

国際科学技術共同研究推進事業  
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)  
研究領域「環境」

研究課題名「東南アジア海域における海洋プラスチック汚染研究の拠点形成」

採択年度：令和元年（2019年）度/研究期間：5年/

相手国名：タイ王国

令和元（2019）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2020年4月1日から2025年3月31日まで

JST側研究期間<sup>\*2</sup>

2019年6月1日から2025年3月31日まで  
(正式契約移行日2020年4月1日)

\*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：磯辺篤彦

九州大学・教授

## I. 国際共同研究の内容 (公開)

### 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

#### (1) 研究の主なスケジュール

2020年度は新型コロナウイルス感染症拡大のため、日本とタイ間で交通が不可能となり、特に現地調査を伴うプロジェクト全体が停止している。交通再開後の速やかなプロジェクトの始動に向けて関係機関と連絡を密にしている状況である。

研究題目・活動	2019年度 (12ヶ月)	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度 (12ヶ月)
<b>1. サマエサン・プロジェクト</b> 1-1 発生源と廃棄経路の解析 1-2 海岸のプラスチック汚染 1-3 サンゴ礁のマイクロプラ 1-4 河口域のマイクロプラ 1-5 アクションプラン	サイトの決定	← 1~4 実海域での共同観測と成果の取りまとめ →  5 アクションプランのプロトタイプを取りまとめ問題点を抽出			← →	
<b>2. タイ王国全体への展開</b> 2-1 海域の浮遊プラスチック 2-2 化学汚染物質 2-3 数値モデリング 2-4 アクションプラン	サイトの決定	← 1~2 実海域での共同観測と成果の取りまとめ →  3 現況再現と将来予測				← 4 取りまとめ →
<b>3. 市民やASEANへの展開</b>		← ASEAN域内の研究者やポリシーメーカーとのワークショップ →  ← 日本での調査分析研修、留学生の受け入れ →				

#### (2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

現在、新型コロナのため、日本とタイ間で交通が不通となり、特に現地調査を伴うプロジェクト全体が停止している。再開の見通しは、現段階(2020年6月末)では立っていないため、見通しが立ってのちに、研究成果を確実なものにするため工程見直しを行う。

### 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

#### (1) プロジェクト全体

本プロジェクトは2019年3月にR/D締結を終え、2020年4月より着手する予定であった。しかし、6月末現在、新型コロナウイルス感染症によって、日本とタイの交通が不通となった状況に伴い、プロジェクトの開始を見合わせている状況である。本報告では、プロジェクト開始に先立って、主として2019

【令和元年度実施報告書】【200529】

年度中の準備期間における研究状況を報告する。

なお、プロジェクト開始が遅れても、プロジェクト全体の狙い(海洋プラスチック研究拠点の構築および海洋プラスチック汚染軽減のための政策支援)に変更はない。また、本プロジェクトの重要性や獨創性・新規性については、全体計画のまま変更はない。研究運営体制にも変更はないが、人材育成・人的支援については、コロナ禍収束ののちに、最も効果を上げるプログラムを再構築する予定である。

## (2) 研究題目1：「マイクロプラスチック動態解析」

リーダー：磯辺篤彦 (Output2, Activities 2.2, 2.3)

### ① 研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

本研究題目は現地調査を伴うもので、現段階でタイにおける現地調査が可能な状況にないため、具体的な進捗はない。

### ② 研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

当初の予定では、タイでの分析機器一式の速やかな購入と設置、研究者間の相互交流を通して技術移転を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴った、現段階で実行に至っていない。

### ③ 研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

### ④ 研究題目1の研究のねらい(参考)

研究の目的及び内容：東南アジア海域のマイクロプラスチックの動態解析を、観測データの解析および数値モデリングの出力データ解析を通して実施する。海域における浮遊マイクロプラスチックを対象とする。また、現存量の将来予測を行うとともに、アクションプラン作成のための基礎資料を提供する。以上の研究をタイ側研究者と共同で行うことで人材育成を図る。

### ⑤ 研究題目1の研究実施方法(参考)

浮遊マイクロプラスチックの曳網調査と、それに続く同定分析作業を行う。

マイクロプラスチックの採取方法と分析方法は Michida et al. (2019)に準拠させる。濾水計を装着したニューストーンネット(気象庁(JMA)ニューストーンネット No.5552:口径, 75cm 角 (0.56m<sup>2</sup>); 測長 300cm; 網地ニップ, 目合: 350 μm)を用いて、原則として2-3ノットで20分の曳網を行い、マイクロプラスチックの採集を行う(写真1)。この採集時にはGPSによる位置情報を取得する。採取されたサンプルは、プラスチック微細片とともに採取された生物種の腐敗を防ぐため、生物固定(ホルマリン固定: 2%)を行い、ポリエチレン容器に保存する。

得られた標本から微細片以外の大型夾雑物を取り除き、2mmと300μmのふるいにかける。ふるいにかけてサイズ別分類を容易にした上で、シャーレに目視・手作業で分類する。なお細かなものは吸引濾過ののち、フィルタに取り分ける。2mmを下回る微細片は、材質の判定が困難であり、フーリエ変換赤外分光光度計(FTIR; 本プロジェクトで現地調達予定)で材質判定を行う。

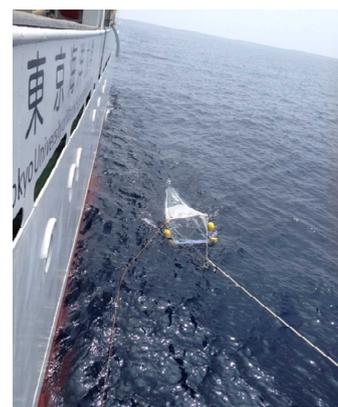


写真1 マイクロプラスチックの採取

(3) 研究題目 2 : 「マイクロプラスチックのモデリング」

リーダー：磯辺篤彦 (Output2, Activities 2.2, 2.3)

① 研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初の計画では日本一タイの研究者が情報を持ち寄って東南アジア海域の数値モデル構築に歩調を合わせる予定であったが、新型コロナウイルス感染症の拡大によって、現段階では協力体積の構築に至っていない。それでも数値モデルの構築には一定の進捗が図られた。

モデルは東南アジア海域に限定させず、全地球海域を領域とする。この中で東南アジア域を中心に解析を進める。モデルは、海流と波浪 (に伴うストークスドリフト)、そして海上風を外的に与えた粒子追跡モデルである。粒子は、漂流プラスチックごみ、漂着プラスチックごみ、漂流マイクロプラスチック、漂着マイクロプラスチックの四種類である。モデル設計の詳細は⑤を参照されたい。現在、モデルによる計算が進行中であり、その結果の一例を図 1 に示す。我々の対象とする東南アジア海域での高濃度が、漂流プラスチックゴミとマイクロプラスチックで確認される。

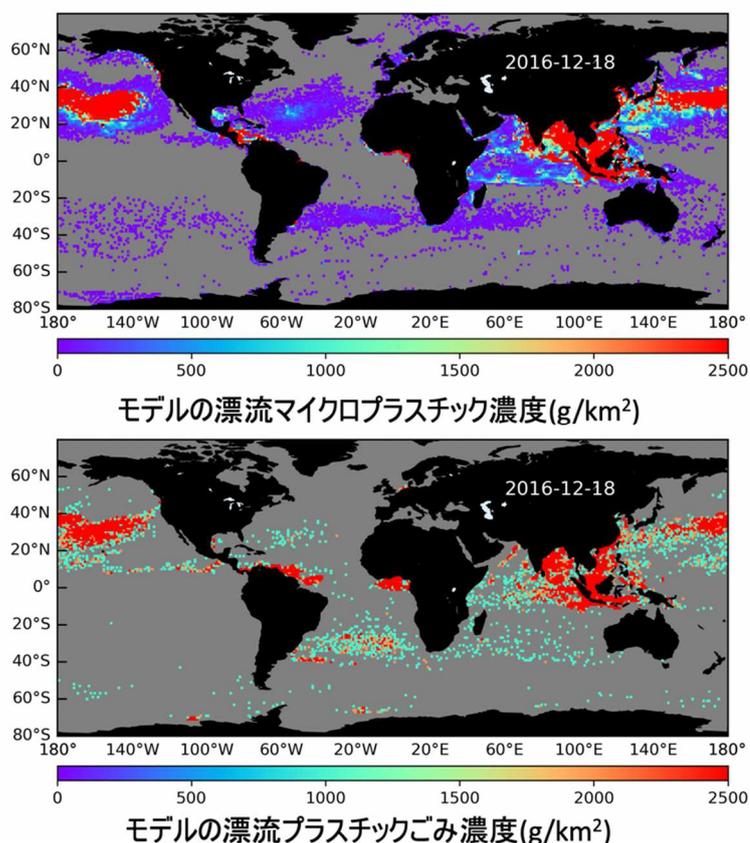


図 1 粒子追跡モデルの結果

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

当初の予定では、タイでの計算サーバの速やかな購入と設置、研究者間の相互交流を通して技術移転を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴った、現段階で実行に至っていない。

