令和５年度環境省委託業務

令和５年度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報告書

令和６年３月

一般財団法人日本環境衛生センター

業務概要

業務の目的

我が国では、令和2年10月に2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指すと宣言し、また、令和3年4月の地球温暖化対策推進本部において2050年の脱炭素と整合的な野心的な目標として、2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指すこと、さらに、50%の高みに向け挑戦を続けることを表明している。

2050年までにカーボンニュートラル達成に向けては、令和2年12月に、脱炭素社会に向けた革新的技術を着実に社会実装するための「グリーン成長戦略」が策定され、また、「国・地方脱炭素実現会議」において「地域脱炭素ロードマップ」が策定される等地域における脱炭素の取組も進められている。また、同時に第５次環境基本計画（平成30年４月閣議決定）で提唱された地域循環共生圏の創造が必要となっている。

廃棄物分野では、一般廃棄物の焼却や埋立処分に伴う直接的な温室効果ガス排出のほか、収集運搬過程における燃料使用や、中間処理施設等の稼働に伴う電力使用等によるエネルギー起源 CO2 等の排出等があり、これらを総合的に抑えていく対策が求められている。廃棄物から回収されるエネルギーの利活用にあたっては、化石燃料代替による CO2 削減効果と併せて、地域の課題や地域活性化への貢献に向けた新たな価値の創出が急務である。

本業務では、デジタル技術を活用したEVごみ収集車が自動運転により作業員を追尾する実証を行うとともに、収集運搬と中間処理をデジタル技術の活用により連携させ、廃棄物エネルギーを効率的に回収するための実証を行い、収集運搬と中間処理の効率化を実現し、さらなる CO2 排出削減を図ることを目的とする。

業務の結果

令和５年度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いて、ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討では、EV ごみ収集車が自動運転により作業員を追尾するためのシステム（以下、「自動追尾システム」という。）の実用化に向けた技術開発やごみ収集におけるデジタル技術の活用に関しての調査・検討を行った。

課題調査としては、EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査について、令和４年度に行ったアンケートで得られた結果をもとに導入に関心を持っている５団体を抽出して、ヒアリング調査を行った。

また、自動追尾型EVごみ収集車の実用化に向けた法的課題について、令和４年度以降の法的取り扱いの変更内容に関する情報や技術的解決策を整理し、試験走行等を踏まえ新たな課題にて検討を行った。

さらに、令和３年度及び令和４年度に行った各種調査の結果をもとに、収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理を行った。また、自動追尾システム搭載のEVごみ収集車に併せて装備することで、さらなるCO2

排出削減やごみ収集作業の効率性向上、その他の付加価値創出等に繋がるデジタル技術を活用するシステムの検討を行った。

デジタル技術を活用したEVごみ収集車による自動追尾システムの実証計画については、令和4年度に見直しを行った実証計画を各業務の進捗状況に応じて検証、修正等見直し、策定した。

これらの結果をもとに、廃棄物分野の脱炭素化やごみ収集作業の効率化に向けた取り組みにおいて、自動追尾型EVごみ収集車（従来のEVごみ収集車を含む）の位置づけや役割など課題を含めて整理を行い、その導入がもたらす脱炭素化の効果を検討するとともに、普及促進に向けた施策、方策等の検討を行った。

さらに、自動追尾型EVごみ収集車の技術開発と試作車の改良では、試験走行及び機能確認を行い、機能の評価、改善点の抽出、製作方針の見直しを検討しながら、試作車の改良を進めた。

この自動追尾型EVごみ収集車を用いて、警察等行政機関との協議・調整の上、川崎市内の公道で自動追尾システム等に関する実証試験を行った。実証試験実施後は、実証条件、実証データ等を収集、解析して、実証結果の評価を行い、CO2排出削減やごみ収集作業の効率向上等に関する今後の課題、展望等を検討した。

なお、本業務の実施にあたっては、学識経験者、地方公共団体及び関係団体関係者等から5名の委員で構成した検討会を設置し、第1回（8月）、第2回（1月）、第3回（3月）の計3回開催し調査・検討について必要な助言を受けた。第1回、第3回は東京23区内にて、第2回は自動追尾型EVごみ収集車の走行確認と併せて栃木県さくら市で開催し、全回オンライン併用とした。

Project Description

Project purpose

The national government declared in October 2020 that it would aim to achieve carbon neutrality by 2050. At the meeting held by the Global Warming Prevention Headquarters in April 2021, it also announced that it would aim to reduce greenhouse gas emissions by 46% from the fiscal 2013 level by fiscal 2030 as an ambitious target aligned with decarbonization by 2050 and continue challenging to achieve a high target of 50%.

To achieve carbon neutrality by 2050, the Green Growth Strategy was formulated in December 2020 for the steady social implementation of innovative technologies for a decarbonized society. In addition, the Regional Decarbonization Roadmap was formulated at the Council for National and Local Decarbonization, and other regional decarbonization efforts have been promoted. At the same time, it is necessary to create the Regional Circular and Ecological Sphere proposed in the Fifth Basic Environment Plan (April 2018 Cabinet decision).

Greenhouse gas emissions in the waste sector include direct greenhouse gas emissions associated with the incineration and landfill disposal of municipal solid wastes, and energy-derived carbon dioxide (CO2) emissions, such as fuel use in the collection and transportation process and electricity use associated with the operation of intermediate treatment process facilities. Measures to comprehensively reduce the above emissions are required. For the utilization of the energy recovered from wastes, together with the CO2 reduction impact through fossil fuel replacement, it is urgent to create new values that can contribute to regional issues and community invigoration.

The purpose of this project is to realize efficient improvement between collection and transportation, and intermediate processing and expand further CO2 emission reduction by demonstrating an electric waste collection vehicle using digital technology to track workers by automatic operation and also by demonstrating efficient waste energy recovery by linking collection and transportation with intermediate treatment processes using digital technology.

Project results

In fiscal 2023, as part of a commissioned project of the demonstration program for creating a resource recycling system using digital technology toward a decarbonized society, the technology development for the practical application of digital technologies in waste collection was examined. In this process, the technology development for the practical application of a system in which an automatically operated electric waste collection vehicle tracks workers (hereinafter referred to as “automatic tracking system”) and the use of digital technologies in waste collection was surveyed and studied.

For questionnaire surveys, based on the results obtained from questionnaires conducted in fiscal 2022 on the impact expected and its introduction of electric waste collection vehicles, five organizations that showed interest in the introduction of electric waste collection vehicles were selected, and hearing surveys were conducted.

In addition, regarding the legal issues for the practical application of automatic tracking electric waste collection vehicles, information on the changes in legal management since fiscal 2022 and technical solutions were studied, and new challenges were discussed based on test runs.

Furthermore, based on the results of various surveys conducted in fiscal 2021 and fiscal 2022, the linkage between collection and transport, and intermediate processing facilities and the digital technology utilization methods in collection and transport and intermediate processing facilities were examined, and examples were investigated and studied. In addition, by equipping digital technology to an electric waste collection vehicle with an automatic tracking system, the system utilizing digital technology for further CO2 emission reduction, improvement of waste collection efficiency, and other added value creation was examined.

In terms of the demonstration plan of an automatic tracking system by electric waste collection vehicles using digital technology, it was formulated after reviewing, verifying, and revising the demonstration plan revised in fiscal 2022 according to the progress of each operation.

Based on these results, a study was conducted, including challenges such as the position and role of automatic tracking electric waste collection vehicles (including conventional electric waste collection vehicles) in decarbonizing the waste sector and improving the efficiency of waste collection operations. In addition, the impact of decarbonization by introducing the collection vehicles, as well as policy measures and instruments for promoting diffusion, were examined.

Furthermore, regarding the technical development of automatic tracking electric waste collection vehicles and improvement of the prototype vehicle, a test run and function check were carried out, and improvement of the prototype vehicle was carried out by considering function appraisal, improvement point extraction, and production policy review.

After deliberation and coordination with administrative bodies, including the police, the experiment for verification of the automatic tracking systems was carried out on public roads in Kawasaki City using the automatic tracking type electric waste collection vehicle. Following the experiment for verification, the conditions and data at the verification were collected and analyzed, the verification results appraisal was conducted, and future challenges and prospects regarding CO2 emission reduction and efficiency improvement of garbage collection work were examined.

A five-member review committee was established for this project's implementation, consisting of academics and experts, local government officials, and parties concerned from relevant organizations. The first, second, and third meetings were respectively held in August, January, and March to receive necessary advice on the investigation and review. The first and third meetings were held in the Tokyo 23 Wards, and the second meeting was held in Sakura City, Tochigi Prefecture, with the operation confirmation of auto-tracking electric garbage collection vehicles. All meetings were held in-person and online.

目　次

Ⅰ．事業の概要･･Ⅰ-　1
　１．事業の概要･･･Ⅰ-　1
　２．令和５年度業務の実施内容及び流れ････････････････････････････････Ⅰ-　3
　３．自動追尾運転システム搭載型EVごみ収集車の実証試験車両････････････････････Ⅰ-　7

Ⅱ．ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討･･････････････････Ⅱ-　1
　１．EVごみ収集車に期待する効果及び導入に関する課題調査･････････････････････････Ⅱ-　3
　２．法的課題に関する検討内容の整理･･Ⅱ-25
　３．収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設における
　　　デジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理･･････････････････････Ⅱ-35
　４．デジタル技術を活用したEVごみ収集車による自動追尾運転の実証計画の策定･･････Ⅱ-41
　５．自動追尾型EVごみ収集車等の普及に向けた検討･･･････････････････････････････Ⅱ-49

Ⅲ．自動追尾型ごみ収集車の技術開発と試作車の改良･････････････････････････････････Ⅲ-　1

Ⅳ．自動追尾システム搭載型EVごみ収集車による実証試験･･････････････････････････････Ⅳ-　1
　１．実証試験の詳細検討･･･Ⅳ-　1
　（１）評価（検証）項目及び評価（検証）方法の検討･････････････････････････････････Ⅳ-　2
　（２）実施場所の選定及び実証試験計画の検討・確定･････････････････････････････････Ⅳ-　4
　（３）警察等行政機関との調整･･Ⅳ-19
　２．実証試験の実施及び評価･･･Ⅳ-43

Ⅴ．検討会の運営･･･Ⅴ-　1

資料編　収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設における
　　　　デジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理
　　　　（添付資料）ごみ処理におけるデジタル技術活用事例

Ⅰ．事業の概要

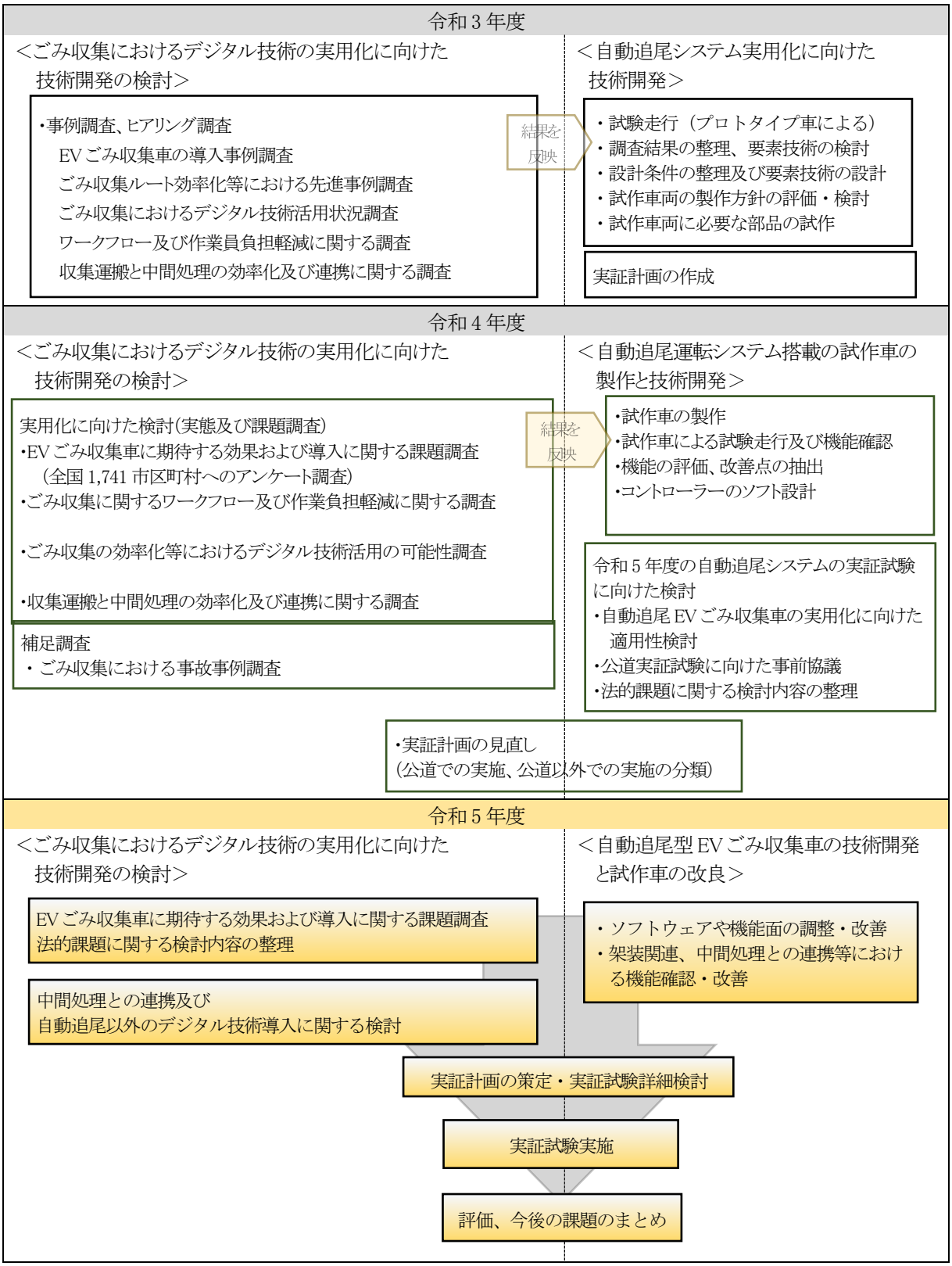
１．事業の概要

「エネルギー起源 CO2 排出削減技術評価・検証事業のうち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」は、令和３年度から５年度の３年間で行った。その全体的な事業の概要は表Ⅰ-1-1、事業の全体像は表Ⅰ-1-2 に示すとおりである。

表Ⅰ-1-1　全体的な事業の目的と概要

事業目的
我が国は、2050 年までのカーボンニュートラルを目指しており、社会全体での脱炭素化への取組が急務となっている。廃棄物分野では、廃棄物の焼却等に伴う直接的な温室効果ガス排出のほか、収集運搬過程における燃料使用や、中間処理施設等の稼働に伴う電力使用によるエネルギー起源 CO2 の排出等があり、これらを総合的に削減することが必要である。 このようなことから、収集運搬におけるデジタル技術の活用や、デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携について検討・実証することにより、収集運搬と中間処理の効率化を実現し、温室効果ガスの一層の排出削減を図る。
事業の概要
EV ごみ収集車導入事例や収集ルート効率化等の先進事例の調査、ごみ収集におけるデジタル技術の活用状況や作業負担軽減に関するヒアリング調査等を行い、それらの調査結果を踏まえて、デジタル技術を活用した EV ごみ収集車による自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発と実証を行う。また、デジタル技術を活用して収集運搬と中間処理を連携させることにより、廃棄物エネルギーを効率的に回収し、さらなる CO2 排出削減を図るための検討を行う。
事業実施期間
令和３年度～令和５年度

表Ⅰ-1-2　事業の全体像


令和3年度
＜ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討＞
・事例調査、ヒアリング調査
EVごみ収集車の導入事例調査
ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査
ごみ収集におけるデジタル技術活用状況調査
ワークフロー及び作業員負担軽減に関する調査
収集運搬と中間処理の効率化及び連携に関する調査
結果を反映
＜自動追尾システム実用化に向けた技術開発＞
・試験走行（プロトタイプ車による）
・調査結果の整理、要素技術の検討
・設計条件の整理及び要素技術の設計
・試作車両の製作方針の評価・検討
・試作車両に必要な部品の試作
実証計画の作成
令和4年度
＜ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討＞
実用化に向けた検討(実態及び課題調査)
・EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査
（全国1,741市区町村へのアンケート調査)
・ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関する調査
・ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査
・収集運搬と中間処理の効率化及び連携に関する調査
補足調査
・ごみ収集における事故事例調査
結果を反映
＜自動追尾運転システム搭載の試作車の製作と技術開発＞
・試作車の製作
・試作車による試験走行及び機能確認
・機能の評価、改善点の抽出
・コントローラーのソフト設計
令和5年度の自動追尾システムの実証試験に向けた検討
・自動追尾EVごみ収集車の実用化に向けた適用性検討
・公道実証試験に向けた事前協議
・法的課題に関する検討内容の整理
・実証計画の見直し
(公道での実施、公道以外での実施の分類)
令和5年度
＜ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討＞
EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査
法的課題に関する検討内容の整理
中間処理との連携及び
自動追尾以外のデジタル技術導入に関する検討
＜自動追尾型EVごみ収集車の技術開発と試作車の改良＞
・ソフトウェアや機能面の調整・改善
・架装関連、中間処理との連携等における機能確認・改善
実証計画の策定・実証試験詳細検討
実証試験実施
評価、今後の課題のまとめ

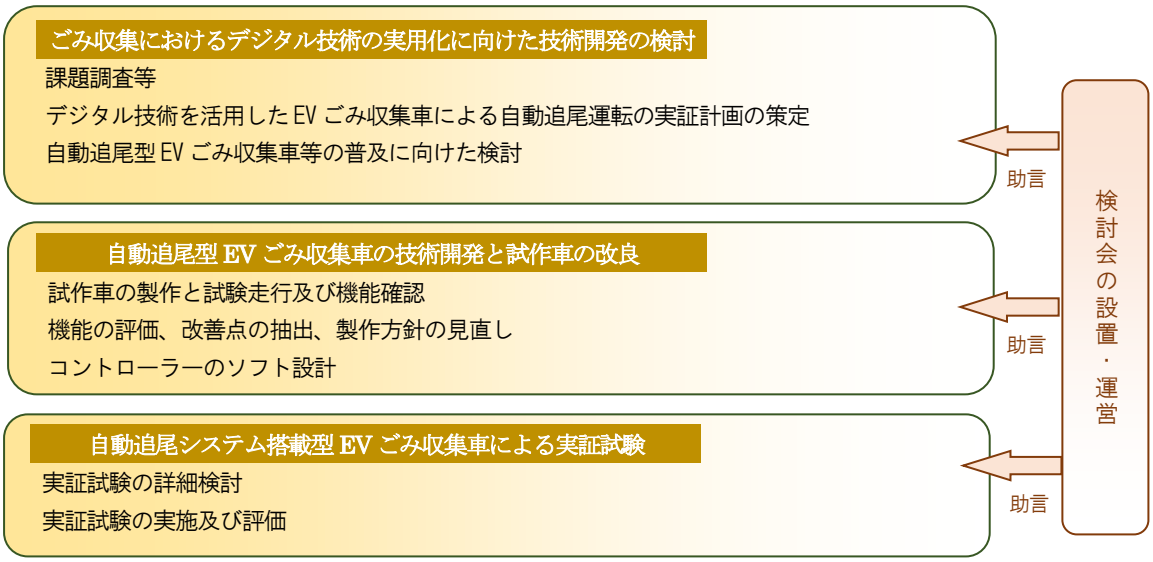
２．令和５年度業務の実施内容及び流れ

令和５年度の事業の実施内容及び作業の流れは、表Ⅰ-2-1 及び表Ⅰ-2-2 に示すとおりである。

表Ⅰ-2-1　令和５年度事業の実施内容

件名

：令和５年度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



ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討

（１）EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査

令和４年度に行った「EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」のアンケートで得られた結果をもとに導入に関心を持っている５団体を抽出し、EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題についてヒアリング調査を行った。調査方法については、対面方式で実施し、調査に際しては以下の点を考慮した。

- EV ごみ収集車の仕様及び性能
- EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）
- EVごみ収集車を導入するにあたっての課題

（２）法的課題に関する検討内容の整理

令和４年度に検討・整理を行った自動追尾型EVごみ収集車の実用化に向けた法的課題について、その後の法的取り扱いの変更内容に関する情報や技術的解決策を整理した。また、試験走行等を踏まえ新たな課題について検討した。

（３）収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理

令和３年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関するヒアリング調査」、「ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査」、並びに令和４年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関する調査」、「ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査」の結果をもとに、収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理した。

また、自動追尾システム搭載のEVごみ収集車に併せて装備することで、さらなるCO2排出削減やごみ収集作業の効率性向上、その他の付加価値創出等に繋がるデジタル技術を活用するシステムの検討を行った。

（4）デジタル技術を活用したEVごみ収集車による自動追尾システムの実証計画の策定

令和４年度に見直しを行った実証計画について、各業務の進捗状況に応じて検証、修正等の見直しを行い、策定した。実証計画の見直し、策定に当たっては下記を考慮した。

・自動追尾型EVごみ収集車について、課題解決の進捗状況を把握する。
・解決すべき技術面、運営体制面、制度面等に関する課題全体を俯瞰して体系的に分析した上で整理を行う。
・課題分析においては前提として試作する自動追尾型EVごみ収集車両の自動追尾システムの機能を明確化し、必要な場合は段階的に整理する。

（5）自動追尾型EVごみ収集車等の普及に向けた検討

令和４年度に行った「EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」のアンケート及び令和５年度の「EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」で行ったヒアリングで得られた結果をもとに廃棄物分野の脱炭素化やごみ収集作業の効率化に向けた取り組みにおいて、自動追尾型EVごみ収集車（従来のEVごみ収集車を含む。）の位置づけや役割など課題を含め下記の観点別に整理を行い、その導入がもたらす脱炭素化の効果を検討するとともに、普及促進に向けた施策、方策等の検討を行った。

・制度上の課題
・EVごみ収集車の機能上の課題
・社会インフラ等の課題
・EVごみ収集車に再生可能エネルギーを活用する上での課題

自動追尾型EVごみ収集車の技術開発と試作車の改良

本年度における自動追尾型EVごみ収集車の試作車製作及び技術開発は、以下の内容を基本とし、試験走行を２回実施した。なお、試作車製作及び技術開発は、ごみ収集に関するデジタル技術活用に関して豊富な知見と技術を有する三菱ふそうトラック・バス株式会社が行った。

・自動追尾システム搭載の試作車の製作
・自動追尾システム搭載の試作車の試験走行及び機能確認
・上記試験走行における機能の評価、改善点の抽出、製作方針の見直し

・架装関連の機能確認、機能の評価、改善点の抽出、製作方針の見直し
・自動追尾システム搭載の試作車のコントローラーのソフト設計

自動追尾システム搭載型EVごみ収集車による実証試験

（1）実証試験の詳細検討

実証計画に基づき、自動追尾システムを搭載した試作車を用いて行う公道等での実証試験について、以下の項目に関する詳細検討を実施し、実証計画に反映させた。なお、実証試験は、ごみ収集に関するデジタル技術活用に関して豊富な知見と技術を有する三菱ふそうトラック・バス株式会社と共に行った。

1）評価（検証）項目及び評価（検証）方法の検討

自動追尾システムを搭載した試作車を用いて行う公道等での実証試験において、評価(検証)項目の見直し及び具体的な評価(検証)方法を検討した。

2）実施場所の選定及び実証試験シナリオの検討・確定

令和４年度に実施した実態及び課題調査の調査結果をもとに実施場所を選定し、令和３年度に作成した実証試験シナリオを基本として、実施場所に見合った、より具体性を持たせた実証試験シナリオを検討し、確定した。検討にあたっては、令和４年度に実施したごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査の結果を踏まえた。

3）警察等行政機関との調整

2）で検討した実施場所及び実証試験シナリオに応じて、実施体制及び実施スケジュールを検討し、「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」に準じ、実施場所を所管する警察等行政機関と協議を行い、適正かつ安全に公道等での実証試験を実施するための調整を行った。

（2）実証試験の実施及び評価

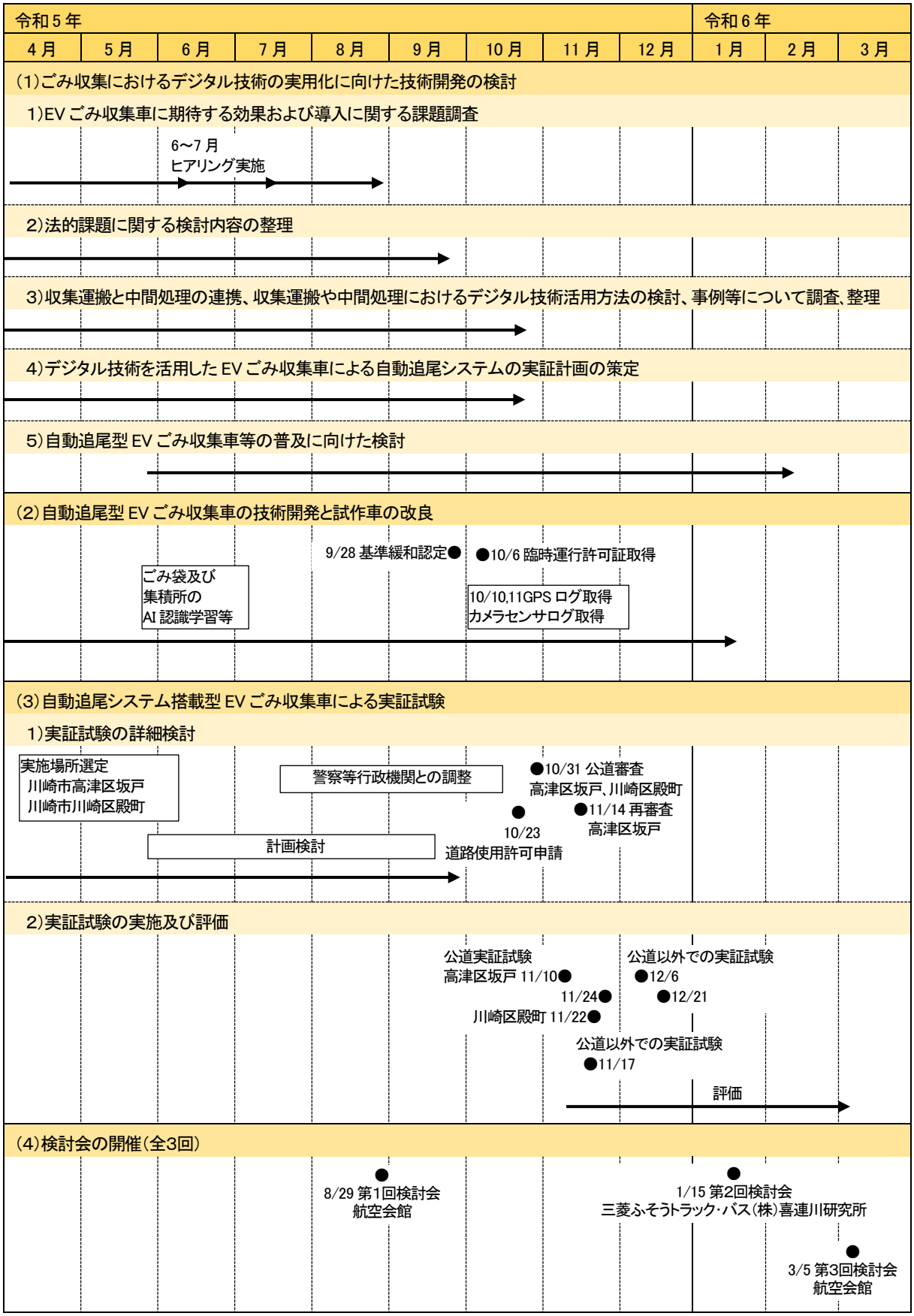
実証計画に基づき実証試験を実施し、実証条件、実証データ等を収集、解析して、実証結果の評価を行うとともにCO2排出削減やごみ収集作業の効率向上等に関する今後の課題、展望等を検討した。なお、実証試験に際しては、その状況を映像として記録するとともに実証結果の公表用として使用できるよう10分程度の映像資料を編集、作成した。

実施体制

一般財団法人日本環境衛生センター

三菱ふそうトラック・バス株式会社
- 自動追尾型EVごみ収集車の技術開発と試作車の改良
- 課題調査等支援
- 自動追尾システム搭載型EVごみ収集車による実証試験支援

表Ⅰ-2-2　令和５年度の作業の流れ



３．自動追尾システム搭載型 EV ごみ収集車の実証試験車両

自動追尾運転システム搭載の EV ごみ収集車は、三菱ふそうトラック・バス株式会社が開発した三菱ふそう e-キャンター・センサーコレクトを基に技術開発を行った。令和 4 年度に新型 eCanter をベース車両として製作し、令和 5 年度にソフトウェアや機能面の調整・改良を行い、実証試験車両が完成した。

車両	従来 EV パッカー車 	R3 年度プロトタイプ車 e-キャンター・センサーコレクト	R4 年度試作車 R5 年度改良実証試験車両
ベース車両	eCanter 広幅（全幅 約 2.1m）	←同左	三菱ふそう新型 eCanter 全長 5.67m、全幅 1.96m、全高 2.38m バッテリー容量 41kWh
操舵システム	電動ポンプ式 油圧パワーステアリング	電動ポンプ式 油圧パワーステアリング ＋自動運転制御用電動モーター	自動運転制御対応 フル電動パワーステアリング
リア架装	独立作動式電動油圧ポンプ付きパッカー架装 （PTO のみシャシ連動）	←同左	自動運転連動式パッカー架装 ・リモート操作 ・自動テールゲート ・自動運転連動 ePTO ・巻き込まれ防止システム ・荷重計　等
自動運転システム	なし	自動運転コントローラー （従来のペダル、スイッチ等をアクチュエータで操作） 障害物検知、制御ソフト センサ （Lidar、超音波センサ）	自動運転コントローラー （車両電子制御システムに直接介入） 障害物検知、制御ソフト センサ （カメラ、超音波センサ、ミリ波レーダー） テレマティクスシステム （収集したごみの情報を伝送する）

Ⅱ．ごみ収集におけるデジタル技術の実用化に向けた技術開発の検討

EV ごみ収集車が自動運転により作業員を追尾するためのシステム（以下、「自動追尾システム」という。）の実用化に向けた技術開発やデジタル技術の活用に関して調査・検討した内容は表Ⅱ-1 に示すとおりであり、それぞれの詳細を後述する。

表Ⅱ-1　令和５年度の調査・検討内容（１）

ＥＶごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査
令和４年度に行った「EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」のアンケートで得られた結果をもとに導入に関心を持っている５団体を抽出し、EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題についてヒアリング調査を行った。調査方法については、対面方式で実施し、EVごみ収集車の仕様及び性能、EVごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）、EVごみ収集車を導入するにあたっての課題などを考慮した。
法的課題に関する検討内容の整理
令和４年度に検討・整理を行った自動追尾型EVごみ収集車の実用化に向けた法的課題について、その後の法的取り扱いの変更内容に関する情報や技術的解決策を整理した。また、試験走行等を踏まえ新たな課題について検討した。
収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理
令和３年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関するヒアリング調査」、「ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査」、並びに令和４年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関する調査」、「ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査」の結果をもとに、収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理した。 また、自動追尾システム搭載のEVごみ収集車に併せて装備することで、さらなるCO2排出削減やごみ収集作業の効率性向上、その他の付加価値創出等に繋がるデジタル技術を活用するシステムの検討を行った。
デジタル技術を活用したEVごみ収集車による自動追尾システムの実証計画の策定
令和４年度に見直しを行った実証計画について、各業務の進捗状況に応じて検証、修正等の見直しを行い、策定した。実証計画の見直し、策定に当たっては下記を考慮した。 ・自動追尾型EVごみ収集車について、課題解決の進捗状況を把握する。 ・解決すべき技術面、運営体制面、制度面等に関する課題全体を俯瞰して体系的に分析した上で整理を行う。 ・課題分析においては前提として試作する自動追尾型EVごみ収集車両の自動追尾システムの機能を明確化し、必要な場合は段階的に整理する。

表Ⅱ-1　令和５年度の調査・検討内容（２）

自動追尾型EVごみ収集車等の普及に向けた検討
令和４年度に行った「EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」のアンケート及び令和５年度の「EVごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」で行ったヒアリングで得られた結果、令和５年度に行った公道での実証試験の結果等をもとに、廃棄物分野の脱炭素化やごみ収集作業の効率化に向けた取り組みにおいて、自動追尾型EVごみ収集車（従来のEVごみ収集車を含む）の位置づけや役割など課題を含め下記の観点別に整理を行い、その導入がもたらす脱炭素化の効果を検討するとともに、普及促進に向けた施策、方策等の検討を行った。 ・制度上の課題 ・自動追尾型EVごみ収集車の機能上の課題 ・社会インフラ等の課題 ・EVごみ収集車に再生可能エネルギーを活用する上での課題

１．EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査

昨年度、「令和４年度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」（環境省）において「EV ごみ収集車に期待する効果及び導入に関する課題調査」として全国の自治体に対してアンケート調査を行うとともに、EV ごみ収集車の導入に関心のある自治体の中から 5 団体を抽出し、ヒアリング調査を実施した。

本年度は自治体選定の観点を以下のように変え、5 団体を抽出してヒアリング調査を実施し、EV ごみ収集車の活用方法、導入にあたっての課題などについて、ヒアリング先自治体の考え方、検討状況を整理した。また自動追尾機能を持つ EV ごみ収集車についてのご意見も伺った。

（1）ヒアリング先の選定について

選定したヒアリング自治体を表Ⅱ-1-1 に示す。選定の観点は以下に示すとおりである。

1）自治体の EV 導入状況

昨年度までに、EV ごみ収集車を既に導入している自治体もしくは導入はしていないが、今後導入する計画のある自治体について調査を行ってきたので、今年度は EV 導入について具体的な計画はないが、導入について検討している自治体を対象とした。

2）自治体規模

昨年度のヒアリング調査では人口の多い政令指定都市を含め対象にしていたが、人口規模によって EV 導入にあたっての課題が異なることも考えられることから、今年度は自治体規模がより小さい自治体を中心に対象とした。

選定した自治体の人口規模とアンケート結果より当該自治体が EV 収集車に求める走行距離の関係を図Ⅱ-1-1 に示す。

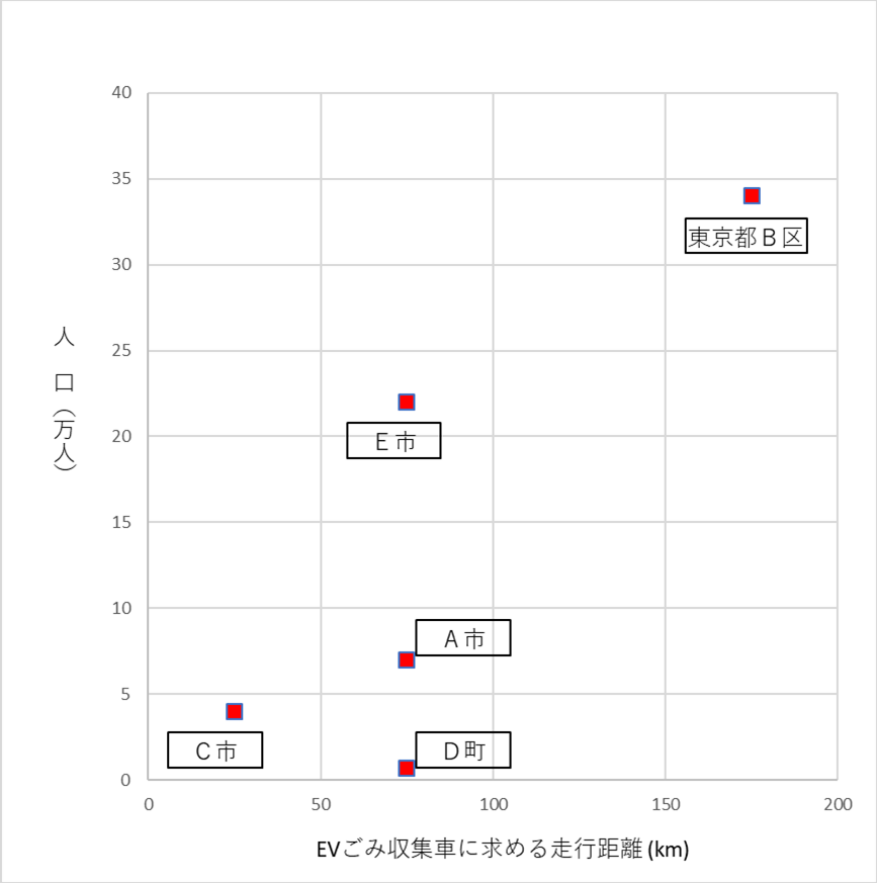
3）可燃ごみ収集運搬の運営形態

昨年度は可燃ごみ収集を直営で行っている自治体を対象としたが、今年度はすべて委託で行っている自治体も含め、異なる立場からの意見を伺うようにした。

表Ⅱ-1-1　選定したヒアリング自治体について

ヒアリング自治体＊		人口	EVごみ収集車に求める走行距離（アンケート結果より）	可燃ごみ収集運搬の運営形態	廃棄物発電の有無
1	A 市	7万人	50km以上100km未満	すべて委託	有
2	東京都 B 区	34万人	150km以上200km未満	直営＋委託	有
3	C 市	4万人	50km未満	すべて委託	有
4	D 町	7200人	50km以上100km未満	直営＋委託	有
5	E 市	22万人	50km以上100km未満	直営＋委託	有

＊EVごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。



図Ⅱ-1-1　各ヒアリング自治体の人口規模と EV ごみ収集車に求める走行距離の関係

（2）ヒアリング結果概要

各自治体への個別のヒアリング結果は表Ⅱ-1-2～表Ⅱ-1-6 に示す。主な結果としては以下のとおりである。

1）EV ごみ収集車導入に関するアンケート回答をもとにしたヒアリング結果

①EV ごみ収集車の仕様及び性能

・EV ごみ収集車に求めるフル充電当たりの走行距離はアンケート結果で 100km 未満と回答のあった自治体は現行ディーゼル車の 1 日あたりの走行距離も同等程度であり、公表されている商用 EV ごみ収集車（2t 車クラス）の航続距離（100km 程度）であれば十分であるとの回答が多かった（A 市、C 市、D 町、E 市）

・ただし、カタログの航続距離は架装部動力の消費電力を含んでおらず、実際の収集運搬距離に対して余裕をもった航続距離を求める意見もあった（東京都 B 区）

・EV 性能の特徴である静粛性については早朝収集において大きなメリットという意見（C 市）がある一方、特に歩行者に対する安全面からは必ずしもメリットとはならないのではという意見もあった（東京都 B 区）

②EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）

・災害時の非常用電源として EV を活用できることは認識しているものの、EV が導入されていない現状では活用場所の検討などには至っていないとの意見が多かった
・収集運搬を委託している自治体（A 市、C 市）ではそもそも車両が委託先の所有となるため、活用対象としての検討は難しいとの意見であった
・他の活用方法としては市民への EV 認知を進めるため、人が集まる地域の祭りや環境に関する小学校などへの出前講義に EV ごみ収集車を展示、生きた教材にできるとの意見もあった（C 市）
・充電場所や充電方法についてはどの自治体も現状の運用では収集運搬作業が終わり、車両基地に戻ってから普通充電で充電できれば対応可能との意見があった

③EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題

・基本的にどの自治体も EV 車体価格がまだ高いことを課題に挙げているが、特に収集運搬を委託している自治体は委託費を上げられないため EV 導入については仕様書に記載できず、あくまで協力ベースのお願いしかできないという意見であった（A 市、C 市）
・また、車体価格だけでなく、併せて必要になる充電スタンドなどのインフラ設置についても費用が掛かるため、インフラもあわせてセットとした補助制度が必要だという意見もあった（E 市）
・価格以外では、収集運搬では埋設配管のある私道に入るケースもあり、現行のディーゼルパッカー車より重量が増えるであろう EV パッカー車[注)] では埋設配管への影響がより懸念されるとの意見もあり、バッテリーの小型軽量化が課題として挙がっていた（東京都 B 区）

注）実際には同じ 2t クラスの EV パッカー車とディーゼル車の車体総重量に大差はない模様。車両総重量の上限が決まっているため、バッテリーで重くなった分、EV パッカー車の方がごみの積載量は少なくなる傾向にある。

・旧市街化区域においては狭い道路（4m 幅）が多く、小回りの利く小さい車両が求められるので、EV についても小型車両の選択肢が多いとよいという意見があった（A 市）
・直営作業ではパッカー車でなく、軽ダンプを使うことも多く、ＥＶ軽ダンプの選択肢もあれば、導入機会は多くなると思うという意見があった（C 市）

④EV ごみ収集車普及のための国への要望について

各自治体に EV ごみ収集車への財政支援制度の周知を図る他、EV に関わる情報、特に導入によるメリット・デメリットや各自治体で行った実証試験の結果や導入・活用事例を国が一元管理し、参照しやすい形で広く共有できる仕組みづくりについて要望が寄せられていた。

2）「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」に関するご意見

①適用しやすい状況・場所、期待すること

・駅や役所周辺の市街化区域では平坦で、集積所も密なため、こうしたシステムによる作業効率化、作業員の負担軽減になる余地はあると思う（A 市、C 市、E 市）

②適用にあたっての課題・ポイント

（狭い道等での運転挙動）

・繁華街や市街化区域でも開発が古いエリアでは道も狭く（4m～4.5m）、人や自転車の往来も多いため、自動追尾にあたっては安全の担保が重要（A 市、東京都 B 区）
・道路が狭く、入り組んでおり、行き止りもあることから車両の切り返しやバック移動等運転操作が複雑になり、自動追尾システムでどこまで安全にかつ機敏に対応できるかが課題（A 市、C 市、E 市）
・集積所への寄り付きについても障害物があったりして、車両を道路に対して平行にとめられず、斜めにずらして止めるなど微妙な運転操作が求められるので、それを自動運転でどこまで再現できるかが課題（東京都 B 区）
・山間部の狭い道が多い場所には適用が難しいと感じる（D 町）

（作業員の高齢化問題）

・収集作業員の高齢化が進んでおり、またシルバー人材センターから人員を調達するケースもあり、デジタル機器操作への抵抗感が大きいため、簡単に操作できるシステムになっているのかが心配（C 市、D 町）

表Ⅱ-1-2　各自治体への個別のヒアリング結果（Ａ市）

［EV ごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。可燃ごみ収集運搬はすべて委託。］

（1）EV ごみ収集車導入を検討する背景・経緯	
（検討状況） **・一般廃棄物処理基本計画においてごみ収集車による負荷低減（低公害車導入等）を盛り込んでおり、委託事業者に協力を依頼している** **・EV ごみ収集車を含む低公害車導入についてあまり進捗はなく、公用車にハイブリッド車を導入するにとどまっている**	
（2）EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
Ｂ－１　EV ごみ収集車に期待する効果、メリットについて該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （CO2 等の排ガスを排出しない、排ガスの臭いがない）	・排ガスの臭いがないメリットというのは従来車の排ガス臭に対する苦情等が背景にあるということでしょうか？ ・定量的な効果は想定していますか？試算例があれば教えてください。 **（回答）** **・ディーゼルパッカー車の排ガスについて特に住民から苦情が出ているわけではないが、密集した収集エリア内で低速移動、発進と停止を繰り返すので環境負荷は少なくなく、排ガスを出さない EV パッカー車のメリットとしては大きいと認識している** **・パッカー車は委託事業者の所有になり、EV 化が進んでいない現状では、非常用電源としてなどの副次的な利用は想定していない** **・特に定量的な効果の試算は行っていない**
Ｂ－２　現状の収集エリアを想定した場合、EV ごみ収集車に求める１回のフル充電当たりの走行距離を以下から選択してください。 回答（50km～100km 未満）	・EV 車に安心して求められるフル充電当たりの走行距離を教えてください。 **（回答）** **・当市の可燃ごみの収集エリアは 13 地区あり、一地区あたり週２回、午前（8 時～）と午後（～15 時）の頻度でごみ収集を行っている（6 委託事業者で 6 台）** **・距離でいうと 1 台の収集車で約 60km 走るため、EV として 100km 程度走れれば安心**
（3）EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
Ｂ－３　EV ごみ収集車の導入とあわせて車両に搭載した方がよいデジタル技術として該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。	・現行車で実際に導入されているデジタル技術はありますか？または導入予定のデジタル技術はありますか？ ・選んだデジタル技術の利用目的、状況について教えてください。

回答 （GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム、AI 等を活用した異物などのごみ判別システム、ごみ収集車での計量及び管理センターとのリアルタイムでの情報共有システム）	**(回答)** **○「GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム」** **・現行車での実施例はなし** **・パッカー車の位置情報を知ることで、収集状況を把握したいというニーズはある。** **・これは回収ルート上の集積所におけるごみ収集時間をリアルタイムで知ることで、ごみの後だしが問題となった場合のエビデンスとして活用できるため** **○「AI 等を活用した異物などのごみ判別システム」** **・現行車での実施例はなし** **・当市では Li イオン電池混載による火災発生例はないが、注射針で作業員が怪我をしたり、油の入った袋が破裂して作業員や器物が汚れるといった事例が発生していることからニーズはある** **○「ごみ収集車での計量及び管理センターとのリアルタイムでの情報共有システム」** **・現行車での実施例はなし** **・各収集地域に（事業系一廃の場合は、収集会社ごとに）ごみ量が把握できれば、ごみ減量化のための貴重なデータになると考えている**
（4）EV ごみ収集車を導入するに当たっての課題	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
C－1　EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題、懸念事項など、これがクリアされればさらなる導入につながると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （車体価格が高い、満充電で走れる距離が短い、従来車に比べ積載量が少ない）	・これらの課題をクリアするために何が必要と思いますか？ **(回答)** **・現状の補助があっても現行ディーゼル車よりまだ高い。せめて現行車並みの価格になるような補助金設定がないと難しい** **・可燃ごみ収集の場合、現行３ｔ車で 2700kg は積み込めるのでその程度は EV でもほしいところ** **・委託費を上げられないため、委託事業者への EV 導入はあくまで協力のお願いベースでしかできない** **・充電スタンドなどのインフラ設置は一般 EV 用に図書館駐車スペースに設置したことはあるが、パッカー車の場合、清掃工場（第一、第二）に設置するとなると、まずパッカー車の充電場所の確保が難しく、インフラ設置についても委託事業者にお願いするしかないのが現状**

Ｄ－１　EV ごみ収集車を普及させるためにどのような取り組みが必要と思いますか？以下から最大２つまで選択してください。 回答 （車両購入の際の補助金を拡充、メーカーの技術革新を支援（車両価格の低減、バッテリー性能の向上等)）	・実際にそうした取り組みを行ったことはありますか？または予定はありますか？ ・まだ取り組んでいないとすれば何がネックになっていると考えますか？ **(回答)** **・EV といわず、公用車への低公害車導入も進んでいない状況** **・市による取組には限界があるので、国や県による財政支援・補助金の拡大が必要**
Ｅ－１　EV ごみ収集車（可燃ごみに限らず）の導入にあたって、他に課題、ご意見などあればご自由にご記入ください。 回答（特になし）	・この機会にご意見をお願いします。 **(回答)** **・当市では旧市街化区域においては狭い道路（4m 幅）が多く、小回りの利く小さい車両が求められるので、EV についても小型車両の選択肢が多いとよい** **・耐久性について、現行車は 10 年ほどで買い替えるようなので EV についても同様の耐久性が求められる**
Ｆ－２　EV ごみ収集車の導入を検討するに当たり、どのような情報が不足していると考えますか？ 回答 （維持管理コスト、耐久性、ディーゼル車等とのメリット・デメリットの比較）	・こうした情報はどういった点で役立てようとしていますか？ ・不足している情報についてはどのように入手できればよいと考えますか？ **(回答)** **・委託費の算定にあたって維持管理コストも必要になるが、EV についてはイニシャルコスト以外の情報がないのが実情**

（５）その他

○EV ごみ収集車普及のために国の施策への要望などあればお願いします。

(回答)

・EV への補助金拡大
・他自治体の EV 導入事例の紹介
・EV 導入の実証試験をいろいろな地域で行ってほしい
・実証試験を行う際は EV 車両を購入しなくても済むように貸与等の形にしてほしい

○「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」についてのご意見をお願いします（適用可能な場所・状況や課題と思われること等)。

(回答)

・当市の収集エリアではおよそ 1/3 が市街化区域で集積所も密なため、こうしたシステムによる作業効率化の余地はあると思う
・一方、市街化区域でも開発が古いエリアでは道も狭く（4m 幅)、人や自転車の往来も多いため、自動追尾にあたっては安全の担保が重要（開発が新しいところは 6m 幅）

・また、集積所の数が多く、設置場所としてどうしても交差点近くにある場合も多いので、作業効率を求めすぎ、安全確認がおろそかになるようなことは本末転倒になる
・現行車でも作業のための停車位置が悪いと、他の車が通れないといったクレームがつくことが多い
・道路が狭く、入り組んでおり、行き止りもあることから車両の切り返しやバック移動が多くなり、委託先の運転手からは嫌がられている。自動追尾システムでこうした動きに安全に対応できるなら、環境性能以外の付加価値として大きなメリットになる
・また、自動追従するときの動きの機敏さも重要

（参考情報）
・戸別収集については単身高齢者や障がい者を対象に安否確認を兼ねて行っている（パートナー収集）
・このパートナー収集は直営で、平積みトラックを使用して 1 回/週の頻度で実施（利用世帯数は 30 弱）

表Ⅱ-1-3　各自治体への個別のヒアリング結果（東京都 B 区）

［EV ごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。可燃ごみ収集運搬は直営と委託。）

（1）EV ごみ収集車導入を検討する背景・経緯	
（検討状況） **・区の環境部門として環境負荷低減、カーボンニュートラルの観点から EV 導入は意識し、検討しているところ** **・他自治体（川崎市、厚木市）の EV ごみ収集車導入状況についてネットから情報収集を行ったり、一部メーカーに話を聞くにとどまっている**	
（2）EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
B－1　EV ごみ収集車に期待する効果、メリットについて該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （CO2 等の排ガスを排出しない）	・そのように考える理由は何でしょうか？ ・定量的な効果は想定していますか？試算例があれば教えてください。 **（回答）** **・特に定量的な効果の試算は行っていない** **・EV の静粛性についてはメリットである一方、静かすぎることは安全面から必ずしもメリットとはならないと感じている** **・EV 化が進んでいない現状では、非常用電源含めたとしての副次的な活用は想定していない。**
B－2　現状の収集エリアを想定した場合､EV ごみ収集車に求める１回のフル充電当たりの走行距離を以下から選択してください。 回答（150km～200km 未満）	・EV 車に安心して求められるフル充電当たりの走行距離を教えてください。 **（回答）** **・当区には焼却施設はなく、近隣の複数の清掃工場に搬出しているため、現行車の 1 日当たりの走行距離は近いところで 60～70km､遠いところで 120～130km となる（収集頻度：2 回/週、3 回/日・台、8 時～15 時 30 分）** **・EV パッカー車では架装部においても電力消費があるので、フル充電当たり 200km の走行距離が必要と考える**
（3）EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
B－3　EV ごみ収集車の導入とあわせて車両に搭載した方がよいデジタル技術として該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。	・現行車で実際に導入されているデジタル技術はありますか？または導入予定のデジタル技術はありますか？ ・選んだデジタル技術の利用目的、状況について教えてください。

回答 （架装部の安全対策（巻込み防止等、GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム、AI 等を活用した異物などのごみ判別システム）	**（回答）** **○「架装部の安全対策（巻込み防止等」** **・現行車での実施例はなし** **・そう頻度はないが、なかなか無くならない災害なので、作業員への安全喚起だけでなく、ハード面から対策が打てるとよい** **○「GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム」** **・ドライブレコーダーは標準装備しているが、各車のデータを共有化するところまではできていない。** **・これは回収ルート上の集積所におけるごみ収集時間をリアルタイムで知ることで、ごみの後だしが問題となった場合のエビデンスとして活用できるため** **○「AI 等を活用した異物などのごみ判別システム」** **・現行車での実施例はなし** **・当区では金属、陶器、ガラスくず類は軽ダンプで平積みにより収集しており、中継場所で火災の原因になるスプレー缶などを手選別して積み替え後、処理施設に運んでいる。** **・可燃ごみについて Li イオン電池が混載され、火災になるケースもあり、パッカー車に積み込む段階で判別除去できるシステムがあると助かる**
（4）EV ごみ収集車を導入するに当たっての課題	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
C－1　EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題、懸念事項など、これがクリアされればさらなる導入につながると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （満充電で走れる距離が短い、バッテリーの寿命が不安、従来車に比べ積載量が少ない）	・これらの課題を選んだ理由やその他の課題と考えられるものについて何かあれば教えてください？ **（回答）** **・収集運搬では私道に入るケースもあり、現行のディーゼルパッカー車でも私道地下の埋設配管などに影響を与えることもあるため、より重量が増えるであろう EV パッカー車[注)] ではそうした問題が懸念されている** **・そのため、EV の重量増の主因であろうバッテリーの小型軽量化が課題と思う** **・バッテリーが古くなると走行距離が短くなっていく、バッテリーが大きいために積載量が少なくなるといったイメージがあるため、こうした不安の払拭が必要** *注）実際には同じ 2t クラスの EV パッカー車とディーゼル車の車体総重量に大差はない模様。逆に車両総重量の上限が決まっているためバッテリーで重くなった分、EV パッカー車の方がごみの積載量は少なくなる傾向にある。*

Ｄ－１　EV ごみ収集車を普及させるためにどのような取り組みが必要と思いますか？以下から最大２つまで選択してください。 回答 （車両購入の際の補助金を拡充、メーカーの技術革新を支援（車両価格の低減、バッテリー性能の向上等））	・実際にそうした取り組みを行ったことはありますか？または予定はありますか？ ・まだ取り組んでいないとすれば何がネックになっていると考えますか？ **（回答）** **・区による取組には限界があるので、国や都が主導することが重要**
Ｅ－１　EV ごみ収集車（可燃ごみに限らず）の導入にあたって、他に課題、ご意見などあればご自由にご記入ください。 回答 （EV ごみ収集車に関する各自治体の課題を受け、環境省で考える解決策を教えてください。）	・区の課題について、どのような形で国と共有を図っていますか？ **（回答）** **・23 区の協議会の中に EV 部会があり、その中で課題などを共有し、情報提供の呼びかけをするだけで、国などに意見をあげる機会、仕組みはない** **・現状の EV パッカー車は現場レベルで現行のディーゼル車に置き換えられるレベルには至っていない**
Ｆ－２　EV ごみ収集車の導入を検討するに当たり、どのような情報が不足していると考えますか？ 回答 （EV ごみ収集車の活用事例）	・こうした情報はどういった点で役立てようとしていますか？ ・不足している情報についてはどのように入手できればよいと考えますか？ **（回答）** **・EV パッカー車を試験導入した他自治体の状況は知っているが、その後、制約のある EV をどのような使い方、工夫で通常運用に供しているかといった情報が分かるとよい** **・現行ディーゼルパッカー車は 6 年程度でリセールすることがあるが（100 万円程度の残存価値）、EV パッカー車はどの程度のリセールバリューがあるか知りたいところ**

（５）その他

○EV ごみ収集車普及のために国の施策への要望などあればお願いします。

（回答）

・他自治体の EV 導入、活用事例の自治体間の共有システムの構築

・実証試験を行う際は購入しなくても済むように EV 車両の貸与等にしてほしい

○「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」についてのご意見をお願いします（適用可能な場所・状況や課題と思われること等）。

（回答）

・当区の収集エリア、特に繁華街に近いところでは狭い道（4.5m 程度）が多く、しかも人通りが多いため、収集作業で停止している車両に対して早く動かしてほしいといったクレームが多く、そうした場所ではこのようなシステムはなかなか難しいと感じる。

・また、集積所への寄り付きについても障害物があったりして、車両を道路に対して平行にとめられず、斜めにずらして止めるなど微妙な運転操作が求められるので、それを自動運転でどこまで再現できるかが課題と思う。
・そのような状況もあり、当区では一車両に 2 人の作業員と 1 人のドライバーで収集運搬を行っており、基本的にドライバーは運転のみに集中できるよう、安全に配慮した役割分担になっている。

（参考情報）
○夜間収集
・夜間収集については以前検討したことはあるが、騒音に対する苦情も多くあることから断念した経緯がある。
・一部地域ではカラスが活動する前に早朝収集（6 時 30 分～）は行っている
○新型車両の採用
・新タイプのパッカー車など新型車両の採用にあたっては、23 区共通のごみ収集車に関する基準に沿ったものになっているか、採用することでその後の処理等に影響がでないかなどを、中間処理を所管する東京 23 区清掃一部事務組合へ確認する必要があり、そこを通れば各区での採用が可能になる（ただし、実証試験等は各区の判断でできる）

表Ⅱ-1-4　各自治体への個別のヒアリング結果（C 市）

［EV ごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。可燃ごみ収集運搬はすべて委託。）

（1）EV ごみ収集車導入を検討する背景・経緯	
（検討状況） **・市の環境部門として環境負荷低減、カーボンニュートラルの観点から EV 導入は意識し、検討しているところ** **・フォークリフトの一部は EV 化しており、そのメーカーやネット情報、市町村会議における担当者間の情報交換などを行っているところで、予算化を見据えた細かい仕様の決定や見積もりなどの作業には至っていないのが現状**	
（2）EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
B－1　EV ごみ収集車に期待する効果、メリットについて該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （CO2 等の排ガスを排出しない、燃料代（電気代）が安い、排ガスの臭いがない）	・そのように考える理由は何ですか？ ・排ガスの臭いがないメリットというのは従来車の排ガス臭に対する苦情等が背景にあるということでしょうか？ ・定量的な効果は想定していますか？試算例があれば教えてください。 **(回答)** **・特に定量的な効果の試算は行っていない。環境課で CO2 排出量を算出しているため、現行パッカー車の走行距離等を提供しているが、算出された結果は共有していない。** **・ディーゼルパッカー車の排ガスについて特に住民から苦情が出ているわけではないが、EV の特徴であるゼロエミッションは大きなメリットだと認識している** **・委託事業者の駐車場で早朝アイドリングしていたディーゼルパッカー車の音に対して住民から苦情が来たことがあり、ＥＶの静粛性の高さはメリットと感じる** **・EV パッカー車の副次的効果として非常用電源の活用は認識しているが、市で購入する直営車に限られることになる**
B－2　現状の収集エリアを想定した場合､EV ごみ収集車に求める１回のフル充電当たりの走行距離を以下から選択してください。 回答（50km 未満）	・検討の中でこの想定距離を満足する EV 車はありましたか？ ・EV 車に安心して求められるフル充電当たりの走行距離を教えてください。 **(回答)** **・当市では隣接自治体で焼却処理を広域処理として行っており、当環境センターは一時保管及び積み替え（2t パッカー車から大型ダンプ）のための中継所となっている**

	・現行パッカー車の走行距離は車両基地から収集エリア、そして中継所を経て車両基地へ戻るまでで30km～50km（直営車：平均 33.7km、委託車：平均 55.7km、週 2 回収集、1.3 回/台・日） ・よって EV として 100km 程度も走れれば十分だし、安心 ・なお、隣接自治体の焼却施設に搬送する大型ダンプは 4t 車で、1 日に 3 台が 4,5 回搬送している。
（3）EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）	
ヒアリングの元となるアンケート回答	ヒアリング内容と回答
B－3　EV ごみ収集車の導入とあわせて車両に搭載した方がよいデジタル技術として該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム、AI 等を活用した異物などのごみ判別システム、道路状況（陥没や水漏れ等）の画像を地域情報として把握・共有するシステム）	・現行車で実際に導入されているデジタル技術はありますか？または導入予定のデジタル技術はありますか？ ・選んだデジタル技術の利用目的、状況について教えてください。 (回答) ○「GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム」 ・現行車での実施例はないが、集積所をデジタルマップに落とし込むところまでは完了している ・パッカー車の位置と時刻情報を共有することで、収集状況を把握し、ごみの後出し問題に対応したいというニーズはある。 ・これは回収ルート上の集積所におけるごみ収集時間をリアルタイムで知ることで、ごみの後だしが問題となった場合のエビデンスとして活用できるため ○「AI 等を活用した異物などのごみ判別システム」 ・現行車での実施例はなし ・現在、作業員が異物を確認し、シール（レッドカード：収集できないもの、イエローカード：違反ごみ[未分別]）を張って収集しないなど注意喚起を行っているが、時間もかかるため、この異物確認の工程を自動で行えると助かる ・資源ごみではペットボトルの中にたばこの吸い殻が入っていたり、注射針などが混入しているケースが目立つ ・Li イオン電池はスマホにあるものが燃えるごみに紛れて、パッカー車においてボヤ騒ぎがあったことからニーズは高い ○「道路状況（陥没や水漏れ等）の画像を地域情報として把握・共有するシステム」 ・現行車での実施例はなし ・急な道路工事などで情報が共有されていないケースがあった場合、一時的にごみ収集できないことを住民に対してフィードバックしたいニーズはある ・また、不法投棄の情報も共有できればすぐに対応できるのであるとよい

（4）EV ごみ収集車を導入するに当たっての課題	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
C－1　EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題、懸念事項など、これがクリアされればさらなる導入につながると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （車体価格が高い、充電設備が少ない、メンテナンスするところが近くにない）	・他に課題と考えられるものがあれば教えてください？ **(回答)** **・費用面では車体価格だけでなく、充電スタンドもかなり高額になるので、設置にあたって車両同様、補助が必要と感じている** **・メンテナンスについては現行ディーゼルパッカー車並みにどのメーカーでも対応でき、整備工場などにすぐ持っていけるような環境が必要** **・委託費を上げられないため、委託事業者への EV 導入はあくまで協力のお願いベースでしかできない**
D－1　EV ごみ収集車を普及させるためにどのような取り組みが必要と思いますか？以下から最大２つまで選択してください。 回答 （車両購入の際の補助金を拡充、メーカーの技術革新を支援（車両価格の低減、バッテリー性能の向上等)）	・実際にそうした取り組みを行ったことはありますか？または予定はありますか？ ・まだ取り組んでいないとすれば何がネックになっていると考えますか？ **(回答)** **・市による取組には限界があるので、国や県による財政支援・補助金の拡大が必要** **・委託業者への EV 導入は委託費をあげることができない状況から協力のお願いもできていないのが実情** **・市としては環境施策の一環として市民への EV 認知を進めるため、地域祭りなどに EV の展示を促すなどの活動は行っている** **・将来的には小学校に EV を持込み、環境に関する出前講義を行ったりしたいと考えている**
E－1　EV ごみ収集車 (可燃ごみに限らず)の導入にあたって、他に課題、ご意見などあればご自由にご記入ください。 回答（未記入）	・この機会にご意見をお願いします。 **(回答)** **・直営作業ではパッカー車でなく、軽ダンプを使うことも多く、ＥＶ軽ダンプの選択肢もあれば、導入機会は多くなると思う** **・充電場所としてふさわしいと考える場所は、一般論だが、車両基地の敷地内や駐車場、市役所などの公共施設などと考える**
F－2　EV ごみ収集車の導入を検討するに当たり、どのような情報が不足していると考えますか？	・こうした情報はどういった点で役立てようとしていますか？ ・不足している情報についてはどのように入手できればよいと考えますか？

回答 （補助金・交付金メニューの有無及び詳細情報や、起債に対する特別交付税措置に関する情報など、市の財政負担を検証するための情報が不足している。）	（回答） ・EV の導入を進めるためどんな補助金メニューがあり、どのような効果があるかなどをコンパクトにまとめた自治体向けの手引書のようなものがあると助かる（ごみ袋導入のための環境省の手引書（「一般廃棄物処理有料化の手引き」か？）のようなもの）

（５）その他

○EV ごみ収集車普及のために国の施策への要望などあればお願いします。

（回答）

・自治体が EV を導入するにあたっては運用面において従来車同様の安定性が求められる

・EV の要である Li イオン電池の供給はレアメタルを抑えている中国の動向やサプライチェーンに影響を与える世界情勢で不安定になっている状況もあるため、できるだけ影響を受けないような体制づくりをお願いしたい

・現在所有している EV フォークリストも製造メーカーしかメンテナンスができない状況であり、汎用性も重要と感じる

○「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」についてのご意見をお願いします（適用可能な場所・状況や課題と思われること等）。

（回答）

・当市では収集作業員の高齢化が進んでおり（委託：60～70 代、直営：平均 52.3 歳）、デジタル機器操作への抵抗感が大きいため、簡単に操作できるのかが心配

・収集エリア的には海沿いの国道、県道では道路幅が広く、本システムへの障害は少ないと思われるが、集積所間隔が大きく、作業員が歩いて移動する機会は少ない

・一方、漁村などの地域では道が狭くて（２～３ｍ）、収集導線が複雑なこともあり、現行車でも物損事故が起こっているため、本システムでどこまで対応できるかが課題と考える

・駅や市役所周辺の宅地造成された市街地は平坦で、集積所間隔が密となっており、本システムには適していると思われるが、エリアは限られ、多くはアップダウンの多いエリアとなる

