

課題番号	3G-2101
研究課題名	非接触型ごみ収集システムの開発と社会実装に向けたシナリオ構築
体系的番号	JPMEERF20213G01
重点課題	⑫社会構造の変化に対応した持続可能な廃棄物の適正処理の確保に関する研究・技術開発 ⑩地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発
行政要請研究 テーマ (行政ニーズ)	(3-3) 廃棄物収集の安全性確保のためのAI・IoTによる自動ごみ収集技術の高度化・効率化に関する研究
研究代表機関名	早稲田大学
研究代表者名	小野田弘士
研究実施期間	令和3年度～令和5年度
研究分担機関	(株)大栄環境総研 サブテーマリーダー：壺内良太

# 1. はじめに（研究背景等）

持続可能な一般廃棄物処理システムの構築に向けた効率化に関するニーズに加え、新型コロナウイルスの感染拡大により、非接触型のごみ収集システムに関する社会的ニーズが急速に高まっている。また、2020年2月4日に閣議決定された「スーパーシティ構想」においても「自動ごみ収集」が構成要素のひとつとして挙げられており、ごみ収集に関するイノベーションが社会的要請となっている。

「コロナショック」以前から顕在化していた課題	
排出事業者	<ul style="list-style-type: none"><li>・ ゴミ箱が設置過剰となり回収作業が負担</li><li>・ 遠隔地のごみ量の把握が面倒（空振り）</li><li>・ 夜間清掃スタッフの人材確保が困難</li><li>・ 清掃スタッフが高齢で、作業負担が大</li><li>・ イベント時は、回収後再度分別作業あり</li></ul>
自治体	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 高齢者のごみ出し負担</li><li>・ 外国人のごみ分別が課題</li><li>・ 街の一角へ粗雑に集積</li><li>・ 街のごみ箱が溢れて散乱</li><li>・ カラス対策が必要</li><li>・ 中間処理施設への持込み車両での渋滞</li></ul>
収集・運搬事業者	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 収集作業員が最低でも3人必要（人材確保）</li><li>・ そもそも作業負担が高い（車両と並走し、大量のごみ袋を回収）</li><li>・ バックヤードでの分別作業</li><li>・ ごみの散乱清掃</li><li>・ 爆発や巻き込まれ事故の発生</li></ul>

## 「コロナショック」に伴い顕在化した課題

◆ごみ袋+パッカー車での収集に特有な「感染症リスクの拡大」等



「選択と集中」～社会変革のための環境省改革～  
(令和2年8月3日 環境省「選択と集中」実行本部)

「1. 選択と集中の重点化の視点：社会変革の加速化に向けたリデザイン」のなかで、**自動化による非接触型のごみ処理体制を構築が挙げられている。**

# 2. 研究開発目的

本研究では、非接触型のごみ収集を実現する要素技術の開発とシステム化および社会実装に向けたシナリオ構築を行うことを目的とする。具体的には、既存のごみ収集システムとの連携を念頭においた非接触型のごみ投入システム、ごみの圧縮・搬送の非接触化・自動化を実現するスマートごみ箱および自動搬送モビリティを開発する。さらに、自治体および収集・運搬事業者との連携により、「非接触・自動化」のコンセプトとなる実証モデルを提案し、特定コミュニティにおける実証試験を行うことを本事業のターゲットと位置付ける。

**収集・運搬事業者①非接触で作業できること、②作業員の負担を1名分削減できること（リソースシフト）。**

# (背景) 「収集・運搬事業者、排出現場のニーズ」と「ごみ収集実態調査」

## ○一般廃棄物収集・運搬事業者（2社）と排出現場へのヒアリング調査

項目	回答
自動化等技術を導入する上で重要視する要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状ドライバー1人と収集作業員2人の計3人で行っている業務を2人に減らしたい。（人材確保が課題）</li> <li>・ 生ごみのごみ袋は特に重く、2人で持ち上げる必要がある時があるため、作業負荷軽減を図りたい。</li> </ul>
ごみ収集で困っている点/煩わしいと思っている点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠方まで収集すること</li> <li>・ ごみの分別を守ってもらえないこと</li> </ul>
コロナ感染症対策としてごみ収集の際に気を付けていること	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直接触れないように手袋着用すること</li> <li>・ 感染症予防のためマスク着用すること</li> </ul>

- **非接触化・自動化**のニーズがある
- **収集員作業員の負荷を削減（1人分）**するニーズがある

## ○現地調査：ごみ収集実態調査結果とごみ集積方法別のまとめ（関西・都市部）

ごみ集積所のタイプ			
特徴	道置き、路上、囲いタイプ	ボックス、籠、小屋	反転装置に対応したコンテナ
場所の数 %	戸建て住宅街等	集合住宅など	住人が多い集合住宅など
場所の数 %	90	8.4	1.6
1か所あたりのごみ袋の数 個	約1~20	約5~40	約30~50



カメラ装着の様子

- **非接触型ごみ収集に向けて、反転装置に対応した統一コンテナに置き換えることが重要である**

# 『現在のごみ収集』と『非接触ごみ収集』のイメージ



# 3. 研究目標

**【サブテーマ1】非接触型ごみ収集システムの要素技術の開発と性能評価 (早稲田大学)**  
**【目標】3つの開発と3つの実証を通じて、システム化**

**【サブテーマ2】非接触型ごみ収集システムの社会実装に向けたシナリオ構築と評価 (大栄環境総研)**  
**【目標】社会実装シナリオおよび普及に向けた課題の提示**

## 開発

### 【開発①】反転機能 非接触型ごみ自動投入システム

**大型反転装置**

- 3tトラック車に取り付け可能
- 700Lの大型コンテナを反転

**移動式反転装置**

- モビリティと連携
- 70~110Lの小型コンテナを反転

プロトタイプ      改良

### 【開発②】監視機能 自動搬出に対応したスマートごみ箱

プロトタイプ      改良

- 「ごみ箱→収集・運搬→集積」の一連作業を想定したスマートごみ箱の開発
- センサによるごみ量の測定機能付き

### 【開発③】運搬機能 自動搬送用モジュール式モビリティ

自律走行型ロボット

- 自律走行によるごみコンテナの運搬
- 物資等の運搬も可能

## 実証 (PoC)

**【実証①】事業所内**  
既存のごみ収集車に適した非接触ごみ自動投入システムの実証

**【実証②】特定空間**

- テーマパーク
- 岡崎市のイベント
- 南栗橋駅前街区

⇒グリーンフィールド型、マルチベネフィット型の非接触ごみ収集の実証

**【実証③】自治体連携**  
高齢化した住宅団地における” First 10 yards” 実証モデル (I市)

○: ごみ反転投入場所 (トラック車)  
 ○: ごみステーション設置場所  
 →: ロボット走行区間

収集作業員による反転      ロボットによる運搬      新たに設置したごみステーション

⇒ブラウンフィールドにおける実ごみを用いた「ごみ箱→収集・運搬→投入」の非接触・自動化の実証

## 社会実装に向けたシナリオ構築

### 一般廃棄物のごみ収集形態の類型化



### 一般市民、収運事業者、自治体などへのアンケート・ヒアリングによる市場調査

- 法規制・制度面から3つに分けた社会実装シナリオを作成 (①現実シナリオ/②地域連携シナリオ/③イノベーションシナリオ)
- 社会実装に向けたロードマップの提示

		パターン① 『現実シナリオ』	パターン② 『地域連携シナリオ』	パターン③ 『イノベーションシナリオ』
社会実装シナリオの要点	GRL	特定空間でのごみ収集	公道走行・公道作業を伴うごみ収集	車両規格の見直しを含めたごみ収集
	方針	機器単体でもニーズあり民間への投資で進む領域	地域と連携した実証モデルを積み重ねて展開	車両規格等の見直しを踏まえた政策展開
本研究で明らかにした点	TRL	実証・課題発掘 ✓ 非接触ごみ収集の要素技術を実証 ✓ システム間連携が課題	システムの高度化 ✓ 公道走行に向けたシステムの高度化	新たな技術開発 ✓ 新たな規格車両の開発 ✓ 新たな車両に対するコンテナやステーションの開発
	BRL	ニーズ確認・採用 ✓ 特定空間における具体的な官民ニーズを確認 ✓ 機器単体での採用	ニーズ確認と仮説モデル提示 ✓ 公道走行を伴うニーズを確認し、地域連携モデルを提案	潜在ニーズの発掘 ✓ コンテナをそのものを回収する回収モデルの有意性の仮説提示
	SRL	社会受容性の獲得に向けた具体的な対応案の検討 ✓ ヒアリングなどによりユーザーの社会受容性を調査 ✓ 非接触ごみ収集の導入に必要な周辺環境の一般化	公道走行・作業に向けた課題の洗い出し ✓ 公道における非接触ごみ収集を行うために、関係者と必要な協議事項を抽出	
	HRL	ユーザーに必要なスキルを特定 ✓ 非接触ごみ収集を実装するうえで必要なスキルを特定、収集事業者向け人材育成が必要		
提案	実証提案	✓ 特定空間の官民ニーズに対してシステムの高度化を見据えた初期導入モデルを提示	実証提案 ✓ 南栗橋での公道実証を経て、具体的な官民ニーズに対する実証モデルを提案	政策提案 ✓ 官による政策の初期主導 ✓ 展開時の公共政策への反映の必要性を提案

### 3. 研究計画 ⇒ 予定通り完了

項目	2021				2022				2023			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
<b>【サブテーマ1】要素技術の開発と性能評価</b>												
【開発①】非接触型ごみ自動投入システム	仕様検討 →		開発：大型反転装置				開発：移動式反転装置					
【開発②】自動搬出に対応したスマートごみ箱	仕様検討 →		開発：プロトタイプ				開発：改良モデル					
【開発③】自動搬送用モジュール式モビリティ	仕様検討 →		開発：プロトタイプ				開発：自律走行型ロボット					
【実証1】事業所内				大型反転装置の実証	中間評価				当初計画に対して追加的に実施した内容			
【実証2】特定空間		岡崎	南栗橋 (プロトタイプ)				テーマパーク (プロトタイプ)	南栗橋 (改良モデル)		テーマパーク (改良モデル)		
【実証3】自治体連携							I市住宅団地 (1回目：疑似ごみによる検証、2回目：実際のごみを用いた実証)					
									住民への周知 (ポスター配布)			
<b>【サブテーマ2】社会実装に向けたシナリオ構築</b>	一般廃棄物収集の実態調査 → 類型化				ステークホルダーへのヒアリング・アンケート調査							
	実証モデルの計画および評価項目の策定								実証結果の分析			
					社会実装シナリオの作成・ロードマップの提示							

