



令和3年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム

# AIを用いたカメラ画像からの 海岸ごみ定量化

海洋研究開発機構  
付加価値情報創生部門  
松岡 大祐

協力者：杉山 大祐、日高 弥子、村上 幸史郎（海洋研究開発機構）、加古 真一郎（鹿児島大）、  
片岡 智哉（愛媛大）、磯辺 篤彦（九州大）、（株）ピリカ、山形県、横須賀市

# 海岸ごみをどのように調べるか

- **誰**（**研究者**、**自治体**、**NPO**、**一般市民等**）が
- どのような**モニタリング**／**データ**（衛星、ドローン、**スマホ**等）と
- どのような**技術**（**AI**、シミュレーション、ロボット等）で
- どのような**場所**（外洋、沿岸、**海岸**、河川）の
- どのような**種類**のプラごみ（**マクロ**、メソ、マイクロ）の
- どのような**課題**（下記）を解決するか
  - プラスチック製品の作る量・使う量を減らすこと
  - 捨てるプラごみの量を減らすこと、ちゃんと管理すること
  - 捨てられているプラごみを回収すること（環境美化）
  - プラごみがどこにどれだけあるのか把握すること（**現存量調査**）
  - プラごみがどこからきてどこへいくのか把握すること（**フロー調査**）



Webカメラ  
(分解能:数10cm)



ドローン(分解能:数cm)



スマホ/デジカメ  
(分解能:数cm)



人工衛星(分解能:10m)

# 海ごみモニタリング機器の例

人工衛星



Webカメラ



- 移動できる
- 利用者が多い
- 品質のばらつき大

ドローン



スマホ/デジカメ



- エリアが広範囲
- 高コスト
- 技術的ハードルが低い
- 地上分解能が低い

- エリアは狭い
- 低コスト
- 技術的ハードルが高い
- 地上分解能が高い

# 人工知能(AI)を用いた画像解析

人工知能 (AI)  
初期の AI が注目を集める

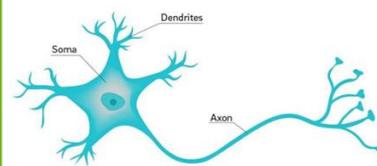
…人工的にコンピュータ上などで人間と同様の知能を実現させようとする試み、あるいはそのための一連の基礎技術(John McCarthy, 1955)

マシラーニング  
(機械学習)  
機械学習が活発化し始める

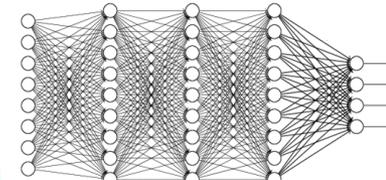
…データ中に潜むパターンをデータから反復的に学習し、新たなデータに対しても予測を行う技術

