

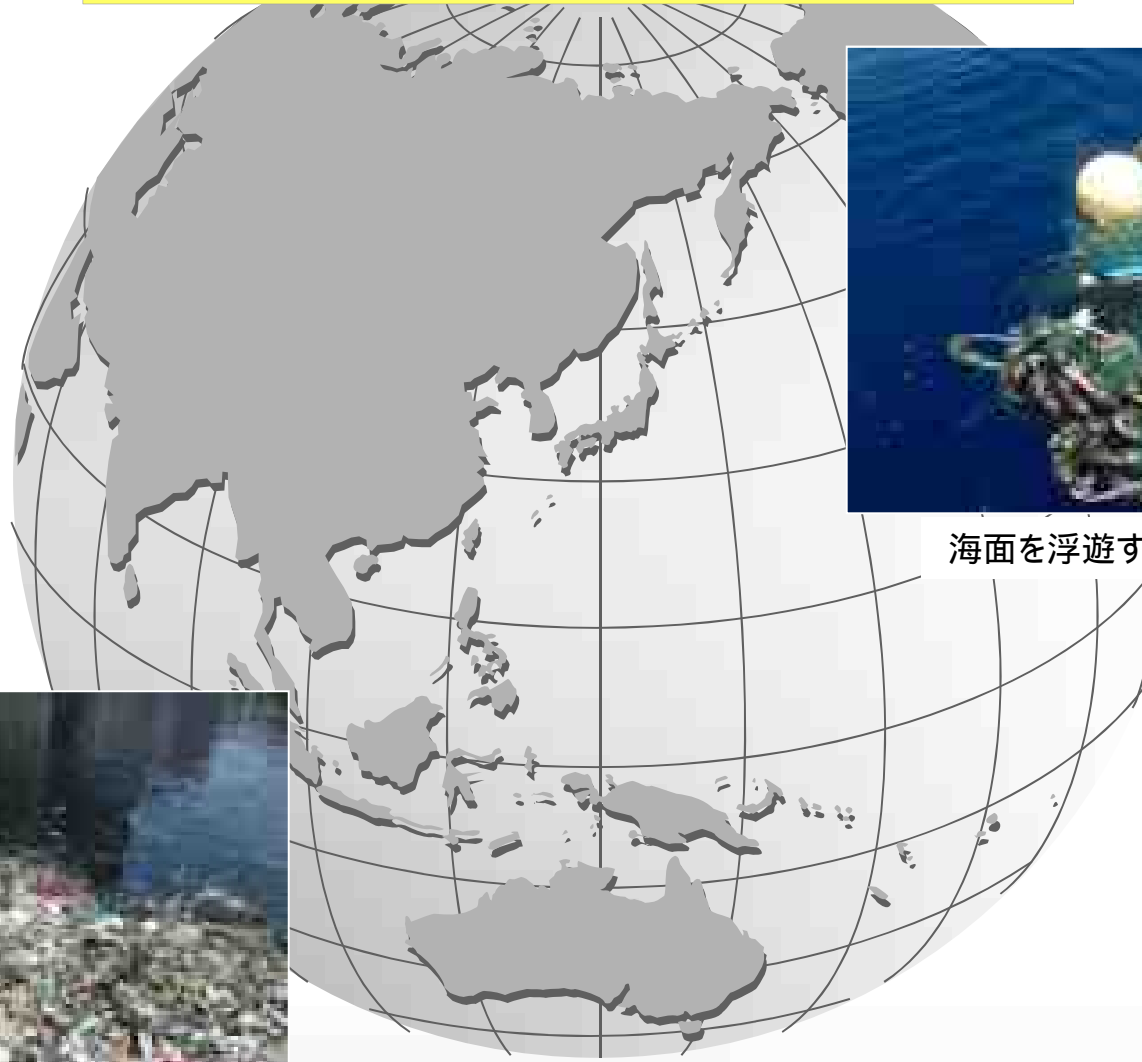
# 洗顔料や歯磨きに含まれる マイクロプラスチック問題

(Daily facial cleanser and toothpaste,  
and another microplastic issue)

大妻女子大学 兼廣春之

世界の海に流出する大量のプラスチックごみ

年間480万トン～1,270万トン



海面を浮遊するプラスチックごみ



水面に浮かぶ大量のプラスチックごみ

## マイクロプラスチックによる生物被害と環境汚染

昨年（H27年）6月にドイツで開催されたG7 エルマウ・サミットの首脳宣言で“マイクロプラスチック”の問題が取り上げられた。マイクロプラスチックは海洋ごみの約70%を占めるプラスチックゴミのうち大きさが5mm以下のサイズのもので、**海鳥の誤飲など物理的な障害のほか化学物質の毒性**への懸念も広がっている。

これまでも海を漂うプラスチックゴミが海の生物によって誤飲・誤食される問題は指摘されてきた。例えば、海鳥の場合、消化管がプラスチックで詰まる、消化管の内部がプラスチックで傷つけられる、栄養失調の原因になるなど大きな脅威になっている。

こうした物理的な障害にとどまらず、化学物質の毒性への懸念も広がっている。プラスチックに使われる添加剤には、有害性が指摘されるものも少なくない。これらは、マイクロプラスチックになっても残留している。

さらに漂流するプラスチックからは、表面に吸着したポリ塩化ビフェニル（PCB）が高い濃度で検出されるとする調査結果も出ている。プラスチックを誤飲した海鳥の脂肪に、体内で溶け出した有害化学物質が濃縮されている事例の報告は、懸念をさらに大きくしている。