# (中間とりまとめ) 社会実装に向けたシナリオ

※産廃は本事業では対象外とするが、本開発技術を適用可

ブラウンフィールド型

家庭系/事業系一廃

非接触・自動化を実証  
⇒仕様上課題/普及に向けた  
制度改良を抽出



●バックヤード回収

イベントや特定空間（テーマパーク、ショッピングモール等は初期的なマーケット創出に貢献する。



●道置き回収



道置きをコンテナに置き換える  
実証・モデル事業の推進

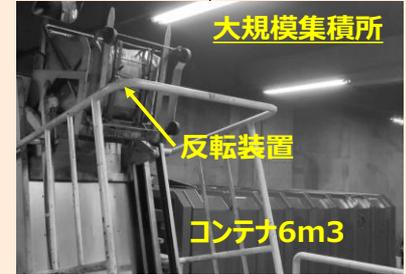
●コンテナ回収



小型コンテナ（実証済）



大型コンテナ（実証済）



大規模集積所

反転装置  
コンテナ6m3

大規模ごみ集積回収  
※非接触回収の実現を一部確認済

グリーンフィールド型

スマートシティ等と連携した次世代型ごみ収集モビリティの開発+ビジネスモデル構築の推進



●スマートシティ連携型（ごみ収集+MaaS）

当初の仮説どおり、統一コンテナにより非接触化が実現できることを確認  
↓  
社会実装に向けた課題とシナリオ検討

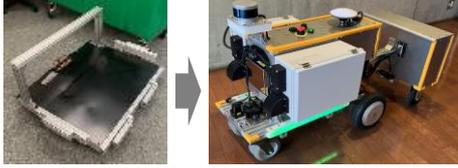
## 4. 研究開発内容

【サブテーマ1】：早稲田大学  
非接触型ごみ収集システムの要素技術の開発と性能評価

【サブテーマ2】：(株)大栄環境総研  
非接触型ごみ収集システムの社会実装に向けたシナリオ構築と評価

# サブテーマ1：非接触型ごみ収集システムの要素技術の開発と性能評価の全体像

- 非接触ごみ収集システムとして、ごみ収集にかかる工程を監視・運搬・反転の機能に分類し、それぞれに対応した要素技術（下記①～③）を開発し、各フィールドで非接触ごみ収集の実証をおこなった。

	【開発②】監視機能 自動搬出に対応した スマートごみ箱	【開発③】運搬機能 自動搬出用 モジュール式モビリティ	【開発①】反転機能 非接触型 ごみ自動投入システム
<b>Lv.1</b> 開発要素単 体の性能検証	 <p>プロトタイプ → 改良</p>	 <p>プロトタイプ → 改良（自律走行+牽引）</p>	 <p>パッカー車搭載型 → 小型移動式（プロト⇒改良）</p>

<b>Lv.2</b> 開発要素 2つの連携の 検証	<b>特定空間内</b> 「監視」+「運搬」 	<b>特定空間内</b> 「運搬」+「反転」 
-------------------------------------	--	---

<b>Lv.3</b> 非接触型ごみ 収集の一連の 流れの実証	<b>特定空間内での 動脈連携実証 @テーマパーク</b> 	<b>実際の使用環境で の実証@公営団地</b> 
--	---	---

# パッカー車搭載型反転装置の開発と実証

- 開発した反転装置により212kgのごみ量の反転が可能であることを確認
- パッカー車搭載型の反転装置とモビリティを用いて、実機スケールでの非接触によるパッカー車への接続を確認

## 【開発①】反転機能 非接触型ごみ自動投入システム (パッカー車搭載型)

### 《外観》



3tパッカー車へ装着



700Lコンテナ (212kg  
のごみ) の装着の様子

### 《機能》

- モビリティによる運搬される700Lのコンテナを反転することが可能
- モビリティによる運搬されたコンテナの装着・脱着に対応
- ボタン操作でコンテナの自動把持

### ○非接触ごみ収集のPoCの様子



①移動開始

②コンテナを把持

③コンテナの運搬



④コンテナを  
パッカー車に装着

⑤コンテナの反転  
によるごみ投入

⑥コンテナをパッ  
カー車から脱着

⑦元の位置まで運搬  
⇒2台目のコンテナで  
同様の動作

### 《その他に実施したPoC試験》

- モビリティ運搬～反転～コンテナ戻しに係る時間の検証 (約100秒/コンテナ)
- 複数コンテナを非接触ごみ収集するのに必要な面積の検証、路面環境検証
- 212kgのごみでの反転、生ごみを想定し濡れたごみの反転投入ができることを確認
- AIカメラによる巻き込まれ防止装置との連携確認

# 非接触ごみ収集の普及に向けた制度面の見直し提案

- パッカー車における非接触・自動ごみ収集の社会実装には反転操作の遠隔操作化、コンテナの規格統一化といった制度面の見直しを提案する。

## ごみ収集員のさらなる削減に向けた提案

### 提案①：積込み操作ボタンの安全基準見直し

《提案概要》

- 実証により収集・運搬事業者のニーズである非接触、人員削減の実現可能性が確認できている。
- 一方で、塵芥車の安全基準により車両後部に積込みを行う操作ボタンを配置し、そこでしか操作できないことなどが制約となっている。
- さらなる人員削減に向けて積込み操作などをタブレットなどで運転席からでも操作できるような安全基準の見直しを提案する。

《現行制度》

- 昭和62年に労働省労働基準局（基発第60号）通達「機械式ごみ収集車の構造等に関する安全指導基準（別紙1）」への車両規格対応が必要
- 本安全指導基準において、積込操作ボタンスイッチについては、車両の後部に操作盤を設けることやボタンの順序、構造などが指定されている。そのため、積込み操作を行う際には作業員1名が車両後方にいなければならない。

補足）タブレット操作時は後方の積込みボタンが作動しない（重複操作ができない）仕組みや、近年の塵芥車ではAIカメラにより積込み場所に人が入ったことを検知して機械動作が非常停止する商品 など組み合わせた安全対策が可能

## 大型コンテナ用反転装置の普及に向けた提案

### 提案②：大型ごみコンテナ仕様の統一化

《提案概要》

- 一般に普及している大型ごみコンテナの反転用の把持部分のバー高さが自治体により異なることが判明した。
- この把持バーの高さの違いにより非接触ごみ収集用の反転装置の取り付けが装着可能なケースと、装着不可となるケースがある。
- 本研究成果の普及にあたっては、ごみコンテナのバー高さなどの規格統一化が望ましいと考えられる。

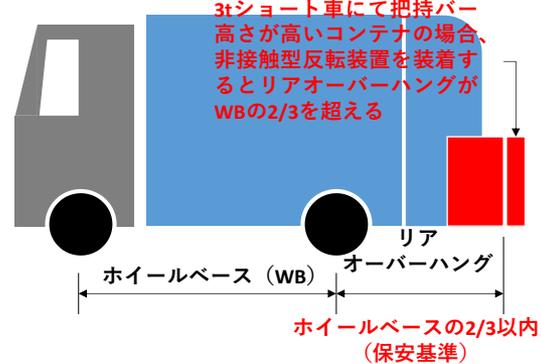
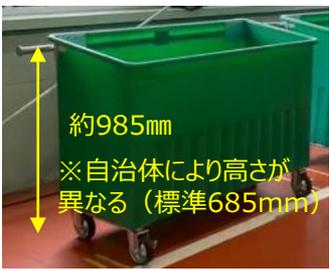
《現行制度》

- 大型コンテナは、一般に普及しているものでも、反転用に把持するバーの高さが自治体ごとに異なる。
- 塵芥車の車両規格の保安基準として、車両のホイールベースに対して、2/3以内のリアオーバーハングが認められている。（このリアオーバーハングに反転装置も含まれる。）

補足）台数の多い2tクラスの小型車においては、モビリティ側で反転装置対応する。リアオーバーハングが問題にならない3tロング車以上は普及率の高い北海道や東北エリアや、事業系から普及展開を図るといった対応も可能である。



提案イメージ）タブレットなどで積込み操作などができるように  
⇒運転席から操作可（後方でのボタン捜査員が不要）  
※出展：新明和工業、スマートアイモーション  
<https://www.shinmaywa.co.jp/truck/special/technology/technology01.html>



車両後方で操作する人が必ず必要

# 開発した要素技術の概要

- ごみ収集の一連の工程（監視機能～運搬機能～反転機能）を非接触で行うことができる要素技術を開発した。

## 【開発②】監視機能 自動搬出に対応したスマートごみ箱

### 《外観》

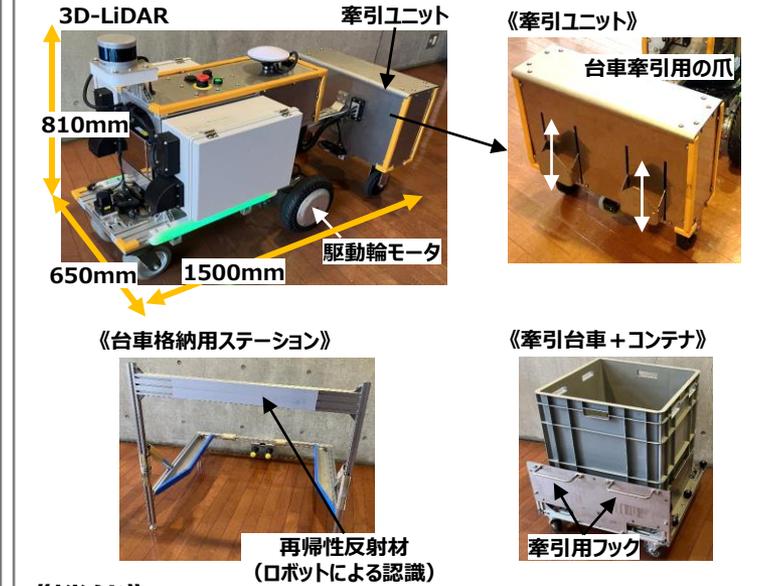


### 《機能》

- 高さセンサー（ToF）によりごみ量の遠隔監視が可能
- ロボットによるごみコンテナの自動搬入出に対応
- 太陽光発電と蓄電池による自立給電

## 【開発③】運搬機能 自動搬送用モジュール式モビリティ

### 《外観》 自律走行を行う場合は、「自律走行型ロボット」と称している。

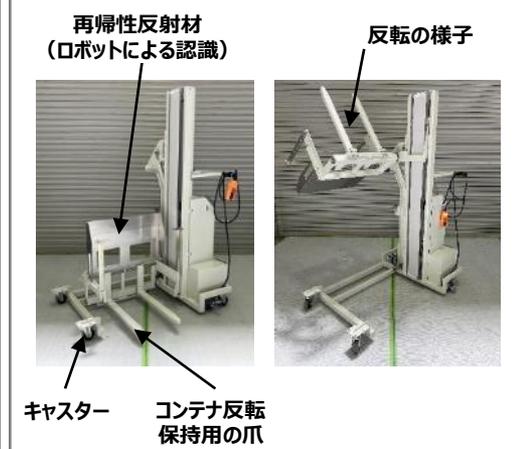


### 《機能》

- LidarとGNSSによる屋外の自律走行が可能
- 牽引機構を搭載しており自動でスマートごみ箱からのごみコンテナの搬入出、反転装置への脱・装着が可能
- 牽引物を変更することでマルチベネフィット（複数用途）での活用が可能

