

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

加古真一郎¹・松岡大祐²・片岡智哉³・種田哲也⁴・磯辺篤彦⁵

1.鹿児島大学大学院 理工学研究科 工学専攻 海洋土木工学プログラム

2.海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 情報エンジニアリングプログラム

3.愛媛大学大学院理工学研究科

4.鹿児島大学大学院理工学研究科 技術部

5.九州大学応用力学研究所

はじめに

海洋ごみ

- ・ 海洋ごみの**約7割はプラスチック**ごみ
(Derraik, 2002など; 以下プラごみ)。
- ・ この多くは、**街から河川を経て海洋に流入した「生活ごみ」** (例えば、Carmen et al., 2021)

海洋への流入量は？

- ・ Jambeck et al. (2015)の試算によると、**2010年の値で480-1270万トン**。

➡推定値の幅が広い。

- ✓ Keep American Beautiful (2009)から散乱ごみ量を使用。← 文献調査なので、不確実性が高い。
- ✓ アメリカの特定の都市を全世界に適用。
→どのような影響が出るか不明。



プラごみの客観的な観測・定量化手法が開発されていないことが要因

はじめに

実現したいこと

街から河川を経て海洋に至るプラスチックごみを客観的に観測し定量化

これを実現することで可能になる、明らかになること

- ✓ 廃棄プラスチックのフロー（何処にどの程度、どの様なごみがあるかも含めて）
→ より正確な**マイクロプラスチック浮遊量の将来予測**が可能に
- ✓ **経済的**で**効率的**な**ごみ回収作業**の提案
- ✓ 重点的にごみ回収作業が必要な**河川や海岸等の選定**
- ✓ プラごみを**見える化**
→ 当該問題の普及や、市民の環境リテラシー向上へ寄与

