

# シリンダ研磨方法の改善

会社・事業所名(フリガナ) トヨタジドウシャカブシキガイシャ トヨタテクニカルセンターシモヤマ 発表者名(フリガナ) ササキ ハヤト

トヨタ自動車株式会社 トヨタテクニカルセンターシモヤマ

佐々木 捷人



## 発表のセールスポイント

QC手法を学びながらチーム全員で活動。ベテランの技能を若手に伝承しながらQC手法を有効に活用し、高技能が必要なカンコツ作業の改善に挑戦。チームワーク、若手の技能向上を図りながらサークルが成長していき、カンコツ作業を標準化させました。真因を洗い出すことで創意工夫に富んだ治具を製作できた改善事例です。

### 1. 会社紹介

【会社名】トヨタ自動車(株) ・本社所在地:愛知県豊田市 ・社員数:約70,000人

トヨタテクニカルセンターシモヤマ(TTC-S)  
愛知県豊田市(旧下山村)

本社  
愛知県豊田市

開発施設

弊社は愛知県豊田市にあり自動車の製造開発を実施  
トヨタテクニカルセンターシモヤマは豊田市旧下山村に位置する  
車両開発施設で2022年に運用を開始した施設です。

### 3. サークル紹介

2024年にできた新しいサークル

現状: Cゾーン

上位方針  
業務効率化による  
人材育成の仕組み強化

サークルの想い  
担当業務の効率化  
人材育成の工数を創出

カンコツ作業(専任者に依存している作業)

標準化

標準化による人材育成の基礎固めを目指す

サークルは2024年にできた新しいサークルでサークルレベルはCゾーン。  
私たちのサークルは人材育成の仕組み強化をするため、  
担当業務効率化による人材育成の工数創出を実施。  
人に依存している作業いわゆるカンコツ作業を標準化し、  
人材育成の基礎固めを目指します。

### 2. 業務紹介

クルマの運動性能を造りこむ業務

ベンチ評価

走行評価

私たちの担当業務

ボディ剛性 重心高に慣性 サスペンション特性 ブレーキ振動 4輪加振

法規・認証用データ測定、競合他社との性能比較を実施

車両の運動性能を数値化し客観的に評価

私たちは車の運動性能の開発を行っていて、  
主な担当業務は実走行を模擬する設備に入れて行うベンチ評価。  
様々な設備を使用して車両の運動性能を数値化し  
客観的に評価する業務を担当。

### 4. テーマ選定

標準工数オーバー業務の洗い出し

業務	影響度	開発	組織	育成	評価
VIMF	◎	○	○	○	7 2
SPMM	◎	○	○	△	6 3
ブレーキ振動	◎	◎	◎	◎	9 1
ボディ剛性	◎	△	△	△	4 4
4輪加振	△	△	△	△	3 5

標準時間内に終わらない作業の洗い出し

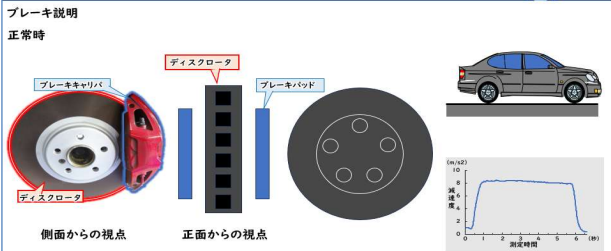
テーマ候補	設備に設置させるのに時間がかかる	データ整理に時間がかかる	シリンダ研磨に時間がかかる	結果
シリンダ研磨作業	◎	◎	◎	13 1
設置作業	○	◎	△	9 2
データ整理	○	◎	△	9 2

テーマ: シリンダ研磨作業の改善に取り組むことに決定

カンコツ作業を洗い出すため、標準工数をオーバーしている業務を確認。  
ブレーキ振動試験が最も標準工数をオーバー。また、影響度で評価した結果、  
ブレーキ振動試験の改善に取り組むことに。中でもシリンダ研磨作業は  
最も影響度が高い作業で、標準工数を4時間オーバーしていることから  
シリンダ研磨作業の改善に挑戦。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
		角食 (カクシヨク)		PC
本部登録番号	177-166	サークル結成年月	2024年 1月	
メンバー構成	6名	会合は就業時間	①・外・両方	
平均年齢	36歳(最高56歳、最低21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	2024年2月 ~ 2024年5月	本テーマの会合回数	16回	
発表者の所属	車両技術開発部 運動性能試験課	HR1試験係	勤続	9年

