

# 生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性 プラスチックの研究開発

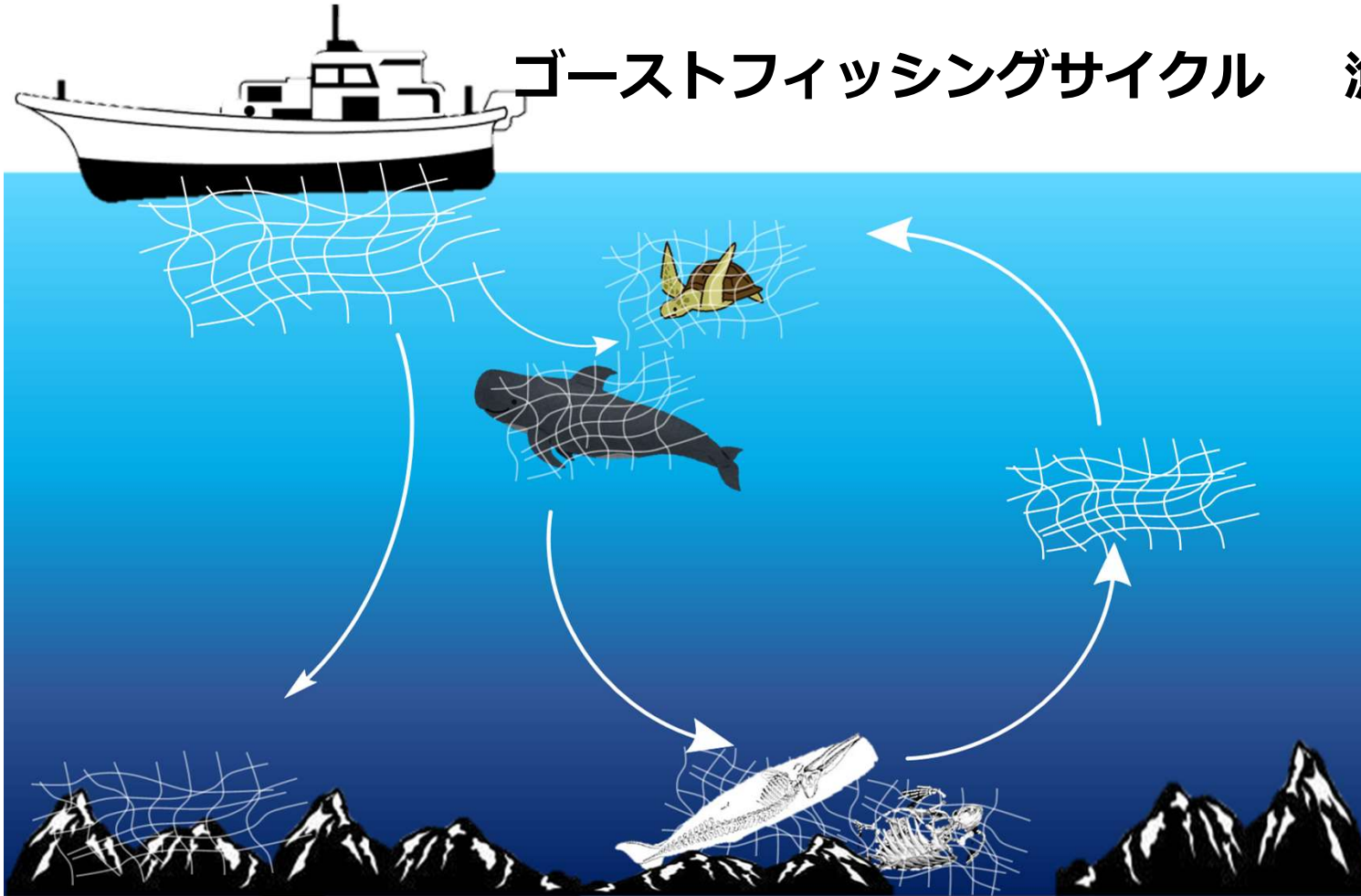
発表者：岩田 忠久（国立大学法人東京大学）

PM：粕谷 健一

国立大学法人群馬大学大学院 理工学府 教授

PJ参画機関：国立大学法人群馬大学、国立大学法人東京大学、  
国立大学法人東京工業大学、国立研究開発法人理化学研究所、  
国立研究開発法人海洋研究開発機構

# 高性能な生分解性部材の必要性（繊維&微粒子）



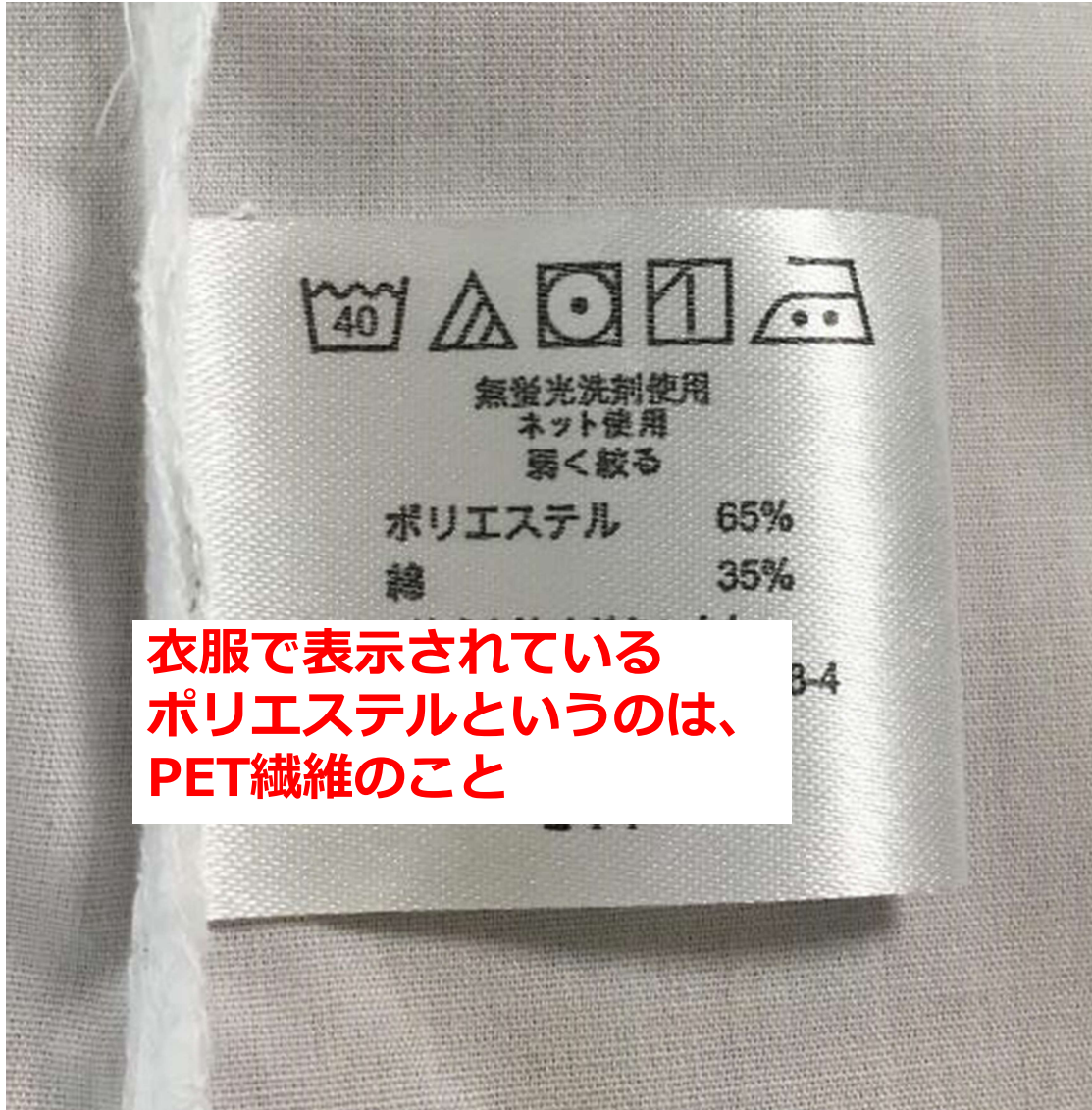
ゴーストフィッシングサイクル

漁網に絡まったウミガメ  
(小笠原海洋センター)



- ❗ **海洋汚染ごみの約50%は漁網や釣り糸**  
Foresight Future of the Sea : A report from the Government Chief Scientific Adviser
- ❗ **海洋中で分解する繊維の開発が必要→生分解性プラスチックに期待**

# 洗濯から発生するプラスチック繊維 (直径 = 約10ミクロン、髪の毛の10分の1) (目に見えない被害)



**1回6kgの洗濯から  
14万本の放出**  
(Napper & Thompson, 2016)

# スクラブ製品問題

プラスチック資源循環戦略に関する中央環境審議会の答申  
(平成31年3月26日)

