

クミツケコウテイニオケルカドウリツソガイウインノテイゲン  
組付け工程における可動率阻害要因の低減

会社・事業所名 トヨタ自動車株式会社 本社工場

発表者名 イケダ コウタ  
池田 耕大

1.【会社紹介】

**TOYOTA**

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市 本社工場

1938年創業 本社(旧豊母)工場

創業 豊田 喜一郎 (1938~1950年在籍)

『品質は工程で造り込む』

本社工場 トヨタ生産方式発祥の地

旧本館の階段や創業時の設備が残る工場

TPSの生みの親 大野 耐一 (1943~1978年在籍)

よいモノづくりはよい人づくりから 平井 勝利 (1964~2010年在籍)

「技能を常に育てて強くしていればどんなものが来ても怖くない!!」 河合 おやじ (1966~現在)

喜一郎さんの意志を脈々と受け継ぎ今に至る

2.【職場紹介】

**TOYOTA**

<本社工場スローガン>

技能を支える技術の進化  
世界へ発信フェーズイン本社

本社工場から支援・情報発信

本社工場概要  
操業 1938年(昭和13年)  
従業員数 2138名

主な生産品目  
機械部 他5部  
RAV4・クラウン等のハイブリッドユニット

弊社は愛知県豊田市を中心に12の工場があり、私たちの勤務する本社工場は1938年に創業。創業者の豊田喜一郎が唯一在籍した工場、戦前後、労働紛争など苦しい時代を乗り越え「品質は工程で造り込む」という創業者の意志を脈々と受け継ぎ、今も旧本館の階段や創業当時の設備が残る最も歴史のある工場です。

その思想の元、「技能を支える技術の進化 世界へ発信フェーズイン本社」をスローガンに掲げ、私が所属する機械部では、主にハイブリッドユニットを生産しており、人材の育成・情報発信を担っています。

3.【取り組み工程】

**TOYOTA**

【ラインマップ】 1本ラインになっており、ナット締付け工程がラインに障害を及ぼす要因になっている。

今回取り組み工程 ナット締付け

1本ラインの最初の工程になっており停止すると後工程すべてが停止してしまう

【取り組み工程の流れ】

スタック搬入 → 極柱位置確認(自動補正) → ナット自動締付け(46か所) → スタック搬出

①ナットを自動でセット

②逆転しナットが戻る

③正転で締付け

12軸ソケットによるナット同時締付け

締付け角度・トルクを自動で測定し品質を担保

自職場はコンベアによる1本ラインになっており、今回取り組む「ナット自動締付け工程」は12軸ソケットによる同時締付けを4回繰り返して合計46個のナットを締付けているのでラインに障害を及ぼす要因となっています。ソケットの動きとしては、ナットを自動でセット、ソケットが逆転することでナットがはまり、正転で締付け、締付け角度とトルクを自動で測定し品質を担保しています。

4.【サークル紹介】

**TOYOTA**

前回テーマでの残課題→QC手法を理解しているメンバーが少なく個人での活動になってしまっている

改善能力 2.8 活動の運営 2.7 知識・技能向上 2.8

チームワーク 2.2 意欲 2.5 関連部署との連携 2.6

【サークル能力評価リーダーチャート】 【明るく働きがいのある職場評価リーダーチャート】

竹内TLの想い  
QC手法を勉強し活動内での発言率を増やして全員で活動できるサークルにしたい。QCを通して問題解決の楽しさをメンバーに知ってもらいたい。

目標  
QC手法の正しい使い方・書き方を勉強しCゾーン2を目指す!!

