

No.

テーマ

102 家の電気は車から 大電力化に向けた評価コイル作製方法の確立

会社・事業所名 (フリガナ)

トヨタ自動車株式会社

トヨタ自動車株式会社

東富士研究所

東富士研究所

発表者名 (フリガナ)

白井

秀俊



発表のセールスポイント

先行開発職場は、部品を自作し製品化に向け評価を行います。
今回、従来方法を先取りに改善、開発をスムーズに進められた事例です

テーマ TOYOTA 1/42

家の電気は車から

大電力化に向けた評価コイル作製方法の確立

トヨタ自動車株式会社 東富士研究所 登録No 『177-601』

e→モビサークル

発表者 白井 補助者 脇谷

テーマ「家の電気は車から大電力化に向けた評価コイル作製方法の確立」
トヨタ自動車 東富士研究所
イーモビサークル白井が発表します。

1

会社紹介 TOYOTA 2/42

TOYOTA

本社 愛知県豊田市

東富士研究所 静岡県裾野市

未来のモビリティ

スペースモビリティ パーソナルモビリティ

先進技術

水素活用 自動運転技術

東富士研究所は先進技術の研究・開発を行う拠点

会社紹介
本社は愛知県豊田市、東富士研究所は静岡県裾野市に位置し
未来モビリティや先進技術の研究・開発を行う拠点です。

2

職場紹介① TOYOTA 3/42

私たちの職場 電気分野の先行開発を担当

送電回路

モータ

半導体

インバータ

充電器

電気にかかわる部品の将来技術を研究している

私たちの職場では、電気分野の先行開発を担当
電気にかかわる様々な部品の将来技術を研究しています。

3

職場紹介② TOYOTA 4/42

【先行開発のイメージ】

私たちの業務 先行開発 設計 試作 製品化

【小さな技術の種を見つけるために必要な能力】

鋭い観察眼 (違いを見抜く力)

創造力 (観察結果から解決策を生み出す力)

高い「改善能力」が必要

先行開発 = 技術の“小さな種”探し

観察・分析の繰り返し
⇒ 小さな技術の種を見つける

上位方針
チームメンバーの改善能力向上

「改善能力の向上」が上位方針

先行開発は未来の製品となる小さな種を見つける仕事です
その小さな種を見つけるためには違いを見抜く「鋭い観察眼」から
新しい解決策を生み出す「創造力」を合わせた高い改善能力が求められ
改善能力の向上が上位方針です。

4

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	e→モビ	(イーモビ)	プロジェクト
本部登録番号			2019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	33.9歳(最高55歳、最低20歳)		4回
テーマ暦	本テーマで9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	2023年2月 ~ 2023年9月		本テーマの会合回数 23回
発表者の所属	パワートレイン先行製品開発部		勤続 10年

サークル紹介①

【メンバー構成】

若手 中堅 ベテラン

小田 小林 白井 岡田 大川 飯坂 中野 廣瀬 瀬谷 穴本

【サークル能力】

改善能力 改善意欲

活動の狙い

「改善能力と意欲」向上

改善能力 UP 改善意欲 UP

経験豊富な中堅・ベテラン

フレッシュな中堅

【サークル紹介】
メンバー構成は中堅を中心に、若手・ベテランが在籍。サークルレベルはBゾーン。若手の改善能力は発展途上。今回の活動では、ベテラン、中堅が若手をサポートし、**若手の改善能力と意欲の向上を狙います。**

業務紹介②

【新しい技術発見のために】

評価ボード

小型・低コストで
素早く検討が可能

研究用ミニ基板

使われ方を再現

温度 電力 ノイズ環境
温度 電源 動作サイクル

部品の製作・交換 評価 単体評価

単体評価を繰り返し
新しい技術を開発している

評価ボード用の部品製作・交換や単体評価を繰り返し研究をしている

先行開発の研究では素早く**検討が可能**な評価ボードを使用。温度や使用電力など様々な使われ方を再現し、評価ボード用の**部品製作・交換**や**単体評価**を繰り返し研究をしています。

