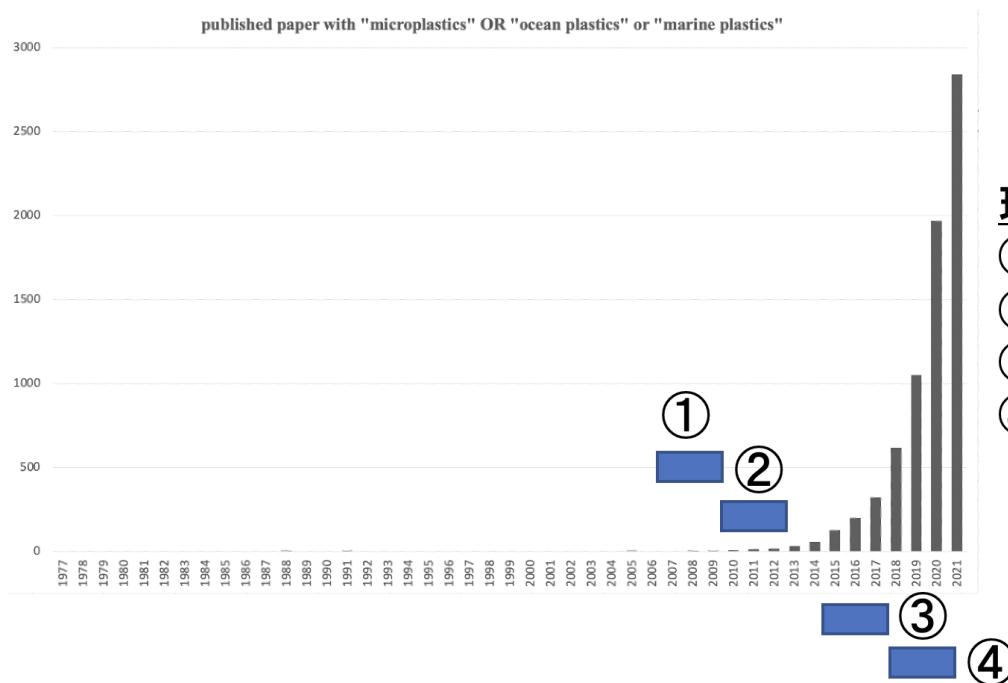


海に浮遊するマイクロプラスチックの現状と 将来の見通し

磯辺篤彦
九州大学応用力学研究所



環境省 環境研究総合推進費

- ①海岸漂着ゴミ予報実験(研究代表)
- ②海ゴミによる化学汚染物質輸送(研究代表)
- ③マイクロプラスチックの研究プロジェクト(研究代表)
- ④SII-2 海洋プラスチックの包括的研究プロジェクト
(プロジェクトリーダー)

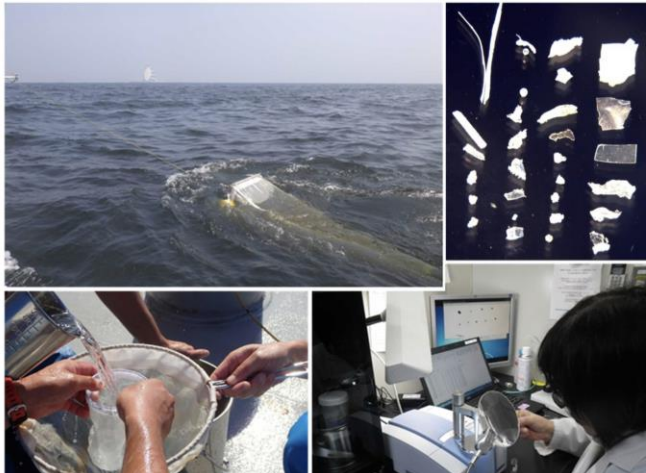
観測手法の調和化・標準化

Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic

Monitoring Methods

Version 1.0, May 2019

エルマウG7サミットでの日本の公約。世界10カ国以上、30人ほどの研究者を日本に招聘し、マイクロプラスチック観測のガイドラインを作成、環境省ウェブサイトで公開 Michida et al.(2019)



Marine Pollution Bulletin 146 (2019) 831–837



An interlaboratory comparison exercise for the determination of microplastics in standard sample bottles

Atsuhiko Isobe^{a,*}, Nina T. Buenaventura^b, Stephen Chastain^c, Suchana Chavanich^d, Andrés Cózar^e, Marie DeLorenzo^f, Pascal Hagmann^g, Hirofumi Hinata^h, Nikolai Kozlovskiiⁱ, Amy L. Lusher^j, Elisa Martí^k, Yutaka Michida^l, Jingli Mu^m, Motomichi Ohnoⁿ, Gael Potter^o, Peter S. Ross^p, Nao Sagawa^q, Won Joon Shim^r, Young Kyung Song^s, Hideshige Takada^t, Tadashi Tokai^u, Takaaki Torii^v, Keiichi Uchida^w, Katerina Vassilenko^x, Voranop Viyakarn^y, Weiwei Zhang^z

^a Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 6-1 Kasuga-Kom, Kasuga 816-8580, Japan

^b Norwegian Institute for Water Research, Gaustadalléen 21, Oslo, Norway

^c Coastal Ocean Research Institute/Ocean Wise Conservation Association, P.O. Box 3232, Vancouver, BC V6B 3K2, Canada

^d Chulalongkorn University, Department of Marine Science, Faculty of Science, Bangkok 10330, Thailand

^e Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional del Mar, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas, E-11510 Puerto Real, Spain

^f National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, National Centers for Coastal Ocean Science, 219 Fort Johnson Rd., Charleston, SC, USA

^g Association Oceano, Rue de Mandelbrot 30, 1201 Geneva, Switzerland

^h Ehime University, 3 Bunkyo-cho, Matsuyama 790-8577, Japan

ⁱ Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Radio 7, 690041 Vladivostok, Russia

^j Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8564, Japan

^k National Marine Environmental Monitoring Center, Linghe Street 42, Dalian 116023, China

^l Institute of Environmental Informatics, IDRA Consultants, Inc., 2-2-2 Hagahachi, Tsukuba 305-0856, Japan

^m Oil and PCBs Research Group, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Geoje-cho 52070, South Korea

ⁿ Laboratory of Organic Geochemistry, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan

^o Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

^p Institute of Environmental Ecology, IDRA Consultants, Inc., 1334-5 Riemen, Yaitu 421-0212, Japan

マイクロプラ浮遊量データセットを作成し、掲載誌よりダウンロード
Isobe et al. (2021)
日米欧の共有データセットへ(IMDOS構想)

