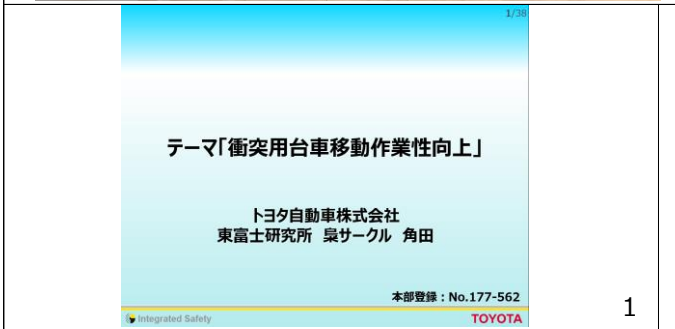


発表No.	テーマ
102	衝突用台車移動作業性向上

会社・事業所名 (フリガナ) トヨタ自動車株式会社	トヨタジドウシャカブシキガイシャ 東富士研究所	発表者名 (フリガナ) ツノダ タカシ 角田 貴史
------------------------------	----------------------------	---------------------------------



作業者にとって辛い・苦痛と感じている  
手押し作業を 電動化という時代の変革に  
合わせた改善により 問題を解決した事例です。



テーマ「衝突試験台車移動作業性向上」  
トヨタ自動車株式会社 東富士研究所 梶サークル 角田が発表させていただきます

トヨタ自動車は愛知県豊田市に本社を置く 自動車メーカーです  
東富士研究所は 静岡県裾野市に位置し 最先端技術の開発を担っており  
新型車開発に加え 未来のモビリティ開発に力を入れています



私たちの職場では クルマの衝突実験を行い衝突安全性能を評価  
万が一の事故の際に お客様の命を守る 重要な性能をテストしています

梶サークルは2つのチームから成る混成サークル 計測チームは クルマへの衝撃を計る  
センサー精度の維持を担当 設備管理チームは 車両の衝突相手となる バリアや衝突用台車を  
管理しています これまで取り上げたテーマは それぞれのチームが 自工程ばかりを改善しており  
コミュニケーションの不足から 活動に偏りが発生していました サークル診断の結果は  
個人の改善能力は高いものの チームワークに課題があり サークルレベルはC

QCサークル紹介		サークル名	梶サークル	
本部登録番号		177-562	サークル結成時期	2017年 4月
構成人員		8名	月あたり会合回数	3回
平均年齢		37歳	1回あたり会合時間	1時間
最高年齢		48歳	会合は	就業時間内・就業時間外・両方
最低年齢		28歳	テーマ暦・社外発表	8件目・1回目
(所属部署) 車両技術開発部 第2衝突安全試験課				

**サークル紹介** 5/38

**おもいやり**  
**Youの視点 感謝**

表-2 一般 個人別の能力評価表

能力	個人A	個人B	個人C	個人D	個人E
① 現場の状況把握	3	3	3	3	3
② 安全確保	3	3	3	3	3
③ 作業効率	3	3	3	3	3
④ 品質管理	3	3	3	3	3
⑤ トラブル対応	3	3	3	3	3
⑥ 安全管理	3	3	3	3	3

表-3 総合的な能力評価表

項目	個人A	個人B	個人C	個人D	個人E
① 現場の状況把握	3	3	3	3	3
② 安全確保	3	3	3	3	3
③ 作業効率	3	3	3	3	3
④ 品質管理	3	3	3	3	3
⑤ トラブル対応	3	3	3	3	3
⑥ 安全管理	3	3	3	3	3

サークルの能力 (X軸) 総合サークルの能力の履歴

**チームワークを向上し「Bレベル」を目指す**

Integrated Safety TOYOTA

トヨタが目指す 未来のモビリティは すべての人に 移動の自由を提供する事  
これには 相手の目線に立つ すなわち Youの視点になる事が必要  
私たち泉サークルも ユーザーの立場に立った改善活動を目指し  
相手への思いやりと感謝の気持ちを養い チームワーク向上を目指します

