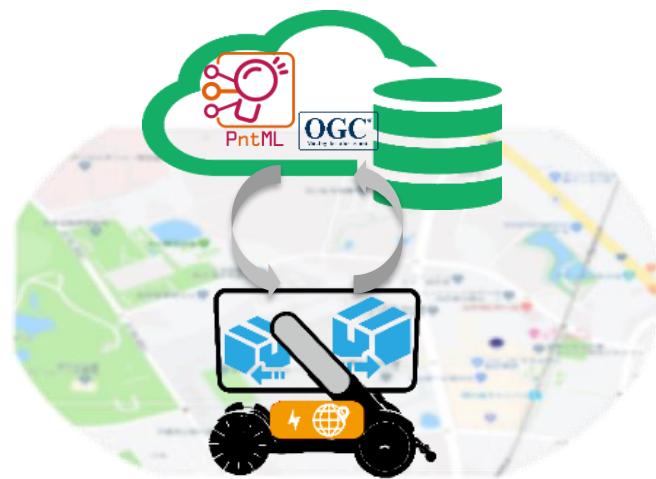
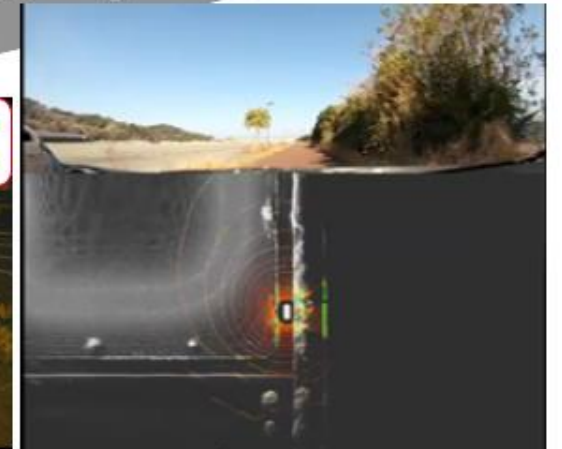
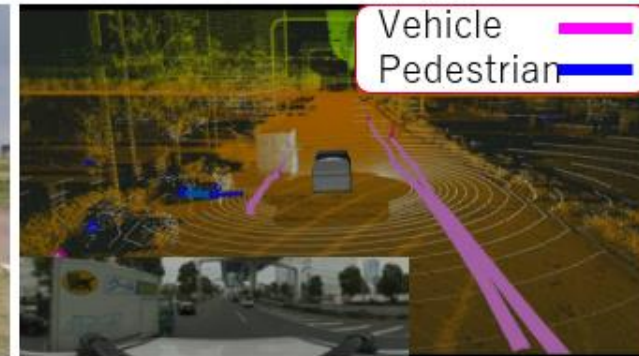
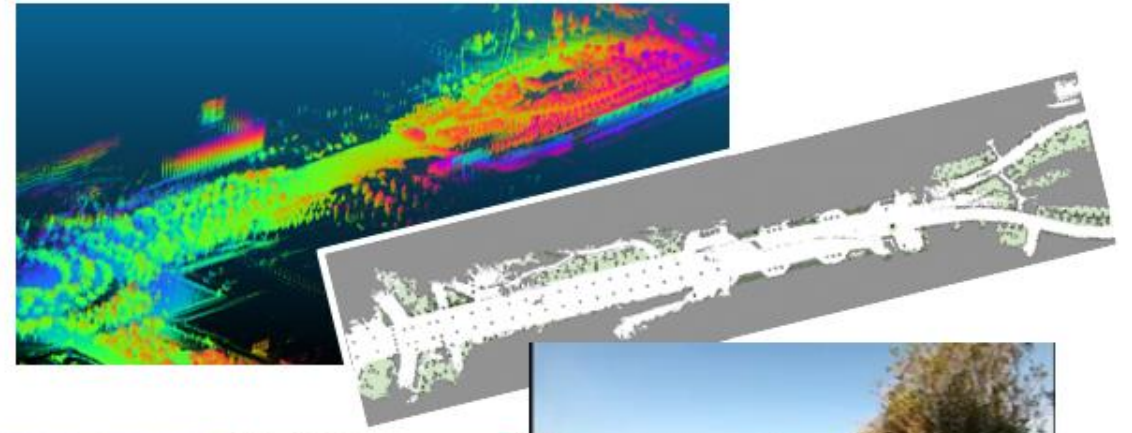
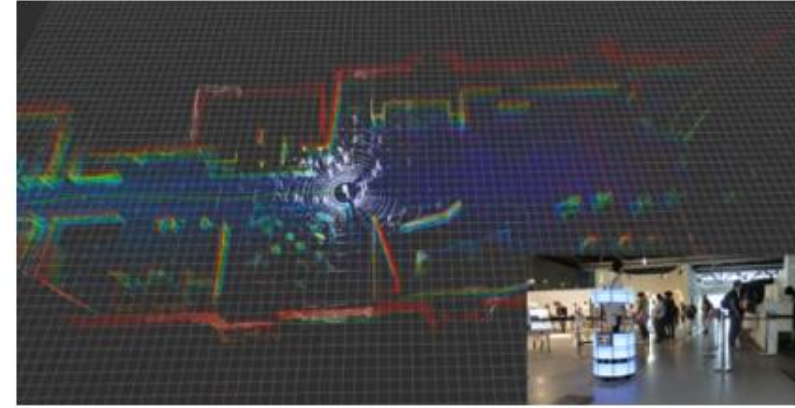


