

自動運転車両の交差点走行を想定した 実証実験結果

全日本空輸株式会社

国土交通省航空局 御中

2024年2月29日

自動運転トーイングトラクター 実証実験結果報告書

～自動運転車両の交差点走行を想定した実証実験～

全日本空輸(株)

オペレーションサポートセンター
グランドハンドリング企画部

(株)豊田自動織機

トヨタL&Fカンパニー
AR開発部

日本信号(株)

スマートモビリティ事業部
ITS営業部

1. 車両概要

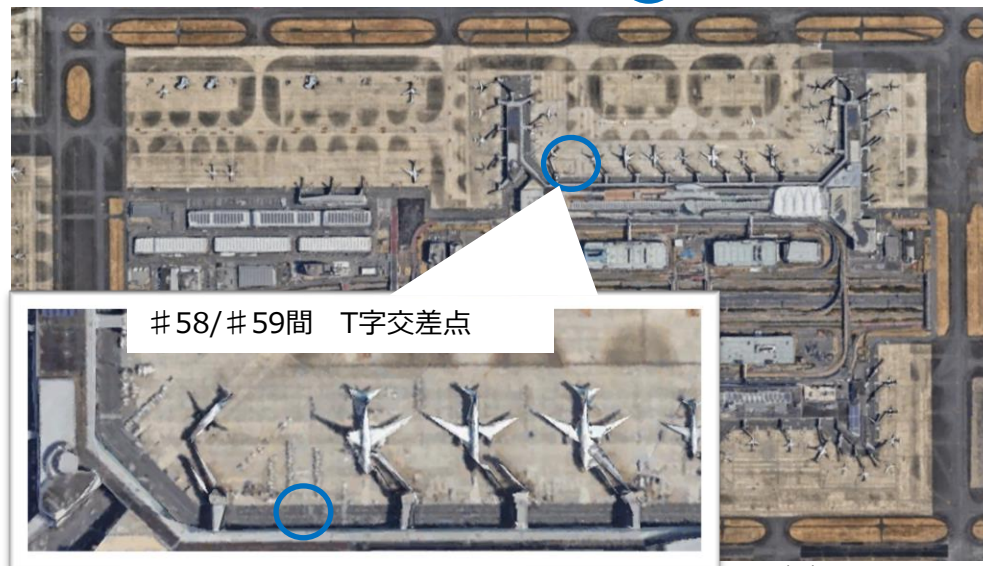
項目		内容
自動走行性能		最高速度 15km/h
乗車定員		2名
構造	全長	3,680 mm
	全幅	1,793 mm
	全高	2,394 mm
	重量	5,260 kg
	車輪	4
ドアの有無		有（左右各1枚）
ハンドルの有無		有
緊急時の操作		・ドライバのブレーキオーバーライドによる車両停止 ・車両に具備する非常停止スイッチの押下による車両停止
ブレーキの有無		有
走行制御の概要		・路面パターンマッチング（RANGER）、RTK-GNSS、3D-SLAM等から得られるセンサ情報を統合し、自車両の位置、方向を推定。決められた経路上を指定の速度で走行
安全対策の概要		・車両周囲の障害物、車両、人をセンサで検知し、自車両の走行経路上およびその近傍に障害物・人がある場合は指定の車間距離で停止（走行経路上から取り除かれるまで停止継続） ・非常時については、上述の「緊急時の操作」により車両を停止 ※同時に自動走行は解除
センサー等の概要		車両の位置・姿勢認識用：路面パターンマッチング用カメラ、RTK-GNSS、車速センサ、LiDAR等 障害物検知用：LiDAR（車両前方） 2Dレーザスキャナ（車両前方、左右）
自動走行システム		レベル3相当（運転席に係員が常に乗車）
その他		車両の運転状態をLEDで表示

2. 実施内容

1) 検証場所

#58/59間T字交差点

○ : 信号機設置交差点



写真引用元 : Google Earth



写真引用元 : Google Earth

【#58/59間T字交差点の特徴とそれを踏まえた検証時対応】

特徴	対応
① ターミナル沿い直進道路が優先	・自動TTが主道路直進時は従道路からの交通流を停止させる必要なし ・自動TTが従道路から主道路へ合流する際、交錯する経路は信号機で停止させる
② 交差点脇にバス停留所あり	・信号機設置をSPOT側のみとする ・バスの発着タイミングに自動TTを交差点進入させない
③ 交差点近傍 (停止線の手前約15m) に横断歩道あり	・なし (自動TTは横断歩道手前の一時停止なし)



2) 信号機設置方法



- 信号機 ⇒ 直進道路向けに2台設置
- 信号機位置 ⇒ #58 スポット角へ2台の信号機を取り付けた昇降車を設置
- 信号機高さ ⇒ 上記配置に基づき、建屋側から隣車線に車両があっても視認できることを条件としたため、信号機上面位置を「6m」とした。
- 信号機向き ⇒ 縦向きを選定。車両走行帯に向けて左右方向約2度、上下方向約5度の角度を付けて設置した。
- 停止線位置 ⇒ 信号機の高さが高いため、信号機からミニマム5mが必要と判断した。
一方で#58方面からの車線がカーブしていることから、カーブ終了位置からの距離も確保し、信号機から「6m」の位置に決定した。
(#59方面からの車線は既存の右折時停車位置と同一とした。)



3) 信号機灯色とその意味

灯色 パターン	意味
	黄点滅 <u>他の交通に注意して進行することができる</u> 自動TTが交差点近傍にいない、 又は主道路を直進中に点灯
	黄 <u>・停止線を越えていたら 可及的速やかに通過</u> <u>・停止線を越えていなかったら 手前で停止</u> 黄点滅から赤に遷移する際に点灯
	赤 <u>停止線を越えて進んではいけない</u> 自動TTが従道路から主道路へ進入する 際に交錯する走行路に対し点灯

- ・信号機灯色パターンは「黄点滅⇒黄点灯⇒赤」にて検証を実施した。
- ・信号機は自動TTが近傍にいない場合および主道路を直進する際は黄点滅となっており、自動TTが従道路側から接近すると黄点滅⇒黄⇒赤と変更する。自動TTが交差点通過後は黄点滅へと戻る。
- ・公道では「青⇒黄⇒赤」が主流ではあるが、現状運用と最も近い意味合いである「黄点滅」を「青」の代わりに選定した。

//（補足）点灯パターンの選定基準//

これまで空港では信号機がないため、一般道と同様に主道路は黄色点滅、従道路は赤点滅を基本に、アイコンタクトによる譲り合いで通行していた。今回自動TTの走行についても、主道路の効率を優先し、これまでの運用と同様の黄色点滅、黄色点灯、赤点灯の点灯パターンを採用している。

また青信号を採用すると、手動運転車両の運転手が、一般道の交差点と同様に走行するようになり、事故の危険性が増大するとの意見もあり、黄色点滅を採用している。また、パターン切替時は一般道と同様に黄色点灯（4秒）・赤点灯（3秒）を挟むことで、走行車両の安全な停車と交差点内の車両排出のために設定している。