STEPI⑧テーマ選定

【8kW評価の課題洗い出し】

気になる事	わかっている事	わかっていない事	問題/課題(仮テーマ)
コンデンサの交換頻度	5個/週 → 20個/週	長期的な作業の増加傾向	作業増加対応方法の実現
作業場所・設備の制限	作業場所・設備が限られる	どれくらい拡大するか	設備導入予算の確保
コイルに大きな電流が流れる	8kW用コイルが必要	8kW用コイルを作れるのか	8kW用コイルを作る方法の確立
基板の耐熱温度	基板の部品交換作業の増加	基板の熱耐久 長期的な作業の増加傾向	基板温度管理方法の確立

「8kW用コイルを作る方法の確立」に意見が集中

関係者と8kW対応における、課題を洗い出した結果、「**8kW用のコイルを作る方法の確立**」にメンバーの意見が集中。



作り方は「**より線をつくる工程**」「**ポピンに巻く工程**」に分かれおり詳細を動画で説明します。
まずは、電線からより線を作製する工程です。
1. コイル16周分の長さ、約2メートルの電線6本をロールから切り出します。
2. 6本の電線の端をまとめ、まとめた所に端子を取り付けます。
3. 電線の片側をバイスに取り付け、指で燃っていきます。
この時、**絡まりに注意しながら、少しずつ丁寧に**していきます。
4. 最後までよったら終端に端子を取付けます。

業務紹介①

私たちの業務 車の電気を家に送る **送電回路**の先行開発を担当

【送電のイメージ】

車の電気で動く家電の一例

送電のメリット

非常時電源 電力自給自足 再生エネルギーの活用

1度により多くの家電を動かすため
新しい技術の種を探す

大電力化技術の研究を日々行っている

【業務紹介】
私たちは家に電気を送る**送電回路の開発**を担当。送電は災害時の非常電源や電力の自給自足のメリットがある注目の技術です。お客さまがたくさんの家電を使えるよう、より多くの電気を送る**大電力化技術の研究**を日々行っています。

STEPI⑧テーマ選定

【今後の研究・開発計画を確認】

大電力化への課題

送電効率の向上
耐電圧の向上

【単体評価電力計画の推移】

単体評価を繰り返し
先行検討

9月から
大電力化の研究を始めます

まずは評価ボードで大電力を模擬

評価ボードの評価電力が8kWへと増加予定

【テーマ選定】
今後の研究計画を確認**9月からの大電力化の研究**に合わせ評価ボードの評価電力が**8kWへと増加予定**。

STEPI⑧テーマ選定

【コイルとは】電気を送るための部品

コイルの構造

構成部品

より線 2メートル ポピン コア

より線とは...複数の細い導線を巻き合わせて1本の電線にしたもの

より線を16回巻きつける ポピンをコアに入れる 完成!

×16回

ポピンの役割をとする重要部品

コイルとは、電気を送るための部品で、**評価ボードに取り付けられます**。樹脂製のポピンに複数の電線をより合わせ作ったより線を16回巻きつけてコアに入る構造で評価に合わせ**自働場で**作っています。



次はより線をポピンに巻く工程です。
1. 左手にポピン、右手により線を持ちながら巻いていきます。
注意点は、**より線がほどけないよう振りながら**且つ、**少し引っ張りながらポピンに巻いていきます**。
2. 16周巻き終わったら、より線がはみ出さないように**コアにポピンを取り付けて**いきます。

STEP1:テーマ選定

手順①:問題・課題の洗い出し コイルの電力について

コイルの電力 = より線の電線の本数で決まる

従来 6kWコイル

6本束のより線

より線を巻いたボビンがコアに入る

今後 8kWコイル

8本束のより線

より線がはみ出しコアに入らない

コアのサイズを大きくすれば?

サイズUP

評価ボードの再設計

コストが大きい

時間がかかりすぎる

再設計工数・コストの観点からサイズ変更不可

コイルの電力はより線の電線の本数でできます。従来のより線は6本でしたが8kW評価では、8本に増やす必要がありより線はみだしコアにはいりません。コアのサイズ変更を検討するも評価ボードの再設計を伴うため納期・コストの観点から不可。現状のボビンサイズで対応する必要があります。