## 分解しない微粒子

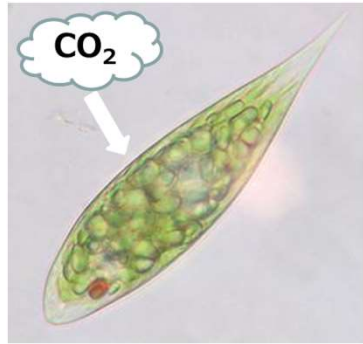


研磨剤（洗顔料・歯磨き粉）

# (2029年度の) 最終目標

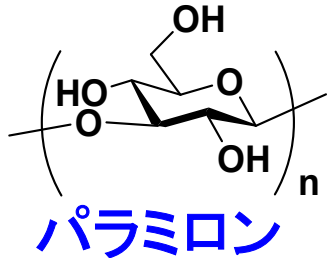
1. pHスイッチング機能あるいは摩耗スイッチ機能が発現した後、30 °Cの海水において、6ヶ月で90 %程度の生分解性能を有するか、あるいはポジティブコントロール [セルロース、P(3HB) 等]と同程度の生分解性能を示す新たな多糖類エステル誘導体および酵素内包生分解性プラスチックを2種類以上創出するとともに、大量合成法を確立し、繊維や射出成形品への加工を行い、実部材として利用できる海洋分解性生分解性プラスチックを開発する。
2. 30 °Cの海水において、6ヶ月で90 %程度の生分解性能を有するか、あるいは、ポジティブコントロール [セルロース、P(3HB) 等]と同程度の生分解性能を示す新たなリグニン由来生分解性プラスチックを1種類以上創出するとともに、大量合成法を確立し、繊維や射出成形品への加工を行い、実部材として利用できる海洋分解性生分解性プラスチックを開発する。
3. pHスイッチング機能あるいは摩耗スイッチ機能が発現した後、4 °Cの海水において、6ヶ月で10 %程度の分解性能を有するか、あるいはポジティブコントロール [セルロース、P(3HB) 等]と同程度の生分解性能を示す新たな多糖類エステル誘導体および酵素内包生分解性プラスチックを2種類以上創出するとともに、大量合成法を確立し、繊維や射出成形品への加工を行い、実部材として利用できる海洋分解性生分解性プラスチックを開発する。

