

製造拠点でのICTを活用した現場管理の高度化

Sophistication of Management at Manufacturing Bases Using ICT

高納 政敏 TAKANO Masatoshi 蚊戸 健浩 KATO Takehiro

東芝グループは、国内外の製造拠点における生産性向上を目的に、各種の改善活動を推進する人財の育成と人財をサポートするツールの開発を継続的に行ってきた。製造ラインの出来栄の測定・評価を行い、改善施策の検討・実施を行って効果を確認するサイクルを現在よりも速めるためには、限られた人財の業務を改善施策の検討や実行に特化させる必要がある。

そこで、ICT（情報通信技術）を活用してデータの取得を効率化し、製造ラインの正常状態と改善目標の尺度となる“物指し”を定義し、両者を比較することで改善活動のキーパーソンに気付きを与えて改善を促すことができる、現場管理の高度化に取り組んでいる。

The Toshiba Group has been devoting continuous efforts to the nurturing of human resources to promote a variety of improvement activities and the development of tools to support such key personnel in order to enhance the productivity of its domestic and overseas manufacturing bases. To shorten the management cycle from the measurement and evaluation of production lines through to the review and trial of improvement measures and confirmation of their effects, it is necessary to effectively utilize limited human resources who are specialized in reviewing and carrying out improvement measures.

As part of these efforts, we have developed a management technology for improving productivity using information and communication technology (ICT). This technology makes it possible to efficiently acquire data by means of ICT and provide a scale to evaluate any deviation between the actual conditions and improvement targets, in order to provide key personnel with awareness regarding points that require improvement.

1. まえがき

東芝グループは、国内外の製造拠点において、継続的に生産性向上を推進する改善活動のキーパーソンとして、IE（Industrial Engineering）人財を育成してきている。この改善活動のキーパーソンは、製造ラインや製造現場の課題を見だし、より効率的な生産を実現するための改善を日々推進している。近年、ICT（情報通信技術）の進展に伴って、センサーや情報端末などを用いて情報を取得したり、取得した情報を見える化したりすることが可能になり、製造現場でも短期間かつ安価に製造ラインの状態を定量的に把握する環境が整ってきている。東芝グループにおいても、課題を見いだすためのツール群の開発や製造現場の見える化の仕組みを導入し、改善活動のキーパーソンを支援している⁽¹⁾。

一方で、モノづくりの全体を俯瞰（ふかん）して課題を顕在化させる手法として、自社の製造拠点やサプライヤーを対象に、現場診断チェックシートを用いて定性的な課題を抽出

する活動も継続してきた。従来のIE技術を活用した現場改善を継続していくことで、定性的なレベル向上を定期的に確認することが可能になっている。改善状態を維持しながら、更に効率的な製造現場へと進化させるためには、改善の目標値を定めた上で、改善のPDCA（Plan-Do-Check-Act）サイクルを可能な限り速めていくことが求められる。そのため、取得した製造データから即時に異常を検知し、必要に応じた頻度で改善を促す仕組みが必要と考えられる。東芝グループは、取得したデータの善しあしを判断するための尺度となる物指しを設け、改善活動のキーパーソンが異常と判断された要因や改善方法の検討に特化することで、現場管理をより高度化していく取り組みを進めている（図1）。ここでは、特に組み立てや検査の工程で、主に作業者が担当する製品製造を対象として、取得するデータと尺度となる物指しとの比較に基づいた改善の流れについて述べる。

