



「海洋ごみ対策プロジェクト」記者発表 ～プロジェクトの全体像について～



2022年 4月 19日
日本財団 海野 光行

背景 ～海洋ごみについて～

■ 海洋ごみについて

- 容積及び個数ベースで、プラスチック類の割合が最も高い
環境省
- 毎年少なくとも世界各国から800万トン以上のプラスチックごみが海に流れ出ていると推計され、日本からも毎年2～6万トンが流出している
Jambeck(2015)
- 海洋ごみという名はついているが、その多くは内陸で発生した後、水路や河川を伝って海に流れ出たものが約8割
McKinsey & Company(2015)
- 陸で発生する直接的原因として「ポイ捨て・投棄系」と「漏洩系」の2つに大別。多いのは前者。生活困窮世帯が有料ごみ袋を買う余裕がない、ごみ回収時間と住民の生活リズムが合わない、産業構造、といったモラル以外の背景がある。
日本財団 (2020)
- 瀬戸内4県(岡山・広島・香川・愛媛県)の河川流域(計1,188km)では、ごみのホットスポットが1,711箇所。4県からは年間約200トン以上のごみが瀬戸内海に流れ込んでいると推計
日本財団 (2021)

■ 海洋ごみについて

- 容積及び個数ベースで、プラスチック類の割合が最も高い
環境省
- 毎年少なくとも世界各国から800万トン以上のプラスチックごみが海に流れ出ていると推計され、日本からも毎年2~6万トンが流出している
Jambeck(2015)
- 海洋ごみという名はついているが、その多くは内陸で発生した後、水路や河川を伝って海に流れ出たものが約8割
McKinsey & Company(2015)
- 陸で発生する直接的原因として「ポイ捨て・投棄系」と「漏洩系」の2つに大別。多いのは前者。生活困窮世帯が有料ごみ袋を買う余裕がない、ごみ回収時間と住民の生活リズムが合わない、産業構造、といったモラル以外の背景がある。
日本財団 (2020)
- 瀬戸内4県(岡山・広島・香川・愛媛県)の河川流域 (計1,188km) では、ごみのホットスポットが1,711箇所。4県からは年間約200トン以上のごみが瀬戸内海に流れ込んでいると推計
日本財団 (2021)

様々なことがわかってきた一方・・・

■ 課題

科学的知見 (エビデンス・データ) が不足している領域も多い

【疑問】

消えたプラスチックの行方

海洋への流出量

約800万トン/年
(Jambeck et.al.2015)

海洋での浮遊プラスチック量

268,900トン/年
(Eriksen et.al.2014)

？
どこに

【疑問】

体内(生物・人間)に取り込まれた場合の影響

- ・ 微小プラスチックそのものが及ぼす影響
* 特にミリサイズ未満 (マイクロ、ナノサイズ) の影響
- ・ プラスチックに含まれる・吸着した有毒成分が及ぼす影響

特に、大きさ1mm以下のマイクロプラスチック、さらに小さいナノサイズプラスチックについては、データが不足

■ 科学的知見の必要性

科学的知見を蓄積することで



【プロジェクトの狙い】

- 海洋ごみ対策の基盤となる科学的根拠を蓄積し、社会に対してより正確な情報を発信
- 問題解決に向けたムーブメント（機運）を創出してアクションを起こし、政策に反映させる

プロジェクトについて

概要

海洋分野の人材育成や研究で共同してきた東京大学と、共同プロジェクトを開始



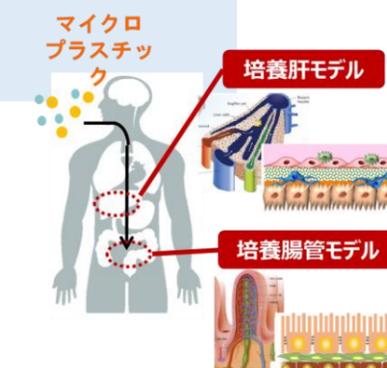
2019.5月 記者発表

【研究】

※本日の中心

問題対応の基盤となる科学的知見を充実させ、信頼できる科学的根拠に基づき正しく問題を伝える

- ★ テーマ1：海洋マイクロプラスチックに関する実態把握
- ★ テーマ2：マイクロプラスチックの生体影響評価
- テーマ3：プラスチックごみ発生フローの解明と削減・管理方策の検討



【対策】

幅広い学術領域の国内外の専門家やステークホルダーとの意見交換、情報発信、削減・管理方策の提案等を行う

1. 海洋プラスチックごみ問題の対策・研究プラットフォーム構築
2. 国際的ラウンドテーブルの設置
3. プラスチックごみの削減・管理方策の提案

実施体制

企画・支援

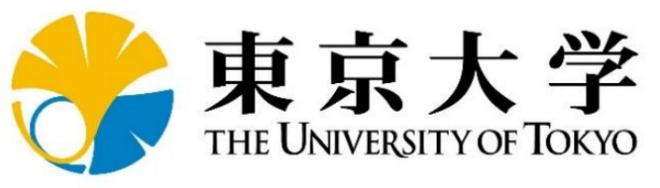
事業費
(2019年3月～2022年3月)
354,020,000円



実行・運用

分野横断型の研究体制

海洋学 大気海洋研究所	法学 未来ビジョン研究センター
環境学 新領域創成科学研究科	政治学 公共政策大学院
工学 生産技術研究所	農学 農学生命科学研究科


東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO


京都大学
KYOTO UNIVERSITY


東京農工大学

東京大学を中心に、
京都大学や東京農工大学などの
研究者ら総勢約50人がチーム結成

研究結果の総括ポイント・今後

結果の総括

<p><テーマ1> 海洋マイクロプラスチックに関わる実態把握</p>	<p><テーマ2> 微小プラスチックによる生体への影響</p>	<p><テーマ3> プラスチックごみ発生フローの 解明と削減・管理方策の検討</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 微細化した後に海底に沈むこと。海底に沈むメカニズムが明らかになってきた ➢ 太平洋におけるプラスチックの汚染状況、汚染は広がっていることが明らかになった ➢ サイズや種類によって異なる動き（沈みやすさ・漂流しやすさ）をすることがわかった <ul style="list-style-type: none"> ● 海洋マイクロプラスチックの分布に関して、大きさ1mm以下の微小な粒子が選択的に海水中から除去、海底に輸送され、その過程には植物プランクトン関連物質が寄与している可能性が示された ● 過去70年にわたる海洋プラスチック汚染の進行状況が明らかになった ● 粒子のサイズにくわえ、種類による振舞い（輸送過程、経年劣化の様子）に違いがある 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 微細化したプラスチックは、人間や生物の体内に取り込まれ、影響を及ぼすことがわかった <ul style="list-style-type: none"> ● 人間を含む生物は、マイクロスケール以下のプラスチック粒子を異物と認識し、様々な応答（貝類については遺伝子応答）をする。 ● プラスチック関連化学物質は、海洋生物に取り込まれた後、代謝の過程でより反応性の高い物質に変化する 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 国際ルール制定だけではプラスチックごみは減らすのに不十分。産官学民による具体的な「行動」が必要 ➢ 行動する上で、どのような製品から優先的に手を付けるべきか、指標ができた <ul style="list-style-type: none"> ● 市民のプラスチックの使用実態に関して、国際枠組みや政府・産業界の役割と限界を整理するとともに、意識・行動変容等につながる実践的手法が提示され、削減に向けた今後の社会科学的課題が提示された。

