

発表No.

テーマ

204

電子膨張弁

リーク不良の低減

会社・事業所名(フリガナ)

株式会社三重富士



発表者名(フリガナ)

伊藤 瞳美

発表のセールスポイント

女性社員や外国人の実習生が多く活躍している中、活動初年度という事もあり、日々のコミュニケーションを大切にしながら、メンバー全員が関心を持って取り組める様に進めてきました。

関連部署やアドバイザーの協力のもと、メンバー全員でトライ&エラーを繰り返し、我々の課題である工程内不良の低減に向けて活動を進め、個人のスキルや改善意識の向上に繋げた改善事例です。

【会社紹介】(富士電機 三重工場)

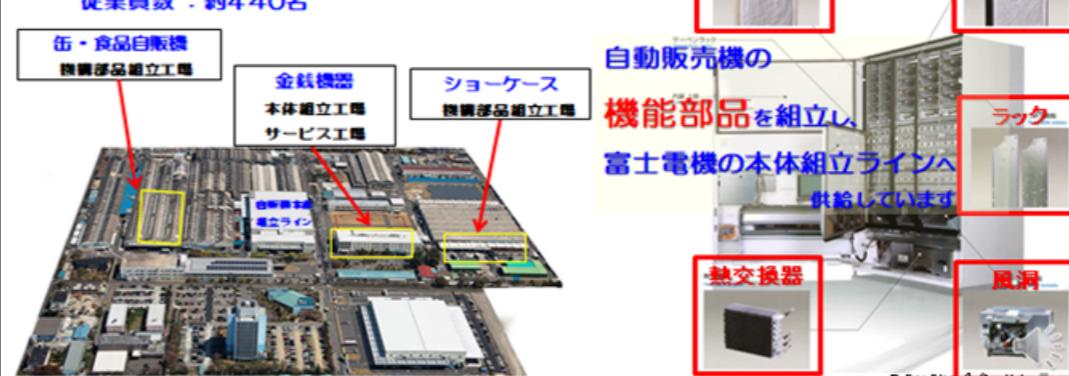
富士電機
Innovating Energy Technology

私たちの会社は、旧東海道43番目の宿場にあった、三重県四日市市の富士電機三重工場の敷地内にあります。国内トップシェアである自販機をはじめ、コンビニやスーパーでありますコーヒー・マシンや自動貯金機を生産しております。

【会社紹介】(三重富士)

富士電機
Innovating Energy Technology

株式会社 三重富士

富士電機㈱の100%出資の関係会社
従業員数：約440名

株式会社 三重富士は富士電機三重工場の敷地内に缶自販機の機能部品組立工場・ショーケースの機能部品組立工場・金銭機器組立工場・サービス工場があります。機能部品を組立し富士電機の本体組立ラインへ供給しています。

【職場紹介】

富士電機
Innovating Energy Technology

●株式会社 三重富士

【第三組立係 新開係長区】

●係長区：14名

正社員：4名

定期社員・パートさん

：3名

技能実習生：7名

第一製造課

第二製造課

第三製造課

第四製造課

サービス課

自動販売機ユニット

自販機ライン

熱交換器・工場

電子機器・会社

約2年修業

第一組立係

第二組立係

第三組立係

第四組立係

生産係

・多種多様な製品を組立している職場です。

・海外からの技能実習生が多く在籍しています！

・リーダー含め、女性が中心に活躍しています！

私たちは、ユニークな生産の中で多種多様な製品群を組立している職場です。
海外実習生からパートさんまで、総勢14名で構成されていてリーダーが中心となり、女性が多く活躍している職場です。

【サークル紹介】

富士電機
Innovating Energy Technology

【サークル名】SKYサークル

【メンバー】 男性：3名

女性：4名

【平均年齢】 36歳

【結成】 2023年4月



サークル名は、『SKY』。男性3名 女性4名 各工程のリーダーさんからなるサークルです。評価はこの様になっており、現在のサークルレベルはDレベルです。活動のスローガンは日々のコミュニケーションを大切にしながら活動しています。

QCサークル紹介	サークル名(フリガナ)		発表形式
	SKY	(スカイ)	
本部登録番号	7-71	サークル結成年月	2023年4月
メンバーコンポジション	7名	会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	36歳(最高45歳、最低24歳)	月あたりの会合回数	1~2回
テーマ	本テーマで2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8月~2024年3月	本テーマの会合回数	14回
発表者の所属	製造部 第一製造課 第三製造係	勤続	6年