ディープラーニング  
(深層学習)  
ディープラーニングのブレイクスルーが AI ブームを巻き起こす

膨大な量のデータと多層化されたニューラルネットワークを用いた機械学習。画像認識、音声認識、自然言語処理に活用。



脳のニューロン



人工ニューラルネットワーク

1950's 1960's 1970's 1980's 1990's 2000's 2010's

©NVIDIA

## 画像認識の基本的なタスク

クラス分類



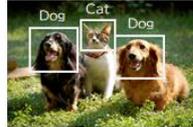
Dog Cat

回帰

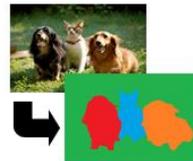


5歳 3歳

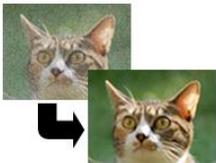
物体検出



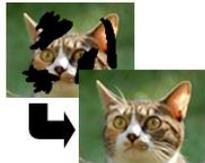
セグメンテーション



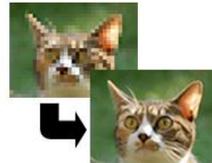
ノイズ除去



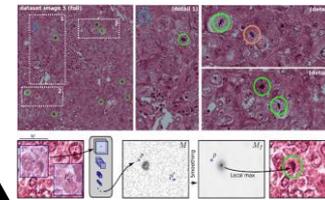
画像修復



超解像



画像変換



癌細胞の検出



工場生産の異常検知

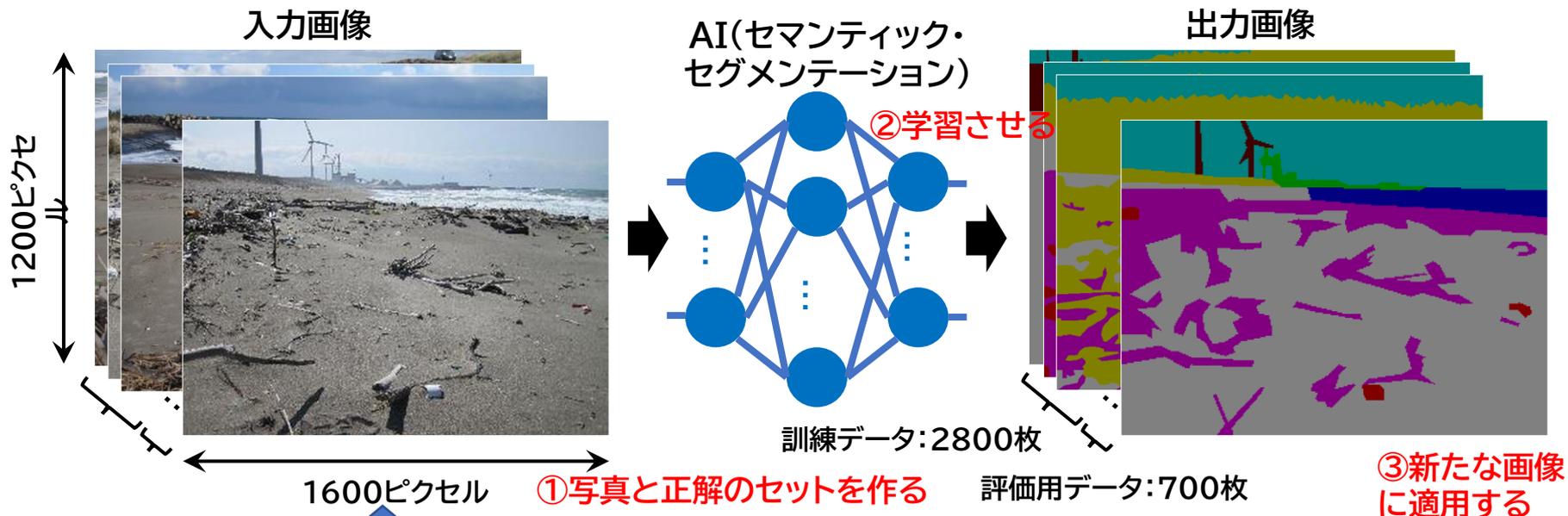
学術研究レベルから実用化へ



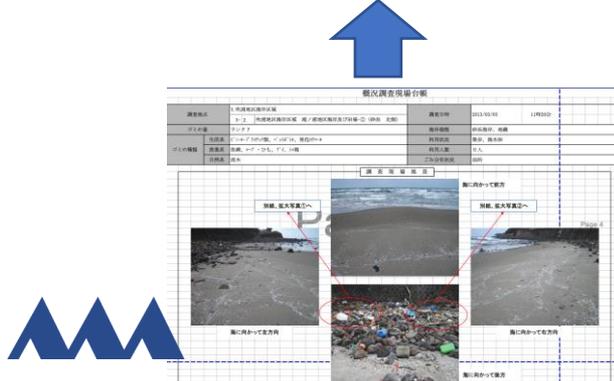
自動運転

# スマホで撮影した写真×AI

セマンティック・セグメンテーションによる画像からのプラごみ検出



	:人工ごみ		:設置物		:空		:砂浜
	:自然ごみ		:自然物		:海		:背景



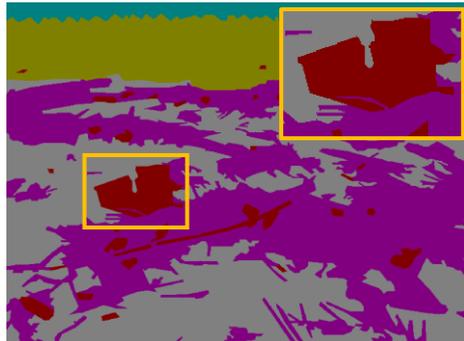
教師データの作成は専門の業者に委託(4ヶ月程度)。学習済みAIは、新たな画像に対して適用可能。