実現する上での問題点

プラごみ分布の時空間スケールが全く異なるので、**街・河川・海**、それぞれで客観的にプラごみを観測・定量化する手法の確立が必要

はじめに

街から海岸までを包括的に観測するために必要なもの

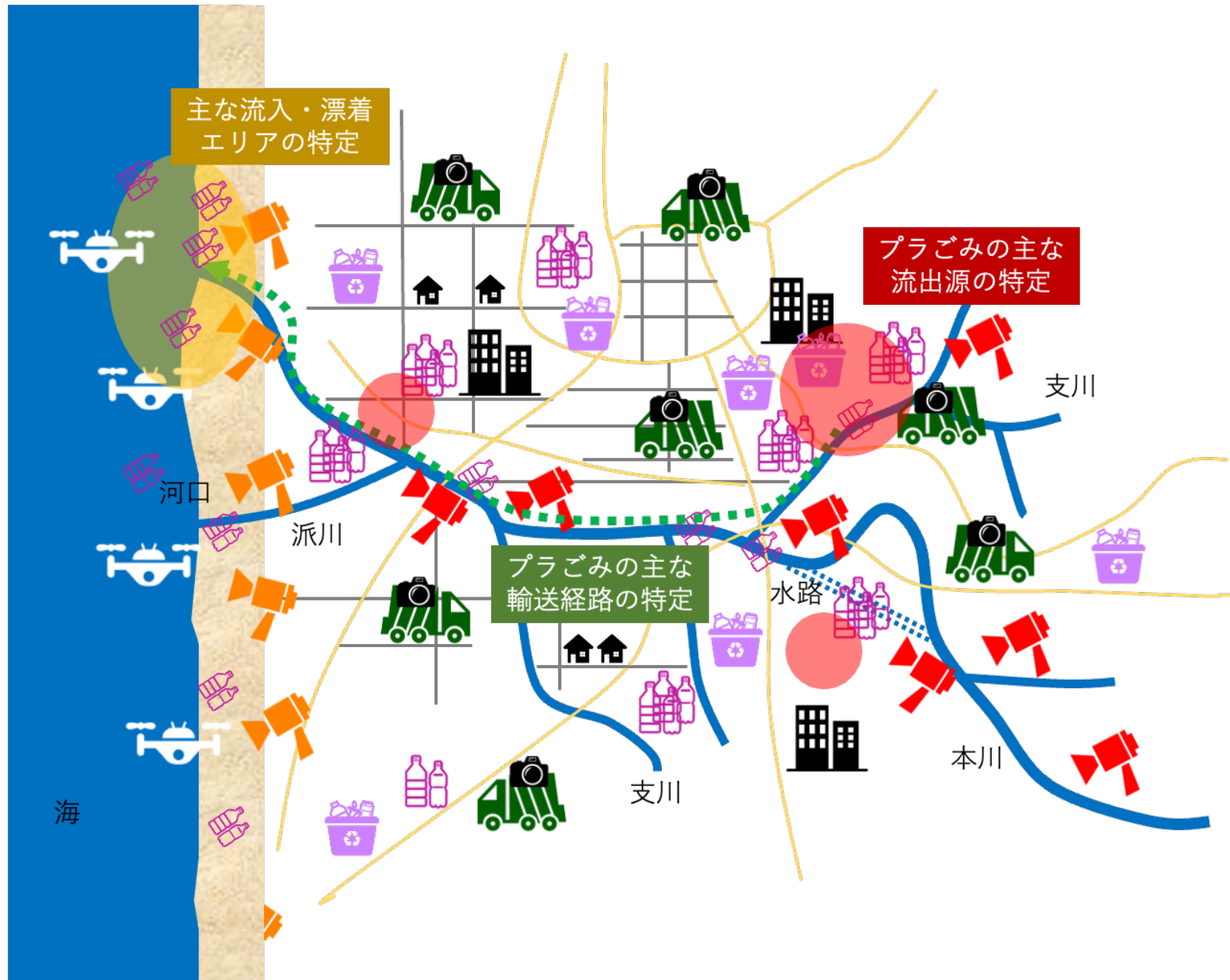
- ・ 誰でも使えて、観測者によらない**観測機器**。
 - ・ 広範囲をカバーできる**機動性**。
 - ・ プラごみ判定と定量化の**客観性**。
 - ・ 様々な場所に適用可能な**汎用性**。
 - ・ 低コストで実現可能な**経済性**。
-
- ドローン、ウェブカメラ
スマホ、ドラレコなど
- AI(深層学習)ベースの画像解析

