



東京大学-日本財団

FSI 海洋プラスチックごみ対策のための研究プロジェクト

The University of Tokyo FSI - Nippon Foundation Research Project on Marine Plastics



From Project Leader

ごあいさつ

東京大学大気海洋研究所
教授 道田 豊 / Prof. MICHIDA Yutaka

「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としました。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、2022年度からさらに3年間第2フェーズの研究を進めています。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やそれを担う自治体との連携などを視野に入れた社会科学的課題に



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、実態のよく分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えます。

Our mission

ミッション

ACT1. 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問題に対応するため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いた方策で問題解決に向かうことが必要です。このため、東京大学を中核とし、関係する大学と連携して、以下のテーマに取り組んでいます。

テーマ1. 海洋マイクロプラスチックの実態および挙動の把握

テーマ2. 海洋マイクロプラスチックの生体影響評価

テーマ3. プラスチックごみ削減方策に関する社会科学研究

ACT2. 研究プラットフォームの構築および情報発信

国内外の異なる分野の学問領域の研究者等との横断的な連携を強化するため、「研究プラットフォーム」の構築を行い、あわせて研究成果等の情報発信を強化しています。

About this project

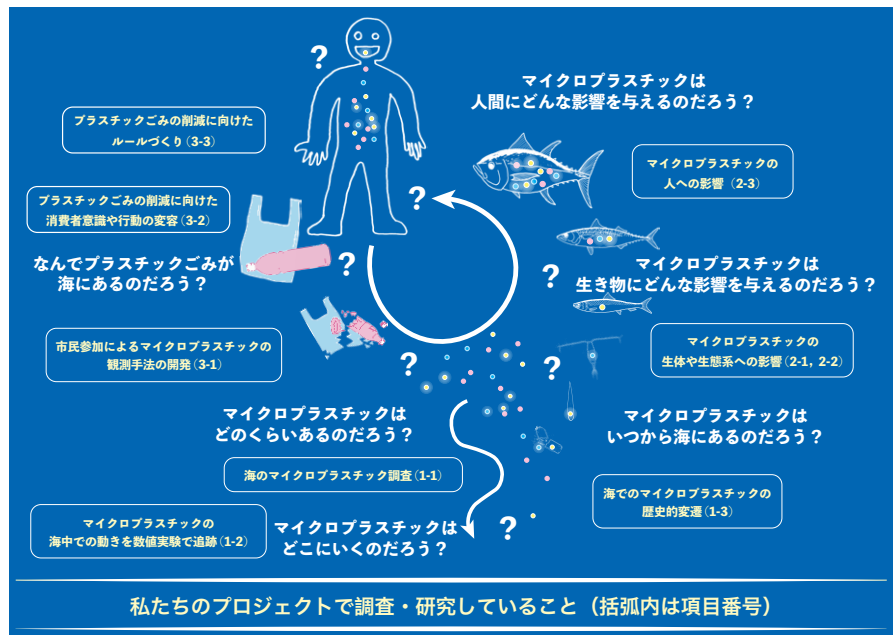
本プロジェクトについて

私たちは日常生活や産業活動で多量のプラスチックを使用します。残念ながら部分的には自然界に漏れ出て、海にも流れ込みます。

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、さらには海鳥などによって摂餌され、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りした有害な化学物質を生体内に運ぶほか、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、地球規模での対策が急がれる中、具体的な政策に結びつく、根拠といえる実態を私たちはあまりよくわかっていないという現状があります。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年に大気海洋研究所に「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」を開始しました。日に日に切迫する海洋のプラスチックごみの包括的な対策にむけた研究、情報発信を、国内外の研究機関と連携して行っています。

2019年から3年間の研究成果を踏まえ、2022年度からさらに3年間、研究を推進することになりました。

Members

プロジェクトメンバー

ACT1 テーマ 1. 海洋マイクロプラスチックの実態および挙動の把握

氏名	所属
津田 敦	大気海洋研究所 教授
山下 麗	大気海洋研究所 特任研究員
小川 浩史	大気海洋研究所 教授
伊藤 進一	大気海洋研究所 教授
高橋 一生	大学院農学生命科学研究科 教授

ACT1 テーマ 3. プラスチックゴミ削減方策に関する社会科学的研究

氏名	所属
城山 英明	公共政策大学院 / 未来ビジョン研究センター 教授
高村 ゆかり	学際融合研究施設 未来ビジョン研究センター 教授
浅利 美鈴	京都大学 准教授
Miles Pennington	生産技術研究所 教授
木下 晴之	生産技術研究所 特任助教

ACT1 テーマ 2. 海洋マイクロプラスチックの生体影響評価

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

ACT2 研究プラットフォームの構築および情報発信

氏名	所属
道田 豊	大気海洋研究所 教授
牧野 光琢	大気海洋研究所 教授
山本 光夫	大学院農学生命科学研究科 准教授

Research 研究内容

ACT1. 海洋プラスチックごみの科学的知見の充実

海洋プラスチックごみ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ていきます。このため、東京大学を中核とし、関係大学との連携のもとで、以下の3つのテーマに取り組んでいます。

テーマ1. 海洋マイクロプラスチックの実態および挙動の把握

レジ袋、食品包装、車の部品や医療器具、様々な分野でプラスチックは用いられています。その特徴の一つは水より軽いことです。その性質は細くなったマイクロプラスチック（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。自然界の中をプラスチックはどう動いているのでしょうか？

海洋中のマイクロプラスチックの分布や挙動は、効果的な対策を行う上で必要不可欠な情報です。これまでの成果を踏まえ、海水中および海底泥中のマイクロプラスチックの組成分布や動態について仮説検証型の研究を進めています。さらに、過去数十年にわたり保管されていた試料を再解析して、海洋プラスチック汚染の歴史を明らかにします。

1-1. 海面から海底泥まで海洋空間でのマイクロプラスチックの動きを追跡・調査する

水中のマイクロプラスチック（MP）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。

そこでMPが多く分布するとされる日本周辺でも比較的多いとされる日本海対馬周辺海域で2020年夏に観測を行いました。海表層では微小な生物の採集に使うニューストーンネット（網目315 μ m）を、海底の堆積物からは採泥器を用いてプラスチック粒子を採取しました。長崎・対馬周辺海域の試料におけるMPとそれよりも大きなプラスチック（メソプラスチックという）で比較すると、西側海域でMPの重量、個数が多く分布し、また、東側海域のMPで劣化している傾向が見られました（図1-1-1）。

