

セッションB: 発生源・流出経路・微細化

深層学習を用いた 河川浮遊プラスチック輸送量 計測手法の開発

片岡智哉¹⁾・吉田拓司²⁾・竹中颯志³⁾・太田洸⁴⁾・二瓶泰雄⁴⁾・加古真一郎⁵⁾・松岡大祐⁶⁾

¹⁾愛媛大学 大学院理工学研究科 生産環境工学専攻

²⁾八千代エンジニアリング株式会社

³⁾愛媛大学 工学部 環境建設工学科

⁴⁾東京理科大学 理工学部 土木工学科

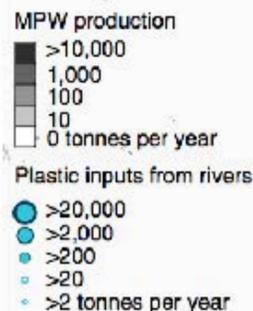
⁵⁾鹿児島大学 学術研究院 理工学域工学系

⁶⁾海洋研究開発機構 情報エンジニアリングプログラム



海洋へのプラスチック流出監視強化の必要性

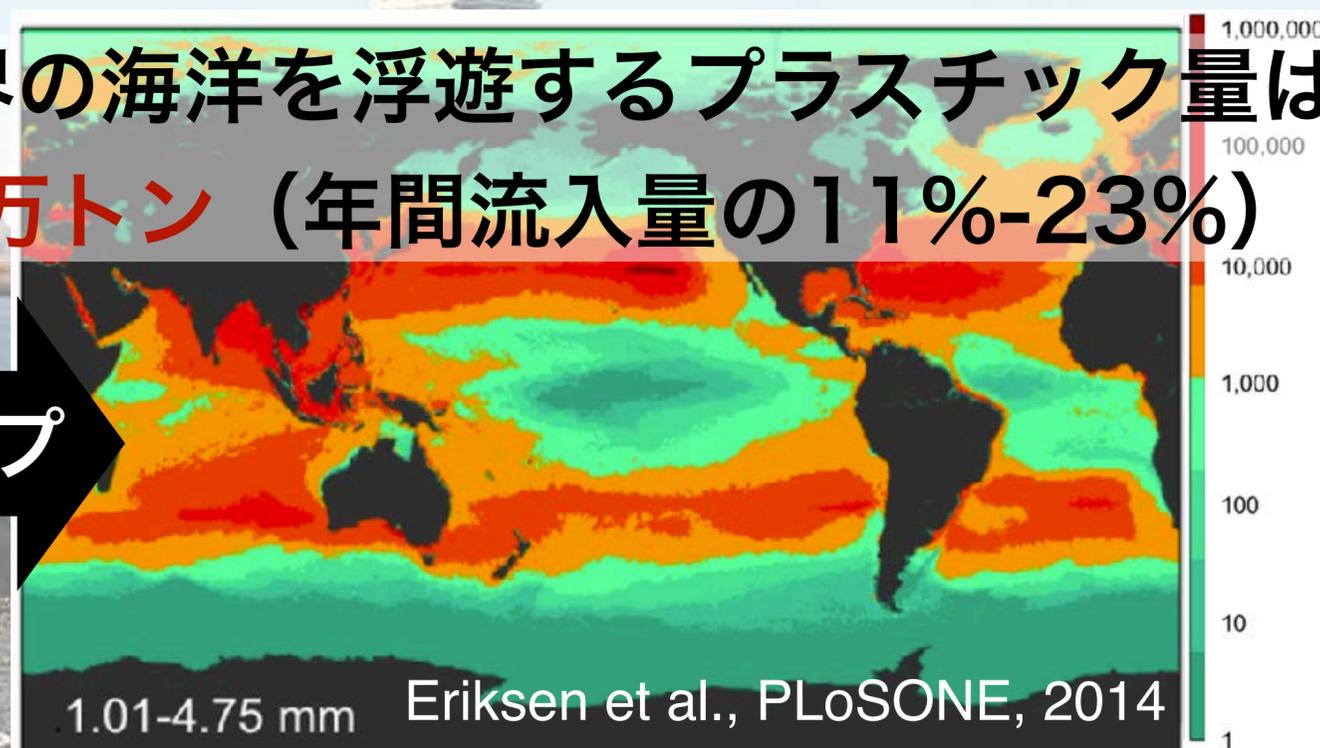
世界の主要河川から年間115-241万
トンのプラスチックが海洋に流出



Lebreton et al., Nat. Commun. 2017

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 kg inhab⁻¹ 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.

世界の海洋を浮遊するプラスチック量は
27万トン（年間流入量の11%-23%）



ギャップ

PLASTIC POLLUTION

The missing ocean plastic sink: Gone with the rivers

Lisa Weiss^{1*}, Wolfgang Ludwig¹, Serge Heussner¹, Miquel Canals², Jean-François Ghiglione³, Claude Estournel⁴, Mel Constant^{1†}, Philippe Kerhervé¹

Plastic floating at the ocean surface, estimated at tens to hundreds of thousands of metric tons, represents only a small fraction of the estimated several million metric tons annually discharged by rivers. Such an imbalance promoted the search for a missing plastic sink that could explain the rapid removal of river-sourced plastic from the ocean surface. On the basis of an in-depth statistical reanalysis of microplastic data, we demonstrate that current river flux assessments are overestimated by two to three orders of magnitude. Accordingly, the average residence time of microplastics at the ocean surface rises from a few days to several years, strongly reducing the theoretical need for a missing sink.

