

令和5年度戦略的研究開発課題(S II-10)

海底プラスチックごみの実態把握及び回収支援に向けた手法・技術の開発

研究代表者	東京海洋大学学術研究院	東海 正
テーマ1リーダー	東京海洋大学学術研究院	東海 正
テーマ2リーダー	長崎大学大学院	松下 吉樹
テーマ3リーダー	東京大学大気海洋研究所	河村 知彦

研究背景：海洋プラスチックごみ対策に関する国際約束について

- 2019年G20大阪サミットで一致した**大阪ブルー・オーシャン・ビジョン**の全世界での実現に向け、G20・ASEAN等の場を通じ、広くビジョンを共有
- 世界全体で実効的な海洋プラごみ対策を進めるべく、国際約束化に向け、2022年第5回国連環境総会再開セッション(UNEA5.2)で、**INC(政府間交渉委員会)の設置**に合意

(決議名)プラスチック汚染を終わらせる: 法的拘束力のある国際約束に向けて

概要

- 海洋環境等におけるプラスチック汚染が深刻な問題となっていることを懸念
- 社会にとってのプラスチックの重要な役割を認識
- 各国の状況を考慮し包括的なライフサイクルアプローチで対処する必要
- 条約の内容は以下を含む
 - ・ 持続可能な製品設計、廃棄物の適正管理
 - ・ 国別行動計画の策定・実施・更新 等
- INCの検討事項は以下を含む
 - ・ 資金メカニズム
 - ・ 最大限入手可能な科学的知見及び優良事例
 - ・ 科学的情報等の提供メカニズム 等
- データ及び情報の共有強化(特にモニタリング)



海洋プラスチックごみ対策に係る各国の関心が高まるなか、これまで本分野における議論をリードしてきた我が国に対し**科学的知見の整備や効果的な発生抑制対策の事例提供等が一層求められている。**

研究背景：海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題の概要

①マイクロプラスチックによる生物影響への懸念

②大阪ブルー・オーシャン・ビジョンの実現

③海岸漂着物・漂流ごみ・海底ごみによる生活環境への影響

といった課題に対し、海洋プラスチックごみの効率的な対策・施策を立案するため、その基盤となる科学的知見について、我が国の多分野の学术界へ発信し一丸となって一体的・効率的に研究を推進することを目的として、既存の研究を収集・整理した上で、我が国において短中期的に重点的に研究を推進すべき課題を特定した。

令和元年度 海洋プラスチックごみ研究戦略検討会 委員名簿

有園 幸司	熊本県立大学 環境共生学部 環境共生学科 教授	東海 正	東京海洋大学 理事
磯辺 篤彦	九州大学 応用力学研究所附属 大気海洋環境研究センター 教授	二瓶 泰雄	東京理科大学 理工学部 土木工学科 教授
黒田 真一	群馬大学大学院 理工学府 教授	藤倉 克則	海洋研究開発機構 地球環境部門 海洋生物環境影響研究センター センター長
白山 義久	海洋研究開発機構 特任参事	道田 豊	東京大学 大気海洋研究所 国際連携研究センター センター長
高田 秀重	東京農工大学大学院 農学府 教授	持田 和彦	水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所 環境保全研究センター センター長
鑪迫 典久	愛媛大学大学院 農学研究科 教授	山本 裕史	国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター 副センター長

概要版：http://www.env.go.jp/water/marine_litter/Summary_MarinePlasticLitter_Survey%20to%20understand%20the%20actual%20situation.pdf%20.pdf

全体版：http://www.env.go.jp/water/marine_litter/MarinePlasticLitter_Survey%20to%20understand%20the%20actual%20situation.pdf

研究背景：海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題の概要

(概要) 海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題(生物・生態系影響と実態) 令和2年6月 環境省水・大気環境局水環境課海洋プラスチック汚染対策室

①マイクロプラスチックによる生物影響への懸念②大阪ブルーオーシャン・ビジョンの実現③海岸漂着物・漂流ごみ・海底ごみによる生活環境への影響といった課題に対し、海洋プラスチックごみの効率的な対策・施策を立案するため、その基盤となる科学的知見について、我が国の多分野の学术界へ発信し一丸となって一体的・効率的に研究を推進することを目的として、既存の研究を収集・整理した上で、我が国において短中期的に重点的に研究を推進すべき課題を特定した。