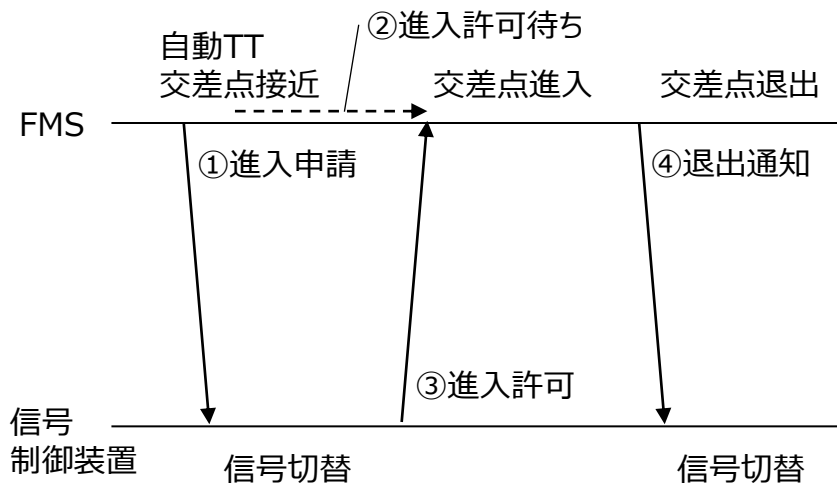
4) 信号機灯色制御方法

(1) 自動TT位置とFMS-信号機通信

FMSは自動TT優先で車両の通過に合わせ、進入申請/退出通知を行う

- ①進入申請：自動TTが交差点進入時、減速せずに走行可能な位置
- ④退出通知：自動TT(ドーリー含)の最後端が交差点から退出した位置

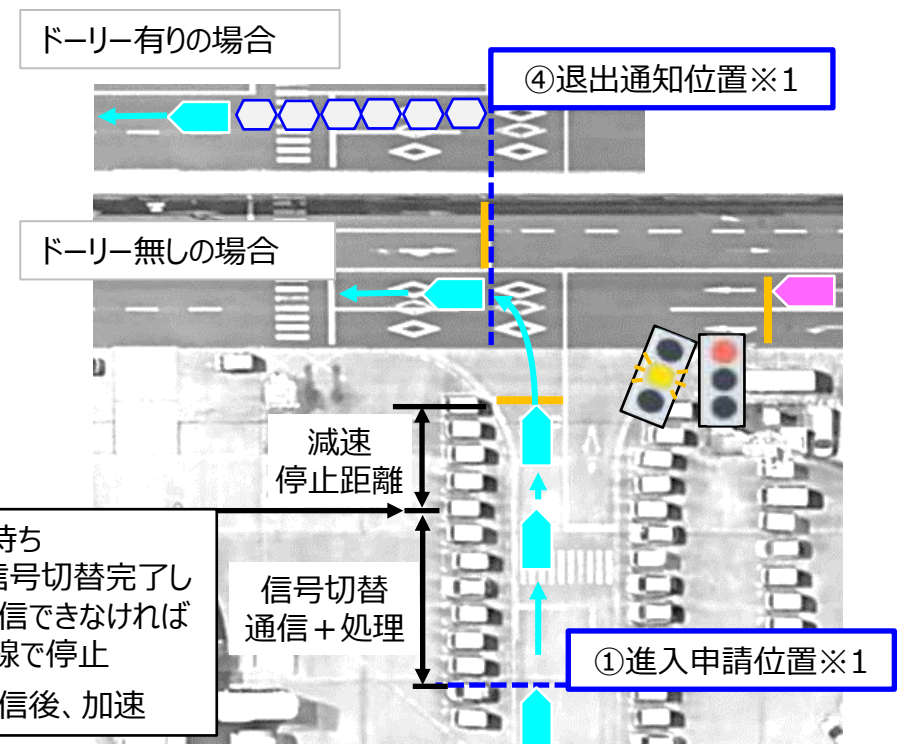
<通信シーケンス>



自動運転TTが交差点退出後、④退出通知を信号中装置が受信した後、ムダな待ち時間が発生する可能性があるが、これは、警察が定めた標準仕様で、赤点灯時間の最小値が40秒と決められているためである。

通称：40秒ルール（18頁に詳細）

<自動TTが従道路から主道路への左折合流イメージ>



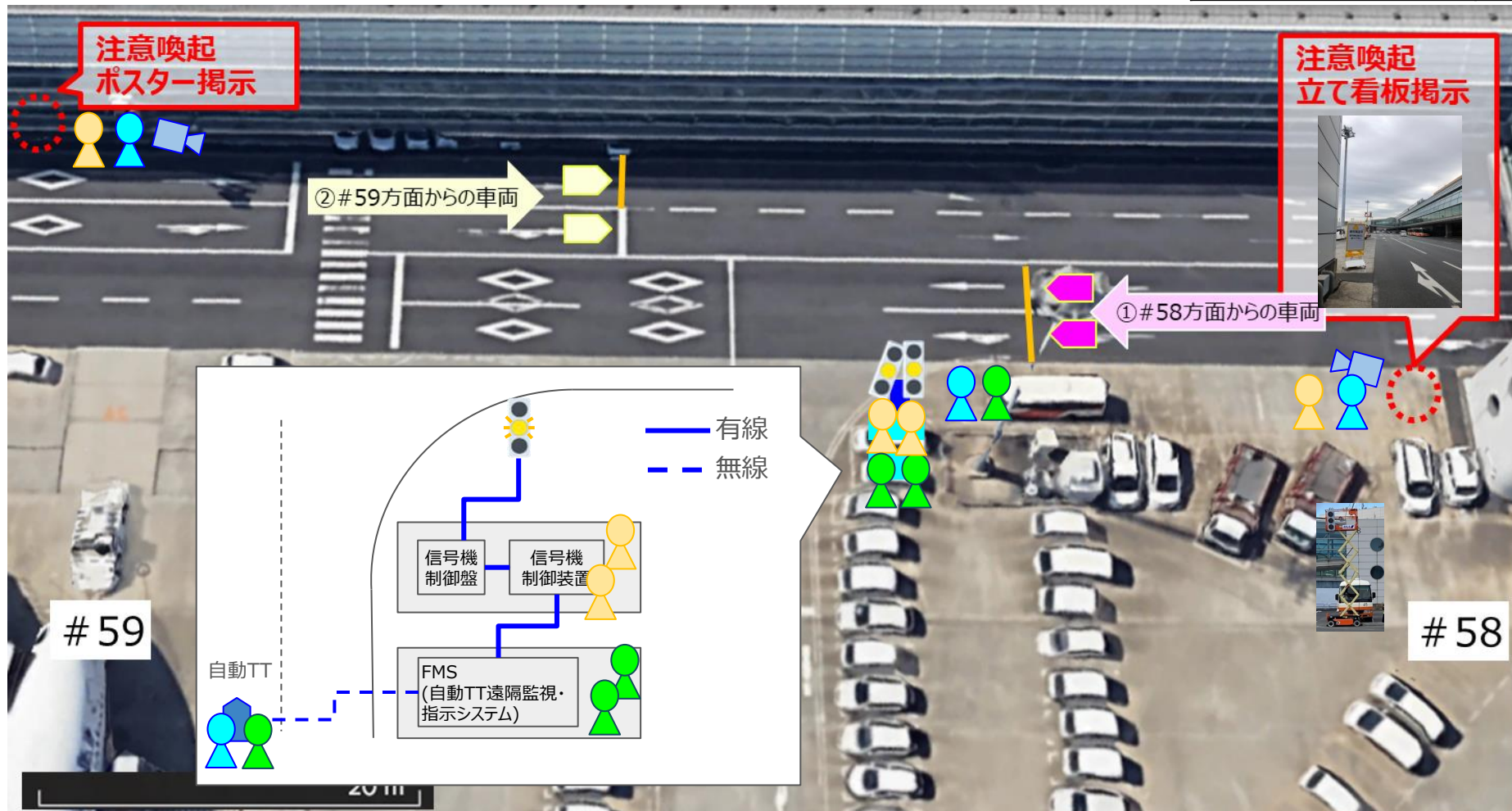
②進入許可待ち
ここまで、信号切替完了し
進入許可受信できなければ
減速し停止線で停止
進入許可受信後、加速

