

第 6 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

※新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、書面にて開催した。

意見照会期間：2020年3月19日（木）～25日（水）

○質疑・意見 ⇒回答

1. 議事

(1) トーイングトラクター実証実験の結果、進捗報告

《A グループ（全日本空輸(株)、(株)豊田自動織機）結果報告資料について》

○交差点進入判断は現在手動操作とのことだが、今後それを自動化する計画はあるか。

⇒交差点進入の機能自体は実装済みだが、今回の中部空港実証実験の段階では不十分と判断し、実施を見送った。交差点での自動走行の実証については、次年度下期以降の実施を予定している。

○雨の影響で路面パターンマッチングがうまく作動しなかったとのことだが、上屋内にもかかわらずそのような事象が起こった理由は何か。

⇒一様に雨で濡れている路面では特に問題なかったが、車両のタイヤについての泥がタイヤ痕として上屋内の床面に付着したことで白黒のまだら模様ができしまい、もともとの路面パターンと異なったためうまくマッチングできなかった。

○滑りやすくなった路面でタイヤがスリップしてオドメーターに誤差が生じたとのことだが、視察の際にはそのような状況は特に見られなかった。雨天下では、スリップの発生は避けられないのか。

⇒重量物を牽引していることもあり、一時停止後の再発進時に空転が生じることは現段階では避けられない。今後の技術改良が必要と認識している。

○アンケートにおいて、走行速度の遅さに不安・ストレスを感じたという回答が一定数あったとのことだが、一般車両の実勢速度が制限速度を上回っているということなのか。

⇒牽引車両は制限速度いっぱいの 15km/h で走行を行ったが、荷捌き場やスポットへの進入個所などは 10km/h 程度まで速度を落として走行したため、そのような場面で遅いと感じた方がいたのではないかと推察している。

また、牽引しない車両以外の制限速度は 30km/h となっているため、そのような車両から見ると遅く感じられたという可能性もある。

○実勢速度が制限速度と合っていないのであれば、それを見直すという可能性もあると考えている。そのような要望は是非積極的に提起していただきたい。

また、クイックに動くべき部分はそのように調整するなど、自動走行車両側の改良も必要であろう。

⇒承知した。一方で、アンケートの中では「空港のルールに則って非常に安全に走行していた」という意見も多く見られたため、否定的な声が多数であったというわけではないことは補足させ

ていただきたい。

○アンケート結果について、「不安」と「ストレス」は別物であるため、分けて整理したほうが良いのではないかと。

⇒アンケートの設問を「不安・ストレス」とまとめて設定したため、このように整理を行っている。なお、不安についての具体的な回答としては、「有人車両が自動運転車両を追従している際に、どのような挙動をするかわからないため、急な車線変更や右左折があるのではないかと不安を感じた」といった内容が挙げられた。これについては今後、空港内事業者や利用者に対して自動走行車両の特性を説明・理解していただくことが重要と考えている。

○雨により轍が発生したとあるが、具体的にどのような状況か。技術的な対処は可能と考えているか。

⇒上屋内には埃や泥などがたまっており、それらが雨の影響で集まることにより路面に轍のような形で模様ができってしまった。路面パターンマッチングの改良を進めるとともに、自己位置推定技術の多重化は必須であると考えており、磁気マーカー等も一つの選択肢であると考えている。

○上記に関して、一方で走行技術を多重化すればするほど開発コストや車両価格は高くなるのではないかと。

⇒ご指摘の通りである。あくまでも安全性を最優先にしながら、コストとのバランスを見極める必要があると考えている。

《B グループ（日本航空株）結果報告資料について》

○車両重量が 4t となっているが、通常のトーイングトラクターよりも重いのはなぜか。

⇒重量の重いコンテナを牽引するために、あえてバラストを積んで車重を重くしていると聞いている。

○STEP3 では、実際に航空機が駐機している状況でのスポット内進入も実施したのか。

⇒自社便の航空機がスポットインしており、かつ機側作業が忙しくない時間帯に合わせて実施した。その際、ケータリング車両や手動のトーイングトラクターなど、他車両との動線の輻輳によりやむを得ず手動操作に切り替える場面もあり、ERA（Equipment Restraint Area）の赤線で状況に合わせて自動走行するのは現時点では技術的に難易度が高いと感じている。

