

# 自動運転トローイングトラクター実証実験報告

全日本空輸株式会社

2025年3月18日

# 自動運転トーイングトラクター 技術検証実施報告書

～雨天時障害物誤検知・SPOT進入経路～

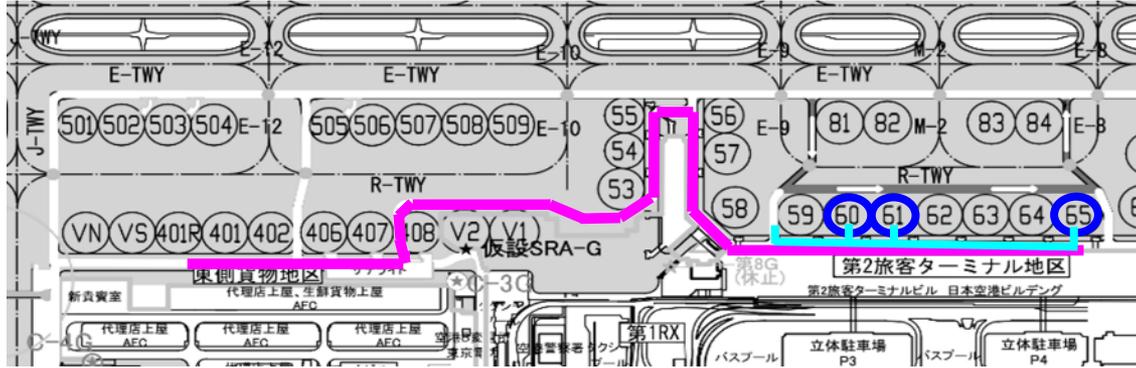
全日本空輸(株)

オペレーションサポートセンター  
グランドハンドリング企画部

(株)豊田自動織機

トヨタL&Fカンパニー  
AR開発部

- 2024年7月の国内貨物自動搬送試験運用にて課題認識した、**雨天時障害物誤検知** および **他GSEと交錯しないSPOT内走行経路** について対策を行い、技術検証を実施した。

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <p>実施日時<br/>(土日祝を除く)</p> | <p>雨天時障害物誤検知：2024年11月27日 (強めの雨天 1日のみ)<br/>他GSEと交錯しないSPOT内走行経路：2025年2月17日～28日</p>  |
| <p>使用車両</p>              | <p>豊田自動織機製<br/>自動運転トレーイングトラクター (ベース車両：3TE25 電動車) 1台</p>   |
| <p>実施場所</p>              | <p>羽田空港 国内東貨物エリア および 第2ターミナル地区</p>  |
| <p>走行ルート</p>             | <p>雨天時障害物誤検知：国内東貨物上屋～第2ターミナル地区 #65<br/>他GSEと交錯しないSPOT内走行経路：#59交差点～#60,61,65</p>  |
| <p>自動運転<br/>レベル</p>      | <p>雨天時障害物誤検知：手動走行のみ<br/>他GSEと交錯しないSPOT内走行経路：レベル4 (運転席へ監視者が乗車)</p>   |
| <p>実施者</p>               | <p>全日本空輸株式会社、株式会社豊田自動織機</p>   |

## 2. 車両概要

| 項目       | 内容  |  |
|----------|---|--|
| 自動走行性能   | 最高速度 15km/h   |  |
| 乗車定員     | 2名  |  |
| 構造       | 全長  | 3,730 mm   |
|          | 全幅  | 1,500 mm   |
|          | 全高  | 2,295 mm   |
|          | 重量  | 車両本体(バッテリー除く) : 3705kg<br>LIB : 1055kg 鉛 : 1610~1650kg |
|          | 車輪  | 4  |
| 牽引タイプ    | 一般型   |  |
| ドアの有無    | 無   |  |
| ハンドルの有無  | 有   |  |
| 緊急時の操作   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドライバのブレーキオーバーライドによる車両停止</li> <li>・車両に具備する非常停止スイッチの押下による車両停止</li> <li>・遠隔リモコンによる車両停止</li> </ul>  |  |
| ブレーキの有無  | 有   |  |
| 走行制御の概要  | 路面パターンマッチング、RTK-GNSS、3D-SLAM等から得られるセンサ情報を統合し、自車両の位置、方向を推定。決められた経路上を指定の速度で走行   |  |
| 安全対策の概要  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・車両周囲の障害物、車両、人をセンサで検知し、自車両の走行経路上およびその近傍に障害物・人がある場合は指定の車間距離で停止(走行経路上から取り除かれるまで停止継続)</li> <li>・遠隔監視カメラにより車両周囲環境を監視</li> <li>・非常時については、上述の「緊急時の操作」により車両を停止 ※同時に自動走行状態は解除</li> </ul> |  |
| センサー等の概要 | 自車両の位置・姿勢認識用：路面パターンマッチング用カメラ、RTK-GNSS、車速センサ、LiDAR等<br>障害物検知用：LiDAR、2Dレーザスキャナ（車両前方、左右）   |  |
| 自動走行システム | レベル4相当  |  |
| その他      | 車両の運転状態をLEDで表示  |  |