③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目2の研究のねらい (参考)

東南アジア海域の浮遊マイクロプラスチックの数値モデルを構築する。海洋再解析データと波浪モデルから計算したストークスドリフトの時空間分布に、マイクロプラスチックに見立てたモデル粒子を投入する粒子追跡実験を行う。

⑤ 研究題目2の研究実施方法 (参考)

ASCAT 衛星海上風データ (Kako et al., 2011) で駆動した波浪モデル (UMWM; Donelan et al., 2012) を用いて、ストークスドリフトを計算した。また、このストークスドリフトに加えて、海洋再解析プロダクトである Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) product (Chassignet et al., 2007) の出力を線形に重ね合わせた。この流れ場に、プラスチック微細片に見立てた仮想粒子の追跡実験 (粒子追跡実験) を実施した。流れ場の解像度は緯度経度ともに 0.25 度とした。計算期間は、2015 年を現在値とし、プラスチックの生産 (そしておそらく海洋投棄) が始まった 60 年前から、50 年後の計 110 年間とした。110 年間に渡って 2015 年の日々の海流分布を繰り返し与えた。

広範な太平洋の 110 年計算であるため、計算時間を削減するべく、仮想粒子の追跡実験は水平二次元で実施した。HYCOM の海流流速もストークスドリフトも、ともに海面での値を用いた。ストークスドリフトは概して海流よりも鉛直方向に早く減衰すると考えられるため、ストークスドリフトの有無に応じた比較計算を行うことで、特に波浪の影響を離れた亜表層での粒子挙動についても比較検討をした。水平方向の移動を支配する計算式には粒子の消失項を加えた。これは、生物膜の付着による表層からの沈降や、デトリタスとともに沈む沈降過程、海岸や高緯度での海氷への吸収過程を表現するものである。本研究課題では、粒子の投入から時間  $t$  を経た仮想粒子の総数  $Q$  が  $Qe^{-t/\tau}$  に従って減衰するよう、粒子を無作為に削除する手法をとった。この時、 $\tau$  は、マイクロプラスチックの表層海洋における平均滞留時間に相当する。現段階では  $\tau$  を一意に決定できないので、既存観測が得たマイクロプラスチックの空間分布を最もよく再現できるよう、試行錯誤で決定した。世界の主要河川から漂流プラスチックごみに見立てた粒子を投入した。投入量は、Lebreton et al. (2017) が Nature Communications 誌に公表した、全世界 4 万の河川から海域に付加されるプラスチックゴミ量 (トン/年: 2010 年値) を利用する。経年推移は各領域の国内再生産 (GDP) 推移に比例させた。加工から投入したプラスチックごみは、これも試行錯誤の上で決定した年限で同重量のマイクロプラスチックに破碎させた。

参考文献

- Michida, Y. et al., 2019, "Guidelines for harmonizing ocean surface microplastic monitoring methods", Ministry of the Environment, Japan, 71 pp.
- Donelan, M. A., Curcic, M., Chen, S. S., Magnusson, A. F., 2012. *J. Geophys. Res.* 117, C00J23.
- Chassignet, E.P. et al., 2007. *J. Mar. Sys.* 65, 60-83.
- Lebreton, L. C. M. et al., 2017. *Nature Communications*, 8, 15611.
- Kako et al., 2011. *J. Geophysical Res. Atmos.*, 116, D23107.

(4) 研究題目 2 : 「漂流プラスチックゴミの現存量推定」

リーダー：荒川久幸 (Output2, Output5, Activities 2.1)

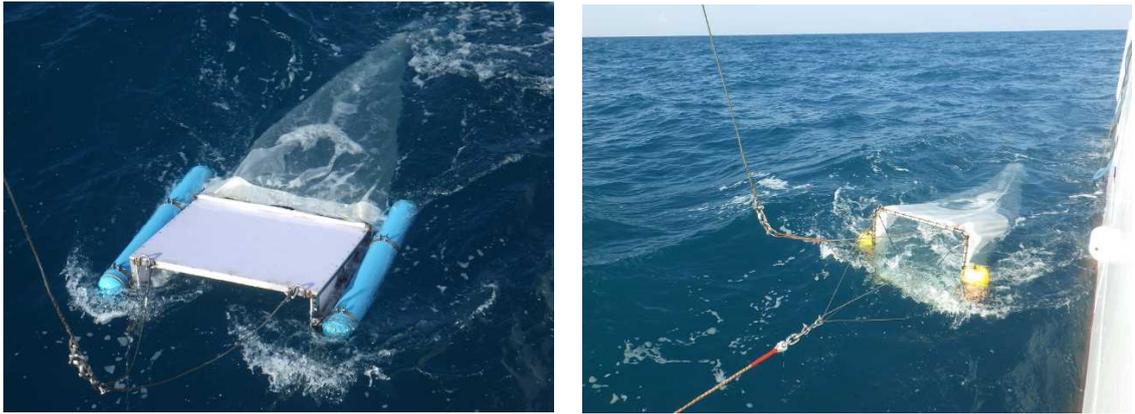
① 研究題目 3 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

2020 年 1 月末に、バンコク市内の東南アジア漁業開発センター(SEAFDEC;本プロジェクトの協力機関として本プロジェクトに参画)を訪問し、ベトナムからタイに至る航海で同機関所属の調査船「SEAFDEC2」を用いた浮遊マイクロプラスチックの曳網調査、並びに東京海洋大学練習船「海鷹丸」を用いたミニワークショップの開催で合意した。調査並びにワークショップは 2020 年秋季から冬季での実行を想定しているが、当面は、今後の新型コロナウイルス感染症の感染状況を注視していきたい。すでに実施した予備的調査は(4)-1～(4)-3 である。

(4)-1 タイにおける予備調査： タイランド湾における海洋 MPs の現存量を知るためには、船舶を使用した調査が不可欠である。タイランド湾を網羅的に調査するために、チュラルンコン大学とあわせて調査船を有する SEAFDEC との協力体制を構築する。東京海洋大学では、2018 年に SEAFDEC から研究者を招聘し、日本で海洋プラスチックごみの調査手法の研修や情報交換を行っている(写真 2)。また、2018 年と同様に 2019 年に東京海洋大学から研究者が SEAFDEC の調査船 (SEAFDEC2) による海洋プラスチックごみ調査の航海に同行し、MPs のサンプリングや漂流ごみの目視調査の指導と情報交換を行った。この取り組みを通じて、SEAFDEC と東京海洋大学はタイランド湾での MPs のサンプリング手法についてニューストーンネットとマンタネットの比較調査を行った。この結果は、現在解析中であるが、現場での本調査の実施時までには、最適なサンプリングネットを決定する予定である。また、あわせて目視観測による漂流プラスチックごみの調査を実施し、マイクロ化する前の漂流プラスチックの現存量推定も進める。



写真 SEAFDEC が所有する SEAFDEC2 (左)、  
漂流ごみの目視観測のトレーニング (2019 年 12 月) (右)



マンタネット（左）とニューストーンネット（右）による MPs のサンプリング比較試験

写真2 予備調査

(4)-2 化学処理の効果の検討： MPs 調査では、その分析法が規格化されていない点が問題点として挙げられる。この分析法の例として、方法 (1)；MPs の含まれたネットサンプルを蒸留水で希釈しながら、実態顕微鏡による目視によって捕集する方法（例えば Isobe et al. 2014）、方法 (2)；夾雑物を過酸化水素により除去し、密度分離後にフィルターに捕集する方法 (Masura et al. 2015) などがある。分析法の違いがどの程度結果に影響を及ぼすのかを調べるために、方法 (1) と方法 (2) の結果を比較した。