# 海岸画像からのゴミ検出

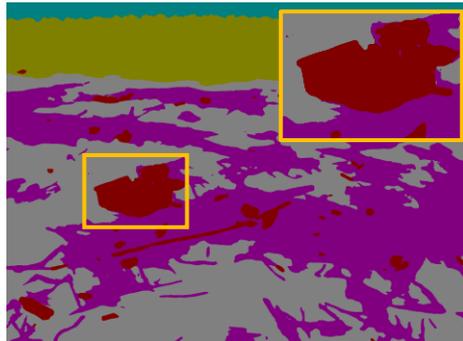
入力画像



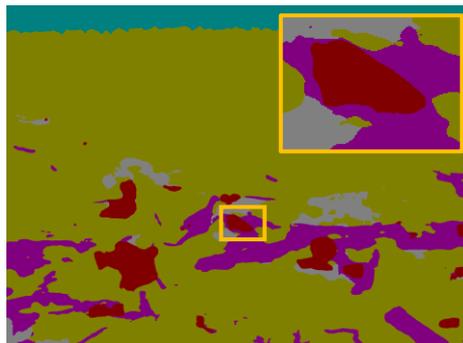
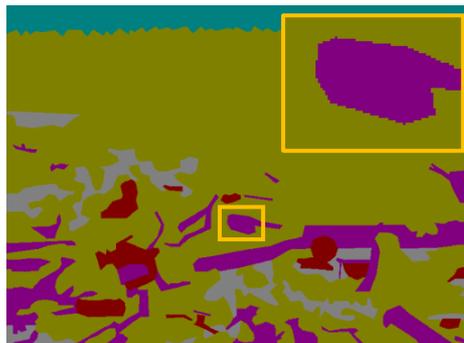
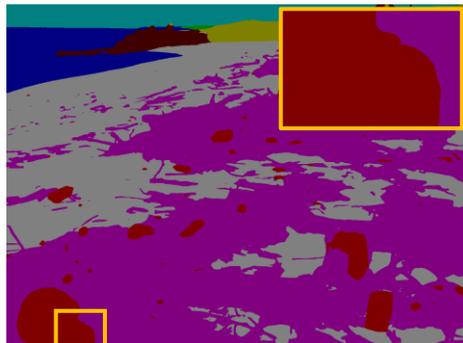
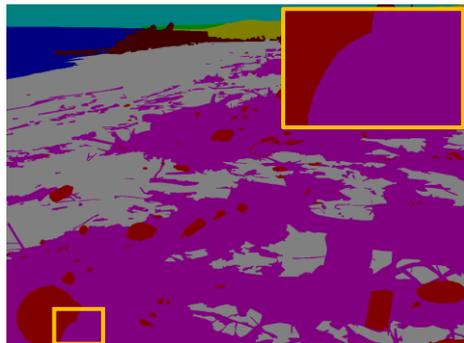
正解ラベル