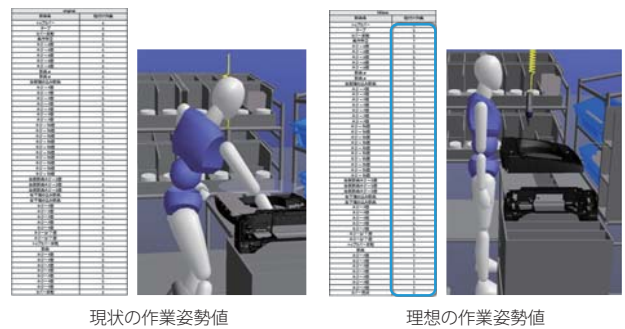
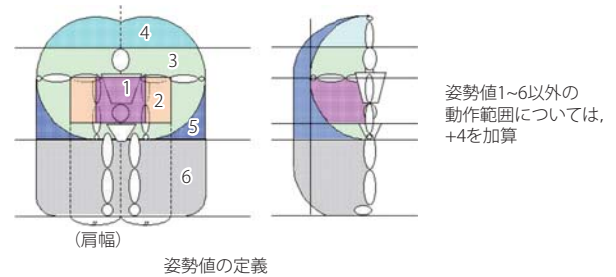
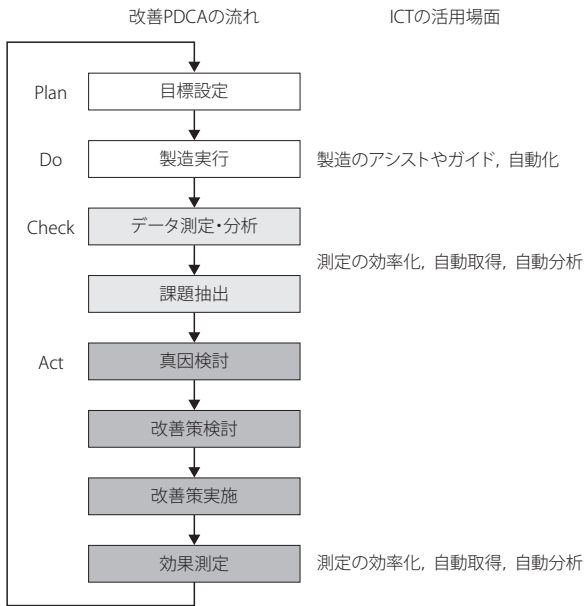


図1. 代表的な改善PDCAの流れとICTの活用場面

ICTを活用し、従来の改善PDCAの流れを簡便化していく。

Flow of plan-do-check-act (PDCA) cycle to improve productivity and utilization of ICT

2. 代表的な基準の例

(1) 製造ラインのレイアウトや流れを評価する物指し

作業者が組み立てや検査を行う工程では、作業姿勢の影響によって工程の処理数や品質にばらつきが生じるおそれがある。また、部品配置や組立・検査設備の配置によっては、運搬の無駄が発生する。東芝グループでは、生産規模や、生産方式、製品の大きさなどによって引き起こされる課題を、生産シミュレーションを用いた仮想世界(デジタル空間)で事前に予測し、可能な限りリスクを排除するライン設計やレイアウト設計の実現に取り組んでいる^{(2), (3)}。

作業者が組み立てや検査を行う際の姿勢値を定量化し、レイアウト作成時に決めた理想の姿勢値を基準とした評価結果のイメージを図2に示す。

(2) 作業時間を評価する物指し

作業者が組み立てや検査を担当するとき、従来の工程別の作業時間における改善目標値は、実績工数に基づいて設定されることが多く、製造のポテンシャルが明確ではなかった。そこで、部品のサイズや、数量、配置、作業の難易度を考慮して理論的な標準工数を導く手法を開発している。標準工数の算出とこれを基準とした評価結果のイメージ

図2. 作業者の姿勢値の評価

ライン設計時にシミュレーションツールを活用して姿勢値の基準を決定し、実績データと比較する。どのような種類の作業で姿勢値が設計と異なっているかを抽出し、改善策を検討する。

Evaluation of posture values in each process

を、図3に示す。

(3) 在庫数を評価する物指し

製品を製造する上で、作業時間のばらつき、装置のトラブルやメンテナンスなど、製造能力の変動要素を完全に排除することは現実的ではない。顧客が求める製品を必要なリードタイムで供給するためには、製造・輸送・販売の各所で適正量の在庫が必要になる。一方、製造拠点内に限っても、製造能力や避けることができないばらつきに対応し、工程間に在庫が必要となる。東芝グループは、製造拠点内を含むサプライチェーンにおいて、適切な棚卸し基準を導く理論在庫の概念を定義している⁽⁴⁾。図4に理論的な適正在庫数の考え方と、これを基準とした評価結果のイメージを示す。

