

発表No.

テーマ

210

工程改善ツールTULIPを活用した業務DX化

会社・事業所名(フリガナ)

発表者名(フリガナ)

DMG森精機(株)・伊賀事業所(ディーエムジーモリセイキ(カブ)・イガジギョウシヨ)

柿本 智昭(カキモト チアキ)・日下 笙(クサカ ショウ)



発表のセールスポイント

工作機械の運転中に発生する故障やアラームによる停止により、夜間の自動運転ができない問題に対し、アラーム情報とその要因を分析し、運転の停止を未然防止するためのアプリを作成することができました。
アプリを初めて作成した私たちが活動を通じて成長することができた一例になります。

1.会社紹介

DMG MORI

事業内容	開発/生産拠点	社員構成
<p>工作機械を中心とした トータルソリューションプロバイダー</p>	<p>旧 GILDEMEISTER 旧 森精機</p> <p>6ヵ国 16工場</p> <p>2013年社名を DMG森精機株式会社に統一 連結売上高 4,748億円 (2022年実績)</p>	<p>DMG MORI 13,000名 59国</p> <p>ドイツ 4,200 日本 4,000 フランス 200 インド 200 オーストリア 200 中国 600 ポーランド 600 イギリス 400 USA 1,000 その他 1,400</p>

当社は5軸マシニングセンタ、複合加工機といった工作機械を中心としたトータルソリューションプロバイダーです。
工程集約や自動化推進のための活動を全世界で展開しております。
2009年にドイツのGildemeisterと業務・資本提携を開始し、2013年に社名を統一しました。2016年に完全経営統合が完了しました。

2.職場紹介

DMG MORI

主軸とは	主軸工場の役割	製造プロセス
<p>振れ精度 1μm以下 Heart of Machine tool!</p>	<p>+三重県の伊賀工場で集中生産 +主軸ユニット年間約12,000本製造 +世界中のお客様、工場へ主軸供給</p>	<p>+機械加工</p> <p>粗加工 (切削・旋削) → 熱処理 → 仕上げ (研削)</p> <p>→ 深化処理等の熱処理</p> <p>加工精度 1μm以下で加工</p> <p>+ユニット組立</p> <p>ローター組立 → ステータ組立 → トロッキング → 調整 → 検査</p>

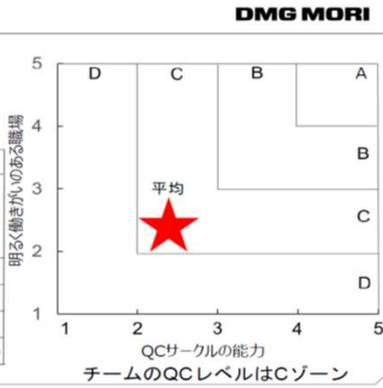
私たちは工作機械の心臓部である主軸を生産しています。
主軸は金属等の被削材を加工する上でとても重要な部品です。ドリル等の回転する工具を主軸に取付けて精密な加工を行うため、主軸の振れ精度は1μm以下が要求されます。
主軸は三重県伊賀市にある伊賀事業所で集中生産しています。

QCサークル紹介	サークル名	(フリガナ)		発表形式
	TULIP FARM 伊賀	(チュールリップファームイガ)		PC
本部登録番号	1824-1	サークル結成年月	2022年 1 月	
メンバー構成	4 名	会合は就業時間	(内) ・ 外 ・ 両方	
平均年齢	35 歳(最高 45 歳、最低 23 歳)	月あたりの会合回数	4 回	
テーマ暦	本テーマで 1 件目 社外発表 1 件目	1回あたりの会合時間	1 時間	
本テーマの活動期間	2022年 1月 ~ 2023年 3月	本テーマの会合回数	43 回	
発表者の所属	主軸加工部主軸加工課・デジタル化・組立生技室デジタル化推進グループ		勤続	16年/2年

3.サークル紹介

サークル名	TULIP FARM 伊賀
リーダー	柿本
メンバー	日下・坂東・橋本
アドバイザー	赤井

働きがいのある職場		レベル	QCサークルの能力						
意欲	連携	会合	チーム	5S・ルール	多能化	改善能力	問題解決	運営	QCの手法
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



