

1.【職場紹介①】

TOYOTA

社長の想い 世界一より 町いちばん 町いちばんの「クルマ屋」を目指して 努力を続け、愛される会社を目指す

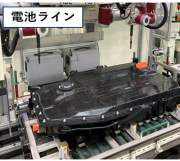
自職場の想い 製造現場・設備トラブルに“技能”と “デジタル化”を融合した先進保全で日々挑戦 「壊れない設備造り」を言葉に!

<通常業務>

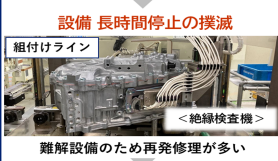
現在の取り組み

【私たちの役割】
生産性向上に向けた保守・保全業務を担当

【課重点取組事項】
故障「ゼロ」を目指した



故障の未然防止尽力



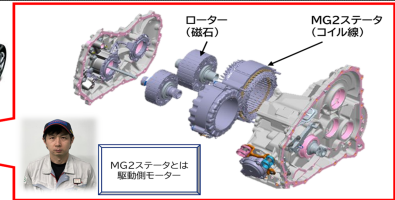
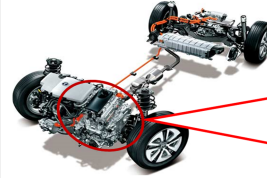
組付けライン
設備 長時間停止の撲滅
難解設備のため再発修理が多い
再発防止が必要

私達は、トヨタ自動車株式会社 本社工場機械部です。主な業務は生産性向上に向けた保守・保全を担当しており、故障「ゼロ」を目指して、設備長時間停止の撲滅・再発防止・故障の未然防止に日々取り組んでいます。

2.【今回の取り組み内容】

TOYOTA

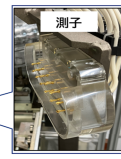
【ハイブリッドモーター】



【取り組み工程】

【絶縁検査とは】 ハイブリッドモーター外観から測定

コイル線
短絡有無
測定



この部位に測定子を当て測定



今回の取り組み内容ですが、ハイブリッドモーターに使用される、MG2ステータコイルの絶縁検査工程について取り上げました。絶縁検査とは、線間抵抗を測定してコイル線が短絡していないかを調べており、ユニット外観にある端子部に測定子を当てて測定しています。もし短絡していると発火や感電の恐れがある為、重要な工程となっています。

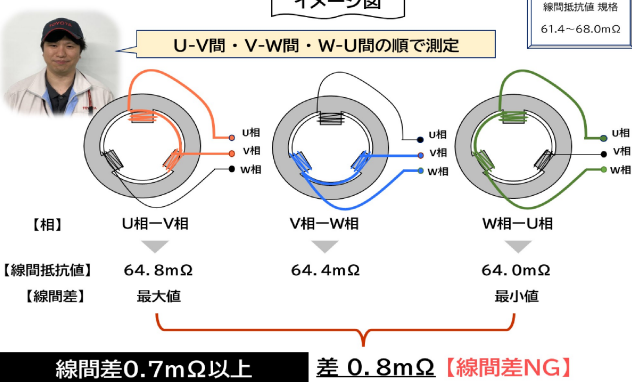
3.【取り組み工程】

TOYOTA

【絶縁検査概要】

イメージ図

線間抵抗値 規格 61.4~68.0mΩ

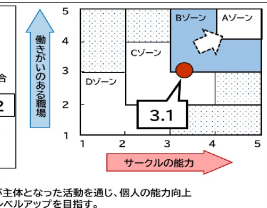
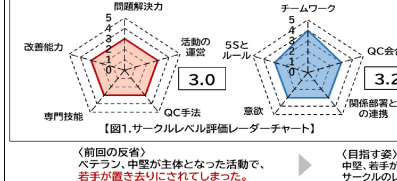


絶縁検査の概要ですが、UからV・VからW・WからUの順番でコイル線の抵抗を測定しており測定した値を線間抵抗値と言い、規格は61.4~68.0mΩになっています。測定した各線間抵抗の最大値と最小値の差を線間差と言い、この差0.7mΩ以上であると線間差NGと言う異常になります。

