

MATLAB EXPO 2020

センサーフュージョンによる 大型重量物自動搬送車両の早期開発

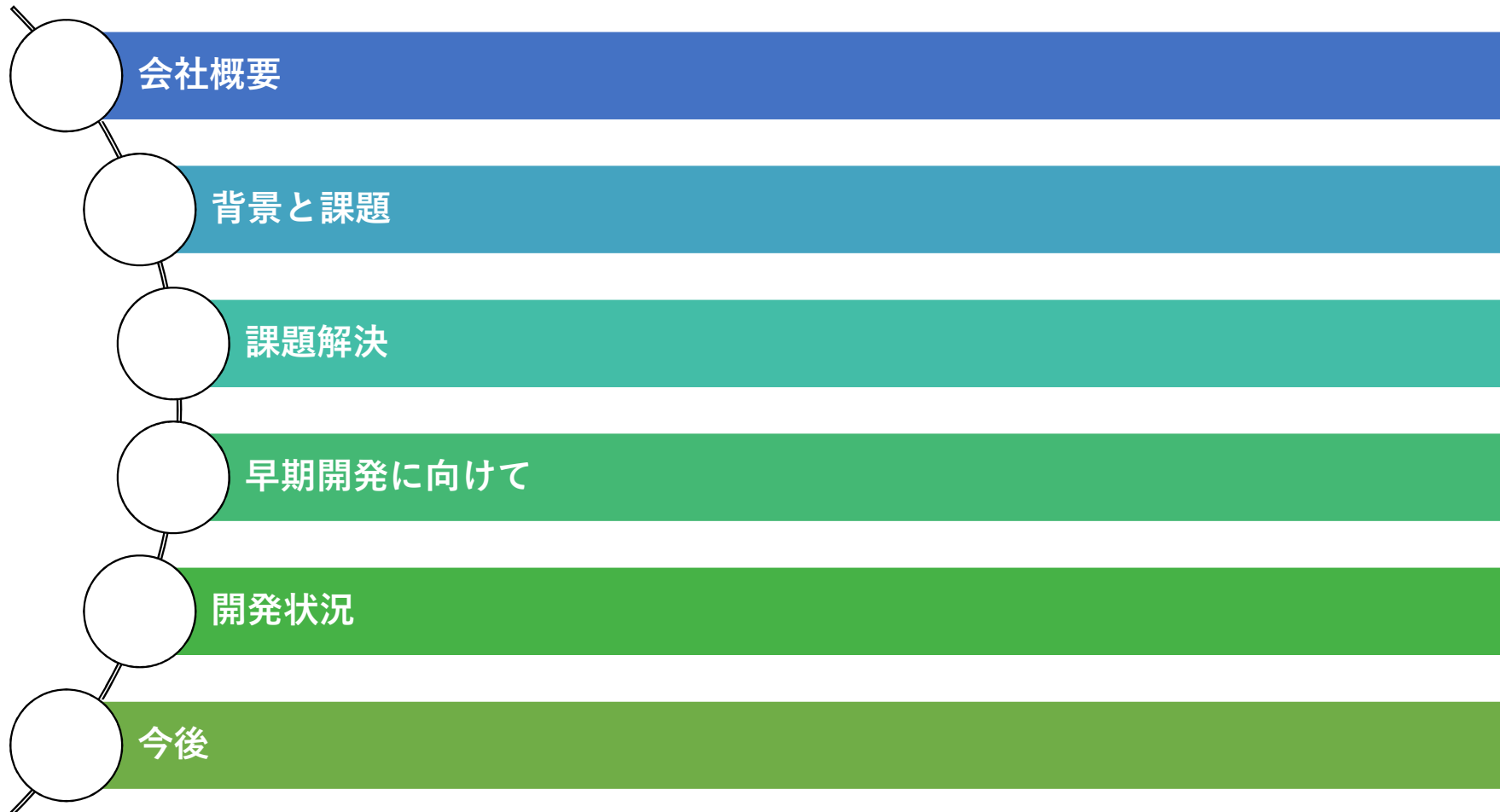


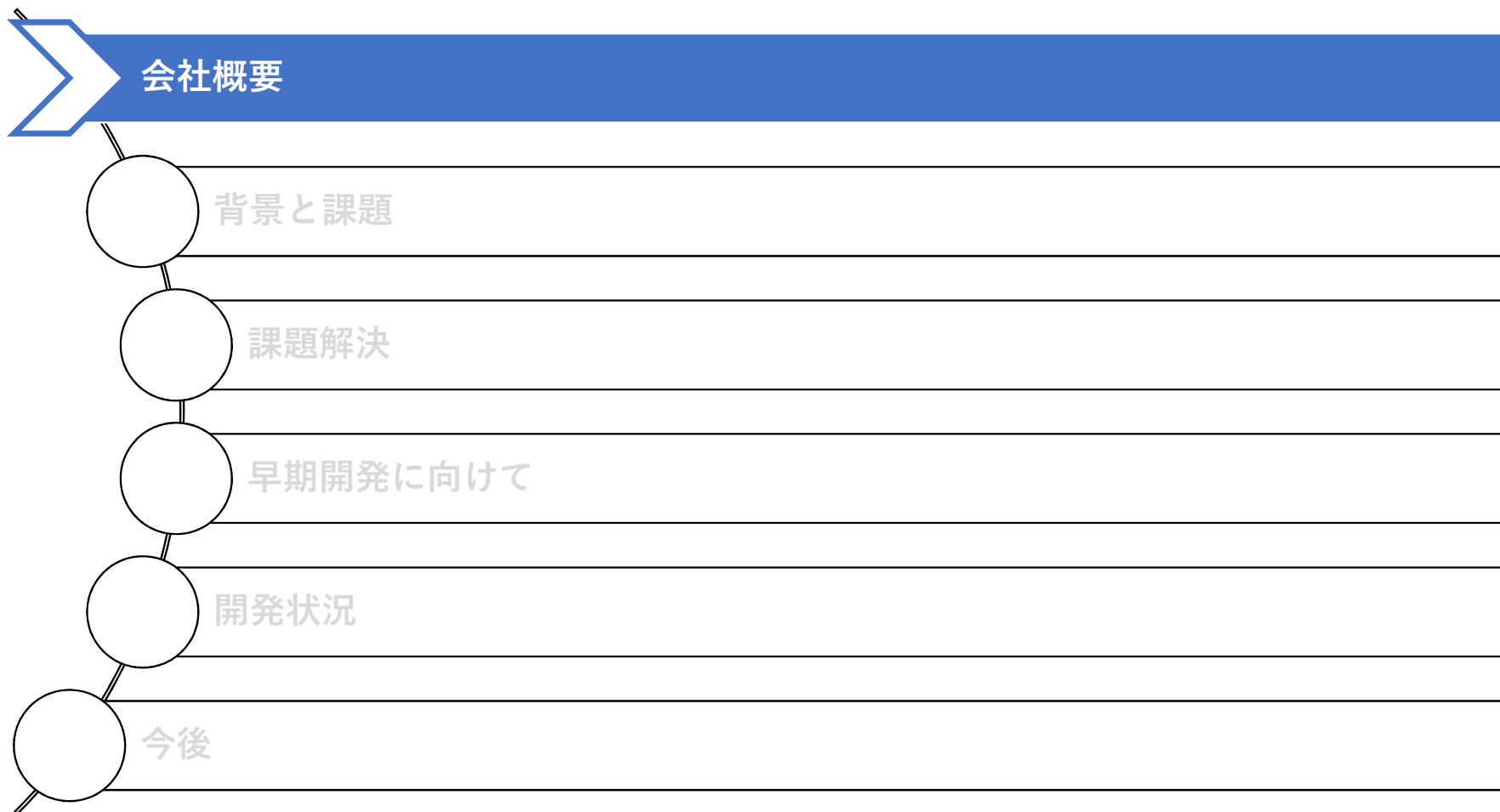
日本車輛製造株式会社

輸機・インフラ本部 小野田 朗

開発本部 松永 高志

Agenda





会社概要

1. 概要



商標

日本車輛製造株式会社
NIPPON SHARYO, LTD.



創立

明治29(1896)年9月18日
(創立124年)



資本金

11,810百万円



従業員数

2,014人(2020年4月1日現在)



系列



JR東海グループ



CONFIDENTIAL



日本車両

MATLAB EXPO

2020.09.30 / Copyright 2020 NIPPON SHARYO, LTD.

会社概要

2. 主な製品

■ 鉄道車両



■ 産業車両



■ 特装車両



■ 橋梁



■ 杭打機



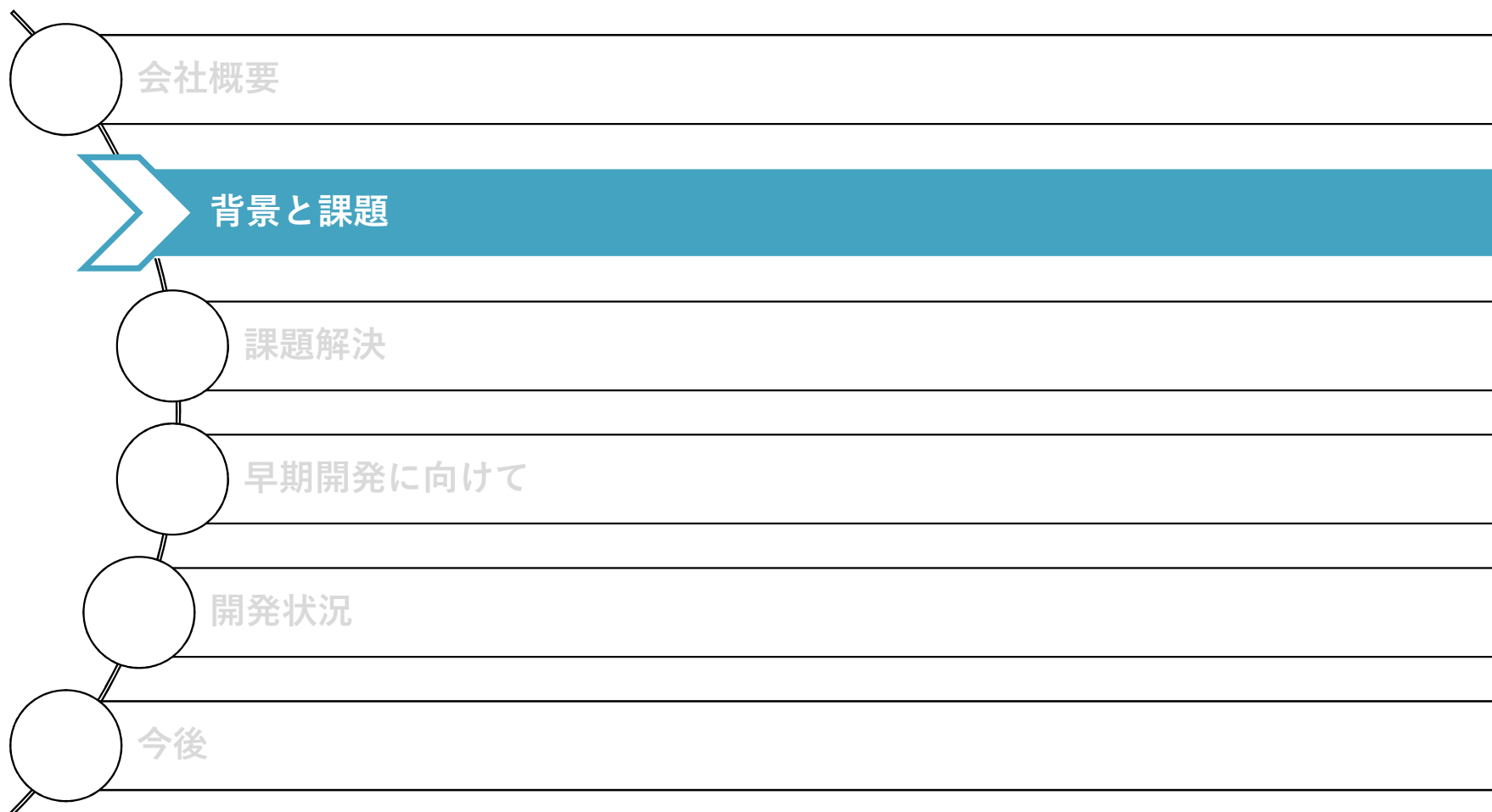
■ 可搬型発電機



CONFIDENTIAL

日本車両 MATLAB EXPO

2020.09.30 / Copyright 2020 NIPPON SHARYO, LTD.