【テーマ選定理由①】

FE 富士電機
Innovating Energy Technology

上位方針

- ①チームが一丸となって全体最適を志向し、率先して高効率で高収益なものづくり部門を目指す
- ②高信頼性活動を基軸とした安全で安定したものづくり品質の構築

サークル方針

- ①現状に満足せず、改善のサイクルを回し続け終わりなき品質改善を推進する
- ②成果を分かち合い、グループを前進させる

○ : 5点 □ : 3点 ▲ : 1点

工程	発信者	問題点	品質	生産性	コスト	採点
食品	伊藤	カブラの種類がたくさんあって間違えやすい	○	▲	▲	7
食品	五味	ピッチ設定が難しく時間がかかる	○	○	▲	7
電子膨張弁	橋	組立設備のエラーが多くため、やり直しに時間がかかる	▲	○	○	9
電子膨張弁	橋	リーク検査の不良が多いため廃棄の製品が多い	○	○	○	13
化粧枠加工	バタラボン	加工前の判断が難しく加工後に不良となってしまう	○	○	○	9

© Fujii Electric Co., Ltd.

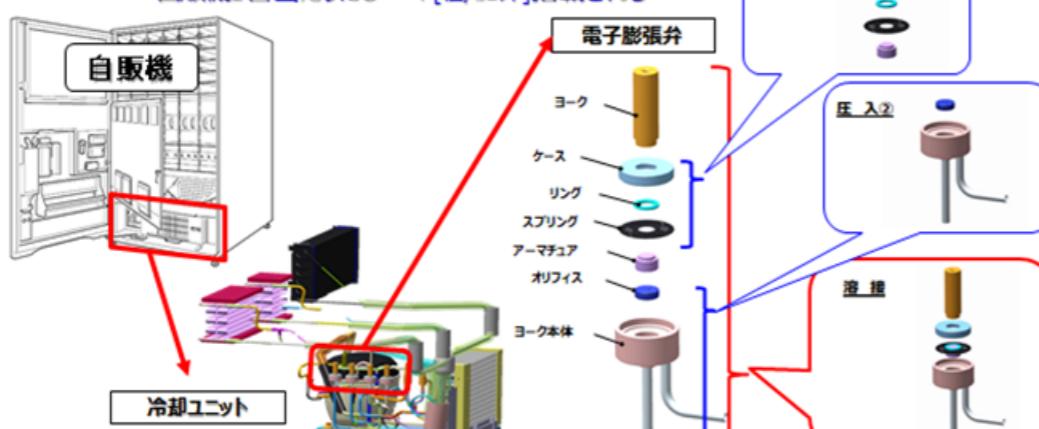
各工程の問題点を出し、このマトリックス表で評価しました。上位方針にある「ものづくり品質の構築」を目標に一番評価点の高かった、電子膨張弁のリーク不良について、活動を進めることにしました。

活動を進めるこにしました。

 富士電機
Innovating Energy Technology

【電子膨張弁とは】

- 自販機に搭載する冷却ユニット（冷凍機）の冷媒流量の調整弁
- 自販機1台当たりに3～4[個/ユニット]搭載される



The diagram illustrates the Electronic Expansion Valve (EEV) and its components. On the left, a schematic of a vending machine shows a red box around the cooling unit. A red arrow points from this box to a detailed view of the cooling unit's internal components, specifically highlighting the EEV. The EEV is shown as a cylindrical device with various parts labeled: ヨーク (Yoke), ケース (Case), リング (Ring), スプリング (Spring), アーマチュア (Actuator), オリフィス (Orifice), and ヨーク本体 (Yoke body). To the right, a cross-sectional view of the EEV is shown with two pressure ports labeled '圧入1' (Inlet 1) and '圧入2' (Inlet 2) connected to the valve body. A red line labeled '溶接' (Welding) indicates the connection method.