## 【開発①】反転機能（小型） 非接触型ごみ自動投入システム

### 《外観》



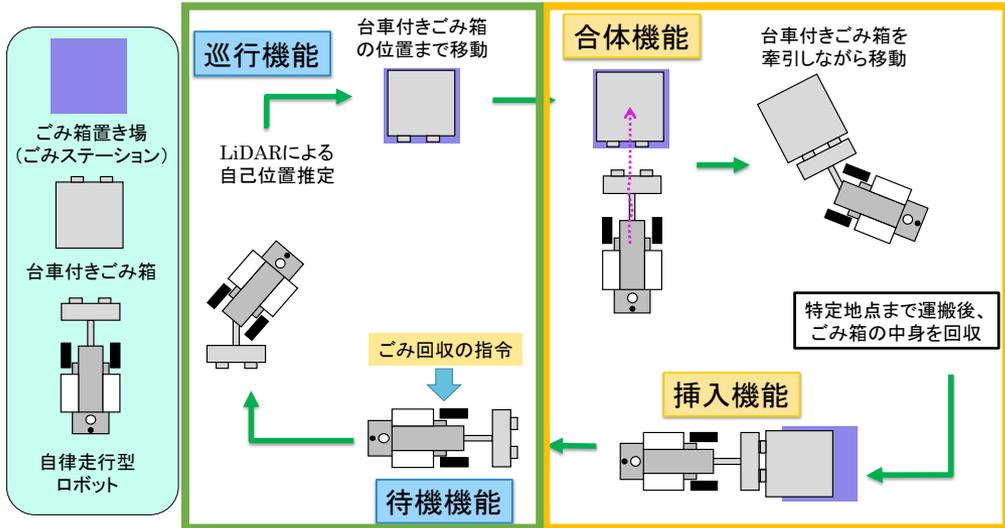
### 《機能》

- ロボットによるごみコンテナの自動装着・脱着に対応
- キャスタ機能により反転装置自体のロボット運搬が可能
- 反転動作は手動ボタン操作

# 非接触ごみ収集に対応した自律走行ロボットの開発内容

- 3D-LiDARなどによる自律走行機能、およびコンテナを牽引でき自動で牽引物を装着・脱着できる機能をもった高性能なロボットを開発した。

## ○自律走行ロボットの機能

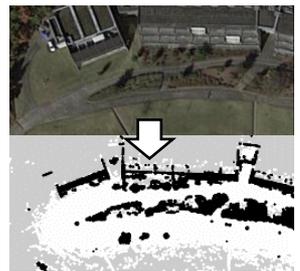


自律走行機能

ごみ収集機能

### 《自律走行機能の要素》

- ① 3D-LiDARによる3D地図作成
- ② 地図情報をもとにした自律走行



LiDARによる地図作成



自律走行の様子

### 《ごみ収集機能の要素》

- ① 台車付きごみコンテナとの合体
- ② ステーションへの挿入

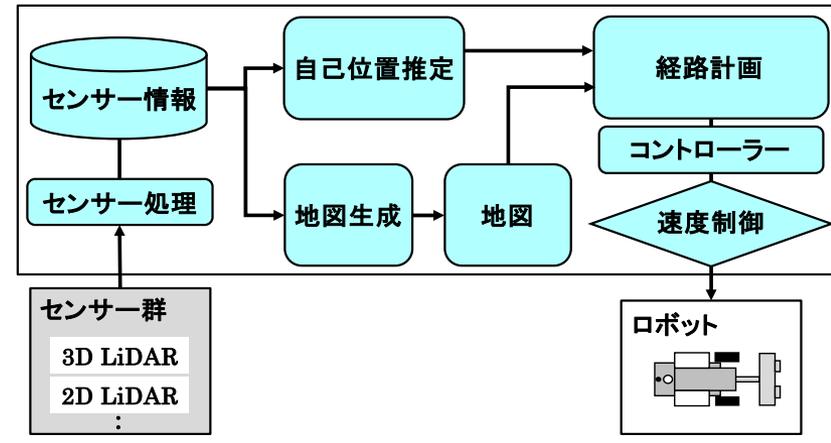


ごみコンテナとの合体

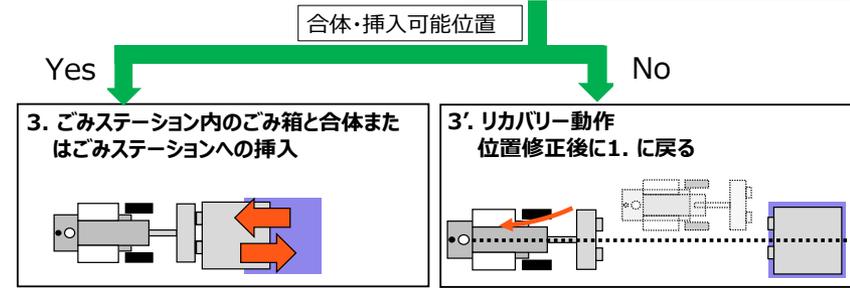
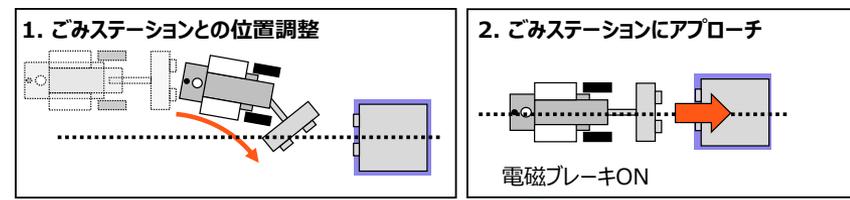


ステーションへの挿入

## ○自律走行システム構成



## ○コンテナとの合体・挿入動作



# 非接触ごみ収集に対応した自律走行ロボットの性能評価

- 開発したロボットを用いて様々な使用環境を想定した実験により、ロボットが走行可能な環境を明らかにした。

## ○自律走行可能な道幅

最小1.6m幅（設計2m）



## ○自律走行可能な段差

0 - 3cm : そのまま走行可  
 3-11cm : スロープで走行可  
 11cm~ : 障害物と認識



## ○坂道の走行性能

傾斜10度の走行可（設計7度）  
 坂道旋回は横転リスクあり



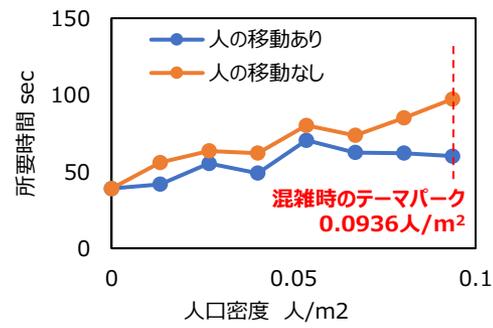
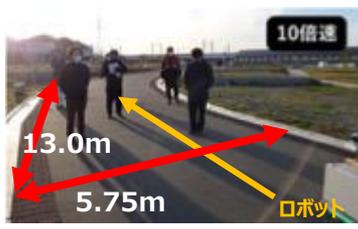
## ○合体挿入時の段差と傾斜による影響

2cm以上の段差の挿入不可  
 3度の傾斜で所要時間が2倍（横傾斜弱い）



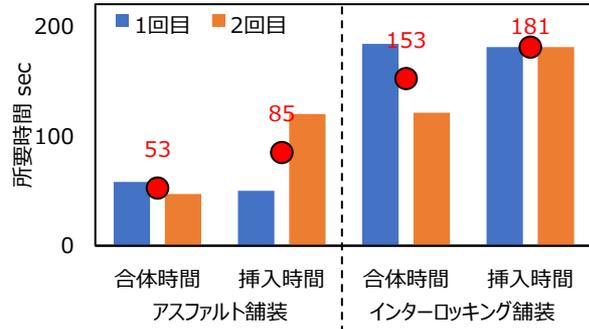
## ○路面環境の影響

混雑時のテーマパークでも走行可能  
 人の移動がある場合は人が避けるため、所要時間が短くなる



## ○路面環境の影響

インターロッキング舗装はアスファルト舗装より合体・挿入時間が長くなる  
 合体 : 53→153秒（約2.9倍）、挿入 : 85→181秒（約2.1倍）



## ○雨天時の走行性能

雨天時には、雨を障害物として認識し動作しない。  
 ⇒社会実装に向け、雨天時への対応が必要



芝生や砂利道における走行は可能であるが、合体・挿入動作は不可

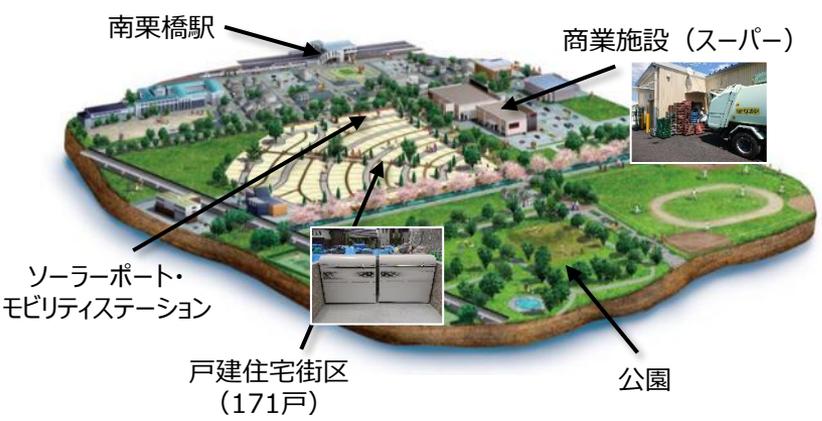


# 南栗橋駅前開発街区における非接触ごみ収集モデルの実証（グリーンフィールド型）

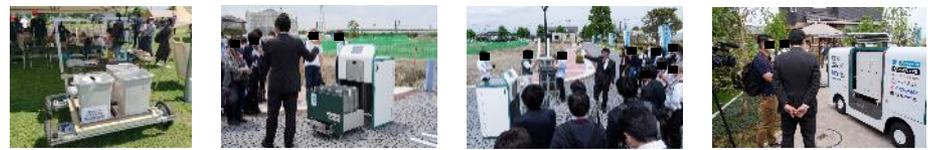
- グリーンフィールドにおける次世代型モビリティ（MaaS）との連携を念頭においた非接触ごみ収集を行う街づくりを推進中
- 当該フィールドにおけるイベントにて、非接触ごみ収集の『監視』+『運搬』機能を実証

