

発表No.

テーマ

105

モビリティ開発促進に向けたモーター性能試験の省人化

会社・事業所名 (フリガナ)

トヨタ自動車株式会社 東富士研究所

発表者名 (フリガナ)

山口 与志郎



モビリティ開発を促進するためにサークルの強みであるモノづくりとデジタル技能を活用して、省人化を実現した事例です。



トヨタ自動車の本社は愛知県豊田市にあり、周辺には9か所の自動車製造工場があります。東富士研究所は、静岡県裾野市に位置する東京ドーム約45個分の研究開発施設になります。



トヨタが思い描く「すべての人に移動の自由と楽しさ」を実現させるために東富士研究所は、新型車両開発や先進技術開発を行う技術開発拠点となっています。



私たちの職場では、次世代モビリティや電気自動車の開発を担当。次世代モビリティ業務では、お客様のライフステージに合わせ、生涯を通じて移動をサポートするため、歩行領域EVとして様々なモビリティをお客様に提供しています。現在は、人に寄り添い移動をサポートするモビリティの開発を担当しています。



会社を取り巻く状況として、お客様の受注にクルマの生産が追いつかない状況が続いており、納車をお待たせしている状況が続いています。生産を最優先にするため研究所から製造工場へ人材応援の予定があり、自職場にも人材応援の要請や、業務依頼者から業務増加の話があり、現状業務の省人化が必達であることから会社貢献と業務の省人化に向けて取り組むことに。

QCサークル紹介	サークル名	タイムリーヒット
本部登録番号	177-613	サークル結成時期 2019年 1月
構成人員	12名	月あたり会合回数 4回
平均年齢	36歳	1回あたり会合時間 0.5時間
最高年齢	58歳	会合は 就業時間内・就業時間外・両方
最低年齢	18歳	テーマ暦・社外発表 7件目・1回目
(所属部署) 第2電動電動先行開発部		

サークル紹介

サークルレベル診断表

レベル診断実施日：2022年 03月 01日

レベル診断表 (QCサークル能力) に関するレベル診断

軸	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力
X軸	3.4	3.9	3.5	3.3	3.8	3.6
Y軸	4.1	3.8	4.0	3.2	4.5	3.9

「明るく働きがいのある職場」に関するレベル診断

軸	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力	QCサークル能力
X軸	3.4	3.9	3.5	3.3	3.8	3.6
Y軸	4.1	3.8	4.0	3.2	4.5	3.9

サークルが持つ専門技能

- 精巧なモノづくり技能
 - ・設計検討：1人
 - ・機械加工：1人
- デジタル技能
 - ・プログラミング：1人
 - ・CAD作図：1人
 - ・3Dプリンタ造形：1人

サークルの困りごと

- ・専門技能の伝承が不足している

技能保有者が抜けてしまうと業務や改善に影響が出てしまう

Rewarded with a smile

TOYOTA

サークル紹介(戦略)

専門技能者のフォロー体制強化

「精巧なモノづくり」が得意

「デジタル技能」が得意



人材応援や業務量増加に対応できる職場を目指す！

Rewarded with a smile

TOYOTA

5

6

・私たちのサークルレベルを診断表にて確認。サークルが持つ専門技能として、設計や機械加工などの精巧なモノづくり技能やプログラミング・CADなどのデジタル技能に強みを持つメンバーがいますが、専門技能の伝承が不足しているため、技能保有者が抜けてしまうと、業務や改善に大きな影響が出てしまいます。

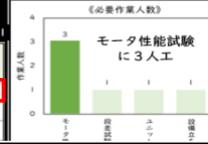
専門技能の伝承を進めるために、強みを持つメンバーを先生に抜擢し、モノづくりやデジタル技能を伝承させるためのチームを結成。専門技能を伝承して、人材応援や業務量増加に対応できる職場を目指します。