13

STEP1:テーマ選定

手順②:問題・課題絞り込み

開発直結

能力拡大傾向

現状のやり方は今後も対応できない

送電回路の開発に影響

作業改善

握力が必要

指先が痛い

皆が働きやすく

問題・課題	評価項目					評価点	順位
	必要性	実現性	実用性	基本性能	改善効果		
8kW用コイルの作製方法確立	◎	◎	◎	◎	◎	30点	1位
コンデンサ取り換え作業の効率化	△	△	○	○	◎	20点	2位
プローブ取付作業の効率化	△	△	○	◎	◎	18点	3位

「8kW用コイルの作製方法確立」に立ち向かう

【問題・課題の絞り込み】
このままでは8kWの評価できません。送電回路の開発に支障をきたす。また燃線づくり作業は作業者負担も多い。というメンバーの声もあり全員一致で、この課題に立ち向かう事にしました。

14

STEP1:テーマ選定

手順③:手順の選択

将来的な増加に対応

課題にチャレンジ

将来的な評価に向け、課題先取

新しい作り方に挑戦!!

不具合が発生しているか?

YES → 要因解析が出来るか? → YES → 問題解決型

NO → 新規業務か? → YES → 課題先取か? → YES → 課題連成型QCストーリー

NO → 魅力的品質か? → YES → 現状打破か? → YES → 再検討

【手順の選択】
将来的な試験電力増加に対応する為「課題の先取り」を選択。新しい作り方の確立へサークル全員で立ち向かいます。

15

STEP1:テーマ選定

手順④:テーマ選定理由の明確化<上位方針・期待効果>

上位方針

改善能力向上

サークルの目標

改善能力と意欲向上

改善意欲

作業者負担の軽減

より線作り作業負担軽減

全員で確認!!

テーマに『取り組む必要性』を全員で確認

【選定理由の明確化】
新しい作り方への挑戦は改善能力の向上と若手の改善意欲の向上も期待できる。取り組む必要性を全員で確認。

16

STEP2:攻め所と目標設定

手順②:攻め所の明確化<テーマの特性・調査項目決め>

特性	現状	ありたい姿	ギャップ
より線の電線の本数	6本	8本	2本

前提条件: コイルサイズ変更しない (φ12mm)

8kWに対応するため

区分	項目	いつまで
物	より線の太さ	4月25日
物	より線の並び	4月25日

若手を中心に調査開始

【攻め所の明確化】
テーマの特性は「より線の電線の本数」。ありたい姿は8kWに対応する8本。前提条件はコイルのサイズを変更しない。調査対象は燃線の状態。調査項目を「燃線の太さ」「燃線の並び」に決定し、若手2人を中心に調査開始。

17

STEP2:攻め所と目標設定

手順③:攻め所の明確化<調査項目のありたい姿>

ボビンの断面調査

断面形状正方形 8.5mm×8.5mm

効率のよい配置

4列4段

より線断面

4段4列で並べると収まる

調査項目のありたい姿

より線の太さ 2.1mm以下

より線の並び 4列4段で並べる

まずは「8本束の燃線16周」の収め方を確認。ボビンの断面形状を調査し、効率のよい配置と太さを机上検討。各調査項目のあるべき姿が燃線の太さ2.1mm以下燃線の並び4列4段であることを特定。

18

STEP2:攻め所と目標設定

手順④:攻め所の明確化

調査項目:より線の太さ

現状: 2.2mm, 2.4mm

特徴: 2.2~2.4mmで揃い、全体的に凹凸がある

調査項目:より線の並び

現状: 並びが揃っていない

特徴: より線の並びが揃っていない、より線がはみ出している

攻め候補① 『より線径2.1mm以下』

攻め候補② 『4列4段に並べる』

それらを踏まえ現状のコイルを調査。より線の太さは2.2mm~2.4mmと太くいびつであることから攻め所を燃線径2.1mm以下に燃線の並びは不揃いで無駄なスペースが多いことから攻め所を4列4段に並べるとしました。

19

STEP2:攻め所と目標設定

手順⑤:攻め所の明確化<調査結果まとめ>

調査項目	現状	ありたい姿	ギャップ	攻め候補	期待効果	採否
物 (より線太さ)	2.2mm~2.4mm	2.1mm以下	最大0.3mm	2.1mm以下、よる方法の考案	◎	採
物 (より線並び)	不揃い	4列4段に整列	整列できない	4列4段に整列して巻く方法の考案	◎	採

