

東京大学 — 日本財団 FSI 海洋ごみ対策プロジェクト (2019-2021)

海洋に流出するプラスチックの量は世界のGDPと相応じて増え続け、環境汚染が顕在化しています。プラスチックはプランクトンや小魚、さらには海鳥によって摂餌され、プラスチックそのものに含まれたり環境中から吸着した有害な化学物質を生体内に運んだり、太陽光を浴びるうちに劣化してメタンガスのような二酸化炭素よりも強い温室効果を持つガスを放出することが知られるようになりました。世界中の多くの研究者から次々と報告されるプラスチックの問題は、もはや経済活動に影響を及ぼすまでになってきています。しかし、多くの懸念が示され、予防的なリスク管理が必要とされている中で、具体的な政策に結びつく、根拠といえる

実態を私たちはどのくらい知っているのでしょうか。残念ながらあまりよくわかっていないというのが実情なのです。例えば、海を漂う多量のプラスチックごみはいったいどこに行ってしまうのでしょうか？

そこで東京大学は、日本財団から未来社会協創基金 (FSI 基金) に助成を受け、2019年から3年間、大気海洋研究所に「海洋プラスチック研究事務局」を設置し、「FSI 海洋ごみ対策プロジェクト」を立ち上げて、海洋のプラスチックごみ対策にむけた研究、情報発信を、国内外の研究機関と連携して行なっています。



千葉県市原緑地運動公園脇の水路



千葉県蔵波川河口付近に散乱するゴルフボール



横浜市街道端のマスク



横浜市野島公園のマイクロプラスチック



千葉県椎津川河口敷ヨシ原のプラごみ



沖縄県本部新里漁港近傍の漁具ごみ

プロジェクト長からのご挨拶

科学に基づくリスク評価情報の提供を目指して

ここ数年、海洋プラスチックごみ問題が国際的にも重要な課題と認識されてきています。とくに2015年のドイツ・エルマウサミット以降は国際政治の場で各国首脳が直接

言及するようになり、2019年のG20サミットでは「大阪ブルーオーシャンビジョン」を共有し、2030年までに海洋プラスチックの追加的汚染をゼロにすることをしました。この課題自体は急に生じてきたものではなく、すでに1970年代に

は、海洋におけるプラスチック汚染に警鐘を鳴らす研究が報告されていました。

過去10年ほどの間、国内外の多くの研究者が海洋プラスチックに関する研究に取り組み、次々と成果が挙げられています。しかし、依然として未解明の部分が極めて多く、効果的な対策を講じるためには、リスク評価も含めた幅広い研究を進める必要があります。

東京大学でも、2019年度から日本財団との協力により、いくつかの大学や研究機関等の参加も得て3年計画で関係の研究を開始しました。本研究プロジェクトでは、特に実態がよくわかっていない1mm以下の小さなプラスチックに焦点を当て、その分布や輸送の実態解明、生体および生態系への影響評価を目指します。これら自然科学的課題に加え、プラスチックごみの全体量を削減するための方策についても検討を進めることとしています。

きわめて複雑で、実態がよくわかっていないこの課題に対して、こうした学際的な研究を強力に進めることにより、できる限り確かな科学に基づくリスク評価に関する情報を社会に提供することを目指します。重い課題であることは十分承知していますが、多くの方々と意見や情報の交換を行い、協力することでこの課題に取り組んでいきたいと思ひます。



2019年5月14日、「海洋ごみ対策プロジェクト」を東京大学未来社会協創基金のもとで開始することになり、プロジェクトの趣旨説明をする道田プロジェクト長。

私たちの活動

ACT 1.

海洋プラスチックごみ問題に対する科学的知見充実

海洋プラスチックごみの問題を考えるときに基礎となる科学的な知見を充実させ、信頼できる科学的根拠に基づいて問題を捉えることが大切です。このため、東京大学を中心に、様々な大学や研究機関が連携した取り組みを実施しています。

テーマ1.