（参考情報）

・戸別収集についてはふれあい収集として、介護レベル 2 以上の方や障がい者を対象に行っている（35 軒～50 軒、高齢化に伴い年々増加傾向）

・一廃ごみの夜間収集は直営では行っていないが、許可業者が行う事業系一廃の収集は夜間に行っている（1 時～）

表Ⅱ-1-5　各自治体への個別のヒアリング結果（D 町）

［EV ごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。可燃ごみ収集運搬は直営と委託。）

（1）EV ごみ収集車導入を検討する背景・経緯	
（検討状況） **・環境基本計画において公用車に低公害車、低燃費車を導入することを行政の責務として明記し、検討しているところ** **・既に公用車にハイブリッド車を導入はしているが、パッカー車含めて EV 導入についての検討はまだ緒に就いたばかり**	
（2）EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
B－1　EV ごみ収集車に期待する効果、メリットについて該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （CO2 等の排ガスを排出しない、非常時の電源として使用できる、排ガスの臭いがない）	・そのように考える理由は何ですか？ ・非常時の電源として、具体的にどのような活用場所を想定していますか？ ・排ガスの臭いがないメリットというのは従来車の排ガス臭に対する苦情等が背景にあるということでしょうか？ ・定量的な効果は想定していますか？試算例があれば教えてください。 **（回答）** **・特に定量的な効果の試算は行っていない** **・ディーゼルパッカー車の排ガス、騒音について特に住民から苦情が出ているわけではないが、EV の特徴であるゼロエミッション、静粛性は大きなメリットだと認識している** **・EV パッカー車の非常用電源としての活用は認識しているが、具体的な活用場所を想定しているわけではない**
B－2　現状の収集エリアを想定した場合､EV ごみ収集車に求める１回のフル充電当たりの走行距離を以下から選択してください。 回答（50km～100km 未満）	・EV 車に安心して求められるフル充電当たりの走行距離を教えてください。 ・その他 EV 車に求めたい仕様（走行性能、充電性能、安全性能等）とそのレベルを教えてください。 **（回答）** **・当町では広域処理として隣接自治体に廃棄物を持込んで焼却処理を行っており、現行パッカー車の走行距離は車両基地から収集エリア、そして焼却施設までの往復で 70～80km 程度（週３回収集、ごみ収集は 8 時 30 分から開始し、午前中に終了）** **・よって EV としてはフル充電で 100km 程度も走れれば十分と思われる**

（3）EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
B－3　EV ごみ収集車の導入とあわせて車両に搭載した方がよいデジタル技術として該当すると思うものを以下から最大3つまで選択してください。 回答 （架装部の安全対策（巻込み防止等）、AI 等を活用した異物などのごみ判別システム、ごみ収集車での計量及び管理センターとのリアルタイムでの情報共有システム）	・現行車で実際に導入されているデジタル技術はありますか？または導入予定のデジタル技術はありますか？ ・選んだデジタル技術の利用目的、状況について教えてください。 **(回答)** **○「架装部の安全対策（巻込み防止等）」** **・現行車での実施、導入例はない** **・現状事故は発生していないが、作業員は高齢のため心配しているところ** **○「AI 等を活用した異物などのごみ判別システム」** **・現行車での実施、導入例はなし** **・当町で異物混入による火災発生などは起こっていないが、他自治体から Li イオン電池やスプレー缶などの燃えるごみへの混入で火災発生事例を聞いているので心配しているところ** **○「ごみ収集車での計量及び管理センターとのリアルタイムでの情報共有システム」** **・現行車での実施、導入例はなし** **・お盆や年末年始などごみ量が増えるときは特に配車計画を効率的に行う必要があり、現状ではドライバー同士がスマホでごみの収集量の連絡を取り合って、都度配車を調整しているが、町としては情報を把握していないのが実情**
（4）EV ごみ収集車を導入するに当たっての課題	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
C－1　EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題、懸念事項など、これがクリアされればさらなる導入につながると思うものを以下から最大3つまで選択してください。 回答 （車体価格が高い、従来車に比べ積載量が少ない、メンテナンスするところが近くにない）	・これらの課題をクリアするために何が必要と思いますか？ **(回答)** **・補助金含めて現行ディーゼル車並みの価格（5t 車で 1000 万円）程度でなになることが必要** **・当町では人口規模の割にごみ量が多く、保有しているディーゼルパッカー車は 3t 車、4t 車、5t 車の 3 台** **・車両の更新は主に走行距離を目安（3t 車で約 40 万 km 目安）としているが、これは車両本体だけでなく、架装部の回転ギアの劣化もあり、EV の場合、こうした機器の劣化が更新期間に与える影響がどうなるのか知りたいところ**

Ｄ－１　EV ごみ収集車を普及させるためにどのような取り組みが必要と思いますか？以下から最大２つまで選択してください。 回答 （車両購入の際の補助金を拡充、メーカーの技術革新を支援（車両価格の低減、バッテリー性能の向上等））	・実際にそうした取り組みを行ったことはありますか？または予定はありますか？ ・まだ取り組んでいないとすれば何がネックになっていると考えますか？ **（回答）** **・町による取組には限界があるので、国や県による財政支援・補助金の拡大が必要** **・町としては行政側の意識はもちろん、町民への EV 認知を進め、環境行政への理解を深めたいという意識は持っているが、具体的な取り組みはまだ行えていないのが現状**
Ｅ－１　EV ごみ収集車（可燃ごみに限らず）の導入にあたって、他に課題、ご意見などあればご自由にご記入ください。 回答 （導入を希望する自治体にプレゼントして欲しい）	・無償供与を受けられても維持費はかかるが、どのように考えますか？ **（回答）** **・なにぶんにも町の予算では新規の EV パッカー車導入はハードルが高いので、県や国の実証試験などで試験車を無償で提供してもらえると助かる**
Ｆ－２　EV ごみ収集車の導入を検討するに当たり、どのような情報が不足していると考えますか？ 回答（未記載）	・この機会にご意見をお願いします。 **（回答）** **・EV パッカー車本体が導入されても、そのメンテナンスにあたり、身近にすぐ対応できる修理工場がないと実運用にいれるのは厳しい**

（５）その他

○EV ごみ収集車普及のために国の施策への要望などあればお願いします。

（回答）

・EV パッカー車の導入検討にあたり、現行ディーゼル車に比べ、そのメリット、デメリットを分かりやすい形で国から発信してもらえると助かる

・また導入にあたっての補助金メニューについてもまとまった形で見られる仕組みがあるとよい

○「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」についてのご意見をお願いします（適用可能な場所・状況や課題と思われること等）。

（回答）

・当町の収集エリアにおいては平坦で集積所が密に存在する市街地エリアは中心部の限られたところしかなく、多くは山間の道の狭い、集積所も歩いて移動できる距離にはない状況

・平坦地でも道の狭いところで収集作業を行うため、すれ違う車への安全配慮が常に求められる

・山間部では坂道の途中で駐車して収集作業を行うことはないが、集積所が道路から離れた広場などにあったりするため、車両が寄りつけられなかったり、寄りつけられても切り返しの多い運転操作が求められる

・ドライバーや収集作業員はシルバー人材センターへの委託となっているので、高齢の方が多く（ドライバー65～75、作業員 75～）、デジタル機器操作への抵抗感が大きいため、簡単に操作できるのかが心配

（参考情報）

・戸別収集についてはお年寄りを対象（3 軒ほど）に軽トラックで行っている

表Ⅱ-1-6　各自治体への個別のヒアリング結果（Ｅ市）

［EV ごみ収集車を現在導入しておらず導入の計画もないが、導入について検討している自治体。可燃ごみ収集運搬は直営と委託。］

（１）EV ごみ収集車導入を検討する背景・経緯

（検討状況）

・一般廃棄物処理基本計画において収集において低公害車の導入促進を明記するとともに令和 3 年度に策定した第 3 次地球温暖化対策実行計画では公用車の更新時や購入時に EV を含む次世代自動車の導入を段階的に進める計画になっており、検討しているところ

・ごみ収集はその 98%が委託であり、ＥＶパッカーの導入はお願いベースというのが実情

・直営車は 12～13 台あるが全てリースであり、今後ＥＶ車を導入する場合でもリースになると思われる

・既にごみ収集車に天然ガス車 1 台を導入はしているが、ガススタンドが減ってしまったことなどから使用率は低下している

・当環境センター自体があと 10 年ほどで廃止、隣接自治体との組合での新施設に移行する予定である。現在、収集基地は当環境センターに隣接しているが、収集基地も併せて移転するかは現時点で不明であり、EV 導入については検討が進んでいないのが実情

（２）EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能

ヒアリングの元となるアンケート回答	ヒアリング内容と回答
Ｂ－１　EV ごみ収集車に期待する効果、メリットについて該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （CO2 等の排ガスを排出しない、非常時の電源として使用できる）	・そのように考える理由は何でしょうか？ ・定量的な効果は想定していますか？試算例があれば教えてください。 ・非常時の電源として、具体的にどのような活用場所を想定していますか？ **(回答)** **・特に定量的な効果の試算は行っていない** **・災害時の住民の避難場所において非常用発電機を用意しているが、EV パッカー車はその補完としての活用を認識しているところ**
Ｂ－２　現状の収集エリアを想定した場合､EV ごみ収集車に求める１回のフル充電当たりの走行距離を以下から選択してください。 回答（50km～100km 未満）	・EV 車に安心して求められるフル充電当たりの走行距離を教えてください。 ・その他 EV 車に求めたい仕様（走行性能、充電性能、安全性能等）とそのレベルを教えてください。 **(回答)** **・当市の可燃ごみ収集エリアでは現行パッカー車の 1 日の走行距離は約 80km（収集エリアと焼却施設を 1 日 4 往復［午前 2 回、午後 2 回］、2 回/週、9 時～16 時半頃まで、昼にはいったん収集基地に戻る）** **・よって EV としてはフル充電で 100km 程度も走れれば十分と思われる**

（３）EV ごみ収集車の活用方法（効果的な充電方法の在り方を含む）	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
Ｂ－３　EV ごみ収集車の導入とあわせて車両に搭載した方がよいデジタル技術として該当すると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム、その他（後方安全確認のできる設備））	・現行車で実際に導入されているデジタル技術はありますか？または導入予定のデジタル技術はありますか？ ・選んだデジタル技術の利用目的、状況について教えてください。 **（回答）** **○「GPS 等を活用したリアルタイムごみ収集ルート最適化システム」** **・現行車での実施、導入例はない** **・ごみの取り残し防止や住民の後出し対策の他、委託業者による収集でたまに発生する事業系一廃との混載（同一委託業者が事業系の収集も行っている場合がある）の確認、防止にもなると思っている** **○「その他（後方安全確認のできる設備）」** **・現行車での実施、導入例はなし（作業員が後方で確認しドライバーに指示）** **・ごみピットへのごみ投入時、車両の後方で誘導していた作業員がピットに転落する事故があったため**
（４）EV ごみ収集車を導入するに当たっての課題	
ヒアリングの元となるアンケート回答	**ヒアリング内容と回答**
Ｃ－１　EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題、懸念事項など、これがクリアされればさらなる導入につながると思うものを以下から最大３つまで選択してください。 回答 （車体価格が高い、充電設備が少ない、バッテリーの寿命が不安）	・これらの課題をクリアするために何が必要と思いますか？ **（回答）** **・車両費用の補助も必要だが、充電設備とセットになった補助があるとよい** **・いざ導入してもバッテリーの寿命や交換費用がはっきりしないと更新計画が立てられない**
Ｄ－１　EV ごみ収集車を普及させるためにどのような取り組みが必要と思いますか？以下から最大２つまで選択してください。 回答 （車両購入の際の補助金を拡充、メーカーの技術革新を支援）	・実際にそうした取り組みを行ったことはありますか？または予定はありますか？ ・まだ取り組んでいないとすれば何がネックになっていると考えますか？ **（回答）** **・今後ますます収集運搬業務の委託化が進む中、委託費の高騰につながるため仕様書に EV パッカー車の使用を明記できず、せいぜい導入の協力依頼にとどまっているのが実情**

Ｅ－１　EV ごみ収集車（可燃ごみに限らず）の導入にあたって、他に課題、ご意見などあればご自由にご記入ください。 回答（記載なし）	この機会にご意見をお願いします。 **（回答）** **・完全に EV にするより走りながら充電できるハイブリッド車の導入を進める方が導入に時間がかからず、普及しやすいと思う** **・ふれあい収集で行っている戸別収集では２ｔダンプ（平積み）を使っており、パッカー車以外にこのようなダンプのＥＶ化はあり得る**
Ｆ－２　EV ごみ収集車の導入を検討するに当たり、どのような情報が不足していると考えますか？ 回答（記載なし）	この機会にご意見をお願いします。 **（回答）** **・現場からよく言われるのは動力性能、特に架設部のパワーが十分か心配している（天然ガス車ではパワー不足の声が多かった）** **・維持管理の問題として故障したときに近隣の修理工場ですぐに対応できるかも心配**

（５）その他

○EV ごみ収集車普及のために国の施策への要望などあればお願いします。

（回答）

・いろいろな人口規模の自治体で EV パッカー車導入の実証試験を行ってもらい、自分の自治体の実態に合った結果（メリット・デメリット）を簡単に参照、共有できるようにしてもらえるとありがたい

○「ごみ収集車が作業員を自動追尾して収集作業を効率化する自動運転システム」についてのご意見をお願いします（適用可能な場所・状況や課題と思われること等）。

（回答）

・当市の収集エリアは平坦な地形が多く、住宅地が約 4 割を占め、集積所も密集しているのでシステム導入により作業員の負担軽減にはなりそう

・ただ、そうした住宅地の道は狭くて交通量が多く（県道の抜け道になっている）、常に対向車や後続車に配慮した運転が求められるので、自動運転でどこまで対応できるかがポイントだと思う

・さらに、ごみの集積場所は 6 割方道路上にあり、電信柱や路駐車両も多く、また場所によっては歩道に車両を乗り上げるような停車もすることから（ガードレールは少ない）、自動運転での挙動次第ではかえって作業が非効率になるかもしれない

・道の末端では行き止まりもあり、車両を転回させるためバックでわき道に入ってから収集作業を行うケースもある

（参考情報）

・現在、可燃ごみ収集の直営化率は 2%ほどで委託が多く、今後もその傾向は続く見込み

・戸別収集についてはお年寄りを対象（500 人ほど）としたふれあい収集を２ｔ軽ダンプで行っている（直営、1 回/週、安否確認も兼ねて）

２．法的課題に関する検討内容の整理

自動追尾式ごみ収集車を公道で走行させるためには、運転席で運転手が運転操作を行わないため道路交通法の観点から遠隔監視装置を備えた「特定自動運行に関わる許可制度」に準じた運行許可を取得することを国土交通省及び警察庁から指導を受けた。

そこで、運行許可を受けるために以下に述べるような法的課題を解決した。

（１）公道実証試験に必要な許可申請

特定自動運行の許可に関わる法令などは以下の３点である。

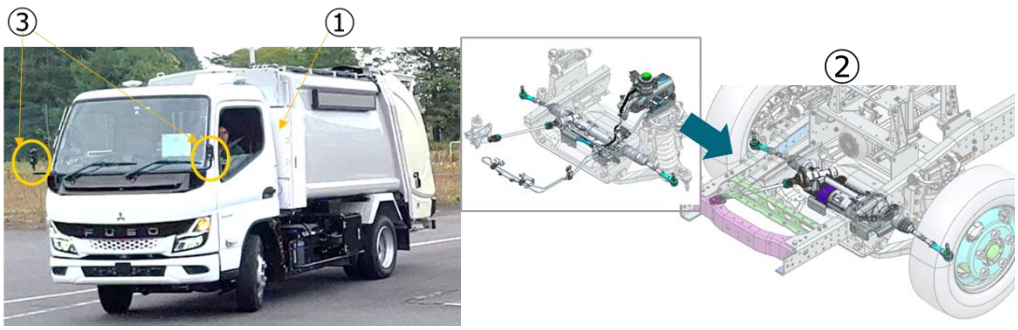
① 道路運送車両法の保安基準適合
　公道を走行する車両の構造・技術要件を規定した法規
② 道路運送車両法による臨時運行許可
　保安基準に適合した車両を公道で試験走行するために必要な仮ナンバー
③ 道路交通法による道路使用許可
　特定自動運行の許可に準じた基準で道路使用許可を申請

（２）道路運送車両法の保安基準適合

道路運送車両の保安基準への適合は、既に型式認定を受けている三菱ふそうトラック・バス株式会社製 eCanter をベースとしているため、変更点のみに対して基準適合を確認した。

自動追尾式ごみ収集車のベース車に対する変更点は①自動追尾システム追加、②ステアリングシステム変更、③後写鏡の変更の３点である。

ベース車：
三菱ふそう　新型 eCanter
ZAB-FEAVK (C3CS91B) / FEAVK-610007
全長 5.67m，全幅 1.96mm，全高 2.38m，車両総重量 6.4t (N2 カテゴリー)



図Ⅱ-2-1　自動追尾式ごみ収集車のベース車及び変更点

①自動運転追尾システム追加

自動追尾システムは保安基準の協定規則 UN-R79 に規定される Remote Control Parking(以下、RCP)に類似しているので、この基準に準拠するようにシステムを設計し、自動追尾走行に必要な機能で RCP の基準に準拠しない項目について安全措置を講じて基準緩和を国土交通省関東運輸局に申請し、認可を受けた。

なお、この RCP は SAE の運転自動化区分では Level 2 に区分される運転支援装置となる。

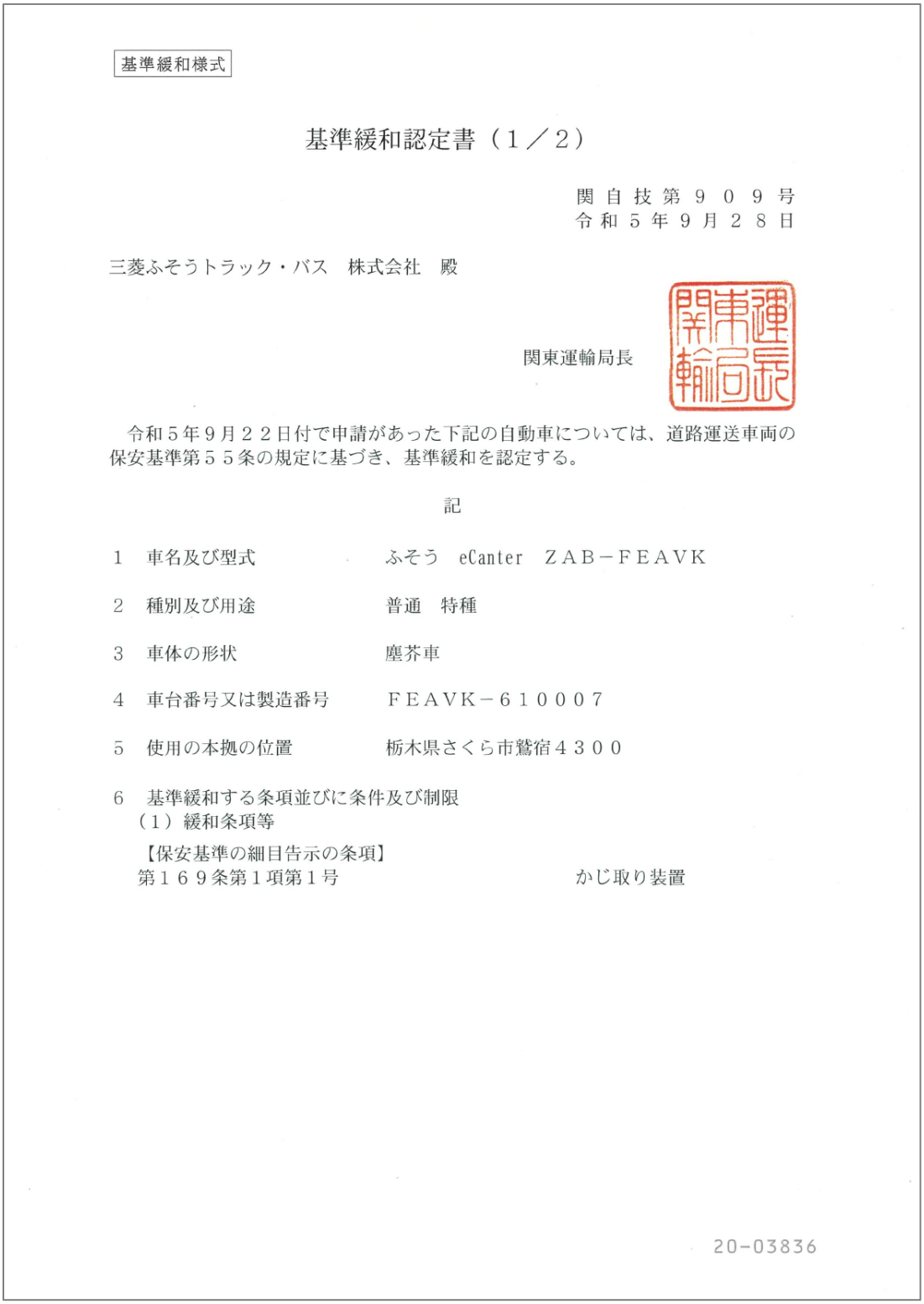
表Ⅱ-2-1　細目告示第 169 条 第 1 項 1 号「かじ取り装置(UN-R79)」に関する基準緩和申請項目

UN R79 RCP 要件	自動追尾式ごみ収集車 での対応	基準緩和申請項目と代替安全策
5.6.1.2.3. 遠隔制御装置の連続的作動に基づくシステムの場合、次の時点で車両はただちに停止するものとする： (a) 連続的作動が中断される。 (b) 車両と遠隔操作装置の間の距離が規定最大 RCP 作動範囲（SRCPmax）を超える。または (c) 遠隔操作装置と車両の間の信号が失われる。		
運転者の位置および動作の検出に基づくシステムの場合、次の時点で車両はただちに停止するものとする： (a) 運転者の連続的動作が中断される。	運転者の位置および動作の検出に基づくシステム (a) 運転者が立ち止まれば、安全な距離を保って停車する。ただし、「Stop here」「Stop at Garbage point」昨日の場合、ただし、「stop here」「stop at Garbage point」の場合は運転者が立ち止まった後、ごみ投入口を運転者の位置に合わせるため、最大 10m 程度前進して停止する	(a)常にカメラセンサーと超音波センサーで進行方向の障害物を検知し、衝突の危険性がある場合は即停止する。また、運転者は車両が停止するまで車両周辺を監視し、危険がある場合は リモート端末の「stop now」ボタンで車両を即停止できるものとする

(b)車両と遠隔操作装置または運転者の間の距離が規定最大 RCP 作動範囲（SRCPmax）を超える。 (c)運転者の検出が失われる。または (d)運転者の動作速度に急上昇が生じる。	(b) 運転者の位置を常に追跡し追尾可能範囲を外れると即停止 (c) カメラシステムが運転者を見失うと運転者を非アクティブの信号を自動追尾コントローラーに送信し、自動追尾コントローラーは車両を即停止させる (d) 運転者の動作速度は制御に使っていないので非対応	(b)適合 (c)適合 (d)運転者の動作速度には非対応だが、カメラの認識でもし動作速度に急な変化が起これば自動追尾範囲を逸脱するのでその時点で車両は停止する。
5.6.1.2.7. 規定最大 RCP 作動範囲は 6 m を超えないものとする。	作動範囲は最大 12m ある	運転者が走った場合は 10m 程度間隔をあけないと危険なので最大 12m までは RCP を作動できる必要がある。 常にカメラシステムで周囲 20m まで自動車、自転車、歩行者を監視して、万が一衝突の危険性がある場合は衝突回避を優先して車両を緊急停止させることで安全を担保する。

5.6.1.2.8. システムは、不正な RCP システムの作動または操作およびシステムへの介入に対して保護されるように設計されるものとする。	リモート端末は専用 WiFi 回線で IEEE802.1.1 に規定される WPA2 の暗号化処理を行いシステムへの介入が困難にする。 しかし、リモート端末からの指令そのものが正しいかの判断は通信のチェックサムのみ	指令そのものが不正かどうかの判断ロジックは内蔵されていないので、実証試験中は安全保安員が運転席で常にシステムが運転者の指示に従っているかどうかを監視し、万が一異常な動作をした場合に備えて、ブレーキおよびステアリングに安全保安員がオーバーライドできるような仕組みを組み込む。具体的には、例えばブレーキパットにハード的につながれているブレーキペダルを踏めばそちらが優先となる仕組み。

自動追尾式ごみ収集車はシステム設計を基準緩和申請内容に準拠させて、細目告示第 169 条 第 1 項 1 号「かじ取り装置」に対する基準緩和を申請し、令和 5 年 9 月 28 日に認定を受けた。



基準緩和様式

基準緩和認定書（１／２）

関 自 技 第 ９ ０ ９ 号
令 和 ５ 年 ９ 月 ２ ８ 日

三菱ふそうトラック・バス　株式会社　殿

関東運輸局長

令和５年９月２２日付で申請があった下記の自動車については、道路運送車両の保安基準第５５条の規定に基づき、基準緩和を認定する。

記

1	車名及び型式	ふそう　eCanter　ＺＡＢ－ＦＥＡＶＫ
2	種別及び用途	普通　特種
3	車体の形状	塵芥車
4	車台番号又は製造番号	ＦＥＡＶＫ－６１０００７
5	使用の本拠の位置	栃木県さくら市鷲宿４３００

6　基準緩和する条項並びに条件及び制限
（１）緩和条項等

【保安基準の細目告示の条項】 第１６９条第１項第１号	かじ取り装置

20-03836

図Ⅱ-2-2 基準緩和認定書

基準緩和認定書（２／２）

（２）条件及び制限

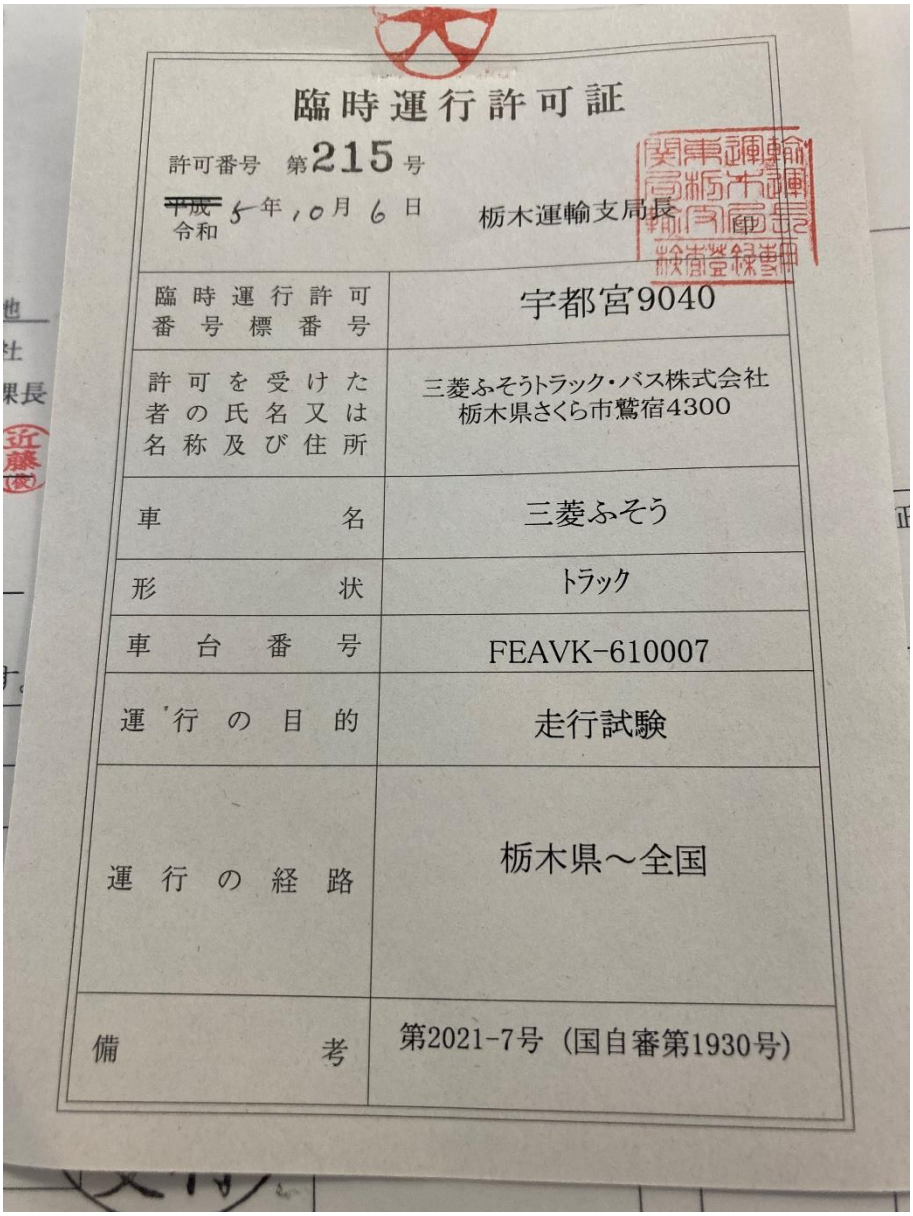
※　運行にあたっては、道路交通法及び道路法を遵守すること。（０９２）
※　運行にあたっては、認定書（写し）を携帯すること。（０９３）
※　運行は神奈川県川崎市高津区坂戸周辺及び川崎区殿町周辺における実証実験に限ること。
※　運行の期間は令和５年９月２８日から令和５年１１月２９日までとすること。
※　運行を行う運転者は三菱ふそうトラック・バス株式会社が認めた者であって、運転操作技能を十分に熟知したものに限ること。
※　運行にあたっては、天候その他の状況を考慮した上でその可否を判断し、運行が困難と判断する場合には運行を中止すること。
※　運行において事故、ヒヤリハット等の事案が発生した場合は関東運輸局自動車技術安全部技術課に報告を行うこと。
※　運行にあたっては、車両に安全確保をするための保安要員を配置すること。
※　自車周辺状況を検知する機能に失陥がある恐れがある場合は、速やかにかつ安全に停止できる措置をとること。
※　各装置について、運行前及び定期的に確実に作動することを確認すること。また、各装置の機能が正常でない場合は、速やかに運用の停止・復旧、必要に応じて運行の中止を行うこと。

以上

（３）臨時運行許可

公道実証はあくまで試験走行となるため、道路運送車両法第３５条第１項の「試運転」に該当するものとなり、公道実証に当たっては臨時運行許可および臨時運転番号票の貸与を申請した。

本申請は国土交通省自動車局自動車情報課 国自情１７７号、同局審査・リコール課国自審１０８９号に準拠して、自動車 OEM 等に付与される臨時運行許可を取得した。今回は 10 月 7 日～11 月 30 日の期限で令和 5 年 10 月 7 日に臨時運行許可を取得した。



臨時運行許可証

許可番号 第215号

~~平成~~ 令和 5年10月6日 栃木運輸支局長

臨時運行許可番号標番号	宇都宮9040
許可を受けた者の氏名又は名称及び住所	三菱ふそうトラック・バス株式会社 栃木県さくら市鷲宿4300
車名	三菱ふそう
形状	トラック
車台番号	FEAVK-610007
運行の目的	走行試験
運行の経路	栃木県～全国
備考	第2021-7号（国自審第1930号）

図Ⅱ-2-3 臨時運行許可証

（４）道路使用許可申請

警察庁交通局交通企画課のご指導により自動追尾式ごみ収集車は特定自動運行装置には当たらないが、運転者が運転席にいない状態で走行するので、それに準じた道路交通法の対応が必要となった。

特定自動運行の許可基準（概要）

① 自動車が特定自動運行を行うことができるものであること。
② 特定自動運行がＯＤＤ（※）を満たして行われるものであること。
③ 特定自動運行実施者等が実施しなければならない道路交通法上の義務等を円滑かつ確実に実施することが見込まれるものであること。
④ 他の交通に著しく支障を及ぼすおそれがないと認められるものであること。
⑤ 人又は物の運送を目的とするものであって、地域住民の利便性又は福祉の向上に資すると認められるものであること。

※ ODD：Operational Design Domain（走行環境条件、使用条件）ある自動運転システムが作動するように設計されている特定の条件（走行ルート、時間帯、天候等）。

自動追尾式ごみ収集車については、道路使用許可で特定自動運行許可の代わりとすることになった。その際、道路交通法の観点から特に以下３点について実施するよう指示があった。

①道路運送車両法に則り試験車が保安基準を満たしていること
②道路使用許可を取得し、実証実験の際は車両前後に交通誘導員を付けること
③道路使用許可を取得する際は公道審査を実施すること

道路交通法第十条に定められているとおり歩行者は歩道がある道路では歩道を、歩道等と車道の区別のない道路においては道路の右側によって通行しなければならない。自動追尾走行では追尾される運転者が車両と同じ方向すなわち道路の左側を歩くので単純解釈では道路交通法違反となる。しかし、ごみ収集や郵便配達等特定の作業で道路のどちら側を通行するかの通行区分を必ずしも守らなくてもよい規定がある。そこで、現行のごみ収集作業で 50m を目安にそれ以上の距離を移動する際は運転者・補助作業員ともごみ収集車に乗車して移動しているので、自動追尾式ごみ収集車を追尾走行で走行する距離も 50m を目安の上限とすることとし、警察庁交通局交通企画課の了解を得た。

（５）塵芥架装に関する法的課題

塵芥架装については作業者の作業負担軽減のため自動化技術を適用しようとしているが、そのスイッチや安全機能について厚生労働省労働基準局の「昭和 62 年 2 月 13 日付基発第 60 号　機械式ごみ収集車に係る安全管理要綱」において安全構造規定が設定されている。

自動追尾式ごみ収集車ではこの要綱に適合したベースの架装に追加機能として自動化を施した。追加した機能について法的な課題について**表Ⅱ-2-2 に纏める。**

表Ⅱ-2-2 塵芥架装の自動化に係る法的課題

追加機能	関連する要件	対応
PTO オート ON/OFF Stop Here や Stop at Garbage Point で停車後、運転者がテールゲート付近に移動すると自動的に PTO が ON になり、車の前方に移動すると PTO が OFF になる	６　標準的作業方法（安全作業マニュアル）の作成及びその周知徹底 (2)　移動中は、メーンスイッチ（P.T.O）を切ること。	PTO メインスイッチに置き換える形で自動制御スイッチを挿入し、かつ、駐車ブレーキ ON 時のみ PTO スイッチが作動するようにソフトウエアに制限を設定する
リモート端末からドア開閉をコントロール	（ドアに規定はない）	挟まれないよう、開閉中にドアにものが当たった場合は停止する機構を設ける
ドアの自動開閉 Stop at Garbage Point の後、運転者がテールゲート付近に近づくと自動的にドアが開き、follow me を再開すると自動的にドアを閉じる	（ドアに規定はない）	挟まれないよう、開閉中にドアにものが当たった場合は停止する機構を設ける
自動積込み（ごみ圧縮）機能	１－５　積込作動方式 (3)　光電管等を用いた危険防止機能（回転板の作動中に身体の一部がその回転板に巻き込まれるおそれのある危険限界内に入ると、光電管により検知して、その回転板が直ちに自動停止するもの）を有する方式であること。	光電管の代わりにカメラによる作業員認識機能で、作業員の位置を把握し、作業員に巻き込まれリスクがあると自動的に積込み作業を停止する機能を搭載した。ただし、システムの信頼性が低いので公道実証実験において自動積込み機能は作動させなかった

車両移動中も積込み動作をさせる	６　標準的作業方法（安全作業マニュアル）の作成及びその周知徹底 (2)　移動中は、メーンスイッチ（P.T.O）を切ること。	本事業では自動積込み機能を使わなかったので、この機能も作動させなかった。
リモート端末で積込みなど塵芥車を制御する	１－８　積込操作用ボタンスイッチの構造等 イ　積込起動スイッチ ロ　回転板逆転起動スイッチ ハ　押込板押込起動スイッチ ニ　押込板戻り起動スイッチ ホ　緊急停止スイッチ	この配列と違うボタン順で操作ボタンが配置されてはいけないので、本規制に準拠しもともと装着されていたスイッチはそのままに、リモート機能を追加した

また、パッカー架装上部に表示板を装着したが、「道路運送車両の保安基準の細目を定める告示【2010.03.22】別添 52（灯火器及び反射器並びに指示装置の取付装置の技術基準)」にある灯火器の色の規定により、青色の濃淡で表示しなければならない。また、灯火器の一部となるため表示板の LED 球全体が点灯しなければ整備不良とみなされる。そこで、今回は表示板に関しては再検討することとし、何を表示するべきかを今後の検討課題としたい。

図Ⅱ-2-4　表示板（用途外色・部分点灯の為、法規不適合でこのままで走行不可）

３．収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設における デジタル技術活用方法の検討、事例等の調査、整理

令和３年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関するヒアリング調査」、「ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査」、並びに令和４年度に行った「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関する調査」、「ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査」の結果をもとに、収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理した。

また、自動追尾システム搭載の EV ごみ収集車に併せて装備することで、さらなる CO2 排出削減やごみ収集作業の効率性向上、その他の付加価値創出等に繋がるデジタル技術を活用するシステムの検討を行った。

（１）令和３年度及び令和４年度の調査結果にもとづく、収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例

１）検討の目的

令和３年度及び令和４年度の調査結果から、「収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設におけるデジタル技術活用方法の検討、事例」を整理し、自治体におけるデジタル技術活用の検討に資することを目的とする。

２）検討対象資料

令和３年度および令和４年度の表Ⅱ-3-1 の調査結果を対象とした。

令和３年度の調査については、収集運搬と中間処理施設の連携したデジタル技術の活用に関する自治体及びメーカーの意向を把握するため、「デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携に関するヒアリング調査」を検討対象に追加した。

表Ⅱ-3-1　検討対象とした令和３年度及び令和４年度の調査

令和３年度
①「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関するヒアリング調査」 ごみ収集作業の効率化に取り組んでいる自治体や関連団体を対象として、自動追尾システムの実用化に向けた技術開発に際し、運用面や操作面等に活用できる情報を整理するために実施した調査。
②「ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査」 自動追尾運転を行う公道やごみ集積所等の現状を把握するために、環境省委託事業の「令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務」や「令和元年度先端的な情報通信技術等を活用した廃棄物処理システムによる低炭素化支援事業検討委託業務」から得られる情報を収集整理したもの。
③「デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携に関するヒアリング調査」 将来的に、ごみ収集車、ごみ焼却施設等に各種センサーを設置し、その連携を通じて、デジタル技術を活用した収集運搬や焼却処理の統合的な安定化・効率化を目指す今後のシステム開発の方向性について検討するため、プラントメーカー、架装メーカー、自治体等に対してヒアリングを行い、自動運転・撹拌・制御システムの開発に必要な情報を把握した調査。
令和４年度
④「ごみ収集に関するワークフロー及び作業負担軽減に関する調査」 デジタル技術を活用した自動追尾システム搭載車をごみ収集作業のワークフローに適応し作業負担の軽減を図るために、実際のごみ収集作業における作業状況及び作業負担軽減に関する課題を把握し、自動追尾システムの技術開発に反映する調査。
⑤「ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査」 中間処理施設間でごみ収集車の搬入調整を行っている自治体、夜間収集を行っている自治体、その他、ごみ収集作業の効率化に取り組んでいる自治体を対象としてヒアリング調査（対面）を行い、実態と課題を整理し、デジタル技術の活用による効率化等の可能性、付加価値の創出について検討したもの。
⑥「デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の効率化及び連携に関する調査」 デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の効率化及び連携の可能性について、ごみ処理施設の現場での実態及び意見を調査し、ごみ処理の現場における活用に向けて技術開発の方向性及び課題等を検討したもの。

3）検討結果

検討結果を「ごみ処理におけるデジタル技術活用事例集」として整理し、資料編に添付した。

「ごみ処理におけるデジタル技術活用事例集」の構成は表Ⅱ-3-2 に示すとおりである。

なお、ごみ収集運搬と中間処理施設が連携したデジタル技術の活用事例は令和３年度及び令和４年度の調査では確認できなかったが、自治体で検討している情報、また今後行うことができる可能性がある情報をヒアリングできたことから、これらを整理した。

表Ⅱ-3-2　ごみ処理におけるデジタル技術活用事例集の構成

１．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例	
自治体	デジタル技術
①大阪市 ②市川市清掃業協同組合 ③A 市 ④B 市 ⑤川西市 ⑥市川市（粗大ごみ） ⑦枚方市 ⑧C 市 ⑨座間市	ごみ収集車両運行管理システム IT システムによるごみ収集の効率化 収集運搬管理サポートシステム 収集車両運行管理システム ごみ収集運行システム 地域 ICT 化推進事業 全庁向け GIS の活用 ごみ集積所管理システム 収集運搬管理サポートシステム
事例の構成　・デジタル技術名称 ・システム導入経緯 ・システム概要 ・成果 ・課題 ・今後の希望や展開	
２．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例	
①A 施設（令和３年度報告書 A 社事例） ②B 施設（令和３年度報告書 B 社事例） ③C 施設（令和３年度報告書 C 社事例） ④E 施設（令和３年度報告書 E 社事例） ⑤F 施設（令和３年度報告書 F 社事例）	
事例の構成　・システム概要 ・特徴 ・効果	
３．収集運搬と中間処理施設が連携したデジタル技術の活用について	
・収集運搬におけるデジタル技術の中間処理施設での活用に関するヒアリング結果 ・収集運搬におけるデジタル技術の中間処理施設での活用の課題	

（２）自動追尾システム搭載の EV ごみ収集車に併せて装備することで、さらなる CO2 排出削減やごみ収集作業の効率性向上、その他の付加価値創出等に繋がるデジタル技術を活用するシステムの検討

１）検討方法

さらなる付加価値創出に繋がるデジタル技術を活用するシステムを以下のとおり検討した。

①令和３年度「ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査」において自治体から示されたデジタル技術活用の「今後の希望・展開」および令和４年度「ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査」において自治体のヒアリングで得られた「新たな取り組み」および「新たなデジタル技術活用の可能性」を整理した。

②上記調査結果を基に自治体から提示された「新たなデジタル技術活用の可能性」について、デジタル技術活用のために追加する設備およびデジタル技術を活用して得られる付加価値（CO2 削減等の効果）ついて検討し、「さらなる付加価値創出に繋がるデジタル技術活用システム」を整理した。

２）検討結果

①令和３年度および令和４年度調査結果における新たなデジタル技術の活用

令和３年度調査結果および令和４年度調査結果において、自治体から示された新たなデジタル技術の活用可能性は表Ⅱ-3-3 に示すとおりである。

表Ⅱ-3-3　令和３年度および令和４年度調査において自治体から示された新たなデジタル技術活用の可能性

デジタル技術による情報	新たなデジタル技術活用の可能性
GIS 上の道路詳細情報	・一方通行及びその時間帯、交通規制、幅員、渋滞等の詳細情報を地理情報システム（GIS）として庁内で共有し、GIS 上の集積所位置、収集車のごみ収集履歴、収集車位置および道路詳細情報から AI によりごみ収集地域における収集ルートを自動最適化する。
収集運搬情報	・収集車の現在位置を集積所や住民に案内し、問い合わせをなくす。 ・ごみ収集ルートにおける位置および収集量からごみ搬入量、搬入時刻を中間処理施設（焼却施設）と共有し、中間処理施設における計量を省略し、受け入れ作業を効率化する。
集積所ごとのごみ量	・収集車に装備した重量計で計量した集積所ごとのごみ量やカメラ画像でカウントした集積所ごとのごみ袋数を、GIS 上の集積所データとして蓄積し、集積所ごとのごみ量から最適なごみ収集地域の設定およびごみ収集ルートの自動作成、ごみ処理計画、減量化状況把握等に活用する。
収集ごみ中の異物識別	・収集ごみ中の分別不適ごみや特殊ごみ（剪定枝、汚泥等焼却処理に大きな変動を及ぼすもの）および異物（注射針、Li イオン電池等）を画像等により識別し、中間処理施設と共有して、受け入れピットにおける事前対応を可能にする。
大型ごみ回収依頼情報	・アプリで申し込まれた大型ごみの回収依頼について、収集地区を自動で振り分け、回収ルートおよびスケジュールを自動策定して回収する。
不法投棄、排出ルール違反写真	・不法投棄やごみ排出ルール違反等に関する写真（画像）から地域の実態を把握し、廃棄物の適正管理やごみ分別・排出ルールの啓発に活用する。
ドライブレコーダ映像	・ドライブレコーダ映像を庁内他部署と共有して、道路や街路樹の管理、都市インフラ整備や防災対策に活用。
ごみ収集ルート周囲画像	・ごみ収集時に取得するごみ収集ルート周囲の画像情報を防犯パトロール情報として活用する。

②さらなる付加価値創出等に繋がるデジタル技術活用システムの検討

令和３年度および令和４年度の調査で得られた情報を参考として、自動追尾システム搭載の EV ごみ収集車に併せて整備することにより、さらなる付加価値創出等に繋がるデジタル技術活用システムを検討した結果を表Ⅱ-3-4 に示す。

集積所ごとのごみ量、ごみ質（異物、分別違反ごみ等を含む）を把握し中間処理施設と情報を共有することにより、ごみ処理の効率化を図ることができる可能性がある。また、集積所ごとのごみ量、ごみ質を把握することにより減量化等の行政施策の達成状況を把握し、より効果的な施策の実施に寄与できる。

夜間・早朝収集は交通渋滞の回避、カラス等によるごみの散乱の回避および熱中症対策としても有効であるが、収集車の騒音や、作業員の確保が困難なことが支障とな

っている。低振動・低騒音の EV ごみ収集車で夜間・早朝でも自動追尾が可能となれば、騒音の課題を解決し、作業員の負荷も軽減できる。

自治体内を所定のルートで定期的に巡回するごみ収集車で取得した情報を GIS 等で蓄積・共有し、他部門でも活用できるようにすることにより、巡回点検の回数を削減し、CO2 排出抑制に寄与することができると考えられる。

表Ⅱ-3-4　さらなる付加価値創出等に繋がるデジタル技術活用システムの検討結果

ごみ収集における付加価値創出			
デジタル情報	デジタル技術の活用システム	搭載装備	効果
集積所ごとのごみ量	集積所ごとのごみ重量やごみ袋数を GIS 上で共有、蓄積し、ごみ減量化状況の把握、収集地区割や収集ルートの最適化等に活用する。	重量計 カメラ	収集の効率化 CO2 削減(収集車移動距離最小化)
収集ごみ質	収集ごみ中の分別不適ごみ、異物等を画像により識別し、中間処理施設の受入ピットでの事前対応を可能にする。 収集ごみの重量および体積から剪定枝や汚泥等の特殊ごみを識別し、事前に受け入れ対応を可能にする。	カメラ 金属感知器 重量計 体積計	ごみ処理の効率化
夜間・早朝の自動追尾	夜間・早朝でも運転手（自動追尾対象者）や障害物を認識できるようにし、自動追尾型 EV ごみ収集車で夜間・早朝収集を実施する。	暗視カメラ	カラスによる散乱防止 収集作業の効率化 熱中症回避、 CO2 削減
交通渋滞情報	ごみ収集ルートの時刻ごとの収集車位置から交通渋滞を判断するとともに、事故や渋滞の映像を取得し、交通情報として発信する。	GPS カメラ	交通情報精度向上による収集の効率化
ごみ収集以外の付加価値創出			
デジタル情報	デジタル技術の活用システム	搭載装備	効果
見守り情報	ふれあい収集実施時に対象者の状況(画像、体温、血圧、脈拍、血中酸素濃度等）を取得し発信する	タブレット	市民サービス向上
収集車周囲画像情報等	ごみ収集車周囲の画像情報や走行中の車両振動の情報を都市インフラ（道路、橋梁、トンネル等）整備や街路樹の管理、防災等に活用する。	ドライブレコーダ 振動計	CO2 削減(他部署との情報共有による巡回数削減)
非常用電源	災害時の避難所等の電源として EV ごみ収集車の蓄電池を活用する	蓄電池	災害時対策
災害状況	災害時の土砂崩れ、道路の損壊、冠水、積雪等の状況をごみ収集時に撮影し全庁で共有する	カメラ	CO2 削減(他部署との情報共有による巡回数削減)

４．デジタル技術を活用した EV ごみ収集車による自動追尾運転の実証計画の策定

各業務の進捗状況に応じて検証、修正等の見直しを行い、下記を考慮して実証計画を策定した。

・自動追尾型 EV ごみ収集車について、課題解決の進捗状況を把握する
・解決すべき技術面、運営体制面、制度面等に関する課題全体を俯瞰して体系的に分析した上で整理を行う
・課題分析においては前提として試作する自動追尾型 EV ごみ収集車車両の自動追尾システムの機能を明確化し、必要な場合は段階的に整理する

（１）自動追尾型 EV ごみ収集車の課題解決の進捗状況等

自動追尾型 EV ごみ収集車の技術開発と改良の進捗を十分に留意し、課題解決の状況を把握して、自動追尾運転能力の明確化に反映した。

表Ⅱ-4-1　自動追尾型 EV ごみ収集車の技術開発と改良の進捗

時間差の無い運転者の認識
・追尾される運転者は、車両の運転席から降りる時にシステムから認識される （ドアを開くことで認識が始まり、時間差の無い運転者認識が可能になっている） ・前方のカメラに運転者と作業者を認識する特別な範囲が設定されている
運転者の追跡
・カメラセンサー4 台で常に車両周辺にいる運転者と作業者を追跡している ・運転者と作業者はそれぞれ区別して追跡する ・自動追尾運転（’follow me’）をスムーズに開始できる ・追跡機能は他の自動化機能（自動 ePTO*起動、自動ごみ積込機能）にも使う *ePTO：電動化された PTO（パワー・テイク・オフ：動力取り出し装置）
自動速度調整、自動操舵
・あらかじめ設定されたルートに沿って自動操舵する ・運転者との距離を一定に保つように最大 7km/h でアクセル、ブレーキを自動制御する ・運転者が特定の場所に入ると自動追尾運転（’follw me’）が有効になる ・狭い曲がり角に対応できるように自動操舵の計算に工夫を加えている
リモート端末で指示した場所に車両を停止
・’Stop Here’はごみ集積所に自動追尾型ごみ収集車を停止させる機能 ・運転者は停止するごみ集積所の位置をリモート端末で指定できる ・自動運転システムはカメラセンサーでとらえた運転者の位置を指定ルート上の GNSS 測位位置に変換する ・自動追尾型ごみ収集車は停止位置にスムーズで正確に減速・停止する

架装部との連携
・'Stop at Garbage Point'は自動追尾型ごみ収集車がカメラセンサーでごみ集積所を認識して自動的に停止させる機能、車両停止後は自動的に架装部投入ゲートが開く
テレマティクス機能
・車両位置、積載量など、ごみの情報をクラウドサーバーにリアルタイムで送信し、インターネットに接続した端末で情報を見られる仕組みを搭載している

表Ⅱ-4-2　自動追尾システム機能等の明確化により計画を見直した点

＜運転者の追跡＞

・追跡機能は他の自動化機能（自動 ePTO*1 起動、自動ごみ積込機能）にも使うが、運転者と作業員 A*2 が役割を交代する際に誤操作する可能性が高い。このため、公道実証時は自動化機能（自動 ePTO*1 起動、自動ごみ積込機能）を使用せず、投入ゲートの開閉も含め、手動（押ボタン操作）で行うこととした。

***1：電動化された PTO（パワー・テイク・オフ：動力取り出し装置）**

***2：川崎市との調整により、ごみ収集作業の経験を有する者がごみの積込作業を行い、運転者である三菱ふそう社員は積込作業を行わないこととなった。**
これを踏まえて、運転者に代わって積込作業を行う作業員を追加し、以下のような作業分担で実施することとした。

運転者 （三菱ふそう）	積込作業はせず、車両の運転のみを行う。
作業員 A	収集車には乗車せず、集積所において、運転者に代わって積込作業を行う。
作業員 B	集積所の間隔が概ね 50m以上の場合は収集車の助手席に乗車し、集積所で積込作業を行う。 投入ゲートの開閉ボタンによる操作、架装部の積込みボタン操作を行う。
備考 車両に乗車する場合、運転者と作業員 B のみが乗車する。なお、車内には、システムの監視と非常時の手動介入を行う安全保安員が常時乗車している。	

＜自動操舵＞

・実証試験場所の道路使用許可申請の際、神奈川県警察本部からの指導により、自動追尾走行時はキープレフトを徹底する必要があることから、道路最左端を走行するルートとした。

・走行ルート上で前方の駐車車両を回避する機能は、公道実証場所では道路が狭く、現状の自動追尾システムの操舵精度では回避するスペースが足りないので、公道以外の実証試験で検証することとした。

・車庫入れ等で運転者が車両後方の追尾可能範囲に移動し、追尾動作をリモート端末で指示すると、自動的にドライブレンジを'R'に投入し、前進と同じ間隔をあけてあらかじめ決められた軌道を追尾する機能については、駐車車両等障害物を自動的に回避する機能の技術開発を優先して進める必要があったため、開発が間に合わず当該機能の実装を見送った。

・自動追尾走行により交差点で左折する場合、運転者と車両の間に右方から来た他の交通参加者が運転者と自動追尾型ごみ収集車の間に割り込んでしまう可能性が高いことが判明したことから、安全に配慮した追尾運転の方法を再考する必要が出てきたので、公道以外の実証試験で自動追尾型ごみ収集車の操舵性能の検証のみを実施することとした。

＜リモート端末で指示した場所に車両を停止＞

・ごみ集積所を自動認識して停止位置を合わせる機能（Stop at Garbage Point）は、ごみ集積所の形態がボックスタイプ等でごみを直接視認できないことや、道路から奥まった位置にある等、集積所の位置認識精度が不足したため、公道以外の実証試験で実施することとした。

＜テレマティクス機能＞

・集積所毎にごみ情報として、各集積所におけるデータ計測時刻、投入ごみの個数、車両の位置情報、積載ごみの体積、積載ごみの重量を挙げていた。この内、積載ごみの体積については、架装部排出板の位置を集積所毎に計測することで体積が把握できることを想定していたが、架装部排出板は集積所毎に移動するのではなく、一定の圧力に達した時に移動するため、各集積所において積込んだごみの体積を排出板の位置から正確に把握することはできないということが判明した。そこで、集積所毎ではなく、全ての集積所の積載が終わった後でトータルのごみ体積を排出板の位置から把握することを検討することとした。

（２）実証計画の策定

令和５年度に公道等での実施を計画する自動追尾システム搭載型 EV ごみ収集車による実証試験にも留意し、令和５年度の実証試験に盛り込むべき計画を抽出するとともに、公道で実施する試験、公道以外の試験場（三菱ふそうトラック・バス株式会社喜連川研究所）内で天候等の条件に合わせて適宜実施する試験を考慮して分類する等、効率的・効果的な実証計画を策定した。

ここで、令和 4 年度に見直した実証計画の概要は表Ⅱ-4-3、令和 5 年度に策定した実証計画は表Ⅱ-4-4 に示すとおりであり、実証計画の概要としては「自動追尾運転システム搭載の試作車による実証」と「収集運搬と中間処理の連携に関する実証」とがあり、それぞれの実証試験内容は後述のとおりである。

表Ⅱ-4-3　実証計画（令和 4 年度見直し）

自動追尾運転システム搭載の試作車による実証試験

＜公道実証試験＞

・車両基地－収集エリア－中間処理施設の電費実測
・収集エリアにおける自動追尾運転機能の確認 カメラによるトラッキング性能確認 架装部自動化の確認 ごみ位置での自動停止確認（ごみの認識能力） 投入ごみの個数カウント
⇒従来車との比較評価 作業負担軽減性（乗降回数、投入ゲート操作） CO2 排出量（燃費電費）

＜公道以外での実証試験＞

・トラッキング性能の天候による影響確認（夜間や降雨、霧など）
・安全性確認（通行者との接触防止・側方巻込み防止、架装部巻き込み防止）
・公道での実施が困難な道路条件の模擬 （例えばガードレールと歩道が整備された道路）

収集運搬と中間処理の連携による実証試験

・自動追尾システム搭載試作車が取得した情報の共有確認
・積載ごみのごみの質・量に関する検証 ごみ質分析値との相関分析

表Ⅱ-4-4　実証計画（令和 5 年度策定）

実証計画全体概要

自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験

＜公道実証試験＞

・収集エリア（実際の収集現場）における自動追尾運転機能の確認
　カメラによる運転者認識登録、トラッキング性能確認
　自動追尾機能（発進、停止）の確認
　停止位置の正確性
　安全機能（障害物検知）の確認
　ごみ情報計測

・同様の収集作業を手動運転で実施

・車両基地－収集エリア－中間処理施設の電費実測

⇒評価
　自動追尾機能、作業効率、作業負担軽減性、CO2 排出削減量の検討

＜公道以外での実証試験＞

・環境適応性試験
　運転時のカメラ AI 認識性能
　夜間カメラ AI 認識性能
　坂道発進・停止性能

・安全機能の確認
　車両周辺障害物衝突回避性能、走行ルート上の障害物回避性能

・走行機能
　ごみ集積所を自動認識して停止位置を合わせる機能（Stop at Garbage Point）
　自動投入ゲート開閉・ePTO 自動起動機能

収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験

＜公道実証試験と合わせて実施＞

・自動追尾型ごみ収集車が取得したごみ情報の共有確認

・積載ごみの質・量に関する検証
　ごみ質分析値との相関分析

1）自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験

自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験を公道で実施することを計画しているが、主に安全面への配慮等から、全ての実証を公道で実施するというのは難しいことから、公道で実施するものと公道以外で実施するものとに分類し、それぞれの実証試験項目を以下のとおりとした。

①公道実証試験

自動追尾型 EV ごみ収集車による公道実証試験項目は表Ⅱ-4-5 に示すとおりであり、収集エリアにおける自動追尾運転機能の各機能確認を行うが、車両基地を出発して収集エリアまで行き、そこでごみの積込み作業を行い、その後中間処理施設へ搬入して車両基地に戻る、という一連の行程において電費を実測する。

また、自動追尾運転で行った収集作業との比較のために、同様の収集作業を手動運転でも行う。

評価項目としては、自動追尾機能、作業効率・作業負担軽減性（運転手の乗降回数や架装部投入ゲートの操作回数等の手動運転との比較)、従来車からの CO2 排出削減量などを挙げている。

表Ⅱ-4-5　自動追尾型 EV ごみ収集車による公道実証試験

①収集エリアにおける自動追尾運転機能の確認 ・手動・自動の切替 ・追従走行 ・ごみ情報の計測
②従来作業との比較 ・同様の収集作業を手動運転で実施
③走行・収集作業の電費確認 ・車両基地－収集エリア－中間処理施設
⇒評価項目 ・自動追尾機能 ・作業効率、作業負担軽減性等（手動運転との比較） ・CO2 排出削減量

②公道以外での実証試験（公道での実施が困難な項目）

自動追尾型 EV ごみ収集車による公道以外での実証試験項目は表Ⅱ-4-6 に示すとおりであり、明るさや天候による自動追尾運転機能への影響について、夜間や雨といった環境の中でカメラセンサの運転者追跡性能の確認を行う。

また、左折、歩行者との衝突回避については、安全確保を最優先する公道での実証試験では実施が困難であり、公道以外での実施としている。

坂道追従走行については、収集作業の安全確保の面で、平坦な場所での作業と比較して、坂道ではサイドブレーキや車止めなど、より安全に配慮する必要があることか

ら、公道以外の場所として、三菱ふそうトラック・バス株式会社喜連川研究所内での実施としている。

評価項目としては、環境適応性、安全機能の確保を挙げている。

表Ⅱ-4-6　自動追尾システム搭載試作車による公道以外での実証試験

①公道での実施が困難な項目の公道以外での確認 ・追従走行（植栽越し、ガードレール越し） ・追従走行（坂道） ・右折、左折 ・ごみ集積所での自動停止、架装連携 ・路上駐車車両の追い越し ・歩行者との衝突回避 ②明るさや天候による影響確認 ・夜間や降雨でのトラッキング性能の影響確認
⇒評価項目 ・自動追尾機能 ・環境適応性、安全機能の確保

2）収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験

ごみ収集車毎のごみ質の情報を中間処理施設に事前に提供することにより、ごみクレーン操作の効率化を図ることができるなどの可能性があるが、これにはごみ質把握の精度が重要な課題となる。ただ、現状では、収集運搬時にごみ質を把握するための技術開発が進んでおらず、今回の実証試験車両においても積載ごみの重量と架装部排出板位置の計測値から想定した体積を把握できる程度となっている。

現時点で利用可能な技術としては、ごみの体積と重量を収集車で把握するということであり、その情報から単位体積重量を求めることができる。そこで、求められた単位体積重量と実際のごみ質の相関を把握することが考えられる。

ただし、現時点では集積所毎に体積を把握することはできず、実証試験の対象となる全集積所分のごみを積載すれば体積を把握することができると想定しているが、ごみの分析値との相関を検討するには、全3回という限られた実施回数では検討材料として少ない。

このため、積載ごみのごみ袋単位での重量及び体積を計測、並びにごみ質分析を行い、単位体積重量とごみ質との相関を検討する。

①自動追尾型EVごみ収集車が取得したごみ情報の共有確認

自動追尾型EVごみ収集車で計測・把握し、デジタル化した表Ⅱ-4-7のようなごみの情報等について、集積所毎に情報発信し、任意の場所でこれを受信して情報共有するという確認を行う。

表Ⅱ-4-7　自動追尾型 EV ごみ収集車のごみ情報

ごみ情報	・データ計測時刻 ・投入ごみの個数 ・車両の位置情報 ・架装部の排出板位置 ・積載ごみの重量 ・ごみ回収前後の映像

②積載ごみの質・量に関する検証

自動追尾型 EV ごみ収集車で収集したごみについて、搬入先の中間処理施設において展開し、所定数のごみ袋を選定し、ごみ袋毎にごみ質分析を行う。

ごみ質分析項目は、単位体積重量、種類組成、三成分、低位発熱量とする。

そして、これらの試作車の計測値から求めた積載ごみの単位体積重量と、実際に分析したごみ質分析結果との相関を検討する。

５．自動追尾型 EV ごみ収集車等の普及に向けた検討

令和４年度及び令和５年度に行った「EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」の調査結果、令和５年度に行う公道での実証試験の結果等をもとに、EV ごみ収集車等の導入がもたらす脱炭素化の効果を検討するとともに、普及促進に向けた施策、方策等の検討を行った。

（１）検討の目的

令和４年度に実施した「EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」のアンケート調査及びヒアリング調査結果、並びに令和５年度の「EV ごみ収集車に期待する効果及び導入に関する課題調査」で行ったヒアリング調査の結果、令和５年度に行った公道での実証試験の結果（Ⅳ.「２．実証試験の実施及び評価」参照）等をもとに、従来の EV ごみ収集車及び自動追尾型 EV ごみ収集車の位置づけや役割など課題を含めて、制度上、EV ごみ収集車の機能、社会インフラ等の課題、再生可能エネルギーを活用する上での課題などの観点別に整理を行い、その導入がもたらす脱炭素化の効果を検討するとともに、普及促進に向けた施策、方策等を提示することを目的とする。なお、普及に向けた検討については、ごみ収集車の EV 化、自動追尾機能に分けて行った。

１）ごみ収集車の EV 化

①検討対象資料

本検討で対象とした資料は、表Ⅱ-5-1 に示すとおりである。

表Ⅱ-5-1　検討対象とした令和４年度及び令和５年度の調査結果資料

<table>
<tr><td colspan="2">１．令和４年度「 EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」の
アンケート調査結果及びヒアリング調査結果</td></tr>
<tr><td>調査方法</td><td>WEB アンケート方式</td></tr>
<tr><td>調査対象</td><td>全国 1,525 の市町村</td></tr>
<tr><td colspan="2">調査主要項目
・回答団体属性（ごみ収集運搬業務の実施形態（直営 or 委託）を含む。）
・.EV ごみ収集車保有状況および運営状況
走行距離、充電方式、充電時間、
・EV ごみ収集車導入のメリット
・搭載が好ましいデジタル機器
・EV ごみ収集車導入の課題、懸念事項
・EV ごみ収集車を普及させるために必要な取り組み</td></tr>
<tr><td>調査方法</td><td>ヒアリング方式</td></tr>
<tr><td>調査対象</td><td>令和４年度アンケート結果から、EV ごみ収集車の導入に関心を持っている５団体を抽出した（導入していないが今後導入する計画がある２団体、導入の計画はないが検討している３団体）</td></tr>
<tr><td colspan="2">今後導入する計画がある団体
・A 市(人口：38 万人、可燃ごみの収集運搬業務　直営：委託＝3：7)
・B 市(人口：26 万人、可燃ごみの収集運搬業務　直営：委託＝9：1)
導入の計画はないが検討している団体
・C 市(人口：377 万人、可燃ごみの収集運搬業務　直営)
・D 市(人口：19 万人 、可燃ごみの収集運搬業務　直営＋委託)
・E 市(人口：133 万人、可燃ごみの収集運搬業務　直営：委託=2：8)</td></tr>
<tr><td colspan="2">主なヒアリング項目
・EV ごみ収集車に期待する効果および仕様、性能
・EV ごみ収集車の活用方法
・EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題
・EV ごみ収集車普及のための国への要望
・自動追尾型 EV ごみ収集車について（適用性・期待すること、適用の課題）</td></tr>
<tr><td colspan="2">２．令和５年度「 EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査」の
ヒアリング調査結果</td></tr>
<tr><td>調査方法</td><td>ヒアリング方式</td></tr>
<tr><td>調査対象</td><td>令和４年度アンケート結果から、EV ごみ収集車の導入に関持っている５団体を抽出した</td></tr>
<tr><td colspan="2">① A市（人口： 7 万人、可燃ごみの収集運搬：委託）
② B区（人口：34万人、可燃ごみの収集運搬：直営＋委託）
③ C市（人口： 4万人、可燃ごみの収集運搬：委託）
④ D町（人口：7,200人、可燃ごみの収集運搬：直営＋委託）
⑤ E市（人口：22万人、可燃ごみの収集運搬：直営＋委託）</td></tr>
<tr><td colspan="2">主なヒアリング項目
・満充電当たり必要な走行距離
・EV ごみ収集車の活用方法
・EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題
・EV ごみ収集車普及のための国への要望
・自動追尾型 EV ごみ収集車について（適用可能性、適用の課題）</td></tr>
</table>

②検討方法

検討対象資料を以下の手順で整理し、EV ごみ収集車の普及促進に向けた施策、方策を検討した。

・各調査結果から、EVごみ収集車に期待される効果、期待される効果に対する課題、ヒアリングにおける要望について整理した。
・各調査結果から、EVごみ収集車の導入がもたらす脱炭素化の効果を整理した。
・EVごみ収集車の普及促進に向けた施策を検討して整理した。

