

# 令和4年度 自動運転トローイング トラクター実証実験結果・計画

---

# 日本航空株式会社



**JAPAN AIRLINES**

# 自動運転トーイングトラクター レベル4に向けた実証実験報告

日本航空株式会社  
グランドハンドリング企画部  
2022年9月22日

- 1.使用車両
- 2.実証実験目的および検証項目
- 3.走行ルート・走行条件
- 4.実証実験結果
- 5.実証実験総括
- 6.今後の計画

# 1.使用車両

## 基本情報\*

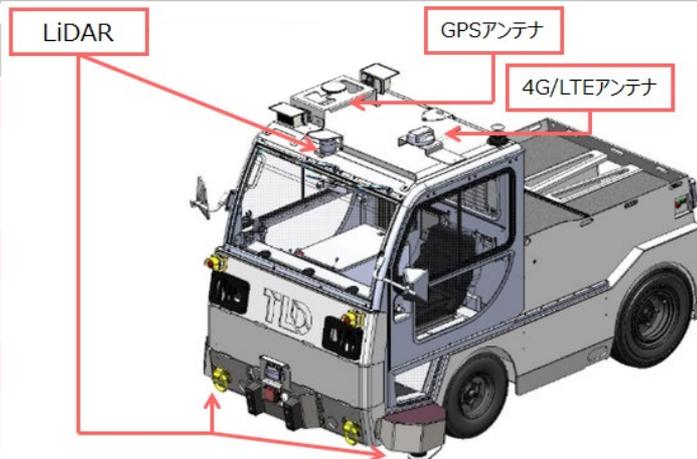
使用車両	TLD社製・TractEasy
全長	3.20m
全幅	1.84m
全高	2.05m
重量	4,070kg
ハンドル	有

## 走行制御技術の概要\*

### 車両自律型

以下の技術で自己位置推定を行い、設定経路上を走行する

- Odometry(走行距離計)
- IMU(慣性計測装置)
- LiDAR
- GPS



## センサー等の概要\*

LiDAR、GPSアンテナ、4G/LTEアンテナ、IMU(慣性計測装置)

上記車両を2台所有しており1台を実験で使用し、もう1台をバックアップとする計画です。実験を1台のみで実施することについては航空局さまに事前に確認済みです。\*レベル3実運用と同様

## レベル3実証実験時からの変更点

①ソフトウェアのバージョンアップ(Ver.11)に伴って、以下の点の性能向上が期待される

	レベル3実証実験(2020年)	レベル3相当実用化(2021年)	レベル4に向けた実証実験(2022年)
ソフトウェアのバージョン	Ver.6	Ver.10	Ver.11
交差点における他車両の認識範囲	平均22m(実績値)**	平均29m**	平均35m***
カーブ走行時の速度	平均6~8km/h**	平均6~8km/h**	平均10km/h***
交差点で一旦停止後の再加速	0.8m/s <sup>2</sup> **	0.8m/s <sup>2</sup> **	1.0m/s <sup>2</sup> ***

②遠隔監視システムを有効化し、正しく機能することを確認する

\*\*実績値、\*\*\*理論値

# 2.実証実験目的および検証項目

## 目的

以下の各項目について、改善の有無を検証する。改善できない課題に対してはインフラや運用ルールの整備の要否について検討する。

## 検証項目

### ①ソフトウェアのバージョンアップによる改善目標値

	レベル3相当実用化時点 (2021年3月、ソフトウェアVer.10)	目標値 (ソフトウェアVer.11)
交差点における他車両の認識範囲	平均29m	平均35m
カーブ走行時の速度	平均速度6~8 km/h(必要以上の減速が発生)	平均10km/h
交差点で一旦停止後の再加速	0.8 m/s <sup>2</sup> (一般車両に比べて緩やか)	1.0m/s <sup>2</sup>

### ②システム全般の目標値

	項目	検証事項
安全	障害物等を検知した際の安全な停車	システムによって安全に停車した実績を監視する
	安全な停車後の自動再始動	システムによって安全に停車した後、人が介入せずシステムにより自動走行を再開した実績を監視する
	安全な停車後の手動再始動	システムによって安全に停止した後、添乗者により安全を確認し手動で自動走行を再開した実績を監視する
	緊急停止操作による走行停止(添乗車による介入)	作業員が車両の緊急停止ボタンを操作したことによる自動走行停止の実績を監視する
品質	ODD逸脱時の走行停止	ODD逸脱時に安全に自動走行を停止できるか
	車両およびシステムの不具合による走行停止	車両本体やセンサー類のハードウェア、およびシステムの障害が発生した際に安全に自動走行を停止できるか
	誤検知による停車	システムの誤認識、およびセンサーの誤検知による自動走行停止の実績を監視する
	遠隔監視システムによる操作	遠隔監視システムによる車両操作(作動・停車)時に、遅滞なく操作できるか

