共通インフラガイドライン（案）

令和 6 年 12 月

目　　次

1　　本ガイドラインについて ……1

1.1　　本ガイドラインの目的及び位置づけ……1

1.2　　本ガイドラインの使い方……1

1.3　　本ガイドラインで取り扱う用語の定義……2

1.4　　本ガイドラインの構成 ……3

2　　空港制限区域内での自動運行に必要な共通インフラ ……4

2.1　　共通インフラの概要……4

2.2　　共通インフラの全体イメージ ……4

2.3　　構成する設備・システムの種類……5

2.3.1　　自己位置推定のための補助設備・地図基盤……5

2.3.1.1　磁気マーカー……5

2.3.1.2　3D マップ……6

2.3.1.3　ターゲットラインペイント ……8

2.3.2　　交通整理のための補助設備（共通 FMS） ……9

2.3.2.1　監視制御機能……9

2.3.2.2　状態監視機能（カメラ／センサー等） ……10

2.3.2.3　情報共有機能……10

2.3.2.4　信号制御機能……10

2.3.2.5　ダイナミックマップ（自動運行補助情報配信） ……11

3　　共通インフラの要件……12

3.1　　自己位置推定のための補助設備……12

3.1.1　　磁気マーカー ……12

3.1.1.1　自己位置推定のための補助設備の役割・必要なシチュエーション……12

3.1.1.2　機能要件……12

3.1.1.3　性能・品質要件……12

1）　材料特性……12

2）　磁気特性……13

3）　形状・寸法 ……13

4)　材料強度……13
3.1.1.4　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……14
3.1.1.5　拡張性に関する要件……14
3.1.1.6　安全確保……14
3.1.1.7　運用・保守に関する事項……14
3.1.1.8　設置仕様・基準……14
1)　設置間隔……14
2)　設置位置及び埋設深(埋設型の事例)……15
3)　施工……16
4)　施工に際しての留意事項……16
5)　標準的な施工方法……16
6)　必要とされる設置精度……16
3.1.1.9　留意点……17
3.1.2　3D マップ……18
3.1.2.1　3D マップの役割……18
1)　3D マップの定義……18
2)　機能要件……18
3)　性能・品質要件……20
4)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……20
5)　拡張性に関する要件……21
6)　運用・保守に関する事項……21
3.1.2.2　点群データの取得……22
1)　データ取得に用いる使用機器の品質……22
2)　データの取得仕様……23
3)　データの提供仕様……23
4)　留意点……23
3.1.3　ターゲットラインペイント……24
3.1.3.1　ターゲットラインペイントの役割……24
3.1.3.2　施工……24
3.1.3.3　運用・保守に関する事項……24
3.1.3.4　留意点……24

3.2　交通整理のための補助設備（共通 FMS）……25
3.2.1　監視・制御設備（共通中央処理部）……25
3.2.1.1　監視・制御設備の役割……25
3.2.1.2　監視・制御設備の要件……25

1)　機能要件……25
2)　性能・品質要件……27
3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……27
4)　拡張性に関する要件……31
5)　安全確保……31
6)　運用・保守に関する事項……32
7)　留意点……32
3.2.2　カメラ/センサー……33
3.2.2.1　カメラ・センサーの役割・必要なシチュエーション……33
1)　サービスレーンにおける通行車両検出……33
2)　サービスレーンにおける航空機検出……33
3)　見通し不良箇所における車両等検出……33
4)　航空機ブラスト検出……33
3.2.2.2　サービスレーンにおける通行車両検出カメラ／センサー……33
1)　機能要件……33
2)　性能・品質要件……33
3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……34
4)　拡張性に関する要件……35
5)　安全確保……35
6)　運用・保守に関する事項……35
7)　留意点……35
3.2.2.3　サービスレーンにおける航空機検出カメラ／センサー……36
1)　機能要件……36
2)　性能・品質要件……36
3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……37
4)　拡張性に関する要件……37
5)　安全確保……37
6)　運用・保守に関する事項……38
7)　留意点……38
3.2.2.4　見通し不良箇所における車両等検出カメラ／センサー……39
1)　機能要件……39
2)　性能・品質要件……39
3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件……40
4)　拡張性に関する要件……40
5)　安全確保……41
6)　運用・保守に関する事項……41

7）　留意点 ……41
3.2.2.5　航空機ブラスト検出カメラ／センサー……42
1）　機能要件……42
2）　性能・品質要件……42
3）　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件 ……43
4）　拡張性に関する要件……43
5）　安全確保……43
6）　運用・保守に関する事項 ……44
7）　留意点 ……44
3.2.3　信号機設備……45
3.2.3.1　信号機設備の役割・必要なシチュエーション……45
3.2.3.2　信号機設備の要件 ……45
1）　機能要件……45
2）　性能・品質要件……46
3）　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件 ……46
4）　拡張性に関する要件……46
5）　安全確保……46
6）　運用・保守に関する事項 ……46
3.2.3.3　信号機設備の設置要件 ……46
1）　信号機の設置箇所 ……46
2）　信号機設備を設置する際の制御方式……47
3）　留意点 ……47
4）　交通量の調査方法 ……48

1 本ガイドラインについて

1.1 本ガイドラインの目的及び位置づけ

空港制限区域内への自動運転の導入にあたって、自動運転車両の車両技術のみでは対応が困難な場合や、複数の事業者の運行する自動運転車両の混在、手動運転車両との混在等、安定的な走行が困難な場合があることから、適切なインフラや運用ルールを整備する必要がある。

「2025 年の空港制限区域内におけるレベル 4 自動運転車両の導入」という目標に向けては、車両技術の向上はもとより、共通インフラや運用ルールについて、「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」や「共通インフラ検討ワーキンググループ／運用ルール検討ワーキンググループ」にて検討を進めてきたところである。特に、インフラについては、あらかじめ統一された仕様に基づき整備することで、各事業者が利用しやすいものにする必要があるとされた。

本ガイドラインは、以上のことを踏まえ、空港の制限区域内の安全かつ円滑な車両運行を確保することを目的としたインフラ整備が必要な場合に有効と考えられるインフラの機能や要件等を示すことを目的とし、インフラの機能や要件等に関して統一すべき事項や導入事例・効果について記載している。

なお、本ガイドラインは、各事業者による共通インフラの性能向上の取組や、その実装等を妨げるものではなく、令和 6 年度までに議論の対象としてきたランプバス及びトーイングトラクターの自動走行の実証実験などから得られた知見に基づき作成しており、今後の技術動向・事業環境の変化等を踏まえて適宜更新を加えていくものとする。

本ガイドラインを参考にインフラの整備が行われることで、各事業者が共通で利用でき、かつ、共通インフラの利用にあたり必要な車両設備について、空港ごとに仕様を変える必要がなくなることが期待される。

1.2 本ガイドラインの使い方

本ガイドラインは、空港制限区域内で自動走行を行う際に、複数事業者が共通して利用することを前提として整備する共通インフラについて、整備する際に統一しておくことが望ましい項目を示し、共通インフラの整備主体が整備する際に参考となるものとした。

1.3 本ガイドラインで取り扱う用語の定義

本ガイドラインで取り扱う用語、ならびに、共通インフラの定義を下表に整理した。

表 1.3-1 用語の定義

用語	定義
空港制限区域	滑走路を含む着陸帯、誘導路、エプロン、その他人の立ち入り及び車両の使用等を禁止または制限する区域
エプロン	航空機における旅客の乗降、貨物の搭載、取卸し、燃料補給、駐機及び整備等を行うための場所
エプロン誘導路	エプロン上に設けられた誘導システムの一部で、航空機がエプロンを移動し、通り抜けるために供せられる経路
サービスレーン	航空機が移動するエプロン誘導路上を横断する GSE 通行帯
レベル 4 自動運行	レベル 4 自動運行（以下「自動運行」という。）とは、レベル 4 相当の自動運転による運行であり、空港制限区域内において、自動運行装置を当該自動運行装置に係る使用条件で使用して、当該自動運行装置を備えている車両を運行することをいう。
自動運転車両	自動運転車両とは、空港運用業務指針において、自動走行システムによる運転で走行する車両と定義された車両
手動運転車両	自動運転車両以外で、空港制限区域内を通行する全ての自動車（車両）
レベル 4 自動運転車両	レベル 4 自動運行に使用する自動車（車両）。
レベル 4 自動運行実施者	レベル 4 自動運行実施者（以下「自動運行実施者」という。）とは、レベル 4 自動運行を行うため、空港管理者よりレベル 4 自動運行を行おうとする空港の空港管理者の許可を受けた者
レベル 4 自動運行主任者	レベル 4 自動運行主任者（以下「自動運行主任者」という。）とは、自動運行実施者のうち FMS を使って運行管理を行う責任者
HMI （Human Machine Interface）	ヒューマンマシンインターフェース： インフラの状態監視や制御などをすることができる端末
自動運行実施者 FMS （事業者 FMS） （FMS： Fleet Management System）	自動運行実施者が、地図情報と連動しながらリアルタイムに移動体の位置を把握し、適切な経路情報の表示や配車指示を行うもの
共通 FMS （FMS： Fleet Management System）	複数の自動運行実施者 FMS と接続し、信号制御機能、状態監視機能、情報共有機能を通じて、車両の安全で円滑な通行を確保するもの

なお、適用上の位置づけを明確にするために、末尾の記載を下表のとおり分類している。

表 1.3-2　末尾の記載方法

分類	適用上の位置づけ	末尾の記載例
必須	技術的に明確であり遵守すべき事項	～する。 ～あること。 ～なければならない。
勧告 提言	技術的に明確であり遵守に努める事項 条件等によって認められる事項 実施することが良い事項	～すべきである。 ～できる。 ～望ましい。 ～必要がある。
事実の紹介 考え方	目的や概念、考え方を記述した事項 既存事例等を紹介する事項	～ある。 ～している。 ～れる。

1.4　本ガイドラインの構成

本ガイドラインは、「1　本ガイドラインについて」、「2　空港制限区域内での自動運行に必要な共通インフラ」、「3　共通インフラの要件」三部構成とした。

「1　本ガイドラインについて」では、本ガイドラインの目的及び位置づけ、使い方や構成について整理した。

「2　空港制限区域内での自動運行に必要な共通インフラ」では、空港制限区域内でレベル 4 自動運行を行うにあたり必要となる共通インフラの全体構成イメージ、各設備の種類やその概略について整理した。

「3　共通インフラの要件」では、これまで実証実験を実施してきた各事業者の自動運転技術の現状や今後の開発見通しを踏まえ、整備すべき共通インフラについて、機能要件、品質・性能要件、相互運用性・互換性・外部連携に関する要件、拡張性に関する要件、安全確保、運用・保守に関する事項、留意点などを項目ごとに整理した。

2　空港制限区域内での自動運行に必要な共通インフラ

2.1　共通インフラの概要

空港制限区域内での自動運行に必要となる共通インフラとは、自動運転車両の自己位置推定のための補助設備と、自動運転車両の車載センサーだけでは安全かつ円滑に走行が困難な交差点やサービスレーン等における交通整理のための補助設備を指す。

空港の制限区域内への自動運転の導入にあたって、自動運転車両の車両技術のみでは対応が困難な場合や、複数の事業者の運行する自動運転車両の混在、手動運転車両との混在等、安定的な走行が困難な場合において、共通インフラの整備により、安全かつ円滑な車両運行を確保することを目的としている。

2.2　共通インフラの全体イメージ

ここでは、空港制限区域内における自動運行に必要な共通インフラの設備による全体イメージを示す。

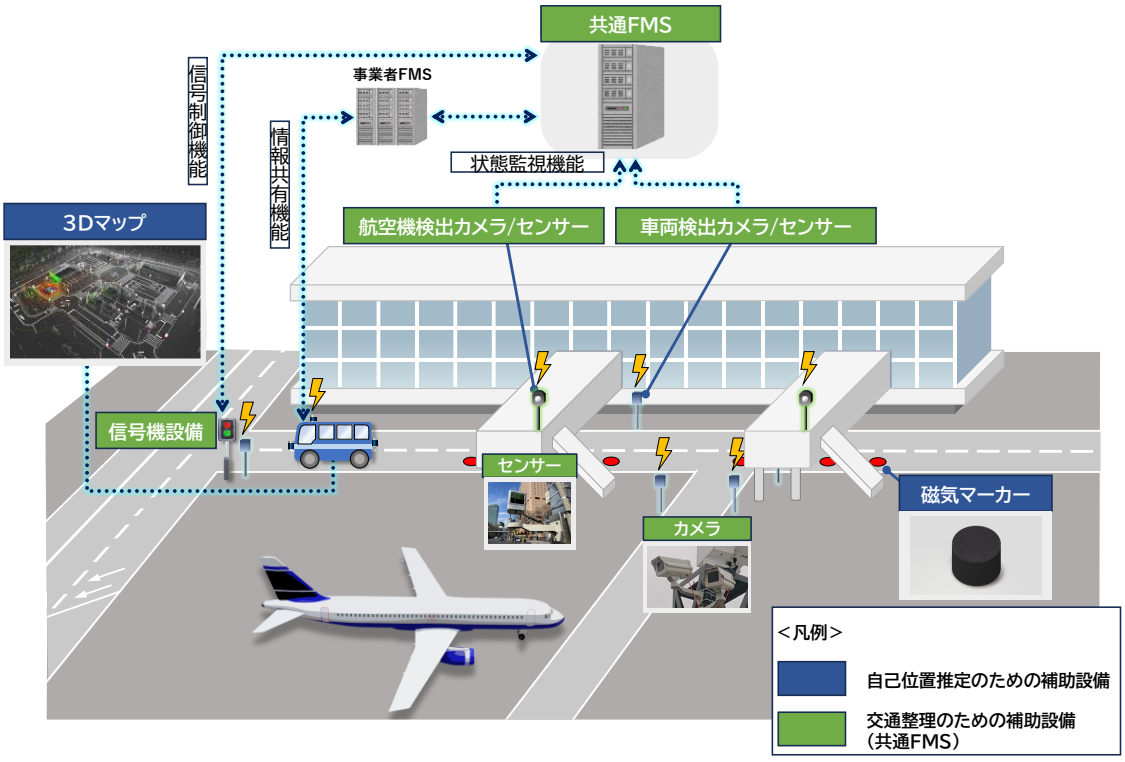


図 2.2-1　共通インフラの概略図

2.3　構成する設備・システムの種類

2.3.1　自己位置推定のための補助設備・地図基盤

2.3.1.1　磁気マーカー

磁気マーカーは、自動運転車両の底部に設置した高感度磁気センサーで検知し、車両位置を正確に特定して、精度よく自己位置推定することを目的としている。

GNSS が届かないトンネル内や、降雨や積雪によって道路の区画線が見えず、カメラの画像認識の信頼性が低下するところなど、磁気マーカーを活用したポジショニング・システムによって、自動運転車両の自己位置推定を補助する役割を担う。