③検討結果

ａ）令和４年度及び令和５年度調査結果の概要

令和４年度のヒアリング調査結果の概要は表Ⅱ-5-2 に示すとおりである。

また、令和５年度の調査結果の概要は、前掲の「１．EV ごみ収集車に期待する効果および導入に関する課題調査、（２）ヒアリング結果概要」のとおりである。

なお、ヒアリングでは自動追尾システムへのご意見を聞いたため、それも併せて記載している。

表Ⅱ-5-2　令和４年度のヒアリング結果

ａ．EV ごみ収集車に期待する効果・メリット	
期待する効果・メリット	具体的内容
１．CO2 排出削減	・充電に使う電気は非カーボン由来の電気を想定（Ｂ市）
２．非常時の電源	・災害時の非常用電源としての利用（Ａ市、Ｂ市、Ｅ市） ・災害直後の事務所機能維持（電灯、パソコン、通信機器等）のための活用（Ｃ市、Ｅ市）
３．低騒音・低振動	・従来車は低速・高回転で走っていることが多いため、エンジン音の聞こえる時間が長く、特に狭隘道路での速度超過を疑われてしまうため（単純にうるさいと言われることもある）、静粛性は大きなメリット（Ｄ市） ・早朝収集（5 時 30 分～）を行っているため、静粛性は大きなメリット（Ｅ市）

b．EV ごみ収集車導入にあたっての課題・懸念事項	
課題・懸念事項	具体的内容
1．価格	・現状の補助があっても車体費用が高すぎる（A市） ・リースであれば維持費含めた費用になるので検討の余地はありそう（B市） ・イニシャルコストだけでなく、ランニングコストも高い（D市） ・国等から導入のみでなく維持費用も助成するような制度が確立されれば、徐々に普及していくのではないかと考える（D市）
2．車両スペック	・EV 導入にあたっては環境にやさしいというだけでなく、動力特性、経済性含めて従来車以上のスペックがないとなかなか普及は難しいと思われる（A市） ・カタログスペックには出てこない実運用時の架装部動力まで含めたときの電費性能が課題と考える（C市、E市） ・現状の EV 車のスペックではフル充電当たりの走行距離に不安があり、現行車より焼却施設に近い収集エリアしか割り当てられない（B市） ・化石燃料の車両と同程度か上回る性能が無ければ普及は難しいと思う（D市）
3．メンテナンス性	・たとえ実運用に耐える走行スペックがあっても、通常ごみ収集車は 10 年のライフスパンを持つので、その間での電池の劣化や交換を含めたメンテナンスの課題をクリアする必要がある（C市）
4．充電設備	・当市では収集車はお昼にいったん事務所に戻るため、昼休みの間に急速充電ができると安心（C市） ・車両基地における充電設備の設置も課題。現在市内 18 か所の車両基地に計 600 台のごみ収集車があるが、将来全数 EV 車に置き換えられたとしても全台分の充電設備は費用的にも設備的にも設置が困難（C市）
5．その他	・まだまだ全般的に技術革新が必要（D市）

c．国等への要望	
要望項目	具体的内容
1．検討段階における情報の入手	・情報を分かりやすい形で公開し、共有する仕組みを国に望みたい（A市） ・個別にメーカーや先行自治体などから情報収集する努力は行っているが、脱炭素の考え方として、EV だけでなく幅広にまとまった情報を得られる仕組みを国に望みたい（B市） ・国には導入自治体で得られた情報を広く各自治体で共有できるような仕組みをつくってもらいたい（E市） ・国による脱炭素を目的とした実証事業を各自治体で進めてもらい、普及の足掛かりとしてほしい（E市）
2．財政支援、技術革新等	・市による取組には限界があるので、国や県による財政支援・補助金の拡大等が必要（A市、B市） ・バッテリー開発への助成金。充発電技術の革新（D市）

d．その他
［自動追尾運転システムへのご意見］
○適用しやすい状況・場所、期待すること ・狭隘道路での接触事故等の減少を期待。（D市） ・市民の高齢化もあり、戸別収集が増える傾向にある。基本、運転手含めて 2 人で作業するため、このような自動運転が頻繁に乗り降りする作業員の作業効率に寄与できる状況はある。（C市） ・集積所間移動時の収集車への乗降による腰への負担が大きいので、乗降頻度の減少は歓迎できる。（C市） ・市街地など集積所が密集しているエリアや戸別収集エリアでは有効かもしれない。（B市） ・現状戸別収集は 2 トン車でひとエリアにおいて 1.5 時間かけて行っている。自動運転システムで作業効率が上がれば収集時間を短縮できるかもしれない。（B市） ・市内収集エリアの約 70%が住宅地で集積所の数が多く、かつ密接しているため、運転手を含めた 2 人での作業を効率的に行える状況は多いと思う（E市）
○適用にあたっての課題・ポイント ・後退して集積場所に向かう場合の迅速性（特に狭隘道路）がポイント（D市） ・市内の収集エリアでは集積所の形態がまちまちで車両の寄り付きにおける接触事故や勾配がきついところでは車両の底をすることもよくあるため、自動運転でどこまで対応できるかがポイント。（C市） ・本市の中心部のように集積所間を作業員が歩いて移動する密集したエリアでは有効かもしれないが、結局集積所のある所にいかにピンポイントに精度よく止められるか、また、直線コースだけでなく、ちょっとバックして動けるかが重要となる（A市） ・作業員の効率化という点では、作業員がごみを収集車に投入する際、投入口が作業員のすぐそばにあることが大事。ごみを持った作業員がわざわざ収集車後部の投入口に回り込まなければいけないようでは作業の効率化は望めない。（A市） ・住宅地のほとんどの道幅が 4 m程度であるため、自動運転にあたっては、人や構造物との接触など安全性の担保が重要（E市）

b）令和４年度および令和５年度調査結果に示されたEVごみ収集車の課題

令和４年度および令和５年度の調査結果を基に整理したEVごみ収集車の主な課題は表Ⅱ-5-3に示すとおりである。

表Ⅱ-5-3　ごみ収集車のEV化に関する主な課題

課題の区分	期待される効果	課題	ヒアリング等での要望
ごみ収集機能	・低騒音・低振動 ・排ガスが出ない ・燃料費の削減	・高価格（車体費及び維持費） ・満充電走行距離(収集地区の広さにより100㎞以上必要とする場合がある。また、架装部の電力消費により航続距離が短くなるおそれがある。) ・蓄電池のスペース及び重量により最大積載量が少ない。 ・蓄電池寿命に対する不安	・コストダウン ・EV導入費用に対する支援の拡充 ・技術開発に対する支援 ・蓄電池性能の向上（容量、充電速度、小型軽量化、寿命）
社会インフラ		・充電施設の不足 ・車両基地での充電設備設置 ・修理工場不足	・充電施設基地数の普及拡大 ・修理工場の普及
再生可能エネルギー活用	・脱炭素化	・廃棄物発電の活用の推進	
非常時の電源	・非常時の電源として活用	・現状では活用場所の検討などには至っていない	
EVごみ収集車に関する情報		・ごみ収集車へのEV導入状況に関する情報不足	・国による各地実証事業の推進 ・EVごみ収集車の実証・活用事例、性能等の情報の整理発信
その他			・小回りが利く小型車両や軽ダンプ等、選択肢が多いと良い

ｃ）EV ごみ収集車の導入による脱炭素化の効果

令和４年度および５年度の調査結果を整理して検討した EV ごみ収集車の導入による脱炭素化の効果は表Ⅱ-5-4 に示すとおりである。

表Ⅱ-5-4　EV ごみ収集車の導入による脱炭素化の効果

EV ごみ収集車の機能	EV ごみ収集車の導入がもたらす脱炭素化の効果
動力消費の脱炭素化	・ディーゼル車から EV 車に変更することにより、ごみ収集における動力消費の脱炭素化が進む。充電に利用する電力に占める再生可能エネルギーの割合が高まって CO2 排出係数が小さくなれば、さらに脱炭素化が進む。
低騒音・低振動	・低騒音・低振動の特長を活用して、渋滞、対向車、通行人および熱中症リスクが少ない夜間・早朝にごみ収集を行えば、経済速度走行やエアコン等の電力消費抑制により CO2 排出量の削減に寄与できる。

ｄ）EV ごみ収集車の普及促進に向けた課題

脱炭素化対策の一環としての EV の普及促進のため、蓄電池の高性能化等の技術開発、コスト削減、充電施設の整備等の対策が今後さらに進められる。ごみ収集車の EV 化にあたってこれらの対策の効果を活用していくことが必要であるが、ごみ収集の観点からの EV ごみ収集車の普及促進に向けた課題について検討した結果を表Ⅱ-5-5 に示す。

表Ⅱ-5-5　EV ごみ収集車の普及促進に向けた課題

区分	普及促進に向けた課題
EV ごみ収集車機能	・ごみ処理の広域化により走行距離が長くなることが予想されるので、それに対応できる満充電走行距離を確保する。 ・ごみ収集車の積載容量を確保しつつ、十分な満充電走行距離を確保するため、蓄電池の小型軽量化を図る。
社会インフラ	・ごみ収集車の充電にとって最適な場所に充電施設を設置する。 ・EV ごみ収集車の修理工場の普及を図る。
再生可能エネルギー	・電源として廃棄物発電やその他の再生可能エネルギーを活用する（夜間収集を行う場合には昼間に太陽光発電で充電することが可能）。 ・EV ごみ収集車を蓄電に活用する電力システムの普及方策を検討する（非常時電源活用を含む）。
その他	・EV ごみ収集車の導入費用に対する支援制度について利用手引きを作成して周知を図る。 ・EV ごみ収集車関連情報（性能、導入状況、活用事例等）を自治体が共有できるように整理・発信を行う。

ここでは課題として整理したが、これらは EV ごみ収集車の普及促進のための施策とも言えるものであり、今後これらの課題に取り組んでいくことが必要と考えられる。

２）自動追尾機能の導入

自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験結果をもとに、自動追尾機能の導入による効果と課題を整理し、普及促進に向けた検討を行った結果を以下に示す。

運転者や作業者の負担軽減という導入効果は、今後の人口減少による作業員不足や高齢化が懸念される状況においても有効なものと考えられる。

表Ⅱ-5-6　自動追尾機能の導入による効果と課題

導入による効果	課題
・運転者の乗降回数が減少し、身体的負担が軽減される。 ・運転者がより早く収集作業に加わることができ、作業効率が向上するとともに、運転しない作業員の負担が軽減される。	・速度、追従性、システムの安定性の向上 ・集積所を的確に認知して適切な位置に停車できるようにする ・運転者が使いやすいシステムとする
・投入ゲート開閉操作を自動追尾とセットで自動化すれば、作業負担が軽減される。	・「機械式ごみ収集車による労働災害の防止対策の強化について旧労働省基発第 60 号(昭和 62 年安全基準)」により架装部操作ボタン位置が定められているため、ボタン位置変更や遠隔操作が出来ない（注）
	・保安基準（灯火器）があるため、表示板を用いて運転状態を外部に知らせることができない（注）

（注）これらの基準の取扱いは、自動追尾機能を導入しない場合であっても、ごみ収集の効率化や安全対策を進めるうえでの課題となる。

表Ⅱ-5-7　自動追尾機能の普及促進に向けた技術的検討

区分	普及促進に向けた技術的検討
システム運用設計範囲(ODD)の拡大	・周辺物体認識の高度化、自己位置推定精度の安定化、暗い場所での物体認識技術確立等で複雑な環境にも適応できるようにする
システム安定性の向上 運転者/ごみ認識の精度向上	・センシング技術の改善により、安定した運転者/障害物の位置を正確に把握できるようにする。 ・運転者の測位精度を改善することにより自動追尾速度を向上する
操作負担軽減 車両停止位置・架装部の操作	・短い距離を前進/後退できるようにして、車両停止位置が調整できるようにする。 ・リモート端末でごみ収集作業手順に合わせた最適な表示（例えば、システム作動状態、作業員の位置、次のごみ修正所の位置情報など)、操作ができるようにする ・架装部の自動化（作業員の位置を感知した作動開始・停止など)、安全性の向上（巻き込み防止対策など）

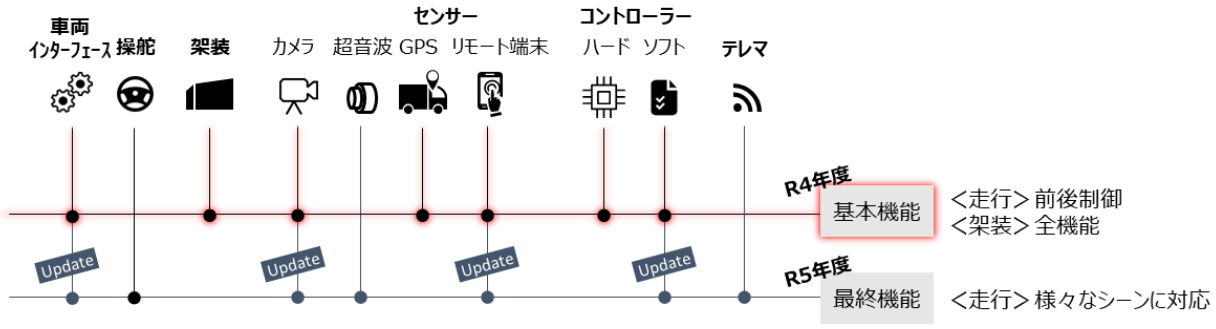
自動追尾型 EV ごみ収集車の導入が効果的な地域は、戸別収集のように集積所間の距離が短く、運転者の車両の乗り降りが頻繁になる地域である。ステーション収集を行っている場合でも、集積所間の距離が概ね 50m 以下の地域においては、自動追尾機能を有効に使用することができる。暗い場所での物体認識技術が確立されれば、夜間に自動追尾機能を使用することも可能となる。

また、自動追尾型 EV ごみ収集車の導入の効果を上げるためには、指定ごみ袋を使用したり、集積ボックスの形状・色を統一したりすることによって、ごみ集積所をカメラセンサ等により自動的に認識しやすくするといった方策も有効と考えられる。

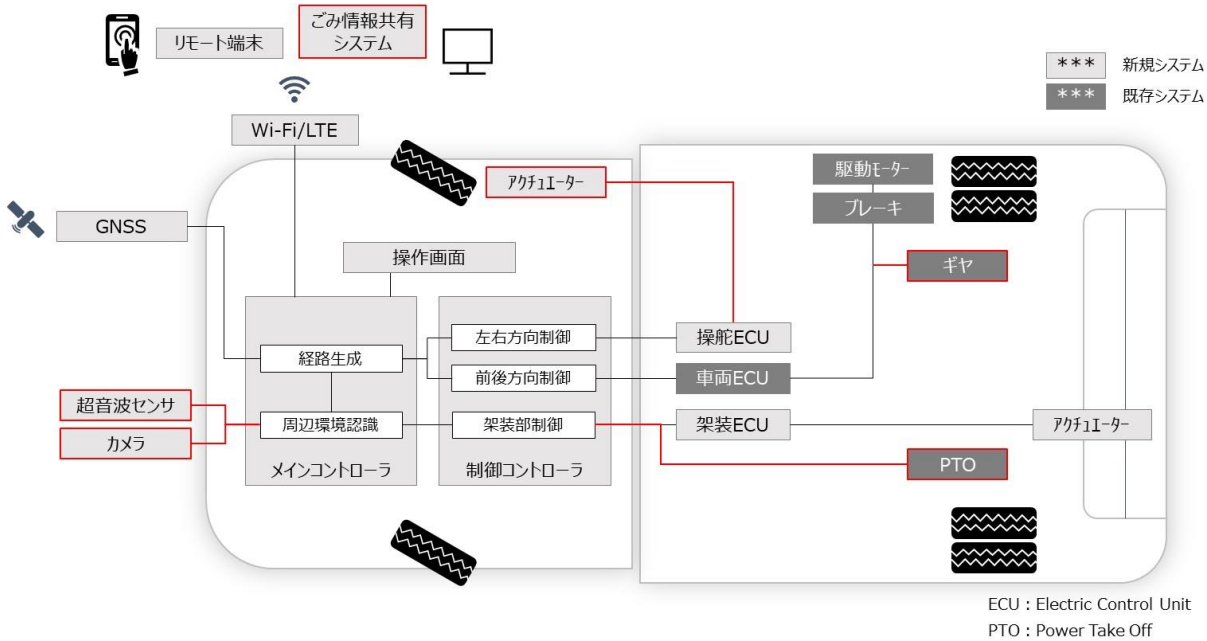
さらに、今後は収集作業員の不足や高齢化が一層進む懸念がある中で、生活や社会活動にとって必須であるごみ収集を安定して継続するため、作業負担の軽減対策が今まで以上に重要になる。そのための有効な対策となるよう、自動追尾型 EV ごみ収集車の実用化を図り、自動追尾型 EV ごみ収集車を効果的に活用できる地域の特徴をわかりやすく整理するとともに、自動追尾型 EV ごみ収集車を活用した効率的な処理システムのあり方についての検討が引き続き進められることが望まれる。

Ⅲ. 自動追尾型 EV ごみ収集車の技術開発と試作車の改良

令和 4 年度において走行機能と架装機能などの基本機能を実現した試作車を製作したが、令和 5 年度では、公道での実証実験に向け、その試作車をベースに機能面の調整、改善を行った。
主な機能面の改善は、ハード関連では、操舵システムの搭載による操舵制御の実装、センサーの追加や性能向上、各制御に必要となる車両・コントローラーのインターフェースの改修を実施、また、ソフト面では、自動運転システムの機能追加、ごみ情報共有システムの追加を実施した。図Ⅲ-1 に昨年度と今年度の開発部分の違い、図Ⅲ-2 にシステム構成図を示す。主な改良ポイント（図Ⅲ-1 中の赤線）について、それぞれの詳細について後述する。



図Ⅲ-1　試作車の改良ポイント



図Ⅲ-2　システム構成図

1．試作車の改良点（ハード関連）

（1）カメラシステム

昨年度までは、認識対象として、作業者（運転席、助手席）、歩行者、自転車、ごみ袋までであったが、追加の機能に対応するために、集積所や自動車を認識できるように対象を増やした。

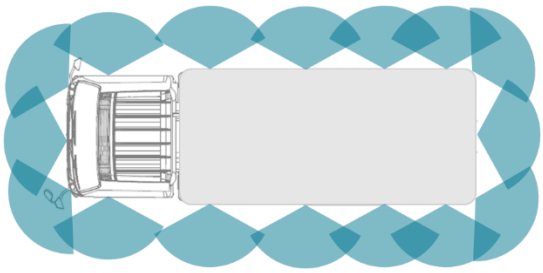
集積所は様々なタイプが存在するが、一般的な以下のタイプを認識対象とした。

路上 （ネットなし）	路上 （ネットあり）	集積ボックス （ネットボックス）	集積ボックス （金属ボックス）

また、認識精度を向上させるため、AI認識ロジックの学習データを追加した。今までのテストコース内で学習データの他に、実際の走行環境での画像を収集し、それをシステムに学習させた。

（2）超音波センサー

車両周辺の障害物を認識するセンサーとして、カメラシステムの他に超音波センサーを追加で搭載した。超音波センサーは、約 2m 以内の障害物を検知できるセンサーを 16 個（前後に 2 個、コーナーに 4 個、左右に 5 個ずつ）を車両に搭載し、車両の全周囲の障害物を認識できるようにした。カメラシステムと超音波センサーの使い分けとしては、遠方までの検知範囲をカメラで、近傍の検知範囲を超音波センサーでカバーする。また、カメラでは認識できない物体については、超音波が、どのような種別はできないが、何かしら存在する障害物として検知するようにした。



図Ⅲ-1-1　超音波センサーの車両搭載位置

（3）操舵システム

車両の走行制御として3つの要素があり、「走る」「止まる」については昨年度に実現できているが、今年度は残る「曲がる」を実現するため、操舵制御が可能な操舵システムを車両へ搭載した。今回の車両は、システムの作動領域が低速域となるため、低速でも操舵制御ができる高出力タイプのシステムを、車両へ搭載できるように専用設計して車両へ搭載した。

（4）車両インターフェース

今年度は走行制御と架装制御の両方に必要となるギヤ切替え機能を追加した。自動と手動の切替え時には、システムが自動でギヤを「P（パーキング）」⇔「D（ドライブ）」に切替える必要があり、また、架装部分の作動時には、ギヤを「P」にする必要がある。そのため、車両のギヤ切替えをオーバーライドできるように追加のインターフェースを車両に追加した。また、架装部を作動させるためには、架装部へ動力を供給する装置であるPTO（Power Take Off）のスイッチをオンする必要がある。よって、架装制御の機能の一部として、このPTOのスイッチをオーバーライドできるインターフェースも車両に追加した。

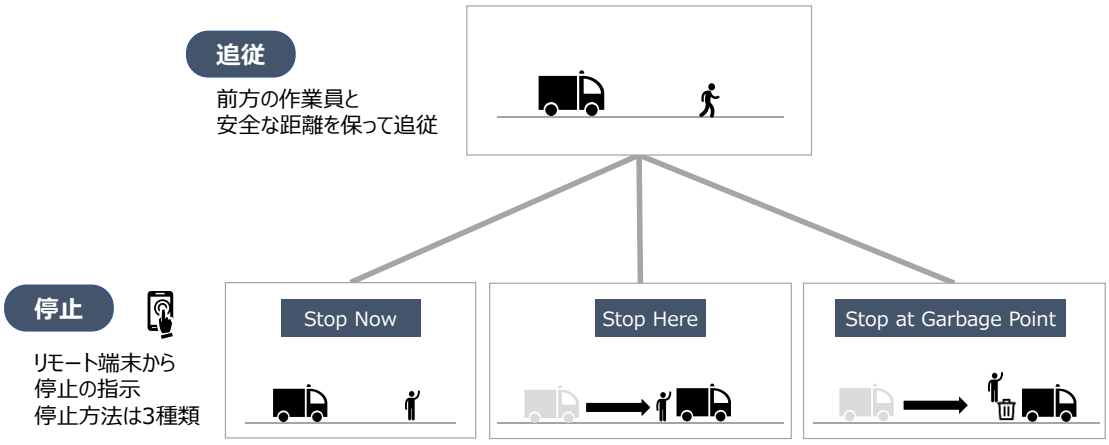
2．試作車の改良点（ソフト関連）

（1）自動運転システム

1）車両の停止方法

運転者に追従して走行している状態から車両を停止する方法として、昨年度は、リモート端末から停止を指示し、車両はそれを受けてその場で停止する機能を実現した。しかし、ごみ収集で車両を集積所で停止する場合、運転者は投入口が集積所の位置になるように車両を停止している。そこで、車両を停止する方法として2種類の停止方法を追加した。

図Ⅲ-2-1に3種類の停止方法について示す。昨年度に実現したその場で停止する方法を’Stop Now’と呼ぶ。今年度に追加した２種類の方法を’Stop Here’、’Stop at Garbage Point’と呼び、それぞれの詳細について後述する。



図Ⅲ-2-1　停止方法

・’Stop Here’

運転者がリモート端末から’Stop Here’ボタンを押すと、ボタンを押されたときの運転者の位置をシステムが記憶する。車両は、そのまま走行して車両後端が記憶した運転者の位置で停止する。集積所が道路から奥に入った場合や駐停車禁止を避けて車両を停止する場合は、運転者が特定の位置で車両を停止することになるので、このような場合にこの停止方法の使用を想定している。

・’Stop at Garbage Point’

さらに’Stop Here‘の応用として、運転者が集積所に近づいたところでリモート端末から’Stop at Garbage Point’ボタンを押すと、ボタンを押したときにシステムが検知している車両から先にある最も近い集積所を停止位置として登録し、その位置が車両後端になるように停止する。これらの’Stop Here’、’Stop at Garbage Point’は、運転者がリモート操作でボタンを押した後は、運転者は車両の走行ルート上を監視する必要があるが、監視ができていれば他の位置まで移動しても問題ない。

2）駐車車両の追越し

ルート上の駐車車両を検知して、その車両を追い越して元のルートへ戻る機能を追加した。駐車車両を追い越す際に、車両が横方向に移動して周辺車両や歩行者へ影響を与える可能性があるため、システムが追い越す判断をした場合は、車両を一旦停止し、運転者へ車両が追い越しをすることを知らせるため、リモート端末に「障害物回避」のメッセージを表示し、その後、再スタートして追い越しを開始する仕様とした。もし、運転者が追い越しを不要と判断して止めたい場合は、’Stop Now‘によって車両を停止させる。

3）非常停止

自動運転中の通常の停止以外に、車両が意図しない動きをした場合に車両を非常停止する必要があるため、運転者が押しやすい車外の前面、後面に押し釦スイッチを取り付けた。このボタンを押すと、直ちに車両が自動で停止し、自動モードから手動モードに切り替わるようになっている。

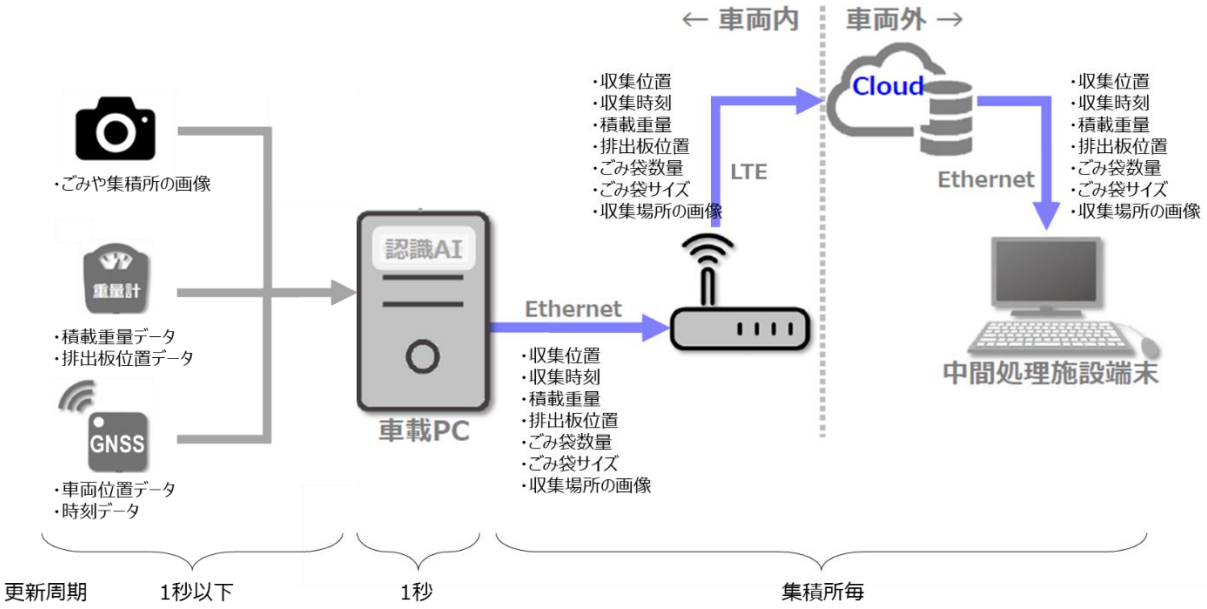
4）架装部との連携

‘Stop at Garbage Point’で車両が停止した場合にごみ回収作業のサポートとして、ごみ回収前とごみ回収後の架装制御を追加した。ごみ回収前は、車両が停止後にギヤをパーキング、PTO オン、さらに、運転者が投入口に近づいたところでテールゲートを開く仕様とした。また、ごみ回収後は、運転者が車両前方へ行き「追従」を再開後、テールゲートを閉じ、PTO オフ、ギヤをドライブにして、その後、走行を開始する仕様とした。

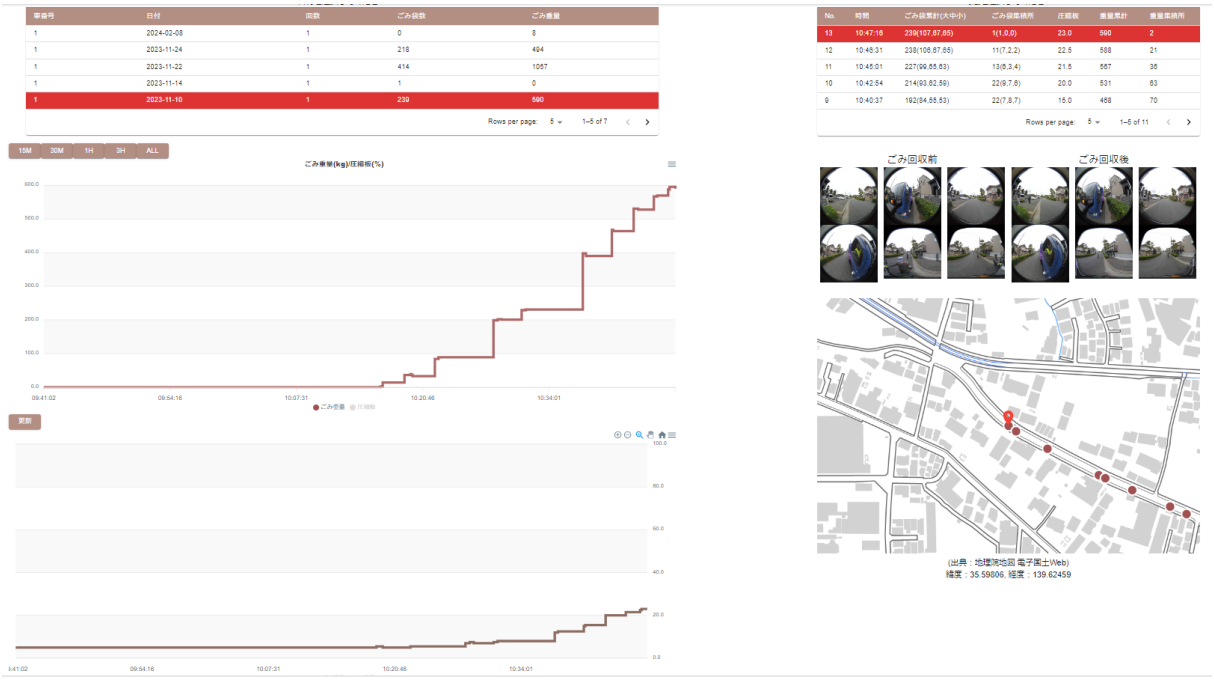
（2）ごみ情報共有システム

車両の様々な情報を中間処理施設などのバックエンドで確認できるようにするために、車両側のシステム、バックエンド側の確認ソフトを開発した。車両情報としては、現在位置、ごみの積載重量、排出板位置、積込んだごみ袋の個数など、リアルタイムで確認できるようにするために定期的にデータをクラウドへアップするようにした。データの更新周期は、システム内では1秒毎に処理されているが、クラウドへは集積所での積込みが終わるたびに纏めてアップロードするようになっている。図Ⅲ-2-2にごみ情報共有システムのシステム構成、図Ⅲ-2-3にバックエンドの確認ソフト表示イメージを示す。

図Ⅲ-2-3のようにバックエンド側では、ごみの積載重量と排出板位置の時系列データと（図中の左側）、ごみ収集した集積所の軌跡と集積所毎での積込んだごみ袋の個数と重量（図中の右側）が確認できるようになっている。また、集積所毎に収集前後の集積所の写真も撮影してある。



図Ⅲ-2-2　システム構成



図Ⅲ-2-3　確認ソフトの表示イメージ

３．改良ポイントに関する試験走行

前述の改良のため、以下に示す試験を実施した。

（１）データ取得試験

カメラシステムの認識精度を向上するために、集積所に置かれている実際のごみや集積ボックスなどを学習用のサンプルデータとして取得した。サンプルデータは、実際のシーンをより多く学習させる必要があるため、長期間に渡って試験を実施した。また、事前に実証実験の走行ルート上のGNSSや障害物の情報をデータ取得した。

①カメラシステム認識用の学習データ取得

日時：5月末～6月末　計14日

場所：殿町、坂戸

②ルート情報の取得

日時：9月6日

場所：殿町、坂戸

昨年度までは、テストコースでのシンプルな環境で評価を行ってきたが、今年度は公道での走行となり、より複雑な環境に対応する必要があるため、上記で取得したデータをシステムへ反映し、より実環境でもロバストに作動するシステムにアップデートした。

（２）機能確認試験

追加された機能について、テストコースで2回に分けて機能確認試験を実施した。

１）第一回　2023年10月2日

実施場所：三菱ふそうトラック・バス　喜連川研究所内

・車両制御に関わる機能の確認

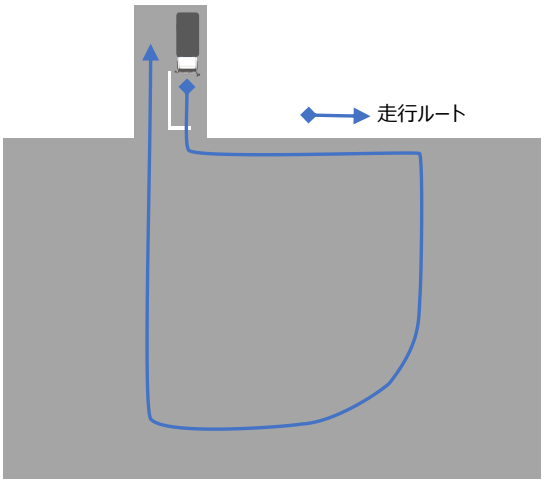
前後制御：‘Stop Here’

左右制御：ルートトレース

テストコース内に交差点やカーブ模擬したルートを設定して、そのルートをトレースできること、また、’Stop Here’で車両後端が運転者の位置で停止することを確認した。設定したルートを図Ⅲ-3-1に示す。

・ごみ情報共有システムの確認

クラウドに接続できる端末にインストールした確認ソフトで、リアルタイムに変化するごみの積載重要や積込量などを確認した。



図Ⅲ-3-1　テストコース内の設定ルートのイメージ

2）第二回　2023 年 12 月 21 日

実施場所：三菱ふそうトラック・バス　喜連川研究所内

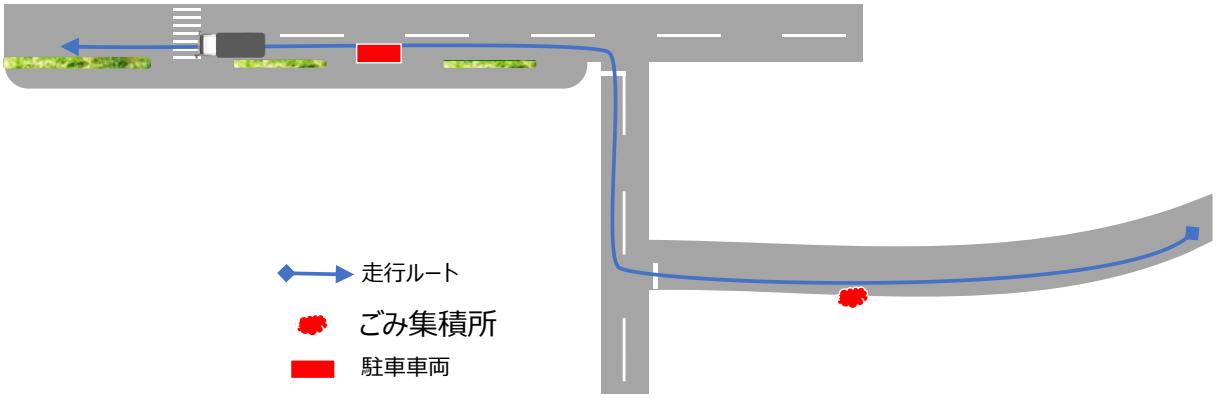
・車両制御に関わる機能の確認

前後制御：’Stop at Garbage Point’、坂道での追従、非常停止

前後左右制御：　駐車車両の追越し

・架装制御に関わる機能の確認

テストコース内の車道を使って、実際に路肩のごみ集積所や駐車車両を配置し、また、設定したルート上で歩行者が車両前を横断するシーンを用意し、各機能が作動し、必要な時に車両が安全に停止するか確認した。



図Ⅲ-3-2　テストコース内の設定コースイメージ

Ⅳ．自動追尾システム搭載型 EV ごみ収集車による実証試験

自動追尾システムを搭載した EV ごみ収集車を用いて、モデル地区において自動追尾システムに関する公道等での実証試験を行った。なお、実証試験を公道で行うにあたっては、警察等行政機関との協議・調整を行った。

１．実証試験の詳細検討

実証計画に基づき、自動追尾システムを搭載した EV ごみ収集車を用いて行う公道等での実証試験について、表Ⅳ-1-1 の項目に関する詳細検討を実施し、実証計画に反映させた。それぞれの検討・調整結果は後述する。

表Ⅳ-1-1　実証試験の詳細検討項目

（１）評価（検証）項目及び評価（検証）方法の検討
自動追尾システムを搭載した試作車を用いて行う公道等での実証試験において、評価(検証)項目の見直し及び具体的な評価(検証)方法を検討する。
（２）実施場所の選定及び実証試験計画の検討・確定
令和４年度に実施した実態及び課題調査の調査結果をもとに実施場所を選定し、令和３年度に作成した実証試験計画を基本として、実施場所に見合った、より具体性を持たせた実証試験計画を検討し、確定する。検討にあたっては、令和４年度に実施したごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査の結果を踏まえる。
（３）警察等行政機関との調整
②で検討した実施場所及び実証試験計画に応じて、実施体制及び実施スケジュールを検討し、「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」に準じ、実施場所を所管する警察等行政機関と協議を行い、適正かつ安全に公道等での実証試験を実施するための調整を行う。

（１）評価（検証）項目及び評価（検証）方法の検討

自動追尾システムを搭載した試作車を用いて行う公道等での実証試験において、評価(検証)項目の見直し及び具体的な評価(検証)方法を検討した。

令和４年度では、公道実証試験の評価項目としては、作業効率、作業性の確保、自動追尾能力、CO2 排出量等を挙げているが、それぞれについて具体的な評価項目及び評価方法を検討した結果は表Ⅳ-1-1-1～表Ⅳ-1-1-3 に示すとおりである。

表Ⅳ-1-1-1　公道実証試験における評価項目及び評価方法

評価項目	評価方法
作業効率等	
運転者乗降回数	運転者の乗降回数を計測し、自動追尾機能により運転者の負担が軽減できているかを評価する。
ごみ収集作業時間	移動時間、収集準備時間、収集作業時間、発車準備時間を計測し、自動追尾により作業効率の向上や作業負担の軽減ができているかを評価する。
自動追尾システム	
初期認識　運転者登録	運転者を運転席から降車する時に追跡対象として認識できているか。
運転者のトラッキング	運転者を車両周辺で追跡できているか。
発進	運転者を自動的に追尾発進できているか。
停止	リモート端末の Stop Here、Stop Now の指示に従い停止できているか。
目標コースのトレース	GNSS の自己位置推定で予め定められたルートを正確にトレースできているか。
停止位置の正確性	Stop Here によって指示された位置に車両後端を合わせて誤差 1m 程度で停止できているか。
システム障害	システムフリーズ等自動追尾走行の継続が妨げられる様なことが発生しないこと。
ごみ情報の計測	架装部における積載ごみの情報（ごみ重量、ごみ袋個数、排出板の位置等)、車両の位置情報等が計測でき、伝送できるか。
安全機能の確保	
植栽等への接触の有無	障害物への接触などが生じないか。
他の交通参加者等の安全確保	車両周囲の人、自転車、車両への接触防止の安全が確保できているか。
CO2 排出量	
電費	走行距離、電力使用量の計測値から電費を算出し、自動追尾による効果を評価する。
CO2 排出削減量	ディーゼル車の場合と比較評価する。

表Ⅳ-1-1-2　公道以外での実証試験における評価項目及び評価方法

評価項目	評価方法
自動追尾システム	
環境適応性試験	・雨天時、夜間におけるカメラセンサの AI 認識性能が機能するか。
安全性能	・車両周辺障害物を衝突回避できるか。 ・走行ルート上の障害物を回避できるか。
走行機能	・ごみ集積所を自動認識して停止位置を合わせられるか。 ・自動投入ゲート、ePTO 自動起動ができるか。

表Ⅳ-1-1-3　収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験における検証内容

検証項目	検証方法
取得情報の共有確認	自動追尾型 EV ごみ収集車が取得し伝送した積載ごみの情報（ごみ重量、ごみ袋個数、排出板の位置等）、車両の位置情報等が任意の場所で共有できることを確認するとともに、情報の内容を検証する。
積載ごみの質・量に関する検証	自動追尾型 EV ごみ収集車で収集したごみについて、ごみ袋単位で単位体積重量とごみ質分析結果（種類組成、三成分、低位発熱量）の相関性を検証する。

（２）実施場所の選定及び実証試験計画の検討・確定

令和４年度に実施した実態及び課題調査の調査結果をもとに実施場所を選定し、令和３年度に作成した実証試験計画を基本として、実施場所に見合った、より具体性を持たせた実証試験計画を検討し、確定した。検討にあたっては、令和４年度に実施したごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査の結果を踏まえた。

１）実施場所の選定

令和４年度に実施した実態及び課題調査の調査結果の結果、自動追尾運転システムの運行設計領域における道路環境、走行状態、走行環境、認識対象について、収集方法、集積所形態、集積所間隔及び各集積所のごみ排出量、地形、道路条件を考慮し導入の適用性を検討したところ、以下のようなものが導入に適した地区として考えられることから、これらを踏まえ、川崎市内でモデル地区を選定した。

・道路環境：信号、踏切、段差のない平坦路もしくは緩いスロープの道路
　　左折、右折がある場合は信号無し・優先側
・走行環境：日中（夜間はカメラセンサーの性能による）
　　住宅街､工場､施設内（開けた場所：GPS を安定して受信できる環境）
・集積所間隔：徒歩で移動できる 100m より短い間隔（目安 40m 程度以下）

また、集積所の形態やごみ量の違いによる作業効率や作業負担の違いを見られると考え、戸建住宅中心の地区、集合住宅が多い地区、戸建住宅や集合住宅が混在した地区の３地区を候補として選定するものとし､戸建住宅中心の地区としては宮前区付近、集合住宅が多い地区としては高津区付近、戸建住宅や集合住宅が混在した地区としては川崎区付近で候補地を想定した。

令和５年度では、具体的なモデル地区の選定にあたっては、年度当初に以下のような点を考慮し、川崎市と協議を行った。

＜安全面への配慮＞

・近くに学校や公園がない道路
・主要道路から外れた車両の交通量がさほど多くない道路
・対向車両と行き違いができる道路幅がある道路

＜収集作業性を考慮＞

・ガードレールまたは植栽越しの自動追尾及び収集ができる場所
・様々な集積所形態を有する場所

以上のようなことから、公道実証試験の実施場所としては、令和４年度にモデル地区を選定した際に考慮した道路環境、走行環境、集積所間隔等の条件に加え、公道実証試験が安全を最優先して実施できることに配慮しつつ、可能な限り様々な収集作業性を確認できることが必要と判断し、現地確認なども行いながら、高津区の坂戸地区、川崎区の殿町地区を実施場所として選定した。

公道実証試験の実施場所となる高津区の坂戸地区、川崎区の殿町地区の川崎市内における位置図は図Ⅳ-1-2-1 に示すとおりである。

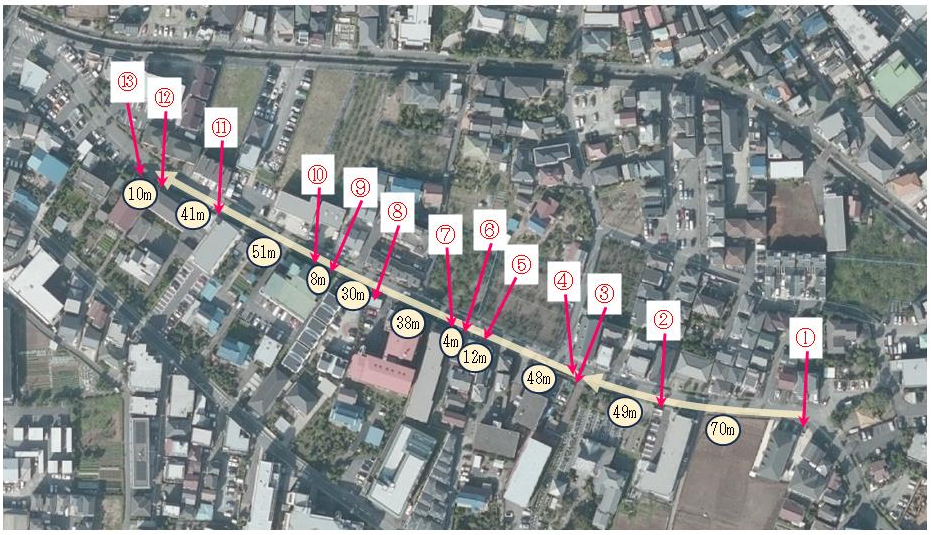
「地理院タイルに地区名を追記して掲載」

図Ⅳ-1-2-1　川崎市における高津区坂戸地区と川崎区殿町地区の位置図

また、公道実証試験の実施場所となる高津区坂戸地区における収集ごみの集積所位置、集積所形態は表Ⅳ-1-2-1、収集ルートは図Ⅳ-1-2-2、川崎区殿町地区における収集ごみの集積所位置、集積所形態は表Ⅳ-1-2-2、収集ルートは図Ⅳ-1-2-3 に示すとおりである。

表Ⅳ-1-2-1　実証試験場所となる高津区坂戸地区のごみ集積所位置及び集積所形態

集積所数	13 箇所 集積所①～⑬までの走行距離：420m 程度 全長にわたって歩道有り（道路と歩道の間に一部植栽有り）
集積所形態	①：金属ボックス（住宅の敷地内） ②：金属ボックス（集合住宅の敷地内） ③：囲いタイプ（集合住宅の敷地内） ④：囲いタイプ（集合住宅の敷地内） ⑤：カゴタイプ（歩道の車道側） ⑥：樹脂製ボックス（歩道の車道側） ⑦：金属ボックス（集合住宅の敷地内） ⑧：専用保管室タイプ（集合住宅の敷地内） ⑨：囲いタイプ前面ゲート付き（集合住宅の敷地内） ⑩：金網タイプ（集合住宅の敷地内） ⑪：金属ボックス（集合住宅の敷地内） ⑫：金属ボックス（集合住宅の敷地内） ⑬：金属ボックス（集合住宅の敷地内）



「出典：国土地理院撮影の空中写真（2022 年撮影）」

図Ⅳ-1-2-2　実証試験場所となる高津区坂戸地区の収集ルート

表Ⅳ-1-2-2　実証試験場所となる川崎区殿町のごみ集積所位置及び集積所形態

集積所数	20 箇所 殿町第 3 公園周囲：7 箇所（集積所 1～7） 殿町通り：6 箇所（集積所 8～13） 法栄寺沿い道路：7 箇所（集積所 14～20） 集積所 1～20 までの走行距離：1,440m 程度	
集積所形態	殿町第 3 公園周囲	1：路上タイプ（会社建物の壁際） 2,3,4：金属ボックス（集合住宅の敷地内） 5,6,7：路上タイプ
	殿町通り	8：路上タイプ（歩道の建物側） 9：金属ボックス（住宅の敷地内） 10：専用保管室タイプ（集合住宅の敷地内） 11：囲いタイプ金網扉付き（集合住宅の敷地内） 12：路上タイプ（住宅の敷地内） 13：金属ボックス（集合住宅の敷地内）
	法栄寺沿い道路	14：小屋タイプ（住宅の敷地内） 15：金属ボックス（集合住宅の敷地内） 16：路上タイプ 17：路上タイプ 18：囲いタイプ（集合住宅の敷地内） 19：専用保管室タイプ（集合住宅の敷地内） 20：路上タイプ（路地を入った箇所）

「出典：国土地理院撮影の空中写真（2022 年撮影）」

図Ⅳ-1-2-3　実証試験場所となる川崎区殿町地区の収集ルート

２）実証試験計画の検討・確定

前項で選定した実証試験実施場所において、より具体性を持たせた実証試験計画を検討し、確定した。

検討にあたっては、令和４年度に実施したごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査の結果を踏まえた。同調査のヒアリングで得られたごみ収集におけるデジタル技術活用の取組事例は、収集運搬管理システムと GIS（地理情報システム）を用いた集積所管理の 2 種類である。これらは、デジタル技術の活用によって収集運搬の効率化、安全管理、行政サービスの向上等に関して効果が認められた事例であり、いずれも他市町村への横展開が可能と判断される。ただし、技術の導入に当たっては、位置情報の正確さが重要となり、各自治体におけるごみ収集の実態に合わせて各々のシステムをカスタマイズできれば、導入目的の達成により近づくことができる。そのほか以下に記したような課題があり、さらなる技術開発が望まれるところである。

表Ⅳ-1-2-3　ごみ収集の効率化等におけるデジタル技術活用の可能性調査結果

デジタル技術（収集運搬管理システム）の課題
・システム導入当初にトラブルが発生しやすい。
・地図情報と収集現場の状況が異なるためにマップマッチングがうまくいかないことがある。
・収集ルートの最適化を行っても結果が現場の実態に合わないことがある。
・行政側の情報セキュリティ対策に留意する必要がある。
・ごみの後出しや取り残しの確認についてはタブレットの記録だけだと住民への説明が難しい。

以上のようなことから、前述の「表Ⅳ-1-1-1　公道実証試験における評価項目及び評価方法」では、自動追尾システムとして、ごみ情報の計測については、架装部における積載ごみの情報（ごみ重量、ごみ袋個数、排出板の位置等)、車両の位置情報等が計測でき、伝送できるか、を評価方法として挙げているが、これに加えて、ごみ回収前と回収後の集積所の状況画像についても情報を取得するものとする。また、これらの自動追尾型ごみ収集車が取得した情報の共有確認として、クラウドにアップロードされた情報を任意の場所で受信して見られることの確認も行うものとする。

ここで、公道実証試験、収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験の試験計画について以下に示す。

①公道実証試験計画

公道実証試験に当たり詳細に自動追尾型ごみ収集車の動作や運転者、作業補助者の動作等を計画した。

まず、公道実証を効率よく実施するために事前に AI 学習に必要な画像収集など予備試験を含めた試験計画を作成した。

ごみ集積場 AI 認識用画像収集 自動追尾式ごみ収集車を手動運転で走行し、ごみ集積所やそこにあるごみの形を録画し、ごみ集積所の場所が検知できるように実施する AI 学習のデータとする。	9 月上旬
ごみ収集ルートの GNSS 軌跡収集 自動追尾型ごみ収集車を実証試験場所で手動運転で収集ルートを正確に運転し、自動追尾運転を行うルートの正確な座標を緯度・経度座標系で記録する。 なお、走行ルートはメインのルートとよりごみ集積所に寄れるように道路左側に寄ったルートを計測する。	10 月上旬
手動走行（坂戸地区）比較データ計測 自動追尾システムの効果を検証するために自動追尾運転するところを、実際にごみを収集しながら手動で運転し比較データを収集する。	11/10
自動追尾実証（坂戸地区）3 回 坂戸地区では公道審査を予備試験の初日に実施することが求められる。公道審査、予備試験では実際のごみ収集は行わず、当該ルートの自動追尾走行を実施した。 実際には、後述の通り最初の公道審査で不具合が発生し、審査保留になったので公道審査を 2 回実施している。 また、実証試験も当日大雨が予想されたので念のため延期し、予備日である 11/24 に実施した	公道審査 10/31、11/14 実証試験 11/17 実証試験予備日 11/24
自動追尾実証（殿町地区） 3 回 殿町地区でも公道審査を予備試験の初日に行い、条件付きだが合格したので予備試験を実施した。 公道審査・予備試験共に実際のごみ収集は実施せずに自動追尾走行を実施した	公道審査 10/31 予備試験(練習走行) 11/1 実証試験 11/22 実証試験予備日 11/29

実証試験における人員配置は図 IV-1-2-4 の通り基本は 8 名体制となる。

① 自動追尾式ごみ収集車
② 運転者（追尾される者）：車両開発者
②′ 作業員A：ごみ収集作業を運転者に代わって行う
③ 作業員B：ごみ収集を行う
※本実証では作業員A、作業員Bは、一般廃棄物処置業者（カワセイ殿）に協力いただく
④ 交通誘導員（２名）：本実証を熟知したものが行う
⑤ 安全保安員：車内でシステムが運転者(②)の指示に従っているかどうかを監視する
⑥ 動画撮影者（２名）：実証実験記録（俯瞰、作業場所個別）
⑦ 全体指揮者：実証実験全体の統括及び交通誘導

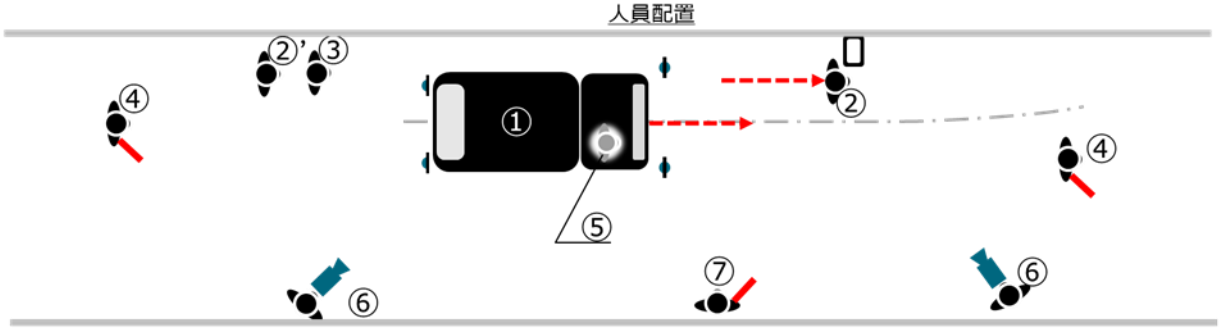


図 IV-1-2-4　実証試験における人員配置

ここにおいて、道路交通法上の運転者は②運転者が運転の責任を持つ、⑤安全保安員はあくまで自動追尾システムが想定外の危険な動作を起こした時のみ運転に介入して安全を保つ役割をもつ。一度、介入した後は②運転者が運転席に戻って安全を確認し、自動追尾運転を再開する必要がある。

公道実証における自動追尾型ごみ収集車、運転者、作業員等の移動経路など試験手順は以下の通り。

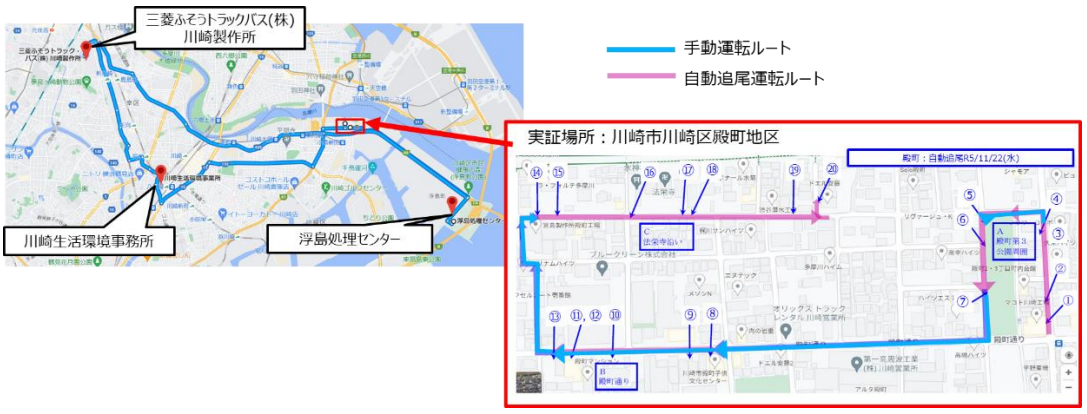
公道実証：実証試験手順　坂戸地区
▪ 三菱ふそうトラック・バス株式会社川崎製作所を起点に運行し実証場所以外では手動運転で走行する ▪ 実証場所ではごみ集積所 13 か所でごみを収集し、間隔がおおよそ 50m 以下のごみ集積所間で自動追尾運転を行う ▪ 運行区間：三菱ふそう川崎製作所～実証場所～王禅寺処理センター～三菱ふそう川崎製作所 ▪ 実証場所での実証試験は午前 10 時頃開始する（1 時間程度の作業）

（自動追尾走行手順）

- ごみ集積所①～③は自動追尾型ごみ収集車（以下実証車）を手動運転で移動し、ごみを回収する
- ごみ集積所③で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所③で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所③で動画撮影者及び誘導員は実証車が来るまで待機し、ごみ集積所③から実証車に随行する
- ごみ集積所③～⑬で実証車は道路左寄りを自動追尾運転で移動し、運転者と作業員は道路左側の歩道を歩いて移動する
- ごみ集積所③～⑬では運転者はリモート端末の「Stop Here」または「Stop at Garbage Point」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所③～⑬では運転者は車両が完全に停止し、自動追尾運転が停止したことを確認した後、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所③～⑬で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う
- ごみ集積所③～⑬で動画撮影者は実証車と共に道路右側にある歩道を移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所⑬でごみ回収が終わったら、運転者・作業員は実証車に乗り込み、運転者は自動追尾モードから手動運転モードに切り替え、手動運転で王禅寺処理センターに向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑫で作業終了となる

公道実証：実証実験手順　殿町地区

- 三菱ふそうトラック・バス株式会社川崎製作所を起点に運行し実証場所以外では手動運転で走行する
- 実証場所ではごみ集積所 20 か所でごみを収集し、間隔が 50m 以下のごみ集積所間で自動追尾運転を行う
- 運行区間：三菱ふそう川崎製作所～実証場所～浮島処理センター～三菱ふそう川崎製作所
- 実証場所での実証試験は午前 10 時頃開始する（1 時間程度の作業）



（自動追尾走行手順：①～⑦）

- ごみ集積所①まで自動追尾式ごみ収集車（以下実証車）を手動運転で走行させる。
- ごみ集積所①で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所①で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所①から動画撮影者は道路右端を、誘導員は実証車の前後で随行する
- ごみ集積所①～④、⑤～⑦は自動追尾運転で移動し、運転者と作業員は道路左端を歩いて移動する
- ごみ集積所②～④、⑥～⑦では運転者はリモート端末の「Stop Here」または「Stop at Garbage Point」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所②～④、⑥、⑦では運転者は車両が完全に停止し、自動追尾運転が停止したことを確認した後、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所①～⑦で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う
- ごみ集積所①～⑦で動画撮影者は実証車と共に道路右端を歩いて移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所④または⑦でごみ回収が終わったら、運転者・作業員は実証車に乗り込み、運転者は自動追尾モードから手動運転モードに切り替え、手動運転でごみ集積所⑤または⑧へ向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑦が終わったら、ごみ集積所⑭に直接向かう

（自動追尾走行手順：⑦～⑳）

- ごみ集積所⑦～⑭、⑮～⑯、⑱～⑳は実証車を手動運転で移動し、ごみを回収する
- ごみ集積所⑭、⑯で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所⑭、⑯で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所⑫ で動画撮影者及び誘導員は実証車が来るまで待機し、ごみ集積所⑫から実証車に随行する
- ごみ集積所⑭～⑮、⑯～⑱は自動追尾運転で移動し、運転者と作業員は道路左端を歩いて移動する
- ごみ集積所⑮、⑰、⑱では運転者はリモート端末の「Stop Here」または「Stop at Garbage Point」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所⑮、⑰、⑱では運転者は車両が完全停止し、自動追尾運転が停止したことを確認して、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所⑭～⑮、⑯～⑱で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う

- ごみ集積所⑭～⑮、⑯～⑱で動画撮影者は実証車と共に道路右側にある路側帯を移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所⑳でごみ回収が終わったら、運転者・作業員は実証車に乗り込み、手動運転で浮島処理センターに向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑳で作業終了となる

②収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験計画

本実証試験は、自動追尾型ごみ収集車による公道実証試験と合わせて実施するものであり、実施日程は以下のとおりである。なお、「積載ごみの質・量に関する検証」は、各地区１日のみの実施とした。

表Ⅳ-1-2-4　収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験日程

自動追尾型ごみ収集車が取得した情報の共有確認	
高津区坂戸	令和 5 年 11 月 10 日（金）及び 11 月 24 日（金）
川崎区殿町	令和 5 年 11 月 22 日（水）
積載ごみの質・量に関する検証	
高津区坂戸	令和 5 年 11 月 10 日（金）川崎市王禅寺処理センターにて採取
川崎区殿町	令和 5 年 11 月 22 日（水）川崎市浮島処理センターにて採取

ａ）自動追尾型ごみ収集車が取得した情報の共有確認

＜目的＞

自動追尾型ごみ収集車が各集積所で取得した以下のような情報について、クラウド上に伝送しアップロードしたデータが任意の場所で受信して共有できることを確認する。

＜対象とする共有情報＞

各集積所における以下のデータについて、高津区坂戸の 13 集積所及び川崎区殿町の 20 集積所を対象とし、これら全集積所で情報を取得する。

①データ計測時刻

②自動追尾型ごみ収集車に装備している投入口カメラでカウントした投入ごみ袋の個数

③車両の緯度経度現在地（GPS 情報）

④ごみを積込んだ際に移動する架装部排出板の位置（排出板の移動寸法）

⑤自動追尾型ごみ収集車に装備しているロードセルで計測した積載ごみの重量

⑥自動追尾型ごみ収集車に装備しているカメラの映像（ごみ回収前と回収後）

＜実施回数＞

・高津区坂戸：令和 5 年 11 月 10 日（金）13 集積所
　　令和 5 年 11 月 24 日（金）13 集積所
・川崎区殿町：令和 5 年 11 月 22 日（水）20 集積所

＜その他＞

・⑤の自動追尾型ごみ収集車に装備しているロードセルで計測した積載ごみの重量について、処理センター（ごみ焼却施設）に設置されているごみ計量機で計量した計量データと照合し、差異を比較する。
なお、高津区坂戸で収集したごみは川崎市王禅寺処理センターにて、川崎区殿町で収集したごみは川崎市浮島処理センターにて、それぞれ計量する。

・④の架装部排出板の位置について、投入ごみ袋の個数や積載ごみの重量との相関を確認する。また、排出板の位置から想定される体積を検討する。

b）積載ごみの質・量に関する検証

＜目的＞

ごみ収集車毎のごみ質の情報を収集運搬側から中間処理施設に提供することにより、ごみピット内での撹拌によるごみの均質化を効率的に行うことができ、ごみクレーン操作の効率化を図ることができるという可能性があるが、これにはごみ質把握の精度が重要な課題となる。現状では、収集運搬時にごみ質を把握するための技術開発が進んでおらず、今回の実証試験車両においても積載ごみの重量と架装部排出板位置の計測値から想定した体積を把握できる程度である。現時点で利用可能な技術としては、ごみの体積と重量を収集車で把握するということであり、その情報から単位体積重量を求めることができる。そこで、求められた単位体積重量と実際のごみ質の相関を把握することが考えられる。

ただし、現時点では集積所毎に体積を把握することはできず、実証試験の対象となる全集積所分のごみを積載すれば体積を把握することができると想定しているが、ごみの分析値との相関を検討するには、高津区坂戸で 2 回、川崎区殿町で 1 回の実施であるため、検討材料としては数が少ない。

このため、積載ごみのごみ袋単位での重量及び体積計測、並びにごみ質分析を行い、それらの相関を検討する。

＜実施日＞

高津区坂戸分：令和 5 年 11 月 10 日（金）（王禅寺処理センターにて採取）

川崎区殿町分：令和 5 年 11 月 22 日（水）（浮島処理センターにて採取）

＜検体数＞

ごみ質分析の検体数は合計 30 検体とし、集積所数の比率から、高津区坂戸分：12 検体、川崎区殿町分：18 検体とした。

＜採取方法＞

自動追尾型ごみ収集車で収集したごみをプラットホームのごみ投入扉前の床面に全量展開し（床面養生用にビニールシートを敷く）、45L 程度以上の袋に入ったごみ袋を任意に抽出する。その際、ごみ袋の破れが少なく、中身が多く残っているごみ袋について、高津区坂戸のごみは 12 袋、川崎区殿町のごみは 18 袋を抽出する。ごみ袋 1 袋を 1 検体として分析試料とする。採取後に残ったごみはごみピットに廃棄する。

＜ごみ質分析項目＞

- 単位体積重量（見掛け比重）
- 種類組成[乾ベース]（紙･布類、合成樹脂･皮革類、木･竹･わら類、ちゅう芥類、不燃物、その他）
- 三成分（水分、可燃分、灰分）
- 低位発熱量［実測値］

＜分析方法＞

- 単位体積重量は、採取時に重量を計測、目盛り付きの容器に入れて体積を読み取り、算出する。
- その他分析項目は、環整第 95 号に定める方法により分析を行う。

（３）警察等行政機関との調整

１）道路使用許可申請

公道での実証試験に当たっては、II. ２. で述べたような法的課題を解決した上で道路使用許可を所轄である神奈川県警に申請した。申請に当たっては、自動追尾式ごみ収集車が前例のない運転装置を有する車両であったため、事前に神奈川県警本部交通規制課と許可申請に添付する資料について調整した。

表 IV-1-3-1 道路許可申請書の添付書類

特定自動運行の許可に必要な書類	本実証事業での対応
1. 自動車検査証記録事項が記載された書面	●OEM(三菱ふそうトラック・バス株式会社)発行の自動車確認書
2. 自動追尾式ごみ収集車の自動運行装置に係る使用条件が記載された書面	●自動追尾式ごみ収集車概要 ●基準緩和認定書関自技第 909 号
3. 道路交通法第 75 条の 12 第 2 項第 2 号ニ(5)に規定する設備の状況を明らかにした図面又は写真	●自動追尾式ごみ収集車実証実験実施体制図 ●運転者及び安全保安員の運転免許証の写し
4. 道路交通法第 75 条の 13 第 1 項第 5 号の基準に適合することを明らかにする書類	●自動追尾式ごみ収集車実証実験計画
5. 住民周知の関係の疎明資料	●地区長への説明資料