※本報告書は「生物・生態系影響」と「実態」についてとりまとめたものであり、発生源の特定や社会科学分野については別途検討。

サイズ	生物・生態系影響		実態	
	プラスチックの毒性	添加・吸着した化学物質の影響	分布	輸送・将来予測
マクロ ($\geq 5\text{mm}$)	既往研究： ・鳥類・爬虫類・哺乳類・サンゴ類等の重要種に対するプラスチックの誤食・絡まりが報告されているものの、生息域とごみ量を踏まえた定量的な知見が少ない 主な重点研究課題 ・ごみの流出抑制や回収対策等による誤食量・絡まり量の低減効果の定量化	既往研究： ・海洋プラスチックを介した移行が生じている事例はあるが、他のばく露経路に対してどの程度の寄与になるか定量的な知見が少ない ・海洋プラスチックの大きさ・形状・材質等の性状により移行量が異なるとの指摘があるものの、定量的な知見が少ない 主な重点研究課題：	既往研究： ・海岸の報告は多いがプラスチックの種類等の知見が少ない 主な重点研究課題 ・海岸でのマクロプラスチックごみの分布を一層効率的に把握する調査ネットワークの構築 ・水生生物等への影響の観点からの海底におけるマクロプラスチックごみの分布の把握	既往研究： ・日本に分布するプラスチックの発生地・日本から流出するプラスチックの漂流先を世界規模で推計するシミュレーション事例があるものの、国内規模の輸送のシミュレーションは知見が少ない ・マクロプラスチックの微細化速度、海水面から海底への沈降速度等の知見が少ない 主な重点研究課題：
マイクロ ($5\text{mm}>$)	既往研究： ・食物連鎖を通じた高次栄養段階生物への移行の事例はあるが、生物間濃縮に関する定量的な知見が少ない ・プラスチックの大きさ・形状(繊維・破片等)等の性状による毒性の違いが指摘されているものの、定量的な知見が少ない ・影響試験は多くが魚類を対象としている 主な重点研究課題： ・ヒトを含めた生態系における、実環境を踏まえた食物連鎖によるマイクロプラスチックの濃縮の定量化 ・毒性が高いとの指摘される繊維状、破片状マイクロプラスチックの影響の定量化 ・マイクロプラスチック濃度が高いと指摘されている海底の底生生物への影響の定量化 ・魚種によるマイクロプラスチックの取り込み特性の違いに着目した高感受性種の特定 ・マイクロプラスチックの生体影響を評価する上でベースラインとなる、他の環境中の粒子との比較	・海洋プラスチックの有無による化学物質の移行量の違いの研究 ・実環境を踏まえた海洋プラスチックの食物連鎖による化学物質の濃縮の定量化、ヒトを含めた生態系における寄与度の定量化 ・化学物質の種類、プラスチックの海洋環境中での沈降、微細化、変質等の動態、プラスチックの大きさに応じた化学物質の移行量の定量化	既往研究： ・ネットによる事例が多いが、通常のネットでの捕捉が難しい $300\mu\text{m}$ 未満の微細なマイクロプラスチックの知見が少ない ・海洋表面での事例は多いが、水柱・海底での知見が少ない ・大きさ・形状・材質等の知見は十分ではない 主な重点研究課題： ・海水面での $300\mu\text{m}$ 未満の微細なマイクロプラスチックの効率的なモニタリング手法の確立とデータの蓄積、$300\mu\text{m}$ 以上とそれ未満のマイクロプラスチックの量・性状の把握 ・調和化された手法によりモニタリングしたデータの世界的な集積 ・海底における分布の把握、海水面と水柱・海底の量・性状の把握	主な重点研究課題： ・国内規模のプラスチックごみの輸送に関するシミュレーション ・河川を通じた流入のモニタリング手法の確立と時間変動、大きさ等の流入特性の把握 ・実環境中でのマクロプラスチックごみからマイクロプラスチックへの微細化挙動の把握 ・海水面から海底への沈降速度の定量化 ・微細化速度、沈降速度を考慮した、微細なマイクロプラスチックの水中での分布を予測するシミュレーション

主な重点研究課題において、海底プラスチックごみの実態に関する科学的知見の蓄積が特定されている。

本テーマの研究対象

既存テーマで
検討・推進中

背景と目的：海洋プラスチックごみ対策に関する動向と現状の課題

大阪ブルーオーシャンビジョンや新たな国際枠組み等の実現・実施のために科学的基盤の整備が必須。
しかし、海洋に関するデータのうち**特に海底付近のプラスチックごみに関する知見が不足**

海底付近のプラスチックごみの調査・回収のために**専用船を使用する場合、多くの費用・人手・技術や経験が必要**。船舶の運航により温室効果ガスも排出。

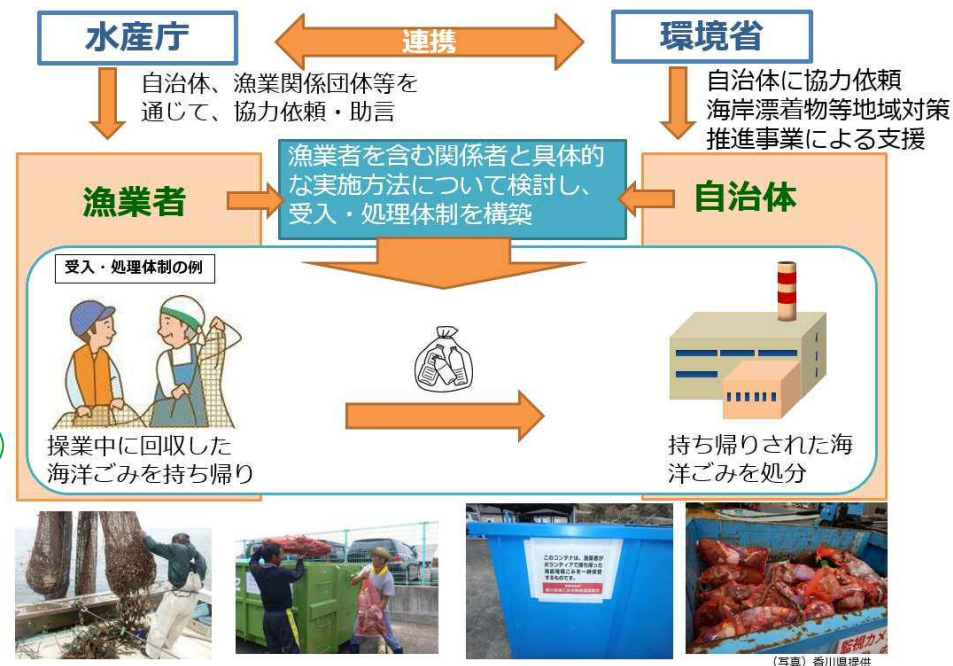
漁業者のボランティアな協力により、
海底プラスチックごみの効率的な
回収を実施。

しかし、本取組を進める上で以下のような課題がある。

<課題>

- ①施策の立案の基盤となる数値等の情報不足（漁業者による海底プラスチックごみの回収効率が不明のため、密度や蓄積量が不明）
- ②漁業者による海底プラスチックごみ回収の動機づけが不十分（環境保全や付加価値向上等の効果が不明、海底プラスチックごみの混獲による漁業活動の影響懸念）
- ③海底にあるプラスチックごみのうちマイクロプラスチックは漁業者による回収が困難。実態把握のため海底におけるプラスチックの劣化や付着生物による微細化等を調査する必要がある。

