

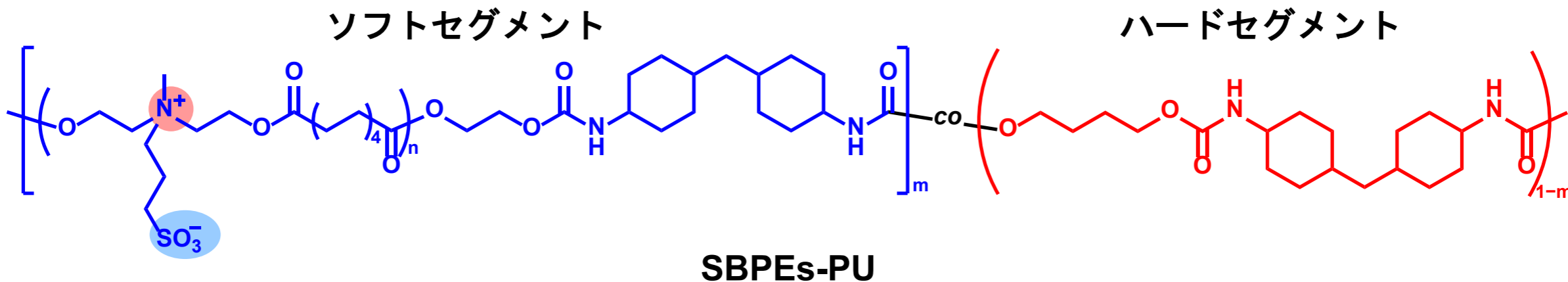
細胞やタンパク質が付着しない 双性イオンポリエステルポリウレタン

関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科

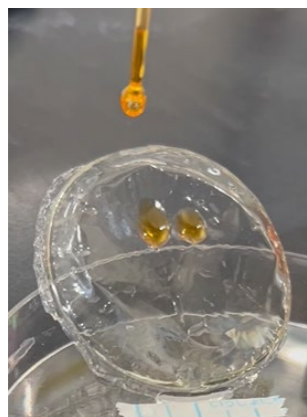
教授 河村 暁文

2026年2月26日

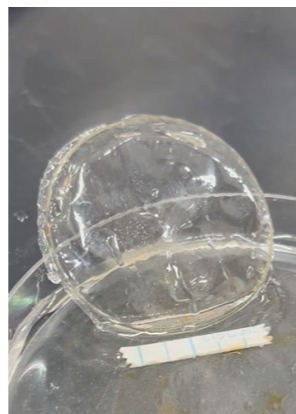
本技術の概要



✓ 優れた撥油性

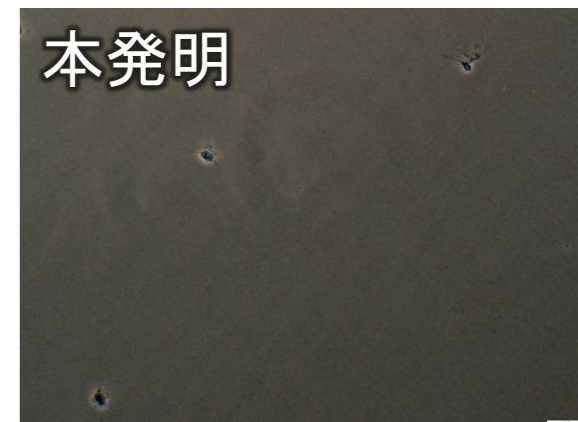
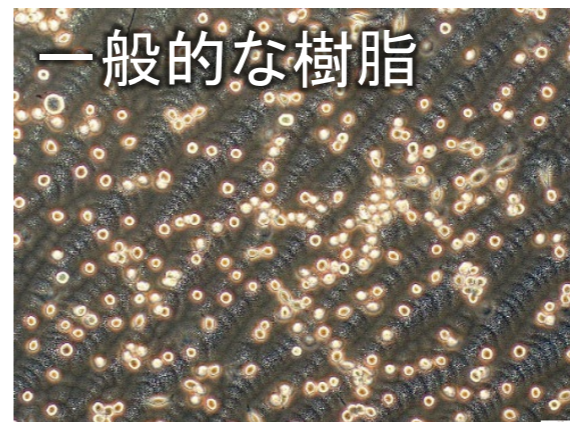