ニューストーンネットで採集した MPs 数は、5mm 以上のマクロプラスチックに比べて多かった。この傾向は、同海域の既往の調査結果とよく一致していた。最大の MPs 数は他の海域に比べ非常に多かったが、流れ藻などに MPs が絡まっていた可能性が示唆されていることや、実際のサンプル中の生物量が多かったことなどから、本サンプルにおいて流れ藻の影響があったと考えられた。またその種類はポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリスチレン (PS) がほとんどを占めていた。また、1 粒子ではあるものの、NaI 水溶液による密度分離により、ポリエチレンテレフタレート (PET) も検出された。

これらのことから、沿岸域で得たニューストーンネットサンプルに関しては、2 日間以上のフェントン反応により酸化処理を進めることで、夾雑物を効果的に除去できることがわかった。また方法 (1) を用いた場合、同海域のサンプルの分析にかかる時間はおよそ 1 ヶ月である。方法 (2) の場合、測定までの時間は、1 サンプルあたり 4 日から 1 週間程度であったことから、並行して作業を進めることができれば、作業時間の大幅な短縮につながると考えられた。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

上記の予備調査はタイ側研究者と連携して実施しており、今後もこの体制を継続していきたい。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

タイ湾を中心に浮遊マイクロプラスチック等の現存量調査を行う。研究をタイ側研究者と共同で行うことで人材育成を図る。またタイの研究者を日本に招聘することで、観測や分析手法に習熟させる。

- ⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）  
研究題目 1 の項目⑤と同様である。

#### 参考文献

Isobe et al., 2014, *Marine Pollution Bulletin*, **89**, 324-330.

Masura, J., et al. 2015, “Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments”. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.

#### (5) 研究題目 4: 「マイクロプラスチック検出技術開発」

リーダー：荒川久幸 (Output2, Activities 2.1)

- ① 研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

近年、MPs の生物や環境への影響が懸念されており、早急な実態把握が必要である。しかし、現状の調査手法は、ニューストンネット（目合；330 μm）を使用して MPs を捕集するため、採取時の粒子の損壊やネットの目合以下の粒子を捕集できないなどの問題点を抱えている。本研究題目では、非接触で 330 μm 以下の MPs を観測する手法の開発を目的として、MPs の後方散乱の偏光特性を Mueller Matrix (4x4 要素) 画像（以下 MM 画像）によって調べた。作製した後方散乱偏光特性測定装置は、He-Ne レーザー（無偏光）、反射鏡、第一偏光素子（PSG）、第二偏光素子（PSA）（ともに水平、垂直、±45°、時計回り、反時計回りおよび無偏光）と CCD カメラ等から成る。MPs 懸濁液に入射する光点周囲の偏光散乱像を撮影し、MM 画像要素を算出した。試料として、ポリスチレン（PS）標準粒子（球形、粒径 100 nm～10 μm）粒子を用い、体積濃度は  $1.0 \times 10^{-1} \% \sim 3.3 \times 10^{-3} \%$  とした。

MM 画像の要素 M12 は、小粒径で大きく、大粒径で小さかった。濃度が変化しても光強度の分布は変らなかった。また、M22 を無偏光 M11 で基準化した、要素 m22 は粒子濃度が高いほど小さく、偏光解消度が大きい事が示された。すなわち、粒子サイズは M12 の強度で、粒子濃度は基準化された m22 で検出できると考えられる。今後は非球形粒子について測定する予定である。

- ② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

上記の予備調査はタイ側研究者と連携して実施しており、今後もこの体制を継続していきたい。

- ③ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

- ④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

浮遊マイクロプラスチック等の採取方法について、標準的な方法をタイ側研究者と共有し、データの比較や統合を図る。またタイの研究者を日本に招聘することで、観測や分析手法に習熟させる。

- ⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

当面の実験は東京海洋大学で実施しているが、2020 年 1 月 29 日、タイ SEAFDEC において 2020 年度-2024 年度の SATREPS における海域調査の打ち合わせを行っている。今後の東京海洋大学海鷹丸を使った調査や SEAFDEC の調査船 SEAFDEC2 を使った調査の期間や申請などについて議論した。

【令和元年度実施報告書】【200529】

(6) 研究題目 5: 「漂流マイクロプラスチックの採集方法の標準化」

リーダー：荒川久幸 (Output 5, Activities 5.1)

- ① 研究題目 5 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト  
本研究題目は、主としてタイ王国を含む東南アジアから研究者を招聘し、東京海洋大学の練習船を利用した漂流プラスチックゴミの目視観測、マイクロプラスチックの採取、そして九州大学での分析を行う予定であったが、現在、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴う交通の遮断により計画を遂行する状況にない。
- ② 研究題目 5 のカウンターパートへの技術移転の状況  
上記の通り、現在、計画を遂行する状況にない。新型コロナウイルス感染症の収束とともに、スケジュールの再構築を行う。
- ③ 研究題目 5 の当初計画では想定されていなかった新たな展開  
新型コロナウイルス感染症の拡大である。
- ④ 研究題目 5 の研究のねらい（参考）  
浮遊マイクロプラスチック等の採取方法について、標準的な方法をタイ側研究者と共有し、データの比較や統合を図る。またタイの研究者を日本に招聘することで、観測や分析手法に習熟させる。
- ⑤ 研究題目 5 の研究実施方法（参考）  
東京海洋大学の練習船を利用した漂流プラスチックゴミの目視観測、マイクロプラスチックの採取、そして九州大学での分析を行う

(7) 研究題目 6: 「海岸漂着ゴミのモニタリング」

リーダー：加古真一郎 (Output1, Output3, Activities 1.1, 1.2, 3.1)

- ① 研究題目 6 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト  
主に沿岸付近に暮らす人々を苦しめる海岸漂着ごみは、早急に対策が必要な地球環境問題の一つである。しかしながら現状では、効率的な漂着ごみ回収作業の策定や重点的なごみ回収海岸の選定に資する様な海岸漂着ごみ定量化手法は確立されていない。これまで多くの研究者や地方自治体等によって漂着ごみ量の調査が行われてきたが(例えば、Derraik, 2002)、そのほとんどは人手によるごみ回収作業に基づいたものである。これらの手法は、多大な経済的負荷や人的資源の制約により高頻度の調査は困難で、人の手に頼る以上、精度の向上にも限界がある。そこで本研究は、広範な海岸をカバーする機動性、海ごみ判定の客観性、そして誰でも利用できる汎用性をキーワードに、ドローン空撮と機械学習による画像解析を複合させ、過去の研究とは異なった観点から、海岸漂着ごみの 7 割を占めるとされる (Derraik, 2002) プラスチックごみの総体積量を推定する新しい海岸漂着ごみ定量化手法を構築することを目的とした。方法の詳細は⑤を参照されたい。  
あらかじめ体積が既知である擬似プラスチックごみを鹿児島湾の吹上浜に設置し、その体積を上述の方法で推定した結果を表 1 に示す。この表が示すように、本手法が持つ誤差は 4-16%程度であり、画像解析と現地観測を組み合わせた既往研究 (誤差±35%; Nakashima et al., 2012) よりも高精度であることがわかる。ドローンによる海岸観測は自動飛行・撮影機能が充実しているため、地

方自治体やNPO等でも容易に参画できる。今後、地方自治体等と共同して、このようなドローン観測を全国各地の海岸で実施し、その結果を我々のサーバ上に転送した後、画像解析を施すシステムを構築すれば、自治体などが精度良く海ごみ漂着量をモニターできるようになるだろう。加えて、今まで知ることができなかった全国的な漂着ごみ現存量を推定することも可能となる。また、本手法を用いてプラスチックごみ堆積量の正確かつ迅速な推定が可能となれば、重点的なごみ回収海岸の選定や効率的かつ経済的なごみ回収事業の策定に資することもできるだろう。