実態把握及び回収支援の手法・技術の確立が必要。加えて、海底でのプラスチックごみ回収の重要性を漁業者や一般市民にわかりやすく周知するための情報が必要



本研究の成果目標

全体目標

海底プラスチックごみの実態把握及び回収支援に向けた手法・技術の開発

海底プラスチックごみの効果的・効率的な実態把握及び回収支援に向け、海底プラスチックごみの実態把握及び回収効率の推定に係る手法・技術を開発する。同時に、漁業者による海底からのプラスチックごみ回収をよりいっそう進めるため、海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術を開発する。さらに、海底におけるプラスチックの微細化の実態解明に向け、海底プラスチックごみの摂食・付着による劣化等、海底における微細化の実態把握手法を構築する。今後の海洋プラスチックごみに関する国際条約の議論や各国の履行のための支援等のために各国に提供することを想定しつつ、発展途上国を中心とした各国での活用を考慮した手法・技術を提示する。

個別目標

- ① 水中カメラ等の技術を活用しつつ、海底プラスチックごみの分布等の実態や漁業者との連携による海底プラスチックごみの回収効率を効果的・効率的に推定・把握する手法や技術を開発する。
- ② 海底プラスチックごみの回収が海洋生物や海洋環境に与える影響を明らかにするための手法の確立や、漁業者による海底プラスチックごみの回収作業が漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにするための分析手法の開発、漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけの分析手法を開発する。
- ③ 海底に存在するプラスチックごみの摂食や付着による劣化等、海底における微細化の実態を把握するための手法を構築する。

研究課題のテーマ構成

テーマ1：海底プラスチックごみの実態把握及び回収効率の推定に係る手法・技術の開発

(リーダー：海洋大・東海正)

【サブテーマ1】：漁業者による海底プラスチックごみの回収効率の推定手法の開発（総括）

【サブテーマ2】：水中カメラ等の映像から海底プラスチックごみの分布等を把握する技術の開発（公募）

テーマ2：海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発

(リーダー：長崎大・松下吉樹)

【サブテーマ1】：海底プラスチックごみの回収が海洋生物や海洋環境に与える影響を明らかにするための手法の確立（総括）

【サブテーマ2】：海底プラスチックごみが漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにするための分析手法の開発（公募）

【サブテーマ3】：漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけの分析手法の開発（公募）

テーマ3：海底プラスチックごみの摂食・付着による劣化等、海底における微細化の実態把握手法の構築

(リーダー：東京大・河村知彦)

【サブテーマ1】：付着・底生生物の摂食による海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発（総括）

【サブテーマ2】：生物の付着による海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発（公募）

【サブテーマ3】：海底プラスチックごみの種類・劣化等実態を反映した微細化評価手法の開発（公募）

本研究プロジェクトの全体構成（イメージ）

研究プロジェクトの総体的なアウトプット

各々が体系的な構造を持つ各テーマを既存の環境省調査等を含めて相互に連携させることにより、海底プラスチックごみの実態把握及び回収支援に向けた手法・技術を、効果的かつ効率的に開発することができる。

環境省や海洋研究開発機構（JAMSTEC）の調査による海底プラスチックごみの既存データ・調査
環境省による漁業者との連携による海底プラスチックごみ回収事業で得られたデータ



実態把握及び回収効率の推定に
必要なデータを**提供・更新**

漁業者による海底ごみ回収の
評価・分析



テーマ1 海底プラスチックごみの 実態把握及び回収効率の推定に係る 手法・技術の開発

テーマリーダー候補：東海 正（東京海洋大学）

- 漁業者による海底プラスチックごみの**回収効率の推定手法の開発**
- 水中カメラ等の映像から海底プラスチックごみの分布等を把握する**技術の開発**



実態把握及び回収効率の推定、回収支援に向けた手法・技術の開発における同一フィールドでの調査、実験の協力および必要なデータを**提供・更新**

テーマ2 海底プラスチックごみの 回収支援に向けた手法・技術の開発

テーマリーダー候補：松下 吉樹（長崎大学）

- 海底プラスチックごみの回収が海洋生物や海洋環境に与える影響を明らかにするための**手法の確立**
- 海底プラスチックごみが漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにするための**分析手法の開発**
- 漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す**動機づけの分析手法の開発**

海底における微細化の実態把握手法の構築に必要なサンプル及び観測データの**提供・更新**



海底でのマクロなプラごみ回収の必要性、動機づけとなる、海底における微細化の実態データの**提供・更新**



海底プラスチックごみが環境に及ぼす影響に関するデータの**提供・更新**

テーマ3 海底プラスチックごみの摂食・付着による劣化等、 海底における微細化の実態把握手法の構築

テーマリーダー候補：河村 知彦（東京大学）

- 付着・底生生物の**摂食**による海底プラスチックごみの劣化・微細化**評価手法の開発**
- 生物の付着による海底プラスチックごみの劣化・微細化**評価手法の開発**
- 海底プラスチックごみの種類・劣化の実態解明およびそれを踏まえた劣化・微細化**評価手法の開発**

政策貢献

【本研究成果の活用方法】

- 海洋プラスチックごみの実態把握(分布や密度、組成や種類等のモニタリングデータ)は、汚染実態や発生原因の解明に必要不可欠
- 日本では表層マイクロプラスチックのモニタリング手法の調和等、国際的なモニタリング手法の調和に貢献
- 一方、海底に蓄積されているプラスチックごみの実態把握は進んでおらず、手法も統一されていない。
- 本研究で開発した手法や技術を共有し、回収に向けた取組の促進を含め海洋プラスチックごみ対策に係る施策判断の基盤となる知見を整備