当サークルは合計4人で活動を行いました。活動開始時のメンバーのチーム平均のサークルレベルはCランクでした。Dランクのメンバーもおりましたので、活動終了時には全員1つ上のゾーンを目指して取り組むことになりました。

4.テーマ選定理由

部門方針：作業環境の改善、及び労働力不足に対応するため自動化を促進

No	テーマ候補	重要性	緊急性	効果	実現性	全員参加	合計	推進
1	自主保全不備による機械自動運転停止の削減	○	○	○	○	○	23	QCサークル
2	ロボット導入によるワーク着脱の自動化	○	○	○	○	○	23	生産技術
3	5軸、複合加工機導入による工程集約	○	○	○	○	○	21	生産技術
4	パレットプール導入による無人運転時間の向上	○	○	○	○	○	19	生産技術

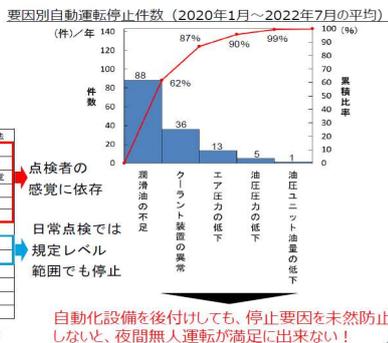
【作業環境の変化】

作業環境の変化から労働力不足が危ぶまれる。
夜間自動運転をフレキシブルに行える体制への移行が急務。
設備の夜間自動運転停止を“未然防止”する仕組みの構築が必要。

部門方針として“作業環境の改善、及び労働力不足に対応するため自動化の促進”があり、4つのテーマが持ち上がりました。改善担当部署を話し合い、“自主保全不備による機械自動運転停止の削減”をQCサークルで取り組むことになりました。作業環境の変化から労働力不足に対応するため、夜間等の自動運転が重要になります。ただ、自動化を行っても機械が故障やアラーム等で運転停止しては意味をなしません。そのため、運転停止を未然に防止する仕組みが必要です。

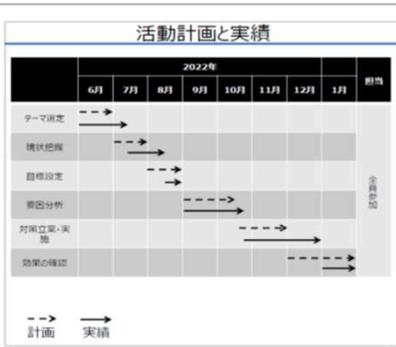
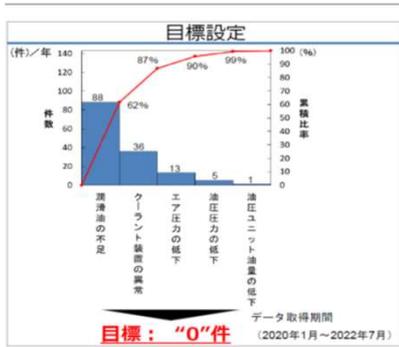
5.現状把握

点検項目	判定基準	点検方法
ポンプ・モーター	異常音、振動なきこと	聴覚
送り駆動系、主軸駆動系	異常音、振動なきこと	聴覚
エア、オイル、切削油等の漏れ		目視、聴覚
制御盤エアフィルタ・冷却ファン	目詰まり、汚れなきこと	目視
切屑の溜積、積みあはひがないか	加工時、ワークが上、下等の動くところ	目視
機種及び周辺設備	各種機能に理想状態を認定する	目視
ストッカー内清掃	各機種毎に理想状態を認定する	目視
作動圧力、油量	規定レベル範囲で著しい変動なきこと	目視
適正給油（クーラント・潤滑油・冷却油）	規定レベル範囲で著しい変動なきこと	目視
計測器、工具の整理	整理整頓、ラベル・校正期限	目視
ドロップSVV	異常で運転準備投入できないこと	作動確認
異常停止PR	押で運転準備投入できないこと	作動確認
開始確認	チェックへのGRISAアップ（毎日）	作動確認



