

業務シナリオセッション A

デジタルで操る匠の職場

Takumi's workplace that digitally is Operated

IVIシンポジウム2020 -Spring-

2020年3月13日

PoC型

# 5Gを睨んだAGVシステムの開発



奥屋 太志(マツダ)



川田 学(シュナイダーエレクトリックHD)

伊藤 彰洋(ブラザー)

洲崎 大輔(デンソー)

淵上 浩孝(日本電気)



藤岡 義弘(マツダ)



谷口 宣利(マツダエース)

岩田 恵一(インターフェース)

房安 浩嗣(パナソニック)

丸山 佑樹(トヨタ)

発表者: 藤岡 義弘



Industrial Value Chain Initiative

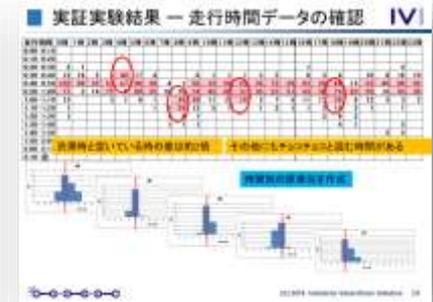
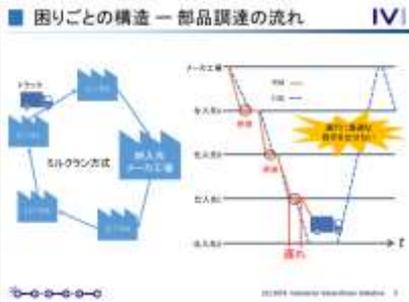


ファシリテータ

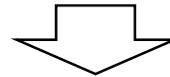


エディター

5C05



2018年度は、トラックドライバーの人材不足、高齢化を解決するために待機時間を短縮し、トラック輸送時間の最適化に取り組んだが...



工場内でのトラック搬送効率化

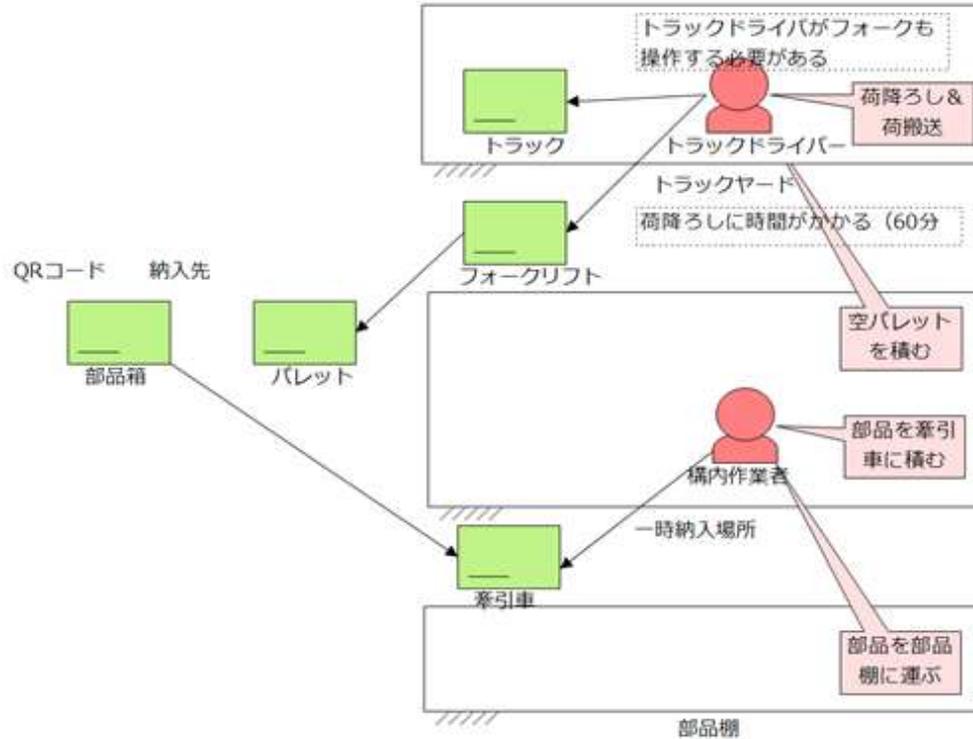


工場でのトラック運転手の荷役作業（荷積＋荷卸）を効率化するために、トラック運転手の荷役作業の一部を、他搬送機器（AGV）に最適な条件にて輸送させ、トラック荷役作業工数を低減する



