

発表No.

テーマ

202

燃料電池膜のカットミス撲滅

会社・事業所名(フリガナ)

トヨタ自動車 東富士研究所

発表者名(フリガナ)

永井 梓笑(ナガイ シエ)



発表のセールスポイント

今回のテーマは、材料評価を得意とするサークルらしく
 検証や調査を多角的に実施し、やりにくくミスの多い
 燃料電池膜カットの作業でのミスを撲滅した内容です。
 初めてのテーマリーダーとなった永井さんの成長と、
 サークル員が変わって業務内容やお互いを知らない
 メンバーが団結していく、サークルの成長も見られる
 事例です。

発表者:永井 梓笑
 補助者:矢田 達也
 サークルリーダー:三浦 翔

東富士研究所
 静岡県 裾野市

環境・未来の為の先行開発を実施

テーマ 燃料電池膜のカットミス撲滅 について
 トヨタ自動車株式会社 東富士研究所 P Pサークル 永井 が発表します。

【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拠点があり、環境・未来の為の
 先行開発を行っています。

“水素社会の実現”
 カーボンニュートラルに貢献

“燃料電池”
 を使った様々なモビリティの開発

水素と燃料電池でカーボンニュートラルに貢献

燃料電池膜

燃料電池は中心にある燃料電池膜が最重要部品

私たちは水素社会の実現でカーボンニュートラルに貢献する為、
 日々開発に取り組んでおり、燃料電池を使ったモビリティの
 開発を行っています。

燃料電池とは、弊社で販売中のMIRAIにも搭載される、従来のエンジンの代わり
 となる発電機です。
 原理は水の電気分解の逆で、水素と酸素を反応させ、電気と水を作り出します。
 Co2を排出しない為、地球にやさしいエネルギーとして注目されており
 この燃料電池は、中心部にある燃料電池膜が最重要部品となっています。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	P P	(ピーピー)	PC
本部登録番号	177-560	サークル結成年月	2021年 10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63歳、最低20歳)	月あたりの会合回数	4回
テーマ暦	本テーマで5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11月 ~ 2024年2月	本テーマの会合回数	12回
発表者の所属	トヨタ自動車株式会社 水素基盤開発部 第2試験課		勤続 3年

業務紹介 4/41

物性・強度評価 (燃料電池膜) | 発電評価 | システム評価 | モビリティ評価

測定一例: 燃料電池膜のガス透過率測定、引張強度測定、電気透過率測定、水の吸いやすさ測定。

物性・強度評価は燃料電池開発の一番最初の重要な工程

燃料電池モビリティ開発の流れは、このようになっています。私たちは物性・強度評価を担当。主に燃料電池膜を使用した、様々な測定をしており、一例としては水素ガスの通り易さを見る測定や引っ張った時の強さを見る測定、などがあり沢山の燃料電池膜のデータを取得する開発の1番最初の重要な工程を担当しています

業務紹介 5/41

燃料電池膜 ※イメージ | 食品用ラップ

価格: ワンコイン以下 (約数万円以上) | 高価

20Mロール | A4サイズ

少量で無駄なく評価

高価な燃料電池膜を無駄なく評価する必要有

私たちが主に扱っている燃料電池膜の見た目は、食品用ラップのようなものです。しかし値段は食品用ラップのワンコイン以下に対して約数万円以上と非常に高価なものとなります。先行開発段階では少しでも安くお客様に燃料電池モビリティを提供するために少量のサンプルを使用して無駄なく評価しています。

業務紹介 6/41

ほぼA4サイズ (200mm×300mm) | 各試験サイズにカット(一例)

50mm×50mm 2枚 | 100mm×100mm 1枚 | 30mm×40mm 6枚 | 5mm×30mm 3枚 | 70mm×70mm 2枚 | 50mm×50mm 4枚