共通点: 膨大なデータを取集し、その質をAIで担保

➡**市民科学とリモセン**の利用

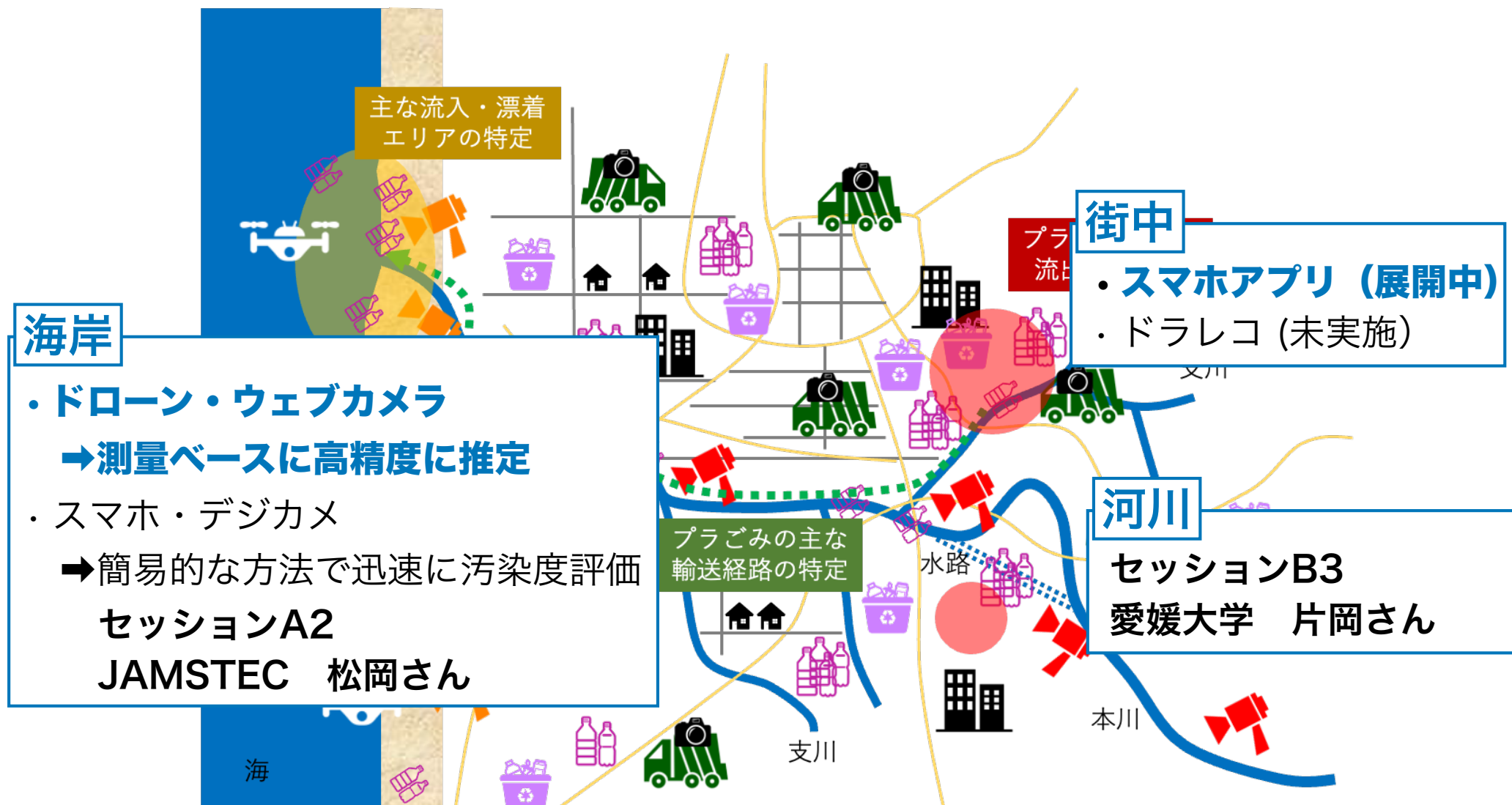
はじめに

どうモニタリングし、どう定量化するのか？



はじめに

どうモニタリングし、どう定量化するのか？



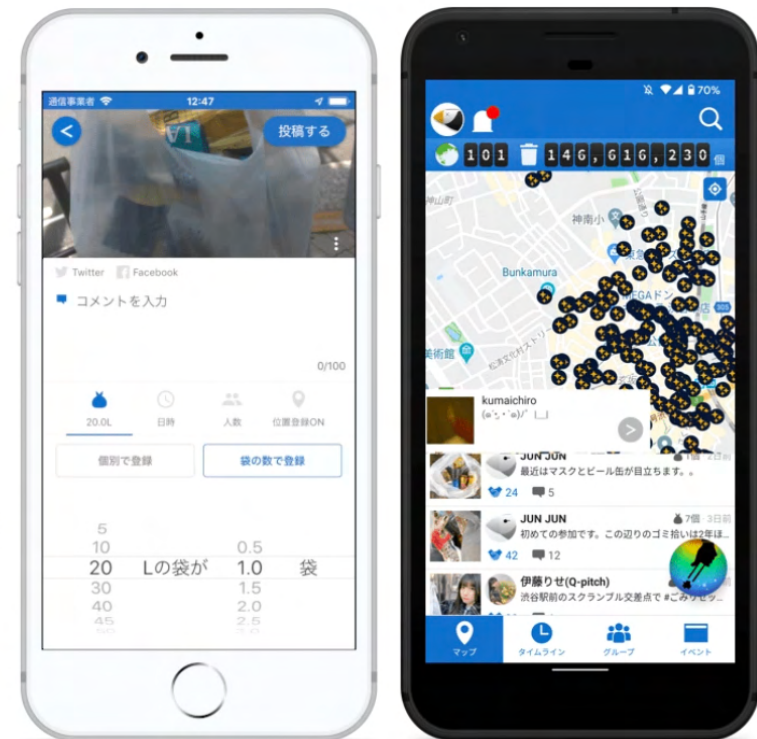
研究者が実験的に実施するシステムの検討ではなく、**地方自治体やNGO**等が参画できる**プラスチック計量システムの構築**を提案したい。

