

空港における自動運転 その現状及び課題と将来性

いなもり ゆたか
稲森 豊

交通経済研究所主幹研究員

■はじめに

2030年の訪日旅客6,000万人目標に向け空港機能の強化が求められているが、生産年齢人口の減少により航空輸送業においても労働力不足が深刻化している。とりわけランプハンドリング（航空機の地上支援業務）に携わる従業員数は重労働、不規則な勤務形態、屋外作業が多いなどを理由に、かねてより一定数の退職者が出ていることは事実であり、持続可能性という観点では業務の省人省力、および効率化は避けて通れない。

そこで国土交通省はコロナ禍前の2018年1月から関係省庁や主要航空・空港会社などによる「航空イノベーション推進官民連絡会議」を開催し、同年6月に空港制限区域内での実証実験を開始するための「空港制限区域内の自動走行に係る実証実験検討委員会」も立ち上げた。それを受け制限区域内の貨物搬送の自動化を目指し開発されたANA/豊田自動織機製とJAL/AiRO（写真1）、JAL/TractEasy製の3種類のトーイングトラクター（以下TT車）が各種実証実験を経て2025年12月15日に共に実用化に至ったが、運行システムの概括と現状での課題及び将来性を述べたい。

■一般道などとは異なる諸事情

空港の制限区域（滑走路やランプエリア）内

は航空機優先であり、許可を受けた各種支援車両のみ決められた場所の走行が可能で、制限速度は走行箇所によって異なるが概ね時速30km程度となっている。一方で既に実用化されているWaymoなどのロボタクシーや市販車に備えられた運転支援システムは一般道などで機能していることから、その技術を応用すれば制限区域内での自動運転車両の運行・制御は比較的容易に思えるが、事情はかなり複雑で以下に挙げるような問題がある。

①一般の自動運転車のカメラ技術は非常に高度化されており画像解析技術も高いがこの技術は発展途上であるため汎用品の入手は困難で、一から開発する必要がある。また特殊車両故に基本的に市販車両は使えず価格面の問題が非常に大きい。

②一般の自動運転車は開発期間も長く、実際に運行されている車両から得られる膨大なデータ（カメラが苦手とする悪天候時や逆光時などのもも含めて）を利用出来るが、制限区域内の走行についてはそのような各種データが少ない。

③Waymoなども完全に自律走行しておらず常に人によって監視・コントロールされているが、制限区域内での自動運転車にはその運行環境ゆえに同じかそれ以上の支援システムが必要となる。

■運行システム

今回実用化された TT 車は、各々貨物上屋間（写真 2）と手荷物荷捌場間、貨物上屋から駐機スポットの手前までの各々1km 前後を時速15km でコンテナの搭載されたドーリーを最大で6台、最大14t 前後を牽引する。

3種のTT車は全てEV車で、LiDAR¹、GNSS²、カメラ、IMU³等車両に搭載したセンサーで自車の位置を把握し自動走行する点と、VME、FMS（共に後述）という遠隔監視システムにより運行をサポートしている点は共通だが、ANA/豊田自動織機製のTT車はシステム冗長性の観点で路面パターンマッチング、磁気誘導装置を搭載している。

FMS（Fleet Management System）とは各車両に搭載されたカメラの画像及び走行データをオペレーターが遠隔監視するシステムで、センサーの誤検知によって停止した際や異常時に対応する。現在は1台につき1名のオペレーターだが、今後は1名で5台程度を監視する予定である。また通行路によっては数百メートル先まで見越す必要や、特定の死角の先を事前に感知する必要があるが、搭載されたカメラだけでは不十分で遠隔監視も困難な場合が想定されているため、(図1)制限区域において自動運転レベル4の車両と有人車両の交通整理を行う共通インフラとしてのVME(Vehicle Management Equipment in airport restricted areas)も利用し、高いレベルでの安全性や正確な運行の維持を担保している。

■現在の課題

今回実用化された車両は今後徐々に台数を

増やしていく予定だが、運用範囲を広げていくに際して、以下のような課題を克服する必要がある。

(1)雨天など悪天候対策

少量の降雨であれば問題ないが雨が激しくなると雨粒を、水たまりについてもそれぞれ障害物として認識し停止してしまうことがある。

(2)一般道とは異なる通行ルールへの対応

制限区域内にも優先、非優先等のルールはあるが作業車両の効率的な運行を妨げる可能性があるため、交差点などでは一旦停止義務はあるが信号は無く、有人走行車両はドライバー同士の譲り合いなどでも運行されているため、自動運行のためのアルゴリズムのようなものが構築しにくい。

(3)遠隔操作に頼る部分がある

現段階では航空機や緊急自動車接近の際の自動対応が難しく、遠隔操作に頼らざるをえない。また通行帯によってはジェットエンジンの排気を避けるために通行注意（一旦停止等）箇所が存在するが、その影響の有無を見極める明確な定義やシステムがなく現時点では遠隔操作に頼らざるをえない。

(4)自動運転車間での優先・非優先の順位付け

現在は自動運転車優先でルールが構築されているが、自動運転車両が増えた場合に優先順位をつけるシステムが必要。

(5)運行に必要な人員数の削減

現状では1名の作業員が機側付近へ向かうTT車の発送作業に携わる必要があり、実質的には省人化に至っていないため、周辺作業の自動化なども同時に進めていく必要がある。

¹ LiDAR: Light Detection and Ranging/光検出と測距で周囲を認識するシステム

² GNSS: Global Navigation Satellite System/全地球航法衛星システム 人工衛星を利用し地上の現在位置を

計測するシステム

³ IMU: Inertial Measurement Unit/慣性計測装置 センサーで物体の3次元的な運動（回転・並進）や姿勢を高速に検出するシステム

■おわりに

現在の課題の多くは今後運行台数が増えるに従い、搭載する AI が学習を進めることなどである程度克服できると思われるが、それに従い新たなルールや、それに基づく運行システムの構築、信号システムなどのインフラ整備が必要となる。

しかしながら今回実用化された搬送経路に加えて、将来的に航空機への搭載作業車へコンテナ等を受け渡す作業までも自動化することが出来れば、作業の省人省力・効率化が格段に進む上に、他の支援車両への技術応用も可能で、空港が受け入れられる航空機数の増大にも寄与出来ると思われる。課題は残されているとはいえ、今後の発展には大いに期待したい。



写真1：JAL/AiR0 製 TT 車（車両自体は Guangtai（ガンタイ）製）



写真2：JAL・AiR0 製 TT 車の羽田空港内ルート
東貨物地区⇄西貨物地区（約1km 5分30秒）

図1
<東西貨物ルート>



航空局は東西ルートにおいて、以下2つの場面における自動運転車両の死角解消を目的にカメラを2台設置。

A 誘導路の横断車両
誘導路の幅は約200メートルあり、自動運転車両は誘導路を横断する車両を検知することが出来ない

B 消防署前（給油待ちの列など）
消防署の壁が障害となって、消防署を右折した先の車両の有無が自動運転車両では検知出来ない

■ 検証ポイント

■ 誘導路の横断車両

■ 消防署前（給油待ちの列など）

■ 出発到着/車線変更

図1：A, B 各々の箇所は、車両搭載のカメラ等では検知出来ないものが多いため監視員と VME による補助が必要となる。

写真・図出典：ROBO-HI、日本航空株式会社及び Google 社「Google マップ、Google Earth」