

2021年3月3日(水) 令和2年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム

プラスチックの廃棄循環過程における プラスチック微小粒子等の 排出実態把握とリスク管理

国立研究開発法人国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

鈴木 剛、田中厚資、高橋勇介、
倉持秀敏、大迫政浩



本発表のプラスチックごみの定義

- マクロプラ

5 mm以上のサイズ

- マイクロプラ

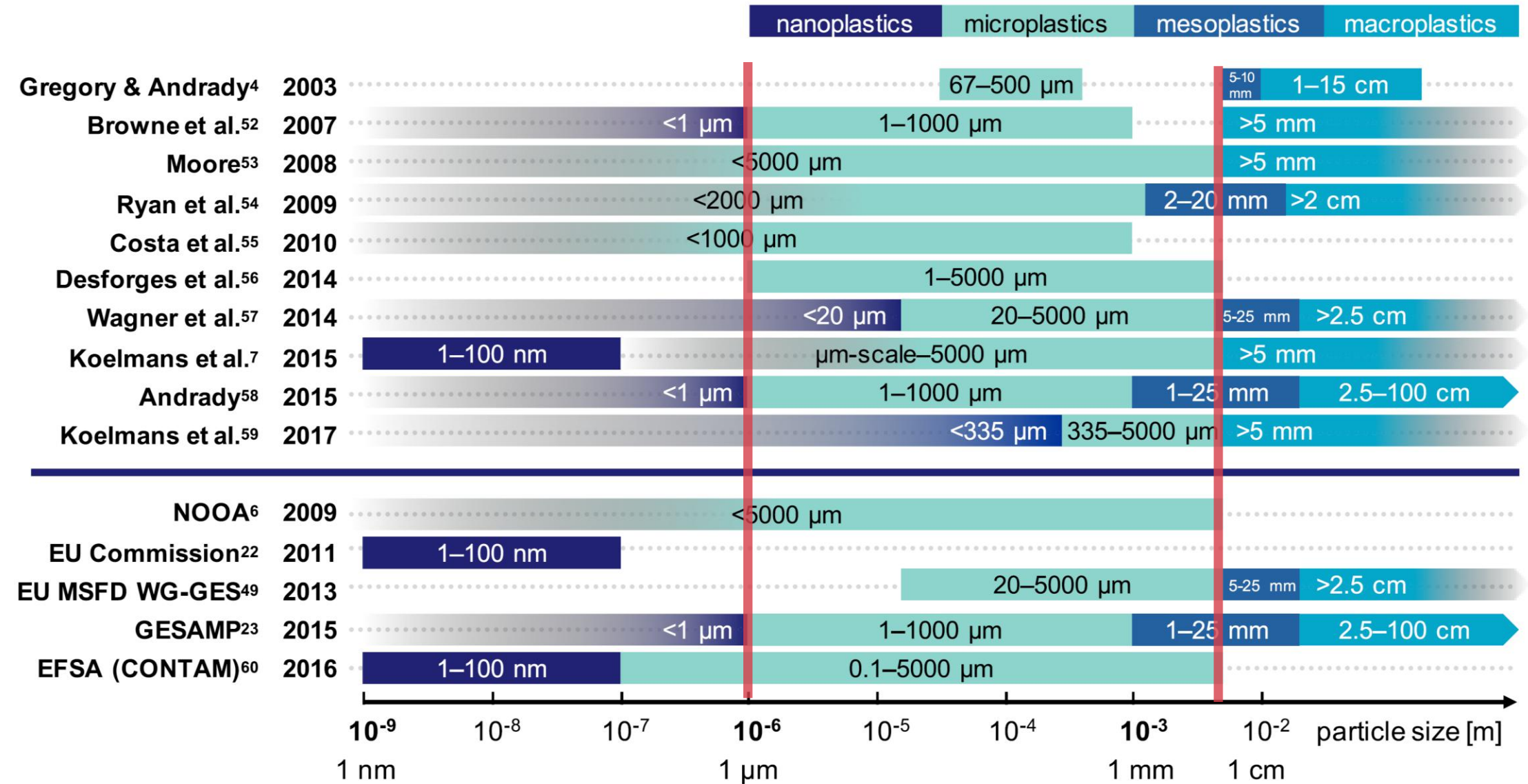
5 mm未満のサイズ

- ナノプラ

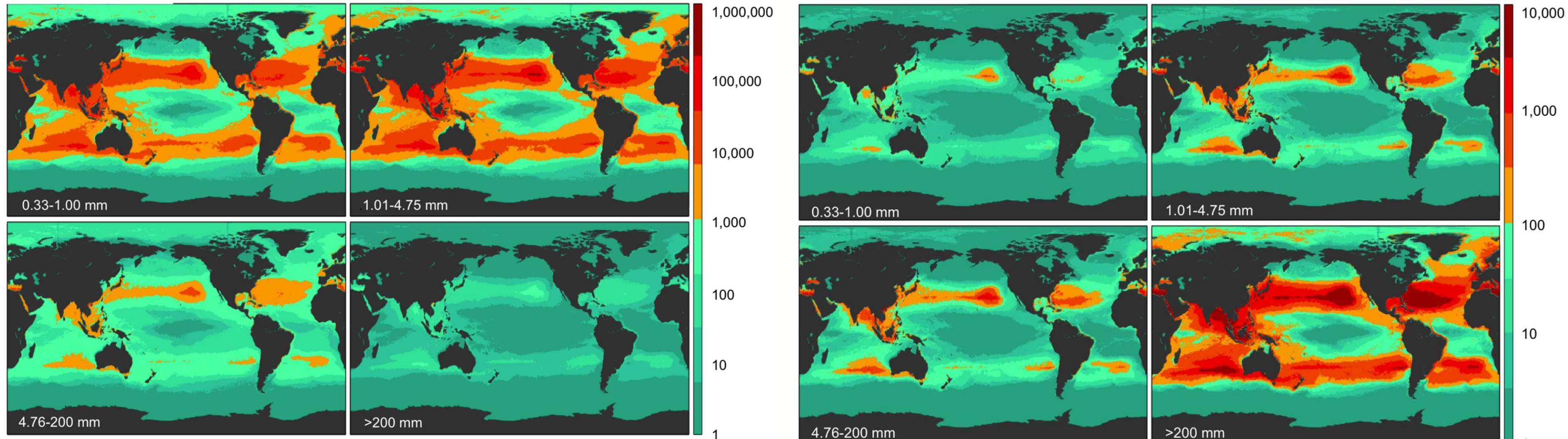
1 μm未満のサイズ

- プラスチックごみ

マクロプラとマイクロプラの総称



海洋プラスチックごみ



密度分布 (個/km²)