電子膨張弁とは、自販機に搭載される冷却ユニットの冷媒の流量を調整する膨張弁のことです。1台の自販機に、3個から4個搭載されています。7点の部品で構成されていて、圧入と溶接で組み付けを行います。

【テーマ選定理由②】

富士電機
Innovating Energy Technology

23年度上期 仕損費の発生内訳

原因	割合
電子膨張弁	35%
電子制御部品	35%
生産コスト	2%
品質損失	4%
勘定	5%
会員・サービス	7%
仕切内漏・風洞	8%

電子膨張弁 工程内不良の内訳

不良	件数	割合
リーク不良	74	74%
滴漏不良	20	20%
溶接不良	5	5%
その他	2	2%

電子膨張弁が全体の 35%を占めている

リーク不良が全体の 74%を占めている

テーマ

電子膨張弁 リーク不良の低減

仕損費の上位は、電子膨張弁が全体の35%を占めています。次に電子膨張弁工程の不良内訳を調査した結果、リーク不良が全体の74%を占めていました。このことからテーマを「電子膨張弁 リーク不良の低減」と決定しました。

【現状把握 1】

電子膨張弁 製造工程

組立 組立自動機
組立
アーマチュア
メタリフィスガス
コアラボ
ケイス検査
純度検査
SUS
A/S

溶接 レーザ溶接機
ヨーク溶接
ヨーク本体
ケースの溶接
ヨーク・ケースの溶接

流量検査 流量検査機
漏れ検査
漏れ検査

リーク検査 リーク検査機
気密検査

シリコン塗布 シリコン塗布機
コート・シリンジ
コンロボ

工程内不良内容の調査

溶接のビードが成形できていない

エアが遮断されない

基準量のエアが流れない

リーク不良は、電子膨張弁内部に一定にかけたエアがどこからか漏れる不良である

FU 富士電機
Innovating Energy Technology

電子膨張弁の製造工程は、5工程で構成され、自動機で組立した膨張弁をレーザー溶接後に溶接状態の検査を行い、シリコンを塗布して完成となります。リーク不良とは、検査(気密)で基準加圧に対し、規定値以上のエアが漏れる事象の不良です。

【現状把握 2】

FE 富士電機
Innovating Energy Technology

リーク不良 発生トレンド調査

月	リーク不良検査数	漏れ率
4月	20	0.10%
5月	200	1.00%
6月	50	0.20%
7月	70	0.30%
8月	60	0.40%
9月	120	0.60%

5月の多発後、翌月から減少するが徐々に増加傾向である

リーク不良要因調査①（水没もれ調査）

水漏れの発生；5個/5(100%)

ヨーク・ケースの溶接部からエア漏れしている事がわかる

リーク不良要因調査②（溶接断面調査）

「リークOK品」に比べ
「リークNG品」は、
溶接部がズレていて
溶接の接点が少なく
なっている事がわかる

リーク不良は、5月に多発しており、その後減少しましたが徐々に増加傾向にあります。次にNGの要因調査で水没して、どこから漏れるか調査しました。ヨークとケースの間から漏れていることがわかりました。不具合の部位が絞ってきたので溶接部を切断して、状態を調べてみました。「リークOK品」に比べ「NG品」は溶接の寸法も浅く、

リーク不良は、5月に多発しており、その後減少しましたが徐々に増加傾向にあります。次にNGの要因調査で水没して、どこから漏れるか調査しました。ヨークとケースの間から漏れていることがわかりました。不具合の部位が絞ってきたので溶接部を切断して、状態を調べてみました。「リークOK品」に比べ「NG品」は溶接の寸法も浅く、溶解部分の位置にズレがある事がわかりました。

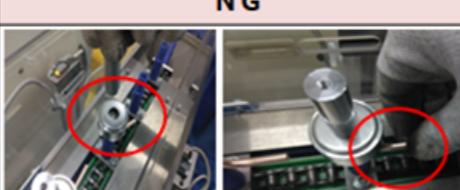
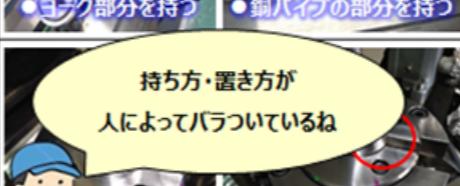
目標の設定ですが、特性をリーク不良率とし、不良率 0.63%を 10分の1の0.06%にする事としました。

