

発表No.

テーマ

108

後工程マニュアル加工のYK作業撲滅

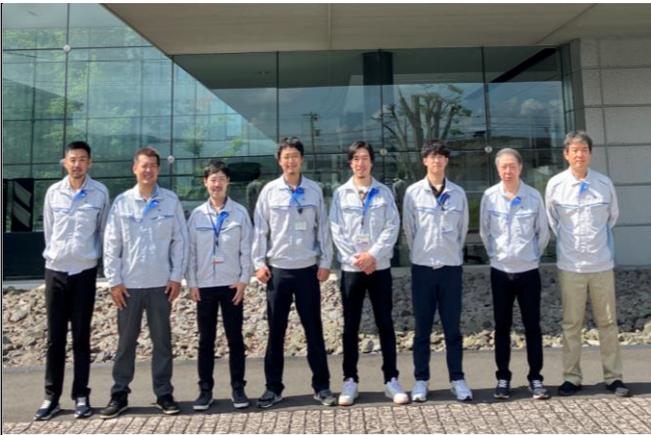
会社・事業所名 (フリガナ)

トヨタ自動車東日本株式会社

富士裾野テクニカルセンター

発表者名 (フリガナ)

田代 颯雅



若手が中心となり、現場で働くベテランの技を加工データに織り込むことで後工程のやりにくい、気遣い作業を撲滅した事例です。



会社概要

東北から世界へ飛ぶコンパクトカーをもっと早くお客様へ

開発部門における私たちの役割

企画・設計・試作・生産・検査

職場紹介

第1車両SE部

工機課

サークル紹介

サークルスローガン

「全員参加のサークル活動を進める元気のある職場づくり！」

サークルレベル評価

サークル能力 (Y軸)

向上意欲

35

30

25

20

15

10

5

0

テーマ選定

余力の創出
「ゆとり」の創出

私の思い

- 後工程である機械係の役に立ちたい!
- 後工程思いの職場を作りたい!

田代

YK... Y: やりにくい K: 気遣い

| 後工程YK項目 | 評価項目 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|------|---|---|---|---|---|-----|
| 測定ポイント作業 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.2 |
| 加工原点出し作業 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.0 |
| 適合確認合わせ作業 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.4 |
| マニュアル加工 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.6 |
| ライトアップ加工 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.4 |

マニュアル加工とは?

機械加工

金型を加工機で切削

データ加工

加工データを加工機で読み込み自動で行う加工

テーマ選定の理由1

選定した理由

機械係 マシニングサークル 阿部さん

ちょっとお願いが...

他の方はどうですか??

やりにくい! 腰がきつい!

機械係 マシニング加工サークル 合同会合

機械オペレーターにとってマニュアル加工は体に負担になっていることが分かった

テーマ選定の理由2

パレート図?

それならパレート図だな!!

ベテラン 榎方さん

鑄肌穴が負担 みたいですよ

後工程を 助けよう!

マニユアル加工YK調査

作成日: 2018年10月

作成者: 田代颯雅

n=10

QC知識up!

| 項目 | 鑄肌穴 | 精度測定 | 面合わせ | 仮基準作成 |
|----------|-----|------|------|-------|
| 項目 | 6 | 2 | 1 | 1 |
| 撃手人数 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 累積数 | 6 | 14 | 23 | 33 |
| 比率 (%) | 60 | 20 | 10 | 100 |
| 累積比率 (%) | 60 | 80 | 90 | 100 |

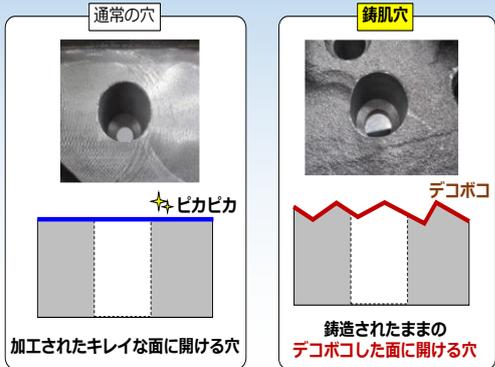
パレート図計算表

いばた 『鑄肌穴マニュアル加工のYK作業撲滅』に決定!