各種試験・評価装置

サンプルは必ずカットして各試験機で使用

サンプル自体は色々な試験・評価装置で物性・強度評価を行う為に、A4サイズ程度の状態から、それぞれの試験サイズに合わせて必ずカットする必要があります

サークル紹介 7/41

PPサークル:10名 | 物性チーム6名 強度チーム4名

若手 | 中堅 | ベテラン

年齢: 24歳 10月18日 内定者: 3名

弱み: チームが合体したばかり | 業務知識とコミュニケーションが不足 | QCストーリー理解度が低い

両チームの弱みを克服し、レベルアップを図る

【サークル紹介】PPサークルは物性チームと今期より強度チームが合体したサークルで総勢10名。サークルの弱みはチームが合体した事で業務知識とコミュニケーションが不足している点です。また、私のQCストーリー理解度が低い点も目立ちます。サークルレベルはBゾーン中間で今回は両チームの弱みを克服しサークルレベルアップを図り活動します

テーマ選定 8/41

【サンプルカット作業のやりづらさ確認】

ガイド付きスケール | デザインカッター

寸法通りに切れない... また失敗しちゃった...

NG | NG | NG

カット作業経験メンバー全員がやりづらさを認識

【テーマ選定】カット作業はガイド付きスケールとデザインカッターを使用しています。カットする方法はいくつかありますが検討を重ねた結果様々なサンプルやカットサイズに対応でき作業性がよいことから採用しています。しかしメンバーからは寸法通りに切れない また失敗してしまったなどの声が。年齢、経験に関係なくメンバー全員が作業にやりづらさを感じていました。

テーマ選定 9/41

【カットミスとは?】

燃料電池膜 | 5cm幅

サイズ不足で評価できない

切り直しでコスト過多

開発費・開発期間増⇒お客様に提供できないおそれ

カット作業は試験サンプルを指定サイズにカットする必要があります。その際指定寸法より1mm以上小さい場合、カットミスとなります。これが発生するとサイズ不足で評価できなかったり、切り直しによる余剰コストが発生してしまいます。そのため、このままでは お客様に安く・早く・高品質な燃料電池モビリティを提供することが出来ません!

テーマ選定 10/41

サークル方針: 原価低減意識と業務理解度向上

上位方針: お客様に 安く・早く 燃料電池モビリティをお届けする

問題・課題	件数	コスト	重要度	緊急度	拡大傾向	評価点
燃料電池膜のカットミス撲滅	38件/月	10万円/月	◎	◎	◎	8点
粘着シール貼り直しのムダ低減	14件/月	6万円/月	◎	○	△	6点
酸素濃度測定サンプルのムダ低減	8件/月	4万円/月	○	△	○	5点
樹脂包埋面出しのムダ低減	3件/月	2万円/月	○	○	△	5点

テーマ「燃料電池膜のカットミス撲滅」に決定

サークル方針: 原価低減意識と業務理解度向上
上位方針: お客様に 安く・早く 高品質な燃料電池モビリティをお届けする
以上を踏まえマトリックス評価を行った結果 テーマ「燃料電池膜のカットミス撲滅」に決定

テーマ選定 11/41

燃料電池膜のカットミス撲滅

目的: 経験のある問題 | 経験

失敗の防止 | 対策 | 原因・対策が見えない | 経験のない問題

課題達成型 | 施策実行型 | 問題解決型

物性強度コミュニケーションレベル

QCストーリー理解度を向上させたい!

女子力磨いてます

チームのコミュニケーションと自身をレベルアップ

ストーリー選択チャートで確認した結果、今回取り組むテーマは問題解決型ストーリーに決定。ステップごとにチーム同士の交流を深め、物性強度コミュニケーションレベル向上を目指します。初テーマリーダーの私は料理やお菓子作りが大好きで日々女子力を磨いています。各ステップでフルーツをゲットして空のグラスから見事QCパフェを完成せ、ストーリー理解度も磨きたいと思います。

現状把握

【サンプル別のカットミス件数】



燃料電池膜のカットミスが多く発生している

【現状把握】物性チームの矢田さんを中心に進行。強度チームのメンバーと情報を共有しながら進めていきます。ここではサンプル別にカットミス件数の層別を実施。結果、燃料電池膜のカットミスが一番多い事が判明。