（日本経済新聞，2015.6.25）

## マイクロプラスチックとは？

マイクロプラスチックは以下の二つに分類される。

- **一次”マイクロプラスチック“** (Primary microplastics)  
洗顔料、化粧品や工業用研磨材などに使用されている小さなビーズ状のプラスチック原料  
身の回りのさまざまなプラスチック製品を製造するための原料として使われる米粒大のプラスチック粒 (レジンペレット)
- **二次“マイクロプラスチック”** (Secondary microplastics)  
プラスチック製品の小さな細片：環境中に流れ出たプラスチックが外的要因（特に、紫外線や外的な力）により、徐々に劣化・崩壊して、小さな細片状（5mm以下）になったもの。

最近数十年間の世界のプラスチック消費量（2億8000万t / 年間）の増加により、マイクロプラスチック（一次及び二次）は全世界の海洋に流出するようになり、その量は増大している。

## 1. 化粧品に使用される“一次マイクロプラスチック”問題



化粧品に含まれる微粒子状  
マイクロプラスチックビーズ

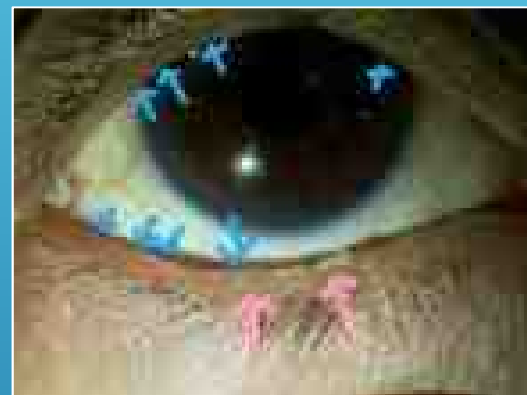
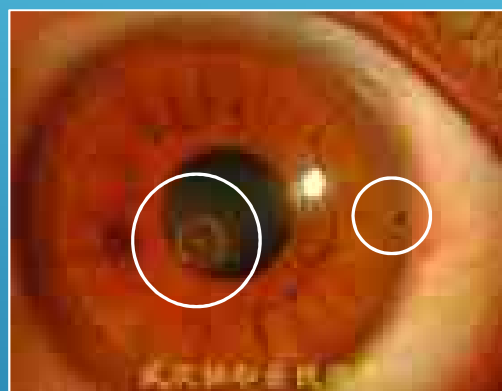


近年、洗顔剤などに使われている微細なプラスチック粒子「**マイクロビーズ**」が下水処理を通り抜けて海に流出し、生態系の食物連鎖に影響を及ぼしている。

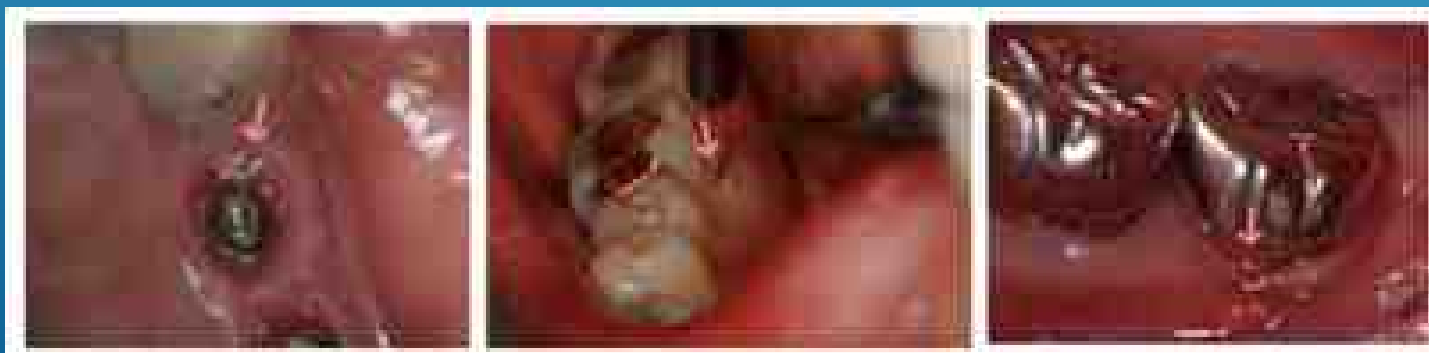
- **マイクロビーズ**は、ポリエチレンやポリプロピレンなどプラスチックで作られた球状の小さなビーズである。大きさは数ミクロン～数百ミクロン（0.001mm～0.1mm）くらいで、目に見えないくらい小さい。
- こうした小さなビーズは肌の汚れや古い角質を除去する目的で、洗顔料やボディウォッシュ、練り歯磨き等の化粧品に添加されている。いわゆる、**スクラブ剤**である。
- 以前は、天然のクルミやアブリコットなどの果物の種子などをスクラブ剤として使っていたが、十数年くらい前から合成プラスチックビーズが使用されるようになった。
- マイクロビーズに主に使われているプラスチック（**ポリエチレン**）は、比重が1以下と軽く、水にも浮くため、使用後、排水溝を通して川に流れ込む。マイクロビーズはあまりに小さすぎるため、排水処理施設では除去できず、そのまま川を通して海に流れ込む。今や、世界中の海がこうしたプラスチックのマイクロビーズで汚染されている。
- また、プラスチックは環境中の微量の化学汚染物質を吸着する性質があり、プランクトンや魚が飲み込むことで様々な影響を与えることが懸念されている。