背景と課題

1. 日本車輛の大型重量物搬送車両



CONFIDENTIAL

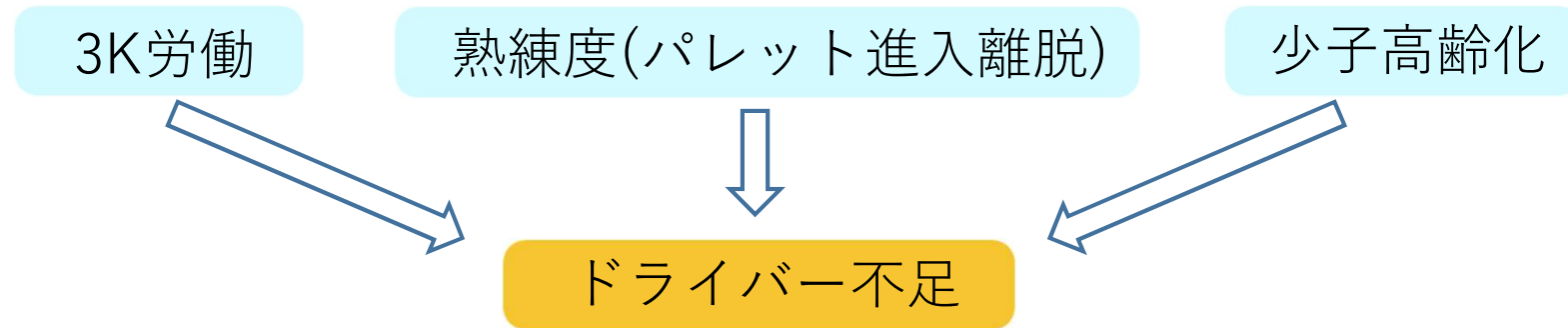
日本車輛 MATLAB EXPO

2020.09.30 / Copyright 2020 NIPPON SHARYO, LTD.

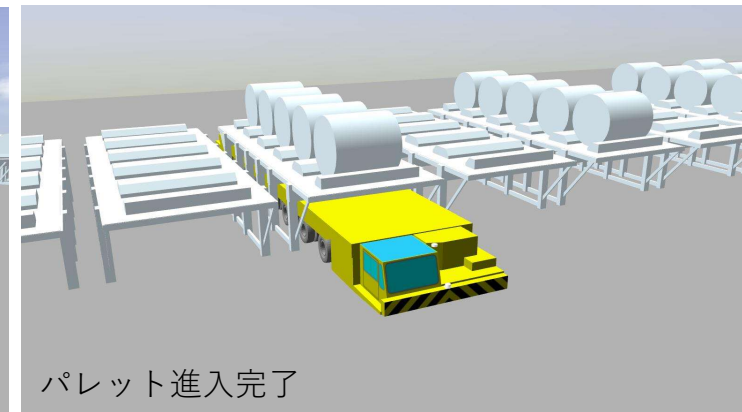
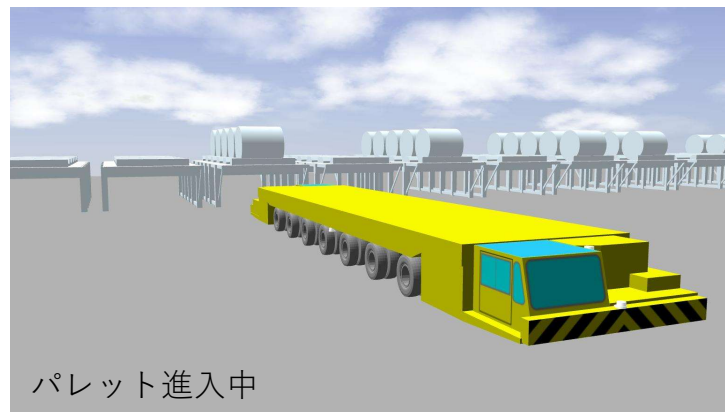
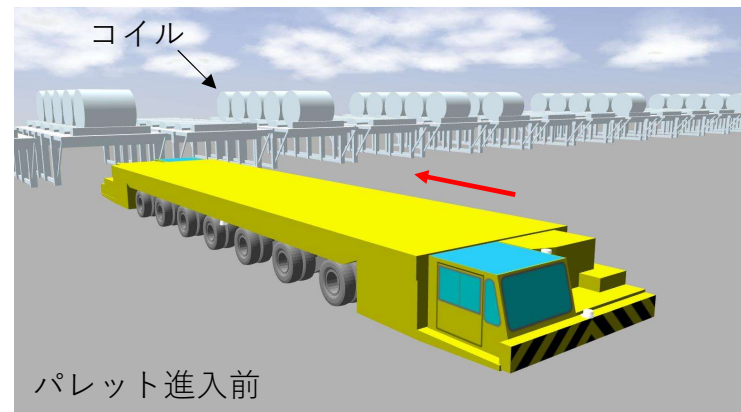
背景と課題

2. 開発の背景

特に製鉄所向けキャリア



【製鉄所のコイルパレットヤード】

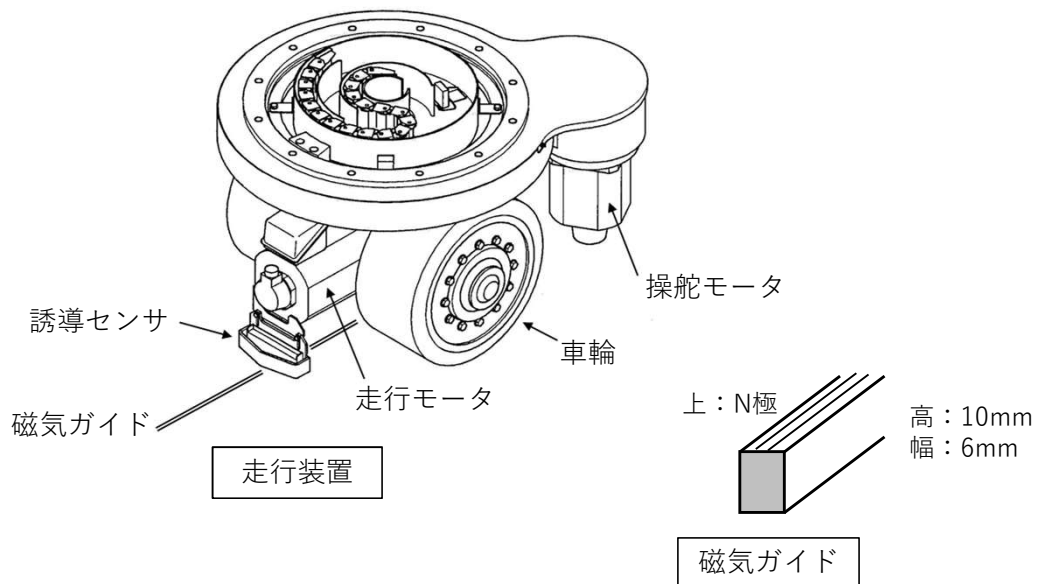


背景と課題

■ 連続誘導 (～5km/h)



4WD4WSタイプ
30t 積AGV

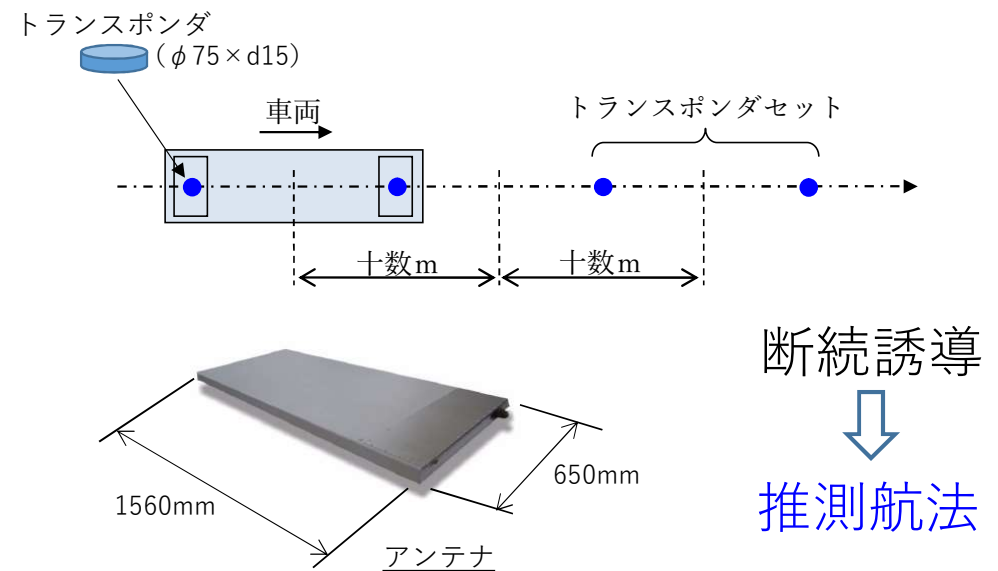


3. 従来の誘導方式 (磁気ガイド誘導)

■ 断続誘導 (～25km/h)

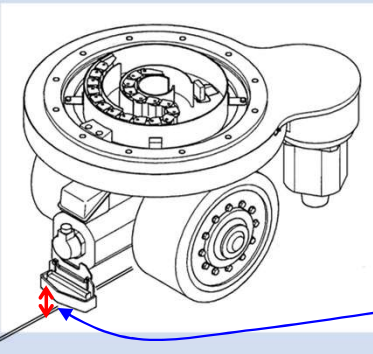


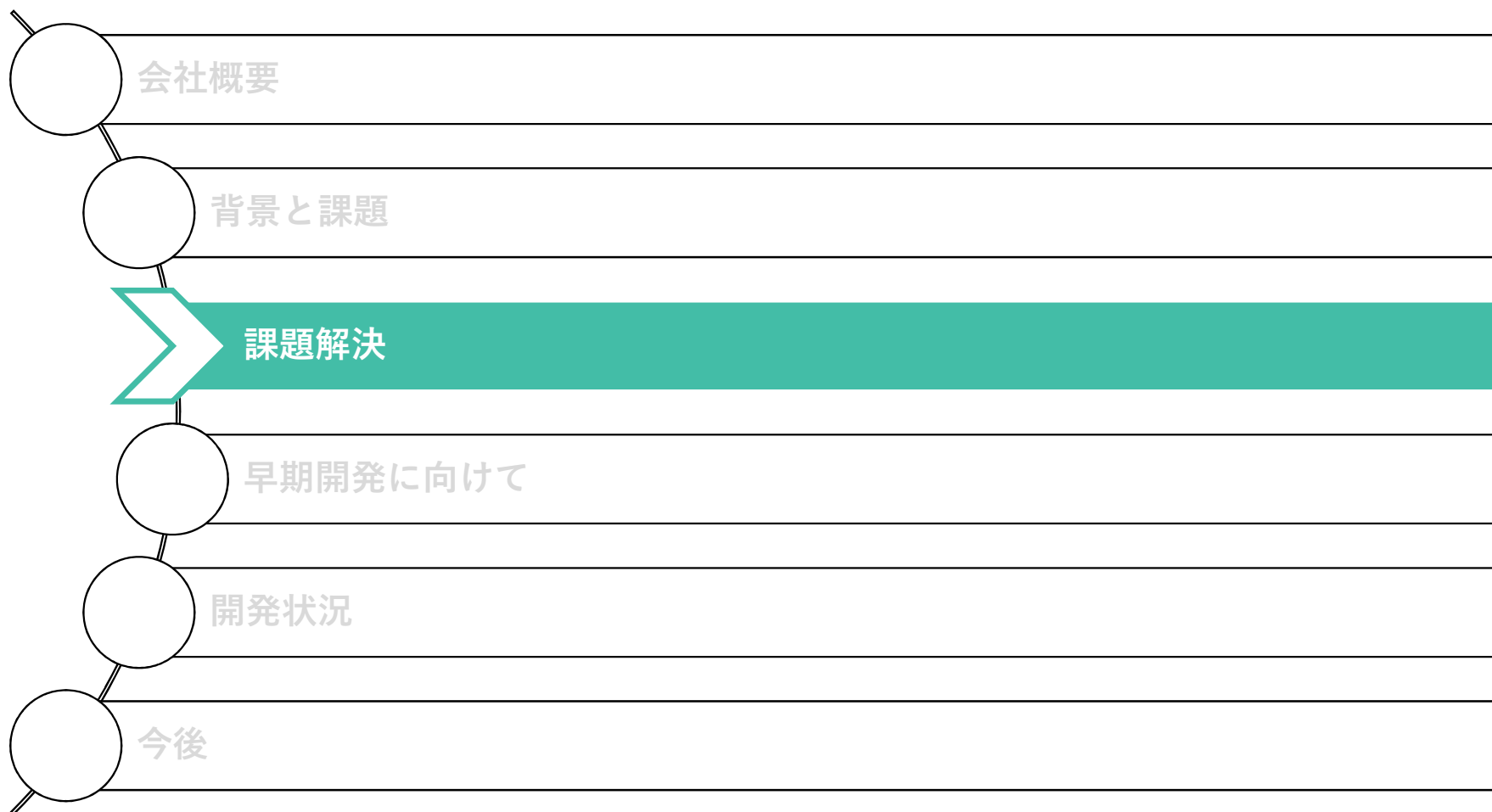
製鉄所向け
パレットキャリア



背景と課題

4. 従来の誘導方式の制約

制約事項	条件	自動走行化
耐荷重走行路 (新規走行路の場合)	AGVの場合 輪重6,000kg < 耐荷重	お客様にとって工事費用が負担となる
走行路の平坦度確保	うねり30mm以内、段差2mm以内 (1,000mm四方範囲)	
誘導センサの路面間 クリアランス確保	 クリアランス 25mm	車両メーカーにとって構造的な実現性がネック
誘導センサの取付可否	アンテナサイズ大  1560mm 650mm	