メンバーの能力診断と課題

メンバー	性格・特徴	QC会合の様子
竹内TL	楽観的	ひたすら見守る
花嶋(70)	めんどくさがり屋	個人で動いちゃう
大城(70)	沖繩の天才	活発に発言
上松(70)	寡黙な待	会合でも寡黙
池田(70)	のんびり屋さん	控え目に仕切る
川上(90)	感情豊か	ニコニコしてる
宮川(90)	きっちりタイプ	活発に発言
丸山(90)	負けず嫌いギャル	積極的に聞く

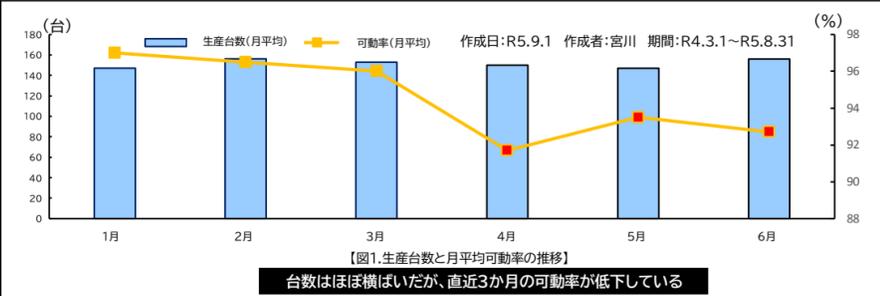
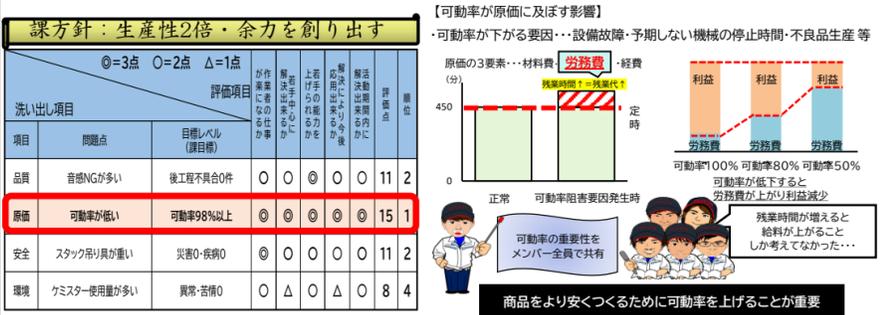
池田をパイプ役にさせメンバーの能力の底上げを目指す

サークル紹介ですが、現在X軸2.7 Y軸2.6のCゾーンに位置しているため、前回テーマの残課題と上位の想いから、QC手法の正しい使い方・書き方を勉強しCゾーン2を目指す目標を掲げました。そこで、QCを通じて職場を変えたいという想いがある私がリーダーになり、パイプ役を担うことでメンバー同士の能力を高め合っていくと決め今回のテーマに取り組みました。

QCサークル紹介	サークル名（フリガナ）		発表形式	
	ウッディ（ウッディ）		プロジェクト	
本部登録番号	177-2594		サークル結成年月	2021年6月
メンバー構成	8名		会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	36'歳（最高47歳、最低22歳）		月あたりの会合回数	4回
テーマ暦	'本テーマで20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	2023'年9月～2023年12月		本テーマの会合回数	20回
発表者の所属	トヨタ自動車株式会社 本社工場 機械第3機械課		勤続	9年

## 5.【テーマ選定/選定理由①】

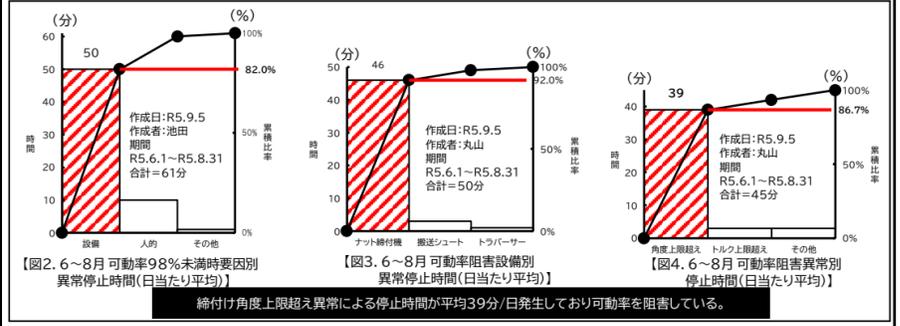
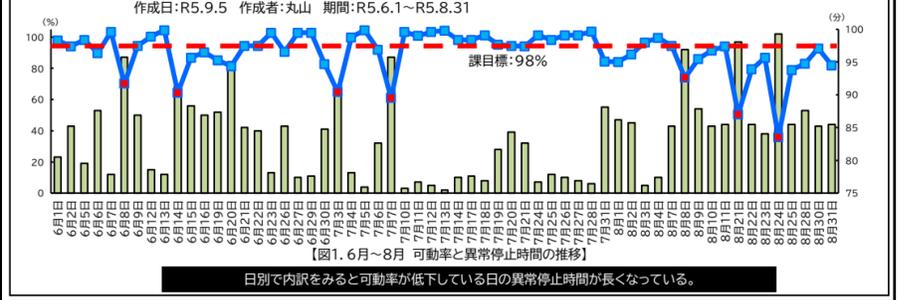
TOYOTA