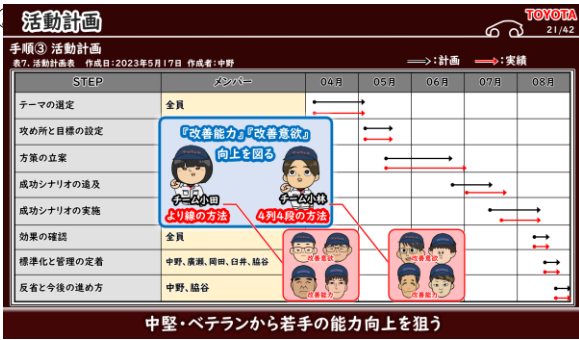
手順⑥:目標設定

何をいつまでにどうする

より線の電線の本数 23年8月末 8本

まとめるとより線太さは「2.1mm以下でよる」並びは「4列4段に整列して巻く」それぞれの方法の考案するとして目標は、より線の電線本数を8月末までに8本にするとしました。

20



【活動計画】
 若手2人を中心にチーム分け。
 チーム内の中堅から改善意欲を、ベテランから改善能力を伝え
若手の能力向上を狙います。



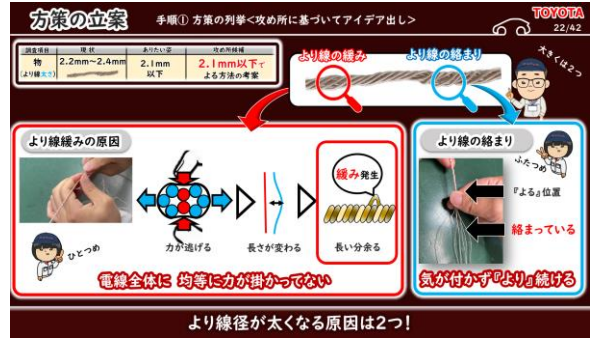
そこで、方策の方向性を「**電線を同じ力で引っ張る**」
 「**電線を分けて保持する**」として検討・・・
 そこでベテランから撚り方のアドバイス!
 配線やワイヤーロープなど様々なより方を調査し
密度の高いより線ができる同心より方式で検討することに。



攻め所の2つ目。4列4段に整理して巻く方法について方策立案。
 樹脂のポビンは壊れやすく、力加減が難しい。巻く力が弱すぎると配線が
 浮き隙間ができることから**隙間無く巻ける方法**を検討。
 釣り好きの中堅が釣りのリールは長い釣り糸も隙間なく巻けることに
 目を付けリールの構造が応用できないかと提案。
 評価の結果、**リールの構造を使って対策**することに決定。



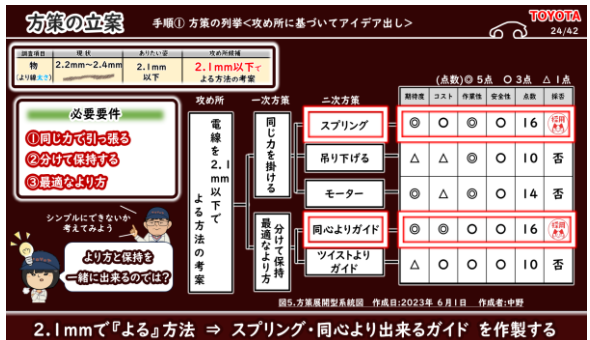
骨格は、軽量で加工しやすい、アルミフォームを使用。
 細かな部品に関しては、設計はCAD、製作は3Dプリンターを使い
 経験者から、**若手へ技能伝承**。
 若手のレベルアップ、素早い具現化を進め
 『より線』作製治具の試作品が完成です。



【方策立案】
 方策のため、より線を観察2つの特徴を発見。1つ目は、「**より線の緩み**」
 より線は2本の指で、力を掛けながらよります。しかし、電線に均等に力が
 加わらないため、**力が外側に逃げ**、配線の長さ変化。その状態によっていくと、
緩みが発生しより線径に影響します。2つ目は、「**より線の絡まり**」。よる前に
 電線が、すでに絡まっており**そのまま撚ってしまう事**が原因です。

