

IT 技術等を活用した海洋ごみ回収・処理事例集
(公開版)

2023 年 3 月

環境省 水・大気環境局 水環境課
海洋環境室

目次

1. 総論	1
1.1 目的	1
1.2 本事例集の対象範囲と構成	1
1.3 用語の定義	2
2. IT技術等の種類	3
2.1 効率的な回収地点・時期の決定のための技術	4
2.2 海岸漂着物回収ロボット	6
2.3 ごみ運搬技術	7
2.4 海洋漂流ごみ・河川ごみ回収システム	8
3. IT技術等を活用した海洋ごみの回収・処理事例	8
3.1 ウェブカメラ及びセマンティック・セグメンテーション(深層学習)を用いた海岸漂着ごみ量の把握	12
3.2 軽石回収技術を応用した海洋漂流ごみの回収	15
3.3 ドローンやロボットを用いた海岸漂着ごみの回収・運搬	17
3.4 ロボットを用いた海岸漂着ごみの回収・運搬	21
3.5 ドローンを用いた海岸漂着ごみや河川ごみの運搬	24
3.6 海洋ごみの効率的な処理	27
3.7 ウェブサイトやSNSを活用した市民や民間団体等の清掃活動やごみ回収量の集約・発信	31
3.8 ウェブサイトやSNSを活用した市民や民間団体等の清掃活動や普及啓発活動の情報共有	31
付編：海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の整理	38
1. 海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の類型化	38
2. 海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の概要	39

1. 総論

1.1 目的

本事例集は、海洋ごみの回収及び処理を効率的に実施するためのIT技術等の活用について、情報を整理し、自治体の海洋ごみ回収・処理の実施を支援することを目的とする。

国内の地方自治体（以下、自治体）では、「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」に基づき、国や地域住民、民間団体等の多様な主体と連携し、海洋ごみの回収事業を実施してきた。

しかしながら、海洋ごみ回収には多額の費用がかかっていることに加え、回収作業に係る人員不足や、離島や断崖絶壁等の地理的な条件、ごみが高重量、多量のために回収が困難な場合があり、回収量に限界がある。

そこで、回収効率性や回収困難性の課題解決に資するIT技術等について、実用・実証試験段階の技術の情報を整理し、自治体の海洋ごみ回収・処理の効率化や課題解決に向けた取組の検討・実施等を推進する目的で、本事例集を作成した。

1.2 本事例集の対象範囲と構成

本事例集の主な対象は、海洋ごみ回収・処理に携わる自治体の担当者とし、取り扱う「IT技術等」はIT技術に限らない技術（詳細は「1.2.2 本事例集で取り扱う技術の範囲」を参照）を含むものとする。

本事例集の構成は、以下のとおりである。

「1. 総論」

「2. IT技術等の種類」

「3. IT技術等を活用した海洋ごみの回収・処理事例」

1.2.1 本事例集の対象

海洋ごみ回収・処理に携わる自治体（都道府県及び市区町村）の担当者を主な対象とする。

1.2.2 本事例集で取り扱う技術の範囲

本事例集で取り扱う「IT技術等」の範囲は以下のとおりであり、IT技術に限らないものとする。

- ・レーダーや人工衛星、ウェブカメラ等の観測や潮流等の解析による、海洋ごみの集積場所・時期の特定・予測技術
- ・市民の清掃活動の参加者を増やすための仕組み（SNS、ウェブサイト等）
- ・海洋ごみの回収・運搬に用いるロボット及びドローン
- ・重機（バックホウ、ビーチクリーナー等）
- ・海洋環境整備船等の船舶
- ・海洋漂流ごみ、河川ごみの回収装置
- ・海洋ごみの処理装置

技術の活用場面は、海洋ごみの回収計画の立案、回収、運搬、処理とする。また、市民や民間団体のボランティアによる清掃活動の人数を増やすことも海洋ごみの効率的な回収につながることから、市民の清掃活動参加者を増やすための SNS やウェブサイト等の仕組みも含めるものとする。

1.2.3 本事例集の構成

本事例集は、以下の構成からなる。

「1. 総論」

本事例集の目的、対象範囲、構成、用語の定義を記載した。

「2. IT 技術等の種類」

国内外の文献や報告書、ウェブサイト等から海洋ごみ回収に関する技術を抽出し、それらの技術の特徴を種類ごとに整理した。

「3. IT 技術等を活用した海洋ごみの回収・処理事例」

国内外の文献や報告書、ウェブサイト等から抽出された先進的な事例について取り上げて関係者へヒアリングを行い、その結果を整理した。

「付編 海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の整理」

既存のマニュアルや事例集にも、海洋ごみの回収効率性や回収困難性の課題解決に資する技術が紹介されているものがある。そのため、既存のマニュアル・事例集等の資料に記載されている技術を類型化して紹介することで、自治体の担当者が必要とする技術の内容を調べる際の参考となるようにした。

1.2.4 本事例集の留意事項

本事例集に掲載している技術を他の地域で活用する際には、地域特性（海洋ごみの組成・量、技術を用いる場所の地理的特徴、アクセス等）を考慮する必要がある。

また、本事例集では、重機やロボットの活用について記載しているが、活用に当たっては、海岸の踏み固めによる動植物への影響に十分留意する必要がある。

1.3 用語の定義

本事例集では、海洋ごみの原因となるごみ及び海洋ごみを図表 1-1 のように分類している。

図表 1-1 本事例集におけるごみの定義

分類	説明
散乱ごみ	適切に管理されずに陸域や河川に散乱流出したごみ。これらが、海洋や海岸に到達すると海洋ごみとなる。
陸域ごみ	陸域にて散乱するごみであって、河川ごみ、海洋ごみ以外のもの
河川ごみ	河岸・河川敷に散乱するごみや河川を流下するごみのこと
海洋ごみ	海面や海中を漂流するごみや、海岸及び海底に位置するごみ
海岸漂着ごみ	海岸に漂着したごみ及び海岸に散乱したごみ
海洋漂流ごみ	海面や海中を漂流しているごみ
海底ごみ	海底に沈んでいるごみ

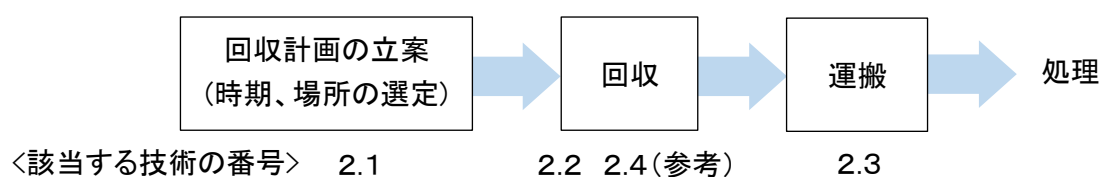
2. IT 技術等の種類

国内外の文献や報告書、ウェブサイト等から海洋ごみ回収に関する技術を抽出した。国内の自治体による海洋ごみ回収量の9割以上は海岸漂着ごみ¹であることから、抽出された事例から、海岸を含む陸域での事例を中心に、技術の特徴について種類ごとに整理した。

2.4「海洋漂流ごみ・河川ごみ回収システム」については、海岸漂着ごみではないが、河川等で自治体により実用化されている例も多いため、参考までに掲載した。また、各技術の種類について、活用場面を図2-1に整理した。

なお、調査文献のリストは「令和4年度海洋ごみの実態把握及び効率的な回収に関する総合検討業務報告書」（環境省，2022年3月）に記載する。

図表 2-1 活用場面と各技術の該当箇所



技術の種類一覧

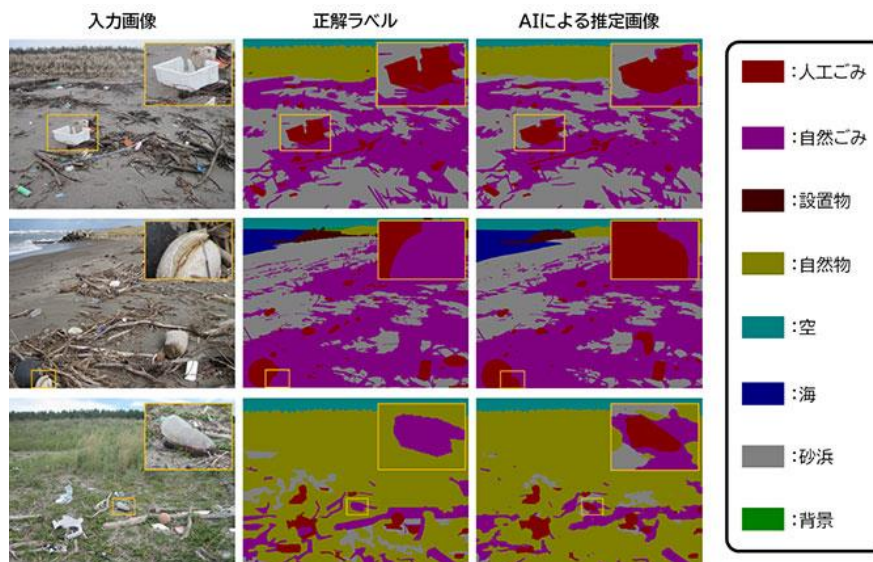
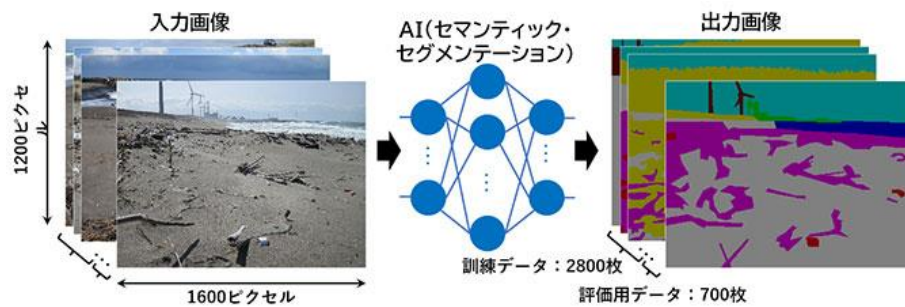
- 2.1 効率的な回収地点・時期の決定のための技術
- 2.2 海岸漂着ごみ回収ロボット
- 2.3 ごみ運搬技術
- 2.4 海洋漂流ごみ・河川ごみ回収システム(参考)

¹ 「令和2年度 海洋ごみの実態把握及び生物影響把握等に関する総合検討業務報告書」（環境省，2021年3月）

2.1 効率的な回収地点・時期の決定のための技術

対象	海岸漂着ごみ、海洋漂流ごみ
活用場面	回収計画の立案
技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸の画像（ウェブカメラ等）、海岸清掃記録や周辺海域の表層流データ（海洋短波レーダー）の経年データを活用し、海洋ごみの集まりやすい場所や時期を解析する。このことにより、効率的に回収作業を実施できる時期や場所の選定に活用できる。 ・ 海岸の画像取得により、リアルタイムで海岸漂着ごみ量を観測することで、ごみの量が増加したタイミングで回収作業を実施することにも活用可能である。 ・ 海岸画像取得方法として、海岸に設置した定点カメラや人工衛星（衛星画像）、ドローン（航空写真）を用いる取組が進められている。 ・ GPS 漂流ブイを用いて海域の表層流や風速・風向きを測定する手法も存在する。 ・ SNS やウェブサイトを活用して、市民や民間団体等の清掃活動や普及啓発活動を共有する取組も進められており、市民の清掃活動に対する意識を醸成し、参加者を増やすことにつながる。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海洋ごみが集まりやすい場所や時期の予測技術については、抽出された技術は概ね実証段階であり、大規模・汎用的に実用化されている事例は確認されなかった。予測精度を高めるためには長期間・多くの測定データが必要である。 ・ リアルタイムでの海岸漂着ごみの量の観測では、漂着量の増加を把握してから、実際に回収を実施するまでのタイムラグが想定される。今後、機動力を上げて、タイムラグを短くする仕組みが求められる。 ・ 観測機器によっては観測範囲が限られる。 ・ 近年、地域のボランティア等による清掃活動が増加しており、清掃活動の時期、場所の重複が課題となっている。そのため、清掃活動情報の SNS での発信やウェブサイト等での情報共有による重複の回避がより一層求められる。

