

廃棄硫黄を活用した機能性材料の創出

大阪大学 大学院理学研究科 高分子科学専攻
助教 小林裕一郎

2025年9月19日

本技術の特徴

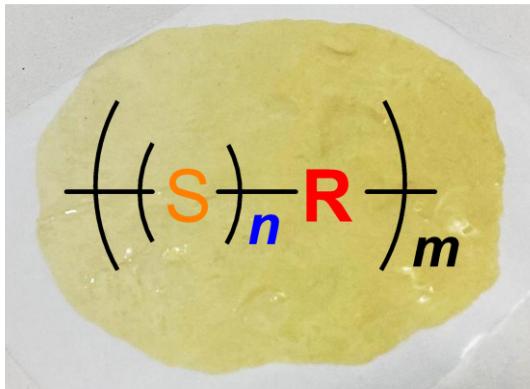
ビジョン

硫黄ポリマーにより、
石油由来プラスチック等を代替し、
CO₂排出量削減を実現する



技術概要

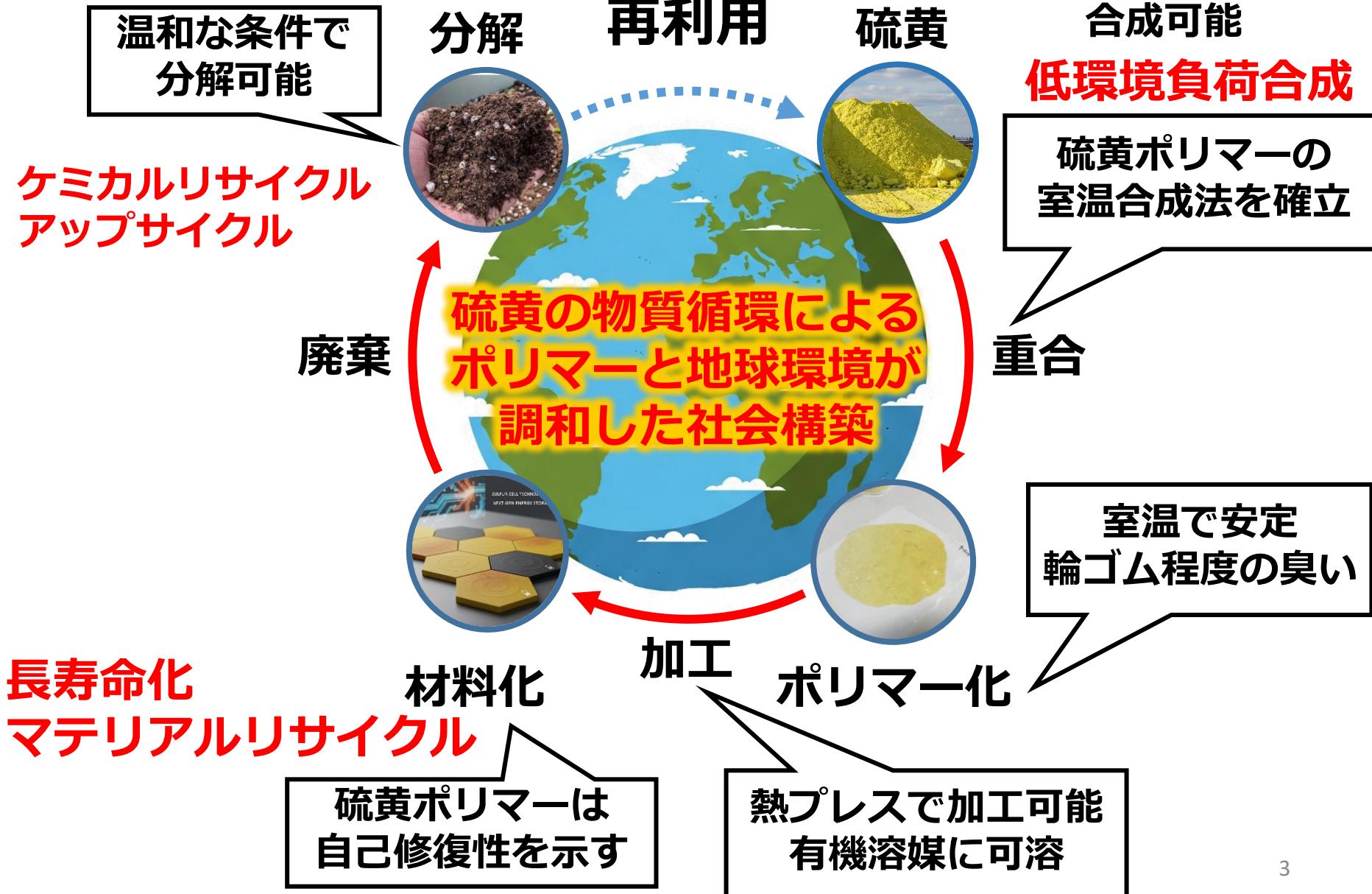
特許出願済



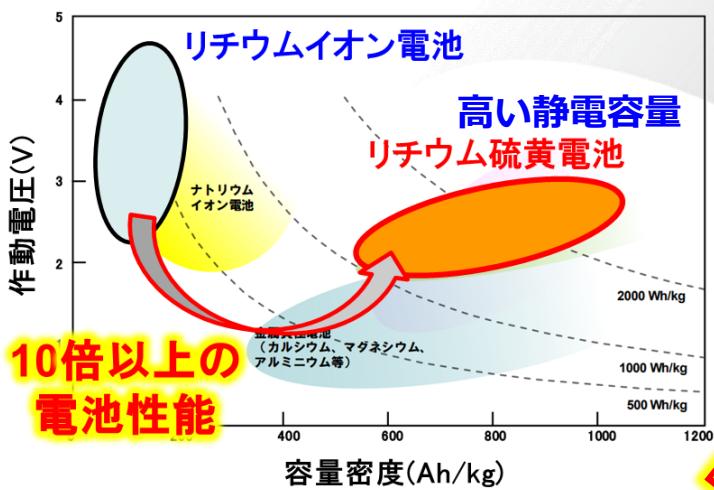
テーラーメードな硫黄ポリマー合成が可能
(*n*とRは自在にデザイン可能)

