自動運転サービス・実証実験での IoT 技術活用

Tier IV 技術本部 関谷英爾

概要

- 会社紹介
- 自動運転のコンポーネント
- FMSについて
- IoT活用事例

Tier IV
Intelligent Vehicle

自己紹介

@eratostennis

- Tier4 技術本部
  - 関谷 英爾
- 経験
  - 分析基盤, 機械学習 (レコメンド, 強化学習, 組合せ最適化)
  - Tier IV 2018/03～
    - データ基盤・機械学習基盤
    - FMS開発マネジメント

Tier IV
Intelligent Vehicle

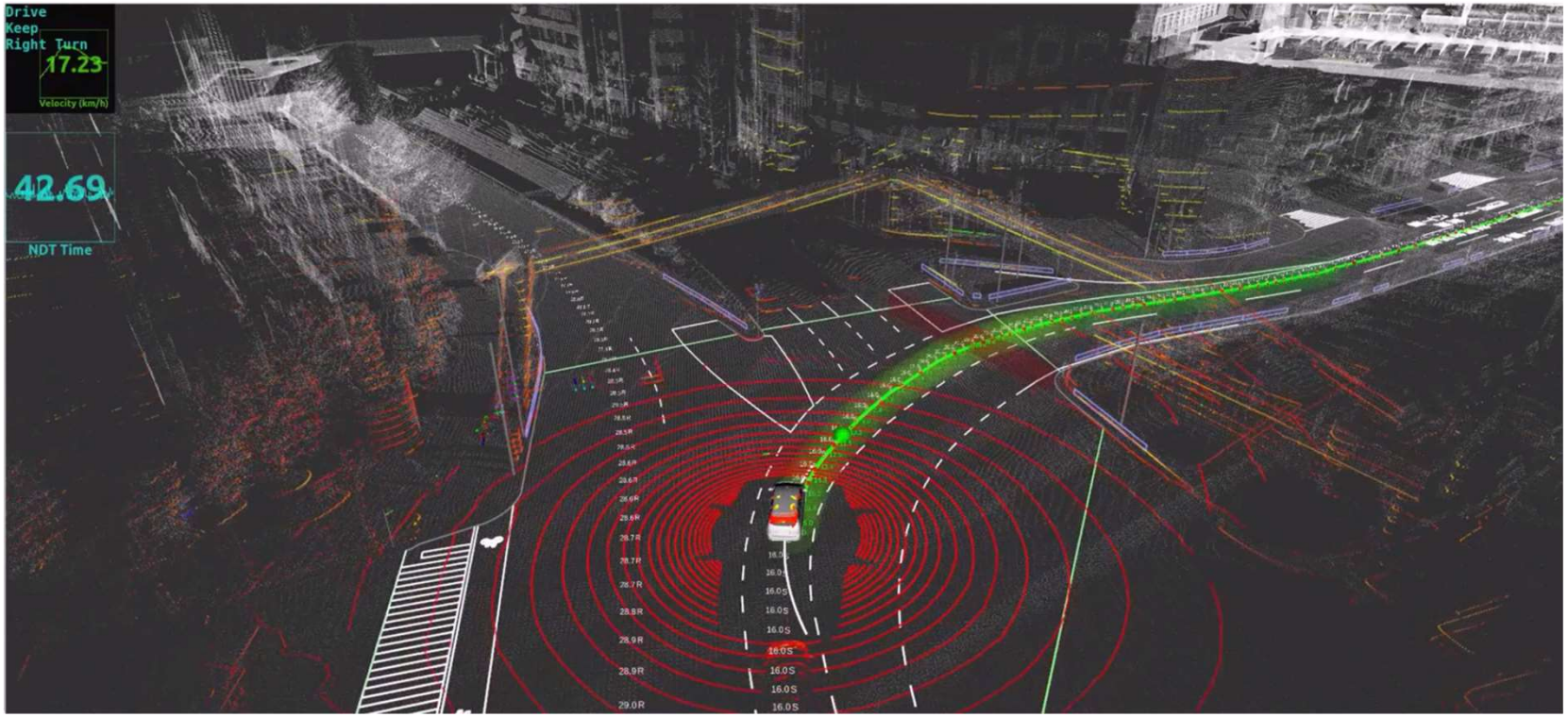
株式会社ティアフォー（Tier IV, Inc.）

- 自動運転ソフトウェア開発（Autoware*）
- 自動運転技術を活用した物流サービスの開発
- 近距離低速自動運転サービスの開発

Tier IV
Intelligent Vehicle

＊ Autowareは、AWFの商標です

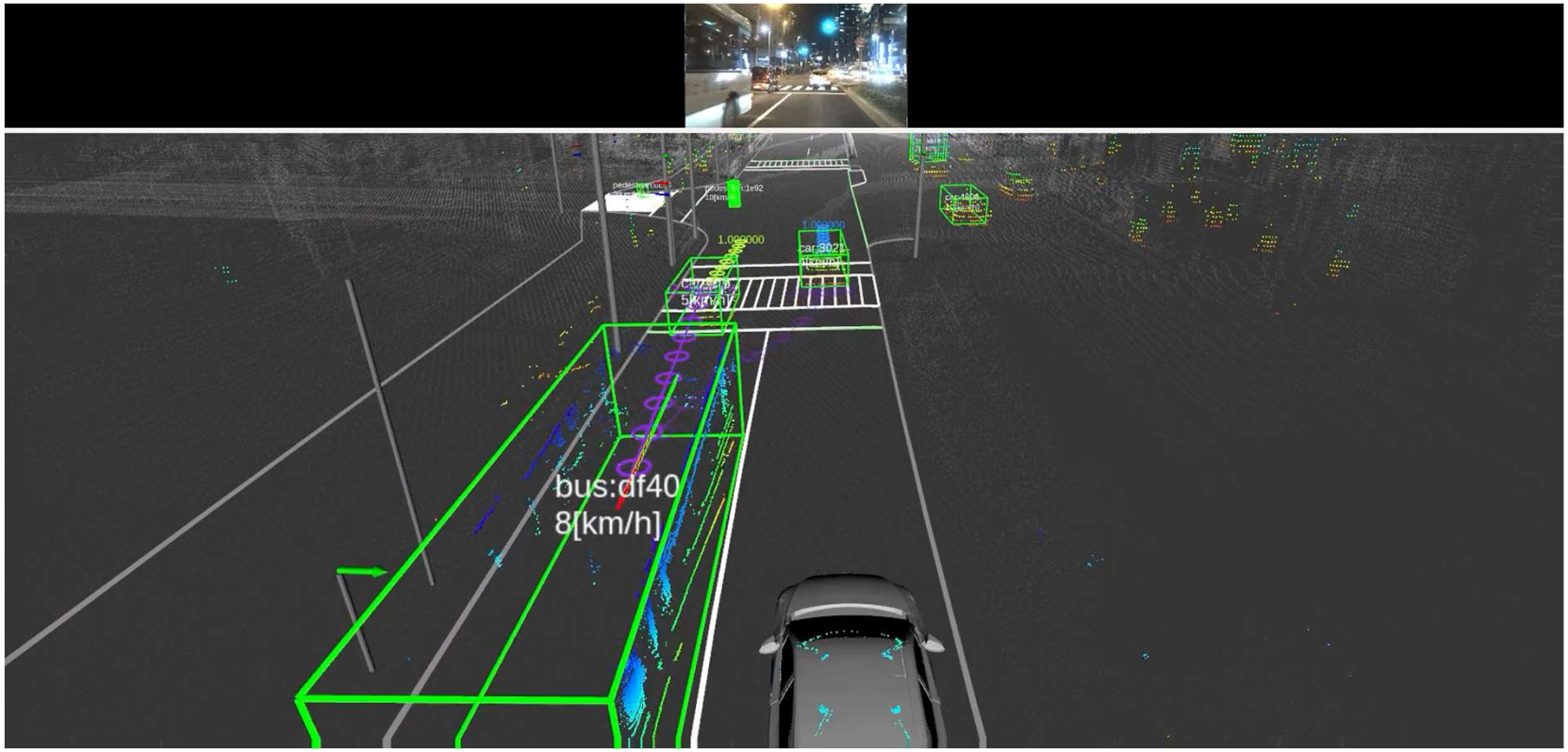
Autoware



Retrieved from https://github.com/CPFL/Autoware

Tier IV
Intelligent Vehicle

自動運転が見ている世界



Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMSについて

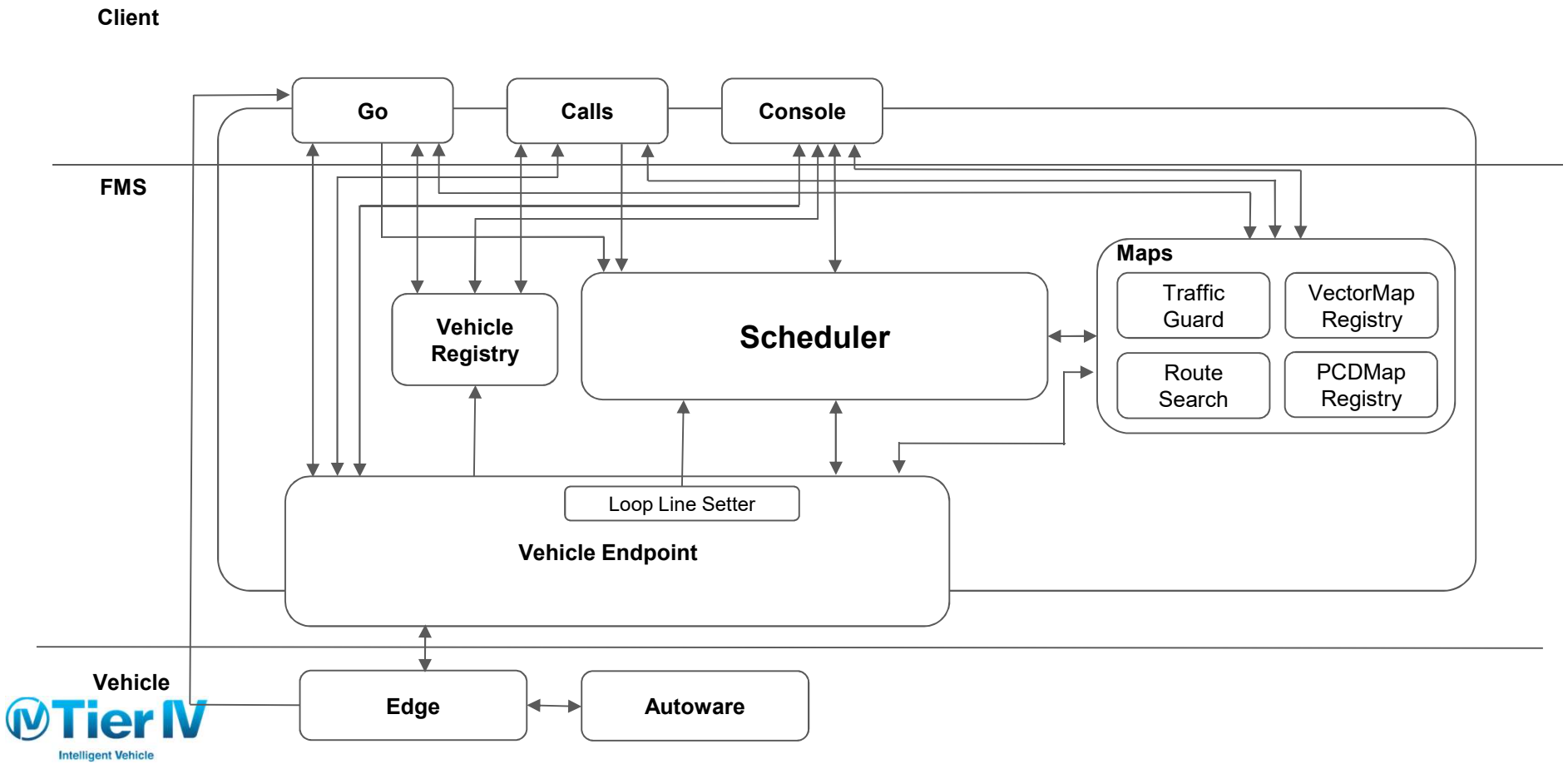
Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMS

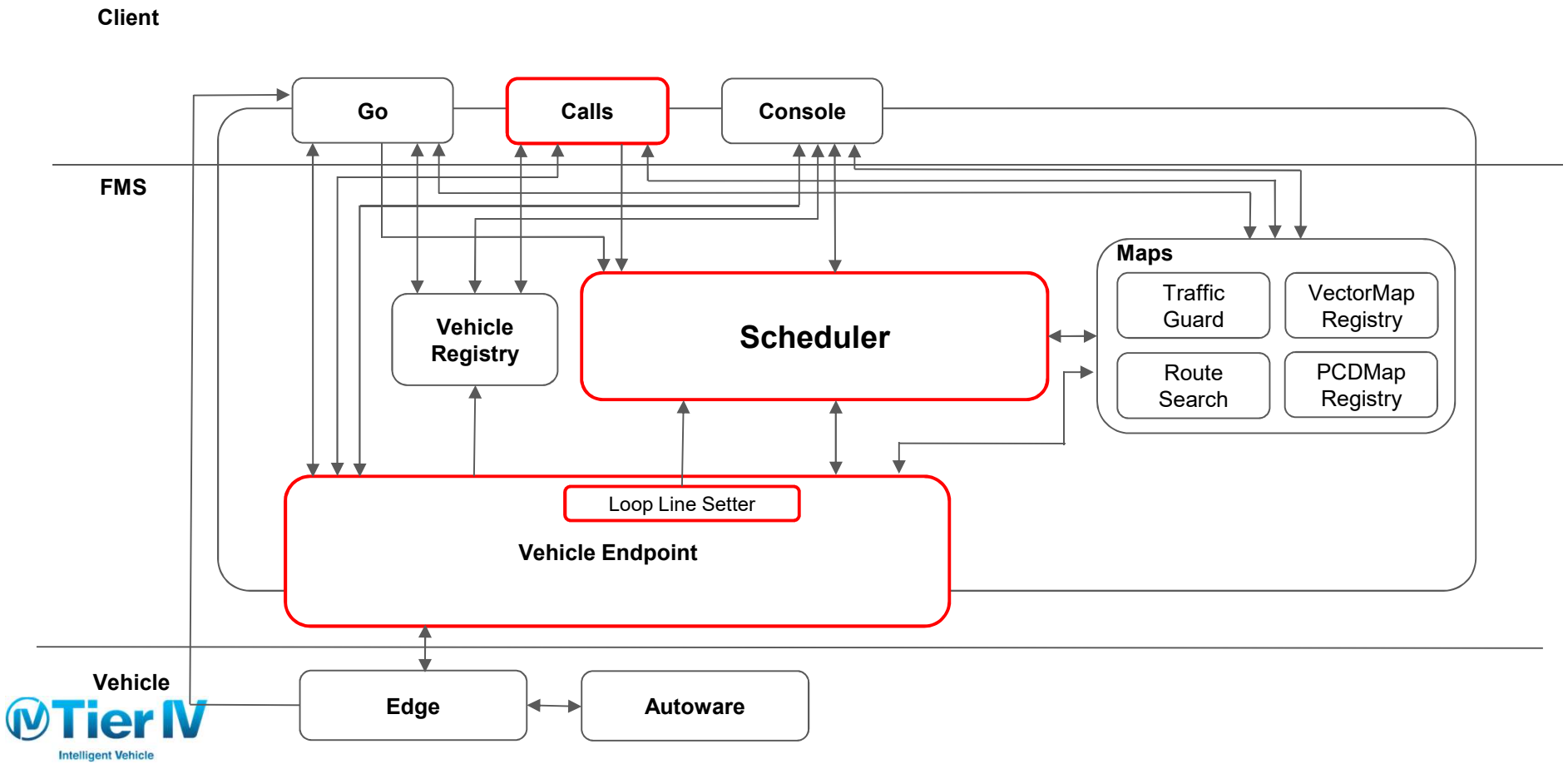
- Autowareで動く自動運転車両の運行管理システム
- 機能
  - モニタリング
  - スケジューリング
  - 経路計画
  - 運行過去実績管理

Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMS

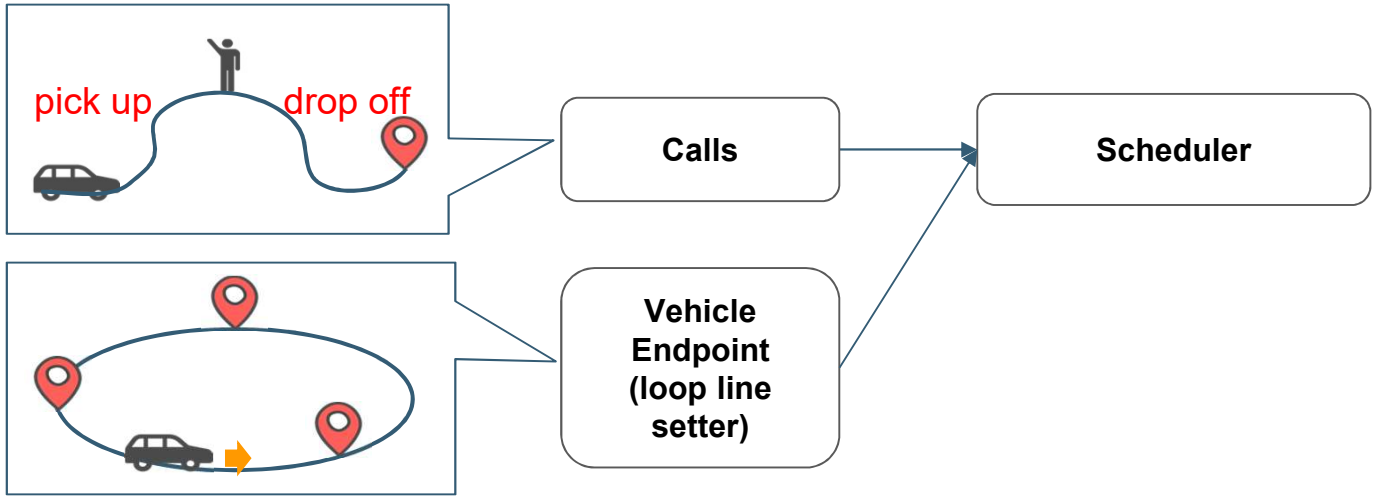


FMS処理の流れ – 配車依頼 –



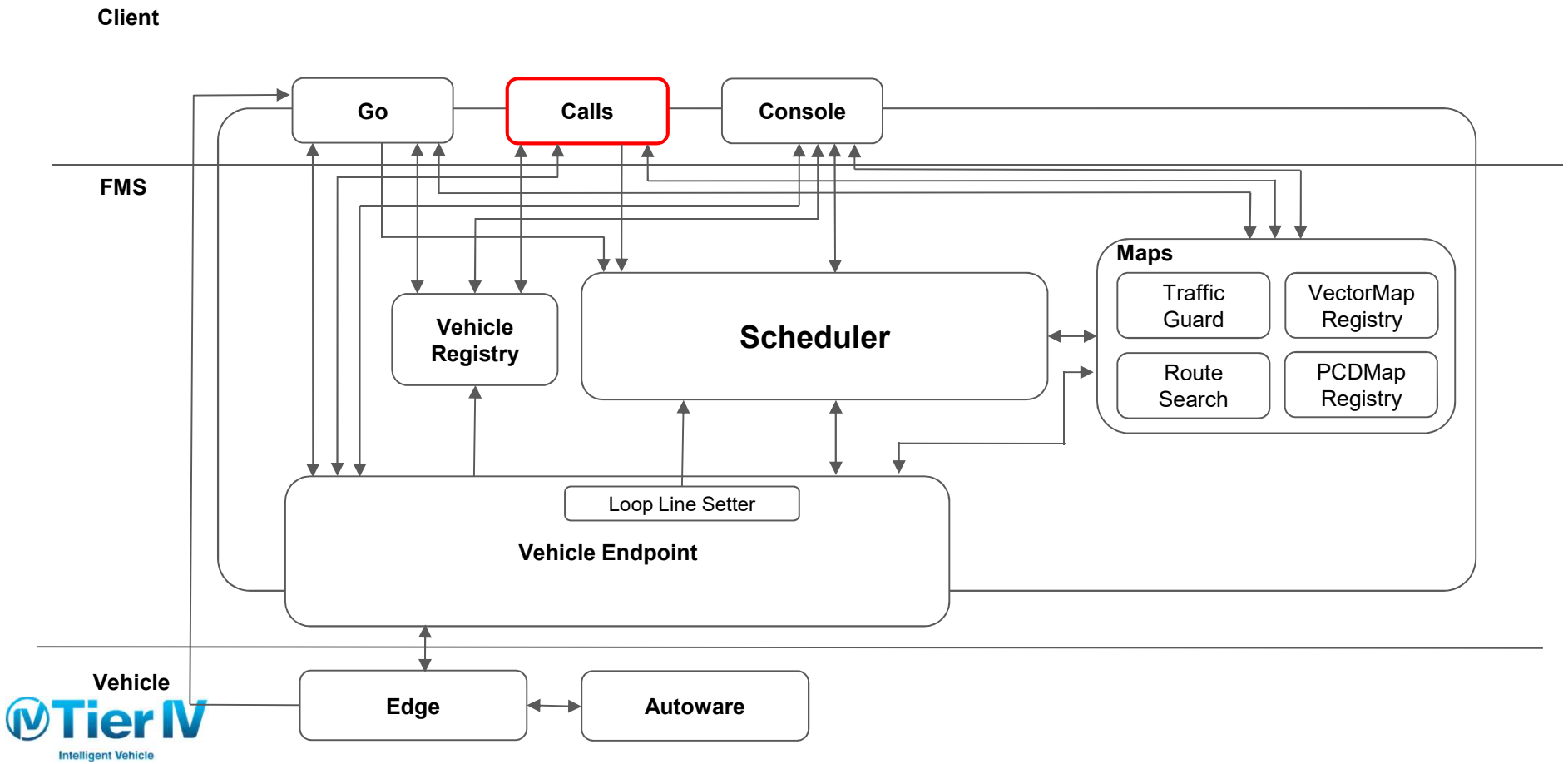
FMS処理の流れ – 配車依頼 –

1. Calls/VehicleEndpointからSchedulerに対し配車依頼を投げる
   a. Calls: オンデマンドバス
   b. VehicleEndpoint: 巡回バス
2. Schedulerは配車依頼のスケジュールを組む →

