

第 17 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：2024年3月25日（月） 16:00～18:00

場所：国交省会議室+Microsoft Teams 会議

○：意見・質疑 ⇒：回答

1. 実証実験の報告

各社より、資料1-1「自動運転トローイングトラクター実証実験結果 (AiRO)」、資料1-2「自動運転トローイングトラクター実証実験結果 (JAL)」、資料1-3「自動運転バス実証実験結果 (ティアフォー)」、資料1-4「自動運転車両の交差点走行を想定した実証実験結果 (ANA)」に基づき説明を行った。

[意見・質疑応答]

○積極的に頑張ってくださいありがたい。AiROの実証実験では事故が起きたとのことだが、怪我人はなかったか。

⇒人身被害、また運航に関する影響はなかった。

○安心したが、事故は起きてはならない一方、実証実験で起こることもあり得るので、経験としてより良いものを作っていくのが委員会の役割と考える。事故に対して否定的な意見があるわけではないが、そこから将来に向けて何をしなくてはならないか、どんなルールを作らなくてはならないかを知りたい。資料の7ページで対応策と具体的な実行策を示していただいている。自己位置がずれたのは仕方ないとして、自己位置を推定する機能が、1系しかないのか、2系は想定していなかったのか。あるいは、そもそもLiDAR等のセンサーが付いていれば自己位置がずれていても衝突しないのでできるのではないか。今回の対策でドライバーがオーバーライドしやすい対策は実証実験場の安全確保としてレベル3向けには良いと思うが、レベル4向けにはこの対策の価値は100%ではない。そのあたりどういった考えかを聞き、是非将来に生かしたい。

⇒自己位置推定の方法は、今回の実証実験ではLiDARを使ったマップマッチングを使用している。トンネルは特徴がない環境が続くが、その部分を主に横位置に使い、縦位置はオドメトリクシオンとジャイロの2つを組み合わせている。本来LiDARが多少ずれても事象として検知する術はあったが、今回は実証実験では人為的なことも含めてそれが働かない状況になってしまった。

また、今回はオーバーライドができず間接的に事故につながったことを受け、実証実験を続けるにあたって、まずはレベル3から安全のためにもオーバーライドを実装しようと考えている。無人化では該当すると思っておらず、ローカリゼーションの信頼性を高めるということ、ローカリゼーションの結果がおかしくなっても、それを検出しその結果を捨てる、もしくは異常を検出し他の術がない場合はエラーモードになり制動する機能を何重か置き、内部制御の監視機能と停止に至る機能も実装しようと考えている。

○2系によって精度を上げることと、ロバスト性を上げるのは必ずしも同じではないので、整理しながらやって頂いたほうがいい。また、何か起こる前に止めるのは有効な機能だが、一方でただ止めるということもあれば、壁があればハンドルを切らないのも可能だと思うので、多面的に検討していただきたい。技術だけでカバーするのではなくて、この委員会もあるので頼ってもらえると良い。共通インフラに欲しいものや、2系を成り立たせるために欲しいもの等、安全で円滑な運行に向けて今回の経験を生かしインプットして頂きたい。

○資料の7ページ、「①精度の低い自己位置推定結果が導かれた際の、内部制御機能がなかった」ということだが、内部制御機能があれば解決できるのか。また、仮にこういったことが起きた時の後続車への影響をどう考えるのか。自動運転車両に緊急事態を発出するものをつけるべきかなど意見があれば聞きたい。

⇒内部制御機能とあるが、これは内部監視機能である。自己位置推定してそれが正しいか検証するアルゴリズムがあったが、今回この機能を使わず実証していた。使っていれば異常な状態は判断できていたと考える。

また後続車への影響については、今回のようなことが起き、何かしらアクションしなくてはならないと自動運転車両が判断した場合は停車することになると思うが、後続車にはブレーキランプなどで前の車両が止まったのは伝わると考える。そのうえで道がしばらくふさがれる等、レベル4なので誰かがそこに来て車を動かすまで動かないことを伝えるには、FMSのようなもので情報を伝えるのか、音声か、何かしら対策が必要と考察はした。ただ具体的な案は今持っていない。