AIによる推定画像



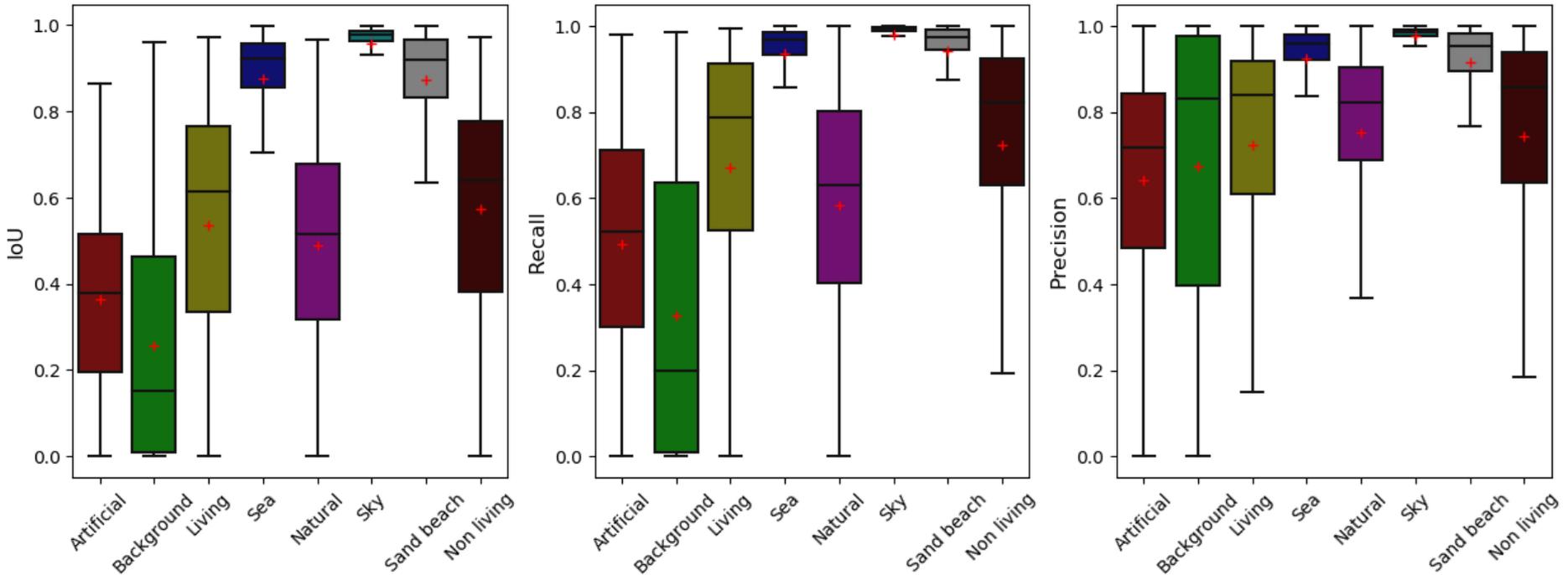
人の目よりも高精度！



-  :人工ゴミ
-  :自然ゴミ
-  :設置物
-  :自然物
-  :空
-  :海
-  :砂浜
-  :背景

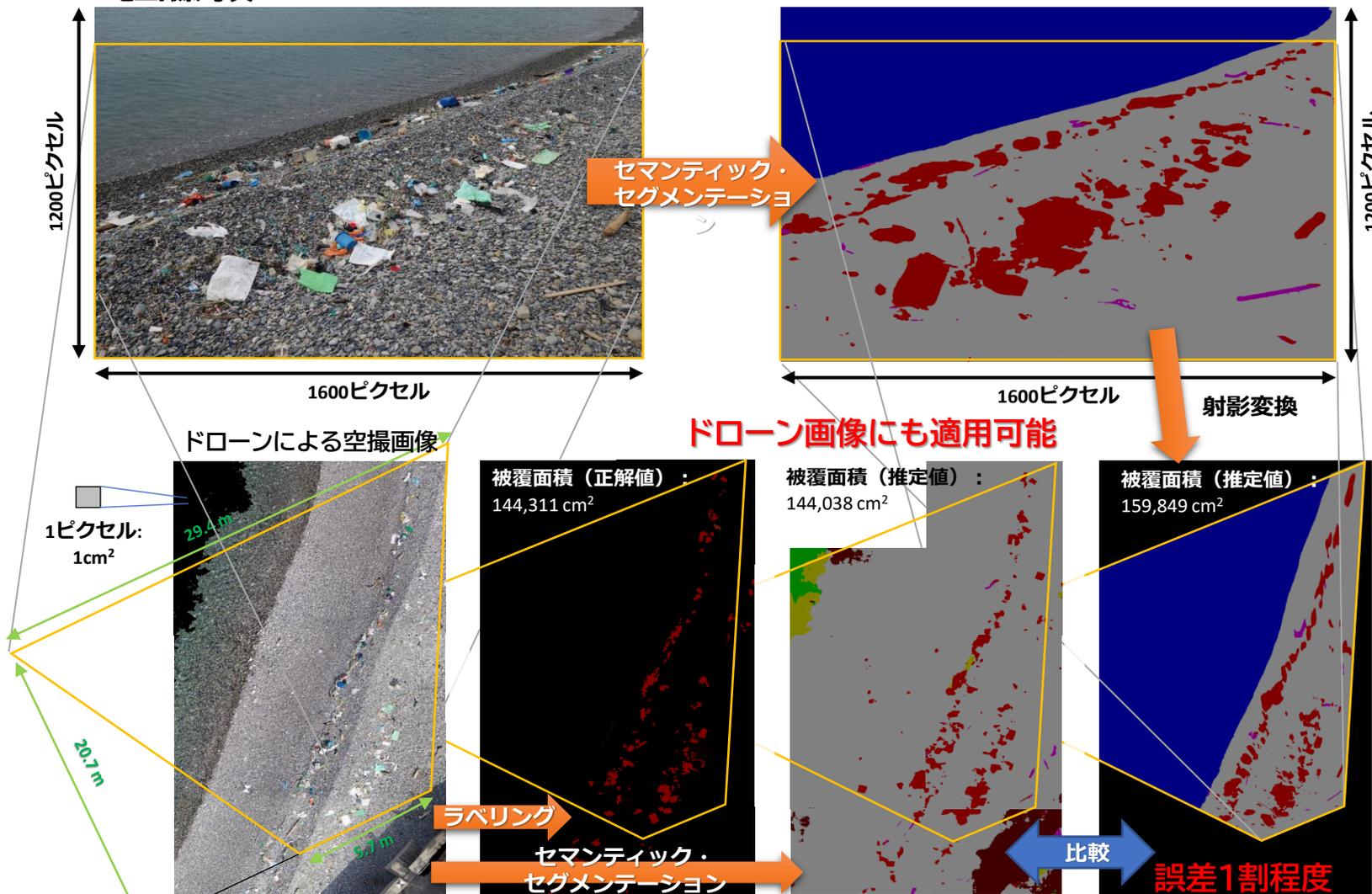
# 海岸画像からのゴミ検出

人工ごみの3割から7割程度、自然ごみの4割から8割程度を検出可能。  
ただし、人工ごみを自然ごみと間違えるケースも多い(クラス分けに検討の余地あり)。