現状把握

【カットミスの種類で層別】



燃料電池膜の寸法ずれによるカットミスが多く発生している

次にカットミスの種類別で層別を実施。カットミスには寸法ずれ、方向間違い、サイズ勘違いの3つのモードがある事がわかりました。中でも寸法ずれによるカットミスが最も多く発生している事が判明。次のスライドで、現状のカット作業をご覧ください。

現状把握



スケールを膜の上に乗せ左手でスケールを保持します。スケールにカッターの刃を沿わせながらカット。その際、このようにカッターの刃がマーキングから外れカットミスが発生している事がわかります。両チーム混合で進めたことで物性強度コミュニケーションレベルが向上。更に現状把握をクリアしたことでメロンをゲットしました。

目標設定



業務理解度・コミュニケーションレベルも向上させる

【目標設定】カットミス月32件を24年1月末までに月0件にする。根拠は2月からの新評価に向けた評価件数増加に対応する為です。活動計画はこのように立て物性・強度のチームを越えた業務理解度向上、コミュニケーションレベル向上も目指します

要因解析



主要因:スケールにかかる力が大きい

【要因解析】物性チームの万代さんを軸に要因解析。ブレインストーミングで主要因を出し合います!燃料電池膜の寸法ずれによるカットミスが多く発生しているを頭にして要因解析。全員で話し合った結果、主要因を「スケールにかかる力が大きい」としました。

要因解析



要因調査に入る前に、「スケールにかかる力が大きい」を主要因にした根拠を説明します。スケールがない状態でカットするとカッターの軌道が安定せず、真っすぐカットする事ができません。これを踏まえ、スケールを使用してカットすると軌道は安定しますが、スケールにかかる力がスケールを保持する力より大きくなると、カッターの軌道が安定せず寸法通りにカットができていないと考えました。

要因調査



歪ゲージを採用!

【要因調査】スケールにかかる力を測定。しかし小さい刃の先端から伝わる力の測定方法が中々浮かびません。そこで強度チームの長南EXから歪ゲージなら適してるかもとアドバイスが。茶色の部分に当たった時の力をアウトプットする事ができ、サイズも最適な為、早速使用して調査開始!

要因調査



スケールには0.9kgfの力がかかっている

歪ゲージの使い方がわからない私に強度チームの小田さんからチームワーク向上も兼ねて全員でやろうと一言。普段から業務で使い慣れている強度チームの小田さんと神河さんから使い方を全員にOJT。カッターとスケールが接触する箇所に歪センサーを設置して早速調査開始。1人10回実施したところ、スケールにかかる力の平均が0.82kgf 0.9kgfである事を確認。

要因調査

【調査内容:スケールにかかる力】

スケールにかかる力

0.8~0.9kgf

スケールにかかる力

スケールにかかる力は0.8~0.9kgf!

これでスケールにかかる力が0.8~0.9kgfという事がわかりました。要因調査ひとつ目を奮ゲージを使い全員で学びながら調査したことでモモをゲットしました!

要因調査

【調査内容:スケールを保持する力】

体重計なら簡単!

スケールを保持する力

スケールを保持する力

森田EX

スケールを保持する力は0.4~0.5kgf!

次はスケールを保持する力を測定。物性チームの森田さんから重さをはかるなら体重計が一番手ごろだよとアドバイス。更にもっと上でカット作業をすれば再現性の高い保持する力もわかると考えました。

要因調査

【調査内容:スケールを保持する力】

どうせやるなら強度のみんなも!

作成日:2024年 10月23日 作成者:永井

作業者	最小重量(kgf)
森田	0.50
山本	0.47
長南	0.45
神河	0.41
永井	0.42
三浦	0.40
小田	0.40

表4:最小保持力

スケールを保持する力は最小で0.4~0.5kgf

こちらチーム全員でレベルアップ。物性Tの森田さんからカットの要領を強度TへOJTしながら調査。1人10回実施したところ、一番小さい時の保持力の平均が0.4kgf~0.5kgfである事を確認。

要因調査

【調査内容:スケールを保持する力】

スケールを保持する力は0.4~0.5kgf!