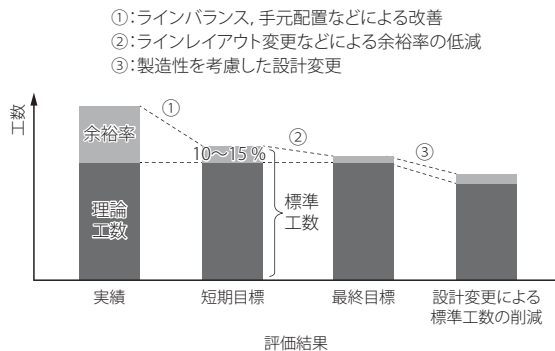
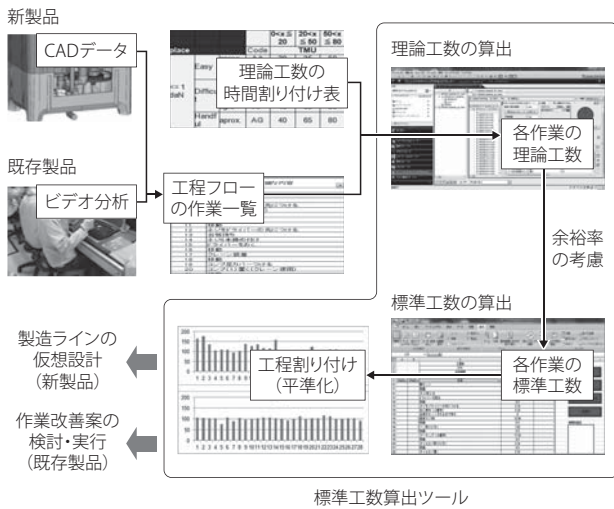


図3. 工数の評価結果

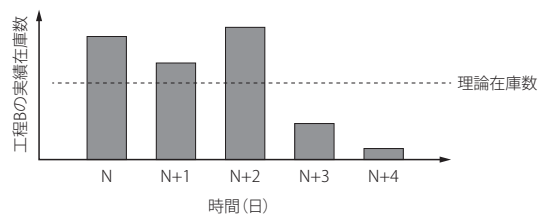
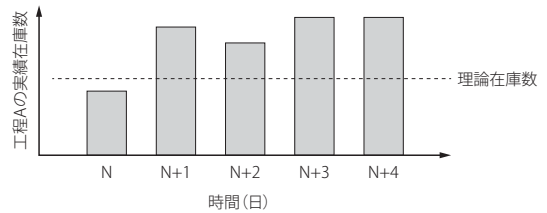
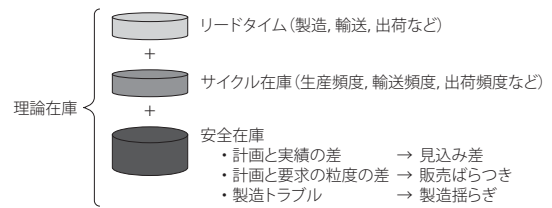
作業内容を細分化して、工程の標準工数を算出し、実績工数と比較する。どの作業内容で標準工数が達成できていないかを抽出し、改善策を検討する。

Results of evaluation of working times

3. 実績データの取得

実際の状態を物指しと比較するために、従来の現場では、改善活動のキーパーソンがストップウォッチや観測用紙を用いて実績データを取得していた。近年は、ICTを活用した情報収集ツールやセンサーなどで様々なデータを取得することが可能になってきており、東芝グループでも測定の実験ツールやセンサーで自動的にデータを取得するツールを開発し、改善が求められる頻度に応じて必要な粒度のデータを取得する方法を取捨選択している(図5)。

- (1) 製造ラインのレイアウトや流れに関するデータの取得
作業者が正しい姿勢で、かつ製造ライン設計で狙ったとおりの生産性で作業できているかどうかを確認する場合には、主に従来のIE改善手法で用いられている



N:基準日

図4. 理論在庫の評価結果

工程間の理論在庫数と実績在庫数の推移を比較し、どの工程に課題があるかを抽出して改善策を検討する。

Results of evaluation of logical inventory

デオ分析ツールを活用してデータを取得している。技術的には、モーションセンサーなどを作業者に取り付けることで、リアルタイムにデータを取得することも可能である。しかし、PDCAサイクルで改善を行う現実的な頻度を考慮して、必要に応じてビデオ分析を実施し、この分析作業を効率化することを重視している。

- (2) 作業時間に関するデータの取得
工程別に定義した標準工数と、比較評価する実際の作業時間を取得するには、従来はストップウォッチ分析で測定・集計を実施していた。東芝グループは、これに掛かる時間を短縮するための支援ツールとして、タブレット上で動作する時間分析ツールを活用している。このツールでは、測定者がタブレット上の作業ボタンをタッチするだけで作業単位の工数データを記録でき、調査完了後に分析や可視化に必要なデータ処理が行われる。この結果と標準工数を比較することで、改善が必要な作業内容を特定できる。ICTツールを用いてリアルタイムに作業の開始・終了データを取得する方法もあるが、工程の作

