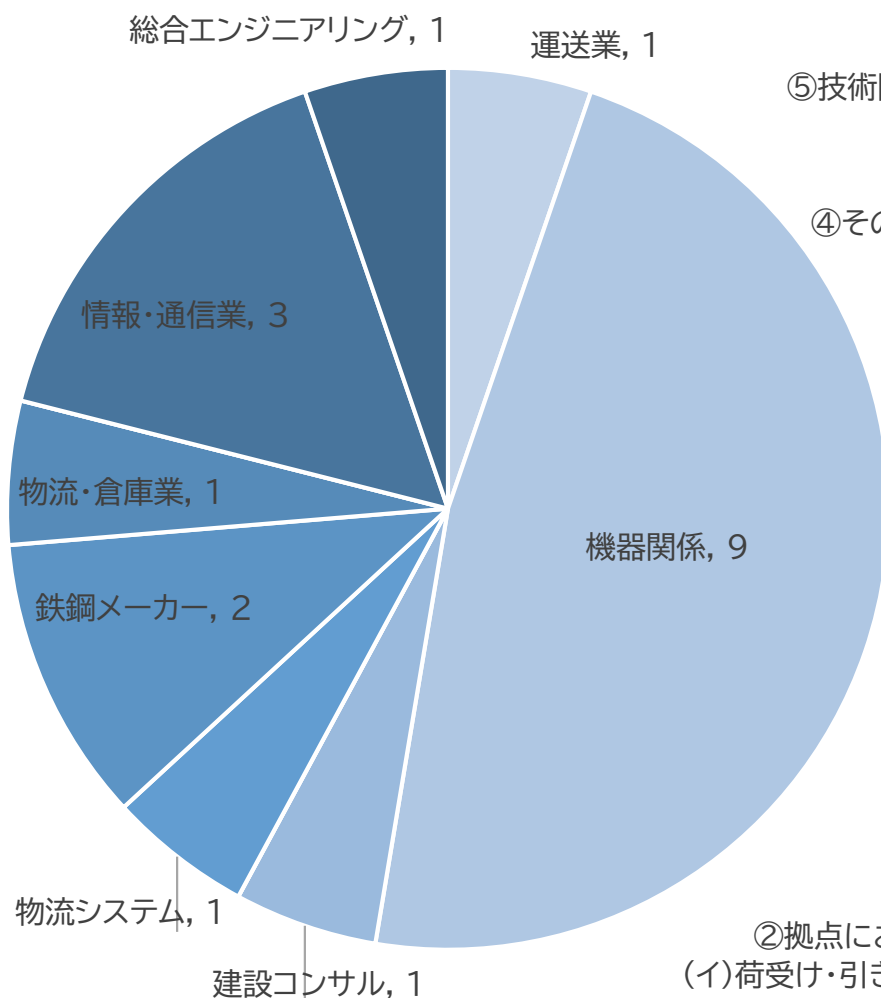


マーケットサウンディングの実施結果について

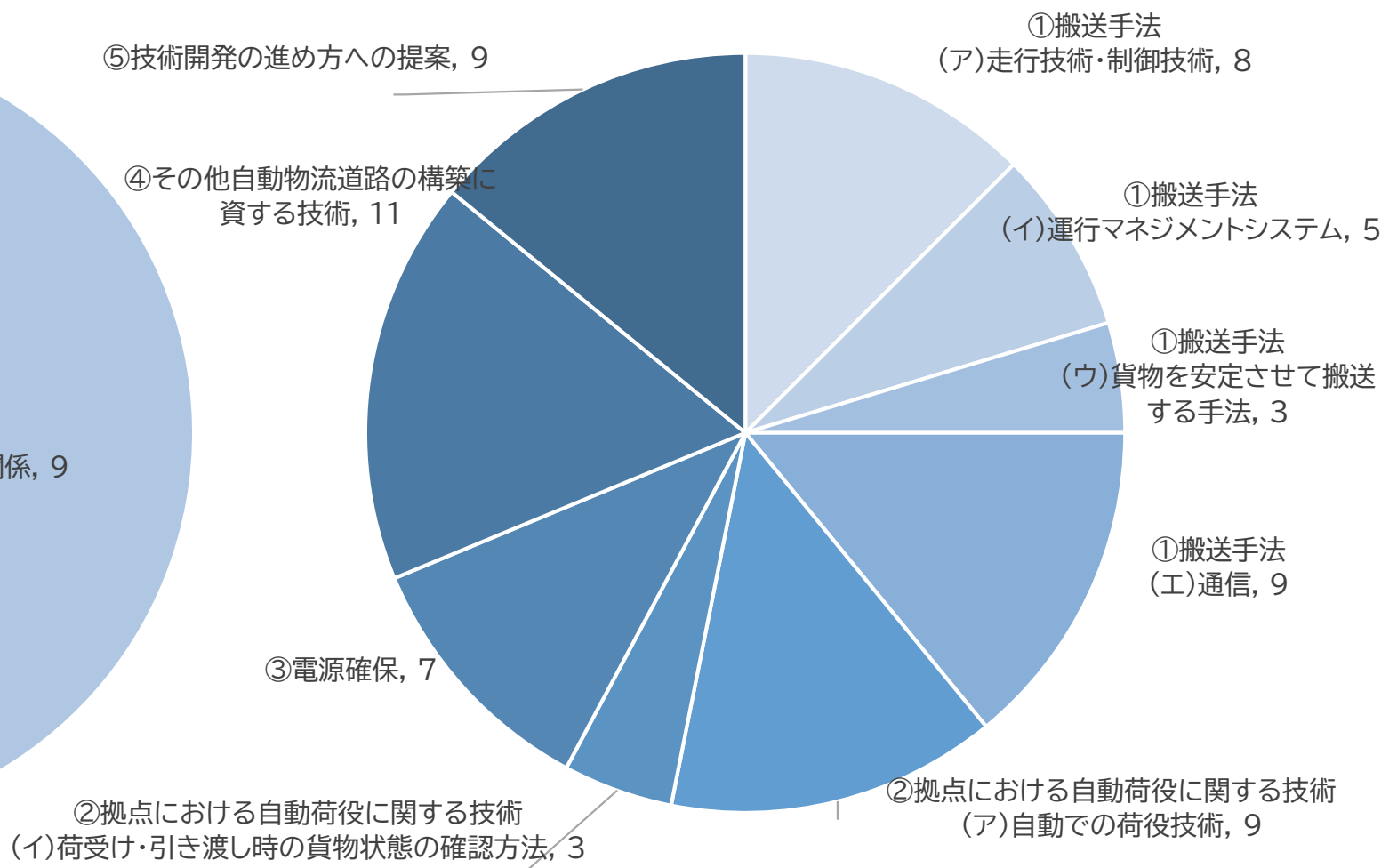
1. マーケットサウンディング結果概要

○自動物流道路の実現に向け、技術開発などを行うため、自動物流道路を構成する技術に関するマーケットサウンディングを実施。22社から36件の技術の提案があった。(意見募集期間：R6.12.20～R7.1.30)

■提案事業者・団体



■提案技術項目



2. 提案者・提案技術一覧

No.	提案事業者・団体名	技術名称	項目	頁
1	Cuebus株式会社	バッテリーマグネットレス・リニアモータ式 2次元貨物搬送システム	①(ア)	p9
2	インフロニア・ホールディングス 株式会社 (前田建設工業、前田道路、 前田製作所、日本風力開発)	MAEDA LOGISTIC	①(ア),(イ),(エ), ②(ア),④	p14
3	Zip Infrastructure / LexxPluss 長大/ NX総合研究所 ※(株)省略	鉄輪式による省エネ自動物流システム	①(ア),(イ),(ウ), ②(ア),(イ),③	p26
4	ecoro GmbH, Magment GmbH	ecoroの自動化されたクローズドループ 貨物輸送システム	①(ア),(イ),(エ), ②(ア),③,④	p37
5	株式会社エクセディ	インホイールモーター付き搬送車両	①(ア)	p44
6	大成建設株式会社	トンネル内自己位置推定技術	①(ア)	p48
7	愛知製鋼株式会社	磁気マーカを用いた自己位置推定	①(ア)	p50
8	NTTコミュニケーションズ株式会社	超省エネ型データセンター Green Nexcenter®	①(イ),(エ)	p65
9	NTTコミュニケーションズ株式会社	クラウド型車両管理サービス LINKEETH	①(イ),(エ)	p68
10	セーフィー(株)	搬送手法	①(イ)	p71
11	ロジスティード(株)	梱包設計・開発	①(ウ)	p74
12	丸文株式会社 株式会社デンソーウェーブ	IoTデータ収集プラットフォーム	①(エ), ②(ア),④	p77
13	NTTコミュニケーションズ株式会社	混雑エリアでも安定した 通信を実現 5Gワイド	①(エ)	p79
14	NTTコミュニケーションズ株式会社	6G(第6世代移動通信システム)	①(エ)	p83
15	NTTコミュニケーションズ株式会社	マルチ無線プロアクティブ制御技術 Cradio®	①(エ)	p86
16	NTTコミュニケーションズ株式会社	IoTデータ伝送ミドルウェア_intdash	①(エ)	p89
17	NTTコミュニケーションズ株式会社	IOWN	①(エ)	p92
18	株式会社ダイフク	拠点における自動荷役に関する技術	②(ア)	p96
19	(株)豊田自動織機 トヨタ L&Fカンパニー	拠点における自動荷役に関する技術	②(ア)	p103

No.	提案事業者・団体名	技術名称	項目	頁
20	(株)大林組、(株)PLiBOT	自動搬送技術	②(ア)	p105
21	日本貨物鉄道株式会社	輸送モード間の積替え技術	②(ア)	p111
22	ロジスティード(株)	倉庫管理システム及び 倉庫運用システム	②(ア)	p113
23	トーヨーカネツ株式会社	3Dパレットシャトル	②(ア)	p114
24	セーフィー(株)	拠点における自動荷役に関する技術	②(イ)	p122
25	株式会社ダイヘン	走行中ワイヤレス給電(コイル式)	③	p125
26	株式会社ダイヘン	走行中ワイヤレス給電 (平行二線式)	③	p127
27	株式会社ダイヘン	停車中ワイヤレス給電(コイル式)	③	p129
28	大成建設株式会社	走行中ワイヤレス電力伝送技術(DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer)	③	p136
29	(株)大林組	非接触給電	③	p139
30	(株)大林組	遮音壁PV	③	p140
31	三菱電機株式会社	次世代蓄電モジュール:MHPB (三菱ハイパワーバッテリー)	③	p141
32	株式会社ダイヘン	自律分散協調型EMS	④	p145
33	(株)大林組	PCワイダー	④	p146
34	(株)大林組	ユーラップ(URUP)工法	④	p147
35	(株)大林組	次世代型道路(ダイバーストリート)	④	p148
36	日本製鉄株式会社・ジオスター株式 会社・日之出水道機器株式会社	半地下空間鋼矢板工法	④	p150

項目一覧

- ①搬送手法(ア) 走行技術・制御技術、(イ) 運行マネジメントシステム、(ウ) 貨物を安定させて搬送する手法、(エ) 通信
②拠点における自動荷役に関する技術(ア) 自動での荷役技術、(イ) 荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法、
③電源確保、④その他自動物流道路の構築に資する技術

※上記のほか、提案事業者・団体3社、技術開発の進め方への提案など9件

3. 技術開発に係る主な論点(搬送手法(走行技術・制御技術))

○搬送手法(走行技術・制御技術)について、自動物流道路で求める仕様を満たす機器は未開発。今後、技術開発が必要となる。

- ・走行技術としては、リニアモーターのクラウドでの運行制御、各種カメラ・センサーによる車両位置把握による自動走行、レール・ロープ上での自動走行等の提案があった。
- ・自動物流道路で求めている重量、速度等の搬送要件を満たすためには、更なる技術開発が必要。
- ・一部外国企業からの提案として、高重量(2トン)かつ高速搬送(時速60キロ程度)の試作機での実証を終えた搬送機器の提案があったが、車両の開発・調達コストが課題。

(論点)

- 搬送機器の技術開発をどのように促すか。
- 輸送機器と荷役との連携について検証が必要。
- 走行環境(トンネル)によっては、GPSによる自己位置特定ができないことを考慮した制御技術とすべき。
- 災害・緊急時のリダンダンシーの検討が必要。走行位置の把握等の二重系統化は必要か。

3. 技術開発に係る主な論点(搬送手法(運行マネジメントシステム・貨物を安定させて搬送する手法・通信))

○搬送手法(運行マネジメントシステム)については、既に運用段階。

- ・リアルタイムでの車両の運行管理システムやクラウドカメラによるモニタリングについてはすでに実証・運用されている状況。

(論点)

- 搬送機器の位置特定、機器の状態のモニタリング(特にトラブル発生箇所の特定)についてインフラ側と機器側のどちらでモニタリングをすべきか。
- 運行状態の記録を生成AIで分析することで、エラーやトラブル判定に活かすべきではないか。

○搬送手法(貨物を安定させて搬送する手法)については、提案無し。

- ・パレット(ロールボックス型パレット)を搬送機器に載せて安定的に搬送する手法についての提案はなかった。

(論点)

- 自動物流道路の搬送機器向けの荷姿とするための推奨梱包資材や仕様について検討する必要があるのではないか。

○搬送手法(通信)について、超高速・大容量通信等の技術は、研究・開発段階。

- ・超高速・大容量通信等を特徴とする6G技術は、研究・技術開発段階。
- ・高性能GPU／CPUを仕様するためのデータセンターについては実証段階。

(論点)

- 通信インフラの検討のためには、走行技術・制御技術の技術開発状況を踏まえつつ、必要な伝送能力を検討する必要がある。

3. 技術開発に係る主な論点(拠点における自動荷役に関する技術)

○拠点における自動荷役に関する技術について、有軌道での自動搬送、自動倉庫、自動フォークリフト等は既に運用段階。

- ・拠点内での有軌道での自動搬送、自動倉庫についてはすでに実証・運用されている状況。
- ・最大積載1t／最大牽引2t、最大速度時速30キロ、連続走行100キロの搬送機器(海外製)の自動走行についてもすでに実証・運用されている状況。
- ・自動運転フォークリフトは、一部施設で既に導入されるなど、実用化の段階にある。トラック側がウイング車に限定されること、荷役時間が有人によるものの1.5倍程度等の課題がある。
- ・クラウドカメラによる損傷確認、画像解析については、すでに実証・運用されている状況。
- ・鉄道貨物とトラック間のパレット貨物積替えの自動化についてプロトタイプの開発が検討中。

(論点)

- 自動物流道路のそれぞれの拠点で需要に応じて必要とされる拠点のスペック(面積、レイアウト等)について検討する必要がある。
- 既存の運送事業者が保有するデータのセキュリティを確保しながらどのように、どのように自動物流道路のシステムとつなげるか検討する必要。
- 荷下ろし、荷積み記録を生成AIで分析することで、エラーやトラブル判定に活かすべきではないか。
- 各輸送モードの貨物特性ごとに、シームレスな積替え方法について検討すべき。

3. 技術開発に係る主な論点(電源確保、その他自動物流道路の構築に資する技術)

○電源確保について、走行中給電は実証段階。

- ・搬送機器への走行中給電(ワイヤレス、パンタグラフ)に関する提案があり、ワイヤレス走行中給電については、既に技術開発済みで、実証の段階にある。
- ・太陽光発電パネル(PV)一体型の遮音壁についても、実証段階。

(論点)

- 自動物流道路運営のための必要電力を仮定し、自動物流道路に設置する電力設備の検討が必要。
- クリーンエネルギーによる電力確保策について検討が必要。

○その他自動物流道路の構築に資する技術について、倉庫管理システム、エネルギーマネジメントシステム等は既に運用段階。

- ・倉庫管理システム(WMS)等の開発には15か月以上要する。
- ・拠点の設備の稼働データを収集する技術は、実用済。
- ・ARマーカーや複層的QRコードによる貨物管理については実用済。
- ・自動物流道路の消費電力を最小化するためのエネルギーマネジメントシステム、蓄電池設備と組み合わせた電力供給システムについては運用済み。

(論点)

- 拠点での作業設計が必要。
- 自動物流道路のユーザーが共通で使う貨物管理方法について検討が必要。
- エネルギーマネジメントについて検討が必要。

○その他自動物流道路の構築に資する技術について、以下のような提案があった。

- ・コンクリート橋の拡幅工法、地下空間を低コストで構築する工法について技術開発済み。

4.技術開発の進め方に係る主な論点

- 想定される事業に関わる民間事業者を公募等により募集し、関係する公的研究機関とともに「(仮称)自動物流道路協議会」を設置し、実験線等での実証データを題材に物流システムとして最適に機能しうる各種仕様等の具体化に取り組むプロセスを提案。この協議会は、競争と協調領域について、個別ビジネスの成立やトータルな物流システムの全体最適を導く視点から運営。
- 自動物流道路(走行車線、拠点)は、各設備の処理能力を考慮したオペレーション全体の設計が必要となるため、オペレーションをシミュレーション環境に再現し、事前に運営の確認・検証をすることを提案。
- 協調領域として、自動搬送機器に関わる標準的な安全基準や試験方法の調査を実施し、それらについて一定の基準を定めることを提案。沿うべき国際標準規格、開発すべき安全機能を明確化する事で、自動搬送機器のコストダウン、市場競争を促すことが可能。
- 車両の選定は一定の開発期間を置いて、その後選ぶのが良い。いくつかの会社を選定し、ステージゲートを設ける等、最終的な方式を決定することを提案。一方、全体の事業計画に大きな影響を与える技術的な要素については、現時点で決定した方が良い。なお、クリーンエネルギーの活用だけではなく、そもそも必要なエネルギーをどれだけ減らせる技術開発をするかが重要。

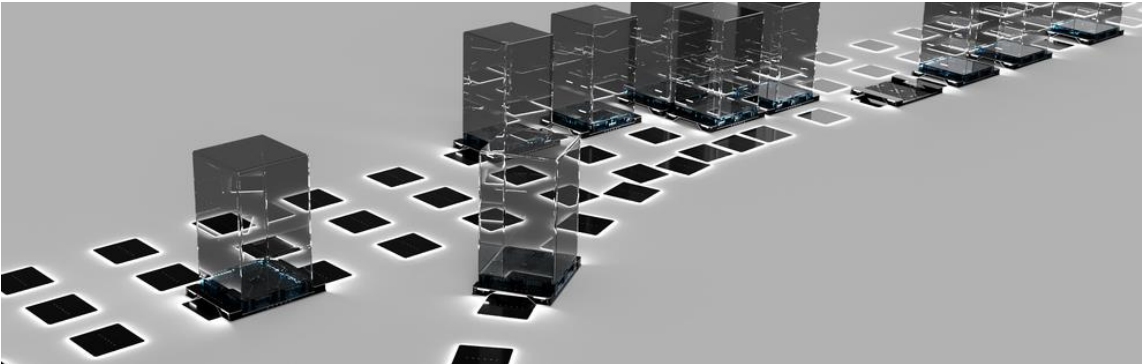
①搬送手法
(ア)走行技術・制御技術

技術名称: CUEBUS(キューバス)／
バッテリー・マグネットレス・リニアモータ式2次元貨物搬送システム
項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術

【提案事業者・団体名】 Cuebus株式会社

【技術の概要】
独自技術のリニアモータは「充電レス」「マグネットレス」「2次元走行」。路床にリニアモータを埋設し、走行台車底面の特殊形状と組み合わせることで、**高重量搬送**及び**高速搬送**を実現。直進だけでなく、一部が分岐路に移行したり、直角動作による**高密度保管**が可能。バッテリーを使用しないため充電インフラが不要であり、東京大阪間を**ノンストップで搬送**。バッテリーやマグネットのようなレアアースを使用しておらず、可動部品がほとんどない非常にシンプルな構造なため、**低コスト・高耐久・高信頼性**

【技術のイメージ・技術導入の効果】



- 1.純国産
- a.レアアースを使用しないため、海外資源に依存しない安定した生産が可能
- 2.停止・充電の不要化
- a.バッテリーレスなため走行中の充電や停車が不要。24時間連続運転が可能
- b.バッテリー火災リスクも大幅に低減
- 3.高耐久性・メンテナンスフリー
- a.バッテリーや光学式センサー、ギアのないシンプル・高耐久構造
- b.リニアモータが路面に埋設されているため振動や汚れにも強い
- c.メンテナンスはユニット単位で容易に交換可能
- 4.コスト優位性
- a.レアアースレスでシンプル構造なため低導入コスト・メンテナンスフリー
- b.大量の充電設備が不要で、自動物流道路そのものの維持管理も簡易化
- 5.高密度保管
- a.特殊配列のリニアモータなため、直進だけでなく直角方向にも移動可能
- b.待機場所での高密度長期保管後、全台即時稼働可能

仕様	
速度	50km/h
加速度	1m/s ²
勾配	5%
耐水性・耐塵性	屋外走行や防塵対策を想定したリニアモータ設計
航続距離	バッテリーレスなため上限なし
メンテナンス	メンテナンスフリー バッテリー・光学式センサー・ギア等のないシンプル構造
自動運転能力	リニアモータ独立制御+クラウド運行管理制御
遠隔制御機能	クラウドからのモニタリング・手動介入可能
輸送物寸法	縦1.1×横1.1×高1.8m パレット・ロールボックス共に可
輸送物重量	1t
電源	AC100V/200V 低消費電力なためクリーンエネルギーで運用可
最大輸送能力	75万 t/日 (3.1万 t/時)
最大荷役数	75万 t/日 (3.1万 t/時) 以上

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

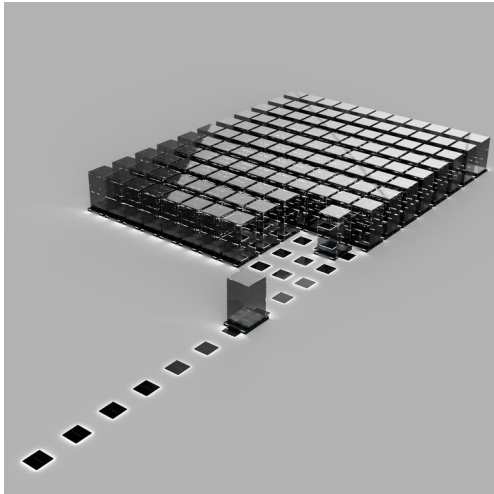
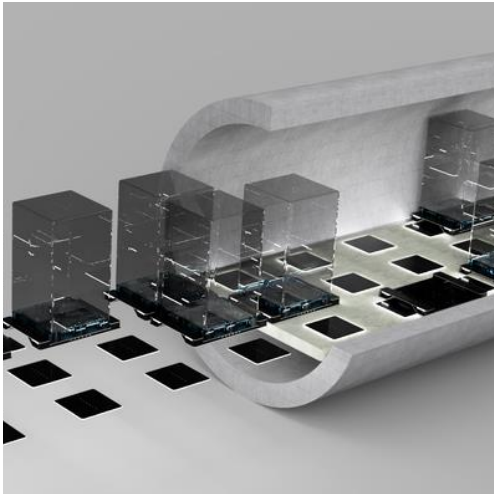
技術名称: CUEBUS(キューバス)／
バッテリーマグネットレス・リニアモータ式2次元貨物搬送システム
項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術

【提案事業者・団体名】 Cuebus株式会社

【技術の概要】

独自技術のリニアモータは「充電レス」「マグネットレス」「2次元走行」。路床にリニアモータを埋設し、走行台車底面の特殊形状と組み合わせることで、**高重量搬送**及び**高速搬送**を実現。直進だけでなく、一部が分岐路に移行したり、直角動作による**高密度保管**が可能。バッテリーを使用しないため充電インフラが不要であり、東京大阪間を**ノンストップで搬送**。バッテリーやマグネットのようなレアアースを使用しておらず、可動部品がほとんどない非常にシンプルな構造なため、**低コスト・高耐久・高信頼性**

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】



(1) 必須となる断面積・設備

- ・トンネル断面積
 - 内寸 4.2m
 - バッテリーや回転モーターがないため断面積は最小で実現可能
- ・配線設備
 - 区間ごとにリニアモータユニットを制御するための電源及び通信線設備

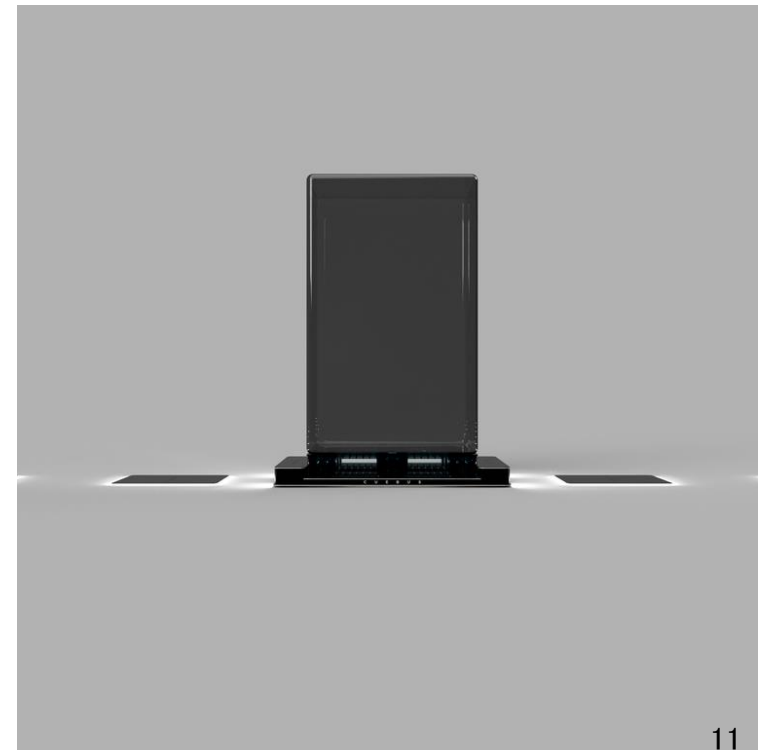
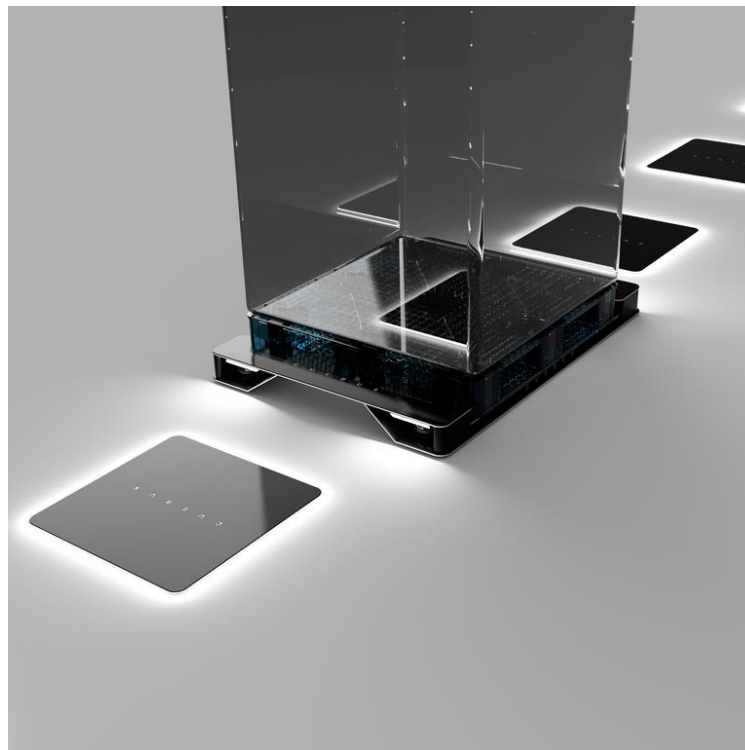
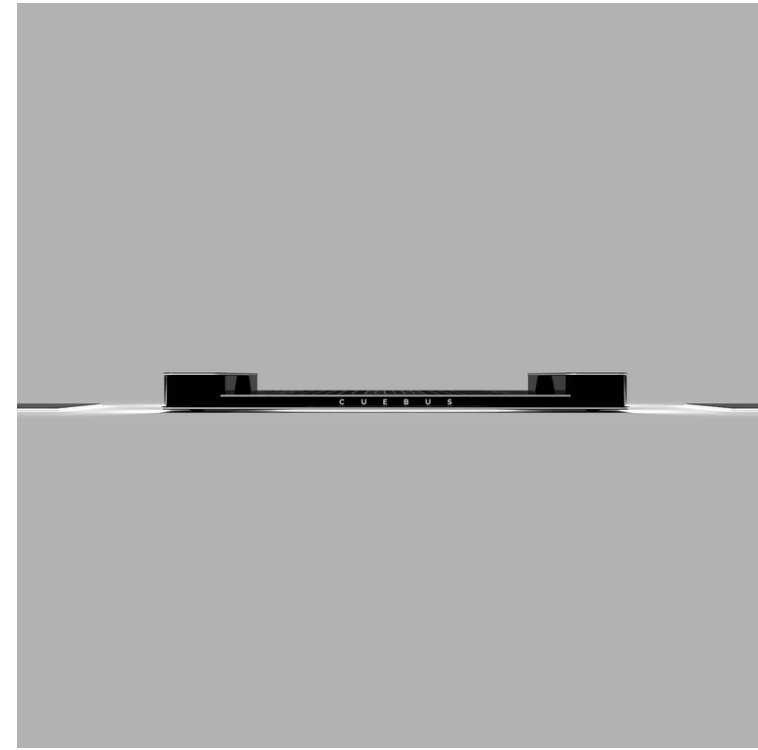
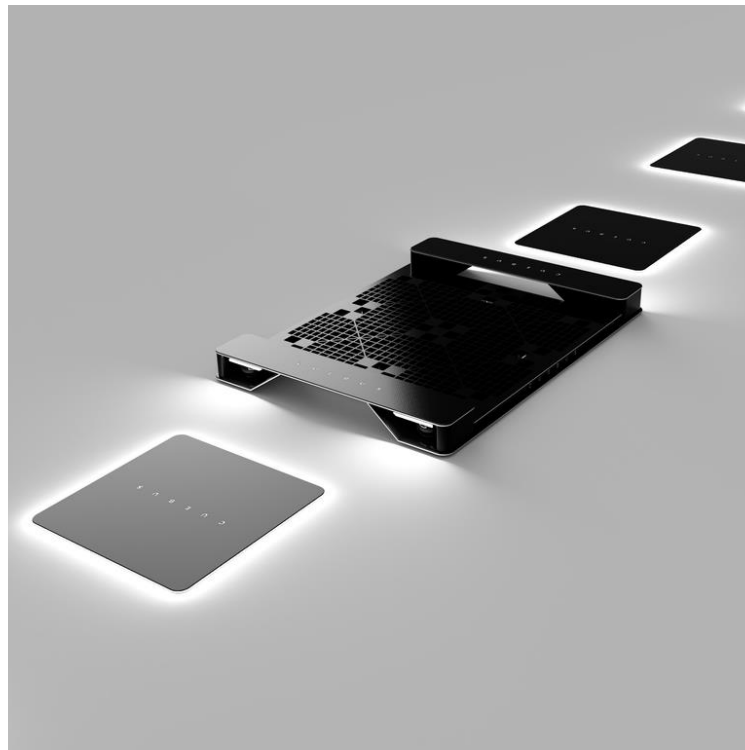
(2) より効果的な設備

- ・高密度保管スペース
 - バッファレーン以上の待機場所を用意することで、より柔軟な物流システムを構築
- ・モニタリング用カメラ
 - カメラ設置によって、迅速な異常検知

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

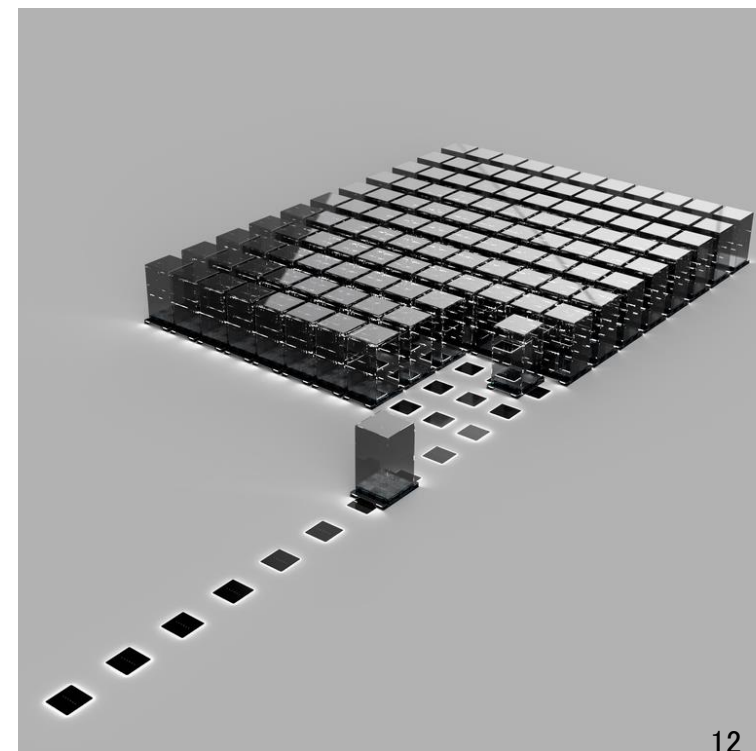
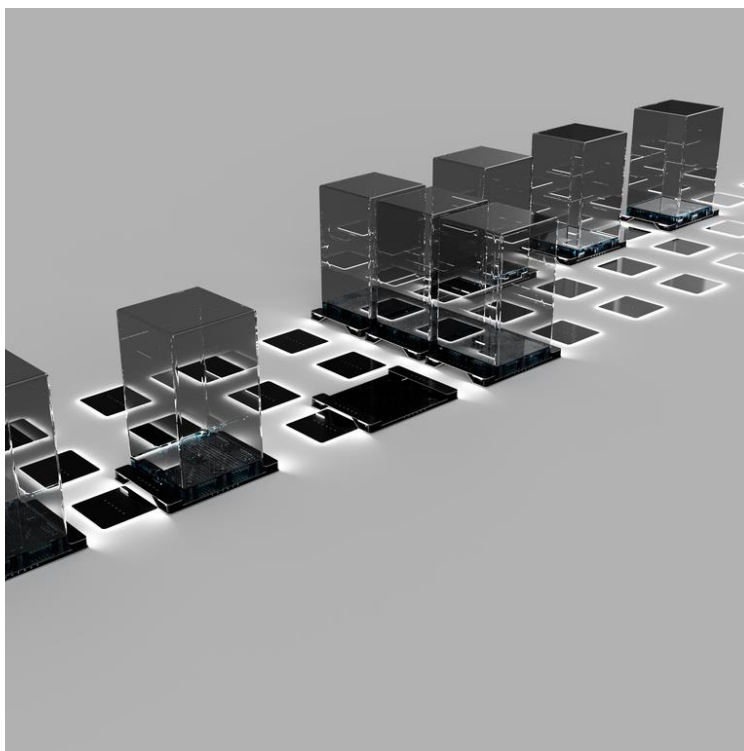
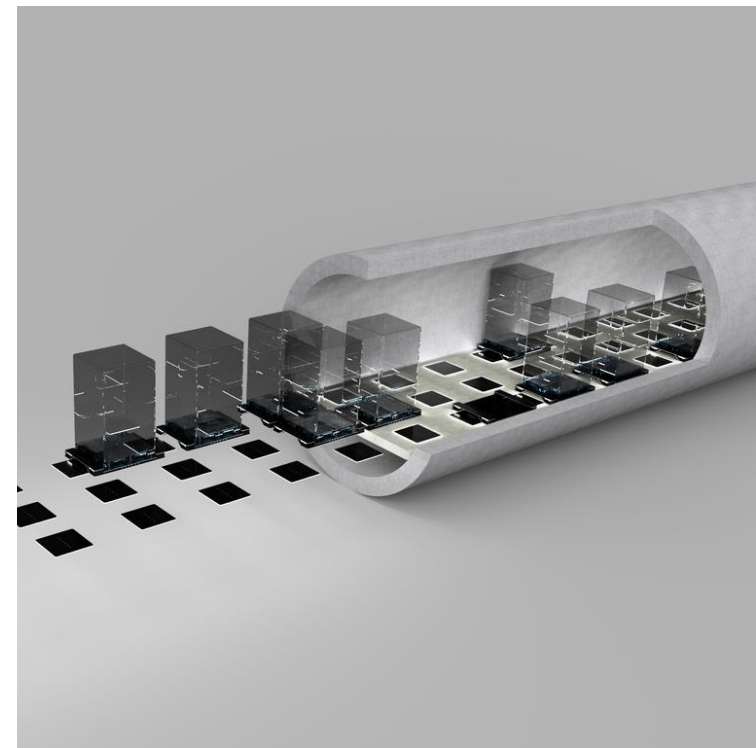
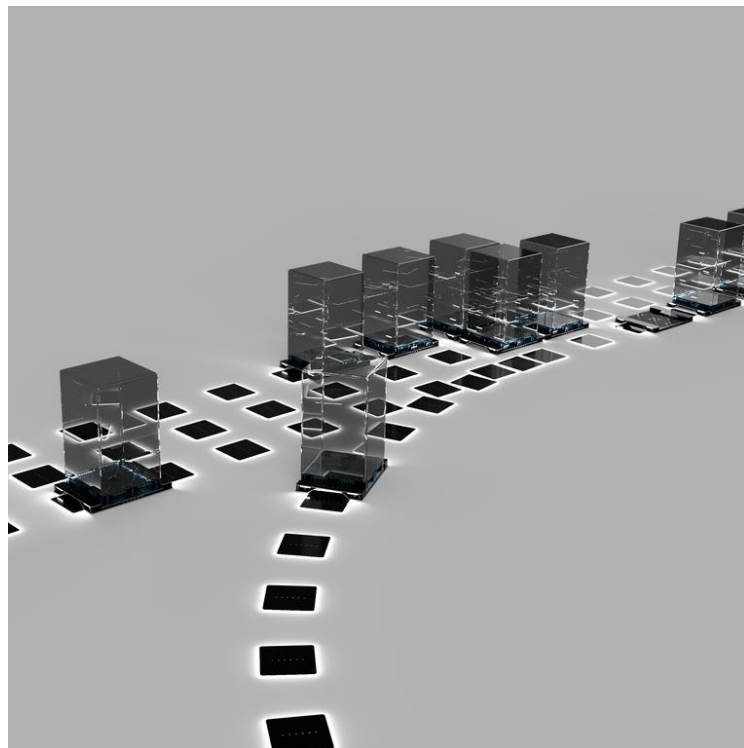
1. 技術成熟度
 - a. 実績：自動倉庫向けCUEBUSは顧客倉庫にて運用中
 - b. 本件：高重量・高速搬送に合わせた追加開発・実証が必要
2. 開発スケジュール
 - a. 研究・技術開発段階：2年
 - i. 高重量搬送リニアモータ
 - ii. 高速搬送2次元走行車輪
 - b. 実証段階：2年
 - i. 実際の道路区間を利用したプロトタイプ導入・走行実験
 - ii. 物流拠点間連携試験（隊列走行・バッファ機能・耐久試験）
 - c. 事業化・商用化段階：2年
 - i. インフラ本格整備・大規模区間展開
 - ii. 運用・維持管理体制の確立
3. コスト試算
 - a. 開発コスト：4億円
 - i. リニアモータユニット、走行台車、運行管理システム
 - b. 導入コスト：1kmあたり2億円
 - i. リニアモータユニット2レーン分、配線、運行管理システム
 - ii. 75万 t/日 の搬送能力の走行台車分を含む
 - c. 維持管理コスト：1kmあたり200万円/年
 - i. リニアモータ・走行台車交換、路床補修、システム更新費
4. 必要な検証項目・ユースケース
 - a. 運行環境での安定動作
 - b. 長距離連続運転時の熱対策・部品摩耗評価
 - c. 災害時の冗長ルート・緊急停止機能
 - d. フォークリフト等との荷役連携・自動仕分け

**CUE
BUS** 補足資料
// コンセプト





補足資料
// コンセプト



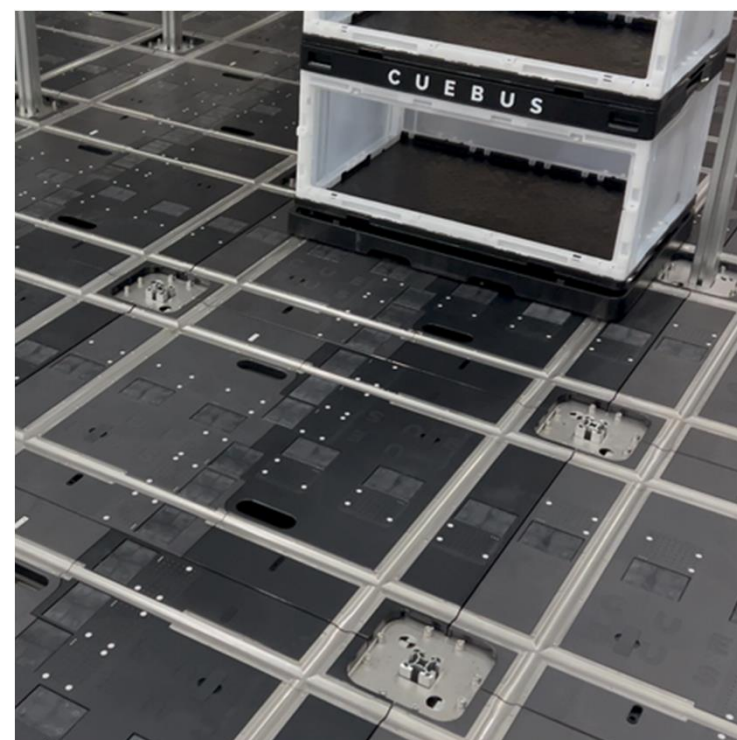
株式会社ビームス様

- 2024年9月稼働開始
- 幅1500mmのハンガーZラックの搬送
- 台車2台を連結した協調制御



補足資料

// 実績



国際物流総合展

- 2024年9月
- 高さ5m、3階構成
- 75L折りたたみコンテナ4段搬送



技術名称:MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目:①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

<項目①(ア)(エ)> ⇒資料(1)の④、⑥、資料(2)が該当します。

地上～地下自動搬送技術(＝デポ～走行路輸送技術)

自走電動台車(軌道式車両)によりセグメントを地上ストックヤードから坑内ストックヤードへ自動搬送する技術です。2台の自走台車を交互に自動運転させ、地上橋形クレーンでセグメントの自動積込を行い、資材リフトで立坑下へ運搬し坑内橋形クレーンでセグメントを自動荷下ろしします。自走台車は電動であり充電によって電力を供給します。不稼働時や電欠状態になると自動的に充電ポイントへ移動し充電を開始します。

トンネル内自動搬送技術(＝デポ間走行路輸送技術)

MSV(タイヤ式台車)を用いてセグメントを坑内のストックヤードから切羽まで自動で搬送する技術です。GPSの電波が届かないトンネル内でも以下のガイディング装置により車両の位置把握を行い自動走行を実現しています。

- ・2D及び3DLiDAR…遠距離をセンシングし前の車両を検知し速度調整・離隔確保
- ・3Dカメラ…近距離をセンシングし路上の障害物等を検知し非常停止
- ・慣性航法センサー…走行路の勾配を観測し下り坂における過速度の抑止及び上り坂における減速を回避
- ・誘導センサー…車両側方の壁面や車両を観測し離隔の確保とステアリングを最適化
- ・RFIDセンサー…一定間隔で設置されたRFIDタグを読み取り車両走行位置を把握
- ・Wi-Fi…車両との通信、緊急時の車両への遠隔指示

地上部では従来のGPSを用いた自動運転技術で運用可能です。一方で、地下やトンネル内では本技術を活用することで自動走行が可能です。また、本技術は狭隘なエリアにおいて最大20km/hの速度での走行実績があります。今後、車体重量を輸送する貨物に合わせ軽量化、小型化することで30km/hでの走行も可能です。

MSVはタイヤ式エンジン車、自走台車は軌道式電動車ですが、両技術を組み合わせることでタイヤ式電動車を自動で走行させることが可能となります。

さらに、各エリア(離合や停止区間、車線変更位置)の境界位置にRFIDタグを設置し、車両側の検出器で読み取ることで細かな走行ルート指定が可能です。



写真-1 自走電動台車



写真-2 資材リフト

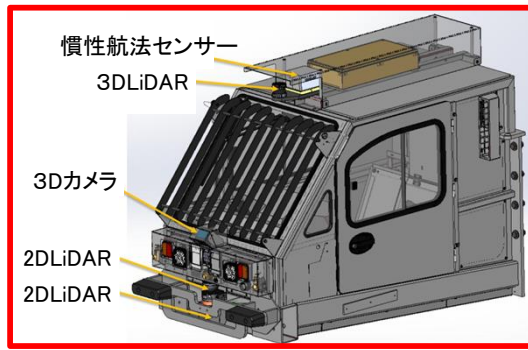


図-1 MSVのセンサー、カメラ取付状況

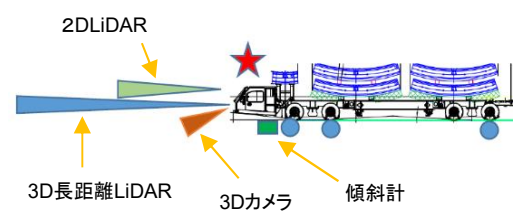


図-2 各種センサーの走行時認識範囲



写真-3 RFIDタグの坑内設置例

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

<項目②(ア)> ⇒資料(1)の②、⑤が該当します。

自動橋形クレーンによる自動荷役技術

自動橋形クレーンによりセグメントを自動で荷取り、揚重、荷下ろしする技術です。地上ストックヤードでは搬入したセグメントの荷取りとヤードへの荷下ろしを行い、自走電動台車(地上から坑内ストックヤードへセグメントを搬送する車両)への積込を行います。坑内ストックヤードでは自走電動台車からの荷取り、ヤードへの荷下ろし、MSV(坑内ストックヤードから切羽までセグメントを搬送する車両)への積込を行います。セグメント(約11t/ピース)等の大型貨物の荷役に適していますが、平パレットやロールボックスパレットにおいても安定した積込が可能です。本技術におけるセグメントを物流貨物、地上・坑内ストックヤードを物流拠点にそれぞれ置き換えることで、自動物流道路における一連の作業を完全自動化できます。

本技術の特徴は以下の通りです。

- フック部がアーム型の専用治具で貨物を掴み取るように荷取りを行うため玉掛け作業が不要
- 吊り索が不要で荷振れがないため平パレットやロールボックスパレットにおいても安定した積込が可能
- 貨物を自走台車に積み込む際の位置合わせは定置固定のセンサーで車両に取り付けたターゲットを読み取ることで行う
- 貨物や積込車両の識別は後述するARマーカを定点カメラで読み取ることで可能

