

2020年2月13日(木) 第35回全国環境研究交流シンポジウム

「プラスチック問題と資源循環」

プラスチック資源循環と マイクロプラスチックを巡る 化学物質管理に資する研究展開

国立環境研究所

資源循環・廃棄物研究センター

鈴木 剛



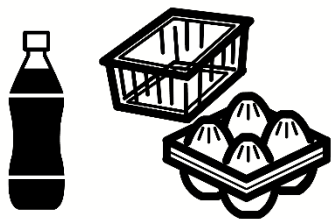
発表内容

1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
3. プラ資源循環戦略
4. プラ資源循環とマイクロプラスチック
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

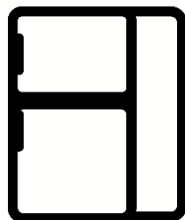
発表内容

1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
3. プラ資源循環戦略
4. プラ資源循環とマイクロプラスチック
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

暮らしと産業を支えるプラスチック



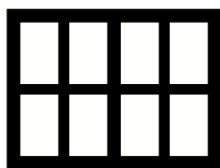
食品の容器包装



電気電子機器



自動車



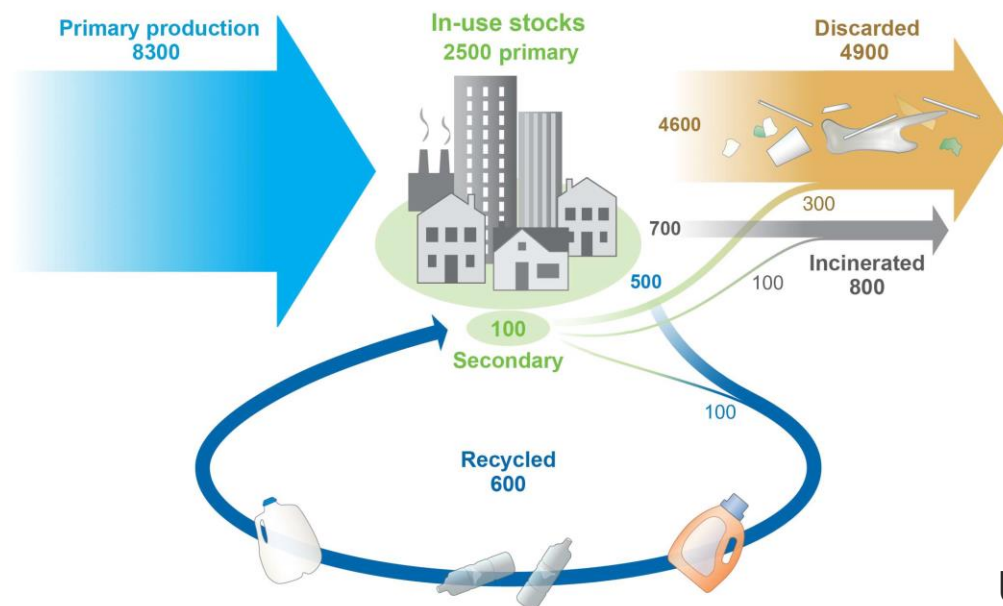
建材



医療用用具

- 軽量且つ耐久性があり、加工しやすく断熱性に優れるため、食品の容器包装、電気電子機器、自動車、建材や医療用用具など、様々な製品に使用されている
- 保存性の向上や輸送エネルギーの効率の改善に貢献している

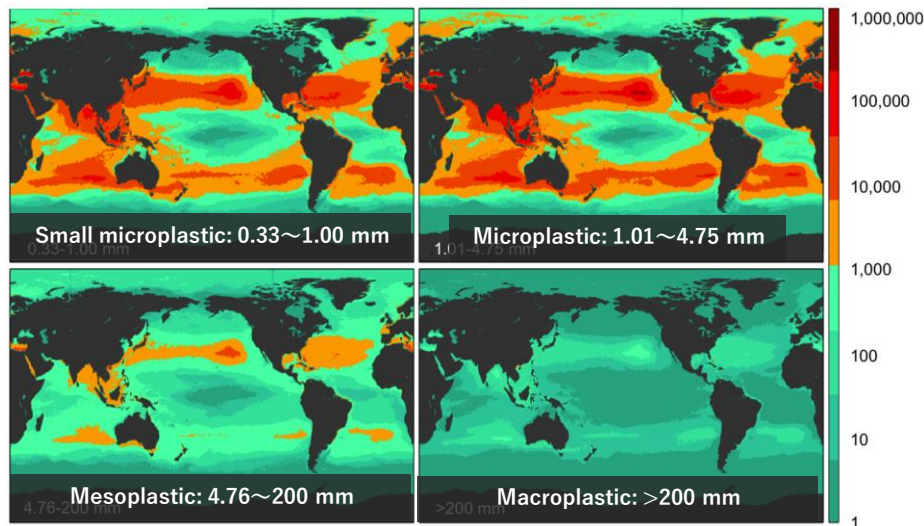
廃プラスチックの環境中への流出



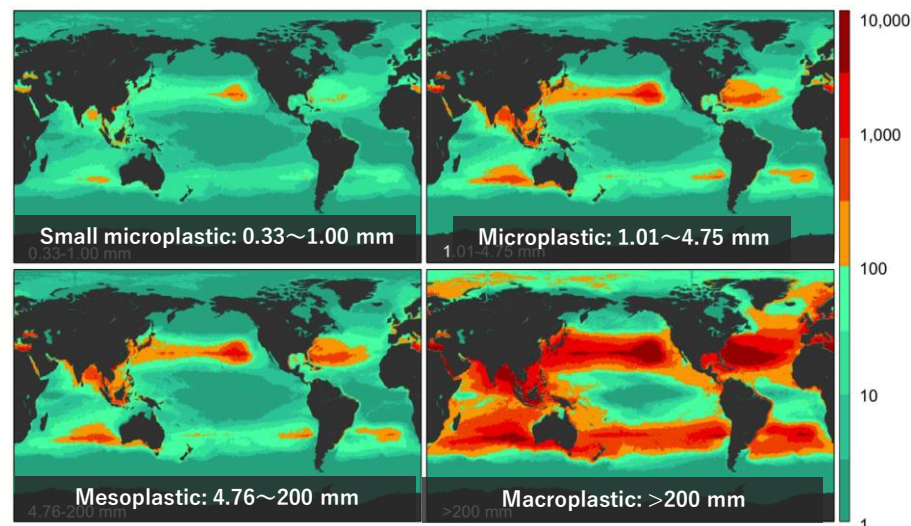
Unit: Mt

- 1950～2015年に世界で生産されたプラスチックは83億トン、これに再生プラスチックを加えると89億トン
- 使用中のプラスチック製品が26億トン(30%)、リサイクルされた廃プラスチックが6億トン(9%)、焼却されたものが8億トン(13%)、生産量の78%に相当する49億トンが埋め立てや環境中へ流出

海洋プラスチック



密度分布(個/km²)



重量分布(g/km²)

- 海洋プラスチックによる海洋汚染は地球規模で広がっている
- 重量ベースでは大きいプラスチック粒子の排出量が多く、密度ベースでは小さいプラスチック粒子の排出量が多い