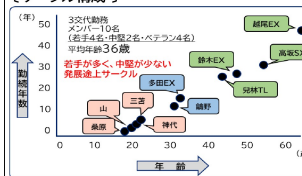
4.【サークル紹介】①

TOYOTA

【サークル診断】



【サークル構成】



【サークルの現状】

中堅・ベテランが主体となった活動になってしまふ。
若手が多く 知見・技能不足
サークル全体の底上げができない

サークル紹介ですが、サークルランクは3.1のBランクです。前回テーマの残課題、若手が活動に置き去りにされてしまった事を踏まえ目指す姿を明確にしました。サークルの現状を見てみると、若手が多く、中堅・ベテランが主体となった活動になってしまい、サークル全体の底上げができない状態にあります。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	アドバンス	アドバンス	プロジェクト
本部登録番号	177-2612	サークル結成年月	2010年1月
メンバー構成	10名	会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	36歳 (最高 64歳、最低 19歳)	月あたりの会合回数	4回
テーマ暦	本テーマで 37件目 社外発表 0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 ~ 2022年 4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 機械部製造支援課		勤続 12年

5.【サークル紹介②】

TOYOTA

【若手メンバー診断】

1.2 改善能力
1.4 活動の運営

【山君 評価リーダーチャート】
入社2年目
自分の考えに自信がない
専門技能の不足

【三苦君 評価リーダーチャート】
入社5年目
自分でなくても解決できる
困ったときに誰かに頼らない
関係部署との連携

サークルリーダー 児林TLの想い
若手が主体となり活動を通じて行動力、調整力を身に付けサークルの底上げをしたい。

若手2人に目的と責任感を持たせて活動

狙って成長させる

前回の活動を振り返ると若手メンバーの発言・積極性・連携に欠けている所が有り、サークルリーダーの思いとして、若手主体となり活動を通じて行動力、調整力を向上して欲しいとの思いを受け、目的・責任感を持たせ、サークルの底上げを目指し【狙って成長させる】事にしました。

6.【テーマ選定/問題の明確化①】

TOYOTA

課方針 ▶ 『設備故障件数 1/2』・『長時間故障件数 1/2』

項目	問題点	目標レベル(課方針)	◎=3点 ○=2点 △=1点	テーマが 念を 生か せる か	前 回 の 反 応 に 向 前 解 決 で き る か	活 動 計 画 に 照 射 解 決 に 向 か う か	知 識 技 能 の 向 上 に 向 か う か	解 決 に よ り で き る か	全 員 参 加 で き る か	問 題 を 解 決 で き る か	評 価 点	順 位
品質	溶接検査工程の玉垂れが多い	品質不具合ゼロ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	2位
保全	絶縁検査工程の故障件数が多い	故障件数1/2	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	12	1位
安全	加工機内の切粉が多く切削する恐れがある	災害・疾病ゼロ	△	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	7	4位
保全	円環並列工程の故障件数が多い	故障件数1/2	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	3位

【表1.テーマ選定評価】

〈保全とは？をメンバーで共有〉

『全き』を『保つ』

故障件数ゼロ

設備を正常な状態に保つ

再発させない

故障の未然防止

正確な診断で修理する

予防保全実施率100%

故障件数ゼロ ▶ 正確な診断と予防保全が重要!

テーマの選定ですが、組内の困りごとを洗い出すと『絶縁検査工程の故障件数が多い』が上げられました。活動前に保全についてメンバーで共有実施。故障件数をゼロにするには、正確な診断と予防保全が重要だと皆で共有しました。

7.【テーマ選定/問題の明確化②】

TOYOTA

サイクルアップ(測定ユニット動作速度アップ)

90秒 → 83.2秒(85秒以内)

【図1.絶縁検査工程の生産台数と故障件数の推移】

8.8H → 22.9H

【図2.サイクルアップ前後修理時間比較】

サイクルアップ後から、故障件数増加傾向
故障件数低減が急務

6.7件

【図3.絶縁検査工程別故障件数内訳(3ヶ月平均)】

MG2線間差NGによる故障件数が平均5.6件/月発生している

5.6件

【図4.コイル線工程別故障件数内訳(3ヶ月平均)】

絶縁検査工程の生産台数と故障件数の推移を見ると、増産に伴うサイクルアップ後から故障件数が増加傾向。サイクルアップ前後の修理時間を比較すると2.5倍以上に増加しています。故障件数を絶縁検査工程別に層別していくと、MG2線間差NGによる故障件数が月平均5.6件発生しています。