テーマ選定では課方針を基に問題点を洗い出し、マトリックスにて評価したところ、「可動率が低い」が評価点1位となりました。活動に入る前に原価への影響を説明し、メンバーへ重要性を共有しました。図1では生産台数が横ばいで推移しているのに対し、直近3か月で可動率が低下しています。

## 6.【選定理由②】

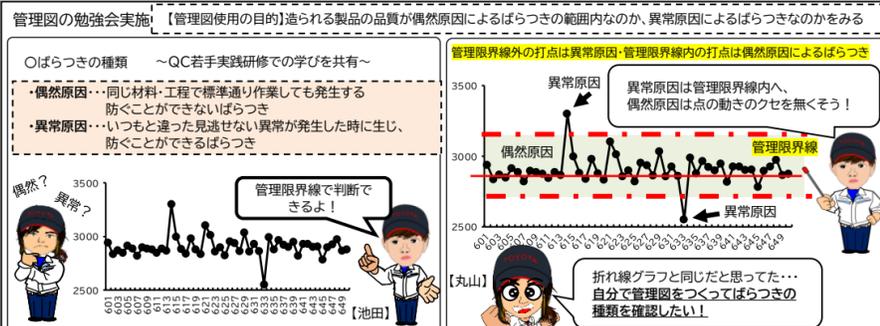
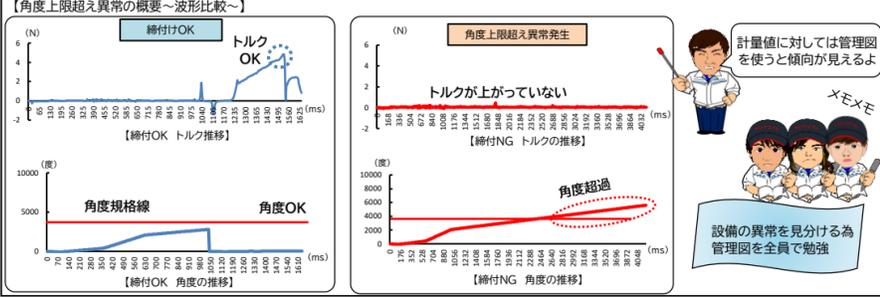
TOYOTA



異常停止時間との関係性を日別の推移図でみたところ、反比例していることがわかりました。更に、パレート展開したところ、角度上限超過異常が多く発生していることがわかりました。