今回の取組では、主軸関連部品の荒加工を行っている複合加工機（NT4250）をターゲットに“自主保全不備”に焦点を当て取組を実施しました。日常点検は一覧の内容を実施しております。日常点検では人の目や耳に頼った定性的な判断項目が多く、人によって判断基準が異なっていました。また、油量、クーラント量が規定値以内であっても、点検後の使用量によっては不足による運転の停止につながってきます。右図は2020年1月～2022年7月までに、自主保全不備により発生したトラブルを抽出し、パレート図にしました。パレート図からわかるように発生したトラブルの要因は5つでした。

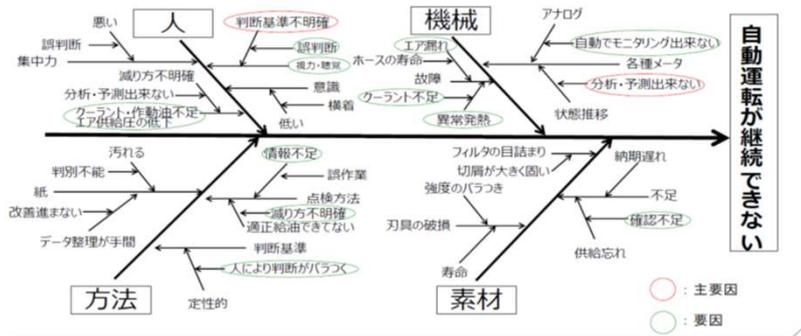
6.目標設定・活動計画と実績



目標は自主保全不備による自動運転の停止を0件にする事です。活動計画と実績は御覧の表の通りです。要因分析と対策実施に時間を要したのは、後々の水平展開も考える必要があったからです。設備の種類の方々と、日常点検の方法が設備毎に異なり標準化されていなかったため、情報の整理に時間が掛かりました。

7.要因分析①

DMG MORI



現状把握で“判断基準が不明確”との意見がありましたが、他にも要因が潜んでいるのではとなり、メンバー、現場担当者も巻き込んで知恵を出し合い、「人」、「機械」、「素材」、「方法」に着目し要因を分析し、特性要因図にまとめました。
 人による点検方法のバラつきや、油量等の減り方を予測できないといった意見が出ました。赤と緑の丸で印したのが重要だと考えた要因です。
 洗い出した要因の中から特に重要な要因として“点検時の判断基準が不明確な事”、“稼働停止の原因を分析・予測できない事”の2点に絞りました。

7.要因分析②

DMG MORI

特性	1次手段	2次手段	3次手段	評価			対策基準
				効果	実現性	ランク	
自動運転を継続させるには	判断基準の作成	点検方法の標準化	手順の音声ガイド	△	△	6	
			iPad iPhoneの活用	○	○	10	対策
	点検箇所の明確化	センサの取付	限度見本の画像化	○	○	10	対策
			項目ごとのページの切替	○	○	10	対策
	油量圧等の分析・予測	自席での確認	各項目の画像化	○	○	10	対策
			流量測定	○	△	8	対策
			温度測定	○	△	8	対策
			測定結果のグラフ化	○	○	10	対策
	完了メールの配信	×	○	6			

特性要因図の主要因について、系統図で検討した結果、赤で塗りつぶした項目について、対策することにしました。

8.TULIP説明

DMG MORI

TULIP = ローコードでアプリを作成可能な現場のDXツール

- ・プログラミングの専門知識不要
- ・センサや工具との接続、リアルタイムの可視化が可能
- ・当社で販売中

現場主導でアプリを作成・編集

- ・プログラミングの専門知識不要

センサ・計測機器・工具と接続

- ・簡単に接続可能
- ・データを一括管理

リアルタイムな現場の見える化

- ・PC、タブレットで確認

TULIPは、パソコンや携帯端末で使用するアプリが作成できるDXツールです。通常、そのようなアプリを開発するにはプログラミングの専門知識が必要ですが、TULIPではプログラムに必要なコーディングの作業をほとんど行わず、直感的な操作でアプリを作成可能です。