【国内対策への貢献】

- ・効率的な回収方法である漁業者と連携した海底プラスチックごみの回収を一層推進するためのマニュアルの整備
- ・回収効率等の得られた知見を組み合わせることにより、目標とする状態まで必要な回収作業の量等の目途を立てることへの活用
- ・より実態に即したマイクロプラスチックのリスク評価の実施に向けた活用

【新たな国際枠組み等の実現・実施への貢献】

- ・新たな国際枠組みにおける「科学的情報等の提供メカニズム」、「データ及び情報の共有強化（特にモニタリング）」への貢献
(今後の海洋プラスチックごみに関する国際条約の議論や各国の履行のための支援等に向け、発展途上国を中心に各国において活用される標準的なモニタリング手法を提案)
- ・その他科学的知見や発生抑制対策事例の提供

実態把握を通じて、各国の汚染実態や発生原因を解明し、効果的な対策を推進

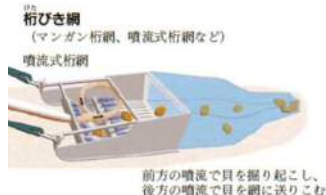


2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」の世界的な達成に貢献

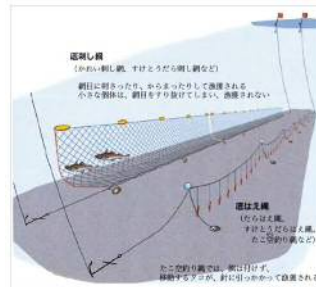
テーマ1 海底プラスチックごみの実態把握及び回収効率の推定に係る手法・技術の開発

サブテーマ(1)：漁業者による海底プラスチックごみの回収効率の推定手法の開発

- ・ 海底プラスチックごみが大量に入網するとされる底曳網漁業（桁網、かけまわしなど）の採集効率（海底中にあるプラスチックごみのうちで採集できる割合）を実験によって推定。
- ・ 刺し網待ち受け型漁具のプラスチックごみ採集量の影響要因（漁具規模および潮流など）を解明。
- ・ 操業当たりの回収効率を推定する手法を開発する。



海底にあるプラスチックごみのうち底曳網が採集できる割合を推定



固定式刺し網で回収されるプラスチックごみが網にかかる過程を把握

- ・ 採集効率を求めるための手法の整備と主な漁法・漁具による回収効率を推定
- ・ 実際の回収量と回収効率から海底プラスチックごみの分布量を推定する手法を整備
- ・ 沿岸から沖合、浅海から漁業が行われる陸棚斜面（水深数百m付近）までを回収と分布量推定の対象
⇒ 漁業によって海底にあるマクロなプラごみの回収の可能性を国民と漁業者に認識してもらう。

漁業による海底ごみ調査および水中映像から、海底プラスチックごみの密度、分布量を推定する手法が開発、整備される。また漁業による回収量予測を可能とすることで、効果的なプラスチックごみ回収計画の提案に資するデータを提供する。

サブテーマ(2)：水中カメラ等の映像から海底プラスチックごみの分布等を把握する手法・技術の開発

- ・ 既存の海底映像データ（漁業による回収が想定される水深数百mおよび大深度）を活用しつつ、AIによる海底プラスチックごみの定量化手法を開発する。このために水中カメラ等の海底映像からAIを用いて海底ごみを検出分類する技術および海底面積・密度を推定する技術を確認するとともに、AI分析に適した海底映像の撮影条件を明らかにして海底ごみの最適な撮影手法を開発する。



AIによる海底ごみの検出分類イメージ



AIによる海底面積とごみ検出イメージ

- ・ 水中カメラ等の映像を用いて海底プラスチックごみの分布量を推定する手法・技術
- ・ 漁業が到達しない深海にまで、海域ごとの海底ごみデータが整備される
⇒ 海底でのプラごみの堆積を広く国民に知らせて、プラごみの発生抑制の必要性を認識してもらう。

テーマ2 海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発

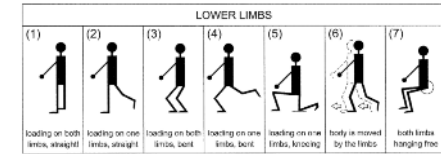
サブテーマ(1)：海底プラスチックごみの回収が海洋生物や海洋環境に与える影響を明らかにするための手法の確立

- 海底プラスチックごみの種類や量と海洋生物や海草場・藻場に及ぼす影響の関係を調べ、影響を評価するための指標を検討・提示する。
- 海底プラスチックごみ回収が海草場・藻場に及ぼす影響を明らかにするための手法を開発する。 ➤ **生物や生息場への影響評価手法**



サブテーマ(2)：海底プラスチックごみが漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにするための分析手法の開発

- 海底プラスチックごみが船上で選別される際の影響を、人間工学的手法による労働負荷の分析や視線計測により明らかにする方法を提案する



船上で海底プラごみを
選別する労働負荷の分析

➤ **産業や労働への影響評価手法**

サブテーマ(3)：漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけの分析手法の開発

- 海底プラスチックごみの漁業への影響と回収に関する漁業者の意識・行動をあきらかにするためのインタビュー及び質問票調査と、漁業者が実施する環境保全活動による水産資源及び漁場の付加価値化の検討。
- 海底プラスチックごみが海洋環境（水産資源及び漁場）・漁獲物の鮮度保持や作業負担など漁業活動に与える影響等を、漁業者にフィードバックすることによる、漁業者の意識・行動変容の計測。
- 海底プラスチックごみ回収による海洋環境の保全活動等、ステークホルダーへの情報提供と連携・協力、環境学習/ブルーツーリズム（交流事業）の創出と、これらによる漁業者の意識・行動変容の計測