水洗浄



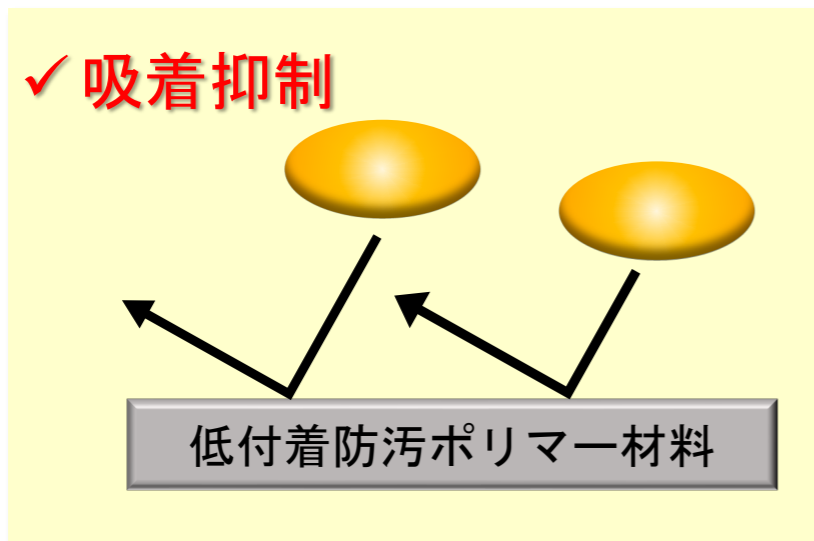
水のみで油を除去

✓ 優れたアンチファウリング特性

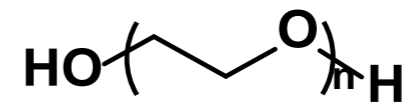


細胞が接着しない

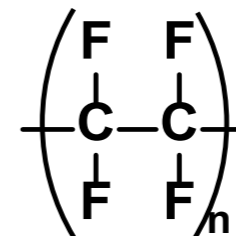
アンチファウリング高分子



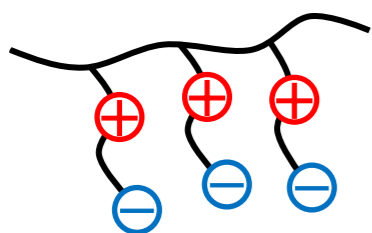
- ポリエチレングリコール



- ポリテトラフルオロエチレン



- 双性イオンポリマー



修飾



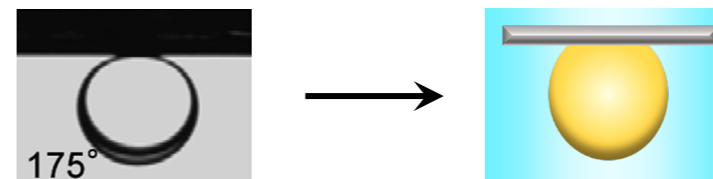
- ✓ 親水性

Water
in air



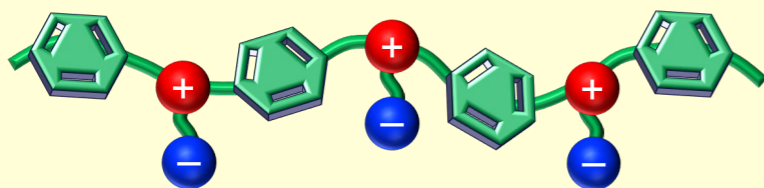
- ✓ 水中撥油性

Hexadecane
in water

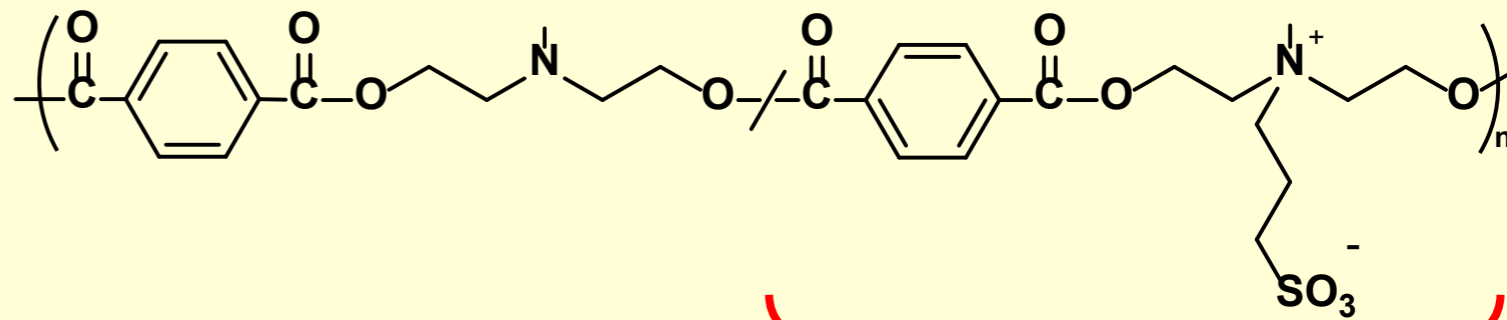


Takahara, A. *et al. Langmuir* 2012, 28, 7212.

双性イオンポリエステル

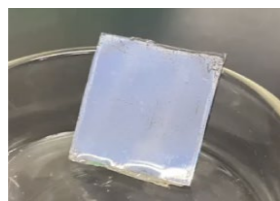


双性イオン型ポリエステル

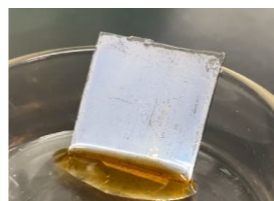
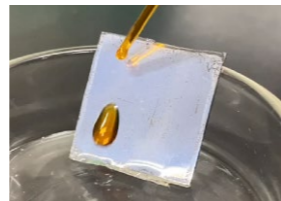