テーマの選定

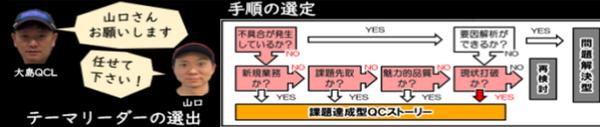
問題・課題の絞り込み

問題・課題絞り込み評価シート 22年03月07日 安澤作成 【点数】◎:5 ○:3 △:1

問題・課題	上位方針	期待効果	重要性	挑戦性	実現性	評価点	判定
モータ性能試験に人数がかかる	◎	◎	◎	◎	◎	23	採
開発試験順に時間がかかる	◎	○	△	◎	◎	17	
ユニット稼働に時間がかかる	◎	◎	◎	◎	◎	19	



「モータ性能試験の省人化」に挑戦！



現状打破するために課題達成型QCストーリーを進める

Rewarded with a smile

TOYOTA

テーマの選定

テーマ選定理由の明確化



「お客様の使われ方」を想定した開発

Rewarded with a smile

TOYOTA

7

8

・テーマの選定では、現在担当している業務の中から、問題・課題の絞り込みを行いモータ性能試験に人数が多かかっていることがわかりました。そのため、モータ性能試験の省人化に取り組むことに。テーマリーダーの選出では、業務に精通している私を抜擢。取組むテーマは、現状のやり方を打破して省人化を図るため、課題達成型ストーリーを進めます。

・私たちが開発中の次世代モビリティは、開閉・旋回・前後進と自由に動くことが可能で車椅子や、荷物の運搬、歩行器といった、お客様の使われ方を想定して開発を行っており、これらの動きを行うには、モータ性能が重要になってきます。

テーマの選定

テーマ選定理由の明確化(評価概要)

モータ性能試験とは



用途	要件	性能
荷物を運ぶ	重い物	動く力
座って休憩	坂(傾斜)	留める力
歩行の補助	適度なアシスト	緩やかな力

試験条件&データ取得



Rewarded with a smile

TOYOTA

テーマの選定

テーマ選定理由の明確化

試験プロセス



試験工程では3人の作業が必要

Rewarded with a smile

TOYOTA

9

10

・モータ性能試験とは、使用用途に応じて必要となるモータの性能を把握する試験で、試験では速度や積載重量などの条件を変えながらデータを取得し、各種性能向上にて取り組んでいます。

・試験を始めるにあたり、大きく4つの工程に分けることができます。工程の中で、試験会場の設営、データ取得の準備、片付けの工程は1人の作業で実施できますが、試験工程においては、試験を円滑に行うために、3人で作業を行う必要性があります。

攻め所の明確化



操縦：コントローラで操作 補助：配線サポート 計測：データ確認

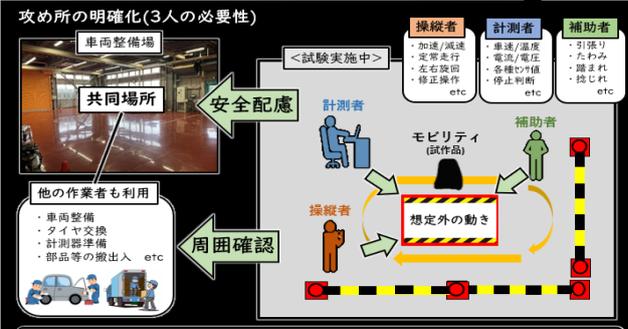
Rewarded with a smile

TOYOTA

11

・攻め所の明確化では、3人の担当作業を確認。操縦者は試験モビリティをラジコンのようにコントローラで操作します。試験条件に合わせ、直進したり曲がったりしてモビリティを動かします。補助者は走行中のモビリティの動きに合わせ、計測配線が巻き込まないように持ち運びを行います。計測者は走行合図を出し、モビリティの走行中のデータを常に確認。異常が起きた場合に止める指示を出したりします。以上が、各担当の役割となっています。