歩道走行型ロボットの社会実装に向けた公道実証実験の推進

佐々木 洋子

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 上級主任研究員



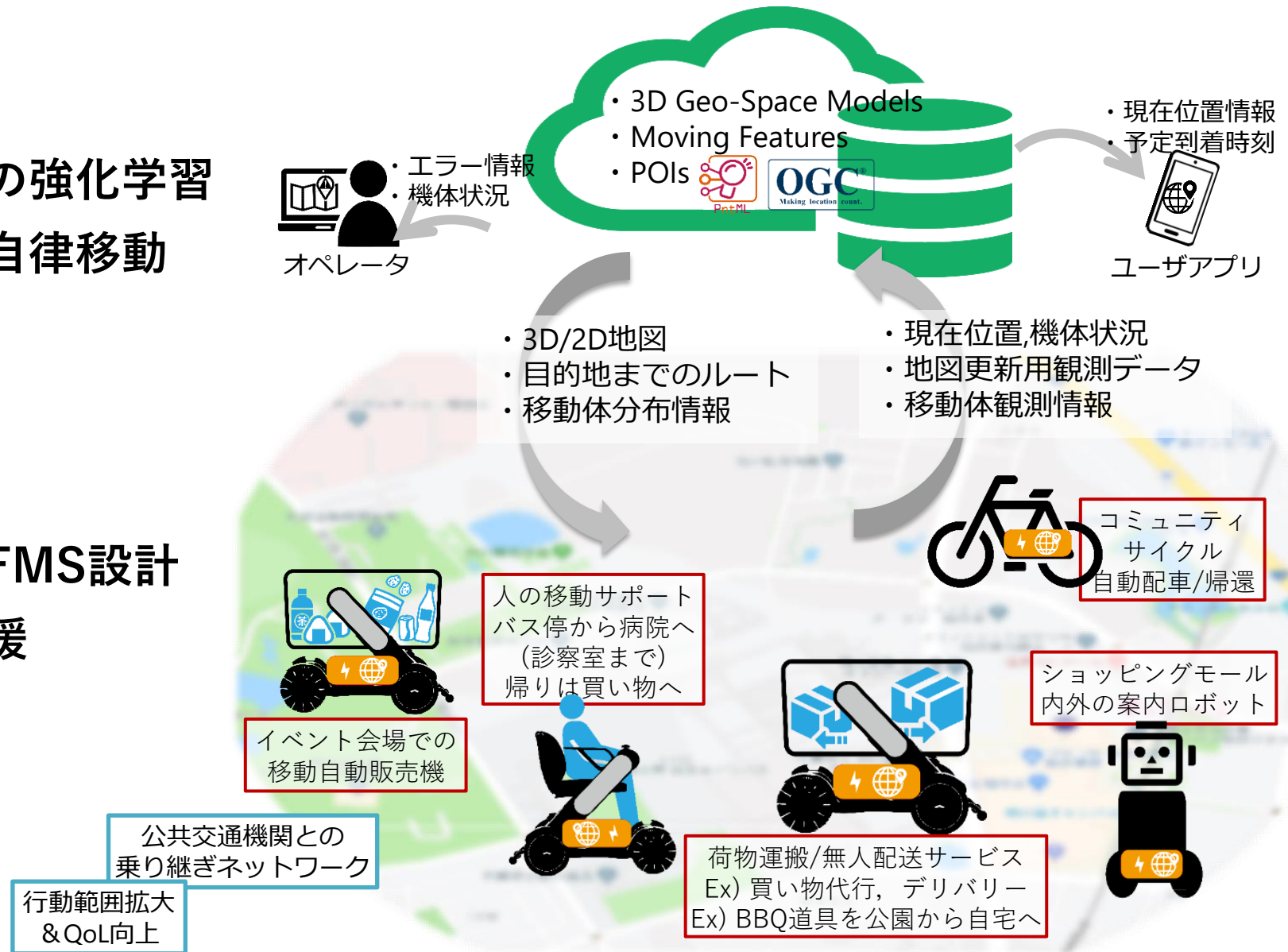


● 研究開発

- 様々な状況に対処する動作の強化学習
- 基盤モデルを活用した汎用自律移動
- エッジ-クラウド連携

● 社会実装の加速

- 複数事業者混在を想定したFMS設計
- 公道実証の推進, 事業者支援



●ねらい

- 自律移動技術向上の加速
- ロボット開発事業者支援
- 青海地区の活性化
- 産総研NEDOプロ地図利用性検証

●実施概要

- お台場青海南地区，実証事業者を募集
- 脚ロボット6機，車輪ロボット16機応募募
- 車輪型16機は，区分8みなし歩行者で実証
 - 延べ100回以上実施（1機が1日実施で1回とカウント）
- 歩行型6機は分離措置必須とのことで断念
 - 前例なく車両区分が不明なため，実施可能か判断できない
 - 分離措置を取らない実験はできない



お台場での自律走行実証に参加しませんか？ ロボット募集中！

- ▶ 提供する3次元点群地図 (.pcd) の有効性を検証する自律走行実証
- ▶ ROS/ROS2ベースの小型移動ロボットで、bagファイルをご提供可能な方
- ▶ お台場青海南エリアにて、時期・期間は2025年中で応相談

地図利用性を検証する自律走行実証

- 目的/要：ロボットが自律走行に使用する地図情報の汎用化
- 解決方法：実証ごと・個別にロボット事業者が地図計測せず、維持管理された3次元地図を各社が利用可能な仕組みを確立
- 実証の目的
 - 1. 共有用で作成した3次元点群地図が自律走行利用可能か検証
 - 2. 色付き点群、占有格子地図等、他の地図データ提供事業者調査

使用いただく3次元点群地図 (.pcd)

- データ仕様：ボクセル解像度 5cm程度、(x, y, z)のみ、色なし点群
- 精度：地図レベル50m程度（最大誤差25cm程度）
- 座標系：EPSG:6467（平面座標）/ 座標系：JGD55（高緯度）
- フォーマット：.pcd形式