①自動車確認書

ベース車を製造した三菱ふそうトラック・バスが諸元等車検証記載事項を記載した自動車確認書を発行した。

添付書類(1)-1

自　動　車　確　認　書

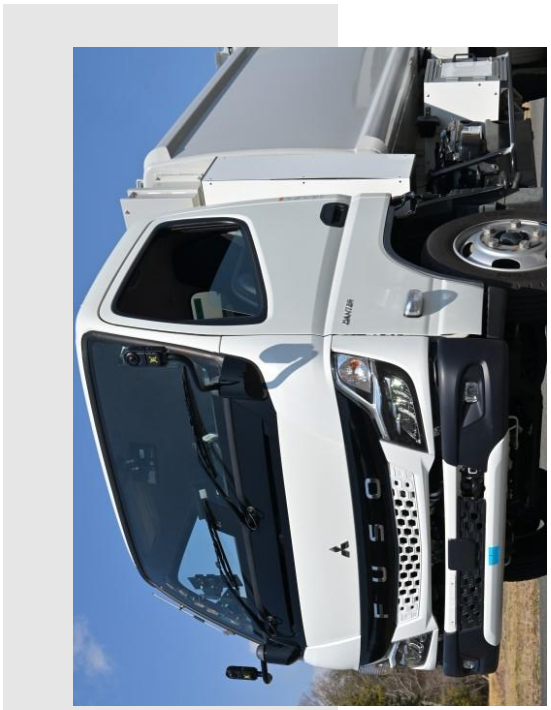
車名	ふそう eCANTER	乗車定員	3人
自動車の種類	普通	最大積載量	① 1,200 kg
用途	特種用途	車両重量	前軸重 ② 1,540 kg
車体の形状	塵芥車		後軸重 ③ 3,510 kg
型式	ZAB-FEAVK	車両総重量	④ 6,415 kg
車体番号	FEAVK-610007	原動機の型式	ボッシュ S40
車体寸法 長さ	5,670mm	定格出力	110 kW
車体寸法 幅	1,960mm	備考	フル電動式ベルトドライブパワーステアリングに換装 ミラーをカメラセンサー兼用ミラーカムに換装
車体寸法 高さ	2,375mm		

氏名・名称　三菱ふそうトラック・バス株式会社
開発本部アドバンストエンジニアリング部長
Andreas Wingert
Date: 2023.09.19 16:41:46 +09'00'

②自動追尾式ごみ収集車概要・基準緩和認定書

自動追尾式ごみ収集車に係る使用条件等が記された文章として車両の概要とII-2で述べた基準緩和認定書を添付した。

なお、神奈川県警本部としてセンサーが重要であると認識しており、添付書類の中に搭載センサーの検知範囲などを付けるように指示された。



DAIMLER TRUCK

自動追尾式ごみ収集車
実証試験車概要

2023.10.12

三菱ふそうトラック・バス株式会社
アドバンストエンジニアリング部

ベース車及び変更点

1. ベース車

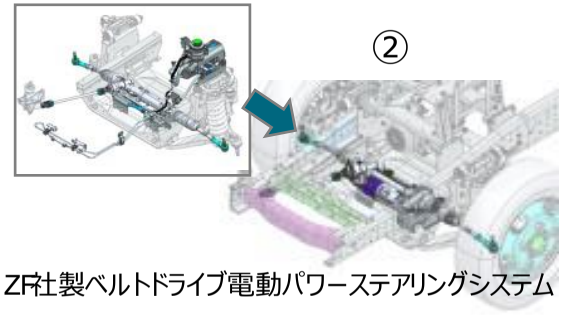
三菱ふそう 新型eCanter
ZAB-FEAVK (C3CS91B) / FEAVK-0007
全長5.67m,全幅1.96m,全高2.38m,車両総重量6.4t (N2カテゴリー)

2. 変更点

① 自動追尾システム追加
- 自動追尾は速度10km/h以下とし、SAE運転自動化レベル２として運用する
- 手動に切り替え通常の小型トラックとして走行できる
- UN-R79 RPの基準に対して基準緩和を取得済み（関自技局909号）

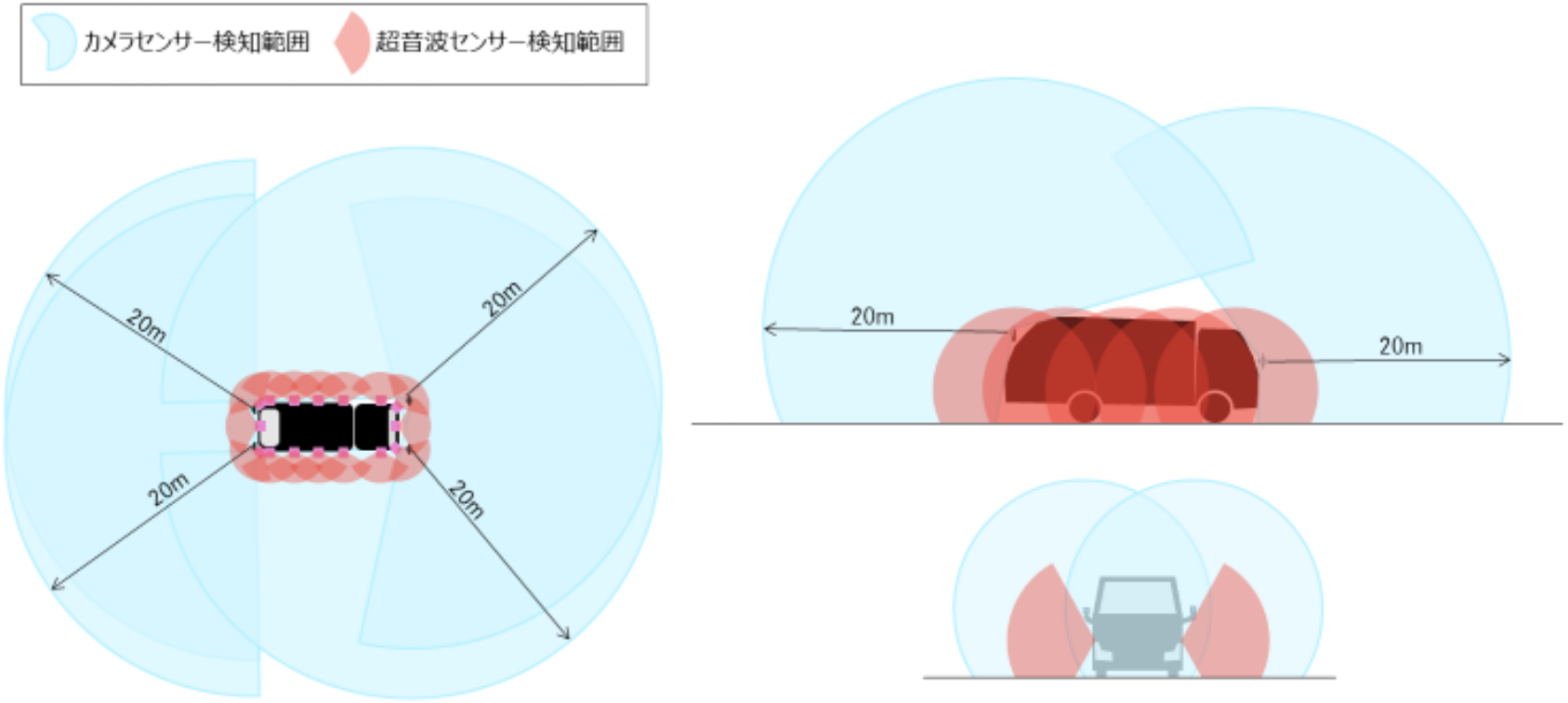
② パワーステアリング
- 電動油圧ポンプ付き油圧システム → フル電動システム
- 外部指示による操舵機能追加（速度最大10km/h）
- パワーステアリング駆動力及び強度はベース車同等もしくはそれ以上を確保

③ 後写鏡
- 運転者を追跡するカメラセンサー兼用ミラーカムに変更



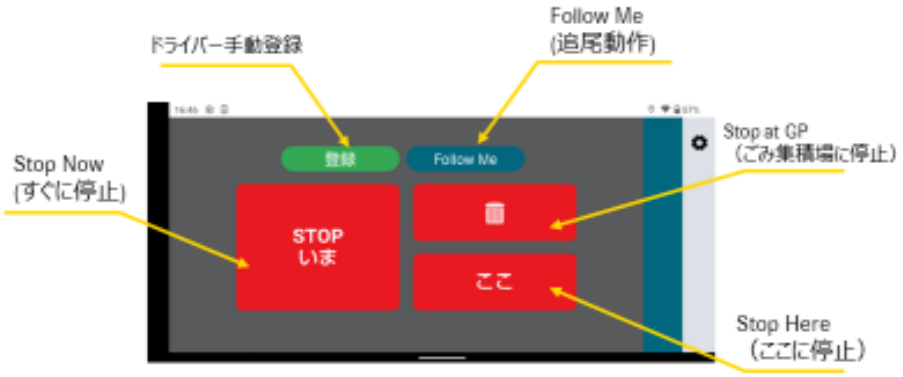
ZF社製ベルトドライブ電動パワーステアリングシステム

自動追尾式ごみ収集車障害物検知センサー検知範囲

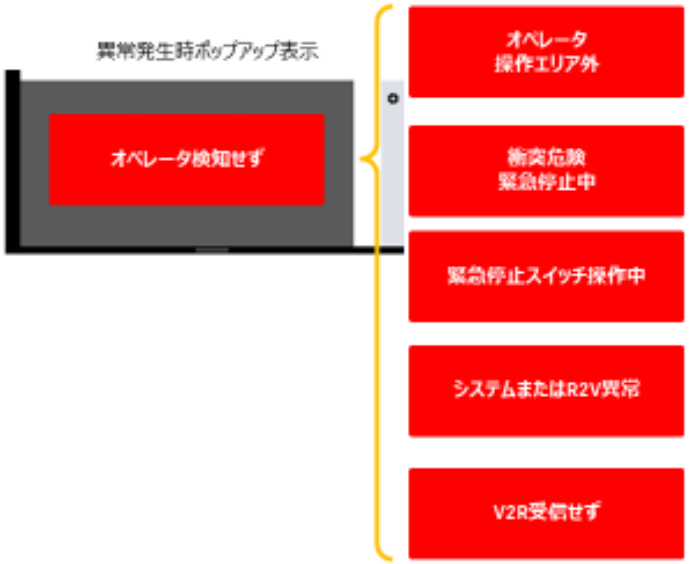


Remote HMI （リモート端末）

通常時



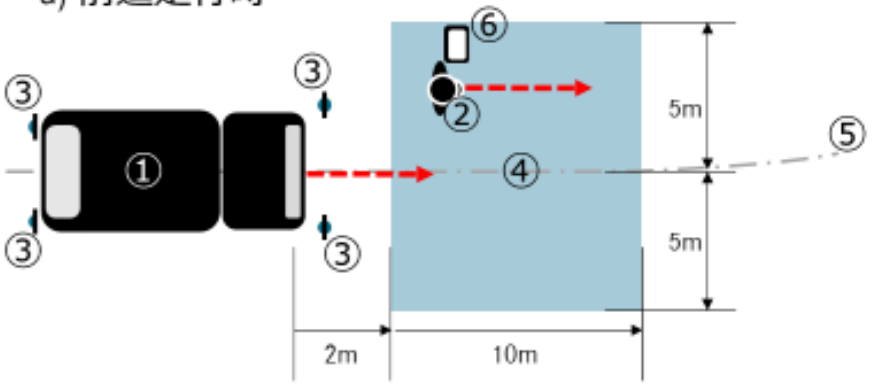
異常発生時



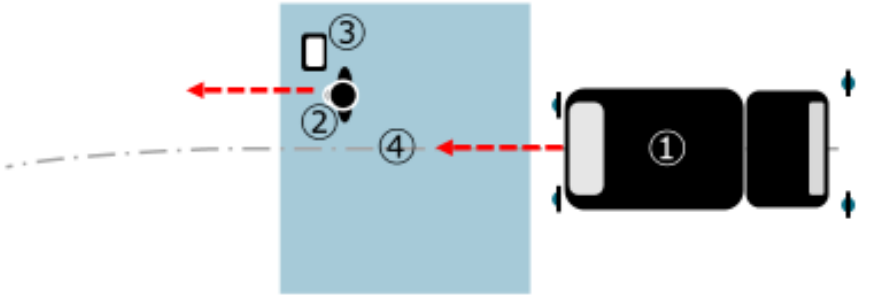
基本動作と人員配置

1. 自動追尾モード（以下追尾モード）と手動運転モード（以下手動運転）は車内にあるタッチディスプレイで切り替える
2. 運転者(右図②)は自動追尾式ごみ収集車(右図①)のミラーカム兼用カメラセンサー(③、以降「カメラ(③)」）で識別される
3. 運転者(②)はリモート端末（⑥)を用いて、追尾動作('Follow me')を自動追尾式ごみ収集車(①)に指示する
4. 運転者(②)がそのまま路側帯や歩道を歩き始めると一定の間隔(追尾可能範囲④)を保つように自動的に発進・停止する
5. 走行中は、衛星測位装置で自己位置を認識し、あらかじめ定められた軌道上(⑤)を最高速度10km/hで走行する
6. 運転者(②)はリモート端末（⑥)を用い、車両進行方向の安全を確認したうえで自分が立っている位置を車両停止位置として予約('Stop Here')した位置、または、'Stop at GP (Garbage Point)'を指示して自動追尾式ごみ収集車(①)がカメラ(③)でごみ集積場を検知し自動的に車両停止位置として予約した位置にごみ投入口の位置を合わせて自動的に停止させることができる。
7. 車庫入れ等で自動追尾式ごみ収集車を後退させる場合は、運転者(②)が車両後方の追尾可能範囲(④)に移動し、追尾動作('Follow me')をリモート端末（⑥)で指示すると、自動運転システムが自動的にドライブレンジを'R'に投入し、それに従って後退灯点灯、後退ブザー吹鳴等通常車と同じ動作を行った上で、前進と同じ間隔をあけてあらかじめ決められた軌道を後退しながら追尾する。

a) 前進走行時



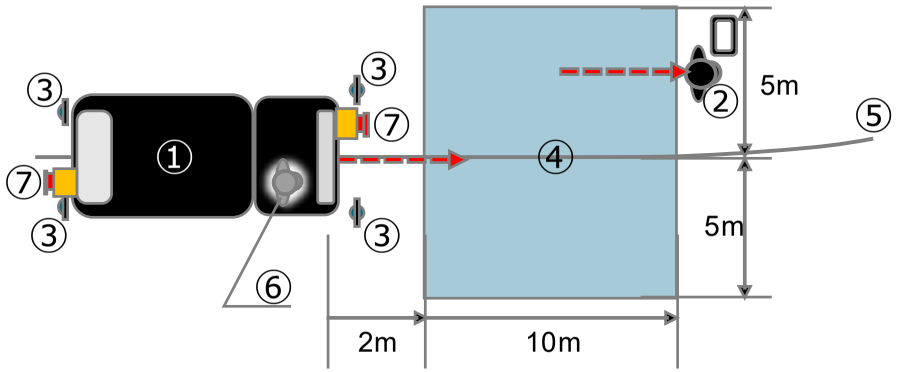
b) 後退車庫入れ等



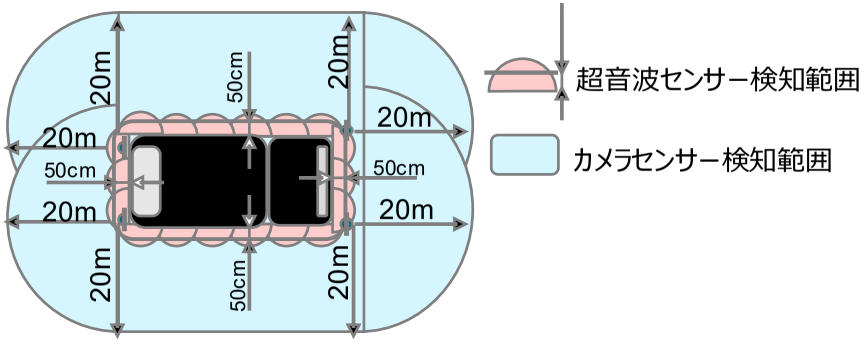
安全に対する措置

1. 自動追尾式ごみ収集車(①)はSAEで規定されている、運転自動化レベル２のシステムで、車両近傍にいる運転者が無線操縦する装置である
2. 運転者(②)が追尾可能範囲(④)を外れた場合はすぐに停車し、運転者(②)が再び追尾可能範囲に戻って‘Follow me’等の指示をするまで待機する
3. 主に車両の４隅配したカメラ(③)と車両周囲に配した超音波センサーで周辺の障害物を(例、人、自転車、自動車、電柱等) 検知し、障害物車両外側から50cmになると緊急ブレーキを作動させて停止する。
4. 進行方向に障害物があると障害物までの距離が1m以内になるまでに2km/hまで減速する。
5. あらかじめ定められた軌道(⑤)から車両(①)が外れた場合にはその場で停車し、運転者(②)が再度追尾指示を行うまで待機する
6. 運転者は常に周囲の交通状況を監視し、危険がある場合はリモート端末の‘Stop Now’ボタンで車両を停止できる。
7. 実証実験ではリモート端末は専用のWifi接続として通信可能距離を確保し、暗号化処理によってセキュリティーを確保する
8. 実証実験に当たっては、安全保安員(⑥)を配して、システム動作を常に監視し、万が一運転者の指示と違う動作をしたり、想定外の危険な状況が発生した場合に車両を緊急停止させる
9. 車両の前後には非常停止ボタン(⑦)を配し、このボタンを押すことで車両を緊急停止させることもできる

a) 安全に対する仕組み



b) 障害物検知



シーン別運転・操作手順詳細（実証場所：神奈川県川崎市）

(1) 高津区坂戸地区

- ゴミ収集場所12か所
- 中間処理施設等からこのエリアまでは手動でドライバーが運転

(2)川崎区殿町地区

- ゴミ収集場所18か所
- 中間処理施設等からこのエリアまでは手動でドライバーが運転

シーン別運転・操作手順詳細

シーン	①収集エリア到着とリモート運転開始
適用場所	殿町地区：①、⑫ 坂戸地区：③

シナリオ・動作

1) 手動運転で清掃工場や前の収集エリアから自動追尾開始位置Ⓢ(ODDエリア入り口）まで走行。
※自動追尾開始位置に到着したかどうかは車内タッチパネルで確認できる
2) 自動追尾開始位置Ⓢで自動追尾式ごみ収集車(以下ごみ収集車)を一旦車を停車し、レンジセレクタをP(パーキングブレーキON)にする
3) 運転者は車内操作盤のリモート運転モード切替スイッチにて手動→自動に切り替える
4) 運転者は車内操作盤で追尾モードになったことを確認し、リモート端末を持って下車する。
5) 自動運転システムは運転席から下車する人を自動的にドライバーと認識する
6) 自動追尾可能範囲に移動しリモート端末で'Follow Me'ボタンをタップし自動追尾を開始させる
7) なお、運転者が自動追尾可能範囲に入っていない場合は'Follow Me'ボタンは機能しない

シーン	②ごみ回収場所への移動と収集作業の開始
適用場所	殿町地区：①、②、③～⑥、⑫～⑬、⑭～⑯、⑰～⑱ 坂戸地区：③～⑫

シナリオ・動作

1) 自動追尾可能範囲に移動しリモート端末で'Follow Me'ボタンをタップし自動追尾を開始させる
2) 運転者は歩道を、歩道がない場合はごみ収集車の前方の路側を歩いて、次のごみ収集場所へ移動する
3) その際、運転者は自分の進む方向及びごみ収集車の進行方向の安全を確認しながら進む
4) 運転者が離れるとごみ収集車は自動で発進し、一定距離を保ちながら、あらかじめ定められた軌道に沿って、最高速度10km/hで追尾走行する
5) 運転者は次の回収場所に到着したら、リモート端末で「ここ」('Stop Here')または「🗑」('Stop at GP')のボタンをタップし、停止位置を指示する
6) 運転者は停止位置でごみ収集車の車両周辺の安全を監視しながら待つ
7) ごみ収集車は指示された停止位置に後方のごみ投入口が到達する位置に停止する
8) ごみ収集車は停止したら、自動的にレンジセレクタをP(パーキングブレーキON)にして、PTOを作動させる。
9) 運転者車両が完全に停止しリモート端末で「Follow me」は作業者と共にごみの回収を始める。

シーン別運転・操作手順詳細

シーン	③交差点を進行または右左折
適用場所	殿町地区：③～④の間に２か所 坂戸地区：③

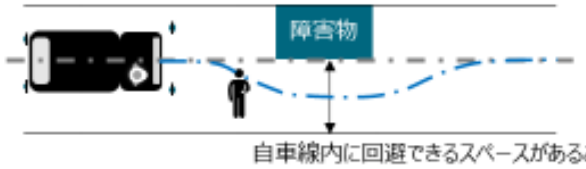
シナリオ・動作

1) 自動追尾をさせながらごみ収集車が交差点に差し掛かったら、運転者は停止線の位置で立ち止まる
2) 運転者が立ち止まるとごみ収集車もその後ろで一定間隔をあけて停止する。
3) 自車線側に「とまれ」の指示がある場合は、運転者はリモート端末で'Stop Now'のボタンをタップし車両を完全に一旦停止させる。
4) 運転者は安全確認の後、リモート端末で'Follow me'をタップし追尾走行を再開する。
5) ごみ収集車は自動で発進し、運転者と一定距離を保ちながら、あらかじめ定められた軌道に沿って直進、左折を行う
6) なお、交差点を右折する際は手動運転で行う

シーン	④道路上の障害物回避
適用場所	殿町地区：自動追尾運転中 坂戸地区：自動追尾運転中

シナリオ・動作

1) あらかじめ定められた軌道上に障害物があると、ごみ収集車はその障害物を回避できるスペースがあるか自動的に計算する
2) 右に自車線からはみ出ることなく回避できる場合は、自動で障害物を回避する軌道を計算し、追尾走行を継続する
3) 運転者はごみ収集車の傍で回避走行中は常に交通の安全を監視し、もし危険であると判断された場合や車線を逸脱することが予想される場合はリモート端末の'Stop Now'ボタンで車両を停止させ、運転席に乗り込み手動モードに切り替え、手動運転で障害物を回避する。



シーン別運転・操作手順詳細

シーン	⑤車庫入れ操作
適用場所	殿町地区：⑦ 坂戸地区：－

シナリオ・動作

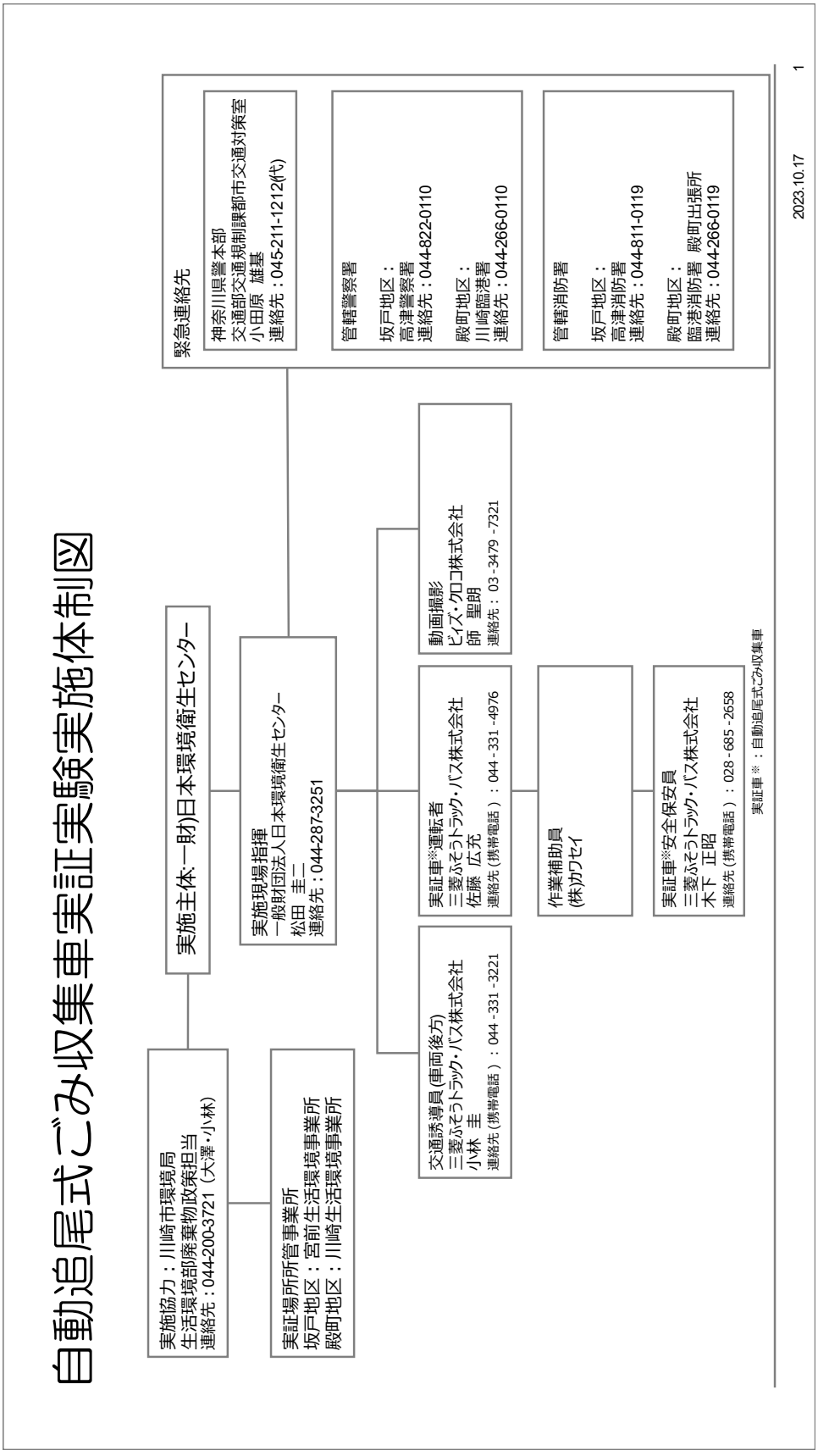
1) ごみ集積場が集合住宅の駐車場の中などで、収集作業の前に後退を伴う車庫入れ操作を行う場所がある。
2) 運転者はごみ収集車を'Stop Now'等で停車させる。
3) 運転者は車両後方に回り、自動追尾可能範囲に立つ
4) リモート端末で'Follow me'が可能な状態を確認し、'Follow me'ボタンをタップする
5) ごみ収集車は自動的に運転者の立っている位置を検知し、自動でレンジセレクターを'R'に入れる
6) レンジセレクターを'R'に入れることで、通常車と同じように後退灯の点灯、バックブザーの吹鳴が開始される
7) 運転者は車庫入れのルートに沿って歩き出す。
8) ごみ収集車は運転者を一定の距離を保ちながら追尾し、あらかじめ定められた軌道に沿って自動で後退し車庫入れ動作を行う
9) ごみ収集車が車庫の所定の位置に到達したら、運転者は'Stop Now'で停車させる。

シーン	⑥リモート運転終了と手動運転への切り替え
適用場所	殿町地区：⑥⑱ 坂戸地区：⑫

シナリオ・動作

1) あらかじめ定められた軌道の終点に到達したら、ごみ収集車は自動的に停止し、自動追尾モードには移行しなくなる。
2) 運転者はごみ収集車が終点で停止するか、ゴミ収集場所で'Stop here'指示等でごみ収集車を停止させている状態でごみ収集車の運転席に乗り込む
3) 運転者は車内のタッチディスプレイにあるモードチェンジボタンをタップして、自動追尾運転から手動運転に切り替える
4) 手動運転で次の収集エリアや清掃工場まで移動する

③自動追尾式ごみ収集車実証実験計画



④自動追尾式ごみ収集車実証実験計画

実証実験の実施場所や実施方法を記した概要資料を作成した。なお、道路使用許可は各所轄警察署に申請するため、実際は殿町地区・坂戸地区に分けて各所轄警察署に提出した。

自動追尾式ごみ収集車実証実験計画

１．目的

- 電動ごみ収集車に運転者をあらかじめ定められた収集ルートを自動的に追尾するシステムを搭載し、その機能がごみ収集作業の効率化、作業者の負担軽減に効果があるかどうかを検証する
- 自動追尾式ごみ収集車に装備されたごみ情報（重さ・体積・投入ゴミ個数等）の情報を随時、ごみ処理施設に伝送しすることで、ごみ処理施設、あるいは、ごみ収集事業全体の運用効率向上に効果があるかを検証する

２．実証試験実施期間計画

- システム動作確認（ごみを収集しないで追尾走行のみ）　２０２３年１０月３１日～１１月２日
- 作業補助者（実際のゴミ収集作業者）の運行訓練・塵芥架装操作訓練※１　２０２３年１０月３１日～１１月２日
- 運転者（自動追尾式ごみ収集車の開発車）のごみ収集訓練※２　２０２３年１０月３１日～１１月２日
- 実証実験　坂戸地区　２０２３年１１月１０日・１１月１７日（予備日１１月２４日）

※１：塵芥架装操作訓練：塵芥架装に新しい機能が追加されているのでその習熟訓練を行う
※２：運転者は自動追尾式ごみ収集車の運転操作に精通しているが実際のごみ収集作業は初めてなので作業訓練を行う

実証実験における人員配置

① 自動追尾式ごみ収集車（以下、実証車）

② 運転者（追尾される者）：三菱ふそうトラック・バス株式会社（以下三菱ふそう）社員で実証車システムを熟知した車両開発者

③ 作業補助者(１～２名)：ゴミ収集を行う

※本実証では一般廃棄物処理業者（(株)カワセイ殿）に協力いただく

④ 交通誘導員（１名）：三菱ふそう社員で本実証の手順を熟知したものが行う

⑤ 安全保安員：車内でシステムが運転者(②)の指示に従っているかどうかを監視する

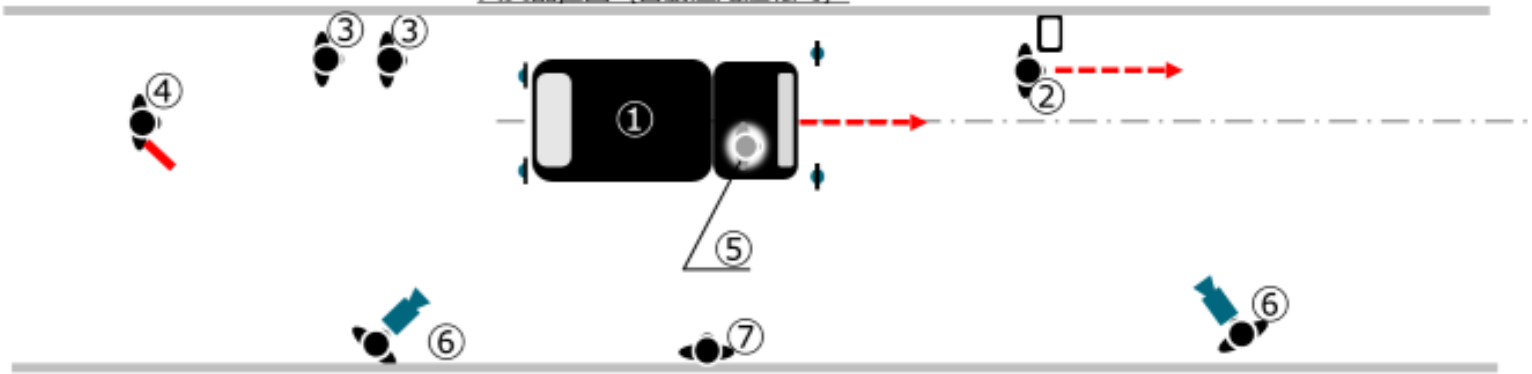
⑥ 動画撮影者（２名）：実証実験記録（俯瞰、作業場所個別）

⑦ 実証実験統括：実証実験の全体の指揮統制を行う、本実証の主任者である一財）日本環境衛生センター社員が行う

なお、②・④・⑤・⑦は無線機を持ち指示連絡・随時情報交換ができるようにする

また、各人員は道路状況により安全を確認し、適宜、車道歩道等を移動するものとする。

人員配置図（自動追尾運転時）



川崎市高津区坂戸地区：走行経路・実証場所

- 三菱ふそうトラック・バス株式会社川崎製作所を起点に運行し実証場所以外では手動運転で走行する
- 実証場所ではゴミ集積場12か所でごみを収集し、間隔がおおよそ50m以下のごみ集積所間で自動追尾運転を行う
- 運行区間：三菱ふそう川崎製作所～宮前生活環境事業所～実証場所～王禅寺処理センター～三菱ふそう川崎製作所
- 実証場所での実証実験は午前１０時頃開始する（１時間程度の作業）

手動運転ルート

自動追尾運転ルート

川崎市高津区坂戸地区：実証実験手順

- ごみ集積所①～③は自動追尾式ごみ収集車（以下実証車）を手動運転で移動し、ゴミを回収する
- ごみ集積所③で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所③で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所③で動画撮影者及び誘導員は実証車が来るまで待機し、ごみ集積所③から実証車に随行する
- ごみ集積所③～⑫で実証車は道路左寄りを自動追尾運転で移動し、運転者と作業補助員は道路左側の歩道を歩いて移動する
- ごみ集積所③～⑫では運転者はリモート端末の「ここ」または「🗑」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所③～⑫では運転者は車両が完全に停止し、自動追尾運転が停止したことを確認した後、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所③～⑫で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う
- ごみ集積所③～⑫で動画撮影者は実証車と共に道路右側にある歩道を移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所⑫でごみ回収が終わったら、運転者・作業補助員は実証車に乗り込み、運転者は自動追尾モードから手動運転モードに切り替え、手動運転で王禅寺処理センターに向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑫で作業終了となる

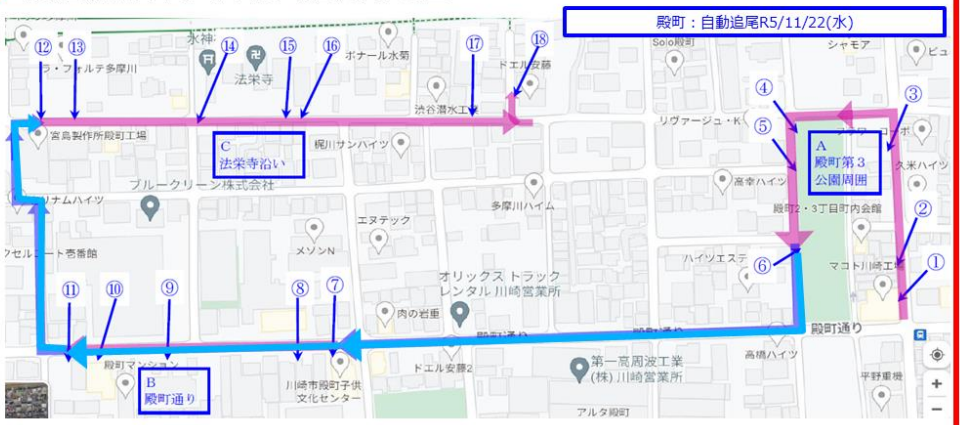
川崎市川崎区殿町地区：走行経路・実証場所

- 三菱ふそうトラック・バス株式会社川崎製作所を起点に運行し実証場所以外では手動運転で走行する
- 実証場所ではごみ集積場18か所で込みを収集し、間隔が50m以下のごみ集積場間で自動追尾運転を行う
- 運行経路：三菱ふそう川崎製作所～川崎生活環境事業所～実証場所～浮島処理センター～三菱ふそう川崎製作所
- 実証場所での実証実験は午前１０時頃開始する（１時間程度の作業）

手動運転ルート

自動追尾運転ルート

実証場所：川崎市川崎区殿町地区



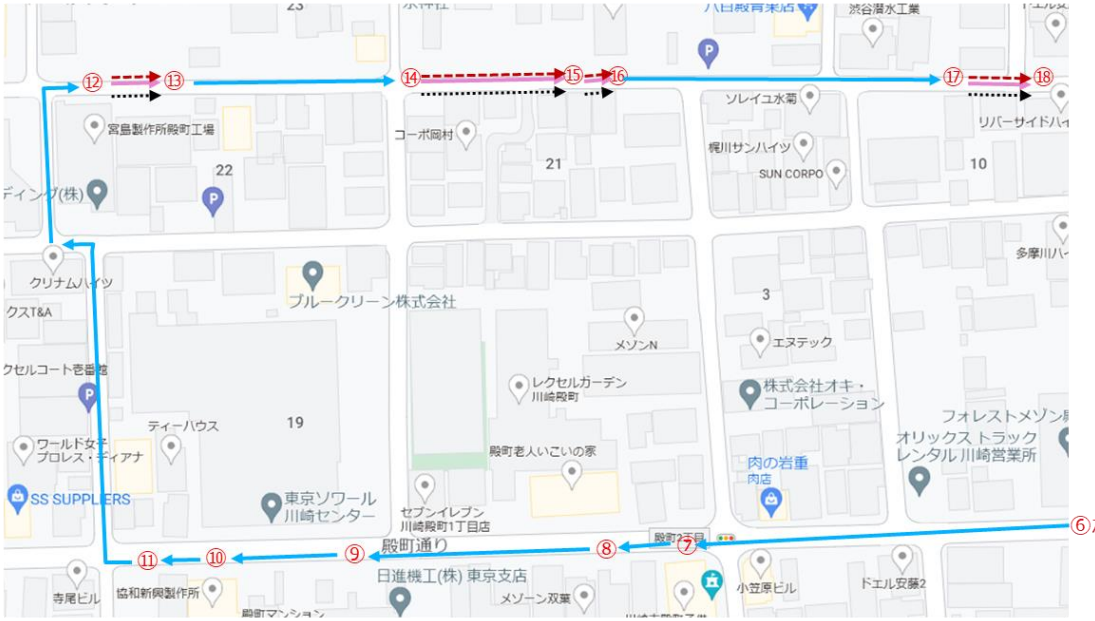
川崎市川崎区殿町地区：実証実験手順①

- ごみ集積所①まで自動追尾式ごみ収集車（以下実証車）を手動運転で走行させる。
- ごみ集積所①で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所①で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所①から動画撮影者は道路右端を、誘導員は実証車の前後で随行する
- ごみ集積所①～⑥は自動追尾運転で移動し、運転者と作業補助員は道路左端を歩いて移動する
- ごみ集積所②～⑥では運転者はリモート端末の「ここ」または「🗑」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所②～⑥では運転者は車両が完全に停止し、自動追尾運転が停止したことを確認した後、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所①～⑥で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う
- ごみ集積所①～⑥で動画撮影者は実証車と共に道路右端を歩いて移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所②または⑥でごみ回収が終わったら、運転者・作業補助員は実証車に乗り込み、運転者は自動追尾モードから手動運転モードに切り替え、手動運転でごみ集積所③または⑦へ向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑥が終わったら、ごみ集積所⑫に直接向かう

川崎市川崎区殿町地区：実証実験手順②

- ごみ集積所⑥～⑫、⑬～⑭、⑯～⑰は実証車を手動運転で移動し、ゴミを回収する
- ごみ集積所⑫、⑭、⑰で運転者は降車する前に運転席で手動運転モードから自動追尾モードに切り替える
- ごみ集積所⑫ 、⑭、⑰で安全保安員は運転者が降車したら、中央席から運転席に移動してシステム監視作業を開始する。
- ごみ集積所⑫ で動画撮影者及び誘導員は実証車が来るまで待機し、ごみ集積所⑫から実証車に随行する
- ごみ集積所⑫～⑬、⑭～⑯、⑰～⑱は自動追尾運転で移動し、運転者と作業補助員は道路左端を歩いて移動する
- ごみ集積所⑬、⑮～⑯、⑱では運転者はリモート端末の「ここ」または「🗑」ボタンで実証車の停止位置を指定し、車両が止まるまで車両周辺の安全を監視し続ける
- ごみ集積所⑬、⑮～⑯、⑱では運転者は車両が完全停止し、自動追尾運転が停止したことを確認して、ごみ収集作業に移行する
- ごみ集積所⑫～⑬、⑭～⑯、⑰～⑱で交通誘導員は実証車の前後を監視し、実証車の前後を実証車と適当な間隔を保ちながら移動し、適宜交通整理等を行う
- ごみ集積所⑫～⑬、⑭～⑯、⑰～⑱で動画撮影者は実証車と共に道路右側にある歩道を移動しながら適宜撮影を行う
- ごみ集積所⑱でごみ回収が終わったら、運転者・作業補助員は実証車に乗り込み、運転者は自動追尾モードから手動運転モードに切り替え、手動運転で王禅寺処理センターに向かう
- 動画撮影者・誘導員はごみ集積所⑱で作業終了となる

⑦～⑱ ごみ集積所（ごみ回収のため停車する位置）
手動運転
自動追尾運転
運転者・作業補助員移動経路(道路左側歩道)
動画撮影者移動経路（道路右側歩道）



2）公道審査

道路使用許可に当たり、実際に使われる道路で公道審査を実施することが条件となっている。

⇒ 実際の実証実験場所において実証実験と同じ手順で走行し、道路交通法に従い周辺の交通への危険（交通公害）を及ぼさずスムーズな走行ができているかについて、神奈川県警本部、所轄である高津警察署及び川崎臨港警察署の審査を受ける

⇒ 10 月 31 日の午前中に坂戸地区、午後に殿町地区で審査を受けるも、坂戸地区については自動追尾システムが正常に作動せず審査保留となった

(発生した自動追尾システム不具合)

- ルート情報の読み込み不良
- リモート端末と自動追尾システムの通信途絶

⇒ また、実証実験に当たっては以下の点を改善するよう指導を受けた

指導事項	対応
キープレフトの徹底	道路最左端を走行するルートに変更
方向指示器の作動	発進停止時に方向指示器を作動させる。安全保安員が補助する。
交通誘導	自動追尾式ごみ収集車の走行が周辺交通の妨げとならないように前後に配した交通誘導員だけでなく、試験指揮者とそれぞれの周辺にいる関係者が協力して誘導する

⇒ 11 月 14 日に坂戸地区で再審査を受けて合格した

3）川崎市との調整

①自動追尾型 EV ごみ収集車の公道実証試験の日程及び当日のスケジュール等

・　公道実証試験の日程を次のとおりとした。

11 月 10 日（金）	公道実証試験（高津区坂戸　手動運転収集）
11 月 17 日（金）	公道実証試験（高津区坂戸　自動追尾収集）
11 月 22 日（水）	公道実証試験（川崎区殿町　自動追尾収集）
11 月 24 日（金）	公道実証試験予備日（坂戸）
11 月 29 日（水）	公道実証試験予備日（殿町）

いずれも開始時間は午前 10 時頃とした。ただし、川崎市生活環境事業所の職員の方の指導のもとに、各地区開始前にごみ集積所の事前確認を行うこととなり、高津区坂戸は 11/10 の手動運転時、川崎区殿町は 11/22 にそれぞれ行うこととなった。このごみ集積所の事前確認は、実証試験の当日、高津区坂戸では 20 分弱、川崎区殿町では 1 時間弱の所要時間で実施された。

なお、11 月 17 日（金）の高津区坂戸における公道実証試験については、荒天のため実施不可と判断し、予備日の 11 月 24 日（金）に延期した。

・　ごみ収集を行わない自動追尾のシステム走行確認等について、生活環境事業所の職員の方の立会いのもと、実施することとなった。

集積所にごみがある状況での走行確認：川崎区殿町 11/1（水）

手動運転によるルート確認及び通信確認：川崎区殿町 11/20（月）

・　地元の町内会会長に対する事前の説明は、川崎市において行っていただくが、高津区坂戸については日環センター担当者が同席することとなった［10/23(月)に実施］。

②ごみの積込作業を行う作業員

川崎市との調整により、ごみ収集作業の経験を有する者がごみの積込作業を行い、運転者である三菱ふそう社員は積込作業を行わないこととなった。

これを踏まえて、運転者に代わって積込作業を行う作業員を追加し、以下のような作業分担で実施することとした。

運転者 （三菱ふそう）	積込作業はせず、車両の運転のみを行う。
作業員 A	収集車には乗車せず、集積所において、運転者に代わって積込作業を行う。
作業員 B	集積所の間隔が概ね 50m以上の場合は収集車の助手席に乗車し、集積所で積込作業を行う。 投入ゲートの開閉ボタンによる操作、架装部の積込みボタン操作を行う。
備考 車両に乗車する場合、運転者と作業員 B のみが乗車する。なお、車内には、システムの監視と非常時の手動介入を行う安全保安員が常時乗車している。	

③その他

- ごみ袋単位での体積・重量及びごみ質の分析を行うためにごみを採取するための作業は、焼却施設（各処理センター）のプラットホームのごみ投入扉前のスペースで行うこととなった。また、ごみ採取後は、焼却施設の重機でごみピットに投入頂けることとなった。
- 実証試験車両の洗車について、ごみピット前で架装部内を洗い流す程度で実施させて頂くこととなった。
- 実証試験ではごみの取りこぼし等がないように留意するが、実証試験終了後に川崎市の収集車が各集積所を巡回し、ごみの取りこぼし等、支障がないか確認頂くこととなった。

２．実証試験の実施及び評価

実証計画に基づき、表Ⅳ2-1 に示すとおり、自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験、収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験を実施した。それぞれの実施結果を後述する。

なお、実証試験に際しては、その状況を映像として記録するとともに、実証結果の公表用として使用できるよう、別途映像資料を編集、作成した。

表Ⅳ-2-1　実証試験の詳細検討項目

（１）自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験		
	１）公道実証試験	
	評価項目	①作業効率等 ②自動追尾システム ａ）初期認識、運転者登録 ｂ）運転者のトラッキング ｃ）発進、追従、停止 ｄ）目標コースのトレース、停止位置の正確性 ｅ）ごみ情報の計測 ｆ）安全機能 ｇ）システム障害 ③CO2 排出量
	２）公道以外での実証試験	
	評価項目	運転者のトラッキング（環境適応性試験等） 発進、追従、停止（坂道走行） 目標コースのトレース、停止位置の正確性 安全機能
（２）収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験		
	１）取得情報の共有確認	
	検証項目	①集積所毎のごみ袋数及びごみ重量 ②架装部排出板位置 ③その他
	２）積載ごみの質・量に関する検証	
	検証項目	①単位体積重量 ②種類組成、三成分、低位発熱量

実証試験記録映像の撮影状況

（1）自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験

1）公道実証試験

自動追尾型 EV ごみ収集車の公道実証試験にあたり、各集積所で取得した情報について、テレマティクスデータとして任意の場所で受信共有できることを確認した。

共有した情報データは以下のとおりである。

表Ⅳ-2-1-1　公道実証試験概要

公道実証試験日程	
高津区坂戸	令和 5 年 11 月 10 日（金）手動運転日
	令和 5 年 11 月 24 日（金）自動追尾実施日
川崎区殿町	令和 5 年 11 月 22 日（水）自動追尾実施日
実施場所の収集エリア	
高津区坂戸	集積所数 13 箇所、集積所①～⑬までの走行距離 420m 程度
川崎区殿町	集積所数 20 箇所、集積所 1～20 までの走行距離 1,440m 程度
運転者及び作業員の作業分担*	
運転者 （三菱ふそう）	・積込作業はせず、車両の運転のみを行う。 ・集積所では作業員 A が代わりに積込み作業を行う。
作業員 A	・収集車には乗車しない。 ・集積所では運転者に代わって積込作業を行う。 ・集積所での積込み作業が終了したら、次の集積所まで徒歩で移動する。
作業員 B	・集積所の間隔が概ね 50m を超える場合は収集車の助手席に乗車し、50m 以内の場合は徒歩で移動する。 ・集積所では積込み作業を行うが、投入ゲートの開閉ボタンの操作、架装部の積込みボタンの操作も行う。
備考	・車両に乗車する場合、運転者と作業員 B のみが乗車するが、車内には、システムの監視と非常時の手動介入を行う安全保安員が常時乗車している。 ・全ての実施日程で同じ作業員が対応した。
自動追尾型 EV ごみ収集車の車両諸元	
ベース車両：三菱ふそう新型 eCanter 寸法：全長 5.67m、全幅 1.96m、全高 2.38m 車両総重量：6.4t(N2 カテゴリー)、最大積載量：1.2t 荷箱容積：5.2m3 バッテリー容量：S サイズ 41kWh	

*運転者及び作業員の作業分担の必要性については、Ⅱ.「4．デジタル技術を活用した EV ごみ収集車による自動追尾運転の実証計画の策定」表Ⅱ-4-2 参照）

図Ⅳ-2-1-1　公道実証試験実施場所（高津区坂戸）

「国土地理院撮影の空中写真（2022 年撮影）に追記して掲載」

図Ⅳ-2-1-2　公道実証試験実施場所（川崎区殿町）

①作業効率等

ａ）運転者乗降回数

＜高津区坂戸地区＞

収集作業における運転者の乗降回数について、手動運転日（11 月 10 日）と、自動追尾実施日（11 月 24 日）を比較すると、表Ⅳ-2-1-1-①-1 のとおりである。

表Ⅳ-2-1-1-①-1　高津区坂戸の運転者乗降回数

集積所 No.	11/10 手動運転日	11/24 自動追尾実施日	自動追尾区間
①	1 回	1 回	
②	1 回	1 回	
③④	1 回	0.5 回　[降車のみ]	
⑤	0 回　[ごみが少なく、作業員 B のみ作業のため、運転者は乗降せず]	0 回	
⑥⑦	1 回	0 回	
⑧	1 回	0 回	
⑨	1 回	0 回	
⑩	1 回（0 回）　[表下の記述の「ただし」以下を参照]	ー　[⑨で一緒に積込み]	
⑪	1 回	0 回	
⑫	1 回	0.5 回　[乗車のみ]	
合計	9 回（8 回）	3 回	

注）乗降回数は、乗り降り両方の場合は 1 回、乗車･降車のどちらか一方の場合は 0.5 回とした。

両日の運転者乗降回数を単純に比較すると、手動運転日が 9 回、自動追尾実施日が 3 回となり、後者が 6 回少なかった。

ただし、集積所⑩について注意が必要である。手動運転日は集積所⑩で運転者が乗り降りしたが、自動追尾実施日においては集積所⑩のごみを集積所⑨で一緒に積み込んだ。このことを考慮して比較する場合は、手動運転日も集積所⑩では乗り降りの必要がなかったと考えられ、乗降回数の合計は 8 回となる。

＜川崎区殿町地区＞

川崎区殿町地区では、自動追尾実施日（11 月 22 日）のみであったが、運転者乗降回数は 10 回であった。

自動追尾実施日のみであるので、前述の（１）坂戸地区のような手動運転日との直接的な比較はできない。そのため、手動運転のみで収集を行った場合を想定して比較すると、表Ⅳ-2-1-1-①-2 のとおりである。手動運転のみの場合の乗降回数は 17 回と想定されるので、自動追尾運転により乗降回数が 7 回少なくなったことになる。

表Ⅳ-2-1-1-①-2　川崎区殿町の運転者乗降回数

集積所 No.	（想定） 手動運転日	11/22 自動追尾実施日	自動追尾 区間
1	1 回	0.5 回　[降車のみ]	
2	1 回	0 回	
3	1 回	0 回	
4	1 回	0.5 回　[乗車のみ]	
5	1 回	0.5 回　[降車のみ]	
6	1 回	0.5 回　[手動介入のため乗車]	
7	1 回	1 回　[手動介入のため乗車]	
8,9	1 回	1 回	
10	1 回	1 回	
11,12,13	1 回	1 回	
14	1 回	0.5 回　[降車のみ]	
15	1 回	0.5 回　[乗車のみ]	
16	1 回	0.5 回　[降車のみ]	
17	1 回	0 回	
18	1 回	0.5 回　[乗車のみ]	
19	1 回	1 回	
20	1 回	1 回	
合計	17 回	10 回	

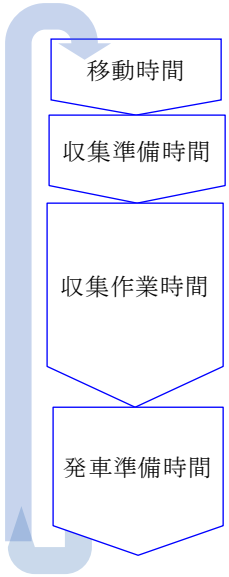
注）乗降回数は、乗り降り両方の場合は 1 回、乗車･降車のどちらか一方の場合は 0.5 回とした。

ｂ）ごみ収集作業時間

公道実証試験実施日において、表Ⅳ-2-1-1-①-3 の時間計測の考え方に基づき、右欄の作業ポイント毎に経過時間を計測し、左欄に示した移動時間、収集準備時間、収集作業時間、発車準備時間の区分により、各作業の所要時間を計測した。収集作業時間としては、作業員 B が先に収集作業を始め、運転者が作業員 A と交代して収集作業に加わるため、1 人作業時間と 2 人作業時間の内訳についても計測した。

なお、これらの時間は、トラブルで停車した中断時間、並びに、先行して移動した車両が作業員Ａ、誘導員、録画担当者等の実証試験のときのみに必要な者の移動を考慮して待機していた時間は除いて集計している。

表Ⅳ-2-1-1-①-3　時間計測の考え方

所要時間	経過時間を計測する作業ポイント
	前の集積所発車
	停車（集積所）
	投入ゲート開 ［ここからタッチ交代までは 1 人作業時間］
	運転者降車
	タッチ交代（運転車、作業員 A） ［ここから投入ゲート閉までは 2 人作業時間］
	投入ゲート閉
	タッチ交代（運転車、作業員 A）
	乗車（手動の場合、運転者、もしくは運転者及び作業員 B）
	発車

これらの時間計測結果について、高津区坂戸における手動運転日の時間計測結果は表Ⅳ-2-1-1-①-4（１）、自動追尾実施日の結果は表Ⅳ-2-1-1-①-4（２）、川崎区殿町における時間計測結果は表Ⅳ-2-1-1-①-4（３）に示すとおりである。

表Ⅳ-2-1-1-①-4（１）　高津区坂戸のごみ収集作業時間計測結果（手動運転日）

集積所No.	手動運転日（坂戸11/10）	試験経過時間	所要時間	
手動運転(スタート地点)				
①	停車(集積所)	0:00:00		
	投入ゲート開(作業員B)	0:00:06	収集準備時間	0:00:06
	運転者降車	0:00:08		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:00:14	1人収集作業時間	0:00:08
	投入ゲート閉(作業員B)	0:01:44	2人収集作業時間	0:01:30
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:01:53		
	乗車(運転者、作業員B)	0:02:00		
	発車(手動運転)	0:02:18	発車準備時間	0:00:34
手動運転(作業員B乗車)				
②	停車(作業員B降車)	0:02:54		
	停車(集積所)	0:03:09	移動時間	0:00:51
	投入ゲート開(作業員B)	0:03:24	収集準備時間	0:00:15
	運転者降車	0:03:20		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:03:26	1人収集作業時間	0:00:02
	投入ゲート閉(作業員B)	0:05:03	2人収集作業時間	0:01:37
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:05:04		
	乗車(運転者)	0:05:17		
	発車(手動運転)	0:05:29	発車準備時間	0:00:26
手動運転(作業員B歩行)				
③④	停車(集積所)	0:05:51	移動時間	0:00:22
	投入ゲート開(作業員B)	0:06:04	収集準備時間	0:00:13
	運転者降車	0:06:03		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:06:06	1人収集作業時間	0:00:02
	投入ゲート閉(作業員B)	0:11:14	2人収集作業時間	0:05:08
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:11:14		
	乗車(運転者)	0:11:23		
	発車(手動運転)	0:11:38	発車準備時間	0:00:24
手動運転(作業員B歩行)				
⑤	停車(集積所)	0:12:02	移動時間	0:00:24
	投入ゲート開(作業員B)	0:12:06	収集準備時間	0:00:04
	運転者降車	－	運転者降車なし	
	タッチ交代(運転者、作業員A)	－	1人収集作業時間	0:00:05
	投入ゲート閉(作業員B)	0:12:11	2人収集作業時間	なし
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:12:11		
	乗車(運転者)	－		
	発車（手動運転）	0:12:31	発車準備時間	0:00:20
手動運転(作業員B歩行)				
⑥⑦	停車(集積所)	0:12:47	移動時間	0:00:16
	投入ゲート開(作業員B)	0:12:48	収集準備時間	0:00:01
	運転者降車	0:12:57		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:13:02	1人収集作業時間	0:00:14
	投入ゲート閉(作業員B)	0:14:12	2人収集作業時間	0:01:10
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:14:19		
	乗車(運転者)	0:14:26		
	発車(手動運転)	0:14:35	発車準備時間	0:00:23

表Ⅳ-2-1-1-①-4（１）　高津区坂戸のごみ収集作業時間計測結果（手動運転日）

集積所No.	手動運転日 （坂戸11/10）	試験経過時間	所要時間	
手動運転（作業員B歩行）				
⑧	停車(集積所)	0:14:59	移動時間	0:00:24
	投入ゲート開(作業員B)	0:15:01	収集準備時間	0:00:02
	運転者降車	0:15:07		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:15:12	1人収集作業時間	0:00:11
	投入ゲート閉(作業員B)	0:20:10	2人収集作業時間	0:04:58
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:20:36		
	乗車(運転者)	0:20:51		
	発車（手動運転）	0:21:01	発車準備時間	0:00:51
手動運転（作業員B歩行）				
⑨	停車(集積所)	0:21:19	移動時間	0:00:18
	投入ゲート開(作業員B)	0:21:23	収集準備時間	0:00:04
	運転者降車	0:21:26		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:21:31	1人収集作業時間	0:00:08
	投入ゲート閉(作業員B)	0:23:40	2人収集作業時間	0:02:09
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:23:45		
	乗車(運転者)	0:23:55		
	発車(手動運転)	0:24:02	発車準備時間	0:00:22
手動運転（作業員B歩行）				
⑩	停車(集積所)	0:24:11	移動時間	0:00:09
	投入ゲート開(作業員B)	0:24:14	収集準備時間	0:00:03
	運転者降車	0:24:19		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:24:24	1人収集作業時間	0:00:10
	投入ゲート閉(作業員B)	0:25:51	2人収集作業時間	0:01:27
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:25:55		
	乗車(運転者)	0:26:09		
	発車(手動運転)	0:26:20	発車準備時間	0:00:29
手動運転（作業員B歩行）				
⑪	停車(集積所)	0:26:47	移動時間	0:00:27
	投入ゲート開(作業員B)	0:26:49	収集準備時間	0:00:02
	運転者降車	0:26:55		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:26:59	1人収集作業時間	0:00:10
	投入ゲート閉(作業員B)	0:27:58	2人収集作業時間	0:00:59
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:28:04		
	乗車(運転者)	0:28:16		
	発車(手動運転)	0:28:28	発車準備時間	0:00:30
手動運転（作業員B歩行）				
⑫	停車(集積所)	0:28:47	移動時間	0:00:19
	投入ゲート開(作業員B)	0:28:48	収集準備時間	0:00:01
	運転者降車	0:28:55		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:29:00	1人収集作業時間	0:00:12
	投入ゲート閉(作業員B)	0:29:45	2人収集作業時間	0:00:45
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:29:45		
	乗車(運転者)	0:29:50		
	発車(手動運転)	0:29:57	発車準備時間	0:00:12
手動運転（作業員B歩行）				
⑬	停車(集積所)	0:30:05	移動時間	0:00:08
	投入ゲート開(作業員B)	0:30:06	収集準備時間	0:00:01
	運転者降車	0:30:16		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	－	1人収集作業時間	0:00:08
	投入ゲート閉(作業員B)	0:30:14	2人収集作業時間	なし
	タッチ交代(運転者、作業員A)	－		
	乗車(運転者、作業員B)	0:30:36		
	発車(手動運転)	0:30:42	発車準備時間	0:00:28

表Ⅳ-2-1-1-①-4（２）　高津区坂戸のごみ収集作業時間計測結果（自動追尾実施日）

集積所No.	自動追尾実施日（坂戸11/24）	試験経過時間	所要時間	
手動運転対応（スタート地点）				
①	停車(集積所)	0:00:00		
	投入ゲート開(作業員B)	0:00:03	収集準備時間	0:00:03
	運転者降車	0:00:09		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:00:14	1人収集作業時間	0:00:11
	投入ゲート閉(作業員B)	0:01:37	2人収集作業時間	0:01:23
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:01:41		
	乗車(運転者、作業員B)	0:01:48		
	発車(手動運転)	0:02:03	発車準備時間	0:00:26
手動運転対応（作業員B乗車）				
②	停車(作業員B降車)	0:02:34		
	停車(集積所)	0:02:39	移動時間	0:00:36
	投入ゲート開(作業員B)	0:02:40	収集準備時間	0:00:01
	運転者降車	0:03:00		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:03:05	1人収集作業時間	0:00:25
	投入ゲート閉(作業員B)	0:04:39	2人収集作業時間	0:01:34
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:04:42		
	乗車(運転者)	0:04:49		
	発車(手動運転)	0:04:59	発車準備時間	0:00:20
手動運転対応（作業員B歩行）				
③④	停車(集積所)	0:05:19	移動時間	0:00:20
	投入ゲート開(作業員B)	0:05:27	収集準備時間	0:00:08
	運転者降車	0:05:30		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:05:37	1人収集作業時間	0:00:10
	投入ゲート閉(作業員B)	0:09:43	2人収集作業時間	0:04:06
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:10:14		
	発車（自動追尾走行）	0:11:05	発車準備時間	0:01:22
	中断停車	0:11:11	中断までの移動時間	0:00:06
	再発車	0:11:53	中断停車時間	0:00:42
自動追尾運転				
⑤	停車(集積所)	0:12:44	再発車後移動時間	0:00:51
	投入ゲート開(作業員B)	0:12:47	収集準備時間	0:00:03
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:12:47	1人収集作業時間	0:00:00
	投入ゲート閉(作業員B)	0:13:06	2人収集作業時間	0:00:19
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:13:13		
	発車（自動追尾走行）	0:13:55	発車準備時間	0:00:49
自動追尾運転				
⑥⑦	停車(集積所)	0:14:18	移動時間	0:00:23
	投入ゲート開(作業員B)	0:14:21	収集準備時間	0:00:03
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:14:24	1人収集作業時間	0:00:03
	投入ゲート閉(作業員B)	0:15:56	2人収集作業時間	0:01:32
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:16:00		
	発車（自動追尾走行）	0:16:31	発車準備時間	0:00:35
	中断停車	0:16:58	中断までの移動時間	0:00:27
	再発車	0:29:18	中断停車時間	0:12:20

表Ⅳ-2-1-1-①-4（２）　高津区坂戸のごみ収集作業時間計測結果（自動追尾実施日）

集積所No.	自動追尾実施日（坂戸11/24）	試験経過時間	所要時間	
自動追尾運転				
⑧	停車(集積所)	0:29:41	再発車後移動時間	0:00:23
	投入ゲート開(作業員B)	0:30:01	収集準備時間	0:00:20
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:30:01	1人収集作業時間	0:00:00
	投入ゲート閉(作業員B)	0:33:20	2人収集作業時間	0:03:19
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:33:20		
	発車（自動追尾走行）	0:33:49	発車準備時間	0:00:29
自動追尾運転				
⑨⑩	停車(集積所)	0:34:28	移動時間	0:00:39
	投入ゲート開(作業員B)	0:34:34	収集準備時間	0:00:06
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:34:35	1人収集作業時間	0:00:01
	投入ゲート閉(作業員B)	0:37:41	2人収集作業時間	0:03:06
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:37:52		
	発車（自動追尾走行）	0:38:11	発車準備時間	0:00:30
	中断停車	0:38:53	中断までの移動時間	0:00:42
	再発車	0:39:32	中断停車時間	0:00:39
自動追尾運転				
⑪	停車(集積所)	0:40:04	再発車後移動時間	0:00:32
	投入ゲート開(作業員B)	0:40:08	収集準備時間	0:00:04
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:40:08	1人収集作業時間	0:00:00
	投入ゲート閉(作業員B)	0:41:26	2人収集作業時間	0:01:18
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:41:31		
	発車（自動追尾走行）	0:41:55	発車準備時間	0:00:29
	中断停車	0:42:21	中断までの移動時間	0:00:26
	再発車	0:43:16	中断停車時間	0:00:55
自動追尾運転				
⑫⑬	停車(集積所)	0:43:31	再発車後移動時間	0:00:15
	投入ゲート開(作業員B)	0:43:35	収集準備時間	0:00:04
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:43:35	1人収集作業時間	0:00:00
	投入ゲート閉(作業員B)	0:45:07	2人収集作業時間	0:01:32
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:45:07		
	乗車(運転者、作業員B)	0:45:26		
	発車(手動運転)	0:45:37	発車準備時間	0:00:30

表Ⅳ-2-1-1-①-4（３）　川崎区殿町のごみ収集作業時間計測結果（殿町第３公園周囲）

集積所No.	自動追尾実施日（殿町11/22）	試験経過時間	所要時間	
自動追尾運転(スタート地点)				
1	停車(集積所)	0:00:00		
	投入ゲート開(作業員B)	0:00:00	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	0:00:08		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:00:15	1人収集作業時間	0:00:15
	投入ゲート閉(作業員B)	0:00:52	2人収集作業時間	0:00:37
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:01:05		
	発車(自動追尾走行)	0:01:33	発車準備時間	0:00:41
自動追尾運転				
2	停車(集積所)	0:01:51	移動時間	0:00:18
	投入ゲート開(作業員B)	0:01:51	収集準備時間	0:00:00
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:01:54	1人収集作業時間	0:00:03
	投入ゲート閉(作業員B)	0:02:43	2人収集作業時間	0:00:49
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:02:43		
	発車(自動追尾走行)	0:02:53	発車準備時間	0:00:10
	中断停車	0:03:55		
	再発車	0:08:54	中断停車時間	0:04:59
自動追尾運転				
3	停車(集積所)	0:09:15	移動時間	0:00:21
	投入ゲート開(作業員B)	0:09:18	収集準備時間	0:00:03
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:09:20	1人収集作業時間	0:00:02
	投入ゲート閉(作業員B)	0:10:20	2人収集作業時間	0:01:00
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:10:22		
	発車(自動追尾走行)	0:10:58	発車準備時間	0:00:38
	中断停車	0:10:58	中断までの移動時間	0:00:00
	再発車	0:13:49	中断停車時間	0:02:51
自動追尾運転				
4	停車(集積所)	0:14:06	再発車後移動時間	0:00:17
	投入ゲート開(作業員B)	0:14:06	収集準備時間	0:00:00
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:14:14	1人収集作業時間	0:00:08
	投入ゲート閉(作業員B)	0:15:11	2人収集作業時間	0:00:57
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:15:14		
	乗車(運転者、作業員B)	0:15:25		
	発車(手動運転)	0:15:44	発車準備時間	0:00:33
手動運転対応(作業員B乗車)				
5	停車(作業員B降車)	0:16:43		
	停車(集積所)	0:16:53	移動時間	0:01:09
	投入ゲート開(作業員B)	0:16:55	収集準備時間	0:00:02
	運転者降車	0:17:08		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:17:12	1人収集作業時間	0:00:17
	投入ゲート閉(作業員B)	0:19:40	2人収集作業時間	0:02:28
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:19:41		
	発車(自動追尾走行)	0:20:04	発車準備時間	0:00:24
	中断停車	0:20:04	中断までの移動時間	0:00:00
	再発車	0:42:49	中断停車	0:22:45
自動追尾運転				
6	停車(集積所)	0:43:09	再発車後移動時間	0:00:20
	投入ゲート開(作業員B)	0:43:12	収集準備時間	0:00:03
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:43:16	1人収集作業時間	0:00:04
	投入ゲート閉(作業員B)	0:44:41	2人収集作業時間	0:01:25
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:44:41		
	発車(自動追尾走行)	0:45:06	発車準備時間	0:00:25
	中断停車	0:45:20	中断までの移動時間	0:00:14
	手動介入発車	0:45:29	手動介入までの中断時間	0:00:09
手動介入				
7	停車(集積所)	0:45:56	移動時間	0:00:27
	投入ゲート開(作業員B)	0:45:57	収集準備時間	0:00:01
	運転者降車	0:46:02		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:46:07	1人収集作業時間	0:00:10
	投入ゲート閉(作業員B)	0:47:02	2人収集作業時間	0:00:55
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:47:02		
	乗車(運転者、作業員B)	0:47:11		
	発車(自動追尾走行)	0:47:34	発車準備時間	0:00:32
	待機停車	0:48:23	待機までの移動時間	0:00:49
	再発車	0:53:18	待機停車時間	0:04:55

