

## 実証実験計画概要について

---

# 実証実験採択事業者等一覧

参加グループ	ユース ケース	実験場所	開始	終了	日数	頁数
野村不動産株式会社、 株式会社IHI、 株式会社IHI物流産業システム、ナカオ工業株式会社、 フジトランスポート株式会社、 株式会社 NX総合研究所	1、6	Landport 横浜杉田	2026/1/5	2026/2/1	17日間	p.2
株式会社豊田自動織機	1	トヨタL&Fカスタ マーズセンター 愛知	2025/12/10	2025/12/11	2日間	p.10
株式会社大林組、 PLiBOT 株式会社、 日本マイブルロボットテクノロジー株式会社、 NTT ドコモビジネス株式会社	2	国総研	2026/2/2	2026/2/6	5日間	p.15
大成建設株式会社、 株式会社ティアフォー、 大成ロテック株式会社	2	次世代技術 実証センター	2025/1/5	2025/1/17	10日間	p.21
	2、4	国総研	2025/12/17	2025/12/18	2日間	
成田国際空港株式会社、千葉県、 大林組、PLiBOT株式会社	2、4	県有施設	2026/2/16	2026/2/19	4日間	p.29
Cuebus株式会社	2	成田空港内道路	2026/2/9	2026/2/20	9日間	p.36
鹿島建設株式会社	3	国総研	2026/2/20	2026/2/27	5日間	p.41
NTTドコモビジネス株式会社、 株式会社大林組、 PLiBOT株式会社、 日本マイブルロボットテクノロジー株式会社、 セーフィー株式会社	4	国総研	2026/2/2	2026/2/6	5日間	p.46
前田建設工業株式会社、 株式会社TBMシステムズ、 ワム・システム・デザイン株式会社	5	国総研	2025/12/1	2025/12/5	5日間	p.52

野村不動産株式会社  
株式会社IHI  
株式会社IHI物流産業システム  
ナカオ工業株式会社  
フジトランスポート株式会社  
株式会社NX総合研究所

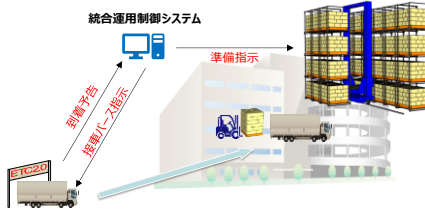


ユースケース1、6

## ■実験概要

Landport横浜杉田（野村不動産株式会社・株式会社IHI）において、自動物流道路の本線と拠点間の積替え空間を模擬的に再現し、拠点に到着した10tトラックからAGF（無人フォークリフト）によるT11パレットの自動荷卸し、自動倉庫への保管、搬送機器への積替えを行う。

これにより、自動での荷卸しに必要な面積、作業時間等を計測し、自動物流道路の拠点の運用条件の整理を行う。

あわせて、ETC2.0等から得た拠点に入庫するトラックの車両到着情報を拠点側システムと連携させ、自動倉庫からの自動出庫、荷積み作業時間等を計測し、ドライバーの荷待ち時間削減効果を検証する。

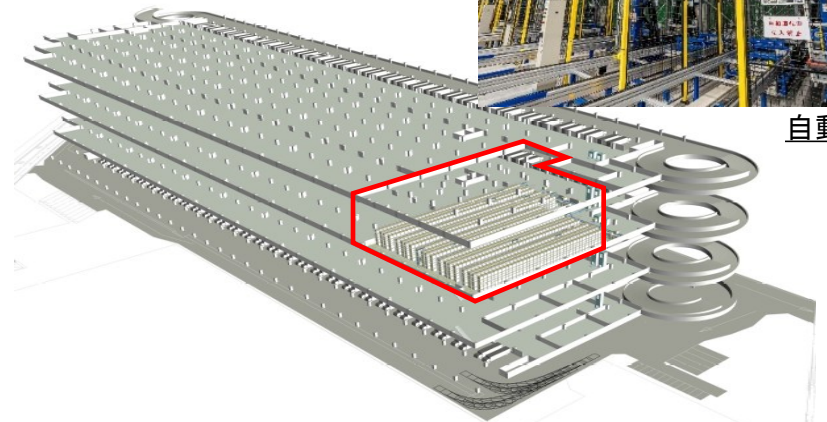
実施するユースケース	ユースケース1: 無人荷役機器による荷役作業の効率化 ユースケース6: 搬入車両の到着予定情報の情報提供
代表企業（役割）	野村不動産株式会社（全体取りまとめ・実証場所の提供）
その他参加企業（役割）	株式会社IHI（施設内オペレーション、運行通知） 株式会社IHI物流産業システム（施設内オペレーション、運行通知、無人フォークリフト・自動倉庫手配） ナカオ工業株式会社（トラック手配/運行・荷積み/荷卸し） フジトランスポート株式会社（トラック手配/運行・荷積み/荷卸し） 株式会社NX総合研究所（実証の計画、計測、報告書作成）
その他協力企業（役割）	岡谷鋼機株式会社（無人フォークリフト提供）
実験場所	Landport横浜杉田（神奈川県横浜市金沢区昭和町3174）
実験日程	2026年1月5日～2月1日 ※調整により変更が生じる可能性があります
使用する主な機器	大型トラック1台、AGF（無人フォークリフト）1式、自動倉庫1式、統合運用制御システム1式
機器の図・諸元	<div>  <p>全体概念図</p> </div> <div>  <p>「オートフロア」搭載大型トラック</p> </div> <div>  <p>AGF（無人フォークリフト）</p> </div>

## ■実験概要

### ▼実験施設【Landport横浜杉田】



### ▼施設内の自動倉庫区画



設置エリア：3-4階西側 吹抜部



自動倉庫

### 建物概要

所在地	神奈川県横浜市金沢区昭和町3174
構造・形状	柱RC梁S造・免震・地上4階建・ダブルランプ型・ 1階両面/2,3,4階片面接車バース（280台）
敷地面積	71,034.94㎡（21,488.06坪）
延床面積	163,409.47㎡（49,431.36坪）
竣工時期	2025年3月末
その他	トラック待機場：27台（予定）、駐車場：734台（予定）

### パレット自動倉庫概要

取扱対象物	パレット積一般物(非指定可燃物・常温)
荷姿寸法	Mx1,200×My1,200×Mz1,600(mm)
パレット仕様	樹脂製片面仕様二方差し Px1,100×Py1,100×Pz150(mm)
荷はみ出し量	X、Y各方面片側50mm以内
荷重	Max.1,000 kg/P、Ave.600 kg/P
保管量	6レーン×2列×37番地×5段＝2,220 棚 (低荷1332棚、高荷1332棚) 4レーン×2列×45番地×5段＝1,800 棚 合計＝4,020 棚

## ■実験フロー

### STEP 1

#### 実験環境の設定

- 自動倉庫前エリアに、T11パレット、AGF、10tトラックを用意する。  
※自動物流道路（走行）用の搬送機器を想定した受け渡し位置は仮で設定し、車体等は準備しない
- 事前に図面上で検討した位置を現場にマーキングする。  
右図のように、以下のエリアを設けるものとする
  - ① トラック取り出し位置、② 搬入バッファ位置、③ 搬出バッファ位置
  - ④ 搬送機器受渡位置、⑤ 自動倉庫入庫位置、⑥ 自動倉庫出庫位置
  - ⑦ 自動倉庫保管場所
- 事前準備として、①～⑥について、AGFのティーチング作業を実施する。



### STEP 2

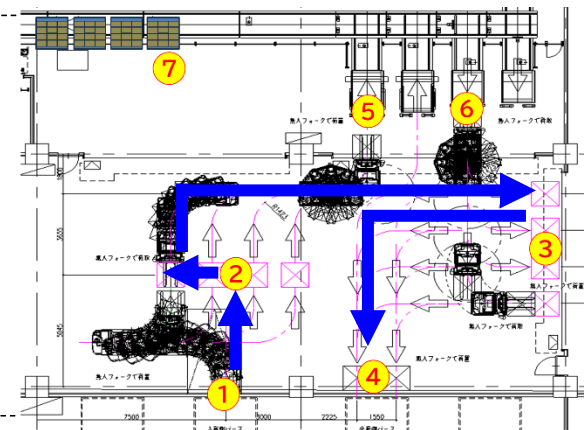
#### トラック

⇒AGFでの荷卸し

⇒搬送機器への荷積み

#### 自動倉庫を介さない運用

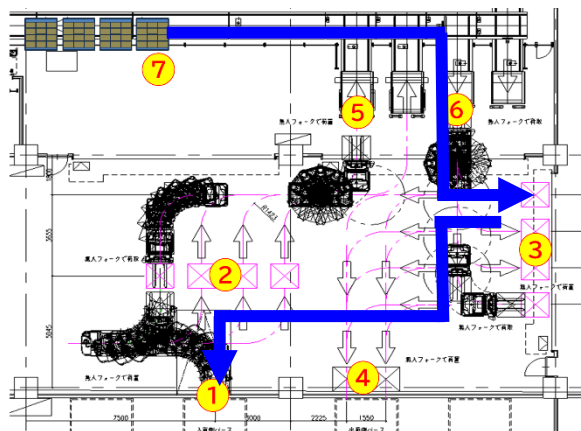
- トラック荷台から2段積みのT11パレットをAGFで取り出し、フロア上の搬入バッファ位置まで搬送する(①→②)。  
※トラック荷台からパレットを取り出すごとに、トラック内の「オートフロア」により、パレットが取り出し側へ移動する
- 検品※実施後、AGFにてパレットを荷取し、搬出バッファエリアまで搬送する(②→③)。  
※搬入バッファ位置にて、受入れ荷物の数量、種類、ダメージなどの確認作業を実施
- 搬送機器が④の位置に到着することを想定し、③位置のパレットをAGFで搬送機器の受け渡し位置まで搬送する(③→④)。



### STEP 3

到着車両情報による自動倉庫からの出庫

⇒AGFによるトラックへの荷積み



#### 自動倉庫を介した運用

- (後述のユースケース6の実施内容に基づく)車両到着情報をもとに、倉庫オペレータへ出荷用のT11パレットの搬出指示を出し、自動倉庫の搬出コンベア上までパレットを搬送する(⑦→⑥)。
- 自動倉庫の搬出コンベア上から、AGFにてパレットを荷取し、搬出バッファ位置まで搬送する(⑥→③)。
- トラック到着後に、積み込みが必要なパレットを搬出バッファ位置からAGFで荷取し、トラック荷台まで搬送する(③→①)。  
※トラック荷台にパレットを搬送するとトラック内の「オートフロア」により、パレットはトラック奥側へ移動する



## ■ユースケース1における【自動倉庫を介さない運用】の検証項目

### 搬送機器への荷積み・荷卸しに必要な面積、時間

取得する指標	荷積み・荷卸しに必要な面積、時間
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>搬入バッファエリアから、AGFで出荷バッファエリアまでパレットを搬送し、AGFがパレットを取り回すために必要な面積と時間を確認する(①→②→③)。</li> <li>出荷バッファエリアから搬送機器受け渡し位置まで、AGFにてパレットを搬送し、取り回しに必要な面積と時間を確認する(③→④)。</li> </ul> <p>⇒ AGFの旋回半径、軌道誤差を確認し、安全マージンを考慮して必要面積を算出する。</p> <p>⇒ AGFのパレット認識、荷取、搬送、荷置きの一連の動作時間を計測し、安全マージンを考慮して、各フローの動作に必要な時間を算出する。</p>

取得する指標	パレット搬送業務における自動化機器と有人機器のスループット比較 ※事業者にて追加
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>10tトラックからAGFで荷卸しを行い、搬入バッファエリアまでパレットを搬送し、AGFがパレットを取り回すために必要な面積と時間を確認する(①→②)。</li> <li>搬入バッファエリアから、AGFで出荷バッファエリアまでパレットを搬送し、AGFがパレットを取り回すために必要な面積と時間を確認する(②→③)。</li> <li>出荷バッファエリアから搬送機器受け渡し位置まで、AGFにてパレットを搬送し、取り回しに必要な面積と時間を確認する(③→④)。</li> <li>上記プロセスにおいて、事前に有人フォークリフトで作業を行い、面積と時間計測を行っておく。</li> </ul> <p>⇒ 一連のパレットハンドリングプロセスにおいて、自動化機器のケースと有人でのハンドリングのケースにて、面積と時間を比較し、スループットの差を検証する。</p> <p>⇒ スループットの改善施策を検討する。</p>

## ■ユースケース1における【自動倉庫を介した運用】の検証項目 ※事業者にて追加した項目

### 車両到着情報との自動倉庫連携、自動倉庫によるパレット保管作業の自動化に必要な面積、時間等

取得する指標	自動倉庫からトラックへの荷出しに必要な面積、時間等
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両到着情報をもとに、自動倉庫管理システムへ出荷用のT11パレットの搬出指示を出し、自動倉庫の搬出コンベア上までパレットを搬送するために必要な時間を確認する(⑦→⑥)。</li> <li>自動倉庫の搬出コンベア上から、AGFにてパレットを荷取し、搬出バッファエリアまで搬送するために必要な時間を確認する(⑥→③)。</li> <li>トラック到着後に、積み込みが必要なパレットを搬出バッファ位置からAGFで荷取し、トラック荷台まで搬送するために必要な時間を確認する(③→①)。</li> </ul> <p>⇒ 1パレット当たりの<u>平均出庫時間</u>を計測する。</p> <p>⇒ 1パレット当たりの<u>AGFによるパレット積み込み時間</u>を計測する。</p> <p>⇒ 時間当たりの想定されるパレット出荷数から逆算し、<u>必要ステーション数、バース数、一時保管するパレット数、面積</u>を試算する。</p>



## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

- ETC2.0特定プローブデータ配信サービス登録
- 実験場所周辺の路側機の位置を確認
- 統合運用制御システム※<sup>1</sup>の構築(以下の機能を構築する)
  - 実験場所周辺への到着通知
  - 接車バース番号指示・報告
  - 搬送設備準備指示・報告
  - ロード/アンロード指示・報告
  - バース離車指示・報告

### STEP 2 トラックが 拠点近くに 到着したことを 通知

- トラックから携帯端末※<sup>2</sup>でトラックが拠点近く(RSU※<sup>3</sup>)を通過したことを通知
- トラックへ、接車バース指示
- 倉庫オペレータへ、搬送設備の準備指示・報告※<sup>4</sup>
- 倉庫オペレータが、RSU通過の連絡を受けた後、ETC2.0にて車両位置を確認

