

# 第 11 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 議事概要

日時：2022年3月10日（木） 15：00～17：00

場所：Microsoft Teams 会議

○：意見・質疑 ⇒：回答

## 1. 令和3年度の実証実験等の結果・進捗について

### 自動運転ランプバス実証実験結果

全日本空輸株式会社より、資料 1-1「令和3年度 自動運転ランプバス実証実験結果」に基づき説明を行った。

[意見・質疑応答]

○今回はオープンスポットを含むこれまでよりも難易度の高いルートで実験を行ったとの説明であったが、走行速度を従来の 25km/h から 30km/h まで上げることができた理由は何か。

⇒過去の SLAM、磁気マーカ、GNSS を併用した実証実験では直線区間の走行速度を 25km/h に設定していたが、技術的には問題なく自動走行が行えたと判断。今回の実証実験で走行するルートはオープンスポットを含み、自己位置推定や航空機の検知に関しては難易度が高い一方、他車両の交通量は比較的少ないエリアであったため、速度を 30km/h まで上げて実証を行った。

○資料 p.7 の他車両の車両通行帯へのはみ出しについて、なぜこのような事象が起きているのか根本的な原因を究明することが重要ではないか。また、自動運転車両側で自動回避することが可能かどうかの検証も含め、車両システム側で対応すべき事項と、空港内事業者・作業員に守っていただく事項のバランスを検討することが必要である。

⇒元々駐車車両自体が左の白線ぎりぎりに駐車しており、そこから通行帯に合流するために車両の頭を出して左右の確認を行う場合等に、写真のような状況が頻繁に発生する。

羽田空港では基本的に中央車線側が走行レーンとなっており、左側車線を走行するのはバス停への停車や車庫入れ等のタイミングに限られるため、そういった箇所においては自動運転車両が走行するエリアに何らかの目印をつけ、他車両の駐車・はみ出しを禁止するといった対応も考えられるのではないか。

○資料 p.10 において、オープンスポットでは自己位置推定の冗長化を目的として GNSS と磁気マーカを併用することも考えられるとの説明であったが、航空機の駐機位置は必ずしも毎回同一ではないと思われるため、機側に寄り付いて停車する場面において磁気マーカの採用が本当に最適といえるのか、若干の疑問がある。

⇒ご指摘のとおり、航空機への寄り付き位置は航空機の機種やスポット、作業員によっても多少変わるため、必ずしも磁気マーカが最適な手段であるとは考えていない。将来的には平面のマップを作成して誘導するといった別の手法も検討はしているものの、現時点では GNSS と磁気マーカの併用を本線に検討している状況である。

○誘導路を横断する際、車両単体では航空機位置を把握して状況判断を行うことが難しいため FMS の活用を検討するとの説明であったが、FMS 側で遠隔監視者が映像を見て判断するのも難易度が高いように感じる。また、FMS で把握できる状況と現地の状況には、ほとんどタイムラグはないと考えてよいか。

⇒当社としては、FMS 操作者は空港内を俯瞰的に見渡すことのできるカメラ映像を見ながら判断・指示を行うことをイメージしている。なお現在使用している FMS において、映像のタイムラグは最大でも 0.2~0.5 秒程度となっている。経験上、タイムラグが 0.5 秒を超えると操作や遠隔からの安全確認に支障が出てくるが、それ以下であれば問題なく運用できると考えている。

続いて株式会社ティアフォーより、資料 1-1「令和 3 年度 自動運転ランプバス実証実験結果」に基づき説明を行った。

○今回の実証実験において、自己位置推定は 3D マップを用いたローカライゼーションの技術のみで行っているという認識でよいか。また、ローカライゼーション技術のみで安定した走行が可能と理解してよいか。

⇒認識のとおりであり、走行中の自己位置推定に GNSS は使用していない。

○資料 P.25 において、通信の切り替えに 1 分半程度かかる場合があるとの説明があったが、この場合の切り替えは、例えば走行中にローカル 5G の通信範囲外となったためキャリア通信に切り替えたような場面と想定すればよいか。

