

# 108 太陽電池 評価用 ガラス基板 洗浄・乾燥作業の効率化

会社・事業所名 (フリガナ) トヨタジドウシャ カプシキガイシャ ヒガシフジケンキュウジョ 発表者名 (フリガナ) モリモト マサアキ  
**トヨタ自動車株式会社 東富士研究所** **森本 雅晶**



### 【サークル名の由来】

バンドギャップ = 電子が存在『不可能』な領域

『可能』レベルUP

難しい問題・課題に果敢に挑戦し、  
**不可能を『可能』にする**  
 という思いが込められている

### 会社紹介

【会社名】:トヨタ自動車(株) ・本社所在地:愛知県 豊田市 ・社員数:約70,000人

**本社**  
愛知県 豊田市

**東富士研究所**  
静岡県 裾野市

未来モビリティ

※航空写真

先端材料

研究開発 拠点

【会社紹介】  
 本社は愛知県豊田市にあり、東富士研究所は、静岡県裾野市に位置する、未来モビリティや先端材料の研究開発拠点です。

### 職場紹介

【私の職場】  
 先端材料 世の中に無い『未来の素材』開発を担当

**太陽電池**

トヨタグループの『材料研究』を担う

【職場紹介】  
 私の職場では、「先端材料」という、『未来の素材』開発を担当。トヨタグループの『材料研究』を担っています。

### 職場紹介

【先端材料の研究では...】

【私達に求められる能力】

常識に捕らわれない  
柔軟な発想力(アイデア)

アイデアを形にする為の  
具現化力(経験・工作技能)

高い「改善能力」が必要

『トライ&エラー』を  
 何度も繰り返し⇒作り出す

上位方針  
 チームメンバーの  
**改善能力向上**

上位方針:『改善能力向上』を掲げている

先端材料の研究では、『トライ&エラー』を何度も繰り返し、作り出す事から「常識に捕らわれない柔軟な発想力」や「アイデアを形にする為の具現化力」という高い改善能力が必要の為、上位方針として『改善能力向上』を掲げています。

### サークル紹介

【メンバー構成】:バンドギャップ

【サークルレベル】

本活動では、

若手強み  
常識に捕らわれない  
柔軟な発想力(アイデア)

若手弱み  
アイデアを形にする為の  
具現化力(経験・工作技能)

【弱み克服】

知識UP 技術UP  
 知識・技能 伝承

『アイデアを形にする = 具現化力』向上

【サークル紹介】  
 メンバー構成は、若手とベテランに2極化しており、サークルレベルはCゾーン。本活動では、若手の強みである「柔軟な発想力」を活かし、ベテランの知識・技能を伝承する事で、「具現化力」向上を狙います。

| QCサークル紹介  | サークル名 (フリガナ)        |                | 発表形式     |
|-----------|---------------------|----------------|----------|
|           |                     | <b>バンドギャップ</b> |          |
| 本部登録番号    | 177-540             | サークル結成年月       | 2007年 4月 |
| メンバー構成    | 4名                  | 会合は就業時間        | (内)・外・両方 |
| 平均年齢      | 33歳 (最高 54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 34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 4月~ 2023年 8月  | 本テーマの会合回数      | 20回      |
| 発表者の所属    | 先端材料技術部 試験課         | 勤続             | 18年      |



### サークル紹介

さらに、次期サークルリーダー育成

【サークル目標(2柱)】

若手 活動しやすい 環境作り(運営能力)

「改善能力」向上 「運営能力」向上

「Bゾーン」をレベルUPを目指す!

森本(私)

本活動で、「Bゾーン」を目指す!

さらに、次期サークルリーダーの育成も兼ねて、私がチームリーダーとして、若手が「活動しやすい環境作り」を進め、運営能力向上を図る事で、サークル目標を達成し、「Bゾーン」を目指す。

05

### 業務紹介

【私達の業務】次世代太陽電池の研究・開発を担当

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 7 再生可能エネルギー 利用拡大

シリコン太陽電池(普及)

シリコン板 強化ガラス

<デメリット> 厚い・重い 設置場所が限定

「薄い・軽い・曲がる・安い」 新しいタイプの太陽電池

「ペロブスカイト」と呼ばれる 結晶構造を利用

↑ペロブスカイト太陽電池

【業務紹介】私達は、次世代太陽電池の研究開発を担当。現在普及している太陽電池は、割れやすいシリコン板を強化ガラスで補強しており、その厚みと重さから、設置場所が限定されます。それを解決するのが、ペロブスカイト太陽電池で、「薄い・軽い・曲がる・安い」という特徴を持った、新しいタイプの太陽電池。