化粧品（洗顔料，歯磨き等）に入っている  
マイクロプラスチックによる人への影響

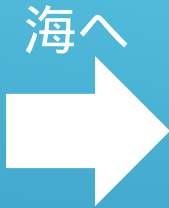
- ・ 眼球に入り込んだスクラブ洗顔マイクロビーズ



- ・ 歯肉に入り込んだプラスチック・マイクロビーズ



“マイクロプラスチック”の環境中への流出  
による生物への影響  
(家庭→浄水場→海→魚)



化粧品（洗顔料、歯磨き）に使用されている**マイクロビーズ**（“**一次マイクロプラスチック**”）が消費者の洗面所やバスルームから下水処理施設を通過して川、湖、海に、毎年何百万トンも流れ込んでいる。

(引用,[http://5gyres.org/how\\_to\\_get\\_involved/campaigns-microbead/](http://5gyres.org/how_to_get_involved/campaigns-microbead/))



## 化粧品 29,656 件中、 ポリエチレンを配合している化粧品：2,150 件

洗 顔	<u>石鹸</u> <u>洗顔フォーム</u> <u>洗顔パウダー</u> <u>その他洗顔料</u>
クレンジング	<u>オイルクレンジング</u> <u>ジェルクレンジング</u> <u>クリームクレンジング</u> <u>ポイントリムーバー</u> <u>その他クレンジング</u>
スキンケア	<u>美容液</u> <u>乳液</u> <u>フェイスクリーム</u> <u>フェイスオイル・バーム</u> <u>リップケア</u>
スペシャルケア	<u>洗い流すパック・マスク</u> <u>シートパック・マスク</u> <u>ゴマージュ・ピーリング</u> <u>マッサージ料</u> <u>アイケア</u> <u>まつげ美容液</u>
ヘアケア	<u>シャンプー</u> <u>コンディショナー</u> <u>ヘアパック・トリートメント</u> <u>洗い流さないトリートメント</u> <u>頭皮ケア</u>
ボディケア	<u>ボディ洗剤</u> <u>ボディローション・ミルク</u> <u>ボディークリーム・オイル</u> <u>ボディスクラブ</u> <u>バスタ・ヒップケア</u> <u>レッグ・フットケア</u> <u>ハンドケア</u> <u>その他ボディケア</u>
日焼け止め	<u>顔用日焼け止め</u>
ベースメイク	<u>BBクリーム</u> <u>化粧下地</u> <u>パウダーファンデーション</u> <u>リキッドファンデーション</u> <u>クリームファンデーション</u> <u>コンシーラー</u> <u>ルースパウダー</u> <u>プレストパウダー</u> <u>その他ファンデーション</u>
リップメイク	<u>口紅</u> <u>リップグロス</u> <u>リップライナー</u>
チーク	<u>パウダーチーク</u> <u>ジェル・クリームチーク</u>
アイブロウ	<u>アイブロウペンシル</u> <u>パウダーアイブロウ</u> <u>眉マスカラ</u> <u>その他アイブロウ</u>
アイライナー	<u>リキッドアイライナー</u> <u>ペンシルアイライナー</u> <u>ジェルアイライナー</u> <u>その他アイライナー</u>
マスカラ	<u>マスカラ</u> <u>マスカラ下地・トップコート</u>

## “一次マイクロプラスチック”による環境問題



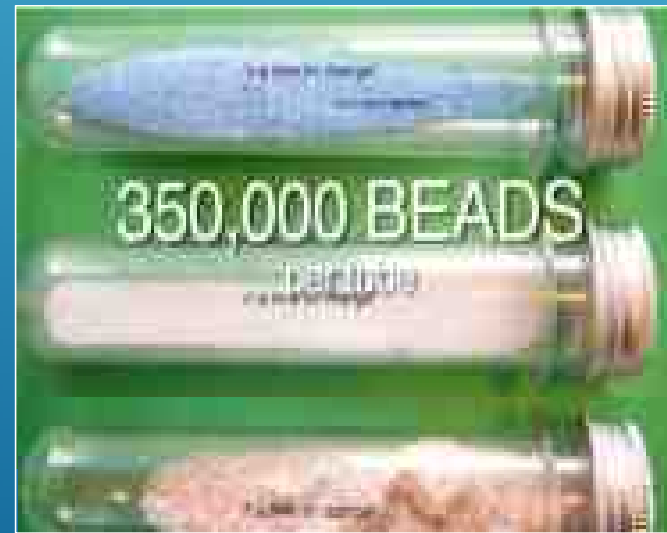
洗顔剤



白い微粒子状  
マイクロプラスチック



ポリエチレビーズ



## スクラブ剤が入っている化粧品



天然のスクラブ剤  
入りの化粧品



プラスチックビーズ  
入りの化粧品

## 日本の化粧品に含まれるプラスチックスクラブの例

洗顔料：薬用フェイシャルウォッシュ パーフェクトスクラブ  
（株式会社）（医薬部外品） 130g



### 成分表



#### 全成分：

#### 有効成分：

イソプロピルメチルフェノール、その他成分：ジエチレングリコールモノエチルエーテル、精製水、濃グリセリン、ステアリン酸、**高融点ポリエチレン末**、ミリスチン酸、ポリエチレングリコール1500、ラウリン酸、水酸化カリウム、パルミチン酸、親油型モノステアリン酸グリセリル、**ポリエチレン末**、L-メントール、エデト酸四ナトリウム四水塩、dL-カンフル、ポリエチレングリコール、酸化アルミニウム、香料、青色404号