| QCサークル紹介 | サークル名 | NCサークル | |
|--------------------------------------|--------|-----------|------------------|
| 本部登録番号 | 240-16 | サークル結成時期 | 1980年 4月 |
| 構成人員 | 9名 | 月あたり会合回数 | 2回 |
| 平均年齢 | 42歳 | 1回あたり会合時間 | 1時間 |
| 最高年齢 | 59歳 | 会合は | (就業時間内)・就業時間外・両方 |
| 最低年齢 | 21歳 | テーマ暦・社外発表 | 89件目 ・ 2回目 |
| (所属部署) トヨタ自動車東日本株式会社 第1車両SE部 工機課 NC係 | | | |

鑄肌穴とは？

11/40



加工されたキレイな面を開ける穴

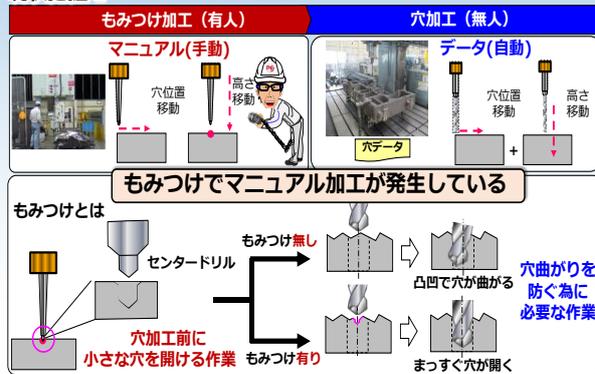
鑄造されたままのデコボコした面を開ける穴

1

ここで鑄肌穴について説明します。通常の穴は加工された綺麗な面に開けますが、鑄肌穴は加工されていないデコボコした面を開ける穴のことを言います。

現状把握 1 鑄肌穴加工の流れを調査

12/40



2

次に鑄肌穴加工の流れを調査。鑄肌穴加工は最初にマニュアル操作でもみつけ加工をします。次にデータにて自動で穴加工します。この事からもみつけでマニュアル加工が発生している事が判明。もみつけとはセンタードリルで小さな穴を開ける作業のことで、穴加工前にもみつけがないと穴が曲がってしまいますが、もみつけがあるとまっすぐ穴加工が出来ます。

現状把握 2 もみつけマニュアル加工にYKを感じるかアンケート調査

13/40



3

次に作業をよく知るため須山工場へ行き、もみつけマニュアル加工にYKを感じるか三現主義でアンケート調査しました。作業手順は①～⑤となっておりアンケートを取った結果、手順⑤の高さ調整が一番YKと感じていることがわかりました。YKのポイントとして主に足腰がつかないなどの4つのYK項目が挙げられ、わたくし田代も実際に作業してみましたが足腰がとてつらく感じました。

目標の設定・活動計画

14/40

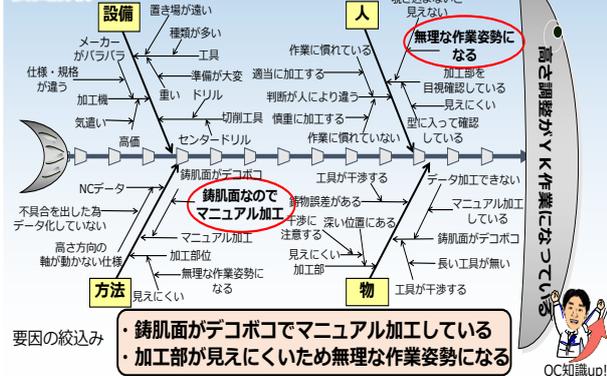


4

目標の設定では、『高さ調整のYK件数 4件』を2024年5月末までに0件とするとし、わたくし田代のレベルアップを図るためすべての項目に関わり、積極的に活動を進めることができました。

