

M_001

センサを用いた生産現場改善活動支援ツールの開発

Development of System for Supporting Industrial Engineering with Sensors

板倉 豊和† 服部 可奈子† 折原 良平†
 Toyokazu Itakura Kanako Hattori Ryohei Orihara

1. はじめに

製造業において、生産の現場である工場での生産性向上・製品品質向上は非常に重要な課題である。これらの向上のためには現場での製品の組立・検査・梱包など様々な作業でムリ・ムダ・ムラを見つけ、改善することが必要不可欠となる。作業分析はIE (Industrial Engineering) の分野でその手法が研究され[1]、改善活動従事者 (IEr) が日々、現場で改善活動に携わっている。

作業分析は作業者のデータ取得から始まる。データ取得法としては従来、IEr がストップウォッチで作業者を直接観測する連続観測法や、作業者を撮影したビデオ画像を見ながら行うビデオ分析法があり、これらの方法により各作業の所要時間等が表に記入される。次に、得られた作業データを用いて、標準作業表と照らし合わせて時間のかかっている作業や異常作業、作業手順などを分析する。

しかし、このように行われてきた作業分析手法では、改善を要する箇所を特定するまでに時間がかかることが大きな問題となっている。連続観測法でもビデオ分析法でも、基本的に1時間の作業を分析するのに数時間の時間を要する。昨今の製造業を取り巻く環境 (製品サイクルの短期化や製造拠点の海外移転など) が、作業分析に時間をかけることを更に難しくしており、作業データ取得・改善箇所特定に要する時間の短縮が急務になっている。

我々はこの問題に対し、工場内に設置したセンサを用いた作業分析手法を提案する。実際に工場において実験を実施し、センサを用いて作業データ取得を自動化し、取得した作業データから改善箇所を自動的に特定する改善活動支援ツールを用いることで、作業分析に要する時間を大幅に短縮できることを確認した。

2. 作業者の種類とセンサ

工場の作業者は作業の種類・移動範囲・作業環境などで見ると、いくつかの種類に分類できる。移動範囲を基準にすると、以下の2種類に分類できる (表1)。

表1：作業者の種類と特徴

	移動作業者	滞在作業者
移動範囲	工場内を広く移動	一箇所に留まる
作業の種類	部品の補充、故障製品の回収	組立、検査、梱包
作業の特徴	非定常作業	定常作業
用いるセンサ	RFID	ビデオカメラ

「移動作業者」は工場内を広く移動しながら部品補充などを行う作業者で、どのような手順で作業を行うか、ということは定められていない。「滞在作業者」は基本的に一

箇所にとどまって組立作業等に携わる作業者で、行う作業の手順は予め作業手順書で定められている。

このように移動範囲について特徴を持つ作業者の作業データを取得するために、我々はそれぞれに適したセンサを用いる。広い範囲を移動する移動作業者については、工場内で立ち寄る作業スポットに注目するために RFID タグを用い、一定箇所に留まって作業を行う作業者に対しては詳細な作業の様子を観測するためにビデオカメラを用いたデータ観測を行う。

3. 移動作業分析

3.1. RFIDを用いたデータ取得

移動作業者は工場内の広い範囲を移動するため、「移動ムダ」というものが最も改善すべき作業になる。そのため、どこをどのようにどれくらいの時間で移動しているかを観測できるように広い範囲をカバーし作業者の移動軌跡を取得するセンサが必要になる。このようなセンサとしてはGPS センサや加速度センサが考えられるが、屋内であることや観測精度の問題から、我々は RFID、特に電波到達範囲の広いアクティブ型 RFID タグを採用した[3]。作業者が工場内で立ち寄る観測スポット (部品保管庫、通路、修理台など) にタグを設置し、作業者がタグの近くを通過すると作業者の携帯するタグリーダに「観測スポット ID、スポット到着時間、スポット滞在時間」が記録される (図1)。

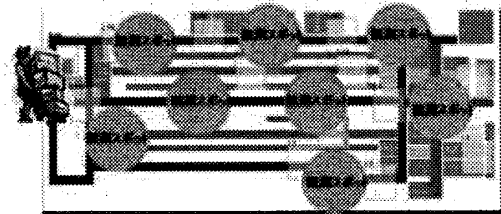


図1：工場内の観測スポット

3.2. 移動作業者のデータ分析

各観測スポットで測定された滞在時間から、スポットで行われた作業時間の分析を行うことができる。例えば修理台に設置したタグ情報が記録されていれば、記録された滞在時間は修理のための作業時間であると推定できる。このように各スポットに対応した各作業の作業時間 (= スポット滞在時間) の平均、作業の頻出回数、総作業時間等を比較分析する。その結果、特定のスポットの滞在作業が異常に多ければ、そのスポットでの作業に何らかのムダが含まれているか、そのスポットを訪れる原因を取り除かなければならない。また、各スポット間の頻出移動パターンを分析する (図2)。相関抽出法等を用いて頻出するスポット間の移動パターンを抽出することにより、頻出する移動経路のスポットを近づけることで移動のムダを減少させるこ

