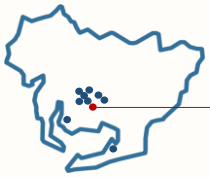
No. 101　テーマ　やさしい工程づくり

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　カミゴウコウジョウ
トヨタ自動車株式会社 上郷工場

発表者名（フリガナ）　シバタ　セリナ
柴田　せりな

会社紹介

TOYOTA



上郷工場

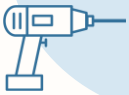
愛知県内に
11工場の生産拠点

トヨタ自動車は1937年に設立された自動車メーカーで、現在はモビリティカンパニーとして人々の移動を支える存在を目指しています。愛知県内には11の生産工場があり、私たちはその一つである**上郷工場**に勤めています。

1

上郷工場

鋳造
エンジン専門工場



組付

加工

上郷工場は**エンジン製造**の主要拠点で、鋳造、加工、組付けを一貫して行っています。高品質なエンジンを生産しつつ、地域社会との連携や環境負荷の低減にも積極的に取り組んでいます。

2

職場紹介

第1エンジン製造部
13エンジン製造課

TNGAエンジン

私の所属する**13エンジン製造課**は、
プリウスやクラウンなどに搭載される2000ccと2500ccのTNGAエンジンの生産を行っています。

3

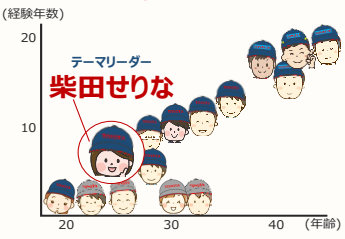
メイン組付けライン

私は**メイン組付け**ラインを担当しており、プラグで放電するために変圧するイグニッションコイルやエンジンに吸入される空気量を調整するスロットルボディなどの部品組付けを担当しています。

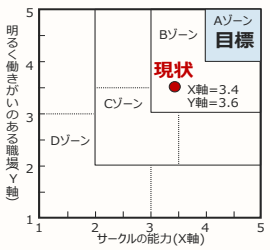
4

サークル紹介

Strongサークル



Strongサークルメンバー構成

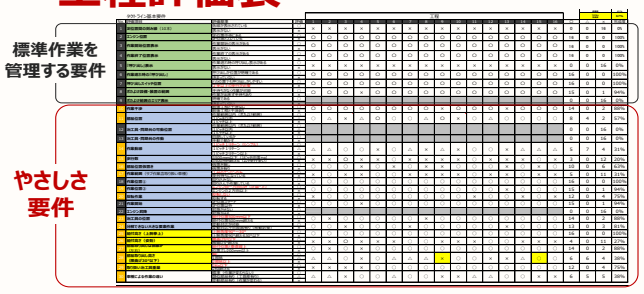


Strongサークルレベル把握表

Strongサークルは15人のメンバーで構成され、ベテランや若手、女性も多くバランスの良いサークルです。サークルレベルはBゾーンで、若手の知識と積極性の向上を目指し、全員が和気あいあいと改善に取り組みAゾーンを目指しています。テーマリーダーの私は、性別や年齢に関係なく活躍できる**ダイバーシティな職場を目指し**、女性の視点を取り入れて活動を進めています。

5

工程評価表



私たちの職場では、独自の**工程評価表**を使用して、「標準作業を管理する要件」と「やさしさ要件」の2つに分けて自組の作業工程を評価しています。
今回は、その中でも「**やさしさ要件**」に着目した活動事例を発表します。

6

QCサークル紹介	サークル名（フリガナ）		発表形式
	Strongサークル	（ストロングサークル）	プロジェクタ

本部登録番号	177-3639	サークル結成年月	2018年5月
メンバー構成	15名	会合は就業時間	(内)・外・両方
平均年齢	34歳（最高48歳、最低19歳）	月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで25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7月 ～ 2024年10月	本テーマの会合回数	8回
発表者の所属	トヨタ自動車(株) 上郷工場 第1エンジン製造部 第13エンジン製造課 343組		勤続　6年

G-QCサークル活動記録シート

【テーマ】	やさしい工程づくり
【サークル名】	Strongサークル
【ﾃｰﾏﾘｰﾀﾞｰ】	柴田 せりな
【区分】	品質・(原価)・安全・環境・保全・ノンセクション