8.【現状の把握①】

TOYOTA

〈線間差NGに対しての修理内容調査〉

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
UV相-リレー交換	7	7	7	7	7	7	42
VW相-リレー交換	7	7	7	7	7	7	42
両相交換	7	7	7	7	7	7	42
位置決めスリッパ交換	7	7	7	7	7	7	42
ボルトねじのグリスアップ	7	7	7	7	7	7	42
測定時の調整	7	7	7	7	7	7	42
測定部の清掃	7	7	7	7	7	7	42
端子ボルト締め	7	7	7	7	7	7	42
距離取り直し	7	7	7	7	7	7	42
測定部の清掃	7	7	7	7	7	7	42
端子のボルト締め	7	7	7	7	7	7	42
計	7	7	7	7	7	7	42

【表1:線間差NGの修理内容】
主にUV相・VW相のリレー交換を行っている

〈リレー交換した理由を作業員別で調査〉

【図1:作業員別リレー交換した理由人数内訳】

正確な診断が出来ずに交換している

〈修理時の設備の原点ずれ調査〉

	原点	押当て位置
リフター	0	0.1
ユニットX軸	0	0.2
ユニットY軸	0	0.1
ユニットZ軸	0	0.1

【表2:設備原点ずれ調査】
原点のズレは無い

〈修理時のマスターの値調査〉

【図2:マスター測定値推移】

マスターの測定値は安定している

設備の測定性能に問題なし!

現状の把握ですが、線間差NGに対して修理内容を調査すると、主にUV相・VW相のリレー交換を行っており、設備状態を確認すると、設備測定位置の原点ずれ等もなくマスターでの測定値も安定状態にあることから、設備の測定性能に問題は無いことが分かりました。

9.【現状の把握②】

TOYOTA

〜どの線間差NGが多いのか?〜

【図1.線間差NG別故障件数推移】

UV相とVW相との線間差

0.7mΩを超えている

UV相との差を比較している項目で異常が発生している

〜UV相・VW相の線間差をサイクルアップ前後で比較〜

【図2.サイクルアップ前線間差測定値推移】

【図3.サイクルアップ後線間差測定値推移】

結論:線間差をサイクルアップ前の0.4mΩ以下に下げることが必要

UV相・VW相の線間抵抗値の差をサイクルアップ前後で比較するとサイクルアップ前は狙い値である0.4mΩ以下で安定状態、サイクルアップ後は0.7mΩと狙い値を大きく超えバラバラになっている事が分かりました。線間差測定値をサイクルアップ前の0.4mΩ以下に下げることが必要です。

10.【目標の設定/活動計画】

TOYOTA

何を UV相・VW相の線間差を

いつまで 4月末までに

どれだけ 0.4mΩ以下に

どうする 低減する

メンバー習得

現状把握の特性値を使い目標を設定する

〈活動前〉

【図1.線間差の推移】

〈活動後〉

【図2.線間差の推移】

【表1.活動計画】

(ステップ項目)	役割分担	計画	実施
テーマ選定	全員	1月	2月
現状把握	全員・メカ・スワフ	1月	2月
目標設定	多田・高坂・森原	2月	3月
活動計画	鈴木・越尾・桑原	2月	3月
要因解析・仮説検証	全員・製造課・メカ	2月	3月
対策立案・対策の検証	全員	3月	4月
対策実施	熊野・三吉・山	3月	4月
C.A 効果の確認	児林・神代	3月	4月
S 標準化と管理の定着	全員・製造課・スワフ	3月	4月

目標の設定ですが、導き出した特性値、UV相-VW相の線間抵抗値の差を、4月末までに0.4mΩ以下に低減すると決めました。活動計画は、若手主体でステップ毎に狙いを定め、【狙って成長させる】計画を立てました

11.【要因解析】 TOYOTA

設備：位置決めピンの取付けが確立している、位置決めピンの位置がずれている、位置決めピンの位置が変動している、位置決めピンの取付けが確立している、位置決めピンの位置がずれている、位置決めピンの位置が変動している