**STEP1 テーマ選定** ~困り事の洗い出し~ 6/38

ふくろうサークル ユーザー

私たちのYouは **ユーザーだ!!**

ボール側突試験で使用

Integrated Safety TOYOTA

これまで自工程ばかり 改善してきた私たちは Youとは誰かを議論  
泉サークルが送り出す 計測機や設備を使う ユーザーである事を  
全員で共有し 引き渡した後の困りごとを 調査  
様々な意見を頂き その中で 衝突用台車移動作業が目に残りました  
衝突用台車とは ボール側突という衝突試験で使用されるものです

**STEP1 テーマ選定** ~困り事の洗い出し~ 7/38

ボール側突とは



電柱を模倣したボールに衝突させる実験

Integrated Safety TOYOTA

ボール側突とは クルマを 時速32キロで横向きに走行させ  
その先にある電柱を模倣した ボールに衝突させる実験

**STEP1 テーマ選定** ~困り事の洗い出し~ 8/38



一方通行のワイヤで牽引して衝突



ユーザーが苦痛を感じている

Integrated Safety TOYOTA

実験の手順は ユーザーに設備を提供後 衝突用台車にクルマを載せ  
撮影用カメラの調整を行い 約80メートル離れたスタート位置に 手で押して 移動  
その後 一方通行のワイヤで衝突用台車を牽引し 台車上のクルマをボールに  
ぶつける手順となっています  
このスタート位置までの手押し作業に ユーザーは苦痛を感じていました

**STEP1 テーマ選定** ~テーマの評価と決定~ 9/38

ユーザー

表-3 テーマ選定

改善の優先度	サークルの能力	優先度	決定	理由
高	高	高	〇	〇
中	中	高	〇	〇
低	低	高	〇	〇
高	高	中	〇	〇
中	中	中	〇	〇
低	低	中	〇	〇
高	高	低	〇	〇
中	中	低	〇	〇
低	低	低	〇	〇

**衝突台車 移動作業性向上にテーマ決定**

Integrated Safety TOYOTA

今まで私たちが 提供してきた設備で ユーザーに辛い思いをさせていた事  
さらに 自職場初の女性社員が 9月より衝突実験業務を担当する予定  
自分ではなく 誰かの為に改善したいという 私たちの強い思いと  
ダイバーシティの観点も含め このテーマに取り組む事としました

**STEP1 テーマ選定** ~活動計画の作成~ 10/38

ステップ	リーダー	6月	7月	8月	9月
テーマ選定	飯沼・角田				
現状把握・対策の洗い出し	日吉・津田				
目標設定	水倉・菅田				
対策案検討	久手野・角田				
対策実施	内城・菅田				

おもいやりの精神 チームワーク向上を担います

Integrated Safety TOYOTA

活動計画は 各チームをベア制にし それぞれのチームの強みを活かして改善を進めます  
対策検討・実施では 計測チームは工作 設備管理チームは計測にあてて挑戦させる事で  
チャレンジ精神を醸成し 必要な時に 互いがフォローし合う事で  
おもいやりの精神を 養います また 活動の中で 感謝の気持ちを伝える為に  
ありがとうを送る 社内SNSツール「ありがとうギフト」を活用し  
チームワーク向上を担います

**STEP2 現状把握** ～現状レベルの確認～ 11/38

まず作業の辛さについて確認しましょう

80kg  
60kg  
総重量：6.0トン

衝突用台車

新たな移動方法を検討する必要有

Integrated Safety TOYOTA

**STEP2 現状把握** ～対策の方向性を検討～ 12/38

電気で動かせない？

電気自動車  
衝突用台車

十分対応可能!!

これならできる!!