【メンバー名】	● 本山	○ 柴田	高木	奥秋	森田
●サークルリーダー	田中	石川	森	稲垣	鞘野
○テーマリーダー	青郷	中島	福井	津田	永山

【活動期間】	開始:2023年7月1日 ～ 終了:2023年9月29日

テーマ「やさしい工程づくり」についてStrongサークルの柴田が発表します。

7

問題解決の前に 取り組むテーマ選定

図1)DX組長管理ボード

テーマの選定ですが
自組の状態をDX組長管理ボードで評価してみると、**生産の項目で×**

8

問題解決の前に 取り組むテーマ選定

図2)DX組長管理ボード生産可動率詳細(6月度)

生産可動率を詳しくみてみると、目標98%に対し**6月度は97.4%と未達**。

9

問題解決の前に 取り組むテーマ選定

○3点 ○2点 △1点 ×0点

可動率阻害要因	効果	緊急性	拡大傾向	活動期間	全員参加	評価点
インパクトエラー	◎	○	◎	◎	○	13
燃料リークテスター測定異常	○	○	○	○	△	9
ヘッドカバーNR締付不良	○	△	○	○	×	7
作業遅れ	◎	◎	◎	◎	◎	**15**
ダンパープーリーNR締付不良	○	△	△	△	×	5
落下部品	△	△	○	△	◎	8
コンベア流れ不良	○	△	×	△	×	4

図3)可動率阻害要因評価表

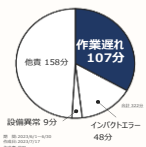
阻害要因として挙げられた項目を評価すると、**作業遅れ**に対する問題が、
合計15点となりこのテーマを取り組む事にしました。

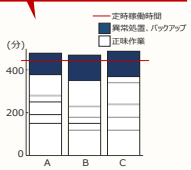
10

Step 1. 問題の明確化《問題を明確にする》

重要度 / 緊急度 / 拡大傾向

停止全体の33% / **異常処置、バックアップの負担増** / **今後増産予定**





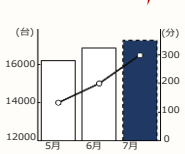


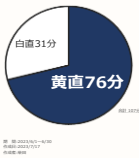
図4)ライン停止状況(6月) 図5)スキルリーダー山積み 図6)作業遅れ時間と生産台数

問題の明確化において、作業遅れは**全体の停止の33%**を占め、緊急度が高い状況です。作業遅れによる**バックアップ処置**で、スキルリーダーは忙しく動き回り、就業時間内に仕事が終わらない事態が発生しています。さらに、今後の**増産計画**に伴い、作業遅れが拡大し、残業時間が増加することで、メンバーの悲鳴が予想されます。

11

Step 2. 現状把握 《問題を層別し、問題を特定する》

自組の停止が71% / **1工程の停止が42%** / **エンジン反転作業2.78秒**



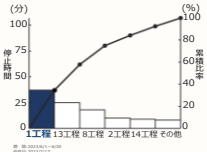


図7)M2ライン 直別停止状況 図8)M2黄直 工程別停止状況 図9)1工程要素作業(OTRSにて解析)

現状の把握として、メイン2ラインの直別停止状況を見ると、私たちの職場は2交代勤務ですが、自組である黄直の停止が76分、全体の71%を占めています。
工程別では1工程が32分で、全体の42%です。また、動画解析用ソフトOTRSを使用して要素作業の時間を確認したところ、自組では**女性**が作業を行っていますが、**力が必要なエンジン反転作業**で基準時間2秒に対し、
実際の作業時間は2.78秒となり、作業遅れが発生しています。

12

メイン2 工程評価表

T.T 54 " 2023.07

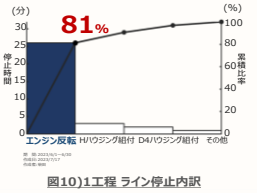
1工程

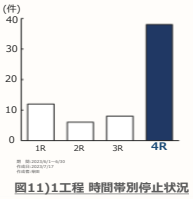
先ほど紹介した工程評価表のやさしさ要件を見てみると、
エンジン反転作業の項目で女性にもやさしい**基準値の7kgを超える負荷**となっており
評価は×となっています。

13

Step 2. 現状把握 《問題を層別し、問題を特定する》

エンジン反転時26分の作業遅れ / **1日の終盤に停止が多い** / **週の後半に停止が多い**





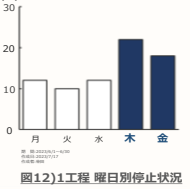


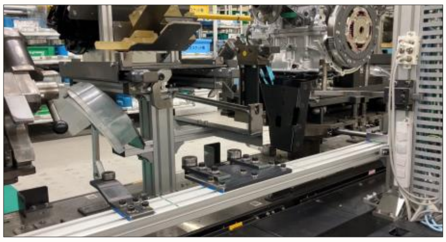
図10)1工程 ライン停止内訳 図11)1工程 時間帯別停止状況 図12)1工程 曜日別停止状況