攻め所と目標の設定



安全と試験の両立を図れる体制

Rewarded with a smile

TOYOTA

12

・試験を行う車両整備場は共同場所になっており、他の作業も利用するため、試験実施中は十分な安全配慮が必要です。そのため、試験区画を区切り、担当作業を分担することで、周囲へも意識が行き届くようにしています。またモビリティは試作品で、想定外の動きをする恐れもあるため、万全を期して3人体制で評価に当たっています。安全と試験の両立を図れる体制で開発を行っています。

攻め所と目標の設定

攻め所の明確化(まとめ)

テーマの特性	現状レベル	やりたい姿	ギャップ	攻め所	期待効果	採否
作業人数	3人	1人	2人			
調査項目	現在の姿	やりたい姿	ギャップ	攻め所	期待効果	採否
方法	計測(1人)	定位置で計測	なし	なし	—	—
設備	操作(1人)	修正操作が必要	修正操作が必要	移動せずに走行する(2人低減)	◎	採
環境	計測配線(1人)	配線のサポート不要	配線のサポート不要	場所の確保	△	否

目標設定 根拠：人材応募、業務量増加に対応するため
 ◆何を モータ性能試験の作業人員 ◆いつ 22年7月末までに ◆どうする 3人⇒1人にする

Rewarded with a smile

TOYOTA

13

・攻め所選定シートを用いてまとめを実施。特性は作業人数とし、ギャップである2人を減らしたい。調査項目より、操作・計測配線から2人を減らせる見込みがあることから攻め所を「移動せずに走行」とし方策を検討することに。目標を「モータ性能試験の作業人員を、'22年7月末までに、3人から1人に省人'するとし、活動を進めます。

活動計画



Rewarded with a smile

TOYOTA

14

・活動計画として、メンバー全員で成果を実感するため、成功シナリオの追求・実施の部分にサークルの強み活かす仕掛けを設定。強みを持つメンバーが主体となり、モノづくりやデジタル技能に触れる機会を通じて、若手にはモノづくり技能、ベテランには、デジタル技能を伝承します。

方策の立案

1次方策	2次方策	期待度	実現性	作業性	安全性	コスト	点数	採否	イメージ図
移動せずに走行する	サイクリングマシン式	◎	◎	◎	○	○	21	採	サイクリングマシン
	ランニングマシン式	○	○	◎	○	△	15	否	
	ジャッキアップ式	○	◎	◎	△	○	17	否	
	ボール式	○	○	○	△	○	13	否	ターンテーブル
	ターンテーブル式	◎	◎	◎	○	◎	23	採	
	浮動式	◎	△	○	○	△	13	否	

「サイクリングマシン式」と「ターンテーブル式」で検討!

Rewarded with a smile

TOYOTA

15

・方策の立案では、移動せずに走行するを軸に方策展開型系統図を用いて対策の方向性を検討。直進方式の案としてローラを用いて走行するサイクリングマシン方式。旋回方式の案としてターンテーブル方式を採用。この2つの方式で対策を検討することに。

成功シナリオの追求



Rewarded with a smile

TOYOTA

16

・成功シナリオを追求するにあたり、対策品の製作条件を確認。モビリティ重量は約50Kg、タイヤは直径100mm・幅40mmと手のひらサイズとなります。タイヤは4輪独立した動きが可能のため、直進・旋回の動きを考慮した最適なサイズの機構を4か所に設置する必要があります。直進方式の検討では、塚本チームが主体となり実施。ローラ上を走行するサイクリングマシンをヒントに設置範囲内で、2本のローラを使った直進機構を検討することに。

成功シナリオの追求

ローラの選定

ローラの種類を選定

コンベアローラ	◎	◎	○	◎	18	採
パイプローラ	△	◎	○	○	12	否
ガイドローラ	○	◎	○	○	14	否

ローラのサイズを選定

径が大きいほど強度は高い
長いほど強度は低下

径は40mm
タイヤサイズ設置範囲
ローラ特性
長さは100mm

ローラ径と強度
ローラ長さで強度

ローラ径 40mm、長さ 100mm を採用！

Rewarded with a smile TOYOTA

17

・ローラの選定では、社内・外の調査結果をもとに、コストや納期の観点から、コンベアローラを使用することに決定。ローラサイズはタイヤサイズ・設置範囲・ローラの特長から径は40mm、長さは100mmを採用することにしました。