## ○グリーンフィールドにおける非接触ごみ収集モデルの提案

### 南栗橋駅前街区における産学官連携による『BRIDGE LIFE Platform構想』



### ▼グリーンフィールドにおける非接触ごみ収集システムのデモを実施

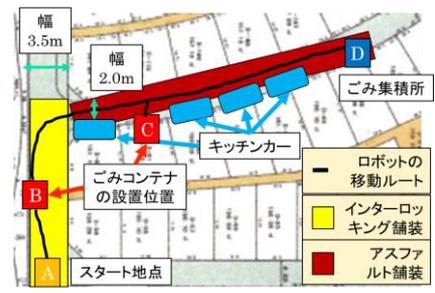


### ▼MaaSのプラットフォームにごみ収集システムを接続し地域サービスを高度化を目指す →今後、公道走行が課題

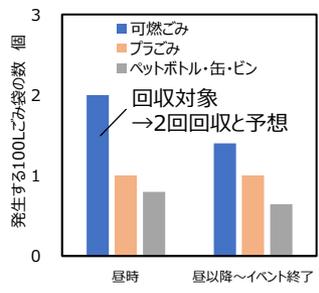


## ○イベントにおける非接触ごみ収集の実証

### ▼イベントの概要

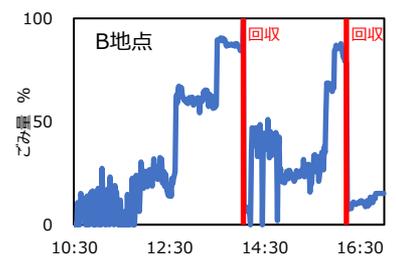


### ▼ごみ発生量の予測



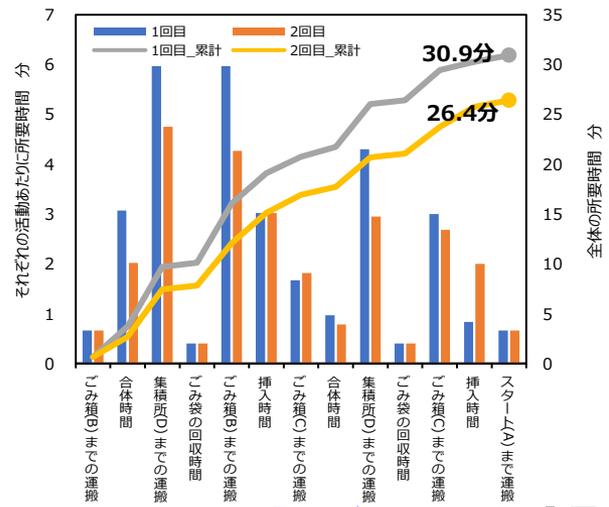
### ▼実際のごみ量推移

予測通りのごみ量の発生→ごみ量のモニタリングにより満載になる前の回収を実現



### ▼非接触ごみ収集の所要時間

ごみ袋の交換以外全て自動かつ非接触で、予測通りの時間内にゴミ回収を実現



### ▼ごみの発生の様子とロボットによる回収の様子



# テーマパークにおけるマルチベネフィット型のユースケースの実証

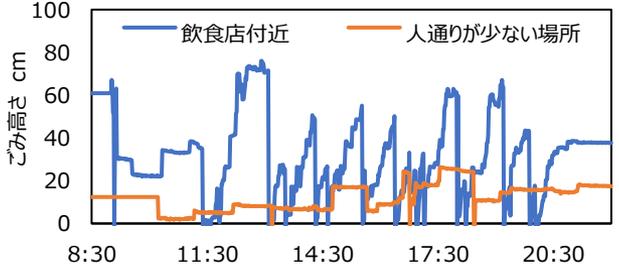
- 坂道が多く物資の運搬が負担になるテーマパークにおいてマルチベネフィットによる作業負担低減を実証した。
- テーマパークにおける非接触ごみ収集モデルの活用提案、ならびに実装に向けた課題を抽出した。

## ○テーマパークでの課題

- 坂道が多く、物の運搬が負担
- 遠方のごみ箱のごみ回収
- ごみ箱の過剰設置（園内に約200個）



飲食店付近のごみが多い→満載を避けるために過剰設置



## ○テーマパークでの実証

### ● 100kg物資の坂道運搬



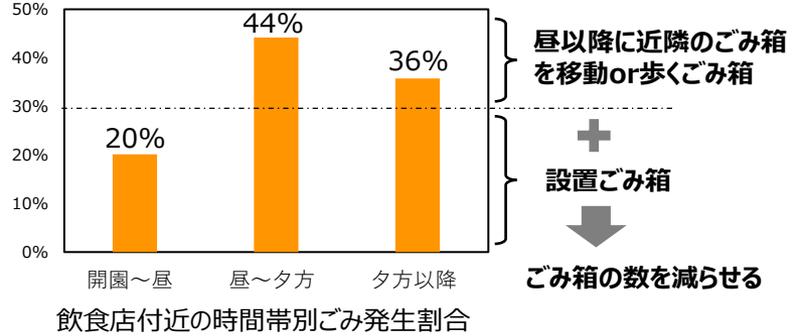
傾斜10度の坂を走行し、100kgの物資を運搬することができた。

### ● 遠方のごみ箱回収



遠方にスマートごみ箱を設置し、中身の回収を行うことができた。

### ● 歩くごみ箱によるごみ回収の効率化提案



## ○今後の課題（アンケートなどを踏まえて）

### ● マルチベネフィット利用（例）

- 定点の監視カメラに映らない範囲をカバーできるパトロール機能
- テーマパークに溶け込めるようにするための音楽・光等を活用した演出機能
- ゲストからお金を徴収できるレベルのアトラクション的な要素



### ● スマートごみ箱の機能アップ



ごみが多い場所や繁忙期に必要な機能

- 圧縮機能
- 高さセンサー
- サイネージ
- 電源確保

### ● 施設連携の機能

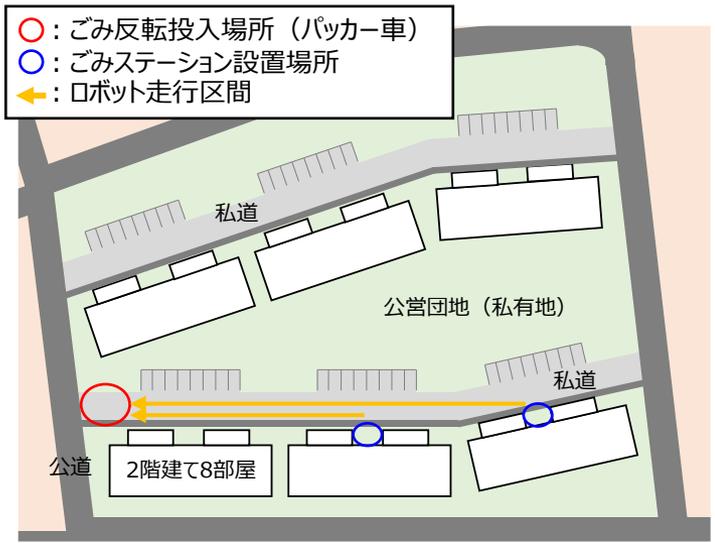
バックヤードへ移動時の扉や保管庫扉との連携



# 公営団地における非接触ごみ収集システムの実証（ブラウンフィールド型）

- ブラウンフィールド型の特定空間（公営団地）において、実ごみを用いた非接触型ごみ収集の実証を行い、非接触でごみ収集ができること、作業員の人数を1人減らすこと、ロボットによる人の回収作業を代替するリソースシフトの効果を確認した。

## ○実証フィールド内容



### ▼実際に捨てられたごみ（9袋、22.5kg、100L）



### ▼既設のごみステーション



### ▼非接触ごみ収集の一連の流れ



収集作業員による反転

ロボットによる運搬

新たに設置したごみステーション

## ○実証結果

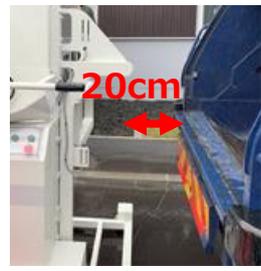
	作業員の非接触性		作業員の作業負荷	
	人が触れる回数	人が触れる時間 s	ごみ重量 kg	必要な人数 ※
現状のごみ収集	4	60	1.5	3
非接触ごみ収集	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

※ドライバー1名+収集作業員2名→ドライバー1名+ロボット操作員1名

- 非接触性：**人がごみに触れることなく、一連の動作を行うことができた。
- 作業負荷：**作業員の作業負荷を**1人分減らすことができる**ことを確認
- ロボット活用：**車両到着前にロボットが運搬作業をすることで車両到着後の作業時間を大幅に削減する**リソースシフトを実現**

## ○今後の課題

- 位置調整などへの対応
- 反転時間の短縮に向けた反転装置の高度化



# サブテーマ1のまとめ（成果）

## ○要素技術の開発

### ●開発①：非接触型ごみ自動投入システム（反転機能）

- ・ 700Lのごみコンテナを反転することができるパッカー車との接続型反転装置を開発し、実機スケールでパッカー車との接続を確認した。本反転装置を用いることで、212kgのごみの反転が可能である。
- ・ 100L程度の台車付きのごみコンテナを反転することができる移動式反転装置を開発した。本反転装置を活用することで、小型ごみコンテナを直接パッカー車に反転することが可能となる。