方法：計測箇所で測定している、リールの抵抗値が変化している、接点が開いている、接点の位置のずれがある

材料：前工程でコイル機の速がとり壊れている

人：測定子の交換時姿勢がずれている、測定子の交換時姿勢がずれている、測定子の交換時姿勢がずれている

測定開始が早い：UV相の電圧値が大きい、UV相の線間抵抗値が大きい

【図1.「UV相-VW相の線間差が大きい」の特性要因図】

逆説：測定開始が早い → ローターが振動している → UV相の電圧値が大きい → UV相の線間抵抗値が大きい

12.【仮説の検証①】 TOYOTA

設備：測定開始が早い、ローターが振動している、UV相の電圧値が大きい、UV相の線間抵抗値が大きい

逆説：測定開始が早い → ローターが振動している → UV相の電圧値が大きい → UV相の線間抵抗値が大きい

～測定開始が早いとローターが振動するのか～

【メンバーの気づき】測定位置までの搬送・上昇の衝撃

ローターが揺れる(振動)のでは？

【検証内容】振動確認センサーを使用して抵抗測定時の振動調査

『狙って育成』調整力Up

【山】 他部署と連携を取り協力しながら調査

【山】 製造課に相談し設備に振動確認センサー取付け

【図1.測定開始時間とローターの振動量の相関図】

測定開始が早い程、ローターの振動が大きい

要因解析は、「UV相-VW相の線間抵抗値の差が大きい」という特性に対して各要因を検証し「UV相の線間抵抗値が大きい」→「UV相の電圧値が大きい」→「ローターが振動している」→「測定開始が早い」が主要因として上げられました。

仮説検証①「測定開始が早い」ですが、測定までのユニットの動きでローターが振動しているのでは？との意見。振動センサーで抵抗測定時の振動を調査。開始直後は振動が大きく時間の経過と共に小さくなっている事から測定開始が早いほどローターの振動が大きいことが分かりました。

13.【仮説の検証②】 TOYOTA

設備：測定開始が早い、ローターが振動している、UV相の電圧値が大きい、UV相の線間抵抗値が大きい

逆説：測定開始が早い → ローターが振動している → UV相の電圧値が大きい → UV相の線間抵抗値が大きい

～ローターが振動するとUV相の電圧値が大きくなるのか～

＜ローターが振動するとどうなる＞

【メンバーの疑問】ローターが揺れる(振動)

電磁誘導が起きる

【山】 講師：パレタメンバー

【山】 自転車のライトで例える！ローターが回転、コイル線の中の磁界が変化、ローターが動くとコイル線に電気が流れ、コイル線に電気が流れる

【検証内容】機器(メトリコウナー)を使用して電圧値調査

『狙って育成』専門技能Up

【山】 測定者の使い方を勉強し技能の向上

【図1.測定中のワークの振動量の推移】

サイクルアップ後から振動が大きくなる

【図2.ローターの振動量と電圧値の相関図】

振動が大きいと電圧値も大きくなる

14.【仮説の検証③】 TOYOTA

設備：測定開始が早い、ローターが振動している、UV相の電圧値が大きい、UV相の線間抵抗値が大きい

逆説：測定開始が早い → ローターが振動している → UV相の電圧値が大きい → UV相の線間抵抗値が大きい

～UV相の電圧が大きくなるとUV相の線間抵抗値も大きくなるのか～

【山】 抵抗器の勉強会実施

【山】 専門的な知識を習得

【山】 メンバー習得

ワークRに電流を流すとワークRに電圧Vが発生する。

オームの法則 $R=V/I$

【図1.線間抵抗測定中の電圧値】

サイクルアップ後からUV相の電圧値が大きい

【図2.サイクルアップ後の電圧値と線間抵抗値の相関】

電圧値が大きいと線間抵抗値も大きい

仮説の検証②「ローターが振動している」では、サイクルアップ前後の振動を測ると、サイクルアップ後からローターの振動が大きくなっている事が分かりました。この振動を電圧値に変換し相関を見ると、ローターの振動が大きいと、電圧値も大きくなる事が立証されました。