練り歯磨き：  ナノブライト 薬用ハミガキ 



### 成分表

清浄剤：エリスリトール

基剤：ソルビット液、精製水

湿潤剤：濃グリセリン、PEG-12

清掃剤：無水ケイ酸、粉末セルロース

粘度調整剤：無水ケイ酸

発泡剤：ラウリル硫酸塩

清掃助剤：ポリエチレン末、無水ピロリン酸Na、シリル  
化処理無水ケイ酸

香味剤：香料(ホワイトミントタイプ)、サッカリンNa

光沢剤：フィチン酸液

清涼剤：メントール

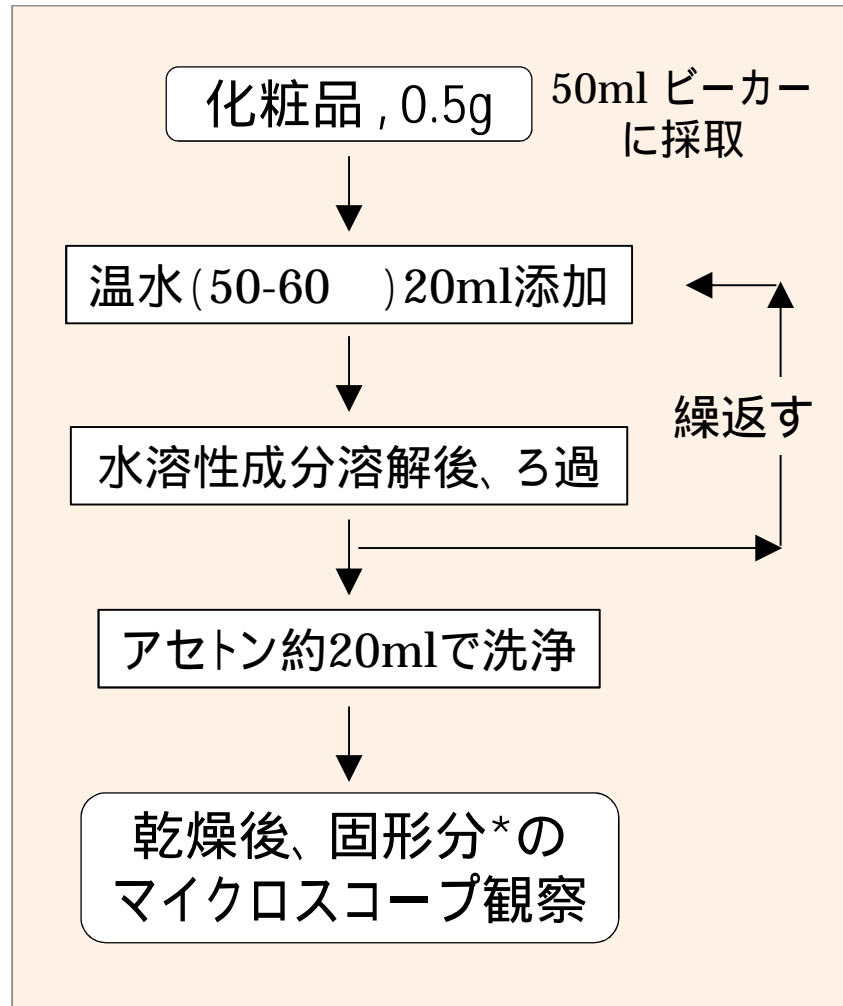
粘結剤：CMC・Na、キサンタンガム

薬用成分：酢酸トコフェロール、トリクロサン

着色剤：酸化Ti

pH調整剤：水酸化ナトリウム液

## 化粧品に入っている マイクロスクラブの分離



## デジタルマイクロスコープによる マイクロビーズの観察



\* : 水に浮くかどうか(比重1.0以下)確認

# 1. 化粧品に使われているマイクロプラスチック問題

洗顔料

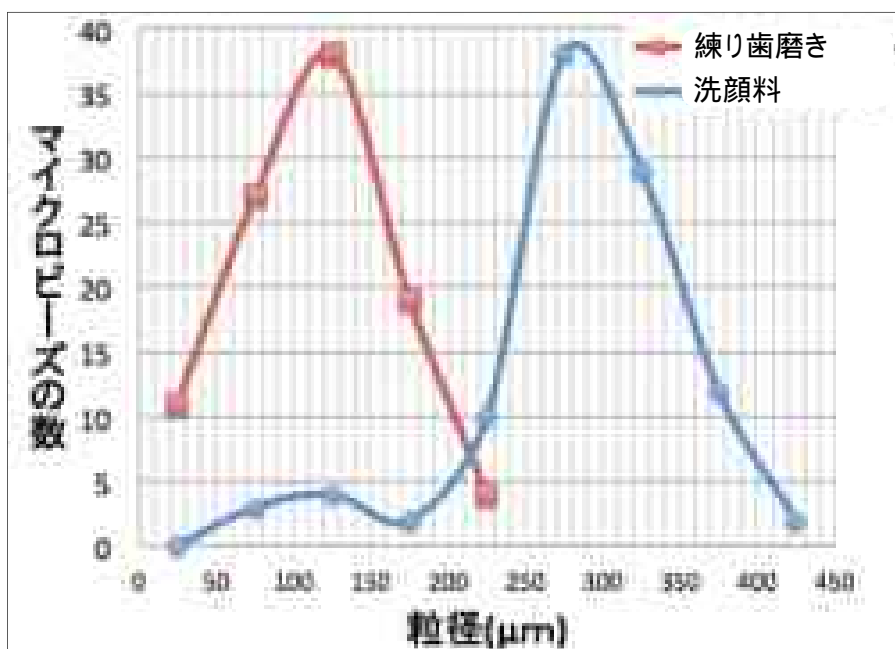


粒径:平均  $287 \mu\text{m}$   
(最小  $76 \mu\text{m}$ , 最大  $416 \mu\text{m}$ )