特性を『リーク不良が発生する』として、作業者・材料・設備・方法について要因を出し、重要要因をサークルで話し合い 次の4つに絞りこみ 検証することにしました。

【重要要因の検証】

FE 富士電機
Innovating Energy Technology

①人・方法 :ワークセット時のやり方によって位置ズレが発生する

	NG	OK
ワーク持ち方	 <ul style="list-style-type: none"> ● ヨーク部分を持つ ● 銅パイプの部分を持つ 	 <ul style="list-style-type: none"> ● ヨーク本体を持つ ● 傾けない様に水平に持つ
ワークセット	 <ul style="list-style-type: none"> ● 治具に収まっていない 	 <ul style="list-style-type: none"> ● ヨークが傾いていない ● 治具に収まっている

取り出しやセットの作業を作業者別に観察してみました。ヨークを持ったりパイプを持ったり、ワークの治まり具合の確認を飛ばしたり作業者によって、作業がバラバラであることがわかりました。

【重要要因の検証】

②方法 : 設備の正常・異常の判断がわかりづらい

過去のリーク不良の発生状況と設備保守の実績を関係確認してみたところ、22年は定期のワークセット治具の交換で不良発生を抑制している傾向にあるが、23年3月と5月は不良が多発して、その後の6月からは、増加傾向にある。

定期的保守・点検以外に、NG発生影響や原因がないか設備メーカーに点検を依頼した

点検の結果、3点の不具合が見つかった

- アシストガスのノズル位置ズレ
- レーザー発振器レンズ汚れ
- レーザー照射位置精度適用のプログラム基板不正

22年の2月までは、治具の交換で不良の発生を抑制している様子でしたが、23年3月、5月に不良が多発して6月からは増加傾向になっていました。そのほか、設備の影響や原因がないか、設備メーカーにメンテナンスを依頼しその結果、ノズルの位置ズレ、レーザー発振器レンズ汚れ、レーザー照射位置精度適用のプログラム基板不正などの不具合が見つかりました。

【重要要因の検証】

③設備 : ワークセット治具の形状と変形でワーク位置がズレる

時間経過とともに、ワークとの接触で擦り減ったりスパッタ屑が付着して、凸凹になってしまふ

使用前後の平面度比較(μm)

約2か月

使用前 後

セッティング作業を気を付けても、ワークの置き位置で治具に乗り上げてワークに傾きが発生してしまう

作業時にワーク置き方に気を付けても、ワークの位置で治具に乗り上げて傾きが発生していました。調べてみるとワークの底面パイプのビードの膨らみが治具の角に乗り上げてしまうことがわかりました。ワークは何度も繰り返し置くので、2か月経つと接触で擦り減っていたり、スパッタ屑が付着して治具の接触面が凸凹になっていました。

【対策立案】

特性

一手段 二手段 三手段 評価 対策

リーケ不良をなくすには

- 製造工程(OK)をえる
- 作業を正しくする
- 溶接の能力を高める
- 溶接を改善する

① ワークセット方法の標準化と教育
② 設備の点検表の見直し、改正
③ ワークセット治具の改良
④ 照射条件の改善検討

とにかくやってみよう！

重要要因の検証結果を踏まえ『リーケ不良をなくすには』について系統図で対策案を出し、効果・実現性・納期・コストについて評価し得点が14点以上の項目について対策を実施することとしました。

【対策実施】

①ワークセット方法の標準化と教育

●作業手順書の作成
●動画ツール（自動翻訳付）
活用し外国籍の方にも
ポイントが伝わる様に工夫した

自動翻訳

When the buzzer sounds, remove the workpiece, insert the next workpiece, and start again.

ワークの持ち方や体の動きがわかる
AI音声でポイントを言葉で伝えてくれる
タブレットで自主的に予習復習ができる

ワークセット方法の標準化と教育についてワークセット作業のワンページ標準書を作成し、外国籍の作業者にもポイントが伝わるように、動画を使ったツールでマニュアルをつくり作業指導を行いました。

②設備の点検表の見直し、改正

日常点検表
点検項目追加修正
点検方法・手順書作成
定期保全シート
点検項目追加修正
レーザー出力測定表
書式見直し 判定値設定

メーカーから保守・点検に関する情報・資料を入手して
社内の保全シートと定期点検シートなど、追加・修正を行った

設備メーカーから保守・点検のリストやマニュアルなどの情報を入手して、現在の定期点検シートや保全シートなど、項目の追加と詳細の修正を行いました。

【対策実施】

③ワークセット治具の形状変更・素材変更

ワークセット治具の形状変更
ニゲ溝追加
ワーク受けの角部を削取り

現状の銅材の治具から
硬度の高いSUS材に変更して
摩耗や変形が無くなつた

ローフィードビードの乗り上げが無くなり
ワークが水平にセット出来、セット位置が安定した

セッティング治具のニゲ溝を追加する事により、ローフィードビードの乗り上げをなくし、ワークが水平にセット出来、安定しました。メーカーより溶接の通例でワーク台の接地面を銅素材で作られていることから、生産技術部と品質保証部の協力をいただき、熱引きの検証を行い溶接時の加熱でワークに影響がないか評価を行いました。問題ない結果を確認後、素材を硬度の高いSUS材に変更して、摩耗や変形の影響を無くしました。