結果から示唆されること

- 微細化した後に海底に沈むこと。海底に沈むメカニズムが明らかになってきた
- 太平洋におけるプラスチックの汚染状況、汚染は広がっていることが明らかになった
- サイズや種類によって異なる動き（沈みやすさ・漂流しやすさ）をすることがわかった

- 微細化したプラスチックは、人間や生物の体内に取り込まれ、影響を及ぼすことがわかった

- 国際ルール制定だけではプラスチックごみは減らすのに不十分。産官学民による具体的な「行動」が必要
- 行動する上で、どのような製品から優先的に手を付けるべきか、指標ができた

より環境負荷が小さいプラ類を製造者・利用者側に提示し、利用・使用を促していく必要がある

「入ったものは排泄物等と一緒に体外に出る」と楽観視できない。
長期的なモニタリングと影響評価が求められる

経済合理性や生活者への負担をクリアしながら、解決施策と社会実装のための実証実験及びモデル作りが必要

今後

＜第2フェーズ＞ 2022年4月～2025年3月（3年間）

事業費：321,000,000円

● 各研究の深堀

例：人体への影響

- 生物の体内に取り込まれた後、消化管以外への移行・蓄積があるかを解明
- 人体で、リンパ管に侵入した際の長期的な影響を解明

● モデルフィールド（瀬戸内等で計3カ所で検討）での社会実装

科学的根拠に基づく政策提言、条例制定（目標）

- 調査の深堀で更なるエビデンスを蓄積
- 研究に終始せず、蓄積したエビデンス・データを実際に社会に活かす



2022/4/19

日本財団FSI基金*による 海洋ごみ対策プロジェクト (2019-2021) 主要成果

*未来社会協創基金

FUTURE SOCIETY INITIATIVE FUND

東京大学との協創で地球と人類社会のより良い未来を





2021-2030 United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development

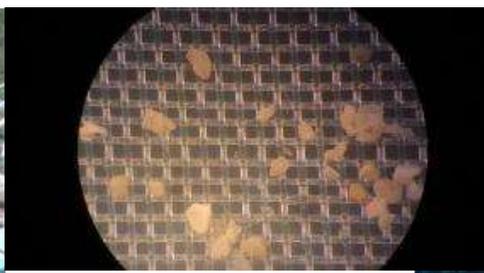


GESAMP
Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection



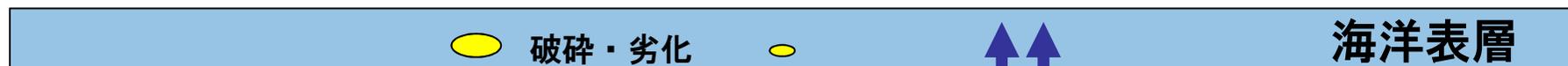
海洋プラスチックごみ問題に関する研究

- ・ テーマ1 海洋マイクロプラスチックに関わる実態把握
- ・ テーマ2 マイクロプラスチックの生体影響評価
- ・ テーマ3 プラスチックごみ発生フローの解明と削減・管理方策の検討