21

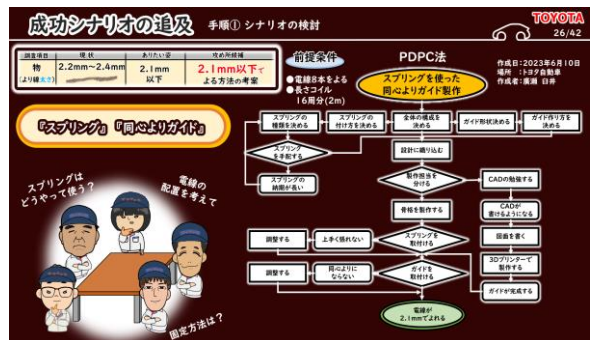
22



攻め所に対して、必要要件を整理。
 機能をまとめて、シンプルにしよう改善の着想の中堅がアドバイス。
 若手から、より方、保持を一緒に出来るとのアイデアが生まれ
 スプリングを使って同心よりに保持できるガイドを作製する方法に決定。

23

24



25

26



さっそく試作機で動作検証。配線をやっていくと距離が詰まり、
 ガイドを移動。これの繰り返し。そこで、2つの課題を発見。
 1つ目の課題は、**より線径が不揃い**。困った若手が、『現地現物』と
 アドバイスを受け調査すると、ガイドの位置によって、
より角度が変化していることを発見。角度と線径の関係が問題と仮説を
 立て検証すると、より角度で線径が変化。課題①の対策は、**より角度を**
『60°』でより線をつくる必要があると分りました。

27

28

成功シナリオの追及 手順③障害の予測と排除

TOYOTA 29/42

課題項目	現状	ありたい姿	改善の程度
物	2.2mm~2.4mm	2.1mm	2.1mm以下へ よる方法の考案
より線	不揃い	揃い	4列4段で整列 して巻く方法の考案

課題② ガイド移動方法

前提条件
より角度『60°』維持

電線の張力を利用する

電線が内側に引っ張られる力 **張力**

電線とガイドが滑らない力 **摩擦力**

張力 > 摩擦力

理想的なガイド条件
適切な摩擦力
60°維持

より角度『60°』維持しながら動くガイドを作製する

課題の2つ目。ガイドの移動方法。燃るたびにこしずつ手で動かす手間があり、もっとやりやすくできないか？と若手からの提案がそこで、ガイドの移動方法を検討。電線の張力を使って自動で動かすことに決定。現状のガイドは電線との摩擦により動かない。張力が、摩擦力より大きければ、ガイドが動くはず。以上のことから、より角度60度を維持しながら、動くガイドを作製する。

成功シナリオの追及 手順③障害の予測と排除

TOYOTA 30/42

材料は『レジン』がベスト

ガイドの構造検討

形状は？

設計のプロ

形状検討では

ガイド-電線 接触部角度 60°

角度 R1 R2 R3 R4 R5

ガイド角度『R4』で決定

光造形で作製

ガイド 動作検証

より角度『60°』維持 + 自動で動くガイドが完成

しかし、自動で動くガイドについて検討するも、アイデアが出ない。サークル内で行き詰まり、設計のプロフェッショナルに相談。摩擦を考慮し軽い材料のレジンを採用。形状は、電線との接触部の角度が重要とアドバイスをもらい再度検討。R形状4mmで自動で動くガイドが完成。2つの課題クリアです。

29

30

成功シナリオの追及 手順④シナリオの検討

TOYOTA 31/42

ハンドル・ギア

レベルワインダーとスプールの同期

スプールのボビンにより線を巻く

ボビンが着脱出来る
レベルワインダーが噛まなくて動作で4周する

レベルワインダー
往復で動く
スプールの4周で端まで動く

スプールのボビンにより線を巻く

ボビンが着脱出来る
レベルワインダーが噛まなくて動作で4周する

コイル製作治具の図面が完成

次に、整理して巻く方法について。まずはリールの構造を全員で理解。構成は、レベルワインダーで電線の位置を誘導し、スプールに付けたボビンにより線を巻き付ける。その2つをギアでつなぎ、ハンドルで回します。それぞれの部品に対しポイントを洗い出し、具体的にしていく。作製は若手メイン。部品毎、担当者を決めフォローしていきます。

成功シナリオの追及 手順④期待効果の予測

TOYOTA 32/42

ハンドル・ギア

スレ防止の形状

完成イメージ

レベルワインダー

スレ防止の形状

スプールのボビンにより線を巻く

ボビンが着脱出来る
レベルワインダーが噛まなくて動作で4周する

コイル製作治具の図面が完成

こちらでも若手へ技能伝承。複雑な構造の、部品作製にチャレンジ。CAD・3Dプリンターを使い、素早く具現化します。それぞれ苦労しながらも、工夫点を重ね コイル作製治具が完成。

31

32

成功シナリオの追及 手順⑤障害の予測と排除

TOYOTA 33/42

安全

何よりも優先!