写真

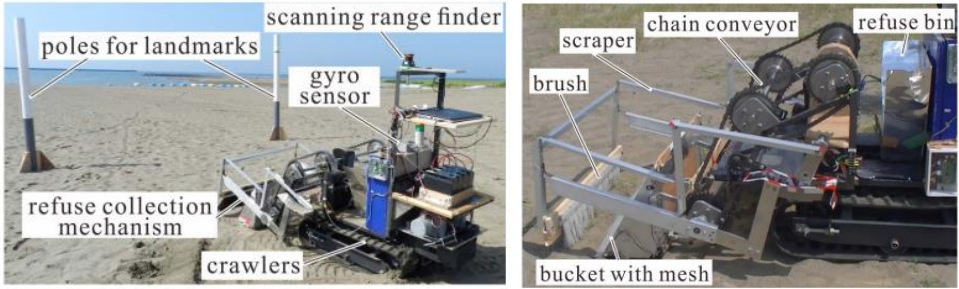


セマンティック・セグメンテーション(深層学習をベースとした画像解析技術の一種)を用いた海岸の写真からの海ごみ検出[※]のイメージ図²

※詳細は「3. 1 ウェブカメラ及びセマンティック・セグメンテーション(深層学習)を用いた海岸漂着ごみ量の把握」を参照

² 鹿児島大学大学院理工学研究科「街・海・宇宙からみるプラスチックごみ監視システム研究講座」ウェブサイト
<https://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/~kako/mpl/analysis/test/>(最終アクセス:2023年1月31日)

2.2 海岸漂着ごみ回収ロボット

対象	海岸漂着ごみ
活用場面	回収
技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・取り付けられたセンサーやカメラにより、周辺環境を検知し、海岸漂着ごみを回収する。 ・無線通信を利用した遠隔操作により走行する方法、プログラムされた行動範囲を自律走行する方法が存在する。 ・回収機構にはレーキやふるい付きバケット、箒やちりとり等が採用されている。 ・動力はバッテリー電源が主流であり、一部太陽光パネル・電池を搭載したものも存在する。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・試作段階の技術がほとんどであり、大規模・汎用的に用いられている事例は確認されなかった。 ・砂浜で使用する事例がほとんどであり、礫浜や磯浜で活用できる事例は確認されなかった。 ・交換部品の入手等、機器のメンテナンスが困難である。
写真	 <p style="text-align: center;">海浜清掃ロボット³</p>

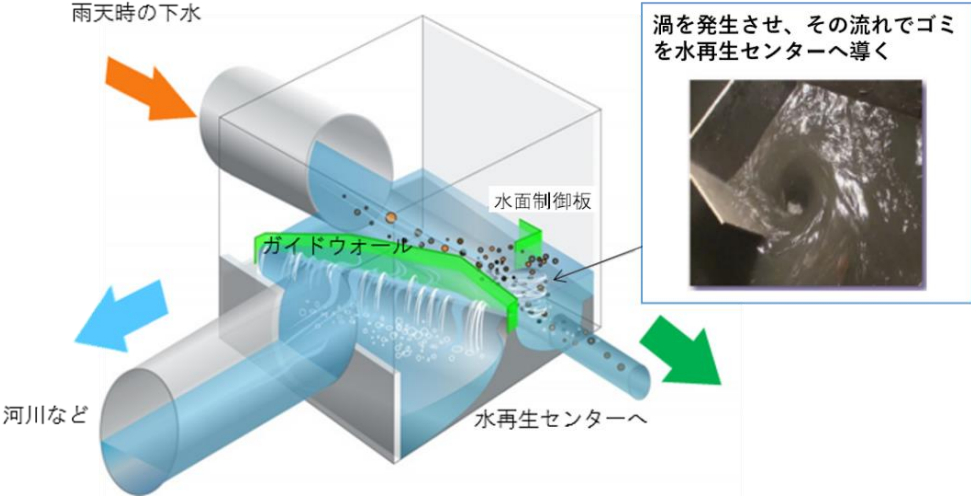
³ 市村ら, "自律走行型海浜清掃ロボットの開発", (第60回自動制御連合講演会, 2017)

2.3 ごみ運搬技術

対象	海岸漂着ごみ、河川ごみ
活用場面	運搬
技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業用の装置を改良した運搬ロボットや大型ドローンを用いて、集積された海岸漂着ごみを、トラックや船舶等の停留場所まで運搬する。 ・ ロボットの活用により、重量物の運搬や、崖や藪などの危険な場所におけるごみの運搬を行いやすくなる。 ・ ドローンにより、船舶が近づけない場所や、運搬路がけもの路になっている場所、石が多い河川・海岸等のごみの運搬が困難な場所等においてもごみの運搬を行いやすくなる。 ・ 運搬作業を省力化することで、少人数での海洋ごみ回収作業が可能となる。 ・ レーダーによる周辺検知機能と併用することで、インフラ点検等の他分野での展開も可能である。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほとんどが実証段階であり、大規模・汎用的に用いられている事例は確認されなかった。
写真	 <p data-bbox="576 1346 1208 1379">ビーチクリーンロボット(九州大学、九州工業大学)⁴</p>

⁴ 一般社団法人 BC-ROBOP 海岸工学会「ビーチクリーンロボットプロジェクト(BC-ROBOP)」<https://www.bc-robop.org/>
(最終アクセス 2023 年 1 月 31 日)

2.4 海洋漂流ごみ・河川ごみ回収システム(参考)

対象	海洋漂流ごみ、河川ごみ
活用場面	回収
技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> 海洋漂流ごみや河川ごみが流れる水域にブイやロープ、網等で構成されたフェンスを設置し、波浪や水流により、流れてくる海洋漂流ごみや河川ごみを補足する。国内外で実用化されている。 ※オイルフェンスを用いた国内の回収事例については、付編「IT 技術等を活用した海洋ごみの回収・処理事例」の⑥「海洋ごみ発生抑制対策等事例集」（環境省，2021年6月）を参照。 下水道管内に設置して浮遊するごみを回収する「水面制御装置」も開発され、国内外で広く普及されている。既存の施設にステンレス製の板を設置することで渦を発生させ、浮遊するごみを効率的に下水処理場へ導き、河川や海洋への流出を防ぐことができる⁵。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ブイやロープ、網等によるフェンスは、台風等による大雨時には、装置の破損や水路の閉塞により洪水を発生させる恐れがある。そのため、台風や大雨が予想される際には回収装置を撤去等する必要がある。 補足したごみが悪臭の原因になる場合もあり、ごみを適切な頻度で回収する必要がある。 大量・大型のごみの回収は困難な場合が多いと考えられる。 港湾部での使用は、船舶の航行の支障となる場合があると考えられる。
写真	 <p>雨天時の下水</p> <p>河川など</p> <p>水面制御板</p> <p>ガイドウォール</p> <p>水再生センターへ</p> <p>渦を発生させ、その流れでゴミを水再生センターへ導く</p> <p>水面制御装置による河川や海洋へのごみの流出防止 (東京都下水道局、東京都下水道サービス(株)、日本工営(株))⁵</p>

⁵ 東京都下水道局「水面制御装置」<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/e7/aboutus/contents02/02/index.html>
(最終アクセス 2023年1月31日)

3. IT 技術等を活用した海洋ごみの回収・処理事例

国内外の文献や報告書、ウェブサイト等から抽出された事例から、特に自治体の海洋ごみ回収に活用できると考えられる先進的な事例について、詳細を把握するために関係者へヒアリングを行った。その結果について、技術の概要、運用効果、運用方法や課題等を個票に整理した。各個票の項目は次のとおりである。

- ・ 概要
- ・ 実施主体
- ・ 実施期間
- ・ 実施場所
- ・ 実施方法
- ・ 効果
- ・ 実施条件及び制約
- ・ 実施に当たっての注意点・工夫
- ・ 費用
- ・ 課題・今後の展望

図表 3-1 にヒアリングを行った事例とその効果・課題等について一覧を示す。

図表 3-1 ヒアリング事例一覧



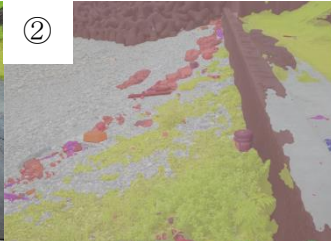
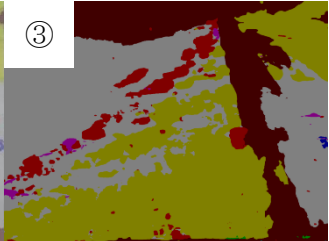
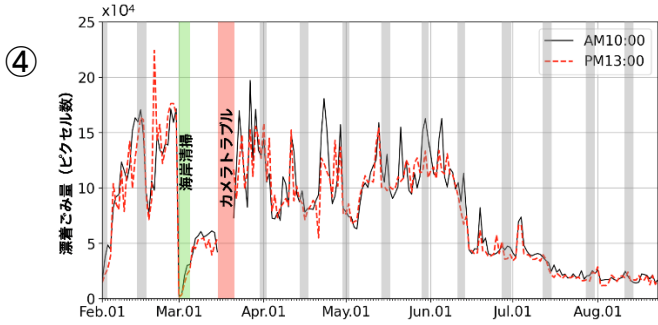
No.	内容	ヒアリング対象者	活用場面	効果	課題
3.1	ウェブカメラ及びセマンティック・セグメンテーション（深層学習）を用いた海岸漂着ごみ量の把握	鹿児島大学 加古 真一郎 准教授	回収計画の立案	<ul style="list-style-type: none"> ごみが多く漂着するタイミングを把握することで1回あたりの清掃活動の効果を高められる。 清掃活動や発生抑制対策の効果検証、市民の環境学習や普及啓発にも活用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 広域での漂着量の把握はウェブカメラ単独では難しい。今後は、人工衛星やドローンと組み合わせた手法を検討する。 画像解析等は、当面は研究機関等に委託する流れになると考えられる。今後は専門知識を持っていない人でも扱えるようなウェブサイトを開発予定である。
3.2	軽石回収技術を応用した海洋漂流ごみの回収	港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域 藤田 勇 領域長	回収	<ul style="list-style-type: none"> 細かな海洋漂流ごみの回収に有用である。 ごみの溜まりやすい港や河川の近く等に常設して使用することも可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 回収できるごみの大きさは、ポンプの口径や揚程に依存するが、試作機では35mm程度であり、大きいごみの回収には適していない可能性がある。
3.3	ドローンやロボットを用いた海岸漂着ごみの回収・運搬	九州大学大学院 清野 聡子 准教授	運搬	<ul style="list-style-type: none"> ドローンでは、回収の難しい岩場や瀬などからごみを運び出して船等に運ぶことに活用できる。 ロボット等を清掃活動に導入することで、注目を集め、清掃活動の参加者を増やす効果もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 海岸をロボットが走行することで、砂浜に轍がついたり、踏み固めが発生し、海岸に生息する動植物に影響を及ぼす懸念がある。
3.4	ロボットを用いた海岸漂着ごみの運搬	仙台高等専門学校 総合工学科 園田 潤 教授	運搬	<ul style="list-style-type: none"> 一度に大量のごみを自律走行で運搬できるため、効率化が図れ、大きな省人化効果がある。 礫浜等の足元が不安定な場所や傾斜のある場所でも安全に運搬可能であり、人の運搬の危険回避にもつながる。 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット本体の重量があり、車からの積み降ろしを複数人で行う必要がある。 ロボットの自律走行のルート設定等は専門知識を持った技術者でないと困難である。今後は、専門知識を持たない人でも扱えるようソフトウェア開発に取り組む予定である。 海岸や搬出路をロボットが走行することで、砂浜に轍がついたり、踏み固めが発生し、海岸に生息する動植物に影響を及ぼす懸念がある。
3.5	ドローンを用いた海岸漂着ごみや河川ごみの運搬	公益財団法人 水島 地域環境再生財団	運搬	<ul style="list-style-type: none"> ドローンの活用は、アクセス路が急傾斜になっている海岸や、船舶の近づけない海岸、石の多く歩行しにくい河川敷等で、安全に効率よくごみを運搬するのに適している。 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンは一度に運搬できるごみの量が限られており、基本的なごみの回収・運搬は人力、人力では難しい場所からのごみの運搬はドローンで実施する、といった使い分けが必要である。

3.6	海岸漂着ごみの効率的な処理	長崎県 対馬市 市民生活部 環境政策課	処理	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸漂着ごみの硬質プラスチック及び発泡スチロールの破碎及び減容化により、運搬にかかる費用を削減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡スチロールのブイは前処理に手間がかかり処理工程全体のボトルネックとなっている。 ・現状では、減容化後の発泡スチロール及び硬質プラスチックの利用用途が限られている（今後ボイラー燃料としての活用を検討中）。
3.7	ウェブサイトやSNSを活用した市民や民間団体等の清掃活動やごみ回収量の集約・発信	株式会社ピリカ	清掃活動参加者の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・市民や民間団体等の清掃活動やごみ回収量の情報集約を効率化し、見える化するプラットフォームを活用することにより、清掃活動の参加者を増加させたり、清掃活動の継続モチベーションを向上させる効果がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラットフォームの導入効果の測定や、ごみの回収量と経済性との関連について、根拠となる指標数値に基づいて示すことが困難である。
3.8	ウェブサイトやSNSを活用した市民や民間団体等の清掃活動や普及啓発活動の情報共有	富山県 生活環境文化部 環境政策課	清掃活動参加者の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・各メンバーが実施する清掃活動をウェブサイトやSNSで情報発信することで、次の効果がある。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 県民が清掃活動に参加しやすい仕組みづくりや清掃活動への参加の増加 ➢ 清掃活動実施者のモチベーション向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・清掃活動に取り組む新規メンバーの参加（メンバー拡大）が課題である。 ・メンバーに活動実施予定などの情報提供をお願いしているが、十分に情報収集できない場合があり、ウェブサイト等におけるPRのメリットを伝えることが課題である。