スマホアプリピリカ <https://sns.pirika.org>



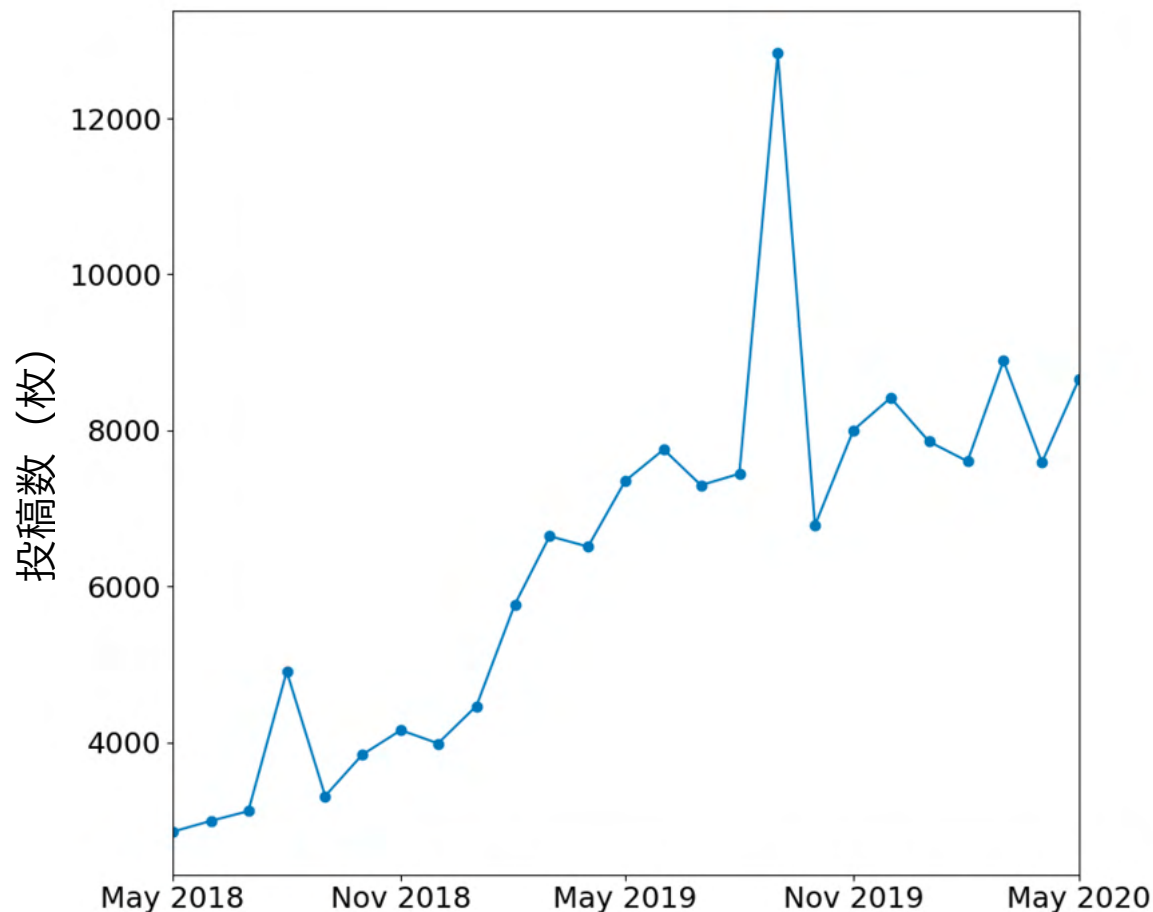
ごみ拾いSNS「ピリカ」

いつでもどこでも気軽に参加！
ピリカはごみ拾いを楽しくする完全無料の
ボランティアSNSです！
アプリをダウンロードするか、
Webからアクセスして始めましょう！