不確実性が大きい → モニタリングが重要

Weiss et al., Science, 2021

大阪ブルー・オーシャン・ビジョンの実現

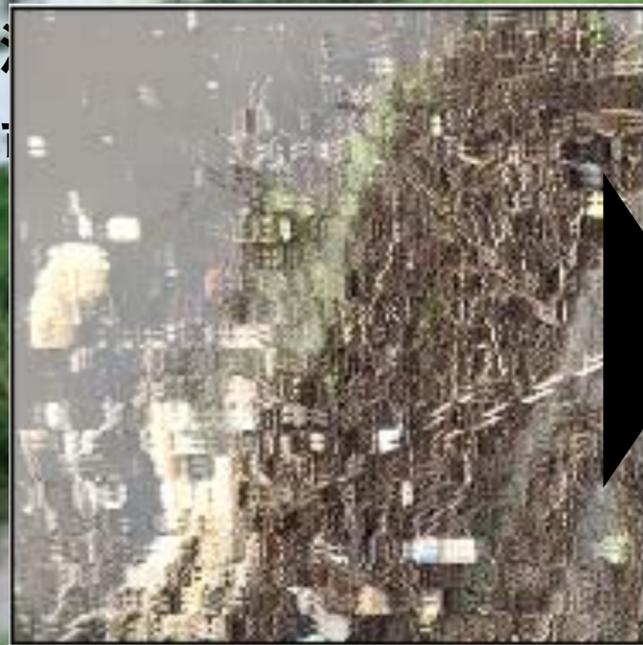
⇒ 河川から海洋に流出する
プラスチック動態把握が重要



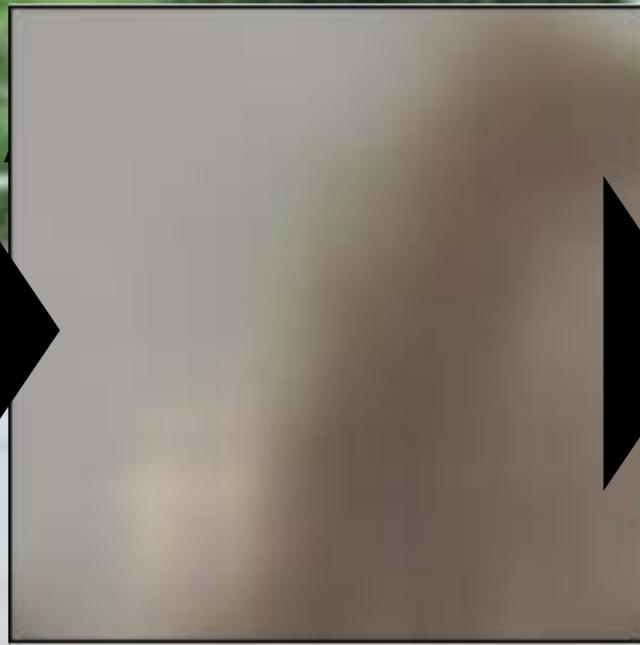
河川におけるプラスチック輸送量
計測技術の開発

河川浮遊ごみ輸送量の計測手法の開発

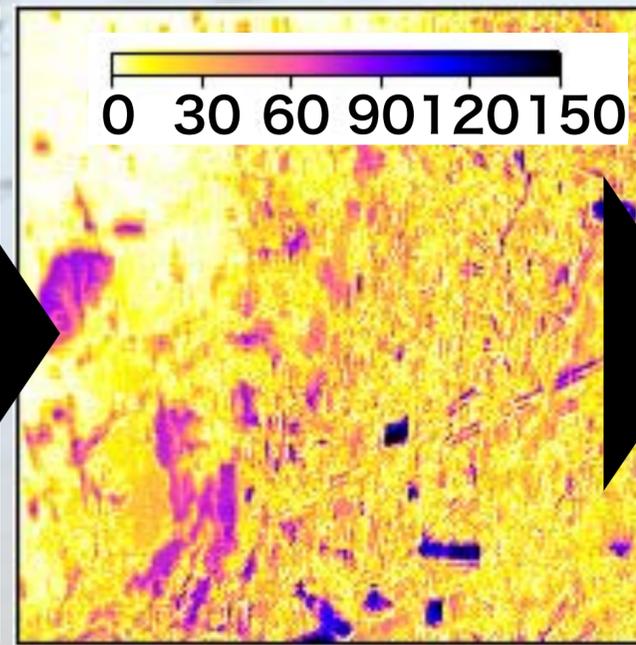
オリジナル画像



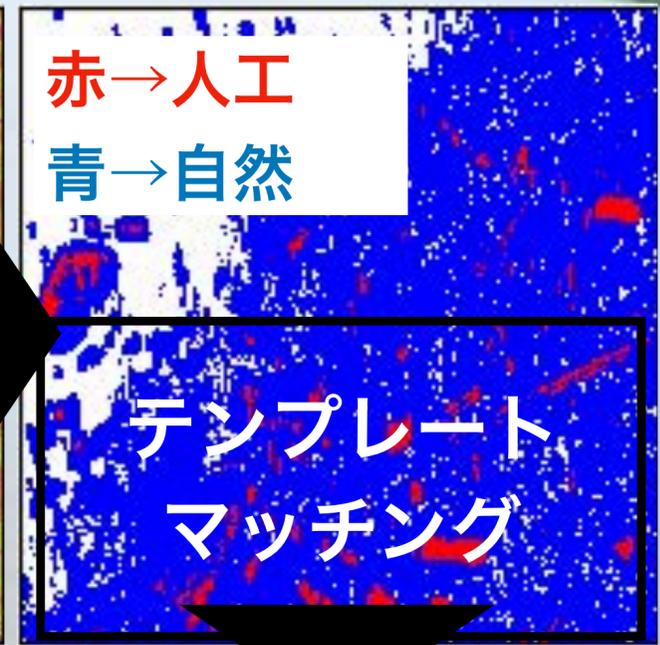