課題解決

1. 開発方針

従来の誘導方式の制約を解決するためには
(走行路工事無し、磁気ガイド無し、センサ取付自由)

自動車の自動運転開発で技術革新が著しい
最新のセンシング技術



AGVの磁気ガイド誘導
MATLABモデル

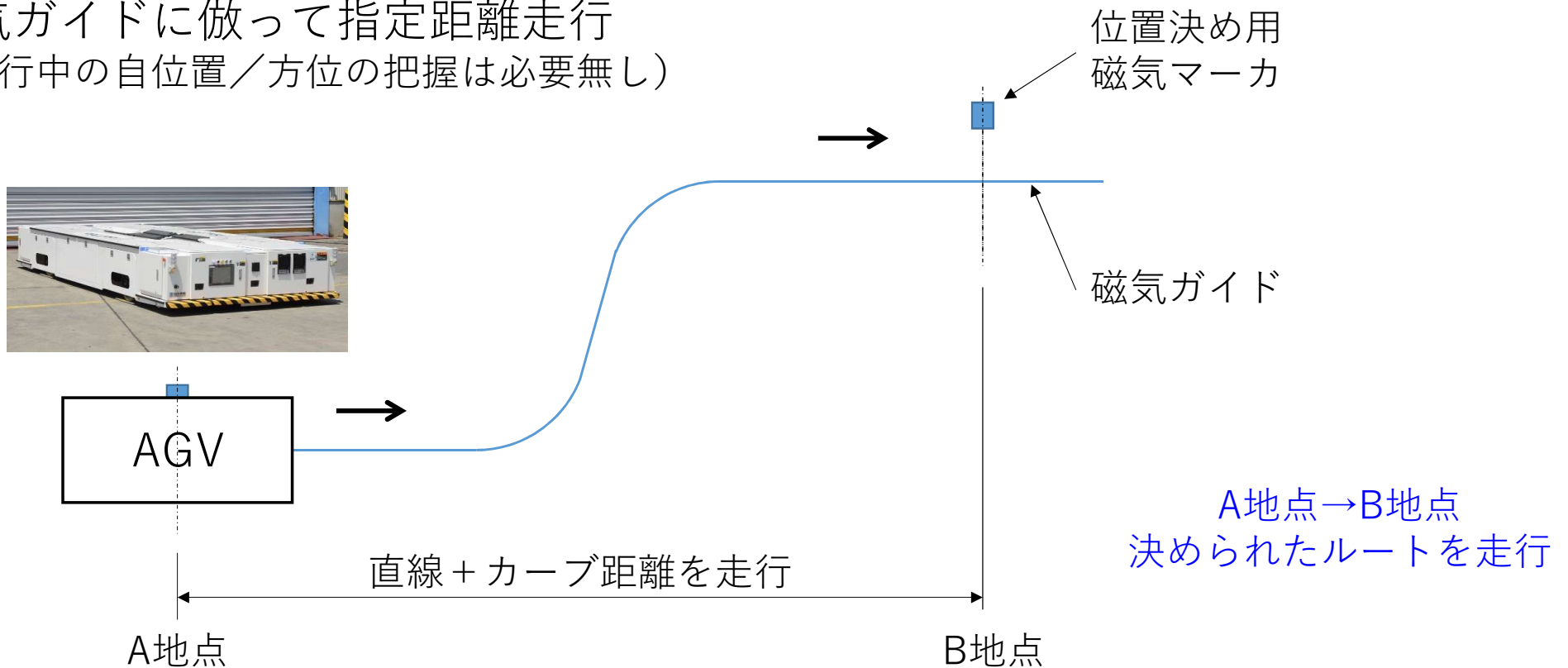
センサフュージョン技術により屋内／屋外問わず自動誘導可能

既存設備（車両・道路）をミニマムコストで
自動誘導システム化

お客様・車両メーカー共にメリット

AGVの磁気ガイド誘導走行

磁気ガイドに倣って指定距離走行
(走行中の自位置／方位の把握は必要無し)