# 漂着ごみ被覆面積推定への応用

地上撮影写真をセグメンテーション後、射影変換することによって、ピクセル数から被覆面積へ



# 海岸画像からのゴミ検出

学習データとして用いた海域以外(九州の離島、タイ、インドネシア等)への適用例

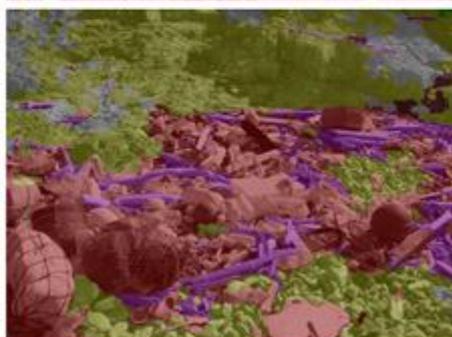
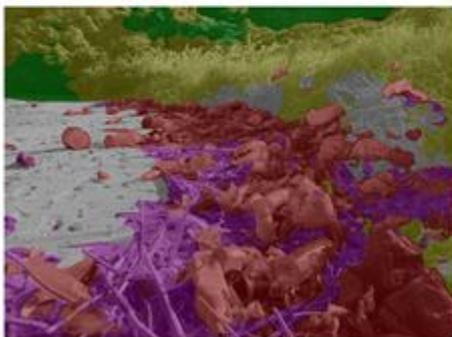
入力画像

推定画像



入力画像

推定画像



提供:磯辺氏(九大)、加古氏(鹿児島大)

