公開資料

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３（２０２1）年度実施報告書

国際共同研究期間*1
２０２０年１０月から２０２５年3月３１日まで
JST 側研究期間*2
２０１９年4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

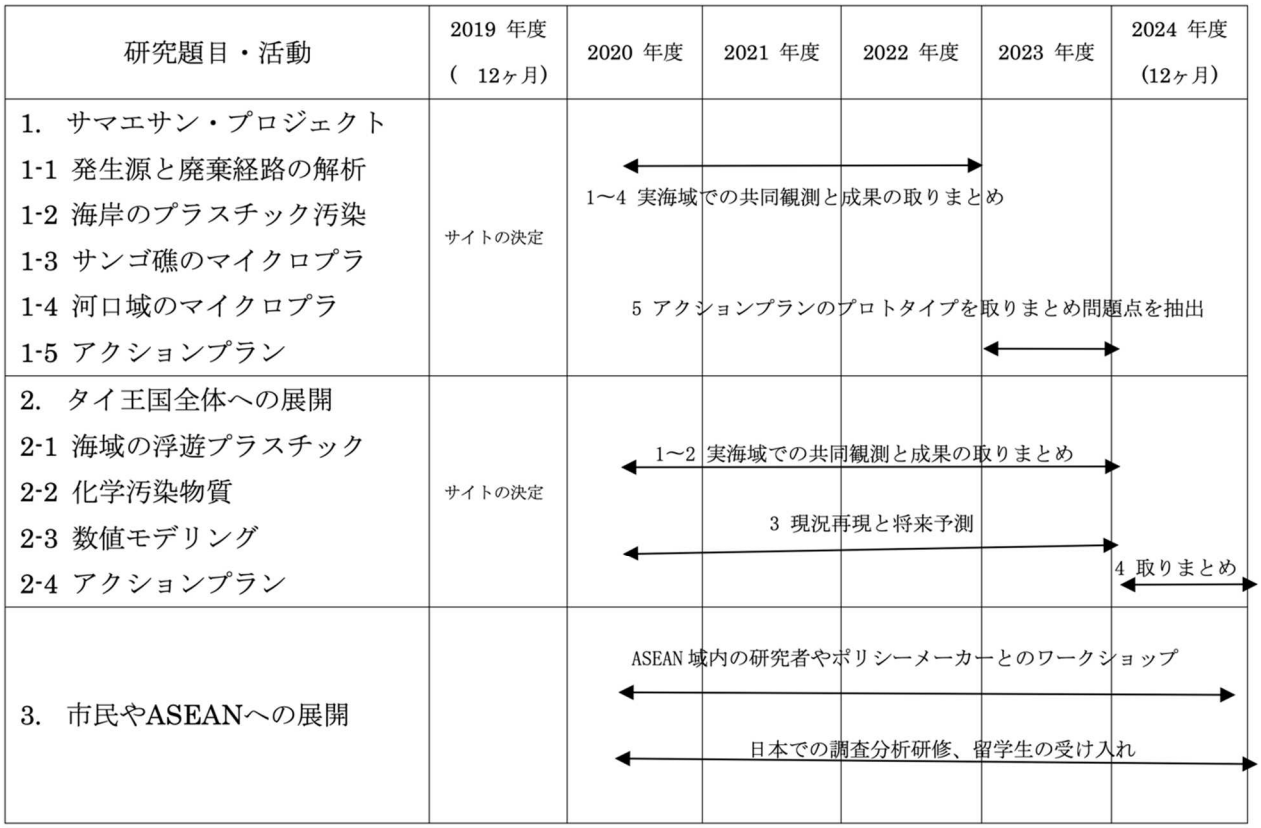
九州大学・教授

## 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

2021 年度は新型コロナウィルス感染症拡大のため、特に現地調査を伴うプロジェクト全体が停滞している。それでも 8 月にチュラロンコン大にて研究代表者とタイ側カウンターパートの打ち合わせ、3 月末に初めての現地調査(サッタヒープ地区での路上マイクロプラスチックの採取)を実施した。




(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、特に現地調査を伴うプロジェクト全体が停滞している。再開の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。2022 年 3 月にサッタヒープ地区での現地調査のほか、2023 年 8 月に日本側研究者をタイ王国に派遣して、現地調査を実施する予定としている。

### 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、新型コロナウィ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、日タイの研究者が連携する現地観測を見合わせている状況である。

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独創性・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。

なお、九州大学は、本課題を発展継承させるサテライト研究拠点「Center for Ocean Plastic Studies」をチュラロンコン大学に設置し、同学内に教員 3 名を 2022 年 4 月より派遣している。

(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

現在、フーリエ変換赤外分光光度計(FTIR)、および顕微フーリエ変換赤外分光光度計(μFTIR)、調査用の小型ボートの購入手続きが進行中である。

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

新型コロナウィ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ンネット（気象庁(JMA)ニューストンネット No.5552：口径，75cm 角（0.56m$^2$）；測長 300cm；網地ニップ，目合：350 ㎛）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。

写真１　マイクロプラスチックの採取

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 300 ㎛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。

(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―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、新型コロナウィルス感染症の拡大によって、現段階では協力体制の構築に至っていない。昨年は、研究が本格化する前の準備として、今世紀に東南アジア海域を含む世界の海域で採取されたマイクロプラスチックの現存量調査(8218 データ)を取りまとめ、現存量のマッピングを実施した(Isobe et al., 2021)。本研究課題においては、この調査結果が、数値モデルの再現目標となる。また、マッピングの空白域が東南アジア域で多く存在する状況を鑑み、本課題における効果的な調査海域の選定に用いる。

このデータセットを再現目標として実施した全球の数値モデリング結果(Isobe & Iwasaki, 2022)について以下に述べる。年間で約 200 万トンに及ぶ川から海に流出するプラスチックごみと，その20%となる漁業プラスチックごみを世界の海に与え，海流に乗せて移動させ，行方を追跡した粒子シミュレーションである。海洋表層(海面から<1 m 水深程度まで)に漂う海洋プラスチックを対象とした。このシミュレーション実験は，1961 年から現在までの期間を想定して行った。プラスチックごみの現在の投入量をベースに，河口のある国ごとにＧＤＰ推移に比例させて投入量を経年変化させた。結果として，期間全体では世界の海に総計で約 2500 万トンに及ぶプラスチックごみを投入した。シミュレーションの中で，プラスチックごみに見立てた仮想粒子は，海岸漂着と海への再漂流を繰り返し，次第に劣化と破砕が進んでマイクロプラスチックとなって，最後には海洋表層から消えるように設定した(観測できないほどの微細片化，生物付着に伴う深海への沈降，海岸砂への吸収などが，すでに報告されている)(図 1)。

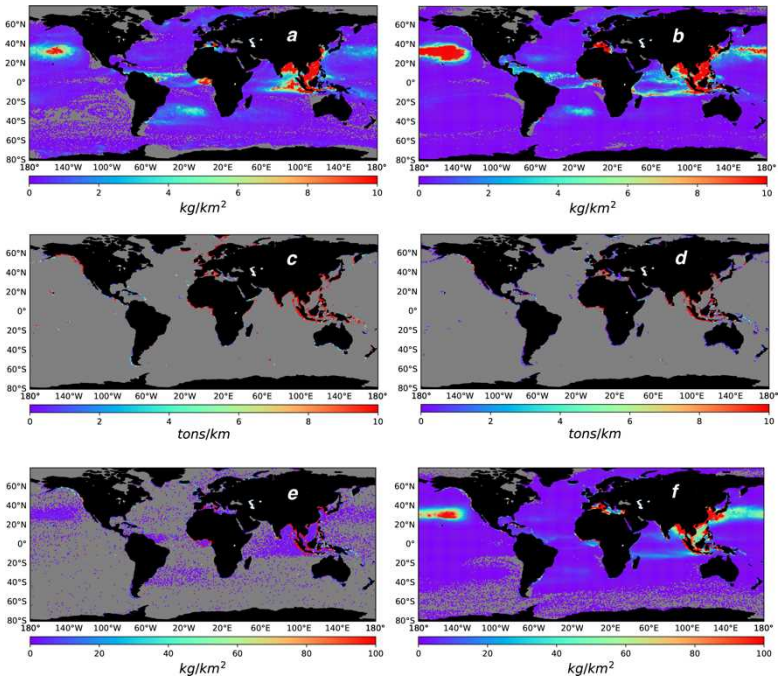



図１　数値モデルで得た現在の浮遊プラスチックごみ(a)と浮遊マイクロプラスチック(b)，漂着

プラスチックごみ(c)と漂着マイクロプラスチック(d),海水よりも重く破砕後に沈降するマイクロプラスチック(e)と、生物付着や砂浜への吸収、あるいは数百μm以下に破砕が進行し、海面での曳網調査では観測できなくなったマイクロプラスチック推定量(f)