課題解決

3. 推測航法走行

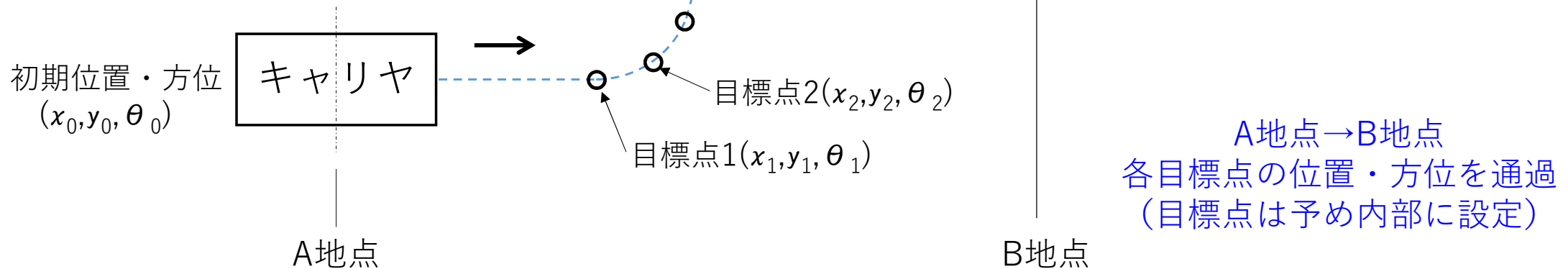
磁気ガイドレス／磁気マーカレス $\Rightarrow$

推測航法

推測航法するには

- ①初期位置・方位の認識
- ②走行中の自己位置推定

目標の位置方位に対し、現在の自車の位置方位から操舵角を決定



- 自動車の自動運転開発で技術革新が著しい
最新のセンシング技術を活用

屋内：IMU+LiDAR+Cameraによる自己位置推定

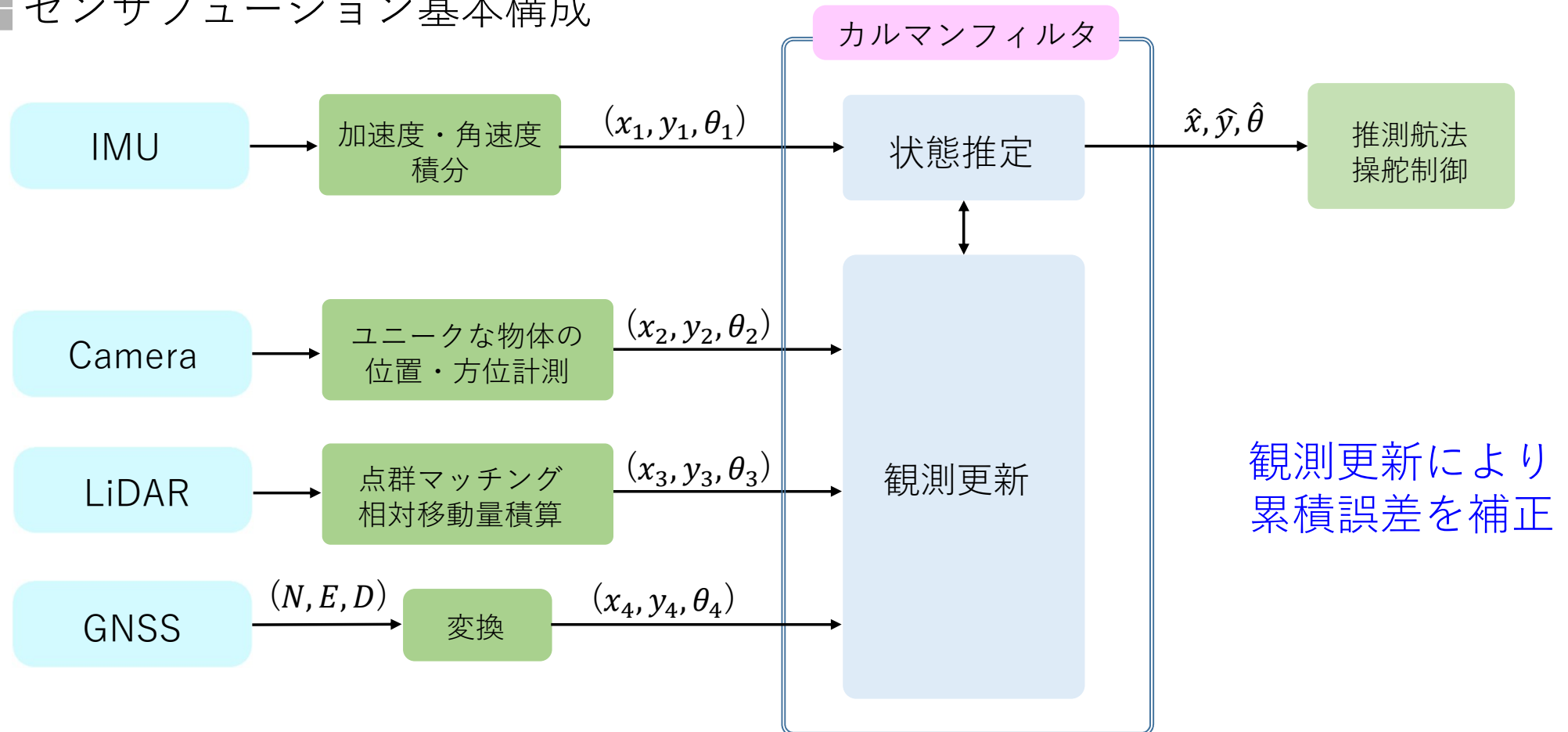
屋外：IMU+LiDAR+Camera／GNSSによる自己位置推定



課題解決

5. センサフュージョン構成

■ センサフュージョン基本構成



課題解決

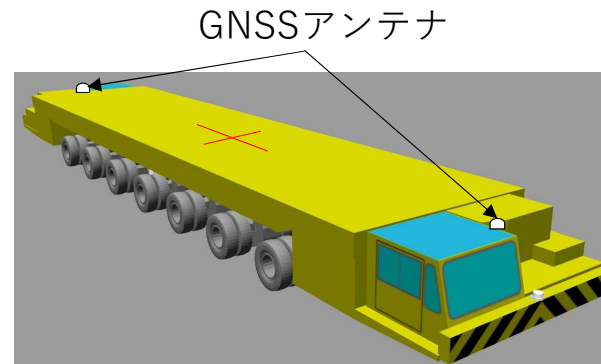
6. 初期位置・方位認識

- 初期位置・方位認識のタイミング
→ 手動から自動への切替時

- 屋内／屋外の場合
→ ユニークな物体の位置・方位計測



- 屋外の場合
→ GNSSアンテナ 2台による
位置・方位計測



既存設備（車両・道路）をミニマムコストで自動誘導システム化

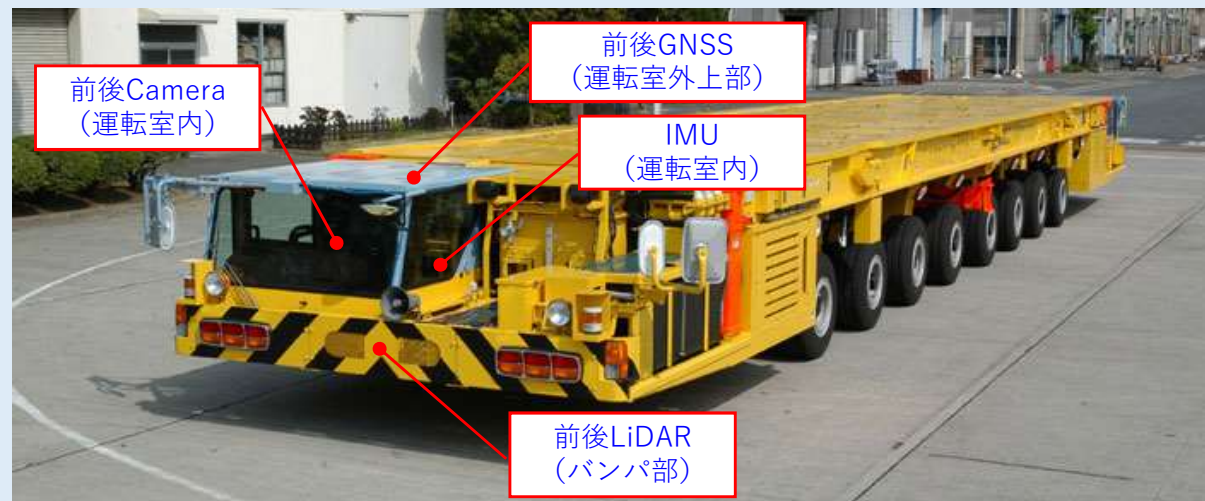
↓ センサフュージョン

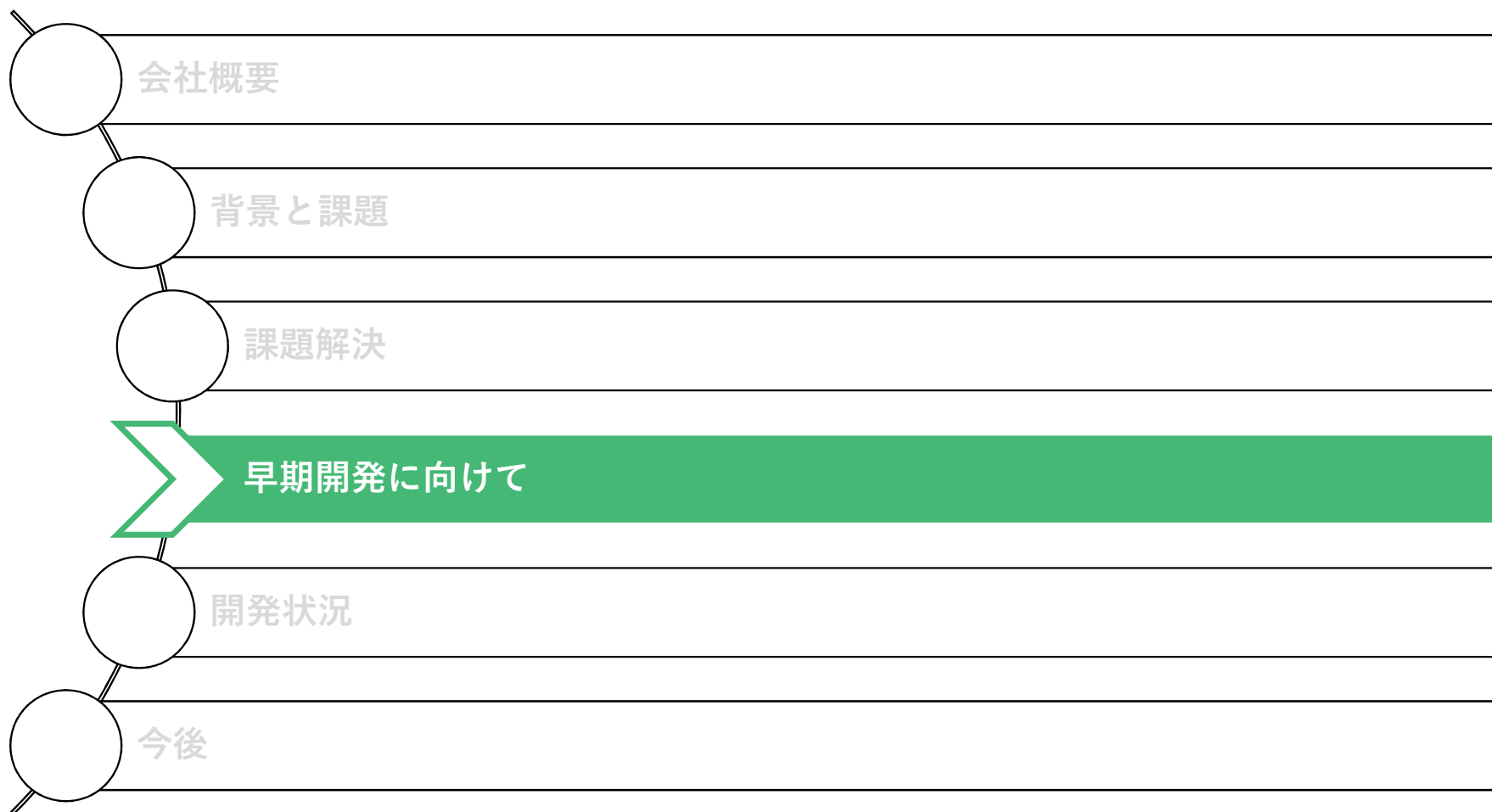
既存車両の自動化

センサ取付自由度高

磁気ガイド敷設無し

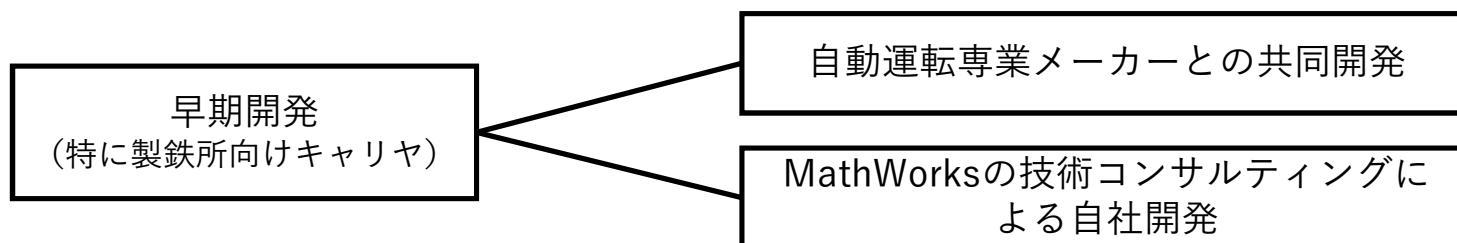
屋内／屋外の自動誘導





早期開発に向けて

1. MathWorksの技術コンサルティング活用



お客様のニーズ	専門メーカーとの 共同開発	技術コンサルティングによる 自社開発
既存キャリアの自動化	△ 車両側とのI/Fによる	○ 自社一体開発のため有利
不具合発生時の迅速対応	△ 要因切り分け必要	○ 自社一体開発のため有利
20年以上の アフターサービス対応	△ 専門メーカーの方針による	○ 技術伝承による体制確保
導入コスト	△ 専門メーカーの利益オン	○ 自社一体開発のコストメリット