種類としては、埋設タイプと表面設置タイプの 2 種類がある。埋設型は磁気マーカーへの耐久性が要求される通常の道路に用いられる。表面設置型は、設置箇所が構造的に埋設のための孔空けが困難である場所や設置場所を変更する場合に用いられる。

また、RFID と磁気マーカーを併用し、事前に RFID に磁気マーカーの番号や位置情報を格納することで、磁気マーカーの個体識別情報を自動運転車両に伝達することが可能となる。

埋設型
（直径 30mm×厚さ 20mm）

表面設置型
（直径 100mm×厚さ 3.5mm）
※磁石部　厚さ 2mm

図 2.3-1　磁気マーカーの例

出所）「GMPS（磁気マーカシステム）が実現する高精度・高信頼な自動運転」愛知製鋼株式会社
https://www.aichi-steel.co.jp/smart/mi/gmps/technology.html（2024/2/XX 閲覧）

2.3.1.2　3D マップ

3D マップは自動運転車両が走行する空港制限区域内の GSE 通行帯等の地物を収録したベクトルデータである。GNSS や LiDAR 等の自動運転車両の車載センサーで取得した自車位置をベクトルデータの地物情報とマッチングすることで、車両の自動走行システムに必要とされる高い精度での自己位置推定を可能とすることを目的としている。

自動運転車両が走行する空港制限区域内の GSE 通行帯等について、車両通路中央線や路側線など現実世界に存在する地物の情報を参照することで自己位置推定の精度向上などを補助するとともに、車線中心線や交差点内車線中心線などの現実世界に存在しない地物の情報を参照することで自動運転車両の安定走行を補助する役割を担う。

3D マップでは、以下の仕様を想定する。

- 3D マップを各自動運転車両が使用可能とすることを目的として、3 次元点群データから作成した共通利用可能な項目を含むベクトルデータ
- 図化項目は、車両通路中央線、車両通路外側線、停止線、横断歩道、車線中心線、交差点内車線中心線、交差点領域等といった空港の制限区域内の GSE 通行帯等における地物の情報
- 3D マップの任意の位置に誤差数 cm レベルに抑えた座標値（緯度経度）を設定（自動運転車両は GNSS 等による位置情報を利用し、自車の周辺環境を正確に把握することが可能）

	図化項目	地物種類
1	車両通路中央線	実在
2	車両通路外側線	実在
3	停止線	実在
4	横断歩道	実在
5	車線中心線	仮想
6	交差点内車線中心線	仮想
7	交差点領域	仮想

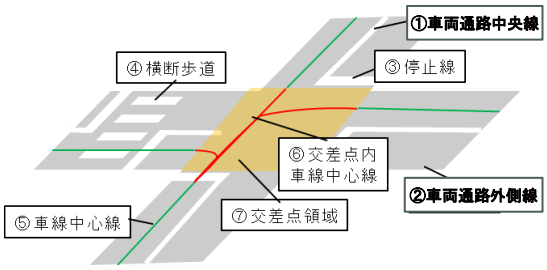
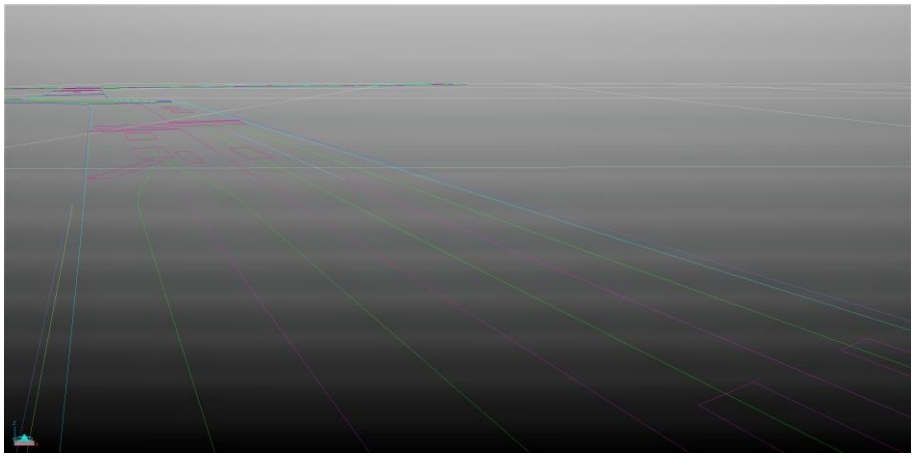
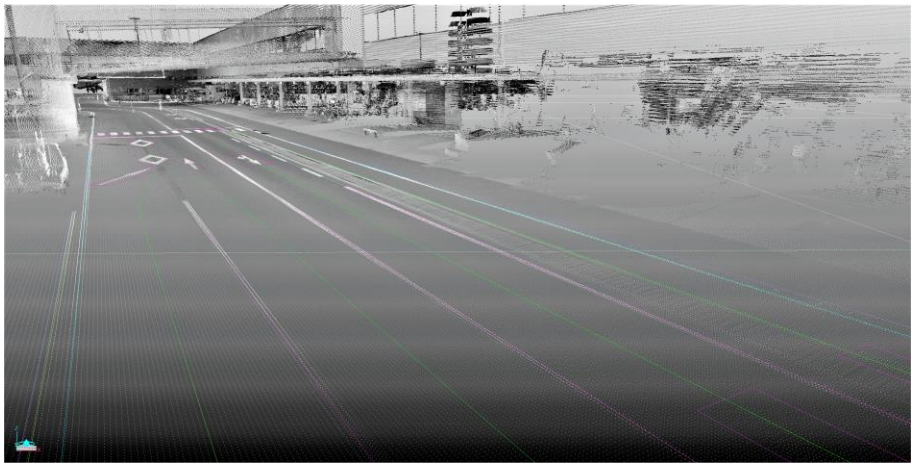


図 2.3-2　3D マップの構成イメージ

3 次元点群データのみ



ベクトルデータのみのイメージ



ベクトルデータと 3 次元点群データの重ね合わせイメージ

図 2.3-3　実際の 3D マップのイメージ

2.3.1.3　ターゲットラインペイント

ターゲットラインペイントは、LiDAR で検知することを可能にする特殊な塗料である。GNSS の電波が弱い場所や周囲に特長物が少なくマップマッチングが難しい場所でも自己位置推定の補助設備として走行支援が可能である。

現在、導入されている活用手法としては、ライントレース、進行方向の位置補正が困難な場面への距離標としての活用、３D マップへ組み込むことによる自己位置推定の精度向上の３つがあげられる。

ターゲットラインペイントの特長としては、以下のようなものがある。

- 汎用的な LiDAR で読み取りが可能
- 塗装の形状や場所に設計・施工の自由度が高い
- 施工コストが比較的安価
- 環境構築・ルート変更が容易
- 従来の路面ライン塗装と同程度の耐久性
- 必要箇所のみ再塗装でき、メンテナンスが容易

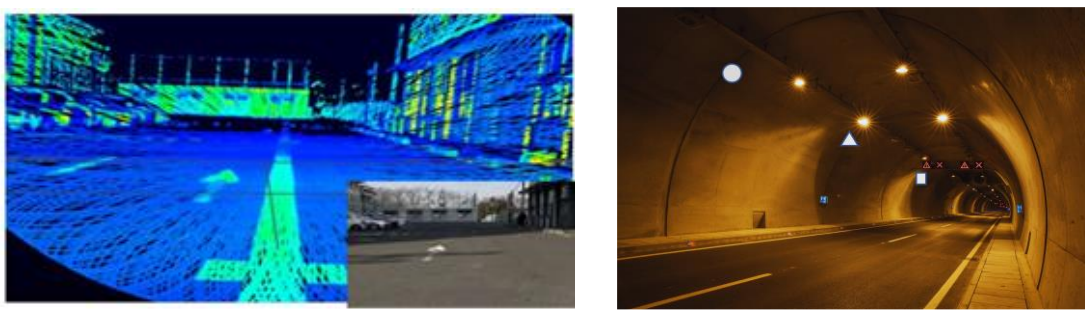


図 2.3-4　自己位置推定のための補助設備の例（ターゲットラインペイント）

出所）日本ペイントホールディングス株式会社　自動運転の実現を可能にする ターゲットラインペイント
https://www.nipponpaint-holdings.com/rd/technology/rd_technology_targetlinepaint/
（2024/2/XX 閲覧）

2.3.2

2.3.2　交通整理のための補助設備（共通 FMS）

共通 FMS は、複数の自動運行実施者 FMS と接続し、信号制御機能、状態監視機能、情報共有機能を通じて、空港制限区域内を通行する交通を整理することを目的としている。

自動運転車両や手動運転車両が交錯する交差点、見通しの悪い交差点などにおける車両の通行の制御、ならびに、車両の通行の妨げとなる事象や事前に共有しておくべき情報を自動運行実施者と各事業者 FMS を通じて共有することで、各車両の安全で円滑な通行を確保する役割を担う。

本ガイドラインでは、共通 FMS は以下の機能を想定する。

- 信号制御機能：信号機設備を制御することにより交差点における車両の通行を制御する。
- 状態監視機能：見通し不良箇所の車両走行状況等をカメラ映像あるいはセンサー検知データで提供する。
- 情報共有機能：緊急車両情報を提供するなど、空港運用情報等を共有する。

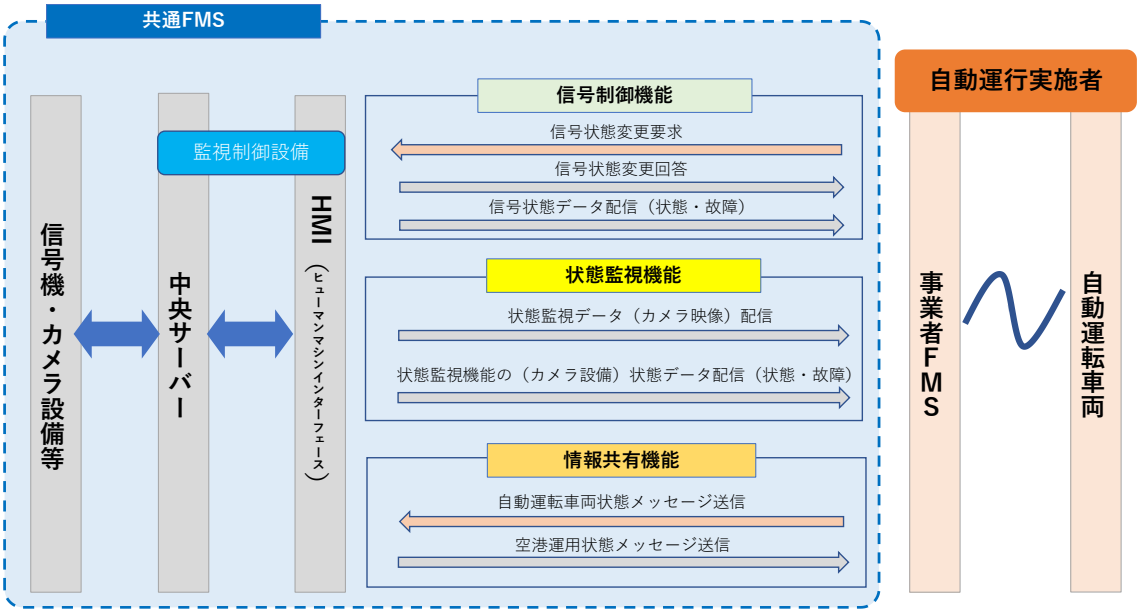


図 2.3-5　共通 FMS の機能イメージ

2.3.2.1　監視制御機能

監視制御機能は、状態監視設備のカメラ映像やセンサー情報の配信及び空港管理者と自動運行実施者の情報共有、信号機設備の制御のために必要な機能である。

設備としては、中央サーバーと HMI（空港管理者側で各共通 FMS の機能を監視制御する端末）等から構成される。

2.3.2.2　状態監視機能（カメラ／センサー等）

状態監視機能は、カメラ／センサー等により自動運転車両の死角解消（建物による死角及び車載カメラ等の性能上検知できない状況）のために必要な機能である。

設備としては、サービスレーンや見通し不良箇所を走行する航空機や車両の検出、あるいは航空機ブラストの検出のための設備である。

2.3.2.3　情報共有機能

情報共有機能は、工事や事故等、自動運転車両の走行において考慮すべき注意事項や空港制限区域内で生じている事象などについて、共通 FMS と自動運転を実施する各事業者の事業者 FMS で情報を共有するための機能である。