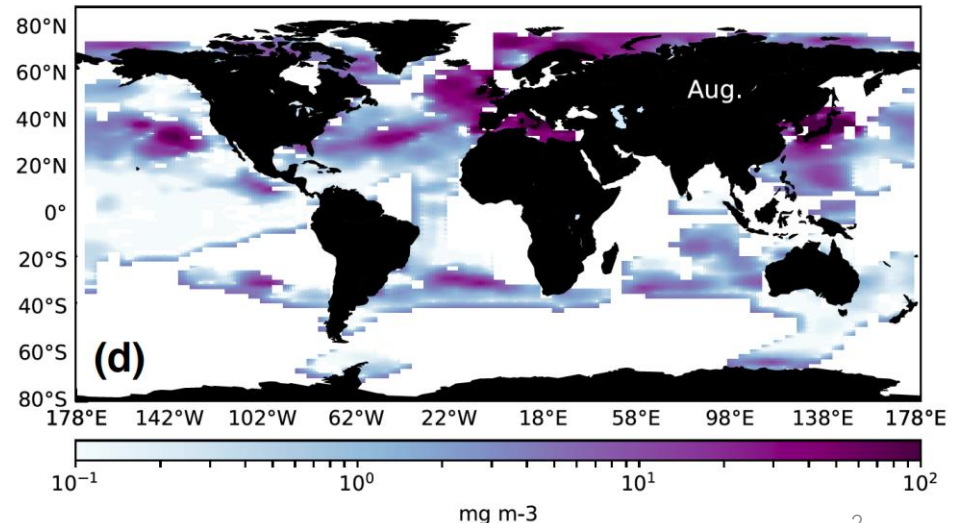
RESEARCH ARTICLE

Open Access



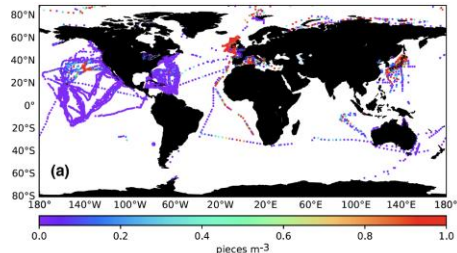
A multilevel dataset of microplastic abundance in the world's upper ocean and the Laurentian Great Lakes

Atsuhiko Isobe^{1,*}, Takafumi Azuma², Muhammad Reza Cordova³, Andrés Cózar⁴, Francois Galgani⁵, Ryuichi Hagita⁶, La Daana Kanhai⁷, Keiri Imai⁸, Shinsuke Iwasaki⁹, Shin'ichiro Kako¹⁰, Nikolai Kozlovskii¹¹, Amy L. Lusher^{12,13}, Sherri A. Mason¹⁴, Yutaka Michida¹⁵, Takahisa Mituhasi², Yasuhiro Morii¹⁶, Tohru Mukai¹⁷, Anna Popova¹¹, Kenichi Shimizu¹⁸, Tadashi Tokai¹⁹, Keiichi Uchida¹⁹, Mitsuharu Yagi¹⁸ and Weiwei Zhang²⁰

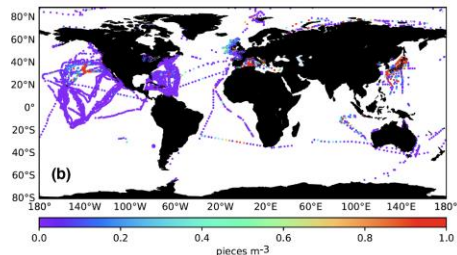


ガイドラインの一部を国際学術誌に発表 Isobe et al. (2019)

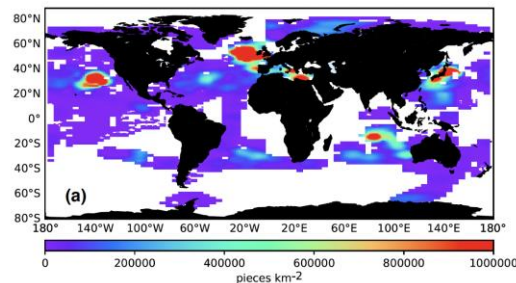
誰でも無償でダウンロードできる世界の海洋に浮遊するマイクロプラスチック現存量のデータセット



particle count per unit volume
LEVEL 0



without fibrous microplastics
LEVEL 1



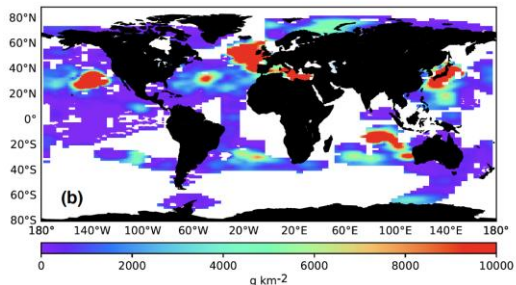
particle count per unit area **LEVEL 3p**

Optimum Interpolation Method (Kako et al., 2011)

$$A_g = B_g + \sum_{i=1}^N (O_i - B_i) W_i,$$

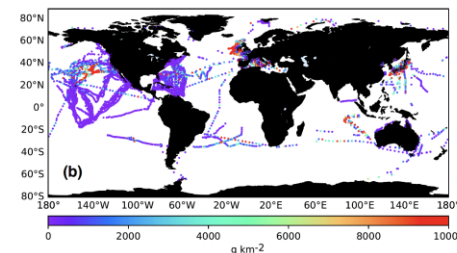
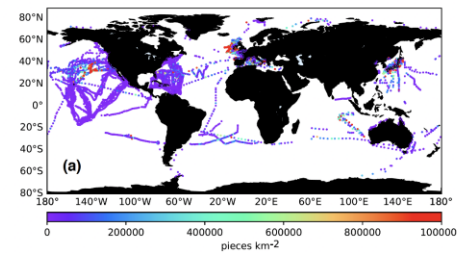
$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N (\mu_{ij}^B + \mu_{ij}^O) W_i = \mu_{ig}^B,$$