3.1 ウェブカメラ及びセマンティック・セグメンテーション(深層学習)を用いた海岸漂着ごみ量の把握

- ・ヒアリング対象者：鹿児島大学 加古 真一郎 准教授
- ・ヒアリング日：2023年2月3日

3.1.1 AIを用いて海岸の写真から海岸漂着ごみの被覆面積を高精度に推定する技術

<p>概要</p>	<p>【プロジェクト全体の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトは海洋プラスチックごみの可視化システムを確立し、社会実装することを目的とする寄付講座「街・海・宇宙からみるプラスチックごみ監視システム研究講座」により実施した。 <p>【技術の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・セマンティック・セグメンテーションと呼ばれる、深層学習をベースとした画像解析により、ウェブカメラで撮影した海岸の写真からピクセル単位で海岸漂着ごみ（人工ごみ、自然ごみ、砂浜、海、空等）を検出する技術を開発した。海岸のごみの被覆面積が推定可能である。 <p>参考：https://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/~kako/mpl/analysis/test/</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="379 943 703 1182"> <p>①</p>  </div> <div data-bbox="703 943 1034 1182"> <p>②</p>  </div> <div data-bbox="1034 943 1364 1182"> <p>③</p>  </div> </div> <div data-bbox="512 1189 1173 1512"> <p>④</p>  </div> <p>セマンティック・セグメンテーションによる海岸漂着ごみの画像解析結果に基づく漂着量の時系列変動⁶</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Webカメラで撮影された画像 ② ①にセマンティック・セグメンテーションを施したもの ③ ①の上に②を重ねたもの ④ ①・②・③をもとに作成した海岸漂着ごみ量の時系列
<p>実施主体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・南さつま市（発注者） ・鹿児島大学理工学域工学系理工学研究科 加古 真一郎 准教授
<p>実施期間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2022年1月26日より実施。 ・県（海岸管理者）との海岸使用に関する契約は5年間（2022～2026年度）。

⁶ 鹿児島大学大学院理工学研究科「街・海・宇宙からみるプラスチックごみ監視システム研究講座」ウェブサイト <https://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/~kako/mpl/analysis/test/>（最終アクセス：2023年1月31日）

実施場所	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング地点：南さつま市 上野山海岸、笠沙海岸 ・海岸漂着ごみの量が特に多く、定期的に回収しているため選定した。 ・上野山海岸、笠沙海岸共にアクセスが悪い。前者は、海岸に通じる道が整備されていない悪路であることに加えて、駐車場から海岸までも距離があるため、回収事業の効率化が特に必要である。後者は、駐車場から海岸までは近いが、市役所から片道1時間以上要する。
実施方法	<p>【設置方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単管パイプで2～3m程度の高さの足場を作って設置する。 ・カメラの盗難防止のため、二重にロックしている（カメラにケースを付け、単管パイプやソーラーパネルの接合部位もロック）。 ・土地管理者の確認や手続きに必要な書類の準備は、カメラを設置する自治体の担当者が対応した。 <p>【撮影頻度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・毎日0～22時の間1時間おきに撮影している（赤外線カメラが搭載されているので夜間も撮影しているが、実際に使用しているのは日中のデータのみ）。 ・1時間おきに撮影している理由は、上げ潮と下げ潮の間の変動もある中で、ごみが漂着するタイミングを把握したいという意図がある（撮影間隔をより空けてもウェブカメラのランニングコストはあまり変わらない）。 <p>【解像度及び測定範囲】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海岸全体を撮影範囲に入れるのは難しいため、ごみが堆積しやすい場所を狙って撮影し、漂着量の時系列変動を把握することに重点を置いている（海岸全体の海岸漂着ごみの量の把握はドローンが適している）。 ・撮影画像からセマンティック・セグメンテーションによりごみをピクセルレベルで自動検出する。当手法では8割程度の海岸漂着ごみの検出が可能である(Hidaka et al, 2022)。カメラの画角や設置高さ等にも依存するが、4Kのカメラで撮影しているため、ペットボトルのふた程度の大きさのごみもおおよそ検出できる。 ・検出精度のぶれは、朝日の影響で白飛びすることはあるが、1時間おきに撮影しているため、使用できる写真を選べば、時間変動を見ることは可能と考えられる。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・予算や人員が限られる中、ごみが多く漂着するタイミングを把握することで1回あたりの清掃活動の効果を高められる。 ・清掃活動や発生抑制対策の効果検証に活用できる。 ・市民の環境学習や普及啓発に活用できる。
実施条件及び制約	<p>【設置場所の要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地管理者が明確である必要がある。 ・ウェブカメラ設置のための足場を組めるスペースが必要である。 ・ウェブカメラ設置により景観を害する懸念があるため、地元の人々の理解を得ることや、目立たせない工夫が重要である。 ・ウェブカメラに人物が映りこむことで個人情報の問題が発生する懸念があるため、撮影画像を公開する場合には、人の多い海岸は適さない。 ・ソーラーパネルで稼働しているため、日当たりの良い場所の確保が重要である（電池でも稼働可能だが、月1回程度の交換作業が必要である）。
実施に当たっての注意点・工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・上記に記載

費用	<p>【設置費用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人件費込みで概ね 100 万円以下で設置可能であると考えられる。 <p>【維持費用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SIM カードとクラウドの使用量等のみが必要であり、5 万円/年程度である。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・広域での漂着量の把握はウェブカメラ単独では難しい。今後、人工衛星やドローンと組み合わせた手法を検討する。 ・現在、本事例以外にも複数の自治体でウェブカメラによる同様の取組が進められている。 ・画像解析等は、当面は研究機関等に委託する流れになると考えられるが、今後は専門知識を持っていない人でも扱えるようなウェブサイトを開発予定である。
その他	—

3.2 軽石回収技術を応用した海洋漂流ごみの回収

・ヒアリング対象者：港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域 藤田 勇 領域長

・ヒアリング日：2023年1月27日

3.2.1 軽石回収技術を応用した海洋漂流ごみの回収

<p>概要</p>	<p>【技術の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高圧ポンプを用いて漂流軽石を吸引する装置を試作した。 ・ 同技術を海洋漂流ごみの回収に応用できる可能性があると考えられる。 <p>参考：https://www.pari.go.jp/unit/ydaku/research/</p>   <p>先端エジェクタ式軽石吸引装置の概要と実験模型⁷</p> <p>【技術開発の背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2021年8月に発生した海底火山「福德岡ノ場」の噴火に由来し、鹿児島県や沖縄県等において軽石の漂流・漂着が確認され、離島航路や漁船等の船舶の航行が困難となるなどの影響が生じた。これを受けて、国土交通省港湾局と水産庁が連携し、関係団体及び研究機関の協力を得て、「漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ」が設置された。 ・ ワーキンググループで、海上流出油の回収技術を軽石の回収に応用できないかどうかを検討され、ハンディオイルスキマーの技術をベースに本技術を開発した。
<p>実施主体</p>	<p>・ 港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域 藤田 勇 領域長</p>
<p>実施期間</p>	<p>・ 2021年12月から2022年3月</p>
<p>実施場所</p>	<p>・ 港湾空港技術研究所 油回収実海域再現水槽実験棟</p>

⁷ 港湾空港技術研究所ウェブサイト「エジェクタを用いた軽石吸引除去装置の検討」
<https://www.nishinippon.co.jp/item/n/551728/>（最終アクセス:2023年1月31日）

実施方法	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸の電源を確保できる場所に装置を設置し、海洋漂流ごみをポンプで吸引して回収する。電源はエンジンポンプや発電機も使用可能である。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・現状で効率的な回収技術が十分存在しない細かな海洋漂流ごみ（プラスチックペレット等）の回収に適用できる。 ・耐久性を維持すれば、港湾等に通年設置して運用することも可能であると思われる。
実施条件及び制約	<ul style="list-style-type: none"> ・吸引可能なごみのサイズはポンプの口径に依存する。試作した装置のポンプの口径は約 35mm である。 ・揚程や動力の大きさによるが、理論的にはポンプの口径を大口にすることも可能である。
実施に当たった注意点・工夫	—
費用	<ul style="list-style-type: none"> ・製作にかかった日数は1日であり、ハンディオイルスキマーのほか、ポンプとホースがあれば専門技術が無くても製作できるため、費用も莫大ではない（ただし、品質保証をつけてメーカーが作る場合はある程度の費用になるかもしれない）。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・現在実験段階であり、実地での試行は行っていない。 ・マイクロプラスチックに関しては、発生原因となる大きなプラスチックごみの回収は可能であるが、水中の細かなマイクロプラスチックは回収できないと思われる。
その他	—

■本ヒアリング内容についての問い合わせ先

所属	港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域長
担当者	藤田 勇
メールアドレス	fujita@p.mpat.go.jp

3.3 ドローンやロボットを用いた海岸漂着ごみの回収・運搬

- ・ヒアリング対象者：九州大学大学院 清野 聡子 准教授
- ・ヒアリング日：2022年12月28日

3.3.1 災害調査用ドローンを用いた海岸漂着ごみの運搬

<p>概要</p>	<p>【事業全体の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会技術研究開発センター（RISTEX）2021年度採択事業にて「人とシステムの協働による海岸清掃共創シナリオの構築」を実施している⁸。 ・海岸清掃ロボット、ドローンでのごみの運搬の実証試験、船舶の自律航行による回収効率化、クラウドシステムを活用したごみのモニタリングや資源化予測等について研究している。 ・九州大大学院工学研究院や九州工業大、市民団体「宗像の環境を考える会」等で構成される「一般財団法人BC-ROBOP 海岸工学会」を設立し、AI、自律性、労務・人の代替として最重要な産業用ロボットの技術（省力化技術）や人材育成の開発シーズを利用した清掃労務の低減、人材育成がもたらす海洋・海岸環境維持や保全、人と技術が協働するコミュニティによる共創モデルと他地域への展開に向けたシナリオの礎の構築に取り組んでいる。 <p>参考：https://www.jst.go.jp/ristex/solve/project/scenario/scenario21_hayashipj.html</p>
-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------





人とロボットの協働により、海ごみ問題が解決
海岸環境が保全・管理される社会に向かう

人とシステムの協働による海岸清掃共創シナリオの構築¹

⁸ 国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センター「人とシステムの協働による海岸清掃共創シナリオの構築」https://www.jst.go.jp/ristex/solve/project/scenario/scenario21_hayashipj.html（最終アクセス 2023年1月31日）

	<p>【災害調査用ドローンを用いた実証試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人がフレコンバッグ等に海洋ごみを詰めて、それを災害調査用の大型のドローンで持ち上げて運搬した。
実施主体	<ul style="list-style-type: none"> ・九州工業大学大学院情報工学研究院知的システム工学研究系 林 英治 教授 ・九州大学大学院工学研究院環境社会部門 清野 聡子 准教授 ・いであ株式会社
実施期間	<ul style="list-style-type: none"> ・2021 年度～2023 年度（事業採択期間）
実施場所	<ul style="list-style-type: none"> ・福岡県宗像市の海岸
実施方法	<ul style="list-style-type: none"> ・人がフレコンバッグ等に海洋ごみを詰めて、それを大型のドローンで持ち上げて運搬した。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・回収の難しい岩場や瀬などからごみを運び出して船等に運ぶことや、事前に海岸上空を飛行し、ごみの集積有無や集積場所を確認することに活用できると考えられる。 ・ロボットや重機による海岸の踏み固めや生物等への影響を避けるのに、ドローンが適している場合もあると考えられる。
実施条件及び制約	<ul style="list-style-type: none"> ・本実証試験で用いたドローンでは、一度に運搬できるごみの重量は最大で 10kg 程度であった。
実施に当たった注意点・工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・持ち上げる際のごみの全体的なバランスを取り、運んでいる間に荷崩れを防止する必要がある。重いものと軽いものが混在していると運搬が困難のため、ごみの種類をある程度分類してフレコンバッグ等に入れる必要がある。 ・ドローンは風の影響を受けるため、風の少ない時期に実施する必要がある。
費用	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験で用いているドローンは、ヘリコプタータイプで数 100 万円程度の機種である（操縦士にかかる費用は含まない）。
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・現段階では、ドローンは目視できる範囲で操縦するのが現実的であると考えられる。目視操作ができない場合は高度な技術が必要なことから、高額の費用がかかる。 ・アクセス困難な海岸に関しては、ドローン以外にも船舶を用いて運搬する選択肢もあるため、船舶でのアクセス可否や全体のコストも踏まえて選択する。
その他	<p>—</p>