現時点では、共通 FMS と事業者 FMS との情報共有は伝文形式で行うことが想定されているが、今後、中長期的には、将来的な情報共有機能の発展形としてダイナミックマップに置き換えられる可能性がある機能である。

2.3.2.4　信号制御機能

信号制御機能は、交通量が多い交差点や見通しの悪い交差点等における車両の錯綜を回避するために、自動運転車両や手動運転車両の交差点通行可否を表示・送信するための機能である。

設備としては、信号機と信号機を制御する設備から構成される。

2.3.2.5　ダイナミックマップ（自動運行補助情報配信）

一般公道における自動運転を支援するデジタルインフラにおいては、3D マップ上に準静的情報（工事やイベントによる規制予定、渋滞予測、広域気象予報など）・準動的情報（観測時点における実際の渋滞状況、一時的な走行規制・走行障害・事故状況、実際の狭域気象など）・動的情報（移動体間の発信交換情報、信号現示・踏切遮断情報、交差点内歩行者・自転車・直進車情報など）を紐づけたものを「ダイナミックマップ」としている。

一方、空港制限区域内における自動運転において、短期的には、運行に必要な準静的以上の情報を、共通 FMS を通じて配信することとし、これらの情報には位置情報（緯度経度）を含めない、すなわち、3D マップと紐づけしない想定であるため、「自動運行補助情報配信」とすることとしている。

ただし、今後の技術動向を踏まえつつ、中長期的には 3D マップとの紐づけも検討することとする。

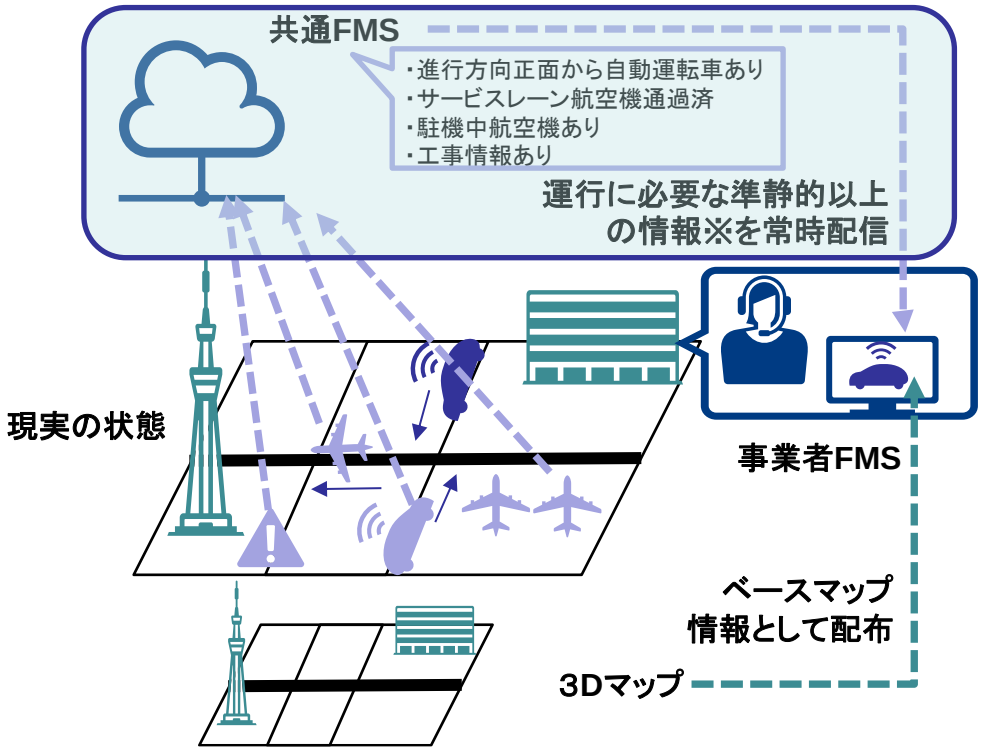


図 2.3-6　自動運行補助情報配信の概念

3 共通インフラの要件

3.1 自己位置推定のための補助設備

ここでは、自己位置推定のための補助設備として、磁気マーカー、3D マップの整備が必要な場合に有効と考えられるインフラ設備の要件等に関して統一すべき事項などについて記載する。

3.1.1 磁気マーカー

磁気マーカーは、自動運転車両の底部に設置した高感度磁気センサーで検知し、車両位置を正確に特定して、精度よく自己位置推定することを目的とした設備である。

ここでは、羽田空港で実際に整備された埋設型の例を基に記載する。

3.1.1.1 自己位置推定のための補助設備の役割・必要なシチュエーション

磁気マーカーは、トンネル、建物やボーディングブリッジ下、建物近傍、カーブ、等、GNSS や LiDAR 等による自己位置推定が難しい場所や環境条件（降雨時、降雪時）、正確な制御が求められる場所（バス停留所等での正着制御）などにおいて、自己位置推定を補助する施設として活用される。

既存の導入事例としては、羽田空港では第一ならびに第二ターミナルの空港制限区域内に磁気マーカーを埋設し、2019 年に磁気センサーを搭載した大型自動運転バスの走行実証実験を実施している。また、中部国際空港では表面設置型の磁気マーカーを設置し、2021 年に自動運転バスの走行実証実験を実施している。これらは空港制限区域内でのバスの正確な自己位置推定ならびに自動走行制御を目的としたものである。

3.1.1.2 機能要件

磁気マーカーは自動運転車両の自己位置推定を補助するための設備であることから、自動運転車両の底部に設置された磁気センサーが検知可能な磁力を発するものとする。

3.1.1.3 性能・品質要件

1） 材料特性

磁気マーカーに用いる磁石の材料特性は、下表に示す基準を満たすこと。

これらの基準は、各磁石メーカーの製品の材料特性を踏まえた上で、それらを満たすものである。

表 3.1-1 磁気マーカーの材料特性

項目	基準
最大エネルギー積（BHmax）	5.0kj/m³ 以上
残留磁束密度（Br）	150mT 以上
保磁力（iHc）	150kA/m 以上

2） 磁気特性

磁気特性については、下記の 2 点を満たすこと。

① 磁気マーカー直上、路面から 200mm の位置で磁力が 40μT 以上とする。

② 磁石の N-S 方向は路面に鉛直方向とする。

40μT は日本における地磁気程度であり、現時点での一般的な磁気センサーで計測可能な磁気のレベルを設定している。

磁石の N-S 方向を路面に鉛直方向とするのは、横方向になると設置の際に角度規定が必要で施工が難しくなるためである。

3） 形状・寸法

磁気マーカーには、埋設型と表面設置型がある。

磁気マーカーの形状・寸法は、埋設深や使用用途に応じて選定が必要で、事前に空港管理者及び自動運行実施者と協議し決定する。

磁気マーカーの設置場所への航空機や大型車両などによる大きな加重が想定されない場合や短期的な実証実験で現状復帰が必要な場合などでは、設置も簡易に行える表面設置型でもよい。一方、恒久的な利用が予定される場合あるいは磁気マーカーの設置場所へ航空機や大型車両などによる大きな加重が想定される場合には埋設型が望ましい。

埋設型
（直径 30mm×厚さ 20mm）

表面設置型
（直径 100mm×厚さ 3.5mm）
※磁石部　厚さ 2mm

図 3.1-1　磁気マーカーの例

出所）「GMPS（磁気マーカシステム）が実現する高精度・高信頼な自動運転」愛知製鋼株式会社
https://www.aichi-steel.co.jp/smart/mi/gmps/technology.html（2024/2/XX 閲覧）

4） 材料強度

空港土木施設設計要領（構造設計編）3.4.2 載荷重に記載の車両（トーイングトラクター、車両・大型消防車）接地圧の最大値である「1.0N/mm^2 以上の強度」を満足するものとする。

3.1.1.4　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

複数の自動運行実施者が磁気マーカーを活用した自動運転車両を使用する場合、使用する磁気マーカーの性能や設置箇所等については関係者で協議して決定すること。

3.1.1.5　拡張性に関する要件

RFID と磁気マーカーを併用する事で、位置情報等の磁気マーカーの個体識別情報を自動運転車両に伝達することができる。

また、自動運転車両が自己位置推定に用いる 3D マップへ磁気マーカーの設置位置を記録することで、自動運転車両は自己位置推定の精度向上が期待できる。そのため、3D マップと磁気マーカーを使用して自己位置推定する自動運転車両を用いる場合は、磁気マーカーと 3D マップの連携も検討することが望ましい。

3.1.1.6　安全確保

自動運転車両による磁気マーカーの検出状況のモニター結果から磁気マーカーより発せられる磁気強度等、性能の劣化兆候が見られた場合は可及的速やかに状況確認を行うこと。

なお、磁気マーカーが発する磁気の人体影響に関しては、WHO の公式協力機関である国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）によるガイドラインの数値を下回っている。

3.1.1.7　運用・保守に関する事項

GSE 通行帯における巡回点検等に合わせて路面のひび割れの有無などを確認し、点検・評価結果等に基づき、必要に応じて補修・更新する。

なお、参考として、2017 年より開始された一般道路での自動運転の実証実験で埋設した磁気マーカーは、5〜10 年の道路保守期間に対して 2024 年 12 月時点で現在までに問題は発生していない。

また、設置箇所については現場で路面点検を行う必要があるため、点検等の際は当該箇所を通過する他車両の関係者等へ周知すること。

3.1.1.8　設置仕様・基準

1）　設置間隔

標準の場合、縦断方向は基本的に約 1〜2m の間隔で磁気マーカーを設置する。これは、常に車両の下方に磁気マーカーがある状態を確保すること、また、車両側にも磁気マーカーの設置間隔で磁気センサーを取り付けることで、同タイミングで車両の前後で位置検出ができ自動運転車両の回頭角がわかるメリットがあるためである。ただし、車両側のニーズに応じて、磁気センサーの個数は一つでも問題ない。RFID と磁気マーカーを併用する場合には、隣の磁気マーカーの RFID 情報を誤って検知しないよう 2m の間隔は確保すること。

最終的な設置間隔は、設置箇所及び導入目的、対象車両の回転半径等によって異なる。そのため、自動運行実施者、空港管理者との協議の上決定すること。

横断方向は、GSE 通行帯の直線部や曲線部の幅員、ならびに、自動運転車両の車幅、車

両相互すれ違い時の対向車との余裕幅等を考慮の上、設置すること。必ずしも車両中央線と外側線の中央部に磁気マーカーを設置すると決まっているわけではないことに留意の上、縦断方向と同様に、自動運行実施者、空港管理者との協議の上決定すること。

2) 設置位置及び埋設深(埋設型の事例)

磁気マーカーは、計画・設計時に CAD 図で指示された設置位置に所定の埋設深に設置する。埋設深としては、下図に示すように直径 ϕ32mm 以上で深さ 30mm 以上の孔を削孔すべきである。

また、施工条件や磁気マーカーの設置数や施工延長が長い場合、溝掘削方式のほうが適している場合もある。そのため、施工方法の選定に際しては、施工条件のみならず自動運行実施者、空港管理者との協議の上決定すること。

なお、磁気マーカーは、鉄などの磁性体がマーカー自体の上面を覆ってしまう場合には発生磁場が妨げられてしまう。一方、磁気マーカーより下に磁性体による構造物がある場合には、発生地場への大きな影響はない。GSE 通行帯上にマンホール等がある場合には、それを 10cm 程度避けて設置すればよい。