台車には10個の車輪

動力にバッテリーを採用

Integrated Safety TOYOTA

私たちはまず この作業の辛さについて確認 衝突用台車の自重は3.3トン 実験用のクルマを載せると総重量は6トンにもなります この重い台車を人力で動かす為に必要な力は 動き出しの瞬間で80キロ その後も60キロ以上の力で押し続ける必要があります 3人以上で押すことで なんとか台車を動かすことが出来ますが ダイバーシティを推進する現在にそぐわない 非常に辛い作業であり 6トンもあるモノを 人の手で押すという概念を改めるべきと考え 新たな移動方法を検討する事にしました

すると計測チームの久手堅さんが「クルマも電動化の時代 衝突用台車も 電気で動かせない？」と提案 衝突用台車は10コの車輪で支持されている為 モーターで車輪を回転させれば 作業者の負担なく 移動ができそうです すると 計測チームの木全さんが「モーターに合わせて 最適なバッテリーを 選ばば十分対応可能」と豊富な電気知識からのアドバイス サークル全員が この方法で進める事に 合意しました

**STEP2 現状把握** ～対策の方向性を検討～ 13/38

対策のイメージ

ギヤ モーター バッテリー

9月から衝突実験業務担当

スピーディーな改善が必要

表-5 改善目標達成ロードマップ

取り組むテーマの対象は 今までに経験のない作業

従来業務 対策が見えているか YES

要因解析ができるか YES

問題発生 問題解決

施策実行型QCストーリー

Integrated Safety TOYOTA

**STEP3 対策の狙い所と目標設定** 14/38

現状把握で分かったこと

現状	狙い所
台車が重く作業が辛い	バッテリーを電源とし 電動で衝突用台車を移動させる事
押し続ける時間も作業が辛い	

根拠

「作業者への負担軽減」「作業時間を増やさない」の両立

目標設定

何を 衝突用台車 手押し作業

いつまでに 8月末までに

どうする 廃止

Integrated Safety TOYOTA

衝突用台車移動の電動化イメージが出来た事 女性社員の衝突実験業務開始までに対策を完了させたい事から 素早い改善が行える 施策実行型で活動していく事にしました

これまででわかった事をまとめ 「バッテリーを電源とし 電動で衝突用台車を移動させる事」を狙いどころとした 「作業者への負担軽減」「作業時間を増やさない事」の両立を根拠に 「衝突用台車手押し作業」を 2020年8月末までに 廃止 を目標としました

**STEP4 対策の検討と実施** ～対策イメージの共有～ 15/38

対策のイメージ

ギヤ モーター バッテリー

耐久性能が必要

衝撃でモーターが壊れる

実験時重量に制約有

重いモノは載せられない

「装置の脱着」が必須

Integrated Safety TOYOTA

**STEP4 対策の検討と実施** ～対策イメージの共有～ 16/38

モーター・ギヤの選定

駆動トルク調査

150N·m

衝突用台車

駆動力150N・mのトルクで台車は動く

Integrated Safety TOYOTA

衝突用台車を電気で走らせる為 電気自動車の様にモーター・ギヤ・バッテリーを台車上に搭載する案を提案しました しかし それぞれのチームから「ボール衝突実験の衝撃で モーターが壊れるのでは」「実験時台車重量の制約により 重いものは載せられない」とアドバイス この2つのアドバイスから 車輪の駆動に必要なモノは実験時に外せる様脱着式にする必要がある事がわかりました

次に モーター・ギヤを選定する為 衝突用台車移動に必要な 駆動トルクを内城君が調査 動力伝達用シャフトを製作し トルクセンサーと組み合わせれば 計測できそうです しかし 仕事が苦手な内城君は シャフト製作に苦慮 「俺がサポートに入るよ」と仕事が得意な岩田さんが協力 岩田さんと一緒にシャフトを製作し 衝突用台車移動に必要なトルク測定に成功 150ニュートンメートルの駆動力を車輪に与えれば 衝突用台車が動くことがわかりました

**STEP4 対策の検討と実施** ~対策イメージの共有~ 17/38

表-7 モーター駆動のギヤ比

ギヤ比	規格	トルク	サイズ	点数	採否
2.5(N・m)×60	○	○	○	8	採
4(N・m)×60	○	△	△	6	否
0.83(N・m)×60	○	△	△	5	否