06

### 業務紹介

ペロブスカイト太陽電池 「メリット」を活かし

薄い 軽い 曲がる 安い

※曲がる

※薄い

※軽い

シリコン太陽電池

・設置できない場所 ・様々な用途に期待

「再生可能エネルギー」の中でも、大注目の技術

ペロブスカイト太陽電池は、そのメリットを活かし、シリコン太陽電池が設置できない場所や様々な用途で活用が期待されている大注目の技術です。

07

### 業務紹介

【私達の担当】2023年1月～ ペロブスカイト太陽電池 研究・開発

「材料の視点」からアプローチ

テストピース

小型・低コストで 素早く検討が可能

評価用ミニ太陽電池

研究課題

発電効率 向上 ※光と電気に変える能力

耐久性 向上 ※自然環境に耐える能力

テストピース製作

洗浄 乾燥 成膜

性能測定

「発電効率・耐久性」評価

「お客様・地球環境」の為に、日々業務を行っています

私達は材料の視点からアプローチし、研究課題をクリアする為、テストピースと呼ばれる、小型・低コストで素早く検討が可能な「評価用のミニ太陽電池」を自職場で製作。性能評価を繰り返し、お客様や環境の為に、日々業務を行っています。

08

### STEP1: テーマの選定

【今後の研究・開発計画を確認】

研究課題 達成に向け

発電効率 向上 ※光と電気に変える能力

耐久性 向上 ※自然環境に耐える能力

技術員に事前ヒアリング 「本格検討」に合わせて 9月から テストピース増産

【テストピース製作 計画の推移】

開発スピード 加速

本格検討 期間 20枚

トライ 期間 5枚

現状

9月以降

9月までに「テストピース増産に対応できる体制を整える」

【テーマの選定】今後の計画を確認すると、研究課題達成に向けた、9月からの本格検討に合わせて、テストピース増産による「開発スピード加速」を予定。「増産に対応できる体制を整える」必要があります。

09

### STEP1: テーマの選定

【上位方針】 チームメンバーの 「改善能力」向上

【サークル目標(2柱)】 「改善能力」向上 「運営能力」向上

【技術員の要望】 9月までに 「増産体制」を整える

【テストピース増産時の課題洗い出し】

| 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)             |
|------------------------|--------------|---------------|-------------------------|
| テストピース増産枚数             | 5枚/週 → 20枚/週 | 長期的な増産傾向      | 増産対応方法の実現               |
| 作業場所・設備の制限             | 作業場所・設備に限られる | どれくらい拡大するか    | 設備導入予算の確保               |
| ガラス基板の洗浄・乾燥に多くの時間を使用する | 1回にできる量:5枚   | 大量に 洗浄・乾燥できるか | ガラス基板を大量に 洗浄・乾燥できる方法の確立 |
| 洗浄に使用する薬品量             | 薬品消費量の増加     | 薬品の保管場所       | 薬品管理方法の確立               |

『ガラス基板を大量に洗浄・乾燥できる方法の確立』にメンバーの意見が集中

関係者と増産時の課題を洗い出した結果、『ガラス基板を大量に洗浄・乾燥できる方法の確立』にメンバーの意見が集中。

10

### STEP1: テーマの選定

手順①:問題・課題の洗い出し <テストピース製作について>

評価用 ガラス基板

太陽電池の素

複数の試薬

塗布

【構造イメージ】

【各層】 約数100nm (0.0001mm)

電極(+) 電極(-)

電極結合層 電子輸送層 正孔輸送層

ガラス基板

電極厚 0.7mm

テストピースの ベースとなる材料

ナノ単位の「極薄の膜」を重ねる事で、太陽電池構造を形成

各層の「材質・配合」を変えて性能を検討

「ガラス基板」とは、テストピースのベースとなる材料で、太陽電池の素となる複数の試薬を表面に塗布し、ナノ単位の「極薄の膜」を重ねる事で、太陽電池構造を作りテストピースを製作。各層の「材質・配合」を変えて性能を検討します。

11

### STEP1: テーマの選定

手順①:問題・課題の洗い出し <ガラス基板について>

購入した基板 NG

洗浄後の基板 OK

※失敗

※成功

↑光学顕微鏡

↑ガラス基板

テストピース製作前: ガラス基板表面のゴミを除去する『洗浄・乾燥作業』は必須!

しかし、購入したガラス基板には、『微粉末』という肉眼では見えないゴミが多く付着しており、このままでは膜が貼れず、作り直しとなる為、テストピース製作前の『洗浄・乾燥作業』は、必須!

