

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)	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

組立部

- 2係
- 3係
- 4係

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

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

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

ベテラン、中堅、若年層とバランスが取れたサークル

X軸の中堅、若手レベルが全体的に低い

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、若手層に年齢層が分散している

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、特に若手層に多い

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

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。

一般的なライン (スラットコンベア)

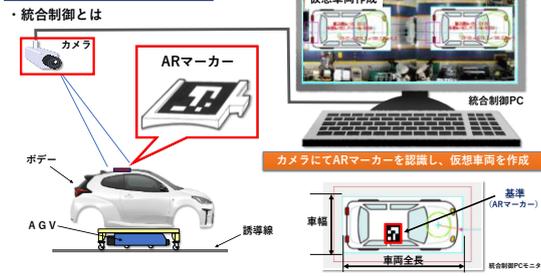
艤装ライン (AGV+統合制御)

艤装ラインは車両ごとにAGVが1台ずつホデーを搬送

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とはホデーの室内やEG廻りの部品を組み付ける艤装7人でホ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7人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)		OHP プロジェクト
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で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
データ	1次元・2次元の静的な情報 動的な情報	2次元・3次元の静的な情報 動的な情報	3次元 (メッシュ、可動性) 2次元 (半透明効果)
表示方法	固定表示	全方位可動	全方位可動
表示コンテンツ	数字のみ	テキスト・動画・音声 写真・アニメーション	数字、文字、画像、動画、3次元CG

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。代表例ですごきわ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デジタル物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、加うで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

GRカローラだけ検知できないときが...

山田

本江

「PCで認識確認」

【結果】

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)

GRヤリスとGRカローラのARマーカの傾きを調査することに

カメラを接続し、同じ工程、同じARマーカでカメラと加う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加うに載せると検知できない現象がARマーカ全数で発生しました。

カメラと加うの認識比較後、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」という山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加うの違いを確認してみよう!」

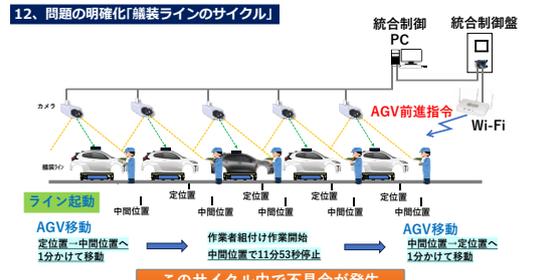
7

9、問題の明確化「統合制御とは」



カメラが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事を行っています。また、ARとは日本語で「拡張現実」と訳され、今回でい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

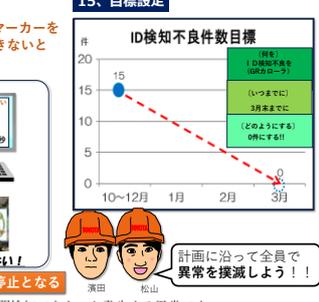
ARマーカ

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。メーダ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。「加うで発生している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」

【要因と調査分析計画】

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	汚れた手で手でARマーカに触れている	手拭紙
③	ARマーカの角度が正しくない	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

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

認識の違いを調査することに

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カメラ表面が汚れてカメラの認識が下がる」3つ目が「ARマーカの選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山田君がこんなことを言いました。「加うの異常が多いということは加うの方が認識しにくいですかね?」そこで私は、「カメラと加う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レンズに対する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。

9

8

10

11

12

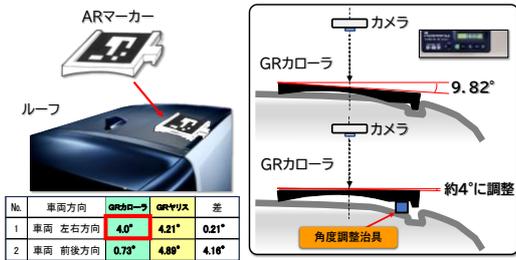
13

14

15

16

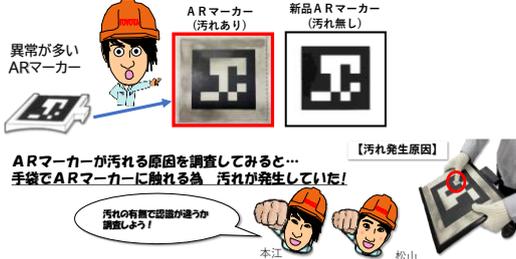
20、要因調査①-3「ARマーカ―角度調整で認識が上がるか」



ARマーカ―とルーフの間に角度調整器具を入れてカメラ上のARマーカ―の角度を初と同じになるよう調整し認識を確認。

21、要因調査②「ARマーカ―汚れ有無の認識比較」

異常が頻発しているARマーカ―を確認すると黒ずんでいることを発見



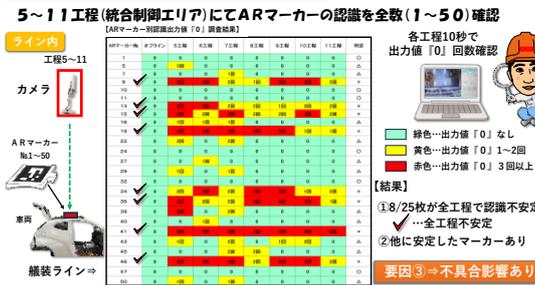
ARマーカ―が汚れる原因を調査してみると... 手でARマーカ―に触れる為 汚れが発生していた!