上述の4つの要素によって荷取り～揚重～荷下ろしまでの作業を全て無人で行うことが可能



写真-4 地上自動橋形クレーン



写真-5 坑内自動橋形クレーン

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

AGVによるデポ内の荷役技術

- AGVにより、主に小～中型の建設資機材を場内に設置したマーカ―を目印に搬送する技術です。フレキシブルな荷役作業に適しています。本技術の特徴は以下の通りです。
- 搬送資材や通行可能経路を柔軟に変更可能
 - 装置本体重量200kg, 最大移動速度2.4km/h, 牽引能力1,000kg, 10%スロープ対応(牽引500kg)
 - 電動であり連続稼働時間は3～4時間, 必要充電時間は約1時間(フル充電した場合)
 - 複数のカメラで資機材の位置や向きを認識できるため、荷取り・荷下し・積込を自動で行う
 - 自動エレベータと連動することによりフロアをまたいでの搬送が可能で、エレベータを自動で呼び寄せ乗車し目的階へ資機材の搬送を行う
 - AIを活用した画像認識技術の導入により資機材の向きや種類を自動で判断し、常に資機材の正面から接近し荷取りすることが可能
 - 資機材ごとに詳細な荷置き位置を設定しなくても、荷置きエリアを設定するだけで空きスペースを自動で判断し荷置きすることが可能



写真-6 AGVによるかご台車の搬送状況

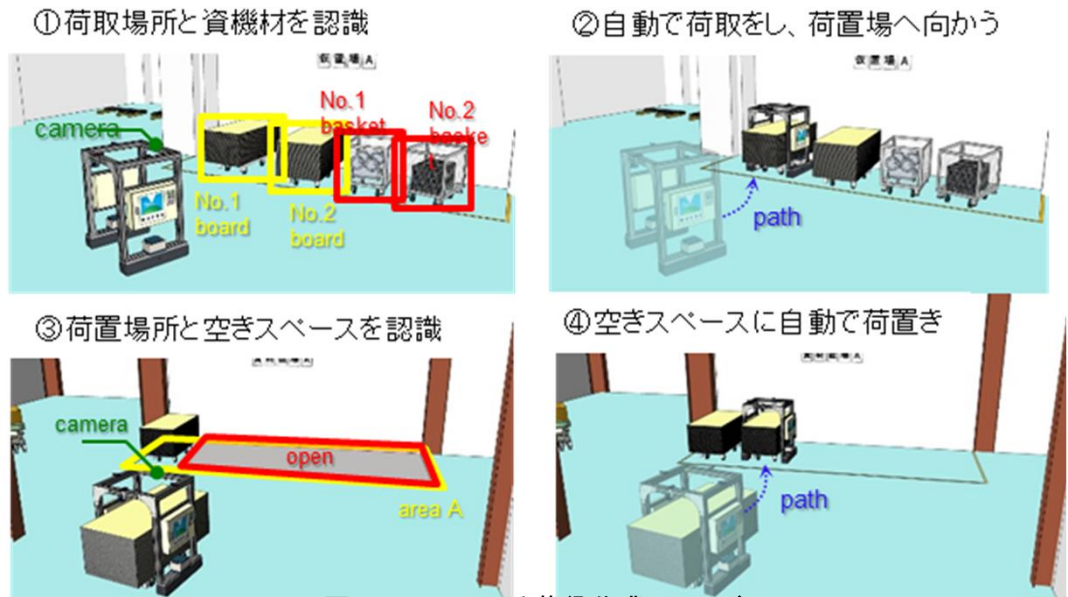


図-3 AGVによる荷役作業イメージ

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

<項目①(イ)> ⇒資料(1)の①が該当します。

統合管理システムによる運行マネジメント

各自動搬送設備は貨物搬送車両(ここではMSV)の運行管理システムとその他の搬送設備(荷役車両含む)を統合管理システムを用いて遠隔で一元管理します。

搬送車両の運行管理システムは以下の機能を有します。これらの機能は車両とのシリアル通信で実行されます。

- ・搬送車両の位置把握…RFIDタグを読み取ることにより取得した車両位置を統合管理システムへ転送する
- ・バッファリング機能…離合・車線変更箇所では車両を専用路肩や退避場で一旦停止させて適時に再発進する

統合管理システムは主に以下の機能を有します。

- ・搬送計画…貨物の搬送時間、発着場所を設定すると最適なルート・拠点内での保管場所を指定する
- ・搬送設備どうしの連携…荷役設備へ搬送車両への積込指示、荷役設備へ搬送車両からの荷下ろし指示
- ・搬送拠点の棚卸…拠点での置き場指示、空がない場合の待機指示等
- ・搬送車両の運行管理システムへの情報伝達…発着場所や出発時間、搬送ルート等を伝達

<項目④> ⇒資料(1)の①～⑥が該当します。

ARマーカーを用いた物流管理システム

その他の自動搬送に資する技術としてARマーカー(2次元コード)を用いた物流管理システムがあります。本システムではARマーカーを貨物や搬送車両に貼り付け、各搬送設備がARマーカーを読み取ることで運搬する荷物と車両を識別します。また、出荷元のメーカーや工場からARマーカーを導入することで製造からラストワンマイルまでの貨物のトレーサビリティを管理することが可能です。前述の統合管理システムと連携することで車両や搬送設備と貨物の連携が可能です。物流管理システムには以下に示す機能を有します。

- ・貨物の識別とトレーサビリティの管理…各物流拠点における貨物の受入・出荷時の検品が可能
- ・貨物の在庫管理…貨物の在庫状況の確認、在庫量に応じて自動で受発注が可能
- ・高い読み取り精度…複数一括認識、長距離認識、暗所認識、動いているものでも認識
- ・座標位置が取れる…同一画面に写った貨物同士の上下左右の位置関係を認識するため荷姿を指定可能
- ・発行が簡単・低コスト…コードは一般プリンターでモノクロ印刷可能
- ・検品作業の省人化…スマホやタブレット等の汎用機で読み取り可能、定置式のカメラを用いて無人検品も可能

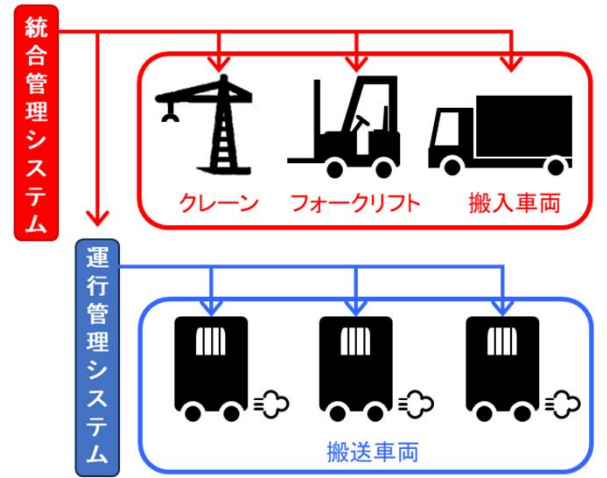


図-4 統合管理システムと運行管理システム

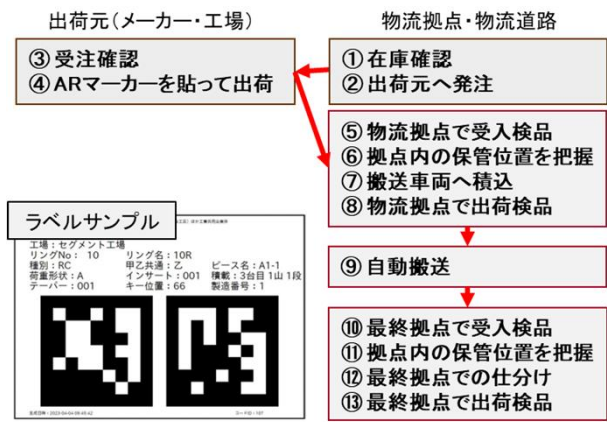


図-5 ARマーカーによる物流管理システム

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】

＜必須となる断面積＞

- 20km/h 走行時に搬送車両幅+200mm(両側)が必須です(資料(2)MSV自動走行試験)。上部は車両高さ以上であれば問題ありません。

＜必須となる設備＞

- RFIDタグの設置…走行車両が離合箇所や停止区間、車線変更位置等のエリアを判別するために各エリアの境界部に設置する必要があります。これにより、事前に設定したルートを自動で走行できるようになります。各車両にRFIDの読み取り機とWi-Fi通信機を搭載し、タグを読み取った情報を統合管理システムへ送信することで位置を知らせます。
- Wi-Fi中継器…トンネル区間ではGPSが使用できないため走行車両との通信手段としてWi-Fiが必要です。電波を途切れさせないため坑内では一定の間隔で中継器を設置します。
- 通信システム…地上区間においても搬送車両の平面的な位置把握のためGPSもしくは4G、5G等の通信環境が必要です。

＜より効果的な技術の導入のため、必要となる設備＞

- RFIDタグの追加設置…車両の走行路に一定間隔で設置することで詳細な車両走行位置を把握することが可能です。

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

• 搬送車両の自動走行技術

＜開発フロー＞

企画・詳細設計: 2021年2月～2022年2月(1年1か月)
製造・プログラミング・モックアップ試験: 2022年3月～2024年7月(2年5か月)
現場試運転: 2024年8月～現場使用中

＜導入費用＞

プログラム設計費・各種自動走行センサー 1,000(百万円)

＜検証項目＞

動力の電気化、小型で軽量の荷物に対応した車体の小型化
軽量の荷物での走行速度の向上(30km/hの達成)
想定される道路曲線や勾配への対応

• 車両の運行管理システム

＜開発フロー＞

企画・詳細設計: 2022年11月～2023年12月(1年2か月)
プログラミング構築: 2024年1月～2024年6月(6か月)
仮想テスト: 2024年7月～2024年8月(2か月)
現場導入: 2024年9月～現場使用中

＜導入費用＞

車両の運行管理システム設計・検証費 400(百万円)

＜検証項目＞

大量の物流による処理能力の向上
離合機能を基にしたバッファリング機能の追加
大量の物流でトラブルが起きた際の対応と復旧方法

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- 自動設備の統合管理システム
 <開発フロー>
 企画・詳細設計: 2023年7月～2024年3月(9か月)
 構成・プログラミング: 2024年4月～2024年8月(5か月)
 仮想テスト: 2024年9月～2024年11月(3か月)
 現場導入: 2024年12月～現場使用中
 <導入費用>
 自動設備の運行管理システム設計・検証費 200(百万円)
 <検証項目>
 大量の物流による処理能力の向上
 離合機能を基にしたバッファリング機能の追加
 大量の物流でトラブルが起きた際の対応と復旧方法
- 自動荷役設備(橋形クレーン)
 <開発フロー>
 企画・詳細設計: 2023年7月～2024年3月(9か月)
 現地組立: 2024年7月～2024年8月(2か月)
 プログラム構築: 2024年4月～2024年11月(8か月)
 現場調整・試運転: 2024年12月～現場使用中
 <導入費用>
 自動化橋形クレーン組立・整備費 100(百万円)
 <検証項目>
 施設の規模に合わせた小型化の検討
 屋内で使用する場合は橋形クレーンでなく天井クレーンへの適用を検討

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- 自動荷役設備(資材リフト)
 <開発フロー>
 企画・詳細設計: 2023年7月～2024年3月(9か月)
 現地組立: 2024年7月～2024年8月(2か月)
 プログラム構築: 2024年4月～2024年11月(8か月)
 現場調整・試運転: 2024年12月～現場使用中
 <導入費用>
 立坑リフト組立・整備費 200(百万円)
 <検証項目>
 施設の規模に合わせた小型化の検討
- 自動荷役設備(AGV)
 <開発フロー>
 2017年4月～2022年3月(5年)
 2022年4月～現場使用中
 <導入費用>
 150(百万円)
 <検証項目>
 長尺物や重量貨物の搬送

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: MAEDA LOGISTIC

【提案事業者・団体名】インフロニア・ホールディングス株式会社
(前田建設工業、前田道路、前田製作所、日本風力開発)

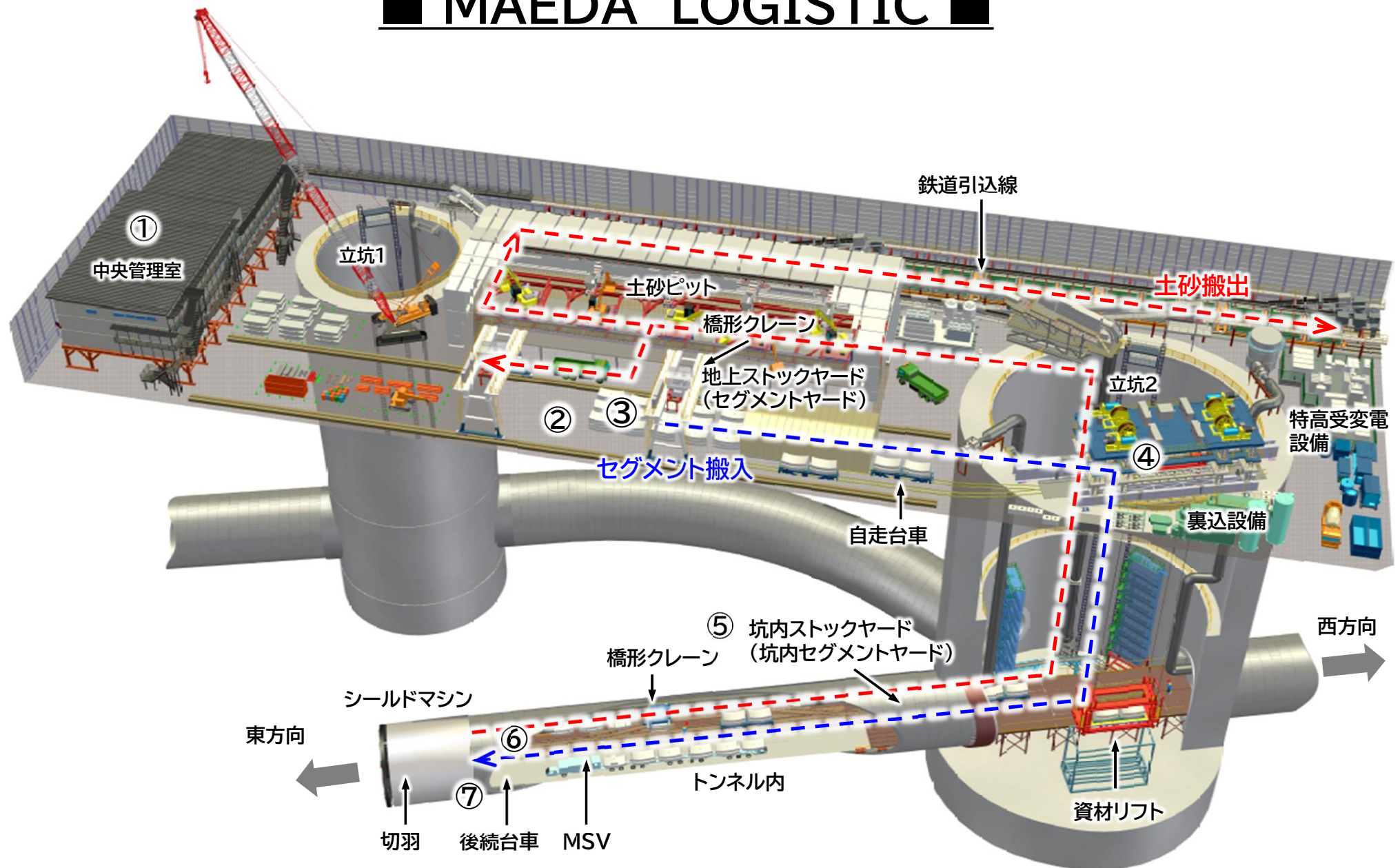
項目: ①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】弊社が施工中のシールドトンネルでは、トンネルの覆工体となるセグメントを自走台車およびMSV(搬送車両)を用いて、自動で地上からトンネル先端の切羽まで搬送する技術を構築しています。この技術は、GPSが届かないトンネル内においてLiDARや3Dカメラ、各種センサー、RFIDタグを用いて車両の位置把握を行い自動走行を実現する技術です。自動荷役設備として橋形クレーンを導入し、これらの設備と搬送車両を統合管理システムによって一元管理しています。

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- ARマーカーによる物流管理システム
 - ＜開発フロー＞
 - 企画・詳細設計: 2022年9月～2022年11月(3か月)
 - 構成・プログラミング: 2022年12月～2023年2月(3か月)
 - 仮想テスト: 2024年3月～2024年4月(2か月)
 - 現場導入: 2024年5月～現場使用中
 - ＜導入費用＞ システム・データベースの構築 200(百万円)
 - ＜検証項目＞
 - マーカーの認識数の拡大(現状25万で運用中、大量の物流に向けてマーカーを連結し数億に拡大)
 - 搬送設備に搭載するカメラの精度や視角の最適化

■ MAEDA LOGISTIC ■



現場事務所

セグメント割付シミュレーションシステムによる割付計画

現場事務所
工場各社

セグメント工場への出荷指示
及び工場からの出荷連絡
ARマーカの貼り付け

①-1

シミュレーションシステム

自動で連携

①-2

セグメント管理システム

現場地上セグメントヤード

現場地上

③

仮置き

セグメントヤードへの仮置き
→坑内への自動搬送

②

受入確認

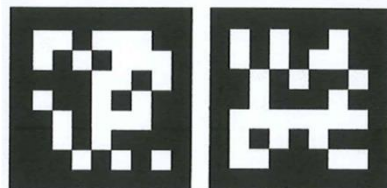
ARマーカ

iPadで撮影

セグメント搬入



セグメントの搬入
ARマーカによる受入確認



ARマーカによる
トレーサビリティの長所

- ①読み取り機が汎用(カメラ)
- ②読み取りが速い
- ③斜めでも読める
- ④揺れていても読める
- ⑤複数一括で読める
- ⑥白黒プリンタで再発行が用意

地上～坑内

地上の橋形クレーンによりセグメントを積んだ自走台車を資材リフトによって立坑下へ搬送



坑内セグメント
ストックヤード

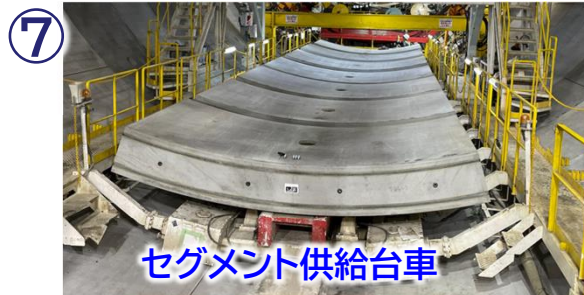
自走台車で運んだセグメントは、坑内ストックヤードへ仮置き後、坑内橋形クレーンでMSVに積込み



切羽

後続台車

セグメント組立



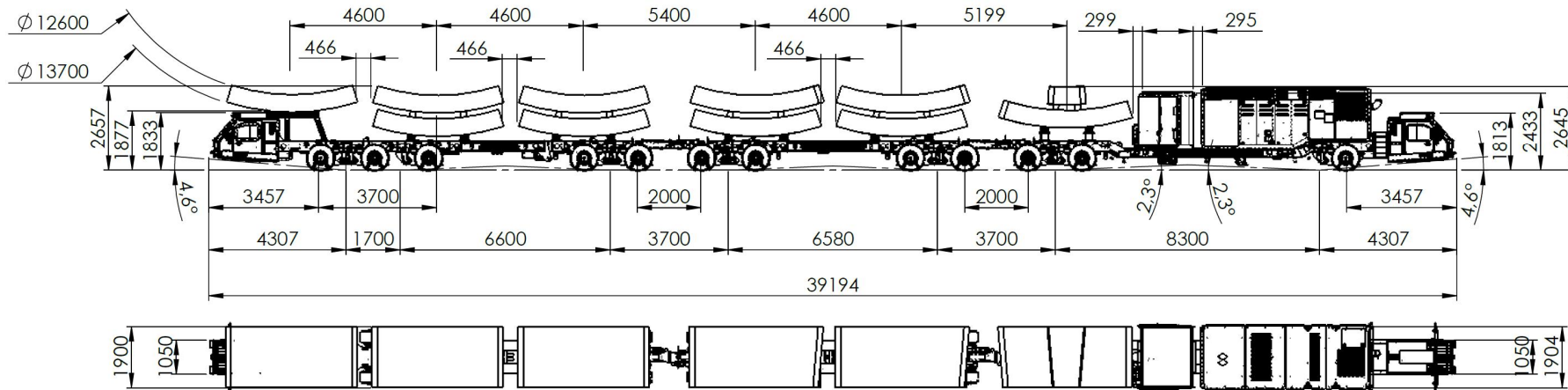
クイックアンローダーからセグメント搬送装置(ホスト)によって、セグメント供給装置へ搬送する ➡セグメント組立て

130t級の坑内搬送用無人トレーラー(MSV)で、セグメント1リングを搬送して、後続台車のクイックアンローダーにてセグメントを受け渡す

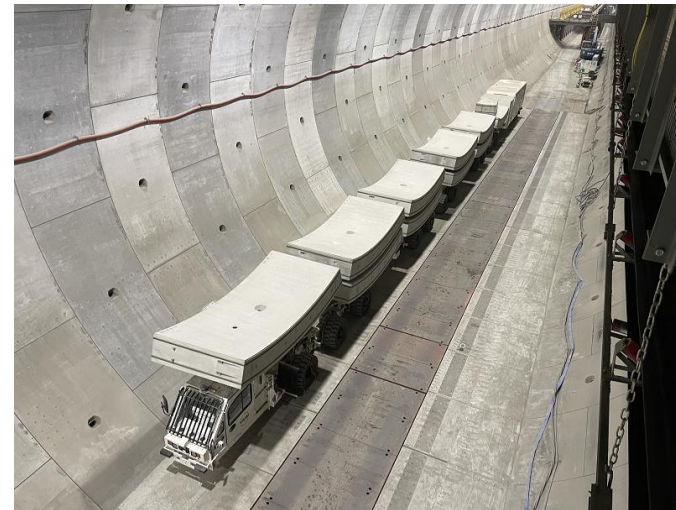
資料(2)【掘進サイクル確保】130ton坑内搬送トレーラ(MSV)

坑内搬送トレーラー(MSV 130t級)

130t級の坑内搬送用無人トレーラーで、セグメント1リング分を搬送し、安定した掘進サイクルを確保する。また、無人トレーラーの搬送による自動化を図る。

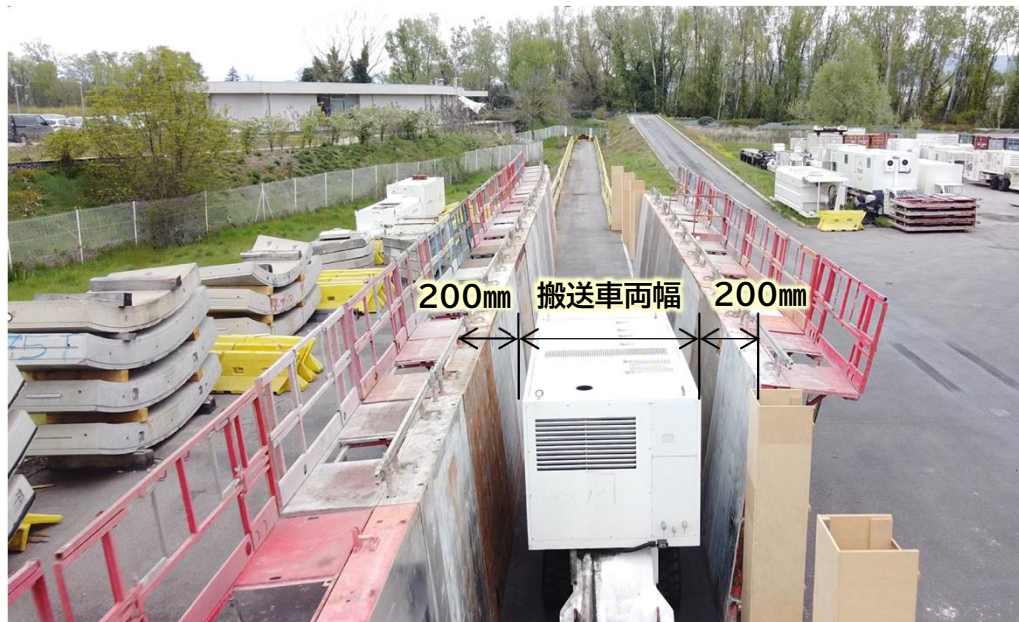


MSVによるセグメント運搬状況



資料(2)【掘進サイクル確保】130ton坑内搬送トレーラ(MSV)

MSV自動走行試験(搬送車両幅+200mm(両側)での時速20km自動走行試験)



技術名称:鉄輪式による省エネ自動物流システム

【提案事業者・団体名】Zip Infrastructure / LexxPluss / 長大 / NX総合研究所 ※(株)省略

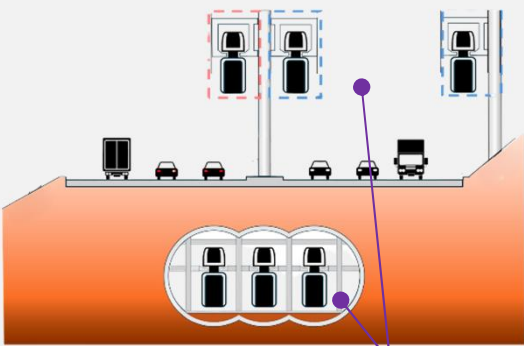
項目:①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(ウ)貨物を安定させて搬送する手法、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、(イ)荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法、③電源確保

【技術の概要】
鉄輪式自走車両が走行することによって、ゴム式の車両の1/5のエネルギー消費量での自動物流が可能になります。また、東名神、新東名神高速の道路上部に太陽光パネルを設置することで必要なエネルギーを自ら発電することができます。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

自動物流道路上

トンネル内または高速道路上空を
レールorロープ走行で輸送



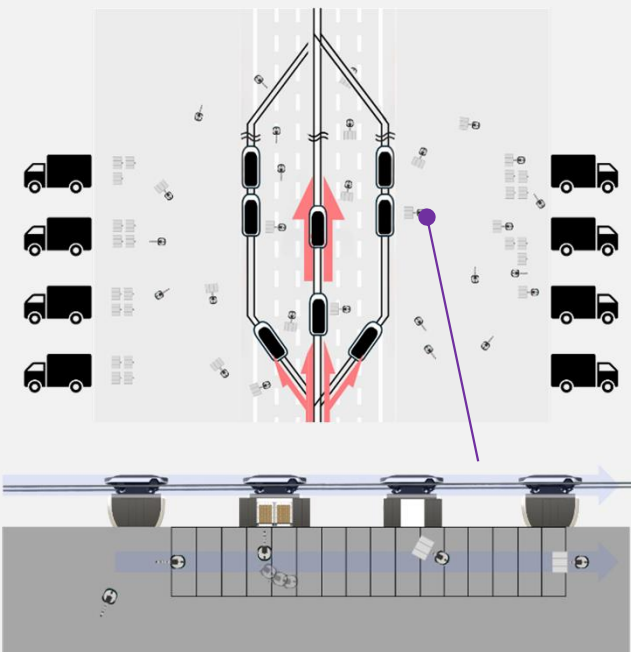
バッファリングレーンの考え方を踏襲

導入効果

総必要電力の大幅削減
EVトラック等ゴム車両: 298.0MW
鉄輪式車両型(提案): 59.6MW
太陽光発電によりカバーが可能(別紙)

拠点内

拠点到着後、搬送ロボットで自動荷役



搬送機器とロボットの速度は同期
(別紙参照)

	項目	性能
①搬送手法	1時間あたりの最大輸送能力	1800台/h
	寸法・重量	4300×1700×4000・5t
	輸送量(一度に搬送する貨物量)	2パレット(2t)
	速度	36km/h
	加速度	1.0m/s/s
	勾配	3%
	耐久性	数十万km
	耐水性	トラックと同等
	耐塵性	トラックと同等
	メンテナンス	トラックと同等
②自動荷役に関する技術	電費	36Wh/km
	電力供給方法	絶縁トロリーによる給電
	自動運転能力	2秒間隔
	遠隔制御機能等	遠隔制御あり
	処理能力(1時間あたりに荷役可能な最大貨物量)	18.9台車/時間/台
	平パレット・ロールボックスパレットへの併用可否	別仕様で可能

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

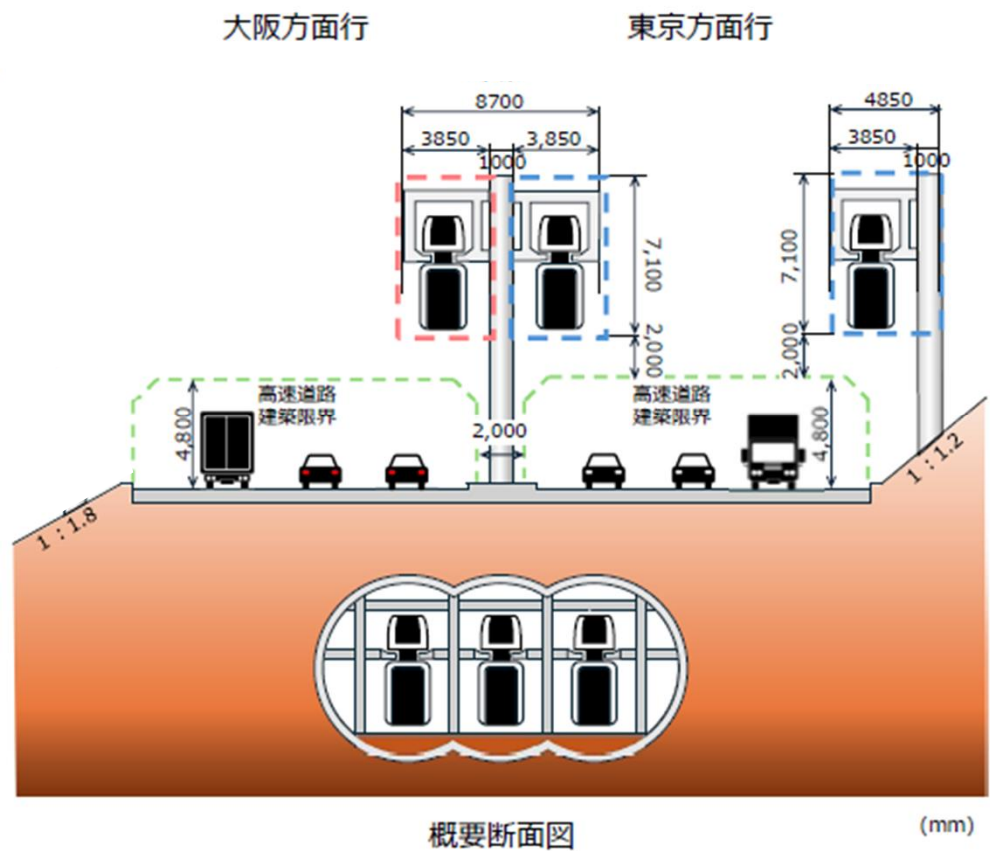
技術名称:鉄輪式による省エネ自動物流システム

【提案事業者・団体名】Zip Infrastructure / LexxPluss / 長大 / NX総合研究所 ※(株)省略

- 項目:①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(ウ)貨物を安定させて搬送する手法、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、(イ)荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法、③電源確保

【技術の概要】
鉄輪式自走車両が走行することによって、ゴム式の車両の1/5のエネルギー消費量での自動物流が可能になります。また、東名神、新東名神高速の道路上部に太陽光パネルを設置することで必要なエネルギーを自ら発電することができます。

【技術のイメージ・技術導入の効果】



製品の説明 旅客用Zippar（旅客用をもとに物流用を開発する）



Vehicle

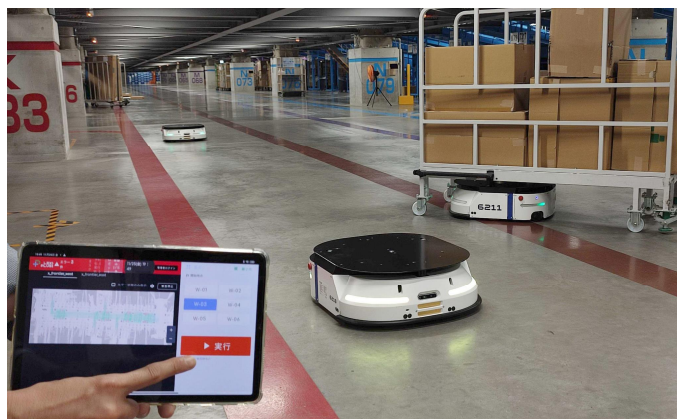
駆動源	: モータ・バッテリー(EVベース)
走行速度	: 最高 36km/h
定員	: 12 名
最小曲線半径	: R10m
登坂勾配	: 10%

Operation

輸送能力	: 最大 3600人/h
運行間隔	: 最高 12秒/毎（人の乗降のため）
運行風速	: 30m/秒 以下



製品の説明 Lexx500



パレット1t仕様

※1 Lexx500には、AMRモード(自律走行)および、AGVモード(軌道走行)があります。
 ※2/3 積載の荷重方向、重心位置、台車種類により異なる場合があります。
 ※4最高速度は周囲環境、走行床面の材質・状態、積載物荷重 等の影響を受けます。

固定設備を必要としない自由度の高い次世代の自動搬送ロボット

基本仕様	大きさ	707 (L) x 645 (W) x 228 (H) mm
	回転半径	380 mm
	重量	76kg (バッテリー含む)
	誘導方式	AMR AGV (自律切り替え可能) ※1
	繰り返し誤差 (位置)	±1mm (AGVモード) ※当社Lab環境での測定
	積載重量	300kg(荷物の持ち上げは100kg) ※2
	牽引重量	500kg(台車等を含む) ※3
	最高速度	2.0 m/s ※4
	バッテリー動作時間/充電時間	18時間 / 1.8時間 ※約200kg牽引で平均11時間稼働 (実績)
	通信方式	WiFi IEEE 802.11a/b/g/n
	搭載センサー	LiDAR x 2 / 超音波センサー x 5 / ビジュアルカメラ / IMU (加速度センサー) / 温度センサー x 7
台車連携	動作温度範囲	運転 : 0 ~ 40度 充電 : 10~40度
	カスタム台車	搬送可能
	かご台車	無改造にて最大耐荷重500kgまで搬送可能
	6輪台車	無改造にて最大耐荷重300kgまで搬送可能
安全	パレット	カスタム台車と組み合わせて搬送可能
	警告装置	スピーカー / LED
	非常停止機能	バンパー接触センサー / ソフトウェア緊急停止 / 緊急停止ボタン / ソフトウェアブレーキシステム

製品の説明 LexxTug



既存の台車をそのまま自動牽引できる治具

基本仕様	最大牽引能力	500kg
	台車の改造	不要
	代表的な牽引台車	かご台車（小型） W800 x D600 x H 1700 mm かご台車（大型） W1100 x D800 x H 1700 mm 6輪台車 W1260 x D425 x H 1520 mm ※1
	自動連結機能	所定の場所に置かれた台車を自動的に牽引する機能
	自動連結解除機能	指定された搬送先に台車を止め台車を自動的に切り離す機能
詳細条件	安全機能	緊急停止ボタン（追加搭載） 台車検知機能（追加搭載）
	台車の端部高さ	175mm - 220mm ※2
	台車の端部寸法	L字フレーム L50 - H 40mm

※1 6輪台車を牽引するLexxTugは、補助輪機構が無い仕様で、把持機構が少し変更されます。
 ※2 調整可能な最大高さ：220-400mm、調整可能な最小高さ：100mm
 必要に応じて、端部高さの違う台車を牽引することも可能です。正し、ハードウェアのカスタマイズが必要になる場合や搬送失敗のリスクが上昇するため、追加リスクアセスメント等を実施する必要があります。

製品の説明 LexxFleet



搬送ロボットと既存生産設備をシームレスに繋げるプラットフォーム

基本機能	ステータス管理	Lexx500の搬送ステータス、バッテリー等の管理
	地図表示機能	Lexx500が走行する範囲の全域地図表示機能
	複数タスクの同時実行	複数タスクを同時に受け付けることができる機能
	複数タスクの同時予約	複数タスクを同時に予約することができる機能
	システム連携	APIでのシステム連携機能 (WMS/WCS/SCADA/MES等) MODBUS TCP / EtherNet/IP での設備連携機能 (コンベア/PLC等)
	非常停止	遠隔にて自動搬送ロボットの非常停止ができる機能
	システムエラー通知	自動搬送ロボットのシステムエラー通知機能
その他	同時接続数	50台 (※選択するサーバーや通信環境によって異なります)
	冗長システム・冗長電源	オプションで設計可能
	OS	Linux
	API	RESTful API
	通信インフラ	WiFi 2.4/5GHz (IEEE 802.11a/b/g/n) Wired Ethernet (100BASE-TX IEEE 802.3 or better)
	サポート端末・ブラウザ	Xiaomi Pad 5,6 (11inch) 、Google Chrome

製品の説明 LexxHub



火報、エレベータやPLC等の生産設備と有線接続が可能なIoTデバイス

基本仕様	寸法	175 x 125 x 250
	電源要求	単相AC100V
	保護回路	内蔵サーキットプロテクタ
	設置方法	屋内壁面等への固定
	入出力仕様（基本）	最大接点数：入力接点16点+出力接点16点※1 （無電圧・有電圧接点）
	通信仕様	Modbus通信（Ethernet 有線LANケーブル）
	動作環境温度範囲	-10 - 40度
システム連携機能 ※	エレベーター連携機能	多層階の搬送を実現するエレベータ連携機能※2※3
	自動ドア・シャッター連携機能	搬入搬出用自動ドア・シャッター連携機能※2※3
	PLC連動機能	生産設備の制御用PLCと直接システム連携※4
安全システム連携 ※	火災報知器・防火シャッター連携機能	火災報知器や防火シャッターの信号を受け取り 自動搬送システムを停止する機能※5

※1 接点数や種類はご要望に合わせて調整が可能です。

※2 ご使用になるエレベータ・ドア・シャッター等が外部からの自動制御に対応している必要があります。

※3 ご使用になるエレベータ・ドア・シャッター等に合わせて弊社システムのカスタム開発が必要になる場合がございます。

※4 弊社システムのカスタム開発が必要になります。

※5 弊社システムからの信号により、火災報知器や防火シャッターを動作させることはできません。

※6 提供形態により外觀が大きく異なる場合がございます。

(イ) 運行マネジメントシステム

(イ) 運行マネジメントシステム

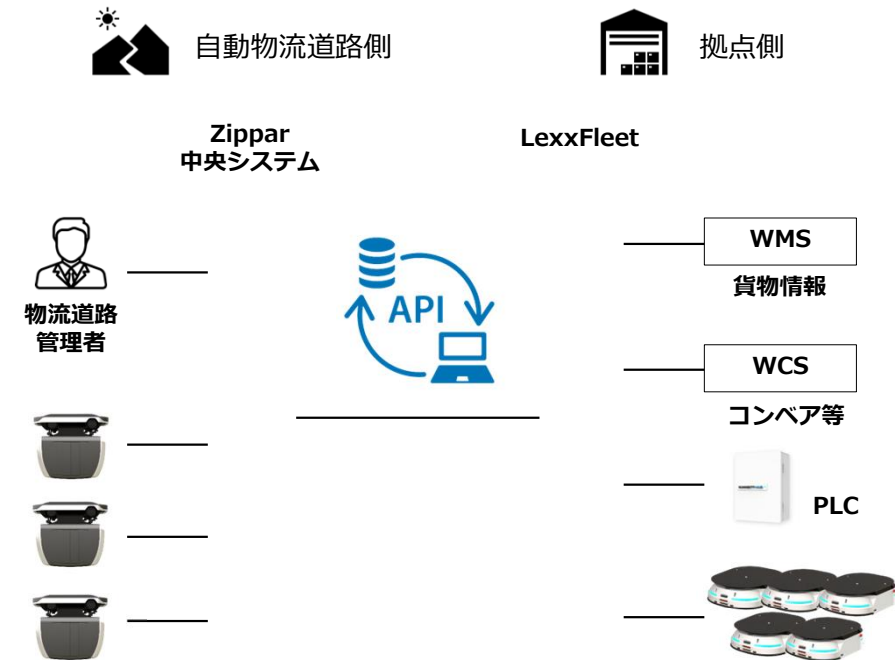
搬送機器の運行マネジメント手法について提案を求めます。提案を希望する技術の詳細要件については以下のとおりです。

- ・自動物流道路内（拠点内を含む）における搬送機器、貨物の位置把握・管理を行えるもの
- ・搬送機器等の制御等によりバッファリング機能のマネジメントを行えるもの

自動物流道路内

拠点内

想定システム図



**Zippar <> LexxPlussの管理システムをAPIで連携
貨物情報をZipparへ送り、輸送マネジメントを確立**

**ZippaとLexxFleetだけを連携させた
シンプルなシステムを構築**

(ウ) 貨物を安定させて搬送する手法

(ウ) 貨物を安定させて搬送する手法

搬送機器のなかで貨物を固縛する等し、貨物を安定させて搬送するための技術を求めます。
また、ロールボックスパレットを搬送機器に乗せて安定的に運ぶ技術があれば提案をお願いいたします（追加提案事項）。

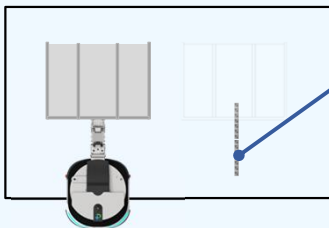
搬送方法と位置決め

ロールボックス

パレット



搬送機器内部

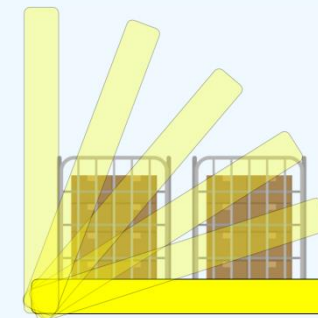


位置決め用テープ

ロボットが必ず同じ場所へ
台車を置くことができ、自
動脱着および固定が容易

固定方法

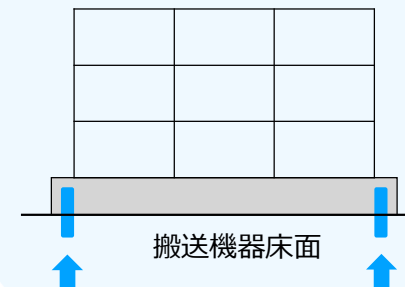
ロールボックス



安全バータイプ

ロボットのタスク完了・離
脱をトリガーに、安全バー
を降下。
車輪がフリーでも安定して
搬送ができるようにする

パレット



安全ピンタイプ

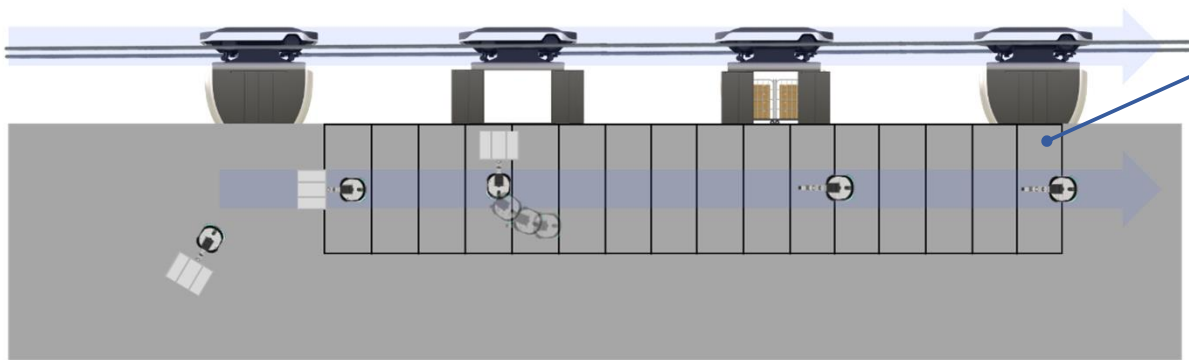
ロボットのタスク完了・離
脱をトリガーに、安全ピン
を上昇。
パレットの穴にピンが入る
ことでパレットを動かなく
することができる

(ア) 自動での荷役技術

(ア) 自動での荷役技術

拠点において、トラック等から荷を下ろし、自動物流道路の搬送機器に積み込み、到達した拠点において自動物流道路の搬送機器からトラック等に積み込みを行う技術を求めます。また、平パレット・ロールボックスパレットの双方で積み込みが可能な技術を求めます（追加提案事項）。