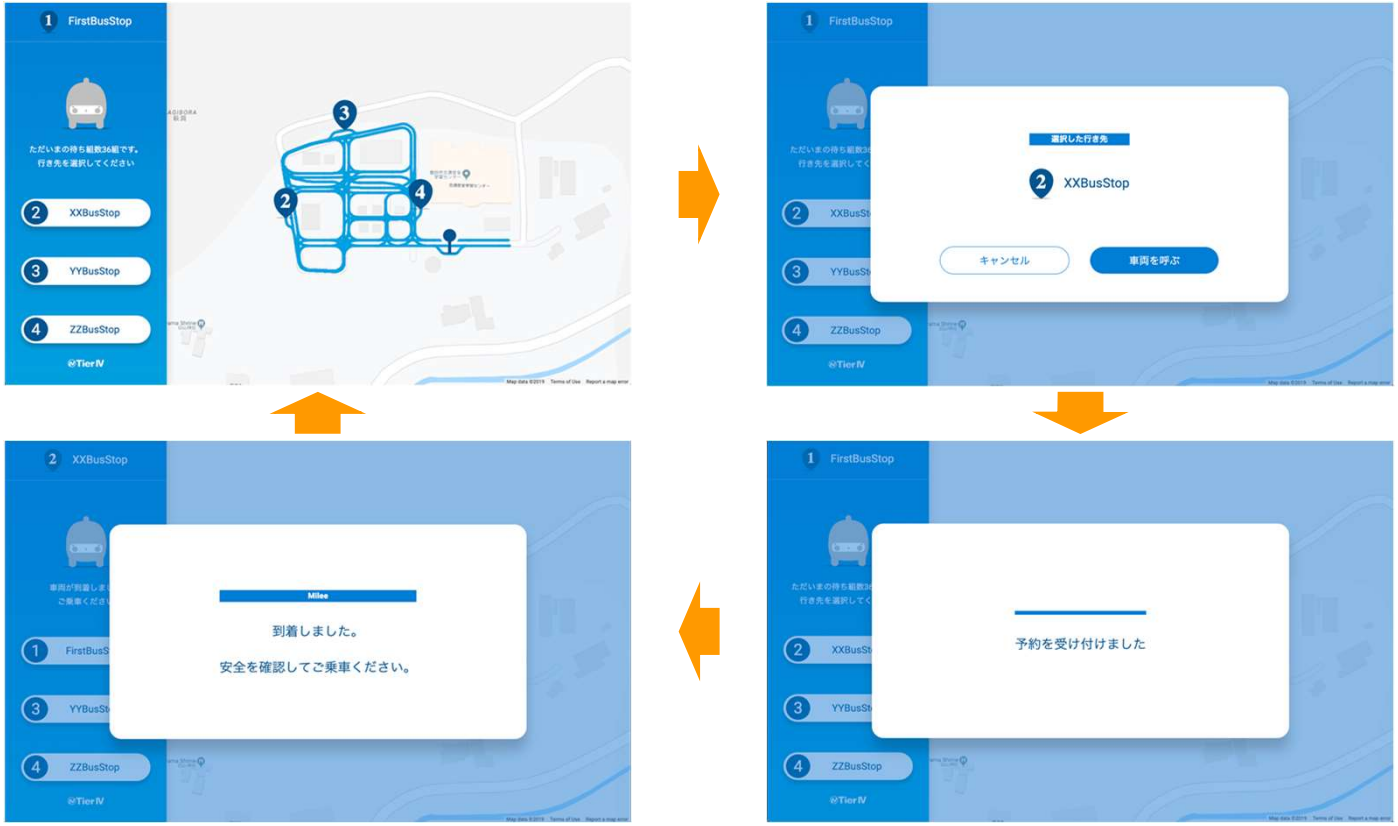


Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMS

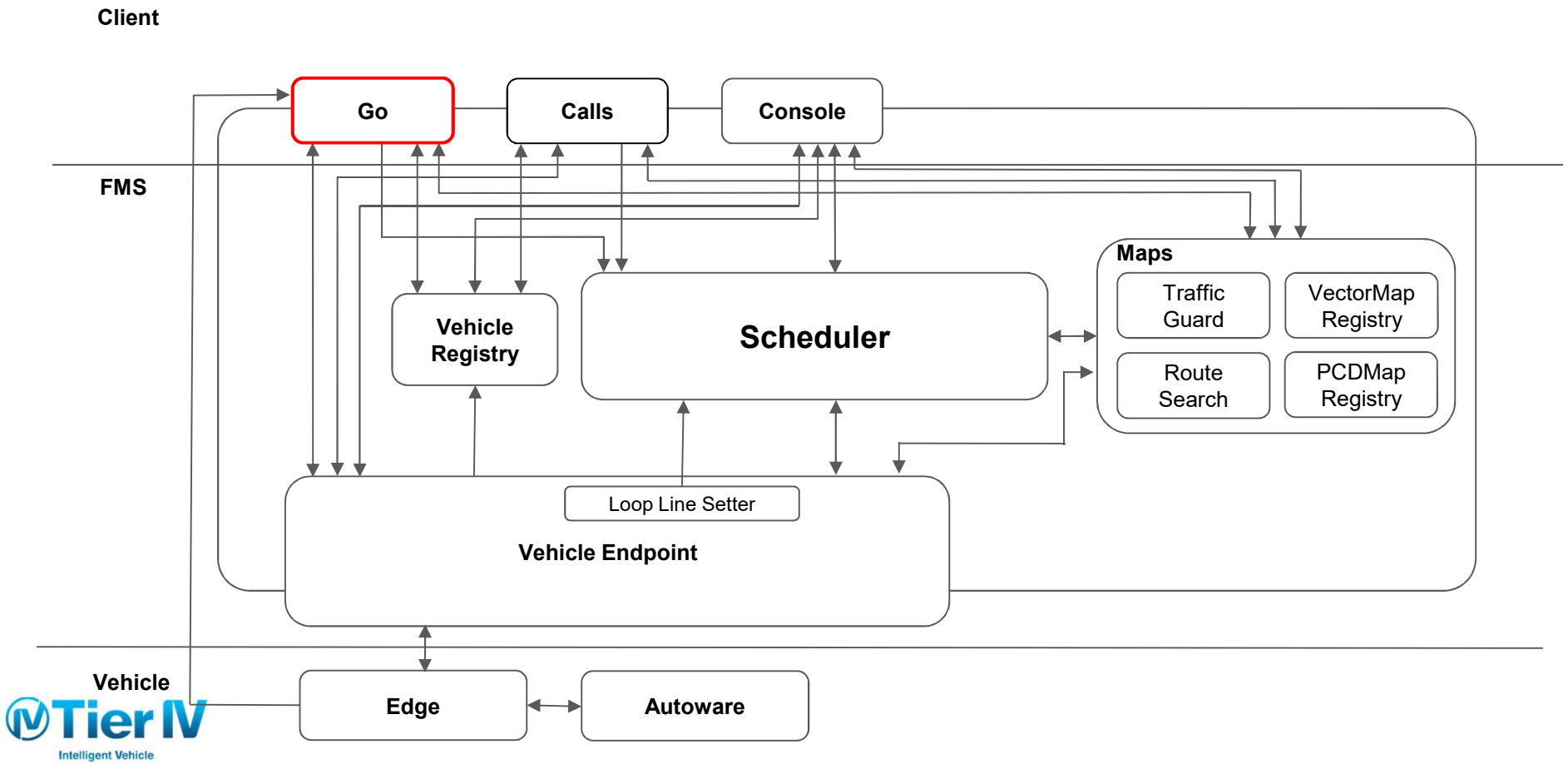


配車アプリ

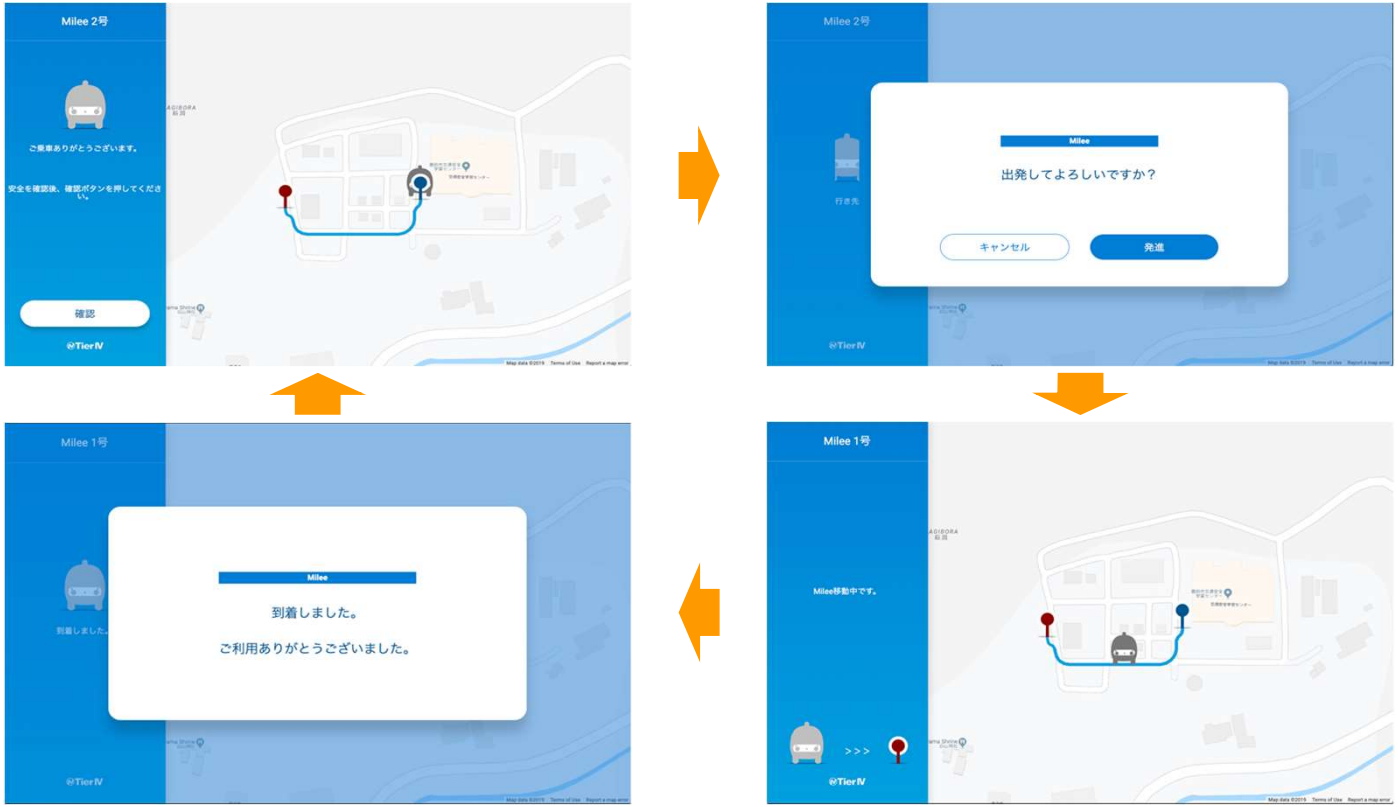


Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMS

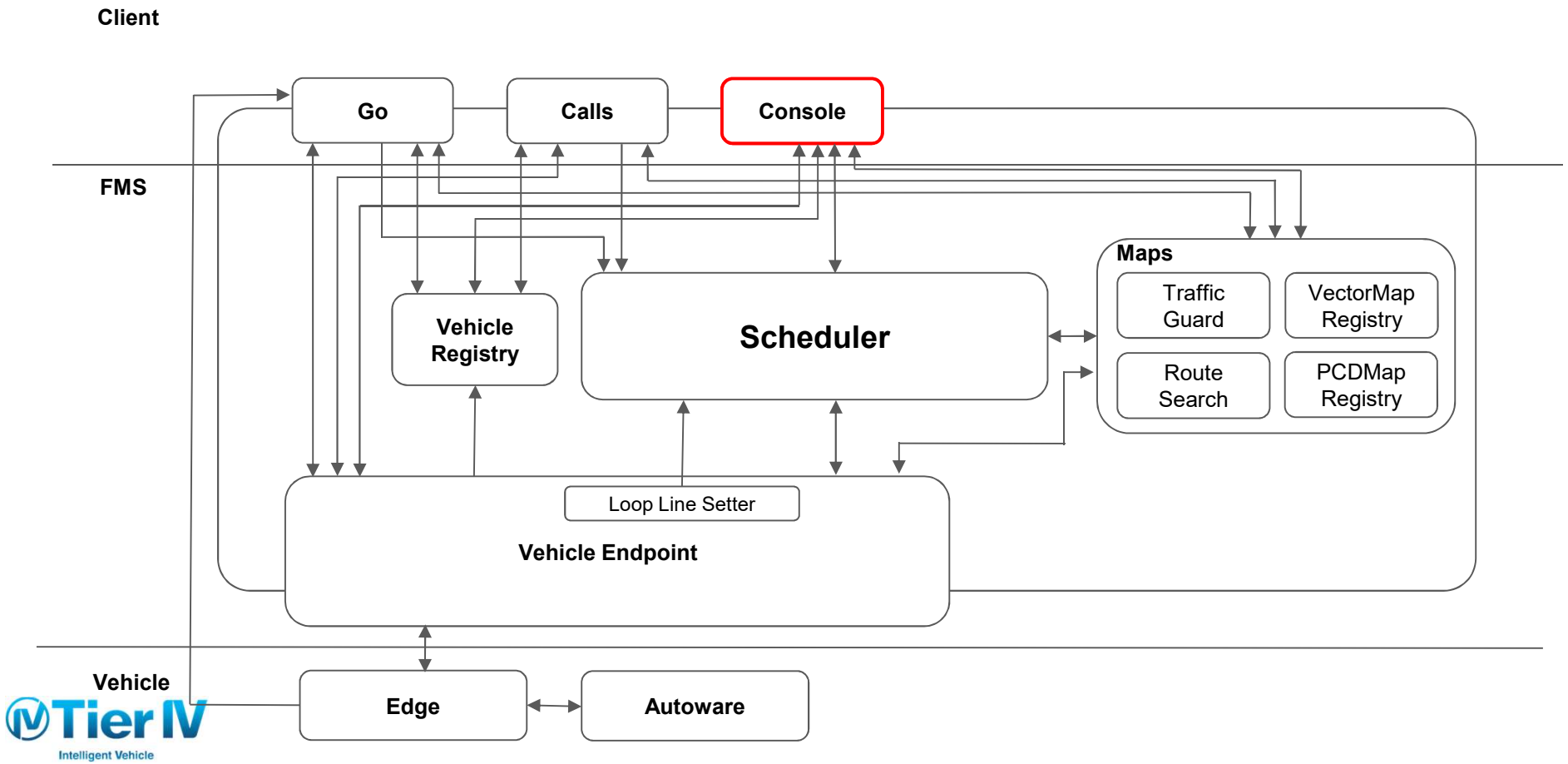


車載アプリ



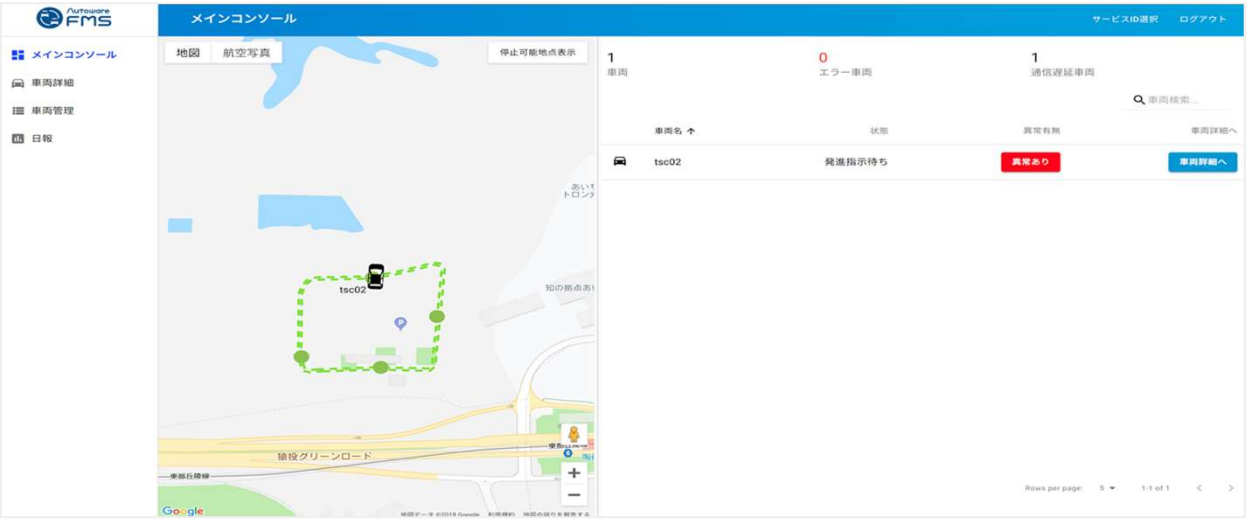
Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware FMS