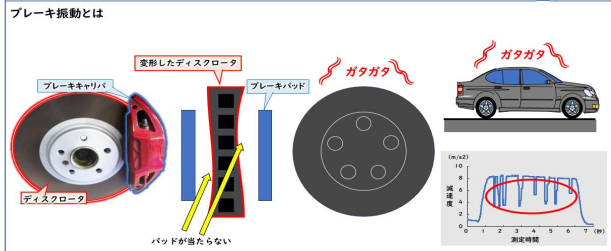
### 5. 現状把握①



多くの人が経験のある通常ブレーキ

フロントブレーキはディスクロータとブレーキキャリパでできていて、ブレーキキャリパ内のブレーキパッドがディスクロータを挟むことで車両を停止させていて、ブレーキの効きは一定で、多くの人が経験のある通常のブレーキです。

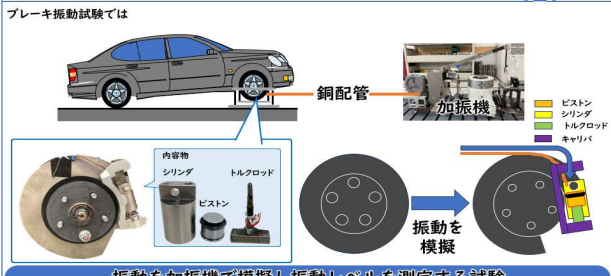
### 6. 現状把握②



乗車している人が不安・不快になる現象

ブレーキ振動は、ディスクロータが摩耗や急ブレーキで発生する熱などでわずかに変形した場合にブレーキ振動が発生。理由はブレーキパッドがしっかり面当たりせずブレーキの効きが安定しないためブレーキを掛けたときに振動が発生。乗車している人が不安・不快に感じる現象です。

### 7. 現状把握③



振動を加振機で模擬し振動レベルを測定する試験

ブレーキ振動試験では、走行中のブレーキで振動を発生させる代わりに加振機で振動を発生させて試験実施。試験専用のローターに付け替え、加振機の振動を伝達させるためにブレーキパッドをシリンダとピストン、トルクロッドに変更。加振機からシリンダ内に油圧を送り、ピストンを押し出すことで振動を模擬。車両の振動レベルを測定する試験です。

### 8. 現状把握④

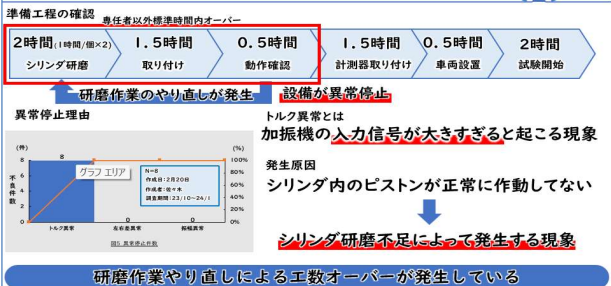


傷がついたシリンダを研磨し傷を取り除く作業

シリンダは消耗品で研磨は必須作業

シリンダが円運動するため、シリンダとピストンが接触。傷つきやすく、試験ごとに事前に耐水ペーパーで研磨し、傷を取り除く必要があります。この作業をシリンダ研磨といい、正確なデータを取るための必須作業。研磨後はシリンダ条件に合致しているか確認。シリンダは10試験ほど使用したら交換が必要な消耗品です。