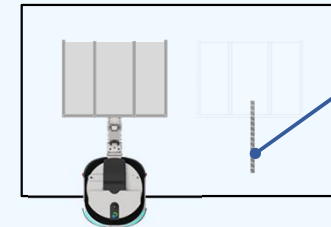
搬送機器への積み込み



ベルトコンベア

搬送機器と速度を同期させることで、ロボットが作業可能
LexxFleetとWCSの接続により、相互連携が可能に

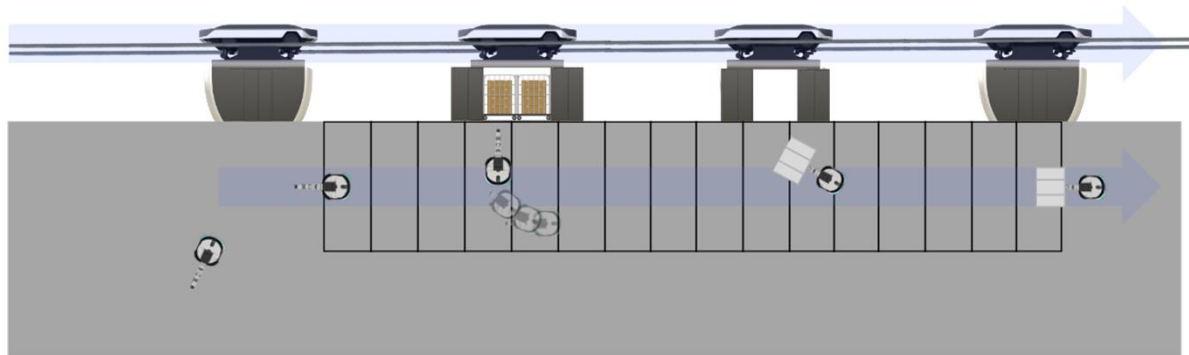
搬送機器内部



位置決め用テープ

ロボットが必ず同じ場所へ
台車を置くことができ、自
動脱着および固定が容易

搬送機器からの荷下ろし



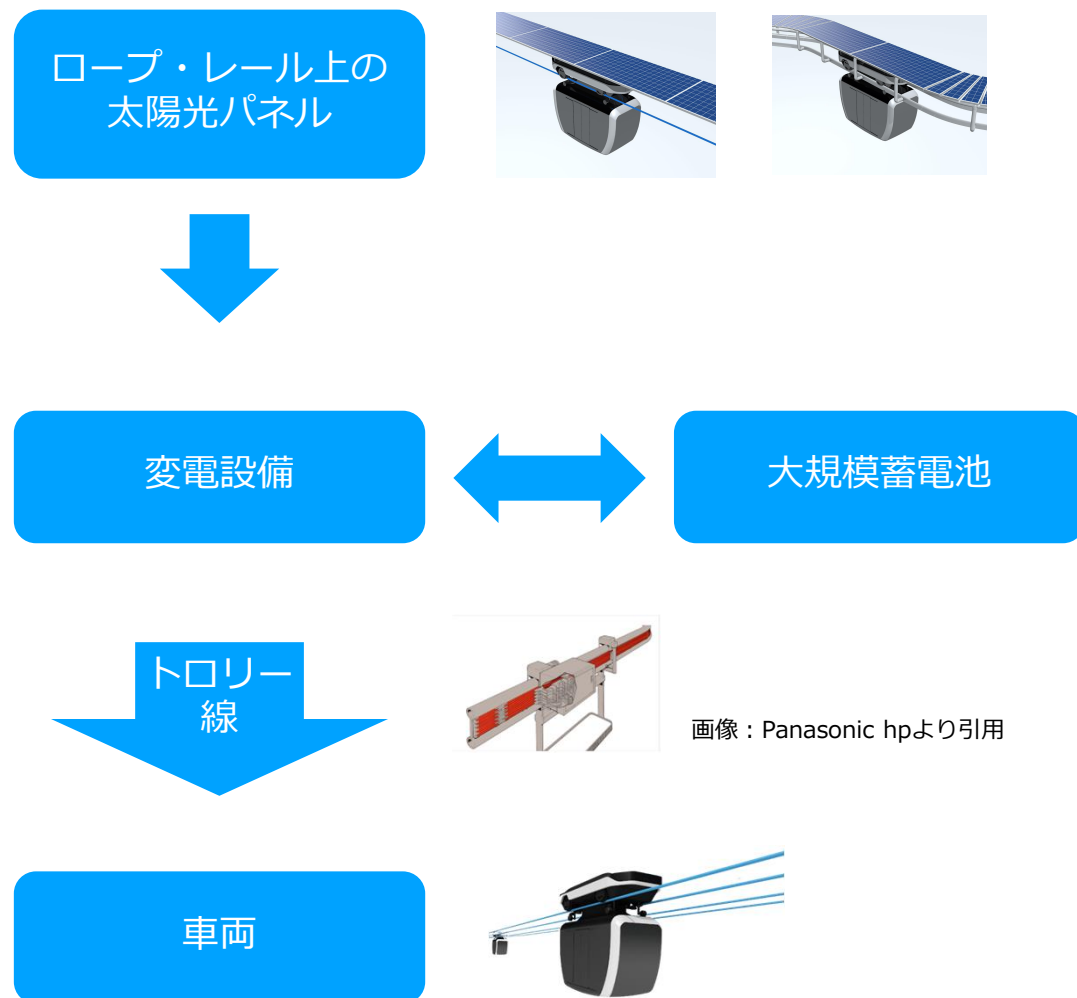
トラックバスへ搬送

以下の3案が検討可能

- ① バースへ自動整列まで
- ② トラックに位置決めの仕組みを持たせ、自動で積み込み
- ③ トラック積載タイプのアームロボットと連携



③電力確保



搬送機器、自動物流道路内の空調管理等の自動物流道路のインフラへの電力供給方法について提案を求めます。

電力計算 ▶ 供給可能

・必要電力：46,000台 × 1,296W = **59.6MW**

- ・必要台数：46,000台
- 速度：36km/h
- 車両間隔：20m/台（間隔2s × 36km/h）
- 総延長：920km（460km × 2）
- 台数：920km / (20m/台) = 46,000台
- ・1台あたりの瞬間消費電力：1,296W
- 電費：36Wh/km × 36km/h

・太陽光発電能力：

11,040,000m² × 7.024W/m² = **79.5MW**

- ・設置面積：11,040,000m²（920km × 60% × 20m）
 - 土木区間：総延長の60%
 - 太陽光パネル幅：20m
 - ・太陽光パネル発電能力：7.024W/m²
 - 発電能力引用値：61.58kWh/m² × 年
- <https://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/chpt3.pdf>より

電力比較

・Zippar（鉄輪仕様）：59.6MW ▶ 供給可能

・ゴム車両（トラック等）：298.0MW

▶ 原発2機分の電力不足

要検討事項

- ・蓄電池の規模、連系線への影響

貨物輸送を再定義: ecoroの自動化されたクローズドループ 貨物輸送システム。

【提案事業者・団体名】 ecoro GmbH、Magment GmbH

項目：①搬送手法(ア)走行技術・制御技術、(イ)運行マネジメントシステム、(エ)通信、
②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術、③電源確保、④その他自動物流道路の構築に資する技術

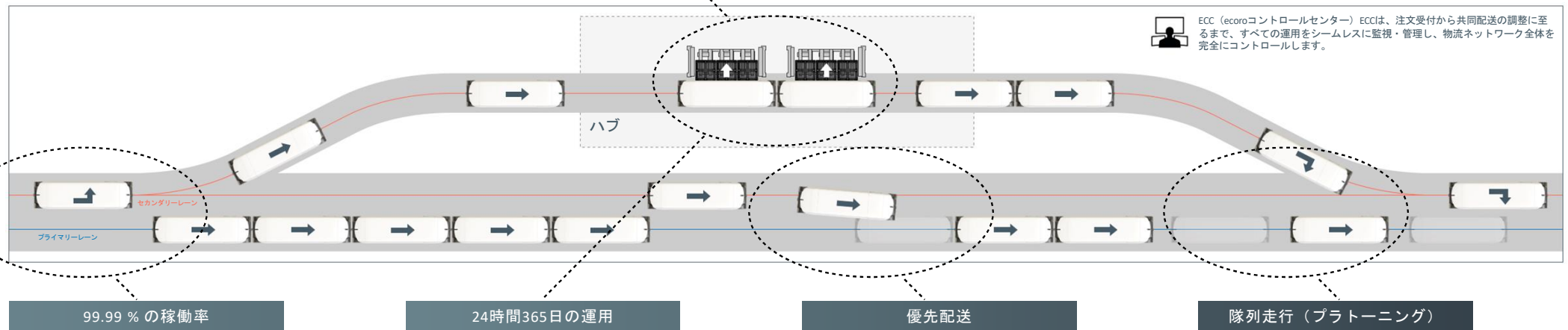
当社の運転手不要のESG準拠シャトル車両群が専用インフラ内で人の介入なしに稼働。既存のイントラロジスティクスシステムにシームレスに統合します。

自自動化されたクローズドループ貨物輸送:輸 送を新しく定義。

当社は枠を超えイントラロジスティクスの自動化を推進。荷物の積み込みから荷卸しまでの完全なエンドツーエンドの自動化を実現します。

- ・ 高い信頼性
- ・ 高コストパフォーマンス
- ・ 持続可能

スシームレスな統合と完全自動化による高速な積み込み。



デュアルレーン運用により、システムの冗長性と柔軟な交通フローを確保し、稼働中断を防ぎます。これにより、高い耐久性が保証され、個別の速度管理が可能になります。

自動化された積載・荷卸しにより、システム効率が向上。取り扱いコストが大幅に削減されます。ecoroシステムは既存のイントラロジスティクスにスムーズに統合され、エンドツーエンドの自動化を実現します。

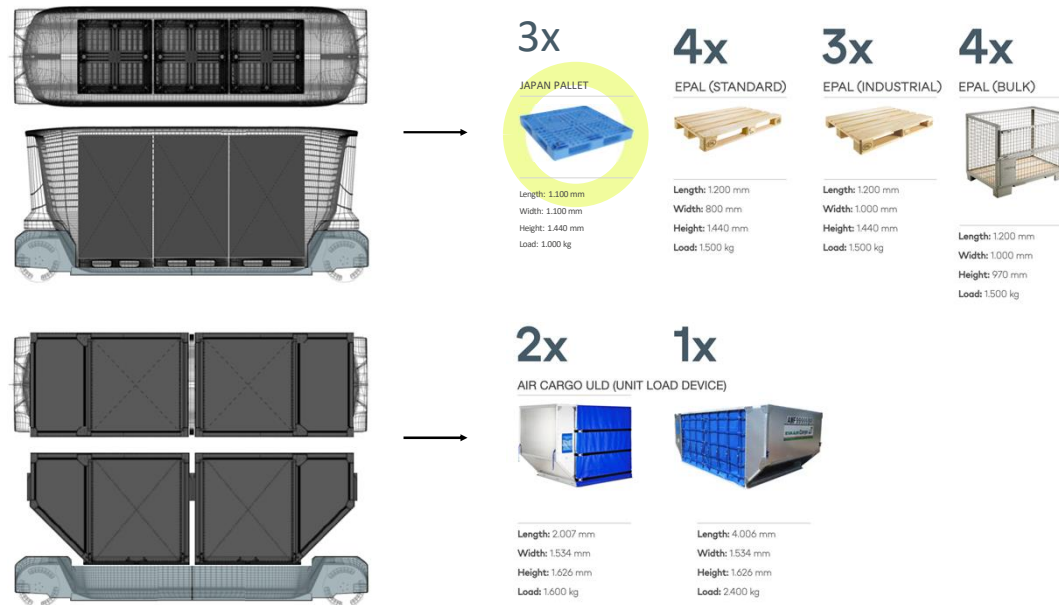
セカンダリーレーンは優先配送専用に確保され、遅れが許されない貨物も遅延なく取り扱いされます。この仕組みにより、柔軟性を向上させつつ、低コストを維持します。

列車のような隊列走行により、車両間距離を最小限に抑え、衝突リスクを低減します。このアプローチは、高い交通負荷下でのシステム容量の最適化を可能にします。

技術意見書：Autoflow Roadsに貢献するテクノロジーについて //

外形寸法 / 重量制限。

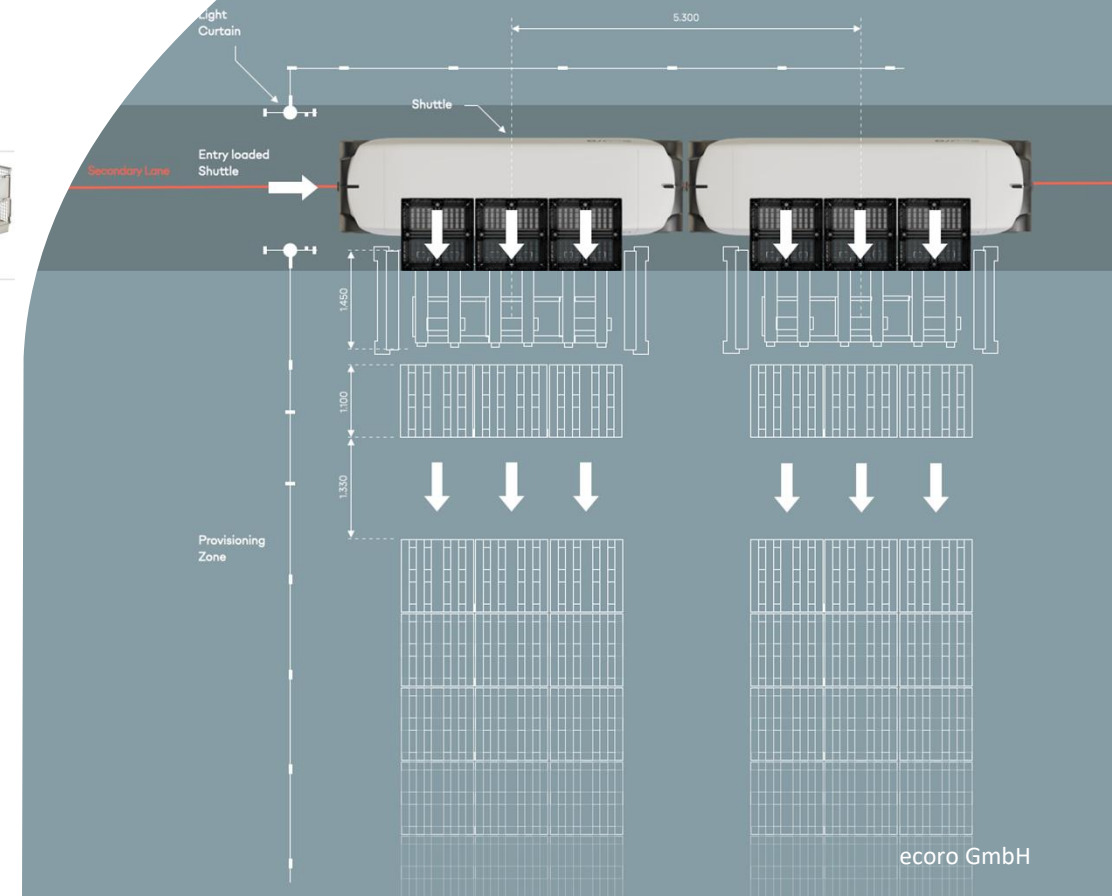
物流ニーズに合わせて最適化：最大8立方メートルまたは2.4トンの貨物を輸送可能。
。寸法は全長340cm×全幅130cm×全高180cmです。



ecoroのシャトルは、パレット輸送に対応する運用の柔軟性と効率性を追求した外形寸法で設計されています。わずかなシャーシ改修により、貨物スペースは手荷物やULD（ユニットロードデバイス）の寸法にも対応可能で、最大2,400kgの積載に対応します。その適応性により、倉庫から空港まで、さまざまな物流環境への統合が可能です。

ecoro

既存の内部物流システムに統合可能で、産業グレードの安全認証を取得したコンベアシステムと連携します。



ecoro GmbH

技術意見書：Autoflow Roadsに貢献するテクノロジーについて //

必要とされる断面積と設備。

輸送インフラ

安全バリア

優れた設計: 地上専用レーン用
コンクリートバリア

コアセグメント

優れた設計: 地下設置向けのプレファブ
セグメント

情報管理

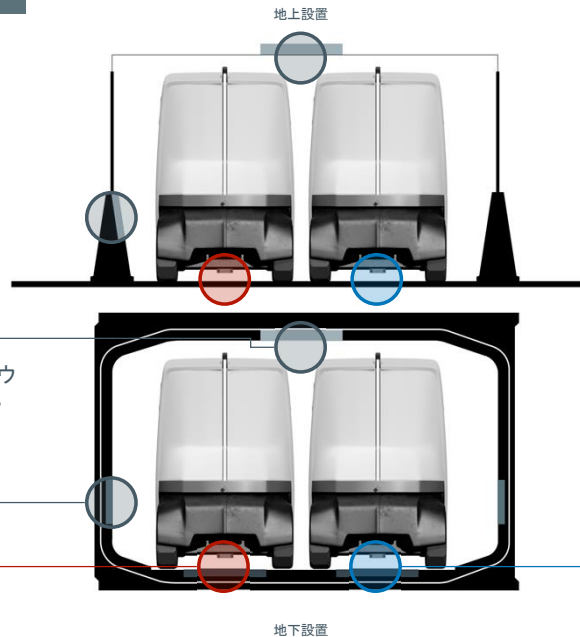
ローカル5Gネットワークにより、制御ソフトウ
ェアに最高のセキュリティ基準を提供します。

安全性 & セキュリティ

ローカル5Gネットワークにより、迅
速かつ安全な通信を実現します。

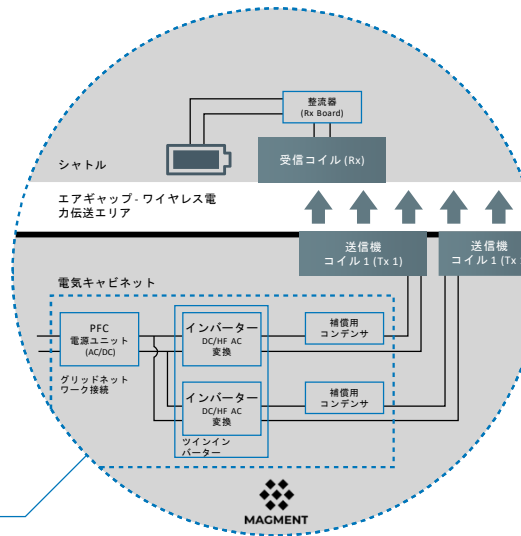
エネルギー管理

連続的な誘導式電力供給により、
バッテリーサイズを99%削減します。



地下設置

エネルギー管理について



例: 動的ワイヤレス充電システム

高性能

従来のプラグイン充電器と同等の性能を実現し、
低放射線でエネルギーロスを最小限に

相互運用性

隊列走行中の複数車両に
対応可能

多用途設置

ecoroレーンにオフセットなしで統合し、
シームレスな運用を実現

メンテナンスフリー運用

摩耗部品を使わず、長寿命設計

耐久性の高い設計

最大7トンの荷重に対応し、産業用途での
信頼性を確保



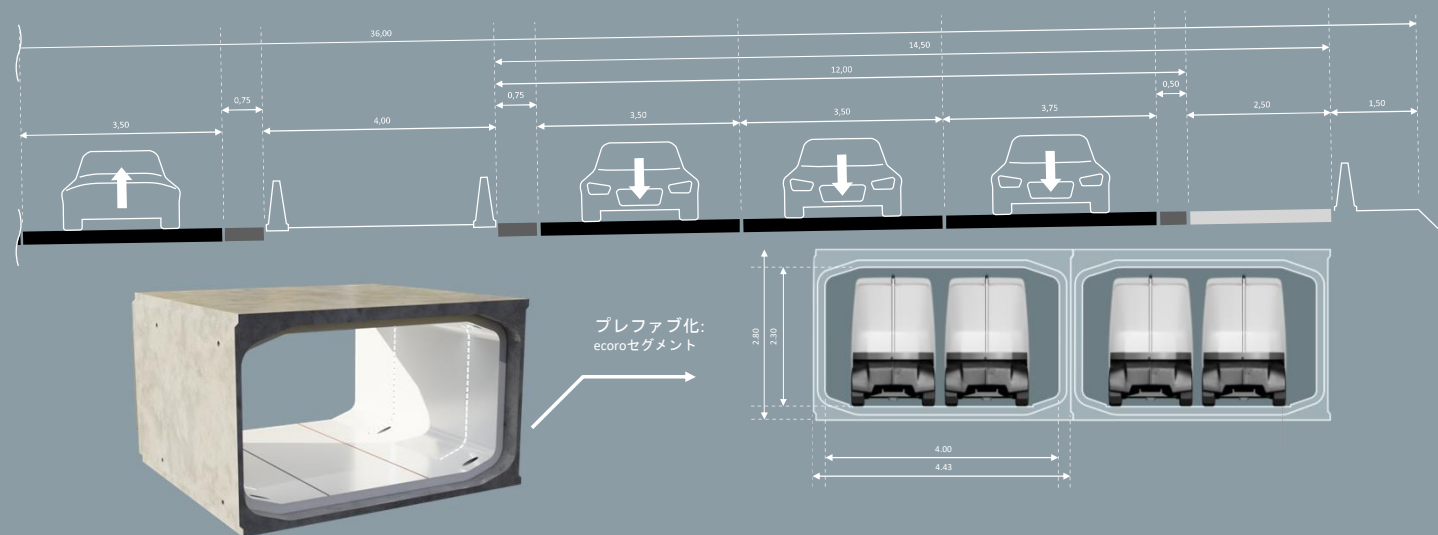
Googleで「新東名高速道路 静岡 日本」の画像検索

道路統合

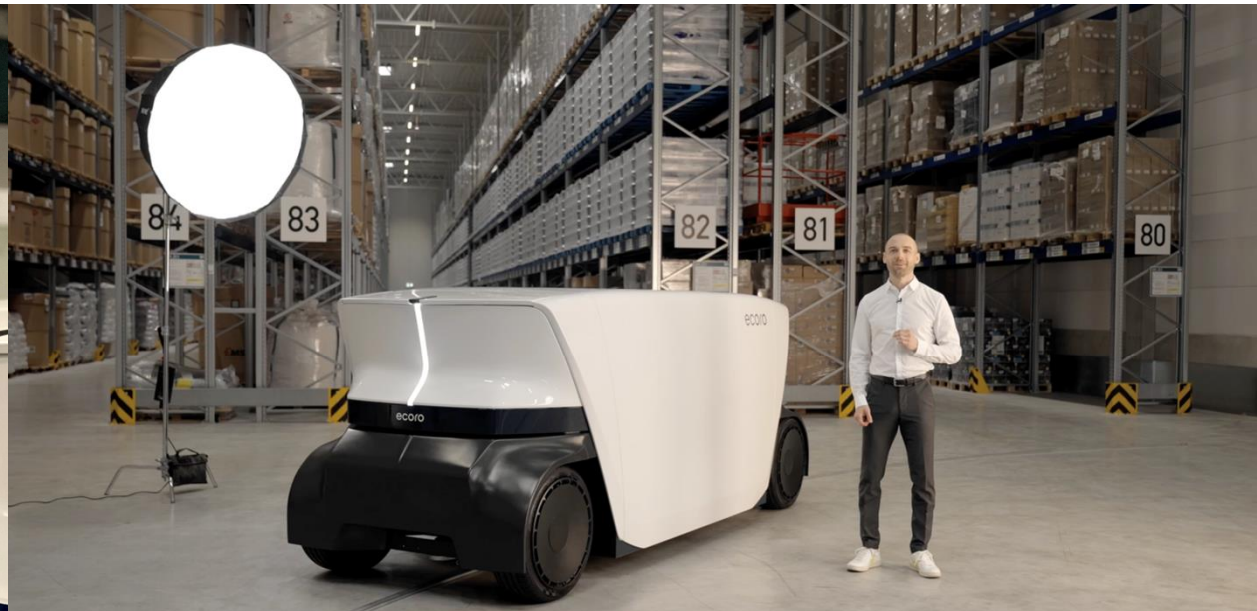
コスト効率の高いカットアンドグループ方式を採用し、ecoroレーンは道路建設または改修時に設置されます。この方法により、作業の中断を最小限に抑え、コストを削減します。システムは高速道路の地下や中央分離帯、路肩（縁石帯）に埋め込まれ、追加の土地取得を必要とせず、スペース利用を最大化します。トンネルベースのソリューションと比較してコストが約30%に抑えられるた

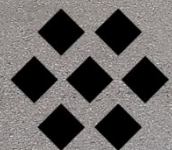
め、ecoroは建設と運用効率を最適化する実用的かつスケーラブルで持続可能な物流ソリューションを提供します。6車線高速道路のレイアウトでは、道路下に沿った縦方向セグメントの配置可能性が示されています。シャトルは方向ごとに2車線を使用し、冗長性とエネルギー効率を確保します。走行レーンは、道路基準を満たしながら最大7度の勾配に対応する設計です。

- スケーラブルで経済的なインフラ -



リファレンス ecoro GmbH:
2024年にAサンプル試験完了。
Bサンプル 試験開始済み。





MAGMENT

リファレンス Magment GmbH:
製品が顧客による試験を実施済み。



ecoro GmbH

技術名称: インホイールモーター付き搬送車両
項目: ① 搬送手法(ア) 走行技術・制御技術

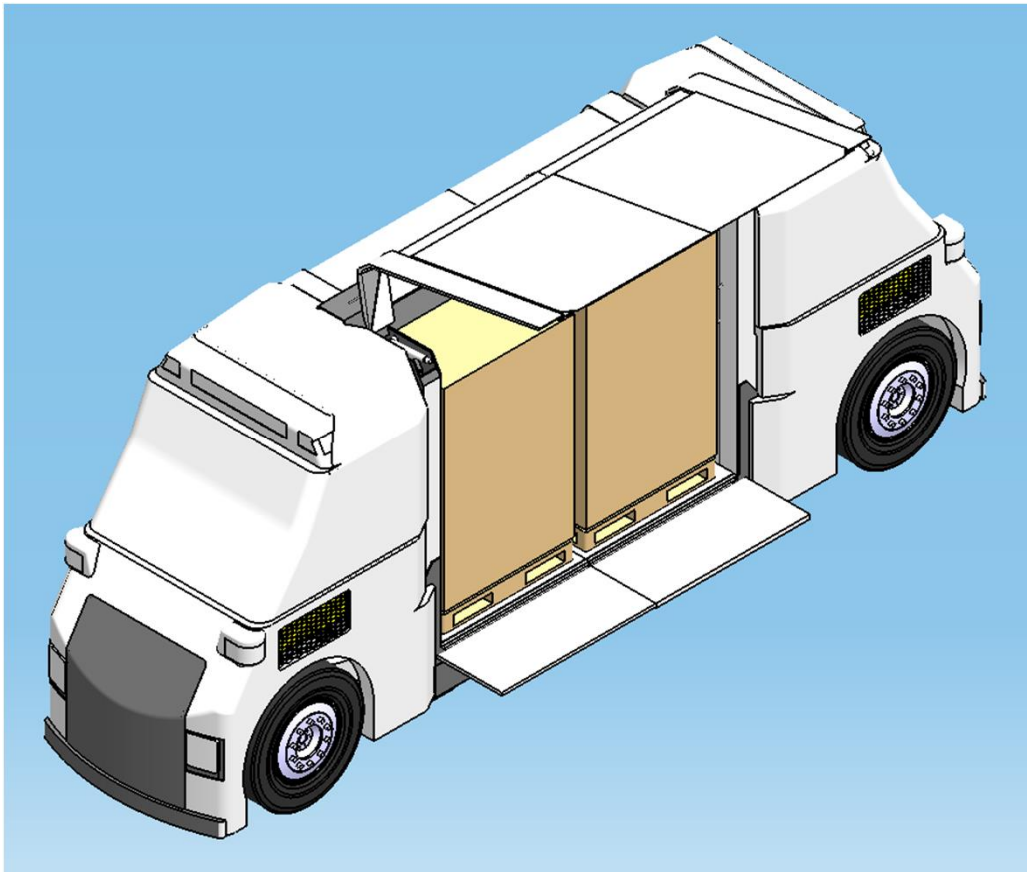
【提案事業者・団体名】 株式会社エクセディ

【技術の概要】

タイヤ自らが回転するインホイールモーターを適用することによって車幅の極小化と自動物流道路拠点内で小回りの利く搬送車両を実現する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

車両イメージ図



1000kgパレット貨物 2個積載

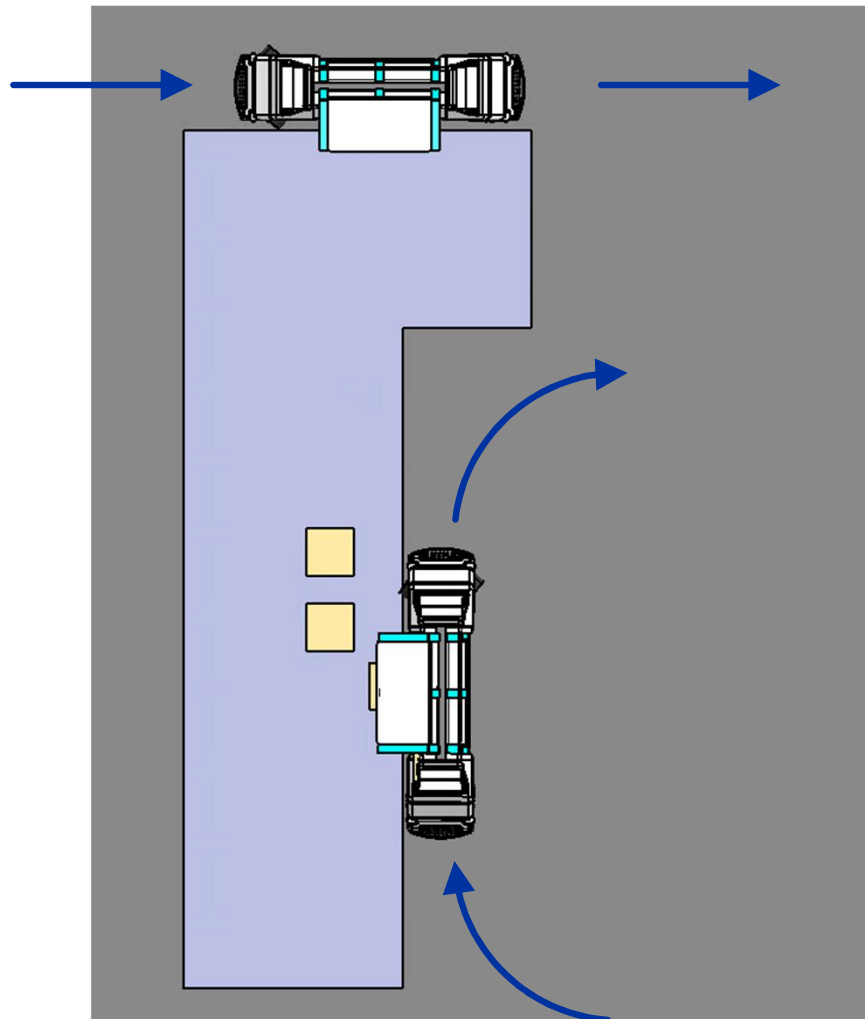
**インホイールモーター、非接触給電、
自動運転を使ったコンパクトな搬送車両**



物流拠点での運用方法案

Drive our future.

創造しよう、みんなの喜び、私たちの未来



インホイールモーターの特性を活用した小回り性能による荷役作業場スペースの有効活用も可能

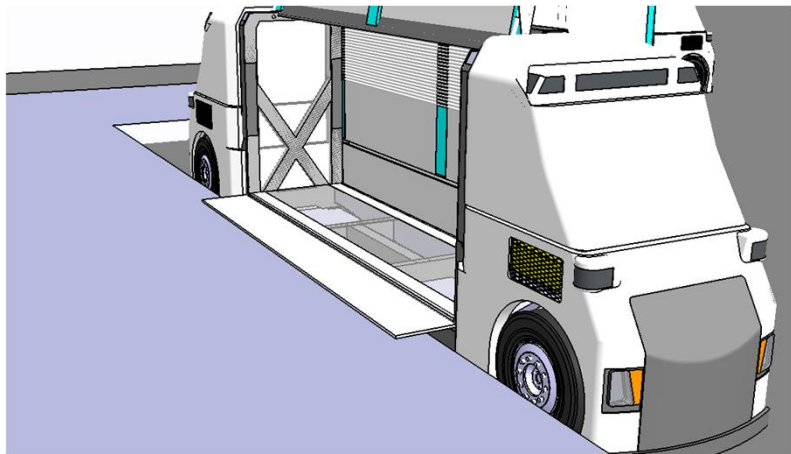


荷役作業イメージ図

Drive our future.

創造しよう、みんなの喜び、私たちの未来

自動フォークリフトによる荷役



自律搬送台車（AMR）による直接荷役



自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

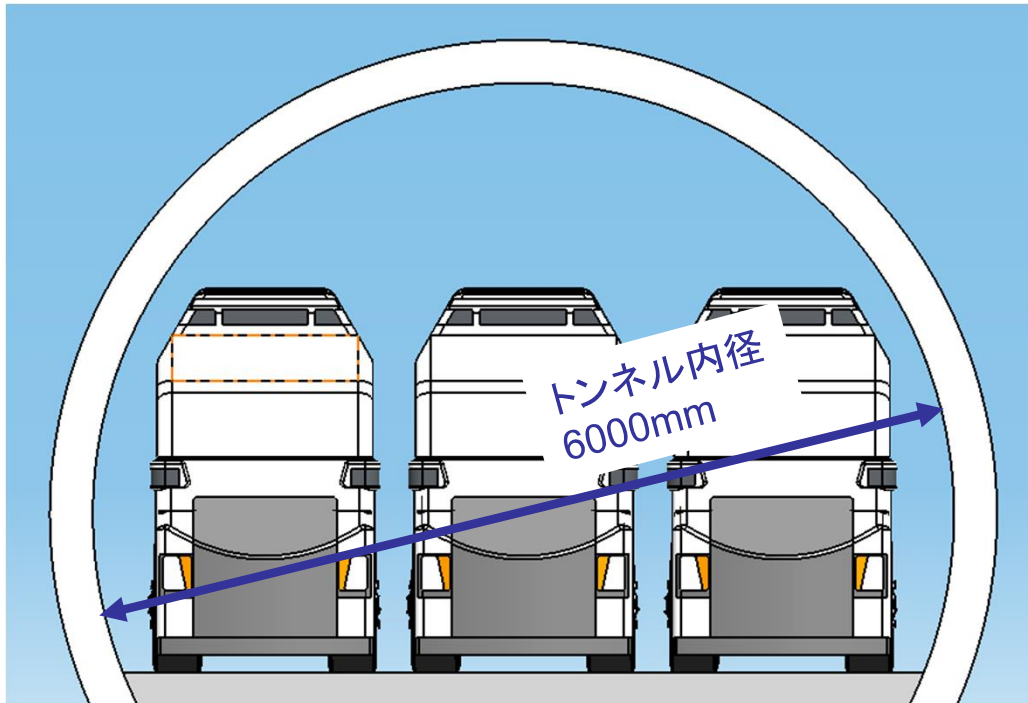
技術名称: インホイールモーター付き搬送車両
項目: ① 搬送手法(ア) 走行技術・制御技術

【提案事業者・団体名】 株式会社エクセディ

【技術の概要】

タイヤ自らが回転するインホイールモーターを適用することによって車幅の極小化と自動物流道路拠点内で小回りの利く搬送車両を実現する。

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】



車両間クリアランスを確保するため、
路面幅(トンネル内径)の拡大を望む

往復路、退避路の3レーンを確保

技術名称:トンネル内自己位置推定技術

【提案事業者・団体名】大成建設株式会社

項目:①搬送手法(ア)走行技術・制御技術

【技術の概要】

自動運転時に、GPSを使用できないトンネル内において、周囲に特徴のない単調な区間が長く続くと、自己位置に誤差が生じる。本技術は、トンネル内壁面に反射強度の異なる塗料を塗布した反射体を設置してLiDARにより検出し、トンネル内での自車位置を補正するものである。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

○技術のイメージ

自動運転システムでは、LiDARやカメラ、GPS等のセンシング情報と事前に収集した周辺の地図情報をもとに、自己位置を推定している。**トンネル内走行時には、GPSの電波は届かない**ため、LiDARや加速度センサ等のセンシング情報から自己位置を推定することになる。

LiDARによる自己位置推定は、形状特徴(例:非常用停車帯やトンネル出口等の形状特徴)を目印として補正されるが、自己位置収束範囲を超えると形状特徴が走行区間にある場合でも補正がされなくなる。よって、自己位置が大きく外れるため、自動走行停止や手動切り替えが発生する。

本技術では、トンネル内に、**トンネル壁面と反射強度の異なる特殊塗料を一定間隔で塗布することで、自己位置推定のずれを補正する技術**である(図1)。LiDARで反射強度の強弱を識別し、トンネル延長方向の進度を補正しながら進むことができる。

○技術導入の効果

これまでの実証事例から本技術が必要とされるトンネルと効果は以下の通りである。

➢ **トンネル長400m超の直線トンネル** ⇒ 本技術適用により **約0.1m以下**へ低減。

○技術の優位性

- ・ 磁気マーカー方式に比べて車載センサを追加する必要がなく、通常の自動運転車両に積載されたLiDAR(主に障害物の検出や自己位置推定に用いる)を兼用できる。
- ・ 高精度3次元マップと車載LiDARで自己位置推定を行うシステムを持つ自動運転車両で有効。
- ・ **施工の難易度が低く、壁面の一部のみ特殊塗装を施すため安価に適用**できる。
- ・ 国土交通大臣認定の不燃材料、耐久性(紫外線のないトンネル内で20年)、防汚性を有する。
- ・ トンネル壁面へ塗布することから、道路面に塗布や埋設するケースとは異なり、摩耗による消失がない。

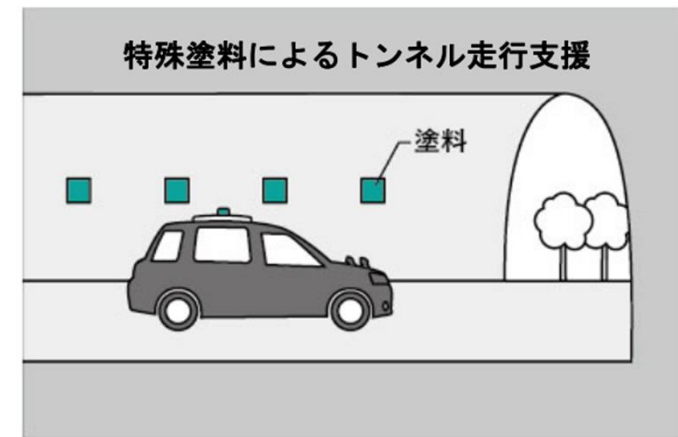


図1 本技術のイメージ



図2 自動運転バスを用いた実証実験時の様子

技術名称:磁気マーカを用いた自己位置推定

項目:①搬送手法(ア)走行技術・制御技術

【提案事業者・団体名】 愛知製鋼株式会社

【技術の概要】

走行路に所定の間隔で設置した磁気マーカ(ランドマーク)を自動搬送機底部に設置したセンサモジュールで検知する事で正確な自己位置推定を行い、簡易二次元地図による自律走行型搬送機の走行支援を行う

■技術のイメージ・技術導入の効果1

■磁気マーカ方式概要

路面に設置した磁気マーカを搬送機側センサで検知し、磁気マーカに対する相対位置から正確に自己位置推定

■技術導入の効果2

■磁気マーカのバリエーション

●貼付型

【特徴】

・専門スキル不要

【施工方法】

①路面に接着剤を塗布

②磁気マーカを配置、接着

●埋設型

【特徴】

・高耐久性

【施工方法】

①ハンマドリルで削孔

②磁気マーカ設置

③充填剤(ひび割れ注入剤)にて穴埋め

■技術導入の効果3

●磁気マーカは位置推定のランドマーク。

●自律走行式搬送機の位置推定積分誤差を解消

■技術導入の効果1

光学デバイスが不得手とする領域

逆光

積雪

■技術導入の効果2

高精度GPS

Lidarによる三次元認識

GNSS、LiDAR(位置情報源遠方)

位置推定の幅

■技術導入の効果3

磁気マーカ(位置情報源近直)

位置推定の幅

●磁気マーカ方式ならあらゆる環境で正確な位置推定が可能

●他方式と併用して多重系を形成⇒信頼性を高める事が可能

●位置推定の幅が小さい為、走路を必要最小限の幅で設計可能

⇒スペース効率向上(インフラコストの大幅低減)

●搬送機は簡易地図に基づいて自律走行(ライトレースとは異)

⇒任意の地点で自由に車線変更可能

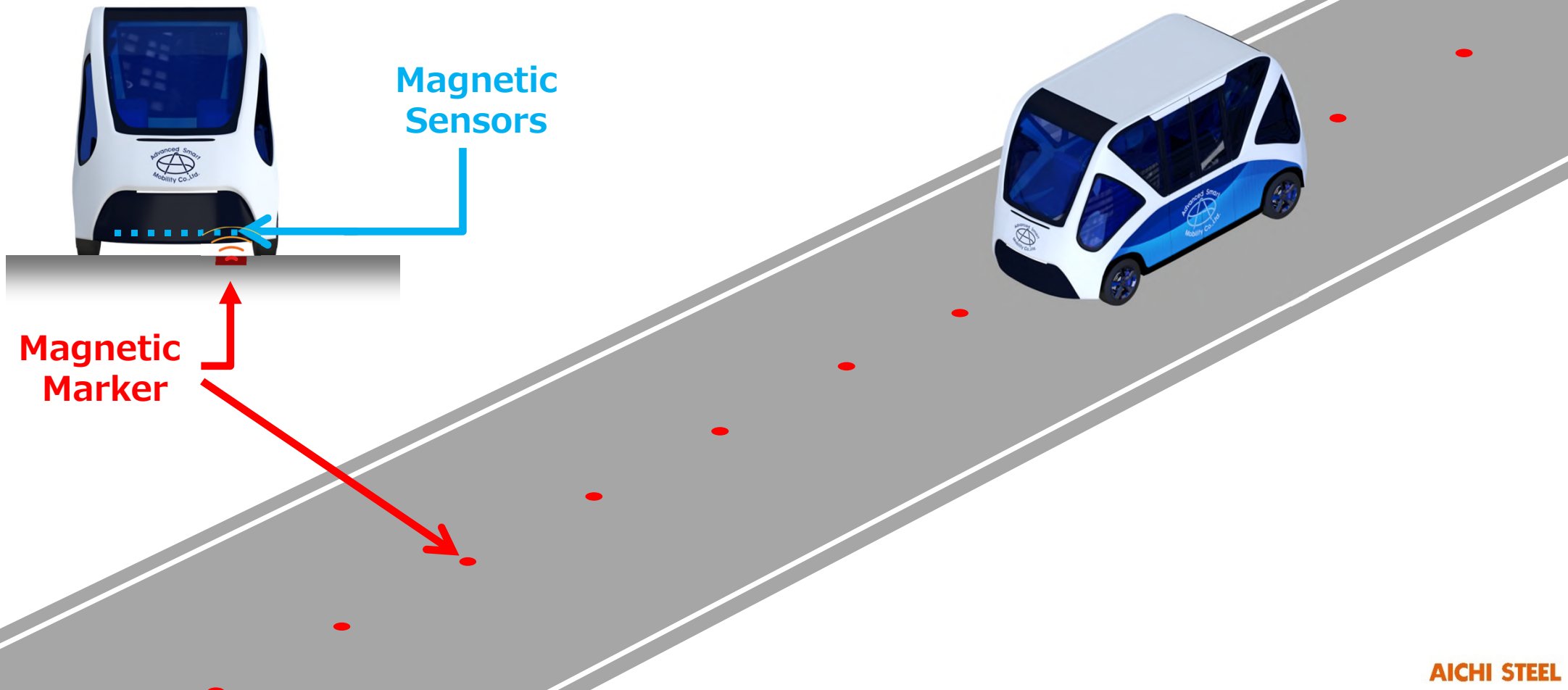
自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 －意見書 補足資料 磁気マーカシステム概要－

2025年1月29日

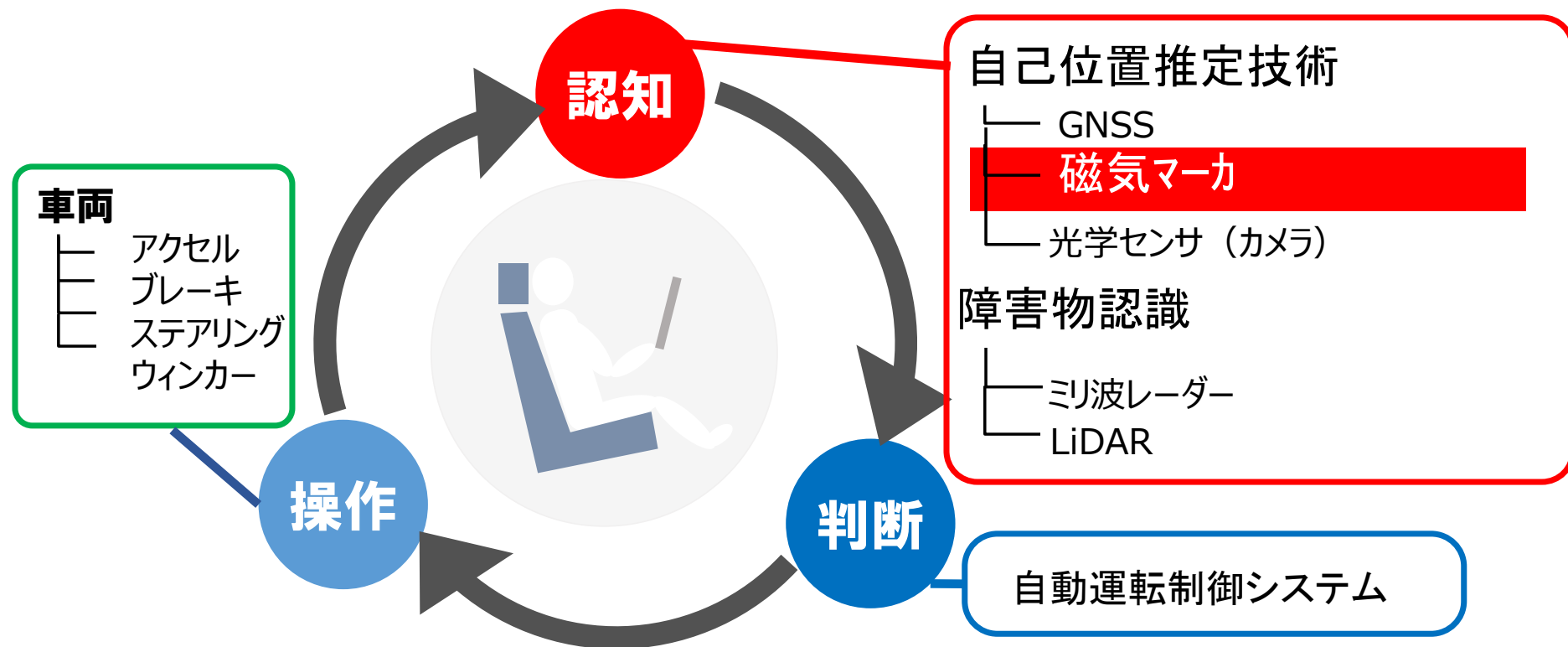
愛知製鋼株式会社

1. 磁気マーカシステムとは

走行路に設置したランドマークである磁気マーカを磁気センサモジュールで検知し、簡易二次元地図により自律走行する車両の走行支援を行う。



2. 自動運転技術における位置づけ



磁気マーカシステムは、自動運転のすべてのスタート点となる、「自己位置推定」に属する

3. 磁気マーカ方式実証試験実績

磁気マーカ方式実証試験リスト

	時期	地域	場所	主催	特長
1	2017/11	滋賀県 東近江市	道の駅「奥永源寺溪流の里」	国土交通省	GPS電波が届かない山間部を走行
2	2017/12	沖縄県 宜野湾市/北中城村		内閣府	バス停に正確に幅寄せして停める「正着制御」を実施
3	2017/12	北海道 大樹町	道の駅「コスモール大樹」	国土交通省	車載カメラの信頼性が十分でない積雪下で走行
4	2018/2	長野県 伊那市	道の駅「南アルプスむら長谷」	国土交通省	GPS電波が届かないトンネルや道幅4.5mの狭隘クランクを走行
5	2018/4	福岡県 北九州市	北九州学術研究都市	北九州市	最高速度40km/hの安定走行、交差点左折時の制御調整を実施
6	2018/10	茨城県 日立市	ひたちBRT 一部路線	国土交通省 経済産業省	廃線敷利用のバス専用道と公道を走行
7	2018/11	長野県 伊那市	道の駅「南アルプスむら長谷」	国土交通省	GPS電波が届かないトンネルや道幅4.5mの狭隘クランクを走行
8	2019/1	岩手県 陸前高田市	大船渡線BRT 竹駒駅周辺	JR東日本	バス専用道での対向車両との交互通行、正着制御を実施
9	2019/1	空港制限区域内	羽田空港含む4空港	国土交通省	空港制限区域内でGPSが届かないボードブリッジ下を走行
10	2019/2	東京都 多摩市	多摩ニュータウン	東京都	GPSが届かない陸橋下や街路樹に囲まれた公道を走行
11	2019/6	北海道 大樹町	道の駅「コスモール大樹」	国土交通省	車載カメラの信頼性が十分でない積雪下で走行
12	2019/11	宮城県 女川町		宮城県	シェアリング用の超小型電気自動車を無人走行でステーションに返却
13	2019/12	群馬県 渋川市		群馬大学	路面に設置した磁気マーカからの信号情報などを車が受信する路車間通信を実施しながら走行
14	2020/2	宮城県 登米市	気仙沼線BRT柳津一陸前横山	JR東日本	大型バスが最高速度60km/hで安定走行
15	2020/6	千葉県 柏市	東京大学柏キャンパス TX柏の葉キャンパス駅	柏ITS推進協議会	街路樹GPS不達区域を走行
16	2020/7	兵庫県 三田市		経済産業省	郊外住宅地における生活の質の向上に向けた地域内交通の確保