## 7.【現状の把握①】

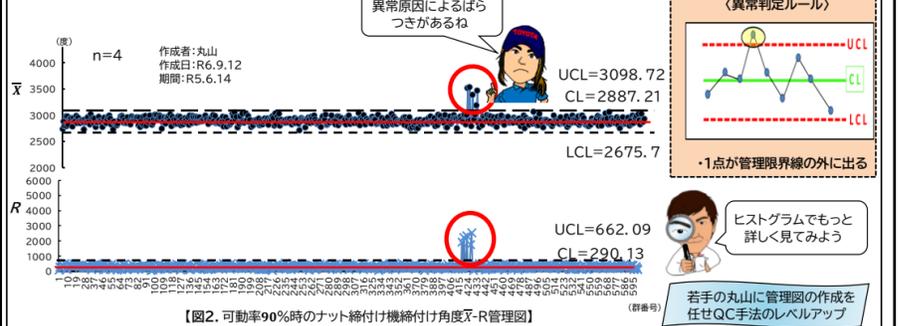
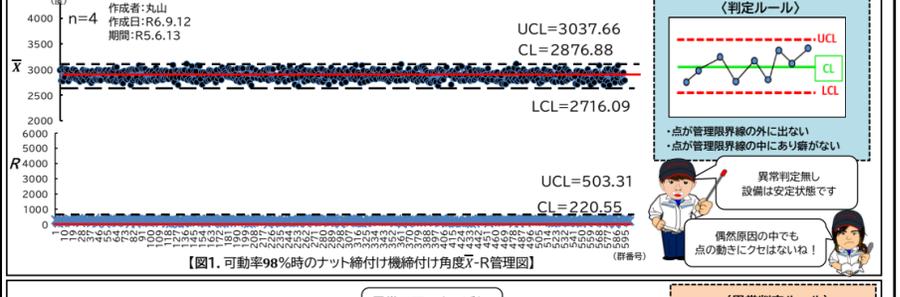
TOYOTA



現状の把握ですが、締付けOK時と角度上限超過異常発生時の波形を比較すると、異常時はトルクが上がらず、締付け角度が規格を超えています。メンバーの提案から管理図を使用し傾向を探ることに。まずは、本社工場独自の研修「QC若手実践研修」で学んだ、ばらつきを共有。若手を交え管理図を作成しました。

## 8.【現状の把握②】

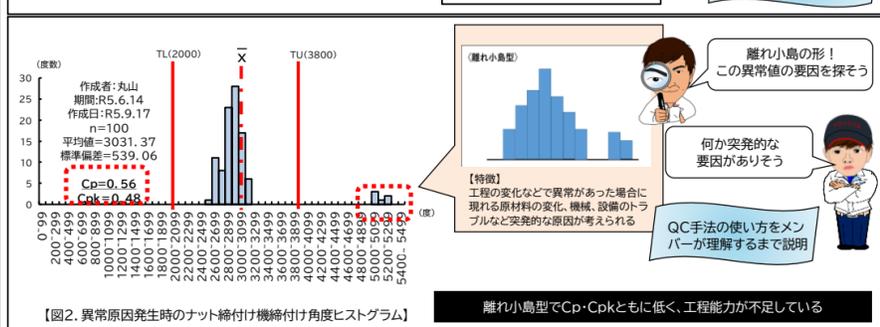
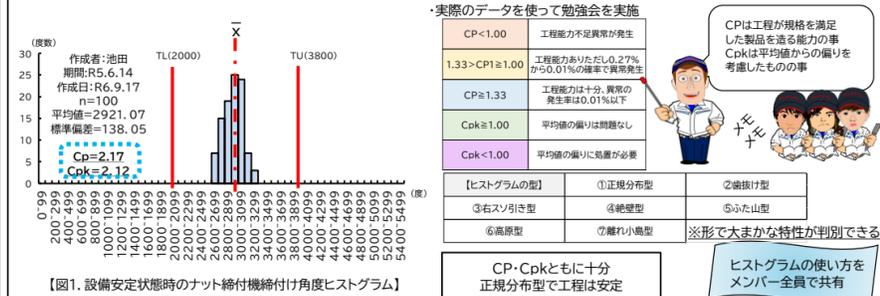
TOYOTA