スケールを保持する力

スケールを保持する力は0.4~0.5kgf!

これでスケールを保持する力が0.4~0.5kgfという事がわかりました!身近なものを利用し全員で調査を行い、バナナをゲットしました!

要因調査

0.4~0.5kgf

0.9kgf

スケールを保持する力

スケールにかかる力

どこで発生してる?

どのタイミングで発生しているか不明

スケールにかかる力とスケールを保持する力、それぞれの力を把握しましたが、こういった力関係ですれが発生しているのかわかっていません。何かいい調査方法がないか考えていると...

要因調査

【調査内容:スケールが動き始める力】

スケールを保持する力

スケールにかかる力

おもりで簡単!

重り

重さ調整もラク

フォースゲージ

力が動く瞬間がわかる!

保持する力はおもり、かかる力はフォースゲージを使用

強度Tの山本TLから、保持する力は重りで模擬すると調整もし易くて簡単だよとの声。更に物性Tの瀬戸さんからは、動き始めの力ならフォースゲージがオススメ!と提案があり、保持する力は重りで、かかる力はフォースゲージで模擬してデータ取りをしていきます。

要因調査

【調査内容:スケールが動き始める力】

真因:スケールにかかる力が大きい

取得したデータをグラフにするとこのようになります。青の部分がスケールが動かない範囲、赤の部分が動く範囲です。このグラフに調査した、かかる力と保持する力を加えるとスケールが動く範囲にいることがわかります。これでスケールにかかる力が保持する力よりも大きいことが判明。真因を「スケールにかかる力が大きい」としました。

対策立案

5cm幅

理想

刃は添えるだけ

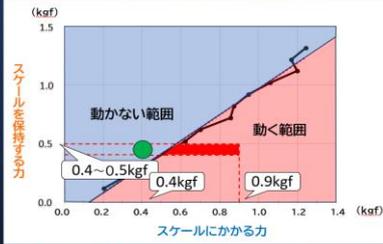
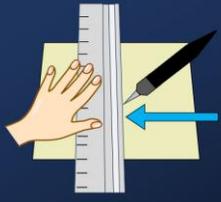
スケールにかかる力を下げたい

【対策立案】
カットはスケールに力をかけなければ、すれが起きず、軌道が安定して寸法通りにカットできます。よって対策の方向性はスケールにかかる力を下げるとします

対策立案

【対策の方向性:スケールにかかる力を0.4kgf以下にする】

27/41



0.4kgf以下で対策を検討

具体的な対策の方向性は「スケールにかかる力を0.4kgf以下にする」としました。スケールを保持する力を上げるのは難しい為、スケールにかかる力を下げていきます。0.4kgf以下の根拠は現状のスケールが動く範囲から動かない範囲を目指すには境界線を突破した0.4kgf以下が望ましい為です。

対策立案

【対策の方向性:スケールにかかる力を0.4kgf以下にする】

作成日:2024年10月24日 作成者:永井 (点数)◎3点・○2点・△1点

1次方策	2次方策	3次方策	具体案	効果	安全性	品質	原価	作業性	評価
スケールにかかる力を下げる	カッターの力を下げる	軌道を安定	スケールの溝に沿わせてカット	◎	◎	◎	◎	◎	15点
			4輪で分散	◎	◎	△	◎	◎	12点
			2輪で分散	○	◎	△	◎	◎	12点
スケールに力をかけない	スケールとカッターを合体させる		脱着式	△	◎	△	◎	◎	11点

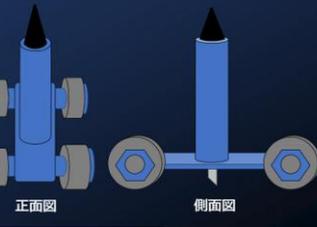
図4:システムマトリクス図

4輪で分散する案を採用

対策の方向性のスケールにかかる力を下げるから全員で案出し。方策、具体案を挙げてマトリクス評価した結果4輪で力を分散する案を採用。システムマトリクス図を用いた対策立案をおこない、キウイをゲット！