※1 FMSは通過を車両から受信した位置情報をもとに判断

5) 実施体制

- ・信号機脇へ車両2台を設置し、1台へ信号機制御盤および中央監視装置、もう1台へFMSを配置し、遠隔監視・指示を実施した。人員構成は右記の通り。
- ・停止線約35m手前位置で、手動運転車両へ立て看板やポスターによる注意喚起、および後日データ分析用に録画を実施した。

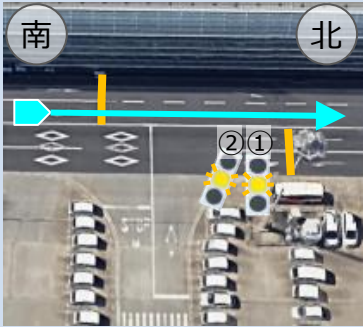
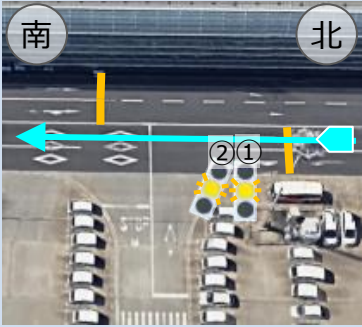
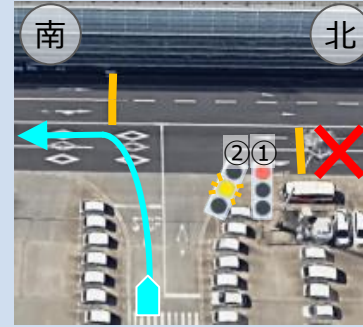
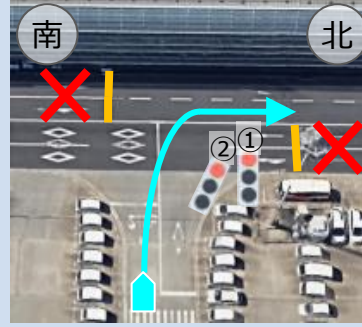
自動運転車両 車両監視	2名
自動TT遠隔監視・指示	2名
信号機監視	2名
信号機制御システム監視	2名
手動運転車両監視	2名
全体監視	2名



2. 実施内容

5)実施期間・回数

- 実施期間 2024年1月24日～2月2日（土日除く計8日間）
- 実施時間帯 10～17時
- 走行回数 計97回（走行パターンごとの詳細は以下参照）

	走行・信号機パターン①	走行・信号機パターン②	走行・信号機パターン③	走行・信号機パターン④
自動TT 走行パターン	主道路を南から北へ直進	主道路を北から南へ直進	従道路から主道路へ左折合流	従道路から主道路へ右折合流
自動TT進入時 信号機灯色変化	①北向き信号機 →黄点滅 ②南向き信号機 →黄点滅	①北向き信号機 →黄点滅 ②南向き信号機 →黄点滅	①北向き信号機 →赤 ②南向き信号機 →黄点滅	①北向き信号機 →赤 ②南向き信号機 →赤
				
自動TT 走行回数	15回	17回	38回	27回
自動TT オーバー ライド回数	0回	0回	0回	1回

※交差点内へのバス進入に伴う中止(2回), 信号機制御ソフトウェア異常に伴う中止(2回) は走行回数のカウント外とする
本検証では赤信号による交差点内の円滑性、安全性への影響を確認するために、パターン③、④を重点的に実施

3. 検証項目

No	検証項目	結果	課題と対応
1	自動運転車両走行に伴う交差点内における円滑性	本検証に起因する運航便の遅延はなかった→ 自動運転車両走行に伴う交差点内における円滑性の低下はなかった	10～11頁参照
2	自動運転車両走行に伴う交差点内における安全性	信号灯器／自動運転車両に起因するオーバーライドは発生しなかった →自動運転車両走行に伴う交差点内における安全性の低下はなかった	12頁参照
3	信号設備による交通整理の有効性	有人運転車両は信号設備を認識した上で灯色に従い、混乱なく有人車両と無人運転車両の共存ができていた →信号設備は交通整理に有効	13頁参照
4	信号設備等の空港内設置の仕様、設置位置、設置方法	今回の信号機検証アンケートの結果、6割以上は懸念事項なし。懸念事項ありの回答も信号機の有効性を否定する意見はなく、今後の設置に参考となる意見あり (主な懸念事項) * 信号機取り付け位置 * 信号予告/従道路側信号機の必要性 * 横断歩道の安全確保	14～17頁参照
5	信号制御方式及び信号制御パターン（点灯方法）	・信号切替がともなう交差点走行において自動TTは交差点手前、および交差点内で減速・停止することなく円滑な走行を確認	18～20頁参照
6	信号機制御に係る共通FMS、事業者FMS、信号機制御装置の役割	21～22頁参照	
7	交差点内の円滑かつ安全な走行のための付加設備、表示および走行ルールの必要性	23頁参照	

1. 自動運転車両走行に伴う交差点内における円滑性

1) 赤色灯火点灯時、停止した車両の台数および停止した先頭車両の停止時間を計測

- 1回の赤色灯火の点灯により、平均して1～2台の車両停止、26.9秒～28.1秒の停止時間が発生

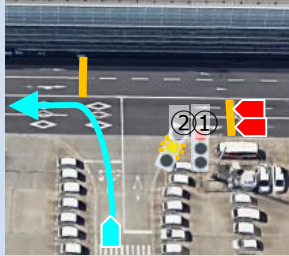
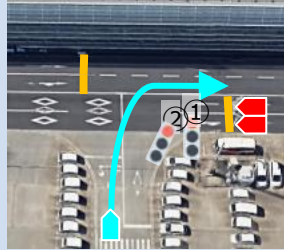
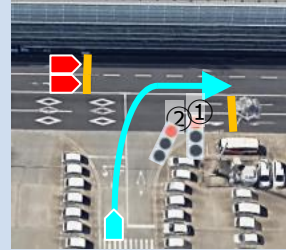
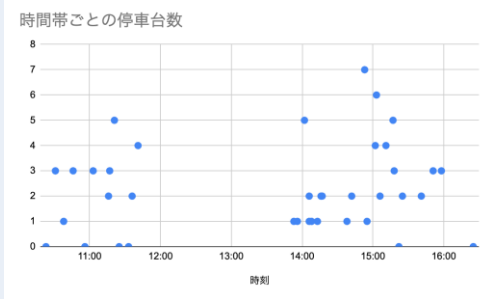
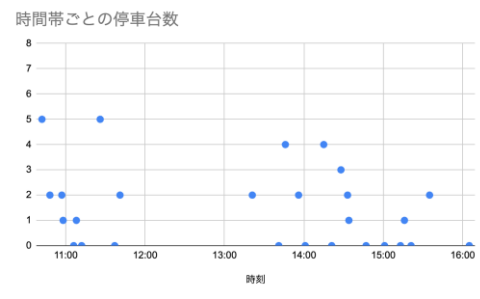
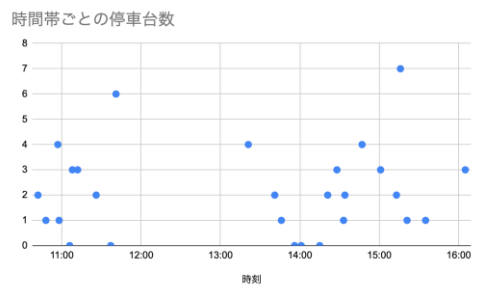
本検証に起因する運航便の遅延は発生しなかった。≡自動運転車両走行に伴う交差点内における円滑性の低下はなかった。ただし、車両通過後の赤信号の切り替えタイミングについては課題あり。