1工程のエンジン反転作業は女性にとって負荷が高く、26分の停止につながっています。作業者の津田さんは「**反転作業は力が必要で、1日やっているととても疲れます**」と述べています。1日の終わりや週の後半に停止が増えることから、無理な姿勢で力を入れ、体に強い負荷をかけていることが分かります。

14

工程	エンジン向き	自動化
1工程	Rr→In	×
2工程	Fr→Rr	○
9工程	In→Ex	×
10工程	Ex→Rr	○
13工程	Rr→In	×
14工程	In→Fr	○

図14)メイン２ライン反転作業一覧



エンジン自動反転装置

エンジン反転の負荷が高いため作業が遅れる

メイン組付ラインには6か所のエンジン反転が必要です。動画のローラー部分に示されている通り、コンベアの流れを利用した自動反転の改善が行われていますが、自動反転中は安全上、手を出せません。そのため、作業途中で反転が必要な工程では、手作業によるエンジン反転が残り、女性にとって**負荷の高い作業**となっています。

15

Step 3. 目標設定

評価項目	評価基準	評価
組付位置	上腕角度90度～30度	○
作業動線	1ピッチ１リターン	△
歩行数	3500mm以下	×
部品位置仮置き	仮置き無し	○
作業位置①	回り込み無し	○
作業位置②	エンジン同一方向のみ	○
反転作業	**反転荷重7kgf以下**	×
作業開始	定位置スタート	○
治工具の位置	締付位置500mm以下	○
組付高さ	上腕角度90度～30度	○
組付姿勢	腰曲げ5度以下	×
部品取り出し	組付位置と垂直線上	○
部品取り出し高さ	腰曲30度以下	○

図15)1工程 評価表 やさしさ要件

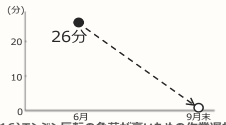


図16)エンジン反転の負荷が高いための作業遅れ

活動計画

計画 - -> 実施 →

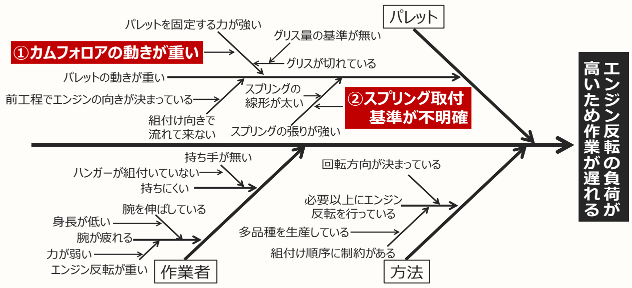
実施項目	担当 *赤字 若手メンバー *黒字 職制 ベテラン	期間 7月	8月	9月
テーマ選定、問題の明確化	柴田 本山 高木		夏季連休	
現状把握	奥秋 青郷 森田			
目標設定、活動計画	柴田 奥秋 鞘野			
要因解析、対策立案	石川 田中 永山			
対策実施、効果の確認	本山 福井 津田			
反省と今後の進め方	柴田 稲垣 中島			

図17)活動計画表

そこで目標設定として、**力の弱い女性でも楽に作業**できるよう
エンジン反転の荷重を7kg以下に改善を進める事で、1工程の作業遅れを9月末までに0にすることとし、活動計画は、全員参加で職制やベテランが若手をフォローできるよう担当を決めて、実施することにしました。

16

問題解決の前に　取り組むテーマ選定



要因解析では「**エンジン反転の負荷が高いため作業が遅れる**」を特性にブレーンストーミングを行い、洗い出された２つの主要因について現地現物で調査を行う事にしました。

17

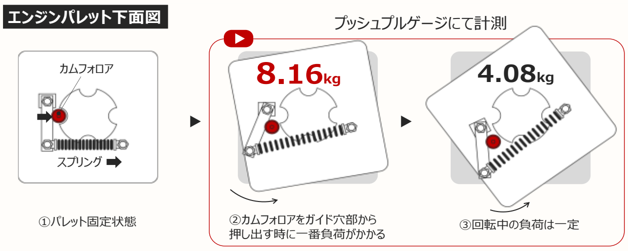
要因の検証 ①カムフォロアの動きが重い

①カムフロアの動きが重いについて検証。パレット下側を見ると　スプリングでカムフロアを引き付け、パレットの回転を固定する構造になっています。【動画】パレット反転時の負荷をプッシュプルゲージで計測、**反転スタート時**にガイド穴からカムフロアを押し出す際に**約8kg**の力が必要で、押し出した後は約4kgの力で回転することが分かりました。