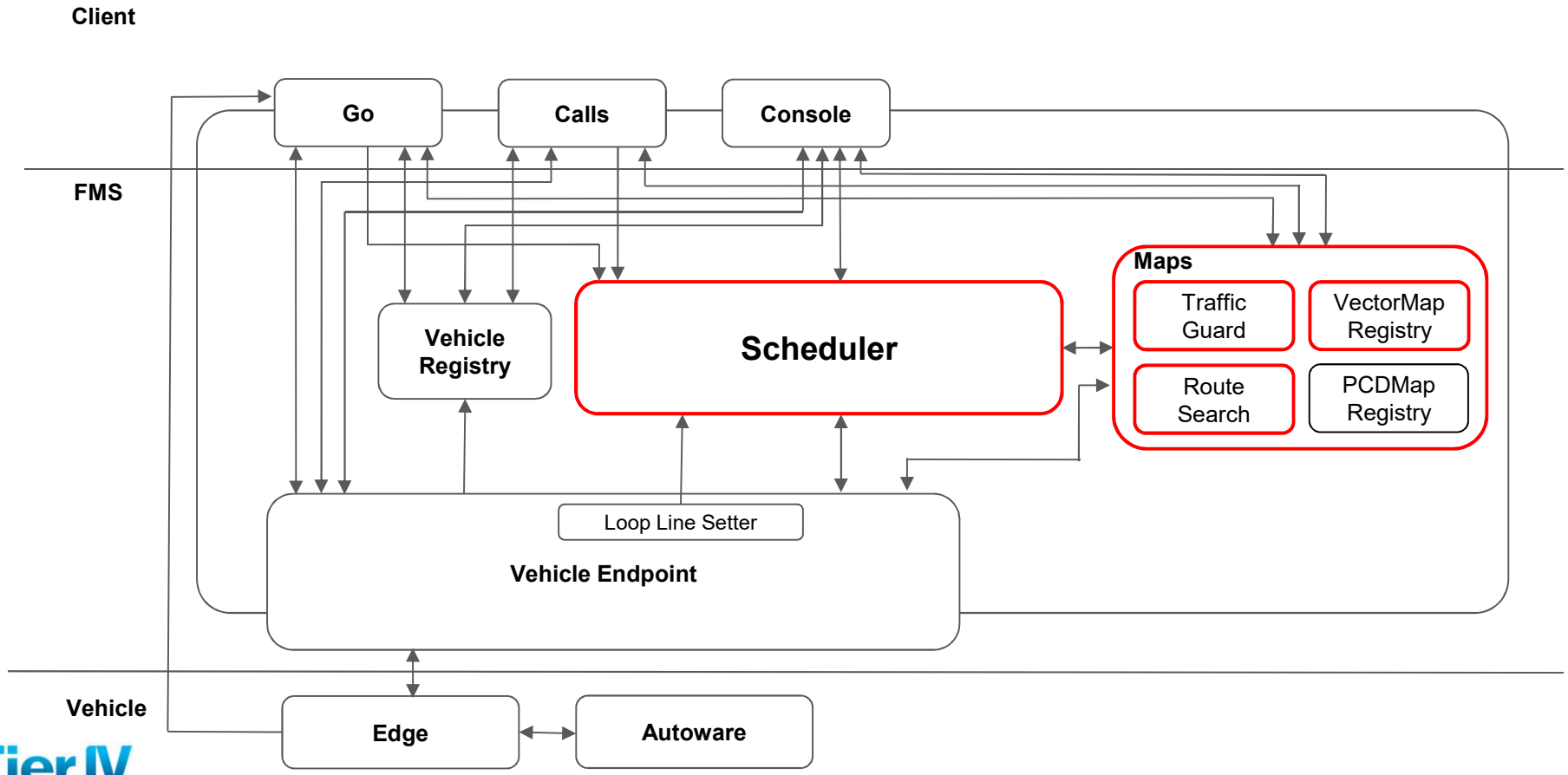
コンソール

- 位置や車両状態などのモニタリング
- エラー・オフライン時の通知
- スケジュールの予定・走行実績確認



Tier IV
Intelligent Vehicle

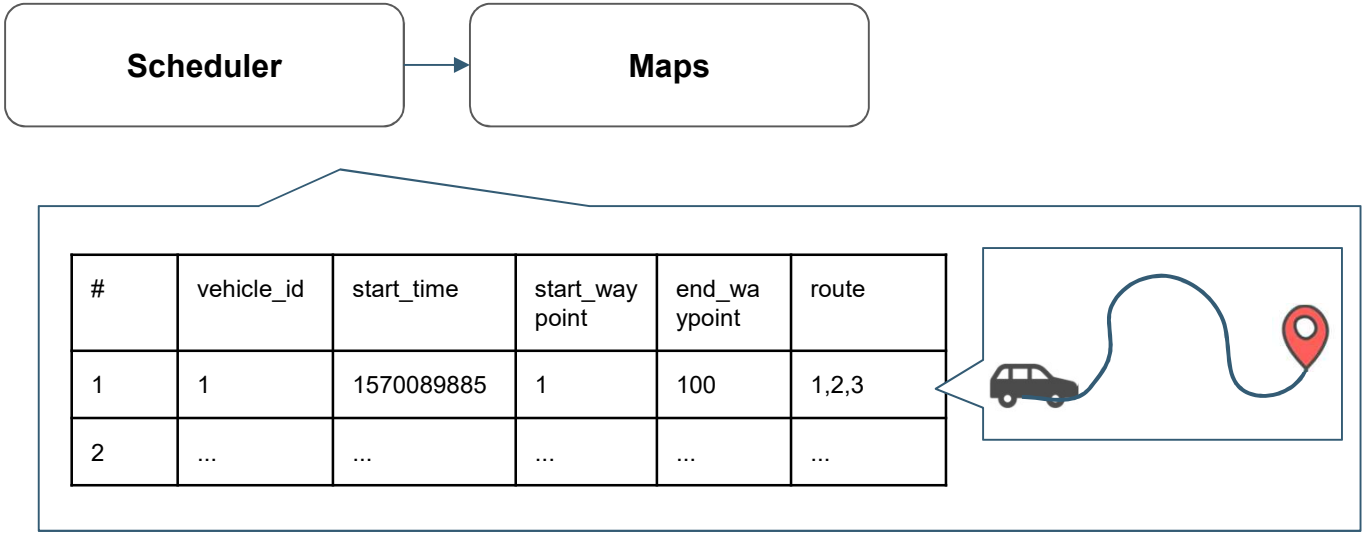
FMS処理の流れ – スケジュール生成 –



Tier IV
Intelligent Vehicle

FMS処理の流れ – スケジュール生成 –

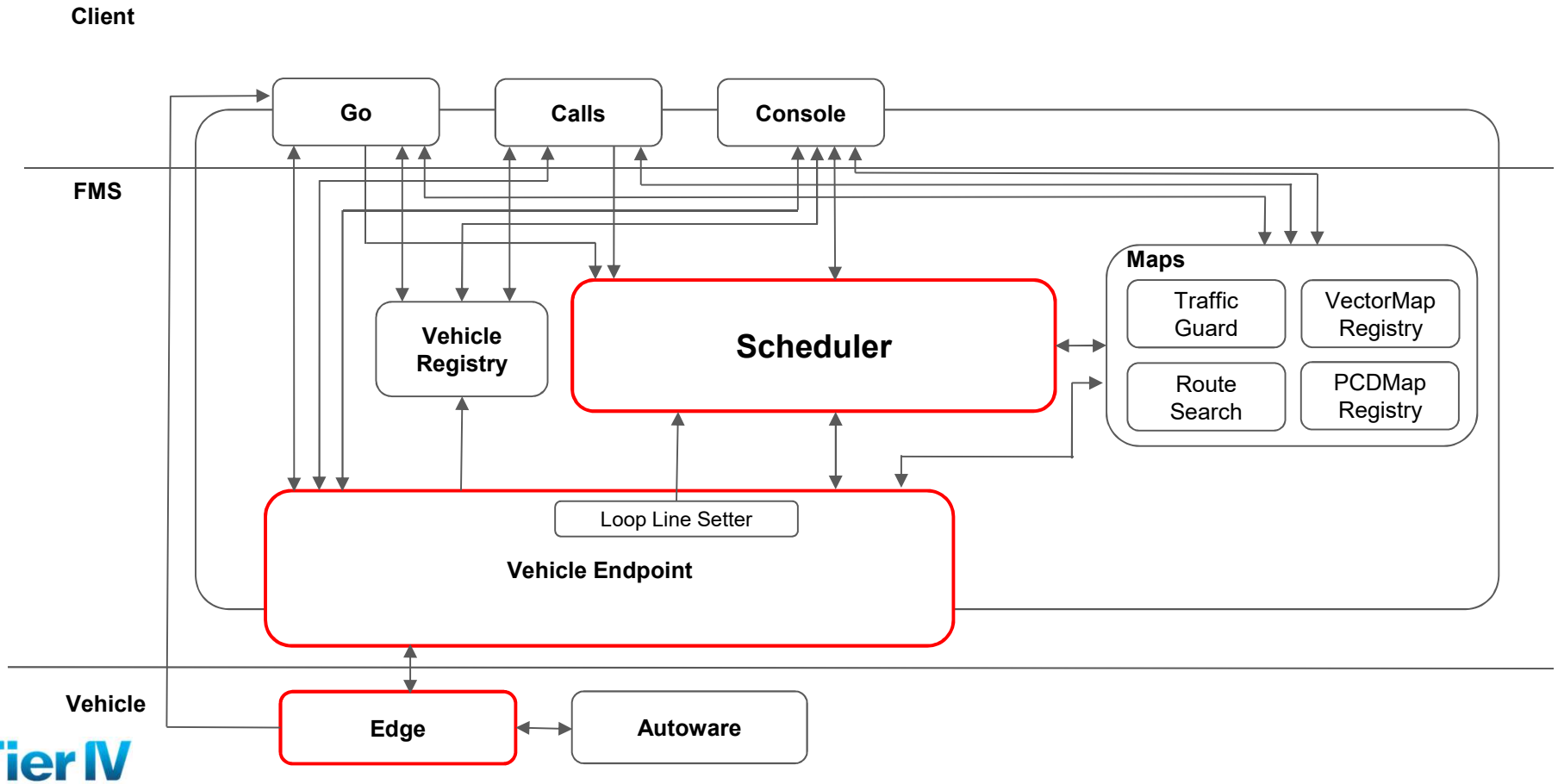
1. Schedulerは、車両ごとに走行スケジュールを生成する
   a. Mapsに対し経路探索を行い、所要予測時間と経路を取得しスケジュールにセットする



#	vehicle_id	start_time	start_way point	end_wa ypoint	route
1	1	1570089885	1	100	1,2,3
2	...	...	...	...	...

Tier IV
Intelligent Vehicle

FMS処理の流れ – スケジュール実行 –



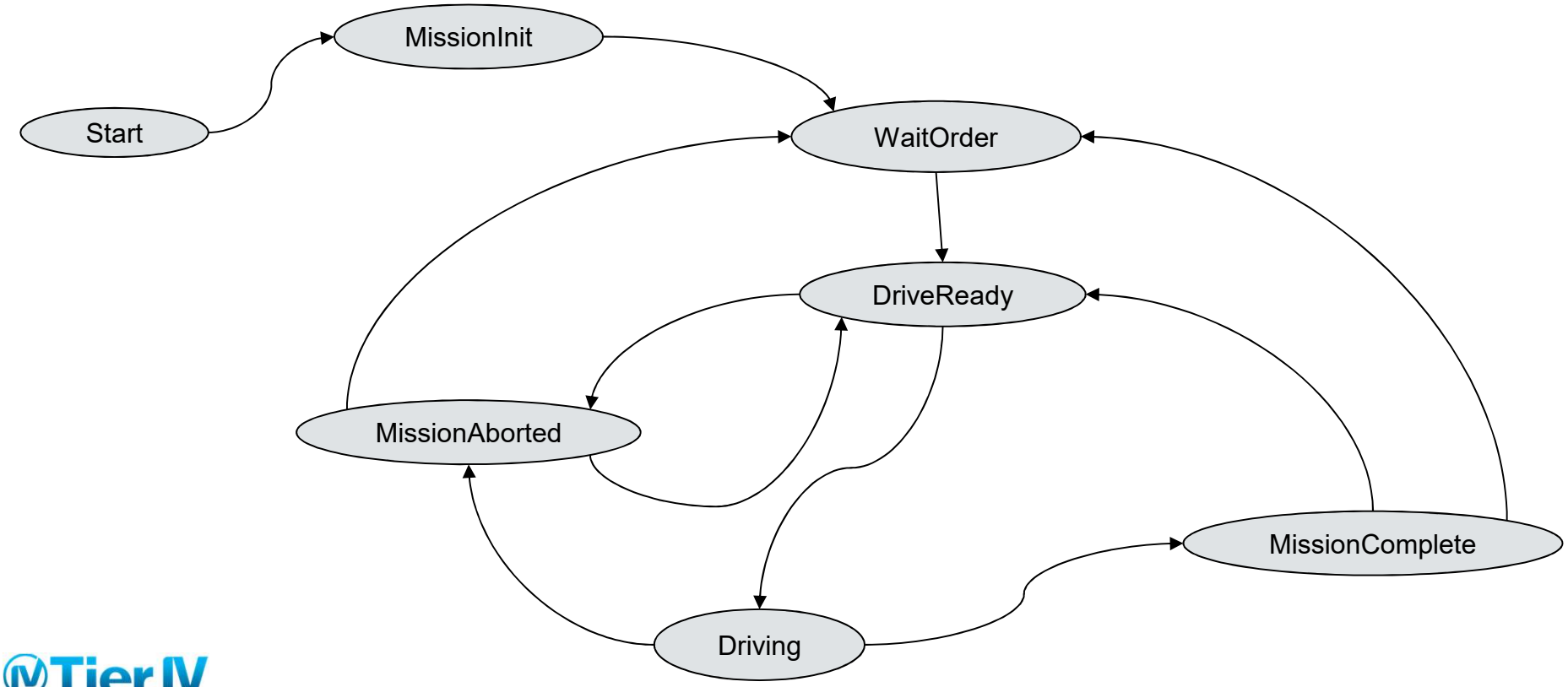
Tier IV
Intelligent Vehicle

スケジュール実行時の処理の流れ

- Schedulerに入っている予定をマスターとし、Autowareのステートを変化させて行く
- 例
  - 出発準備できると発進可能状態 (DriveReady)へ遷移

