



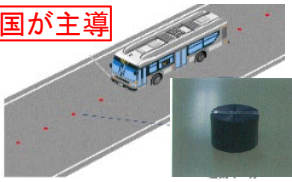


今後の課題整理

国土交通省 航空局

○ 2018年度より、ランプバス、TTでレベル3相当の実証実験を実施してきたが、これまでは、実証実験参加者がそれぞれの車両の技術確認を行うことに主眼を置いてきた。
 ⇒車両のみでは対応困難な課題については、インフラや運用ルールの整備も必要であり、それらは国が主導して取り組んでいく必要がある。



		2018.4	2019.4	2020.4	2021.4	2022.4	実運用 2025
車両	ランプバス	■ランプバスにおける実証実験 			■レベル4に向けた実証実験 		
	トローイングトラック	■トローイングトラックにおける実証実験 					
共通インフラ・運用ルール		■WG設置		■磁気マーカー、3Dマップを整備 		■レベル4に向けた検討開始	

■ 今後実証が必要な事項

交差点等の難所においては、各者実施の実証実験と国主導の実証実験の両輪が必要

例：必要なインフラ設備を設置し、交差点走行時の運用ルールを設定した上で、その条件下で実証実験を実施

これまでの実証実験で確認された課題

○ これまでの実証実験の結果、レベル4自動走行の実現に向け、「緊急対応」「航空機検知」「通路」「交差点」等に課題があることを確認した。

	課題	対応方針（案）	車両技術	共通 インフラ	運用 ルール	空港独自の課題	公道同様の課題
			○：対応の可能性があるカテゴリー				
緊急対応	ハードウェア故障時の緊急対応	<ul style="list-style-type: none"> システムの監視機能の強化等 緊急時の遠隔操作対応 現場対応の体制整備 	○	-	○		○
	緊急車両の認識	<ul style="list-style-type: none"> 緊急車両出動時の一斉制御 遠隔操作による補助 	○	○	-		○
航空機検知	航空機の走行やブラストへの対応	<ul style="list-style-type: none"> 管制塔からの情報共有による運転制御 遠隔操作による補助 建屋等へのカメラ設置 	○	○	-	○	
通路	通路への進入時の錯綜回避	<ul style="list-style-type: none"> 通路への進入ルールの設定 	-	-	○	○	
	横断歩道での人の横断意思確認	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩道での人の滞留を防ぐルールの設定 	-	-	○		○
	電波による自車位置推定が困難な箇所（トンネル、橋下部等）への対応	<ul style="list-style-type: none"> 自車位置推定を補助する磁気マーカ等設置 	○	○	-		○
	自動運転車両の低速走行による渋滞の発生	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転車両の速度向上 車両を追い越す場所の追加設置 	○	-	○		○
	駐停車車両の回避	<ul style="list-style-type: none"> 路上センサーによる路車間連携システムの構築 遠隔操作による補助 駐車ルール、駐車車両の回避ルールの設定 	○	○	○	○	
	車線減少部での合流判断	<ul style="list-style-type: none"> 路上センサーによる路車間連携システムの構築 車線減少部の通行ルールの設定 	○	○	○	○	
交差点	交差点での発進・停止判断	<ul style="list-style-type: none"> 交差点での交通整理と運用ルールの設定 	○	○	○	○	
その他	雨滴による誤判定	<ul style="list-style-type: none"> センサーの機能向上 	○	-	-		○

交差点における課題と対応の方向性

【交差点通行の現状】

ドライバー同士のアイコンタクト等により意思疎通を図っていた。



【自動運転車両の対応】

自動運転車両では同様の対応が困難であり、車両技術のみではなく共通インフラ及び運用ルールによる対応も必要となる。



【対策の方向性】

交差点での交通整理のルールと、そのルールに従って通行させるための指示を行うインフラ（信号等）を検討。



※信号等を設置する交差点や、その規格・条件は今後関係者と協議

【具体的な対策(案)】

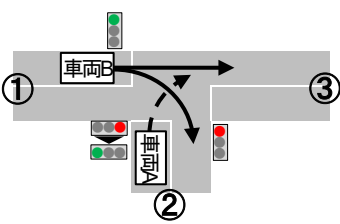
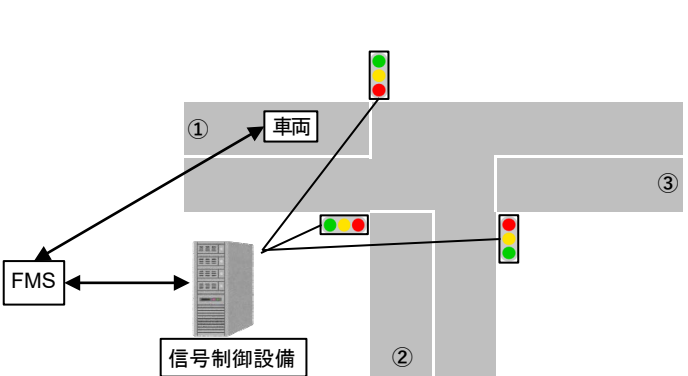
信号等の制御の方法として、1.定周期、2.自動運転車両優先、3.主要通路優先、4.先着優先の4つの方法を立案、各交差点において運行の効率性やコストにより最適な方法を選択する。

