

No.	テーマ
303	GRラインにおける艤装AGV異常の撲滅

会社・事業所名 (フリガナ)	トヨタ自動車株式会社 元町工場	発表者名 (フリガナ)	マツヤマ アヤノ
			松山 綾乃

1. GRラインにおける艤装AGV異常の撲滅

はじめの一歩サークル

トヨタ自動車株式会社 元町工場 保全課 松山 綾乃

トヨタ自動車株式会社 保全課の松山です。
 たいまから私たちのサークルが取り組みました「艤装AGV異常低減」について発表します。

2. 職場の紹介

元町工場

- 品質部
- 機械部
- 車体部
- 塗装成形部
- 組立部
- 車部品
- 組装部

保全課 (組立部)

- 2係: 設備保全
- 3係: 改善 (製作物など)
- 4係: 設備保全 (組立ライン)

総勢 55名
 2係 3交替
 3係、4係 2交替
 体制で生産支援

●設備保全 (組立ライン)
 ・レースに出る事のできる足廻りの高品質に特化した車づくり

私は元町工場の組立保全に所属しており
 主な業務は「レースに出る事が出来るヤスと加-ヲを生産する」組立ライン設備の保守保全をしています。

6. 取り組むテーマの選定

No.	項目 (困りごと)	重要度	緊急度	拡大傾向	総合評価
1	艤装AGV異常が多い	○	◎	◎	8
2	GoジャッキAGV異常が多い	○	○	△	5
3	ロボット計測機異常が多い	○	△	△	4
4	ブレーキLLC注入機異常が多い	○	△	△	4

総合評価: ○●●3点 ○●●2点 ○●●1点

【重要度】設備別異常件数

【緊急度】設備別ライン停止時間

【拡大傾向】艤装AGV異常件数推移

艤装AGV異常 80件 (24%)
 艤装AGV停止 24分
 拡大傾向 (カラーラ導入後)

メンバーに困りごとを挙げてもらうことになりました。
 10~12月の艤装AGVの異常件数、ライン停止時間が最も多く、
 拡大傾向も加-ヲ導入タイミングで増加傾向にあります。
 その為、今回私たちのサークルでは「艤装AGV異常低減」について取り組むことにしました。

1. トヨタ自動車(株)元町工場の紹介

所在地: 愛知県豊田市
 操業開始: 1959年8月
 従業員: 約8700人

1959年 アジア初 乗用車専門工場

BEV、FCEV、HEVなど 多種類、多車種を生産

私たちが働くトヨタ自動車元町工場は名古屋市の東にある豊田市にあります。
 1959年8月に創業開始し約8700人が働いています。
 元町工場はアジア初の乗用車専門工場として建てられ
 現在では電気自動車や燃料電池自動車、ハイブリッド自動車、スポーツカーなど
 多種類、多車種を生産しています。

4. サークルの紹介

はじめの一歩サークル (年齢構成)

ベテラン、中堅、若年層とバランスが取れたサークル

5. サークルレベル

現状レベル C

サークルの特徴: ベテラン、中堅、若年層とバランスが取れたサークル

サークルの強み: 日々の故障対応を通して中堅層に問題解決ステップが染み付いている

サークルの弱み: 中堅層、若手のX軸全体が低く特に特殊な設備が多い為故障対応が身についていない傾向

X軸の中堅、若手レベルが全体的に低い

年齢構成がベテラン、中堅、若年層に分かれたバランスの取れたサークルです。
 近年ではダイバシティも進み、女性社員も増加しました。
 サークルレベルですが現状レベルがCとなっています。
 「サークルの特徴」は中堅、若手主体で活動している
 「サークルの強み」は日々の故障対応を通して中堅層に問題解決ステップが染み付いている
 「サークルの弱み」は中堅層、若手のX軸全体が低く特に特殊な設備が多い為
 知識や技能が身に付いていない傾向にあります

7. 問題の明確化「艤装AGVとは」

艤装ライン: 艤装ラインでは室内やEG/回リ部品を搬送

AGVとは: 誘導線、自動誘導車、Automatic Guided Vehicle、誘導線上を無人で走行

艤装ラインのポデーを搬送するAGV

8. 問題の明確化「ライン構成の違い」

一般的なライン (スラットコンベア)

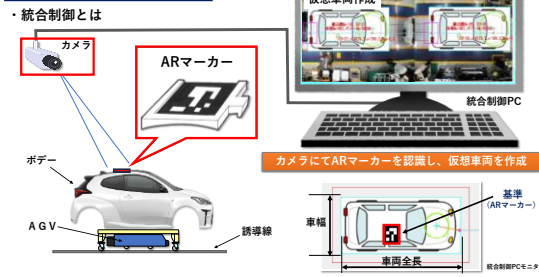
艤装ライン (AGV+統合制御)