海洋マイクロプラスチックに関わる実態把握

レジ袋、食品容器、ポリタンクや医療器具などの広い分野でポリエチレンやポリプロピレンといったプラスチックが用いられています。これらの特徴の一つは水より軽いということです。その性質は細くなったマクロプラスチック(5mm以下のプラスチック片)になっても変わらないので、たくさん海面に浮かんでいてもおかしくありませんが、実際にはそうではありません。プラスチックごみはどこにいくのか?マイクロプラスチックの運命を解明します。

1-1. OMNI (Ocean Monitoring Network Initiative) コンセプトに基づくモニタリングシステムの開発：市民参加によるマイクロプラスチックモニタリング装置およびシステムをプロトタイプングする

東京大学生産技術研究所・価値創造デザイン推進基盤およびDLX デザインラボでは、海洋マイクロプラスチックの実態把握に貢献できる大規模海洋観測システムOMNIデバイスやシステムの研究開発を行なっています。誰でも簡単に扱える装置やツールをデザイン、プロトタイプングすることで、多くの人たちがマイクロプラスチック調査に参加できる仕組み作りを進めています。



1-2. 海洋表層と海底泥におけるプラスチック粒子サイズ分布把握：マイクロプラスチックの除去過程を明らかにする

水中のマイクロプラスチックが少ないとされているのは、プラスチック片の表面に藻類や細菌が付着して重くなって沈んだり、動物プランクトンや小魚などの生き物が

食べて、糞の粒子として沈んでいくことが可能性として考えられます。その通りならマイクロプラスチックが海底にはたくさんあるはずですが、そこで、海面から海底の泥の中までマイクロプラスチックの鉛直分布を調べます。



1-3. 日本周辺海域70年間の海洋プラスチックごみ時系列変化：海洋プラスチックごみの歴史的変遷を明らかにする

1940年代以降から現代に至るまで長期にわたって採集されたプランクトン試料を調べることで過去70年間にわたる、この海域のマイクロプラスチックの長期的な変化を調べ、いつ頃からマイクロプラスチックが増え始めたのかを知ることが期待されます。



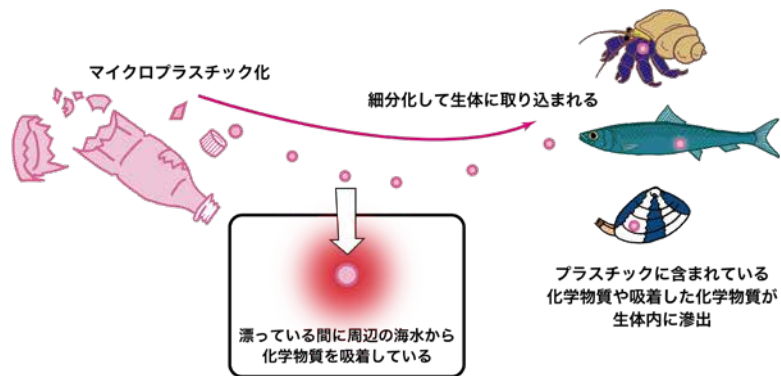
1-4. マイクロプラスチック鉛直分布の粒子径依存性：現場データと数値実験モデルによって、マイクロプラスチックの鉛直分布を明らかにする

全てのマイクロプラスチックが海水より軽く浮いているわけではありません。重い素材のマイクロプラスチックは沈み、軽い素材のマイクロプラスチックでも大きさや形によって浮力が変化します。海では、風や波による攪乱などでマイクロプラスチックが水中に引きずり込まれますが、大きさや形によってどの深さまで達するのか様々で、生物との遭遇の仕方も違います。これらマイクロプラスチックの水中での振る舞いを数値実験で明らかにしていきます。

(トピック1をご覧ください)

テーマ 2. マイクロプラスチック生体影響評価

小さくなったプラスチックは海洋生物のみならず、海洋生態系を介して人体にも入り込み、その影響が危惧されていますが、基本的な科学的知見は決定的に不足しています。そのため海洋プラスチックごみ、特にマイクロプラスチック削減のためのリスク管理上の施策を効果的に進めるためには、マイクロプラスチックが生体にどのような影響を及ぼすのかを正確に知る必要があります。



2-1. 食物連鎖の中でのプラスチック関連物質の挙動、遺伝子応答

多様な海産魚介類の消化管内のマイクロプラスチックの測定と、その組織内に残存するプラスチック関連化学物質

YouTube 動画で見てみよう!

