

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、一昨年 10 月、2050 年までのカーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言し、また、2021 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、2020 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 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において、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デジタル技術を活用して収集されたごみの情報を基に、中間処理場の燃焼を安定化するようピットにごみを投入し、自動運転・攪拌・安定燃焼までの収集運搬と中間処理が連携した一連の自動制御連携システム（以下、「自動運転・攪拌・制御システム」という。）の実用化に向けた技術開発に必要な事例調査を行った。

事例調査としては、EV ごみ収集車を導入している自治体 3 団体を対象とした EV ごみ収集車の導入事例調査、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」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」の情報収集整理、ごみ収集車の車体、架装の各メーカーを対象としたごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査、ごみ収集作業の効率化に取り組んでいる自治体 2 団体を対象とし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、プラントメーカーを対象とした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実施した。

また、これらで得られた情報を活用して、既存のプロトタイプ車両を使用し、模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行とその試験結果から分かる自動追尾システムの課題調査を行い、自動追尾収集作業の技術開発に必要な作業環境のデータを収集した。

そして、以上のような調査結果で収集した情報を活用し、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課題を抽出するとともに、EV ごみ収集車両の自動追尾運転能力を明確化し、これらを分析、整理して実証計画を作成した。

さらに、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では、事例調査や試験走行の結果を踏まえた要素技術を検討して、設計条件の整理及び要素技術の設計を行い、試作車両の製作方針の評価・検討を行った上で、製作方針に則った試作車両に必要な部品を試作した。

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（12月）、第2回（2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EV ごみ収集車の試験走行視察と併せて茨城県つくば市で開催し、全回オンライン併用とした。

Project description

Project purpose

Our country declared in October 2020 that it would aim to achieve carbon neutrality by 2050. At the meeting of the Global Warming Prevention Headquarters held in April 2021, it also announced that it would aim to reduce greenhouse gas emissions by 46% by fiscal 2030 from the fiscal 2013 levels, as an ambitious target consistent with decarbonization by 2050 and continues to take on the challenge of achieving a reduction target of 50%.

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

Greenhouse gas emissions in the waste sector include direct greenhouse gas emissions associated with the incineration and landfill of municipal solid waste and CO₂ emissions originating from energy use, such as fuel used in waste collection and transportation and electricity used in operating intermediate treatment facilities. Measures to curb the above emissions in an integrated manner are required. When utilizing energy recovered from waste, together with the carbon dioxide (CO₂) reduction effect through fossil fuel replacement, the creation of new values that can contribute to local issues and community invigoration is urgent.

This project aims to improve the efficiency of waste collection and transportation and intermediate treatment processes, and to further reduce CO₂ emissions through demonstrating that an electric waste collection vehicle using digital technology can track workers by automatic operation, as well as demonstrating the efficient collection of waste energy by coordinating waste collection and transportation with intermediate treatment processes using digital technology.

Project results

In fiscal 2021, as part of a commissioned project of the demonstration program for creating a resource recycling system using digital technology toward a decarbonized society, case research necessary for the technological development for the practical application of the following systems was conducted in a study for the technological development for the practical application of an automatic tracking operation system of electric waste collection vehicles: a system in which an electric waste collection vehicle tracks workers by automatic operation (hereinafter referred to as “automatic tracking system”), and a sequential automatic control and coordination system in which waste collection and transportation are coordinated with intermediate treatment processes, from automatic operation, agitation, and stable combustion, to stabilize the combustion at the intermediate treatment plant by putting waste into pits based on the information on the waste collected utilizing digital technology (hereinafter referred to as “automatic operation/agitation/control system”).

The case research includes the survey of case examples of the introduction of electric waste collection vehicles in three local governments that have introduced electric waste collection vehicles, collection and coordination of information on the FY2019 Advanced Case Studies on the Optimization of Municipal Solid Waste Collection and Transportation Routes and FY2019

Commissioned Project to Examine the Program that Supports a Low-carbon Society by Waste Treatment Using Advanced Information and Communications Technology, which were both commissioned by the Ministry of the Environment (MOE), survey interviews with manufacturers of vehicle body and frame of waste collection vehicles on the utilization of digital technology in waste collection, survey interviews with two local governments that have been addressing issues to improve the efficiency of waste collection on the workflow and workload reduction for waste collection, and survey interviews with plant manufacturers on the coordination of waste collection and transportation with intermediate treatment processes using digital technology.

In addition, with the information obtained from them, we conducted test runs on a simulated road using existing prototype vehicles in line with the actual waste collection operation, investigated the problems of the automatic tracking system identified from the test results, and collected data on the work environment necessary for developing the technology for the automatic tracking and collection operation.

Then, using the information collected from the above survey results, we extracted issues for the practical application of the automatic tracking operation system using electric waste collection vehicles, clarified the automatic tracking operation capability of electric waste collection vehicles, and analyzed and organized the data to create a demonstration plan.

Furthermore, in the technological development for the practical application of the automatic tracking operation system using electric waste collection vehicles, we examined elemental technologies based on the results of case studies and test runs, organized design conditions, designed elemental technologies, and appraised and examined the production policy of the prototype vehicle. After that, we experimentally produced parts necessary for the prototype vehicle in accordance with the production policy.

For the implementation of the operations, a five-member review committee was established from academics and experts, local governments, relevant organizations, and parties concerned, and the first, second, and third meetings were respectively held in December, February, and March to receive necessary advice on surveys and studies. The first and third meetings were held in one of Tokyo's 23 wards, and the second meeting was held in Tsukuba City, Ibaraki Prefecture, in conjunction with a test run inspection of an electric waste collection vehicle. All meetings were held in-person and online.

目 次

I. 事業の概要	I-1
1. 3年間の事業の概要	I-1
2. 令和3年度の実施内容及び作業の流れ	I-2
3. EVごみ収集車による自動追尾運転システムのイメージ	I-6
II. 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 技術開発の検討	II-1
1. 事例調査	II-1
(1) EVごみ収集車による自動追尾システム実用化のための現状把握	II-1
(2) デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携システムの実用化のための 現状把握	II-48
(3) 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行とその試験結果から分かる 自動追尾システムの課題調査	II-57
2. EVごみ収集車による自動追尾運転の実証内容の検討及び技術的な課題等の分析 と整理による実証計画の作成	II-77
(1) 課題の分析と整理	II-79
(2) 実証計画の作成	II-90
III. 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	III-1
1. 事例調査及び試験走行の結果を踏まえた要素技術の検討	III-1
(1) EV車関連の改良ポイント	III-1
(2) 操作性+作業効率関連の改良ポイント	III-1
(3) 安全性+作業効率関連の改良ポイント	III-2
2. 設計条件の整理及び要素技術の設計	III-4
(1) システムターゲットの明確化	III-4
(2) 用語の定義	III-5
(3) ユースケース設定による設計条件の整理	III-6
(4) 作動範囲の設定	III-8
(5) 要素技術の設計	III-9
3. 実用化に向けたEVごみ収集車試作車両の製作方針の評価・検討	III-12
4. 試作車両の製作方針に則り試作車両に必要な部品の試作	III-14
IV. 検討会の運営	IV-1
1. 検討会の概要	IV-1
(1) 検討会の目的	IV-1
(2) 運営内容	IV-1
(3) 有識者	IV-1
2. 検討会開催内容	IV-2
(1) 検討会の開催日程	IV-2
(2) 議事内容	IV-5
資料編 (1) EVごみ収集車の導入事例調査ヒアリングシート回答	
資料編 (2) ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査ヒアリングシート回答	
資料編 (3) ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査 ヒアリングシート回答	
資料編 (4) 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 ヒアリングシート回答	

I. 事業の概要

1. 3年間の事業の概要

「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年間で行われる予定となっており、その全体的な事業の概要は、表 I-1-1 に示すとおりである。

表 I-1-1 3年間の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
検討のイメージ
◇「家庭から排出される可燃ごみ等を対象とし、EV ごみ収集車が自動走行により作業員を追尾」 <課題> ・現状、多くの自治体では家庭から排出される可燃ごみ等はごみ袋に入れて戸別収集又はステーション収集が行われているが、作業員が集積所ごとにごみ収集車両へ乗車・降車、発車・停車を繰り返して収集作業を行っている。 ・このような作業の効率化を図り、CO₂ の排出量を削減する必要がある。 ・作業員の身体的な負担を軽減させる必要がある。 <デジタル技術の活用による効果> ・デジタル技術を活用して、EV ごみ収集車両に各種センサーを設置し、作業員を自動追尾する将来型収集車（自動追尾運転機能）を導入することで、収集作業員の身体的負担軽減、収集作業の効率化、CO₂ 排出削減を図る。 ⇒自動追尾 EV ごみ収集車を開発・製作し、この収集車を用いて令和5年度に効率的な運用方法を実証

◇「収集運搬・中間処理連携システムの高度化」

<課題>

ごみ処理の安定化・効率化を考えたときには、

- ・ごみ焼却施設ごみピットにおけるごみクレーン攪拌作業に伴う効率化
- ・焼却量・ごみ質の均一化による燃焼の安定化
- ・収集運搬計画や焼却炉のメンテナンス等を勘案した通年の運転最適化
- ・大型クレーンの熟練作業員の確保

といったことが考えられる。

<デジタル技術活用による効果>

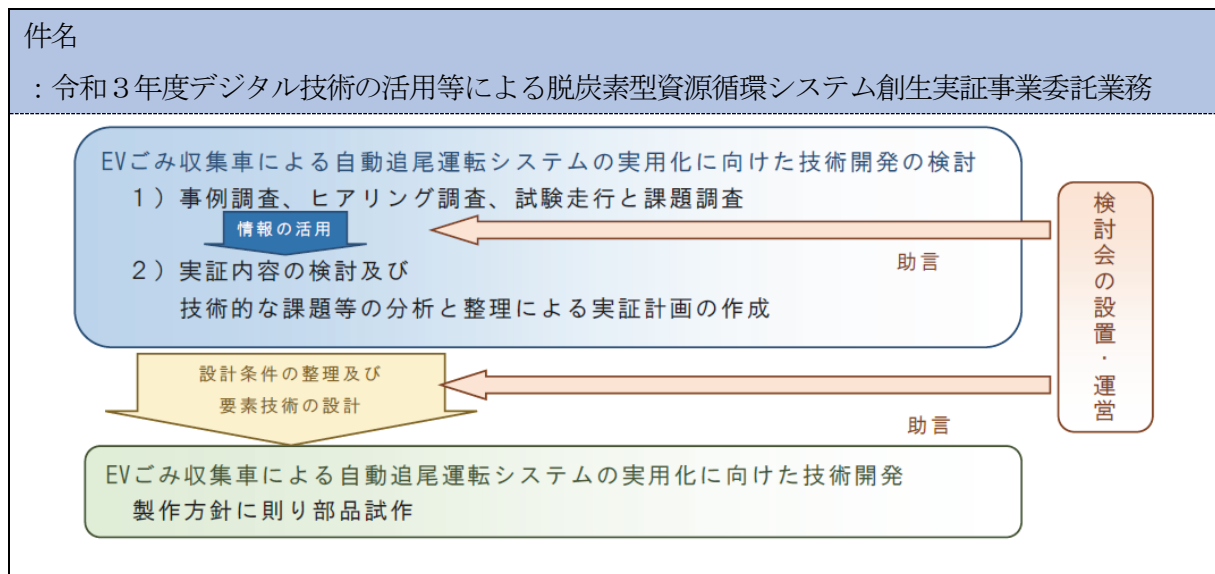
- ・デジタル技術を活用し、将来的には、ごみ収集車、ごみ焼却施設等に各種センサーを設置し、その連携を通じて、収集運搬や焼却処分の統合的な安定化・効率化を目指す。

⇒収集運搬と中間処理の連携による更なる安定燃焼、CO₂排出削減等効果を検討

2. 令和3年度の実施内容及び作業の流れ

令和3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3年度事業の実施内容



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の検討

1) 事例調査、ヒアリング調査、試験走行と課題調査

①EV ごみ収集車の導入事例調査

EV ごみ収集車を導入しているまたは導入を予定している自治体（3団体）の導入稼働状況、管理状況、電費、二酸化炭素削減効果、二酸化炭素削減コスト等を調査する。

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、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」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」の情報を収集整理する。

③ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査

ごみ収集車の車体、架装の各メーカー（国内外）や関係事業者（バッテリー、自動追尾に係るセンサー等）に対して自動追尾システムの実用化に向けたデジタル技術の活用状況のヒアリング調査を行う。

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係団体に対して自動追尾システムの実用化に向けた技術開発を行うためのヒアリング調査を行う。

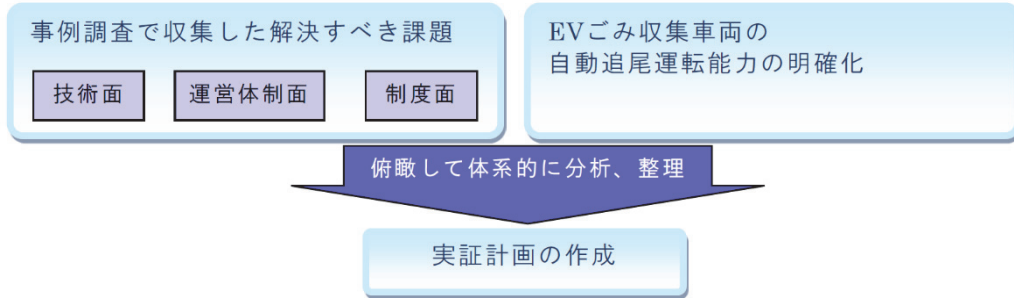
⑤模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行とその試験結果から分かる自動追尾システムの課題調査

前述の①から④の調査で得られた情報を活用して、模擬道路でのプロトタイプ収集車による実際のごみ収集作業に即した試験走行を行い、自動追尾収集作業の技術開発に必要な作業環境のデータの収集を行う。なお、試験走行は、車体メーカーや架装メーカーと協力して準備を行い、問題点抽出と改善点反映を積み重ねながら、データ蓄積を行う。また、一般の方にもデジタル技術活用の効果が分かり易く理解できる 1～2 ページ程度の説明資料を作成し、試験走行の動画を作成する。

⑥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分の統合的な安定化・効率化を目指し、自動運転・攪拌・制御システムの開発に必要な情報を把握するため、焼却施設を熟知するプラントメーカー、架装メーカー、ごみの収集及び焼却施設の維持管理を行う自治体等に対してヒアリング調査を行い、今後のシステム開発の方向性について検討する。

2) 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内容の検討及び技術的な課題等の分析と整理による実証計画の作成



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

次年度以降に予定している 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 EV ごみ収集車の試作車両に必要な部品の試作について、車体・架装メーカー等と協同して行う。



実施体制

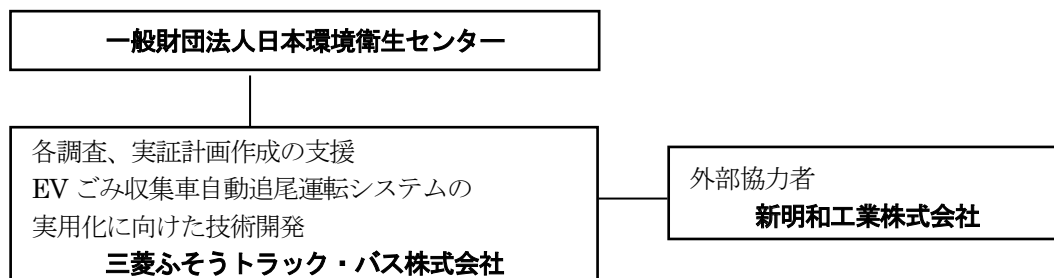
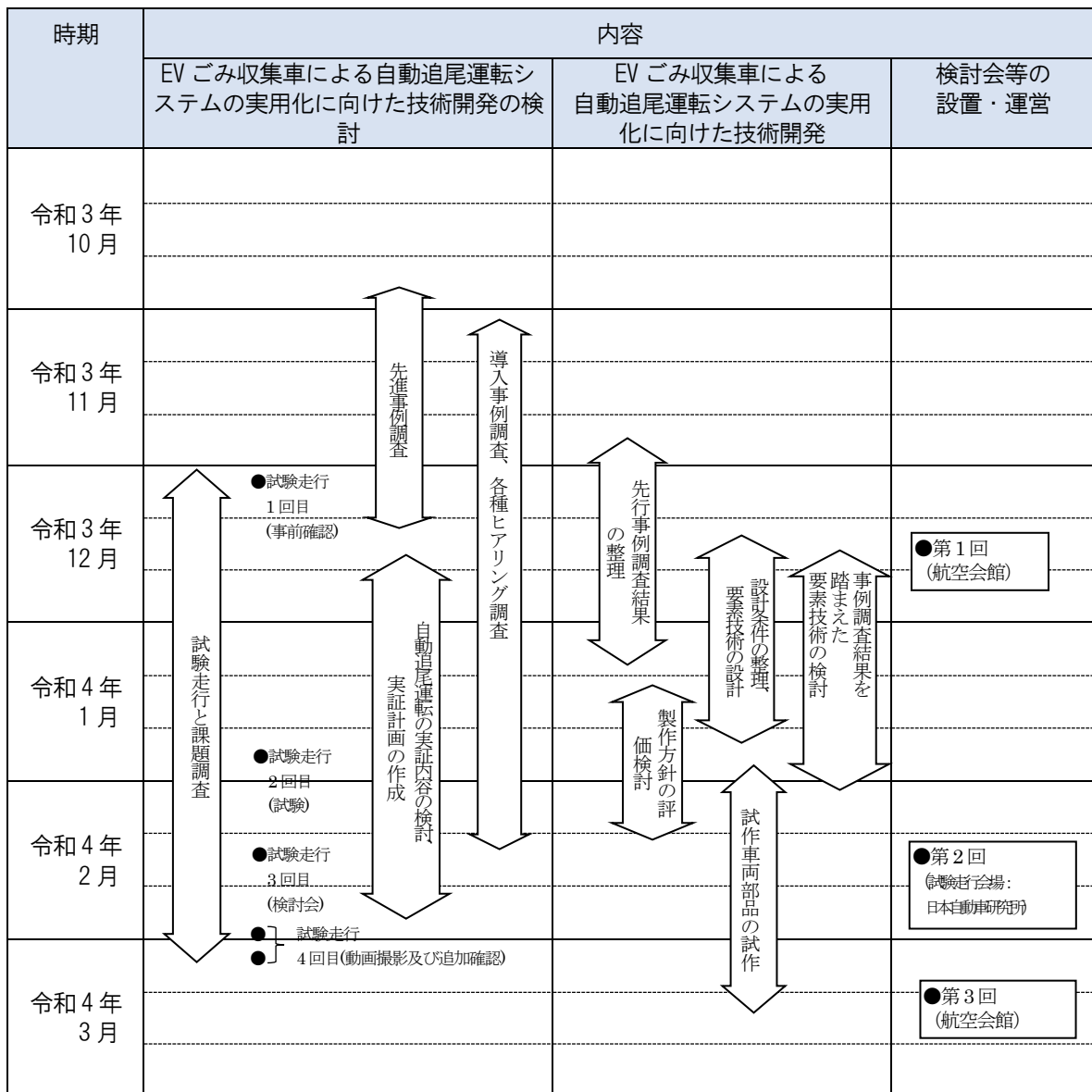


表 I -2-2 令和 3 年度事業の作業の流れ



3. EV ごみ収集車による自動追尾運転システムのイメージ

自動追尾運転システムを備えた EV ごみ収集車として、三菱ふそうトラック・バス株式会社が、三菱ふそう e キャンター・センサーコレクトを既に開発している。この車両による自動追尾運転システムのイメージは、図 I-3-1 に示すとおりである。

なお、自動追尾運転システムを改良する必要があるので、令和5年度に予定している実証までに新しい車両を開発することとしている。

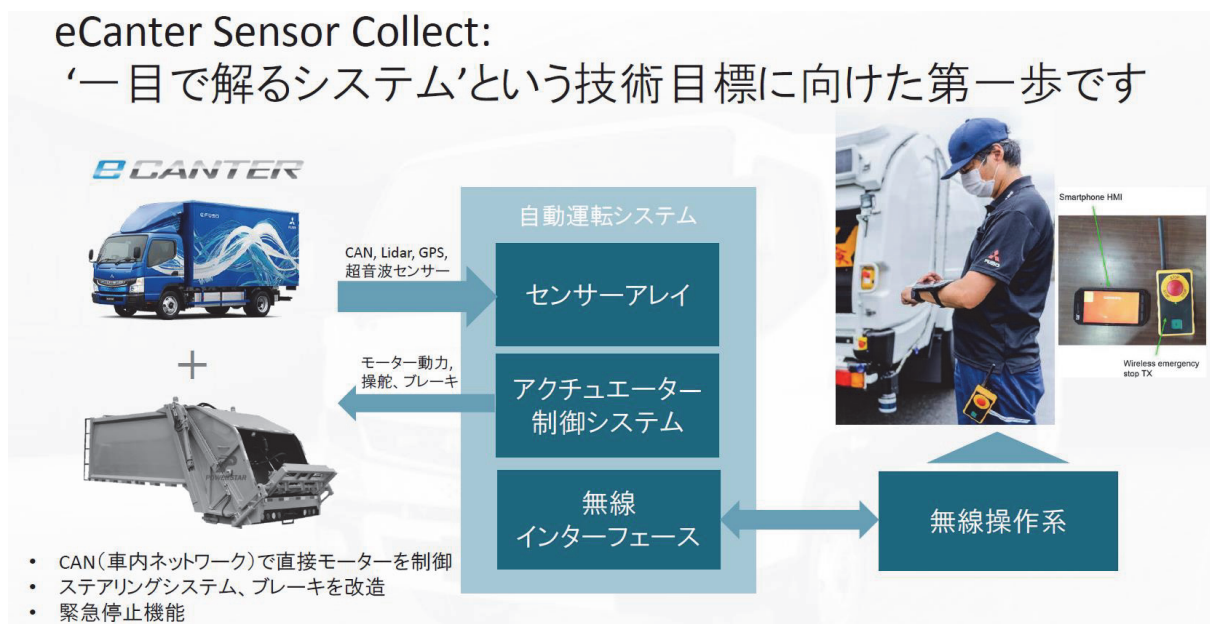


図 I-3-1 自動追尾運転システムのイメージ (1)

シンプルな操作コンセプトは、作業員がごみ収集作業に専念することを可能にします

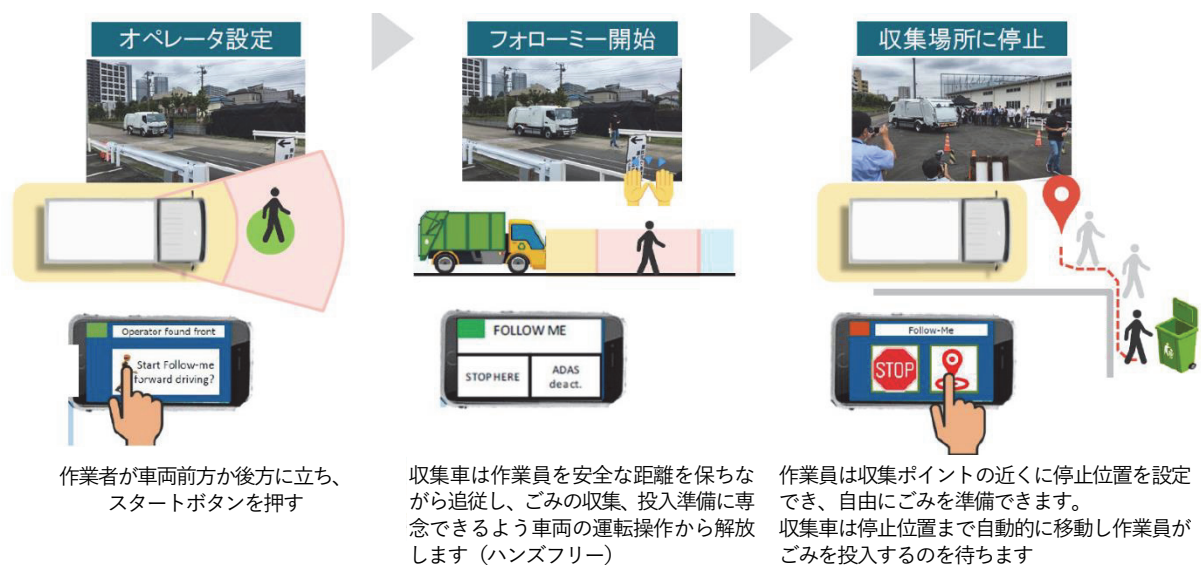


図 I -3-1 自動追尾運転システムのイメージ（2）

Ⅱ. 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を活用して収集されたごみの情報を基に、中間処理施設の燃焼を安定化するようピットにごみを投入し、自動運転・攪拌・安定燃焼までの収集運搬と中間処理が連携した一連の自動制御連携システム（以下、「自動運転・攪拌・制御システム」という。）の実用化に向けた技術開発に必要な事例について、調査・検討を行った。

1. 事例調査

(1) EV ごみ収集車による自動追尾システム実用化のための現状把握

EV ごみ収集車による自動追尾システム実用化に向けて、現状把握のために事例調査として行った各調査の概要は表Ⅱ-1-1に示すとおりであり、各調査の詳細を後述する。

表Ⅱ-1-1 事例調査、ヒアリング調査実施内容

1. EV ごみ収集車の導入事例調査	
調査対象 (EV ごみ収集車導入、導入予定自治体) ・川崎市（電池交換型 EV ごみ収集車運用中） ・所沢市（電池交換型 EV ごみ収集車運用中） ・厚木市（令和4年3月に EV 実車導入予定）	ヒアリング内容（大項目） a) 収集形態、収集方式について b) 可燃ごみ用のごみ収集車について c) 可燃ごみ収集車の運用状況について d) 電費（km/kWh）について e) CO ₂ 削減量、削減コストについて f) 課題等について
2. ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査	
調査対象 (過去の環境省委託事業) ・「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」 ・「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」	調査内容 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、情報を収集整理
3. ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査	
調査対象 (車体メーカー、架装メーカー) ・三菱ふそうトラック・バス株式会社 ・新明和工業株式会社	ヒアリング内容（大項目） a) センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題 b) ヒューマン・マシン・インターフェースや手順に関する課題 c) 普及に関する課題 d) 車両に指示を出す際のインターフェース等の技術的課題 e) 安全確保のために必要な方策 f) 改正が必要な法令等

4. ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査

調査対象 (収集作業効率化に取り組んでいる自治体) ・座間市 ・厚木市	ヒアリング内容（大項目） a) ごみ収集方法別の収集車の挙動等について b) 道路条件別の収集車の挙動等について c) 作業員の挙動、軌跡等について d) 自動追尾システムの実用化に向けた技術開発に必要な情報について e) 自動追尾システム搭載車と作業者の位置関係、追尾の方法等ごみ収集作業を効果的に支援する方法 f) ごみ収集ルートの計画方法、収集作業一の設定方法等ごみ収集計画方法 g) その他、ごみの収集運搬作業に係るワークフローおよび作業負担軽減に向けた課題
---	--

1) EV ごみ収集車の導入事例調査

①調査目的

自動追尾運転システムの実用化に向けて、実際に導入されている EV ごみ収集車の実情、運用状況を整理することを目的として調査を行った。

②調査方法

調査にあたっては、ヒアリングシートを作成し、これを送付、回答を受領した上で、現地ヒアリング調査を行った。

③調査対象

EV ごみ収集車を導入している自治体として川崎市及び所沢市を調査対象とした。また、導入事例が少ないことから、今年度中に導入予定である厚木市も調査対象とした。

④調査内容

調査内容は表Ⅱ-1-2 に示すとおりであり、基礎的な情報から運用状況、CO₂削減効果に及ぶ項目としている。なお、EV ごみ収集車導入予定の厚木市については、可能な範囲での回答であり、運用実績が従来パッカー車のみの回答としている。

表Ⅱ-1-2 EV ごみ収集車の導入事例調査内容

1. 収集形態、収集方式
1-1 家庭系一般廃棄物の収集形態
1-2 EV ごみ収集車が収集対象とする一般廃棄物の種類
1-3 可燃ごみの収集エリアの面積、人口、世帯数、EV ごみ収集車が対象としている収集エリアの面積、人口、世帯数
1-4 可燃ごみの収集方式ごとの集積所数、その内 EV ごみ収集車の対象箇所
1-5 可燃ごみの集積所形態、その内 EV ごみ収集車の対象
2. 可燃ごみ用のごみ収集車について
2-1 保有する EV ごみ収集車及び従来パッカー車の積載重量別の台数
2-2 EV ごみ収集車及び従来パッカー車の車両諸元（カタログ値）
2-3 EV ごみ収集車の充電方式とその方式の採用理由（メリット等）
2-4 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続可能距離（カタログ値）
2-5 EV ごみ収集車の購入費用
3. 可燃ごみ用ごみ収集車の運用状況について
3-1 EV ごみ収集車及び従来パッカー車の1台当たりの日数ベースの稼働率（365日に対する割合）、1日当たりの焼却施設への平均搬入回数
3-2 上記3-1の稼働率に影響を及ぼした要因
3-3 EV ごみ収集車及び従来パッカー車の1台当たり、焼却施設への搬入1回当たりの平均収集ごみ重量と積載率
3-4 EV ごみ収集車及び従来パッカー車の1台当たりの平均的な移動距離
3-5 上記3-4を走行する際の平均移動速度
3-6 EV ごみ収集車の集積所1か所当たりにおける作業時間、架装部稼働頻度と従来のパッカー車の場合との差異
3-7 EV ごみ収集車のバッテリーの充電、もしくは交換頻度と1回当たりに要する時間
4. 電費
4-1 EV ごみ収集車の電費記録
4-2 上記4-1がない場合、走行距離、消費電力量または充電電力量
4-3 EV ごみ収集車の電費に影響を及ぼすものとして、大きな要因と考えられるもの
5. CO ₂ 削減量、削減コスト
5-1 CO ₂ 排出削減量を試算した記録
5-2 上記5-1がない場合、EV ごみ収集車と同程度容量の従来パッカー車の燃料消費量、EV ごみ収集車の消費電力量または充電電力量
6. 課題等
6-1 EV 車全般の一般的課題
6-2 EV ごみ収集車特有の課題

⑤調査結果

調査結果は表Ⅱ-1-3に示すとおりであり、詳細を資料編（１）に示す。

表Ⅱ-1-3 EV ごみ収集車の導入事例調査結果

〔１．収集形態、収集方式〕

自治体	1-1 家庭系一般廃棄物の収集形態をご教示ください。
厚木市	a. 可燃ごみ（直営、委託） b. 不燃ごみ（委託） c. 資源ごみ（直営、委託） d. 粗大ごみ（直営） e. その他（－） ＜現地ヒアリング＞ ：可燃ごみは、ステーション収集を直営で、戸別収集を委託で行っている。
川崎市	a. 可燃ごみ（直営、委託） b. 不燃ごみ（委託） c. 資源ごみ（委託） d. 粗大ごみ（委託） e. その他（－）
所沢市	a. 可燃ごみ（直営、委託） b. 不燃ごみ（直営、委託） c. 資源ごみ（直営、委託） d. 粗大ごみ（直営） e. その他（ 地域毎に直営と委託がある ）

自治体	1-2 EV ごみ収集車が収集対象とする一般廃棄物の種類をご教示ください。（複数選択可能）
厚木市	a. 可燃ごみ e. その他（容器包装プラを予定。）
川崎市	a. 可燃ごみ
所沢市	e. その他（ 品目でなく、ある一定のルートでEV ごみ収集車で収集している。 ） ＜現地ヒアリング＞ ：ある一定のルートとは、ある地区のごく一部を対象としている。これは、EV ごみ収集車は音が静かなため、歩行者に気づかれずに接触事故が起こることを懸念し、広い公園があるようなところを対象として選定したもの。

自治体	1-3 可燃ごみの収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。また、EV ごみ収集車が対象としている収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。（2021 年 4 月現在）
厚木市	・可燃ごみの収集エリア：面積 93.83 km ² 人口 223,724 人 世帯数 101,165 世帯 ・EV ごみ収集車の対象エリア：面積 未定 km ² 人口 － 人 世帯数 － 世帯 ＜現地ヒアリング＞ ：戸別収集は 2019 年 5 月から市内 3 地区〔小野(多摩川地区)、まつかげ台(荻野地区)、金田(依知地区: 駅周辺)〕をモデル地区として実施している。
川崎市	・可燃ごみの収集エリア：面積 144.35 km ² 人口 1,539,946 人 世帯数 752,694 世帯 ・EV ごみ収集車の対象エリア：面積 0.5248 km ² 人口 8,917 人 世帯数 5,446 世帯 ＜現地ヒアリング＞ ：EV ごみ収集車のエリアは川崎生活環境事業所の所管地域であり川崎区内、ただ、エリアの各数値は、収集エリアの面積を計上した訳ではなく、EV ごみ収集車が通る集積所がある町の面積等を単純に加算したもの。
所沢市	・可燃ごみの収集エリア：面積 72.11km ² 人口 343,750 人 世帯数 165,152 世帯 ・EV ごみ収集車の対象エリア：面積 － km ² 人口 － 人 世帯数 － 世帯 ＊ルート単位なので、調査項目に答えることが難しい。

自治体	1-4 可燃ごみの収集方式ごとの集積所数をご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象箇所についてもご教示ください。
厚本市	a. ステーション収集 5,887 箇所、その内、EV ごみ収集車の対象箇所 未定 箇所 c. 戸別収集 2,625 箇所、その内、EV ごみ収集車の対象箇所 未定 箇所
川崎市	a. ステーション収集 51,956 箇所、その内、EV ごみ収集車の対象箇所 217 箇所 <現地ヒアリング> : EV ごみ収集車は従来車より積載量がやや少ない。従来車の収集ルートで少し離れて点在する箇所があるが、効率が悪くなるため、これらをピックアップし EV 車専用のルートとしている。
所沢市	a. ステーション収集 10,743 箇所、その内、EV ごみ収集車の対象箇所 15 箇所

自治体	1-5 可燃ごみの集積所形態として、どの形態が多いでしょうか、多い順にご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象についてもご教示ください。
厚本市	データなし (EV ごみ収集車も運用前のためデータ無し)
川崎市	①路上タイプ>⑧保管専用室>⑦金属ボックス>④ネットボックス>③カゴ>②囲いタイプ>⑥金網ボックス>⑤小屋タイプ *EV 車も同様
所沢市	①路上タイプ>②囲いタイプ>⑦金属ボックス>およそ同量【③カゴ、④ネットボックス、】>⑤小屋タイプ>⑧保管専用室>⑥金網ボックス (EV 車の対象) ①>②>⑦

集積所形態の参考写真



[2. 可燃ごみ用のごみ収集車について]

自治体	2-1 保有する EV ごみ収集車の積載重量別の台数をご教示ください。また、従来パッカー車は、収集形態別に保有する車両について、動力源別の積載重量と台数をそれぞれご教示ください。
厚本市	EV ごみ収集車 (令和 4 年 3 月導入予定) 積載重量 1.5 t 台数 1 台 従来パッカー車 直営 動力源 ディーゼル 積載重量 2 t 台数 46 台 動力源 ディーゼル 積載重量 4 t 台数 4 台 <現地ヒアリング> : 1 年に 1 台のペースで今年度含めた 3 年間で計 3 台まで追加予定。 : 導入 EV ごみ収集車は購入ではなくリース(リース期間 60 ヶ月)。 : 従来パッカー車は全てディーゼル車。

川崎市	EV ごみ収集車 積載重量 1.35t 台数 1 台 従来パッカー車 直営 動力源 軽油 積載重量 2.0t 台数 173 台 動力源 軽油 積載重量 2.35t 台数 39 台 委託 動力源 軽油 積載重量 2.95t 台数 4 台 動力源 軽油 積載重量 3.0t 台数 5 台 <現地ヒアリング> ：積載量、電池容量等課題が解決しない限りは台数を増やす計画はない。 ：直営の 173 台の内、120 台がハイブリット車。
所沢市	EV ごみ収集車 積載重量 1.35t 台数 1 台 従来パッカー車 直営 動力源 軽油 積載重量 2.85t 台数 31 台 (その他、軽ダンプ 6 台、深ダンプ 3 台所有) 委託 動力源 軽油 積載重量 約 3.50t 台数 64 台 <現地ヒアリング> ：台数を増やす計画はないが、電池ステーション(EV ごみ収集車用の電池を充電・交換する設備)は電池を収納するスペースが 8 個分あるため、その分は増やせる余地はある。 ：従来パッカー車は全てディーゼル車。

自治体	2-2 EV ごみ収集車の車両諸元をご教示ください。また、従来パッカー車は、EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両の諸元(カタログ値)をご教示ください。
厚木市	(EV ごみ収集車) 車体寸法 <u>5.96 m</u> b. 最小回転半径 <u>— m</u> c. 積載重量 <u>1.5 t</u> 電費 <u>1.92 km/kWh</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u> (従来パッカー車：動力源 ディーゼル) 車体寸法 <u>5.21 m</u> b. 最小回転半径 <u>4.8 m</u> c. 積載重量 <u>2 t</u> 燃費 <u>3.5 km/L</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u> <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車の積載容量は把握していない。 ：EV ごみ収集車のベース車両は 3t 車。 ：戸別収集で幅員が狭い道路の場合、軽ダンプを使用。
川崎市	(EV ごみ収集車) 車体寸法 <u>5.030m</u> b. 最小回転半径 <u>4.4m</u> c. 積載重量 <u>1.35 t</u> 電費 <u>1.5km/kWh</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板式</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u> (従来パッカー車：動力源 軽油) 車体寸法 <u>5.260m</u> b. 最小回転半径 <u>4.8m</u> c. 積載重量 <u>2.0 t</u> 燃費 <u>3.6km/L</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板式</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u> <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車の積載容量は 3.7m ³ 、従来パッカー車(ハイブリット車)の積載容量は 4.2m ³ 、いずれもベース車両は 2t 車。 ：プレス式は圧縮板の裏側に回り込んだごみが溜まってしまうため清掃に手間を要している。 ：ダンプ式だが、ダンプ時に助手席の人が後方ロックボタンを解除する必要がある、誘導するため人の転落事故はない。 ：重量管理のための車両へのロードセルは、積載容量が減ってしまうので設置していない。

所沢市	(EV ごみ収集車) 車体寸法 <u>5.03m</u> b. 最小回転半径 <u>4.4m以下</u> c. 積載重量 <u>1.35 t</u> 電費 <u>2.3～2.5km/kWh</u> 架装部圧縮形式：<u>箱型(回転板式)</u> 架装部排出形式：<u>ダンプ式</u> (従来パッカー車：動力源 <u>軽油</u>) 車体寸法 <u>5.30m</u> b. 最小回転半径 <u>4.6m以下</u> c. 積載重量 <u>2.85 t</u> 燃費 <u>3km/L</u> 架装部圧縮形式：<u>箱型(回転板式)</u> 架装部排出形式：<u>ダンプ式</u> ※EV ごみ収集車と同程度の車両は所有していないため、所有している代表的な車両の仕様を記載しております。 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車の積載容量は 3.7m³(1.35t)。
-----	---

自治体	2-3 EV ごみ収集車の充電方式とその方式の採用理由（メリット等）をご教示ください。
厚木市	・200V 普通充電 ・11 時間で充電完了となるため、EV ごみ収集車の運用上、急速充電設備は必要ないと判断したため。 <現地ヒアリング> ：収集車の車両基地は焼却施設構内。 ：EV ごみ収集車の充電は、焼却施設の発電電力を使用。
川崎市	【充電方式】電池交換式 【メリット等】 ・電池交換ステーションをごみ焼却場で設置することで、廃棄物発電を活用することができる。 ・交換用電池を保有することで、充電時間が必要なくなる。 ・交換用電池を複数保有することで、電池の不具合による欠車を防止できる。 <現地ヒアリング> ：車両基地は川崎生活環境事業所で 200V の充電スタンドがあり、電気は浮島処理センター（焼却施設）で発電したものを託送している。 ：浮島処理センターでは電池交換だが、車両には 100V で充電できる変換器を積んでいる。 ：電池に車両とやりとりするコンピュータが付いており、その不具合が 1 年目に 2 回発生したが、初期故障でありその後は発生していない。 ：不具合が発生した場合はメーカーに報告して電池メーカーが対応する。電池以外の故障は、内容によって車両メーカー、架装メーカーになることもある。
所沢市	【充電方式】電池交換式（電池ステーション式） 【メリット等】 ・収集時間の都合上、充電時間を取れませんが、電池ステーション式であれば電池を積み替えるだけで、短時間で収集作業に戻ることができます。 <現地ヒアリング> ：収集車の車両基地は収集管理事務所。 ：EV ごみ収集車の充電は、所沢市東部クリーンセンターの電池ステーションのみ（収集管理事務所での充電は行っていない）。

自治体	2-4 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続可能距離（カタログ値）をお答えください。
厚木市	バッテリー容量：81 kWh 満充電時航続可能距離 100 km <現地ヒアリング> ：バッテリー性能上の航続可能距離は 100km あるが、1 日のごみの回収量に制約され、これよりも短くなる。例えば 1 日 6t のごみ回収を行うとすると、積載量 1.5t で 4 往復/日必要となり、収集エリアまでの距離は 10km 圏内程度と考えられる。
川崎市	バッテリー容量：40 kWh 満充電時航続可能距離 60 km <現地ヒアリング> ：残量 10%まで走行、作業可能と言われているが、10%をきると不安定となり急激に減る場合があることから、20%を切らないように運用している。

所沢市	バッテリー容量：40 kWh 満充電時航続可能距離 60 km <現地ヒアリング> ：取扱説明書上、残量 20%目安でバッテリーを交換するようになっている。このレベルであれば出力が不安定になることはない。
-----	---

自治体	2-5 EV ごみ収集車の購入費用をご教示ください。
厚木市	リース契約にて導入予定 月額：約 45 万円 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車導入前なので維持管理費は分からないが、リース料に含まれている。架装部の点検は従来パッカー車では潤滑油の交換等を 2 回/年行っている。
川崎市	車両本体 1900 万円（車載用電池 1 個含む） 交換用電池（2 個）700 万円
所沢市	車両本体 1760.4 万円 交換用電池（3 個）1050 万円 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車は、維持管理の手間、費用等の面で従来パッカー車と変わらない。

[3. 可燃ごみ用ごみ収集車の運用状況について]

自治体	3-1 EV ごみ収集車 1 台当たりの日数ベースの稼働率（365 日に対する割合）はどの程度でしょうか。また、1 日当たりの焼却施設への平均搬入回数はどの程度でしょうか。なお、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な稼働率、焼却施設への搬入回数もご教示ください。
厚木市	(EV) — (従来パッカー車) 稼働率 60 %、積載重量 2 t、焼却施設への平均搬入回数 4 回/日 <現地ヒアリング> ：従来パッカー車の搬入回数内訳は、午前 2～3 回、午後 1～2 回搬入。
川崎市	(EV) 稼働率 60% (R2 年度末)、 焼却施設への平均搬入回数 4 回/日 (従来パッカー車) 稼働率 82%、積載重量 2.0 t、焼却施設への平均搬入回数 4.6 回/日 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車の搬入回数内訳は午前 2 回、午後 2 回で運用。
所沢市	(EV) 稼働率 65%、 焼却施設への平均搬入回数 2～3 回/日 (従来パッカー車) 稼働率 50%、積載重量 2.85 t、焼却施設への平均搬入回数 3～4 回/日 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車による焼却施設への搬入は基本的に午前中のみ。 ：従来パッカー車は全ごみの平均であり、可燃ごみだけであれば午前 3 回、午後 2 回の 5 回/日程度。