④溶接の照射条件の変更

社内有識者（設計・品証・生技・設備技術）の方々で溶接規格について検討を行った

重要な点は、「母材の溶け合い」であることから、「溶接深さの管理点を『溶け合い寸法』に規格を改正した

改正の考え方
(母材の)溶け合い寸法 0.4mm以上
ビード幅 0.15mm以上

溶け合い寸法
ヨーク ケース

デフオーカス -0.5mm 溶け込み深さ

テスト条件
出力 [ワース/ヨーク] 176W/154W ジャストフォーカス
焦点距離 [ワース/ヨーク] 270W/270W デフォーカス0.5mm
焦点距離 [ヨーク] 270W/270W デフォーカス1.5mm
焦点距離 [ヨーク] 270W/270W デフォーカス2.0mm

結果
規格値以上の結果で満足

その結果、出力270W、焦点距離を下限側0.5mmのポイント条件が各測定箇所で規格を満足する溶接結果が得られた

社内各部門からの有機者の方に溶接規格について、再検討いただき溶け込む寸法から溶け合っている寸法に管理点を変更しました。設備メーカーの見解よりレーザー照射の条件調整で溶接深さ・ビードの拡張が可能とわかり生産技術部と協同で溶接状態の評価テストを繰り返し行いました。その結果、出力270W、焦点距離を下限側0.5mmのポイントが各測定箇所で規格を満足する溶接結果が得られました。

【対策を進めていると・・・】

リーグ不良 月別集計

12月21日時点で
不良率が9月に対し
2倍以上に悪化していた

リーグ不良 日別集計

12月の日別の発生を
確認すると
14日と21日に
異常な数の不良が発生
していました

リーグ不良の月別集計より、12月21日時点では不良率が9月の2倍以上に悪化していました。
12月の日別データを確認すると、14日と21日に異常な数の不良が発生していました。

【原因調査①】

急速、発生原因の調査を行うと…
レーザー照射機の保護レンズは通常2ヶ月の交換サイクルの部品ですが、11月に交換後 12月14日に【焼付】で交換を実施していました。

もしかして…と、21日のレンズを確認したところ
また【焼付け】が発生していた

焼付レンズを交換することで、溶接状態は改善されるのですが…

なぜ、1週間でレンズが焼付けを起こすのか
なぜ、日々点検している出力確認では検出できなかったのか
生産技術部に再度協力いただき、原因追及を行った

通常2ヶ月以上保っている「保護レンズ」が、11月の交換後、12月14日に【焼付け】で交換を実施しておりました。21日のレンズを確認したところ、また【焼付け】が発生していました。焼き付いたレンズを交換する事で溶接状態は改善されるのですが、「なぜ1週間の短期でレンズが焼付けを起こすのか」「なぜ日々点検をしている出力確認で検出できなかったのか」生産技術部に再度協力いただき、原因追及を行いました

【原因調査②】

設備メーカーに焼付したレンズの原因調査依頼してみると
溶接のスパッタが保護レンズに飛び、レーザーの照射で焼きついたものとわかった
流出原因調査より、レーザー出力の測定のデータ値を解析した
判定ライン（メーカー推奨値 低下率-8%）以内に納まっていたので、問題ないと判断していた
しかし、焼付け起こした14日と21日の数値を見ると低下値が推奨値-8%に近い数値となっていた事がわかった

レンズが焼付する原因是、設備メーカーの調査から溶接のスパッタが保護レンズに飛び、レーザーの照射で焼きついたものとわかりました。流出の原因としては、レーザー出力の測定結果の確認で、判定ラインの低下率-8%以内に納まっていたので、問題ないと判断していました。しかし、焼付けが発生した14日、21日の数値をみると、出力が落ちており低下率が推奨値に近いことがわかりました。