成功シナリオの追求

ローラ軸間の選定

軸間と回転
軸間と乗り越え

良
否

良
否

40mm 70~100mm 130mm

◎回転しやすい
×乗り越えやすい

◎回転しやすい
◎乗り越えにくい

×回転しにくい
×乗り越えにくい

ローラ軸間を 70~100mm で決定

Rewarded with a smile TOYOTA

18

・ローラの適正なサイズが把握できたため、試作品を作って検証をすることに。塚本先生から若手に機械工作時の安全なやり方や溶接作業のコツを教えながらモノづくり技能を伝承。狙いのテスト用ローラを完成させると共に、検討項目であるローラの軸間を調査できる機構を、若手のアイデアを取り入れ、合わせて製作。試作品を使用してローラの軸間を検討した結果、70~100mmにすることで安定した直進走行ができることが分かりました。

成功シナリオの追求

旋回方法の検討

ターンテーブル
試作走行機構

《得意分野》
・CAD作成
・3Dプリンタ

永島先生 中川 相馬

<試作品の動きを観察>
左寄りて旋回 真中で旋回 右寄りて旋回

脱輪 脱輪

ターンテーブルの回転軸からのズレの影響

旋回時にローラの間に脱輪

回転しやすい 回転しにくい

タイヤ位置を固定する方法を検討

Rewarded with a smile TOYOTA

19

・旋回方法の検討では、永島チームが主体となり実施。ターンテーブルと試作の走行機構を組み合わせて、走行させながら旋回できるように。試験的に走らせてみると、ローラの間で脱輪が発生してしまいました。試作品の動きを観察したところ、タイヤの位置が左右に寄った状態で旋回すると脱輪していることが判明。原因としてターンテーブルの回転軸からタイヤがズレることで回転が行いにくくなっていることが分かりました。そこでタイヤ位置を固定する方法を検討することに。

成功シナリオの追求

タイヤ位置の固定方法を検討

ホイールガード

ガード案

ガードローラ式を採用

ガードローラで挟み込む方法を検討

Rewarded with a smile TOYOTA

20

・どのようにタイヤ位置を固定するべきか、案を模索していると塚本さんより「サイクルトレーナにはホイールガードがあるよ」とのこと。ホイールガードの役割は車体が左右に振れた場合の飛び出しを防止するための物。そこでガード案で同様の機構の検討を進めることに。しかし、通常のガードだとタイヤが接触した際に、擦れが発生してしまうためタイヤの擦れを防止するため、ローラを採用することに。ガードローラ案で検討を進めることに。

成功シナリオの追求

ガードローラの試作

永島先生
CAD・3Dプリンタ技能伝承

～メリット～
設計から造形まで直ぐできる
トライ&エラーで数をこなす!

検査用ガードローラ

左側 右側

ガードローラは 厚さ10mm 直径20mm が最適

Rewarded with a smile TOYOTA

21

・ガードローラの試作では、永島先生からCADと3Dプリンタの勉強会を開催。3Dプリンタのメリットを生かし検討を通して技能を高め、サイズや形状を見直し、機能・干渉面で問題ないか確認を行います。検査用ガードローラを使用し、最適なサイズとして、厚さは10mm、直径2mmを導き出しました。

成功シナリオの追求

障害の予測と排除

飛び出したときに何らかの対応が必要

実行案	障害・悪影響	処置	手段
直進機構で走行させる	機構の故障時モビリティが飛び出す	異常を検知できる安全装置	デバイスとプログラム

モビリティ搭載

スライドレール

考えられるリスクを未然に防止!