重量分布 (g/km²)

- プラごみによる海洋汚染は地球規模で拡大している

廃プラスチックの不適切な処理および海洋流出

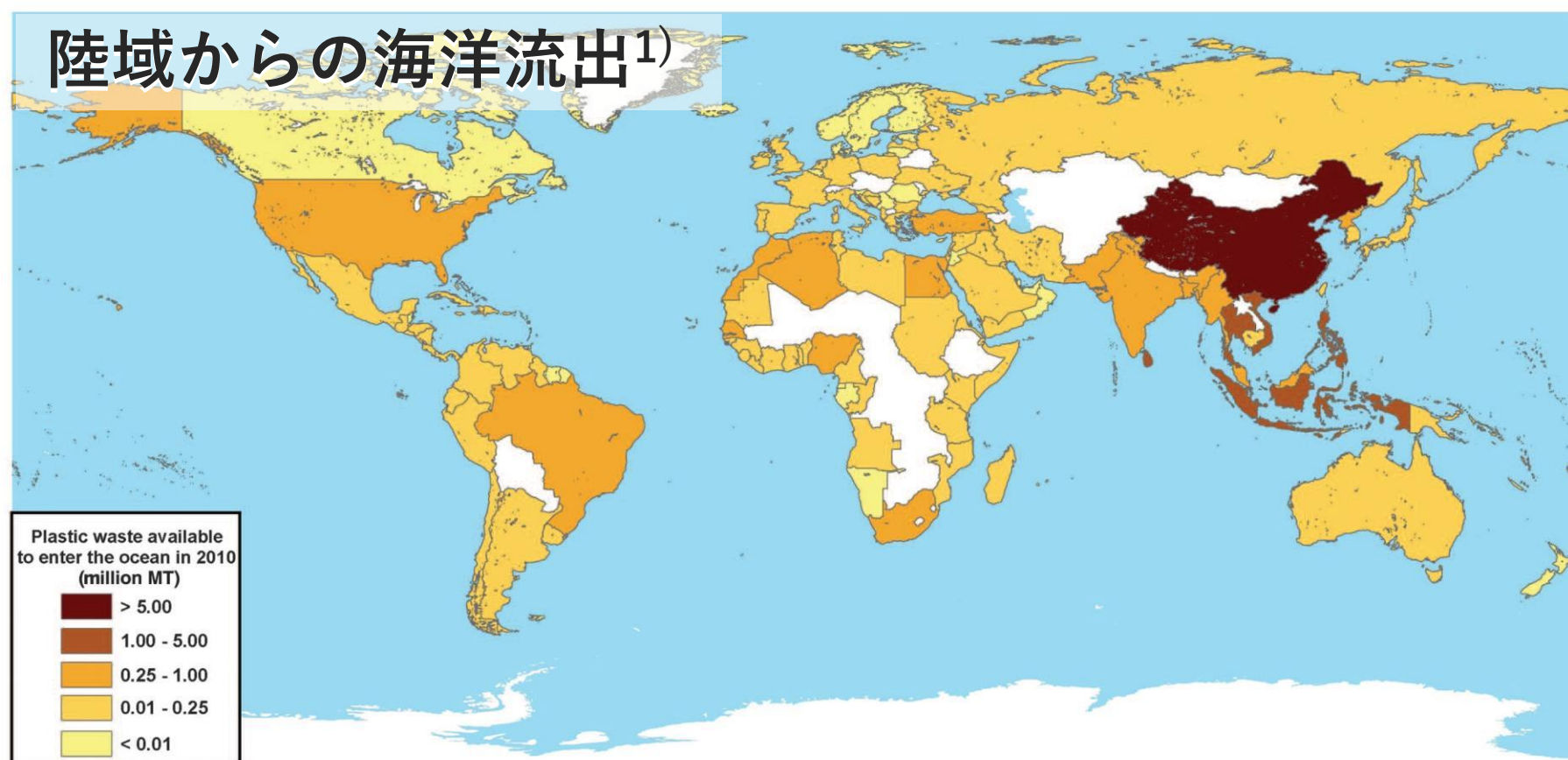


Fig. 1. Global map with each country shaded according to the estimated mass of mismanaged plastic waste [millions of metric tons (MT)] generated in 2010 by populations living within 50 km of the coast. We considered 192 countries. Countries not included in the study are shaded white.