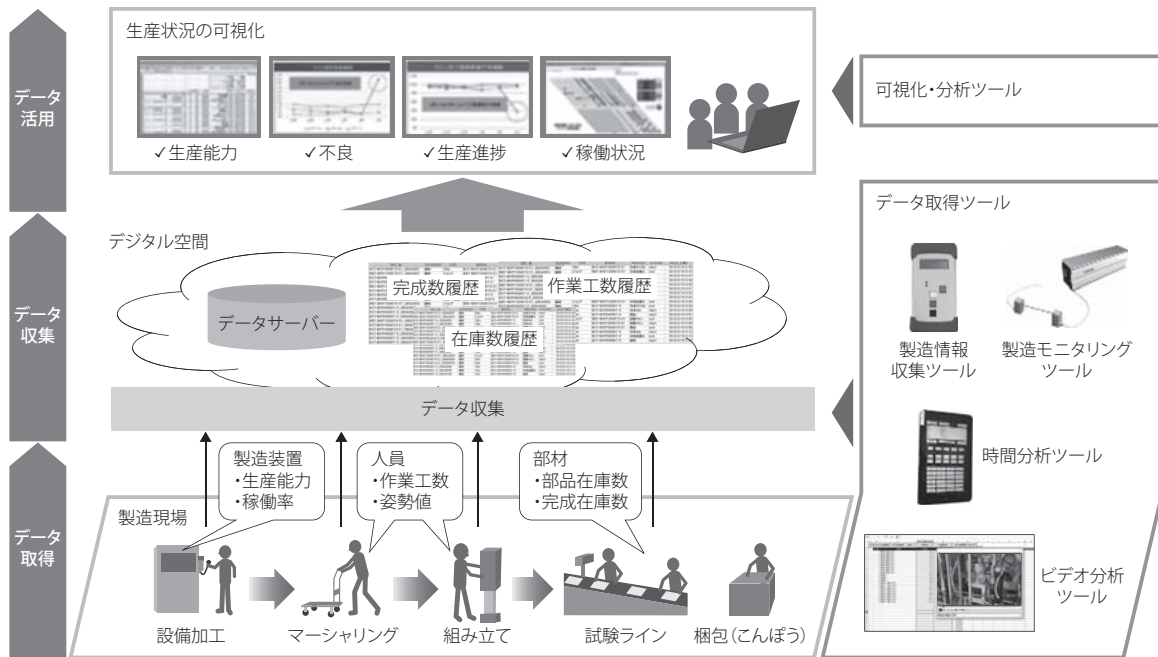


図5. データの取得と活用

各種ツールを活用して必要なデータを取得し、異常値を検知するためのデータ可視化方法や運用方法を定義する。

Overview of acquisition and utilization of production line data

業時間が標準工数を上回っていた場合には、改善活動のキーパーソンが、原因を突き止めるために、改めて内容を確認する必要がある。このため、あえてデータ取得自体は自動にせず、測定作業を効率化することを重視している。

- (3) 在庫数に関するデータの取得 定義した工程間の部品や完成品の理論在庫と比較評価するデータを取得するため、東芝グループで開発した製造情報収集ツールや製造モニタリングツールを活用している。前者は、作業員自身が専用端末で作業開始と終了の際にボタンを押下してデータを登録するツールで、工程の作業時間が長い製品を対象とする場合に適用している。また、後者は、赤外線センサーやストレインゲージなどを用いて自動的にデータを収集するツールで、量産製品に活用している。取得した工程の開始履歴を基に、製品や部品がどの工程位置にあるのかを特定できる。ほかにも、製品や部品そのものにRFID（無線ICタグ）などを取り付けて、在庫位置を把握することにも取り組んでいる。

