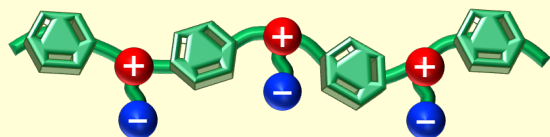


2024年2月1日

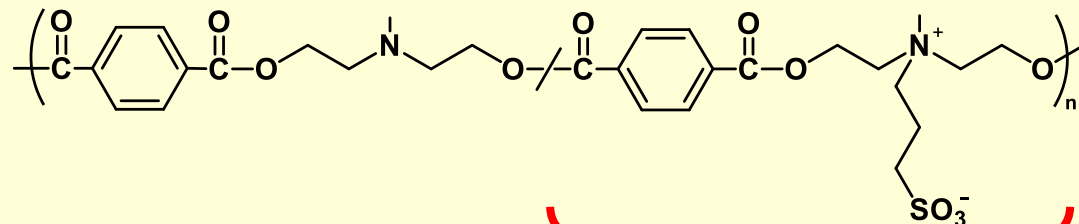
はつ油性と接着性を併せ持つ 双性イオン型ポリエステル

関西大学 化学生命工学部 化学物質工学科
准教授 河村 暁文

本技術の概略

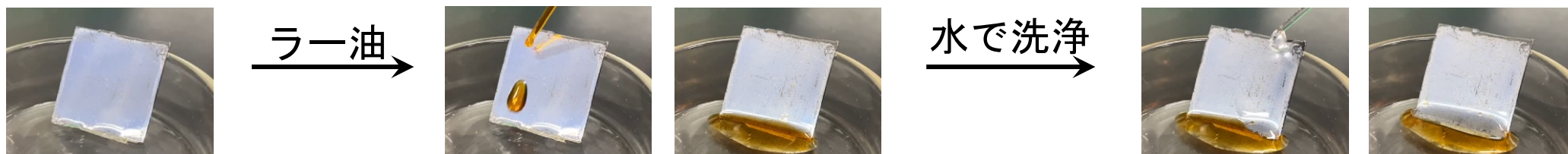


双性イオン型ポリエステル

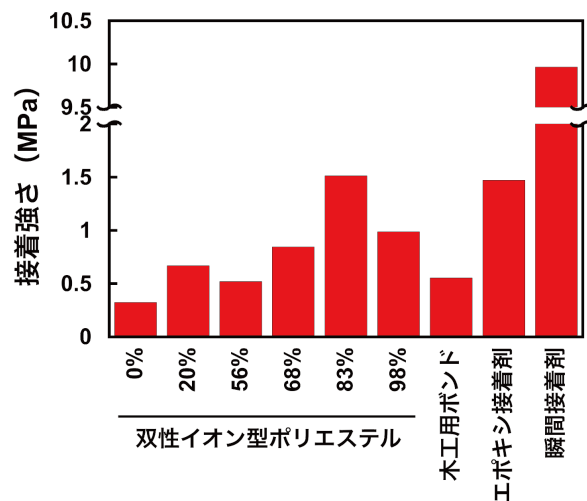


双性イオン構造

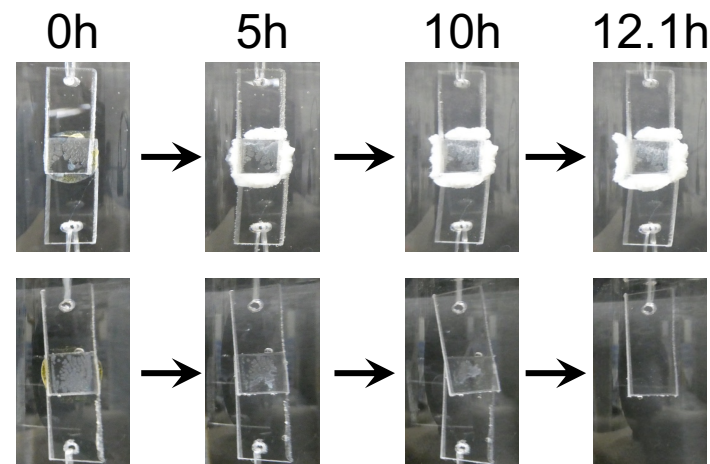
✓ 優れた撥油性



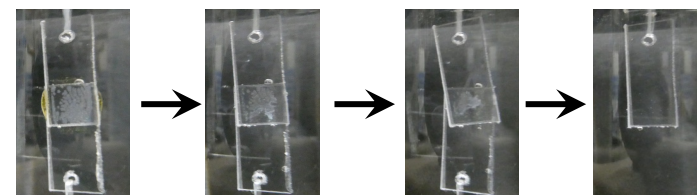
✓ 優れた接着性と易解体性



超純水

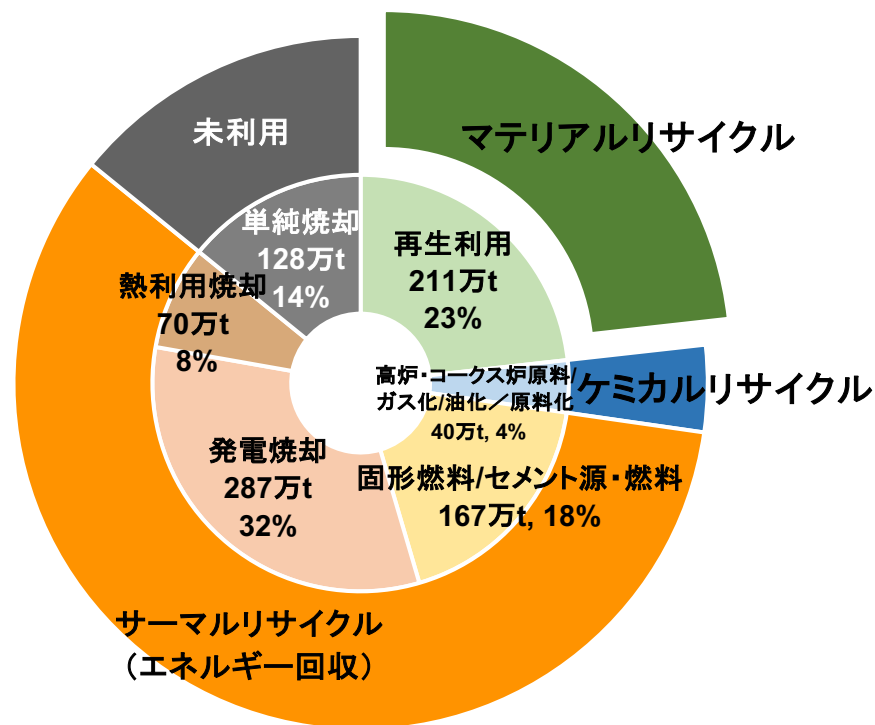


0.1 M
塩酸



防汚性材料の必要性

➤プラスチック資源循環



(備考)一般社団法人プラスチック循環利用協会
「プラスチックリサイクルの基礎知識2019」により作成

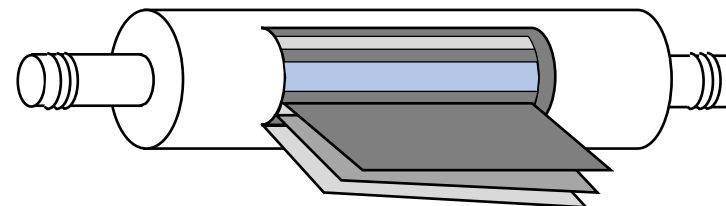
複雑な洗浄過程が導入困難なため、
サーマルリサイクルが多い