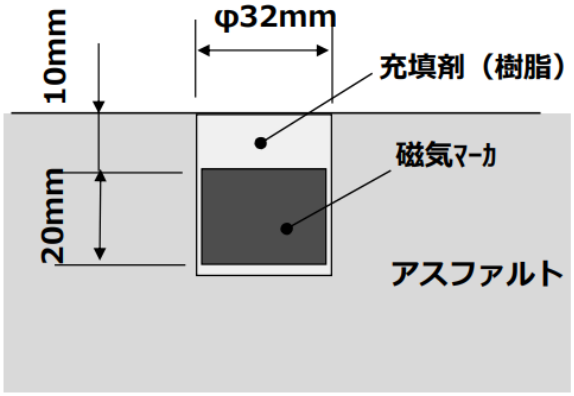


図 3.1-2 磁気マーカーの埋設深（孔掘削の場合）

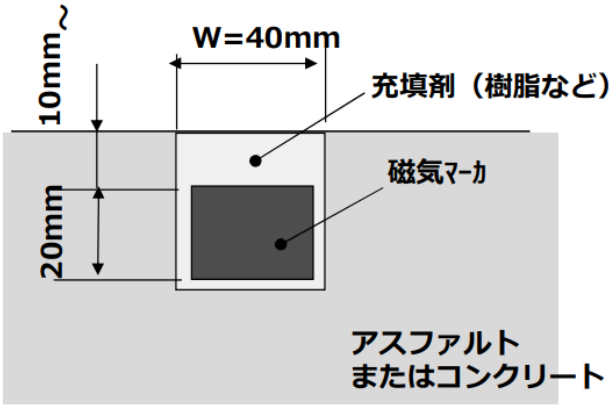


図 3.1-3 磁気マーカーの埋設深（溝掘削の場合）

3） 施工

磁気マーカーの施工にあたっては、航空機の運用の妨げとならないよう、航空機の通行もしくは停留しない時間帯、または工事区域を確保して実施することを原則とする。

また、人力のみによる維持修繕工事（大規模なものを除く）及び測量調査は、運航制限をしないで実施することができる。

（「空港土木工事共通仕様書」付 4－12 より）

4） 施工に際しての留意事項

施工に先立ち施工要領図を工事に先立ち提出するとともに、工事前には測量による磁気マーカーの設置位置を正確に把握するだけでなく、工事完了後は出来形検査を受けるとともに、磁気マーカーの施工精度（設置精度）の記録を作成提出すること。

5） 標準的な施工方法

標準的な施工方法を以下に示すが、所定の機能、耐久性、維持管理性を確保できる場合は、類似の施工法を用いることも可能である。

A） 電動ドリルまたはボーリングによる削孔による施工方法

① 電動ドリル等で φ32mm、H30mm 程度の孔を削孔する
② 磁気マーカーを設置
③ 磁気マーカーを所定位置（間隔）に設置する
④ 設置状況の確認（位置、深さ、鉛直性など）
⑤ 樹脂系充填剤などにて孔を埋める
⑥ 設置位置の記録

B） 溝掘削による施工方法

① 測量で設置位置を確認
② カッター（フラットソーイングなど）で W40mm、H40mm 程度の溝を掘削する
③ 磁気マーカーを所定位置（間隔）に設置する
④ 設置状況の確認（位置、深さ、鉛直性など）
⑤ モルタルや樹脂系充填剤などにて固定
⑥ グースアスファルト等にて溝を埋める
⑦ 設置位置の記録

6） 必要とされる設置精度

磁気マーカーの設置において要求される設置精度は下記の通りとする。

出来形については、 CAD 図及びエクセル表にて、数値データを取りまとめ提出するものとする。

Z 方向：＋5mm/－0mm 以下
X 方向、Y 方向：±10mm 以下
鉛直性：地盤に対して 90 度±0.5 度程度

Z 方向については、磁力は距離の 3 乗で減少することから、設置精度がばらついてしまうと車両の磁力センサー側が検知する磁力が変動してしまうためである。XY 方向についてはあくまで目安の値である。鉛直方向については、車両側の磁気センサーまでの距離を 200mm とした場合、鉛直方向から 0.5 度傾いてしまうと 1.7mm 磁気マーカーの位置からずれることとなる。傾きが小さいことが望ましいが、磁気センサーでの検知精度として許容される値を示しているものである。

3.1.1.9　留意点

磁気マーカーは自動運転車両の自己位置推定を補助する設備であるが、必ずしも磁気マーカーの直上を自動運転車両が走行する必要はない。その他、自己位置推定の補助に限らず、バス停留所の正着制御など、特に精度の高い車両制御が求められる箇所への設置も活用の一例としてあげられる。

なお、路面舗装や空港の気象条件等、設置環境により必要な性能が異なることがあるので、留意すること。

3.1.2　3D マップ

3.1.2.1　3D マップの役割

3D マップは、あらかじめ生成したベクトルデータに対して、自動運転車両の車載センサーで取得した自車位置の情報をマッチングし、自動走行システムが自己位置推定を精度高く行えるよう補助する役割を担う。

なお、現時点では、共通インフラとして、停止線等の交通情報を提供するため、3D マップの利用を自動運行実施者へ義務付けることが想定されている。

ただし、停止線等の交通情報を遵守することを前提に、車両制御に必要な地物情報を 3D マップへ追加するなどの編集やデータ変換を妨げるものではない。

1） 3D マップの定義

3D マップとは「高精度 3 次元地図」のことであり、モービルマッピングシステム（MMS：Mobile Mapping System）等で計測された 3 次元点群データを元とし、車線等の地物情報をベクトルデータとして図化したもので、道路及びその周辺に係る自車両の位置が車線レベルで特定が可能な地図である。

空港制限区域内においては、自動運転車両が GSE 通行帯等を走行する場合に必要とされる、共通的に走行可能な領域および各種車両通路中央線、路面標示等を示したものである。

2） 機能要件

a. 構成項目

3D マップは、車両通路中央線、車両通路外側線、停止線、横断歩道、車線中心線、交差点内車線中心線、交差点領域等のデータ項目で構成される。

３D マップで図化対象とする空間範囲は、自動運転車両の走行経路における GSE 通行帯、サービスレーン、エプロン内、その接続路、及び予見すべき歩行者が移動する隣接空間とする。

なお、航空機、GSE 車両、人など、動体物は、3D マップ上の地物対象としない。

下表に、2020 年度に羽田空港で整備済みの 3D マップの場合を事例として示す。

表 3.1-2　羽田空港にて整備済みの 3D マップの構成項目

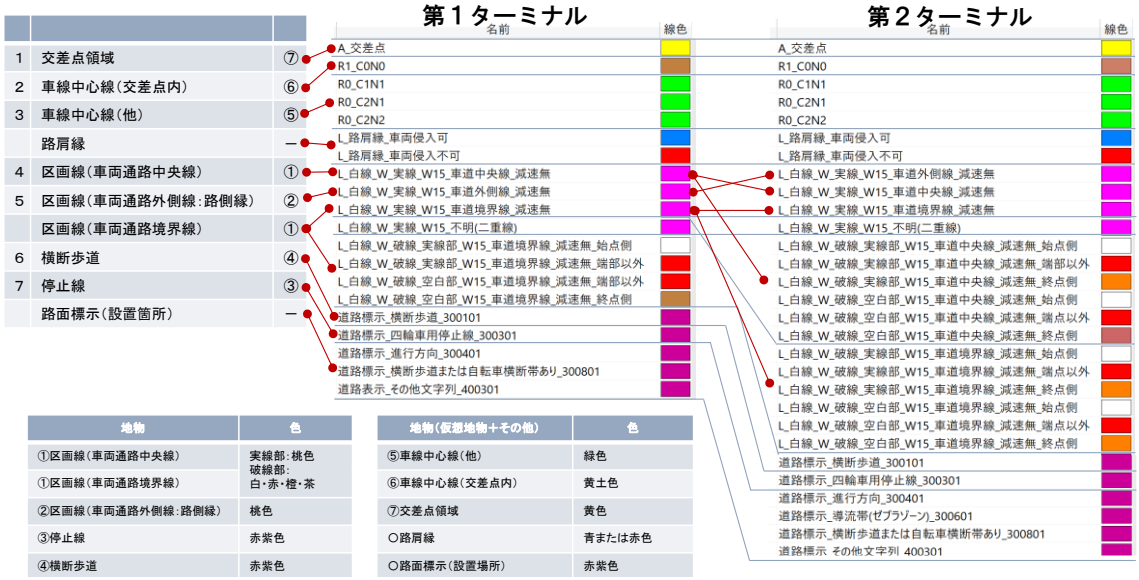
（一般道の地物情報との比較）

	SIP 必須地物	羽田空港での 整備地物	備考
1	車両通路端 （路肩縁）	–	空港制限区域内では「車両通路外側線」 と同一とみなす
2	車両通路中央線	車両通路中央線	まとめて「車両通路中央線」として定義
3	車線境界線		
4	車両通路外側線	車両通路外側線	一般公道と同様
5	停止線	停止線	一般公道と同様
6	横断歩道	横断歩道	一般公道と同様
7	道路標示	–	空港制限区域内の走行においては不要
8	信号機	–	–
9	車線リンク	車線中心線	一般公道と同様
10	交差点内車線リンク	交差点内車線中心線	一般公道と同様
11	交差点領域 （面型）	交差点領域	一般公道と同様

b. データのレイヤ構成

実例として、羽田空港にて作成した 3D マップのデータのレイヤ構成を以下に例示する。

表 3.1-3　3D マップのデータのレイヤ構成の例



地物	色
①区画線(車両通路中央線)	実線部:桃色 破線部: 白・赤・橙・茶
①区画線(車両通路境界線)	
②区画線(車両通路外側線:路側線)	桃色
③停止線	赤紫色
④横断歩道	赤紫色

地物(仮想地物＋その他)	色
⑤車線中心線(他)	緑色
⑥車線中心線(交差点内)	黄土色
⑦交差点領域	黄色
○路肩縁	青または赤色
○路面標示(設置場所)	赤紫色

c. 3D マップ図化項目

3D マップの対象地物・図化項目（仮想物含む）として以下のように設定。

	図化項目	地物種類
1	車両通路中央線	実在
2	車両通路外側線	実在
3	停止線	実在
4	横断歩道	実在
5	車線中心線	仮想
6	交差点内車線中心線	仮想
7	交差点領域	仮想

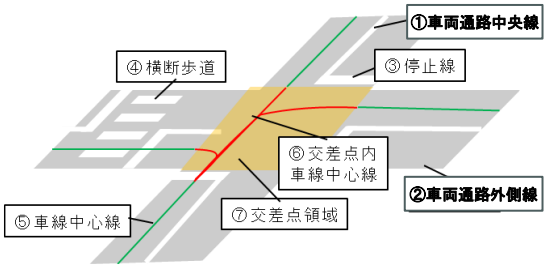


図 3.1-4　3D マップの対象地物・図化項目

なお、羽田空港では、各エリアによって引かれている車両通路外側線が上記定義通りではなく、多様な引き方で存在したため（車両通路外側線が引かれていない部分もある等)、一般公道での図化手法を参考に、可能な範囲でその他の線の図化も行った。

3） 性能・品質要件

対象地物・図化項目は自動運転実施者の自動運転車両が共通して利用可能な表現方法で設定されていること。

4） 相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

データフォーマットは、DXF 形式など、互換性、データ変換のしやすい共通利用性の高いものを用いること。

また、フォーマットの変換、データ項目の追加など、必要に応じて各自動運転車両のシステムで必要となる仕様に応じて対応可能とすること。

5） 拡張性に関する要件

各空港の事情や走行環境に応じて、オプションとして整備、提供が考えられるものは拡張性として考慮することができる。

6） 運用・保守に関する事項

データに関わる点検、現地の変化に伴う更新作業と更新データの提供及び上記に関わる情報共有・周知広報を行うこと。

GSE 通行帯等の変化、運用の停止（工事等）に関わる情報について、迅速かつ確実に自動運行実施者へ周知することが望まれる。

工事等により GSE 通行帯等の道路線形が変化した場合には、３D マップの更新を行うものとする。

3.1.2.2　点群データの取得

1）データ取得に用いる使用機器の品質

一般公道では、自動運転車両向けに取得される 3 次元点群データの密度は、一般的に、1,000 点/m2 以上のデータ密度の需要が高い。

空港制限区域内における自動運転車両向けの 3 次元点群データにおいても、同程度でのデータ密度を確保して 3 次元点群データを取得することが望ましい。最終的には、空港管理者、自動運行実施者との協議の上、3 次元点群データ密度は決定すること。

a. MMS 計測

3 次元レーザ計測機とデジタルカメラによって道路及び周辺の 3 次元座標データと連続映像を取得する車両搭載型計測装置 MMS（Mobile Mapping System：モービルマッピングシステム）を用いて、3 次元点群データの取得を行う。

参考となる使用車両・装置は下表の通りである。

表 3.1-4　MMS 計測に使用する車両・装置（参考事例）

MMS 計測車両（参考）		
車載機器	レーザスキャナ	■A 社製レーザ（高密度レーザ） 照射点数 1,000,000 点/秒、台数/1 台、 最大到達距離/約 120m ■B 社製レーザ 照射点数 27,000 点/秒、台数/2 台 最大到達距離/約 60m
	カメラ	画素数　500 万画素/台、台数/3 台 最速撮影枚数　2m ごとに 1 枚
	GNSS/IMU	GNSS 誤差予測値 水平＝25cm 以内、高さ＝25cm 以内を指標とする ※計測全体が予測誤差値 25cm 以内を保証するものではない ※GNSS 可視空間（5 個以上補足）の場合の精度指標である

2） データの取得仕様

データの取得仕様は下記の 2 点を満たすこと。

① 共通インフラの位置づけとし、使用が想定される個々の自動運転車両の特性等によらないものとする。

② 点群データに関わる基本事項の定義は下記の通り行う

点群データを作成する際に LiDAR から取得されるデータは、LiDAR によるデータを受け渡しするためのオープン/公開規格ファイル形式(LAS､LAZ 形式等)とする。