マイクロプラスチックの旅 (クレーアニメ) <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/2020/09/post-12.html>

海洋プラスチックの研究はどのように行われているのでしょうか <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/2020/09/youtube.html>

「海洋マイクロプラスチックの動態調査 (調査航海の観測全体を紹介)」

「OMNI マイクロプラスチックサンプラーの海洋試験 (OMNI プロトタイプの実験を紹介)」

みんなで参加しよう! マイクロプラスチックサンプリング調査体験 <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/2021/03/youtube-1.html>

「ビーチで採集実験をやるときの手順を説明」「実際の分析の様子を紹介」

プラスチックに関する様々な情報

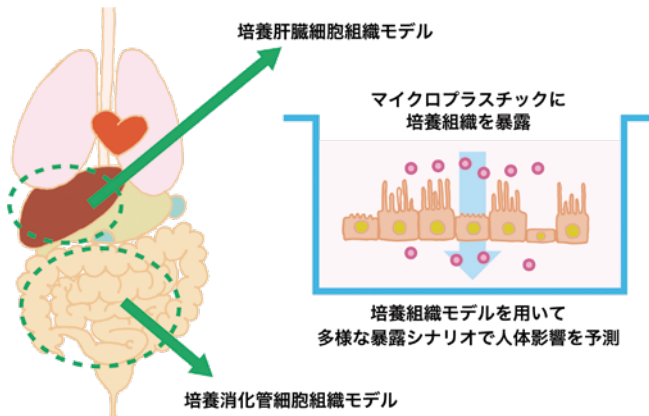
ニュースとトピックス: <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/news-topics/>

コラムと報告: <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/columns-reports/>

を測定するとともに、プラスチックを介した汚染物質の生体への移動を実験的に調べ、遺伝学的手法も用いてその影響の解明を進めています。

2-2. プラスチックの細胞組織への導入機構と人体影響評価

マイクロプラスチックの影響は、プラスチックに含まれる難燃剤や水中で吸着した有害化学物質が、食物連鎖で生物濃縮を経て人体に及ぶことに懸念があります。マイクロプラスチックの体内への経路は主に食物摂取によって腸管での吸収が考えられます。そこで小腸組織を使って透過・蓄積を、肝組織を用いて蓄積を調べ、数理モデルを通じて毒性の有無などを研究します。
(トピック2をご覧ください)



テーマ 3. プラスチックごみ削減方策に関する総合的研究

海洋プラスチックごみは陸上の人間社会に由来していることから、その削減には産業構造ばかりでなく、個々人の生活様式にもダイナミックな変化が求められます。そこで、自然科学の成果を踏まえつつ、人文社会科学の視点を融合し、海洋プラスチックの廃棄物ゼロを目指すごみ削減策と管理方策や、社会全体としてプラスチックごみを減らす方策を研究しています。

海洋プラスチックごみがどのようにして発生するのか。日本財団と連携して流域におけるごみ発生メカニズムを明らかにします。そして、プラスチックごみのモニタリングや削減・管理研究を市民や地域社会と協働して情報発信の土台作りをしています。

(トピック3をご覧ください)

Act II.

国際的ラウンドテーブル等の開催による情報発信

国内外の研究者や専門家の対話集会・シンポジウムの開催、国連機関をはじめとした国際的な研究集会などへの参画、アジア地域内の能力開発、市民に向けたアウトリーチ活動を行なっています。

国内外の研究者や専門家の対話集会・シンポジウムの開催、国連機関をはじめとした国際的な研究集会などへの参画、アジア地域内の能力開発、市民に向けたアウトリーチ活動を行なっています。また、本プロジェクトに関連深い「海洋アライアンスシンポジウム東京大学の海研究」(第15回)に協力し、テーマを「海洋プラスチック研究のゆくえ」として開催しました。さらにホームページでは、プラスチック問題に関する様々な情報を発信しています。

ACT I: 海洋プラスチックごみ問題に対する科学的知見充実

1.1 海洋マイクロプラスチックに関わる実態把握

1-1	Miles Pennington	生産技術研究所
	木下 晴之	生産技術研究所
1-2	津田 敦	大気海洋研究所
	小川 浩史	大気海洋研究所
	山下 麗	大気海洋研究所
1-3	高橋 一生	大学院農学生命科学研究科
1-4	伊藤 進一	大気海洋研究所