平滑化画像



色差画像

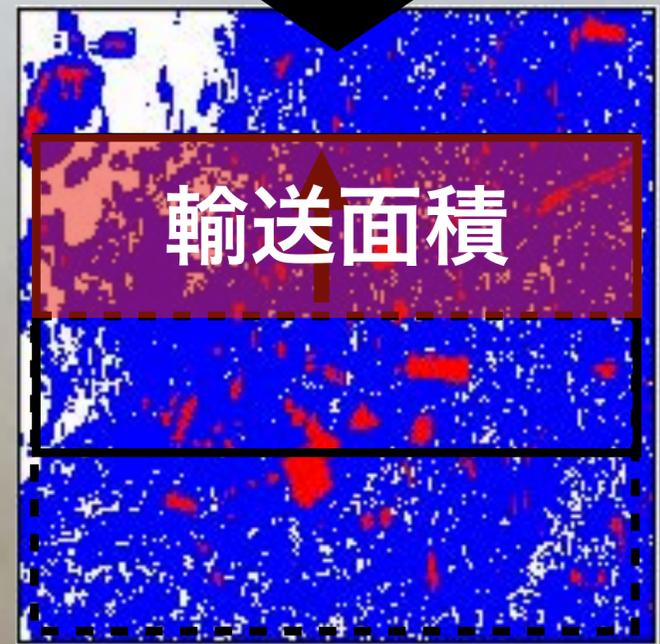


ごみ検出画像



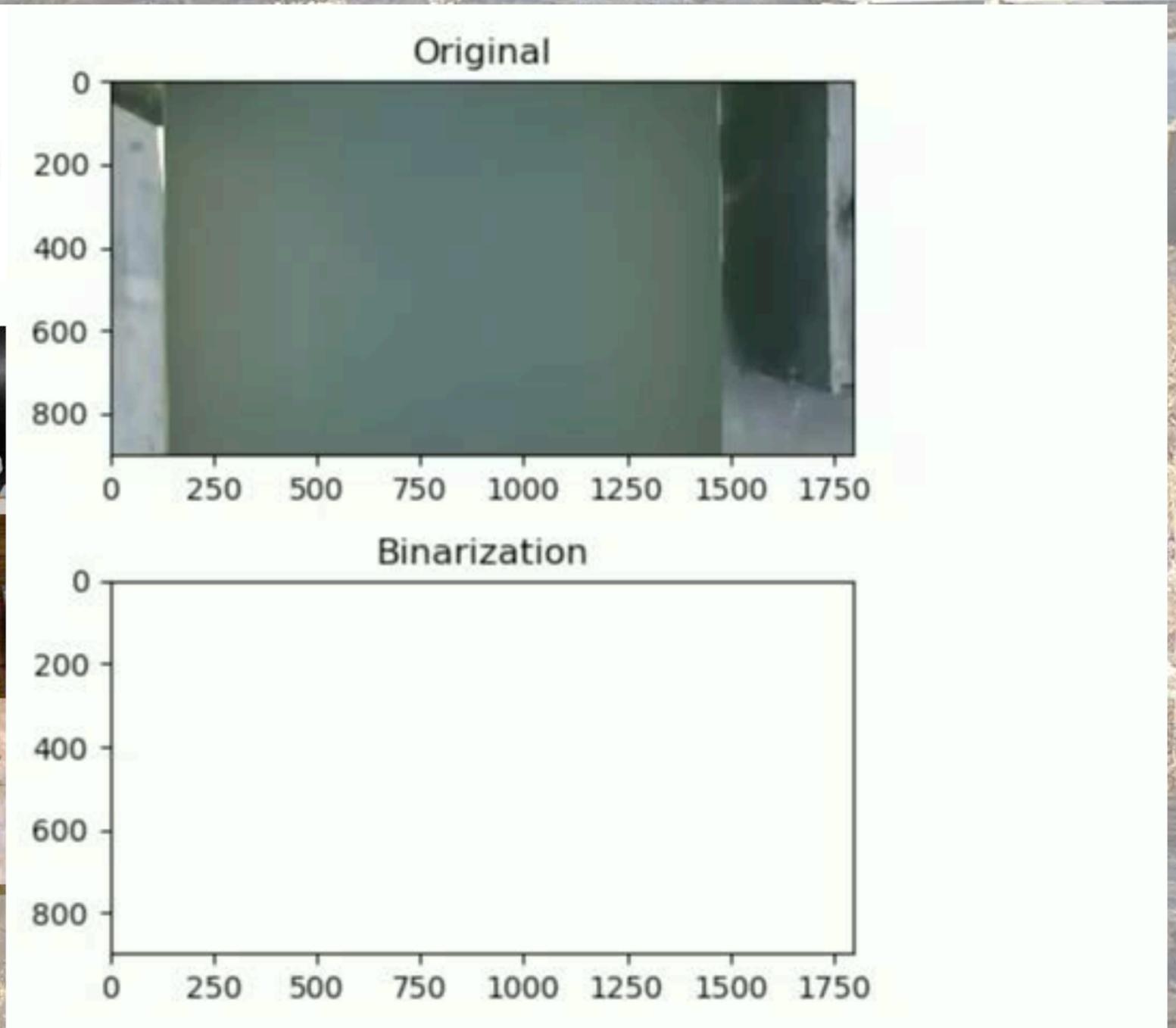
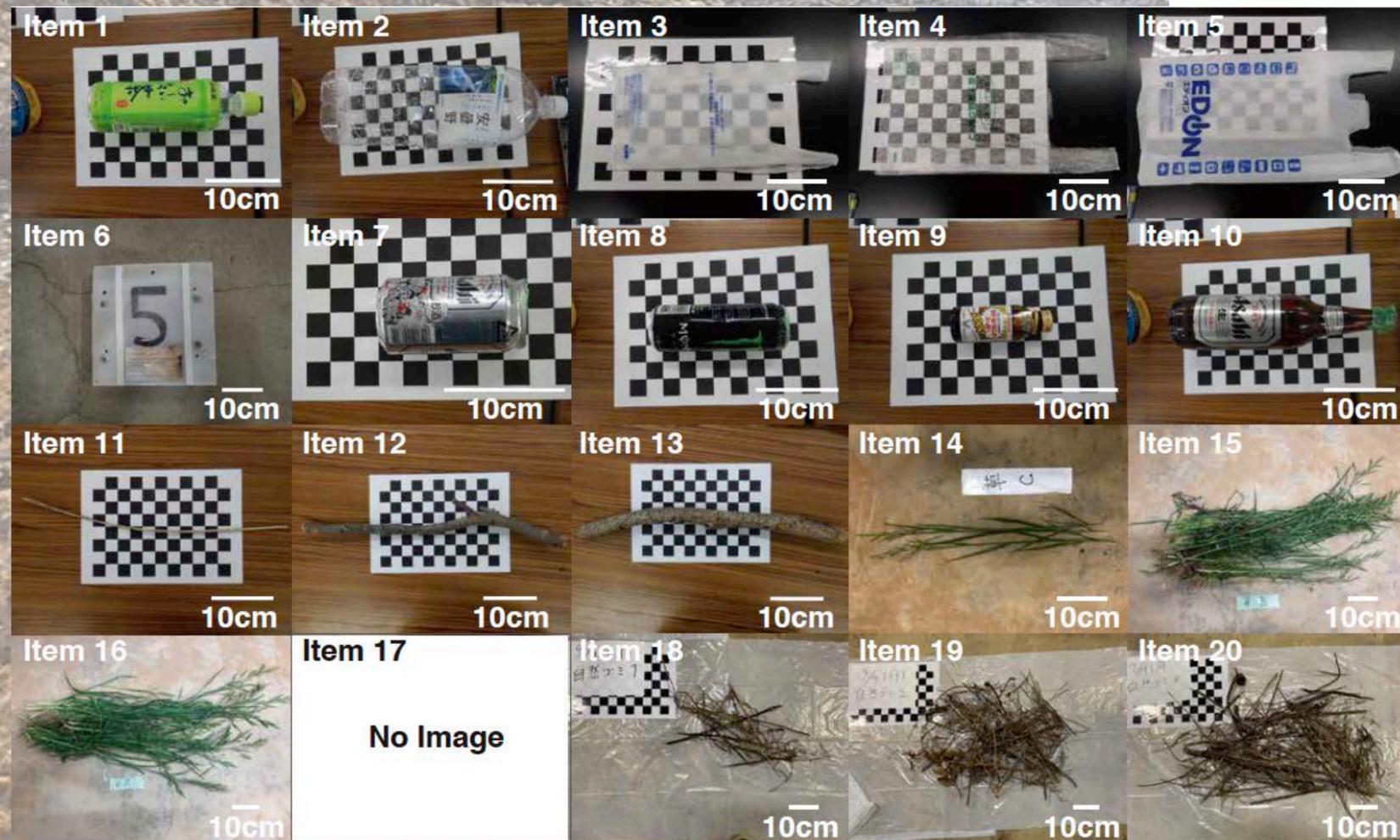
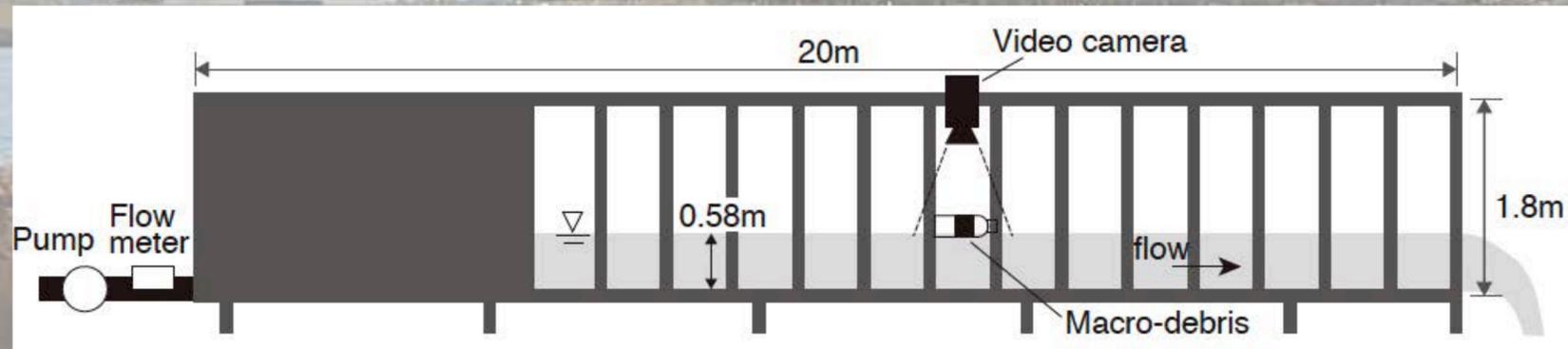
白っぽいごみ
→ 人工系ごみ

流れ

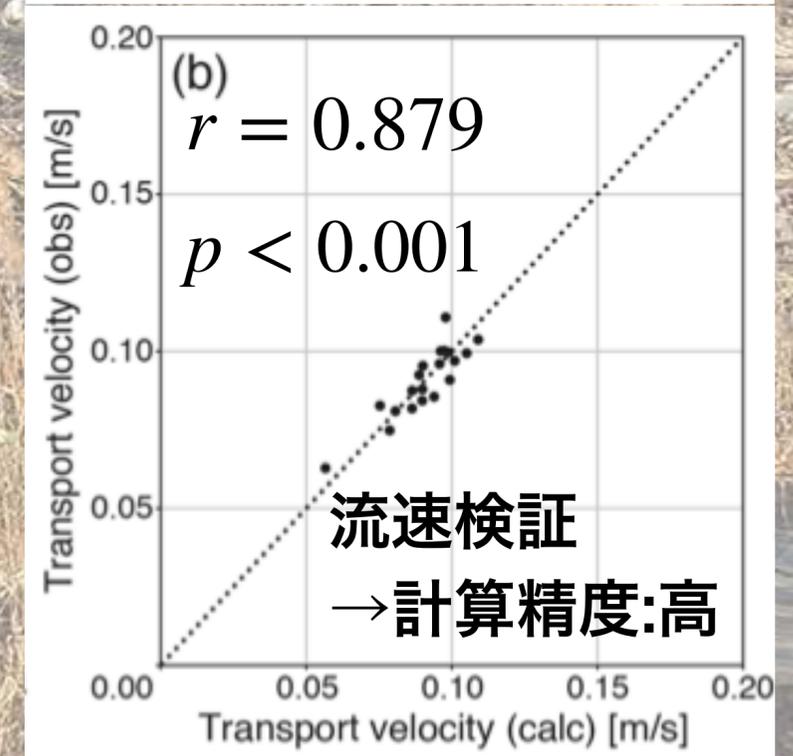
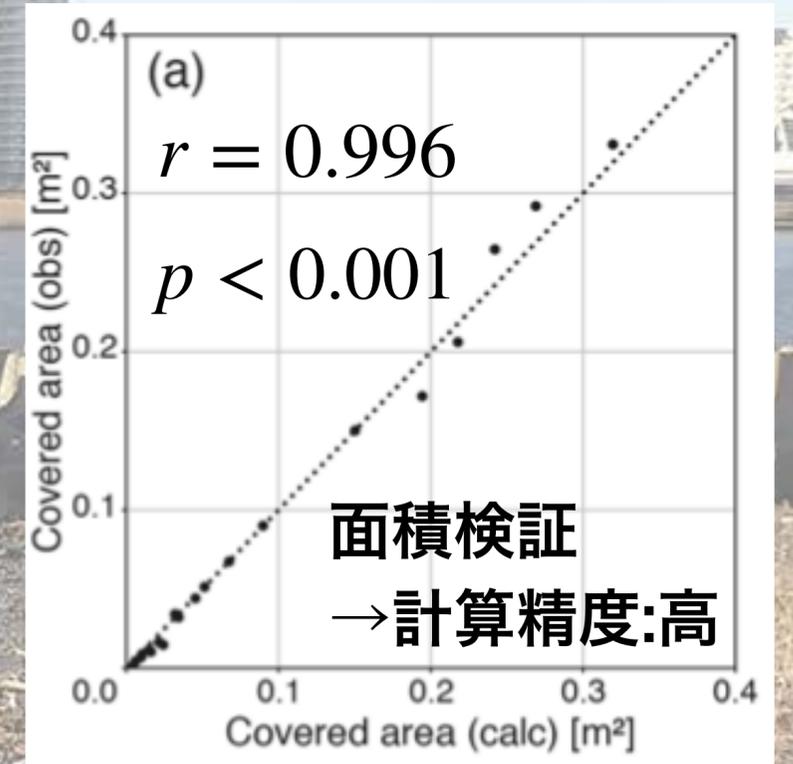


