

自動運転トローイングトラクター実証実験報告

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
2025年3月18日



目次

- 1.これまでの取組みについて
- 2.交差点合流時の走行データ
- 3.今後の計画

1.これまでの取組みについて

【これまでの実証実験の取組み状況】

- 2021年：レベル3実用化に向け取組み開始
- 2022年4月6日～6月29日：レベル4に向けた実証実験実施（ソフトウェアVer.11による性能検証）
- 2022年5月25日：レベル3（安全監視者添乗）にて実運用開始
→成田空港 第2ターミナル本館からサテライトへの長尺手荷物搬送
- 2023年2月1日～3月3日：レベル4に向けた実証実験実施（ソフトウェアVer.13による日中帯での性能検証）
- 2023年10月18日～11月10日：交差点合流精度検証のため交通ピーク帯での走行データ取得、雨天時の走行データ取得
- 2024年8月1日：交差点合流時の走行データ取得



【これまでの実証実験にて判明した課題と解決案】

- ①交差点の合流精度
→見通しの悪い交差点において十分に障害物検知が行えないため、交通ルールの整備が必要
- ②雨天など荒天時における走行品質
→LiDARの性能に左右されるため、車両ハード・ソフトの技術革新に期待する



【参考】実証実験概要

実験環境

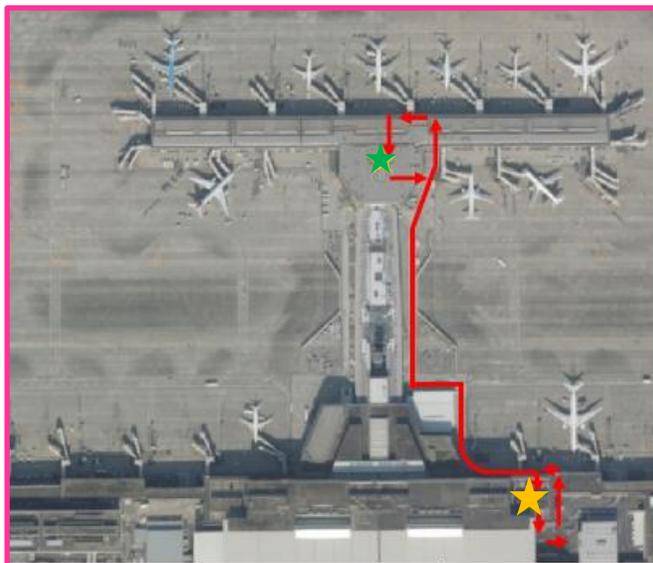
走行ルート	成田空港 第2旅客ターミナル本館南ソーティング⇔サテライトターミナルソーティング
走行距離	往復約1.2km
走行条件	以下の気象条件を目安とし、気象状況による走行への影響が確認された段階で、手動運転への移行、および自動運転の再開を自動運転車両運転者の判断により行うものとする ① 降雨 : 3mm/h以下 ② 降雪 : 弱い雪を上限とし、路面状況等により実施者が判断 ③ 風 : 20km/h (≒10KT) 以下 ④ 視程 : 200m以上

車両諸元

W×L×H	1.84m×3.20m×2.05m	
重量	4,070kg	
制御	車両自律型 (自己位置推定) ・Odometry ・IMU ・LiDAR ・GNSS	
ソフトウェア	Ver.13	
交差点における他車両の認識範囲		平均35m以上
カーブ走行時の速度		平均10km/h
交差点で一旦停止後の再加速		1.0m/s ²