## 1) 2024年7月試験運用時の課題と対策

- ・'24年7月 試験運用で、雨粒のセンサ付着を推定原因とする障害物誤検知停止発生
- ・障害物センサ設定変更による効果確認を実施

第18回 空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会 ('24年9月10日) 資料1-1 より抜粋

### 3. 実施内容詳細と課題



#### 5) 手動介入箇所 ①経路上 15件

経路上の手動介入箇所・原因は以下の通り。(オーバーライドおよび緊急停止の詳細・課題はp.7記載)  
 技術的課題のない一時停止は、全て車道脇の駐車車両を障害物検知をしたことによるもの、  
 駐車位置間違いの(1)を除き、一車線区間で発生。

- ⑧ 技術的課題なし (仕様通りの動作)
- ③ 技術的課題確認中
- ④ オーバーライド・緊急停止



- 障害物検知による停止継続 1回
- 防護エリア検知による停止継続 1回
- 右折時、停止継続 (バグ対処済 / 再発なし) 1回

【課題】  
 北ピア周回経路など一車線区間における自動TT走行経路と他車両駐車位置の整理が必要



発生状況

車両近傍エリア監視用センサ

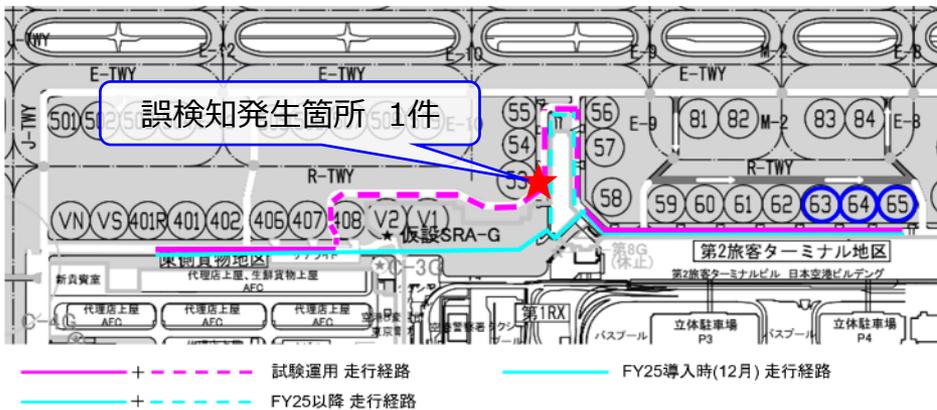
【推定原因】  
 センサ表面へ雨滴が付着し、  
 障害物と誤認識発生

【対策】  
 センサ設定を変更し対応

## 2) センサ設定変更後の障害物誤検知発生状況

降雨時にセンサ設定変更後の効果確認実施('24/11/27)

- ・降雨によるセンサ誤検知の発生無 (N=1)
- ・まとまった落水のあるPBB下で誤検知1件発生



走行状況

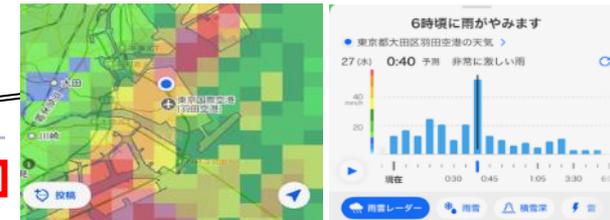
★部 # 53前PBB下  
(有人走行でセンサ検知状況を確認)