➤エネルギー産生



太陽光発電モジュールの汚れによる
発電効率の低下

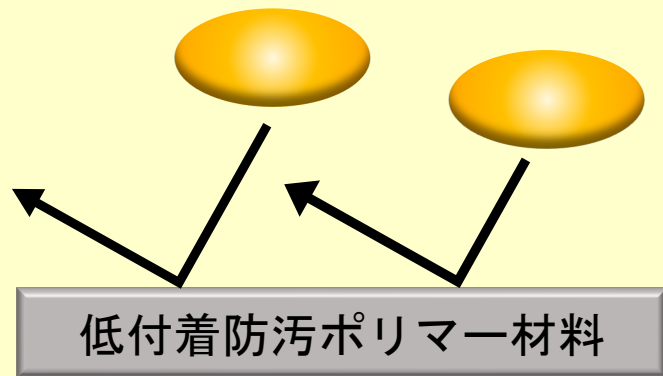
➤水資源の産生(海水淡水化など)



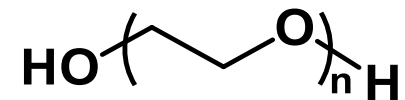
膜の汚れによる淡水化効率の低下

低付着防汚性ポリマー材料

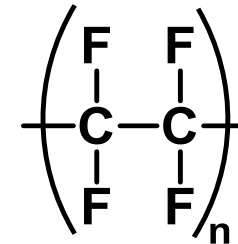
✓ 吸着抑制



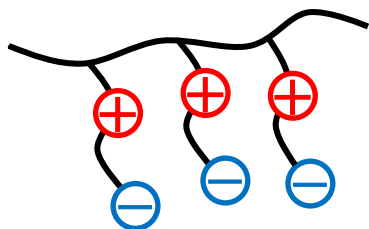
- ポリエチレングリコール(バイオ応用)



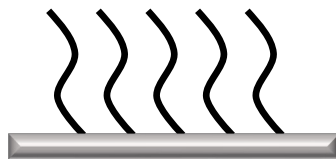
- ポリテトラフルオロエチレン



- 双性イオンポリマー

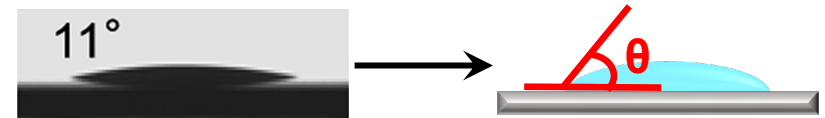


修飾



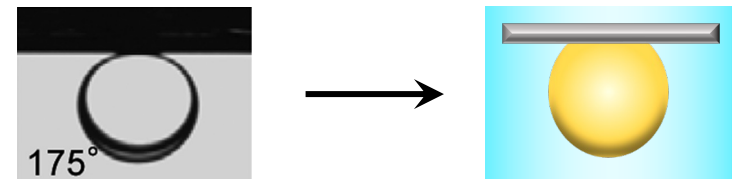
✓ 親水性

Water
in air



✓ 水中撥油性

Hexadecane
in water

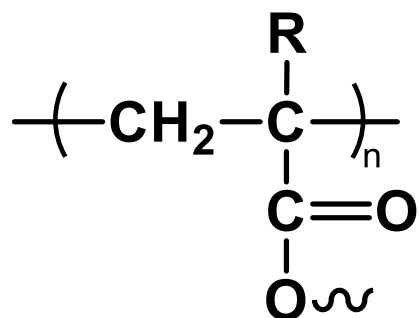


Takahara, A. *et al. Langmuir* 2012, 28, 7212.