# ミドリムシ多糖からの海洋分解性プラスチック



抽出 → 熱成形加工

- ・精密なエステル化
- ・新規加工法開発



射出成形

- ・酸やアルカリに強い
- ・PP以上の耐衝撃性

溶融紡糸

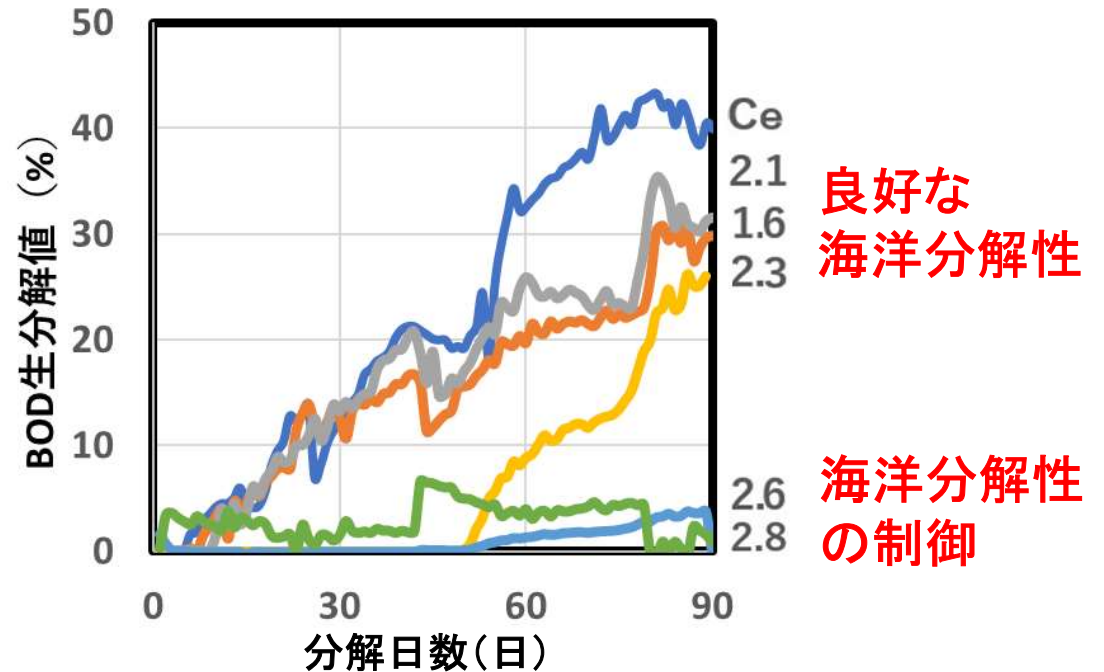
- ・添加剤なしで紡糸可能
- ・高強度

## 海洋分解性評価

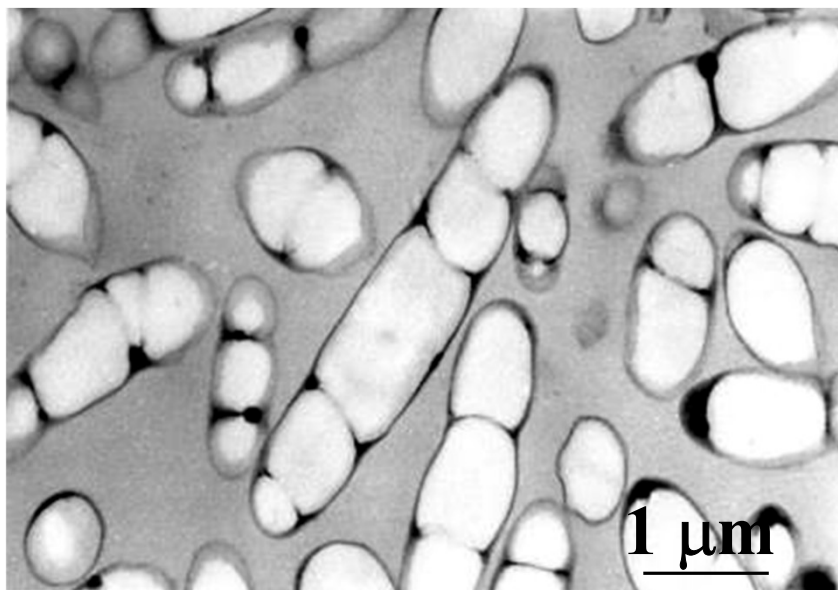
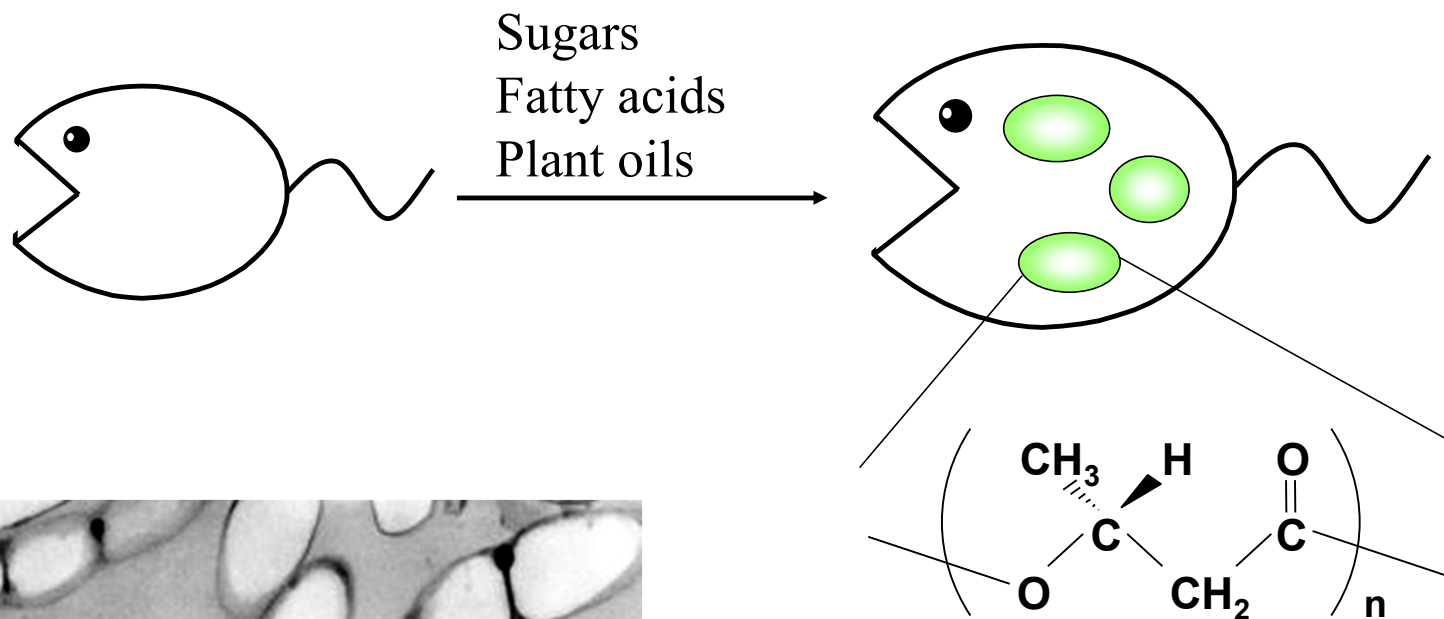
東京湾の海水を用いた生分解試験