水中や海底にあるMPを素材について比べると、水中でポリエチレン（PE）やポリプロピレン（PP）のよ

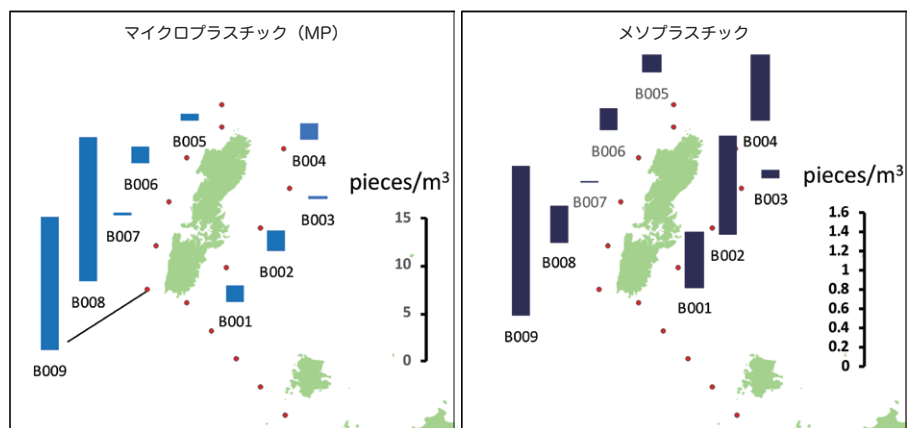


図1-1-1：対馬周辺海域に浮遊するマイクロプラスチックと5mmより大きいプラスチック片（メソプラスチック）の分布。図は測点ごとの立方メートルあたりの数（左右で個数のスケールが違うことに注意）。測点B009は観測時に潮目に当たっていた。MPの平均個数は2.74個（0.25-14.4）、メソプラスチックは0.40（0.014-1.57）。

うに海水より比重の軽い素材が採取され、堆積物中からはPEやPPに加えポリ塩化ビニル（PVC）やポリカーボネイト（PC）といった比重の重いMPが採取されました。比重の重いMPは軽いMPと水中で異なる動きをしているようです（図1-1-2）。

MPは主に300 μ mを下限に調査されることが多いですが、より小さいMPがどうなっているのかを調べるための方法として、10-300 μ mのMPを海水から集める技術の開発に成功しました。今後は、海中にある微小なMPが海水から取り除かれるメカ

ニズムにも焦点を当てて研究を進めていきます。

さて、水中のMPは単独で移動するばかりではありません。むしろマリンスノーのような何かにくっついて移動していることが多いと考えられます。水中には様々な大きさで様々な性質の物質が粒子として存在します。植物プランクトンは細胞外に透明な重合体粒子（TEP）を放出し、それが様々な粒子を取り込んだ凝集物になっていきます（図1-1-3）。そうした凝集物にMPが付着して沈降することが考えられます。そこ

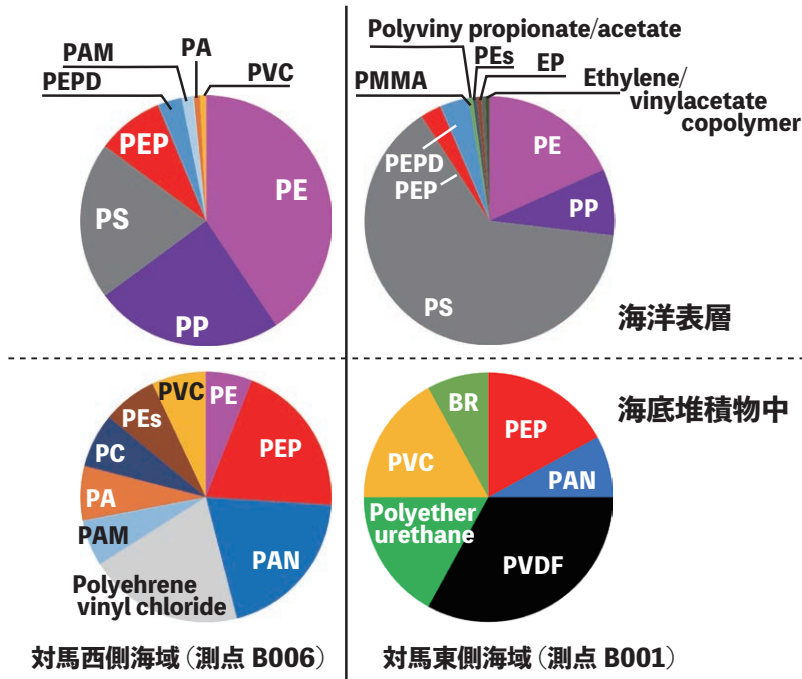


図 1-1-2：対馬周辺海域に浮遊する MP と海底に沈んだ堆積物中の MP の材質構成。

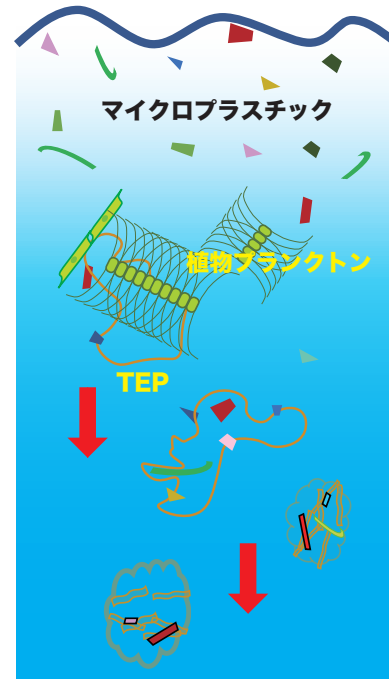


図 1-1-3：海洋中のマイクロプラスチックと天然有機物の相互関係（イメージ）。

で室内実験を行なったところ、小さい MP ほど凝集物と一緒に沈んでいきやすく、1mm 以上の大きい MP では付着が逆に凝集物に浮力を与える現象を観察しました（図 1-1-4）。この様に植物プランクトンが MP の動きに大きく関わることや、MP が沈降粒子の性質に変化を与えることで地球海洋における物質循環（特に炭素循環）にも関わっている可能性が出てきました。