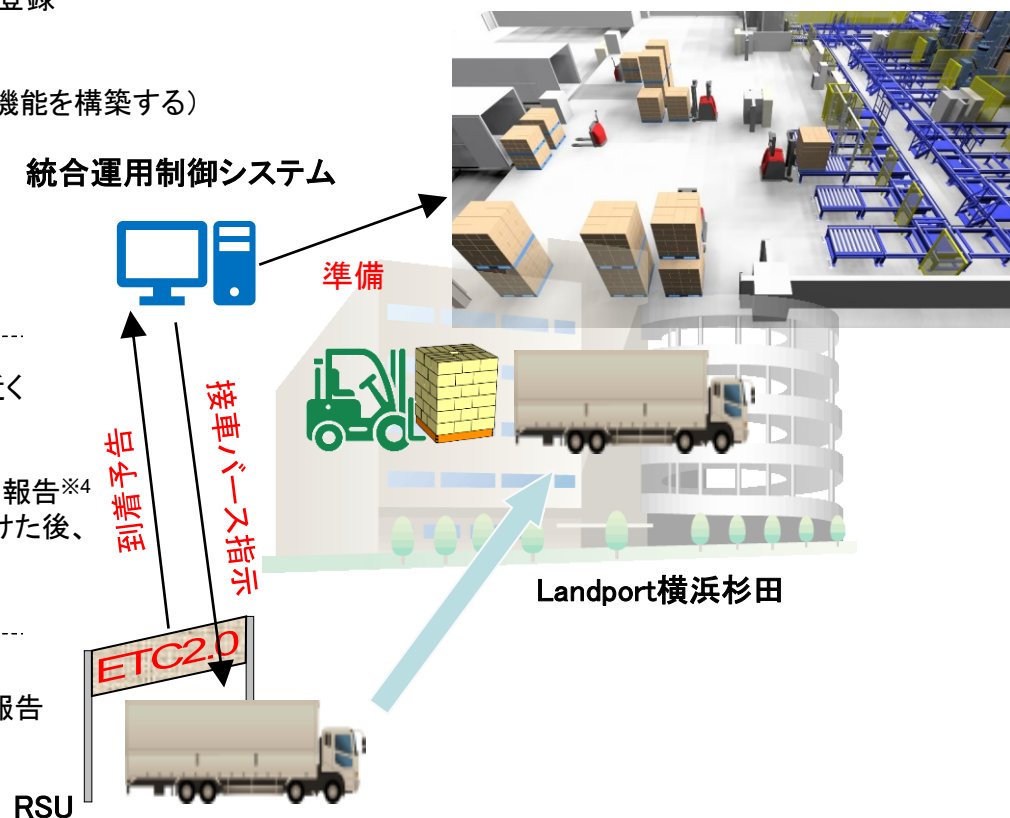
### STEP 3 トラックが バースに到着 ⇒移載作業 実施

- トラックから接車バース接車完了報告
- 搬送設備へ、ロード/アンロード※<sup>5</sup>指示・報告

### STEP 4 トラック出発

- バース離車指示・報告

#### 統合運用制御システム



※<sup>1</sup> 統合運用制御システム: クラウド上システム

※<sup>2</sup> 携帯端末: 車両からの情報登録に利用

※<sup>3</sup> RSU: ETC2.0の路側機(Road Side Unit)

※<sup>4</sup> 搬送機器準備: 前項のステップ3の⑦→⑥→③を実施

※<sup>5</sup> ロード/アンロード: トラック荷台からパレット取り出し、またはトラック荷台への積み付け

## ■ 検証項目

### ① 到着車両情報の収集・提供

取得する指標	トラックの路側機通過時刻等およびトラックの情報
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>トラック（本実証においては、同乗者の端末）から、車両ID・現在位置・時刻を送信する。</li> <li>検証のため、トラックから電話等で現在位置および時刻を報告する。</li> <li>これらの内容をログで確認する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 車両ID: 実情報と比較</li> <li>➢ 現在位置: 路側機の地図上の場所と比較</li> <li>➢ 路側機周辺到着時刻: ETC2.0のデータと比較</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="1477 321 1870 506" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>位置情報を取得</p> <p>現在時刻: 2025-10-03 16:20:42</p> <p>緯度: 35.658821、経度: 139.7932606</p> <p>距離: 203 メートル</p> <p>携帯端末の画面イメージ</p> </div>

取得する指標	トラックの路側機通過時刻（ETC2.0活用）のログ
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>トラックから電話等による現在位置および時刻の報告を受け、ETC2.0特定プローブデータ配信サービスの機能を用いて車両位置および路側機通過時刻を手動で確認する。</li> </ul>

### ② トラックへの接車/離車指示～完了報告

取得する指標	トラックへのバース接車または離車指示・報告のログ
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>トラック（本実証においては、同乗者の端末）に対し、バースへの接車または離車を指示する。</li> <li>トラック（本実証においては、同乗者の端末）から、バースへの接車/離車が完了したことを報告する。</li> <li>これらのログを確認し、矛盾がないことを確認する。</li> </ul>

### ③ 無人荷役機器へトラック受入準備指示～作業完了報告

取得する指標	無人荷役機器にトラック受入準備指示・報告のログ
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>倉庫管理システムから無人荷役機器へトラック受入準備を指示する。</li> <li>倉庫管理システムから、受入準備作業が完了したことを報告する。</li> <li>これらのログを確認し、矛盾がないことを確認する。</li> </ul>

### ④ 無人荷役機器によるトラックから荷卸し/積み込み指示～完了報告

取得する指標	無人荷役機器へトラックからの荷卸し/積み込み指示・報告のログ
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>統合運用制御システムから倉庫管理システムに対し、無人荷役機器によるトラックからの荷卸しまたはトラックへの積み込みを指示する。</li> <li>倉庫管理システムから、荷卸し/積み込み作業が完了したことを報告する。</li> <li>これらのログを確認し、矛盾がないことを確認する。</li> </ul>

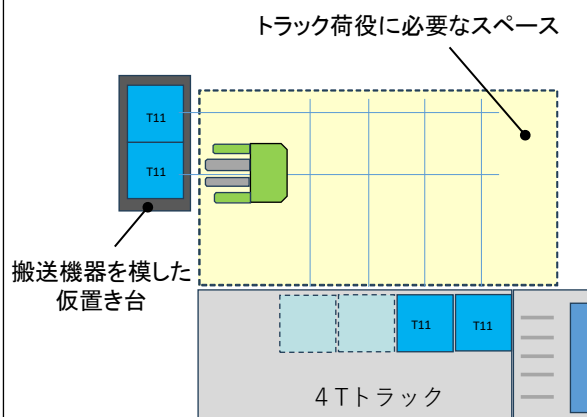
株式会社豊田自動織機

ユースケース1

## ■実験概要

トヨタL&Fカスタマーズセンター愛知(株式会社豊田自動織機)において、自動物流道路の本線と拠点間の積替え空間を模擬的に再現し、4tトラックから自動運転フォークリフトによるT11パレット等の自動積み下ろし、搬送機器への積替えを行う。これにより、自動での荷下ろしに必要な面積、作業時間等を計測し、自動物流道路の拠点の運用条件の整理を行う。

実施するユースケース	ユースケース1 無人荷役機器による荷役作業の効率化
代表企業(役割)	豊田自動織機(現場統括、管理、搬送機器の提供)
その他参加企業(役割)	
実験場所	トヨタL&Fカスタマーズセンター愛知
実験日程	2025年12月10・11日
使用する主な機器	自動運転フォークリフト、4Tトラック・ウイングタイプ
機器の図・諸元	



全体レイアウト(上面視)



自動運転フォークリフト(開発品)  
Rinova Autonomous

項目	仕様
誘導方式	3D-SLAM
定格荷重(kg)	1100
揚高(mm)	2600
最小回転半径(mm)	1900
全長(mm)	2620
全幅(mm)	1380
全高(mm)	2510
リーチ量	725
最低地上高(mm)	40
車両重量(kg)	2710

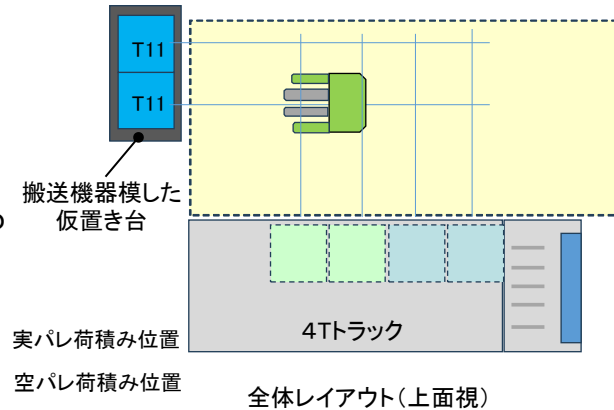


4Tトラック・ウイングタイプ  
(写真とは詳細仕様が異なります)

## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

- 11パレット(実あり2パレ)、自動運転フォークリフト(1台)、仮置き台4トラックを右記図のように配置する。
- 仮置き台は、搬送機器を模したものとする。様々な高さに対応できるよう0~0.96m(0.12きざみ)の中で複数の条件で高さを調節する。(高さの水準はあらかじめ事務局様と調整し決定する)
- トラックへの積み込みは4パレとする  
(運用上、先下ろし、後のせの2枚は空パレで運用)



### STEP 2 搬送機器⇒ トラックへの 荷積み

- 搬送機器を模した仮置き台から11パレットを取り出し、トラック荷台の前より、1パレずつ合計2パレを自動荷積み
- 搬送機器上のパレットがなくなった時点で3、4枚目のパレットを設置(手作業で空パレットをセット)
- 連続して仮置き台から11パレットを取り出し、トラック荷台に積まれた荷物の横へ1パレずつ合計2パレを荷積み(トラック上は4パレ)



仮置き台



荷姿 : 段ボール、T11パレット  
重量 : 20kg程度  
寸法 : 縦 1.1m × 幅 1.1m × 高さ 約0.8m  
積載台 : パレット



荷姿 : 飲料、T11パレット  
重量 : 720kg程度  
寸法 : 縦 1.1m × 幅 1.1m × 高さ 約1.1m 12  
積載台 : パレット

### STEP 3 トラック⇒ 搬送機器への 荷下ろし

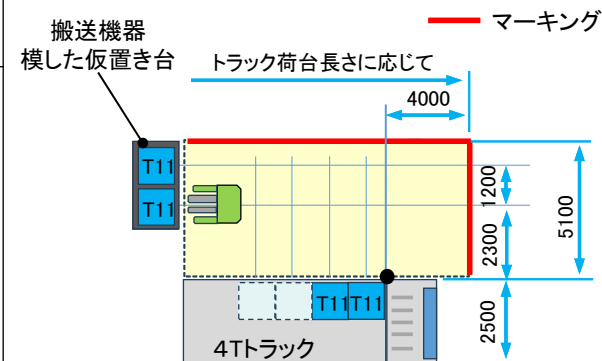
- トラック荷台から11パレットを取り出し、搬送機器を模した仮置き台へ1パレずつ合計2パレを荷下ろし
- 搬送機器上に2パレット置かれた時点で手作業でその(空)パレットを撤去
- 連続してトラック荷台から11パレットを取り出し、仮置き台に1パレずつ合計2パレを荷下ろし

上記 繰り返しの中で、搬送機器高さ違い、荷物違い(段ボールパレットを飲料パレットに変更)、自動搬送継続率、パレットの置き位置精度を測定

## ■ 検証項目

### ① 搬送機器への荷積み・荷下ろしに必要な面積、時間

取得する指標	荷積み・荷下ろしに必要な面積
取得する指標の計測手法	フォークリフトの走行要件を考慮した最小範囲にて、レイアウト実施床にマーキングをして、実力を評価 必要があれば、フォークリフト制御システムのログからズレ量を算出



別途、トラック位置バラツキ±200考慮の必要あり

取得する指標	荷積み・荷下ろしに必要な時間
取得する指標の計測手法	市販動画カメラにて撮影後に、STEP2、STEP3の各動作時間を測定



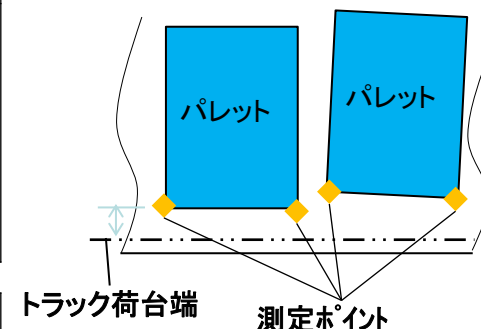
## ■検証項目

②トラックから荷卸し・搬送機器への荷積み～運搬、搬送機器からの荷卸し・トラックへの積み込みまでの自動化

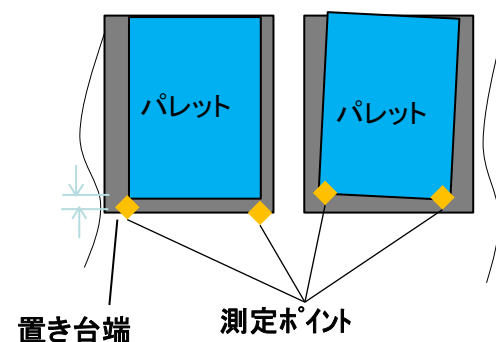
取得する指標	搬送機器の自動搬送継続率
取得する指標の計測手法	STEP2(トラックへの荷積み)→STEP3(搬送機器への荷下ろし)を連続10回実施した場合の停止率を算出

取得する指標	無人荷役機器の停止位置精度
取得する指標の計測手法	トラック上、または搬送機器上での荷置きしたパレット位置精度で代用 (荷台端からパレット距離を測定し、パレット位置ズレ、パレット角度ズレを算出)

取得する指標	無人荷役機器の積載物の搬送速度、耐用重量
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・走行速度 km/h(負荷時) 前進2.4 / 後進3.6 / 旋回1.2 必要があれば、フォークリフト制御システムのログから速度を算出</li> <li>・耐用重量 MAX 1.1ton (設計値のみご提示)</li> </ul>



トラック荷積み状態(上面視)



搬送機器への荷下ろし状態(上面視)