双性イオン構造

✓ 優れた撥油性



ラー油



水で洗浄

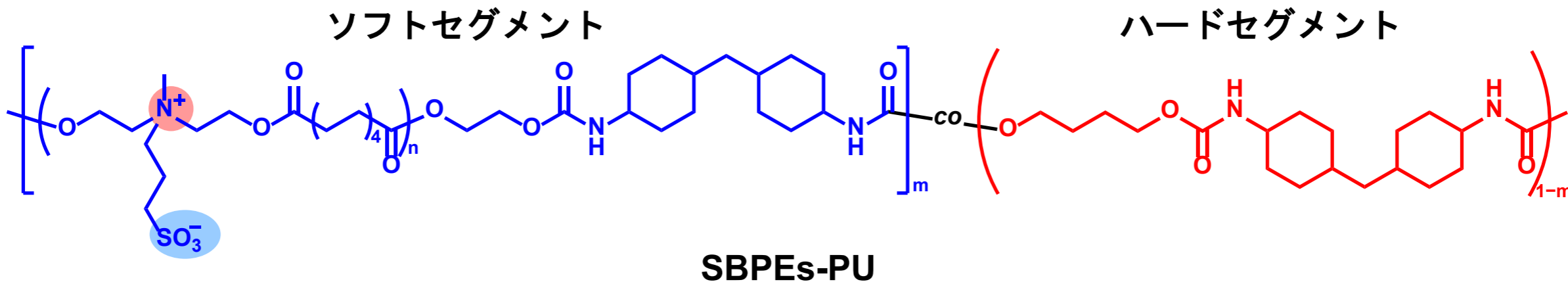
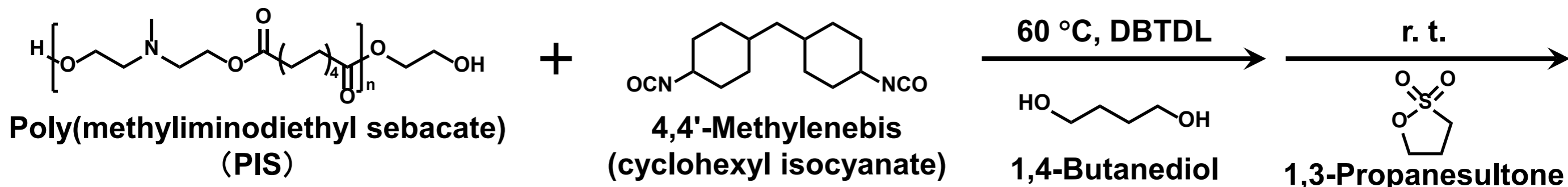


× 課題

機械強度が低く、単独で樹脂としての使用が不可

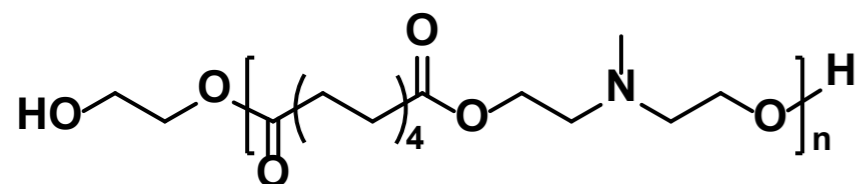
河村 暁文, 糸満 璃香, 宮田 隆志
「ポリマー」
特開2023-152394

双性イオンポリエステル ポリウレタン SBPEs-PU の合成



SBPEs-PU の比較例

➤ 前駆体ポリエステル

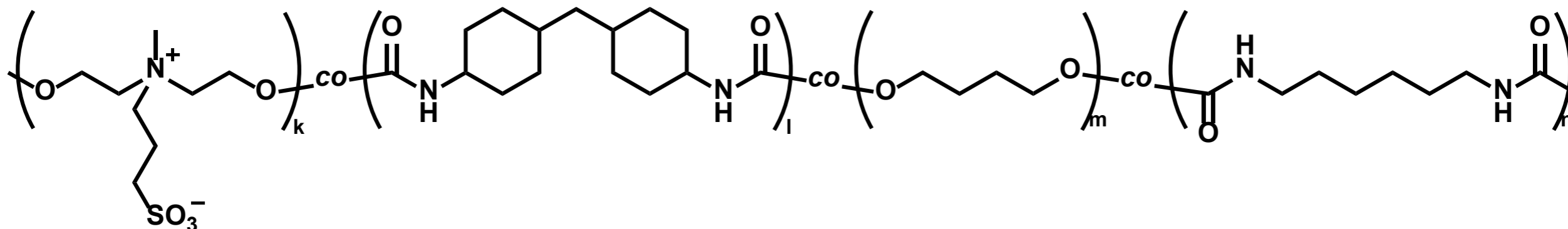


PIS

➤ ポリウレタンのみ

PU

➤ スルホベタイン構造がランダムに配置されたポリウレタン



SBPU

SBPEs-PUの物性

	$M_n (\times 10^3)^a)$	$M_w (\times 10^3)^a)$	$M_w/M_n^a)$	$T_g (^{\circ}\text{C})$	$T_{d5\%} (^{\circ}\text{C})$
PIS _{4.4k}	2.27	11.0	4.83	-	314
Polyurethane (w/o PIS) (PU)	15.2	23.6	1.55	95.5	265
SBPEs _{0.06} -PU _{0.94} (SBPEs6) ^{b)}	14.6	24.6	1.69	83.5	267
SBPEs _{0.18} -PU _{0.82} (SBPEs18) ^{b)}	13.9	19.4	1.40	63.6	247
SBPEs_{0.35}-PU_{0.65} (SBPEs35)^{b)}	12.1	17.5	1.45	81.8	258
SBPU	47.2	71.8	1.52	85.6	234

a) ポリメタクリル酸メチル換算分子量. b) SBPEs_x-PU_{1-x} (x: ポリエステルポリウレタン中の双性イオンポリエステル部の重量分率)