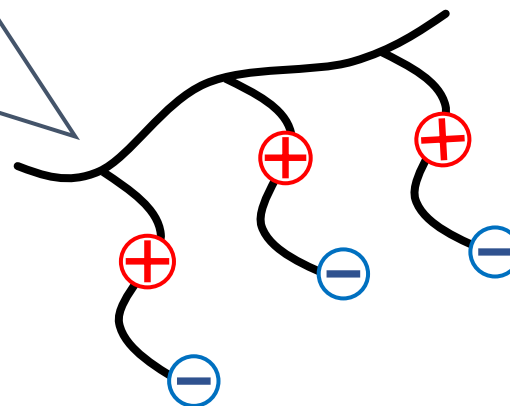
低付着防汚性ポリマー材料

✓ 吸着抑制

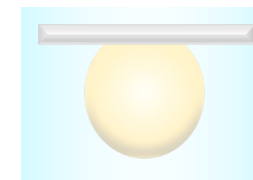
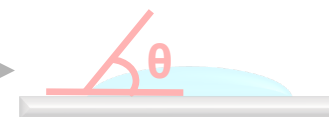
• ポリエチレングリコール(バイオ応用)



(メタ)アクリレート



分解せずケミカルリサイクルが不可
成形加工性が低い

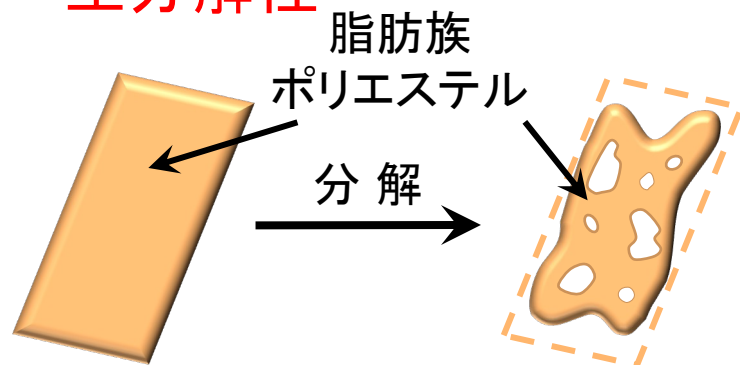


Takahara, A. et al. Langmuir 2012, 28, 7212.