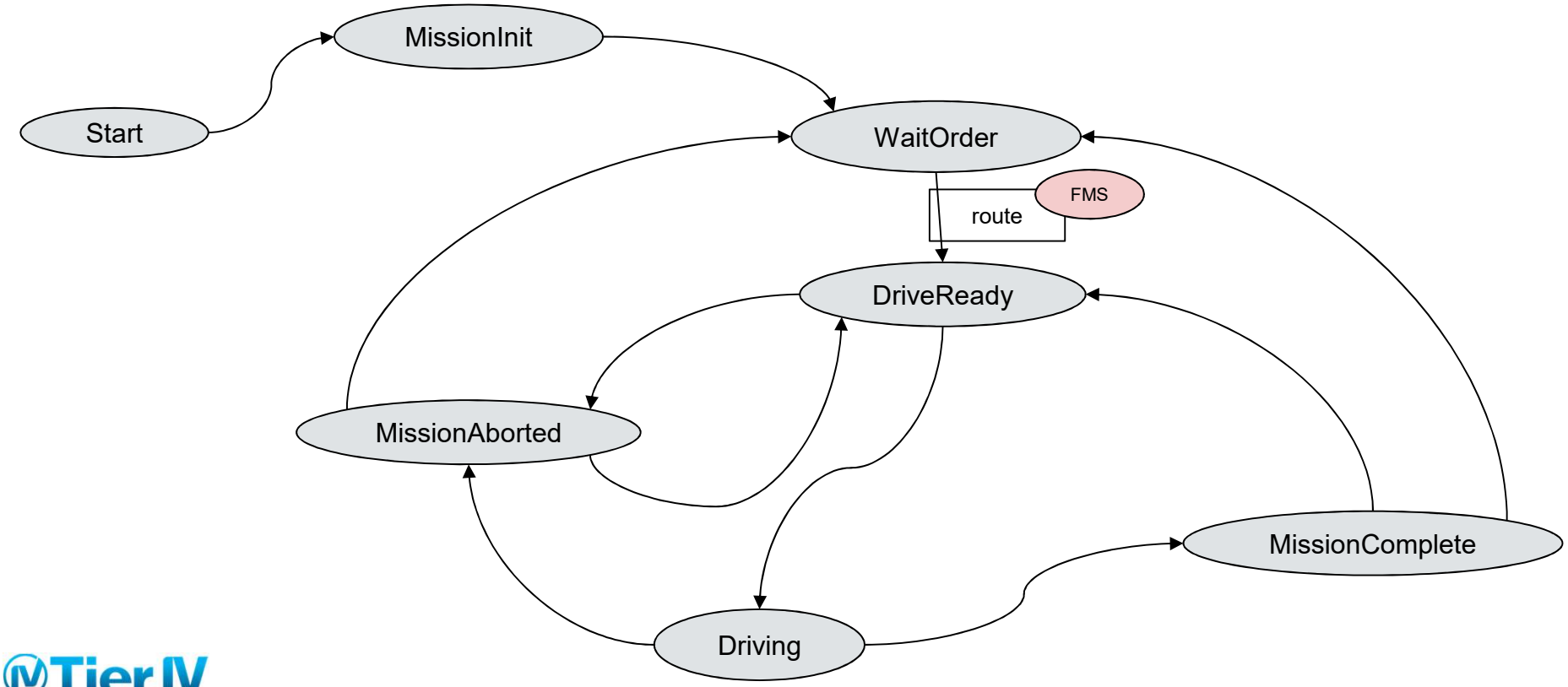
Tier IV
Intelligent Vehicle

Autowareのステートマシン（一部）



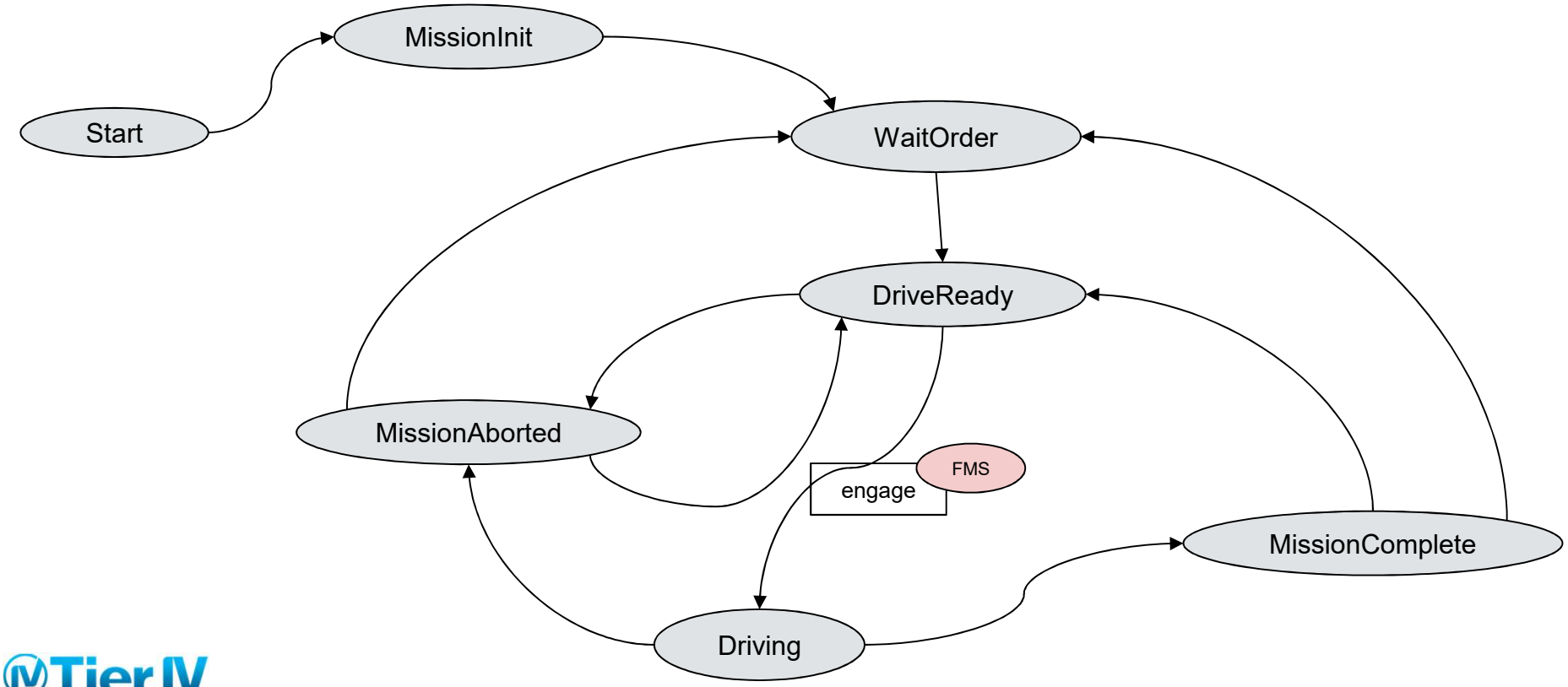
Tier IV
Intelligent Vehicle

Autowareのステートマシン（一部）



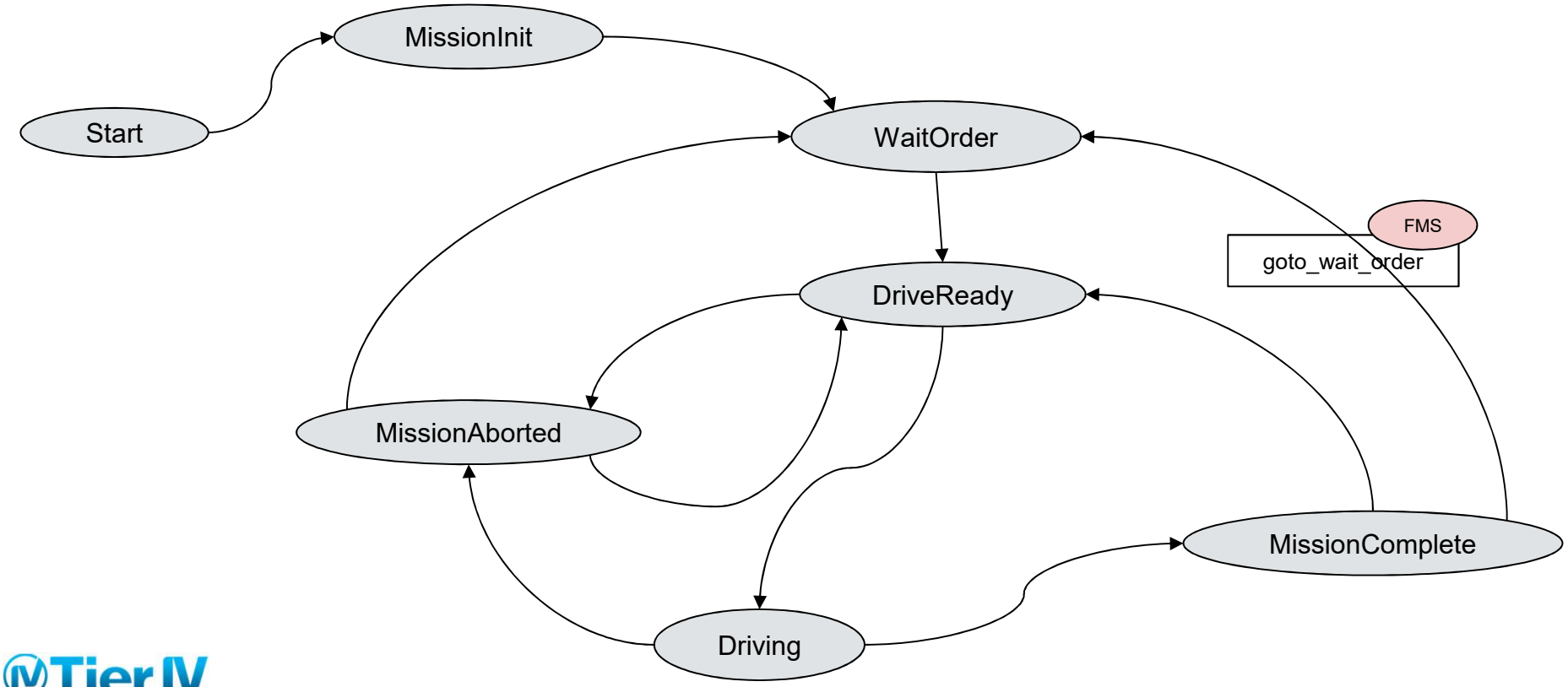
Tier IV
Intelligent Vehicle

Autowareのステートマシン（一部）



Tier IV
Intelligent Vehicle

Autowareのステートマシン（一部）



Tier IV
Intelligent Vehicle

スケジュール実行時の処理の流れ

- Schedulerに入っている予定をマスターとし、Autowareのステートを変化させて行く
- 例
  - 目的地に着いたら次の予定待ち状態(WaitOrder)へ遷移
- IoT Events検討中