艤装ラインは車両ごとにAGVが1台づつポデーを搬送

AGVとは「オートマチック・ガイドド・ビークル」の頭文字を取った略称であり誘導線の磁気を読み取って無人で走行する車のことを指します。次に艤装AGVについてご説明します。
 艤装AGVとはポデーの室内やEG/回りの部品を組み付ける艤装7mポデーを運搬しているAGVです。
 ライン構成についてご説明します。一般的なラインですとスラットコンベアと呼ばれる板状のコンベアに車両が一定間隔で乗っておりモーターが回転することにより車両が搬送されます。
 艤装7mは先程のライン構成とは異なりコンベアではなく車両1台につきAGV1台で搬送しており、AGV同士がぶつからないよう等間隔で走行させるのは統合制御という制御方式で行っています。

QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式
	はじめの一歩サークル (ハジメノイッポ)		
本部登録番号	177-3266	サークル結成年月	2014年 1月
メンバー構成	6名	会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	36歳 (最高 55歳、最低 22歳)	月あたりの会合回数	3回
テーマ暦	本テーマで 21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1月 ~2023年3月	本テーマの会合回数	11回
発表者の所属	元町工場 組立部 保全課	勤続	7

9、問題の明確化「統合制御とは」



統合制御とはライン上部に設置されたカメラがボデーの上に乗っているARマーカを認識して仮想車両を作成します。仮想車両とはカメラがマーカを認識した際にパソコンに設定された異なる車両情報を読み出し、マーカの位置を基準にして車両と同じ全長と車幅の現実には存在しない車両を画面上に映し出したものです。

10、問題の明確化「身近なAR紹介」

ARとは？ Augmented Realityの略称
AR (拡張現実)

デジタル情報を重ね合わせ現実を拡張する技術

スマホ：ARアプリ代表例
ポケモンGO

現実

AR (拡張現実)

11、問題の明確化「ARとの違い」

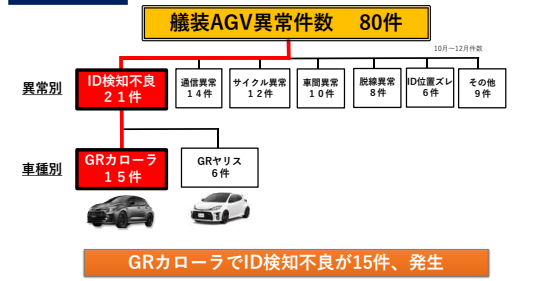
	バーコード	QRコード	AR マーカー
認識機	バーコードリーダー	SFコードリーダー スマートフォン	ARカメラ
デザイン	1次元・2次元の線画 移動不可	2次元・3次元のマーク (固定・可動・可変)	1次元 (正方形)
表示方法	固定表示	全方位表示	全方位表示
表示コンテンツ	数字のみ	テキスト・動画・写真	数字、文字、画像、動画、3Dオブジェクト

他と比べARは表示させられる情報が多種あり

拡張現実、デジタルコンテンツと言われても想像しにくいかも知れませんが、私たちの身近にもARは溢れています。代表例ですごきGOなどのスマホアプリがその一例です。現実には存在しないものがスマホ画面を通すとまるでそこにいるように見える。これがAR、「拡張現実」です。

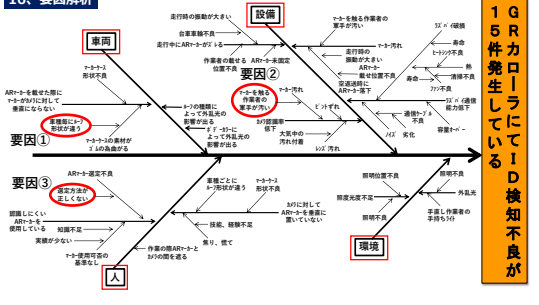
また読み取ることで情報を表示するという点で近いものに「バーコード」や「QRコード」があります。3つの違いは多々ありますが一番大きな違いは読み取った際に表示させられる情報です。バーコードやQRコードは数字や文字だけに対してARマーカは画像や動画を表示させることができます。

13.現状の把握



機装AGVの80件の異常を「異常別」、「車種別」に絞っていくと、加えてID検知不良が15件発生していることが分かりました。

16、要因解析



「車両」、「設備」、「人」、「環境」の4つの項目で要因を絞り込むと3つの要因にたどり着きました。

18、要因調査①-1「認識確認」

現物のカメラで認識の違いを比較 (GRヤリスとGRカローラ)

11工程

カメラ

ARマーカ

AGV

ARマーカを1-50測定 (総集)

GRヤリスで検知できたARマーカでもGRカローラだと検知できないタイミング有 (全数)

19、要因調査①-2「ARマーカ角度調査」

GRヤリスとGRカローラの認識比較結果を比べてみる

車形の違いで異常が発生している?