要因解析

15/40

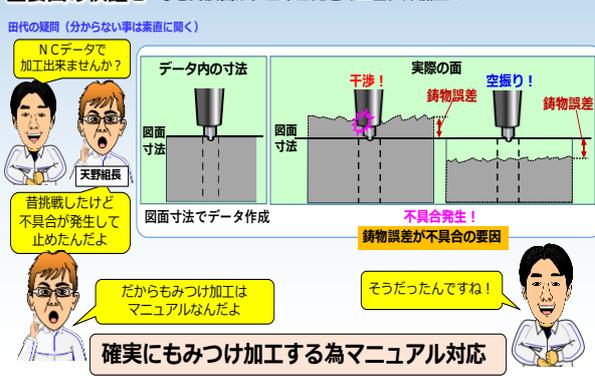


5

要因解析では、『高さ調整がYK作業になっている』を特性に要因を絞り込んだところ、『鑄肌面がデコボコでマニュアル加工している』と、『加工部が見えにくいため無理な作業姿勢になる』にウェイトづけられました。

主要因の検証 1 なぜ鑄肌面がデコボコだとマニュアル加工？

16/40



6

なぜデコボコだとマニュアル加工なのか？疑問に思い天野組長に質問したところ、昔挑戦したが不具合が発生してやめたとのこと。鑄物を正確に製造するのは難しく、鑄物精度にバラつきがあるため、図面寸法でデータを作成しても誤差がプラスだと工具が干渉してしまい、マイナスだと空振りしてしまうため不具合の要因になってしまいます。それ以来、鑄肌穴は確実にもみつけ加工をする為、マニュアルで対応していたことから主要因と確定しました。

主要因の検証 2 加工部が見えにくい無理な作業姿勢になる

17/40

実際の作業を観察

あっ！
巻き込まれ姿勢が悪くなる

手順ごとにエルゴノミクス評価で検証

切削清掃 → 穴位置確認 → 現物確認 → データ読み込み → **高さ調整**

巻き込まれ危険！！

高さ調整は身体的負担で安全面においてもYK作業になっている

7

対策の立案

18/40

系統図&マトリクス図

◎=5点 ○=3点 △=1点 15点以上を採用

| 1次手段 | 2次手段 | 具体策 | 評価項目 | | 点数 | 順位 |
|---------------|-------------|----------------|-------|----|----|----|
| | | | 実施容易性 | 効果 | | |
| 高さ調整のYK作業をなくす | 加工形状変更 | デコボコな面を平らに加工する | ◎ | △ | 12 | 3 |
| | | 加工タイミングを見直し | ◎ | △ | 6 | 8 |
| | 高さ調整をデータ化する | 適切な加工深さを設定する | ◎ | ◎ | 18 | 1 |
| | | 専用工具を導入する | ◎ | ◎ | 10 | 5 |
| | | 別工具に変更する | ◎ | ◎ | 16 | 2 |
| | ワークセット高さ変更 | 加工機の高さを上げる | △ | △ | 8 | 7 |
| | | 型セット位置を高くする | ◎ | ◎ | 12 | 3 |
| | | 最新加工機を導入する | △ | △ | 10 | 5 |
| | | 見やすい位置に穴を設定する | △ | △ | 4 | 10 |
| | | 深い位置に穴を設定する | △ | △ | 6 | 8 |
| 設計変更 | ワークセット高さ変更 | ◎ | ◎ | 12 | 3 | |
| | 設計変更 | ◎ | ◎ | 16 | 2 | |

対策：『最適な加工深さを設定する』に決定！
『別工具に変更する』

8

次に、『加工部が見えにくい無理な作業姿勢になる』について検証すると、実際の作業を観察すると、**中腰の姿勢が多く加工部を覗き込むため姿勢が悪くなる**の事でした。機械オペレーターへのつらさ割合を可視化するためエルゴノミクス評価で検証したところ、高さ調整のつらさ指数が10で数値的にも大きく、安全面でも機械に巻き込まれない様に気遣い作業をしている事から、**高さ調整は身体的負担**となっているため、**安全面においてもYK作業**となっているため、**主要因と確定**しました。