当日の羽田 降雨状況(気象庁データ)

羽田 (東京都) 2024年11月 (日ごとの値) 主要要素

| 日         | 降水量         |             |             | 気温          |             |             | 湿度         |            | 風向・風速      |             |              |           |            |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|-----------|------------|
|           | 合計 (mm)     | 最大1時間 (mm)  | 最大10分間 (mm) | 平均 (°C)     | 最高 (°C)     | 最低 (°C)     | 平均 (%)     | 最小 (%)     | 平均風速 (m/s) | 最大風速 (m/s)  | 最大瞬間風速 (m/s) | 最大瞬間風向    | 最多風向       |
| 26        | 6.0         | 3.0         | 1.0         | 11.3        | 14.8        | 6.9         | ///        | ///        | 3.5        | 6.7         | 9.3          | 西         | 北北西        |
| <b>27</b> | <b>23.5</b> | <b>14.0</b> | <b>4.0</b>  | <b>15.9</b> | <b>22.4</b> | <b>10.4</b> | <b>///</b> | <b>///</b> | <b>5.0</b> | <b>10.7</b> | <b>15.9</b>  | <b>南西</b> | <b>西南西</b> |
| 28        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 14.7        | 18.7        | 11.0        | ///        | ///        | 7.4        | 12.0        | 17.0         | 西南西       | 西南西        |
| 29        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 12.9        | 17.2        | 8.9         | ///        | ///        | 4.4        | 8.7         | 12.9         | 南西        | 西南西        |
| 30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 11.9        | 16.6        | 7.2         | ///        | ///        | 4.1        | 7.3         | 10.3         | 西南西       | 南          |

瞬間降雨は40mm/h超



まとまった落水の発生箇所(PBB)



### 【今後の計画】

- ・センサ設定変更の対策効果あるが、N増データ取りの活動は継続
- ・設備軒下(PBB下等)の落水集中箇所は雨どい等の対策を要望する

## 1) 2024年7月試験運用時の課題と対策

- ・'24年7月 試験運用で、SPOT内 自動走行完遂率 **64%** (36%で障害物検知による一時停止)
- ・19%のケースで、牽引ドーリーが車両走行帯にはみ出す位置にて一時停止発生

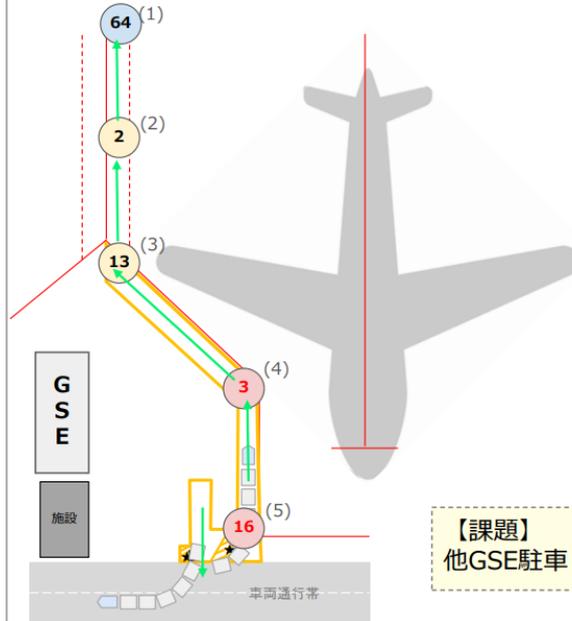
第18回 空港制限区域内における自動走行の実現に向けた検討委員会  
('24年9月10日) 資料1-1 より抜粋

