

車高調整作業の効率化 ～一体感醸成への道のり～

会社・事業所名 (フリガナ)

トヨタ自動車株式会社 パワトレ部門

発表者名 (フリガナ)

アサノ アキヒロ・ ニシダ マサヤ

トヨタ自動車株式会社 パワトレ部門

浅野 旭弘・ 西田 将哉

会社紹介 TOYOTA 1/22



『より良いモノを、より多くのお客様に』

クルマの未来を変えていこう
Let's change the future of cars!

豊田 愛知県豊田市

TOYOTA
トヨタ自動車株式会社

職場紹介

【私たちの仕事】
車両開発の中で「電池パック」の強度安全性評価を担当

■電池パック搭載位置
車両の下面に搭載

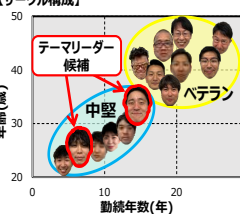
電池パックとは
電気自動車の電気モーターを駆動する為の動力源




安心安全&高品質で魅力ある電池パックの開発

サークル紹介 TOYOTA 2/22

【サークル構成】

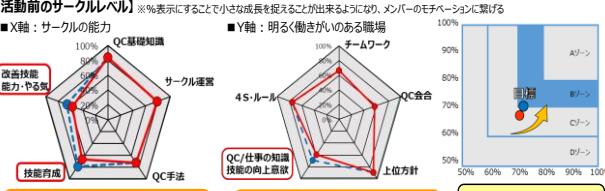


【サークルの問題】

- 現地現物の調査が苦手
- 周りを巻き込めない

【サークルリーダーの狙い】
テマリーダー候補 2名をサークル全員で成長させることで一体感醸成を目指す

【活動前のサークルレベル】



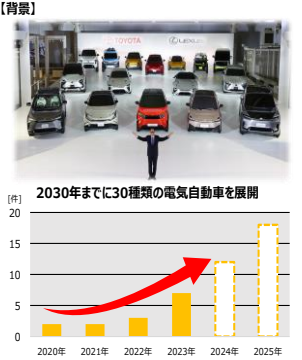
現状 X軸:71% Y軸:67% Z軸:71%
目標 X軸:74% Y軸:71% Z軸:71%

当社は愛知県豊田市に本社を置く自動車メーカーです。『より良いモノを、より多くのお客様に』届けることを目指しています。私たちの仕事は電池パックの強度安全性評価です。電池パックは電気自動車のモーターを駆動するための動力源で、車両の下面に搭載しています。安心安全&高品質で魅力ある電池パックの開発を行っています。

サークル紹介ですが、ベテランは一步引いて見守り、中堅は遠慮して頼れない為、一体感がありません。また、現地現物が苦手で、周りを巻き込み解決できない問題があります。サークルリーダーの狙いとして、テマリーダー候補2名を全員で成長させることで一体感醸成を目指します。サークルレベルは技能育成・メンバーのやる気を引き出し、Bゾーンを目指します。

テーマ選定① TOYOTA 3/22

【背景】



2030年までに30種類の電気自動車を展開

【評価日程】

月	24年	4	5	6	7	8	9	10	11	12
既存電池パック	[Blue bar chart]									
新規電池パック	[Yellow bar chart]									

サークルリーダー 浅野 西田

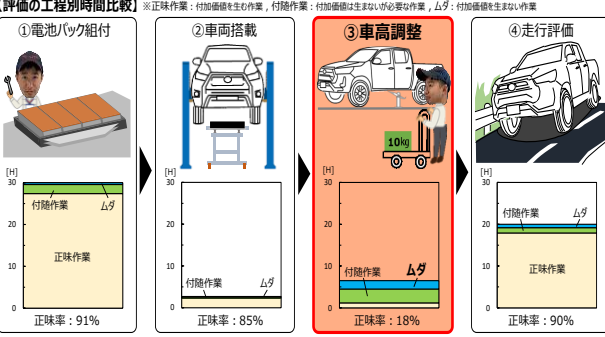
開発遅れを出さない様にムダな作業を洗い出そう！

評価の流れを見直しましょう！

評価のムダを省き、効率化

テーマ選定② TOYOTA 4/22

【評価の工程別時間比較】 ※ 正味作業：付加価値を生む作業、付随作業：付加価値を生まないが必要な作業、ムダ：付加価値を生まない作業



①電池パック組付 正味率：91%

②車両搭載 正味率：85%

③車高調整 正味率：18%

④走行評価 正味率：90%

車高調整作業の効率化に挑戦しよう！！

テーマ選定。2030年までに30車種の電気自動車を展開する為、電気自動車の開発が増加しています。評価日程を確認すると、既存電池パックに加えて10月から新規電池パックの評価が始まります。開発遅れを出さない様に評価のムダを省き、効率化を行います。