自治体	3-2 上記 3-1 の稼働率に影響を及ぼした要因として、具体的にはどのようなものが挙げられますか。EV ごみ収集車、従来のパッカー車ごとにご教示ください。（気象条件、稼働開始の遅れ、故障等による稼働停止等）
厚木市	(EV) — (従来パッカー車) 整備・点検のため、予備車を用意しているため、稼働率は 60%となっている。 <現地ヒアリング> ：直営では点検等のため予備車を用意しているが、委託先の運用は任せている（ごみ回収量と時間のみ指示）ので回答できない。
川崎市	(EV) 不具合や故障等による稼働停止／悪天候のため水没のリスクを考慮した稼働停止／繁忙期の積載量が多い方が望ましい場合、予備の従来パッカーを活用するため稼働停止／車検や定期点検期間の稼働停止 (従来パッカー車) 車検や定期点検期間の稼働停止／故障の修繕のため稼働停止 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車は、冠水しやすい場所を通ったときに車両下部の高圧配線が水没しないようにするための配慮（構造的には問題ないはずだが、リスクを避けるための運用）。

所沢市	(EV) 土日は休車しており、月の稼働日数は20日程度となるため、稼働率は65%程度になる。 (従来パッカー車) 土日の休車に加え、故障対応用の予備車両があるため、平均の稼働日数や搬入回数が落ちている。
-----	--

自治体	3-3 EV ごみ収集車1台当たり、焼却施設への搬入1回当たりの平均収集ごみ重量と積載率はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車1台当たりの平均的な収集ごみ重量と積載率もご教示ください。
厚木市	(EV) — (従来パッカー車) 平均収集ごみ重量 1,700kg /1回搬入 積載率 85 % <現地ヒアリング> : 回答は可燃ごみのみ。
川崎市	(EV) 平均収集ごみ重量 1,000kg/1回搬入 積載率 74% (従来パッカー車) 平均収集ごみ重量 1,950kg/1回搬入 積載率 97.5% <現地ヒアリング> : EV ごみ収集車は最低地上高の関係でホッパ部容量が小さく (EV 車 0.18m3、従来車 0.3m3)、満載に近づくと戻りごみがあり従来車より積載率が低くなる。
所沢市	(EV) 平均収集ごみ重量 709kg/1回搬入 積載率 52% (従来パッカー車) 平均収集ごみ重量 922kg/1回搬入 積載率 32% * 令和3年11月の1回あたり平均搬入量 <現地ヒアリング> : 回答は全ごみの平均であり、可燃ごみだけであれば、もう少し積載率が上がると思われる。

自治体	3-4 EV ごみ収集車 1 台当たりの平均的な移動距離はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な移動距離もご教示ください。	
厚木市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの移動距離	— 7 km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離	— 0.7 km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離	— 7 km
	<現地ヒアリング>	
	：回答は直営で把握しているステーション収集における値。	
川崎市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの移動距離	4.43 km 4.43 km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離	3.58 km 3.58 km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離	9.8 km 9.8 km
	<現地ヒアリング>	
	：回答は全平均で示している。エリアごとの違いまでは把握していない。	
所沢市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの移動距離	— km — km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離	— km — km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離	— km — km
	※車両の担当ルートによって移動距離が異なるため回答が難しい。概ね 1 日 40km～60km 程走行しています。	
	<現地ヒアリング>	
	：EV ごみ収集車は 1 日 30～40km 程度走行しており、感覚的に収集エリアまでは 6km 程度、収集エリアでは 5km 程度、焼却施設までは 5km 程度と思われる。	

自治体	3-5 上記 3-4 を走行する際の平均移動速度をご教示ください。 なお、機器による測定結果がない場合は、ご担当者の感覚でお答えください。	
厚木市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの平均移動速度	— 35 km/h
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度	— 15 km/h
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度	— 35 km/h
川崎市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの平均移動速度	30～60km/h 30～60km/h
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度	10～30km/h 10～30km/h
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度	30～60km/h 30～60km/h
所沢市	(EV)	(従来パッカー車)
	収集エリアまでの平均移動速度	— km/h — km/h
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度	— km/h — km/h
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度	— km/h — km/h
	<現地ヒアリング> ：感覚的に収集エリアまでや焼却施設までは 40km/h 前後、収集エリアでは遅いときで 5km/h 程度と思われる。	

自治体	3-6 EV ごみ収集車の集積所 1 か所当たりにおける作業時間、架装部稼働頻度はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来のパッカー車の場合で差異があるようでしたら、ご教示ください。	
厚木市	(EV) — (従来パッカー車：差異あり) 作業時間 1 分/1 集積所 架装部稼働頻度 15 回/1 集積所 <現地ヒアリング> ：集積所における作業中、架装部はほぼ連続運転。	
川崎市	(EV) 作業時間 2～4 分/1 集積所 架装部稼働頻度 7～12 回/1 集積所 (従来パッカー車：差異あり) 作業時間 1～2 分/1 集積所 架装部稼働頻度 4～7 回/1 集積所 <現地ヒアリング> ：回答は現場から聞いた感覚的なもの。 ：EV ごみ収集車と従来パッカー車との差異はホッパ部容積の違い。	
所沢市	(EV) 作業時間 7 分/1 集積所 架装部稼働頻度 4 2 回/1 集積所 (従来パッカー車：差異なし) <u>※もし同じ仕様であれば大きな差異は無いと考えている</u>	

自治体	3-7 EV ごみ収集車について、バッテリーの充電、もしくは交換頻度とそれぞれの 1 回当たりに要する時間をご教示ください。	
厚木市	—	
川崎市	(充電式バッテリー) 充電頻度：1 回/日 充電時間：一日の作業後充電開始し、次の日の朝まで (交換式バッテリー) 交換に要する時間：3 分/回 交換頻度：2 回/日、空～満充電する際に要する時間：約 8 時間/回 <現地ヒアリング> ：充電式の回答は、川崎生活環境事業所の 200V 充電スタンドの場合。 ：午前 2 回、午後 2 回の収集に対応するため、昼に電池交換し、収集終了後は電池交換または充電スタンドで充電している。	

所沢市	(充電式バッテリー) 充電頻度：－ 回/日 充電時間：－ 分/回 (交換式バッテリー) 交換に要する時間：4 分/回 交換頻度：1 回/日、空～満充電する際に要する時間： 時間/回 <現地ヒアリング> ：交換頻度は1 回/日だが、2 回のときもある。所沢市東部クリーンセンター内の電池ステーションで交換するのみであり、車両を保管している収集管理事務所では充電していない。 ：電池ステーションで充電もでき、フル充電には8 時間程度要する。
-----	---

[4. 電費]

自治体	4-1 EV ごみ収集車の電費記録があればその結果をご教示ください。
厚木市	(導入前)
川崎市	－
所沢市	令和3 年度実績 (単位：km/kWh) 8 か月平均 2.00 4 月：2.36 5 月:2.02 6 月:2.03 7 月:1.89 8 月:1.80 9 月:1.96 10 月 1.97 11 月:1.96 <現地ヒアリング> 令和2 年度実績 (単位：km/kWh) 年平均 2.21 4 月:2.36 5 月:2.49 6 月:2.39 7 月:2.06 8 月:1.91 9 月:2.38 10 月 2.38 11 月:2.31 12 月:2.13 1 月:1.97 2 月:2.06 3 月:1.98

自治体	4-2 上記 4-1 がいない場合、以下の諸数値をご教示ください。
厚木市	(導入前)
川崎市	走行距離 (年間 12,732.5 km、1 収集当たり km) 消費電力量または充電電力量 (年間 5,508 kWh、1 収集当たり kWh) →電費 2.31km/kWh
所沢市	－ <現地ヒアリング> 走行距離 年間 9,670km、消費電力量 年間 4,382.5kWh

自治体	4-3 EV ごみ収集車の電費に影響を及ぼすものとして、大きな要因と考えられるものをご教示ください。(複数回答可)
厚木市	(導入前) <現地ヒアリング> ：導入後は EV ごみ収集車に GPS を搭載し、移動距離や電力消費量等から検討予定。
川崎市	b. ごみ収集エリアまでの移動距離 c. ごみ収集作業中の移動距離 d. 圧縮装置等の架装部の稼働頻度 e. エアコンの使用 g. 走行の仕方 <現地ヒアリング> ：最も影響が大きいのはエアコンと思われる。
所沢市	a. 1 充電サイクル中の作業時間 b. ごみ収集エリアまでの移動距離 d. 圧縮装置等の架装部の稼働頻度 h. その他 (エアコンヒーターの使用) <現地ヒアリング> ：最も影響が大きいのは冬場のエアコンと思われる。

[5. CO₂削減量、削減コスト]

自治体	5-1 CO ₂ 排出削減量を試算した記録がありましたら、ご教示ください。
厚木市	(導入前)
川崎市	6.9 t・CO₂ (令和元年)、11.5 t・CO₂ (令和2年) <現地ヒアリング> ：6.9t・CO₂≡走行距離 9,570km／3.56km/L(従来車両の燃費^{*1})×2.58kgCO₂/L(軽油排出係数^{*2}) ：11.5t・CO₂≡走行距離 15,895km／3.56km/L(従来車両の燃費^{*1})×2.58kgCO₂/L(軽油排出係数^{*2}) *1 本市実績(小型ごみ車の平均燃費) *2 軽油排出係数：地球温暖化対策効果算定ガイドブック(補助金申請者用)
所沢市	8,316 t-CO₂/年 (令和2年) <現地ヒアリング> ：8,316t-CO₂≡走行距離 9,670km／3.0km/L(従来車両の燃費)×2.58kg/CO₂/L

自治体	5-2 上記 5-1 がない場合、以下の諸量をご教示ください。
厚木市	—
川崎市	— <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車と同程度容量の従来パッカー車の燃料消費量 年間 4,474L(令和2年度実績) ：EV ごみ収集車の消費電力量 年間 5,508kWh(3年平均)
所沢市	— <現地ヒアリング> ：従来パッカー車(積載量 2.85t)の燃焼消費量 年間 3,223L(令和2年度実績) ：EV ごみ収集車の消費電力量 年間 4,383kWh(令和2年度実績)

[6. 課題等]

自治体	6-1 EV 車全般の一般的課題がありましたら、ご教示ください。
厚木市	運用面：航続距離が短い。 技術面：— その他：導入の際の費用が高額である。
川崎市	運用面：ガソリン給油スタンドに比べて充電に時間がかかる。電池の容量が小さい。 技術面：電池が大きく、重い。電池残量が 10%を下回ると出力が不安定になる。 <現地ヒアリング> ：電池残量が 20%をきらないよう運用している。
所沢市	運用面：充電施設の数が少なく、場所によっては使用する際に事前に連絡する必要がある。

自治体	6-2 EV ごみ収集車特有の課題がありましたら、ご教示ください。
厚木市	運用面：バッテリー等の重量が嵩むため、同規模のエンジン車と比べて積載量が少なくなる。 技術面：— その他：導入の際の費用が高額である。
川崎市	運用面：上記運用面の事情のため、毎日の運用に支障が見込まれる。収集効率が悪くなる。 技術面：上記技術面の事情により、積載量が取れない。 ごみ収集車には蛍光管ボックス等のその他架装が必要であるが、電池のサイズが大きくそれらの取付が可能なスペースが設計上取れない。結果として、荷箱やごみホップの容積が小さくなり、一回の巻込みで回収できるごみ量が少なく*1、ごみの積み込み能力が従来の塵芥車に比べて低い。 その他：量産された2 tベースのトラック（小型）が存在しない。塵芥車として使用できるものがない。本市に導入した車両も量産された車両ではないため、アフターメンテナンスの体制が確立されていない。（一般の整備工場では故障箇所の特定や、修理部品の調達が難しく修理ができない ²⁾ ） <現地ヒアリング> ：蛍光管ボックスは車両左側の荷箱の下に設置している。 ：*1 一回の巻込みで回収できるごみ量が少ないのは、ホップ部容積の違いによるもの。 ：*2 車体のブレーキ程度なら一般の整備工場メンテナンスできそうだが、架装部や電池は専用のメンテナンスが必要。電装は技術者が平塚市に常駐しているが、車両自体はメーカーがある京都に持って行かないと整備できない。
所沢市	運用面：一般収集車は左に曲がる際の巻き込み防止音声を流すようにしているが、EV 車両は走行時の音がほぼ無いため、右へ曲がる際の音声も流すように設備を追加している。 エンジン音が無く、騒音の苦情の心配はないが、通行人が走行に気づかない場合もあるため、収集の際はより一層走行に気を付ける必要がある。 一般の収集車と比べて馬力が少ないのか、回転板の巻き込みの力が弱く、中に押し込み切れず止まることが多い。 技術面：充電施設(電池ステーション)に搭載できる充電電池の数が決まっている(8 個搭載可)ため、導入できる車両数が限られる。 その他：一般の収集車と仕様が異なるため、現場への導入方法については考える必要がある。 <現地ヒアリング> ：EV ごみ収集車で走行は一層気を付けており、これまでに事故は発生していない。 ：EV ごみ収集車は積載量が少ないので、従来パッカー車との入れ替え等運用上のやりくりができない。 ：EV ごみ収集車は荷箱以外に収納スペース（例えば蛍光管等）がないとの現場からの指摘もある。
自治体	その他現地追加質問
川崎市	EV ごみ収集車の耐用年数はどの程度と考えるか ：車体は 10 年 10 万 km 走行。電池は充電回数 7,500 回（この回数で満充電の 7 割しか充電できなくなる）で、市では電池が 3 個所有しているため、10～11 年もつ計算。耐用年数は従来車と変わらないと考える。

⑥課題抽出

前項の調査結果から抽出した課題は表Ⅱ-1-4に示すとおりである。

表Ⅱ-1-4 EV ごみ収集車の導入事例調査結果から得られた課題

技術面
EV ごみ収集車は、バッテリーのスペース、重量により、従来車より荷箱やホッパ部容積が小さくなり、積載量や積み込み能力が低下する。 2t 車シャーシの車両にて、従来車の積載容量 4.2m³、EV ごみ収集車の積載容量 3.7m³
EV ごみ収集車に限ったことではないが、プレス式パッカー車は圧縮板の裏側に回り込んだごみが溜まるため、回転板式に比べ手間を要する場合がある。
運営体制面
EV ごみ収集車は、バッテリー残量が 10%を下回ると出力が不安定になるため、20%を切らないよう運用している。
従来車と比べて航続距離が短いため、収集効率が悪い（バッテリー容量 40kWh の満充電時航続距離 60km、バッテリー容量 81kWh の満充電時航続距離 100km）。
制度面
導入している EV ごみ収集車が量産されているものではないため、メンテナンス体制が確立されていない。車体のブレーキ程度であれば一般の整備工場メンテナンスできそうだが、架装部や電池は専用のメンテナンスが必要。電装等も車両自体を京都の製造工場に持って行かないと整備できない。

2) ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査

①調査目的

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ことを目的として調査した。

②調査方法

過去の環境省委託事業の中で、次項に示す調査対象から得られる情報を収集整理した。

③調査対象

過去の環境省委託事業として、「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」及び「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」を調査対象とした。

④調査対象事業の内容

先進事例調査対象事業の結果概要は表Ⅱ-1-5 及び表Ⅱ-1-6 に示すとおりである。

表Ⅱ-1-5 令和元年度一般廃棄物収集ルート最適化に係る先進的事例調査業務の結果概要

目的	
市区町村等の行っている一般廃棄物収集運搬業務において、情報通信技術等を活用した先進的な収集運搬ルート最適化の取り組み状況を把握し、その調査から通じて得られる知見を整理して、今後の情報通信技術等の一般廃棄物収集運搬業務への導入による効率化の技術支援等に役立てることを目的とする。	
方法	
◇情報通信技術等を活用している団体へのヒアリング H30 年度に実施した「廃棄物処理システムにおける低炭素・省 CO ₂ 対策普及促進方策検討調査及び実現可能性調査委託業務」の中で調査した結果のうち、「市区町村等における収集運搬の効率化・最適化の取組実施状況」で取組を実施していると回答した 265 団体のうち「管理システムの導入による走行距離の低減」と回答した 38 団体について、一般廃棄物収集運搬ルート最適化についての情報を収集し、まとめた。	
◇先進的な取組を行っている団体への現地調査 地域の特性に応じた特に先進的な取組を行っている以下の 4 団体を抽出し、現地調査を行った。 ①大阪市、②市川市（市川市清掃業協同組合及び市）、③枚方市	
結果	
◇情報通信技術等を活用している団体へのヒアリング集計 (38 団体)、分析（回答 23 団体）【★：回答多数の項目】	
(1) ドライブレコーダーと GPS の利用方法(回答数 46)	★配車の管理(6) ★事故や車両故障情報取得(19) 道路幅や住民往来密集地域情報(1) ★不正ごみ出し情報(8) ★収集車の位置情報の把握と緊急配車ルート変更(6) その他(6)
(2) 配車管理(回答数 23)	★配車担当者の知識、経験などで作成(20) 収集データとシステムにより自動作成(0) その他(3)

(3)収集形態(回答数 25)	★ステーション(14) ★個別収集(7) 併用(4)
(4)収集時間帯(回答数 22)	7:00～9:00 開始、16:00～17:15 終了が 20 団体 他 22:00～が 1 団体、22:00～5:00 が 1 団体で合計 22 団体
(5)付帯作業(回答数 23)	★行っている(14) 行っていない(9)
(6)収集運搬ルート最適化に関する機能の導入状況(回答数 23)	直営作業向け(2) 収集委託会社向け(3) 両者(3) ★非導入(15)
(7)住民向け機能の提供（開発）状況(回答数 20)	提供している(1) 提供していない(19)
(8)利用機器(回答数 9)	★スマートフォン及びタブレット端末(3) ★パソコン（WEB サイト）(3) 専用機器(1) その他(2)
(9)活用内容(回答数 31)	★収集車の配車管理(4) ★収集運搬ルート効率化(6) 事故防止(2) 不適物収集防止(1) 交通状況などの情報提供(2) ★収集車位置情報(6) ★収集の違反情報収集(5) 収集車の積載管理(3) その他(3)
(10)導入効果(回答数 20)	収集距離の低減(2) CO ₂ 排出量削減(2) ガソリン代削減(2) ★作業時間削減(3) 渋滞緩和(1) 交通事故低減(2) 収集車火災事故低減(0) 収集車積載率向上(2) ★未収集率の低下(4) その他(2)
(11)システムのアクセス権(回答数 7)	★他社間独立(5) 他社間連携・アクセス権あり(1) 他社間連携・アクセス権なし(1)
(12)更新方法(回答数 9)	個別(2) ★管理 PC 接続(4) その他(3)
(13)開発時の課題	・基礎データの収集に関しては限られた時間での作業になる。収集車にタブレットを搭載し作業。収集車が集積所でタブレット操作し位置情報をマークする。奥まった集積所の把握や、誤作動による位置マークで、正確な位置マークの取得ができない。 ・車載器の性能、位置情報データの精度、データ量とサーバーの容量や能力のバランス、作業状況に応じたプログラムの調整が課題。 ・基礎データの詳細（区域の境目等）の把握や各種バグの解消が課題となった。

(14)運用後の課題	・電子機器のためにタブレットがフリーズ。品目設定がミスで正確なデータが表示されない。タブレットの機能の使用方法的周知方法が必要。 ・車両の位置情報の把握や写真情報を共有時、システムが重くなりシステムの迅速な利用が困難。 ・GPS 車載器の性能に問題が生じた。サーバー容量や能力の不足、通信トラブルが多発。 ・GIS の更改に伴い、ルートを作成するレスポンスが許容を超え、インタフェースの変更。 ・システム導入初期時に様々な「バグ」が発生した。
(15)満足度	・現在は戸別収集の実施に向けての基礎データ収集を行っている。GPS 搭載タブレット積載の収集車の情報(集積所の通過時間、収集ルートの軌跡)が PC 上で把握。後出しの対応に活用できる。不法投棄があった集積所で位置マークを PC 表示、直営車で回収など収集が効率化。 ・収集車の位置情報及び収集履歴をリアルタイムで把握。市民の方からの収集状況の問い合わせについて回答。 ・当初段階での問題はシステム改良等で改善。運行管理システムの機能等で作業管理。効率化や事故削減の効果。 ・動きが緩慢であるため不満。 ・位置情報入力作業や各種集計処理の簡素化、迅速化等が不満。 ・収集ルートの明確化で未収集率の低下、作業終了後のデータ入力の簡素化で作業効率向上。
(16)最適化に関する今後の希望や展開	・収集運搬業務の効率化に関する先進地事例を参考。(導入の経緯、費用、メリット・デメリットなどの情報) ・交通状況等に応じてごみ収集の効率的なルートを自動計算し CO₂ を削減する。 ・人の手を借りずに AI 知能を持った収集車が自動でごみを収集する。(作業回数を重ねることによって効率的な収集方法や収集ルートを向上する技術。) ・ごみ袋の中を分析できるシステム。可燃、不燃、容プラ等を識別する。 ・回収に伺った時間や未回収の理由がタイムリーに分かるシステム。 ・集積所ごとに、収集ごみの重さが確認できれば、確実に収集したことの証明になる。 ・収集運搬作業にくわえ、防犯パトロール等を併せて、住民要望に応えられるシステムを期待。 ・詳細な道路情報(一方通行等)が載せられている地図データを要望。 ・効率的な収集コースを自動で作成するシステムの開発。
情報通信技術の導入時に懸念すべきと思われる事項	・開発費用が未知数。 ・作業中にシステム障害が起きたときの対応。 ・情報通信技術を導入しても作業員の蓄積された経験や住民対応等は人が必要 ・情報通信技術の導入で、現状の収集体制の変化は少なく費用対効果が高くない。 ・状況通信技術を維持管理できる職員に負担の偏りが生じる。技術への知識の共有化。 ・効果と費用が未知数。システムの必要な性を検討する必要。 ・収集運搬ルートの最適化とは、各ポイントのごみ量を把握する術が「経験」以外にない。(大阪は軒下収集を基本にしているため、把握が困難)画像解析によりでごみ量を AI で判断、ルートを最適化するシステム。費用対効果の面で課題。

◇先進的な取組を行っている団体への現地調査（4 団体）

<大阪市>

事業：ごみ収集車量運行管理システムサービス提供業務委託（長期継続）

内容：ごみ収集車量に GPS 車載器を借入れ、それぞれの車両に搭載し、日々の走行の軌跡や運転状況等をシステムで集約し、車両ごとの管理を行う。

GPS 車載器とは、搭載されたごみ収集車両の現在地情報や走行の軌跡、ドライブレコーダーの映像等が取得できる機械。

目的：作業管理を徹底し、経費の削減と市民サービスの向上を図る。

成果：家庭系ごみ収輸送事業改革プランに掲げた目標を達成。

転籍を伴う民間化により期待される効果以上に経費を削減する。（職員定数の 10%以上の減員達成見込み）ほか、市民サービスも向上（公務上交通事故発生件数減少）

課題

- ・ GPS 車載器の性能による位置情報のずれ発生。
- ・ G センサーが車体重量の違いなど車特有の反応差で誤動作発生。

今後の希望展開

- ・ GPS はグーグルマップにレイヤーしているのみのため、生活道路などの詳細地図情報（一方通行等）が欲しい。
- ・ 焼却施設内の渋滞緩和や最終搬入時間予測、ごみ量の自動入力等に使用したい。既存業務システムとの連携が情報接続セキュリティなどの観点から現状では難しい。
- ・ 個々の家庭のごみ量を把握したい。（ルートや作業回数分析のほか、エリアごみ量計算のため）
- ・ 画像解析ソフトからごみ量を AI 判断しルートを最適化するシステム。

<市川市清掃業協同組合>

事業：IT システムによるごみ収集の効率化

内容：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、H29.4 から収集運搬を市川市清掃業協同組合に委託し、収集車両の一括管理やコールセンターを設置。収集車両の一括管理にあたり、全ごみ収集車にタブレット型 GPS 端末を搭載し、収集ルート軌跡や収集状況、車両の位置がリアルタイムで確認できるようにした。

目的：共有の地図システムを使用し、情報共有、住所検索、収集状況の把握や集積所の管理等を行い、家庭ごみ収集の効率化と市民サービスの対応をする。

成果：収集遅れがあった場合等の市民からの苦情・問合せに対し、組合から周辺車両へ連絡し、収集の応援や市民対応の指示が迅速にでき、収集車相互の協力で収集効率を高め市民サービスの向上に繋がっている。収集車の位置情報及び収集履歴をリアルタイムで把握できるので、市民からの収集状況問合せに即座に回答できる。

今後の希望展開

- ・ 収集した証明のため、集積所ごとに収集ごみの重さが確認できればよい。
- ・ 新たなシステムの開発や導入は検討していない。

<市川市>

事業：LINE 株式会社との地域 ICT 化推進事業に関する包括連携協定

内容：大型ごみのオンライン受付と決済。

目的：大型ごみは電話受付のみだったため、申し込みが困難な方が多々おり、その方々の要望に応える形として導入した。

成果：非常に利便性が向上したという声も多数頂いている。また、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、業務効率の向上に繋がっている。（当初の見込み利用率は 15%程度であったが、30%を上回っている）

今後の希望展開

- ・オンライン決済は LINE Pay のみ対応しているため、昨今のキャッシュレス決済のニーズの広がりを鑑みると、今後は更なるチャネルの追加が求められる可能性がある。

<枚方市>

事業：全庁システムの更改。

内容：従前から全庁向け GIS[地理情報システム(地理情報の可視化)]を使っており、統合型更改に伴う一環としてデータ移行を行った。

成果：①全庁向け GIS を利用しているが、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（ソフト）をプラグイン(機能追加)して使用。全庁向けデータも同じエンジンのため、取り込んで利用することが可能である。

②清掃関係情報（ステーション位置など）は市民公開型 GIS に掲載をしていない。

③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ある。また、指定された職員が使用可能である。

今後の希望展開

- ・情報推進課管理のため、導入に多くの制約が発生することから、新規技術の導入は検討していない。
- ・焼却施設の別場所への更新の際の新規ルート作成に頭を悩ませている。
- ・ごみ重量調査の負担が大きく、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作成するシステムがあればよい。

表Ⅱ-1-6 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の結果概要

目的	
本事業では、一般廃棄物収集運搬業務の効率化、我が国全体の低炭素化に資するため、多種多様な地域の特性に対応した汎用性の高いモデルを構築し、その成果をガイダンスとしてとりまとめ、広く市町村等に周知・普及させることを目的としている。今年度は、収集運搬の効率化による低炭素化モデル事業の検討を主目的とし、一般廃棄物収集運搬作業の最適化を行うための支援ツールを試作し、それを仮運用することで効果を検証・分析し、次年度以降のモデル事業に向けての情報収集・検討を実施する。	
対象団体の選定	
多種多様な様態別に対応したモデルを構築できる要素を持った一般廃棄物収集運搬業務を行っている団体を 5 団体選定。 ・市街地モデルとして東京都町田市、埼玉県三郷市 ・過疎地モデルとして福島県三春町、沖縄県石垣市 ・中間的地域として愛媛県松山市	
対象団体における課題の類型化	
本事業の課題の「支援ツールを用いること」を検討するために、課題の類型化を行い、課題に対するニーズを検証。収集運搬の効率化・低炭素化のための支援ツールの試作・仮運用のための基礎情報とした。	
課題（ニーズ）	収集運搬の効率化（本事業）との関連性
ごみ処理費用	処理だけでなく収集運搬、分別収集、ごみ袋有料化等有料化等の施策検討によるごみ処理全体の効率化
再資源化率の向上	収集運搬の効率化により、回収量の向上・再資源化率の向上が期待
ごみ回収効率の向上	収集運搬の効率化により向上が期待
ごみ処理施設の長寿命化	ごみの広域処理等の施設のあり方に関して、ルートのお最適化等の収集運搬の効率化に収集運搬の効率化に合わせた検討が有効
ごみ分別・排出ルールの啓発	収集運搬の効率化に伴うごみ分別・排出ルールの検討と関連
ごみ収集の安全性・利便性・経済性	収集運搬の効率化のためのツールにより向上が期待
先端的な ICT 等を活用した作業効率化・低炭素化	収集運搬の効率化のためのツールそのもの
ごみ焼却処理量の増加	収集運搬効率化による間接的なごみ排出量の減少を期待
ごみ処理の合理化・効率化	収集運搬効率化による間接的なごみ処理の合理化・効率化を期待
ごみ排出抑制の必要性	収集運搬効率化による間接的なごみ排出量の減少を期待
低炭素化及び作業効率化の実現に向けた課題の抽出及び解決策の検討	
清掃事業における課題の類型化し、ICT 技術を活用して収集運搬作業の効率化と経済性の向上、二酸化炭素排出量削減（低炭素化）の解決を支援するツールを検討した。	
ごみ回収効率の向上	ごみ回収効率化は、再資源化率の向上などでごみ排出量が削減されることにより、ごみ収集回数を削減することができ、作業効率が向上する。 また、収集運搬作業自体の効率を向上することで、収集運搬作業にかかる作業時間が短縮でき、作業効率が向上する。本業務では、収集運搬作業効率化の支援ツールを検討した。

ごみ収集の利便性・経済性	ごみ収集作業は、決められた場所と時刻に到達して、ごみ収集を行う必要がある。決められた時刻に収集作業を行わないと、住民からのクレーム対応などで、作業効率の低下につながる。ごみ排出量と収集車の積載量の関係で、集積所すべてを1回で回り切れずに、焼却場に運搬して再び収集区間に戻って、収集作業を行うこともある。 ICT 技術とマッピング技術を活用して、収集車両の位置関係、収集できていない集積所の位置関係をリアルタイムに把握することで、作業効率と利便性が向上すると考える。作業効率化と走行距離を削減することで、収集運搬作業にかかる人件費や消費燃料を削減することにより、経済性の向上が期待できる。
円滑的な ICT 等を活用した作業効率化・低炭素化	低炭素化及び作業効率化の実現に向けた、ICT 技術を活用した3つの支援ツールを検討した。
①情報管理支援ツール	収集車の走行データ、時刻、位置、速度、エンジン回転数 など、収集作業の時間、二酸化炭素排出量の算定に必要な情報を収集、蓄積を支援するツールである。排出量の算定に必要な情報を収集、蓄積を支援するツールである。データである情報を収集し、紙資料の場合は、電子化・データベース化を進める。
②情報監視支援ツール	走行データなどは数値データであるので、数値データそのものだけでは、低炭素化、作業効率化に向けた判断が困難である。マッピング技術、解析技術を活用して、走行データから地図と時刻を軸とした分かりやすいデータ、図面、グラフなどに変換、解析して表示する支援ツールを構築する。
③最適化検討支援ツール	走行データを変換して分かりやすいデータ、図面、グラフなどだけではなく、判定解析技術、予測技術などを活用して、人間の思考・判断を手助けする支援ツールである。収集ルートの最短経路、燃料消費解析機能などである。
支援ツールを使用した解析結果	
支援ツールを使用して、走行データを可視化、二酸化炭素排出量、作業時間を算定し、低炭素化及び作業効率化の事例を検討した。(松山市の事例、三春町の事例)	
走行データの可視化	現行ルートの二酸化炭素排出量の特徴 市街地では、過疎地と比べて下記の特徴(傾向)がある。 ・ 走行距離が短いため、二酸化炭素排出量が少ない。 ・ 収集区間よりも移動区間で二酸化炭素排出量が増加。 ・ 距離当たりの二酸化炭素排出量は、市街地の収集区間では増加。 ・ 市街地の移動区間および収集区間では低速になる傾向があるため、距離当たりの二酸化炭素排出量は多くなる。 ・ 過疎地の移動区間・収集区間、市街地の移動区間では、平均時速 20km/h 以上になる傾向があり、二酸化炭素排出量は移動距離にほぼ比例する。
支援ツールを用いた最適化方法検討	検討結果 1) 移動区間で速度の変更による低炭素化及び効率化の向上 ・ 作業時間は、市街地で約 15 %、過疎地では約 13 %の削減。 ・ 二酸化炭素排出量は、市街地で約 5.4 %、過疎地では約 3.4 %の削減。 ・ 市街地、過疎地において、作業時間・二酸化炭素排出量ともに、速度アップに伴い削減している。 ・ 移動区間の距離が長いほど、作業時間・二酸化炭素排出量ともに、速度アップに伴う効果が大きくなっている。 2) 収集区間で速度の変更による低炭素化及び効率化の向上 ・ 作業時間は、全区間で約 8 %、収集区間では約 29%の削減。 ・ 二酸化炭素排出量は、全区間で約 14%、収集区間では約 1.6%の削減。 ・ 作業時間・二酸化炭素排出量ともに、速度アップに伴い削減している。 ・ 収集区間の距離に比べ、移動区間の距離が長いので、全区間では削減効果は少ないが、収集区間のみでは削減効果は大きい。

	3) 収集区間の作業効率的な分割に伴う移動距離の変更による低炭素化および効率化の向上 ・ごみの多い曜日の収集運用が、作業効率化・低炭素化になっている。決められた収集区間で、1回で収集できない場合は、ごみの積載量に関係なく、収集区間の区分けを適切に行うことにより、作業時間・二酸化炭素排出量の削減効果を期待できる。事例では、ごみの少ない曜日でも、多い曜日と同じ区分けにすることにより、作業時間は約30分、二酸化炭素排出量は2.8kgの削減を実現できると推定する。 4) 2チームでの収集作業を行った事例：三春町で測定した走行データ 決められた収集区間で1回で収集できない場合、1回目で収集出来なかった集積所の対応は、主に次の2パターンで運用。 ・収集区間の全区間を1チームが単独で収集（方法1） ・他のチームがサポートして収集（方法2） 方法1で対応しているが、方法2で実施した場合で仮運用 ⇒焼却場から収集区間2への移動で、移動距離で約5km、作業時間で約8分、二酸化炭素排出量で約1kgを削減することができる。 5) 焼却場に近い、または遠い集積所からの収集方法の事例 二酸化炭素排出量は車両の速度、距離、重量で算定。車両重量の変化による二酸化炭素排出量を算定し、低炭素化および作業効率化の向上を検討。 三春町のごみの多い曜日：焼却場⇒収集区間2⇒焼却場の区間で二酸化炭素排出量は、現行で約17.7kg、逆回りで約17.1kgとなり、約0.6kg（約3.4%）を削減できる。（速度は同じと仮定しているため、作業時間は同じとした）
今後の検討方針	
支援ツールの名称	支援ツールの改良概要
（1）情報管理支援ツール ①走行データ収集ツール ②維持管理データ更新ツール ③業務管理支援ツール	・データサンプリング時間を1分程度の機器を想定した走行データの収集。 ・プロトタイプシステムを使用した、操作性の検証。 ・使用後のヒアリングなどで、改良店の抽出と改良。 ・各メーカーが販売する専用ソフトウェアを調査し、ユーザーの必要とする機能、走行データファイル出力機能の確認。
（2）情報監視支援ツール ①車両位置確認ツール ②燃料消費量確認ツール ③集積所状況確認ツール ④収集・積載状況確認ツール	・各メーカーが販売する専用ソフトウェアを調査し、走行データファイル出力機能の確認。 ・各メーカーのデジタルタコグラフの活用検討。 ・リアルタイムでの車両走行状況が把握。 ・二酸化炭素排出量から燃費消費量を算定し、給油燃料との比較、経済性の検討を支援する機能の再構築。 ・ごみの散乱状況を認識する機能。 ・ごみ排出量の確認支援ツールの構築。 本業務では構築していない。次年度に構築予定。 ・動画データから収集作業状況からごみ収集量、収集車に搭載しているごみの量を推定する機能。
（3）最適化検討支援ツール ①収集ルート検索支援ツール ②燃料消費量解析ツール	・二酸化炭素排出量の算定方法の再検討結果を考慮して、収集ルート検索支援ツールの再構築。 ・速度、エンジン回転数、加速度などのデータを活用した二酸化炭素排出量、燃料消費量の解析機能の再構築。

③集積所統廃合検討支援ツール	本業務では構築していない。次年度に構築予定。 ・人口（性別・年齢）分布から排出されるごみ量の推定。 ・推定したごみ量から集積所の箇所数と配置の検討を支援する機能。
④収集ブロック再編検討支援ツール	本業務では構築していない。次年度に構築予定。 ・収集ルート検索支援ツールと連動して、集積所のブロック化の検討を支援する機能。
次年度モデル事業実施計画	
次年度（令和２年度）事業では、次の実施内容を提案する。	
（１）走行データの収集・解析・調査検討	・本業務から計測して、収集車両の走行データの収集し、様々な地域でごみ収集作業の走行状況、二酸化炭素排出量、作業時間等の解析調査を実施する。 ・年間を通した走行データを収集・解析することにより、日常、夏期・冬期、長期休暇（盆休み、年末年始休暇など）明けなどの時期によるごみ収集作業の違いについても調査検討を行い、支援ツールの改良に反映する。 ・支援ツールにより二酸化炭素排出量削減、作業効率化に向けて、机上の仮運用で解析した収集 運搬ルートについて、実走行により現地調査を行い、削減効果の評価検討を行う。
（２）スマート集積所の調査検討	・最適なごみ収集ルートを検討するためには、集積所と収集単位の検討が重要であることが分かった。 ・集積所に排出されるごみ量と収集車両の搭載能力を比較して、収集単位分けを検討する必要がある。 ・集積所にごみ量（重量、体積など）を計測するセンサーを設置や、収集作業中のごみ 量情報収集の調査方法を検討して、ごみ量把握の調査検討を行う。
（３）支援ツールを活用した最適化方策の検討	・本業務で構築した支援ツールを使用して、低炭素化、作業効率化の仮運用を実施し、支援ツールの改良点を見出した。 ・調査対象自治体調査により判明した課題や、自治体・委託業者からの要望などで、支援ツールに新たに構築する必要がある機能がある。 ・支援ツールの改良や新規 機能を検討して、再構築を行い支援ツールを運用して、収集単位、収集ルート 等の収集作業方法の再検討を実施する。 ・低炭素化および作業効率の向上の評価方法について、収集車両の走行データ、燃料給油量、集積場に排出されるごみ量等から再検討を行う。

⑤情報収集整理結果

先進事例調査対象事業の調査概要から、自動追尾運転を行う公道やごみ集積所等に関する情報として、収集整理した結果は、表Ⅱ-1-7に示すとおりである。

表Ⅱ-1-7 先進事例調査対象事業からの情報収集整理結果

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
1. 収集運搬の効率化・最適化に取り組んでいる市町村等のうち、情報通信技術等の管理システムの導入によって走行距離の低減の効果があった 38 団体に、情報通信技術の活用方法などのヒアリングを行った中で、集積所等に関連する情報として得られたものは以下のとおりである。 ◇収集車の配車管理方法 ・主に配車担当者の知識、経験などで作成。 ◇収集形態 ・ステーション方式、戸別収集、併用の順が多い。 ◇収集時間帯 ・概ね 8:00 頃～16:00 前後が多く、1 団体のみ夜間収集 22:00～5:00 もあり。 ◇活用内容 ・主に収集運搬ルート効率化、収集車位置情報、収集の違反情報収集、収集車の配車管理。 ◇導入効果 ・主に未収集率の低下、作業時間削減のほか、ガソリン代削減や交通事故低減等もあり。 ◇課題 ・収集車に搭載したタブレットを操作して位置情報をマークするが、収集車が通れない奥まった集積所の正確な位置マークの取得ができない。 ・収集作業員に機能の使用方法的周知が必要。 2. 公民連携で先進的な取組を行っている 4 団体への現地調査において、今後の希望や展開として示された項目の内、集積所等に関連する情報として得られたものは以下のとおりである。 ・GPS データはグーグルマップに付加して 生活道路などの詳細な地図情報（一方通行等）が欲しい。 ・焼却工場と協力し、工場内渋滞の緩和や最終搬入時間予測、ごみ量の自動入力等に使用したい。ただし、組合所管の業務システムとの連携は、セキュリティなどの観点から難しい。 ・個々の家庭のごみ量を把握したい。（収集ルートや作業回数、エリアのごみ量も計算）

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報告書

収集運搬の効率化による低炭素化モデル事業の検討を主目的とし、一般廃棄物収集運搬作業の最適化を行うための支援ツールを試作し、それを仮運用することで効果を検証・分析し、次年度以降のモデル事業に向けての情報収集・検討を実施している。

調査団体としては、収集ルート範囲・走行距離等を考慮し、特徴を区別できるよう、都市的地域として東京都町田市及び埼玉県三郷市、農村的地域として福島県三春町及び沖縄県石垣市、中間的地域として愛媛県松山市を選定している。

支援ツールを仮運用して情報収集・検討を行った結果、走行距離や速度などの収集車両の走行データを可視化しており、地域的な集積所の密度の違いから、収集車の稼働状況として以下のような傾向が示されている。

現行ルートの作業時間の特徴

市街地は過疎地に比べて

- ・収集区間の距離が短く、移動区間の距離が全走行距離の大半を占める。
- ・移動距離、作業時間ともに短い。
- ・集積所の密度が高いため、収集区間での平均速度が大幅に低下する。(収集区間の距離に比べ作業時間が長い)

一方、過疎地は市街地と比べて

- ・移動区間、収集区間の両方で移動距離・作業時間も長い。
- ・集積所の間隔が長いため、収集区間の速度は移動区間とほぼ同程度。

現行ルートの二酸化炭素排出量の特徴

市街地は過疎地に比べて

- ・走行距離が短いため、二酸化炭素排出量が少ない。
- ・収集区間よりも移動区間で二酸化炭素排出量が増加。
- ・距離当たりの二酸化炭素排出量は市街地の収集区間では増加。
- ・市街地の移動区間および収集区間では低速になる傾向があるため、距離当たりの二酸化炭素排出量は多くなる。

松山市の市街地の例

	事務所～ 収集 1	収集 1	収集 1～ 焼却場	焼却場～ 収集 2	収集 2	収集 2～ 焼却場	焼却場～ 事務所	合計
作業時間(分)	5	17	8	13	13	33	23	113
移動距離(m)	1,630	1,319	3,389	3,534	831	7,854	5,331	23,888
平均速度(km/h)	17.8	4.6	24.0	16.9	3.8	14.1	13.9	12.7
CO ₂ 排出量(g)	387	389	700	794	241	1,716	1,089	5,316
距離当たり CO ₂ 排出量(g)	0.24	0.29	0.21	0.22	0.29	0.22	0.20	0.22

松山市の過疎地の例

	事務所～ 収集 1	収集	収集～ 焼却場				焼却場～ 事務所	合計
作業時間(分)	40	57	38				36	172
移動距離(m)	11,124	17,154	13,404				5,474	47,156
平均速度(km/h)	16.5	18.0	21.1				9.1	16.5
CO ₂ 排出量(g)	2,300	3,744	2,639				1,142	9,825
距離当たり CO ₂ 排出量(g)	0.21	0.22	0.20				0.21	0.21