株式会社大林組

PLiBOT株式会社

日本マイブルロボットテクノロジー株式会社

NTTドコモビジネス株式会社

ユースケース2

## ■実験概要

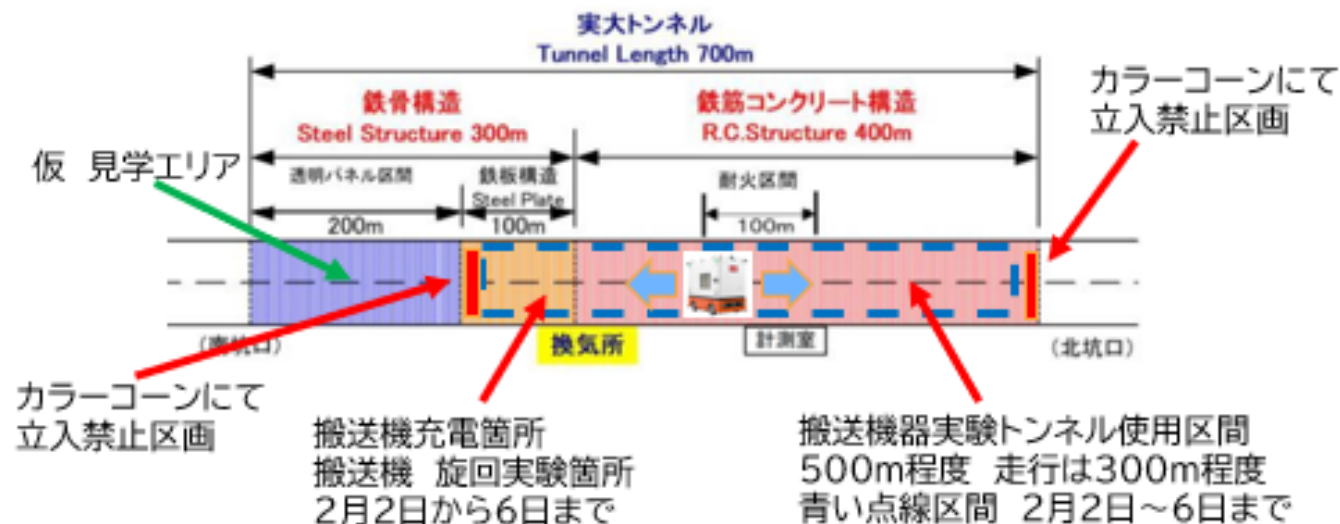
国土技術政策総合研究所(つくば市)において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、AMR(自律走行搬送ロボット)にT11パレット等を積載した状態での自動走行実験を行う。自動走行時の走行軌跡の誤差や速度(最大時速8km)・荷物重量を変更させた場合の加減速の所要時間等について計測し、自動物流道路本線の構造の検討に必要な情報を整理する。

実施するユースケース	ユースケース2 本線単路部:搬送機器の自動走行
代表企業(役割)	株式会社大林組(現場統括、管理)
その他参加企業(役割)	PLiBOT(株)(実験総合管理)、日本マイブルロボットテクノロジー(株)(搬送機器提供・走行支援)、NTTドコモビジネス(株)(通信機器の設置・操作)
実験場所	国土技術政策総合研究所
実験日程	2026年2月2日～6日(準備2日、実験2日、撤去1日)
使用する主な機器	搬送機器1台
機器の図・諸元	



寸法	3000mm×1600mm×2650mm
最大積載量	2000KG
繰り返し位置決め精度	≦5cm
最大走行速度(空車)	10km/h
最大走行速度(満載)	8km/h
空車時の登坂能力(勾配)	20%
満載時の登坂能力(勾配)	14%
水中走行最大水深	100mm
障害物回避の垂直高さ	≧30mm
最小回転半径	≦3500mm
持続時間	8h (50%空車, 50%満載)
充電時間	≦3h
保護レベル	IP54
動作温度	-20℃~50℃

## ■実験概要



検証項目	取得する指標	取得する指標の計測手法
自動走行時に主に速度に応じた左右の揺らぎ・ブレ	目標軌道からの揺れ幅	目標軌道からの停止位置ズレをデジタルレーザー距離計により計測
速度・重量に応じた指定速度までの加速及び停止までに必要な時間	加速・減速・停止するのに必要な時間	指定された積み荷をあらかじめ積載し、トンネル内スタート地点から加速・定速・減速・停止速度をPC上で確認しストップウォッチにて計測
	位置情報(走行距離)	スタート地点から停止位置までをデジタルレーザー距離計により実測
走行時の路面凹凸による振動や道路の横断勾配、縦断勾配による荷物への影響	荷物の振動	AMR内にカメラを搭載し、記録映像確認と、走行前後の荷物状況を内空計測
搬送機器の電力消費量	電力消費量	実験の前後でバッテリーの残量確認し、消費量を計測
	走行距離	実験時の走行距離をすべて記録し加算して一日ごとの総走行距離を算出
カーブに必要な最小回転半径	搬送機器の位置情報	AMRからの最小半径をスケールにて実測

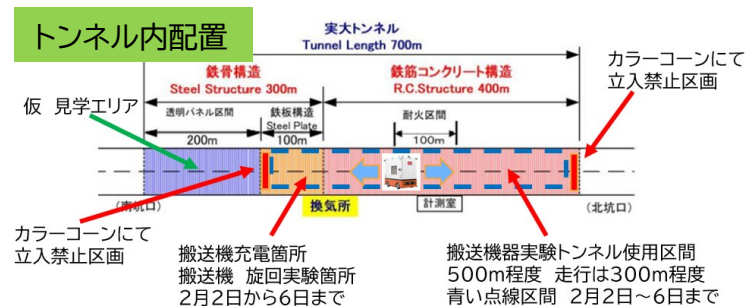
## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

- トンネル坑内に各機器と安全設備を配置
- 搬送機器でマッピング及び計測機器を設置
- 指定パレットと積荷を積載
- 目標軌道ラインとトンネル内の実測位置等マーキング
- 数回の走行テストと各機器の記録状況確認

### STEP 2 搬送機器 走行試験 および データ測定

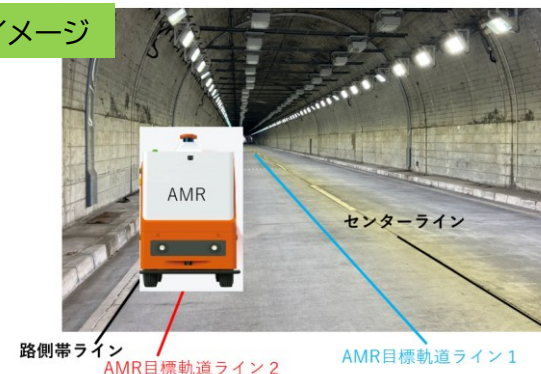
- 搬送機器の起動時点検
- 搬送機器の走行試験
  - 目標軌道からの揺れ幅確認を繰返し実施
  - 速度・重量に応じた指定速度計測
  - 荷物の振動計測
  - 搬送機器のカーブに必要な最小半径確認
  - 搬送機器の電力消費量確認
- 実験終了後、データ確認(日報作成)



### 搬送機器



### 実験時イメージ



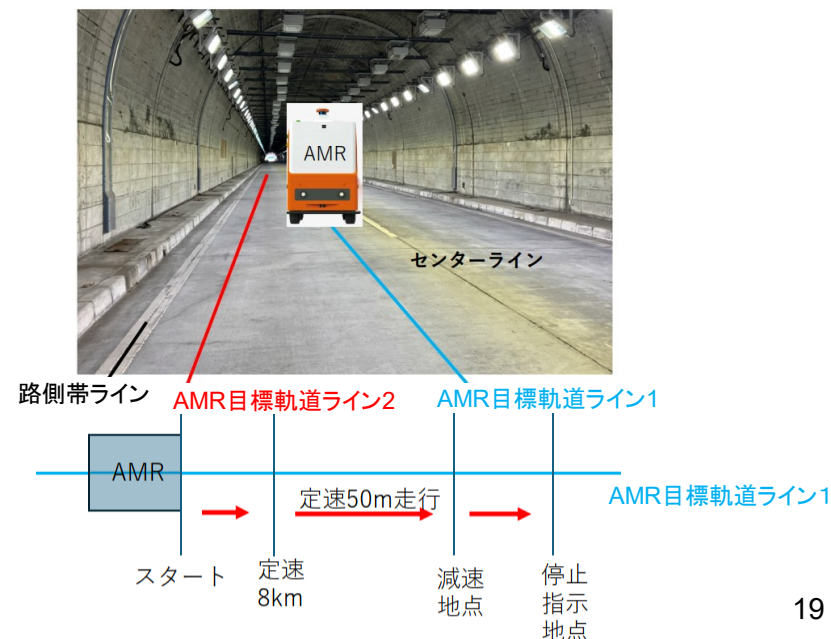
## ■ 検証項目

①搬送機器の目標軌道からの揺れ幅 ②加速・減速・停止するのに必要な時間

取得する指標	目標軌道からの揺れ幅
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AMR目標軌道ライン1・目標ライン2を時速8kmで走行</li> <li>・停止位置を変えて5～7パターン走行</li> <li>・停止した位置のタイヤとセンターラインのズレをデジタルレーザー距離計にて計測</li> <li>・目標軌道ラインとの左右ブレを確認</li> </ul>



取得する指標	速度・重量に応じた指定速度計測
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・指定された積み荷をあらかじめ積載してAMRへ目標軌道ライン1走行を指示</li> <li>・スタートから定速走行を50m程度させてから減速を指示を停止までのラップタイムを計測</li> <li>・実走行距離をデジタルレーザー距離計で計測</li> </ul>





## ■ 検証項目

③荷物の振動 ④電力消費量 ⑤カーブに必要な最小半径 NTTドコモビジネスによる監視カメラ設置と映像記録

取得する指標	荷物の振動
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・指定された1.1m×1.1mパレットと積荷を搬送機器に積載</li> <li>・NTTドコモビジネス社が準備するカメラとPCをAMRに搭載</li> <li>・走行前後の荷物状況をリアルタイムでモニタリング</li> <li>・定速走行距離は200m程度を想定し、10回程度実施</li> </ul>

取得する指標	搬送機器の電力消費量
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験時の走行距離をすべて記録し、一日ごとのバッテリー消費量と充電電力量により確認</li> </ul>

取得する指標	搬送機器のカーブに必要な最小半径
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・換気所前にてAMRを旋回させ、実際の最小半径をスケールにて計測</li> <li>・カタログ値:最小半径3.5m</li> </ul>



大成建設株式会社  
株式会社ティアフォー  
大成ロテック株式会社

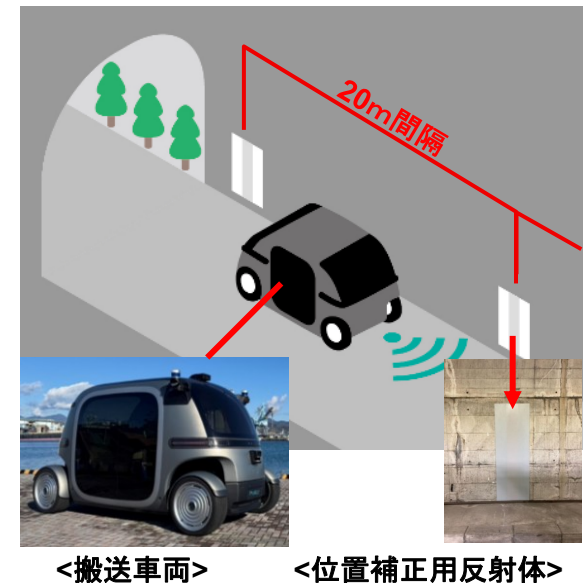
ユースケース2、4

## ■実験概要

国土技術政策総合研究所(つくば市)において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、搬送機器を模擬した車両(車幅1.9m)にT11パレットを積載した状態でのトンネル内自動走行可否実験を行う。走行時の走行軌跡の誤差や速度(最大時速30km/h)、荷物重量を変更させた場合の加減速の所要時間等について計測し、自動物流道路の本線の構造の検討に必要な情報を整理する。また、自己位置推定が不安定となるトンネル内の自動運転車両の自己位置補正のため、トンネル壁面に位置補正用反射体を設置し、自己位置推定支援の有効性を検証する。

実施するユースケース	ユースケース2・4 搬送機器の自動走行・搬送機器の自車位置把握の正確性
代表企業(役割)	大成建設(株)(現場統括、反射体補正技術の提供、管理)
その他参加企業(役割)	(株)ティアフォー(自動運転技術の提供、オペレーション)、大成ロテック(株)(反射体整備)
実験場所	国土技術政策総合研究所
実験日程	2025年12月17日～18日(準備0.5日、走行実験1.0日、撤去0.5日)
使用する主な機器	自動運転対応搬送機器1台

### 機器の図・諸元

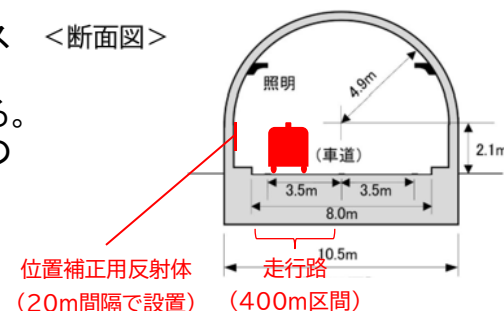


## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

- 11パレット(1台)を自動運転搬送車両(1台)内に配置。
- 自動運転搬送車両と走行路の配置は右図の通りに配置する。
- 位置補正用反射体の配置(20m間隔)を含めた点群地図(取得済)をシステム内に準備する。
- 位置補正用反射体を点群地図通りに測量で位置出しをしながら配置する。
- 11パレット上に積載する荷重は車両上限(700kg, セーフティドライバーの視野角に入らない高さ1,050mm)の範囲で設定する。

<断面図>



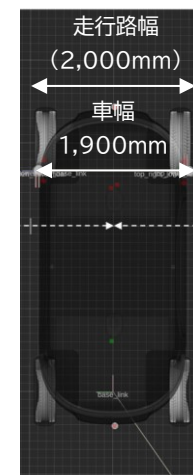
全体配置図

### STEP 2 搬送機器(軽量 積載物)の 荷積み

- 11パレットに軽量積載物を想定し荷積み
  - 速度別走行(最大30km/h)
  - 位置補正用反射体の有無別
  - 位置補正用反射体有による自動走行(20km/h)
- ※位置推定に使用する点群データの違いによる効果検証は  
上記取得走行データから同一走行データで地図を切り替え後日検証

### STEP 3 搬送機器(重量 積載物)の 荷積み

- 11パレットに重量積載物を想定し荷積み
  - 速度別走行(最大30km/h)
  - 位置補正用反射体の有無別
  - 位置補正用反射体有による自動走行(20km/h)
- ※位置推定に使用する点群データの違いによる効果検証は  
上記取得走行データから同一走行データで地図を切り替え後日検証