12



### STEP1: テーマの選定

手順①: 問題・課題の洗い出し <洗浄・乾燥作業について> [洗浄・乾燥作業ができる場所]

細心の注意

クリーンルーム 『空気清浄度』が高い部屋

研究所内に 『1カ所しかない』

※イメージ

↑ 場所担当: 高橋

【リーダー会議】 使用時間\_管理表

増産前 テストピース製作

| 月  | 火 | 水 | 木 | 金 |
|----|---|---|---|---|
| 5枚 |   |   |   |   |

増産後 テストピース製作

| 月   | 火 | 水 | 木 | 金 |
|-----|---|---|---|---|
| 20枚 |   |   |   |   |

×4倍

月曜 60分 増産前 5枚 (1週間) 増産後 20枚 (1週間)

洗浄・乾燥作業(増産後): 『20枚の対応も60分』で行う事が求められる

「洗浄・乾燥作業」は、空気清浄度が高いクリーンルームで行います。しかし、この部屋は、研究所内に『1カ所しかなく』他チームと共用の為、決められた時間しか使用できない。私のチームは、『月曜の60分』で一週間の洗浄・乾燥を行い、毎日製作。増産後、『20枚の対応も60分』で行う事が求められます。

13

### STEP1: テーマの選定

手順①: 問題・課題の洗い出し <洗浄・乾燥作業について>

工程①: ガラス基板 購入

工程②: 洗浄・乾燥 (月曜日)

工程③: テストピース製作 (日-金曜日)

工程④: テストピース完成

30mm 板厚: 0.7mm

工程②: 洗浄・乾燥 (月曜日) の詳細

詳細を「動画」で説明します

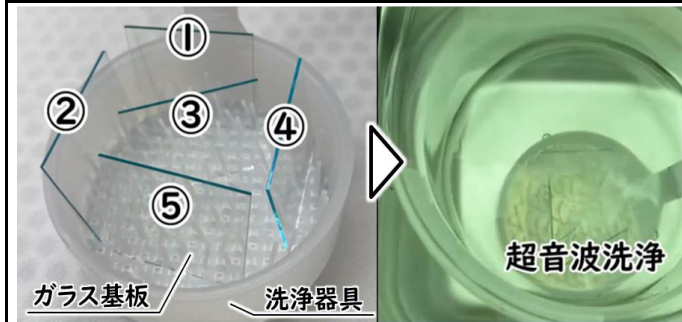
| 工程  | 1: 取り出し | 2: 並べる | 3: 洗浄 | 4: 取り出し | 5: 乾燥 | 6: 収納 | 合計工数   |
|-----|---------|--------|-------|---------|-------|-------|--------|
| 増産前 | 3分      | 3分     | 30分   | 3分      | 15分   | 3分    | 57分/週  |
| 増産後 | 12分     | 12分    | 120分  | 12分     | 60分   | 12分   | 228分/週 |

5枚/週 20枚/週

4倍

テストピース製作作業の「洗浄・乾燥工程」について詳細を動画を説明します。

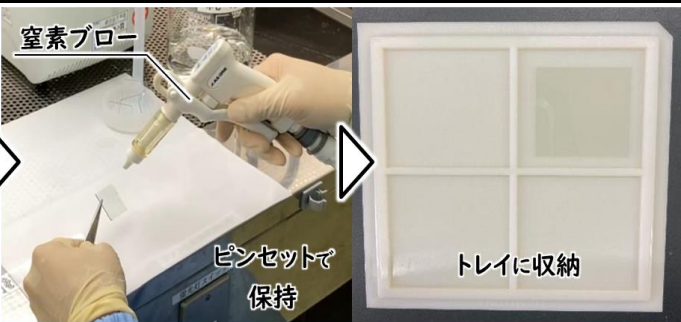
14



### 洗浄器具にガラス基板を並べ、「超音波洗浄」

【対策前: 洗浄作業】  
まず、ピンセットでガラス基板を取り出しますが、洗浄器具に並べる際、ツルツル滑り時間がかかる。現状、『1回に5枚』しか置く事が出来ません。次にアセトンに浸し、10分超音波洗浄。プロパノール、純水も同様の流れて、各10分ずつ超音波洗浄します。  
〔対策前(洗浄作業): 合計30分/回×4回/週=120分/週〕  
↑5枚 ↑20枚

15



### 「1枚ずつ」窒素ブローで乾燥(5枚)⇒「4回」繰り返す(20枚)

【対策前: 乾燥作業】  
洗浄後、5枚のガラス基板を、1枚ずつ、ピンセットで保持しながら、両面を窒素ブローで乾燥。窒素は、湿気0%で乾燥に適した気体です。また、乾燥時、基板が飛びリスクがあります。乾燥出来たら、トレイに収納。『一連の流れを「4回」繰り返す必要がある』  
〔対策前(乾燥作業): 合計15分/回×4回/週=60分/週〕  
↑5枚 ↑20枚

16

### STEP1: テーマの選定

手順①: 問題・課題絞り込み

「ガラス基板 洗浄・乾燥作業時間の推移」

9月以降 228分 4倍

20枚

作業時間 171分 (2日51分)

57分 5枚

57分 20枚

増産前 増産後 ありがたい姿 図9\_作業必要時間の推移 (20枚/週の場合)