	走行・信号機パターン③	走行・信号機パターン④	
自動TT経路	従道路から主道路へ左折合流	従道路から主道路へ右折合流	
手動車両経路	北⇒南（写真右⇒左）	北⇒南（写真右⇒左）	南⇒北（写真左⇒右）
自動TT走行回数	38	27	
赤信号時 停車台数	平均：2.3台/MAX：7台	平均：1.4台/MAX：5台	平均：2.1台/MAX：7台
	停車台数と発生回数	停車台数と発生回数	停車台数と発生回数
停止時間	平均：26.9秒/MAX：47秒	平均：28.1秒/MAX：45秒	平均：27.6秒/MAX：47秒
交差点 通行不可時間	標準：47秒/MAX：72.9秒 MAX：無人車前方に有人車が走行	標準：47秒/MAX：69秒 MAX：無人車前方に有人車が走行	

1. 無人運転車両走行に伴う交差点内における円滑性

1) 赤色灯火点灯時、停止した車両の台数および停止した先頭車両の停止時間を計測

- 各パターンにおける時間帯と停車台数をグラフ化
→実施時間は停車台数に大きな影響は与えないことが確認できた
ただし、検証時間は10時～17時のみであり、混雑時間帯は含まれない

	走行・信号機パターン③	走行・信号機パターン④	
自動TT経路	従道路から主道路へ左折合流	従道路から主道路へ右折合流	
手動車両経路	北⇒南（写真右⇒左）	北⇒南（写真右⇒左）	南⇒北（写真左⇒右）
			
時間帯ごとの 停車台数	午前の停車台数より 午後の停車台数が多い 	午前の停車台数より 午後の停車台数が少ない 	午前の停車台数より 午後の停車台数が多い 

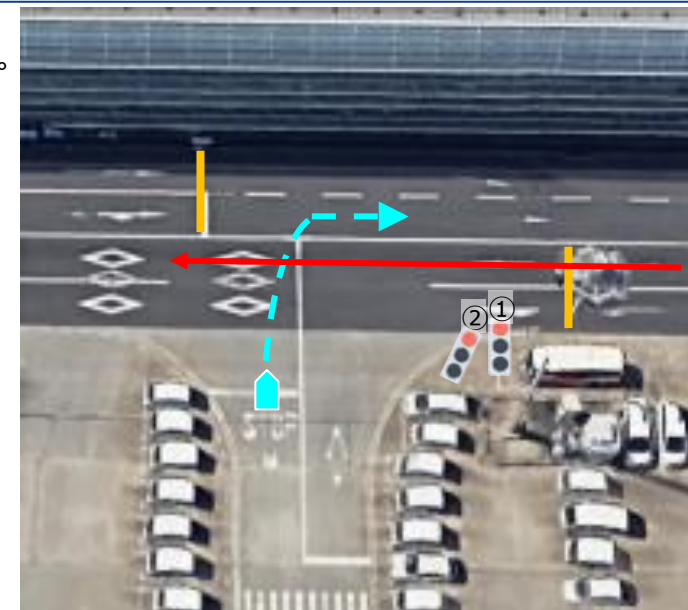
2. 自動運転車両走行に伴う交差点内における安全性

1) オーバーライドの発生件数、発生状況を記録

自動運転車両走行回数97回のうち、自動運転車両のオーバーライド回数は1回であった。

発生日時	2024/01/24 11:06頃
内容	有人運転車が赤色灯火点灯中に交差点を直進し、危険を感じた自動TTの運転手がブレーキオーバーライドをおこなった(右写真) 
有人運転車の状況／原因	赤信号は認識できていた。その際、人が集まっている状況に気を取られ、停止する判断が遅れたため、安全性を確認し走行する通常運用を優先し走行した。(→実際の運用開始後には発生しない)
対応策	空港事業者への周知の徹底

(参考) 自動TTは進行方向に対し障害物検知を行っており、検知した場合は減速停止を開始する



(安全性に関わる課題)

- ☆自動運転車両：特に無し
- ☆有人運転車両：ルールの徹底

信号灯器／自動運転車両に起因するオーバーライドは発生しなかった。
≡自動運転車両走行に伴う交差点内における安全性の低下はなかった。

(総括)

自動運転車両走行に伴う交差点内における安全性・円滑性の低下はなかった。

(課題)

- ・信号灯火切り替えのタイミング
- ・直感的に理解しやすい点灯パターン
- ・空港事業者への周知

(その他今後に向けた検討項目)

- ・複数台の自動運転車両が存在する場合の安全性/円滑性への影響
- ・自動運転車両の後続車や先導車が存在する場合の安全性/円滑性への影響

3. 信号設備による交通整理の有効性

・検証中、赤信号によって車両を停止させた回数（のべ92回）のうち、信号無視の発生は1回。（約1.1%）
発生した信号無視に関しても赤信号は認識していたが、周囲の状況（人が集まっている）に気を取られ、停止の判断が遅れたことが原因であった。

→有人運転車両は信号設備を認識した上で灯色に従い、混乱なく有人車両と自動運転車両の共存ができていたため、信号設備は交通整理に有効であると考えられる。

本検証では自動運転車両の台数を踏まえ“車両位置制御”を採用したが、実際の信号設備設置においては、下記メリット・デメリットを勘案の上、制御方式を決定する必要がある。

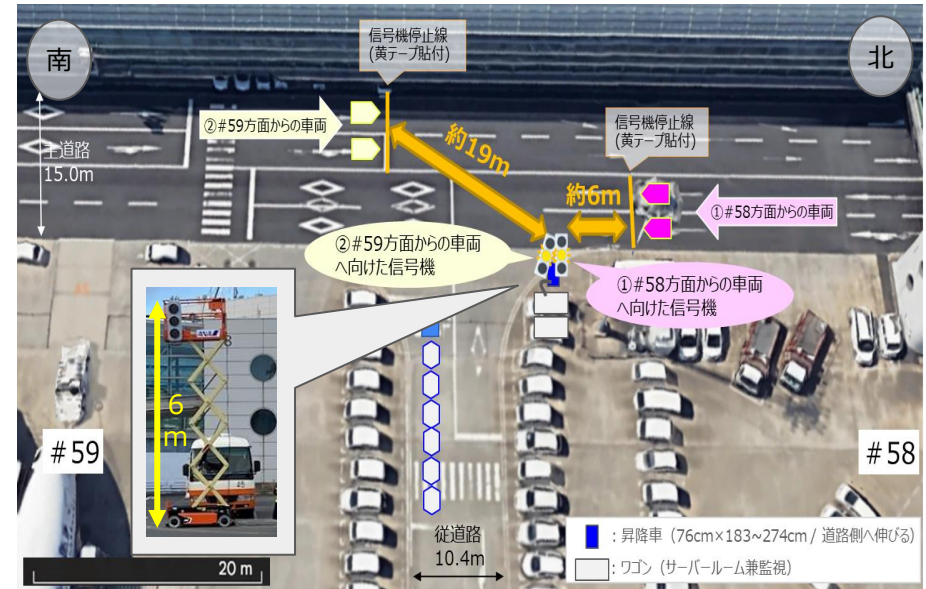
	メリット	デメリット
車両位置制御	❑ 自動TTの交差点進入時に、最短時間で優先した信号制御が可能 ❑ 自動TTが不在の間は、主道路が常時黄色点滅のため、効率性が高く渋滞が発生しづらい。	❑ 進入する台数が増加し、連続して進入要求が発生する場合、黄、赤の時間が増加し、交差点の効率性が下がる。
時間制御	❑ 多台数の進入要求が連続して発生する場合でも効率的な交通制御が可能 ❑ 直線道路に複数の信号機が並んでいる場合、連続して通過できるように信号の切り替えが可能であり、頻繁な停止と再発進の発生を抑制可能	❑ 一定時間間隔で信号を切り替えることから、優先順位制御ができない ❑ 従道路に割り当てる通行可能な時間を増やすと、主道路の通行可能な時間が減り、直線道路に渋滞が発生しやすくなる。