### ●開発②：自動搬出用モジュール式モビリティ（運搬機能）

- ・ LiDARによる自律走行機能を搭載した自律走行ロボットを開発した。障害物検知機能が搭載され、人混みの中でも安全に走行できる。
- ・ 本ロボットは牽引機構が搭載され、台車付きのごみコンテナをスマートごみ箱や反転装置に自動で脱着することができる。また、牽引物を様々なものに変更することで宅配などの動脈連携などのマルチベネフィット活用が可能である。
- ・ 自律走行ロボットの性能評価として、走行可能な道幅・段差・傾斜・路面環境などを明らかにした。

### ●開発③：自動搬出に対応したスマートごみ箱（監視機能）

- ・ 高さセンサーを用いてごみ量を測定する機能があり、自律走行型ロボットでごみコンテナを運搬することができるスマートごみ箱を開発した。
- ・ 飲食店付近等のごみ量が溜まりやすい場所にスマートごみ箱を設置することで、時間帯ごとのごみ量をモニタリングすることができ、回収タイミングを把握することができた。

## ○非接触ごみ収集の実証

### ●テーマパークにおけるマルチベネフィット型のユースケースの実証

- ・ ごみ量の監視機能により遠方のごみ回収の空振りを防ぐことができることが確認できた。
- ・ ごみの回収と物資の資材運搬を合わせた動静脈連携モデルを提示した。今後の課題としてモビリティの多様な活用やシステム間連携などを抽出した。

### ●戸建住宅開発街区での実証成果（グリーンフィールド）

- ・ グリーンフィールドにおける次世代型モビリティ（MaaS）との連携を念頭においた非接触ごみ収集モデルを提案した。
- ・ 対象街区のイベントにおいて非接触ごみ収集を実証し、開発システムの性能と非接触ごみ収集に必要な環境を明確にした。

### ●公営団地における非接触ごみ収集システムの実証（ブラウンフィールド）

- ・ 公営住宅団地の実ごみとパッカー車にて回収～運搬～反転の一連の流れを実証し、非接触でごみ収集ができること、収集作業員の人数を1名減らせることを確認した。

## 5. 結果及び考察

【サブテーマ1】： 早稲田大学  
非接触型ごみ収集システムの要素技術の開発と性能評価

【サブテーマ2】： (株)大栄環境総研  
非接触型ごみ収集システムの社会実装に向けたシナリオ構築と評価

# サブテーマ2：非接触ごみ収集の社会実装シナリオの全体像

● 社会実装シナリオを、特に課題となる法規制・制度面から3つのシナリオに分けて検討した。



# ①『現実シナリオ』における今後の技術開発課題について

- 非接触・自動ごみ収集の実現にあたって、公道走行などの制約のない特定空間におけるマルチベネフィット活用ニーズに対して、各開発機を横につなぐ統合システムや動脈システムとの連携の技術開発により初期のマーケット創出が期待できる。
- ごみ箱メーカーやバックヤードシステムメーカーとの協議が進行中。今後、ニーズの深堀り、費用対効果を踏まえた開発の優先順位付けが必要

## ○特定空間における技術開発課題

### 《監視－運搬の連携》



ごみ箱の満載通知を受けて、ロボットが自動的に回収できるよう両システムの連携が必要

### 《運搬－施設の連携》



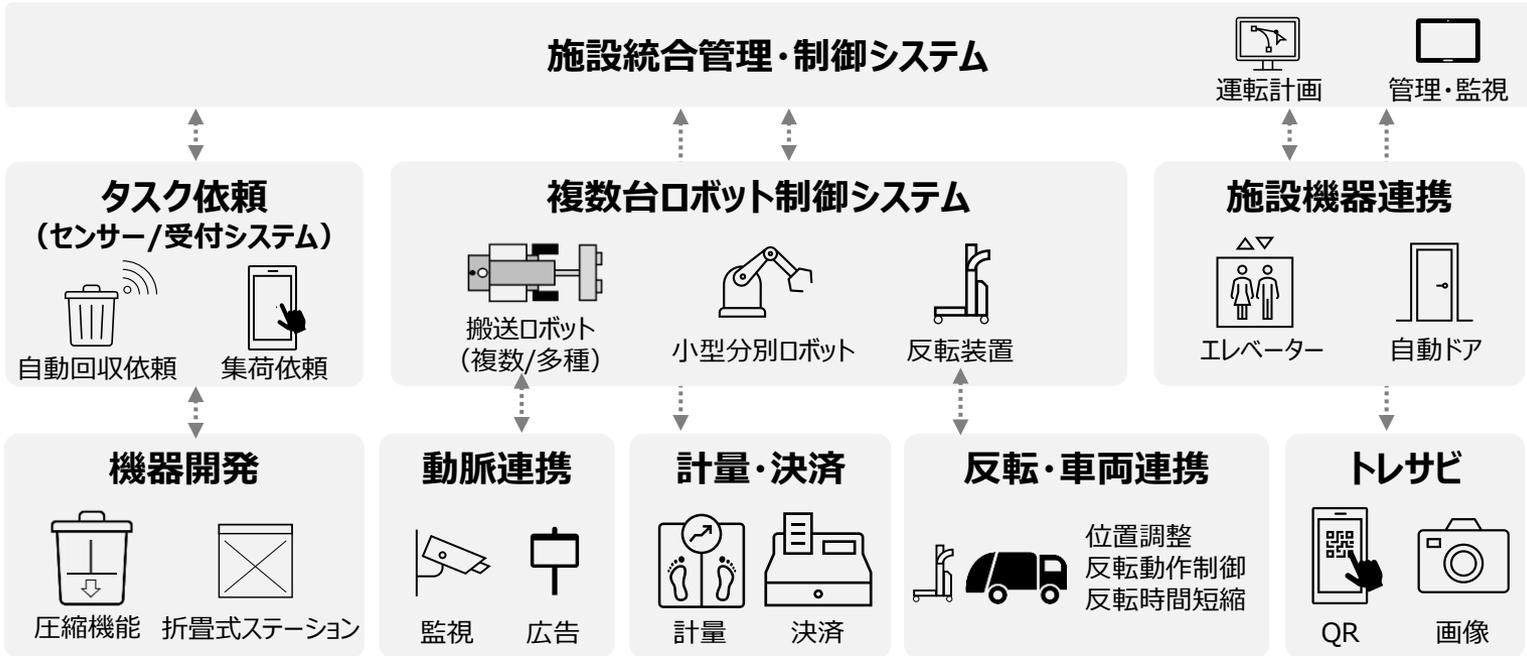
ロボットがバックヤードへ抜ける際の扉の開閉動作との連携が必要

### 《運搬－反転の連携、高度化》



- 反転装置とパッカー車間の信号のやり取りによる位置調整や反転動作制御
- 反転時間の短縮

## ○特定空間における今後の技術開発について



# ①『現実シナリオ』における官民ニーズと導入モデルの提案

- 当初ターゲットにしていた2025年の大阪万博におけるスマートごみ箱への採用
- 様々なユーザーへのヒアリングを踏まえて特定空間における初期導入モデルを提案

## ○機器単体でのニーズ

### ●EXPO 2025 大阪・関西万博での採用 『資源循環に貢献したくなるスマート回収箱とスマートフォンアプリ』

- 資源循環することの重要性・必要性をスマート回収箱＋スマートフォンアプリを通じて行動変容を促すことを目指す。
- 使用後の循環可能な資源を正しくスマート回収箱に捨てることや万博会場内でのウェイストマネジメントとして、会場内一部エリアで特定の資源の収集管理を実施する。

出典：EXPO 2025 大阪・関西万博公式Webサイト  
「資源循環に貢献したくなるスマート回収箱とスマートフォンアプリ」カナディア株式会社（代表）、大栄環境株式会社、株式会社大栄環境総研  
<https://www.expo2025.or.jp/co-creation-index/co-design-challenge/>

## ○特定空間における官民ニーズのヒアリングを踏まえた導入モデルの提案

### ●自治体へのヒアリング

⇒公園・住宅団地における利用

《公園のごみ収集》 《公営団地のごみ収集》



本事業で実証を行った道交法への配慮が不要で導入が容易な特定空間から利用  
例) 公園、住宅団地など

### ●プラントメーカーへのヒアリング

⇒一般廃棄物処理施設での利用

《住民の持込みごみ対応》



- ✓ 持込みごみを受付後、統一コンテナに投入
- ✓ 処理設備までロボットで運搬＋反転投入  
⇒渋滞回避

《設備の保守点検巡回》



- ✓ 人による設備の巡回点検→ロボットに搭載したカメラなどによる自動点検

### ●収運事業者へのヒアリング

⇒事業系一廃からの利用

《事業系一廃のごみ収集》



収集・運搬事業へのヒアリング結果から、事業系一廃の回収では、コンテナ回収＋私有地回収が多く初期展開が容易

## ②『地域連携シナリオ』：公道走行に向けてのロボットの法規制課題

- ロボットの公道走行にあたっての道路交通法（警察庁管轄）の、特定自動運行または遠隔操作小型車の対応が必要であるが、開発したシステムの実運用にあたっては制度変更が必要。（一時的な道路使用許可による実証は可能）

要件	特定自動運行	遠隔操作小型車
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 自動車のレベル4に相当する（運転者がいない状態での自動運転）を行おうとする者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 法により歩行者が通行すべき場所として規定されている場所を通行させるロボットであって、自動運転技術又は遠隔操作により通行させるロボット</li> <li>※車体構造：電動車</li> <li>※車両サイズ：L1200×W700×H1200以下など</li> <li>※最高速度：6km/h</li> </ul>
許可・届出	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 都道府県公安委員会の許可が必要</li> <li>※ 流れ）特定自動運行計画を都道府県公安委員会に提出 ⇒特定自動運行の経路を区域に含む市町村の長等から意見を聴取</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 都道府県公安委員会への事前届出を義務化</li> <li>※ 届出事項：使用者の氏名等、通行する場所、遠隔操作を行う場所、非常停止装置の位置、ロボットの型式・仕様等</li> </ul>
遵守事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特定自動運行計画に従って特定自動運行を実施</li> <li>・ 遠隔監視装置を設置し、遠隔監視を行う者を配置（特定自動運行主任者が乗車している場合を除く）</li> <li>・ 特定自動運行主任者等に対する教育を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基準に適合した非常停止ボタンの設置</li> <li>・ 標識の設置</li> <li>・ 業界の自主基準に適合することを証する書面、遠隔操作型小型車の構造及び性能を示す書面等の提出</li> </ul>



