

発表No.

テーマ

104

テフロンシート準備作業の効率化

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) ヒライソ リョウ

トヨタ自動車株式会社 東富士研究所

平磯 亮



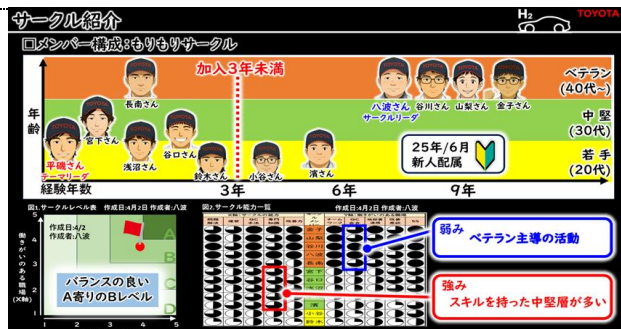
発表のセールスポイント

製品開発状況の変化による
試作量増加に対応する為、
従来から”やりづらさ”を感じていた
テフロンシートカット作業を
”若手中堅主体の活動”と
”TPSの実践”を通して、
課題の解決及びサークルレベルの
向上を達成した事例です。



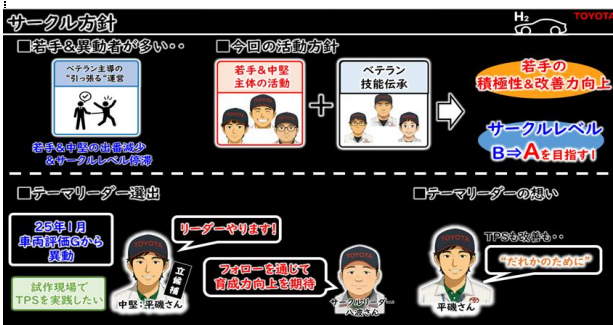
【会社紹介】
弊社は愛知県豊田市に本社を構え、
我々が勤務する東富士研究所は静岡県裾野市にある
未来のモビリティ社会実現に向けた先端技術の開発拠点です。

1



【サークル紹介】
我々もりもりサークルは総勢12名で、バランスの良いA寄りのBレベル。
半数以上が加入3年未満ですが、様々な職場から集まった中堅層が多く
6月には新入社員の配属も決定。強みとしてスキルを持った中堅層が多い
ですが、活動で活かされていないのが弱点です。

2



【活動方針】
従来は若手と異動者が多く、ベテラン主導の引っ張る運営を実施。
結果サークルレベルは停滞。今回は若手中堅主体の活動とベテランからの
技能伝承で、積極性と改善力の向上によりAレベルを目指します。
テーマリーダーには平磯が立候補。異動者の多い職場を踏まえ、
メンバーのフォローを通じた育成力向上を目指します。
私の想いは仕事も改善も、”だれかのために”

3



私達が開発している燃料電池は、水素と酸素を燃料とする水しか排出しない
クリーンなエネルギー源で、弊社は2014年に世界発の量産車として
MIRAIを販売して以降バスや発電機、水素を生成する水電解装置などに
活用を広げ本年も最新モデルを投入予定。
水素社会実現に向け開発を推進しております。

4

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
	もりもりサークル (もりもり)		PC	
本部登録番号	177-561	サークル結成年月	2002年 4月	
メンバー構成	12名	会合は就業時間	内・外・両方	
平均年齢	38歳(最高65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46件目 社外発表1件目	1回あたりの会合時間	0.5時間	
本テーマの活動期間	2025年3月 ~ 2025年9月	本テーマの会合回数	30回	
発表者の所属	東富士研究所 水素基盤開発部 試験課 平磯亮		勤続	10年

業務紹介

□サークル担当業務

次世代燃料電池開発における電池試作を担当

燃料電池の構造

電極が発電性能に重要

電池開発とは

試作&発電で電池性能を評価

電池試作を通じて良品率の高い燃料電池開発に貢献

業務紹介

□電池試作の目的

①新電極の開発

良品率の高い電極を開発し量産へ

②品質確認

変化点ごとに試作を行い影響を確認

燃料電池開発の要所において電池試作が必要

私たちのサークルは燃料電池開発における電池試作を担当。
燃料電池は厚さ15ミクロンの電解質膜と白金&カーボンからなる電極で構成。電極が発電性能の力を握っています。
電池開発では電池試作と発電評価のサイクルを回し、電池性能を評価。私たちはこの電池試作を通じ良品率の高い燃料電池開発に貢献しています。

電池試作の目的は電極材料選定や生産工法の検討を行い、良品率の高い電極を開発し量産工程へ。また、品質確認として量産時の工程整備において変化点が生じた際に試作を行い影響の有無を確認します。このように燃料電池開発の要所において電池試作を行っています。

業務紹介

□電池試作の流れ

自工程：電極塗工

50枚/日試作

後工程：熱圧着 (クリーンルーム)

電極はホコリは厳禁

電極シートを50枚/日試作

テーマ選定

□開発動向&上位方針

第3世代FCシステム

26年度市場投入

量産工程を整備中

工程整備に伴う品質確認の為、評価数増加の見込み

試作量を増やしたい 50枚→100枚!