4. 信号設備等の空港内設置の仕様、設置位置、設置方法

・本検証では、#58/59間T字路の特性に合わせて、公道の一般的な信号機設置方法とは異なる方法で、信号機を設置した。

例) 設置位置：#58方面からの車両にとっては
信号機と停止線の距離が近い
#59方面からの車両にとっては
走行方向斜め前に設置
信号機灯色：黄点滅→黄点灯→赤点灯

・上記を踏まえ、アンケートにて空港事業者より意見（懸念点）を収集した。



【アンケート実施概要】

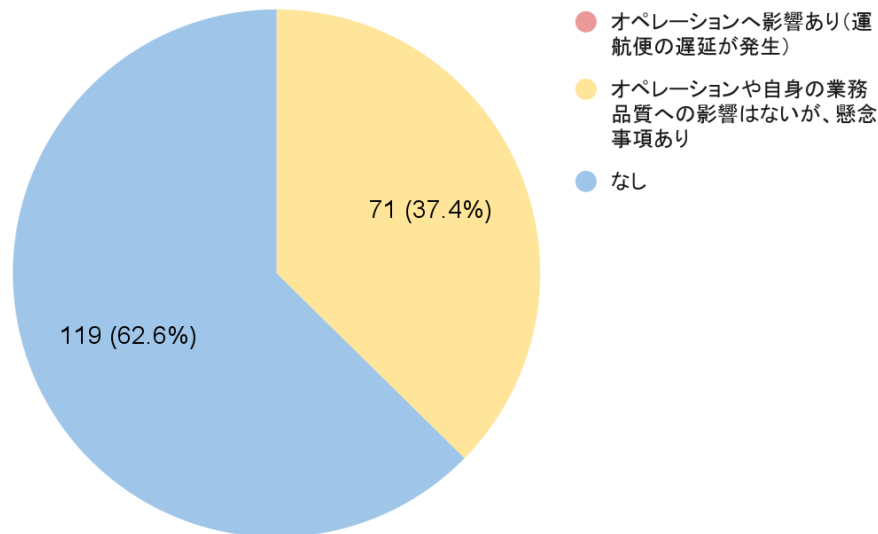
実施期間	2024年1月24日～2月9日 (計)
対象者	羽田空港事業者
手法	Google Formsによるアンケート
設問内容	・所属 ・信号機検証による業務への影響有無 ・影響の原因/懸念事項 ・影響の種類 ・その他ご意見
回答数	190

4. 信号設備等の空港内設置の仕様、設置位置、設置方法

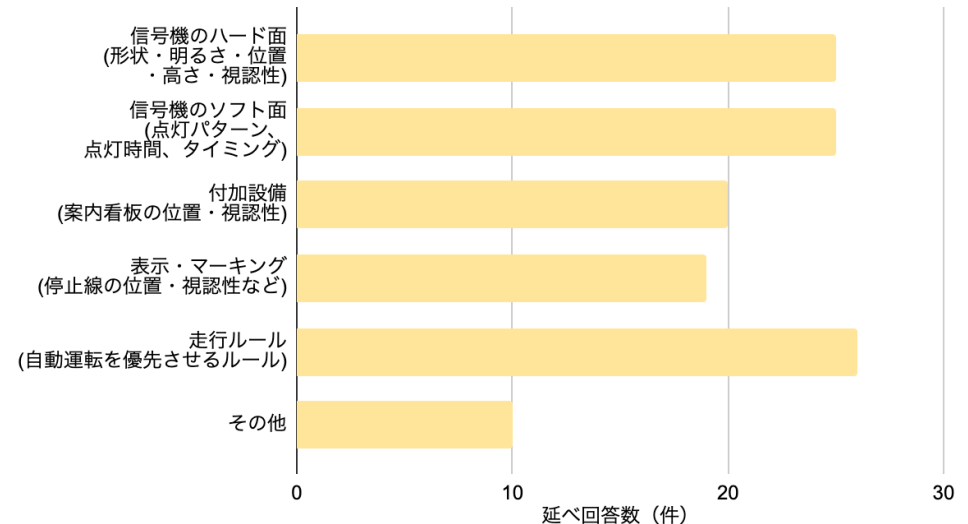
【アンケート結果概要】

- ・信号機検証によるオペレーションへの影響（運航便の遅延）、および作業品質への影響はなし
- ・今回の信号機検証に関する懸念事項がある方は全体の37.4%、6割以上の方は懸念事項なし
- ・懸念事項の具体的内容はほとんどが「信号機や停止線・案内看板のハード面」および「信号機の点灯パターン」に対するものであり、渋滞や事故への懸念はほぼなし(あっても各項目1件のみ)

信号機検証による業務への影響有無



影響の原因・懸念事項（複数選択可で回答）



※アンケートでは選択肢を【①あり(運航便の遅延発生) ②あり(運航便の遅延はないがご自身の業務品質への影響あり) ③なし(ただし懸念事項あり) ④なし】の4択としており、【①0 ②11 ③59 ④120】という結果になったが、自由記述で記載された影響や懸念事項の内容が②③で大差なかったため、②③をまとめてオペレーションや自身の業務品質への影響はないが懸念事項あり、として集計した。

※走行ルールに関する懸念事項は、自動運転車両が横断歩道で停止せずに走行することへの懸念が主であった。

4. 信号設備等の空港内設置の仕様、設置位置、設置方法

・主な課題と対策案（アンケート総括）

①取り付け位置

→公道同様、走行車線中央かつ交差点を跨いだ位置への設置が望ましい

(理由)

- ・車線脇に設置すると、前方確認が疎かになるため。
- ・車線脇に設置すると、2車線の場合隣車線の走行車両高を考慮して信号機を高い位置に設置する必要があるが、走行車線中央に設置できれば設置高さを抑制できる。
- ・信号機と停止線位置が近い場合、信号機を見上げる必要があり、前方確認が疎かになるため。



