

技術紹介

# スマートモニタリングによる 人の技量に頼らない加工ラインの構築

伊藤 祐介

## 1 はじめに

カヤバの油圧機器生産拠点のひとつである相模工場では生産スペースの拡張余地が少なく、更なる生産増加に対応することが難しい状況にある。対策として加工、組立、塗装一貫ラインを構築し運搬、在庫、作業の極小化 (Ship'30)<sup>注1)</sup>によりムダのないラインづくりを目指している (図1)。一方で一貫ラインを止めずに生産するためには設備故障、品質不良といった、ロスをなくすることが重要である。

これらの課題と実現に向けて自動計測、モニタリングシステムといった要素技術を活用し、第一段階として加工ラインから作業の極小化に取り組むことで将来の生産体制の準備を進める。

注1) Self handling innovation plant 2030の略。2030年までに自己完結革新工場を目指す取り組み。

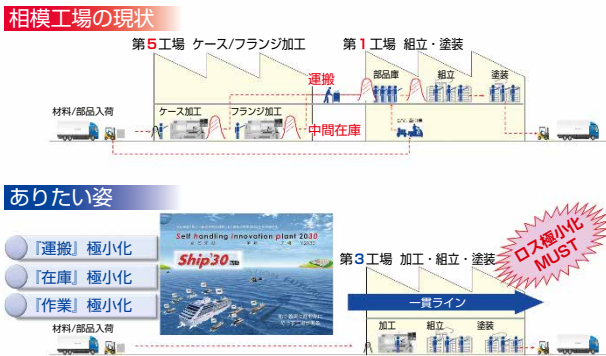


図1 将来のありたい姿

## 2 背景

相模工場生産するピストンポンプ (図2) は、2030年までに生産数の増加が見込まれている。

この生産数増加で利益を確保するために高い目標原価が割付けられており、社内加工費も必達を求められている。しかし従来のやり方では生産ライン内の精密測定、工程内不良により人作業に大きな工数

がかかり社内加工費は目標未達となってしまう。

これら課題を解決するために、精密測定の自動化、測定結果を監視、表示、警告を行い人の技量に頼らない加工ラインを構築する。

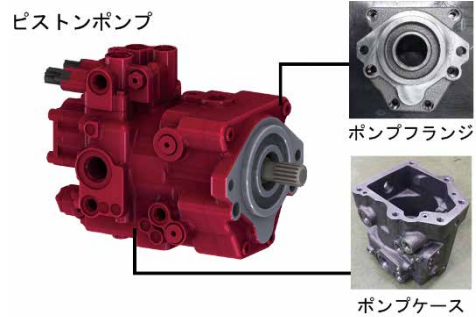


図2 ピストンポンプと内製部品

## 3 目的

作業を極小化したライン構築を行い相模工場の利益に貢献する。

## 4 目標

目標値を表1に示す。

表1 目標値

項目	従来	目標
工程内不良	BM	25%低減
労操設コスト	BM	36%低減
サイクルタイム	BM	29%低減
可動率	BM	11%向上
CO2排出量	BM	36%低減

## 5 要件

- ①不良未然防止を図ること
- ②自動測定で作業軽減すること

## 6 実施内容

### 6.1 スマートモニタリングとは

スマートモニタリングは以下（図3）の言葉を掛け合わせた造語である。データから予知技術を構築し見える化をすることで、ロスの極小化ができないかを考え、本テーマでは品質不良未然防止、作業の極小化に取り組んだ。

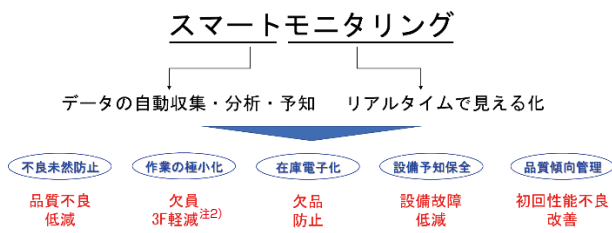


図3 スマートモニタリング概要

注2) 負担, 不安, 不満の頭文字として3Fと表現している。

### 6.2 スマートモニタリングの構築

従来の工程内不良ではミクロン公差の寸法が外れて不良となることがあった。

ミクロン単位の加工においては、切削工具（写真1）が摩耗すると著しく寸法が変化するため管理が難しく、従来は作業者による全数測定を行っていた。全数測定はサイクルタイムに影響するとともに、技量が不足している作業者の場合、寸法変化に追従できず不良を発生させてしまうことがあった（図4）。