置換度1.6~2.3では、  
セルロースの約75%の分解速度

多糖から海洋分解性の制御された  
高性能な新素材の開発に成功



# 微生物産生ポリエステル



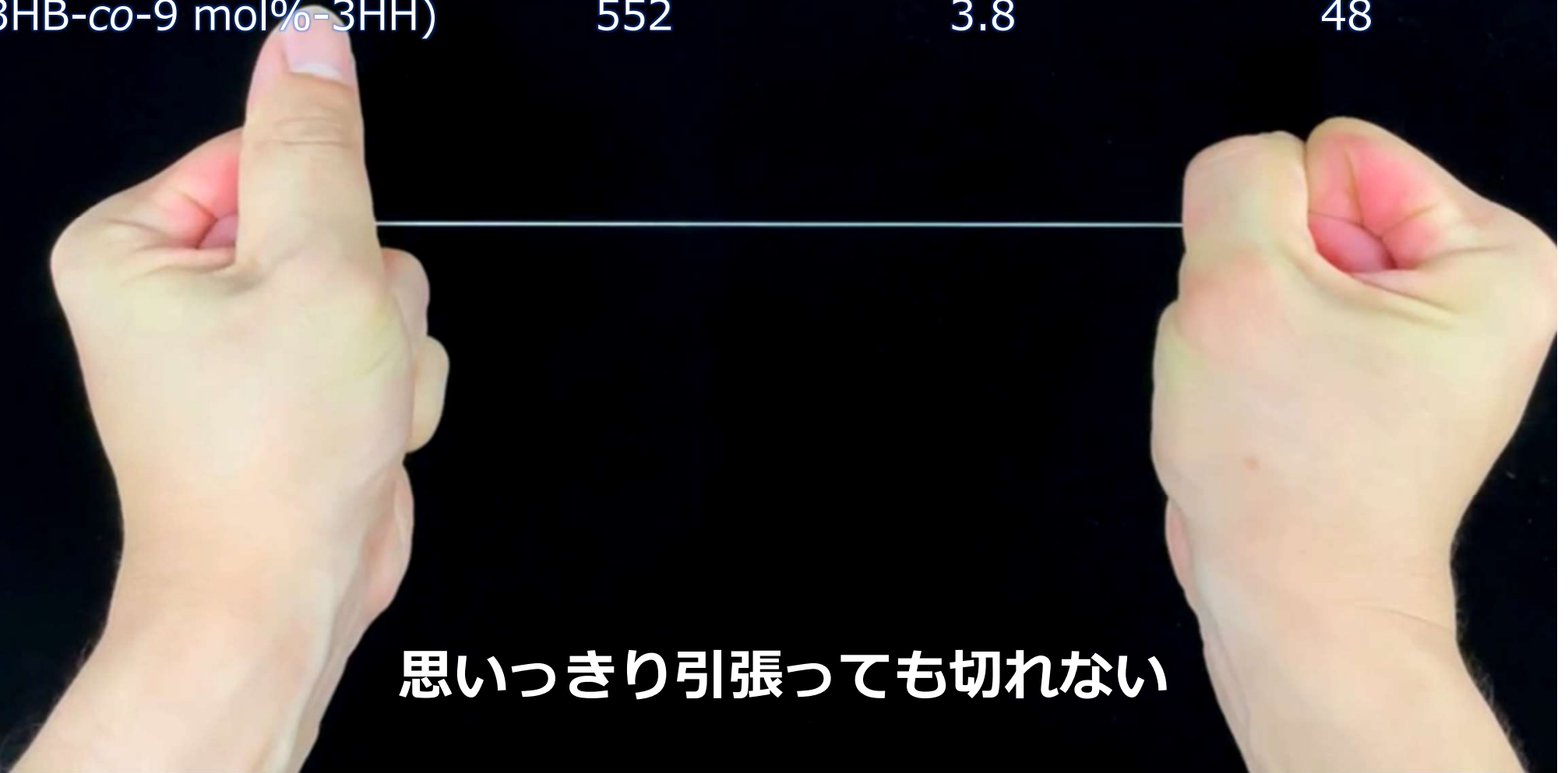
Poly(*[R]*-3-hydroxybutyrate); P(3HB)

T <sub>m</sub> (°C)	174
T <sub>g</sub> (°C)	4
Tensile strength (MPa)	15
Elongation to break (%)	5
Young's modulus (GPa)	0.5