3.3.2 自律運搬ロボットを用いた海岸漂着ごみの運搬

<p>概要</p>	<p>【事業全体の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3. 3. 1. と同じ <p>【自律運搬ロボットの実証試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般社団法人 BC-ROBOP 海岸工学会で、海岸漂着ごみを回収・運搬するロボットを開発し、ロボットの運用や人との協働についての実証試験を実施している。 <p>参考：https://www.bc-robop.org/</p> <div style="text-align: right;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">ビーチクリーンロボット⁹</p>
<p>実施主体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 九州工業大学大学院情報工学研究院知的システム工学研究系 林 英治 教授 ・ 九州大学大学院工学研究院環境社会部門 清野 聡子 准教授 ・ 一般社団法人 BC-ROBOP 海岸工学会
<p>実施期間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2021 年度～2023 年度（事業採択期間）
<p>実施場所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 福岡県宗像市の海岸
<p>実施方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人手により回収した海岸漂着ごみを、ロボットにより運搬した。
<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多くのごみを効率的に運搬でき、省人化効果があると考えられる。 ・ ロボットを清掃活動に導入することで注目を集め、清掃活動の参加者を増やす副次的効果もあると考えられる。
<p>実施条件及び制約</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 礫浜や大きい石のある場所では横転の可能性があり運用が難しい。人が足元を見てバランスを取りながら天秤棒を用いて運搬する等の方が現実的であると考えられる。
<p>実施に当たっての注意点・工夫</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸をロボットが走行することで、砂浜に轍がついたり、踏み固めが発生し、海岸に生息する動植物等に影響を及ぼす懸念があるため、活用にあたっては十分に配慮が必要である。植生のある場所は避け、前浜で地盤が安定している場所に関しても、頻繁な往行は避けるべきである。 ・ 細い通路や後背地などの小さいエリアを往復するロボットで、人が海岸で回収したごみを運搬するという使い分けも有効であると考えられる。
<p>費用</p>	<p>—</p>
<p>課題・今後の展望</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 走行の安定性が課題である。将来的には、車両型だけではなく別の形状のロボットの可能性を検討することも重要であると考えられる。 ・ 必ずしも高性能のロボットである必要はなく、多様なロボットを活用し、アップデートしていくことで、市民技術者に注目され、海洋ごみ回収に関するロボット開発が促進できると考えられる。

⁹ 一般社団法人 BC-ROBOP 海岸工学会「ビーチクリーンロボットプロジェクト(BC-ROBOP)」<https://www.bc-robop.org/> (最終アクセス 2023 年 1 月 31 日)

<p>その他</p>	<p>【回収技術全般についての今後の展望】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海ごみ回収の分野については、現場の実務でいかに活用できるかという「実用性」を意識した開発が重要である。例えば、海岸等での作業では、塩分や砂分が多く機械に付着するため、精密機器ではなく、丸洗いできる素材や比較的単純な構造の装置が役に立つと考えられる。 ・実用的なロボットの開発のためには、試行錯誤が十分行える開発環境を整える必要がある。今後、この分野の裾野を広げる必要があり、実用的な技術の開発力が高い高等専門学校や、地元の活動に根差した大学、アマチュアの開発者の機動力、熱意とアイデアが求められる。 <p>【今後求められること】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市民技術者を巻き込んだシンポジウム等の取組を継続的に実施することで、技術者が海洋ごみの現状やその解決に向けた技術開発の価値を認識し、海岸清掃に関するロボット開発の技術者の人材育成や裾野の拡大につながることが期待される。以下に実施例を示す。 ➤ 2022年12月8日にJST-RISTEX「人とシステムの協働による海岸清掃共創シナリオの構築」研究開発プログラム『海岸清掃に関わる対話シンポジウム』を開催し、海岸清掃の場で求められる技術について、行政、市民団体や技術者、学生団体による発表や討議が行われた。 ➤ 清野准教授が審査員も務める北九州市で2ヵ年にわたり開催された「海のお掃除プラント&ロボット夢コンテスト」では、学生や市民技術者等によるアイデアを募集している。河川ごみをオイルフェンスで効率的にかき集めるロボット等、実用的なアイデアが多く出ている。
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. 4 ロボットを用いた海岸漂着ごみの運搬

- ・ヒアリング対象者：仙台高等専門学校 総合工学科 園田 潤 教授
- ・ヒアリング日：2023年2月6日

3. 4. 1 海岸漂着ごみの自動運搬ロボット

<p>概要</p>	<p>【採択研究全体の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT，エヌアイシーティ）の2021年度委託研究・ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発（課題B「新型コロナウイルス感染症対策“新しい生活様式”を実現するためのICT」）に採択された。 （課題名「3密回避を実現するドローンAI協調型海ごみ自動回収運搬ロボットの開発」） ・新型コロナウイルスの影響や人口減少・高齢化社会において人手不足で回収が困難になると予想される清掃活動を、AIや自律走行技術を活用し、少人数・低コストで実施するための技術開発を進めている。 <p>【海岸漂着ごみの自動運搬ロボットの概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人が回収した海洋ごみを、自律走行可能なロボットを用いて効率的に運搬することで、大きな省人化効果があった。 <p>参考：https://www.youtube.com/@sonodalab/featured</p> <div style="text-align: right;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">海ごみ 100kg 積載し砂礫海岸・傾斜面を走行する自動運搬ロボット¹⁰</p>
<p>実施主体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・仙台高等専門学校、株式会社石井製作所、合同会社 とびしま、とびしま未来協議会
<p>実施期間</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2021年度～ （NICTでの研究開発期間は2021～2022年度の2年間）
<p>実施場所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・山形県酒田市の飛島（砂浜、礫浜両方） ・その他、宮城県岩沼市の海岸（砂浜）、山口県周防大島町の海岸（砂浜、礫浜両方）でも試行している。
<p>実施方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・人がごみを回収し、その回収拠点から海岸から離れた運搬車両までの搬出路をロボットで運搬した。 ・ロボットの運用に必要な人数は、自律走行であるかどうかに関わらず、操作（確認）者1名、補助者1名である。 ・走行路の障害物は、リモートセンシング技術であるLiDARを使用（別途機械

¹⁰ 園田ら，“3密回避を実現するドローンAI協調型海ごみ自動回収運搬ロボットの開発”（2021年度電気関係学会東北支部連合大会，2021年）

	<p>をアタッチメント)して自動で回避可能である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・走行スピードは人の徒歩程度である。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・一度に大量のごみを自律走行で運搬できるため、効率化が図れ、大きな省人化効果がある。 ・礫浜や勾配のある搬出路等、人がごみを持ちながらの歩行に労力や危険を伴う場所でも、安全にごみを運搬することができる。 <p>【海岸での実施結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海岸でのごみ運搬では92 kgを運搬した。 ・試験を実施した海岸では通常7名が1日に4往復してごみの運搬を行っているため、ロボット1台分で7人工(1人が28往復した分)程度の省人化効果があったと考えられる。 <p>【搬出路での実施結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・車両でアクセスが可能な地点から、海岸側の搬出路入口までの約180m(最大傾斜30度)を走行した。 ・ロボットに100 kgのごみを搭載して、数回往復し、80分間に491 kgの海岸漂着ごみを運搬した。 ・従来40人程度によりバケツリレーで運搬していたため、ロボット1台分で40人工程度の省人化効果があったと考えられる。
実施条件及び制約	<p>【運搬可能のごみの大きさ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重量：100 kg以下(下限はなし) ・容量：W 1220×D 600×H 665の市販ごみ籠2個搭載可能(ロボット上部の籠に入る大きさであれば問題ない)。 <p>【ごみの積載方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷物のバランスを取る必要は特段ない。 ・流木は切って運搬する。(けん引可能なロボットもある。また、リアカー付きのロボットも開発中である。) <p>【地面の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クローラー型の車輪のため、20 cm程度の礫の浜や、草のある斜面等、不整地でも走行できる。 ・道幅は、ロボットの幅の広さがあれば走行できる。 <p>【気象条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人が作業できる程度の雨や風であれば問題なく運用できる(防水加工されているため少雨であれば使用可能)。 ・準天頂衛星初号機「みちびき」の受信機をロボットに搭載して位置情報を取得することで、数cmオーダーの誤差で走行可能なため、RTK-GPSが使用できないような電波の入らない場所でも設定したルートに沿って走行できる。
実施に当たっての注意点・工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・電動手押し車を併用することも効果的である。(飛島の実証試験では、海岸から搬出路入口の傾斜が急な部分のみごみを電動手押し車で運搬してロボットに積み込み、それ以降の区間をロボットで運搬した。傾斜がある小道等は電動手押し車の方が時間をかけずに運べ、効率的であった。)
費用	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットの製作費用は50万円程度である。 ・今後、自治体等に対してロボットをリースすることを検討中である。

課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・現状のロボット重量が 80 kg あり、車両からの積み降ろしを 2~3 人で行っているため、ロボットの軽量化が課題である。 ・ロボットの自律走行のルート設定等は専門知識を持った技術者でないと困難である。今後は、専門知識を持たない人でも扱えるようソフトウェア開発に取り組む予定である。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローン画像と AI による海洋ごみの分布の定量化に向けた技術開発も実施している。 ドローンの撮影画像に対し、物体検出アルゴリズムである YOLO によりリアルタイムでごみを検出（検出精度：85%程度）し、ごみの密度のヒートマップを作成することで、ごみの集積場所を把握できる。 将来的に、例えば、清掃活動前にごみを重点的に回収する区域を探索することに活用できると考えられる。

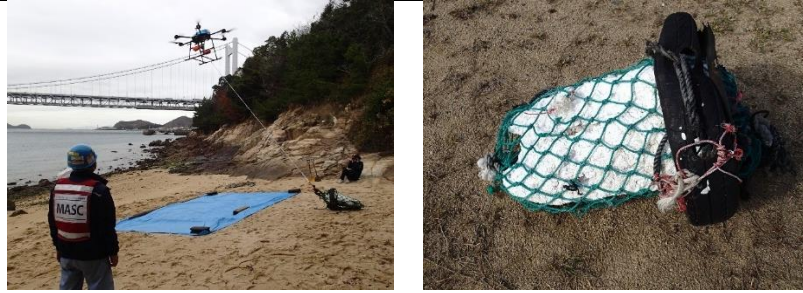
3.5 ドローンを用いた海岸漂着ごみや河川ごみの運搬

- ・ヒアリング対象者：公益財団法人 水島地域環境再生財団
- ・ヒアリング日：2023年1月30日

3.5.1 ドローンを用いた海岸漂着ごみや河川ごみの運搬

概要	・環境省の「令和4年度ローカル・ブルー・オーシャン・ビジョン推進事業」の一環として、海洋ごみ等回収困難地からドローンを活用した搬出実証試験を2回実施した。
実施主体	・岡山県、公益財団法人水島地域環境再生財団、一般社団法人MAS C
実施期間	第1回：2022年11月30日 第2回：2022年12月14日
実施場所	第1回：倉敷市下津井田之浦周辺（海岸） 第2回：総社市「そうじゃ水辺の楽校」（河川敷）
実施方法	・人が回収し、網等でひとまとめにしたごみをドローンにより運搬した。
効果	<p>・以下のような場所で安全に効率よくごみを運搬でき、少人数（10～20人）での清掃活動が可能となる可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ アクセス路はあるが、大きな物を持ちながら歩くことが困難な海岸等 ➢ 船舶の着岸が困難な海岸 ➢ 石が多い等、回収地点から車両アクセスポイントまでの足場が悪く、物を運びながらの移動が困難で危険を伴う場所 <p>【第1回 海岸でのごみ運搬試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目的：車、船が近づけない場所でありかつ、ごみの搬出路がけもの路で急傾斜、狭くてごみ袋が木々に引っかかる、長距離等の問題があり、人力でのごみの運搬に労力や危険が伴う場所での効率的で安全なごみの運搬に、ドローンが活用できることを実証するための試験を行った。 ・結果：現地に散乱していたごみのうち漁業用フロート、廃タイヤ、漁網を組み合わせたもの（約6.5kg）の搬出にドローンを活用できることを確認できた。





第1回実証試験の搬出ルートと試験の様子

【第2回 河川敷でのごみ運搬試験】

- ・目的：清掃範囲が広い場合でかつ、石が散乱しているなど、人がごみを背負って運搬することに多大な労力がかかる場所での効率的で安全なごみの搬出に、ドローンが活用できることを実証するための試験を行った。
- ・結果：約 8.5 kgのごみを人手より短時間で効率よく安全に搬出できることを確認できた。