3） データの提供仕様

自動運行実施者が利用可能なオープン/公開規格ファイル形式（LAS、LAZ 形式等）で提供すること。

4） 留意点

取得したままのデータは、GNSS 電波遅延等による位置ゆれや不要取得データ（動体等）を含んでおり、この補正、編集を行う必要がある。

また、仕様に基づいた適正なデータの精度、密度等となっているかの確認を行い、3 次元点群データとする必要がある。

3.1.3　ターゲットラインペイント

3.1.3.1　ターゲットラインペイントの役割

現在、ライントレース、進行方向の位置補正が困難な場面への距離標としての活用、３Ｄマップへ組み込むことによる自己位置推定の精度向上として活用され、GNSS の電波が弱い場所や周囲に特長物が少なくマップマッチングが難しい場所でも自己位置推定の補助設備として、走行支援をする役割を担っている。

3.1.3.2　施工

施工は、現状、職人によるローラーでの手塗りであるが、将来的には機械化される見込みである。塗装厚の基準は、厚さ 100 ミクロン以上（≒平米 300‐400ｇ以上）である。塗料の色は用途や環境に応じて、どのような色に調整もすることが可能である。

3.1.3.3　運用・保守に関する事項

運用・保守については、現時点では目視による摩耗状況を確認することで再塗装を判断する。

3.1.3.4　留意点

積雪等で路面が覆われる場合には正確な位置情報を取得できない可能性がある。

3.2　交通整理のための補助設備（共通 FMS）

ここでは、共通 FMS の整備が必要な場合に有効と考えられるインフラ設備の要件等に関して統一すべき事項などについて記載する。

なお、現時点では、共通インフラとして交通整理するために共有される情報を提供するため、共通 FMS の利用を自動運行実施者へ義務付けることが想定されている。

3.2.1　監視・制御設備（共通中央処理部）

3.2.1.1　監視・制御設備の役割

監視・制御設備は、①HMI（ヒューマンマシンインターフェース）、②中央サーバー、③インターフェースから構成され、信号制御機能、状態監視機能、情報共有機能を通じて、各設備の監視制御や事業者 FMS との連接を行う。

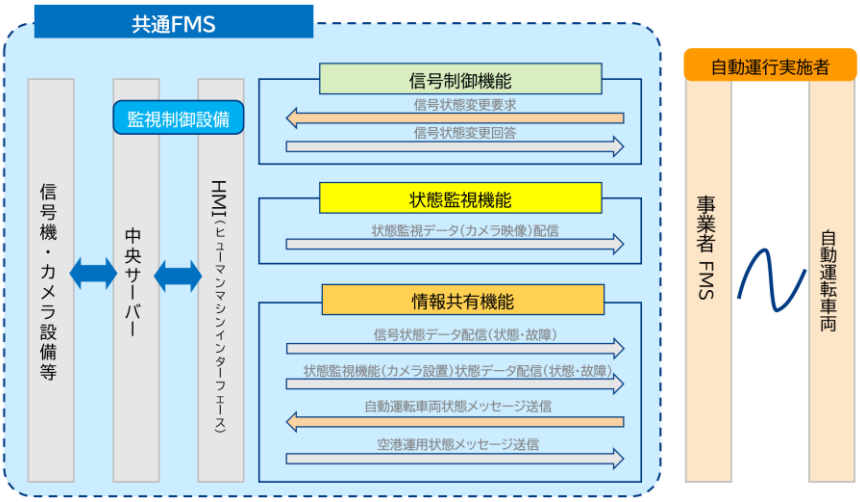


図 3.2-1　共通 FMS の機能イメージ

3.2.1.2　監視・制御設備の要件

1）　機能要件

＜全般＞

（1）監視制御設備は、共通 FMS 機能で連接する設備の運用状況（監視制御設備、信号機設備、状態監視設備、附帯設備等）を把握する機能を有すること。

（2）障害発生の際、異常であることを保守者に通知できること。

（3）設備間の回線をループ回線とするなど、障害発生の際は、障害部位の切り分けが容易となるよう診断機能を持つなどの対策を施すこと。

（4）装置の構成は極力モジュール化し、故障部分の取り替えが容易なものであること。

（5）共通 FMS 全体が保守・故障等で停止しないよう冗長化すること。

（6）信号機設備、カメラ／センサー設備、中央サーバー間のデータ共有や通信は、標準

化された通信方式とする。

＜HMI（ヒューマンマシンインターフェース）＞

（1）次の表示及び操作が行えること。

・信号灯器の点灯状態及び各機器の故障状態の表示

・状態監視設備におけるカメラ映像及び各機器の故障状態の表示

・自動運行実施者から送信される自動運転車両状態メッセージの表示

・各設備・空港運用状態メッセージ等の作成・送信

（2）上記（1）で求める内容は、空港マップ上に表示され、操作できること。

（3）空港管理者が信号設備及び状態監視設備の管理を効果的に行えるユーザーインターフェースであること。（異常検知のアラート表示、映像の表示等が含まれ、直感的で使いやすいデザインが求められる。）

（4）共通 FMS の各機器の故障受信時に、発報する機能を有すること。

（5）HMI の故障時、各種設備の運用に影響がないこと。

（6）空港管理者等関係機関から事業者 FMS（VIP ゲート運用に関する事業者 FMS 含む）へ各種情報をメッセージ等で提供する機能を有すること。

（7）空港管理者等関係機関から空港制限区域内緊急車両の出動、空港外からの緊急車両の入場に関する情報を事業者 FMS へ提供する機能を有すること。

（8）空港管理者等関係機関から共通インフラ設備の保守及び故障情報を事業者 FMS へ情報提供する機能を有すること。

＜中央サーバー＞

（1）信号制御部及び状態監視制御部、共通操作部等でそれぞれ個別に保守を行えるようにすること。

（2）物理冗長化および仮想化による冗長化を実施するなど、共通 FMS 全体が保守・故障等で停止しないよう冗長化すること。

（3）信号機設備については、下記を参考にすること。なお、より効果的な方法等がある場合はこの限りではない。

・警交仕規第 1001 号 警察交通安全施設端末装置共通仕様書「版 4」

・警交仕規第 1004 号 警察交通安全施設中央装置共通仕様書「版 1」

・警交仕規第 1012 号 交通信号制御機仕様書「版 5」

・警交仕規第 1014 号 交通信号灯器仕様書「版 4」

（4）模擬中央サーバー（シミュレーションソフト）等を構築し、共通 FMS と各車両との連接試験を行えるようにすることが望ましい。

＜インターフェース＞

（1）事業者 FMS、信号機設備、カメラ設備、中央サーバー間のデータ共有や通信は、標準化された通信方式とする。

（2）自動運行実施者の増加を想定し、公共性、接続容易性、拡張性を持たせること。
（3）信号制御機能における信号状態変更の要求・回答について、複数の自動運行実施者との連携を踏まえた伝達方法を構築すること。
（4）物理冗長化および仮想化による冗長化を実施するなど、共通 FMS 全体が保守・故障等で停止しないよう冗長化に配慮すること。

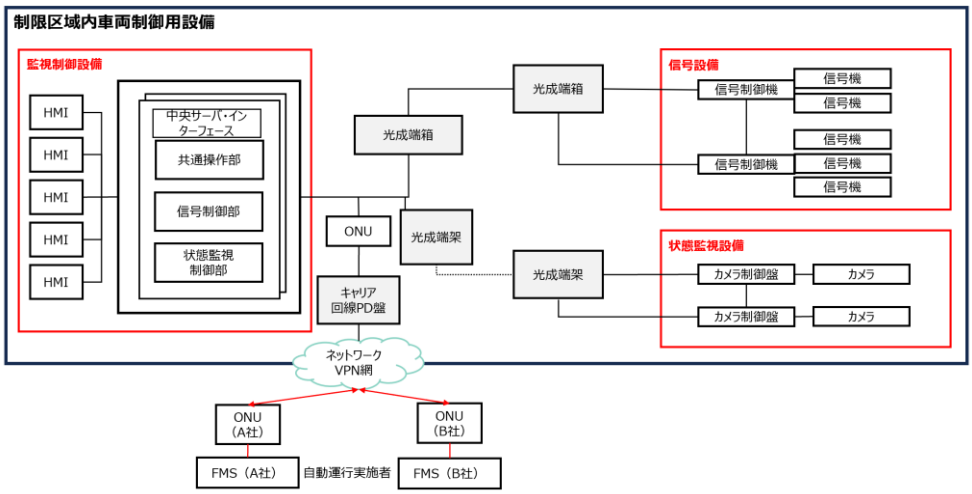


図 3.2-2　共通 FMS の各設備構成イメージ（例）

2）　性能・品質要件

各種機能要件を満足する性能であること。

3）　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

共通 FMS と事業者 FMS の通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一することとする。

表 3.2-1 にデータ内容例、**図 3.2-3** にインターフェース仕様例としてソケット接続方式のシーケンス図を示した。ソケット接続方式では、一方をクライアント、他方をサーバーとする 1 つのコネクションを使用し、お互いのオープン通知メッセージ送信処理が正常終了した時点をオープン完了とし、メッセージの送受信を開始する。サーバー側におけるパッシブオープンの開始タイミングは、オープン要求時の場合と、システム起動時などのオープン要求に先立って行われる場合がある。

表 3.2-1　データ内容例

機能名	名称	提供	取得	項目	プロトコル
信号制御機能	信号状況変更要求	事業者FMS	共通FMS	空港名、設備グループ名、施設・設備名、交差点番号、対象事業者、対象号車、進入方面、退出方面、ステータス	TCP/IP
	信号状態変更回答	共通FMS	事業者FMS		
	その他情報	共通FMS	事業者FMS	空港名、設備グループ名、施設・設備名、対象事業者、対象号車、自動運転異常	
状態監視機能	状態監視データ（カメラ映像）配信	共通FMS	事業者FMS	カメラ映像	http
情報共有機能	手動入力メッセージ	共通FMS	事業者FMS	空港名、設備グループ、施設・設備名、対象事業者、情報種類（信号設備状態情報、状態監視設備状態情報、VIP 対応情報、緊急車両情報、気象情報、その他情報）、メッセージ（手動入力）	TCP/IP
	自動応答（信号設備状態情報）	共通FMS	事業者FMS	空港名、設備グループ、施設・設備名、対象事業者、情報種類、交差点番号、故障情報	
	自動応答（状態監視設備状態情報）	共通FMS	事業者FMS	空港名、設備グループ、施設・設備名、対象事業者、情報種類、カメラ番号、故障情報	

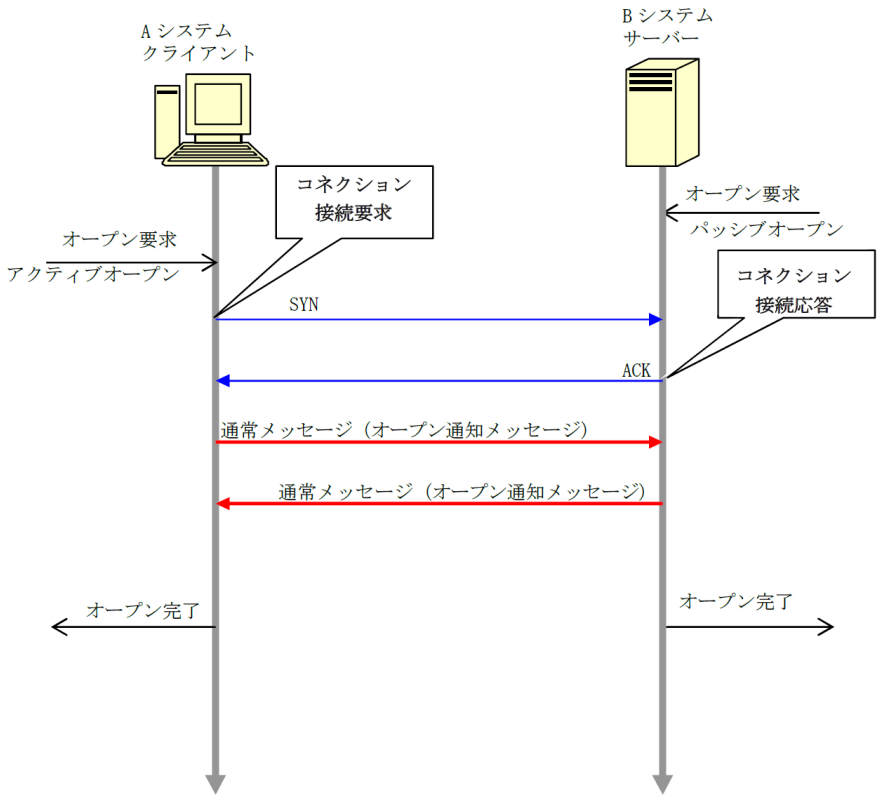


図 3.2-3　ソケット接続方式

図 3.2-4 に通信メッセージの構成例、**図 2.3-6** にメッセージの送受信シーケンス例を示した。また、**表 3.2-2** にメッセージヘッダの項目例、**表 3.2-3** に信号制御メッセージの電文フォーマット例、**表 3.2-4** に情報共有メッセージの電文フォーマット例を示した。