SBPEs-PUの力学物性

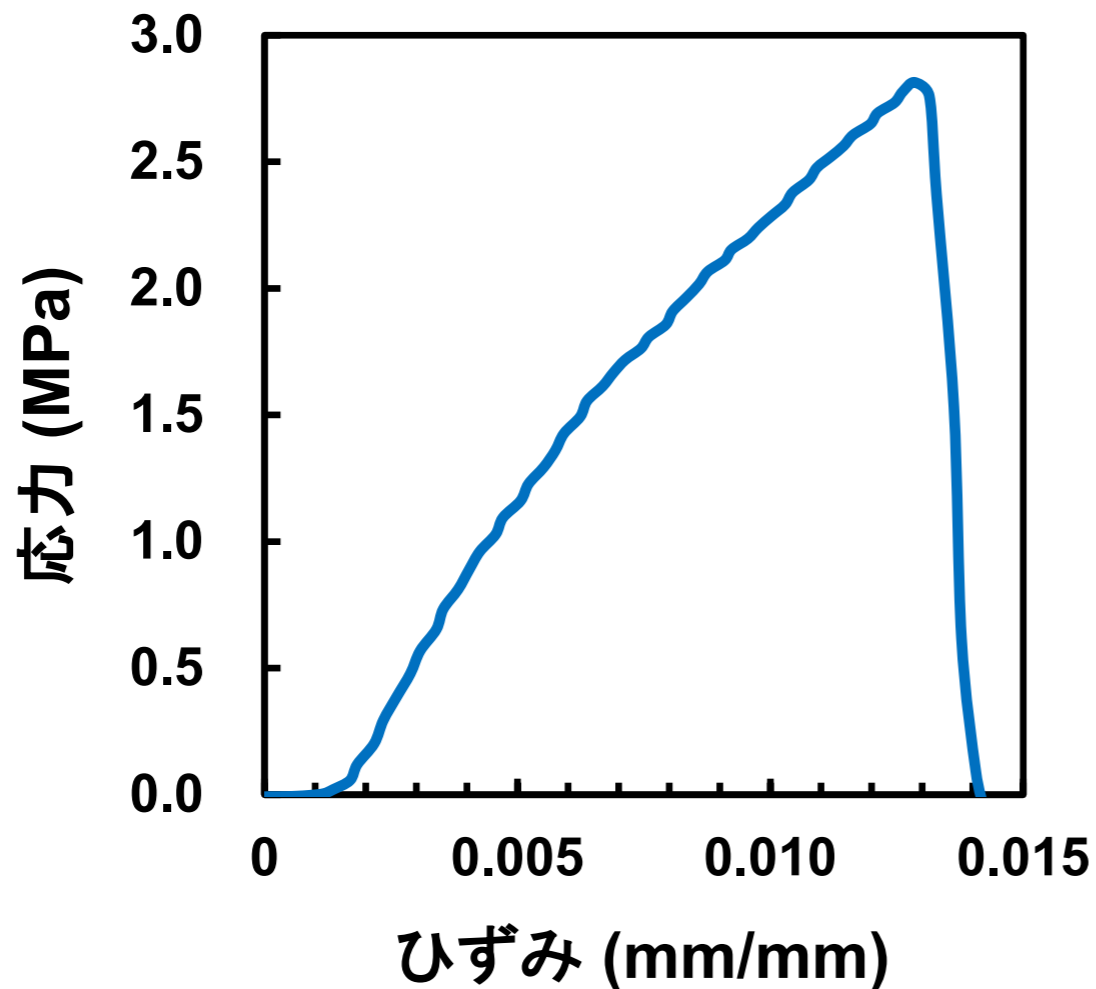
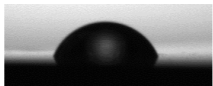

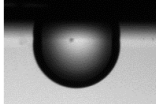
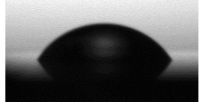

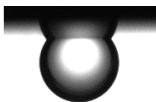
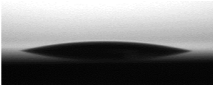

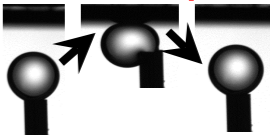
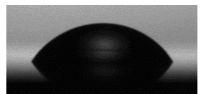