# AS-IS (現在のトラックドライバー荷降し作業)

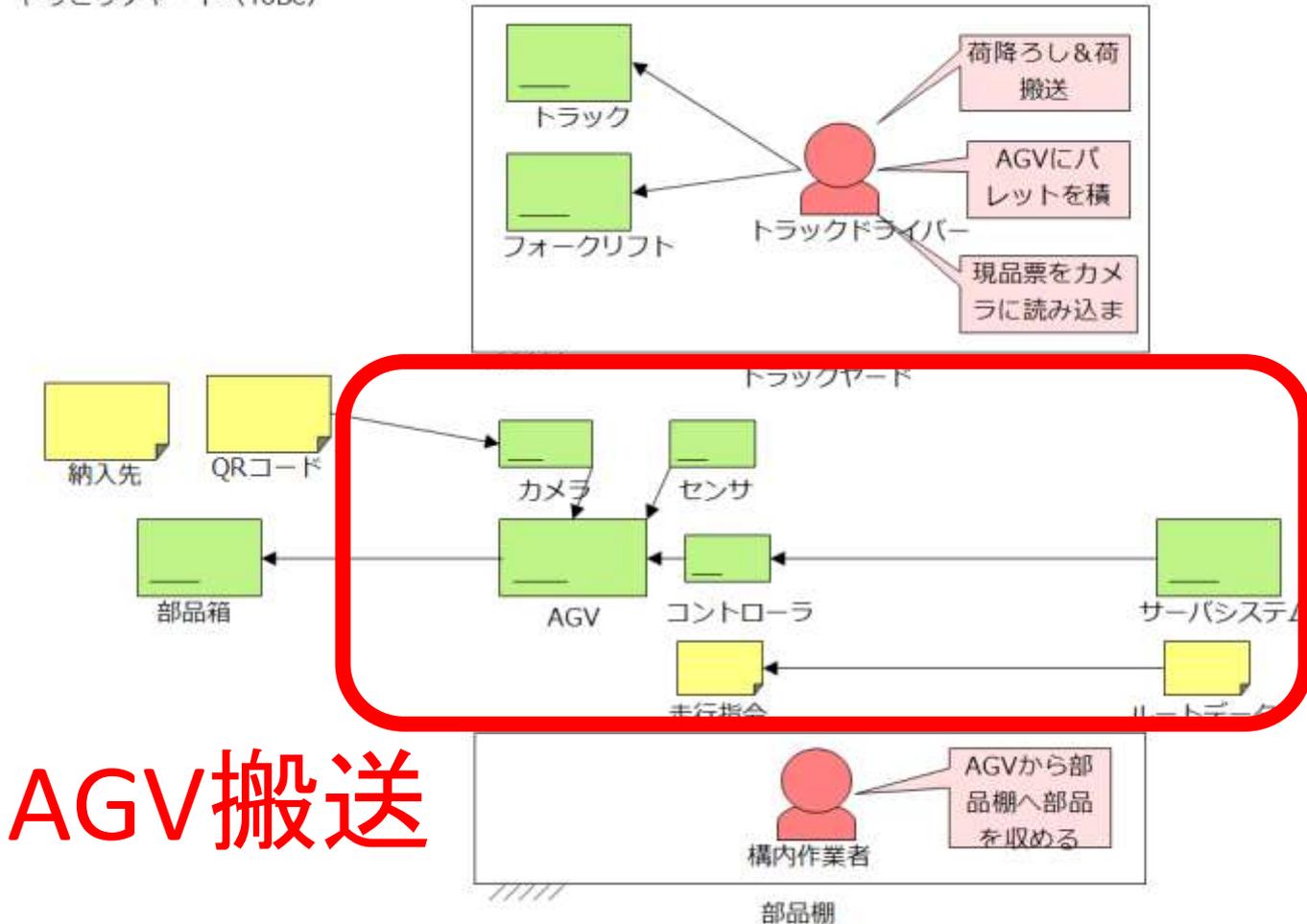
トラックが荷役場に到着後、トラックドライバーが荷下ろしと荷棚までの搬送を担当しているため、ドライバの負担と作業時間(約60分)が課題