マイクロプラスチック

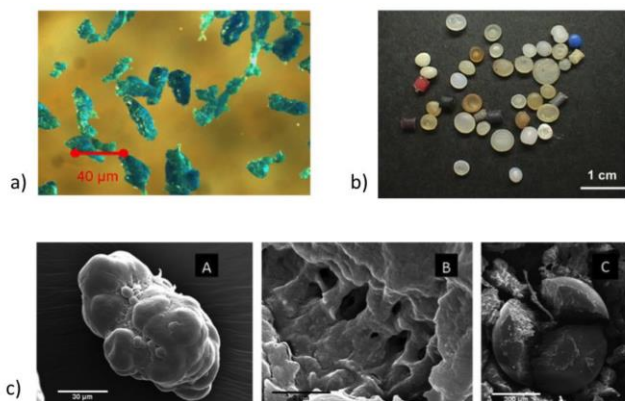


Figure 4.4 Primary microplastics: a) abrasive microplastics extracted from toothpaste (image courtesy of Joel Baker); b) plastic resin pellets collected from the shoreline (image courtesy Hideshige Takada); c) scanning electron micrographs of plastic microbeads extracted from facial scrubs (image courtesy of A. Bakir & R. Thompson)



Figure 4.5 Microplastic fragments from the shoreline near Plymouth UK (image courtesy of M. Browne & R. Thompson, Plymouth Univ.)

一次マイクロプラスチック

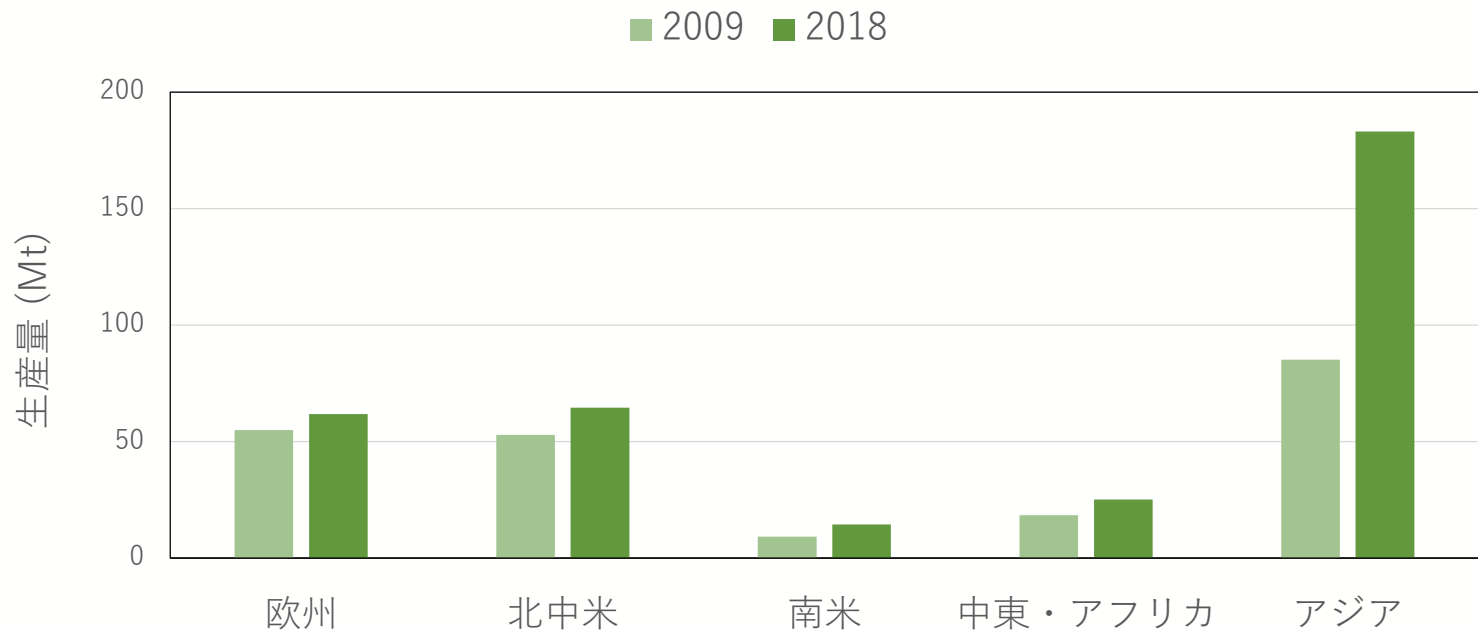
二次マイクロプラスチック

- 5 mm以下の微小なプラスチックの総称
- 一次マイクロプラスチックは、小さいサイズで製造されたプラスチックであり、歯磨き粉や洗顔料のマイクロビーズ、プラスチック製品の原料であるレジンペレットが該当
- 二次マイクロプラスチックは、大きいサイズのプラスチックが、自然環境中で微細化したものが該当

発表内容

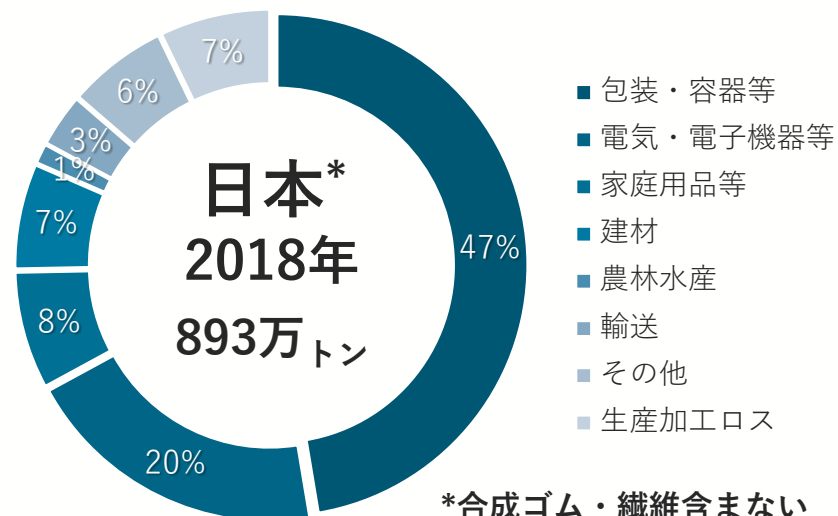
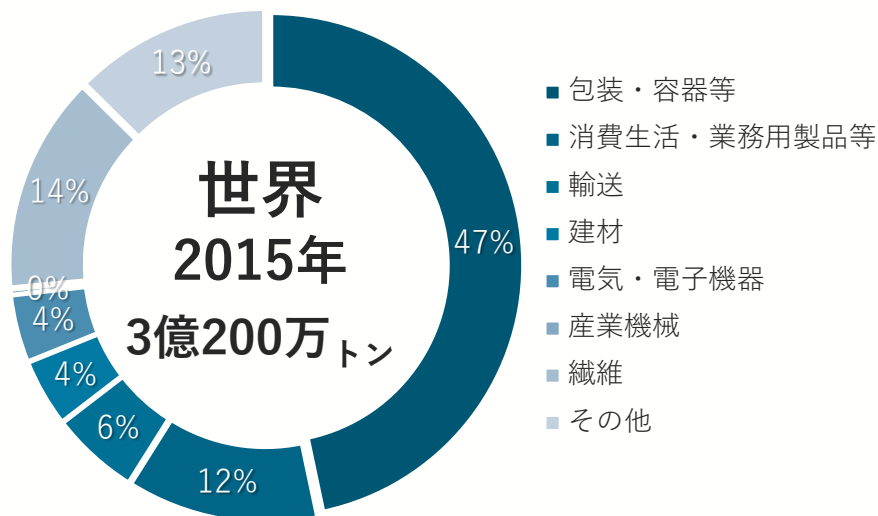
1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
3. プラ資源循環戦略
4. プラ資源循環とマイクロプラスチック
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