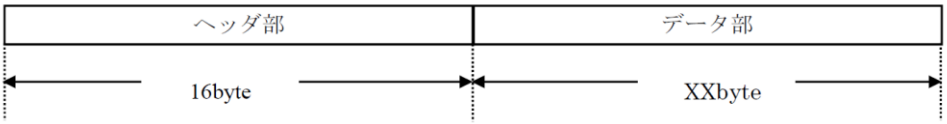


図 3.2-4　メッセージの構成例

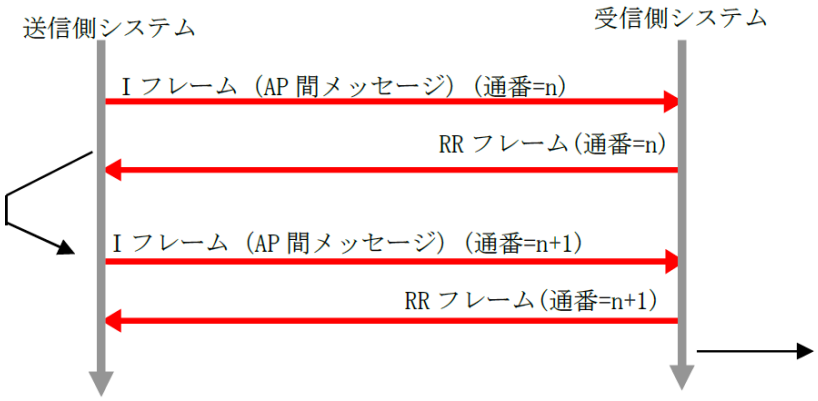


図 3.2-5　メッセージ送受信シーケンス例

表 3.2-2　メッセージの構成例

項番	項目名	型	サイズ	繰返	値域	内容説明
1	送信先番号	UNIT	1			
2	送信元番号	UNIT	1			
3	通番	UNIT	1			※ 制御層で通番管理を実施するため未使用
4	年	UNIT	1		0～99	西暦下二桁（2024 年→24）
5	月	UNIT	1		0～12	1:1 月～12:12 月
6	日	UNIT	1		0～31	1:1 日～31:31 日
7	曜日	UNIT	1		0～7	1:月曜日～7:日曜日
8	時	UNIT	1		0～23	0:0～23:23 時
9	分	UNIT	1		0～59	0:0～59:59 分
10	秒	UNIT	1		0～59	0:0～59:59 秒
11	情報種別	UNIT	2		11/12/13 /21/22/23	11: 信号状態変更要求 /12: 信号状態変更回答 /13: その他情報 /21: 手動入力メッセージ /22: 自動応答 （信号設備状態情報） /23: 自動応答 （状態監視設備状態情報）
12	分割番号	UNIT	2			
13	データ長	UNIT	2			

表 3.2-3　信号状態変更要求例

項番	項目名	型	サイズ	繰返	値域	内容説明
1	空港名	CHAR	4			
2	設備グループ名	CHAR	1			
3	施設・設備名	CHAR	1		1	1: 信号
4	交差点番号	CHAR	3			
5	システム区分	CHAR	1		1/2	1: 国内輸送 /2: 国際輸送
6	対象事業者	CHAR	2			
7	対象号車	CHAR	4			XXXX 号車
8	車両区分	CHAR	2		01	1: TT
9	貨物優先度	CHAR	1		0	現状未使用（0 固定）
10	進入方面	CHAR	1			
11	退出方面	CHAR	1			
12	ステータス	CHAR	1		1/2/3	1: 進入要求 /2: 退出通知 /3: 進入キャンセル

表 3.2-4　手動入力メッセージ例

項番	項目名	型	サイズ	繰返	値域	内容説明
1	空港名	CHAR	4			1: 自動運転
2	設備グループ名	CHAR	1		1	2: 情報共有
3	施設・設備名	CHAR	1		2	
4	対象事業者	CHAR	2			
5	情報種類	CHAR	2		01～06	01: 信号設備状態情報 /02: 状態監視設備状態情報 /03: VIP 対応情報 /04: 緊急車両情報 /05: 気象情報 /06: その他情報
6	メッセージ	CHAR	4000			手動入力メッセージ (日本語全角 1000 文字程度)

4) 拡張性に関する要件

自動運行実施者及び自動運転車両の増加、信号灯器やカメラ／センサー類の追加、自動運転車両の運行範囲の拡大をする場合、サーバー等の機器類の追加・増設、メモリ増強やプログラム類の変更で対応可能とするよう考慮すること。

5) 安全確保

共通 FMS が本来の役割を果たすために下記の 5 点を満たすこと。

① 監視・制御設備には正常に作動しているか自己診断機能を有するとともに、異常を検知した場合にはアラートを発出する。

② 信号機設備と状態監視設備、監視・制御設備内（中央サーバー、マシンインターフェース)、事業者 FMS 等関係するシステム間の伝達に係る通信が滞りなく行える。

③ 信号機設備情報、状態監視設備情報、監視・制御設備情報を通信する際のタイムラグがほぼ生じない。

④ 事業者 FMS と適切な周期で通信接続確認ができる。

⑤ セキュリティ対策として下記要件を満たす。

＜共通 FMS 側の対応＞

・HMI 端末及びサーバー機器にはウイルスチェックソフトを導入し、定期的にアップデートを行う。

・事業者 FMS と接続する部分のファイアウォールにおいては、事業者 FMS 間の通信は出来ないような仕組みとする。

・閉鎖された通信ネットワーク接続を基本とする。

＜事業者 FMS への要求事項＞

・各種セキュリティ脅威に対応する仕組みを具備すること。

<その他＞

・「空港分野における情報セキュリティ確保に係る安全ガイドライン　国土交通省」のうち「5 対策項目」等を参考とすることが望ましい。

6） 運用・保守に関する事項

（1） 運用

遠隔監視により故障を発見した場合又は故障等発生のおそれがある場合、速やかに状況確認を行い、関係機関への連絡等の適切な措置を講じること。

また、故障等の状況を勘案し、関係者と必要な連絡・調整を行った上で緊急保守を行い、速やかに復旧するよう努めること。

（2） 保守

維持管理の対象設備、保守内容、保守周期、保守体制、保守計画等について策定し、保守を実施する必要がある。

7） 留意点

共通 FMS が連携する設備は、各空港の事情によって設計することが望ましい。

3.2.2　カメラ/センサー

3.2.2.1　カメラ・センサーの役割・必要なシチュエーション

1)　サービスレーンにおける通行車両検出

サービスレーン内を他車両が走行している場合､接続する GSE 通行帯を走行する GSE 車両はサービスレーンとの交差点手前で停止し、サービスレーン内の車両が通過するまで待機するため、サービスレーン内を走行する車両の有無の検出が必要となる。

2)　サービスレーンにおける航空機検出

サービスレーンを走行する場合、航空機の接近の有無を確認し航空機の走行を妨げる場合にはサービスレーンには進入しないこととしているため、接近する航空機の有無の検出が必要となる。

3)　見通し不良箇所における車両等検出

車両の通行の安全を確保するため、交差点構造や建物等によって死角が生じる見通し不良箇所における他車両等の有無の検知が必要となる。

4)　航空機ブラスト検出

航空機によるブラストが発生している場合、ブラストの影響がなくなるまで所定の位置で待機するため、航空機の存在及びブラスト発生の有無の検知が必要となる。

3.2.2.2　サービスレーンにおける通行車両検出カメラ／センサー

1)　機能要件

サービスレーン内を車両が走行している場合、接続する GSE 通行帯を走行する GSE 車両は交差点手前で停止し、サービスレーン内の車両が通過するまで待機することとしているため、サービスレーン内を走行する車両の有無を検出できるものとする。

2)　性能・品質要件

サービスレーン内を走行する車両の監視範囲、カメラ／センサーの性能、通信を次の考え方で設計し整備すること。

a. 監視範囲

サービスレーン内を走行する車両は、図 3.2-6 に示す範囲を監視する。

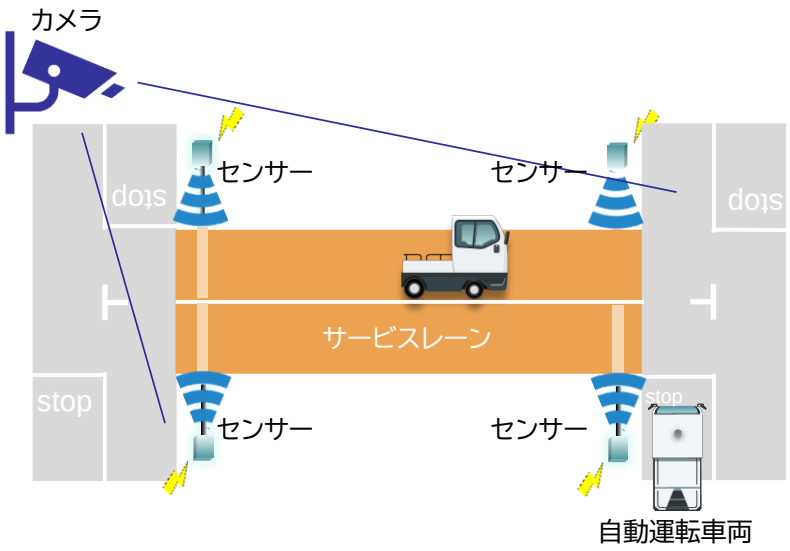


図 3.2-6　サービスレーンの監視範囲

b. カメラ／センサーの性能

サービスレーン内を走行する車両は、図 3.2-7 に示すカメラあるいはセンサー、またはその組み合わせにより検出する。

センサー

カメラ

図 3.2-7　センサー・カメライメージ

＜対応できる照度＞

- 夜間でも検知・視認が可能なものとする
- カメラ／センサーから発光させる場合、航空機等の空港運用の妨げにならないよう留意する

＜対応できる撮影・検知範囲＞

- 撮影や検知範囲の対象とするサービスレーンの全域をカバー可能な台数を設置する

＜環境条件＞

- 空港立地地域で想定される平均的な最低気温から最高気温まで耐寒性・耐熱性を有すること

3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

カメラ／センサーの通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一すること。

4） 拡張性に関する要件

カメラ／センサーの性能向上や通信手段の性能向上に柔軟に対応できるよう、それぞれで設備の入れ替えが可能な構成とすること。

当面、サービスレーン内を走行する車両の有無は、自動運行主任者がカメラ映像、もしくはセンサー情報を目視で確認し判断する。

ただし、将来的には交通整理するための補助設備（共通 FMS）より共有される情報を基に事業者 FMS が自動で判断できるよう、情報共有機能を共通 FMS が具備できるようにすることが望ましい。また、その際にカメラを用いるのであれば AI 解析が可能な解像度を有するものを採用する。

5） 安全確保

カメラやセンサー等の状態監視情報を、自動運行主任者が目視で確認し、自動運転車両の停止／発進操作が可能なよう下記の 3 点を満たすこと。

① カメラ／センサーには正常に作動しているか自己診断機能を有するとともに、異常を検知した場合にはアラートを発出する
② 共通 FMS、事業者 FMS 等関係するシステムへの映像や検知内容の伝達に係る通信が滞りなく行える
③ 映像や検知内容を通信する際のタイムラグがほぼ生じない

6） 運用・保守に関する事項

運用時にカメラ／センサーの情報送受信の滞り、検知性能の劣化兆候等の品質低下が見られた場合は可及的に速やかに状況確認を行い、適切な措置を講じること。

適切な頻度の定期点検をカメラ／センサーそれぞれに対して実施し、必要に応じて修理・更新すること。なお、修理・更新中は当該カメラ／センサーが利用できなくなるため、期間や内容、制限事項をふまえた適切なバックアップ設備を準備のうえ実施することが望ましい。

また、カメラやセンサーの落下等の明らかな異常を認めた場合、発見者が空港管理者か否かに関わらず可及的速やかに各関係者へ連絡できるようあらかじめ周知広報すること。

その他、カメラ/センサーについても 3.2.1.2 6) (1),(2)と同様とする。

7） 留意点

カメラ／センサーの設置が必要な箇所や、それらに必要な性能は空港や場所ごとに異なるため、検討の上、適切な設備を選択すること。

3.2.2.3　サービスレーンにおける航空機検出カメラ／センサー

1）　機能要件

サービスレーンを走行する場合、航空機の接近の有無を確認し航空機の走行を妨げる場合にはサービスレーンには進入しないこととしているため、接近する航空機の有無を検出できるものとする。