このシミュレーション実験の結果は，これまで世界の海で観測された浮遊マイクロプラスチック量や，海岸漂着したプラスチックごみの量をよく再現するものであった。この研究によって明らかになったプラスチックごみの行方は次の通りである。

これまで世界の海に流出した 2500 万トンのプラスチックごみのうち，約 26%(650 万トン)は目視できるサイズのプラスチックごみとして，約 7%(175 万トン)はマイクロプラスチックとして，いまも世界の海で漂流と漂着を繰り返している。そして，約 67%(1,675 万トン)は，マイクロプラスチックに破砕したのち海水より重い素材のため海底に沈んだり，上記の消失過程を経て海岸や海面近くから姿を消したと推計された。そして、海に捨てられた 2500 万トン以外に、陸で捨てられ行方不明となるプラスチックは廃棄プラスチック全体の 95%を占める 5 億トン程度に上ることがわかった。本研究プロジェクトでは陸域での廃棄プラスチックフローを追跡することをテーマの一つに選んでいるが、これがテーマの設定として適切かつ重要であることが確認された(図 2)。

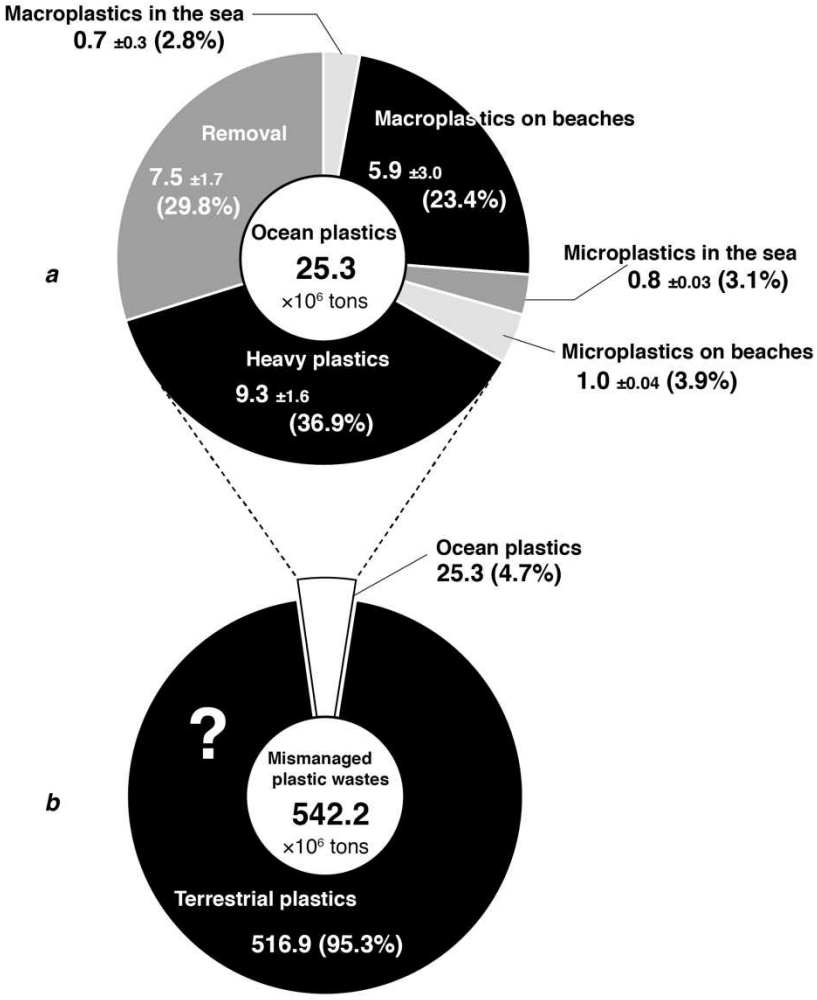



図２　数値モデリングで明らかになった海洋プラスチックの行方(a)と陸域で行方不明となったプラスチックごみ(b)

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、半導体不足と新型コロナウィルス感染症の拡大による流通の停滞に伴い、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

新型コロナウィ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する。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る。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)を実施する。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、2017 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)が目立ち始めた 1961 年から 57 年間とする。

広範な海域の 57 年にわたる計算であるため、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する。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る。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する。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る。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る。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、試行錯誤で決定する。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する。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)推移に比例させる。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砕させる。また、漁業起源のプラスチックごみを全体量の２０％として与えている。

参考文献

Isobe, A. et al., “A multilevel dataset of microplastic abundance in the world’s upper ocean and the Laurentian Great

Lakes". *Microplastics & Nanoplastics*, 1, 16, 2021.
Isobe, A. & S. Iwasaki, "The fate of missing ocean plastics: Are they just a marine environmental problem?" Science of the Total Environment, 825, 153935, 2022.
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
本来ならば SEAFDEC の調査船を利用した現地調査を実施するはずであったが、コロナ禍の状況がタイ王国でも深刻に広がっている現在のところ(2022/5/31)、具体的な観測計画は未定である。現段階で SEAFDEC と計画している調査は、以下の通りである。
Plan 1. タイ湾マイクロプラスチックの分布調査 (0.35-5mm)。目あい 0.35mm のニューストンネットを用いる。ATR 式の FTIR によってプラスチックのポリマー判定
Plan 2. 微細マイクロプラスチック (< 0.35mm)のタイ湾における調査。目あい 0.05mm のニューストンネットを用いる。顕微 FTIR でポリマー判定
Plan 3. 大型プラスチックゴミの目視観測調査。目視観測調査は航海中に日中の毎時で実施する。

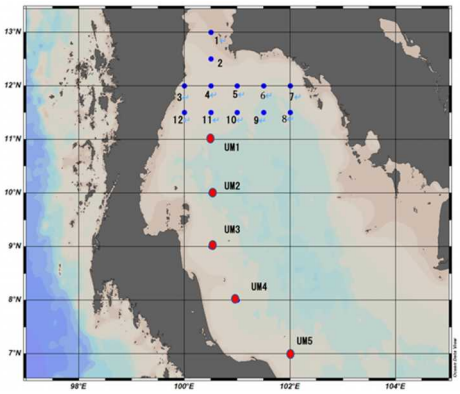



図３　調査位置

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
新型コロナウィ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。

(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

当年の本題目における成果で特筆すべきものはない。

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

上記調査はタイ湾におけるマイクロプラスチック現存量の補正値として利用される。

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

新型コロナウィ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、2022 年 3 月、タイ SEAFDEC において SATREPS との連携について再確認する協議を行った。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。

(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、新型コロナウィルス感染症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。新型コロナウィ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