評価の流れは、電池パックを組付け、車両に搭載、車高調整をして、走行評価を行います。工程別で作業時間を比較すると、車高調整作業のムダの時間が多くなっていることが分かり、車高調整作業の効率化に挑戦します。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
	ストロングサークル (ストロングサークル)		OHP・プロジェクト	
本部登録番号	177-1649		サークル結成年月	2016年 4月
メンバー構成	14名		会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	35歳 (最高 45歳、最低 23歳)		月あたりの会合回数	4回
テーマ暦	本テーマで 15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 4月 ~ 2023年 9月		本テーマの会合回数	24回
発表者の所属	トヨタ自動車(株) EHV電池設計部 試験実証課 第3試験係 31組		勤続	7年

テーマ選定③ TOYOTA 5/22

【車高調整とは】
■ 私たちの車高の定義
 地面⇄電池パックの高さ
 車高・仕様によって試験条件の車高は異なる

■ 車高調整の必要性
 電池パックを縁石に接触させ、電池パックの強度評価を実施

■ 測定箇所
 電池パック 4箇所測定

試験条件の車高に合わせて正確な評価が行える

車高調整作業は試験における重要な作業

私たちの車高の定義は地面から電池パックまでの高さのこと입니다。調整作業では4箇所の車高を測定しています。車高調整の必要性ですが、電池パックを縁石に接触させ、電池パックの強度評価を実施している為、試験条件の車高に合わせて正確な評価が行えます。車高調整作業は試験における重要な作業となっています。

活動計画 TOYOTA 6/22

ステップ	中堅	ベテラン	4月	5月	6月	7月	8月	9月
① 攻め所の明確化	西川	三上						
② 目標設定	大保	向井						
③ 方策立案	深野	北湯						
④ 成功シナリオの追求	松井・中西	勇・山村						
⑤ 成功シナリオの実施	松井・中西	勇・山村						
⑥ 効果の確認	大保	小林						
⑦ 標準化	西川	上田						

新規電池パックの開発が10月から開始

重点 中堅&ベテランのタッグで活動を推進 **「一体感醸成」**

■ サークル成長のキーマン (テマリリーダー候補)

育成 松井 【特徴】 1人でコツコツ作業に取り組み職人肌
 タッグサポートは任せろ！
 メンバーを巻き込んで進められる **頼れるリーダー** 勇

育成 中西 【特徴】 何でもそつなくこなすがメンバーをまとめるのが苦手
 サポートは任せろ！
 中堅層としてチームを引っ張って行く **リーダーへ** 山村

活動計画では、一体感醸成に向けて各ステップを中堅とベテランでタッグを組み、活動を推進していきます。サークル成長のキーマンとなる、松井さんはメンバーを巻き込んで進められる頼れるリーダーを勇さんと、中西さんは中堅層としてチームを引っ張って行くリーダーを山村さんとタッグを組んで目指します。2名の成長と共にサークル全体を活性化させていきます。

攻め所の明確化① TOYOTA 7/22

【車高調整作業のプロセス】

ウエイト位置調整	車両下でトースカン固定	トースカン測定	測定値確認
			試験条件 178±3mm NG ↓ 手順①へ 作業終了 OK ↓
5min/回	20min/回	12min/回	2min/回

作業完了まで平均10回繰り返している

(5+20+12+2)×10回=390min/回=6.5H/回

車高調整作業合計：6.5H/回

【車高調整作業の安全面】

- 10kgのウエイトを30回移動
- 車両下に40回入って作業

【身体的】 身体が疲労する + 【心理的】 イライラする

試験条件の車高に思い通り調整できない為、時間が掛かっている

プロセスはウエイト位置調整を行い、車両下で車高にトースカンを固定・測定し、測定値が試験条件内になるまで繰り返します。作業完了まで平均10回繰り返しており、6.5時間掛かっています。安全面ではウエイト移動や車両下作業により身体が疲労する・イライラするなど作業への負担があります。試験条件の車高に思い通り調整ができない為、時間が掛かっています。