第2回実証試験の搬出ルートとの様子

実証試験2における人とドローンの移動時間の比較

	人の歩行	ドローン
A 地点と B 地点の往復(距離 320m)	約 6 分 30 秒	約 5 分
A 地点と C 地点の往復(距離 170m)	約 6 分 30 秒	約 3 分

※人の歩行による移動時間はごみを持たずに計測し、ドローンはごみの運搬も含めた時間を計測している。また、A 地点から C 地点は水たまりがあり、人の歩行では迂回したルートを通っている。

実施条件
及び制約

【時期・天候】

- ・法令の規制により、地上風速が平均 5m/s 以上の時はドローンの飛行ができない。実証試験では、風が弱まったタイミング見極めて飛行させており、安全確保のための時間がかかった。

	<ul style="list-style-type: none"> ・少雨であれば飛行可能だが、ドローンは一部の装置がむき出しの状態になっているため、雨天時の実施は極力避けるべきである。 ・第1回目の実証試験の現場は、冬期は風が強くなり天候が安定しないが、一方で、夏期は草木が生い茂っており漂着現場までアクセス困難である。そのため、冬期に実施せざるを得ず、比較的天候が安定している時期を狙って行った。 <p>【場所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン飛行ルートの下に民家や多くの人がいる場所では、安全面から運用が難しい。 ・ドローンの発着に2m×2m程度の平らなスペースが必要であり、スペースが確保できない場所や、湿地等での適用は難しい。
実施に当たっての注意点・工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・30kg以上のごみは運べない一方で、軽すぎると風のあおりを受ける（明確な下限値は不明）。 ・ごみの素材によって比重が異なる点にも配慮が必要であり、場合によっては重心を取りバランスを保つため、ごみを分解したり組み合わせたりする作業が必要である。 ・ごみの梱包について、フレコンバッグは大きすぎて、上下方向の飛行の抵抗になりドローンを飛ばせなかったため、ネットやブルーシートを使用した。 ・航空法に係る手続きについては一般社団法人MA S Cが既に得ている無人航空機の許認可（包括申請）の範囲内で実施したため、特段の手続きは不要であった。
費用	<p>人件費含めて1回30万円程度 （海岸6.5kg×1往復）、（河川8.5kg×2往復）。</p>
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・1回の飛行あたり運搬できる量が少なく、費用対効果が低い。そのため、現時点では、人力で運べるものは人が運び、人力で運べないものはドローンで運ぶ等、役割分担をするのが効率的な運用方法であると考えられる。 ・海岸漂着ごみに関しては、現状では法令の規制により船舶上にドローンを離着陸できないが、規制が緩和されれば、船が海岸付近まで近づき、そこからドローンでごみを輸送することで運搬効率を上げられると考えられる。 ・ドローンの飛行可能な上限風速が5m/s以下であることが制約となっている。 ・ドローンの運用に当たって行政手続きに数日を要するため、出水直後等の迅速な運用が現状では困難である。今後、回収体制の整備が求められる。
その他	—

■本ヒアリング内容についての問い合わせ先

所属	公益財団法人 水島地域環境再生財団
メールアドレス	https://mizushima-f.or.jp/contact/

3.6 海岸漂着ごみの効率的な処理

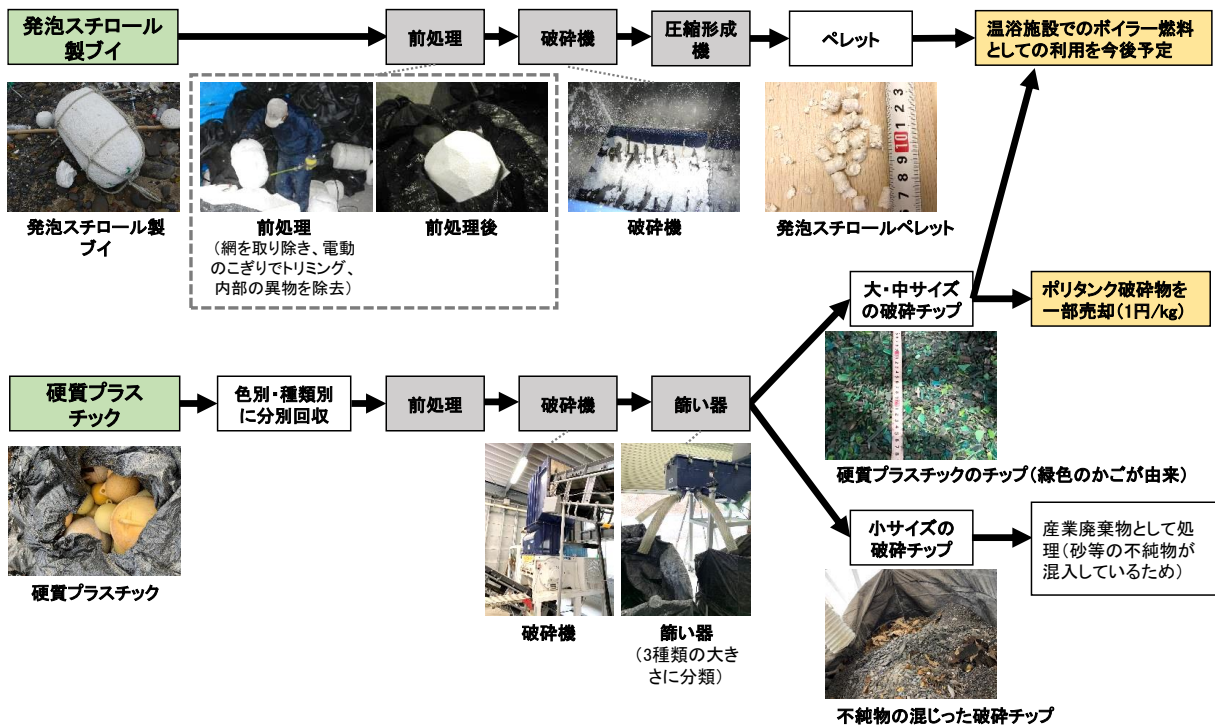
- ・ヒアリング対象者：長崎県対馬市市民生活部環境政策課
- ・ヒアリング日：2022年12月13日

3.6.1 海岸漂着ごみの効率的な処理

概要	<p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none">・対馬市では海流と季節風の影響で、年間2～3万m³ものごみが海岸に漂着する。海岸漂着ごみのうち漁具の占める割合が多く、発泡スチロールをはじめとするプラスチック類が5割以上を占めるのが特徴である。・離島であるため、回収した海岸漂着ごみの運搬や処理に費用や手間がかかることが全体の回収・処理事業のボトルネックとなっていた。  <p style="text-align: center;">対馬市の海岸漂着ごみ(美津島町)</p> <p>【効率的な処理方法】</p> <ul style="list-style-type: none">・海岸漂着ごみのうち、発泡スチロール製のブイの破碎・減容化装置を2020年度、硬質プラスチックの破碎・減容化装置を2021年度に導入した。・回収した海岸漂着ごみを破碎・減容化することで、従来の運搬・処理コストを削減している。・処理フロー及び各設備の種類について、図表3-2、図表3-3に記載する。 <p>【破碎・減容化後のプラスチックの活用方法】</p> <ul style="list-style-type: none">・破碎した硬質プラスチックの一部は企業に売却し、ボールペンやビニール袋、買い物籠といった製品にマテリアルリサイクルしている。・発泡スチロール及び硬質プラスチックを破碎・減容化した後のペレットは、今後ボイラー燃料として島内の温浴施設で利用し、処分費用の低減、ボイラー施設での燃料使用低減や、資源の有効利用等を図る予定である。 <p>【設備導入の流れ】</p> <ul style="list-style-type: none">・国内外でのプラスチック対策の推進が求められ、また対馬市で従来から用いている発泡スチロールの油化装置（小型焼却炉等で利用）が老朽化していることから、新たな処理方法導入の検討がなされた。・平成30年度に対馬市海岸漂着物対策推進協議会で協議・検討し、提案のあった数社の中から、発泡スチロール及び硬質プラスチックの破碎機導入が決まった。 <p>※従来の油化装置は、消防法の規制により油化した原料を保管できないため、使用する分のみの油化しかできず、回収した発泡スチロールの約3分の1のみ油化していた。現行の破碎装置による減量化では、ペレットとして保管できるため、回収量の6～7割程度を資源として利用することが可能である。</p>
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

実施主体	長崎県対馬市
実施期間	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡スチロール製ブイ破碎・減容機：2020年度導入 ・硬質プラスチック破碎・減容機：2021年度導入
実施場所	長崎県対馬市
実施方法	<p>【設備の運用体制】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前処理～設備の運用を委託業者の職員約8名で実施している（各工程において8名全員を動員しており、異なる作業を同時並行で実施できない）。 ・設備は毎日清掃を実施している。設備を一部解体しないとできないようなメンテナンスは、設備メーカーの株式会社エルコムが実施している。 ・設備導入前には、作業者が設備についての説明をメーカーから受け、設備導入後に研修を1週間実施した。 <p>【回収、収集運搬、処分方法】</p> <p>回収：委託（9割）・市民ボランティア（1割） 運搬：市による直営 処分：一般廃棄物は市の運営している施設で処分、産業廃棄物は民間の施設で処分</p> <p>【硬質プラスチックのマテリアルリサイクル】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・硬質プラスチック（現時点でポリプロピレン）を色別に分けて破碎したチップの一部を対象として、マテリアルリサイクルを実施している。 ・1円/kgで商社に売却し、売却先の商社が販路を獲得し商品化等されている。対馬市からの硬質プラスチックのチップの輸送費用は売却先の企業が負担している。 ・売却先以降の使用用途は、買い物籠、ビニール袋、ボールペン等である。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center;">硬質プラスチックのマテリアルリサイクルによる製品化例</p>
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡スチロール製のブイ及び硬質プラスチックを破碎し、マテリアルリサイクルを行ったり、将来的にボイラー燃料として活用することで、埋立量削減につながっている。 <p>※海岸漂着ごみ処理後の総埋立量：278.32t/年（施設導入前） →231.71t/年（施設導入後）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発泡スチロール製のブイ及び硬質プラスチックを減容化することで、輸送費用が削減できる。
実施条件及び制約	<ul style="list-style-type: none"> ・各設備の条件は図表 3-3 に示す。
実施に当たっての注意点・	<ul style="list-style-type: none"> ・対馬は発泡スチロール・硬質プラスチックの漂着量が多いため、スケールメリットから設備導入の費用対効果が得られるが、それらのごみの量が少ない自治体では導入の費用対効果が得られるかどうかは不明である。導入を検討

工夫	する際は、各自治体の状況に合わせ、設備の能力や敷地面積等も考慮する必要があります。
費用	【設備の運用・維持管理費用】 2,299 千円/年 (2021 年度) 2,508 千円/年 (2022 年度)
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> 特に発泡スチロールのブイは、前処理に大きな手間がかかっており、処理のボトルネックとなっている。 減容化後の発泡スチロール及び硬質プラスチックの利用用途が限られている。また、マテリアルリサイクルとして売却できている硬質プラスチックの量は、全体量からすると 1 割未満とわずかであり、島外に運搬するために企業側が払う費用が負担になっていると考えられる。 今後はボイラー燃料として発泡スチロールのペレット及び硬質プラスチックの破碎チップを島内の温浴施設で利用し、処分費用の低減、ボイラー施設での燃料使用量低減や、資源の有効利用等を図る予定である。
その他	—



図表 3-2 対馬市の発泡スチロールブイと硬質プラスチックの処理フロー

図表 3-3 発泡スチロール製のブイ及び硬質プラスチック処理設備の特徴

処理対象物	発泡スチロール製ブイ	硬質プラスチック
設備の種類	<ul style="list-style-type: none"> ・ 破砕機 ・ 樹脂圧縮形成  <p style="text-align: center;">発泡スチロール破砕機</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 破砕機 ・ 篩い器  <p style="text-align: center;">硬質プラスチック破砕機</p>
導入年度	2020 年度	2021 年度
受入量 (2021 年度)	2,242m ³ /年 [*]	1,998m ³ /年 [*]
分別方法	-	ペレットのマテリアルリサイクルの受入れ先の要望より、回収段階で色や種類ごとに分別している。
処理方法 (前処理を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ブイに装着されている網を取り除き、電動のこぎりで汚れた部分をトリミングする。内部に異物が混入している場合があるため、半分に割って異物を取り除く作業が必要な場合もある。 ・ 前処理のスピードは 1 人あたり約 3m³/日と時間がかかり、処理工程全体のボトルネックとなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異物があれば除去したうえで、大きいものは処理施設に入るようカットし、洗浄する。
処理ルート	前処理→破砕→圧縮形成	前処理→破砕→篩い器により、大・中・小の大きさに分類
資源化率	処理量の 7 割	処理量の 7 割
処理能力 (実績)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 25 分の 1 に減容 ・ 処理能力：30～35m³/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 15 分の 1 に減容 ・ 処理能力：45～55m³/日
設備の耐用年数	7 年間	7 年間
破砕した後の資源化物の用途	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料化（予定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料化（予定） ・ 一部企業へ売却し、売却先の企業がマテリアルリサイクルを実施。