表Ⅳ-2-1-1-①-4（３）　川崎区殿町のごみ収集作業時間計測結果（殿町通り）

集積所No.	自動追尾実施日（殿町11/22）	試験経過時間	所要時間	
手動運転(作業員B乗車)				
８，９	停車(作業員B降車)	0:54:04		
	停車(集積所)	0:54:16	移動時間	0:00:58
	投入ゲート開(作業員B)	0:54:16	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	0:54:26		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:54:30	1人収集作業時間	0:00:14
	投入ゲート閉(作業員B)	0:56:34	2人収集作業時間	0:02:04
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:56:34		
	乗車(運転者)	0:56:43		
	発車(手動運転)	0:56:54	発車準備時間	0:00:20
手動運転(作業員B乗車)				
１０	停車(作業員B降車)	0:57:23		
	停車(集積所)	0:57:43	移動時間	0:00:49
	投入ゲート開(作業員B)	0:57:43	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	0:57:50		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:57:55	1人収集作業時間	0:00:12
	投入ゲート閉(作業員B)	0:59:32	2人収集作業時間	0:01:37
	タッチ交代(運転者、作業員A)	0:59:37		
	乗車(運転者)	0:59:44		
	発車(手動運転)	0:59:54	発車準備時間	0:00:22
手動運転(作業員B乗車)				
１１，１２	停車(集積所)	1:00:09	移動時間	0:00:15
１３	投入ゲート開(作業員B)	1:00:12	収集準備時間	0:00:03
	運転者降車	1:00:17		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:00:23	1人収集作業時間	0:00:11
	投入ゲート閉(作業員B)	1:04:08	2人収集作業時間	0:03:45
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:04:12		
	乗車(運転者)	1:04:21		
	発車(手動運転)	1:04:35	発車準備時間	0:00:27
	待機停車	1:06:22	待機までの移動時間	0:01:47
	再発車	1:07:47	待機停車時間	0:01:25

表Ⅳ-2-1-1-①-4（３）　川崎区殿町のごみ収集作業時間計測結果（法栄寺沿いの道路）

集積所No.	自動追尾実施日 （殿町11/22）	試験経過時間	所要時間	
自動追尾運転(再スタート地点)				
１４	停車(集積所)	1:08:11	移動時間	0:00:24
	投入ゲート開(作業員B)	1:08:11	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	1:08:20		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:08:26	1人収集作業時間	0:00:15
	投入ゲート閉(作業員B)	1:09:19	2人収集作業時間	0:00:53
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:09:28		
	発車(自動追尾走行)	1:09:48	発車準備時間	0:00:29
自動追尾運転				
１５	停車(集積所)	1:10:05	移動時間	0:00:17
	投入ゲート開(作業員B)	1:10:05	収集準備時間	0:00:00
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:10:09	1人収集作業時間	0:00:04
	投入ゲート閉(作業員B)	1:10:44	2人収集作業時間	0:00:35
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:10:44		
	乗車(運転者、作業員B)			
	発車（手動運転）	1:11:15	発車準備時間	0:00:31
手動運転（作業員B乗車）				
１６	停車(作業員B降車)	1:11:42		
	停車(集積所)	1:11:50	移動時間	0:00:35
	投入ゲート開(作業員B)	1:11:50	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	1:12:00		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:12:05	1人収集作業時間	0:00:15
	投入ゲート閉(作業員B)	1:13:11	2人収集作業時間	0:01:06
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:13:11		
	発車(自動追尾走行)	1:13:36	発車準備時間	0:00:25
	中断停車	1:14:03	中断までの移動時間	0:00:27
	再発車	1:15:17	中断停車	0:01:14
自動追尾運転				
１７	停車(集積所)	1:16:08	再発車後移動時間	0:00:51
	投入ゲート開(作業員B)	1:16:11	収集準備時間	0:00:03
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:16:15	1人収集作業時間	0:00:04
	投入ゲート閉(作業員B)	1:16:56	2人収集作業時間	0:00:41
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:17:02		
	発車（自動追尾走行）	1:18:09	発車準備時間	0:01:13
自動追尾運転				
１８	停車(集積所)	1:18:22	移動時間	0:00:13
	投入ゲート開(作業員B)	1:18:22	収集準備時間	0:00:00
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:18:25	1人収集作業時間	0:00:03
	投入ゲート閉(作業員B)	1:19:06	2人収集作業時間	0:00:41
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:19:14		
	乗車(運転者、作業員B)	1:19:20		
	発車（手動運転）	1:19:28	発車準備時間	0:00:22
手動運転（作業員B乗車）				
１９	停車(作業員B降車)	1:20:10		
	停車(集積所)	1:20:20	移動時間	0:00:52
	投入ゲート開(作業員B)	1:20:20	収集準備時間	0:00:00
	運転者降車	1:20:26		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:20:31	1人収集作業時間	0:00:11
	投入ゲート閉(作業員B)	1:22:14	2人収集作業時間	0:01:43
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:22:18		
	乗車(運転者)	1:22:28		
	発車(手動運転)	1:22:36	発車準備時間	0:00:22
手動運転（作業員B歩行）				
２０	停車(集積所)	1:23:11	移動時間	0:00:35
	投入ゲート開(作業員B)	1:23:14	収集準備時間	0:00:03
	運転者降車	1:23:23		
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:23:27	1人収集作業時間	0:00:13
	投入ゲート閉(作業員B)	1:25:54	2人収集作業時間	0:02:27
	タッチ交代(運転者、作業員A)	1:25:54		
	乗車(運転者)	1:26:04		
	発車(手動運転)	1:26:27	発車準備時間	0:00:33

ここで、自動追尾実施日と手動運転日を比較するため、高津区坂戸の各作業所要時間計測結果をまとめると、表Ⅳ-2-1-1-①-5 のとおりである。

自動追尾実施日は、手動運転日に比べて、移動時間は長くなっているが、収集作業時間は短い。

収集作業時間については、11/24 及び 11/10 両日のごみ量が異なり（11/24 が 494kg、11/10 が 590kg）単純に比較はできないため、それぞれの収集作業時間の内訳で見ると、自動追尾実施日は、1 人作業時間の割合が減少、2 人作業時間の割合が増加している。

表Ⅳ-2-1-1-①-5　高津区坂戸の各作業所要時間

所要時間	自動追尾実施日（11/24） [収集量 494kg]	手動運転日（11/10） [収集量 590kg]
移動時間	0:05:40	0:03:38
収集準備時間	0:00:52	0:00:52
収集作業時間	0:18:59	0:21:13
1 人作業時間	0:00:50（割合 4.4%）	0:01:30（割合 7.1%）
2 人作業時間	0:18:09（割合 95.6%）	0:19:43（割合 92.9%）
発車準備時間	0:05:30	0:04:59
移動及び収集時間計	0:31:01	0:30:42
中断停車時間	0:14:36	ー
総合計	0:45:37	0:30:42

ここで、車両が集積所で停車してから運転者が収集作業に加わるまでの所要時間を計測した結果を見ると、表Ⅳ-2-1-1-①-6 のとおりであり、僅かではあるが自動追尾機能を使用した場合は、手動運転時に比べ、より早く運転者が収集作業に加わることができていた。

このことから、自動追尾機能によって、運転者が早く収集作業に加わることによる作業効率向上とともに、作業員 B にとっては作業負担軽減が期待できる結果となった。

表Ⅳ-2-1-1-①-6　高津区坂戸における停車後に運転者が収集作業に加わるまでの所要時間

集積所 No.	11/24 自動追尾実施日	11/10 手動運転日
①	14 秒	14 秒
②	26 秒	32 秒
③④	18 秒	15 秒
⑤	3 秒	—
⑥	6 秒	—
⑦	—	15 秒
⑧	20 秒	13 秒
⑨	7 秒	12 秒
⑩	—	13 秒
⑪	4 秒	12 秒
⑫	4 秒	13 秒
⑬	—	11 秒
平均所要時間	11.3 秒	15.0 秒
自動追尾実施日においても、集積所①～④は手動運転による収集で対応した。		

次に、自動追尾実施日と手動運転日との比較において、自動追尾実施日の移動時間が手動運転日より長いという点について、自動追尾運転区間（集積所④発車以降）における集積所間の移動に要した時間を手動運転日と比較すると表Ⅳ-2-1-1-①-7 のとおりであり、いずれも自動追尾運転時の移動所要時間が長くなっている。これは、自動追尾時は運転者の歩く速度に合わせて時速 5km 程度で走行することから、この走行速度に起因するものである。

表Ⅳ-2-1-1-①-7　高津区坂戸の自動追尾区間（集積所④発車以降）における集積所間の移動時間

集積所移動区間	11/24 自動追尾実施日の移動時間	11/10 手動運転日の移動時間
③④～⑤	57 秒	24 秒
⑤～⑥⑦	23 秒	16 秒
⑥⑦～⑧	50 秒	24 秒
⑧～⑨	39 秒	18 秒
⑨～⑩	⑩に停車せず⑨で収集	9 秒
⑩～⑪	74 秒(⑨～⑪)	27 秒
⑪～⑫	41 秒	19 秒
合計	284 秒(4 分 44 秒)	137 秒(2 分 17 秒)
平均所要時間	47.5 秒	19.6 秒

ここで、自動追尾を行った集積所④発車以降の「移動等に要した時間」（移動時間、収集準備時間、発車準備時間の合計）を検討した結果は表Ⅳ-2-1-1-①-8 に示すとおりである。その際、発車準備時間（投入ゲート閉から車両が発車するまでの所要時間）は、追い越し車両等の他の交通の待ち時間があったことから、自動追尾実施日と手動運転日とで条件を一致させて比較するため、これらの待ち時間を除いて補正している。なお、公道での実証試験は安全面を最優先するために後続車や対向車が通過するまで発車せずに待ったが、自動追尾技術が確立されれば待つ必要がなかったと考えられるものも含まれている。

この結果、移動時間は、自動追尾実施日（4 分 44 秒）が手動運転日（2 分 25 秒）より 2 分 19 秒長いが、「移動等に要した時間」として収集準備時間及び発車準備時間も含めると、自動追尾実施日（7 分 34 秒）は手動運転日（6 分 8 秒）より 1 分 26 秒長いという結果であった。

自動追尾では、移動時間は長いが、収集作業前後の車両への乗降等に要する時間が不要となることから、「移動等に要した時間」としては、手動運転時との差が縮まったと考えられる。

表Ⅳ-2-1-1-①-8　高津区坂戸の集積所④発車以降の移動等に要した時間
（他の交通待ち時間を除いて補正した場合）

所要時間	自動追尾実施日（11/24）	手動運転日（11/10）
移動時間	0:04:44	0:02:25
収集準備時間	0:00:18	0:00:18
発車準備時間(補正前)	0:03:22	0:03:35
他の交通待ち時間	−50 秒 （内訳） 追い越し車両：−10 秒 路地車両：−10 秒 対向車*：−20 秒 追い越し自転車：−10 秒	−10 秒 追い越し車両と自転車：−10 秒
発車準備時間補正後	⇒0:02:32	⇒0:03:25
合計（移動等に要した時間）	0:19:00	0:18:54

*本来であれば、対向車の通過を待つ必要はないが、対向車が右の方向指示器を点滅させて走行していたため、実証試験車両の手前で曲がる可能性も考慮し通過待ちをした。

なお、殿町は自動追尾実施日のみであり、参考までに作業時間を示すと表Ⅳ-2-1-1-①-9 のとおりである。殿町では、坂戸に比べて移動時間、収集作業時間ともに長くなっているが、これは表Ⅳ-2-1-1-①-10 に示すとおり、収集エリアの走行距離や集積所数及び当日の収集ごみ重量の違いによるものである。

表Ⅳ-2-1-1-①-9　川崎区殿町の作業時間

所要時間	自動追尾実施日(11/22)
移動時間	0:13:04
収集準備時間	0:00:18
収集作業時間	0:26:24
1 人作業時間	0:02:41(割合 10.2%)
2 人作業時間	0:23:43(割合 89.8%)
発車準備時間	0:08:27
移動及び収集時間計	0:48:13
中断停車時間	0:30:52
待機停車時間	0:06:20
総合計	1:25:25

表Ⅳ-2-1-1-①-10　公道実証試験の収集エリアの状況

項　目	高津区坂戸 11/10	高津区坂戸 11/24	川崎区殿町 11/22
収集エリアの走行距離	420m 程度		1,440m 程度
集積所数	13 箇所	13 箇所	20 箇所
収集ごみ重量	590kg	494kg	1,057kg

ｃ）停車位置の的確性

11/24 高津区坂戸の自動追尾実施日において、自動追尾走行の'Stop Here'及び'Stop Now'で停車した集積所の停車位置の状況は以下のとおりである。

昨年度の収集現場の調査結果から把握した作業性に支障のない停車位置（道路端から幅方向に 0.5m 程度、車両後部が集積所の前方 1m 程度）と比較すると、集積所⑧では GNSS の受信状態が一時的に悪化し位置精度が低下したことで、道路幅方向に離れて停車したが、それ以外は概ね的確な停車位置であった。また、道路の前後方向については、概ね的確な停車位置であったが、歩道と道路の間に植栽があることから、作業性を考慮し植栽が干渉しにくい停車位置としたため、集積所⑪のように少し離れた停車位置となった箇所もあった。

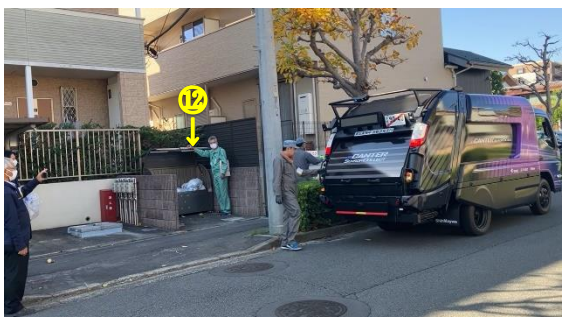
集積所⑤

集積所⑥⑦

集積所⑧

集積所⑨⑩

集積所⑪



集積所⑫

図Ⅳ-2-1-1-①-1　高津区坂戸の自動追尾運転時の集積所停車位置

11/22 川崎区殿町の自動追尾実施日において、自動追尾走行の'Stop Here'で停車した集積所の停車位置の状況は以下のとおりである。

いずれも昨年度の収集現場の調査結果から把握した作業性に支障のない停車位置（道路端から幅方向に 0.5m 程度、車両後部が集積所の前方 1m 程度）と比較し、概ね的確な停車位置であった。

集積所 2

集積所 3

集積所 4

集積所 1 5

集積所 1 7

集積所 1 8

集積所 6

（画面に収まらない距離の離れ方のため写真を合成：曲がって見えるが直線道路）

なお、集積所 6 に対して車両の停車位置が離れているのは、交差点（T 字路）を避けて停車させたためである

図Ⅳ-2-1-1-①-2　川崎区殿町の自動追尾運転時の集積所停車位置

d）収集作業員等のコメント

公道実証試験の結果について、実際に収集作業を行った作業員 A 及び作業員 B のコメントは以下のとおりであり、実証試験は可能性としては非常に興味ある取り組みで、今後のごみ収集に大きな変革をもたらす可能性は垣間見たということであった。実証試験車両が騒音が少ない EV であり、早朝や学校の近くなどで長所を生かせるという反面、架装部の動力源が ON になっているかどうかが分かり難く、その表示があると安心できるということもあるが、作業負担軽減という面では、車の乗り降りは作業員にとってはとても負担になるため、期待できるというものであった。

表Ⅳ-2-1-1-①-11　公道実証試験時に収集作業を行った収集作業員のコメント

公道実証試験終了後の作業員 A 及び作業員 B のコメント
自動追尾型 EV ごみ収集車を使った自動追尾の実証実験に関するコメント あくまで実証実験であり、自動追尾の可能性を探る目的と理解しているので、現時点で実用性を判定するのは時期尚早であり、判断できない。 しかし、可能性としては非常に興味ある取り組みで、今後の物流、ごみ収集に大きな変革をもたらす可能性を垣間見た。
車両自体の特徴 ・EV の為、走行時だけでなく、作業時の騒音発生音量が圧倒的に少ない。 ・早朝や学校近くなどではこの長所を活用できる。 ・静粛性ゆえに、PTO がオンの際にディーゼル車で発生するアイドルアップが無いため、ディーゼルから乗り換えた際は、PTO がオンになっているか Off なのかわかりにくい。慣れの問題でもあるが　PTO オンオフの表示などがあれば安心する。 ・ホッパーの開閉がボタン式の自動開閉の為、作業負担の軽減につながる。 ・回転板の動きや、収容については、内燃機関か EV モーターの違いこそあれ、油圧コントロールであるため、特に差異もパワー不足も無いと感じた。
弊社の注目点は下記 2 点の実際の運用 1）50 センチ以内での人感、障害物センサー 2）360 度カメラによる常時監視・センサー
実験では確認できなかったが弊社の知りたい情報 ・無人滑走の防止装置など ・坂道での無人滑走の防止装置があるか？ ・無人滑走防止とセンサの連動など
上記コメントへのヒアリング
項目１．「可能性としては非常に興味ある取り組みで、今後の物流、ごみ収集に大きな変革をもたらす可能性を垣間見た。」とコメントいただきました。実際のごみ収集で使用するためには解決しなければならない課題が多いのですが、それらの課題を解決する方向性を検討するため、どのような「可能性」があるか、何かお考えがあれば教えていただきたいと思います。
（収集作業員の回答） ごみ収集の現場において、常に問題となるのは

	あ）交通事故 い）人手不足（高齢化も含む） う）作業環境　徒歩移動の多さ 実際の現場では、例えば　殿町の実証実験の区間は２０分以内で完了しているとのこと。 しかし、短時間での稼働と、リスクは比例関係にあります。 今回、自動運転（半自動運転）の実験では、スペック上では GNSS で 50 センチ以内のピンポイントロケーション設定が可能となること。 そうなると、GNSS 情報とドライバーで収集車をガイドしつつ、その日その日のルートも、決まったコースではなく、ごみの量や他の収集車と連動したルーティングの可能性も考えられる。　また、通過スポットは情報共有されるので、配車の即応体制も可能となる。 従って、上述のあ）～う）の解決にとって　好条件がもたらされる。 効率化により作業員の負担を減らすことができる。 作業環境は、完全週休二日だけでなく、土日も休みをとるなど、求人しやすい環境となる。
	項目２．自動追尾機能がトラブルなく、かつスムーズに動くようになった場合を想定しますと、ごみの集積所が近接している地域においては運転手が収集車の乗り降りをする必要がなくなります。これによって収集の作業負担が軽減されることが期待できないでしょうか。また、作業負担の軽減のために考慮すべき課題はあるでしょうか？
	（収集作業員の回答） 現状の収集方法をそのまま当てはめると、確かにそれはあると思います。 本来、戸別収集はしない方針らしいのですが、現実は近隣住民とのいさかいなど、やむにやまれぬ事情で短い距離で多くのポイントが設定されている箇所が目につきます。 実際に作業を体験すると、特に初心者はよくわかるのですが、車の乗り降りがかなりしんどい動作であることに気が付きます。 ごみの収集よりも、車に乗り込む、降りる作業がとても作業員には負担になります。また、交通時のリスクにも発展します。 従って、この点では期待の通りだと思いますが、別の視点でとらえますと・・・ これは、自動運転とは関係なく、車体の構造に由来するものであり、Ａ地点からＢ地点まで荷物を運ぶトラックを塵芥車に流用していることが原因なので、経済的な条件がととのえば、超低床キャビン・スライドドアの開発もＥＶとともに進めていただければ解決する問題です。 自動追尾のメリットにはなりますが、間接的な解決策です。

表Ⅳ-2-1-1-①-12　公道実証試験に立ち会った川崎市職員のコメント

1．自動追尾機能により作業負担が軽減されていると思いますか？ 次から選んでください。またそのように思われた理由を教えてください。 ①作業負担が軽減されていると思う ②作業負担が軽減されているとは思わない	
①を選択した職員	無し
②を選択した職員	（理由） ・システム上、車が動かなくなったり、集積所から離れて止まる等したため、効率が良くなるとは思えなかった。 ・車が動くまでの待ち時間が長かった。 ・今回の実証実験時点での技術開発のレベルでは、作業負担の軽減への寄与について判断するのは難しい
2．自動追尾機能をさらに改良すれば作業負担が軽減されると思いますか？ 次から選んでください。また、そのように思われた理由や改良すべき点を教えてください。 ①改良されれば作業負担が軽減されると思う。 ②作業負担が軽減されるとは思わない。	
①を選択した職員	（理由や改善すべき点） 実際に人が運転した場合と遜色ないレベルで走行ができれば良いと思うが、人や障害物の認識がしっかりとできなければ難しいと思った。
②を選択した職員	（理由や改善すべき点） 今回の実証では収集に時間が掛かり過ぎていた。また、収集現場は日々条件が違う中で作業を行うため、実用化には時間を要すると思われる。
3．収集作業の安全に関して気になったことがあれば教えてください。	
・集積所に寄せて停車ができなかったため、対向車とのすれ違いが難しくなっていた。 ・他の車や、歩行者に対する安全距離等が分からなかった。 ・今回の実証の結果から判断するのは難しい	
4．自動追尾型 EV ごみ収集車の今後の技術開発の参考とさせていただきますので、技術開発の方向性や内容について、ご意見があればお聞かせください。	
・記載なし	

以上のような作業効率等という観点からの結果について、作業負担軽減の面では、自動追尾機能を使用することにより、乗り降りの回数を軽減できた分、運転者の負担軽減につながるということが確認できた。ごみ収集車は座席が高い位置にあるため、車両への乗り降りをするということだけでも身体的な負担になることから、その回数を減らすことができれば負担軽減になる。

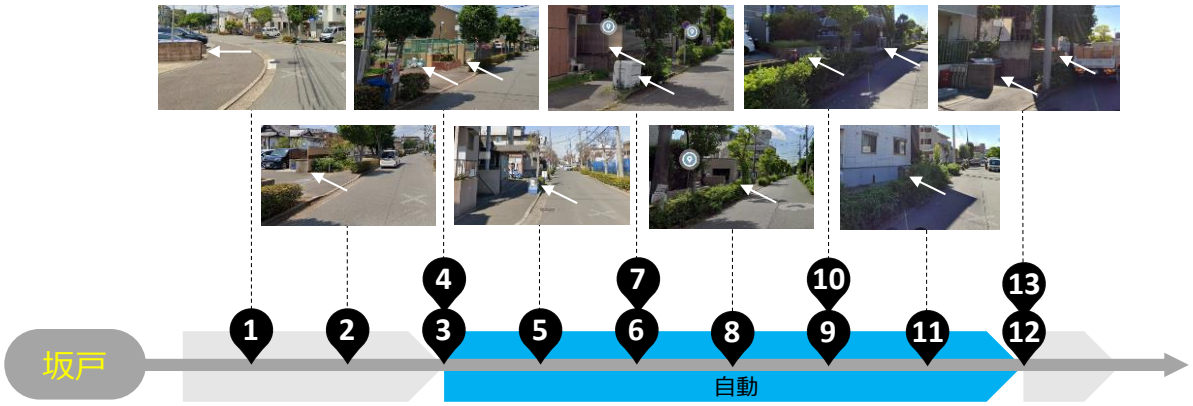
作業効率面では、自動追尾機能を使用することにより、運転者がより早く収集作業に加わることができ、作業効率が向上するとともに、収集作業負担軽減が期待できることが確認できた。

今後は収集作業員の不足や高齢化が一層進む懸念があるため、作業負担の軽減が期待できることは大きな意味を持つと考えられる。

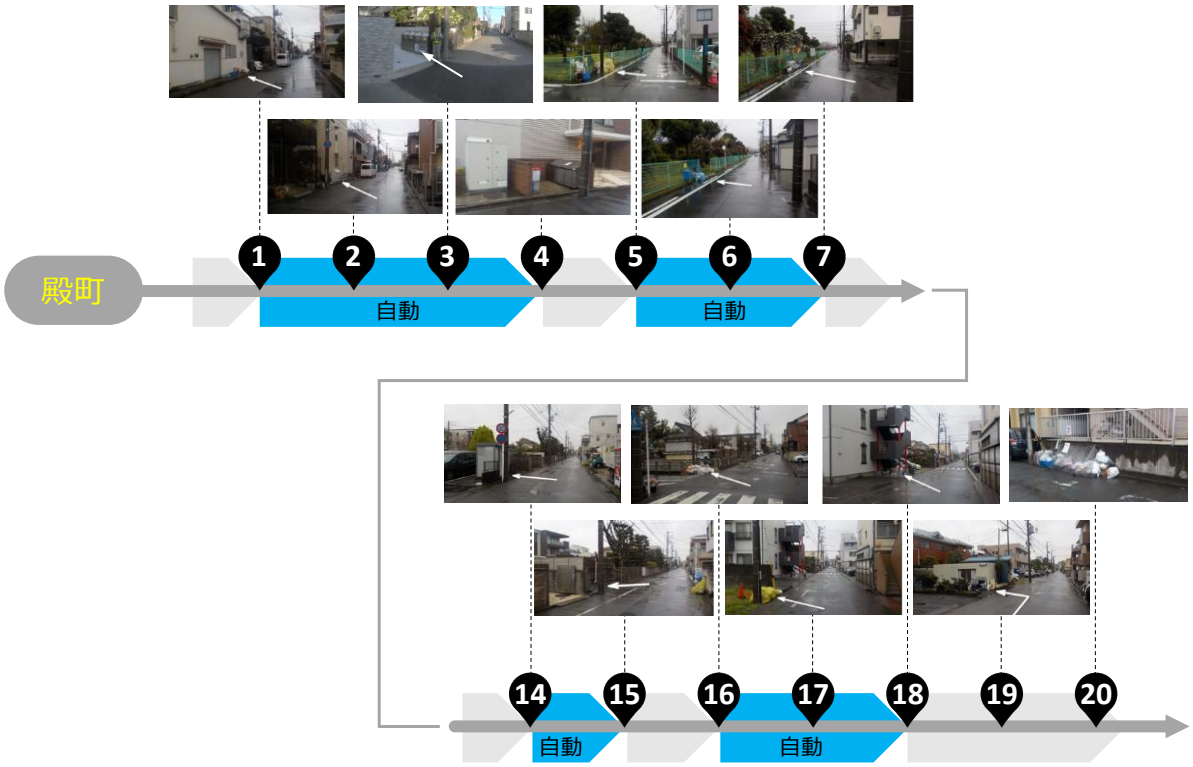
ただし、移動等に要した時間は、自動追尾機能を使用した場合に手動運転時よりも長くなったため、追尾速度、追従性の向上等により、所要時間を短縮させて手動運転時に近づけることが課題である。

②自動追尾システム

試験走行した坂戸地区、殿町地区の自動運転区間と各集積所の写真を図Ⅳ-2-1-1-②-1、図Ⅳ-2-1-1-②-2に示す。自動追尾システムが作動した自動運転区間について、前述の各評価項目を纏めた。



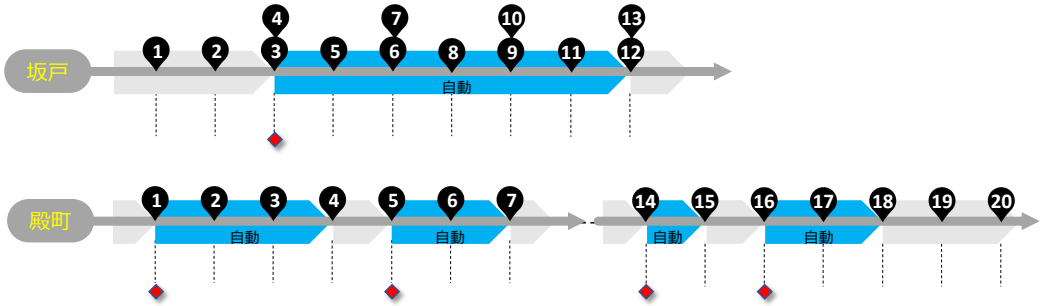
図Ⅳ-2-1-1-②-1　坂戸地区の自動運転区間と集積所の写真



図Ⅳ-2-1-1-②-2　坂戸地区の自動運転区間と集積所の写真

ａ）初期認識、運転者登録

初期認識と運転者登録は、自動運転を開始するところで必要となるため、図Ⅳ-2-1-②-3に示す赤◇の地点で、運転者が運転席から降車した時に追跡対象として認識できているか確認をした。



図Ⅳ-2-1-②-3　初期認識と運転者登録の評価地点

【坂戸】計１カ所

全ての地点で問題なく認識できた。

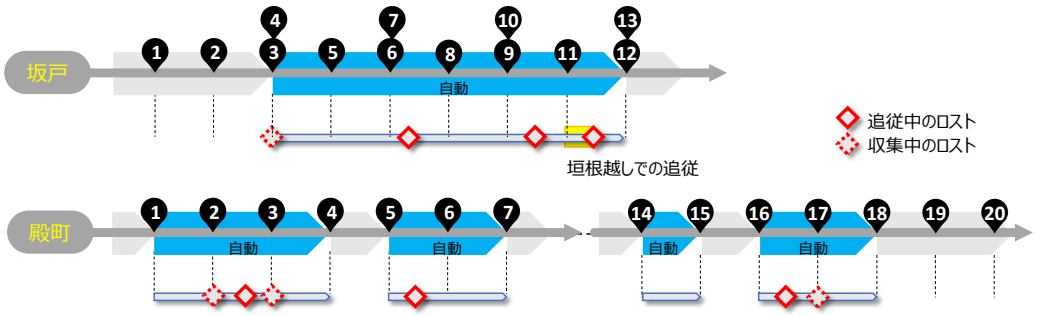
【殿町】計４か所

全ての地点で問題なく認識できた。

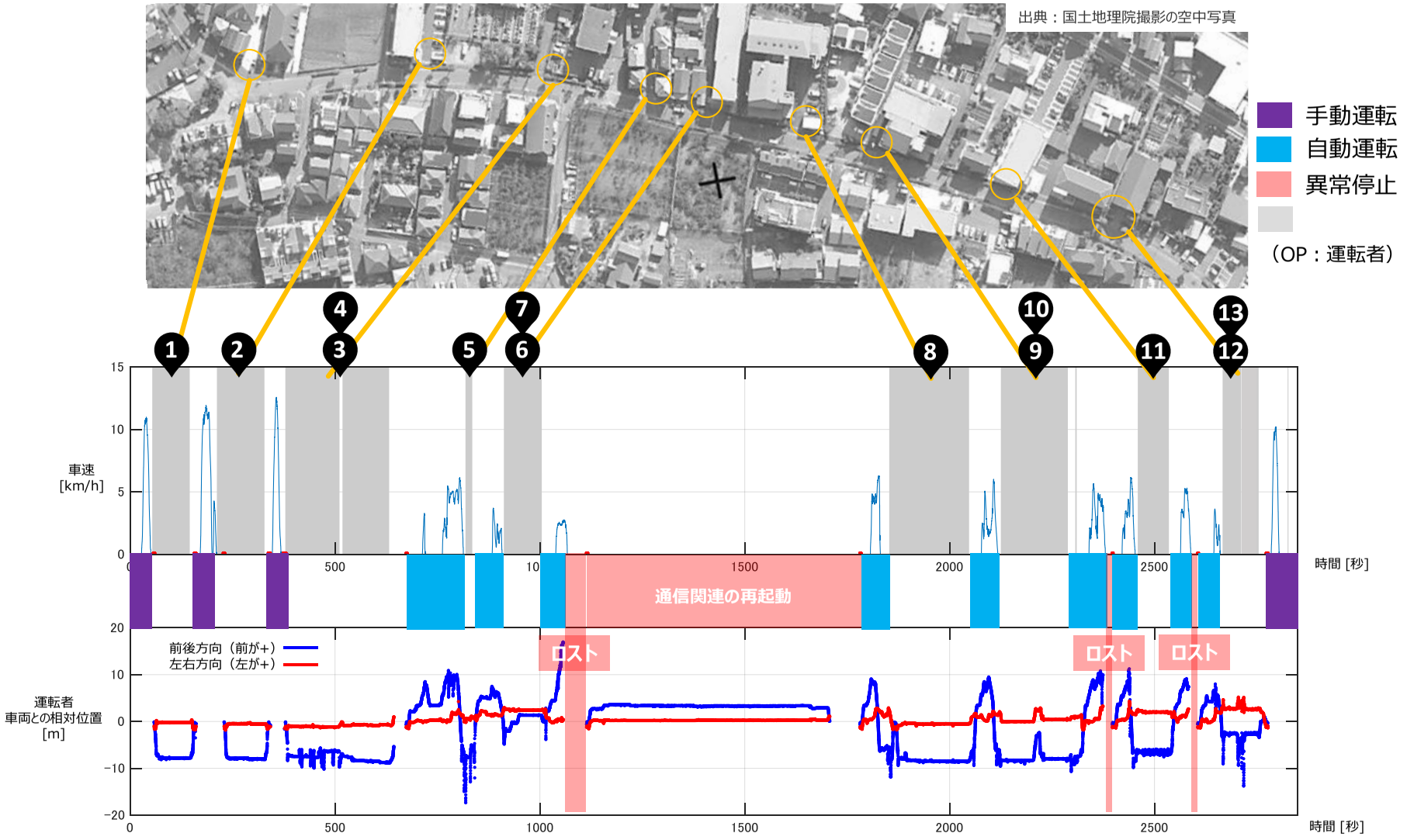
ｂ）運転者のトラッキング

運転者が登録された後、運転者は、追従走行中は車両前方、ごみ収集中は車両後方、その間は車両側方を移動するが、自動運転中に継続して運転者を追跡できたか確認した。評価は図Ⅳ-2-1-1-②-4に示す自動運転中の区間で、同図にトラッキングの結果を示した。

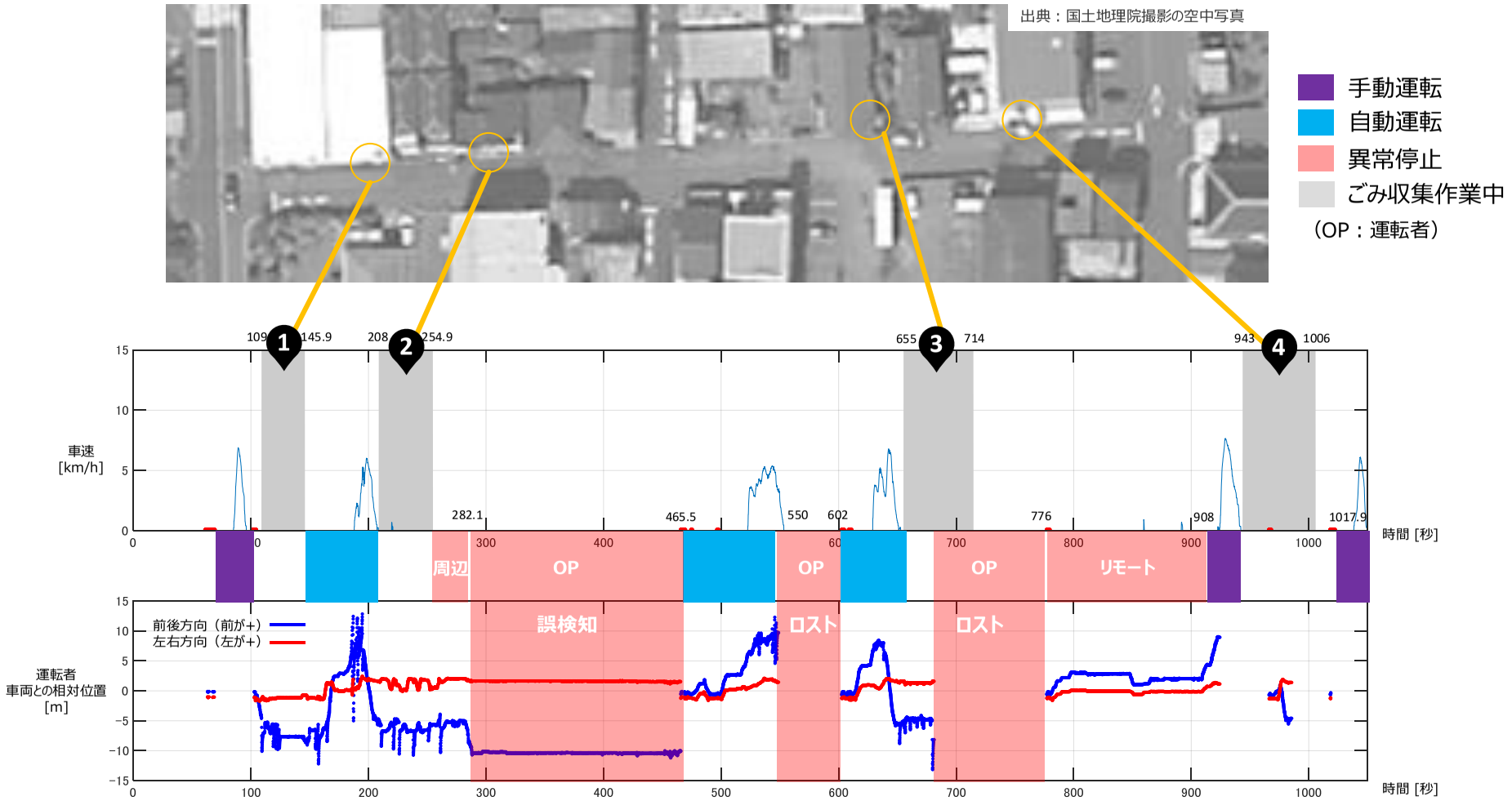
また、図Ⅳ-2-1-1-②-5に坂戸、図Ⅳ-2-1-1-②-6に殿町での車速と運転者の認識結果を示す。図中に、運転モードとごみ収集作業中の状態、さらに運転者の認識状態（赤ハッチング部は運転者をロストした状態）を追記した。



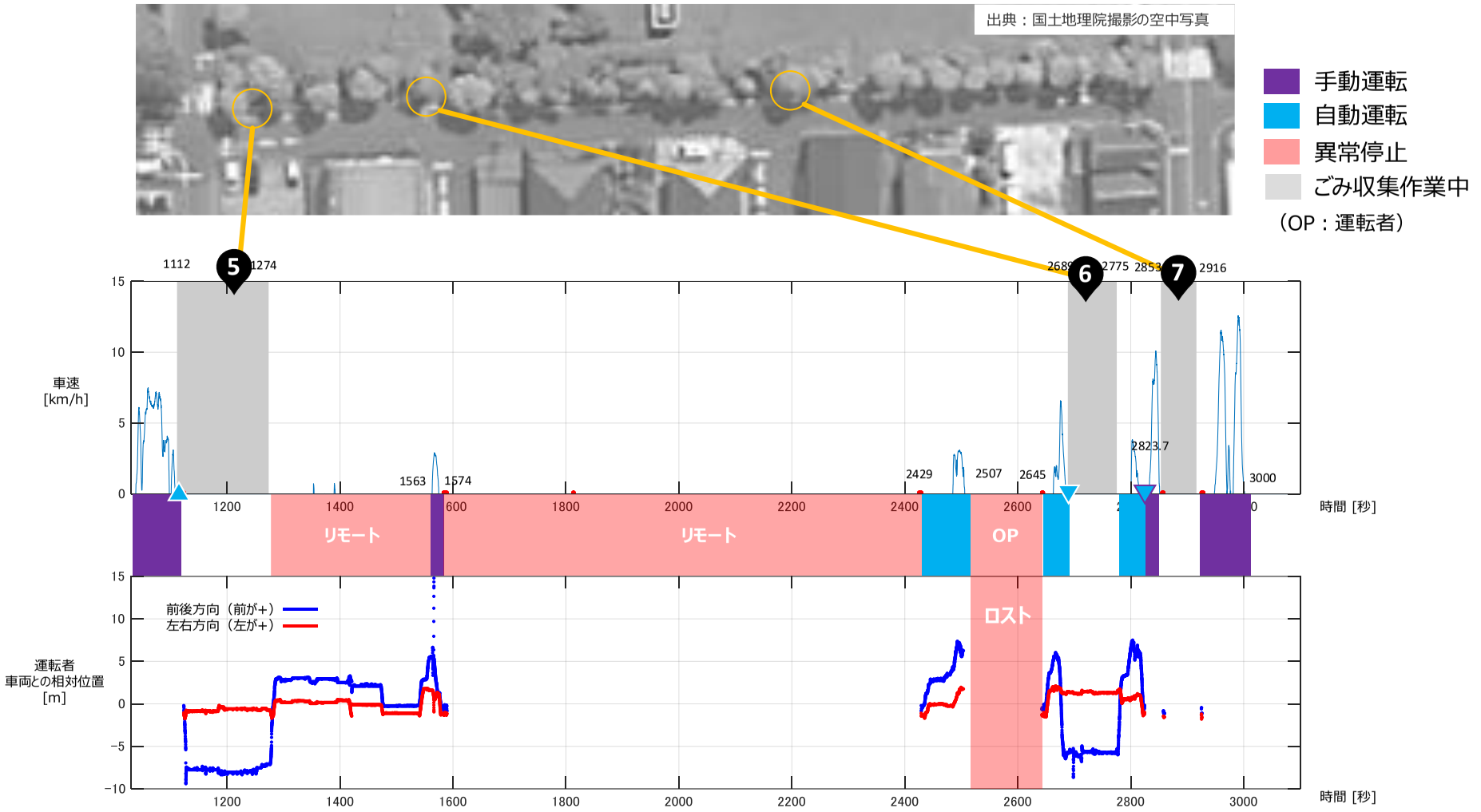
図Ⅳ-2-1-1-②-4　運転者のトラッキングの試験結果



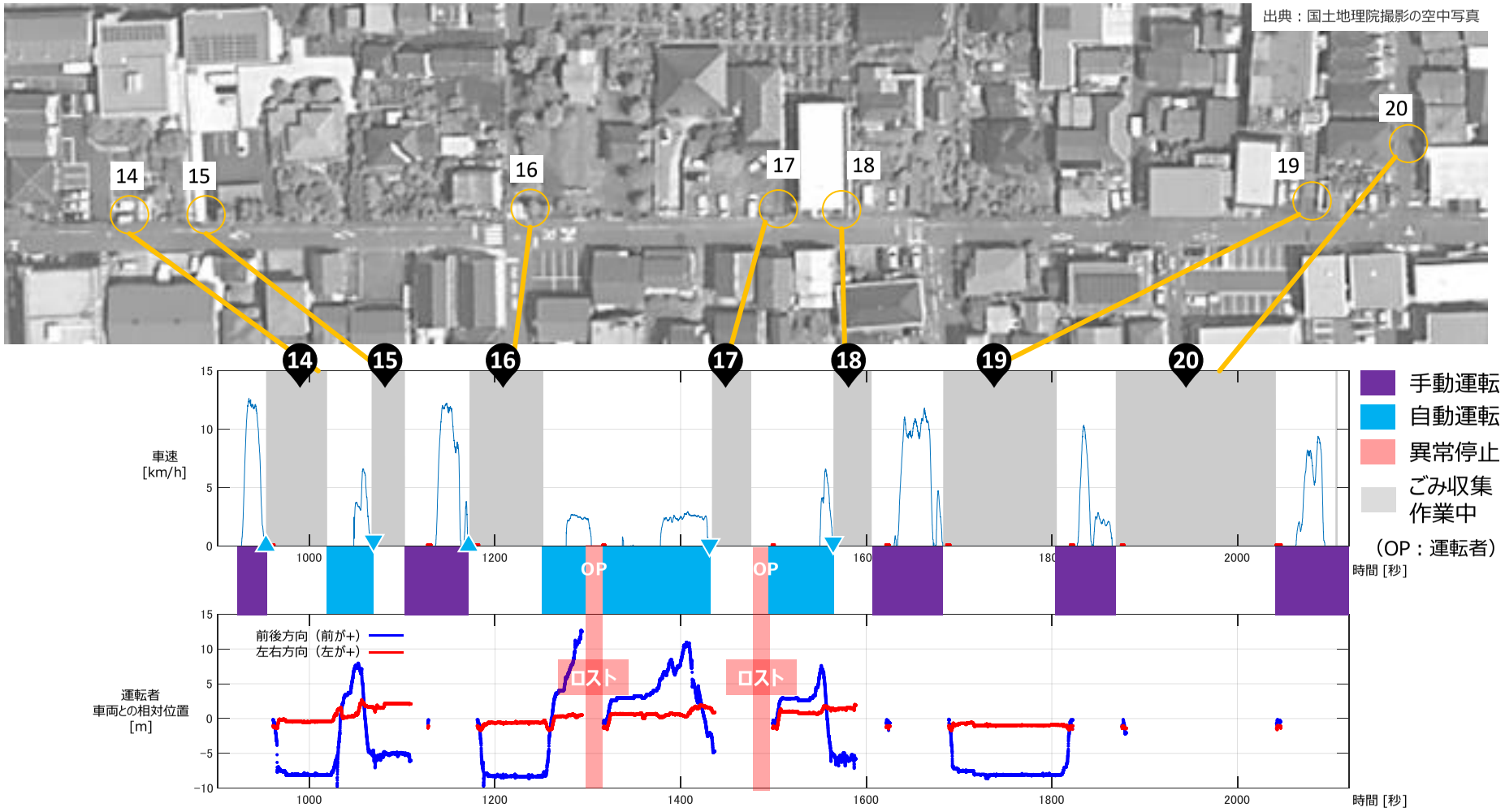
図Ⅳ-2-1-1-②-5　坂戸での走行結果（車速と運転者の位置）



図Ⅳ-2-1-1-②-6_1　殿町（その 1）での走行結果（車速と運転者の位置）



図Ⅳ-2-1-1-②-6_2　殿町（その 2）での走行結果（車速と運転者の位置）



図Ⅳ-2-1-1-②-6_3　殿町（その 3）での走行結果（車速と運転者の位置）

【坂戸】追従中に 3 回、収集中に 1 回の運転者ロストが発生

【殿町】追従中に 3 回、収集中に 3 回の運転者ロストが発生

いずれの地区においても、運転者をトラッキングして追従走行できたが、途中で何回か運転者をロストして追従走行ができず、停止する場面があった。

追従中のロストについては、

・近傍や後方に見える歩行者を間違えて運転者と誤検知、

・車両の追従が間に合わず、車と作業員の相対位置が離れて検知が困難、

・垣根越しを歩行中に電柱などの路側物による遮蔽、

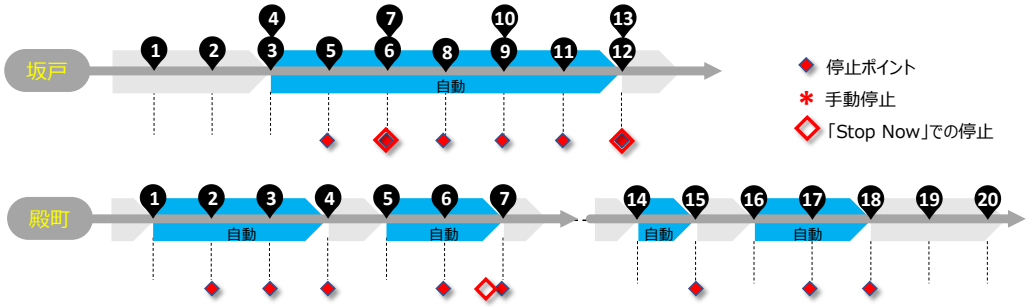
によってトラッキングできなくなった。図Ⅳ-2-1-1-②-7 に運転者が電柱により遮蔽されロストした場所の写真を示す。公道のような複雑な道路環境においても安定してトラッキングができるように、運転者の位置を予測するロジックを追加するなどしてカメラシステムの改良が必要と考えられる。

収集中のロストについては、近傍の撮影者や遠方の実験参加者を運転者として誤検知してしまった。想定外に人物が多かった周辺にいることが原因で、安定性の向上が必要であることが明らかになった。

図Ⅳ-2-1-1-②-7　運転者をロストした状況

ｃ）発進、追従、停止

自動運転区間中の発進、追従、停止の一連の動作について確認した。停止については、前述のとおり3通りの停止方法があるが、基本的には'Stop Here'で停止させ、必要に応じて'Stop Now'で停止させた。'Stop at Garbage Point'については、公道以外で評価を実施した。評価は図Ⅳ-2-1-1-②-8に示す自動運転中の区間で、同図に想定される停止ポイントと'Stop Here'以外で停止したポイントを示す。



図Ⅳ-2-1-1-②-8　停止の評価地点と試験結果

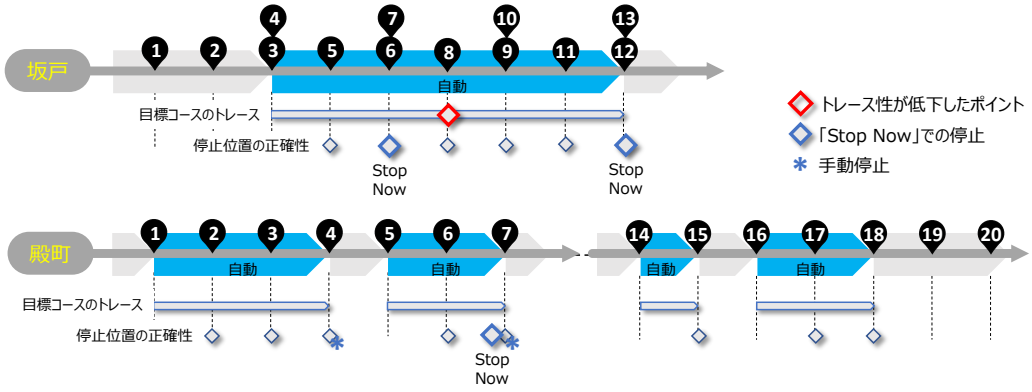
【坂戸】2カ所を除いて全て'Stop Here'で停止
【殿町】1カ所は'Stop Now'、2カ所は手動で停止、
それ以外は'Stop Here'で停止

坂戸では2カ所で'Stop Now'で停止した。ここは、集積所の間隔が短い（約10m）場所であったため、'Stop Here'での制御ができず'Stop Now'を使用した。殿町では、自動運転で回避が難しい駐車中の工事車両が存在したため（集積所No.6と7の間）、'Stop Now'で一旦停止、次の集積所まで手動で移動した。また、システムトラブルにより自動走行が不可能となり、手動に切り替えて次の集積所まで走行する場合があった（集積所No.4）。

このように、集積所の間隔が広い場合は、現仕様でも問題なく使用可能だが、集積所の間隔が狭い場合には、運転者は次の集積所の位置を事前に把握して停止方法を選ぶ必要があった。実用化にあたっては、運転者の操作負担を考慮する必要があり、車両位置の微修正の機能や、運転者が悩まず操作できるユーザーインターフェースの開発が引き続き必要と考えられる。

d）目標コースのトレース、停止位置の正確性

GNSSの自己位置推定で予め定められたルートを正確にトレースできているか、'Stop Here'によって指示された位置に車両後端を合わせて誤差1m程度で停止できているか確認した。図Ⅳ-2-1-1-②-9に目標コースのトレースを評価する区間、停止位置の正確性を評価する停止ポイントを示す。



図Ⅳ-2-1-1-②-9　トレース性と正確性の評価地点と試験結果

まず停止位置の正確性について、表Ⅳ-2-1-1-②-1に各集積所での目標停止位置（運転者が'Stop Now'をリモート端末から指示した位置）からズレを纏めた。'Stop Now'、手動で停止した場所以外は'Stop Now'で停止し、概ね誤差1m以内で停止できたが、坂戸No.11と殿町No.17ではズレ量が大きくなった。これは、運転者が'Stop Here'を指示した時点で運転者の位置を目標停止位置に設定するのだが、運転者と車両との相対位置が離れていたため、カメラシステムが認識した位置の誤差が大きく、その結果、停止位置がずれてしまったと考えられる。カメラシステムの更なる精度向上が必要と考えられる。

表Ⅳ-2-1-1-②-1　各集積所での目標停止位置からズレ

【坂戸】

集積所No.	5	6	8	9	11	12
前後方向ズレ[m]	+1.3	Stop Now	+0.5	+1.8	+2.5	Stop Now

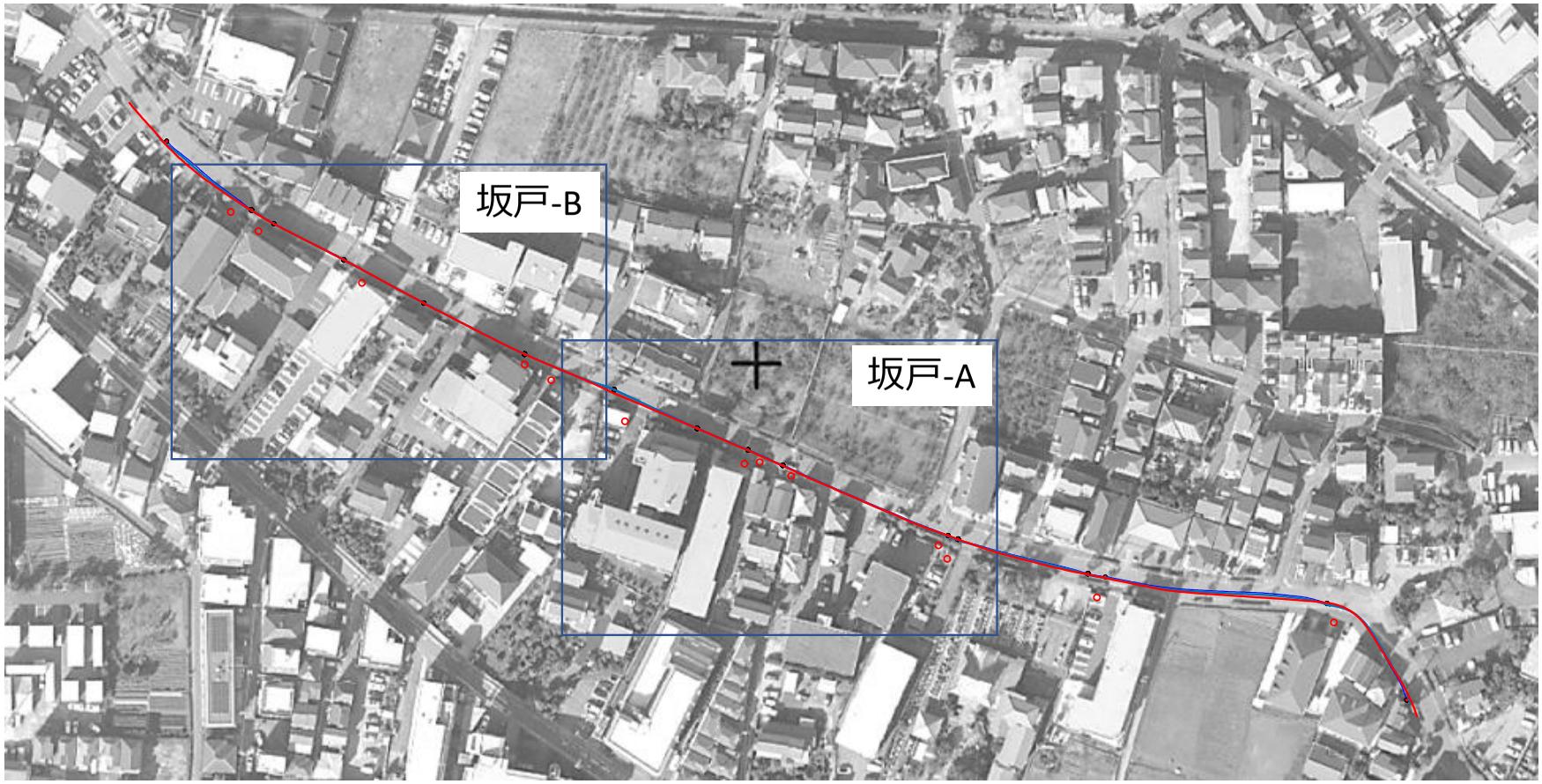
【殿町】

集積所No.	2	3	4	6	7	15	17	18
前後方向ズレ[m]	-0.8	-0.2	手動運転	+0.5	手動運転	-1.1	-3.6	-0.7

目標位置に未達の場合を負、超過の場合を正とする

次に、目標コースのトレースについて、図Ⅳ-2-1-1-②-10 に坂戸、図Ⅳ-2-1-1-②-11 に殿町での目標コースと実際の走行軌跡の結果を示す。

坂戸-全体



出典：国土地理院撮影の空中写真

図Ⅳ-2-1-1-②-10_1 坂戸の目標コースと走行軌跡（全体）

坂戸-A

図Ⅳ-2-1-1-②-10_2 坂戸の目標コースと走行軌跡（前半）

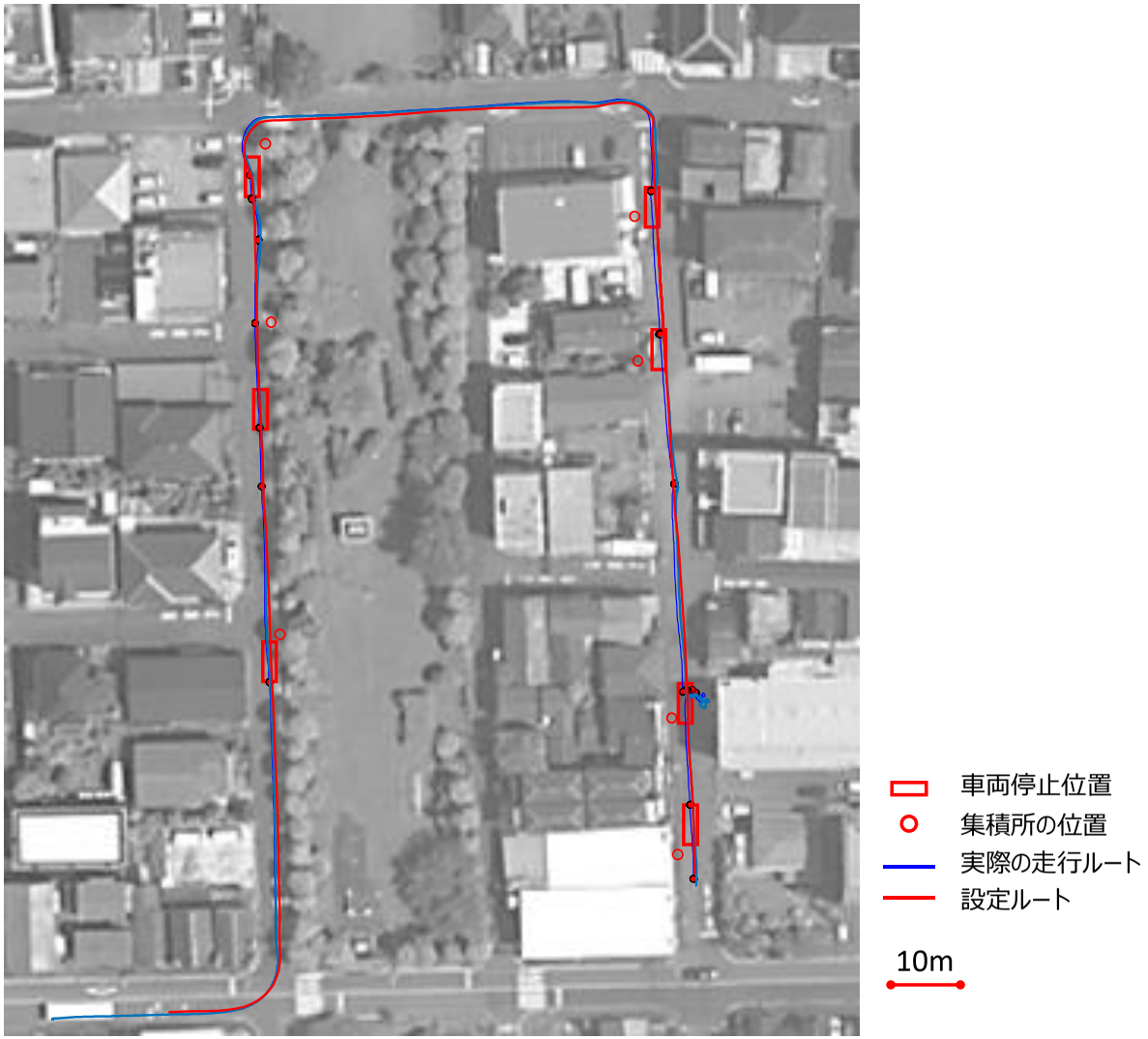
坂戸-B

図Ⅳ-2-1-1-②-10_3 坂戸の目標コースと走行軌跡（後半）

殿町-全体

図Ⅳ-2-1-1-②-11_1 殿町の目標コースと走行軌跡（全体）

殿町-A



出典：国土地理院撮影の空中写真

図Ⅳ-2-1-1-②-11_2 殿町の目標コースと走行軌跡（前半）

殿町-B

出典：国土地理院撮影の空中写真

車両停止位置
集積所の位置
実際の走行ルート
設定ルート
10m

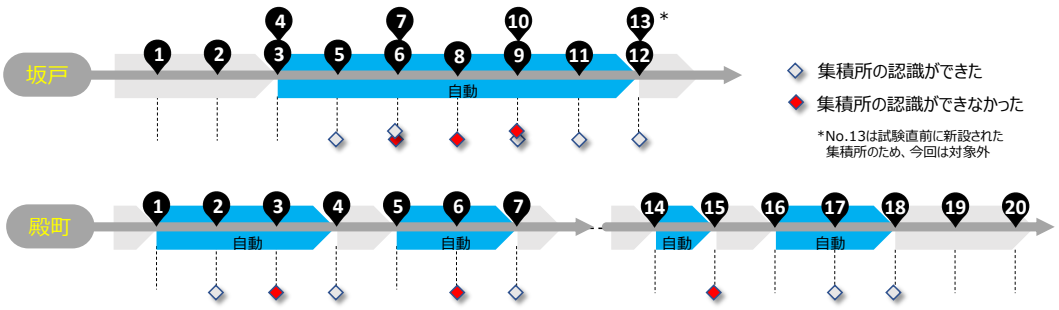
図Ⅳ-2-1-1-②-11_3 殿町の目標コースと走行軌跡（後半）

試験の結果、いずれの地区においても、自動運転区間において目標コースのトレースできていることを確認した。但し、坂戸の集積所 No.8 で停止し時に、目標ルートから横方向に 50 ㎝程度ずれてしまった。その時の停止状態の写真を図Ⅳ-2-1-1-②-12 に示す。これは、GNSS の受信状態が一時的に悪化し位置精度が低下したためであり、位置精度を向上させるために、GNSS だけではなく他のセンサー情報も併用した自己位置推定の開発が必要と考えられる。

図Ⅳ-2-1-1-②-12　坂戸　集積所 No.8 での停止位置

ｅ）ごみ情報の計測

自動追尾システムで車両を停止するひとつの機能である'Stop at Garbage Point'では、目標の停止ポイントを先にある集積所の位置とする。公道では本機能を作動させなかったが、センサーが集積所の位置をどの程度認識できていたか確認した。図Ⅳ-2-1-1-②-13に評価地点での集積所の認識状況を示す。また、表Ⅳ-2-1-1-②-2に、センサーが集積所を認識開始した距離を纏めた。