⇒P.25 では、通信を意図的に切断した際に、車両が自動停止してから通信を切り替えて映像配信を再開するまでの全ての行程に 1 分半ほどかかったという結果を示している。例えば、ローカル 5G の基地局が何らかの理由で故障して通信が途絶した際に、キャリア通信に切り替えて遠隔監視・自動走行を継続させるような場面を想定している。

⇒P.25 の検証では、完全に通信が途絶するといった、頻度としては低いものの重大な故障が起きた場合においても 1 分半程度で復帰できるという結果が得られたと考えている。一方、p.24 ではより発生頻度の高い、電波環境が悪くなって通信品質が落ちてきた際に、通信品質の良い回線に切り替える場面を想定している。後者の検証では、回線を約 400ms 以内で切り替え可能であることを確認している。

○通信の冗長化に関して、ローカル 5G とキャリア通信は常に両方が稼働しており、双方の切り替えは基本的にスムーズに行えると考えてよいか。また、今回使用したローカル 5G 設備は新たに整備を行ったものか。

⇒P.24 の地図上において、両方向の太い矢印が書かれている区間はキャリア 5G とローカル 5G の両方が有効となっており、通信品質が悪くなった際はもう一方の通信に 400ms 以内で切り替得ることが可能である。また、今回使用したローカル 5G の設備は総務省「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」で整備したものであり、第 2 ターミナルから第 3 ターミナルの間に

エリアを構築した。また、キャリア 5G の設備についても第 2 ターミナルから第 3 ターミナルの間の一部区間に新設を行っている。

○通信の冗長化に関して、キャリア 5G とローカル 5G ではなく、ローカル 5G の中で使用する周波数帯を変えて冗長化を行うといった方策は検討しているか。

⇒今後使用できる周波数帯が拡大されればそのような検討も可能と考えるが、現時点では屋外で使用できるローカル 5G の周波数帯が 4.8～4.9GHz のみとなっており、難しいと認識している。

### 自動運転トローイングトラクター実証実験結果・進捗

続いて全日本空輸株式会社より、資料 1-2「令和 3 年度 自動運転トローイングトラクター実証実験結果・進捗」に基づき説明を行った。

○今回の実験車両は、自己位置推定技術として路面パターンマッチングと GNSS を併用しているという認識でよいか。また、その他車載センサや 3D マップ等の組み合わせによって安定した走行が可能であったと理解してよいか。

⇒GNSS と SLAM に加え、場所によって磁気マーカと路面パターンマッチングを併用している。ご認識のとおり、各技術の強みと弱みを補完しながら安定した走行ができたと考えている。

○今回、実際の旅客の手荷物を搬送した点で大変興味深い実験であると感じたが、実運用を行うことで得られた課題は何があるか。

⇒手荷物搬送の検証では 64、65、66 の 3 スポットしかルートに含まれていなかったため、当日のスポット変更により当初計画していた便がほかのスポットに入ってしまう自動搬送の検証ができなくなる事象が多数発生した。実際のオペレーションにおいては、走行可能なエリアを拡大して臨機応変な対応を可能とすることが求められると考える。

また、手荷物ソーティング場の中は非常に狭隘であることに加え、従業員が怪我をしないように極力ベルトコンベアの際まで寄り付かなければならないが、豊田自動織機の協力を得て、ルート上を正確に走行できたと考えている。

⇒走行範囲の拡大や到着便のスポット変更への臨機応変な対応を見据えると、FMS のようなシステムとの連携が今後重要になると理解した。

○車両通行帯からスポットへ入り、手荷物コンテナを降ろすところまで全て自動運転を行っているのか。また、ソーティングエリアでは最後まで自動運転を行っているのか。

⇒スポットにおいては、各スポットに設定している自動運転車の停止位置まで自動運転を行い、そこからハイリフトローダーへの寄り付き等は手動で実施している。一方、ソーティングエリアでは資料 P.6 左下の写真のとおり、作業員が手荷物を降ろすベルトコンベアの横まで全て自動走行を実施した。