歯磨き



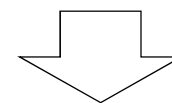
粒径:平均  $115 \mu\text{m}$   
(最小  $30 \mu\text{m}$ , 最大  $228 \mu\text{m}$ )



化粧品1本 (100-130g) に  
入っているスクラブ粒子の数

約 4万個 (洗顔料)

約24万個 (歯磨き)



海洋に流出

## 1. プラスチックスクラブの問題点

角質を除去する洗顔剤やボディウォッシュ、練り歯磨き等の化粧品にスクラブ剤として添加されている

スクラブ剤として使用されているマイクロビーズはポリエチレンやポリプロピレン製のものが多い

水に浮くため、環境中（海洋）に流出したマイクロビーズによる汚染は地球の海全体に広がっている

米国の五大湖の調査（2012年）では、化粧品に由来するマイクロプラスチックが多数見つかっている

ニューヨーク州では、毎年約19トンのマイクロビーズが下水に流されている。

サイズはミクロンオーダーで、動物プランクトンが飲み込めるほど小さく、生態系への影響（飲み込みや有害化学物質の運び屋）は通常のプラスチックごみ以上に測り知れない位大きい

海洋などの自然環境に流出したマイクロビーズの回収はほとんど不可能であり、新たな流入を止めない限り増大する一方である



## 化粧品（ソープ，歯磨き粉，ボディウォッシュ等） に使用されるマイクロビーズに対する各国の対応

EU加盟国であるオランダ、オーストリア、ベルギー及びスウェーデンの4か国は2014年12月に化粧品へのマイクロプラスチックの使用を禁止する共同声明を発表

- ・カリフォルニア州では2020年以降、マイクロビーズが含まれた製品の販売を禁止
- ・ニューヨーク州政府は今年2月にマイクロビーズを使った製品の販売を禁じる法案の提出を発表



日本でも早急に化粧品へのマイクロビーズの使用規制や、環境に優しい生分解性マイクロビーズへの切り替え等の対策を進めていく必要がある。17

## 2 . 二次マイクロプラスチックの問題

- **二次“マイクロプラスチック”** ( Secondary microplastics )  
プラスチック製品の小さな細片 : 環境中に流れ出たプラスチック製品が外的要因 ( 特に、紫外線や外的な力 ) により、徐々に劣化・崩壊して、小さな細片状 ( 5mm以下 ) になったもの。

二次マイクロプラスチックの発生過程



海岸に散乱する大量のマイクロプラスチック

二次マイクロプラスチック (いわゆる、レジンペレット)

樹脂ペレット



海岸に散乱する大量のマイクロプラスチック

二次マイクロプラスチック(プラスチック細片)



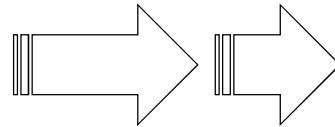
二次マイクロプラスチック

# プラスチックからマイクロプラスチックができる過程



プラスチック製品

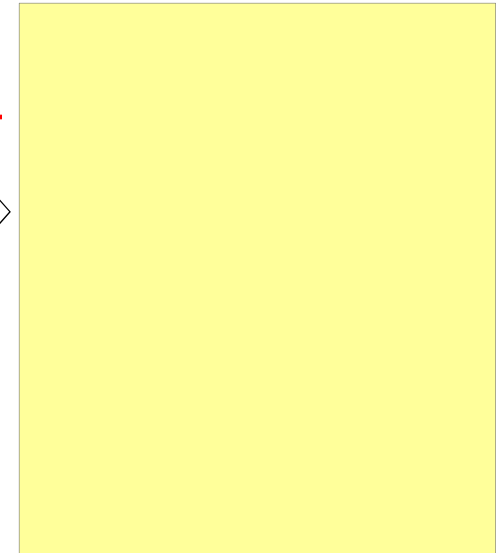
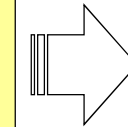
海岸に  
散乱



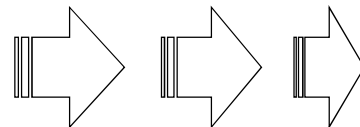
紫外線  
劣化

崩壊  
細片

? 年

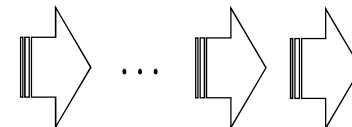


崩壊進行



ミクロン  
( $\mu\text{m}$ )

? 年



ナノ  
( $\text{nm}$ )

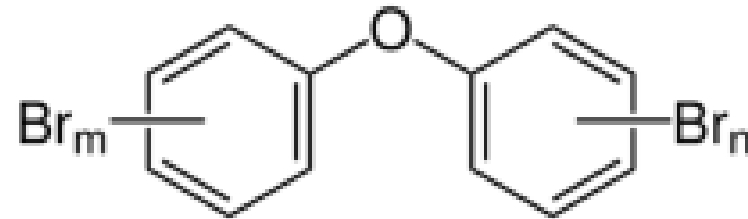
完全に分解  
?