1-2. マイクロプラスチックの動きを現場データと数値実験モデルによって明らかにする

海の様子は刻々と変化します。風や波による攪乱、雨による塩分変化などがあり、マイクロプラスチック (MP) は水中で混ぜ返されたり劣化したりします。MP の大きさや形、表面のツルツル度合いなどが異なれば、同じ力が働いても浮き沈みの様子が変化します。そのことで生物への取り込みや環境中での有様が変わります。そこで、大きさや密度の異なる MP がどのように水中で動くのかを数値実験で明らかにしていきます。

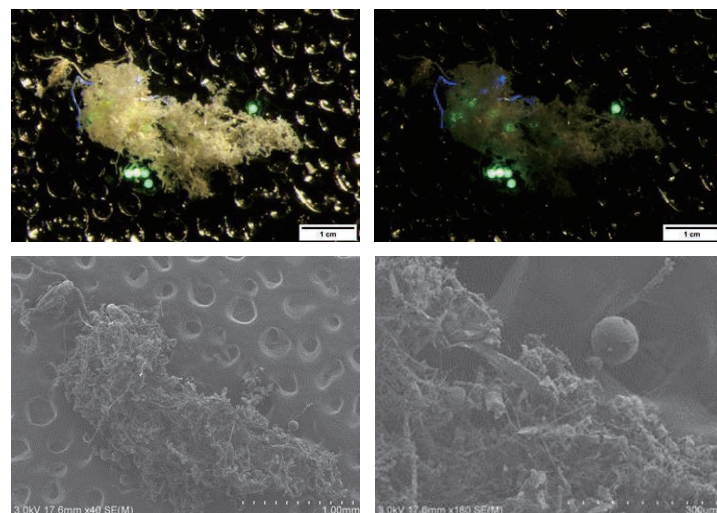


図 1-1-4：植物プランクトンの凝集物に付着するビーズの観察（上は実体顕微鏡に蛍光装置を用いた画像、下は走査型電子顕微鏡の画像）。

材質の異なる MP（ポリエチレン PE とポリプロピレン PP）が海中でどのような振る舞いをするのか、そして鉛直的な分布が MP の粒子サイズによってどのように変わるかをコンピューター上の数値実験で調べました。PE、PP とも海水よりも軽いいため、基本的には浮力があり、海面付近に滞留しますが、冬季は水温や塩分による成層が弱く鉛直的に混合しやすいため、かなり深い水深まで輸送されることが数値実験から示さ

れました。また、浮力のある MP でも、生物が付着したりすると海水よりも重くなり沈む可能性があります。そこで、数値実験によって、生物由来の有機物と凝集する確率を計算した結果、小さい粒径の MP では静穏時に表層に集まるために凝集確率が增大するのに対し、大きい粒径の MP では荒天時にラングミュア循環と呼ばれる組織だった表層の流れによって凝集確率が大きくなることわかりました。また、粒径ごとの紫外線

暴露量を計算した結果、320 μ m付近を境にそれより小さい粒径のMPでは紫外線を浴びる量が減少し、分解されにくくなるのが数値実験の結果から示されました。

さらに、現場観測で対馬周辺海域では東西海域でMPの劣化度合いが異なり、東側海域で分解が進んでいる傾向が観察されましたが、このことについて数値実験を行なったところ、東側のMPの方が輸送経過日数が多いこと、対馬の海岸で分解が進んだMPが再流出した際にも対馬の東岸に存在しやすいことがわかってきました。

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の変遷を明らかにする

国立研究開発法人水産研究教育機構塩釜拠点に保管されていた1949年～2016年の北太平洋移行域（東北地方東方沖）で実施された表層の稚魚分布調査の試料の提供を受け、混入しているプラスチックごみの長期変動を調査しました（図1-3-1）。プラスチックごみは、最初は1953年8月に確認され、1980年代までに10年ごとに約10倍ずつ増え続けました（図1-3-2）。マイクロプラスチック（MP）と呼ばれる5mm以下のプラスチックは1950年代は全体の半分程度でしたが、2010年代には9割以上を占めていました。

こうした調査と並行しておこなった調査や実験から、ゼラチン質の動物プランクトンで、サルパ類の胃内容物を調べることで現場のMP濃度を推定することに利用できるかもしれないという発見がありました。また、動物プランクトンがMPを食べた時にどうなるか観察したところ、合成繊維糸の切れ端のような繊維状MPをカイアシ類が摂食すると致死