また、ディーゼル車の収集車両は、二酸化炭素排出量の削減効果を考慮した場合、以下のよう
な検討結果が得られている。

- ・平均時速 20km/h 以下では二酸化炭素排出原単位は大きく、平均時速 20～90km/h では燃
費が良くなる傾向。
- ・収集車の車両重量が重い方が燃費が悪くなるので、搬入する焼却施設から遠い所から近い
所に向けて収集を行っていくと CO₂排出量が削減できる。

3) ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査

①調査目的

自動追尾運転システムの実用化に向けたデジタル技術の活用状況を把握し、課題を明確にするため、ごみ収集車の車体、架装の各メーカーに対して調査を行った。

②調査方法

調査にあたっては、事前にプロトタイプ EV ごみ収集車や既存のパッカー車架装部の現状を視察及びヒアリングした上でヒアリングシートを作成し、これを送付、回答を受領した。

③調査対象

ごみ収集車の車体メーカーとして、三菱ふそうトラック・バス株式会社、架装メーカーとして、新明和工業株式会社を調査対象とした。

④調査内容

ヒアリングシートによる調査内容は表Ⅱ-1-8に示すとおりであり、主に各技術の現状のレベルと今後の課題について調査した。

表Ⅱ-1-8 ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査内容

1. センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題
1-1 人検知システム等のセンシングシステムの現状技術レベルと今後の課題
1-2 現状技術の今後の課題を技術開発によりどこまで解決できる見込みがあるか
1-3 その技術開発のスケジュール（期間）
2. ヒューマン・マシン・インターフェースや手順に関する課題
2-1 手動運転から自動運転へ遷移する場合の追従対象作業者の認識方法について、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順
2-2 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題
2-3 自動追尾運転で集積所に停車した後のごみ積み込み作業を開始する際、並びにごみ積み込み作業を終了した後に自動追尾運転を開始する際における、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順
2-4 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題
3. 普及に関する課題
3-1 バッテリー容量の現状と課題
3-2 満充電当たりの航続距離の現状と課題
3-3 充電時間の現状と課題
3-4 充電作業工数の現状と課題
3-5 バッテリー蓄電低下時における架装部機能の現状と課題
3-6 その他、考えられる課題
4. 車両に指示を出す際のインターフェース等の技術的課題
4-1 EV ごみ収集車の自動運転中にごみ収集作業者が「追従モード」「次まで移動」「圧縮機作動」等、車両に指示を出す際のヒューマン・マシン・インターフェース等の技術的課題
5. 安全確保のために必要な方策
5-1 (サイバーセキュリティ) サイバーセキュリティ上、必要な方策として有効と考えられるもの
5-2 (周辺交通参加者に対する機能安全等) 機能安全等作業、自動運転車両、歩行者などの周辺交通参加者の安全確保のために必要な方策について、現状のレベルと今後の課題
5-3 (周辺交通参加者に対する機能安全等) 車両側と架装部との安全面の連携（架装部操作時のサイドブレーキやギヤ位置等）について、現状のレベルと今後の課題
5-4 (積み込み作業時の安全対策等) ごみの積み込み作業における巻き込まれ防止等の安全対策について、現状のレベルと今後の課題
6. 改正が必要な法令等
6-1 公道を当該自動追尾車が自動運転走行する際に、道路交通法等、改訂が必要と思われる法令、規則、ガイドラインなど
6-2 公道での走行にあたり、解決すべき課題となるもの

⑤調査結果

調査対象各社のプロトタイプ EV ごみ収集車や既存のパッカー車架装部の現状を視察し、各社にヒアリングを行った結果は以下のとおりである。

○センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題

一般的な自動運転車では、「ルート生成→走行可能領域の認識→ルート走行」の制御フローを基本として障害物回避、衝突判断を繰り返しながら走行するが、本システムでは、追加となる機能として、追従対象となる作業者をトラッキングして、安全な距離を保ちながら追従走行する機能が必要。

→よって、歩行者と追従対象作業者を区別するセンシングシステムが必要で、センサーの検知範囲、認識性能などの考慮が重要。

→候補となるセンサーは、一般的には LiDAR、カメラ、超音波センサーなどが想定される。

場合によっては、これらのセンサーを組み合わせたり、さらに、物体識別や物体追従などのソフトウェアについても検討が必要。

このほか、各種センサーの天候等による周辺環境からの影響について、対応を検討。

○手動運転から自動運転へ遷移する場合の追従対象作業者の認識方法などヒューマン・マシン・インターフェースや手順に関する課題

現仕様の作業者 HMI に対して、課題（操作方法、ハード的）の洗出しは必要。

作業者の作業効率の向上、負担軽減には、手順やインターフェースが重要。

想定される課題としては以下のようなものが考えられる。

- ・自動運転中の様々な車両状態がわかり易いか。
- ・車両状態を切り替える操作がシンプル、シームレスであるか。
- ・自らが追従対象の作業者であることをシステムに登録する手順がシームレスであるか。
- ・追従対象の作業者として認識されているかを直感的に把握できるか。
- ・作業者が物理的に操作しやすいデバイス（ハードウェア）であるか。

架装側としては、シャーシと連携し、シャーシ側から PTO スイッチ ON やその他作動許可信号を受けて架装物側の作動を ON とする。巻き込まれ被害軽減装置単独のセンシングでは、天候、周囲の明るさ、逆光等周囲環境の影響を受けることもある。

また、ヒアリングシートによる調査結果は表Ⅱ-1-9に示すとおりであり、詳細を資料編(2)に示す。

表Ⅱ-1-9 ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査結果

[1. センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題]

メーカー	1-1 人検知システム等のセンシングシステムの現状技術レベルと今後の課題について、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。	
三菱ふそう	現状技術レベル	ソフト面：追従対象となる作業者をトラッキングする必要があるが、他の歩行者、バイクや自転車と交差、接近した場合にトラッキングができなくなり、追従ができなくなる。
		ハード面：現在使用しているセンサーでは、何か物体があることは認識できるが、障害物と人の識別が難しい。また、植樹帯や障害物でセンサーが検知できない死角ができてしまう。
	今後の課題	ソフト面：実際の利用シーンを想定し、作業者が歩く様々なシーンや場所でもセンサーが検知可能で十分な認識性能確保することが必要となる。
		ハード面：センサー検知に死角ができないようなレイアウトの検討が必要。夜間、降雨や積雪などの環境条件下でのセンサー特性を考慮したセンサー選定が必要。
新明和	現状技術レベル	ソフト面：画像認識技術にて人物の一部分、人全体、指定色を認識可能。ただし照度条件では認識不可能。 認識から作動停止までの反応速度に若干のタイムラグあり。(電気+油圧レスポンス)
		ハード面：車両運転席内1 DIN サイズの本体に認識+制御基板格納。 2Dカメラの画像使用。 IR-LED 付カメラの採用実績もあり。
	今後の課題	ソフト面：認識精度の向上、認識矩形領域の精度向上(境界)、照度条件での認識不可の対応。 逆光その他周囲環境の影響を受けない認識活用。 新たな人物認識方式。 高速認識エンジンの採用。 学習量の増大(ディープラーニング活用)、高速演算処理による反応速度の維持または更なる高速化。
		ハード面：2Dカメラレベル向上、3Dカメラ採用、LiDAR活用、その他位置センサー活用、ステレオカメラ活用等。 高速CPU・GPUの採用。

メーカー	1-2 現状技術の今後の課題を技術開発によりどこまで解決できる見込みがあるか、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。
三菱ふそう	ソフト面：物体のパターン認識や動態予測を利用すること、また、画像情報を併用することで、トラッキング性能や、認識の精度向上が可能。 ハード面：より多くの情報を活用して認識性能を向上するため、カメラを追加。 また、センサー取付位置を変更することで、センサー検知範囲の死角を減らす。
新明和	ソフト面：画像認識のみならず、骨格検出等人物認識の方式や技術は日々進歩しており、可能性は多岐にわたる。ただし、商品性を検討するうえで、コスト（価格）とのバランス検討必要。 ハード面：高速処理のため CPU・GPU などのグレードアップ、認識精度向上のためのセンサー追加が考えられるが、こちらもコスト（価格）とのバランスが必要。
メーカー	1-3 その技術開発のスケジュール（期間）を難易レベルに応じてご教示ください。
三菱ふそう	複数センサーの情報を組み合わせて認識する場合は、個々のセンサーとの相性の確認、学習やチューニングが必要で開発に時間を要するが、今回は単純に、従来のセンサーでは認識できなかったシーンを、カメラからのセンサー情報で補完するだけなので、開発期間としては短く済む。 また、ODD を設定し認識対象を明確にすることで、効率的な開発が可能となる。 実証試験車両に搭載するセンサーとしての開発期間は、凡そ1年間を想定。
新明和	上記1-2の回答の通り、画像処理などの技術は日々進歩しており、より高速処理を求めた場合、現在の塵芥車の生産台数だけの対応で、実際にユーザー殿が購入可能な価格まで下げるとは、当面無理だと推測する。 他の業界も含めて、そのような技術開発が進むことで、スケジュールが掴めてくると考える。

〔2. ヒューマン・マシン・インターフェースや手順に関する課題〕

メーカー	2-1 手動運転から自動運転へ遷移する場合の追従対象作業員の認識方法について、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順についてご教示ください。
三菱ふそう	① 車内の操作パネルで「手動」→「自動」の切替え。 ② 車両前後の特定の場所に立ち、リモート HMI で追従対象者としての「登録」を指示。
新明和	－
メーカー	2-2 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。
三菱ふそう	作業着や手袋の装着時でも物理的に操作しやすいデバイス（ハードウェア）であるか。
新明和	－
メーカー	2-3 自動追尾運転で集積所に停車した後のごみ積み込み作業を開始する際、並びにごみ積み込み作業を終了した後に自動追尾運転を開始する際における、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順についてご教示ください。
三菱ふそう	車両状態を切り替える操作がシンプル、シームレスであるか。
新明和	－
メーカー	2-4 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。
三菱ふそう	自動運転中の様々な車両状態が直感的にわかり易いか。
新明和	架装側としては、シャーシと連携しシャーシ側からPTOスイッチONやその他作動許可信号を受けて架装物側の作動をONとする。 「巻き込まれ被害軽減装置」単独のセンシングでは、天候、周囲の明るさ、逆光等周囲環境の影響を受けることもある。

[3. 普及に関する課題]

メーカー	3-1 バッテリー容量の現状と課題についてご教示ください。
三菱ふそう	現状：81kWh。 課題：走行距離を確保するにはバッテリー容量を大きくする必要があるが、それに伴いサイズ・重量が多くなり、車両への積載量・架装スペースが減るトレードオフの関係。
新明和	－
メーカー	3-2 満充電当たりの航続距離の現状と課題についてご教示ください。
三菱ふそう	現状：約 100km。(カタログ掲載の情報) (国交省届出値：交流電力量消費率 348Wh/km、一充電走行距離 199 km) 課題：冬期のヒーター等の使用状況により航続距離が短くなる。
新明和	－
メーカー	3-3 充電時間の現状と課題についてご教示ください。
三菱ふそう	現状：急速充電（最長約 1.5 時間）、普通充電（最長約 11 時間）（カタログ掲載の情報） 使用状況に応じた短時間の追加充電（一部充電）の併用で用途は拡大する。 課題：急速充電設備の導入。
新明和	－
メーカー	3-4 充電作業工数の現状と課題についてご教示ください。
三菱ふそう	現状：普通充電であれば車両が稼働していない夜間での充電。また、急速充電であれば昼休みや休憩中での充電。 課題：多数の電動車両を昼休みに急速充電する場合、一斉に昼休み時間となる実態に即して対応すれば、多くの急速充電器を配備要。
新明和	－
メーカー	3-5 バッテリー蓄電量低下時における架装部機能の現状と課題についてご教示ください。
三菱ふそう	－
新明和	現状：シャーン側の蓄電量が閾値を下回ると架装部操作をできなくしている。 (事務所へ帰るための走行分電力を残すため) 課題：積み残し問題。本来収集すべきステーションを回れない。あるいは収集途中でストップ。
メーカー	3-6 その他、考えられる課題があればご教示ください。
三菱ふそう	・導入コスト ・使用方法の教育。 ・受容性確保にむけた取り組み。 作業者の安全性・労働負荷の評価・確認、簡便な操作方法の実現。 ・追従走行適用可能な条件の拡大。 ・効率的な走行ルートの設定による電力消費量の節約。 ・収集ポイントを工夫することによる電力消費量の節約。 ・航続距離の確認／対策の検討・導入。 ・普及促進施策の検討。 ・リサイクルプロセスの確認。
新明和	eCanter の走行能力である約 100km/満充電に対し、架装側作動で電力消費することによりどれだけ走行距離が短縮されるかが不明。(未検証) 架装側としては、塵芥車が 1 日で走行する距離を途中充電なしで走り切れるのが不安。

〔4. 車両に指示を出す際のインターフェース等の技術的課題〕

メーカー	4-1 EV ごみ収集車の自動運転中にごみ収集作業者が「追従モード」「次まで移動」「圧縮機作動」等、車両に指示を出す際のヒューマン・マシン・インターフェース等の技術的課題についてご教示ください。
三菱ふそう	圧縮機作動の操作パネルについては安全基準があるため、遠隔操作ができない。
新明和	架装側とシャーシ間での相互通信（許可信号）により、次の作動へ移行する必要がある。

〔5. 安全確保のために必要な方策〕

メーカー	5-1（サイバーセキュリティ） サイバーセキュリティ上、必要な方策として、以下の選択肢の中から有効と考えられるものについて○をつけてください。（複数選択可能）
三菱ふそう	☐ a システムデータの共有範囲の限定 ☐ b システムデータの USB メモリー等、持ち運び可能な外部記憶装置へのコピー禁止 ☐ c システムのインターネットへの接続禁止 ☐ d その他 （一般的な自動運転車の要件と同等。作業員 HMI がプラスとなるので、車⇔作業員 HMI のセキュリティ対策が追加）
新明和	☐ a システムデータの共有範囲の限定 ☐ b システムデータの USB メモリー等、持ち運び可能な外部記憶装置へのコピー禁止 ☐ c システムのインターネットへの接続禁止 ☐ d その他（ ）
メーカー	5-2（周辺交通参加者に対する機能安全等） 機能安全等作業員、自動運転車両、歩行者などの周辺交通参加者の安全確保のために必要な方策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
三菱ふそう	現状：自動運転中に回転灯を点灯することで、周辺の交通参加者へ車の状態を周知。 課題：自動運転・手動運転の状態だけでなく、より細かい車両状態「自動追従中」、「ごみ回収中」などを情報提供することで、周辺の交通参加者の安全・安心につながる。
新明和	現状：警報音、灯火、衝突軽減ブレーキ、巻き込み警報、交差点警報等。 課題：文字情報による注意喚起、音声による注意喚起、自動停止。
メーカー	5-3（周辺交通参加者に対する機能安全等） 車両側と架装部との安全面の連携（架装部操作時のサイドブレーキやギヤ位置等）について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
三菱ふそう	現状：架装部の操作を有効にする場合、車両側は、サイドブレーキ ON+ギヤ P 位置+メインスイッチ ON の操作を手動で行っている。 課題：これを自動化した場合の安全性確保が必要。
新明和	現状：標準仕様としては、PTOスイッチと連動して自動的にハザードをオンONして周囲に注意喚起 AT車の場合は「P」or「N」レンジのみ架装部ON。 オプション仕様としては架装部ON条件としてサイドブレーキONもある。 課題：ユーザーの要求する使いやすさと、機器の安全面とはなかなか一致しないところがあるが、その両方に関して、解決できる方法など検討する必要がある。

メーカー	5-4（積み込み作業時の安全対策等） ごみの積み込み作業における巻き込まれ防止等の安全対策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
三菱ふそう	現状：年数件の巻き込みのヒヤリハット、死亡事故が発生。 危険を自動で認識して自動的に停止するシステムが実用化されている。 課題：－
新明和	現状：標準装備としては塵芥車の構造規格である「62年安全基準（労働省通達）」により、塵芥車後部の左右と投入口下の3ヶ所に緊急停止スイッチを装備。 オプション装備として「巻き込まれ被害軽減装置」を商品化済。 課題：取扱説明では、作動中ホップ内に手足を入れることは禁止しているが、実態は投入し過ぎたごみを押さえるために手足を入れている。⇒事故が絶えない 「巻き込まれ被害軽減装置」は画像認識によりAIが判断するため、100%作動するとは言えない。

〔6. 改正が必要な法令等〕

メーカー	6-1 公道を当該自動追尾車が自動運転走行する際に、道路交通法等、改訂が必要と思われる法令、規則、ガイドラインなどについてご教示ください（できれば条文含めて）。
三菱ふそう	当該法令等：当該車両の運行にかかわるものとしては以下。 ・道路運送車両の保安基準 ・道路交通法 ・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 本システムが適用される自動運転レベルやODDによって、該当する法令やガイドライン、方策が異なってくるため、引続き詳細検討が必要。 課題：関係官庁の許可手続き。
新明和	当該法令等： ・道路運送車両法（保安基準）：第18条、第42条 ・旧労働省 基発第60号（昭和62年安全基準） 「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」 課題： ・車両寸法（ROH）・・・反転装置の取付に制約あり。 ・点滅灯火・・・文字変更による注意喚起ができない。 ・積込操作スイッチの規格・・・積込系スイッチの増設や遠隔操作ができない。
メーカー	6-2 公道での走行にあたり、解決すべき課題となるものがありましたら、ご教示ください。
三菱ふそう	社会受容性。
新明和	上記記載。

⑥課題抽出

前項の調査結果から抽出した課題は表Ⅱ-1-10に示すとおりである。

表Ⅱ-1-10 ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査結果から得られた課題

技術面
・プロトタイプ EV ごみ収集車は、架装部の操作を有効にする場合、車両側はサイドブレーキ ON +ギヤ P 位置+メインスイッチ ON とする必要がある。
・プロトタイプ EV ごみ収集車は、車両前方の追尾対象作業者を登録後、対象者が車両後方に移動してしまうと再度登録が必要である等、自動運転への移行がシンプルでシームレスであることが望ましい。
・プロトタイプ EV ごみ収集車は、歩行者、周辺車両や障害物を検知して車両を停止させる安全エリアについて、対向車のすれ違いや集積所への寄り付きにも配慮し、設定範囲の適正化が必要である。
制度面
・「道路運送車両法（保安基準）：第18条、第42条」により、車両寸法の面では LiDAR や架装部反転装置の取付に制約があり、点滅灯火の面では文字変更による注意喚起(車両の状態を情報提供する表示板など)ができない。
・「旧労働省 基発第60号（昭和62年安全基準）」、「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」により、積込操作スイッチの規格の面では、積込系スイッチの増設や遠隔操作ができない。

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ヒアリング調査

①調査目的

ごみ収集作業の効率化に取り組んでいる自治体に対し、自動追尾運転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の調査を行った。

②調査方法

調査にあたっては、ヒアリングシートを作成し、これを送付、回答を受領した上で、現地ヒアリング調査を行った。

③調査対象

ごみ収集作業の効率化に取り組んでいる自治体として厚木市及び座間市を調査対象とした。

④調査内容

調査内容は表Ⅱ-1-11 に示すとおりであり、収集車や作業員の挙動、道路条件で収集作業に影響を及ぼすもの、収集ルート計画方法等の項目としている。

表Ⅱ-1-11 ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査内容

1. ごみ収集方法別の収集車の挙動等について
1-1 可燃ごみの収集方式
1-2 1-1 で選択された可燃ごみ収集方式ごとの集積所数
1-3 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間の大まかな距離
1-4 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間を移動する収集車の大まかな平均移動速度
2. 道路条件別の収集車の挙動等について
2-1 収集作業および収集車の移動効率を阻害すると思われる道路条件
3. 作業員の挙動、軌跡等について
3-1 ごみ収集車 1 台あたりの作業員数(運転手を含む)
3-2 収集作業を行うときに収集車を降車し、収集作業にあたる作業員数
3-3 1 箇所あたりの収集にかかる作業時間
3-4 1 箇所の収集作業を行うときに収集車のエンジン停止の有無
3-5 1 箇所の収集作業を終えてから次の収集場所へ移動するときの作業員の徒歩移動有無および徒歩移動時間
3-6 項目 3-5 で徒歩移動ありの場合の徒歩移動速度
4. 自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発に必要な情報について
4-1 収集作業のワークフローについて問題点など
4-2 可燃ごみ収集車の収集ルート上で最も狭い道路の幅員
5. 自動追尾システム搭載車と作業者の位置関係、追尾の方法等ごみ収集作業を効果的に支援する方法
5-1 収集作業のときの作業員の手を保護する保護具
5-2 収集エリアで集積所間を徒歩で移動する場合、作業員と収集車との位置関係
6. ごみ収集ルートの計画方法、収集作業位置の設定方法等ごみ収集計画方法
6-1 ごみ収集計画の作成時、最適ルートを決める際の優先される条件
6-2 ごみ収集の停車場所の決め方に係る好ましい条件
6-3 可燃ごみ収集ルートの変更や更新の有無。有りの場合、頻度および事由
6-4 可燃ごみ収集ルートの計画作成上の配車管理方法
6-5 車両への GPS の搭載の有無
6-6 車両へのドライブレコーダーの搭載の有無
6-7 ドライブレコーダーと GPS の用途
7. その他、ごみの収集運搬作業に係るワークフローおよび作業負担軽減に向けた課題
7-1 安全面からの課題や懸念事項等
7-2 運用面からの課題や懸念事項等
7-3 作業員の方からのご要望やご不満等
7-4 その他の観点からの課題や懸念事項等

⑤調査結果

調査結果は表Ⅱ-1-12に示すとおりであり、詳細を資料編（3）に示す。

表Ⅱ-1-12 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結果

[1. ごみ収集方法別の収集車の挙動等について]

自治体	1-1 可燃ごみの収集方式を以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。 (複数選択可)
厚木市	a. ステーション収集 c. 戸別収集 ＜現地ヒアリング＞ ：直営がステーション収集、委託が戸別収集。
座間市	a. ステーション収集 ＜現地ヒアリング＞ ：戸別収集は、ごみ出しのルール違反、不法投棄がなくなるメリットはあると思うが、人手が足りないこと、ルート上に狭い路地も出てくると思われること等から、採用していない。

自治体	1-2 1-1 で選択された可燃ごみ収集方式ごとの集積所数をご教示ください。(複数選択可)
厚木市	a. ステーション収集 5,887 箇所 c. 戸別収集 2,625 箇所
座間市	a. ステーション収集 3,557 箇所 ＜現地ヒアリング＞ ：集積所形態は、路上タイプ、ネットボックスタイプ、金属ボックスタイプ、マンションの保管専用室等であり、路上タイプが最も多い。

自治体	1-3 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間の大まかな距離をご教示ください。(複数選択可) なお、戸別収集は距離が離れている場合がありますらご教示ください。
厚木市	a. ステーション収集 700 m c. 戸別収集 20 m ＜現地ヒアリング＞ ：ステーションの配置図は内部用のものは電子データとしてあるが公表していない。
座間市	※地区によってごみ集積所の個数が違うため、一概には言えない。 ＜現地ヒアリング＞ ：集積所間の距離は最小で5m程度のところもある。長いところはkm単位までとはいかないと思うが、相当距離があると思われる。 ：集積所配置図はゼンリンの地図に職員がプロットして作成しているものはあるが、提供はできない。 ：地区人口が多いほど集積所数が多く距離が短くなる。基本は10世帯で1集積所だが適宜増減する。

自治体	1-4 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間を移動する収集車の大まかな平均移動速度をご教示ください。(複数選択可)
厚木市	a. ステーション収集 15km/h c. 戸別収集 5km/h
座間市	a. ステーション収集 4～20km/h

[2. 道路条件別の収集車の挙動等について]

自治体	2-1 収集作業および収集車の移動効率を阻害すると思われる以下の道路条件について、作業上、どの程度影響があるか以下の選択肢の中で該当するものに○をつけてください。（複数選択可）また、「大いに影響がある」、「少しは影響がある」をご選択の場合はその理由を具体的にご記入ください。
厚木市	a. 片側2車線歩道あり（少しは影響がある。理由：交通渋滞の原因となるため） b. 片側1車線 b-1 歩道あり（大いに影響がある。理由：車線を塞ぐこととなり、後続車両の通行を妨げる原因となるため） b-2 歩道なし（大いに影響がある。理由：車線を塞ぐこととなり、後続車両の通行を妨げる原因となるため） c. 1車線 c-1 歩道あり（大いに影響がある。理由：通行の妨げになり、他の車両の通行に迷惑をかけることとなる） c-2 歩道なし（大いに影響がある。理由：通行の妨げになり、他の車両の通行に迷惑をかけることとなる） d. ガードレール d-1 ガードレールあり（大いに影響がある。理由：収集作業の妨げになり、収集効率に影響があるため） d-2 ガードレールなし（影響ない） e. その他 e-1 バッカー車が乗り入れできない道路がある。 （大いに影響がある。理由：集積所から収集車までの運搬距離が長くなるため、収集効率の悪化、収集作業の身体的負担となるため）
座間市	a. 片側2車線歩道あり（どちらでもない） b. 片側1車線 b-1 歩道あり（どちらでもない） b-2 歩道なし（どちらでもない） c. 1車線 c-1 歩道あり（どちらでもない） c-2 歩道なし（どちらでもない） d. ガードレール d-1 ガードレールあり（どちらでもない） d-2 ガードレールなし（どちらでもない） e. その他 e-1 バッカー車が乗り入れできない道路がある。 （大いに影響がある。理由：塵芥車が乗り入れできない道路については、環境整備員がごみ集積所まで徒歩及び走ってごみの回収をせざる得なくなり、安全面や効率面において影響がある。） <現地ヒアリング> ：バッカー車が入れない箇所は、明確な数は言えないが、全体の1割弱程度を思われる。このような場所は、作業員が収集車と集積所間を何度も往復して積込みを行っている。

[3. 作業員の挙動、軌跡等について]

自治体	3-1 ごみ収集車 1 台あたりの作業員数（運転手を含みます）を該当する収集方式ごとにご教示ください。
厚木市	a. ステーション収集 2 名 c. 戸別収集 2 名 ＜現地ヒアリング＞ ：直営がステーション収集、委託が戸別収集でいずれも作業員数は 2 名。
座間市	a. ステーション収集 2, 3 名 ＜現地ヒアリング＞ ：通常は 2 名だが、余剰人員がいる場合に 3 名になる場合がある。3 名いないとできない作業ではない。

自治体	3-2 収集作業を行うときに収集車を降車し、収集作業にあたる作業員数をご教示ください。
厚木市	a. ステーション収集 2 名 b. 戸別収集 1 名 ＜現地ヒアリング＞ ：ステーション収集では収集車を停めてからの作業になるので 2 名で行えるが、戸別収集では集積所間の距離が短く、収集車を動かしつつ 1 名で作業を行うことになる。
座間市	a. ステーション収集 2, 3 名 ＜現地ヒアリング＞ ：基本的に運転手は運転だけでなく、積み込み作業も行う。これは 3 名の場合でも同様で、全員降車して積み込み作業にあたっている。

自治体	3-3 1 箇所あたりの収集にかかる作業時間を該当する収集方式毎にご教示ください。
厚木市	a. ステーション収集 3 分 b. 戸別収集 15 秒
座間市	a. ステーション収集 2 分

自治体	3-4 1 箇所の収集作業を行うときに収集車のエンジンの停止（あり・なし）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。
厚木市	a. ステーション収集 なし b. 戸別収集 なし
座間市	a. ステーション収集 なし

自治体	3-5 1 箇所の収集作業を終えてから次の収集場所へ移動するときの作業員（運転手を含みません）の徒歩移動（あり・なし）および徒歩移動時間について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。
厚木市	a. ステーション収集 あり（30 秒） b. 戸別収集 あり（10 秒）
座間市	a. ステーション収集 なし ＜現地ヒアリング＞ ：移動時間は一概には言えない。集積所間の距離により作業員の感覚で徒歩移動するか乗車するかを判断している。

自治体	3-6 項目 3-5 で徒歩移動ありをご選択頂いた場合、徒歩移動速度（歩く程度、小走り程度）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。
厚木市	a. ステーション収集（小走り程度） b. 戸別収集（小走り程度）
座間市	未記載 ＜現地ヒアリング＞ ：作業員によるため一概には言えない（常に小走りというわけでもない）。

[4. 自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発に必要な情報について]

自治体	4-1 普段の収集作業のときのワークフローについて問題点など思い当たる点があれば記述頂きご教示ください。
厚木市	—
座間市	特になし。

自治体	4-2 可燃ごみ収集車の収集ルート上で最も狭い道路の幅員はどの程度でしょうか、ご教示ください。
厚木市	最も狭い道路の幅員 1.8 m。
座間市	最も狭い道路の幅員 3 m。

[5. 自動追尾システム搭載車と作業員の位置関係、追尾の方法等ごみ収集作業を効果的に支援する方法]

自治体	5-1 収集作業のときの作業員の手を保護する保護具について収集方式ごとにご教示ください。(複数選択可能)
厚木市	a. ステーション収集 軍手+ゴム手袋 b. 戸別収集 軍手+ゴム手袋 <現地ヒアリング> ：軍手+ゴム手袋は、2枚を重ねるのではなく、一体型の市販品を支給している。 ：特に保護具の種類等をマニュアルで規定しているわけではない。 ：委託先にも保護具(手袋)を支給しているが、運用は任せている。
座間市	a. ステーション収集 その他(ゴム手袋) <現地ヒアリング> ：軍手は着用せずゴム手袋のみ。 ：異物等の危険防止のため素手では作業しないというほか、特に保護具のルール化はされていない。 ：運転手は運転時にゴム手袋を外す。作業員は人によるがおそらく乗車時はゴム手袋を外すと思われる。

自治体	5-2 収集エリアにおいて、集積所間を徒歩で移動する場合、作業員からみて収集車の位置(前方、横方向、後方)を収集方式ごとにご教示ください。
厚木市	a. ステーション収集(前方) b. 戸別収集(前方) <現地ヒアリング> ：戸別収集では収集車を移動させつつ車両後部でごみの積み込みを行っているので、収集車の位置は作業員の前方に位置する。 ：ステーション収集でも作業員が徒歩で移動する場合は同様。
座間市	a. ステーション収集(前方) <現地ヒアリング> ：収集車後方で積み込みを行うため、作業効率の観点から収集車の位置は作業員の前方に位置する。

[6. ごみ収集ルートの計画方法、収集作業位置の設定方法等ごみ収集計画方法]

自治体	6-1 ごみ収集計画の作成時、最適ルートを決める際の優先される条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
厚木市	a. 「距離優先」。(車両が通過できる道路の中で、最短距離を優先)
座間市	a. 「距離優先」。(車両が通過できる道路の中で、最短距離を優先)

自治体	6-2 ごみ収集の停車場所の決め方に係る好ましい条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
厚木市	a. 事前に設定したごみステーションで停車する。
座間市	a. 事前に設定したごみステーションで停車する。

自治体	6-3 可燃ごみ収集ルートの変更や更新（あり・なし）について収集方式ごとにご教示ください。また、「あり」をご選択頂いた場合、頻度および変更や更新が必要となる事由をご記入ください。なお、参考用に代表的な収集ルート図をご提供頂けると幸いです。
厚木市	a. ステーション収集 あり 頻度： 必要に応じて b. 戸別収集 あり 頻度： 必要に応じて <事由> 集積所の新設・廃止・移設に対応するため。道路状況の変化に対応するため。 <現地ヒアリング> ：集積所の新設、廃止、移設の情報は所管する自治会、事業者から申請があるので随時対応している。 ：道路状況の変化は工事など通行規制を伴うもので、随時対応している。
座間市	a. ステーション収集 あり 頻度：曜日ごと <事由> 環境整備員によって収集ルートが違ってくる。また、稼働人員によって不足している収集地区の応援等ルートの変更などが生じる <現地ヒアリング> ：季節、行事等地域状況、交通規制、道路状況のほか、稼働人員の不足を補う場合等にルート変更する。 ：全体の配車は班長が設定し、配置された地区内の詳細ルート設定は作業員各自判断で決めている。

自治体	6-4 可燃ごみ収集ルートの計画を作成するにあたり、配車管理方法として以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
厚木市	a. 配車担当者の知識、経験などで作成 <現地ヒアリング> ：直営では収集コース別のごみ量、収集時間を加味して終業時間内に終われるよう担当者の経験から計画を作成している。 ：委託先には管理を任せているが、ごみ量にあった車両台数、時間の指定等を指示している。 ：収集車の多くは10年から20年は経過しており、故障も考え予備車を確保するようにしている。
座間市	a. 配車担当者の知識、経験などで作成 c. その他（稼働人員による） <現地ヒアリング> ：配車管理のルールやマニュアルはない。班長が作成している。 ：その他（稼働人員による）とは、可燃ごみだけでなく、同じ日に資源ごみも併用して収集する作業員もいるため、その際も臨機応変にルート変更を考えている。

自治体	6-5 車両へのGPSの搭載の有無（あり・なし）についてご教示ください。
厚木市	なし <現地ヒアリング> ：EVごみ収集車には設置予定。
座間市	あり

自治体	6-6 車両へのドライブレコーダーの搭載の有無をご教示ください。
厚木市	あり ＜現地ヒアリング＞ ：ドライブレコーダーは、ごみ収集車に限らず公用車全てに設置することになっている。
座間市	あり

自治体	6-7 ドライブレコーダーと GPS の用途について、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
厚木市	c. 事故や車両故障情報取得 ＜現地ヒアリング＞ ：今後これ以外に採用する用途は特にない。
座間市	a. 配車の管理 c. 事故や車両故障情報取得 d. 収集車の位置情報の把握と緊急配車ルート変更 ＜現地ヒアリング＞ ：上記回答以外でも、住民からの苦情時の車両位置確認(収集車がどのルート上にいるかの確認)、現地確認(残さず収集していることの確認)の用途がある。 ：リアルタイムで収集車に変更指示を出している。

〔7. その他、ごみの収集運搬作業に係るワークフローおよび作業負担軽減に向けた課題〕

自治体	7-1 安全面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
厚木市	交差点の近い集積所は、収集車の停車位置や、作業員の安全確保に配慮しながらの作業となる ため、交通安全や労働安全の観点から懸念事項となっている。 ＜現地ヒアリング＞ ：作業員や歩行者を巻き込んだ事故を含め、収集車自体に事故が発生したことはないが、交差点に近い集積所では他の車の事故を誘発するのではないかと憂慮している。
座間市	少なからず収集運搬作業中に交通事故等が発生している。 ＜現地ヒアリング＞ ：移動時が多い。作業中もドアを開ける際の歩行者との接触や、作業時の飛散汚水の歩行人への付着等。作業員の巻き込まれ事故等は経験していない。

自治体	7-2 運用面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
厚木市	—
座間市	稼働人員が不足する場合がある。そのため、稼働人員にかかる負担が大きい。 ＜現地ヒアリング＞ ：休暇が重なった際等、人員が不足し稼働人員への負担増加となる。

自治体	7-3 作業員の方からのご要望やご不満等があればご教示ください。
厚木市	—
座間市	ごみ集積所の設置場所が塵芥車の通れない場所に設置されている。 ＜現地ヒアリング＞ ：空地だったところに住宅が建つ等、状況が変化する場合にこのような状況が起こる。

自治体	7-4 その他の観点からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
厚木市	直営から委託への過渡期ではあるが、委託先の車両及び人員の確保が懸念される。 <現地ヒアリング> ：自動追尾システムが活用できそうな作業員の徒歩移動がある場所は道幅の狭いところが考えられるが、2t 車が十分通れる 6m 幅の道路は生活道路にはほとんどなく、4m 幅道路は 2t 車の場合、対向車が来ると対面通過が厳しい。したがって、道路の幅員が狭い場合でも対応可能な自動追尾システム搭載車が望まれる。
座間市	— <現地ヒアリング> ：自動追尾システムの導入効果等の感想としては、戸別収集のような集積所がごく近くにあるような場合に効果があるのではないかと思われる。

⑥課題抽出

前項の調査結果から抽出した課題は表Ⅱ-1-13 に示すとおりである。

表Ⅱ-1-13 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結果から得られた課題

技術面
・ごみ収集車への積み込み作業では、過積載が気になるため、車両に計量装置があればその心配がなくなる。
運営体制面
・道路条件により、ガードレールがある場合は収集作業の妨げになり、収集効率に影響している。
・2t 車が十分通れる 6m 幅道路は生活道路には少ない。4m 幅の道路では対面通行が厳しい。道路幅が広い場合でも、他の車両の通行の妨げにならないよう配慮しているので、少なからず作業性への影響がある。
・作業者が集積所間を歩行する場合、作業効率の観点から収集車両の後方を歩行する。
・全体に占める割合は多くはないが、収集車が乗り入れできない場所に集積所がある場合もあり、作業員が収集車と集積所の間を往復して積み込み作業を行う必要があることから、効率の悪化、身体的負担の増加となっている。
・集積所の新設、廃止、移設について、所管する自治会、事業者からの申請を踏まえて随時対応していることから、詳細な収集ルートは適宜設定変更が必要となる。

なお、デジタル技術を活用したごみ収集効率化の取り組み事例について、座間市の実施状況は表Ⅱ-1-14 に示すとおりである。企業とサーキュラー・エコノミー推進に係る連携と協力に関する協定を締結して取り組み、収集の効率化の技術を実証試験として継続して実施しているものである。

ごみ収集効率化のためのデジタル化の機能は、収集車全車両にタブレット端末を持った作業員が乗り込むことで、リアルタイムで全車両の位置情報が地図上で把握できるようになっており、

その地図には集積所の位置も入力表示されているというものである。

表Ⅱ-1-14 座間市におけるごみ収集効率化取り組み事例

1. 座間市 ごみ収集（燃やすごみ及び草木類）に関する諸条件
人口：132,057 人（令和 4 年 1 月 15 日） 世帯数：60,569 世帯 面積：17.57k m² 収集方式：ステーション収集方式（約 3,000 箇所） 収集エリア：座間市全体を 5 地区にエリア分け 収集曜日：毎週火、金曜日 収集作業員数：約 50 名 収集車両台数：28 台
2. ごみ収集のデジタル化の導入経緯
座間市は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し、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こととなった。
3. ごみ収集デジタル化の機能
【ルートサポート機能】 集積所を登録することで、ルート設計、ルート案内を行えるルート管理と、急な収集体制の変更やリアルタイムの収集状況などを加味し、ルート変更を可能にするルート調整でドライバーの負荷軽減をサポートする。これにより、収集車の積載量がいっぱいになってしまった際に、近くにいて積載量にまだ余裕のある収集車が応援にかけつけるというような、臨機応変な対応が可能となっている。 【ワークサポート機能】 収集状況管理では、車両の位置や収集状況をマップ上でモニタリングできる。収集量管理では、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することができ業務管理の効率化をサポートする。 なお、車両の位置情報がリアルタイムでマップ上でモニタリングできるということで、いずれは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している。 【ドライブサポート機能】 速度、急発進、急停止、急ハンドルなど運転の記録ができる運転支援と、車両の点検情報を記録して不具合があれば記録、送信できる車両管理で安心、安全の向上をサポートする。 【スマートシティ機能】 収集時に道路インフラの故障や不法投棄などを発見した場合、ドライバーがスマートフォンで撮影し、管理者に送信できる。スピーディな対応が市民サービスの向上につながる。 この機能では、ドライバーが撮影した情報を即座に共有できるということであり、台風等で川の氾濫が起ころうな状況になっていないかという使い方も試験的に行い、災害の監視といった面での利用も検討している。

4. 参考（座間市への現地ヒアリングにて）

- ・約2年前から導入し利用している。導入当初はタブレット端末ではなくスマホ端末であった。
- ・現在も開発中のもので、継続して協力している。
- ・すべての可燃ごみ収集車両28台にタブレット端末、GPSを搭載している。
- ・車両が集積所の位置を通ると、タッチ操作などせずに収集済の状態表示となる。
- ・システム導入でとりこぼしがなくなった。
- ・システムの使用感は簡単なもので収集作業員も比較的すぐに慣れることができる。
- ・焼却施設搬入時に計量した重量をタブレットで入力することで重量を共有できる。
- ・システムを導入することで、車両の位置、収集状況がリアルタイムで把握できるので、剪定枝が置かれている集積所を回収車両に知らせて、回収に向かわせることができるようになった。
- ・新型コロナ対策により、収集作業員はペアを組み収集作業にあたっているが、片方が休むと収集に出られない状態となるが、システムを導入することで臨機応変に応援車両を手配することができる。

画面表示の一例

地図上に青色の記号で集積所、緑色の記号で収集車の位置が表示され、収集が終わった集積所は収集済の表示に変わる。

ROUTE SUPPORT

ルート管理

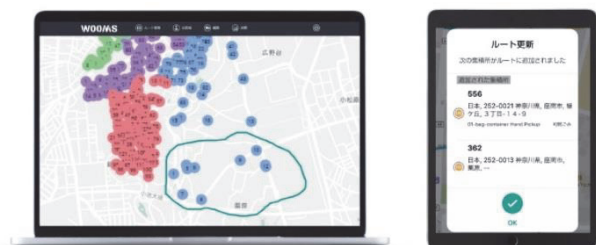
各ルートにおける収集状況のレポートを分析し、ルートの最適化を検証することができます。



ROUTE SUPPORT

ルート調整

収集状況に応じて、管理者側でルート調整をおこなう、リアルタイムでルート変更ができます。



出典：小田急電鉄 WEB サイト <https://www.wooms.jp/wooms-portal/>

(2) デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携システムの実用化のための現状把握

デジタル技術を活用した収集運搬と中間処理の連携システムの実用化に向けて、現状把握のために事例調査として行ったものを以下に示す。

1) 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

①調査目的

デジタル技術を活用した収集運搬や焼却処理を連携させることにより、ごみ処理の統合的な安定化・効率化を目指すことを目的として、それらのシステム開発に必要な情報を把握し方向性を検討することを目的として調査を行った。

②調査方法

調査にあたっては、ヒアリングシートを作成し、これを送付、回答を受領した上で、主にオンラインでヒアリング調査を行った。

③調査対象

デジタル技術の導入状況の現状を把握するため、日本環境衛生施設工業会を經由し、プラントメーカー各社を調査対象とした。なお、オンラインでのヒアリング調査については、一般的なデジタル技術活用状況をヒアリングするよりも、収集運搬との連携において、ごみピットとの関連でヒアリングを行った方が検討内容を絞りやすいと考えられるため、事前のヒアリングシート回答で「ごみピットにおけるごみクレーン自動運転」、「収集との連携」に関してコメントのあったプラントメーカーを対象とした。

④調査内容

調査内容は表Ⅱ-1-15に示すとおりであり、ごみ処理施設においてデジタル技術を活用した収集運搬との連携によって、CO₂削減や処理の効率化に貢献できるものをヒアリングする項目としている。

表Ⅱ-1-15 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内容

1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術
1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について
①導入されているデジタル技術の導入目的と概要
②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等）
③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
④導入効果。（特に CO ₂ の削減効果）
2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術
2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について
①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要
②CO ₂ の削減効果の見込み
③導入に関する条件
3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例
3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について
①デジタル技術の導入目的と概要
②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
④導入効果。（特に CO ₂ の削減効果）
4. 収集運搬との連携
4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO ₂ の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて
①デジタル技術の導入目的と概要
②CO ₂ の削減効果、処理の効率化等の見込み