^{*}設備導入が決まった時点で廃棄物を処理せずに貯めていたため、年間の回収量とは異なる。

■本ヒアリング内容についての問い合わせ先

所属	長崎県対馬市市民生活部環境政策課
メールアドレス	haikibutu@city-tsushima.jp

3.7 ウェブサイトや SNS を活用した市民や民間団体等の清掃活動やごみ回収量の集約・発信

- ・ヒアリング対象者：株式会社ピリカ
- ・ヒアリング日：2022 年 12 月 6 日

3.7.1 ピリカ自治体版サービス

<p>概要</p>	<p>【ピリカ自治体版サービス】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・株式会社ピリカでは、ごみ拾い SNS アプリ「ピリカ」を、拾ったごみの数や量、位置、参加人数を投稿し、共有することで清掃活動の活性化を図る目的で開発・運用している。 ・ピリカ自治体版「見える化ページ」は、各自治体での SNS アプリ「ピリカ」による清掃活動やごみの回収量を自動で 1 つのウェブサイトに集約・可視化することで、ごみ拾い実施状況を効率よく定量的に把握し、清掃活動促進施策の計画立案や効果測定、自治体での情報共有をするためのプラットフォームである。 ・自治体版のウェブサイトは、清掃活動等のイベントやニュースの情報提供や、住民、企業等団体の交流や清掃活動の活性化にも貢献している。 <p>参考：https://corp.pirika.org/service/pirika/</p> <div data-bbox="598 907 1173 1265"> <p>ごみ拾う → 写真を撮って発信 → 感謝される！ / なかまが増える！</p> </div> <p style="text-align: center;">ごみ拾い SNS アプリ「ピリカ」¹¹</p> <div data-bbox="566 1332 1189 1892"> <p>みんなできれいにせんまいけ！とやま ～守ろう、世界で最も美しい富山県！～</p> <p>参加人数 227,576 拾われたごみの数 12,412,635</p> <p>富山県内のごみ拾い活動推移</p> <p>イベント情報 2023/10/19 いっぱい拾おう★ごみピカ</p> </div> <p style="text-align: center;">ピリカ自治体版サービスの例(個人の投稿部分についてはモザイク加工)⁹</p>
-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

¹¹ 株式会社ピリカ「サービス」<https://corp.pirika.org/service/>(最終アクセス:2023 年 1 月 31 日)

実施主体	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的に自治体が株式会社ピリカとの随意契約により実施している。 <p>【導入自治体数】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・府県 11 件、市区町村 9 件（2023 年 2 月 20 日時点） ・全導入自治体で継続的に利用されている（一部ニーズに合わせサービスの規模を縮小している）。 <p>【その他の主体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その他、官民連携によるごみ拾いイベント等を開催している。 （例）富山県、日本たばこ産業株式会社富山支店、株式会社ピリカ、川田テクノロジー株式会社との 4 者協働にて、ピリカ自治体版見える化ページを協働運営。また、その他複数の企業と協働でのごみ拾いイベントを実施した。
実施期間	<ul style="list-style-type: none"> ・ピリカ自治体版サービスは 2014 年より自治体に導入開始
実施場所	<ul style="list-style-type: none"> ・導入自治体
実施方法	<p>【アプリやプラットフォームの管理方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以下の機能を用いる場合は、管理画面にログインして操作するが、それ以外に維持管理のため定期的に必要な操作は基本的にはない。 ➤ 月ごとに発行される投稿の詳細集計レポートのダウンロード ➤ ウェブサイト上の「イベント情報」「お知らせ」の管理 <p>※「イベント情報」は市民団体等が実施するイベントの掲載承認や、自治体主催のイベント情報を掲載する場合等に用いる。</p> <p>【府県と市区町村での活用方法の違い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都道府県では、活動分布、時期的な傾向分析などの実態把握に主眼が置かれており、市区町村では、清掃活動者への直接的な働きかけに主眼が置かれていると考えられる。 （特に、市区町村で市民団体等の清掃活動実施者に対して清掃用具の購入金の補助等を行っている場合、それらの活動実態を把握する必要があるが、当サービスにより、活動実態を効率的に把握することができる。）
効果	<p>【清掃活動への参加者増加や意識向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・清掃活動への参加者、活動数の増加や、市民の意識向上等があると考えられる。定量的に効果を測定している事例は以下のとおりである。 （例）渋谷区では、2021 年 7 月のサービス導入と同時に、区と株式会社ピリカで共同して情報発信のイベントを実施すること等により、サービス導入後の 1 か月あたりのごみ拾いの参加人数が約 80 人から約 180（2.5 倍）と増加した。 <p>【低い年齢層へのアプローチ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ピリカのアプリ利用者のボリュームゾーンは 40 歳前後であると推測される。一般的な清掃活動実施者の年齢層よりも低いと想定され、またアプリを用いることで、清掃活動の年齢層を拡げることができていると考えられる。なお、参加者には、親子や学生団体、学校単位も含まれる。 <p>【普及啓発への活用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学校での清掃活動への協力や出前事業を実施している。 ・普及啓発のチラシや動画等の素材を作成している。 ・アプリ及び企業版サービスを利用しているボーイスカウトの団体、企業等と協働して、子どもが行う清掃活動を支援し、回収した海岸漂着ごみ（カキ養

	殖用パイプ) をプラスチックかごへアップサイクルした事例もある。
実施条件及び制約	-
実施に当たった注意点や工夫	<p>【アプリのユーザー獲得・拡大の広報戦略・実際の清掃活動促進のための工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サービスを導入した自治体のニーズに応じて、清掃活動の参加者を増やすための支援を実施している。以下に具体例を挙げる。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 自治体や民間団体との共催イベントの実施 ➤ 告知の強化（チラシ作成、動画作成、デジタルサイネージ、駅構内等） ※広告媒体は自治体の予算で確保 ➤ アプリ内でごみ拾いの投稿を特定の回数以上実施することで、清掃活動に使える用具をプレゼントする企画を実施 ※プレゼント品は自治体の予算で確保 ・全国的にアプリ登録者を増やす又は維持するための手法として、株式会社ピリカで以下のような取組を行っている。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 月1回の定期的な公式イベント（ハロウィーンやお月見等）の開催により全国のユーザーに参加を呼び掛ける。 ➤ 清掃活動量やごみの回収量に応じてランキング化し上位ユーザーを表彰する。 ➤ 団体、自治体向けに、ごみの自然界流出問題における理解促進を目的とした勉強会や清掃活動などのイベントを共同で実施する。 ➤ 清掃活動を行う市民団体とコラボレーションしたイベントの場でアプリの使い方を案内する。 ・清掃活動のモチベーションを維持するためのアプリ内の工夫として、以下のようなものがある。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ ごみ拾いの投稿に対して、他のユーザーが「ありがとう」ボタンによりリアクションを示したり、コメントを送付することにより、ユーザー間で活動を相互に励まし合う機能がある。 ➤ 自治体によっては、自治体担当者が地域住民や市民団体の投稿に対してコメントを入れることにより、ユーザーが励まされ、自治体と住民や民間団体とのつながりが生まれる例もみられる。 ➤ ウェブサイト上で各団体の活動ランキングを「見える化」することでモチベーションの刺激につながっている。
費用	<p>【自治体への導入・運営費用の目安】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・初年度の自治体専用見える化ページの導入費：約50万円～ ・システム利用料：約3万円/月～ <p>※サービス（見える化ページ）の導入後は、システム利用料のみの負担となる。 ※自治体の人口や個別のニーズに応じた追加の開発費用の発生によって値段が変わる。</p>
課題・今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスの導入及び継続を検討している自治体からは、経済効果（費用対効果）を示すよう求められる。しかしながら、ごみをどれくらい拾ったらどの程度の経済効果があるのかという数値は、学術的にも行政的にも整理されておらず、現時点では経済効果の根拠を示すことが困難である。

<p>その他</p>	<p>その他のごみ回収効率化等に関する株式会社ピリカのサービスについて、以下に記載する。</p> <p>【ごみ分布調査サービス「タカノメ」】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポイ捨てごみの分布を調査するサービスである。効率的な清掃活動の実施場所の決定や、ポイ捨て対策施策の費用対効果測定に活用できる。 ・タカノメには「徒歩版」及び「自動車版」がある。「徒歩版」では特定のエリアをスマートフォン端末を用いて撮影し、その画像を解析することで、詳細なごみの分布状況を把握する。「自動車版」では、スマートフォンを車両に搭載し、路上の散乱ごみ分布を広範囲にわたって調査する。 ・自治体では特に「自動車版」により広範囲の街中の散乱ごみ分布を明確にすることで、回収優先地域を把握することができる。その場所に対して回収のためのリソースを適正に配分することで、陸域におけるごみ回収を効率化したり、清掃活動の空振りを防止することにも繋がると考えられる。  <p style="text-align: right;">地図データ:Google, ZENRIN</p> <p style="text-align: center;">ヒートマップによる散乱ごみの分布の見える化¹²</p> <p>【ピリカ自治体版「不法投棄通報管理機能」】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アプリに不法投棄等の情報を写真付で通報する機能がある。「不法投棄通報管理」を導入した自治体には、通報された情報が自治体担当者へメールで迅速に共有される仕組みとなっている。 ・住民から寄せられる不法投棄等に関する通報は、従来は電話や FAX といった伝達手段で、伝えられる情報が限られていた。アプリを用いることで、住民から寄せられる通報内容に写真や緯度経度といった詳細情報が加わることで、適切な対応を迅速に取りやすくなる。 ・自治体版ウェブサイトの管理画面には、通報された箇所をマップ表示したり、通報への対応ステータス（完了/未処理）を記録する機能があり、大量の通報情報を整理する助けとなる。
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

■本ヒアリング内容についての問い合わせ先

所属	株式会社ピリカ
メールアドレス	https://corp.pirika.org/contact/

¹² 株式会社ピリカ「サービス」<https://corp.pirika.org/service/>(最終アクセス:2023年1月31日)

3.8 ウェブサイトや SNS を活用した市民や民間団体等の清掃活動や普及啓発活動の情報共有

- ・ヒアリング対象者：富山県 生活環境文化部 環境政策課
- ・ヒアリング日：2023 年 1 月 13 日

3.8.1 とやま海ごみボランティア部

<p>概要</p>	<p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・富山県内の海岸に漂着するごみの約 8 割が、県内河川を通じて海に流出したものと考えられていることから、上流から下流まで県内全域での海洋ごみの対策を実施してきている。 ・県内でのボランティアによる清掃活動の一層の促進するためには、多様な県民の清掃活動への参加と、大規模な清掃イベントだけではなく、日常的に清掃活動に取り組む環境づくりが重要である。 ・県内の企業やボランティア団体、グループ等をメンバーとする「とやま海ごみボランティア部」を設立し、県民が清掃活動に取り組みやすい仕組みづくりを構築している。 <p>【実施概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「とやま海ごみボランティア部」を令和 4 年 7 月 3 日に設立した。 ・参加するメンバーそれぞれが、県内の海岸や街なか等での清掃活動、海洋ごみ問題についての理解を広める活動を実施している。 ・メンバーの活動実施予定や活動結果を県のウェブサイトや Twitter で PR している。 ・メンバーを対象とした富山県内の海洋ごみの現況や清掃活動方法等について学ぶ講座「学びの場」を開催している。 <div style="text-align: right;">   </div> <p>参考：とやま海ごみボランティア部ウェブサイト https://www.pref.toyama.jp/1705/kurashi/kankyoushizen/kankyou/toyamaumigomiboranthiabu.html</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p>実施主体</p>	<p>富山県</p>
<p>実施期間</p>	<p>2022 年 7 月 3 日～</p>
<p>実施場所</p>	<p>富山県</p>
<p>実施方法</p>	<p>【具体的な実施内容例】</p> <p>①県のウェブサイトや Twitter での活動の PR メンバーから情報提供があった活動の開催情報や開催結果について、県のウェブサイトや Twitter で PR している。 (投稿頻度：不定期 (メンバーから情報提供があった時に投稿))</p>



(左)とやま海ごみボランティア部ウェブサイト¹³
 (右)とやまの水環境(富山県環境保全課) Twitter¹⁴

②メンバーの育成

メンバーに富山県内の海洋ごみの現況や清掃活動方法等について学んでもらう講座「学びの場」を開催している（令和4年度は3回開催）。

③ワンチームとなった清掃活動の開催

県内企業等が清掃活動を体験し、とやま海ごみボランティア部の活動に参加するきっかけとしてもらうため、メンバーがワンチームとなった清掃活動を開催している（令和4年度は3回実施）。