	パターン1. 定周期	パターン2. 自動運転車両優先	パターン3. 主要通路優先	パターン4. 先着優先
考え方	信号の青時間を一定周期で切り替え	自動運転車両の通行を優先	主要通路を優先	先着車両を優先

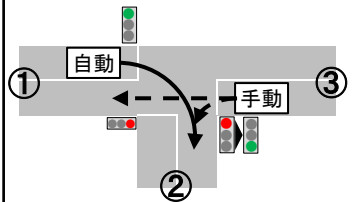
※パターン1～4について信号機の設置が前提

交差点における交通整理の具体的対策(定周期)

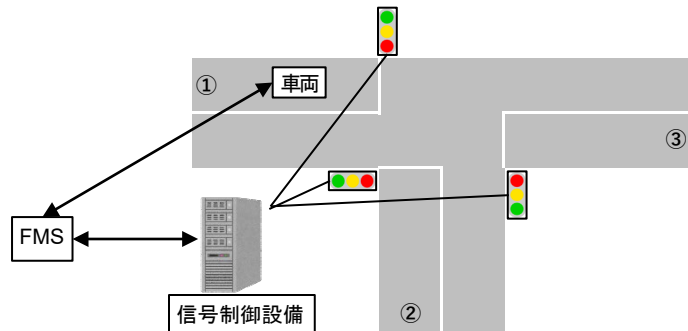
- 定周期: 交差点の信号の表示が一定の周期で切り替わる制御を行う方法。

概略図	運用方法 (案)													
	<p>■ <u>一般道と同様に周期的に信号を切り替える</u> 交差点の交通量に応じて方向別に信号周期を設定する。</p>													
<h2>必要設備機器</h2>														
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="942 813 1046 921">交差点</td> <td data-bbox="1046 813 2028 921"> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機 ◆ 信号制御設備 自動運転車両に進入可否を送信する通信設備 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="942 921 994 1135">車両</td> <td data-bbox="994 921 2028 1135"> <table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="994 921 1046 1028">自動</td> <td data-bbox="1046 921 1564 1028"> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 </td> <td data-bbox="1564 921 2028 1028"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="994 1028 1046 1135">手動</td> <td colspan="2" data-bbox="1046 1028 2028 1135">特になし</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="942 1135 994 1220">FMS</td> <td colspan="2" data-bbox="994 1135 2028 1220"> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能 </td> </tr> </tbody> </table>	交差点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機 ◆ 信号制御設備 自動運転車両に進入可否を送信する通信設備 	車両	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="994 921 1046 1028">自動</td> <td data-bbox="1046 921 1564 1028"> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 </td> <td data-bbox="1564 921 2028 1028"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="994 1028 1046 1135">手動</td> <td colspan="2" data-bbox="1046 1028 2028 1135">特になし</td> </tr> </tbody> </table>	自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div>	手動	特になし		FMS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能 	
交差点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機 ◆ 信号制御設備 自動運転車両に進入可否を送信する通信設備 													
車両	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="994 921 1046 1028">自動</td> <td data-bbox="1046 921 1564 1028"> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 </td> <td data-bbox="1564 921 2028 1028"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="994 1028 1046 1135">手動</td> <td colspan="2" data-bbox="1046 1028 2028 1135">特になし</td> </tr> </tbody> </table>	自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div>	手動	特になし								
自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置を送信する機能 ◆ FMSに自車位置を送信する機能 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">いずれかを選択</div>												
手動	特になし													
FMS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能 													

○ 自動運転車両優先: 交差点に自動運転車両と通信・連携する設備を置き、自動運転車両を優先した制御を行う方法。

概略図	運用方法 (案)
	<p>■ <u>自動運転車両 (①から進入して右折)</u></p> <p>■ <u>手動運転車両 (③から進入して直進または左折)</u> 自動運転車両が通過するまで停止。</p> <p>※自動運転車両同士の場合は先着優先。</p>