回転部の露出

ボビンの固定

クリップの力で電線

CADデータ修正

ボビンの固定

クリップの力で電線

CADデータ修正

ボビンの固定

クリップの力で電線

CADデータ修正

更に障害をチームで予想。サークルリーダーから、安全最優先の助言もあり、1つ目は、回転部による挟まれる危険。対策は、安全カバーを取り付けるとし、材料を決定。2つ目は、ボビンの固定方法。ボビンが壊れやすいことから、外側から挟み込むガイドを追加 CADデータも修正し、作製に移ります。

成功シナリオの実施 手順①実行計画の作成

TOYOTA 34/42

より線作製治具

コイル作製治具

クリティカルパスに注意し、計画的に実行

アローダイアグラムで作製スケジュールを立て、それぞれの治具完成に向け最短16日で、計画的に実行していきます。

33

34

成功シナリオの実施 手順②成功シナリオの実施

TOYOTA 35/42

より線作製装置

アイボルト

安全カバー

ハンドル

ガイド

スプールのボビンにより線を巻く

レベルワインダー

テンショナー

コイル作製装置

そして 2.1mmのより線を作る、より線作製装置の完成品。ポイントはガイドとスプリングです。

成功シナリオの実施 手順②成功シナリオの実施

TOYOTA 36/42

コイル作製装置

ギア

スプールのボビンにより線を巻く

レベルワインダー

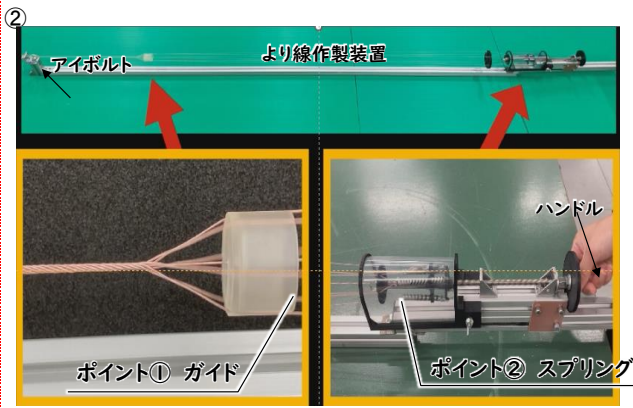
テンショナー

コイル作製装置

次に、コイル作製装置の完成品。こちらのポイントは、スプールとレベルワインダー。それでは、2つの対策品について、動画で説明します。

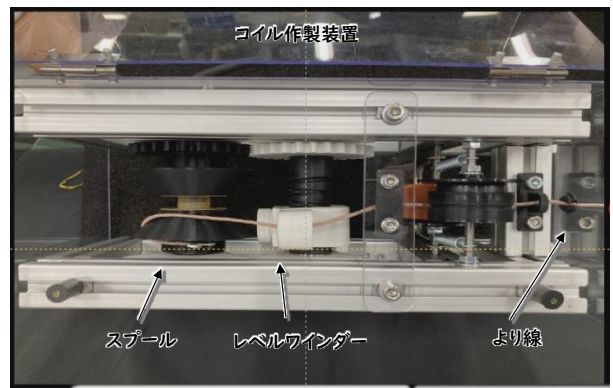
35

36



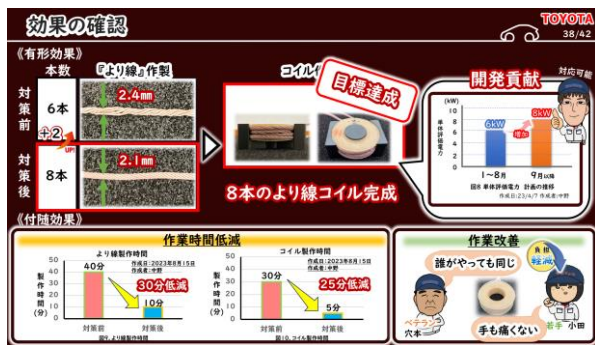
まずは、より線を作製する工程を説明します。