仮説の検証③「UV相の電圧値が大きい」では、UV相の電圧が大きくなるとUV相の線間抵抗値も大きくなるのかを調査。線間抵抗測定中の電圧値を見るとサイクルアップ後からUV相の電圧が大きく、UV相の電圧値と抵抗値の相関を見ると、正の相関があることから、電圧値が大きいと線間抵抗値も大きくなる事が立証。

15.【仮説の検証④】 TOYOTA

設備：測定開始が早い、ローターが振動している、UV相の電圧値が大きい、UV相の線間抵抗値が大きい

逆説：測定開始が早い → ローターが振動している → UV相の電圧値が大きい → UV相の線間抵抗値が大きい

～なぜUV相の線間抵抗値が大きいのか～

【検証内容】各線間抵抗値を、サイクルアップ前後で比較

<UV相線間抵抗値> 0.5mΩ大きい

<VW相線間抵抗値> 線間抵抗値安定

<WU相線間抵抗値> 線間抵抗値安定

サイクルアップ後からUV相の線間抵抗値だけが大きくなる

～なぜUV相の線間抵抗値だけが大きいのか～

【検証内容】各相の測定時間軸での線間抵抗値比較

最初振動が大きい

【図4.各線間抵抗値測定時間と抵抗値の推移】

振動が大きい状態での測定のため線間抵抗値が大きくなっている！

16.【対策立案】 TOYOTA

制約条件・サイクルタイム85秒以内
・活動期間4月末までに終了出来る事
・品質チェック標準のすべての項目を満足すること

作成日：2022/3/17
作成者：アドバンスサークル全員

基本目的	一次手段	二次手段	三次手段	評価項目			効予果	安全	品質	コスト	実現性	評価	順位		
				△	○	◎									
UV相-VW相の線間差を小さくする	測定開始を遅くする	測定条件を変更する	測定順序を変える	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	12	4		
			測定開始遅延用のタイマーを追加する	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	15	1		
			サンプリング回数を増やす	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	14	2		
			手持ち用のコンパを追加する	◎	◎	◎	△	△	△	9	6				
			多田EX案：期間内に終わらない	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	13	3		
搬送速度を遅くする	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	5					
山案	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
標準持ち手を増やす	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
桑原案：持ち手を増やすスペースがない	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		

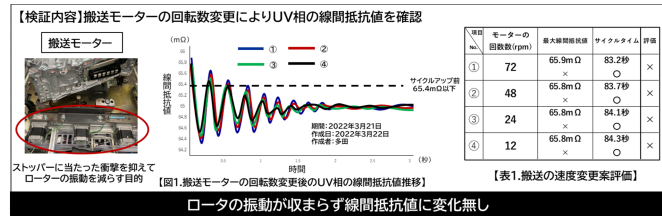
【図1.「線間抵抗値を安定させる為には」の方策展開型システム図】

メンバー：兒林TL 高坂SX 越尾EX 鈴木EX 多田EX 磯野 三吉 神代 山 桑原

仮説検証④「UV相の線間抵抗値が大きい」では、サイクルアップ後からUV相の線間抵抗値だけが大きくなっており、測定時間軸での線間抵抗値を見ると測定開始時は振動が大きく徐々に安定。1番最初の測定相がUV相であり、振動が大きい状態での測定のため線間抵抗値が大きくなっている事が分かりました。

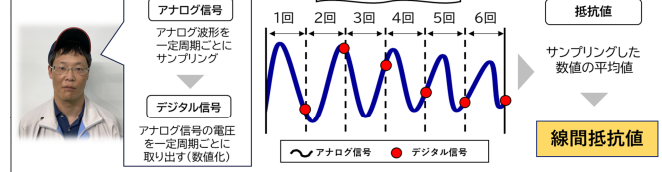
対策立案ですが、制約条件を元に、測定開始を遅くする為の手段を洗い出した結果「搬送速度を遅くする」「サンプリング回数を増やす」「測定開始遅延用タイマーを追加する」の有効と思われる3つの対策案を検証し、1番効果的な物を取り組む事にしました。