②信号機の視認距離確保不可時

→視認距離が確保できない信号灯器については、予告信号または信号機ありの看板設置などの手段の検討が必要

(理由)信号機手前がカーブになっている場合、停止線直前に信号灯器の存在を認知するため。

(補足)信号機視認位置から停止線までの距離が車両制動距離よりも短い場合は予備信号、長い場合は看板設置が望ましい。

③従道路側からの信号灯火確認について

→従道路側からの信号灯火確認が本検証では困難であったため、主道路側の信号機を視認可能な位置への信号機設置など場所に応じた検討が必要

(理由)従道路から主道路へ合流する自動TT前後の有人運転車両が状況を把握し、円滑に合流するため。

④横断歩道の安全確保について

→交差点内に横断歩道を設定しない工夫が必要

(理由)歩行者横断中だと交差点出口が渋滞し、有人運転車両、自動TTともに交差点をなかなか退出できない

(補足)自動TTは音によって周囲へ注意喚起を実施予定

⑤点灯パターン

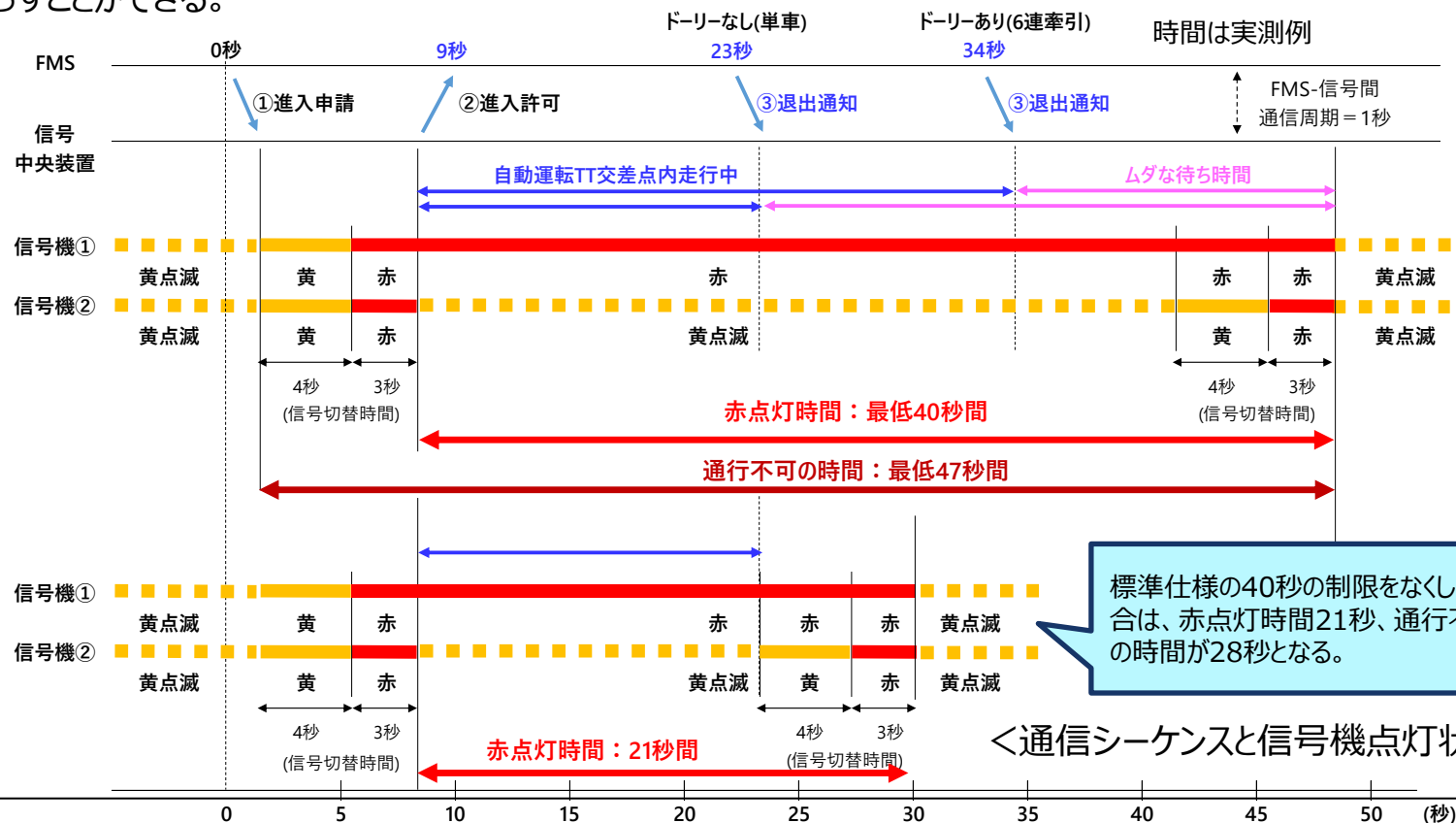
→「黄点滅⇒黄⇒赤」では黄色点滅から黄色点灯の変化がわかりづらいというリスクが存在するため、点灯パターンに関しては場所に応じた検討が必要

4. 信号設備等の空港内設置の仕様、設置位置、設置方法

信号機の点灯パターンの切替について

自動運転TTが交差点退出後、③退出通知を信号中装置が受信した後、**ムダな待ち時間**(ピンク色)が発生している。これは、警察が定めた**標準仕様で、最小値40秒**が決められているためである。

通常の交差点ではこの時間を短くすると、黄赤の時間が増えて、通行不可の時間が増加するため、最小値40秒が定められている。今回は自動運転TTの車両位置制御で点灯パターンの切替を行なうため、**ムダな待ち時間**を極力減らすことで、通行不可の時間を減らすことができる。



5. 信号制御方式（信号切替方式：車両位置制御の妥当性確認）

結果

- ・信号切替がともなう交差点走行（従道路から主道路へ右左折合流 65件）において自動TTは交差点手前、および交差点内で減速・停止することなく円滑な走行を確認
- ・実際の自動TTの動き、信号切替通信、信号灯火の切替タイミングに課題有
 - 課題 1： 進入申請が早い場合があり、主道路の赤信号占有時間が延長
交差点進入前のタイムリーな進入申請が必要
 - 課題 2： 退出通知しても、主道路における赤信号の切り替わりが遅く赤信号占有時間が長い
※P.15で説明済

考察（課題 1 の問題点）

交差点進入前のタイムリーな進入申請のため、制御方式の検討が必要

現状：進入申請位置固定方式

図1:設計時

最高速15km/h走行時に必要な距離で進入申請

②信号切替し
進入許可受信

①進入申請

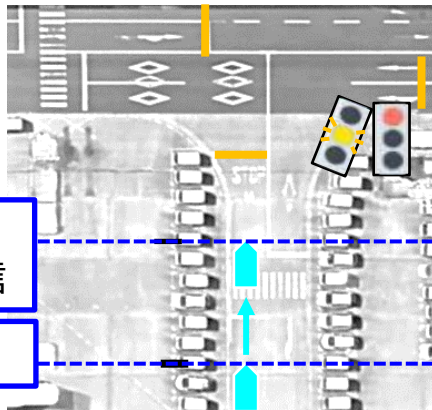
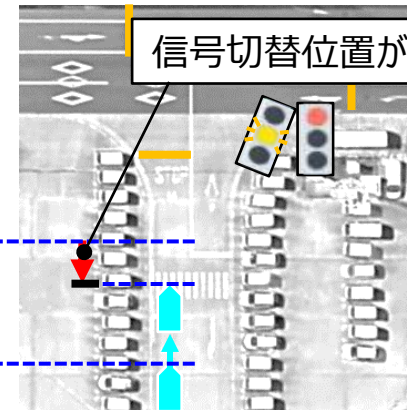