対策の立案として、『高さ調整のYK作業をなくす』を目的に対策案を評価した結果、『**最適な加工深さを設定する**』と『**別工具に変更する**』の評価点が高くこの対策案で活動を進めていくことにしました。

対策案の検討 1-1 最適な加工深さを設定する

19/40

対策案
『最適な加工深さを設定する』
機械OPに現状を聞いてみよう！

機械オペレーターに電話でヒヤリング
加工深さどれくらい？
最低でも**5mm**は加工してるよ

富士裾野テクニカルセンター
須山工場
マニュアル深さ Min 5mm

現状の問題点を振り返り
刃先部干渉
鑄物誤差プラス
図面寸法
鑄物誤差マイナス
もみつけの空振り

鑄物誤差を調査
+5mm
-5mm
比較
鑄物誤差 約±5mm

9

対策案の検討 1-2 最適な加工深さを設定する

20/40

加工深さについてミーティングを実施
現状の情報を集めました！
こんなに鑄物誤差があったんには
加工深さ10mmはどうか？
図面寸法
-5mm
実質5mm
10mm
空振りは避けたいね
深さいくつがベストかな？
マニュアル加工と同等深さ

懸念の声
鑄物誤差プラスだと加工が深くなるけど大丈夫？
図面寸法
+5mm
実質15mm
10mm
再度機械オペレーターへ確認
加工深さが15mmになっても大丈夫？
刃具が対応してれば深い分には問題ない
深さはこれで行こう！！
加工深さ10mmに決定！

10

『最適な加工深さを設定する』についての話し合いではまず機械オペレーターに現状の加工深さについて電話で聞いてみると、**5mmの深さ**で加工している事が判明しました。次に5mmの深さになるように加工するには鑄物誤差を知る必要があると意見があがった為、調査を実施！すると図面と実物で**約プラスマイナス5mmの鑄物誤差**があることが判明しました。それらの情報を元に、鑄物誤差を考慮した最適な加工深さを決める事に。

話し合いでは谷口さんから、**加工深さ10mm**はどうだろうと意見があがりました。図面寸法に対して**マイナス5mm**の誤差があっても**実質5mm**の加工深さになるからマニュアル加工と同等の加工深さになると説明してくれました。ですが、他のメンバーからは「誤差がプラスだと加工深さが実質15mmになってマニュアル加工時よりも深くなるけど大丈夫？」と懸念の声が上がりました。再度機械オペレーターへ加工が深くなる事での問題を聞いてみた所、**刃具が対応していれば深い分には問題ない**と回答もらったので**加工深さを10mm**に決定しました。

対策案の検討 2 別工具に変更する

21/40

セントドリル
刃長10mm
図面寸法
+5mm
実質15mm
鑄物誤差が+5mmの場合刃長が足りず干渉!!
刃長が15mm以上の工具を探そう！

| 工具選定評価表 | 用途 | 評価項目 | | | | | 点数 | 順位 |
|---------|-------|------|----|------|-----|----|----|----|
| | | 掘込性 | 剛性 | 加工精度 | 応用性 | 単価 | | |
| 切削工具 | 平面加工 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 20 | 2 |
| フラット工具 | 平面加工 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 20 | 2 |
| ボール工具 | 曲面加工 | ◎ | ◎ | ◎ | △ | ◎ | 24 | 1 |
| ドリル | 穴あけ加工 | △ | △ | △ | ◎ | ◎ | 12 | 3 |

マトリクスで評価しよう！！

ボール工具に決定！

11

対策の実施 1-1 もみつけ加工

22/40

テストデータを作成
がんばれ 田中さん
加工出来ない箇所があるなあ
しかし問題発生！
ウオオ オオ
58個中 25個NG

| 作成NG箇所を調べてみると... | ボール工具長さ | 鑄肌穴近くの壁高さ | 車種 | H (mm) | 困った... |
|------------------|---------|-----------|----|---------|--------|
| ホルダー | 150mm | 150mm | A車 | 70~120 | |
| | | | B車 | 120~205 | |
| | | | C車 | 110~280 | |