17	2020/7	滋賀県 大津市		経済産業省	都市拠点における新たな交通軸、賑わい創出
18	2020/8	東京都 大田区	羽田空港周辺	内閣府	正着制御、車線変更、左右折を実施しながら、最高速度60km/hの安定走行
19	2020/10	愛知県 常滑市	中部国際空港	愛知県	GPS不達領域を走行
20	2020/11	福岡県 北九州市		経済産業省	空港と鉄道駅間でGPSが届きにくい高架道路下(約1.3km)を走行
21	2020/12	茨城県 日立市		経済産業省	BRT路線における自動運転バスの社会実装
22	2020/12	愛知県 常滑市	中部国際空港	愛知県	制限エリアをレベル4走行
23	2021/2	静岡県 浜松市/森町	新東名 浜松SA、遠州森町PA	経済産業省	高速道路SA/PAとランプウェイでのトラック後続無人隊列走行
24	2021/2	宮城県 登米市	気仙沼線BRT柳津一陸前横山	JR東日本	バス専用道で60km/hの走行
25	2021/2	神奈川県 横浜市		経済産業省	首都圏丘陵地の郊外住宅地における持続的な交通サービス
26	2021/9	宮城県 登米市	気仙沼線BRT柳津一陸前横山	JR東日本	バス専用道で大型バスがすれ違い走行
27	2021/11	愛知県 常滑市	中部国際空港	愛知県	直線部で磁気マーカを10m間隔で設置して走行
28	2021/11	山形県 高島町	公立高島病院周辺	国土交通省	カートタイプ車両で低速走行
29	2022/8	高知県 四万十市	予土線江川崎駅一道の駅よって西土佐	国土交通省	GMPS(センサモジュール1本)とIMUのみで±100mm以内の高精度な自動走行を実現
30	2022/10	愛知県 常滑市	イオン常滑ー中部国際空港	愛知県	日本で初めて有料自動車専用道で走行
31	2022/12	宮城県 登米市	気仙沼線BRT柳津一陸前横山	JR東日本	日本で初めての社会実装
32	2022/12	広島県 呉市	呉市街地	呉市	GPS不達領域で活用
33	2023/1	山形県 高島町	高島町役場周辺	国土交通省	カートタイプ車両で雪道の低速走行

30件を超える実証試験で豪雨、積雪時やトンネルでのGMPSの技術優位性が広く認知

3. 磁気マーカ方式実証試験実績 2

●JR東本実証試験⇒運用

4 気仙沼線 BRT の自動運転を支える技術

気仙沼線 BRT の自動運転は、運転操縦を司る自動運転システム、障害物を検出する各種センサ、手動運転バスとの安全なすれ違いを実現する交互通行システムなどが連携することで実現しています（別紙1）。特に安全性に直結する高精度な自車位置推定は、磁気マーカにより実現しており、専用道での正確な自動運転に寄与しています。

○磁気マーカによる自車位置推定技術

- ・自動運転区間の走路に沿って埋設した磁気マーカの磁力を、車底部に設置した磁気センサで検知し、自車位置を推定します。
- ・RFID タグ^{※3} 付きの磁気マーカを用いることで、自車位置を高精度に推定します。
^{※3} 電磁界や電波などを用いた近距離の無線通信により情報をやりとりするための IC チップが埋め込まれたタグ。タグに付けられた固有の ID を検出することで、自車位置の高精度な推定が可能となる。
 (Radio Frequency Identification)
- ・磁気マーカを用いることで GNSS^{※4} 電波の届かないトンネルを含む専用道上の安全運転を実現します。
^{※4} 全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System)



磁気を用いて自車位置を推定する磁気マーカシステム

JR東日本リリース記事抜粋

トンネル部では3mの道幅を
車幅2.5mのバスが自動走行

●道の駅高畠 冬季実証試験



雪に埋もれている磁気マーカを検知しながら
あらかじめ決められた軌道を自動で走行

積雪環境小型カートでの実証、
様々な環境・車両で効果確認

3. 磁気マーカ方式実証試験実績 3

● 工場内物流へ応用



4. 磁気マーカ方式の効果 1

光学デバイスが不得手とする領域



逆光



積雪

GPSが不得手とする領域



地下

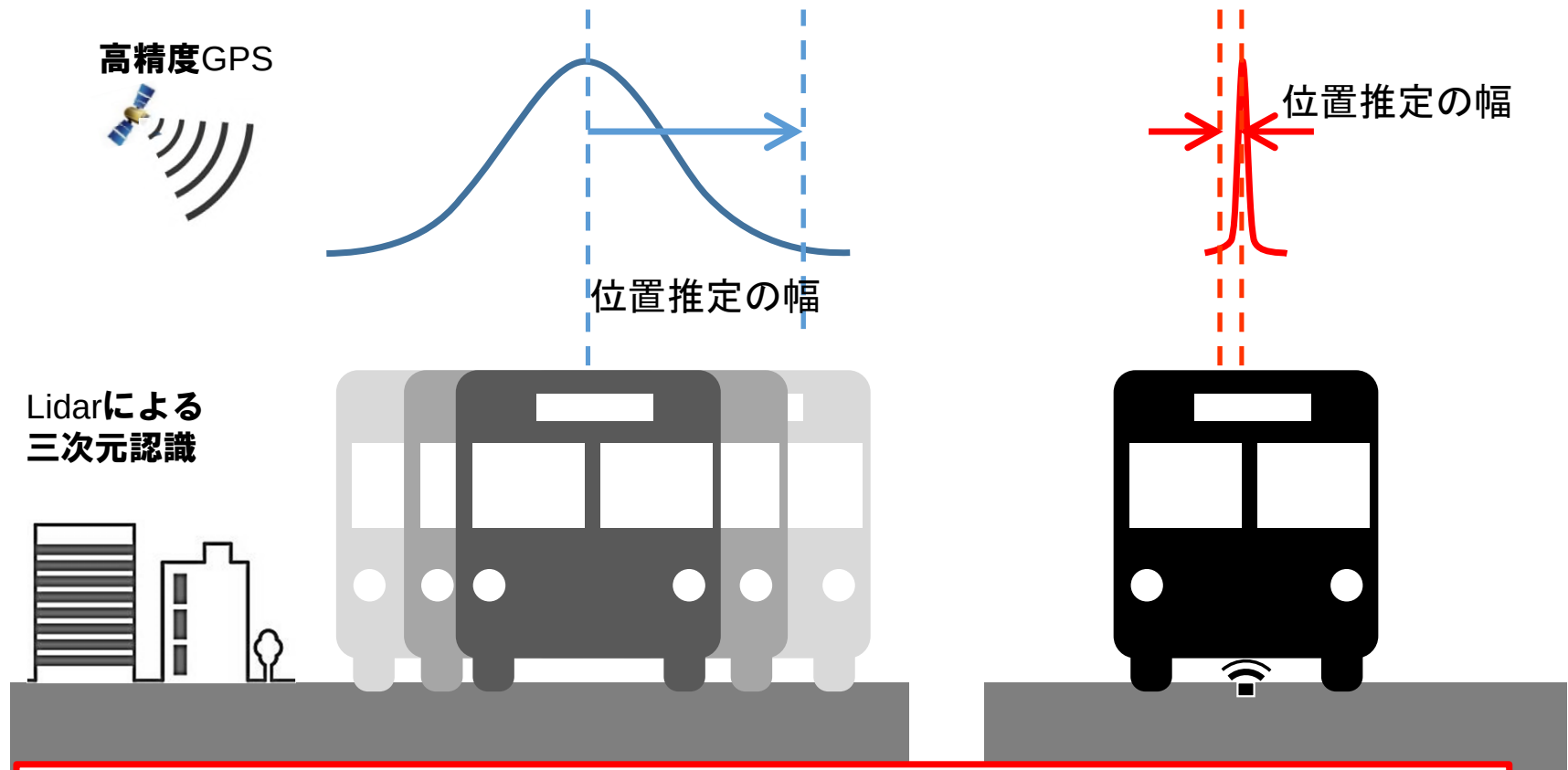


高架下

- 磁気マーカ方式ならあらゆる環境で正確な位置推定が可能
- GNSSや光学システム等、他方式と併用して多重系を形成し、位置推定の信頼性を高めることが可能

4. 磁気マーカ方式の効果 2

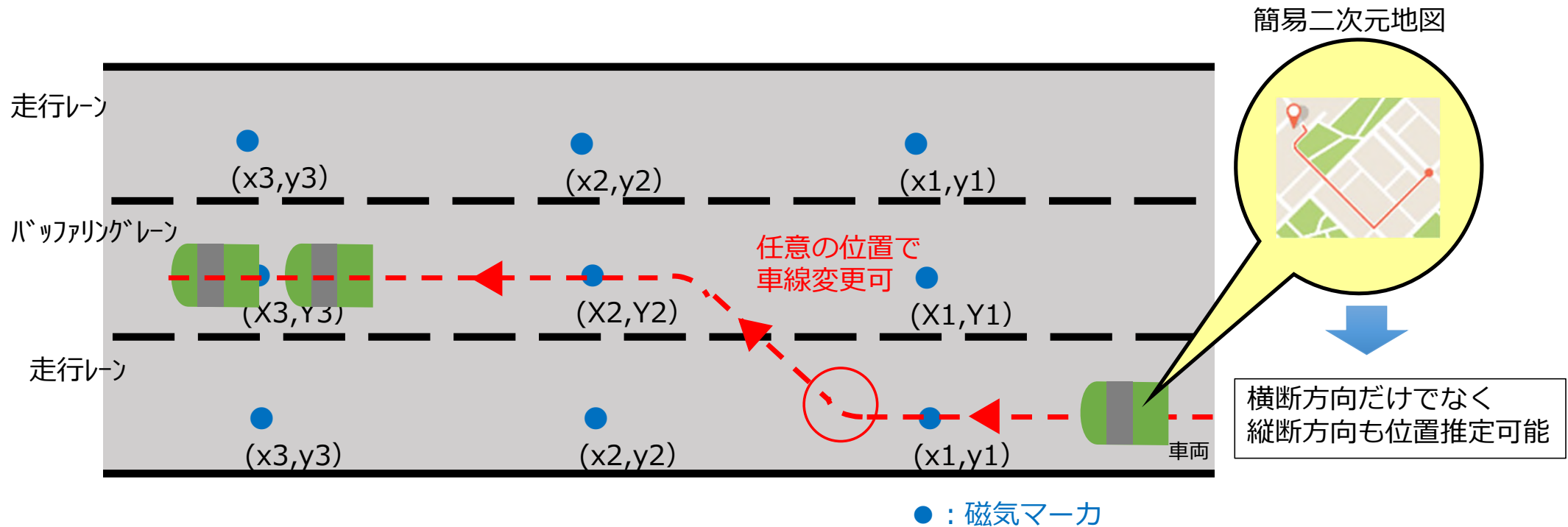
GNSSやLIDARなど、位置を与える元となる情報源が非常に遠方にある場合に比べ、自車の真下に信号源を持つ磁気マーカの位置推定バラツキは小さい



位置推定の幅が小さい為、走行路を必要最小限の幅で設計可能
⇒スペース効率向上（インフラコストの大幅低減）

4. 磁気マーカ方式の効果 3

磁気マーカ：位置推定のランドマーク
→位置推定積分誤差を解消



車両に簡易地図に基づいて自律走行（ライントレースとは異なる）
⇒任意の地点で自由に車線変更が可能

5. 磁気マーカのバリエーション

(1) 磁気マーカバリエーション

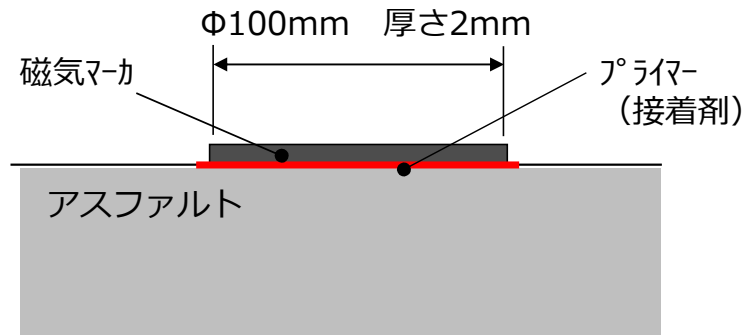
●貼付型

【特徴】

- ・専門スキル不良、簡便

【施工方法】

- ①路面にプライマーを塗布
- ②磁気マーカを設置、接着



●埋設型

【特徴】

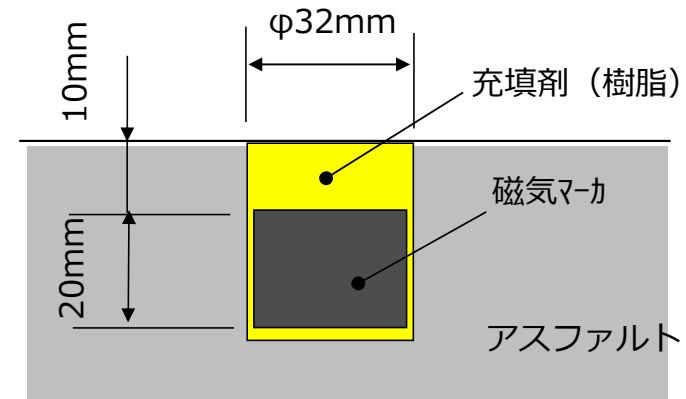
- ・高耐久性

【施工方法】

- ①ハンマドリルでφ32mm、H25mm程度の穴を開ける
- ②磁気マーカを設置
- ③充填剤（ひび割れ注入材）にて穴埋め



プラマグマーカ
30Φ×20mm



用途に応じて貼付型と埋設型の2種類を開発
施工が高コストのイメージを貼付（接着）で払拭

(2) 個体識別用RFIDタグ付磁気マーカ

マーカと無給電タイプの無線IDタグを一体化し、識別番号その他を記録保持情報は無線で車両に知らせる

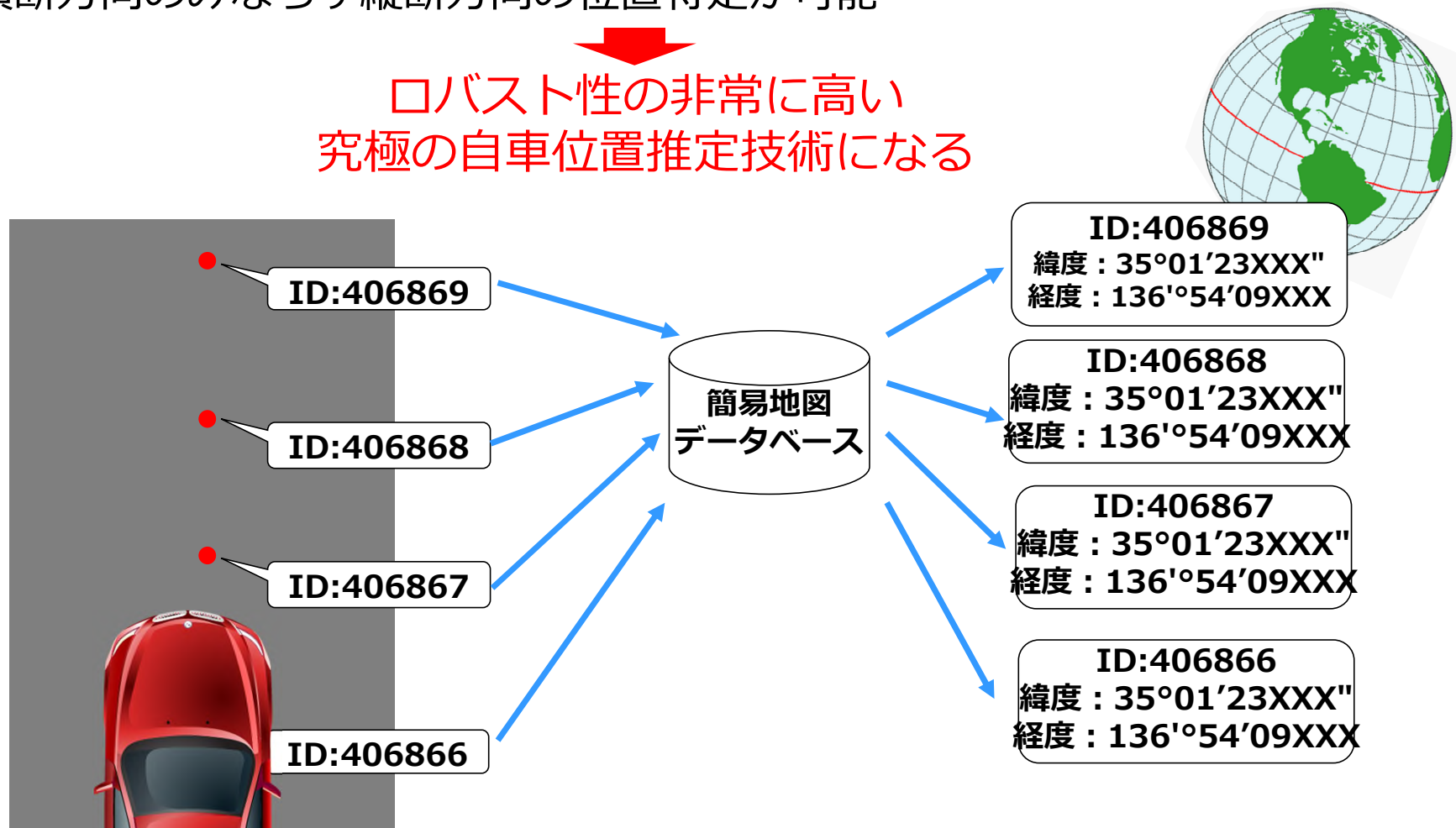


低コスト化に加え、IoTに対応したRFID付きマーカが誕生

(3) RFIDの役割

個々のマーカにID番号をつけることにより、地球上の絶対座標が特定できる
横断方向のみならず縦断方向の位置特定が可能

ロバスト性の非常に高い
究極の自車位置推定技術になる



AICHI STEEL

つくろう、未・来を。

つくろう、素・材で。

①搬送手法
(イ)運行マネジメントシステム

技術名称：超省エネ型データセンター_Green Nexcenter®
項目：①搬送手法（イ）運行マネジメントシステム（エ）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

液冷方式のサーバー機器に対応し、超省エネ型冷却環境を実現したデータセンター。大量の電力を消費する高性能GPU/CPUを搭載した液冷方式サーバーに対し、冷却に要する電力量の大幅な削減を実現します。また再生可能エネルギーを活用し、ESG経営に向けたGX(グリーントランスフォーメーション)にも貢献します

【技術のイメージと導入効果】

Green Nexcenter®の特長

1

液冷方式に対応する国内初^{※1}のデータセンターサービス

生成AI/GPU向け高発熱サーバーに対応。サーバーの冷却に空気よりも熱伝導率の高い液体を使用することで、効率的な冷却が可能となり、1ラックあたり20kW～最大80kWの電力消費に対応するIT環境を実現。

※1 2023年10月時点における国内サーバー機器ベンダーへのヒアリングによる自社調べ

2

消費電力を約30%削減（pPUE1.15^{※2}の優れた電力使用効率）

サーバーの冷却に熱伝導率の高い液体を使用した液冷方式では、従来型データセンターと比較してサーバー機器冷却用の消費電力を約30%削減^{※3}。提供ラック単位の電力使用効率pPUE1.15(目標値)を実現。

※2 パーシャルPUE（Power Usage Effectiveness）。データセンターの消費電力をIT機器の消費電力で割って算出される電力使用効率を示す指標値
※3 NTT Comが提供する空冷方式の実測値pPUE1.35と比較

3

ラック単位での利用が可能

従来の空冷方式と同様にラック単位での提供が可能のため、大規模な利用はもちろん小規模での利用や追加など、お客さまのビジネスにあわせた柔軟な利用を実現。

Green Nexcenterは、NTTコミュニケーションズが提供するエネルギー効率の高いデータセンターサービスです。自動物流道路に導入することで、クリーンエネルギーの活用による環境負荷の低減、高い耐久性とメンテナンス性によるシステムの安定稼働、効率的なエネルギー管理による運用コストの削減が期待されます。

【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】

Green Nexcenterは、NTTコミュニケーションズが提供するエネルギー効率の高いデータセンターサービスです。この技術を自動物流道路に導入することで、以下の利点があります。まず、クリーンエネルギーの活用により、環境負荷を低減し、持続可能な物流システムを実現します。また、耐久性とメンテナンス性に優れたインフラにより、システムの安定稼働を確保します。さらに、効率的なエネルギー管理により、運用コストを削減し、経済的なメリットを提供します。これにより、Green Nexcenterは自動物流道路の運用効率を大幅に向上させ、持続可能で経済的な物流システムの構築に貢献します。

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：超省エネ型データセンター_Green Nexcenter®
項目：①搬送手法（イ）運行マネジメントシステム（エ）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

液冷方式のサーバー機器に対応し、超省エネ型冷却環境を実現したデータセンター。大量の電力を消費する高性能GPU/CPUを搭載した液冷方式サーバーに対し、冷却に要する電力量の大幅な削減を実現します。また再生可能エネルギーを活用し、ESG経営に向けたGX(グリーントランスフォーメーション)にも貢献します

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）想定スケジュール

Green Nexcenterの自動物流道路での活用には、以下スケジュールで進行することが想定されます

- ①調査・計画段階：技術要件の確認、導入計画の策定
- ②設計・開発段階：システム設計、必要なインフラの開発
- ③試験・実証段階：実証実験の実施、性能評価と改善
- ④導入・運用開始：本格導入と運用開始

（２）コスト試算

- ①開発コスト：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます（システム設計、インフラ開発）
- ②導入コスト：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます（設備設置、システム統合）
- ③維持管理コスト：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます（メンテナンス、運用）

（３）提案技術の成熟段階

Green Nexcenterの技術は既に商用化されており以下の段階にあります

- ①技術開発段階：完了
- ②実証段階：完了
- ③事業化・商用化段階：進行中

この技術は既に実証済みであり、商用化が進行中です

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：超省エネ型データセンター_Green Nexcenter®
項目：①搬送手法（イ）運行マネジメントシステム（エ）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

液冷方式のサーバー機器に対応し、超省エネ型冷却環境を実現したデータセンター。大量の電力を消費する高性能GPU/CPUを搭載した液冷方式サーバーに対し、冷却に要する電力量の大幅な削減を実現します。また再生可能エネルギーを活用し、ESG経営に向けたGX(グリーントランスフォーメーション)にも貢献します

（４）自動物流道路への導入に必要な検証項目・今後 検証項目

- ①エネルギー効率と環境負荷
 - ①エネルギー消費量の測定
入後のエネルギー消費量を測定し、グリーンエネルギーの活用による環境負荷の低減効果を評価します。
 - ②カーボンニュートラルの達成
再生可能エネルギーの利用状況を確認し、カーボンニュートラルの達成度を検証します。
- ②システムの信頼性と耐久性
 - ①耐久性試験
システムの耐久性を確認するための長期運用試験を実施します
 - ②メンテナンス性の評価
定期的なメンテナンスの必要性とその影響を評価します
- ③コスト効果
 - ①導入コストの分析
初期導入コストと運用コストを詳細に分析し、コスト効果を評価します
 - ②運用コストの削減効果
効率的なエネルギー管理による運用コストの削減効果を検証します
- ④技術的適合性
 - ①インフラとの適合性
自動物流道路の既存インフラとの適合性を確認し、必要な改修や追加設備を特定します
 - ②技術の互換性
他のシステムや技術との互換性を検証し、統合の可否を評価します

- ⑤安全性とセキュリティ
 - ①データセキュリティ
データセンターのセキュリティ対策を確認し、物流データの安全性を確保します
 - ②運用安全性
システムの運用中における安全性を評価し、リスク管理策を策定します

【今後】

NTTComはICT事業者として、データセンタのカーボンニュートラル化およびお客さまのカーボンニュートラル推進に向けて、積極的に液冷方式技術の導入や再生可能エネルギーをご利用いただけるサービス提供に取り組んできました。2040年のNTTグループ、そして2050年の日本のカーボンニュートラルの実現に貢献すべく、データセンタの省エネルギー化の推進と、超省電力ICT基盤によるグリーン対応を推進していきます。

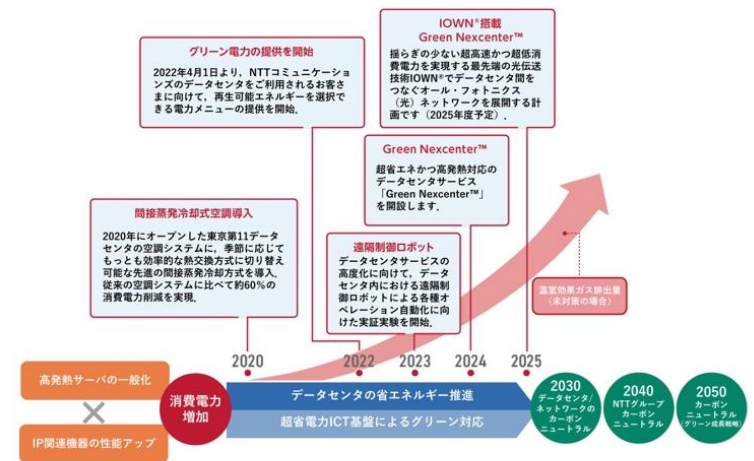


図4 データセンタサービスを通じたカーボンニュートラルへの貢献

【出所】NTTコミュニケーションズ社 <https://www.ntt.com/business/services/greennexcenter.html>
【出所】NTT技術ジャーナル <https://journal.ntt.co.jp/article/24984>

技術名称：クラウド型車両管理サービス LINKEETH

項目：①搬送手法（イ） 運行マネジメントシステム（エ） 通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

LINKEETH（リンクース）は、クラウドベースの車両管理サービスで、リアルタイムでの車両追跡、運行管理、データ分析を提供します。この技術は、効率的な車両運行とメンテナンスの最適化を実現し、物流業務の効率化とコスト削減に寄与します

【技術のイメージと導入効果】

LINKEETHは、リアルタイムで車両の位置情報を把握し、運行状況を最適化。運行データを分析して効率的なルート設定や燃費の改善を図り、車両の状態をモニタリングして予防保全を実施することでダウンタイムを削減します。

【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】

LINKEETHの自動物流道路への導入は、物流業務の効率化と安全性の向上に大きく寄与します。まず、リアルタイムでの車両追跡により、車両の位置情報を常に把握できるため、運行状況の最適化が可能です。これにより、渋滞回避や最適ルートの選定が容易になり、輸送時間の短縮と燃費の改善が期待できます。また、運行データの分析を通じて、効率的なルート設定や運行計画の最適化が図れます。さらに、車両の状態をモニタリングし、予防保全を実施することで、故障によるダウンタイムを削減し、安定した運行を維持できます。これらの機能により、物流業務全体の効率化とコスト削減が実現し、持続可能な物流システムの構築に貢献します

【出所】NTTコミュニケーションズ社 <https://www.ntt.com/business/services/linkeeth/lp/linkeeth/service/drive.html>

【出所】NTTコミュニケーションズ社 <https://www.ntt.com/business/services/linkeeth/lp/linkeeth.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：クラウド型車両管理サービス LINKEETH
項目：①搬送手法（イ）運行マネジメントシステム（エ）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

LINKEETH（リンクース）は、クラウドベースの車両管理サービスで、リアルタイムでの車両追跡、運行管理、データ分析を提供します。この技術は、効率的な車両運行とメンテナンスの最適化を実現し、物流業務の効率化とコスト削減に寄与します

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）技術導入の想定スケジュール

- ①サービス提案・概算見積
- ②正式見積・お申し込み
- ③運用サポート
フリーダイヤルのサポートデスクや研修メニューを通じて、早期の運用定着を支援します。

（２）開発期間

LINKEETHは既に商用化されているため、導入に向けた準備は迅速に進められます。具体的な開発期間は、導入規模やカスタマイズの要件に依存しますが、基本的には数週間から数ヶ月程度で導入が完了します

（３）コスト

LINKEETHのコストは、利用目的や規模に応じて異なります

（４）提案技術の成熟段階

既にシステムが完成し、実際の運用環境で使用されています。具体的に、LINKEETHは3,000社以上の企業で導入され、10万台以上の車両で使用されている実績があります。このような広範な導入実績により、技術の信頼性と安定性が証明されています

【出所】NTTコミュニケーションズ
<https://www.ntt.com/business/services/linkeeth/lp/linkeeth.html>
【出所】NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/business/services/linkeeth.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：クラウド型車両管理サービス LINKEETH
項目：①搬送手法（イ）運行マネジメントシステム（エ）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

LINKEETH（リンクース）は、クラウドベースの車両管理サービスで、リアルタイムでの車両追跡、運行管理、データ分析を提供します。この技術は、効率的な車両運行とメンテナンスの最適化を実現し、物流業務の効率化とコスト削減に寄与します

（４）自動物流道路への導入に必要な検証項目・ユースケース

- ①検証項目
 - ①リアルタイム追跡と運行管理：
車両の位置情報をリアルタイムで把握し、運行状況を最適化するためのシステムの精度と信頼性。
 - ②データ分析と効率化
運行データの収集・分析能力と、それに基づく効率的なルート設定や運行計画の最適化
 - ③メンテナンス管理
車両の状態をモニタリングし、予防保全を実施するためのシステムの効果と信頼性
 - ④自動荷役システムとの連携
自動荷役システムとの連携による効率的な荷役作業の実現
 - ⑤グリーンエネルギーの活用
電動車両の運行管理とグリーンエネルギーの利用による環境負荷の低減

【参考】

「東急株式会社様の事例：付け替えが容易な通信型ドライブレコーダーで無駄のない配車を実現してコスト抑制」



ドライブレコーダー

付け替えが容易な通信型ドライブレコーダーで
無駄のない配車を実現してコスト抑制

航空・鉄道・運輸 | 東急株式会社様

#安全運転指導 #業務効率化

（５）ユースケース

東急株式会社は、LINKEETHの通信型ドライブレコーダーを導入し、正確な位置情報の把握とコスト抑制を実現しました。従来のSDカード型ドライブレコーダーでは、リアルタイムの位置情報把握が困難で、コストも高かったため、通信型ドライブレコーダーに切り替えました。これにより、車両の位置をリアルタイムで把握し、無駄のない配車と正確な配送状況の把握が可能となりました。また、危険運転の映像をリアルタイムで確認し、迅速な安全運転指導が行えるようになりました。自動物流道路においても、リアルタイムでの車両追跡と運行管理が可能となり、効率的な輸送と安全性の向上に貢献します

【出所】NTTコミュニケーションズ社
<https://www.ntt.com/business/services/linkeeth/lp/linkeeth.html>
【出所】NTTコミュニケーションズ社 <https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2023/0406.html>
【出所】NTTコミュニケーションズ社
<https://www.ntt.com/business/services/linkeeth/lp/linkeeth/casestudy/tokyu.html>

技術名称:搬送手法

【提案事業者・団体名】セーフィー(株)

項目:①搬送手法(イ)運行マネジメントシステム

【技術の概要】

クラウドカメラ(映像をクラウド経由でどこからでも閲覧可能となる技術)を

①自動搬送機および貨物室にクラウド録画型ドラレコの設置

②自動物流道路に等間隔で設置

することで、

A:運行を現場から離れた集中管理センターで一括管理(平時)

B:衝突や荷崩れ、故障などを自動搬送機からのエラーや加速度センサーなどから検知し、集中管理センターへ通知する。この際、自動搬送機のGPS+弊社開発のキロポスト連携により、トラブル発生箇所の特定を迅速に行い、現場に最も近いカメラの映像を出す(トラブル発生時)

ことで、円滑な運行を支援する仕組み。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

・目的

弊社はクラウドカメラという、カメラからインターネット回線を通じてクラウドに映像データをアップロードし、それをクラウドサーバ上に保管・任意の場所から閲覧できるサービスを展開している。

この技術を応用し、運行状態を単に数値・デジタルデータとして見るだけでなく、実体を映像として確認すること、及び映像解析を利用したトラブルの迅速な発見・通知により、平時の安定的な運行及びトラブル発生時における迅速な解決をサポートする。

・想定される活用シーン・有用性

自動物流道路における運行状況のリアルタイムモニタリング&録画によるトラブル時の振り返り&トラブル検知。

現場にいかなくとも機器故障等のトラブル時の状況(周辺を含めた)の迅速な発見を行うことが可能となる。

・トラブル発生時

走行レーンでのトラブル発生箇所を、故障・エラー等を検知した自動搬送機よりGPSで受領(加速度センサーでの異常検知も含む)。

位置情報を元に、トラブル発生箇所の最も近くにあるキロポストを表示する(※弊社では「キロポスト連携」という技術で一部実用化済み)。

さらにクラウドカメラを特定、首振り/ズームした状態で該当箇所の映像を表示する(要追加開発。1年程度)

これにより現場の特定、状況の把握を迅速に行い、駆けつけ→復旧を速やかに行うサポートをする。

また、エラーやトラブル検知時の該当部分の映像を抽出→生成AIで映像の解釈・タイトル付け→重要度判定、などの発展型も想定される(数年以内に実装できる見込み)。

なお走行レーンのトラブル箇所を映像解析から特定・アラートを上げる仕組みも技術的には構築可能。

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 搬送手法

【提案事業者・団体名】セーフィー(株)

項目: ①搬送手法(イ)運行マネジメントシステム

【技術の概要】

クラウドカメラ(映像をクラウド経由でどこからでも閲覧可能となる技術)を

①自動搬送機および貨物室にクラウド録画型ドラレコの設置

②自動物流道路に等間隔で設置

することで、

A: 運行を現場から離れた集中管理センターで一括管理(平時)

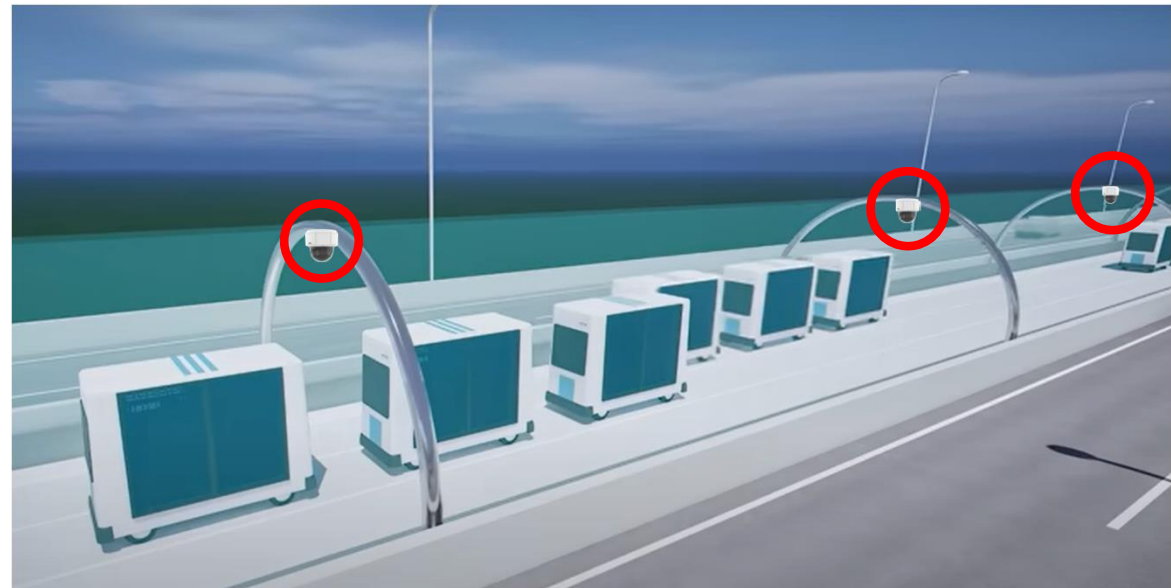
B: 衝突や荷崩れ、故障などを映像解析から検知し、集中管理センターへ通知する。この際、自動搬送機の加速度センサー+GPS+弊社開発のキロポスト連携により、トラブル発生箇所の特定を迅速に行い、現場に最も近いカメラの映像を出す(トラブル発生時)

ことで、円滑な運行を支援する仕組み。

・設置イメージ

自動物流道路のバー・支柱などへの設置

※レーン内取り付けの想定



①搬送手法

(ウ)貨物を安定させて搬送する手法

技術名称: 梱包設計・開発

項目: ①搬送手法(ウ)貨物を安定させて搬送する手法

【提案事業者・団体名】 ロジスティード(株)

【技術の概要】

- 中継拠点間の荷扱い、搬送時に使用する標準梱包資材の設計、開発（または推奨梱包資材）
- 上記について技術支援を行う。

【技術のイメージ】

自動物流道路での輸送時に使用する推奨梱包資材仕様の検討をコンサルティングサービスとしてご支援。

トータルで支援

要件定義 → 包装設計 → 試作 → 試験 → 完成



豊富な実績

【ご紹介の背景】

- ・自動物流道路構想でのオペレーションは標準されていることが大前提だと想定した場合、最低限、中継拠点の輸送荷姿は統一されているのが理想。
- ・オペレーションは徹底した自動化が図られる為、推奨梱包資材や仕様を定めるのが望ましいと考える。

【本技術の特長】

- ・日立グループ製品の包装設計を担い、磨き上げてきたノウハウ
- ・数々のパッケージコンテストでの受賞歴、特許の保有
- ・包装技術専門の各種試験機器を実装したテクニカルセンターの自社保有
※テクニカルセンターの詳細は次ページ「補足資料」を参照

【課題】

- ・知財の所有権

大型装置の国内輸送用梱包材開発

積載率向上/作業効率化

- ・製品6式/車 ⇒製品10式/車
- ・ランニング固定⇒固定作業なし

2021

ワンウェイ段積み治具

積載率向上/管理が簡単/作業が楽

- ・異形状貨物でも段積みが可能
- ・段ボール素材で使い捨て
- ・使用時は破けず回収

2020

洗濯機下部の組立て改善

大型組立機体の搬送包装

地アスチクの積載

2021

2020

2019

2016

試験機/設備の紹介

振動試験機

圧縮試験機

落下試験機

環境試験機

輸送環境記録計

サンプルカッター

補足資料 ①搬送手法(ウ)

技術名称: 梱包設計・開発

【提案事業者・団体名】 ロジスティード(株)

項目: ①搬送手法(ウ) 貨物を安定させて搬送する手法

包装試験『テクニカルセンタ』



《所在地》 千葉県松戸市八ヶ崎緑町34
松戸研修所敷地内

強み

- ✓ 自社所有の包装試験場
- ✓ 多彩な包装試験機・計測器を使用した定量的テスト
- ✓ 輸送モードを想定した振動・衝撃テスト
- ✓ JIS・ASTM・UN等の各種試験規格に対応

主要顧客

電機機器、自動車部品、プラスチック製品、試験機器
化学製品、精密機器、他

主な事象と保有設備一覧



汚れ、擦れ、変形、破損、潰れ、へたり、
破袋(漏れ)、サビ、異物、異臭、変色……



振動試験機



圧縮試験機



自由落下試験機



環境試験室



輸送環境記録計



片支持落下試験機

①搬送手法 (工)通信

技術名称: IoTデータ収集プラットフォーム

丸文株式会社 ・ 株式会社デンソーウェーブ

項目: ①搬送方法-(エ) 通信、②拠点における自動荷役に
関する技術(ア)、④ その他

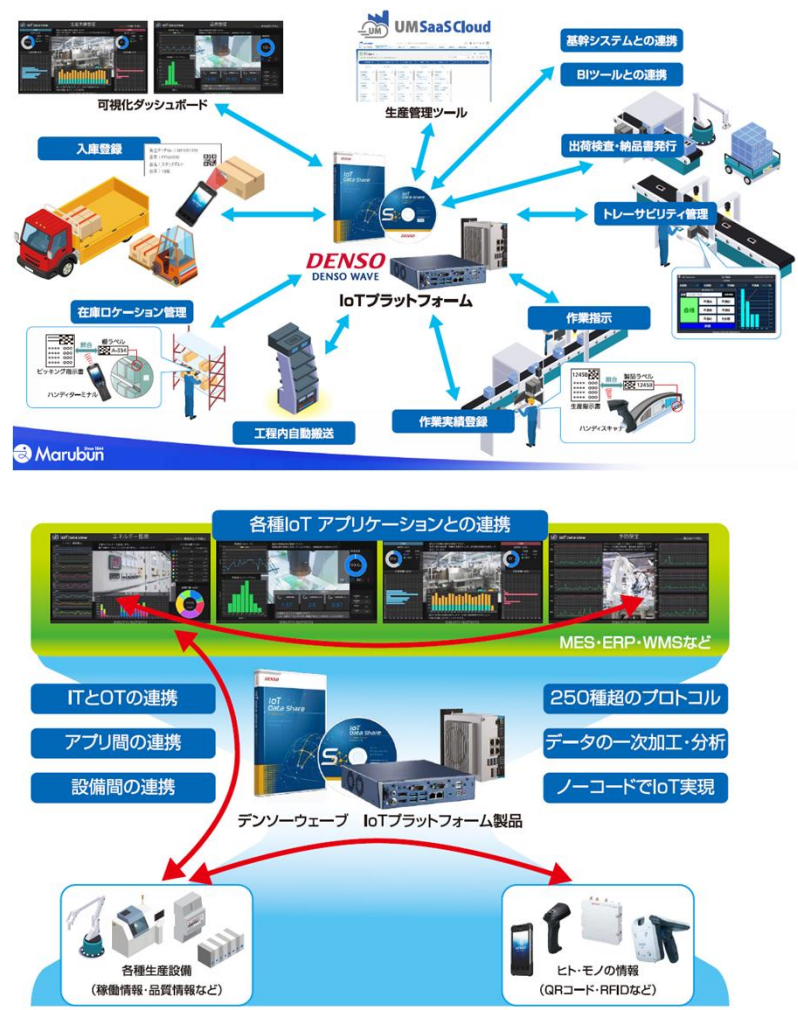
【技術の概要】
物流施設に設置される様々な設備の稼働データを、クラウドに集めるためのデータ収集プラットフォーム

【技術のイメージ・技術導入の効果】

【導入効果】
本構想に接続する様々な機器から、“解析可能なデータ”集めることで、数値に基づいた継続的な効率化を推進することができます。

【工業設備からのデータ収集における課題】
工場や物流センターの中で使われる工業設備には、WindowsやLinuxといったOSがなく、画一的なデータ（解析に利用できるデータ）を収集するためには、設備設計時からデータの収集方法を考慮しておく必要があります。多数の事業者が関わり、全国を網羅する自動物流道路構想では、これらの仕様を限定することが難しいことが想像されます。

【本技術の特徴】
本提案のIoTデータ収集プラットフォームは、この課題を解決するために開発し、磨き上げられた構想であり、以下の優位性を持っています。
(デンソー社のF-IoTプロジェクトで、使用されているため、工業設備からデータを収集するために必要な機能・非機能要件を考慮できている)
・デンソー社の国内外の工場で、設備を新設することなくクラウドにデータを収集できている＝自動物流道路に必要な拠点の施設からもデータを収集することができる。
<https://www.denso.com/jp/ja/news/newsroom/2020/20201005-01/>
・工業用設備から適切なデータを吸い上げるために必要な機能・非機能要件が実装されている。
データの欠落を監視、時刻同期（設備の時刻はバラバラ）、現場でのバッファリング（クラウドまでの通信は不安定な時がある）など
・“プロバイダ”と呼ばれる通信プロトコルを追加することで、新たな設備からデータを吸い上げることができる（日本ロボット工業会のORiN協議会が推奨する仕組み）
プロバイダー一覧 <https://www.denso-wave.com/ja/system/iot/product/share.html>
ORiN協議会 <https://www.orin.jp/>
・安定稼働している設備に、本概念を適用する（疎結合）ことで、設備の動作を妨げることなくデータを収集することができる。