新型コロナウィ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）

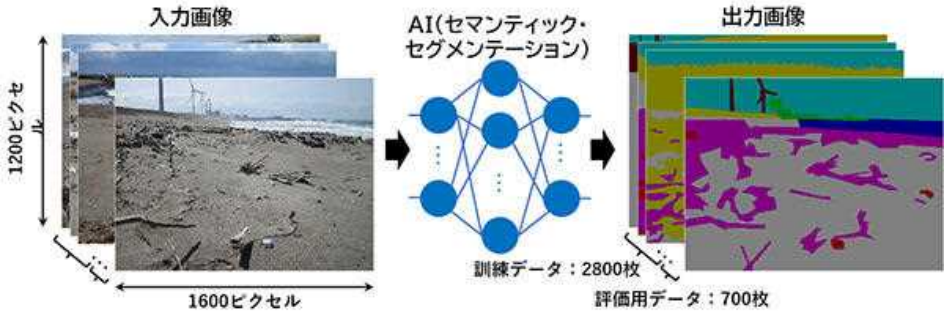
東京海洋大学の練習船を利用した漂流プラスチックゴミの目視観測、マイクロプラスチックの採取、そして九州大学での分析を行う

(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

② 本研究では、セマンティック・セグメンテーションと呼ばれるディープラーニング手法を用い、海岸の写真からピクセル単位で漂着ごみを検出する技術を開発した。セマンティック・セグメンテーションでは、入力された写真に対して、各ピクセルが表すクラス（人工ごみ、自然ごみ、砂浜、海、空等）を出力する。ここで各クラスに特有のパターン（色や模様、形状等）を学習するためには、海岸の写真と、ピクセル単位でクラス毎に塗り分けられた正解ラベルのセットが必要となる。本研究では、山形県庄内総合支庁から提供を受けた海岸清潔度モニタリング写真 3500 枚に対して正解ラベルを作成し、訓練および評価用データとした。（※下記 3 枚の画像に使用している写真も山形県よりご提供いただいた）入力画像、正解ラベルおよび AI による推定画像の例プラスチック製品や瓶・缶、漁具等の人工ごみと、流木や灌木等の自然ごみをそれぞれ検出することも可能である。セマンティック・セグメンテーションと射影変換による人工ごみの被覆面積推定結果海岸漂着ごみ検出後の画像を真上から撮影した構図に射影変換することにより、海岸全体のごみの被覆面積が推定可能であることを示した。この手法の精度は、ドローンによる空撮から得られた正解値との比較によって検証された。



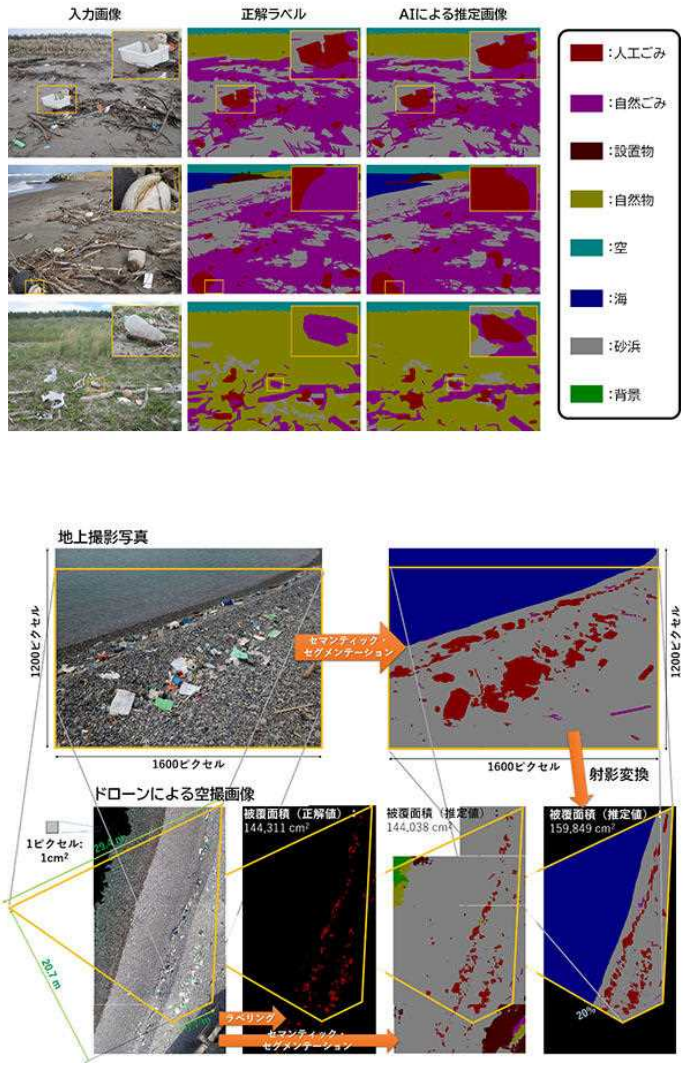



図４　セマンティック・セグメンテーションを用いた、海岸の写真からの海ごみ検出のイメージ

加えて、本研究では、街中や海岸に捨てられたプラスチックごみの画像を収集し、総量の算定に取り組む市民参加型の研究プロジェクトを開始した。プロジェクトでは、株式会社ピリカの提供する無償のスマートフォン(スマホ)アプリである「ピリカ」の画像データを利用する。地域住民が、アプリをインストールしたスマホで街や海岸のプラスチックごみを撮影すれば、これらの画像が日時や位置情報とともに、鹿児島大学に送信される。その画像データから、深層学習を用いてプラスチックごみを抽出し、ごみの種類(ペットボトル、レジ袋など)や被覆面積を自動判別する仕組みである。多くの画像データを集めることで、種類別のプラスチックごみ量の推算や、その時間変化の追跡に取り組む。日本語版に加えて、2021 年度末タイ語版をリリースした。今後はタイの地域住民にアプリとプロジェクトを周知し、画像データを収集する。

図５　スマホの画像データからプラスチックごみの種類を深層学習で自動判別した結果(左)と、ごみの種類別現存量をマッピングしたイメージ(右)

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、新型コロナウィ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

新型コロナウィ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）

本研究題目では、上記ドローンによる漂着プラスチックゴミ定量を、サマエサン地区における海岸や、あるいはオープンダンピングサイトで実施する予定である。

参考文献

Kako et al.,, 2020, “Estimation of plastic marine debris volumes on beaches using unmanned aerial vehicles and image processing based on deep learning” *Marine Pollution Bulletin*, 155, 111127.

Nakashima, E., et al., 2012, Environmental Science & Technology, 46, 10099–10105.

(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

本研究題目は、2022 年 3 月にサッタヒープ地区において、オープンダンピングサイトでの廃棄プラスチックの採取(写真 2)、及び周辺の路上や河川においてマイクロプラスチックの採取を実施した。現在は採取試料の一部を熊本大学に、また一部はチュラロンコン大学に送付し、解析を進めている。

写真２ サッタヒープ地区のオープンダンピングサイト(左)と周辺でのマイクロプラスチック採取。測点を下に示す。

② 研究題目７のカウンターパートへの技術移転の状況

解析に必要な備品の整備を進めるとともに、次年度は短期研修によってチュラロンコン大学の研究者を熊本大学に受け入れ、解析手法の共有化を図る見込みである。

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

新型コロナウィ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）

研究題目 1 の項目⑤と同様である。

(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

昨年度は海岸に散乱するプラスチックゴミをサマエサン地区からタイ側研究者が採取し、熊本大学に送付した。現在、採取したプラスチックゴミに含まれる有害添加物を抽出作業中である。

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、新型コロナウィ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

新型コロナウィ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)。

参考文献

Nurlatifah et al. (2021) *Sci. Total Environ*, 768, 144537.