続いて AiRO 株式会社より、資料 1-2「令和 3 年度 自動運転トローイングトラクター実証実験結

果・進捗」に基づき説明を行った。

○今回はデータ取得を目的として実施したとのことだが、悪天候時のデータ取得ができなかった理由は何か。また、夜間のデータは取得しているか。

⇒悪天候時のデータに関しては、元々実証実験の枠組みにおいてあらかじめ期間を決めて実施しているため、うまくタイミングが合わなかったことが理由である。雨天のデータを取得できそうな日程が1日あったものの、結局雪となってしまいやむなく走行を断念したという事情もあった。また、夜間のデータについては取得を行っている。

⇒実証実験への希望としては、もう少し幅広にデータ取得ができるように検討いただきたいという要望だと理解してよいか。

⇒今回の実証に関して言えば、天候条件を考慮した事前の日程調整が十分にできていなかったことが主な原因である。次年度以降は、より様々な環境下で実証実験を実施できるよう留意したい。

○P.18において、運用上最大200m先の認識が必要という「認識の要件」を示されているが、どのような状況下において200mの認識が必要であり、どのような場合には90mの認識で良いのか、公開可能な情報があれば伺いたい。

⇒現在の車両性能では約90m先までの車両しか認識できないが、空港内は車両の走行速度もそれほど速くないため、公道での実証実験の経験も踏まえると、衝突等は十分回避できる認識距離ではないかと考えている。一方、空港内の規則としてはあくまでもサービスレーン上を走行している車両が優先となるため、最大200m先の車両認識が必要であり、今後運用ルールも含めて検討の余地があるのではないかと考えている。

⇒空港内の制限速度を遵守していれば、必ずしも200m先までの車両認識は必要ないのではないかという趣旨でよいか。

⇒その認識である。周辺車両の速度も含めてODDがある程度絞れるのであれば、必ずしも200m先までの認識は必要ないのではと考えている。

⇒200mや90mといった数字が独り歩きしないようにするためにも、今後可能な範囲で具体的な対象箇所や判断基準について情報提供いただきたい。

### **GSE 走行軌跡の検討に関する基礎調査業務結果・進捗**

国土技術政策総合研究所より、資料1-3「令和3年度 GSE 走行軌跡の検討に関する基礎調査業務結果・進捗」に基づき説明を行った。

○走行軌跡の分析やそれを踏まえた自動走行軌跡の検討については大変有意義であると感じた一方で、自動運転車が再現することの難しいドライバー同士のアイコンタクトやコミュニケーションをGPSの分析だけで検討可能かどうかについて、若干の疑問を持った。また、どこまでを自動運転システムに任せてどこからを人間が担うのかといった棲み分けについてもこの調査の中で検

討を行う予定か、方針を伺いたい。

⇒分析に関してはカメラ映像も取得しているため、車両間の錯綜やアイコンタクトの状況についても確認・分析を進めたいと考えている。一方、システムと人間でどのように役割分担すべきかの検討については現状の調査方針に含まれていないが、今後ご相談しながら、スケジュール感も踏まえつつ検討していきたい。

○今後、走行軌跡をパターン化することは計画しているか。機械学習の技術を用いれば、一定のパターン化はできるのではないかと考えるが、そのような予定はあるか。

⇒現状、機械学習までは想定していない。軌跡データを大量に収集して平均化するというよりは、現状を十分に把握した上で自動化できる範囲や自動化するルートを新たに作成し、提案していくことを考えている。

⇒機械学習までは行わずとも、使用機材や航空機の機種などによっていくつかパターン化ができるのではないかとと思われるため、検討いただきたい。

○先ほど、車両の輻輳や作業員同士のアイコンタクトによる対応の議論があったが、特に国内線の場合は着陸から離陸までの折り返しの時間が短いため、自動化するには難易度が高いと想像する。菅沼委員の指摘にもあったとおり、自動走行を適用できるケースや有人でない難しいケースをあらかじめ決めておくといった対応も考えられるのではないか。