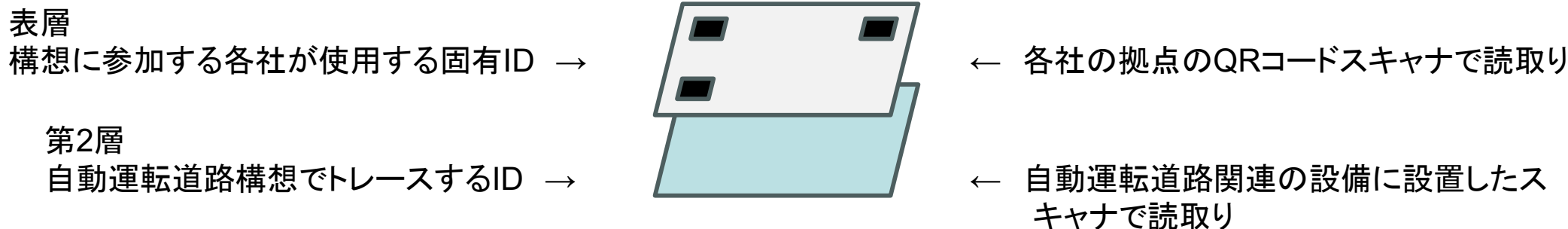


その他のご提案

IoTデータ収集プラットフォームに自動運転物流専用QRコードを組み込むことで、設備の稼働に加え、荷物の流動を可視化することができます。

荷物と紐づいて管理される伝票には、各荷主企業の会計システムと連動したコードが付与されているため、物流事業者が自由に変更することはできません。

当社の特別なQRコードを使用することで、この課題を解決することができます。



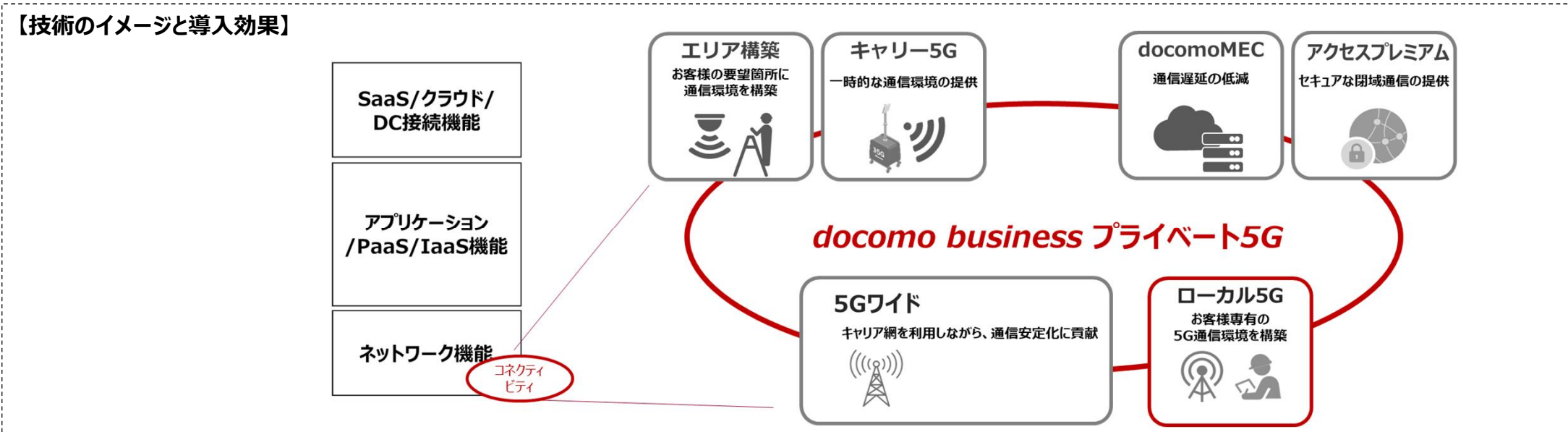
IoTデータ収集プラットフォームによる設備稼働管理と、複層QRコードによる荷物管理を組合せ、データ解析とプロセス改善を推進することで、効率的に自動運転道路構想を進化させることができると考えます。

技術名称：混雑エリアでも安定した通信を実現_5G

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
5Gワイドは、広範囲にわたる高速・大容量通信を実現する通信技術で、モバイル通信における速度向上と通信速度の安定化に優れています。今後、さらに幅広いご要望にお応えできるよう高度化・充実化を図ってまいります。



5Gワイドはプライベート5Gの一部として構成されます。プライベート5Gとは、5Gをはじめとしたモバイルネットワークをお客様のご要望やニーズに合わせて提供し、最適な通信環境を実現するサービスです。さらに、お客様のニーズに応じて自由にカスタマイズが可能であり、エリア調査から設計・構築・導入支援まで幅広くサポートする総合コンサルティングサービスでもあります。その中で、5Gワイドはドコモの通信ネットワークを利用し、混雑エリアや時間帯においても安定した通信を提供するモバイルネットワークサービスです。これにより、通信速度の向上と通信の安定化が実現されます。

【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】
5Gワイドは、同一エリア内の一般ユーザーと比較して、より高速な通信速度が見込めます。また、一般ユーザーに比べてスループットの速度変動（揺らぎ）が少ない通信を実現できるため、混雑エリアにおいても通信が途切れることなく安定した通信が可能です。自動物流道路への導入においては、5Gワイドは高品質な通信を提供できるため、通信の途切れやデータの損失を最小限に抑え、自動パレット運行中の確実なデータ伝送が保証されることで、安全な運行が実現します。さらに、5Gワイドを映像伝送に用いることでビットレートの向上が見込め、混雑した中継エリアからの映像乱れの改善や、より高精細な映像配信が可能となります。また、5Gワイドは全国で利用可能なため、都市部だけでなく地方や郊外エリアでも安定した通信が可能です。これにより、自動パレットがどこにいてもリアルタイムでの監視や管理が行え、自動物流車両は安定した通信環境で運行ができるようになります。

【出所】NTTコミュニケーションズ社作成
【出所】NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/business/services/5gwide.html>
【出所】NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/business/lp/5g/private5g.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：混雑エリアでも安定した通信を実現_5G
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
5Gワイドは、広範囲にわたる高速・大容量通信を実現する次世代の通信技術で、モバイル通信における速度向上と通信速度の安定化に優れています。これにより、広帯域幅を必要とするアプリケーションでも遅延なく利用できます。

【5Gワイドの価格優位性と通信品質の安定性について】

サービス	機能イメージ	機能の特徴	混雑影響	提供価格	通信速度	利用可能エリア
		主な特徴(安定通信のレベル感)				
一般 (パブリック網)		・ 一般コンシューマと同等	受ける	低	低	日本全国 (LTE・5G対応)
① 5Gワイド (パブリック網)		・ 無線リソースを相対的に多く割り当て (ベストエフォート型) →緊急車両の通行	受ける	中	低～中	日本全国 LTE(PREMIUM 4G)エリア※・ 5G対応
② L5G		・ 無線リソース全占有(自営網) ・ 設備構築が必要 →専用道路の利用	受けない	高	高	スポット (特定敷地内)

5Gワイドを利用することで、一般の通信ネットワークを利用する場合に比べて、より安定した通信品質を比較的安価に実現します。また、ローカル5Gと比較しても、5Gワイドには以下のような利点があります。つまり、5Gワイドは一定の通信品質を安価に提供できるため、自動物流道路への導入に有用です。

- (1) ローカル5Gとの比較
- ①ローカル5Gは高品質な通信を提供できますが、導入コストが高く、利用エリアも限定されます
 - ②5Gワイドは、ローカル5Gに比べて安価に提供でき全国で利用可能なため、都市部だけでなく地方や郊外エリアでも安定した通信が可能です

※LTE(PREMIUM 4G)エリアはこちらからご確認ください。

https://www.docomo.ne.jp/area/servicearea/?rgcd=03&cmcd=LTE&scale=2048000&lat=35.690767&lot=139.756853&icid=CRP_AREA_premium_4g_txt01_to_CRP_AREA_servicearea

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：混雑エリアでも安定した通信を実現_5G

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
5Gワイドは、広範囲にわたる高速・大容量通信を実現する次世代の通信技術で、モバイル通信における速度向上と通信速度の安定化に優れています。これにより、広帯域幅を必要とするアプリケーションでも遅延なく利用できます。

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）想定スケジュール

- ①準備期間
プロジェクト計画の策定/必要なハードウェアとソフトウェアの調達/チームの編成とトレーニング
- ②初期導入
システム設置と初期設定/パイロットテスト実施/初期フィードバックの収集と改善
- ③本格導入
全面展開と運用開始/継続的なモニタリングと最適化/定期的なレビューとアップデート

（２）コスト試算

- ①初期費用:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
ハードウェア:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
ソフトウェアライセンス:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
設置・設定費用:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
- ②運用費用（年間）:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
メンテナンス費用:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
サポート費用:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
トレーニング費用:導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます

（３）提案技術の成熟段階
5Gワイドは全国のLTE（Premium4G）/5Gエリアで利用可能で、通常のモバイル回線と殆ど変わらないエリアでご利用可能です

【出所】NTTコミュニケーションズ社 <https://www.ntt.com/business/services/5gwide.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：混雑エリアでも安定した通信を実現_5G

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

5Gワイドは、広範囲にわたる高速・大容量通信を実現する次世代の通信技術で、モバイル通信における速度向上と通信速度の安定化に優れています。これにより、広帯域幅を必要とするアプリケーションでも遅延なく利用できます。

（４）自動物流道路への導入に必要な検証項目・ユースケース

①検証項目

④データ伝送の信頼性
高速かつ安定したデータ伝送が可能かどうかを検証します。特に、混雑エリアでの通信品質のゆらぎを最小限に抑えることが重要です

⑤貨物の位置情報や状態
貨物の位置情報や状態をリアルタイムで把握できるかを評価します。これにより、運行管理の効率化が図れます。

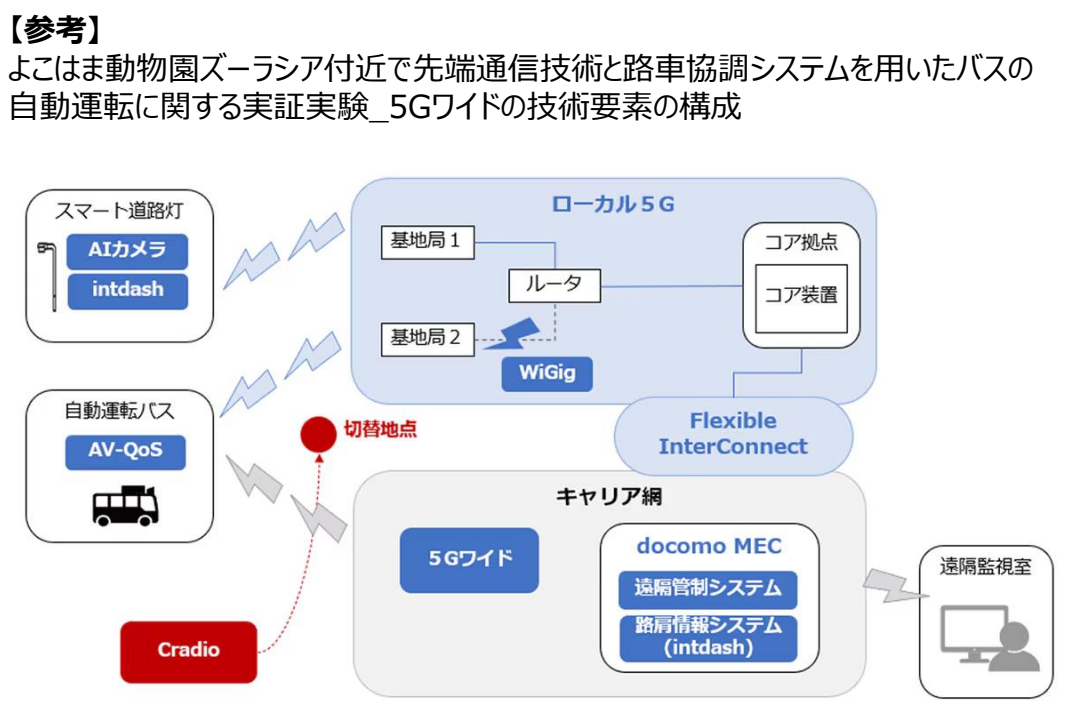
⑥セキュリティ
データの安全性とプライバシー保護を確認します。特に、データの暗号化やアクセス制御が適切に行われているかを検証します

⑦スケーラビリティ
大規模なデータ量に対応できるかを検証します。自動物流道路では、多数のデバイスからのデータを同時に処理する必要があります

②ユースケース

横浜ズーラシアでの実証実験では、5Gワイドを活用して自動運転バスの遠隔監視と制御が行われました。この実証実験では、混雑エリアにおける通信品質の安定化を目指し、複数のネットワークサービス（ローカル5Gおよび5Gワイド）の無線品質の劣化を予測し、未然に切り替える通信システムの検証が行われました。また、映像伝送の遅延やカクつきを最小限に抑える**Audio-Visual Quality of Service（AV-QoS）**の検証も実施されました。これにより、混雑した環境でも安定した通信が確保され、自動運転バスの安全な運行が実現しました。

【出所】NTTコミュニケーションズ社 https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2024/0930_2.html



技術名称：6G（第6世代移動通信システム）

項目：①搬送手法（工）通信

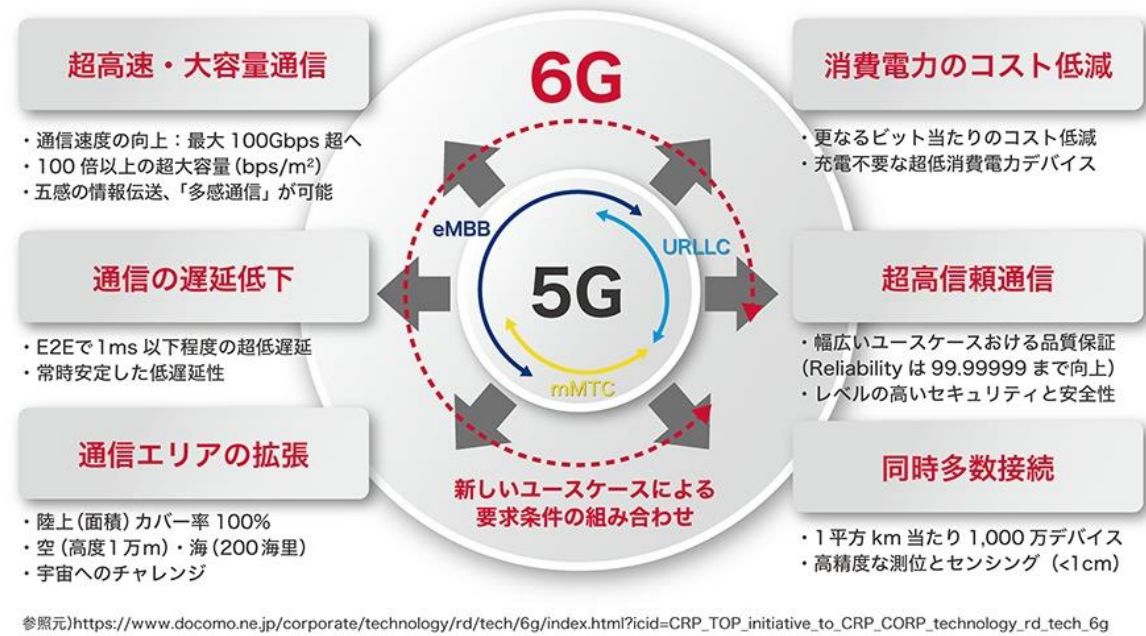
【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

6Gは、超高速・大容量通信、超低遅延、広域カバレッジ、低消費電力、高信頼性、多数同時接続を特徴とする次世代移動通信システムで、物流の効率化に貢献します。

【技術のイメージと導入効果】

「6G」技術は、超高速・低遅延の通信を実現し、自動物流道路におけるリアルタイムデータの伝送と処理を可能にします。これにより、無人搬送機器の制御や運行管理が高度化され、効率的な物流が実現します。技術導入の効果としては、6Gの低遅延通信により、無人搬送機器のリアルタイム制御が可能となり、運行の安全性と効率性が向上します。また、大容量データの高速伝送が可能となり、物流データのリアルタイム解析が実現します。これにより、物流の最適化が図れます。そして、6Gの広域カバレッジにより、遠隔地からの監視・制御が可能となり、運用コストの削減が期待できます。



【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】

6G技術は、超高速・大容量通信、超低遅延、広域カバレッジ、高信頼性、多数同時接続を特徴とし、物流の効率化に貢献します。自動物流道路への導入により、無人搬送機器のリアルタイム運行管理が可能となり、運行の効率性と安全性が向上します。また、広域ネットワークの構築により、都市間や国際間のシームレスな物流が実現し、運用コストの削減や環境負荷の低減が期待されます。6G技術は、物流システム全体の最適化と持続可能な運用に寄与する重要な技術です。

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：6G（第6世代移動通信システム）

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

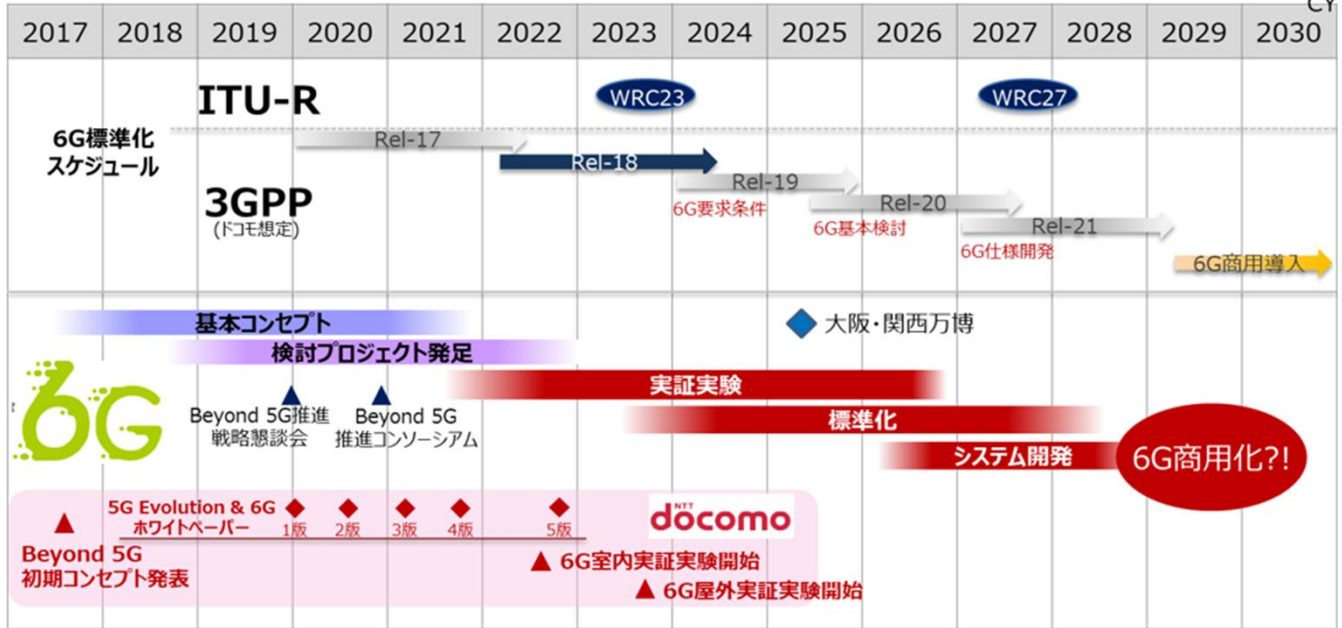
【技術の概要】

6Gは、超高速・大容量通信、超低遅延、広域カバレッジ、低消費電力、高信頼性、多数同時接続を特徴とする次世代移動通信システムで、物流の効率化に貢献します。

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）想定スケジュール

2017年ごろ頃からBeyond 5Gに関する検討の学会発表を開始しており、2020年1月には、「ドコモ6Gホワイトペーパー」の初版を公開し、現在までアップデートを行っております。さらに、2022年に屋内で2023年には屋外での実証実験を開始しており、2024年からは6Gの国際標準化が本格的に進められていくものと想定されます



（２）提案技術の成熟段階

6G技術は現在、研究・技術開発段階にありますが、実証段階に移行しつつあります

★次項に続く

技術名称：6G（第6世代移動通信システム）
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
6Gは、超高速・大容量通信、超低遅延、広域カバレッジ、低消費電力、高信頼性、多数同時接続を特徴とする次世代移動通信システムで、物流の効率化に貢献します。

- （３）自動物流道路への導入に必要な検証項目**
- ①検証項目
 - ④通信インフラの整備：6G通信基地局の設置場所、アンテナの配置、通信カバレッジの確保
 - ⑤低遅延通信の実証：6Gの低遅延性能（1ms以下）の実証、リアルタイムデータ伝送の信頼性
 - ⑥大容量データ伝送の実証：6Gの大容量データ伝送能力（100Gbps以上）の実証、データ解析の効率性
 - ⑦エッジコンピューティングの導入：エッジサーバーの配置、データ処理の分散化
 - ⑧AIによるネットワーク最適化：AIを活用したネットワークの自己最適化・自己修復機能の実証
 - ⑨セキュリティ対策：6Gネットワークのセキュリティプロトコル、データ保護対策

【出所】NTT <https://www.rd.ntt.as/history/wireless/wi0527.html>
【出所】NTT技術ジャーナル <https://journal.ntt.co.jp/article/15191>

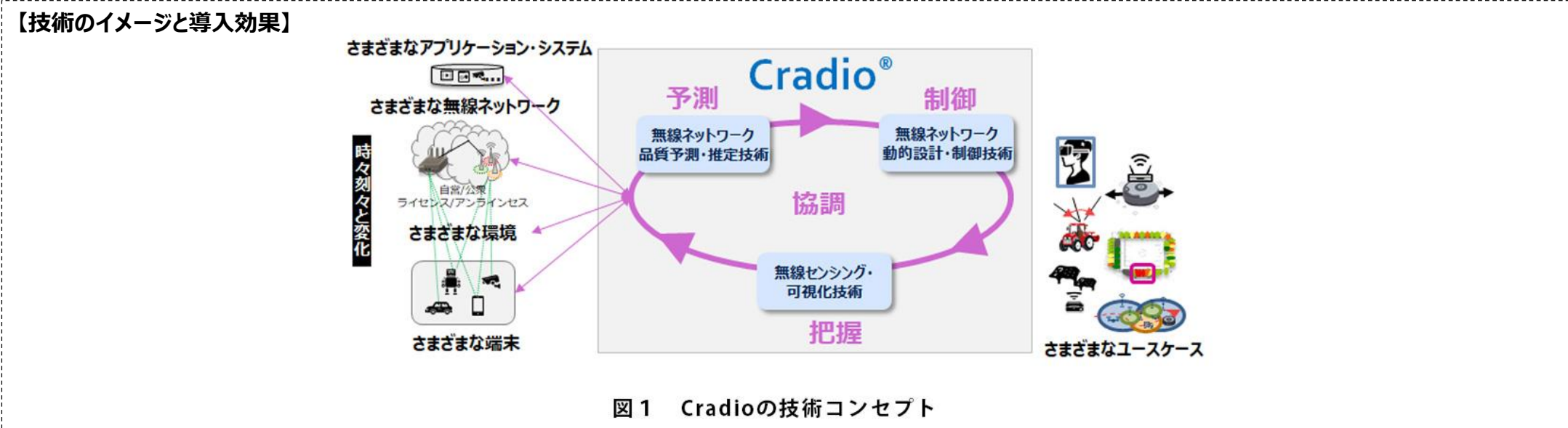
技術名称：マルチ無線プロアクティブ制御技術_Cradio®

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

マルチ無線プロアクティブ制御技術（Cradio®）は、複数の無線通信技術を統合し、リアルタイムで最適な通信経路を選択することで、安定した通信環境を提供します。この技術は、物流システムにおいて重要なデータ通信の信頼性と効率性を向上させることができます。



導入効果として、Cradio®の導入により、自動物流道路では安定した通信環境、通信の効率的な運用、異なる通信環境や要件に対する柔軟な対応、物流車両の安全性の向上、通信インフラの運用コストの削減が期待できます。これにより、全体の運用がより効率的かつ安全になります。

【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】

マルチ無線プロアクティブ制御技術（Cradio®）のアピールポイントは、リアルタイムで無線ネットワークの状態を把握し、予測・制御する能力です。これにより、常に最適な通信環境を提供し、通信の途切れや遅延を最小限に抑えます。自動物流道路への導入により、物流車両の運行管理や遠隔操作がスムーズに行われ、全体の運用効率が向上します。また、多様な無線通信規格に対応し、異なる通信環境や要件に柔軟に対応できるため、様々な通信ニーズに応じた最適なソリューションを提供します。さらに、安全性の向上とコスト削減も期待できるため、自動物流道路の運用がより効率的かつ安全になります。

【出所】NTT技術ジャーナル <https://journal.ntt.co.jp/article/13100>
【出所】NTT R&D Website <https://www.rd.ntt/research/AS0096.html>
【出所】NTT R&D Website https://www.rd.ntt/research/JN202408_28848.html

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：マルチ無線プロアクティブ制御技術_Cradio®
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

マルチ無線プロアクティブ制御技術（Cradio®）は、複数の無線通信技術を統合し、リアルタイムで最適な通信経路を選択することで、安定した通信環境を提供します。この技術は、物流システムにおいて重要なデータ通信の信頼性と効率性を向上させることができます。

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）想定スケジュール

- ①研究・技術開発段階
無線状態把握・品質予測技術、伝搬推定・置局設計技術、協調技術の開発と統合
- ②実証段階（←現在のステータス）
実際の自動物流道路環境での試験運用と評価
- ③事業化・商用化段階
商用化に向けた最終調整と市場投入

（２）コスト試算

- ①開発費用
研究・技術開発：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
実証試験：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
- ②導入費用
インフラ整備：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
システム導入：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
- ③維持管理費用
年間運用・保守：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます

（３）提案技術の成熟段階

現在、Cradio®技術は実証段階にあります。既にいくつかの実証実験が行われており、商用化に向けた最終調整が進められています

★次項に続く

【出所】NTT技術ジャーナル <https://journal.ntt.co.jp/article/13100>
【出所】NTT R&D Website <https://www.rd.ntt/research/AS0096.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：マルチ無線プロアクティブ制御技術_Cradio®

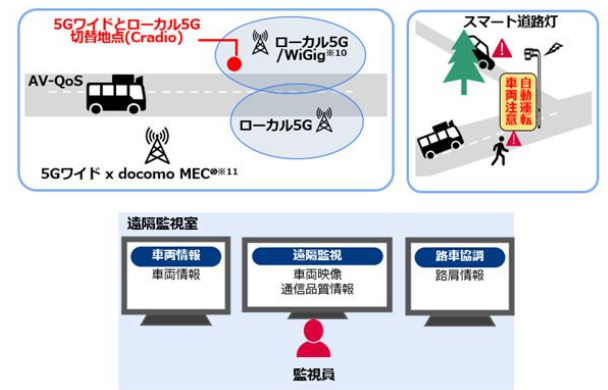
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

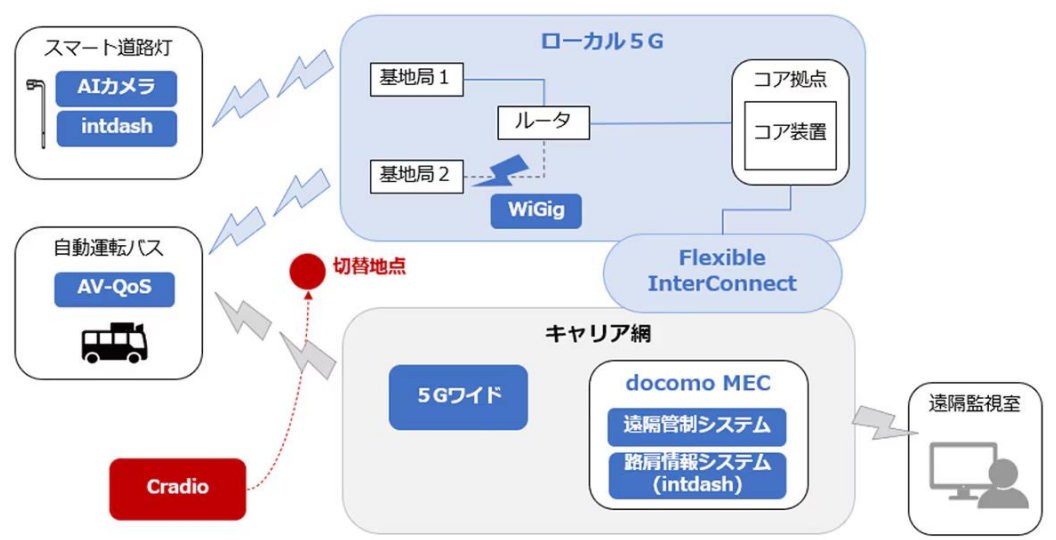
【技術の概要】
マルチ無線プロアクティブ制御技術（Cradio®）は、複数の無線通信技術を統合し、リアルタイムで最適な通信経路を選択することで、安定した通信環境を提供します。この技術は、物流システムにおいて重要なデータ通信の信頼性と効率性を向上させることができます。

（４）自動物流道路への導入に必要な検証項目・ユースケース

- ①検証項目
 - ①通信品質の安定性
無線ネットワークの途切れや遅延の有無を確認
 - ②運用効率
物流車両の運行管理や遠隔操作のスムーズさを評価
 - ③安全性
通信品質の低下を事前に検知し、適切な対策が取れるかを確認。
- ②ユースケース
「よこはま動物園ズーラシア付近での自動運転バスの通信最適化の事例」
2024年9月30日から10月8日にかけて、よこはま動物園ズーラシア付近で自動運転バスの通信最適化を目的とした実証実験が行われました。この実験では、混雑エリアでも安全な自動運転を実現するために、Cradio®を用いて無線品質の劣化を予測し、未然に切り替える通信システムが検証されました



【参考】
よこはま動物園ズーラシア付近で先端通信技術と路車協調システムを用いたバスの自動運転に関する実証実験_5Gワイドの技術要素の構成



【出所】NTT技術ジャーナル <https://journal.ntt.co.jp/article/13100>
【出所】NTT R&D Website <https://www.rd.ntt/research/AS0096.html>
【出所】NTTテクノクロス株式会社 https://www.ntt-tx.co.jp/whatsnew/2024/240930_1.html

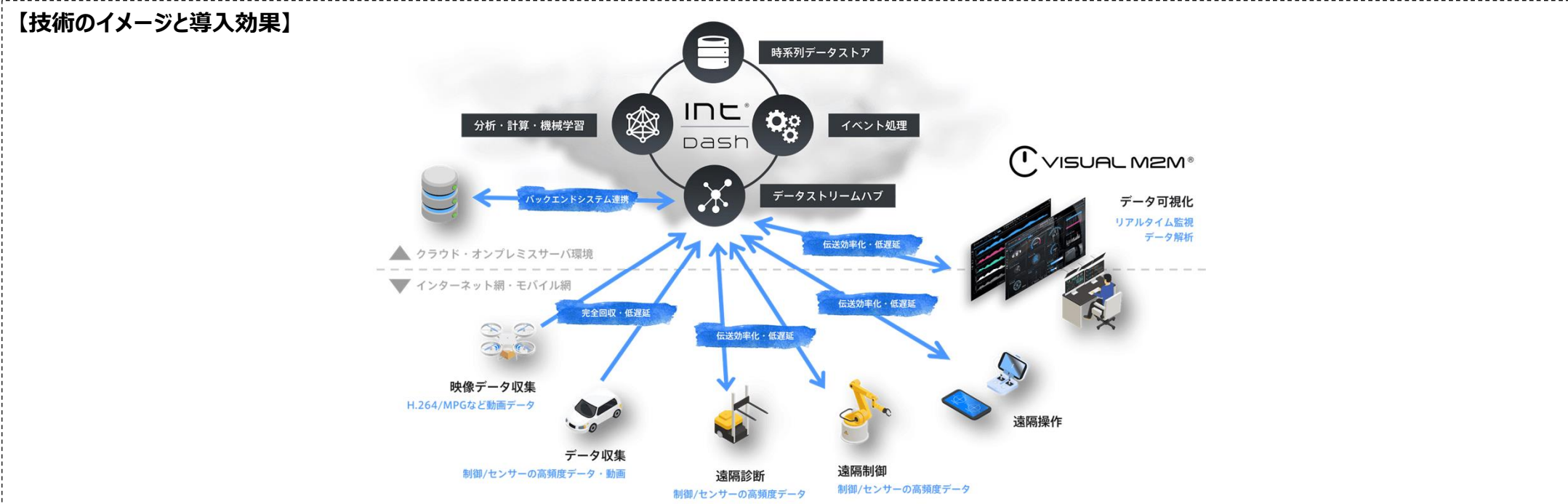
技術名称：IoTデータ伝送ミドルウェア_intdash

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

「intdash」は、IoTデバイスからのデータを効率的に収集・伝送するためのミドルウェアです。高いデータ伝送速度と信頼性を特徴とし、リアルタイムでのデータ処理が可能です。



「intdash」は、IoTデバイスからのデータをリアルタイムで収集・伝送する高性能ミドルウェアです。これにより、データの即時処理と分析が可能となり、運用効率が大幅に向上します。導入効果として、データ伝送の高速化、システムの信頼性向上、運用コストの削減が期待されます

【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】

「intdash」は、IoTデバイスからのデータをリアルタイムで収集・伝送する高性能ミドルウェアです。特許取得済みの独自プロトコルiSCP（intdash Stream Control Protocol）により、低遅延かつ大容量のデータ伝送が可能です。これにより、自動物流道路における貨物の位置情報や状態をリアルタイムで把握し、効率的な運行管理が実現できます。また、API/SDKを活用することで、既存システムとの連携が容易であり、柔軟なデータ管理が可能です。これらの特長により、自動物流道路の運用効率向上とコスト削減が期待されます

【出所】NTTコミュニケーションズ社 https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2023/1010_2.html
【出所】アプトポッド社 <https://www.aptpod.co.jp/products/software/technology/>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：IoTデータ伝送ミドルウェア_intdash
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

「intdash」は、IoTデバイスからのデータを効率的に収集・伝送するためのミドルウェアです。高いデータ伝送速度と信頼性を特徴とし、リアルタイムでのデータ処理が可能です。

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）・コスト等】

（１）想定スケジュール

- ①準備期間
プロジェクト計画の策定/必要なハードウェアとソフトウェアの調達/チームの編成とトレーニング
- ②初期導入
システム設置と初期設定/パイロットテスト実施/初期フィードバックの収集と改善
- ③本格導入
全面展開と運用開始/継続的なモニタリングと最適化/定期的なレビューとアップデート

（２）コスト試算

- ①初期費用：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
ハードウェア：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
ソフトウェアライセンス：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
設置・設定費用：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
- ②運用費用（年間）：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
メンテナンス費用：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
サポート費用：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます
トレーニング費用：導入する規模が具体化した際に、再度試算させていただきます

（３）提案技術の成熟段階

「intdash」は、デジタルツインや遠隔操縦機能の強化により、産業DX（デジタルトランスフォーメーション）を推進する200件以上のプロジェクトで採用されています。これにより、物流、建設、自動車開発などの分野での実用化が進んでおり、技術の成熟度が高いことが確認されています

【出所】アプトポッド社 <https://www.aptpod.co.jp/products/software/technology/>
【出所】NTTコミュニケーションズ社 https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2023/10/10_2.html
【出所】アプトポッド社 https://www.aptpod.co.jp/news/news/20240423_intdash

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：IoTデータ伝送ミドルウェア_intdash

項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
「intdash」は、IoTデバイスからのデータを効率的に収集・伝送するためのミドルウェアです。高いデータ伝送速度と信頼性を特徴とし、リアルタイムでのデータ処理が可能です。

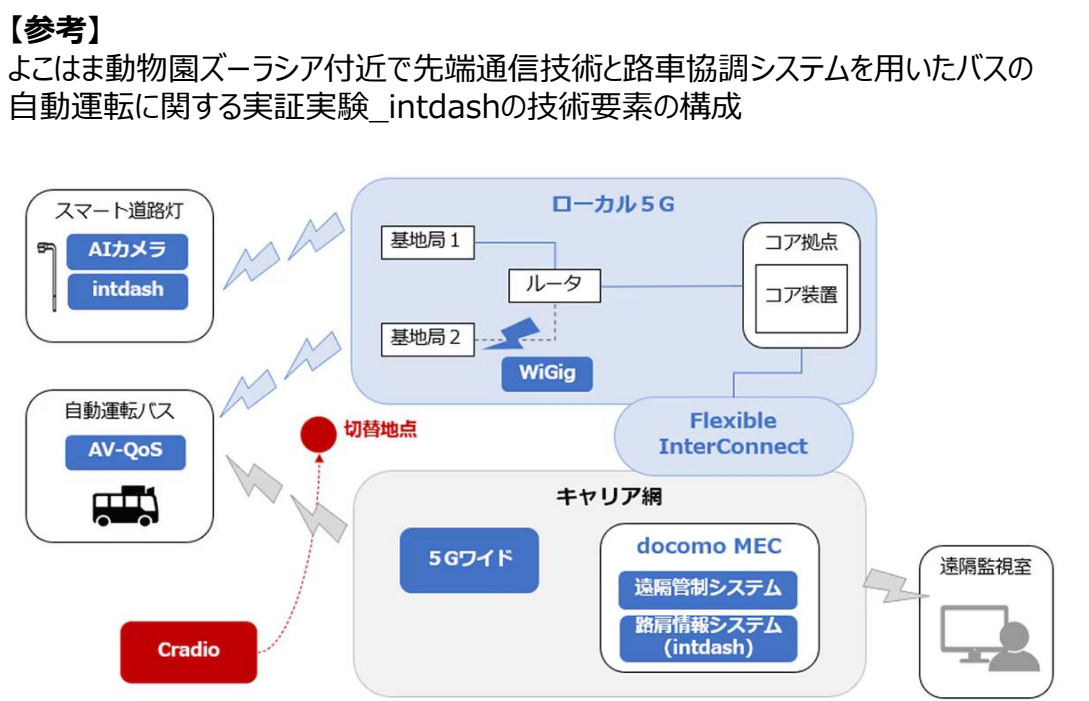
- （４）自動物流道路への導入に必要な検証項目・ユースケース**
- ①検証項目**
- ①データ伝送の信頼性
高速かつ安定したデータ伝送が可能かどうかを検証します。特に、低遅延で大容量のデータを確実に伝送できるかが重要
 - ②リアルタイム性
データのリアルタイム処理能力を評価します。自動物流道路では、貨物の位置情報や状態をリアルタイムで把握する必要があります
 - ③セキュリティ
データの安全性とプライバシー保護を確認します。特に、データの暗号化やアクセス制御が適切に行われているかを検証します
 - ④スケーラビリティ
大規模なデータ量に対応できるかを検証します。自動物流道路では、多数のデバイスからのデータを同時に処理する必要があります
- ②ユースケース**
「よこはま動物園ズーラシア付近で先端通信技術と路車協調システムを用いたバスの自動運転に関する実証実験」において、intdashを使用した複数センサーデータの統合管理を実施。具体的には、車両やロボットなどの高頻度・大容量の時系列データのハイパフォーマンスなデータ伝送。および、複数センサーのデータの統合管理を実施
- 【出所】アプトポッド社 <https://www.aptpod.co.jp/products/usage/>

【出所】アプトポッド社 <https://tech.aptpod.co.jp/entry/2024/11/25/170000>

【出所】アプトポッド社 <https://www.aptpod.co.jp/products/software/intdash/>

【出所】アプトポッド社 <https://www.aptpod.co.jp/products/industry/logistics/>

【出所】NTTコミュニケーションズ社 https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2024/0930_2.html

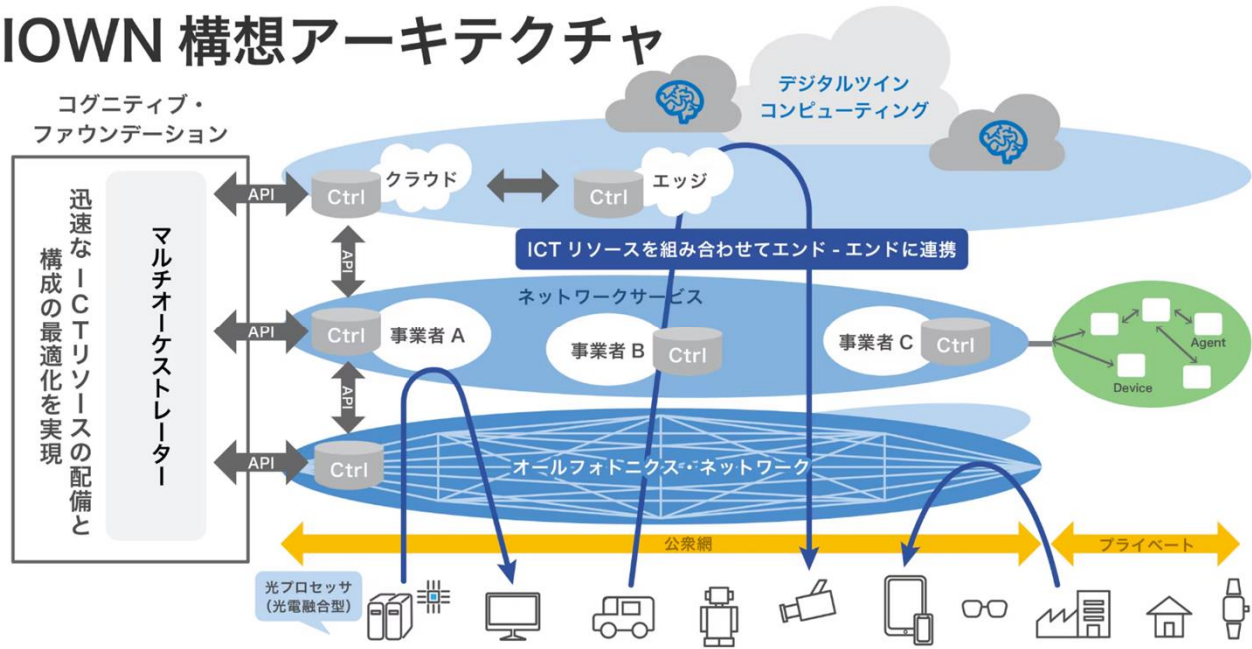


技術名称：IOWN
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）は、NTTコミュニケーションズが提案する次世代通信インフラです。IOWNは、光通信技術と無線技術を融合させ、高速・大容量・低遅延の通信を実現します。

【技術のイメージと導入効果】
技術のイメージ：IOWNは、光通信と無線通信を組み合わせたハイブリッドネットワークであり、高速・大容量のデータ伝送と低遅延でのリアルタイム通信が可能です。
導入効果：自動物流道路において、リアルタイムデータの収集・分析が可能となり、高速通信により物流システムの効率化と最適化が実現します。また、低遅延通信により、自動運転車両の安全性と信頼性が向上します。



【当該技術のアピールポイントと自動物流道路へ導入する有用性】
IOWNは、高速・大容量通信により、大量のデータをリアルタイムで処理可能です。また、低遅延通信により、即時のフィードバックと制御が可能です。さらに、光通信技術を活用することで、安定した通信環境を提供します。導入する有用性としては、自動物流道路においてこれらの技術により、車両間通信やインフラとの通信が円滑に行え、リアルタイムデータの収集・分析が可能となります。これにより、物流の効率化と安全性の向上が期待できます。

【出所】NTT <https://group.ntt.jp/group/iown/>
【出所】NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/about-us/technology-strategy.html>

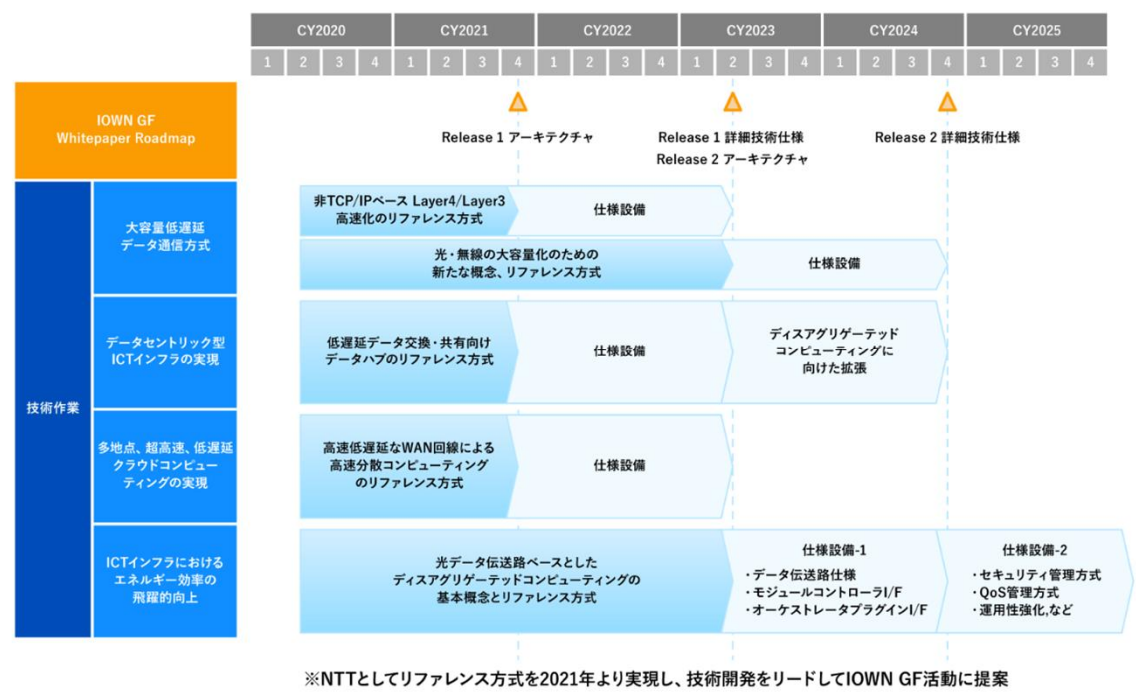
自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：IOWN
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】
IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）は、NTTコミュニケーションズが提案する次世代通信インフラです。IOWNは、光通信技術と無線技術を融合させ、高速・大容量・低遅延の通信を実現します。

【技術導入の想定スケジュール（開発期間）等】
（１）想定スケジュール
本ロードマップに従い、データセントリックコンピューティング技術、ディスアグリゲータッドコンピューティング技術などをIOWN構想に取り込んでいくことにより、Smart World時代のナチュラルなサイバー空間の創造を加速していきます。



※NTTとしてリファレンス方式を2021年より実現し、技術開発をリードしてIOWN GF活動に提案

（２）提案技術の成熟段階
IOWNの技術は現在、実証段階から事業化・商用化段階に移行しつつあります。NTTグループは、2030年までにIOWNの商用化と広範な導入を目指しています。

【出所】NTT <https://www.rd.ntt/iown/>
【出所】NTT <https://group.ntt.jp/group/iown/whats.html>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称：IOWN
項目：①搬送手法（工）通信

【提案事業者・団体名】NTTコミュニケーションズ株式会社

【技術の概要】

IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）は、NTTコミュニケーションズが提案する次世代通信インフラです。IOWNは、光通信技術と無線技術を融合させ、高速・大容量・低遅延の通信を実現します。