(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

本年度の本研究題目は、本研究ではセイタカイソギンチャク（*Aiptasia* sp. 、以下イソギンチャクと記す）に粒径 2.1 μm の蛍光ポリスチレン粒子を曝露し蛍光顕微鏡で触手中の粒子数を計数し、液中からの粒子の取り込みと排出を観察、その過程を検討した。

イソギンチャクは実験室の恒温器内で半年以上飼育し、実験には 4 個体のクローンをそれぞれ用いた。曝露には粒径 2.1 μm の青色蛍光ポリスチレン粒子（Thermo scientific, 1.05 g/cm$^3$）を使用し、血球計算盤を用いて海水中の個数密度を調整した。実験は 2021 年 7 月および 8 月に 3 回、それぞれ約 1 週間行った。蛍光粒子の個数密度はそれぞれ 1.0×10$^6$ 個/mL、5.0×10$^6$ 個/mL、1.0×10$^7$ 個/mL とした。実験対象の個体は実験の 24 時間以上前に 100 mL ビーカーにそれぞれ一個体ずつ移し、静置した。懸濁液は実験前に 5 分以上超音波洗浄器内に静置し、転倒混和を十分に行って懸濁を維持させた。実験開始とともに海水を懸濁液に置換し、24 時間静置して蛍光粒子を取り込ませた。飼育時のイソギンチャクの様子および蛍光粒子を取り込んだ様子を図 6 に示す。観察には落射型蛍光顕微鏡を使用し、ビーカー内のイソギンチャクを下から観察して触手中の蛍光粒子数を計数し取り込み量の指標とした。大きさに個体差があったため、計数した触手中の蛍光粒子を触手体積で除して触手体積当たりの蛍光粒子個数を算出しデータを比較した。触手の体積は、イソギンチャクの触手を円錐と仮定し、実体顕微鏡で撮影したイソギンチャクの写真から触手の底辺と長さを計測して算出した。それぞれの個体の口径の長径と短径の平均値と触手体積を表 1 に示す。曝露中は 8 時間毎に観察を行い、適宜ピペッティングにより懸濁を維持させた。曝露時の観察は一時的にイソギンチャクを海水で満たしたカップに移動させて行った。曝露終了時に蛍光粒子懸濁液を海水に置換し、その後は 24 時間ごとに水替えを行った。曝露終了後始めの 24 時間は 8 時間ごとに観察を行い、その後は 24 時間ごとの水替えの直前に観察を行った。

3 回の実験における曝露 24 時間後のイソギンチャクの触手体積当たりの蛍光粒子の個数を図 7 に示す。曝露 24 時間後、個数密度 1.0×10$^6$ 個/mL 曝露時は平均 69 個/mm$^3$、最大 120 個/mm$^3$ となった。5.0×10$^6$ 個/mL 曝露時は平均 390 個/mm$^3$、最大 720 個/mm$^3$ となった。1.0×10$^7$ 個/mL 曝露時は平均 380 個/mm$^3$、最大 600 個/mm$^3$ となった。5.0×10$^6$ 個/mL 曝露時のイソギンチャク触手内の粒子濃度は 1.0×10$^6$ 個/mL 曝露時よりも高くなったが、1.0×10$^7$ 個/mL 曝露時における触手内の粒子濃度とはあまり変わらなかった。

個数密度 1.0×10$^7$ 個/mL 曝露時のイソギンチャクの触手体積当たりの蛍光粒子個数の経時変化を図 8 に示す。実験開始後 120 時間で平均 83 個/mm$^3$、144 時間後には平均 26 個/mm$^3$ となり、曝露終了後 5 日で平均 90%以上の粒子が排出された。時間と共に徐々に粒子は排出された。曝露終了後に触手中の粒子が増加している個体があるが、体内に取り込んだ粒子が触手に分散した可能性が考えられる。

共生藻とともに排出された粒子が見られた。共生藻と共に排出された粒子の蛍光顕微鏡下の様子を図 9 に示す。図の矢印に示すような粒が蛍光粒子であり、周囲に共生藻が見られた。粒子排出時に共生藻をも排出している可能性が考えられ、粒子がイソギンチャクと共生藻の共生を阻害する可能性が示唆された。

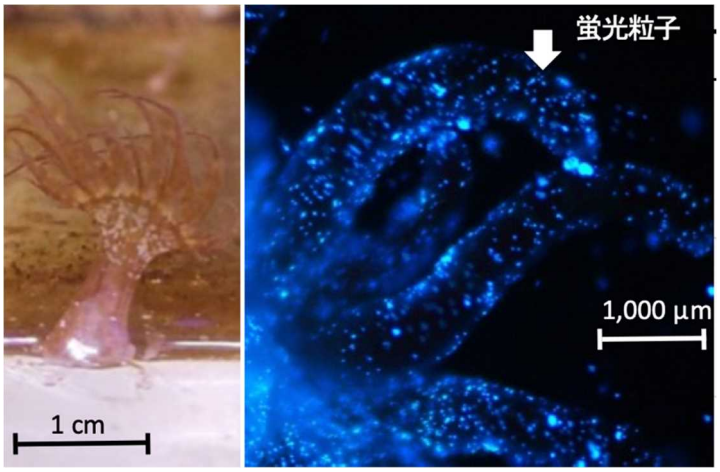



図 6 飼育時のイソギンチャク(左)及び蛍光粒子を取り込んだ様子(右)

表 1　実験個体の後継と触手体積

| 曝露濃度(個/mL) | クローン元 | 口径(µm) | 触手体積($mm^3$) |
|---|---|---|---|
| $1.0\times10^6$ | ① | 1,016 | 0.35 |
| | ② | 1,841 | 1.6 |
| | ③ | 1,518 | 0.40 |
| | ④ | 913 | 0.44 |
| $5.0\times10^6$ | ① | 1,115 | 0.21 |
| | ② | 1,462 | 2.8 |
| | ③ | 841 | 0.23 |
| | ④ | 1,072 | 0.50 |
| $1.0\times10^7$ | ① | 904 | 0.37 |
| | ② | 1,902 | 2.3 |
| | ③ | 913 | 0.28 |
| | ④ | 1,009 | 0.32 |