⑤調査結果

調査結果は表Ⅱ-1-16に示すとおりであり、一般的なデジタル技術活用状況よりも、収集運搬との連携では、ごみピットとの関連でヒアリングを行った方が焦点を絞りやすいと考えられるため、事前のヒアリングシートで「ごみピットにおけるごみクレーン自動運転」、「収集との連携」に関してコメントのあったプラントメーカーを対象としてヒアリングを行った。なお、事前のヒアリングシートによる回答の詳細を資料編（４）に示す。

表Ⅱ-1-16 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結果

[ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について

A 社

（導入目的と概要）

◇ごみクレーンの自動運転

- ・ごみ高さ計測技術／ごみ種判別技術／動作計画自動化技術／クレーン制御技術による攪拌・積替・投入の自動化

従来は事前に組んだプログラムどおりに動作するのみであったが、画像処理により汚泥、剪定枝、ごみ袋の種別判定を行い、攪拌度を指標としてピット内攪拌を効率的に進める。AI 学習は施設毎に実施が必要。[開発中]

（導入施設の概要）

廿日市エネルギークリーンセンター（150t/日）

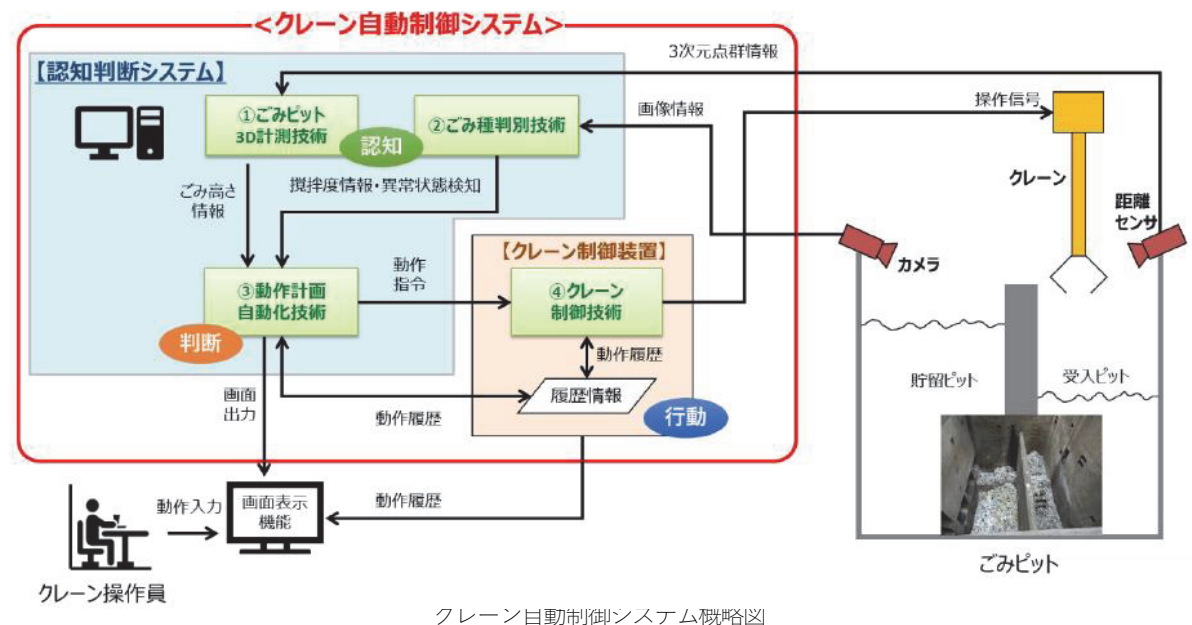
（デジタル技術導入に際して必要な機器等）

距離センサー、カメラ。

各種計測・制御システムの作成は必要。

（効果）

投入ごみ最適化による安定運転の実現により発電安定化、CO₂削減。



B 社

(導入目的と概要)

◇ごみクレーン自動運転・攪拌高度化

- ・画像処理を活用し、ごみ袋が破れていないところを集中的に攪拌する。まとめて入る特殊なものを識別、選択的に攪拌を行うことで、ピット内のごみ質を安定化。
- ・画像処理によるプラットホーム側の情報（収集車の投入口寄付き）を反映したクレーン運転。
- ・AI 学習は、ベース機能は共有できるが、各施設独自の状況もあるため追加学習が必要。

(導入施設の概要)

香川・東部知多他。

(デジタル技術導入に際して必要な機器等)

カメラ、レベルセンサー他。

(効果)

ごみ質安定化による用役使用料削減、発電効率向上。

C 社

(導入目的と概要)

◇画像解析を活用したごみピットの攪拌強化技術

- ・画像解析により混合の度合い（色味のばらつき）を区画したエリアごとに数値化（混合度）し、この数値を指標に攪拌運転を行う。（従来は当日のごみ、前日のごみを区分けするなど、事前に燃やす対象と攪拌対象を分けていた）
- ・本システムはAI 学習が不要。

(導入施設の概要)

関東某所（330t/日）。

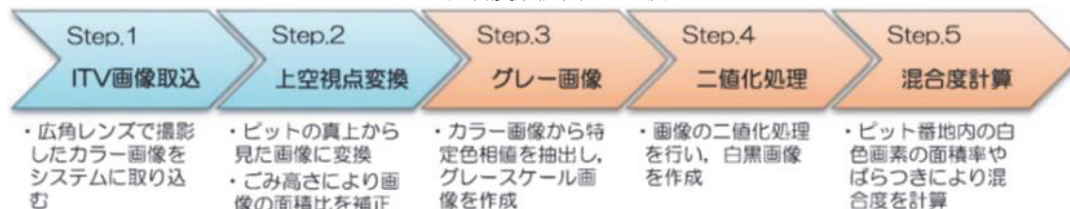
(デジタル技術導入に際して必要な機器等)

レベルセンサー、カメラ。

(効果)

CO₂削減効果は不明だが、無駄な攪拌作業を省くことでクレーン運転の効率化。

ごみ混合度数値化処理の流れ



E 社

(導入目的と概要)

◇ごみ識別 AI 搭載自動クレーンシステム

- ・カメラの画像解析により、剪定枝、汚泥等の特殊ごみ、袋の破れ状況の識別、焼却炉の投入に適したごみの状態の識別を行う。
- ・識別はごみピットの画像のディープラーニングをさせた AI により行う。
- ・AI 識別情報を高度制御アプリに渡しクレーン制御指示を出しクレーンを制御する。

(導入施設の概要)

船橋北部清掃工場 (ストーカ式 127t/日×3 炉)。

(デジタル技術導入に際して必要な機器等)

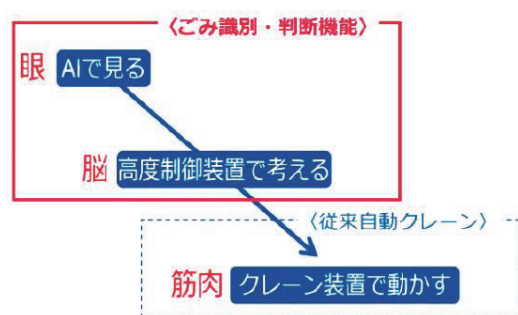
カメラ、画像解析用 PC、クレーン高度制御用 PC、ネットワーク周辺機器ほか。

(効果)

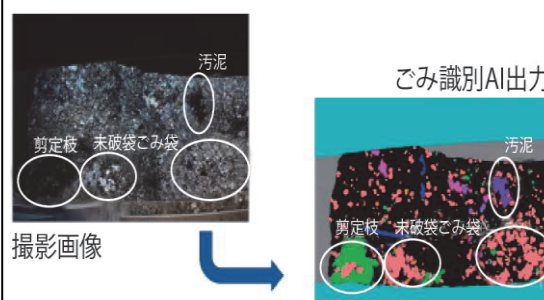
ごみ受入れの効率化に貢献。

ごみの均質化による運転安定性向上、蒸発量・発電量・送電量の安定化、計画外停止の削減 (CO₂ 削減効果)。

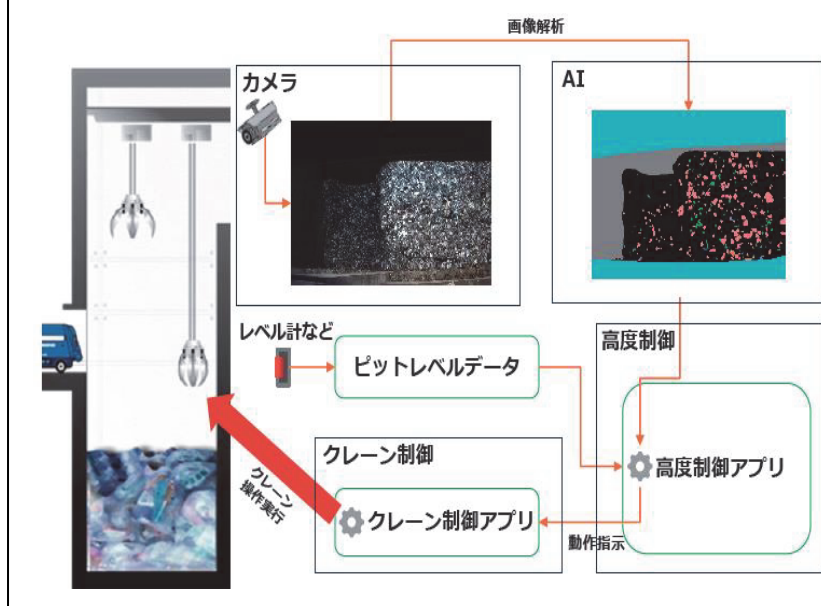
システムのコンセプト図



AI によるごみ識別結果



システムの構成図



F 社 [今後導入する予定の技術]

(導入目的と概要)

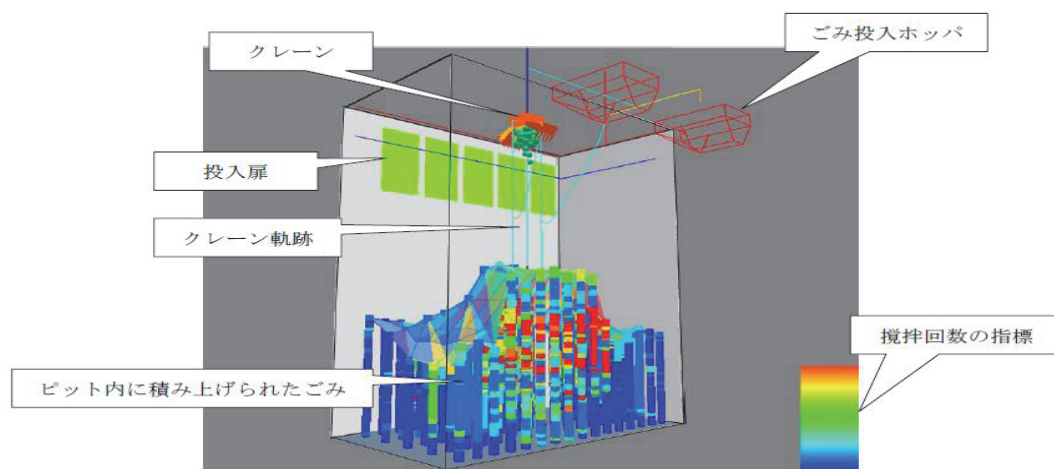
◇ごみピット 3 次元マップ技術を用いたごみクレーン自動運転システム

- ・ごみの攪拌状態を三次元で管理することでごみの均質化を図る。
- ・ごみピット内の情報（搬入日、攪拌具合）を深さ方向まで三次元管理し、可視化する。
- ・AI が攪拌・積み上げ方法を策定。
- ・時間帯ごとの投入扉の開閉命令をスケジュール管理する。

(効果)

クレーン動作最適化による消費電力の削減、攪拌度優先投入により安定燃焼に寄与

ごみピット 3 次元マップ技術の可視化例



従来システムとの比較

クレーン自動運転機能	従来システム	ごみピット 3 次元マップ技術
ごみ高さ順の投入	○	○
ごみ高さ順の積替・攪拌	○	○
攪拌回数を優先した投入	×	○
攪拌回数をみた積替・攪拌	×	○
運転スケジュール	×	○

[収集運搬との連携]

ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO₂の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて

A 社

（デジタル技術の導入目的と概要）

◇ごみ計量における無人計量システム、キャッシュレス決裁システム

- ・実際にはごみ収集車では対応できるが、持ち込みの一般車両においてはシステム操作が不案内のため、受付を置いている状況。
- ・キャッシュレス決裁システムは、事前に HP で入力し QR コードを提示するシステム。

（CO₂削減効果、処理の効率化の見込み）

→計量の無人化。

B 社

（デジタル技術の導入目的と概要）

◇収集運搬情報とごみクレーン自動化連携

- ・ごみ収集予定・実績（収集エリア・量）、到着予定等の収集運搬情報とごみクレーン自動化を連携させることで、入扉前の渋滞緩和とピット内クレーンの効率的運用。

（CO₂削減効果、処理の効率化の見込み）

→渋滞緩和による燃費向上。

さらなるごみ質安定化による用役使用量削減及び発電効率向上。

D 社

（デジタル技術の導入目的と概要）

◇画像処理技術の活用による粗大ごみ収集時の搬入不適物の事前判定

- ・住民が排出したいごみを写真に撮りアップロードすると、排出先や方法などを AI が判定して回答するもの。

◇収集予約システムの活用による収集運搬の効率化

- ・住民が持ち込むごみを事前に受付して登録するシステム。受付したものを市が収集すると無料のため、一般持ち込みを減らす効果があり構内の一般車の渋滞緩和に寄与。

（CO₂削減効果、処理の効率化の見込み）

→効果はわからないが、施設へ不適物が入らないようにする抑止力としての技術のため、施設を効率的に運用できる。

[その他]

収集運搬側から提供される情報として有効と思われるもの

- ・ピット内での攪拌状況が分かれば十分と回答がある一方で、以下のような回答もある。

- ・搬入されるごみの収集エリアの情報（ごみ質の地域特性がある場合、季節特有の行事がある場合等）

→例えばごみ質により収集車ごとに投入扉を指定できれば、ピット内のごみのより効率的な攪拌につながる。

- ・収集車の運行状況情報（施設への到着時刻等）

→プラットフォーム混雑、渋滞回避だけでなく、ピット内のより効率的な攪拌にもつながる。

⑥課題抽出

今回のヒアリング調査結果から、現在のデジタル技術の活用に関してプラントメーカーの主たる目的は、安定燃焼の確保であると考えられた。また、CO₂削減の観点からは、安定燃焼の確保によって発電効率を向上できるとの回答があった。

ごみクレーン運転の効率化に関しては、従来は事前に組み込んだプログラムどおりにごみピット内のごみを攪拌するのみというものであったが、デジタル技術の活用により、攪拌の指標を設定し、その指標をもとにごみピット内の攪拌を行うことが可能となり、無駄な攪拌作業を省くことでクレーンの効率化に寄与したり、剪定枝や汚泥等まとまって焼却炉に投入されると燃焼状況に大きく影響するものを判別して確実に攪拌を行うことで、投入ごみ最適化による安定運転の実現・発電安定化につながり CO₂削減に寄与する等の回答があった。

また、収集運搬側から提供される情報として有効と思われるものをヒアリングしたところ、ごみピット内での攪拌状況が分かれば十分であるとの回答がある一方で、搬入されるごみの収集エリアの情報（ごみ質の地域特性や季節特有の行事）がある場合に、収集車ごとにごみピットへの投入扉を指定できれば、ピット内のごみのより効率的な攪拌につながるという回答や、収集車の施設への到着時刻等の運行状況情報があると、プラントホームの混雑や渋滞の回避だけでなく、ピット内のより効率的な攪拌にもつながるという回答もあった。

以上のようなことから、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情報として、定性的な回答はあったが、定量的な状況が把握できておらず特に CO₂削減に関しては、具体的な情報は得られなかった。今後は、ごみ焼却処理施設の現場における意見等を調査し、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の実態調査を行う等、継続して検討を行っていく必要がある。

(3) 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行とその試験結果から分かる自動追尾システムの課題調査

1) 実施目的

事例調査の 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のヒアリング調査、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ヒアリング調査の各調査で得られた情報を活用して、模擬道路でのプロトタイプ収集車による実際のごみ収集作業に即した試験走行を行う。また、本試験走行により自動追尾収集作業の技術開発に必要な、走行する場所の環境情報（障害物、静止物、位置情報受信状態の影響）や、作業員及び歩行者の安全対策等、作業環境のデータの収集を行う。

2) 事例調査で得られた情報

模擬道路において、プロトタイプ収集車による実際のごみ収集作業に即した試験走行を行うため、表Ⅱ-1-17に示すとおり、各事例調査から得られた情報をもとに、自動追尾 EV ごみ収集車の試験走行確認項目を設定した。

表Ⅱ-1-17 事例調査で得られた情報と試験走行における確認項目の設定

集積所形態	＜事例調査の情報＞ EV ごみ収集車の導入事例調査や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等から、集積所形態としては、主に①路上タイプ、⑧保管専用室、②囲いタイプ、⑦金属ボックス等があるが、路上タイプが最も多いと考えられる。  ① 路上タイプ ② 囲いタイプ ③ カゴ ④ ネットボックス ⑤ 小屋タイプ ⑥ 金網のボックス ⑦ 金属ボックス ⑧ マンションの保管専用室 ＜試験走行における確認項目の設定＞ 集積所形態としては路上タイプを想定し、縁石や電柱等の障害物がある場合や後述の道路条件により作業効率に影響するガードレールがある場合、車両を切り返して寄り付く場合等を設定する。
-------	--

収集方式	<事例調査の情報> EV ごみ収集車の導入事例調査や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、並びにごみ収集ルート効率化等における先進事例調査等から、収集方式としては、主にステーション方式による収集が行われている。 <試験走行における確認項目の設定> ステーション方式を想定した集積所を設定する。
集積所間の距離	<事例調査の情報> EV ごみ収集車の導入事例調査や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から、戸別収集の方が、ステーション収集に比べて集積所間の距離が短い。また、ステーション収集では、集積所は世帯数に応じて設置されるため、世帯数が多くなるにつれ集積所間の距離が短くなる。ただ、平均的な距離は一概には言えず、ステーション収集であっても短いところでは最小5m程度のところもある。 <試験走行における確認項目の設定> 作業員が収集車に乗車せずに徒歩移動することを想定し、集積所間の距離を10～15m程度で設定する。
収集作業及び収集車の移動効率を阻害すると思われる道路条件	<事例調査の情報> 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から、自治体により違いがあるが、ガードレールがある場合に収集作業の妨げになり収集効率に影響すると考えられる。ただし、ごみ収集の現場では、道路の幅によらず、他の通行車両の邪魔にならないよう、十分配慮して収集作業が行われている。なお、集積所がある生活道路には、2t車クラスの収集車が十分通ることができる6m幅の道路は少なく、4m幅の道路では対面通行が厳しいとの回答もあった。 <試験走行における確認項目の設定> 現状の自動追尾EV ごみ収集車は、2t車クラスよりも大きいプロトタイプ車両であり、1車線以下のような狭い道路での走行ができないことから、片側1車線の対面通行の道路を設定する。また、他の通行車両の妨げにならないように停車させることを想定し、車両を切り返して寄り付かせる集積所を設定する。
作業員の挙動	<事例調査の情報> 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から、収集作業は、概ね運転手と作業員の2名で行われている。また、集積所間の距離が近い場合は、次の集積所に移動する際、作業員は乗車せずに徒歩で移動することもあり、その場合は、小走り程度もしくは歩く程度の速さである。その際、作業員は積込み作業を行う作業効率の観点から、収集車の後方を歩いている。 <試験走行における確認項目の設定> 運転手と作業員の2名で収集作業を行い、自動追尾運転を行うよう設定する。

周辺交通参加者への安全対策	<事例調査の情報> ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査から、自動追尾EV ごみ収集車の周囲には、歩行者や障害物を検知して車両を停止させる安全エリアが設定されている。 <試験走行における確認項目の設定> 自動追尾運転中に、対面通行の道路にて、対向車を障害物と検知せずにすれ違いを支障なく行う一方で、歩行者の衝突防止や巻き込み防止のために車両を安全に停止させる安全エリアの範囲を確認する場面を設定する。 また、実際の道路上では、駐車車両の存在や集積所が電柱の周囲に設置されている場合も想定されることから、これらの障害物を回避してする場面も設定する。
----------------------	--

3) 試験走行の実施

自動追尾収集作業の技術開発に必要なデータを収集可能なセンサー等の機器を設置した車両として、三菱ふそうトラック・バス株式会社のフル電動の EV 車、三菱ふそう e キャンター・センサーコレクトをプロトタイプ収集車として使用した。

また、試験走行の実施場所として、初めに行う事前確認走行を除いて、実際のごみ集積状況を模した場所及び実際のごみ収集作業に即した状況を再現するよう、茨城県つくば市の「一般財団法人日本自動車研究所」における多目的市街地コースを選定した。

 プロトタイプ収集車	 日本自動車研究所 多目的市街地コース
<プロトタイプ収集車の機能> ・自動追尾走行のルート設定：事前に設定したルートを走行 ・自動追尾走行：追尾対象作業者をトラッキングし、安全な距離を保ちながら自動追尾走行 ・自動追尾への切替：①車内操作パネルで手動から自動への切替え ②追尾対象作業者が車両前後の特定の場所に立ち、リモート HMI で登録 ・追尾対象作業者の追尾速度：低速で追従（前進、後退） ・自動走行時動作：停止、走行、障害物衝突回避、車線変更(作業者の判断が必要) ・バッテリー容量等：81kWh（満充電時航続距離：約 100km[カタログ値]） ・運行設計領域(ODD) 道路環境：平坦路（段差、スロープなし） 走行状態：直進（前進、後退）、左折 走行環境：日中、開けた場所 認識対象：自動車、歩行者、電柱、静止障害物等	

図 II-1-1 試験走行車両と試験走行場所

試験走行は、問題点抽出と改善点反映を積み重ねながら、データ蓄積を行うため、事前確認走行、試験走行、検討会での走行、動画撮影用の走行及び追加確認走行の計4回実施した。

表Ⅱ-1-18 試験走行概要

試験走行第1回目（事前確認走行）	
実施場所	三菱ふそうトラック・バス株式会社 喜連川研究所 栃木県さくら市鷺宿 4300 番地
実施日	令和3年12月3日（金）
試験走行第2回目（試験走行(検討会前の練習走行)）	
実施場所	一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース 茨城県つくば市荻間 2530
実施日	令和4年1月27日（木）
試験走行第3回目（検討会での試験走行）	
実施場所	一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース
実施日	令和4年2月14日（月）
試験走行第4回目（動画撮影用試験走行及び追加確認走行）	
実施場所	一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース
実施日	令和4年2月28日（月）及び3月7日（月）

①試験走行第1回目：事前確認走行

試験走行第1回目の実施概要は表Ⅱ-1-19に示すとおりであり、三菱ふそうトラック・バス株式会社の喜連川研究所にて実施した。確認結果欄に記載のとおり、狭い道路幅における対向車とのすれ違い、自転車に対する左折時の巻き込み防止や直進時の直前横断衝突防止、複数車両の駐車車両の追い越しについては、今後追加確認を行うものとした。

表Ⅱ-1-19 試験走行第1回目（事前確認走行）実施概要

1. 実施場所及び実施日
実施場所：三菱ふそうトラック・バス株式会社 喜連川研究所（栃木県さくら市鷺宿 4300 番地） 実施日：令和3年12月3日（金）
2. 目的
令和3年度末に実施する自動追尾EVごみ収集車の試験走行内容を確認し、実際の収集作業等を想定した場合の当該車両における機能・性能の課題抽出を行い、今後の試験走行内容の改善点および次期車での機能改良点を整理する。
3. 確認内容
見学場所① ・スタート地点にて、手動（手動モード）から自動追尾運転（追従モード）へ端末による切換え ・追尾対象作業者の登録 ・自動追尾開始、停止、ごみ積み込み、発進（自動追尾） ・後退 見学場所② ・対向車とのすれ違い ・左折時の歩行者巻き込み防止 ・直進時の歩行者直前横断時の衝突防止 ・駐車車両の追い越し 見学場所③ ・路肩障害物への衝突回避 ・非常停止ボタンによる非常停止 ・ゴール地点にて、端末による自動追尾運転（追従モード）から手動（手動モード）へ切換え

4. 確認結果

各項目についての確認結果および次回以降の試験への対応について

- ・ 追尾対象作業者の登録

初回登録の作業は許容できるが、一時停止してごみを積込んで再スタートする場合、再度登録する作業が煩わしいので、再登録の作業を簡素化できた方が良い。

→ 次期車にて再登録が不要もしくは簡素化できる方法を検討する。

- ・ 自動追尾開始、停止、ごみ積み込み、発進（自動追尾）

作業者が手袋、保護具を装着している場合にも操作しやすいか。

→ 令和3年度試験：スマホ操作ができる手袋を用意する。

→ 次期車：作業者の使いやすさを考慮した操作系を検討する。

走行しながらのごみの積み込みには対応できるか。

→ 現仕様では、走行中に人や障害物が接近した場合、安全の為に車両が自動停止する。

→ 次期車：今後のユースケースの検討結果により仕様を決定する。

車両の速度をもう少し早くできないか。

→ 次期車：車速の高速化を検討する。

- ・ 対向車とのすれ違い

2車線のところでのすれ違いの他にも、細い道でのすれ違いも可能か。

→ 令和3年度試験：場所の設定ができるようであれば対応可能。

- ・ 左折時の歩行者巻き込み防止

人以外に自転車にも反応するか。

→ 令和3年度試験：仕様を確認、シーン設定ができるようであれば対応可能。

- ・ 直進時の歩行者直前横断時の衝突防止

もう少し早めに車両停止できないか。

→ 令和3年度試験：仕様を確認、設定変更ができるようであれば対応可能。

- ・ 駐車車両の追い越し

今回は1台のみだが、複数車両の駐車車両には対応できるか。

→ 令和3年度試験：駐車の前後間隔が短ければ対応可能。

- ・ 路肩障害物への衝突回避

どの程度の大きさの障害物まで対応できるか。

→ 高さが5センチ以上のある程度の幅であれば回避可能。

→ 令和3年度試験：路肩のごみ袋（50センチ程度）を自動回避するシーンを設定予定。

- ・ 非常停止ボタンによる非常停止

ポータブルの停止ボタンは実用化した場合も必要か。

→ 令和3年度試験：万が一の場合の安全のために保持してもらう。

→ 次期車：実用化を想定して不要もしくはリモート HMI へ組み込む予定。

②試験走行第2回目：検討会前の練習走行

試験走行第2回目の実施概要は表Ⅱ-1-20に示すとおりであり、これ以降の試験走行は一般財団法人日本自動車研究所の多目的市街地コースにて実施した。確認結果欄で記載のとおり、次回試験走行では、作業効率の改善を考慮した試験を実施することとした。

表Ⅱ-1-20 試験走行第2回目（検討会前の練習走行）実施概要

1. 実施場所及び実施日																			
実施場所：一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース（茨城県つくば市荻間 2530） 実施日：令和4年1月27日（木）																			
2. 目的																			
令和4年2月14日の第2回検討会で予定している試験走行の内容を確認し、今後の試験走行内容の改善点および次期車での機能改良点を整理する。																			
3. 確認内容																			
  <table border="1"> <tbody> <tr> <td>①⑩</td><td>乗車・降車 自動・手動の切替え</td></tr> <tr> <td>②</td><td>積込①（道端、縁石脇）</td></tr> <tr> <td>③</td><td>対向車すれ違い</td></tr> <tr> <td>④</td><td>積込②（ガードレール）</td></tr> <tr> <td>⑤</td><td>横断・歩行者の接近</td></tr> <tr> <td>⑥</td><td>積込③（電柱脇）</td></tr> <tr> <td>⑦</td><td>左折・歩行者の接近</td></tr> <tr> <td>⑧</td><td>駐車車両の追越し</td></tr> <tr> <td>⑨</td><td>積込④（退避スペース）</td></tr> </tbody> </table>		①⑩	乗車・降車 自動・手動の切替え	②	積込①（道端、縁石脇）	③	対向車すれ違い	④	積込②（ガードレール）	⑤	横断・歩行者の接近	⑥	積込③（電柱脇）	⑦	左折・歩行者の接近	⑧	駐車車両の追越し	⑨	積込④（退避スペース）
①⑩	乗車・降車 自動・手動の切替え																		
②	積込①（道端、縁石脇）																		
③	対向車すれ違い																		
④	積込②（ガードレール）																		
⑤	横断・歩行者の接近																		
⑥	積込③（電柱脇）																		
⑦	左折・歩行者の接近																		
⑧	駐車車両の追越し																		
⑨	積込④（退避スペース）																		

4. 確認結果

確認結果および次回以降の試験への対応について

試験走行第1回目に引き続き、連続的に実際のごみ収集場面を再現したシナリオを設定し、試験走行によって、改善ポイントに見落としがないか再度確認した。試験走行第1回目から追加となる新たな改善ポイントは以下のとおりである。

- ・左折時の歩行者巻き込み防止

交差点に信号がある場合、左折時判断はシステムか、作業員か。

→令和3年度試験：作業員が信号を見て判断。

→次期車：信号機ありの交差点を ODD の適用、不適用のどちらにするかを本年度中に検討。

- ・ごみ積込時

設定ルートのみを走行するが、ごみ集積場所で幅寄せができると作業員の負担が軽減される。

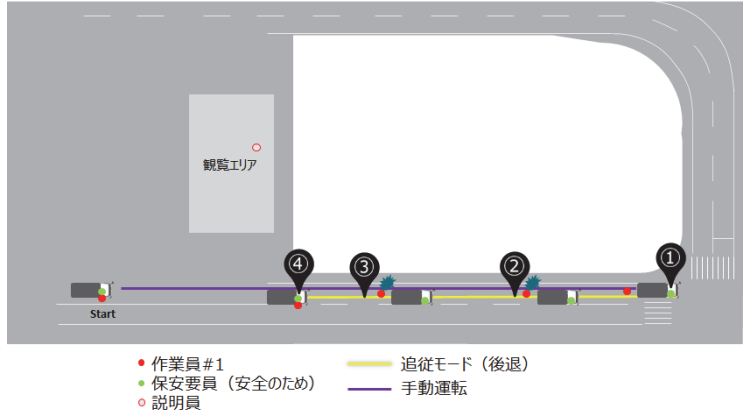
→次期車にて、幅寄せの機能を検討する。

自動追尾 EV ごみ収集車による収集作業において、追尾対象作業員が追尾される際は車両の前方に位置するが、ごみ積み込み時は車両後方に移動する必要がある。これを改善するひとつの対策として、積み込み①～④の工程を車両を後退させながら行うことが考えられ、これを次回試験走行で確認する。

③試験走行第3回目：検討会での試験走行

試験走行第3回目の実施概要は表Ⅱ-1-21に示すとおりであり、第2回検討会の中で試験走行を行った。試験走行第2回目の内容に加え、作業効率の改善や負担軽減を考慮した走行を追加試験した。自動追尾 EV ごみ収集車による収集作業において、追尾対象作業員が追尾される際は車両の前方に位置するが、ごみ積み込み時は車両後方に移動する必要がある。これを改善するひとつの対策として、積み込み①～④の工程を車両を後退させながら行うことが考えられ、これにより、追尾対象作業員が車両の前方と後方との移動を行う必要がなくなり、作業効率の改善や負担軽減が期待される。

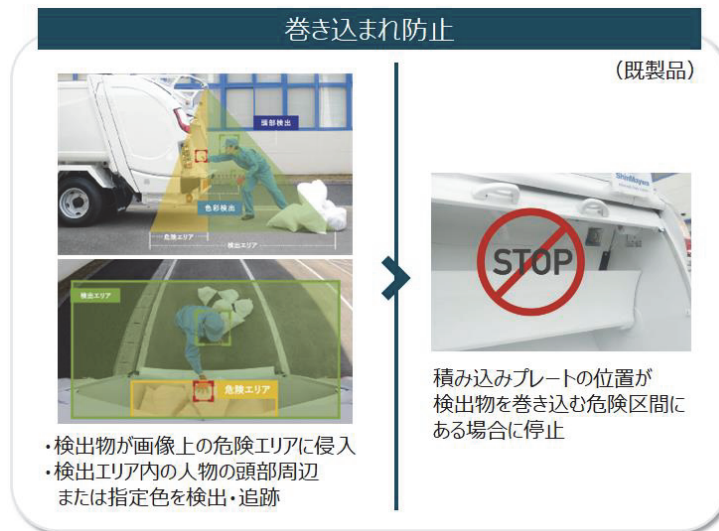
表Ⅱ-1-21 試験走行第3回目（検討会での試験走行）実施概要

1. 実施場所及び実施日																			
実施場所：一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース（茨城県つくば市荻間 2530）																			
実施日：令和4年2月14日（月）																			
2. 目的																			
検討会で試験走行を行い、次期車での機能改良点を整理する。																			
3. 確認内容																			
																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>①⑩</td><td>乗車・降車 自動・手動の切替え</td></tr> <tr> <td>②</td><td>積込①（道端、縁石脇）</td></tr> <tr> <td>③</td><td>対向車すれ違い</td></tr> <tr> <td>④</td><td>積込②（ガードレール）</td></tr> <tr> <td>⑤</td><td>横断・歩行者の接近</td></tr> <tr> <td>⑥</td><td>積込③（電柱脇）</td></tr> <tr> <td>⑦</td><td>左折・歩行者の接近</td></tr> <tr> <td>⑧</td><td>駐車車両の追越し</td></tr> <tr> <td>⑨</td><td>積込④（退避スペース）</td></tr> </tbody> </table>	①⑩	乗車・降車 自動・手動の切替え	②	積込①（道端、縁石脇）	③	対向車すれ違い	④	積込②（ガードレール）	⑤	横断・歩行者の接近	⑥	積込③（電柱脇）	⑦	左折・歩行者の接近	⑧	駐車車両の追越し	⑨	積込④（退避スペース）
①⑩	乗車・降車 自動・手動の切替え																		
②	積込①（道端、縁石脇）																		
③	対向車すれ違い																		
④	積込②（ガードレール）																		
⑤	横断・歩行者の接近																		
⑥	積込③（電柱脇）																		
⑦	左折・歩行者の接近																		
⑧	駐車車両の追越し																		
⑨	積込④（退避スペース）																		
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>①④</td><td>乗車・降車 自動・手動の切替え</td></tr> <tr> <td>②</td><td>積込②（ガードレール）</td></tr> <tr> <td>③</td><td>積込①（道端、縁石脇）</td></tr> </tbody> </table>	①④	乗車・降車 自動・手動の切替え	②	積込②（ガードレール）	③	積込①（道端、縁石脇）												
①④	乗車・降車 自動・手動の切替え																		
②	積込②（ガードレール）																		
③	積込①（道端、縁石脇）																		

4. 確認結果

積み込み①～④の工程を車両を後退させながら行うよう試験走行を行ったが、これにより、追尾対象作業員が車両の前方と後方との移動を行う必要がなくなり、作業効率の改善や負担軽減が期待される。第4回目の試験走行では、今回と同様の内容で実施し、動画撮影を行う。

なお、自動追尾 EV ごみ収集車は、現状のプロトタイプ車両では自動追尾運転中に架装部を稼働することができないため、架装部の作動状況の確認、作業者の巻き込まれ防止装置の作動状況について、既存車両で確認を行った。



架装部の稼働状況及び巻き込まれ防止装置作動確認

また、今回の試験走行で挙げられた改善ポイントは以下のとおりである。

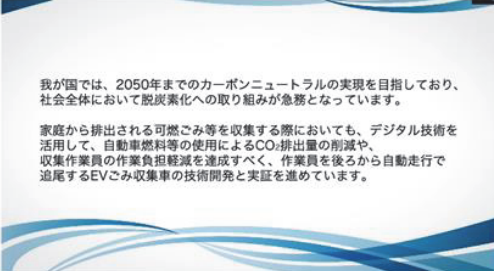
- ・リモート HMI の操作（発進停止、架装部）の代わりに、音声認識やジェスチャーを活用するアイデアもある。

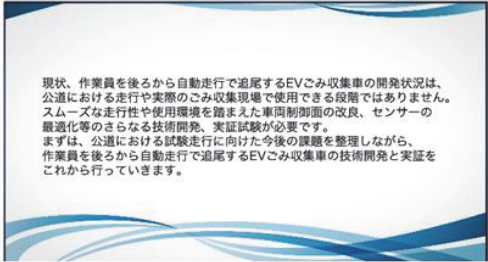
④試験走行第4回目（動画撮影のための試験走行及び追加確認走行）

a) 動画撮影のための試験走行

4回目の試験走行は、検討会での試験走行と同様の内容について、公開用の動画撮影を行うために実施した。また、一般の方にもデジタル技術活用効果が分かり易く理解できるよう、写真や絵を使用したA4サイズ1枚ものの説明資料を作成した。公開用動画のイメージは表Ⅱ-1-22、説明資料は表Ⅱ-1-23に示すとおりである。

表Ⅱ-1-22 試験走行第4回目（動画撮影）公開用動画のイメージ

No.	イメージ	音声・内容
01		作業員を後ろから自動走行で追尾するEVゴミ収集車の技術開発・実証状況について
02		我が国では、2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指しており、社会全体において脱炭素化への取り組みが急務となっています。家庭から排出される可燃ごみ等を収集する際においても、デジタル技術を活用して、自動車燃料等の使用によるCO₂排出量の削減や、収集作業員の作業負担軽減を達成すべく、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVゴミ収集車の技術開発と実証を進めています。
03		
04		現在、家庭から排出される可燃ごみ等は、ごみ袋に入れられ、ごみステーションに集積あるいは戸別に排出され、ごみ収集車により収集が行われています。ごみ収集車には、一台につき2、3名の収集作業員が乗車して収集作業を行っています。ごみ収集車は、ステーションや戸別の収集場所ごとに発進と停止を繰り返し、収集作業員もその度に乗車と降車を繰り返している状況です。 特に市街地や繁華街でのステーション収集や、密集した住宅地での戸別収集では、各収集ポイントをドライバーが低速運転し、残りの収集作業員がごみ収集車の周りを徒歩で移動しながら収集を行う必要があり、収集効率の向上と収集作業の改善が課題となっています。

05	 公道を横した閉鎖空間で車両を遠隔緊急停止可能な状態で安全性を十分確保して撮影しています	そこで、ごみ収集における収集効率の向上とCO₂排出量の削減、収集作業員の負担軽減等に向けて、収集作業員の後ろについて自動走行するEVごみ収集車の技術開発と実証を行うこととしました。
06	 現状、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVごみ収集車の開発状況は、公道における走行や実際のごみ収集現場で使える段階ではありません。スムーズな走行性や使用環境を踏まえた車両制御面の改良、センサーの最適化等のさらなる技術開発、実証試験が必要です。まずは、公道における試験走行に向けた今後の課題を整理しながら、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVごみ収集車の技術開発と実証をこれから行っていきます。	現状、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVごみ収集車の開発状況は、公道における走行や実際のごみ収集現場で使える段階ではありません。 スムーズな走行性や使用環境を踏まえた車両制御面の改良、センサーの最適化等のさらなる技術開発、実証試験が必要です。 まずは、公道における試験走行に向けた今後の課題を整理しながら、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVごみ収集車の技術開発と実証をこれから行っていきます。



図Ⅱ-1-2 試験走行第4回目（動画撮影）の撮影状況



作業員を後ろから自動走行で追尾する EVゴミ収集車の技術開発・実証状況について

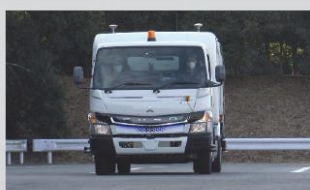
現行の収集車



- 作業員が乗車と降車を繰り返す
- CO₂排出量がEV車に比べ多い

家庭から排出されるごみの収集方法は自治体によって異なりますが、可燃ごみ等は、ゴミ袋に入れられ、ゴミ収集車により収集されるのが一般的です。

ゴミ収集車は、ごみの収積場所ごとに発進と停止を繰り返し、作業員も乗車と降車を繰り返している状況です。



そこで、作業員の後ろについて自動走行するEVゴミ収集車の開発を行うこととしました。

作業員を後ろから自動走行で追尾することによる収集作業の効率化、センサー等による安全性の確保、EV車両の採用による騒音、CO₂排出量の削減等が期待されます。

▶ 現状の技術開発、実証状況について



作業員がスマホで登録



作業員の後を追って走行



歩行者を検知して停車



停車している車両を避けて追従

現状、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVゴミ収集車の開発状況は、公道における走行や実際のごみ収集現場で使用できる段階ではありません。スムーズな走行性や使用環境を踏まえた車両制御面の改良、センサーの最適化等のさらなる技術開発、実証試験が必要です。

▶ 今後の展開について

まずは、公道における試験走行に向けた今後の課題を整理しながら、作業員を後ろから自動走行で追尾するEVゴミ収集車の技術開発と実証をこれから行っていきます。



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

本事業は、環境省の「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」委託業務で実施しているものです。

問い合わせ先：環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 TEL:03-5521-9273

b) 追加確認走行

追加確認走行の実施概要は表Ⅱ-1-24に示すとおりであり、試験走行第1回目で確認できなかった項目を追加試験した。確認内容は、障害物（複数駐車車両）の回避、対向車との狭い道路でのすれ違い、対自転車での左折時巻き込み防止や直進時直前横断衝突回避とした。

表Ⅱ-1-24 試験走行第4回目（追加確認走行）実施概要

1. 実施場所及び実施日
実施場所：一般財団法人日本自動車研究所 多目的市街地コース（茨城県つくば市荻間 2530） 実施日：令和4年3月7日（月）
2. 目的
次期車での機能改良点、課題を整理する。
3. 確認内容
・複数駐車車両の追い越し 駐車車両を2台並べ、1台の場合と同様に追い越しができるか確認した。  ・対向車との狭い道路でのすれ違い 対向車が走行、停車のどちらでも自車両の動きが同じであるため、車両の両側に駐車車両を置き、その間をすり抜けることができるか確認した。駐車車両の間隔を狭くしていき、走行できる一番狭い幅を確認した。  ・対自転車での左折時巻き込み、出会い頭 対自転車に対して、歩行者のシナリオと同じパターンで、同様に車両が停止するか確認した。 

4. 確認結果

- 複数車両

駐車車両が2台の場合も問題なく追い越しできることを確認した。

- 対向車との狭い道路でのすれ違い

駐車車両との間隔が、両側それぞれ50 cmまではすり抜けできることが可能。それよりも狭い場合は、障害物との衝突判断ロジックによって危険と判断し、すり抜けることができなかった。衝突判断ロジックでは、危険を判定するエリアを車両周囲に設定しており、そのエリアを小さくすることで、より狭いところでもすり抜けできる。しかし、エリアを小さくすると、仮に障害物が突然動いた場合、衝突する可能性が高くなる。よって、走行する場所、速度、センサーの検知性能を考慮したエリアの設定が必要となる。次期車では、車両試験を通して最適なエリア設定を行っていく。

- 対自転車

自転車の場合も問題なく停止することを確認した。

4) 課題の抽出

本試験走行により自動追尾 EV ごみ収集車が走行する場所の環境情報（障害物、静止物、位置情報受信状態の影響）や、作業員及び歩行者の安全対策等、作業環境のデータの収集を行った結果、表Ⅱ-1-25 に示すような課題が抽出された。