- 異なるデータ、異なる地域にも適用可能
- 学習不足の種類のごみは精度が低下
- 時空間の分布推定に活用可能



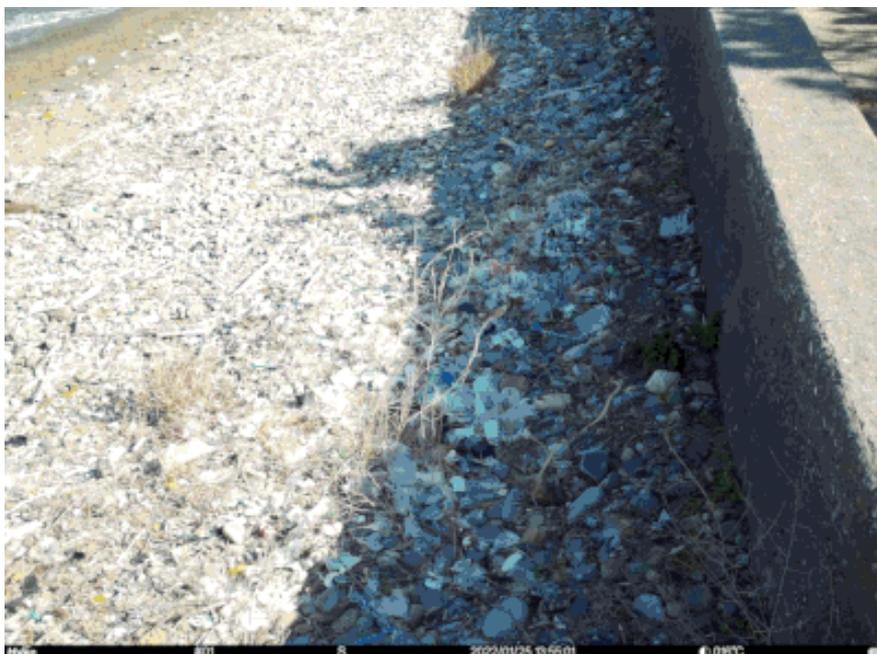
もっと多くの地域・種類・  
機器のデータが必要

世界中の海ごみ写真が集まってくるプラットフォームの構築へ

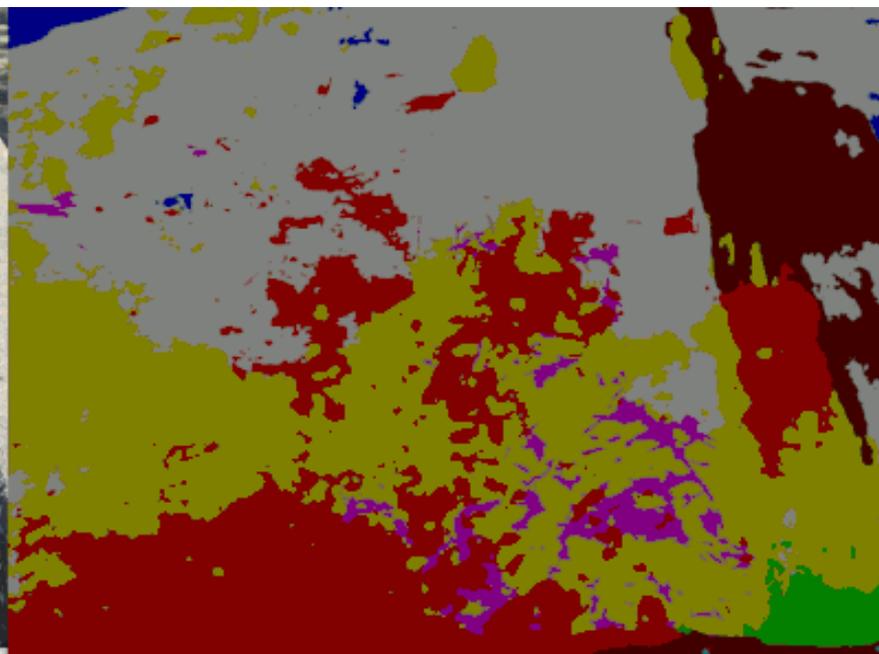
# 海岸画像からのゴミ検出

定点カメラ(鹿児島県南さつま市笠沙)への適用例

入力画像



推定画像



提供:加古氏(鹿児島大)

Hidaka et al. 2022を適用

- 異なるデータ、異なる地域にも適用可能
- 学習不足の種類のごみは精度が低下
- 時空間の分布推定に活用可能

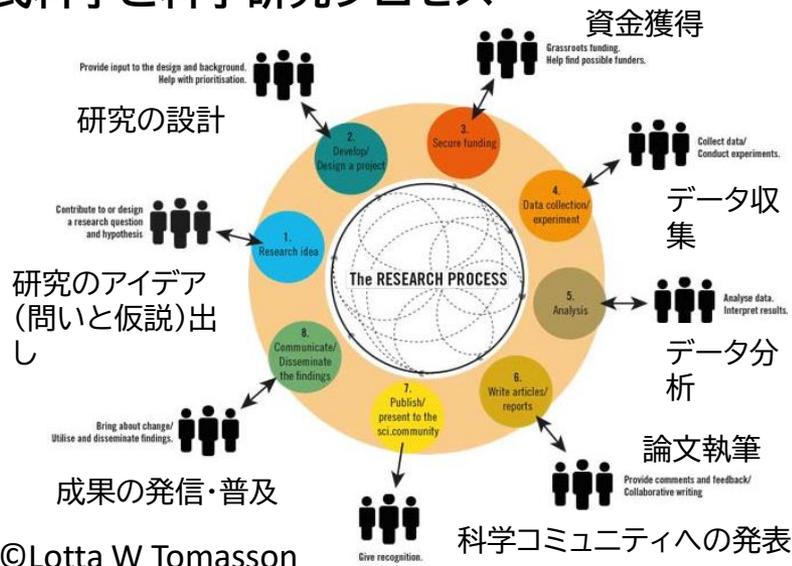


もっと多くの地域・種類・  
機器のデータが必要

世界中の海ごみ写真が集まってくるプラットフォームの構築へ

# 市民科学によるデータ収集

## 市民科学と科学研究プロセス



## SNSによる市民参加型モニタリング

みんなできれいにせなまいけ！とやま  
～守ろう、世界で最も美しい富山湾！～

富山湾の参加人数 215,975人 富山湾の総数 9,411,473

https://sns.pirika.org/



九州大学・鹿児島大学・JAMSTECへデータ転送

## プロによるモニタリング

## 市民参加型モニタリング



質を量で凌駕する  
(量を質に転換する)