- ### （３）自動物流道路への導入に必要な検証項目・ユースケース

①検証項目

 - ①通信の安定性と信頼性の検証
 - ②自動運転車両との通信適合性の確認
 - ③データセキュリティの確保
 - ④実際の運用環境でのパフォーマンス評価
- ### （４）ユースケース

株式会社日立製作所(以下、日立)とNTTコミュニケーションズ株式会社(以下、NTT Com)は、このたび、超高速かつ超低消費電力を実現するIOWN構想の主要技術であるオールフォトニクス・ネットワーク(以下、APN)を用いた分散型データセンターの実現に向けた技術検証の一つとして、日立ヴァンタラ株式会社(以下、日立ヴァンタラ)のHitachi Virtual Storage Platform One Block(以下、VSP One Block)とIOWN APN※3を用いた共同実証を実施しました



【出所】NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2024/1205.html>

②拠点における自動荷役に関する技術

(ア) 自動での荷役技術

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】株式会社ダイフク

【技術の概要】

自動物流道路拠点内における省人化、無人化、省スペース化

【技術のイメージ・技術導入の効果】

【技術のイメージ】

・別紙添付資料をご参照ください。

【技術導入の効果】

・トラック荷降し積み込みの省人化

・拠点内でのパレット搬送の省人化、無人化

・パレット保管、荷揃えの省人化、無人化、省スペース化

自動物流道路拠点

荷降ろし
・フォークリフト
・トラックアンローダー
・無人フォーク

仕分け・荷揃え・一時保管
一定期間滞留
(日時指定品など)
自動倉庫

仕分け、仮置き

荷積み
・フォークリフト
・トラックローダー
・無人フォーク

96

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

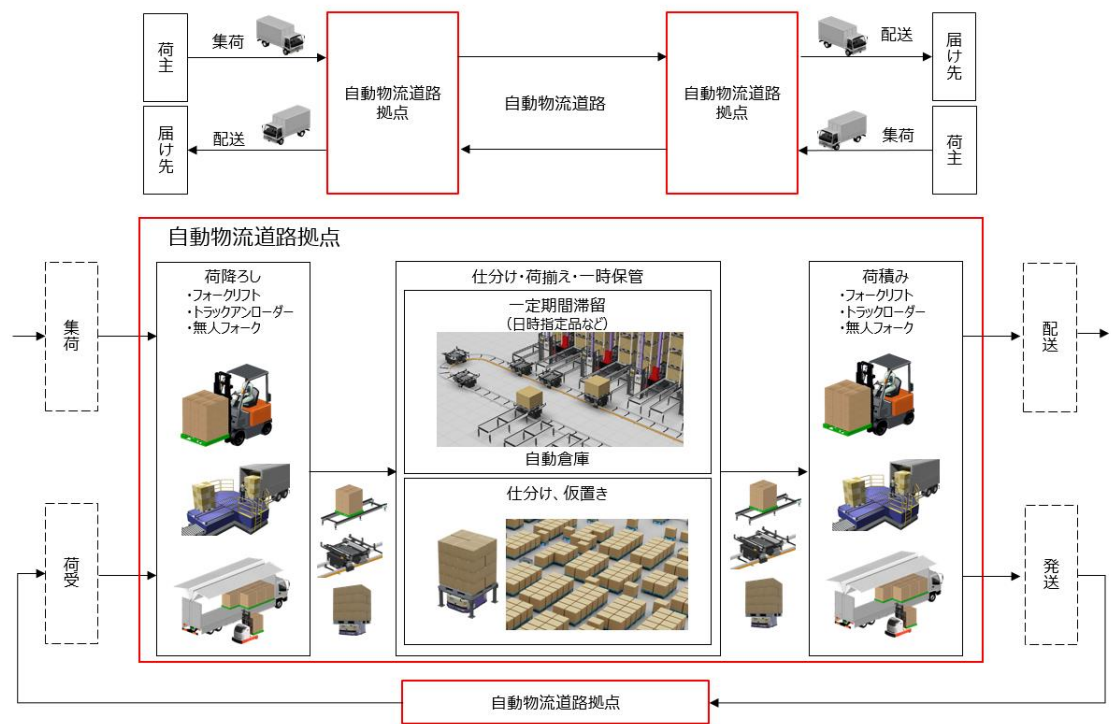
【提案事業者・団体名】株式会社ダイフク

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【技術の概要】
自動物流道路拠点内における省人化、無人化、省スペース化

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■ 自動物流道路拠点イメージ



■ 技術導入の効果

- ・各項目における①～③の点
 - ①搬送手法: 1時間あたりの最大輸送能力及び記載可能な諸元寸法・重量; 輸送量、速度等; 必要に応じたシステムインテグレーション 耐久性、耐水性、耐塵性; 基本的には室内一般環境を前提とします メンテナンス; 使用頻度、予防保全か事後保全課等により協議が必要 遠隔制御機能等; コンピュータ関連の遠隔保守は必須と考えます
 - ②自動荷役に関する技術: 処理能力; パレット・ロールボックス系のユニットロードであれば 1時間あたり概ね700～1,000パレットを目処と考えます。
 - ③電源確保: 動力系200V 制御情報系100V
- ・アピールポイント
自動物流道路を構成するに際して、自動物流拠点は必須機能と考えます。自動物流拠点におけるシステムインテグレーションは、必要とする能力や取り扱うユニットロードにより都度計画する必要がありますが、概ね既存技術にて対応することが出来ると考えており、安定性やコストダウンが確保されるものと考えます。
バッファリング機能として、物流専用空間内以外にも物流拠点内に平置き倉庫・自動倉庫を確保することで、スムーズな荷物の入れ替えが実現できると考えています。

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術
項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】株式会社ダイフク

【技術の概要】
自動物流道路拠点内における省人化、無人化、省スペース化

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■ 自動倉庫モジュールイメージ

クレーン台数: 12台
保管数: 8,400PL (=24バンク×50ベイ×7レベル)
格納荷姿: 1100W×1100L×1800H

約70m
約45m
約15m
自動倉庫は30m高さまで対応可能

必要に応じて複数モジュールを計画

■ 仕分け装置 / 自動倉庫レイアウトイメージ

荷下ろし

一次待機パレット
自動倉庫格納

方面別仕分け

荷下ろし後、方面別仕分けトラック出荷時間まで猶予がある場合は、自動倉庫に一次待機

荷積み込み

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

【提案事業者・団体名】株式会社ダイフク

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【技術の概要】
自動物流道路拠点内における省人化、無人化、省スペース化

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■トラック自動積下ろし設備(参考)

1車分同時積み込み方式

ベースパレット式(ダイフク TRTS)



コンベヤ式(RORO)



https://www.youtube.com/watch?v=-f_xSgw8Dog

1パレット単位積み込み方式

AGV方式(ダイフク)



<https://www.youtube.com/watch?v=DAC0lr214oo>

パレット、ロールボックスを荷下ろしする設備が必要だが、専用トラックの形状・仕様に合わせて自動化設備をオーダーメイドする必要があります

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】株式会社ダイフク

【技術の概要】
自動物流道路拠点内における省人化、無人化、省スペース化

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】

・建築側に求める条件

①システム規模によりますが、設備に必要な電源容量(200V/100V)

②設備設置に際して必要な床強度

③設備設置に必要な梁下有効高さ

④その他

自動倉庫に設置が必要になった場合のスプリンクラー関連設備

災害時のBCP対応としての自家発電装置

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

・想定スケジュール

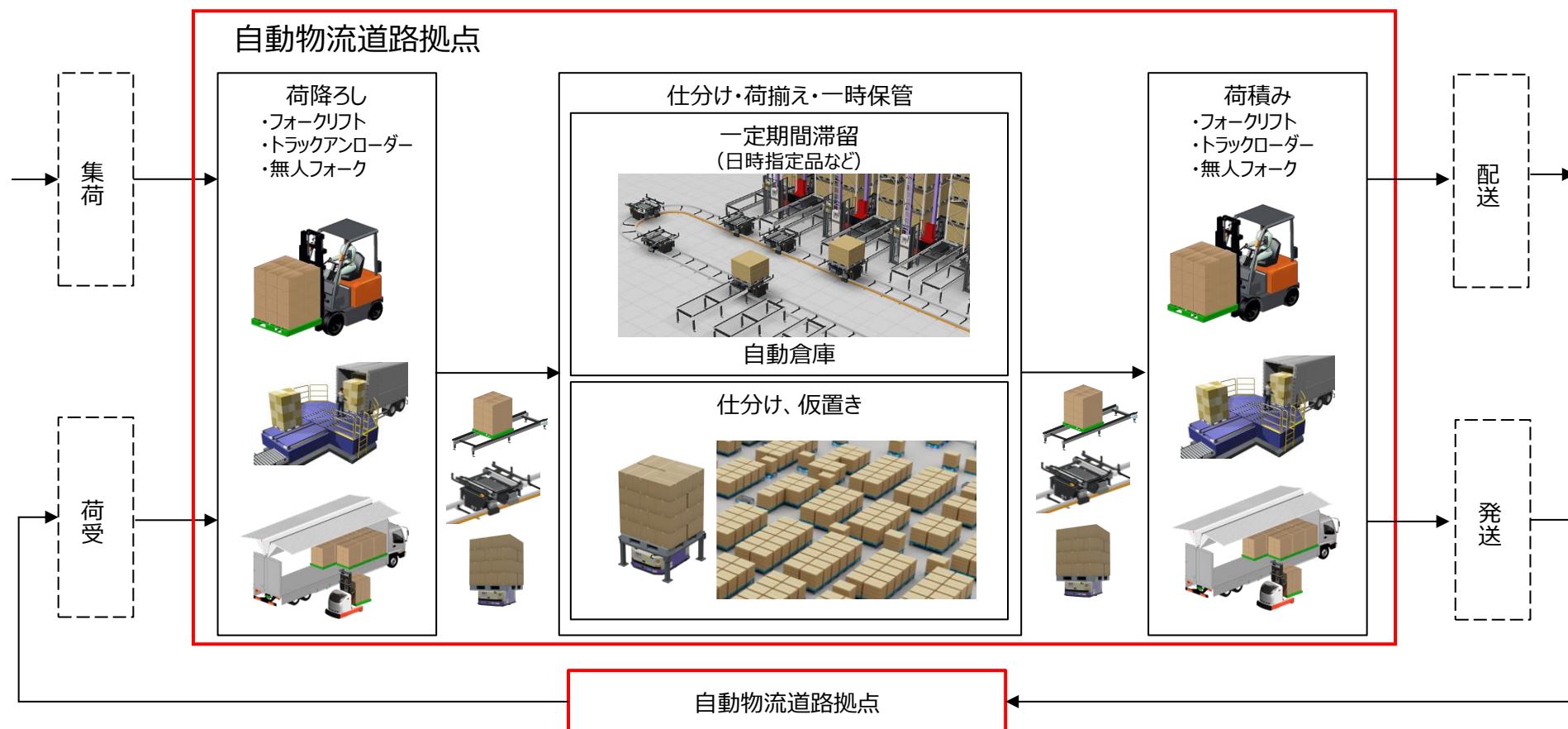
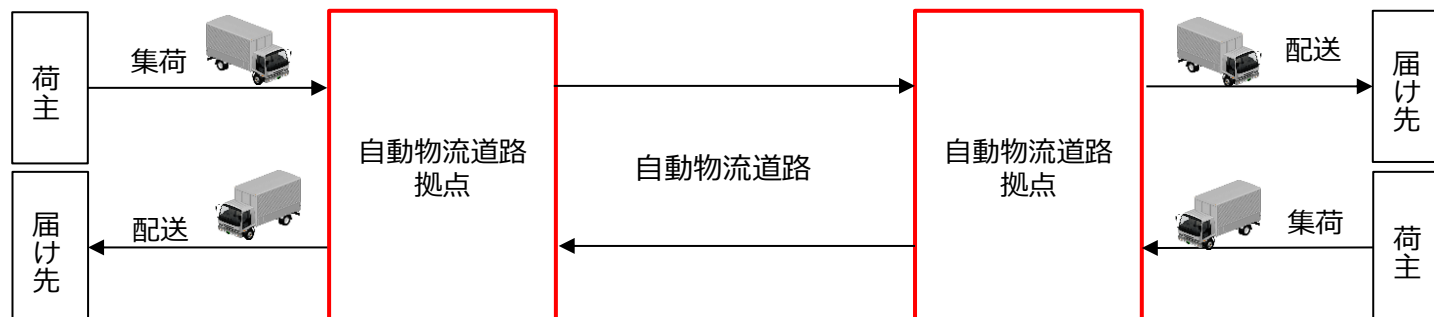
必要とする能力や 取り扱うユニットロードにより新規開発を必要とする場合もあり得ますが、概ね既存技術にて対応することが出来ると考えており、土地開発や建築スケジュールを上回る可能性は低いものと考えます。

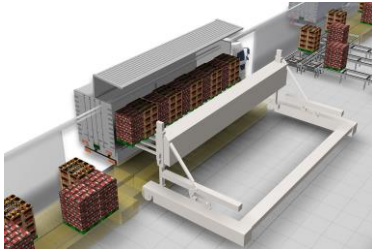
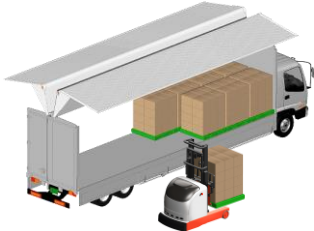
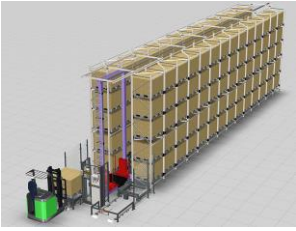
・コスト

システム規模によって変動しますが、概ね数億から数十億の範囲ではないかと想定しています。

■ 自動物流道路拠点イメージ

添付資料



トラック自動積降ろし	パレット搬送	パレット保管・荷揃え
自動ローダー/アンローダー   無人フォークリフト 	ロボット 無人フォークリフト  コンベヤ  軌道式台車 	自動倉庫   荷受け台及び一時ストレージ  

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】(株)豊田自動織機トヨタL&Fカンパニー

【技術の概要】

・トラック荷役自動運転フォークリフト実現に向けた、自動荷役制御技術

【技術のイメージ・技術導入の効果】

自動物流道路で設定される結節点での荷役自動化

■結節点イメージ（地下を想定）

トラックへ自動フォークリフトで入出庫

地上エリア

2F作業エリア

1F作業エリア

地下エリア

支線

地下カート搭載コンベアにより自動入出庫

幹線

図 自動倉庫を活用した結節点イメージ

■自動荷役制御技術

自動荷役課題

- ・T11パレット 仕様多種 (フォーク穴、色、材質など)
- ・車種・サイズ・架装は多種多様
- ・トラック停車位置は変動
- ・複雑な属人作業 (緩衝材挟み・外しなど)

項目	開発技術	技術成熟段階
自己位置誘導技術	3DレーザーSLAMによる、屋内外シームレス	実証／ 実運用段階
トラック荷役制御技術	3D-LiDARによる トラック位置検出	実証／ 実運用段階
	画像処理・DLによる パレット位置・姿勢検知	実証／ 実運用段階
	新開発アルゴリズムによるアプローチ 走行経路自動生成	実証／ 実運用段階
荷役支援技術 (荷姿異常への対応)	Ai荷姿判定(パレットからの荷はみ出し)	実証段階
	フォーク自動チルト機能 (荷台の傾き対応)	実証段階

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】(株)豊田自動織機トヨタ L&Fカンパニー

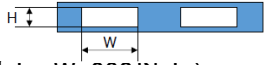
【技術の概要】

- ・トラック荷役自動運転フォークリフト実現に向けた自動荷役制御技術

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■搬送物条件

- ・最大積載量 1.0T以下(1.8T車ベース)
- ・T11パレット対応 フォークポケット寸法(H: 85以上、W: 230以上)
- ・パレット上のオーバーハングなきこと

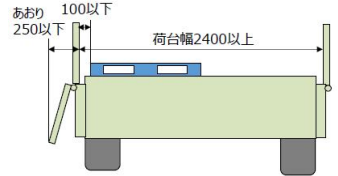


■性能・機能

- ・通常速度3.6km/h
- ・一般的な荷役時間 1.5~2分/PL(有人の1.5倍程度)
- (4本フォークの場合、2パレット同時荷役可能(荷物のバランス制限あり))

■トラック条件

- ・エアサス付きウイング車
- ・トラック停車位置 前後左右±200mm以内
- ・荷台幅2400mm以上、傾斜2%以下
- ・あおり飛出し250mm以下、荷台端から100mm以内

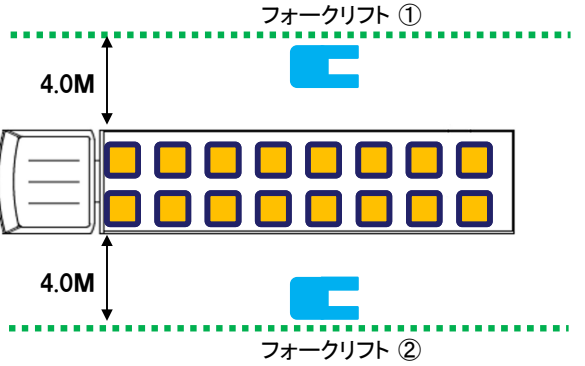


その他、使用条件・路面条件はトヨタL&F RinovaAGFIに準ずる

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】

■トラックバース レイアウト要件

- ・省スペースでの荷役対応



【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

■ スケジュール

- ・トラック荷積み 実用化 2024年7月~
- ・トラック荷積み(4本フォーク) 実証試験 2024年9月~
- 実用化 2025年 計画中
- ・トラック荷下ろし TBD

■ コスト TBD

【技術開発の進め方への提案】

- 特にコメントなし

4本フォーク仕様



技術名称: 自動搬送技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

【技術の概要】 物流統合制御プラットフォーム「PLiBOT WRCS (Warehouse Robot Control System)」
物流拠点において、多種多様で最新鋭の自律作業ロボット(AMR: Autonomous Mobile Robot)や既存設備を連携して動かす統合制御プラットフォームを核とした自律化・省力化ソリューションを提供。無人搬送車・自動フォークリフト等を車両の種類等に関係なく、拠点の設備機器と連携し、制御・管理。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- ①人とロボットが安全に協働
- ②異なる複数のメーカーの多種多様で最新鋭のロボットを選定、設備・資材情報を連携し、一括管理
- ③業務の自動化・省力化・生産性向上・遠隔管理により、コスト削減に貢献
- ④国内外のさまざまなパートナー企業すでに連携しており、短期間での開発が可能

自動搬送システムの適用

PLiBOT WRCS と連携イメージ

お客様のシステム
生産管理：PMS / 統合基幹業務：ERP / 顧客管理：CRM など

API

映像入力
マニュアル入力
オンサイト

PLC 制御
建物設備
産業機器
倉庫機器

WMS
倉庫管理

WCS
倉庫制御

FMS
ロボット管理

RCS
ロボット制御

AMR

遠隔監視・サポート
UI
● Map
● ミッション
● ダッシュボード

人とロボットを結ぶプラットフォーム
PLiBOT
Pliability Robotics Platform

パートナー会社

ロボットメンテナンス	ナビゲーションセンサーメーカー	海外AMRメーカー
国内OEMフォークリフトメーカー	搬送機器、昇降機、パレタイザー製造メーカー	SEサポート
5G LTE ネットワークサポート		

KEMAR, cleanfix, SEER, Multiway Robotics, NCC, JET, Stocklin, OPPRENT, AITEN, JATEN, SICK, HOKUYO, MADAX, TOYOE, Karter, Bluebird, HAIROBOTICS, willitec, UNIRING, SHERPA, CAPA, TOSHIBA, KMEC

新領域ビジネスとしてビジネスイノベーション推進室からカーブアウトする第一歩
大林組のシナジーを受け継ぐ

PLiBOTの製品は大林組をはじめ、様々な建設・物流などの現場で活躍

人とロボットが協働する持続可能な社会の実現を目指す

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自動搬送技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術: 参考資料1

【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

【技術の概要】
PLiBOT 販売ソリューション

【技術のイメージ・技術導入の効果】
・国内外のパートナー会社と提携することで、ワンストップのソリューションを提供できる
ビジネスエコシステム体制を組成し、国内外のメーカーから直接納入できる販売契約を締結



自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自動搬送技術

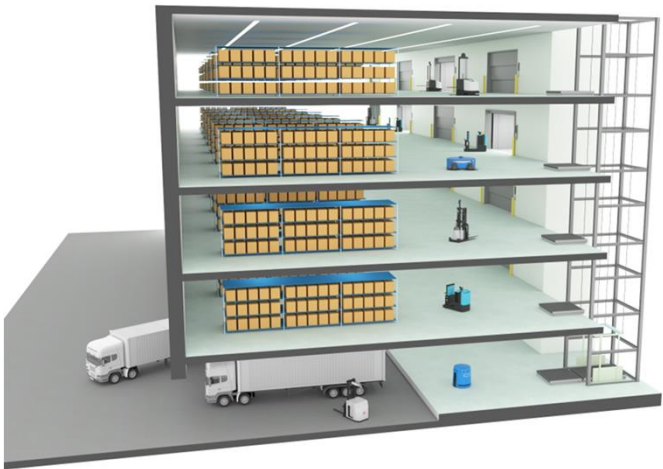
【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術: 参考資料2

【技術の概要】「Pliability Warehouse」
物流拠点において、柔軟にスペース変更が可能な階層型立体倉庫(PLiBOT WRCSを活用)

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- Pliability Warehouse
- 搬送ロボット、掃除ロボット、警備ロボット、
 - 各階カメラ顧客ニーズに合わせたモビリティ配備
 - 階高が高い倉庫ではなく、遠隔管理可能な階層型倉庫
 - 決められた土地の中で階層型にすることで土地の有効活用
 - 自重が軽いAMRだから柔軟に配置が変更可能



システムによる一括管理(実用主・共同配送会社等)

①車庫できた荷物から ②倉庫で荷出しし ③パッキングラインで ④トラック到着時間に合わせて輸送開始

自動物流道路 設定可能
パッキングライン 設定可能
自動物流道路 設定可能

PLiBOT
Pliability Robotics Platform

搬入トラックから 移載設備と連携

パレットマガジンと 連携

垂直搬送設備と 連携

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自動搬送技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術: 参考資料3

【技術の概要】
Multiway Horizons

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- ・トラック積込・荷卸しを自動化するシステム
 - ・AMR本体のカメラとロケーション管理カメラを活用し効率的に積込・荷卸しを実施



トラック積み込み事例映像①



トラック積み込み事例映像②



自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自動搬送技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術: 参考資料4

【技術の概要】

屋内外搬送AMR ①JATEN UGV-1000A-jT

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- 屋内／屋外の自動走行が可能。
- 最大積載 1000kg / 最大牽引 2000kg とバ
ワフルな搬送が行えます。
※ 積載と牽引の同時使用は行えません。
- 大容量バッテリー搭載により、最大速度
30km/h、走行距離 100km が可能です。
- 3D LiDAR、レーザーセンサー、超音波セ
ンサーにより、安全な走行を実現、人との
協働が可能です。
- RTK (Real-time kinematic: 高精度測位技
術) により、屋外での高い位置精度が実現。
当社でもRTKサービスを受け付けております。

デモ動画公開中!





自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自動搬送技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組、(株)PLiBOT

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術: 参考資料5

【技術の概要】
屋内外搬送AMR ②FDATA A025

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- ・現状積載重量は500kg(1000kgにも対応可能)
- ・屋内/屋外の自動走行とリモコンによる手動走行の切り替えが可能。
- ・チューブタイヤと4WSで凹凸のある場所や狭い場所での走行が可能。
- ・RTKによる屋外での高精細な位置精度が実現。
当社でもRTKサービスを受け付けております。
- ・3Dレーザーセンサー、2Dレーザーセンサーおよび超音波センサーにより安全な走行が実現。

デモ動画公開中





A025



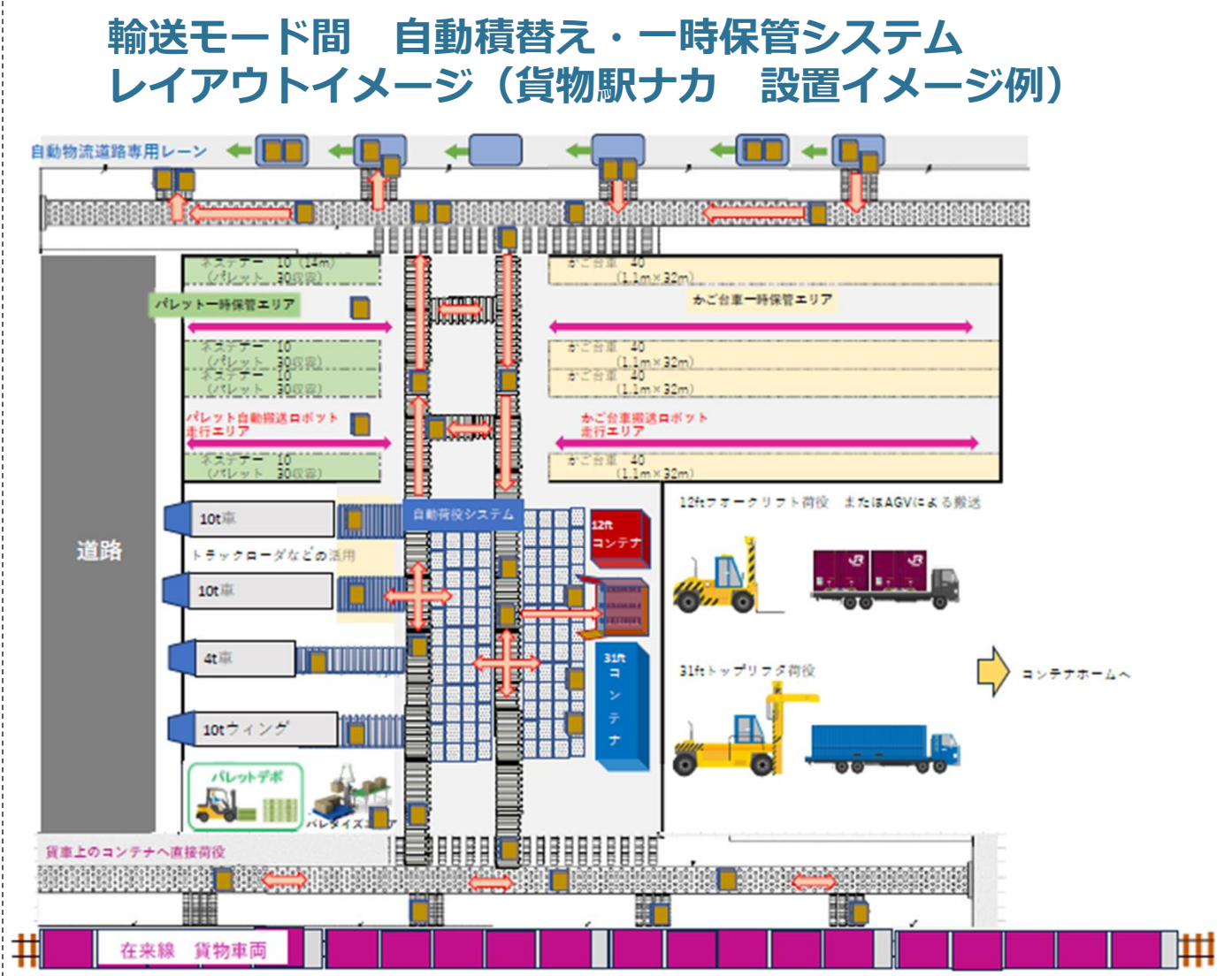
技術名称: 輸送モード間の積替え技術

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア) 自動での荷役技術

【提案事業者・団体名】日本貨物鉄道株式会社

【技術の概要】パレット単位で「自動物流道路用カート」と「鉄道輸送用コンテナ」や「トラック」など異なる輸送モード間の積替え・保管を、自動かつシームレスに行う

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- 弊社(JR貨物)では、在来線貨物列車と貨物輸送用の高速列車との間のスムーズな貨物の積替えを目的に、その移動機構に関する特許を取得した。
(別紙 特許第7353448号)
 - 特許を応用し、一般のトラックとJR輸送用コンテナの間でパレット貨物の積替えの自動化の実現に向けて、プロトタイプ開発の検討を進めている。
 - その検討内容は、自動物流道路のカートと、一般のトラックやJR輸送用コンテナなどとの積替えを自動化することにも活用できる。シームレスに輸送モードを変更できることで、各輸送モードの特徴を生かしたカーボンニュートラルで省力化した物流のトータルシステムの構築ができると思う。
 - 自動物流道路の結節拠点は、貨物駅内ではなく、貨物駅に近い物流拠点などに設置し、貨物駅へ横持ちすることも考えられる。
 - 結節拠点は、貨物駅外のほか、貨物駅内で設置することも考えられ、右図はその場合のイメージ図であり、カートと貨車上のコンテナ間を直接積替えることも考えられる。

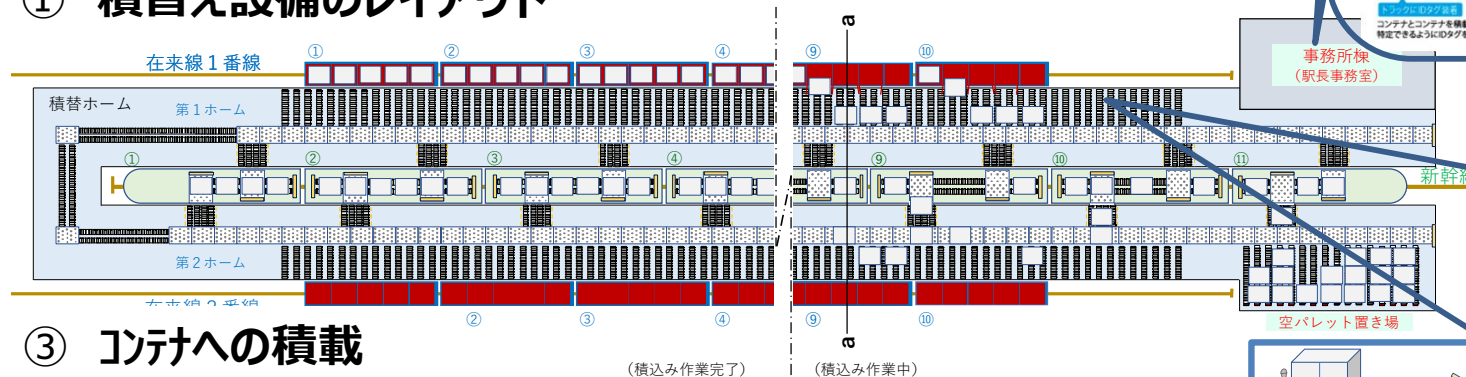


（参考）【特許】貨物積替基地及びこれに用いる移動機構

- 大型荷役機械を使用せずマテハン技術を組み合わせた省エネルギータイプの荷役システムの構築に向けた検討に着手
- 高速鉄道積替えシステムの搬送装置（HTS：Hi-speed rail Transshipment System）のメリット・・・トップリフター、クレーン等の大型荷役機械を使用しないため、荷役における省エネ化＝脱炭素化が可能
- 新幹線物流と在来線物流のリンクが可能で、既存貨物鉄道ネットワークの活用が可能
- 特許番号：特許第7353448号（2023年9月21日登録）

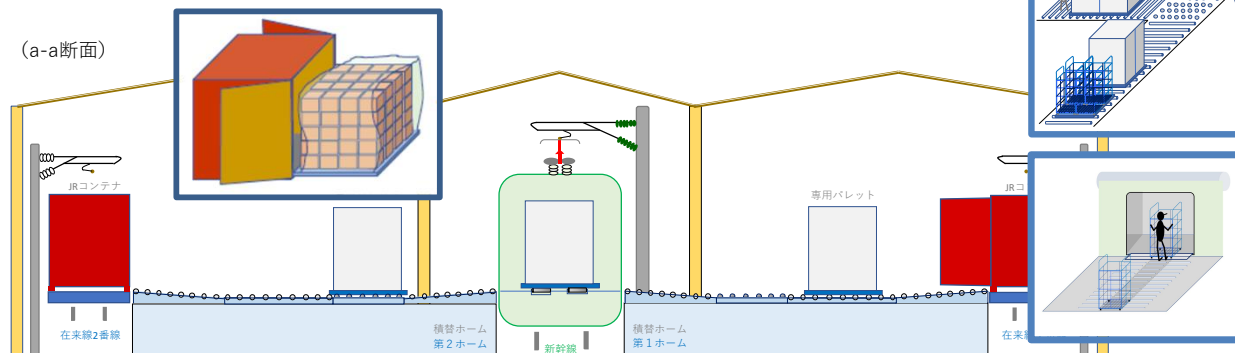
（ホーム上専用パレット移動装置（ローラー）の配置イメージ）

① 積替え設備のレイアウト

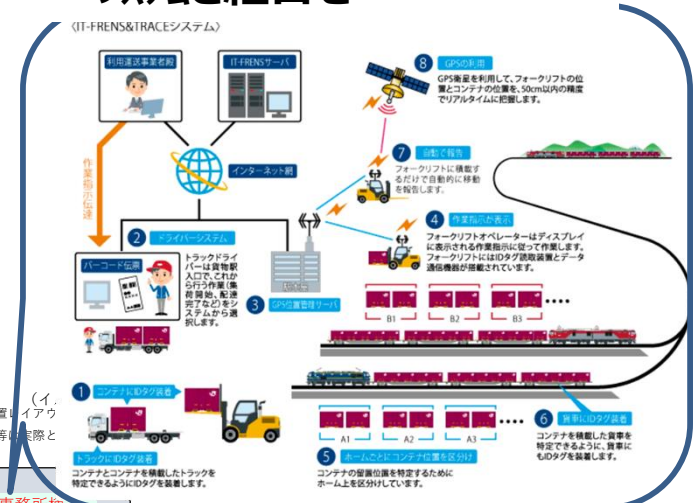


③ コンテナへの積載

（横断面図）



② IT-FRENS&TRACEシステムと組合せ



技術名称: 倉庫管理システム及び倉庫運用システム

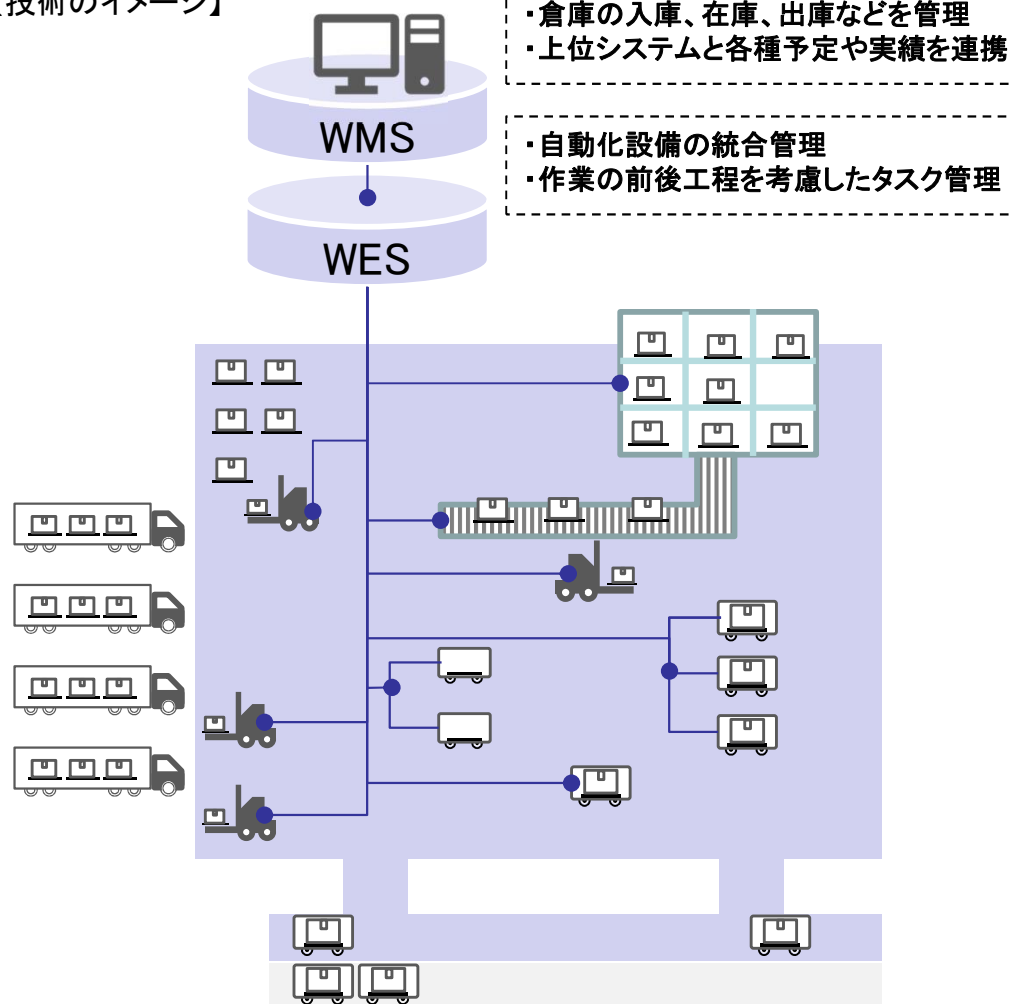
【提案事業者・団体名】 ロジスティード(株)

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術について

【技術の概要】

- 中継拠点の入庫、在庫、出庫を倉庫管理システム(WMS)で管理する。
- WMSから連携される各種作業指示を倉庫実行システム(WES)で一元管理、自動化設備の前後工程を考慮して最適な作業指示を行う。

【技術のイメージ】



【ご紹介の背景】

- ・従来はWMSと自動化設備を直接つなぐのが一般的であった。そのケースだと、自動化設備をリニューアルする、または追加で別の自動化設備を導入する場合、WMSの改修が都度必要になり、**改修コストが大きくなってしまう**たり、**設備の稼働までの時間がかかってしまう**課題があった。

【本技術の特長】

- ・WESをWMSの間に標準I/Fを構築することで、新規設備の接続都度、WMSの改修する必要性を最小限にすることで**改修コストを抑える**。
- ・また、他拠点への**自動化設備の横展開も容易**になる。
- ・WESと設備(WCS)との間でも、標準I/Fを構築することで、新規設備の接続が従来よりも容易になり、**接続までのスケジュールの短縮**と、**自動化設備の導入コストを抑えられる**。
- ・複数のメーカーの自動化設備とつなぐことが容易になり、メーカーに依存することなく、**最適な設備の選定が可能**になる。
- ・WESでWMSからの作業指示を一元管理する為、**前後工程の進捗を管理しながら最適なタスクコントロールが可能**。

【課題】

- ・中継拠点での作業設計及びそれに基づく設備選定が必要。
- ・システム開発時に各メーカーを取り纏める全体取り纏め役(PM)が必要。
- ・稼働後の全体タスク連携の調整が必要。(改善活動)

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

No.23

技術名称:3Dパレットシャトル

【提案事業者・団体名】 トーヨーカネツ株式会社

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(ア)自動での荷役技術について

【技術の概要】

(別添資料:3Dパレットシャトル説明資料)

【技術のイメージ・技術導入の効果】・

＝提案の前提＝

○各拠点においては、トラック等から荷を下ろし自動物流道路の搬送機器に積込む手前の段階、及び、到達した拠点において自動物流道路の搬送機器から積み下ろしトラック等に積込む手前の段階、そのそれぞれにおいて、一時的な保管機能が必要と考える。

＝本技術の特徴＝

○本技術は、このような拠点における保管機能に関し、荷がパレットに積込まれている荷姿のままで、自動的に、高密度保管が可能であることに加え、あらゆる方向(3D)に対して、出庫先を設計できるという特徴を有している。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

○自動物流道路の各拠点は、高速道路の主要幹線都市と想定され、有効利用できる土地の制約もあり、高度は高密度保管が求められるものと考えられ、従来のパレット用スタッカークレーンに比し、より空間利用効率に高い保管機能が必要(高密度保管)。

○また、各拠点では、当該拠点管内の多様な地域から、荷パレットが持ち込まれることになる想定され、また、到着した荷パレットも管内の多方面に出荷されるものと想定されるため、従来のパレット用スタッカークレーンでは、入庫・出庫に方向的な制約があるため、より高い入庫・出庫効率の保管機能が求められる(3-dimension 3D管理)

○さらに、高速物流道路で輸送される荷は、ネット通販のような配達期間が短いため、荷役システムのより高い機能的な安定性が求められることから、従来のスタッカークレーンに比し、1ブロックが故障してもシステム全体に影響しない高い冗長性が必要(冗長性)。

国土交通省自動高速物流道路
技術に関するサウンディング調査意見



3Dパレットシャトル 説明資料

トヨカネツ株式会社

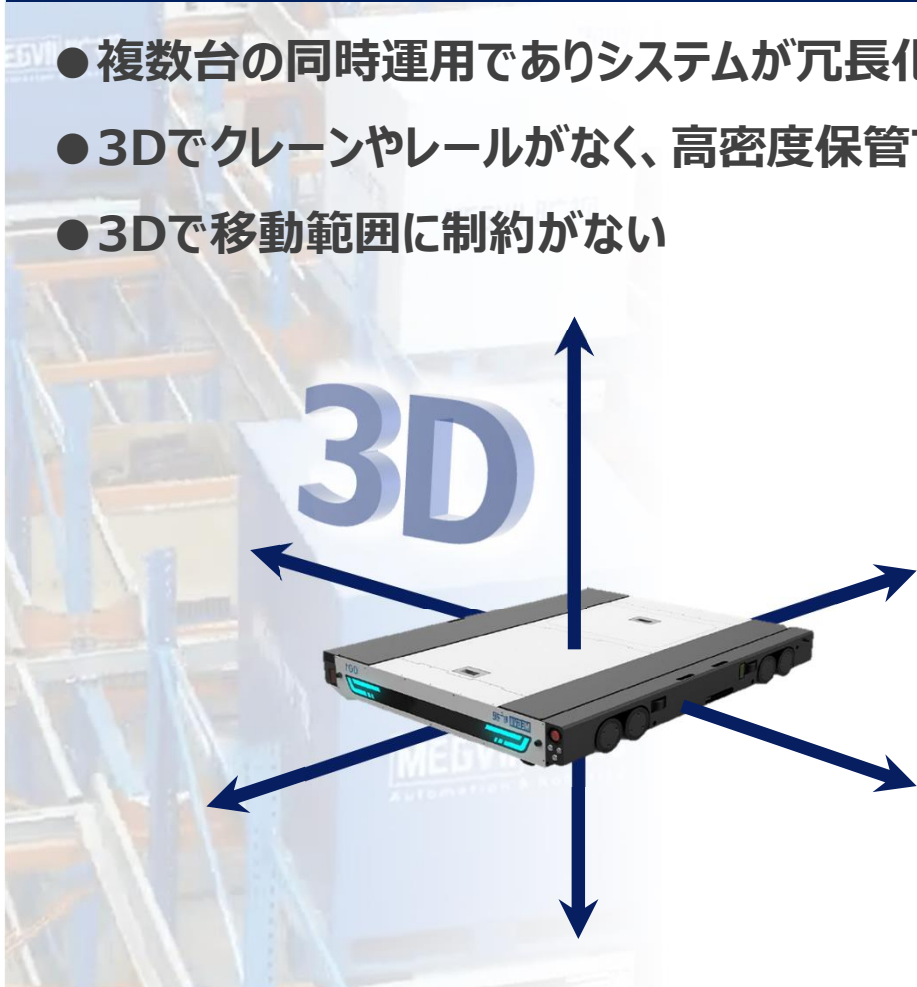
2025年1月30日

Confidential

本内容の著作権はTKSLに帰属します。無断使用、無断転用は禁止させていただきます。

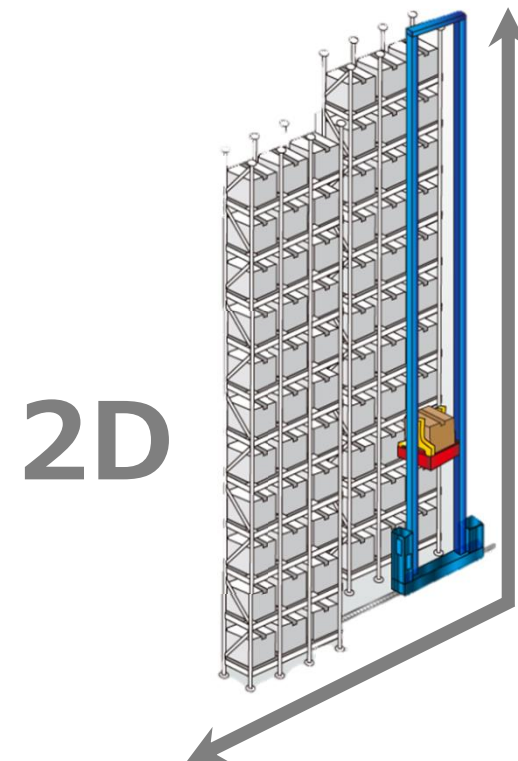
3Dパレットシャトル

- 複数台の同時運用でありシステムが冗長化
- 3Dでクレーンやレールがなく、高密度保管できる
- 3Dで移動範囲に制約がない



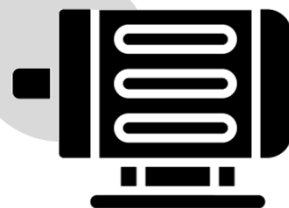
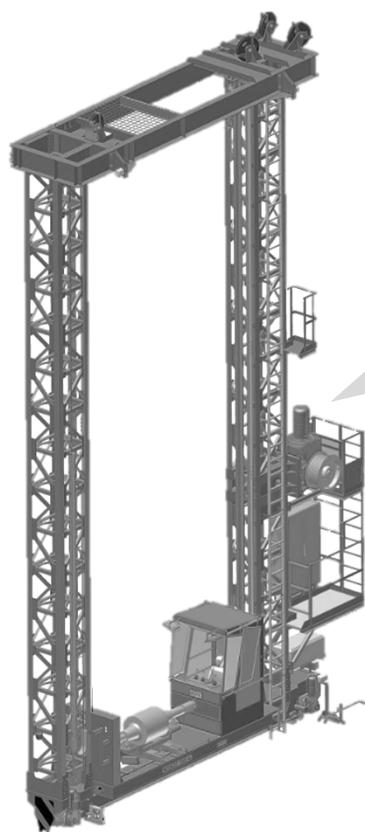
従来のスタックークレーン