○雨検出による停止とは、どの程度の頻度で発生するものか。一般道においては、雨が自動走行に影響を与えることはあまりないが、空港特有の理由があるのか。

⇒通常程度の雨量であれば特段問題はないが、雨量が多くなると停止する頻度が多くなる印象。ただし、2月に行われたソフトウェアのバージョンアップデートにより精度は改善されたとの報告をメーカーより受けており、今後検証を進める予定である。

なお、この課題については一般道と空港の違いはあまりなく、メーカーの現在の技術レベルによるものと認識している。メーカーごとに自動走行を保証できる雨量のレベルが設定されているため、各社共通の基準とするかは別にしても、一定の雨量以上では自動走行車両は使用しないといた運用側の対応が重要であると考えている。

○実証実験結果の中で「KPI」とあるが、具体的にどのような指標を設定しているのか。

⇒緊急停止や障害物誤認識、経路逸脱の回数等、細かく定められている。一定時間、一定距離走行する間にこれらの回数が閾値を超えていないかどうかを確認し、次のステップに進むための基準としている。

○各ステップにおける実証実験結果（23～25 ページ）では、手動操作回数、推定要因等が示されているが、特にステップ 1 における「車両鉢合わせ」については、対向車によるはみ出しなのか、対向車の認識遅れ等があったのかなど、発生時の状況が気になる。この件は 26 ページの実証実験結果のうち「対向車接近による停止」と同事象であると推測されるが、今後の対応に示された「車線内走行位置の調整」とはどのような内容か、また、なぜそれが必要かを理解するためにも、発生状況を教示いただきたい。

⇒車両鉢合わせについては、ソーティング内にて発生したものである。双方の車両が牽引車両であり後退が容易には実施できない状況の中、自動運転車両の挙動をあまり認識せずに自動走行車両の経路上に進入してきた車両があったため、ドライバー判断にて手動走行を実施した。自動走行車両の特性周知に加え、ソーティング内で自動走行車両の経路を妨害しないようにしたり、通路を一方通行の運用にしたりと、弊社内で運用を整理する必要があると認識している。（施設内での運用のため、「対向車接近による停止」とは若干状況が異なると認識）

一方、車線内走行位置の調整については、「対向車接近による停止」という事象に起因している。当該事象発生状況としては、自動運転車両がカーブ走行時、対向車線を走る大型バスが同じタイミングでカーブを走行し、その際に車線をはみ出して走行したため、自動走行車両が障害物認識のために停止したものである。現時点の経路設定では、車線内のおおむね中央を走行するように調整しているが、当該事象を受けて、対向車両がはみ出して走行する可能性のあるカーブの部分については、それを見越して安全に支障のない範囲で経路を左寄りとすることも対策のひとつとなると考え、記載したものである。

○26 ページに示された「先行車両を認識せず」の事象は、示されているとおり重要度が高いと思われるため、なぜ認識できなかったのか、手動操作回避は不要であったかなど、発生状況を教示いただきたい。

⇒当該事象は停止線位置で停止している前方大型バスを認識せず、自動走行車両のスピード低下が認められなかったことから、ドライバーが緊急停止ボタンを押下して緊急停止を実施した、という状況である。

メーカーによる解析の結果、ソフトウェア改修時、機材上部の LiDAR が障害物検知の機能が有効としていなかったために当該事象が発生したことが判明し、即時設定の修正を行い、現在は障害物検知機能を機能させている。併せて、メーカーにはソフトウェア改修時に障害物検知機能の確認を行う体制とする再発防止を依頼している。

