

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研 究 区 分	:	環境問題対応型研究（一般課題）
研 究 実 施 期 間	:	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
課 題 番 号	:	1-2201
体 系 的 番 号	:	JPMEERF20221001
研 究 課 題 名	:	長期時系列試料解析に基づく海洋マイクロプラスチック微細化・表層除去過程の解明
Project Title	:	Elucidation of the Process of Marine Microplastic Fragmentation and Removal from Surface Waters Based on Long-term Time-series Sample Analysis
研 究 代 表 者	:	高橋 一生
研 究 代 表 機 関	:	東京大学大学院農学生命科学研究科
研 究 分 担 機 関	:	東京大学大気海洋研究所
キ ー ワ ー ド	:	海洋汚染、マイクロプラスチック、長期動態、シミュレーションモデル

注： 研究機関等は研究実施期間中のものです。また、各機関の名称は本報告書作成時点のものです。

令和7（2025）年11月



環境研究総合推進費
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人
環境再生保全機構
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書.....	1
研究課題情報.....	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費の実績>	4
<研究の全体概要図>	5
1. 研究成果.....	6
1. 1. 研究背景	6
1. 2. 研究目的	6
1. 3. 研究目標	7
1. 4. 研究内容・研究結果	8
1. 4. 1. 研究内容	8
1. 4. 2. 研究結果及び考察	8
1. 5. 研究成果及び自己評価	12
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献	12
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価	13
1. 6. 研究成果発表状況の概要	13
1. 6. 1. 研究成果発表の件数	13
1. 6. 2. 主要な研究成果発表	14
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動	15
1. 7. 国際共同研究等の状況	15
1. 8. 研究者略歴	16
2. 研究成果発表の一覧	17
(1) 産業財産権	17
(2) 論文	17
(3) 著書	17
(4) 口頭発表・ポスター発表	17
(5) 「国民との科学・技術対話」の実施	20
(6) マスメディア等への公表・報道等	20
(7) 研究成果による受賞	20
(8) その他の成果発表	21
権利表示・義務記載.....	21

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研究区分：	環境問題対応型研究（一般課題）
研究実施期間：	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研究領域：	統合領域
重点課題：	【重点課題6】グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発（海洋プラスチックごみ問題への対応）
行政ニーズ：	（1-1）生物への曝露量予測のための微細なマイクロプラスチックの実態把握と将来予測
課題番号：	1-2201
体系的番号：	JPMEERF20221001
研究課題名：	長期時系列試料解析に基づく海洋マイクロプラスチック微細化・表層除去過程の解明
研究代表者：	高橋 一生
研究代表機関：	東京大学
研究分担機関：	東京大学
研究協力機関：	

注： 研究協力機関は公開の了承があった機関名のみ記載されます。

<研究体制>

サブテーマ1「長期時系列試料解析に基づくMP微細化過程および現場微細MP濃度変遷の復元」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	東京大学	大学院農学生命科学研究科	教授	高橋一生	リーダー
分担者	東京大学	大学院農学生命科学研究科	特任助教	片山智代	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ2「現場観測および実験に基づく微細MPの表層からの除去過程の解明」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	東京大学	大気海洋研究所	教授	小川浩史	
分担者	東京大学	大気海洋研究所	兼務教授	津田敦	
分担者	東京大学	大気海洋研究所	准教授	西部裕一郎	
協力者	東京大学	大気海洋研究所	特任研究員	山下麗	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ3「微細画分を含むMP分布海洋シミュレーションモデルの構築」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	東京大学	大気海洋研究所	教授	伊藤進一	
分担者	東京大学	大気海洋研究所	助教	松村義正	

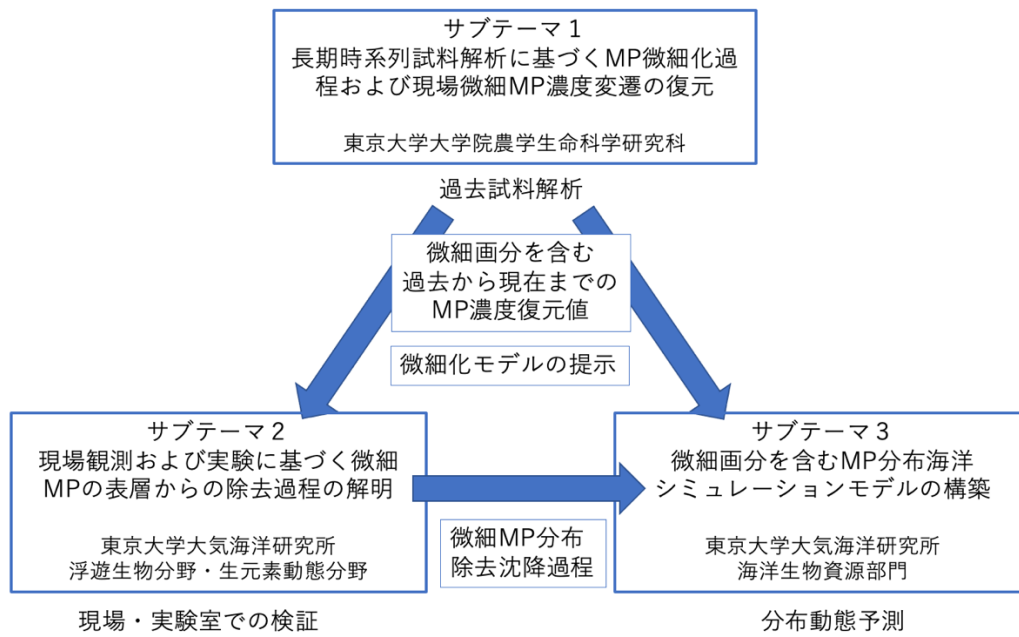
注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

<研究経費の実績>

年度	直接経費（円）	間接経費（円）	経費合計（円）	備考（自己充当等）
2022	30,697,000	9,208,000	39,905,000	
2023	29,903,000	8,970,000	38,873,000	
2024	25,594,000	7,677,000	33,271,000	
全期間合計	86,194,000	25,855,000	112,049,000	

注： 環境研究総合推進費の規定する研究経費の支援規模を超えた額は自己充当等によるものです。

<研究の全体概要図>



1. 研究成果

1. 1. 研究背景

海洋プラスチックごみ汚染が地球規模で問題となっている。2022年2月から3月にかけて開催された第5回国連環境総会再開セッション（UNEA5.2）において、海洋プラスチック汚染を始めとするプラスチック汚染対策に関する法的拘束力のある国際文書（条約）について議論するための政府間交渉委員会(INC)を立ち上げる決議「プラスチック汚染を終わらせる：法的拘束力のある国際文書（条約）に向けて」が採択された。この決議には、日本が提案した内容や考え方が大きく反映されている。国境を越え得るプラスチック汚染問題解決に世界全体が協調して対策に取り組むために、日本は先導的な役割を果たす責務を負っており、海洋プラスチック汚染に関する信頼性高い科学的データの蓄積が求められている。