# TO-BE(あるべき姿)

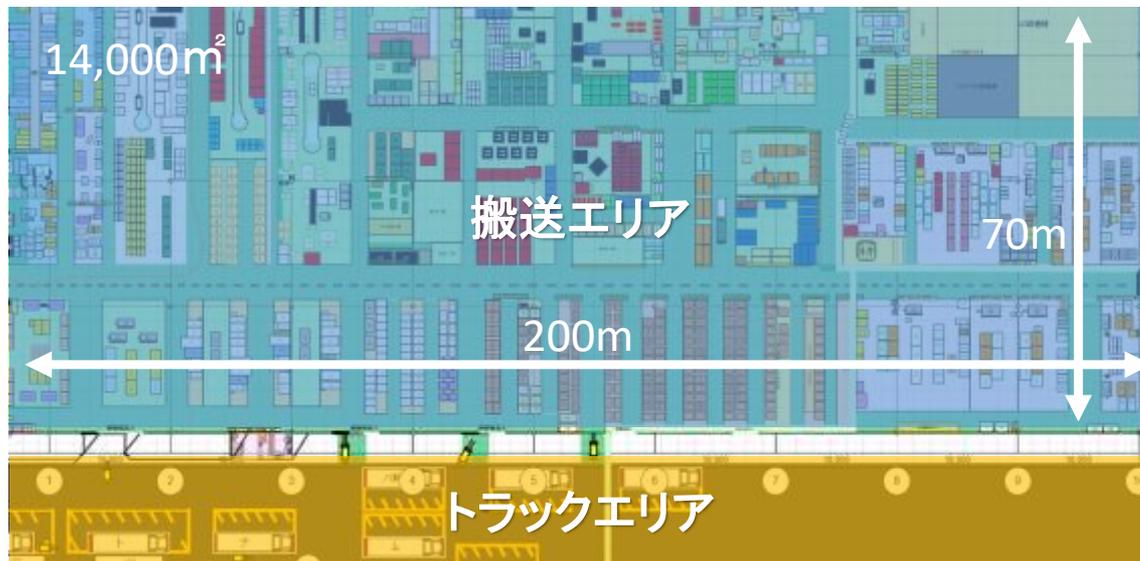
トラックドライバは、トラックからフォークリフトでパレットを荷下ろすのみとする。  
後の部品棚への搬送は、現品票を元にAGVが自動的に荷棚までパレットを搬送する

やりとりチャート (ToBe)



# ■ 実現にあたり克服する考え方

## マツダの工場の例



搬送エリア  
が広く、荷量  
が多い

荷量の変動  
が多く、レイ  
アウト/経路  
変更が発生

多大なAGV  
が必要

軌道を掘り  
返すのが難  
しい

低コストの  
AGVが必要

無軌道で  
稼働

## 考え方

<低コスト>

最低限の部品で構成されたAGV(ラジコン相当)

<無軌道:電波で動かす>

多数のAGVをリアルタイムで中央で監視し、  
走行指示を出す



# システム構成図

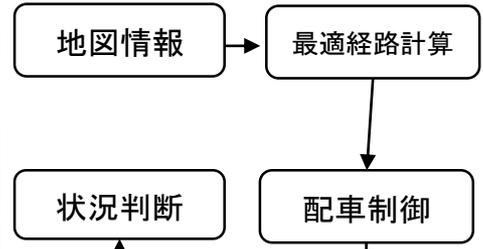
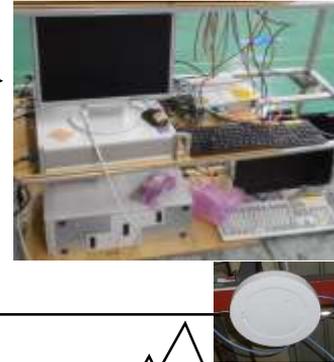
## ①AGV認識カメラシステム



XY座標、号機 (JSONデータ)

```
{  
  "CoordinateSystem": "World/Robot/Sensor",  
  "Speed": "#9.9#",  
  "Acceleration": "#9.9#",  
  "X": "#9.9#",  
  "Y": "#9.9#",  
  "Z": "#9.9#",  
  "YOW": "#9.9#",  
  "ROLL": "#9.9#",  
  "PITCH": "#9.9#",  
}
```