プラスチックの生産量



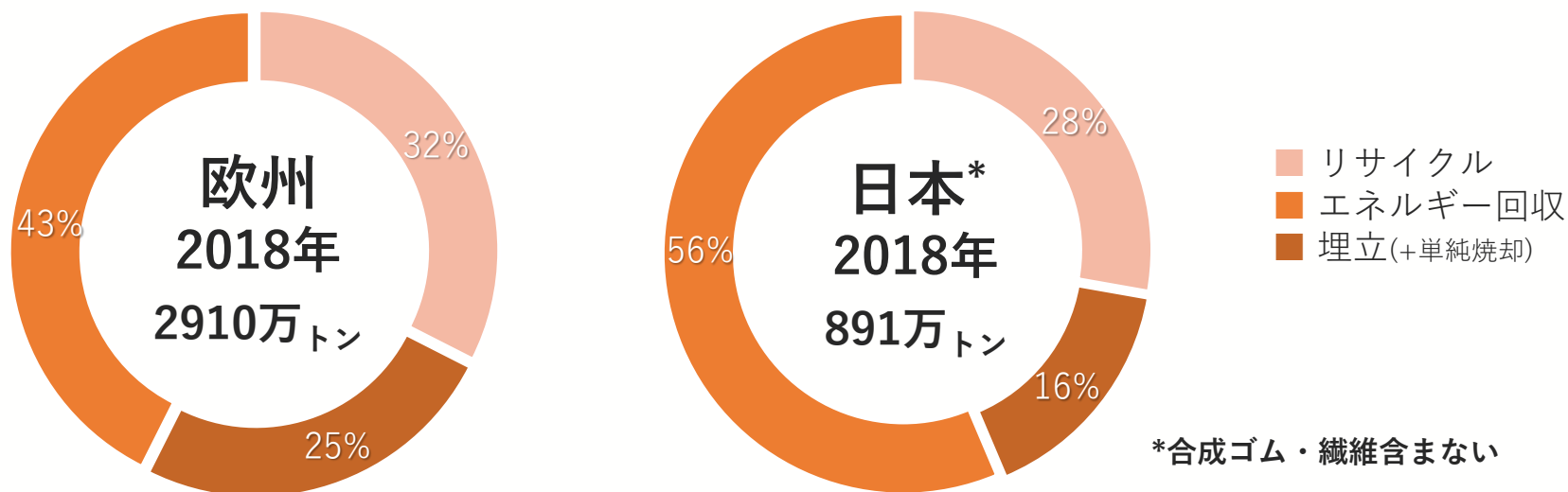
- 2018年の世界の生産量は3億5900万トンであり、2009年と比較して1億2900万トン増加している
- アジアで2倍強、伸長は中国で顕著に増加(3450万トン→1億77万トン)、日本で横ばい(1121万トン→1067万トン)

廃プラスチックの年間排出量



- 世界と日本共に、包装・容器等廃棄物が47%程度を占める
- 世界では消費生活・業務用製品等と輸送が、日本では電気・電子機器等と家庭用品等が続く

回収した廃プラスチックの排出先



- 欧州では、リサイクルされたものが32%、エネルギー回収されたものが43%、埋め立てられたものが25%
- 日本では、リサイクルされたものが28%、エネルギー回収されたものが56%、単純焼却および埋め立てられたものが16%

廃プラスチックの不適切な処理および海洋流出

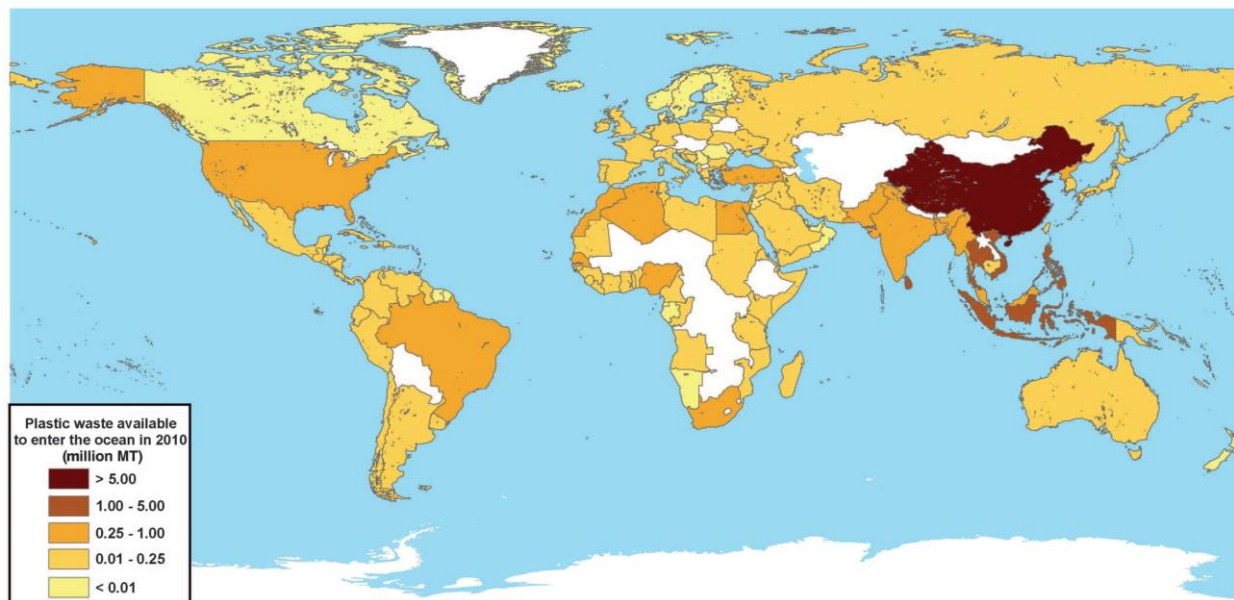


Fig. 1. Global map with each country shaded according to the estimated mass of mismanaged plastic waste [millions of metric tons (MT)] generated in 2010 by populations living within 50 km of the coast. We considered 192 countries. Countries not included in the study are shaded white.