$$\mu^B = e^{\left(\frac{r_m^2}{L_m^2} - \frac{r_g^2}{L_g^2} \right)},$$

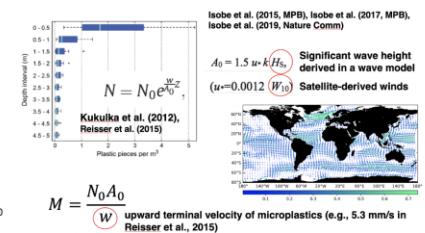


weight per unit area **LEVEL 3w**

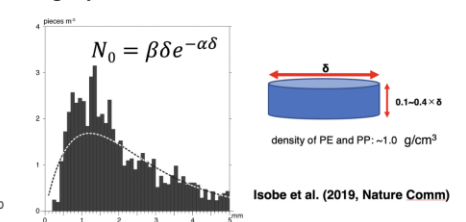
1000 km × 500 km



particle count per unit area **LEVEL 2p**



weight per unit area **LEVEL 2w**

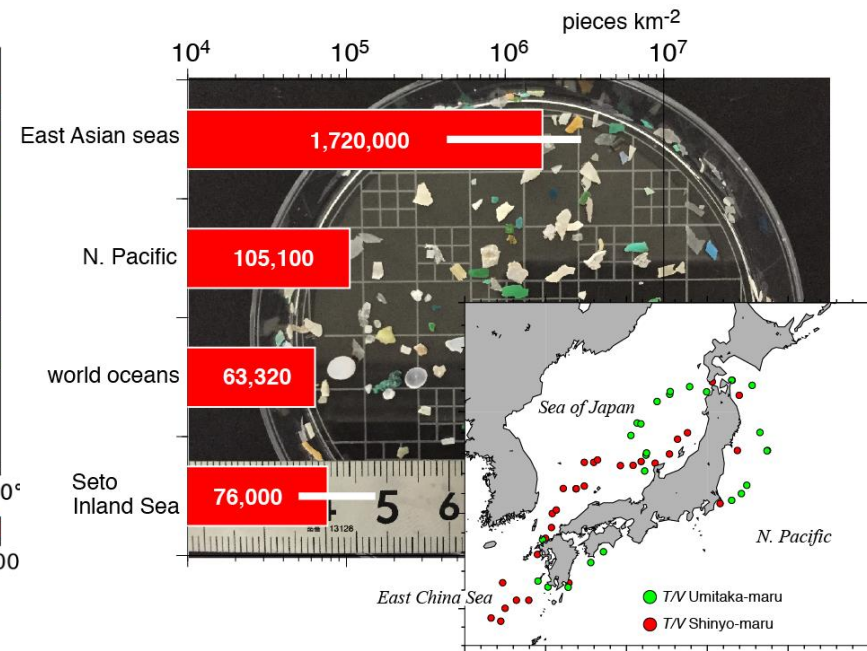
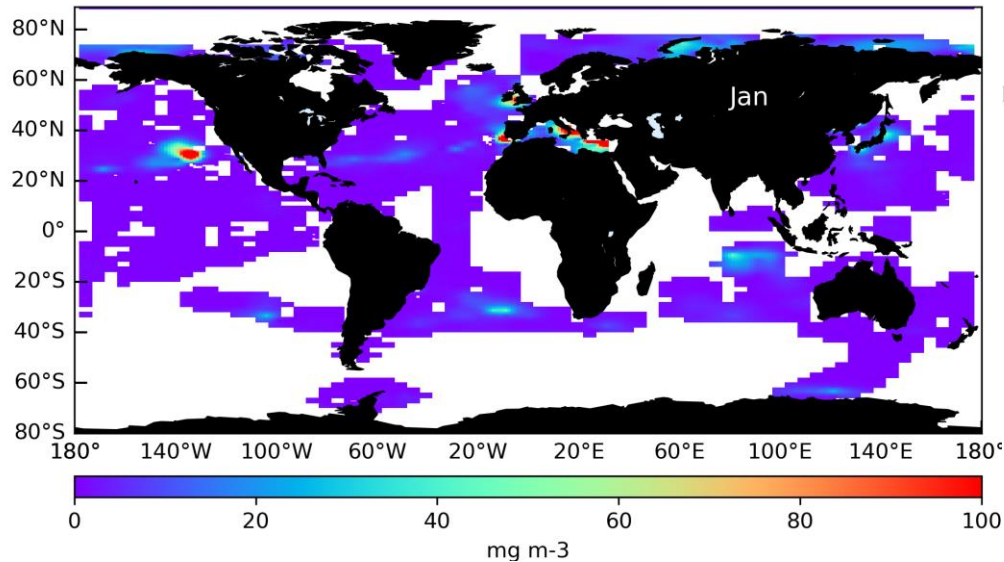


- とりあえず発表論文のSupplementary Informationとしてデータを公開中
- 環境省のデータベースとして、データの更新と公開
- Global Ocean Observing Systemと国連環境計画の展開するIntegrated Marine Debris Observing System (IMDOS)でデータ互換。日米 (NOAA)欧(EqCharm)が主導

(Isobe et al., 2021)

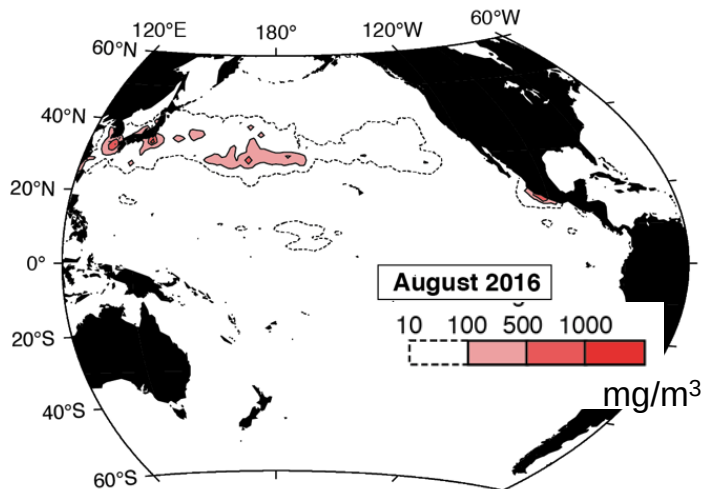
マイクロプラスチック(>300 μm)浮遊量の現状

21世紀以降で世界で観測された浮遊マイクロプラスチック濃度



Isobe et al. (2015)