車形の違いで異常が発生している?

ルーフ形状の違いでマーカの角度が違ってしまう?

カメラを接続し、同じ工程、同じARマーカでカメラとカメラの認識の違いを比較したところ、カメラで問題がなくてもカメラに載ると検知できない現象がARマーカ全数で発生しました。

カメラとカメラの認識比較後、こんな意見が出ました。「何か車形の違いで異常が発生してそうだが」という濱田君に対して本江さんが閃きました。「ルーフ形状の違いで車両上のARマーカの角度が違いそうだがカメラとカメラの違いを確認してみよう!」

7

9

11

13

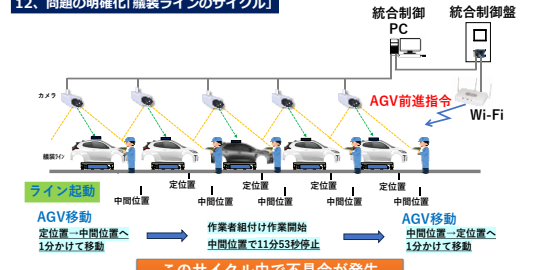
15

9、問題の明確化「統合制御とは」



カメラは車両の動きは判断できませんがARマーカが動いていることは判断できる、つまり仮想車両の動きは判断できる為、仮想車両が一定の速さ、等間隔で動いていたら車両同士がぶつかる危険があるという話を行っています。また、ARとは日本語で「拡張現実」と訳され、今回どうと車両映像に現実には存在しないデジタルコンテンツ(仮想車両)を、+αとして表示させることを指しています。

12、問題の明確化「機装ラインのサイクル」



まずラインが起動するとAGVが定位置から中間位置に向かって発進します。中間位置にAGVが到着すると11分53秒の場で停止し作業員が作業を開始します。全工程の作業が完了するとAGVが中間位置から定位置に向かって発進するまでが機装ラインの1サイクルとなります。このサイクルの中で多くの不具合が発生していました。

14、現状把握「ID検知不良説明」

ID検知不良とはカメラがARマーカを10秒間検知できないと発生する異常

異常

カメラ

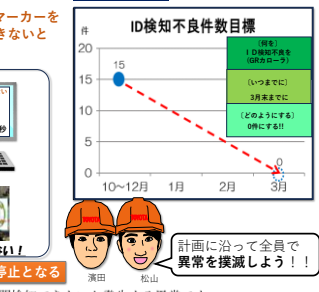
ARマーカ

ID検知不良

車両が動いているか判断がつかない!

マーカが認識できないとライン停止となる

15、目標設定



ID検知不良とはカメラがARマーカを10秒間検知できないと発生する異常です。メーカとしては視力検査でCの欠けている部分が見えない状態です。カメラで検知できないと車両が動いているか動いていないかの設備側は判断がつかずラインを停止させます。「目標設定」です。「加えて発生しているID検知不良を3月末までに0件にする」という目標を設定しました。

17、要因解析「要因調査内容と計画」

要因No.	内容	1月
①	車種毎にルーフ形状が違う	GRカローラ GRヤリス
②	汚れた手でARマーカに触れている	手拭
③	ARマーカの測定が正しくない	ARマーカ (各種)

18、要因調査①-1「認識確認」

ID検知不良件数

GRカローラ 15件

GRヤリス 6件

認識の違いを調査することに

GRカローラの方が認識しにくいでしょうか?