# 3. 走行ルート・走行条件

レベル3相当実運用と同じルートで実証実験を実施する。

走行ルート	第2旅客ターミナル本館南ソーティング ～ サテライトターミナルソーティング
走行距離	往復約1.2km
走行条件	以下の気象条件を目安とし、気象状況による走行への影響が確認された段階で、手動運転への移行、および自動運転の再開を自動運転車両運転者の判断により行うものとする。 ① 降雨：10mm/h以下 ② 降雪：弱い雪を上限とし、路面状況等により実施者が判断 ③ 風：20km/h(≒10KT)以下 ④ 視程：200m以上
実績	上記ルートにてレベル3相当実運用化済



★ = 起点/終点

引用元: Google社 Google マップ、Google earth

# 4.実証実験結果

## 実験概要

実施期間	2022年4月6日～6月29日(昼間帯のみ)
総走行回数	196往復
総走行時間	33時間48分
総走行距離	約235km
添乗者による介入回数	52回

## ソフトウェアバージョンアップによる改善

	レベル3相当実用化 (2021年3月時点、 ソフトウェアVer.10)	目標値 (ソフトウェア Ver.11)	今回の実験 (ソフトウェア Ver.11)	結果
交差点における他車両 の認識範囲	平均29m	平均35m	平均33.4m	×
カーブ走行時の速度	平均速度6～8 km/h	平均10km/h	平均9.9km/h	×
交差点で一旦停止後 の再加速	0.8 m/s <sup>2</sup>	1.0 m/s <sup>2</sup>	1.0 m/s <sup>2</sup>	○

# 4.実証実験結果

## システム全般の実績

	検証項目	結果
安全	障害物等を検知した際の安全な停車	○
	安全な停車後の自動再始動	×
	安全な停車後の手動再始動	×
	緊急停止操作による走行停止 (添乗車による介入)	×
品質	ODD逸脱時の走行停止	○
	車両およびシステムによる走行停止	○
	誤検知による停車	×
	遠隔監視システムによる操作	—

\*遠隔監視システムによる操作実績なしのため

## システムによる安全な停車後の自動/手動再始動について

データログが十分に残っておらず、具体的な原因の特定には至らなかった。

## 誤検知による停車

誤検知による停車した際の理由の内訳は以下の通り

### ①濡れた路面を障害物として認識していることによるもの(93.92%)

交差点でのパフォーマンスを向上させるため、ソフトウェアVer.11に新しく導入された路面認識機能により、誤検知が発生しているものと推測される。次回のバージョンアップ(Ver.13)では、濡れた路面を正しく認識する性能の向上が見込まれている。

### ②雨滴を誤検知したことによるもの(1.20%)

Ver.10においては2.78%発生していた。

### ③原因不明/その他(4.88%)

データログを解析するも車両を停車させる要素の判別に至らず。

誤検知した166回のうちの161回(97.0%)が雨天時に発生したものの。

# 4.実証実験結果

緊急停止操作による走行停止(添乗車による介入)

添乗者による介入は全て交差点(合流地点含む)で発生した。

交差点	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
発生回数	3	2	10	0	0	1	0	4	0	17	4	11
割合(%)	5.8	3.8	19.2	0.0	0.0	1.9	0.0	7.7	0.0	32.7	7.7	21.2

(各交差点の位置)

介入が発生した要因は以下のとおり。

- ①他車の速度超過(15km/h超、95.24%)
- ②他車の速度超過は無いが、自動運転TT車の他車認識範囲が狭いことによるもの(4.76%)

正面から対向車が走行してくる交差点での介入は47%

横方向からの車両が走行してくる交差点での介入は53%



引用元:Google社 Google マップ、Google earth

# 5.実証実験総括

## <車両>

- レベル3相当実用化時(2021年3月)からの技術的課題については、ソフトウェアのバージョンアップによって一部改善が見られたが、全体の走行品質の向上には至らず、実用性を踏まえて更なる向上が求められる。
- 添乗者による介入が発生している交差点においては、制限速度以上で走行する他車両に対して現状のハードでどこまで対応することが可能なのか、ソフトウェアをバージョンアップしたうえで検証が必要。
- 既にメーカーからリリースされているソフトウェアVer.13にアップデートし(8月下旬)、改善の見込みを確認(9月中)したうえで再度実験を実施し、品質の改善について実績を検証する。

## <インフラおよび運用ルール>

- 交差点の走行品質の改善については、手動運転車両の規制が必要と考えており、インフラの整備や制限区域内を走行する車両のルール変更についても検討が必要。  
航空局主催のワーキンググループにおいて他事業者や空港管理者とも協調して議論をしたい。

# 6.今後の計画

	Q1	Q2
1号機	<p>LV4に向けた実証実験</p> <p>サテライト 荷捌き場 再稼働</p>	<p>システムバージョンアップ (Ver.13)検証走行</p>
2号機	<p>実証実験バックアップ</p>	<p>LV3相当 実運用</p>

	Q3	Q4
1号機	<p>LV3相当 実運用</p>	<p>バージョンアップ後の実証実験</p>
2号機	<p>システムバージョンアップ (Ver.13)検証走行</p>	<p>LV3相当 実運用</p>