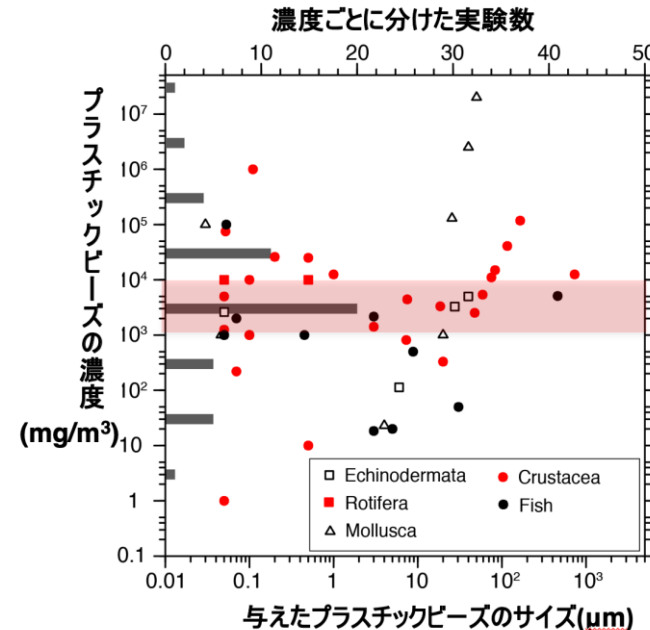
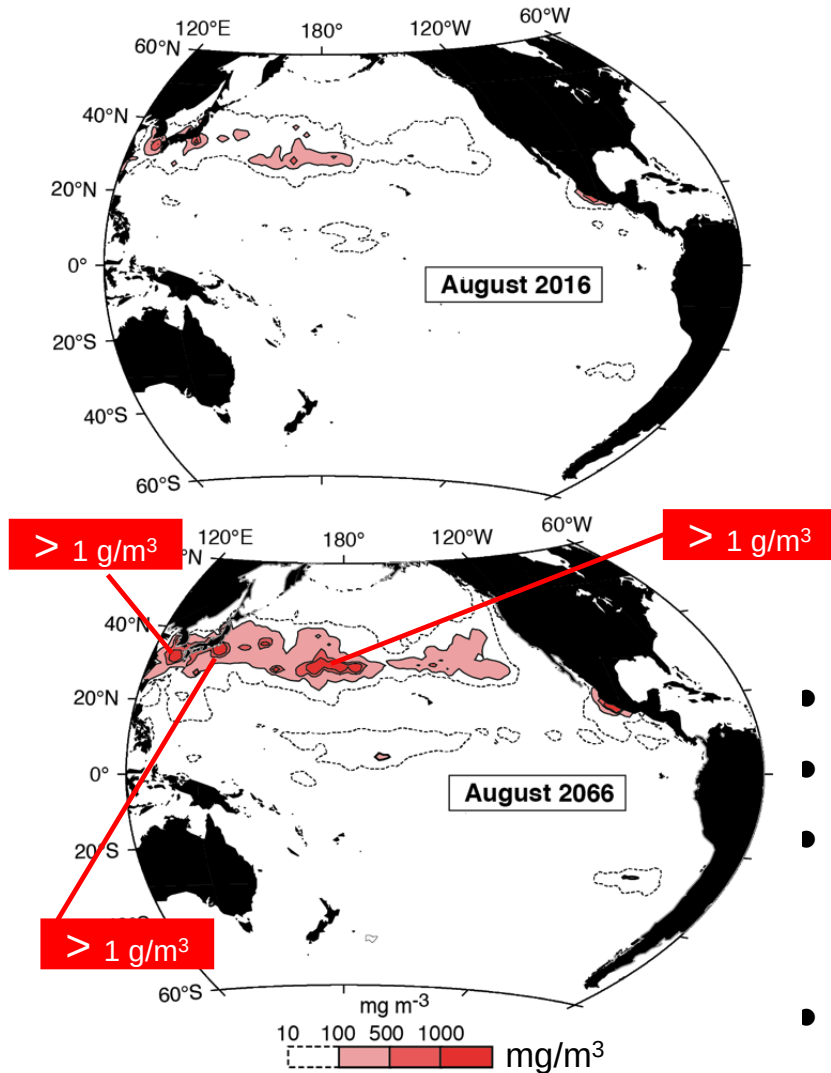
コンピュータ・シミュレーションで作成した現在の浮遊量



- 大洋の中央であろうが浮遊マイクロプラスチックの高濃度域は観測されるが、特に東アジア海域で多い。太平洋平均の17倍、世界平均の**27**倍
- 観測データの収集では、西太平洋や南極海、インド洋東部で日本の貢献が大きい
- 東南アジア海域やインド洋は、データがほとんどない。
- 現在、海水1立方メートルあたりの浮遊量は、多くて**100ミリグラム**を少し超える程度。アジア海域で**数粒**程度。