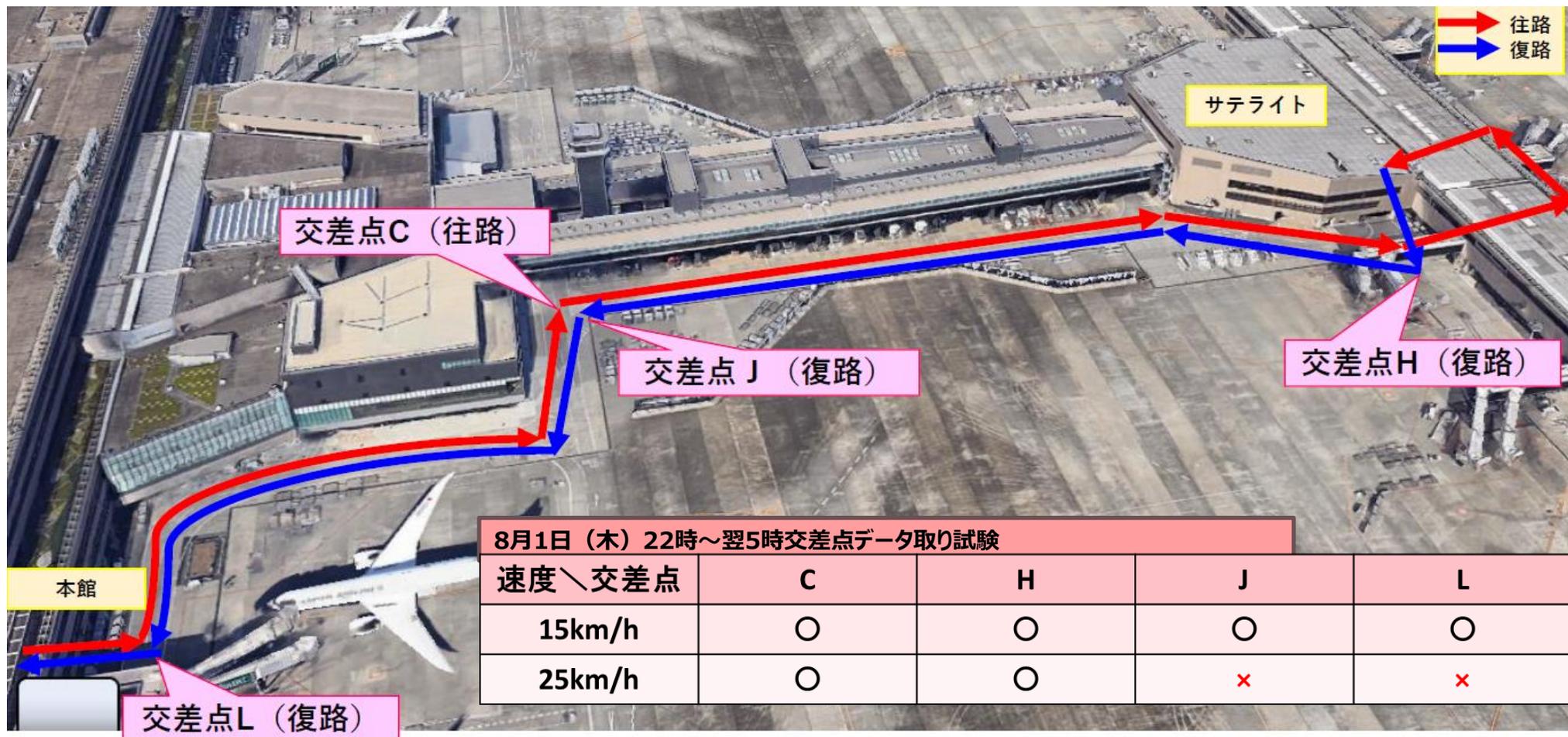
性能目標

安全	自動走行の際、経路からの逸脱
	自動走行の際、自己位置情報の喪失
	ソフト、ハード起因の車両故障 (復帰不可)
品質	ソフト、ハードの不具合による停止
	車両およびシステムによる走行停止
	システムの障害物誤検知による停止
運用	遠隔監視者のコントロールの成功率
	障害物検知以外での停止
	障害物クリア時の走行再開 (自動)