## マイクロプラスチックによるPOPs(残留性有機汚染物質) の吸着及び生物への影響

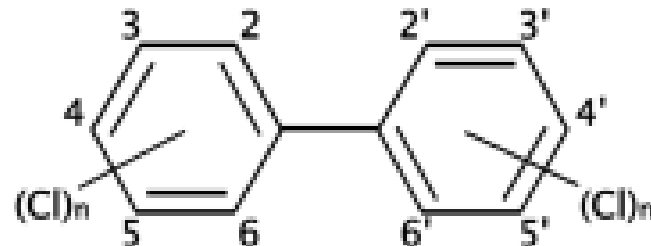
対象となるPOPs(残留性有機汚染物質):

- ・ プラスチックに含まれる添加剤(難燃剤:PBDEs)の溶出による生物への移行
- ・ 海水中の有機汚染物質(臭素系難燃剤:PBDEs)のマイクロプラスチックによる吸着と生物濃縮

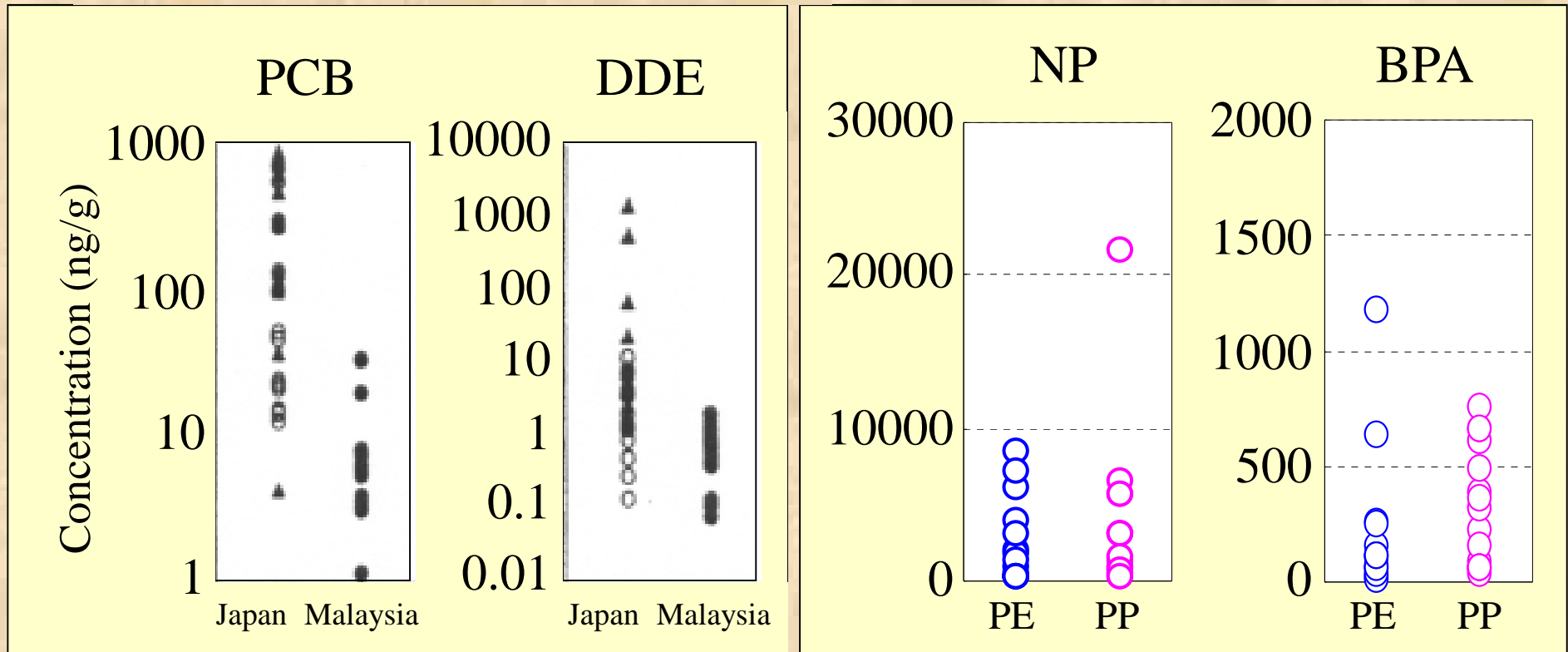
- ・ 有機臭素系難燃剤:PBDEs(ポリ臭化ジフェニルエーテル)



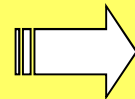
- ・ 加熱や冷却用熱媒体、変圧器・コンデンサーの絶縁油:  
PCB(ポリ塩化ビフェニル)



# マイクロプラスチックから検出された 高濃度のPOPs(残留性有機汚染物質)



吸着



高濃縮

海水中の濃度の  
数千倍 ~ 百万倍に濃縮

PCBs :  $10^5 \sim 10^6$ 倍

DDE :  $10^5 \sim 10^6$ 倍

NP, BPA :  $10^4 \sim 10^5$ 倍

## “マイクロプラスチック”の生物への影響？

“マイクロプラスチック”を餌と間違えて  
サンゴが飲み込む可能性がある

マイクロプラスチックを介して有害物質 (POPs) が生物に移行？



青色のマイクロビーズ (ポリプロピレン：髭そり用クリーム)