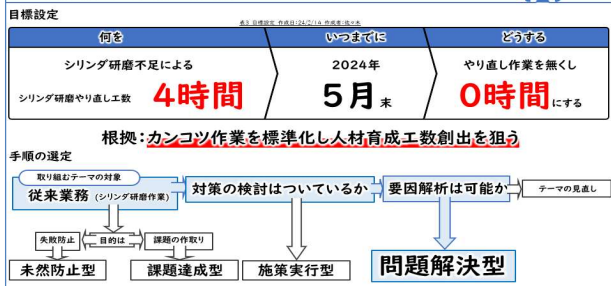
### 9. 現状把握⑤



研磨作業やり直しによる工数オーバーが発生している

シリンダ研磨後、車両にシリンダを取り付け加振機の動作確認を行うと設備の異常停止が発生。異常停止理由はすべてがトルク異常で、トルク異常とは加振機の入力信号が大きすぎると起こる現象。発生原因はシリンダの研磨不足でシリンダ研磨を再度行う必要がありやり直し分の工数がオーバーしています。

### 10. 目標設定と手順の選定①



目標設定はやり直し工数4時間をやり直し作業を無くし0時間にする。根拠はカンコツ作業を標準化し人材育成のための工数創出をねらうとし、手順の選定は問題解決型を採用。

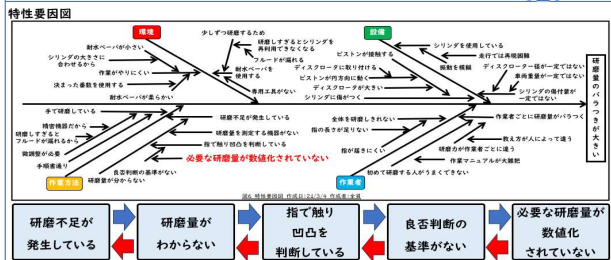
### 11. 目標設定と手順の選定②

STEP	リーダー	メンバー	活動期間
テーマの選定	北	全員	2月
現状把握と目標設定	佐々木	全員	2月
活動計画の作成	佐々木	大山・葛西	2月
要因解析	北	全員	2月
対策立案	角谷・原	佐々木・大山・葛西	2月
対策実施	角谷・原	佐々木・大山・葛西	2月
効果確認	佐々木	全員	2月
標準化と管理の定着	佐々木	北	2月

QC手法を用いてスピーディーな活動でチームワーク・若手の技能向上を図る

また、効率的なサークルレベルアップのために活動計画を立て全員で問題解決手法を学び、QC手法の習熟度を上げつつ、ベテラン2名をリーダーとし技能伝承を実施。QC手法を用いたスピーディーな活動でチームワークと若手の技能向上の両立を図ります。

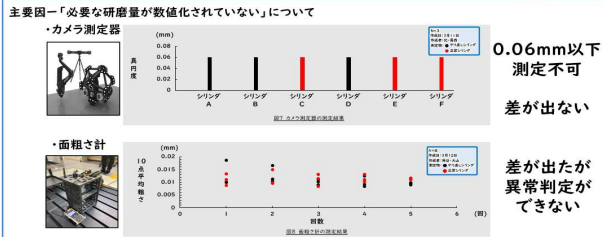
### 12. 要因解析①



主要因：必要な研磨量が数値化されていない

研磨量のばらつきが大きいのに対して、ブレインストーミングで金合・調査を実施。ベテランから事実と意見に分けることの重要性を教えてもらい事実ベースのなぜなぜで主要因を特定。必要な研磨量が数値化されていないを主要因として挙げました。