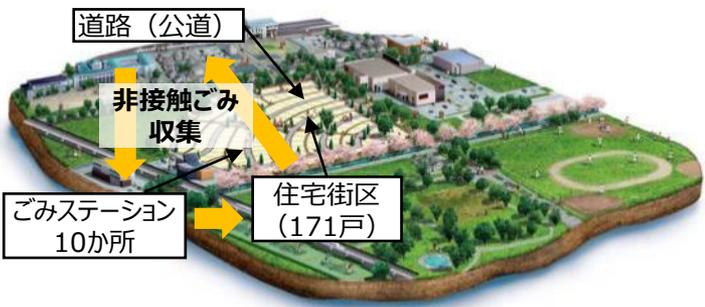
対象：人又は物の運送を目的とするもの  
 ⇒ごみ収集車は対象外として認識されている  
**→ロボットによるごみ運搬について法解釈の協議が必要**



牽引：自動車扱いになり適用不可  
**→制度変更が必要**

## ②『地域連携シナリオ』：南栗橋の実証フィールドをもとに、実証に必要な環境を一般化

- 今後、新たな街づくりなどにおいて非接触・自動ごみ収集を行うためにはロボットの導入を前提とした環境整備が必要（バリアフリーのような、ロボットフリー基準の策定などが必要）

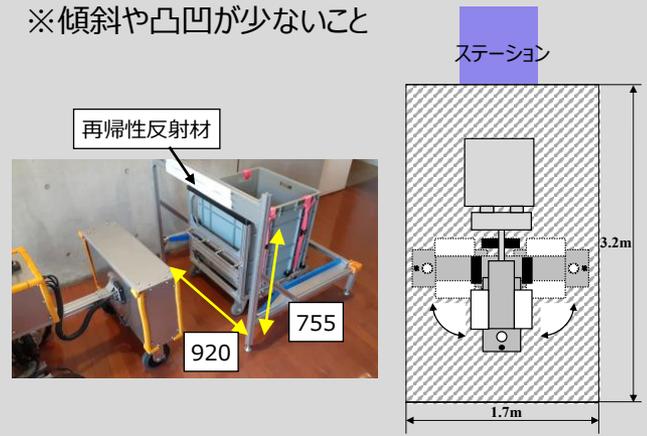


### 公道（道路）で必要な環境

- **必要な走行環境**
  - ✓ 走行幅：1.6m
  - ✓ 段差：11cm以下
  - ✓ 道路傾斜：7度程度
  - ✓ 牽引重量：150kg以下（7度登坂：100kg）
  - ✓ 極端な悪路でないこと
  - ※現時点では、雨天、信号は未対応

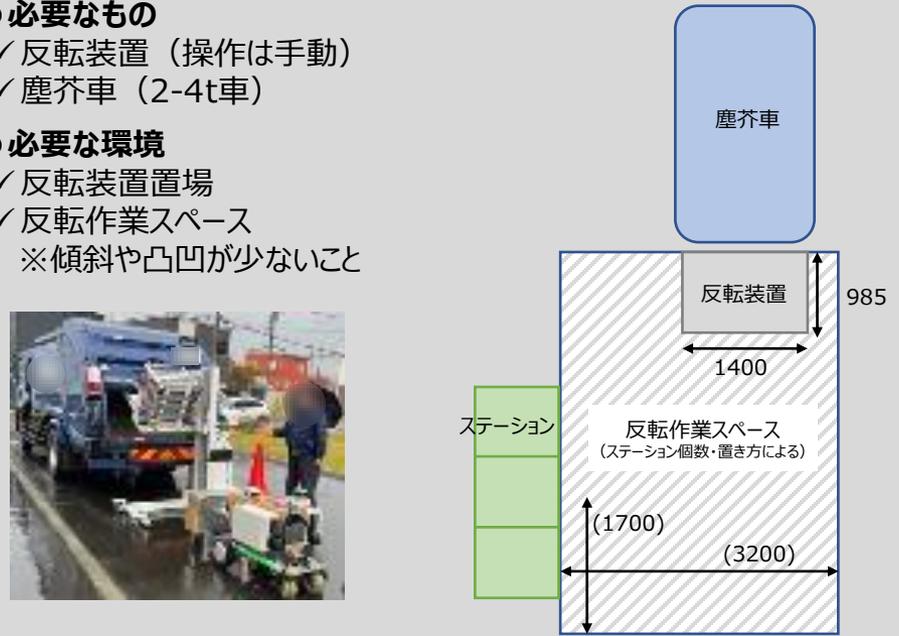
### 住宅などで必要な環境

- **必要なもの**
  - ✓ ステーション（反射材付き）
  - ✓ 統一ごみ箱
- **必要な環境**
  - ✓ ロボットの動作スペース3.2×1.7m
  - ※傾斜や凸凹が少ないこと



### ごみステーション（塵芥車との接続部）などで必要な環境

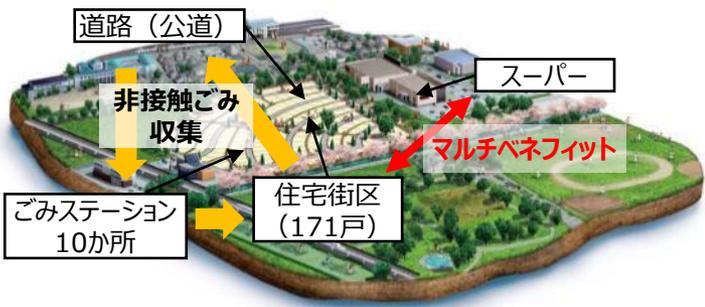
- **必要なもの**
  - ✓ 反転装置（操作は手動）
  - ✓ 塵芥車（2-4t車）
- **必要な環境**
  - ✓ 反転装置置場
  - ✓ 反転作業スペース
  - ※傾斜や凸凹が少ないこと



# ②地域連携シナリオ：公道エリアにおける非接触ごみ回収モデルの実証提案

- 今後、南栗橋のようなグリーンフィールドにおいて非接触ごみ収集を展開するには公道走行・作業が必須である。南栗橋での公道実証のモデルができれば、様々フィールドで公道を含む広範囲の地域単位で非接触ごみ収集が可能となる。

## ○公道を含む地域連携モデルイメージ

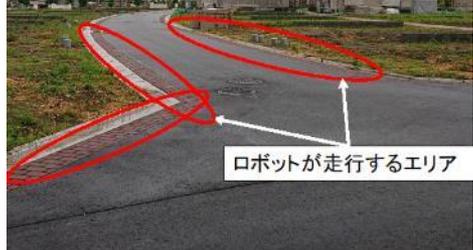


## ○公道走行・作業に向けた対応

対象作業	公道走行 (拠点間の公道のモビリティ搬送)	公道作業 (公道で車両への積み込み作業)
関連する法制度	道路交通法：特定自動運転、または遠隔操作小型車としての運用	道路交通法：道路使用許可 道路法：道路占有許可
協議者 (住民・自治会・自治体含む)	地方公安委員会	管轄警察署 (道路使用許可) 道路管理者 (道路占有許可)
協議内容と対応策案	特定自動運転、または遠隔操作小型車として運用するための協議と技術的な対応の検討	一時的にコンテナを公道に出して回収作業を行う法的根拠、解釈、管理、環境対応策の協議

## ○技術開発実証

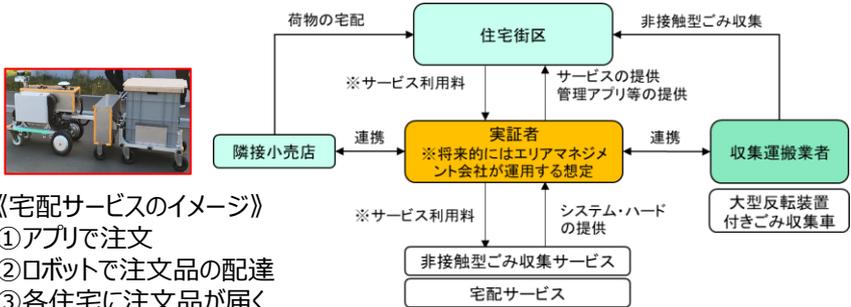
- 共通マップによる走行
  - 1つの共通マップで仕様の異なるロボットが走行するための開発と検証 (Lidarによる地図データの共用、仕様の異なるロボットの制御方法の確立など)
- 複数台運用に向けた交通ルール/タスクの設定
  - 複数のロボットが指定した路側帯等の道幅が狭いエリアを走行するときの交通ルールの開発と検証
  - 複数タスクをこなすロジックの開発と検証



公道走行の指定エリア、複数台走行のイメージ

## ○マルチベネフィット型モデルの実証

- 住宅街区と隣接小売店間で宅配サービスとの連携実証 (例)
  - ごみ収集での運用と宅配での併用運用における課題抽出 (時間帯別活用、コンテナの必要台数、安全・衛生面等への配慮など) と対応案を検討する。
  - サービス利用料等については初期マーケット創出の段階で、適正な料金設定について検討する。



- 《宅配サービスのイメージ》
- ①アプリで注文
  - ②ロボットで注文品の配達
  - ③各住宅に注文品が届く

サービスの提供スキーム案

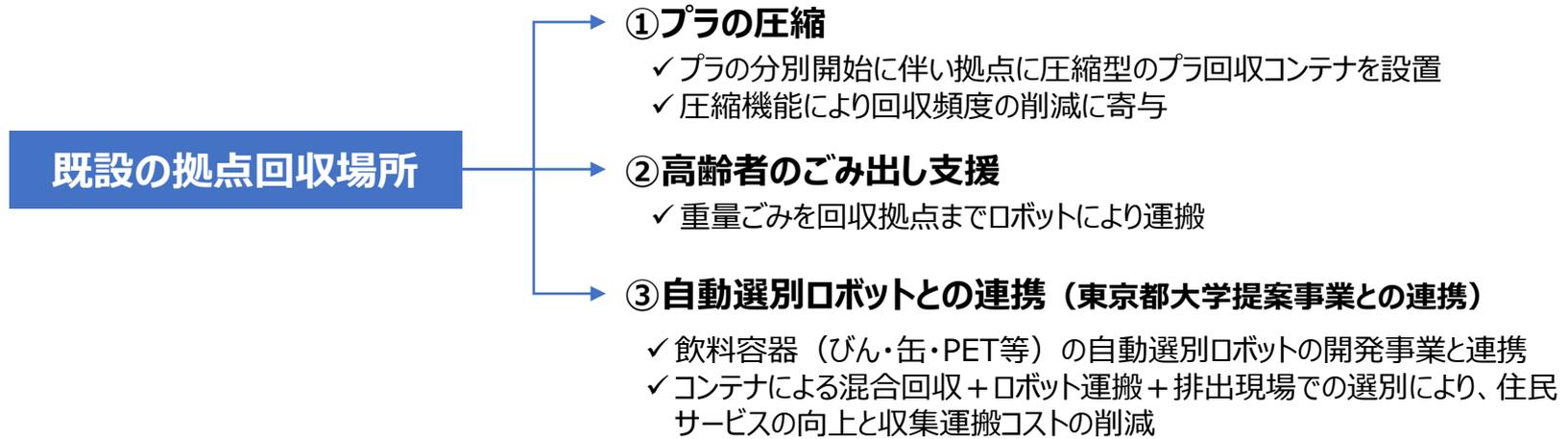
## ②『地域連携シナリオ』の展開に向けた実証提案

- 公道走行を伴うごみ収集は、南栗橋のように新技術が導入しやすい開発街区やスマートシティとの連携、既にある集団回収との連携、近隣の動脈企業との連携など、導入のしやすい小さな地域単位からモデル実証を積み重ねた展開を提案