提供: JAMSTEC

海洋プラスチックごみは何処から来て何処に行くのか

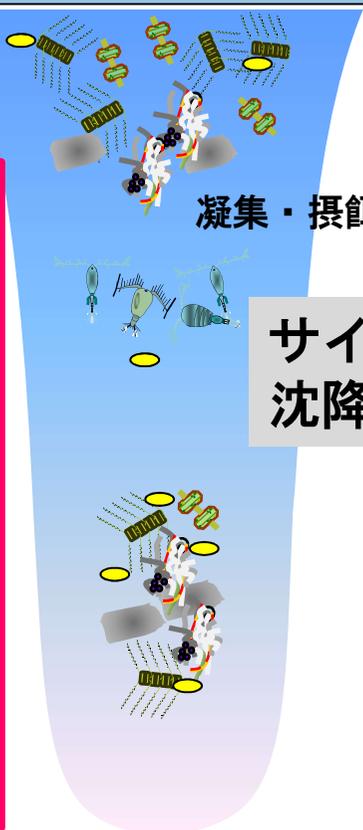


海底泥には海洋表層に比べ、より小さなプラスチックが多い

微小プラスチック粒子の鉛直輸送に植物プランクトン関連物質が寄与か

対馬の東西で粒子サイズや劣化度が異なる。数値モデルで説明可能

日本周辺から北太平洋において、過去70年間、海洋プラスチック汚染が進行

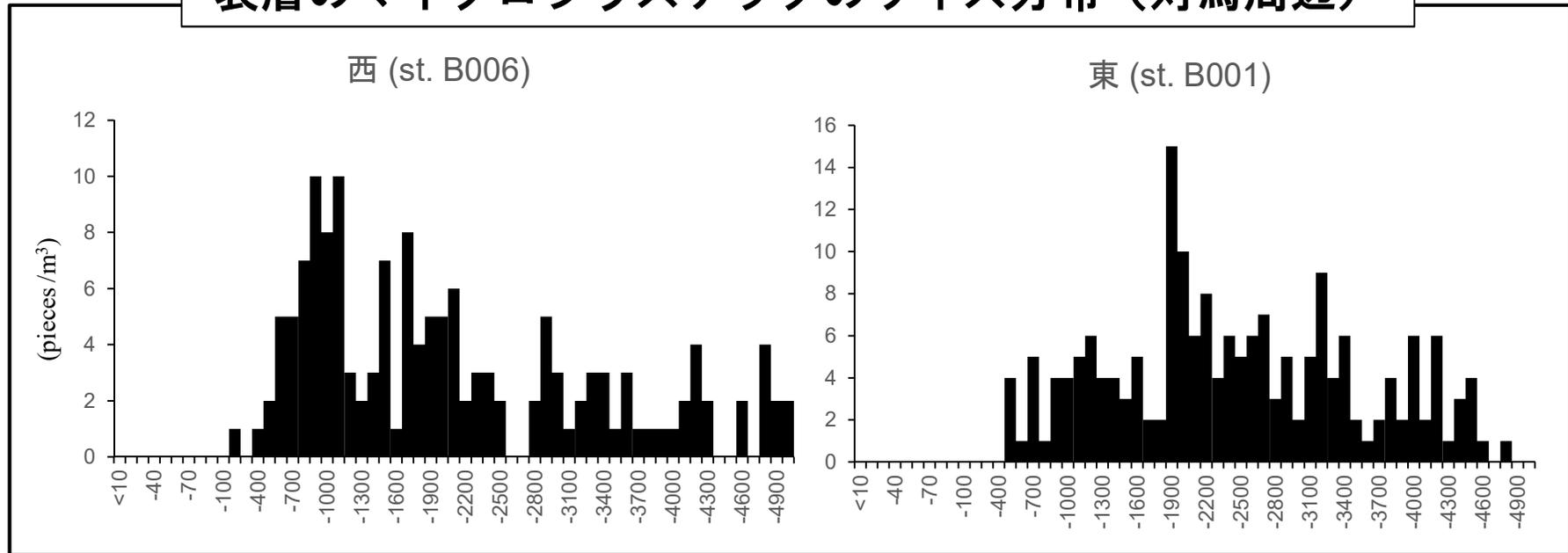


1mmよりも小さなマイクロプラスチックが選択的に海水から除去、沈降しているという仮説

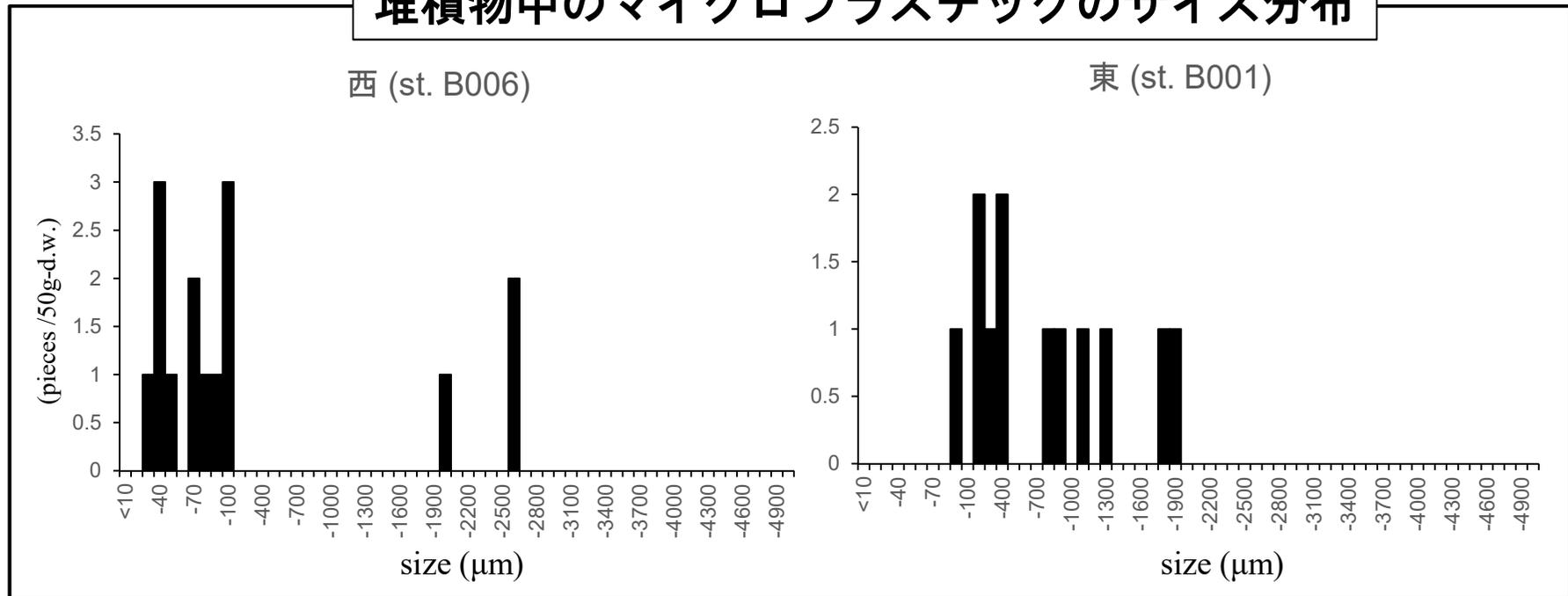
サイズ依存的沈降除去

現場サンプリングと数値モデルにより仮説を検証

表層のマイクロプラスチックのサイズ分布（対馬周辺）

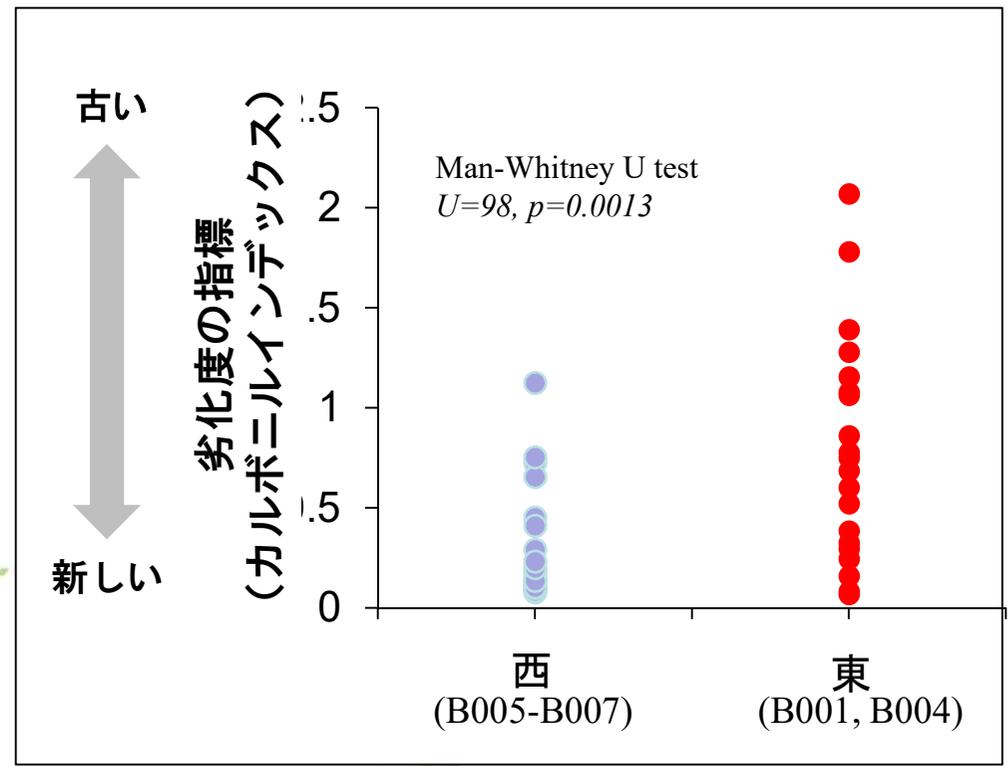
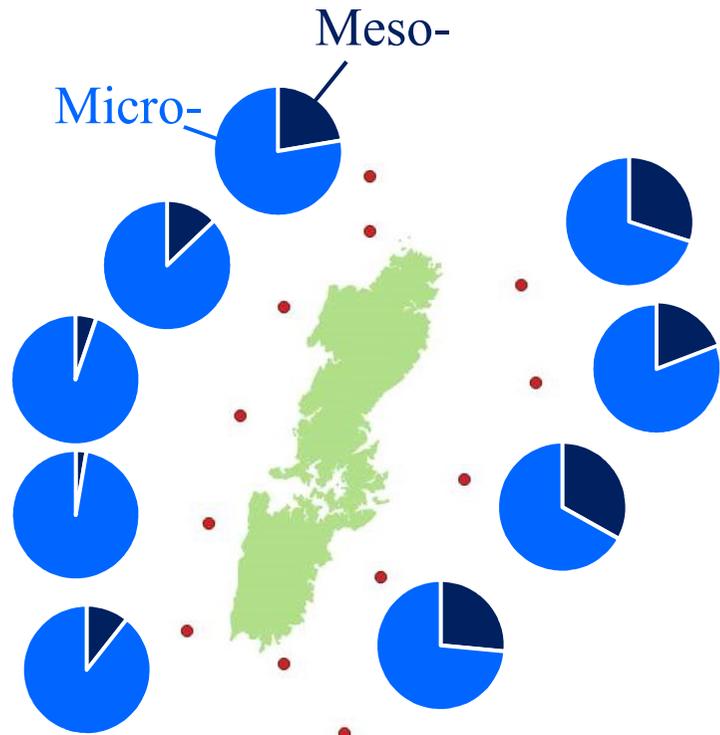