設計評価Gより

9月から電極シートを増産できる体制を構築

電池試作の流れはテフロンシートに電極を塗工し電極シート化。この電極シートをクリーンルーム内にあるプレス機で電解質膜と熱圧着し燃料電池が完成。私たちはこの電極シートを日あたり50枚試作しております。

【テーマ選定】
次世代燃料電池の来年度市場投入に向け量産工程を整備中。工程整備に伴う品質確認の為、評価数が増加の見込み。これに伴い電極シートの試作数を日当たり50枚から100枚へ増加の要望あり。早急に体制を整える必要があります。

テーマ選定

□テフロンシート準備作業とは

電極シートの副資材

手作業

電池はホコリに弱い

テフロン帯電し易い

後工程のクリーンルーム

毎朝!

移動前30分借用してカット

次工程のクリーンルームを借用しカット

テーマ選定

□テフロンシートカット作業について

現状

1枚@30s
X50枚=25分

増産後

1枚@30s
X100枚=50分

準備工数の90%

後工程：熱圧着 (クリーンルーム)

前工程：電極塗工

100枚を25分でカットが求められる

テフロンシート準備作業とは電極シートを製作に使用する副資材のテフロンシートを準備する作業でロールから手作業で切り出しています。電池はホコリに弱い一方、テフロンシートは帯電し易く時間と共にホコリが付着します。そのため、毎朝試作数に応じて次工程のクリーンルームを借用し準備(カット)しています。

現状、毎朝30分後工程のクリーンルームを借用しカット作業を行っているが、増産後の100枚では50分必要となり、後工程への影響を防ぐためには100枚を25分でカットすることが求められる。

調査の結果、攻め所をカット作業の自動化とし
目標はカット作業時間を8月末までに25分にしました。
活動計画は困難が予想されるステップに時間を多く配分。
「若手中堅主体の活動」と「ベテランの技能伝承」を軸に
各能力の向上をねがいます。

方策の立案

方策の列挙・絞り込み

表8: 対策案検討マトリックス 作成日: 5月1日 作成者: 平嶋 育成UP Δ=1点

攻め所	方策案	法令 順守	期待 効果	採否
カット作業の自動化	送り動作の機構化	◎	◎	採
	カット動作の機構化	◎	◎	採
	2動作の制御	◎	◎	採

中堅をリーダーに！
テーマリーダー “強み”を活かし
積極性向上

テーマリーダー 平嶋さん

3D CAD 得意 リーダー 浅沼さん
車両整備 得意 宮下さん
ベテラン TPS得意 谷川さん
VBA得意 長南さん
DX得意 山梨さん
工作得意 金子さん

送り機構 3D CAD 得意
カット機構 工作得意
制御機構 電子工作 得意

【方策の立案】

カット作業の自動化に向け3つの方策を採用。
若手を3チームに分けそれぞれの強みを活かしたメンバーを配置し
積極性向上を図ります。
ベテランは垣根なく技能伝承を実施、困った時のフォローにまわります。

17

方策の立案

<送り機構>方策のアイデア出し

表9: 送り機構方策のアイデア出し 作成日: 5月5日 作成者: 浅沼 育成UP Δ=1点

対策案	工数	安全	作業性	コスト	点数	評価
ベルト ロンベア	◎	◎	◎	△	8	否
ダブル ロール	◎	◎	◎	◎	9	採

素材: グリッパ材、ゴム、ラバー、シリコン

作成日: 5月5日 作成者: 浅沼 育成UP Δ=1点

ラバーローラーによるダブルロール案を採用

送り機構のアイデア出しを行い、
製造ラインをヒントにダブルロール案を選択。
ローラーによる送り出しは、グリッパ力が小さいと空回りするため
表面の材料を安価でグリッパ力のあるラバーを選定。
芯とラバーシートでラバーローラーを製作しダブルロール案を採用。

18

方策の立案

<送り機構>動力源の検討

これなら シートモーター
特殊形状 接続部 流用は困難
どうにか 使用できない???