- 世界全体で必ずしも適切な処理やリサイクルが行われていない
- 陸上から海洋へ流出した海洋プラスチックによる地球規模の環境汚染が懸念されている

廃プラスチックの輸入規制

プラスチック・チャイナ



中国の若手監督が、出稼ぎ労働者一家の少女を主人公に、社会の底辺の壮絶な暮らしや、人々の力強さを迫真の映像で捉えた。厳しさの中から少女が学んでゆく生きる術とは――

世界中のプラスチック・ゴミをリサイクルする、中国の町工場。1 1 歳のイージュエは、幼い父親の世話をしてながら、学校に通う夢を抱いている。だが、父親は飲んだくれて、将来に希望は持たない。恵子主の力かたは農村出身。工場を立ちに切り回しながら、一人息子に学校に通う夢がかなえる。有名な雑誌が漂うゴミ山で遊び、舶来の雑誌や広告から言葉を手づかみして、辛いや体験も遊びの材料に変え、しなやかに成長していく日々を密着。

原題 : Plastic China
制作 : CNEX Studio (中国 2016年)

初回放送：2018年4月12日（木）午前0時00分～
再放送：2018年5月10日（木）午後5時00分～
2019年2月5日（火）午後11時00分～



- 中国や周辺国(マレーシア、タイ、ベトナム等)の廃プラ輸入規制
- 日本の廃プラは輸出量減、国内での処理が必要

発表内容

1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
- 3. プラ資源循環戦略**
4. プラ資源循環とマイクロプラスチック
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

プラスチック資源循環戦略(2019年5月策定)

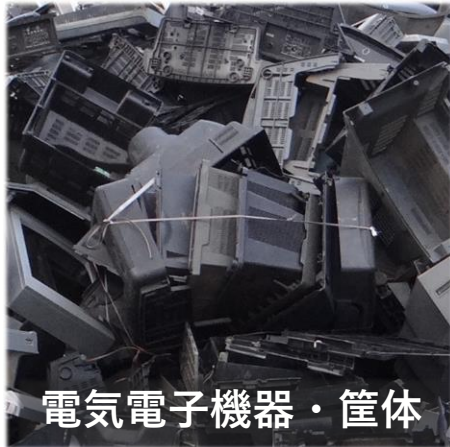
国内外における廃プラスチックの有効利用率の低さ
マイクロプラスチックを含む海洋プラスチックによる環境汚染
中国や周辺国による廃プラスチック等廃棄物の禁輸措置に対応した
国内資源循環体制の構築の必要性

- 使い捨て容器包装等のリデュースをはじめとして環境負荷の低減に資するプラスチック使用の削減
- **未利用プラスチックを含む使用済プラスチックの徹底的かつ効果的・効率的な回収・再生利用**
- バイオプラスチックの実用性向上と化石燃料由来プラスチックとの代替促進等を推進

発表内容

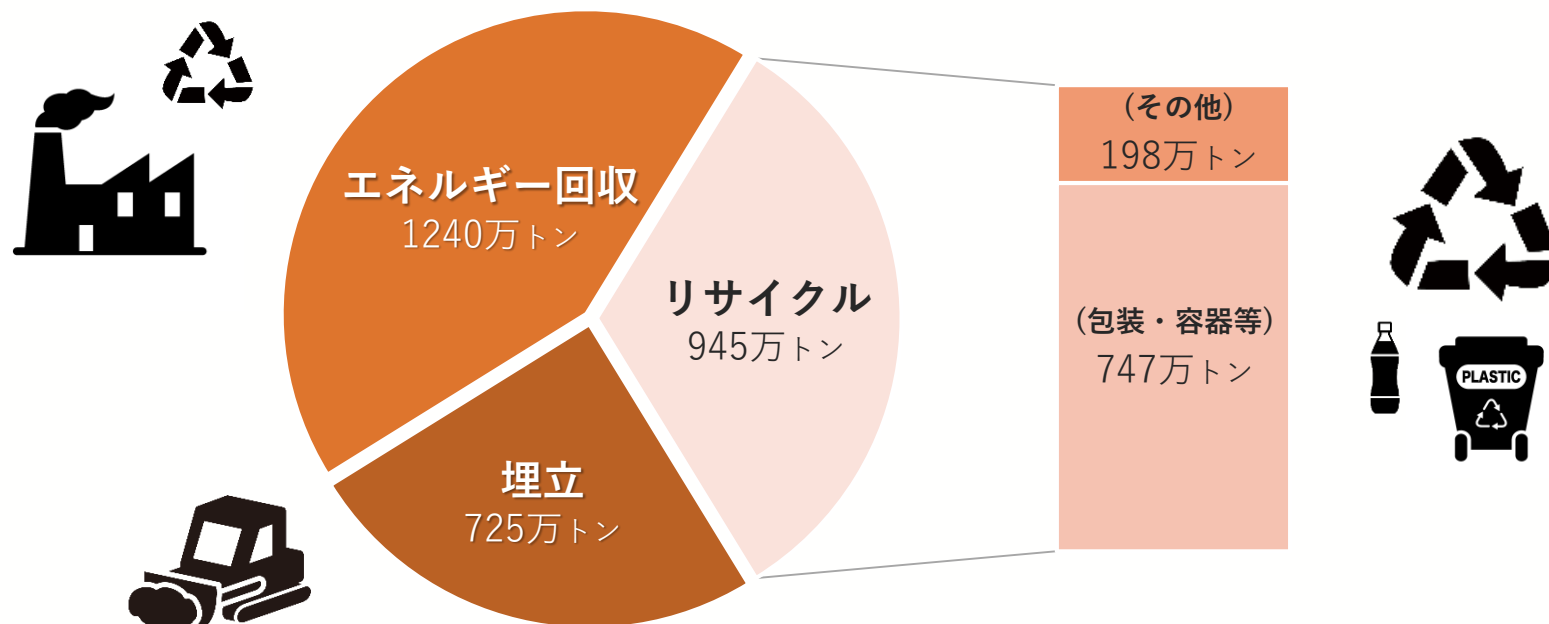
1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
3. プラ資源循環戦略
- 4. プラ資源循環とマイクロプラスチック**
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