○「導入に向けて必要となる対応等」に記載されている項目については、今後実施者から具体的な意見を伺いたいと考えている。

《C、D グループ（AiRO株）進捗報告資料について》

○緊急停止ボタンを押すとフルブレーキで停止することだが、後続車両に危険が生じる可能性もあるため、実装の際にはよく検討していただきたい。

⇒自動走行トレーディングトラクターについて、緊急停止ボタンはタブレットでのタッチ式およびボタン押下式の 2 つを装備予定である。タブレットでのタッチ式はゆっくりとブレーキを踏む仕様

となっており、基本的にはこちらを優先して利用することを想定している。なお、当社ではシステム起動時に緊急停止ボタンが機能することを常に確認しているが、実証実験中に利用した実績は現状ない。

○走行ルートに含まれている2本の誘導路は、通常時かなり混雑していると認識している。せっかく実証実験を行うのであれば混雑時に検証したほうがよいと考えるが、コロナウィルスの影響で便数が大幅に減少している可能性もあるため、実施時期の見直しも念頭に検討いただきたい。
⇒実施時期については、空港会社様および協力会社様と協議の上決定したいと考えている。

(2) ランプバス実証実験 結果報告

《全日本空輸(株)結果報告資料について》

○実際に試乗した際にも車線からはみだしが見られたが、原因は何か。PBBの下を通過することでGNSSの誤差が生じたのか。

⇒今回の実験では、PBB下ではGNSSの測位に課題があることを把握していたため、SLAM技術を使用して走行した。車線のはみだしはSLAMの精度不足によるものである。

○GNSSの不具合で不要な加速があったとのことだが、制限速度の超過が発生したのか。

⇒設定速度を20km/hとしていたにも関わらず27~8km/hで走行するという事象が発生したが、制限速度は30km/hであり、これを超過したわけではない。

○先日バスへの試乗を行った際に、旋回半径が小さい箇所での挙動が難しい点などバスならではの課題もあると感じたが、他にはどのような課題が挙げられるか。また、手動走行車両でもはみ出して走行している実態があるという報告があったが、何らか運用面への要望はないか。

⇒大型バスの場合は、旋回半径の小さい箇所での取り回しに加え、少しでも車線にはみ出して駐車している車両等があると、回避動作をしなければならないといった課題がある。

また、羽田空港においては、ターミナルの先端部等の通行帯がバスで走行するには角度がきつく、手動走行車両でも対向車線にはみ出して走行しているのが実態である。

○今回の実験では、どの程度はみ出した場合に車線逸脱と判断しているのか。

⇒実験では、ドライバーが少しでも車線をはみ出したと判断した場合に車線逸脱と見做している。

○車線逸脱に関しては、規則上空港内で何らかの基準が定められているか。定められていない場合、今後ガイドライン等を策定してはどうか。

⇒現在明文化された規則は存在しない。自動走行の実現に向けた課題として、今後検討していく必要がある。

《AiRO(株)結果報告資料について》

○P.31システムの信頼性向上として「ハードウェアの冗長化」が挙げられているが、具体的にはどのようなシステムを想定しているか。

⇒センサー関連およびPCなどのハードウェアだけでなく、ソフトウェアも含めた構成で冗長化を想定している。

○26 ページにおいて「誘導路横断システムは技術的に可能」とされている一方、今後も検討が必要な課題が複数列記されている。制限区域内を走行するにあたり、航空機との接近防止は極めて重要であることから、今後の慎重な検討と、技術に確信が持てるようになるまでの間は運転者乗車（レベル3対応）が必要と考えている。

⇒当社としても、十分な検証が必要と考えている。レベル4での対応については、空港会社や関係会社様に確認を得ながら、慎重に進めていく考えである。

○33 ページ中において、制限速度を超えて運用している車両との共存について言及されているが、制限速度超過を前提とする必要はなく、制限速度の範囲内で有人車両との共存を図れば良いと考える。