# PHA高強度・高弾性率繊維（微結晶核延伸法）

## Mechanical properties

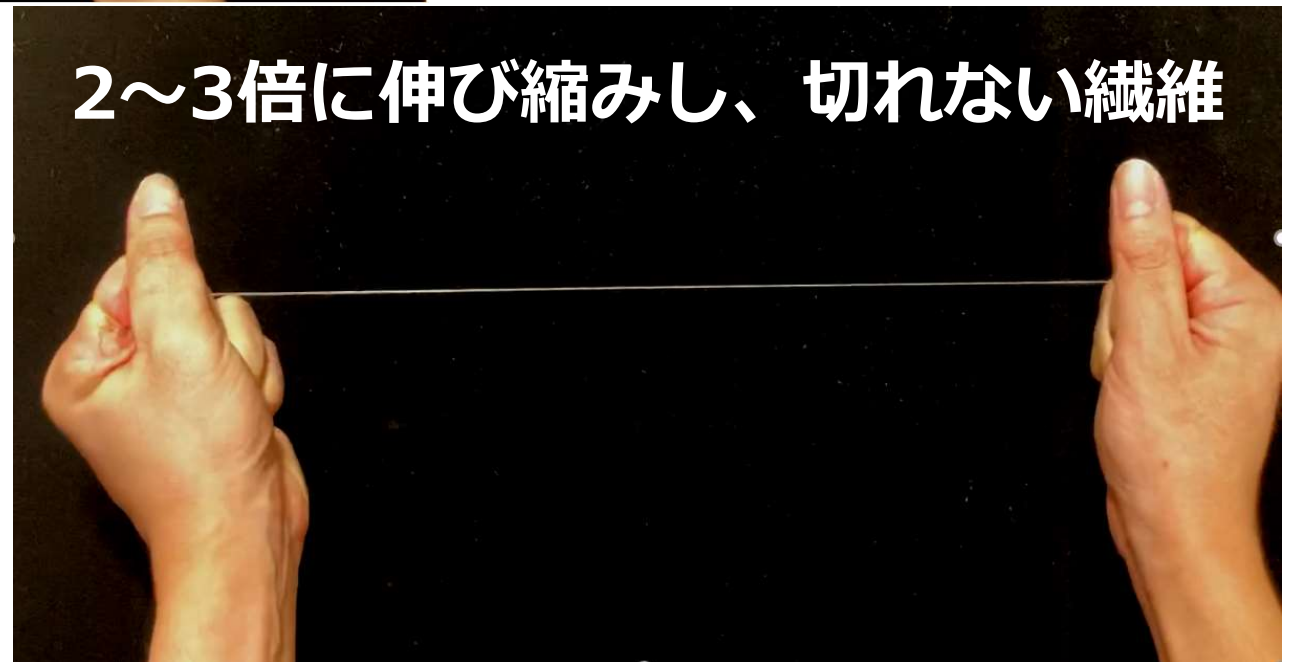
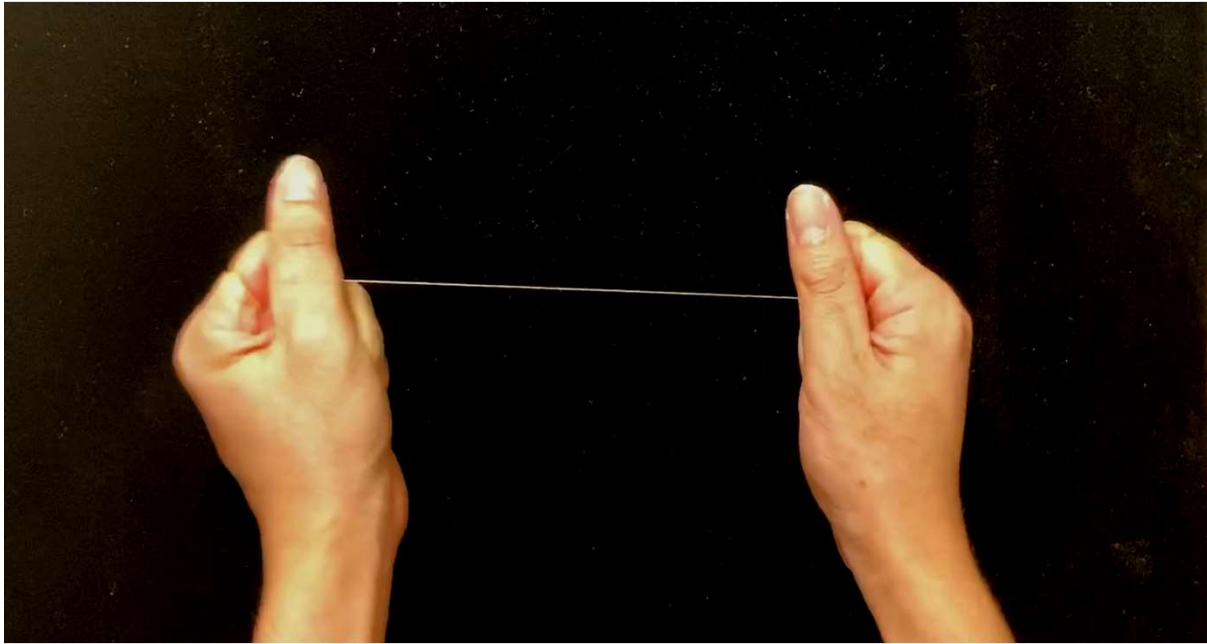
Microbial polyester fibers	Tensile strength /MPa	Young's modulus / GPa	Elongation at break / %
P(3HB)	1320	18.1	35
P(3HB-co-8 mol%-3HV)	1065	8.0	40
P(3HB-co-9 mol%-3HH)	552	3.8	48