廃プラスチックのリサイクル



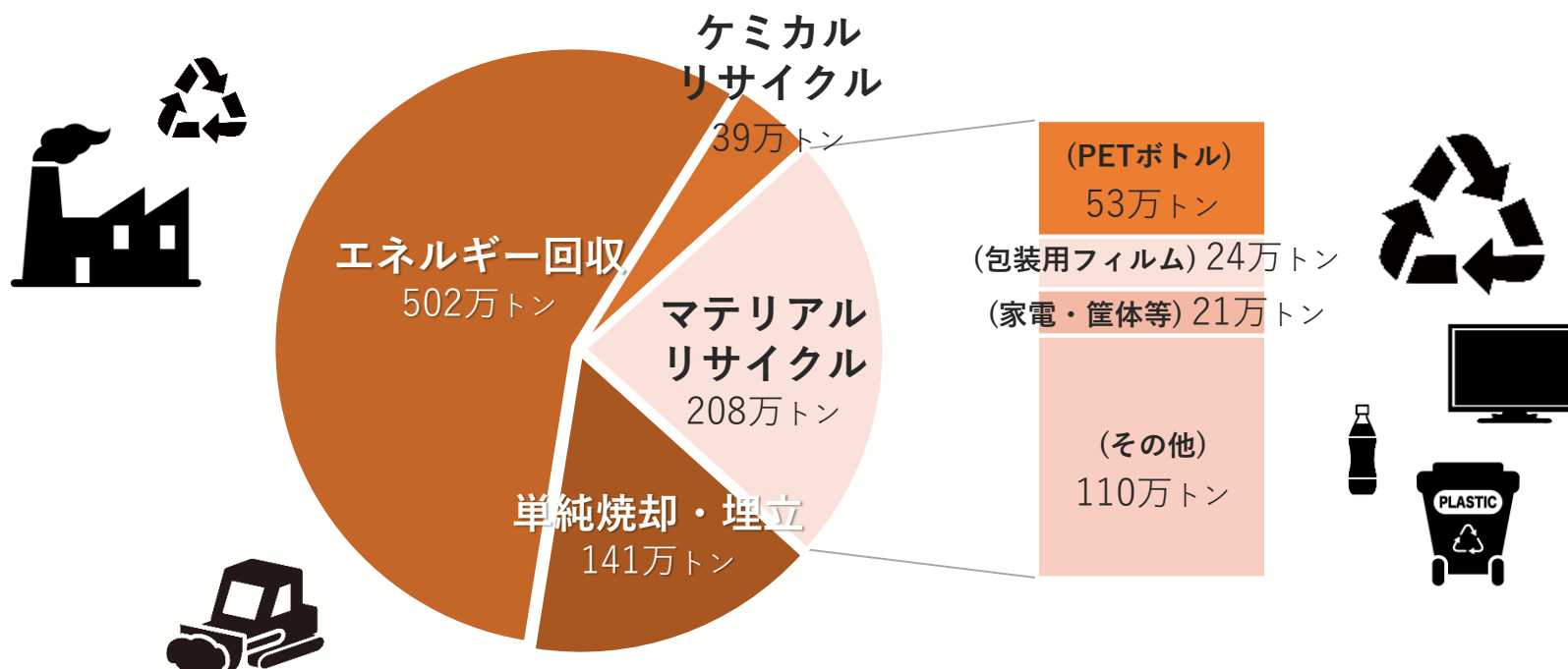
分類(日本)	リサイクル手法	ISO15270
マテリアルリサイクル (材料リサイクル)	プラ原料化 プラ製品化	Mechanical Recycle
ケミカルリサイクル	原料モノマー化 高炉還元剤 コークス炉化学 原料化	Feedstock Recycle
	ガス化 油化	
サーマルリサイクル (エネルギー回収)	セメント原・燃 料化 廃棄物発電 RPF/RDF	Energy Recovery

欧州の廃プラスチック処理状況



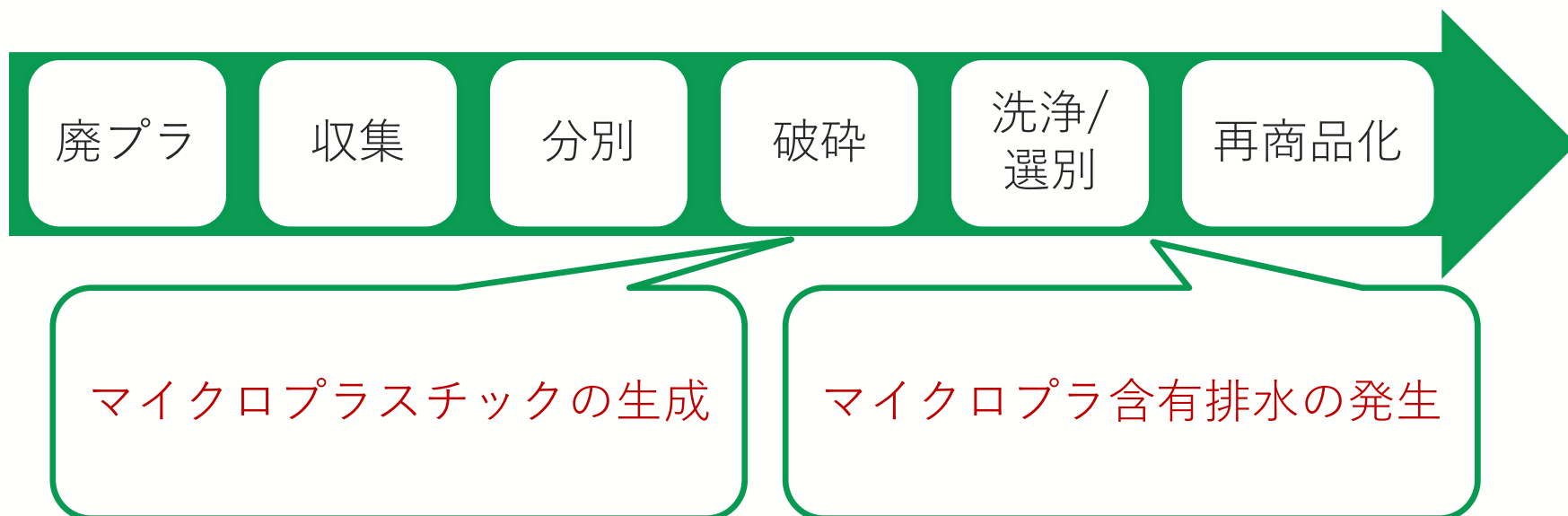
- 2018年に回収した廃プラスチック2910万トンのうち、リサイクルされたものが945万トン、そのうち包装・容器等のマテリアルリサイクルが80%程度を占める

日本の廃プラスチック処理状況



- 2018年に回収した廃プラスチック891万トンのうち、リサイクル(ケミカル+マテリアル)されたものが247万トン、そのうちマテリアルリサイクルが84%を占めている
- 包装・容器系や家電系プラのマテリアルリサイクル量が多い

マテリアルリサイクルの流れ



- 一般的な廃プラスチックのマテリアルリサイクルでは、破碎と洗浄・選別が必ず含まれる
- 破碎時にはマイクロプラスチックが生成し、洗浄・選別時にはマイクロプラスチックを含む排水が発生する
- マイクロプラ含有排水の適切な管理が必要