図Ⅳ-2-1-1-②-13　ごみ情報の評価地点と認識結果

表Ⅳ-2-1-1-②-2　集積所の認識開始距離

【坂戸】

集積所No.	5	6	7	8	9	10	11	12
開始距離[m]	7.5	13	不可	不可	5.5	不可	8.5	14.5

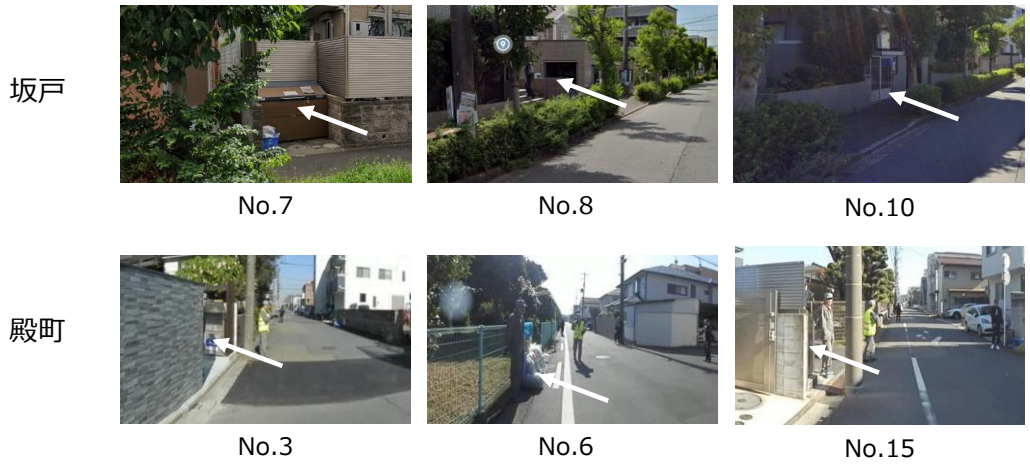
【殿町】

集積所No.	2	3	4	6	7	15	17	18
開始距離[m]	7.2	不可	4.8	不可	13.4	不可	9.4	6.8

センサーが集積所を検知し始めた距離

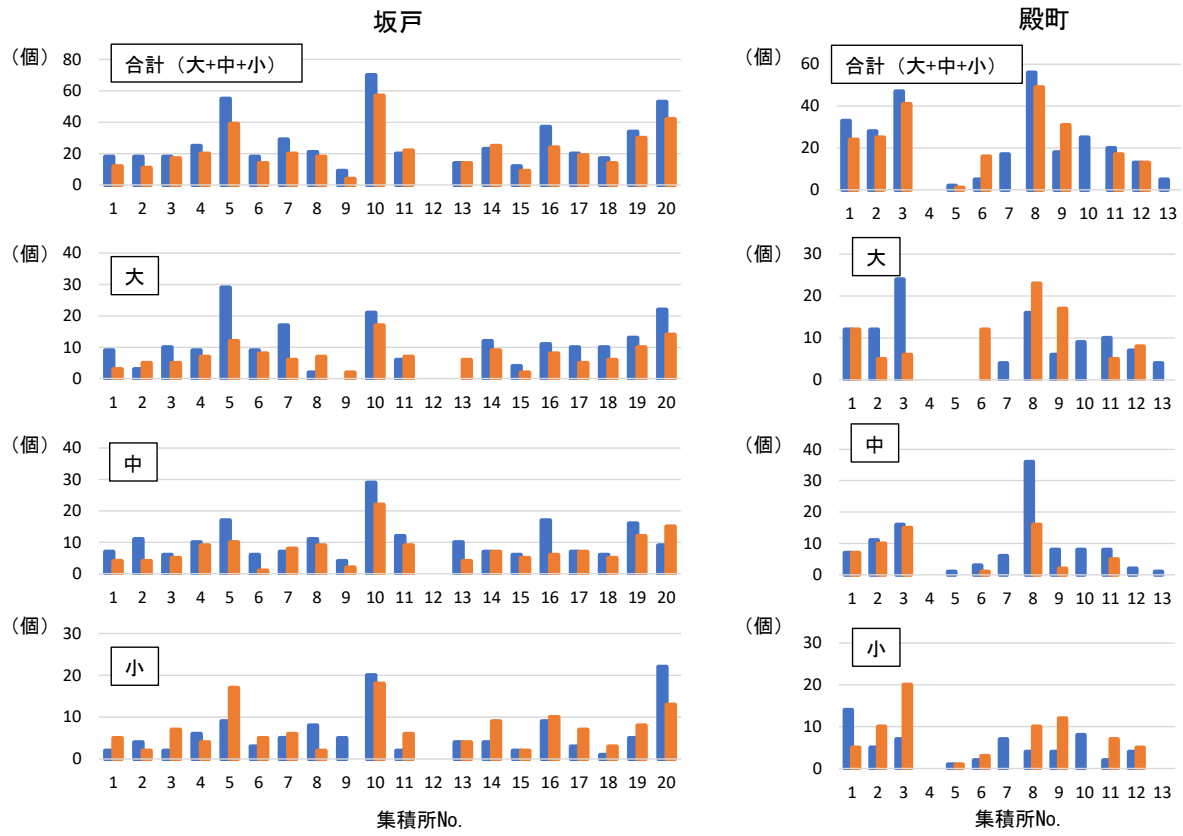
例えば、7.5mの場合、車両が集積所手前7.5mで、システムが集積所を認識

試験の結果、システムが集積所の手間約10mから、近くても5m付近から集積所を認識できていることを確認した。但し、数カ所の集積所において、認識ができない結果となった。図Ⅳ-2-1-1-②-14に認識できなかった集積所の写真を示す。図から分かるように、集積所が道路や歩道から奥に入った場所や、電柱越しで見えにくい場所に設置されている。車両から直接見ない集積所の場合、自律センサーでは検知が難しく、別の方法で位置を特定する必要がある。



図Ⅳ-2-1-1-②-14　認識ができなかった集積所

また、システムはパッカー部に投入されたごみ袋の数と大きさ（大中小）を認識しているので、システムがリアルタイムで認識したごみ袋個数と、認識で使用した画像を録画しておき実証試験後に動画を見て手動で計数したごみ袋の個数を比較した。結果を図Ⅳ-2-1-1-②-15に示す。



図Ⅳ-2-1-1-②-15　ごみ袋の認識結果

ｆ）安全機能

本公道実証実験において障害物への接触などの事故は発生しなかった。逆に近接した雑草や撮影者など周辺にいた人・物を超音波センサーやカメラで検知して自動停止し動けなくなることが多数発生した。図Ⅳ-2-1-1-②-16にその時の一例を示す。狭い道路で使われることが多いごみ収集車の自動化において、障害物を区別するロジック改良を検討する。

植栽の画像	動画撮影者の画像

図Ⅳ-2-1-1-②-16　安全機能が作動した場面

ｇ）システム障害

・リモート端末通信障害

リモート端末との通信不良が多数発生した。これはリモート端末と車両システム間の通信が途絶したわけではなく、リモート端末と車両システムが同期しなくなったことが原因であった。車両周辺に障害物が出現して非常停止した時は安全のため自車両システムは停止した後手動モードに自動的に切り替わり、運転者が車内に戻って再度自動追尾モードに変更し、リモート端末と車両システムを再同期させる必要がある。この再同期のプロセスがうまくいかず通信不良となった。

・システム障害

殿町地区の集積所⑤から出発しようとしたところで、リモート端末が全く車両システムと通信しなくなる事象が発生した。車両側から発信されているはずの初期化ステータス信号が受信できなくなった。

原因は、リモート端末上に設定されている環境パラメータのうち、車両システムの IP アドレスが書き換わっており、車両システムが Wifi 通信上で見つからなくなってしまったためであった。この現象はそれ以降再現していないため原因は不明であるが、サイバーセキュリティーの観点も含め、ステータス監視・バックアップを強化する必要性が認められた。

③電費及び CO2 排出量

ａ）電力消費量

公道実証試験における走行距離と電力消費量は表Ⅳ-2-1-1-③-1 のとおりである。

自動追尾型 EV ごみ収集車が車両基地を出発してから収集エリアで積込作業を行い、そこから中間処理施設までの運搬、並びに車両基地に帰着するまでの移動を含めた全行程の電費（走行及び架装部の合計）は、坂戸の自動追尾実施日においては 2.08km/kWh という結果であった。これは、令和 3 年度に行った EV ごみ収集車の導入事例調査で得られた事例（川崎市及び所沢市の電費記録）の年平均値と概ね同程度であった。

また、自動追尾型 EV ごみ収集車の車両基地から収集エリアでの積込作業終了時までの電費（走行及び架装部の合計）は、坂戸の手動運転日が 1.25km/kWh（ごみ収集量：590kg)、坂戸の自動追尾実施日が 1.23km/kWh（ごみ収集量：494kg)、殿町の自動追尾実施日が 1.22m/kWh（ごみ収集量：1,057kg）であり、ごみ収集量に多少の違いはあるものの、概ね同程度であった。

表Ⅳ-2-1-1-③-1　公道実証試験における走行距離と電力消費量

項　　目	走行メータ計測値 (km)	走行距離 ① (km)	バッテリー残量計測値 ② (%)	バッテリー残量 41×②/100 (kWh)	電力消費量 ③ (kWh)	電費 ①／③ (km/kWh)
11/10 坂戸手動運転日（トータルごみ収集量：590kg）						
車両基地　出発時	694.44	0	100	41	—	—
坂戸収集エリア　開始時	700.84	6.4 車両基地～坂戸の移動距離	89.5	36.695	4.305	1.49
坂戸収集エリア　終了時	701.25	0.41 坂戸収集エリアの全長	86.7	35.547	1.148	0.36
収集エリア終了までの計	—	6.81	—	—	5.453	1.25
11/24 坂戸自動追尾実施日（ごみ収集量：494kg）						
車両基地　出発時	834.54	0	100	41	—	—
坂戸収集エリア　開始時	840.97	6.43 車両基地～坂戸の移動距離	89.9	36.859	4.141	1.55
坂戸収集エリア　終了時	841.41	0.44 坂戸収集エリアの全長	86.4	35.424	1.435	0.31
収集エリア終了までの計	—	6.87	—	—	5.576	1.23
中間処理施設到着時 (王禅寺処理センター)	853.67	12.26 坂戸～王禅寺処理センターまでの移動距離	72.4	29.684	5.740	2.14
車両基地　帰着時	871.50	17.83 王禅寺処理センター～車両基地までの移動距離	56.7	23.247	6.437	2.77
全工程計	—	36.96	—	—	17.753	2.08
11/22 殿町自動追尾実施日（ごみ収集量：1,057kg）						
車両基地　出発時	794.42	0	100	41	—	—
殿町収集エリア　開始時	804.82	10.41 車両基地～殿町の移動距離	83.4	34.194	6.806	1.53
殿町収集エリア　終了時	806.26	1.44 殿町収集エリアの全長	76.4	31.324	2.870	0.50
収集エリア終了までの計	—	11.85	—	—	9.676	1.22

・車両基地：三菱ふそうトラック・バス株式会社川崎製作所
・車両搭載バッテリー容量(S サイズ)：41kWh
・収集エリア開始時の電費(km/kWh)が低いのは、車両基地内で 1 時間以上前からスタンバイのためアイドリング状態での電力消費量が含まれるため

令和３年度の EV ごみ収集車の導入事例調査結果抜粋（電力量は架装部を含む値）

項　　目		走行距離（km）	電力量（kWh）	電費（km/kWh）
カタログ値	厚木市	満充電時 100	バッテリー容量 81	1.23
	川崎市及び所沢市	満充電時　60	バッテリー容量 40	1.50
電費記録	川崎市	年間 12,733	年間消費量 5,508	2.31
	所沢市	年間　9,670	年間消費量 4,383	2.20
		電費月平均 1.91～2.49km/kWh		

ｂ）CO2 排出削減量

事例調査による EV ごみ収集車の電費と自動追尾型 EV ごみ収集車電費とは概ね同程度であることから、表Ⅳ-2-1-1-③-2 に示すとおり、従来型ごみ収集車（ディーゼル車）を EV ごみ収集車に転換した場合の CO2 排出削減量を算出する。

表Ⅳ-2-1-1-③-2　CO2 排出量の算出

（1）EV ごみ収集車からの CO2 排出量：A

a. 廃棄物発電の電力により EV ごみ収集車の充電を行う場合の CO2 排出量（排出量①）

「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づき、温室効果ガスを一定量以上排出する者は、温室効果ガスの排出量を算定し国に報告しなければならない。この「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度（SHK 制度）」による報告においては、廃棄物発電の電力を使う場合の CO2 排出係数はゼロとみなすため、廃棄物発電の電力を使った EV ごみ収集車による CO2 排出量はゼロになる。これを排出量①とする。

排出量①＝0

b. 系統電源から EV ごみ収集車の充電を行う場合の CO2 排出量（排出量②）

系統電源から EV ごみ収集車の充電を行う場合の充電量に見合う系統電源からの CO2 排出量を下記により計算する。これを排出量②とする。

排出量②

＝[電力消費量 kWh]×[0.434 kg-CO2/kWh（CO2 排出係数*1）]

*1：令和３年度全国平均係数　出典：電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)　R5.6.20 環境省・経済産業省公表

なお、上記 a.においては廃棄物発電の電力により充電する場合の CO2 排出量をゼロとしたが、実際には、廃棄物発電の電力により充電すれば、廃棄物焼却施設から外部への売電量が減少し、他の発電所（系統電源）においてその減少分を補うことになり、系統電源からの CO2 排出量が増加する。その増加分は排出量②と同じ値となる。

（2）従来ごみ収集車（ディーゼル車）からの CO2 排出量：B

（従来型ごみ収集車からの CO2 排出量）

＝[走行距離]／[3.56km/L（従来型車両の燃費*1）]×[2.58kgCO2/L（軽油排出係数*2）]

*1：川崎市の実績値（小型ごみ収集車の平均燃費）出典：令和３年度デジタル技術の活用等による脱炭素型循環システム創生実証事業委託業務報告書（令和４年３月）

*2：出典：地球温暖化対策効果算定ガイドブック

(3)従来型ごみ収集車(ディーゼル車)を EV ごみ収集車に転換した場合の CO2 排出削減量

従来ごみ収集車（ディーゼル車）からの CO2 排出量（B）と EV ごみ収集車からの CO2 排出量（A：排出量①、排出量②）の差（B－A）が、従来ごみ収集車からＥＶごみ収集車に切り替えた際の CO2 排出量削減になる。

以下に坂戸の自動追尾実施日[注)]の全行程（車両基地～収集エリア～中間処理施設～車両基地）における CO2 排出量を用いて計算した CO2 排出削減量と CO2 削減率を示す。

注）坂戸の手動運転日及び殿町の自動追尾実施日では、全行程のうち収集エリア～中間処理施設～車両基地における消費電力データが欠損していたため、ここでは全工程でデータを取得できた坂戸の自動追尾実施日における電費データを用いることとした。

実証試験実施時の CO2 排出削減量（対従来ごみ収集車比較）

実証試験実施場所	走行距離 (km)	EV ごみ収集車の電力消費量 (kWh)	従来ごみ収集車	EV ごみ収集車					
			CO2 排出量［B］(kg-CO2)	CO2 排出量［A］(kg-CO2)		CO2 排出削減量［B－A］(kg-CO2) CO2 削減率［（B－A）/B×100］(%)			
				排出量① [ごみ発電]	排出量② [系統電源]	削減量① [ごみ発電]	削減率① [ごみ発電]	削減量② [系統電源]	削減率② [系統電源]
坂戸 11/24 自動追尾	36.96	17.753	26.79	0	7.7	26.79	100	19.08	71.2

2）公道以外での実証試験

公道では安全上の理由や実際に場面に遭遇しなかったため実証できなかった機能について、テストコースで評価した結果を後述する。

表Ⅳ-2-1-2　公道以外での実証試験概要

実証試験日程	
三菱ふそうトラック・バス株式会社 テストコース内	令和 5 年 11 月 17 日（金）センサー耐環境性 雨天
	令和 5 年 12 月 6 日（水）センサー耐環境性 夜間
	令和 5 年 12 月 21 日（木）自動追尾システム

ａ）運転者のトラッキング

今回の実証試験では、十分に評価できていないガードレール越しや垣根越しでの運転者のトラッキングについて、再度、テストコースで評価を行った。また、実際の使用場面として、雨天や夜間も想定されるため、これらの環境においてもカメラセンサーが運転者をトラッキングできるか確認した。

【ガードレール越し】

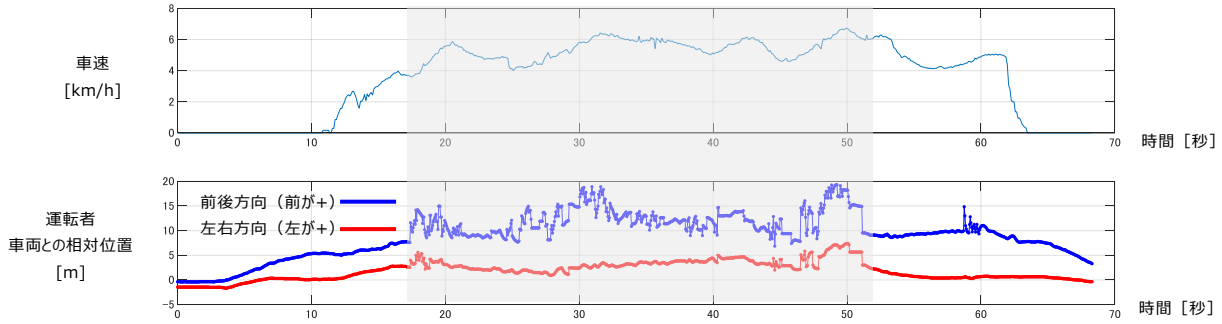
・試験条件

運転者は、初めは車道を歩行し、途中からガードレールの向こう側へ行き、暫くガードレールの向こう側を歩行、最後に再び車道へ出てくる。図Ⅳ-2-1-3に走行場所と運転者が歩いたルートを赤線で示す。

図Ⅳ-2-1-3　ガードレール越しの走行場所

・評価結果

本条件では、継続して追従走行できることを確認した。図Ⅳ-2-1-4 に車速と作業員の前後左右方向の位置の結果を示す。運転者がガードレールの向こう側にいたところを図中にグレーで記している。図から分かるように運転者がカードレールの向こう側でカメラから運転者の一部が隠れていしまっているところでも、前後方向の位置がぶれてはいるが、トラッキングできている。



図Ⅳ-2-1-4　ガードレール越しの運転者トラッキング

【垣根越し】

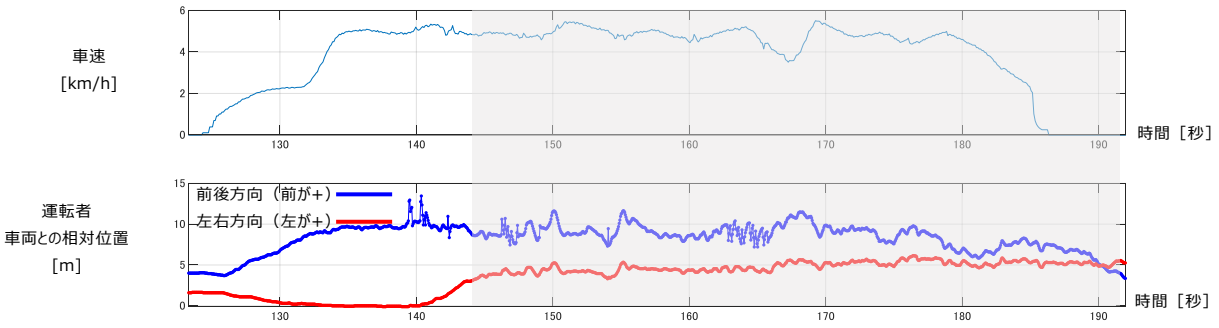
・試験条件

運転者は、初めは車道を歩行し、途中から垣根の向こう側へ行き、暫く垣根の向こう側を歩行、最後に垣根の向こう側から'Stop Now'で車両を停止させた。図Ⅳ-2-1-5に走行場所と運転者が歩いたルートを赤線で示す。

図Ⅳ-2-1-5　垣根越しの走行場所

・評価結果

本条件でも、継続して追従走行できることを確認した。図Ⅳ-2-1-6 に車速と作業員の前後左右方向の位置の結果を示す。運転者が垣根の向こう側にいたところを図中にグレーで記している。図から分かるように、垣根の場合もガードレールの時と同様の結果となった。



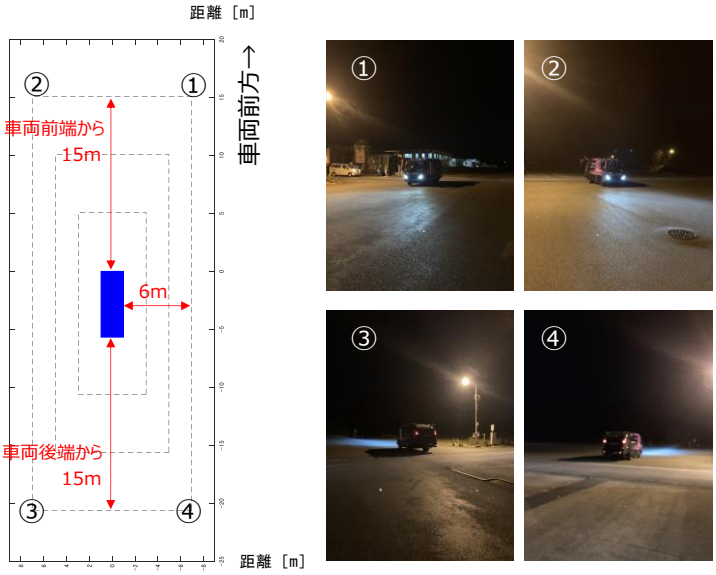
図Ⅳ-2-1-6　垣根越しの運転者トラッキング

【 耐環境性（夜間）】

今回の公道試験では昼間のみの運用だったが、将来的に夜間や早朝の運用を考慮するため夜間の運転者のトラッキングを評価した。

・試験条件

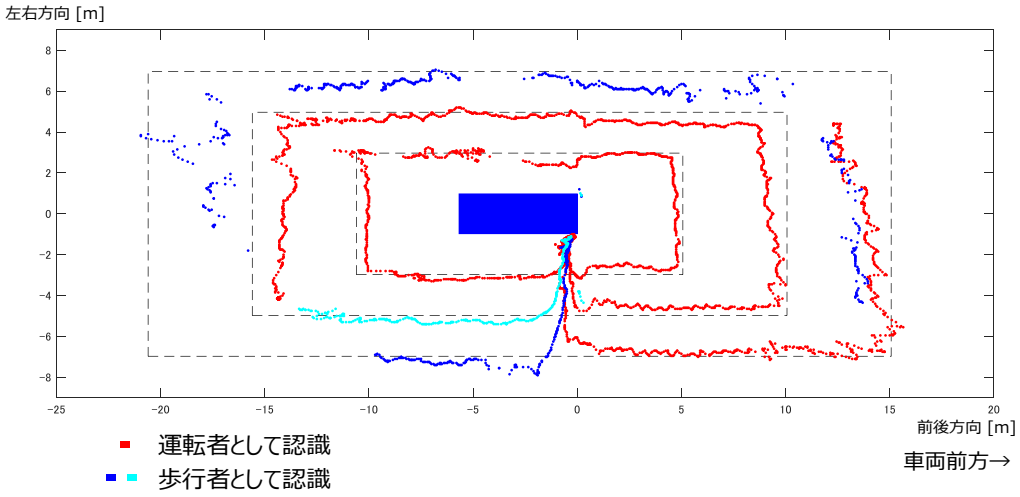
周囲に市街地などが無く環境光の調節が比較的容易な三菱ふそうトラック・バス株式会社喜連川研究所内で実施し、市街地利用を想定し水銀灯の街灯が点灯している環境内で検証した。定置の車両の周辺（左右2m×前後5m、左右4m×前後10m、左右6m×前後15m）を運転者が歩き、トラッキングを継続できるか確認した。図Ⅳ-2-1-7に試験時の状況を示す。



図Ⅳ-2-1-7　夜間の運転者トラッキング性能試験状況

・評価結果

図Ⅳ-2-1-8に夜間における運転者トラッキングの試験結果を示す。夜間の運転者トラッキングは、ヘッドライトまたは街灯で照らされている範囲は15m 離れた所でも検知できた。街灯が届かない車両後方等ではトラッキングができなかった。但し、トラッキングができない場所でも、ある程度の光があれば、歩行者としては認識できた。



図Ⅳ-2-1-8　夜間の運転者のトラッキング性能試験結果

【 耐環境性（雨天）】

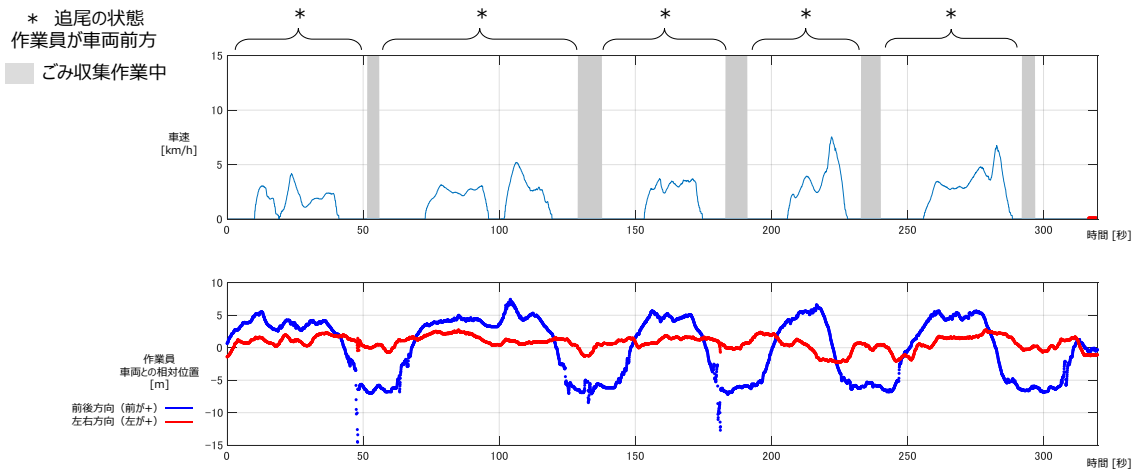
・試験条件

車両は追尾走行と同じ動きになるように手動で車速約5km/h程度で運転した。運転者はある程度の距離を歩いたところで一旦停止し、車両が停止したところで車両後方へ移動、その後、再度車両前方へ移動して前方へ歩く。これを数回繰り返しトラッキング継続できるか確認した。図Ⅳ-2-1-9に試験時の状況を示す。

図Ⅳ-2-1-9　雨天の運転者トラッキング性能試験状況

・評価結果

雨天ではカメラレンズに水滴の付着や雨粒による視界不良が起こり、トラッキング性能が低下すると懸念されたが、強い雨（6mm/時）でもトラッキング性能の低下が起こらず、通常時と同等の性能であった。図Ⅳ-2-1-10に車速と運転者の前後左右方向の位置の結果を示す。



図Ⅳ-2-1-10　雨天のトラッキング性能試験結果 - 車速と運転者の位置

b）発進、追従、停止

【登り坂】

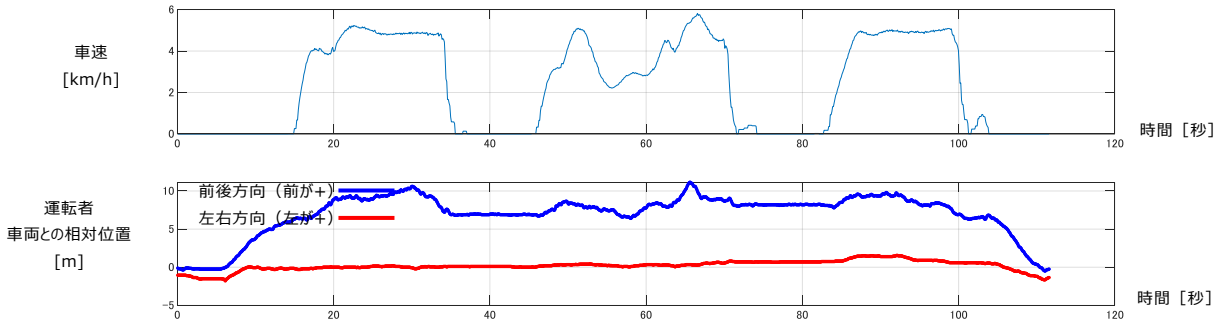
・試験条件

追従走行で速度を維持できるか評価した。また、’Stop Now’で一時停止した時に車両が停止状態を維持できるか評価した。斜度は2%、途中で小さな起伏を含んだ登り坂で評価した。図Ⅳ-2-1-11に走行場所の写真を示す。

図Ⅳ-2-1-11　登坂の走行場所

・評価結果

図Ⅳ-2-1-12に車速と運転者の前後左右方向の位置の結果を示す。試験の結果、問題な発進、追従、停止できることを確認した。図か分かるように、登坂でも速度を維持して走行できていることを確認した。また、小さな起伏を通過するときに速度の低下がみられるが（図中の60秒前後）、その後、元の設定車速までもどっている。現状は、停止後にギヤを切替える（ドライブ→パーキング）際、若干車両が動いる（車速が0km/hの直後の立ち上がり）。これは改良が必要である。



図Ⅳ-2-1-12　登坂での走行結果

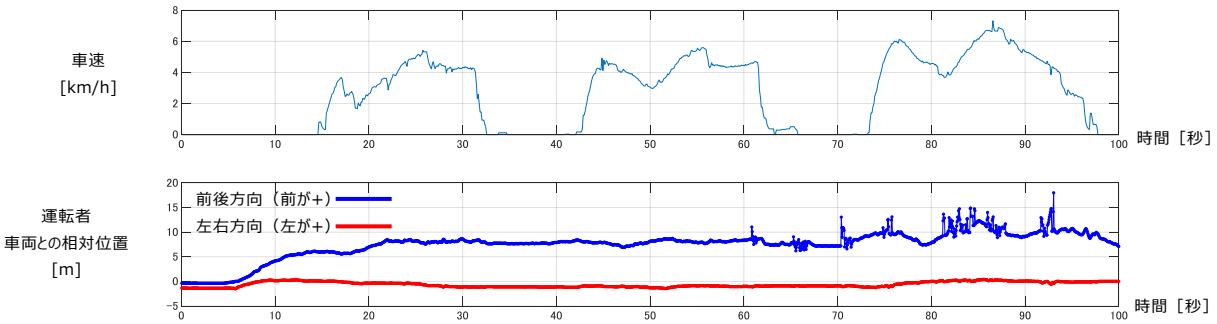
【下り坂】

・試験条件

前述の登坂を逆から同じように走行して下り坂での試験を実施した。

・評価結果

図Ⅳ-2-1-13に車速と運転者の前後左右方向の位置の結果を示す。試験の結果、下り坂でも問題な発進、追従、停止できることを確認した。

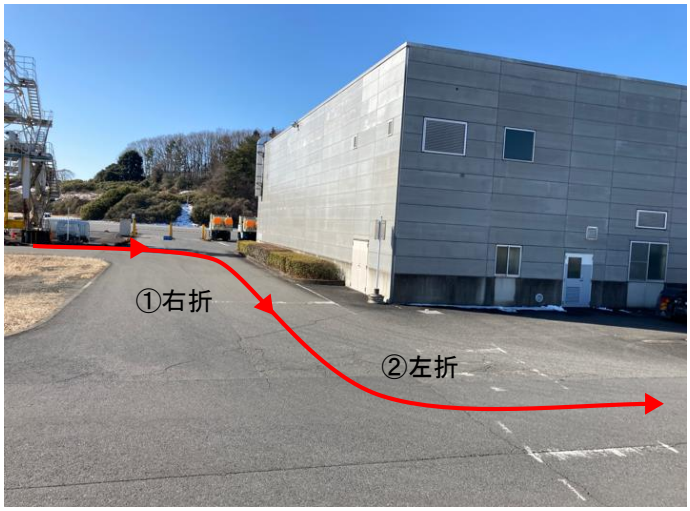


図Ⅳ-2-1-13　下り坂での走行結果

【右折、左折】

・試験条件

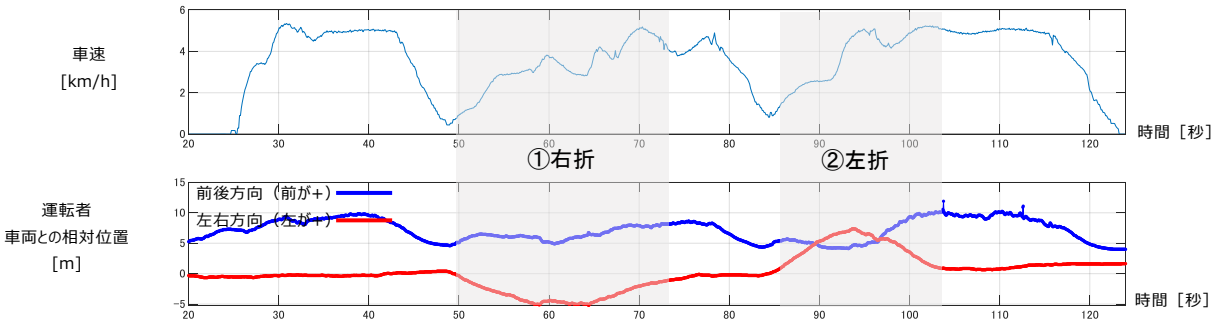
右折、左折において運転者の動きに合わせて、一定の距離を維持しながら加速減速できるか確認するため、交差点を模擬した道で試験を実施した。図Ⅳ-2-1-14に走行場所の写真を示す。



図Ⅳ-2-1-14　右折、左折の走行場所

・評価結果

図Ⅳ-2-1-15に車速と運転者の前後左右方向の位置の結果を示す。交差点進入時に運転者が周囲を確認するためにゆっくり歩行したが、それに合わせて追従走行し、右折、左折中も運転者との距離を車速に応じて変化させながら追従できることを確認した。



図Ⅳ-2-1-15　右折、左折の走行結果

c）目標コースのトレース、停止位置の正確性

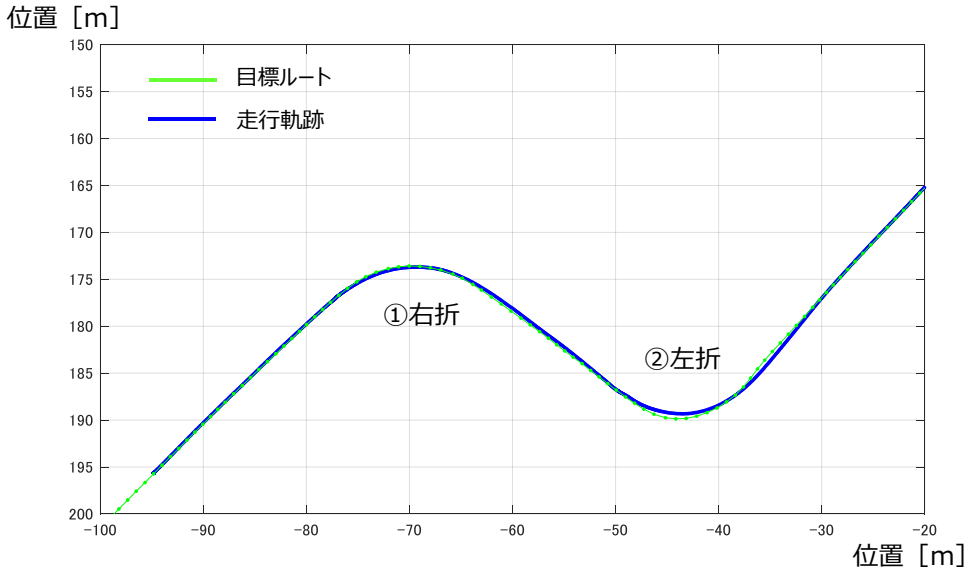
【右折、左折】

・試験条件

前述の右左折と同じ条件で試験を実施した。

・評価結果

図Ⅳ-2-1-16に自車の走行軌跡と目標コースの結果を示す。図中の青線が実際の走行軌跡、緑線が目標コースを示している。図Ⅳ-2-2-14から分かるように、全体を通して目標コースを正確にトレースできていることを確認した。詳細を確認すると、直線部では最大で約5cm程度、旋回中では最大で50cm程度のズレが発生した。実際の公道においては、直線部や緩いカーブではトレースに関して問題はないが、狭い交差点を右左折するときは、周辺の障害物の位置を考慮した目標ルートの設定が必要ということが分かった。

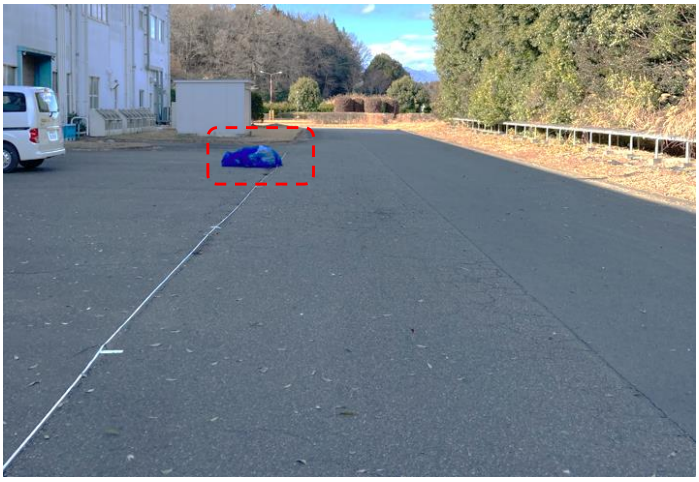


図Ⅳ-2-1-16　右折、左折の目標コースと走行軌跡

【'Stop at Garbage Point'】

・試験条件

道路脇に集積所（ごみ袋5個を積んでその上にネットを覆った）を設置し、集積所の手前30mから追従を開始、運転者がごみ集積所に近づいたところでリモート端末から'Stop at Garbage Point'をクリックした。車両後端が集積所の位置で停車し、PTOが自動でオン、更に投入口の扉が自動で開く一連の機能が作動するか確認した。図Ⅳ-2-1-17に集積所（図中の赤枠）から15m離れたところからの走行場所の写真を示す。

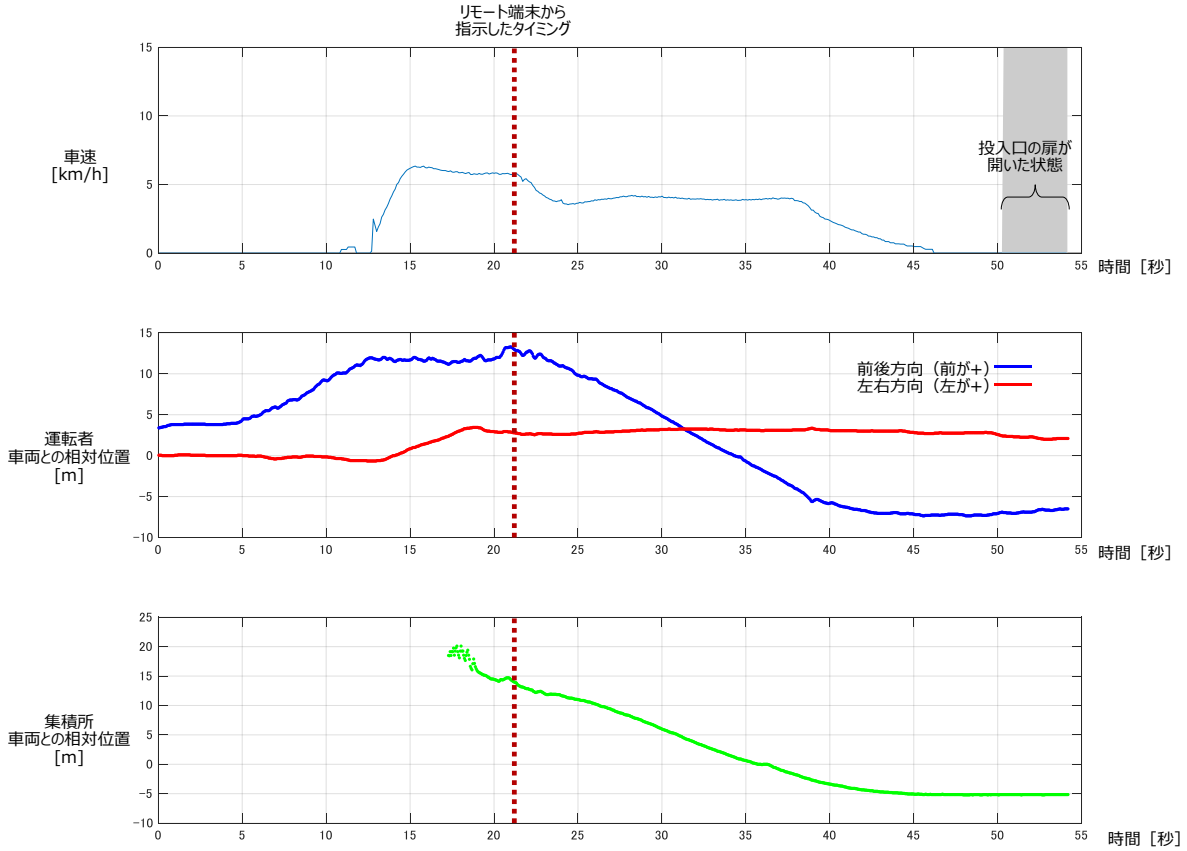


図Ⅳ-2-1-17　「Stop at Garbage Point」の走行場所

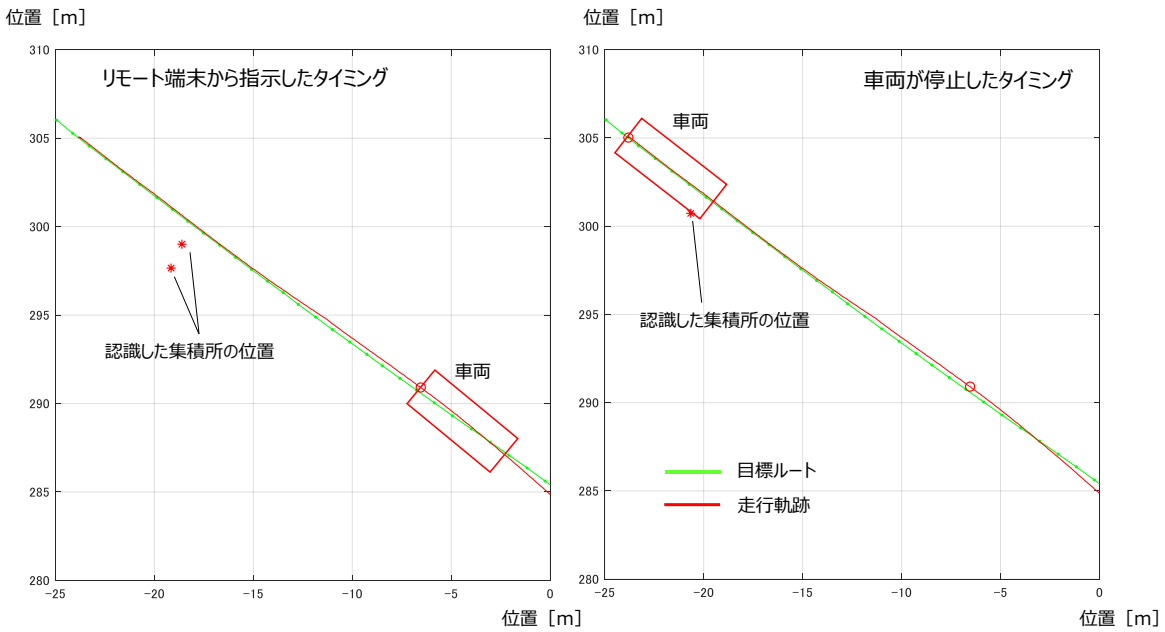
・評価結果

図Ⅳ-2-1-18 に車速、運転者の前後左右方向の位置と集積所の位置の結果を示す。図中の赤破線は、運転者がリモート端末から'Stop at Garbage Point'の指示を操作したタイミングを示す。また、一番上のグラフの灰色にハッチングされたところは、投入口の扉が開いた状態を示している。試験の結果、運転者が指示したタイミングで、システムは集積所の位置を約 15m 先として認識し、その後、減速して低速で集積所に接近して位置が 0m、さら通り越して-5m、つまり車両後方に集積所が位置して車両が停止する結果となった。その時に、作業者は、ごみの位置と同様に車両後方に位置しているが、車両停止後に投入口の扉が開いていることが分かる。よって、目論見通りに機能が作動していることを確認した。

また、図Ⅳ-2-1-19 に自車の走行軌跡、目標コースとごみ集積所（図中*）の位置の結果を示す。左図は、運転者が指示したタイミングで、システムが認識した集積所の位置（右端と左端）、右図は、車両が停止した時のシステムが認識した集積所の位置を示す。この結果のように、車両から集積所の位置を事前に認識し、その位置を停止位置として登録、その位置に車両後端が一致するように停止していることが分かる。



図Ⅳ-2-1-18　「Stop at Garbage Point」の走行結果



図Ⅳ-2-1-19　「Stop at Garbage Point」の走行軌跡と集積所の認識結果

d）安全機能

【駐車車両との衝突回避】

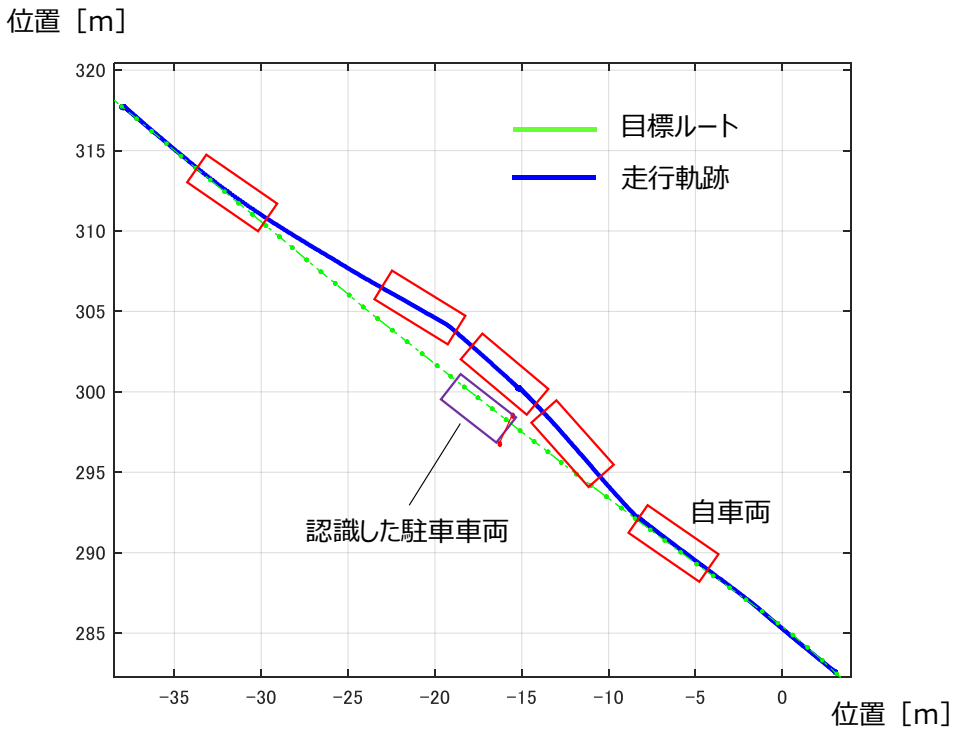
・試験条件

走行ルート上に駐車車両を配置し、横方向に操舵して回避が必要となるシーンで追従を継続できるか確認した。運転者は通常の追従走行と同じように歩き、駐車車両のところまで来たところで一旦停止し、車両が回避走行しても問題ないか車両周辺確認して、問題ないと判断したところで、再び前方へ歩き追従走行を再開する。図Ⅳ-2-1-20に走行場所の写真を示す。

図Ⅳ-2-1-20　駐車車両との衝突回避の走行場所

・評価結果

図Ⅳ-2-1-21に駐車車両を回避した時のシステムが検知した駐車車両の位置、自車の走行軌跡と目標コースを示す。図中の青線が実際の走行軌跡、緑線が目標コースを示している。試験の結果、目標コース上の障害物を認識し、障害物を回避できることを確認した。また、駐車車両2台が縦列駐車した場合でも試験を実施し、1台の場合と同様、駐車車両を回避できることを確認した。さらに、回避ルート上に他の障害物が存在して先に行けないようにした場合で試験を実施し、この場合は、その場で停車することを確認した。



図Ⅳ-2-1-21　駐車車両との衝突回避

【歩行者との衝突回避】

・試験条件

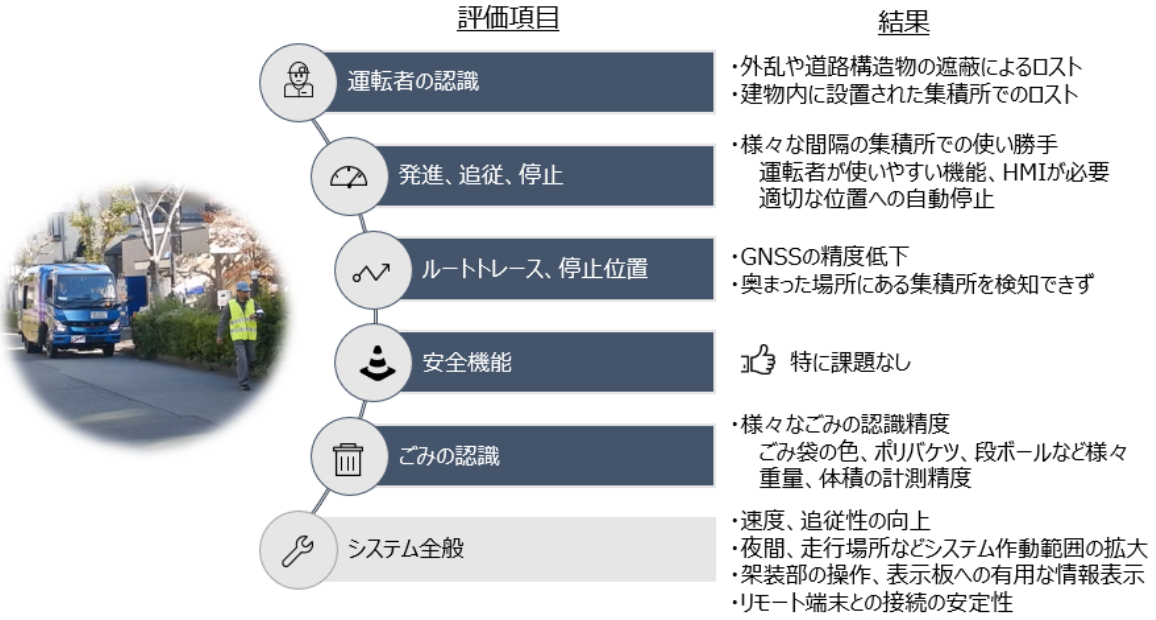
追従中の車両前方、又は車両側方に歩行者が接近した時に、車両が自動的に停止するか確認した。

・評価結果

試験の結果、カメラシステム、超音波、車両前方や側方に搭載されているミリ波レーダーにより障害物を認識し、危険度の高い障害物に反応して減速、停止することを確認した。また、雨天や夜間においても、歩行者を認識して停止することを確認した。

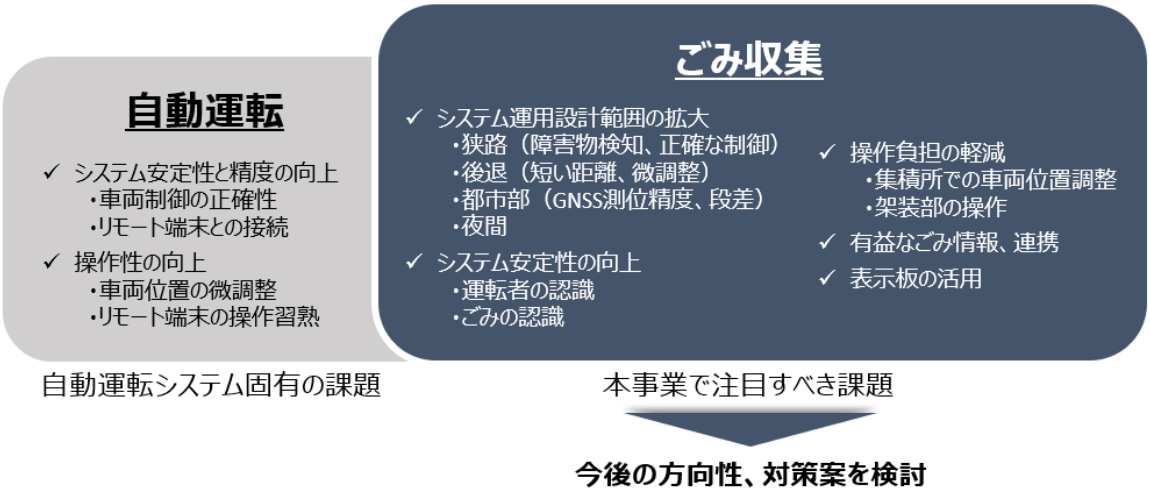
3）実証試験での課題の整理

実証試験における各評価項目について結果を纏めてきたが、様々な知見が得られたのと同時に、前述のとおりいくつかの課題が明らかになった。これらの結果および課題を整理したものを図Ⅳ-2-1-22 に示す。



図Ⅳ-2-1-22　各評価項目における課題一覧

ここで整理された課題は、他の自動運転システムにも共通の一般的な課題とごみ収集ならではの課題に分類することができる。分類したものを図Ⅳ-2-1-23 に示す。前者の「自動運転」に関わる課題については、今後の実用化において、更なる技術開発によって解決すべきものではあるが、本事業では後者の「ごみ収集」に関わる課題について注目し、今後の方向性、対策案について検討した。



図Ⅳ-2-1-23　課題の分類

「ごみ収集」に関わるそれぞれの課題について方向性と対策案の例、また、方策を「技術」「運用」「制度」に分類して図Ⅳ-2-1-24 に纏めた。

図Ⅳ-2-1-24　今後の方向性と対策案

・システム運用設計範囲の拡大

運用設計範囲は、一般的なごみ収集ルートをカバーできるように設定し、今回の実証試験のルートにおいては仕様どおりに走行できた。しかし、実際のごみ収集のルートや作業内容は様々であり、より実用的なシステムとするためには設計範囲の拡大が必要となると考えられる。特に、都市部における使用を想定した場合、狭路での前進後退があり、周辺の障害物との距離が近づくため、より高度な周辺認識と高精度な自己位置推定の技術が必要となる。また、一部の自治体では夜間や早朝の時間帯でのごみ収集が実施されているため、暗い場所でも日中と同様に作動できるような認識技術も必要となる。対策案としては、センサ性能向上を図りつつ、センサから得られた周辺情報をもとに位置精度を向上する自己位置推定技術や、カメラの暗視技術の開発が考えられる。

・システム安定性の向上

本システムでは他の自動運転システムとは異なり、常に車外にいる特定の運転者や作業者を認識し続ける必要があり、また、ごみの位置や種類の認識も必要となる。これらの認識が安定することで、追尾走行、集積所での停止、機能切替わりなどもスムーズになる。多くの特徴量をもとに認識が可能なカメラセンサを用いて人やごみを認識しているが、更なる認識精度向上のために、付加情報を増やすことが考えられる。対策案としては、ロジック改良によるセンサ性能向上を図りつつ、カメラから完全に見えなくなる集積所での作業後でも再認識しやすくなるように作業服に特定の色や

QR コードを貼付けることや、過去の走行履歴や画像データをもとに集積所の位置を学習する方法などが考えらえる。

・操作負担の軽減

運転者の操作としては、大きく分けて「走行」と「架装」の操作がある。「走行」に関しては、いくつかの停止方法を設定し、集積所間隔がある程度長いところで、一回で車両を停止させる使い方を想定したが、実証試験においては、運転者が想定していた停止位置と実際の停止位置がずれてしまった場合や、停止後に微調整が必要になる状況が発生した。また、「架装」に関しては、いくつかの機能を実装してテストコース内での検証はしたものの、一部の機能は、架装部操作に関する安全基準への適用ができなかったため、実環境での実証試験が実施できなかった。実用化においては、実環境での更なる実証を通して、より使い勝手が良く運転者の操作負担が少ない機能の見直しや絞り込みが必要と考える。対策案としては、短い距離を移動する機能の追加といった機能見直し、絞り込みが考えられる。また、架装部に関しては、制度面からのアプローチとして、更に安全、安心な操作に対応した安全基準の見直しが考えられる。

・有益なごみ情報、連携

様々なセンサーによってリアルタイムにごみ情報を収集、クラウドを介して共有できる仕組みが実現でき、これらのごみ情報をもとに単位体積重量を推定した。次工程である中間処理施設においてもデジタル化による効率化が進んでいるが、単位体積重量の他にも更なる効率化にとって重要な情報がないか選定する必要がある。対策案として、有益なごみ情報の選定を行い、様々なごみ情報の認識、精度向上といった技術課発が引き続き必要と考えられる。

・表示板の活用

車両の両側面と後面に運転者や周辺の交通参加者への様々な情報提供を目的とした表示板を搭載した。走行状態や架装稼働状態がわかるメッセージをいくつか登録して表示できるようになっている。だた、実際の公道での走行では、保安基準において特定の車両を除き外部表示が許されていないのが現状であるため、実証試験では使用しなかった。車外にいる運転者は、リモート端末で車両状態を認識できるようになっているが、表示板でも確認できることで認知がし易くなり、特に EV 車両の場合は、走行音や作動音が静かになっているため、運転者だけでなく周辺の人にも認知されやすくなる工夫として表示板が有効と考えらえる。対策案としては、周辺の人が混乱しない安全に寄与する表示内容の検討、保安基準の緩和などが必要と考えられる。

（２）ごみ収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験

１）自動追尾型 EV ごみ収集車が取得した情報の共有確認

自動追尾型 EV ごみ収集車の公道実証試験にあたり、各集積所で取得した情報について、テレマティクスデータとして任意の場所で受信共有できることを確認した（ごみ情報共有システムの構成等については、III-6 ページを参照）。

共有した情報データは以下のとおりであり、タブレットで情報共有した際の画面表示例は図Ⅳ2-2-1 及び図Ⅳ-2-2-2 に示すとおりである。

共有情報データ

①データ計測時刻

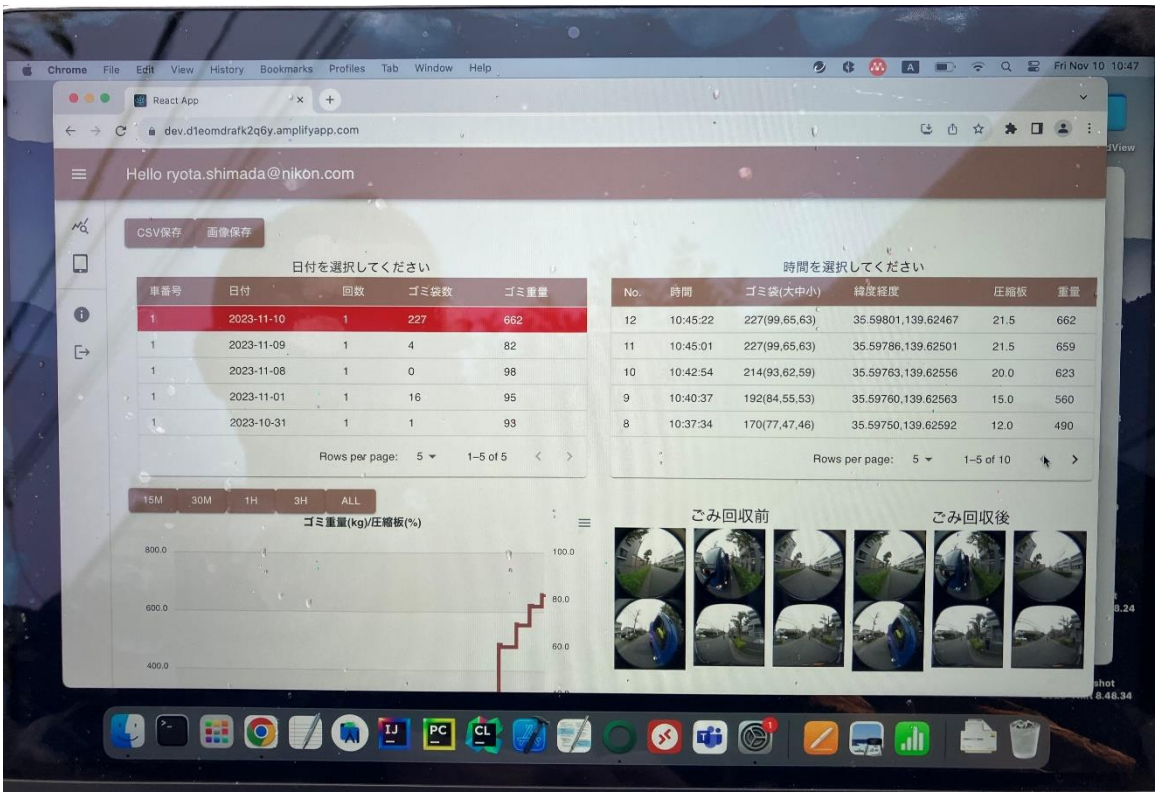
②実証試験車両に装備している投入口カメラでカウントした投入ごみ袋の個数

③車両の緯度経度現在地（GPS 情報）

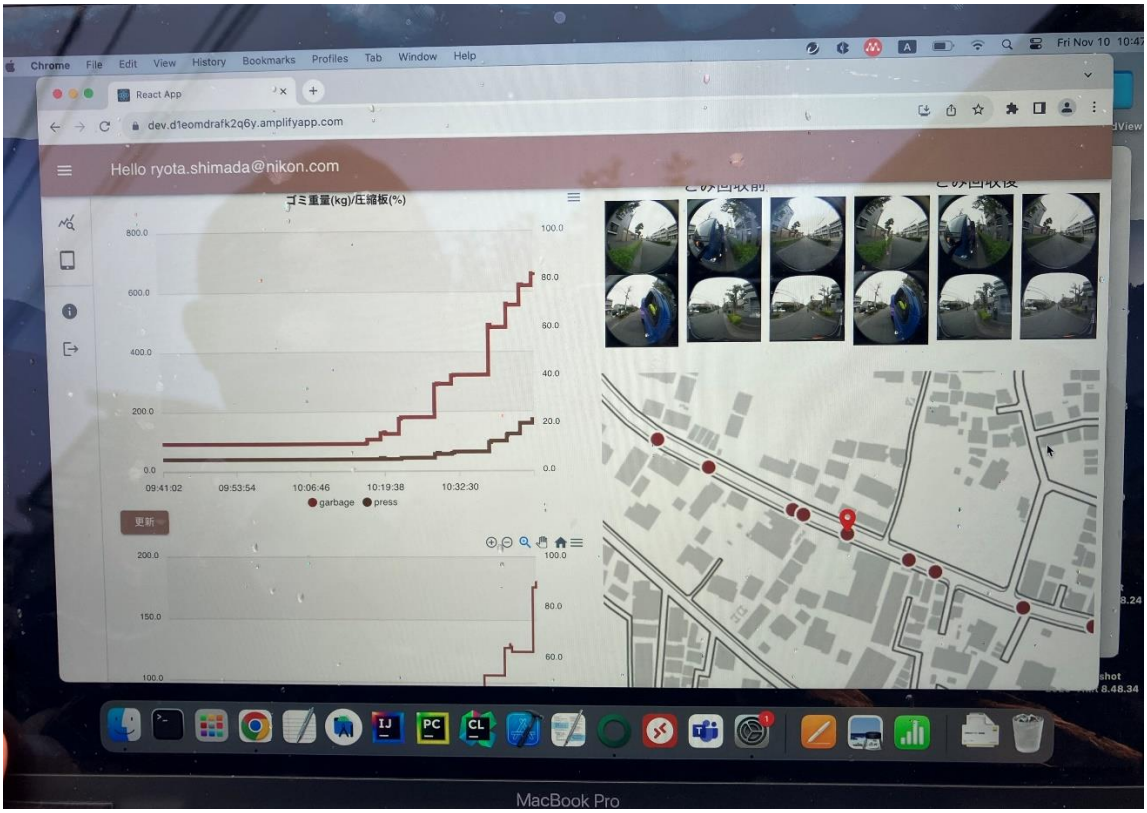
④ごみを積込んだ際に移動する架装部排出板の位置（排出板の移動寸法）

⑤実証試験車両に装備しているロードセルで計測した積載ごみの重量

⑥実証試験車両に装備しているカメラの映像（ごみ回収前と回収後）



図Ⅳ-2-2-1　タブレットの情報共有状況　画面表示例１（高津区坂戸 11/10）



図Ⅳ-2-2-2　タブレットの情報共有状況　画面表示例２（高津区坂戸 11/10）

自動追尾型 EV ごみ収集車が各集積所で取得した情報について、高津区坂戸の取得情報一覧は表Ⅳ-2-2-1、川崎区殿町の取得情報一覧は表Ⅳ-2-2-3 に示すとおりである。

これらのデータの内、②のごみ袋数、④の排出板位置、⑤の積載ごみ重量の各数値は、最初の集積所からの累計値で記録されている。また、集積所 No.欄に複数の集積所が表示されている場合は、その停車位置で複数の集積所のごみを積込んだことを表している。

表Ⅳ-2-2-1　自動追尾型 EV ごみ収集車が取得し共有した情報の一覧（高津区坂戸）

坂戸 集積所 No.	①時間		②ごみ袋数				③車両の現在地		④排出板 位置 （%）	⑤積載 ごみ重量 （kg）
			合計 （個）	大 （個）	中 （個）	小 （個）	緯度	経度		
1	2023/11/10	10:18:52	18	8	5	5	35.596909	139.628379	5.5	36
2	2023/11/10	10:22:03	40	18	12	10	35.596993	139.627543	5.0	84
3,4	2023/11/10	10:28:12	87	39	26	22	35.597094	139.627088	7.0	199
5,6	2023/11/10	10:29:04	89	39	28	22	35.597293	139.626508	7.0	201
7	2023/11/10	10:31:09	105	49	32	24	35.597356	139.62633	7.5	229
8	2023/11/10	10:37:34	170	77	47	46	35.5975	139.62592	12.0	398
9	2023/11/10	10:40:37	192	84	55	53	35.597604	139.62563	15.0	468
10	2023/11/10	10:42:54	214	93	62	59	35.59763	139.625565	20.0	531
11	2023/11/10	10:45:01	227	99	65	63	35.597863	139.62501	21.5	567
12	2023/11/10	10:46:31	238	106	67	65	35.598016	139.624671	22.5	588
13	2023/11/10	10:47:16	239	107	67	65	35.598062	139.624591	23.0	590

坂戸 集積所 No.	①時間		②ごみ袋数				③車両の現在地		④排出板 位置 （%）	⑤積載 ごみ重量 （kg）
			合計 （個）	大 （個）	中 （個）	小 （個）	緯度	経度		
1	2023/11/24	10:04:44	25	12	7	6	35.596908	139.628364	7.0	43
2	2023/11/24	10:07:40	50	17	17	16	35.596992	139.627541	7.0	92
3,4	2023/11/24	10:14:35	91	23	32	36	35.5971	139.627062	8.5	195
5	2023/11/24	10:16:37	92	23	32	37	35.597298	139.626493	9.0	197
6,7	2023/11/24	10:19:13	108	35	33	40	35.597342	139.626373	9.0	222
8	2023/11/24	10:36:31	157	58	49	50	35.597511	139.625914	12.0	333
9,10	2023/11/24	10:40:53	188	75	51	62	35.597612	139.625605	15.5	416
11,12,13	2023/11/24	10:48:18	218	88	56	74	35.598019	139.624666	20.5	494