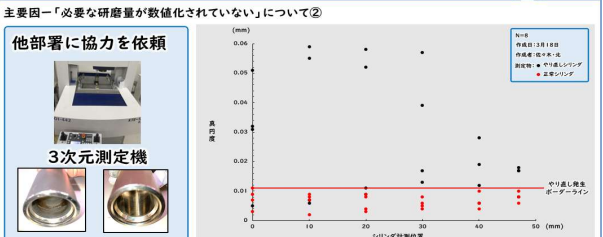
### 13. 要因解析②



自職場にある計測器では異常判定ができない  
他部署の計測器で測定できないか調査

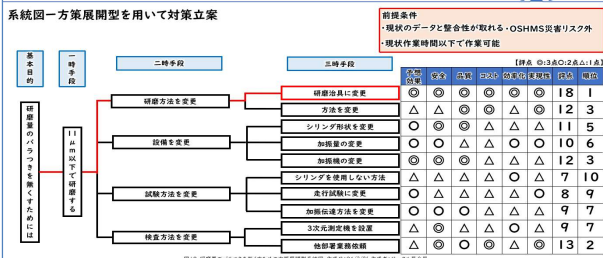
真因特定を行うため自職場にある計測器で測定。  
カメラ計測器で真円度を測定すると計測器の測定限界、0.06mmでは差を出すことができませんでした。次に面粗さ計ではシリンダ内の10点平均の凹凸を測定。差は出せましたが、異常判定はできませんでした。そこで他部署に計測可能な設備がないか調査実施。

### 14. 要因解析③



他部署を調査した結果、3次元測定機を紹介してもらい測定を実施。正常シリンダとやり直しシリンダで真円度に差が出ていることを確認。詳しくみると11μm以下まで研磨できるとやり直しが発生しないことが判明。真因をシリンダ全体の真円度を11μm以下まで研磨できずにやり直しが発生していると特定することができました。

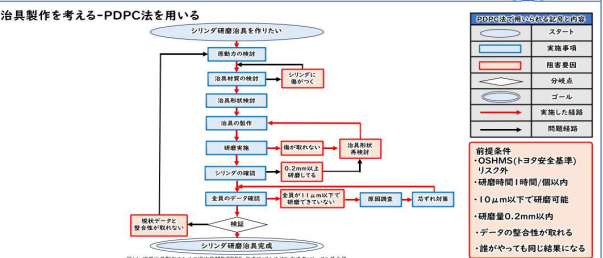
### 15. 対策立案①



対策の方向付け：手で研磨しない研磨治具の製作

研磨量のバラつきを無くするため、方策展開型系統図で意見を出し合いました。前提条件や、予算をなるべくかけないことの大切さを教えてもらい、そのうえで意見を出し合った結果、手研磨から治具研磨に変更することに。対策の方向付けとして手で研磨しない研磨治具の製作としました。

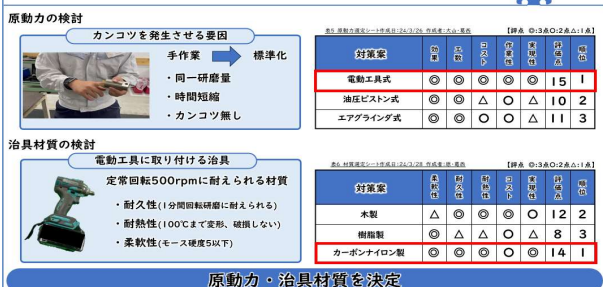
### 16. 対策立案②



PDPC法にて阻害要因を洗い出し効率的に活動実施

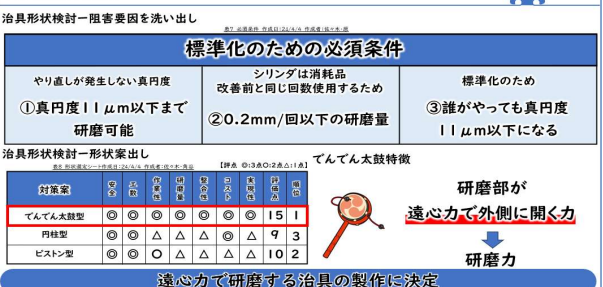
治具の形状を考えるにあたり効率よく活動するための勉強会を実施。今回の活動に最も合うPDPC法を採用。後戻りが最小限で済むように事前に阻害要因を洗い出し、前提条件を確認。最も後戻りが大きいデータと整合性が取れない事を無くするため、ステップが進むたびに整合性を確認することで大きな後戻りなく効率よく活動を行いました。