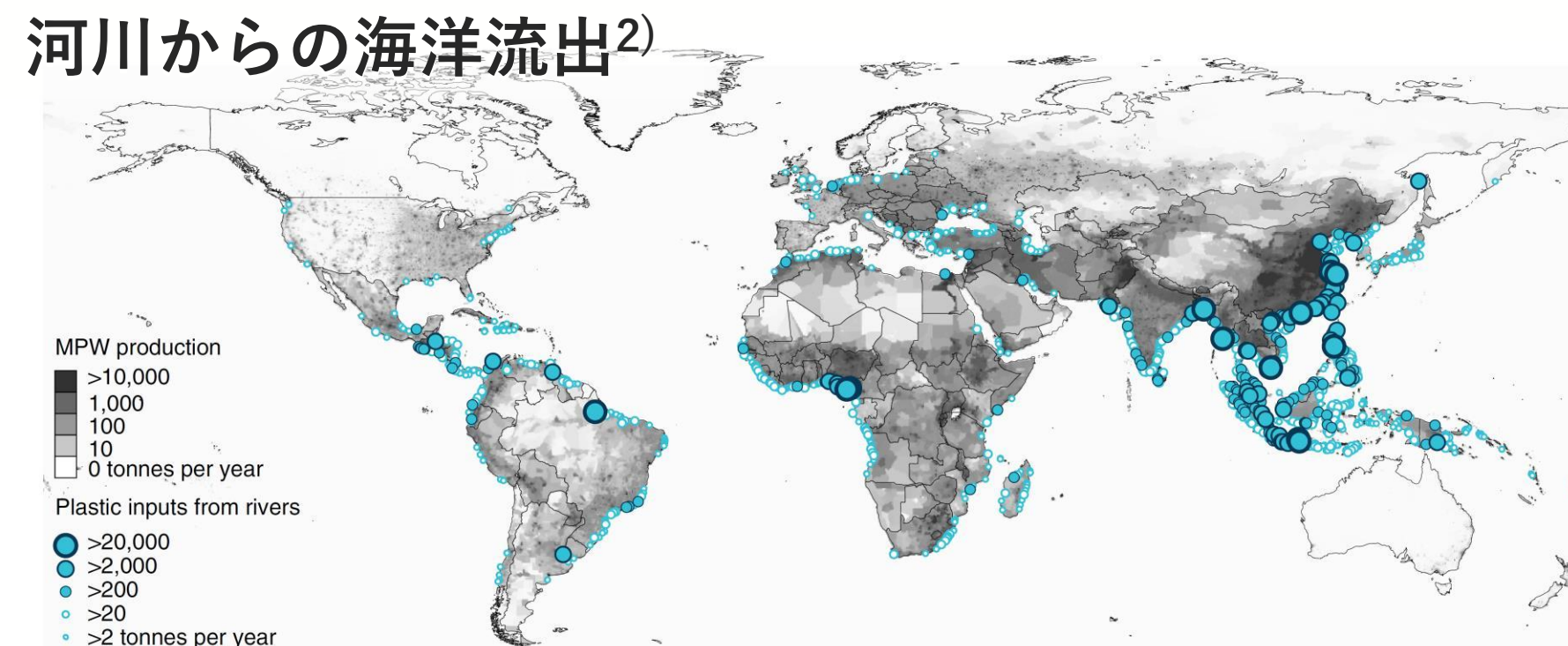


Figure 1 | Mass of river plastic flowing into oceans in tonnes per year. River contributions are derived from individual watershed characteristics such as population density (in inhab km^{-2}), mismanaged plastic waste (MPW) production per country (in $\text{kg inhab}^{-1} \text{d}^{-1}$) and monthly averaged runoff (in mm d^{-1}). The model is calibrated against river plastic concentration measurements from Europe, Asia, North and South America.

- 海洋プラスチックは、主に陸域（海岸）や河川から流出
- 世界の中でアジアは重要なプラごみの排出源

プラスチックごみの海洋への流出

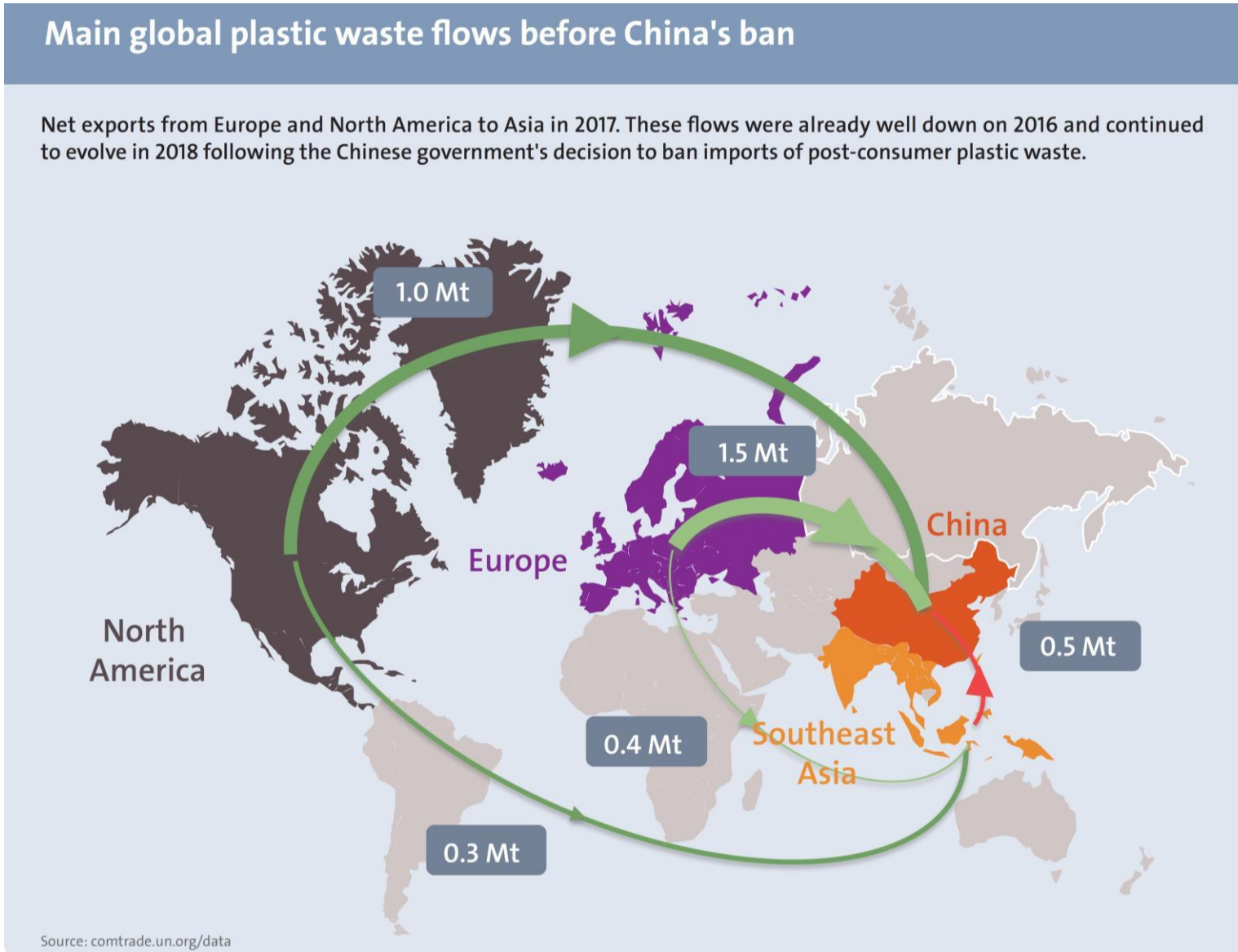
	Loss source	Amount [million tonnes]	Distribution (%)
マクロプラ	Total Macroplastic loss to environment	5.27	64%
	Loss of plastic to environment from mismanaged waste treatment	3.87	46.7%
	Loss of plastic from littering	0.80	9.7%
	Fishing nets and other losses of fibers related to fishing	0.60	7.2%
マイクロプラ	Total Microplastic loss to environment	3.01	36%
	Microbeads lost to environment from use of cosmetics and personal care products	0.01	0.2%
	Loss of rubber from tyre abrasion	1.41	17.1%
	Loss through weathering of marine coatings	0.05	0.5%
	Loss via washing of textiles – clothing	0.26	3.2%
	Road markings	0.59	7.1%
	City dust	0.65	7.9%
	Loss of plastic during upstream plastic production (Virgin plastic pellets)	0.03	0.4%
Total plastic loss		8.28	100%

