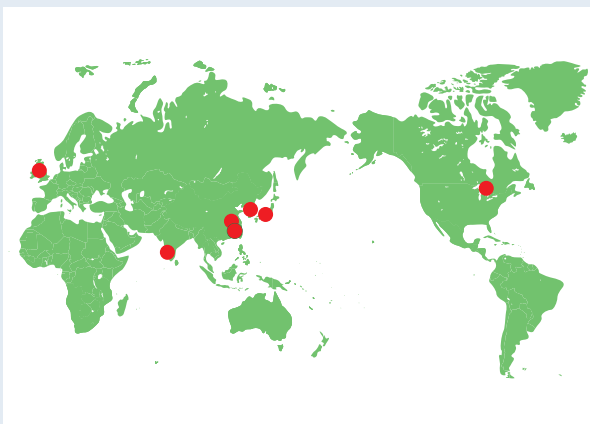


生産のグローバル展開の深化に対応するICT/IoT技術

ICT and IoT Technology for Further Global Expansion of Production



竹内 隆①※ Takashi Takeuchi
 永田 徳彦② Norihiko Nagata
 中津 真大③ Masahiro Nakatsu
 中野 信一④* Shinichi Nakano
 本多 文博⑤* Fumihiro Honda

油圧機器のグローバル生産を進める中で、これまで西神戸工場をマザー工場として「ものづくり力」を向上させるための仕組みを構築し、油圧機器の分野でトップブランドを維持してきた。

近年、変化が激しいグローバルな顧客ニーズに対応するため、ICT/IoT技術を活用することで、原価や生産能力の見える化を推進し、地産地消型の生産体制実現に取り組んでいる。

Kawasaki is promoting the global production of hydraulic equipment and has established a system for boosting manufacturing capabilities with Nishi-Kobe Works and has continued to be a top brand in the field of hydraulic equipment.

In recent years, with the aim of catching up with rapidly changing global customer requirements, Kawasaki has been promoting the visualization of cost and production capabilities and working to realize a production system for local production and consumption through utilizing ICT (Information and Communication Technology) and IoT (Internet of Things) technology.

まえがき

建設機械や農業機械市場では、新興国市場の拡大への対応や為替リスクの低減のため生産・販売のグローバル化が進んでおり、各メーカーは地産地消型生産¹⁾を行うことで市場の変遷に対応している。

1 背景

当社が生産する油圧機器は、顧客メーカーのこのような生産・販売のグローバル化に伴い、地産地消に対応した生産体制が強く求められるようになっていく。

当社はこれまで、西神戸工場を世界各地の拠点に対するマザー工場として、コアパーツと呼ぶコア技術を必要とする部品である油圧モーターやポンプで使用するロータリ部品を国内のみで生産することで、品質・納期管理面などで他社に対する優位性を発揮してきた。

近年の顧客ニーズの多様化および需要増加の中で、完成品やコアパーツについても世界各地の拠点において同じ管理レベルで生産するグローバル展開が必須となっている。

2 コアパーツ戦略／生産のグローバル展開の課題

当社では、これまでコアパーツ戦略²⁾を掲げて、西神戸

工場から世界の生産拠点にコアパーツを供給することで、コスト・品質を差別化してきた。また、生産現場では、KPS（Kawasaki Production System）を推進することで、徹底したムリ・ムダの排除と設備・人のフル活用を指向した活動を展開し、コスト低減と品質向上を目指してきた。

しかしながら、顧客ニーズの多様化により生産型式が増加してくると、作業者が行う標準作業を組み替えるだけでも膨大な工数がかかることとなり、標準作業を組み替えたころには要求される型式が変わってしまうこともある。また、需要増加に対応するためには、西神戸工場からのコアパーツの供給だけでは顧客要求を満たすリードタイムを実現できない状況となってきた。さらに、これまではコアパーツを重点的に管理することで品質や価格において優位性を確保してきたが、これを強固にするためにはその他の部品についても管理レベルを向上する必要がある。