- ★ : サテライトターミナルソーティング
- ★ : 第2旅客ターミナル本館南ソーティング

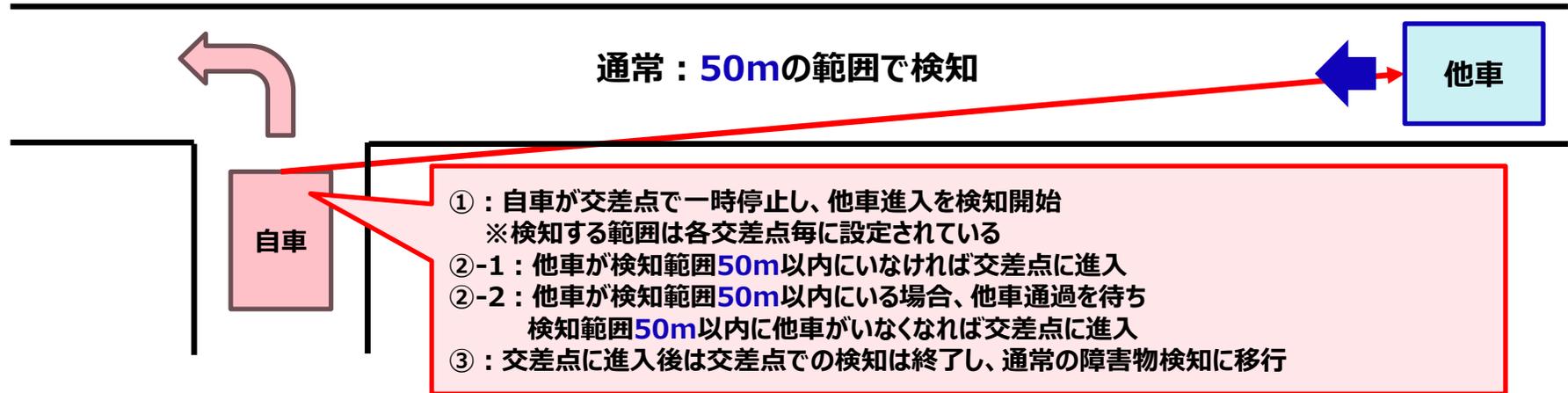
2. 交差点合流時の走行データ



【交差点合流時のデータ取得結果】

他車が制限速度15km/hを順守している場合、すべての交差点において問題なく通過可能
 他車が制限速度を超えて走行している場合、交差点J・Lにおいて添乗者介入によって非常停止を実行

交差点での他車検知ロジック



【ここで課題のある交差点】でのワーストケースを考察すると

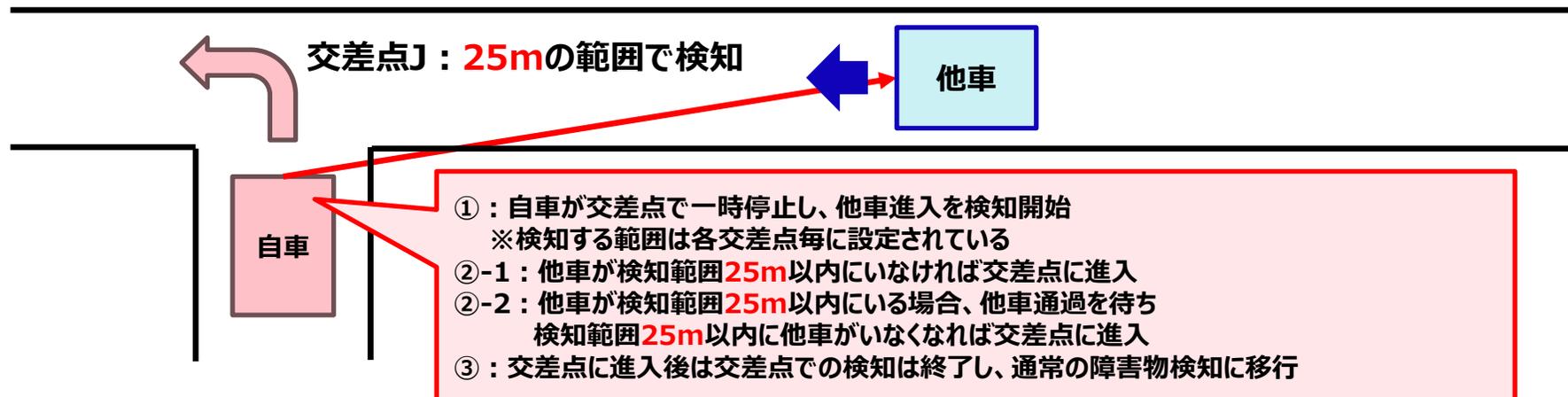
- ・検知範囲ギリギリとなる51mに他車があった場合は、当然50m範囲外として自車は交差点に進入する
- ・自車は一時停止後、交差点に進入し設定最高速度10km/h（※）に到達するまで3.5s要する
※次の交差点Kまで距離が短く車両の最高速度15km/hは出さない設定となっている