表Ⅱ-1-25 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行とその試験結果から分かる自動追尾システムの課題調査結果から得られた課題

車両全般	・自動追尾運転中の車両の速度が遅いという速度条件のほか、駐車車両を追い越す際の車線変更時における安全確認や動作等の面で、状況判断、応答性、対応力等に改善の余地がある。周辺環境認識の性能向上を図り、道路や地理、環境条件の面でも様々な状況判断を行えるよう、自動運転の運行設計領域（ODD：Operational Design Domain）の拡大が必要である。 ・非常停止ボタンが操作端末と別体となっているため、自動追尾運転中は、追尾対象作業者が操作端末と非常停止ボタンの両方を携行する必要がある。また、自動追尾運転では、追尾対象作業者をトラッキングする必要があるが、他の歩行者、自転車、オートバイと交差、接近した場合にトラッキングができなくなり、追尾不能な状態となる。実際の利用を考えると、追尾対象作業者が歩く様々な場面でセンサーが検知可能で十分な認識性を確保することが必要であり、作業効率を悪化させない HMI が必要である。
乗車・降車 自動・手動の切替	・自動追尾モード、手動運転モードの切替は車内の操作パネルで切替が必要であり、追尾対象作業者が車両前後の特定の場所に立ち、リモート HMI で追尾対象作業者としての登録を指示する必要がある。また、追尾対象作業者が車両の追尾対象エリアから外れる度にこの登録が再度必要となり、反応も遅く、操作が煩雑であることから、ジェスチャーや音声による指示等も含め、リモート HMI の見直しが必要である。 ・自動追尾運転中において、現状では回転灯を点灯しているが、これだけでは車両の状態が周囲に伝わりにくい。「自動追尾中」や「ごみ回収中」等、コミュニケーションツールを利用して情報を表示させることが、周辺の交通参加者の安全・安心につながると考えられる。

積込み	・現状の自動追尾運転では、事前に設定された規定ルートのみを走行していることから、集積所に寄り付いて停車できていない状況である。また、車両と追尾対象作業員間に遮蔽物があると追尾不能となり停止する状況である。作業員の負担軽減のためにも、追尾対象作業員を確実にトラッキングし、路肩の縁石の状況等道路条件を認識して集積所に寄り付く等の動作が行えるよう改善が必要である。さらに、走行ルートの登録、変更等を適宜行えるようにするためには、車両側のテレマティクス（情報通信処理）機能やルート設定者側のソフトウェア開発も必要である。 ・現状では、架装部の操作を有効にする場合、車両側はサイドブレーキをかけ、ギヤをパーキングの位置とし、メインスイッチを入れる必要があり、架装部を稼働するための車内切替え操作が煩雑である。車内 HMI の改良や車両と架装の連携のためのインターフェース開発等、車両と架装の連携を改善する対策が必要である。
横断・左折時 歩行者の接近	・歩行者直前横断時の衝突回避や巻き込み防止で停止した後の再発進の操作が煩雑である。また、歩行者を検知して停止する位置が歩行者に近すぎることを考えられる。作業員のトラッキングやリモート HMI の見直し、歩行者との衝突回避を行うための認識・判断を行う制御面の最適化が必要である。

2. EV ごみ収集車による自動追尾運転の実証内容の検討及び技術的な課題等の分析と整理による実証計画の作成

前項「1. 事例調査」で収集した情報を活用して、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の実証内容を検討する。事例調査から得られた解決すべき技術面、運営体制面、制度面等に関する課題は表Ⅱ-2-1 に示すとおりである。また、実証計画に利用する EV ごみ収集車車両の自動追尾運転能力を明確化すると表Ⅱ-2-2 に示すとおりであり、これらを整理して実証計画を作成する。

表Ⅱ-2-1 事例調査から得られた課題

技術面	・EV ごみ収集車は、バッテリーのスペース、重量により、従来車より荷箱やホップの容積が小さくなり、積載量や積み込み能力が低下する（2t 車シャーシで従来車が 4.2m³ のところ、EV 車は 3.7m³）。① ・プロトタイプ EV ごみ収集車は、架装部の操作を有効にする場合、車両側はサイドブレーキ ON+ギヤ P 位置+メインスイッチ ON とする必要がある。③ ・プロトタイプ EV ごみ収集車は、車両前方の追尾対象作業者を登録後、対象者が車両後方に移動してしまうと再度登録が必要である等、自動運転への移行がシンプルでシームレスであることが望ましい。③ ・プロトタイプ EV ごみ収集車の歩行者、周辺車両や障害物を検知して車両を停止させる安全エリアについて、対向車のすれ違いや集積所への寄り付きにも配慮し、設定範囲の適正化が必要である。③ ・ごみ収集車への積み込み作業では、過積載が気になるため、車両に計量装置があればその心配がなくなる。④ ・プレス式パッカー車は圧縮板の裏側に回り込んだごみが溜まるため、回転板式に比べ手間を要する場合がある。①
運営体制面	・バッテリー残量が 10%を下回ると出力が不安定になる（20%を切らないよう運用している）。① ・従来車と比べて航続距離が短いため、収集効率が悪い（バッテリー容量 40kWh の満充電時航続距離 60km、バッテリー容量 81kWh の満充電時航続距離 100km）。① ・道路条件により、ガードレールがある場合は収集作業の妨げになり、収集効率に影響している。④ ・2t 車が十分通れる 6m 幅道路は生活道路には少ない。4m 幅の道路では対面通行が厳しい。道路幅が広い場合でも、他の車両の通行の妨げにならないよう配慮しているので、少なからず作業性への影響がある。④ ・作業者が集積所間を歩行する場合、作業効率の観点から収集車両の後方を歩行する。④ ・全体に占める割合は多くはないが、収集車が乗り入れできない場所に集積所がある場合もあり、作業員が収集車と集積所の間を往復して積み込み作業を行う必要があることから、効率の悪化、身体的負担の増加となっている。④ ・集積所の新設、廃止、移設について、所管する自治会、事業者からの申請を踏まえて随時対応していることから、詳細な収集ルートは適宜設定変更が必要となる。④
制度面	・「道路運送車両法（保安基準）：第 18 条、第 42 条」により、車両寸法の面では LiDAR や架装部反転装置の取付に制約があり、点滅灯火の面では文字変更による注意喚起（車両の状態を情報提供する表示板など）ができない。③ ・「旧労働省 基発第 60 号（昭和 62 年安全基準）」、「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」により、積込操作スイッチの規格の面で、積込系スイッチの増設や遠隔操作ができない。③

その他	・導入している EV ごみ収集車が量産されているものではないため、メンテナンス体制が確立されていない。車体のブレーキ程度であれば一般の整備工場メンテナンスできそうだが、架装部や電池は専用のメンテナンスが必要。電装等も車両自体を京都の製造工場に持って行かないと整備できない。①
凡 例	表中の○数字は、それぞれ次の調査の結果であることを示している。 ①EV ごみ収集車の導入事例調査 ③ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査 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ヒアリング調査 また、字の色の意味は次のとおり。 青色文字：EV ごみ収集車に関するもの 緑色文字：自動追尾（追従）EV ごみ収集車に関するもの 黒色文字：従来車と EV ごみ収集車の共通事項

表Ⅱ-2-2 自動追尾 EV ごみ収集車の自動追尾運転能力

車両全般	・自動追尾運転中の車両の速度が遅いという速度条件のほか、駐車車両を追い越す際の車線変更時における安全確認や動作等の面で、状況判断、応答性、対応力等に改善の余地がある。周辺環境認識の性能向上を図り、道路や地理、環境条件の面でも様々な状況判断を行えるよう、自動運転の運行設計領域（ODD：Operational Design Domain）の拡大が必要である。 ・非常停止ボタンが操作端末と別体となっているため、自動追尾運転中は、追尾対象作業者が操作端末と非常停止ボタンの両方を携行する必要がある。また、自動追尾運転では、追尾対象となる作業者をトラッキングする必要があるが、他の歩行者、自転車、オートバイと交差、接近した場合にトラッキングができなくなり、追尾不能な状態となる。実際の利用を考えると、追尾対象作業者が歩く様々な場面でもセンサーが検知可能で十分な認識性を確保することが必要であり、作業効率を悪化させない HMI（ヒューマン・マシン・インターフェース）が必要である。
乗車・降車 自動・手動の切替	・自動追尾モード、手動運転モードの切替は車内の操作パネルで切替が必要であり、追尾対象作業者が車両前後の特定の場所に立ち、リモート HMI で追尾対象作業者としての登録を指示する必要がある。また、追尾対象作業者が車両の追尾対象エリアから外れる度にこの登録が再度必要となり、反応も遅い状況であることから、操作が煩雑である。ジェスチャーや音声による指示等も含めリモート HMI の見直しが必要である。 ・自動追尾運転中は、現状では回転灯を点灯しているが、これだけでは車両の状態が周囲に伝わりにくい。「自動追尾中」や「ごみ回収中」等、情報表示させることで、周辺の交通参加者への安全・安心につながると考えられる。
走行ルート	・現状の自動追尾運転では事前に憶えこませた規定ルートのみを走行していることから、集積所に寄り付いて停車できていない状況である。また、車両と追尾対象作業者に遮蔽物があると追尾不能となり停止する状況である。作業者の負担軽減のためにも、追尾対象作業者を確実にトラッキングし、路肩の縁石の状況等道路条件を認識して集積所に寄り付く等の動作が行えるよう改善が必要である。さらに、走行ルートの登録、変更等を適宜行えるようにするためには、車両側のテレマティクス（情報通信処理）機能やルート設定者側のソフトウェア開発も必要である。
横断・左折時 歩行者の接近	・歩行者直前横断時の衝突回避や巻き込み防止で停止した後の再発進の操作が煩雑である。また、歩行者を検知して停止する位置が歩行者に近すぎる。作業者のトラッキングやリモート HMI の見直し、歩行者との衝突回避を行うための認識・判断を行う制御面の最適化が必要である。 ・自転車の巻き込み防止は、プロトタイプ車両には搭載されていないが、既に販売している車両に設定されている開発済の技術であるため、これを搭載するものとする。

(1) 課題の分析と整理

前述の事例調査結果から得られた課題、現状の自動追尾 EV ごみ収集車の自動追尾運転能力に基づき、現状の技術的課題、実用化に向けて必要な情報や効果的な技術活用に向けた課題を整理する。また、これらと合わせて、中間処理との連携にあたってのシステム開発の方向性の検討も踏まえ、実証計画を作成する。

1) 現状の技術的課題

①EV 車の課題（バッテリー容量と航続距離、充電時間等）

EV ごみ収集車の導入事例調査結果より、現状の EV ごみ収集車は一般的な従来型ごみ収集車と異なる限られたエリアでの収集に使用されている。バッテリー容量と航続距離については表Ⅱ-2-3 に示すとおりであり、カタログ上のバッテリー容量が 40～81kWh、満充電時の航続可能距離が 60～100km である。また、このバッテリー容量と満充電時航続可能距離から算出される電費は 1.23～1.50km/kWh であるが、実走行から得られた電費記録は表Ⅱ-2-4 に示すとおりであり、2.21～2.31km/kWh と実走行の方がカタログ値から算出したものより電費が良い結果となっている。このほか、バッテリーが空の状態から満充電する際に要する時間は 8 時間程度との回答が得られている。これは夜間等収集時間外に充電することを想定しているためである。

一方で、一般的な従来型ごみ収集車の走行距離を見ると、表Ⅱ-2-5 に示すとおり 1 台当たりの平均的な走行距離が約 15～60km と範囲が広がっている。このほか、ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査より、収集車移動距離の事例は表Ⅱ-2-6 に示すとおりであり、同じ市内でも市街地エリアで約 24km、過疎地エリアで約 47km と、収集車移動距離に大きな幅があることが分かる。

EV ごみ収集車では、バッテリーを積載することで、そのスペースや重量により、ごみの積載容量や重量に影響し、従来パッカー車よりも積載量が減少することから、走行距離や電費を十分考慮して適切なバッテリー容量を選定する必要がある。

表Ⅱ-2-3 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続距離（カタログ値）

自治体	バッテリー容量	満充電時航続可能距離	電費
厚木市	81kWh	100km	1.23km/kWh
川崎市及び所沢市	40kWh	60km	1.50km/kWh

注) EV ごみ収集車導入事例調査による

表Ⅱ-2-4 EV ごみ収集車の電費記録

自治体	年間消費電力量	年間走行距離	電費
川崎市	5,508kWh	12,733km	2.31km/kWh
所沢市	4,383kWh	9,670km	2.21km/kWh

注) EV ごみ収集車導入事例調査による

表Ⅱ-2-5 従来ごみ収集車 1 台当たりの平均的な移動距離

自治体	収集エリアまでの移動距離	収集エリアでの収集作業中の移動距離	収集エリアから焼却施設までの移動距離	焼却施設から車両基地までの距離	合計
厚木市	7km	0.7km	7km	0km	14.7km
川崎市	4.43km	3.58km	9.80km	5.80km*	23.61km
所沢市	—	—	—	—	概ね 40～60km
備考	*浮島処理センターから川崎生活環境事業所までの距離				

注) EV ごみ収集車導入事例調査による

表Ⅱ-2-6 従来ごみ収集車における収集車移動距離の事例

自治体	収集エリアまでの移動距離	収集エリアでの収集作業中の移動距離	収集エリアから焼却施設までの移動距離	焼却施設から事務所	合計
松山市市街地	5.164km	2.150km	11.243km	5.331	23.888km
松山市過疎地	11.124km	17.154km	13.404km	5.474km	47.156km

注) ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査による

②センサー、ソフトウェア等（使用制限や誤認識）

一般的な自動運転車では、「ルート生成→走行可能領域の認識→ルート走行」の制御フローを基本として障害物回避、衝突判断を繰り返しながら走行する。自動追尾運転システムではこれらの機能に加えて、追尾対象となる作業者をトラッキングして安全な距離を保ちながら追尾走行する機能が必要である。したがって、歩行者と追尾対象作業者を区別するセンシングシステムが必要であり、センサーの検知範囲、認識性能などを考慮することが重要である。

センサーは、LiDAR、カメラ、超音波センサーなどが想定され、それぞれの主な特徴は表Ⅱ-2-7に示すとおりである。これらのセンサーを組み合わせたり、さらに、物体識別や物体追従などのソフトウェアについても検討が必要である。

このほか、各種センサーの天候等による周辺環境からの影響について、今後の課題として対応を検討する必要がある。

表Ⅱ-2-7 各種センサーの主な特徴

種類	機能	長所	短所
カメラ (単眼・ステレオ)	カメラで撮影された映像を画像処理することにより対象物を識別	○自動車、自転車及び歩行者等の識別のほか、信号機の灯色や道路標識の識別も可能 ○ステレオカメラは物体までの距離も計測可能	○夜間・逆光・霧等の悪天候時、物体の識別が困難 ○単眼カメラは基本的に物体までの距離は計測不可
ミリ波レーダー	ミリ波を照射し、対象物を識別	○夜間、悪天候時でも障害物等の方向と距離を正確に計測 ○3D LiDAR と比較して安価	○比較的分解能が低く、小さい物体の識別が困難 ○段ボール等、ミリ波反射率の低い物体の検知が困難
3D LiDAR (3D レーザーレーダー)	赤外線レーザーを照射し、対象物を識別	○高い分解能で、対象範囲における物体識別可能な 3D イメージを取得可能	○霧等の悪天候時、検知能力が低下（赤外線が減衰するため） ○ミリ波レーダーと比較して高価
超音波センサー	超音波を照射し、対象物を識別	○駐車時の障害物検知で実用化されており安価	○分解能が低く、対象物の有無が検知できる程度 ○検知可能な距離が極めて短い

③インターフェース（操作器及び操作性）

自動追尾運転システムにおいて、手動運転から自動運転へ遷移する場合の追尾対象作業者の認識方法や、自動運転中にごみ収集作業者が「追従開始」、「次まで移動」、「圧縮機作動」等車両に指示を出す際の HMI（ヒューマン・マシン・インターフェース）等について、模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行によりこの課題を抽出している。その内容は表Ⅱ-2-8 に示すとおりである。これらを踏まえた作業者の作業効率の向上が必要と考えられる。これには、適切な手順やインターフェースが重要である。

表Ⅱ-2-8 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行により抽出した操作性の課題

項目	課題
追尾対象作業者の登録	自動追尾運転開始時の初回登録後、一時停止して追尾対象作業者が車両の後方に移動してごみを積込んで再スタートする場合、再度登録が必要があるため、この再登録が不要、もしくは簡素化できる方法を検討する必要がある。
自動追尾開始、停止、ごみ積み込み、発進	作業者が手袋、保護具を装着している場合にも操作しやすいよう、操作系を検討する必要がある。 自動追尾運転中の車両速度がやや遅いため、使用条件に合わせた適切な車速を検討する必要がある。
非常停止ボタンによる非常停止	現状では、自動追尾運転の操作端末のほかに、非常停止専用のポータブルの停止ボタンを携帯する必要があるが、実用化を想定して不要もしくはリモート HMI へ組込むよう検討する必要がある。

なお、架装側としては、シャーシ側から PTO スイッチ ON やその他作動許可信号を受けて架装物側の作動を ON とする等、シャーシとの連携が重要であり、巻き込まれ被害軽減装置単独のセンシングにおいて、天候、周囲の明るさ、逆光等周囲環境の影響を受けることに留意する必要がある。

④普及に関する課題

自動追尾運転システムにおいて、普及に関する課題は表Ⅱ-2-9 に示すとおりである。

表Ⅱ-2-9 普及に関する課題

項目	課題
車両寸法	現状の自動追尾 EV ごみ収集車はプロトタイプであり、積載重量は 2t であるものの、バッテリーの設置スペースが大きく、車両寸法は、全長 6.3m、全幅 2.2m、全高 2.5m と、従来から主に市街地等で使用されている収集車（2t 車）の車両寸法（全長 5.3m 程度、全幅 1.85m 程度、全高 2.3m 程度）と比較するとやや大きい。ごみ収集の現場では他の通行車両への邪魔にならないよう配慮して作業を行っている現状を考慮すると、従来車で主に使用されている 2t 車程度の車両寸法程度まで小型化することが考えられる。
バッテリー充電時間及び充電作業	夜間等収集時間外に充電する場合は、普通充電で充電時間が 8 時間程度（最長約 11 時間程度）で良いが、昼休み等収集の合間に充電する場合は、急速充電でも最長約 1.5 時間程度かかるため、充電時間の短縮が課題である。また、車両台数に見合った充電設備が必要になる。 交換式のバッテリーを使用する場合は、電池交換時間は 5 分程度で済むが、その分の交換バッテリーと充電・電池交換設備が必要になる。
使用者への機能周知	一般に自動運転車が安全を確保するためには、自動運転車の使用者が乗車する自動運転車の機能のみならず、機能限界時の挙動や運転者の義務等について理解することが必要不可欠である。したがって、自動追尾 EV ごみ収集車においても、自動運転車の安全技術ガイドラインにあるように、使用者に対し、システムの使用方法、運行設計領域（ODD）の範囲、機能限界、システムによる運転の継続が困難になった場合の対処方法等を周知し、使用者が理解することができる措置を講じることが必要である。

⑤安全確保

a) サイバーセキュリティ対策

サイバーセキュリティ対策としては、一般的な自動運転車の要件と同等に、自動走行車両がハッキングされた場合、重大な事故を招く恐れがあることから、国際基準 WP.29（自動車基準調和世界フォーラム）等の最新の要件を踏まえ、ハッキング対策等のサイバーセキュ

リティを考慮した設計・開発を行う必要がある。

b) 架装部操作との連携

架装部との連携における機能面をみると、現状では架装部の操作を有効にする場合、車両側でサイドブレーキをかけ、ギヤをパーキングの位置とし、メインスイッチを ON とする必要があるが、操作性の向上を図るためにこれを自動化した場合は、安全性確保に留意する必要がある。

その他、表Ⅱ-2-10 に示すとおり、試験走行においても配慮すべき安全確保の課題が挙げられている。

表Ⅱ-2-10 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行により抽出した安全確保の課題

項目	課題
歩行者への安全確保	左折時の歩行者の巻き込み防止や歩行者の直前横断時の衝突防止等、歩行者に接近し過ぎることが懸念されるため、安全に停止させる歩行者との間隔を最適化するよう検討が必要である。
駐車車両の追い越し	自動追尾運転の走行ルートを変更して走行する際、車線や周辺環境を認識し車両操舵の応答性が向上できるような制御システムを検討する必要がある。
路肩障害物への衝突回避	路肩のごみ袋を自動回避することは可能であるが、車両との間隔が大きい。他の通行車両への影響や積込み作業時の作業効率を考慮し、路肩の状態やごみ位置を認識して幅寄せして停止させる方法を検討する必要がある。
自動追尾運転中の状態表示	自動追尾運転中の車両状態が分かりにくいいため、状態表示板の設置等、車両状態を周知する方法を検討する必要がある。

2) 実用化に向けて必要な情報や効果的な技術活用に向けた課題

①収集方法や道路条件別の作業員及び収集車の挙動（移動速度、軌跡等）

EV ごみ収集車の導入事例調査や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、並びにごみ収集ルート効率化等における先進事例調査等から、収集方式としては、主にステーション方式による収集が行われている。

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から、ガードレールがある場合に収集作業の妨げになり収集効率に影響すると考えられるが、ごみ収集の現場では、道路の幅によらず、他の通行車両の邪魔にならないよう、十分配慮して収集作業が行われている。

収集作業は、概ね運転手と作業員の2名で行われており、集積所間の距離が近ければ、次の集積所に移動する際に作業員は乗車せず徒歩で移動することもある。その場合は、小走り程度もしくは歩く程度の速さであり、作業員は積込み作業を行う作業効率の観点から、収

集車の後方を歩いている。

これらの情報を踏まえて実証内容を検討して次期車の技術開発に活かしていく必要がある。また、プロトタイプ車両は 2t 車クラスよりも大きいことから、従来車で主に使用されている 2t 車クラスの車両寸法程度まで小型化することが必要である。

②技術開発に必要な情報（衛星測位システムの受信状態の制限等）

現状のプロトタイプ車両による自動運追尾運転では、事前に設定した規定ルートを走行しており、その中で、追尾対象作業者を追従し、駐車車両や障害物等の回避を行っている。しかし、屋根に覆われ電波が届きにくい場所等、衛星測位システムの精度が落ちる条件下において、ルートの追従が困難となる。これらの条件としては、一般的にビル街、トンネル、高架下、建物内等が考えられるが、車両の使用条件等を踏まえ、衛星測位システムの受信状態が制限される条件を確認していく必要がある。

③車両と作業員の位置関係（車両周囲の安全エリア設定等）

試験走行の結果、現状では、歩行者直前横断時の衝突回避や巻き込み防止で停止した後の再発進の操作が煩雑であり、また、歩行者を検知して停止する位置が歩行者に近すぎるものが課題として挙げられる。作業者のトラッキングやリモート HMI の見直し、歩行者との衝突回避を行うための認識・判断を行う制御面の最適化が必要である。

④収集ルートの計画方法、作業位置の設定方法（位置情報の学習機能）

現状のプロトタイプ車両による自動追尾運転では、事前に設定した規定ルートを走行していることから、集積所に寄り付いて停車できていない。また、車両と追尾対象作業員間に遮蔽物があると追尾不能となり停止する状況である。作業者の負担軽減のためにも、追尾対象作業者を確実にトラッキングし、路肩の縁石の状況等道路条件を認識して集積所に寄り付く等の動作が行えるよう改善が必要である。さらに、走行ルートの登録、変更等を適宜行えるようにするためには、車両側のテレマティクス（情報通信処理）機能やルート設定者側のソフトウェア開発も必要である。

⑤道路運送車両法、道路交通法等の制度面への対応

本事業の自動追尾運転システムは、作業員を追尾して自動走行するものであり、一般の自動運転車とはやや異なるが、関連する制度面については整理しておく必要がある。

a) 運転の自動化レベル

運転の自動化については、システムの機能（システムがどの程度の役割を担うことができるか）等に応じて、レベル分けがされており、自動運転のレベル（SAE(Society of Automotive Engineers)運転自動化レベル）は、表Ⅱ-2-11 に示すとおりである。

本事業の自動追尾運転システムは、レベル 2 の運転支援システム、レベル 3 もしくは 4 の自動運転システムに該当すると考えられるが、現状では、まだどのレベルに該当するか定まっていない状況であり、今後所管官庁等との協議・調整を行う必要がある。

表Ⅱ-2-11 SAE 運転自動化レベルの概要

SAE レベル	概要	運転操作主体	
運転者が一部又は全ての動的運転タスクを実行			
レベル 0	運転者が全ての動的運転タスクを実行	運転者	運転支援システム
レベル 1	システムが縦方向又は横方向のいずれかの車両運動制御のサブタスクを運行設計領域において実行	運転者	
レベル 2	システムが縦方向及び横方向両方の車両運動制御のサブタスクを運行設計領域において実行	運転者	
自動運転システムが（作動時は）全ての動的運転タスクを実行			
レベル 3	システムが全ての動的運転タスクを運行設計領域において実行 作動継続が困難な場合は、システムの介入要求等に運転者が適切に応答	システム（作動継続が困難な場合は運転者）	自動運転システム
レベル 4	システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定された運行設計領域において実行	システム	
レベル 5	システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を領域の限定なく実行	システム	

b) 道路運送車両法関連（国土交通省）

・道路運送車両法、道路運送車両の保安基準

道路運送車両法は、自動車の安全性を確保し、その適正な使用を期するため自動車の登録と検査の制度を設けるとともに、自動車の整備及び整備事業等について規定している。また、道路運送車両の構造・装置について、安全確保及び環境保全上の技術基準が定められており、これらが道路運送車両の保安基準である。公道を走行するためには、これに適合していなければならない。

また、近年、自動運転車の技術開発が進んでおり、その安全を確保するための制度整備が進められている。令和元年 5 月に公布された「道路運送車両法の一部を改正する法律」により、国が定める保安基準の対象装置に「自動運行装置」が追加された。当該部分に係る規定が令和 2 年 4 月に施行されたことを受け、「道路運送車両の保安基準」等について所要の改正等が行われ、自動運行装置の安全基準等が策定された。その概要は、表Ⅱ-2-12 に示すとおりである。

表Ⅱ-2-12 道路運送車両の保安基準における自動運行装置の安全基準等

自動走行装置の安全基準	
性能	(1) 走行環境条件内において、乗車人員及び他の交通の安全を妨げるおそれがないこと (2) 走行環境条件外で、作動しないこと (3) 走行環境条件を外れる前に運転操作引継ぎの警報を発し、運転者に引き継がれるまでの間、安全運行を継続するとともに、引き継がれない場合は安全に停止すること (4) 運転者の状況監視のためのドライバーモニタリングを搭載すること (5) 不正アクセス防止等のためのサイバーセキュリティ確保の方策を講じること等
作動状態記録装置	自動運行装置の ON/OFF の時刻、引継ぎ警報を開始した時刻、運転者が対応可能でない状態となった時刻等を 6 ヶ月間にわたり（又は 2500 回分）記録できること
外向け表示	自動運転車であることを示すステッカーを車体後部に貼付
走行環境条件の付与手続き	
(1)場所、天候、速度など自動運転が可能となる状況等を記載した申請書等を国土交通大臣に提出 (2)国土交通大臣は当該状況における自動運行装置の性能が保安基準に適合すると認めたときは条件を付与	
その他	
無人移動サービス車の実用化等においても基準緩和認定制度を活用できるよう措置 等	

・自動運転車の安全技術ガイドライン

平成 30 年 9 月に策定された自動運転車の安全技術ガイドラインは、レベル 3,4 の自動運転システムを有する乗用車、トラック及びバスを対象とし、車が満たすべき安全要件をガイドラインとして定めることにより、国際基準が策定されるまでの間も、安全な自動運転車の開発・実用化を促進することを目的として策定されたものである。

自動運転車は表Ⅱ-2-13 に示す安全性に関する要件を満たすことにより、その安全性を確保しなければならない。本事業の自動追尾システムにおいても、レベル 3,4 に該当する場合は、これらを遵守する必要がある。

表Ⅱ-2-13 自動運転車の安全性に関する要件

①運行設計領域（ODD：Operational Design Domain）の設定 個々の自動運転車が有する性能及び使用の態様に応じ、運行設計領域（自動運転システムが正常に作動する前提となる設計上の走行環境に係る特有の条件：ODD）を定め、走行環境や運用方法を制限すること
②自動運転システムの安全性 ・制御系やセンサー系の冗長性を確保すること等によりシステムの安全性を確保すること ・設定された ODD の範囲外となる場合等、自動運転の継続が困難となった場合には、最終的に車両を自動で安全に停止させること
③保安基準等の遵守等 ・自動運転に関連する既に定められた道路運送車両の保安基準を満たすこと ・関係する ISO 等の国際標準等を満たすことを推奨
④ヒューマン・マシン・インターフェース（HMI） 自動運転システムの作動状況等を運転者又は乗員に知らせるための以下の機能を有する HMI を備えること ・レベル 3 の自動運転車には、運転者がシステムからの運転操作を引き継ぐことができる状態にあることを監視し、必要に応じ警報を発することができる機能（ドライバーモニタリングシステム等） ・レベル 4 の自動運転車には、自動運転の継続が困難であるとシステムが判断し、車両を自動で停止させることをあらかじめ運転者又は乗員（運行管理者）に知らせることができる機能
⑤データ記録装置の搭載 自動運転システムの作動状況や運転者の状況等をデータとして記録する装置を備えること
⑥サイバーセキュリティ サイバーセキュリティに関する国連（WP29）等の最新の要件を踏まえ、ハッキング対策等のサイバーセキュリティを考慮した車両の設計・開発を行うこと
⑦無人自動運転移動サービス用車両の安全性（追加要件） 無人移動サービス（レベル 4）に用いられる自動運転車については、①～⑥の要件に加え、運行管理センターから車室内の状況が監視できるカメラ等や、非常停止時に運行管理センターに自動通報する機能等を備えること
⑧安全性評価 設定された ODD において合理的に予見される危険事象に関し、シミュレーション、テストコース又は路上試験を適切に組み合わせた検証を行い、安全性について事前に確認すること
⑨使用過程における安全確保 使用過程の自動運転車両の安全確保の観点から、自動運転車の保守管理（点検整備）及びサイバーセキュリティを確保するためのソフトウェアのアップデート等の必要な措置を講じること
⑩自動運転車の使用者への情報提供 自動運転車の使用者に対し、システムの使用方法、ODD の範囲、機能限界等を周知し理解することができる措置を講じること

自動運転車の安全技術ガイドラインより

c) 道路交通法関係（警察庁）

・ 道路交通法及び道路交通法施行令

道路交通法は、道路における危険を防止し、その他交通の安全と円滑を図り、及び道路の交通に起因する障害の防止に資することを目的としており、歩行者の通行方法、車両等の交通方法が規定されている。その第 10 条に「歩行者は、歩道又は歩行者の通行に十分な幅員を有する路側帯と車道の区別のない道路において、道路の右側端に寄って通行しなければならない。ただし、道路の右側端を通行することが危険であるときその他やむを得ないときは、道路の左側端によって通行することができる。歩道等と車道の区別のある道路において、歩道等を通行しなければならない。」と記載されており、本事業の自動追尾運転システムを使用するにあたって、追尾対象作業者の通行方法はこれに準じる必要がある。

・ 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

警察庁が作成した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は概略下記のとおり記載があり、これに従って自動追尾運転システムの実証実験を行う場合には、所管警察と事前に協議する必要がある。

「本ガイドラインは、日本国内の公道（道路交通法(昭和 35 年法律第 105 号)第 2 条第 1 項第 1 号に規定する「道路」をいう。以下同じ。）において、自動走行システムを用いて自動車を走行させる実証実験を実施するにあたって、交通の安全と円滑を図る観点から留意すべき事項等を示すことにより、適正かつ安全な公道実証実験の実施に資することを目的とする。これによらない方法で行う公道実証実験を禁止するものではない。本ガイドラインに適合しない公道実証実験を行おうとする場合には、十分な時間的余裕を持って、実施場所を所管する警察（都道府県警察本部交通部交通企画(総務課)）に事前相談を行っていただきたい。」

3) 中間処理との連携にあたってのシステム開発の方向性の検討

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において、プラントメーカー各社に対し、収集運搬側から提供される情報として有効と思われるものをヒアリングしたところ、ごみピット内での攪拌状況が分かれば十分であるとの回答がある一方で、搬入されるごみの収集エリアの情報（ごみ質の地域特性や季節特有の行事）がある場合に、収集車ごとにごみピットへの投入扉を指定できれば、ピット内のごみのより効率的な攪拌につながるという回答や、収集車の施設への到着時刻等の運行状況情報があると、プラントホームの混雑や渋滞の回避だけでなく、ピット内のより効率的な攪拌にもつながるという回答もあった。

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情報として、定性的な回答はあったが、定量的な状況が把握できておらず、特に CO₂削減に関しては、具体的な情報は得られなかった。今後は、ごみ焼却処理施設の現場における意見等を調査し、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の実態調査を行う等、継続して検討を行っていく必要があり、以下のような検討を行うことが考えられる。

①収集車によるごみ質、ごみ量把握方法の検討

ごみ焼却処理施設側としては、ごみ質の地域特性や季節特有の行事がある場合に、事前にそれが分かると、ごみピット内のごみのより効率的な攪拌につながるという意見があることから、ごみ収集車への荷重計の設置や体積計測装置の設置を検討する。これにより、ごみ焼却処理施設に搬入する収集車両毎のごみの量やごみ質の参考となる単位体積重量を事前に提供することで、ごみの効率的な攪拌に寄与するものと考えられる。

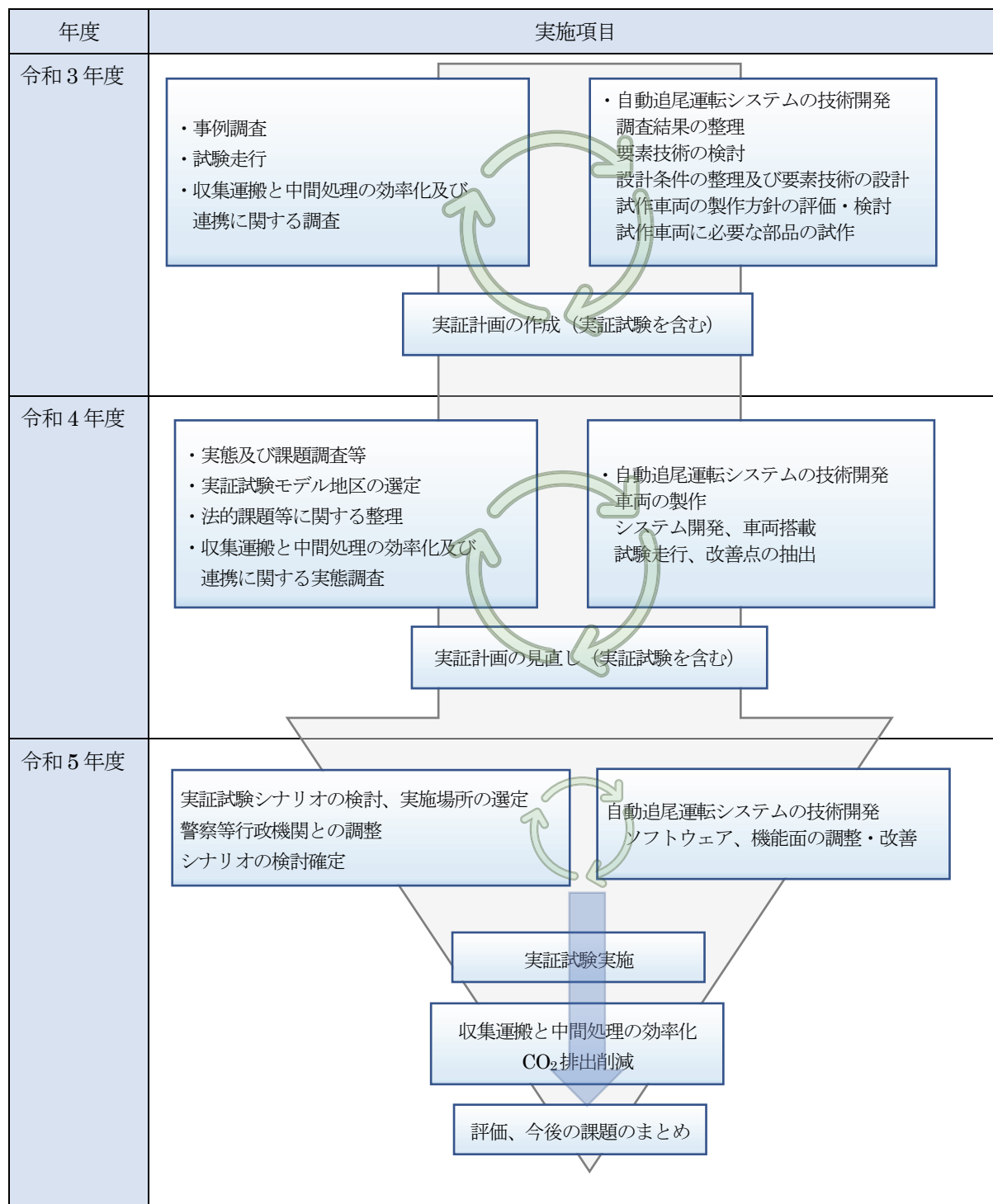
②中間処理施設敷地内での収集車自動運転

中間処理施設敷地内における自動運転の実現可能性及び効果について、プラントメーカー各社にヒアリングしたところ、一般の持ち込み車両等の自動運転も合わせて考慮しなければ、安全面からも効果が少ないという意見や、場内での自動運転が事故防止の観点で採用する技術と考えるため、施設を良く知る収集車に導入しても効果が少ないと思われるとの意見が示された。今後は、ごみ処理の現場における意見等を調査し、先進的な取り組みを行っている自治体、デジタル技術を活用しごみ処理の現場への導入を検討しているプラントメーカー等に対して引き続き調査を行い、今後のシステム開発の方向性を検討していく必要がある。

(2) 実証計画の作成

事例調査結果から得られた課題、現状の自動追尾 EV ごみ収集車の自動追尾運転能力に基づいて整理した課題、中間処理との連携にあたってのシステム開発の方向性の検討も踏まえて作成した実証計画は表Ⅱ-2-14 に示すとおりであり、令和4年度以降の実施内容を後述する。

表Ⅱ-2-14 実証計画



＜令和４年度の実施内容＞

令和３年度に行った各調査結果をもとに、以下のような調査、検討を行い、これらで収集した情報を活用して、検証、修正等の見直しを行う。

①ごみ収集に関する実態調査

ごみ収集作業の現場において、集積場所の状況調査、収集車の追跡調査等、実態調査を行う。

②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

自動追尾システム以外のデジタル技術についても、その活用の可能性を検討するため、ごみ収集ルートの作成に関して、その実態と課題を調査する。

- ・ごみ収集車に設置したセンサデバイス等 IoT を活用してリアルタイムにごみ収集ルートを最適化
- ・AI を活用して集積所におけるごみ袋内の異物や収集対象外のごみを判別
- ・デジタルカメラ等を活用して道路の陥没や水漏れ、ブロック塀の倒壊等の画像を地域情報（道路、収集場所等）として把握
- ・収集データのマッピング 等

また、ごみ収集のデジタル技術活用により、効率化以外の以下のような効果も考えられるため、ごみ収集のデジタル化による付加価値の創出の可能性を検討する。

- ・ごみ収集リアルタイム情報を住民に提供することによるごみ出し時の利便性向上
- ・ごみ収集車を通じた画像情報による地域の実態把握と廃棄物適正管理への活用
- ・災害時等における収集ルート、収集現場周辺の状況把握と災害復興への活用 等

③EV ごみ収集車の導入課題調査

EV ごみ収集車の導入に関心を持っている自治体について情報収集を行い、EV ごみ収集車の仕様及び性能、EV ごみ収集車の活用方法等、EV ごみ収集車に期待する効果や、EV ごみ収集車を導入するにあたっての課題等について調査する。

④自動追尾 EV ごみ収集車の実用化に向けた適用性検討

自動追尾 EV ごみ収集車の導入に適した収集方法、収集場所、収集地区等、適用性を検討する。また、同車導入に適していると考えられるモデル地区を自治体等から選定するとともに、自動追尾 EV ごみ収集車導入に際しての課題を整理する。

⑤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実態調査

令和３年度に行った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において抽出された、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を調査するとともに、ごみ処理の現場において活用する場合の課題等を検討する。

⑥法的課題等に関する検討内容の整理

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３年度調査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の検討内容を整理する。また、本調査及

びテスト走行等を踏まえ新たな課題について検討する。

⑦実証計画の見直し（実証試験を含む）

令和3年度に作成した実証計画について、上記の各調査で収集した情報を活用して、検証、修正等を見直しを行う。

<令和5年度の実施内容>

令和5年度に実施する実証試験の内容については、前提条件として、今後開発する次期車の機能を令和4年度に引き続き確認し、それを踏まえて計画を見直しつつ、詳細な実証試験計画を作成して実施する。また、公道での実証を行うことを想定して実証試験計画を検討するが、公道での実施に関する関係行政機関との相談の結果を踏まえ、見直しが必要となる可能性がある。

現状で想定される実証試験の方法及び内容は以下に示すとおりである。

1) 実証工程

実証試験の実施にあたり、計画した実証工程は以下のとおりである。

- ①実証試験シナリオの検討及び実施場所の選定（令和5年7月頃まで）
- ②関係行政機関との調整（令和5年7～9月頃）
- ③実証試験シナリオの確定及び実証試験の実施（令和5年10～11月頃）
- ④実証試験結果の評価、今後の課題のまとめ（令和5年12月～令和6年2月頃）

2) 実証試験シナリオ

実証試験の実施にあたり、計画した実証試験のシナリオは、収集車両基地から運転手による手動運転で収集エリアまで移動し、収集エリアにおいて自動追尾EVごみ収集車を使用した収集作業を行い、収集作業後に運転手による手動運転で焼却施設へ搬入するまでの一連の作業を行うものである。

収集エリアにおいては、収集作業は、前進での作業と後退（バック）での作業の両方を行うものとし、集積所間の距離の短い場所と長い場所、道路幅が広い場所と狭い場所、ガードレール等の設置の有無等、場所による効率性の違いを確認する。

また、従来の収集車を用いて同じ場所で収集作業を行い、作業の効率性等について、自動追尾EVごみ収集車との比較を行う。

3) 収集運搬と中間処理の効率化とCO₂排出削減に向けた評価方法の検討

①評価方法の検討

本業務では、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している。このようなシステムの効率化とCO₂排出削減については、その評価を明確に示すことが難しいことから、令和3年度に実施した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の中で、評価方法を検討するための情報を収集し、表Ⅱ-2-15に示すとおり整理を行った。