これらの課題に対し、生産のグローバル展開を深化させていくことで対応することとした。ただし、品質および技術流出に関連する項目については、コストやリードタイムにメリットがある場合でも、海外拠点での懸念がある場合には海外生産を実施できないと考えており、これらを踏まえて次の2点の具体的な施策を検討することとした。

- ① 顧客ニーズの多様化に対応するためフレキシブルに生産型式を変更し、その変更迅速に追従して効率良く生産する。

- ② 生産および品質管理の難易度の比較的低いコアパーツについては、海外拠点においても生産する。

3 生産のグローバル展開におけるICT/IoT技術の重要性

フレキシブルに生産型式を変更することや、一部のコアパーツを西神戸工場以外で生産することは、顧客のグローバル展開に対応するためには必須である。同時に、品質優位性を維持することは、高いシェアの維持や製品の単純な価格競争に巻き込まれないようにするために必要である。

このような生産のグローバル展開の深化に関して、ICT/IoT技術は低コストで同一品質・同一生産性の実現を達成できるものであり、生産ラインの立ち上げ初期から生産ノウハウを十分に生かすことにより、各拠点から顧客に対して同等の価値を提供することが可能となる。

4 生産のグローバル展開に対応するICT/IoT技術

生産のグローバル展開のために、ICT/IoT技術を活用して、生産の各フェーズにおいてさまざまな見える化に取り組んだ。

(1) 機械加工工程における生産計画・実績の見える化

各拠点においてさまざまな部品の機械加工を行っており、その中でも西神戸工場の機械加工の規模は最大となっている。需要が増加する状況においては、設備の稼働率を最大限に維持することが、顧客の要求するリードタイムを満たすために重要となる。

また、各拠点で機械加工設備に投資を行うにあたり、設備を効率的に運用できる仕組みが必要となる。そのために、機械加工設備の稼働状態を見える化し、管理者と作業者が生産の状況を把握できるようにするとともに、効率の良い作業指示を行えるようにすることとした。

まず最初に、西神戸工場に多数導入されている図1に示すようなFMS(Flexible Manufacturing System)に対して、

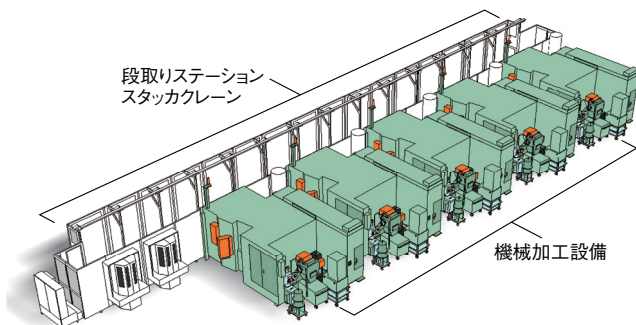


図1 FMS (Flexible Manufacturing System) の概要
Fig. 1 Overview of FMS (Flexible Manufacturing System)

効率の良い作業指示を行うとともに作業実績を把握するシステムを開発した。

FMSにおいては複数の型式を同時並行で加工可能である。型式に応じて取扱い可能な機械加工設備が限定されるため、型式が多い場合には作業順序によって出来高が変動する。また、FMSは組立ラインと同調・同期して稼働することが望まれるため、作業者は以下のようなことを考慮しながら作業を行う必要がある。

- ① 生産管理板の指示を達成する。
- ② 作業実績を記録する。
- ③ 担当設備の稼働ロスを最小化する。

さらに、管理者においては、設備をフル活用する計画は作成できるが、作業者の習熟度により達成率が変化するなど、計画と達成率の差異を効果的に分析するために多大な工数が必要である。

そこで、人の作業順序と設備稼働予定を生産計画から自動算出できる図2に示すような作業指示システムを導入し、誰でも同じ作業順序を計画・実行できるようにした。

本システムを使用することで、油圧ポンプの部品加工ラインでは設備稼働率が平均5~10%程度向上した。また、設備稼働率が向上しなかった場合には、問題点を見える化することができるようになった。

海外拠点では複数台の設備を1人の作業者が担当していることが一般的である。現在はFMSに対して作業指示を行う仕様となっているが、作業者への作業指示についても同様の考え方でシステムを活用することが可能である。