## ②AGV制御システム



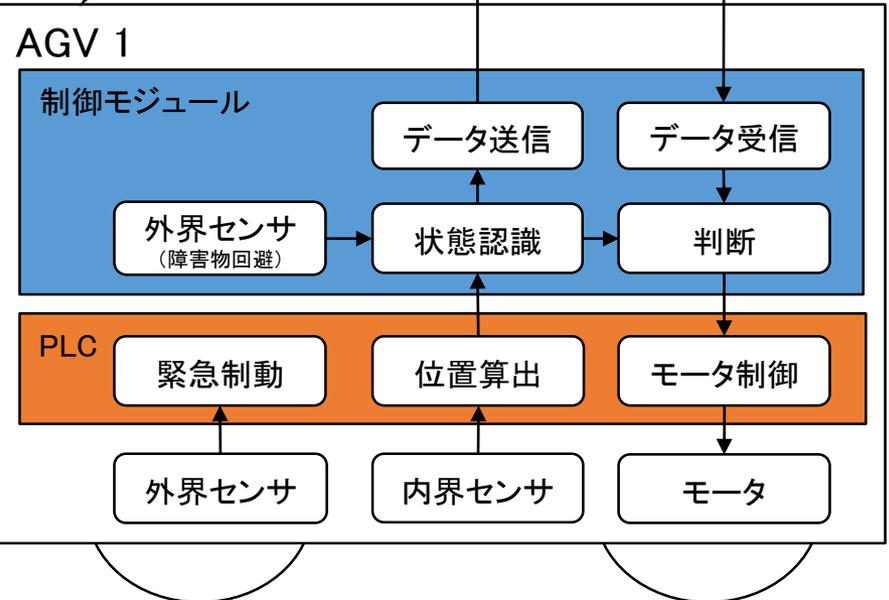
プライベートLTE (sXGP)