*走行範囲はエリア全域でも一部でも構いません

参加条件、提供可能なサポート

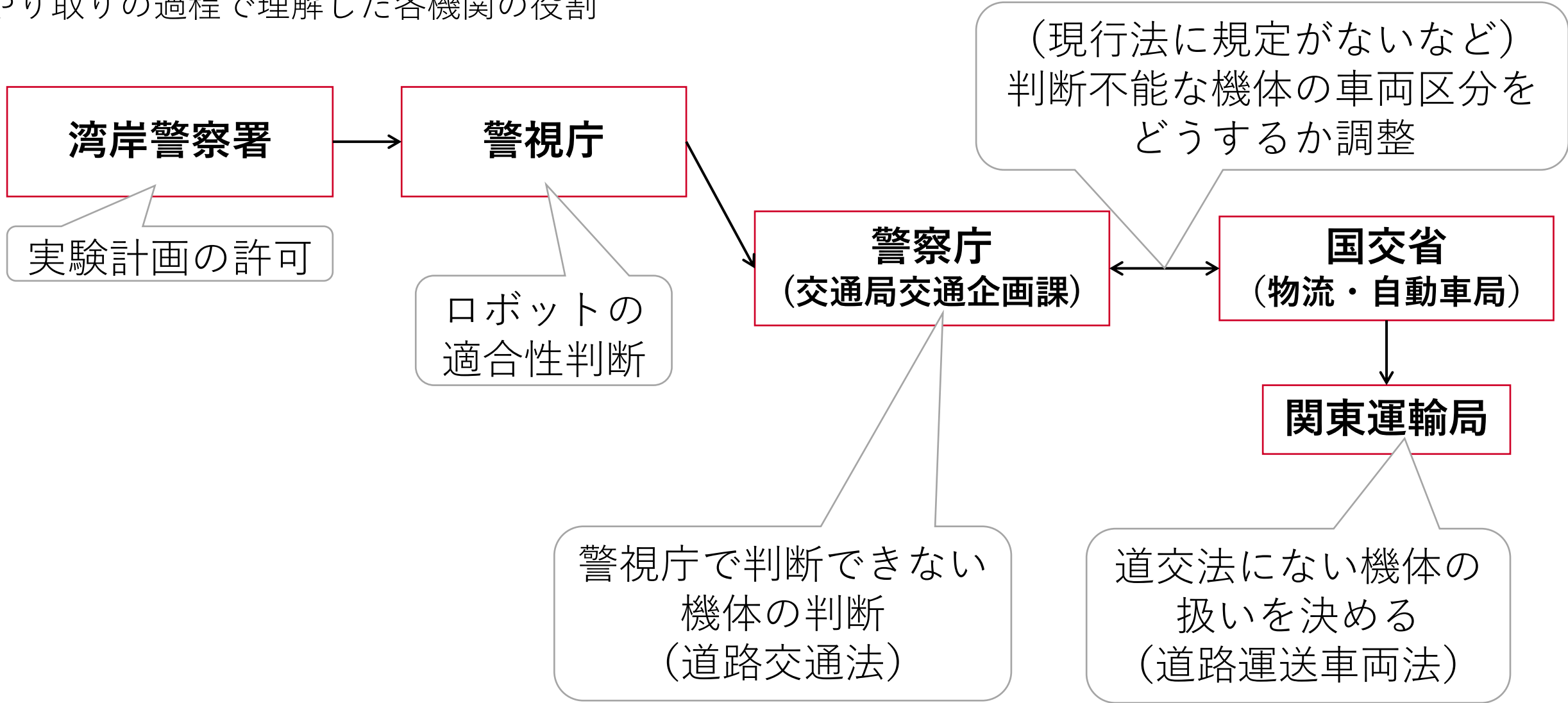
- 屋外歩道を自律走行可能な小型移動ロボット
- 3次元点群地図を自律走行に使用いただくこと
 - 必要に応じてデータ変換や加工して構いません
 - 自己責任で変換をお願いします
 - (自己責任で、経路計画、ルート設定時に参照)
- 3次元点群地図をどう使ったか共有いただくこと
- ROSの形式で走行ログを共有いただくこと (1日/機、編成回数など、要チェック)