表-8 バッテリ選定

バッテリー	規格	性能	サイズ	点数	採否
125D26L	○	○	○	7	採
80D24L	○	△	△	6	否
115D31L	○	○	△	6	否

表-9 電子デバイス選定

電子デバイス	規格	性能	耐久	点数	採否
A社	△	○	○	6	否
B社	○	○	○	7	採
C社	△	○	○	6	否

脱着作業性◎

ワゴン方式を採用

Integrated Safety TOYOTA

この結果から モーター・ギヤを選定し バッテリー容量や制御基板 電気配線などの諸元を決定 必要な要素を全て含んだ重量が 3.1キロになると予測 脱着作業性を考え キャスター付きのワゴン方式とする事にしました

**STEP4 対策の検討と実施** ~対策イメージの共有~ 18/38

表-10 固定機構選定

固定機構	作業性	耐久性	実現性	点数	採否
マグネット固定機構	○	△	○	6	否
ピン固定機構	○	○	△	6	否
チャイルドシート固定機構	○	○	○	9	採

衝突の衝撃に耐える強度

チャイルドシート固定機構を採用

Integrated Safety TOYOTA

このワゴンには モーター駆動の反力を受け止める為 衝突用台車との固定機構が必要 車輪中心からの固定位置が 最大で50センチとなり 反力は300N この力を受け止められる方法を検討し 過去に衝突実験で 評価経験のある 松永さんが提案してくれた チャイルドシート固定機構を採用 この機構はワンタッチで脱着でき 1トンを超える荷重に耐える強度を持ちます

**STEP4 対策の検討と実施** ~対策イメージの共有~ 19/38

表-11 障害予測シクツ(SQTC)

項目	予測される影響	予測効果	評価
安全(S)	移動中に装置が外れないか	影響なし	○
品質(Q)	バッテリー切れて途中で止まったりしないか	影響なし	○
時間(T)	標準時間より遅くなっているか	車輪側のシャフトとワゴン出力軸の勘合に時間が掛かる	×
コスト(C)	ランニングコストの影響はないか	衝突用台車とワゴンに上下スレが発生し装置の修理費用が発生	×

障害予測をすると 2つの懸念点が浮上

Integrated Safety TOYOTA

大まかな装置のイメージをサークルメンバで共有し SQTCの観点で 障害予測をすると 2つの懸念点が浮上

**STEP4 対策の検討と実施** ~懸念点1: シャフトとワゴン出力の勘合~ 20/38

常に勘合出来る方法が必要

バック方式 クラッチ方式

背反が大きくどちらも採用できず

Integrated Safety TOYOTA

1つ目の懸念点は 車輪側のシャフトとワゴン出力軸の勘合 動力を伝達する為には ボルトに工具を掛ける様に 互いが噛み合う必要がありますが 衝突用台車が動く事により シャフトが回転する為 シャフトとワゴンの出力軸は 常に回転角が合っているわけではありません それぞれの角度がズレても 常に勘合できる方法を見つける必要があります チャック方式やクラッチ方式を検討しましたが 背反が大きく採用できず

**STEP4 対策の検討と実施** ~懸念点1: シャフトとワゴン出力の勘合~ 21/38

万能ソケットは使えない?

出力軸を常に勘合でき 「万能ソケット」を採用

Integrated Safety TOYOTA

すると設備管理チーム工具担当の日吉さんが 「万能ソケットはどですか？」と提案 万能ソケットとは 相手の形状に関わらず締め付けができる 万能工具 「これならシャフトとワゴンの出力軸を常に勘合できる」と サークルメンバ全員で採用を決めました

**STEP4 対策の検討と実施** ~懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生~ 22/38

路面の凹凸で上下スレが発生するよ

コンクリート路面の凹凸調査が必要

Integrated Safety TOYOTA

2つ目の懸念点は 「路面の凹凸により 移動中 衝突用台車とワゴンに上下スレが発生する」と 設備管理一筋の岩田さんからの指摘 実際に現地を見ると 衝突用台車が走る鉄製レールは水平ですが ワゴンが走るコンクリート路面は 凹凸があるように見えます これでは衝突用台車に対し ワゴンは上下に動いてしまい 勘合部に無理な力が発生 万能ソケットを破損させてしまいます この上下動がどのくらいあるのか 調査する必要が出てきました

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 23/38

私に調査リーダーやらせてください!