## ③AGV搬送機器

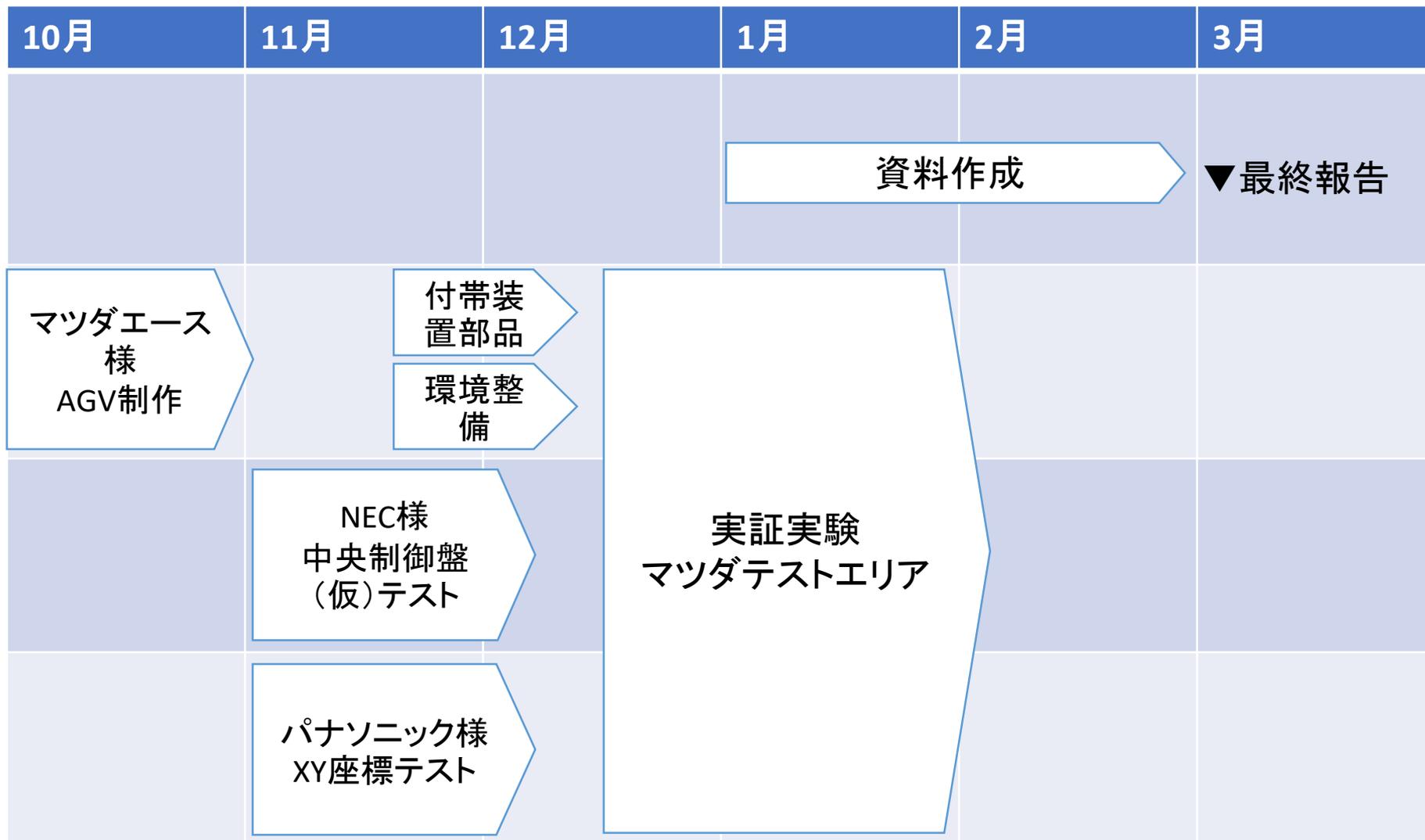


プライベートLTE (sXGP)

AGV 2



# 実証実験の計画



# 実証実験の姿

■ 実証実験日時: 2020.1.25~26

■ 場所: マツダ株式会社(エンジン\_サブライン\_部品エリア)

■ 参加: 日本電気(株)	8名
パナソニック(株)	2名
トヨタ自動車(株)	1名
TOHIBA(株)	1名
マツダエース(株)	2名
マツダ(株)	3名

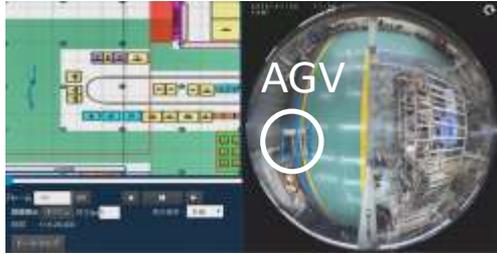
計 17名



# 実証実験の概要

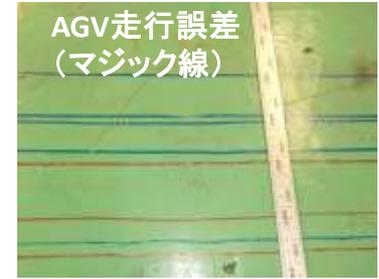
## (実証実験)

①AGV認識カメラシステム  
: AIを活用したAGVの位置認識



AGV走行軌跡誤差の確認  
: AGVにマジックを付けて走行させ、  
①②③の通信遅延・他要因による  
AGV走行ズレを測定

AGV走行誤差  
(マジック線)



AGV座標データを算出  
: AGV座標データをプロットし、  
AGV走行ズレを測定



AGV座標データプロット

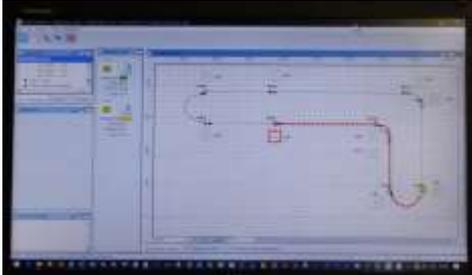
②sXGP AP

テストコース

②AGV制御システム

①AGV認識カメラシステム

②AGV制御システム  
: AGV走行制御の確認



sXGPネットワーク  
: 安定した無線通信の確認



③AGV搬送機器  
: 無線での稼働確認



②sXGP AP



## 1. AGVが動くか？

- ①AGV認識カメラシステム : AIを活用したAGVの位置把握
- ②AGV制御システム : AGVへの走行指示  
: 無線での通信 (sXGP)
- ③AGV搬送機器 : 無線受信と稼働