サービスレーン内を走行する航空機の監視範囲、センサーの性能、通信を以降の考え方で設計し整備する。

2）　性能・品質要件

走行する航空機の監視範囲、カメラ／センサーの性能、通信を次の考え方で設計し整備する。

a. 監視範囲

航空機の存在を検出する範囲は、自動運転車両が当該サービスレーンを通過中に航空機が 100m 以内に接近しないことを推定するために必要な範囲を監視する。

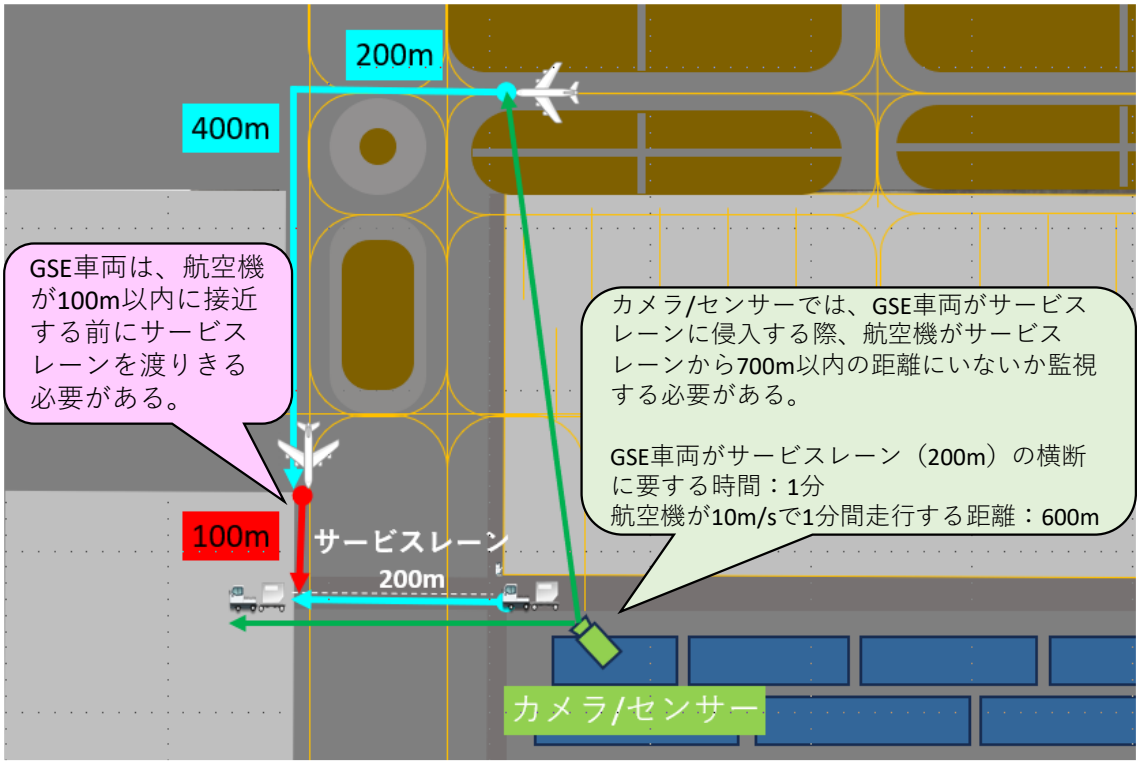
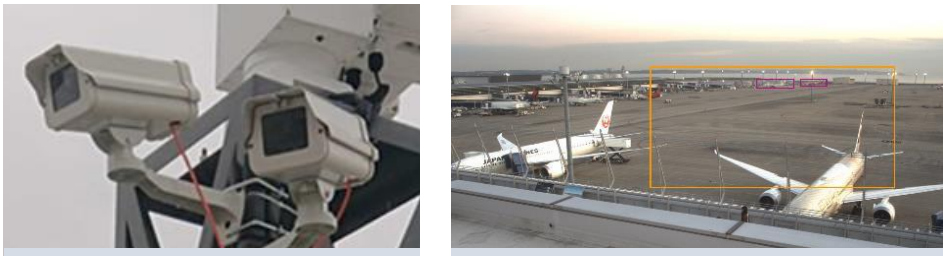


図 3.2-8　サービスレーンの横断に必要な見通し線（必要となる監視範囲）

b. カメラ／センサーの性能

走行する航空機は、図 3.2-9 に示すカメラあるいはセンサー、またはその組み合わせにより検出する。



カメラ　　映像イメージ

図 3.2-9　カメライメージ

＜対応できる照度＞

- 夜間でも検知・視認が可能なものにすること
- カメラから発光させる場合、航空機等の空港運用の妨げにならないよう留意すること

＜対応できる撮影・検知範囲＞

- 設置予定台数でサービスレーン幅員をカバーできる撮影・検知範囲を持つこと

＜環境条件＞

- 空港立地地域で想定される平均的な最低気温から最高気温まで耐寒性・耐熱性を有すること

3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

カメラ／センサーの通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一すること。

4)　拡張性に関する要件

カメラ/センサーの性能向上や通信手段の性能向上に柔軟に対応できるよう、それぞれで設備の入れ替えが可能な構成とすること。

当面、走行する航空機の有無は、自動運行主任者がカメラ映像やセンサー情報を目視で確認し判断する。ただし、将来的には交通整理するための補助設備（共通 FMS）より共有される情報を基に事業者 FMS が自動で判断できるよう、AI 解析が可能な解像度を有するものを採用することが望ましい。

5)　安全確保

カメラやセンサー等の状態監視情報を、自動運行主任者が目視で確認し、自動運転車両の停止／発進操作が可能なよう下記の 3 点を満たすこと。

① カメラ／センサーには正常に作動しているか自己診断機能を有するとともに、異常を検知した場合にはアラートを発出する

② 共通 FMS、事業者 FMS 等関係するシステムへの映像や検知内容の伝達に係る通信が滞りなく行える

③　映像や検知内容を通信する際のタイムラグがほぼ生じない

6)　運用・保守に関する事項

運用時にカメラ／センサーの情報送受信の滞り、検知性能の劣化兆候等の品質低下が見られた場合は可及的に速やかに状況確認を行い、適切な措置を講じること。

適切な頻度の定期点検をカメラ／センサーそれぞれに対して実施し、必要に応じて修理・更新すること。なお、修理・更新中は当該カメラ／センサーが利用できなくなるため、期間や内容、制限事項をふまえた適切なバックアップ設備を準備のうえ実施することが望ましい。

また、カメラやセンサーの落下等の明らかな異常を認めた場合、発見者が空港管理者か否かに関わらず可及的速やかに各関係者へ連絡できるようあらかじめ周知広報すること。

その他、カメラ/センサーについても 3.2.1.2 6) (1),(2)と同様とする。

7)　留意点

カメラ／センサーの設置が必要な箇所や、それらに必要な性能は空港や場所ごとに異なるため、適切な設備を選択すること。

3.2.2.4　見通し不良箇所における車両等検出カメラ／センサー

1）　機能要件

見通し不良箇所において、走行中の車両等の有無を検出できるものとする。

2）　性能・品質要件

見通し不良箇所を走行する車両等の監視範囲、センサーの性能、通信を次の考え方で設計し整備する。

a. 監視範囲

車両等の存在を検出する範囲は、自動運転車両が見通し不良箇所の通行に所要する時間を考慮し、図 3.2-10 に示す範囲を監視するものとする。

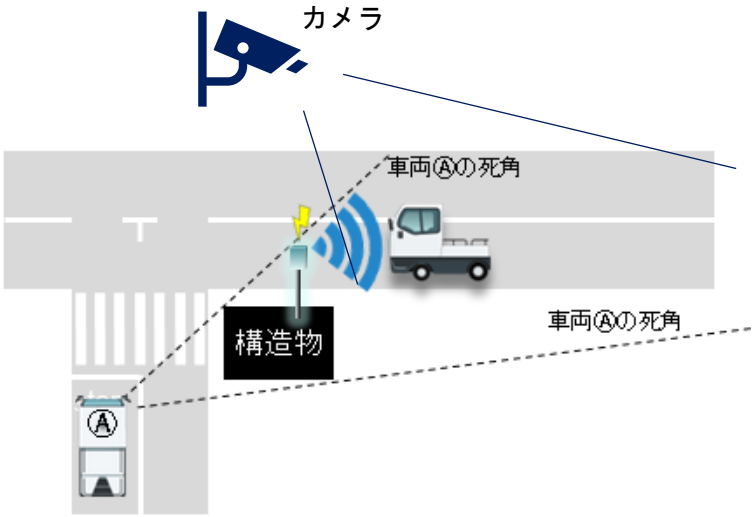


図 3.2-10　見通し不良の監視範囲

b. カメラ／センサーの性能

走行する車両は、図 3.2-11 に示すセンサー、もしくはカメラにより検出するものとする。

センサー

カメラ

図 3.2-11　センサー、カメライメージ

＜対応できる照度＞

- 夜間でも検知・視認が可能なものにすること
- カメラ／センサーから発光させる場合、航空機等の空港運用の妨げにならないよう留意すること

＜対応できる撮影・検知範囲＞

- 設置予定台数で見通し不良箇所をカバーできる撮影・検知範囲を持つこと
- カメラについては AI 解析が可能な解像度を有すること

＜環境条件＞

- 空港立地地域で想定される平均的な最低気温から最高気温まで耐寒性・耐熱性を有すること

3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

カメラ／センサーの通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一すること。

4)　拡張性に関する要件

カメラ／センサーの性能向上や通信手段の性能向上に柔軟に対応できるよう、それぞれで設備の入れ替えが可能な構成とすること。

当面、見通し不良箇所を走行する車両の有無は、自動運行主任者がカメラ映像、もしくはセンサー情報を目視で確認し判断する。ただし、将来的には交通整理するための補助設備

（共通 FMS）より共有される情報を基に事業者 FMS が自動で判断できるよう、情報共有機能を共通 FMS が具備できるようにすることが望ましい。また、その際にカメラを用いるのであれば AI 解析が可能な解像度を有するものを採用する。

5） 安全確保

カメラやセンサー等の状態監視情報を、自動運行主任者が目視で確認し、自動運転車両の停止／発進操作が可能なよう下記の 3 点を満たすこと。

① カメラ／センサーには正常に作動しているか自己診断機能を有するとともに、異常を検知した場合にはアラートを発出する
② 共通 FMS、事業者 FMS 等関係するシステムへの映像や検知内容の伝達に係る通信が滞りなく行える
③ 映像や検知内容を通信する際のタイムラグがほぼ生じない

6） 運用・保守に関する事項

運用時にカメラ／センサーの情報送受信の滞り、検知性能の劣化兆候等の品質低下が見られた場合は可及的に速やかに状況確認を行い、適切な措置を講じること。

適切な頻度の定期点検をカメラ／センサーそれぞれに対して実施し、必要に応じて修理・更新すること。なお、修理・更新中は当該カメラ／センサーが利用できなくなるため、期間や内容、制限事項を踏まえた適切なバックアップ設備を準備の上実施することが望ましい。

また、カメラやセンサーの落下等の明らかな異常を認めた場合、発見者が空港管理者か否かに関わらず可及的速やかに各関係者へ連絡できるようあらかじめ周知広報すること。

その他、カメラ/センサーについても 3.2.1.2 6) (1),(2)と同様とする。

7） 留意点

カメラ／センサーの設置が必要な箇所や、それらに必要な性能は空港や場所ごとに異なるため、検討の上、適切な設備を選択すること。

3.2.2.5　航空機ブラスト検出カメラ／センサー

1）　機能要件

航空機のブラストが発生している箇所では、ブラストの影響がなくなるまで所定の位置で待機することとしているため、航空機のブラストの有無を検出できるものとする。航空機ブラストの有無は、可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーにより検出するものとするが、今後の実証実験により実現性を検証することとする。

2）　性能・品質要件

航空機のブラストの有無を検出する監視範囲、センサーの性能、通信を次の考え方で設計し整備する。

a. 監視範囲

航空機がブラストの影響を受ける範囲は、航空機中心より後方 100m 以内でかつ 30 度以内をブラストの影響を受ける範囲と定義する。

航空機のブラストの有無は、下図に示す範囲を監視するものとする。

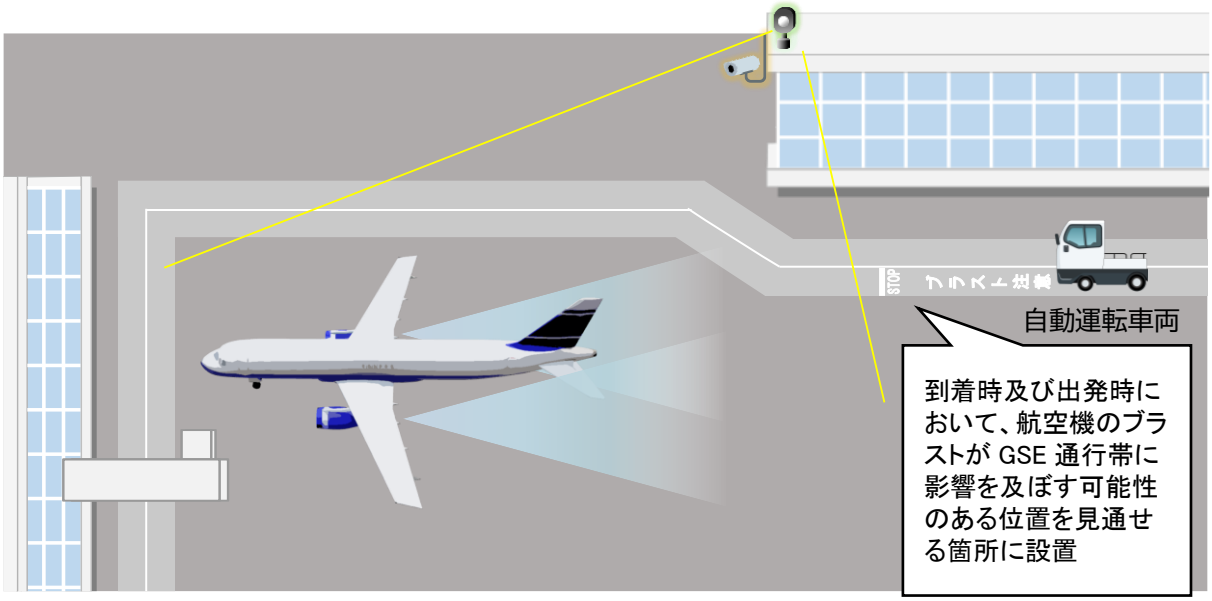
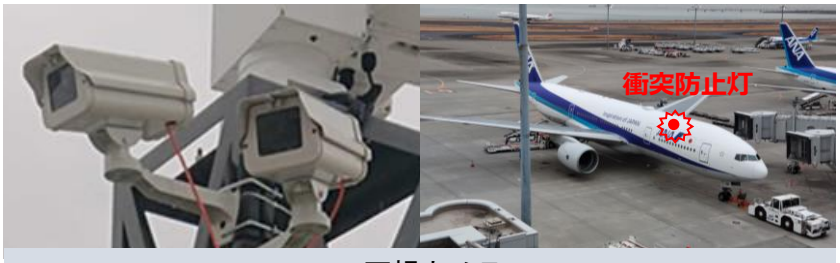