9.対策立案・実施①

DMG MORI

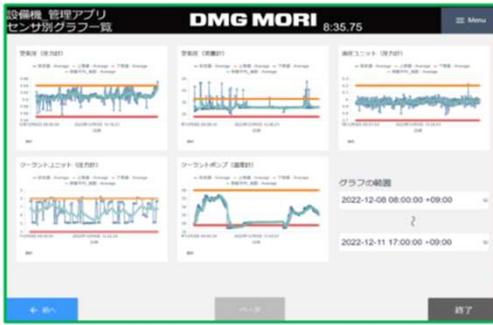
過去トラ	ランク	点検方法
クーラント不足(フロースイッチ下限)	A	超音波センサによるクーラント残量モニタリング
クーラントポンプ異常発熱(クーラント不足)	A	温度センサによるポンプ温度モニタリング
エア供給圧低下(一次側配管のエア漏れ)	A	流量計による一次側エア供給量モニタリング
作動油圧力低下(工具アンプクランプ動作不具合)	A	圧力計による作動油圧力モニタリング
切粉噛み込みによるプロテクター破損	B	機内を写真撮影※限度見本と比較
チャックのグリスアップ忘れによるクランプ力低下	B	チャックを写真撮影
ファン目詰りによる制御盤の異常発熱(制御装置の動作不具合)	C	ファン用のフィルタを限度見本と比較

発生頻度 × 1回あたりの機械停止時間で A,B,Cにランク分け
 ランクごとに点検方法を新たに策定
 エア、作動油、クーラントの“流量、温度、残量”を計測するセンサ(×10個)を追加

他の要因はないかと考え、2019年以前に発生した過去のトラブルを確認し、抽出しました。抽出したトラブルを「発生頻度」と「1回あたりの機械停止時間」から重要度順にA,B,Cのランクに分け、従来の日常点検とは異なる新しい点検方法を策定しました。
 センサを取り付けた理由は、減り方が不明確というメンバーの意見から、機械の状態が長い時間をかけて徐々に悪くなっていく場合と、あるとき急に悪化する場合がありますと考え、1日1回の点検だけでは未然防止できないと考えたためです。

9. 対策立案・実施②

DMG MORI



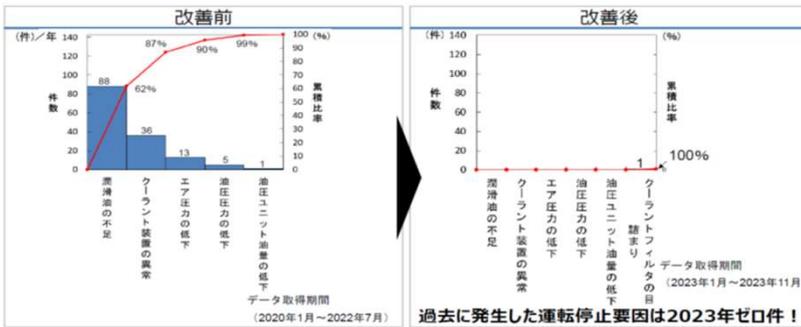
- ・人による点検では、センサ値のトレンド(長期的傾向)は見えない
- ・1回/日の点検では急激な値の変化を見逃す

“TULIP”で、データの自動収集・分析アプリを自分たちで開発

センサによって、24時間常時自動収集したデータを自動でグラフ化し、可視化したものがこの図になります。取得したデータが上限値を超えた場合、または下限値を下回った場合は担当者にメールを送る仕組みなどを組み込んだアプリを自分たちで開発しました。

10. 効果の確認①

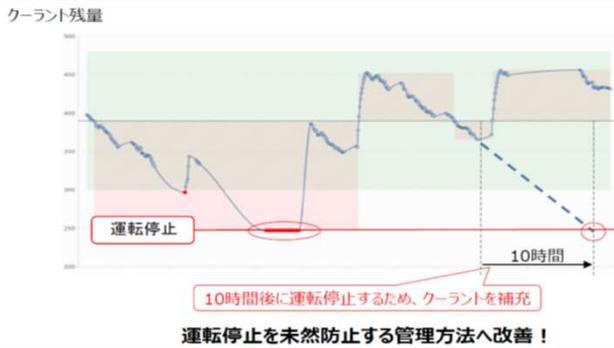
DMG MORI



改善前と改善後のパレート図を比較すると運転の停止要因は2023年1月～11月までは発生しておりませんが、目標達成したと考えております。しかし、今まで発生したことがない要因で運転停止しておりますので、未然防止できるよう、対策していきます。