図2:実証時発生状況

最高速が出ずに交差点に到着、信号切替位置が早い

例

信号切替位置が早い



5. 信号制御方式及び信号制御パターン（自動運転車両が2台の場合の点灯方法）

本検証では、FMS-信号機制御装置間の事前通信テスト時に、自動運転車両が2台の場合についても机上検証を実施した。

1) 実施概要

- ・日時 2023年12月18日～22日
- ・場所 日本信号株式会社久喜事業所

2) 実施内容

① 自動TT 1台走行テスト

- ・自動走行車両1台（走行経路は下記6パターン）交差点進入時における信号機灯色の遷移確認



走行パターン①	走行パターン②	走行パターン③	走行パターン④	走行パターン⑤	走行パターン⑥
主道路を 南から北へ直進	主道路を 北から南へ直進	主道路から従道路へ 右折合流	主道路から従道路へ 右折合流	従道路から主道路へ 左折合流	従道路から主道路へ 右折合流
ドロー有	ドロー有	ドロー有	ドロー有	ドロー有・無	ドロー有

② 自動TT 2台走行テスト

- ・自動走行車両2台（走行経路は各上記6パターン、計36パターン）がほぼ同タイミングに交差点進入する際の信号機灯色の遷移確認

③ 特殊ケースにおける信号機挙動確認

- ・2台同時進入申請、先行車が60s交差点内停止、交差点に同時進入し進入順位と退出順位が異なるケース等

5. 信号制御方式及び信号制御パターン（点灯方法）

・複数の自動TTの走行についての検討

同時走行のパターンについて検討した結果、以下4つに分類される。

1. 自動TTの交錯有りで、同時通行不可
2. 自動TTの交錯無し、一般車両と交錯有りで、同時通行不可
3. 自動TT・一般車両との交錯が無いが、信号灯火と無関係に進むため、同時通行不可
4. 自動TT・一般車両との交錯が無く、信号灯火に従って進む場合は、同時通行可能

全36パターン中、同時通行が可能な17パターンは信号の切り替えが不要なので後続の自動TTはスムーズな通過が可能である。
それ以外の19パターンについては、信号が切替わるまで後続の自動TTは停車して、待つ必要がある。

※全パターン詳細（右図）については別添資料要参照

日本信号様パターン※ 先行車の灯りを優先して後続車の同時通行が可能かどうか TTの両物は単行、2両、4両、6両（6両が多い）	後続車両 先行車両	禁止防止の為、後続車両の信号の点灯を制御					
		①自動TTが主道路を方向4から方向2へ直進	②自動TTが主道路を方向4から方向2へ直進	③自動TTが従道路から主道路へ左折合流	④自動TTが従道路から主道路へ右折合流	⑤自動TTが主道路から従道路へ右折合流	⑥自動TTが主道路から従道路へ左折合流
①自動TTが主道路を方向2から方向4へ直進 標準							
		標準から変わらず ○同時通行可能	標準から変わらず ○同時通行可能	標準→特1 ×同時通行不可	標準→特3 ×同時通行不可	標準→特1 ×同時通行不可	標準から変わらず ○同時通行可能
②自動TTが主道路を方向4から方向2へ直進 標準							
		標準から変わらず ○同時通行可能	標準から変わらず ○同時通行可能	標準→特1 ×同時通行不可	標準→特3 ×同時通行不可	標準→特1 ×同時通行不可	標準から変わらず ○同時通行可能
③自動TTが従道路から主道路へ左折合流 特1							
		特1から変わらず ×同時通行不可	特1→標準 ○同時通行可能	特1から変わらず ×同時通行不可	特1→特3 ×同時通行不可	特1から変わらず ×同時通行不可	特1→標準 ×同時通行不可
④自動TTが従道路から主道路へ右折合流 特3							
		特3→標準 ×同時通行不可	特3→標準 ×同時通行不可	特3から変わらず ×同時通行不可	特3から変わらず ×同時通行不可	特3→特1 ×同時通行不可	特3→標準 ×同時通行不可
⑤自動TTが主道路から従道路へ右折合流 特1							
		特1から変わらず ×同時通行不可	特1→標準 ×同時通行不可	特1から変わらず ×同時通行不可	特1→特3 ×同時通行不可	特1から変わらず ×同時通行不可	特1→標準 ×同時通行不可
⑥自動TTが主道路から従道路へ左折合流 標準							
		標準から変わらず ○同時通行可能	標準から変わらず ○同時通行可能	標準→特1 ×同時通行不可	標準→特3 ×同時通行不可	標準→特1 ×同時通行不可	標準から変わらず ○同時通行可能

6. 信号機制御に係る共通FMS、事業者FMS、信号機制御装置の役割

今回は実証規模の関係でFMS-信号機制御装置は1対1通信で実施
共通FMSの役割を一部信号機処理装置が担った(図1)

今後、事業者FMSや信号交差点の増加を想定し、信号切替の調停を共通FMSが担うシステム構成案
および課題抽出を実施(図2)