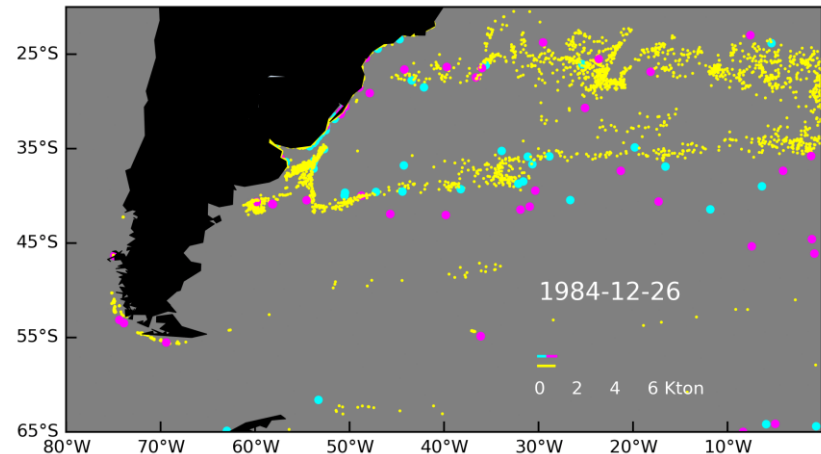
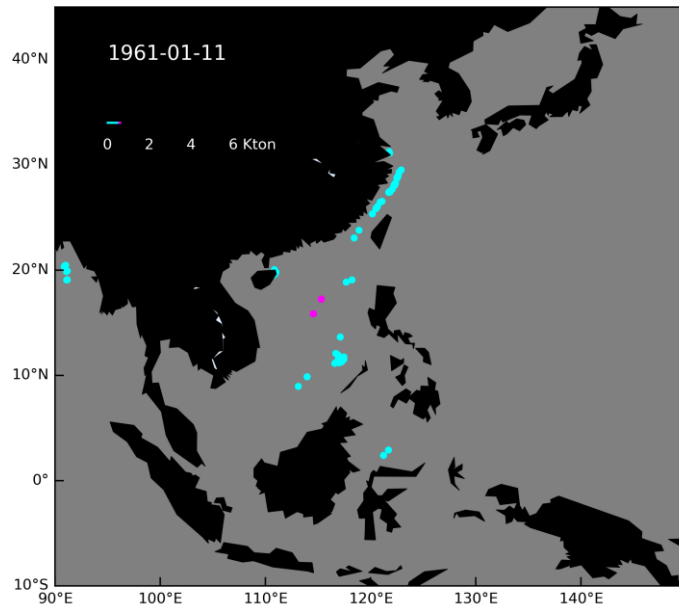
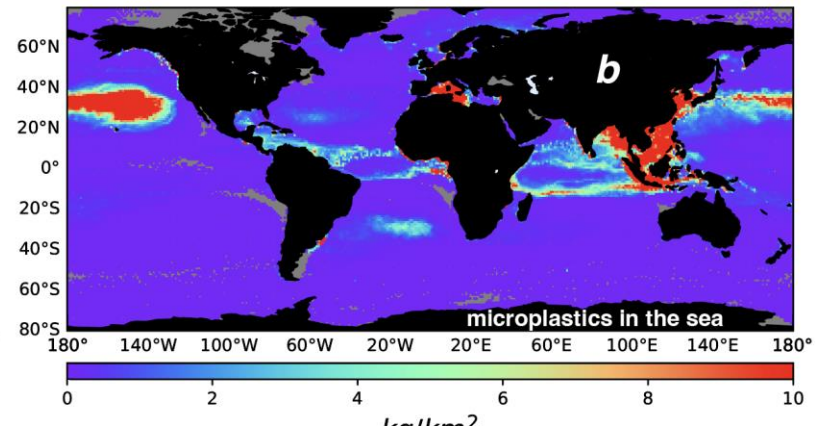
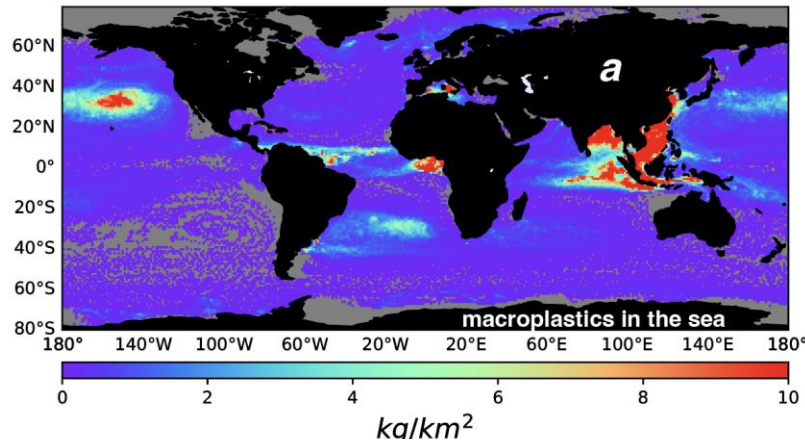
マイクロプラスチック(>300 μm)浮遊量の将来

コンピュータシミュレーションで作成した現在(上)と50年後(下)の浮遊マイクロプラスチック濃度



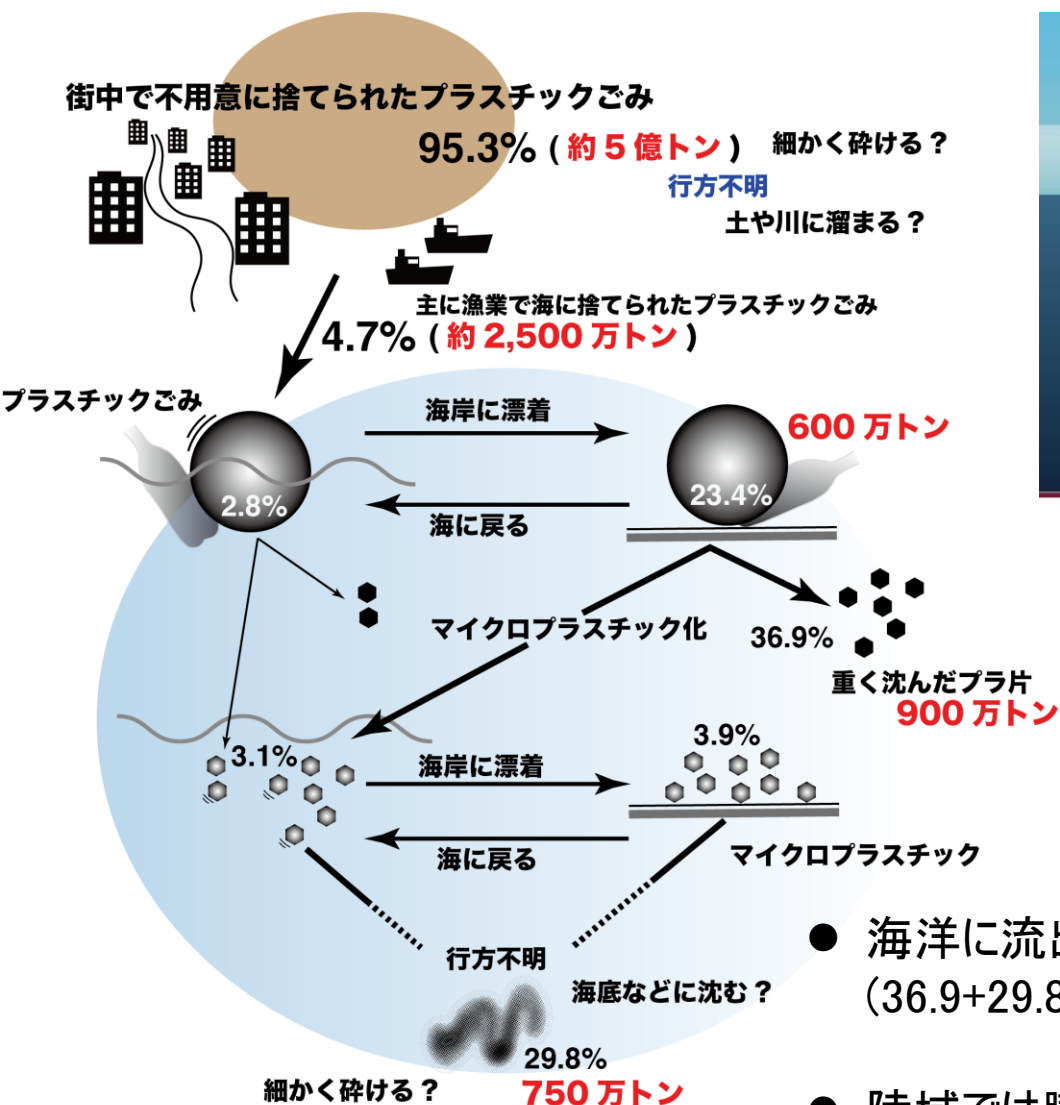
- このままプラスチックごみが流出量を増やし続ければ、2060年代には、日本周辺と太平洋中央部で、海水1立方メートルあたりで1グラムを超える海域が現れる。
- 実験室で海洋生物に何らかの影響が出た濃度が、実海域にも出現すること
- ただし、サイズが違うことに注意。観測やシミュレーションは、0.3 mm以上のマイクロプラスチックが対象。一方で実験は、二桁から三桁以上の小さなサイズのプラスチックビーズを与えている。大きなものから小さなマイクロプラスチックに、質量を保存したまま破碎され、海面近くに浮いているか、今は不明
- 0.3mm以下の小さなマイクロプラスチックを観測して、実験とのギャップを埋めることが急務

全球に拡張された海洋プラスチックの発生・輸送・消失(海面下への沈降)シミュレーション



海洋プラスチックの複数の発生シナリオに基づいた海域浮遊量の予測計算へ

(Isobe & Iwasaki, 2022, Sci. Total. Env.)