日本車両にとって最新のセンサ技術ノウハウ取得可能

早期開発に向けて

1. MathWorksの技術コンサルティング活用



開発本部
センシング技術開発

輸機・インフラ本部
車両制御開発担当

キャリア自動誘導機能策定

スケジュールとプライオリティの策定

- オブジェクト認識
- 点群マッチング
- センサーフュージョン
- 白線認識
- コード生成

サンプルプログラムの理解・改変
パラメータの調整・最適化



保有技術からコンサル方針策定

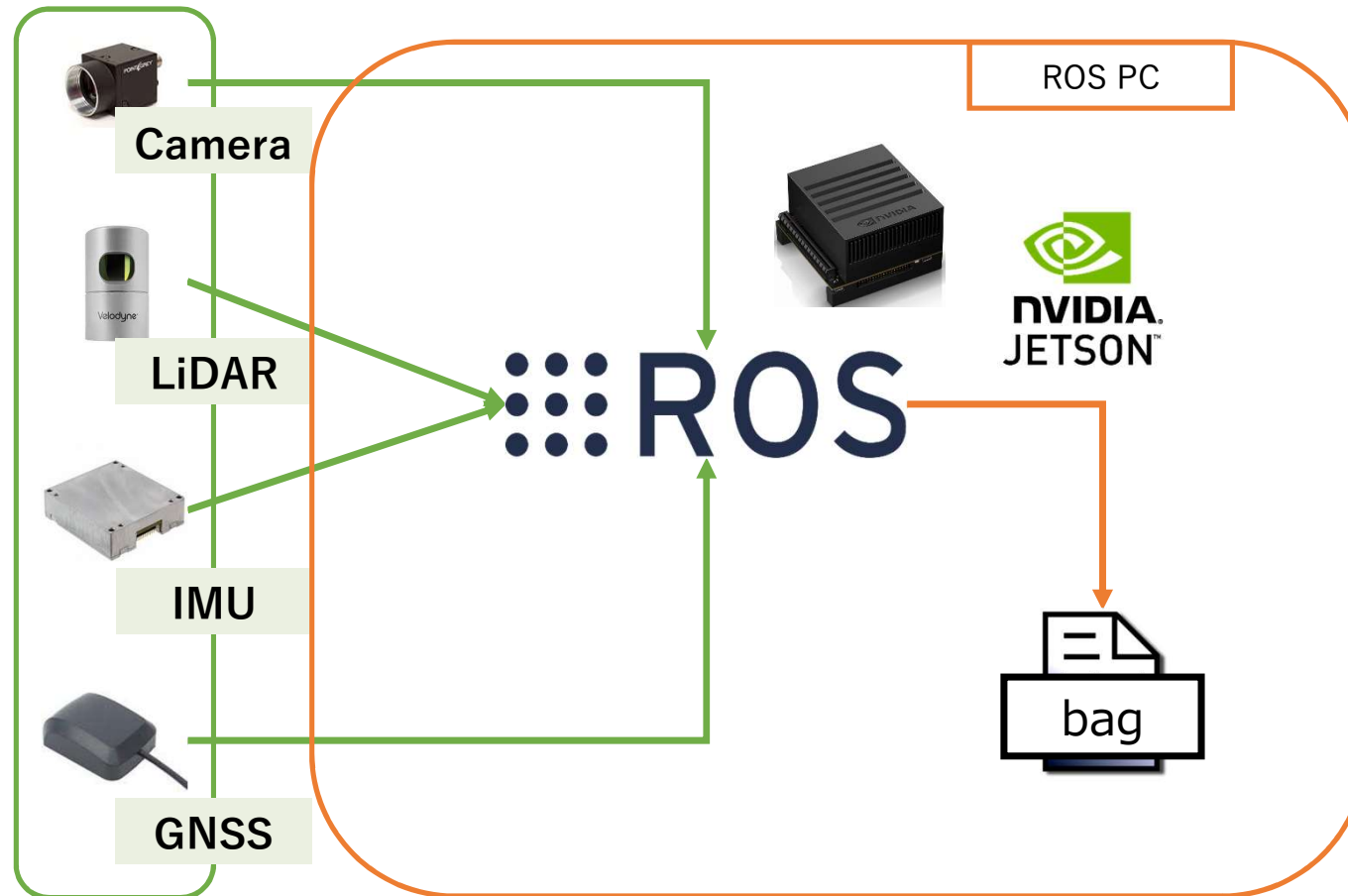
MATLABプログラム基本設計
スキルトランスファー

アドバイザリ
コーチング・Q&A回答

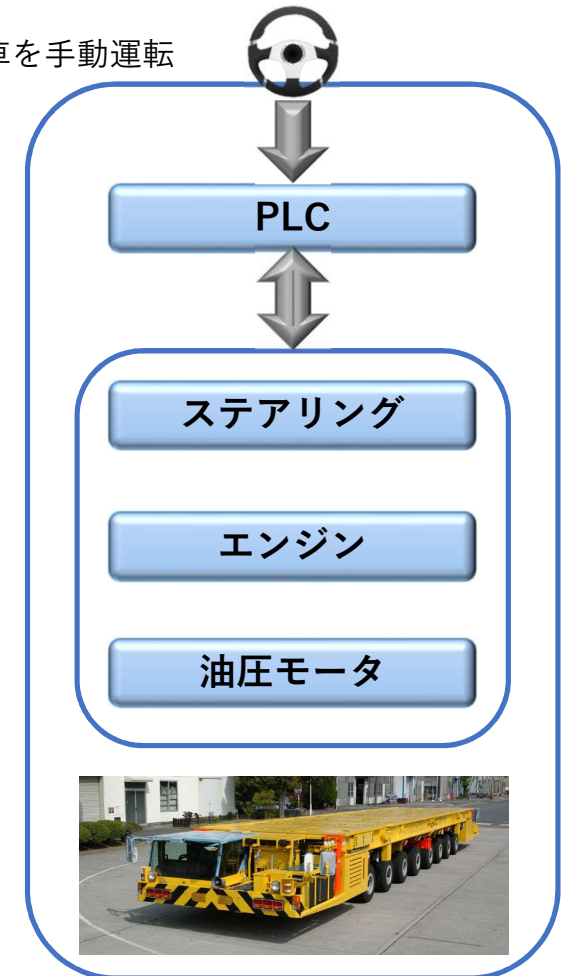
早期開発に向けて

2. MATLAB/SimulinkとROS/Gazeboの連携

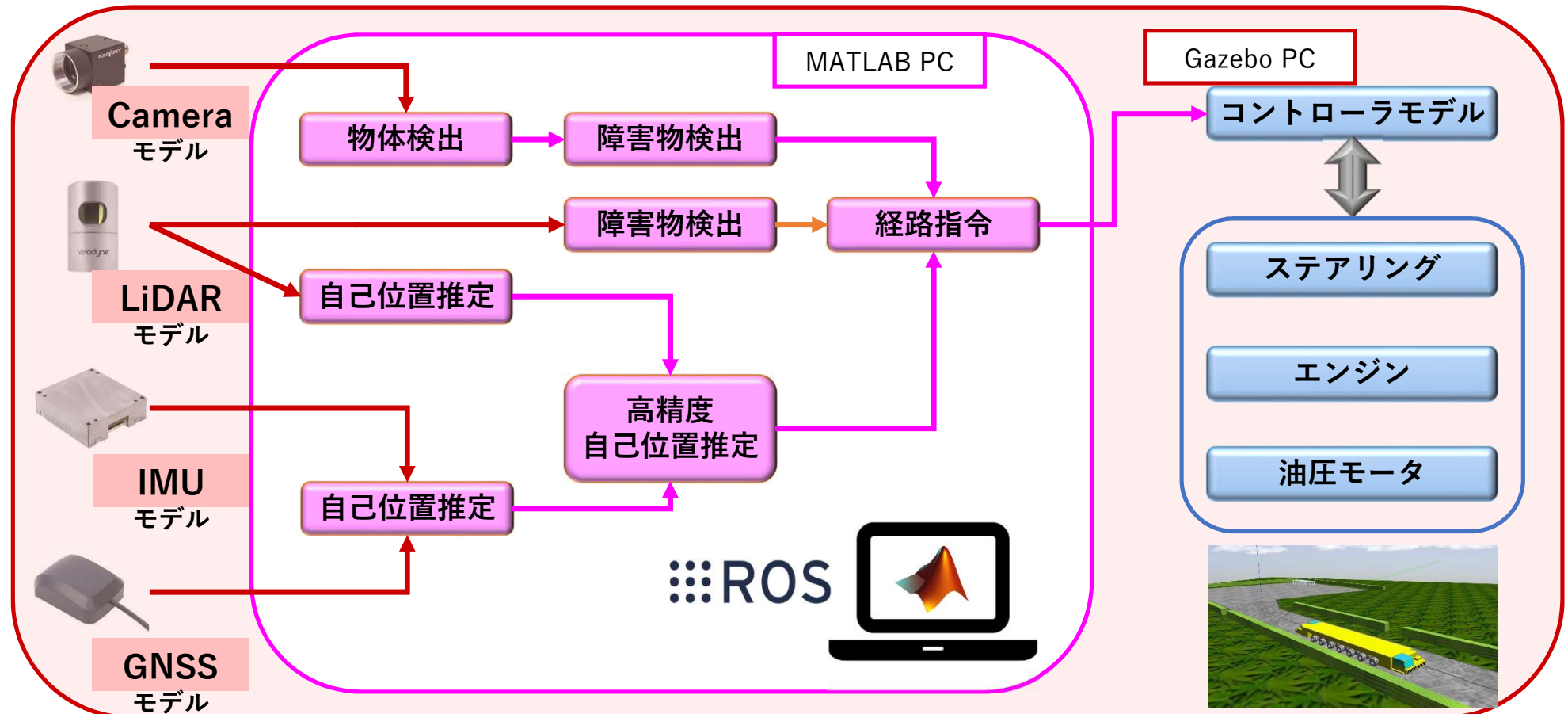
1. rosbagで各種センサデータを取得する



実車を手動運転



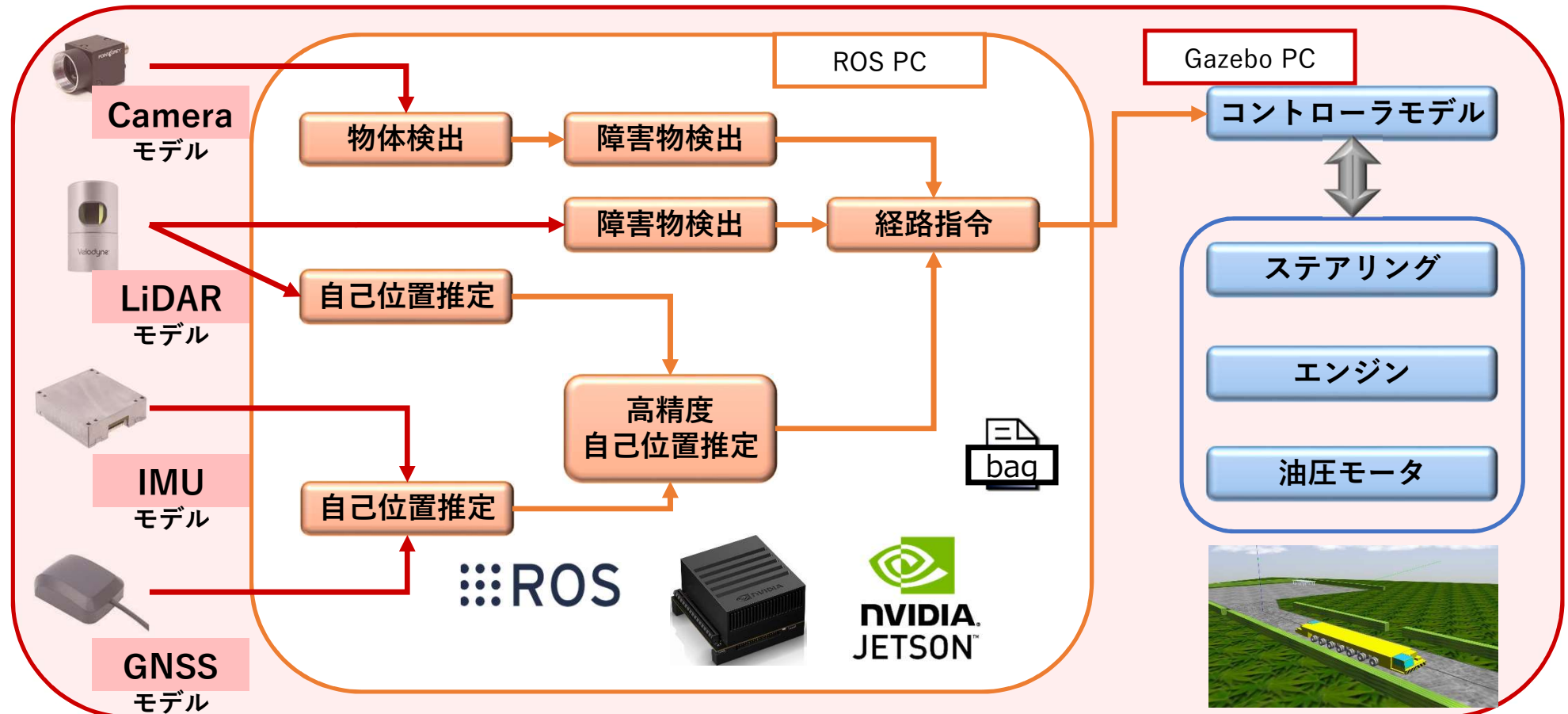
2. MATLAB/SimulinkとGazeboの連携



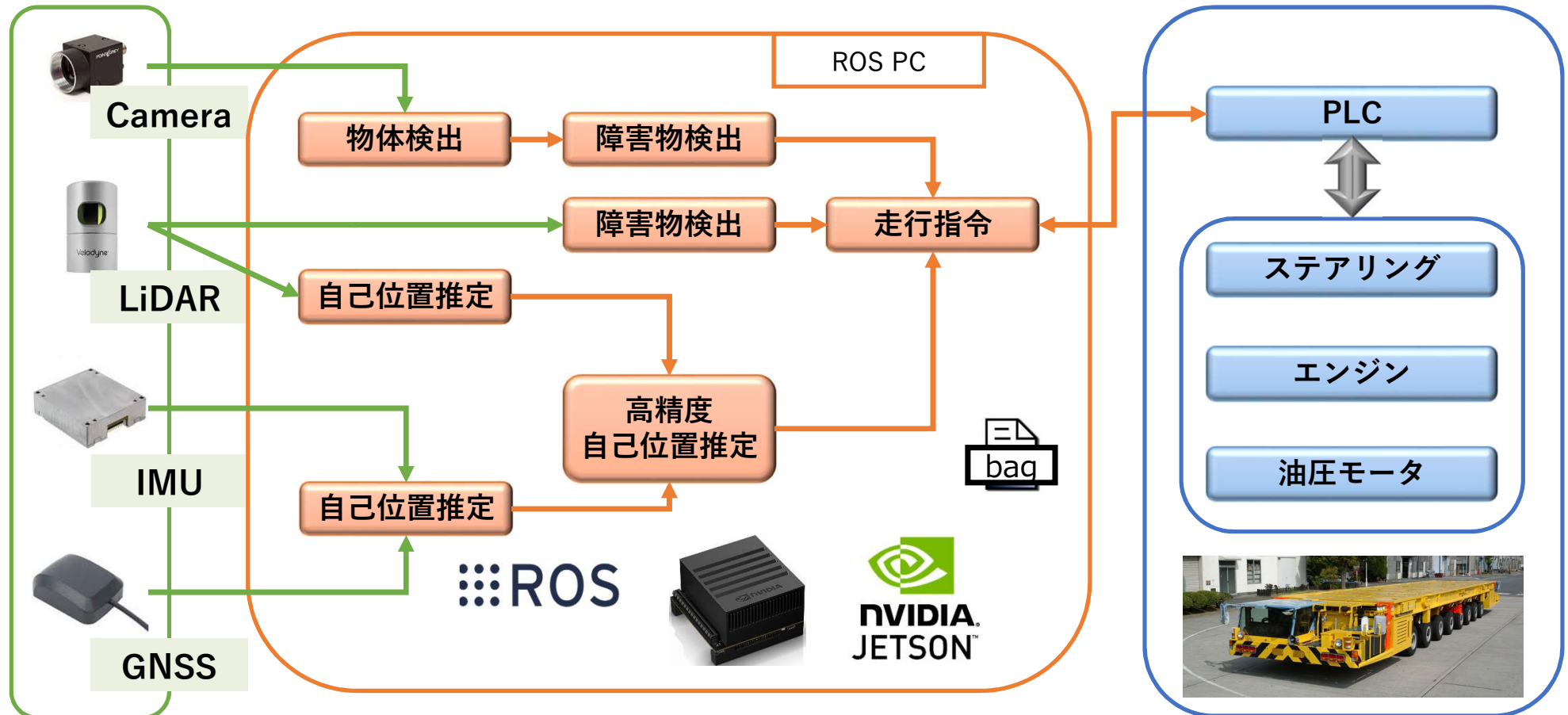
早期開発に向けて

2. MATLAB/SimulinkとROS/Gazeboの連携

3.ROSとGazeboの連携



4. ROSと実車の連携

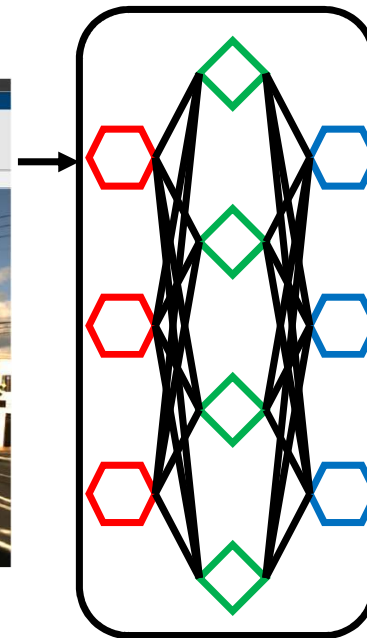
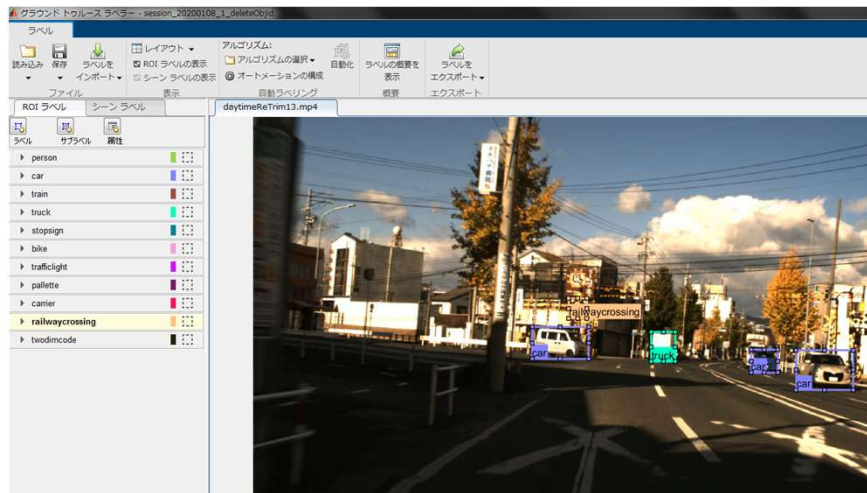