表2\_問題・課題選定シート

| 問題・課題                 | 必要性 | サークルの成長(予測) | 評価点 | 順位 |   |
|-----------------------|-----|-------------|-----|----|---|
| 薬品滴下高さ 調整管理方法の構築      | ○   | ○           | ○   | 14 | 2 |
| 評価用 ガラス基板 洗浄・乾燥作業の効率化 | ○   | ○           | ○   | 18 | 1 |
| グローブボックス内 作業環境改善      | △   | △           | △   |    | 3 |

テーマ: 『太陽電池 評価用 ガラス基板 洗浄・乾燥作業の効率化』に立ち向かう

〔問題・課題の絞り込み〕  
作業時間が『4倍』となり、ありがたい姿とのギャップが大きく、作業負担も増加。開発を加速させ、他チームに影響を与えない為、全員一致で、この課題に立ち向かう事にしました。

17

### STEP1: テーマの選定

手順③: 手順の選択

将来的な増加に対応 『課題の先取り』を選択

サークル初

課題にチャレンジ! Bゾーン

レベルUP

取り組むテーマの対象

太陽電池 評価用 ガラス基板 洗浄・乾燥作業の効率化

目的は?

従来の業務 No 対策の見当は 問題解決型

失敗の防止 未然防止型

課題の先取り 課題達成型

現状打破

〔手順の選択〕  
将来的な増加に対応する為に、サークル初の『課題の先取り』を選択。難題にチャレンジし、『Bゾーン』を目指します。

18

### STEP2: 攻め所と目標設定

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

重点志向で 『増産』に対応

上位方針 合計

チームメンバーの 改善能力向上

作業負担の軽減

サークルの目標(2柱)

『改善能力』向上

『運営能力』向上

レベルUP

テーマに『取り組む必要性』を全員で確認

〔テーマ選定理由の明確化〕  
効果が大きい項目を対策し、増産に対応。取り組む必要性を全員で確認。

19

### STEP2: 攻め所と目標設定

手順①: 攻め所の明確化 <テーマの特性・調査項目決め>

前提条件

ガラス洗浄の“品質”は落とさない

洗浄後の基板 拡大図(100倍) OK

表4\_テーマの特性

| テーマの特性      | 現在の姿           | ありたい姿         | ギャップ             |
|-------------|----------------|---------------|------------------|
| 『洗浄・乾燥』作業時間 | 228分/週 (3日48分) | 57分/週 (増産前同等) | 171分/週 (2日51分/週) |

根拠

『増産前同等』にする事で、開発スピードを加速

表5\_調査項目決め表

| 区分 | 項目   | 役割         | いつまで          |
|----|------|------------|---------------|
| 方法 | 洗浄方法 | 調査リーダー: 進藤 | 調査リーダーに 5月15日 |
| 方法 | 乾燥方法 | 調査リーダー: 高橋 | 5月15日         |

『若手2人』を中心に調査開始

〔攻め所と目標設定〕〔攻め所の明確化〕  
テーマの特性は『洗浄・乾燥作業時間』、ありたい姿は、『増産前同等の57分』前提条件・調査項目を決定。若手2人を中心に調査開始。

20



### STEP2: 攻め所と目標設定

手順①: 攻め所の明確化 <調査項目: 洗浄方法>

品質確保の為、「洗浄時間短縮」はできない

| 現状               | 洗浄可能枚数 (1セット)          | 現状                          | 洗浄時間 | 現状 | 薬品消費量 |
|------------------|------------------------|-----------------------------|------|----|-------|
| 5枚<br>(20枚実装=4回) | 120分/週<br>(合計30分×4回/週) | 3,000ml/週<br>(合計750ml×4回/週) |      |    |       |
| アセトン 10分         | プロパノール 10分             | 純水 10分                      |      |    |       |

攻め所: 『20枚を1回で洗浄できる方法』を検討

<洗浄方法の調査>  
 洗浄可能枚数は「1セット5枚」の為、洗浄時間が「120分」になるが、品質確保の為、洗浄時間の短縮はできない事から「20枚を1回で洗浄できる方法」を検討。

21

### STEP2: 攻め所と目標設定

手順①: 攻め所の明確化 <調査項目: 乾燥方法>

ガラス基板が割れる危険性あり

| 現状              | 乾燥可能枚数 (1回)      | 現状        | 乾燥時間   | 現状 | ピンセットでの保持 |
|-----------------|------------------|-----------|--------|----|-----------|
| 1枚ずつ<br>(20枚実装) | 60分/週<br>(20枚実装) | ピンセットでの保持 | ツルツル滑る |    |           |
| すべて手作業          | 作業者の負担増加         | 時間がかかる    | ↑飛散リスク |    |           |

攻め所: 『20枚を1回で乾燥できる方法』を検討

<乾燥方法の調査>  
 現状「1枚ずつ」しか乾燥できず、「60分」掛かる為、負担が増加。さらに、ピンセットでの保持は、ツルツルと滑り作業に時間がかかる事から、「20枚を1回で乾燥できる方法」を検討。