- ・リリース10周年。
- ・世界108ヶ国以上で利用される**ボランティアSNS**。iPhoneとAndroidで展開。
- ・Exifデータがサーバに蓄積。**回収/撮影位置**がウェブ上に表示。
- ・この画像を学習（教師）データとして用いることで、画像中の街中ごみを**自動検出・分類する深層学習ベースの検出・分類器を構築**したい。

どの程度のデータがあるのか？



Pirikaに投稿された画像の月毎の推

- ・ 投稿数は増え続けており、最近では平均して**8000枚/月 程度**の投稿がある。
- ・ 蓄積されているデータは**16万枚以上**。
- ・ 深層学習のトレーニングは、十分可能
- ・ 今回は、**YOLOv5**を使って、街ごみの分類検出器を構築。

どの程度のデータがあるのか？



- ・ 投稿数は増え続けており、最近では平均して**8000枚/月** 程度の投稿がある。
- ・ 蓄積されているデータは**16万枚**以上。
- ・ 深層学習のトレーニングは、十分可能
- ・ 今回は、**YOLOv5**を使って、街ごみの分類検出器を構築。

深層学習による画像解析

精度検証

	真値	推定値	推定値 (正解数)	Precision (適合率)	Recall (再現性)
缶	73	88	64	73%	88%
ペットボトル	74	63	58	92%	78%
プラ袋	60	55	53	96%	88%



誤検出の例（缶、ペットボトル）



成功例

- 最終的にはアプリと連結し、識別した結果から街ごみの分布を地図上で可視化(見える化)したい。

Webカメラによる海岸観測

ウェブカメラ+画像解析(Kako et al., 2010, 2018) :



- ・漂着ごみ量の連続観測や定量評価が可能。
- ・これまでも五島列島や対馬、アメリカのニューポートなどに設置。
- ・最近では、今年1月末に鹿児島県の笠沙（南さつま市）にWebカメラを設置。
← **南さつま市と協働**して、効率的で経済的なごみ回収作業の提案を検討中。
- ・Webカメラは1時間に一回海岸を撮影。画像は自動的にクラウドに。
- ・画像解析によってプラごみの被覆面積を算出する手法 → これまでは主観に頼った画像解析。
- ・この画像にAIを施して、人工物だけ取り出した結果は、**次の松岡さんから（方法も含めて）**。
- ・ウェブカメラは画角が限定されるので、**広範囲の観測よりもホットスポットの連続観測**に向いている。



ドローンによる海岸観測

Phantom 4 RTK (Real Time Kinematic)



- ・**4Kカメラ**を搭載（2000万画素）
- ・iPadのアプリを使用することで、対象海岸の自動飛行・撮影が可能 ← **誰でもできる。**
- ・位置情報を**リアルタイムに補正可** (DRTK-GNSS: ネットワーク型RTK-GNSS)