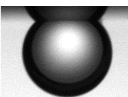


図. SBPEs-PUの応力ひずみ曲線

MPaオーダーの破断強度を有する樹脂の合成に成功

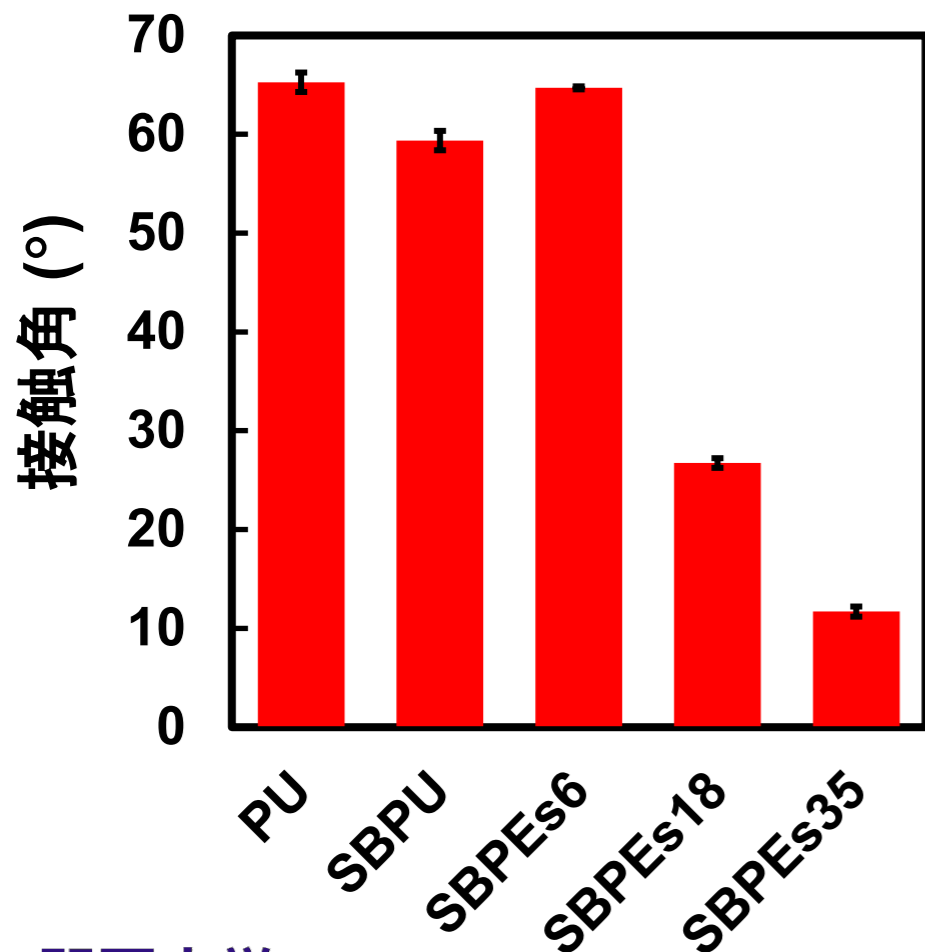
SBPEs-PUの表面特性

	Water in air	Hexadecane in air	Hexadecane in water
Polyurethane (w/o PIS)	65.3° 	1.3° 	96.6° 
PEs-PU	56.1° 	1.7° 	121.5° 
SBPEs _{0.35} -PU _{0.65} (PBPEs35)	10.3° 	2.0° 	No adsorption 
SBPU (Random)	57.6° 	2.6° 	131.6° 

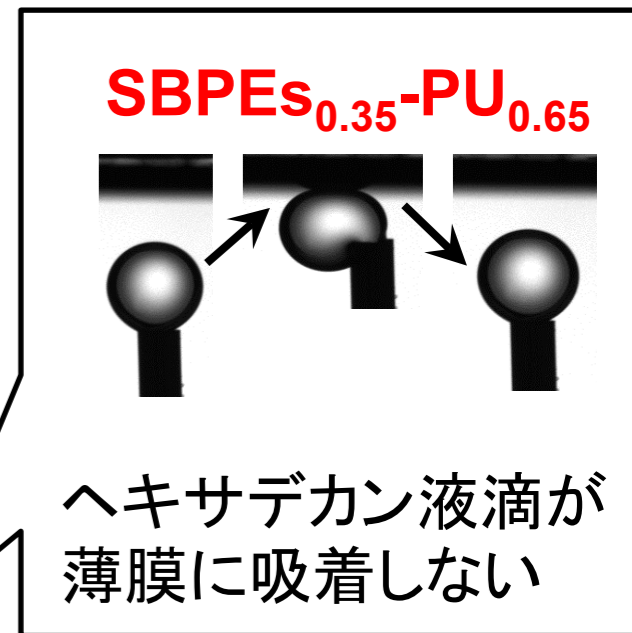
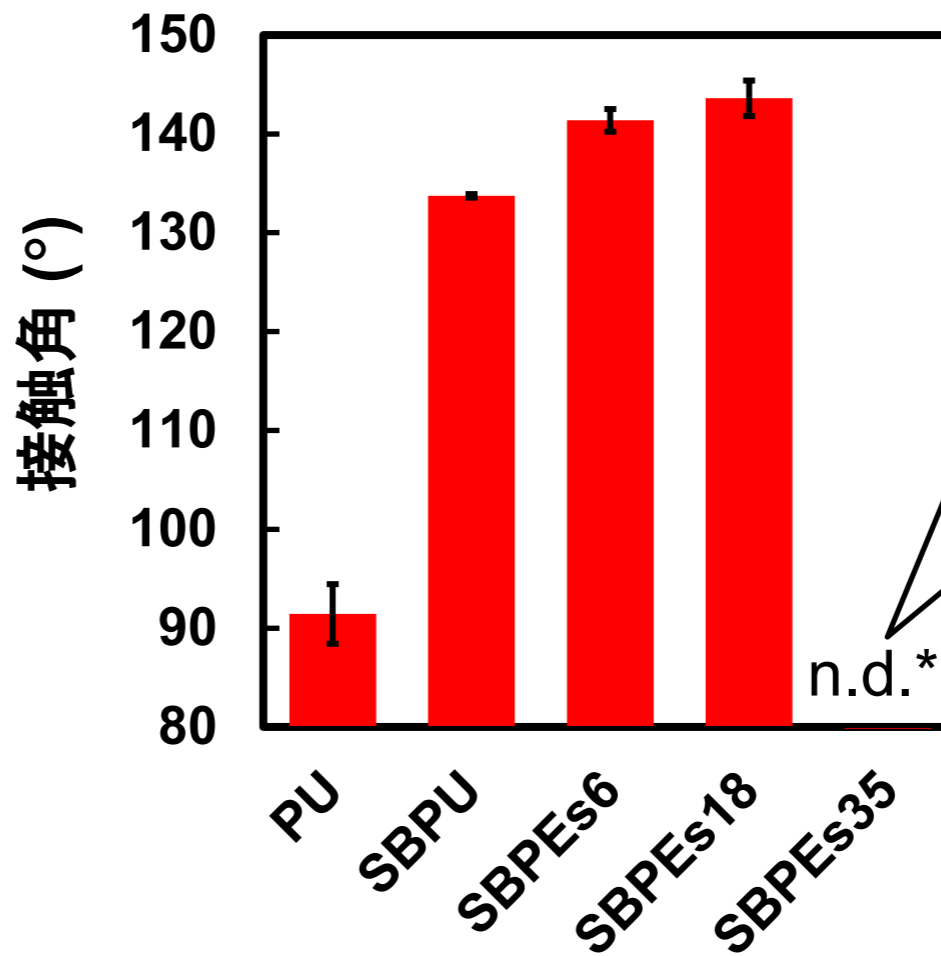
スルホベタイン構造導入により親水性および水中撥油性が向上