硫黄ポリマーの室温合成法を開発

現状と本技術により実現したい未来



硫黄ポリマーの特徴

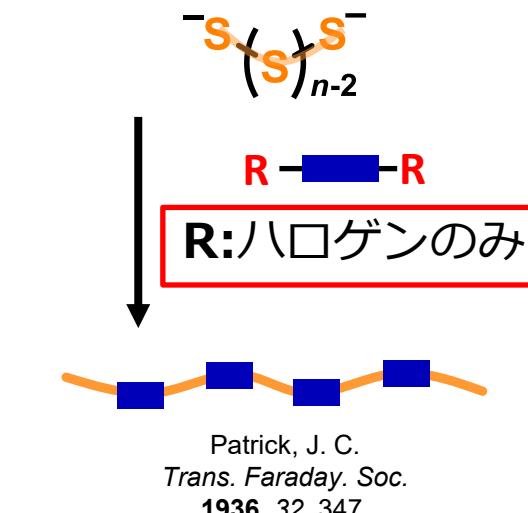
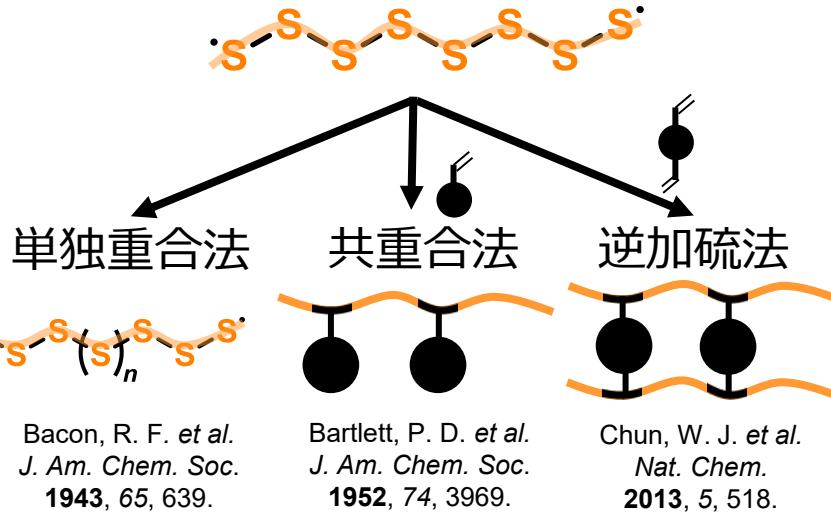
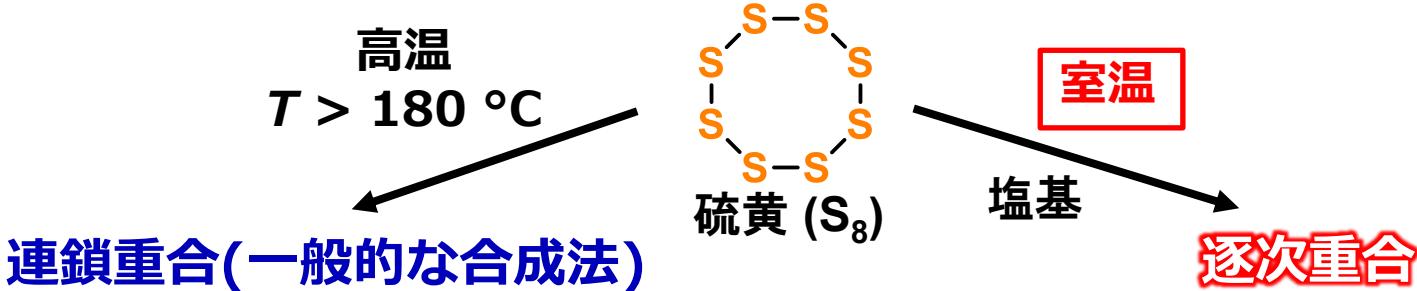


[ENAA_StationVisit2008 \(nedo.go.jp\)](http://ENAA_StationVisit2008 (nedo.go.jp))



廃棄硫黄を原料とした高機能ポリマー材料の研究開発
炭素ポリマーの代替材料(SDGs)だけでなく、ポリマーへ新たな価値観を付与

従来技術の問題点



ポリマーの種類

多種多様

反応温度

高(180°C 以上)

硫化水素ガス
(有毒ガス)

致死量が発生

合成時の
高環境負荷が
社会実装の
ボトルネック

1種類のみ
(ポリチオエーテル)