- 2Dで移動範囲が限定
- システム設計の自由度：低



1台が故障しても、システム全体は停止になることなく稼働可能！

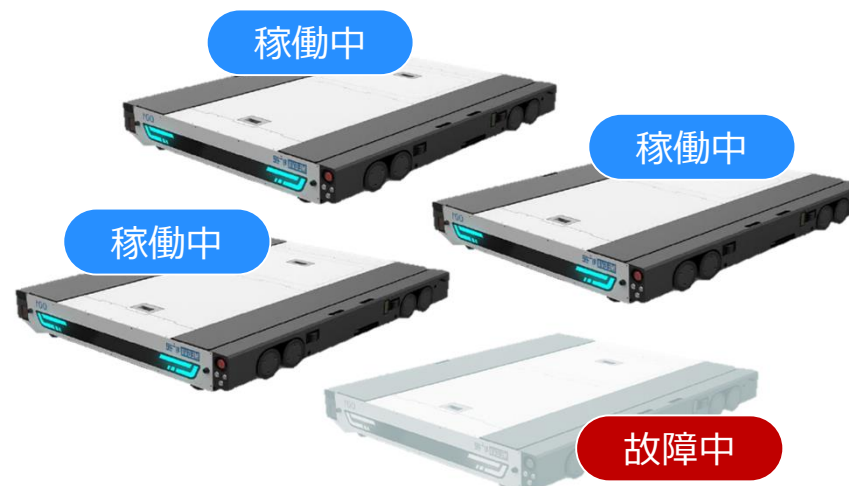
従来のスタックークレーン



重要部品である
モーターなどが故障
すると関連する
ブロック全体が
機能停止に

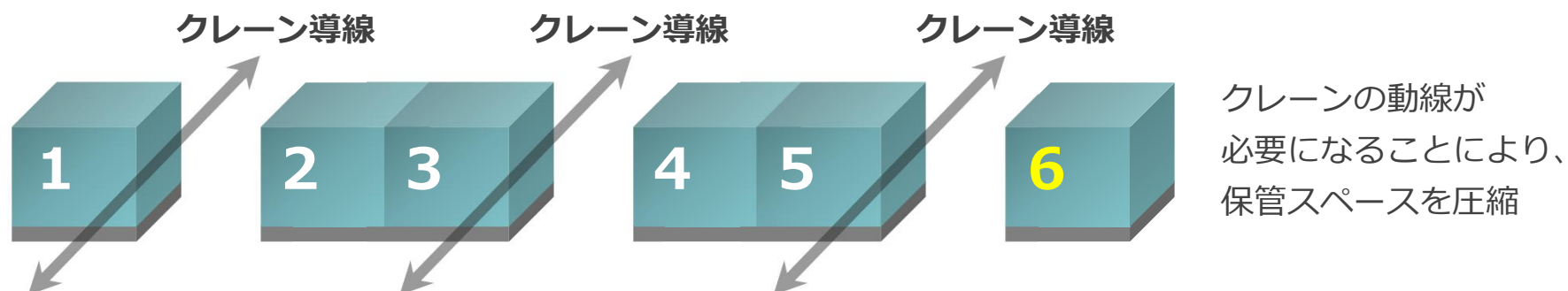
3Dパレットシャトル

故障が治れば、すぐに能力が復帰
予備機があればシステムを止めることなく
能力を維持できます。

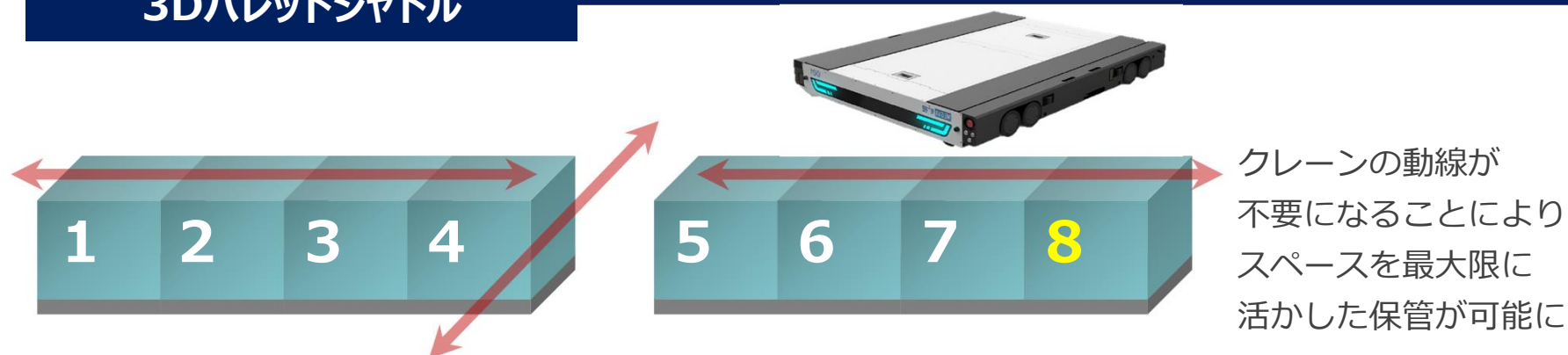


クレーンの動線が不要となり、保管効率が向上！

従来のスタッカークレーン

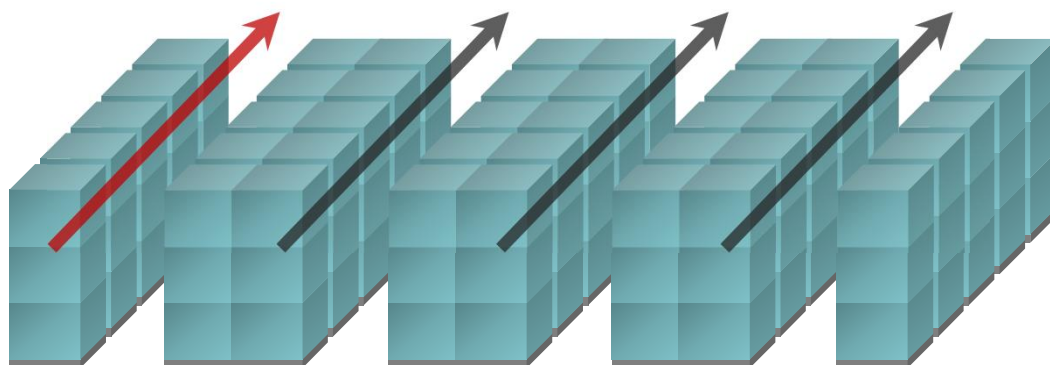


3Dパレットシャトル



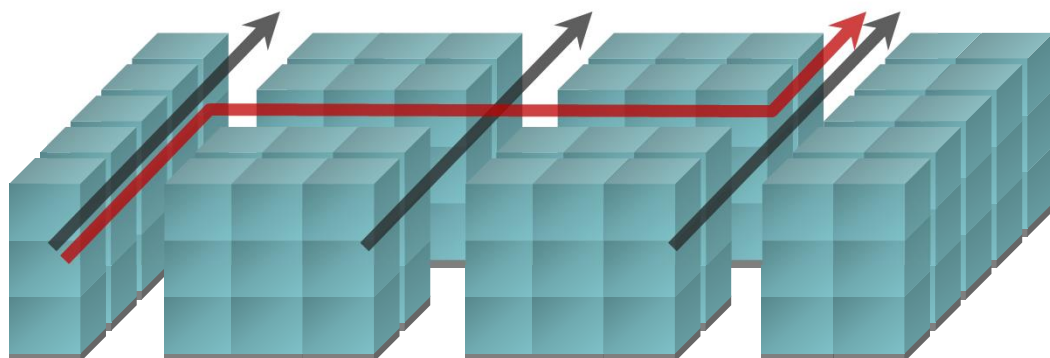
3Dパレットシャトルはアイルを跨いでの出庫が可能

従来のスタッカークレーン



出庫先が制限される
(アイルを跨いでの出庫が不可能)

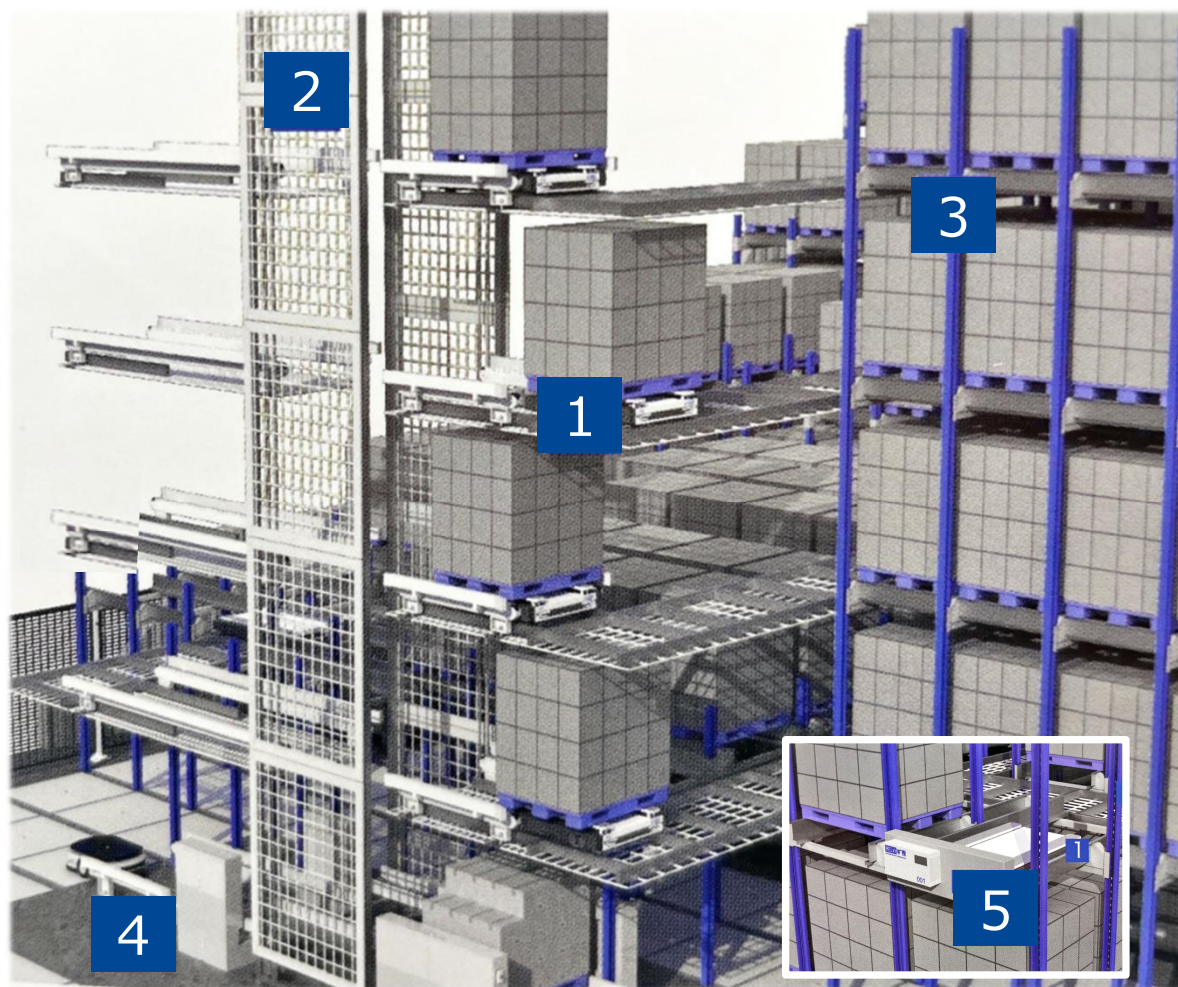
3Dパレットシャトル



どの出庫口にも出庫可能



シンプルなシステム構成



1 3Dパレットシャトルカー



2 昇降リフター

3 ラック

4 出入口用レール

5 充電器

②拠点における自動荷役に関する技術

(イ)荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

【提案事業者・団体名】セーフィー(株)

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(イ) 荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法

【技術の概要】

クラウドカメラ(映像をクラウド経由でどこからでも閲覧可能となる技術)を自動フォーク、及びゲートに設置し、

- ①荷積み到下りし時、荷物の損傷確認を行う際に映像エビデンスとして用いる
- ②映像解析による破損、荷崩れの自動検知と運送責任社への通知を行う。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

・目的

貨物損傷の有無の判定やそのエビデンスとしての映像を取得。
映像解析技術を用い、貨物損傷箇所の自動検知までを行う

・想定される活用シーン・有用性

自動物流道路の拠点において、トラック等から荷受けをし、またトラック等に荷物を引き渡す際に、荷崩れ等の貨物の損傷の責任を明らかにするために活用
クラウドで映像を集約管理できること、またトラブル時にSDカードから映像データを抜き出す必要もなく、映像をトリミングして荷主等に提供可能。

- ①荷受け・引き渡しの際、自動フォーク等にクラウドカメラを設置し、損傷有無やエビデンスとしての映像を取得する
- ②自動フォークに取り付けたクラウドカメラの映像を活用し、損傷有無のチェックを映像解析で行う
- ③損傷確認用のカメラが複数のついたゲートを通過し、映像/画像解析で損傷有無の判定を行う(荷物両側面および天面のチェック可能)

【カメラの諸元】

設置カメラ例としては[こちら](#)を想定
※通信機能は庫内の無線LAN通信を利用想定
※別途フォークから電力共有が必要



自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 拠点における自動荷役に関する技術

【提案事業者・団体名】セーフィー(株)

項目: ②拠点における自動荷役に関する技術(イ) 荷受け・引き渡し時の貨物状態の確認方法

【技術の概要】

クラウドカメラ(映像をクラウド経由でどこからでも閲覧可能となる技術)を自動フォーク、及びゲート(後述)に設置し、

①荷積み到下りし時、荷物の損傷確認を行う際に映像エビデンスとして用いる

②映像解析による破損、荷崩れの自動検知と運送責任社への通知を行う。

【設置イメージ】



自動フォークにクラウドカメラを取り付け、常時作業及び破損状況の有無などを確認

また、積み込み時に半球状(もしくは門状)のゲートを設け、そこにカメラを複数台設置、正面、側面、上面から貨物を撮影し、破損有無がないかのチェックを映像解析から行う



③電源確保

技術名称:走行中ワイレス給電(コイル式)

項目:③電源確保

【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】

電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術。道路に「送電コイル」を複数敷設。送電コイル上を通過するたびに、搬送機器の車体底面に搭載した受電コイルに給電する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- **非接触式は摩耗がなくメンテナンスフリーです。**
 - 大電力供給に漏洩磁界の低減が必要だったが、パレット走行かつ専用空間のため、漏洩磁界の心配は殆どなし。
 - 太陽光発電量が多い昼間に給電することによる**再エネ電力の最大活用可能。**
- **接触式と性能上遜色ない技術が、EV向けに実用化目前です。**
 - NEDO事業※1で低速向けは開発済み2026年度に製品化。
 - 経産省事業※2で**高規格道路向けで60km/h、60kW/車両、効率85%(TRL7)を目指して開発・実証中。**
 - 欧米を中心に、高速道路への社会実装計画が立案され、路線バス等の一般道向けの商用化事例も多数の方式。

電源設備

バッテリー

車両側受電コイル

地上側送電コイル

	利点	懸念事項
接触式	- 大電力供給が容易（数百kW級） - 単純な機器構成で、技術的に容易	- 機械的摩耗による定期的交換費用の増大 - 接触摩耗で生じる粉塵の環境への影響 - 接触ミス等による物理的破損のリスク - 高速走行するほど摩耗が大きく、運行速度に制限が生じる
共通事項	- 運行時の摩耗が無いためコイル部分はメンテナンスフリー。粉塵も発生しない - 走行速度による制限がない	- 設置/車載搭載物のコストが接触式より高い - 大電力を供給する場合は、法規適合するように漏洩電磁界の低減が必要（※人の立ち入らない場合の基準適合は比較的容易と考えられる）
非接触式	- 平行二線式と比較して、高出力化が可能 - 漏洩磁界はコイルを通過した時のみに限定	平行二線式と比較して、設置コストが高い
コイル式		
平行二線式	強度を担保した埋設が容易なため、コイル式と比較して設置コストが安い	漏洩磁界は導体全体から常時発生する。法規適合対応するため、コイル式と比較して低出力になる

※1: NEDO「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」(2021年度～2023年度)
※2: 経産省「グリーンイノベーション基金／スマートモビリティ社会の構築」(2022年度～2030年度)

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

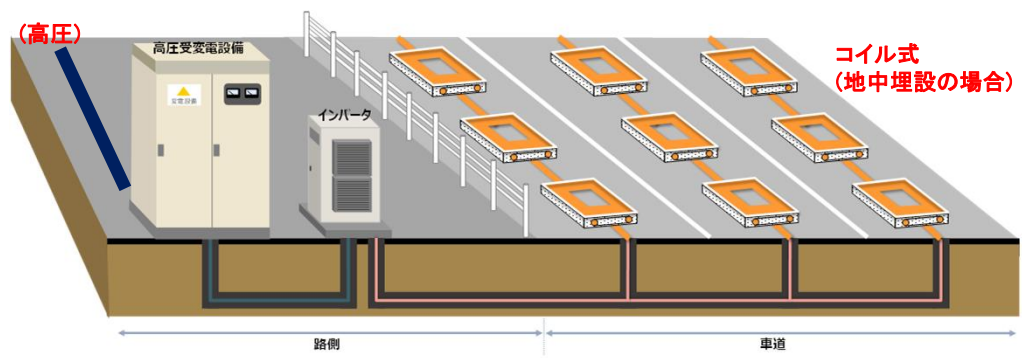
技術名称: 走行中ワイレス給電(コイル式)

項目: ③電源確保

【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】
電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術。
道路に「送電コイル」を複数敷設。送電コイル上を通過するたびに、搬送機器の車体底面に搭載した受電コイルに給電する。

- 【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】
- 断面積は、道路縦断方向に埋設する「送電コイルの埋設断面※」と、「電源設備・配線」に分かれます。※送電コイルを埋設する場合。道路表面に設置することも可能。
 - 送電コイルの埋設断面(本線の地下空間)
 - 送電コイル横幅(≦カート横幅) × 埋設深度
 - 配線(本線の地下空間から路肩間)
 - 送電コイル、インバータおよび高圧受変電設備を電氣的に接続する配線
 - 配線レイアウトはある程度は自由に配置可能であるものの、高周波電力源の特性を考慮し可能な限り最短配置が望ましい
 - インフラ側に求める設備は、電源の上流側から高圧受変電設備とインバータボックスがあり、下流の設備とは1:Nの個数比で配置します。
 - 受変電設備(キュービクル: 電力会社から電力供給を受け、適切な電圧に降圧): 奥行き1m程度 × 幅数m程度(ただし接続するインバータ数に依存)
 - インバータ(電力を85kHzの高周波に変換): 高さ1.5m程度



- 【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】
- 提案技術は【実証段階】である。
 - 経済産業省「グリーンイノベーション基金(GI)／スマートモビリティ社会の構築」で、商用車(バス、トラック)を対象に、高規格道路向けの走行中ワイレス給電の技術を実証している。
 - 大阪万博にて20 km/h、30 kW/車両、効率85%の技術を実証予定。2020年代後半で高速道路本線実験を計画。
 - 自動物流道路に向けては、送電コイルを埋設しない前提のため、2027年から評価を含めた実証が可能。
 - 必要な検証項目
 - 自動物流道路の消費電力量と、電源確保に求められる出力
 - 自動物流カートへの車載

技術名称:走行中ワイレス給電(平行二線式)

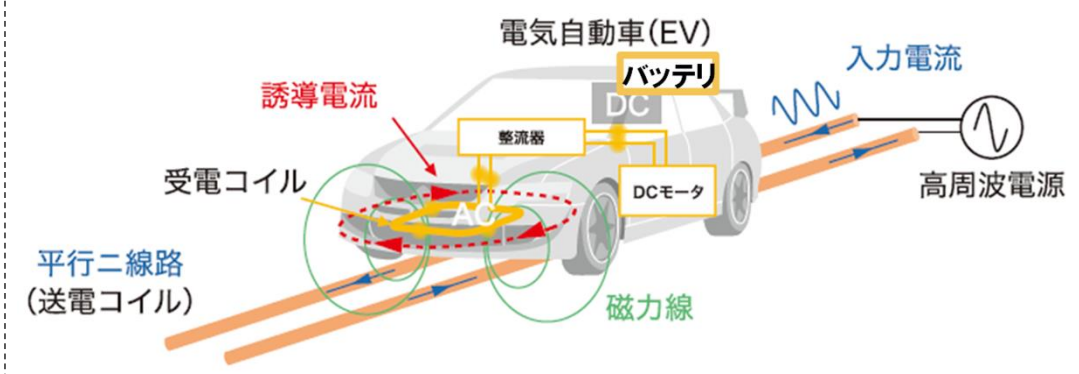
項目:③電源確保

【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】

電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術、道路に2線の「導体」を平行に連続して敷設。車両が導体上にある間、連続して搬送機器の車体底面に搭載した受電コイルに給電する。

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- 非接触式は摩耗がなくメンテナンスフリーです。
 - 平行二線式は漏洩磁界のため、低出力にならざるを得ないが、専用空間のため漏洩磁界の人体含む外部へ与える影響に関する懸念は少ない。また連続的に充電するため、パレット式であれば、高出力は求められないため適する技術。
 - 太陽光発電量が多い昼間に給電することによる再エネ電力の最大活用可能。
 - (当該技術のアピールポイント、有用性を記載)
 - コイル式と比較して、敷設コストの低減可能性が高い
 - コイル式のように電力の「途切れ」がなく連続的に充電が可能



	利点	懸念事項
接触式	- 大電力供給が容易（数百kW級） - 単純な機器構成で、技術的に容易	- 機械的摩耗による定期的交換費用の増大 - 接触摩耗で生じる粉塵の環境への影響 - 接触ミス等による物理的破損のリスク - 高速走行するほど摩耗が大きく、運行速度に制限が生じる
本提案の範囲		
共通事項	- 運行時の摩耗が無いいためコイル部分はメンテナンスフリー。粉塵も発生しない - 走行速度による制限がない	- 設置/車載搭載物のコストが接触式より高い - 大電力を供給する場合は、法規適合するように漏洩電磁界の低減が必要（※人の立ち入らない場合の基準適合は比較的容易と考えられる）
非接触式	コイル式	- 平行二線式と比較して、高出力化が可能 - 漏洩磁界はコイルを通過した時のみに限定 - 平行二線式と比較して、設置コストが高い
	平行二線式	- 強度を担保した埋設が容易なため、コイル式と比較して設置コストが安い - 漏洩磁界は導体全体から常時発生する。法規適合対応するため、コイル式と比較して低出力になる

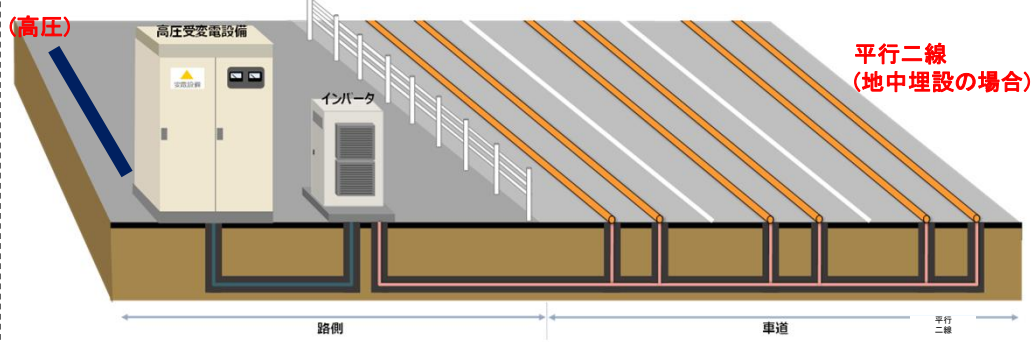
自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 走行中ワイレス給電(平行二線式)
項目: ③電源確保

【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】
電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術、道路に2線の「導体」を平行に連続して敷設。車両が導体上にある間、連続して搬送機器の車体底面に搭載した受電コイルに給電する。

- 【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】
- 断面積は、道路縦断方向に埋設する「平行二線の埋設断面※」と、「電源設備・配線」に分かれます。※平行二線を埋設する場合。道路表面に設置することも可能。
 - 平行二線の埋設断面(本線の地下空間)
 - 平行二線横幅(≦カート横幅)×埋設深度
 - 100 m程度ごとに中継接続箱を想定
 - 配線(本線の地下空間から路肩間)
 - 平行二線、インバータおよび高圧受変電設備を電氣的に接続する配線
 - 配線レイアウトはある程度は自由に配置可能であるものの、高周波電力源の特性を考慮し可能な限り最短配置が望ましい
 - インフラ側に求める設備は、電源の上流側から高圧受変電設備とインバータボックスがあり、下流の設備とは1:Nの個数比で配置します。
 - 受変電設備(キュービクル:電力会社から電力供給を受け、適切な電圧に降圧):奥行1m程度×幅数m程度(ただし接続するインバータ数に依存)
 - インバータ(電力を85kHzの高周波に変換):高さ1.5m程度



※最大の設備を記載したものであり、必要な給電能力を満たせば全レーン、全区間に敷設する必要はありません。

- 【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】
- 提案技術は【実証段階】である。
 - 本技術は屋内での採用実績はあるものの、屋外で長期間暴露する環境での実績はまだない。
 - 自動物流道路の仕様検討からご一緒し、数年間の開発期間見込む
 - 必要な検証項目
 - 自動物流道路の消費電力量と、電源確保に求められる出力
 - 自動物流カートへの車載

技術名称: 停車中ワイヤレス給電(コイル式)

項目: ③電源確保

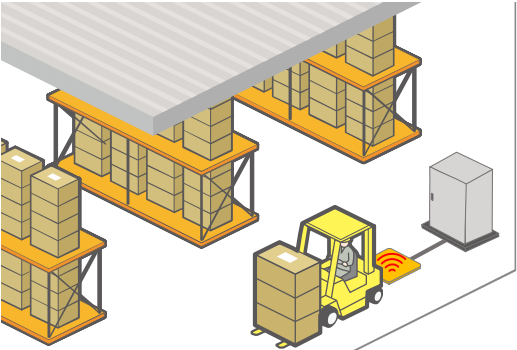
【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】

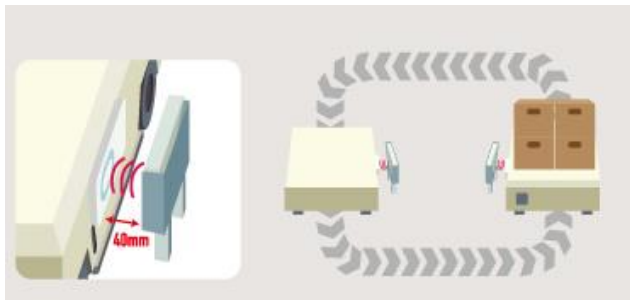
電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術。
自動物流道路拠点にて据え付けた送電コイルから、搬送機器の車体(底面もしくは側面)に搭載した受電コイルに給電する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

- 停止場所のちょこちょこ充電で24時間稼働、充電忘れなし
- 自動充電により省人化と安全確保を実現



フォークリフト向け
車両底面で充電
(※取付箇所は今後メーカーと協議)



AGV向け
車両側面で充電

- 非接触式でメンテナンスフリー。接触式と比べ効率・充電能力共に遜色ない技術が商品化済みです。
 - 磁界共鳴方式で数cmのコイル間距離でも送電が可能。
 - AGV向けに採用実績多数、2023年には15kW出力の「EV用ワイヤレス急速充電システム」を国内で初めて開発。
 - 業界最高水準の高出力「15 kW」(CHAdemo規格準拠)。



24h

停止場所でちょこちょこ充電！
24時間稼働、充電し忘れ無し！
生産性向上！

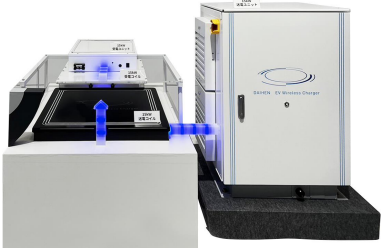


人による充電が不要！
感電、スパークの心配なし！
安全性向上！



COST

電池の長寿命化、省人化、
メンテナンスフリー！
ランニングコスト低減！



D-Broad EVTM

定格電力 15kW



D-Broad CORE

4kW



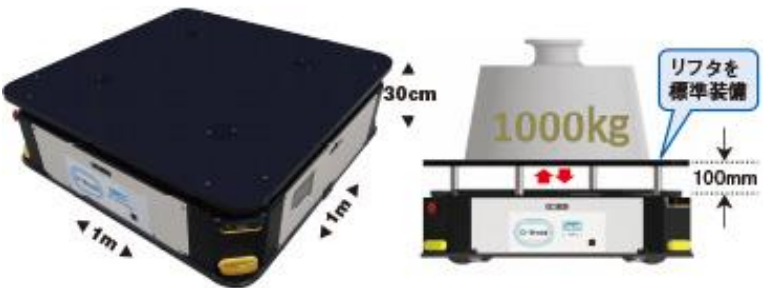
D-Broad Slim

2kW



NEW D-Broad mini

2kW



リフトを標準装備

1000kg

30cm

100mm

1m

● 当社は自律搬送台車「AiTranシリーズ」もラインナップ

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 停車中ワイヤレス給電(コイル式)

項目: ③電源確保

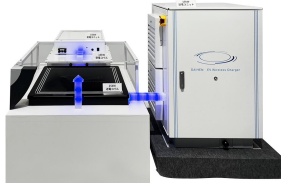
【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】
電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、搬送機器の車載電池を充電する技術。
自動物流道路拠点にて据え付けた送電コイルから、搬送機器の車体(底面もしくは側面)に搭載した受電コイルに給電する。

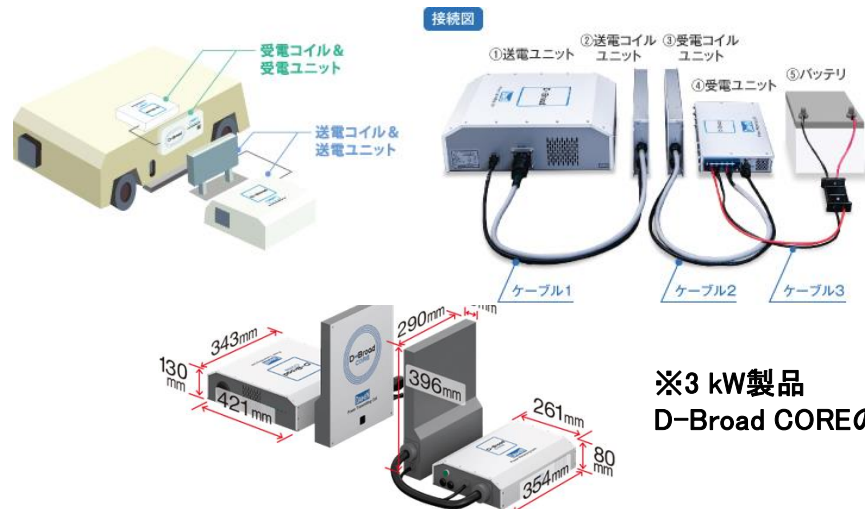
【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】

- 出力に応じた三相電源・所定の電源容量が必要です。
- 自動フォークリフト向けの製品の寸法(D-Broad EVを想定): 下記のとおりです。(埋設不要)

送電BOX: 設置面積 572×702 mm
送電コイル: 設置面積680×670 mm(突起除く)
送電BOX-送電コイル間配線: 幅370 mm, 長さは現地設置場所に依存



● AGV向けの製品の寸法: 下記のとおりです。



※3 kW製品
D-Broad COREの場合

参考) 商品紹介: <https://www.daihen.co.jp/products/wireless/agv/>

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- 提案技術は【事業化・商用化段階】である。
 - AGV向けは既に商品化済。フォークリフト向けはメーカーと車載方法の適用技術の開発が必要。
 - EV向けには環境省「運輸部門の脱炭素化に向けた先進的システム社会実装促進事業／ワイヤレス充電の実証および導入ガイドライン作成事業」で利用者向けの導入ガイドラインを発行予定。
 - 2027年から評価を含めた実証が可能。
- 必要な検証項目
 - AGV、フォークリフトの消費電力量と、電源確保に求められる出力
 - AGV、フォークリフトへの搭載方法の検討
- 参考) AGVメーカー様での採用事例(一例)



トヨタ自動織機様 KKS様 明電舎様

愛知機械テクシステム様 リコー様 田辺工業様

参考) 採用事例 <https://www.daihen.co.jp/d-broad/>

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 自律分散協調型EMS

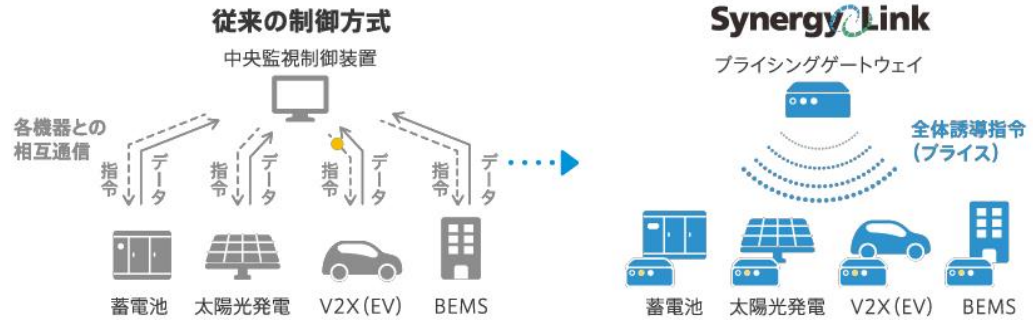
【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

項目: ④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】
自動物流道路で使用する電力の再エネ利用を向上させ、消費電力を最小化する。
また、電力系統停電時に自動物流道路や高速道路の重要負荷に電力供給する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■ 自律分散協調型EMSの技術イメージとメリット(従来のEMS比較)



従来のEMS

- 機器の監視や制御を行うために中央監視制御装置が必要。
- 中央監視制御装置と各機器との相互通信や複雑で高速な制御演算が必要のため導入コストが高額になる。
- 設備増強のたびに中央監視制御装置の増強や大幅な制御ソフトの変更が必要のためシステムの拡張が困難。

自律分散協調型EMS

- 中央監視制御装置を使用せず、小型演算装置(弊社製品名:シナジーリンクモジュール(SLM))を各機器に搭載する。
- 各機器にシステム全体の出力を誘導する全体誘導指令「プライス」を発信し、指令値に応じて各機器が自律的に出力値を決定し、連鎖的に調整し合うことで最適なEMSを実現。

<メリット>

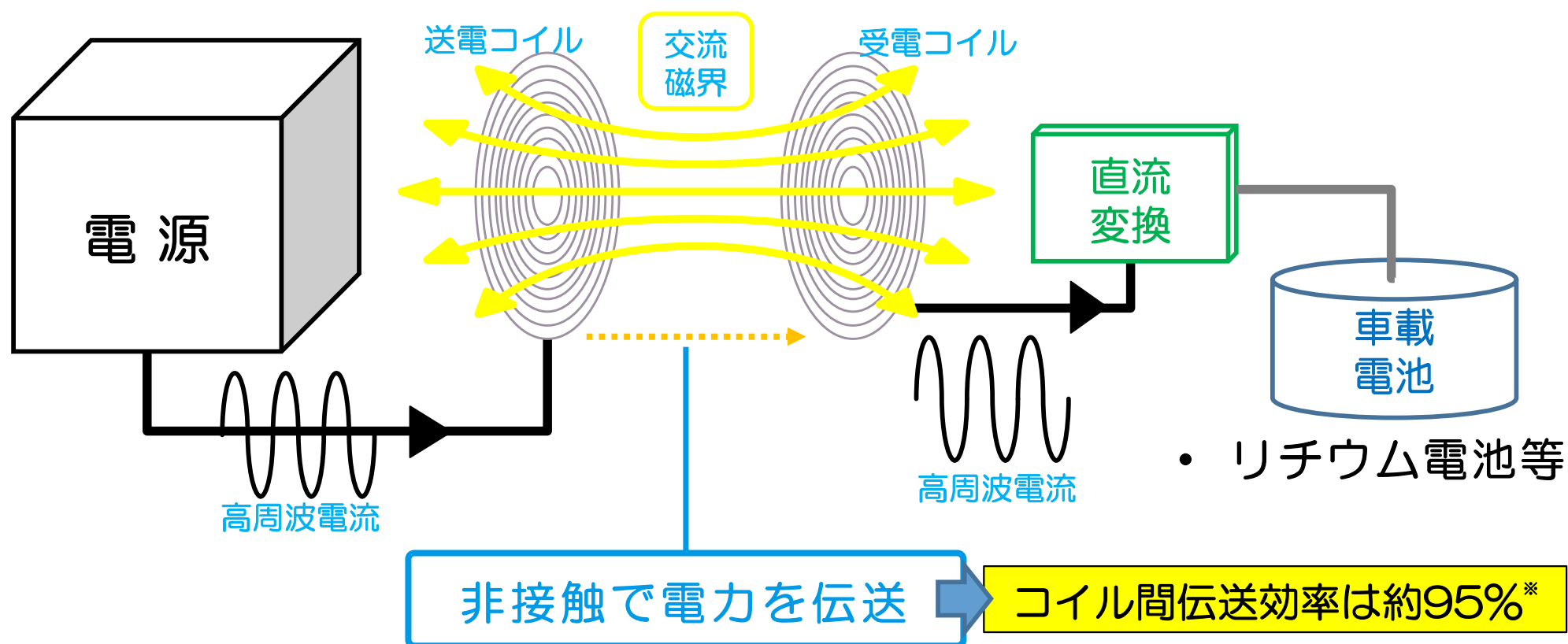
- 高コストな中央監視制御装置が不要となり、システム費用を大幅に削減。
- 各機器が自律的に調整を行うため、柔軟な機器の追加や増設が可能。
- 各機器の状態を一括管理する必要がないため大規模システム構築が容易。

※ 動作説明動画: https://www.youtube.com/watch?v=kjxbIG_LEX0

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- 提案技術は【新規開発要素無しに供給可能】である。
 - 本技術は既に複数のお客様に提供を行っており実績も多数。
 - 受変電設備および蓄電池設備の容量は走行カートの消費電力および、BCP対策負荷の容量などにより変動する
- コスト
 - 開発: 不要
 - 導入: 蓄電池設備の容量により変動
 - 維持管理: 一般的な受変電設備の維持管理と同様
- 必要な検証項目
 - 必要な蓄電池容量
(カートの消費電力量およびBCP対策機器、運転継続時間など)
 - 周囲のPV等設置可能面積

電源ケーブルを使わずに、非接触で送電コイルから受電コイルへ電力を伝送し、車載電池を充電する技術です



・ リチウム電池等

※EV向けの場合コイル間距離は20cm程度

- 走行中給電は、CO₂とコストの削減に寄与します
 - 車載バッテリー小型化によるコストの削減、カートの小型化、電費向上、バッテリー生産時のCO₂削減
 - 太陽光発電量が多い昼間に給電することによる再エネ電力の最大活用
- 走路上で充電することで、土地・時間・マンパワーの削減になります
 - 充電のための追加敷地不要
 - 充電のための停車不要（カート(パレット)の回転率向上、速達性確保）
 - 充電のための人手不要

走行中給電

走行中にちょこちょこ充電(完全自動化)

バッテリー小型化
に伴う
カートの小型化

有線充電器

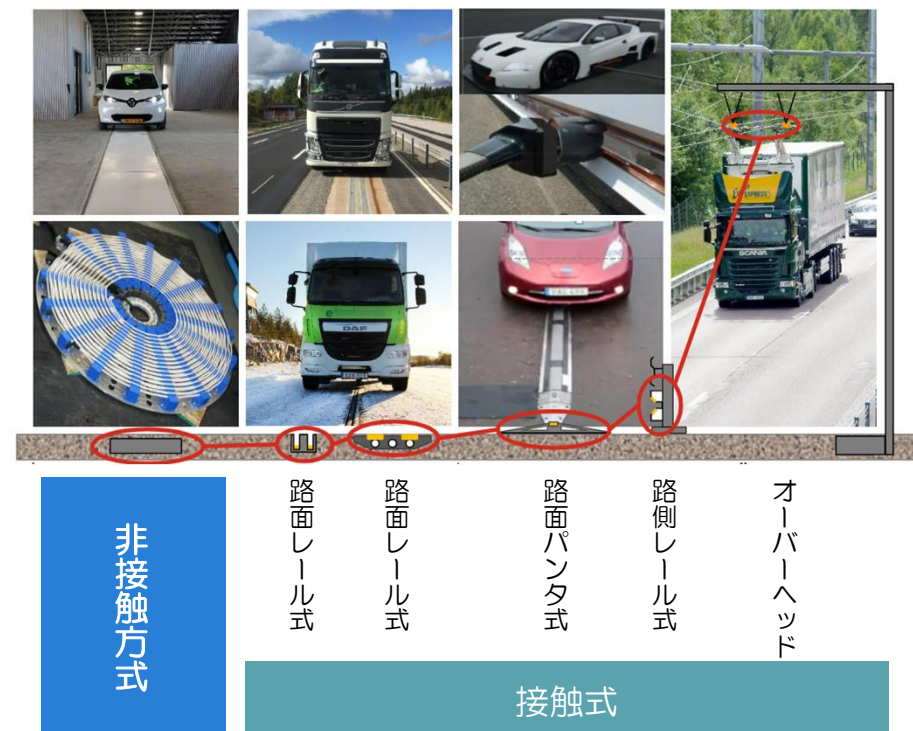
定期的に停車し、人による急速充電が必要(予備カートが必要)

バッテリー交換式

定期的に停車し、人によるバッテリー交換が必要(予備バッテリーが必要)

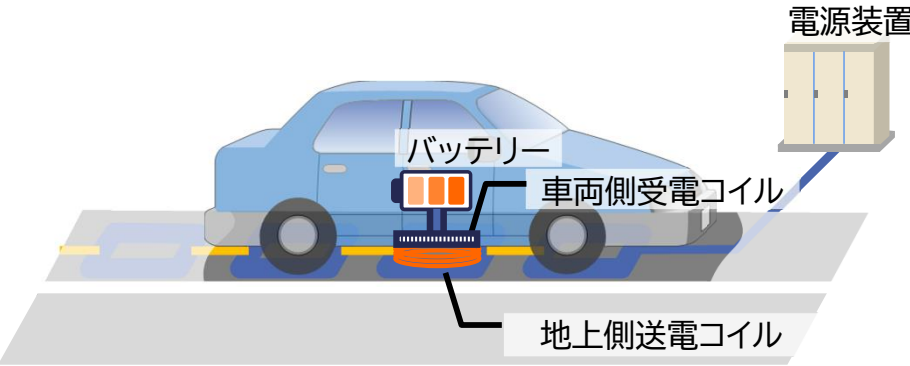
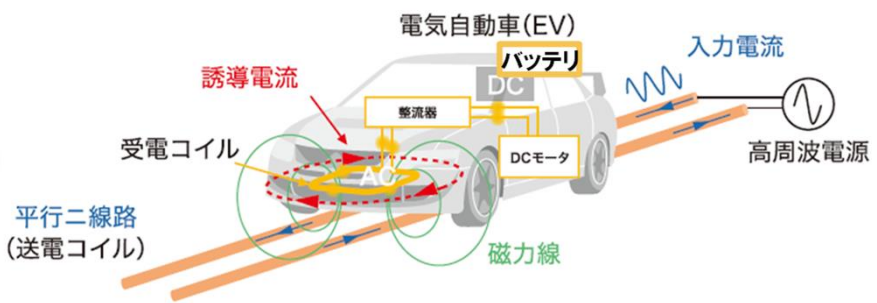
- 走行中給電システムには、接触式と非接触式（ワイヤレス）があります。
- 接触式は大容量の電力を給電できますが、摩耗や物理的破損のリスクがあります。
- 非接触式は摩耗がなくメンテナンスフリーですが、大容量の電力供給には漏洩磁界の低減が必要です。
尚、パレット走行であれば大容量給電は不要と考えられます。

	利点	懸念事項
接触式	・ 大電力供給が容易（数百kW級） ・ 単純な機器構成で、技術的に容易	・ 機械的摩耗による定期的交換費用の増大 ・ 接触摩耗で生じる粉塵の環境への影響 ・ 接触ミス等による物理的破損のリスク ・ 高速走行するほど摩耗が大きく、運行速度に制限が生じる
非接触式	・ 運行時の摩耗が無いいためコイル部分はメンテナンスフリー。粉塵も発生しない ・ 走行速度による制限がない	・ 設置/車載搭載物のコストが接触式より高い ・ 大電力を供給する場合は、法規適合するように漏洩電磁界の低減が必要（※人の立ち入らない場合の基準適合は比較的容易と考えられる）



出所）スウェーデン運輸省“Trafikverkets program för elvägar.” <https://docplayer.se/155193230-Trafikverkets-program-for-elvagar-nvf-jan-petterssontrafikverket-programchef.html> 2024年7月23日取得

- DWPTは「コイル式」と「平行二線式」を開発しています。
 - 「コイル式」は高出力化が可能であり、EV(バス、トラック含む)向けで開発を進めています。
 - 低出力でも対応可能ならば、埋設コストの安い「平行二線式」が採用できます。

	構成および利点	懸念事項	
コイル式	- 道路に「送電コイル」を複数敷設 - 送電コイル上を通過するたびに、車体底面に搭載した受電コイルに給電 →平行二線式と比較して、高出力化が可能 →漏洩磁界はコイルを通過した時のみに限定	- 絶縁や耐水性を確保するため、車体踏みつけに耐えるコイル構造が必須 →平行二線式と比較して、設置コストが高い	
平行二線式	- 道路に「導体」を連続して敷設 - 車両が導体上にある間、連続して給電 - コイル式と比較して構造が簡便 →強度を担保した埋設が容易なため、コイル式と比較して設置コストが安い	- 漏洩磁界は導体全体から常時発生(法規には適合) →法規適合対応するため、コイル式と比較して低出力になる	

技術名称: 走行中ワイヤレス電力伝送技術(DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer)【提案事業者・団体名】大成建設株式会社

項目: ③電源確保

【技術の概要】
時速30キロメートル以上で走行する車両へ電力を供給する「走行中ワイヤレス電力伝送技術(DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer)」を利用した無線給電道路を提案する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】
無線給電道路は、舗装に埋設した送電システムから高周波の電力を送電し、車両側に実装した受電システムによって電力を非接触で充電することが可能である。本技術によって、自動搬送機器に搭載するバッテリーを最小化することが可能となり、以下の効果が期待できる。

- ・バッテリー容量削減または長寿命化により、バッテリー製造時のCO2排出量の削減
- ・走行時の電費改善およびCO2排出量の削減
- ・バッテリー原材料費高騰に伴うコスト増加の抑制