早期開発に向けて

3. スキルトランスファー活用事例

1.MATLABによる画像認識

Yolov2検出器を使用した物体認識

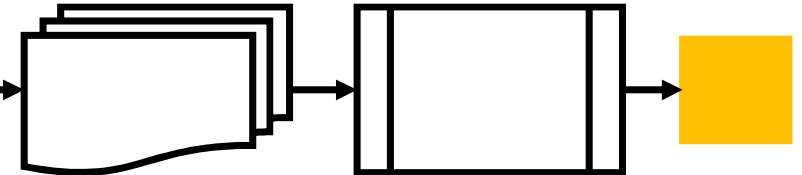


Yolov2
CNN Network

Automated Driving Toolbox™

Computer Vision Toolbox™

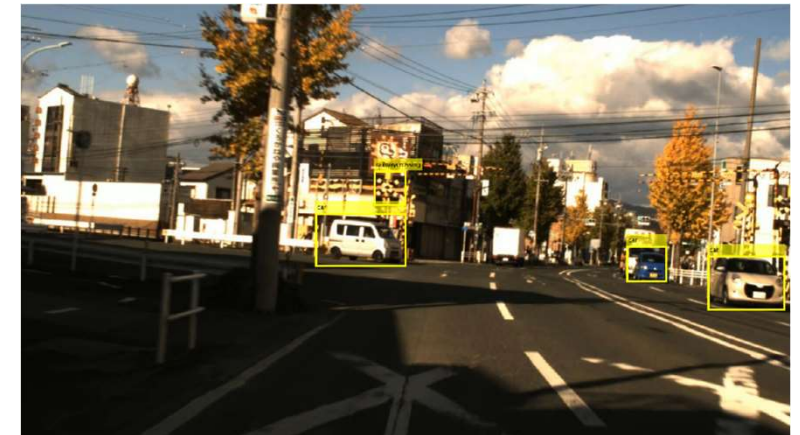
Image Processing Toolbox™



predict

decode

box

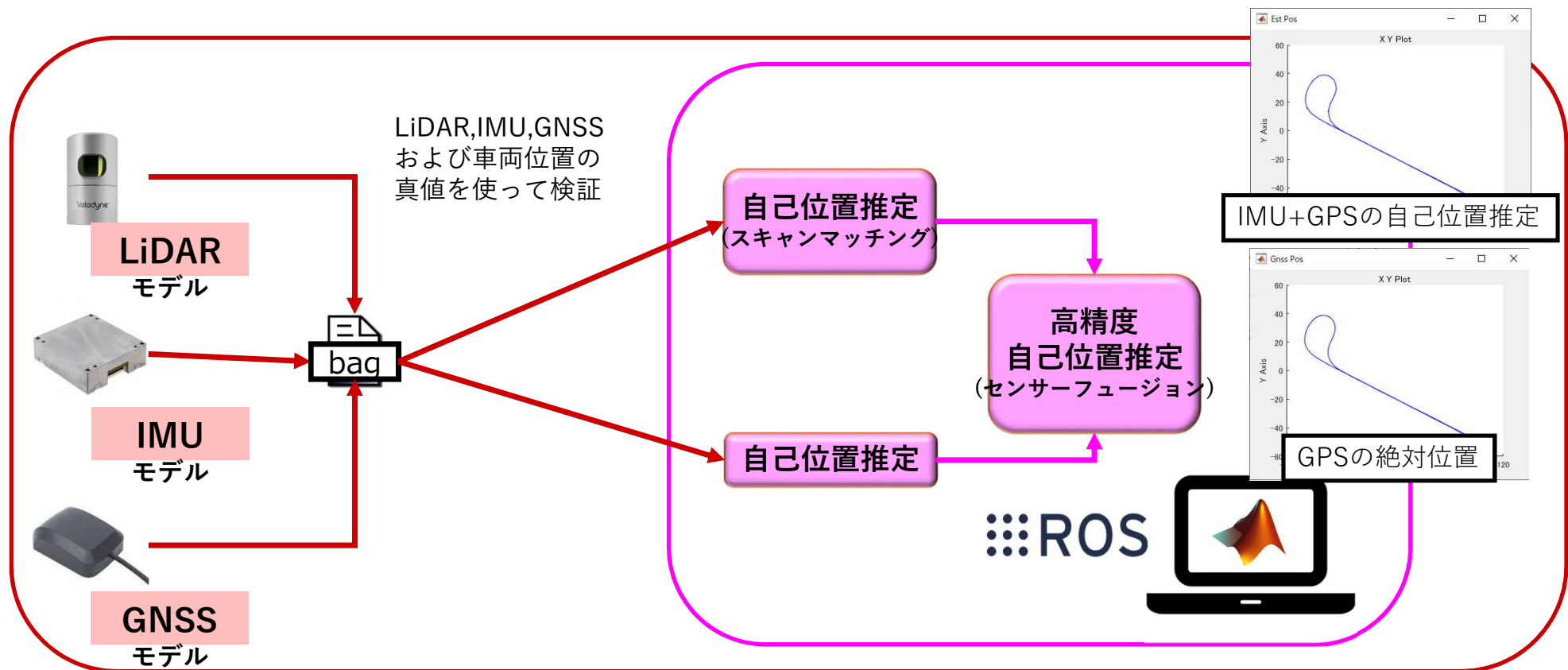


早期開発に向けて

3. スキルトランスファー活用事例

2. MATLABによる自己位置推定

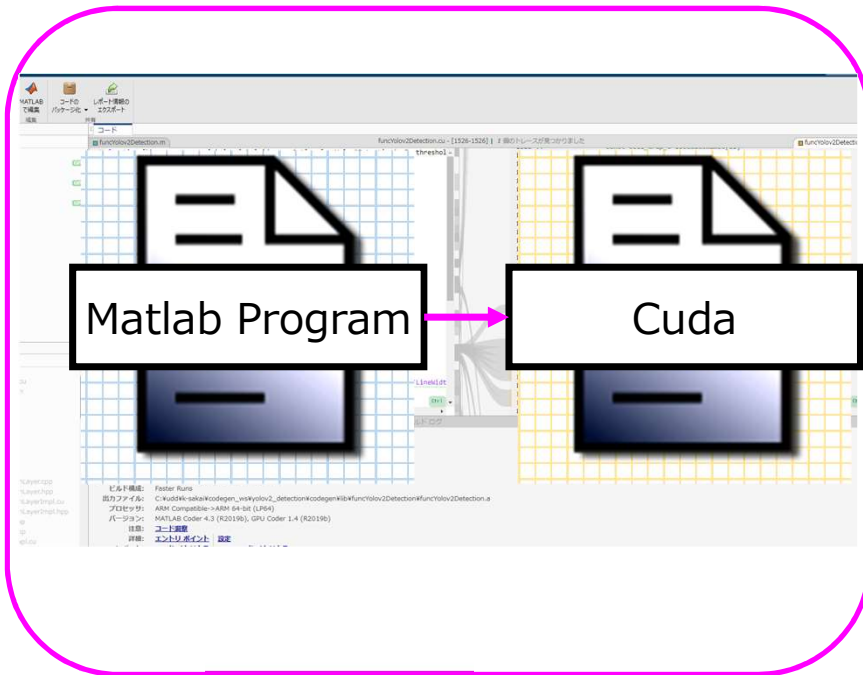
Sensor Fusion and Tracking Toolbox™



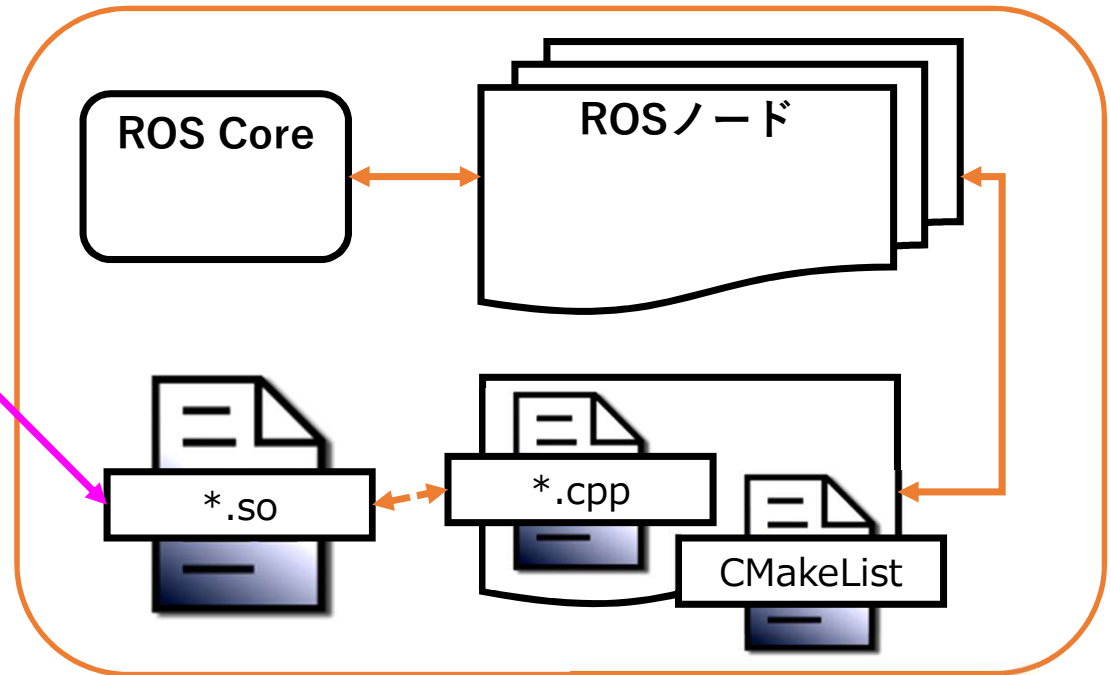
早期開発に向けて

3. スキルトランスファー活用事例

3.MATLABによるROS Package生成



GPU Coder™
ROS Toolbox



活用したこと

- ◆ オブジェクト認識(二次元コード標識体検出・Yoloラベリング)
- ◆ 点群マッチング
- ◆ センサフュージョン
- ◆ コード生成(MATLAB Corder/Simulink Coder/GPU Corder)
- ◆ 白線認識

よかったこと

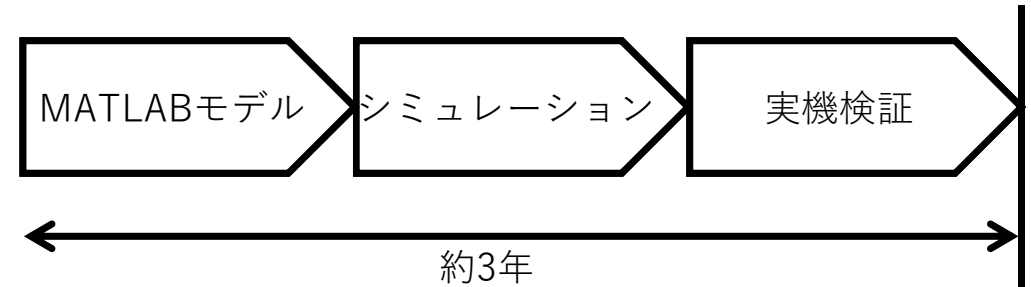
- より早く、より少ない労力で、キャリアへの導入効果を実感しました
- 具体的な設計方法がわからなくても、解決方法を教えて頂きました
- 時間をかけることなく処理フローを理解することができました
- マクロを実装して頂けたので、処理が高速化できました