### ○歩くごみ箱などによるたばこのポイ捨て対策への公道走行実証

自治体X：たばこのポイ捨て問題 ⇒ごみ箱や喫煙所は増やしたくない。歩くごみ箱やナッジでの解決を模索

### ○既存の拠点回収との連携実証



# ②地域連携→『③イノベーション』：地域における非接触ごみ収集の実装モデルの検討

- コンテナごと回収する車両によるごみ収集により、必要なコンテナ容量の削減や収運コスト、住民サービス向上など様々なメリットが期待できることがわかった（潜在ニーズの発掘）。

## ○コンテナ自体を回収する非接触ごみ収集の実装モデルの検討

- ・これまで) 既存のパッカー車への反転接続を前提とした地域のごみ収集モデル
- ・本提案) 統一コンテナをそのまま回収する車両による地域のごみ収集モデル  
⇒南栗橋のフィールドでのシミュレーションを実施



統一コンテナ (1m3/0.5m3) 統一コンテナ車両 (12m3)

パターン	評価パターン①	評価パターン②	評価パターン③
説明	現状のごみ収集モデル	統一コンテナのロボットによるごみ収集 + 既存パッカー車への反転投入	統一コンテナのロボットによるごみ収集 + 統一コンテナごと車両で回収する
イメージ	<p>住民 → サブステーション → 回収者</p> <p>※サブステーション 10か所</p> <p>ごみの回収種類を曜日で制御</p>	<p>ロボット運搬 サブステーション → メインステーション</p> <p>※サブステーション 10か所 反転投入 ↓</p> <p>ごみの回収種類をコンテナと曜日で制御</p>	<p>ロボット運搬 → メインステーション</p> <p>コンテナごと回収 ↓</p> <p>ごみの回収種類をコンテナのみで制御</p>
メリット	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ごみの運搬が不要</li> <li>✓ パッカー車が街区内に入らない</li> <li>✓ 任意のタイミングで任意のごみを出せる</li> </ul>	左記に加えて、 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ごみの回収頻度の削減</li> <li>✓ ごみ回収に必要なスペースの削減</li> </ul>
地域に必要なごみコンテナ容量 L	<b>14,000L</b> サブステーション: 700L × 2個 × 10か所	<b>26,300L</b> サブステーション: 500L × 2個 + 300L × 1個 × 10か所 メインステーション: 700L × 19個	<b>9,100L</b> メインステーション: 700L × 13個
必要なロボット台数について	—	<b>ロボット4台 × 週4回</b> <b>6.3時間/回/台</b>	<b>ロボット9台 × 週2回</b> <b>7.7時間/回/台</b>
備考	▶ プラの分別回収ニーズに伴い分別手間や回収コストの増加の懸念	▶ ごみ回収に必要なスペースが増える ▶ プラは圧縮コンテナにすることで容量の削減余地あり	▶ 1週間単位で見た時の総移動距離は回収エリアによって変化するため、市全体の収運コストについては検証が必要

《試算条件》 ・171世帯→回収拠点として、サブステーション：10か所、メインステーション：現状はないが試算時には1か所あると仮定  
 ・選択可能なごみコンテナ：90L、100L、200L、300L、400L、500L、600L、700L、・・・ごみ量は別途文献値より1世帯あたりの人数と1日あたりのごみ排出量、ごみ組成を設定（別途詳細）  
 ・回収頻度：満載時に回収する想定、可燃ごみ（週2回）、不燃ごみ（週1回）、缶・ビン・ペットボトル（週1回）を想定  
 ・ロボットの稼働時間：8時間/台以下、ロボットの移動速度：4km/h、合体・挿入時間：2分/個

### ③『イノベーションシナリオ』：統一コンテナに対応した廃棄物運搬事例と展望

- コンテナごと回収する廃棄物の収取運搬事例を調査した。コンテナ自体を回収する車両のニーズが確認できた。
- 海外で普及しているサイドローダー式を日本の環境に合わせたモデルが実現できれば作業性は非常に高いといえる。

#### ○コンテナによる廃棄物運搬例

	統一規格コンテナ運搬	医療系廃棄物の運搬	サイドローダー式（海外）
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1m3コンテナ12個、または0.5m3コンテナ24個 ⇒12m3のごみの運搬が可能（分別カート）</li> <li>• コンテナは人が運搬、テールリフターあり</li> <li>• 参考）2tパッカー車：積載量4m3/2t</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• プラコン、段ボールでの回収（圧縮不可）</li> <li>• 手積みによる荷積み、荷降ろし</li> <li>• 非接触回収ニーズが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• サイドからアームなどによりコンテナを回収</li> <li>• 国内では、積載量が小さくなること、路地が狭いことやガードレールなどの問題により普及していない →社会受容性が低い状態</li> </ul>
非接触・自動ごみ収集への展望	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 反転型ではなく、テールゲートによりロボット+コンテナで車両に乗り込むなどの方法により持続性向上が期待（反転時間の短縮など）</li> <li>➢ 圧縮タイプのコンテナにより積載率向上が期待できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 初期マーケットとして有望</li> <li>➢ 車両の非接触化・自動化対応により積載効率が悪化する可能性がある一方で、周辺の作業負荷の削減に寄与できる可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ サイドからの反転でなくコンテナ積込型も選択肢</li> <li>➢ 社会受容性（新型コンテナの道置きルール、車両規格、道路交通法上の整理など）を高めれば公道での作業性は非常に高い</li> </ul>

### ③『イノベーションシナリオ』の実現に向けた今後の提案について

- コンテナ自体を回収する新たな車両を開発するための技術開発課題、関連する法規制の調査、社会受容性の課題を示すとともに、社会実装には初期主導や公共政策としての展開といった政策的な支援が必要であると考えられる。

#### ○イノベーションシナリオの実現に向けた課題と対応

**●新規格車両の開発**

- ・ステーションに横付けしてサイドからアームやパワーゲート、ロボット等により安全に短時間でコンテナの入替え作業ができる車両の開発
- ・初期はコンテナの手動入替えも手

**●新規格コンテナ&ステーションの開発**

- ・一時的な公道設置・作業への対応
- ・ガードレール等の周辺環境への対応
- ・地域での運用管理方法への対応
- ・安全/短時間での車両への入替え
- ・車両、ロボットとの連携 など

[圧縮型]

[折畳型]

[複数型]

**●関連する法規制**

- 道路運送車両法（国交省運輸局）：車両の保安基準
- 厚労省労働基準局：機械式ごみ収集車に係る安全管理要綱

**●関連する法規制**

公道設置をする場合

- ・ 道路法：道路占有許可

公道作業をする場合

- ・ 道路交通法：道路使用許可
- ・ 道路交通法：遠隔操作小型車等での運用協議

**作業イメージ@公道**

公道  
ステーションに横付けしてコンテナ入替  
公道に設置できるコンテナ/ステーション  
新規格車両  
人やロボットがごみを運搬

**社会受容性の獲得に向けて**

これまで存在しない車両によるごみ回収を行うため、関係者とともに安全面、費用対効果、周辺環境整備、管理運用方法、法規制などの協議が必要

#### ○イノベーションシナリオの社会実装に向けた提案

**官による政策の初期主導**

新たなごみ収集システムの構築に向けてマーケットや政策メリットがある程度明らかになるまでは、民間だけで開発や実証を進めることは困難  
⇒技術開発支援や実証など、**官による政策の初期主導**が必要と考えられる。