海底プラごみの回収

➤ **回収を促す動機づけの分析手法**

テーマ3 海底プラスチックごみの摂食・付着による劣化等、 海底における微細化の実態把握手法の構築

サブテーマ(1)：付着・底生生物の摂食による 海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発

●各種プラスチックごみを摂食する可能性がある貝類、棘皮動物、甲殻類等を用いた飼育実験等により、摂食の有無と摂食から排泄までのプラスチック片の劣化・微細化の過程・速度・機構を調べ、動物種やプラスチックの状態・形状により比較する。微細化の程度を客観的に評価する手法を開発・確立する。

➤ 生物の摂食による劣化・微細化



微細藻類の付着したシート状
プラスチック上で摂餌するウニ類



海底に存在するロープ上に繁茂
する藻類と蛸集する小型巻貝類

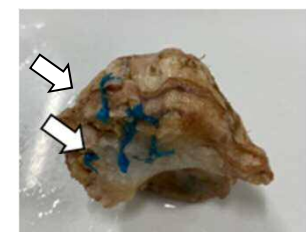
サブテーマ(2)：生物の付着による 海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発

●各種プラスチックごみ表面に付着する動植物を用いた飼育実験、各種付着生物の粘着物質を用いた化学的実験等により、プラスチックの劣化・微細化の過程・速度・機構を調べ、付着生物種やプラスチックの状態・形状により比較する。劣化・微細化の程度を客観的に評価する手法を開発・確立する。

➤ 生物の付着による劣化・微細化



付着生物に覆われる
プラスチック製浮き玉



脱落したフジツボに
付着したプラスチック

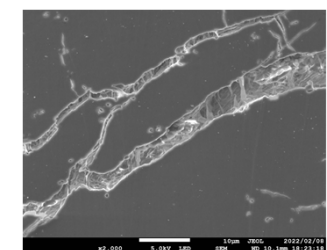
プラスチック微細化に関わる
物理・化学的劣化など、
他分野や相互の研究進捗等
情報共有化して、
連携を図る。

●浅海(藻場や大陸棚)・深海で採取した海底プラスチックごみの種類、材質や劣化状況を明らかにし、海底プラスチックごみの実態を踏まえた劣化プラスチックなどを作製し、海底環境での物理的条件等を模した微細化の可能性を明らかにする評価手法を開発する。

➤ 海底における劣化プラの微細化



大陸棚上(左)、水深約700mの深海(右)
から回収されたポリプロピレンなどのプラスチックごみ



海洋環境で劣化したポリ
プロピレンのSEMによる断
面微細構造

サブテーマ(3)：海底プラスチックごみの種類・ 劣化等実態を反映した微細化評価手法の開発

研究の全体スケジュール（想定）

			FY2023	FY2024	FY2025
テーマ1 海底プラスチックごみの実態把握及び回収効率の推定に係る手法・技術の開発	1-1	底曳網による採集効率の推定手法の開発	←	→	
		底刺し網等受動的漁具おける回収量の要因分析	←	→	
		海底プラスチックごみの密度と分布量および漁業の回収活動による回収量予測の手法		←	→
	1-2	AIによる海底ごみの定量化手法の確立	←	→	
		海底ごみの撮影手法の最適化	←	→	
テーマ2 海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発	2-1	漁場・藻場調査	←	→	
		海洋生物への評価手法の開発	←	→	
		海草場・藻場環境への評価手法の開発	←	→	
	2-2	船上作業に及ぼす海底プラスチックごみの影響評価手法の開発	←	→	
	2-3	インタビュー及び質問票調査	←	→	
		環境保全活動による水産資源及び漁場の付加価値化の検討	←	→	
		影響のフィードバック、市民との連携による、漁業者の意識・行動変容の計測	←	→	
テーマ3 海底プラスチックごみの摂食・付着による劣化等、海底における微細化の実態把握手法の構築	3-1	摂食による劣化・微細化の評価手法の開発	←	→	
		プラスチックごみおよび各種生物の採集調査	←	→	
	3-2	飼育実験による劣化・微細化の分析	←	→	
		評価手法の開発	←	→	
		現地調査による実態評価		←	→
	3-3	海底環境下での各種影響要因の評価	←	→	
		劣化・微細化試験法の構築	←	→	
		劣化・微細化試験		←	→

參考資料

➤ 漁業者による海底プラスチックごみの回収効率の推定手法の開発

→資源生物を対象とした漁獲効率の推定手法※1を活用し、下記を想定

〈底曳網※2による採集効率の推定手法の開発〉

- ①同じところで繰り返し網を曳き、採集物の減少率の変化から現存量と採集効率を同時に推定
- ②二つの漁具を前後追尾式で曳網し、前後の回収量の差から採集効率を推定
- ③あらかじめ水中カメラによる観察でプラスチックごみの密度を調べた漁場での操業、あるいは模擬ごみを配置した漁場での操業により、回収量から効率を推定

〈底刺し網などの網を曳かない（待ち受け型）漁業における回収量の要因分析〉

水中カメラを装着してプラスチックごみの遭遇、羅網の過程を観察するとともに、潮流を計測して流れてくるごみ量を推定し、回収量に関係する要因を明らかにする。

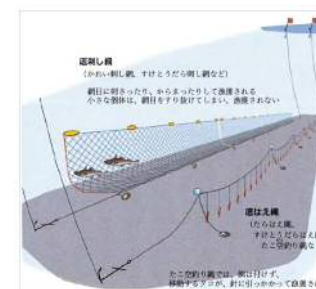
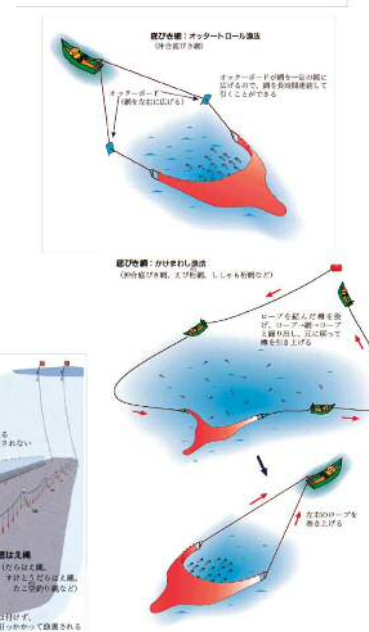
〈回収量と回収効率から海底プラスチックごみの密度と分布量、