GRヤリスとの違いを調査しよう

1つ目が「車種毎にルーフ形状が違うがカメラに対してのARマーカの角度が変わりカメラの認識が下がる」2つ目が「ARマーカを載せる作業員の手袋が汚れておりマーカ表面が汚れてカメラの認識が下がる」3つ目が「ARマーカの測定方法が正しくないが認識しにくいカメラを使用している」です。この3つが不具合に影響しているか調査を行っていくことにしました。1つ目の「ARマーカの角度による影響」ですが、要因を洗い出す際に新入社員が濱田君がこんなことを言いました。「カメラの異常が多いということはカメラの方が認識しにくいでしょうか?」そこで私は、「カメラとカメラの認識の違いを確認してみよう」と答え、調査することになりました。

19、要因調査①-2「ARマーカ角度調査」



カメラのレンズが床面に対して平行であるという前提でカメラに対するARマーカの角度を車両前後方向、車両左右方向それぞれデジタル角度計にて調査を進めることに。結果、車種によってARマーカの角度が違うことが判明! この角度の違いが認識に影響しているのか再度調査することになりました。

8

10

12

14

16

25、対策実施①「マーカーケース変更(ゴムマット→プラスチックダンボール)」

「ARマーカーの角度による影響」に関する対策立案時…

【側面図】

約4°に調整

GRカローラ

角度調整部品

作業者

車種毎に角度調整するのは大変ですよね。

【上部図】

材質や形状変更で全車種角度が一定になるケースを作成しよう!

【マーカーケース材質検討】

評価項目	ゴムマット	プラスチックダンボール	評価
対策案	○	○	13
コスト	○	○	11
加工性	○	○	8
耐久性	○	○	8
重量	○	○	8
設置	○	○	8
メンテナンス	○	○	8
その他	○	○	9

0-3点 0-2点 0-1点

車種によってマーカーの角度を調整する大変さ、作業者の負担が増えることを避けたいが良い案が出なかった時に 私から「現状のマーカーは初ス専用品の為、材質や形状を変更して全車種角度が一定になるケースを作成しよう!」という意見を出し、さっそく実行することに!

25、対策実施①「マーカーケース変更(ゴムマット→プラスチックダンボール)」

マーカーケース(表)

マーカーケース(裏)

マーカーケース裏面に備付テープを張り付け

①裏面の備付テープを張り付け
②ARマーカーを貼り付け(テープ止め)

ARマーカー (側面図)

【上部図】

ケース変更後、GRヤリス、GRカローラ共に認識、問題なし。

(GRヤリスの認識は現状維持、GRカローラの認識は向上)

対策① 効果○

また、プラスチックダンボールそのままの状態だと車両への傷やルーフ上でマーカーが動いて落下する恐れがある為、傷防止テープを巻いて防止しています。変更後ヤリス、カローラ共に認識を確認し、ヤリスは現状維持、カローラは向上させることが出来た為、効果は○です。

26、対策実施②「マーカーケースサイズアップ」

マーク部分に触れて汚れることを防ぐ為、マーカーケースサイズアップ

指がマーク部分にかからないようになり汚れの防止につながった。

マーカーケース(変更前)

マーカーケース(変更後)

(変更前) 310mm×310mm

(変更後) 380mm×380mm

対策② 効果○

マーカーケースのサイズを大きくすることによりマーク部分の汚れが防げるようになった為、効果は○です。

27、対策実施③「ARマーカー再選定」

No. 1~100までのマーカーを新マーカーケースに載せてライン内の各工程にて認識を確認し再選定

ライン内

カメラ

ARマーカー No.1~100

認識してるよ

再選定前

再選定前	ARマーカー再選定一覧	●=選定中	●=使用済	○=使用済	(未使用)
001	1	2	3	4	5
002	6	7	8	9	10
003	11	12	13	14	15
004	16	17	18	19	20
005	21	22	23	24	25
006	26	27	28	29	30
007	31	32	33	34	35
008	36	37	38	39	40
009	41	42	43	44	45
010	46	47	48	49	50
011	51	52	53	54	55
012	56	57	58	59	60
013	61	62	63	64	65
014	66	67	68	69	70
015	71	72	73	74	75
016	76	77	78	79	80
017	81	82	83	84	85
018	86	87	88	89	90
019	91	92	93	94	95
020	96	97	98	99	100

再選定後

再選定後 No.51以降のマーカーを使用

(デザイン) 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

ARマーカー再選定後、入替実施 異常無し

対策③ 効果○

調査結果をもとに使用可否の優先順位をつけラインで使用しているARマーカーと入れ替えを実施しました。マーカー入れ替え後検知不良の発生が無くなった為、効果は○です。

30、活動後のサークルレベル

はじめの一歩サークル

メンバーの実力【取組み前】

名前	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	
山本	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
田中	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10
佐藤	1	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
鈴木	1	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10
高橋	1	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
渡辺	1	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
伊藤	1	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
山崎	1	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
水野	1	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
石川	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