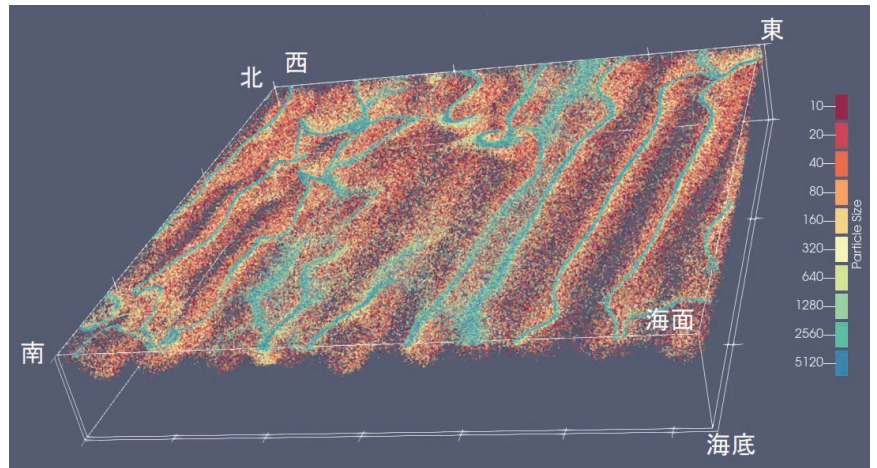


図1-2-1: 数値実験で計算された3次元的なマイクロプラスチックの分布。色はMPの粒径を示す。

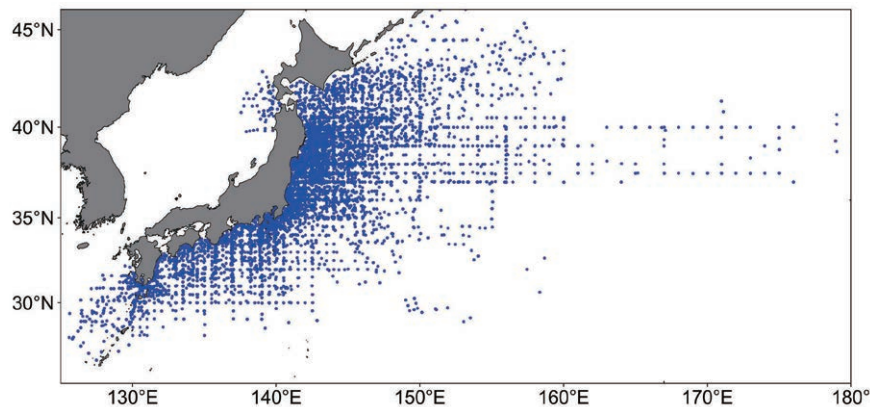


図1-3-1: 1949-2016年の北太平洋移行域表層調査点の分布図。

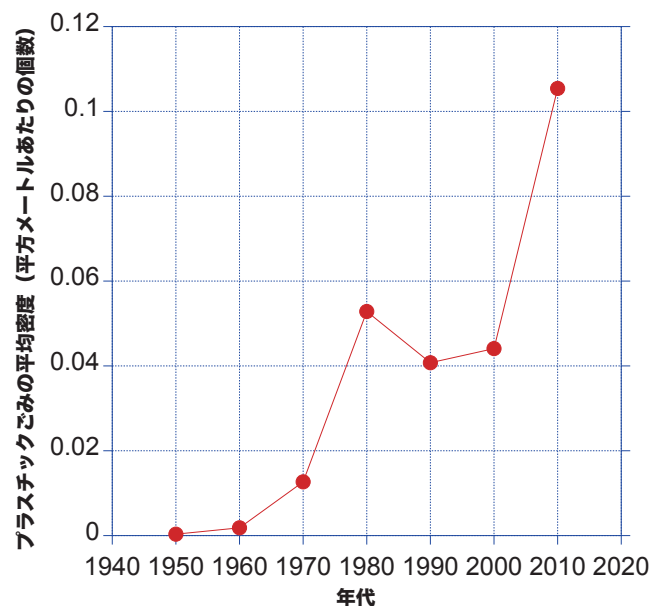


図1-3-2: プラスチックゴミの平方メートルあたりの個数の年代変化。

的な影響をもたらす可能性があることがわかってきました。

テーマ2. 海洋マイクロプラスチックの生体影響評価

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。これまでに、ごく微小なプラスチック粒子は血管やリンパに取り込まれることや、プラスチック関連化学物質の生体

内での反応等が明らかになってきました。こうしたことを踏まえ、長期的な影響を含め、微小なプラスチック粒子の生態系および人体に対する物理的影響及び化学的影響の評価に関する研究を推し進めています。

2-1. 陸域から海域へのマイクロプラスチックの流出過程とMPに起因する化学的・物理的生体影響

300 μ mより小さいサイズのマイクロプラスチック (MP) について、都市発生源から追跡した結果、プラス

チックは陸域で微細化して海域に達していました。その経路の一つは、家庭での洗濯に由来する化学繊維(繊維状MP) が下水を介して海に流れ出ます。晴天時であれば下水処理で98%は取り除かれますが、それで

もその処理水中の濃度は粒子毒性の閾値を超えていました。

別の経路としては、タイヤ摩耗物やプラスチック製品が粉碎してMPになって道路わきの排水溝から道路排水として、特に雨天時の出水で海に吐き出されます(図2-1-1, Sugiura et al, 2021)。流出したMPは都市内湾に沈降・堆積しており、東京湾の海底堆積物の調査から、1960年代以降に蓄積していることが明らかになりました(図2-1-2, Takada et al, 2022)。

10~300 μ mの微小なMPの生物による取り込みを調べたところ、東京都多摩川河口域ではハゼ、オサガニ、アサリ、ホンビノスガイなどで体内に蓄積していることがわかりました(図2-1-3、図2-1-4)。同じように沖縄県でもイソハマグリやオカヤドカリで確認されました。生物組織内の微小なMPを測定する方法を開発し、岩手県気仙沼の漁港と東京