および漁業における回収活動による回収量予測の手法〉

- 1 隻1日当たりの回収量を、操業回数（/日）×採集効率×掃過面積（m²/回）×密度（個数あるいは重量/m²）から求め、操業隻数に応じた回収量を予測。
- さらに、当該海域での初期のごみ現存量から、回収による減少を評価しながら、海中に残るごみ量を推定していく。

※1:資源生物を対象に漁獲効率について調査した文献はあるが、海底プラスチックごみに対する効率について調べた知見はない。

※2:使用する漁具・漁法（桁網、ビームトロール、かけまわし等）による回収効率の違いも考慮。



出典: マリネット北海道 代表的な漁具・漁法の解説

■ 得られる見込みの知見 ■

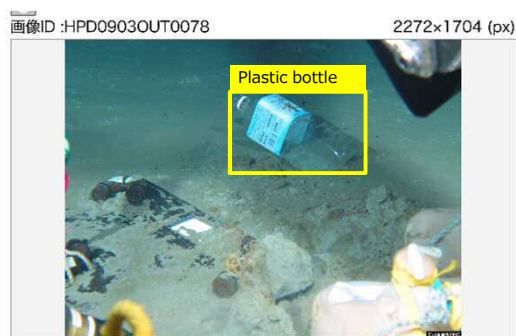
- ・ 海底プラごみに対する採集効率の推定手法、及び主な漁法・漁具による操業当たりの回収効率の推定
- ・ 実際の回収量と採集効率を用いて海底プラスチックごみの密度、分布量を推定する手法
- ・ 海底から目標とする密度までプラスチックごみを減らすために必要となる回収作業量を予測する手法

➤ 水中カメラ等の映像から海底プラスチックごみの分布等を把握する手法・技術の開発

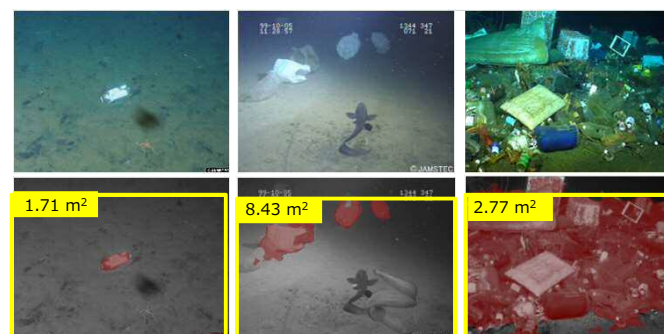
→漁業者による回収が想定される水深（数百m近辺）並びに、既存海底映像データ（大深度含む）も活用しながら実施することを想定。

〈AIによる海底ごみの定量化手法の確立〉

- ①水中カメラ等の海底映像からAIを用いて海底ごみを検出分類する技術の確立
- ②水中カメラ等の海底映像からAIを用いてごみの海底面積・密度を推定する技術の確立



AIによる海底ごみの検出分類イメージ



AIによる海底面積とごみ検出イメージ

〈海底ごみの撮影手法の最適化〉

- ①AI分析に適した海底映像の撮影条件の検討

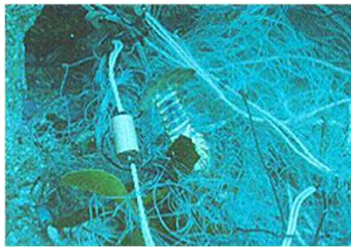
■ 得られる見込みの知見 ■

- ・ 水中カメラ等の映像を用いて海底プラスチックごみの分布量を推定する手法・技術
- ・ 海域の海底ごみデータが整備される
- ・ 陸域から海底に至る海底プラスチックごみの分布の要因に関する知見

海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発 サブテーマ2-1

➤ 海底プラスチックごみの回収が海洋生物や海洋環境に与える影響を明らかにするための手法の確立

- 海底プラスチックごみが何に影響を与えるのかを明らかにする手法の確立を目指す



海底に残った網で死亡したイセエビ



糸に絡まって剥離したアマモ



ロープとラップに絡まって海藻

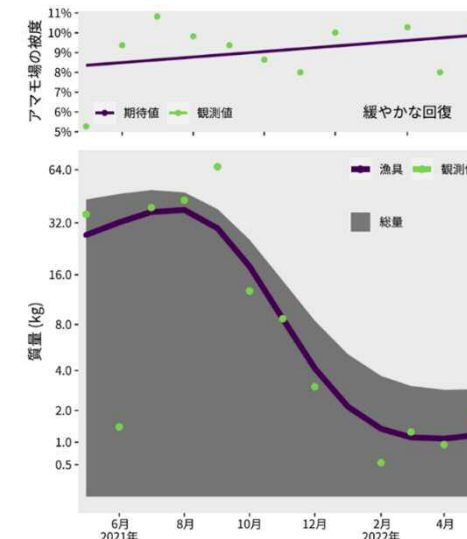


アマモ場に埋まったプラスチック袋



藻場に蓄積した漁具

- 漁場・海草場・藻場において海底プラごみを定期的に回収、海底プラごみの種類と量を計測。
- 海底プラごみにより死亡した生物の種と量を計測。
- 種やサイズによる影響の特徴を分析。
- 海草場・藻場ではライトランセクト、コドラート法により、海草・海藻の被度と種組成を定期的に評価、海底プラごみの回収が海草場・藻場に与える影響を検討。
- 海草・海藻への影響は分布密度、成長速度、光合成活性を計測して評価。



海底ごみ回収とアマモ場回復の関係 (長崎大予備実験)

