

製造現場におけるIoTを活用した作業支援ソリューション

IoT Solution on Manufacturing Floor for Work Support

● 関林 卓 ● 百木なおみ ● 尾上 隆

あらまし

製造現場におけるIoTの活用として、富士通が提案するソリューションを紹介する。本ソリューションは、企業向けノートPCを小ロットで受注生産している島根富士通において実践しているものである。本工場では、カスタムメイド製品を製造しており、仕様が3000種、機種ごとの部品点数が100～250に及ぶ。これらを定められた納期順に従い、部品を正確に、かつ定められた時間に供給することが必須となる。こうした状況の中、ピッキング作業を正確に、かつ効率的に行うためにIoT支援ツール(ストアピッキングカート)を開発した。開発に当たり、人手を介さずレイアウトを固定しない(電源、LAN配線など)支援ツールを低コストで実現することを重視し、継続的な現場改善を目指した。このツールで取得する実績データと、従来から提供している仮想検証ツールとを連携させることで相互検証が可能になる。富士通は、これをより効率的な製造を実現するソリューションとして提供している。

本稿では、富士通が実践するこうしたIoT活用に基づくものづくりソリューションを中心に紹介し、併せて今後の拡張、および次世代ものづくりへの取組みについて述べる。

Abstract

This paper introduces a solution that Fujitsu proposes as an application of the Internet of Things (IoT) on the manufacturing floor. This solution has been put into practice at Shimane Fujitsu, where notebook PCs for corporate use are manufactured to order in small lots. Products manufactured in this plant are custom-made and there are 3000 types of and each model has 100 to 250 parts. They must be supplied correctly without mix-ups and at the specified timings according to the predefined production sequence. With this situation in the background, we have developed an IoT support tool (store picking cart) to facilitate correct and efficient picking work. The development of this solution has its focus on not having human intervention, not requiring a fixed layout (including power supply and LAN wiring) and achieving low-cost operations, and is aimed at continuous improvement of the manufacturing floor. The data gathered using this tool can be linked with the virtual verification tool that we have been offering for some time to carry out cross-simulation. Fujitsu provides this as a solution that can increase the efficiency of manufacturing. This paper presents the manufacturing solution based on IoT utilization practiced by Fujitsu together with activities for future expansion and next-generation manufacturing.

まえがき

ものづくり領域では、機器と機器がネットワークを介して相互に通信するM2M (Machine to Machine) が10年ほど前から注目されている。これまで、製造業は自社の製品にセンサーを取り付け、アフターサービスの改善や品質向上に取り組んできた。また、機器と機器だけでなく、あらゆる人とモノがつながるIoT (Internet of Things) の時代を迎え、製造業以外からの関心も高まっている。

こうした状況において、日本のみならず世界のものづくり大国が、国を挙げた取組みを開始している。ドイツの「Industrie 4.0」⁽¹⁾、米国の「Industrial Internet」⁽²⁾、中国の「製造2025」⁽³⁾ など、ものづくり復権に向けた活動が盛んになっている。日本においても「ロボット革命会議」が発足し、ロボットによる産業革命を日本主導で起こそうとしている。

一方、製造業の現場で想定されるIoT活用シーンとしては、作業現場の改善や安全性の向上、遠隔地や夜間などに行う保守サービスの向上、あるいは機械設備の稼働状況モニタリングなどがある。更に、工場データを最大限に活用した新規ビジネス

ス創出も期待できる。本稿では、富士通の工場におけるIoT活用の取組みの中から、グループ会社である島根富士通の作業現場の改善と効率化の活動を紹介する。

島根富士通では、プリント基板の製造から組立てまで、「多品種小ロット」でノートPCの国内一貫生産を行っている。プリント基板の全自動一貫ラインと同様に、1台単位で異なる製品を製造できる。この多品種小ロット混流生産を支えているのが、RFIDタグを使ったデータ連携と人と機械の協調生産である。これにより、現場のリアルデータとシミュレーターとを連携し、相互検証サイクルを実現している。

本稿では、多品種小ロット混流生産を支える実践例として、生産ラインへの部品供給においてRFID (Radio Frequency Identification) を利用したIoT支援ツール (ストアピッキングカート) と、仮想検証ツールを連携したソリューションを紹介する (図-1)。

