

【会社紹介】

弊社は、株式会社デンソーとして1949年に設立。

愛知県刈谷市に本社を構え、日本国内に拠点を持つだけでなくグローバルにも展開しています。

主な事業内容は、モビリティ製品の製造で、2035年度までにカーボンニュートラルを達成し、社会に「安心」を提供するリーディングカンパニーを目指し、お客様にご満足いただける製品を提供をしています。

【サークル紹介】

私たちのサークルは、バランスの取れた年齢構成となっており、機械加工や溶接など多彩な技能を持っているのが特徴です。

現在のサークルレベルはBゾーンで、全員参加でスキルを活かしながら現地現物・デジタルツールの活用で更なるレベルアップを目指して活動しています。

【テーマ選定の背景】

私たちの職場は「迅速かつ高度なモノづくり」を掲げ、幅広い事業分野における開発試作に貢献しています。H2Oサークルが担当する製品は、FCEVおよびSOEC製品です。その中でも、FCEV用FCスタックの開発を重点テーマとしており、市場規模の拡大が進む中、FCEVの事業化に向けた開発を推進しています。

FCEV（燃料電池車）とは、水素と酸素の化学反応を利用して燃料電池内で発電し、その電力でモーターを駆動して走行する車両です。走行時にCO₂を排出せず、排出物は主に水であることから、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する重要な製品として位置づけられています。

【テーマ選定】

「FCスタック」は、100層以上のセルで構成されています。セル内では、アノード側で水素が触媒により酸化され、生成した電子が外部回路を通して電力として取り出されます。

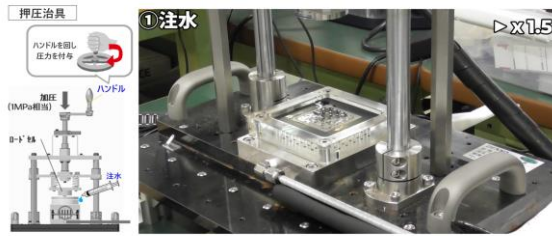
あわせて、カソード側では酸素の還元反応により水が生成されます。

生成した水がセル内に滞留・蓄積するとガス拡散が阻害され、発電性能の低下につながります。そのため、触媒層近傍の水を適切に排出し、ガスを均一に供給する役割を担う拡散層の性能が重要です。現状、FCセル開発では「拡散層の透水圧評価の段取りNG」「電解質膜の剥離不良」「拡散層の膜厚測定効率化」の3つの困りごとがあります。

テーマ選定にあたっては、マトリクス図を使い、上位方針・緊急度・期待効果を評価し、拡散層の透水圧評価段取り改善に着手することを決定しました。

ＱＣサークル紹介	サークル名（フリガナ）		発表形式
	H2O サークル（エイチツーオー）		プロジェクト
本部登録番号	20965	サークル結成年月	2021 年 4 月
メンバー構成	9 名	会合は就業時間	（内） ・ 外 ・ 両方
平均年齢	42.2 歳（最高66 歳、最低 22 歳）	月あたりの会合回数	2 回
テーマ暦	本テーマで 1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	2025 年 1 月 ～ 2025年 6月	本テーマの会合回数	12 回
発表者の所属	本社 勤続 11 年		

【動画】作業説明 約1分

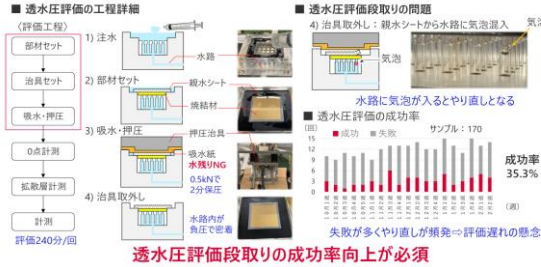


【作業説明動画】

拡散層の透水圧評価段取りに使用する押圧治具の構造を説明します。
治具はベース上にフレームを立て、中央の押圧部をハンドル操作で上下させる構造です。

ハンドルの回転で押圧部が降り、試料に荷重を与えられます。
加圧荷重はロードセルで測定し、表示値を見ながら狙い条件に合わせて管理します。

現状把握 — 拡散層の「透水圧評価」段取り —

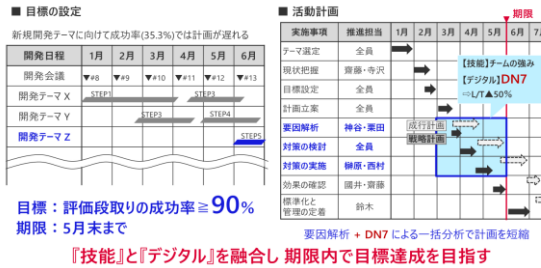


【現状把握】

透水圧の評価工程は、1サイクルあたり240分を要しております。
評価段取りの治具を取り外す工程で、親水シート下から水路へ気泡が混入する問題が多発しており、水路に気泡が混入すると 透水圧を正しく評価できず、段取りを始めからやり直す事になってしまいます。
これまでの170サンプルに於いても評価成功率は35.3%と低く、透水圧評価の滞留による開発リードタイム遅延が懸念され、今後の製品開発における大きな課題です。