可動率98%時では点の動きに癖は無く、安定状態です。可動率90%時は異常原因によるばらつきを確認できました。

## 9.【現状の把握③】

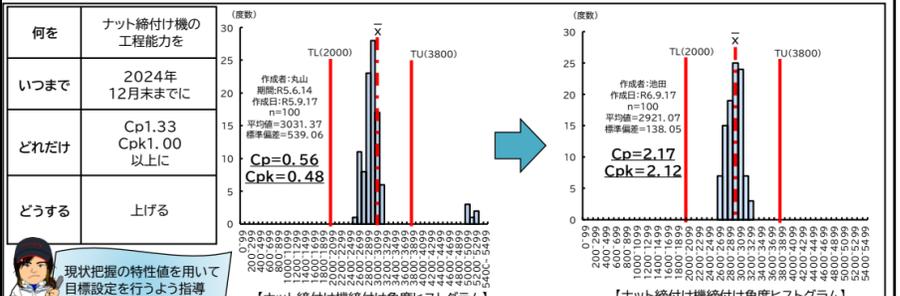
TOYOTA



ヒストグラムで評価したところ、安定状態時は正規分布型で工程能力が十分なのに対し、異常原因発生時は離れ小島型で工程能力が不足していることがわかりました。

## 10.【目標の設定/活動計画】

TOYOTA



ステップ項目	活動期間	どのように	計画	実施	人材育成・フポイント
①選定理由	全員(若手中心)	グラフ	9月	10月	可動率と原価の勉強会実施
②現状把握	池田・丸山	パレート図	10月	11月	メンバー全員でQC手法の勉強会
③目標設定	全員	ヒストグラム	11月	12月	現状把握で出た特性値を使用する
④活動計画	池田・花嶋	マトリックス図	12月		関係部署への協力依頼も織り込む
⑤要因分析	全員(若手中心)	特性要因図			質より量・若手に自由に発言させる
⑥仮設検証	全員	折れ線グラフ			若手の意見を大切に
⑦対策立案	池田・花嶋	系統図			品質を担保する(品質検査と)
⑧対策検証	池田・丸山	折れ線グラフ			特性値がどう変化したかの確認
⑨効果確認	池田・丸山	ヒストグラム			技責・生技に活動内容を共有
⑩標準化	全員・技術員	マトリックス図			
⑪管理の定着					

2024年12月末までにナット自動締付け機の工程能力をCp1.33・Cpk1.00以上に上げることを目標に掲げ、「若手主体」をモットーに各ステップで狙いを決め活動するよう計画を立てました。

### 11.【要因解析】

【QC若手実践研修での学びを共有】  
～ブレンストーミング4つのルール～  
①批判禁止 ②自由奔放 ③量を多く ④便乗歓迎

～サブアドバイザーの教え～  
・角度の規格は2000～3800度(約5.5～10.5回転)  
・トルクの規格は1.7～4.9N  
・サイクルタイム4秒  
・ソケット内部が可動式になっている  
・ソケット内部のプランク配によって締付け  
・ソケット先端の力でナットを取り出し  
・ユニットがソケットを操作している

**TOYOTA**

【図1.「ナット締付け機の工程能力が不足する」の特性要因図】

メンバー: 竹内(TL) 花嶋(花) 大城(大) 上松(上) 池田(池) 川上(川) 高川(高) 丸山(丸)

### 12.【仮説の検証①】

**TOYOTA**

【検証内容】バックアップ機にて意図的に空転させ検証

【検証方法】ソケットのみ回転させる  
ナットは止めたまま

【図1. 異常発生時とバックアップ機トライの波形比較】

【n増し実施】

【図2. 締付け判定OKとバックアップ機トライ品の締付け角度推移】

【ソケットの空転を立証】

ブレンストーミング4つのルールとサブアドバイザーの教えを基に要因解析を実施。意見に便乗することで若手の発言率が上がり、「締付け角度上限規格を超える」→「ソケットが空転する」→「ナットが嵌らない」→「ユニットが押し込めてない」→「ソケット内部の可動に必要な圧力が高い」→「摺動面に異物が溜まる」が主要因として挙がりました。

バックアップ機を使用し意図的に空転させ再現テスト実施。締付け波形が角度上限超え異常発生時とほぼ同一になったことからn増しを実施した結果、全数約5000度回りました。ナットを締付けるボルトが9山ということから、「ソケットが空転する」仮説が立証されました。

### 13.【仮説の検証②】

**TOYOTA**

【検証内容】バックアップ機にて嵌り代を徐々に減らしていき傾向を調査

※嵌り代...ナットがソケットに入っている部分の幅

【図1. ナット出代別最終判定のL型マトリックス図】

調査項目	嵌り代	サイクルタイム	角度
0mm	3mm	1.68s	2764°
0.5mm	2.5mm	1.68s	2793°
1mm	2mm	1.71s	2793°
1.5mm	1.5mm	1.74s	2785°
2.0mm	1.0mm	1.75s	2801°
2.5mm	0.5mm	1.80s	3102°
3mm	0mm	4.1s	5324°