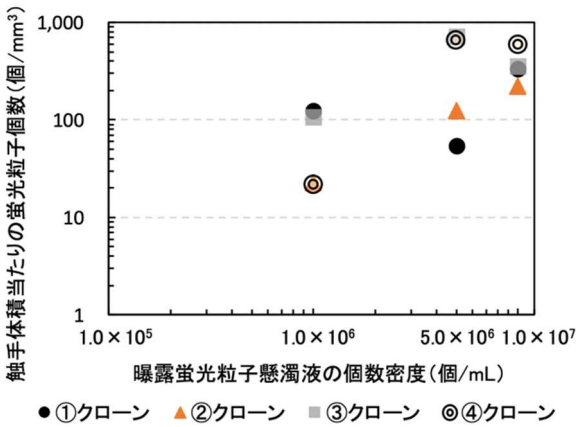



図 7　曝露 24 時間後の宿主堆積あたりの蛍光粒子個数

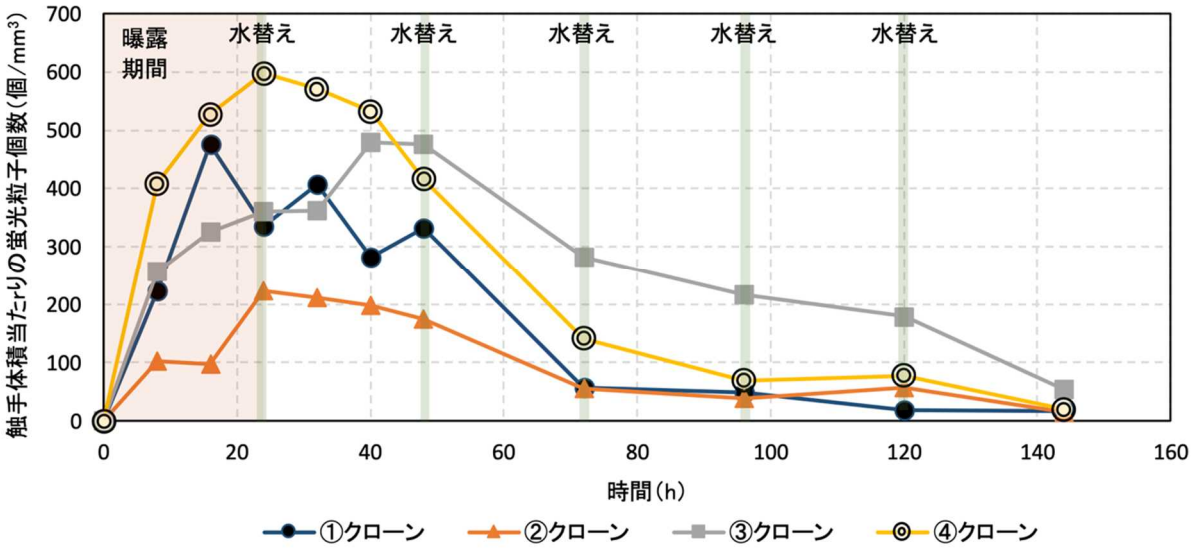



図８　$10^7$ 個/mL で暴露したイソギンチャク触手堆積あたりの蛍光粒子個数の継時変化

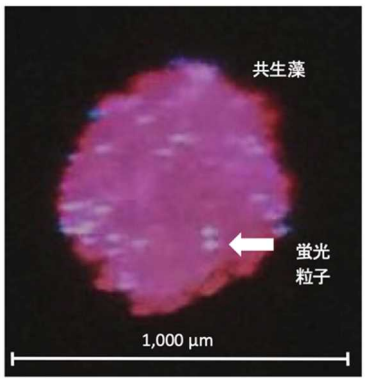



図 9 共生藻とともに排出された蛍光粒子

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においてイソギンチャクの採取を計画している。

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

新型コロナウィ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）

⑥ 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、Wlailak 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 μm 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、2019 年 4 月にタイの内閣は「プラスチック廃棄物管理ロードマップ」を承認した。このロードマップの目的は、2027 年まで海洋プラスチック 50%削減とし、それを達成する数値目標として品目ごとの削減目標率と廃プラのリサイクル目標率が設定されている。この中で、2022 年までにレジ袋の使用禁止が記載されていた。しかし大手流通事業者は、2020 年年始からレジ袋の無料配布を停止することを天然資源環境省と合意し、2020 年始から実際に 75 の大手流通事業者が配布を取りやめた。

順調なスタートを切った大手流通事業者によるレジ袋の無料配布であるが、タイにおいても Covid-19 の感染を防止するため、2020 年 3 月 26 日に非常事態宣言の発令により、いわゆるロックダウンの措置が実施され生活様式が一変する。特に、タイは外食・中食文化であるがレストランや屋台では食事が出来なくなったためフードデリバリーが急増している。この急増するプラスチックの代替素材としてバイオプラスチックが注目され、それを促進するための政策であるバイオ・サーキュラー・グリーン（BCG）経済を国家戦略モデルに据えるとプラユット首相は 2021 年 1 月に表明している。

本研究では、タイにおけるプラスチックマテリアルフローに影響を与えるバイオマスプラスチックの生産動向や関連政策動向についてタイ語の 1 次文献を収集し、バイオマスプラスチック関連する各種報道や関連データなど整理・分析することを主目的とした。

まず、共同研究の実績がある Sujitra 講師や、SATREPS でカウンターパートとなる Manit 准教授の協力でタイ語文献の 1 次資料を収集した上で、リサイクル関連の専門翻訳において定評のある T.K. Wise Group 社に関連情報を補完し調査を委託した。本研究で翻訳した文献は以下の通りである。

1. OIE Share: Issue no, 109, April 2021 (Bioplastics, an innovation for environment and its industry in Thailand)
2. Plastics Institute of Thailand
3. BOI-Bioplastics Article 2017
4. PR News from the Ministry of Industry's website (25/08/21)

また、2 の文献を発行している Plastics Institute of Thailand が会員向けに提供しているバージン・プラスチック原料の生産や価格などの市場動向のデータベースのアクセス権も得た

タイは米、キャッサバ、サトウキビ、油やしなど多くの農産品の主要な生産国であり、豊富なバイオマス資源の 4,000 万トンが未使用であり利用可能であることに優位性がある。タイ石油研究所では図１０ の右上に分類される PLA（ポリ乳酸）と PBS（ポリブチレンサクシネー

ト）を合算して 9.5 万トンを生産するポテンシャルがあると推計している[1]。

タイ・プラスチック研究所と産業経済局（OIE）によって運営されているデータベースによると、2020 年にはタイにバイオプラスチックのメーカーは 20 社となっている。一般的なプラスチック製品メーカーの数は 2,000 社を超えており、まだ市場は萌芽段階といえる[2]。

また、製品需要も国内市場では低く、その製造コストが一般的なプラスチック生産よりも 3～5 倍高いため製品の大半は輸出され、タイは 2020 年に世界第 3 位のバイオプラスチック樹脂の輸出国になっている。バイオプラスチック樹脂の輸出量は、2018 年から急拡大しており、2020 年で 4.2 万トン、2021 年 10 月時点で 6.3 万トン（輸出総額 40 億バーツ）である（図 10）。

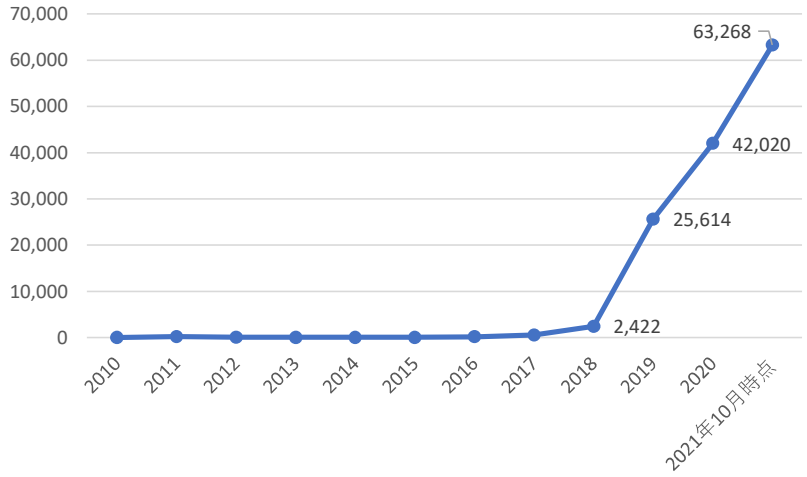



図１０　バイオプラスチック樹脂の輸出量（単位：トン）

タイのプラスチック樹脂の利用量のうち容器包装の実需は 2020 年で 230 万トンであった[3]。他方で、タイ国内でのバイオプラスチック樹脂の生産統計は多く見積もっても 20 万トン程度であり、容器包装の実需の最大でも 1 割程度しかバイオプラスチックに代替できない。したがって、タイにおいてバイオプラスチックの生産が増えているにせよ、プラスチック容器包装の代替素材としてバイオプラスチックに置き換わることは、当面の間はあり得ない。もし、そのような状況になる場合は未利用のバイオマス資源だけでは賄えないため、食用の資源と競合するシナリオを検討せざるを得ないであろう。

② 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

新型コロナウィルス感染症の拡大である。

③ 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

[1] https://image.mfa.go.th/mfa/0/YLjhuT4Hho/03_-_BOI.pdf

[2] http://bioinnovationlinkage.oie.go.th/データの閲覧には会員登録が必要。

[3] ภาพรวมตลาดบรรจุภัณฑ์พลาสติกและแนวโน้มความต้องการใช้พลาสติกรีไซเคิล, พลาสติกรีไซเคิล กับบทบาทใหม่ที่ท้าทายในบรรจุภัณฑ์อาหาร วันที่ 9 พฤศจิกายน 2564

て削減政策の策定を行う。

④　研究題目 10 の研究実施方法（参考）

## 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。

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プ郡：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ィルス感染症のため、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。2021 年度にようやく第一回の現地調査を実施し、今後は研究プロジェクトの円滑な遂行を期待している。