PETボトルのマテリアルリサイクル



PETボトルの回収から新しい製品に生まれ変わるまで



マイクロプラスチック含有排水？

出典：PETボトルリサイクル推進協議会年次報告書2018（当協会が図の一部を省略している）

家電系プラの材料リサイクル



発表内容

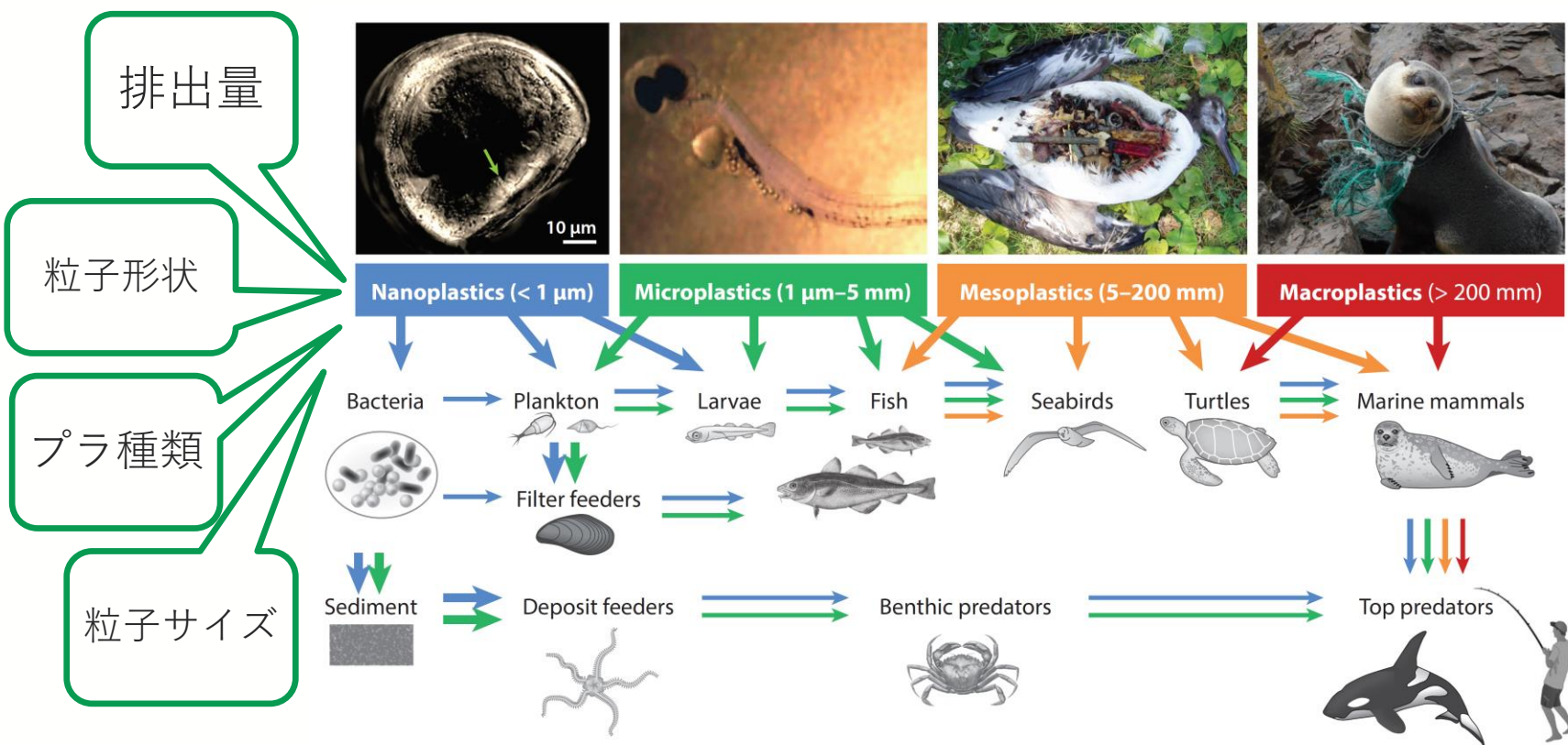
1. はじめに
2. プラスチックのライフサイクル
3. プラ資源循環戦略
4. プラ資源循環とマイクロプラスチック
5. マイクロプラスチックを巡る化学物質管理

マイクロプラスチックの排出実態



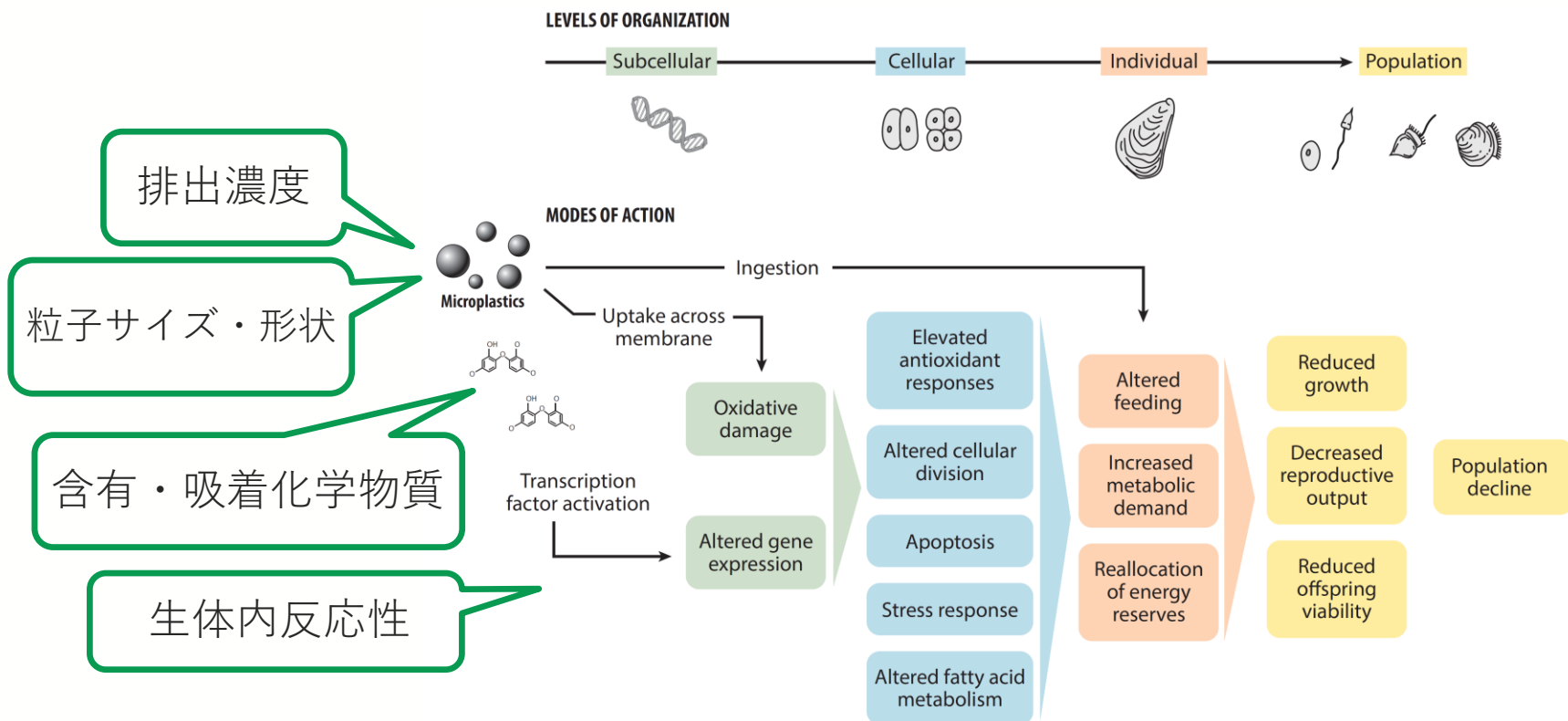
- 国内外の各種廃プラの材料リサイクルを通じて生成するマイクロプラスチックの排出実態を把握し、排出インベントリを作成して排出源としての重要度を考察する

マイクロプラスチックの環境動態・生物移行



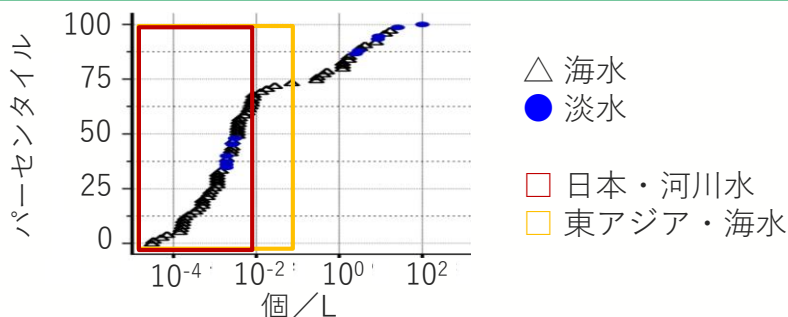
- 廃プラ由来のマイクロプラスチックの排出量、粒子形状、種類、粒子サイズを把握し、環境動態・生物移行を考察する