22

### STEP2: 攻め所と目標設定

手順①: 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          | 攻め所候補               | 期待効果 | 採否 |
|-----------|-------------|--------------|---------------|---------------------|------|----|
| 方法 (洗浄方法) | 5枚/セット ×4回  | 20枚を1回で洗浄    | 1回で洗浄できる方法が無い | 20枚を1回で洗浄できる洗浄方法の考案 | ◎    | ○  |
| 方法 (乾燥方法) | 1枚ずつ持って乾燥   | 20枚を1回で乾燥    | 1回で乾燥できる方法が無い | 20枚を1回で乾燥できる乾燥方法の考案 | ◎    | ○  |
| ツルツル滑る    | ガラス基板が滑らず持つ | ツルツル滑り時間がかかる |               | ツルツル滑らないピンセットの考案    | ◎    | ○  |

手順②: 目標設定 <増産前同等にする事で、開発スピードを加速>

何をいつまでにどうする

『洗浄・乾燥』作業時間 [228分/週] → 23年8月末 → 57分/週 (増産前同等)

<調査結果をまとめ>  
 攻め所は、『20枚を1回で洗浄・乾燥できる方法の考案』とし、さらに、若手の希望で、『滑らないピンセットの考案』も追加。目標は、『作業時間を8月末までに57分に』とした。

23

### STEP2: 攻め所と目標設定

手順③: 活動計画の作成

表7. 活動計画のガントチャート

| STEP      | メンバー | 活動期間 |
|-----------|------|------|
| テーマの選定    | 全員   | 4月   |
| 攻め所と目標の設定 | 全員   | 4月   |
| 方策の立案     | 全員   | 4月   |
| 成功シナリオの追求 | 全員   | 4月   |
| 成功シナリオの実施 | 全員   | 4月   |
| 効果の確認     | 全員   | 4月   |
| 標準化と管理の定着 | 全員   | 4月   |
| 反省と今後の進め方 | 全員   | 4月   |

若手の『改善能力』・私の『運営能力』向上を狙う

活動計画は、技能伝承を主体に若手の改善能力向上を図り、私が、サークル外とも積極的に協力し、運営能力向上を狙う。

24

### STEP3: 方策の立案

攻め所候補 20枚を1回で洗浄できる洗浄方法の考案

手順①: 方策の列挙 <攻め所を基にアイデア出し>

| 対策案   | 工数         | 品質 | 安全 | 作業性 | コスト | 点数 | 評価 |
|-------|------------|----|----|-----|-----|----|----|
| アップ   | 洗浄器具容量アップ案 | ◎  | ◎  | ◎   | △   | 10 | ○  |
| 洗浄・乾燥 | ベルトコンベア案   | ×  | △  | ◎   | ×   | 4  | ×  |

【必要要件】: 容量20枚+寸法定義

1回で20枚の「洗浄」が可能: 『円形状の洗浄器具』を採用!

【方策の立案】  
 攻め所を基にアイデアを出し、『洗浄器具容量アップ案』を進める事に、ベテランから「材質の耐薬品性」は調べた?とアドバイスがあり、確認。しかし、自職場でテフロン加工は難しい事から、メーカーと協力し製作。『1回で20枚の洗浄』が可能になり、洗浄器具の容量UPに成功。

25

### STEP3: 方策の立案

攻め所候補 20枚を1回で洗浄できる洗浄方法の考案

手順①: 方策の列挙 <攻め所を基にアイデア出し>

「耐薬品性」は調べた? 「材質」は? 「3Dプリンタ」で造形

「メーカー」と協力製作

1回で20枚の洗浄が可能

対策前 120分 ×4セット → 対策後 30分 ×1セット

洗浄器具の「容量UP」に成功!

作成した図面を3Dプリンタで造形。サイズはバッチリ! ここで、ベテランから「材質の耐薬品性」は調べた?とアドバイスがあり、確認。しかし、自職場でテフロン加工は難しい事から、メーカーと協力し製作。『1回で20枚の洗浄』が可能になり、洗浄器具の容量UPに成功。

26

### STEP3: 方策の立案

攻め所候補 20枚を1回で乾燥できる乾燥方法の考案

手順①: 方策の列挙 <攻め所を基にアイデア出し>

現状: 乾燥中の保持

「60分」握り続ける

対策前: 60分 → 対策後: 60分

もっと効率的に乾燥したい!