④メンバーによる清掃活動の実施

- ・メンバーそれぞれが海岸や街なか等で自主的な活動を実施している。
- ・とやま海ごみボランティア部のメーリングリストやウェブサイト、Twitterで、メンバーの活動の参加者を募集している。
- ・活動結果を県のウェブサイトやTwitterでPRしている。

【運営方法】

- ・直営：メンバーの募集（県内で清掃活動などを実施している企業や団体への案内、趣旨の説明）、ウェブサイト作成管理、記事作成等
- ・委託：ウェブサイトに掲載する情報の収集、イベントの運営等

【メンバーとの連絡方法】

- ・メンバーへの案内（イベント情報等）は、メーリングリストで実施している。また、イベント開催情報はウェブサイトやTwitterを用いてメンバーに周知している。

効果

- ・メンバー数：団体:35、個人:60（2023年2月20日時点）
- ・多くの県民（1,000名以上）が清掃活動を実施している。
- ・メンバーが清掃活動を実施する際の窓口としても機能している。

実施条件
及び制約

-

¹³ とやま海ごみボランティア部ウェブサイト

<https://www.pref.toyama.jp/1705/kurashi/kankyoushizen/kankyou/toyamaumigomiboranthiabu.html>（最終アクセス:2023年1月31日）

¹⁴ とやまの水環境(富山県環境保全課) Twitter <https://twitter.com/toyamanomizu>（最終アクセス:2023年1月31日）

<p>実施に当たった際の注意点・工夫</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・メンバー募集のため、企業や関係団体などへ積極的に周知や直接の声掛けを実施している。 <p>【設立時の参加者募集方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウェブサイトや SNS で情報発信するとともに、関係団体、産業団体へ周知の協力依頼（メンバー募集の案内文（URL 記載）配付等）を実施している。 ・ボランティア団体へ個別に声掛けを実施している。 <p>【設立以降の参加者募集方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学校、市民団体等を対象とした出前講座の中で、「とやま海ごみボランティア部」の紹介及び参加の呼びかけを実施している。 ・SNS に投稿されている清掃活動やイベントの情報を確認し、個別に参加の呼びかけを実施している。 ・ボランティア団体等が主催する活動に参加し、活動後に「とやま海ごみボランティア部」の取組みを紹介している。
<p>費用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・委託費用：約 250 万円（オリジナルのロゴ・メンバー証の作成、募集チラシ・PR 動画の作成、「学びの場」等のイベント開催等を含む）
<p>課題・今後の展望</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・清掃活動に取り組む新規メンバーの参加（メンバー拡大）が課題である。 ・メンバーに活動実施予定などの情報提供をお願いしているが、十分に情報収集できない場合があり、ウェブサイト等における PR のメリットを伝えることが課題である。
<p>その他</p>	<p>【ごみ拾い SNS アプリ「ピリカ」との提携】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2018 年に「ピリカ」の自治体版サービス（みんなできれいにせんまいけ！とやま）を導入している。 ・清掃イベント等の機会に「ピリカ」を活用した自主的な清掃活動を紹介している。 ・とやま海ごみボランティア部公式アカウントでごみ拾い SNS アプリ「ピリカ」へメンバーの活動を代理投稿している。 ・「学びの場」で「ピリカ」の使用方法等を紹介している（講師：株式会社ピリカ）。

付編：海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の整理

1. 海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の類型化

海洋ごみの回収・処理に関する技術は、既存のマニュアル・事例集等の資料にも掲載されている。それらの資料に掲載されている技術の用途及び区域に基づいて、表 3-1 のとおり類型化した。

図表 1 での各資料の分類は、可能な限り資料中で実例が紹介されているものに限定した。なお、漂流軽石の回収技術についても、海洋ごみ全般の回収に活用できる場合があることから、関連する資料を取り上げている。また、取り上げた資料の中には、別の資料に記載している技術の内容を引用しているものがある。

図表 1 IT 技術等の既存マニュアル等の類型

		海域			河川・陸域	
		海洋漂着ごみ	海洋漂流ごみ	海底ごみ	河川ごみ	陸域ごみ
回収計画立案		①③④⑥	⑥		③④	④
回収	手動	①②③ ④⑤⑥	⑤	②③④	②③④	④
	自動 (重機、船舶)	①③⑤⑥	②③④⑤⑥	②③④	②④	
	自動 (ロボット)		⑥	⑥		
	その他 (オイルフェンス、除塵機等)		②④⑤⑥		②③④	
運搬	手動	①②③④		②③④	②③④	
	自動 (重機、船舶)	①③⑤⑥	②③④⑤⑥	②④	④	
	自動 (ロボット)		⑥			
処理*	現地	②③④⑥				
	施設	③				

※海洋ごみではない、廃漁網の適正処理等の事例を含む

類型化した既存資料は以下のとおり

- ① 「海岸清掃事業マニュアル」(環境省, 2011年3月)
- ② 「海岸漂着物流出防止ガイドライン」(環境省, 2013年3月)
- ③ 「平成29年度漂着ごみ対策総合検討業務 海洋ごみ対策に関する事例集」(内外地図株式会社, 2019年3月)
- ④ 「海洋ごみ発生抑制対策等事例集」(環境省, 2021年6月)(陸域でのごみ)
- ⑤ 「漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ」(国土交通省 水産庁, 2021年11月)
- ⑥ 「漂流軽石回収に関する技術アイデア集」(軽石回収技術検討ワーキンググループ, 2021年12月)

2. 海洋ごみの回収・処理技術に関する既存マニュアル等の概要

以下に、各資料の特徴や、海洋ごみの回収・処理技術に関する概要を記載する。

① 「海岸清掃事業マニュアル」(環境省, 2011年3月)

海岸管理者等行政機関に対し、海岸漂着ごみの種類や量の把握方法から、海岸特性ごとに実施可能な回収・運搬方法や、用いる用具の具体例、必要な作業員数や機材の数、諸費用の算出方法等、海岸清掃の設計・実施に当たって考慮が必要と考えられる事項を取りまとめたものである。海岸漂着ごみの種類別の回収・運搬方法を図表2、海岸の特性別の回収・運搬方法を図表3、用具の具体例を図表4-1、図表4-2に示した。回収・運搬方法について、重機の選定や必要数の算定に参考となる事例が記載されている。

【URL】 https://www.env.go.jp/water/marine_litter/model/seisou-manual/index.html



図表2 海岸漂着ごみの種類別の回収・運搬方法¹⁵

漂着物の種類 回収方法		破片 (1 cm以下)	ごみ袋に入る大 きさのごみ(人 工物、自然物)	粗大ごみ	アシ・ヨシ	灌木、流木	ロープ、漁網
人 力	人力	○	○	○	○	△	△
	掃除機	○*	×	×	×	×	×
	チェーンソー	×	×	×	×	○	×
	エンジンカッター	×	×	×	×	×	○
重 機	バックホウ	×	×	○	×	○	○
	レーキドーザ	×	×	×	○	×	×
	ビーチクリーナ	×	○	×	×	×	×

※：特に発泡スチロール類の破片

○：適用可能 △：大きさや重量によっては適用できない ×：適用できない

¹⁵ 出典：「海岸清掃事業マニュアル」(環境省, 2011年3月)

図表 3 海岸の特性別の回収・運搬方法¹⁶

回収・搬出の方法		海岸区分	泥浜海岸	砂浜海岸		礫浜海岸		磯浜海岸		人工海岸(消波堤等)	備考
				車両進入路あり	車両進入路なし	車両進入路あり	車両進入路なし	車両進入路あり	車両進入路なし		
回収方法	人力	人力	○	○	○	○	○	○	○	×	基本的な方法。細かいごみの回収。効果的に実施するには人数が必要
		掃除機	×	×	×	○	○	○	○	×	岩の隙間の細かい発泡スチロール等の回収に有効。長時間の使用不可
		チェーンソー	○	○	○	○	○	○	○	△	流木等の切断。持ち運びに不便
		エンジンカッター	○	○	○	○	○	○	○	△	ロープやブイの切断。持ち運びに不便
	重機	バックホウ	×	○	×	○	×	△	×	○	重量物の回収。人力の併用が必要
		レーキドーザ	×	○	×	×	×	×	×	×	砂浜での回収。分別に人力が必要
		ピーチクリーナ	×	○	×	×	×	×	×	×	
ユニック車	○	○	○	○	○	○	○	○	○	海岸に道路が隣接している場合に利用可能	
搬出方法	人力	人力	○	○	○	○	○	○	○	×	重量物・大型ごみ以外の搬出
		リヤカー	×	○	○	×	×	×	×	×	平坦で砂の締まった砂浜海岸で利用可能
		一輪車	×	○	○	×	×	×	×	×	
		台車	×	○	○	×	×	×	×	×	
	重機	不整地車両	×	○	×	○	×	△	×	×	起伏の少ない海岸で利用可能
		トラック	×	○	×	○	×	×	×	×	平坦で砂・礫の締まった海岸で利用可能
		バックホウ	×	○	×	○	×	△	×	○	重量物の搬出
		船舶	×	○	○	○	○	○	○	×	出航・接岸が天候・海況・地形に左右される
		クレーン	○	○	△	○	△	○	△	○	クレーン車の稼働範囲に仮置場が必要
モノレール ^{※1}	○	○	○	○	○	○	○	×	設置・メンテナンス・撤去に経費が必要。周辺環境の一部改変が必要		
荷揚げ機 ^{※1}	○	○	○	○	○	○	○	×			

(第1期モデル調査及び第2期モデル調査報告書より作成)

注1:「○」は実施可能を、「△」は状況により実施可能を、「×」は実施不可能を示す。

注2: 泥浜海岸・砂浜海岸・礫浜海岸はそれぞれ泥、砂、礫が堆積した海岸を指す。岩石海岸は海崖が迫って岩石などが露出した海岸を指す(竹内均監修、地球環境調査計測辞典 第3巻 沿岸域編(2003)より)。人工海岸は港湾、埋立、浚渫、干拓等の土木工事により著しく人工的に改変された海岸を指す(環境省、第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査 総合報告書(1998)より)。

※1: 海岸から搬出先までに高低差がある場合に利用(ただし、第1期モデル調査及び第2期モデル調査では利用の可否を検討していない。)

¹⁶ 出典:「海岸清掃事業マニュアル」(環境省, 2011年3月)

図表 4-1 回収・運搬に用いる用具の具体例(1/2)¹⁷

方法	項目	種類		
回収方法	人カ			
		人カ	掃除機	チェーンソー ^{※1}
	エンジンカッター ^{※2}			
	重機			
バックホウ		レーキドーザ	ピーチクリーナ	
				
	ユニック車(漁網の回収)			

※1: 漂着後の乾燥した流木は堅く、かつ砂を噛んでいる場合があるため、刃の摩耗が激しい。替え刃を準備すると共に、生木より切断に要する時間がかかるため、予備の燃料も十分に用意する。

※2: ロープ・漁網の切断用のブレード(刃)としてはレジノイドブレード(磁石製の刃)が適している。

方法	項目	種類		
搬出方法	人カ			
		人カ	リヤカー	一輪車
		重機		
	台車		しよいこ	不整地車両
	船舶			
		トラック	バックホウ ^{※3}	クレーン
				
		船舶(筏を棧橋として利用)	船舶	船舶(台船)

(第1期モデル調査報告書より作成)

※3: バックホウによりフレコンバッグ等をつり上げる作業を行う場合には、バックホウのバケットにハズレ防止金具の付いたフックが付いている「クレーン仕様」のバックホウを使用する。

¹⁷ 出典:「海岸清掃事業マニュアル」(環境省, 2011年3月)

②「海岸漂着物流出防止ガイドライン」(環境省, 2013年3月)

都道府県の環境部局、森林部局、水産部局に対し、各主体別に海洋ごみの発生抑制対策の計画立案及び実施に当たり参考となる情報を取りまとめたものである。河川ごみや水路のごみの回収、出水後の海洋漂流ごみ回収等の事例が記載されている。本資料に記載されている事例の一覧を図表5に示す。

【URL】 <https://www.env.go.jp/content/900543399.pdf>



図表5 主体となる関係部局と発生抑制の施策の事例一覧¹⁸

主体となる関係部局	具体的な発生抑制の施策
環境部局	普及啓発
	環境教育
	デポジット・リファンド制(ローカルデポジット)
	広域連携
森林管理部局・河川管理部局	治山対策との連携
	溪流部での流木補足施設の設置・増設
	水路におけるスクリーン・除塵機の設置・増設
	河道内での灌木等の補足施設の設置・増設(鮎築の利用・築式補足施設・オイルフェンス)
	河川敷での流木・灌木等の回収
水産部局: 海洋への流出を防止する対策	普及啓発(漁業従事者向け)
	漁具の販売量・処分量の把握
	製品の自主回収
	前払い処分料金
	廃棄漁具の処理支援
水産部局: 海洋における対策	出水後の漂流ごみの回収
	海底ごみの持ち帰り制度
	海底ごみの買い取り制度
	定期的な海底清掃
水産部局: 試験・研究段階の対策	漁具のデポジット・リファンド制
	生分解性の漁具の使用