マイクロプラスチックの曝露影響

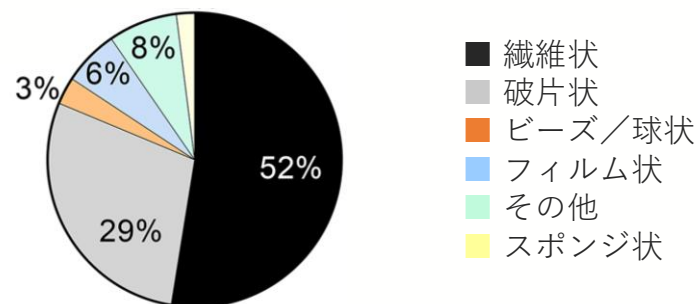


- 廃プラ由来のマイクロプラスチックの排出濃度、粒子サイズ・形状、含有・吸着化学物質、生体内反応性を把握し、生物における曝露影響を考察する

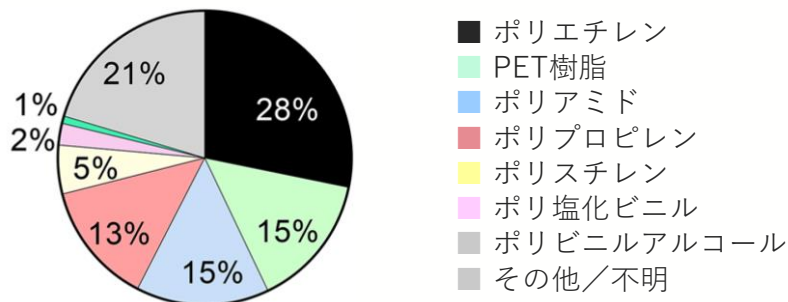
2つの評価指標：粒子特性



環境水中で検出される密度濃度



環境水中で検出される粒子形状



環境水中で検出される種類

Nanoplastics (< 1 μm)

Microplastics (1 μm –5 mm)

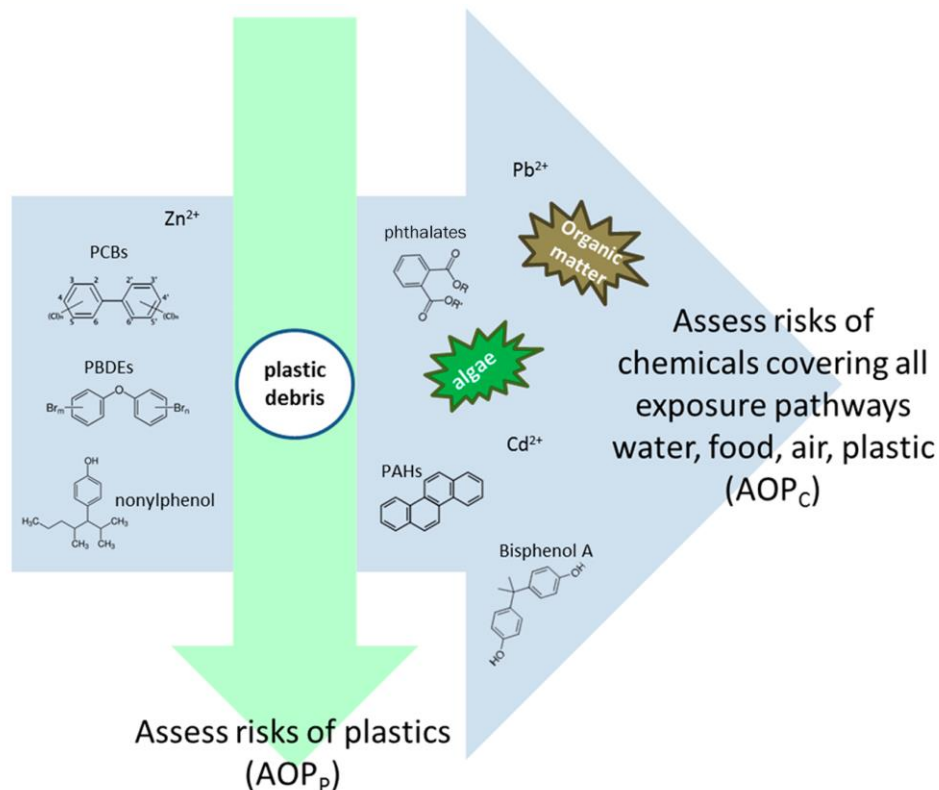
Mesoplastics (5–200 mm)

Macroplastics (> 200 mm)

環境中で検出される粒子サイズ

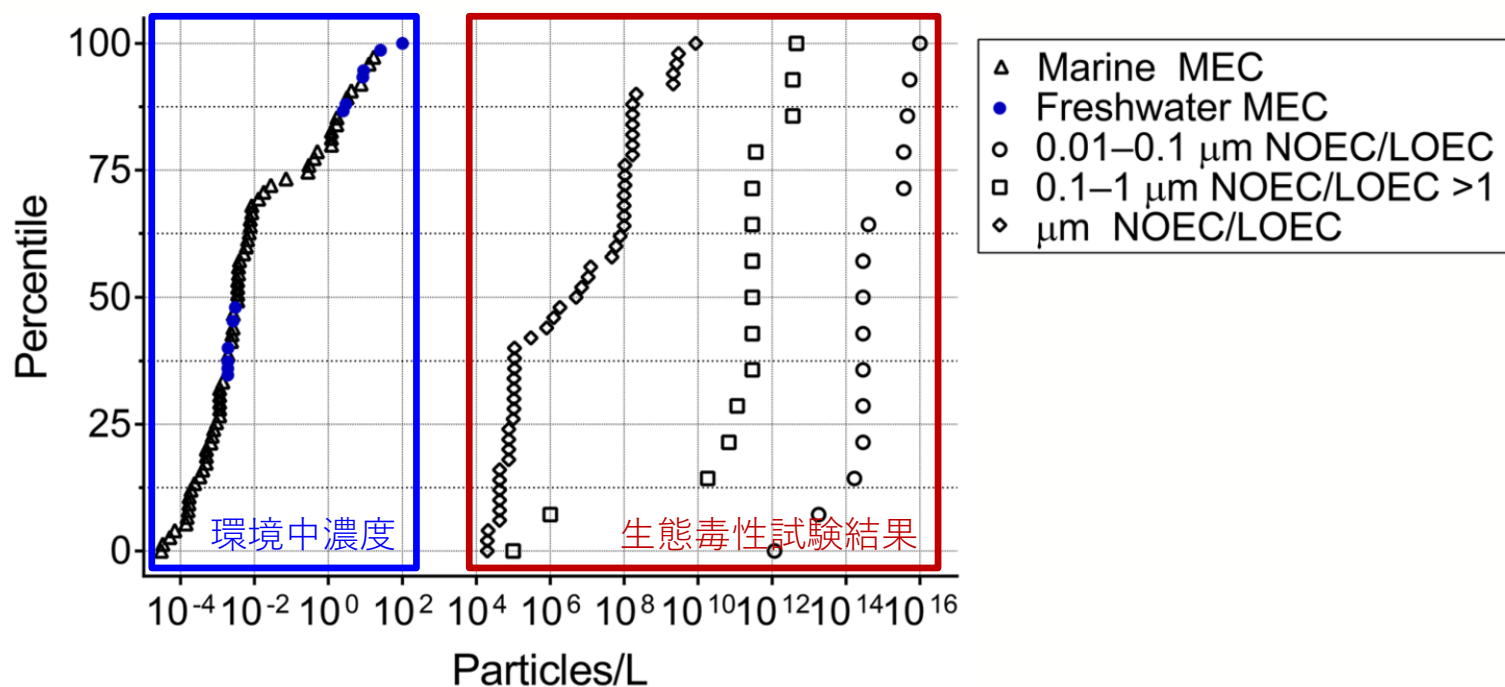
- マイクロプラスチックの密度濃度、粒子形状、種類、粒子サイズといった粒子特性を評価指標として、排出実態、環境動態・生物移行、曝露影響にアプローチ