室内実験に基づく河川浮遊ごみ輸送量計測の検証

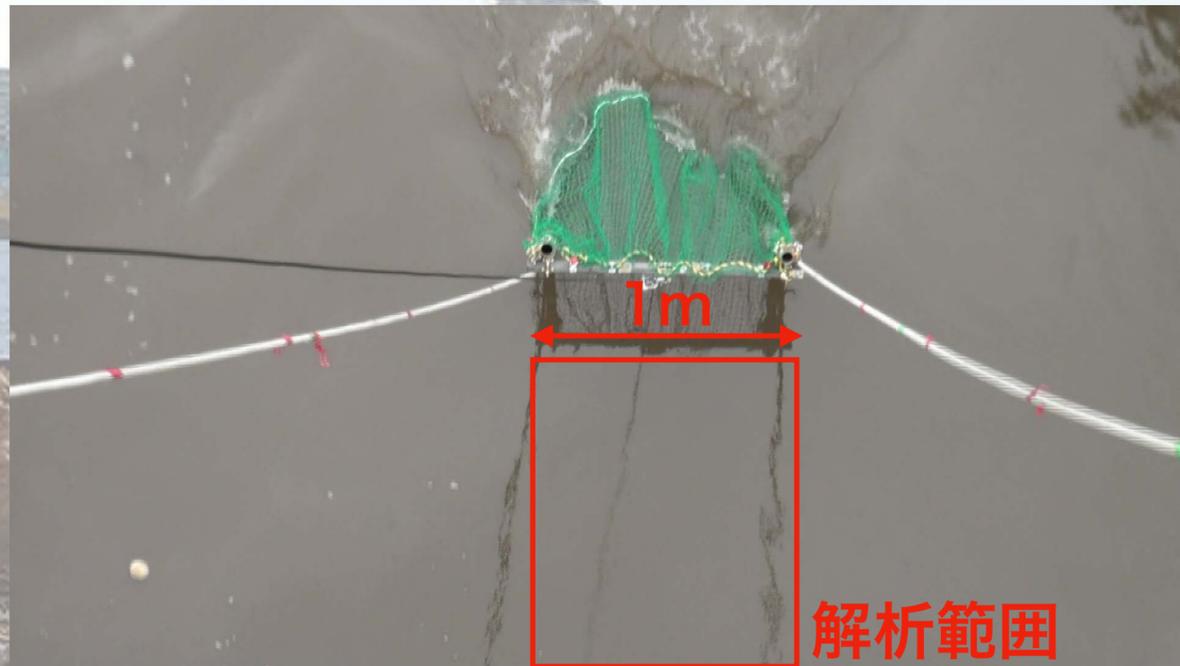
20種類の自然系・人工系ごみを用いた検証実験



室内実験に基づく河川浮遊ごみ輸送量計測の検証



実河川における河川浮遊ごみ輸送量計測の検証



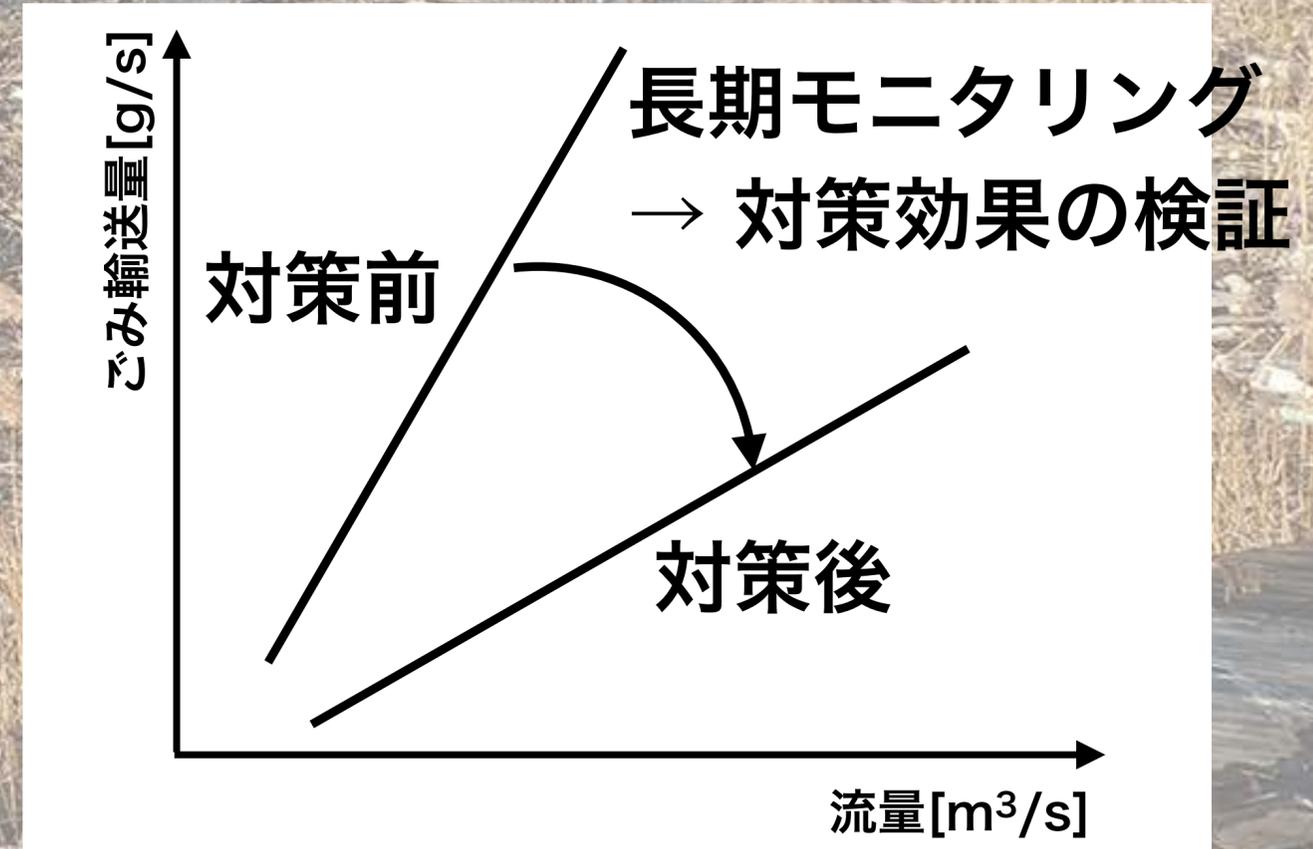
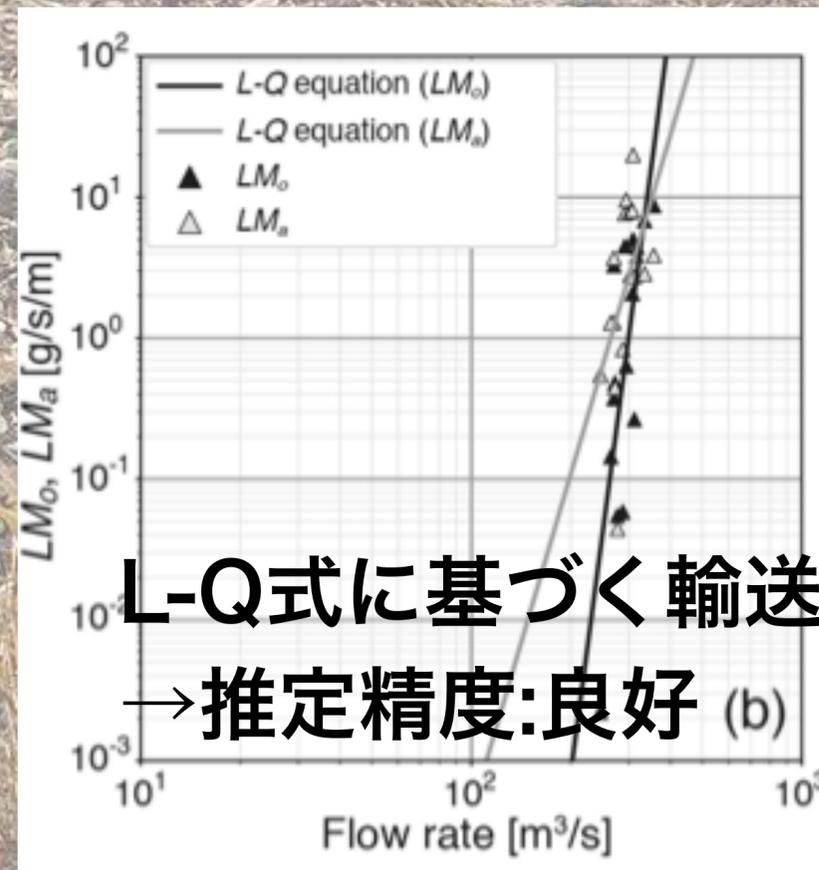
輸送面積(LA) → 輸送量(LM)