堆積物中のマイクロプラスチックのサイズ分布

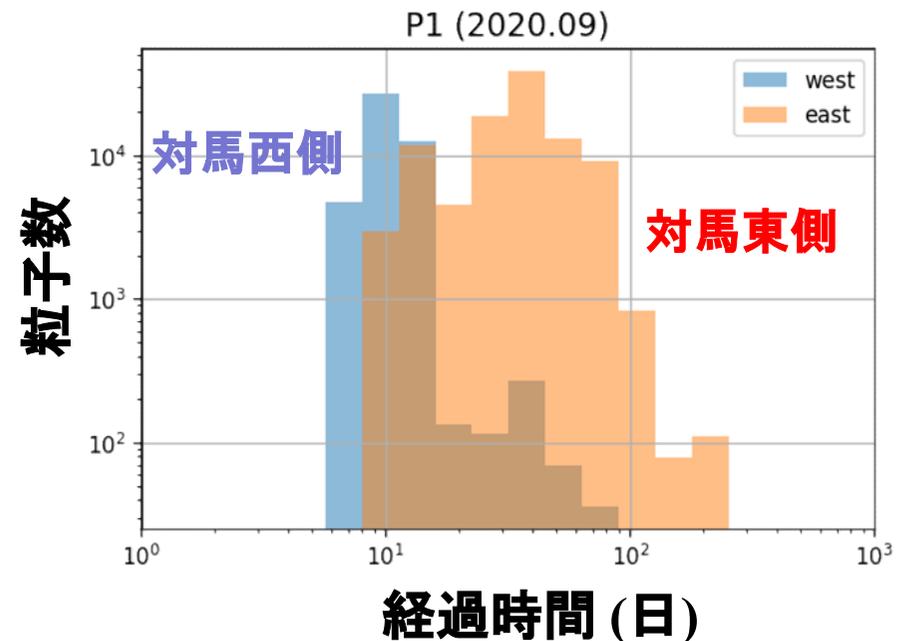
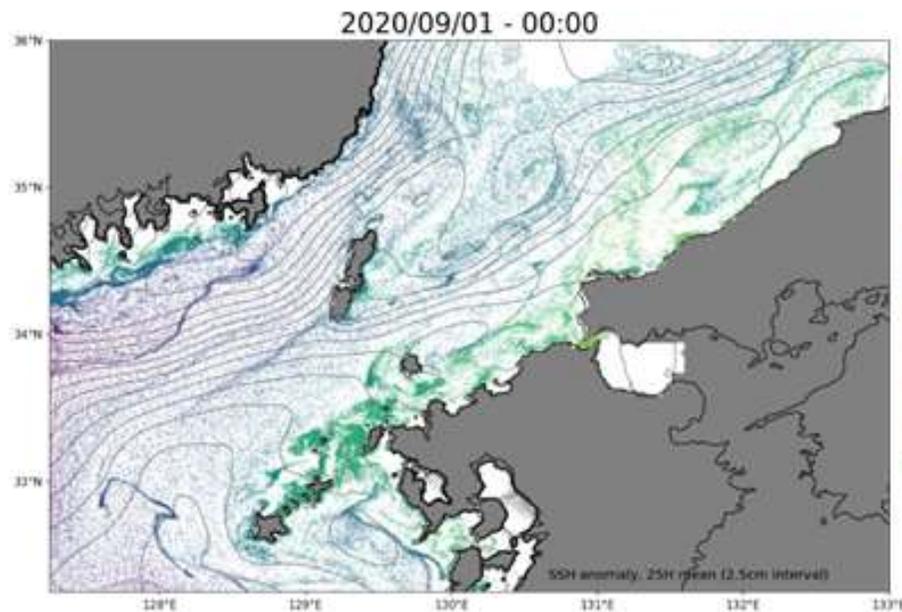


対馬周辺に浮遊するプラスチックのマイクロプラスチック (≤ 5 mm) とメソプラスチック (>5 mm) のサイズ比

マイクロプラスチックの劣化度は東側で高い



対馬周辺海域現場観測（KS-20-13）に対応した マイクロプラスチック水平分布に関する数値実験

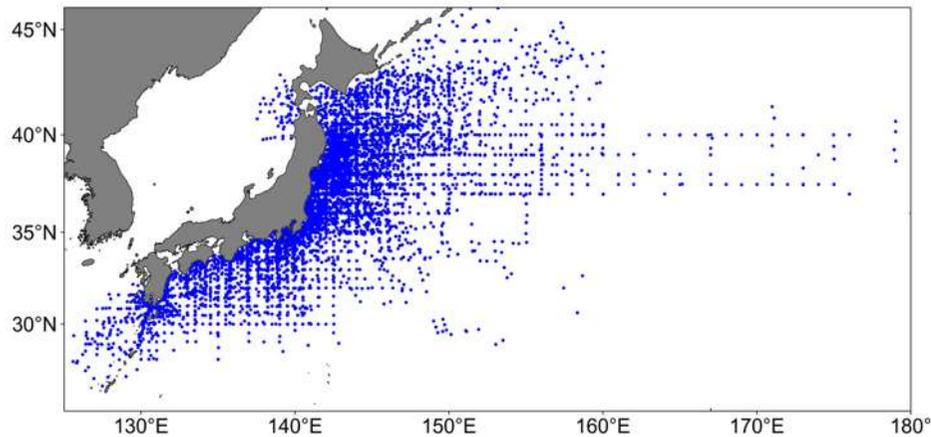


九州大学応用力学研究所DREAMS_D を利用
し、
2020年9月1日（観測実施日）の粒子の分布を
シミュレート
色は投入からの経過時間(対数スケール)
黒実線は24時間平均海面高度

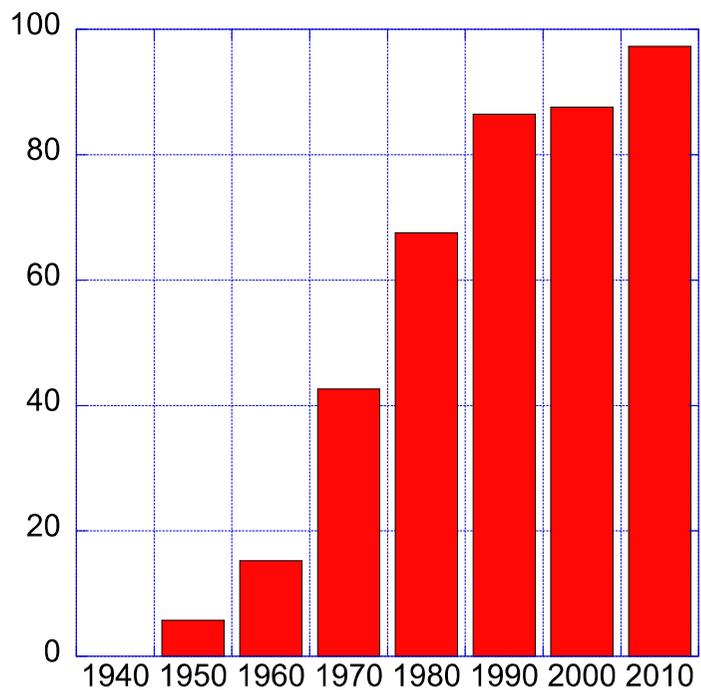
各領域に存在する粒子の投入から
の経過時間のヒストグラム
(2020年9月の平均値)