### 17. 対策立案③



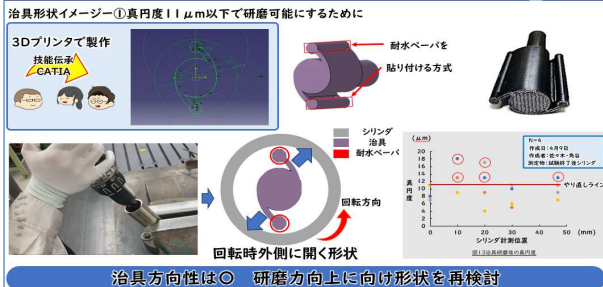
カンコツを発生させている要因、手作業で行っていた研磨作業を代用するために必要な条件をサークル員で確認しながら工数、コスト、作業性、実現性で判断し、電動工具式を採用。次に治具の材質の検討。必要な条件を数値化することで高い精度で改善ができることを学び、対策案を出した結果、カーボンナイロン製に決定。効率よく原動力と研磨治具の材質を決めることができました。

### 18. 対策立案④



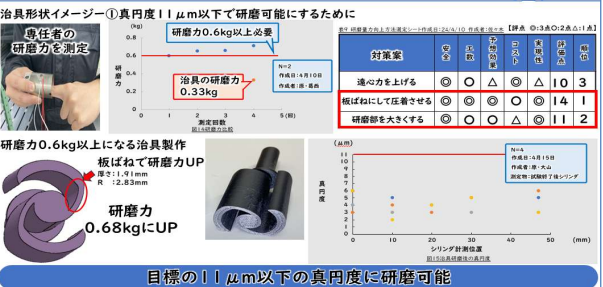
専任者の研磨と同等の研磨にさせるために必須条件を3つ上げ対策を実施。シリンダに取り付けやすい研磨力が出しやすい形状を考え、てんでん太鼓式を採用。研磨部が、回転によって発生する遠心力でシリンダと密着し、研磨力を上げる形状にする事にしました。

### 19. 対策実施①



治具を製作、CATIAの使用法を学び若手の技能を向上させながら製作。治具の形状は研磨部に耐水ペーパーを貼り付け研磨する仕様。研磨すると研磨部が外側に開く形状にしたことで均一に研磨可能になりましたが、一部のシリンダの真円度が11μm以下になりませんでした。治具の方向性は良いが研磨力を上げるため工夫が必要だと分かりました。

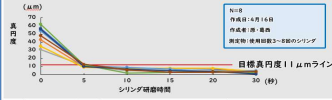
### 20. 対策実施②



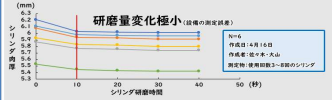
11μm以下で研磨するため治具の形状を再検討。感覚ではなく、数値化して対策することとアドバイスを受け、研磨力を調査すると、研磨力は0.6kg以上必要。現状の治具では研磨力が不足しているため軸と研磨部の間を板ばね状にし研磨部を大きくする二つの対策で研磨力の向上を狙いました。対策の結果、圧着力を向上させ研磨力0.68kgまで向上させることができました。再度研磨実施。全てのシリンダの真円度が目標の11μm以下まで研磨可能になっていることが確認できました。

## 21. 対策実施③

### 必要な研磨時間の検証



研磨量の調査② 0.2mm/回以下の研磨量において



全シリンダ10秒間研磨することで  
11μm以下になることを確認

必要な研磨時間は10秒

研磨量: 平均0.13mm/回  
10秒以降は研磨量変化なし

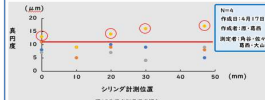
必須条件0.2mm/回以内に合致

真円度・研磨量の必須条件を満たす10秒の研磨時間に決定

11μm以下まで研磨するために必要な研磨時間を調査。  
全シリンダが10秒研磨することで目標の11μm以下になることを確認。  
次に10秒研磨の研磨量が0.2mm以内になるか調査。  
10秒当たりの研磨量は平均0.13mmでした。  
必須条件である0.2mm以内に合致。  
研磨時間は真円度、研磨量の必須条件をクリアできる10秒としました。