### 3. 実施内容詳細と課題



#### 5) 手動介入箇所 ②SPOT内 34件

経路上の手動介入箇所は以下の通り。98回進入中34回で障害物検知による手動介入実施。  
うち19回(全体の19%)は牽引ドーリーが車両走行帯へはみ出す位置(下記(4)(5))において、  
障害物検知による一時停止が発生した。



| 障害物検知なく到達できた位置        | 障害物              | 牽引ドーリーの車両走行帯へのはみ出し  | 到達回数 |
|-----------------------|------------------|---------------------|------|
| (1)GSE待機区域奥(自動走行終了地点) | 無                | 無                   | 64   |
| (2)GSE待機区域中央          | GSE待機区域のGSE      | 無                   | 2    |
| (3)GSE待機区域手前          |                  |                     | 13   |
| (4)曲がり角               | FWD HL           | 有                   | 3    |
| (5)SPOT入口             | FWD HLに寄り付いたドーリー |                     | 16   |
| 合計                    |                  | 手動介入 34回<br>限りなくゼロへ | 98   |

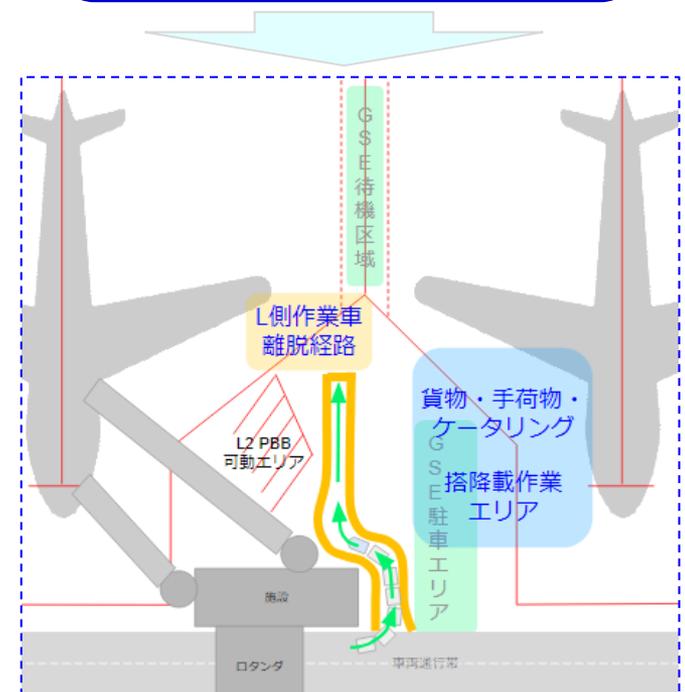
**【課題】**  
他GSE駐車・停車位置とかぶらないSPOT進入経路の設定

### 【原因】

機側作業中・作業待機中のGSEと進入経路の交錯

### 【対策】

他GSE駐停車位置とかぶらないSPOT進入経路の設定



## 2) 新規進入経路における自動走行完遂率

SPOT進入時の自動走行完遂率は**97%**へ改善

(GNSS不安定箇所については、路面パターンマッチングによる冗長化にて対応可)

- 自動TT進入経路上で他GSEと交錯発生は3%と大幅減
- SPOTからの退出車両を検知するケースを除き、車両走行帯ヘドローリーがはみ出すケースなし

| 自動走行結果          | #60      | #61 | #65 | 計  | 車道はみ出し |
|-----------------|----------|-----|-----|----|--------|
| ※本検証ではGNSSのみで走行 |          |     |     |    |        |
| 走行完遂            | 12       | 28  | 14  | 54 | 0      |
| 走行完遂見込み         | GNSS不安定* |     |     |    |        |
|                 | 1        | 6   | 0   | 7  | 0      |
| 途中停止            | 他GSE交錯   |     |     |    |        |
|                 | 1        | 0   | 1   | 2  | 1      |
| 計               | 14       | 34  | 15  | 63 | 1      |

【GNSS受信不安定時の停止 7件】  
 建屋沿いの経路に変更となったため、GNSS受信不安定な場面あり。今後、**路面パターンマッチングによる冗長化にて対応可**  
 ただし、降雨開始時など路面パターンマッチング不安定時と重複する場合、**停止リスクあり**

※本実証では車両走行帯への牽引ドローリーはみ出し発生なし



【他GSE交錯 2件】

自動TT進入経路上の下記車両を障害物検知(各1件)

- 隣接SPOTへの進入待機中の給油車両 ①
- SPOT退出タイミング待ちの給油車両 ① (退出後の自動運転継続可)

【今後の計画】

- 停止リスク低減方策の検討継続
- SPOT内 自動TT進入経路のマーキングを要望する

