は設備部品の交換指示、故障の予兆などを遅滞なく入手できる。また、点検結果をタブレットに入力し、サーバ側でリアルタイムに一元管理することで、管理工数の削減や予防保全に活用できる。

IoTを活用したソリューション

島根富士通は、IoT (Internet of Things) を活用したソリューションの実現に向けた実証実験を開始した。⁽³⁾ 製品出荷後のフィールド情報や製品のセンサーから取得したデータと、生産工程の各種ログとの相関関係を分析することで、更なる品質改善を目指している。まずは、出荷検査で不合格となったリジェクト品を修理するリペアー工程の見える化に取り組んでいる。リペアーが必要となった製品の位置情報や出荷優先度などリペアーの進捗をリアルタイムに把握することで、出荷までに発生する付帯作業の工数を削減している。

今後は、試験工程における作業員や機器の動画画像解析、試験ログとの相関分析などの結果を活用することで、完成品の出荷率をより一層向上させる。それに加え、間接コストを更に削減するとともに、将来的には見える化の範囲を工場間を含めたサプライチェーン全体に広げていく。

ものづくり革新活動の成果

10年間にわたるものづくり革新活動により、高い生産性と高品質、短納期の実現に加え、変種変量に迅速に対応できる人と機械の協調生産を実現した。その成果を図-5に示す。生産リードタイム

は80%削減し、見える化やICTを活用した不良撲滅の取り組みにより、不良発生率がプリント基板生産工程では90%、装置組み立て工程では60%削減した。生産コストについても、シミュレーションを活用した生産性の追求により、半減を達成している。

一連の改善により、生産エリアの縮小と在庫の削減が可能となり、工場の生産エリア面積の30%削減に成功した。これにより、外部倉庫の削減や、工場エリアのサービスビジネスへの転用なども可能となり、副次的な効果も生み出している。

む す び

本稿では、島根富士通におけるものづくり革新活動、人と機械の協調生産、およびICT活用の取り組みと成果について述べた。

今後は、本稿で述べたものづくり革新活動を更にレベルアップさせていく。変化していくお客様のニーズに柔軟に対応できるマスカスタマイゼーションを行うものづくり体制への進化と、IoT、ロボット技術を活用したスマート工場の実現に向けて取り組んでいく。

参考文献

- (1) 富士通：デジタル生産準備 FUJITSU Manufacturing Industry Solution VPS.
<http://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/manufacturing/monozukuri-total-support/products/plm-software/dmu/vps/>
- (2) 富士通：仮想工程計画・生産ラインシミュレーター FUJITSU Manufacturing Industry Solution GP4.

[http://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/
manufacturing/monozukuri-total-support/products/
plm-software/dmu/gp4/](http://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/manufacturing/monozukuri-total-support/products/plm-software/dmu/gp4/)

(3) 富士通、インテル：富士通とインテル、IoTプラットフォーム連携で合意.

<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/05/13.html>

著者紹介



宇佐美隆一（うさみ りゅういち）

（株）島根富士通
代表取締役社長