表1 実測値と推定値の比較(単位は m<sup>3</sup>)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
実測値	0.87	0.87	0.69	0.89	0.89	1.04
画像解析	0.98	1.01	0.71	0.98	0.94	1.08
誤差	0.11 (+13%)	0.14 (+16%)	0.02 (+3%)	0.09 (+10%)	0.05 (+6%)	0.04 (+4%)

② 研究題目6のカウンターパートへの技術移転の状況

当初の予定では、タイでの計算サーバの速やかな購入と設置、研究者間の相互交流を通して技術移転を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴った、現段階で実行に至っていない。

③ 研究題目6の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目6の研究のねらい(参考)

海岸に漂着したプラスチックゴミを、ドローンを用いた空撮と、それによって得られた画像解析によって定量する。以上の研究をタイ側研究者と共同で行うことで人材育成を図る。

⑤ 研究題目6の研究実施方法(参考)

本研究は、鹿児島県日置市吹上浜にて、DJI社製のドローン「Phantom 4」を用いて海岸の一括観測を行った。高解像度の4Kカメラを搭載したこのドローンは、付属のiPadアプリケーションを用いることで、指定範囲の自動飛行・撮影が可能である。この機能を用いて海岸の撮影をした後、得られた位置情報を用いて、空中三角測量の原理を元に、三次元点群、それに面を持たせたデジタルサーフェスモデル(Digital Surface model; DSM: 海岸を立体化したモデル)、さらにはオルソ画像(真上から補正したように幾何補正した画像)の作成を行った。ただし、ドローンに搭載されているGPSは、様々な条件によりその精度が大きく変動することが知られているため(Kako et al., 2012)、ドローン空撮から得られた位置情報は、基準点(任意)から対象物の周りに10点程度設置した対空標識(図2赤丸)までの距離をトータルステーション(TS)で現地測量し、その結果を



図2 ドローン空撮から得られた海岸画像。赤丸は対空標識を示す。地上画素寸法は5mm(上空17mから撮影)。

元に補正した。

本研究では、Python用のディープラーニングフレームワークであるKeras(<https://keras.io>)を使用してディープラーニングモデルを構築し、プラスチックごみの自動検出を行った。図3に本モデルの構成図を示す。3層のニューラルネットワークからなる本モデルは、それぞれ16の隠れ層を持つ二つの中間層と、ひとつの出力層で構成され、中間層ではReLUが、出力層では予測値のスコア(0から1の間の値)を出力

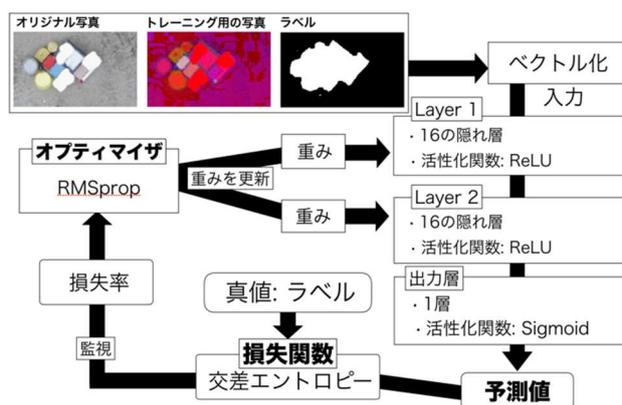


図3 ディープラーニングモデルの構成図

するためにシグモイドが活性化関数として適用されている。損失関数と最適化は、Chollet(2017)に従い、二値交差エントロピーとRMSpropをそれぞれ用いた。学習データとしては、海岸のHSV値画像(色相:Hue、彩度:Saturation、明度:Value of Lightness; 図2参照)を二値ベクトルデータ(0 or 1)に変換したものを使用し、そのラベリングは海岸と漂着ごみを2色(白 or 黒; 図2)に分けることで行った。

本研究では、この学習データを任意に一万個ずつの訓練データと検証データに分け、ディープラーニングモデルの構築に供した。学習過程では、ディープラーニングモデルを512サンプルのミニバッチで20エポックの訓練をすると同時に、検証データを使ってモデルの損失率と精度(正解率)の確認を行った。最後に、オルソ画像から抽出された漂着ごみのエッジをCanny法(Canny, 1986)によって検出し、それをDSMに入力することで、エッジに囲まれた範囲の底面積と高さ(すなわち、体積)を推定した。

#### 参考文献

- Derraik, J. G. B., 2002, Marine Pollution Bulletin, 44, 842–852.
- Nakashima, E., et al., 2012, Environmental Science & Technology, 46, 10099–10105.
- Kako et al., 2012, Marine Pollution Bulletin, 64, 1156–1162.
- Chollet, F., 2017, “Deep learning with Python”, 384 Manning Publications, Greenwich, CT, USA.
- Canny, J., 1986, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 8, 679–698.

(8) 研究題目 7: 「陸域・河口域のマイクロプラスチック調査と解析」

リーダー：中田晴彦 (Output1, Output4, Activities 1.5)

① 研究題目 7 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

近年、マイクロプラスチック (MP) による環境汚染への関心が高まっている。粒径 5 mm 以下のプラスチック片と定義される MP は、主に流出したプラスチックごみ (以後プラごみ) の微細化によって発生する。プラスチックごみの大量流出が今後も維持された場合、2066 年には太平洋表層中の MP は、海洋生物への影響が懸念される 1,000 mg/m<sup>3</sup> に達すると試算され (Isobe et al., 2019)、早急な対策が求められている。しかしながら、海洋を対象とした調査は多い一方で、プラごみの発生源に近い都市淡水域を調査した例は少ない。調査を通じて発生源や流入経路に関する知見が得られれば、より効率的な汚染対策が可能になる。そこで本研究は、タイで実施予定の本課題の予備的調査として、都市淡水域である江津湖 (熊本市) と大濠公園池 (福岡市) を対象に底質および魚類中の MP の汚染状況を調査し、MP 発生源を明らかにすることを目的とした。方法の詳細は⑤を参照されたい。



図 4 底質中の MP 濃度

分析に供した江津湖と大濠公園池の底質 36 試料のうち 32 試料から MP が検出され、この種の汚染が広域拡散している様子が示された (図 4)。ボート乗り場の 2 地点 (後述) を除いた上江津湖底質中の MP 濃度 (中央値) は 1,034 個/kg (乾重あたり) であり、全般に湖の東側で高く北側と南側で低い様子が窺えた。一方、下江津湖の底質中 MP 濃度 (中央値) は 725 個/kg で、濃度範囲は 0~1,269 個/kg であった。おおむね北側で高く、南側で低い傾向が示され、上江津湖から湖水とともに MP の流入が示唆された。下江津湖は上江津湖より全般にやや濃度が低く、この理由として周辺河川からのプラスチック流入が少ないことが考えられた。河川底質中の濃度範囲は流入河川では 21~25 個/kg、流出河川でも 27~228 個/kg と江津湖内部に比べて明らかに低値だった。

上江津湖の底質中 MP の材質はポリエチレン (PE) が 50% と最も多く、次いでポリプロピレン (PP, 13%)、ポリエチレンテレフタレート (PET, 12%) の順であった ( $n=134$ )。下江津湖も類似の結果が得られ、PE (58%)、PP (15%)、ポリ酢酸ビニル (PVA, 7%)、PET (5%) の順に高い割合を示した。その一方で流入河川においては PE や PP は検出されず、比重 1.0 以上のポリメタクリル酸メチル (PMMA, 比重: 1.18~1.19) やエポキシ樹脂 (EPO, 比重: 1.11~1.23) が検出された。その理由として、湖と比べ水流の速い河川では比重の小さな PE・PP は速やかに湖へ移動するのに対し、比重の大きな PMMA・EPO は相対的に移動性が低いため河川底質へ沈降する傾向があるためと考えられた。

ボート乗り場の 1 地点 (後述) を除いた大濠公園池の底質中の MP 濃度は、中央値で 61 個/kg、濃度範囲は 0~191 個/kg であった。これは江津湖の底質に比べ 1 桁以上低い値であり、同池に設置された凝集濾過式浄水施設がプラごみや MP の回収に寄与したためと考えられた。