- マクロプラの海洋への流出量は、527万トン/年と試算
- マイクロプラの海洋への流出量は、301万トン/年と試算

日本の取り組み

- プラスチック資源循環戦略の策定 (2019年5月)
- 大阪サミットで**ブルー・オーシャン・ビジョン**「2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロとする」を宣言 (2019年6月)
- 海岸における漂着ごみ調査 (2010年～)
- 沿岸や沖合海域における漂着ごみ調査及び海底ごみ調査 (2014年～)
- 日本周辺海域等における海洋マイクロプラスチック調査 (2014年～)
- 環境研究総合推進費 (2015年～)
海洋プラごみ研究 (2015年～)、農耕地マイクロプラ研究 (2020年～)、タイヤ粉じん由来マイクロプラ研究 (2020年～)
- 海洋プラごみに係る各種検討会の設置
 - ➔ 海洋プラスチックごみに関する**現状把握**を進め、**排出抑制**へ

廃プラスチックの輸入規制



2018年(平成30年)1月18日(木曜日)

中国が輸入禁止 行き場ないゴミ

リサイクルを目的に世界各国から大量の廃物を輸入してきた中国が昨年12月末、部分的に廃物の輸入禁止に踏み切った。再生処理の過程で起こる環境汚染を防ぐのが目的だ。急な措置で、国内外で波紋が広がっている。

米オレゴン州の廃物処理業者が、中国に輸出した廃物の一部が、中国で再生処理されず、行き場を失った。業者は「行き場を失った廃物は、環境汚染の原因になる」と警告している。

中国は1980年代から廃物の輸入を始めた。改革開放政策による工業化を進める過程で、木材や原油から生産するより安価な原料を確保するために、中国環境保護省によると、2016年の固形廃物の輸入量は4658万トンで、世界で最も多い。中国はプラスチックが780万トン、紙が850万トン(合計、廃プラスチックが1630万トン)を占める。中国の貿易統計によると、最大相手国の米国からは、1億7900万トンの古紙と廃プラスチックを輸入し、これに日本や韓国が追随している。

中国は1980年代から廃物の輸入を始めた。改革開放政策による工業化を進める過程で、木材や原油から生産するより安価な原料を確保するために、中国環境保護省によると、2016年の固形廃物の輸入量は4658万トンで、世界で最も多い。中国はプラスチックが780万トン、紙が850万トン(合計、廃プラスチックが1630万トン)を占める。中国の貿易統計によると、最大相手国の米国からは、1億7900万トンの古紙と廃プラスチックを輸入し、これに日本や韓国が追随している。

「汚染防ぐ」再生工場停止・混乱 米や日本も

だが広東省広州市の工場地帯は1月上旬、閑散としていた。「いつまで仕事を続けるか」「いままで仕事を続けられなかった再生業者の男性が、残り少ない廃物の在庫を分別しながらほやいた。昨春から輸入物が入らなくなった業者が、行き場を失った。業者は「行き場を失った廃物は、環境汚染の原因になる」と警告している。

再生工場では、日本から輸入されたという廃プラスチックが処理されていた。昨年12月21日、さまざまな廃物を扱う業者の作業場が、中国に減った。業者は「行き場を失った廃物は、環境汚染の原因になる」と警告している。

ドキュメンタリーが影響か

今回の輸入禁止措置にはドキュメンタリー映画「プラスチックチャイナ」の影響を挙げたと語っている。監督の王久良氏(40)に聞いた。

「プラスチックチャイナ」はプラスチックゴミの主な輸出国である米国と、それを再生処理する中国河北、山東、広東など各省の現場を舞台に映像作品。構想、撮影、編集に計6年をかけた。2014年12月に中国でメティム版(28分)を公開し、16年11月国際映画祭に映画版(81分)を出展した。

「無秩序な処理 改善願ひ」撮影

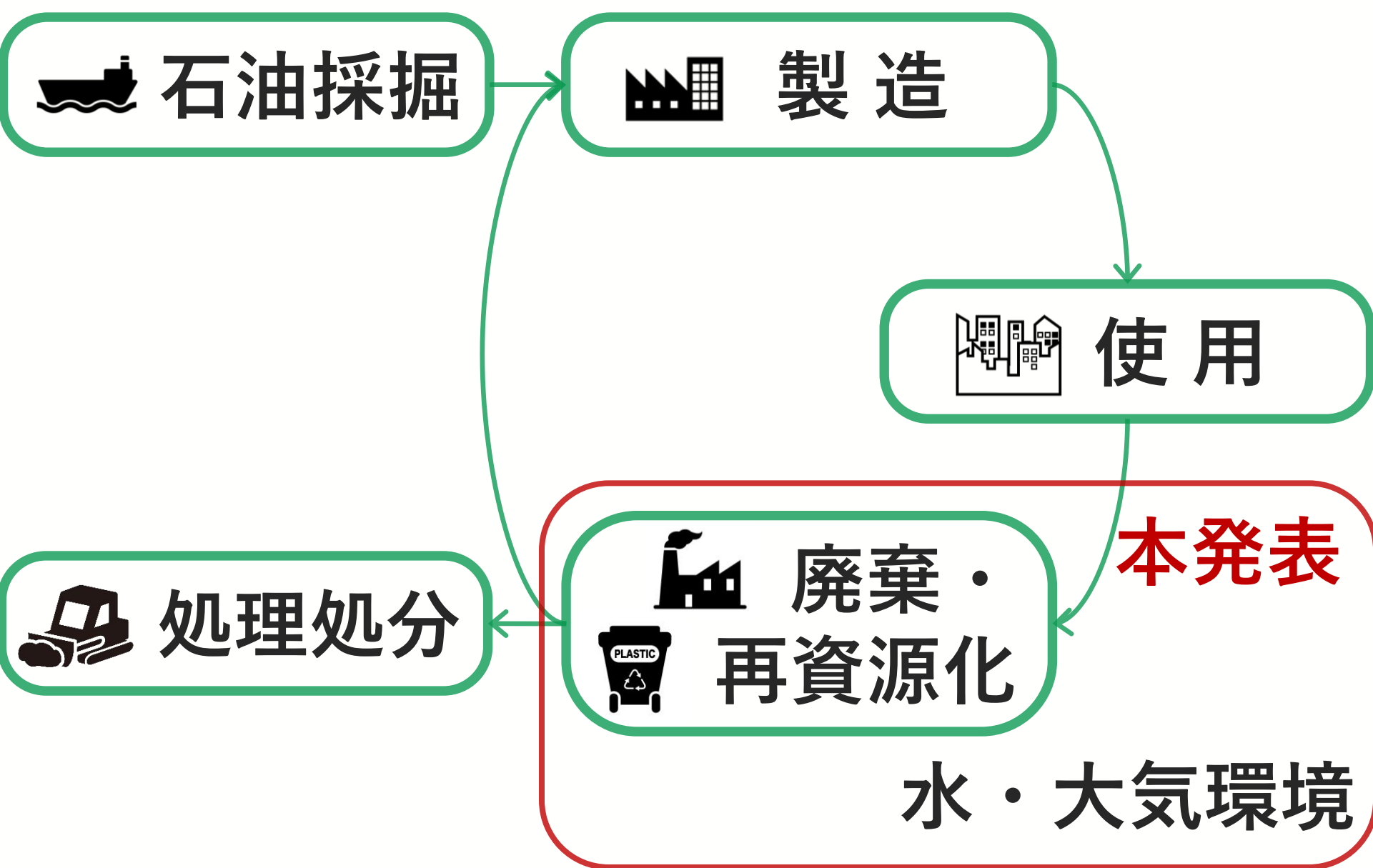
さいと裏した。中国の再生業者の多くは最大限の利益を追求し、環境対策に経費をかけたがらない。その結果、水、空気、土壌が汚染され、地域でがんや心臓病が多くなる。現場で多くの子どもと会った。大人の罪作り行為の結果は子どもが負う。