## 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）

コロナ禍によって現地調査が停滞している現状では、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。

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 (Bold = Leader of the group) | Main Members in Japanese (Bold = Leader of the group) |
|---|---|---|---|
| **Biology work:**<br>Example of research<br>(but not limited to this)<br>• accumulation of microplastics on marine animals, sediments, beachs, and water<br>• impact of microplastics on physiology and genetics of marine animals | 1-1<br>1-2<br>1-3<br>1-4<br>2-1<br>2-3<br>2-4<br>2-5 | **Dr. Voranop Viyakarn (CU)**<br>Dr. Sanit Piyapattanakorn (CU)<br>Dr. Kornrawee Aiemsomboon (CU)<br>Dr. Naraporn Somboonna (CU)<br>Dr. Pokchat Chutivisut (CU)<br>Dr. Suchana Chavanich (CU)<br>Dr. Udomsak Darumas (WU)<br>Dr. Supawa Kan-atireklap (DMCR) | **Dr. Shuhei Tanaka (Kyoto)**<br>Dr. Haruhiko Nakata(Kumamoto)<br>Dr. Hideshige TAKADA (TUAT) |
| **Chemistry work:**<br>Example of research<br>(but not limited to this)<br>• accumulations of chemical pollutants on microplastics | 1-1<br>1-2<br>1-3<br>1-4<br>1-5<br>2-1<br>2-3<br>2-4<br>2-5 | **Dr. Sujaree Bureekul (CU)**<br>Dr. Siriporn Pradit (PSU) | **Dr. Haruhiko NAKATA(Kumamoto)**<br>Dr. Shuhei TANAKA(Kyoto)<br>Dr. Hideshige TAKADA (TUAT) |
| **Physical work:**<br>Example of research<br>(but not limited to this):<br>• Distribution of microplastics in the ocean and transportation by using a model | 2-2<br>2-3<br>2-4<br>2-5<br>4-2 | **Dr. Patama Singhruck (CU)**<br>Dr. Suriyan Saramul (CU) | **Dr. Atsuhiko Isobe (Kyushu)**<br>Dr. Hisayuki ARAKAWA<br>Dr. Tadashi TOKAI<br>Dr. Keiichi UCHIDA (Kaiyodai)<br>Dr. Shinsuke IWASAKI (CERI) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Monitoring of plastic waste:**<br>• Monitoring of plastic waste generated and plastic waste flow in Samae San area | 3-1<br>3-2<br>3-3<br>3-4<br>3-5 | ***Dr. Manit Nithitanakul (CU)*** | **Dr. So SASAKI (Chuo)**<br>Dr. Kako Shin'ichiro (Kagoshima)<br>Dr. Haruhiko NAKATA (Kumamoto) |
| **Drone monitoring:**<br>• Monitoring of beach debris by using drones | 3-3<br>4-1 | **Dr. Se Songploy (CU)**<br>Dr. Voranop Viyakarn (CU) | **Dr. Kako Shin'ichiro** (Kagoshima) |
| **Social and community engagement and outreach, policy making:**<br>• Create the involvement and engagement of local communities for reduction of marine debris<br>• Making a "Community Model" led by local people as an example for the country in reduction and prevention of marine debris<br>• Make management plans and policy plans | 5-1<br>5-2<br><br><br>4-1<br>4-2<br>4-3<br><br><br>4-4 | **Dr. Suchana Chavanich (CU)**<br>Dr. Somrudee Jitpraphai (CU)<br>Dr. Kornrawee Aiemsomboon (CU)<br>Dr. Sujitra Vassanadumrongdee (CU)<br>Dr. Maneerat Paktube (EAU)<br>Dr. Phusit Horpet (WU)<br>Dr. Naporn Popattanachai (TU) | **Dr. Atsuhiko Isobe (Kyushu)**<br>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

コロナ禍によって現地調査が停滞している現状では、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）

タイ側研究者がサマエサン地区のサンゴ礁で実施したマイクロプラスチック調査は、現地でテレビ放映され、タイ市民に本研究プロジェクトの進行していることを周知した。また、本研究課題の一環として行った、浮遊マイクロプラスチックのマッピング(研究課題２)について、すべてのデータをオープンアクセスとすることで、海洋プラスチック汚染に関わる世界の研究者に便宜を図る予定である。

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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

論文数 0 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 0 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2020 | Nurlatifah et al. "Plastic additives in deep-sea debris cillected from the western North Pacific and estimation for their environmental loads", Science of the Total Environment, 2021, 768, 144537 | https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144537 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2020 | Kako et al., "Estimation of plastic marine debris volumes on beaches using unmanned aerial veicles and image processing based on deep learning", Marine Pollution Bulletin, 2020, 155, 11127 | https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111127 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Cózar A, SAliani, O. C. Basurko, M. Arias, A. Isobe, K. Topouzelis, A. Rubio, and C. Morales-Caselles "Marine Litter Windrows: A Strategic Target to Understand and Manage the Ocean Plastic Pollution". frontiers in Marine Science, 2021, 8:571796 | doi: 10.3389/fmars.2021.571796 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Morales-Caselles, C. et al."An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter". Nature Sustainability | https://doi.org/10.1038/s41893-021-00720-8 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Isobe et al."A multilevel dataset of microplastic abundance in the worldfs upper ocean and the Laurentian Great Lakes", Microplastics and Nanoplastics, 1, 16 | https://doi.org/10.1186/s43591-021-00013-z | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Alfonso et al. "Microplastics on plankton samples: multiple digestion techniques assesment based on weight, size, and FTIR spectoroscopy analyses", Marine Pollution Bulletin, 173, 113027 | https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113027 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | 平井他 "海洋学の 10 年展望 2021:新たな手法と問題" . 海の研究（Oceanography in Japan）30 ( 5 ) 227 - 253 | | 国内誌 | 発表済 | |
| 2021 | Nakano H., K. Uchida, T. Aikawa, T. Hayashi, H. Arakawa: Reevaluation of microplastics identification based on Neuston net survey data | https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112799 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Nakano H. & H. Arakawa: Oceanic microplastics in Japan: A brief review on research protocol and present pollution | https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102201 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Xu H. & H. Arakawa: Determining the appropriate number of particles on a filter to allow small microplastics to be analyzed by microscopy | https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101646 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | Nurlatifah, Nakata, H. Monitoring of polymer type and plastic additives in coating film of beer cans from 16 countries, Scientific Reports, 11, 22115. | https://doi.org/10.1038/s41598-021-01723-3 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2021 | 小島道一・佐々木創・吉田綾「中国輸入禁止後の国際資源循環―課題と展望―」、『環境経済・政策研究』、Vol. 14, No. 1、pp.1-12、2021年3月 | https://doi.org/10.14927/reeps.14.1_1 | 国内誌 | 発表済 | |
| 2022 | Isobe, A. & S. Iwasaki "The fate of missing ocean plastics-: Are they just a marine environmental problem?" Science of the Total Environment, 825, 153935 | https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153935 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2022 | 佐々木創"タイにおけるBCG経済とバイオプラスチックの動向" 盤谷(バンコク)日本人商工会議所所報, 15-20 | | 国内誌 | 発表済 | |
| 2022 | Hidaka et al., "Pixel-level image classification for detecting beach litter using a deep learning approach". Marine Pollution Bulletin, 175, 2022, 113371. | https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113371 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2022 | Sugiyama et al. "The BeachLitter dataset for image segmentation of beach litter", Data in Brief, in press. | https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108072 | 国際誌 | in press | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