攻め所の明確化② TOYOTA 8/22

【攻め所の調査】

車高調整に時間が掛かる

ウエイト移動ごとに測定が発生
 車高変化量が分からない

作業実施→バラつきなし
 測定にバラつきがある

車両の性質で車高変化量は変わるから予測するのは難しいな…
 車高が常に見えてたらどうですか？

④→②にウエイトを移動させた後の各測定箇所の車高が分からない

車高調整に時間が掛かるの要因を解析した結果、ウエイト位置調整中に車高変化量が分からないとなりました。車両ごとで車高変化量が変わる為、予測するのは難しいと悩んでいると、「車高が常に見えていたらどうですか？」との意見が。作業への負担も減りそうとメンバーからも賛成の意見が上がり、攻め所をウエイト位置調整しながらリアルタイム測定するとなりました。

攻め所：ウエイト位置調整しながらリアルタイム測定する

目標設定 TOYOTA 9/22

新規電池パック開発が10月に開始する為それまでに対策をしましょう！

何を	車高調整作業 6.5H/回
いつまでに	2023年9月末までに
どうする	リアルタイム測定をできるようにして 1.2H/回にする

現状 6.5H/回 → 1.2H/回 (あたい姿(目標))

図4.あたい姿への貢献度

■ 根拠
 手順②・③の車両下での測定を廃止 (手順①5min+④2min) ×10回 = 70min/回 = 1.2H/回

車高調整作業6.5H/回→1.2H/回にする

目標設定ですが、新規の電池パック開発が開始する10月までに対策を行えるように、車高調整作業6.5H/回を9月末までに、リアルタイム測定を出来るようにして1.2H/回にします。

方策の立案① TOYOTA 10/22

【方策立案会】

超音波センサとは

超音波の反射時間 (送信～受信まで) を計測し、非接触で距離を測定するセンサ

超音波センサの選定

課のデジタル教育で勉強中のArduinoのセンサはどうか？ 小型でコストも抑えられる！

デジタルツールへの挑戦でメンバー全員が成長できるチャンス！

センサ	効果	原価	安全	品質	難易度	作業性	評価
超音波	◎	◎	◎	◎	◎	◎	17
赤外線	○	○	◎	△	○	◎	13
レーザー	△	△	◎	○	△	◎	11

「Arduino」の「超音波センサ」を使用した車高調整作業を検討

方策の立案では、対策要件出しを行い、変位計のセンサを検討し、超音波に決定。超音波センサとは、超音波の反射時間を計測し、距離を測定するセンサです。超音波センサの選定では、デジタル教育で勉強中のArduinoなら小型でコストが抑えられることやデジタルへの挑戦でメンバーが成長できることから、Arduinoの超音波センサを使用した車高調整作業を検討します。

方策の立案②

TOYOTA 11/22

■PDPC法にて計画

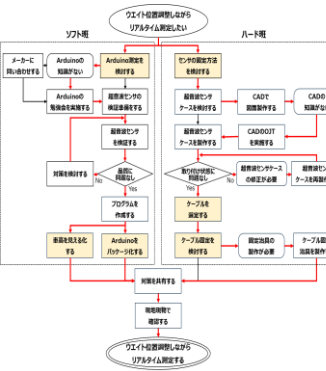


図6.「超音波センサーの距離測定精度の調査」のPDPC法

■ソフト班

Arduino対策検討

ソフト班リーダー 松井

デジタルが得意・挑戦したいメンバーで構成

やることリスト

- ・Arduino測定
- ・Arduinoパッケージ化
- ・車高の見える化

ハード班

センサ設置方法検討

ハード班リーダー 中西

リアル対策が得意なベテランを中心に構成

やることリスト

- ・超音波センサの固定
- ・ケーブルの選定
- ・ケーブルの固定

対策完了までの最適なプロセスを決定

PDPC法にて計画を策定し、やることリストを作成。Arduino対策を検討するソフト班はデジタルが得意・挑戦したいメンバーで構成し、リーダーを松井さんに。センサ設置方法を検討するハード班はリアル対策が得意なベテランを中心に構成し、リーダーを中西さんに任命し、2名に成長してもらいます。対策完了までの最適なプロセスを決定し、進めていきます。