$$LM = LA \times \alpha$$

α : 単位面積当たりごみ質量

河川における汚濁負荷量の

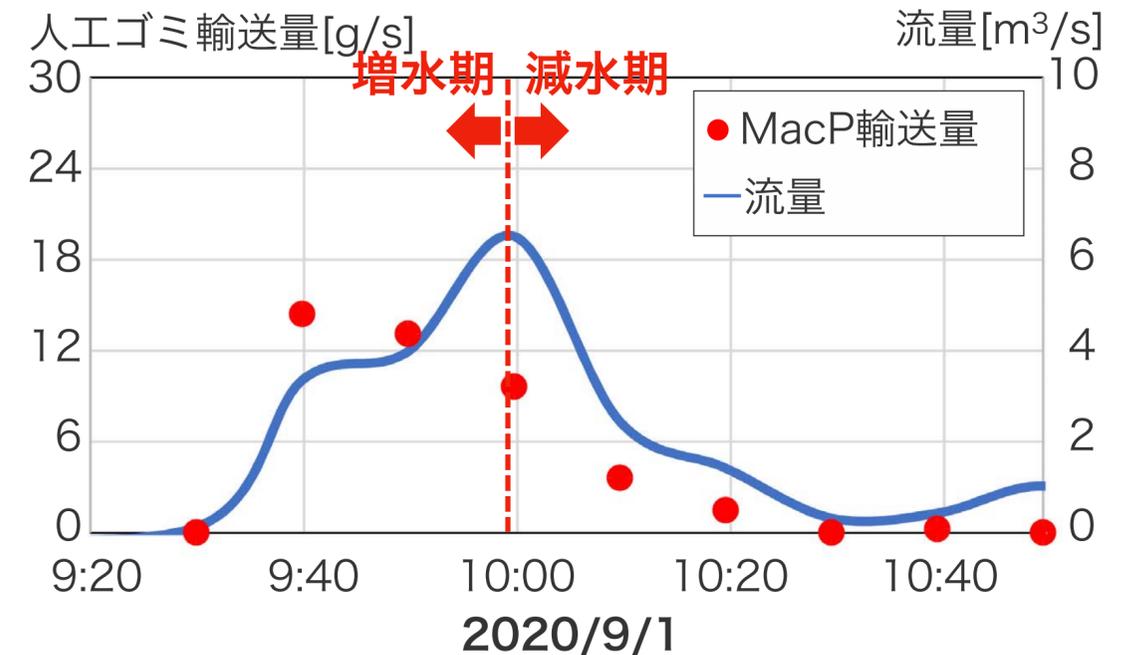
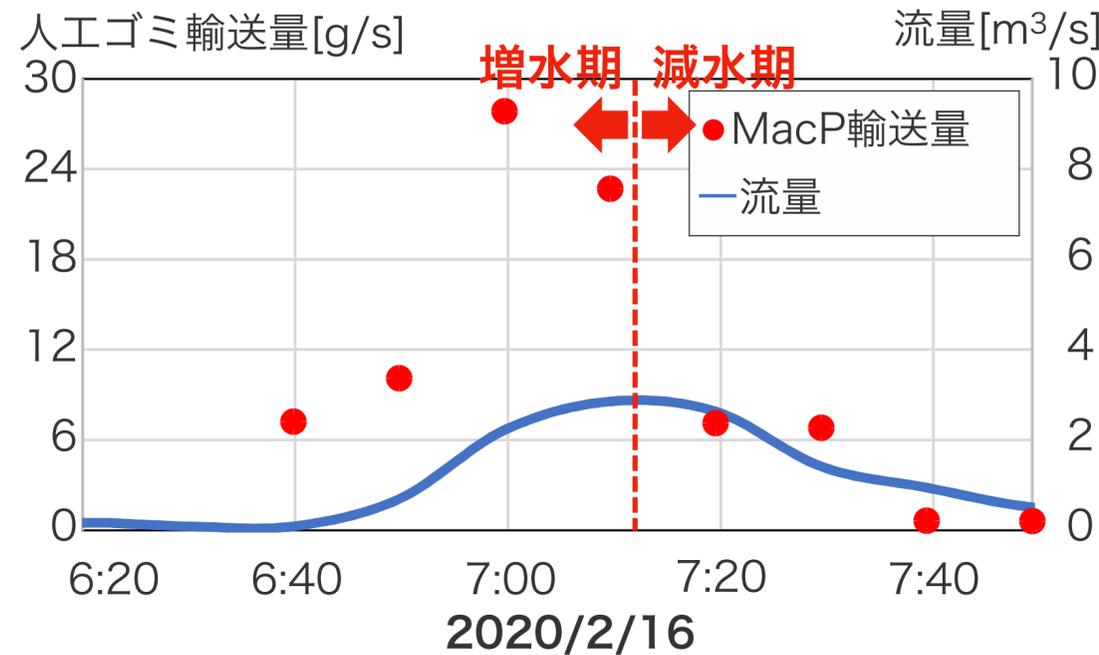
評価式 (L-Q式) $L = aQ^b$