表Ⅱ-2-15 事例調査からの情報整理結果

EV ごみ収集車の導入事例調査
EV ごみ収集車による CO₂ 排出削減量については、バッテリーの充電はごみ焼却処理施設で熱回収した蒸気を利用して発電した電力を使用しているため、CO₂ 排出量はゼロと想定できる。 ⇒したがって、CO₂ 削減量は、EV ごみ収集車の走行距離を従来収集車が走行した場合に要する燃料使用量分となり、従来ごみ収集車の燃費（川崎市の場合 3.56km/L、所沢市の場合 3.0km/L）と軽油排出係数（地球温暖化対策効果算定ガイドブック：2.58kgCO₂/L）から算出できる。
ごみ収集ルート効率化等における先進事例調査
令和元年度一般廃棄物収集ルート最適化に係る先進的事例調査 IT システムによるごみ収集の効率化の取組を行っている団体のひとつの事例として、収集車両全てにタブレット端末（GPS や画像撮影に利用）を搭載しており、収集ルート軌跡や収集状況、車両の位置がリアルタイムで確認できるため、収集遅れがあった場合等の市民からの苦情・問合せに対し、管理者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、収集車相互の協力で収集効率を高め市民サービスの向上に繋がっている。
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 支援ツールを仮運用して情報収集・検討を行った結果、走行距離や速度などの収集車両の走行データを可視化している。地域的な集積所の密度の違いから、収集車の稼働状況として、距離当たりの CO₂ 排出量は、過疎地に比べて市街地の収集区間では増加する。また、市街地の移動区間および収集区間では低速になる傾向があるため、距離当たりの CO₂ 排出量は多くなる結果が得られている。 また、支援ツールを用いた最適化方法検討の結果、収集区間の作業効率的な分割に伴う移動距離の変更による低炭素化および効率化の向上として、ごみの多い曜日の収集運用が、作業効率化・低炭素化になっている。決められた収集区間で、1 回で収集できない場合は、ごみの積載量に関係なく、収集区間の区分けを適切に行うことにより、作業時間・CO₂ 排出量の削減効果を期待できる結果となっている。 さらに、収集車の車両重量が重い方が燃費が悪くなるので、搬入するごみ焼却処理施設から近い所から遠い所に向けて収集を行うより、搬入するごみ焼却処理施設から遠い所から近い所に向けて収集を行っていくと、CO₂ 排出量が削減できる結果となっている。 ⇒収集運搬の効率化については、収集ルートの最適化も CO₂ 排出量削減の要素となることから、収集運搬の走行距離や作業時間についても評価検証項目として想定する。

表Ⅱ-2-15の結果より、実証試験における評価（検証）項目として以下の内容を現状で想定している。令和5年度には令和4年度に実施する各種調査・検討などの結果を踏まえた上で、評価項目の見直しや具体的な評価の方法についての検討を行っていく。

- ・作業効率

一連のごみ収集作業に要する時間、作業員の乗車降車回数等で評価するとともに、可能であれば、実際の収集作業員に操作性や使用感を確認する。

- ・安全性の確保

車両周囲の通行者に対する安全性、他の通行車両に対する安全性、収集作業員に対する安全性等で評価する。

- ・自動追尾能力

ガードレール等障害物がある場合等による追尾対象作業員認識能力への影響、縁石、集積所への寄り付き（幅寄せ）性能等で評価する。

- ・使用環境

雨や雪によるセンサー検知能力への影響や遮蔽物による衛星測位システム受信状態への影響等で評価する。

- ・その他、事例調査で収集した課題への対応

自動追尾運転移行時の追尾対象作業員認識能力、自動追尾から架装部操作への切替等について、シームレスかつスムーズにできるか等で評価する。

- ・CO₂排出量

自動追尾EVごみ収集車の電力使用量や、従来収集車の燃料使用量からCO₂排出量を算出して評価する。また、収集運搬ルート最適化による走行距離や作業時間の効率化によるCO₂排出量削減も考えられる。さらに、収集車両毎にごみ焼却処理施設に搬入するごみの量やごみ質の参考となる単位体積重量を事前に提供することで、ごみの効率的な攪拌に寄与し安定燃焼や効率的な発電に繋がることも考えられるが、評価するための具体的な方法がないため、引き続き検討する必要がある。

4) 実証試験計画

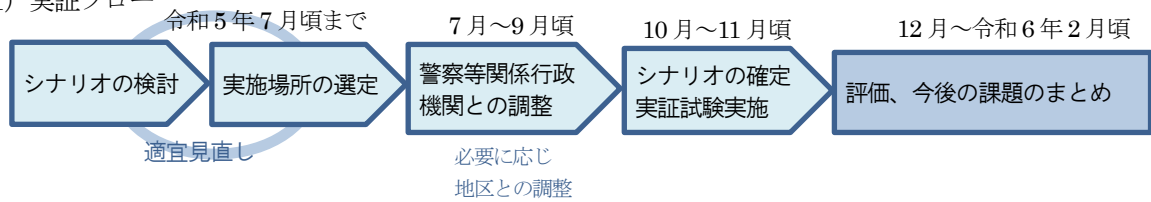
前項までの実証試験工程、シナリオ、評価検証項目等を整理してまとめた、実証試験計画は表Ⅱ-2-16に示すとおりである。

表Ⅱ-2-16 実証試験計画のまとめ

1. 実証目的	
2050 年のカーボンニュートラルに向けて、廃棄物処理分野においても脱炭素化を強力に進めて行く必要がある。また、廃棄物処理の現場において、作業の一層の効率化、作業員の負担軽減を図る必要がある。 そこで、デジタル技術を活用した自動追尾EVごみ収集車を実際のごみ収集において、又は、実際のごみ収集に近い状態で用いることにより、ごみ処理における CO₂ 削減、作業の効率化等の効果に関して検証を行う。また、その実用性を評価し、さらなる技術的改善の方向性を検討するとともに、運営体制面、制度面での課題を整理する。	
2. 実証概要	
収集作業員を追尾して自動走行する自動追尾 EV ごみ収集車を使って、自治体において選定したモデル地区の公道にて、ごみ収集作業の効率化や CO₂ 排出量削減への寄与を検討する。概要は以下のとおり。	
前提条件	・今後開発する次期車の機能を令和4年度に引き続き確認し、それを踏まえて計画を見直しつつ、詳細を検討する。 ・公道で実証を行うことを想定して計画を検討するが、公道での実施に関する関係行政機関との相談の結果を踏まえ、実証計画の見直しが必要となる可能性がある。
実証対象車両	①自動追尾車両[作業者トラッキング、周辺環境認識等] ②架装部[巻き込まれ防止装置、自動テールゲート等] ③システム構成[車載ディスプレイ、リモートHMI等]
実証時期	令和5年度
実施体制	共同実施者：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 技術支援者：新明和工業株式会社 協力：（地方自治体名： ）
実証場所	自治体のモデル地区として選定する区域 集積所間隔の短い市街地等、次期開発車の自動追尾システムが有効に機能する場所

3. 実証の方法および内容

1) 実証フロー



2) 自動追尾走行と収集作業のシナリオ

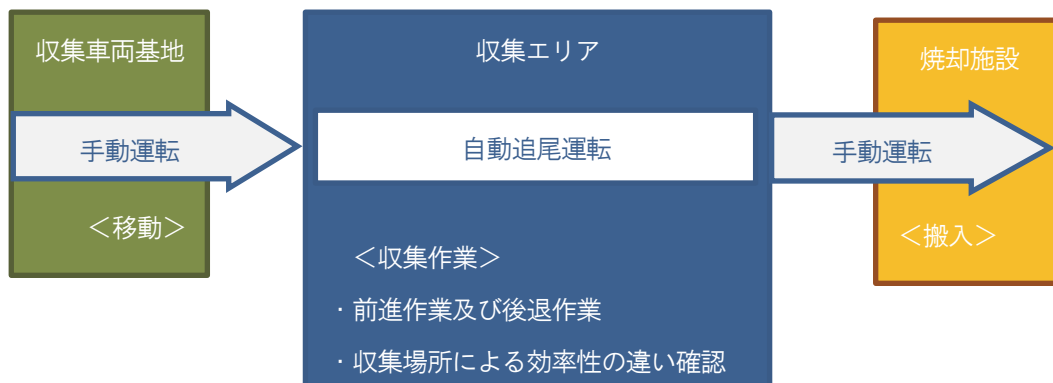
収集車両基地から運転手による手動運転で収集エリアまで移動し、収集エリアにおいて自動追尾EVごみ収集車を使用した収集作業を行い、収集作業後に運転手による手動運転で焼却施設へ搬入するまでの一連の作業を行う。

○収集作業は、前進での作業と後退（バック）での作業の両方を行う。

○収集場所による効率性の違いを確認する。

- ・ 集積所間の距離の短い場所と長い場所
- ・ 道路幅が広い場所と狭い場所
- ・ ガードレール等の設置の有無
- ・

○従来の収集車を用いて同じ場所で収集作業を行い、作業の効率性等について、自動追尾EVごみ収集車との比較を行う。



4. 評価（検証）項目

作業効率	▶一連のごみ収集作業に要する時間 ▶作業員の乗車降車回数 ▶実証モニター（実際の収集作業員モニター）による操作性、使用感を確認 ▶
安全性の確保	▶車両周囲の通行者に対する安全性 ▶他の通行車両に対する安全性 ▶作業員に対する安全性 ▶
自動追尾能力	▶ガードレールによる追尾対象作業員認識能力への影響 ▶縁石、集積所への寄り付き性能 ▶
使用環境	▶降雨降雪によるセンサー検知能力への影響 ▶遮蔽物等による衛生測位システム受信状態への影響 ▶
その他、事例調査で収集した課題への対応	▶自動追尾運転移行時の追尾対象作業員認識能力 ▶架装部操作性 ▶
CO ₂ 排出量	▶電力、燃料使用量からのCO ₂ 排出量算出 ▶

→ 項目別の評価や総合的な評価を実施し、今後の課題、展望等を検討する。

5. その他

・新型コロナ感染防止対策

正しいマスクの着用、手洗い・手指消毒の徹底、車内換気の徹底等、基本的な感染防止対策を講じることが基より、廃棄物処理業における新型コロナウイルス対策ガイドラインにおける新型コロナウイルスが付着している可能性のある廃棄物の収集運搬の際の対策にも留意して作業を行う。

・安全確保措置

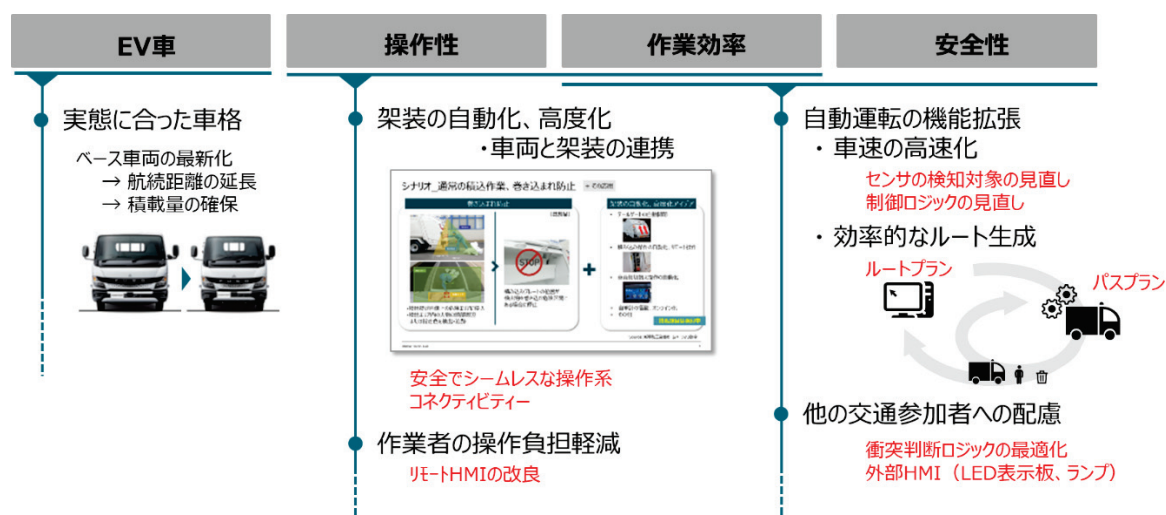
歩行者・自転車利用者や子供、高齢者、障がい者等を含む一般の道路利用者が交通のために利用する公道において、自動走行システムを用いて走行させることは、交通の安全と円滑の確保に支障を及ぼす場合があり得ることを認識し、十分な安全確保措置を講ずる。

Ⅲ. 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

事例調査や試験走行結果をもとに、試作車に必要な要素技術の検討、設計条件の整理及び要素技術の設計を行った。また、それをもとに試作車の製作方針を評価・検討し、必要な部品の試作に着手した。

1. 事例調査及び試験走行の結果を踏まえた要素技術の検討

試作車で改良すべきポイントとして「EV 車」、「操作性」、「作業効率」、「安全性」の 4 つに分類した。図Ⅲ-1-1 にそれぞれの主な改良ポイントをまとめた。



図Ⅲ-1-1 次期車での改良ポイント

（1）EV 車関連の改良ポイント

実際に自治体等で運用されているごみ収集車の車両サイズは、自治体によって異なるが、一般的には、狭い道路でも小回りができる小型車の一番小さい車幅、短い車長の車両が採用されている。実態にあった車格の車両開発が必要である。また、走行距離が長く十分な積載量が確保できることが要求されているが、これは、ごみ収集車に限った要件ではなく、EVトラック全般の問題である。EV車の一般的な開発において解決すべき問題なので、本実証では「EV車」の改良については着手せず、他の分類の要素技術の開発に注力する。

（2）操作性＋作業効率関連の改良ポイント

1) 車両・架装の連携

ごみの積込時に作業者が行う実際の作業では、車両が完全に停車状態であることを確認、運転席にある架装部を作動するためのメインスイッチを操作、車両から降りて作業

後、投入口脇にある操作スイッチにより架装部を作動させる。このように、作業者の操作性が悪く、また、作動状態の確認など状況把握が非効率な状況にある。車両と架装の個々の高機能化が進んでいるが、それぞれに操作系、センサーが存在するなど車両と架装の連携が十分進んでいないため、これらの連携がスムーズにできるシステム間のインターフェース開発が必要である。

2) 架装の自動化および高度化

作業者が行う積込作業の負担を考えた場合に、ごみ積込作業の前後に行うテールゲートの開閉があり、これらを軽減する要素技術の開発が必要である。また、リアルタイムの収集ごみ情報の共有による中間処理施設との連携も必要とされているため、ごみの体積や重量の把握、バックエンドとの情報共有の仕組みについても検討が必要である。

この他の積込作業の負担として、投入口へのごみの投入作業があり、この作業負担を軽減する手段として、一部の自治体においてコンテナ反転装置が採用されているが、普及率がまだ低いため、今回の検討対象から除外した。

3) 作業者の操作負担軽減

ごみ投入作業後に行われる積込のスイッチ操作についても、安全性に配慮しつつ、簡単かつ確実に操作できるヒューマン・マシン・インターフェース（以下、「HMI」と言う。）の開発が重要となるため、最適な操作フロー、デバイスの開発が必要である。車両制御のために採用予定のリモート HMI を活用し、架装部分の操作も同じ端末で操作する仕組みの開発が必要である。

(3) 安全性＋作業効率関連の改良ポイント

1) 自動運転の機能拡張

作業者が行う作業の中で、自動運転システムが代替することで作業負担を軽減できる機能を選定し、その機能が作動できる範囲を幅広くカバーできるように、それ実現するための要素技術の開発が必要となる。実際の使用条件や環境を整理し、システムの作動範囲の設定が重要となる。

要素技術には、車両制御ロジックと自動運転用センサーが考えられる。作業者の運転に近づけるため、自動追尾運転時の車両の高速化やごみ収集場所への幅寄せに必要な車両制御ロジックの開発が必要である。そして、作業者の追尾において、間違いなく継続的に作業者を検知し続けることができるように、最適なセンサー選定、レイアウト検討、検知ロジックの開発が必要である。

また、効率的なルート生成は、運行前として、その日の走行する全体のルート計画およびその中での自動運転場所の抽出、また、運行中として、計画されたルートを走行中の障害物回避やごみ集積場所へ幅寄せといったリアルタイムでのルート再生成が必要となる。

2) 他の交通参加者への配慮

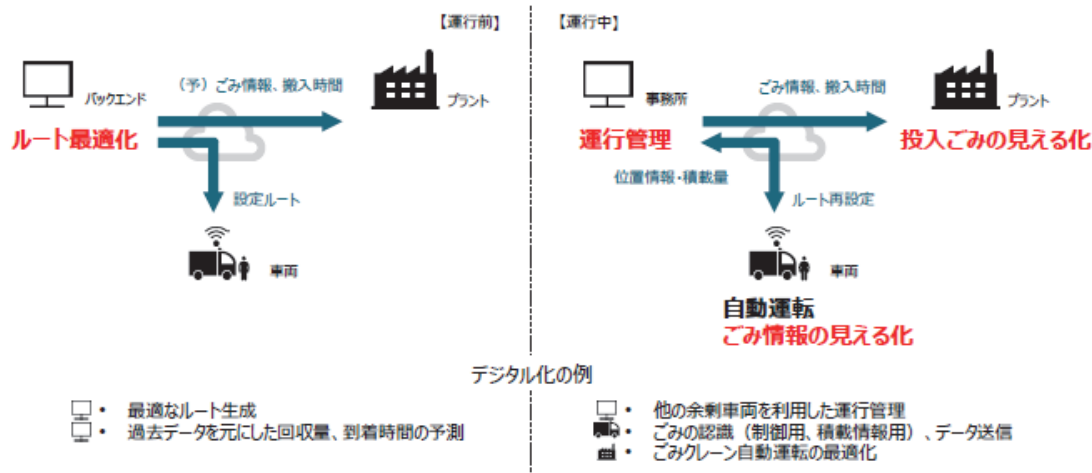
ごみ収集車は、人や自転車が多い市街地での走行が多いため、これら対象物への衝突回避の仕組みがより重要になってくる。また、ごみ収集車側からアクティブに周辺の人や車両とコミュニケーションすることで、より安全な走行が可能となる。例えば、追いつき越しできるのか、近くを通っても問題ないのかなど判断できるように、車両の現在の状態を表示することも必要である。表示方法としては、大型ディスプレイを車両後部や側面に搭載することが考えられる。ただし、表示方法は、車両に関わる法律に準拠する必要があるため、現状において制限がある。

また、表示するコンテンツについては、行政や自治体からの情報発信に利用するなど様々な活用の可能性がある。

2. 設計条件の整理及び要素技術の設計

(1) システムターゲットの明確化

当初、ごみ収集車の自動運転による収集運搬の効率化のみに着目していたが、ごみ焼却施設との連携を加えたごみ処理の全体へ範囲を広げて検討を行った。例えば車両の電力消費が最小限となる収集ルート設定、また、収集されたごみ情報の見える化、ごみ焼却施設に投入されるごみ情報の事前共有などの仕組みもターゲットに含めることにした。今回ターゲットとするシステム範囲を図Ⅲ-2-1示す。



図Ⅲ-2-1 システムのターゲット

また、自動運転としては、全てのごみ収集場面をカバーすることが時間的、技術的にも難しいため、作業者の作業負担をより軽減可能な市街地をターゲットとすることにした。図Ⅲ-2-2に示すように、まずは、ごみ集積場所の間隔が約100mより短く、集積所や戸別での収集形態をターゲットとし、その他については、他のごみ収集方法、例えばスマートごみ箱との連携や、従来の収集方式とのすみ分けを前提とした。



図Ⅲ-2-2 自動運転のターゲット

(2) 用語の定義

次に、本事業内で使用するシステムに関わる用語を表Ⅲ-2-1 のとおり定義した。運転モードとして自動運転システムが起動中の「自動追従モード」、運転手が手動で運転できる状態の「手動運転モード」に分類した。また、自動追従モードの中で、「追尾」と「指定位置停止」について、作業者とシステムの役割分担も含めて定義した。なお、今後適宜、用語の追加や定義の見直しを行っていく予定である。

表Ⅲ-2-1 用語の定義

運転モード	自動追従モード 自動運転システムが起動中 「追尾」「指定位置停止」等の機能が実行でき状態のこと			手動運転モード 自動運転システムが停止中 作業者が運転席に乗り込み、非 自動化トラックとして手動運転で きる状態のこと
	 追尾	 指定位置停止	 モード切替 自動追従→手動運転	 モード切替 手動運転→自動追従
機能				
作業者	専用端末等を使って「開始」ボタンを押し、追尾開始を要求する	走行ルート上で、専用端末等から停止位置を指定する	自動運転システムの「ストップ」ボタンを押し、モード切替を要求する	自動運転システムの「スタート」ボタンを押し、モード切替を要求する
システム	専用端末等を持った作業者を識別し、作業者が遠ざかればそれを追いかけて走行する。一定以下の間隔になると停止するが、作業者が近付いても作業者と反対の方向には動かない	専用端末の位置から停止位置を計算し、車両を自動的に移動させ、指定された位置に到達したら停止する	運転モードが手動運転モードに切り替わる	運転モードが自動追従モードに切り替わる

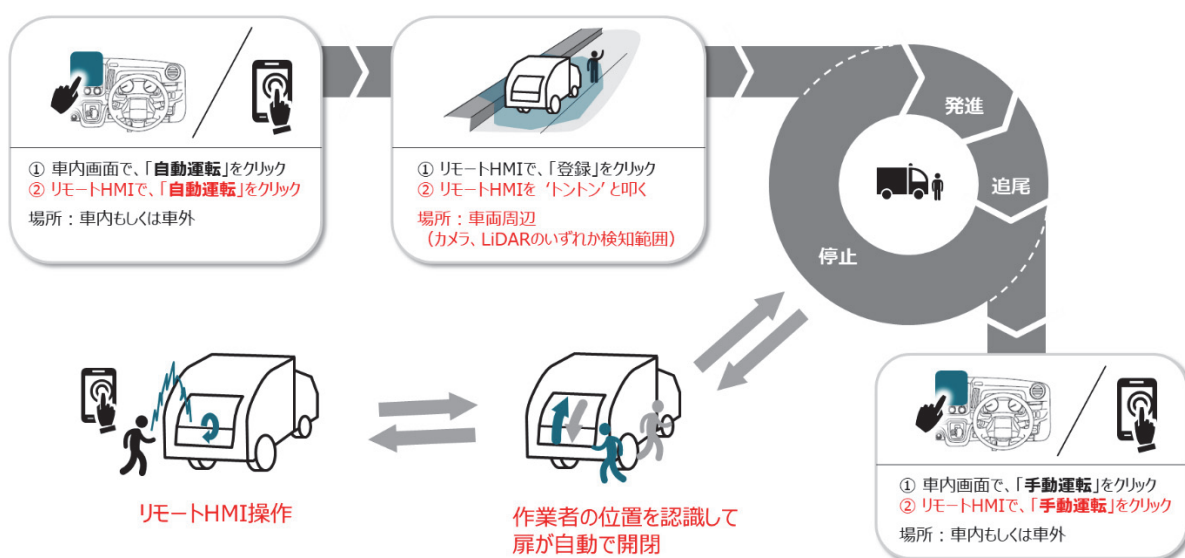
(3) ユースケース設定による設計条件の整理

1) 車両走行以外のユースケース

車両を自動走行させるために、まず、車両のモードとして「手動運転」から「自動運転」への切替え操作が必要である。また、逆に車両を手動運転させるためには、先程と逆の操作「自動運転」から「手動運転」への切替え操作が必要である。方法としては、車内にいる運転手が車内ディスプレイやリモート HMI から操作、また、車外からリモート HMI で切替え操作することを想定している。

その後、降車して追尾する人を登録させる必要がある。登録は、場所を限定せず車両センサーが検知できる車両周辺の広い範囲とする。

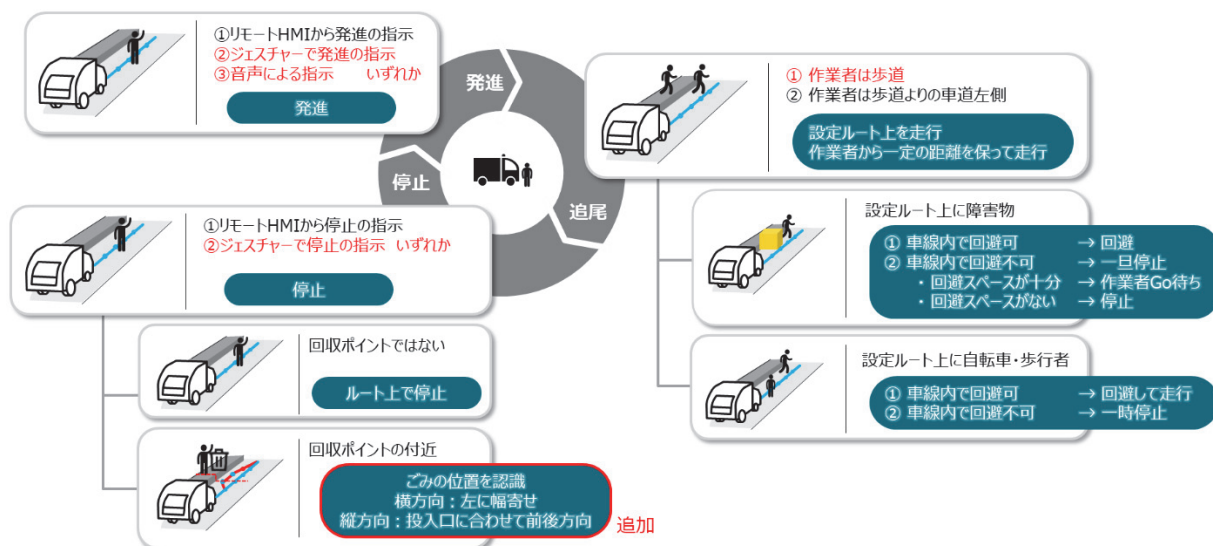
それぞれの手法は、図Ⅲ-2-3 にあるようないくつかの候補を検討したが、開発の中で最適な手法に絞り込む予定である。



図Ⅲ-2-3 車両走行以外のユースケース

2) 車両走行のユースケース

車両が自動運転モードになり、追尾対象作業者の登録完了後、車両は追尾対象作業者を追尾して発進、停止を繰り返す。車両走行の代表的なユースケースを図Ⅲ-2-4 に示す。発進の指示方法は、リモート HMI からの指示の他に、追尾対象作業者のジェスチャーや音声も候補として検討する。自動運転モードの車両は、設定ルートを追尾対象作業者に追尾して走行するが、車のセンサーでは追尾対象作業者の検知が難しい植込みやガードレールがあるような歩道を歩くシーンも想定する。また、収集ポイントでは、ごみ位置をセンサーで検知して、ごみを積込しやすい位置へ車両を幅寄せすることも検討する。なお、追尾対象作業者の指示方法としては、いくつか候補を挙げているが、開発の中で最適な手法に絞り込む予定である。



図Ⅲ-2-4 車両走行のユースケース

3) 架装のユースケース

架装部分の様々なユースケースを図Ⅲ-2-5に示す。

① リモート HMI

積込板の操作は、現状、投入口の左にある操作盤でしか操作できないため、作業者が操作のたびに左の操作盤まで移動する必要がある。しかし、作業者の作業位置によっては、操作盤まで移動することが煩わしい場合がある。そこで、作業者が持っているリモート HMI を利用して、遠隔から架装部分の操作を行うことを可能とする。

② 扉の自動開閉

車両移動時のごみの飛散を防ぐために頻繁に行っている扉の開閉を自動化することを検討した。作業者が投入口に近づくと扉が開き、逆に作業者が作業を終えて車両前方や離れたところへ移動した場合に扉が閉まる機能を追加する。なお、開閉中に作業業者や作業業者以外の人、扉に触れたり近づいたりした場合、扉は安全のために自動で停止する。

③ 巻き込み防止装置

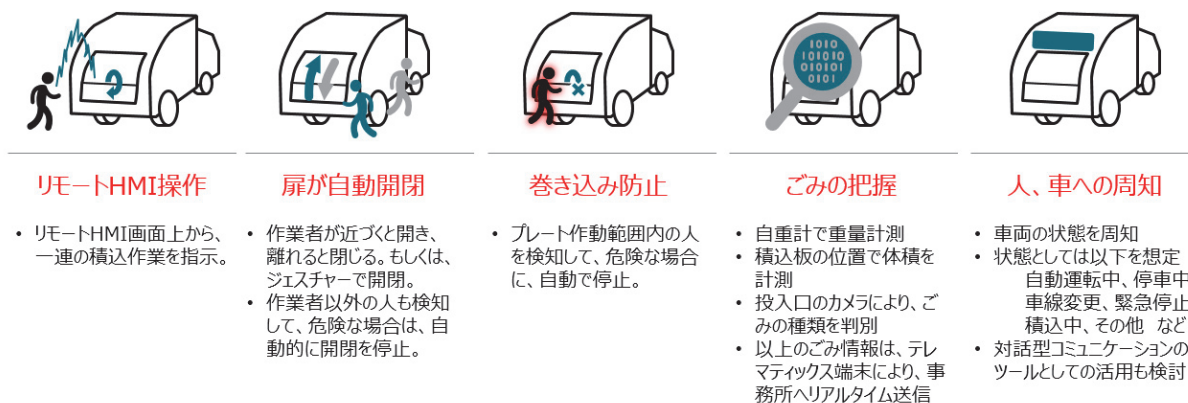
作業者の安全を確保するため、作業者の積込板への巻き込みを防止する装置を追加する。既に緊急停止ボタンやプレートが設置されているが、より安全に使用するために、投入口に作業者の頭や手が入り込んだことを検知、危険な場合に積込板を自動で停止する機能を追加する。

④ ごみの把握

収集したごみのデータをリアルタイムに計測し、テレマティクス端末を経由してごみ収集運用監視システムへデータを送信する機能を追加する。ごみの情報としては、車載センサーによって重量、圧縮板の位置によって体積を計測する予定である。

⑤ 周辺の人や車への周知

車両が自動運転していることを周辺の人や車へ周知する表示板を車両後面や側面に搭載する。表示する内容は、周辺の人や車に有益な情報として、自動運転中の様々な車の状態、架装作動状態を表示する予定である。また、自治体からの情報発信や対話型コミュニケーションのツールとしての活用も検討する。



図Ⅲ-2-5 架装関連のユースケース

(4) 作動範囲の設定

要素技術の設計にあたり、システムの運行設計領域（以下、ODD という。）の設定を行った。表Ⅲ2-2 に示すような道路環境、走行状態、走行環境、認識対象について、本システムに適用するものと、今回の実証の適用外とするもの、適用外とする理由について整理した。

適用項目が増えるほど、利用シーンが増える一方で、様々な要素技術やその高い技術レベルが要求されることになる。本実証事業においては、実現ができる機能から順々に実証して課題を出し、次の機能アップに反映する方針であることから、開発を進める中で、適用・適用外の内容は適宜変更していく。

また、今後の実証試験の計画においては、関連法令（道路運送車両法や道路交通法など）を鑑み、これらの適用項目が確認できる場所や時間帯、条件の選定が必要となる。

表Ⅲ-2-2 システムの運行設計領域の設定

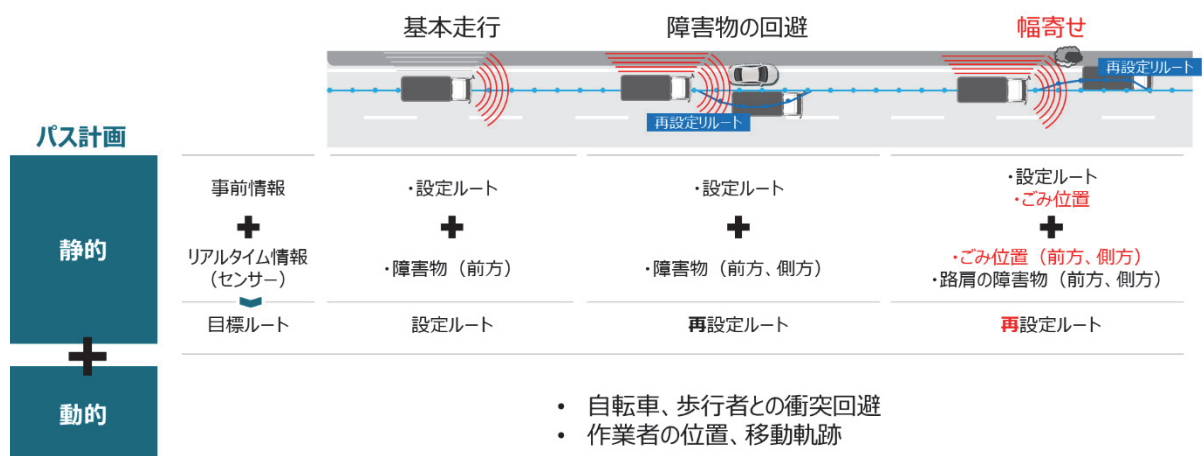
	✓ 適用		✗ 適用外	適用外とする理由	
	現行車	現行車からの追加			
道路環境	単路	交差点 (信号無・優先側) ・停止、待機位置はシステム判断。 ・再発進タイミングがオペレーター判断。	交差点 (信号有) 交差点 (信号無、非優先側) (一時停止あり) 踏切	→ リアルタイムな信号現示情報の取得が必要 取得可能な交差点は限定されるため → 交差点停止、待機位置情報の取得が必要 対象の場所の高精度な地図情報が必要のため → 踏切通過は、複雑な走行環境で認識が難しいため	インフラ連携 高精度地図 テクニカル
	平たん路	緩いスロープ	急坂	→ 速度制御が難しいため	テクニカル
	段差なし		段差あり、歩道のスロープ	→ 速度制御が難しいため	テクニカル
走行状態	直進 (前進、後退) 左折	車線変更 (Op判断で再発進) 右折 (右折待機がOp判断に限る)			
走行環境	日中	夜間 (カメラセンサの性能による)	強い雨、雪	→ センサ検知性能。一般的な課題。	テクニカル
	住宅街		ビル街、トンネル、高架下	→ GPSを安定して受信できないため	テクニカル
	工場、施設内 (広い開けた敷地内の道、スペース)		建物内、深い軒下	→ GPSを安定して受信できないため	テクニカル インフラ連携
認識対象	自動車、歩行者	バイク、自転車			
	電柱、静止障害物	ガードレール 道路標識、垣根	Op: オペレーター＝作業員	*** : 実現するために解決すべき主な課題	

(5) 要素技術の設計

自動運転システムを実現するためのキーとなる個々の要素技術について設計したので、その結果を説明する。

1) パス計画

自動走行では基本的に事前に設定されたルートを行くが、本車両に追尾対象作業者を追尾する機能があるため、追尾対象作業者の位置や移動軌跡を認識して、それらの全ての情報をもとに車両を制御することになる。また、実際は走行ルート上に静止障害物が存在、さらに自転車や歩行者といった移動障害物が存在するため、これらとの衝突を回避する必要がある、ルート上のパスを常に計算しながら走行している。次期車では、図Ⅲ-2-6の右にあるような、ごみへの幅寄せの機能追加を検討中であり、路肩の障害物、ごみ位置の検知ロジック、幅寄せの車両制御ロジックの追加が必要なる。



図Ⅲ-2-6 パス計画のイメージ

2) 追尾対象作業者の登録、トラッキング

追尾を開始する前に、システムに対して追尾対象となる追尾対象作業者登録、また、それに追尾するため、登録した追尾対象作業者をトラッキングする必要がある。図Ⅲ-2-7 に、追尾対象作業者の登録の流れとシステム処理を示す。実際の想定されるシーンにおいて、いくつかの問題点があるため、それぞれの解決方法と対応案を検討した。

まず、追尾対象作業者が車から見て歩行者や物陰に隠れて見にくくなる場合がある。車両センサーから見て物理的な死角になり、既存のセンサーだけでは検知ができなくなる。よって、追尾対象作業者に高精度 GPS レシーバーを持ってもらい、その位置情報を常に車両が受信することで、位置の特定をするようにする。

また、追尾対象作業者の周りに複数の人がいる場合、既存のセンサーだけでは追尾対象作業者のトラッキングが難しく、誤認識する可能性がある。よって、先に述べた高精度 GPS レシーバーの位置情報の活用と同時に、カメラによる認識結果を併用することで、誤認識を減らすようにする。

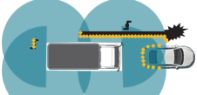
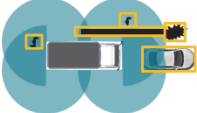


図Ⅲ-2-7 追尾対象作業者の登録への対応

3) センサーの検討

前述のとおりセンサーによる周辺環境認識、障害物や人の認識が重要となるため、搭載するセンサーの仕様、検知物について検討した。検討結果を図Ⅲ-2-8 にまとめた。

センサーについては、プロトタイプ車両での搭載しているセンサーと同じ LiDAR と超音波センサーを次期車でも搭載するが、その他に追尾対象作業者のトラッキング精度向上とごみの種別判定と位置検出のため、カメラセンサーも併用することとする。カメラセンサーとしては、車両全周囲を認識できる特殊構造のハードウェア、画像から様々な物体を識別するソフトウェアの両方の開発が必要となる。

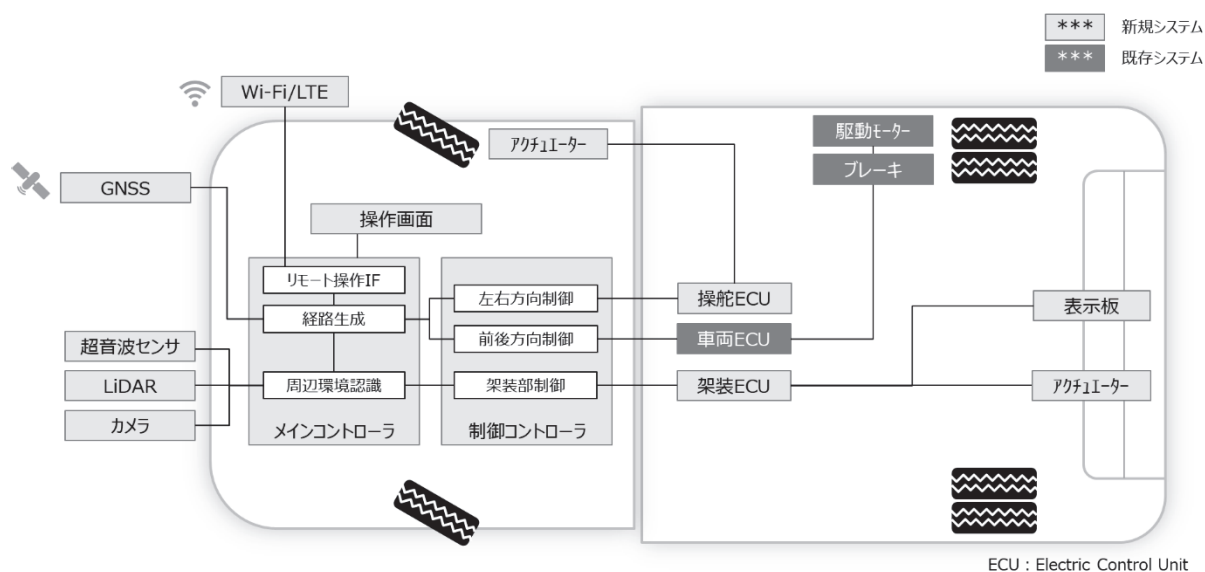
	検知範囲（イメージ）・センサ情報	検出物	センサの特徴	現行車・次期車
超音波センサ	 面として検出	✓ 障害物 / あり・なし ✓ 障害物 / 距離	近接の障害物認識	☒ · ☒
LiDAR	 - 点または点群として検出 - グルーピングで大きさを検知	✓ 障害物 / 位置、大きさ ✓ 物体 / 位置、大きさ	距離の分解能 物体と動きのパターンからAI学習で人を判別可能	☒ · ☒ （現行車）人の判別は非対応
カメラ （各センサは車両周囲360度をカバーする位置へ配置）	 パターン認識により物体として検知	✓ 障害物 / 位置、大きさ、種類 ✓ 人 / 位置、大きさ ✓ 道路地物の認識	種類の判別性、トラッキング性 - AI学習によって、種類の判別も可能 - 物陰で一部のみ見える場合でも、パターン認識を利用することで検知可能 - 画像情報を使うことで多くの特徴を利用できるため、障害物のトラッキングが可能	☐ · ☒

図Ⅲ-2-8 搭載センサーの仕様検討

3. 実用化に向けた EV ごみ収集車試作車両の製作方針の評価・検討

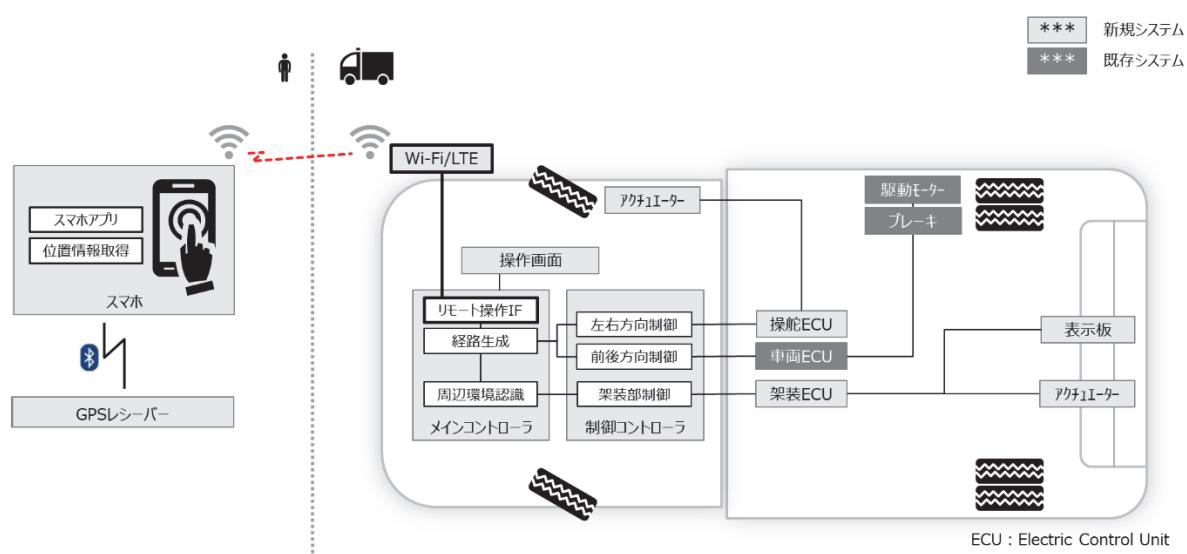
これまでの要素技術を車両やリモート HMI へ組み込み製作するにあたり、システム構成を検討した。

車両のシステム構成を図Ⅲ-3-1 に示す。自動運転用として、前後方向制御については既存の車両 ECU（Electric Control Unit）を流用しつつ、横方向制御については外部から制御指示が可能な新開発の EV 車用電動パワステを搭載する。そのほかに、周辺環境認識用のセンサー、車両位置情報を取得する GNSS、リモート HMI やバックエンドと通信するための通信機器、複数のコントローラー、操作用ディスプレイを搭載する予定である。また、架装部分の制御も必要となるため、制御コントローラー内に架装部制御ソフトが追加となる。