ポリエステル

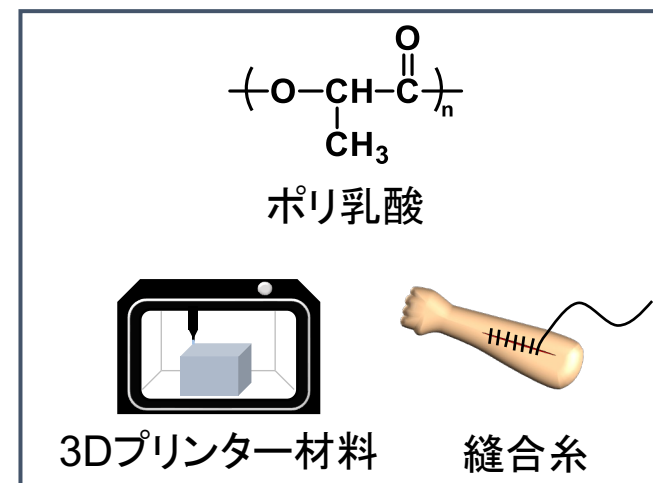
➤ 脂肪族ポリエステル

生分解性



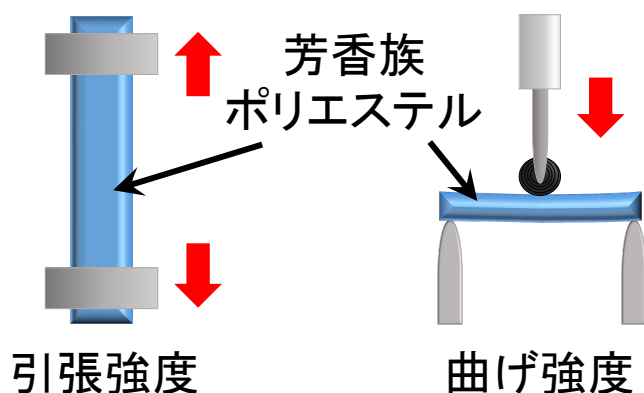
柔軟な主鎖

- ↓
- 低い融点
 - 高い加工性



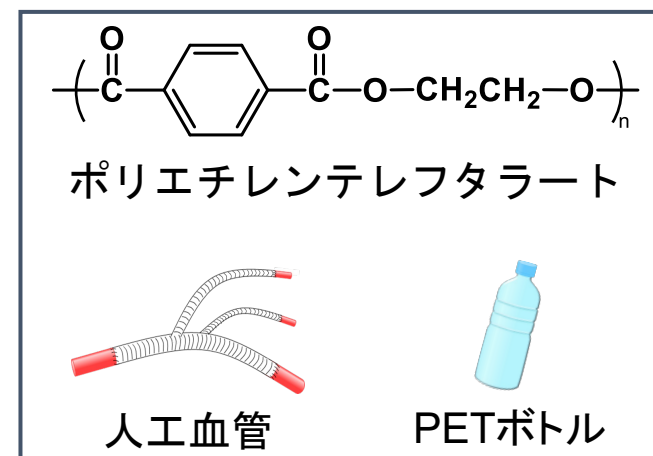
➤ 芳香族ポリエステル

力学特性

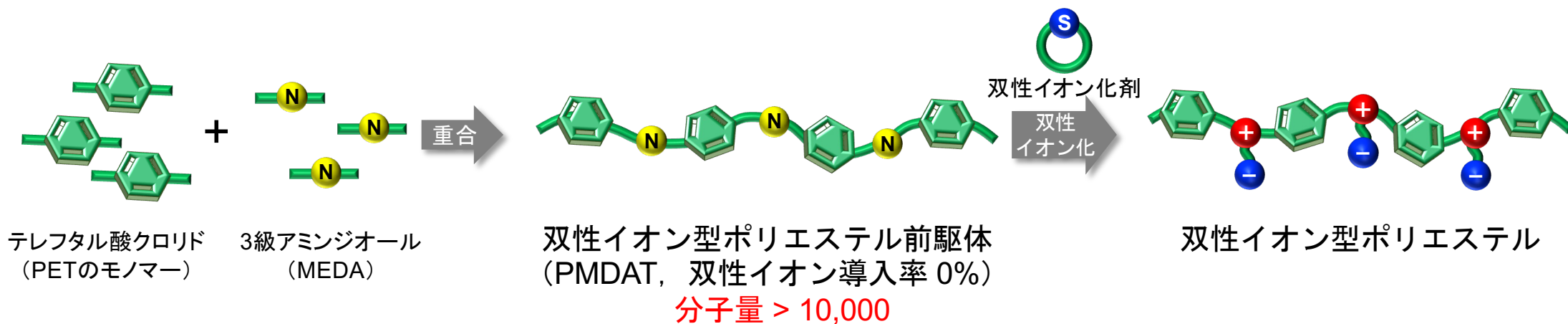


剛直な主鎖

- ↓
- 高い融点
 - 耐熱性

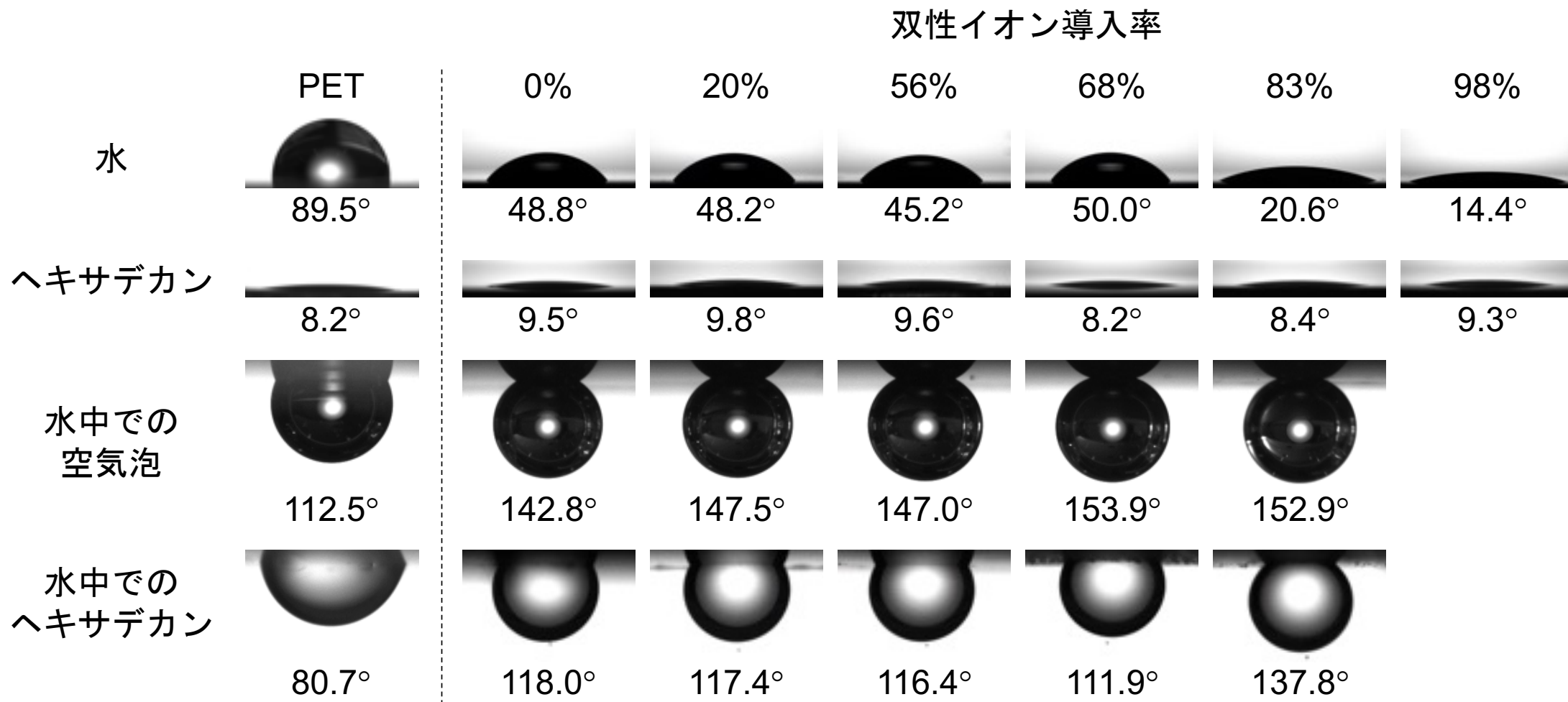


双性イオン型ポリエステルの合成



	アミノ基/双性イオン化剤 (mol/mol)	双性イオン 導入率 (%)	収率 (%)	融点 (°C)	5%重量減少 温度 (°C)
双性イオン型ポリエステル 前駆体	—	0	79	114	245
双性イオン型ポリエステル	0.5	20	71	114	245
	1	56	61	115	235
	3	68	71	115	235
	5	83	70	115	220
	10	98	63	113	210