海洋プラスチックごみ汚染問題は、外洋に流出したプラごみのうち99%が行方不明となっているミッシングプラスチック問題が契機となり注目された。このことはすなわち、外洋に流出したプラごみの大部分が海洋生態系内のどこかに蓄積され続けていることを意味しており、その影響評価が喫緊の課題となっている。影響評価のためには分布実態を高精度で把握し動態を予測することが不可欠である。現在最も可能性の高いシナリオとして、海洋へ流出したプラスチックは、漂流過程で細分化を繰り返し、やがて一般的な調査手法では検出されない300 μm未満の微細マイクロプラスチック（MP）となり、沈降によって表層から除去されているという過程が提示されている。しかしながら現場海域における微細MPの分布や除去過程に関する理解は進んでいない。現場海域における微細MPの動態把握が困難である背景のひとつに実海域におけるMPの細分化および、微細MPの密度変化に関する時系列データが存在しないことが挙げられる。海洋プラスチック汚染問題が大きな注目を集め始めたのは2000年代以降であり、これ以前の調査は極めて限定的である。この問題に対処するため、断片的な過去報告やモデル計算に基づく過去の汚染状況の復元が実施されてきたが、いずれも様々な仮定や推定を含んでおり、精度の高い海洋シミュレーションモデルの構築の妨げとなっている。長期時系列試料を用いた解析は、海洋に流出したプラスチックごみの動態を明らかにするための最善の方策であり、ミッシングプラスチックの謎を解く決定打となりうる。

本課題を実施する研究グループは、2019年より東京大学-日本財団F SI海洋プラスチックごみ対策のための研究プロジェクトにおいて、日本周辺海域における海洋マイクロプラスチックの実態および挙動の把握に取り組んできた。このプロジェクトは、個別の研究班が「現場のMP分布実態」、「海洋環境中におけるプラスチック動態のモデル化」、「長期時系列変動の把握」をテーマとしてそれぞれが独自に研究を展開してきたが、調査の進展と議論から、海洋に流出したプラスチックごみの微細化過程がミッシングプラスチック動態を理解する鍵であることを認識し、各課題が協働することでこれまでにない精度でマイクロプラスチックの海洋環境への拡散と予測モデルを構築できると確信し、本研究課題の提案に至った。

1. 2. 研究目的

本研究課題では、上述の問題点を解決するため国立研究開発法人水産研究・教育機構（旧水産庁水産研究所）が、終戦直後から実施してきた水産資源加入変動調査70年分の表層曳網試料を利用する。この試料は、主に黒潮域および親潮黒潮移行域において浮魚類卵仔魚調査のために採集されてきたものの残渣であり、1949年から現在までの総計15000検体を越える表層曳網試料長期時系列試料が水産研究・教育機構（塩釜拠点）に保管されている。この試料の解析を通して海洋にMPが出現して以降、現在に至るまでの現場環境下における濃度変遷、MP微細化過程の長期変化を世界で初めて明らかにする。また同試料に含まれる動物プランクトン消化管内容物分析により微細MPの現場濃度変遷を併せて明らかにする。さらに、これらの結果と現場観測・実験、輸送シミュレーションモデルを組み合わせることで微細画分を含めたMPの海面、海中及び海底存在量の現状把握および将来予測を行うことを目的とする。

本課題によって得られる海洋プラスチック汚染の時空間変動データと開発する開発するシミュレーションモデルは、【重点課題6】グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発（「海洋プラスチックごみ問題への対応」）および、「行政ニーズ（1-1）生物への曝露量予測のための微細なマイクロプラスチックの実態把握と将来予測」に対応している。

1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	長期時系列試料解析に基づく海洋マイクロプラスチック微細化・表層除去過程の解明
全体目標	長期時系列データと現場観測・実験に基づいて得られたデータに基づき、微小画分を含む海洋MPの海水面、沈降 海中及び海底を含む海洋シミュレーションモデルの構築による存在量の将来予測を行う。とくに日本、東南アジア等から流入するプラゴミが集積する黒潮周辺海域における高精度分布予測を実現させ、生態系に対するリスク評価の基礎情報を提供する。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	長期時系列試料解析に基づくMP微細化過程および現場微細MP濃度変遷の復元
サブテーマ1実施機関	東京大学大学院農学生命科学研究科
サブテーマ1目標	<ul style="list-style-type: none"> ・1949年～2020年の間に得られた長期時系列表層曳試料70年分を解析し日本周辺海域、とくに黒潮、黒潮-親潮移行域におけるMP分布の経年変化データベースを構築する。 ・長期時系列試料に含まれる動物プランクトン、サルパ類主要種について消化管内容物解析に基づく微細MP現場濃度推定手法を確立する。 ・サルパ類消化管内容物解析より検出された、微細MPの形状、サイズ、ポリマー分析を実施し、現場における微細MP濃度および組成の長期変遷を世界で初めて明らかにする。 ・長期時系列試料のMPの素材、形状、劣化度、表面微細構造、付着微生物相の解析を通して、海表面を浮遊するMPの細分化・微細MP生成モデルを提案する。

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2名	現場観測および実験に基づく微細MPの表層からの除去過程の解明
サブテーマ2実施機関	東京大学大気海洋研究所
サブテーマ2目標	<ul style="list-style-type: none"> ・1)海水中の微細MP (<300 μm) の濾過・濃縮、2) 夾雑有機物の化学分解・密度分離による前処理、3)顕微FT-IRを用いた分析に関する技術を確立する。また、海底堆積物中の微細MPについても2)、3)の手法を用いた計測技術を確立する。 ・北太平洋亜熱帯循環域、黒潮域、東部インド洋での研究航海において、ニューストーンネット試料、海水試料、海底堆積物試料の採集を行い、微細MPを含むプラスチックを定量することで、MPの沈降過程を推定する。 ・海洋表層から採取したプラスチック片を材料に用いた室内実験により、海洋表層環境中におけるプラスチックの微細化、溶存化の過程を解析する。 ・市販のビーズおよび現場から採取した劣化度や表面への生物付着度の異なるMPを植物プランクトン培養試料に添加し、プランクトン起源粒子と共沈し易いMPの物理化学的な特徴を明らかにする。

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3名	微細画分を含むMP分布海洋シミュレーションモデルの構築
サブテーマ3実施機関	東京大学大気海洋研究所
サブテーマ3目標	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋再解析値を用いて、再解析値を作成しているモデルと同じモデルシステムを用いて、海洋プラスチックの水平移流・分解モデルを構築する。 ・過去再現実験を実施し、サブテーマ1から導出され粒径および材質の分布時間変化を再現するために必要な分解速度を求める。 ・現在再現実験を実施し、サブテーマ2から導出される水中鉛直分布、堆積物中分布を再現するために必要な鉛直方向の沈降速度を求める。 ・求めた分解速度、鉛直方向沈降速度を用いて、将来シミュレーションを実施し、微細画分を含めたMPの黒潮周辺海域での海水面、海中及び海底存在量の将来予測を行う。

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

【サブテーマ1】長期時系列試料解析に基づくMP微細化過程および現場微細MP濃度変遷の復元

1. 1949年から2020年の間に日本近海で採集された表層曳試料に含まれるプラスチックごみの個数密度、重量密度、サイズ・形状組成解析
2. 本州南方黒潮周辺海域におけるプラスチックごみ分布と海洋環境、とくに黒潮流路との関係解析
3. 動物プランクトン（サルパ類）の消化管内容物解析に基づく過去から現在までの現場微細MP濃度復元