⇒自動運転車両としては、制限速度の範囲内で有人車両との共存をはかるが、一方で空港会社から構内業者に対して、制限速度順守を再度声掛けいただきたい。

○33 ページ中に「後方車両へ電光掲示板等で知らせる手段などについても規則の緩和を検討していただきたい」とあるが、後方の有人車両に注意を喚起するためにも、少なくとも当面の間は、周囲の車両に自動運転中であることを知らせる表示などが必要と考える。なお、ドーリー等牽引中の自動走行車両にとってどのような掲示方法が有効かについては、検討の余地があると考えている。

⇒ご指摘のとおり、自動運転中であることを知らせる表示は必要と考えている。また、急ブレーキ時など、後続の車両に車両の意思表示をしたい場合は電光掲示板などの利用も検討すべきと考えている。なお、牽引中の自動走行車両の場合はご指摘のとおり掲示方法・位置について検討が必要となる。

○障害物自動回避システムを実装しているのは、現状は AiRO(株)のみか。

⇒今年度の実証実験においては、AiRO(株)のみが実装している。ただし、今回は実運用ルートとは別のエリアで実施しており、実運用を想定した検証は今後実施予定となっている。

○意見や要望を多く挙げていただいております、非常に有難い。今後もこういった課題を抽出できるような実証を進めていただきたい。

(3) 検討WGの結果報告

《共通ルールについて》

○磁気マーカーの設置について、前回事業者が設置した際には実証実験終了後に撤去したが、今回整備するものは継続的に使用できるという理解でよいか。

⇒今回は国が整備を行うため、恒久的に使用することが可能である。

○磁気マーカーを空港管理者が設置する場合、

- 維持管理も空港管理者が実施するのか
- 維持管理基準は整備されるのか
- その基準を遵守していても自動走行車両に不具合が生じた場合、空港管理者は責任があるのか

等について、今後の課題と認識している。

⇒基本的には、空港管理者と利用者の間で調整して頂くもの。

なお、国管理空港においては、今回提示させて頂いた性能要件として、定期的な維持管理が不要となるものを要求しており、基準類を設ける予定はない。路面の改修などがあれば、原因者の負担において実施する想定としている。また、自動走行車両に不具合が生じた場合については、その責に応じて協議することになるものと想定している。

○決定事項として羽田空港(国内線地区)において磁気マーカーの整備が挙げられている点について、以前より報告の通り、弊社は車両自律型の自動運転車を開発しており磁気マーカーは不要であるとの立場を取っている。自動運転導入に向け全ての事業者にとって公平で有益な支援を行うという観点から、磁気マーカーでなく他のインフラ整備に予算を充てることを協議させてほしい。

【共通インフラ候補案】

- 充電施設、電源の確保
- ローカル 5G ネットワーク構築
- 管制データ、AeroMACS 等のデータ共有
- 誘導路横断用監視カメラ
- 視認性に問題のある交差点等でのセンサー・信号機の設置

⇒国管理空港においては、導入促進の観点から複数社が利用可能である共通インフラの整備を進めて行きたいと考えている。次年度については、まずは磁気マーカーから整備を行うこととしたが、今後も各事業者の具体的な導入計画を踏まえ、必要な予算を要求して参りたい。

《運用ルールについて》

○車線上の駐車車両やみ出して停車している事象は、各事業者に共通の課題と理解している。現状の規則上、これらは禁止されているのか。

⇒車線にはみ出した駐車については、明文化された規則は存在せず、一般常識として対応しているのが現状である。実証実験を通じてこれらの課題提起がされていることを受け、事業者や作業員に対する自動走行車両への理解の醸成の一環として、駐車方法等についても周知していく必要があると考えている。

○交差点の優先・非優先に関しては「原則」とされているが、全交差点に適用することは難しいのか。レベル4の導入を見据えると、いずれは解決していかなければならない課題である。