⇒緊急停止した場合は現場措置を行う人の配置を定めておき、牽引できるように用意しておくようにということで短期的には乗り越えようと考えている。

○夜間雨天は技術的な課題であり、今後の技術革新に期待ということだが、一方で交差点で交通ルールを守らない、スピード違反についてはルールの整備や運用で解決したいところだが、悩ましいのは、現行も制限速度は設定しているが、実際の速度が合っていないという現実である。制度を設計して守られるか、それをどのようにクリアしていくかの方法は分からないが、JALと航空局のどちらに聞くのが良いのか悩ましいが、どういう考えを持っているか。

⇒資料1-2の6ページで、交差点として課題があるのが交差点C・H・J・Lとしているが、これらの交差点では対向車が速い速度で向かって来ることが発生しており、課題が起きている。ここについてはNAAにも相談して何が最適解かは詰めていきたいが、我々としては、一時停止線を設けることによって、速度を出すことへの緩和につながると考えている。そうすることで効果があるかは、10ページにあるプリレベル4実証で判断したい。ここで何をするかというと、走行ルートに沿道に監視人員を配置し、車が来たら一時停止というような交通整理をして、それが達成できれば実際に停止線を設けたり、何かしら交通ルールを定めれば良いと考えているので、プリレベル4での停止線の効果確認はしていきたい。

⇒ルールはルールなので基本的には守ってもらうのが重要である。新たな技術と共生するためには理解を求めて、定着させていくしかないと考えている。

○是非定着を図っていただきたい。理念もだが、定着にはどのような進め方・考え方でやっていくかを浸透させることが必要なので、事業者の皆様を含めて議論で止まらず制度設計までやっていただきたい。

○資料1-2のP9において「ODD 外で停止」とあるが、ODD の設定を柔軟にするのは技術的に可能か。

⇒ODD を 30 km/h や 40 km/h にすることは技術的には可能だが、その速度を広げていくと精度を食い潰すことになる。15km/h で守られないから 30km/h にして達成できるかという、今度は 15km/h で達成できていたところの精度が悪くなってしまうので、そういうことは考えていない。まずはルールの 15km/h を定めていこうとしている。

○夜間・雨天時の技術的な進展は期待するということもあると思うが、一般道の自動運転の実験でも同様なことは起こりそうだが、何かしら技術的な検討はされていないのか。夜に自動運転をしないという話はあまり聞いたことがないが。

⇒即答できないが、夜間の自動運転というのがあまりないという所感。

⇒夜間・雨天時は技術的にはハードルがいくつかある。自動運転各社様々なセンサーを付けているが、LiDAR のような自発光するものは外光の照度があまり関係なく夜間でも使える。問題はカメラで、光がない暗闇では対象が見えない。照度が低いときに（カメラ以外の）センサーでどう認識するか、どれだけ依存しているかによって自動運転の走行性能は変わる。ティアフォーでは、LiDAR、カメラ、レーダーの 3 種類を取り付けており、基本的に LiDAR で検知し、モノに対して人なのか車なのか、どの向きで速度を持っているのかも LiDAR で認識できるが、カメラを用いて補正している。レーダーも自発光するので照度の影響はないが、LiDAR で見たものにアドオンしていく形になる。そうすると夜間でも走行できるが、カメラの認識性能が落ちるので、精度面での上限が日中より下がる。

⇒豊田自動織機とテストを夜間も行っており、大粒の雨の時にも実施した。データを取りながら昼夜との光の違いも確認している。そのような技術を用いて走れる状況にはある。

また、豊田自動織機とやっている車両は RANGER という路面とのパターンマッチングをしている。雨や夜等関係なく走れる状態で仕上げている。RANGER は基本的にすべての場所で使い、既定路線を走っていくうえでは場所をロストすることはない。RANGER、GNSS、SLAM、また羽田は磁気マーカーがあるのでの 4 つのフュージョンの中で行っている。オドメトリは基本的に位置推定には使えないので、前述の 4 つのうちどれが確からしいかで走行している。少なくとも 2 つが見えていれば走行するが、2 つ見えなくなってしまう場合は止まるようオペレーションしている。

○資料の 6 ページでローカル 5G 等を使いながらフレームレート 9fps 以上が目標で設定されているが、これがどの程度空港の自動運転に重要か、この要件はどのように決まっているか。共通インフラ等含めて要望などはあるか。