【令和元年度実施報告書】【200529】

一方、他の地点と異なる特徴を示した底質も確認された。上江津湖のボート乗り場直下で得られた底質から平均 36,086 個/kg の高濃度の MP が検出された。プラスチックの組成は他地点と異なり PMMA が 22% と多く、次いで PE (17%)、PET (12%)、ポリアミド (PA, 11%) の順であった。大濠公園池のボート乗り場直下で採取された底質 1 試料においても 2,794 個/kg と他地点より濃度が 1 桁以上高く、その組成は上述の PMMA (27%) と同じアクリル系樹脂のポリメタクリル酸ブチル (PBMA, 18%) が支配的であった。ボート乗り場周辺の底質から高濃度の MP が検出された点は、江津湖と大濠公園池で共通しており、また両地点とも塗料にも利用されるアクリル系樹脂が多く確認されていることから、娯楽用ボートが特異な発生源になっていることが考えられた。そこで江津湖および大濠公園池で採取したボート塗料の断片を FT-IR で分析したところ、ともに底質中 MP と同じ PMMA であることが判明した。以上の結果は、ボート塗料が紫外線劣化や物理的破損によって剥がれ底質に移行している可能性を示しており、類似の結果は韓国沿岸の環境調査でも報告されている<sup>2)</sup>。またボート塗料からは添加剤のフタル酸ジイソオクチル (CAS#: 27554-26-3) が検出されたが、塗料由来と思われる MP 片からは不検出であり、当該物質の水環境中への流出の可能性が示された。

江津湖の魚類胃内容物を調べたところ、MP が検出された (図 5)。検出頻度はニルティラピアが 9 検体中 8 検体 (89%) と最も高く、次いでオオクチバスが 10 検体中 2 検体 (20%) であり、カムルチー 8 検体からは不検出であった。オオクチバスの胃内容物中 MP の濃度範囲は 1~3 個/検体であり、ニルティラピアについては濃度の中央値が 11 個/検体、濃度範囲が 1~38 個/検体であった。また、ニルティラピアから検出されたプラスチックの成分組成は PET (37%)、PE (29%)、PP (12%) の順に多かった。ニルティラピアの方が検出頻度と濃度の中央値がともに高く、その理由としてオオクチバスやカムルチーが魚食性であるのに対し、ニルティラピアはデトリタスや水草等 MP が付着しやすい餌を食べる雑食性であるためと考えられた。また、ニルティラピアの胃内容物中のプラスチック組成は、採取地点である上江津湖および流出河川の底質中のものと比べ、PE や PET といった成分が共通するが成分比は異なっていた。よって、ニルティラピアの MP 摂食経路は、底質中のデトリタスよりも水草や浮遊物からの寄与が大きいと考えられた。

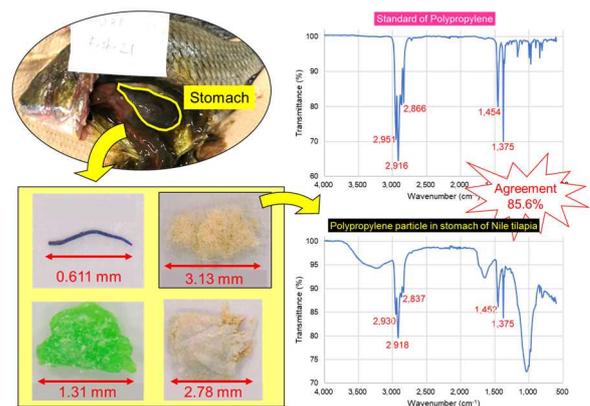


図 5 江津湖で大衆された魚の胃から検出された MP とスペクトル

以上の結果から、江津湖および大濠公園池における MP 汚染は進行していると判明した。またボート塗料が MP 発生へ寄与しているとみられ、塗料流出による環境負荷を今後評価していくべきである。一方で、環境中から魚類への MP 移行の可能性は示唆されたが流入源の特定には至っておらず、今後は生物影響の評価も含めて更なる調査が必要であろう。

## ② 研究題目 7 のカウンターパートへの技術移転の状況

当初の予定では、タイでの分析機器一式の速やかな購入と設置、研究者間の相互交流を通して技術移転を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴った、現段階で実行に至っていない。

## ③ 研究題目 7 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目 7 の研究のねらい (参考)

陸水や河口域を中心に浮遊マイクロプラスチック等の現存量調査を行う。研究をタイ側研究者と共同で行うことで人材育成を図る。またタイの研究者共同で実施することで、観測や分析手法に習熟させる。

⑤ 研究題目 7 の研究実施方法 (参考)

2017年7月～2019年11月にかけて、熊本市内の江津湖（上江津湖と下江津湖）とその流入・流出河川（ $n=26$ ）および福岡市内の大濠公園池（ $n=10$ ）から底質試料を採取した。底質約 50 g（湿重）をオープンで乾燥後、目開き 100  $\mu\text{m}$  のふるいに通した。得られた粒径 100  $\mu\text{m}$  以上の底質約 10 g に 30%過酸化水素溶液または 10%水酸化カリウム溶液を添加し、2～3 日静置して有機物の分解を行った。その後、試料を 60%ヨウ化ナトリウム水溶液で重液分離を行い、浮遊粒子を濾過して乾燥後、実体顕微鏡（LEICA S9、ライカ製）と極微細ピンセットを用いてプラスチックと思われる粒子を手選別により分離した。

また、2019年10～11月に江津湖でカムルチー8匹、オオクチバス10匹、ナイルティラピア9匹の計27匹を採取した。各魚類の胃を摘出し、切開して胃内容物を取り出した。胃内容物に30%過酸化水素溶液を添加し、50℃条件下でオープン内に3～5日間静置した。得られた残渣は底質と類似の処理を行った。MPの定性定量は、回収した全ての粒子を対象に、フーリエ変換赤外分光光度計（FTIR、IR Affinity 1S 島津製作所製）を用いて行った。成分同定は一致率75%を基準とした。また、一部のMP試料は有機溶媒で抽出後GC-MSに導入し、含有化学物質の定性を試みた。

## 参考文献

Isobe, A. et al. 2019, Nature Communications, 10, 417.

## (9) 研究題目 8: 「化学汚染物質の分析」

リーダー：中田晴彦 (Output 1, Output4, Output5, Activities 1.5)

① 研究題目 8 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

本研究題目は現地調査を伴うもので、現段階でタイにおける現地調査が可能な状況にないため、具体的な進捗はない。

② 研究題目 8 のカウンターパートへの技術移転の状況

当初の予定では、タイでの分析機器一式の速やかな購入と設置、研究者間の相互交流を通して技術移転を想定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴った、現段階で実行に至っていない。

③ 研究題目 8 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目 8 の研究のねらい (参考)

研究の目的及び内容：マイクロプラスチックに含有される化学汚染物質の定量を行う。以上の研究をタイの研究者共同で実施することで分析手法に習熟させる。

⑤ 研究題目 8 の研究実施方法 (参考)

採集したマイクロプラスチックの一部は、含有有機化学汚染物質(POPs)の分析に供される。サン

プルはチュラロンコン大、もしくは熊本大学や京都大学、もしくは東京農工大(試薬等を JST 予算)に輸送する。PCBs、有機塩素系農薬(DDTs)、臭化ジフェニルエーテル(PBDEs)、さらに POPs 候補物質の多環芳香族炭化水素(PAHs)等を対象とする。ゲルクロマトグラフィー等を適宜使用して同定・定量するが、チュラロンコン大で分析設備がない POPs については、まず日本での分析したのち、必要な分析設備(ガスクロマトグラフ等質量分析計等)を選定の上、各年で拡充する(現地調達予定)。

(10) 研究題目 9: 「サンゴ礁のマイクロプラスチック調査と解析」

リーダー: 田中周平 (Output1, Output4, Activities 1.1, 1.3)