■ 得られる見込みの知見 ■

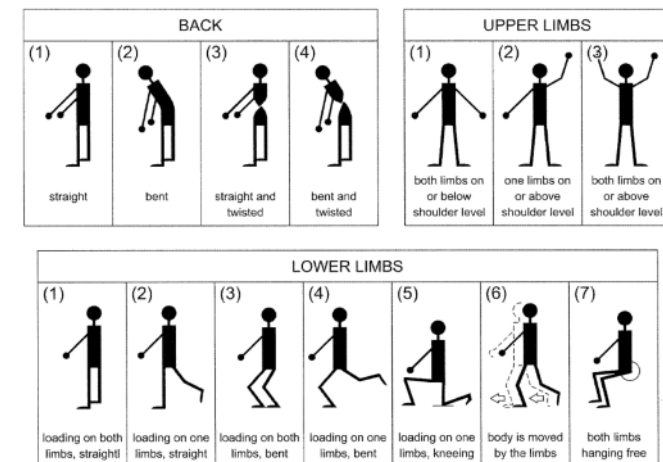
- 海底プラスチックごみ回収による環境保全効果に関する知見

海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発 サブテーマ2-2

➤ 海底プラスチックごみが漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにするための分析手法の開発 →漁労作業分析の手法※¹を活用し、下記を想定

- ビデオカメラと小型のセンサー(加速度ロガー)を活用し、船上での海底プラスチックごみと漁獲物の選別や選別したごみを再度海に戻す作業に係る作業時間・作業姿勢を計測。
- 作業姿勢の評価手法の一つであるOWAS(Ovako Working Posture Analyzing System)法により、定量的に評価を実施し、作業負荷が見える化
- 視線計測により選別過程での出荷対象魚介類やプラスチックごみ等への注視時間や注視回数を調べ、作業効率に与える影響を定量化。

→海底プラスチックごみの回収により、網にかかる海底プラスチックごみが少なくなることで選別作業等が減り、どの程度の作業性の改善につながるかを確認※²。



出典:OWAS 法で用いる類型化姿勢コード
(KARHU et al.8に基づく)

※1:大型クラゲ等の混獲による作業負荷を対象に調査した文献はあるが、海底プラスチックごみの混獲について調べた知見はこれまでにない。

※2:回収作業による作業負荷の増加（陸上に海洋プラスチックごみを揚げる作業等）も考慮する。

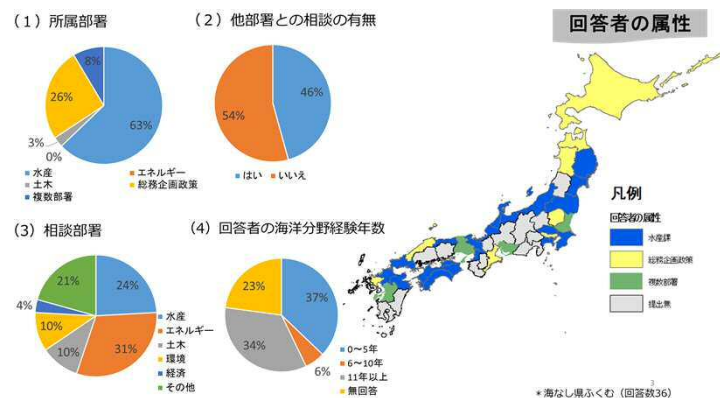
■ 得られる見込みの知見 ■

- ・ 海底プラスチックごみが漁業活動の作業効率に与える影響を明らかにする分析手法
- ・ 回収の動機づけにつながる「作業性の改善」という効果の見える化の知見

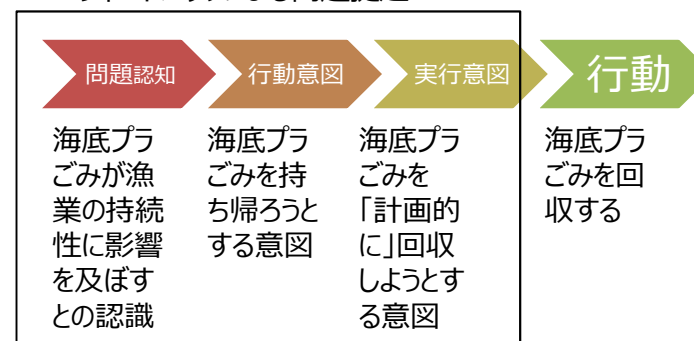
海底プラスチックごみの回収支援に向けた手法・技術の開発 サブテーマ2-3

➤ 漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけの分析手法の開発

- インタビューとアンケートによる、海底プラスチックごみの漁業への影響と回収に関する漁業者の意識・行動の調査。
- 漁業者が実施する環境保全活動による水産資源及び漁場の付加価値化の検討。
- 海底プラごみが海洋環境（水産資源及び漁場）・漁業活動に与える影響等を、漁業者にフィードバックすることによる、漁業者の意識・行動変容の計測。
- 海洋環境の保全活動等、ステークホルダー（市民や釣人を含む）への情報提供と連携・教職、環境学習/ブルーツーリズム（交流事業）の創出と、これらによる漁業者の意識・行動変容の計測