作品を撮ったのは、国内の無秩序な処理が露見されてほしいと思った。国内ゴミの問題も大きい。輸出も責任を持つ。自国のゴミ処理を改善すべきだ。

この作品は国内での放映を禁止されているが、政府に30年の方針を転換させる役割を果たしたと思う。

- 2018年1月以降、中国や周辺国は廃プラスチックの輸入規制
- プラスチック資源循環が大きく変わりつつある

プラスチックライフサイクルと国環研プラ研究



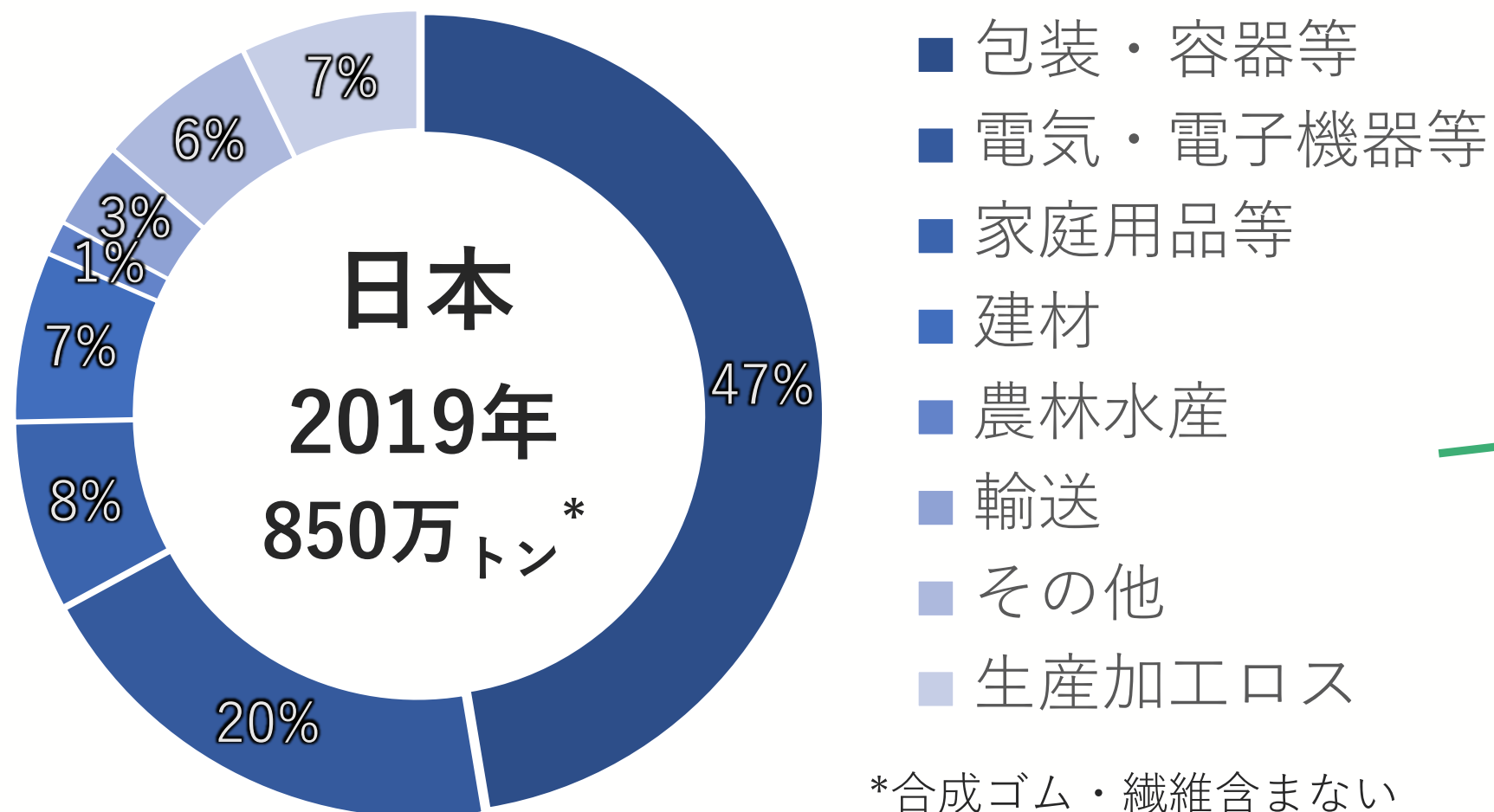
国環研で実施中の研究課題

- プラスチックのフロー
- 資源循環過程や環境排出の挙動
- 3Rを含む排出抑制対策
- 随伴する化学物質のリスク管理

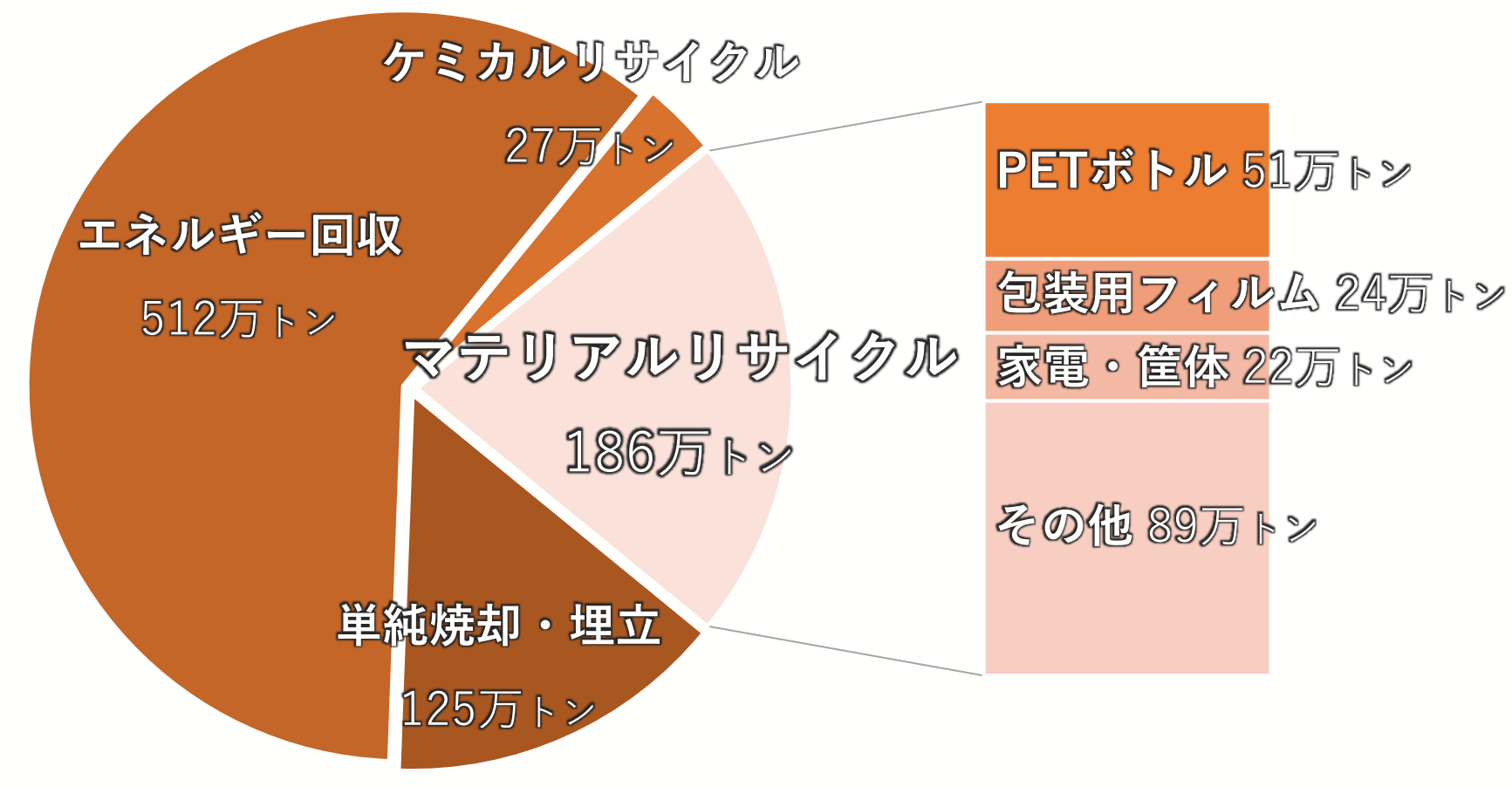
→ **モデル**と**実測**を組み合わせ
て**海洋プラごみの効果的な削減**
へ貢献する

国立環境研究所 戦略的研究プログラム 物質フロー革新 (2021~2025年度)

プラスチックごみの再資源化における挙動



廃プラスチックの年間排出量



廃プラスチックの処理状況

- 海洋プラごみ / 脱炭素の視点から“適切”なプラ資源循環のニーズが高くなる
- サーキュラーエコノミーに基づくとマテリアルリサイクルが重要

プラスチックごみの再資源化における挙動



- **廃プラのマテリアルリサイ**には、破碎と洗浄・選別工程が必ず含まれる
- 破碎時には**プラ微小粒子が生成**、洗浄・選別時には**含有排水が発生**

プラスチックごみの再資源化における挙動