①



## 2. 高い精度がでるか？ (目標: 走行軌跡誤差±300mm) (目標: 停止精度誤差±10mm )

- ①AGV認識カメラシステム : AGV位置(座標)計算と通信間隔
- ②AGV制御システム : AGV制御のコンピュータ処理速度と通信間隔  
: 通信速度と通信性能 (sXGP)
- ③AGV搬送機器 : データを受けてからの処理速度

②



## 3. 価格は？

- ①AGV認識カメラシステム
- ②AGV制御システム
- ③AGV搬送機器

③



# ■ 実証実験1 ( AGVが動くか？ )

## ■ 結果 (実証実験1)

◎5G相当ネットワーク(sXGP)を活用し、AGV周回稼働は達成できた

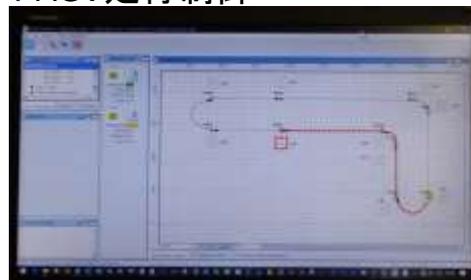
稼働させる3システム

- ①AGV認識カメラシステム : AIを活用したAGVの位置把握
- ②AGV制御システム : AGVへの走行指示  
: 無線での通信(sXGP)
- ③AGV搬送機器 : 無線受信と稼働

①AGV認識カメラシステム  
: AIを活用したAGVの位置認識



②AGV制御システム  
: AGV走行制御



sXGPネットワーク  
: 安定した無線通信



③AGV搬送機器  
: 通信のみで稼働する



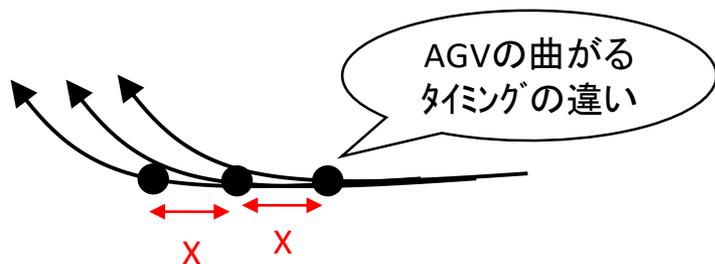
3つのシステムが連動して機能を果たす

# ■ 実証実験2(高い精度がでるか?)

## ■ 誤差発生のおくみ

- ①AGV認識カメラシステム: 通信間隔
- ②AGV制御システム : AGV制御のコンピュータ処理速度と通信間隔  
: 通信速度と通信性能 (sXGP)
- ③AGV搬送機器 : データを受けてからの処理速度

### カーブ開始のX方向の誤差



### ●システム間同士の通信間隔(0.5秒)による

①AGV認識カメラシステム

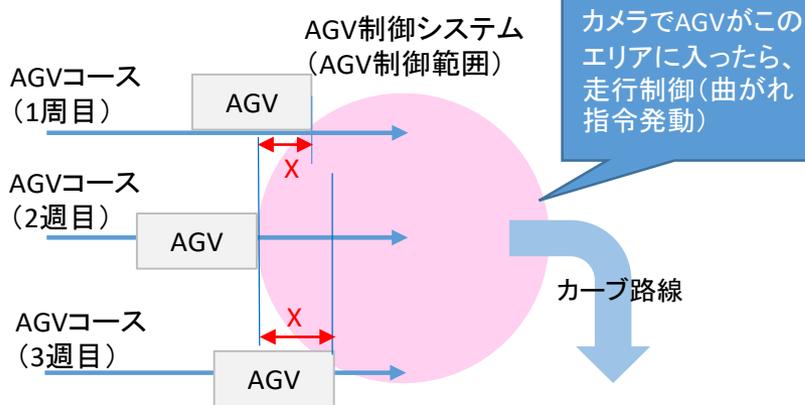


(X,Y座標) 0.5秒毎/回

②AGV制御システム

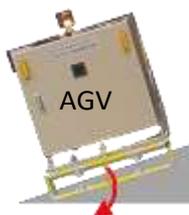
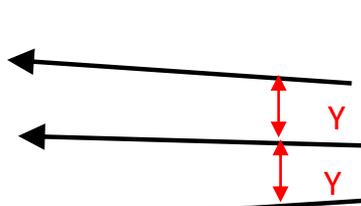