## 22. 対策実施④

### 誰がやっても真円度11μm以下にできるか検証



挿入角度が2度以上ずれない治具の検討

対策案	真円度	研磨量	作業性	コスト
ガイド式	◎	◎	△	3
固定治具式	△	△	△	10
ユニバーサルジョイント式	◎	◎	◎	1

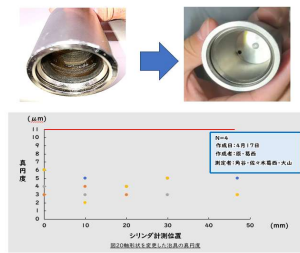
ユニバーサルジョイントとは



再製作した治具で研磨実施

サークル員全員で確認すると真円度が11μm以下にならない人がいたため、要因解析すると、治具挿入角度が2度以上ずれると真円度が出ないことが判明。治具の形状を再検討し、回転部をユニバーサルジョイント式にすることに。ユニバーサルジョイントとは軸がずれていても回転伝達可能な工具で、治具挿入後の電動工具の角度を固定する必要なく、作業者に依存せず研磨できる形状にしました。

## 23. 対策実施⑤

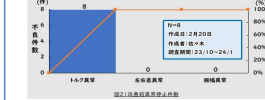


サークル員全員が11μm以下で研磨可能になった

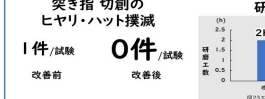
シリンダをバイスに固定し、治具をシリンダに挿入します。  
この時治具は同じ力で押しあうため確実に中心に入ります。  
治具にユニバーサルジョイントを取り付け、  
ユニバーサルジョイントに電動工具を取り付け研磨します。  
10秒研磨したら研磨完了です。  
研磨結果はサークル員全員の真円度が目標の11μm以下になりました。

## 24. 効果の確認

### 有形効果の確認①



### 有形効果の確認②

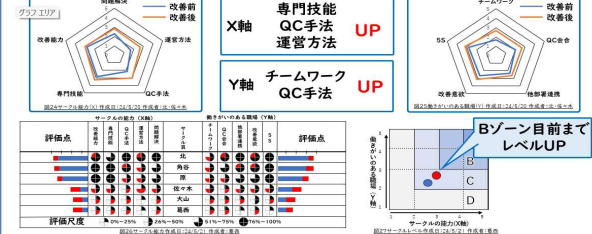


カンコツ作業を標準化することができた

トルク異常による異常停止が改善後無くなり、やり直し時に発生していた工数が4時間から0時間になり目標達成。また、手作業時に発生していたヒヤリの撲滅。研磨工数の短縮、作業性の向上が図れました。  
サークル員全員が11μm以下で研磨可能となりサークル目標の  
カンコツ作業の標準化を達成することができました。

## 25. 効果の確認

### 無形効果の確認



Bゾーンを狙うための足場固めができた

活動を通じてサークルメンバーの能力が向上。  
目標にしていたチームワークと改善能力はもちろん他の能力も向上させることができました。  
サークルレベルはBゾーン手前までアップ。  
Bゾーンを狙うための足場固めができました。

## 26. 標準化と管理の定着

### 【対策後の効果を維持・管理】



5W1Hで明確化させ実施

標準化と管理の定着  
対策後の効果を維持するために  
標準化、周知徹底、管理の定着の順で遂行。  
5W1Hで明確に実施します。

## 27. 反省と今後

### 各ステップの反省

STEP	良かった点	今後の進め方
テーマ決定	課題に基づきテーマ決定できた	問題解決のテーマに挑戦しサークルレベルBゾーンを目指す
現状把握	現状の作業を数値化できた	QC手法をより多く学び効率よく活動を進める
目標設定と手順の決定	サークルのレベルアップを狙えた	メンバーの負担を見える化して役割分担する
要因解析	技能・知識向上を回りに対策できた	技能・知識向上を回りに対策する
対策立案・実施	全員参加で実施できた	若手中心で技能開発、運営能力向上を図る
効果の確認	計画通り進んできた	メンバー個々の不得意分野に明確にして成長できる活動にする
A 標準化と管理の定着	直ぐに周知徹底できた	トヨタ公開技法や社内の知的財産に登録する

### 今後の目標



改善を継続し働きやすい職場づくりを続ける

今回の活動をPDCAで振り返り。  
今後はサークルレベルBゾーンを目指した活動にチャレンジ。  
また、若手中心で活動し若手の運営能力向上を狙います。  
これからも改善を継続。働きやすい職場づくりを行い続けます。