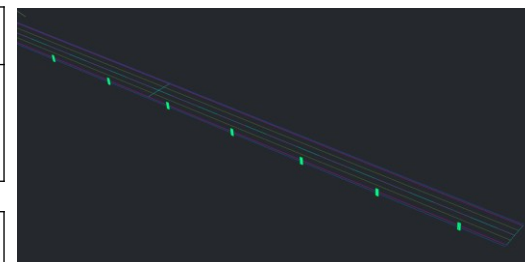


使用機材のイメージ

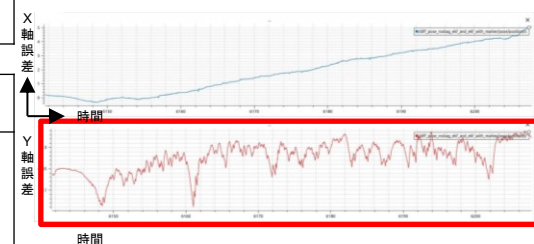
## ■ 検証項目

### ユースケース②搬送機器の自動走行

取得する指標	目標軌道上の進行と直行方向の位置情報
取得する指標の計測手法	自車位置推定誤差のY軸(走行車線幅に対する揺れ幅の誤差)の検証
取得する指標	加速・減速・停止するのに必要な時間
取得する指標の計測手法	走行ログによる検証 加速・減速・停止に必要な距離の検証
取得する指標	目標軌道上の進行方向の位置情報(補正なし実験)
取得する指標の計測手法	自車位置推定誤差のX軸(進行方向の距離に対する走行距離の誤差)の検証 ※ユースケース④と同様
取得する指標	消費電力量
取得する指標の計測手法	走行ログによる検証



走行路線(目標軌道)の定義

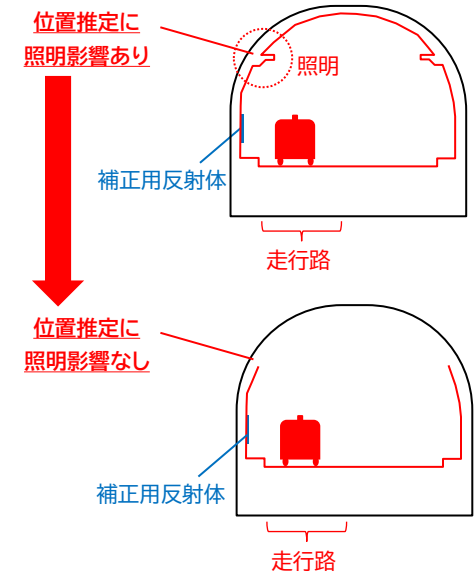
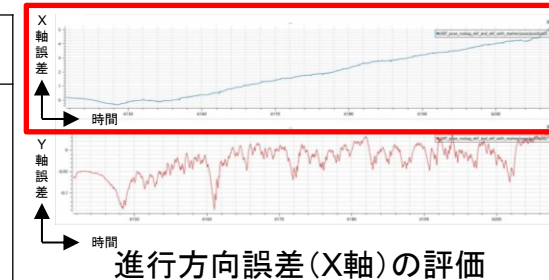


走行路幅に対する誤差(Y軸)の評価

## ■ 検証項目

### ユースケース④ 走行影響の有無、自転車位置把握の正確

取得する指標	自転車位置の誤差
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自転車位置推定誤差のX軸(進行方向の距離に対する走行距離の誤差)の検証 [パラメータ]</li> <li>・ 位置補正用反射体の有/無による効果検証</li> <li>・ 積載荷重の違いによる効果検証</li> <li>・ 位置推定に使用する点群データのの違いによる効果検証</li> </ul>
取得する指標	自転車位置の誤差の影響による自律走行停止回数
取得する指標の計測手法	走行ログによる検証



位置推定に使用する点群データの  
違いによる効果検証



## ■実験概要

次世代技術実証センター(大成建設・福島県田村市)において、受電装置を搭載したトレーラーにT11型パレットおよび240kgの荷物を積載した状態で、無線給電道路上を走行し、受電電力および給電効率についての検証を行い、自動物流道路における電力設備の仕様や搬送機器への給電能力に関する運用条件の整理を行う。

実施するユースケース	ユースケース2 本線単路部: 搬送機器の自動走行
代表企業(役割)	大成建設(無線給電実験の統括・計画・実験)
その他参加企業(役割)	大成ロテック(実験場所の管理)
実験場所	次世代技術実証センター(福島県田村市常葉町山根字宇藤1-55)
実験日程(予定)	2026年1月5日～17日(準備1日、実験8日、撤去1日)
使用する主な機器	ワイヤレス受電装置を搭載したトレーラー(1台)
機器の図・諸元	



図1 無線給電道路の実験施設(田村市)



図2 走行中無線給電の実験イメージ

## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

#### 【積載物】

- ・ 内容: 20リットル灯油缶に水を入れたものを積載
- ・ 重量: 250kg (20リットル缶を12個積載)
- ・ 寸法:  $1.05 \times 1.04 \times 0.34$
- ・ 積載台:  $1.1\text{m} \times 1.1\text{m}$ のT11型パレット

#### 【実験環境の設定】

- ・ 上記のT11型パレット( $1.1\text{m} \times 1.1\text{m}$ )を受電装置搭載トレーラー(幅 $1.7\text{m}$ ×長さ $1.5\text{m}$ )に設置する。
- ・ 受電装置搭載トレーラーを無線給電道路上に配置し、給電効率が最大となる条件に受電装置を改造する。
- ・ 無線給電道路上を走行する車両(小型EV、トーイングトラクター、AGVなどを想定)の走行に必要な電力を調査し、無線給電設備から送電する電力を決定する。

### STEP 2 停車中給電 実験

- ・ 受電装置搭載トレーラーを無線給電道路上に配置し、停車した条件において無線給電設備から電力を送電する。
- ・ 無線給電上の停車位置をパラメーターとして送電電力および受電電力を測定する。また、測定結果より給電効率を算出する。
- ・ 給電効率が最大になる位置にトレーラーを配置し100kHz～1000MHzの漏えい電磁界を測定する。

### STEP 3 走行中給電 実験

- ・ 受電装置搭載トレーラーをガソリン車で牽引し、走行した条件において送電電力および受電電力を測定する。
- ・ 給電効率が最大になる位置に受信アンテナを配置し6.78MHzの漏えい電磁界を測定する。



図3 停車中無線給電の実験イメージ

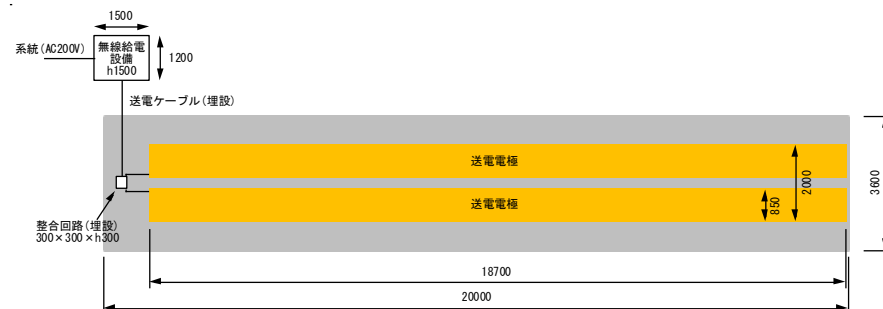


図4 無線給電道路の平面イメージ

## ■ 検証項目

### ① 走行中の搬送機器への給電方法

取得する指標	給電効率、走行中給電時の送電電力および受電電力、漏えい電磁界
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>受電装置搭載トレーラーを0.5m間隔で移動し、各測定点においてインバータ入力<math>P_{DCin}</math>、整流回路出力<math>P_{DCout}</math>を測定する。</li> <li>測定結果より、給電効率: 整流回路出力<math>P_{DCout}</math>/インバータ入力<math>P_{DCin}</math>を算出する。</li> <li>給電効率が最大となる停車位置にトレーラーを配置し、線路中心から路側方向に最大0.5m横ずれした位置において給電効率を測定する。</li> <li>給電効率が最大になる位置にトレーラーを停車し100kHz～1000MHzの漏えい電磁界を測定する。</li> <li>受電装置搭載トレーラーを最高時速60kmで走行させ、送電電力、受電電力を測定する。 (積載あり: 10km/h以下, 20km/h、積載なし: 10km/h以下, 20km/h, 40km/h, 60km/h)</li> <li>走行中給電時における6.78MHzの漏えい電磁界を測定する。</li> </ul>

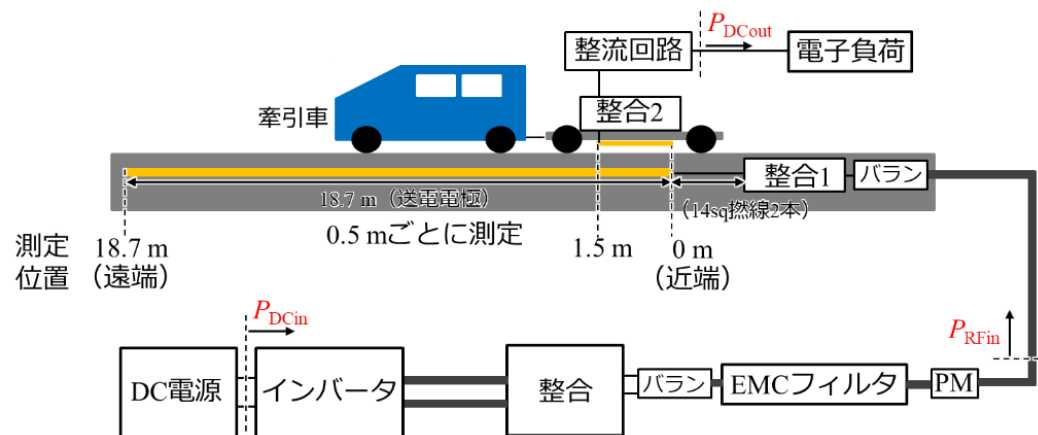


図5 走行中給電実験系統図



図6 漏えい電磁界測定の実験イメージ

成田国際空港株式会社  
千葉県  
大林組  
PLiBOT株式会社

ユースケース2、4

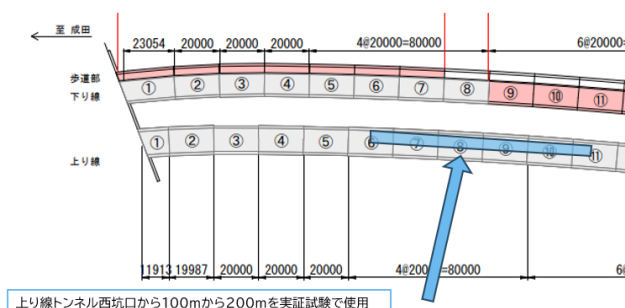


## ■実験概要

千葉県内の県有施設のトンネル部において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、AMRにT11パレット等を積載した状態での自動走行実験を行う。自動走行時の走行軌跡の逸脱や速度(最大時速7km)・荷物重量を変更させた場合の加減速の所要時間等について計測し、自動物流道路本線の構造の検討に必要な情報を整理する。あわせて、wifi通信強度測定ソフトを用いて、電波強度を計測し、トンネル内での当該搬送機器の自動走行の正確性について検証する。

実施するユースケース	ユースケース2 搬送機器の自動走行 ユースケース4 搬送機器の通信安定性
代表企業(役割)	成田国際空港株式会社・千葉県(企画・調整)、PLiBOT(搬送機器の手配・走行・管理・分析・集計等)
その他参加企業(役割)	(株)大林組(実験統括管理)
実験場所	県有施設のトンネル部※[縦断勾配:約1%]
実験日程	2026年2月16日～19日(準備1日、実験 1.5日、撤収0.5日 予備日1日)
使用する主な機器	自動搬送機器1台
機器の図・諸元	

実験フィールド位置図



実証試験箇所



自動搬送車両



諸元

車体寸法:2000×1300×590mm  
最大積載量:500kg  
最大速度:3.6～7.2km/h(開発中)  
走行時間:7-8h

## ■実験フロー

### STEP 1 実験環境の 設定

- トンネル坑内に各機器と安全設備を配置
- 搬送機器でマッピング及び計測機器を設置
- 指定パレットと積荷を積載(1.1mパレットに500kg積載)
- 目標軌道ラインとトンネル内の実測位置等マーキング
- 数回の走行テストと各機器の記録状況確認

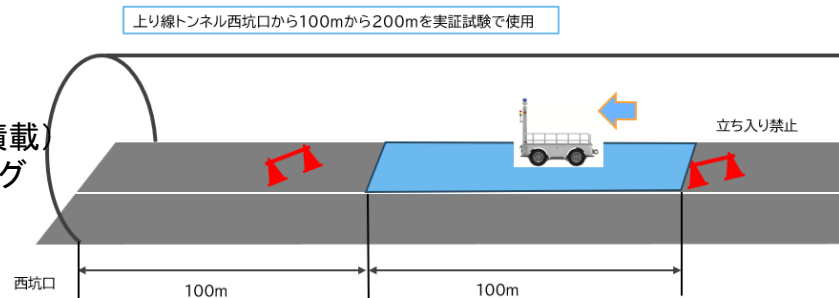
### STEP 2 搬送機器 走行試験 および データ測定

- 搬送機器の起動時点検
- 搬送機器の走行試験
  - 目標軌道からの揺れ幅確認を繰返し実施
  - 速度・重量に応じた指定速度計測
  - 荷物の振動計測
  - 搬送機器の電力消費量確認