対象: セミプロ(NPO等)  
 プロトコル: 厳しい  
 データの質: 高い  
 参加者・量: 少ない  
 教育効果: 小さい

対象: 小中学生  
 プロトコル: 緩い  
 データの質: 低い  
 参加者・量: 多い  
 教育効果: 大きい  
 AIとの親和性: 大

## ビーチクリーンイベントにおけるデータ収集

横須賀海洋クラブ  
 中学生プログラム  
 6月  
 小学生プログラム  
 7月

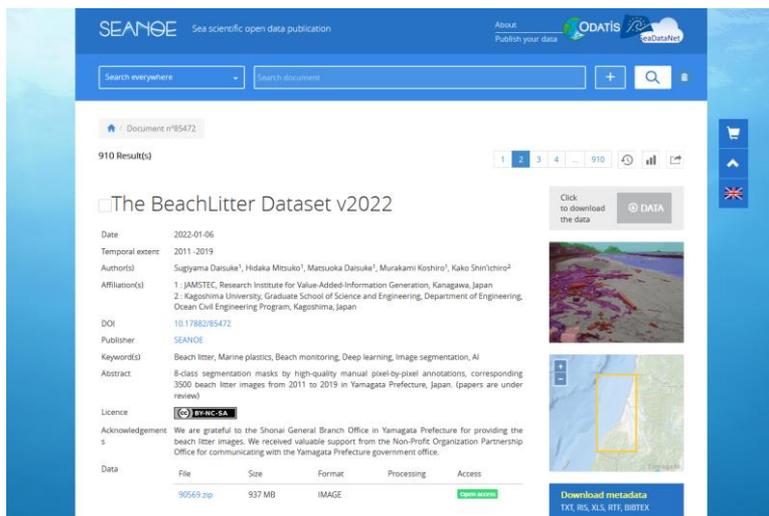


2021年7月@久里浜海岸

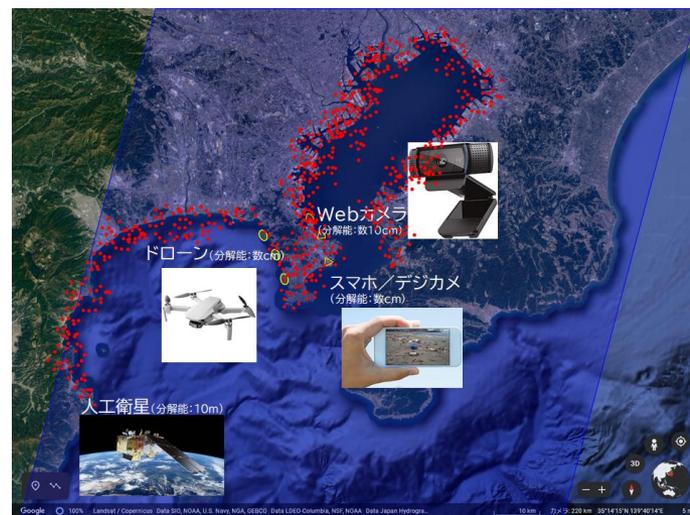
自分たちの地域に特化したAIを、自分たちの手で作る

# おわりに

- まとめ
  - AIを用いた画像解析による、スマホ／デジカメ画像の活用
  - 汎化性能が高く、他海域・他機器による海ごみ画像にも適用可能
  - さらなる高度化(他種類への応用等)には、より多くの海ごみ画像が必要
- 今後の展望
  - 市民科学による海ごみビッグデータ収集・公開(各地域で活用可能)
  - 人工衛星、ドローン、Webカメラ、スマホ等を用いた、街・河川・海岸・沿岸の統合的なプラごみモニタリングへ(特に自治体・市民の皆様のご協力に期待)



海岸ごみ検出AI用学習データセット  
Sugiyama et al. 2022 SEANOE

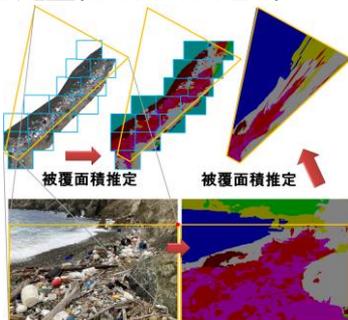


海岸・沿岸・海面浮遊ごみの統合的  
モニタリングのイメージ図

# 街・河川・海岸プラスチックごみの統合的モニタリングによる 廃棄プラスチックフローの解明

## サブテーマ1(海岸のモニタリングと定量化:JAMSTEC)

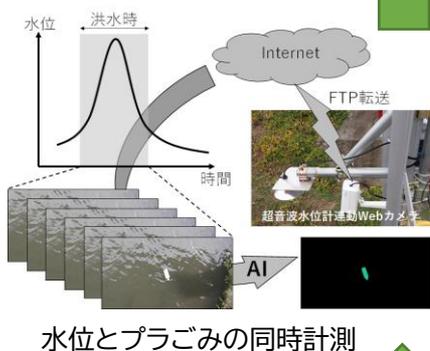
- 定点カメラによる定常モニタリングおよびドローンによる集中モニタリング
- 深層学習を用いたプラごみの追跡および定量化技術の開発
- 沿岸・海岸における主な漂着域および漂着条件(海洋)の特定



空撮/地上撮影によるプラごみ定量化

## サブテーマ3(河川のモニタリングと定量化:愛媛大)

- Webカメラによる河川の水位およびプラごみのモニタリング
- 深層学習を用いたプラごみの定量化技術の開発
- 街からの流入、海への流出経路および条件(流量等)の特定