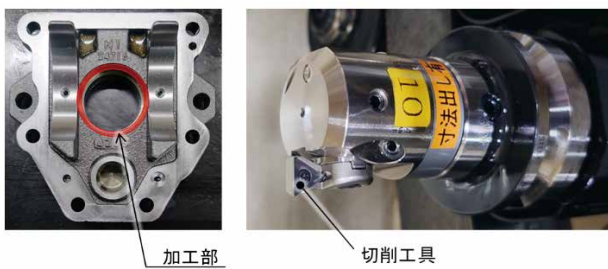


写真1 切削工具

これらの問題を解決するためにリアルタイムで加工寸法が分かる仕組みを考案した。これはマシニングセンタで測定した結果をモニタにグラフ表示し、寸法変化を常時確認できるようにした（写真2）（図5）。

また、寸法不良直前に生産指示画面に警告が表示

され、作業者は不良が発生する前に異常に気付くことができ工程内不良の削減につながる（図6）。

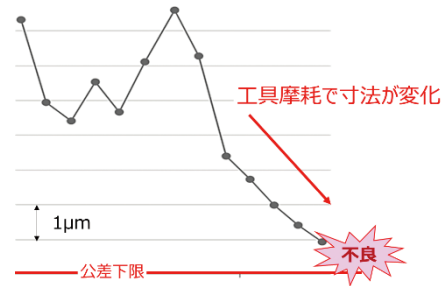


図4 寸法の変化



写真2 生産ライン外観



図5 リアルタイムで寸法の見える化



図6 警告画面

これらの仕組みはマシニングセンタの標準機能と設備メーカーの既存のクラウドサービスを組合せることで構築することができた（図7）。測定された結

果は設備に記録され、クラウドサービスは常時設備を監視する。クラウドサービスには測定値をグラフ化する機能があり、測定結果が変わるたびにグラフに最新の測定値がプロットされる。このグラフを作業エリアのモニタへ表示させ作業者が寸法の変化を確認できるようにした。

今後は蓄積された測定データをAI分析に掛けることで、工具寿命の最適化につなげ、品質の安定化を図っていく。

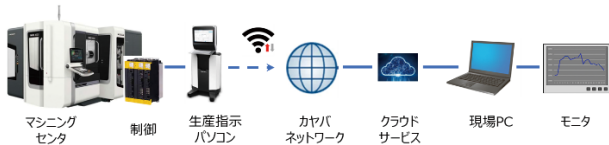


図7 モニタリングシステム

### 6.3 マシニングセンターによる測定技術確立

見える化の仕組みはできたものの、設備による測定では三次元測定機のようなマイクロレベルの信頼性を確保することが難しい。

生産した同一ワークを従来の手動測定と工作機械の中でワークを測定する機内測定で比較したところ、最大で8 $\mu$ mの差があることがわかった(図8)。

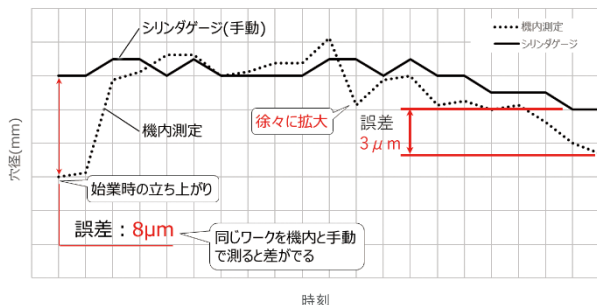


図8 手動測定と機内測定の差(対策前)

測定誤差を発生させる主な要因の一つとして、朝と夕方の外気温の変化があげられる。外気温の変化はマシニングセンター自体の熱膨張、収縮を引き起こし、測定誤差を発生させる(写真3)。