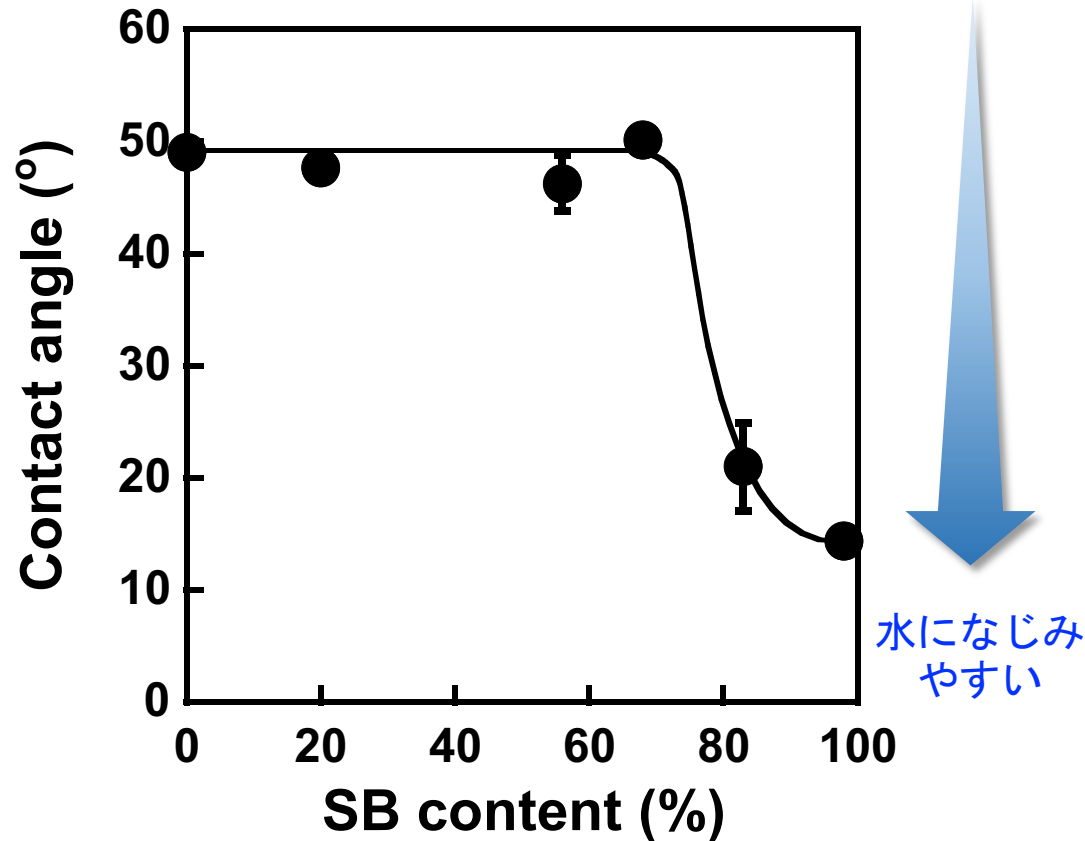
双性イオン型ポリエステルの 表面特性



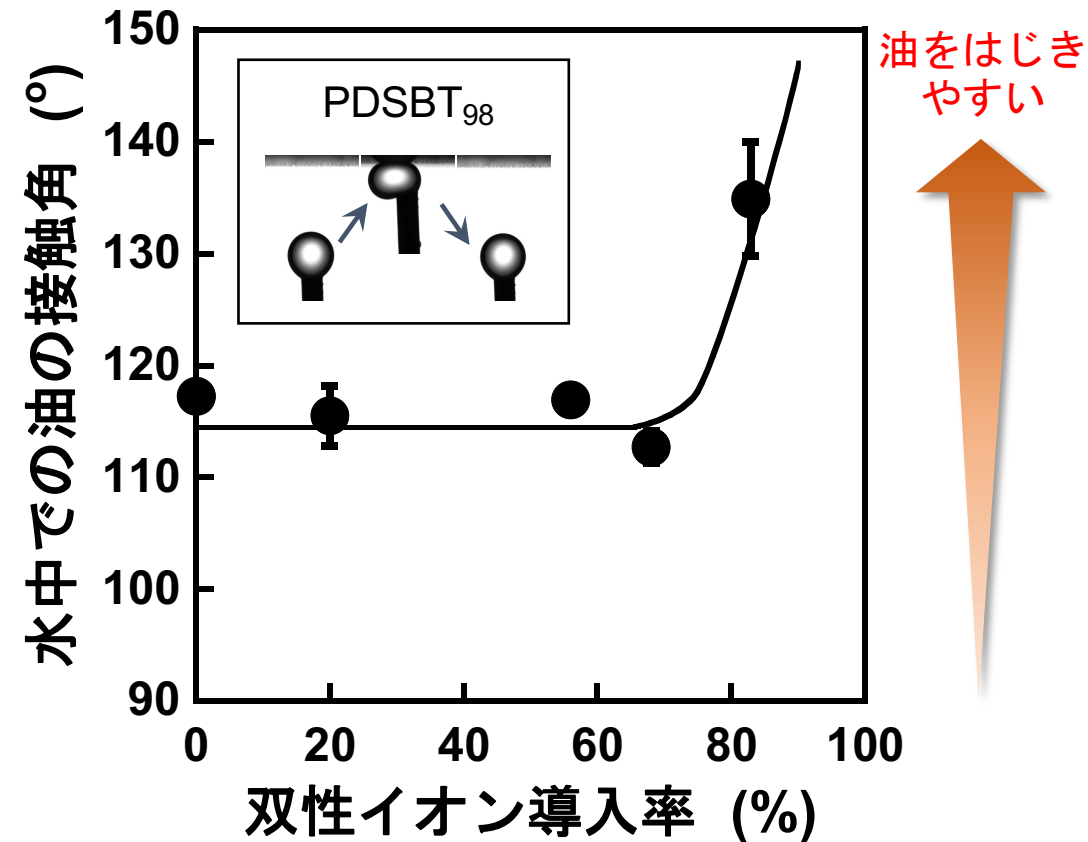
水になじみやすく水中で油をはじきやすいプラスチック

双性イオン型ポリエステル薄膜の撥油性

➤水中はつ油性



➤水中撥油性

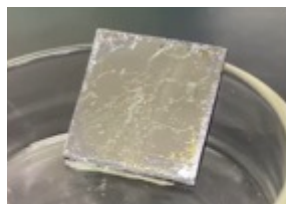


双性イオン導入率83%以上で特に優れた親水性・撥油性を示す

双性イオン型ポリエステル薄膜 上の油汚れの除去

双性イオン
導入率

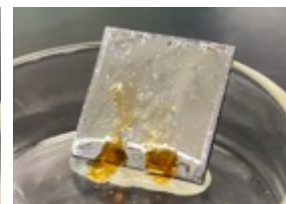
0%



ラー油



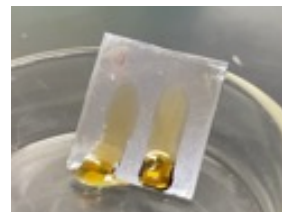
水で洗淨



68%



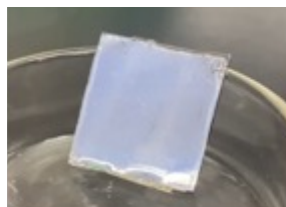