乾燥方法の検討では、若手の「そのまま乾燥できないか?」という発想からガラス基板の「取り出し」や「保持」が不要になり作業時間と負担が低減。しかし、乾燥時間自体は短縮できず、塞素ブローガンを「60分握り続ける」為、もっと効率的に乾燥したい。

27

### STEP3: 方策の立案

手順②: 方策案の絞り込み <「効率化+負担軽減」案出し>

| 対策案           | 工数 | 品質 | 安全 | 作業性 | コスト | 点数 | 評価 |
|---------------|----|----|----|-----|-----|----|----|
| ロボットアーム (風乾燥) | ×  | ◎  | ◎  | ×   | ×   | 7  | ×  |
| 乾燥機 (熱乾燥)     | ×  | ×  | ◎  | △   | △   | 6  | ×  |

「野菜水切り器」を参考に「効率的な乾燥器」の検討開始

「効率化+負担軽減」の案出しでは、どれも評価はバツ。困った時は、『現地現物』というベテランのアドバイスで再度、確認すると『全体に風が当たらない事で、大きい水滴の乾燥に時間が掛かる』事が判明。これを見ていた若手から、『野菜水切り器』の様に、回転の遠心力で水滴を飛ばし、満遍なく風を当てる事が出来れば「効率的な乾燥器」ができないかというアイデアを基に検討を開始。

28



### STEP4: 成功シナリオの追究

手順①: シナリオの検討

「洗浄器具」と「乾燥器」をどう組み合わせるか?

「親和図法」の中でも「希望点列挙法」で整理

「最大限」活かせる

「意見の偏り」防止

全体形状

|        |         |        |         |
|--------|---------|--------|---------|
| 乾燥器サイズ | 使用場所広さ  | 洗浄器具形状 | 回転・乾燥機構 |
| 乾燥器重量  | 水滴の飛散防止 | 安全性    | 原動力     |
|        |         |        | 回転方式    |
|        |         |        | 回転軸     |
|        |         |        | 回転速度    |
|        |         |        | 作業性     |
|        |         |        | 惰性回転    |

水切り乾燥器: 「方向性」と「課題」を確認

【成功シナリオの追究】  
「洗浄器具」と「乾燥器」をどう組み合わせるか?と悩んでいた時、私から、親和図法の中でも若手の柔軟な発想が最大限活かせる『希望点列挙法』で整理しようと提案。  
他サークルと協力し、自由にアイデアを出した後、2つのグループに分け方向性と課題を確認。

29

### STEP4: 成功シナリオの追究

全体形状: 「使用環境に適したサイズ・材質」検討

手順②: 期待効果の予測

具体的な「構造・製作方法」を検討

樹脂製 乾燥器重量  
「1kg以下」(軽量)

乾燥器サイズ  
「40cm以下」

洗浄器具形状  
「円形」

「乾燥器を具現化」  
・3Dプリンタ樹脂製ケース  
・透明カバー(タフロイド)

水滴の飛散防止  
安全性  
「透明カバー」(タフロイド製)

作業保護

水切り乾燥器: 「原型」が完成

【期待効果の予測】  
まとめた項目を基に、全員で「具体的な構造・製作方法を検討」し具現化。  
水切り乾燥器の「原型」が完成。

30

### STEP4: 成功シナリオの追究

回転・乾燥機構: 「乾燥を効率的に行える」検討

手順③: 障害の予測と排除

「回転動力源」の検討

乾燥に使用している「窒素の風力」を活用

| 安全性 | 作業性 | 実現性 | 点数 | 評価 |
|-----|-----|-----|----|----|
| ○   | ×   | ○   | 4  | 否  |
| ×   | ○   | ×   | 3  | 否  |
| ○   | ○   | ○   | 9  | ○  |

「送風ノズル」の検討

| 項目        | 送風ノズル               | 具体案 |
|-----------|---------------------|-----|
| 送風角度(入射角) | 20° 30° 40° 50° 60° |     |
| ノズル本数(配置) | 1本 2本 3本 4本 5本      |     |
| 開口面積(開口)  | 1mm 2mm 3mm 4mm 5mm |     |

「送風ノズル」形状が決まらない

【障害の予測と排除】  
「回転動力源」の検討では、「場所の狭さ」や「揮発性薬品を使用する」事から、人力や電力は難しい。若手の発想で、乾燥に使う「窒素の風力」を活用する案を採用。回転時の飛散防止を製作し、回転と乾燥を両立する「送風ノズル」を検討。しかし、何をやっても回転が遅く、ノズル形状が決まらない。

31

### STEP4: 成功シナリオの追究

回転・乾燥機構: 「乾燥を効率的に行える」検討

手順③: 障害の予測と排除

「空力のプロ」に相談しよう!!

「滞留」回転しない

「風の流れを確認」

「送風ノズル」の検討

「風の流れに合わせた排気口形状」

「らせん形状」

「送風ノズル」形状が決まらない

そこで思い切って、「空力のプロに相談しよう」と、部署を越えて協力を依頼。風の流れを見てもらうと、送風した窒素がぐちゃぐちゃに滞留していた。「風は出口形状が重要」というアドバイスから、風の流れに合わせた「らせん形状」を採用し、解決! 送風ノズル形状も再検討する。

32

### STEP4: 成功シナリオの追究

回転・乾燥機構: 「乾燥を効率的に行える」検討

手順③: 障害の予測と排除

「送風ノズル」の再検討

| 項目        | 送風ノズル               | 具体案 |
|-----------|---------------------|-----|
| 送風角度(入射角) | 20° 30° 40° 50° 60° |     |
| ノズル本数(配置) | 1本 2本 3本 4本 5本      |     |
| 開口面積(開口)  | 1mm 2mm 3mm 4mm 5mm |     |

「現地現物」で再検討

乾燥時間の大幅な短縮に成功! 【60分→3分】

乾燥完了時間: 3min  
ガラス回転数: 260rpm  
風速: 0.4m/s

現地現物で様々な形状を検討し、「送風ノズル」が完成。理想の回転が実現。さらに、最適な乾燥要件を「数値化」。乾燥時間の大幅な短縮に成功!