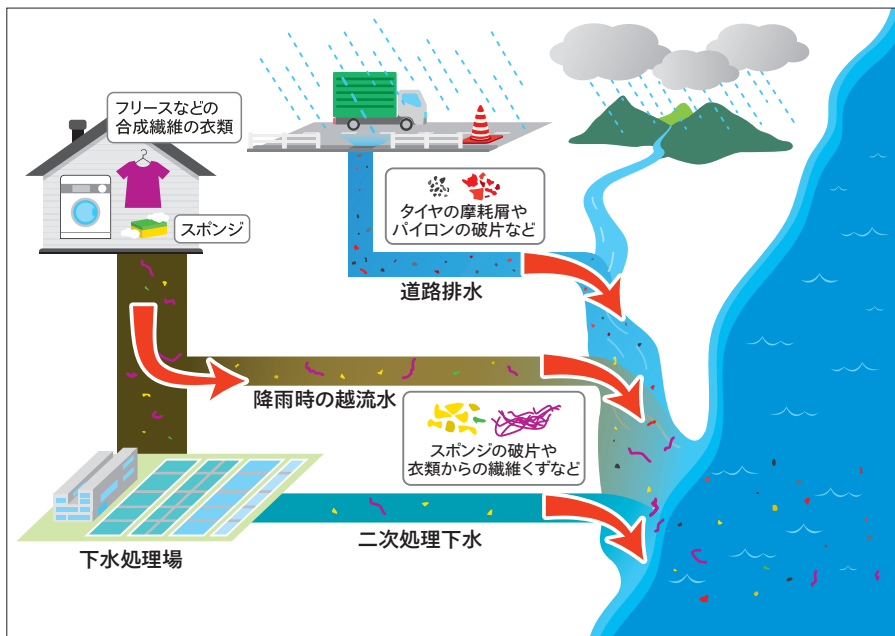


図2-1-1: 都市で発生したプラスチックの海への経路。道路排水、降雨時の越流水、下水処理場からの二次処理下水の3つの経路が示されている。

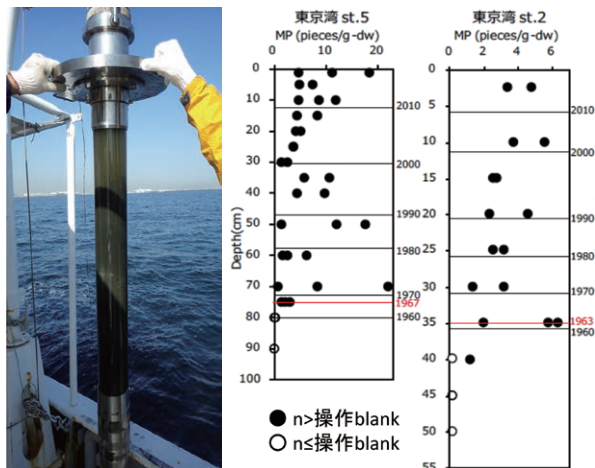


図2-1-2: 東京湾の海底から採取した柱状堆積物中のマイクロプラスチックの鉛直分布。堆積物中のMPの個数が示すMP汚染の歴史変遷。



生物試料採取協力: 大田区環境マイスターの会

図2-1-3: 市民と協働した多摩川河口でのマイクロプラスチック調査のための底生生物採取。生物試料採取協力「大田区環境マイスターの会」。

湾岸のイガイで調べたところ、気仙沼のイガイでポリスチレン（PS）を有意に検出しました。漁業活動で多用される発泡スチロールに由来する可能性が考えられます。

沖縄県西表島でプラスチックの漂着の多いノバルザキ西とほとんどないハエミダの2ヶ所の浜で採取したオカヤドカリの肝臓中の臭素系難燃剤含有量を調査したところ、ノバルザキ西の試料からは高濃度のBDE209とその代謝物のPBDEsを検出しました。ところがハエミダからはほとんど検出されませんでした。そこで実験室でオカヤドカリにBDE209を経口曝露したところ、数

日後には肝臓からBDE209とその代謝物のPBDEsが検出された（図2-1-5）。

BDE209は代謝の過程で臭素が外れることで毒性が増すことから、プラスチック自体が含んでいる添加剤が、生物体内に移行・蓄積するだけでなく、代謝による有害化が起こることが確認され、添加剤の体内移行後の影響を今まで以上に注視する必要があることが示されました。

2-2. 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

日本沿岸に広く分布するムラサキイガイを使ってマイクロプラスチック

ク（MP）の取り込みを調べる実験系を確立しました（図2-2-1、2-2-2）。この実験系を用いて、MPを模してPS製のビーズ粒子を与えたところ、粒子のサイズによって体内残留時間などが異なることが判明しました（図2-2-3）。すなわち、直径1、10、90μmの粒子それぞれを与えた1週間の実験では、粒子サイズが大きいほど排出が遅くなりました。ところが、期間を長くして40日継続した実験では、10と90μmではそれぞれ34日、28日までに糞中から見られなくなったのに対し、1μmのMPは40日後でも検出されました。このことから小さい粒子ほど体内に長期

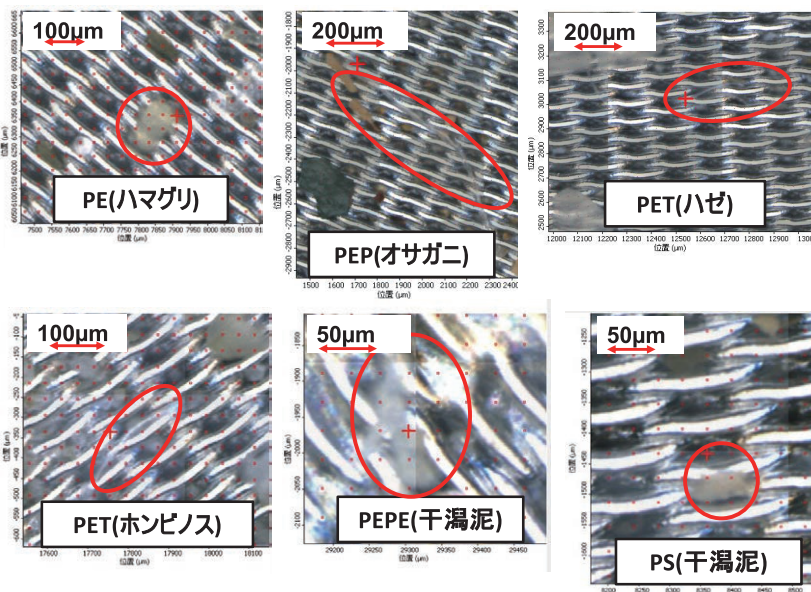


図2-1-4：多摩川河口域生物の体内からは目で見えない小さいマイクロプラスチックを検出。

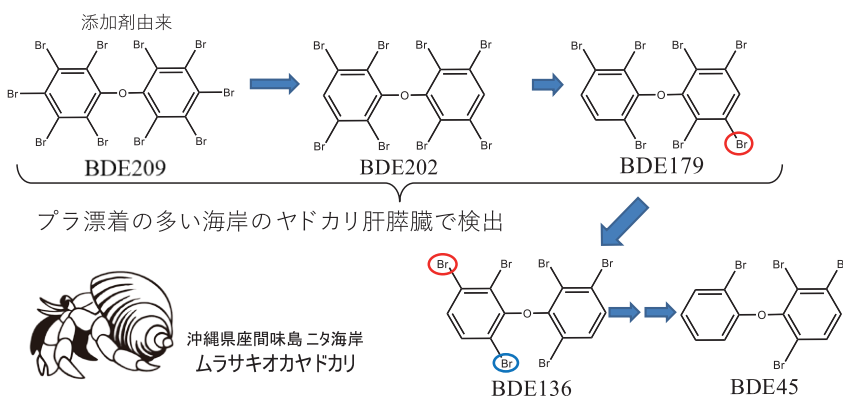


図2-1-5：プラスチック製品の添加剤で臭素系の難燃剤BDE209をヤドカリの肝臓から検出。

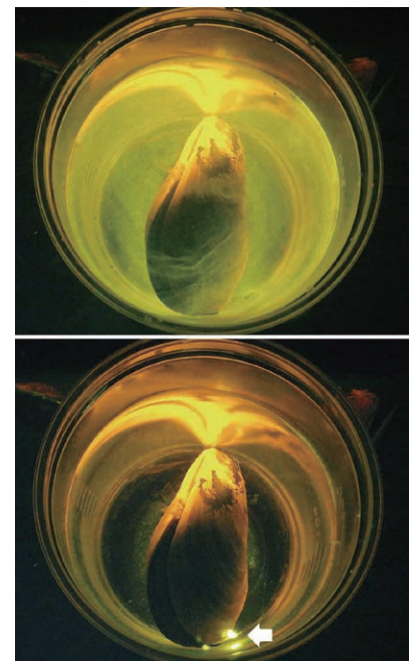


図2-2-1：マイクロプラスチックを取り込むムラサキイガイ。上がMP投入したところ、下が取り込んだ後。(Fisheries Science, 87, 761, 2021)