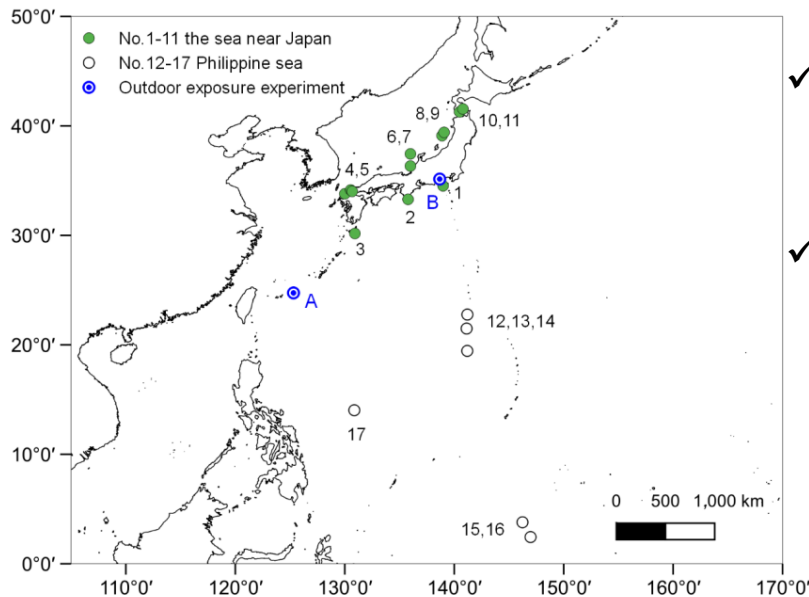


Research Results

Visible ocean plastics just the tip of the iceberg

missing plastics

- 海洋に流出した2500万トン/60年のうち、
(36.9+29.8)=66.7%は、今の体制では観測できない
- 陸域では膨大な(95%!)プラスチックが行方不明となっている(数百 μ m以下に微細化して、川や大気を経て海に入った？陸に残る？)



✓ 環境水温(θ)は採取位置の長期平均SST(J-DOSSの統計値)。*採取位置を中心にした1000km格子の水温偏差で年齢の揺らぎは0.2年程度

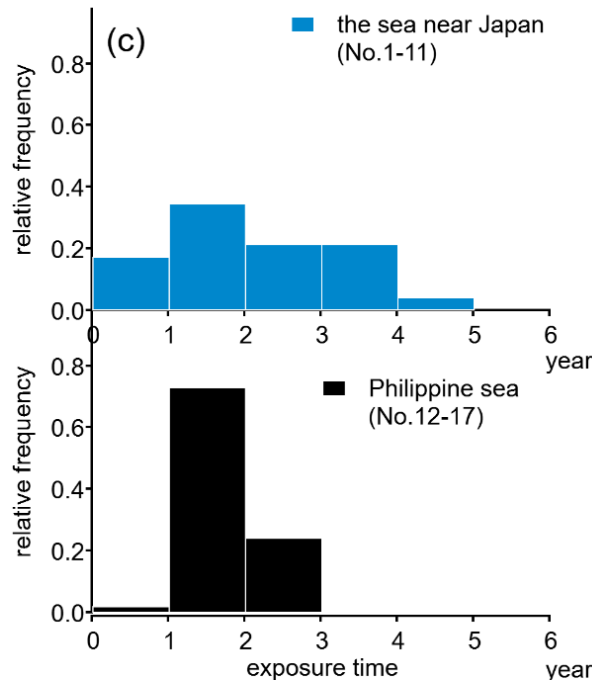
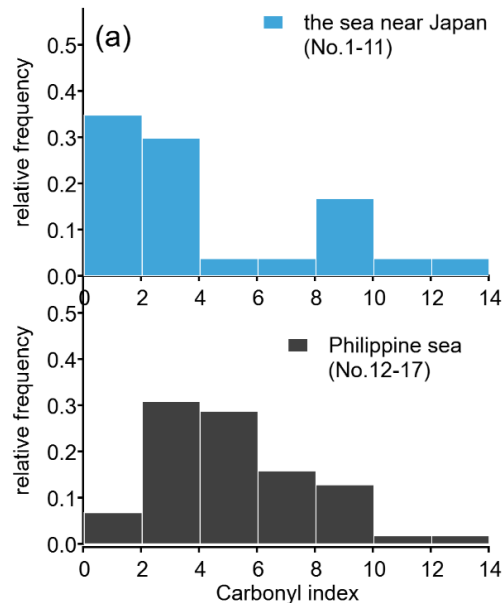
✓ 宮古島のUVインデックス($\overline{U_I}$)は、観測期間中の年平均値

$$T = I^*(C_I, \theta) / (25\overline{U_I})$$

✓ 浮遊MPの年齢は岸近くで0-5年

✓ 一方、岸から遠い亜熱帯循環の内部や赤道太平洋では、若い(<1年)MPや、年を経た(>3年)MPは見当たらない。

✓ 3年以上の滞留を許さない海洋表層からの消失機構が、海にだけ存在する。岸に打ち上がった間は、この消失過程が回避されるらしい。



Estimation of the age of polyethylene microplastics collected from oceans: Application to the western North Pacific Ocean

Rie Okubo^{a,*}, Aguru Yamamoto^a, Akihiro Kurima^a, Terumi Sakabe^a, Youichiroh Ide^b, Atsuhiko Isobe^c

^a Platform Laboratory for Science & Technology, Asahi Kasei Corporation, 2-1 Samojima, Fuji-shi, Shizuoka 416-8501, Japan