→他車が15km/hで走行している場合、3.5sの間に走行する距離は $\{ (15\text{km/h} \cdot 1000\text{m}) / 3600\text{s} \} \cdot 3.5\text{s} = 14.6\text{m}$

→他車が25km/hで走行している場合、3.5sの間に走行する距離は $\{ (25\text{km/h} \cdot 1000\text{m}) / 3600\text{s} \} \cdot 3.5\text{s} = 24.3\text{m}$

→いずれの場合においても、3.5sで他車走行距離は50mに達することがないことから問題ないと言える

交差点J（復路：サテライト→本館）での他車検知ロジック



【ここで課題のある交差点Jでのワーストケースを考察すると】

- ・検知範囲ギリギリとなる26mに他車がいた場合は、当然25m範囲外として自車は交差点に進入する
- ・自車は一時停止後、交差点に進入し設定最高速度10km/h（※）に到達するまで3.5s要する
 ※次の交差点Kまで距離が短く車両の最高速度15km/hは出さない設定となっている

→他車が15km/hで走行している場合、3.5sの間に走行する距離は $\{ (15\text{km/h} \cdot 1000\text{m}) / 3600\text{s} \} \cdot 3.5\text{s} = 14.6\text{m}$

→他車が25km/hで走行している場合、3.5sの間に走行する距離は $\{ (25\text{km/h} \cdot 1000\text{m}) / 3600\text{s} \} \cdot 3.5\text{s} = 24.3\text{m}$