対馬東側の方が経過時間の長い粒子が存在

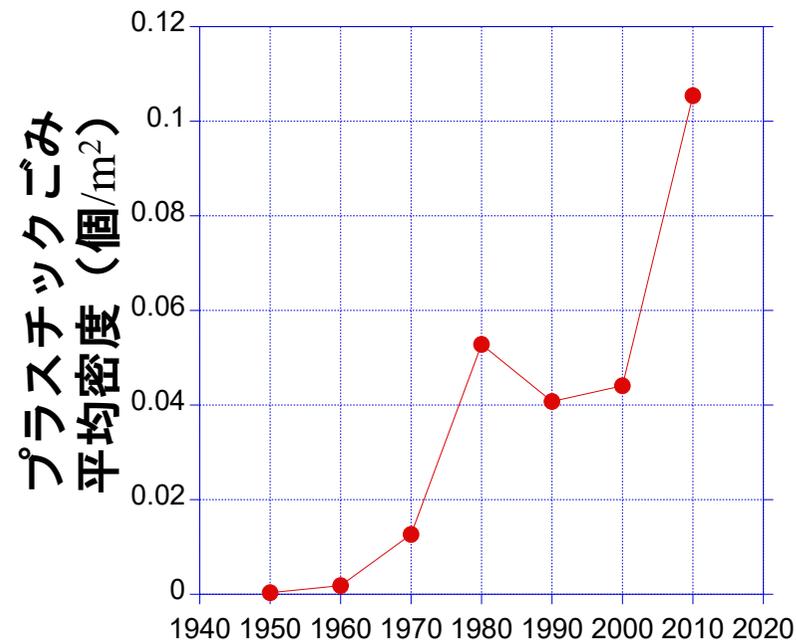
1949-2016年の稚魚調査試料の分析 (水産研究・教育機構で保管)



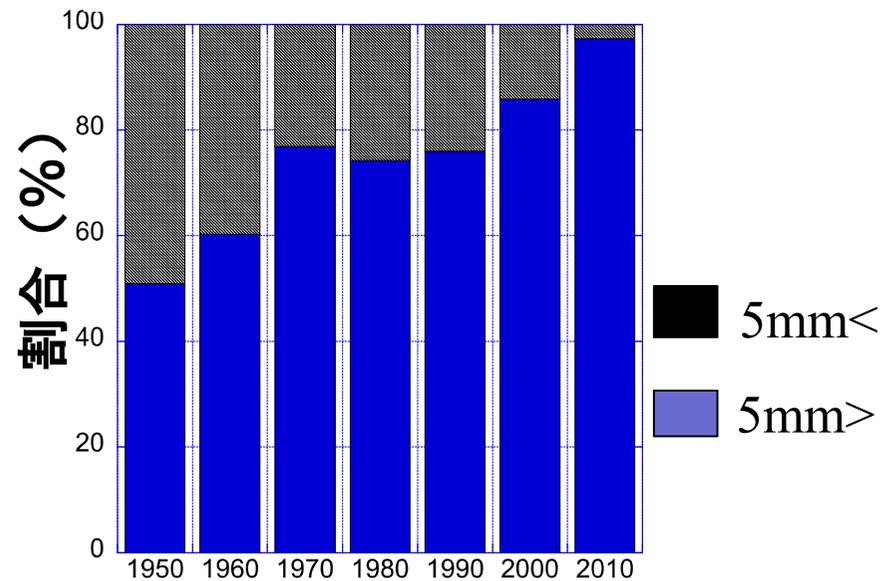
■ プラスチックゴミ出現観測点の割合 (%)



プラスチック個数密度の年代別変化



サイズ別割合の年代別変化

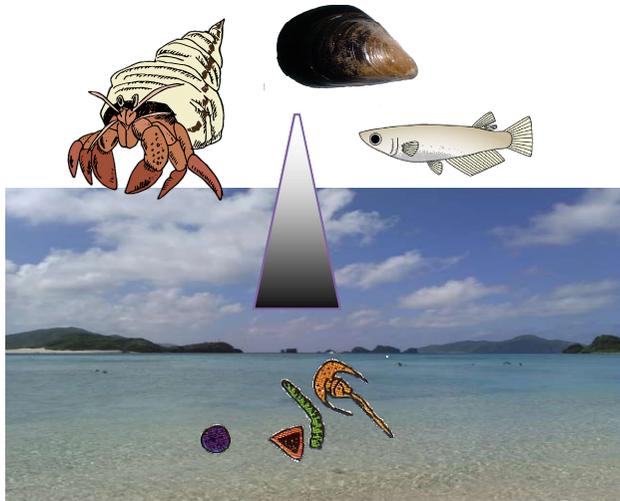


研究テーマ2 マイクロプラスチックの生体影響評価

プラスチック関連物質の挙動、遺伝子応答

微小プラスチックの細胞組織への導入機構

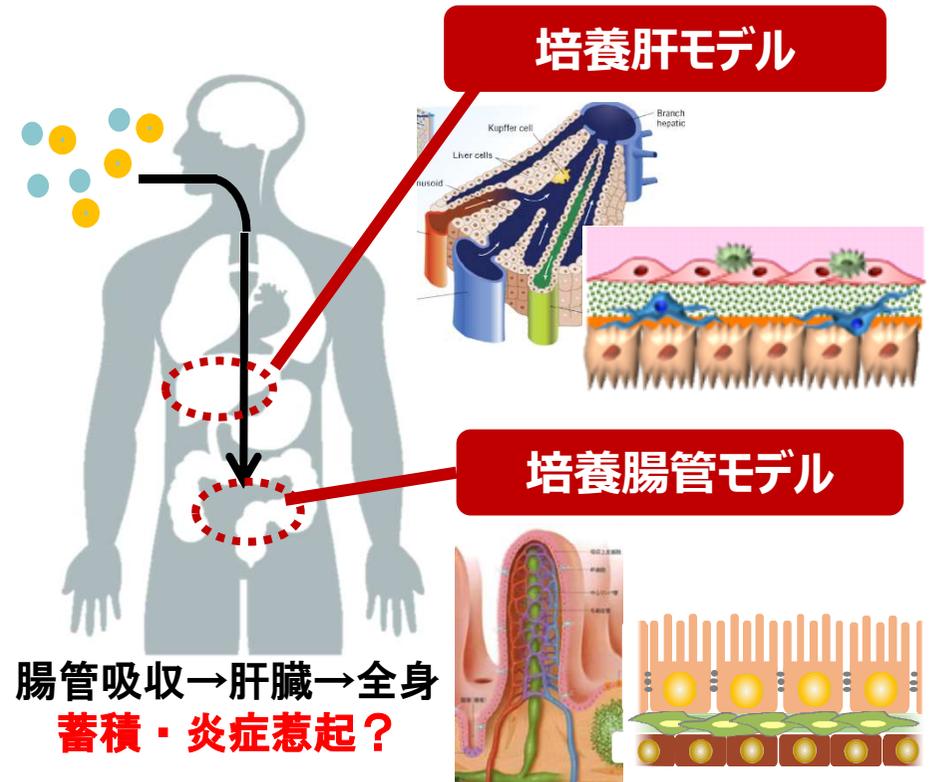
対象となる化学物質：PCBs、多環芳香族炭化水素類、有機フッ素化合物、臭素系難燃剤、紫外線吸収剤、ノニルフェノールなど



海域によっては粒子毒性が現れる濃度に近い

プラスチック汚染の進んだ海岸では関連化学物質の蓄積が進行

貝類（イガイ）による微小なプラスチック粒子の吸収とその残留時間解明



数十nmの微小粒子は血流に、数百nm～数 μ mのものはリンパに入る

体内に入った粒子は免疫細胞を活性化するが抗原提示には至らない

表2-1. 環境水中の微細マイクロプラスチック濃度と水棲生物への粒子毒性の閾値の比較

	(個/L)	データソース
粒子毒性の閾値	6.7	Everaert et al. (2018)*
下水処理放流水	8.7	本研究: Sugiura et al (2021)**
隅田川河口域の表層水	1.8 - 4.3	本研究: Sugiura et al (2021)**