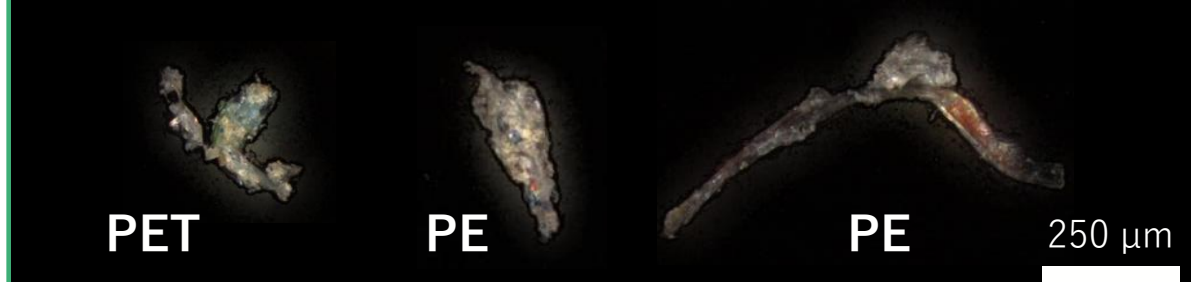


ベトナムのマテリアルリサイクル (2019年9/10月撮影)

日本のマテリアルリサイクル (2017年12月撮影)

- 中国の廃プラ輸入規制に伴って周辺国のマテリサが活発化？
- 国内の廃プラのマテリサが良い実践例になることを期待

プラスチックごみの再資源化における挙動

 プラ筐体リサイクル施設排水	 生活系プラリサイクル施設排水	 ペットボトルリサイクル施設排水
 <p>PS PS PET 250 μm</p>	 <p>PP PP+PE PE 500 μm</p>	 <p>PET PE PE 250 μm</p>
<p>粒子濃度： 200,000 items/L 重量濃度： 3.5 g/L ポリマー： PS (88%)、その他 (12%) 平均直径： 204 μm (中央値) 形状： 破片状 (95%)、繊維状 (5%)</p>	<p>粒子濃度： 370 items/L 重量濃度： 0.024 g/L ポリマー： PP (64%)、PP+PE (20%)、PE (9.4%)、その他 (7%) 平均直径： 409 μm (中央値) 形状： 破片状 (97%)、その他 (3%)</p>	<p>粒子濃度： 3,000 ± 240 items/L (n=2) 重量濃度： 0.17 g/L ポリマー： PET (65%)、PE (16%)、PP (7.2%)、その他 (12%) 平均直径： 184 μm (中央値) 形状： 破片状 (81%)、繊維状 (19%)</p>