ラー油



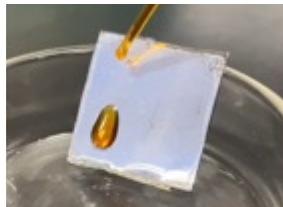
水で洗淨



83%



ラー油



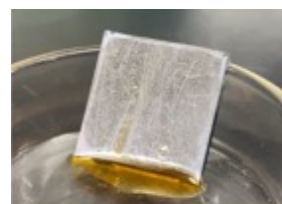
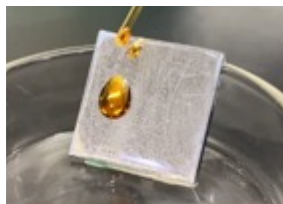
水で洗淨



98%



ラー油



水で洗淨



双性イオン導入率83%以上のポリマーが水のための洗淨で油汚れを除去可能

双性イオン型ポリエステルの コーティング特性

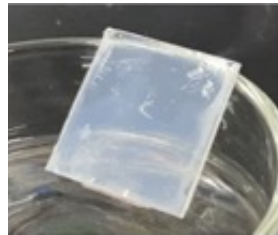
PET基材に双性イオン型
ポリエステルをコーティング

コーティング膜にラー油を滴下

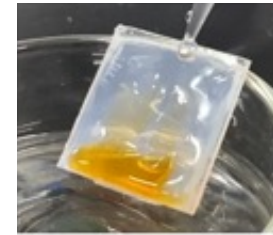
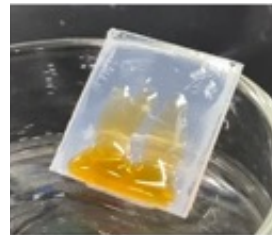
水によるラー油の洗浄