成功シナリオの追求①【ソフト班対策 (Arduino)】

TOYOTA 12/22

【育成】

1人でコツコツと作業に取り組み職人肌

ソフト班リーダー 松井

勉強会を通して学びながら、みんなを巻き込もう！

【作戦会議】

【ポイント】

- ・写真のイラスト
- ・相手のレベルに合った言葉選び
- ・双方向コミュニケーション

キャッチボール！

【第1回Arduino勉強会～開始～】

説明します！

【メンバーのネガティブな声】

- ・聞いたことない言葉ばかり
- ・文字ばかりで寝くなる
- ・一方的な説明

第1回勉強会

【失敗】

【第2回Arduino勉強会～リベンジ～】

わかるかな？

説明・問いかけ

質問・意見

みんな計測できる？

【成長】

勉強会を通して、伝え方を学びメンバーを巻き込む力UP！

ソフト班では、リーダー松井さんが第1回Arduino勉強会を開催するも、メンバーからネガティブな声が上がリ、失敗しました。勇さんとの作戦会議で相手へ伝える時のポイントを学び、勉強会をリベンジ。メンバーの意見や質問を確認して進めることで、第2回勉強会は成功。勉強会を通して松井さんは伝え方を学び、メンバーを巻き込む力が向上しました。

成功シナリオの追求②【ソフト班対策 (Arduino)】

TOYOTA 13/22

■超音波センサでの距離測定精度の調査開始

実測距離：178mm

日によって測定値が違うぞ…

図7.測定値の推移

図8.「日によって測定値が変化する」の特性要因分析図

測定状況が変わっている

- 気温が変わっている
- 湿度が変わっている
- 気圧が変わっている
- 照度が変わっている

図9.温度による測定値の変化

温度が1℃上がると音の速度は0.6m/s速くなる！

$$v = 331.5 + 0.6t \text{ [m/s]}$$

v:音の速度, t:温度[℃]

温度によって超音波の反射時間が変わる

温度補正を織り込むことに決定

■4つのセンサ同時測定

実測距離：178mm

図10.各センサの測定値

センサ	測定値	ズレ
センサ①	174.7	(-3.3)
センサ②	180.2	(+2.2)
センサ③	176.6	(-1.4)
センサ④	181.4	(+3.4)

図11.各センサの測定値(校正後)

校正前

センサ①	174.7
センサ②	178.2
センサ③	176.6
センサ④	177.4

校正後

センサ①	178.2
センサ②	180.2
センサ③	178.2
センサ④	178.2

校正値によってセンサのバラつきを管理

超音波センサでの距離測定精度の調査を開始。同じ方法で距離を測定しているのに日によって測定値が違うとの情報から、要因解析を行ったところ、気温が変わっている影響だと断定。環境温度をわざと変化させて測定してみると、温度が上昇すると、測定値が小さくなっていました。温度によって超音波の速度が変わることがわかり、温度補正を織り込むことに決定。

成功シナリオの追求③【ソフト班対策 (Arduino)】

TOYOTA 14/22

■緊急会合実施

松井

成長

- ・メンバーと検討
- ・役割分担

今までは…

1人でやっばい

■測定値のスレ対策

計測器担当

計測器は校正でスレを補正しますね！

図11.各センサの測定値(校正後)

校正前

センサ①	174.7
センサ②	178.2
センサ③	176.6
センサ④	177.4

校正後

センサ①	178.2
センサ②	180.2
センサ③	178.2
センサ④	178.2

校正値によってセンサのバラつきを管理

4つのセンサを同時測定することにチャレンジしましたが、バラつきがあり測定値に最大3.4mmもズレがありました。今までは一人で解決しようとしていた松井さんが緊急会合を実施し、メンバーと検討、役割分担を行う姿から、成長を実感。測定値のズレ対策は、校正値を作成し補正することでズレを1mm以内にできました。校正値によってバラつきを管理します。

成功シナリオの追求④【ハード班対策 (センサ設置)】

TOYOTA 15/22

【育成】

何でもそつこながすがメンバーをまとめるのが苦手

ハード班リーダー 中西

引っ張って行けるリーダーを目指そう！

■設置方法の検討開始

Teamsで情報共有！

対策案ありますか？

材質は??