図Ⅲ-3-1 車両のシステム構成図

次にリモート HMI のシステム構成を図Ⅲ-3-2 示す。追尾対象作業者にはリモート HMI アプリが入ったスマートフォン（以下、スマホと略す。）を常に保持してもらう。スマホと車両は Wi-Fi 接続され、追尾対象作業者の操作情報や車両の制御情報が通信で共有される。スマホ画面上では、追尾対象作業者からの車両や架装への様々な指示、車両状態の確認が行われる。また、追尾対象作業者のより精度の高い位置情報を取得するため、ポータブルの GPS レシーバーを追尾対象作業者に保持してもらう。レシーバーとスマホは Bluetooth 接続され、GPS レシーバーの位置、つまり追尾対象作業者の位置情報は、スマホを経由して車両側へ送信される。なお、複数の作業者で作業することを想定し、2 台のリモート HMI と車両が通信できるようにする。



図Ⅲ-3-2 リモート HMI の車両のシステム構成図

4. 試作車両の製作方針に則り試作車両に必要な部品の試作

現在想定している次期車の主要諸元を表Ⅲ-4-1に示す。

なお、本仕様は現時点での案であって、最終的に変更になる場合がある。

表Ⅲ-4-1 主要諸元

ベース車両	・ 小型 EV トラック ・ 標準幅キャブ ・ 車両寸法：全長 約 5m、全幅 約 1.7m ・ ホイールベース：2.8m ・ 積載量：2t 積 ・ 一回の充電走行距離：100km 以上
架装部	・ プレス式もしくは回転式塵芥車 ・ 積込容積：4m³ 以上

試作車両に必要な主要な構成部品を図Ⅲ-4-1、試作部品の詳細リストについて表Ⅲ-4-2に示す。



図Ⅲ-4-1 試作車両に必要な構成部品

表Ⅲ-4-2 R3 年度の試作品リスト

機能		試作部品		備考
車両	ODD 拡大_速度	高精度 GNSS	RTK-GPS + IMU 搭載 GNSS	
		操舵システム	フル電動パワステリリング	R4 年度：ソフト改修
		周辺環境認識センサー*1	Lidar 超音波センサー	R4 年度：カメラセンサー追加
		制御コントローラー	汎用コントローラー	
		センサー	上記*1 と同じ	R4 年度：ロジック開発、カメラセンサー追加
	作業者トラッキング	ポータブル GPS レシーバー	小型 RTK-GPS	
		センサー	上記*1 と同じ	R4 年度：ロジック開発、カメラセンサー追加
		ごみへの幅寄せ		
		リモート HMI	Android 専用アプリ	R4 年度：アプリの改良
		スマホ（仮）	Android スマホ	R4 年度：ハード改良
架装	巻き込まれ防止	センサー	上記*1 と同じ	R4 年度：ロジック開発
		センサー	上記*1 と同じ	R4 年度：ロジック開発
		自動テールゲート		R3 年度：設計のみ
	ごみの認識	自重計		R3 年度：設計のみ
		リモート HMI		
		車両リモート HMI と共通		

IV. 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4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4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

北川 仁 川崎市 環境局生活環境部廃棄物政策担当 担当課長

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 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

(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検討会

日時：令和3年12月15日（水）16：30～18：15

場所：航空会館 701・702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
北川 仁	川崎市 環境局生活環境部廃棄物政策担当 担当課長（オンライン出席）
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 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】

筒井 誠二	環境省 環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 課長
山田 浩司	同課 総括課長補佐
小林純一郎	同課 課長補佐
田中 嘉彦	同課 課長補佐
越智 俊二	同課 環境専門員
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一部 部長
田中 一幸	同部 次長
栗村 政明	同部 技術審議役
神谷 康之	同部 課長
小宮山雅治	同部 建設指導課 技師
溝田 健一	同 総局資源循環低炭素化部企画・再生可能エネルギー事業課 課長
木村麻美子	同課 主任
西畑俊太郎	同課
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検討会

日時：令和4年2月14日（月）13：30～16：00

場所：日本自動車研究所 本館会議室、試験走行会場 茨城県つくば市荻間 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（欠席）
北川 仁	川崎市 環境局生活環境部廃棄物政策担当 担当課長（オンライン出席）
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 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】

筒井 誠二	環境省 環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 課長（オンライン出席）
山田 浩司	同課 総括課長補佐
小林純一郎	同課 課長補佐（オンライン出席）
田中 嘉彦	同課 課長補佐（オンライン出席）
越智 俊二	同課 環境専門員（オンライン出席）
後藤 勇喜	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一部 部長
田中 一幸	同部 次長
栗村 政明	同部 技術審議役
神谷 康之	同部 課長
小宮山雅治	同部 建設指導課 技師
塙 英夫	同課 専任調査役
立尾 浩一	同 総局資源循環低炭素化部 部長
木村麻美子	同部 企画・再生可能エネルギー事業課 主任
西畑俊太郎	同課
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検討会

日時：令和4年3月10日（木） 13：30～15：30

場所：航空会館 701・702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
北川 仁	川崎市 環境局生活環境部廃棄物政策担当 担当課長
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 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 (オンライン出席)

【環境省】

山田 浩司	同課 総括課長補佐
小林純一郎	同課 課長補佐（オンライン出席）
田中 嘉彦	同課 課長補佐
越智 俊二	同課 環境専門員
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一部 部長
田中 一幸	同部 次長
栗村 政明	同部 技術審議役
神谷 康之	同部 課長
小宮山雅治	同部 建設指導課 技師
塙 英夫	同課 専任調査役
立尾 浩一	同 総局資源循環低炭素化部 部長
木村麻美子	同課部 企画・再生可能エネルギー事業課 主任
西畑俊太郎	同課
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検討会

(議事次第)

1. 開会
2. 議事
 - (1) 検討会の設置
 - (2) 事業概要
 - (3) 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の検討における事例調査、ヒアリング調査について
 - (4) 模擬道路での実際のごみ収集作業に即した試験走行について
 - (5) その他
3. 閉会



写真1 第1回検討会開催状況

2) 第2回 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検討会

(議事次第)

1. 開会
2. 議事
 - (1) 試験走行概要説明
 - (2) 多目的市街地での試験走行
 - (3) 第1回検討会指摘事項への対応状況
 - (4) 事例調査結果と実証内容検討の方向性
 - (5) その他（次回日程の確認：令和4年3月10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) 自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発について
 - (3) 自動追尾 EV ごみ収集車による 実証 計画について
 - (4) その他
3. 閉会



写真3 第3回検討会開催状況

資料編（１）

EV ごみ収集車の導入事例調査ヒアリングシート回答

EV ごみ収集車の導入事例調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	神奈川県	団体名	厚木市
所属	環境事業課		

質問事項

[1. 収集形態、収集方式]

1-1 家庭系一般廃棄物の収集形態をご教示ください。

ご回答

- a. 可燃ごみ ☒ 直営 ☒ 委託 b. 不燃ごみ (直営、☒ 委託) c. 資源ごみ ☒ 直営 ☒ 委託
d. 粗大ごみ ☒ 直営 ☐ 委託 e. その他 (_____ 直営、委託)

1-2 EV ごみ収集車が収集対象とする一般廃棄物の種類をご教示ください。(複数選択可能)

ご回答

- a. ☒ 可燃ごみ b. 不燃ごみ c. 資源ごみ d. 粗大ごみ
e. ☒ その他 (容器包装プラを予定。)

1-3 可燃ごみの収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。また、EV ごみ収集車が対象としている収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。(2021年4月現在)

ご回答

可燃ごみの収集エリア

面積 93.83 km² 人口 223,724 人 世帯数 101,165 世帯

EV ごみ収集車の対象エリア

面積 未定 km² 人口 人 世帯数 世帯

1-4 可燃ごみの収集方式ごとの集積所数をご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象箇所についてもご教示ください。

ご回答

a. ステーション収集 5,887 箇所
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 未定 箇所

b. 一部戸別収集をしているステーション収集（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）
その内、EV ごみ収集車の対象箇所（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）

c. 戸別収集 2,625 箇所
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 未定 箇所

d. その他（ 箇所）
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 箇所

1-5 可燃ごみの集積所形態として、どの形態が多いでしょうか、多い順にご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象についてもご教示ください。

ご回答

[データなし]

①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ
⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

EV ごみ収集車の対象

[運用前のためデータなし]

①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ
⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

集積所形態の参考写真



[2. 可燃ごみ用のごみ収集車について]

2-1 保有する EV ごみ収集車の積載重量別の台数をご教示ください。また、従来パッカー車は、収集形態別に保有する車両について、動力源別の積載重量と台数をそれぞれご教示ください。			
ご回答	EV ごみ収集車 (令和4年3月導入予定)		積載重量 <u>1.5 t</u> 台数 <u>1 台</u>
	従来パッカー車 直営	動力源 <u>ディーゼル</u>	積載重量 <u>2 t</u> 台数 <u>46 台</u>
		動力源 <u>ディーゼル</u>	積載重量 <u>4 t</u> 台数 <u>4 台</u>
		委託 動力源 _____	積載重量 _____ t 台数 _____ 台
		動力源 _____	積載重量 _____ t 台数 _____ 台
2-2 EV ごみ収集車の車両諸元をご教示ください。また、従来パッカー車は、EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両の諸元(カタログ値)をご教示ください。			
ご回答	EV ごみ収集車		
	車体寸法 <u>5.96 m</u>	b. 最小回転半径 _____ m	c. 積載重量 <u>1.5 t</u>
	電 費 <u>1.92 km/kWh</u>		
	架装部圧縮形式: <u>回転板</u> 架装部排出形式: <u>ダンプ</u>		
	従来パッカー車 (EV ごみ収集車と同程度容量の車両で動力源が複数ある場合は動力源別に)		
	動力源 <u>ディーゼル</u>		
ご回答	車体寸法 <u>5.21 m</u>	b. 最小回転半径 <u>4.8 m</u>	c. 積載重量 <u>2 t</u>
	燃 費 <u>3.5 km/L</u>		
	架装部圧縮形式: <u>回転板</u> 架装部排出形式: <u>ダンプ</u>		
2-3 EV ごみ収集車の充電方式とその方式の採用理由(メリット等)をご教示ください。			
ご回答			
200V 普通充電			
11時間で充電完了となるため、EV ごみ収集車の運用上、急速充電設備は必要ないと判断したため。			
2-4 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続可能距離(カタログ値)をお答えください。			
ご回答			
バッテリー容量 <u>81 kWh</u>			
満充電時航続可能距離 <u>100 km</u>			
2-5 EV ごみ収集車の購入費用をご教示ください。			
ご回答 (リース契約にて導入予定 月額: 約45万円)			
車両本体 _____ 円 バッテリー _____ 円 その他 _____ 円			

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

[3. 可燃ごみ用ごみ収集車の運用状況について]

3-1 EV ごみ収集車 1 台当たりの日数ベースの稼働率（365 日に対する割合）はどの程度でしょうか。また、1 日当たりの焼却施設への平均搬入回数はどの程度でしょうか。なお、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な稼働率、焼却施設への搬入回数もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車の稼働率 _____ %（365 日に対する割合）
	EV ごみ収集車の焼却施設への平均搬入回数 _____ 回/日
	従来パッカー車（EV ごみ収集車と同程度積載重量車両）の稼働率 <u>60</u> % [その車両の積載重量 <u>2</u> t]
	従来パッカー車（同上）の焼却施設への平均搬入回数 <u>4</u> 回/日
3-2 上記 3-1 の稼働率に影響を及ぼした要因として、具体的にはどのようなものが挙げられますか。EV ごみ収集車、従来のパッカー車ごとにご教示ください。（気象条件、稼働開始の遅れ、故障等による稼働停止等）	
ご回答	EV ごみ収集車の場合
	従来のパッカー車の場合 整備・点検のため、予備車を用意しているため、稼働率は 60% となっている。
3-3 EV ごみ収集車 1 台当たり、焼却施設への搬入 1 回当たりの平均収集ごみ重量と積載率はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な収集ごみ重量と積載率もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車（焼却施設への搬入 1 回当たり） 平均収集ごみ重量 _____ kg/1 回搬入 積載率 _____ %
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両） 平均収集ごみ重量 <u>1,700kg</u> /1 回搬入 積載率 <u>85</u> %
3-4 EV ごみ収集車 1 台当たりの平均的な移動距離はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な移動距離もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの移動距離 _____ km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 _____ km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 _____ km
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両）
	収集エリアまでの移動距離 <u>7</u> km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 <u>0.7</u> km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 <u>7</u> km

3-5 上記 3-4 を走行する際の平均移動速度をご教示ください。

なお、機器による測定結果がない場合は、ご担当者の感覚でお答えください。

ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの平均移動速度 _____ km/h
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 _____ km/h
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 _____ km/h
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両）
	収集エリアまでの平均移動速度 _____ 35 km/h
ご回答	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 _____ 15 km/h
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 _____ 35 km/h
3-6 EV ごみ収集車の集積所 1 か所当たりにおける作業時間、架装部稼働頻度はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来のパッカー車の場合で差異があるようでしたら、ご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車
	作業時間 _____ 分/1 集積所 架装部稼働頻度 _____ 回/1 集積所
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両で差異がありますか） [ある ない]
	ある場合 作業時間 _____ 1 分/1 集積所 架装部稼働頻度 _____ 15 回/1 集積所
3-7 EV ごみ収集車について、バッテリーの充電、もしくは交換頻度とそれぞれの 1 回当たりに要する時間をご教示ください。	
ご回答	充電式バッテリーの場合
	充電頻度 _____ 回/ _____ 充電時間 _____ 分/回
	交換式バッテリーの場合
	交換頻度 _____ 回/ _____ 充電する際に要する時間 _____ 分/回

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

〔4. 電費〕

4-1 EV ごみ収集車の電費記録があればその結果をご教示ください。
ご回答
4-2 上記 4-1 がない場合、以下の諸数値をご教示ください。
ご回答 走行距離（年間 <u> </u> km、1 収集当たり <u> </u> km） 消費電力量または充電電力量（年間 <u> </u> kWh、1 収集当たり <u> </u> kWh）
4-3 EV ごみ収集車の電費に影響を及ぼすものとして、大きな要因と考えられるものをご教示ください。（複数回答可）
ご回答 a. 1 充電サイクル中の作業時間 b. ごみ収集エリアまでの移動距離、 c. ごみ収集作業中の移動距離 d. 圧縮装置等の架装部の稼働頻度 e. エアコンの使用 f. 積載量の増加 g. 走行の仕方 h. その他（ ）

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

〔5. CO2 削減量、削減コスト〕

5-1 CO2 排出削減量を試算した記録がありましたら、ご教示ください。
ご回答
5-2 上記 5-1 がない場合、以下の諸量をご教示ください。
ご回答 a. EV ごみ収集車と同程度容量の従来パッカー車の燃料消費量（動力源が複数ある場合は動力源別） （年間 <u> </u> L、及び 1 収集当たり <u> </u> L） b. EV ごみ収集車の消費電力量または充電電力量 [4-2 でご回答頂いている場合は省略して結構です。] （年間 <u> </u> kWh、及び 1 収集当たり <u> </u> kWh）

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

〔6. 課題等〕

6-1 EV 車全般の一般的課題がありましたら、ご教示ください。
ご回答 運用面：航続距離が短い。 技術面： その他：導入の際の費用が高額である。
6-2 EV ごみ収集車特有の課題がありましたら、ご教示ください。
ご回答 運用面：バッテリー等の重量が嵩むため、同規模のエンジン車と比べて積載量が少なくなる。 技術面： その他：導入の際の費用が高額である。

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、導入した際の想定でも結構ですので、記載願います。

以上

EV ごみ収集車の導入事例調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	川崎市	団体名	
所属	川崎市役所環境局生活環境部廃棄物政策担当		

質問事項

[1. 収集形態、収集方式]

1-1 家庭系一般廃棄物の収集形態をご教示ください。

ご回答

- a. 可燃ごみ (直営) (委託) b. 不燃ごみ (直営) (委託) c. 資源ごみ (直営) (委託)
 d. 粗大ごみ (直営) (委託) e. その他 (_____ 直営、委託)

1-2 EV ごみ収集車が収集対象とする一般廃棄物の種類をご教示ください。(複数選択可能)

ご回答

- a. 可燃ごみ b. 不燃ごみ c. 資源ごみ d. 粗大ごみ
 e. その他 ()

1-3 可燃ごみの収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。また、EV ごみ収集車が対象としている収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。(2021年4月現在)

ご回答

可燃ごみの収集エリア

面積 144.35 km² 人口 1,539,946 人 世帯数 752,694 世帯

EV ごみ収集車の対象エリア

面積 0.5248 km² 人口 8,917 人 世帯数 5,446 世帯

1-4 可燃ごみの収集方式ごとの集積所数をご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象箇所についてもご教示ください。

ご回答

- a. ステーション収集 51,956 箇所
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 217 箇所
- b. 一部戸別収集をしているステーション収集（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）
その内、EV ごみ収集車の対象箇所（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）
- c. 戸別収集 箇所
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 箇所
- d. その他（ 箇所）
その内、EV ごみ収集車の対象箇所 箇所

1-5 可燃ごみの集積所形態として、どの形態が多いでしょうか、多い順にご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象についてもご教示ください。

ご回答

- [①→⑧→⑦→④→③→②→⑥→⑤]
- ①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ
⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

EV ごみ収集車の対象

- [①→⑧→⑦→④→③→②→⑥→⑤]
- ①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ
⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

集積所形態の参考写真



〔2. 可燃ごみ用のごみ収集車について〕

2-1 保有する EV ごみ収集車の積載重量別の台数をご教示ください。また、従来パッカー車は、収集形態別に保有する車両について、動力源別の積載重量と台数をそれぞれご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車 積載重量 <u>1. 3 5 t</u> 台数 <u>1 台</u>
	従来パッカー車 直営 動力源 <u>軽油</u> 積載重量 <u>2. 0 t</u> 台数 <u>1 7 3 台</u>
	動力源 <u>軽油</u> 積載重量 <u>2. 3 5 t</u> 台数 <u>3 9 台</u>
	委託 動力源 <u>軽油</u> 積載重量 <u>2. 9 5 t</u> 台数 <u>4 台</u>
	動力源 <u>軽油</u> 積載重量 <u>3. 0 t</u> 台数 <u>5 台</u>
2-2 EV ごみ収集車の車両諸元をご教示ください。また、従来パッカー車は、EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両の諸元（カタログ値）をご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車 車体寸法 <u>5 0 3 0 m</u> b. 最小回転半径 <u>4. 4 m</u> c. 積載重量 <u>1. 3 5 t</u> 電 費 <u>1. 5 km/kWh</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板式</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u>
	従来パッカー車（EV ごみ収集車と同程度容量の車両で動力源が複数ある場合は動力源別に） 動力源 <u>軽油</u> 車体寸法 <u>5 2 6 0 m</u> b. 最小回転半径 <u>4. 8 m</u> c. 積載重量 <u>2. 0 t</u> 燃 費 <u>3. 6 km/L</u> 架装部圧縮形式： <u>回転板式</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ</u>
2-3 EV ごみ収集車の充電方式とその方式の採用理由（メリット等）をご教示ください。	
ご回答	【充電方式】電池交換式 【メリット等】 ・電池交換ステーションをごみ焼却場で設置することで、廃棄物発電を活用することができる。 ・交換用電池を保有することで、充電時間が必要なくなる。 ・交換用電池を複数保有することで、電池の不具合による欠車を防止できる。
2-4 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続可能距離（カタログ値）をお答えください。	
ご回答	バッテリー容量 <u>4 0 kWh</u> 満充電時航続可能距離 <u>6 0 km</u>
2-5 EV ごみ収集車の購入費用をご教示ください。	
ご回答	車両本体 <u>1 9 0 0 万円（車載用電池1個含む）</u> 交換用電池（2個） <u>7 0 0 万円</u> その他 <u>円</u>

〔3. 可燃ごみ用ごみ収集車の運用状況について〕

3-1 EV ごみ収集車 1 台当たりの日数ベースの稼働率（365 日に対する割合）はどの程度でしょうか。また、1 日当たりの焼却施設への平均搬入回数はどの程度でしょうか。なお、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な稼働率、焼却施設への搬入回数もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車の稼働率 <u>60%</u> （365 日に対する割合）（R2 年度末時点）
	EV ごみ収集車の焼却施設への平均搬入回数 <u>4 回/日</u>
	従来パッカー車（EV ごみ収集車と同程度積載重量車両）の稼働率 <u>82%</u> [その車両の積載重量 <u>2.0t</u>]
	従来パッカー車（同上）の焼却施設への平均搬入回数 <u>4.6 回/日</u>
3-2 上記 3-1 の稼働率に影響を及ぼした要因として、具体的にはどのようなものが挙げられますか。EV ごみ収集車、従来のパッカー車ごとにご教示ください。（気象条件、稼働開始の遅れ、故障等による稼働停止等）	
ご回答	EV ごみ収集車の場合 不具合や故障等による稼働停止、悪天候のため水没のリスクを考慮した稼働停止、繁忙期の積載量が多い方が望ましい場合、予備の従来パッカーを活用するため稼働停止、車検や定期点検期間の稼働停止
	従来のパッカー車の場合 車検や定期点検期間の稼働停止、故障の修繕のため稼働停止
3-3 EV ごみ収集車 1 台当たり、焼却施設への搬入 1 回当たりの平均収集ごみ重量と積載率はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な収集ごみ重量と積載率もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車（焼却施設への搬入 1 回当たり） 平均収集ごみ重量 <u>1000kg/1 回搬入</u> 積載率 <u>74%</u>
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両） 平均収集ごみ重量 <u>1950kg/1 回搬入</u> 積載率 <u>97.5%</u>
3-4 EV ごみ収集車 1 台当たりの平均的な移動距離はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な移動距離もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの移動距離 <u>4.43 km</u>
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 <u>3.58 km</u>
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 <u>9.8 km</u>
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両）
	収集エリアまでの移動距離 <u>4.43 km</u>
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 <u>3.58 km</u>
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 <u>9.8 km</u>

3-5 上記 3-4 を走行する際の平均移動速度をご教示ください。

なお、機器による測定結果がない場合は、ご担当者の感覚でお答えください。

ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの平均移動速度 <u>30～60km/h</u>
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 <u>10～30km/h</u>
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 <u>30～60km/h</u>
	従来のパッカー車 (EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両)
	収集エリアまでの平均移動速度 <u>30～60km/h</u>
	収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 <u>10～30km/h</u>
	収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 <u>30～60km/h</u>
3-6 EV ごみ収集車の集積所 1 か所当たりにおける作業時間、架装部稼働頻度はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来のパッカー車の場合で差異があるようでしたら、ご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車
	作業時間 <u>2～4分/1集積所</u> 架装部稼働頻度 <u>7～12回/1集積所</u>
	従来のパッカー車 (EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両で差異がありますか) 〔 <u>ある</u> ない〕
	ある場合 作業時間 <u>1～2分/1集積所</u> 架装部稼働頻度 <u>4～7回/1集積所</u>
3-7 EV ごみ収集車について、バッテリーの充電、もしくは交換頻度とそれぞれの 1 回当たりに要する時間をご教示ください。	
ご回答	充電式バッテリーの場合
	充電頻度 <u>1回/日</u> 充電時間 <u>一日の作業後充電開始し、次の日の朝まで</u>
	交換式バッテリーの場合
	交換頻度 <u>2回/日</u> 交換に要する時間 <u>3分/回</u> 空～満充電する際に要する時間 <u>約8時間/回</u>

[4. 電費]

4-1 EV ごみ収集車の電費記録があればその結果をご教示ください。

ご回答
4-2 上記 4-1 がない場合、以下の諸数値をご教示ください。
ご回答
走行距離 (年間 <u>12732.5</u> km、1 収集当たり <u> </u> km)
消費電力量または充電電力量 (年間 <u>5508</u> kWh、1 収集当たり <u> </u> kWh)
4-3 EV ごみ収集車の電費に影響を及ぼすものとして、大きな要因と考えられるものをご教示ください。(複数回答可)
ご回答
a. 1 充電サイクル中の作業時間 ☐ b. ごみ収集エリアまでの移動距離
☒ c. ごみ収集作業中の移動距離 ☐ d. 圧縮装置等の架装部の稼働頻度
☒ e. エアコンの使用 f. 積載量の増加
☒ g. 走行の仕方 h. その他 ()

〔 5. CO2 削減量、削減コスト 〕

5-1 CO2 排出削減量を試算した記録がありましたら、ご教示ください。

ご回答

6. 9 t・CO₂（令和元年）、11.5 t・CO₂（令和2年）

5-2 上記 5-1 がない場合、以下の諸量をご教示ください。

ご回答

a. EV ごみ収集車と同程度容量の従来パッカー車の燃料消費量（動力源が複数ある場合は動力源別）

（年間 _____ L、及び 1 収集当たり _____ L）

b. EV ごみ収集車の消費電力量または充電電力量〔4-2 でご回答頂いている場合は省略して結構です。〕

（年間 _____ kWh、及び 1 収集当たり _____ kWh）

〔 6. 課題等 〕

6-1 EV 車全般の一般的課題がありましたら、ご教示ください。

ご回答

運用面：ガソリン給油スタンドに比べて充電に時間がかかる。電池の容量が小さい。

技術面：電池が大きく、重い。電池残量が 10% を下回ると出力が不安定になる。

その他：

6-2 EV ごみ収集車特有の課題がありましたら、ご教示ください。

ご回答

運用面：上記運用面の事情のため、毎日の運用に支障が見込まれる。収集効率が悪くなる。

技術面：上記技術面の事情により、積載量が取れない。

ごみ収集車には蛍光管ボックス等のその他架装が必要であるが、電池のサイズが大きくそれらの取付が可能なスペースが設計上取れない。結果として、荷箱やごみホッパの容積が小さくなり、一回の巻込みで回収できるごみ量が少なく、ごみの積み込み能力が従来の塵芥車に比べて低い。

その他：量産された 2 t ベースのトラック（小型）が存在しない。塵芥車として使用できるものがない。

本市に導入した車両も量産された車両ではないため、アフターメンテナンスの体制が確立されていない。

（一般の整備工場では故障箇所の特定や、修理部品の調達が難しく修理ができない）

以上

EV ごみ収集車の導入事例調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	埼玉県	団体名	所沢市
所属	環境クリーン部収集管理事務所		

質問事項

[1. 収集形態、収集方式]

1-1 家庭系一般廃棄物の収集形態をご教示ください。

ご回答

a. 可燃ごみ（直営、委託） b. 不燃ごみ（直営、委託） c. 資源ごみ（直営、委託）

☒ d. 粗大ごみ（☒ 直営、委託） ☒ e. その他（ 地域毎に直営と委託がある ）

1-2 EV ごみ収集車が収集対象とする一般廃棄物の種類をご教示ください。（複数選択可能）

ご回答

a. 可燃ごみ b. 不燃ごみ c. 資源ごみ d. 粗大ごみ

☒ e. その他（ 品目でなく、ある一定のルートでEV ごみ収集車で収集している。 ）

1-3 可燃ごみの収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。また、EV ごみ収集車が対象としている収集エリアの面積、人口、世帯数をご教示ください。（2021年4月現在）

ご回答

可燃ごみの収集エリア

面積 72.11km² 人口 343,750 人 世帯数 165,152 世帯

※市内全域

EV ごみ収集車の対象エリア

面積 km² 人口 人 世帯数 世帯

※ルート単位なので、調査項目に答えることが難しい。

1-4 可燃ごみの収集方式ごとの集積所数をご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象箇所についてもご教示ください。

ご回答

a. ステーション収集 10,743 箇所

その内、EV ごみ収集車の対象箇所 15 箇所

b. 一部戸別収集をしているステーション収集（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）

その内、EV ごみ収集車の対象箇所（ステーション数 箇所、戸別収集 箇所）

c. 戸別収集 箇所

その内、EV ごみ収集車の対象箇所 箇所

d. その他（ 箇所）

その内、EV ごみ収集車の対象箇所 箇所

1-5 可燃ごみの集積所形態として、どの形態が多いでしょうか、多い順にご教示ください。また、その内、EV ごみ収集車の対象についてもご教示ください。

ご回答

[①、②、⑦ およそ同量 【③、④、】 ⑤、⑧、⑥]

①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ

⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

EV ごみ収集車の対象

[①、②、⑦]

①路上タイプ ②囲いタイプ ③カゴ ④ネットボックス ⑤小屋タイプ

⑥金網ボックス ⑦金属ボックス ⑧保管専用室 ⑨その他（ ）

集積所形態の参考写真



〔2. 可燃ごみ用のごみ収集車について〕

2-1 保有するEVごみ収集車の積載重量別の台数をご教示ください。また、従来パッカー車は、収集形態別に保有する車両について、動力源別の積載重量と台数をそれぞれご教示ください。

ご回答	EV ごみ収集車 積載重量 1,35t 台数 1台		
	従来パッカー車 直営	動力源 軽油	積載重量 2.85t 台数 31台
		動力源	積載重量 t 台数 台
	・その他、軽ダンプ6台、深ダンプ3台所有		
	委託	動力源 軽油	積載重量 約 3.50t 台数 64台
	動力源	積載重量 t 台数 台	

2-2 EV ごみ収集車の車両諸元をご教示ください。また、従来パッカー車は、EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両の諸元（カタログ値）をご教示ください。

ご回答	EV ごみ収集車 車体寸法 <u>5.03m</u> b. 最小回転半径 <u>4.4m以下</u> c. 積載重量 <u>1.35 t</u> 電 費 <u>2.3～2.5km/kWh</u> 架装部圧縮形式： <u>箱型</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ式</u>
	従来パッカー車（EV ごみ収集車と同程度容量の車両で動力源が複数ある場合は動力源別に） 動力源 <u>エンジン(軽油)</u> 車体寸法 <u>5.30m</u> b. 最小回転半径 <u>4.6m以下</u> c. 積載重量 <u>2.85 t</u> 燃 費 <u>3km/L</u> 架装部圧縮形式： <u>箱型</u> 架装部排出形式： <u>ダンプ式</u> ※EV ごみ収集車と同程度の車両は所有していないため、所有している代表的な車両の仕様を記載しております。

2-3 EV ごみ収集車の充電方式とその方式の採用理由（メリット等）をご教示ください。

ご回答

クリーンセンター内の充電施設で車両の積載電池を積み替える電池ステーション式を取っています。採用理由としては、収集時間の都合上、充電時間を取れませんが、電池ステーション式であれば電池を積み替えるだけなので、短時間で収集作業に戻ることができます。

2-4 EV ごみ収集車のバッテリー容量と航続可能距離（カタログ値）をお答えください。

ご回答
 バッテリー容量 40kWh
 満充電時航続可能距離 60km

2-5 EV ゴミ収集車の購入費用をご教示ください。

ご回答				
車両本体	17,604,000 円	バッテリー	10,500,000 円(バッテリー3 個)	その他 円

(注)・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

[3. 可燃ごみ用ごみ収集車の運用状況について]

3-1 EV ごみ収集車 1 台当たりの日数ベースの稼働率（365 日に対する割合）はどの程度でしょうか。また、1 日当たりの焼却施設への平均搬入回数はどの程度でしょうか。なお、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な稼働率、焼却施設への搬入回数もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車の稼働率 <u>65%</u> （365 日に対する割合）
	EV ごみ収集車の焼却施設への平均搬入回数 <u>2～3 回/日</u>
	従来パッカー車（EV ごみ収集車と同程度積載重量車両）の稼働率 <u>50%</u> [その車両の積載重量 <u>2.85t</u>]
	従来パッカー車（同上）の焼却施設への平均搬入回数 <u>3～4 回/日</u>
3-2 上記 3-1 の稼働率に影響を及ぼした要因として、具体的にはどのようなものが挙げられますか。EV ごみ収集車、従来のパッカー車ごとにご教示ください。（気象条件、稼働開始の遅れ、故障等による稼働停止等）	
ご回答	EV ごみ収集車の場合 土日は休車しており、月の稼働日数は 20 日程度となるため、稼働率は 65%程度になる。
	従来のパッカー車の場合 土日の休車に加え、故障対応用の予備車両があるため、平均の稼働日数や搬入回数が落ちている。
3-3 EV ごみ収集車 1 台当たり、焼却施設への搬入 1 回当たりの平均収集ごみ重量と積載率はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度の積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な収集ごみ重量と積載率もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車（焼却施設への搬入 1 回当たり） 平均収集ごみ重量 <u>709kg/1 回搬入</u> 積載率 <u>52%</u>
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両） 平均収集ごみ重量 <u>922kg/1 回搬入</u> 積載率 <u>32%</u>
	※令和 3 年 11 月の 1 回あたり平均搬入量
3-4 EV ごみ収集車 1 台当たりの平均的な移動距離はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来パッカー車 1 台当たりの平均的な移動距離もご教示ください。	
ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの移動距離 <u> </u> km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 <u> </u> km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 <u> </u> km
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両）
	収集エリアまでの移動距離 <u> </u> km
	収集エリアでの収集作業中の移動距離 <u> </u> km
	収集エリアから焼却施設までの移動距離 <u> </u> km

3-5 上記 3-4 を走行する際の平均移動速度をご教示ください。

なお、機器による測定結果がない場合は、ご担当者の感覚でお答えください。

ご回答	EV ごみ収集車
	収集エリアまでの平均移動速度 _____ km/h 収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 _____ km/h 収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 _____ km/h
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両）
	収集エリアまでの平均移動速度 _____ km/h 収集エリアでの収集作業中の平均移動速度 _____ km/h 収集エリアから焼却施設までの平均移動速度 _____ km/h ※車両の担当ルートによって移動距離が異なるため回答が難しい。概ね 1 日 40km～60km 程走行しています。

3-6 EV ごみ収集車の集積所 1 か所当たりにおける作業時間、架装部稼働頻度はどの程度でしょうか。また、EV ごみ収集車と同程度積載重量の従来のパッカー車の場合で差異があるようでしたら、ご教示ください。

ご回答	EV ごみ収集車
	作業時間 <u>7 分</u> /1 集積所 架装部稼働頻度 <u>42 回</u> /1 集積所
	従来のパッカー車（EV ごみ収集車と同程度の積載重量車両で差異がありますか）
	[ある ☐ ない ☒ ある場合 作業時間 _____ 分/1 集積所 架装部稼働頻度 _____ 回/1 集積所 ※もし同じ仕様であれば大きな差異は無いと考えている

3-7 EV ごみ収集車について、バッテリーの充電、もしくは交換頻度とそれぞれの 1 回あたりに要する時間をご教示ください。

ご回答	充電式バッテリーの場合
	充電頻度 _____ 回/ _____ 充電時間 _____ 分/回
	交換式バッテリーの場合
	交換頻度 <u>1 回</u> / _____ 充電する際に要する時間 <u>4 分</u> /回

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

[4. 電費]

4-1 EV ごみ収集車の電費記録があればその結果をご教示ください。

ご回答(km/kwh)

4 月 : 2.36 5 月 : 2.02 6 月 : 2.03 7 月 : 1.89 8 月 : 1.80 9 月 : 1.96 10 月 : 1.97 11 月 : 1.96

4-2 上記 4-1 がいない場合、以下の諸数値をご教示ください。

ご回答

走行距離（年間 _____ km、1 収集当たり _____ km）

消費電力量または充電電力量（年間 _____ kWh、1 収集当たり _____ kWh）

4-3 EV ごみ収集車の電費に影響を及ぼすものとして、大きな要因と考えられるものをご教示ください。(複数回答可)

ご回答

- ☐ a. 1 充電サイクル中の作業時間 ☐ b. ごみ収集エリアまでの移動距離
☐ c. ごみ収集作業中の移動距離 ☐ d. 圧縮装置等の架装部の稼働頻度
☐ e. エアコンの使用 ☐ f. 積載量の増加
☐ g. 走行の仕方 ☐ h. その他（エアコンヒーターの使用）

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

[5. CO2 削減量、削減コスト]

5-1 CO2 排出削減量を試算した記録がありましたら、ご教示ください。

ご回答

令和 2 年度削減量：8.316(t-CO2/年)

5-2 上記 5-1 がない場合、以下の諸量をご教示ください。

ご回答

- a. EV ごみ収集車と同程度容量の従来パッカー車の燃料消費量（動力源が複数ある場合は動力源別）
 （年間 _____ L、及び 1 収集当たり _____ L）
- b. EV ごみ収集車の消費電力量または充電電力量 [4-2 でご回答頂いている場合は省略して結構です。]
 （年間 _____ kWh、及び 1 収集当たり _____ kWh）

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、従来パッカー車のみ記載ください
- ・EV ごみ収集車の導入予定がある場合は、予定されているスペック等、計画値等、可能な範囲で記載願います。

[6. 課題等]

6-1 EV 車全般の一般的課題がありましたら、ご教示ください。

ご回答

運用面：充電施設の数が少なく、場所によっては使用する際に事前に連絡する必要がある。

技術面：

その他：

6-2 EV ごみ収集車特有の課題がありましたら、ご教示ください。

ご回答

運用面：一般収集車は左に曲がる際の巻き込み防止音声を流すようにしているが、EV 車両は走行時の音がほぼ無いため、右へ曲がる際の音声も流すように設備を追加している。

エンジン音が無く、騒音の苦情の心配はないが、通行人が走行に気づかない場合もあるため、収集の際はより一層走行に気を付ける必要がある。

一般の収集車と比べて馬力が少ないのか、回転板の巻き込みの力が弱く、中に押し込み切れず止まることが多い。

技術面：充電施設に搭載できる充電機の数が決まっているため、導入できる車両数が限られる。

その他：一般の収集車と仕様が異なるため、現場への導入方法については考える必要がある。

(注)

- ・EV ごみ収集車の運用実績がない場合は、想定でも結構ですので、記載願います。

以上

資料編（２）

ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査
ヒアリングシート回答

ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	神奈川県	団体名	三菱ふそうトラック・バス
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題]

1-1 人検知システム等のセンシングシステムの現状技術レベルと今後の課題について、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。

ご回答

現状技術レベル	ソフト面： 追従対象となる作業者をトラッキングする必要があるが、他の歩行者、バイクや自転車と交差、接近した場合にトラッキングができなくなり、追従ができなくなる。
	ハード面： 現在使用しているセンサーでは、何か物体があることは認識できるが、障害物と人の識別が難しい。また、植樹帯や障害物でセンサーが検知できない死角ができてしまう。
今後の課題	ソフト面： 実際の利用シーンを想定し、作業者が歩く様々なシーンや場所でもセンサーが検知可能で十分な認識性能確保することが必要となる。
	ハード面： センサー検知に死角ができないようなレイアウトの検討が必要。 夜間、降雨や積雪などの環境条件下でのセンサー特性を考慮したセンサー選定が必要。

1-2 現状技術の今後の課題を技術開発によりどこまで解決できる見込みがあるか、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。

ご回答

ソフト面：

物体のパターン認識や動態予測を利用すること、また、画像情報を併用することで、トラッキング性能や、認識の精度向上が可能。

ハード面：

より多くの情報を活用して認識性能を向上するため、カメラを追加。

また、センサー取付位置を変更することで、センサー検知範囲の死角を減らす。

1-3 その技術開発のスケジュール（期間）を難易レベルに応じてご教示ください。

ご回答

複数センサーの情報を組み合わせて認識する場合は、個々のセンサーとの相性の確認、学習やチューニングが必要で開発に時間を要するが、今回は単純に、従来のセンサーでは認識できなかったシーンを、カメラからのセンサー情報で補完するだけなので、開発期間としては短く済む。

また、ODD を設定し認識対象を明確にすることで、効率的な開発が可能となる。

実証試験車両に搭載するセンサーとしての開発期間は、凡そ 1 年間を想定。

[2. ヒューマン・マシン・インターフェースや手順に関する課題]

2-1 手動運転から自動運転へ遷移する場合の追従対象作業者の認識方法について、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順についてご教示ください。

ご回答

- ① 車内の操作パネルで「手動」→「自動」の切替え
- ② 車両前後の特定の場所に立ち、リモート HMI で追従対象者としての「登録」を指示

2-2 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。

例) 雨の時には操作できない、強い日差しの下では見えづらい、人通りの多い（何人以上）ところでは認識されない、高いビルの近くや屋根のある所ではGPSが使えない 等々

ご回答

作業着や手袋の装着時でも物理的に操作しやすいデバイス（ハードウェア）であるか

2-3 自動追尾運転で集積所に停車した後のごみ積み込み作業を開始する際、並びにごみ積み込み作業を終了した後に自動追尾運転を開始する際における、現状のヒューマン・マシン・インターフェースと手順についてご教示ください。

ご回答

車両状態を切り替える操作がシンプル、シームレスであるか

2-4 そうしたヒューマン・マシン・インターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。

ご回答

自動運転中の様々な車両状態が直感的にわかり易いか

[3. 普及に関する課題]

3-1 バッテリー容量の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

81kWh

課題：

走行距離を確保するにはバッテリー容量を大きくする必要があるが、それに伴いサイズ・重量が多くなり、車両への積載量・架装スペースが減るトレードオフの関係

3-2 満充電当たりの航続距離の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

約 100km（カタログ掲載の情報）

（国交省届出値：交流電力量消費率 348Wh/km、一充電走行距離 199 km）

課題：

冬のヒーター等の使用状況により航続距離が短くなる。

3-3 充電時間の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

急速充電（最長約 1.5 時間）、普通充電（最長約 11 時間）（カタログ掲載の情報）

使用状況に応じた短時間の追加充電（一部充電）の併用で用途は拡大する。

課題

急速充電設備の導入

3-4 充電作業工数の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

普通充電であれば車両が稼働していない夜間での充電。また、急速充電であれば昼休みや休憩中での充電。

課題：

多数の電動車両を昼休みに急速充電する場合、一斉に昼休み時間となる実態に即して対応すれば、多くの急速充電器を配備要。

3-5 バッテリー蓄電量低下時における架装部機能の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

課題：

3-6 その他、考えられる課題があればご教示ください。

ご回答

- ・導入コスト
- ・使用方法の教育
- ・受容性確保にむけた取り組み
 - 作業者の安全性・労働負荷の評価・確認、簡便な操作方法の実現
- ・追従走行適用可能な条件の拡大
- ・効率的な走行ルートの設定による電力消費量の節約
- ・収集ポイントを工夫することによる電力消費量の節約
- ・航続距離の確認／対策の検討・導入
- ・普及促進施策の検討
- ・リサイクルプロセスの確認

〔4. 車両に指示を出す際のインターフェース等の技術的課題〕

4-1 EV ごみ収集車の自動運転中にごみ収集作業者が「追従モード」「次まで移動」「圧縮機作動」等、車両に指示を出す際のヒューマン・マシン・インターフェース等の技術的課題についてご教示ください。

ご回答

圧縮機作動の操作パネルについては安全基準があるため、遠隔操作ができない。

〔5. 安全確保のために必要な方策〕

5-1 (サイバーセキュリティ)

サイバーセキュリティ上、必要な方策として、以下の選択肢の中から有効と考えられるものについて○をつけてください。(複数選択可能)

ご回答

- ☒ a. システムデータの共有範囲の限定
- ☒ b. システムデータの USB メモリー等、持ち運び可能な外部記憶装置へのコピー禁止
- ☒ c. システムのインターネットへの接続禁止
- d. その他

(一般的な自動運転車の要件と同等。作業者 HMI がプラスとなるので、車⇔作業者 HMI のセキュリティ対策が追加)

5-2 (周辺交通参加者に対する機能安全等)