- ベトナムの廃プラ・マテリアル施設の破砕処理等排水を採取 (2019年9月)
- 当該排水中マイクロプラスチック (315 μmメッシュ通水)の濃度は非常に高い
 中国・繊維工業地帯 施設排水 (50 μmメッシュ通水) 5~1,800 items/L¹⁾、下水処理施設放流水 (50 μmメッシュ通水) 350~600 items/L¹⁾
 環境水 (5 μmメッシュ通水) 2.1~71 items/L²⁾

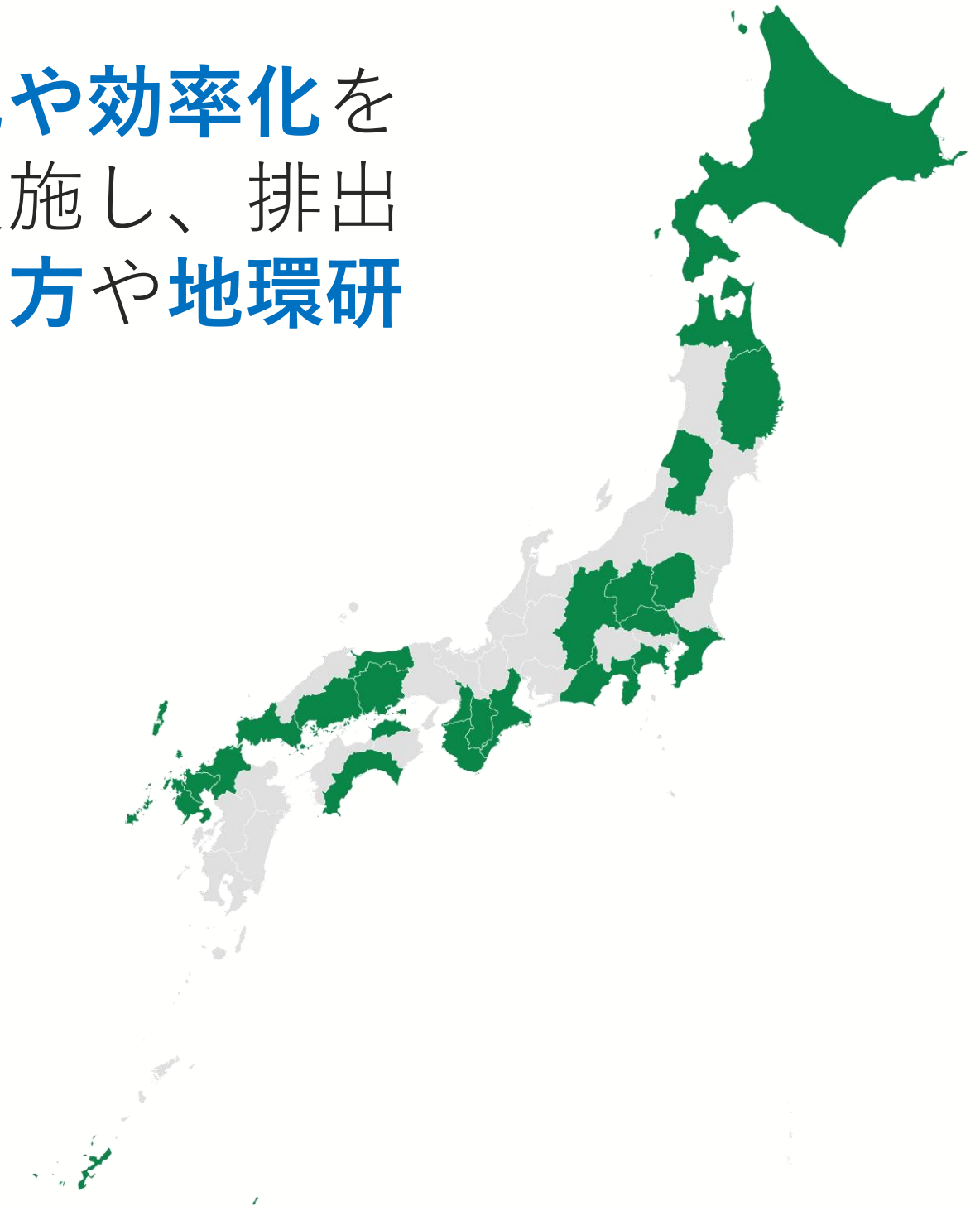
→排出量や含有化学物質の毒性も考慮してリスク管理のポイントを検討

プラスチックごみの環境排出と排出抑制

— 国環研と地環研で共同して**調査方法の共通化や効率化**を図りつつ、**河川プラごみの実態把握調査**を実施し、排出抑制効果の検証に資する**モニタリングのあり方**や**地環研の役割を検討・提案**