⇒空港によっては、安全性を確保するために全方路に一時停止を課している交差点も存在するため、全ての交差点に一律で適用することはできないと考えている。レベル4の導入に向けては、運用ルールやハードウェアの整備も含めて、今後継続して検討を進める予定である。

(4) 自動走行技術導入目標の前倒し

○早期に導入することが望ましいのはもちろんだが、現実的に完全自動走行はまだ難しいのではないかという印象を持っている。インフラ整備と運用ルールの見直しにより、2025年頃には実現できるという見込みを持っているという理解で良いか。

⇒2025年に全空港の全てのエリアで導入することは難しいと考えており、まずは特定の空港の限られたエリアで実現することを目標としている。そのために、どのような環境であればレベル4を導入することが可能なのかについて、次年度以降検討を進めていきたいと考えている。

○L4の共通インフラの整備という部分について、

①各空港の持出しを想定しているのか

②共通の仕様を作れるのか

③共通の仕様から外れる車両を持ち込む会社に対してどういう規制をかけるのか

等が不明である。

⇒回答レベル4の導入に向けては、ご指摘の点も含めて、これから官民が知恵を出し合って検討していくものと認識している。

○導入に際して、空港管理者として整備せねばならない運用ルールの基準について、現時点では判断しかねるため、今後の課題と認識している。

⇒自動運転レベル3相当(L3)に関して、運用ルール検討WGの検討内容に基づき、空港運用業務指針の改訂を予定しており、改訂内容を踏まえ、空港毎に運用ルール等を策定することとなる。

なお、L4についてはL3と同様に、実証実験等を通じて課題等の洗い出しを行い、検討委員会及びWGにおいて検証等を行う必要があると考えている。

(5) GSE シミュレーションの進捗報告

○シミュレーションのシナリオとしてTT車とランプバスを想定しているとのことだが、空港内の車両台数を見ると貨物車両等のシェアが大きいいため、それらの車両を自動化した場合の影響検証も検討していただきたい。

⇒今後、貨物車両の自動化の可能性を考慮し、シナリオ設定について航空局と相談しながら検討を行う。

○実態として、ハイリフトローダーやベルトローダー等貨物車両の自動走行はあり得るのか。

⇒GSE車両メーカーにヒアリングを行ったところ、走行するだけであれば技術的には可能であると思われるが、機側でのハンドリングを自動で行うのはハードルが高いとのことであった。また、限られた市場規模であることもあり、ビジネスとして成立するかどうか、メーカーに自動走行技術開発のインセンティブがあるかどうか、といった点も課題であると聞いている。

○今後の他空港への展開可能性について教示いただきたい。羽田空港にて確立させたシミュレーションモデルを他空港にも適用していく想定か、もしくは他空港で実施する場合には、改めて同様のデータの収集をもってモデルの構築を行うのかについて、教示いただきたい。

⇒今回のシミュレーションモデルをそのまま他空港に適用することはできず、他空港で同様のシミュレーションを行う場合は当該空港での車両交通量や走行路等のデータを新たに収集し、モデルを改良する必要がある。今後の他空港での展開については、航空局と相談しながら検討を行う。

○当該シミュレーションモデルが確立されることにより、運用者が導入しようとする経路における交通流への影響度、ならびに、インフラ・ルール面での検討を事前に想定するための非常に有用なツールになると考える。将来的には運用者側でもこのデータを活用できるようにすることを検討していただきたい。

また、自動走行とは文脈が異なるが、当該シミュレーションモデルは新空港の建設や既存空港のターミナル増設に伴う走行路変更、走行路拡張の検討時等における交通流影響の試算、ならびに、道路設計にあたっての有用なツールになると考える。そのような場面での活用についても検

討いたきたい。

⇒ご要望については承知した。運用者側でも当モデルを活用いただけるよう、航空局と相談しながら利用しやすいモデルの構築に向けて検討を行う。

以 上