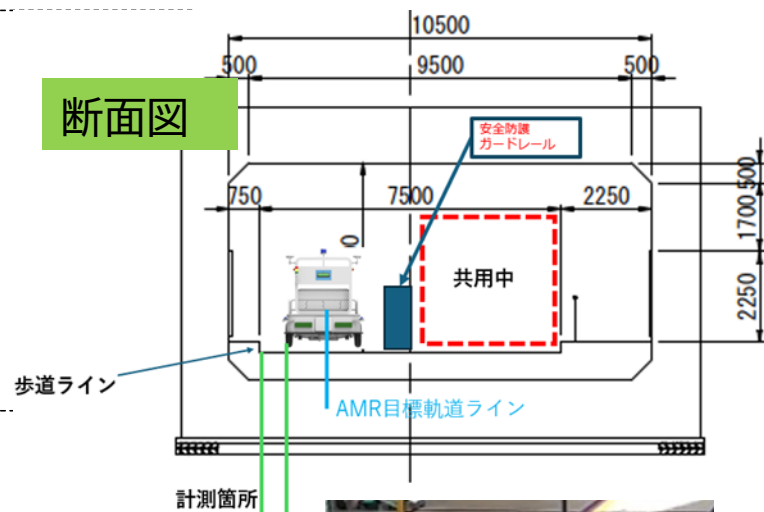
### STEP 3 データ分析 集計

- 実験終了後、データ取り纏め、分析集計

### 実験全体配置図



### 断面図



### 搬送機器





①搬送機器の目標軌道からの揺れ幅 ②加速・減速・停止するのに必要な時間

**断面図**

10500  
500 9500 500

750 7500 2250

安全防護ガードレール

共用中

歩道ライン

AMR目標軌道ライン

計測箇所

1700 2250

100m

定速50m走行

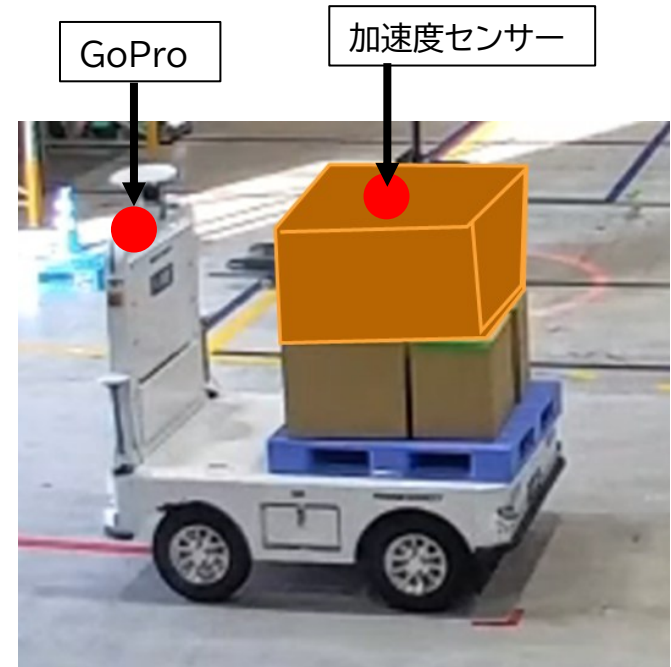
AMR

停止指示地点 減速地点 定速 スタート

■ 検証項目

走行時の路面凹凸による振動や道路の横断勾配等による荷物への影響

取得する指標	荷物の振動と搬送する荷物のモニタリング
取得する指標の計測手法	3次元加速度センサーとGoProカメラを設置し計測と映像録画をし荷物の影響を確認
取得する指標	搬送機の電力消費量
取得する指標の計測手法	実験時の走行距離をすべて記録し一日ごとのバッテリー消費量と充電電力量により算出



■実験フロー

STEP 1  
実験環境の  
設定

- トンネル坑内に各機器と安全設備を配置
- 搬送機器でマッピング及び計測機器を設置
- 指定パレットと積荷を積載(1.1mパレットに500kg積載)
- 目標軌道ラインとトンネル内の実測位置等マーキング
- 数回の走行テストと各機器の記録状況確認

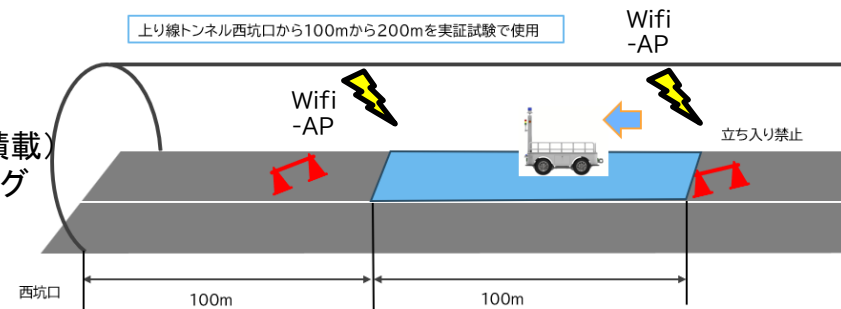
STEP 2  
搬送機器  
走行試験  
および  
データ測定

- 搬送機器の起動時点検
- 搬送機器の走行試験  
搬送機器の通信安定化確認

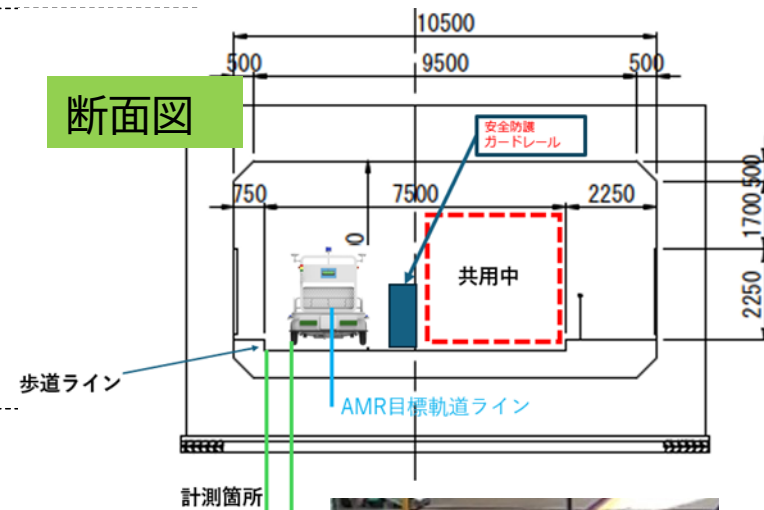
STEP 3  
データ分析  
集計

- 実験終了後、データ取り纏め、分析集計

実験全体配置図



断面図



搬送機器

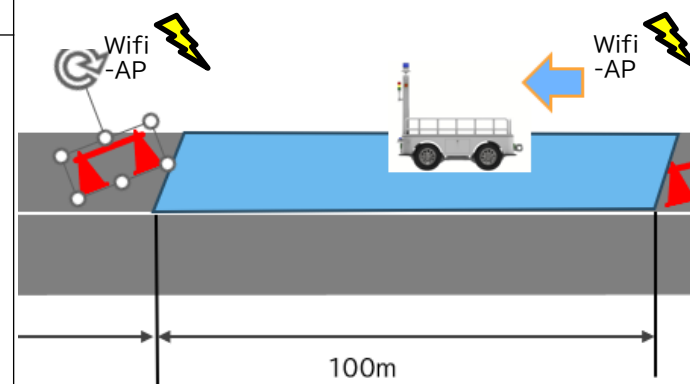


■ 検証項目

① 搬送機器の通信安定化技術の確実性

取得する指標	通信強度
取得する指標の計測手法	実験走行範囲の前後(間隔100m)にWifiアクセスポイントを設置 搬送機器の通信状況をWifi測定ソフトウェアにてヒートマップを作成
取得する指標	走行影響
取得する指標の計測手法	搬送機器への指示と実走行停止位置との誤差を確認

配置図



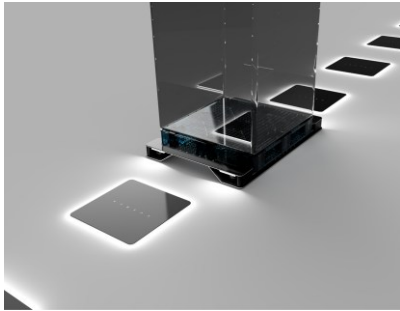
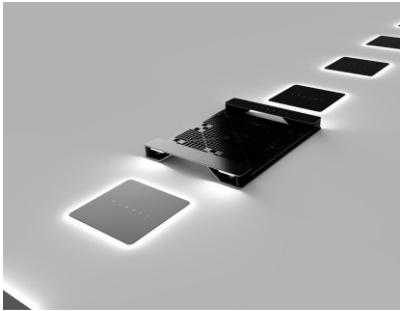
Cuebus株式会社

ユースケース2

■実験概要

成田空港内道路（千葉県成田市）において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、リニアモーター式の搬送機器にT11パレット等を搭載した状態での自動走行実験を行う。自動走行時の走行軌跡の逸脱や速度（最大時速50km）・荷物重量を変更させた場合の加減速の所要時間等について計測するとともに、複数の搬送機器を同時走行させ、自動物流道路本線の構造の検討に必要な情報を整理する。

実施するユースケース	ユースケース2 本線単路部：搬送機器の自動走行
代表企業(役割)	Cuebus株式会社
その他参加企業(役割)	なし
実験場所	成田空港内道路
実験日程	2026年2月9日～20日（準備2日、実験6日、撤去1日）
使用する主な機器	搬送レーン、搬送機器1台
機器の図・諸元	



※イメージは実証実験機器とは異なります。自動倉庫1,000kg搬送モデルの要素技術を流用して、実証実験専用機器を現在開発中のため

- 仕様(予定)
- 最高速度: 50km/h
  - 積載寸法: 縦1.1 x 横1.1 x 高1.8m
  - 積載重量: 1t
  - 航続距離: 無限(バッテリーレス)



## ■実験フロー

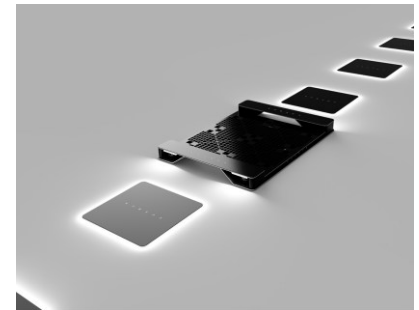
### STEP 1 実験環境の 設定

- ・ 搬送レーン、搬送車両及び運行設備の設置
- ・ テスト走行を実施し、計測が正常にできることを確認



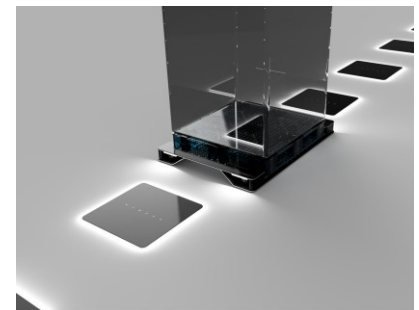
### STEP 2 走行試験 積載物なし

- ・ 積載物なしでの走行試験
- ・ 加減速性能、左右ブレ、荷物振動、適正車間データの計測



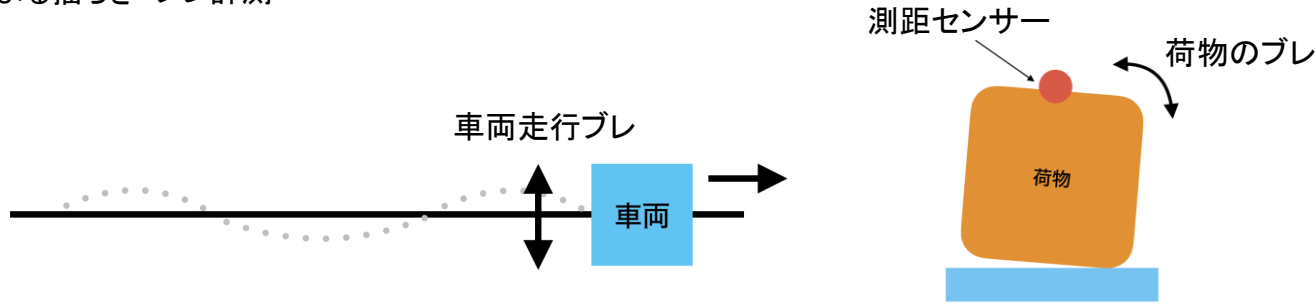
### STEP 3 走行試験 積載物あり

- ・ 積載物ありでの走行試験
- ・ 加減速性能、左右ブレ、荷物振動、適正車間データの計測
- ・ 詳細な計測条件は、計測結果の値に基づき、積載物及び走行条件を変更

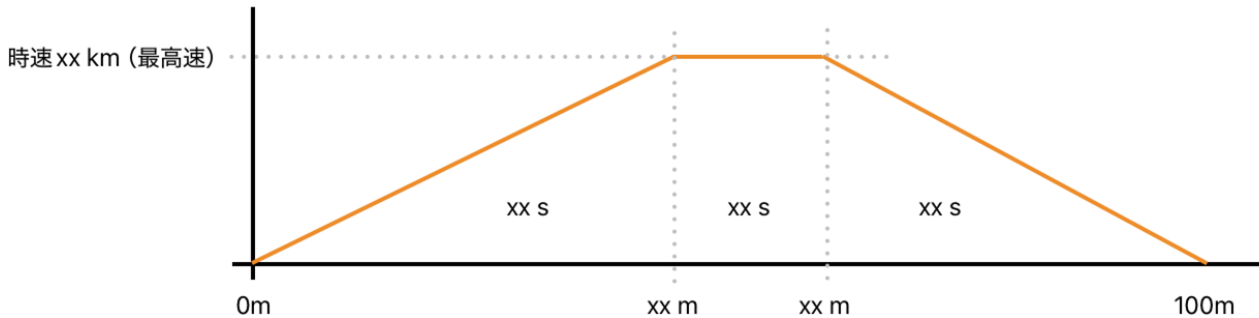


■ 検証項目

① 自動走行時に主に速度に応じた左右の揺らぎ・ブレ (自動走行に必要な幅員等の確認)

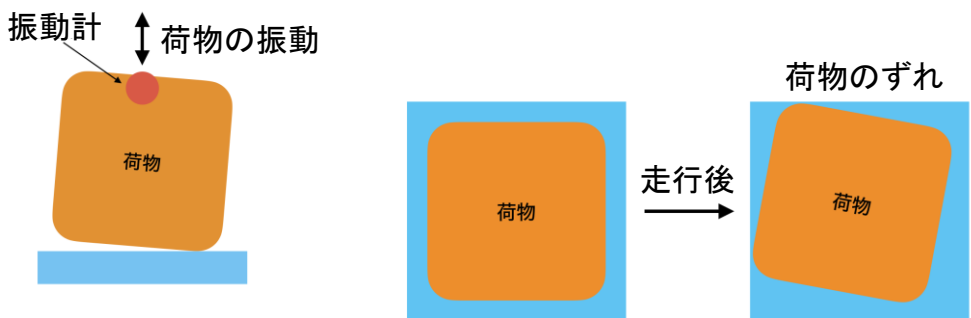
取得する指標	目標軌道からの揺れ幅 (速度に応じた左右の揺らぎ・ブレ)
取得する指標の計測手法	測距センサーによる揺らぎ・ブレ計測 