これにより、管理者の能力に依存せず、各拠点で新規に導入するラインに対しても、西神戸工場と同じレベルで改善活動を実現することが可能となる。

(2) 組立工程における作業の見える化

西神戸工場での油圧機器の生産においては、コスト低減のため組立ラインで混流生産を行っている。



図2 作業指示システムの概要
Fig. 2 Overview of operation instruction system

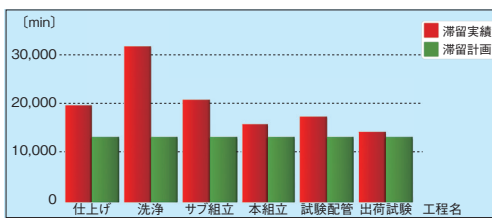
混流生産ラインでは、新人作業者とベテラン作業者が同じライン内で作業を行っており、作業や製品が変化していくことでネック工程が常に変わる。このようなラインでは、管理者は問題の発生箇所を迅速に判断して必要な改善処置を施すことが難しい。

この問題を解決するため、生産工程の詳細データの自動取得およびリアルタイムで生産状況分析が行えるシステムの開発、すなわち作業の見える化に取り組んだ。

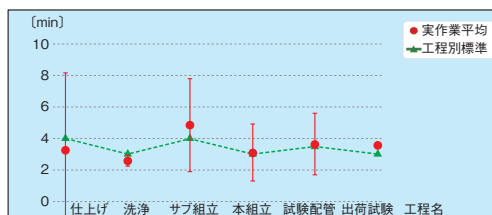
本システムにより取得された工程の情報を図3に示す。組立ラインに設置した各種センサから各工程の作業データを収集して、取得したデータをBI (Business Intelligence) ツールにより表示する。これによりライン状態の見える化を実現し、問題の早期把握を可能としている。また、組立工程への投入順序を最適化することで、標準時間のバラつきを最小限とすることもできる。

組立計画に対して発生した差異は、着手順序の影響・型式による影響・作業による影響などが相互に関係するため、その分析は困難である。また、現状では管理者の能力に頼った分析を行っている。新たに開発したシステムでは、作業を見える化することで差異を定量化することが可能であり、改善を実施した際の効果も同じように評価することができる。このシステムを利用することで、ラインでの問題が定量化でき、属人的な管理から脱却することが可能となる。

本システムを各生産拠点に導入することで、ライン管理の手法が統一され、生産量によらずに課題の迅速な発見が可能となる。また、コスト削減やリードタイム短縮の要求に対して、統一的な考え方でより効率的なライン改善が可能となる。



(a) 工程別の滞留時間合計



(b) 工程別の作業時間平均とばらつき

図3 取得された工程情報
Fig. 3 Collected process information

(3) 原価の見える化

現在西神戸工場で使用している原価管理システムは、1986年に導入したシステムが基準となっており、2006年から稼働している。

2011年に機械化・自動化をすすめたことで、自動化の程度が均一でなかったため原価を一律で評価することが難しくなった。また、原価集計は省力化すべきであり、生産実績の把握は自動的に行われることが望ましい。

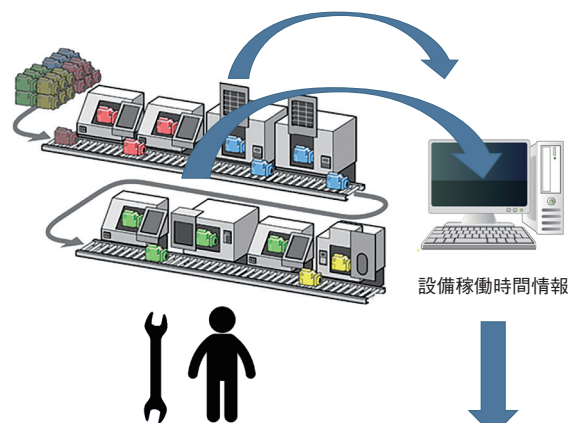
上記のような課題は、グローバル展開においても、それぞれの生産拠点で発生することが想定され、対策が必要である。この問題の解決策として、新原価計算方法を導入し、状況に応じて変化していく原価の数値化・見える化を行い、生産のグローバル展開に耐えうるようにすることとした。