33

### STEP5: 成功シナリオの実施

命名: 乾太郎 W ダブルパワー

「風力+遠心力」

「回転停止ボタン」

「惰性回転」を止める

「ワンタッチ・ロック機構」

ワンタッチ脱着が可能

風圧による外れを防止

「上下軸ベアリング」

滑らかな回転をサポート

「洗浄器具容量UP」

20枚の保持・洗浄が可能

「飛散防止カバー」

水滴・窒素の飛散防止

「送風ノズル(3本)」

窒素を噴射するノズル

高効率に風が当たる形状

「排気口(らせん形状)」

導入した窒素を効率的に排気する形状

こちらが完成した乾燥器、「乾太郎W(ダブル)」です。対策品の詳細を動画で説明します。

34

洗浄器具(基板20枚)

そのままセット

「20枚を1回で洗浄」⇒そのままセット

【対策後: 洗浄・乾燥作業①】  
20枚のガラス基板を「1回」ですべて洗浄できる器具の考案により、120分かかっていた洗浄作業が、30分でできるようになりました。洗浄が完了したら、「飛散防止」を取り付け、「らせん形状の排気口」を設けた乾太郎Wの土台に、そのままセット。

35

「3分」で乾燥完了

「風力」と「遠心力」で一気に乾燥

【対策後: 洗浄・乾燥作業②】  
次に、苦労して検討した「送風ノズル」が付いたフタを「ワンタッチロック機構」で簡単装着。「窒素ブローガンのホース」を乾太郎Wに接続。元バルブを開き、「風力」と「遠心力」で一気に乾燥、3分経過したら、元バルブを閉じて、「回転停止ボタン」を押し、「惰性回転」を止めて完了。

36



### STEP5: 成功シナリオの実施

【工数効果】

| 工程      | 未対策 | 洗淨器具容量UP & 乾太郎W<br>＜対策済み＞ | 未対策 | 合計工数                 |
|---------|-----|---------------------------|-----|----------------------|
| 1: 取り出し | 12分 | 12分                       | 12分 | 228分/週<br>(3時間48分/週) |
| 2: 洗浄   | 12分 | 120分                      | 60分 | 69分/週<br>(2時間39分/週)  |
| 3: 乾燥   | 12分 | 30分                       | 3分  | 増加率: 57%/週           |

洗淨・乾燥の課題をクリア  
最後の課題にトライ!

若手の希望  
ピンセット  
↑現状のピンセット

ツルツル滑り  
使い難いピンセット  
『作業時間がバラつく』

作業時間比較  
現状: 36分  
改善後: 40分  
目標: 50分

洗淨・乾燥の課題をクリアし、目標まであと一步。  
最後に『ツルツル滑るピンセットによる作業時間のバラつき』を対策。

37

### STEP5: 成功シナリオの実施

『ツルツル滑らないピンセット』の検討

＜形状の最適値を検討＞

| 項目               | 最適値   | 検討                      |
|------------------|-------|-------------------------|
| 操作性<br>(作業性+安全性) | 2N    | 4N 6N 8N 10N            |
| 先端長さ<br>(板厚)     | 0.1mm | 0.2mm 0.3mm 0.4mm 0.5mm |
| 先端角度<br>(入射角)    | 5°    | 10° 15° 20° 25°         |

【若手のアイデア】

持てる場所の模索中... 側面

表面 (ヒント) UFOキャッチャー ↑アーム形状

側面視

表面ではなく、『側面』を持つ

何度でも微調整を繰り返し製作

↓微調整 検証 UP

↓試作 確認

↑トライ & エラー

ピンセットの検討では、  
若手の発想で『UFOキャッチャーのアーム形状』をヒントに、  
表面ではなく、『側面を持つ』事で保持力を向上できないか？  
というアイデアから形状の最適値を検討。何度でも微調整を繰り返し製作。

38

### STEP5: 成功シナリオの実施

【新規考案】UFOピンセット

横持ち 縦持ち

保持力↑

作業時間も大幅に短縮

『抜群の保持力・作業性』を実現

完成した『UFOピンセット』は、対策前の持ち難さを無くす為、  
工程に合わせ、「横・縦の2通りの持ち方」ができる形状を考案。  
『抜群の保持力と作業性』を実現し、作業時間を大幅に短縮。