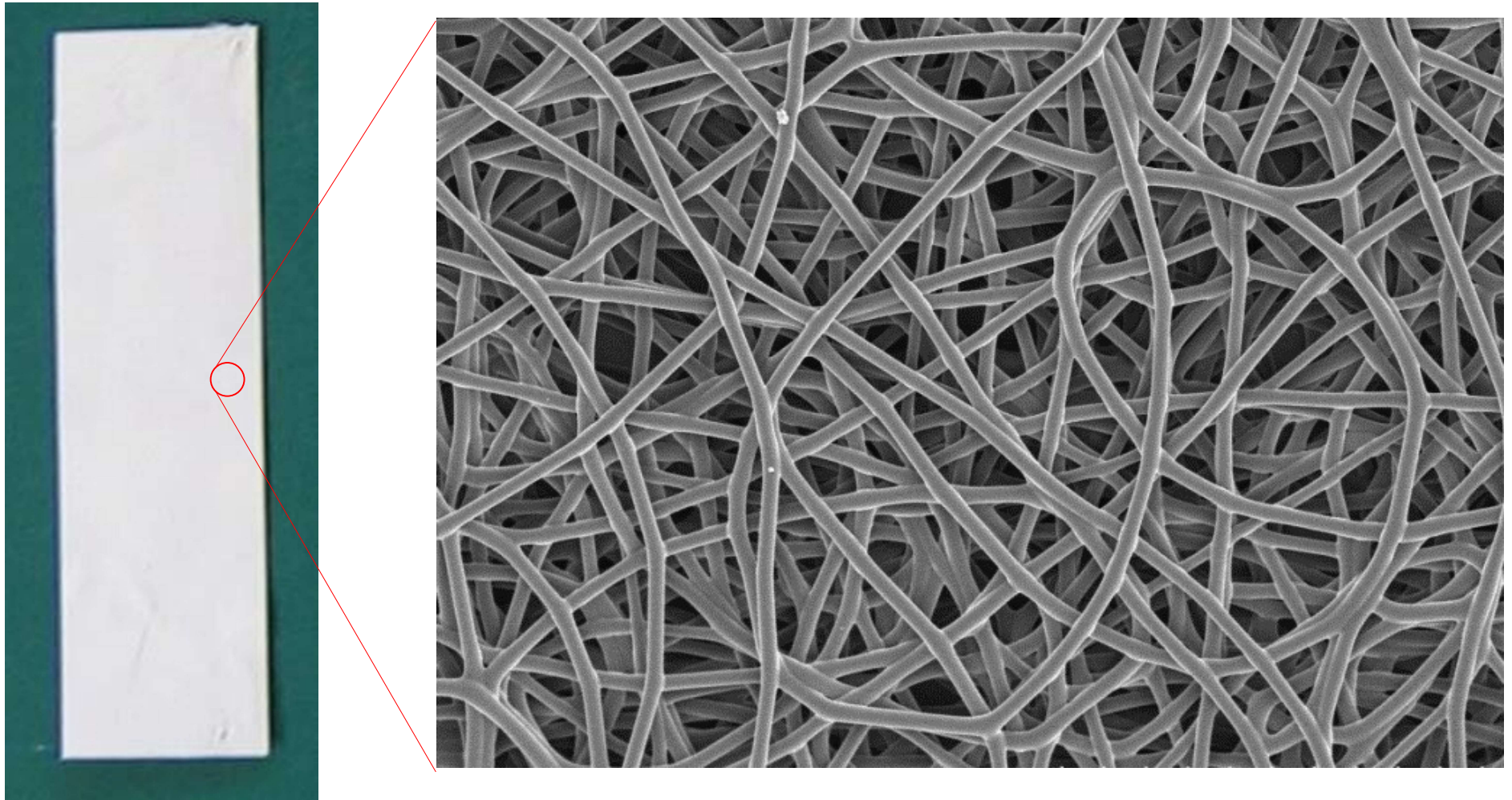
思いっきり引張っても切れない



# 強度と伸縮性を兼ね備えたPHA繊維 (新規低温溶融紡糸法の開発に成功)



# 直径がナノオーダーの極細繊維マット



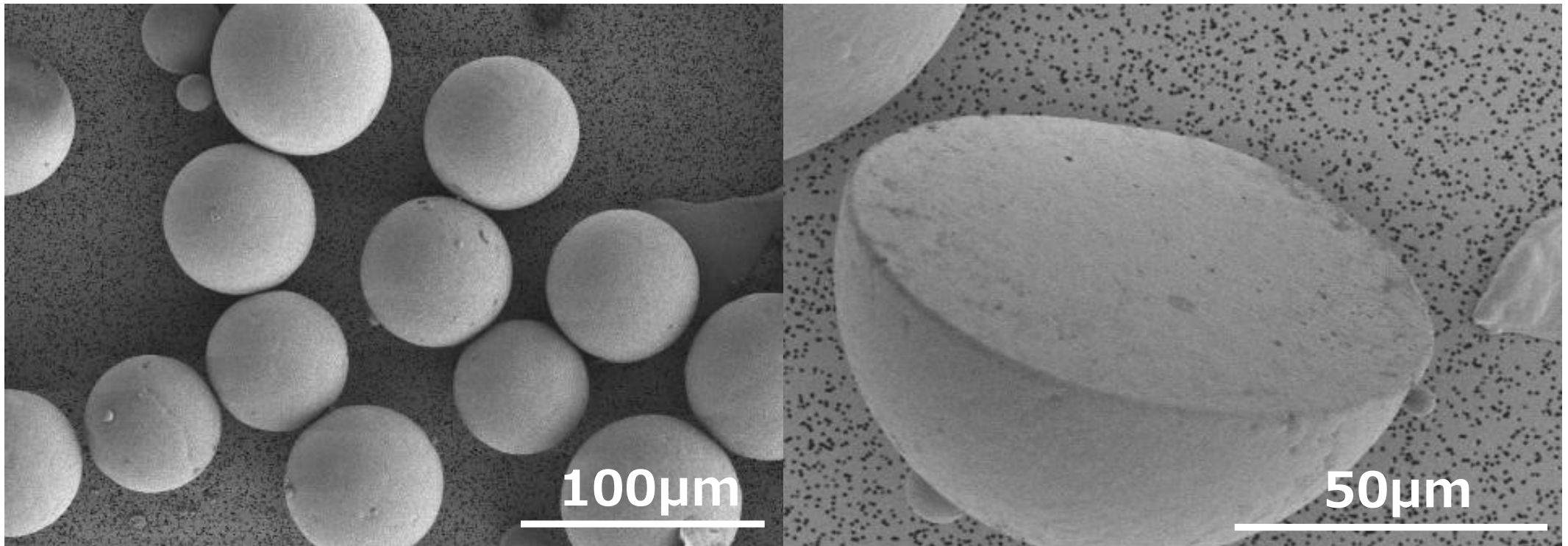
花粉やウィルスの除去用のマスクやエアフィルターなど