案が出ず、検討が進まない…

固定位置のイメージが湧かないから現地現物で確かめよう！

■現地現物で案出し

電池パックに固定しよう！

マグネットに付けよう！

吸盤で付けよう！

地面側に設置しよう！

活発な意見が！

評価点 〇:3点 △:2点 △:1点

対策案	原価	安全	品質	作業性	評価
マグネット	◎	◎	◎	◎	12
両面テープ	◎	◎	◎	◎	9
吸盤	◎	△	△	◎	7
常盤	△	△	△	△	6
重り	◎	◎	△	◎	7

図12.超音波センサを固定するには？

マグネットに設置する方法に決定

ハード班では検討をTeamsを活用して実施しましたが、メンバーからは案が出ず、検討が進みませんでした。山村さんから、現地現物で確かめようとアドバイスをもらい、実践してみることになりました。現地現物で案出しを開始すると活発な意見が上がり、中西さんは現地現物での確認の大切さを実感しました。対策案を評価し、マグネットに設置する方法に決定。

成功シナリオの追求⑤【ハード班対策 (センサ設置)】

TOYOTA 16/22

■マグネットの選定

《必要吸着力》
センサ重量:0.025kg, 安全率:2
 $0.025 \times 2 = 0.05 \text{ [kgf]}$

《上限吸着力》
安全に取り付け・取り外しが可能
 0.08 [kgf]

図13.各種磁石の吸着力比較

ネオジム磁石のΦ20mmに決定

■センサケースの検討

P 設計/修正

D 製作

A 改善点検討

C 現地現物確認

PDCAサイクルを回して製作実施！

【Check-Action】はしっかり現地現物で確認！

【成長】

ハード班対策を通して、自ら率先してメンバーと現地現物を行い、牽引力UP！

マグネットの選定を実施。必要・上限吸着力を調査し、ネオジム磁石のΦ20mmに決定。センサの保護・マグネット固定の為、ケース検討を行いました。PDCAサイクルを回して製作を実施し、確認では中西さん自ら現地現物を行っており、成長を実感しました。ハード班対策を通して、中西さんは自ら率先してメンバーと現地現物を行い、牽引力が向上しました。

成功シナリオの実施①【ソフト班】

TOYOTA 17/22

全員でプログラミングを勉強

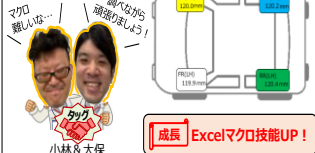


■Arduinoのパッケージ化



成長 電子工作技能UP!

■車高の見える化



成長 Excelマクロ技能UP!



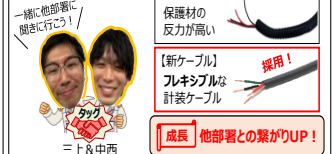
松井さんがメンバーへ役割分担を行い、ソフト班やることリスト完!

成功シナリオの実施②【ハード班】

TOYOTA 18/22



■最適ケーブルの選定



成長 他部署との繋がりがUP!

■ケーブル固定治具の製作



成長 CAD技能UP!



中西さんがメンバーを引っ張り、ハード班やることリスト完!

成功シナリオの実施のソフト班ではプログラミングを勉強、情報共有を行いながら、車高測定プログラムを完成。残課題のArduinoのパッケージ化では、ベテランから中堅へOJTを行い、電子工作技能が向上。車高の見える化では、互いに教え合い、エクセルマクロ技能が向上。松井さんがメンバーへ役割分担を行い、ソフト班のやることリストは全て完了しました。

ハード班ではケース・カバーを組み合わせ、裏にマグネットを設置したケースを完成。残課題の最適ケーブルの選定ではベテランの他部署との連携から、新ケーブルを入手。他部署との繋がりが向上。ケーブル固定治具の製作ではケースでの経験を活かして製作し、CAD技能が向上。中西さんがメンバーを引っ張り、ハード班のやることリストは全て完了しました。

対策品説明①

TOYOTA 19/22

【対策後の手順】

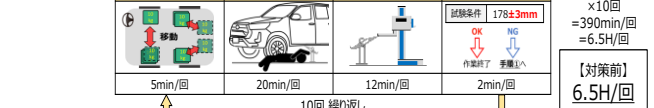


対策後の手順はハイトゲージにセンサを取り付け、5点距離を測定し校正値を取得します。次に車高測定箇所に超音波センサを固定します。モニタに表示される車高を確認しながら、ウエイト位置の調整を行い、4箇所全ての車高が試験条件内であることを確認して作業終了です。