図 3.2-12　ブラストの監視範囲

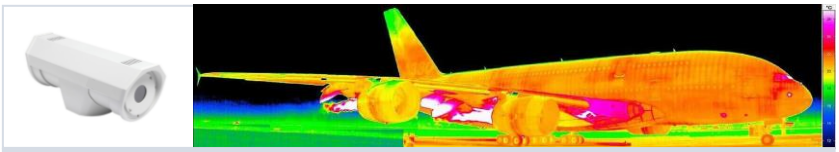
b. カメラ／センサーの性能

航空機のブラストの有無は、図 3.2-13 に示す可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーにより検出するものとする。

可視光カメラ/サーモグラフィーカメラの性能要件を表 3.2-5 に示す。



可視カメラ



サーモグラフィーカメラ

図 3.2-13　可視カメラ、及びサーモグラフィーカメライメージ

表 3.2-5　可視カメラ、サーモグラフィーカメラの性能要件

	性能
可視カメラ	点滅する衝突防止灯を認識可能 夜間の検出が可能
サーモグラフィーカメラ	熱源を視認可能 夜間の検出が可能

3)　相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーの通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一すること。

4)　拡張性に関する要件

可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーの性能向上や通信手段の性能向上に柔軟に対応できるよう、それぞれで設備の入れ替えが可能な構成とすること。

当面、航空機のブラストの有無は、自動運行主任者が可視カメラ映像、及びサーモグラフィーカメラ映像、センサー情報を目視で確認し判断する。ただし、将来的には交通整理するための補助設備（共通 FMS）より共有される情報を基に事業者 FMS が自動で判断できるよう、情報共有機能を共通 FMS が具備できるようにすることが望ましい。また、その際にカメラを用いるのであれば AI 解析が可能な解像度を有するものを採用する。

5)　安全確保

航空機のブラストの検出情報は自動運行主任者が目視で確認し、自動運転車両の停止／発進操作が可能なよう下記の 3 点を満たすこと。

① 可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーには正常に作動しているか自己診断機能を有するとともに、異常を検知した場合にはアラートを発出する
② 共通 FMS、事業者 FMS 等関係するシステムへの映像や検知内容の伝達に係る通信が滞りなく行える
③ 映像や検知内容を通信する際のタイムラグがほぼ生じない

6） 運用・保守に関する事項

運用時に可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーの情報送受信の滞り、検知性能の劣化兆候等の品質低下が見られた場合は可及的に速やかに状況確認を行い、適切な措置を講じること。

定期的に保守を行うこととし、点検の期間や頻度、内容、制限事項については、可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーごとに設定し、それぞれの設備に対して適切に実施し、必要に応じて修理・更新すること。なお、修理・更新中は当該可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーが利用できなくなるため、期間や内容、制限事項を踏まえた適切なバックアップ設備を準備の上実施することが望ましい。

また、可視光カメラ/サーモグラフィーカメラ/その他センサーの落下等の明らかな異常を認めた場合、発見者が空港管理者か否かに関わらず可及的速やかに各関係者へ連絡できるようあらかじめ周知広報すること。

その他、カメラ/センサーについても 3.2.1.2 6) (1),(2)と同様とする。

7） 留意点

カメラ／センサーの設置が必要な箇所や、それらに必要な性能は空港や場所ごとに異なるため、検討の上、適切な設備を選択すること。

3.2.3　信号機設備

3.2.3.1　信号機設備の役割・必要なシチュエーション

交通量多い交差点、構造が複雑な交差点、あるいは、見通しが不良な交差点、等において、信号機設備によって交差点における車両の通行を制御することが有用である。

3.2.3.2信号機設備の要件

信号機設備は、優先すべき自動運転車両が進入しようとする交差点への進入要求を、事業者 FMS を通じて共通 FMS の監視制御設備で受信し、信号制御機にて自動運転車両が優先通行可能なよう信号機の制御を行うものである。

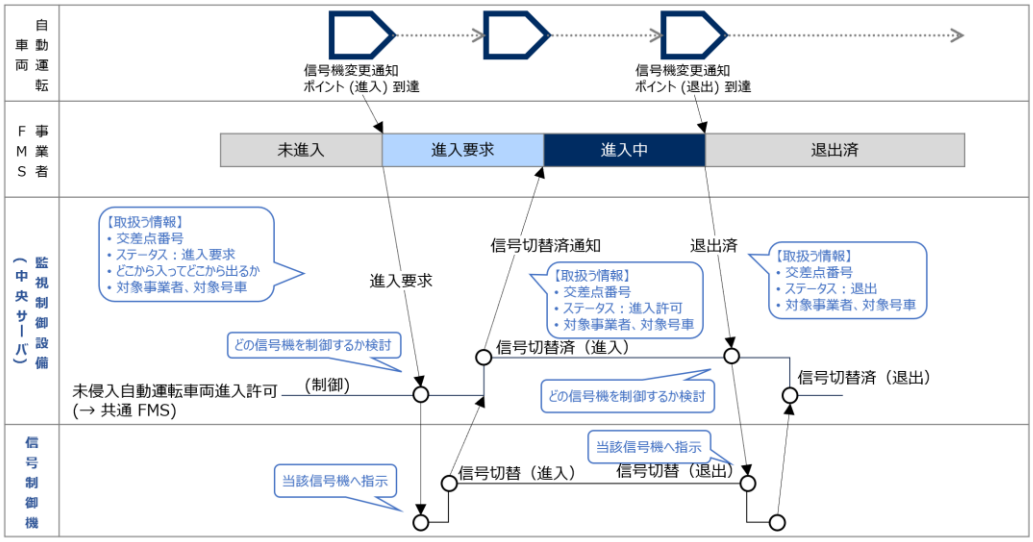


図 3.2-14　信号制御のイメージ

1）　機能要件

下記の要件を満たすこと。

（1）事業者 FMS からの進入要求に基づき以下の動作を自動で実施できる

(ア) 事業者 FMS から進入要求の受信

(イ) 進入要求に基づき計算をして信号点灯状態を決定

(ウ)（イ）の検討結果により信号制御機へ信号点灯状態変更指示を送信

(エ) 信号制御機から信号の点灯状態の受信

(オ) 事業者 FMS へ信号切替済（進入）を送信

（2）複数の自動運転車両から同時に信号制御要求が来た場合でも、適切な信号制御が可能である

（3）下記を参考にすること。なお、より効果的な方法等がある場合はこの限りではない。

・警交仕規第 1001 号　警察交通安全施設端末装置共通仕様書「版 4」

・警交仕規第 1004 号　警察交通安全施設中央装置共通仕様書「版 1」

・警交仕規第 1012 号 交通信号制御機仕様書「版 5」
・警交仕規第 1014 号 交通信号灯器仕様書「版 4」

2) 性能・品質要件

1)の機能要件を満たす性能・品質とすること。

3) 相互運用性・互換性・外部連携に関する要件

信号情報の通信は、「データ内容」「インターフェース仕様」を統一すること。

4) 拡張性に関する要件

将来的な自動運行実施者や自動運転車両の増加、交差点の通行状況に応じて、「自動運転車優先」「定周期」「主要通路優先」「先着優先」等の制御パターンの変更やパラメータの変更が可能な構成とすることが望ましい。

5) 安全確保

信号情報は、自動運転車両が信号表示に応じて安全に停止／発進できる速度で遅延なく通信できるものとする。また、通信途絶を想定し、信号制御器の通信配線をループ化するなど、通信手段を冗長化すること。

6) 運用・保守に関する事項

定期的に保守を行うこととし、点検の期間や内容、制限事項については設置する信号機設備ごとに設定すること。

その他、信号機設備についても 3.2.1.2 6) (1),(2)と同様とする。

3.2.3.3信号機設備の設置要件

1) 信号機の設置箇所

各空港においては、自動運転車両の導入にあたっての走行経路上において、交差点走行の円滑性や安全性の観点から、下記①～③の条件を総合的に考慮の上、信号機設備の設置を検討することが望ましい。

なお、空港制限区域内の GSE 車両の走行に関する運用ルールや車両技術で対処可能な場合は、その限りではない。

① 構造が複雑あるいは死角が生じる交差点
② ヒヤリハットが多く発生する交差点
③ 交通量が多い交差点

信号設備の設置にあたっての目安とするため、一般化された交差点を対象に交通シミュレーションを実施し、設定された主道路と従道路の交通量の関係から、交差点の制御方式として従道路側で一旦停止する場合と自動運転優先制御を導入した場合で計算した従道路での平均待ち時間と交通量の関係を下表に示す。主道路／従道路の交通量の増加に応じて従道路側に待ち時間が発生することから、信号設置を検討する際の目安として活用されたい。

表 3.2-1　交差点における交通量と平均待ち時間の関係について

主方向交通量（PCU/時）	従方向交通量（PCU/時）	平均待ち時間(秒)	
		一旦停止の場合	自動運転優先の場合
1,128	4	13	13
505	372	19	14
631	464	19	21
1,128	76	27	27
1,125	205	82	33
1,242	472	101	38
1,702	472	298	38
1,254	467	468	70
1,293	332	1,367	106
1,481	718	1,620	249

※1　PCU：乗用車換算係数（車種毎に車長、制限速度等を用いて算出）

2） 信号機設備を設置する際の制御方式

信号機設備の設置の際には、空港制限区域内における通行車両の種類に応じた目的や運用状況、交通量の特性に応じて、効果的な信号機の運用方法（優先対象、制御方式、等）を検討すること。

3） 留意点

空港制限区域内においては、トーイングトラクター等、一般公道よりも長大な車両が走行するため、信号設備の設置を検討する場合、各空港で検討対象となる交差点での現地調査等で得られた交通量から下表の乗用車換算係数（PCU）を用いて換算した交通量をもとに検討する必要がある。

なお、下表の GSE 車両の乗用車換算係数は、GSE 車両メーカーにより公表される車両諸元、関係者へのヒアリング、既往文献を踏まえて作成している。

表 3.2-2　GSE 車両（有人/自動走行）の乗用車換算係数(PCU)

車両種類名称	全長 (m)	走行速度 (km/時)	車長+車間 距離 15m (m/台)	車頭時間 (sec/台)	PCU
航空機牽引車／トーバーレス航空機牽引車	9.1	30	24.1	2.9	1.6
ハイリフトローダー	12.1	14	27.1	7.0	3.9
ベルトローダー	7.7	25	22.7	3.3	1.8
カーゴトラック／ULD 輸送トラック	6.1	30	21.1	2.5	1.4
フードローダー車	11.8	30	26.8	3.2	1.8
有人走行トーイングトラクター	25.6	15	40.6	9.7	5.4
自動走行トーイングトラクター	25.6	15	40.6	9.7	5.4
サービサー（ハイドランド用給油車両）	5.4	30	20.4	2.4	1.4
給水車	5.0	30	20.0	2.4	1.3
汚水車（＝ラバトリー車）／排水車	7.5	30	22.5	2.7	1.5
ランプバス／大型ランプバス／ 旅客輸送バス／リフト式バス	11.5	30	26.5	3.2	1.8
マイクロバス	6.3	30	21.3	2.6	1.4
パッセンジャーステップ車	9.0	20	24.0	4.3	2.4

※GSE 車両メーカーによる諸元、関係者へのヒアリング、既往文献を踏まえて上記を作成

※連絡車、その他車両については PCU1.1 を適用

4） 交通量の調査方法

信号設備の設置を検討する交差点での交通量を計測する場合、交通量の計測は各接続道路の交差点への流入方向の交通量を計測することが望ましい。

各空港の運用状況を踏まえ、GSE 車両の稼働量がピークとなる時間帯を基本とする。