対策実施

28/40



万代さんの案に決定！

【対策実施】

既存のスケールをそのまま使用できる対策案イメージ案を募集！メンバーの案の中で、一番良かった万代さんの設計を採用し、メンバーで最適な材料と機構を検討、具現化していきます！

対策実施

30/41



メンバーから使いにくさと改良が浮上

刃の出し入れ機構はカッターをボルトで固定する案を採用しました。すると使うタイミングで毎回ボルトを操作するのは時間がかり作業性が悪いとの声が多数…。そこで神河さんから、ボールペンみたいにワンタッチで出来るという良いねとのアイデアが！

対策実施

31/41

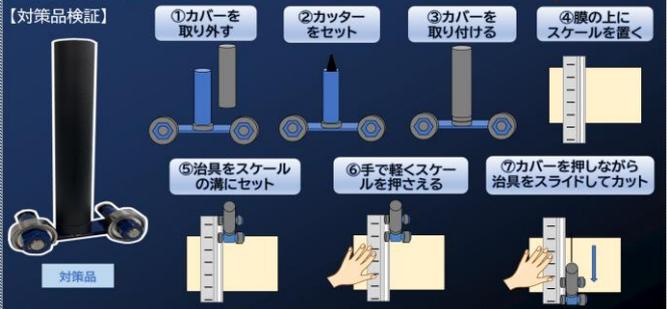


ボールペンをヒントに刃の出し入れ機構改良

メンバーですぐに集まり、ボールペンを見ながら 治具内部機構の検討会を開催。治具内部にスプリングを入れて、使用する際にカバーを押し込むことで刃が出る機構を考案。作業性が良くなり、問題点をアピールポイントに改良できました。

対策実施

31/40



早速改良した対策品を使用して効果を検証。こちらが完成した対策品です。使い方の説明をします。まず治具のカバーを取り外し、デザインカッターを胴体部分にセット。外したカバーを取り付けます。次に燃料電池膜を用意しその上にスケールを置いて、治具をスケールの溝に合わせてセット。手でスケールを押さえて、カバーを押しながらカットします！

対策実施

【対策品検証】

33/41



膜浮きが発生

しかしここで問題が発生。実際の映像をご覧ください。このように膜浮きが発生している事がわかります。

対策実施

【対策品検証後】

34/41



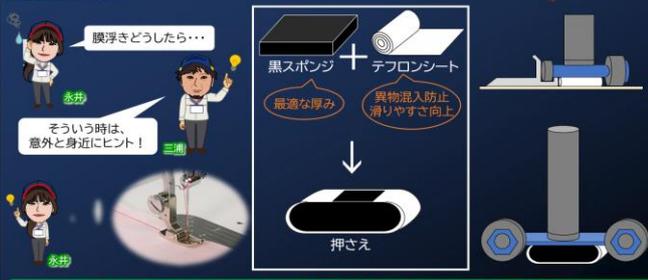
スケールとデザインカッターは密接

スケールとデザインカッターに距離

膜浮きが発生！でもこれ以上距離は近づけられない

メンバー全員で色々な角度から映像を取りながら確認すると、対策前はスケールとカッターが密接していましたが、対策品ではカッターとスケールに距離があります。これにより膜が浮いてしまい上手くカットできていないことが判明。構造的にカッターの刃とスケールはこれ以上近づけられない。。。