1.2 マイクロプラスチックの生体影響評価

2-1	高田 秀重	東京農工大学 農学部
	井上 広滋	大気海洋研究所
2-2	酒井 康行	大学院工学系研究科
	楠原 洋之	大学院薬学系研究科

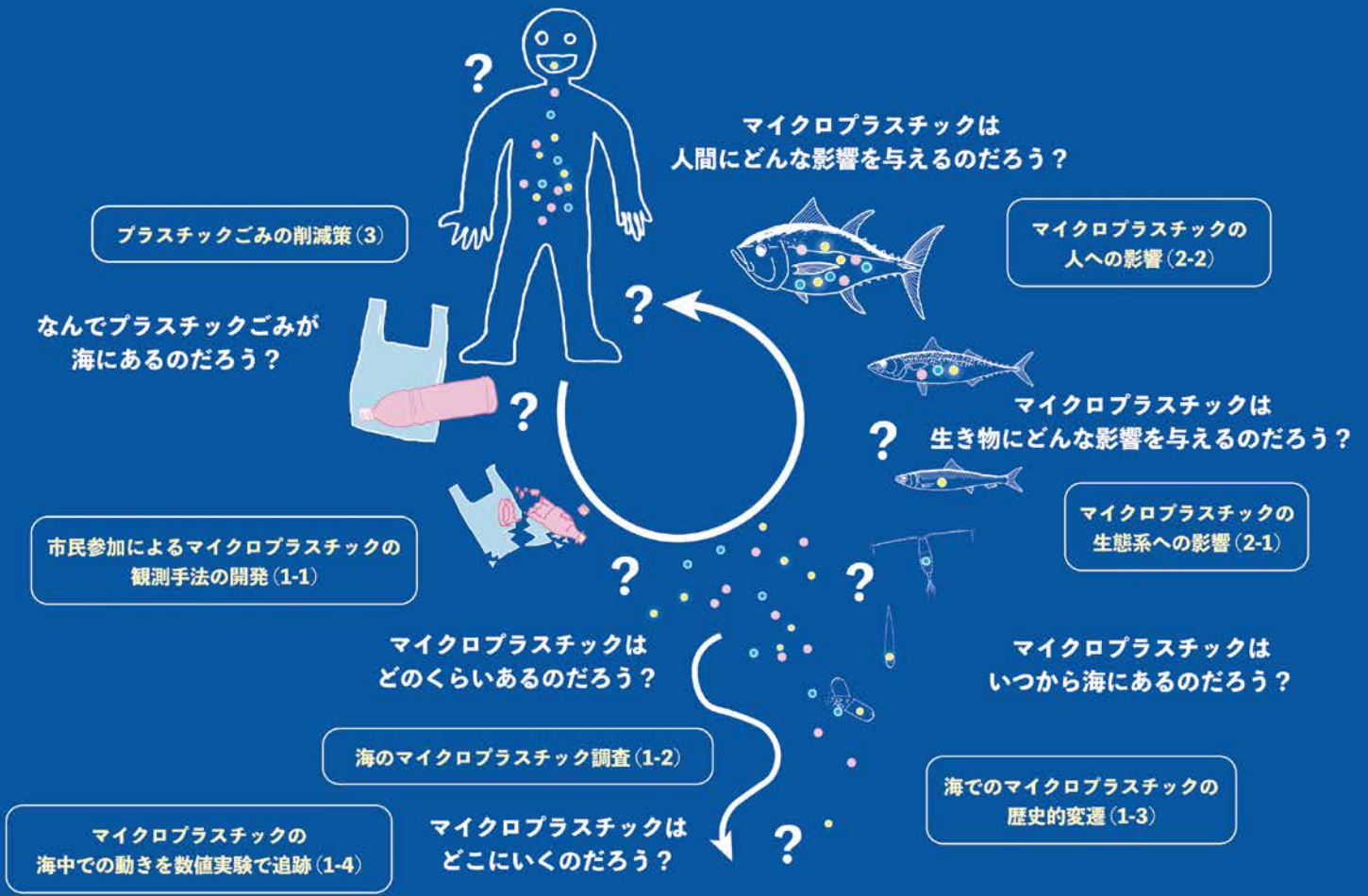
1.3 プラスチックゴミ削減方策に関する総合的研究

城山 英明	公共政策大学院 /未来ビジョン研究センター
高村 ゆかり	未来ビジョン研究センター
酒井 伸一	京都大学 環境安全保健機構
浅利 美鈴	京都大学大学院 地球環境学堂
八木 信行	大学院農学生命科学研究科

ACT II: 国際的ラウンドテーブル等の開催による情報発信

道田 豊	大気海洋研究所 (プロジェクト長)
牧野 光琢	大気海洋研究所
山本 光夫	農学生命科学研究科
三島 勇	大気海洋研究所

- GOALS**
- 科学的根拠に基づいた削減・管理方策の提案 (研究成果を社会に還元)
 - 科学的知見の国際社会への提供
 - 科学的知見に基づく政策オプションの評価, 削減・管理方策の提示
 - 海洋プラスチックごみ問題に関する研究の国際協調, ネットワークの形成



私たちのプロジェクトで調査・研究していること (括弧内は項番号)

トピック1.