⇒フレームレート 9fps は経験に基づいて置いた数字である。理由としては、制限区域内 15km/h と低速であることと、遠隔監視を用いたユースケースとしては事故やエラーが起きた現場の確認等、一次対応の状況確認においては fps が低くても何が起きているか把握できるためである。ティアフォーとしては、遠隔操縦のようなローレベルコントロールを過去に行っていたが、遠隔支援型のインターフェースを考えている。ハンドルを操縦するのではなく、自動運転車が避けるべきか進むべきか等で判断に迷ったときに、それを人がサポートするようなユースケースを考えている。進んで良いか止まるべきかという程度の確認なので、フレームレートは 9fps 程度で問題ないと考え設定した。

○9fps が重要なのか、あるいは最低値ほどの程度なのかが重要だと思う。インプットになるような最低条件があると良い。

⇒共通インフラについて、弊社では公道も走っており、ローカル 5G の要不要は環境によるが、空港のような通信が時間帯によって混雑するところはローカル 5G も有用であることが今回の検証を通して確認できた。今回ローカル 5G を設置したことで、車両からのカメラ映像は安定化した。

一部走行ルートで死角や右折後の車両の混雑状況や停車場所付近に停車している車両の状況など、車両側だけでは得られないものもあるのでインフラ側から情報を得られると精度が高まっていくのではないかと考えている。

○信号機の高さが何を以て最適にするかが分からなかった。位置によって変わりそうだが、今回はどのように設定したのか。

⇒一般公道では高さが 5.5m と決まっており、それをベースに 6m と決めて確認を行い、特に見えない等の意見が無かったので、その高さにセットした。

また、場所に関しては固定橋が前後にあるので、その高さも加味して見える距離も考えており、どこに置くかによって環境も変わるため、考慮して検討する必要がある。

○10～17 時の交通量になるべく少ないところで、実運航に影響が少ないようにということだが、夕方や朝の人手が必要な時間帯に向けて何をすることが非常に気になる。資料の 18 ページで、公道における信号の仕様で 40 秒赤を維持することだが、それを短くすれば解決する可能性が高いのか、別の課題があるのか、現時点で考えはあるか。あるいは今後の検証の予定があれば伺いたい。

⇒40 秒ルールが一番の滞留原因になっているので、実際の設置時には無くしたい。夕方と朝の繁忙時間帯でどの程度溜まるかについては、現在は自動運転優先だが、今後自動運転トローリングトラクターが 50～100 台になった場合は、一般公道のように時間を区切って走行許可/停止をしなくてはならないと考えている。ただどの時点でそうするかは決めていない。何台までこの方式を進めるかは決めようと思っており、2025 年 12 月に 3 台入れ、それ以降は月に 2、3 台増やしていく計画。タイミングを見てどこかの時点で判断したい。

○以前この委員会で、事業者がシミュレーションで交通流を調査してもらったと思うが、効果検証という側面で実証実験だけでなくシミュレーションでの効果検証も有意義だと思うので、過去の知見の有効活用という側面からも航空局に支援してほしい。

2. 共通インフラガイドライン案の検討状況について

航空局空港技術課より、資料2-1「自動運転 L4 相当の導入に向けた今後の課題と対応策」、資料2-2「共通インフラガイドライン案の作成について」、別紙1「共通インフラガイドライン案」に基づき説明を行った。

[意見・質疑応答]

○資料2-2の1ページ部分について、冒頭に記載でガイドラインの位置付けを分かりやすく整理してあり、承知した。別紙1の3ページで必須勧告考え方というのもよく分かったが、ガイドラインとして出すということなので、ガイドラインという言葉が独り歩きしないかが心配。ガイドライン上の必須項目は航空局としてどういう取り扱いか。共通ガイドラインの位置付けは、自動運転システムの機能だけでは不十分な部分を支援という役割と理解できるが、一方で「必須」というのは安全性等の観点で、支援の役割もあれば、守らなくては危険という意味合いもあると考える。位置付けが支援だけで良いのか、ガイドラインの取扱いについて聞きたい。