① 研究題目 9 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

私たちの身の回りにはプラスチック製品があふれている。毒性が疑われる化学物質の多くは疎水性であり、環境中の有機物質などを吸着し移動する。従来、Natural Organic Matter が微量化学物質の輸送体として注目されていたが、本課題リーダーは水環境中のマイクロプラスチックがそれに代わると着目してきた。既存研究の大部分は 300  $\mu\text{m}$  以上を対象に分析していたが、より微小なマイクロプラスチックの分析に成功し、底質中にマイクロファイバーやタイヤ屑などが蓄積していることが分かってきた。大阪湾や琵琶湖のマイクロプラスチックの表面には、肺がんの要因のひとつである塩素化アントラセンが水中と比較し 600 万倍濃縮されていることが示された。サンゴは数  $\mu\text{m}$  レベルの極微小なマイクロプラスチックを取り込んでいる。現在、タイ南部における研究拠点の整備を進めている。当年の本研究題目では、サンゴ礁周辺におけるマクロプラスチック汚染の現況調査を実施するためのタイ南部における研究拠点を整備することを主目的とした。手法の詳細は⑤を参照されたい。

タイ王国南部サムイ島周辺のサンゴ礁の周りの海水中のマイクロプラスチックを写真 3 に示す。10  $\mu\text{m}$  メッシュのステンレスろ紙上に、多くのマイクロプラスチックが検出された。一部の海域では、100  $\mu\text{m}$  よりも大きなマイクロプラスチックが個数密度 5,000 個/ $\text{m}^3$  で検出され、高濃度に汚染されていることが示唆された。

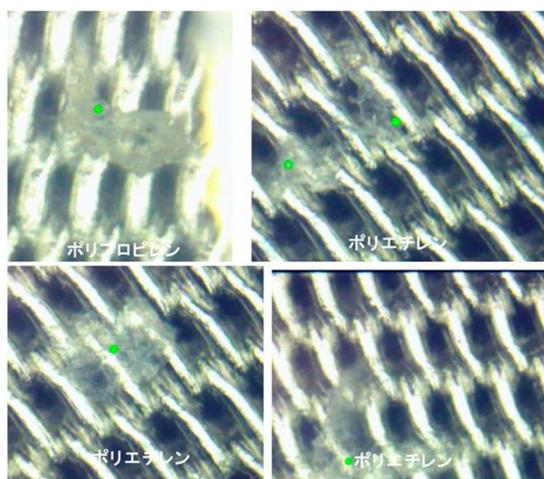


写真 3 タイ王国サムイ島周辺のマイクロプラスチック

② 研究題目 9 のカウンターパートへの技術移転の状況

現在、タイ南部における研究拠点の整備を進めている。

③ 研究題目 9 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新型コロナウイルス感染症の拡大である。

④ 研究題目 9 の研究のねらい（参考）

サンゴ礁を中心に浮遊マイクロプラスチック等の現存量調査を行う。研究をタイ側研究者と共同で行うことで人材育成を図る。またタイの研究者共同で実施することで、観測や分析手法に習熟させる。

⑤ 研究題目 9 の研究実施方法（参考）

タイ南部の Walailak 大学の Jira Kongpran 博士と協力し、Walailak 大内でのマイクロプラスチック分析拠点の整備を進めた。2019 年 9 月に Walailak 大学を訪問し、京都大学地球環境学堂と Walailak 大学 Environmental Health 学部との間で、学生交流協定を締結した。その後、Walailak 大内の化学物質分析のラボを訪問し、マイクロプラスチック分析に必要な消耗品をピックアップした。目開き 100  $\mu\text{m}$  のプランクトンネット、有機物分解、比重分離のための試薬類などを購入し、タイ南部におけるマイクロプラスチック分析拠点の準備を進めた。

(11) 研究題目 10: 「タイ王国のプラスチック廃棄物フロー解析と削減政策の策定」

リーダー：佐々木創 (Output5, Activities 5.1)

① 研究題目 10 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

タイにおいては、中国廃棄物原料輸入規制により自国で発生した廃プラの輸出先を失ったと同時に、日本や欧米など先進国からの輸入も急増したため、2018 年中頃に廃プラスチック問題が注目を集めた。2018 年 6 月 2 日に、プラスチック袋を飲み込み死んだクジラの写真をタイ海洋沿岸資源局 (DMCR) が SNS に発表し、折しも、毎年 6 月 5 日に国連環境計画 (UNEP) が主催する世界環境デーのテーマが「Beat Plastic Pollution)」であり、廃プラスチック問題は注目され、社会問題化した。Jambeck ら(2015) が推計した「陸上から海洋に流失した廃プラ発生量 (2010 年推計) ランキング」において、タイは年間最大で 41 万トンと世界で 6 番目に多い発生量であると指摘されている。銅推計では、散乱ごみの発生量を総都市ごみ発生量の 2% として一律に推計している。タイでは 2018 年に野焼きや野積みなどの不適正処理量が 736 万 t (発生総量 26%) と報告されていることから過少推計の懸念がある。同様に海洋への流出率においては、低位 15%、中位 25%、高位 40% を推定値として全世界に一律に適用している。タイの野焼きや野積みで流出するマクロ・マイクロプラスチックの流出量を実測することは、同様の問題を抱える途上国の海洋プラ問題で重要なデータになると考えられ、タイにおけるプラスチックマテリアルフロー分析が基礎データとして重要となる。SATREPS「東南アジア海域における海洋プラスチック汚染研究の拠点形成」において陸域の廃プラスチックモニタリング手法の開発を担当する本課題では、現在、タイのマテリアルフロー研究拠点の整備を進めている。

② 研究題目 10 のカウンターパートへの技術移転の状況

タイにおける廃プラスチックのマテリアルフローの研究に実績のある 3 研究者の特徴、カウンターパート、SATREPS との親和性などを整理すると表 2 のようになる。

表2 タイにおける廃プラスチックのマテリアルフローの研究概要

研究者	研究内容	主なカウンターパート	SATREPS と関連
Prof. Manit	タイ全国のマテリアルフロー解析	Pollution Control Department (PCD)	基礎データを収集済みあり、PCDの委託先
Dr. Kavinda	メコン川流域のプラスチック流出量の推計	UN Environment Programme (UNEP)	ドローンによる計測
Dr. Chart	バンコク都の運河のプラスチック流出量の推計	National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan	陸域から水域への流入量の実測

上記3研究者の研究とSATREPSとの関係は、一長一短があるものの、タイの都市ごみ管理の所管官庁であるPCDから委託されてマテリアルフロー分析を実施していること、また、PCDの担当官が研究代表者と既にコネクションがあったこと、Prof. Manitによるマテリアルフローの短所である実測の部分をSATREPSの研究者で補完することで相互にメリットが享受できること(図6)から、タイにおけるマテリアルフロー研究の適切なカウンターパートとして関係を構築している。なお、他の2研究者からもSATREPSとの意見交換・協力は前向きである。



図6 マテリアルフロー分析におけるトップダウンアプローチとボトムアップアプローチ

- ③ 研究題目10の当初計画では想定されていなかった新たな展開  
新型コロナウイルス感染症の拡大である。
- ④ 研究題目10の研究のねらい(参考)

文献調査やドローン等を用いたモニタリング調査によって、タイ王国のプラスチック廃棄物フローを解析する。タイ研究者や研究代表者と共同しつつ、廃棄物フローや海洋汚染の状況を踏まえ

て削減政策の策定を行う。

⑤ 研究題目 10 の研究実施方法（参考）

共同研究の実績がある Sujitra 講師の協力でタイ語文献も含め先行研究の評価を実施した。タイにおいて、廃プラスチックのマテリアルフローの先行研究は主に下記の 3 研究者の研究室によって主導されている。

1. Asst. Prof. Manit Nithitanakul, The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
2. Dr. Kavinda Gunasekara, Geoinformatics Center, Asian Institute of Technology
3. Asst. Prof. Chart Chiemchaisri, Faculty of Engineering, KASETSART University

次に、2020 年 1 月に日本国・環境省とタイ王国・天然資源環境省が共催した Thailand-Japan Environmental Solutions Week において、研究代表者がコーディネーターを務め、上記の 3 研究者を招聘しセッションで発表してもらった。その後、ディスカッションや意見交換を実施した。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