【サブテーマ2】現場観測および実験に基づく微細MPの表層からの除去過程の解明

1. 海水中および堆積物中の微細MP（<300 μm）の採取、前処理および分析技術の確立と黒潮域における微細MPの個数密度および鉛直分布の解析（東部インド洋観測は研究船航海スケジュールの都合上実施無し）
2. 現場から採取したプラスチック片を用いた微細化・溶存化の室内実験
3. MPのプランクトン起源粒子への沈着過程解析のための室内実験

【サブテーマ3】微細画分を含むMP分布海洋シミュレーションモデルの構築

1. 気象研究所で開発した北太平洋モデル（100°E-75°W, 13°S-6°N, 水平解像度1/11°）の1951-2015年を対象とした現在気候再現(hindcast)実験による65年間出力データ（5日毎）の入手
2. 上記1の出力データを基づいた、沿岸放出点（17376点）と外洋放出点（緯度経度1°の9661点）を起点としたラグランジュ粒子追跡（このことによって排出シナリオを計算後に考慮できるようにした）
3. 排出シナリオ毎の沈降性MPの水平移流・沈降過程を考慮した堆積物中の沈降性MP分布シミュレーション

1. 4. 2. 研究結果及び考察

全体として、最終目標である微細画分を含む海洋MPの海水面、沈降 海中及び海底を含む海洋シミュレーションモデルの構築による存在量の将来予測を行うため、長期時系列試料の解析と現場観測・実験に基づく解析を実施し、過去から現場における海洋MP分布の時空間変動を高解像度で把握した。さらに、これらのデータを再現できるMP分布海洋シミュレーションモデルを構築し、海洋に流出したMPの輸送を高精度で再現できるモデルの開発に成功した。その概要は以下の通りである。

サブテーマ1では、長期時系列試料解析に基づくMP微細化過程および現場微細MP濃度変遷の復元を目的として以下の研究を実施した。

1. 水産研究・教育機構（旧水産庁水産研究所）が管理・保管していた表層曳プランクトン過去試料群を用いて、戦後から現在に至る71年間の世界最長の時系列変動を明らかにした（成果3, 44）。その結果、北太平洋における海洋プラスチックごみの汚染は、1）増加期：1950年代～1970年代、2）停滞期：1980年代～2010年代初頭、3）再増加期：2010年代中期以降、の三つの時期に大きく区分されることが明らかとなった（図1）。海洋プラスチックごみの濃度は、これまで戦後の汚染開始から一様に増加してきたと考えられていたが、この予想に反して、80年代以降は、国内総人口、プラスチック生産量が引き続き増大していたにもかかわらず、プラスチックごみ個数密度は1～10万個/km²の間で変動し30年以上明確な増加傾向を示さなかった。この主な原因として、プラスチックごみの長期的な小型化（図2）と浮力低下に伴う表層からの沈降除去促進が最も重要な要素であると考えられる。このプラスチックごみ密度が安定している停滞期は2010年代初頭まで続いたが、2010年代中期以降になると、平均10万個/km²を越える年が複数記録され、汚染が再び進行する兆候（再増加期）が認められた。この再増加を引き起こした最も可能性の高い原因として、まず近年の世界的なプラスチック使用量の増加が挙げられる。さらに温暖化による植物プランクトン生産性の低下（沈降除去効果の低減）など気候変動の影響も再増加に寄与している可能性がある。

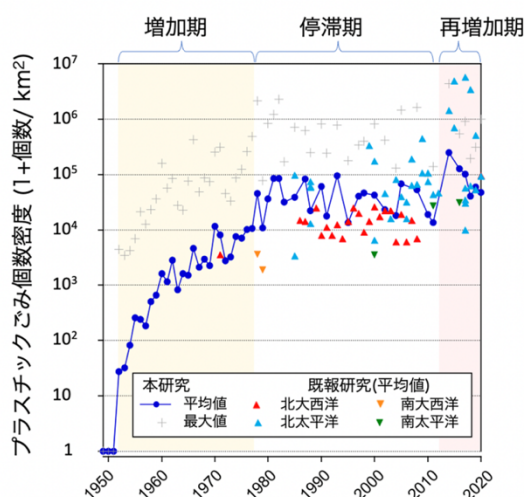


図1. 日本周辺海域における浮遊プラスチックごみ平均個数密度と先行研究の報告値

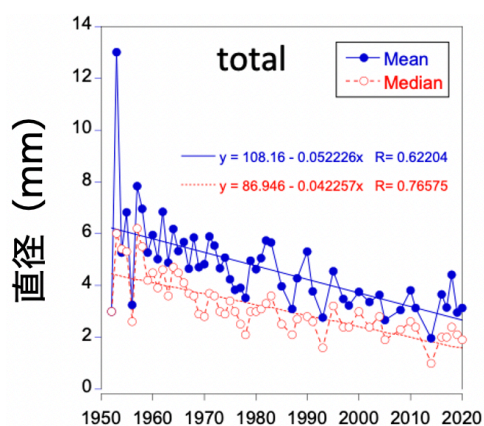


図2. 日本周辺海域における浮遊プラスチックごみサイズ（直径）の平均値（青）および中央値（赤）の歴史的変遷。

2. 長期時系列試料解析で示された近年のMP再増加傾向の原因を解明するため、黒潮流路の異なる2014年（非大蛇行流路：136測点）と2020年（大蛇行流路：98測点）に、本州南岸黒潮海域で採集された試料の解析を実施した（成果1, 44）。平均個数密度は、非大蛇行時には10万個/km²、大蛇行時には3.6万個/km²と顕著な差が認められたが、両年ともに調査海域のプラスチックごみの個数密度は、黒潮流軸で最も高く、次いで黒潮南側の再循環流域、黒潮北側の沿岸域で高いことが示された。このことより現在黒潮周辺海域では、上流から運ばれてくるプラスチックごみが沿岸から供給されるものよりも割合が高いことが明らかとなり、近年の密度増加に日本以外の国からの流入が寄与している可能性が高いことが示された。
3. ニューストンネットで採集することのできない微細MPの定量を行う新たな手段として、日本周辺で普遍的に採集される *Salpa fisiformis* の消化管中の微細MPを、既報の濾水速度、排泄速度を用いて現場密度への換算を行ったところ、海水の微細MP密度とほぼ同等の値を示すことを確認し、本手法が過去試料を含めた現場微細MP濃度の復元に有効であることを確認した（成果2）。また本結果は、サルバ類が摂餌-排泄を通じて海水中の微細MPを海中から除去する上で大きな役割を果たしていることを示して

いる。2020年に黒潮周辺海域から得られた試料解析によってサルパブルームは、1日で最大で現場MPの1.5%を糞粒排泄によって表層から除去していると見積もられた（成果10）。さらに本手法を用いて1951～2020年までの過去試料に含まれるサルパ*Salpa fisiformis*の消化管内容物から現場の微細MP量を復元したところ、海水中の平均密度は1957年の初検出から2020年まで漸進的な増加傾向を示すこと、流入初期から現在に至るまで330 μm より大きいサイズのプラスチックごみよりも常に高い密度で存在していたことが明らかとなった（成果14）。