2つの評価指標：含有・吸着化学物質



- マイクロプラスチックが含有・吸着する樹脂添加剤や残留性有機汚染物質といった化学物質を評価指標として、排出実態、環境動態・生物移行、曝露影響にアプローチ

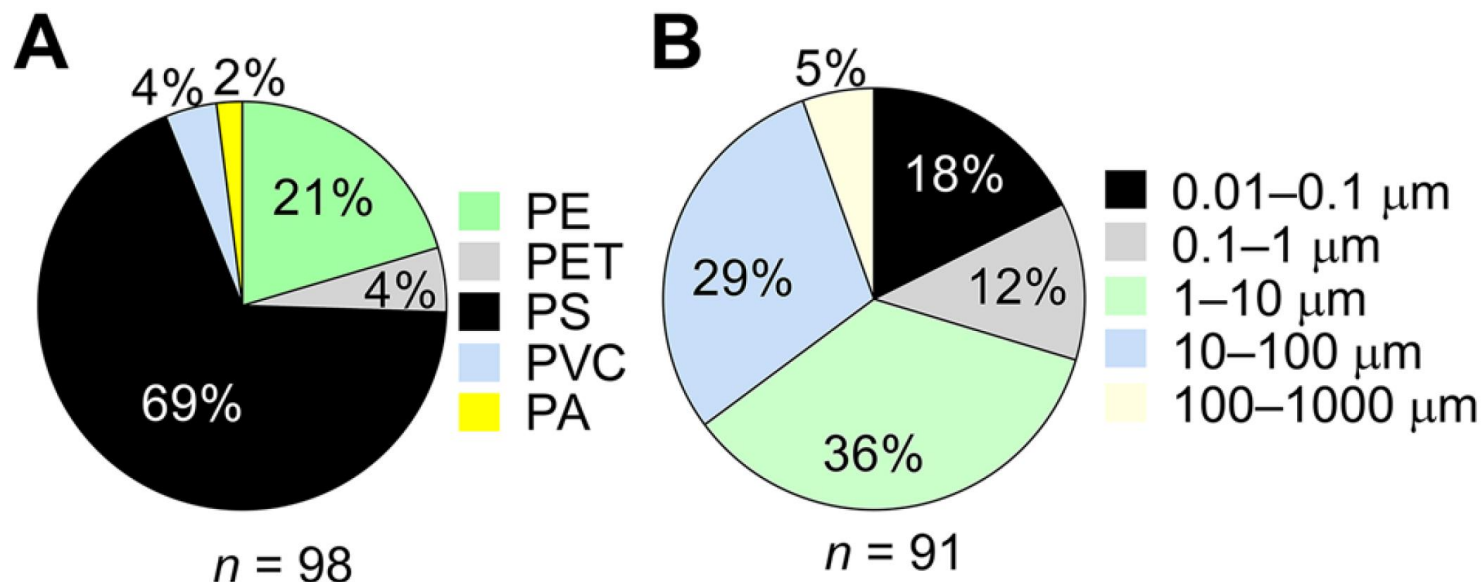
研究展開に際して



環境中マイクロプラスチック密度濃度と生態毒性試験結果

- 環境モニタリングと生態毒性試験の結果のギャップ

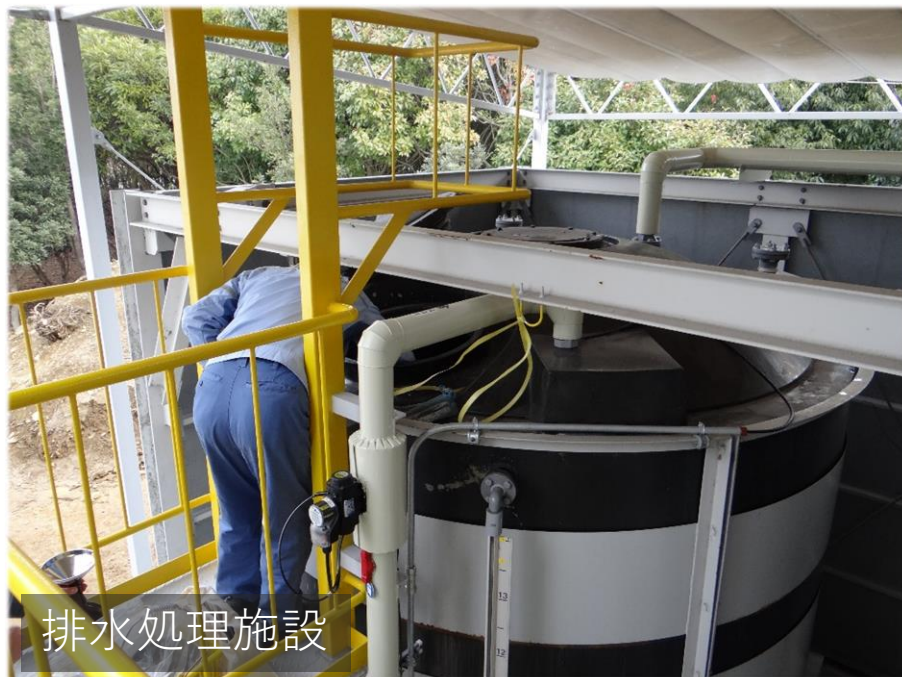
研究展開に際して



生態毒性試験で評価されたマイクロプラスチックについて

- 環境モニタリングと生態毒性試験の結果のギャップ
- 実際に検出されるマイクロプラ特性と試験条件のギャップ
- 排出源を想定した事例が少ない

現地調査の一例



- 国内の廃プラ・マテリアルリサイクル施設の排水と含有プラ
- 排水処理してプラ湿式選別に再利用(施設外に出ない)

現地調査の一例



- 国外の玩具類・生活用品等廃プラのマテリアルリサイクル施設で生じた排水と含有プラスチック小片
- 排水処理をしないで施設外に排水

現地調査の一例



- 国外のペットボトルの材料リサイクル
- 排水処理をしないで施設外に排水

謝辞



国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター
宇智田奈津代氏
松神秀徳 主任研究員
道中智恵子 高度技能専門員
Wannomai Tatiya 氏



愛媛大学
沿岸環境科学研究センター
国末達也 教授
Nguyen Minh Tue 研究員



VNU ハノイ 自然科学大学
環境技術研究開発研究センター
Pham Hung Viet 教授
Lee Hu Tuyen 室長



愛媛大学大学院農学研究科
附属環境先端技術センター
高橋真 教授