Rewarded with a smile TOYOTA

22

・障害の予測と排除については、中村チームが主体となり、実行案について、障害性を事前に予測し対策案を検討。機構に不具合が発生した際に、タイヤが飛び出す可能性も否定できないためプログラミング技能を活かし、異常をデバイスで検知してプログラムで停止できるようにします。また、検討中の作業からモビリティ搭載時に作業の「やりづらさ」を発見。そこで4輪の位置合わせを行いやすくするため、スライドレールを使用し対応することに。考えられるリスクを未然に防止します。

成功シナリオの追求

障害排除検討表

22年06月06日 中村作成

方策案	ソリューション	予想される障害	障害の除去	採否
サイクルトレーナ式	コンベアローラを採用 長さ: 100mm 径: 40mm 間隔: 70-100mm	機構の故障による飛び出し	デバイスで異常を検知しプログラムで停止	採
ターンテーブル式	走行機構と組み合わせる	左右の動きによる脱輪	ガードローラで脱輪防止	採
	モビリティを搭載する	位置合わせが行いづらい	スライドレールで微調整	採



みんなで力を合わせて対策品を作ろう!

良い対策品にしていきたいと思います



山口

Rewarded with a smile

TOYOTA

23

・最後に今までの内容を検討表にまとめ、実施するにあたり問題が無いことをサークルメンバー全員で再確認しました。ローラとターンテーブルを組み合わせた、対策品製作に全員で取り組みます。

成功シナリオの実施

～実行計画の作成～

塚本チーム 中村チーム 永島チーム

22年06月09日 山口作成

実施項目	担当			6月3週	6月4週	7月1週	7月2週
	塚本T	中村T	永島T				
各種寸法確認	●			■			
部品調達		●	●	■	■		
仮製作	●				■		
仮製作品を使い検討	●		●		■	■	
検討結果を織込んだ設計			●			■	
対策品製作	●	●				■	■
実施確認	●	●	●				■

チーム単位で計画的に作業を進める

Rewarded with a smile

TOYOTA

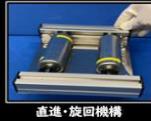
24

・成功シナリオ実施にあたり、実行計画を立て、チーム単位で項目を分担。計画的に対策品の製作を進めていきます。

成功シナリオの実施

直進旋回機構の製作

永島チーム製作



ケガキ作業 伝承技能を發揮

ボール盤

ガードローラ付直進・旋回機構

脱輪せずに走行・旋回を可能に!

Rewarded with a smile

TOYOTA

25

・対策品の製作では、機構に必要な部品を選定しそれらを組み合わせるため、伝承された技能を發揮。部品を組付けて直進旋回機構が完成。そこに永島チームが製作した、ガードローラを取り付けることで対策品が完成。脱輪させることなく走行と旋回を可能にしました。

成功シナリオの実施

異常検知システム構築

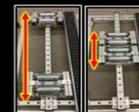


プログラミング技能伝承

異常振動を検知して走行を停止



搭載時の位置合わせ



IMU

無線

緊急停止判定

伸び

縮み

降ろすだけ

モビリティを簡単に搭載

Rewarded with a smile

TOYOTA

26

・異常検知システムの構築では、中村先生が勉強会を開催。プログラムは特に得手不得手があるため、根気よくメンバーの苦手意識の克服に着手。そして必要な機能をメンバーで振り分け、プログラムの構築を目指すことに。完成品はデバイスが振動を検知すると無線でモビリティに送信。モビリティが受信すると直ぐに走行を停止します。もうひとつの搭載時の位置合わせも対策品の下部にスライドレールを取り付けることで狙い通り簡単に搭載できるようになりました。

成功シナリオの実施

装置全体



共同場所



対策前



専用場所(省スペース)



対策後

安全性向上

動画にてご覧ください

Rewarded with a smile

TOYOTA

27

・こちらがスライドレールを組み込んだ対策品の全体図になります。そして、対策品を用いることで共同場所から専用場所での試験も可能になり、安全性も向上。対策品の内容については動画にてご説明します。