本提案課題の目的は、(1) 熱帯域や亜熱帯域における海洋プラスチック汚染に関する研究拠点の形成である(プロジェクト終了後の成果として残す「こと」1)。そして、(2) 研究拠点からタイ政府に向けて、科学的知見を基盤とした海洋ゴミ削減のためのアクションプランの提案である(プロジェクト終了後の成果として残す「こと」2)。そのため、科学的エビデンスを積み上げる海洋学や環境化学研究者と、エビデンスを基盤として、タイ政府のアクションプラン作成を強力に支援するべく、環境経済や環境法あるいは社会経済の研究者を日タイ双方に配置した。本課題にはタイ政府機関(天然資源環境省 Department of Marine Coastal Resources (DMCR))が参画しており、加えて、2019 年の協議において同省 Pollution Control Department との協力関係も構築できている。これ以外にも、今後は、チュラロンコン大学から政府中枢へと、複数経路を経てのアクションプランに対する提言を想定している。アクションプランをタイ政府が実践することで、持続的な投棄プラスチックの削減、ひいては海洋プラスチック汚染の軽減が社会実装される。この(3) アクションプランを ASEAN 域内にロールモデルとして提示することも本研究課題の目的である。本拠点においてはチュラロンコン大学・理学部・海洋科学科に在籍する研究者が中核となる。

目的(1)に関連して、本課題終了後には、海洋プラスチック汚染のモニタリング（大型の漂着ゴミ計量や、海水や底泥中のマイクロプラスチックの採集や計量）を定期的・継続的に実施する体制が整う。既にタイでも漂着ゴミのモニタリングは政府機関の DMCR によって行われているが、人員・設備も限られ、現状では限定された範囲の不定期な調査でしかない。調査項目に新たにマイクロプラスチックを加え、さらに、海洋ゴミのモニタリング手法の効率化・高精度化へ大幅な改善を図る。本提案課題終了後のモニタリングは、本課題が形成する研究拠点、すなわちチュラロンコン大学と DMCR の官学連携体制(コンソーシアム)のもと継続される。多様な事業対象を持つ DMCR 単体では、やはり継続的なモニタリングは難しい。タイにおける政府現業機関の規模を考えれば、DMCR(官)の力不足をチュラロンコン大(学)が知的・人的に支援する、継続可能なモニタリング体制の構築が現実的とは、タイ側の強い要望であった。ASEAN 域内に初めて誕生する調査・研究が一体となった海洋プラスチック汚染の研究拠点である(科学技術政策への貢献)。高温・高湿環境でのプラスチック劣化の促進や、サ

【令和元年度実施報告書】【200529】

ンゴ礁によるプラスチック片の捕捉、あるいは多様な生態系への影響など、高・中緯度に位置する日米欧とは異なる海洋プラスチック汚染研究の展開が期待できる(科学技術の発展)。研究拠点(コンソーシアム)の活動には、サイエンスカフェの開催といった啓発活動を含む。調査・研究の成果を市民と共有し、プラスチックゴミの減量や再利用の意義を理解させる(科学技術政策への貢献)。なお、地域国際機関である東南アジア漁業開発センター(SEAFDEC)は、調査船の運航など実海域におけるモニタリング支援が現段階で合意済みである。

次節以降に詳述するが、目的(2)のアクションプランを実効性のあるものにするべく、我々は成果目標を三階層に分ける(以下、社会実装に至るまでの道筋)。第一階層(時期:1~3年次)では、本研究課題を比較的に限定された行政区域(チョンブリ県サッタヒーブ郡:サマエサン・プロジェクト)で実行する(当初計画からタイ側要望によってプロジェクト名称を変更)。これはタイ研究者からの提案であった。投棄ゴミの発生源や経路の解析、海洋ゴミの現存量や動態解析、あるいは将来予測、そして影響評価、東南アジアに共通するステークホルダーが参画する削減のためのロードマップ作成が、サマエサン・プロジェクトでの成果である。この地域プロジェクトの成果をエビデンスとして、タイ全土に成果を拡張させる既存アクションプランの高度化を提言する(第二階層, 時期:1~4年次)。そして、目的(3)に関連して、タイのみならず ASEAN 域内での海洋プラスチック汚染の現状監視、あるいは将来予測や投棄プラスチックゴミの削減を目指した上位目標(第三階層, 時期:2年次から適宜)へとつなげていく。

なお、2020年度は新型コロナウイルス感染症のため、日本とタイ間で交通が不可能となり、特に現地調査を伴うプロジェクト全体が停止している。交通再開後の速やかなプロジェクトの始動に向けて、オンラインの zoom 会合を日本とタイ側の研究者でもち、交流再開後の速やかな研究プロジェクトの開始に向け連絡を密にしている状況である。

### III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など (公開)

#### (1) プロジェクト全体

プロジェクトの開始に至っていない現状では、課題の抽出と克服するための工夫・教訓を記載できる段階にない。交通再開後の速やかなプロジェクトの始動に向けて、オンラインの zoom 会合を日本とタイ側の研究者でもち、交流再開後の速やかな研究プロジェクトの開始に向け連絡を密にしている状況である。再開の見通しは6月末段階では立っていないが、I.2での記載通り、各研究題目では国内で実施可能な準備を着々と進めている。

現在のところ、タイ側と協議して、日本側研究者のカウンターパートを以下のように設定している。今後に実情に応じた変更は想定されるものの、現段階では交流の再開に向けてカウンターパートとの連絡も密にするように参画研究者に依頼している。

Research Area	#PDM	Main Members in Thai ( <b>Bold = Leader of the group</b> )	Main Members in Japanese ( <b>Bold = Leader of the group</b> )
<b>Biology work:</b> Example of research (but not limited to this) • accumulation of microplastics on marine	1-1	<b>Dr. Voranop Viyakarn (CU)</b>	<b>Dr. Haruhiko NAKATA(Kumamoto)</b>
	1-2	Dr. Sanit Piyapattanakorn (CU)	Dr. Shuhei TANAKA(Kyoto)
	1-3	Dr. Kornrawee Aiemsomboon (CU)	Dr. Hideshige TAKADA (TUAT)
	1-4	Dr. Naraporn Somboonna (CU)	
	2-1	Dr. Pokchat Chutivisut (CU)	
	2-3		

animals, sediments, beaches, and water • impact of microplastics on physiology and genetics of marine animals	2-4 2-5	Dr. Suchana Chavanich (CU) Dr. Udomsak Darumas (WU) Dr. Supawa Kan-atireklap (DMCR)	
<b>Chemistry work:</b> Example of research (but not limited to this) • accumulations of chemical pollutants on microplastics	1-1 1-2 1-3 1-4 1-5 2-1 2-3 2-4 2-5	<b>Dr. Sujaree Bureekul (CU)</b> Dr. Siriporn Pradit (PSU)	<b>Dr. Haruhiko NAKATA(Kumamoto)</b> Dr. Shuhei TANAKA(Kyoto) Dr. Hideshige TAKADA (TUAT)
<b>Physical work:</b> Example of research (but not limited to this): • Distribution of microplastics in the ocean and transportation by using a model	2-2 2-3 2-4 2-5 4-2	<b>Dr. Patama Singhruck (CU)</b> Dr. Suriyan Saramul (CU)	<b>Dr. Atsuhiko Isobe (Kyushu)</b> Dr. Hisayuki ARAKAWA Dr. Tadashi TOKAI Dr. Keiichi UCHIDA (Kaiyodai) Dr. Shinsuke IWASAKI (CERI)
<b>Monitoring of plastic waste:</b> • Monitoring of plastic waste generated and plastic waste flow in Samae San area	3-1 3-2 3-3 3-4 3-5	<b>Dr. Manit Nithitanakul (CU)</b>	<b>Dr. So SASAKI (Chuo)</b> Dr. Kako Shin'ichiro (Kagoshima) Dr. Haruhiko NAKATA (Kumamoto)
<b>Drone monitoring:</b> • Monitoring of beach debris by using drones	3-3 4-1	<b>Dr. Se Songploy (CU)</b> Dr. Voranop Viyakarn (CU)	<b>Dr. Kako Shin'ichiro</b> (Kagoshima)
<b>Social and community engagement and outreach, policy making:</b> • Create the involvement and engagement of local communities for reduction of marine debris • Making a “Community Model” led by local people as an example for the country in reduction and prevention of marine debris • Make management plans and policy plans	5-1 5-2 4-1 4-2 4-3 4-4	<b>Dr. Suchana Chavanich (CU)</b> Dr. Somrudee Jitpraphai (CU) Dr. Kornrawee Aiemsomboon (CU) Dr. Sujitra Vassanadumrongdee (CU) Dr. Maneerat Paktube (EAU) Dr. Phusit Horpet (WU) Dr. Naporn Popattanachai (TU)	<b>Dr. Atsuhiko Isobe (Kyushu)</b> Dr. So SASAKI (Chuo)

#### NOTES

- Members from BU/PCU/SEAFDEC will be added later.
- More members from Thai site may be added later.

#### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

##### (1) 成果展開事例

プロジェクトの開始に至っていない現状では、課題の抽出と克服するための工夫・教訓を記載できる段階にない。

## (2) 社会実装に向けた取り組み

タイ政府天然資源環境省 Pollution Control Department と協議し、同機関による海洋ゴミ削減に向けたアクションプランの策定を、本プロジェクトの科学的エビデンスをもとに支援していくことを確認した。

## V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

M/M 署名が行われた 2019 年 10 月 7 日には、チュラロンコン大学で記者会見を実施した。タイ政府の PCD 局長ほかの政府関係者や、タイ王国と日本のメディア 50 名程度が参加し(写真4)、日本とタイが共同で行う本プロジェクトが、タイ国内で大きく報道された。また日本においても NHK やテレビ朝日等のテレビ報道や、日本経済新聞等の新聞各紙で報道が続いた。



写真4 M/M 署名時にチュラロンコン大学で実施した記者会見

## VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

## VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】 (非公開)

## VIII. その他 (非公開)

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2019	Isobe, A., ... S. Chavanich, ... V. Viyakarn ほか22名, An interlaboratory comparison exercise for the determination of microplastics in standard sample bottles, Marine Pollution Bull., 2019, 146, 831-837	<a href="https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.033">https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.033</a>	国際誌	発表済	

論文数 1 件  
 うち国内誌 0 件  
 うち国際誌 1 件  
 公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2019	Maximenko, N., ... A. Isobe ほか59名, Toward the Integrated Marine Debris Observing System, frontiers in Marine Science, 2019, 6, Article 447.	<a href="https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00447">https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00447</a>	国際誌	発表済	
2019	van Sebille, ... A. Isobe 他36名, The physical oceanography of the transport of floating marine debris, Environmental Research Letters, 2020, 15, 023003	<a href="https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7d">https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7d</a>	国際誌	発表済	
2019	Yukioka, S., S. Tanaka, Y. Nabetani, Y. Suzuki, T. Ushijima, S. Fujii, H. Takada, Q. V. Tran, S. Singh, Occurrence and Characteristics of Microplastics in Surface Road Dust in Kusatsu (Japan), Da Nang (Vietnam), and Kathmandu (Nepal), Environmental Pollution, 2019, 256, 1-8.	<a href="https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.11.3447">doi.org/10.1016/j.envpol.2019.11.3447</a>	国際誌	発表済	
2019	佐々木創, タイにおけるプラスチック問題の現状と課題, 環境経済・政策研究, 2019, 12, 46-50.	10.14927/reeps.12.2.46	国内誌	発表済	
2019	恵良要一・中田晴彦, 都市淡水域における底泥中マイクロプラスチックの濃度分布と起源推定: 江津湖(熊本市)と大濠公園池(福岡市)を例に, 水環境学会誌		国内誌	in press	
2019	田中周平, 垣田正樹, 雪岡聖, 鈴木裕識, 藤井滋穂, 高田秀重, 下水処理工程におけるマイクロプラスチックの挙動と琵琶湖への負荷量の推定, 土木学会論文集G(環境), 2019, 75, III35-III40		国内誌	発表済	

論文数 6 件  
 うち国内誌 3 件  
 うち国際誌 3 件  
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件  
 公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件  
 公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件  
口頭発表 0 件  
ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2019	国際学会	Isobe, A., Monitoring & modeling of pelagic microplastics around Japan ,Capacity Building on Global Marine Debris Monitoring and Modeling: Supports Protection of the Marine Environment, Bali Indonesia, Feb 17-19.	招待講演
2019	国際学会	Isobe, A Recent advances in marine plastic pollution research in Japan, Microplastics Pollution in the Environment in Asia, Bundon Indonesia, July 16	招待講演
2019	国際学会	Isobe, A. Monitoring and modeling of pelagic microplastics in the current and future Pacific Ocean, The expert workshop Microplastics in the Water Environment, Samui Thailand, Aug 19-21	招待講演
2019	国際学会	Isobe, A Recent advances in marine plastic pollution research in Japan, Chennai India, Dec 17-19	招待講演
2019	国際学会	Sasaki, S., Recent trends of recyclable waste trade in Thailand, he 1st International Symposium on Electronic Waste and End-of-Life Vehicles (ISEE), Korea Society of Waste Management (KSWM), International Convention Center (ICC) Jeju, Republic of Korea, May 21	口頭発表
2019	国際学会	Ootsuka, T. & S. Sasaki, Formation of a center of excellence for marine plastic pollution studies in the Southeast Asian seas supported by JST-JICA, SATREPS, echnical consultation for the Project "Promotion of Countermeasures Against Marine Plastic Litter in Southeast Asia and India, , The Sukosol Hotel, Bangkok, Thailand, June 5.	口頭発表
2019	国内学会	中田晴彦, 渡邊地洋, プラスチック製品の経時劣化に関するフィールド研究, 日本ベントス学会・日本ブランクトン学会・合同大会, 静岡市産業交流センター, 9/18	口頭発表
2019	国内学会	原野 真衣, 中田 晴彦 室内ダスト中のマイクロプラスチックの発生源とヒト暴露量の推定, 第28回環境化学討論会, 埼玉会館, 6/12	口頭発表

招待講演 4 件  
口頭発表 4 件  
ポスター発表 0 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件  
 公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件  
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0件

# 成果目標シート

研究課題名	東南アジア海域における海洋プラスチック汚染の拠点形成
研究代表者名 (所属機関)	磯辺篤彦 (九州大学応用力学研究所教授)
研究期間	H31採択 (暫定契約期間終了後の5年間)
相手国名／主要相手国研究機関	タイ王国/チュラロンコン大学理学部海洋科学科
関連するSDGs	目標 14. 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する

## 成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	海洋ごみ上流域における廃プラスチックの海洋投棄量削減。我が国海岸に漂着する、あるいは周辺海洋に浮遊するマイクロプラスチック(MP)現存量の低減。新素材開発への方向性を提示
科学技術の発展	熱帯・亜熱帯域から中緯度海域におけるマイクロプラスチックのモニタリング手法の標準化・統一化。これに伴う浮遊マイクロプラスチック濃度のデータセット作成
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	ASEAN域内における海洋ゴミやマイクロプラスチック・モニタリング手法の統一化・標準化
世界で活躍できる日本人人材の育成	海外共同調査等を設計・実施する若手研究者の経験知。国際共同研究体制構築へのリーダーシップ育成
技術及び人的ネットワークの構築	熱帯・亜熱帯域に形成される海洋プラスチック汚染研究拠点と、中緯度海洋での拠点である我が国研究機関の連携で、広範囲の海洋プラスチック汚染を包括する研究連携体制を構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	廃棄プラスチックゴミの削減に向けたアクションプランをタイ政府に提出。熱帯・亜熱帯域における海洋プラスチック汚染研究論文の恒常的な発表。ASEAN域内の各国共同調査によるホットスポットにおける浮遊マイクロプラスチック濃度のマッピング

## 上位目標

- (1) ASEAN域内における廃プラスチックの海洋投棄量低減
- (2) 調査・研究拠点をASEANの拠点到に拡充
- (3) 熱帯・亜熱帯域から「ポスト・プラスチック素材」開発を提言

海洋プラスチック汚染の現状と将来のリスクと削減のための行動計画をASEAN域内の市民社会やポリシーメーカーへ発信

## プロジェクト目標

タイ政府へ投棄プラスチックゴミ削減を実現するアクションプランを提出  
熱帯・亜熱帯域における海岸や海域、サンゴ礁や河口域における海洋プラスチック汚染の研究拠点(官学連携のコンソーシアム)形成