早期開発に向けて

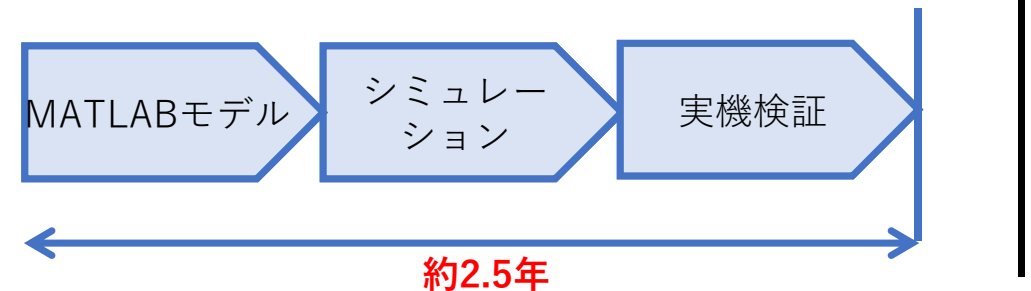
4. コンサルティングの効果

磁気ガイド誘導の従来方式からの変更（AGV）

従来方式（誘導センサが走行軸と一体型）➡ 誘導センサ車体取付方式（誘導センサは走行軸から分離）



コンサルティングを活用したキャリヤの自動誘導開発

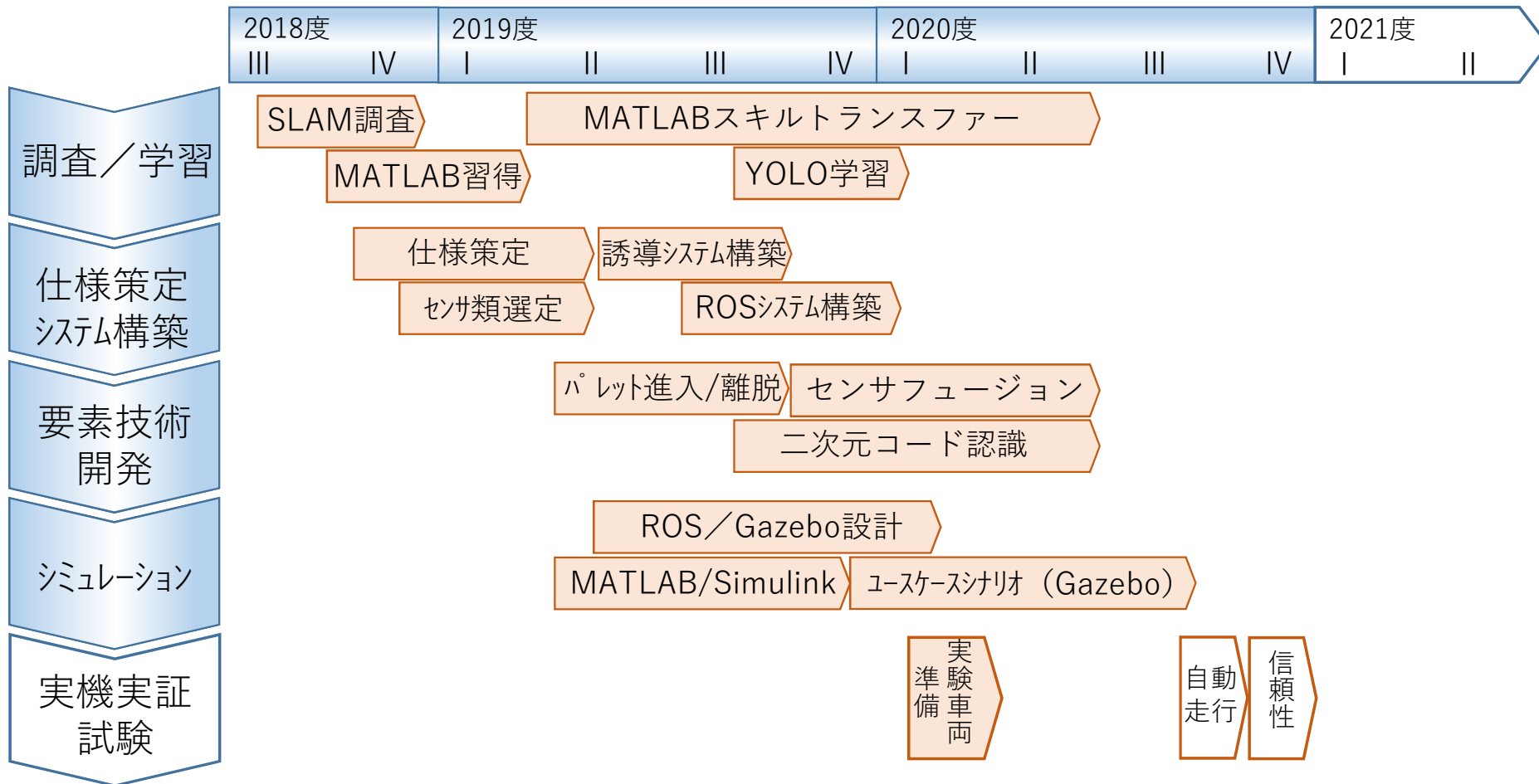


MATLABモデルの作成、シミュレーション期間の削減



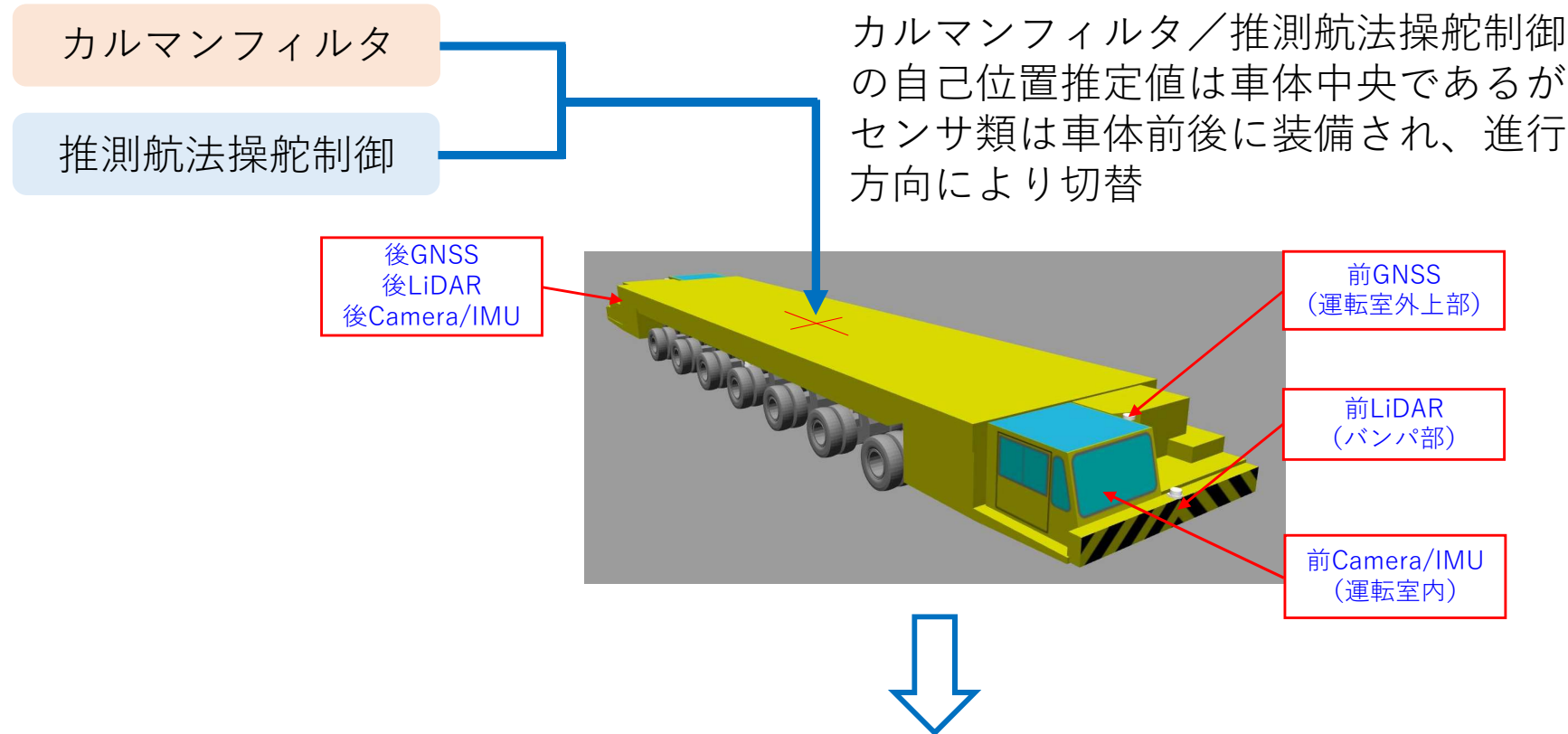
開発状況

1. 進捗



開発状況

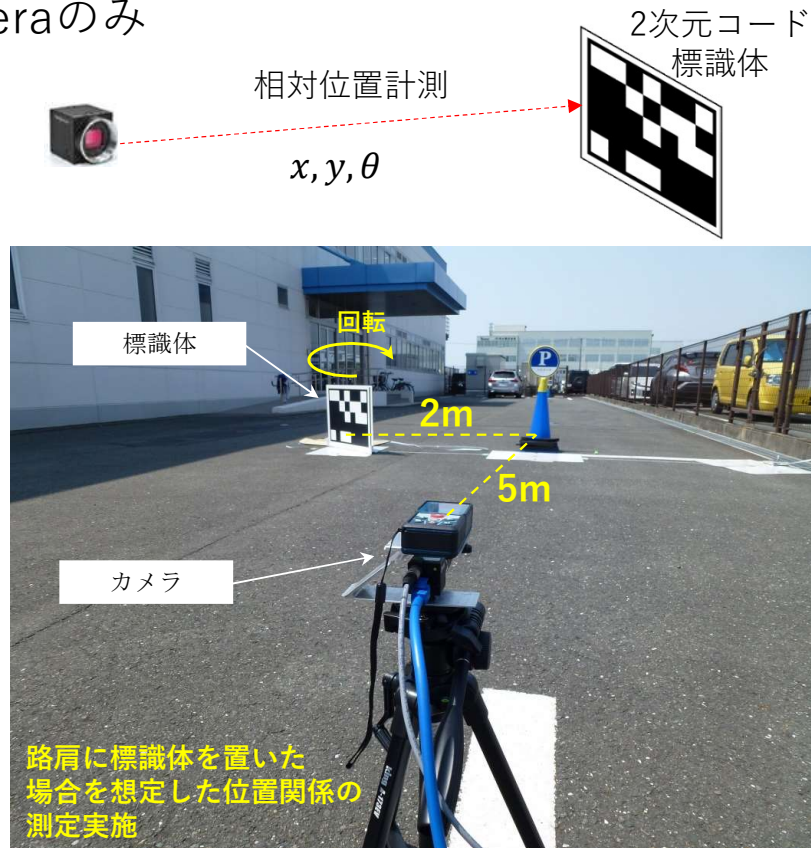
2. センサフュージョン



LiDAR/Camera/IMUの推定位置を車体中央に変換したセンサフュージョン検証中
(Gazeboモデル)