図1-1 パレットへの無線給電のイメージ

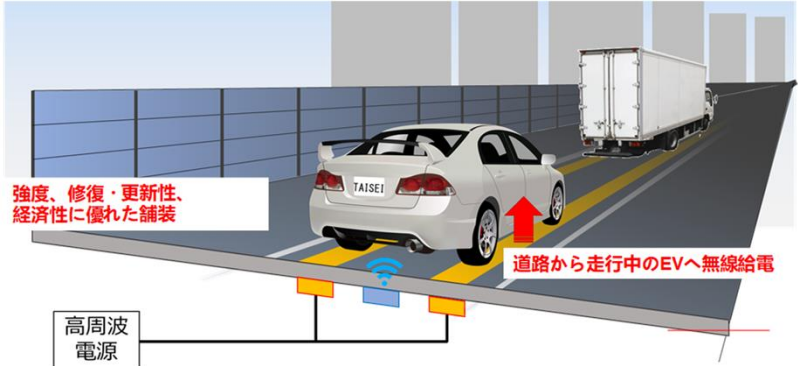


図1-2 EVへの無線給電のイメージ

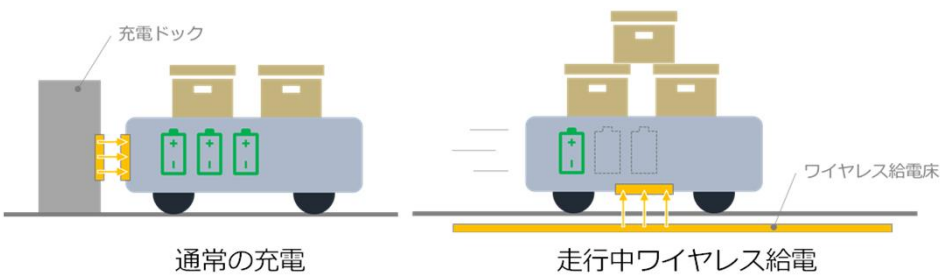


図1-3 走行中無線給電によるバッテリー削減効果のイメージ

表1 DWPTの主な諸元

機能	諸元*
給電出力	最大10kW
走行可能速度	最大60km/h
コスト	0.62-6.2億円/km
耐久性	N7交通量 輪荷重5トン、供用年数10年

※: 森田賢治『電動重量車の充電/給電システムに関する開発動向』
(JARI Research Journal/2021年3月)に記載の情報を基に大成建設にて目標値を設定

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 走行中ワイヤレス電力伝送技術 (DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer) 【提案事業者・団体名】大成建設株式会社
項目: ③電源確保

【技術の概要】
時速30キロメートル以上で走行する車両へ電力を供給する「走行中ワイヤレス電力伝送技術 (DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer)」を基幹とした無線給電道路を提案する。

【インフラ側の必要な断面積・インフラ側に求める設備】

無線給電道路の送電システムは、送電システム (高周波電源、整合回路、ノイズ抑制回路など)、無線結合器 (送電コイルもしくは送電電極) で構成される。図2-1は壁面から最大1kWの電力を給電するシステムの構成例と実施例である。路側に1m×0.3m×0.5mサイズの送電装置が10m間隔で設置されている。

舗装には送電側結合器および送電システムと送電側結合器の配電線が埋設される。輪荷重5トン、屋外に対応する舗装断面の例を図2-2.に示す。厚みは、施工基盤から300mm程度となるが、総重量1トンのパレットに対応する場合は大幅に薄型化することが可能であると考えている。

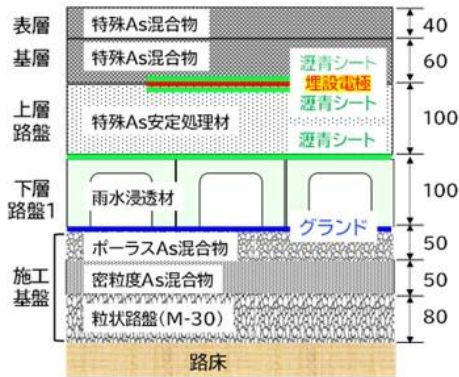


図2-2 無線給電道路の断面例

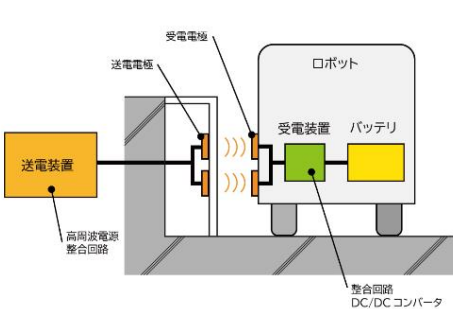
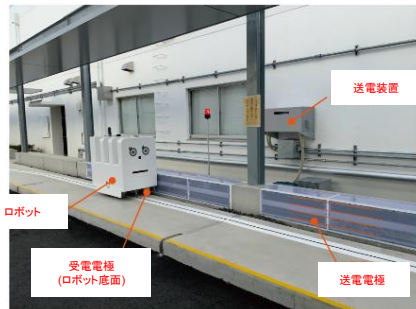


図2-1 無線給電道路のシステム構成例 (壁給電)



【技術導入の想定スケジュール (開発期間)・コスト等】

(1) ロボットへの無線給電技術

壁に送電装置を設置し低速で走行する搬送ロボットへの無線給電 (図2-1) および床に送電装置を設置し低速で走行するサービスロボットへの無線給電 (図2-3) は、プロトタイプが完成し、2023年10月から長期運用実験を継続中である。2027年の実証実験においては、輪荷重250kg級、送電電力4kW以下、走行速度20km以下のパレットに無線給電可能な道路を提案する。

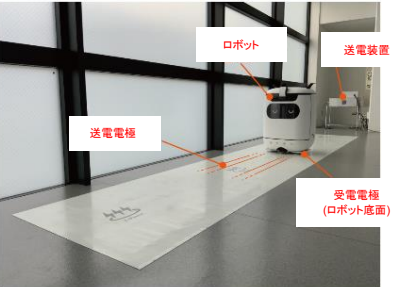
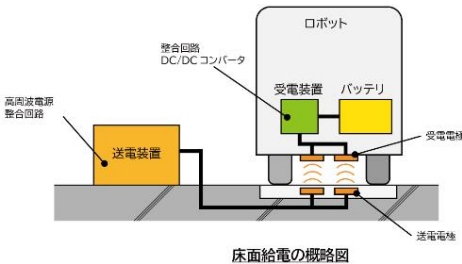


図2-3 無線給電道路のシステム構成例 (床給電)

(2) EVへの無線給電技術

提案事業者は、国土交通省CART、内閣府第3期SIPにおいて、EVへの無線給電技術を研究開発中である。2027年の実証実験においては、輪荷重5トン級、送電電力10kW級、走行速度60km以下のパレットに無線給電可能な道路を提案する。



図2-4 受電装置を搭載したトレーラ

自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 走行中ワイヤレス電力伝送技術(DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer) 【提案事業者・団体名】大成建設株式会社
項目: ③電源確保

【技術の概要】
時速30キロメートル以上で走行する車両へ電力を供給する「走行中ワイヤレス電力伝送技術(DWPT: Dynamic Wireless Power Transfer)」を基幹とした無線給電道路を提案する。

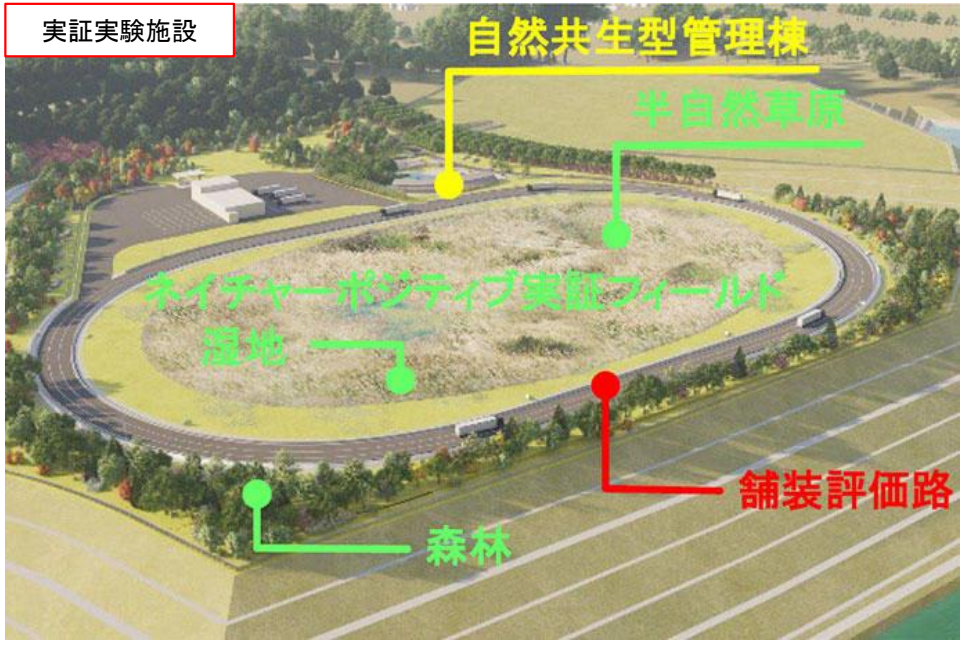
【技術開発の進め方への提案】

- 提案事業者は、舗装実験走路や輪荷重走行試験機、研究所構内にアスファルトおよびコンクリートの実験プラントを保有しており、短期間で公道実証時に必要なデータを取れる環境にあるため、迅速に公道実証の手続きが可能であると考えている。
- 大規模実証に向けて、これらの技術を活用し研究開発を進める計画である。



要素開発施設

次世代技術研究所



実証実験施設

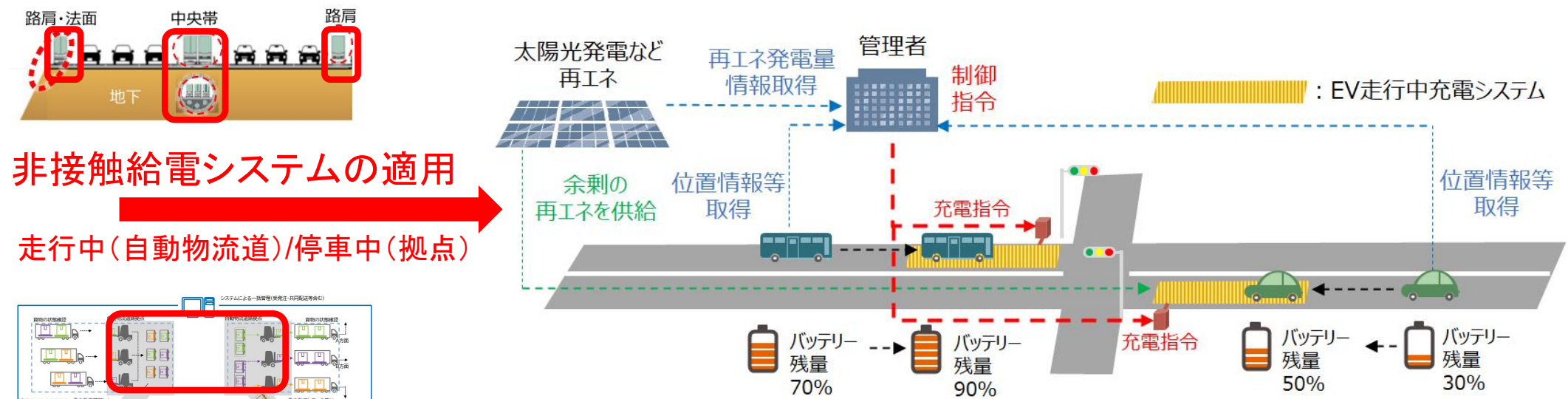
次世代舗装実験走路

技術名称: 非接触給電
項目: ③電源確保

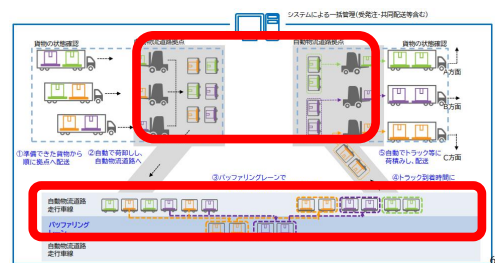
【提案事業者・団体名】(株)大林組

【技術の概要】
自動物流道路や物流拠点において、非接触給電システム(走行中/停車中)を導入。搬送システムへの走行中給電や拠点における自動搬送システム、搬出入EVTラックへの停車中給電により、自動物流道路全体のエネルギーマネジメントを実施。

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- ・非接触で給電可能なEVの走行中給電システム。
 - ・走行しながらの給電を可能とすることで、走行距離の延長と充電の利便性の向上を図る。
 - ・EVと電力系統を接続することで、昼間に余剰となる再生可能エネルギーによる電気の有効活用を目指す。



非接触給電システムの適用
走行中(自動物流道)/停車中(拠点)



関西電力(株)、(株)ダイヘンと共に、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が行う「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」において、電気自動車(EV)の走行中給電システムに関する技術開発を提案し、助成事業に採択。

方式	イメージ図	電力クラス	開発目標 (充電性能)	特徴
コイル方式		高出力 (大電力向き)	30kW	車両下のみ充電で電磁界影響が小さい

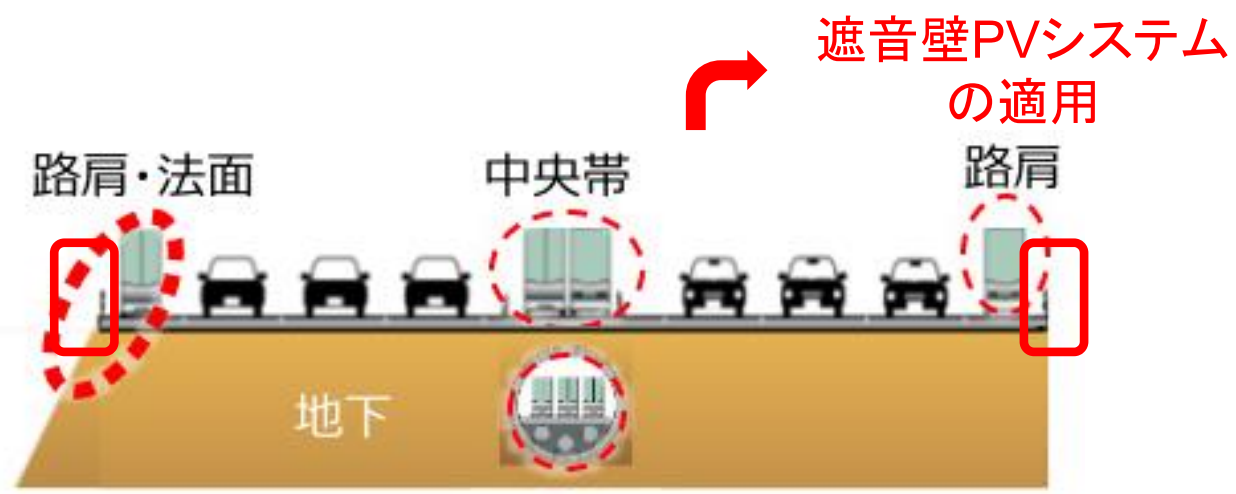
技術名称: 遮音壁PV
項目: ③電源確保

【提案事業者・団体名】(株)大林組

【技術の概要】
自動物流道路の側壁に、PV一体型の低層遮音壁を設置、短時間での取り付け、車線規制期間を最小化する「ハイウェイパネラック」工法※を適用。
※トヨタ自動車(株)来創生センターと共同開発

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- ①取り付け工事時間の大幅な短縮(従来工法に対し、約1/7に)
 - ・遮音壁の収納から取り付け工事までを一台の車両の荷台上で完結することで、道路の遮音壁やフェンスのような付属物や仕上げ材の迅速な取り付けが可能。
 - ・従来のクレーン車両による取り付け工事では、1ユニット(パネル2枚)を取り付けるのに約30分必要だったが、本工法では約4分半で可能。
 - ②作業人員の省人化(従来工法に対し、約1/2)
 - ・遮音壁をクレーン車両で吊り上げる従来の工法では6人の作業員が必要だったが、本工法を用いた車両では、遮音壁を水平移動させて取り付けするため3人で施工が可能。
 - ③作業員の負担軽減
 - ・バランサーを二つ用いて連携を取ることで、遮音壁を水平に保ちながら軽い力で自由に移動することができ、重量物を容易に取り扱えるため、作業員の負担軽減が実現。
 - ④規制時間の短縮(従来の約半分)
 - ・以上により、自動物流道を設置する高速道路等の規制時間を短縮。

※イメージ・写真は、2020年12月11日:(株)大林組プレスリリースより。
https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20201211_1.html



技術名称:次世代蓄電モジュール:MHPB

(三菱ハイパワーバッテリー)

【提案事業者・団体名】三菱電機株式会社

項目:③電源確保

【技術の概要】

- ・ 自動物流道路の実現にあたり、カーボンニュートラル実現を重視する観点から、エネルギーマネジメントに関しては以下のような主要課題が想定されます
ア. 自動物流道路走行中の自動カートへの充電
(ア)停車中充電の場合:いかに充電での停車時間を短くし、カート運用効率を上げるか
(イ)走行中充電の場合:いかに既存インフラへの設備追設を抑え、運営を合理化するか
イ. 物流拠点におけるAGVやソーターロボットへの充電効率/運用効率をいかに上げるか
ウ. 物流拠点における自動積み込み装置で発生する回生エネルギーをいかに有効活用できるか
- ・ このような主要課題の解決にあたっては、高出力密度や長寿命を特長とする弊社製「次世代蓄電モジュール:MHPB(三菱ハイパワーバッテリー)」や、弊社が長年にわたって電気鉄道分野で培ってきた「架線集電での制御技術」が活用できると考えます。

ア.「次世代蓄電モジュール:MHPB」

一般的なリチウムイオンバッテリーよりも高い出力密度(=ハイパワー)をもち、短時間で大電力吸収・出力が可能。
力行電力のピークカットにも適する。長寿命であるほか、動作温度範囲も広く低温特性も良い。

イ.「架線集電での制御技術」

パンタグラフ離線時の制御技術、パワーリミットによる電力系統との協調技術、車上機器と地上機器の保護協調技術 ほか

【技術のイメージ・技術導入の効果】上記の弊社技術を活用した方式では、主に以下のような効果が期待できます。

- ・ 自動カートの急速充電による運用効率向上/搬送時間短縮
- ・ 既存インフラの設備増強抑制
- ・ 力行/ブレーキで発生する回生電力の再利用による省エネ実現

＜次世代蓄電モジュールが自動物流道路に適していると考え理由＞

①停車中給電との比較

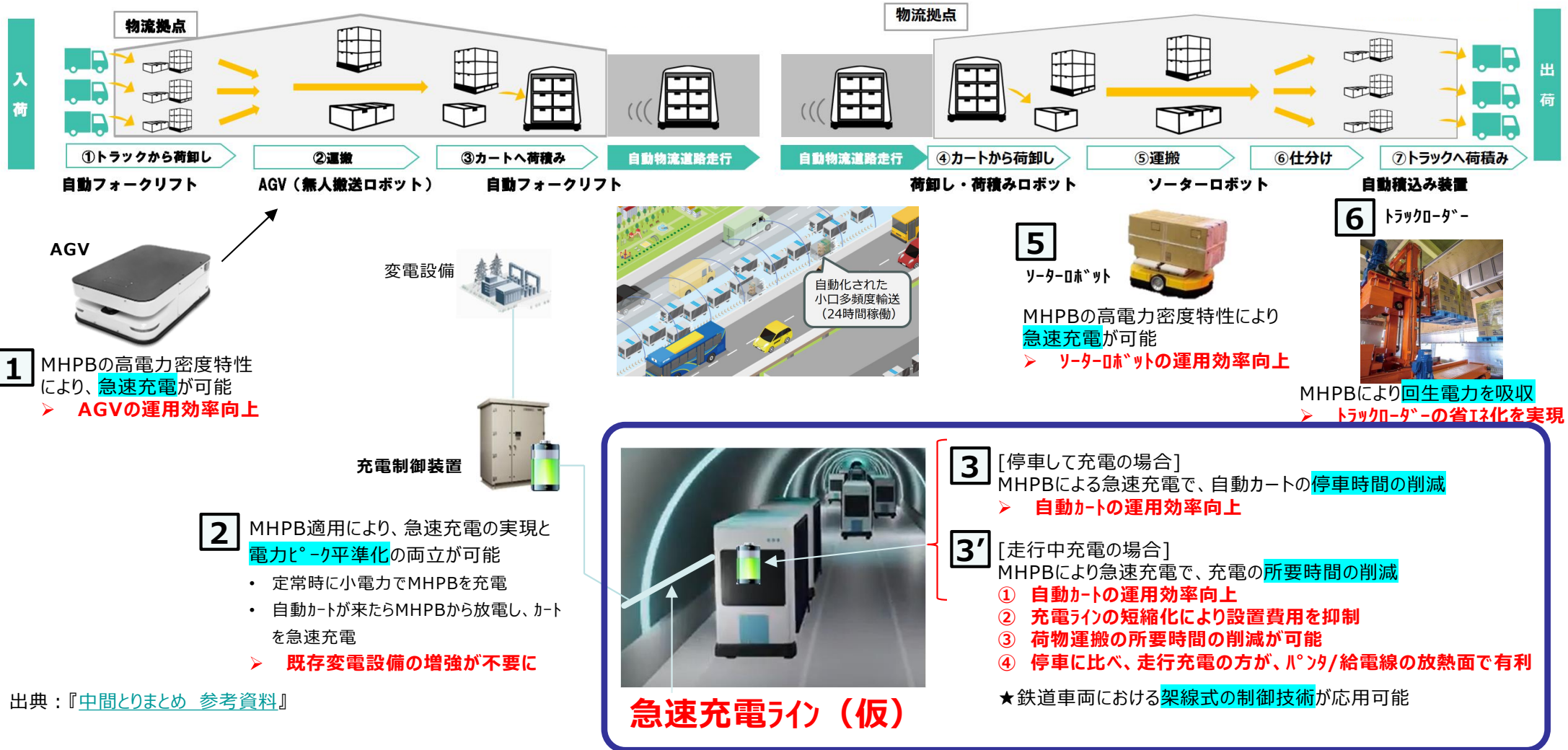
停車中給電の場合は、走行風による冷却効果が期待できず、発熱・放熱の観点で配慮が必要になります。次世代蓄電モジュールは、高温下での急速充電の特性にも優れており、水冷等の複雑な冷却機構が不要なため、カートの小形軽量化に寄与することができます。
蓄電部分が小形軽量化する分、荷物の搭載量を増やしたり、省エネで運行したりすることが可能になります。

②走行中給電(非接触給電)との比較

給電効率の観点から、エネルギーロス最小とする配慮が必要です。
次世代蓄電モジュール+架線式を適用することで、短時間で高効率の受給電が可能になり、エネルギーロスを最小化することも可能になります。

【補足資料】「次世代蓄電モジュール:MHPB」の具体的なユースケース(案)

本意見書にてご提案した、自動物流道路への弊社製「次世代蓄電モジュール:MHPB」の具体的なユースケースや、インフラ側に必要となる「急速充電ライン(仮)」の概念図を補足としてお示しします



出典：『中間とりまとめ 参考資料』

④その他自動物流道路の構築に資する技術

技術名称: 自律分散協調型EMS

項目: ④その他自動物流道路の構築に資する技術

【提案事業者・団体名】株式会社ダイヘン

【技術の概要】
自動物流道路で使用する電力の再エネ利用を向上させ、消費電力を最小化する。
また、電力系統停電時に自動物流道路や高速道路の重要負荷に電力供給する。

【技術のイメージ・技術導入の効果】

■ 自律分散協調型EMSの技術イメージとメリット(従来のEMS比較)

従来の制御方式

中央監視制御装置

各機器との相互通信

指令 データ 指令 データ 指令 データ 指令 データ 指令 データ

蓄電池 太陽光発電 V2X(EV) BEMS

SynergyLink

プライシングゲートウェイ

全体誘導指令(プライス)

蓄電池 太陽光発電 V2X(EV) BEMS

従来のEMS

- 機器の監視や制御を行うために中央監視制御装置が必要。
- 中央監視制御装置と各機器との相互通信や複雑で高速な制御演算が必要のため導入コストが高額になる。
- 設備増強のたびに中央監視制御装置の増強や大幅な制御ソフトの変更が必要のためシステムの拡張が困難。

自律分散協調型EMS

- 中央監視制御装置を使用せず、小型演算装置(弊社製品名:シナジーリンクモジュール(SLM))を各機器に搭載する。
- 各機器にシステム全体の出力を誘導する全体誘導指令「プライス」を発信し、指令値に応じて各機器が自律的に出力値を決定し、連鎖的に調整し合うことで最適なEMSを実現。

<メリット>

- 高コストな中央監視制御装置が不要となり、システム費用を大幅に削減。
- 各機器が自律的に調整を行うため、柔軟な機器の追加や増設が可能。
- 各機器の状態を一括管理する必要がないため大規模システム構築が容易。

※ 動作説明動画: https://www.youtube.com/watch?v=kjxbIG_LEX0

【技術導入の想定スケジュール(開発期間)・コスト等】

- **提案技術は【新規開発要素無しに供給可能】である。**
 - 本技術は既に複数のお客様に提供を行っており実績も多数。
 - 受変電設備および蓄電池設備の容量は走行カートの消費電力および、BCP対策負荷の容量などにより変動する
- **コスト**
 - 開発: 不要
 - 導入: 蓄電池設備の容量により変動
 - 維持管理: 一般的な受変電設備の維持管理と同様
- **必要な検証項目**
 - 必要な蓄電池容量
(カートの消費電力量およびBCP対策機器、運転継続時間など)
 - 周囲のPV等設置可能面積

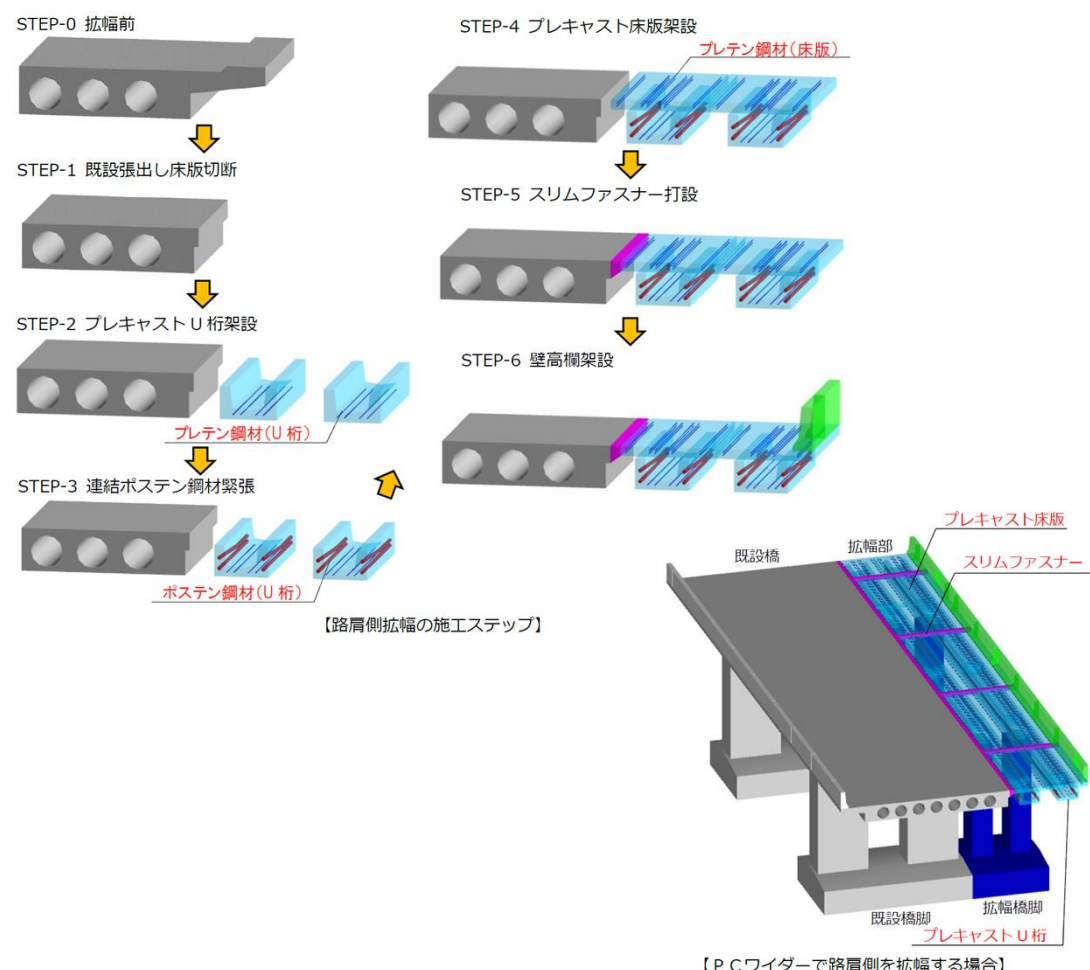
技術名称:PCワイダー

【提案事業者・団体名】(株)大林組

項目:④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】コンクリート橋の拡幅工法
①U桁である桁部と床版部を分割 ②U桁と床版はプレテンションPC鋼材により、事前にプレストレスを導入されたプレキャスト部材を採用 ③ポストテンションPC鋼材による部材の連結はU桁部分のみで実施 ④床版同士および既設床版との接合にはUFCを用いた接合工法(スリムファスナー)を採用
〈特許登録 第07428170号〉〈商標登録 第06631949号「PCワイダー」〉

【技術のイメージ】



【技術導入の効果】

- ①コストダウン(在来工法との比較)
 - ・上部工拡幅部のコンクリートやPC鋼材の施工数量を低減
 - ・上部工重量の低減により、既設下部工への影響を低減
 - ・下部工拡幅や補強にともなう施工数量も低減
 - ・プレキャスト部材の分割により、架設時機械の小型化が可能
 - ②車線規制期間の短縮(在来工法との比較)
 - ・在来工法では拡幅部のコンクリート打設後に通常6か月養生期し、接合部(二次床版)を施工
 - ・現場施工日数が削減し、**規制期間を在来工法の30%まで短縮可能**
 - ・現場への材料搬入(鉄筋、コンクリート)が不要、搬入車両を縮減
 - ③高い汎用性
 - ・プレキャスト部材とポストテンション鋼材を適切に使い分け
 - ・桁高の低い連続中空床版桁でも、既設橋と同じ桁高で連続構造での拡幅が可能
 - ・T桁、箱桁などの多様な桁断面や単純桁、連続桁、連結桁等さまざまな構造形式に適用可能
 - ・**路肩だけでなく、上下線に挟まれた中央分離帯の拡幅にも適用可能**
- 【作業時占用スペース】
- ・拡幅幅および既設橋梁の構造により変動
 - ・上下線間拡幅時、標準的には上下線1車線ずつ(計2車線)を占用
 - ・路肩側拡幅時、標準的には拡幅側1~2車線を占用
 - ・桁下ヤードは許可されれば使用、桁上・SA(一部)で施工可能

技術名称: ユーラップ (URUP) 工法

項目: ④その他自動物流道路の構築に資する技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組

【技術の概要】 アンダーパスの急速施工法、自動物流道路バッファレーンから自動物流道路拠点までの道路構築

①従来工法(発進・到達立坑を構築し、立坑内で発進・到達)とは異なり、立坑を構築することなく、地上部より発進し、地上部に直接到達
〈建設技術審査証明 技審証第14号〉〈平成22年度 土木学会 技術開発賞〉〈第14回 国土交通省 国土技術開発賞 最優秀賞〉等

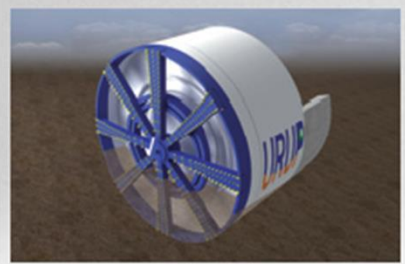
【技術のイメージ】

矩形URUP

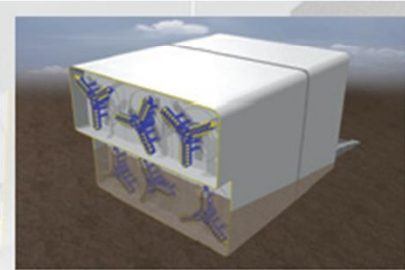
※1台のシールド機で
発進・到達を繰り返す



※トンネルの用途、施工条件に応じて
自由に断面形状を選定できます。



円形断面 (例)



矩形断面 (例)

【技術導入の効果】

①工事期間を1/3に短縮

・世界初の地上からの発進、地上への到達を実現(立坑不要)

・アプローチ区間を含めたアンダーパス全線の連続施工が可能

・工期が従来工法の最大1/3程度に短縮

②工事による交通渋滞、騒音、振動を低減

・立坑、開削工事が不要

・工事に起因する交通渋滞、騒音および振動を低減

・交通渋滞を早期に解消

③環境にやさしい

・大型重機を使用しないため、工事による排出ガスを最小限化

・立坑、開削工事をおこなわないため、地下水の流動を阻害しない

・構造物の必要断面のみを掘削、現地発生土量を低減



技術名称:次世代型道路(ダイバーストリート)

項目:④その他自動物流道路の構築に資する技術

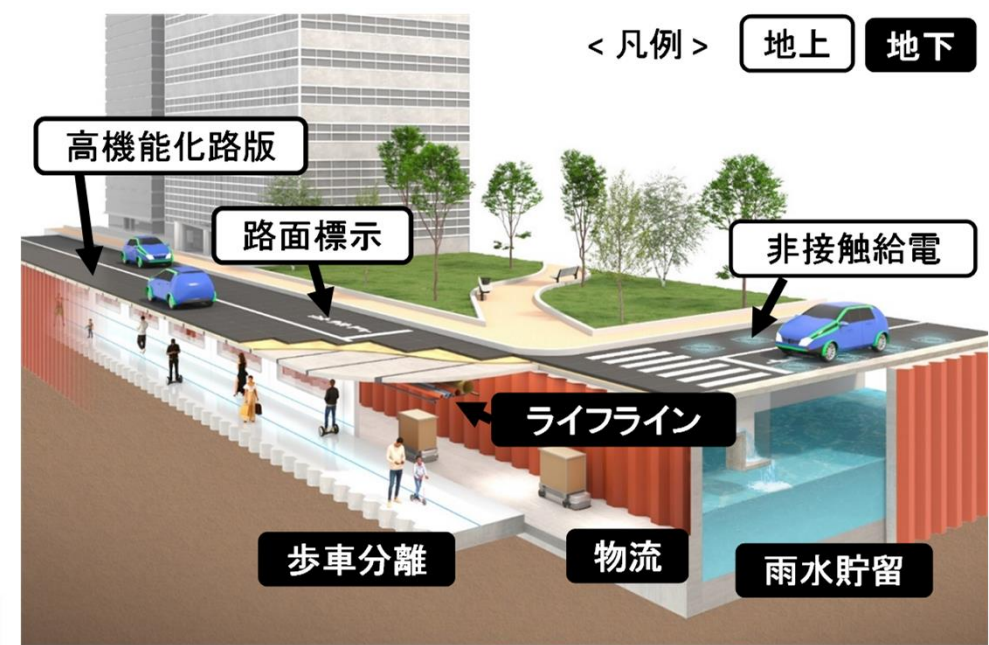
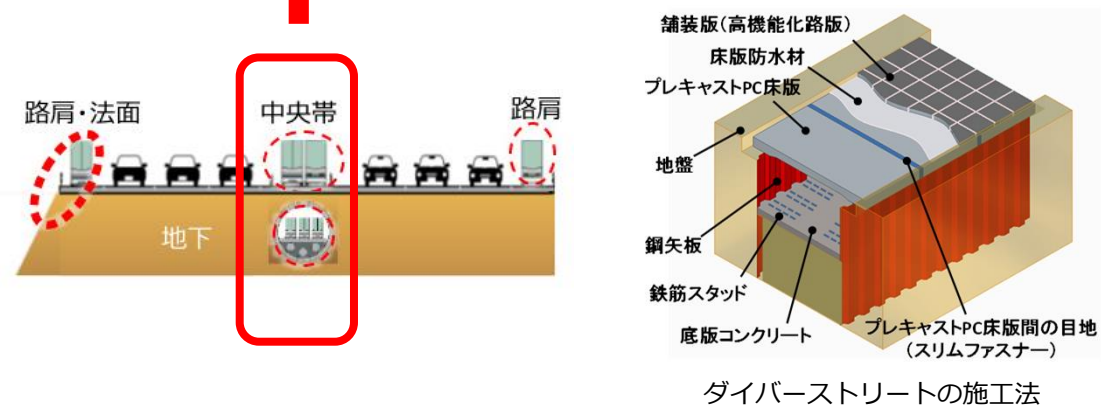
【提案事業者・団体名】(株)大林組

【技術の概要】

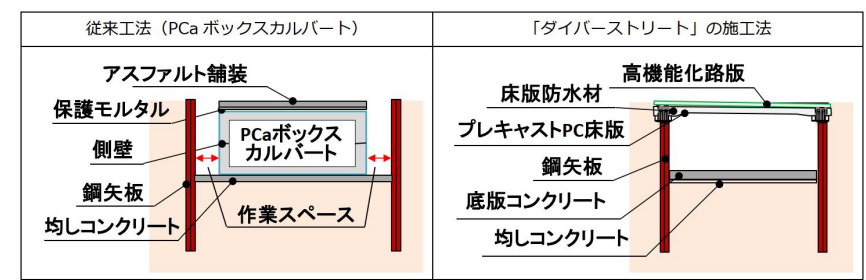
自動物流道路の地上および地下空間を搬送システムとして利活用する次世代の道路システム。地上部は車道路面に高機能化路版を敷設することにより、自動運転や非接触給電などのモビリティを融合させた道路を整備することで、自動物流道を実現。地下部も搬送システムその他に利活用可能。

- 【技術のイメージ・技術導入の効果】
- ①施工コストの削減(従来工法(PCaボックスカルバート)と比較して約4割削減)
 - ・鋼矢板の引抜き工事と側壁の躯体工事が不要。
 - ・プレキャスト部材が床版のみとなるため、同部材の製作費や運送費が減少。
 - ②工期の短縮(従来工法より約2割短縮)
 - ・鋼矢板の引き抜き工程と側壁の構築工程が不要。
 - ・プレキャスト部材が床版のみとなるため、上部・下部など各プレキャスト部材の組み立てが不要となり、作業量が大幅に減少。
 - ③掘削エリアの縮小
 - ・仮設の鋼矢板と躯体の側壁間の作業スペースが不要。
 - ④鋼矢板で荷重を支持
 - ・鋼矢板は、従来の土留め機能に加えて、支持構造物としても使用。
 - ・プレキャスト床版などを採用し、軽量の路面構造としたことで、路面から伝わる鉛直および水平荷重を鋼矢板の側壁摩擦力などで支持。

ダイバーストリートの適用



次世代の道路構想「ダイバーストリート」のイメージ



従来工法と当工法の比較(断面)

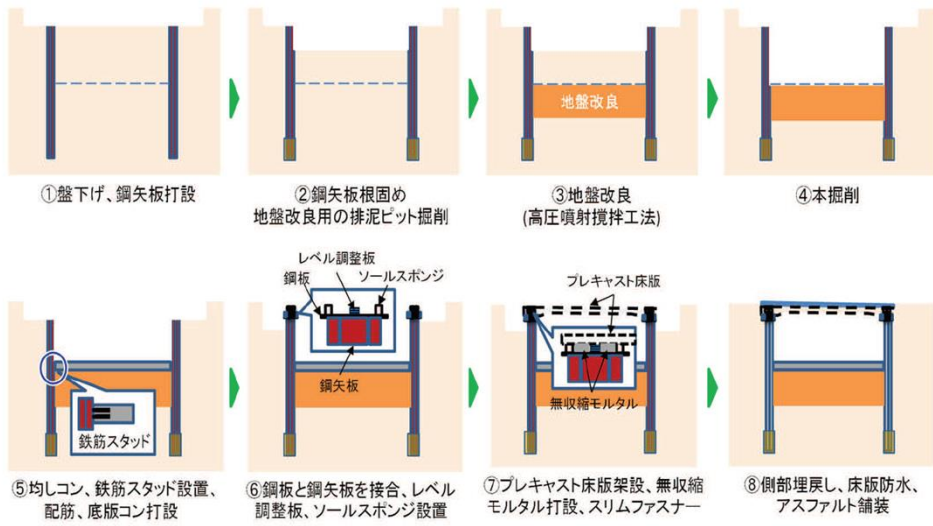
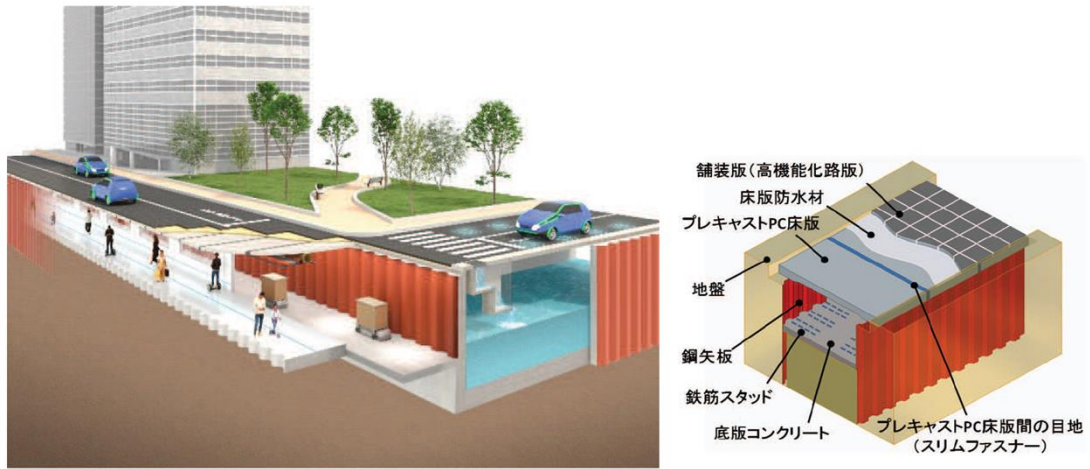
自動物流道路を構成する技術に関するサウンディング調査 意見書

技術名称: 次世代型道路(ダイバーストリート)
項目: ④その他自動物流道路の構築に資する技術

【提案事業者・団体名】(株)大林組

【技術の概要】 地下空間を活用する次世代道路構想
①従来工法(PCaボックスカルバート)において、土留め壁として使われてきた仮設鋼矢板を支持構造物として本体利用②プレキャスト床版のみを運搬・設置

【技術のイメージ】



【技術導入の効果】

- ①コスト縮減、工程短縮
 - ・鋼矢板の引抜き工事不要
 - ・側壁の躯体工事不要
 - ・埋め戻し工事不要
 - ・全体工期が約18%短縮可能
- ②掘削エリア縮小
 - ・側壁設置幅および余掘り幅削減



写真1 鋼矢板圧入



写真2 プレキャスト床版設置完了



写真3 車両走行試験



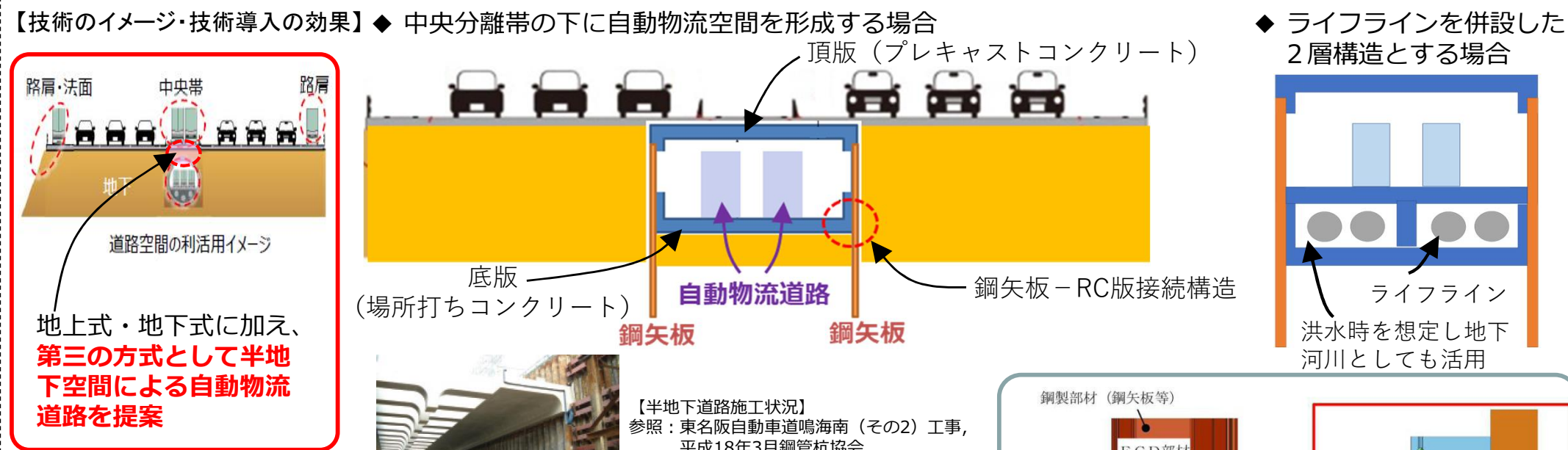
写真4 搬送ロボット走行デモ

技術名称:半地下空間鋼矢板工法

【提案事業者・団体名】日本製鉄株式会社・ジオスター株式会社・日之出水道機器株式会社

項目:④その他自動物流道路の構築に資する技術

【技術の概要】
中央分離帯／路肩／本線の地下に2列の鋼矢板壁を設置し、鋼矢板壁間の内部を掘削し、プレキャストコンクリートからなる頂版と場所打ちコンクリートからなる底板を鋼矢板壁と急速施工可能な機械式接合で連結することで、自動物流空間を形成する。



- **新たな用地買収不要**
⇒ 地上の中央分離帯や路肩は、従来通り使用可能
- **短工期・省スペース施工**で、供用中の高速道路交通への影響が少ない
- 半地下でICや物流拠点への分岐が可能
⇒ 一般車線に干渉しない
- 地上式・地下トンネル式に比べ同等もしくは安価
- 半地下空間として、鋼矢板を仮設兼用本設適用することにより、地盤掘削後に共同溝を設置する工法より急速施工可能