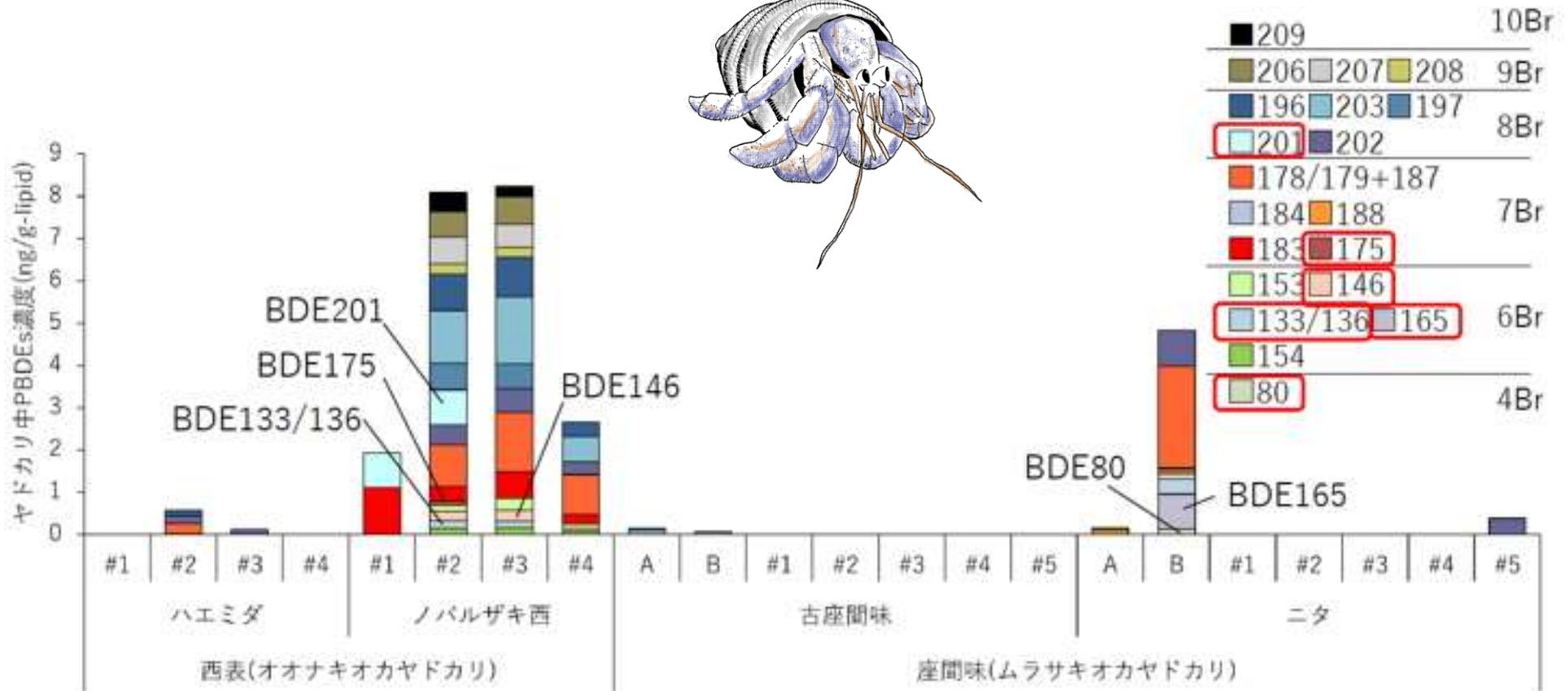
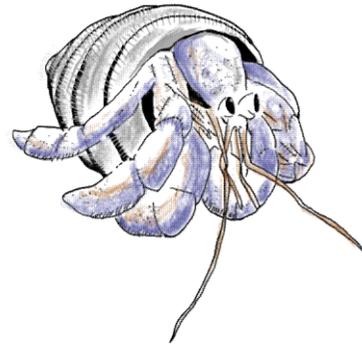
*欧州化学機構の評価書で利用されているレビューペーパー

Everaert, G., Van Cauwenberghe, L., De Rijcke, M., Koelmans, A.A., Mees, J., Vandegheuchte, M., Janssen, C.R., 2018. Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. Environ. Pollut. 242, 1930-1938.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.069>

**Sugiura, M., Takada, H., Takada, N., Mizukawa, K., Tsuyuki, S., Furumai, H., 2021. Microplastics in urban wastewater and estuarine water: Importance of street runoff. Environmental Monitoring and Contaminants Research 1, 54-65. 10.5985/emcr.20200006