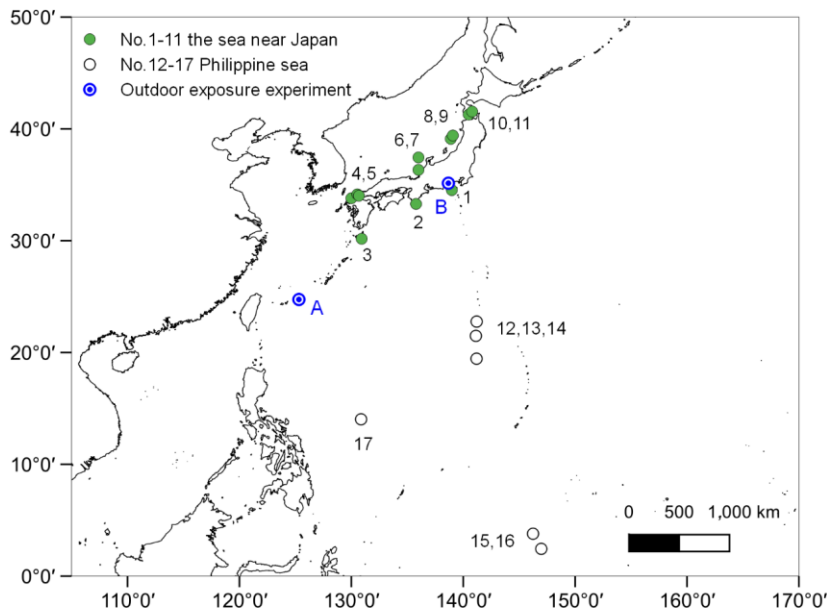
^b Circular Economy Project, Emerging IT Dept. Informatics Initiative Digital Value Co-Creation, Asahi Kasei Corporation, Yatsushiro, Chiyoda-Ku, Tokyo 100-0005, Japan

^c Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 6-1 Kasuga-Koen, Kasuga 816-8580, Japan

Okubo et al. (2023)

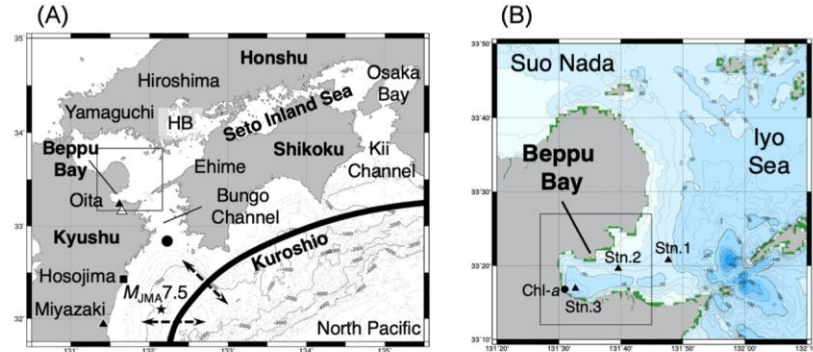
カルボニルインデックス(C_I)

宮古島換算のMP年齢(紫外線暴露時間)

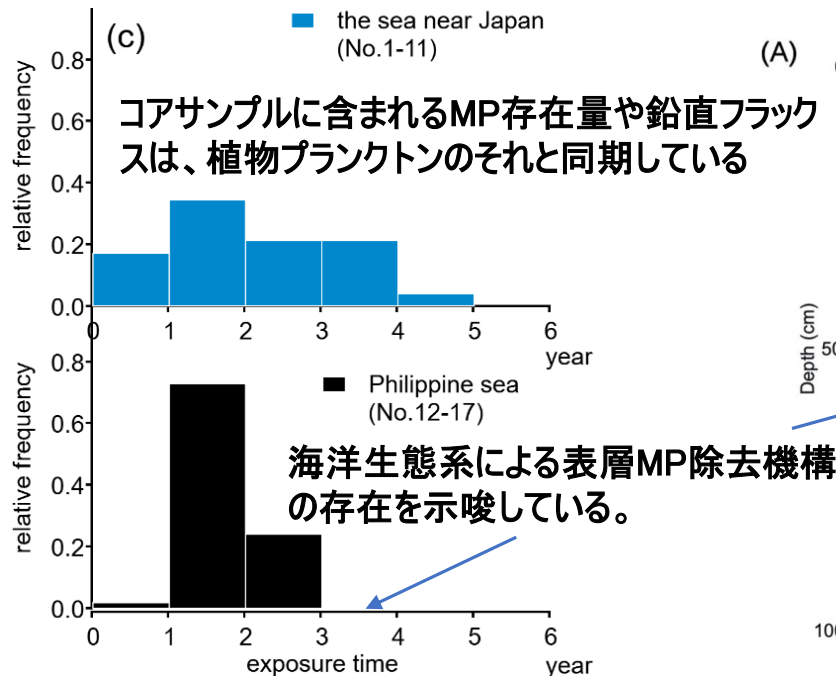


Hinata et al. (2022, STOTEN)

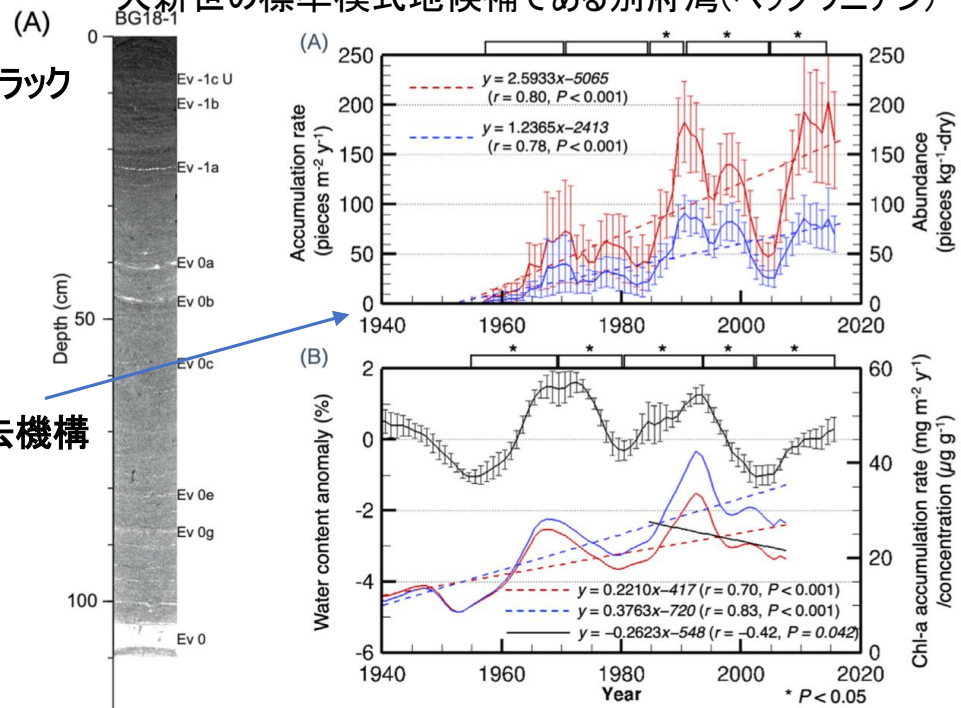
別府湾の海底コアサンプルに含まれるMPの解析。70年ほどの人新世を数年刻みで解析可能