サブテーマ2では、プランクトンネットでは採集されない微細MPの表層からの除去過程を解明するため以下の現場観測および室内実験を実施した。

1. 現場観測に基づく調査研究では、海水中の微細MPの試料採取、前処理および顕微FT-IRを用いた分析について、回収率が高くかつ実験環境からのコンタミネーションを抑制した信頼性の高い手法を確立した（成果15）。また、海底堆積物中の微細MPについても上記の手法を応用し、分析体制を確立した。また、これらの手法を適用して黒潮域表層におけるMPの鉛直分布を調査し、微細MPの個数密度はニューズトンネットで採取されたMPよりも104倍高いこと、これらの90%以上が100 μm 未満の画分で占めていること、ポリエチレンやポリプロピレンなどの低密度ポリマーが水柱全体で優占することなどを明らかにした（成果16）さらに、四国沖の黒潮域および黒潮再循環域における観測では、海面から深度2000 mまでのMPの鉛直分布を調査し、個数密度は海面で最も高く、深度の増加に伴ってべき乗的に減少すること、密度躍層以深（>100 m）でも低密度ポリマーが優占しており、これらを中深層へ輸送するメカニズムが機能している可能性が示唆されること、20～2000 mの深度層には、重量で海面の1.5倍以上のMPが存在するため、海洋へ流入したプラスチックのシンクとして水柱が重要であることを明らかにした。
2. 室内実験に基づく研究では、海洋表層においてMPが太陽光紫外線による微細化を受ける過程を調べるために、海浜より採取したMPを有機物フリーの人工海水を満たした石英チャンバーに封入し（気相は無）、太陽光に暴露させる実験を行った。コントロールとして、アルミホイルで遮光した条件下の実験を平行して行った。約3か月間の実験期間中における重量変化を調べたところ、太陽光暴露系、遮光系においてもほぼ同程度のMPsの重量減少が認められ、微細化のプロセスとして、紫外線が関与しない物理化学的な海水への溶出過程が存在する可能性が示唆された。
3. MPの植物プランクトン起源凝集物への沈着過程を調べるために、栄養塩添加により増殖させた天然植物プランクトン群集の死骸から生成する凝集物に、蛍光性プラスチックビーズを添加する実験を行った。特に、実験に用いるビーズに対し、事前に紫外線照射を行い表面劣化させた場合、プランクトン培養液に浸すことにより表面に有機物被膜を形成した場合における、ビーズの凝集物への沈着過程への影響に着目し解析を行った。その結果、表面劣化と被膜形成の両者ともに、ビーズの沈着が促進され、さらに同時に両者の処理を行った場合は相乗効果による沈着促進が確認された。海洋に排出されたMPは、同様な過程を受け表面構造が変化していることが考えられ、工業的に生産されたばかりの状態に比べて沈着し易くなっている可能性が示唆された。

サブテーマ3では、微細画分を含むMP分布海洋シミュレーションモデルの構築のため以下の研究を実施した。

1. サブテーマ1で作成する長期時系列データに対応する微細画分も含むマイクロプラスチック分布海洋シミュレーションを実現するために、長期間安定して得ることができる流向・流速場の選定を行った。この結果、気象研究所で開発した北太平洋モデル（100°E–75°W, 13°S–6°N, 水平解像度1/11°）の1951–2015年を対象とした現在気候再現(hindcast)実験の出力データが長期間に渡って精度が保たれている最適データであると判断した。この北太平洋モデルは、再解析値である北西太平洋海洋長期再解析データセット（FORA-WNP30）を作成する際に用いている海洋モデル（MRI.COM）を用いており、研究計画の方針に沿っている。気象研究所にデータ使用申請を提出し、5日毎の65年間の出力データを入手した。

2. 上記1の出力データを用いた海洋プラスチックの水平移流・分解モデルとして、ラグランジュ粒子追跡モデルを構築した。この際、モデル海域内のすべての沿岸域（17376点）と外洋域（緯度経度1°の9661点）を放出点としたラグランジュ粒子追跡を実施した。各点からはデータ時間分解能と同じ5日間毎に粒子を放出し、粒子追跡を行った。海洋に放出されたプラスチックは、砂浜に打ち上げられ紫外線と波浪によって細分化されることが指摘されているため、全沿岸域の点から粒子を放出した。また、漁業活動によるマイクロプラスチックの発生も無視できないことが指摘されているため、すべての外洋の点からも粒子を放出させた。このことによって、事前にマイクロプラスチックの排出シナリオを仮定せずに計算を実施し、計算後に様々な排出シナリオに基づいて、各放出点における重みづけを変更することにより排出シナリオ毎のマイクロプラスチックの分布評価が可能なモデルを構築した。

3. 海水よりも高密度の沈降性プラスチック（ポリアミドPA、ポリエチレンテレフタレートPET、ポリ塩化ビニールPVCなど）を想定して1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 m/dayの7つ沈降速度カテゴリーを設定し、沈降性プラスチックの分布シミュレーションを実施した(図3)。流速場から推定される3次元移流に乱数による鉛直拡散を加えて、沈降性プラスチックの3次元的な移動を計算し、海底に接した時点で海底土中に堆積すると仮定した。粒子IDとして11桁の整数を設定し、リリース日（5桁）、リリース点番号（5桁）、沈降速度カテゴリー（1桁）を記憶させることで、排出シナリオに基づいた重みづけ計算をシミュレーション後に実施できるようにした。データ時間分解能と同じ5日間隔で、沿岸域（17376点）と外洋域（9661点）の放出点から、7つ沈降速度カテゴリー一粒子を、65年間放出するため、計898,033,955粒子の粒子追跡を実施したことになる。排出シナリオとしては、Isobe and Iwasaki (2022)に準じて世界平均GDPと比例した時間変化と、Lebreton et al. (2017)による河川ごとのプラスチック排出量に比例した地理的分布（空間変化）を考慮したものをコントロール（Case-C）とした。これ以外に、Meijer et al. (2021)による河川ごとのプラスチック排出量に比例した地理的分布（空間分布）に変えた場合（Case-A）、7つの沈降速度カテゴリーの沈降性プラスチックの放出割合を観測値に基づいたものから全カテゴリー平等にした場合（Case-B）を感度実験として実施した。コントロール実験（Case-C）では、52.1%のマイクロプラスチックが放出点から200km以内の海底に沈降した一方で、22%は放出点から100km以上沖合の海底に沈降することが示された。遠方に輸送されるマイクロプラスチックは、黒潮や赤道逆流などの強流帯によって輸送されるため、これら強流帯沿いの海底に沈降性マイクロプラスチックが多く堆積する結果を得た。また、1 m/dayの沈降速度を持つような小粒径の沈降性マイクロプラスチックは、数年間に渡り海洋中を漂うことが示され、91.2%の沈降性マイクロプラスチックが海底に堆積するまでに3年間かかることが示された。加えて、海底に蓄積された沈降性マイクロプラスチックの排出源地域特性から北太平洋の海底が6海域に分類され、その分布が海流系と良く一致することが示された（成果5）。