AWS IoT Events

Tier IV
Intelligent Vehicle

IoT活用事例

Tier IV
Intelligent Vehicle

IoT活用事例

- 配車サービス
- 設備連携（V2I）
- フィールドテスト

Tier IV
Intelligent Vehicle

配車サービスにおけるIoT活用事例

Tier IV
Intelligent Vehicle

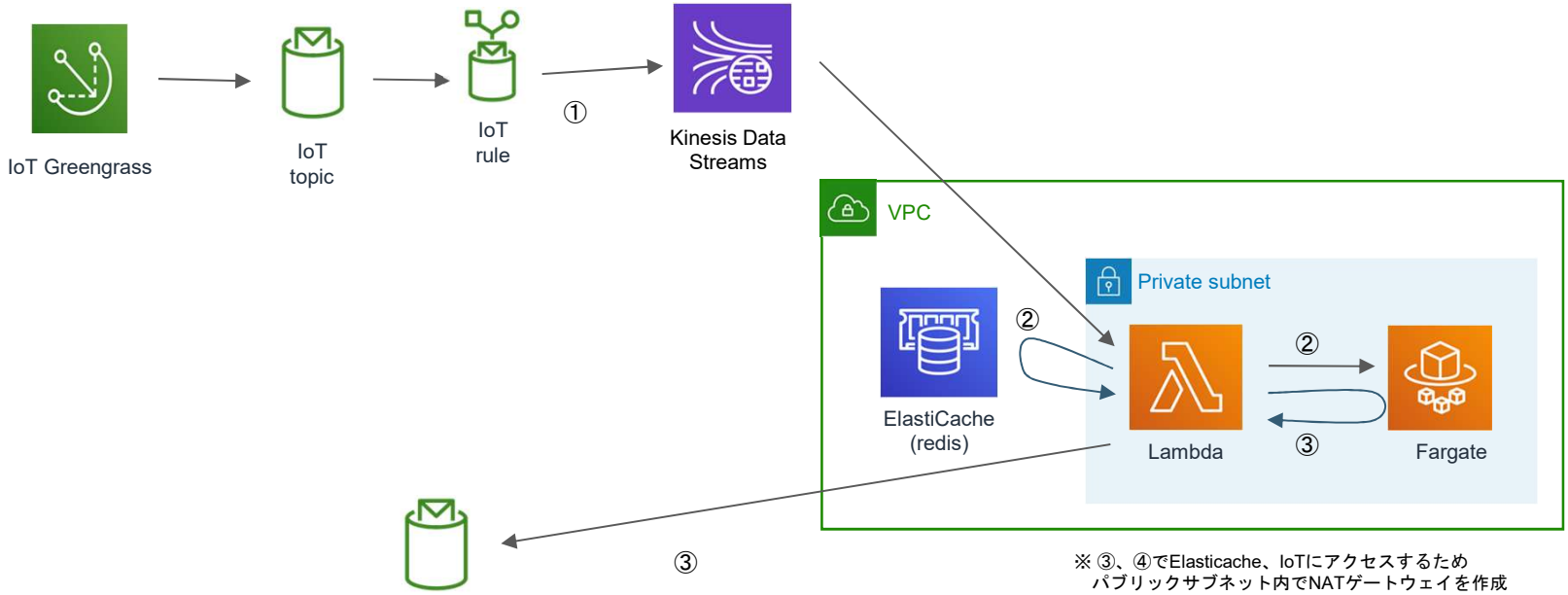
様々なデータの通信

- 車両 => FMS
  - 車両状態, 速度, バッテリー, 位置情報など
- 車両 <= FMS
  - ステートコマンド, 経路, 車両操作コマンド

Tier IV
Intelligent Vehicle

AWS IoTの利用

- Kinesisで処理をある程度まとめてから捌く

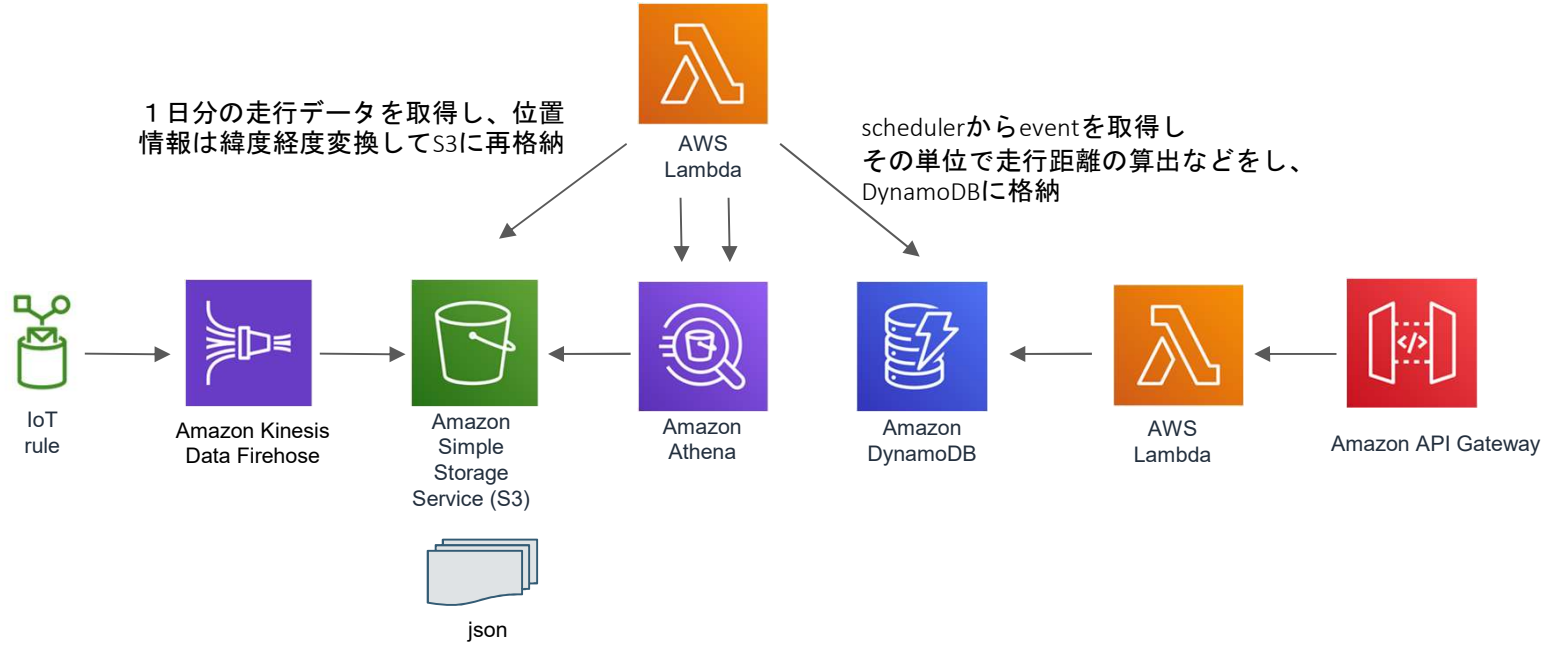


① IoT ruleでvehicle_idをPartitionKeyにput（シャード分割して、起動するLambdaを車両毎に）
② 車両状態を取得
　→ 変更があった場合、Fargateへrequest
③ 車両のスケジュールを取得、スケジュールの状態をpublish

Tier IV
Intelligent Vehicle

データ保持とデータ加工

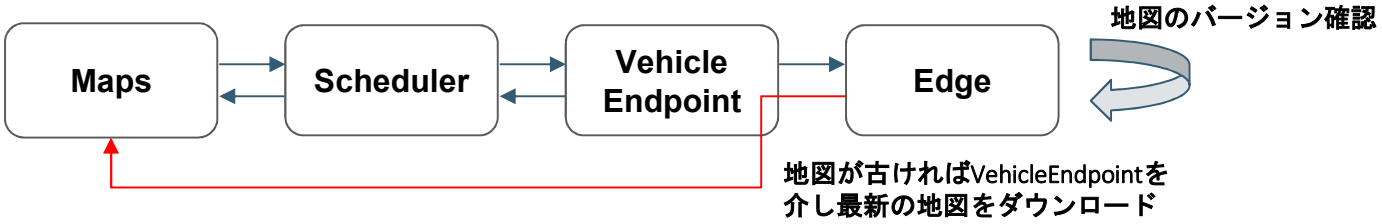
- 取得したデータを元に日報データを整備



Tier IV
Intelligent Vehicle

地図データ更新

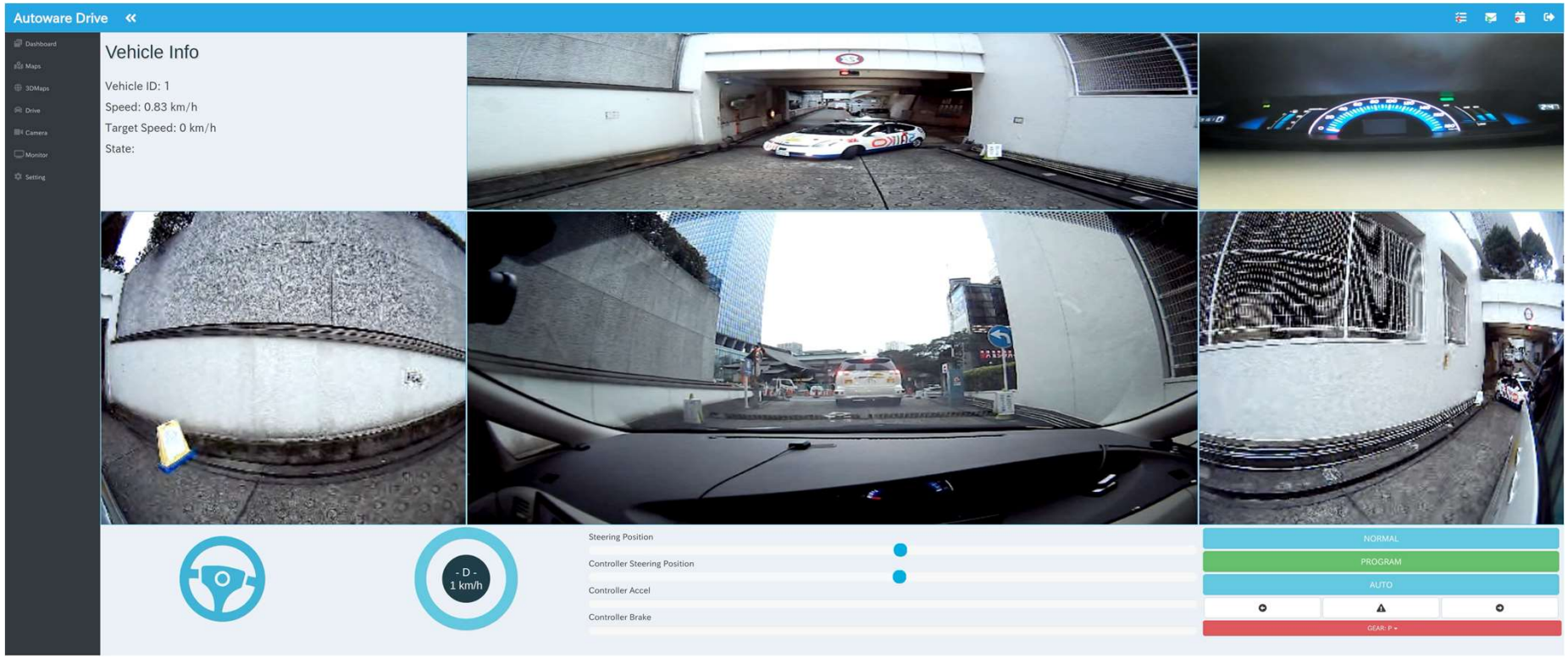
- 地図バージョン管理
- 経路のバージョンがCloudと一致しなければダウンロード