完成した『UFOピンセット』は、対策前の持ち難さを無くす為、  
工程に合わせ、「横・縦の2通りの持ち方」ができる形状を考案。  
『抜群の保持力と作業性』を実現し、作業時間を大幅に短縮。

39

### STEP6: 効果の確認【有形効果】

【工数効果】最終結果

| 工程      | UFOピンセット | 洗淨器具容量UP & 乾太郎W | UFOピンセット | 合計工数                 |
|---------|----------|-----------------|----------|----------------------|
| 1: 取り出し | 12分      | 12分             | 12分      | 228分/週<br>(3時間48分/週) |
| 2: 洗浄   | 5分       | 30分             | 0分       | 48分/週<br>(3時間の低減)    |
| 3: 乾燥   | 5分       | 3分              | 5分       | 57分/週<br>(増産同等)      |

目標達成

作業時間 164分/週

品質確認 洗浄状態: 合格

増産前に『作業の効率化』成功!

【効果の確認】【有形効果】  
48分で作業可能になり、目標達成!  
品質も合格、増産前に『作業の効率化』に成功!

【効果の確認】【有形効果】  
48分で作業可能になり、目標達成!  
品質も合格、増産前に『作業の効率化』に成功!

40

### STEP6: 効果の確認【付随効果】

誰でも簡単に「洗淨・乾燥作業」できる

安全

品質

コスト

環境

『SDGs』にも貢献

【付随効果】  
誰でも簡単に作業でき、他チームに影響無し。  
安全・品質を確保し、SDGsにも貢献。

【付随効果】  
誰でも簡単に作業でき、他チームに影響無し。  
安全・品質を確保し、SDGsにも貢献。

41

### STEP6: 効果の確認【無形効果】

今回の活動を通して...

改善能力向上 (若手)

運営能力向上 (若手)

【サークルの成長】

【無形効果】  
活動を通して、若手の『改善能力』と、私の『運営能力』が大幅に向上。  
念願の『Bゾーン』にレベルアップ。

【無形効果】  
活動を通して、若手の『改善能力』と、私の『運営能力』が大幅に向上。  
念願の『Bゾーン』にレベルアップ。

42

### STEP7: 標準化と管理の定着

【対策後の効果維持・管理】

標準化 → 周知徹底 → 管理の定着

表14.「標準化と管理の定着」の5W1Hマトリックス

| ステップ  | What:何と (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       | 森本・進藤       | 2023年8月10日    | 現場             | 動画や写真も使用して改訂   |
| 周知徹底  | 関係部署へ展開      | 生産性向上       | 上村・森本 技術員   | 2023年8月23日    | 現場・リモート会議      | 現地現物・Teams守衛   |
| 管理の定着 | 使用方法の教育・訓練   | 災害防止        | 上村・森本 技術員   | 2023年8月24~30日 | 現場             | 現地現物           |
|       | 治具の保守点検      | 故障防止        | 森本・高橋       | 1回/週          | 現場             | 目視点検・清掃        |
|       | 修理           | 性能維持        | 森本・進藤       | 随時            | 現場             | 3Dプリンタ等        |

『5W1H』で明確化

【標準化と管理の定着】  
標準化・周知徹底・管理の定着の順で遂行し、『5W1H』で明確化。

【標準化と管理の定着】  
標準化・周知徹底・管理の定着の順で遂行し、『5W1H』で明確化。

43

### STEP8: 反省と今後の課題

表15.各ステップの反省

| ステップ | 項目        | 良かった点                            | 改善したい点                            | 今後の進め方                           |
|------|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| P    | テーマ選定     | 上位方針・現場のニーズが合致したテーマを選定し取り組む事ができた | 「効率化」に重点を絞り過ぎないようにより広い観点でテーマを洗い出す | 全体を考慮したテーマ選定を実施し、現場の状況をしっかりと把握する |
| D    | 方法決定      | 3Dプリンタを最大限に活用し、複雑なアイデアを再現化・具現化   | 特定メンバーに役割が偏らない様、負担の平等化を図る         | 必要な知識・技能を習得する為、技能伝承する機会を創出する     |
| C    | 効果確認      | 計画通り「若手の改善能力(具現化力)」を向上する事ができた    | 計画通り「若手の改善能力(具現化力)」を向上する事ができた     | 知識・技能の習得の効率化、「伝承ツール」整備           |
| A    | 標準化と管理の定着 | 汎用性があり、他のチームへの複製も実施              | 全社的な展開を実施する                       | トヨタの強みや文化・社風・社訓を踏襲し、対象者の習熟を促す    |

【次回の活動】  
「具現化力」向上 伝承  
「技能伝承ツール」整備

今後も様々な『課題』にチャレンジし続けます!

【反省と今後の課題】  
次回も若手への『技能伝承を継続』。『伝承を効率化するツール』も整備し、  
今後も様々な『課題』にチャレンジし続けます。

44