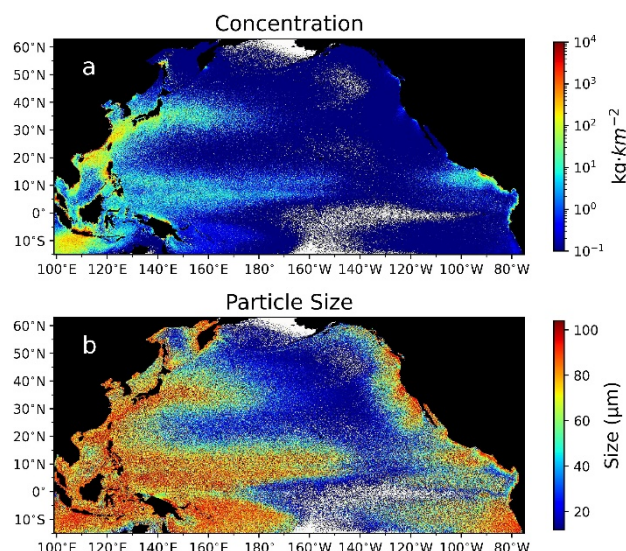


図3. 沈降性マイクロプラスチック分布シミュレーションによる海底での（a）濃度と（b）平均粒径（Xu et al. 2025; 成果6）

【引用文献】

- Isobe, A., S. Iwasaki (2022) The fate of missing ocean plastics: are they just a marine environmental problem? *Sci. Total Environ.*, 825. 153935. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153935
- Lebreton, L.C.M., J. van der Zwet, J.W. Damsteeg, B. Slat, A. Andrady, J. Reisser (2017) River plastic emissions to the world's oceans. *Nat. Commun.*, 8, 15611. doi.org/10.1038/ncomms15611

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

サブテーマ1の戦後から現在に至る71年間の海表面プラスチックごみ密度の長期変動はこれまでの既報研究をはるかに凌ぐ世界最長のデータセットであり、流入開始前の状態を含む点、サイズや性状の変化を捉えている点において極めて高い新規性と独自性を有する。海洋プラスチック汚染は、その生産に併せて右肩上がりに進行してきたと漠然と考えられてきたが、これまでに世界各地で断続的に実施された調査値は必ずしも、その傾向と一致せずその実態や理由について様々な意見が提出されていた。本研究で明らかとなった長期変動トレンドは、これら断片的な既報研究と概ね一致しており、全球的なプラスチック汚染の進行がどのように進行してきたのか、という議論に決着をつけるという点において革新的な成果であるといえる。本課題によって定量性の高いデータセットの整備により、サブテーマ3における、より信頼性の高い予測モデルの開発が可能となった。またゼラチナス動物プランクトンであるサルパ消化管内容物解析に基づく現場微細MP濃度復元手法の確立は、未だ定量データの少ない微細MPの時空間分布変動の把握に新たな可能性を生み出すアプローチである。とくに測定不可能である過去の微細MP濃度を推定する手段としてはほぼ唯一の手段であり極めて革新的であるといえる。さらにサルパ類は浮遊プラスチックゴミの調査として一般的に実施されるニューストーンネット試料に頻繁に混入するため、本手法を適用することで幅広いサイズレンジのMPを簡便に測定できるようになり基礎的なデータの蓄積やモニタリングにおいて大きく貢献すると考えられる。

サブテーマ2の現場観測に基づく調査研究では、黒潮域および黒潮再循環域における微細MPの個数密度と鉛直分布に関するデータが得られ、特に四国沖の黒潮再循環域における観測では中深層を含む水柱環境が微細MPのシンクとして重要であることを示した。こうしたデータは世界的にも限られており、海洋に流入したプラスチックの動態を理解する上で先導的な成果である。また、サブテーマ2の室内実験に基づく研究では、MPから海水への溶出過程（超微細化）が存在する可能性を示した点と、植物プランクトン由来の凝集物へのMPの沈着過程においては、MPの表面構造が重要であることを示した点において、これまでにない知見であり革新的である。

サブテーマ3のラグランジュ粒子追跡モデルは、事前にマイクロプラスチックの排出シナリオを仮定せず計算を実施し、計算後に様々な排出シナリオに基づいて、各放出点における重みづけを変更することにより排出シナリオ毎のマイクロプラスチックの分布評価が可能にした点が画期的である。このことによって、まだ排出シナリオに不確定性の多いマイクロプラスチックの再評価が容易になったとともに、他の汚染物質などの評価にもそのまま使用できるという点で革新的である。また、サブテーマ3の沈降性マイクロプラスチック数値シミュレーションは、これまで大洋規模のシミュレーションがなかったため、新規性の高い結果である。海底におけるマイクロプラスチック観測が限定的なことを考えると、得られたシミュレーション結果をもとに今後観測計画を立案することで効率的な海底マイクロプラスチック分布の把握が進むことが期待されるという意味でも革新的であると考えられる。

<環境政策等へ既に貢献した研究成果>

海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響把握業務影響、ばく露評価委員会(2022年10月21日)において、本研究結果である「サルパ類消化管内容物を利用した微細マイクロプラスチック現場密度推定の試み」について手法および結果予報を提示し、微細MP評価手法のレビュー作成および適切な環境評価指標の議論推進に貢献した（議事録P6～P8）。

<環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果>

当課題によって得られた結果は以下のような環境行政、環境産業等へ貢献することが見込まれる。

1. プラスチック汚染モニタリング体制の構築推進：世界最長である本研究の長期変動データセットを

継続させるため、様々な調査船を利用したプログラム体制を確立し、そのデータ・分析を一括管理するシステムを構築する。得られたデータはオンライン上で公開し世界の環境研究者に利用可能なデータベースを提供する。世界で最も古い年代からの調査結果が蓄積されてきた日本周辺海域において、今後もモニタリングを続けることは、国際的な責務でもある。例えば現在実施されているプラスチックごみ削減のための諸政策や対策の有効性、追加対策の必要性などを検証、議論するには、長期的な調査結果に基づく明確な証拠が必要であり、この点において本データに続くモニタリングシステム構築は明確な国際貢献として国外に大きくアピールできる。

2. 微細MP濃度基礎データとモニタリング機器の開発推進：サブテーマ2の現場観測に基づく調査研究によって、これまで情報が不足していた海洋水柱での微細MPの分布実態が明らかになった。この成果は、海洋プラスチック動態の理解深化に貢献し、科学的証拠に基づいた海洋への流入プラスチック量削減の方策策定に役立つことが期待される。また、従来のネット観測では調査できなかった微細MPの定量が可能となり、日本周辺海域のプラスチックの汚染実態の正確な評価につながることを期待される。また、実海域での微細MPの曝露濃度が分かるため、海洋生物への影響評価実験を行う際の基礎情報として活用されることが期待される。一方、サブテーマ2の室内実験に基づく研究により、これまで見落とされてきた、プラスチックの超微細化（溶存化）や海洋表層からの沈降除去過程に関する新たな知見が得られており、海洋に排出されたプラスチックの収支見積りや、海洋生物への取り込みに対する影響に関する理解の深化に繋がり、環境政策立案において科学的根拠を提供するものと期待される。