経路探索　　スケジュール実行

Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware Drive（遠隔運転の取り組み）



Tier IV
Intelligent Vehicle

Autoware Drive（遠隔運転の取り組み）

- 安全・高速な通信が必要
- 様々な検討
  - AWS IoT
  - MQTT
  - QUIC

Tier IV
Intelligent Vehicle

設備連携におけるIoT活用事例

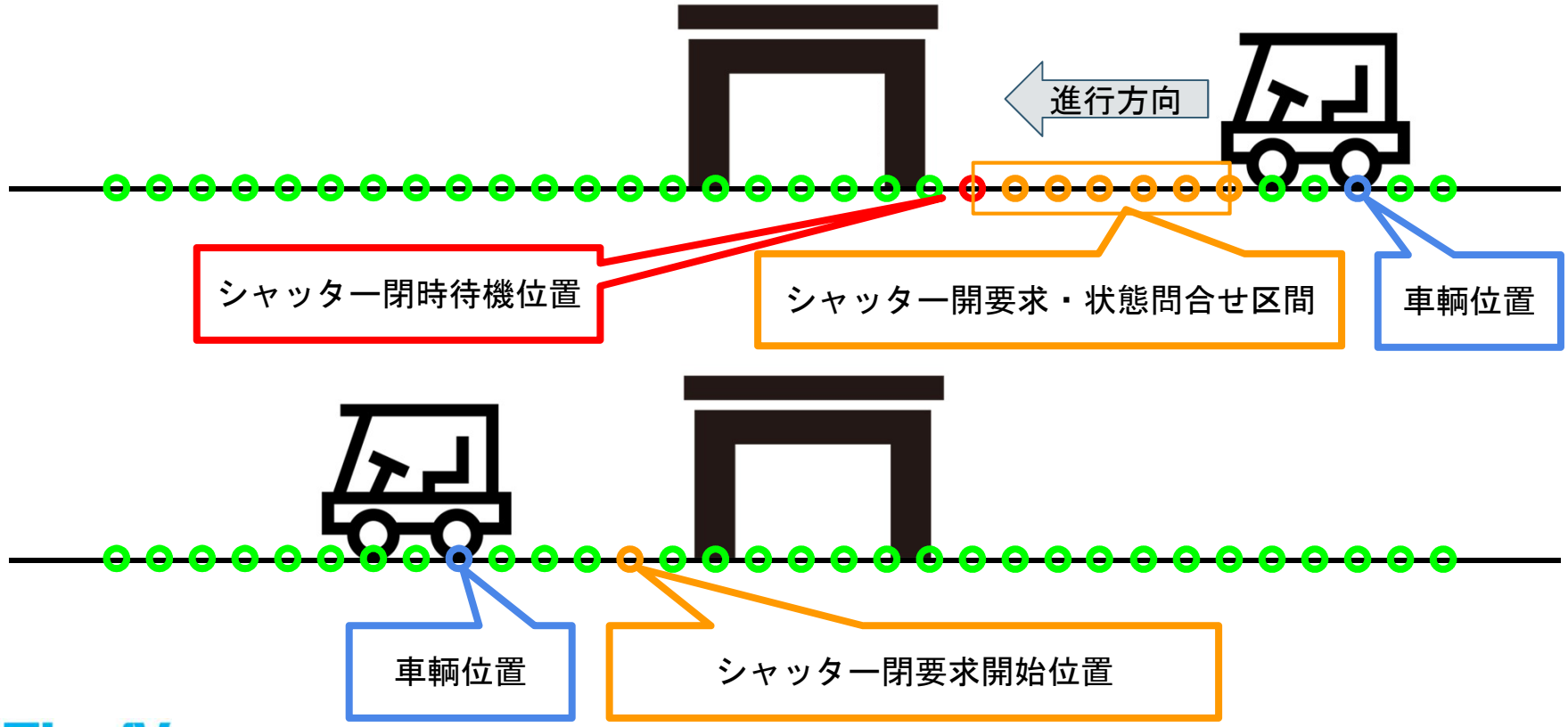
Tier IV
Intelligent Vehicle

設備連携

- 完全自動運転になると人手を介入させない設計が必要
- 例
  - 交差点での複数車両調停
  - シャッター連携
  - エレベータ連携

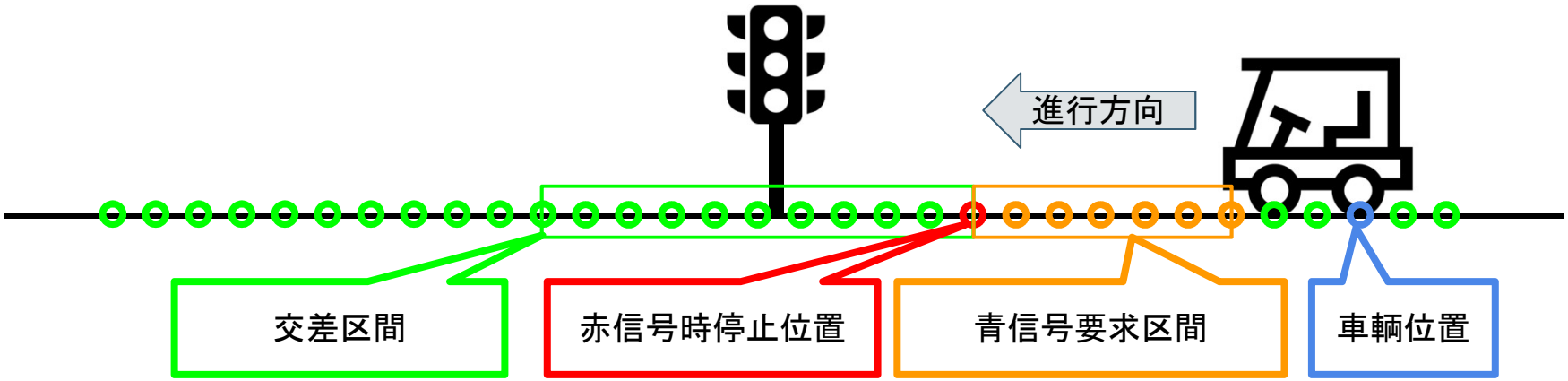
Tier IV
Intelligent Vehicle

シャッター連携



Tier IV
Intelligent Vehicle

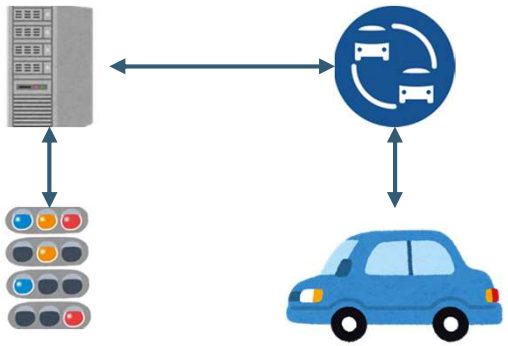
信号機連携

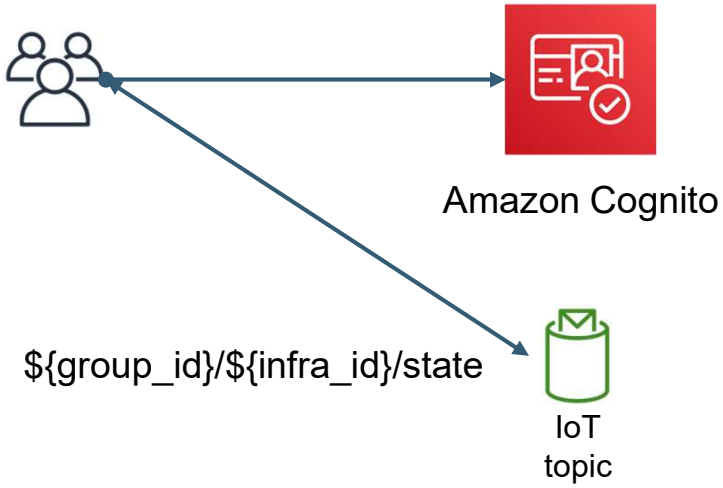


Tier IV
Intelligent Vehicle

他システム連携

- 設備状態のステート遷移をIoTで

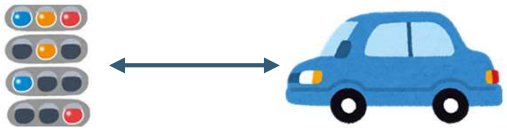




Tier IV
Intelligent Vehicle

他システム挟まない

- ビーコン/BLEで
  - 遠隔で異常監視する必要のないもの



Tier IV
Intelligent Vehicle

フィールドテストでのIoT活用事例

Tier IV
Intelligent Vehicle

フィールドテスト準備

- 事前の品質向上
  - プログラムのテスト
  - シミュレータによるテスト

Tier IV
Intelligent Vehicle

フィールドテスト

- フィールドでしか試せないことがある
  - 実車両・走行環境によって様々な調整が必要
  - 制御動作の確認，通信環境の確認
- 決められた手順で調整できることが重要

Tier IV
Intelligent Vehicle

Greengrassを用いたOTA

- プログラムの更新
  - ローカルLambdaのOTA
  - AWS IoT ジョブによりS3 Pre-Signed URLからバイナリを取得

Greengrass

Cloudformation

Tier IV
Intelligent Vehicle

Device Shadowを用いた設定変更

- ログレベルの変更
  - テスト時に遠隔から手厚いサポートをする場合に設定を変更
- 映像配信ビットレート

Tier IV
Intelligent Vehicle

ドラレコデータのリアルタイムアップロード

- Autowareが利用しているROSではログデータが大きくなりやすく重要な時間に絞って切り取ることが重要
  - Autowareの異常をトリガーに決められた時間のログを保持
  - 機械学習を用いた未知のデータの検出を行う研究開発

Tier IV
Intelligent Vehicle

今後の展望

- フィールドテスト強化
  - 大容量ドラレコデータとFMS運行データの紐付け
  - セキュアな環境を素早く構築
  - ソフトウェア自体・設定情報を素早く更新
- 品質・安全への取り組み強化
  - リッチなテストの整備，自動化整備

Tier IV
Intelligent Vehicle