機能安全等作業者、自動運転車両、歩行者などの周辺交通参加者の安全確保のために必要な方策

策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
ご回答 現状： 自動運転中に回転灯を点灯することで、周辺の交通参加者へ車の状態を周知 課題： 自動運転・手動運転の状態だけでなく、より細かい車両状態「自動追従中」、「ごみ回収中」などを情報提供することで、周辺の交通参加者の安全・安心につながる
5-3（周辺交通参加者に対する機能安全等） 車両側と架装部との安全面の連携（架装部操作時のサイドブレーキやギヤ位置等）について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
ご回答 現状： 架装部の操作を有効にする場合、車両側は、サイドブレーキ ON＋ギヤ P 位置＋メインスイッチ ON の操作を手動で行っている。 課題： これを自動化した場合の安全性確保が必要
5-4（積み込み作業時の安全対策等） ごみの積み込み作業における巻き込まれ防止等の安全対策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。
ご回答 現状： 年数件の巻き込みのヒヤリハット、死亡事故が発生 危険を自動で認識して自動的に停止するシステムが実用化されている 課題：

[6. 改正が必要な法令等]

6-1 公道を当該自動追尾車が自動運転走行する際に、道路交通法等、改訂が必要と思われる法令、規則、ガイドラインなどについてご教示ください（できれば条文含めて）。
ご回答 当該法令等： 当該車両の運行にかかわるものとしては以下 ・道路運送車両の保安基準 ・道路交通法 ・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 本システムが適用される自動運転レベルや ODD によって、該当する法令やガイドライン、方策

が異なってくるため、引続き詳細検討が必要。

課題：

関係官庁の許可手続き。

6-2 公道での走行にあたり、解決すべき課題となるものがありましたら、ご教示ください。

ご回答

社会受容性。

以上

ごみ収集におけるデジタル技術活用状況のヒアリング調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	神奈川県	団体名	新明和工業(株)
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. センシングシステムやソフトウェア等の技術的課題]

1-1 人検知システム等のセンシングシステムの現状技術レベルと今後の課題について、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。

ご回答

現状技術レベル	ソフト面： 画像認識技術にて人物の一部分、人全体、指定色を認識可能 ただし照度条件では認識不可能 認識から作動停止までの反応速度に若干のタイムラグあり（電気＋油圧レスポンス） ハード面： 車両運転席内 1 DIN サイズの本体に認識＋制御基板格納 2Dカメラの画像使用 IR-LED 付カメラの採用実績もあり
今後の課題	ソフト面： 認識精度の向上、認識矩形領域の精度向上（境界）、照度条件での認識不可の対応、 逆光その他周囲環境の影響を受けない認識活用 新たな人物認識方式 高速認識エンジンの採用 学習量の増大（ディープラーニング活用）、高速演算処理による 反応速度の維持または更なる高速化 ハード面： 2D カメラレベル向上、3D カメラ採用、LIDAR 活用、その他 位置センサー活用、ステレオカメラ活用等

	高速 CPU・GPU の採用	
1-2	現状技術の今後の課題を技術開発によりどこまで解決できる見込みがあるか、ソフト面、ハード面に分けてご教示ください。	
ご回答	ソフト面： 画像認識のみならず、骨格検出等人物認識の方式や技術は日々進歩しており、可能性は多岐にわたる。ただし、商品性を検討するうえで、コスト（価格）とのバランス検討必要。 ハード面： 高速処理のため CPU・GPU などのグレードアップ、認識精度向上のためのセンサー追加が考えられるが、こちらもコスト（価格）とのバランスが必要。	
1-3	その技術開発のスケジュール（期間）を難易レベルに応じてご教示ください。	
ご回答	上記 1-2 の回答の通り、画像処理などの技術は日々進歩しており、より高速処理を求めた場合、現在の塵芥車の生産台数だけでの対応で、実際にユーザー殿が購入可能な価格まで下げることが、当面無理だと推測する。 他の業界も含めて、そのような技術開発が進むことで、スケジュールが掴めてくると考える。	

[2. ヒューマン・マシンインターフェースや手順に関する課題]

2-1	手動運転から自動運転へ遷移する場合の追従対象作業者の認識方法について、現状のヒューマン・マシンインターフェースと手順についてご教示ください。	
ご回答	三菱ふそう殿	
2-2	そうしたヒューマン・マシンインターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。	
例)	雨の時には操作できない、強い日差しの下では見えづらい、人通りの多い（何人以上）ところでは認識されない、高いビルの近くや屋根のある所ではGPSが使えない 等々	
ご回答	三菱ふそう殿	
2-3	自動追尾運転で集積所に停車した後のごみ積み込み作業を開始する際、並びにごみ積み込み作業を終了した後に自動追尾運転を開始する際における、現状のヒューマン・マシンインターフェースと手順についてご教示ください。	
ご回答	三菱ふそう殿	
2-4	そうしたヒューマン・マシンインターフェースと手順について、実際の作業員が使う際の課題についてご教示ください。	

ご回答

架装側としては、シャーシと連携しシャーシ側からPTOスイッチONやその他作動許可信号を受けて架装物側の作動をONとする。

「巻き込まれ被害軽減装置」単独のセンシングでは、天候、周囲の明るさ、逆光等周囲環境の影響を受けることもある。

[3. 普及に関する課題]

3-1 バッテリー容量の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状： 三菱ふそう殿

課題： 三菱ふそう殿

3-2 満充電当たりの航続距離の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状： 三菱ふそう殿

課題： 三菱ふそう殿

3-3 充電時間の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状： 三菱ふそう殿

課題： 三菱ふそう殿

3-4 充電作業工数の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状： 三菱ふそう殿

課題： 三菱ふそう殿

3-5 バッテリー蓄電量低下時における架装部機能の現状と課題についてご教示ください。

ご回答

現状：

シャーシ側の蓄電量が閾値を下回ると架装部操作をできなくしている。

（事務所へ帰るための走行分電力を残すため）

課題：

積み残し問題。本来収集すべきステーションを回れない。あるいは収集途中でストップ。

3-6 その他、考えられる課題があればご教示ください。

ご回答

eCanter の走行能力である約 100km/満充電に対し、架装側作動で電力消費することにより

どれだけ走行距離が短縮されるかが不明。(未検証)

架装側としては、塵芥車が1日で走行する距離を途中充電なしで走り切れるのが不安。

[4. 車両に指示を出す際のインターフェース等の技術的課題]

4-1 EV ごみ収集車の自動運転中にごみ収集作業者が「追従モード」「次まで移動」「圧縮機作動」等、車両に指示を出す際のヒューマン・マシンインターフェース等の技術的課題についてご教示ください。

ご回答

架装側とシャーシ間での相互通信（許可信号）により、次の作動へ移行する必要あり。

[5. 安全確保のために必要な方策]

5-1 (サイバーセキュリティ)

サイバーセキュリティ上、必要な方策として、以下の選択肢の中から有効と考えられるものについて○をつけてください。(複数選択可能)

ご回答

- ☒ a. システムデータの共有範囲の限定
- ☒ b. システムデータの USB メモリー等、持ち運び可能な外部記憶装置へのコピー禁止
- ☒ c. システムのインターネットへの接続禁止
- d. その他（ ）

5-2 (周辺交通参加者に対する機能安全等)

機能安全等作業、自動運転車両、歩行者などの周辺交通参加者の安全確保のために必要な方策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。

ご回答

現状：

警報音、灯火、衝突軽減ブレーキ、巻き込み警報、交差点警報等

課題：

文字情報による注意喚起、音声による注意喚起

自動停止

5-3 (周辺交通参加者に対する機能安全等)

車両側と架装部との安全面の連携（架装部操作時のサイドブレーキやギヤ位置等）について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。

ご回答

現状：

標準仕様としては、PTOスイッチと連動して自動的にハザードをオンONして周囲に注意喚起
AT車の場合は「P」or「N」レンジのみ架装部ON。

オプション仕様としては架装部ON条件としてサイドブレーキONもある。

課題：

ユーザーの要求する使いやすさと、機器の安全面とはなかなか一致しないところがあるが、その

両方に関して、解決できる方法など検討する必要がある。

5-4（積み込み作業時の安全対策等）

ごみの積み込み作業における巻き込まれ防止等の安全対策について、現状のレベルと今後の課題をご教示ください。

ご回答

現状：

標準装備としては塵芥車の構造規格である「62年安全基準（労働省通達）」により、塵芥車後部の左右と投入口下の3ヶ所に緊急停止スイッチを装備。

オプション装備として「巻き込まれ被害軽減装置」を商品化済。

課題：

取扱説明では、作動中ホッパ内に手足を入れることは禁止しているが、実態は投入し過ぎたごみを押さえるために手足を入れている。⇒事故が絶えない

「巻き込まれ被害軽減装置」は画像認識によりAIが判断するため、100%作動するとは言えない。

〔6. 改正が必要な法令等〕

6-1 公道を当該自動追尾車が自動運転走行する際に、道路交通法等、改訂が必要と思われる法令、規則、ガイドラインなどについてご教示ください（できれば条文含めて）。

ご回答

当該法令等：

- ・道路運送車両法（保安基準）：第18条、第42条
- ・旧労働省 基発第60号（昭和62年安全基準）
「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」

課題：

- ・車両寸法（ROH）・・・反転装置の取付に制約あり
- ・点滅灯火・・・文字変更による注意喚起ができない
- ・積込操作スイッチの規格・・・積込系スイッチの増設や遠隔操作ができない。

6-2 公道での走行にあたり、解決すべき課題となるものがありましたら、ご教示ください。

ご回答

上記記載

以上

資料編（3）

ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査
ヒアリングシート回答

ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	神奈川県	団体名	厚木市
所属	環境事業課		

質問事項

〔1. ごみ収集方法別の収集車の挙動等について〕

1-1 可燃ごみの収集方式を以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)	
ご回答 a. ☒ ステーション収集 b. 一部戸別収集をしているステーション収集 c. ☒ 戸別収集 d. その他 ()	
1-2 1-1 で選択された可燃ごみ収集方式ごとの集積所数をご教示ください。(複数選択可)	
ご回答 a. ☒ ステーション収集 5,887 箇所 b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション数 箇所、戸別収集 箇所 c. ☒ 戸別収集 2,625 箇所 d. その他 箇所	
1-3 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間の大まかな距離をご教示ください。(複数選択可) なお、戸別収集は距離が離れている場合がありますらご教示ください。	
ご回答 a. ☒ ステーション収集 700 m b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション m、戸別収集 m c. ☒ 戸別収集 20 m d. その他 m	
1-4 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間を移動する収集車の大まかな平均移動速度をご教示ください。(複数選択可)	
ご回答 a. ☒ ステーション収集 15km/h b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション km/h、戸別収集 km/h c. ☒ 戸別収集 5km/h d. その他 km/h	

[2. 道路条件別の収集車の挙動等について]

2-1 収集作業および収集車の移動効率を阻害すると思われる以下の道路条件について、作業上、どの程度影響があるか以下の選択肢の中で該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
また、「大いに影響がある」、「少しは影響がある」をご選択の場合はその理由を具体的にご記入ください。

ご回答

a. 片側2車線歩道あり

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

交通渋滞の原因となるため。

b. 片側1車線

b-1 歩道あり

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

車線を塞ぐこととなり、後続車両の通行を妨げる原因となるため。

b-2 歩道なし

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

車線を塞ぐこととなり、後続車両の通行を妨げる原因となるため。

c. 1車線

c-1 歩道あり

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

通行の妨げになり、他の車両の通行に迷惑をかけることとなるため。

c-2 歩道なし

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

通行の妨げになり、他の車両の通行に迷惑をかけることとなるため。

d. ガードレール

d-1 ガードレールあり

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

収集作業の妨げになり、収集効率に影響があるため。

d-2 ガードレールなし

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

e. その他

e-1 パッカー車が乗り入れできない道路がある場合

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

集積所から収集車までの運搬距離が長くなるため、収集効率の悪化、収集作業の身体的負担の増加となるため。

〔3. 作業員の挙動、軌跡等について〕

3-1 ごみ収集車1台あたりの作業員数（運転手を含みます）を該当する収集方式ごとにご教示ください。

ご回答

a. ステーション収集	2 名
b. 一部戸別収集をしているステーション収集	名
c. 戸別収集	2 名
d. その他	名

3-2 収集作業を行うときに収集車を降車し、収集作業にあたる作業員数をご教示ください。

ご回答

a. ステーション収集	2 名
b. 戸別収集	1 名
c. その他	名

3-3 1箇所あたりの収集にかかる作業時間を該当する収集方式ごとにご教示ください。

ご回答

a. ステーション収集	3 分 秒
b. 戸別収集	分 15 秒
c. その他	分 秒

3-4 1箇所の収集作業を行うときに収集車のエンジンの停止（あり・なし）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

a. ステーション収集	あり ☒ なし
b. 戸別収集	あり ☒ なし
c. その他	あり・なし

3-5 1箇所の収集作業を終えてから次の収集場所へ移動するときの作業員（運転手を含みません）の徒歩移動（あり・なし）および徒歩移動時間について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

a. ステーション収集	☒ あり・なし	分 30 秒
b. 戸別収集	☒ あり・なし	分 10 秒
c. その他	あり・なし	分 秒

3-6 項目3-5で徒歩移動ありをご選択頂いた場合、徒歩移動速度（歩く程度、小走り程度）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

a. ステーション収集	歩く程度・ ☒ 小走り程度
b. 戸別収集	歩く程度・ ☒ 小走り程度
c. その他	歩く程度・小走り程度

[4. 自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発に必要な情報について]

4-1 普段の収集作業のときのワークフローについて問題点など思い当たる点があれば記述頂きご教示ください。

ご回答

4-2 可燃ごみ収集車の収集ルート上で最も狭い道路の幅員はどの程度でしょうか、ご教示ください。

ご回答

最も狭い道路の幅員 1.8 m

〔5. 自動追尾システム搭載車と作業員の位置関係、追尾の方法等ごみ収集作業を効果的に支援する方法〕

5-1 収集作業のときの作業員の手を保護する保護具について収集方式ごとにご教示ください。

(複数選択可能)

ご回答

- a. ステーション収集 軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、その他 ()
- b. 戸別収集 軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、その他 ()
- c. その他 軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、その他 ()

5-2 収集エリアにおいて、集積所間を徒歩で移動する場合、作業員からみて収集車の位置（前方、横方向、後方）を収集方式ごとにご教示ください。

ご回答

- a. ステーション収集 前方・横方向・後方
- b. 戸別収集 前方・横方向・後方
- c. その他 前方・横方向・後方

〔6. ごみ収集ルート of 計画方法、収集作業位置の設定方法等ごみ収集計画方法〕

6-1 ごみ収集計画の作成時、最適ルートを決める際の優先される条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)

ご回答

- ☒ a. 「距離優先」(車両が通過できる道路の中で、最短距離を優先)
- b. 「直進優先」(右折、左折を極力減らした条件)
- c. 「車幅優先」(車幅が狭い道路を避ける条件)
- d. その他 ()

6-2 ごみ収集の停車場所の決め方に係る好ましい条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)

ご回答

- ☒ a. 事前に設定したごみステーションで停車する。
- b. 事前には定めず、作業員に追従して随時停車する。
- c. その他 ()

6-3 可燃ごみ収集ルートの変更や更新（あり・なし）について収集方式ごとにご教示ください。
また、「あり」をご選択頂いた場合、頻度および変更や更新が必要となる事由をご記入ください。
なお、参考用に代表的な収集ルート図をご提供頂けると幸いです。

ご回答

a. ステーション収集	☒ あり ☐ なし	頻度： 必要に応じて
b. 戸別収集	☒ あり ☐ なし	頻度： 必要に応じて
c. その他	あり・なし	頻度： _____

〈事由〉

集積所の新設・廃止・移設に対応するため。
道路状況の変化に対応するため。

6-4 可燃ごみ収集ルートの計画を作成するにあたり、配車管理方法として以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。（複数選択可）

ご回答

a. ☒配車担当者の知識、経験などで作成
b. 収集データと収集システムなどにより自動作成
c. その他（ ）

6-5 車両への GPS の搭載の有無（あり・なし）についてご教示ください。

ご回答

あり・☒なし

6-6 車両へのドライブレコーダーの搭載の有無をご教示ください。

ご回答

☒あり ☐なし

6-7 ドライブレコーダーと GPS の用途について、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。（複数選択可）

ご回答

a. 配車の管理
b. 不正ごみ出し情報
c. ☒事故や車両故障情報取得
d. 収集車の位置情報の把握と緊急配車ルート変更
e. 道路幅や住民往来密集地域情報
f. その他（ ）

〔7. その他、ごみの収集運搬作業に係るワークフローおよび作業負担軽減に向けた課題〕

7-1 安全面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。

ご回答

交差点の近い集積所は、収集車の停車位置や、作業員の安全確保に配慮しながらの作業となるため、交通安全や労働安全の観点から懸念事項となっている。

7-2 運用面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。

ご回答

7-3 作業員の方からのご要望やご不満等があればご教示ください。

ご回答

7-4 その他の観点からの課題や懸念事項等があればご教示ください。

ご回答

直営から委託への過渡期ではあるが、委託先の車両及び人員の確保が懸念される。

以上

ごみ収集に関するワークフロー及び作業員負担軽減に関するヒアリング調査

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

ヒアリングシート

都道府県	神奈川県	団体名	座間市クリーンセンター
所属	座間市資源対策課クリーンセンター		

質問事項

〔1. ごみ収集方法別の収集車の挙動等について〕

1-1 可燃ごみの収集方法を以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)
ご回答 (a) ステーション収集 b. 一部戸別収集をしているステーション収集 c. 戸別収集 d. その他 ()
1-2 1-1 で選択された可燃ごみ収集方式ごとの集積所数をご教示ください。(複数選択可)
ご回答 a. ステーション収集 3,557 箇所 b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション数 箇所、戸別収集 箇所 c. 戸別収集 箇所 d. その他 箇所
1-3 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間の大まかな距離をご教示ください。(複数選択可) なお、戸別収集は距離が離れている場合がありますらご教示ください。
ご回答 a. ステーション収集 m b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション m、戸別収集 m c. 戸別収集 m d. その他 m ※地区によってごみ集積所の個数が違うため、一概には言えない。
1-4 1-1 で選択された可燃ごみ収集場所間を移動する収集車の大まかな平均移動速度をご教示ください。(複数選択可)
ご回答 a. ステーション収集 4～20 km/h b. 一部戸別収集をしているステーション収集 ステーション km/h、戸別収集 km/h c. 戸別収集 km/h d. その他 km/h

〔2. 道路条件別の収集車の挙動等について〕

2-1 収集作業および収集車の移動効率を阻害すると思われる以下の道路条件について、作業上、どの程度影響があるか以下の選択肢の中で該当するものに○をつけてください。（複数選択可）また、「大いに影響がある」、「少しは影響がある」をご選択の場合はその理由を具体的にご記入ください。

ご回答

a. 片側2車線歩道あり

（大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない）

〈理由〉

b. 片側1車線

b-1 歩道あり

（大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない）

〈理由〉

b-2 歩道なし

（大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない）

〈理由〉

c. 1車線

c-1 歩道あり

（大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない）

〈理由〉

c-2 歩道なし

（大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない）

〈理由〉

d. ガードレール

d-1 ガードレールあり

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

d-2 ガードレールなし

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

e. その他

e-1 パッカー車が乗り入れできない道路がある場合

(大いに影響がある・少しは影響がある・どちらでもない・あまり影響はない・影響ない)

〈理由〉

塵芥車が乗り入れできない道路については、環境整備員がごみ集積所まで
徒歩及び走ってごみの回収をせざる得なくなり、安全面や効率面において影響がある。

〔3. 作業員の挙動、軌跡等について〕

3-1 ごみ収集車1台あたりの作業員数（運転手を含みます）を該当する収集方式ごとにご教示ください。

ご回答

- a. ステーション収集 2, 3 名
 b. 一部戸別収集をしているステーション収集 名
 c. 戸別収集 名
 d. その他 名

3-2 収集作業を行うときに収集車を降車し、収集作業にあたる作業員数をご教示ください。

ご回答

- a. ステーション収集 2, 3 名
 b. 戸別収集 名
 c. その他 名

3-3 1箇所あたりの収集にかかる作業時間を該当する収集方式ごとにご教示ください。

ご回答

- | | | |
|-------------|----|---|
| a. ステーション収集 | 2分 | 秒 |
| b. 戸別収集 | 分 | 秒 |
| c. その他 | 分 | 秒 |

3-4 1箇所の収集作業を行うときに収集車のエンジンの停止（あり・なし）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

- | | |
|-------------|-------|
| a. ステーション収集 | あり・なし |
| b. 戸別収集 | あり・なし |
| c. その他 | あり・なし |

3-5 1箇所の収集作業を終えてから次の収集場所へ移動するときの作業員（運転手を含みません）の徒歩移動（あり・なし）および徒歩移動時間について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

- | | | | |
|-------------|-------|---|---|
| a. ステーション収集 | あり・なし | 分 | 秒 |
| b. 戸別収集 | あり・なし | 分 | 秒 |
| c. その他 | あり・なし | 分 | 秒 |

3-6 項目3-5で徒歩移動ありをご選択頂いた場合、徒歩移動速度（歩く程度、小走り程度）について選択肢の中から該当するものに○をつけてください。

ご回答

- | | |
|-------------|------------|
| a. ステーション収集 | 歩く程度・小走り程度 |
| b. 戸別収集 | 歩く程度・小走り程度 |
| c. その他 | 歩く程度・小走り程度 |

[4. 自動追尾運転システムの実用化に向けた技術開発に必要な情報について]

4-1 普段の収集作業のときのワークフローについて問題点など思い当たる点があれば記述頂きご教示ください。

ご回答

特になし

4-2 可燃ごみ収集車の収集ルート上で最も狭い道路の幅員はどの程度でしょうか、ご教示ください。

ご回答

最も狭い道路の幅員 3 m

〔5. 自動追尾システム搭載車と作業員の位置関係、追尾の方法等ごみ収集作業を効果的に支援する方法〕

5-1 収集作業のときの作業員の手を保護する保護具について収集方式ごとにご教示ください。 (複数選択可能)	
ご回答	
a. ステーション収集	軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、 <u>その他(ゴム手袋)</u>
b. 戸別収集	軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、その他()
c. その他	軍手+ゴム手袋、皮手袋+ゴム手袋、その他()
5-2 収集エリアにおいて、集積所間を徒歩で移動する場合、作業員からみて収集車の位置(前方、横方向、後方)を収集方式ごとにご教示ください。	
ご回答	
a. ステーション収集	<u>前方</u> ・横方向・後方
b. 戸別収集	前方・横方向・後方
c. その他	前方・横方向・後方

〔6. ごみ収集ルート計画方法、収集作業位置の設定方法等ごみ収集計画方法〕

6-1 ごみ収集計画の作成時、最適ルートを決める際の優先される条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)	
ご回答	
a. 「距離優先」(車両が通過できる道路の中で、最短距離を優先) b. 「直進優先」(右折、左折を極力減らした条件) c. 「車幅優先」(車幅が狭い道路を避ける条件) d. その他()	
6-2 ごみ収集の駐車場所の決め方に係る好ましい条件として、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)	
ご回答	
a. 事前に設定したごみステーションで停車する。 b. 事前には定めず、作業員に追従して随時停車する。 c. その他()	

6-3 可燃ごみ収集ルートの変更や更新（あり・なし）について収集方式ごとにご教示ください。また、「あり」をご選択頂いた場合、頻度および変更や更新が必要となる事由をご記入ください。なお、参考用に代表的な収集ルート図をご提供頂けると幸いです。

ご回答

a. ステーション収集	<u>あり・なし</u>	<u>頻度：曜日ごと</u>
b. 戸別収集	<u>あり・なし</u>	<u>頻度：_____</u>
c. その他	<u>あり・なし</u>	<u>頻度：_____</u>

〈事由〉	環境整備員によって収集ルートが違って来る。また、稼働人員によって不足している収集地区の応援等ルートの変更などが生じる。
------	---

6-4 可燃ごみ収集ルート計画を作成するにあたり、配車管理方法として以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)

ご回答

a. 配車担当者の知識、経験などで作成
b. 収集データと収集システムなどにより自動作成
c. その他（稼働人員による)

6-5 車両への GPS の搭載の有無（あり・なし）についてご教示ください。

ご回答	<u>あり</u> ・なし
-----	---------------

ご回答	<u>あり</u> ・なし
-----	---------------

6-6 車両へのドライブレコーダーの搭載の有無をご教示ください。

ご回答	あり・なし
-----	-------

ご回答	あり・なし
-----	-------

6-7 ドライブレコーダーと GPS の用途について、以下の選択肢の中から該当するものに○をつけてください。(複数選択可)

ご回答

a. 配車の管理

b. 不正ごみ出し情報

c. 事故や車両故障情報取得

d. 収集車の位置情報の把握と緊急配車ルート変更

e. 道路幅や住民往来密集地域情報

f. その他（ ）

〔7. その他、ごみの収集運搬作業に係るワークフローおよび作業負担軽減に向けた課題〕

7-1 安全面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
ご回答 少なからず収集運搬作業中に交通事故等が発生している。
7-2 運用面からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
ご回答 稼働人員が不足する場合がある。そのため、稼働人員にかかる負担が大きい。
7-3 作業員の方からのご要望やご不満等があればご教示ください。
ご回答 ごみ集積所の設置場所が塵芥車の通れない場所に設置されている。
7-4 その他の観点からの課題や懸念事項等があればご教示ください。
ご回答

以上

資料編（４）

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
ヒアリングシート回答

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	A 社
所属・役職			
お名前			
連絡先	TEL	E-mail	

質問事項

〔1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術〕

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ・目的：ボイラ蒸気発生量、発電量の安定制御 ・概要：給じん量変化に対する蒸気発生量の予測モデルを作成。予測モデルに基づき、蒸気量が一定となるよう給じん量を制御（＝モデル予測制御）
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・芳賀地区エコステーション（150 t／日）など
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・特殊な測定機器は不要（従来から施設に設置している機器を使用） ・モデル予測制御の導入のためのプラント独自の運転データ解析
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・エネルギー供給拠点としてのごみ発電施設における発電量の安定化に寄与 ・ごみ発電による CO2 削減に寄与

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ・目的：CO、NOx の排出抑制 ・概要：運転ビッグデータに基づいた機械学習による手動介入要否判定ロジックをモデル化。判定に基づき従来の手動介入操作に代わり自動制御を行う

② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・芳賀地区エコステーション（150 t／日）など
③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・特殊な測定機器は不要（従来から施設に設置している機器を使用） ・機械学習による手動介入要否判定ロジックモデルの作成は必要
④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・運転作業負荷の低減（運転員手動介入操作回数の低減） ・CO 濃度、NOx 濃度の低減

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。

ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ・目的：クレーンの自動運転 ・概要：ごみ高さ計測技術/ごみ種判別技術/動作計画自動化技術/クレーン制御技術による、攪拌/積替/投入の自動化
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・甘日市エネルギークリーンセンター（150 t／日）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・距離センサー、カメラ ・各種計測・制御システムの作成は必要
	④ 導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・運転作業負荷の低減（運転員と同レベルのクレーン自動運転の達成） ・投入ごみ最適化による安定運転の実現により発電安定化、CO2 削減

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。

ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ・目的：遠隔による運転事業所毎の運転状況管理、課題の見える化 ・概要：BI ツールによる運転データの遠隔自動収集・傾向管理
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・芳賀地区エコステーション（150 t／日）など
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・用役を測定する重量／流量などのセンサー、インターネット回線、BI ツール（ソフトウェア）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・機器故障や異常運転の発見、課題特定の容易化、用役費のまとめ・物資収支の自動作成

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ・目的：現場点検整備作業の遠隔支援 ・概要：AR 技術の活用（ヘルメットに映像表示装置とカメラを装着。現場作業員が作業手順の映像表示を見ながら作業。現場作業風景を遠隔のベテラン作業員がリアルタイムで目視し、アドバイス支援）
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・芳賀地区エコステーション（150 t／日）など
	③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・AR デバイス、工場内 Wifi 環境の構築
	④ 導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・技術伝承 ・現場派遣コストの削減

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 ※省人化技術のブラッシュアップ（公表は控えさせていただきます）
	② CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい）
	③ 導入に関する条件

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 ・特になし
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・なし

	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 ・ ごみ計量における無人計量システム、キャッシュレス決裁システム
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） ・ ごみ計量員の無人化

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	B 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 1) 低炭素炉／火格子制御・送風制御高度化 2) ごみクレーン自動運転・攪拌高度化
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ー香川・東部知多他
	③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） 1) 温度計、圧力計、流量計他 2) カメラ、レベルセンサー他
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） 1) 溶融炉内熱交換率向上による用役使用量削減 主蒸気流量安定化による発電効率向上 2) ごみ質安定化による用役使用量削減、発電効率向上

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 ー自動ロボット導入拡大による現場作業の自動化
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） ーCO2 の観点では削減効果は期待できないと思われる

	② 導入に関する条件 －生産性向上による CO2 削減
--	---

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 －ごみクレーン自動化・高度化／収集運搬車両投入扉位置との干渉防止（最適化）による渋滞抑制
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） －東部知多他
	③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） －カメラ
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） －渋滞抑制による収集運搬車の燃費向上

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 －収集運搬情報（ごみ収集予定・実績（場所・量）、到着予定他）と ごみクレーン自動化連携
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） －さらなる「ごみ質安定化」、「収集運搬車渋滞抑制」による、 用役使用量削減、発電効率向上、燃費向上

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	C 社
所属・役職			
お名前			
連絡先	TEL	E-mail	

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1	ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 【a】 AI を活用した自動燃焼制御 目的：労働人口減少による運転員の不足や経験不足への対応 概要：ベテラン運転員の運転操作を学習した AI により、従来の ACC では制御が難しかったごみ質の急激な変化に対応するもの。 【b】 画像解析を活用したごみピットの攪拌強化技術 目的：労働人口減少による運転員の不足への対応および安定燃焼 概要：熟練のクレーン運転員が行っていた多様なごみの攪拌を自動化するためクレーン運転員の目に代わり、ごみの量と質(混合度)を確認するもの ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 【a】 諏訪湖周クリーンセンター 55 t/日×2 炉 【b】 関東某所 330 t/日 ③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） 【a】 炉前カメラ、レーザーO2 計、レーザーH2O 計 【b】 レベルセンサー、カメラ ④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） 【a】 運転員による運転操作の削減（削減率99%以上）。CO2 削減効果は不明。 【b】 CO2 削減効果は不明。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1	ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。
-----	---

ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 未定
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい）
	③導入に関する条件

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 事例なし
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 遺伝的アルゴリズムを用いた家庭ごみ収集全体ルート最適化 （日本環境衛生センターとの共同研究資料を添付）

	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） 走行距離全体で 4%の削減が図られ、燃料削減量 3kL/年、CO2 削減量 8tCO2/年を得られる試算
--	---

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県			団体名	D 社
所属・役職				
お名前				
連絡先				

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 当社では導入されているデジタル技術の実績はございません。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 当社では現時点で導入予定のデジタル技術はございません。
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい）
	③導入に関する条件

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 当社では導入されているデジタル技術の実績はございません。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（熔融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 1)画像処理技術の活用による粗大ごみ収集における搬入不適物の事前判定 2)収集予約システムの活用による収集運搬の効率化
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） いずれも定量的な効果はわかりません。

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	E 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	② 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ごみ識別 AI 搭載自動クレーンシステム ：ごみピット内のごみの攪拌状況などを AI（ディープラーニング）により識別し、その出力を基にごみクレーンの操作判断を行うことにより、運転員による常時監視無しでのクレーン自動運転を実現する。 ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） ・船橋北部清掃工場（ストーカ式、127t/dx3 炉） ・他、導入済み施設 1 件 ③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） カメラ、画像解析用 PC、クレーン高度制御用 PC、ネットワーク周辺機器ほか ④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ・クレーン運転員による監視・運転業務の負荷軽減 ・ごみの均質化による運転安定性向上、蒸発量・発電量・送電量の安定化、計画外停止の削減（CO2 削減効果）

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 受入ごみの処理不適合物検査・除去の自動化 ：リチウムイオン電池、鉄アレイなど、処理不適合物を自動で検出し、自動的に除去する。
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） ・火災発生 of 未然防止 ・異物投入による機械類のメンテナンス頻度と故障発生 of 低減 ・人材不足解消 ・24 時間稼働による設備規模コンパクト化（CO2 削減効果）
	② 導入に関する条件 ・高精度な画像解析とマニピレータの開発

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 ・特になし
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

〔4. 収集運搬との連携〕

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 ・特になし
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	F 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 「異常回避モデル」 目的：燃焼制御による省人化 概要：数分～数十分先の燃焼状態を予測することで、燃焼悪化に陥る前に異常を検知し、自動で回避するモデル 「燃焼画像認識システム（CoSMoS）」 目的：画像解析による省人化 概要：炉内カメラの映像を本システムで処理し、燃焼状態を確認。計測データを ACC に反映することで ACC を高度化し、燃焼を安定。 「保全情報網システム（Mint）」 目的：点検・整備状況の記録による、予防保全 概要：各現場の設備や機器構成などの情報を登録し、整備状況、不具合状況、在庫状況などを一元管理することで、全ての現場の設備保守管理を効率的に行うためのシステム。 ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 「異常回避モデル」：[非公表] 「燃焼画像認識システム（CoSMoS）」：[非公表] 「保全情報網システム（Mint）」：[非公表] ③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） サーバ、ソフト

	④導入効果。(特に CO2 の削減効果(定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい)) 「異常回避モデル」: 燃焼悪化時間(炉内温度の低下時間)を半減するとともに、運転員の手動介入操作も半分以下に抑える 「燃焼画像認識システム (CoSMoS)」: より高度な制御が実現 「保全情報網システム (Mint)」: 部品の特性を把握し、整備計画・整備作業に反映することが可能。 これらの技術導入により、下記に付随する CO2 削減効果が期待される。 ・ 燃焼安定に伴う発電量・売電量の安定化 ・ 燃焼悪化や計画外停止の回避に伴う、バーナ使用量削減
--	--

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設(焼却(熔融)施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設)に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術(AI 技術、IoT 等)について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 「遠隔操炉」 目的: 遠隔からの燃焼制御 概要: AI 技術を活用した燃焼制御と A.I/TEC からの遠隔操炉技術を組み合わせることで、運転員ミニマムの操炉が実現可能 「ごみピット 3 次元マップ」 目的: ピット管理の省人化 概要: ピット内のごみの攪拌状況を可視化。AI 技術による自動運転システムに組み込み、効率的に広範囲の攪拌を実施し、十分に攪拌されたごみを優先的に投入する。 「CO 発生抑制制御」 目的: 有害ガス低減 概要: センサーの出力値から分析をおこない、CO 発生確率に応じて二次空気流量を補正する。 「周波数解析」 目的: 機器の劣化状況の把握 概要: 機器にセンサーを設置して、周波数を解析することで、機器の劣化状態を監視。 ②CO2 の削減効果の見込み(具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい)

	①の技術導入により、下記に付随する CO2 削減効果が期待される。 ・ 燃焼安定に伴う発電量・売電量の安定化 ・ 燃焼悪化や計画外停止の回避に伴う、バーナ使用量削減
	③導入に関する条件 ・ 24 時間遠隔監視システム（remon システム）で、弊社 A.I/TEC（Hitz 先端情報技術センター）と接続されていること。

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特になし
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特になし
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	G 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 (1) 遠隔監視・支援システム 実プラントの様々なデータを遠隔地にてリアルタイムに共有し、運転支援や不具合時の対応を行うものです。セキュリティに配慮したインターネット回線により対象施設の運転データ（燃焼画像やプロセスデータ）を弊社神戸工場に設置しているサポートセンターと共有しています。 (2) AI 活用レコメンドシステム 運転員の仮想ベテラン化を目指し、AI に運転員が手動操作した運転状態と操作した内容を学習させることで、同様な状態が近づいた際に AI が操作レコメンドを発信します。運転員はこのレコメンド情報に基づき必要な操作を行います。 (3) WtE-SAURS 施設の運転計画を自動で作成するシステムです。従来のごみ搬入量や処理量、ピット残量情報に加えて売電価格等を勘案して売電収入が最大となるよう最適化演算を行い、自動で運転計画を作成します。 (4) 予兆診断システム 機器等の異常が生じていないかデータに基づき診断するシステムです。 ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） (1) 10 施設 (2) 導入する施設は現在建設中です。 (3) 須賀川地方衛生センターや富士市新環境クリーンセンターに導入しています。 (4) 防府市クリーンセンターに導入しています。

	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ・高速インターネット回線 ・データ発信機 ・データ保存および処理媒体 ・AI や解析ソフト
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） （3）WtE-SAURS については運転の最適化（停止回数の最少化）により CO2 削減効果が見込まれます。 （4）システム異常を事前に検知し対策を講じることで、非効率な運転を回避できるため CO2 削減効果に寄与します。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 （1）自動運転技術 燃焼管理を行う運転員の省人化を目的として、AI の活用と遠隔監視・支援システムにより焼却の自動運転を実現します。 （2）協働ロボットおよび AI 識別機能を適用した資源ごみ（びん）選別支援システム 作業員の負荷軽減を目的として、AI を活用したびん識別機能を有した人共存型ロボットによる手選別工程における支援システムになります。 ②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） （1）（2）とも CO2 削減を意図したシステムではありません。 ③導入に関する条件 AI 技術に過度に依存をするのではなく、人による監視も必要と考えています。

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特にありません。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい））

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特にありません。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	H 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 ごみクレーン自動運転、自動燃焼制御
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） （仮称）長野広域連合B焼却施設（建設中）100t/24h（50t/24h） 香芝・王寺環境施設組合一般廃棄物処理施設（建設中）120t/24h（60t/24h）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） カメラ、温度計、圧力計、流量計
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） 省人化で CO2 の削減効果は期待していない。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 自動燃焼制御の精度向上
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） CO2 の削減効果は期待できない。

	③導入に関する条件 ボイラ付き焼却炉
--	-----------------------

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特に無し。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 特に無し。
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） 特に無し。
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） 特に無し。

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特に無し。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） 特に無し。

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	I 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 A I ごみクレーンの試験導入
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 資料添付（第 32 回廃棄物学会発表スライド）
	③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） カメラ、A I センサー
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） ごみ質の均質化による安定燃焼、クレーン自動運転による省力化

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 遠隔監視システム
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい）
	③導入に関する条件

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 特にございません。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（熔融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	① デジタル技術の導入目的と概要 特にございません。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	J 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 （１）自動運転システム AI 画像解析などを利用し、これまで廃棄物処理（焼却）施設の運転員が行っていた介入操作を AI が行うことで、焼却炉の完全自動運転を実現する技術です。 （名称：「BRA-ING（ブレイング）」） （２）遠隔監視システム（弊社横浜本社内に） 施設運営の高度化、省人化を目的とし、全国の運営プラントにおけるデータを集約・監視・遠隔運転できる機能を弊社横浜本社に設けています。 （名称：「グローバルリモートセンター」） ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） （１）（２）とも弊社新規受注案件に対し標準的に導入し、対象施設を拡大中です。 https://www.jfe-eng.co.jp/news/2020/20201116.html ③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） 個別の機器ではなく、システムそのものの導入が必要となります。 ④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） ごみ焼却の安定化や、トラブルによる計画外停止の回避により、熱回収（発電）の最大化や助燃燃料の使用量削減を図ることができ、CO2 の削減に寄与できるものと考えます。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 ・ AI 煙検知システム ごみピット内の煙を早期に発見し火災の拡大を防止するための技術です。 (名称：「Smoke AI（スモークアイ）」) https://www.jfe-eng.co.jp/news/2021/20211202.html ②CO₂ の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） 直接的に CO₂ を削減する効果はありません。 ③導入に関する条件 本システムは粗大ごみ処理施設に納入しており、今後、一般廃棄物処理施設向けに開発を進めているところです。

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 デジタル技術ではありませんが、収集運搬に係る CO₂ 削減に寄与する電池交換型 EV ごみ収集システムを保有しています。 (名称：「ZeroE」) https://www.jfe-eng.co.jp/news/2018/20180918.html ②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 川崎市様、所沢市様へ納入済みです。 ③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） デジタル技術の導入はありません。 ④導入効果。（特に CO₂ の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） ディーゼルパッカー車が EV パッカー車に置き換わることにより、車両による燃料消費が無くなります。（EV パッカー車への給電は、バイオマス由来を含むごみ処理施設における発電電力を使用します。）

〔4. 収集運搬との連携〕

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 現時点でご紹介できる取り組みはありません。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	K 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入されているデジタル技術の導入目的と概要 色選別、形状選別、ごみクレーン自動運転
	② 導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 日本総合リサイクル㈱ 0.3t/h（非鉄） 京都市 北部クリーンセンター（資源ごみ施設） 40t/5h
	③ デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） カメラ、画像認識装置、レベル計、温度計
	④ 導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） 省人化、CO2 の削減効果は不明。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	① 導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 色選別、形状選別の精度向上
	② CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい） CO2 の削減効果は期待していない。

	③ 導入に関する条件 顧客の処理対象物と選別製品への要求精度とのマッチング。処理能力。
--	---

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特に無し。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 特に無し。
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） 特に無し。
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）） 特に無し。

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特に無し。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。） 特に無し。

以上

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 (事前調査)

環境省

「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」

受託者：一般財団法人日本環境衛生センター

事前調査シート

都道府県		団体名	L 社
所属・役職			
お名前			
連絡先			

質問事項

[1. ごみ処理に関して導入されているデジタル技術]

1-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に導入されているごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）（例：ごみクレーン自動運転）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入されているデジタル技術の導入目的と概要 目的：リサイクル施設の運転状況の店社での把握 概要：遠隔監視システム
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です） 施設名：小山広域保険衛生組合リサイクルセンター 施設規模：不燃・粗大ごみ 40t/5h、びん缶 10t/5h、ペットボトル 3.3t/5h
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等） ITV カメラ、ネットワーク通信設備
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい） CO2 削減効果はありませんが、店社側で施設トラブル発見を出来た事例があります。

[2. ごみ処理に関して今後導入する予定の技術]

2-1 ごみ処理施設（焼却（溶融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）に今後導入する予定があるごみ処理のデジタル技術（AI 技術、IoT 等）について下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①導入予定のデジタル技術の導入目的と概要 現在構想検討行っている段階であり具体的計画には至っておりません。
	②CO2 の削減効果の見込み（具体的な数字があればご教示ください。削減効果が期待できない場合はその旨回答して下さい）
	③導入に関する条件

[3. 収集運搬に関するデジタル技術導入事例]

3-1 ごみの収集運搬（ごみピット、ストックヤードに受入れるまで）に関するデジタル技術（AI 技術、IoT 等）の導入事例について、下記のものを紹介して下さい。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特にございません。
	②導入施設の概要（施設名、施設規模 等、パンフレット等でも結構です）
	③デジタル技術導入に際して必要な機器等（センサー、カメラ等）
	④導入効果。（特に CO2 の削減効果（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。削減効果がない場合はその旨回答して下さい）

[4. 収集運搬との連携]

4-1 ごみ処理施設（焼却（熔融）施設、不燃粗大ごみ処理施設、リサイクル施設）において、デジタル技術（AI 技術、IoT 等）を活用とした収集運搬との連携により、CO2 の削減、処理の効率化等に貢献できるもの、貢献できる可能性があるものについて、下記の内容をご教示ください。	
ご回答	①デジタル技術の導入目的と概要 特にございません。
	②CO2 の削減効果、処理の効率化等の見込み（定性的でも結構です。具体的な数字があればご教示ください。）

以上