多品種小ロット混流生産における課題

島根富士通では、企業向けノートPCを納期順で生産している。ここで生産されるノートPCは、主にお客様ごとのカスタムメイド製品であり、



図-1 IoT支援ツール(ストアピッキングカート)と仮想検証ツールを連携したソリューション

CPUやメモリなど、お客様ごとに仕様が全て異なり、3000種に及ぶ。また、機種ごとの部品点数は100～250点となり、定められた納期順に従って流れる半製品に対し、部品を正確に、かつ定められたタイミングで供給することが重要となる。

このような背景のもと、工場から以下のような課題解決の要求があった。

(1) 製品組立への注力

作業者にとって、その製品を作ること注力できるような環境を整えることが重要であり、部品の組立順序や種別を特に意識することなく作業できることが望ましい。

(2) 組立工程への部品供給保証とピッキング（必要単位に部品を選択）作業の改善

カスタマイズ製品の混流生産のため、部品の選択ミスがあってはならない。更に、主要な部品については、確実にどの製品にひも付いたのかを保証しなければならない。また、生産タクトタイムを順守するために、膨大な部品棚から効率良く、正確に部品をピッキングできるように支援する仕組みが必要である。

(3) 人に依存しない仕組み

昨今、労働者確保は大きな課題であるが、特定の作業者の能力（過去の経験や属人的ノウハウ）に依存した作業では生産変動に追従できない。すなわち、新人でも即戦力となれるような仕組みが必要である。これらの課題解決を目的に、図-2に

示す開発コンセプトに従ってIoT支援ツール（ストアピッキングカート）が開発された。

一方、島根富士通では上流工程の設計時間短縮を目的に仮想設計検証ツールVPS GP4を導入しており、レイアウト検討、動線検討を実ラインを造る前に3Dモデルで評価している。しかし、これには以下の課題があった。

(1) 運用の可視化

現在の運用で本当に無駄がないのか、当初の計画どおり機能しているのかを可視化し、検証する必要があった。

(2) 改善のための基礎データ取得

一般的に、仮想検証のツールでは事前に製品図面（3D CADデータ）、ラインレイアウト、組立順序情報などを入力情報として準備する必要があるが、新規にデータを揃えるには多大な労力が必要であった。

本事例は、IoT支援ツール（ストアピッキングカート）の開発、仮想検証ツールとの連携によってこれらの課題を解決したものである。

IoT支援ツール（ストアピッキングカート）

IoT支援ツール（ストアピッキングカート）の位置付けとしては、生産管理システム、倉庫管理システムとは独立した形のシステム構成となっている。このシステムは、

- ・管理サーバ

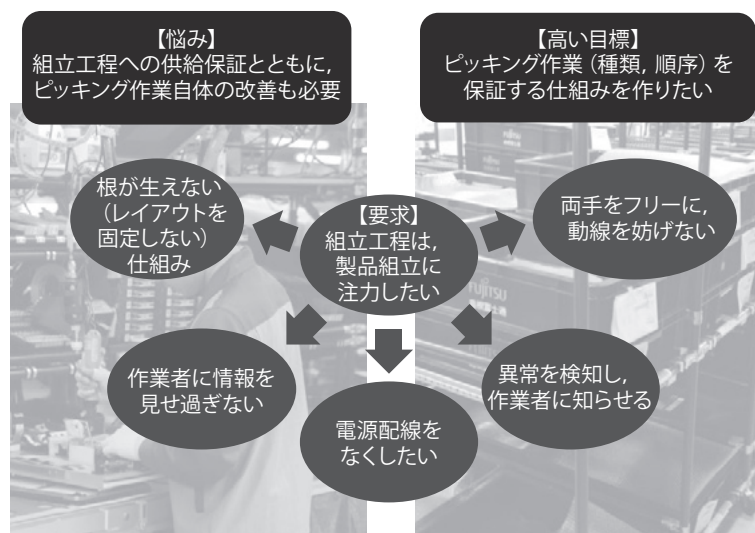


図-2 開発コンセプト

- ・タブレット（部品カート台車上）
- ・無線アクセスポイント
- ・RFIDリーダ、RFIDカード（13.56 MHz）

の組合せで構成されており、ピッキング棚側に高価な仕掛けが不要ことが特長である。従来のピッキングを支援する仕組みとしては、作業者に対して棚の前面に据え付けられたランプが点灯し指示を出す方式が多い。具体的には、ランプが点灯した箇所を作業者が目視で確認した後に棚へ移動し、該当の棚の前面より部品をピッキングする運用である。この場合、棚側にランプを点灯させるため、電気配線やLAN配線などを敷設する必要がある。こうした配線は、一度敷設すると生産量などの変動によるレイアウト変更が容易にできなくなる恐れがある。