そこで今回、透水圧評価段取りの成功率向上による再段取りの削減は必須と捉え、サークル丸となって改善活動を推進していく事に決定しました。

目標設定と活動計画



【目標設定と活動計画】

今後の新規開発テーマに向け、現状の評価段取り成功率35.3%のままで計画遅延が懸念されるため、目標を「評価段取り成功率90%以上」、期限を「5月末まで」と設定しました。

一方、従来の成り行きの進め方では期限内の達成が難しいと判断し、チームの強みである多様な技能に加え、デジタルツール「DN7」を活用した戦略的かつ挑戦的なサークル活動の計画を立案。

経験やカンコツのみに頼らず、データで攻めどころを定める活動としました。
「技能」と「デジタル」の融合により、要因解析～対策立案のリードタイムを短縮し、期限内での目標達成を目指します。

DN7の活用について



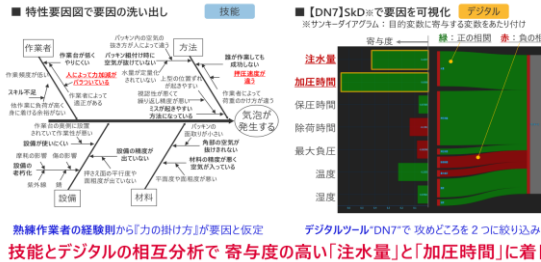
【DN7の活用について】

DN7 (Digital Native QC 7 tools) は、大量かつ高次元のデータを扱う「DX版のQC7つ道具」です。

固定フォーマットでビッグデータを解析でき、複雑な前処理を最小化したうえで各種可視化・分析を実行できる点が特長で、従来のQC7つ道具では捉えにくかった傾向や新たな視点を得ることで、要因解析の効率化と活動スピード向上が期待できます。

本活動ではDN7を有効な解析ツールとして位置づけ、サークルとして積極的に活用していく事にしました。

要因解析-1 — “気泡混入抑止”に向けた 攻めどころのあたり付け —



【要因解析-1】

まず特性要因図で、気泡が発生する要因を「作業員・方法・設備・材料」の観点で洗い出しました。その中で熟練作業員の経験から、作業員による“力の掛け方”に着目し、押圧の強さや当て方やハンドル操作の違いが、気泡混入に影響する可能性があると思立てをしました。

次にデジタル側として、DN7のSkD(サンキーダイアグラム)を用い、気泡の有無に対して複数ある因子の寄与度を可視化しました。注水量・加圧時間・保圧時間・除荷時間など複数因子を同時に並べ、どの因子が目的変数に効いているかを俯瞰する事で結果、寄与度が大きい因子として「注水量」と「加圧時間」が上位に出ることが分かりました。このように技能の仮説で狙いを定め、DN7でデータから裏づけることで、攻めどころを「注水量」「加圧時間」の2点に絞り込みます。

要因解析-2 「気泡混入抑止」に向けた 要因の深掘りー

■ VTR分析の実施

〈作業の3ム（ムリ・ムラ・ムダ）を見える化〉



〈会合でのブレインストーミング〉

「シンジで入れている注水量にばらつきが有り。」
「指で空気を押し出しているように見える。」
「右の人は押圧にかけた時間がゆっくりね。」
「作業台が低くて、作業がやりにくい。」
「押すときの指の位置は人によって違うね。」
「作業中は空気の混入が見つけられない。」