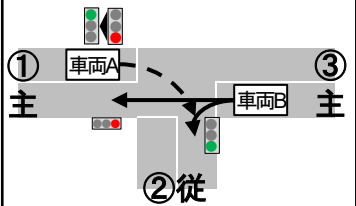
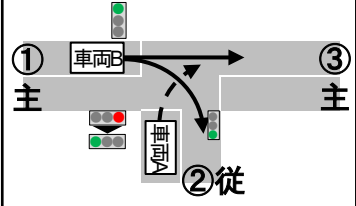
必要設備機器



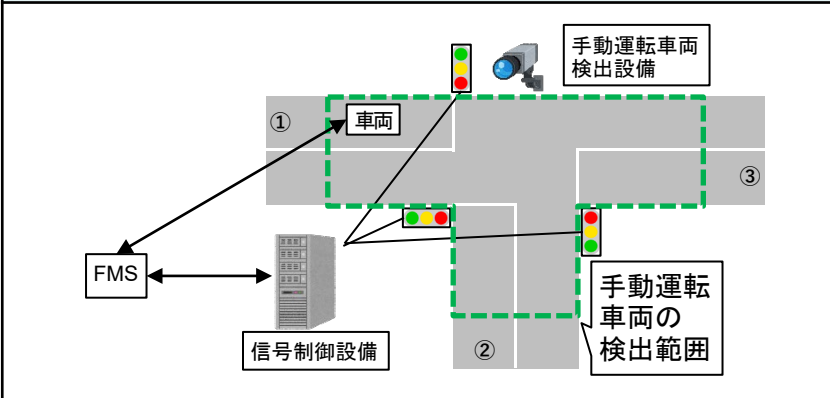
交差点	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機 ◆信号制御設備 自動運転車両を認知して手動運転車両に対して進入可否を指示するための設備。	
車両	自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機に自車位置と走行方向を送信する機能 ◆FMSに自車位置と走行方向を送信する機能 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">いずれかを選択</div>
	手動	特になし
FMS	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号制御設備に自動運転車両の位置と走行方向を送信する機能 	

交差点における交通整理の具体的対策(主要通路優先)

○ 主要通路優先: 交差点周辺に車両の検出が可能なセンサーを置き、自動運転/手動運転に関わらず、交差点の主要通路側の通行を優先した制御を行う方法。

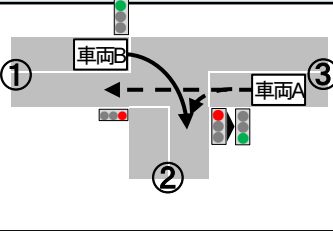
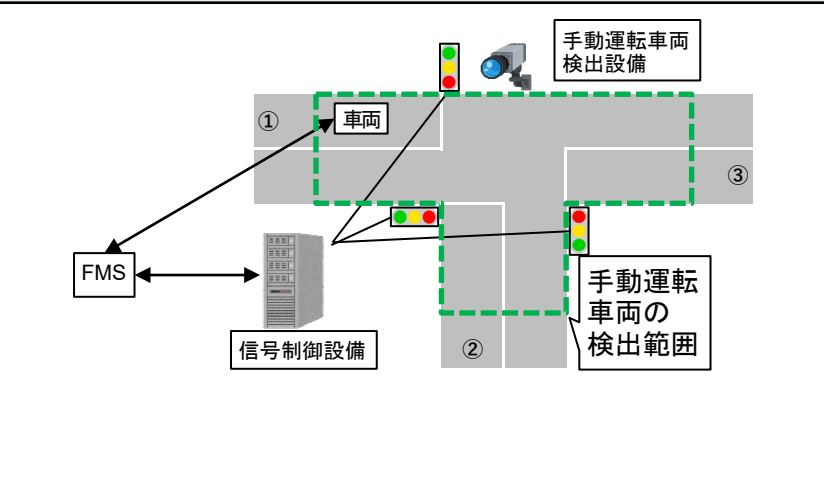
概略図	運用方法 (案)
	<p>■ <u>車両A (①から進入して右折)</u> 従道路に進入するため、車両B (主要通路を通行) が通過するまで停止。</p> <p>■ <u>車両B (③から進入して直進または左折)</u> 主要通路を通行するため、優先して通行。</p> <p>※車両ABともに従通路へ進入する場合は一般道路の規則に則り左折車優先</p>
	<p>■ <u>車両A (②から進入して右折)</u> 従道路を通行しているため、車両B (主要通路を通行) が通過するまで停止。</p> <p>■ <u>車両B (①から進入して直進または右折)</u> 主要通路を通行しているため、優先して通行。</p>