深位置の鑄肌穴は加工出来ない

12

次に工具の選定ですが、現状のセントドリルでは刃長が10mmしかありませんが、実加工深さが15mmなので、工具が干渉してしまいます。そのため、**刃長が15mm以上の工具**を探することにしました。探した結果、3種類の工具が候補としてあげられもみつけ加工に必要な項目をマトリクスで評価したところ**ボール工具**が一位となり、**使用工具をボール工具に決定**しました。

加工深さと使用工具が決まったので、過去車種でもみつけ加工のテストデータを作成したが問題発生！調査すると工具を固定しているホルダ部分が穴近くの壁に干渉し、加工出来ませんでした。ボール工具の長さは最長150mm鑄肌穴近くの壁の高さは150mmを超える箇所が複数あった為**現状のボール工具では深い位置の鑄肌穴が加工出来ない**事が判明しました。

再対策案の検討 3-2 固定サイクルの活用

29/40

固定サイクルとは
加工の一連の動きを簡素化したプログラム命令文

もみつけや穴加工で使われる固定サイクル

ドリルサイクル

- ① 穴手前まで移動
- ② 指定深さまで加工
- ③ 原点まで移動

振動を考慮した動きではない為、ロングボールでは使えない

固定サイクルを勉強

固定サイクル一覧

| 命令文 | 名称 |
|-----|------------------|
| G77 | スタックピックサイクル |
| G78 | 階層ピックサイクル |
| G79 | バックホーリングサイクル |
| G81 | ドリルサイクル (浅くドリル) |
| G82 | ドリルサイクル (深くドリル) |
| G83 | ピックサイクル |
| G87 | タップサイクル |
| G84 | タップサイクル |
| G85 | ボーンリングサイクル (ローマ) |
| G86 | ボーンリングサイクル |
| G88 | フィードバックピックサイクル |
| G82 | フィードバックピックサイクル |

19

固定サイクルとは、加工の一連の動きを簡素化したプログラム命令文の事です。通常のもみつけや穴加工で使われる固定サイクルは、ドリルサイクルという命令文で穴手前まで移動後、指定深さまで加工し、原点まで移動という動きとなっています。しかしこの命令文は振動を考慮した動きではない為、ロングボールでは使えません。マニュアル加工と似た動きを探す為、固定サイクルについて先輩方から教わりながら勉強を実施しました。

再対策案の検討 3-3 固定サイクルの活用

30/40

調べていくと...

この固定サイクル 何してるかも!!

どれどれ

ピックサイクル

- ① 穴手前まで移動
- ② 指定した切込量を加工 指定深さまで交互に繰り返す
- ③ 穴手前まで逃げ動作
- ④ 原点まで移動

マニュアル加工の動き

手で下げる

振動したら上げる

いいじゃん! 指定次第では使えそだね!

機械係に提案してみることに

20

そして調べていくと、マニュアル加工に似た動きの固定サイクルを発見。ピックサイクルという命令文で、①穴手前まで移動②指定した切込量を加工③穴手前まで逃げ動作この時②と③は指定深さになるまで交互に繰り返します。最後に④原点まで移動 という一連の動きとなっています。このプログラムはマニュアル加工の動きによく似ていて設定次第では使えるのではないかと思います、機械係に提案してみました。

再対策案の検討 3-4 固定サイクルの活用

31/40

再対策案の検討 3-4 固定サイクルの活用

機械係メンバーへ提案

固定サイクル命令文 「ピックサイクル」

機械係 川畑組長

加工条件なんてすけど...

加工するには切込量が必要だね

データでそんな動きが出来るんだね

これが出来れば高さ調整がなくなりそうだね

是非やってみよう!

切込量

他部署連携力 up!