10. 効果の確認②

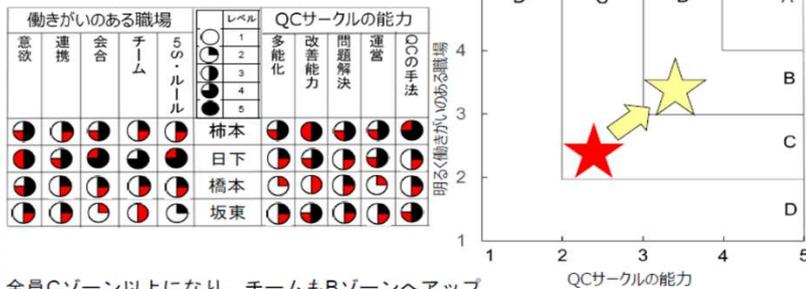
DMG MORI



予測について、機械のクーラント残量を例にしますと、クーラント量が下限に到達すると機械は停止してしまいます。今回の取組で時間軸に対する減少量が見える化できたことで、例えば「このまま動かすと10時間後には機械が停止してしまうので、クーラントを補充しておこう」といった、機械の停止を事前に予測し、未然防止するという管理方法へと変化しました。

10. 効果の確認③ サークルの成長

DMG MORI

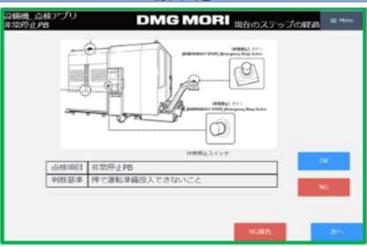


メンバー全員がQCの手法を学習、実践し、さらにアプリの作成やセンサの取り付けといった今までにやったことのない作業にも挑戦しました。個人のレベルが上がり、サークル全体としても全員Cゾーン以上になりました。チーム平均としてはBゾーンになりました。

11.標準化と管理の定着

DMG MORI

標準化



ハード：機種別に点検項目、点検方法を標準化
ソフト：1つのアプリに点検作業を集約

水平展開

主軸工場

10台

精密加工工場

28台



- ・伊賀工場内の主要な加工設備に水平展開を実施
- ・機械の制約を受けず取付可能

機械の点検は、同じような点検項目でも機種によって確認する場所や限度の数値が異なります。機種別に点検項目、点検方法を標準化し、さらに一つのアプリにまとめることで管理を容易にしました。今回の取組で効果を確認できましたので、水平展開を行いました。

センサは機械の制約をほとんど受けずに取付可能なので、弊社の主軸工場10台、精密工場28台の機械について既に水平展開済みです。

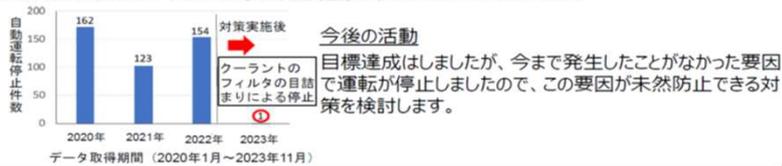
12.振り返りと今後の活動

DMG MORI

振り返り

TULIPでのアプリ作成は専門知識がなくても作成できたので、簡単に作成することができました。自分たちで意見を出し合い、実際にアプリが完成したことで自信にも繋がりました。

現地・現物で仕事をしていても、まだまだ見えていないFact(事実)が多くあったことがとても新鮮で、TULIPを活用した改善がとても楽しくなっています。この気持ちを大切に今後の更なる改善活動に繋げて行きたいと思っています。



運転の停止件数を削減するために、何から手を付けようか、初めは頭を悩ませましたが、停止要因を見える化出来ないかと思い、始めてみました。TULIPアプリの作成は専門知識がなくても作成でき、簡単に作成することができ、自分たちで意見を出し合い、アプリを作成したが、自信にも繋がりました。現地・現物で仕事をしていても、まだまだ見えていないFact(事実)が多くあったことがとても新鮮で、TULIPを活用した改善がとても楽しくなっています。

今後の活動として、今までになかった要因で運転停止しておりますので、対策を検討し、未然防止することで、安心して自動運転ができるようになります。