今回の仕組みでは、棚にはRFIDタグを貼り付けるだけでよく、設置の大幅なコストダウンとともに、レイアウトの自由度も損なわない仕組みとなっている（図-3）。すなわち、管理サーバから送信されたピッキング指示データをカートに設置されたタブレットで受信し、ピッキング指示を順次表示する。この仕組みとRFIDリーダとの組合せにより、作業支援とピッキング品質を維持していることが特長である。大まかな運用とデータの流れを以下に示す。

- (1) 管理サーバで上位からのピッキング情報を取得する。
- (2) 各作業者は、タブレットから無線経由でピッキング情報を取得する。

- (3) 表示されたピッキング情報に従って棚に移動し、指示された棚間口から部品を取り出す。もし、誤った棚間口に手を入れた場合には、バイブレーションにより作業者に誤りを通知する。
- (4) 取り出した部品の指定配置位置をタブレットに表示する。
- (5) 次のピッキング情報を表示する（以降、繰返し）。

ここで、ピッキング指示されるデータは、部品1個だけの情報として表示されるように工夫している。その目的は、必要な情報に絞って見せることにある。この方法は、熟練者にとっては先の情報を見せることによって、ピッキング作業をより効率良く行えるメリットがある。しかし、未熟練者や新人作業者にとっては、参照する情報が多くなることから、ピッキングの間違いなどが発生するデメリットの方が大きくなる。以上述べたメリットとデメリットを考慮し、表示される情報を絞ることにしている。

製造現場では標準作業時間が設定されており、あらかじめ設定されたサイクルタイムの順守によりモノの流れを整流化・同期化することが最も重要である。作業員の技量に左右されない、すなわち時間のばらつきのない仕組み作りが重要である。

島根富士通では、本システムの導入により以下を達成している。

- (1) ピッキングミス・供給ミスを70%削減
- ・バイブレーションによって間違いが指摘されるため、新人でも正確な作業が可能

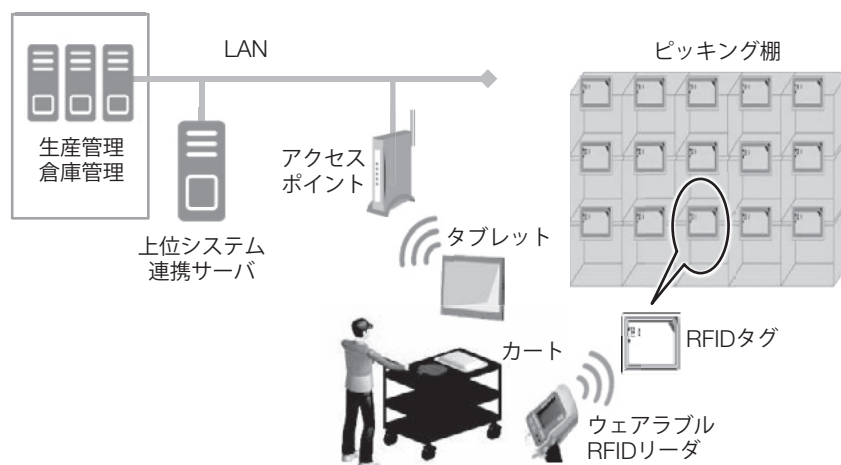


図-3 システム構成例

- ・棚が違う場合はバイブレーターで通知し、間違いを削減
 - ・どのラインに配給するかシステムから指示を出すことで、ラインへの配給ミスを防止
- (2) 作業工数を15%削減
- ・指示書を読む、棚を探すなどの作業を排除
- (3) 紙運用コストを40%削減
- ・タブレットの使用により、紙の指示書が不要
 - ・指示情報は小分けにダウンロードし、急な計画変更にも迅速に対応
 - ・RFIDタグを棚札に利用することで、データの書き換えのみで部品変更可能

富士通の生産準備ソリューション

富士通はPLM (Product Lifecycle Management) ソリューションベンダーとして、製品の企画段階から設計・開発、ものづくり現場、販売・サポートまで、次世代の製造環境を構築するための戦略的統合ソリューションを提供可能な国内唯一の企業である。更に、そのほとんどの製品は富士通社内での実践に基づいて商品化しており、数多くの製造業様にご利用いただいている。