衝突用台車 レーザー距離計

最大20mmの上下スレがある事を確認

Integrated Safety TOYOTA

23

すると トルク測定の際に メンバーに助けられた内城君が 恩返ししたいという思いから この調査に立候補 衝突用台車下面に レーザー距離計を取付け 路面の凹凸を調査すると 衝突用台車とワゴンが移動する走路では 最大20mmの上下スレがある事が 分かりました

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 24/38

衝突用台車とワゴンが 常に同じ高さになる方法を検討

上下スレを吸収する機構

ヘアリング付きガイドが使えるぞう

角田

Integrated Safety TOYOTA

24

この上下スレを吸収する機構を織り込む事に サークル会合で決定 これまで助けてもらってばかりだった私は 自分に出来る事が無いかと考え この機構を具現化できるモノをベンチマーク 工場で作られている設備に ヘアリング付ガイドを発見 これを柱とし モータ・ギヤをスプリングで支え 上下20mm可動し ソケットの動きを衝突用台車に 追従させる事に

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 25/38

衝突用台車

機構を試作しテスト

角田

Integrated Safety TOYOTA

25

運搬台車上で この機構を試作し テストしました 結果 路面の影響を受けたワゴンが 上下しても 出力軸は衝突用台車同様 水平を保つ事ができ万能ソケットへの 負荷を抑えられます

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 26/38

衝突用台車

Youの視点とは異なる

高さ調整が必要

角田

Integrated Safety TOYOTA

26

しかしこのままでは 脱着時に ソケットとシャフトの高さを 合わせながら接続する必要がある Youの視点で見ると やり易いとは言えません

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 27/38

衝突用台車

位置決めバーを付けたらどう?

早川TL

位置決めバーを採用

Integrated Safety TOYOTA

27

そこで 早川さんが 「位置決めバー」の設置を提案 この機構はテーバー形状のバーを ガイド穴に 挿入しながら接続する事で 万能ソケットとシャフトが 常に中心に吻合するという仕組み

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 懸念点2: 路面の凹凸により上下スレが発生 ~ 28/38

位置決めバー

最適な角度と長さを決定!!

Integrated Safety TOYOTA

28

接続時に必要な上下ストローク量から テーバー角度と長さを決定しました

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 実行計画の作成 ~ 29/38

衝突用台車移動装置 製作

1か月で対策完了を目指す

Integrated Safety TOYOTA

29

この構造を対策品の必要条件に追加し 衝突用台車移動装置を製作する事に決定 施策実行型らしく 1ヶ月で対策を完了させる事を目指します

**STEP4 対策の検討と実施** ~ 対策の実施 ~ 30/38

共有

サポート

対策品を製作する事ができた

Integrated Safety TOYOTA

30

対策品の製作は 引き続き 計測チームと設備管理チームをペアとし それぞれの持つ 優れた技能を共有 計測チームは上下可動機構製作で モノづくりを学び 設備管理チームは モーター制御基板製作により 電気回路知識を向上 それぞれのチームが 苦手分野をカバーし合う事で 1つのチームでは完成できない 対策品を製作する事が出来ました



31

それでは 実際に完成した対策品をご覧ください ワゴン内にモータ・ギヤ・バッテリーを搭載 衝突用台車との吻合時に正確な位置に誘導する 位置決めバーと 簡単・確実にロックするチャイルドシート固定機構を搭載 これらはベアリング付きガイドとスプリングで支持され 路面の凹凸を吸収する 上下可動方式としました



32

使用方法を紹介し 衝突用台車のガイドラインに合わせてワゴンを押し付けると位置決めバーにより シャフト先端と万能ソケットがピッタリ中心に吻合 さらに押し込む事でチャイルドシート固定機構が ワゴンをロックします これで 衝突用台車移動の準備は完了あとは 電源を入れ スイッチを押すだけで 電流制御により 滑らかに加速し安全性を考慮した 従来の手押し同等のスピードで移動します 移動完了後は 電源オフを確認後 チャイルドシート固定機構解除用ハンドルを 握るだけで簡単にワゴンが分離します