フィードバックによる問題提起



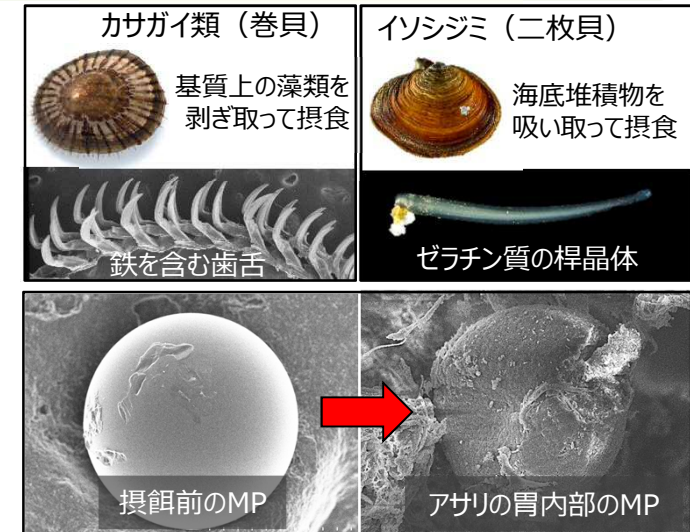
フィードバックすることによる、
漁業者の意識・行動変容のプロセス

■ 得られる見込みの知見 ■

- ・ 漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけに関する知見

➤ 付着・底生生物の摂食による海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発

- 摂餌・消化機構の異なる複数の付着・底生動物（貝類、棘皮動物、甲殻類等）を対象として、これらの摂食によるプラスチックの劣化・微細化の客観的な評価手法を開発する。
 - ① 蛍光標識プラスチック（ビーズ・板）を給餌し、各種動物がプラスチック片として誤飲する条件の検討をおこなうとともに、生体内および糞から誤飲プラスチック片を抽出・検出する技術の開発をおこない、排出までの速度と機構を明らかにする。
 - ② 摂食によるプラスチックの微細化の程度を定量化するため、フローサイトメトリー法と各種顕微鏡による画像処理を用いたプラスチック片の粒度分布解析手法を確立する。
 - ③ 動物の摂食行動による各種プラスチックに対する損傷を形態学的に評価する。損傷の状態に応じた測定法で各種プラスチックの表面硬度を算出し、動物の摂餌にかかる破壊強度を推定する。得られたデータをもとに、それぞれの動物が微細化しうるプラスチックの種類を見出し、実際に誤飲させプラスチックの微細化の程度を評価する。
- 河川内、浅海域、深海底において各種プラスチックごみ、および付着・底生動物の採集調査を実施し、飼育実験の結果とあわせて動物の摂食による各種プラスチックごみの劣化・微細化の実態を明らかにする。
 - ① 採集調査により、各環境の水底に出現するプラスチックごみの量、および種類を把握するとともに、それらの表面上を中心として同所的に出現する付着・底生動物についても個体数密度や種組成を明らかにする。
 - ② 採集されたプラスチックごみの表面を各種顕微鏡によって観察し、飼育実験により確立された損傷の形態学的な評価手法を用いて、各環境中における各種付着・底生生物による劣化・微細化の実態について比較・検討する。



■ 得られる見込みの知見 ■

- ・ 各種生物の摂食によるプラスチックごみの劣化・微細化の機構およびその評価手法
- ・ 環境中における海底プラスチックごみの各種生物の摂餌による劣化・微細化の速度の推定

➤ 生物の付着による海底プラスチックごみの劣化・微細化評価手法の開発

各種プラスチックごみ表面に付着する動植物によるプラスチックの劣化・微細化の実態と微細化の機構を明らかにする。各種付着生物の付着や粘着物質の存在によるプラスチック類の劣化や微細化状況を各種機器分析により調査し、劣化・微細化の程度を客観的に評価する手法を開発・確立する。

- 各種プラスチックに付着生物の飼育実験により、動植物の成長とともに分泌される粘着（接着）物質や剥離させた後のプラスチックおよび生物の接着表面を化学的に分析する。それにより、プラスチック表面の劣化・微細化の程度、速度、プロセスを解析し、動物種やプラスチックの状態・形状による差異も比較する。
- 各種プラスチックごみの劣化・微細化の程度を客観的に評価するために、飼育実験後の各種プラスチック材料について、FT-IR法をはじめ各種手法により分析・解析し、結果の比較より、定量性に優れた評価手法を開発する。
- 浅海域、深海底において各種プラスチックごみ、および付着動植物の採集調査を実施し、飼育実験の結果とあわせて生物付着による各種プラスチックごみの劣化・微細化の実態を、開発された分析手法を用いて評価する。



■ 得られる見込みの知見 ■

- ・ 動植物の付着によるプラスチックごみの劣化・微細化の程度・機構、およびその評価手法
- ・ 環境中における海底プラスチックごみの各種付着生物による微細化状況の評価

➤ 海底プラスチックごみの種類・劣化実態を反映した微細化評価手法の開発

浅海・深海で採取した海底プラスチックごみの種類、材質や劣化状況を明らかにし、微細化評価の優先度の高い材質や劣化プロセスを把握する。海底プラスチックごみの実態を踏まえて、陸上や浅海での紫外線劣化を想定した紫外線劣化プラスチックなどを作製して、海底環境での物理的条件等を模した微細化の可能性を明らかにする評価手法を開発する。

- 藻場・大陸棚・深海で採取した海底プラスチックごみを対象として、プラスチックの種類や材質を同定すると共に、SEMやIRイメージングによる表面劣化評価を実施して、海底プラスチックごみの劣化の実態を明らかにし、微細化試験を行う劣化プラスチックを決定する。
- 海底プラスチックごみの実態を踏まえて、微細化試験に供するため、紫外線等による劣化試験手法を構築して劣化プラスチックを作製し、さらに劣化表面に微生物が形成する生物膜（バイオフィルム）を形成させた生物膜付劣化プラスチックも作製する。
- 海底での物理的作用のうち、海底砂・泥との摩擦による微細化に着目した微細化試験手法を開発して、藻場・大陸棚・深海におけるプラスチックごみの劣化、微細化の程度を、実際に採取された海底プラスチックごみや生物の付着、摂食により劣化・微細化したプラスチックごみと比較しながら、表面劣化の観察やFT-IRや熱分解GC-MSによる化学判別で評価する手法を開発する。



水深約700mの深海から
回収されたプラスチックごみ

■ 得られる見込みの知見 ■

- ・浅海や深海における海底プラスチックごみの種類や材質別の劣化等の実態把握
- ・劣化実態を踏まえた海底プラスチックごみの物理作用による劣化・微細化の評価手法の開発