新原価計算方法の概要を図4に示す。機械加工設備から得られる設備稼働時間を基に、設備が稼働した時間単価であるマシンレートを算出する。組立や運転など作業員の作業時間が支配的な工程では、ラインに設置したセンサにより自動測定された作業時間に応じて、作業員が作業した時間単価であるマンレートを各工程に設定することで、より詳細な原価を導出することを目標とした。

新原価計算方法の特長は、主に下記の項目が改善されることである。

- ① 製品型式別の原価内訳の見える化に伴い、コストダウンのターゲットがより明確になる。
- ② レート計算において、設備ごとに時間が自動測定・計算されることで、大幅な省力化が可能となる。

新原価計算方法は、原価を正確に管理するだけでなく、経営と現場改善の結びつきを強くすることができ、コストダウンのための着眼点を明確にすることが可能である。また、原価を詳細分析することで、要因別に責任部門が明確化され、改善活動を強力に推進することが可能である。



各工程ごとのマンレート + 各工程ごとのマシンレート

図4 新原価計算方法の概要
Fig. 4 Overview of new cost calculation method



図5 モデル化された生産管理手法
Fig.5 Modeled production control method

この新原価計算方法を各生産拠点に導入していくことで、グローバルな原価評価を行うことができるようになる。また、顧客ニーズの中でも特に重視されるコストについては、たとえば拠点ごとの原価比較を行うことで正確な意思決定が可能となる。この結果、経営計画に対して適切な事業戦略の策定が可能となると考えている。

(4) サプライチェーンの見える化

生産のグローバル展開においては、グローバル調達も重要な課題である。これまでの管理手法では、購入品の調達先が近距離であれば、連絡頻度を上げて納期の確認を十分に行えるなど、問題は発生しにくい状況にあった。一方、グローバル調達においては、調達先が全世界にまたがるため考慮すべき項目は複数存在する³⁾。

油圧ポンプを例として挙げると、比較的部品数の少ないものでも40種類以上の部品から構成されているため、工場内での生産活動が適正に管理された状態であっても、1つの購入品が納入遅延することで、顧客の要求納期を守れなくなるという事態を引き起こす。調達がグローバル化すると、購入品の納入管理はより複雑になる。

上記の問題を想定して、サプライチェーンの見える化に取り組むこととした。具体的には、マザー工場である西神戸工場で採用している生産管理手法の業務フローをモデル化し、生産管理システムとしてパッケージ化した状態で調達先において使用してもらう。これにより生産管理の基本的な考え方を調達先と共有できるようにする。

モデル化される生産管理手法の概要を図5に示す。現在

の業務フローでは、設備能力試算・生産計画・生産指示・在庫管理が主である。ここにICT/IoT技術を用いたピッキングと実績収集を加えることで、新たな生産管理システムを構築する。

本生産管理システムにより、グローバル展開された生産体制の下においても、納期および在庫の管理をボーダーレスで行えるようになる。

あとがき

グローバルな顧客ニーズに対応することを目的として、ICT/IoT技術を活用した見える化の推進により、西神戸工場と同じレベルの管理でグローバル展開する足掛かりができた。さらに、地産地消型生産体制を推進していくことも可能となった。

今後も、顧客ニーズの変動に対応できるフレキシブルな生産体制を構築するとともに、モーションコントロールのトップブランドとして技術革新を進めていく。

参考文献

- 1) 高谷, 小岩, 川崎, 佐々野: “日立建機のグローバル生産体制”, 日立評論, Vol.97 No.05, pp.45-51 (2015)
- 2) 松永, 酒井, 太田, 國延, 牛ノ濱, 王子, 菅谷, 川野: “油圧機器生産における「ものづくり力」強化”, 川崎重工技報, No.168, pp.24-29 (2009)
- 3) 美藤: “グローバルSCMにおける調達戦略に関する実証分析”, 大阪産業大学経営論集, 14-1, pp.75-90 (2012)



竹内 隆



永田 徳彦



中津 真大



中野 信一



本多 文博