論文数 16 件
うち国内誌 3 件
うち国際誌 13 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2020 | 相子伸之, 近藤美麻, 近藤泰仁, 田中周平,"淀川ワンドの底泥と二枚貝におけるマイクロプラスチックの汚染実態",環境技術,2020.11,vol. 49No. 6,pp.311-315 | | 総説 | 発表済 | |
| 2020 | 磯辺篤彦 "海洋プラスチックごみ問題の真実　マイクロプラスチックの実態と未来予測", DOJIN選書, 化学同人社, 192pp | | 一般向け書籍 | 発表済 | |
| 2022 | 同上(韓国語翻訳) | | 一般向け | 発表済 | |
| 2021 | 佐々木創、「コロナ禍で、もつれてきたタイの廃プラ対策」特定非営利活動法人国際環境経済研究所、2020年10月9日配信 | | 一般向け | 発表済 | http://ieei.or.jp/2020/10/expl201009/ |
| 2022 | Hideshige Takada, Misaki Koro, and Charita S. Kwan, "Marine Plastic Pollution: Chemical Aspects and Possible Solutions"T. Nakajima et al. (eds.), Overcoming Environmental Risks to Achieve Sustainable Development Goals, Current Topics in Environmental Health and Preventive Medicine, https://doi.org/10.1007/978-981-16-6249-2_10 | | 専門家向け本 | 発表済 | |
| | | | | | |
| | | | | | |

著作物数 5 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 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2021 | 国内学会 | 許浩東、中野知香、東海正、荒川久幸：微細なマイクロプラスチックの採取の試み | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | M. Celik, H. Nakano, A. Isobe, H. Arakawa: First investigation of the correlation between carbonyl index and particle size of microplastics around Japan's coast | 口頭発表 |
| 2021 | 国際学会 | H. Arakawa, K. Uchida, H. Nakano: Plastics contamination in the coastal areas around Japan | 口頭発表 |
| 2021 | 国際学会 | H. Arakawa: Concentration of small microplastics at sea surface around Jpan | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | 岩﨑慎介、長江河川から流出する海洋プラスチックの輸送過程、 日本海洋学会2021年度秋季大会, web会議, 2021年9月 | ポスター発表 |
| 2021 | 国内学会 | 岩﨑慎介、長江河川から流出する海洋プラスチックの輸送プロセス、2021年度,水産海洋学会 web会議, 2021年11月 | ポスター発表 |
| 2021 | 国内学会 | 石丸佑樹, 田中周平, 吉里尚子, 雪岡 聖, 高田秀重, "蛍光顕微鏡を用いた, セイタカイソギンチャクによる2.1μmの蛍光ポリスチレン粒子の蓄積およびその排出過程の観察", 日本水環境学会シンポジウム講演集,2021.09,vol.24,pp.280-281 | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | 佐々木創、「タイおける公聴会データベースを活用した都市廃棄物（MSW）処理施設の分析」、第32回廃棄物資源循環学会研究発表会 | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | 沖田純平、中田晴彦　地下水におけるマイクロプラスチックの存在とその起源および流入経路解析, 第29回環境化学討論会講演要旨集, 2021年6月, pp.121 | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | 吉廣航平、中田晴彦　草食性魚類の胃内に多くのマイクロプラスチックが見つかる理由とは？ －熊本市・江津湖における調査例－, 第29回環境化学討論会講演要旨集, 2021年6月, pp.122 | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | Nurlatifah, Haruhiko Nakata. Monitoring of polymer type and plastic additives in coating film of beer cans from 16 countries, 第29回環境化学討論会講演要旨集, 2021年6月, pp.112. | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | Nurlatifah, Takuya Yamauchi, Ryota Nakajima, Masashi Tsuchiya, Akinori Yabuki, Tomo Kitahashi, Yuriko Nagano, Noriyuki Isobe, Haruhiko Nakata. Deep-sea macro debris in the Pacific Ocean: Polymer identification and plastic additives analysis, 第29回環境化学討論会講演要旨集, 2021年6月, pp.114. | 口頭発表 |
| 2021 | 国内学会 | Thant Zin Tun, Tatsuya Kunisue, Shinsuke Tanabe, Haruhiko Nakata, High concentration of phthalate additives in dumping sites soils from 6 Asian countries derived from microplastic. 第29回環境化学討論会講演要旨集, 2021年6月, pp.127. | 口頭発表 |
| 2021 | 国際学会 | Junpei Okita, Haruhiko Nakata. Temporal trend of microplastic and its additive chemicals in groundwater from Japan: Implication for the potential source. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) North America 42nd Annual Meeting, 2021. 11. | ポスター発表 |
| 2021 | 国際学会 | Nurlatifah, Haruhiko Nakata. Are beer cans a potential source of microplastic and chemical additives in the marine environment?. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) North America 42nd Annual Meeting, 2021. 11. | ポスター発表 |
| 2022 | 国内学会 | 山原慎之助、中田晴彦　プラスチック添加剤のGC/MSデータベース開発と道路塵埃中マイクロプラスチック発生源解析への応用　第56回日本水環境学会年会講演要旨集, pp. 2022. 3 | 口頭発表 |
| 2022 | 国内学会 | 加古真一郎他、リモートセンシングによる海岸観測とAIによる海岸プラスチックごみの定量化, 令和三年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム | 口頭発表 |

| | |
|---|---|
| 招待講演 | 1 件 |
| 口頭発表 | 20 件 |
| ポスター発表 | 6 件 |

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 |
|---|---|---|---|
| 2020 | 国内学会 | 石丸佑樹, 田中周平, 雪岡聖, 近藤泰仁, 藤井滋穂, Jira Kongpran,"タイ王国サムイ島におけるサンゴ礁周辺の粒径10 μm 以上のマイクロプラスチックの存在実態調査",環境技術学会年次大会予稿集,2020.06,vol. 20,pp.45-46 | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 近藤泰仁, 田中周平, 雪岡聖, 石丸佑樹, 岡本萌巴美, 嶋谷宗太, 藤井滋穂, Jira Kongpran, 高田秀重,"タイ南部の珊瑚礁に広がる10um以上のマイクロプラスチックの汚染実態",環境衛生工学研究,2020.07,vol. 34No. 3,pp.49-51 | 口頭発表 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | |
|---|---|
| 招待講演 | 0 件 |
| 口頭発表 | 2 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 |
|---|---|---|---|
| 2020 | 国際学会 | Kako, S., S. Morita, T. Taneda (Kagoshima Univ,), Estimation of plastic marine debris volumes on beaches using unmanned aerial vehicles and image processing based on deep learning , Counter MEASURE for plastic free rivers, web conference, May, 2020. | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 加古真一郎、森田翔平、種田哲也、ドローンとディープラーニングを用いた海岸漂着プラスチックごみ定量化手法の構築, JpGU-AGU joint meeting 2020, web会議, 2020年5月 | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 加古真一郎、種田哲也、森田翔平、西部留奈、ドローンとディープラーニングを用いた海岸漂着プラスチックごみ定量化手法の構築、令和2年度海洋プラスチックごみ学術シンポジム、web会議、2021年3月 | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 岩﨑慎介、A numerical approach to determining the behavior of microplastics and mesoplastics from the Changjiang River in the East Asian marginal seas、 JpGU-AGU joint meeting 2020, web会議, 2020年5月 | ポスター発表 |
| 2020 | 国内学会 | 相子伸之, 近藤美麻, 今川愛佑美, 近藤泰仁, 田中周平,"淀川の淡水産二枚貝におけるマイクロプラスチックの汚染実態",日本水環境学会年会講演集,2021.03,vol. 55,pp.394-394 | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 佐々木創、「コロナ禍で露呈したタイの廃プラ対策の限界」、2020年度日本タイ学会研究大会 | 口頭発表 |
| 2020 | 国内学会 | 佐々木創、「タイにおける廃プラスチックへのコロナ禍の影響」、環境経済・政策学会2020年大会 | 口頭発表 |
| 2020 | 国際学会 | So Sasaki, “National policies to beat plastic pollution in COVID”, Parallel Session #3 – Plastic protection without pollution– in SEA of Solutions 2020 | 招待講演 |
| 2021 | 国内学会 | 加古真一郎他, 市民科学によるビッグデータと深層学習を活用した街中ごみ定量化手法の構築, JpGU-AGU joint meeting 2021, web会議, 2020年6月 | 口頭発表 |
| 2021 | 国際学会 | Kako et al., Estimation of plastic marine debris abundance on beaches using unmanned aerial vehicles and image processing based on deep learning . One Integrated Marine Debris Observing System for a Clean Ocean virtual event | ポスター発表 |