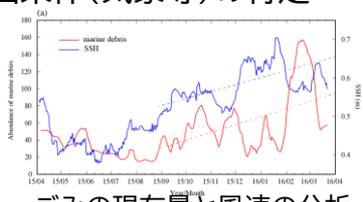
水位とプラごみの同時計測

## サブテーマ2(街のモニタリングと定量化:鹿児島大)

- 市民科学(SNS、スマホアプリ)やドライブレコーダー(ごみ収集車、路線バス)によるモニタリング
- 深層学習を用いたプラごみの定量化技術の開発
- 河川への流出域および流出条件(気象等)の特定



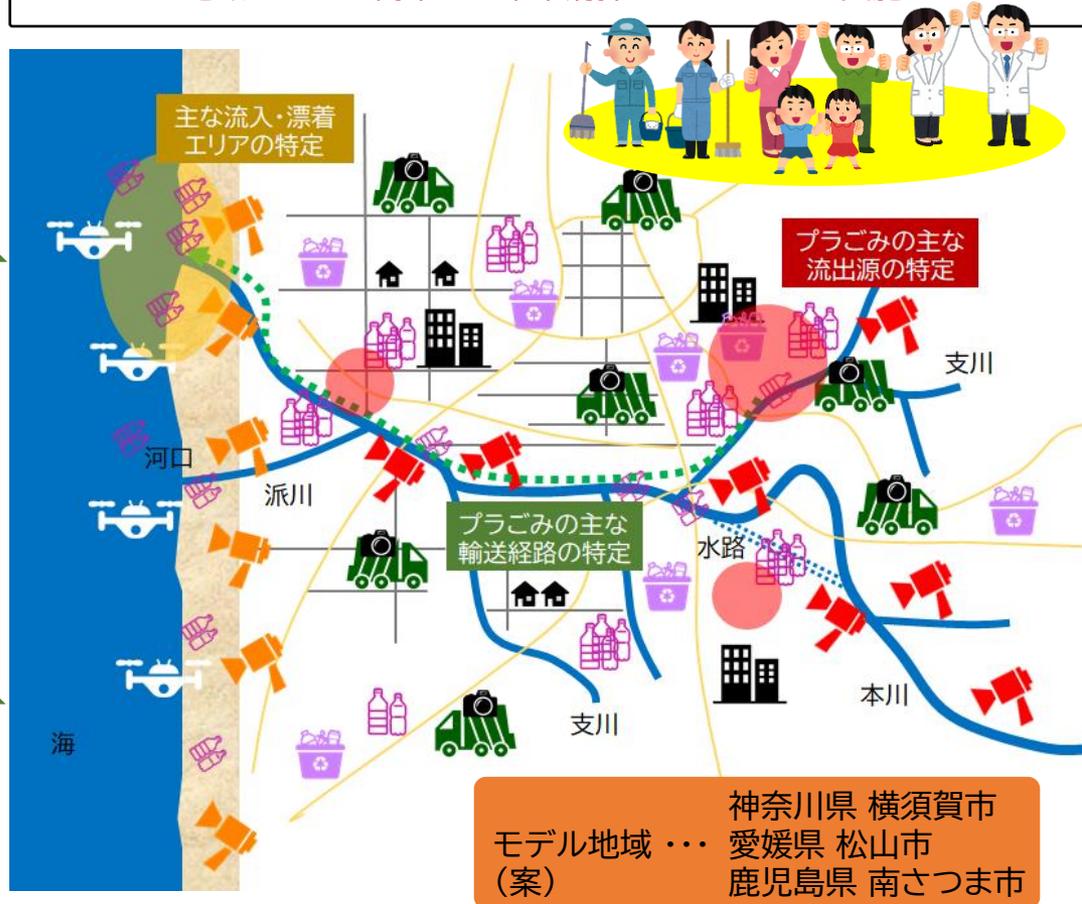
画像からのプラごみ検出



ごみの現存量と風速の分析

## 全テーマ共通

- 街中から河川、海岸・沿岸までの輸送経路(発生源、漂着域含む)の特定
- 各種条件(降水量、風向・風速、河川流量等)下での海岸漂着量の予測
- モデル地域における街中ごみ集中清掃キャンペーンの実施



## 研究目標

- 街中から河川、海岸・沿岸までの常時モニタリング環境の構築
- 廃棄プラスチックのフロー把握のための技術開発
- 集中清掃キャンペーンの実施による海岸漂着ごみ低減の実証(市民・自治体・研究者による協働体制の構築とリテラシー向上へ)