¹⁸ 「海岸漂着物流出防止ガイドライン」(環境省, 2013年3月)をもとに作成

③「平成 29 年度漂着ごみ対策総合検討業務 海洋ごみ対策に関する事例集」(内外地図株式会社, 2019 年 3 月)

自治体に対する補助事業を中心に、海洋ごみ対策に関する事例を収集し、事業内容に対する担当者へのヒアリングを経て内容を整理したものである。収集した事例のうち、他自治体においても事業化が容易と考えられるものを選定している。効率的な回収及び運搬・処理や費用負担の軽減等の技術や手法について記載している。本資料に記載されている事例の一覧を図表 6 に示す。

【URL】 https://www.env.go.jp/water/marine_litter/post_62.html



図表 6 海洋ごみ対策の事例の一覧¹⁹

分類	事例集 No	事例	直近の事業年度	英語版	啓発活動	流出前対策	効率的な回収	効率的な運搬・処理	清掃活動の促進	費用負担軽減	回収物の有効利用	広域的な連携	民間との連携	内陸部等の取組
海洋ごみの発生抑制対策に関する事例	1.1	海洋ごみ教材と指導者向け教材作成用素材の提供	平成 29 年度		◎									
	1.2	「恩智川クリーン・リバープロジェクト」による「浮遊ごみ啓発装置」の設置	平成 27 年度		◎									○
	1.3	河川敷でのイベントにおける「リユーストレイ」の導入	平成 29 年度	●		◎				○				○
	1.4	大型商業施設またはイベントにおける海洋ごみ問題の普及啓発活動	平成 28 年度		◎									
	1.5	河川ごみを題材にした企業新入社員向け研修プログラムの提供	平成 29 年度		◎									○
	1.6	ポイント制による消費活動を誘導したごみの発生抑制の推進	平成 26 年度		◎							○		○
海洋ごみの効率的な回収に関する事例	2.1	海岸清掃参加者及び行政担当者向け「長崎県海岸清掃マニュアル」の作成	平成 27 年度				◎	◎						
	2.2	海岸清掃の活動状況等をまとめたボランティア向け「対局市海岸台帳」の作成	平成 28 年度	●			◎		○					
	2.3	行政保有の油回収船による海面清掃の実施	平成 27 年度				◎						○	
	2.4	市民総参加による海岸清掃活動	平成 28 年度						◎				○	
	2.5	法定外目的別の海岸清掃活動への活用	平成 27 年度							○				
海洋ごみの処理・有効利用に関する事例	3.1	離島における発泡スチロール類の強化	平成 24 年度					◎		○	◎			
	3.2	海岸流木のリサイクルモデル検討実験	平成 26 年度	●				○			◎			
	3.3	台風で発生した流木の無償譲渡・リサイクル	平成 24 年度							○	◎			
	3.4	県外流出したカキ養殖パイプの回収	平成 27 年度								◎			
	3.5	海岸漂着物の取り置きによる輸送コスト削減	平成 26 年度					◎		○				
	3.6	海岸漂着物の再資源化、RPF（ごみ固形化燃料）化	平成 26 年度					○			◎			
広域的な連携に関する事例	4.1	海岸清掃とワークショップによる海外との交流	平成 28 年度		○							◎	○	
	4.2	河川流域圏での連携例	平成 25 年度		○	○						◎		○
	4.3	閉鎖性海域の流域自治体による連携例	平成 28 年度		○				○			◎	○	○
	4.4	漂着ごみ問題解決のため環境団体による連携例	平成 28 年度		○				○			◎	○	
	4.5	「かがわ「里海」づくりビジョン」による「香川県方式の海底堆積ごみ回収・処理システム」の運用	平成 26 年度	●			○			○		◎		

◎…事例の主目的、○…事例の持つ副次的な要素

分類	事例集 No	事例	直近の事業年度	英語版	啓発活動	流出前対策	効率的な回収	効率的な運搬・処理	清掃活動の促進	費用負担軽減	回収物の有効利用	広域的な連携	民間との連携	内陸部等の取組
民間団体との連携に関する事例	5.1	市と漁業者が連携した海底ごみ回収	平成 27 年度				○		○				◎	
	5.2	海ごみツアーの関係による離島ごみの回収と交流促進	平成 27 年度										◎	
	5.3	ダイバー等と連携した海底・湖底清掃	平成 28 年度							○			◎	
	5.4	海岸清掃イベントによる離島の活性化	平成 28 年度	●					○				◎	
	5.5	学生ボランティアリーダー育成事業としての海岸清掃活動	平成 28 年度			○			○				◎	
内陸部等の取り組みに関する事例	6.1	不法投棄多発河川敷への監視カメラの設置	平成 25 年度			○								◎
	6.2	川と海つながり共創プロジェクト	平成 28 年度		○									◎
	6.3	ウェブカメラによる漂着ごみの河川流下モニタリング手法の開発	平成 28 年度	●										◎
	6.4	モニタリング調査を活用した海岸漂着物対策計画の進行管理	平成 28 年度											◎

◎…事例の主目的、○…事例の持つ副次的な要素

¹⁹「平成 29 年度漂着ごみ対策総合検討業務 海洋ごみ対策に関する事例集」(内外地図株式会社, 2019 年 3 月)

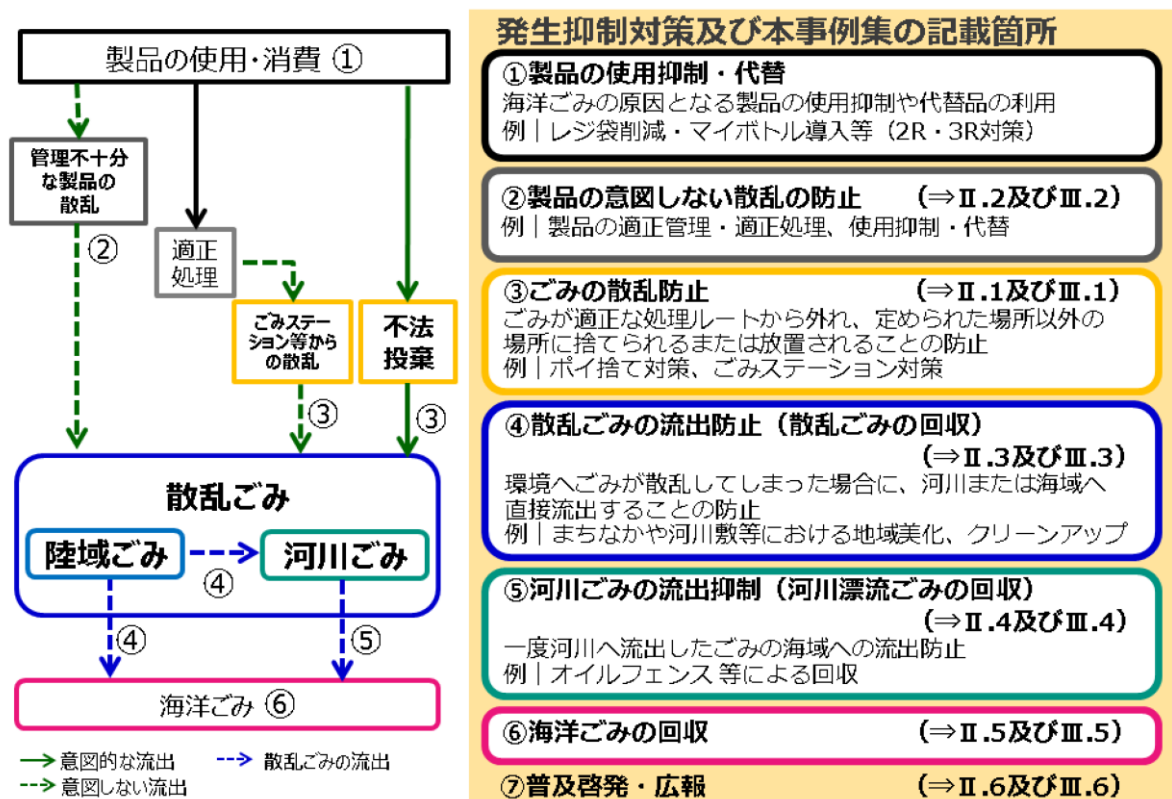
④ 「海洋ごみ発生抑制対策等事例集」(環境省, 2021 年 6 月)

海洋ごみの発生抑制のため、陸域における散乱ごみの発生抑制対策、3R 等の廃棄物排出抑制に加え、海洋ごみの発生原因や流出経路、それぞれの地域特性に応じた適切な対策を講じるための情報および、海洋ごみの回収等の取り組み事例を取りまとめたものである。小水路や河川における簡易柵やオイルフェンス状の集塵ネットによる河川ごみの回収、行政保有の油回収船による海洋漂流ごみ回収などについて記載されている。本資料に記載されているごみの流出経路と本資料内での発生抑制対策事例の記載箇所を図表 7 に示す。

【URL】 <https://www.env.go.jp/content/900543328.pdf>



図表 7 ごみの海洋への流出経路と発生抑制対策²⁰



²⁰ 「海洋ごみ発生抑制対策事例集」(環境省, 2021 年 6 月)

⑤ 「漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ」(国土交通省 水産庁, 2021 年 11 月)

2021 年 8 月に発生した海底火山「福徳岡ノ場」の噴火に由来し、鹿児島県や沖縄県等において軽石の漂流・漂着が確認され、離島航路や漁船等の船舶の航行が困難となるなどの影響が生じた。これを受けて、国土交通省港湾局と水産庁が連携し、関係団体及び研究機関の協力を得て、「漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ」が設置された。このワーキンググループにより、国が実施した軽石回収技術の実証結果、研究機関や関係団体による検討を踏まえて、各種の回収方法や必要とする資機材、回収効率等を取りまとめたものが本取りまとめである。本資料に記載されている漂流軽石の回収技術の一覧を図表 8 に示す。

【URL】 <https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001443575.pdf>



図表 8 漂流軽石の回収技術の一覧²¹

漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ
<p>1.海上からの回収</p> <ul style="list-style-type: none"> ①台船＋サンドポンプ ②台船＋バックホウ ③小型船＋人力(タモ網) ④小型船＋回収器具 ⑤砂利採取運搬船 ⑥海面清掃船 <p>2.陸上からの回収</p> <ul style="list-style-type: none"> ①バックホウ ②バックホウ＋作業船 ③バックホウとクレーンの併用 ④バックホウ及び人力(小型船)の併用 ⑤潜水土＋ラフタークレーン ⑥オイルフェンス等＋バックホウ ⑦オイルフェンス等＋サンドポンプ ⑧強力吸引車 ⑨人力(鋤簾・スコップ)
漂流軽石の回収作業に係る留意事項
<ul style="list-style-type: none"> 1.軽石の回収場所への集積について 2.港内への軽石流入防止対策 3.船舶の吸水口対策 4.台船の曳航体制

²¹ 「漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ」(国土交通省 水産庁, 2021 年 11 月)をもとに作成

⑥ 「漂流軽石回収に関する技術・アイデア集」(軽石回収技術検討ワーキンググループ, 2021 年 12 月)

漂流軽石回収技術検討ワーキンググループに寄せられた民間事業者や団体が有する技術やアイデアを取りまとめたものである。港湾管理者・漁港管理者等が軽石回収を実施するにあたって参照することができる「技術カタログ」としての活用が想定されている。本資料に記載されている回収技術・アイデア分類とその事例数を図表 9 に示す。

なお、その性能や有効性を国土交通省港湾局、水産庁及び漂流軽石回収技術検討ワーキンググループが保証しているものではない点に留意が必要である。

【URL】 <https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001475769.pdf>



図表 9 漂流軽石回収に関する技術・アイデアの分類とその事例数²²

技術・アイデアの分類	事例数
(1)船舶・浮体類に関する技術	17例
(2)ポンプに関する技術	32例
(3)網・カゴに関する技術	11例
(4)液体固体分離・分級に関する技術	10例
(5)陸上での集積に関する技術	5例
(6)その他の技術	8例

²² 「漂流軽石回収に関する技術・アイデア集」(軽石回収技術検討ワーキンググループ, 2021 年 12 月)をもとに作成

【本資料に関する問い合わせ先】

環境省水・大気環境局水環境課海洋環境室

〒100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2

電子メール：KAIYOU02@env.go.jp