使用した
PET基材



コーティング
PET基材



ラー油を洗い流すことができる

塩酸によりPET基材から
双性イオン型ポリエステルを除去

コーティングを除去した
PET基材にラー油を滴下

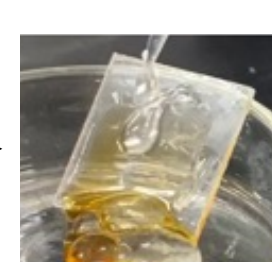
水による
ラー油の洗浄



双性イオン型
ポリエステルが溶解



PETが露出



ラー油を
洗い流せない

双性イオン型ポリエステルの アルカリ加水分解

双性イオン
導入率

0%

浸漬前

0 h

6 h

24 h

48 h

72 h

120 h

240 h

56%

浸漬前

0 h

2 h

6 h

24 h

48 h

72 h

240 h

98%

浸漬前

0 h

2 h

6 h

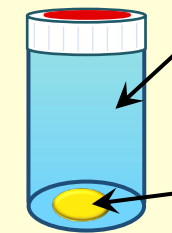
24 h

48 h

72 h

240 h

➤ 浸漬条件



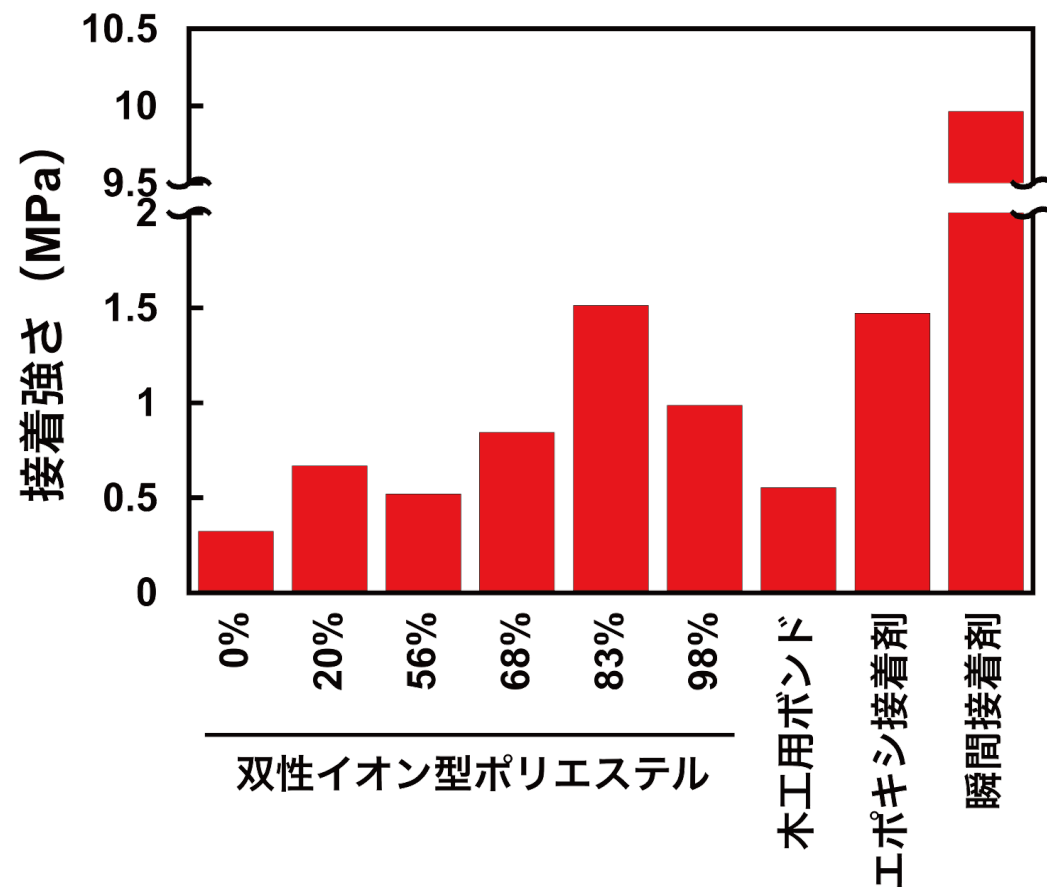
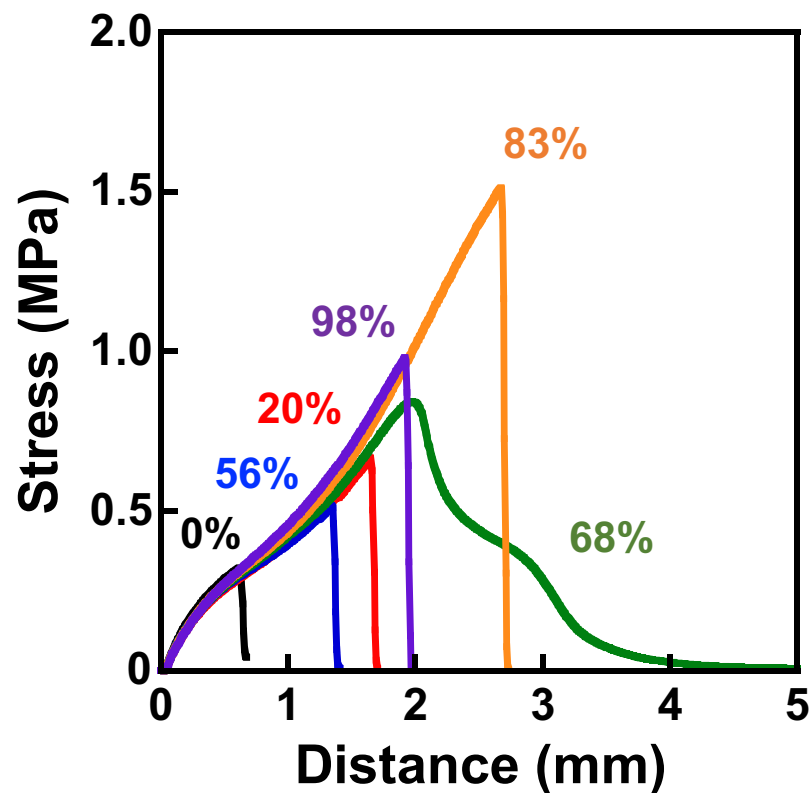
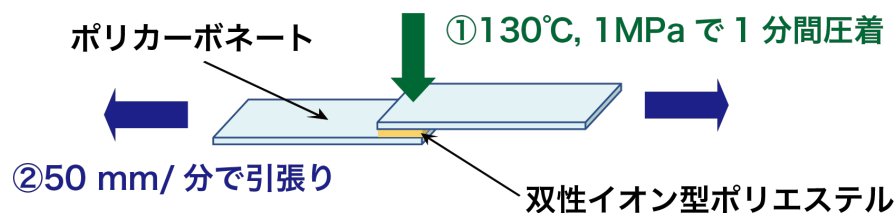
0.1 M NaOH aq.

基板 (φ 2 cm, t 1 mm)

	アルカリの濃度	溶媒	反応温度
双性イオン型ポリエステル	0.1 M	水溶液	室温
PET (浅野仁, 化学と教育, 47, 270-271 (1999))	2.5 M	メタノール溶液	65 °C

温和な条件で分解。ケミカルリサイクルの可能性大

双性イオン型ポリエステル の 接着特性



従来技術とその問題点

ポリテトラフルオロエチレン（テフロン）

- 加工が困難（切削もしくは金型内で重合）
- 接着性が低い
- PFAS規制

撥油性表面加工（蓮の葉の模倣材料など）

- 表面加工が困難
- 生産性に課題あり

新技術の特徴・ 従来技術との比較

- 従来のポリ（メタ）アクリレート型ではなくポリエステル型の双性イオンポリマーである。
 - 加水分解により分解除去やモノマーとしての再利用（ケミカルリサイクル）が可能
- 融点が110 °C程度
 - テフロンでは不可能なホットプレスなどによりフィルム成形が可能
- ポリカーボネートやシリコンウエハなど、比較的さまざまな基材との接着性がよい
 - コーティング材料や接着剤として有用