# P(3HB)マイクロビーズのSEM観察

試料:15-108 $\mu\text{m}$ 径P(3HB)マイクロビーズ

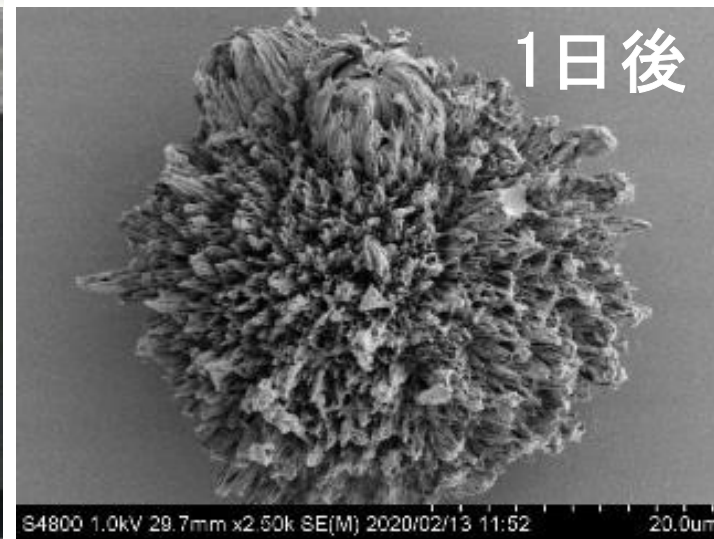
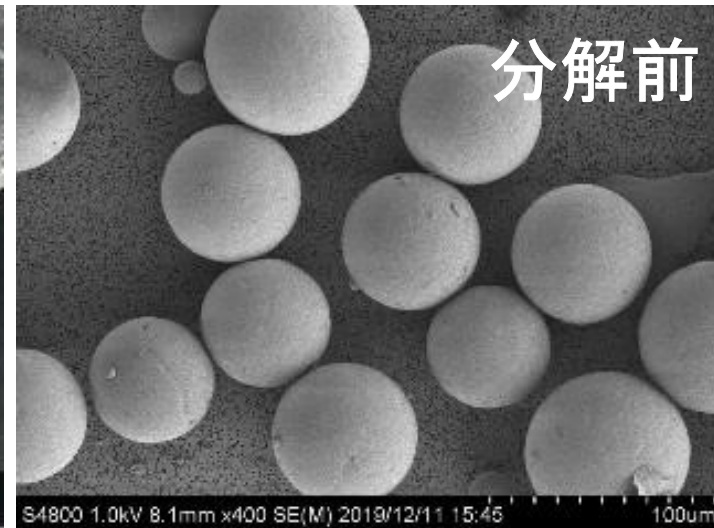
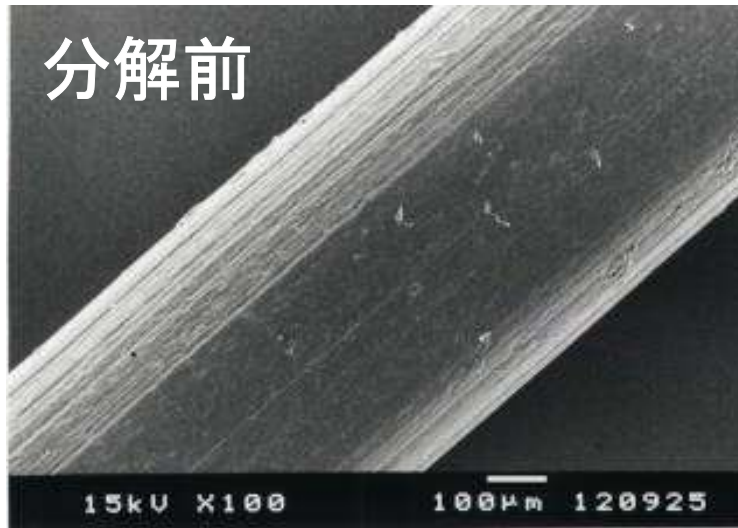
P(3HB)マイクロビーズ表面