【取組み後】

名前	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	X軸	Y軸	
山本	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10
田中	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
佐藤	2	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10
鈴木	2	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
高橋	2	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
渡辺	2	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
伊藤	2	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
山崎	2	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
水野	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
石川	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

現状レベル C⇒B

中堅、若手が成長し、サークルレベルアップ

活動後のサークルレベルですがこのようになっています。今回の活動を通して中堅、若手のリーダーシップや技能が身に付きサークルレベルがCからBに向上しました。

25、対策実施①「マーカーケース変更(ゴムマット→プラスチックダンボール)」

車種が変わってもARマーカーの角度が一定になるよう変更

ゴムマット製 ARマーカー

車種上ARマーカー角度調査結果 (ゴムマット)

車種	左方向	右方向	前後方向
GRカローラ	9.82°	4.21°	4.88°

GRカローラ

ゴムマット製サイズ:309×313×15

【選定理由】 安価、軽い、加工しやすい

プラスチックダンボール製 ARマーカー

車種上ARマーカー角度調査結果 (プラスチックダンボール)

車種	左方向	右方向	前後方向
GRカローラ	4.60°	3.58°	3.58°

GRカローラ

プラスチックダンボール サイズ:383×385×5

現状のマーカーケースはゴムマットを使用していたのですが、ゴムマットだとルーフ形状に沿ってたわんでしまいます。そこで材質をプラスチックダンボールに変更することにしました。プラスチックダンボールにすることでよりたわむことがなくなりルーフ形状による角度の影響を減少させることが出来ました。

26、対策実施②「マーカーケースサイズアップ」

「ARマーカー表面汚れ」に関する対策立案時…

汚れの原因

マーカーケースを大きくして触れないようにするのは…

定期清掃や交換をすれば異常の未然防止になりそう。

清掃

マーカー交換

汚れないようにするにはどうすればいい?

演田君のアイデアからマーカーケースを拡大

「ARマーカー表面汚れ」の対策立案時…新入社員演田君が自分なりに考え発言。「定期清掃や交換を行ってあげば異常を未然防止できそうですよね」「出力値が不安定になる汚れはどれくらいの期間使用すれば発生するか調べた方が良いですか?」そこで上畑サークルリーダーがフォローに入ります。「ちょっと待って!汚れの発生原因が分かっているんだから汚れないようにする対策は出来ないかな?」すると演田君が良いアイデアを出します。「マーカーケースを大きくしてマーク部分に触れないようにするのはどうでしょうか?」この案を採用し、実施することに。

27、対策実施③「ARマーカー再選定」

「認識しにくいARマーカーを使用している」の対策で再選定を行う際…

【認識率が安定しているARマーカー】

ARマーカー	1工程	2工程	3工程	4工程	5工程	6工程	7工程	8工程	9工程	10工程	11工程
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

安定ARマーカーデザイン6枚

認識が安定しているARマーカーが少ない…

新ARマーカーを作成し、認識確認することに

設備導入担当者

「認識しにくいARマーカーを使用している」の対策時…ARマーカーは最低15枚必要ですが全工程で安定して認識するARマーカーが現状6枚の為、設備導入担当者の方にARマーカーの種類を増やせないか相談することに! No.51~100まで新たに作成、設定していただき、早速認識を確認することに!

28、効果確認

ID検知不良対策効果確認

対策①:マーカーケース材質、形状変更

対策②:マーカーケースサイズ変更

対策③:ARマーカー再選定

3月末まで異常件数0件の目標達成

月	異常件数
10月	15
11月	13
12月	14
1月	3
2月	0

29、標準化

3月末までに目標を達成することが出来ました。

「標準化」です。

「新車種導入時ARマーカーの角度と認識率を設備導入担当者が確認する」等の4つの標準化を設定しました

標準化	項目	担当者	確認	確認	確認	確認
1	ARマーカーの角度	山本	○	○	○	○
2	ARマーカーの認識率	田中	○	○	○	○
3	ARマーカーの材質	佐藤	○	○	○	○
4	ARマーカーのサイズ	鈴木	○	○	○	○

難しい問題をみんなで協力して達成できたね。

31、反省と今後の進め方

ARマーカーの再選定や異常の原因追及等、現地現物で物事を見て考え、行動することの大切さを改めて感じました。

今回の内容を関係部署と共有し、新車種生産開始前から不具合を未然に防止します。

『幸せの量産』品質の良い車をお客様に早く届けるために!

現地現物で物事を見て考え、行動することの大切さを改めて感じました。今回の内容を関係部署と共有し新車種生産開始前から不具合を未然に防止していきます。