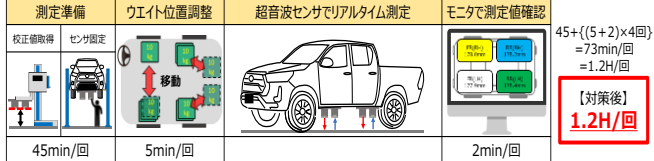
対策品説明②

TOYOTA 20/22

【対策前のプロセス】



【対策後のプロセス】



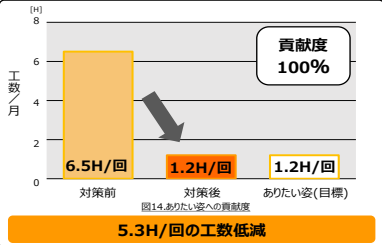
【対策後の安全面】

・10kgのウエイトが10回に減少
・車両下での作業が廃止
➡【身体的】 身体の疲労軽減!
➡【心理的】 気持ちにゆとりが!

対策後のプロセスですが、対策前のウエイト位置調整毎に行っていた車両下での作業が無くなり、超音波センサでのリアルタイム測定ができるようになりました。繰り返し10回から4回に減少し、6.5時間かかっていた工数が1.2時間になりました。安全面ではウエイト移動回数の低減や車両下作業の廃止により、身体の疲労軽減や気持ちにゆとりができました。

効果の確認

TOYOTA 21/22



【プラスの効果】
安全：ウエイト移動回数低減&車両下作業廃止による安全性向上
育成：デジタルツールの知識・技能向上
【マイナスの影響】 材料費：7000円

■テマリーダー候補の成長
松井：メンバーを巻き込み活動できる頼れるリーダーに!
中西：率先してチームを引っ張って行くリーダーに!

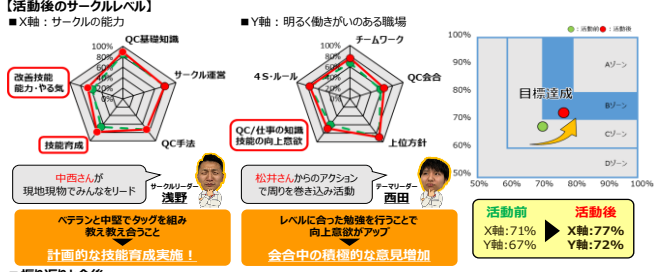
標準化と管理の定着

標準化	何を	いつ	どこで	誰が	なぜ	どの様に
標準化	作業要領書	10月中	現場	西田	対策品製作	要領書
	教育	10月中		西田	正しく使用する	作業OJT
管理の定着	Arduino本体	作業前	作業者	動作不良防止	結線状態確認	
	超音波センサ	作業前	作業者	品質確認	測定精度確認	
	車高測定プログラム	1回/月	作業者	品質維持	動作チェック	

効果の確認ですが、対策により、5.3時間の工数を低減し目標を達成することが出来ました。貢献度は100%です。また、テマリーダー候補の松井さんはメンバーを巻き込み活動できる頼れるリーダーに、中西さんは率先してチームを引っ張って行くリーダーに成長しました。標準化と管理の定着では、対策品の管理を確実にすることで測定の品質維持に努めます。

まとめ

TOYOTA 22/22



■振り返りと今後
テマリーダー候補の成長をサークル全員で支えることで、一体感が生まれ、サークル活動を進めることができました。また、デジタルツールを活用した取り組みへの挑戦でしたが、ベテランと中堅で協力して取り組んだことで、知識や技能を向上させる事ができました。2人は今活動を通して、リーダーシップを向上させることができ、現在も積極的に活動に取り組んでくれています。今後もサークル全員で協力して挑戦し、1人1人が成長を感じることができるような活動を推進していきます。

まとめですが、計画的な技能育成の実施。会合中の積極的な意見が増加したことにより、サークルレベルはBゾーンにアップしました。振り返りと今後ですが、テマリーダー候補の成長をサークル全員で支えることで、一体感が生まれました。今後もサークル全員で協力して挑戦し、1人1人が成長を感じることができる活動を推進していきます。