離島のオカヤドカリ肝臓中の臭素化ジフェニルエーテル濃度



コントロール
サイト

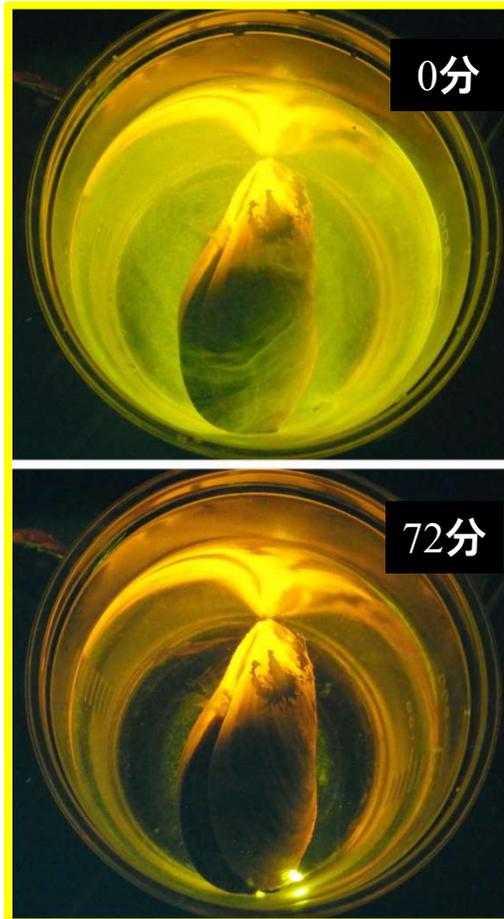
プラスチック
汚染サイト

コントロールサイト

プラスチック汚染サイト



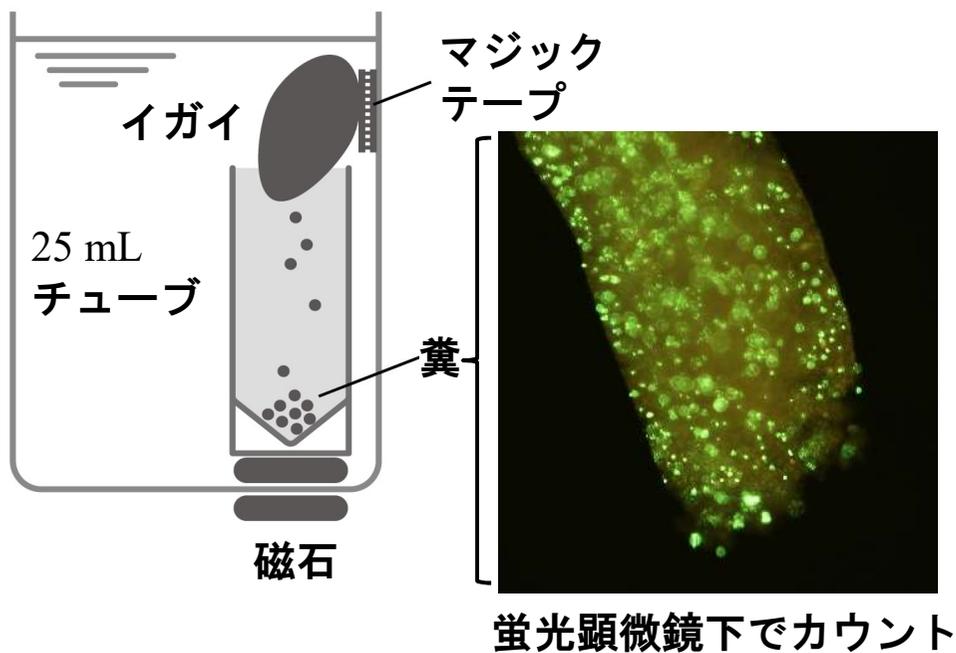
イガイ類へのマイクロプラスチック投与法の確立



ムラサキイガイの蛍光ビーズ取り込み過程を撮影
タイムラプス動画：72分を15.35秒に短縮

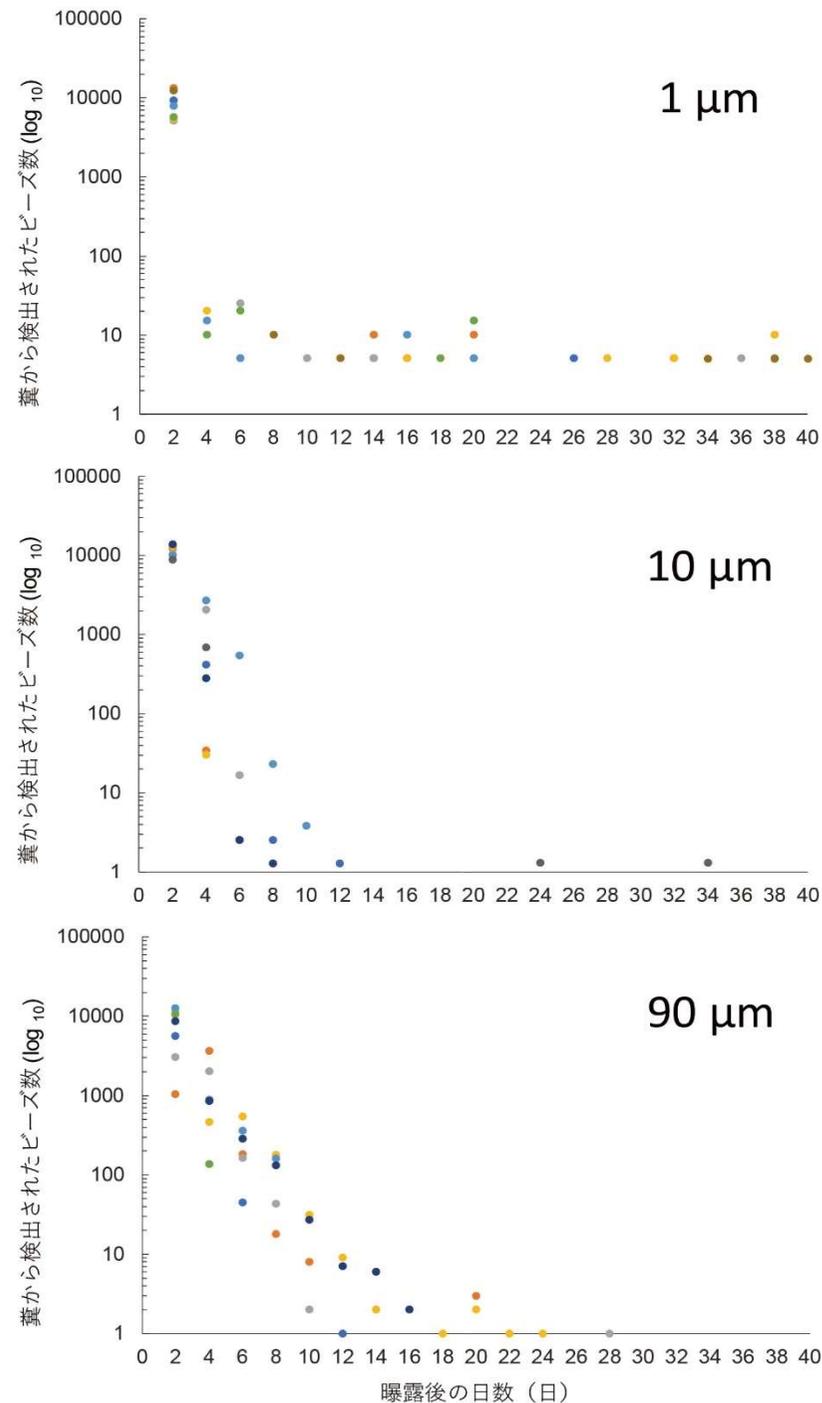
Inoue et al. (2021) Fisheries Science 87: 761–771.

サイズの異なるMP粒子のムラサキイガイ体内 残留時間の解明 (高田教授との共同研究)



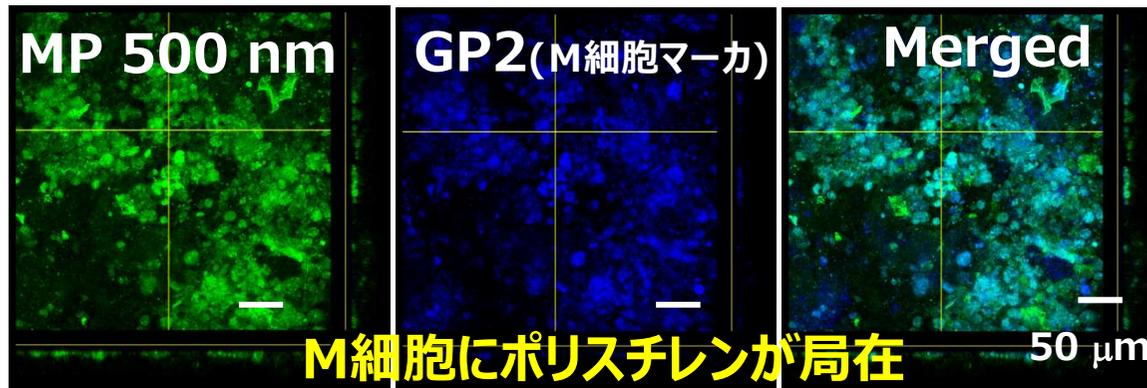
小さい粒子の多くは早く排出されるが、
一部は体内に残留する

Kinjo, Mizukawa, Takada, Inoue (2019)
Marine Pollution Bulletin 149, 110512.