想定される用途 -撥油性コーティング-

➤双性イオン型ポリエステルの特徴

- ✓ 油をはじき，水で洗い流すことができる
- ✓ プラスチックなどの基材に接着する
- ✓ 酸性水溶液に溶解する
- ✓ 塩基性になると沈殿して単離できる



基材と双性イオン型ポリエステルの
両者を繰り返し使用可能な

**リサイクル型
耐油汚染用コーティング剤**

への展開が期待

炭酸水素ナトリウムで中和。双性イオン型ポリエステルを沈殿させて固体として回収・再利用



想定される用途 ー撥油性コーティングー

炭酸水素ナトリウムで中和。双性イオン型ポリエステルを沈殿させて固体として回収・再利用



化粧品や洗剤などのボトル内壁にディップコーティング

水洗浄によって残渣を除去できる。

省エネルギーでのボトルおよびコーティング剤の再生が可能

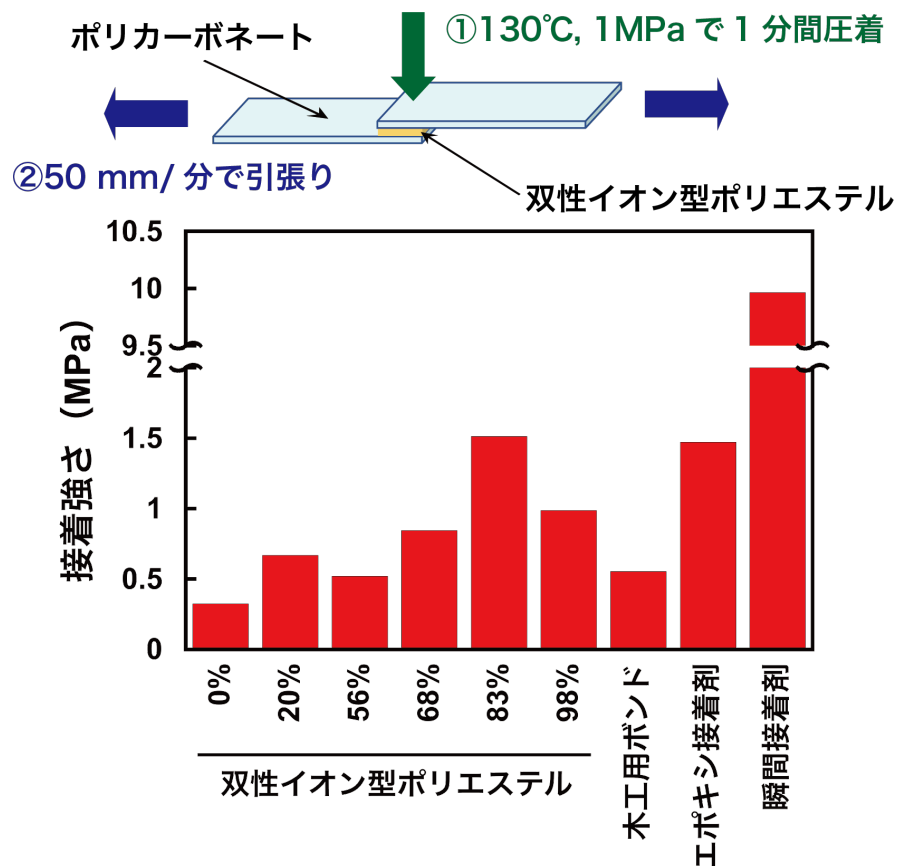
衣服などにスプレーコーティング

油染みや油汚れの防止および除去。

特殊な洗剤を用いず簡単に洗浄できる。

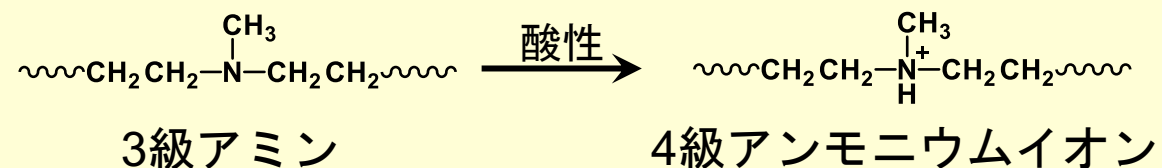
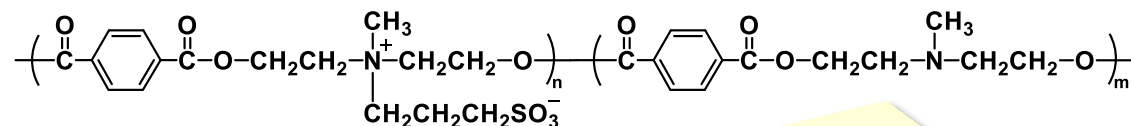
想定される用途 - 易解体性接着剤 -

➤ 接着強さ



市販のエポキシ接着剤と同等の接着強度

➤ 酸処理による接着基材の剥離



双性イオン 0%	超純水	0h	10h	20h	31h
	0.1M 塩酸				
双性イオン 83%	超純水	0h	5h	10h	12.1h
	0.1M 塩酸				

実用化に向けた課題

- **機械強度の改善**

ホットプレスにより作製した双性イオン型ポリエステルフィルムは、比較的にもろく、機械強度の改善が必要である。

- **透明性の付与**

防汚性コーティングを施すためには、基材の意匠を損なわない必要がある。また、太陽光パネルやガラスなどの透明性を必要とする基材へのコーティングにも透明性の付与が必要である。

企業への期待

- **スケールアップ**

ラボスケール（～数10～100 g）スケールの合成しかできないので，合成のスケールアップにも協力していただける企業との共同研究を希望している。

- **成形加工**

成形や紡糸など，実用化に向けた加工技術を有する企業との共同研究を強く希望している。

- **用途拡大**

防汚性を必要としている材料を模索している企業との共同研究を強く希望している。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称： ポリマー
- 出願番号： 特願2022-062375
- 出願人： 学校法人関西大学
- 発明者： 河村 暁文， 糸満 璃香，
宮田 隆志

お問い合わせ先

関西大学 社会連携部
産官学連携センター

TEL: 06-6368-1245

FAX: 06-6368-1247

e-mail: sangakukan-mm@ml.kandai.jp