② 速度・重量に応じた指定速度までの加速及び停止までに必要な時間や延長


取得する指標	加速・減速・停止するのに必要な時間
取得する指標の計測手法	内蔵センサーによる車両速度及び座標の計測 

■ 検証項目

③ 走行時の路面凹凸による振動や道路の横断勾配による荷物への影響

取得する指標	荷物の振動、荷物の移動量
取得する指標の計測手法	振動計、メジャーによる計測 

④ 速度・重量に応じた走行技術・制御

取得する指標	衝突回避動作の発生率（走行時の車両間隔）
取得する指標の計測手法	内蔵センサーによる車両速度及び座標の計測 

鹿島建設株式会社

ユースケース3

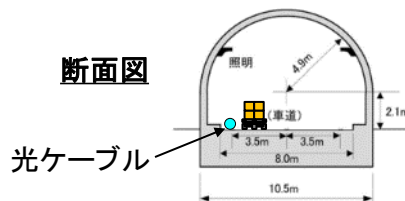
## ■実験概要

国土技術政策総合研究所(つくば市)において、自動物流道路の本線上に光ケーブルを敷設しAGVにT11パレットを搭載した状態で自動走行させ、自動搬送機の走行に伴い生じる振動を光ケーブルを通じ振動分布計測器で計測、AGVの軌跡データを取得する。得られたデータをAGV間で共有し、落下物、火災の発生の検知・情報提供の確実性、回避行動時の搬送機器の走行技術・制御について評価する。これにより、自動物流道路で想定される無人空間での効果的な異常検知、情報共有、制御方法について検討する。

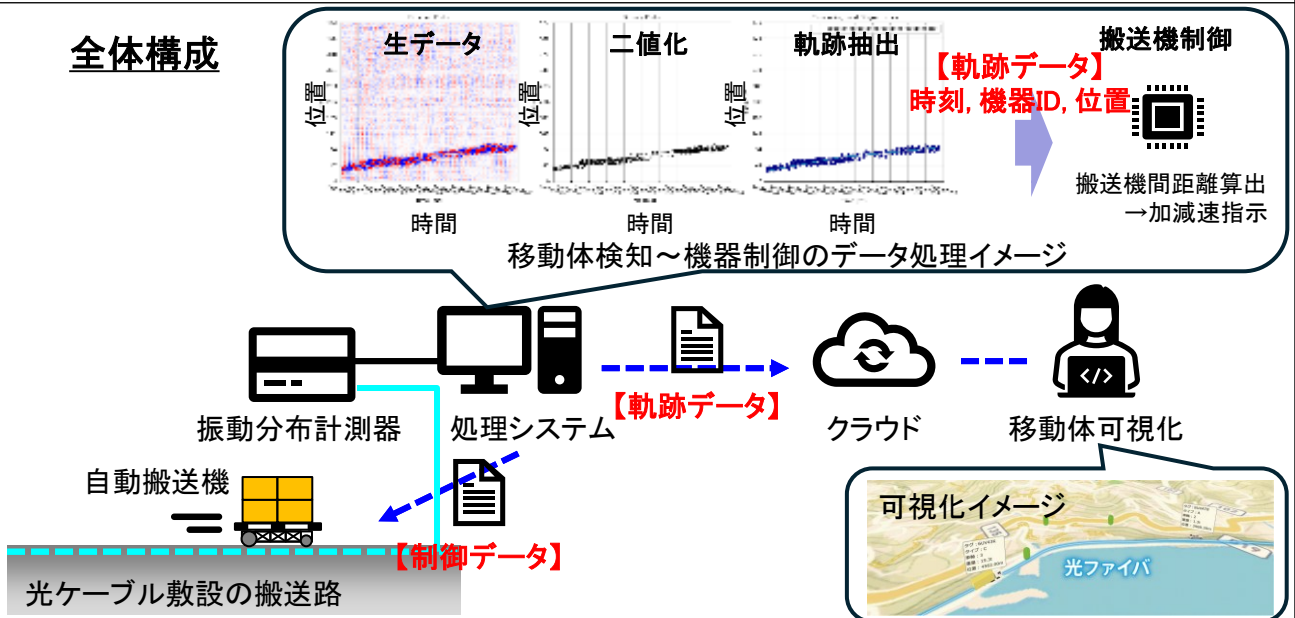
実施するユースケース	ユースケース3 異常検知及び搬送機器の回避行動
代表企業(役割)	鹿島建設株式会社
その他参加企業(役割)	一部外注(日本コントロールシステム社、近畿大学原口研)
実験場所	国土技術政策総合研究所
実験日程	2026年2月24日～27日(準備1日、実験2.5日、撤去0.5日)
使用する主な機器	振動分布計測器1台、搬送機器3台(最大積載量120kg(パレット含む))
機器の図・諸元	

### 自動搬送機仕様

製品名(型番)	メガローパーF120A
サイズ	W481.8×D468×H190.5(mm)
本体重量	約33kg
最高速度	1.6m/s (分速100m程度想定)
積載重量	約120kg
本体材質	アルミニウム
バッテリー	24Vシール鉛バッテリー 624Wh
駆動方式	二輪駆動、後部キャスター×1
タイヤ直径	170mm
モーター	BLDCモーター 150W×2



### 全体構成



## ■実験フロー

### STEP 0 実験環境の設定 【予定:1日間】

- 対象となる搬送路に墨出し(チョークなど)のうえ、舗装表面に光ケーブルを配置し、テープ型区画線で貼付固定する。
- 光ケーブルを振動分布計測器につなぐなど、システムを構成する。
- 11パレットを1つずつ搭載した自動搬送機器3台を試験的に隊列走行させ、環境に応じた実証条件(搬送機器間隔、計測器のデータ取得パラメータなど)を調整する。



区画線テープ敷設



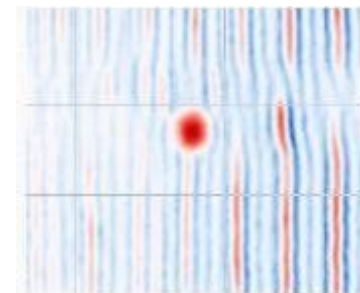
施工完了後  
光ケーブルの敷設

### STEP 1 落下物の検知 (発生事象の検知・ 情報提供の確実性) 【予定:2.5日間】

- 11パレットを搭載した自動搬送機1台を走行させ、その前後に落下物を発生させる。
- あらかじめ作成した落下物の検知アルゴリズムにより、自動検知可能かどうかを確認する。
- 火災発生を模擬した状態を発生させて、上記同様に検知アルゴリズムを確認する。



自動搬送機イメージ



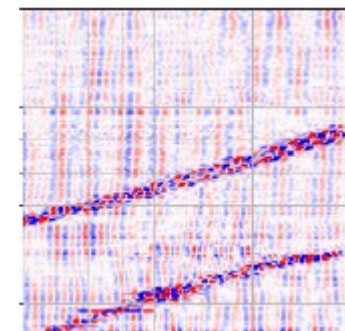
落下物発生時のデータイメージ

### STEP 2 先行搬送機器の 異状検知 (回避行動時の搬送機 器の走行技術・制御) 【予定:0.5日間】

- それぞれ11パレットを搭載した自動搬送機3台を隊列走行させて、先頭車両を手動停止させる。
- そのときに後続の搬送機器がその状態を検知でき、ぶつかることなく停止できるかどうかを確認する。



計測状況例



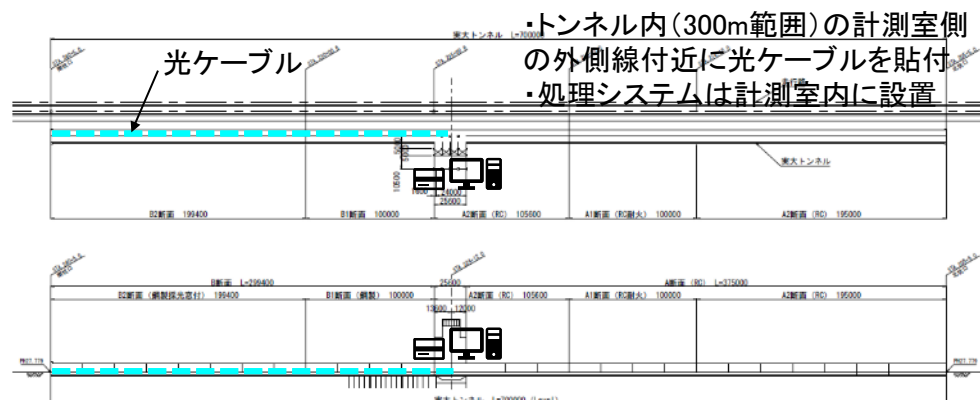
隊列走行時のデータイメージ 43



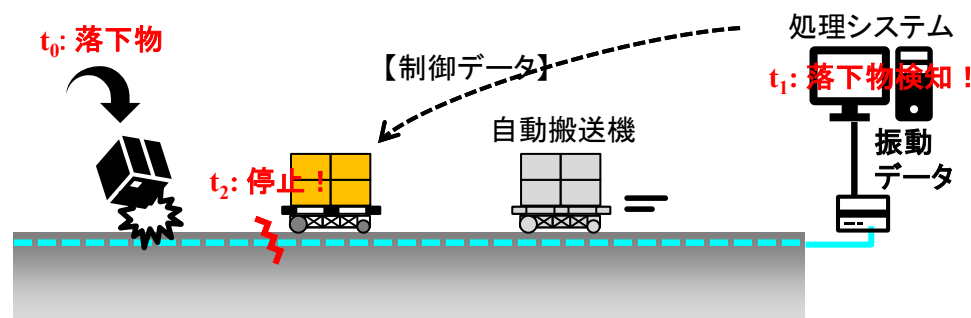
## ■検証項目 (STEP1)

### ①発生事象の検知・情報提供の確実性(トンネル内火災等による立ち往生、落下物検知等)

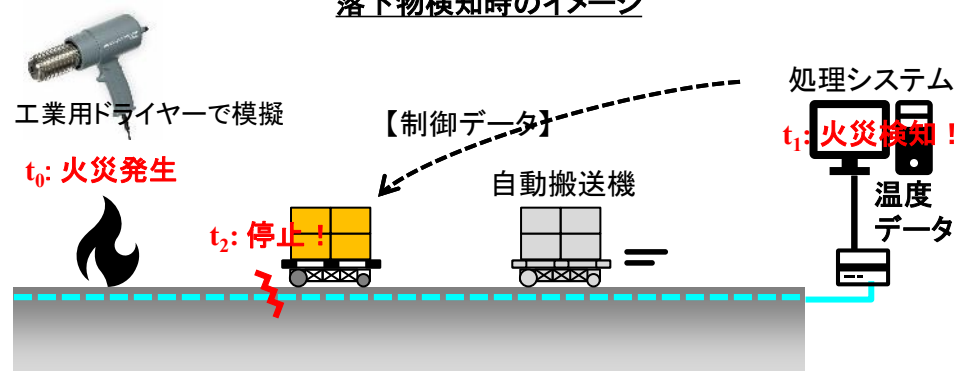
注記:本システムでは、他搬送機器の位置はリアルタイムで把握できるため、ここでは立ち往生の原因となる落下物や火災の検知を目的とする(立ち往生の検知はSTEP2で合わせて確認)。



光ケーブルの配置



落下物検知時のイメージ



火災検知時のイメージ(一部のみ再現予定)

取得する指標	事象発生を検知できたか 事象が発生してから検知して停止するまでの時間
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に落下物(または火災模擬状況)を発生させる。(時刻:<math>t_0</math>)</li> <li>・光ファイバによる振動データ(または温度データ)によって、処理システムが落下物を検知した時刻を記録する。(時刻:<math>t_1</math>)</li> <li>・制御データを搬送機が受信して停止した時刻を記録する。(時刻:<math>t_2</math>)</li> <li>・事象が発生してから検知して停止するまでの時間=<math>t_2-t_0</math></li> <li>※処理システムなどすべての時計は1秒以内で同期させておく。</li> </ul>
取得する指標	どのような事象が発生したか正しく把握できたか 事象が発生してから詳細を把握するまでの時間
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上記と同様の試験を実施する。</li> <li>・事象が発生してから詳細を把握するまでの時間=<math>t_1-t_0</math></li> </ul>

## ■ 検証項目 (STEP2)

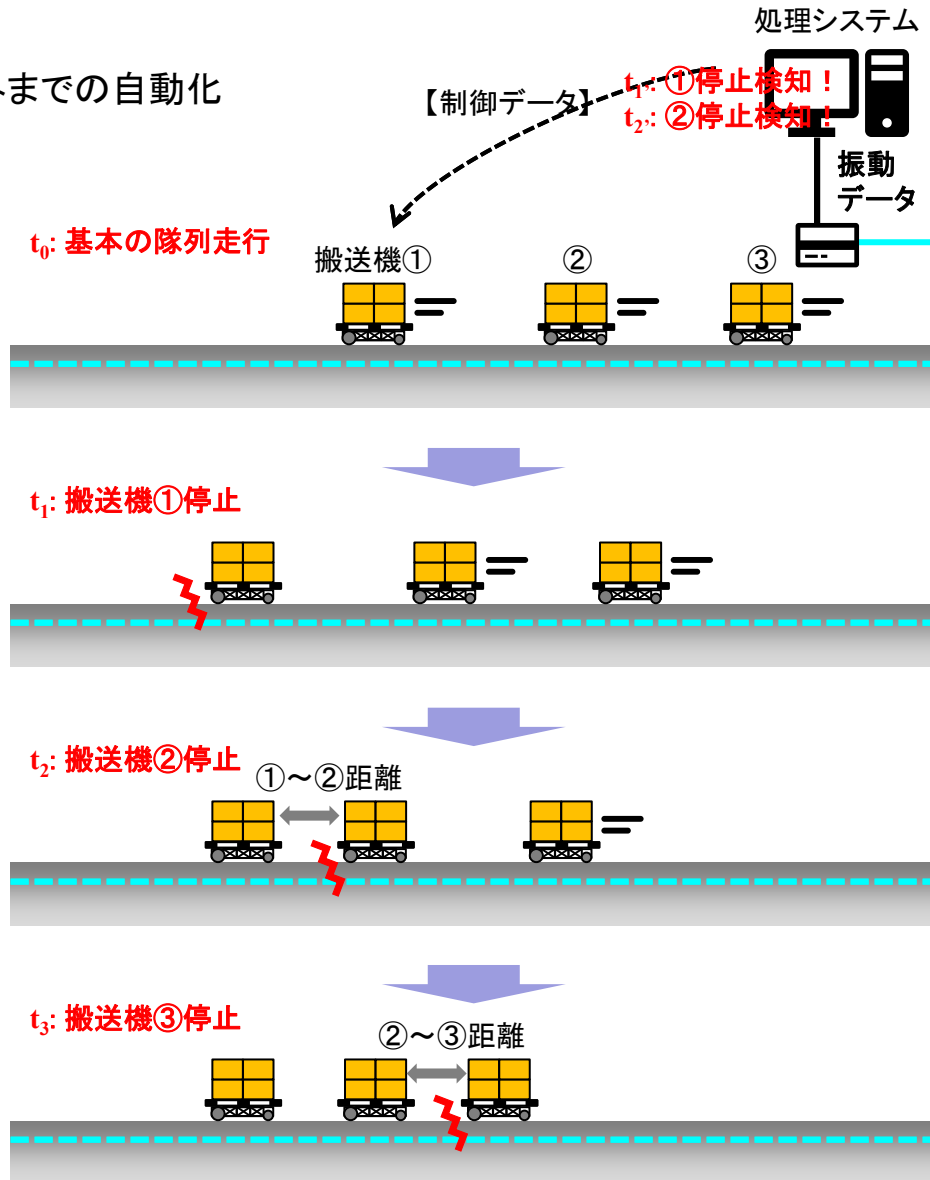
### ② 回避行動時の搬送機器の走行技術・制御への積み込みまでの自動化

注記: 本検証にあたっては、一定間隔で自動搬送機3台が隊列走行をしている状態を基本とする。

取得する指標	事象に対し、適切に回避できたかどうか
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・先頭の搬送機①に停止信号を送出、停止させる。(時刻: <math>t_1</math>)</li> <li>・①～②距離の低下を処理システムが検知し、搬送機②に停止信号を送出、停止させる。(時刻: <math>t_2</math>)</li> <li>・②～③距離の低下を処理システムが検知し、搬送機③に停止信号を送出、停止させる。(時刻: <math>t_3</math>)</li> <li>・各搬送機同士で衝突がないことを確認する。</li> </ul>
取得する指標	(回避できた場合の) 前後の搬送機器との距離
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前述同様の検証を行う。</li> <li>・全搬送機が停止した時点での、搬送機①～②距離、②～③距離を確認する。</li> </ul>