<送り機構>動力源の接続

3D CAD 得意 浅沼さん
車両整備 得意 宮下さん
ベテラン TPS得意 谷川さん
VBA得意 長南さん
DX得意 山梨さん
工作得意 金子さん

シートモーター 流用は困難
3D CAD 得意 浅沼さん
車両整備 得意 宮下さん
ベテラン TPS得意 谷川さん
VBA得意 長南さん
DX得意 山梨さん
工作得意 金子さん

ラバーローラーとシートモーターにより送り出しに成功

ロールの動力源には低回転・高トルクなシートモーターを採用。
ただ接続部が特殊形状で流用は困難。
そこでCADが得意な若手が、特殊形状に対応したギア付き
アタッチメントを設計し3Dプリンタで具現化。
動力が繋がりが動力伝達クリア、最適なギア比によりトルクも向上。
ラバーローラーとシートモーターにより送り出しに成功です。

19

方策の立案

<カット機構>方策のアイデア出し

表10: カット機構方策のアイデア出し 作成日: 5月12日 作成者: 浅沼 育成UP Δ=1点

対策案	工数	安全	作業性	コスト	点数	評価
シガーカット	◎	△	◎	◎	6	否
レーザーカット	◎	◎	◎	◎	7	採
クランク機構	◎	◎	◎	◎	6	否

要件の洗い出し
異物 NG 折れ・シワ NG
これが最適! テラロンシート

<カット機構>刃部作動方法のアイデア出し

どうにか 使用できない???

方策の具現化

アクチュエータ カット台 後UP

レーザーカット方式の検証開始

カット方法のアイデア出しと要件の洗い出しを実施。
フィルムなど軟らかい物のカットに広く使われ、
異物の出ないレーザーカット方式を採用。次に刃部の作動方法を検討し、
車屋らしくエンジンのクランク機構を参考に
刃物を動かす事に。アクチュエータと刃で試作品を製作。
若手がCADに初挑戦しカット台を製作。
それらを組み合わせ、レーザーカット方式の検証を開始。

20

方策の立案

<カット機構>レーザーカットの検証

シート 刃
ベテラン 中堅 谷川さん
技能 溶接で製作

<カット機構>シート保持機構の作製と検証

ボルト バネ 鉄板
保持機構の作製
シート保持 成功
カット 失敗

ベテランの指導 谷川さん
テーマリーダー 平嶋さん

カット失敗の原因を調査

検証の結果、シートが内側に逃げて切れない事が判明。
そこでバネでシートを押さえる保持機構をベテラン指導の下、
溶接で製作。シートを先に保持はできるようになりましたが、
またもカットに失敗。原因を探ります。

21

方策の立案

<カット機構>原因をプレインストミグ

力の加わり方は???

谷川さん 浅沼さん 金子さん 平嶋さん

<カット機構>力の加わり方を観察

力が分散 力が集中

刃の進入角度検証

表11: 刃の進入角度の検証 作成日: 5月16日 作成者: 浅沼 育成UP Δ=1点

進入角度	結果
0°	×
1°	×
2°	×
3°	◎

成功

3°以上の角度でカット成功

様々な意見が出る中、
ベテランから“力の加わり方はどうなっている?”とアドバイス。
そこで力の加わり方を観察してみると刃とシートが
水平になっている事から、線で接触し力が分散しているのではと推定。
刃を斜めにし“力を集中させたら切れるのでは”と考え
検証の結果、3°以上の角度を付けることでカット成功。

22

方策の立案

<制御>制御要件の洗い出し

制御要件の洗い出し

連動 自動停止

カット機構 送り機構 異常発生時

自動化

カット精度

寸法精度 ±5mm

カット速度 15秒/枚

テフロンシート

カット精度

<制御>制御デバイスの選定

表11 制御デバイスの選定

期待効果	信頼性	応用性	コスト
Arduino	◎	◎	7
PIC	◎	◎	6
マイコン	◎	◎	6

経験ありません ベテランへ教えてもらおう

育成UP

ベテラン 山梨さん

ベテラン 小谷さん

ベテラン 平嶋さん

技能 Arduino

※Arduino/簡単なプログラムで動く電子工作キット

Arduinoを習得し制御完成を目指します

成功シナリオの追求

シナリオの検討

<制御>制御方式の選定

表14 制御方式の選定

期待効果	信頼性	応用性	コスト	点検	評価
リレー・リミットSW方式	◎	◎	◎	11	◎
リレー・S/W方式	◎	◎	◎	7	◎
リレー・S/W方式	◎	◎	◎	6	◎

1-0判定の不安 信頼性あり!

異常判定にも使えそう!