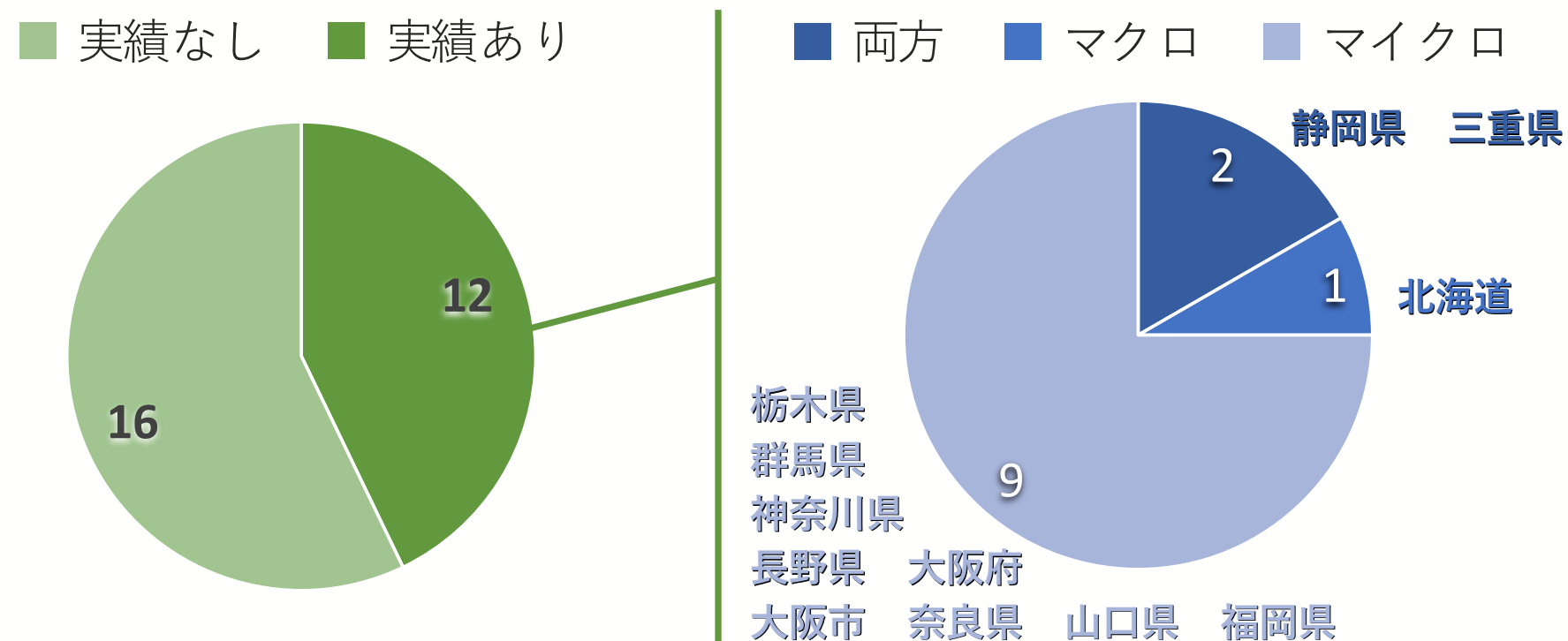
— 28/67機関が参加、比較的全国を網羅

参加機関：北海道、青森県、岩手県、山形県、栃木県、群馬県、千葉県、神奈川県、長野県、静岡県、さいたま市、三重県、大阪府、奈良県、和歌山県、大阪市、鳥取県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高知県、広島市、福岡県、佐賀県、長崎県、沖縄県、北九州市

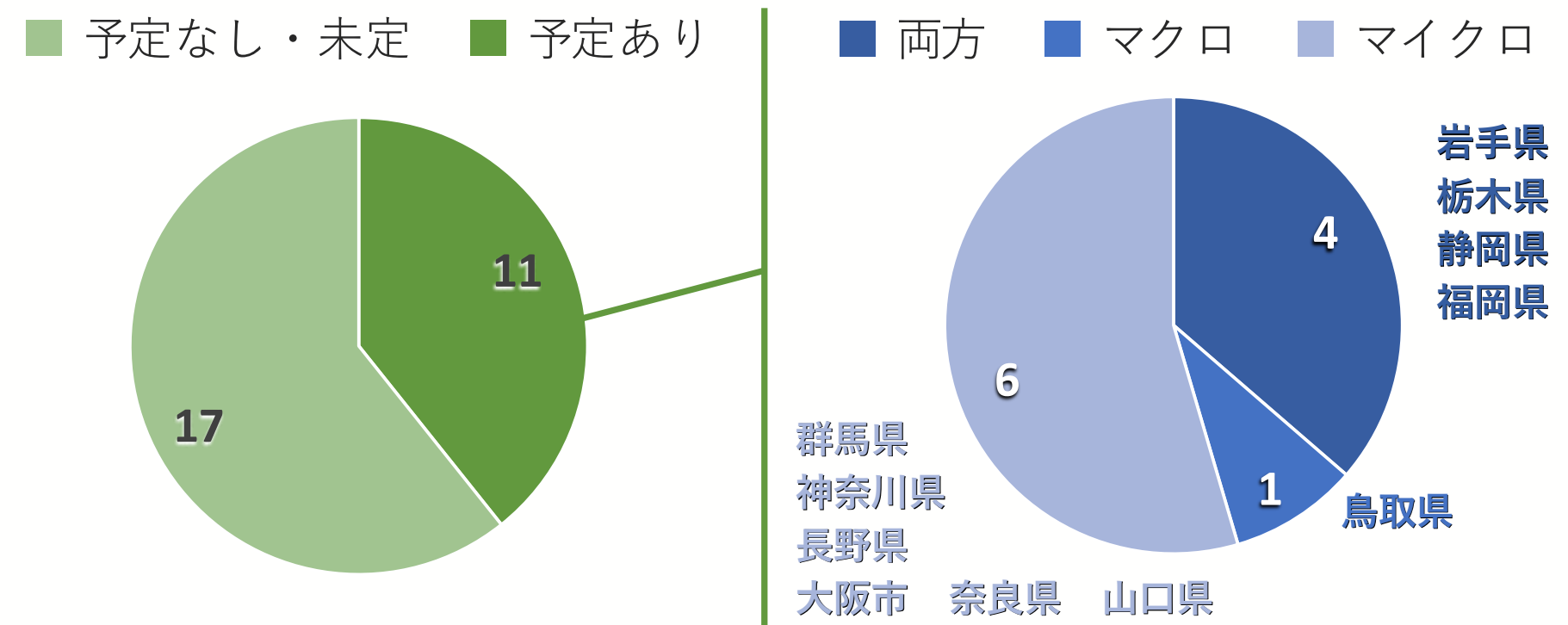


プラスチックごみの環境排出と排出抑制

プラスチックごみの調査実績の有無



2021年4月以降のプラスチックごみ調査予定



- 環境省発出予定の調査マニュアルに参加機関の調査経験を反映
- 共通化マニュアルを用いてデータを集積、効果・効率的な排出抑制対策へ

→地環研ネットワークを活用して海洋プラごみ削減に貢献

プラスチックごみの環境中運命

- 点源・面源から排出される**プラスチックごみ**を想定して、**水・大気環境**や**廃棄循環過程**で生じるイベントを通じた**プラスチックの劣化**に伴う**微小プラスチック粒子(マイクロ・ナノ)の発生実態**を評価し、**含有化学物質の溶出能**や**環境汚染物質の吸着能**との関連性を明示



プラスチックごみの環境中運命

劣化指標の評価法

- 表面構造
- カルボニルインデックス
- ポリマー分子量分布 など

マイクロプラスチック分析

- FT-IR ATRによるプラ粒子の測定方法の開発
100 μm 以上：概ね終了
1 μm 以上 100 μm 未満：検討中

ナノプラスチック分析

- HDPE/LDPE/PP/PET/PS/PVCのナノ球状粒子標準物質の作製
- 定量分析方法の開発

- 劣化プロセス別のプラスチック(バージンプラ、廃プラ)の劣化指標を抽出
- 劣化指標とマイクロ化・ナノ化の関連性評価
- 劣化指標と化学物質の溶出性・吸着性の関連性評価

➔ マイクロ・ナノプラの発生源探索・リスク管理に資する知見

まとめ

- 国環研ではプラスチックライフサイクルを俯瞰してモデルと実測による総合的な研究を展開する
- 実測研究では、特にプラスチックの廃棄循環過程に着目して、現場での実態把握に基づいて現象理解を進め、排出量評価やリスク管理、排出抑制対策やその効果の検証に資する研究成果の獲得ととりまとめを目指す