必要設備機器

	<p>交差点</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機 ◆ 信号制御設備・手動運転車両検出設備 <p>交差点付近の手動運転車両の走行状況を検出するカメラやセンサー (LiDAR等) と、自動運転車両に進入可否を送信する通信設備</p>
	<p>自動</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号機からの走行可否を受信し、走行/停止する機能 ◆ 信号機に自車位置と走行方向を送信する機能 ◆ FMSに自車位置と走行方向を送信する機能 <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">いずれかを選択</p>
	<p>手動</p> <p>特になし</p>
	<p>FMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 信号制御設備に自動運転車両の位置と走行方向を送信する機能

交差点における交通整理の具体的対策(先着優先)

- 先着優先: 交差点周辺に車両の検出が可能なセンサーを置き、自動運転／手動運転に関わらず、先着した車両の通行を優先した制御を行う方法。

概略図	運用方法 (案)										
	<p>■ <u>先着した車両の通行を優先</u></p> <p>※同時進入への対応として第2優先順位を決めておく。</p>										
必要設備機器											
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="940 768 1044 905">交差点</td> <td data-bbox="1044 768 1997 905"> <ul style="list-style-type: none"> ◆信号機 ◆信号制御設備・手動運転車両検出設備 交差点付近の手動運転車両の走行状況を検出するカメラやセンサー(LiDAR等)と、自動運転車両に進入可否を送信する通信設備 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 905 1002 1096">車両</td> <td data-bbox="1002 905 1997 1096"> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1002 905 1044 1016">自動</td> <td data-bbox="1044 905 1997 1016"> <ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 1016 1044 1096">手動</td> <td data-bbox="1044 1016 1997 1096">特になし</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="940 1096 1044 1153">FMS</td> <td data-bbox="1044 1096 1997 1153"> <ul style="list-style-type: none"> ◆信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能 </td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> いずれかを選択 </div>	交差点	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機 ◆信号制御設備・手動運転車両検出設備 交差点付近の手動運転車両の走行状況を検出するカメラやセンサー(LiDAR等)と、自動運転車両に進入可否を送信する通信設備	車両	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1002 905 1044 1016">自動</td> <td data-bbox="1044 905 1997 1016"> <ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 1016 1044 1096">手動</td> <td data-bbox="1044 1016 1997 1096">特になし</td> </tr> </table>	自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 	手動	特になし	FMS	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能
交差点	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機 ◆信号制御設備・手動運転車両検出設備 交差点付近の手動運転車両の走行状況を検出するカメラやセンサー(LiDAR等)と、自動運転車両に進入可否を送信する通信設備										
車両	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1002 905 1044 1016">自動</td> <td data-bbox="1044 905 1997 1016"> <ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 1016 1044 1096">手動</td> <td data-bbox="1044 1016 1997 1096">特になし</td> </tr> </table>	自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 	手動	特になし						
自動	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号機からの走行可否を受信し、走行／停止する機能 ◆信号機に自車位置を送信する機能 ◆FMSに、自車位置を送信する機能 										
手動	特になし										
FMS	<ul style="list-style-type: none"> ◆信号制御設備に自動運転車両の位置を送信する機能 										

交差点における交通整理の具体的対策(適用基準)

- 交差点における交通整理を運行の効率性とコストの面で立案。
- 空港内の各交差点において、下表よりふさわしい交通整理方法を選択することが望ましい。

	パターン1. 定周期	パターン2. 自動運転車両優先	パターン3. 主要通路優先	パターン4. 先着優先
考え方	信号の青時間を一定周期で切り替え	自動運転車両の通行を優先	主要通路を優先	先着車両を優先
運行効率性の変化	対向側の交通がなくても赤信号で停止する場合があるため運行効率が低下する	自動運転車両走行時には手動運転車両の運行効率が低下する	主要通路については現在と同様、従通路については現在の運行効率よりも低下すると想定	— (現在の交差点の状況による)
必要設備	信号機 信号制御設備	信号機 信号制御設備	信号機 信号制御設備 車両検出設備	信号機 信号制御設備 車両検出設備
備考	パターン1～4の選択に当たって考慮すべき事項 ・交差点における方向別の通行量 ・交差点における自動運転車両の通行頻度 ・車両特性(航空機運航の定時制確保への影響有無等)			

○ エプロンのように信号機を立体的に設置できない箇所での対応方法について検討が必要。

対策(案)	概要	利点	課題
信号制御	<p>信号機を地面に埋設 信号機を物理的に地面に埋設。 車両検知器等により交差点へ接近する車両を信号機へ伝達し、車両を制御。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・物理的な障害となる恐れが少ない。 ・通常の信号機による処理と同等のことが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・視認性 ・車両の輪荷重に耐えられる強度が必要 ・光線が上向きにならないように調整が必要
運用ルール設定	<p>自動運転車両を優先</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・施設整備がほぼ不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・手動運転車両者に対しての周知徹底が必要。
	<p>手動運転車両を優先</p>		