その中でも、ICT化が発展途上である生産準備領域はいまだ属人的な業務の進め方になっており、以下のような課題がある。

(1) 製品検討における課題

設計段階で製品の組立てやすさが考慮されてお

らず、製造側にそのしわ寄せがくる。

(2) 工程検討における課題

レイアウト検討が十分でなく、歩行動線が最短ではない(長くなる)。

(3) 作業人員検討における課題

組立ラインを停止させないため、部品供給作業員が過剰になってしまう。

富士通では、デジタル生産準備ソリューションとしてこの三つの課題ごとに製品課題解決 (VPS MFG)、工程課題解決 (VPS GP4)、工場課題解決 (WITNESS) の各ソリューションを提供している(図-4)。今回は、ラインへの部品供給作業員の動線シミュレーションが可能なVPS GP4について解説する。

工程計画ツールVPS GP4とは

従来の工程計画作業では、平面図をベースとしたレイアウト計画や作業手順による計画が一般的である。しかし、平面的な絵と文字や数字の情報だけでは事前検討を行うツールとして不十分である。このため、工程計画者の意図を関係者に十分に伝えることができず、実ライン構築後に行われる改善に頼りがちである。

VPS GP4は、3Dデータを活用した仮想生産ラインにより生産準備業務を強力に支援するツールである。VPS GP4は自社内に既存資産として保有している製品図面 (3D CADデータ)、ラインレイア

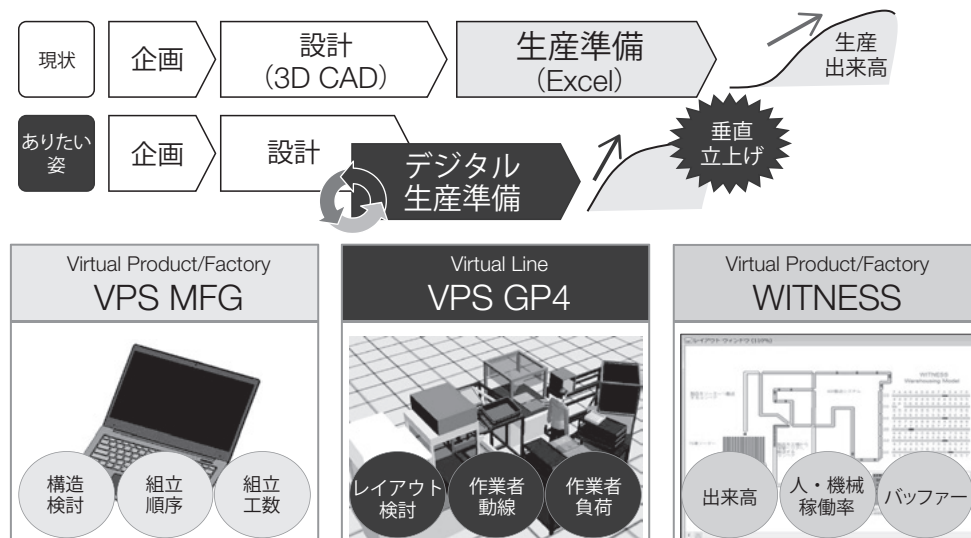


図-4 デジタル生産準備による生産垂直立上げ

ウト（2D図面やExcelデータ）、組立順序情報（Excelデータなど）を入力情報として、仮想空間上に生産ラインが構築できる。ライン作業者の動きやモノの流れを半自動で生成可能なため、レイアウト検討、歩行動線検討を3Dモデルで視覚的に評価でき、更には生産性・作業性を定量的に測定可能である。実物の生産ラインを複数構築し、そこから最適ラインを決定することはコスト面から困難であるが、VPS GP4を使用すれば仮想空間上に複数の生産ラインを構築し、最適ラインを決定できる。

ソリューション連携による相乗効果

RFIDを利用したIoT支援ツール（ストアピッキングカート）と仮想検証ツールとの連携は、以下の二つの狙いがある。

(1) 運用の可視化

IoT支援ツール（ストアピッキングカート）でデータ取得を行った際には、システム内部でどの時刻に誰がどの棚でピッキングしたのかを全て記録できるようになっており、これらのデータは実績ログデータとして出力できる。この実績ログデータをVPS GP4と連携させることにより、実際の運用が仮想上の画面で再現できる。すなわち、各ピッキングに要した時間や、どのような順序でピッキングしたかを画面上で歩行動線として可視化し、確認できる。また、各ポイントでの滞留時間を比較することにより、棚そのものの改善（高さ・取りやすさ）も検討できる。