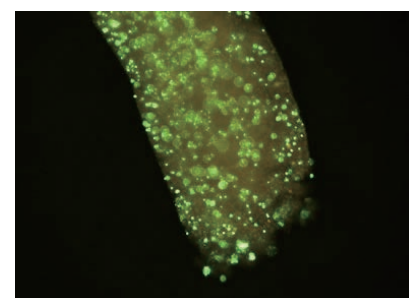


図2-2-2：排泄された糞の中のMP。(撮影者金城梓氏)

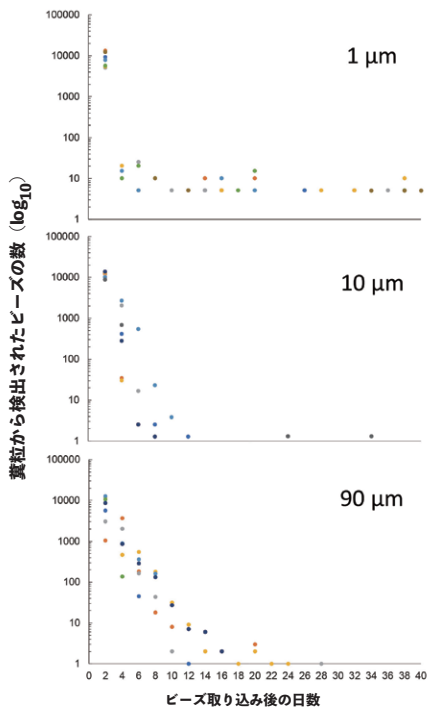


図2-2-3：MPモデル粒子のサイズごとの排泄量と時間の関係。(Marine Pollution Bulletin, 149, 110512, 2019)

止まるといえます。さらに、ムラサキイガイにPE単体とPE製のビーズにPCBを吸着させた粒子をそれぞれ与えて、現在遺伝子解析を行なっています。この解析により、MPが海洋生物に及ぼす未知の影響が明らかになりつつあります。

研究対象は魚類にも広がっています。海水魚のモデルであるジャワメダカを使った実験から、濾過摂餌をしない魚種でも粒子を取り込むことが明らかになりました。今後ジャワメダカを用いて、MPがどのような影響を及ぼすのかを遺伝子レベルで調べていきます(図2-2-4)。そのために必要な全ゲノム配列の解読や、遺伝子ノックアウト技術の確立もすでに完了しています。

2-3. 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 (MP) のヒトへの主な侵入経路として経口摂取による腸管吸収が考えられ、腸管からの吸収や蓄積、さらにその先の人

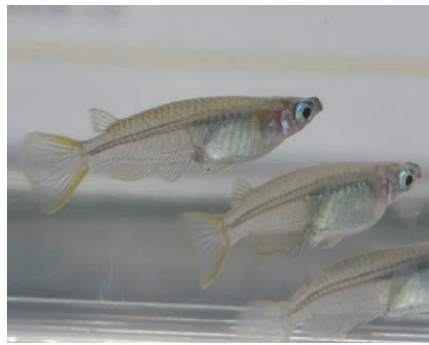


図2-2-4：モデル生物のジャワメダカ。

体影響を知る必要があります。高度なヒト小腸モデル細胞実験では、取り込み経路とメカニズムの検討のために、50, 100, 500nmのPS粒子に暴露したところ、50, 100nmのMPは主に血液中に、500nmのものは細菌の認識機構を通じて主にリンパ管に取り込まれました。

今まで動物実験における経口投与で、数〜数十μmの粒子が臓器に分布蓄積することが報告されていましたがその経路は不明でした。今回の細胞実験で、大きな粒子がリンパ系に取り込まれた後に血液に流入すると推察されたことは、重要な知見です。リンパ系に取り込まれたMPは、免疫細胞を一定程度活性化させたものの、プラスチックが非分解性のため、抗原提示を通じた獲得免疫(一

度体内に侵入した異物を記憶し、次に侵入した際に攻撃する)は起こらないと考えられました。しかしながら今後は、長期の継続的なMPの取り込みを想定し、持続的な免疫細胞の活性化(自然免疫)・臓器細胞障害・組織修復の結果としての組織炎症障害など、より正確な長期毒性予測を行っていきます。

さらに、MPは最終的には肝臓が重要な分布臓器になります。MPが小腸から吸収された後、直接血流を介して全身に分布することを想定して、ヒト肝臓モデルを用いたMP(50 nm, 1μm)の肝組織への蓄積と毒性の解明を進めました。ミトコンドリア活性測定に基づく各細胞の毒性発現濃度を適用すると、肝組織内ではどの粒径でも自然免疫に主に関与する免疫細胞である肝のクッパー細胞において強い毒性が現れました。肝臓細胞実験ではMPの毒性と蓄積を測定し、数理モデルと組み合わせることによって、微細PS粒子の曝露量に対する肝組織中のMP蓄積量と毒性を推測できるようになりました。今後はさらに様々な仮説に検証を加え、慢性毒性機構を基にMP影響の理解を深めていきます(図2-3-1)。