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 | 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 | 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 | 受賞者 | 主催団体 | プロジェクトとの関係 | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020 | 4月14日 | 文部科学大臣表彰　科学技術賞(研究部門) | マイクロプラスチック等による海洋プラスチック汚染の研究 | 磯辺篤彦 | 文部科学省 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2020 | 11月3日 | 西日本文化賞 | 海洋プラスチックごみの調査・研究、未来予測と削減策提言 | 磯辺篤彦 | 西日本新聞社 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2021 | 12月25日 | 2021年度異能vation「ジェネレーションアワード部門」ノミネート | ドローンとAIを用いた海岸プラスチックごみ定量化手法の構築 | 加古真一郎 | 総務省 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| | | | | | | | |

3 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 | 特記事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020年 | 2021/8/30 | 読売新聞 | 「あすへの考　マイクロプラスチック/プラごみ排出規制、考えるとき」 | オピニオン | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2021年 | 3月22日 | 西日本新聞 | 「海洋プラごみ汚染拡大防止へ　九大　タイに研究拠点」 | 第一面 | 2.主要部分が当課題研究の成果である | |
| 2020年 | 7月19日 | ラジオ J-WAVE | 番組のコーナー「WORLD CONNECTION」にリモート出演 | Across The Sky | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2020年 | 10月23日 | ラブエフエム国際放送 | ラブアース・クリーンアップ　きれいな海を未来へ」に出演 | 特別番組 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2021年 | 1月16日 | テレビ朝日 | 海洋プラごみ"削減の「未来図」 | 報道ステーション | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2021年 | 2月28日 | NHK総合 | 2030 未来への分岐点 (3)「プラスチック汚染の脅威 大量消費社会の 限界」 | NHK特集 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2021年 | 3月22日 | 西日本新聞社 | 九大、タイに海洋プラスチック研究拠点 | 第一面 | 当研究課題の成果 | |
| 2022年 | 2月21日 | 南海日日新聞 | AIで漂着ごみ検出　画像解析技術を共同開発　面積や量を高精度で推定 | | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2022年 | 3月1日 | 鹿児島放送 | AIで漂着ごみ検出　画像解析技術を共同開発　面積や量を高精度で推定 | Jチャン+ | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |
| 2022年 | 3月18日 | 鹿児島読売テレビ | AIで漂着ごみ検出　画像解析技術を共同開発　面積や量を高精度で推定 | かごピタ | 3.一部当課題研究の成果が含まれる | |

7 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<br>（開催国） | 参加人数<br>（相手国からの招聘者数） | 公開/<br>非公開の別 | 概要 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2021 | 12月4日 | 東京海洋大学-上海海洋大学合同シンポジウム | Web | 100 | 公開 | 日本沿岸のマイクロプラスチック調査について講演した。 |
| 2021 | 10月22日 | 神戸市シルバーカレッジ | 神戸市 | 110 | 公開 | 講演タイトル「マイクロプラスチック問題を考える」 |
| 2021 | 11月13日 | 静岡市環境大学 | 静岡市 | 30 | 公開 | 講演タイトル「都市水循環系におけるマイクロプラスチックの挙動とナノプラスチックへの挑戦」 |
| 2021 | 12月10日 | The 4th International Forum on Asian Water Environment Technology (IFAWET) | オンライン | | 公開 | 講演タイトル「Nobody knows the Environmental Fate of Plastic Garbage」 |
| 2021 | 12月11日 | おおつ市民環境塾2021後期　～未来のため　私たちにできること～ | 滋賀県大津市 | 60 | 公開 | 講演タイトル「環境中で劣化し微小化したプラスチックの影響 マイクロプラスチックによる環境汚染と私たちの暮らし」 |
| 2021 | 12/14-16 | Asian-Pacific Economic Cooperation (APEC) Conference on Nanoplastics in Marine Debris in the APEC Region the Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) | オンライン | | 公開 | 講演タイトル「Behavior of Microplastics in Urban Water Circulation Systems and Challenges to Nanoplastics around Coral Reefs 」 |

6 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 |

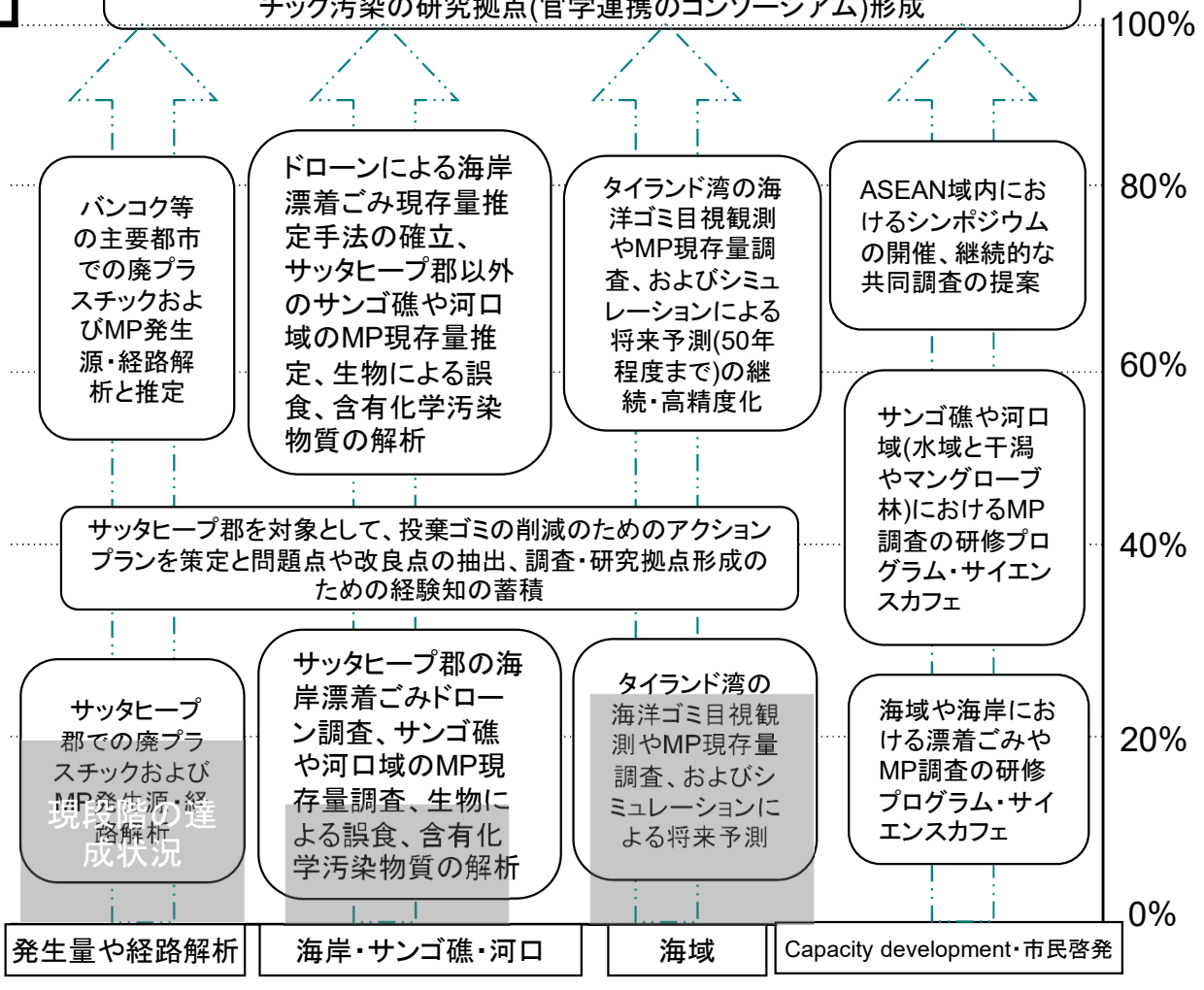
## 成果の波及効果

| | |
|---|---|
| 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