SBPEs-PUの表面特性

➤ 水接触角



➤ ヘキサデカン接触角

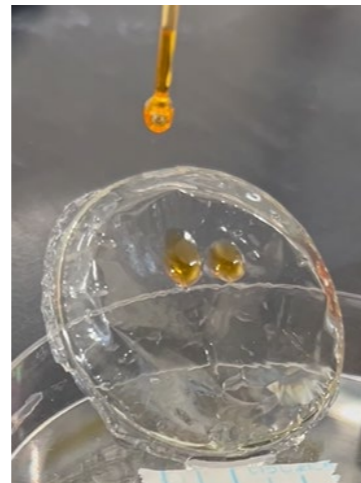


SBPEs-PUの撥油性

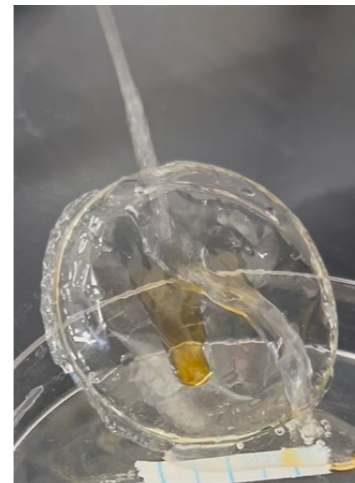
SBPEs-PU
film



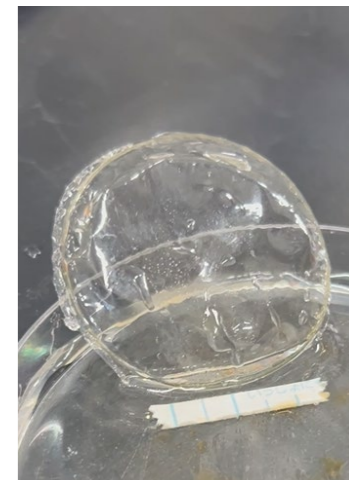
ラー油を
滴下



流水で
洗浄



ラー油の
除去



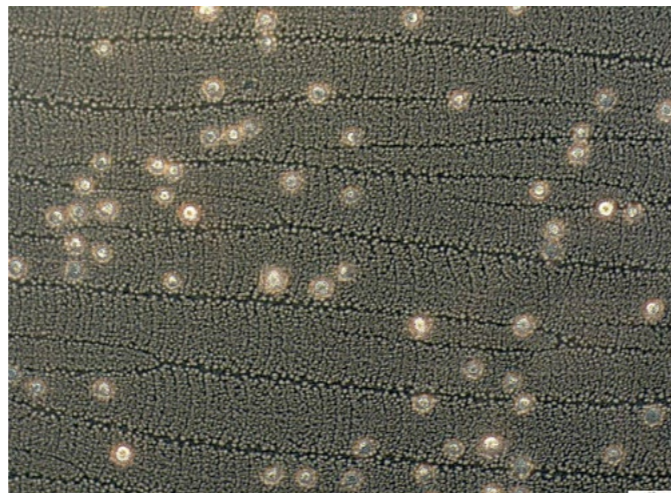
**SBPEs-PUは無色の無色透明フィルムを製膜可能
このフィルムは水洗浄のみによる油除去が期待される**