STEP4 対策の検討と実施 ~副作用の確認~ 33/38

表: 15. SQTIC 立刈刈取機 作成日: 2020年8月22日 作成者: 角田

項目	影響	効果	評価
安全 (S)	移動中に装置が外れないか	耐荷重 1t以上の固定機構採用	○
品質 (Q)	①バッテリー容量は十分か ②規定重量を超えていないか	①一度の作業で2往復可能 ②規定範囲内で問題なし	○
時間 (T)	吻合部の接続に時間がかかる	万能ソケットにより一発で接続可能	○
コスト (C)	上下スレによる吻合部破損で修理費用の発生	上下可動機構により上下スレ吸収により吻合部破損防止	○

33

対策の副作用はSQTICの観点で 全ての項目を確認しています



34

効果確認 衝突用台車移動作業の電動化で 人力による手押し作業を廃止し目標を達成  
ユーザーである実験担当者に働きやすい環境を提供する事ができました  
また 作業に必要な人員が3名から1名となった事で 工数低減にも寄与



35

無形効果は ユーザーに多くの「ありがとう」を頂きました 女性社員や 同じ設備を使う関連会社の方々からも 好評をいただいています また あえて自業務外の分野に挑戦した事でチャレンジ精神が向上 行き詰った時には メンバー間でフォローし合い 「ありがとう」ギフトで感謝の気持ちを伝え合う事で チームワークを大幅に向上 互いに教え 教えられる サークルとなり サークルレベルをBにレベルアップする事ができました

STEP6 標準化と管理の定着 36/38

新作業方法の標準化

なぜ	何を	誰が	どこで	どの様に	いつ
標準化	作業工程	角田・内城	事務所	要領書改訂	9月中旬
教育	作業手順	角田・木全	現場	作業OJT	9月下旬
維持管理	対策品	作業者	現場	日常点検シート	使用前

対策品取り扱いのOJT 要領書に基づいたOJT

衝突用台車運搬の新作業方法の周知徹底を図る

36

標準化と管理の定着は5W1Hで計画しベア制で責任を持って実施する事としました

STEP7 反省と今後の課題 37/38

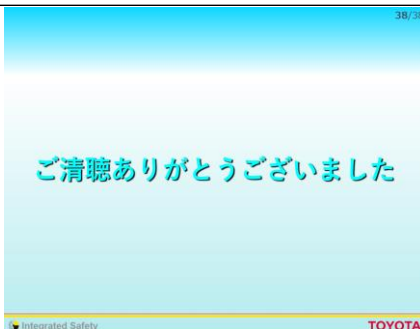
表: 18 活動振り返りシート

ステップ	良かった点	悪かった点	今後の取組方
子で宿を現状把握 対策の意思 目標設定	今回の改善で「Youの視点」で改善がユーザーに働きやすい環境を提供できた	これまでの改善活動でユーザーの視点で実行できていなかった	定期的にユーザーのこの辺りを取り上げる
D 対策の検討 対策の実施	達成チームで活動した事でチームワークが向上 新たな分野に挑戦した事で知識・技能レベルアップ	チームを越えた活動のため 持前課題が難しく活動計画に遅れが発生していた	事前に上司と日程調整し 活動しやすい環境を構築する
C 効果の確認	目標達成に加え工数低減でき 未来のセルフイー開発に貢献できた	特になし	ユーザーに寄り添った改善を行っていく
A 標準化と管理の定着	他部署に展開している	特になし	新規作業者への教育とフォローの徹底

楽しく働ける職場づくりと安全な車の開発に貢献

37

反省と今後の課題 チームを越えた活動を行う上で 時間調整が難しく 活動計画に対し遅れが発生する事がありました 今後は 更に早めに計画を立て より一層 働きやすい職場を目指して 活動を進めてまいります



38

ご清聴 ありがとうございました