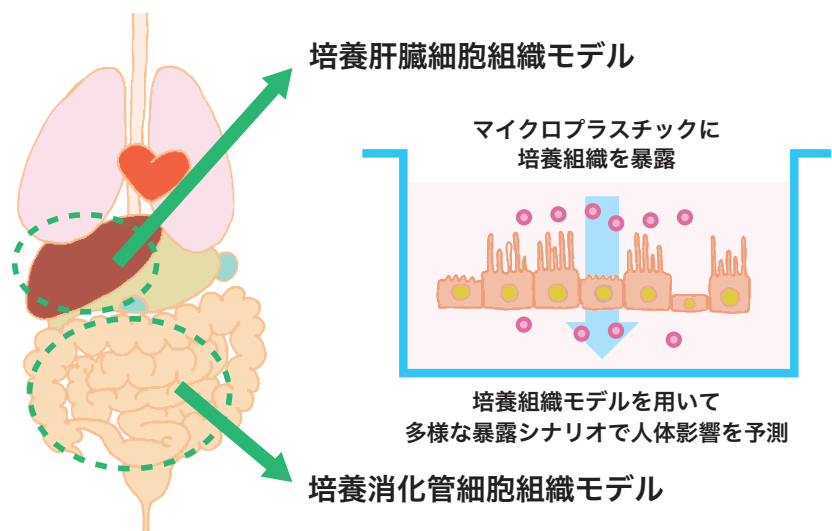


図2-3-1：マイクロプラスチックの培養細胞モデルでの影響評価に関する実験系の概念図。

テーマ3. プラスチックごみ削減方策に関する社会科学研究

海洋プラスチックごみは陸上の人間社会に由来しています。したがって、その削減には産業構造ばかりでなく、個人の人生活様式にもダイナミックな変化が求められます。海洋プラスチック汚染は海に流れ込むプラスチックを減らすことが対策になりますが、そもそも、私たちがプラスチックを使用する量を減らすということが基本です。

そこで、自然科学の成果を踏まえつつ、人文社会科学の

視点を融合して、海洋プラスチックの削減に向け、ごみ削減策、管理方策、そして社会全体としてプラスチックごみを減らすための効果的な政策オプションの提示および市民の行動変容勧奨に向けた社会科学研究を進めています。今後は自治体と連携して、市民参加型の活動の効果測定や制度面での検討など社会実装のためのパイロット事業をさらに発展させていきます。

3-1. 市民参加によるマイクロプラスチック調査

市民が参加できる海洋マイクロプラスチック調査の方法や仕組み、そして装置をデザインしてきました。

これまでに海洋マイクロプラスチック (MP) の調査手法の提案、採取装置のプロトタイプ・ユーザーテストに加え、実際に神奈川県逗子海岸で地元住民の皆さんの協力のもと、考案した手法をより使いやすいものに改良しています (図3-1-1、3-1-2)。



図3-1-1: 市民が参加できるMP調査を開催。



図3-1-2: 実際に採取装置を使って調査をしてみる。



図3-1-3: 海岸で採取したMPのデータを集積するシステムのテスト版。

また、小学生向けのパイロットプログラム「こども研究員」など、普及・啓発活動を行ってきました。さらに、海岸で採取したMPのデータを集約するためのプラットフォームのベータ版も開発しました (図3-1-3)。

他にも様々なワークショップや調査体験イベントを開催し、それらを通じて多くの市民に海洋MP研究に関心をもらうための地域に連携した活動を開始しています。今後はさらに自治体とも協力し、市民とともに取り組む活動を広げていきます。

3-2. プラスチックごみ削減に向けた消費者意識・行動変容の社会実践的研究

消費者のプラスチック製品に対する意識を可視化するツール「京都大学プラ・イド (Plastic Identification

の略) チャート」を考案しました (図3-2-1)。

これは、製品の特徴や消費者の意識に合わせて、再生や削減、再利用などの方策を可視化することができるもので、学生や企業関係者を含めて議論を重ねて作成したことで、現在、さまざまな人たちが広く引用・活用しています。今後は、関係者との対話やモニタリングによりその効果についても研究を進めていきます。

ペットボトル削減に向けたマイボトル利用促進のためのアンケート調査、それをもとにした実証実験を京都大学やリコー等で進め、ウォーターサーバーなどのインフラ整備など、研究調査手法のノウハウを得ることができました。さらに進めて、消費者の意識・行動変容にかかるモデル開発につなげていこうとしています。

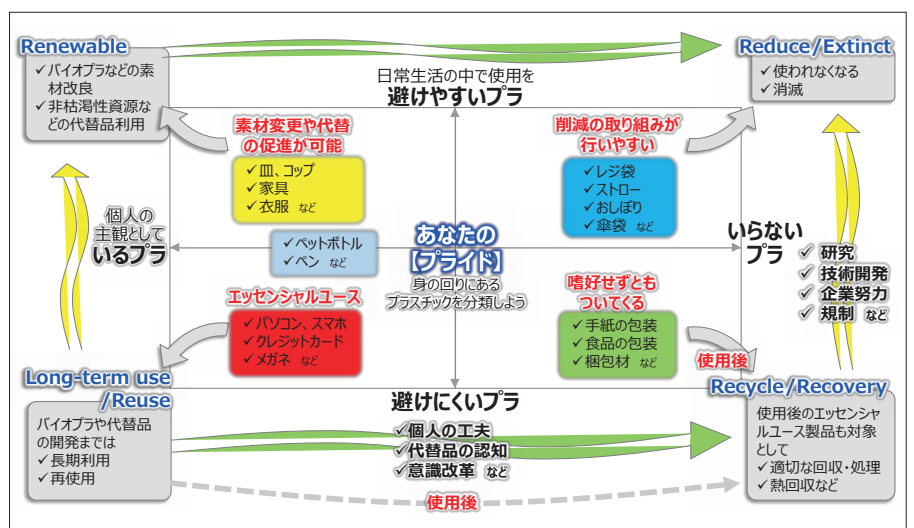


図3-2-1: 「プラ・イド (Plide)」チャート Ver. 1 個人の主観・認識レベルを可視化する。浅利美鈴ほか (2021) プラスチック製品に対する消費者意識・行動の可視化ツール - プラ・イド チャートの提案と意義について。環境と安全, 12 (1), 1-10: <https://doi.org/10.11162/daikankyo.20G0901>

3-3. プラスチックごみ削減に向けたルールづくり

プラスチックそのものを削減するための方策を提示するために、国連や日米欧の先進7か国（G7）、先進国に新興国を加えた主要20か国（G20）における国際ルールの検討や、経済協力開発機構（OECD）及

び世界貿易機関（WTO）において循環型経済と貿易の観点からの検討といった国際動向、さらには中央省庁、地方自治体、企業といった国内のステークホルダー分析を行ってきました。

くわえて国内法や自主的取り組みといった制度的対応状況についても

調査してきました。これらを踏まえた上で、地域レベルで自治体等が取りうる政策や持続可能なルールづくりについて、いくつかの自治体と連携し、政策を社会で試験的に取り組むモデル的な実験を開始します。

第1フェーズで終了した研究成果

海洋環境保全を実践する人々の行動原理を解明し、プラスチックゴミを清掃する市民や排出削減に取り組む市民がそれを行う動機を理解することで、そうした原理を織り込んだプラスチック削減の良い方策を生み出すことができそうです。