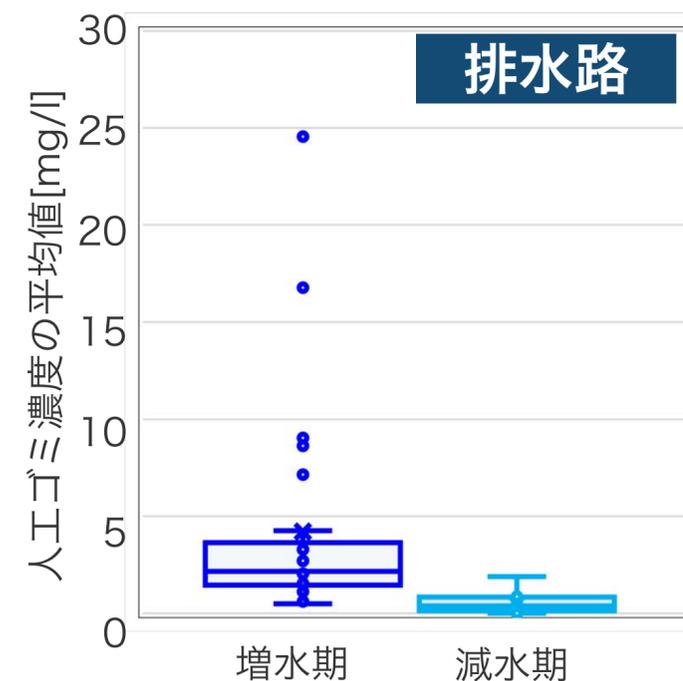
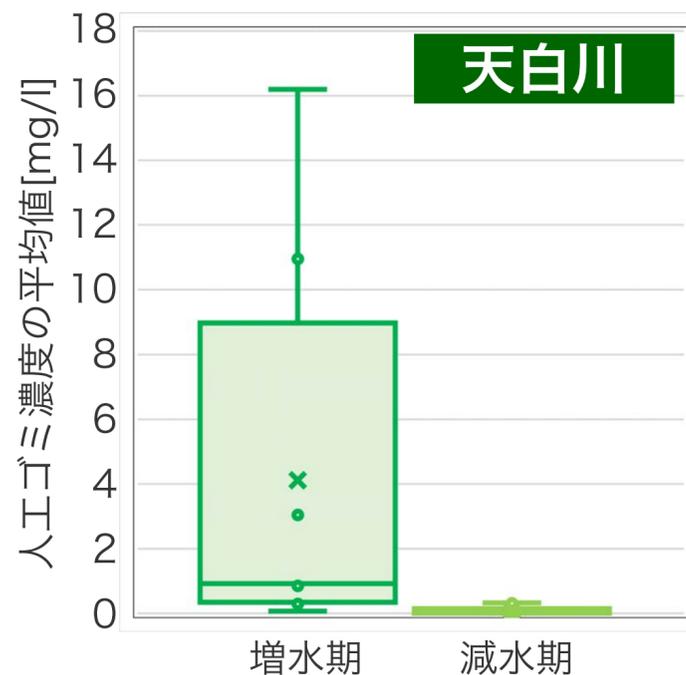
三重県四日市市におけるモニタリング事例



排水路の調査結果例（単位面積当たりごみ質量 α は、現地でのゴミ採取に基づき計測）



増水期と減水期の人工ゴミ濃度の平均値

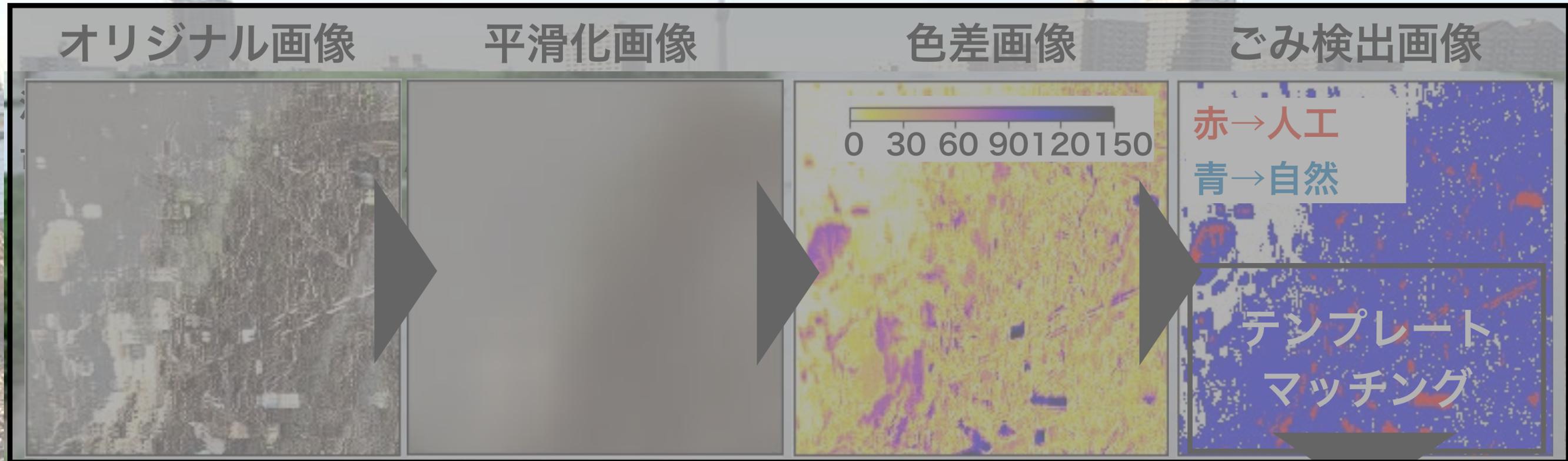


■ 増水期 > 減水期
 ■ 増水期の人工ゴミ濃度の平均値

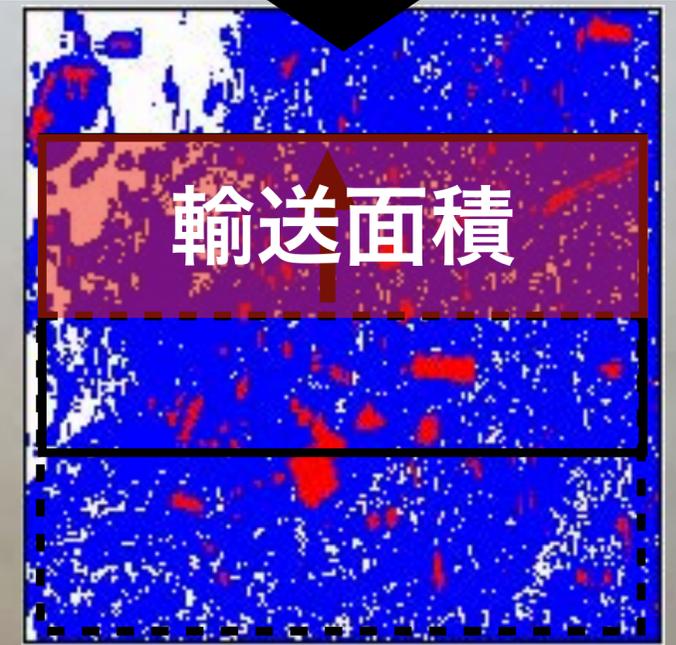
→バラつき大

出典：八千代エンジニアリング
 吉田拓司博士公聴会資料

深層学習導入による河川浮遊プラスチック輸送量の計測



深層学習
(Semantic Segmentation)
の導入



ごみ検出画像 (Δt 後)

深層学習モデルの構築

深層学習モデル構築フロー



観測場所：千葉県大堀川

観測日：2020年9月17日

観測方法：用意した人工ゴミを流しDVカメラで撮影



図-1 平常時河川の観測サイト (千葉県大堀川)