本研究により日本周辺の海洋には表層だけでなく、表層以深にもネットサンプリングでは採集することのできない300μm以下のプラスチックが普遍的に分布していることが示された。このサイズのプラスチックは海洋生物生産を支えるプランクトン食物連鎖に大きな影響を与えることが危惧されるため、早急なモニタリング調査システムの確立が望まれるが、その定量には多大な時間と労力を必要とするため、現状困難である。この問題を打破するため、現場設置型のモニタリング機器の開発を推進することを提案する。このようなシステムは海外でも存在しておらず、世界に先駆けて開発することで海洋モニタリングの標準法となる可能性が高く、世界的な環境政策、対策に貢献できる。

3. プラスチック分布予測モデルの開発：サブテーマ3のラグランジュ粒子追跡モデルは、計算後に様々な排出シナリオに基づいて各放出点における重みづけを変更することにより排出シナリオ毎のマイクロプラスチックの分布評価が可能である。すなわち地域・国別、河川別などのマイクロプラスチックの追跡結果が瞬時にできるため、地域ごとのマイクロプラスチック排出抑制策定などの際に、対費用効果評価ツールとして使用することが期待される。また、プラスチック以外の様々な汚染物質の影響評価にも使用できる。この際にも、ラグランジュ粒子への重み付けを与えるだけなので、様々な排出シナリオに対する評価を瞬時にできる点で応用性の高いツールである。例えばモデルから推定されるマイクロプラスチックの分布情報は、魚類の分布情報との重複を解析することで魚類のマイクロプラスチック暴露ポテンシャルを推定することが可能となる。IPCCに関連している魚類生産モデル比較実験FIS-MIPにおいて、温暖化、貧酸素化、酸性化に加えての第4のストレス情報としての利用が見込まれる。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価>	<u>1. 目標を大きく上回る成果をあげた</u>
<サブテーマ1 達成状況の自己評価>	<u>1. 目標を大きく上回る成果をあげた</u>
<サブテーマ2 達成状況の自己評価>	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>
<サブテーマ3 達成状況の自己評価>	<u>1. 目標を大きく上回る成果をあげた</u>

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	5
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	3
口頭発表・ポスター発表	24
マスコミ等への公表・報道等	6
成果による受賞	4
その他の成果発表	3

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果 番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」から10件まで抜粋)
1	Thushari, G. G. N. et al. (2023) Floating plastic accumulation and distribution around Kuroshio Current, western North Pacific. Marine Pollution Bulletin, 188: 114604. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114604
2	Egami et al. (2024) Use of pelagic tunicate <i>Salpa fusiformis</i> as biological sampler to estimate in-situ density of microplastics smaller than 330 µm. Marine Pollution Bulletin 206, 116756. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116756
3	Miyazono et al. (2025) Long-term changes in the abundance, size, and morphotype of marine plastics in North Pacific. Environmental Science and Technology, 59: 4608-4617 https://doi.org/10.1021/acs.est.4c09706
10	Egami et al. The role and impact of salp blooms on the removal of floating small microplastics in the Kuroshio, south of Japan. PICES 2024 Annual Meeting – The FUTURE of PICES: Science for Sustainability in 2030, Honolulu, USA
5	Xu, H., Matsumura, Y., Yamashita, R., Nakano, H., Ito, S. (2025) Heterogeneous seafloor deposition of heavy microplastics in the North Pacific estimated over 65 years. Marine Pollution Bulletin, 211, 117536. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117536
14	Takahashi, K. Long-term change of microplastic abundance in the North Pacific and application of gelatinous zooplankton (salps) for marine plastic study. Invited seminar at Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST). 2025年3月
15	Nishibe, Y. et al. Abundance and vertical distribution of microplastics in the epipelagic waters of the Kuroshio region. PICES 2024 Annual Meeting, November 2024, Honolulu,

	USA
16	Yamashita, R. and Nishibe, Y. Effect of different sampling methods on microplastic abundance and composition in marine surface waters. PICES 2024 Annual Meeting, November 2024, Honolulu, USA
43	Thushari, G. G. N. Study on the spatiotemporal distribution and characterization of floating plastic debris of Kuroshio region, western North Pacific. 東京大学博士論文
44	宮園健太郎. 北西太平洋における浮遊プラスチックごみの時空間分布変動及び付着生物相に関する研究. 東京大学博士論文

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題での成果普及活動は、合計で5件行った。内訳としては、成果のとりまとめ論文に該当する成果のプレスリリース2件、「国民との科学・技術対話」に関するイベント実施が3件である。このうち、2件のプレスリリースについては、これまでに読売新聞、日本経済新聞、水産経済新聞、しんぶん赤旗等、複数のマスメディアから取材をうけ、一般向けの記事として誌面、あるいはオンライン記事として公表された。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

米国大気海洋大気庁（NOAA:National Oceanic and Atmospheric Administration）のマイクロプラスチックデータベース管理者（Dr. Ebenezer Nyadjro）からの要請（2023年5月31日付電子メール）に応じて、全世界規模の海洋マイクロプラスチックデータベース(<https://www.ncei.noaa.gov/products/microplastics>)にThushari et al. 2023の解析に使用したデータ（132測点分）を提供した（データ自体は論文で公表済）。提供したデータはNCEI Accession Number 0279325として登録され、以下のサイトから参照することができる。

<https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.nodc:0279325>

<https://www.nodc.noaa.gov/archive/arc0213/0279325/1.1/data/0-data/>

太平洋の調査は太平洋ごみベルトのある東部に集中しているため、西部太平洋からの貴重なデータ提供となった。今後も公表後のデータを登録することで世界的な分布動態の把握に寄与するとともに、比較研究のためにアーカイブされているデータのリスト提供をうけることで、当プロジェクトの研究推進に役立てる計画である。

また、同データセットについては、スペイン、バルセロナ自治大学（Universidad Aut3noma de Barcelona (UAB)）の環境科学技術研究所に在籍する大学院生（Henrique Back氏）より、北太平洋のプラスチックに関するレビュー論文作成のために共有してほしいという依頼（2023年5月10日付電子メール）があり、要請に応じた。同氏の指導教員は海洋酸性化をはじめとする海洋環境問題研究の世界的な権威であるPatrizia Ziveri教授である。提供したデータは収集した他のデータとともにメタ分析にも供される計画であり、結果について継続的に議論していくことを確認している。

太平洋規模のマイクロプラスチック数値シミュレーション結果をPICES 2024（北太平洋海洋科学機関年次総会2024）で発表したのを受けて、マクロプラスチックの数値シミュレーションを実施しているハワイ大学（University of Hawaii）のMaximenko博士から、津波によって流出したと思われる日本の漁具のハワイへの漂着に関する調査への協力を依頼された（2024年11月22日付け電子メール）。サーフライダー財団が収集しているハワイに2024年から2025年にかけて漂着した漁具に書かれた情報から流出元を判別し、流出元の漁業関係者に連絡を取り、インタビューの予約をしてある。津波による流出かどうかをインタビューによって同定する予定としている。今後はこれらの調査をもとに、ハワイに漂着する漁具、特にアナゴ筒の