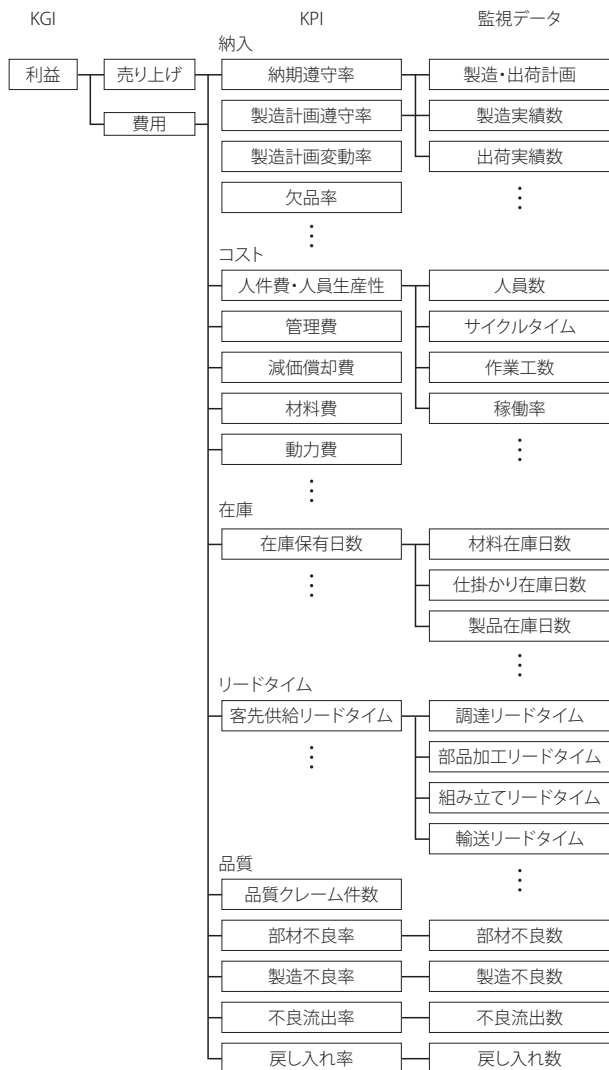
在庫数を評価する際には、理論在庫に対して時系列的な視点での状況変化や、他工程の在庫数との関係を確認するケースが多い。そのため、データの取得には

リアルタイム性が高く、かつ自動で測定できる方法を選択している。

4. 管理ポイントの絞り込み

実績データと明確な基準値とを比較することで、定量的に製造の異常や改善の必要性を知ることができる。近年のICTを活用すれば、あらゆるデータを自動的に見える化し、改善を促すことができる。特に、半導体製造装置などの設備が中心の製造ラインでは、異常発生の原因も、工程を遡って推定して取るべき対応を明示することや、自動的に加工条件を変更することも技術的に可能で、その適用が開始されている。

一方、作業員が中心の製造ラインでは、データ取得や監視ポイントを増やすことで気づきを網羅できるが、根本原因を特定・検討して施策を実行する、改善活動のキーパーソンの人員数には限りがある。また、データを取得するためのツールや、データを格納するサーバーの導入費用、データの管理費など、ハードウェアとソフトウェアの両面で費用が発生する。そのため、重要視するKPI（Key Performance Indicator：重要評価指標）と取得すべきデータをひも付けて絞り込み、データの可視化方法も含めて運用方法を決定することが重要と考えられる（図6）。



KGI: Key Goal Indicator
KPI: Key Performance Indicator

図6. 管理するKPIと監視データの例

重要視するKPIを決定し、現場を管理するために監視すべきデータを定義する。

Example of key performance indicator (KPI) and monitoring data for management of production line

5. あとがき

IE改善による、ICTを活用した現場管理の高度化に向けた、東芝グループにおける取り組みの概要について述べた。生産性向上などの現場改善を実践するには、製造現場の現状を把握することが重要であるが、最近は様々な支援ツールによる可視化が可能になってきた。しかし、改善活動を実効的なものとしていくためには、製造現場において、把握した現状レベルと理想の姿とのギャップを明確にしていくことが重要である。

今後も、より広い領域で活用できるICTの開発を行い、東芝グループ内での現場管理の高度化を推進するとともに、モノづくり力の向上に貢献していく。

文献

- (1) 西村圭介. 製造拠点が抱える課題の自律的改善を促進する現場力強化ツールの開発. 東芝レビュー. 2016, 71, 6, p.60-63. <http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2016/06/71_06pdf/f06.pdf>, (参照 2017-11-01).
- (2) 高田 淳, 杉山尚美. 生産エンジニアリングツールを活用したライン設計. 東芝レビュー. 2012, 67, 2, p.23-26.
- (3) 小竹正弘, 杉山尚美. 生産シミュレーション技術の製造ライン設計への適用と生産予測への応用. 東芝レビュー. 2014, 69, 9, p.8-11.
- (4) 大淵弘子, ほか. 理論在庫による棚卸管理の高度化. 東芝レビュー. 2015, 70, 7, p.50-53.



高納 政敏 TAKANO Masatoshi
研究開発本部 生産技術センター
日本機械学会会員
Corporate Manufacturing Engineering Center



蚊戸 健浩 KATO Takehiro
研究開発本部 生産技術センター
グローバルモノづくり変革推進部
Global Manufacturing Innovation Dept.