ここで最も重要なことは、このソリューション連携では可視化するために特別なシステムや特別な運用が不要な点である。すなわち、一連の作業の中で自然に実績ログデータの取得が可能であり、作業者は普段の動きのままでデータが取得できる点と、それが継続的に行われることが特長である。改善活動は継続が一番のポイントであるが、作業者に無理を強いることなくデータを取得できることが大きなメリットである。

(2) 改善のための基礎データ取得

生産ライフサイクルの短命化、もしくは機種ミックスが変わってきたことに伴い、生産現場ではレイアウト変更が発生することが多い。この場合、事前に歩行動線を3Dモデルで視覚的に評価し、最適ラインを決定することができれば、仮想最適計

画に従い歩行動線の順序をIoT支援ツール（ストアピッキングカート）にあらかじめ定義することが可能となり、生産ラインの立ち上げ当初よりほぼ目的に合致したラインを設計・運用できる。

今後のソリューション拡張

富士通では、こうしたRFIDを活用した動線やピッキング作業の効率化以外にも、ものづくり領域でIoTを活用し、効果が出たものをソリューション化する取り組みをしている。具体的には、工場で発生する様々なイベントと関連するデータ（製造装置ログ、製造実績など）により製造現場を可視化し、改善策の立案と実施を促進する取り組みである。計画値と実績値の差分を可視化し、センサーなどから収集したログデータとシミュレーターでの作業計画情報のひも付けを行い、因果関係を見出す。これにより、経営と現場間の情報共有や改善のための課題検知、分析作業の簡易化を実現する。また、作業者が改善活動の効果を直接体感できることから、作業意欲の向上を狙っている。

更に、IoTを活用した以下の検証を実施し、生産活動の最適化を図っている。具体的には、リペアー品にBLE（Bluetooth Low Energy）の端末を取り付け、ロケーションとその状態を可視化する。これを生産管理システムと連携させることにより、リペアー作業の進捗状況を瞬時に把握できる。これにより製造工程の品質を強化し、不要なコストの削減を狙うものである。

今後は、現場の画像データを活用した作業ミスの状況把握や、データ解析を活用した製造状況と製品品質の因果関係の分析などにも取り組む予定である。

このように製造現場の様々なデータを収集し、富士通が既に提供しているアプリケーションや新たに開発するアプリケーションと組み合わせることで現場作業を可視化し、効率化を図っている。この取り組みは、製造現場だけでなく、物流やサプライヤー、更には製品の利用者も含めたエコシステムに適用範囲を拡大していく予定である。

む す び

本稿では、IoT支援ツール（ストアピッキングカート）と、仮想検証ツールを連携した多品種小

ロット混流生産を支えるソリューションを紹介した。現在、IoTはものづくり現場だけでなく、ほかの業種でも注目されている。冒頭で述べたドイツのIndustrie 4.0や米国のIndustrial Internetに見られるように、かつてのものづくり大国が製造大国としての威信をかけて取り組んでいるテーマの中核である。

日本の製造業がグローバル競争に勝ち抜くために、富士通は従来から提供しているものづくりソリューションや、本稿で紹介したIoTを活用したソリューションに加え、製造ロボットの改善のためのロボットメーカーとの協業、仮想現実の技術を駆使したモノをつくらないものづくりなどを次世代のものづくりソリューションとして開発し、提供していく。

参考文献

- (1) Final report of the Industrie 4.0 Working Group : Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.
http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf
- (2) Industrial Internet.
<http://www.iiconsortium.org/about-us.htm>
- (3) JST : 「中国製造2025」の公布に関する国務院の通知全訳.
<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/FU/CN20150725.pdf>

著者紹介



閑林 卓 (かんばやし たかし)
ものづくり本部ものづくりソリューション推進部 所属
現在、ものづくりソリューションの企画、拡販に従事。



尾上 隆 (おがみ たかし)
ものづくりビジネスセンターものづくり革新ビジネス推進部 所属
現在、ものづくりソリューションの拡販に従事。



百木なおみ (ももき なおみ)
ものづくりビジネスセンターものづくり革新ビジネス推進部 所属
現在、ものづくりソリューションのプロモーションに従事。