人新世の標準模式地候補である別府湾(ベップワニアン)



宮古島換算のMP年齢(紫外線暴露時間)



スマホアプリと深層学習で、陸上プラスチックごみの存在量・漏出量推定 九州大・鹿児島大・JAMSTEC・株式会社ピリカ

参加型プラスチックごみ画像収集プロジェクト

SNSアプリと深層学習による街や海岸での投棄プラごみ量分析技術の確立

お知らせ

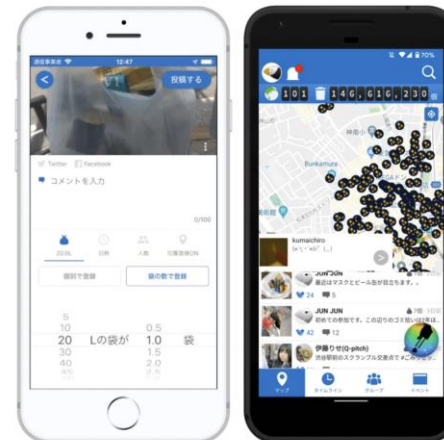
公開日：2022.01.28



	真値	推定値	推定値 (正解数)	Precision (適合率)	Recall (検出率)
缶	265	307	252	82%	95%
プラ袋	272	273	252	92%	93%
ペットボトル	192	190	175	92%	91%
タバコ(吸い殻)	288	240	216	90%	75%
タバコの箱	54	62	47	76%	87%
マスク	101	88	80	91%	79%

加古准教授(鹿児島大)提供

* 4万画像/月

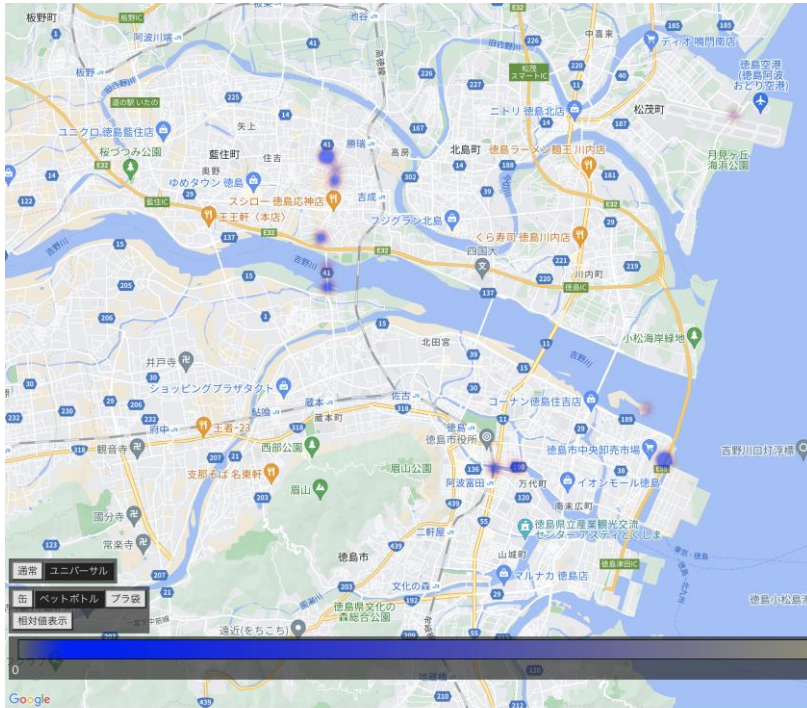


ピリカ

- ✓ プラごみの存在量(Q)
- ✓ 時間変化から平均滞留時間(T)
- ✓ $Q/T=F$ の投棄速度
- ✓ Fと消費量から投棄率
- ✓ 日本(先進国)とタイ(中進国)で。英語版、中国語版、スペイン語版で世界展開

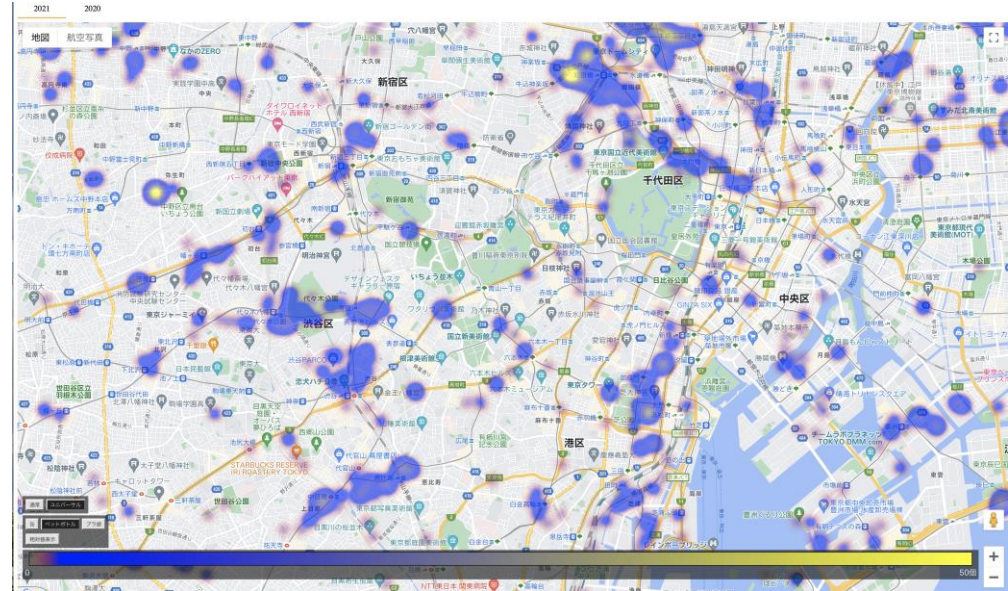
原田教授(大阪商大/環境経済学)や佐々木教授(中央大/環境経済学)とground truthをとる全量調査

2021年の集計: ペットボトル (徳島市)



<https://satreps.trashmap.sns.pirika.org/>

2021年の集計: ペットボトル(東京都)



2021年の集計: レジ袋(東京都)