電線を装置にセットします。ここでのポイントは2つ。
より角度を維持するガイドと、スプリングになります。
取付は、末端にあるアイボルトとスプリングに交互に取り付けていきます。
次にガイドを取付。ガイドには溝があり、溝に合わせ電線を取付ます。
セットが出来たら、ハンドルを回すと **より線が出来ていきます。**
最後に、より線を取り外し両端に端子を取付、より線の完成です。

37



次は、ポビンに巻く工程です。
ポビンはスプールにこのように取り付けます。
この装置のポイントは、スプールとレベルワインダー。
ハンドルを回すと、レベルワインダーが往復します。
より線をこちらのように取り付け、実際に巻いてみます。
位置をずらしながら巻き付けられていき、綺麗に4列が出来上がります。最後は、改善前同様 コアにポビンを取付け、8本でのコイルが完成です。

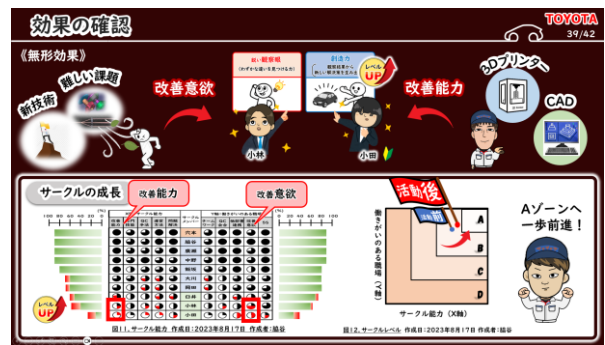
38



【効果の確認】

8本のより線によるコイルが完成し目標達成。
9月からの評価にも、間に合わせることで開発貢献出来ました。
不随効果、短時間で作業可能となり、工数低減。
更に、作業改善も 図ることが出来ました。

39

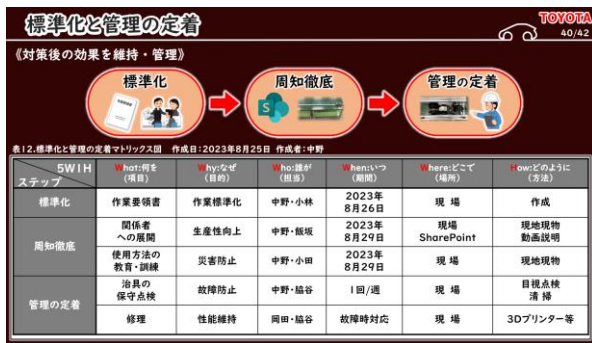


【無形効果】

難しい課題に サークルでチャレンジし、
若手を中心に、進め、改善能力と改善意欲の
向上を図ることが出来ました。

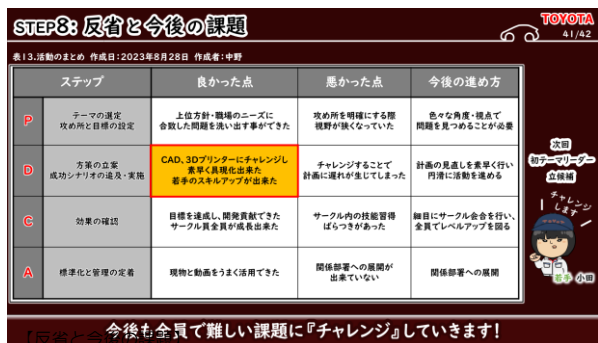
サークルレベルもAゾーンへ一歩前進。

40



標準化・周知徹底・管理の定着の順で遂行し5W1Hで明確化。

41



今後も全員で難しい課題に『チャレンジ』していきます！

今回の活動では、特に若手を中心に
CAD、3Dプリンターにチャレンジし、素早く対応できた。
今後も難しい課題に直面しても、
チャレンジ精神を忘れず取り組んでいきます。

42