18

要因の検証 ①カムフォロアの動きが重い

エンジンパレット下面図



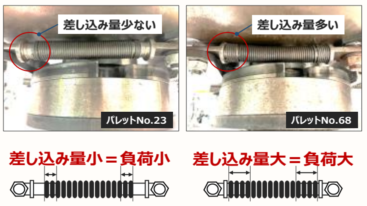
検証結果①　エンジン反転初動時の負荷が高い

以上のことから①の「カムフロアの動きが重い」の検証結果として
「**エンジン反転初動時の負荷が高い**」となりました。

19

要因の検証　②スプリング取付基準が不明確

差し込み量の違いを発見



相関関係あり

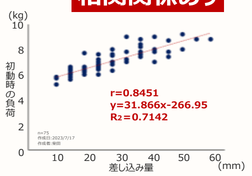


図18)スプリング差し込み量とパレット初動負荷

検証結果②　差し込み量が多いと初動負荷が高い

②スプリング取付基準が不明確について検証。現地調査でメンバーがスプリング取付部の差し込み量の違いを発見。このスプリングは破損時に交換するが、交換時に差し込み量がバラつく可能性があり。全75台分のパレットを調査し散布図を作成、差し込み量が少ないと負荷が下がり、多いと負荷が高くなる相関関係を発見。検証結果として
「**スプリング差し込み量が多いと反転初動時の負荷が高い**」となりました。

20

Step 5. 対策立案

◎3点　○2点　△1点　×0点

真因	対策案	工数	確実性	難易度	効果	評価点	採否
スプリング差し込み量が多く反転初動時の負荷が高い	**スプリング取付の基準を設定**	△	○	◎	○	**8**	**採**
	スプリングの材質を変更する	△	△	×	△	3	否

Step 6. 対策実施　スプリング取付の基準を作成

評価項目 ＼ 差し込み量(mm)	10	15	20	25	30	35	40
反転初動負荷7kg以下(作業RA手での押込み荷重より)	○	○	○	○	×	×	×
締付異常	×	×	×	○	○	○	○

図19)スプリング差し込み量の検討表

25mmに調整し対策実施

スプリング調整基準治具作製

検証結果を踏まえ、対策案としてスプリング取付基準を設定。初動負荷を女性にもやさしい7kg以下にするため、差し込み量を浅くすることで荷重を軽くしますが、軽すぎるとナットランナー等でパレットが回り、締付異常が発生。マトリックスで評価し、両方の条件を満たす25㎜の基準治具を作製し調整を実施。しかし、津田さんから「**軽くなったものの、まだ重いパレットがある**」と指摘。

21

再調査①

No.	荷重	No.	荷重	No.	荷重	No.	荷重	No.	荷重
1	6.6	16	**7.6**	31	6.8	46	6.8	61	**7.4**
2	6.3	17	6.6	32	6.7	47	6.6	62	6.5
3	**7.6**	18	**7.7**	33	6.7	48	6.8	63	6.8
4	6.5	19	**7.6**	34	6.5	49	6.5	64	**7.7**
5	6.9	20	6.7	35	6.8	50	6.9	65	6.7
6	6.7	21	6.8	36	**7.7**	51	6.5	66	6.9
7	**7.6**	22	6.7	37	**7.5**	52	**7.7**	67	**7.6**
8	6.6	23	**7.7**	38	6.7	53	6.3	68	6.3
9	6.7	24	6.4	39	6.3	54	6.7	69	6.4
10	**7.7**	25	6.5	40	**7.8**	55	6.7	70	**7.6**
11	6.6	26	**7.8**	41	**7.6**	56	6.6	71	6.7
12	6.6	27	6.6	42	6.7	57	**7.5**	72	**7.5**
13	6.7	28	6.7	43	6.7	58	6.7	73	6.6
14	6.5	29	6.6	44	6.7	59	6.6	74	6.6
15	6.7	30	6.6	45	6.5	60	6.7	75	**7.6**

(kg)