† (株) 東芝 研究開発センター システム技術ラボラトリー

とができる。

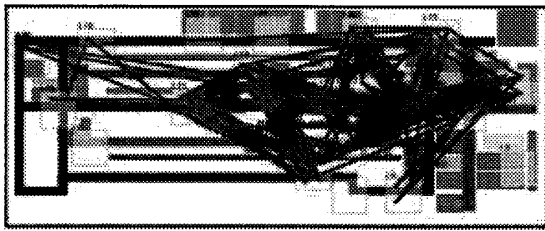


図2：スポット間の移動パターンの表示

4. 滞在作業分析

4.1. ビデオカメラを用いたデータ取得

前章の移動作業者と異なり、滞在作業者は一箇所に留まって作業を行う。そのため滞在作業者の改善すべき作業は移動ムダではなく、主に細かい作業動作に含まれるムリ・ムダ・ムラである。詳細な動作を分析する手段としてはモーションキャプチャなどがあるが、大掛かりであり作業中に観測を行うことは不可能である。そこで我々は、手軽に、そして作業者の作業を妨げずにデータ取得を行うため、ビデオカメラを用いる[2]。作業者の手足・頭などに色マークを装着して作業をしてもらい、ビデオカメラで撮影する。撮影した映像から画像分析にてマークを抽出し、各フレームのマーク抽出座標から各部位の移動軌跡データが取得できる(図3)。

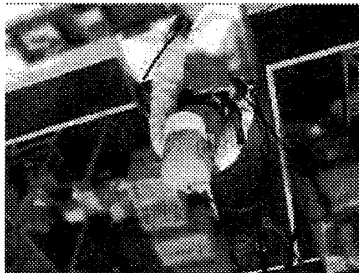


図3：両手・頭にマークを装着した作業者

4.2. 滞在作業者のデータ分析

滞在作業者の作業データの分析は「サイクル」を基準に行われる。サイクルとは、各工程毎の作業手順書に定められた一連の作業のことである。取得した軌跡データは座標の時系列データになっている。軌跡データの特徴からサイクルを自動的に切り出し、1つのサイクルに要した時間(サイクルタイム)を計算する。

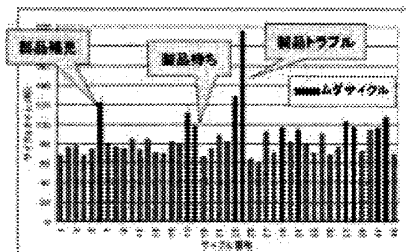


図4：サイクルタイムとムダ作業

各工程には標準サイクルタイムが定められており、それを元に製造ラインでの1日の目標生産台数も定められる。

標準サイクルタイムから一定時間以上時間のかかっているサイクル(ムダサイクル)を抽出することで、そのサイクルにおいて何らかのムダな作業(部品の補充や製品待ち)が含まれていると推定できる(図4)。

5. 分析支援ツールによる分析所要時間評価

本稿で提案した作業分析支援ツールを用いることによる、作業分析に要する時間の削減効果を評価した。表2は、実験を行った工場のIErに協力していただき、従来の作業分析手法と本作業分析支援ツールを用いた場合の所要時間を見積もり、比較したものである。

表2：分析所要時間の評価

	作業分析支援ツール		従来手法	
	移動作業	滞在作業	ビデオ分析	連続観測法
環境整備	4h	0.5h	0	4h
機材準備	1.5h(20台)	2h	2h	0
観測テスト	3h	0	0	0
観測	(7.75h)	(7.75h)	(7.75h)	31h (7.75h×4名)
機材片付け	0.5h	1h	1h	0
分析	1h	1h	62h (15.5h×4名)	31h (7.75h×4名)
まとめ	15h	15h	15h	15h
合計	25h	19.5h	80h	81h

表の中で特に支援ツールの効果が大きいのは観測時間と分析時間である。観測時間では、従来の連続観測法では作業員1人にIEr1人がつきっきりで作業を観測していたため、時間・人的コストが共に高かった。分析では従来すべて手で計測していたデータ(スポット毎の作業時間・スポット間移動パターンやサイクルタイム)が自動的に取得できるという効果が大きい。RFIDやビデオなどのセンサの準備・設置に少々時間を要するが、一度設置すると作業データは自動的に取得できるため、作業分析に要するコスト削減効果が高い。

6. おわりに

本稿では、RFIDとビデオカメラを用いた工場での作業分析支援について述べた。これらのセンサを用いてデータ取得とムリ・ムダ・ムラ作業分析を自動化することで、従来IErが行っていた作業分析手法に比べて大幅なコスト減が期待できる。我々は、今後現場での実験を重ねてより効果的に現場の作業改善活動を支援するツールにしていく予定である。

参考文献

- [1] 平野裕之, “新作業研究 現代ものづくりの基本技術”, 日刊工業新聞社, 2001.
- [2] 板倉豊和他, “動画画像分析による生産現場業務改善支援”, 電子情報通信学会2006年総大会, 2006.
- [3] Kanako Hattori, et al., “Advanced IE method using a behavior tracking system”, SICE Annual Conference, 2005.