ピックサイクルでテスト加工する事に

切込量について検討

21

提案してみたところ「是非やってみよう」と前向きな意見もありピックサイクルでテスト加工する事に!加工条件をどうしようか悩んでいると、機械係の川畑組長から「加工するにはあとは切込量が必要だね」と助言をもらい、切込量について検討する事にしました。

再対策案の検討 4 ロングボールの加工条件を検討

32/40

再対策案の検討 4 ロングボールの加工条件を検討

<切込量を検討>

田中

切込量 ↓ 振動が少ない

実際に削ってみたいと振動の大小は分らん

工具の振動が少ないのがベストですよ!

<検証データを作成>

切込量...一回にどれだけ深く加工するかを示す量

了解です!

何パターンか作って検証だね

検証結果

| 切込量 | 振動 | 評価 |
|-------|----|----|
| 0.5mm | 小 | ○ |
| 1mm | 小 | ○ |
| 1.5mm | 中 | △ |
| 2mm | 大 | × |
| 2.5mm | 大 | × |

切込量1mmに決定

検証実施!

22

切込量についてですが、工具振動の少なさにポイントを置き何パターンかテストデータを作成しました。そして機械係へテスト加工を依頼し、検証した結果加工量が多く振動が小さかった切込量1mmに決定しました。

再対策案の実施 ロングボールでもみつけ加工

33/40

再対策案の実施 ロングボールでもみつけ加工

もみつけデータを作成

加工を実施

加工条件

- 加工深さ 10mm
- 使用工具 φ30ロングボール
- 固定サイクル ピックサイクル
- 切込量 1mm

田代がんばれ! もう少しだ!

バツリだよ!

高さ調整のデータ化に成功!

他部署連携力 up!

以前

マニュアル加工

鋳物誤差 ±? mm

現場のノウハウ

加工データ 精度向上

ベテランの技をデータ化!!

現在

データ無人加工

23

機械係の協力もあり、もみつけ加工データを作成する事が出来ました。そして機械加工を実施した結果、工具が振動する事なく、全ての鋳削穴にもみつけ加工をする事が出来、ついに高さ調整のデータ化に成功しました。以前は、鋳物誤差がわからなかったため工具が干渉してしまうことからマニュアルで対応していましたが現在は、加工データの精度が向上したことや現場で働くベテランの技をデータに織り込めたことが改善の成功に繋がりました。

もみつけデータでの加工の様子 (動画)

34/40



24

こちらが実際のもみつけデータでの加工の様子です。データ化された事で機械オペレーターが高さ調整しなくても、加工が可能になりました。

効果の確認 1

35/40



25

効果の確認1として
機械オペレーターの方の長年の悩みであった
身体に負担がかかるYK項目4件が改善後は全てなくなり、
YK件数0件の目標を達成することができました。
また、機械係からも喜びの声をもらうことができ、やりがいと達成感を
大いに味わうことができました。

効果の確認 2 -副次効果-

36/40

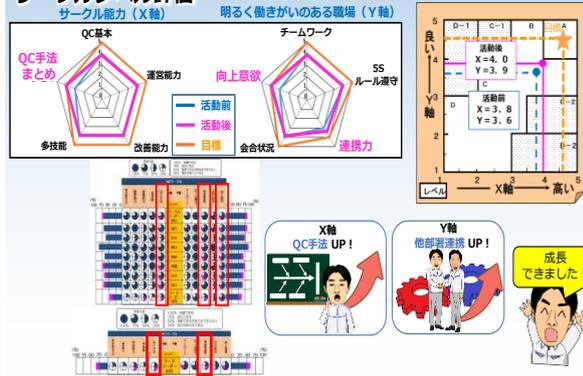


26

副次効果として、高さ調整のデータ無人加工が実現した事で
機械オペレーターによる高さ調整作業が無くなりました。さらに改善前5項目
あった作業が、改善後は2項目まで減らす事が出来ました。エルゴ評価で
見てみると、つらさ指数が10から1まで軽減され、安全性と軽量化が
大幅に向上しました。また、機械係の筋肉穴もみつけ作業時間が8.9時間、
76%低減する事ができ、他の作業に余裕を持って取り組めるように
なったことで課長の思いでもあった「ゆとりの創出」にも繋げる事が出来ました。