図20)パレット初動負荷チェックシート

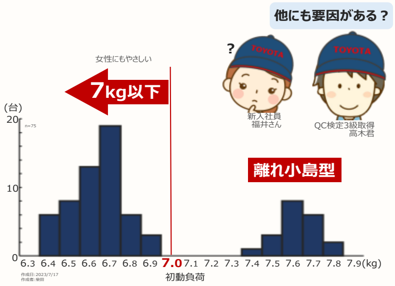


図21)パレット初動負荷ヒストグラム

再度、全ての初動負荷を計測。「7キロ以下になるはずなのにおかしい」と感じ、TLのアドバイスでパレット**初動負荷をヒストグラム化**。新入社員の福井さんは「このグラフはどう見れば良いですか？」と質問。高木君は「これは**離れ小島型**で、大きな山とは別に離れた場所にも山ができている。**別の原因が隠れているかもしれない**」と説明。

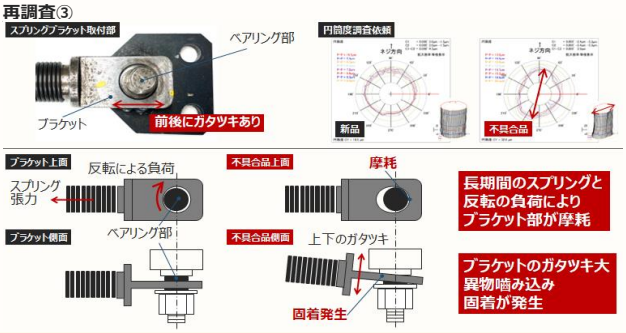
22

再調査②

ブラケット部の固着により荷重が大きくなっている

荷重の重いパレットを再調査、スプリングが曲がったものを発見。「このブラケット本来動くはずなのに動きません」と石川君。分解して観察、組付けが斜めになっており、右側は隙間があるが、左側は**固着**。正常時はブラケットがフリーで動くが、固着しているパレットでは反転時**スプリングに強い負荷**がかかり、初動が重くなる事が分かりました。

再調査③



固着の原因を調査、不具合品ベアリングセット時の**前後のガタツキが大きい**ことがわかり、摩耗の有無を測定室に計測依頼。不具合品は前後方向に広がりあり。スプリング張力がかかった状態で繰り返し反転作業を行うことで摩耗が発生、進行するとガタツキが生じ、摩耗した金属の異物が噛み込むことで**固着が発生する**ことが分かりました。

再調査④

ブラケット摺動部の抵抗がエンジン反転負荷に影響

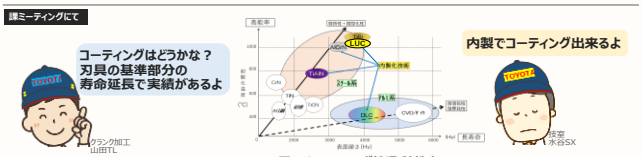


図22)コーティング処理 特性表

暫定的にブラケット摩耗対策として**摺動部にグリスを塗布**、作業者からエンジン反転が**軽くなった**との声があり、摺動部の摩擦が反転時の重さに影響することを新たに発見。摺動抵抗を軽減し摩耗を防ぐ方法を課の報告会で相談、加工組から
コーティング処理のアドバイスを受け、技術員と協力して検討、コーティングには様々な種類があり、内製で出来ることを知りました。

追加対策 検討

◎3点 ○2点 △1点 ×0点

	耐摩耗性	耐食性	摺動性	コスト	リードタイム	評価点	採否
焼入れ処理	○	△	×	△	○	6	否
メッキ加工	◎	◎	◎	×	×	9	否
防錆潤滑剤	△	△	○	◎	◎	10	否
TiSiコーティング	◎	○	◎	△	×	9	否
TiAlNコーティング	◎	△	◎	△	○	10	否
AlCrN コーティング	◎	◎	◎	○	○	13	採
LUCコーティング	○	◎	◎	○	△	11	否

図23)追加対策検討評価表

摩耗対策＋反転負荷低減の為、コーティング処理実施

追加対策をマトリックスにて評価
刃具　基準部分の　寿命延長などで実績のある、アルクローナコーティングを採用、
早速、**コーティング処理**を行ってもらい、追加対策を行いました。