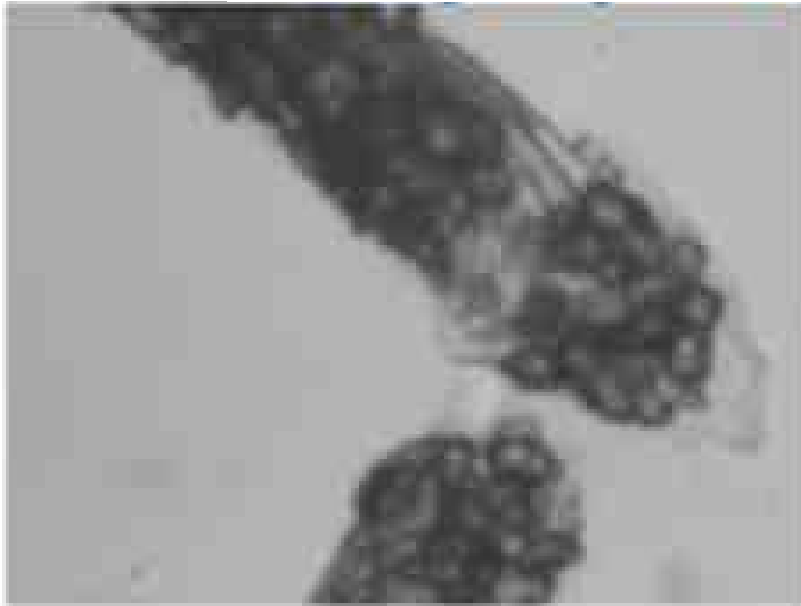
プラスチック片を誤飲したサンゴと取り出されたマイクロプラスチック  
( Microplastic ingestion by scleractinian corals. NM Hall et al. (2015) Marine Biology )

ゴカイやイガイでもマイクロプラスチックの誤飲が確認されている！

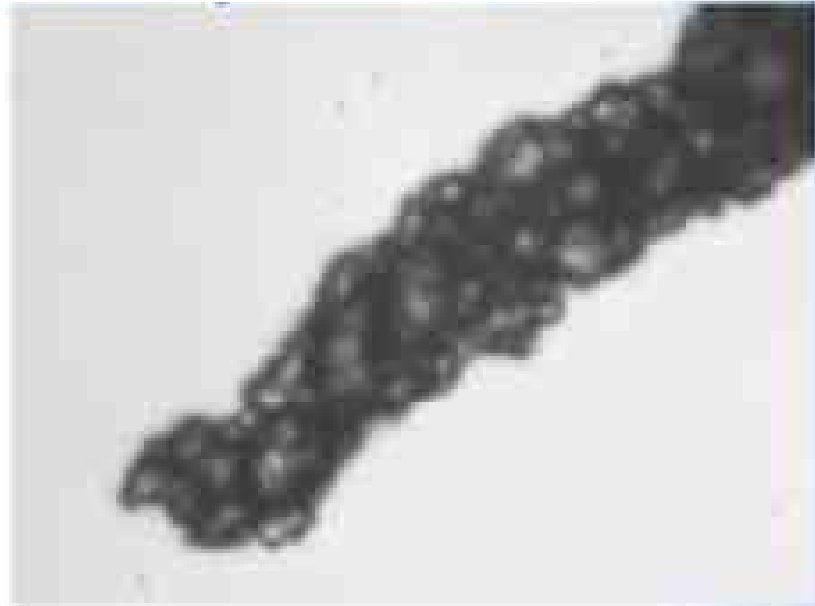


マイクロプラスチックを飲み込んだ動物プランクトン

## Polyethylene in Zooplankton



Plastic Particles in gut



Plastic in Fecal Pellet

1. Average particle size = **20 microns**
2. Fresh zooplankton samples tested in a container

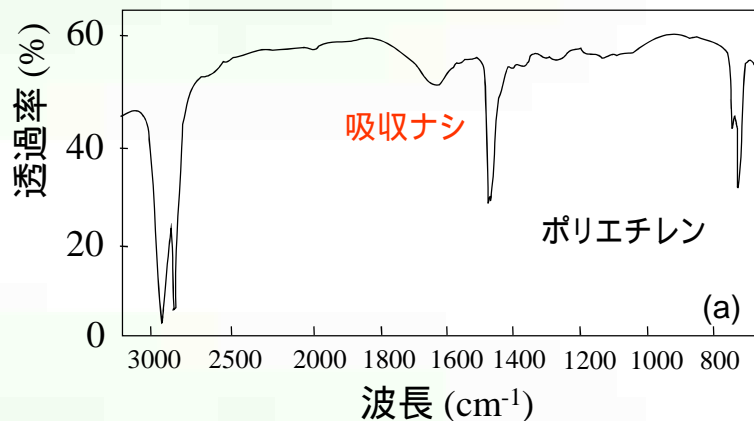
## 紫外線劣化によるプラスチック マイクロプラスチック化 によって起こる化学的、物理的性質の変化

- 紫外線劣化によりプラスチックの性質（主に、表面の化学的、物理的性質）の変化  
極性、親水性、密度、粒子の表面積
- 劣化による微粒子化が進めば進むほど、粒子全体の表面積の増大（吸着性の増大）
- Q：プラスチックは何年で劣化、崩壊するか？  
A：自然（海洋）環境中では推定は困難！
- Q：紫外線劣化と生分解の違いは？  
A：劣化・崩壊と生分解は異なる。劣化がかなり進んで微粒子化しても、完全に分解はしていない！