以下は立ち往生検知(STEP1)を合わせて実施

取得する指標	事象発生(先行搬送機の立ち往生)を検知できたか 事象が発生してから検知して停止するまでの時間
取得する指標の計測手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事象が発生してから詳細を把握するまでの時間 = <math>t_2 - t_1</math>, <math>t_3 - t_2</math></li> </ul>



搬送機器の停止制御時のイメージ

NTTドコモビジネス株式会社

株式会社大林組

PLiBOT株式会社



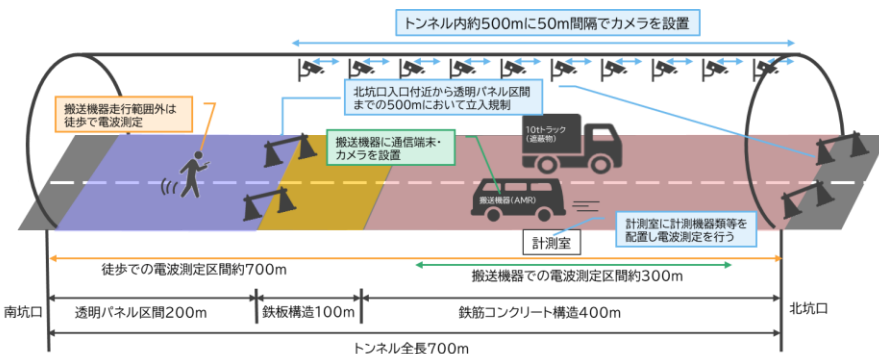
日本マイブルロボットテクノロジー株式会社

セーフィー株式会社

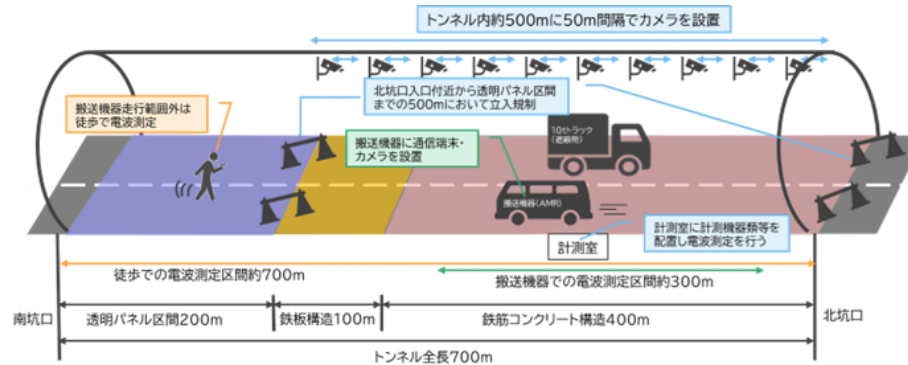
ユースケース4

## ■実験概要

国土技術政策総合研究所(つくば市)において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、搬送機器(別実験)に搭載した通信端末、クラウドカメラを用いて電波強度、映像伝送の品質を計測するとともに、電波遮蔽物を設置した場合の走行影響を計測することで、トンネル内での当該搬送機器の自動走行、自車位置把握の正確性について検証する。

実施するユースケース	ユースケース4 本線単路部: 搬送機器の通信安定性		
代表企業(役割)	NTTドコモビジネス株式会社(現場統括、管理)		
その他参加企業(役割)	株式会社大林組(搬送機器の統括・管理)、PLiBOT株式会社(搬送機器の管理)、日本マイブルロボットテクノロジー株式会社(搬送機器の走行)、セーフィー株式会社(カメラの設置・運用)		
実験場所	国土技術政策総合研究所		
実験日程	2026年2月2日～6日(準備1日、実験3日、撤去1日)		
使用する主な機器	搬送機器1台、カメラ11台		
機器の図・諸元	<div> <div> <b>搬送機器 (AMR)_TMN-TC2000A</b>            サイズ: 3000mm × 1600mm × 2650mm            最大積載量: 2000kg            最大走行速度(空車): 10km/h            最大走行速度(満載): 8km/h            最小回転半径: ≤3500mm         </div> <div>  </div> </div> <div> <b>カメラ (Safie One)</b>            サイズ: φ76.5 × 92.5mm            重量: 360g            画像伝送帯域・速度: 約1Mbps 30fps (MAX)            解像度(ストリーミング): 1280 × 720ピクセル            解像度(スナップショット): 1920 × 1080ピクセル         </div> <div>  </div>		
実証全体のイメージ	 <p>トンネル内約500mに50m間隔でカメラを設置</p> <p>北坑口入口付近から透明パネル区間までの500mにおいて立入規制</p> <p>搬送機器に通信端末・カメラを設置</p> <p>10tトラック(送貨車)</p> <p>計測室</p> <p>計測室に計測機器類等を配置し電波測定を行う</p> <p>搬送機器(AMR)</p> <p>徒歩での電波測定区間約700m</p> <p>搬送機器での電波測定区間約300m</p> <p>南坑口</p> <p>透明パネル区間200m</p> <p>鉄板構造100m</p> <p>鉄筋コンクリート構造400m</p> <p>北坑口</p> <p>トンネル全長700m</p>		

## ■実証全体イメージ



←トンネル内上部に50mピッチでLTE通信モジュール+クラウドカメラを最大で計10台程度設置想定

## ■実験フロー

### STEP 1

#### 測定機器疎通確認

#### 通信状況確認

- 電波測定機器の通信状況確認
- LTE ドック(クラウドカメラ下部の通信モジュール)の通電・通信状況確認
- クラウドカメラの通信確認(カメラトラブル・録画欠損などの有無確認)

### STEP 2-1

#### トンネル内測定

#### 電波通信状況の測定

- 搬送車等にてトンネル内移動測定を実施し、電波通信状況を取得
- 遮蔽物、トンネル内において監視カメラ通信状態など、測定条件を変更して電波通信状況を取得

#### (測定条件)

- なし(トンネル内の電波実力値測定)
- 遮蔽物あり(自車以外の車両の影響度)
- 監視カメラ電源ON(帯域利用時の測定)

#### (測定項目)

- Ping遅延測定 ※スライド3、4
- スループット(UL/DL) ※スライド3、4

### STEP 2-2

#### 撮影・録画確認

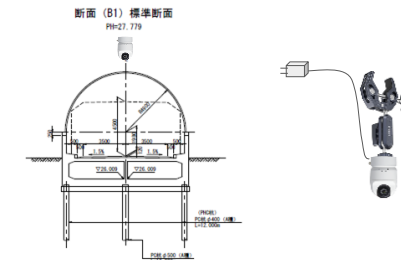
#### 基本検証:クラウドカメラ単体での撮影/録画

- トンネル内部でのクラウドカメラの通信/録画開始
- ストリーミング映像閲覧及び録画状況の確認

#### 環境を変えての検証(可能な範囲で)

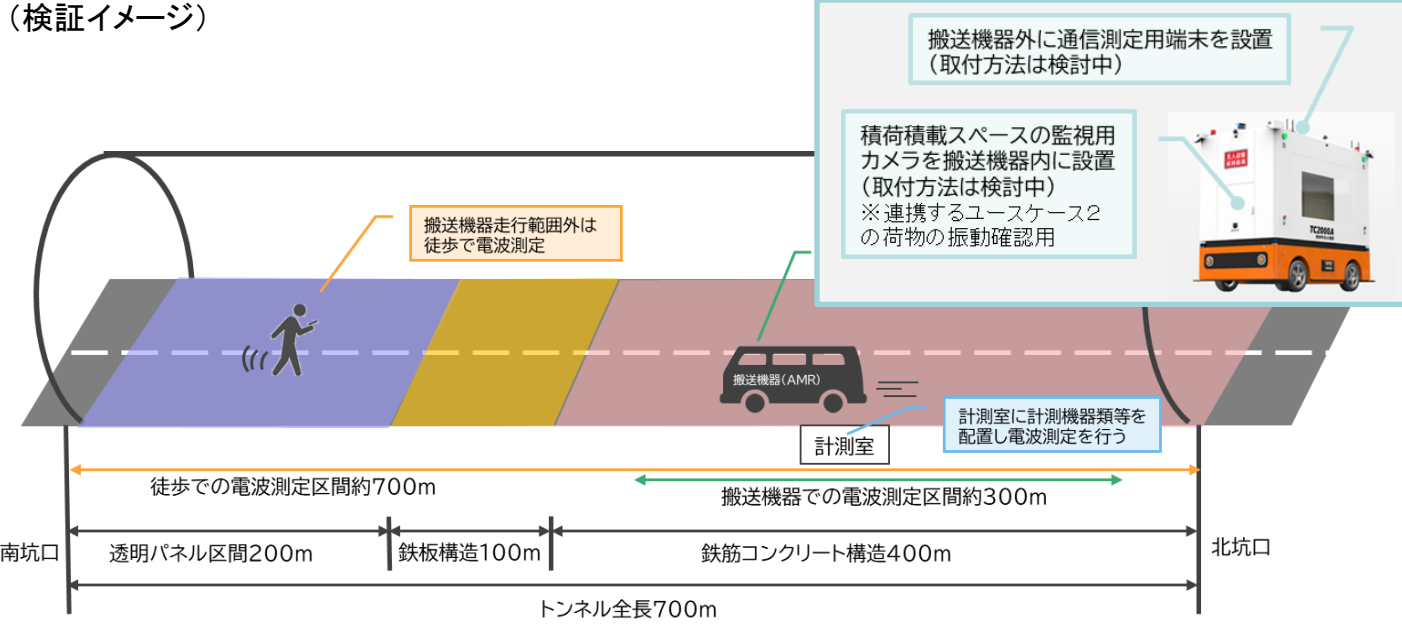
- 自動搬送機などの移動体の走行中の撮影及び録画の確認
- カメラ位置を変えての映り具合の検証  
(STEP1時に複数の高さパターンでカメラ設置予定)
- トンネル内照明の明度変更による映像の映り方比較

トンネル内上部に設置→  
一部真上に設置できない場所では天井側面に設置予定



## ■ 検証項目

### ① 搬送機器の通信安定化技術の確実性

<b>取得する指標</b>	国総研トンネル周辺のドコモ基地局からの無線電波が、搬送機器へ到達する際の強度
<b>取得する指標の計測手法</b>	<div data-bbox="421 411 1767 678"> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 計測手法                             <p>搬送機器外にSigma端末を設置して、トンネル内約300mを自動走行しながら測定する。 トンネル全長700mを測定機材を持ちながら、徒歩で測定する。 (搬送機器走行範囲外のデータを補完するため)</p> </li> <li>■ 測定項目: Ping遅延測定、スループット(UL/DL)</li> <li>■ 測定条件: 測定範囲はトンネル全長700m。最低限としては、周波数指定しない設定の測定のみ。</li> <li>■ アウトプット: ①時系列測定結果 ②CDF(Cumulative Distribution Function: 累積分布関数)結果</li> </ul> </div> <p>(検証イメージ)</p> 