【図2. ナット出代別締付け角度推移比較】

【図3. ナット出代別最終判定のL型マトリックス図】

### 14.【仮説の検証③】

**TOYOTA**

【ユニットと可動部の因果関係を調査】

【仮説の説明】

【検証①】ユニット圧力とショット数毎の可動に必要な圧力をプッシュプルゲージにて測定

【図1. ショット数とソケット内部可動必要圧力の推移】

【検証②】可動しなくなったソケットを使いナット出代を調査

調査項目	ナット出代	嵌り代	サイクルタイム	角度
①	3mm	0mm	4.1s	5632°
②	3mm	0mm	4.2s	5277°
③	3mm	0mm	4.1s	5204°

【図2. ソケット調査結果のL型マトリックス図】

「ナットが嵌らない」に対して、嵌り代を徐々に減らしていき調査。ナット出代0mm・嵌り代3mmの際に角度超過が発生しました。締付け波形も空転時と同じことから、仮説が立証されました。

ユニットとソケット可動部の因果関係調査結果を基にプッシュプルゲージにて圧力調査実施。ショット数が増すごとに可動に必要な圧力は上がり異常発生時は15Nを超えることが分かりました。また、ナットの出代調査では、3mmを記録したことから可動部の押し込み圧力が高くなることでユニットが押し込み切れずナットが嵌らないことが立証されました。

### 15.【仮説の検証④】

**TOYOTA**

【調査①】可動部が動きにくくなったソケットを使用し現物調査

【調査②】異物の堆積状況を調査

【図1. ショット数と異物堆積量の推移】

【調査③】異物に赤外線当て成分分析実施

【図2. FTIR測定】

【調査④】安定剤堆積量とソケット内部の可動必要圧力の相関性を調査

【図3. 安定剤堆積量とソケット内部可動必要圧力の散布図】

### 16.【対策立案】

**TOYOTA**

基本目的: 締付け角度上限超えを無くすには

一次手段: 安定剤の堆積量を減らす

二次手段: 安定剤を除去する

三次手段: 分解機構に変更し超音波洗浄する

品質	実現性	コスト	予想効果	評価	順位
◎	◎	◎	◎	◎	1
◎	△	△	○	◎	4
◎	△	×	○	◎	5
◎	◎	◎	◎	◎	2
◎	◎	◎	◎	◎	1
◎	△	○	○	◎	3
◎	△	○	△	◎	4
×	×	◎	○	◎	6

【図1. 「締付け角度上限超えを無くすには」の方策展開型系統図】

現物ソケットを調査したところ異物を確認。電子計量器にて異物堆積量を計測したところショット数に比例していることが分かりました。更に、異物の成分分析の結果ナットに塗布されているトルク安定剤と判明しました。安定剤堆積量と可動必要圧力が正の相関関係にあることから仮説が立証されました。

対策立案ですが、制約条件を基に締付け角度上限超えを無くす為の対策案を洗い出し、有効と考えられる上位2つの対策案を検証することにしました。

### 17.【対策案の検証①】

TOYOTA

〈評価2位：清掃を行う〉

※ストップはカシメである 対策案を出した丸山が担当

分解は不可

ピンが邪魔で清掃出来ない

形状が複雑 固着が酷い

自分で対策検証を行い データで評価させる

清掃後ソケットを電子計量器で計測

2万ショットで再発

平均して堆積量の3割ほどしか取れない

清掃後堆積量は低減されるが十分ではない

### 18.【対策案の検証②/対策実施】

TOYOTA

〈評価1位：分解機構し超音波洗浄する〉

【分解後超音波洗浄】

超音波洗浄機の特徴 複雑な形状をしたものや小さくて洗にくいものの洗浄に有効

安定剤をほぼ除去することができた

【対策実施】

洗浄後も問題なく使用可能

【対策後の取り直し】

10万ショットで洗浄

洗浄済ソケットと交換

洗浄液を染み込ませた綿棒で清掃を実施しましたが、ソケット内部のストッパーがカシメてあり内部形状も複雑な為、安定剤を除去できず、清掃後2万ショットほどで再発してしまいました。