小谷さん 平嶋さん

<制御>リレー&リミットS/W方式の具現化

自動化

動作タイミング 異常の検知

リミットSW

カット精度

時間・寸法を調整

タイマー回路

リレー&リミットS/W方式の検討へ

制御の要件は自動化のために

”送り機構”と”カット機構”を連動させ異常時は自動停止。
 カット仕様は25分に100枚カットできる速度で±5mmの寸法精度。
 装置の頭脳となる制御デバイスは制御の自由度があり期待効果の高い
 ＊アルディノを選択。(＊簡単なプログラムで動く電子工作キット)
 しかし、アルディノの使用経験が無いため
 ベテラン山梨さんからOJTを実施。アルディノを習得し
 制御完成を目指す。

成功シナリオの追求

シナリオの検討

<シート送り機構>
タイマー回路で制御

カット精度 ±5mm 15秒/枚

シート長さ 回転時間

シート送り機構

カット機構

リミットSW

カット精度の確保と連動を可能に

シート送り機構をタイマー回路で制御し、
 シート長さは回転時間で設定。
 カット機構はリミットSWで連動させ、
 カット精度の確保と連動を可能に。

25

成功シナリオの追求

障害の予測と排除

押し続ける
シートが切れていない

押しさない
アクチュエータ作動不良

OR

カット検出が1回

リミットSW

ON = 1枚

ロール残量の検出

テフロンシート

テフロンロール

ON = 電源供給

正常

リミットSW

自動化

連動 異常検知

異常時の自動停止に成功し全要件をクリア

異常の検出では検出ボルトがリミットスイッチを押す時間で
 カット不良を検出。枚数もカウントでき、任意の枚数で
 装置を停止できます。テフロンシートがなくなった際は、
 シートがロールを持ち上げる構造を利用し、
 リミットスイッチによりロール切れを検出。
 異常時の自動停止に成功し全要件をクリア。

26

成功シナリオの追求

障害の予測と排除

連続運転にトライ!

ベテラン 平嶋さん

状況の確認

シートが溝に引っ掛かり

踏み台

リバース送り制御による引っ掛かり防止に成功

完成に向け連続運転にトライすると一定の確率でこの現象が・・・。
 よく見るとシートのクセが要因で溝に引っかかっています。
 クセはシートの特性によるもので、対策は制御に絞られます。
 そこで、しなやかなシートの特性とモーター制御を組み合わせ
 角度変更による引っかかり防止のアイデアを具現化。
 ”リバース送り制御”が完成、引っ掛かりの防止に成功。

27

成功シナリオの実施

実行計画の作成

実行計画の作成

作成日: 7月13日 作成者: 平嶋

成功シナリオの実施

電子基礎

はんた付け

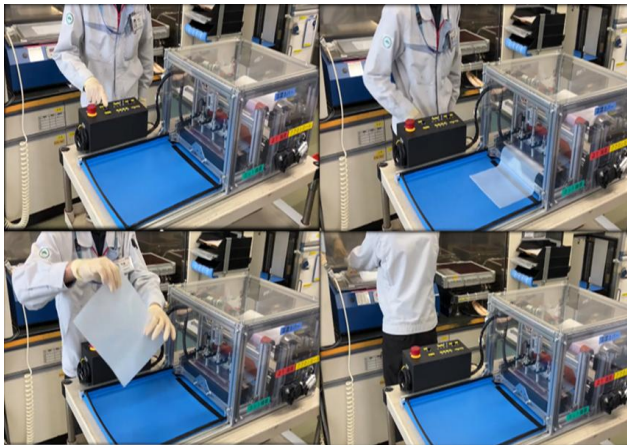
制御BOX

保護カバー

クリティカルパスに注意! アナログ回路・制御ボックス・カバーを製作

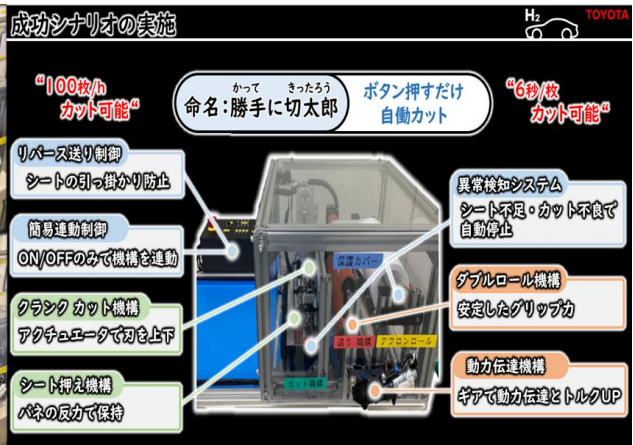
【成功シナリオの実施】
 実行計画をアローダイヤグラムで作成、
 クリティカルパスに注意し実施。
 中堅から新人に技能伝承し
 電子回路・制御ボックス・保護カバーを製作。