【対策の追加】

保護レンズの焼付け頻度と出力低下状態の観察して、約1ヶ月はレンズも出力も維持していた。
また溶接状態も安定していたので設備メーカーと相談のもと、照射条件は保持継続する事とした

但し、再発した際に見逃さないようにするために

①保護レンズ 焼付の限度見本
②出力測定の判定値変更 (-8%→-4%)

①限度見本を使用し、保護レンズの焼付状態の判断と、
②レーザー出力測定値の判定値を改正して不具合の検出を高める対策を実施した

保護レンズの焼付け頻度と出力の低下状態を観察して、約一ヶ月は維持していく、溶接状態も安定していたので、メーカー相談のもと、変更した照射条件はそのまま、保持継続することとしました。ただし、再発した際に見逃さないようにするため一つ目として、限度見本を使用して保護レンズの焼付状態を判断する事と二つ目でレーザー出力測定値の判定を-4%に改正して、不具合の検出を高める対策としました。

【効果の確認】

目標を達成！！

目標クリアしたが…取り組み続行

①出力測定データシートを管理図に変更して
出力の減少の傾向を確認できるようにした
②出力測定の頻度を1回/日→4回/日に変更して
異常状態の発見を早めるようにした

目標クリアしたが…取り組み続行

取上げ時：不良率0.63%が活動後の不良率0.04%と目標を達成することが出来ました。目標値をクリアしましたが、更にチャレンジをしました。まず、レーザー出力測定のデータシートを数値判断から管理図に変更して出力の減少傾向を確認しやすくしました。二つ目として、測定の頻度を一日に4回増やし、異常を早期に発見出来るようにしました。

【効果の再確認】

リーグ不良撲滅！

取上げ時のリーグ漏れの不良率 0.63% → 取組後の不良率 0.00% (0個)
(不良削減▲1,815ヶ/年間)

効果金額合計： 2,443,400円/年
(仕損費・再製作ロス時間・設備保守時間の削減)

改善活動を継続する事で、不良を撲滅しました。なお 年間の 不良削減 1815個となりました。効果金額は、年間約244万円です。

【無形効果】

- グループでの情報共有力が高まりました
- QC手法に対する知識が向上しました
- 粘り強い改善意欲がグループに浸透しました

各項目 ランク UPII

Dレベル→Cレベル

今回の活動を通じ 情報の共有力が高まり、改善意欲がグループに浸透しました。そのほかの効果は このようになっています。サークルレベルも 活動前に対し、Dレベルから Cレベルとなりました。

【標準化と管理の定着】

5W1Hで

標準化	だれが	いつ	どこで	なぜ	どのように
レーザー溶接機の定期点検	リーダー	毎月、毎日	現場で	リーグ不良発生を低減させる為	日常点検表とともに清掃表
日記の記録	係員	毎回、毎日	現場にて	清掃を行っている際の確認をする為	点検表のチェックを実施
ワークシートの使用	係員	新規入社時	現場にて	新規スタッフへの指導	新規スタッフへの指導

管理の定着化

標準化	だれが	いつ	どこで	なぜ	どのように
定期点検	リーダー	毎月	会議室	定期的に会議を開催する為	会議室にて定期開催
会議の議題と活動計画	リーダー	毎月	会議室	計画が進捗した際の軌道修正がうまくできた	会議室にて定期開催
会員の解説	会員	毎回、毎日	会議室	会員の発言を行ううちに知識力が向上した	会員が分かる範囲で会員間の知識交換
会員の権限と実績	リーダー	毎月	会議室	会員の実績を評価する為	会議室にて定期開催
会員の権限	リーダー	毎月	会議室	会員の実績を評価する為	会議室にて定期開催
標準化と管理の定着	リーダー	毎月	会議室	標準化の実現	会議室にて定期開催

【反省と今後の課題】

今後の活動に活かしていきます！

各ステップ

テーマの設定	だれが	いつ	小所
現状の把握	係員	毎月	会議室
目標の設定と活動計画	リーダー	毎月	会議室
会員の解説	会員	毎回、毎日	会議室
会員の権限と実績	リーダー	毎月	会議室
会員の権限	リーダー	毎月	会議室
標準化と管理の定着	リーダー	毎月	会議室

反省と今後の課題

5W1Hで このように決め 実施中です。各ステップで 良かった点・悪かった点を出し、自己採点を行い今後の活動に 生かしていきます。