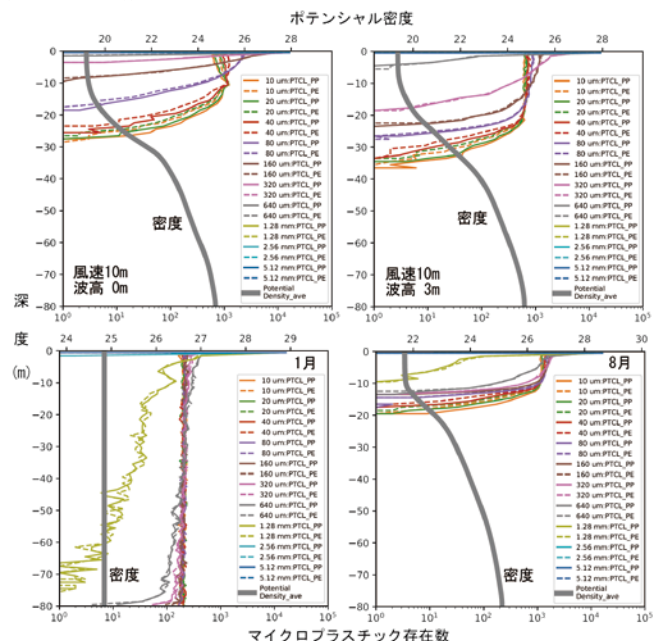
マイクロプラスチックは海上から海底まで運ばれる？ ～鉛直分布シミュレーションが可能性を指摘～

海洋に流入したプラスチックの大半は海で姿を消しています。太陽の紫外線や波などによって微細化したマイクロプラスチック (MP) となって、海の深い層に沈降しているのではないかと考えられています。その原因の一つに鉛直方向の混合 (鉛直混合) があるとされています。東京大学大気海洋研究所の松村義正助教らは、鉛直方向の運動方程式を用いる「非静力学モデル」を使い、水より軽いポリプロピレン (PP) とポリエチレン (PE) の粒子 (粒径 $10\mu\text{m}$ ~ 5mm) の海の中での動きを数値実験で調べました。

2020年8月の長崎県対馬周辺海域での現場観測で得られた条件に合わせて実験したところ、波浪が低く風速が大きい場合、夏季では表面から深さ $10 \sim 20\text{m}$ 程度の間にある「混合層」の下部に小粒径MPが最も集まる層 (極大層) が形成されました (「上左図: 風速 10m 波高 3m 」)。波浪が高いと極大層は消失し、混合層に一様に分布されました (「上右図: 風速 10m 波高 3m 」)。

夏季は大気が海洋表層を暖めるため、深さ $10 \sim 20\text{m}$ 程度の上層に一樣な軽い水の層 (混合層) が存在し、その下部にある比較的冷たい水との間に成層を形成しています。冬季は大気が上層を冷やすため、成層が弱くなり下層と上層の水がよく混合し、混合層が深くなります。このような対馬周辺海域の季節変動を加味し、上

記実験とほぼ同じ条件で、海上風 10m/s 、周期 10s の波浪の振幅 1.0m と固定し、1年間の月ごとに成層の影響を調べました。その実験の結果、冬季には海底までMPが直接達する可能性があることが示されました (「下左図: 1月」。夏の場合は「下右図: 8月」のようになる)。今後、この計算結果と観測結果を比較するなどして数値実験の精度を高めます。



表紙の写真: 上段 (左) 千葉・市原緑地運動公園脇の東京湾とつながる水路にはレジャーボートも放置 (2017.6.11), (中) 千葉・葦波川河口近くに干潟に散在する白黄ピンクの多量のゴルフボール (2019.10.15), (右) 横浜・市街の道端 (2020.12.29), 下段 (中) 千葉・椎津川河川敷ヨシ原 (2019.10.15), (右) 沖縄・新里漁港近くに流れ着いた漁網とブイ (2020.1.31), (背景) 横浜・野島公園のマイクロプラスチック (2020.10.31)