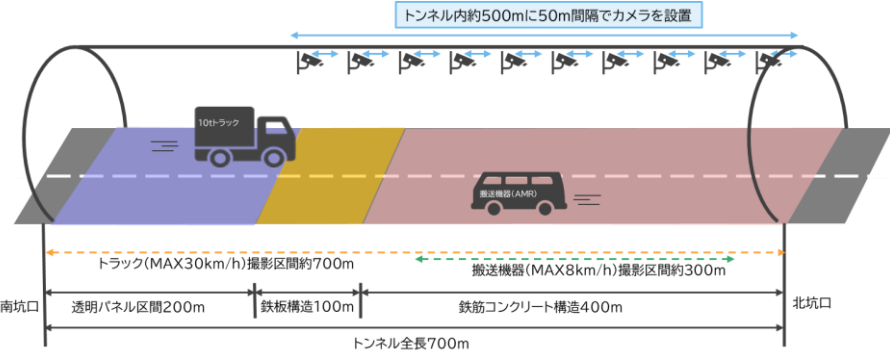

## ■ 検証項目

### ②走行影響(自律走行のみの場合)の有無、自車位置把握の正確性

取得する指標	国総研トンネル環境において、搬送機器の周辺に電波を遮蔽する障害物(10tトラック)を設置。当該遮蔽物の有無による自律走行への影響度を測定。
取得する指標の計測手法	<div><div><div>■ 計測手法</div><div>搬送機器外にSigma端末を設置して、トンネル内約300mを自動走行しながら2つの条件下で測定する。</div><div>■ 測定項目: Ping遅延測定、スループット(UL/DL)</div><div>■ 測定条件: 測定範囲は搬送機器走行範囲の約300m。最低限としては、周波数指定しない設定の測定のみ。<div><div>1. 対向車線に電波を遮蔽する障害物(10tトラック)を設置した場合 ※監視カメラは電源OFFで実施</div><div>2. トンネル内において監視カメラ等、他のシステムで帯域を利用している場合 ※遮蔽物はない状態で実施</div></div><div>■ アウトプット: ①時系列測定結果 ②CDF(Cumulative Distribution Function: 累積分布関数)結果</div></div><div>(検証イメージ)</div><div><div><div>トンネル内約500mに50m間隔でカメラを設置</div><div><div><div>搬送機器に通信端末・カメラを設置</div><div>10tトラック(遮蔽物)</div><div>搬送機器(AMR)</div><div>計測室</div><div>計測室に計測機器類等を配置し電波測定を行う</div></div><div>搬送機器での電波測定区間約300m</div><div>南坑口</div><div>透明パネル区間200m</div><div>鉄板構造100m</div><div>鉄筋コンクリート構造400m</div><div>北坑口</div><div>トンネル全長700m</div></div></div><div><div>測定条件①</div><div>あり</div><div>電源OFF</div><div>対向車線に自車以外の車両に見立てた遮蔽物を配置して測定</div><div><div>10tトラック(遮蔽物)</div><div>カメラ(電源OFF)</div></div></div><div><div>測定条件②</div><div>なし</div><div>電源ON</div><div>トンネル内に設置した監視カメラ10台 車内カメラ1台で映像伝送しながら測定</div><div><div>10tトラック(遮蔽物)</div><div>カメラ(電源ON)</div></div></div></div></div></div>

## ■ 検証項目

### ② 走行影響(自律走行のみの場合)の有無、自車位置把握の正確性

取得する指標	トンネル内通信環境でのクラウドカメラの映像や録画が、遠隔運行管理想定において実用的なレベルで撮れるか録画欠損率を確認
取得する指標の計測手法	<div data-bbox="421 434 1837 799"> <p>■ 計測手法 クラウドカメラ管理ツールで録画欠損率を把握可能(欠損率[%] = 録画時間 / カメラ稼働時間)</p> <p>■ 検証項目: 定性的ではあるが、同時に下記もできる範囲で検証を行う想定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① カメラの標準ビットレートで8~30[km/h]でも実用的な映像が撮れるかの検証 搬送機は最大で8[km/h]までなため、トラック等でトンネル内を30[km/h]で走行していただく想定</li> <li>② トンネル内照明の明度を何パターンかに分けて実用的な映像が撮れるかの検証</li> <li>③ 最適なカメラの高さ 地面からカメラの高さをどれくらいにすると最も実用的な映像が撮れるかの検証</li> </ul> </div> <div data-bbox="421 853 622 886">(検証イメージ)</div> <div data-bbox="421 925 1315 1272">  <p>トンネル内約500mに50m間隔でカメラを設置</p> <p>10tトラック</p> <p>搬送機(AMU)</p> <p>トラック(MAX30km/h)撮影区間約700m</p> <p>搬送機(MAX8km/h)撮影区間約300m</p> <p>南坑口 透明パネル区間200m 鉄板構造100m 鉄筋コンクリート構造400m 北坑口</p> <p>トンネル全長700m</p> </div> <div data-bbox="1344 905 1818 1005"> <p>←トンネル内上部に50mピッチでLTE通信モジュール+クラウドカメラを最大で計10台程度設置想定</p> </div> <div data-bbox="1624 1011 1804 1200">  </div> <div data-bbox="1344 1186 1804 1286"> <p>トンネル内上部に設置→ 一部真上に設置できない場所では天井側面に設置予定</p> </div>

前田建設工業株式会社  
株式会社TBMシステムズ  
ワム・システム・デザイン株式会社

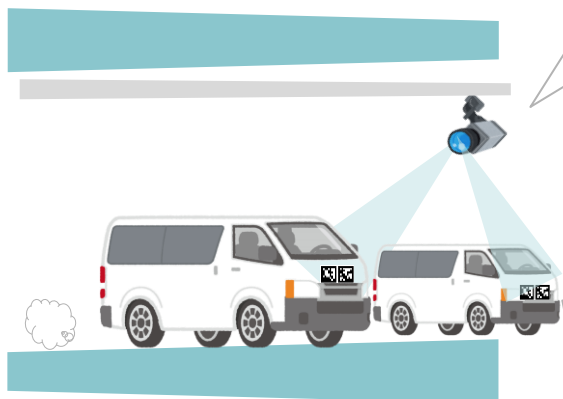
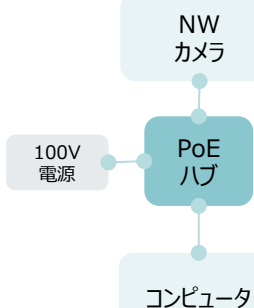
ユースケース5

## ■実験概要

国土技術政策総合研究所(つくば市)において、自動物流道路の本線を模擬的に再現し、搬送機器を模擬した普通車両に搬送機器の情報を管理するための二次元コード(ArU-code)を貼付し、トンネル上部に設置したカメラで走行中の車両を撮影して、二次元コード検知に関する試験を実施する。運行速度、照度、カメラの設置角度、マーカの貼付角度などの条件を変化させ、運行管理の確実性を検証する。これにより、将来の自動物流道路における搬送機器の運行管理への応用可能性を検討する。

実施するユースケース	ユースケース5 搬送機器の運行管理
代表企業(役割)	前田建設工業株式会社(現場統括、安全管理)
その他参加企業(役割)	株式会社TBMシステムズ(実験進行管理、ハードウェア管理) ワム・システム・デザイン株式会社(要素技術開発・提供、システム管理、データ管理)
実験場所	国土技術政策総合研究所 試験走路
実験日程	2025年12月1日～5日(準備1日、実験3日、撤去1日)
使用する主な機器	普通車両(ハイエース)2台、NWカメラ2台、コンピュータ2台、他ネットワーク関連機器
機器の図・諸元	

機器構成概略



画像解析



複数の走行車両を  
同時に個体識別する

要素技術(識別ID→画像認識マーカ)

「認識」が変わると、「できる」が増える。」



次世代の自動認識技術

**ArU-code®**

特許取得済

- 高速
- 長距離
- 複数一括
- 角度に強い
- 明暗差に強い
- 2,500種パターン以上生成
- 動きに強い

アウトプット

- 車両追跡情報
- いつ
- どの車両が
- どのポイントを
- 通過したのか

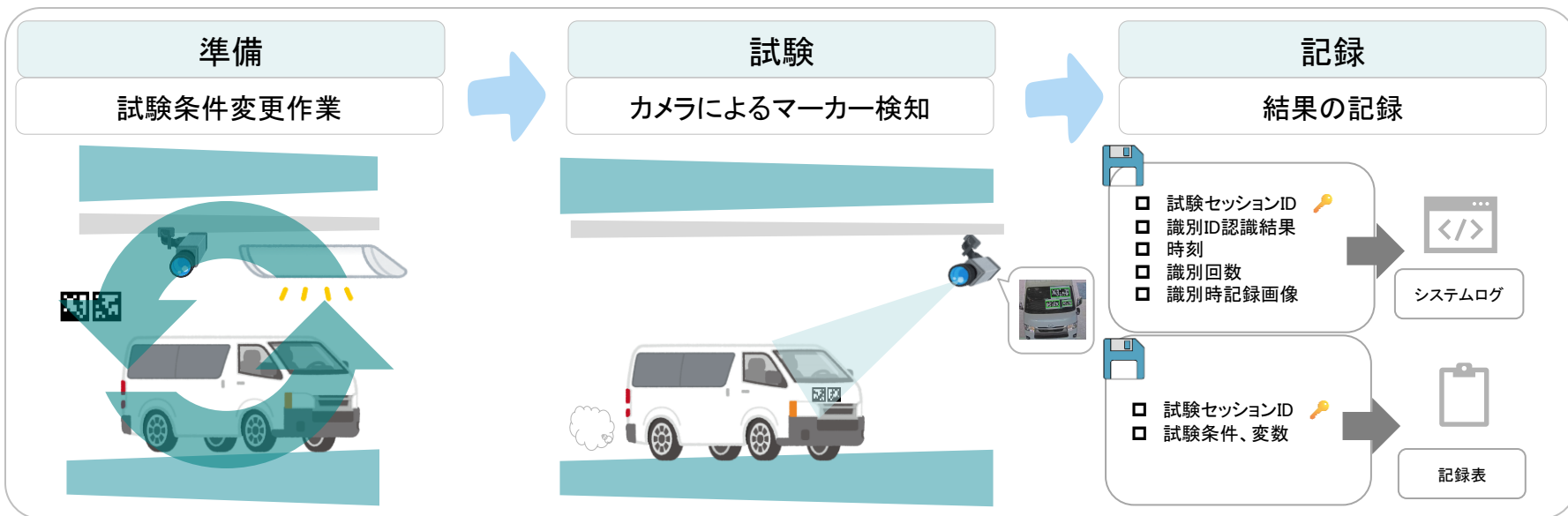
## ■実験フロー



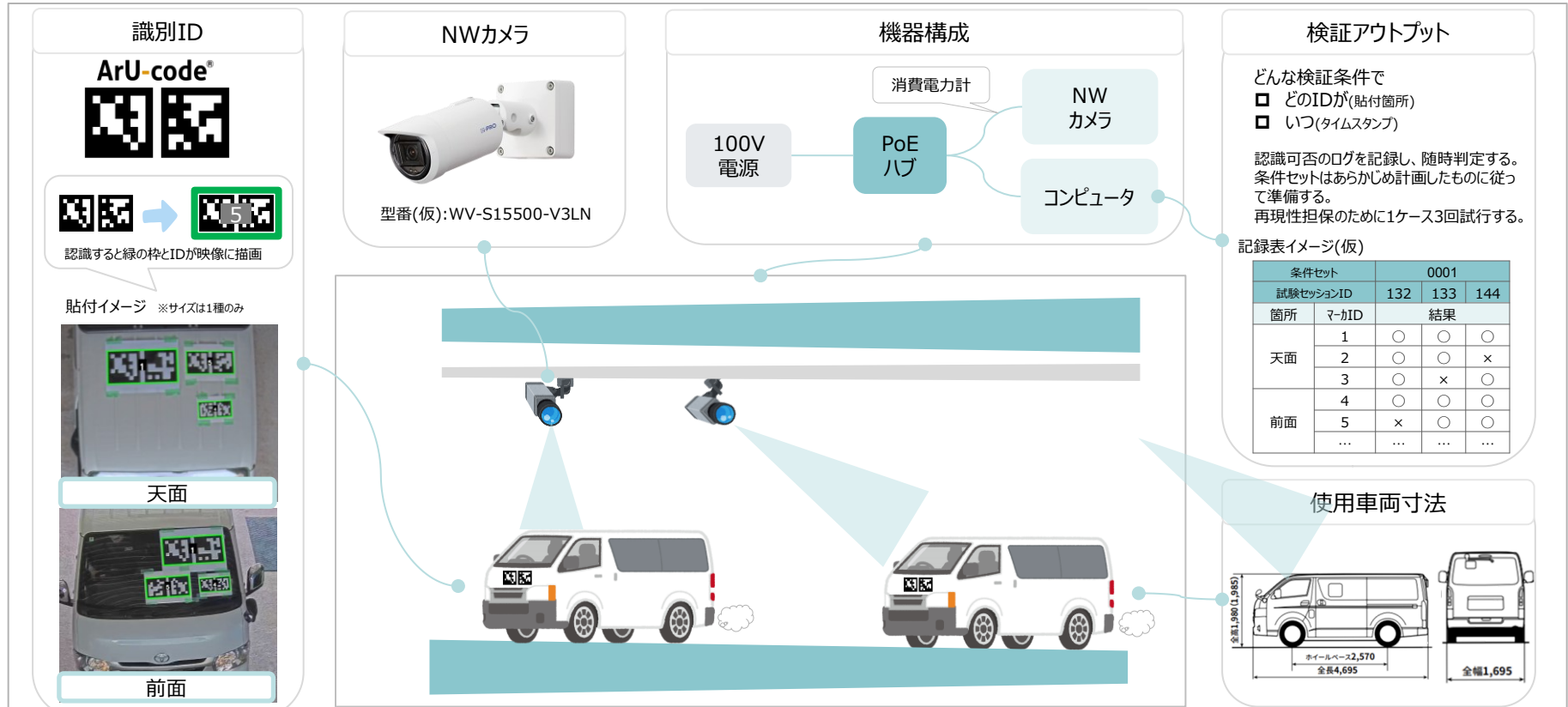
工程	概要	想定作業
準備	試験のためのセットアップ作業	車両移動、試験条件、環境係数変更など
試験	試験計画に応じたカメラによるマーカ検知	カメラによる走行車両のマーカ検知など
記録	試験結果の確認・記録	検証アプリケーションの確認、記録表への入力など

影響する試験条件、変数例		
<input type="checkbox"/> 走行速度	<input type="checkbox"/> カメラ角度	<input type="checkbox"/> 認識距離
<input type="checkbox"/> ID貼付位置	<input type="checkbox"/> 照度	<input type="checkbox"/> カメラパラメタ
<input type="checkbox"/> IDサイズ	<input type="checkbox"/> 演算性能	<input type="checkbox"/> カメラ性能
etc.		

試験に影響する変数要因の分類	
搬送機器	車両やマーカの変数（速度、ID貼付位置、サイズなど）
インフラ	カメラや照明など設置環境に関する変数（角度、照度、演算性能など）
システム性能	認識距離、カメラパラメタ、処理能力など、システム全体の性能に関わる変数



## ■ 検証項目



検証項目	取得する指標	取得する指標の計測手法
荷物（または搬送機器）管理用ICタグ（DSRC、RFID、QRコード等）、GPSによる荷物管理	読み取り可能な搬送機器の速度と離隔距離	識別ID（ArU-code）を貼り付けた車（ハイエース）を、試験走路（トンネル内）を走行させて、トンネル上部に設置したデジタルカメラで読み取る
	読み取りに必要な明るさ	
	読み取りに適したカメラ角度	
	読み取り可能なマーカー角度	
システムの電力消費量	電力消費量	インフラ側のカメラの実測消費電力を計測する（識別ID(ArU-code)は、二次元コードなので電力不要）