21、要因調査②「ARマーカ―汚れ有無の認識比較」



こちらは汚れ有無の認識を調査した動画になります。画面中央赤枠内の数値はARマーカ―の出力値、認識しやすさを表しています。

22、要因調査③「各工程で全ARマーカ―認識確認」



車両上のARマーカ―を入れ替えて10秒間で出力値が「0」になるタイミングが何回あるかを各ライン停止位置、全マーカ―で確認しました。

23、要因調査結果

要因No.	内容	1月
①	車種毎にルーフ形状が違う	→→→
②	汚れた手袋でARマーカ―に触っている	→→→
③	ARマーカ―の選定が正しくない	→→→

すべての要因が不具合の影響ありと判明。

調査した結果、要因3つは全て不具合の影響を与えていることが判明しました。

20、要因調査①-3「ARマーカ―角度調整で認識が上がるか」

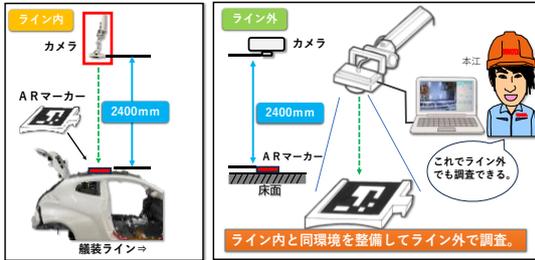
No.	角度調整箇所	GRカラー		判定	GRヤリス
		調整前	調整後		
1	左右 前後	9.82°	4.8°	認識向上	問題なし
		0.73°	5°		
2	左右のみ調整	9.82°	4.8°	認識向上	4.21°
		0.73°	5°		
3	前後のみ調整	0.73°	5°	認識不安定	4.86°

要因①のルーフ形状に影響があり、特に左右方向の角度が影響。

結果、前後左右方向の角度を調整した際は認識向上、左右方向のみの場合は認識が向上、前後方向のみの場合は不安定のまま。このことより要因①のルーフ形状に影響があり、特に左右方向の角度が不具合の影響を与えていることが判明しました。

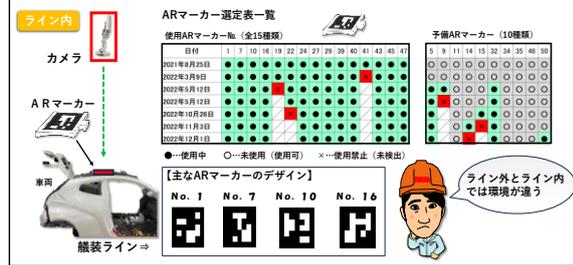
21、要因調査②「ARマーカ―汚れ有無の認識比較」

ラインと同じ条件で認識率が確認出来る環境を整備し比較実施



調査方法ですがライン外にラインと同じ条件でARマーカ―の認識を行えるようカメラとマーカ―間の距離が2400mmになるような環境を整備し調査を実施しました。

22、要因調査③「各工程で全ARマーカ―認識確認」



次に「認識しにくいARマーカ―を使用している」ですが、ARマーカ―は任意でデザインを決めています。デザインによっては認識しにくいものがあります。

22、要因調査③「各工程で全ARマーカ―認識確認」



また、認識しやすいARマーカ―と認識しにくいARマーカ―のデザインを比較してみるとコントラストがはっきりしているものが認識しやすい傾向にあることがわかりました。

24、対策立案

要因	対策案	評価項目			総合評価	対策実施
		コスト	手動効果	作業効率		
①	車種毎にルーフ形状が違う ARマーカ―角度調整器具製作 ARマーカ―ケース変更(材質、形状)	◎	◎	◎	9	11
②	汚れた手袋でARマーカ―に触っている ARマーカ―定期清掃 ARマーカ―ケース変更(サイズ)	◎	◎	△	8	9
③	ARマーカ―の選定が正しくない カメラ変更(性能アップ) カメラ設置位置変更 ARマーカ―再選定	△	△	△	4	6
		◎	◎	◎	10	10

「対策立案」です。今回、3つの対策を実施することにしました。