1. 環境保全に取り組む市民の行動原理と環境意識

海洋環境保全を実践する人々の行動原理を解明し、プラスチックゴミを清掃する市民や排出削減に取り組む市民がそれを行う動機を理解することで、そうした原理を織り込んだプラスチック削減の良い方策を生み出すことができそうです。そこで個人が有する自然観とプラスチック問題への対応の相関を知るために、食料品の買い物と海のプラスチックごみ問題に関する質問票調査を2020年10月に国内で実施しました。

エコバッグの使用回数は、水産物の消費頻度と相関があり、水産物を週に4～5回以上消費している層はエコバッグの使用頻度が有意に高い関係にありました。



インドネシアのKampung Warna-Warniにて。左側手前の住宅の川辺にゴミがみえる。陸（Land-based）から川を通じてゴミが海に流される例。（撮影者 オスカー氏）

一方、自然環境との心理的位置関係（自己の生活環境が自然環境の一部か、接するか、つながりがないかの3つの関係）とエコバッグの使用頻度は有意な相関関係がありませんで

した。同じ調査で、自然環境からの連想を回答してもらった結果、自然環境との心理的距離が近い回答者ほど地球環境規模の環境問題を想起する傾向がありました。こうした調査を海外でも実施することで、環境意識と環境行動が国ごとに多様な場合は現場ごとの方策を、多様でない場合には共通の方策を用いて、プラスチック汚染への施策を検討しています。

2. 農業廃棄物を有効活用したプラスチック代替品製造と利用促進

エジプトにおける石油由来プラスチックの生産・消費削減に向け、国際連合工業開発機関（UNIDO）との共同プロジェクトを進め、プラスチック代替素材としてサトウキビバガス（サトウキビ搾汁後の残渣）からの紙製造について検討しました。

そこで紙製造可能量や環境影響の観点からの妥当性評価とともに、バガス由来の紙製品導入に向けた消費者の嗜好性を把握するために、プラスチック問題や代替素材などに関するアンケート調査（1020人）を行いました。現状の解析（219人分）からは、エジプトの消費者はプラスチック問題への関心は高く、紙袋の利用に対して前向きであることがわかりました。

Research 研究内容

ACT 2. 研究プラットフォームの構築および情報発信

国内外の異なる分野の学問領域の研究者等との横断的な連携を強化するため、「研究プラットフォーム」の構築を行い、あわせて研究成果等の情報発信を強化しています。その一環として、国連工業開発機関（UNIDO）や、欧州の研究プロジェクト等との連携を進めます。



神奈川県逗子市での活動のご紹介

市民が行政や地域社会と協力して、海洋プラスチックごみを減らす実践的な方法を確立する確立するため、東京大学生産技術研究所のマイルス・ベントン教授らの海洋観測ネットワーク（OMNI）チーム※は、東大未来ビジョン研究センターの城山英明教授（国際行政論、科学技術と公共政策、政策過程論）や京都大学大学院の浅利美鈴准教授（環境教育論）らとともに、沿岸住民や自治体が協働して、海ごみ削減の手法と仕組みを「デザイン」するパイロット事業を創り上げることを目指しています。

この「デザイン」は、「どうしたら人間は幸せになれるのか」という視点から、社会の仕組みやサービス、体験までを創造するという意味を持ちます。デザインの力で、工学、社会科学の双方と市民の知恵を融合し、社会に貢献できる仕組みを創り出すのです。

チームの木下晴之特任助教は「海洋プラスチックごみ削減につながる市民参加型の活動に役立ち、自治体の条例や政策に取り込める仕組みを作るため、市民のアイデアを「提示→実践→改良」の中で「いいもの」にしていきます」と意欲をみせます。

チームは、逗子海岸を有する神奈川県逗子市で、市民と市職員、研究者らが参加するワークショップ（体験型講座）を開催しています。最初に開かれたワークショップでは、研究者からの指摘で、参加者らはプラスチックへの向き合い方は人によって違いがあり、大きな課題は無関心

層にどう問題を意識してもらえるかであることがわかりました。その後、参加者がいくつかのグループに分かれ、「理想の逗子海岸」（たとえば「裸足で歩ける海岸」）を描き、その実現へのアイデアを出し合いました。逗子海岸ではフィールドワークもおこなわれました。チームは、ワークショップやフィールドワークをそれぞれ3、4回実施し、そこで生まれたアイデアを形にしていきます。

今後、海洋ごみに関して愛媛県四国中央市などと連携する中で、同様の事業をおこなえるかどうか可能性を探りつつ、沖縄県での実施も検討しています。

城山教授は、海洋プラスチックごみの「下流」のビーチクリーンのみならず、「上流」の発生源の削減対策の意義を強調し、両局面のプラスチック対策について、個人や行政、産業界の関心、課題を明らかにした上で、「沖縄のような島々や逗子市のような大都市近郊地域、瀬戸内海という閉鎖海域で隣接する地域など、地理的に大きく異なる地域ごとに、ステークホルダー（利害関係者）が連携できる方法

と、その方法に実効性を持たせる政策を明らかにします」と、この事業の目標を述べます。また「地域と密着しているOMNIチームや浅利准教授の研究室などと連携し、その地域で必要とされる具体的な政策の提言も行います」と話しています。

浅利准教授は、「今や、多くの人に、プラスチックやマイクロプラスチックの問題は知られています」と指摘したうえで、この事業は「その実態や将来の可能性を、より正確に把握することが目的かと思います。ただ、それが多くの人々の行動や社会変容につながらないのも、大きな課題で、そこに切り込むミッションでもあります」「消費者行動や、ステークホルダー・社会システムの構造を知り、変容のためのメカニズムや仕掛けを検討し、実践的研究としても、変容を作り出し、モデル化すること」を目標としたいとしています。

（ライター：三島 勇）

※市民参加型科学プロジェクト「OMNIマイクロプラスチック」（マイクロプラスチックの問題を研究者と市民と一緒に考え、知り、行動を起こしていく機会をデザインの力で創出するもの）は2022年度グッドデザイン賞を受賞しました。



東京大学 大気海洋研究所 FSI 海洋プラスチック研究事務局

〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5

TEL: 080-7124-7351

URL: <https://fsi-mp.aori.u-tokyo.ac.jp/>



ホームページ



成果はこちら