図9は外気温と主軸の位置を確認したデータである。外気温の上昇とともに主軸が下向きに変化していることがわかった。

そこで測定誤差を自動的に検知し、キャリブレーション<sup>注3)</sup>を行うことで測定誤差を修正するプログラムを開発した。

まず加工治具に基準となる穴を開けておく。加工1サイクルごとに基準穴を測定し、誤差が2 $\mu$ m以上の場合、キャリブレーションが自動で行われる(図10)。

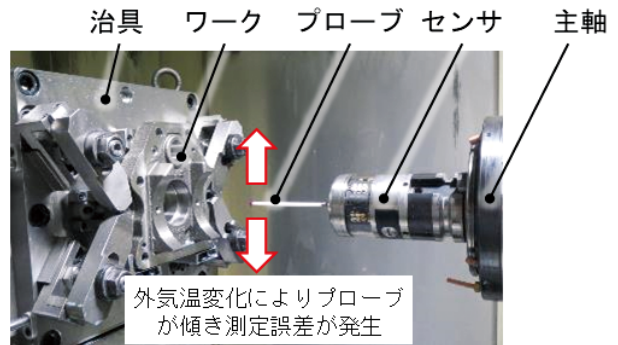


写真3 外気温変化による主軸位置の変化をともなう測定の様子

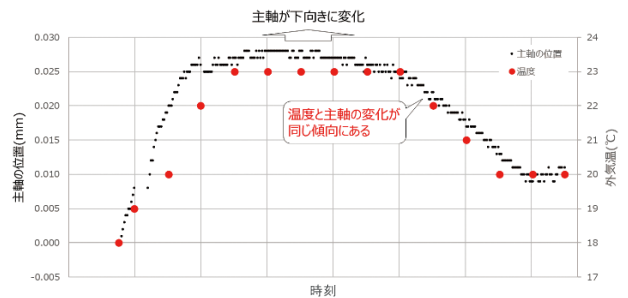


図9 主軸位置と外気温の関係

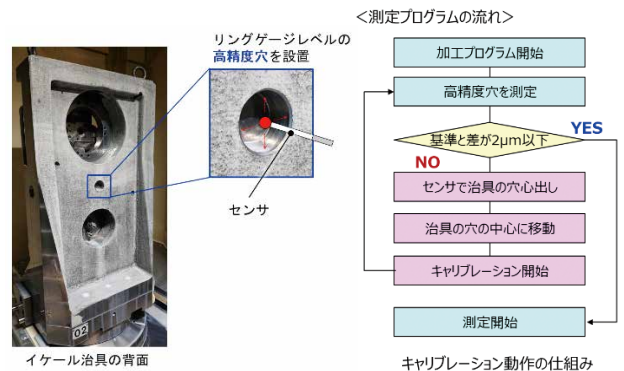


図10 キャリブレーションの仕組み

このプログラムを導入したことで、手動測定と機内測定の誤差は2 $\mu$ m以下となった(図11)。

これらの測定技術により全数測定、初物終物測定の代替をマシニングセンターで行えるようになり、手扱い時間削減、及び可動率を向上させることができた。  
注3) 基準と比較し差を補正すること。

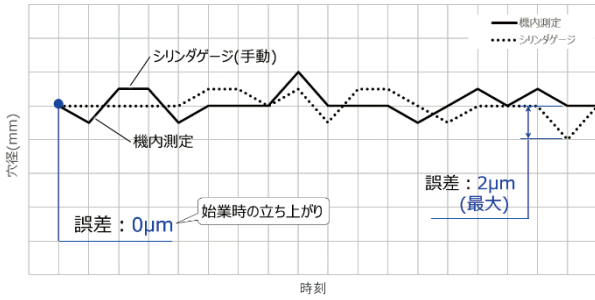


図11 手動測定と機内測定の違い (対策後)

## 7 結果

実施結果を表2に示す。

表2 実施結果

項目	結果	判定
工程内不良	25%低減	○
労操設コスト	36%低減	○
サイクルタイム	29%低減	○
可動率	11%向上	○
CO2排出量	36%低減	○

## 8 まとめ

加工、組立、塗装一貫ラインを見据えたムダの無いライン作りに向けて、作業を極小化した加工ライン構築を実現した。

特に信頼性の高い測定技術が確立でき、人の技量に頼ることなく工程内不良を低減することができた。

またスマートモニタリングの実現にあたり、今回は加工データの自動収集、警告、リアルタイムでの見える化を実現した。将来はこの仕組みを足掛かりとして不良予知の技術構築へつなげていく(図12)。

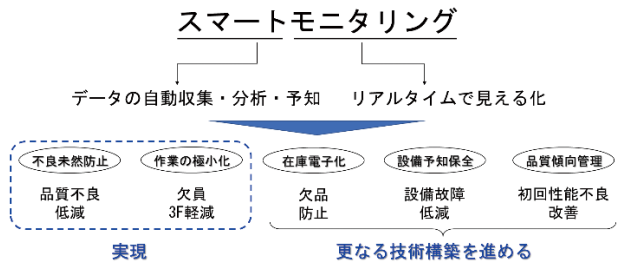


図12 スマートモニタリングの実現

## 9 おわりに

本ラインの構築に御協力頂いた関係部署ならびに御指導御支援を頂いた方々へ、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

## 著者



伊藤 祐介

2017年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部相模工場生産技術部。ピストンポンプの工程設計に従事。