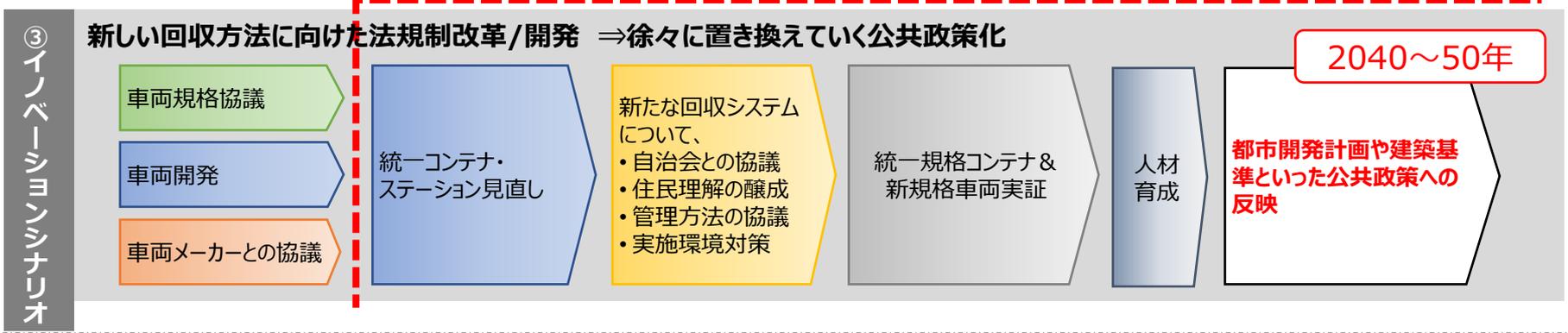
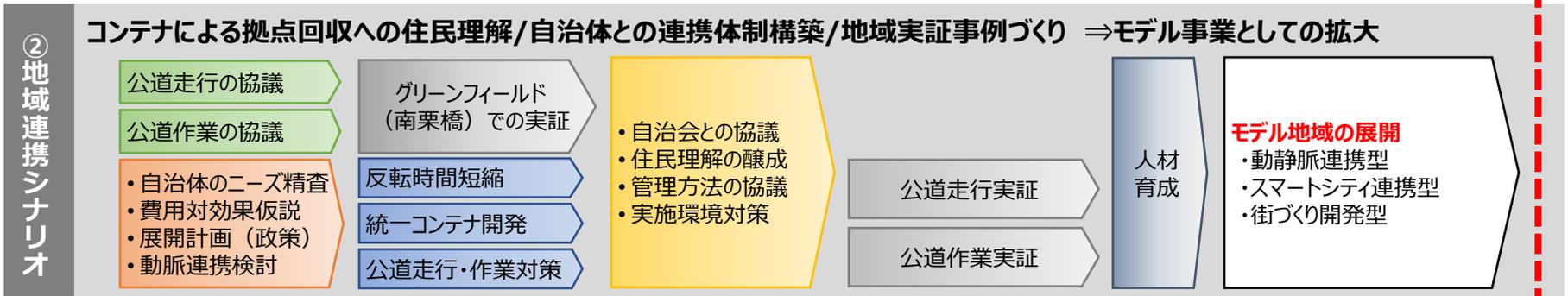
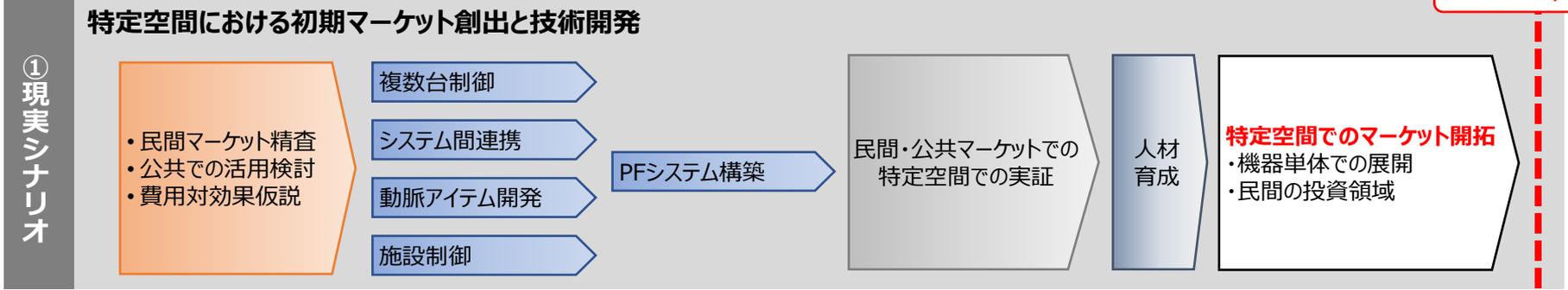


**展開時の公共政策への反映**

新たなごみ回収システムの展開に際しては、インフラ更新や都市開発などに合わせて、都市開発計画や建築基準の中に規制などとして織り込み、徐々に置き換えていくといった**公共政策として展開**していく必要があると考えられる。

# 社会実装に向けたロードマップ

● 各シナリオにて示された課題や市場ニーズを踏まえて、社会実装に向けた2030～2050年に向けたロードマップを作成した。



## サブテーマ2のまとめ（成果）

### ○一般廃棄物のごみ収集形態の類型化

- 一般廃棄物の収集・運搬事業者の収集作業に同行し、ウェアラブルカメラを装着し、作業の様子、ごみの排出状況などを調査しごみの排出形態の類型化を行った。
- ごみの排出形態として、道置き型、ボックス型、コンテナ型があることが判明し、統一コンテナに置き換えていくことで非接触ごみ収集が実現できることを確認した。

### ○社会実装に向けた市場分析

- 一般市民や収集・運搬事業者に対して、ごみ収集におけるニーズを調査した結果、非接触ニーズがあること、ごみ収集の自動化による作業負荷低減、住民サービスの向上ニーズがあることが確認できた。
- 非接触ごみ収集の実証結果を踏まえたアンケート調査により、具体的な活用方法や課題点を抽出することができた。
- 大型コンテナを反転装置付き塵芥車にて非接触・自動化を実現するには、積込み操作ボタンの位置の変更や車両規格の保安基準の見直しが必要である。
- 非接触型ごみ自動投入システムを実現する上で、大型ごみコンテナの仕様の統一化が必要である。

### ○社会実装シナリオの構築

- 非接触ごみ収集を実現するうえで特に課題となる法規制・制度の面から、社会実装シナリオを①現実シナリオ、②地域連携シナリオ、③イノベーションシナリオの3つに分類し、それぞれの社会実装ロードマップを作成した。
- ①現実シナリオでは、各システムの高度化といった技術開発により初期のマーケット創出が期待でき、特定空間における初期導入モデルを提案した。
- ②地域連携型シナリオでは 公道上での非接触ごみ収集を実現するための法規制対応、関係者の理解の醸成、技術開発課題を提示し、それらをスマートシティや街づくり開発といった地域と連携したモデル実証を積み重ねる社会実装シナリオを提案した。
- ③イノベーションシナリオでは、公道にて統一コンテナ自体を回収する新たな車両によりごみ収集モデルの有意性の仮説を提示した。本モデルの実現に必要な新たに保安基準を満たした車両や統一コンテナの技術開発提案や社会受容性の向上に向けた課題抽出、ならびに官による政策の初期主導と展開時における公共政策支援を提案した。

# 全体成果のまとめ (abstract)

本研究では、ごみ収集の作業員の感染リスクの低減を図るために、非接触型のごみ収集システムを構築することを目的とし、2021年から2023年の間、要素技術の開発とシステム化および社会実装に向けたシナリオ構築を検討した結果、以下の知見を得た。

非接触ごみ収集システムとして、ごみ収集にかかる工程を監視・運搬・反転の機能に分類し、それぞれに対応した要素技術として、『非接触型ごみ自動投入システム（開発①）』・『自動搬出に対応したスマートごみ箱（開発②）』・『自動搬送用モジュール式モビリティシステム（開発③）』を開発した。開発したシステムを用いてテーマパーク、戸建住宅の開発街区、公営住宅団地のフィールドにて、実際のごみを用いた実環境下での非接触ごみ集システムの一連の流れを実証した。その結果、非接触でごみ収集ができること、収集作業員の人数を1名減らせることを確認した。また、非接触型ごみ収集システムの社会実装に向けた技術的な課題を把握した。

わが国のごみ収集の実態を調査しごみの排出形態を類型化した。自治体職員・収集・運搬事業者・地域住民に対してニーズをヒアリング調査した結果、非接触ニーズがあること、ごみ収集の自動化による作業負荷低減、住民サービスの向上ニーズがあることが確認できた。この調査結果と実証結果を基に、非接触型ごみ収集システムの社会実装シナリオを特に課題となる法規制・制度の面から「①現実シナリオ/②地域連携シナリオ/③イノベーションシナリオ」の3つに分け、XRL（X Readiness Level）の視点からそれぞれの社会実装に向けたロードマップを作成した。

本研究成果から、非接触型ごみ収集システムの普及に向け、ごみ収集車の安全基準の見直しやごみ集積所ごとに異なっている大型ごみコンテナの仕様を統一化することが重要であることがわかった。また、わが国の公道上で非接触ごみ収集システムを実現するには、道路交通法、道路法などへの対応と、関係者における社会受容性の向上が重要であることを示した。

# 6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献

サブテーマ	研究の達成状況	
【サブテーマ1】非接触型ごみ収集システムの要素技術の開発と性能評価	目標を大きく上回る成果を上げた	<ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術の開発は、当初の目標を達成した。</li> <li>自律走行型ロボットは、当初の想定より高機能なモデルを開発でき、社会実装に向けた課題を具体的に把握することができた。</li> </ul>
【サブテーマ2】非接触型ごみ収集システムの社会実装に向けたシナリオ構築と評価	目標を大きく上回る成果を上げた	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会実装に向けたシナリオ構築は、当初の計画通りである。</li> <li>新たな自治体のニーズを把握することができ、次に取り組むべきステップが明確となった。</li> </ul>

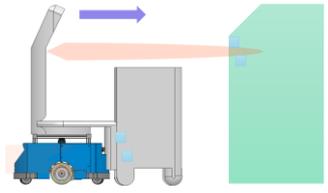
- 環境デジタル技術の活用等による脱炭素型資源循環システム創生実証事業委託業務における検討会（令和3～5年度、委員長）



パッカー車の自動運転（三菱ふそう）



反転装置等は搭載可能



小型タイプ（棲み分け）

- 各自治体での取り組み：本研究の成果を情報提供
  - 新宿区リサイクル・清掃審議会（会長）、羽村市廃棄物減量等推進審議会（会長）、中央区清掃・リサイクル推進協議会（委員）、荒川区清掃審議会（副会長）、横浜市廃棄物減量化・資源化等推進審議会（会長代理）等
- 南栗橋駅前街区における南栗橋駅前街区の次世代のまちづくりプロジェクト「BRIDGE LIFE Platform 南栗橋」は、久喜市、東武鉄道、トヨタホーム、イオンリテール、早稲田大学小野田研究室による5者間協定に基づくプロジェクトである。久喜市の環境政策と連動した形で本研究を進めている。

# 7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表  
 <査読付論文> 5件

- ・ 廃棄物・資源循環分野のみならず、情報処理、都市計画の分野で採録。
- ・ サブテーマ1に関しては、特許出願を優先しているが、最終的な成果も発表予定。
- ・ サブテーマ2の最終的な成果も今後、発表予定。

<その他誌上発表（査読なし）> 10件

- ・ 学会等の招待論文・口頭発表に加え、自治体、プラントメーカー、産廃事業者等の専門誌からの招待論文が大半を占める。

(2) 口頭発表（学会等）  
 <学会等・査読なし> 36件

- ・ 学会、自治体をはじめ、サーキュラーエコノミーに関心を有する製造業等に対する招待講演を通じて、研究開発事例として発信。

(3) 知的財産  
 出願準備中

- ・ 学内審査中（資料作成時点）

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施  
 9件

- ・ 開発品の展示や環境教育等

(5) マスコミ等への公表・報道等  
 4件

(6) 本研究費の研究成果による受賞  
 2023グッドデザイン賞  
 産官学5者連携による地域活性化モデル事業  
 「BRIDGE LIFE Platform構想」



『BRIDGE LIFE Platform構想』  
 5者間協定（令和3年11月10日）



『BRIDGE LIFE Platform構想』  
 まちびらき記者発表会（令和4年5月26日）



ひらかたパークでの実証  
 プレスリリース（令和5年12月8日）



2023年度グッドデザイン賞  
 産官学連携の「BRIDGE LIFE Platform構想」プレスリリース  
 （令和5年10月5日）