追加対策　コーティング処理

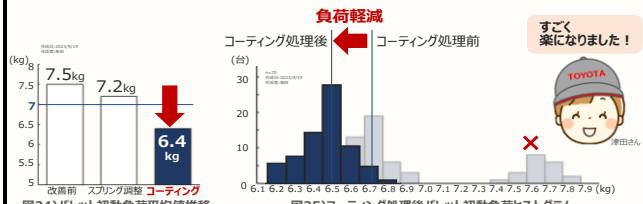


図24)パレット初動負荷平均値推移　図25)コーティング処理後パレット初動負荷ヒストグラム

コーティング処理の結果、**耐摩耗性が向上**し、ベアリング部の**摺動抵抗が下がった**ことで、初動負荷の平均値が6.4kgと大幅に減少。ヒストグラムでは全体の負荷が軽くなり、理想的な正規分布が得られました。津田さんは「**反転作業が軽くなり、疲れなくなりました！**」と喜び、他の作業者からも重いパレットがなくなったと高評価を得ました。

Step 7. 効果の確認・評価

平均2.78秒→1.81秒
バラつき1秒→0.2秒

図26)1工程要素作業(OTRSにて解析)

No.	評価項目	評価基準	評価	改善内容	再評価
15	歩行数	3500mm以下	×	スタートの180度反転作業が無くなり、 足の歩行時に部品を持ってく事で **反転作業後の取り出し振り向き歩行の低減**	○
20	反転作業	7kg以下	×	エンジン反転時の荷重平均**7.2kg→6.4kgに改善**	○
26	組付姿勢	腰曲げ5度以下	×	180度反転作業自動化により腰曲げ作業が無くなったが 90度反転作業は手作業のまま	×

図27)工程評価表やさしさ要件再評価

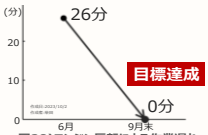


図28)エンジン反転による作業遅れ

効果の確認として、対策後の作業をOTRSで確認したところ、エンジン反転作業がバラつきなく基準時間内に行えるようになりました。工程評価表では反転作業負荷の項目で**7kg以下の目標を達成**し、1工程のエンジン反転で発生していた作業遅れを、パレット初動負荷の低減により0にすることができました。

Step 7. 効果の確認・評価

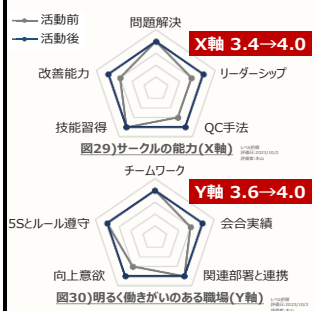


図29)サークルの能力(X軸)　図30)明るく働きがいのある職場(Y軸)

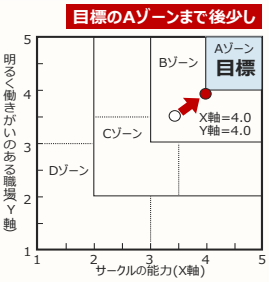


図31)Strongサークルレベル把握表

活動後のサークルレベルですが、改善能力や知識、技能の向上意欲などがレベルアップし目標のAゾーンに手が届きそうなレベルまで向上する事が出来ました。

Step 8. 標準化と管理の定着

標準化

いつ	どこで	誰が	何を	どのように	なぜ
9/15	自組	柴田	スプリング交換作業	要領書の改訂	反転時の負荷がばらつかないように
9/22	機械加工	本山TL	スプリング基準治具	製作	スプリング長さがばらつかないように

管理の定着

いつ	どこで	誰が	何を	どのように	なぜ
スプリング交換時	作業場	交換作業者	スプリング長の確認	基準治具を使って点検	スプリングの長さがばらつかないように
スプリング交換時	作業場	交換作業者	**ブラケット部に摩耗が無いか**	ブラケットとベアリングを前後に動かして	ブラケット部固着防止のため
スプリング交換後	作業場	交換作業者	ブラケット部動作確認	手で軽く動く事を確認	反転負荷低減のため

反省と今後の進め方

関係部署の協力を得ながら、みんなで知恵を出し合い作業負荷の低減を行うことが出来ました
今後も、「**みんなにやさしい工程づくり**」を行いながら**笑顔の量産**を行っていきます

標準化と管理の定着はこのように行います。 反省と今後の進め方ですが、関係部署の協力を得て、あきらめずに知恵を出し合い改善することで、エンジン反転作業の負荷を低減出来ました。辛そうだった作業者に笑顔が増え、私自身も嬉しさを感じました。
「**みんなにやさしい工程づくり**」を合言葉に、力や体格の差があっても笑顔で楽に働ける職場環境を目指し、活動を続けていきます。