多くは中国および韓国から流出したものであり、日本からのものは震災時の津波流出のものに限られるという仮説検証を行うとともに、津波によって流出したマクロプラスチックの劣化度から、漂流中のマイクロプラスチック発生速度を推定する予定である

<相手機関・国・地域名>

機関名（正式名称）	（本部所在地等の）国・地域名
米国大気海洋大気庁（NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration）	アメリカ合衆国
バルセロナ自治大学（Universidad Aut3noma de Barcelona (UAB)）	スペイン王国
ハワイ大学（University of Hawaii）およびサーフライダー財団（Surf Rider Foundation）	アメリカ合衆国

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

1. 8. 研究者略歴

<研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴>

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
高橋一生	研究代表者及びサブテーマ1リーダー 横浜国立大学教育学部卒業、東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了、博士（農学）、水産庁東北区水産研究所研究官、現在 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 環境省ばく露等評価分科会（海洋プラスチックごみによる生物・生態系影響における委員会）委員 専門は生物海洋学、研究テーマは海洋環境変動に対する生態系応答の解明 詳細は https://researchmap.jp/ktaka22
小川浩史	サブテーマ2リーダー 東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程修了、博士（農学）、科学技術庁研究員を経て、現在、東京大学大気海洋研究所教授 専門は生物地球化学、主に海洋における有機物を中心とした生元素動態が研究テーマ 詳細は https://researchmap.jp/read0180565
伊藤進一	サブテーマ3リーダー 北海道大学理学部卒業、北海道大学大学院理学研究科、博士（理学）、水産庁東北区水産研究所研究官、現在、東京大学大気海洋研究所教授 環境省「気候変動適応地域づくり推進事業」アドバイザー 研究テーマは海洋環境変動に対する海洋生態系の応答メカニズム 詳細は https://researchmap.jp/goito

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

(1) 産業財産権

成果 番号	出願 年月日	発明者	出願者	名称	出願以降 の番号
	特に記載する事項はない。				

(2) 論文

<論文>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
1	2023	Thushari, G. G. N. et al. (2023) Floating plastic accumulation and distribution around Kuroshio Current, western North Pacific. Marine Pollution Bulletin, 188: 114604. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114604	1	有
2	2024	Egami et al. (2024) Use of pelagic tunicate Salpa fusiformis as biological sampler to estimate in-situ density of microplastics smaller than 330 µm. Marine Pollution Bulletin 206, 116756. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116756	1	有
3	2024	Miyazono et al. (2025) Long-term changes in the abundance, size, and morphotype of marine plastics in North Pacific. Environmental Science and Technology, 59: 4608-4617. https://doi.org/10.1021/acs.est.4c09706	1	有
4	2022	伊藤進一・道田豊・山下 麗・松村義正 (2022) 海洋マイクロプラスチック実態把握研究の動向. 海洋調査技術, 32, 7-13.	3	有
5	2024	Xu, H., Matsumura, Y., Yamashita, R., Nakano, H., Ito, S. (2025) Heterogeneous seafloor deposition of heavy microplastics in the North Pacific estimated over 65 years. Marine Pollution Bulletin, 211, 117536. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117536	3	有

(3) 著書

<著書>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(4) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
6	2022	Miyazono et al. Long-term change of distribution and composition of floating marine plastic debris around Japan from 1949 to 2016. ECSA 59 International Conference, Sept. 2022, Madrid, Spain	1	有
7	2022	Thushari et al. Prevalence and characterization of floating plastics in Kuroshio area of the western North Pacific. ECSA 59 International Conference, Sept. 2022, Madrid, Spain	1	有
8	2022	江上ほか サルパ類消化管内容物を利用した微小マイクロプラスチック現場密度推定の試み. 日本海洋学会海洋生物シンポジウム2023 2023年3月20日 東京海洋大学	1	無
9	2023	Egami et al. Estimation of in situ concentrations of microplastics smaller than 300 μ m using gut contents of pelagic tunicate: <i>Salpa fusiformis</i> . The 7 th ICES-PICES International Zooplankton Production Symposium. Mar. 2024, Tasmania, Australia	1	有
10	2024	Egami et al. The role and impact of salp blooms on the removal of floating small microplastics in the Kuroshio, south of Japan. PICES 2024 Annual Meeting – The FUTURE of PICES: Science for Sustainability in 2030, Honolulu, USA	1	有
11	2024	Takahashi et al. Long-term changes in the abundance, size, and morphotype of marine plastics in North Pacific. PICES 2024 Annual Meeting – The FUTURE of PICES: Science for Sustainability in 2030, Honolulu, USA	1	有
12	2023	宮園ほか 日本近海表層のプラスチックごみの付着生物相の解明1. 日本海洋学会海洋生物シンポジウム2024. 2024年3月14日 東京海洋大学	1	無
13	2024	宮園ほか. 日本近海表層のプラスチックごみの付着生物相の解明2. 日本海洋学会海洋生物シンポジウム2025. 2025年3月17日東京海洋大学	1	無
14	2024	Takahashi, K. Long-term change of microplastic abundance in the North Pacific and application of gelatinous zooplankton (salps) for marine plastic study. Invited seminar at Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST). 2025年3月	1	無
15	2024	Nishibe et al. Abundance and vertical distribution of microplastics in the epipelagic waters of the Kuroshio region. PICES 2024 Annual Meeting, November 2024, Honolulu, USA	2	有
16	2024	Yamashita and Nishibe, Effect of different sampling methods on microplastic abundance and composition in marine surface waters. PICES	2	有

		2024 Annual Meeting, November 2024, Honolulu, USA		
17	2024	山下ほか対馬周辺の浮遊プラスチックの分布. 第3回環境化学物質合同大会, 2024年7月, 広島市	2	無
18	2023	許 浩東・松村義正・山下麗・伊藤幸彦・中野英之・伊藤進一: 海底堆積物中のマイクロプラスチック分布に関する数値実験. 日本海洋学会2023年度秋季大会, 2023年9月京都大学	3	無
19	2023	許 浩東・松村義正・中野英之・高橋一生・伊藤進一: 微細画分マイクロプラスチックを想定した海洋シミュレーションモデルの構築. 日本海洋学会2023年度秋季大会, 2023年9月京都大学	3	無
20	2023	Ito S., Y. Matsumura, H. Xu, N. Ogawa, K. Hayama, M. Asari: Toward a less plastic ocean: connecting science and communities. PICES 2023, Oct. 2023, Seattle, USA	3	有
21	2023	Wang Z., Y. Matsumura, S. Ito: Evaluation of special representativeness of microplastic sampling methods using a non-hydrostatic particle tracking model. PICES 2023, Oct. 2023, Seattle, USA	3	有
22	2023	伊藤進一・Q. XING・H. YU・許浩東・松村義正・中野英之: 中規模渦によって規定される漁場とマイクロプラスチックとの重複. 水産海洋学会研究発表大会. 2023年11月札幌	3	無
23	2024	Xu H., Y. Matsumura, S. Ito: Evaluating the actual sinking speed and transport mechanism based on particle-tracking model and sediment microplastics sample (20-5000micrometer). Ocean Science Meeting 2024, Feb. 2024, New Orleans, USA	3	有
24	2024	Wang Z., Y. Matsumura, S. Ito: Evaluation of optimal sampling methods of microplastic from large eddy simulations with Lagrangean particle tracking (model). Ocean Science Meeting 2024, Feb. 2024, New Orleans, USA	3	有
25	2024	Ito S., Y. Matsumura, Xu H., T. Sayuda, M. Asari: Modelling the microplastic distribution on the seafloor. 2024 Ocean Decade Conference, May 2024, Barcelona, Spain	3	有
26	2024	許 浩東・松村義正・伊藤進一: 粒子追跡モデルのマイクロプラスチック濃度の検証. 日本海洋学会2024年度秋季大会, 2024年9月東京海洋大学	3	無
27	2024	Xu H., Y. Matsumura, H. Nakano, K. Takahashi, K. Miyazono, S. Ito: Estimating the biological removal timescale of microplastics in the North Pacific. PICES 2024, Oct. 2024, Honolulu, USA	3	有
28	2024	Xu H., Y. Matsumura, H. Nakano, R. Yamashita, S. Ito: Modelling seafloor deposition of heavy microplastics in the North Pacific over the past 65	3	有