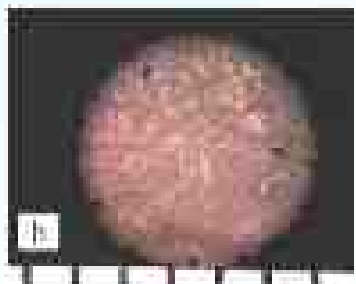
# 海岸漂着レジンペレットの化学分析 - 劣化度の比較



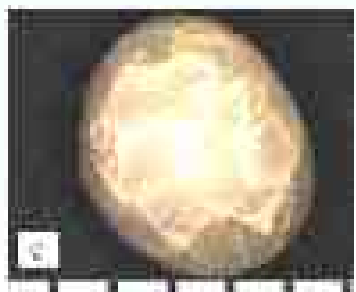
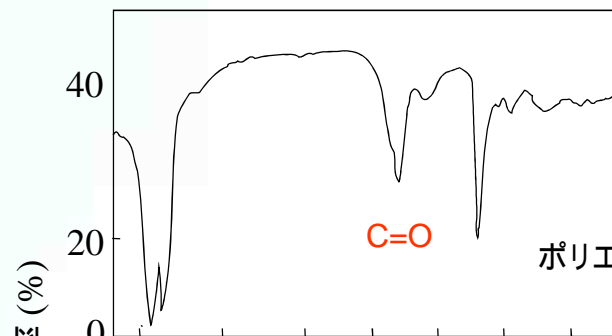
光沢のある  
きれいなペレット



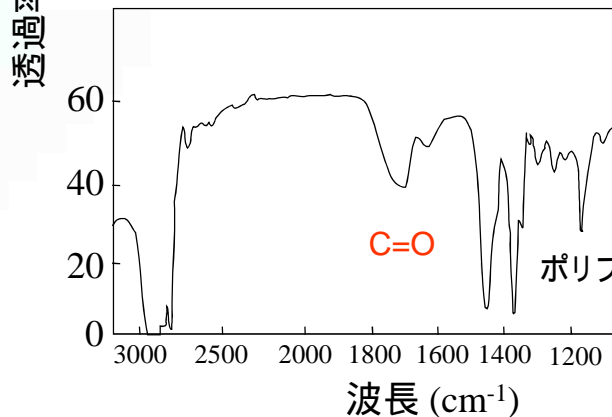
プラスチックの紫外線劣化に  
ともなう化学的变化  
(赤外 (IR) 吸収スペクトル)



かなり劣化が進んだPE

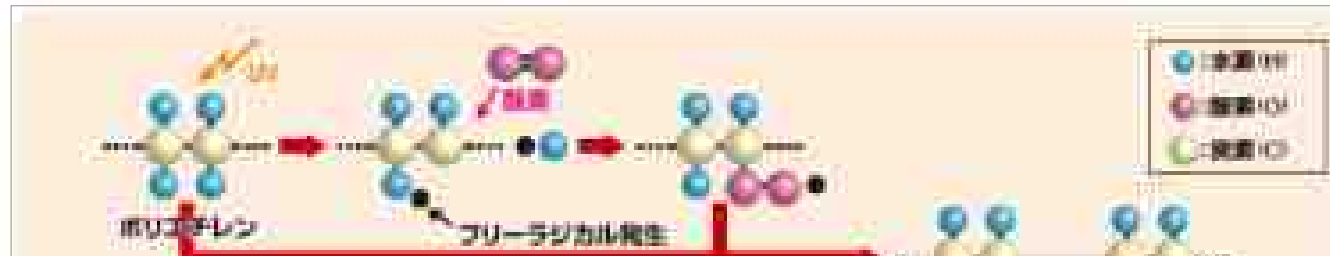


劣化したPP



- ・表面に汚れがなく、光沢のあるきれいなペレット(漂着して時間がたっていない)は化学的な変化(IRスペクトル)はほとんど起きていず、劣化していない。
- ・表面が汚れたり、劣化したペレットは海に流れ出してから、長期間たっており、紫外線の影響により表面が劣化し、化学構造的な変化(カルボニル(C=O)基やOH基の生成)が認められる。

## プラスチック劣化の仕組み



- ・強度の大きな低下は材料の分解とは必ずしも比例しない！
- ・材料の強度がゼロになっても、必ずしもその製品が大きく分解しているわけではない！（材料の表面の劣化が進行すれば、内部が劣化していなくても強度はゼロになる！。）

## プラスチックの耐用年数

屋外で使用する  
ポリエチレンの寿命：  
5～7年くらい

## 2 . 二次マイクロプラスチックについて

環境中（海洋）に流出したプラスチック製品は、紫外線を受けて、時間と共に劣化が進み、細かく壊れていく

そのまま放置しておけば、細片化はどんどん進み、目に見えないくらい（ミクロン、ナノオーダー）の微粒子状にまで小さくなる

細片化したマイクロプラスチックの回収はほとんど不可能

プラスチック製品が紫外線劣化によりマイクロ化するのに数年以上かかるので、**マイクロ化する前に回収**することが重要

マイクロプラスチックによる生物の飲み込みや有害化学物質の影響を削減するために**海に流出する前に回収**することが重要

環境にやさしい素材（**生分解性プラスチック**）の利用の推進をはかる -  
（例）流出漁具によるゴーストフィッシング対策 -

マイクロプラスチックによる環境汚染問題の簡単な解決策はなく、**3Rの推進**を含め、プラスチックの**製造から廃棄までを責任をもって管理**することで、環境中に排出されるプラスチックの量を今まで以上に削減する

（注）紫外線劣化によって起こるプラスチックの細片化はプラスチックが化学的に**分解**したのではなく、あくまでも形が**崩壊**して細片化・微粒子化しただけであることに注意する必要がある（天然素材のように化学的に完全に分解したわけではない）