⇒ご指摘を踏まえ、特にスピードが求められるため現在の技術水準では自動走行車両に置き換えることが難しいケース等について、現状分析の上で整理を進めたい。

○当社としても、数分～数十分のオーダーが求められるスポット内作業の自動化は困難とえており、自動運転 L4 を実現した場合でも、スポット内の全ての作業を自動化することは基本的に考えていない。現時点では、スポットと荷捌き場間の搬送業務を自動化することを目標としており、将来的に自動運転 L4 で担う業務と手動で行う業務の範囲については、今後相談させていただきたい。

⇒ぜひ意見交換を行いながら、今後の検討を進めていきたい。

## 2. 自動運転 L4 相当の導入に向けた検討状況と今後の方針について

航空局 空港技術課より、資料 2-1「自動運転レベル 4 相当の要件（案）の見直しについて」、資料 2-2「L4 相当実証実験実施 要領（案）について」、資料 2-3「共通インフラ検討 WG について」、航空局 空港安全室より、資料 2-4「運用ルール検討 WG について」に基づき説明を行った。

[意見・質疑応答]

○資料 2-3 の P.2 に、3D マップや磁気マーカをはじめとする様々なインフラについて、現在の検討状況が示されているものと理解しているが、2025 年の導入に向けていつまでにどのような検証

ができていなければならないのかといったスケジュール感が明確化されるとわかりやすい。自動運転システムの導入方法は航空会社や空港管理者のニーズと開発事業者のシーズのバランスによって決まるものと考えているため、ぜひ事業者の意見を踏まえながら検討を進めていただきたい。

また、検討を進める中で見えてくる技術的に対応の難しい事項が、資料 2-4 で示された運用テクニカルルールに反映されていくものと理解している。スケジュールや事業者のニーズ、最終的なテクニカルルールによる対応といった相互の関係性が明確化できるように、今後検討を進めていただきたい。

○資料 2-3 の充電インフラについて、以前実施されたアンケートでは、当社は「共通インフラとして必要である」と回答しなかったが、社内検討を進める中で改めて重要性を認識しているところである。各社 1~2 台の規模では特段問題にならないが、ディーゼル車両を代替するために数十台規模で導入した場合には多数の急速充電器が必要となり、電力の負荷が高まることが想定される。電力料金は最大の電力供給需要によって決まるため、各社の調整を行わなければ、空港管理者、ひいてはグランドハンドリング会社へ賦課される料金に大きく跳ね返ってしまうのではないかと懸念している。全体最適を図るためには、空港管理者や航空局によって可能な限り充電需要を平準化するようなマネジメントが重要であると考え。今後 WG において、是非これらの点について議論させていただきたい。

○充電インフラに関しては、現在ワイヤレス充電の技術開発も進んでおり、路面の下にインフラを埋め込むといった方法も考えられる。ワイヤレス充電は共通化・平準化の観点では適していると思われるが、一方で電磁波による通信への影響等については十分な検討が必要である。

また現在、政府全体として低炭素化・ゼロエミッションが検討課題となっている中で、今後設備更新を行う際にはそれらの動向を踏まえた方針が打ち出されることも考えられる。充電インフラに関しても、自動運転以外の要素も考慮して検討していかなければならない状況になることが想像されるため、常に複数のオプションを念頭に置きながら、柔軟性をもって検討していくことが重要である。

運用ルールに関しては、事前説明の際に「必ず守るべきルール」と「守ることを推奨するルール」が必要であるとコメントし、資料に反映いただいたと認識している。安全を確保するために必ず守らなければならない事項があることは重々承知しているが、ルールを厳しく定め過ぎたがゆえに、いざ導入しようとした際に事業者がうまく運用できない、余計なコストがかかって導入が遅れるといったことが起こらないように、WG 等で検討していただきたい。

○充電インフラは 最重要課題であると認識している。GSE 車両の電動化を前提とした電力計画を検討することは重要であり、また屋外での急速大容量充電やワイヤレス充電の導入には様々な課題もあると認識している。特に、ワイヤレス充電は充電効率からロスが大きく導入には問題があるので導入は慎重に考えるべきである。自動運転技術の導入は 2025 年目標で問題ないと考えているが、充電インフラについては整備の期間も考慮し、早期の検討が必要であると考え。

以上