ドローン空撮から得られた写真



- ・同じ場所を多角的に撮影することで、海岸を立体的に再現することができる。
Webカメラやスマホ画像からは知ることができない、**体積推定が可能。**

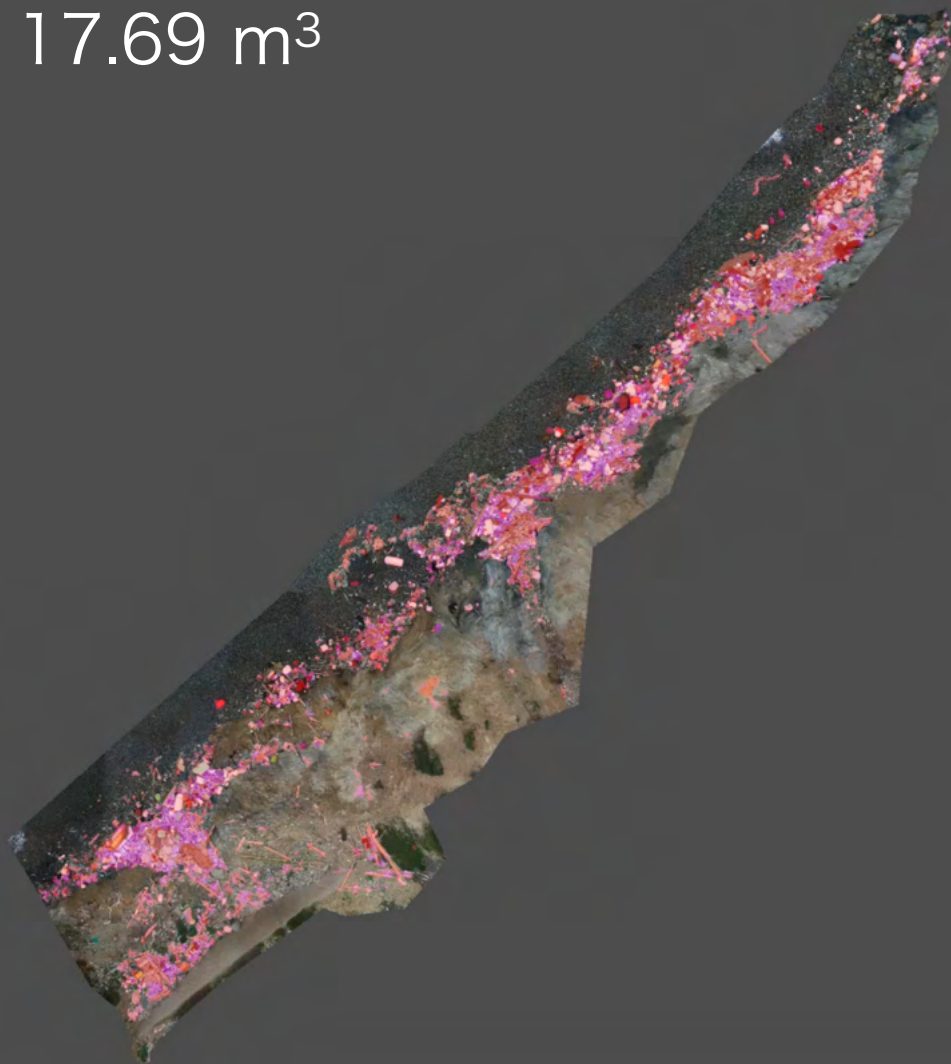
海岸の立体モデル (奈留島)



- ドローン観測によって得られた位置情報を用いれば、**海岸を立体視**することができる。

深層学習による漂着ごみ抽出結果（例:大串海岸）

- AIによる体積推定: 15.65 m³
- 主観による体積推定: 17.69 m³
- 誤差は約11.5%



海岸とプラごみの色情報をAIに学習させ、漂着ごみを赤く色付け。

まとめ

- ・リモートセンシングとAIを組み合わせれば、プラごみ情報を高精度で取得可能。
- ・スマホアプリを使えば、識別した結果から街ごみの分布を地図上で可視化できる。
- ・ドローンによる海岸の一括観測と、AIによるプラごみ抽出と組み合わせれば、重点的にごみ回収が必要な海岸の選定や正確な処理費用の見積に貢献可。
- ・データ処理は自動処理可能。
- ・市民や自治体が取得したデータが、我々のサーバにアップロードされるシステムが構築できれば、準リアルタイムにプラごみ情報を提供する体制が整う可能性有。→簡易的に海岸などの汚染度を知るシステムは、この後、松岡さんから。
- ・AIの精度を向上させるには、より多くのデータが必要。
- ・データを集めるには、市民や地方自治体との協働が必要 => 市民科学。
- ・我々が提案する、街から海に至るプラごみを包括的に監視する技術確立するには、市民や自治体の協力が必要不可欠。
- ・南さつま市や横須賀市とは連携関係にあり、実証実験を実施する予定。