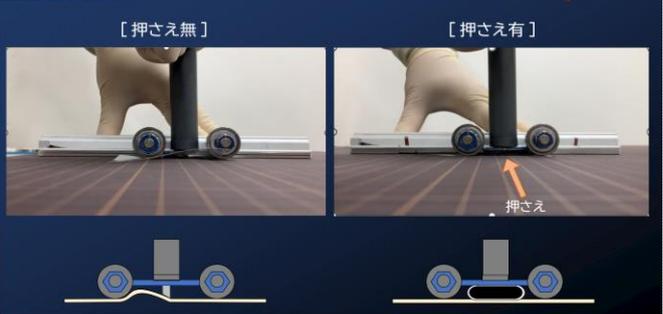
対策実施 35/41



膜浮きを解消して「4輪カット道具」の完成

この問題に対してサークルリーダーの三浦さんから、そういう時こそ意外とヒントが身近にあるんだよ！との言葉。もう一度よく考えてみると裁縫をしたときにミシンの押しえを忘れていた時の布の浮き方に似ていたことを思い出しました！メンバーで押しえ材料を選定。膜と対策品の隙間に最適な黒スポンジを採用接触面には、膜への異物混入を防止し、滑りやすさを向上する為にテフロンシートを採用。

対策実施 36/41



押しえ無しと有りを比較した実際の映像をご覧ください。押しえにより膜の保持力もUP！膜浮きを解消し、狙った箇所をカットできるようになりました

対策実施 37/41



スケールにかかる力を低減して、対策完了

カッターからスケールにかかる力が小さくなりました。歪みセンサーを用いて測定したところ、目標値であった0.4kgf以下の0.2kgfを確認。スケールへの力を低減して燃料電池膜のカットミス撲滅！ここで常に協力しながら活動を行った、物性強度コミュニケーションレベルがMAXに到達！更に背反点や使いやすさも考慮した対策が完了した事でアイスクリームをゲット！

効果の確認 38/41



お客様へ早く・安く・高品質なモビリティをお届け

【効果の確認】
有形効果はカットミス件数を月32件から0件に低減し目標達成。コスト・工数もそれぞれ低減し、私達の使命であるお客様の元へ早く・安く・高品質な 燃料電池モビリティをお届けすることに、非力ながら貢献出来ました。

効果の確認 39/41



永井もサークルも、この活動で大きく成長！

無形効果はコミュニケーションを重点においた活動でサークルのチームワークがレベルアップ。サークルレベルもBゾーン中間からAゾーン手前まで上昇。物性強度コミュニケーションレベルもMAXになりました！そして効果の確認を終えてイチゴをゲット！パフェが完成し、私のQCストーリー理解度、リーダーシップが向上！活動を通じてサークルも私も大きく成長しました！

標準化と管理の定着 40/41

表6:標準化と管理の定着 作成日:2024年 10月28日 作成者:永井

	What-何を(項目)	Why-なぜ(目的)	Who-誰が(担当)	When-いつ(期間)	Where-どこで(場所)	How-どのように(方法)
標準化	作業要領書	作業標準化	永井	2024年 2月20日	現場	作成
周知徹底	OJT	安全管理	三浦TL	2024年 2月29日	現場	現場で説明
管理の定着	治具の点検	破損防止	作業者	使用前	現場	目視点検

【標準化と管理の定着】
表のように5W1Hで計画的に進めていきます。

反省と今後の課題 41/41

	ステップ	良かった点	反省点	今後の進め方
P	テーマ選定 現状把握 目標設定	チーム間のコミュニケーションが 取れ、業務の理解・知識の向上に 繋げることができた	メンバーの認識にズレが 生じてしまった	会合毎に振り返りをする
D	要因解析 対策立案 対策実施	改良を重ねる誰もが 使いやすい治具を作製できた	対策立案と対策実施に 時間がかかり、遅れてしまった	計画性のある活動を行う
C	効果の確認	目標を達成し、 サークルレベルもアップした	少人数で対策品作製を 進めてしまい、負担が偏っていた	役割を明確にして 全員で取り組むようにする
A	標準化と管理の定着	要領書作成・運用方法の検討を スムーズに実施できた	治具を使用する 物性チームのみでOJTを行った	強度チームにもOJTをする

今後も改善のサイクルを回してレベルアップ！

【反省と今後の課題】
活動を各ステップ毎に振り返りました。良かった点は、チーム間のコミュニケーションが取れ、業務の理解・知識の向上に繋げることができたことです。今後も改善のサイクルを回して、サークル丸でレベルアップしていきます！



Thank you for listening

以上で発表を終わります。ご清聴ありがとうございました。