		years. PICES 2024, Oct. 2024, Honolulu, USA		
29	2024	Wang Z., S. Ito, Y. Matsumura, R. Yamashita: Clustering analysis of fate of microplastics with different sizes and evaluation of special representativeness of microplastic sampling methods using a non-hydrostatic particle tracking model. 2025 Xiamen Symposium on Marine Environmental Sciences, Xiamen, China	3	有

(5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
30	2022	東京大学大気海洋研究所一般公開企画 「作って学ぼう！アサリの3D模型－小さなエサを利用する生物の秘密－」（親子25組、計50名公募）令和4年10月3日	3
31	2022	公益社団法人MORIUMIUS（宮城県石巻市）漁村留学プログラム（中学生）特別授業「プラスチックゴミ汚染問題の実態について」令和4年11月25日	1
32	2022	東京大学「東大の研究室をのぞいてみよう！ 多様な学生を東大に」プログラム・高校生公募企画「マイクロプラスチックの分析体験」令和5年3月27日	1

(6) マスメディア等への公表・報道等

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
33	2024	プレスリリース「重い材質のマイクロプラスチックの行方 ー過去65年間の北太平洋の海底蓄積を推定ー」1月29日付	3
34	2024	プレスリリース「海の許容量を超えたマイクロプラスチック ー長期間安定後、2010年代に入り急激に増加開始ー」3月3日付け	1
35	2024	1月29日付日本経済新聞「東大、1951年から2015年の65年間に北太平洋の海底に堆積した沈降性マイクロプラスチックの分布を数値モデルで推定」	3
36	2024	3月3日付日本経済新聞「東大と水産研究・教育機構、戦後から現在に至る71年間の日本周辺海域のマイクロプラスチック密度変動を調査」	1
37	2024	3月7日付水産経済新聞「プラスチックゴミの密度変動 水研機構などが解明」	1
38	2024	3月30日付日本経済新聞「日本の海洋プラ、直近10年で再び急増 71年間の増減分」	1

(7) 研究成果による受賞

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
39	2023	学生優秀発表賞（江上賢悟） 日本海洋学会 海洋生物シンポジウム	1

		2023 (2023年3月20日)	
40	2024	EARLY CAREER OCEAN PROFESSIONAL (ECOP) AWARD: Best Oral Presentation runner's up (江上賢悟), 7 th ICES-PICES International Zooplankton Production Symposium	1
41	2024	Best Oral Presentation Award for Early Career Ocean Professionals (江上賢悟), PICES 2024 Annual Meeting – The FUTURE of PICES: Science for Sustainability in 2030	1
42	2024	学生優秀発表賞(許 東浩) 日本地球惑星科学連合2024年大会	3

(8) その他の成果発表

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
43	2023	Thushari, G. G. N. Study on the spatiotemporal distribution and characterization of floating plastic debris of Kuroshio region, western North Pacific. 東京大学博士論文	1
44	2024	宮園健太郎. 北西太平洋における浮遊プラスチックごみの時空間分布変動及び付着生物相に関する研究. 東京大学博士論文	1
45	2024	ソフトウェアYソースコード. Github. https://lmr.aori.u-tokyo.ac.jp/feog/ymatsu/kinaco.git	3

権利表示・義務記載

本研究課題の成果の一部は、東京大学大気海洋研究所大学共同利用施設（顕微FT-IR、共同利用番号. JURCAOSKAV22-08, JURCAOSKAV23-08）および共同利用研究航海（新青丸、JURCAOSS23-10）の支援を受けて得られたものである。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に代表者又は分担者として参画した研究者にあります。
この研究成果報告書の著作権は、引用部分及び独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）のロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
ERCAは、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Elucidation of the Process of Marine Microplastic Fragmentation and Removal from Surface Waters Based on Long-term Time-series Sample Analysis

Project Number : JPMEERF20221001

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Takahashi Kazutaka

(PI ORCID) : ORCID00000-0002-5846-0240

Principal Institution : The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences
Bunkyo-ku, Tokyo, JAPAN
Tel: +81-3-5841-5290
E-mail: kazutakahashi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Cooperated by : The University of Tokyo, Atmosphere and Ocean Research Institute

Keywords : Marine pollution, Micro-plastic, Long-term trend, Simulation model

[Abstract]

The objective of this study was to develop a high-accuracy ocean simulation model that predicts the distribution dynamics of marine microplastics in the North Pacific, using long-term time-series samples together with in-situ observations and laboratory experiments. A long-term empirical dataset collected between 1949 and 2020 revealed that the density of floating marine plastic debris around Japan exhibited three distinct phases: (1) a period of increase ($0\text{--}10^4$ pieces km^{-2}) from the early 1950s to the late 1970s; (2) a stagnation period with high abundance ($10^4\text{--}10^5$ pieces km^{-2}) from the 1980s to the early 2010s; and (3) a re-increase phase ($>10^5$ pieces km^{-2}) from the mid-2010s to the present. We also observed a continuous decrease in the size of floating marine plastic debris over the past 70 years. Observations in the Kuroshio recirculation gyres confirmed the presence of abundant small microplastics ($<300\text{ }\mu\text{m}$)—too small to be captured by conventional plankton nets—distributed throughout the water column from the surface to 2000 m depth. Laboratory experiments revealed that UV exposure and biofilm deposition enhanced the sedimentation of small microplastics through their aggregation with phytoplankton particles. Incorporating these datasets enabled the development of an innovative particle-tracking model that accurately reproduces the behaviour of both light and dense polymer particles discharged into the North Pacific Ocean.

[References]

Miyazono et al. (2025) Long-term changes in the abundance, size, and morphotype of marine plastics in North Pacific. *Environmental Science and Technology*. 59: 4608-4617.
doi.org/10.1021/acs.est.4c09706

Xu et al. (2025) Seafloor deposition of heavy microplastics in the North Pacific estimated over the past 65 years by simulation of a Lagrangian tracking model. *Marine Pollution Bulletin*. 117536. [doi:10.1016/j.marpolbul.2025.117536](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117536)

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund of the ERCA (JPMEERF20221001) funded by the Ministry of the Environment.