お問い合わせ/参加登録フォーム

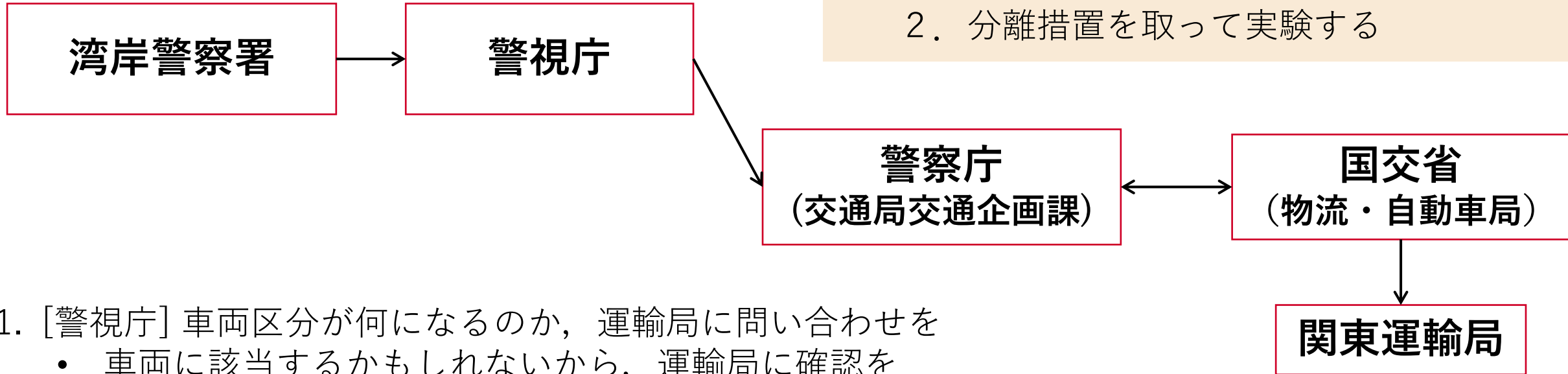
NEDO参加
募集ポスター

四脚ロボット申請の流れ

やり取りの過程で理解した各機関の役割



実際のやり取り



結果 | 4脚ロボットの公道実証は

1. 車輪を付けて遠隔操作型小型車にする
2. 分離措置を取って実験する

1. [警視庁] 車両区分が何になるのか、運輸局に問い合わせを
 - 車両に該当するかもしれないから、運輸局に確認を
2. [関東運輸局] 車ではない（道路運送車両法に規定なし）。どの車両区分にしたいか提案を
 - [我々→運輸局] 車輪→脚になる以外同一なら遠隔操作型小型車と同等に扱ってほしい
 - [関東運輸局] 過去の事例がないので判断できない
3. [我々] 警視庁に運輸局回答を報告 → [警視庁] 車両区分が決まらないので許可できない
 - [警察庁] 過去事例から、国交省では「車両の可能性はある」との見解（この時は分離措置）

- 本事例は**ルール上不可ではなく判断がつかずOKと言えなかった**と想像
 - 現場の担当者が迷わないよう、扱いを整理いただきたい
- 遠隔操作型小型車の定義や要件に**移動方式の制限はない**
 - 車輪型と同等の安全性がわかれば車輪以外も実証できるような指針がほしい
- 車輪以外のロボットも遠隔操作型小型車と同等に扱えないでしょうか
 - 安全性の検証や、技術の先鋭化には、現地での実証実験が必要
 - 今後、様々な新しいロボットが出現すると想定

遠隔操作型小型車の定義

(道交法2条1項11号の5、施行規則1条の6, 1条の7)

- 人または物の運送の用に供する
- 原動機（電動機のみ）を用いる小型の車
- 遠隔操作により通行させることができる
- 車体の大きさ・構造が、歩行者の通行を妨げないとされる基準に適合
- 内閣府令の基準を満たす非常停止装置を備える

遠隔操作型小型車の要件

(道交法施行規則1条の6, 1条の7)

- サイズ： $L \leq 120\text{cm}$, $W \leq 70\text{cm}$, $H \leq 120\text{cm}$
- 速度： $\leq 6 \text{ km/h}$
- 動力： 電動のみ
- 安全性鋭利な突出部なし
- 緊急停止： 押しボタン式・即停止
- 標識車体に表示
- 通行区分： 歩行者扱い

- その他の扱いが不明瞭
 - 現場担当者が判断できない

- 遠隔操作型小型車同等と判断する指針を

遠隔操作型の要件を満たす No ?

Yes

車輪型と同等の安全性 ← 要件?

車輪型と同条件で実験可

たとえば

- 安全に停止する → 形態に寄らず
- 移動中の安全性, 転倒など (車輪でないとは何が異なる?)

歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る留意事項 (p.26, 2023年7月)

道路使用許可の要否例

法上の区分	道路使用許可が必要	道路使用許可が不要
車両 (自動車、原動機付自転車、原動機を用いる軽車両)	<ul style="list-style-type: none"> ● 原則として、どのような形態の実証実験であっても必要 <p>高さ 130cm 法定の非常停止装置を備えていない</p>	<p>※ 現時点において把握はないが、特例特認小型原動機付自転車として扱われるロボットであれば、道路使用許可が不要となる場合がある。</p>
移動用小型車 原動機を用いる身体障害者用の車	<ul style="list-style-type: none"> ● 準完全自律型 (区分2) 	<ul style="list-style-type: none"> ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p>
遠隔操作型小型車	<ul style="list-style-type: none"> ● 準完全自律型 (区分2) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 公安委員会に届出 届出番号等 ● みなし歩行者型 (区分8) <p>届出できない</p> <p>※ みなし歩行者として通行させる場合には、遠隔操作を行うことはできない。</p> <p>1m~2m程度</p>
原動機を用いる歩行補助車等		<ul style="list-style-type: none"> ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記の区分にかかわらず、車輪を備えた従前の車とは異なり技術的な安全性が確保されていないもの 	

歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可基準 (p.12, 2023年4月)

別表

ロボットを通行させる形態の区分^{*1}

…「歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可基準」の対象

区分	名称	形態	目視外		目視内		保安要員	自律走行
			遠隔監視	遠隔自動操作	近接監視	遠隔自動操作		
1	完全自律型	遠隔監視及び近接監視なしの完全自律走行	×	×	×	×	×	○
2	準完全自律型	遠隔監視又は近接監視ありの完全自律走行 (駆動装置の操作あり)	○	×	○	×	×	○
3	完全遠隔監視・操作型	遠隔監視・操作型の無人自律走行 (保安要員なし)	○	○	×	×	×	○
4	遠隔監視・操作型	遠隔監視・操作型で保安要員あり自律走行	○	○	×	×	○	○
5	目視外遠隔自動操作型	自律走行をしない自動操作	○	○	×	×	○	×
6	近接監視・操作型	近接監視・操作型の自律走行	×	×	○	○	-	○
7	近接監視型	目視内遠隔自動操作型	×	×	○	○	-	×
8	みなし歩行者型	ロボットが移動用小型車、原動機を用いる身体障害者用の車、遠隔操作型車又は原動機を用いる歩行補助車等に該当し、通行させている者が当該車をすぐに停止させることができる距離 (1~2メートル程度) に存在	×	×	○	×	-	○

ロボットの監視のされ方で区分
移動方式や形態に寄らない適切な定義

- その他の扱いが不明瞭
 - 現場担当者が判断できない

● 遠隔操作型小型車同等と判断する指針を

遠隔操作型の要件を満たす No

Yes

車輪型と同等の安全性 ⇐ 要件?

車輪型と同条件で実験可

たとえば

- 安全に停止する → 形態に寄らず
- 移動中の安全性, 転倒など (車輪でないとは何が異なる?)

歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る留意事項 (p.26, 2023年7月)

道路使用許可の要否例

法上の区分	道路使用許可が必要	道路使用許可が不要
車両 (自動車、 原動機付自転車、 原動機を用いる軽 車両)	<ul style="list-style-type: none"> ● 原則として、どのような形態の実証実験であっても必要 <p>高さ 130cm 法定の非常停止装置を備えていない</p>	<p>1m~2m程度</p> <p>※ 現時点において把握はないが、特例特認小型原動機付自転車として扱われるロボットであれば、道路使用許可が不要となる場合がある。</p>
移動用小型車 (原動機を用いる身体障害者用の車)	<ul style="list-style-type: none"> ● 準完全自律型 (区分2) <p>1m~2m程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p>
遠隔操作型小型車	<ul style="list-style-type: none"> ● 準完全自律型 (区分2) <p>1m~2m程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 公安委員会に届出 届出番号等 ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p> <p>※ みなし歩行者として通行させる場合には、遠隔操作を行うことはできない。</p>
原動機を用いる歩行補助車等	<ul style="list-style-type: none"> ● 届出による遠隔操作を行う場合 (区分3~区分7) <p>1m~2m程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記の区分にかかわらず、要件を満たす実証実験を行う場合は、道路使用許可が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● みなし歩行者型 (区分8) <p>1m~2m程度</p>

何をすればよいか
明記を

歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可基準 (p.12, 2023年4月)