ソケット内部の固定方法をピンでの固定に変更。ピンを抜くことで内部の部品をすべて取り出せる機構にし、超音波洗浄を実施したところ、ほぼ全ての安定剤を除去することができました。洗浄後のソケットを問題なく使用することができた為、取り直し方法を決め対策実施。

### 19.【効果の確認～有形効果～】

TOYOTA

【図1. 対策前ナット締付機締め付け角度ヒストグラム】

【図2. 対策後ナット締付機締め付け角度ヒストグラム】

【図3. 可動率異常異常別 停止時間(日当たり平均)】

【図4. 可動率異常異常別 停止時間(日当たり平均)】

【図5. 2023年9月～2024年5月 可動率と停止時間の推移】

平均可動率90%から95%に向上

対策後の工程能力はCp・Cpkともに向上し目標達成。異常停止時間の低減と平均可動率の向上を果たすことができました。

### 20.【効果の確認～無形効果～】

TOYOTA

【今テーマ終了後のメンバーの変化】

【能力リーダーチャート】

【成長した所】本テーマ後設備異常時などなぜ異常になるのかプロセスを調査するようになった

QCを使用した人材育成を意識して活動を続けていきます！！

メンバーの不足している部分に役割を当てはめることで、レベルアップできサークルレベルをCゾーン2を達成することができました。

### 21.【標準化と管理の定着】

TOYOTA

項目	Why (なぜ)	When (いつ)	Where (どこで)	Who (誰が)	How (どのように)	チェック	
標準化	ソケット工作図変更	ソケット形状変更に伴い	対策評価後	現地・現物	TL or TL代行	改訂内容理由を明記	課長
	ソケット交換要領書変更	ソケット形状変更に伴い	対策評価後	現地・現物	TL or TL代行	改訂内容理由を明記	課長
	ソケット図面変更	ソケット形状変更に伴い	対策評価後	現地・現物	TL or TL代行	改訂内容理由を明記	課長
	ソケット分解洗浄要領書作成	ソケット形状変更に伴い	対策評価後	現地・現物	TL or TL代行	新規作成理由を明記	課長
周知徹底	ソケット分解方法	要領書変更に伴い	対策評価後	現地・現物	サークルリーダー・チームリーダー	要領書を基に	反対番 品質管理部
	ソケット洗浄方法	要領書変更に伴い	対策評価後	現地・現物	サークルリーダー・チームリーダー	要領書を基に	反対番 品質管理部
管理の定着	トルクチェック	締付不良流出防止	4回/直	現地・現物	ライン外	トルクレンチ	管理監督者
	ソケット定期交換	締付角度上限超過 異常頻発防止	100,000ショット/回	現地・現物	ライン外	六角レンチ	管理監督者

【再発防止】 生産技術部・技術員室・同一車種生産部署へ情報展開実施。次回から類似ソケットにフィードバック要請し、ソケット製作時参考にしますと回答頂きました。

【残課題】

課題	品質	実現性	コスト	予想効果	評価	順位
ピン振動部にコーティングをする	○	○	○	○	20	1
ソケット内部構造変更	○	○	○	○	0	4
自動排出装置を付ける	○	△	×	○	9	5
清掃を行う	○	○	○	○	18	2
分解機構に変更し超音波洗浄する	○	○	○	○	20	1

【反省と今後の進め方】今回はQC手法をメンバー全員で勉強するに力を入れ活動を進めました。その中で手法習得に時間がかかってしまい計画が遅れてしまう事がありました。サークル内でQC手法の教え方も考えスムーズな育成が出来るようにしていきたいです。

ソケット交換要領書変更・ソケット図面の変更・ソケット洗浄要領書作成。関係部署への周知徹底も実施。管理の定着はトルクチェック・ソケット定期交換の設定を行い、再発防止を実施しました。今回はQC手法をメンバー全員で勉強する事に力を入れ活動しましたが、習得に時間がかかってしまった為、今後はスムーズな育成ができるよう活動します。