（注）表中の②、④、⑤の数値は、集積所 No.1からの累計。

表Ⅳ-2-2-2　自動追尾型 EV ごみ収集車が取得し共有した情報の一覧（川崎区殿町）

殿町 集積所 No.	①時間		②ごみ袋数				③車両の現在地		④排出板 位置 （%）	⑤積載 ごみ重量 （kg）
			合計 （個）	大 （個）	中 （個）	小 （個）	緯度	経度		
1	2023/11/22	10:27:33	15	6	4	5	35.538959	139.74997	6.5	28
2	2023/11/22	10:33:08	26	11	8	7	35.539117	139.749958	6.5	50
3	2023/11/22	10:39:48	43	16	13	14	35.539613	139.74992	7.0	88
4	2023/11/22	10:41:44	63	23	22	18	35.539812	139.749905	7.0	118
5	2023/11/22	10:50:29	102	35	32	35	35.5398	139.749234	9.5	261
6	2023/11/22	11:08:48	102	35	32	35	35.539628	139.749239	10.0	265
7	2023/11/22	11:13:34	136	49	41	46	35.539129	139.749263	13.5	355
8,9	2023/11/22	11:22:59	158	58	52	48	35.53861	139.746149	16.5	399
10	2023/11/22	11:26:01	215	75	74	66	35.538584	139.745022	22.5	504
11,12,13	2023/11/22	11:30:43	251	88	87	76	35.538576	139.744711	28.0	573
14	2023/11/22	11:35:57	276	97	94	85	35.539889	139.744388	30.0	636
15	2023/11/22	11:37:25	285	99	99	87	35.539889	139.744595	30.5	662
16	2023/11/22	11:39:46	309	105	107	97	35.539898	139.74537	31.0	732
17	2023/11/22	11:44:19	328	112	112	104	35.539901	139.745928	34.0	800
18	2023/11/22	11:45:39	342	118	117	107	35.539902	139.746098	34.5	832
19	2023/11/22	11:48:57	372	128	129	115	35.539907	139.747191	39.0	922
20	2023/11/22	11:52:52	414	142	144	128	35.53995	139.747371	46.0	1,057

（注）表中の②、④、⑤の数値は、集積所 No.1 からの累計。

①集積所毎のごみ袋数及びごみ重量

自動追尾型 EV ごみ収集車が取得した情報は以上のとおりであり、ごみ袋数やごみ重量は累計で記録されている。ここで、これを集積所毎にまとめた結果は表Ⅳ-2-2-3～表Ⅳ-2-2-5 に示すとおりである。

集積所 1 箇所当たりで見ると、平均では、ごみ袋数が約 17～21 個、ごみ重量が 38～53kg である。

集積所毎では以下のとおり、ごみ袋数、ごみ重量ともばらつきが大きい状況であった。

・11/10 の坂戸：集積所毎のごみ袋数 1～65 袋、同ごみ重量 2～169kg
・11/24 の坂戸：集積所毎のごみ袋数 1～49 袋、同ごみ重量 2～111kg
・11/22 の殿町：集積所毎のごみ袋数 11～57 袋、同ごみ重量 22～143kg

表Ⅳ-2-2-3　集積所毎のごみ袋数及びごみ重量（計算値：坂戸 11/10）

坂戸手動運転日(11 月 10 日)集積所毎の値			
集積所 No.	ごみ袋数	ごみ重量	
	(個)	(kg)	(kg/袋)
1	18	36	2.00
2	22	48	2.18
3,4	47	115	2.45
5,6	2	2	1.00
7	16	28	1.75
8	65	169	2.60
9	22	70	3.18
10	22	63	2.86
11	13	36	2.77
12	11	21	1.91
13	1	2	2.00
合計	239	590	―
平均	18	45	2.47

表Ⅳ-2-2-4　集積所毎のごみ袋数及びごみ重量（計算値：坂戸 11/24）

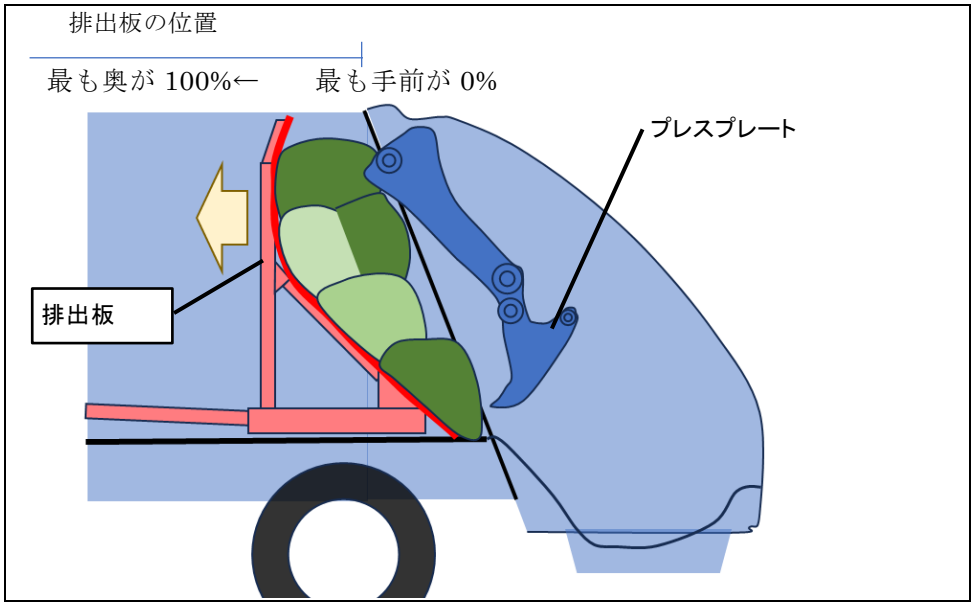
坂戸自動追尾実施日(11 月 24 日)集積所毎の値			
集積所 No.	ごみ袋数	ごみ重量	
	(個)	(kg)	(kg/袋)
1	25	43	1.72
2	25	49	1.96
3,4	41	103	2.51
5	1	2	2.00
6,7	16	25	1.56
8	49	111	2.27
9,10	31	83	2.68
11,12,13	30	78	2.60
合計	218	494	―
平均	17	38	2.27

表Ⅳ-2-2-5　集積所毎のごみ袋数及びごみ重量（計算値：殿町）

殿町自動追尾実施日(11 月 22 日)集積所毎の値			
集積所 No.	ごみ袋数	ごみ重量	
	(個)	(kg)	(kg/袋)
1	15	28	1.87
2	11	22	2.00
3	17	38	2.24
4	20	30	1.50
5	39	143	3.67
6	―	4	―
7	34	90	2.65
8,9	22	44	2.00
10	57	105	1.84
11,12,13	36	69	1.92
14	25	63	2.52
15	9	26	2.89
16	24	70	2.92
17	19	68	3.58
18	14	32	2.29
19	30	90	3.00
20	42	135	3.21
合計	414	1,057	―
平均	21	53	2.55

②架装部排出板位置

自動追尾型 EV ごみ収集車が取得した情報の内、架装部排出板位置について、プレス式パッカー車の架装部断面概略図で示すと図Ⅳ-2-2-3 のとおりである。ごみを積込んでプレスプレートで圧縮していくと、排出板はその力に押されて後退していく構造になっている。ごみを積込む前の排出板が最も手前にある状態が 0%、排出板が最も奥側にある状態が 100%とし、ごみを積込むにつれ排出板が奥に移動していく位置を%表示で記録しているものである。



図Ⅳ-2-2-3　プレス式パッカー車の架装部断面概略図

実証試験における架装部排出板位置、積載ごみ重量、ごみ袋数計測値について、各日試験終了時の値は、表Ⅳ-2-2-6 に示すとおりである。

試験終了時の排出板位置は、高津区坂戸では 11/10 の手動運転日が 23.0%、11/24 の自動追尾実施日が 20.5%、川崎区殿町では 11/22 の自動追尾実施日が 46.0%であり、ごみ重量やごみ袋数の多寡に応じた位置となっている。

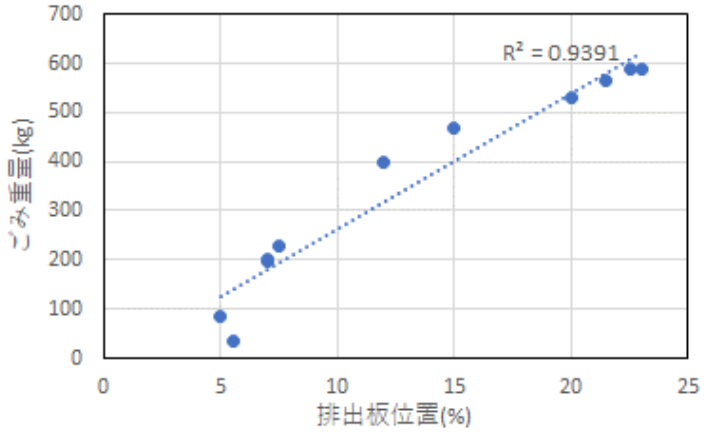
表Ⅳ-2-2-6　各実証試験終了時の排出板位置、ごみ重量及びごみ袋数計測値

項　目	排出板	ごみ重量	ごみ袋数
高津区坂戸 11/10 手動運転日	23.0%	590kg	239 個
高津区坂戸 11/24 自動追尾実施日	20.5%	494kg	218 個
川崎区殿町 11/22 自動追尾実施日	46.0%	1,057kg	414 個

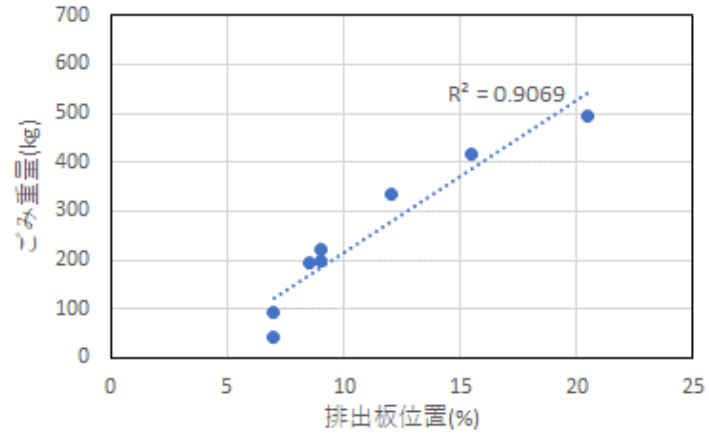
各実証試験実施日における架装部排出板の位置について、積載ごみ重量やごみ袋数との相関を示すと図Ⅳ-2-2-4 及び図Ⅳ-2-2-5 のとおりである。開始時の積載ごみが少ない状況ではややバラツキが見られるが、その後は概ね正の相関が見られた。

高津区坂戸

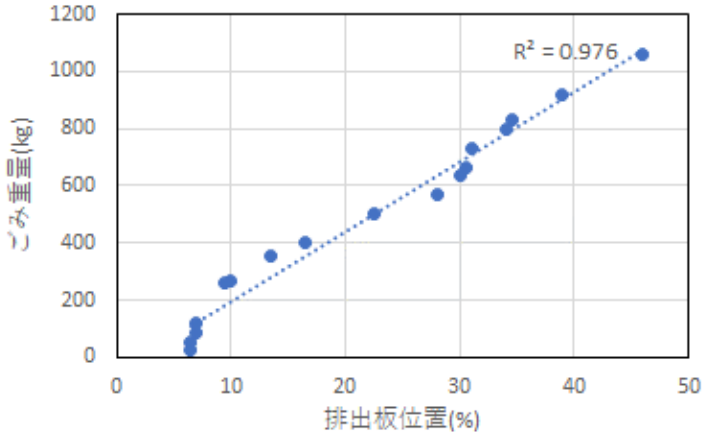
11/10 手動運転日



11/24 自動追尾実施日



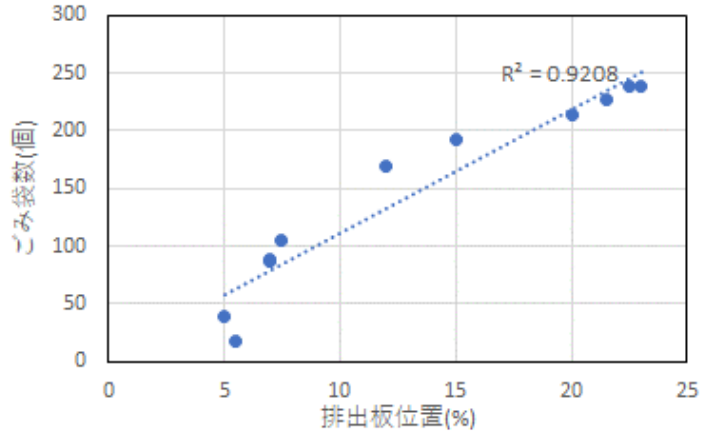
川崎区殿町　11/22 自動追尾実施日



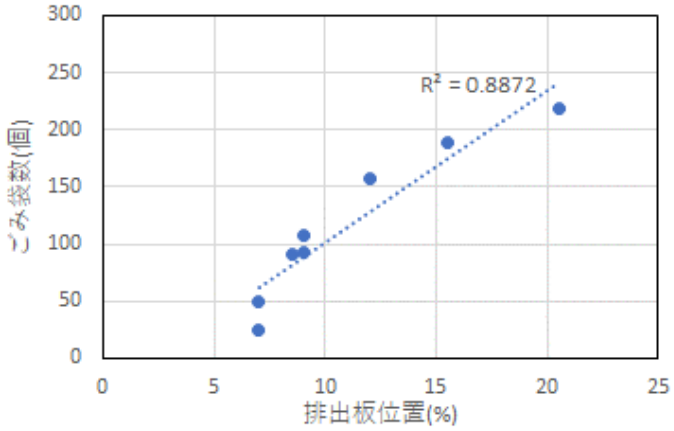
図Ⅳ-2-2-4　架装部排出板位置と積載したごみ重量との相関

高津区坂戸

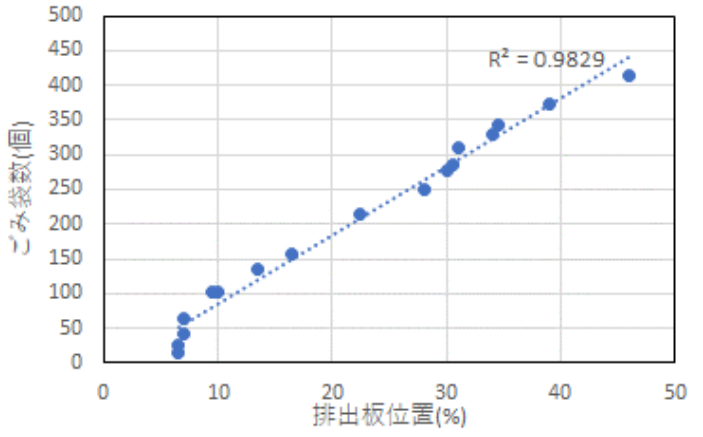
11/10 手動運転日



11/24 自動追尾実施日



川崎区殿町　11/22 自動追尾実施日



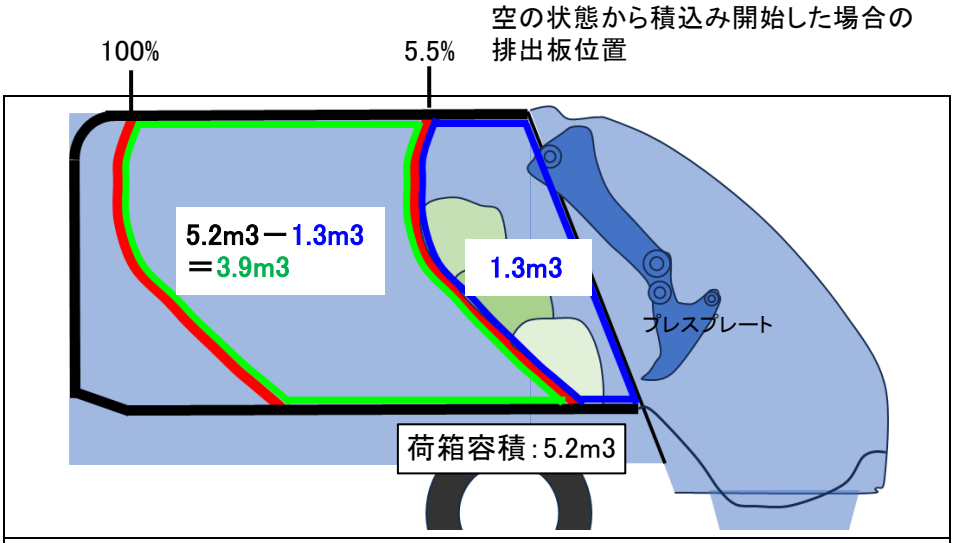
図Ⅳ-2-2-5　架装部排出板位置と積載ごみ袋数との相関

ここで、架装部排出板については、図Ⅳ-2-2-6 に示すとおり、最も手前側の 0%の位置では、プレスプレートと干渉するため、自動的に少し奥側（5.5%の位置）が初期状態となる。この初期状態の空間（容積 1.3m3）にごみを積込んでいき、排出板に所定の圧力がかかると排出板が移動し始めることとなる。

したがって、架装部の荷箱容積は 5.2m3 であり、図Ⅳ-2-2-7 に示すような排出板位置と体積との相関から、以下のように一次近似できる。

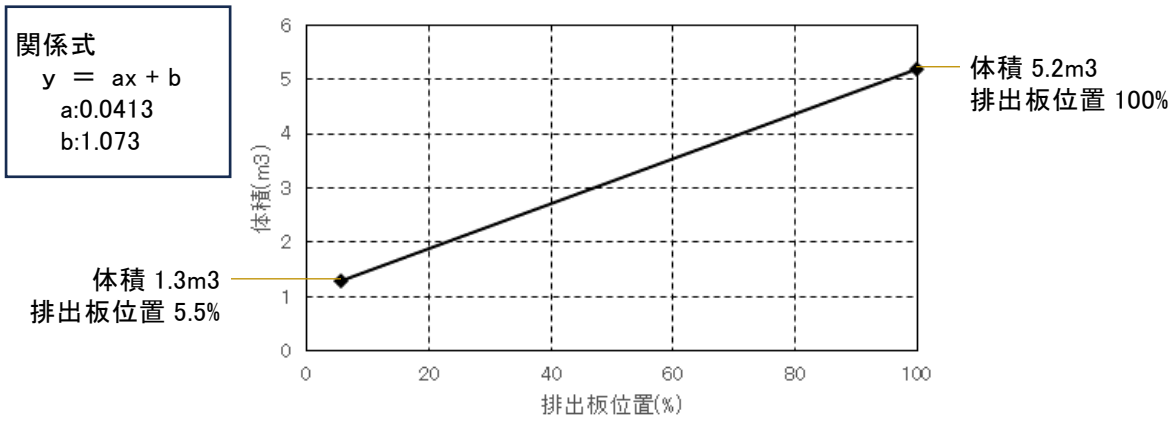
＜関係式＞　体積　＝　a　×　排出板位置　＋　b

a：0.0413、b：1.073



排出板が 0%の位置ではプレスプレートと干渉するため、自動的に少し奥側(5.5%)に移動した位置が初期状態となる。この初期状態の空間にごみを積込んでいき、排出板に所定の圧力がかかると排出板が移動し始める。

図Ⅳ-2-2-6　架装部排出板位置と荷箱体積



図Ⅳ-2-2-7　架装部排出板位置と体積の関係式

この関係式から体積を算出し、これを基に推定した積載ごみの単位体積重量は、表Ⅳ-2-2-7～表Ⅳ-2-2-8 に示すとおりである。

表Ⅳ-2-2-7　高津区坂戸における架装部排出板位置から計算した体積

11/10 手動運転日

坂戸 集積所 No.	排出板 位置 (%)	体積 計算値 (m3)	積載 ごみ重量 (kg)	単位体積重量 計算値 (kg/m3)
1	5.5	排出板移動前 1.30	36	—
2	5.0	排出板移動前 1.28	84	—
3,4	7.0	1.36	199	146.3
5,6	7.0	1.36	201	147.8
7	7.5	1.38	229	165.9
8	12.0	1.57	398	253.5
9	15.0	1.69	468	276.9
10	20.0	1.90	531	279.5
11	21.5	1.96	567	289.3
12	22.5	2.00	588	294.0
13	23.0	2.02	590	292.1

11/24 自動追尾実施日

坂戸 集積所 No.	排出板 位置 (%)	体積 計算値 (m3)	積載 ごみ重量 (kg)	単位体積重量 計算値 (kg/m3)
1	7.0	排出板移動前 1.36	43	—
2	7.0	排出板移動前 1.36	92	—
3,4	8.5	1.42	195	137.3
5	9.0	1.44	197	136.8
6,7	9.0	1.44	222	154.2
8	12.0	1.57	333	212.1
9,10	15.5	1.71	416	243.3
11,12,13	20.5	1.92	494	257.3

（注）表中の数値は、集積所 No.1からの累計。

表Ⅳ-2-2-8　川崎区殿町における架装部排出板位置から計算した体積

11/22 自動追尾実施日

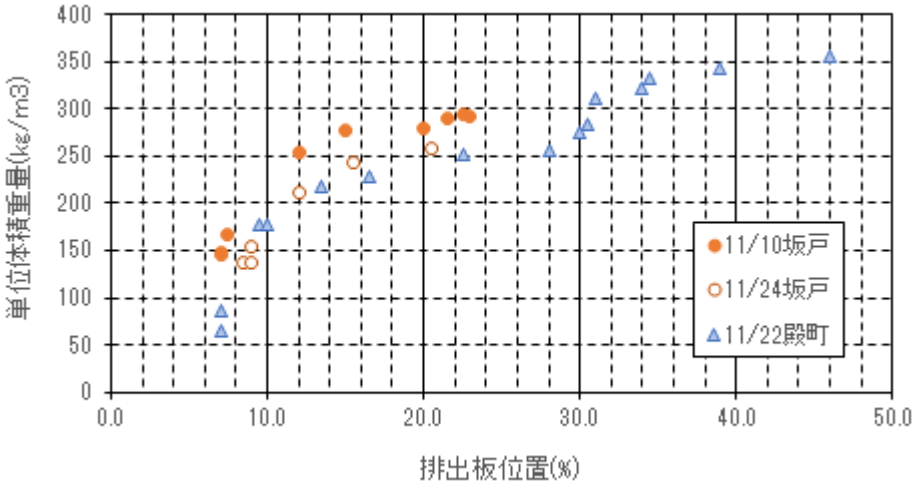
殿町 集積所 No.	排出板 位置 (%)	体積 計算値 (m3)	積載 ごみ重量 (kg)	単位体積重量 計算値 (kg/m3)
1	6.5	排出板移動前 1.34	28	—
2	6.5	排出板移動前 1.34	50	—
3	7.0	1.36	88	64.7
4	7.0	1.36	118	36.8
5	9.5	1.47	261	177.6
6	10.0	1.49	265	177.9
7	13.5	1.63	355	217.8
8,9	16.5	1.75	399	228.0
10	22.5	2.00	504	252.0
11,12,13	28.0	2.23	573	257.0
14	30.0	2.31	636	275.3
15	30.5	2.33	662	284.1
16	31.0	2.35	732	311.5
17	34.0	2.48	800	322.6
18	34.5	2.50	832	332.8
19	39.0	2.68	922	344.0
20	46.0	2.97	1,057	355.9

（注）表中の数値は、集積所 No.1からの累計。

これらの結果から、架装部排出板位置と推定した積載ごみの単位体積重量との関係を示すと図Ⅳ-2-2-8 のとおりである。排出板位置が増加すると単位体積重量がある一定の値に漸近するように推移する傾向が見受けられ、高津区坂戸よりも積込み量が多かった川崎区殿町では、さらにもう一段階大きな単位体積重量の値で漸近しているようにも見受けられる。

これは、排出板がある一定の圧力に達した際に移動する構造であることから、プレスプレートで積込まれたごみが徐々に圧縮され、それにつれて単位体積重量が大きくなっていることが考えられ、満載時にはある一定の単位体積重量に漸近していくものと予想される。

ただし、今回の実証試験では実施回数が限られた中での結果であり、また、排出板位置が最大でも 46.0%の位置までしか確認できていないことから、満載近くまで積み込んでいった際の動向などについて、確認が必要と考える。



図Ⅳ-2-2-8　排出板位置と単位体積重量

③その他

ａ）自動追尾型 EV ごみ収集車で計測したごみ重量

自動追尾型 EV ごみ収集車の架装部に装備しているロードセルで計測した積載ごみの重量について、計測値の整合性を確認するため、各処理センター（ごみ焼却施設）搬入時にごみ計量機での計測も行った。

車両の計測値と計量機の計測値との照合結果は表Ⅳ-2-2-9 のとおりであり、差異がなく正確に計測できていることが分かった。

なお、今回の収集エリアは全域が傾斜のない平坦な地域であったが、傾斜がある地域で使用する場合には、10 度前後の傾斜であれば傾斜補正装置で補正することも可能であり、計測のタイミングに配慮して使用する必要がある。

表Ⅳ-2-2-9　積載ごみ重量の計測値

項　　目	高津区坂戸		川崎区殿町
	11/10	11/24	11/22
自動追尾ごみ収集車 計測値	590kg	494kg	1,057kg
処理センター ごみ計量機の計測値	590kg (王禅寺処理センター)	490kg (王禅寺処理センター)	1,050kg (浮島処理センター)

ｂ）ごみ袋１個当たりの重量

自動追尾型 EV ごみ収集車で把握することができるごみ袋数とごみ重量から、ごみ袋 1 個当たりのごみ重量を算出した結果は表Ⅳ-2-2-10 のとおりである。ここに参考までに後述の積載ごみの質・量に関する検証時に計測を行った結果も示すが、ごみ袋 1 個当たりは概ね 2.5kg 前後という結果であった。

なお、自動追尾型ごみ収集車の計測値では収集時に大小様々なごみ袋があることが確認されているが、ごみ質分析時の計測値では、大き目（45L 程度以上）のごみ袋を選定しているため、若干大きい値となっている。

表Ⅳ-2-2-10　ごみ袋１個当たりの重量

項　　目	高津区坂戸		川崎区殿町
	11/10	11/24	11/22
自動追尾型ごみ収集車 計測値	2.47kg/袋	2.27kg/袋	2.55kg/袋
（参考） ごみ質分析時の計測値	2.51kg/袋 （12 袋の平均）	―	2.78kg/袋 （18 袋の平均）

2）積載ごみの質・量に関する検証

自動追尾型 EV ごみ収集車により収集したごみについて、11 月 10 日の高津区坂戸分は王禅寺処理センター、11 月 22 日の川崎区殿町分は浮島処理センターにそれぞれ搬入し、プラットホーム上で積載ごみを展開して分析用のごみを採取した。これらのごみ質分析結果は以下のとおりである。

図Ⅳ-2-2-9　高津区坂戸の収集ごみ展開状況
（王禅寺処理センター　ごみ投入扉前）

図Ⅳ-2-2-10　川崎区殿町の収集ごみ展開状況
（浮島処理センター　ごみ投入扉前）

坂戸分析対象ごみ（12 検体）

殿町分析対象ごみ（18 検体）

図Ⅳ-2-2-11　分析対象ごみ

①単位体積重量

各地区で収集したごみの単位体積重量測定結果は表Ⅳ-2-2-11～表Ⅳ-2-2-12 のとおり、高津区坂戸は 12 検体の平均で 95.7kg/m3、川崎区殿町は 18 検体の平均で 112.8kg/m3 であり、殿町の方が単位体積重量が若干大きい。坂戸のごみ収集時天候は、曇り一時小雨であったが、雨量は極めて少なかったうえに、集積所形態が路上タイプがなく、金属ボックスタイプや囲いタイプが多いため、小雨による重量やごみ質への影響は無視できると考えられる。

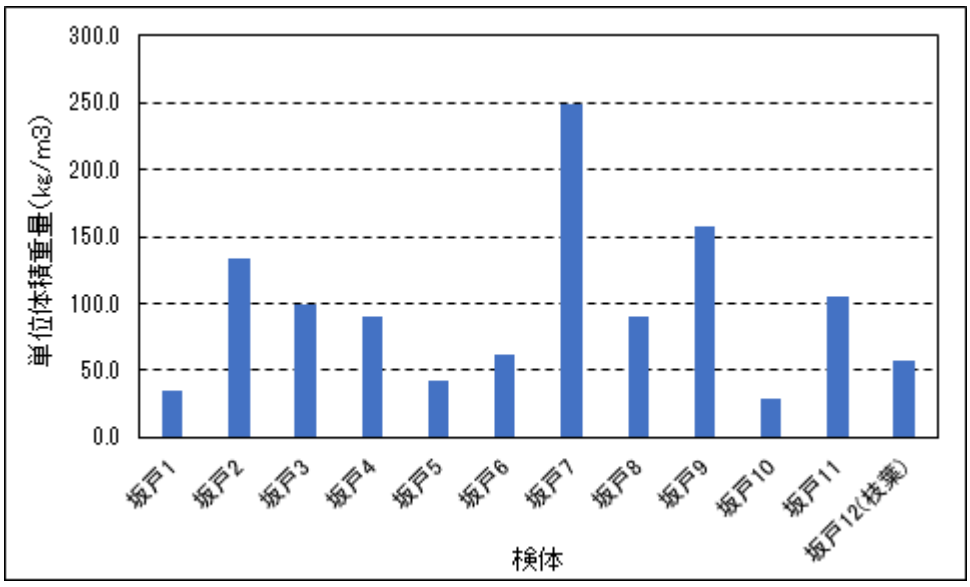
表Ⅳ-2-2-11　高津区坂戸のごみの単位体積重量

検体	体積 (L)	重量 (kg)	単位体積重量 (kg/m3)
坂戸 1	40	1.42	35.6
坂戸 2	22	2.92	132.9
坂戸 3	25	2.46	98.5
坂戸 4	30	2.70	90.2
坂戸 5	30	1.27	42.4
坂戸 6	27	1.66	61.3
坂戸 7	15	3.74	249.5
坂戸 8	30	2.69	89.8
坂戸 9	37	5.83	157.6
坂戸 10	45	1.28	28.5
坂戸 11	20	2.11	105.7
坂戸 12(枝葉)	35	1.99	56.8
最小	15	1.27	28.5
最大	45	5.83	249.5
平均	30	2.51	95.7

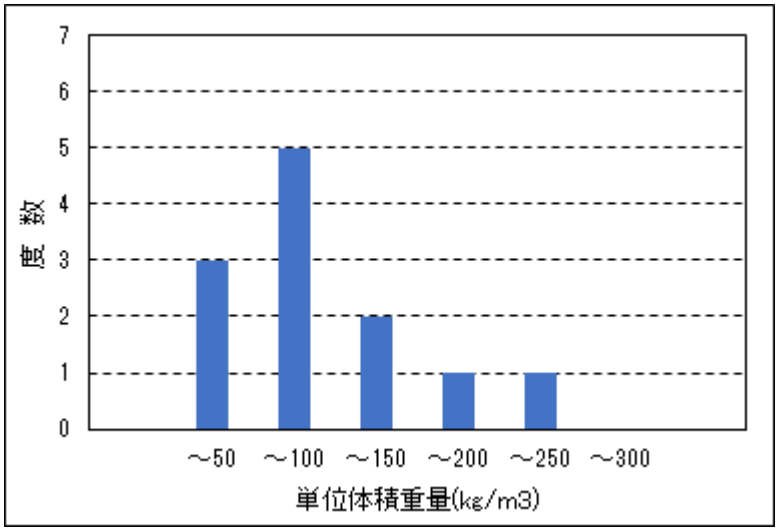
表Ⅳ-2-2-12　川崎区殿町のごみの単位体積重量

検体	体積 (L)	重量 (kg)	単位体積重量 (kg/m3)
殿町 1	22	4.04	183.8
殿町 2	19	1.45	76.4
殿町 3	17	3.33	195.8
殿町 4	22	1.40	63.8
殿町 5	37	3.38	91.3
殿町 6	19	0.74	39.2
殿町 7	30	3.32	110.6
殿町 8	24	1.18	49.2
殿町 9	31	3.25	104.7
殿町 10	16	1.70	106.4
殿町 11	40	4.48	112.0
殿町 12	27	1.76	65.1
殿町 13	33	5.56	168.6
殿町 14	19	2.89	152.3
殿町 15	27	3.86	142.8
殿町 16	15	2.14	142.6
殿町 17	22	3.84	174.3
殿町 18(布類)	32	1.67	52.3
最小	15	0.74	39.2
最大	40	5.56	195.8
平均	25	2.78	112.8

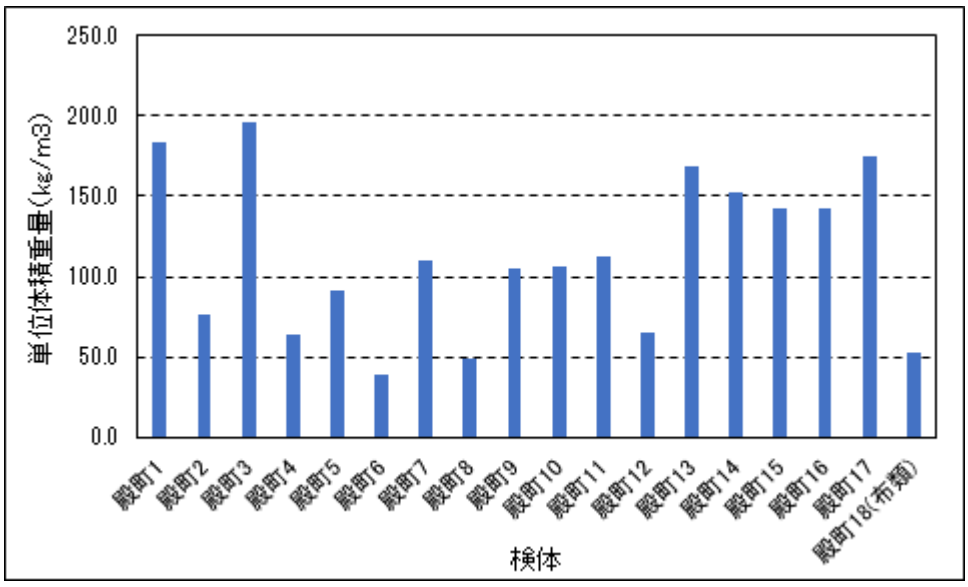
また、参考に外観上内容物の主体が分かるものとして、坂戸は枝葉が主体のごみ袋、殿町は布が主体のごみ袋を各 1 袋選定したが、図Ⅳ-2-2-12～図Ⅳ-2-2-15 に示すとおり、単位体積重量としては特異な値ではなかった。



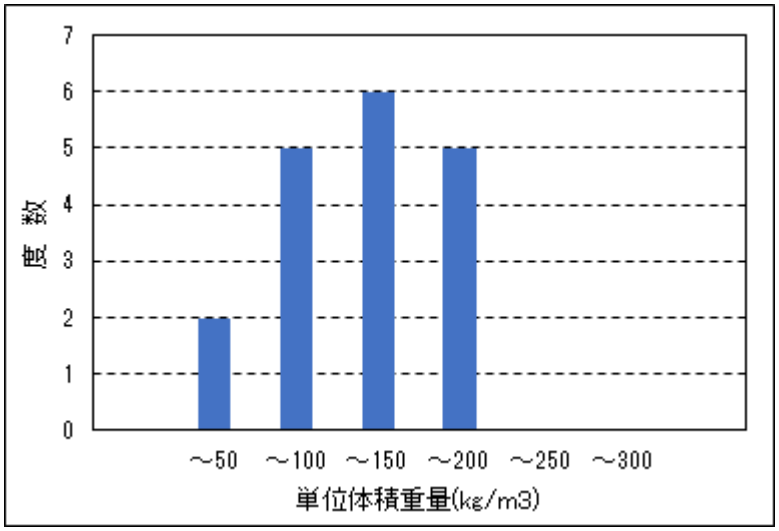
図Ⅳ-2-2-12　高津区坂戸におけるごみの単位体積重量



図Ⅳ-2-2-13　高津区坂戸におけるごみの単位体積重量度数分布



図Ⅳ-2-2-14　川崎区殿町におけるごみの単位体積重量

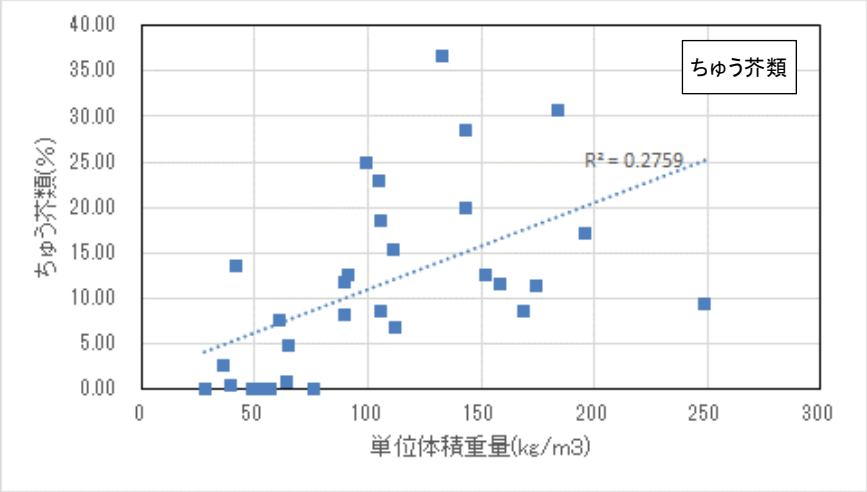


図Ⅳ-2-2-15　川崎区殿町におけるごみの単位体積重量度数分布

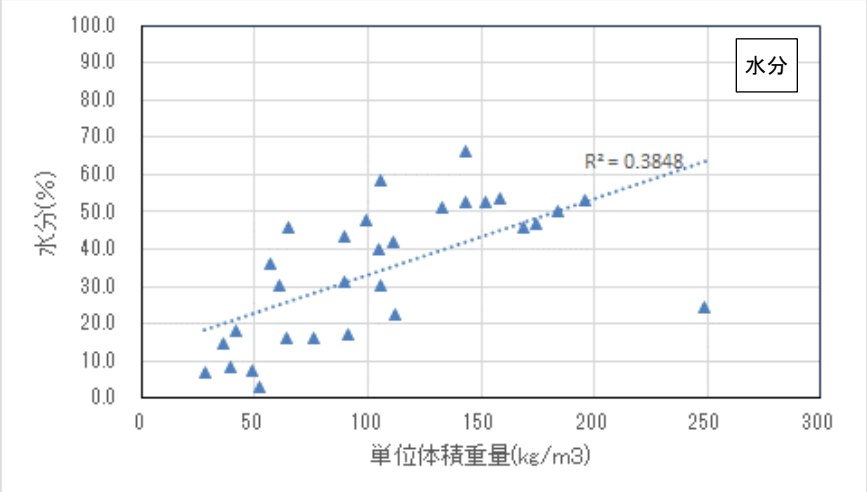
②種類組成、三成分、低位発熱量

種類組成[乾ベース]（紙･布類、合成樹脂･皮革類、木･竹･わら類、ちゅう芥類、不燃物、その他）、三成分（水分、可燃分、灰分）、低位発熱量[実測値]の分析結果一覧は、後掲の表Ⅳ-2-2-15 及び表Ⅳ-2-2-16 のとおりである。

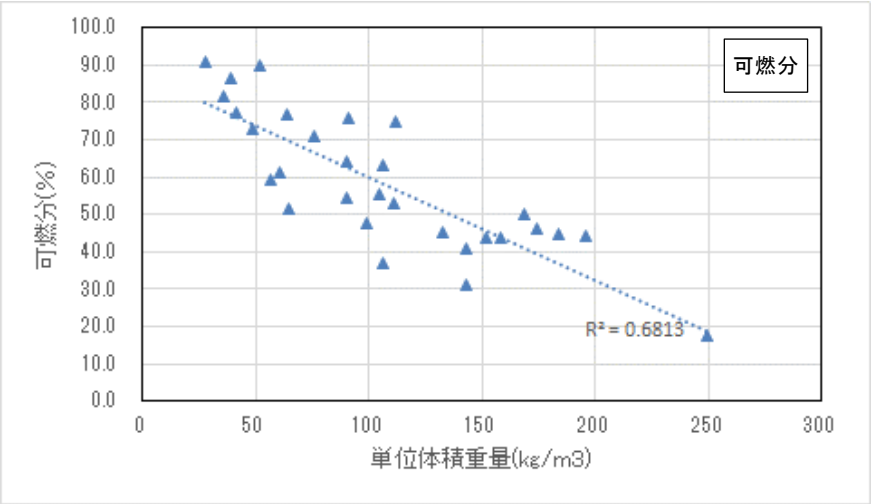
この内、単位体積重量と多少なりとも相関が見られたと考えられる項目は種類組成のちゅう芥類、三成分の水分及び可燃分、低位発熱量であり、これらは図Ⅳ-2-2-16～図Ⅳ2-2-19 に示すとおりである。



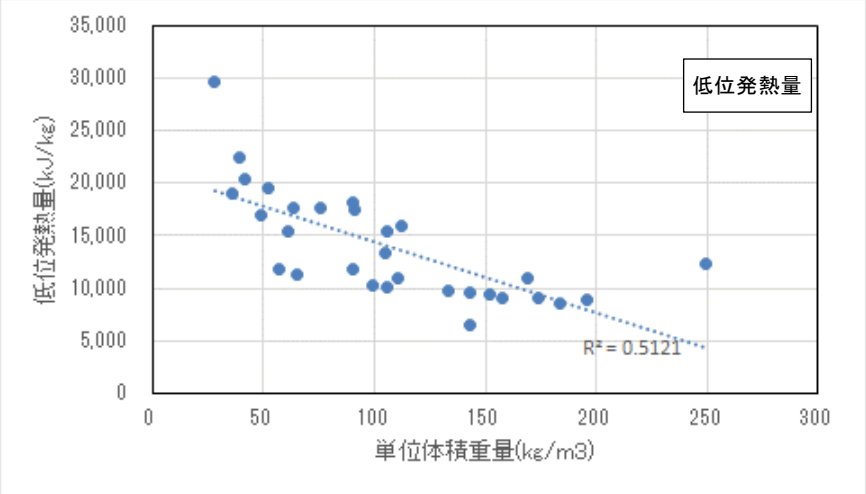
図Ⅳ-2-2-16　単位体積重量とちゅう芥類の相関



図Ⅳ-2-2-17　単位体積重量と水分の相関



図Ⅳ-2-2-18　単位体積重量と可燃分の相関



図Ⅳ-2-2-19　単位体積重量と低位発熱量の相関

なお、前述のとおり、枝葉が主体のごみ袋、布類が主体のごみ袋の単位体積重量は、他のごみ袋のばらつきの範囲内であり、特異な値ではなかったが、一方で、単位体積重量が 50kg/m3 より小さいごみ袋の種類組成の分析結果を見ると、表Ⅳ-2-2-13 に示すとおり、紙、布類及びビニール・合成樹脂・ゴム・皮革類の占める割合が 85%以上であり、単位体積重量が 200kg/m3 を超えるごみ袋は、表Ⅳ-2-2-14 に示す通り、不燃物類の占める割合が 70%以上であった（この不燃物の詳細は、ペット用のトイレ処理剤）。これは、単位体積重量が極端に小さい場合や大きい場合は、ごみ袋内の内容物に偏りがあることを表していることが考えられる。

表Ⅳ-2-2-13　単位体積重量が小さい（50kg/m3 未満）場合の種類組成

地　区			高津区坂戸			川崎区殿町	
検　体			坂戸 1	坂戸 5	坂戸 10	殿町 6	殿町 8
単位体積重量		(kg/m3)	36	42	28	39	49
種類組成	紙、布類	(%)	23.66	34.97	0.50	45.68	81.90
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	72.22	51.39	99.08	51.24	7.95
	木･竹･わら類	(%)	0.08	0.00	0.25	2.64	0.00
	ちゅう芥類	(%)	2.72	13.64	0.00	0.44	0.00
	不燃物類	(%)	1.24	0.00	0.17	0.00	10.15
	その他	(%)	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00

紙、布類及びビニール・合成樹脂・ゴム・皮革類の占める割合が 85%以上

表Ⅳ-2-2-14　単位体積重量が大きい（200kg/m3 超）場合の種類組成

地　区			高津区坂戸
検　体			坂戸 7
単位体積重量		(kg/m3)	249
種類組成	紙、布類	(%)	10.10
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	7.49
	木･竹･わら類	(%)	0.25
	ちゅう芥類	(%)	9.39
	不燃物類	(%)	72.56
	その他	(%)	0.21

不燃物類の占める割合が 70%以上

以上のような結果から、ごみの単位体積重量は、ごみ中の可燃分や低位発熱量とやや相関が認められた。これにより、事前にこの情報をごみ収集車で取得し、これを焼却施設側に提供することで、ごみピットにおける撹拌によるごみの均質化を効率的に行うことで、ごみクレーン操作の効率化につながる可能性があると考えられる。また、単位体積重量が通常推移している範囲から大きく逸脱した場合には、内容物に偏りがあると判断し、他のごみと区別してごみピットに投入するということで、ごみクレーンでの撹拌によるごみの均質化や安定運転の継続につながることが考えられる。

なお、ごみの単位体積重量と種類組成のちゅう芥類の割合との相関係数は R=0.5253 とあまり高くはないが、単位体積重量が 100kg/m3 を下回る場合はちゅう芥類の割合が極めて少ない試料が多かった。

また、収集運搬と中間処理との連携においてデジタル技術を効果的に活用していくためには、焼却処理以外の中間処理との連携も視野に入れて検討を進める必要がある。例えば、焼却処理施設にメタンガス化施設が併設されている施設において、ちゅう芥類の割合によって搬入ごみの振り分けを行う等の取組が考えられるところであり、効率的な運営管理の方法なども踏まえて、さらに検討していくことが必要と考えられる。

表Ⅳ-2-2-15　高津区坂戸のごみ質分析結果（採取年月日：令和 5 年 11 月 10 日）

検　体			坂戸 1	坂戸 2	坂戸 3	坂戸 4	坂戸 5	坂戸 6	坂戸 7
試料採取量（ごみ袋 1 個当たり）		(kg)	1.423	2.924	2.463	2.705	1.271	1.656	3.742
		(L)	40	22	25	30	30	27	15
単位体積重量		(kg/m3)	36	133	99	90	42	61	249
種類組成	紙、布類	(%)	23.66	21.77	40.72	44.67	34.97	41.65	10.10
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	72.22	37.99	28.55	45.05	51.39	41.90	7.49
	木･竹･わら類	(%)	0.08	0.63	0.47	0.38	0.00	2.42	0.25
	ちゅう芥類	(%)	2.72	36.59	24.96	8.18	13.64	7.53	9.39
	不燃物類	(%)	1.24	2.60	3.04	1.67	0.00	6.41	72.56
	その他	(%)	0.08	0.42	2.26	0.05	0.00	0.09	0.21
三成分	水　分	(%)	14.8	51.3	47.9	31.3	18.1	30.3	24.3
	灰　分	(%)	3.7	3.6	4.4	4.6	4.5	8.3	58.0
	可燃分	(%)	81.5	45.1	47.7	64.1	77.4	61.4	17.7
低位発熱量[実測値]		(kJ/kg)	19,100	9,780	10,200	18,200	20,400	15,500	12,300
低位発熱量[計算値]		(kJ/kg)	15,000	7,210	7,770	11,300	14,100	10,800	2,720

検　体			坂戸 8	坂戸 9	坂戸 10	坂戸 11	坂戸 12	平均
試料採取量（ごみ袋 1 個当たり）		(kg)	2.693	5.830	1.281	2.113	1.987	2.507
		(L)	30	37	45	20	35	30
単位体積重量		(kg/m3)	90	158	28	106	57	96
種類組成	紙、布類	(%)	61.74	59.80	0.50	32.84	0.00	31.04
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	25.90	27.40	99.08	46.22	2.28	40.44
	木･竹･わら類	(%)	0.39	0.07	0.25	1.60	97.48	8.67
	ちゅう芥類	(%)	11.84	11.55	0.00	18.65	0.00	12.09
	不燃物類	(%)	0.00	0.26	0.17	0.23	0.00	7.35
	その他	(%)	0.13	0.92	0.00	0.46	0.24	0.41
三成分	水　分	(%)	43.2	53.4	7.0	58.6	36.0	34.7
	灰　分	(%)	2.3	2.7	1.9	4.3	4.6	8.6
	可燃分	(%)	54.5	43.9	91.1	37.1	59.4	56.7
低位発熱量[実測値]		(kJ/kg)	11,900	9,070	29,600	10,100	11,800	14,800
低位発熱量[計算値]		(kJ/kg)	9,180	6,940	17,000	5,510	10,300	9,820

採取場所は王禅寺処理センター
坂戸 12 はごみ袋の外観から内容物が枝葉が主と想定されるごみ袋を選定した

表Ⅳ-2-2-16　川崎区殿町のごみ質分析結果（採取年月日：令和 5 年 11 月 22 日）

検体			殿町 1	殿町 2	殿町 3	殿町 4	殿町 5	殿町 6	殿町 7
試料採取量		(kg)	4.043	1.452	3.328	1.404	3.378	0.744	3.317
(ごみ袋 1 個当たり)		(L)	22	19	17	22	37	19	30
単位体積重量		(kg/m3)	184	76	196	64	91	39	111
種類組成	紙、布類	(%)	49.85	71.83	52.85	75.17	59.04	45.68	33.09
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	14.17	17.79	27.51	20.68	24.69	51.24	49.97
	木･竹･わら類	(%)	0.84	1.81	1.66	0.93	1.00	2.64	1.51
	ちゅう芥類	(%)	30.72	0.00	17.08	0.76	12.63	0.44	15.43
	不燃物類	(%)	2.78	8.57	0.90	2.46	2.64	0.00	0.00
	その他	(%)	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
三成分	水　分	(%)	50.2	16.4	53.0	16.0	17.0	8.2	42.0
	灰　分	(%)	4.8	12.6	2.7	7.1	7.3	5.1	4.8
	可燃分	(%)	45.0	71.0	44.3	76.9	75.7	86.7	53.2
低位発熱量[実測値]		(kJ/kg)	8,510	17,700	8,990	17,700	17,400	22,500	10,900
低位発熱量[計算値]		(kJ/kg)	7,210	13,000	7,010	14,100	13,800	16,100	8,970

検体			殿町 8	殿町 9	殿町 10	殿町 11	殿町 12	殿町 13	殿町 14
試料採取量		(kg)	1.180	3.246	1.702	4.480	1.758	5.564	2.894
(ごみ袋 1 個当たり)		(L)	24	31	16	40	27	33	19
単位体積重量		(kg/m3)	49	105	106	112	65	169	152
種類組成	紙、布類	(%)	81.90	35.35	57.90	70.14	29.82	44.17	33.77
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	7.95	38.44	32.80	20.22	64.59	30.64	19.68
	木･竹･わら類	(%)	0.00	2.77	0.00	1.38	0.53	5.72	31.23
	ちゅう芥類	(%)	0.00	22.92	8.62	6.76	4.85	8.53	12.49
	不燃物類	(%)	10.15	0.31	0.68	0.92	0.21	2.84	2.83
	その他	(%)	0.00	0.21	0.00	0.58	0.00	8.10	0.00
三成分	水　分	(%)	7.3	40.0	30.5	22.4	46.0	45.6	52.4
	灰　分	(%)	19.7	4.5	6.3	2.7	2.4	4.3	3.9
	可燃分	(%)	73.0	55.5	63.2	74.9	51.6	50.1	43.7
低位発熱量[実測値]		(kJ/kg)	17,000	13,300	15,400	16,000	11,300	11,000	9,380
低位発熱量[計算値]		(kJ/kg)	13,600	9,440	11,100	13,500	8,560	8,290	6,910

検体			殿町 15	殿町 16	殿町 17	殿町 18	平均
試料採取量		(kg)	3.856	2.139	3.835	1.672	2.777
(ごみ袋 1 個当たり)		(L)	27	15	22	32	25
単位体積重量		(kg/m3)	143	143	174	52	113
種類組成	紙、布類	(%)	29.55	41.43	73.46	84.00	53.84
	ビニール･合成樹脂･ゴム･皮革類	(%)	40.21	31.81	10.41	16.00	28.82
	木･竹･わら類	(%)	0.31	1.78	0.44	0.00	3.03
	ちゅう芥類	(%)	28.55	20.02	11.34	0.00	11.17
	不燃物類	(%)	1.07	4.46	3.96	0.00	2.49
	その他	(%)	0.31	0.50	0.39	0.00	0.65
三成分	水　分	(%)	66.2	52.8	46.6	2.8	34.2
	灰　分	(%)	2.7	6.4	7.1	7.1	6.2
	可燃分	(%)	31.1	40.8	46.3	90.1	59.6
低位発熱量[実測値]		(kJ/kg)	6,510	9,530	9,120	19,500	13,400
低位発熱量[計算値]		(kJ/kg)	4,190	6,350	7,540	16,900	10,400

採取場所は浮島処理センター
殿町 18 はごみ袋の外観から内容物が布類が主と想定されるごみ袋を選定した

3）検証結果のまとめと今後の課題

ごみ収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験における検証結果のまとめと今後の課題として挙げられる追加で調査すべき事項は表Ⅳ-2-2-17 に示すとおりである。

表Ⅳ-2-2-17　検証結果のまとめと追加で調査すべき事項

自動追尾型 EV ごみ収集車が取得した情報の共有

①データ計測時刻
②実証試験車両に装備している投入口カメラでカウントした投入ごみ袋の個数
③車両の緯度経度現在地（GPS 情報）
④ごみを積込んだ際に移動する架装部排出板の位置（排出板の移動寸法）
⑤実証試験車両に装備しているロードセルで計測した積載ごみの重量
⑥実証試験車両に装備しているカメラの映像（ごみ回収前と回収後）
等の情報が集積所毎に共有できることが確認できた。

⇒ ④の架装部排出板位置については、架装部の構造上、集積所毎に把握することは難しいが、収集が終わった後の状況としては確認ができた。
ただし、積載量が 50%未満までの状況であったため、満載近くまでになった際の排出板位置の動向について確認が必要である。

積載ごみの質・量に関する検証

・単位体積重量は、ごみ中の可燃分や低位発熱量とやや負の相関が認められた。ちゅう芥類との正の相関については、相関係数が R=0.5253 とあまり高くはないが、単位体積重量が 100kg/m3 を下回る場合はちゅう芥類の割合が極めて少ない試料が多かった。
・単位体積重量が通常の推移範囲を逸脱した場合は内容物に偏りがあると判断できることが確認できた。

⇒ ごみ収集車において単位体積重量を把握できれば、可燃分や低位発熱量、ちゅう芥類の割合、内容物の偏り等がある程度想定できると考えられるので、それらの情報を中間処理との連携において活用できる可能性がある。

追加で調査すべき事項

◇架装部における集積所毎及び収集終了後の積載ごみの重量・体積の計測精度（架装部の積載量が多いときの排出板位置の状況と、排出板位置の変化に伴う単位体積重量の変化を含む）

◇架装部メーカーにおけるごみ収集車でのごみ質等の把握をはじめとする新たな技術開発の取組に関する情報

◇焼却処理施設にメタンガス化施設が併設されている施設における収集ごみの振り分け方法など、中間処理施設の運営管理方法に関する情報

⇒これらの調査で得られた情報を踏まえ、ごみ収集車でのごみ質把握の方法、収集運搬と中間処理の効率的な連携方法等について、さらに検討を進めることが必要。

Ⅴ．検討会の運営

１．検討会の概要

（1）検討会の目的

専門的見地から助言を得て、必要な意見交換、検討を行うため、学識経験者、関連団体の有識者をメンバーとする検討会を設置、運営した。検討会委員は5名とし、環境省及び事務局の出席の下で全3回開催した。

なお、検討会委員の選定については、環境省担当官の了承を得たうえで決定した。

（2）運営内容

・検討会開催期間：令和6年3月末までの間
・開催回数：3回（1回あたり2時間程度）
・委嘱期間：就任承諾の日から令和6年3月末までの間
・謝　金：有
・交通費：有

（3）有識者

＜委員長＞

小野田　弘士　早稲田大学理工学術院大学院　環境・エネルギー研究科　教授

＜委員＞

荒井　喜久雄　公益社団法人全国都市清掃会議　技術指導部長
田中　朝都　　一般社団法人日本環境衛生施設工業会　技術委員会　前委員長
藤井　実　　国立環境研究所　社会システム領域システムイノベーション研究室　室長
山田　俊彦　　川崎市　環境局生活環境部廃棄物政策担当　担当課長

（五十音順）

２．検討会開催内容

（１）検討会の開催日程

検討会は、下記日程で開催した。

１）第１回　令和５年度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検討会

日時：令和 5 年 8 月 29 日（火）10:00～12:00

場所：航空会館　５０１・５０２会議室　東京都港区新橋 1-18-1

出席者：

【委員】

小野田　弘士	早稲田大学理工学術院大学院　環境・エネルギー研究科　教授
荒井　喜久雄	公益社団法人全国都市清掃会議　技術指導部長
田中　朝都	一般社団法人日本環境衛生施設工業会　技術委員会　前委員長
藤井　実	国立環境研究所　社会システム領域システムイノベーション研究室　室長
山田　俊彦	川崎市　環境局生活環境部廃棄物政策担当　担当課長

【環境省】

髙橋　亮介	環境省　環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐
日垣　　淳	同課　課長補佐
北垣　芳彦	同課　係長
後藤　勇喜	同課　環境専門員
則竹　愛弘	同課　環境専門員

【事務局】

坂川　　勉	一般財団法人日本環境衛生センター　専務理事
松田　圭二	同　東日本支局環境事業第三部　部長
栗村　政明	同　東日本支局環境事業第一部　技術審議役
神谷　康之	同部　課長
荒山　　悠	同部　整備運営事業課　主任
塙　　英夫	同部　専任調査役
石川　龍一	同部　専任調査役
木下　正昭	三菱ふそうトラック・バス株式会社　開発本部アドバンスエンジニアリング部メカトロニクスシステム担当　マネージャー
佐藤　広充	同部（メカトロニクスシステム担当）　主任
樋口　　力	同　企業渉外・環境部

2）第２回　令和５年度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検討会

日時：令和６年１月 15 日（火）13:30～15:30

場所：日本自動車研究所　本館会議室、試験走行会場　茨城県つくば市苅間 2530

出席者：

【委員】

小野田　弘士　早稲田大学理工学術院大学院　環境・エネルギー研究科　教授
荒井　喜久雄　公益社団法人全国都市清掃会議　技術指導部長
田中　朝都　一般社団法人日本環境衛生施設工業会　技術委員会　前委員長
（オンライン出席）
藤井　実　国立環境研究所　社会システム領域システムイノベーション研究室　室長
山田　俊彦　川崎市　環境局生活環境部廃棄物政策担当　担当課長

【環境省】

日垣　淳　環境省　環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐
北垣　芳彦　同課　係長
後藤　勇喜　同課　環境専門員
則竹　愛弘　同課　環境専門員（オンライン出席）

【事務局】

坂川　勉　一般財団法人日本環境衛生センター　専務理事
松田　圭二　同　東日本支局環境事業第三部　部長
田中　一幸　同　総局資源循環低炭素化部　次長
栗村　政明　同　東日本支局環境事業第一部　技術審議役
神谷　康之　同部　課長
荒山　悠　同部　整備運営事業課　主任
塙　英夫　同部　専任調査役
石川　龍一　同部　専任調査役
木下　正昭　三菱ふそうトラック・バス株式会社　開発本部アドバンスエンジニアリング部メカトロニクスシステム担当　マネージャー
佐藤　広充　同部（メカトロニクスシステム担当）　主任
樋口　力　同　企業渉外・環境部

3）第３回　令和５年度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検討会

日時：令和６年３月５日（火）13:30～16:30

場所：航空会館　７０１・７０２・７０３会議室　東京都港区新橋1-18-1

出席者：

【委員】

小野田　弘士	早稲田大学理工学術院大学院　環境・エネルギー研究科　教授
荒井　喜久雄	公益社団法人全国都市清掃会議　技術指導部長
田中　朝都	一般社団法人日本環境衛生施設工業会　技術委員会　前委員長
藤井　実	国立環境研究所　社会システム領域システムイノベーション研究室　室長

【環境省】

日垣　淳	環境省　環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐
北垣　芳彦	同課　係長（オンライン出席）
後藤　勇喜	同課　環境専門員

【事務局】

坂川　勉	一般財団法人日本環境衛生センター　専務理事
松田　圭二	同　東日本支局環境事業第三部　部長
田中　一幸	同　総局資源循環低炭素化部　次長
栗村　政明	同　東日本支局環境事業第一部　技術審議役
神谷　康之	同部　課長
荒山　悠	同部　整備運営事業課　主任
塙　英夫	同部　専任調査役
石川　龍一	同部　専任調査役
木下　正昭	三菱ふそうトラック・バス株式会社　開発本部アドバンスエンジニアリング部メカトロニクスシステム担当　マネージャー
佐藤　広充	同部（メカトロニクスシステム担当）　主任
樋口　力	同　企業渉外・環境部

（2）議事内容

検討会の議事内容は以下に示すとおりである。

1）第１回　令和５年度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検討会

（議事次第）

１．開会

２．議事

（1）検討会の設置

（2）令和５年度のスケジュールについて

（3）自動追尾システム搭載型 EV ごみ収集車による実証試験について

（4）EV ごみ収集車に関する課題調査について

（4）その他（次回日程の調整：令和６年１月 15 日）

３．閉会

写真１　第１回検討会開催状況

2）第２回　令和５年度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検討会

（議事次第）

１．開会

２．議事

（１）自動追尾型 EV ごみ収集車の試験走行

（２）前回検討会指摘事項への対応状況

（３）実証試験の実施内容

（４）公道実証試験の実施状況、実証試験実施結果

（５）その他（次回日程の調整：令和６年３月５日）

３．閉会

写真２　第２回検討会開催状況（会議室、試験走行会場）

3）第３回　令和５年度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検討会

（議事次第）

１．開会

２．議事

（１）第２回検討会指摘事項への対応状況

（２）自動追尾型 EV ごみ収集車による実証試験の評価結果

（３）収集運搬と中間処理の連携に関する実証試験の検証結果

（４）自動追尾型 EV ごみ収集車等の普及に向けた検討

（５）その他

３．閉会

写真３　第３回検討会開催状況

資料編

収集運搬と中間処理施設の連携、収集運搬や中間処理施設における
デジタル技術活用方法の検討、事例等について調査、整理

（添付資料）ごみ処理におけるデジタル技術活用事例

ごみ処理におけるデジタル技術活用事例

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例

2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例

3．ごみ収集運搬及び中間処理施設が連携したデジタル技術の活用について

１．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例

ごみ収集運搬においてデジタル技術を活用している以下の事例を示す。

①大阪市	ごみ収集車両運行管理システム
②市川市清掃業協同組合	IT システムによるごみ収集の効率化
③ A市	収集運搬管理サポートシステム
④ **B市**	収集車両運行管理システム
⑤川西市	ごみ収集運行システム
⑥市川市（粗大ごみ）	**地域 ICT 化推進事業**
⑦枚方市	全庁向けGISの活用
⑧ C市	ごみ集積所管理システム
⑨座間市	収集運搬管理サポートシステム

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　①大阪市　1/3

デジタル技術：ごみ収集車両運行管理システム

出典：令和３年度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報告書
令和４年度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報告書
令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

システム導入経緯

家庭系ごみ収集輸送事業改革プラン　(H29－R1)

- H30年度に民間から5年契約で「運行管理システム」を導入

家庭系ごみ収集輸送事業改革プラン 2.0　(R2－R4)

- 運行管理システムのカスタマイズや機能追加
- 更なる効率化及びごみ収集車両の交通事故の削減
- システムデータを活用しごみ収集時間帯の精緻化

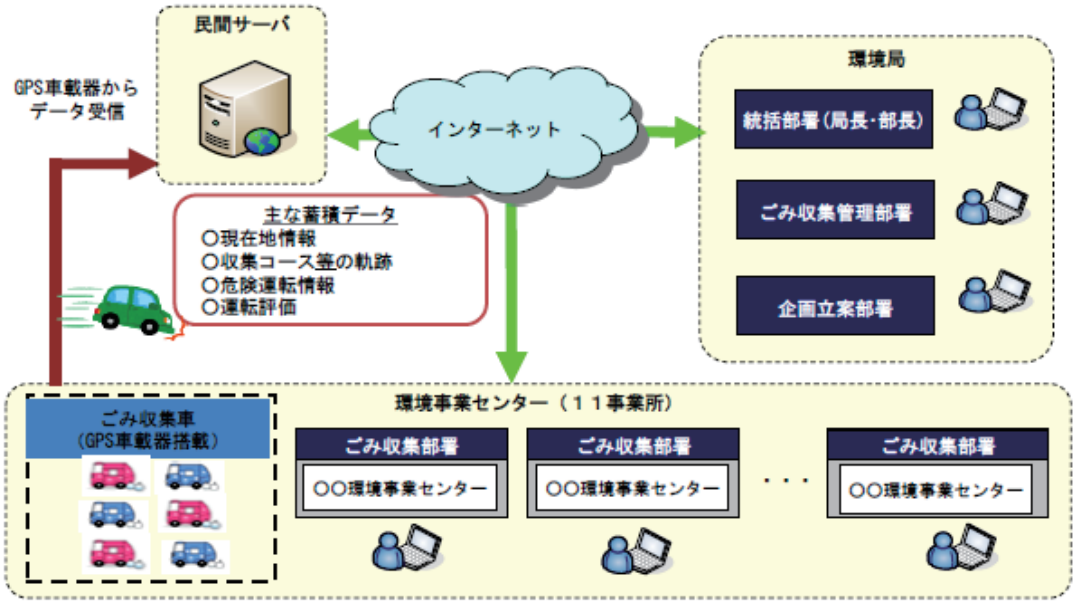
システム概要

使用機器	• ドライブレコーダ、タブレット（GPS付）、Gセンサ • PC（クラウド利用）

- 全ごみ収集車両（650台）にGPSを搭載
- GPSにより5秒に1回ごみ収集車の位置情報を民間の処理サーバに自動送信し蓄積している。
- ネットワークで市環境局および環境事業センターが収集車位置情報および走行の軌跡情報をリアルタイムで共有している。
- 情報の閲覧や編集には、システム管理権限、閲覧権限など階層を設け、システム運用にかかる管理をしている。
- 位置情報により各収集車が集積所を通過する時刻を把握し、環境事業センターが収集車の配車を管理し、住民の収集への問い合わせに対応する。
- ドライブレコーダはGセンサと連動し、速度超過、急加速、急減速、急ハンドル、アイドリング発生前後１分間の映像を保存し自動送信する。
- 注意喚起 （メール）、速度警告機能、安全運転診断機能も備えている。
- 各収集車の日々の走行・運行状況について、作業開始時間、作業終了時間、指定場所（集積所）の通過時刻、違反運転回数を確認できる日報、月報を自動作成する。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　①大阪市　2/3