別表

ロボットを通行させる形態の区分^{*1}

…「歩道走行型ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可基準」の対象

区分	名称	形態	目視外		目視内		保安要員	自律走行
			遠隔監視	遠隔自動操作	近接監視	遠隔自動操作		
1	完全自律型	遠隔監視及び近接監視なしの完全自律走行	×	×	×	×	×	○
2	準完全自律型	遠隔監視又は近接監視ありの完全自律走行 (駆動装置の操作あり)	○	×	○	×	×	○
3	完全遠隔監視・操作型	遠隔監視・操作型の無人自律走行 (保安要員なし)	○	○	×	×	×	○
4	遠隔監視・操作型	遠隔監視・操作型で保安要員ありの自律走行	○	○	×	×	○	○
5	目視外遠隔自動操作型	自律走行をしない自動操作	○	○	×	×	○	×
6	近接監視・操作型	近接監視・操作型の自律走行	×	×	○	○	-	○
7	近接監視型	目視内遠隔自動操作型	×	×	○	○	-	×
8	みなし歩行者型	ロボットが移動用小型車、原動機を用いる身体障害者用の車、遠隔操作型小型車又は原動機を用いる歩行補助車等に該当し、通行させている者が当該車をすぐに停止させることができる距離 (1~2メートル程度) に存在	×	×	○	×	-	○

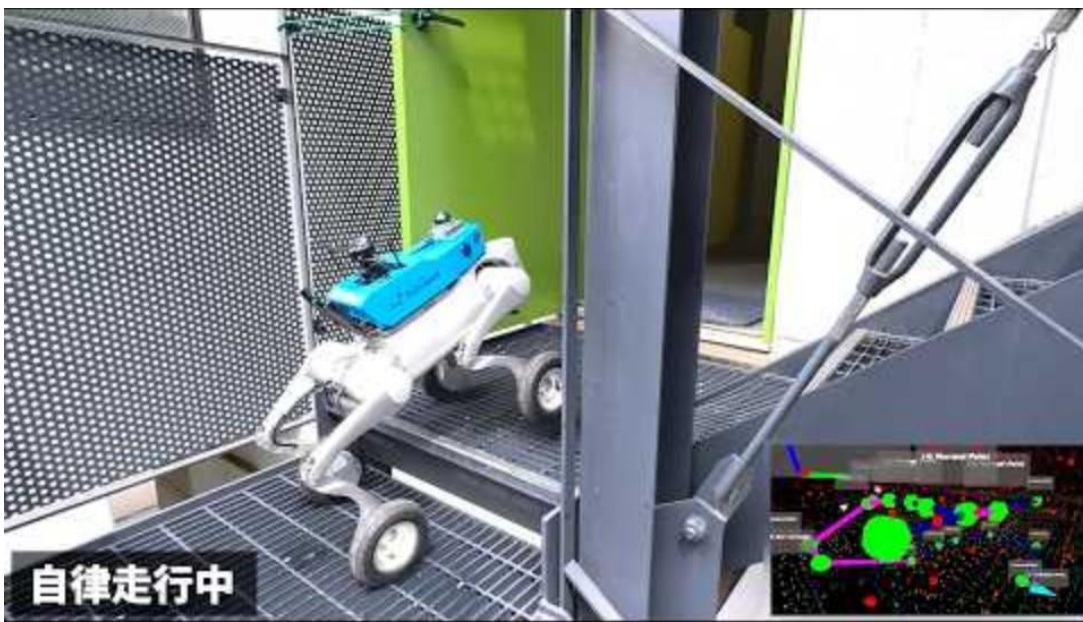
* 段差を超える脚型など形態に寄らず

ロボットの監視のされ方で区分
移動方式や形態に寄らない適切な定義

- いろいろな形態のロボットが商品化されている
 - 4脚ロボット
 - 脚と車輪を組み合わせたロボット
 - 2脚ロボット（人と変わりがないような背格好）
- 4脚ロボットは安定して移動することができる
 - 移動形態として車輪型と異なる扱いをする必要性はあるか
- この先も、今はない多様な形態のロボットが増える
 - 都度、基準の変更などの対応しなくてもよいルール体系を考えてほしい



提供：Techshare株式会社



提供：Techshare株式会社

動画リンク

1階から2階への自律走行に成功（Unitree Go2-W）

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