HC-WX9990M, Panasonic
 解像度：1920×1080
 FPS: 60



1Pix=約15.3mmより
 流れている物体<25mm

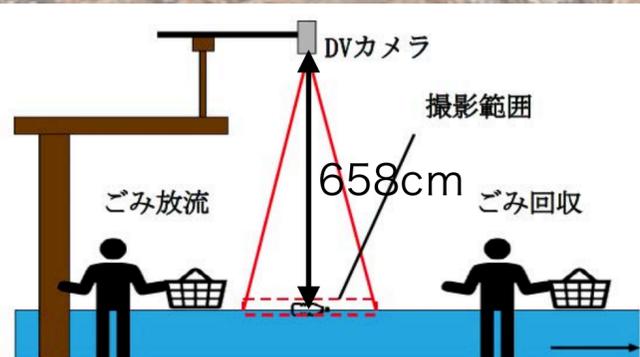
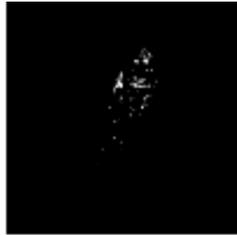
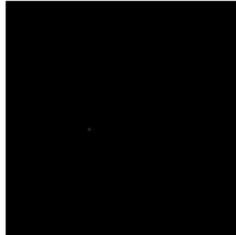
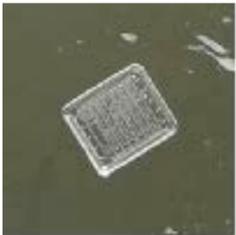
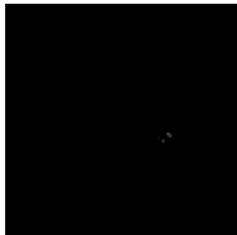
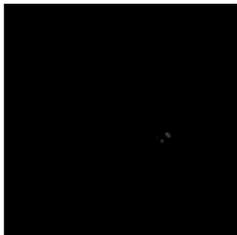
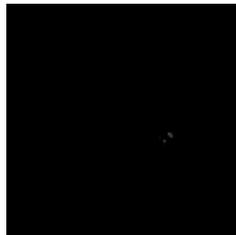
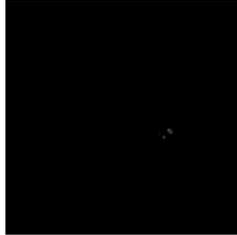
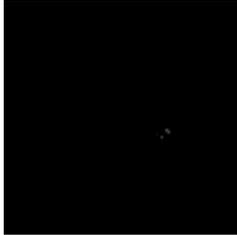
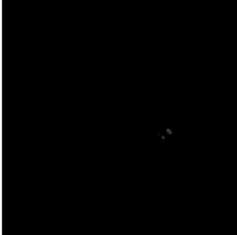
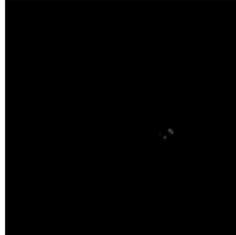
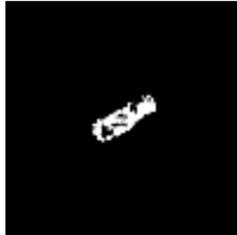
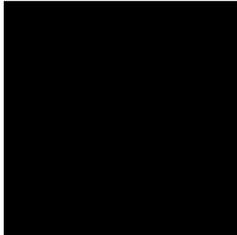
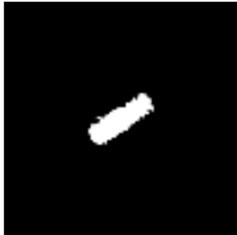
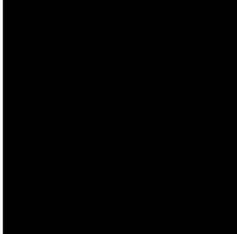
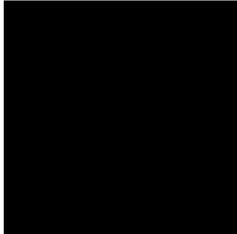
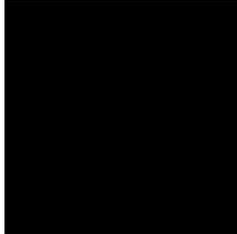
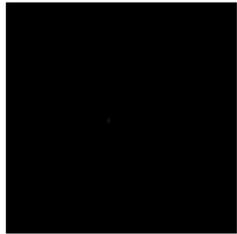


図-2 河川浮遊ごみ撮影状況

カテゴリー別	元画像 256px	アノテーション ン画像	データ数 (TRAIN)	データ数 (TEST)
ペットボトル			200	100
プラスチック			200	100
紙			200	100
缶			200	100
ビン			200	100

出典: 太田ら, 水工, 2021

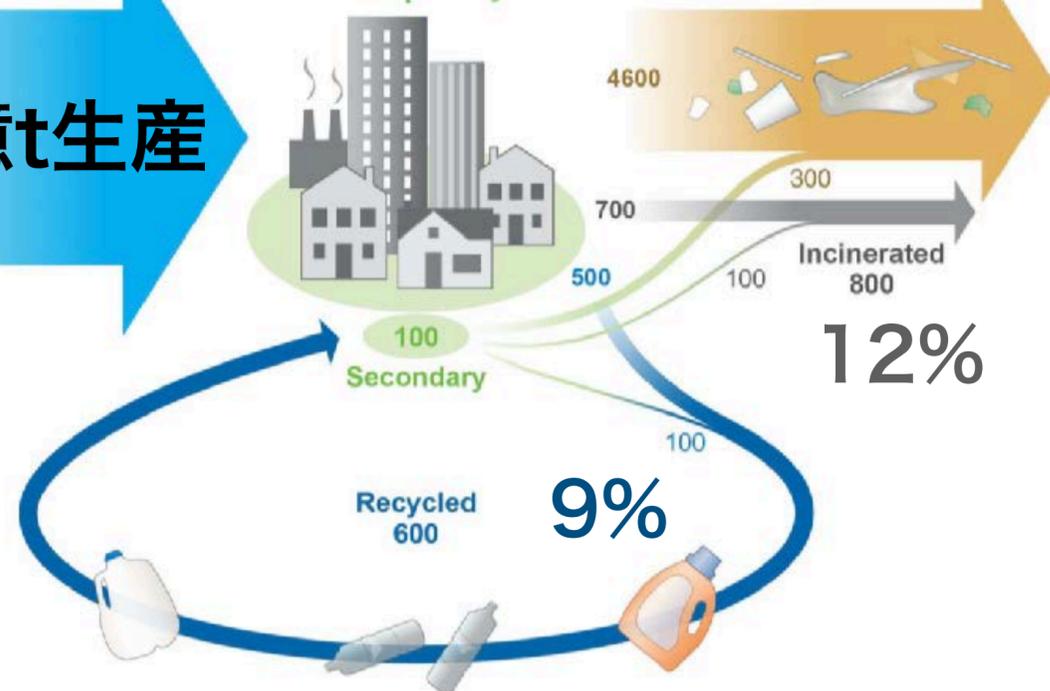
深層学習モデルの構築

	オリジナル画像	ペットボトル	プラスチック	紙	缶	ビン
ペット ボトル						
プラ スチック						
紙						
缶						
ビン						

世界プラスチック廃棄の将来予測を踏まえた 海洋プラスチック汚染対策

1950年～2015年 **63億t消費** **79%**

83億t生産



Plastic Accumulation

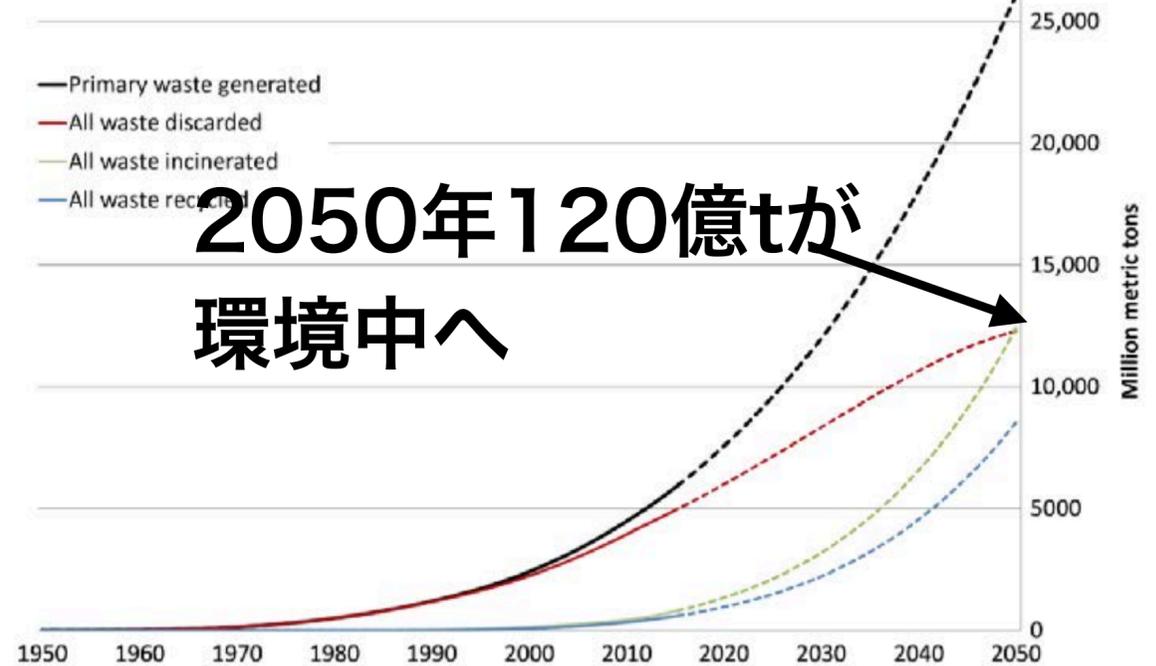
- No countermeasures
- Reduction
- Reduction+Collection