一部の作業で「ムラ＝ばらつき」を発見

VTR分析で「注水量」と「加圧時間」のばらつきが「気泡混入」要因である事を確認

■ VTR分析の結果

（手順）

1) 注水

2) 部材セット

3) 吸水・押圧

4) 治具取外し

〈結果①〉注水量のばらつき

注水の目的：空気の侵入防止

狙い値：定量値なし（全体を水に浸す）

注水量が少ない 注水量が多い

〈結果②〉加圧時間のばらつき

押圧の目的：負圧発生時の漏れ防止

狙い値：押圧荷重0.5kN

治具ハンドルを回すスピードが異なる

対策の検討 「気泡混入抑止策」

■ 系統図＋マトリックスで対策を決定



【要因解析-2】

続いて、VTR分析で作業のばらつき（作業の3ム：ムリ・ムラ・ムダ）を可視化し、ブレンストーミングで要因を深掘りします。その結果、一部の作業にばらつきが確認でき、特に「注水」と「加圧（押圧）」の2点に着目しました。結果①は「注水量のばらつき」です。狙い値が定量化されておらず、「全体を水に浸す」という曖昧な基準で作業が進んでいました。このため、作業者ごとに注水量が変動する状況となっています。結果②は「加圧時間のばらつき」です。加圧の目的は、負圧発生時の漏れを防止することにあります。狙い値である加圧荷重0.5 kNに対し、治具ハンドルを回すスピードが作業者で異なります。その影響として、加圧時間にばらつきが生じる様子をVTRから読み取れました。以上より、DN7による相関解析とVTR分析を組み合わせ、要因の確度を高めたうえで対策検討へつなげます。

【対策の検討】

まず「なぜなぜ分析」により真因を追求し、系統図で対策案を整理しました。次にマトリックス評価を用いて、効果・納期・コスト・実現性の観点から優先順位を付けています。その結果、対策は「水量の最適化」「加圧の標準化」「押圧の治具化」の3点に絞り込み、これらを効率よく進めるため、メンバーの強みを活かしたミニサークルを編成しました。

各チームが対策を並行して推進し、得られた検証結果はDN7のPCP（平行座標プロット）で分析します。PCPでは測定値同士の関係性を可視化でき、対策の効果を確認できます。このように、チーム編成とDN7分析を組み合わせ、最短での目標達成を目指します。

対策の実施-1 メンバーの強みを活かしたミニサークル活動ー

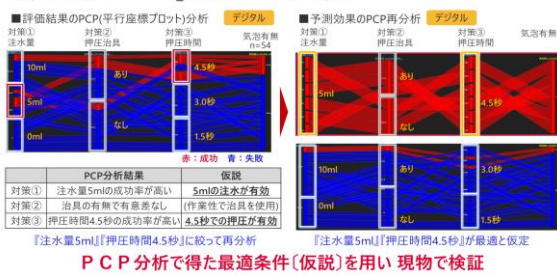


【対策の実施-1】

3つの対策を同時並行で進めました。対策①は注水量の最適化です。作業者間でばらつきがあったため、寺沢さんの提案で電動ピペットを採用し、注水量を0/5/10 mLの3水準で評価しました。対策②は押圧の治具化です。従来は指押しでしたが、全面を均一に押せる治具を製作し治具あり/なし2水準の効果を評価。治具形状は作業者目線で改善を入れ、DRと検証を重ねながら作業性を高める工夫を追加していきました。対策③は押圧（加圧）の標準化です。0.5 kN到達までに最大4.5秒の時間を要していたので押圧時間を1.5/3.0/4.5秒の3水準で評価しました。

以上の検証データをDN7のPCPで一括分析し、最適条件を見極めていきます。

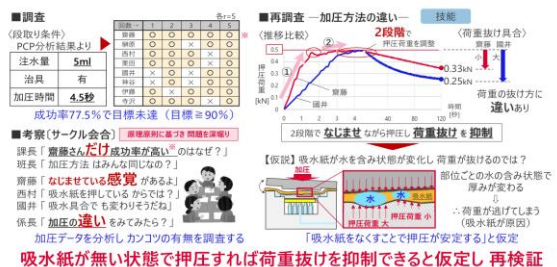
対策の実施-2 DN7_デジタルツールのフル活用ー



【対策の実施-2】

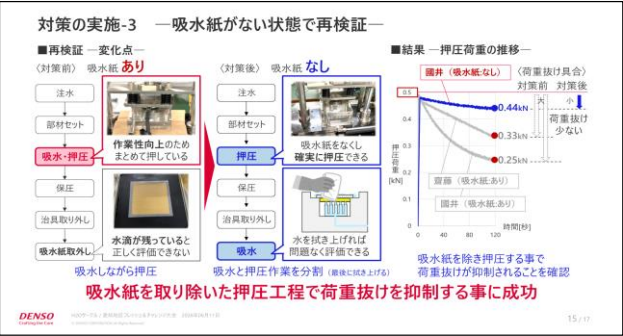
続いてPCP分析の見方です。赤が成功、青が失敗を示します。この結果から、3点が読み取れます。対策①は、注水量0.5 mLの成功が目立ちます。対策②は、治具の有無で差が出にくい傾向です。対策③は、押圧時間4.5秒の成功が多いと分かりました。以上より、注水量0.5 mLと押圧時間4.5秒に条件を絞って再分析します。その結果、この条件では成功率が100%となりました。PCPで得た最適条件を基に、現物で効果を確認していきます。