パイエル板を再現した3細胞（上皮, 杯細胞、M細胞）培養系

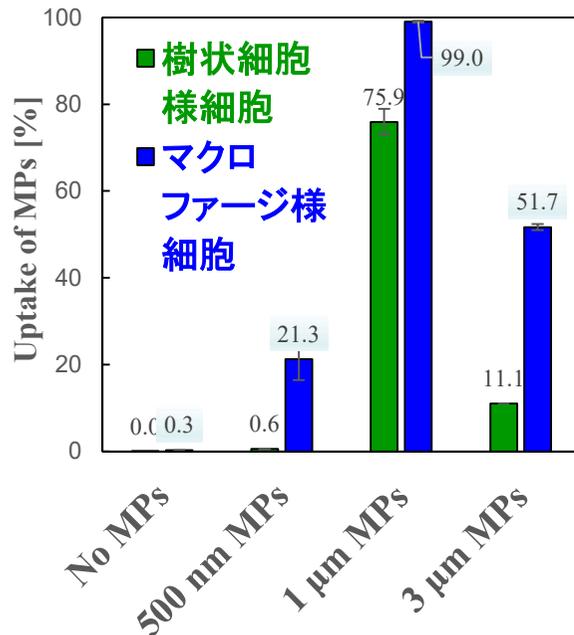
大きさの異なる蛍光ラベルポリスチレン粒子(50nm, 100nm, 500nm)曝露実験（72時間）



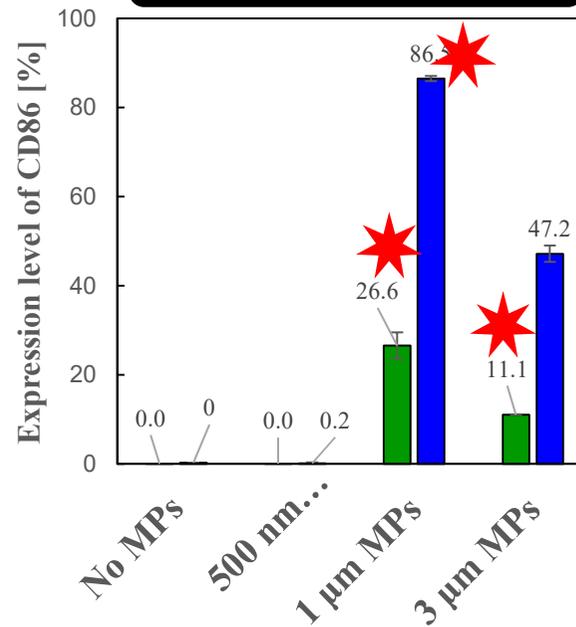
- 大きい粒子(500 nm)はパイエル板（リンパ節の末端・M細胞で被覆）から取り込まれる。
→ バクテリアと認識?? ⇔ 動物実験での観測を説明

免疫系細胞（樹状細胞とマクロファージ）は活性化

取り込み



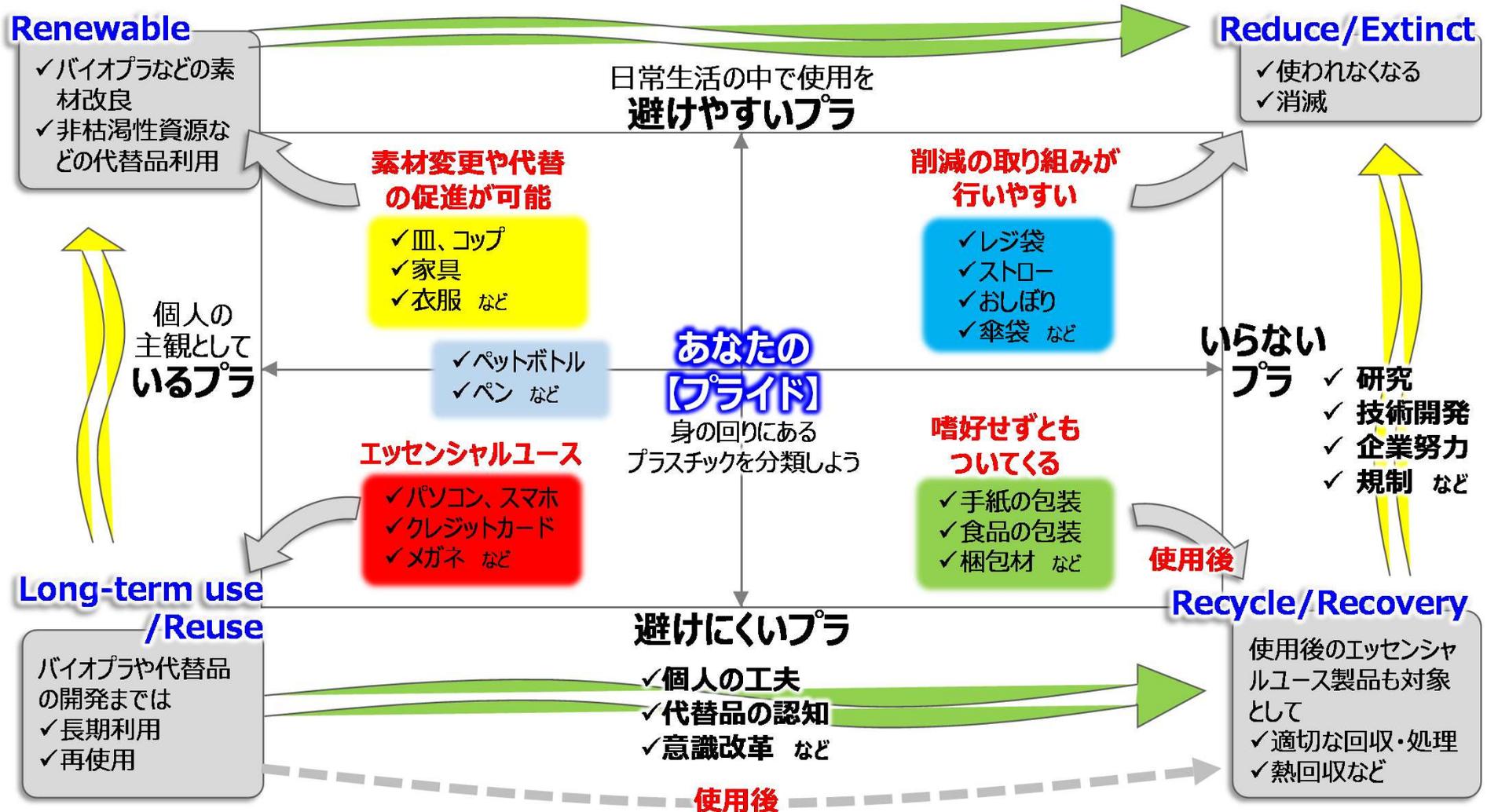
活性化(CD86)



- 両細胞ともMPを良く貪食, 1や3 μm粒子で活性化（ただし、顕著な炎症性サイトカイン産生は見られない）
- 分子レベルまで分解できないMPは、原理的に抗原として提示されようがない。
→ 長期曝露での炎症惹起の可能性は残る

研究テーマ3 プラスチックごみ発生フロー解明と削減・管理方策の検討

「プラ・イド (Plide) 」チャート Ver.1 個人の主観・認識レベルを可視化



ここまでの成果が示すこと

○プラスチック粒子の大きさや種類による振舞いのちがい

研究の過程で、プラスチック粒子の大きさの違いや種類によってその輸送等過程や経年劣化の様相が異なる可能性が見えてきている。このことは、今後プラスチックの種類による振舞いの違いを追求することによって、将来、例えばより環境負荷の小さなプラスチックの種類など、製造者側、利用者側にとって有益な情報を提示できる可能性がある。

○海洋プラスチック汚染の進行

プラスチックの使用開始以来、海洋プラスチック汚染は確実に進行している。微小なプラスチックの海水中からの除去過程が明らかになりつつあるとはいえ、それらは海底に堆積する。海洋生物を含む生体への影響については未解明ながら、微小なプラスチック粒子は体内に取り込まれることが判明してきており、環境中に流出するプラスチックの削減を着実に進める必要がある。

第2フェーズ(2022-2024)の研究

○実態解明

- ・鉛直輸送メカニズムの解明
- ・種類による振舞いの違いの理解

○生体影響

- ・生物の応答メカニズムの解明
- ・長期的影響の理解

○社会科学課題

- ・自治体等と連携したプラスチックごみ削減の社会実装の試み