Time

Plastic-derived risks

Time

Cumulative plastic waste generation and disposal



**2050年120億tが
環境中へ**

Geyer et al., Sci Adv, 2017

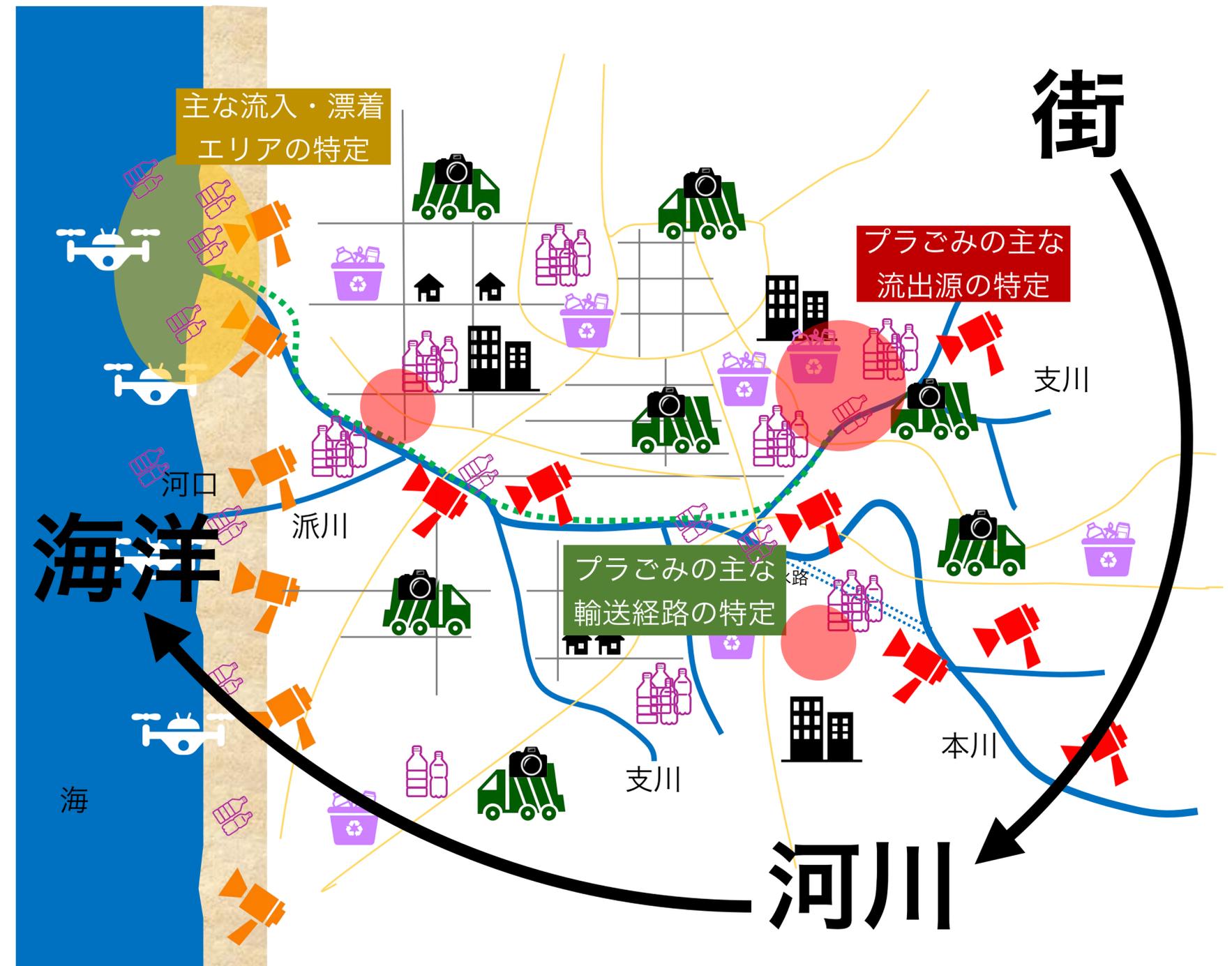
まとめ

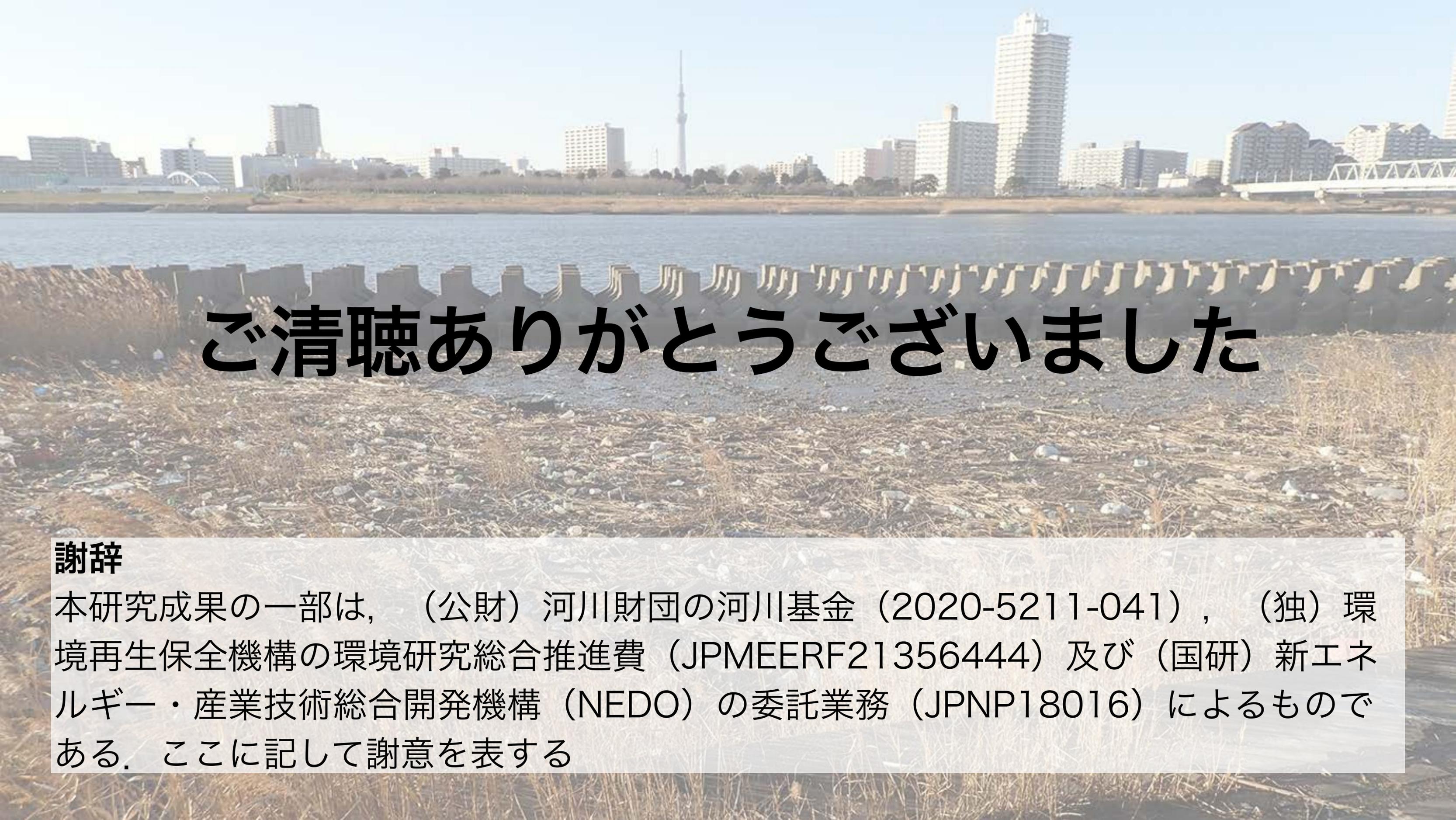
本研究の最終目標

河川浮遊プラスチックの地方自治体と連携した多点における河川浮遊プラスチック輸送量のモニタリング

本研究の波及効果

- ・陸域におけるプラスチック流出抑制の効果検証
- ・陸域におけるプラスチックの流出源の特定
- ・河川から海洋へのプラスチックの輸送過程の解明
- ・街～河川～海洋の総合的なプラスチック管理の実現





ご清聴ありがとうございました

謝辞

本研究成果の一部は、（公財）河川財団の河川基金（2020-5211-041）、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF21356444）及び（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP18016）によるものである。ここに記して謝意を表する