仮説検証 DN7で導き出した条件を現物で確認ー



【仮説検証】

PCPで分析した最適条件で段取りを行い、成功率を確認した結果は77.5%となり、目標の90%には届きませんでした。この結果を受け、サークル会合で原理・原則に立ち返って議論しました。「なじませている感覚がある」「吸水紙を押しているのでは」と意見が出たので、荷重データを見比べ 加圧方法の違いを可視化しました。成功率の低い岡井さんは0.5 kNまで直線的に荷重が上がる一方、斎藤さんは2段階で押圧しており、結果として荷重の抜け方に差があることが分かりました。次に荷重抜けの要因として吸水紙に着目しました。吸水紙の厚みばらつき等で荷重が逃げってしまうため 押圧が不安定になるという仮説を立てました。そこで吸水紙を使わない条件で押圧し、荷重抜けを抑制できるかを再検証します。



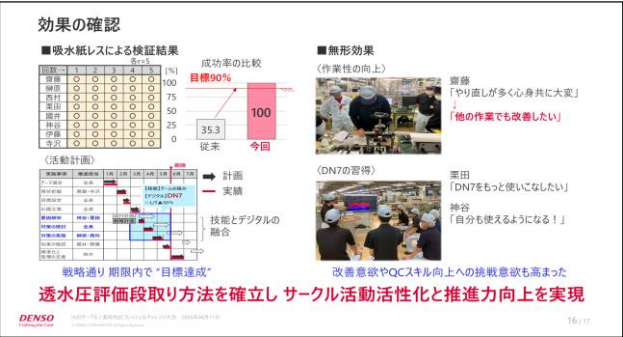
【対策の実施-3】

早速、吸水紙がある状態と無した状態の変化点を再検証しました。

対策前〔吸水紙あり〕は、作業性を優先するために吸水と押圧を同時に行っており、押圧時に吸水紙が介在した状態で、水滴残りが起きやすい工程でした。

そこで対策後〔吸水紙なし〕は、吸水紙を取り除いた状態で押圧する工程に変え、しばらく保圧した後、評価に支障が出る水滴を最後に拭き上げるような作業に切り替えても問題ないと考えました。結果、押圧荷重の推移を見ると、吸水紙あり条件では保持中に荷重が抜け、0.33 kNや0.25 kNまで低下しますが、吸水紙なし条件では荷重抜けが小さく、0.44 kNを維持できていました。

以上より、吸水紙を除去して押圧工程を行うことで、荷重抜けを抑制できることを確認し、気泡混入抑制に有効な打ち手が見つかりました。



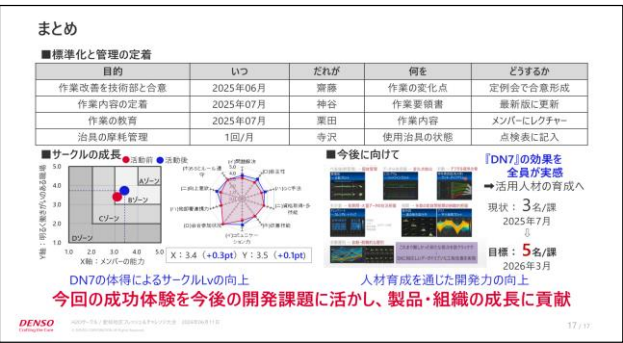
【効果の確認】

吸水紙なしでの再検証条件を透水圧評価段取りに反映して、最終的な成功率を確認します。結果、吸水紙レス条件では全員が成功し、従来35.3%だった成功率が今回100%まで向上。目標の90%を達成する事が出来ました。

活動も戦略どおり期限内に完了し計画遅れの懸念を解消でき、目標達成です。

更に今回の活動を通じ、作業性の改善を実感したことでメンバーの中から「他の作業も改善したい」という声や、DN7を活用したデジタル解析を“自分たちも使いこなしたい”という自発的な挑戦意欲も高まりました。

透水圧評価の段取り方法を確立できたことで、さらなるサークルの活動活性化と推進力の向上を実現する事ができました。



【まとめ】

最後に、標準化と今後についてまとめます。

標準化と管理の定着に向け、期日と担当者を決めてやり切りと共に、DN7を習得したことでサークルレベルも向上させることができました。

今回の活動でDN7の効果が全員が実感できた成功体験より、DN7活用人材を更に増やし組織力の成長を図ると共に、今後の製品開発に貢献し続けていきます。