⇒ガイドラインを法令化・強制化するにあたっては2つある。①作成した共通インフラを使うこと、②作る側はガイドラインに従うこと。①は例えばFMSとの通信や3Dマップが必須といったようなルールは運用ルール側で来年度検討する。②の共通インフラを作る側は今後必須化に向けて議論が必要なところ。ただ今時点で見せるのが別紙1の状態であるため、今後精度を上げ、実際の導入で見直すべきところは見直ししながら義務化に向けて検討を進めていきたい。

○方針と今後に向けて取扱いをどうするのか、考え方をしっかり示さないと独り歩きして、守るべきなのか、守らなくてよいのかの区別や、あるいは主語が誰なのか（インフラ設置者か自動運行実施者か）を明確にした方が良いと考える。

⇒「必須」については、安全の観点からなのか、車両仕様を変えないために必須なのか、という視点は抜けていたので追記する。

○ガイドライン案そのものについては意見ないが、悪天候時の対応が課題としては存在するので、どういう形で対応するのか。ガイドラインとは違うと思うが、課題としては存在している。悪天候は日本の気候では台風等よく起こることなので、それをどこで対応策を考えるかを検討していただきたい。

⇒共通インフラでカバーできるのか、車両の進歩を待っていれば良いのか、というのが難しい。当面はODDで制限して対応することになると思われるが、各社によっても対応可能な雨量も違う。進歩に応じてルール見直しや、どうしても技術的に難しいという場合はインフラでの対応も必要かもしれないので、事業者と検討を進めていきたい。

○自動運転車両の円滑な運行のために横断歩道で人よりも自動運転車両を優先ということと理解した。もし横断歩道に期せずして人が入りぶつかる様な事故は自動運転車両の方で安全が確保されるという前提でよいのか。

⇒空港内で走るのに必要な性能を満たしているかは必ずチェックすることになっている。詳細は運用ルール側の内容になる。

○車両側でやるべきことをガイドラインだけを読み「自動運転車両が優先だから設計上必ず歩行者が避けてくれる」という概念になってはいけない。ガイドラインとルールがどういう建付けで、誰に向け何を言っているのかを整理する必要がある。開発している側は良いが、空港内で働いている側にあらぬ誤解を招くと危険なので、航空局として適切なメッセージを出すことが重要と考える。

⇒共通インフラのガイドラインと守備範囲がきちんと網羅されているのか、守らないといけない点はルールになっているかを整理する。

3. 運用セーフティルールの検討状況について

航空局空港安全室より、資料3-1「運用ルール WG での検討（空港管理者が行うべき事項）及び安全性に関するチェックリストの検討について」、資料3-2「空港制限区域内におけるレベル4相当の自動運転車両運行に関する申請等について」、資料3-3「「空港制限区域内における自動運転車両の走行ガイダンス」の改定案について」、別紙2「レベル4自動運転車両使用承認チェックリスト案」、別紙3「レベル4自動運行事業者承認チェックリスト案」、別紙4「レベル4自動運転運行計画許可チェックリスト案」に基づき説明を行った。

[意見・質疑応答]

○レベル4にアップグレードしていく中で、レベル3では運転者がいるが、レベル4は誰も乗っておらず自動運行主任者が遠隔で介在するという形になる。現場という観点では誰も乗っていないので、車主体に対して責任がある。これまでと同じようにガイドラインというのが適切なのか、強制的な指示や省令として出すべきなのか気になっている。特に、資料3-1の9ページについて、歩行者が入ってはいけない場所を設けるというルールは今回の開発状況を踏まえると仕方ないと理解はする一方、単純に解釈すると、危険だと思われるところに歩行者が入ってぶつかったときに歩行者の責任になることは一義的にはならないように思う。一方でこの文言が独り歩きし、歩行者が悪いのではと事業者が拡大解釈をすると危険である。誰が危険主体で何をしないとイケないのか。このルールは何のためにやっているのか、安全確保か円滑化か、分かりやすく明確化してほしい。