### ●AGV制御システムの制御仕様による



### 直線走行のY方向の誤差

#### ●床のゆがみ/傾斜

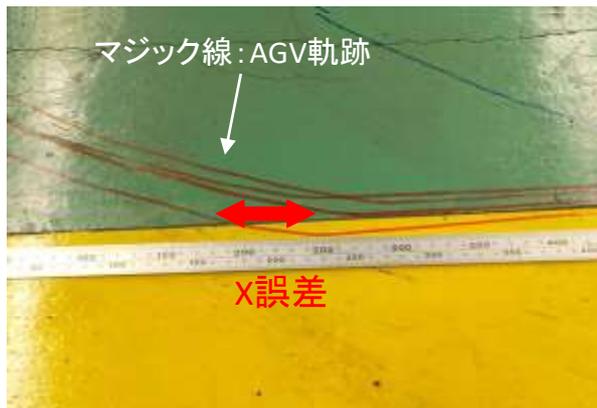


# ■ 実証実験2 (高い精度がでるか?)

■ **結果: 走行軌跡誤差** (目標: 走行軌跡誤差 ±300mmは**クリア**)  
(ただし、目標: 停止精度誤差 ±10mmは達成ならず)

<詳細>

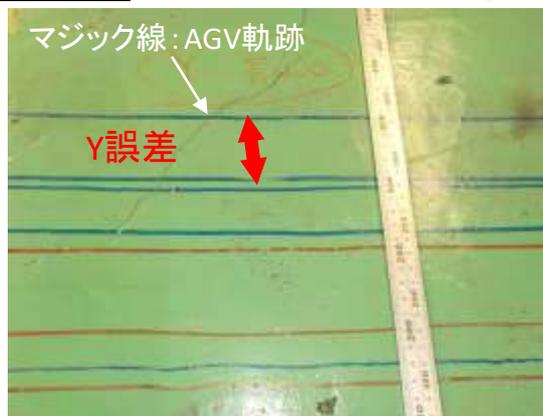
● X方向の誤差 ⇒ 通信間隔/時間、コンピュータ処理時間の遅れ より



**X方向の誤差 ⇒ 最小8mm 最大230mm**  
平均 = 46mm 標準偏差 = 50mm

- ・カメラ通信間隔 0mm ~ 75mm
- ・AGV制御仕様 0mm ~ 150mm
- ・AGV制御&反応遅れ 0 ~ 10mm

● Y方向の誤差 ⇒ 床のゆがみ/傾斜、スタート位置のAGVの微妙な向き より



**Y方向の誤差 ⇒ 最小4mm 最大287mm**  
平均 = 74mm 標準偏差 = 69mm

- ・傾斜 1° 180mm
- ・AGV車輪向き 100mm

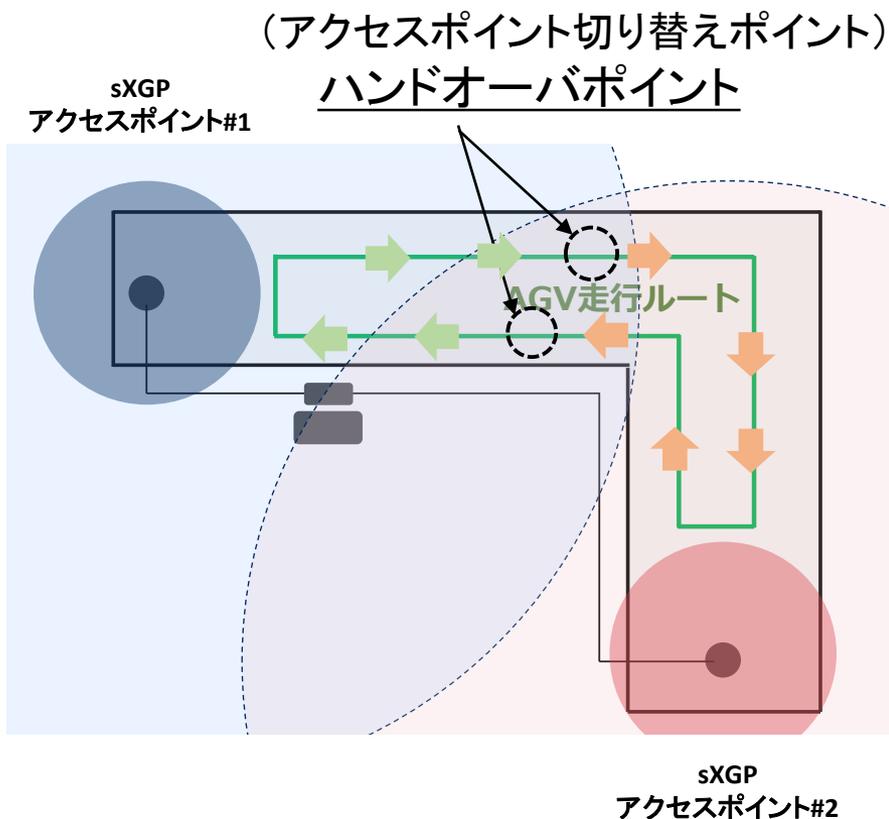


# ■ 実証実験2 (高い精度ができるか?)

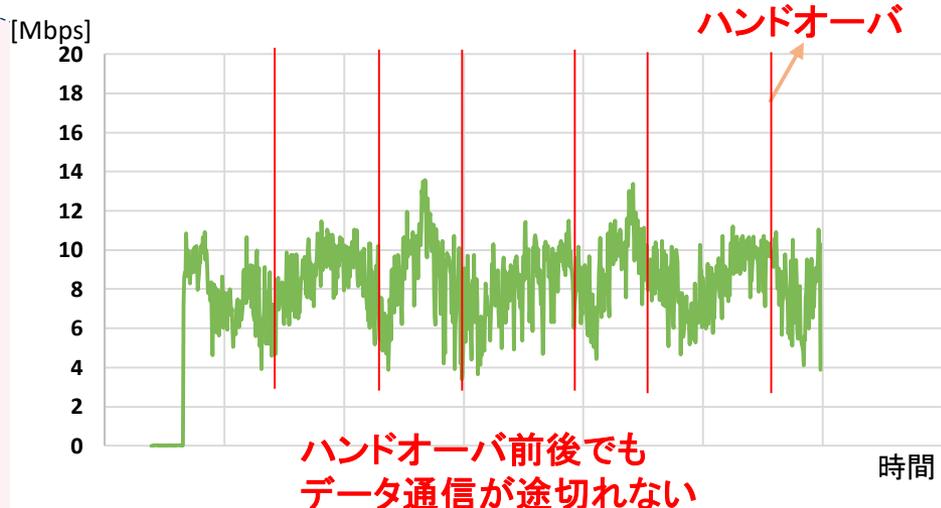