サークルレベル評価

37/40



27

サークルレベル評価ですが、
X軸ではQC手法・まとめ、Y軸では連携力・向上意欲が上がりました。
目標のAゾーンには届きませんでしたが、サークル全体のレベルが上がって、
これからも引き続きAゾーンを目指して活動していきます。
そして、わたくし田代は目標としていた
QC手法と他部署連携力の個人レベルが大きくアップし
自身の成長にもつなげることができました。

標準化と管理の定着

38/40

| なぜ(目的) | なにを | だれが(前) | いつまでに or 周期 | どこで | どのように |
|-------------|--------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 標準化 No.1 | 加工工程のプログラム化 | 小川(田代) | 6月末 | 富士裾野テクニカルセンター | 作成&担当外の人で作業確認する |
| 維持管理 No.1-① | プログラム作成手順書確認 | 田代(業務担当) | 工程変更時 | 須山工場 | 各パラメータ確認・修正 |
| 維持管理 No.1-② | 工程二重確認 | 谷口(チームリーダー) | 毎月 | 富士裾野テクニカルセンター 須山工場 | 寒さ・暑さによる変化等 都度確認確認 |
| 標準化 No.2 | プログラム使用方法 | 小川(チームリーダー) | ・新人配属時 ・工程変更時 | 須山工場 | OJT含む 現場・現物・現実でのすり合わせ |
| 維持管理 No.2 | 変化点情報共有 | 天野組長(チームリーダー) | 毎月 | 面会 又は Web会議 | 共有管理表を基に確認 |
| 教育訓練 | 加工プログラム修正方法 | チームリーダー(教育担当) | ・新人配属含む ・担当者変更時 | 富士裾野テクニカルセンター 須山工場 | 手順書を基に OJT実施 |

28

標準化と管理の定着は5W1Hを用いてこのように決め、
維持・管理を徹底していきます。

サークル活動の振り返り

39/40

| ステップ | 良かった点 | 悪かった点 | 次に向けて |
|------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| P | テーマ決定 上位方針・係方針に沿ったテーマを選択出来た | 自工程の問題に取り組みがなかった | 自工程改善にも取り組む |
| | 目標設定・活動計画 ゼロにこだわり前向きに取り組めた | 計画通りに進める事が出来なかった | 見直しをもつて進める |
| D | 現状把握 三現主義で問題点を洗い出すことが出来た | 問題を絞り込むのに時間が掛かってしまった | 多部署巻き込み、様々な視点から意見を頼る |
| | 要因分析・検証 全員の協力で色々な角度から目をつけることが出来た | 主要因の絞り込み時間に時間が掛かった | QC手法を駆使しデータで絞り込む |
| | 対策案の検討・実行 コストをかせずに他部署と連携して対策することが出来た | 案の検討から実施までが掛かってしまった | 計画を随時確認し時間を意識して取り組む |
| C | 効果の確認 機械係に喜ばれる効果を得られた | 手法の勉強不足を感じた | 勉強会などを実施し理解を深める |
| A | 標準化 5W1Hによる標準化が出来た | 特定の人に頼ってしまった | 「全員参加」の意識を高く持つ |

今後の進め方

他部署との“つながり”を強くし 更なるYK作業の改善と
自工程の工数低減を目標に安全第一で取り組んでいく

29

活動の振り返りとして良かった点は、コストをかせずに
他部署と連携して対策できたことで悪かった点は、
問題を絞り込むのに時間が掛かってしまったことです。
今後の進め方は、他部署との“つながり”を強くし
更なるYK作業の改善と自工程の工数低減を目標に
安全第一で取り組んでいきます。

ご清聴ありがとうございました



トヨタ自動車東日本株式会社
TOYOTA MOTOR EAST JAPAN, INC.
NCサークル



30

以上で発表を終わります。
ご清聴ありがとうございました。