SBPEs-PUへの細胞接着

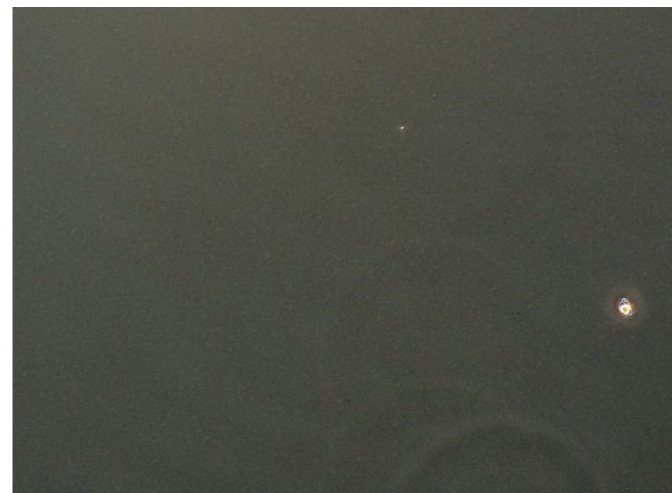
ポリウレタン



PEs-PU



SBPU



SBPEs35

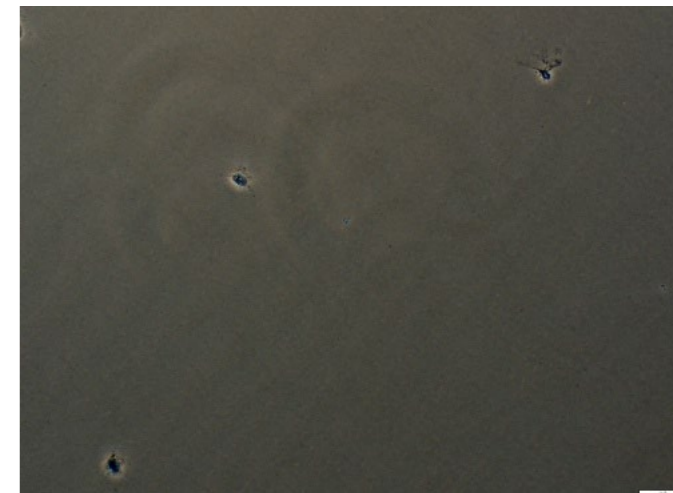


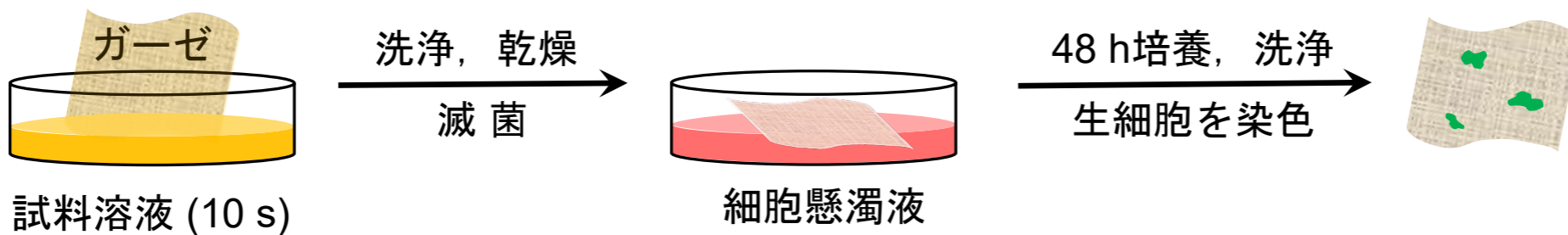
図. ポリマー薄膜表面でL929細胞を培養した後の位相差顕微鏡画像

細胞接着条件

- ・マウス線維芽細胞 (L929)
- ・37 °Cで2日間培養
- ・PBS(-)1 mLで3回洗浄

細胞が接着しないバルクプラスチックの創出に成功

ガーゼへのコーティング



ガーゼのみ

スルホベタインポリエステル

SBPEs_{0.36}-PU_{0.64}

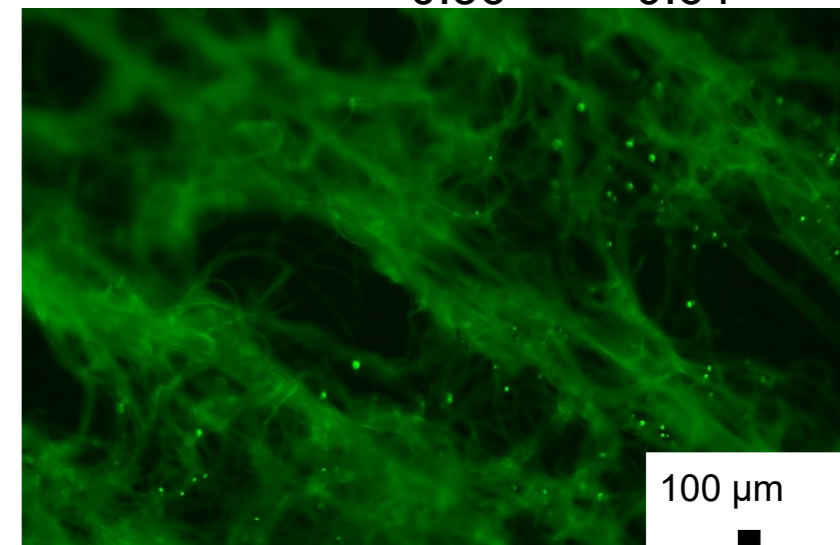
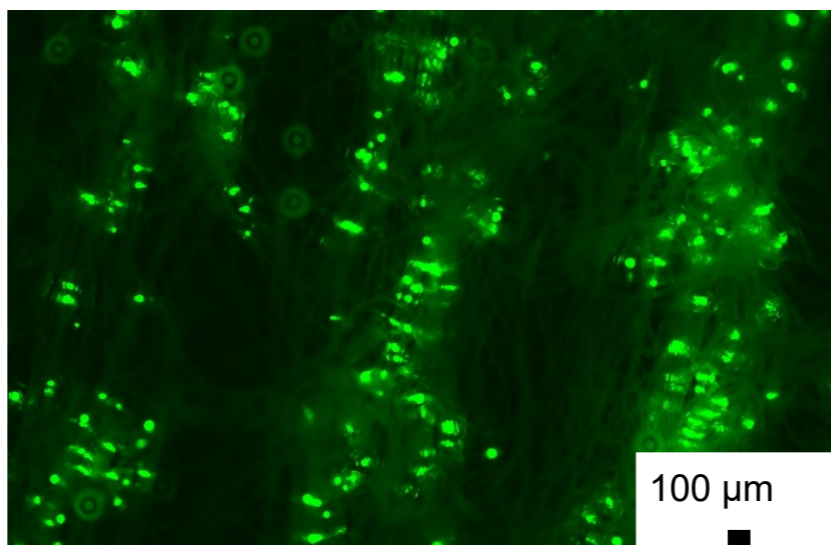
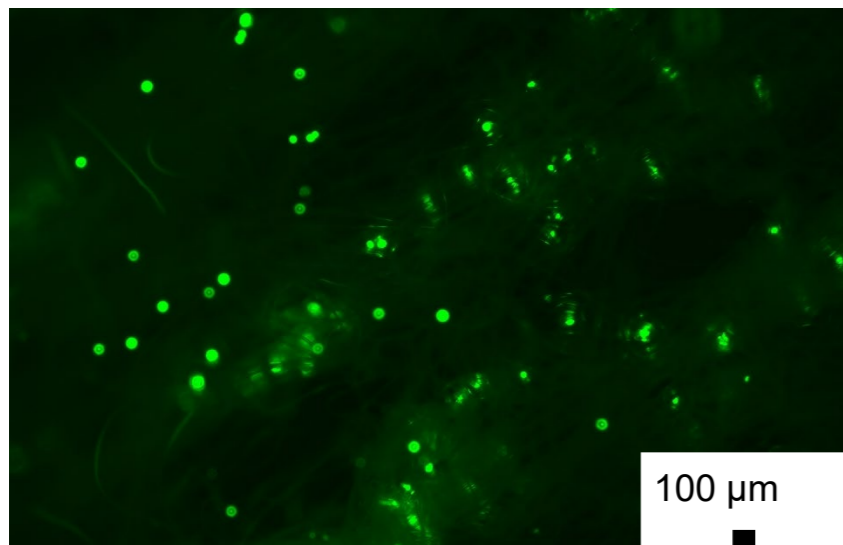


図. L929細胞を付着させたガーゼの蛍光顕微鏡画像. 生細胞をカルセインで染色

既存の樹脂材料への表面修飾も可能

新技術の特徴 従来技術との比較

- 従来の双性イオン構造を有するポリマーと異なり、機械強度の高いバルクプラスチックとして使用できる。
 - 従来のコーティング剤に見られる剥離による性能低下を回避可能
- 細胞の接着を抑制できる。
 - 血液と接触する材料（人工血管や人工弁）などへの展開が可能

想定される用途

■ バイオマテリアル

- 人工血管
- 人工弁
- 人工腎臓（透析膜）
- 創傷被覆剤

など

■ 汎用的な用途

- アンチファウリングコーティング剤
- 撥油性材料
- 繊維やボトル

など

実用化に向けた課題

- 抗血栓性、溶血活性など、血液適合性試験の実施
- 抗菌性試験
- 人工臓器として要求される機械物性の検討
(破断強度や柔軟性など)
- 成形加工方法の確立
- スケールアップ