28



29

各機構を組み合わせ自動化カット装置が完成。
 運転スイッチを押すだけでシートがカットされます。
 さらに自動カットを活かし、塗工工程にカット作業を組み込み
 ”必要な時”に”必要なだけ”供給できる様になり更なる効率化を実現。

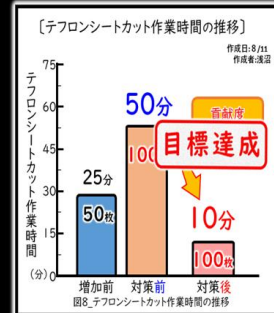


30

命名“勝手に切太郎”。
 スイッチ操作ひとつで1枚あたり6秒でカットします。

効果の確認～有形効果～

■工数効果



何を 25年8月末 25分/日 (増産前同等)

何に テフロンシートカット 作業時間 (50分/日)

いつまでに 25年8月末 25分/日 (増産前同等)

どこまで 25分/日 (増産前同等)

表8: テフロンシート等加工作業工数の比較 作成日: 8/11 作成者: 山根

	入室	準備	カット	片付け	退室	点検補完	(計)
活動前	1分	2分	50分	1分	1分		55分/日
活動後	0分	0分	10分	0分	0分	6分	16分/日

点検3分/日+補充作業3分/日=6分/日追加
 (テフロンシートロールの補充15分/週=3分/日)

9月からの増産に向け対応完了! 新型モデルの26年末市場投入に貢献!

【効果の確認】

10分で100枚カット可能となり、目標達成!
 9月からの増産に向け対応完了。
 新型モデルの26年末市場投入に貢献。

31

効果の確認～付随効果～

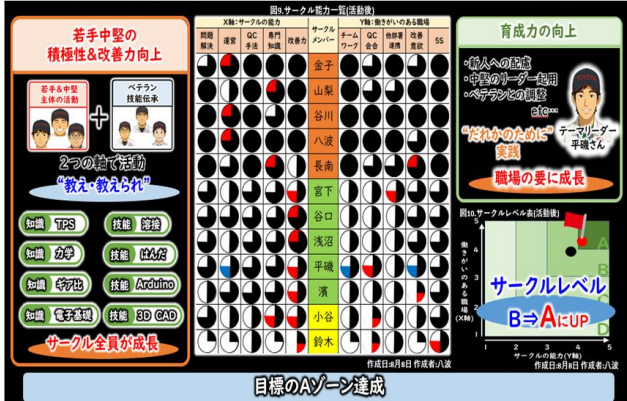


【付随効果】

手順を見直しテフロンシートを使用時に、塗工場でカットすることで時間経過によるホコリの付着を防止し品質向上。
 クリーンルーム借用も不要となり、後工程の増産対応にも貢献。
 毎朝のシート準備がなくなり、新人&若手のやりがいも向上。

32

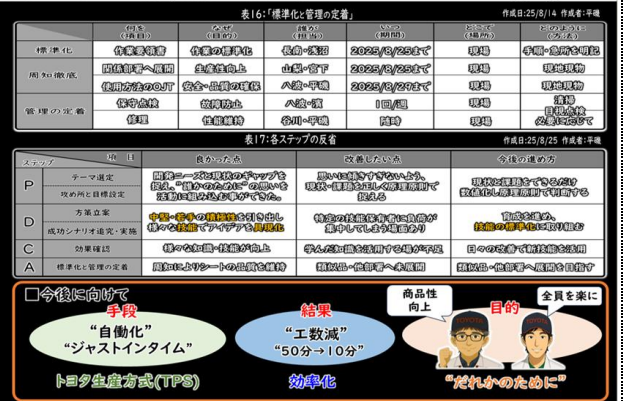
効果の確認～無形効果～



33

【無形効果】
 本活動を通して若手中堅の改善能力とベテランの運営能力
 私の育成功力が向上し、サークルレベルも目標のAゾーンを達成。

標準化と管理の定着/反省と今後の課題



34

【標準化と管理の定着】
 改善後の効果を維持するために
 標準化、周知徹底、管理の定着をベテラン・若手のペアで実施。
 【反省と今後の課題】
 活動で学んだ技能を日々の活動・改善で活用。
 本活動では手段はTPS、結果は効率化、
 目的は“だれかのために”という想いで活動。
 今後もこの想いを忘れずに取り組んで参ります。