→他車が25km/hで走行している場合、3.5sで他車走行距離は25mに達することから接触の恐れがある

【参考】雨天時の走行

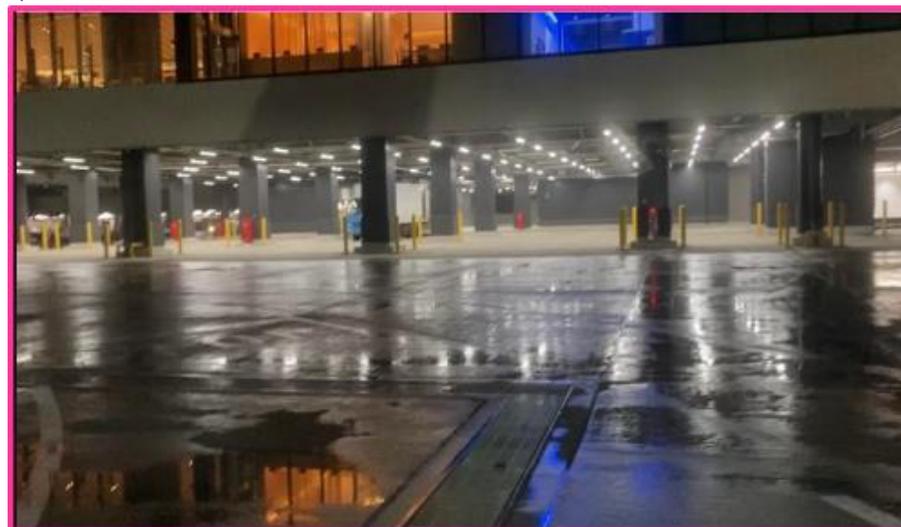
【2023年10月18日～11月10日走行結果】

夜間且つ雨の条件下で交差点「C, K, L」に進入する際、他車いない状況で進行せず
雨による光の乱反射がLiDARに影響を及ぼしていると推察



↑【交差点K】車両からの光景

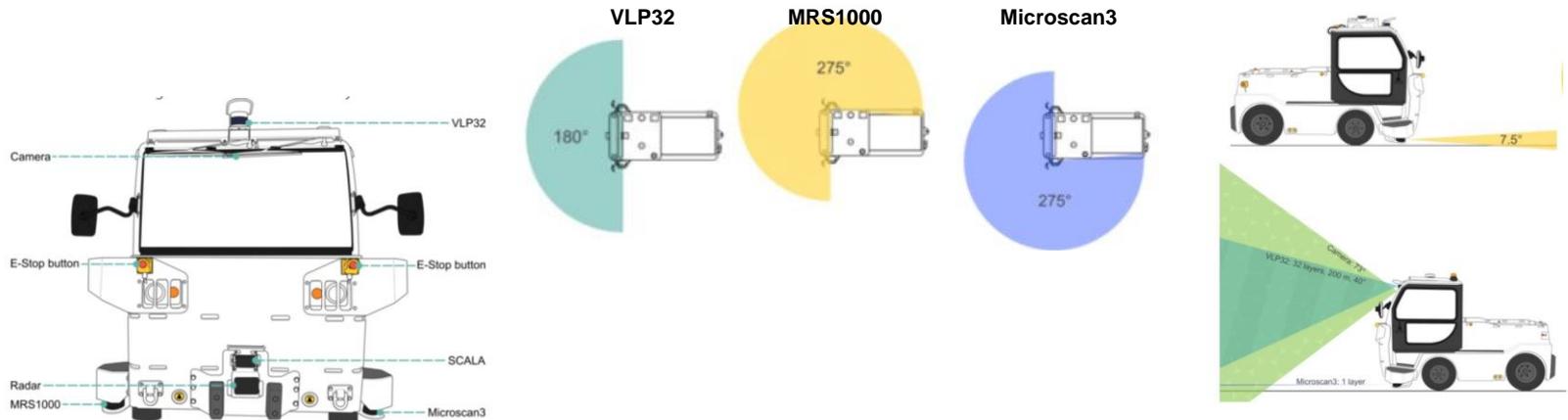
↓【交差点C】車両からの光景



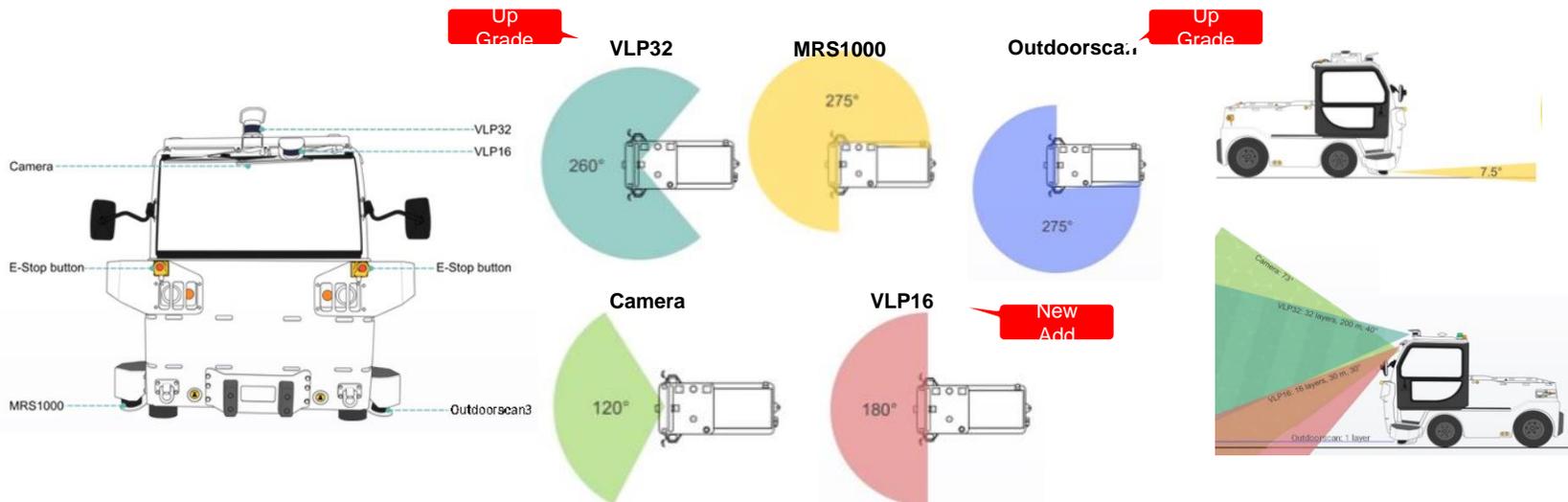
3. 今後の計画

後継モデルの導入

Gen1



Gen2



- 安全性に関するチェックリスト（様式3）に基づき模擬フィールドテストにて空港乗入れ前試験を予定→2025年4月頃
- GEN2を用いてレベル4実運用に向けた実証実験の実施→2025年5月～6月頃