## ■ 結果: プライベート LTE (sXGP) 通信性能

- 工場の製造ラインでWi-Fiを利用しているにもかかわらず、工場の稼働中に干渉を気にすることなくsXGPを利用できた。
- 複数のAPを跨って移動しても安定して通信が維持されることを確認。



(データ転送量)  
ハンドオーバとスループット値



ハンドオーバー & 通信速度共に  
問題にならなかった  
(sXGPは安定して稼働)



## ■実証実験結果

実証実験のポイント	結果
1. AGVが動くか？	○クリア →5G相当ネットワーク(sXGP)を活用し、AGV周回稼働は達成できた
2. 高い精度ができるか？	目標①: 走行軌跡誤差±300mm ○クリア → X誤差=230mm、Y誤差=287mm  目標: 停止精度誤差±10mm × 誤差 180mm
3. 価格は？	○③AGV搬送機器: 70万円～(可搬重量による)  (①AGV認識カメラシステム/② AGV制御システムは エリア・台数により異なるので除く)

・一般的なガイドレスAGV 600万円  
・(従来)ガイドありAGV 100万円

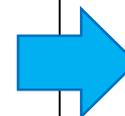
テーマ: 5Gを睨んだAGVシステムの開発はクリア

ただし、実運用に向けた停止誤差精度±10mmの対策が必要



### 対策案

- ・AGV認識カメラシステム修正による 通信間隔縮小
- ・AGV制御システムの 制御仕様変更
- ・AGV自身が誤差補正する機能追加



来期は、  
対策立案から取り組んで行く



## ご清聴ありがとうございました