システム概要



運行管理システム（ＧＰＳ）の機能

○ 日々の走行・運転状況について、次の内容が確認できる報告書を自動的に作成
（画面上での閲覧や印刷が可能）

作業開始時間・作業終了時間（センターを出発・センターに到着した時間）、
指定した場所（収集コースごとのスタート・ゴール、工場搬入等）の通過時刻、
違反回数（速度超過、急ハンドル、急発進、急停止、アイドリング）

システムの情報の流れ

出典：令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書より

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　①大阪市　3/3

成果

デジタル技術の活用方法	効果
• 各収集車の日々の走行・運行状況を収集計画に反映し、普通ごみの午前収集地域を拡大	午前収集地域の割合：R１年 45％　⇒　R5年 64％
• ドライブレコーダと連動したGセンサにより安全運転診断を行い、収集運搬時の交通事故を削減	事故件数：R3年 26件　⇒　R4年 19件
• 車両位置情報により正確な車両位置を把握	市民へのごみ収集時間の目安となるデータを精緻化
• ごみ収集車両のドライブレコーダ映像等を有効活用	都市インフラ整備や防災対策等に活用

課題

課題	原因
GPS車載器の位置情報のずれ	• 一般道路と高速道路の重複場所や GPS 車載器の性能が影響
Gセンサの誤動作	• 道路状態、段差、積載と未積載時の車体重量の違い、車のタイヤの空気圧状態の相違など
デ ータ容量低下の通信遅延	• 確認が必要な状態が発生した際の動画送信増加等による通信 SIM の契約容量超過

今後の希望や展開

・GPS データのマッピング精度向上
✓生活道路などの詳細な地図情報のずれの解消

・焼却工場と協力したデータ活用
✓搬入時間予測による工場内渋滞緩和およびごみ量の自動入力

・家庭のごみ量把握
✓収集ルート、作業回数、エ リアのごみ量等

・収集ルート最適化システム
✓ICT を活用した最適化システム

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　②市川市清掃業協同組合　1/3

出典：令和３年度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報告書
令和４年度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報告書
令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

デジタル技術：IT システムによるごみ収集の効率化

システム導入経緯

H29年度より家庭ごみ収集の効率化、迅速化及び市民サービスの向上を目的に、ごみ収集運搬を市川市清掃業協同組合に委託

- **市川市清掃業協同組合**が収集車両の一括管理のためシステム開発会社と契約してシステムを導入した。
- 組合にコールセンターを設置

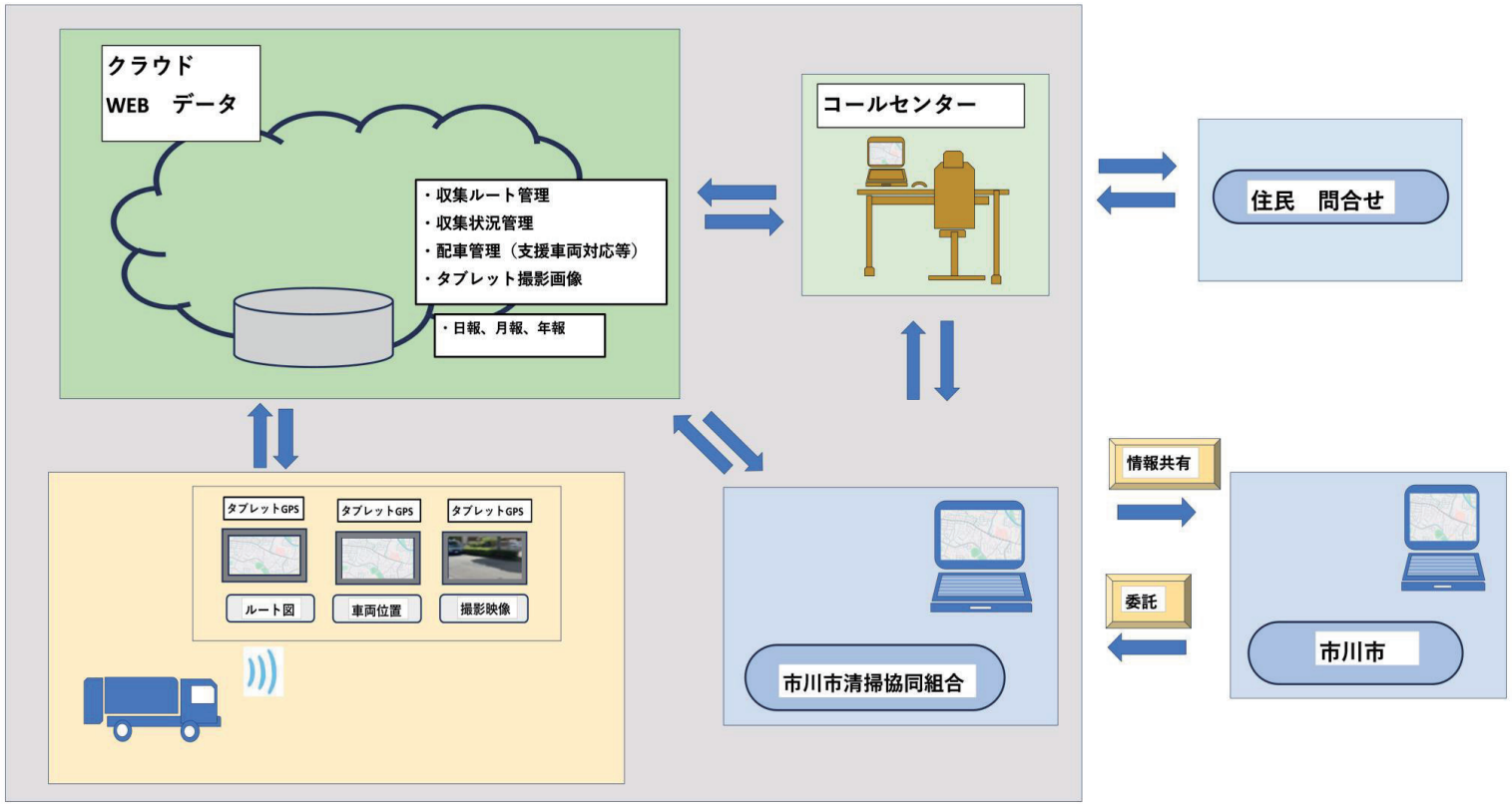
システム（Bioism）概要

使用機器	• タブレット（GPS、映像） • ドライブレコーダ

- システムはBioismを使用。
- 全収集車にタブレット型 GPS 端末を搭載。
- GPS により、3 秒に一回軌跡データを送信し、ルートと時刻を集計。
  収集ルート軌跡や収集状況、車両の位置を市と委託先でリアルタイムで共有。
  市民からの収集状況問い合わせに具体的に回答できる。
- 地図システムを使用した情報共有により、住所検索、収集状況の把握や集積所の管理ができる。
- ごみ集積所で回収時にタブレットで撮る写真情報（タブレット）を活用して、苦情や、後出しごみ等に対応する。
- ドライブレコーダは事故、危険運転、あおり運転、市民からの苦情の事実確認など証拠記録に使用している。

１．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　②市川市清掃業協同組合　2/3

システムの概要



システムの情報の流れ

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　②市川市清掃業協同組合　3/3

成果

デジタル技術の活用方法	効果
• リアルタイムの収集車位置情報及び収集履歴を市と**清掃業協同組合**で共有する	・市民からの収集状況の問い合わせに具体的に即座に回答できる ・ごみの取り漏らしを防止し、収集車のルートを管理できる
• 写真、車両位置と通過時刻等をシステムに蓄積する	・収集遅れがあった場合等の住民からのクレームに対し、組合から現場周辺車両へ連絡し、収集の応援や市民対応の指示が迅速にできる ・不正ごみや大型ごみの処理料金不足証拠記録として使用している
• タブレットを活用したデータ情報を市と**清掃業協同組合**で共有する	・収集会社からの問い合わせに、タブレット端末で撮影した画像で状況を把握し、市職員が現地に行くことなく確実な指示ができる ・運転員、作業員が急に交代しても即座に業務対応できる

課題

課題	原因
・システムの迅速な利用が困難になる	• 車両の位置情報の把握や写真情報を共有するなど、アクセスが集中する場合
・維持管理できる職員の確保	• 委託会社がシステムの契約者であるため、情報通信技術を維持管理できる職員が委託会社とやり取りした職員に限られる
・アクセス制限等	• 委託会社が契約したシステムの情報を市が共有するため、市側のセキュリティ対策などのアクセス制限やネットワークシステムの問題が生じることがある

今後の希望や展開

・**集積所ごとの収集ごみ量の把握**
収集したことの証明のため、集積所ごとに収集ごみの重さが確認できるとよい。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　③A市　1/3

デジタル技術：収集運搬管理サポートシステム

出典：令和４年度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報告書

システム導入経緯

ゼロカーボンプロジェクト（2021年度）

- 収集運搬効率化に取り組む（（WOOMSで効率化を)実証中の座間市ヒアリング）

「A市デジタル化総合戦略2022」（2022年度）

- 「デジタル技術を活用した生産性の向上」として「廃棄物収集サポートシステム」の実証実験を進める。（実証は収集区割りの合理化を目指して、収集運搬の実態把握を兼ねて、本システムを3日間試用し、1年間の実証試験の委託契約を行い実証試験を実施している。）

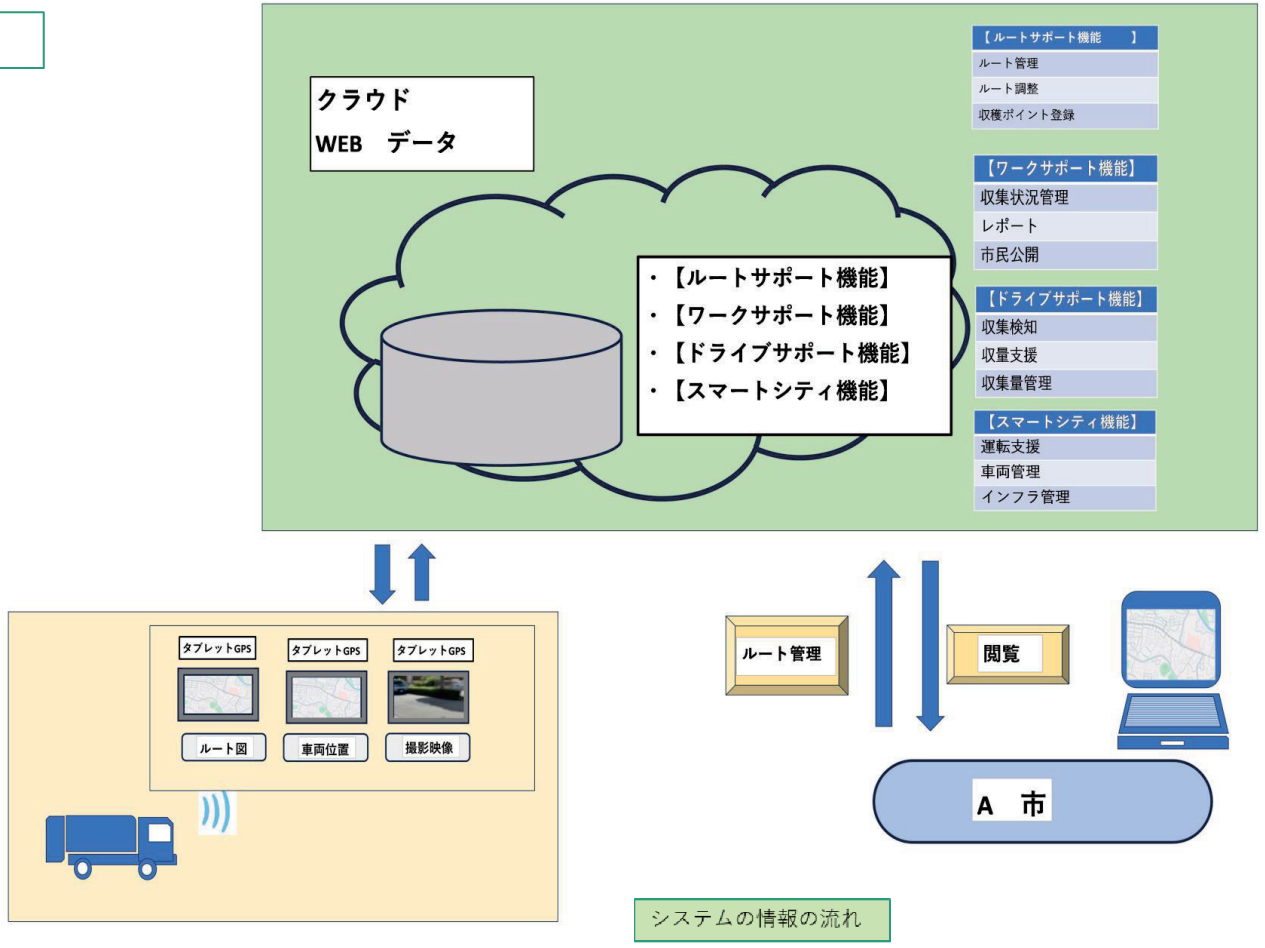
システム（WOOMS）概要

使用機器	• タブレット端末（GPS付）、ドライブレコーダ • PC（WEB）

- システムはWOOMSを使用
- 収集車にタブレット型 GPS 端末を搭載
- GPS により軌跡データを送信し、収集ルート軌跡や収集状況、車両の位置をリアルタイムで共有する。
- 各収集車が、収集中か運搬中で走行しているのかの違いが分かるので、それぞれに要する時間の配分を管理できる。
- ごみの収集時取り切れなかった場合な ど、タブレット端末から、収集ルートの変更や応援の要請が簡単にできる
- このシステムでは、ブレーキ操作、スピード超過などの状況を把握し、管理できる
- システムで は、ルートの注意ポイントがタブレットに文字表示される。（ポップアップ（音声）機能はない）
- 「日報」・「月報」を自動的に作成することができる。
- ドライブレコーダは事故や車両故障情報取得および不正ごみ出し情報に活用している

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　③A市　2/3

システム概要



システムの情報の流れ

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　③A市　3/3

成果

デジタル技術の活用方法	効果
車両位置と時刻から車両の走行状況を把握する	• 収集中、運搬中、時間の配分などの情報を把握できた。 • 業者ごとに収集と運搬の所要時間、積込重量等に差があることが分かった。 • ごみ量や収集時間に余裕が必要（分別ルール違反の指導、取り残しの回収対応）なことを確認した。 • 業者との契約に、収集量、使用台数、走行距離などの条件整理が必要なことを確認できた。 • システムでは、ごみの収集時に取り切れなかった場合など、収集ルートの変更や応援の要請が簡単。
ブレーキ操作、スピード等の運転状況把握	• 車両運行の安全管理に有効である。

課題

課題	原因
ごみ取り残し、後出しの確認	• タブレットの記録で説明するが、このシステムだけでは難しい。。
区割りの効率化、平準化	• 平地に比べ、坂が多いエリアでは、時間がかかる、体力的にきつい等不公平感が出る。
映像・ドライブレコーダと位置情報の連動費用	• **映像、位置情報**のデータ（道路状況、陥没、カラス、不法投棄等）をドライブレコーダで共有できるが、導入費用が増える。（スマホのカメラアプリの活用例はある）
収集箇所のマッピング費用	• 戸別方式を含めて全地区、全業者に対してマッピングを行うと費用が膨大になる

今後の希望や展開

- 2026年に向けて、A市デジタル化総合戦略2022の一環として廃棄物収集サポートシステムの確立を目指す。
- 高齢化対応もあるが、収集を有料化したので、排出者が明確な戸別収集を今後も続けていく。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　④B市　1/3

デジタル技術：収集車両運行管理システム

出典：令和４年度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報告書

システム導入経緯

新型コロナ感染症の流行で、業者の業務継続困難時に直営で代替できるよう集積所や収集ルートを確認、準備する必要が生じた。

2022年　座間市、、海老名市、市川市（市川市清掃協同組合）の先行事例を調査（視察）

環境展で収集車両運行管理システムを知り、自社開発で、廃棄物収集システム、運行管理システム等の特許を取得しており、市の要望をカスタマイズできそうなことから導入を検討した。

2022年12月の議会承認を得て、ハード（PC、タブレット端末）は買い取り、ソフトは使用料支払いで収集支援システムを導入。

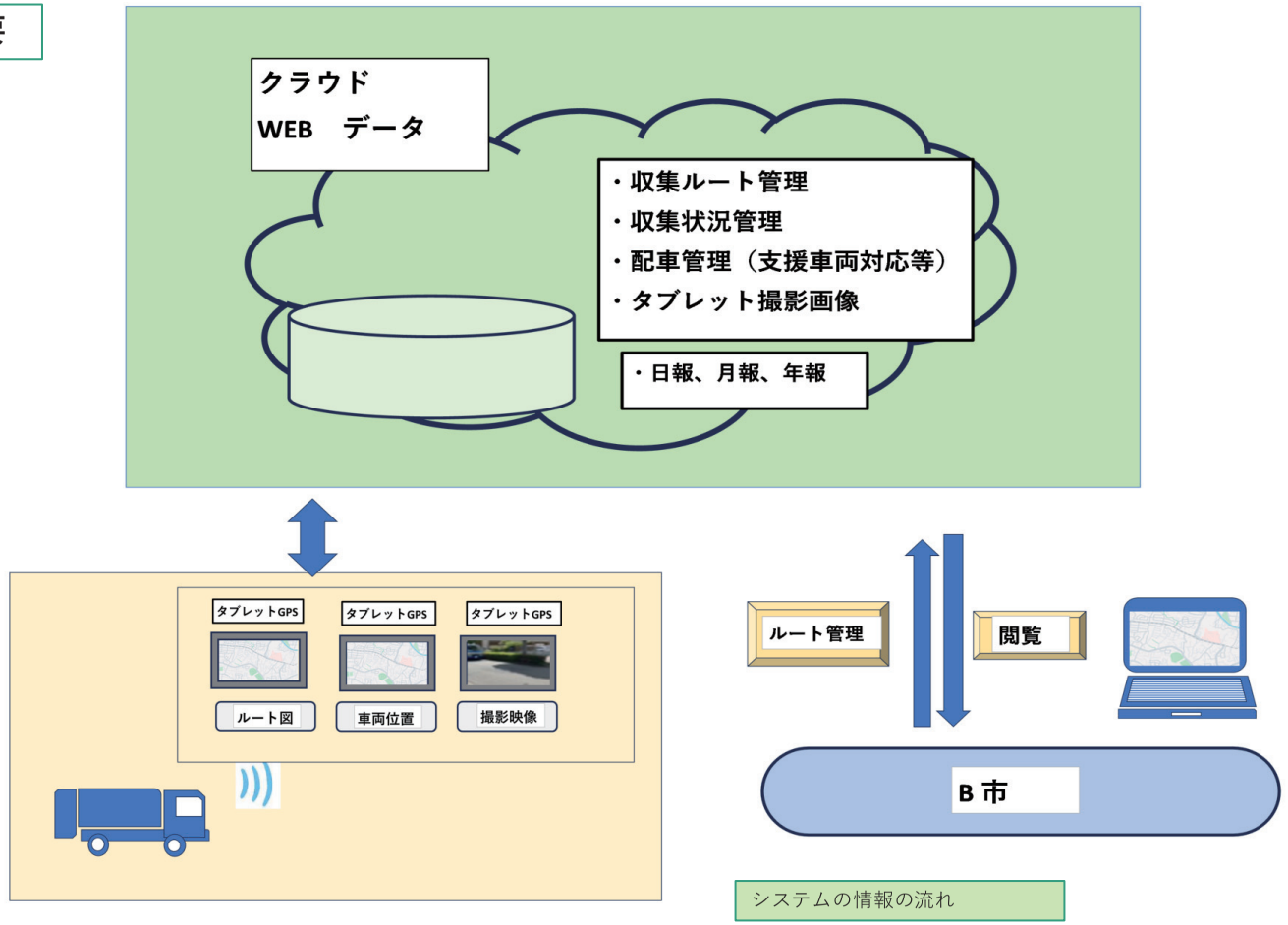
システム概要

使用機器	タブレット端末（GPS付)、ドライブレコーダ、PC（クラウド利用）,自重計

- システムはBioismを使用。
- システムのタブレットは、直営車に搭載している。（直営及び業者の全ての集積所の情報、収集コースについて情報を取得。）
- システムの機能。
  - ・デジタル地図に集積所、収集コースを登録している。
  - ・収集作業の状況は、地図上の集積所のマークの色で識別される。
  - ・収集車両の収集時間（収集済か未収集の区別）を記録
  - ・帳票、日報等（構築中）の作成
  - ・積載量（積込上限）を入力できる。
    （収集車の自重計にある傾きセンサーで積込上限の設定荷重になると、車体のサスペン ション部にピンが入り、作動してランプ表示され過積載防止に対応する。）
  - ・集積所 ポップアップ機能（注意喚起等）。
- タブレットにはドライブレコーダ映像の取込機能があるが使用していない。（作業員に監視機能強化とみられ抵抗感がある）
- 地図はゼンリンを使用しており、正確な表示である。（タブレットのGPSはあまり精度が良くない。）

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　④B市　2/3

システム概要



システムの情報の流れ

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　④B市（収集運搬効率化）3/3

成果

デジタル技術の活用方法	効果
デジタル地図上への登録と記録	システムをカスタマイズして以下が可能となった。 • 業務継続のため、集積所情報、収集状況、収集ルート等をデジタル化して可視化した。 • 直営および業者の双方の全ての収集コース、集積所の情報を把握した。 • 業者の倒産等による、業務交代時にも適切に業務を継続できるようになった。
カメラ等によるごみ袋数の把握	• 付加価値の創生として、2022 年度から2～3年かけて、大学と共同で収集車（カメラ等による）での画像認識を活用してごみ袋の数量をカウントする実証を行っている。

課題

・導入間もないため、多少の不具合は調整中である。

1.ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑤川西市　1/3

出典：令和３年度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報告書
令和４年度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報告書
令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

デジタル技術：ごみ収集運行システム

システム導入経緯

- 収集業者からごみ収集運行システムを提案された。
- 安全運転管理を目的としてシステム業者と契約した。

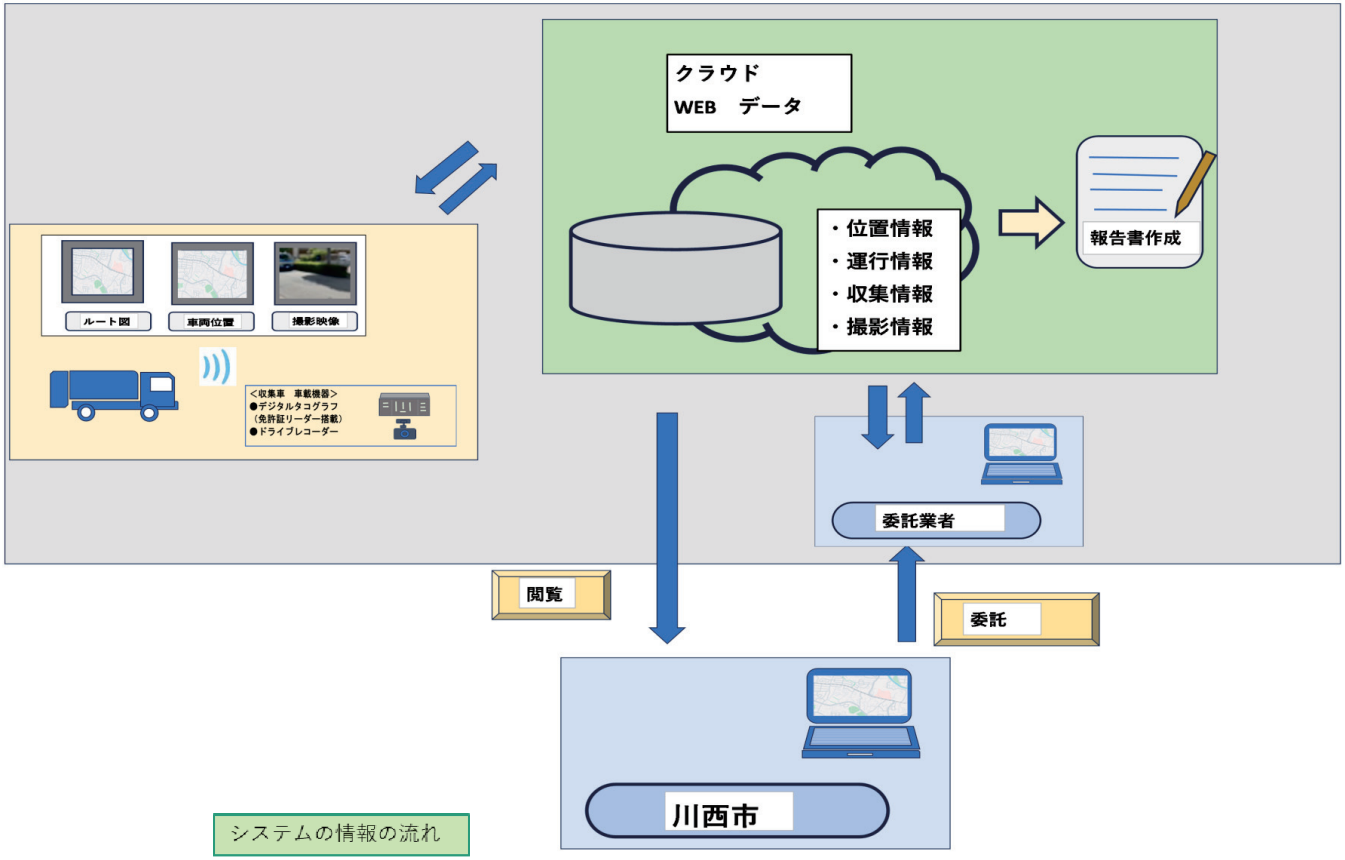
システム概要

使用機器	• デジタルタコグラフ（免許証リーダ搭載）、ドライブレコーダ • PC（クラウド利用）

- ごみ収集運行システムは収集業者提案で、機器・システムの利用及びメンテナンスを含めて市がシステム業者（扶桑電通）とリース契約している。
- システムはサーバ上のソフトウェアを利用するもので、WEBサーバは事業者の所有で、市は川西市用WEBを登録して使用している。委託収集業者も契約している。
- 収集車にデジタルタコグラフ（以下「デジタコ」）を搭載し、デジタコをシステム化して位置情報、運行情報、収集状況をサーバで共有している。安全運転管理が主目的であり、位置情報管理はデジタコ内で活用するが付帯的である。
- ドライブレコーダは事故記録のために活用できる。
- 渋滞、道路情報等の各種情報はシステムで対応できるが電話連絡が多い。

1.ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑤川西市　2/3

システム概要



システムの情報の流れ

1.ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑤川西市　3/3

成果

デジタル機器の活用方法	効果
デジタルタコグラフデータを交通事故防止、運転状態の確認に活用	・運転状態が把握されるので、事故件数がシステム導入前より減少した。 ・住民からパッカー車のふかし音やスピードに対して苦情が寄せられても、車両の位置 や運転状態がわからず、対応に苦慮していた。車両の運行状態および運転状態がリアルタイムでわかるので、住民の苦情や収集の問い合わせ等への対応がスムースに行え、住民へのサービスが向上した。
車両位置情報、運転状況による車両管理	・車両の運行状態（車両位地、軌跡）と、運転状態をリアルタイムで把握できる。 ・収集車の収集ルートの管理により、ごみの取り漏らし、取り残しに対応できる。

課題

課題	原因
収集ルートは委託業者が手作業で決めており、ほぼ固定している。	• 川西市は内陸部で坂や山が多いので、システムで収集ルートを最適化しても地形から実態と合わないケースが多い。

今後の希望や展開

・集積所情報をデジタル化し、位置情報を用いてルートや場所を最適化する。
✓プライバシーの関係で非公開にしており、委託業者との集積所データの共有は考えていない。
　集積所の取り残しごみについて別システムで見られるようにすることも検討している。
・カメラ画像のリアルタイム活用
✓カメラ画像のリアルタイム活用は、市が知るまでにタイムラグがあるので難しい

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑥市川市（粗大ごみ）　1/2

デジタル技術：地域 ICT 化推進事業

出典：令和３年度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報告書
令和４年度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報告書
令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

システム導入経緯

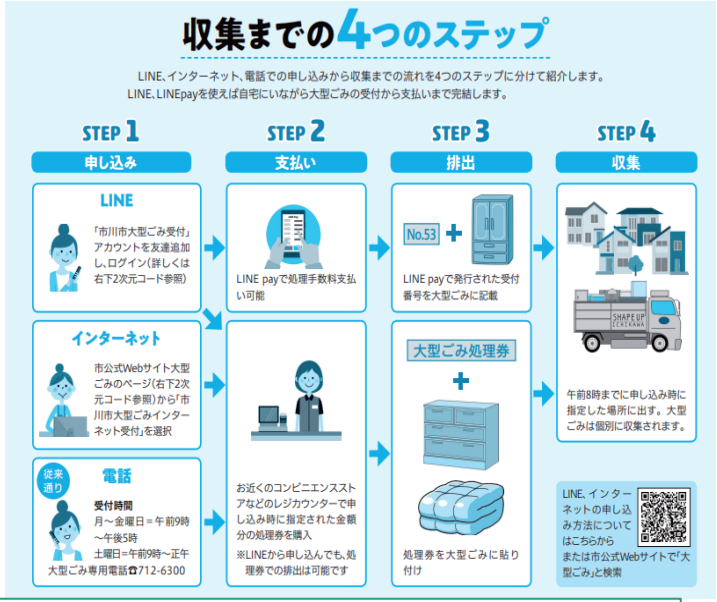
「市民の利便性向上」、「行政事務の効率化」、「地域経済の活性化」などの分野において、ICT の積極的な活用を検討

- その中でインターネットおよびLINEによる粗大ごみ受付をスタートさせた。

システム概要

使用機器	• コミュニケーションツールとしてLINEを利用

- インターネットおよび電話による申し込みに加えて、「市川市大型ごみ受付」アカウントをLINEで友達追加することにより、LINEによる申し込みを24時間受付る。（大型連休・年末年始除く）
- LINEで申込んだ場合、LINE Payもしくは、クレジットカードでオンライン決済もできる。
（インターネットまたは電話による申し込みの場合には、コンビニエンスストアで、申込時に指定された金額分の処理券を購入して支払う。）



出典：市川市HP広報いちかわ2019年9月21日No.1624より

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑥市川市　2/2

成果

・住民サービスの向上　（「非常に利便性が向上した」という声が多数届いている。）
・インターネット受付の割合が増える分、電話受付の件数が減り、業務効率が向上した。
（当初の見込み利用率は 15％程度であったが30％を上回った。）

課題

・LINE Pay 決済は全国初で参考例がなかったため、システムの構築に時間を要した。
・条例や財務規則、他課連携（契約課、法務課、情報システム課、会計課等）の庁内調整に苦労した。

今後の希望や展開

・オンライン決済は LINE Pay のみの対応であり、今後、更なるキャッシュレス決済のチャネルの追加が求められる可能性がある。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑦枚方市　1/3

デジタル技術：全庁向けGISの活用

出典：令和３年度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報告書
令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

システム導入経緯

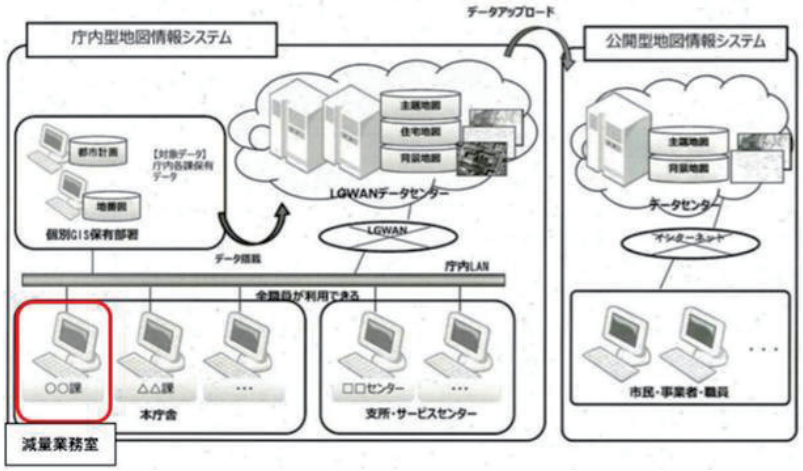
- **全庁向け GIS の統合型更改に伴う一環として、データ移行を行った。**

システム概要

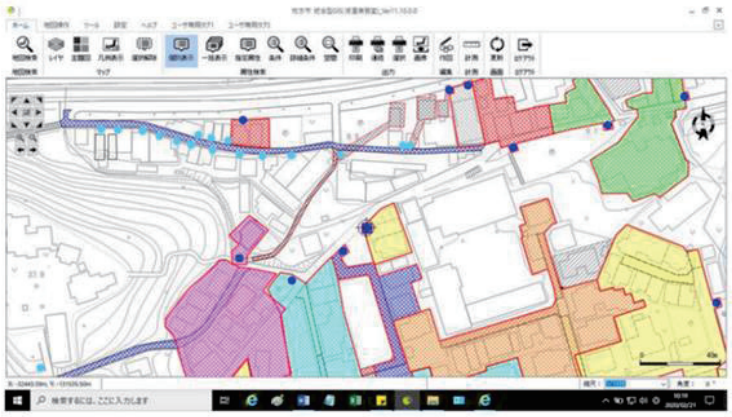
- 減量業務室（収集運搬部署）保有データをLGWANデータセンターの全庁向けGISに搭載した。
- 減量業務室では、全庁向けとデータの管理領域を分けたうえでPCにアプリをプラグイン（機能追加）して、全庁向けGISデータを使用する。
- 公開型地図情報システムには庁内型地図情報システムから対象データをアップロードしている。
  （清掃関係情報（ステーション位置など）は市民公開型地図情報 に掲載していない。）
- ルートの作成とルートに対してどの収集車が稼働しているかなど、レイヤー※管理で把握している。
  （作成ルートは紙媒体で委託会社に提供している。）
  ※レイヤー：地物（例：建物、道路、河川など）や事象（人口分布、天気、渋滞情報など）を GIS管理・表現するために、主題ごとに分類したそれぞれの「層」
- レイヤーの種類（収集車の属性カード）は以下の通り。
  ・所属や号車、ごみ量などの管理
  ・ステーションのポイントとそこを利用する排出世帯エリア
  ・コメント入力（ふれあい収集や見落とし注意等）
  ・道路情報（センターラインの有無、道幅に対して通過可能な車種、一方通行、バック進入可否、殊な道、ごみを路上に置いている等）
  ・公民データ（市民からの連絡事項等）
- 収集車１台ごとの管理レイヤー数が多いため、清掃関係内部のみで閲覧可能で、指定された職員が使用可能としている。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑦枚方市　2/3

システム概要



システム図



運用システム画面（集積所及び排出エリア）

出典：令和元年度一般廃棄物収集運搬ルート最適化に係る先進的事例調査業務報告書

運用

収集ルート	• 配車計画やルートは人海戦術により作成 • ルート変更の基本ルールは、午前と午後の収集入替えを 2 年に 1 回実施の予定であったが将来的な土地開発などによる配車計画変更の必要があるため、実際は年 1 回実施している。 • 作成には半年以上から 1 年を要する。同時進行で行う住民周知活動にも約 1 年かけている。
ドライブレコーダ	• 直営収集車には全車搭載している。委託会社には推奨している。 • ルート作成やシステムは連動しておらず、事故やトラブル対策のみに使用している。 • GPS も現在活用しておらず、今後も予定はない。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑦枚方市　3/3

効果

- 市民公開型 GIS「きてみてひらかた」や大阪府提供のレイヤーなど、変換処理による位置ずれが発生しなくなった。
- サーバー設置場所をLGWAN-ASP にしたため、耐障害性やメンテナンス性が向上した。

今後の希望や展開

・新規技術の導入は検討していない。
　（全庁向けGIS は情報推進課の管理のため、情報通信などの導入に多くの制約が発生する。）
・ごみ重量調査の負担が大きいので、重量推測や積載量の平均化、また特殊な道の把握や時間内に戻れるなどの要件を満たしたルートを自動で作成するシステムがあればよい。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑧C市　1/2

デジタル技術：ごみ集積所管理システム

出典：令和４年度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報告書

システム導入経緯

- 平成１２年に国の「高度情報通信ネットワーク社会形成基本法」が制定される。
- C市では平成14年に総合行政ネットワーク（LGWAN）に接続し、庁内専用として政府共通ネットワークと相互接続開始。
- 平成 15 年 2 月に「C市 IT 推進アクションプラン」を策定。
  - ・総合行政ネットワーク（LGWAN）の整備
  - ・統合型地理情報システム （GIS）の整備
  - ・基幹系業務に係る情報処理システム（住民記録や税、福祉等）
- 令和2年に地理情報の一般公開を機能として搭載した、統合型地理情報システムの更改運用を開始

システム概要

・C市統合型地理情報システム（GIS)は都市計画、道路、住居表示等の市街の情報を扱うGIS システムである。総合サイトには、統合型GIS、都市計画情報システム、指定道路図管理システム、ごみ集積所管理システムのメニューがある。
・ごみ集積所管理システムはC市統合型地理情報システムに搭載されている個別GISの一つでカスタマイズされている。
・全庁のGISは 市の管理であるが、個別GISは、他部署の個別GISについても、閲覧権限の範囲内で、閲覧可能である。
・ごみ集積所管理システムの集積所の情報には、位置情報だけでなく様々な属性（収集地区、収集日、収集業者、苦情等）を入力できる。苦情について、報告書形式のエクセルファイルに出力できる。
・集積所は市内に2500箇所あり、本システムに登録している。市民からの問い合わせに対応できるように記録している。
・集積所をシステム上の住居地図に登録し、画面の中に集積所を表示し管理している。市民からの問い合わせ等（未分別、未回収等）を記録し、地図上の集積所マークをクリックすると情報が表示される。
・集積所管理システムは個別GISであるが、収集運搬管理は清掃センターの所掌である。このため、GPS等を活用した収集車両管理システムはなく、今後も未定である。ごみの収集は、単年度契約の委託であり、システムの共有は困難である。
・スマホ向けに分別アプリを活用しているが、集積所管理は自治会に委託し、各自治会で排出場所を決めているので、集積所位置はアップしていない。災害情報、降雪情報等は、プッシュ通知を利用し、荒天時の収集遅れをアプリで住民に通知できる。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑧C市　2/2

効果

- 集積所の情報がまとめて記録されており、集積所管理の効率化が図れ、集積所毎の記録（苦情等）を各課で共有できるため、迅速な市民対応が図られている。

今後の希望や展開

- 市の写真投稿システムを利用して、集積所への不法投棄、排出ルール違反等についての市民からの写真投稿を受け付けることにより、地域の実態把握と廃棄物適正管理を図っている。
- ごみ収集車搭載のGPS活用。

✓住民がごみを出すときに、収集車の時間の遅れや現在地が分かれば便利。
✓カラス対策に活用可能か検討。

その他

ドライブレコーダおよびGPSの活用

- 直営車は、ドライブレコーダーを搭載しているが、GPSは搭載していない。
- ドライブレコーダは不正ごみ出し情報や安全対策として事故や車両故障情報取得に活用。
- ドライブレコーダの活用には以下の困難が伴う。

✓ 個人情報保護の観点から、市街地での映像等による個人の情報の活用は困難。
✓ ドライブレコーダーに映り込む個人情報への対処が必要。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑨ 座間市　1/4

デジタル技術：収集運搬管理サポートシステム

出典：令和３年度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報告書

システム導入経緯

小田急電鉄とサーキュラー・エコノミー推進に係る連携と協力（2019年度）

- 小田急電鉄と「サーキュラー・エコノミー推進に係る連携と協力に関する協定」を締結。
- (小田急電鉄と協力して次世代テクノロジーを活用し、持続可能な収集体制を実現し将来の快適な地域社会を切り拓くためにごみ収集のデジタル化に取り組む。)

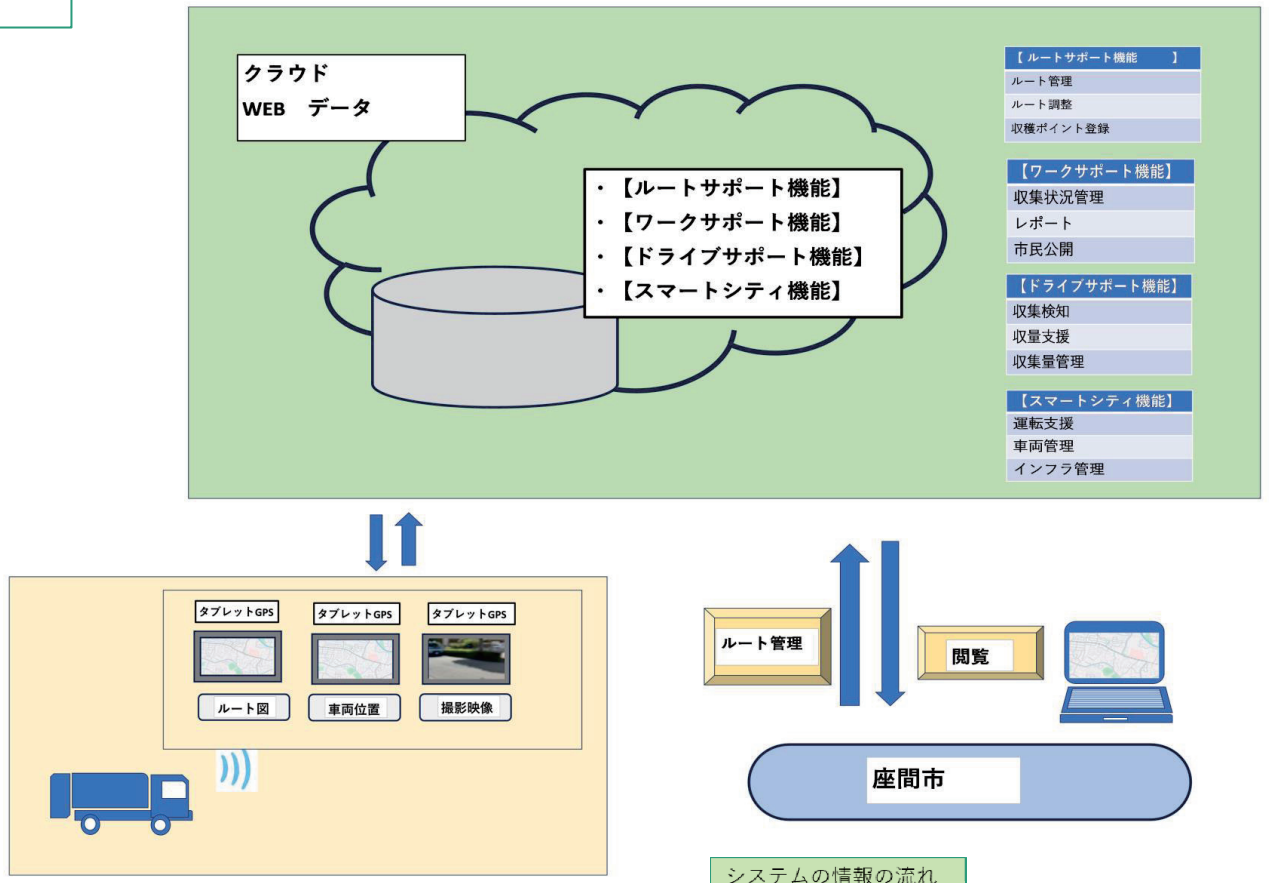
システム（WOOMS）概要

使用機器	• タブレット端末、GPS、ドライブレコーダ、PC（WEB）

- システムはWOOMSを使用し、ドライブレコーダーとGPSを利用（事故や車両故障情報取得。不正ごみ出し情報）
- ごみ収集デジタル化の機能
  1)ルートサポート機能:
    ・集積所を登録。
    ・ルート管理：ルート設計、ルート案内を行える。収集体制の変更やリアルタイムの収集状況を加味し、ルート変更も可能。
  2)ワークサポート機能（業務管理の効率化をサポート）
    ・収集状況管理：車両の位置や収集状況をマップ上でモニタリング。
    ・収集量管理：計量票をスマートフォンで撮影して送信可能にし、収集量を入力することで自動的に集計。
    ・ドライブレコーダー：安全対策に活用。
  3)ドライブサポート機能
    ・運転支援：速度、急発進、急停止、急ハンドルなど運転の記録ができる。
    ・車両管理：車両の点検情報を記録して不具合があれば記録、送信可能。安心、安全の向上をサポート。
  4)スマートシティ機能
    ・スピーディな対応で市民サービス向上：収集時に道路インフラの故障、不法投棄状況をスマートフォンで撮影、送信可能。

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑨ 座間市　2/4

システム概要



システムの情報の流れ

1．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑨ 座間市　3/4

成果

デジタル技術の活用方法	効果
ドライバーの負荷軽減をサポート	• 急な収集体制の変更や、ルート変更が可能。 • 収集車の積載量が満杯の際に、近くの積載量に余裕のある収集車の応援に要請等、臨機応変な対応が可能。
業務管理の効率化をサポート	• 計量票をスマートフォンで撮影して送信可能にし、収集量を入力することで自動的に集計。 • ごみの収集時取り切れなかった場合に、システムで、収集ルートの変更や応援の要請が簡単。
運転、車両状況	• 速度、急発進、急停止、急ハンドルなど運転の状況を記録。 • 車両の点検情報を記録して不具合があれば記録、送信可能。
スピーディな対応で市民サービスの向上	• 収集時に道路インフラの故障や不法投棄など情報をドライバーがスマートフォンで撮影し、管理者に送信が可能。
リサイクル体制の拡充	• 可燃ごみの収集時に、剪定枝が出されている集積所を収集車搭載のタブレットから通報し、余力で創出した剪定枝等専用収集車が、剪定枝が出されている集積所のみをリアルタイムで確認し回収（波状収集）する。

課題

課題	内容
GPS,GISの連動	• GPSの活用状況や、GISシステムとの連動の可能性なし。
狭隘道路の集積所	• 収集車が乗り入れできない場所の集積所もあり、作業員が収集車と集積所の間を往復して積込み作業を行う必要があることから、効率の悪化、身体的負担が増加。

１．ごみ収集運搬におけるデジタル技術活用事例　⑨ 座間市　4/4

今後の希望や展開

- ドライバーが撮影した情報を即座に共有可能で、台風等での川の氾濫など災害の監視での利用も検討。
- 車両の位置情報をリアルタイムでマップ上のモニタリングが可能で、これを市民に公開し、ごみ出しのタイミングを図れるようにすることも検討。

２．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例

中間処理施設（焼却施設）において、ごみピットにおけるごみクレーン自動運転の高度化にデジタル技術を活用している以下の事例を示す。

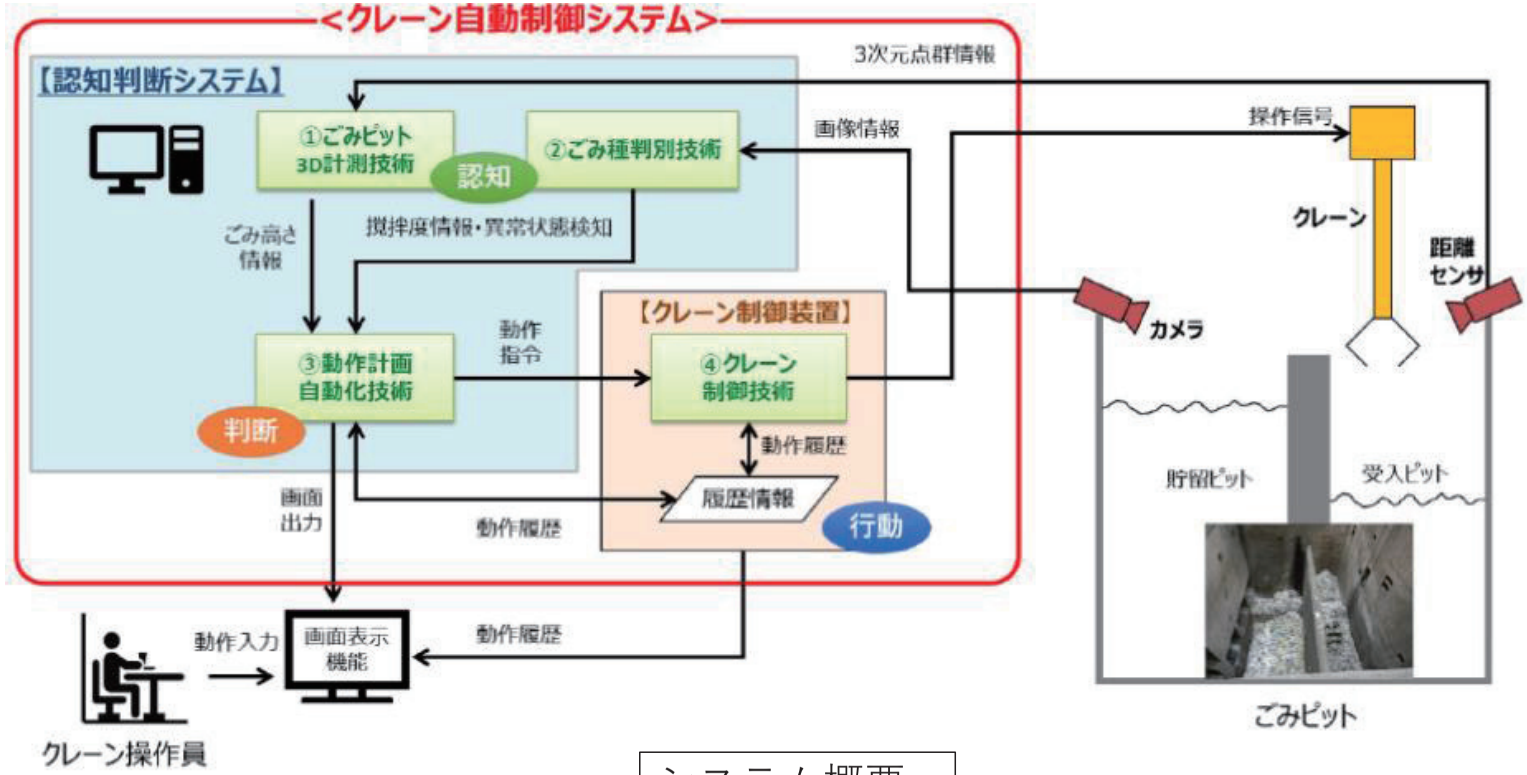
①A施設　（令和３年度報告書A社事例）
②B施設　（令和３年度報告書B社事例）
③C施設　（令和３年度報告書C社事例）
④E施設　（令和３年度報告書E社事例）
⑤F施設　（令和３年度報告書F社事例）

2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　①A施設（クレーンの自動運転）1/2

出典：令和３年度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報告書

システム概要	・レベル計(距離センサ）によりピット内ごみ高さを把握する。 ・ピット画像からごみ袋などのごみ種を識別し撹拌度を判別する。 ・ピット内ごみ高さ、撹拌度および運転情報（投入要求、搬入扉開閉）からクレーン動作計画を作成し自動運転を行わせる。
特　　徴	・ごみピット画像の深層学習によりごみ種を識別させ、学習モデルの推論結果を基にごみ撹拌状態の指標（撹拌度）を定義する。 ・ピット内ごみ高さ、撹拌度および運転情報からクレーン動作計画を作成する。
効　　果	・運転作業員の負荷軽減。 ・焼却炉への投入ごみ質が安定化し、発電量が安定し、CO2削減に寄与する。

2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　①A施設（クレーンの自動運転）2/2



システム概要

2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　②B施設（クレーンの自動運転）

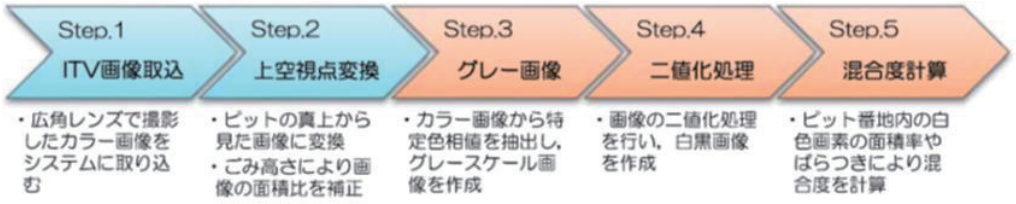
出典：令和３年度デジタル技術の活用等による脱炭素型資源循環システム創生実証事業委託業務報告書

システム概要	・レベル計（光学レベル計）によりピット内ごみ高さを把握する。 ・ピット画像から特殊ごみ（剪定枝、汚泥、リサイクル施設からの破砕可燃物等）や未破砕ごみ袋を識別する。 ・特殊ごみは、分散させる等適切に対応する。 ・ごみ袋が破れていないところは撹拌度が低いと判断して集中的に撹拌する。 ・プラットホーム側の画像情報（車両の寄り付き）もクレーンの運転に反映する。
特徴	・まとまって投入されると燃焼が不安定となる特殊ごみを適正に処理できる。 ・プラットホーム画像により、ごみピットの受け入れ準備の早期対応を行う。
効果	・焼却炉への投入ごみ質が安定化し、発電量が安定し、CO2削減に寄与する。 ・焼却炉への投入ごみ質が安定化し、薬剤や助燃剤等の用役使用量が減少する。

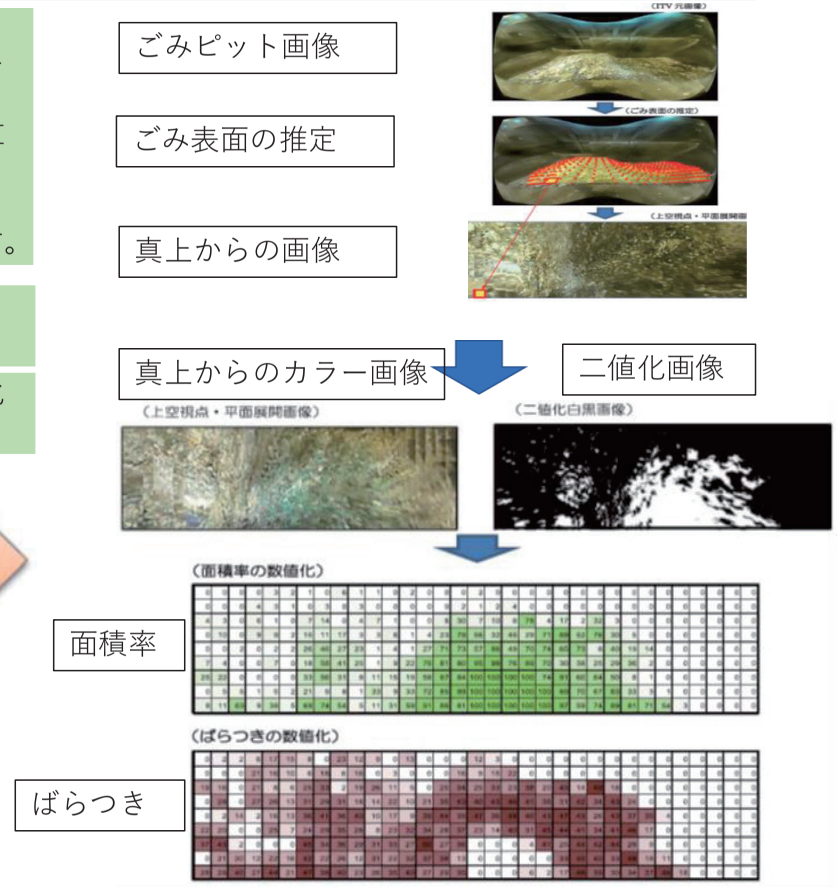
2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　③C施設（クレーンの自動運転）

出典：令和３年度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報告書

システム概要	/レベル計でピット内ごみ高さを把握する。 ・ピット画像をごみ高さで表面の面積比を補正し、色相を二値化する。 ・二値化画像からごみピット各区の撹拌度（面積率）を算定する。 ・撹拌度の小さい区画を撹拌する。 ・撹拌度の大きい（ばらつき大）区画を撹拌対象から外す。
特徴	・カラー画像を二値化して撹拌度を判定する。 ・画像に基づく自動撹拌のため、AI学習は不要である。
効果	・クレーン運転における無駄な撹拌作業を削減し、省力化する。



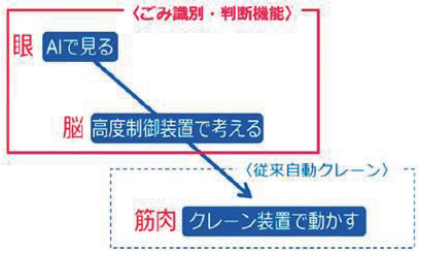
ごみ混合度数値化処理の流れ



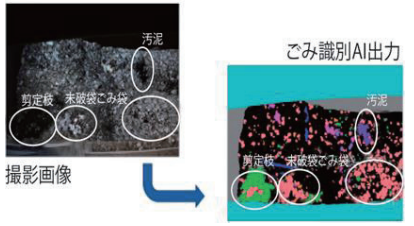
2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　④E施設（クレーンの自動運転）

出典：令和３年度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報告書

システム概要	-ピット画像から特殊ごみ（剪定枝、汚泥など）や未破砕ごみ袋を識別する。 ・運転情報（投入要求、搬入扉開閉）に基づくクレーン自動運転において画像情報により以下を行う。 ・特殊ごみの特定位置への退避・記憶 ・未破砕ごみ袋の集中的な撹拌 ・ごみ袋が破砕されたごみの投入
特徴	・ごみ種の識別は実際のごみピット画像を師データとして施設ごとに学習させる。
効果	・クレーン業務の省力化。 ・ごみの均質化による運転安定性の向上。（蒸発量・発電量・送電量の安定化、CO2削減に寄与） ・計画外停止の削減。

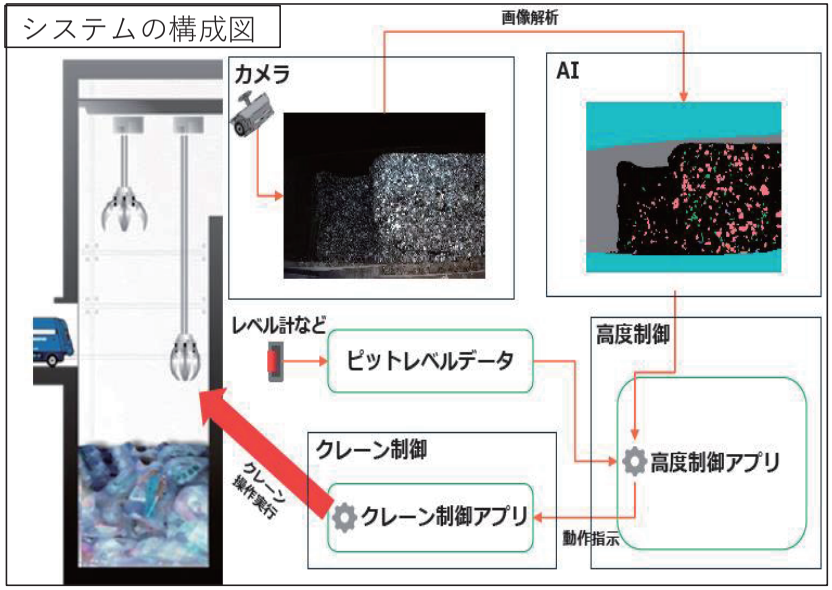


システムのコンセプト図



AIによるごみ識別結果

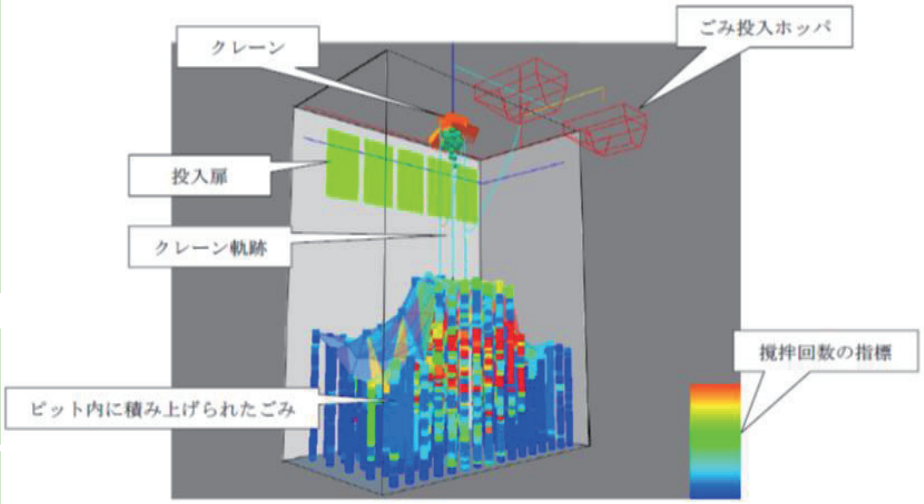
システムの構成図



2．中間処理施設におけるデジタル技術活用事例　⑤F施設（クレーンの自動運転）

システム概要	・ピット画像から特殊ごみ（剪定枝や破砕ごみなど）を検出する。 ・搬入車両情報およびクレーン運転履歴を基に、ごみピット内のごみ状況（搬入日、撹拌度）を深さを含め三次元可視化する。 ・昼間は、ごみ搬入のあるピット内ごみ受け入れ部の積み替えおよび特殊ごみのバラマキを主としたクレーン運転を行う。 ・夜間は一定以上の撹拌度にごみを均質化するようにAIが撹拌・積み上げ方法を最適化した運転スケジュールによりクレーン運転を行う。
特徴	・ピット内のごみ撹拌度を3次元可視化する。 ・季節ごみ、ごみ袋色、ピット形状等は施設ごとに異なるため各施設でAIの学習を実施する。
効果	・ごみ撹拌度の一定化（過剰撹拌の回避）によるクレーン消費電力の削減。 ・投入ごみの均質化で燃焼が安定化する。

出典：令和３年度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報告書



ごみピット３次元クレーン自動運転システム

3. ごみ収集運搬と中間処理施設が連携したデジタル技術の活用について

ごみ収集運搬と中間処理施設が連携したデジタル技術の活用事例は令和3年度および令和4年度の調査では確認できなかったが、自治体で検討してる情報、また今後行うことができる可能性がある情報についてのヒアリング結果を整理した。

（1）収集運搬におけるデジタル技術の中間処理施設での活用に関するヒアリング結果

（2）収集運搬におけるデジタル技術の中間処理施設での活用の課題

3.（1）収集運搬におけるデジタル技術による情報の中間処理施設での活用に関するヒアリング結果

・収集運搬と中間処理施設は中間処理施設の受け入れ設備でつながっている。自治体及び中間処理施設のヒアリングで得られた、収集運搬におけるデジタル技術による情報の今後の展開と中間処理施設における活用について下表に整理した。

施設	収集運搬の情報	中間処理施設における活用
大阪市およびA、B、C、E、F施設	・ごみ収集車の搬入予定時刻 ・ごみ収集車の搬入量	・プラットホーム要員配置、休憩時間の設定。 ・プラットホームの混雑を回避する車両誘導。 ・ごみ搬入に合わせたクレーン運転工程により、受け入れに合わせて、ごみピット受け入れ部の空間容量を確保する。
市川市	・集積所ごとの収集ごみの重量	・中間処理施設でごみ量を自動入力する。 ・各集積所の収集証明として利用する。
枚方市	・集積所ごとの収集ごみ重量 ・収集ごみ中の異物情報 ・収集時間	・特定された異物や処理困難物に対し、中間処理施設で対応を準備する。 ・ごみ収集量が平均化するようにごみ収集ルートを作成し、中間処理施設への搬入量を一定にする。 ・特殊な道（所要時間が大きい道）を考慮し、時間内帰還を満たしたごみ収集ルートを自動作成し、予定時刻に中間処理施設へ搬入できるようにする。
B、E施設	・ごみ収集車の搬入ごみ質データ	・ごみ質データをごみクレーン制御システムに取り込み、ごみクレーン操作を効率化する。

3.（2）収集運搬におけるデジタル技術による情報の中間処理施設での活用についての課題

・ごみ収集運搬及び中間処理施設が連携したデジタル技術活用における課題についてのヒアリング結果は下表のとおりである。

	収集運搬におけるデジタル技術による情報の活用	課題
1	・ごみ搬入時刻および搬入量を事前に中間処理施設に提供し、 プラットホームの渋滞防止やごみピットの受け入れ準備（受け入れ部空間確保）に活用する。	・収集車の搬入時刻を分散化させる対策と比較して優位性があるか。
2	・搬入ごみのごみ質データをクレーン制御の効率化に活用する。	・ごみ質データによるクレーン制御の効率化の具体的な活用方法。 ・ごみ質データの精度。
3	・破砕不燃ごみ、剪定枝、がれき類など異質なごみの搬入時刻・搬入量を中間処理施設に事前に提供する。	・異質なごみの種類（質）および量の確認方法。
4	・将来のごみ質変化や、ごみ量予測に基づいて、収集運搬から中間処理を含む廃棄物処理全体の効率的な計画を策定する。	・ごみ質データの精度。 ・将来予測を可能とする、収集地区ごとのごみ質およびごみ量のデータ蓄積（ビッグデータ）。