17.【対策案の検証①】(評価3位:搬送速度を遅く) TOYOTA



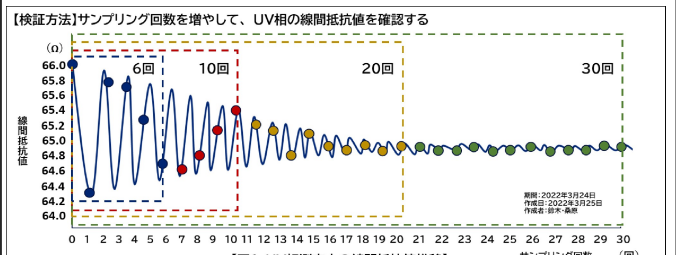
ストッパーに当たった衝撃を抑えてローターの振動を減らす目的
 【図1.搬送モーターの回転数変更後のUV相の線間抵抗値推移】
 ロータの振動が収まらず線間抵抗値に変化無し

【対策案の検証②】<評価2位:サンプリング回数を増やす>



対策案検証①「搬送速度を遅くする」では搬送速度を変更しても線間抵抗値に変化無し。対策案検証②「サンプリング回数を増やす」では、測定方法は、アナログの電圧波形から一定周期の電圧をサンプリングして数値化。この作業を繰り返した値の平均値を線間抵抗値として表示。

18.【対策案の検証②】(評価2位:サンプリング回数増やす) TOYOTA



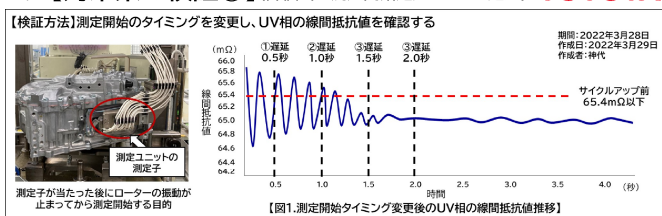
~サンプリング回数を増やすと?~

サンプリング回数	線間抵抗値のバラつき	サイクルタイム	評価
6回	あり	83秒	×
10回	あり	84秒	×
20回	あり	85秒	×
30回	なし	86秒	○

【表1.サンプリング回数評価】

サンプリング回数を増やしていくとサイクルタイムは長くなるが、線間抵抗の値は低くなる事が分かりました。しかしサブ・アドバイザーより測定のは平均値のため、回数を増やせば自(おの)ずと低くなり正しい値ではない、安定した状態で測定しなければいけないとアドバイスを

19.【対策案の検証③】(評価1位:測定開始遅延タイマー追加) TOYOTA



<測定開始時間の選定>

遅延時間	最大線間抵抗値	サイクルタイム	評価
0秒	65.9mΩ	83.2秒	×
0.5秒	65.8mΩ	83.7秒	×
1.0秒	65.6mΩ	84.2秒	×
1.5秒	65.4mΩ	84.7秒	○
2.0秒	65.3mΩ	85.2秒	×

【表1.測定開始時間調査表】

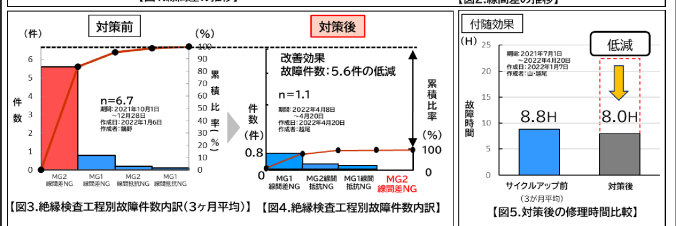
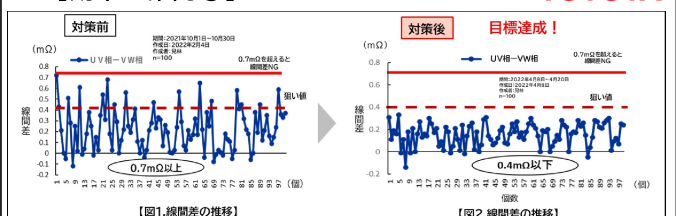
【対策実施】測定開始遅延用タイマー追加
 ~データに基づいた対策~