成功シナリオの実施



対策品にモビリティを乗せる

タイヤが合うように降ろす

モビリティに配線を繋ぐ



直進

旋回



タイヤ停止

振動検出装置

安全装置

1人で計測可能

Rewarded with a smile

TOYOTA

28

・対策品の動画になります。スロープと台車を使用することで搭載時も1人で作業を行えるようにします。降ろす際は、スライドレール側で位置合わせをしてくれます。配線は従来通りのつなぎ込みを行います。試験では配線補助が不要になり、操作・計測を1人で行うことができるようになりました。そして、このように走行を行うことができ、走行に合わせて旋回も同時に行うことができます。最後に安全装置を設置し、万が一異常が発生しても直ぐに停止するようになりました。

効果の確認(有形効果)

	試験場設置	計測器準備	試験
対策前			
対策後			

省人化の実現で「人材応援」と「新規業務」に対応！

Rewarded with a smile **TOYOTA**

29

・効果の確認ですが、対策前は試験の項目で3人かかっていたものが、対策後は1人となり、3役同時に行えるようになりました。目標としていた省人化を達成することができ、人材応援と新規業務への対応が可能になりました。

効果の確認(無形効果)

 《得意分野》 ・設計検討 ・機械加工	 《得意分野》 プログラミング	 《得意分野》 ・CAD作図 ・3Dプリンタ
------------------------------	-----------------------	---------------------------------

技能伝承が進み、人材応援や業務量増加に対応可能！

サークルレベル診断表

Aゾーンにより一歩近づく成長！

Rewarded with a smile **TOYOTA**

30

・無形効果では、活動を通じてモノづくりやデジタル技能の伝承を進めたことにより新たな先生の育成が進み、人材応援や業務量増加に対応可能となりました。サークルレベルも専門技能や改善意欲などの項目が上昇し、サークル全体としてAゾーンにより一歩近づくことができました。

標準化と管理の定着

新モータ性能試験方法を標準化 標準化と管理の定着7/172期 22年08月09日 山口作成

なぜ(目的)	何を(項目)	誰が(担当)	いつまで(期間)	どこで(場所)	どうする(方法)
標準化	対策品	小林SX	8月上旬	現場	要領書作成
教育	作業OJT	田島	8月中旬	現場	利用者OJT実施
保守点検	試験装置	山口	使用時	現場	点検実施

要領書に基づいた作業のOJT / 保守点検

新モータ性能試験方法の周知徹底を図る

Rewarded with a smile **TOYOTA**

31

・標準化では要領書を作成しグループメンバー間でOJTを実施。メンバー不在でも対応できるようにします。そして装置の保守点検も使用時ごとに行うようにし、周知徹底を図ります。

反省と今後の進め方

ステップ	良かった点	足りなかった点	今後の進め方
P	テーマの選定 攻め所と目標設定	上位方針と重要度の高い テーマに取り組んだ	攻め所をもっと多角的視点 でとらえる必要があった
D	方策の立案 成功シナリオの追求 成功シナリオの実施	チーム制で活動を 活性化し全員参加で 実施できた	検証の深堀がもっと 出来たのではないかと
C	効果の確認	目標を達成し従来業務 の効率化に貢献できた	特になし
A	標準化と管理の定着	標準化と保守点検 要領書を作成	特になし

次回テーマリーダーをサポートしていきます / 次回は私が担当します！

皆が活躍できる職場作りとお客様の求めるモビリティ開発に貢献

Rewarded with a smile **TOYOTA**

32

・本活動では、メンバー全員で新たな機構の対策品を作り上げることができ、省人化という大きな目標を達成することができました。足りなかった点として、成功シナリオの追求部分において、対策品の検証に不足を感じた部分もあるため、自身の経験を活かして、次期テーマリーダーをサポートしていきます。今後もみんなが活躍できる職場づくりとお客様の求めるモビリティ開発に貢献していきたいと思ひます。