P(3HB)マイクロビーズ断面

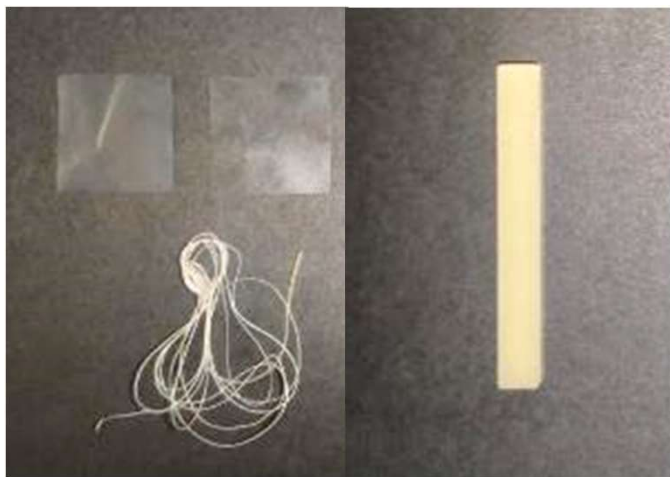


- ✓ P(3HB)マイクロビーズは**密実**で**真球状**

# 生分解性繊維と微粒子の分解挙動



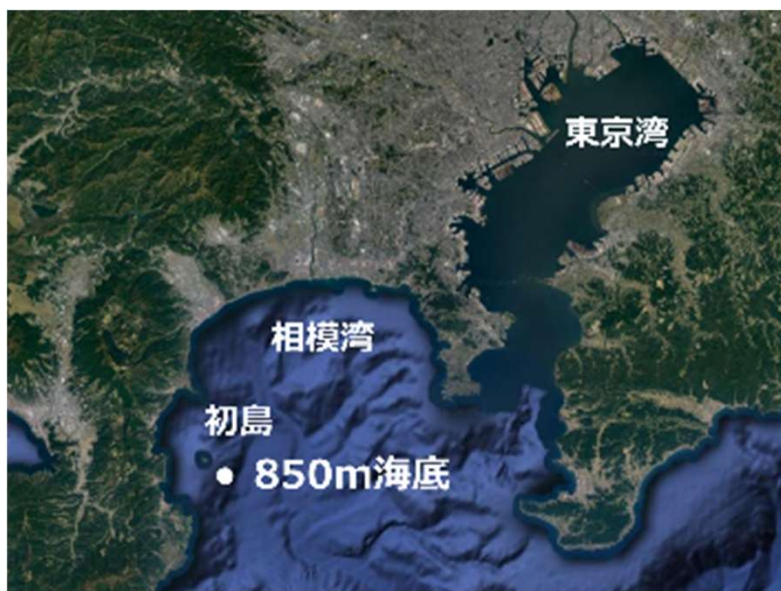
# 深海における生分解性プラスチック分解試験



生分解性プラスチック



生分解性プラスチックを入れたチャンバー



静岡県初島沖850mに設置



有人深海探査船  
「しんかい6500」  
JAMSTECと共同開発

# 生分解性プラスチックの深海の状況と回収

JAMSTECと共同開発



設置4か月後のサンプル



ロボットアームを用いた回収



サンプル・海底土・深海水の回収



サンプル直下の海底土の採取



# 生分解性プラスチック（PHA）の岸壁分解

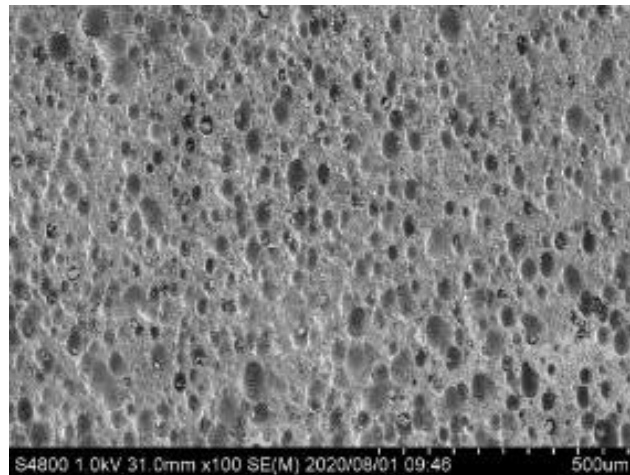
	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	重量 (g)
設置前	30.0	10.0	4.0	1.30
12ヶ月後	25.5	7.5	2.2	0.39
減少率	15%	24%	45%	70%

## 寸法変化



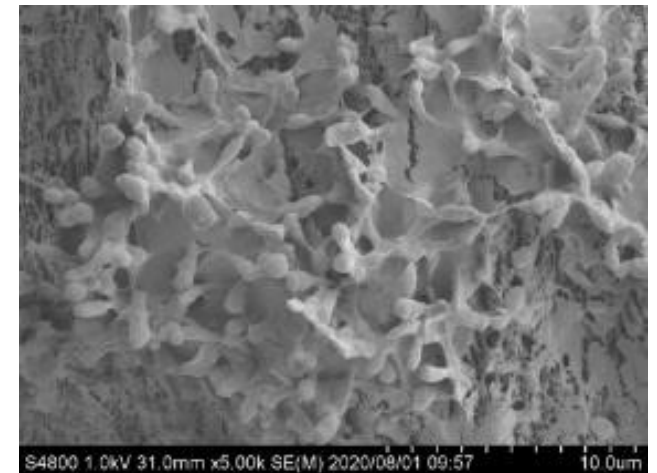
0 12ヶ月

## 表面の様子



0

## 付着した分解微生物



12ヶ月



**12ヶ月岸壁で行った射出成形体の実験結果をもとに、  
我々が開発している生分解性プラスチックで  
コンビニのレジ袋を作ったとしたら**

**一般的なコンビニのレジ袋の厚さ = 30 $\mu$ m**



**12ヶ月で1800 $\mu$ m減少**

**30 $\mu$ m / 1800 $\mu$ m  $\times$  12ヶ月 = 0.2ヶ月**

**約1週間で分解する計算となる！**

**今後は、海域による分解度の違いの検証が必要。  
さらに、深海分解試験との比較が必要。**