また許可に向けてのスキームは整理して頂いたが、重大事象が発生した場合の取消しやリコールなどの対応についても検討いただきたい。

また事業者ではソフトウェアアップデート等も行われると思うがどこまで主導権を事業者に渡し、どこから審査対象とするかを整理頂きたい。

⇒レベル4で人が乗っていないことに対する責任体制の整理について、空港運用業務指針は航空法に基づく形で設定されているので、一定の強制力を生じる文書となると考えている。詳細を定めるガイダンスは、ある意味参考資料的にはなるが、補足資料としてある程度考慮して対応してもらう位置付けになる。例えば歩行者の責任と歩行者が飛び出した場合に車両が止まる必要があるのかというところについては、車両性能の確認（今回の資料では3番目にある自動運転車両使用承認のなかで事前に車両性能を模擬フィールド試験で性能確認を実施するが、）において人が飛び出した中で止まれるというのをチェックリストで規定している。人が飛び出しても車両が止まる性能が求められている。そのうえで円滑運行を阻害しないようにということで歩行者への周知を予定している。その関係性がわかるような形で、空港運用業務指針に書くことにより、ある程度整理できる。

また取消については従来から車両使用承認等でも違反行為があれば取消規定があるので、上手く準用しながら対応できるようにガイダンスの中で補足したい。

リコールとアップデートも、走行環境条件に影響を及ぼすアップデートについては再度の確認を含めた運行計画の許可の取直しを前提として仕組みを構築する。

○安全に関する話については、ルールとして定める必要がある一方で何のために自動運転があるか。自動運行装置を付けることによって空港の地上業務の支援を行うという大目標がある。ルー

ル等の制定によつてのメリットや多少のデメリットが伴うにしても、やらなければいけないことの整理を含めて、単なるガイダンスやルールの制定だけではなくて、広報活動についても積極的に取り組んでほしい。

○事業者に対してお願いしたいことがある。新しいルールなので防災訓練・避難訓練のように、安全面について人を含めた実験を実施していただきたい。どのような形でやるのが適切かわからないが、机上のシミュレーションだけではなく、実際に事故等を想定した訓練を空港で行ってみることでガイダンスや安全面の発見があるかもしれないので、来年度中に検討いただきたい。

また資料 3-1 の 14 ページについて、共通インフラの整備に関して最初は羽田空港想定ということだが、これは資料 2-1 の 13 ページに書いてあるように 2024 年度の間インフラ整備を始めてしまうということによいか。共通インフラガイドラインは確定している段階ではないが、来年度はインフラ整備を始めて、整備を進めながらガイドラインを定めていくのか。

⇒インフラ整備に関しては来年度から着手予定。信号設備の調達に半導体等の影響もあり、どうしても着手しなくてはならない。来年度詳細設計を行い、翌年度以降に本番の整備ということになるが、検討においてはガイドラインをアップデートするところがあるため、それを反映する。ガイドラインの策定とインフラ整備は並行して行うが、齟齬のないように進める。

○資料 3-1 の 9 ページについて、歩行者の余裕空間を確保する理由はわかるが、②の「自身の安全を確保するため」とはどういう意味か。安全確保するために普通の手動運転より広い余裕空間を求めているということか。

⇒事業者との意見交換で課題として出てきたところである。道路の走行ルートの左右一定以上の距離（例えば 30～50cm）より先は障害物検知の機能を切っているため、そこに人や障害物が入っても車両は停止しない。車両が停止状態で 30cm 以内に入る分には問題ないかもしれないが、人が道路を横断しようとして動いている中で 30cm 程度に近づいてきたときに、一般の車両であれば人が横断しようとして判断し減速するが、自動運転車両には現状予測機能はないという理解のもと、基本的に歩行者側の方でそういった車両特性を把握したうえで走行ルートに必要以上に近づかないよう周知していくのが必要という意味合いで記載している。

○円滑な自動運行のために横断歩道で自動運転車両優先と定めていると理解した。現在の技術レベルでは、自動運転車両は手動運転車両よりも広い余裕空間を歩行者に求めている、歩行者への安全性はその面では劣ると考えて良いか。そうであれば、それは歩行者に周知した方が良い。

⇒ご指摘頂いた通りかと考えている。本資料の検討にあたり余裕空間として具体的な数字を記載する話もあったが、今回は規定していない。安全と思われる一定の空間が必要ということ、空港管理者側から空港関係者に十分周知していく必要があると考えている。

以上