開発状況

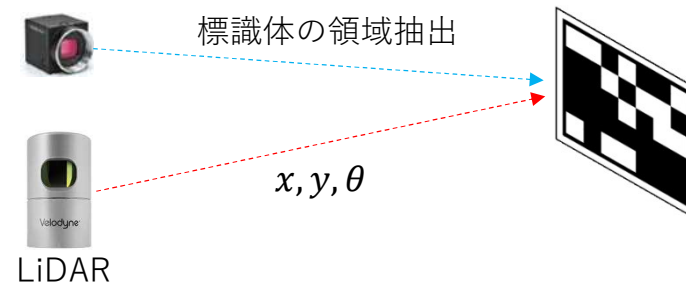
Cameraのみ



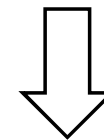
位置方位計測結果が目標精度に入らない

3. 2次元コード認識／位置推定

Camera + LiDAR



Cameraにより標識体が存在する領域を限定し、LiDARの点群クラスタリングにより標識体までの位置方位計測する方法であれば目標測定精度達成可能

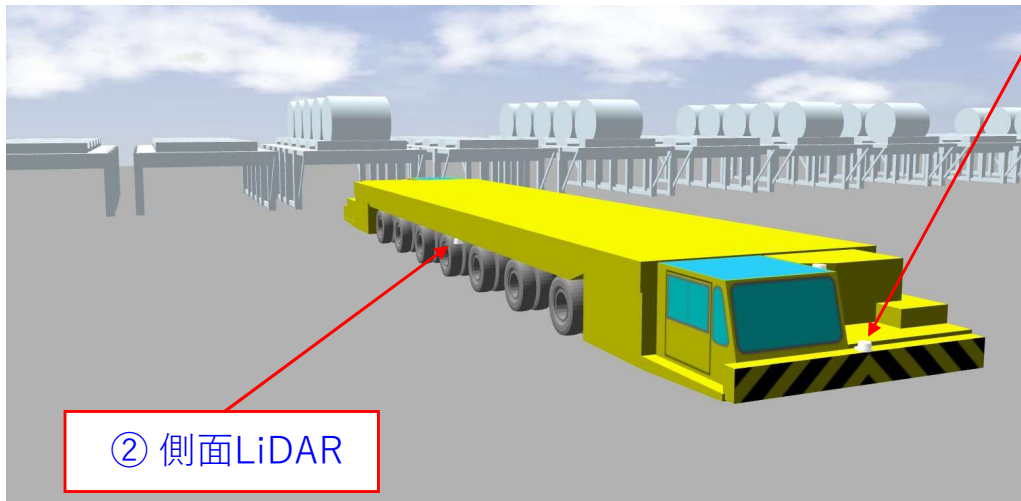


コンサルティング依頼中

開発状況

4. パレット進入／離脱

- Gazeboでのパレット進入／離脱シミュレーション
車両の初期位置／速度条件等を変えて進入／離脱動作を確認



① 前後方向LiDAR

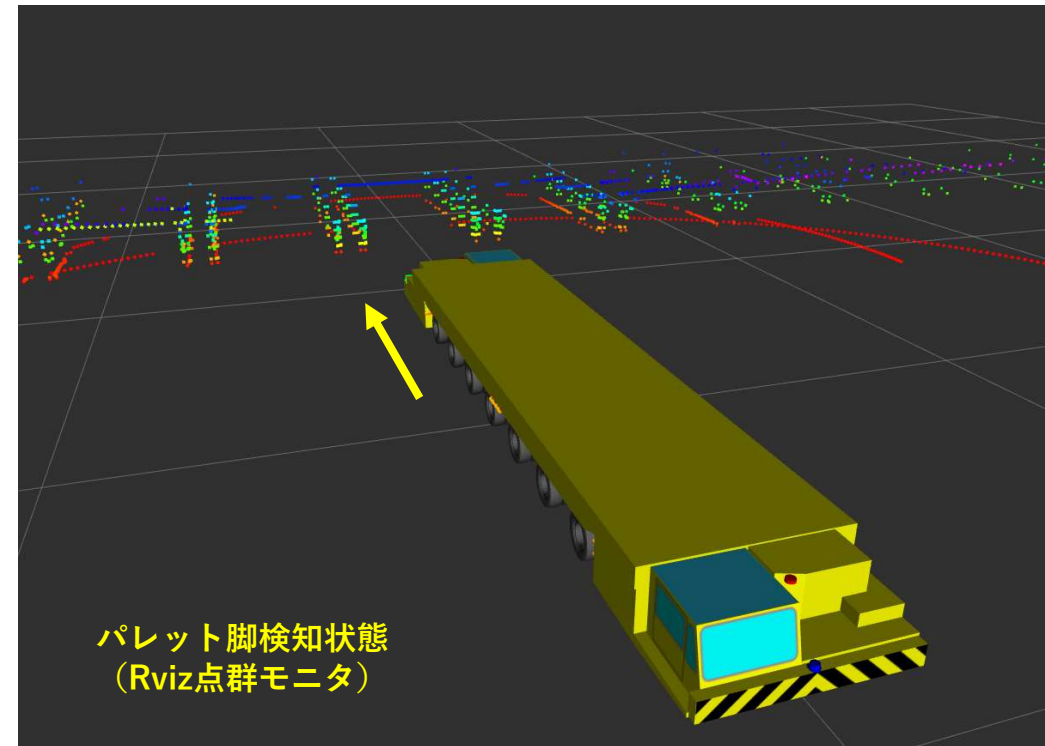
② 側面LiDAR

<パレット進入動作>

- ①パレット手前は進行方向LiDARを誘導に使用
- ②パレットにある程度進入したら側面LiDARに切換え、
進入／位置決め

<パレット離脱動作>

- 進入動作の逆のLiDAR順序で離脱
(②→①)

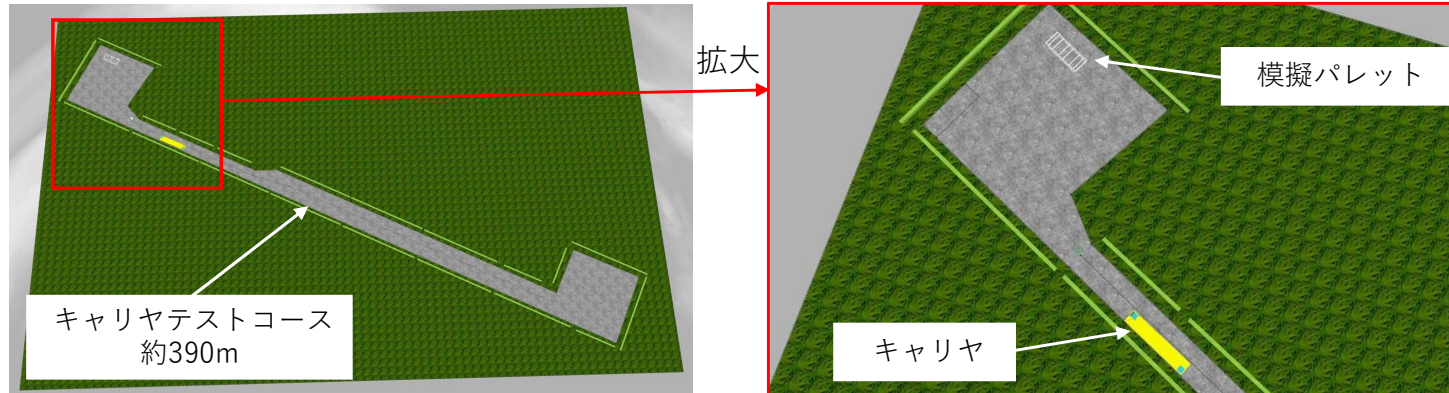


パレット脚検知状態
(Rviz点群モニタ)

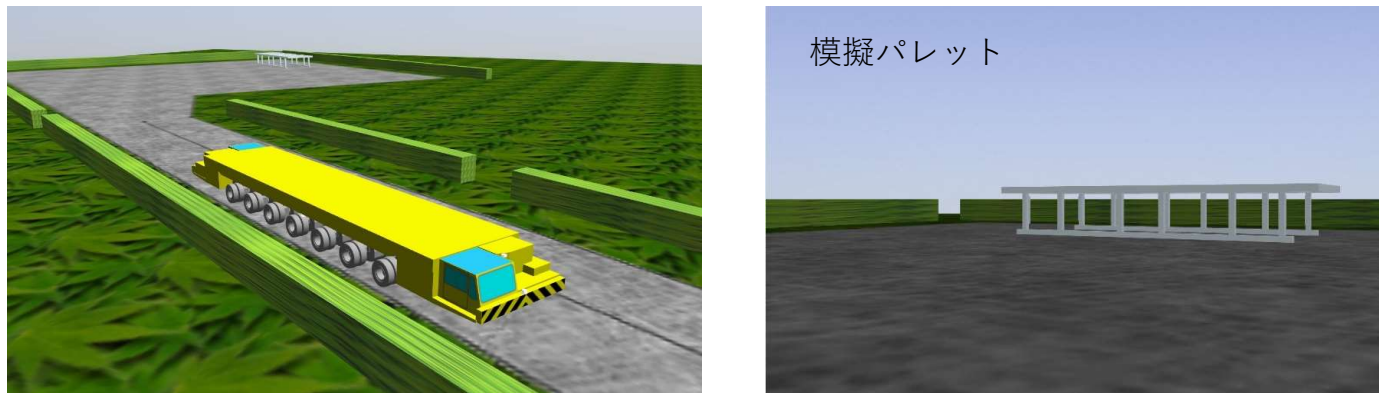
開発状況

5. Gazeboモデル

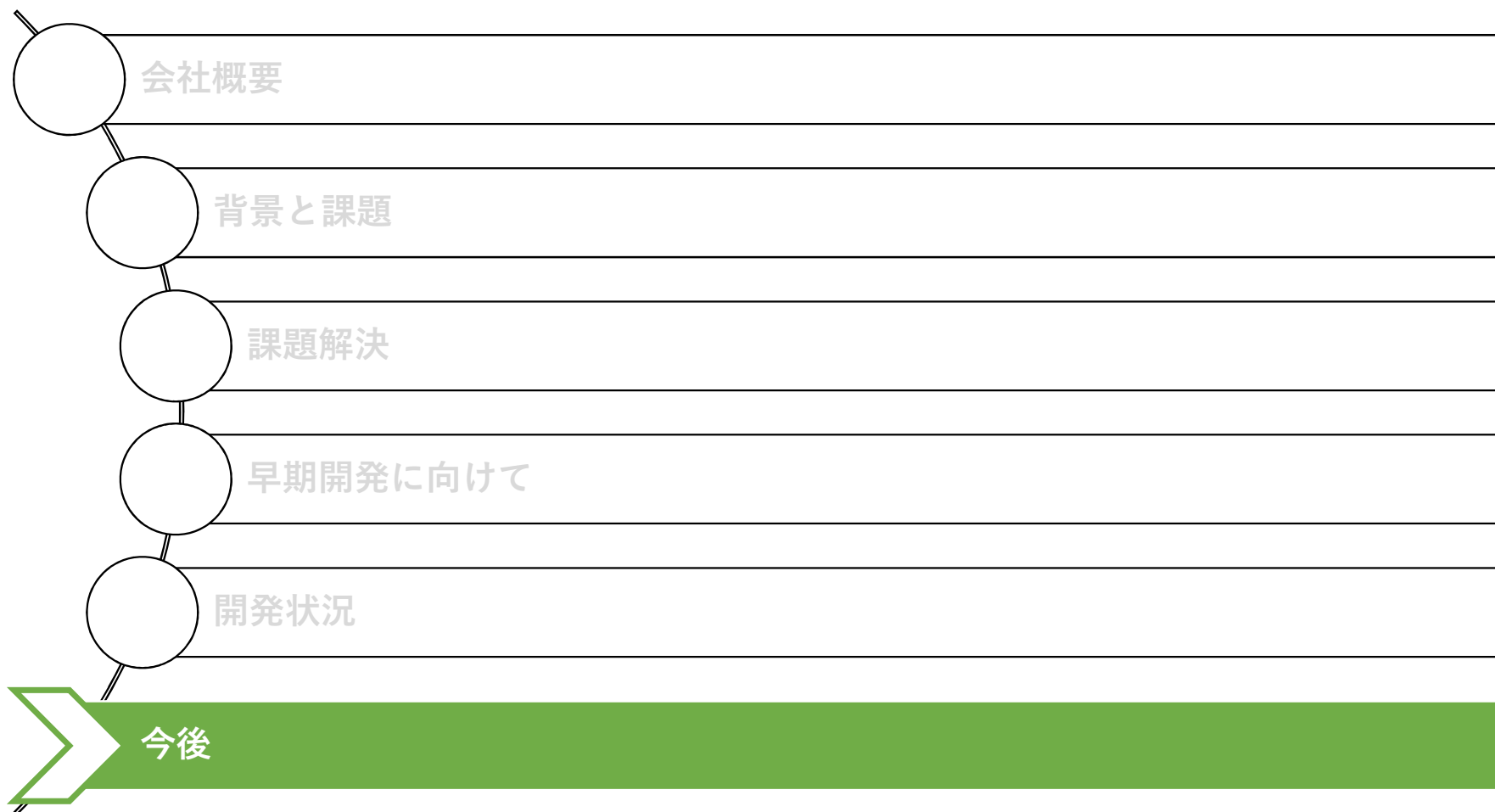
■ 当社工場のキャリヤテストコース設計



■ キャリヤ及び模擬パレット設計

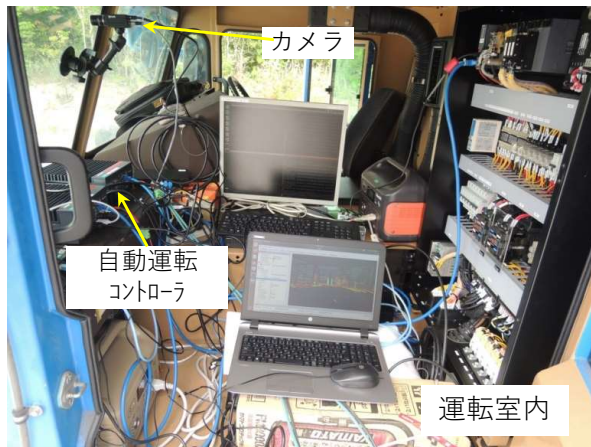


CONFIDENTIAL



今後

■ シミュレーション後、実機実証試験予定（実験車両等の準備状況）



CONFIDENTIAL

日本車両 MATLAB EXPO

2020.09.30 / Copyright 2020 NIPPON SHARYO, LTD.

38

MATLAB EXPO 2020

ありがとうございました。