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組み
基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ 双性イオンポリエステル^oの合成に成功 	特開2023-152394
現在	<ul style="list-style-type: none"> ・ バルクプラスチックとして使用可能な双性イオンポリエステル^oポリウレタンの合成に成功 	特願2025-89070
2年後	<ul style="list-style-type: none"> ・ 血液適合性試験（抗血栓性・抗溶血性など）を完了し、分子設計の最適化が完了 	AMEDの医療機器等研究成果展開事業へ応募し研究資金獲得
5年後	<ul style="list-style-type: none"> ・ in vivo試験による生体適合性の評価 ・ 人工血管および人工弁のプロトタイプ^oの作製 	医・工を含めた産学連携の構築

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**

人工臓器などバイオマテリアルに限らず、アンチファウリング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。

企業への貢献 PRポイント

- 本技術は医療分野に限らず、撥油性を利用した防汚材料への展開も可能である。
- 不活性雰囲気での反応など、煩雑な実験操作を必要としないため、本ポリマーの合成に関する技術指導も可能である。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : エラストマー
- 出願番号 : 特願2025-89070
- 出願人 : 学校法人 関西大学
- 発明者 : 河村 暁文、薬師寺 悠斗

お問い合わせ先

関西大学 社会連携部
産学官連携センター

TEL: 06-6368-1245

FAX: 06-6368-1247

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