<システム構成>

図1 今回実証

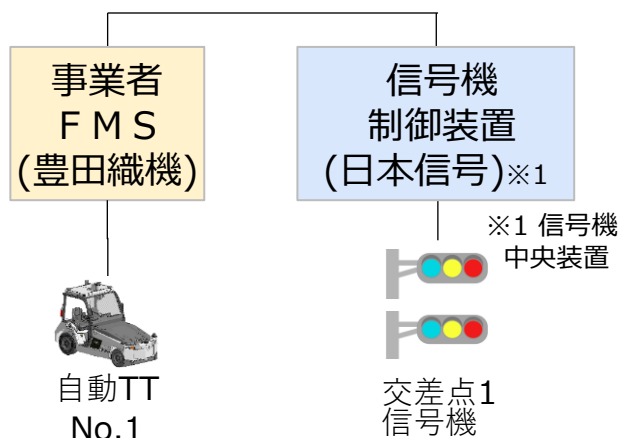
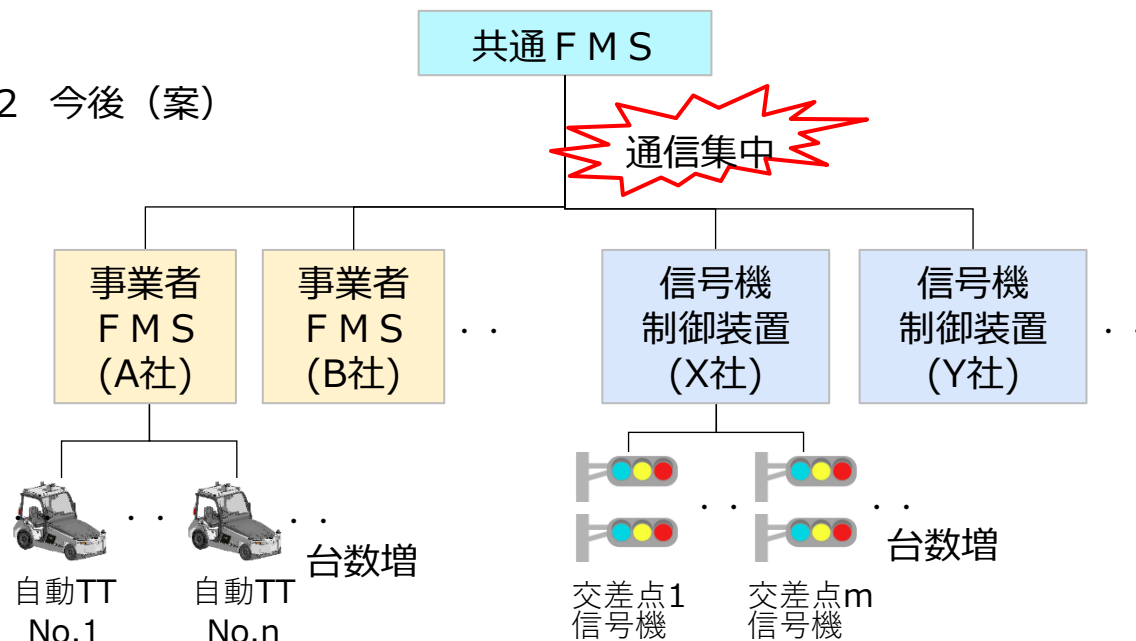
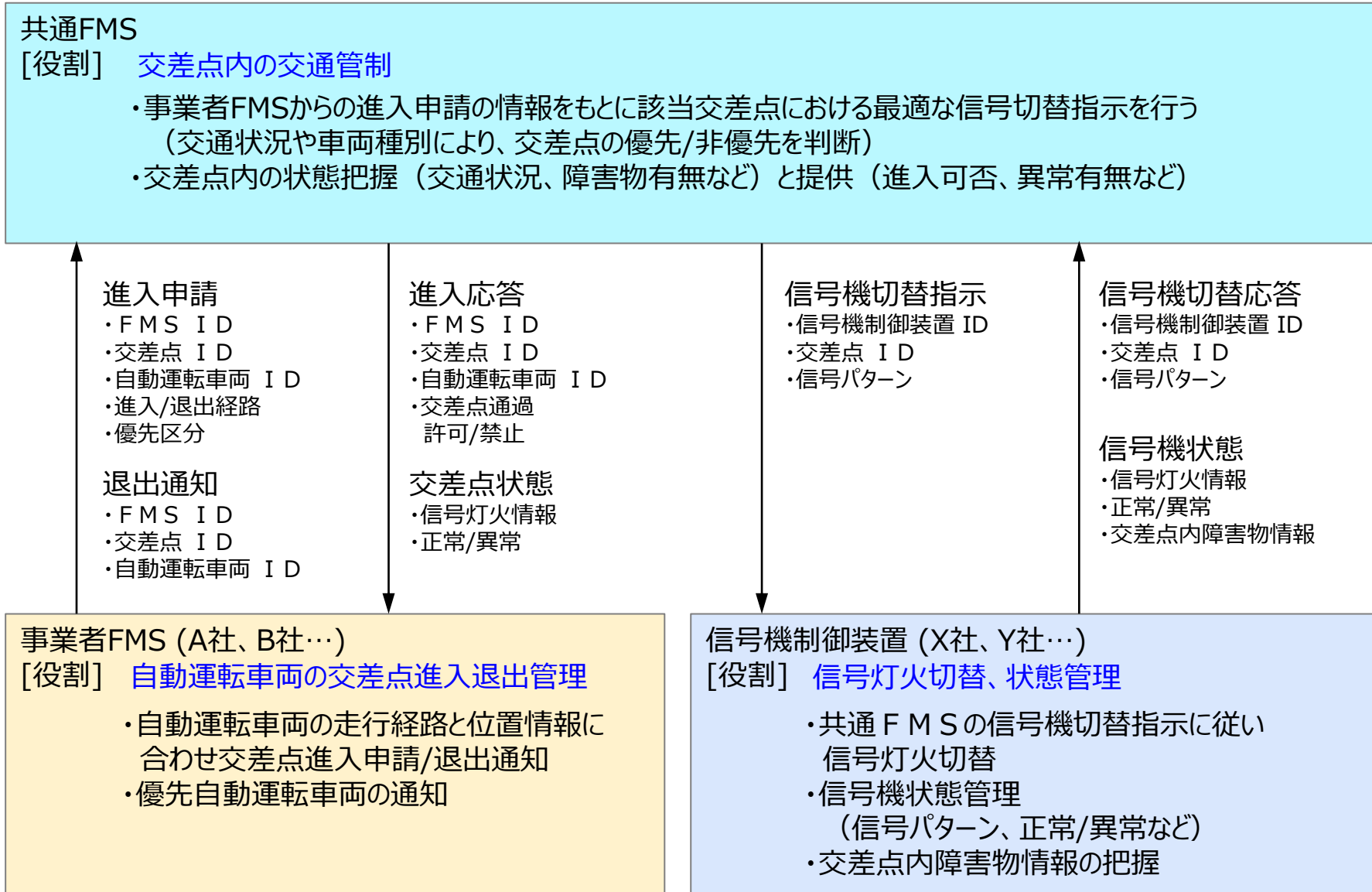


図2 今後(案)



No.	課題	懸念	方策案
1)	共通FMSへの通信集中の緩和	共通FMSの処理負荷が上がり 通信遅延が発生	共通FMSの通信量を考慮した 通信方式
2)	台数増に対応可能な柔軟なシステム (自動運転車両、交差点信号機など)	台数増に伴う、各システムの改造 が必要(通信仕様改定など)	将来拡張を見越した通信仕様の 立案

6. 信号機制御に係る共通FMS、事業者FMS、信号機制御装置の役割



7. 交差点内の円滑かつ安全な走行のための付加設備、表示および走行ルールの必要性

(前提)

・本検証においては、費用面から交差点内の物体検知用センサーと当該運用について除外している。

(考察／提案)

・円滑性、安全性の観点で交通ルール変更等と合わせて、物体検知センサー等の設備について状況に応じて設置検討が必要と考える。

①“付加設備”

>交差点内のインフラ側物体検知用センサー等の検討

一般道ではドライバーが目視により前方を確認して走行し、危険な場合は停車等を行うことが道路交通法に定められており、自動運転車両についても同様の扱いとなっている。

これを踏まえると、空港における自動運転車両についても、交差点に限らずカメラ等のセンサーを用いて歩行者、他車両、障害物を検出し、停車等を行うことができないと、安全を確保することが困難なことが予見される。もし、自動運転車両がセンサーを用いて歩行者、他車両、障害物を検出し、停車等を行うことができない場合は、物体検知用センサーを交差点を含めた走行経路全体に設置する等の検討も必要になる。特に信号機設置を検討すべき交差点においては、現行の有人運転では人同士の阿吽の呼吸で複雑な判断を頻繁に行っており、今回の（自動TT 1 台における）検証で生じていない自動運転車両側のセンサーのみで検知できない状況が発生する可能性は否定できず、上記の考え方にに基づき必要と判断される環境においては対策の検討が必要。

②“表示・マーキング”

>信号設置箇所への停止線の設定

一般の交差点は全方向に停止線が存在し、信号機に従い通行している。空港内に信号機を設置する交差点も全方向に停止線を設置し、常時一時停止を示すSTOPの文字が設置されている場合は撤去するなど対応検討が必要。

>自動運転車優先表示

注意喚起を行う表示板を掲示する事は、空港内であれば問題ない。一般道については、標識・標示とするのであれば、何らか警察庁の法制化が必要。

③“走行（交通）ルール”

>緊急車両との交錯時のルール決め

信号機が赤の状態で緊急車両が交差点に進入する場合には、自動運転車両優先の状態を一時的に解除し、緊急車両優先へ変更する必要があることや、多くのドローンを牽引している場合、端に寄せるために一定距離の走行が必要と考えられるため、（交差点以外含めた課題であるが）これらの点を踏まえてルール化する必要がある。

>信号機/車両故障時の体制検討

交差点内で車両故障などが生じ、交差点内で立ち往生してしまった際、（状況によるが）赤点灯が長時間継続してしまうリスクがあるため、検証時は人員配置をしており誘導を行ったが、実運用では全信号機を黄色点滅させるなどの検討が必要。

End of Presentation