【図2. UV相測定中の線間抵抗値推移】

測定開始遅延、1.5秒が1番有効!
 安定区間で線間抵抗値を測定

対策案の検証③「測定開始遅延用タイマーを追加する」では測定開始のタイミングを変更し検証。1.5秒後に測定を開始すると最大線間抵抗値もサイクルアップ前と変わらず65.4mΩ、サイクルタイムも85秒以内に入ることから1番有効な対策と分かりました。対策実施は、1.5秒後に測定開始するようにタイマーを追加しました。

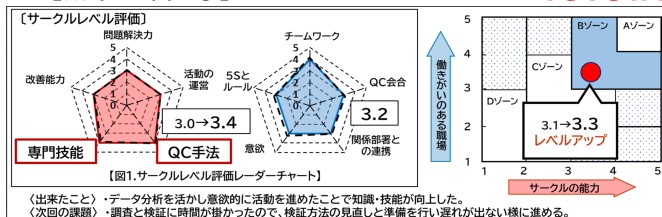
20.【効果の確認①】 TOYOTA



MG2線間差NG撲滅により5.6件/月の故障件数を低減
 14.9Hの修理時間低減

効果の確認ですが、対策前 UV相-VW相の線間抵抗値が0.7mΩ以上と大きくばらついていましたが、0.4mΩ以下にすることができ目標を達成する事が出来ました。これにより、MG2線間差NGが撲滅され月5.6件の故障件数が低減し、修理時間の低減も図れました。

21.【効果の確認②】 TOYOTA



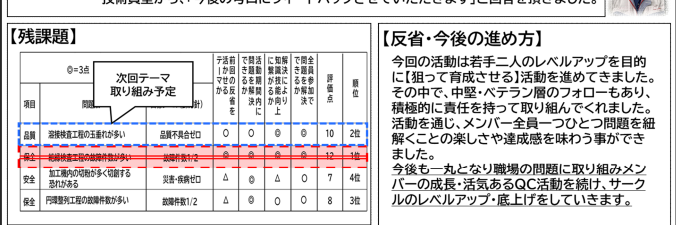
サークルレベル評価は「専門技能」「QC手法」のレベルアップが図れ、評価は3.3のBランクに向上。【狙って育成する】活動を進めてきた若手は難しい分野にチャレンジし対策出来た事で自信をつけ始めています。もう1人の(三苦君)は、関係部署との協力、周囲を巻き込んだ活動の大切さを理解し少しずつですが、サークルレベルの底上げが出来たと実感しています。

22.【標準化と管理の定着】 TOYOTA

	Why (なぜ)	What (何を)	When (いつ)	Where (どこで)	Who (誰が)	How (どのように)	チェック者	チェック方法
標準化	測定条件の見直し	相関係数NG発生防止	4月末までに	技術員室	スタッフ	変更する	TL	
標準化	他車種横展	相関係数NG発生防止	測定取得タイミング	4月末までに	技術員室	スタッフ	変更する	TL
管理の定着	マスターワーク	相関係数NG発生防止	線間抵抗値	始業時	製造課	ライン外	測定する	製造課TL
管理の定着	プローブの摩耗	相関係数NG発生防止	摩耗状態	1回/月	支援課	支援課TL	測定する	支援課TL

【表1.標準化と管理の定着項目】

【再発防止】 技術員室に今回の調査内容を共有実施。技術員室から、「今後の号口にフィードバックさせていただきます」と回答を頂きました。



標準化と管理の定着ですが、管理の記録方法を明確にし定着化を図りました。再発防止は関係部署に調査内容を共有しました。反省と今後の進め方ですが、今回の活動ではステップ毎に狙いを設定し【狙って育成】活動を進めてきました。責任感を持って取り組んだ事で問題を紐解く楽しさを感じながら活動を進めることができました。今後もメンバー丸となって問題に取り組めます。

【反省・今後の進め方】 今回の活動は若手二人のレベルアップを目的に【狙って育成させる】活動を進めてきました。その中で、中堅・ベテラン層のフォローもあり、積極的に責任を持って取り組んでくれました。活動を通じ、メンバー全員一つ一つ問題を紐解くことの楽しさや達成感を味わう事ができました。今後も一丸となり職場の問題に取り組みメンバーの成長・活気あるQC活動を続け、サークルのレベルアップ・底上げをしていきます。