室温

発生せず

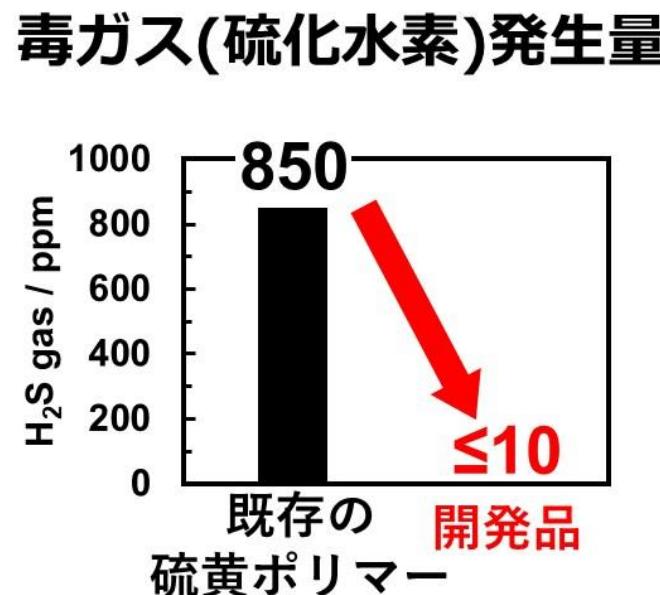
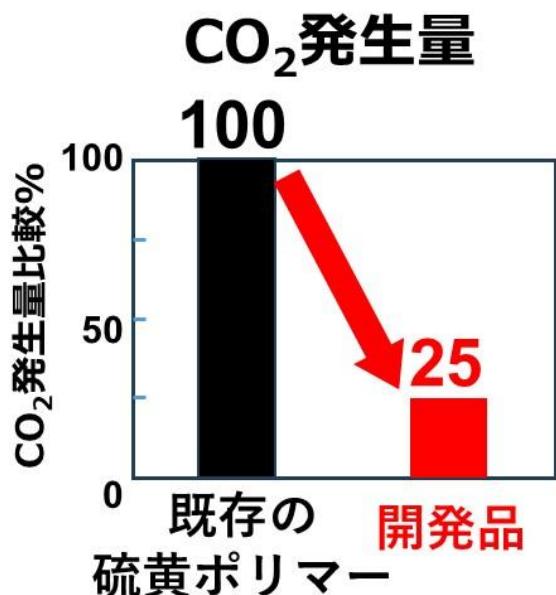
独自性：硫黄ポリマーへ逐次重合を適用

新技術の特徴

室温・水中で逐次重合硫黄ポリマーを合成

特許出願済み

submitted

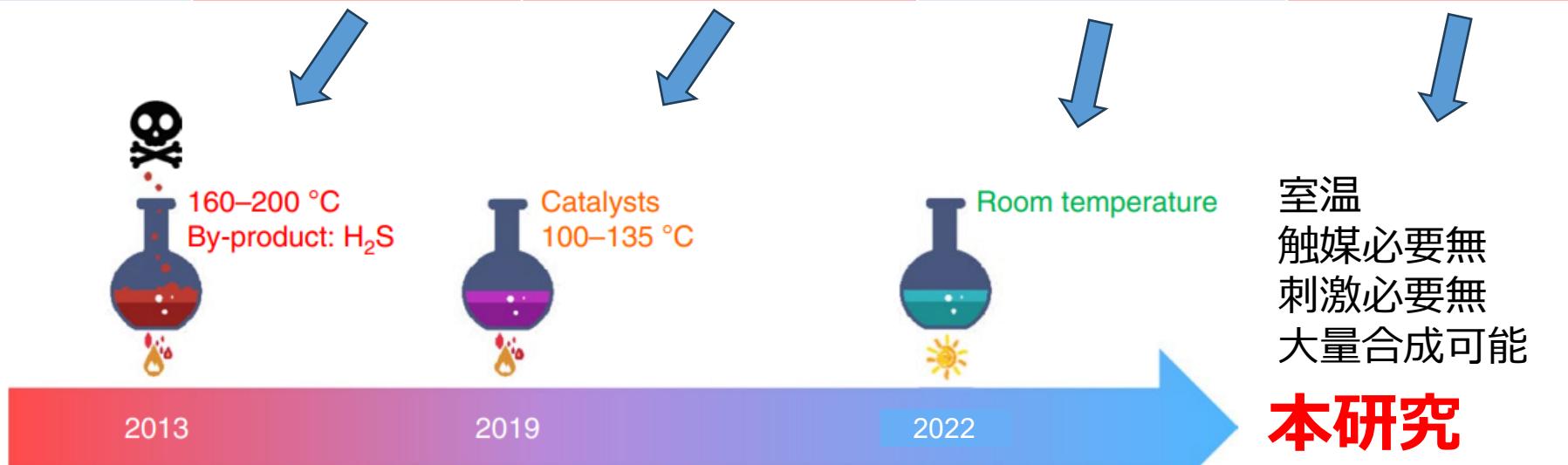


エコ・安全・使いやすい硫黄ポリマー

既存の研究との比較

submitted

	Nat. Chem. 2013	Nat. Commun. 2019	Nat. Chem. 2022	本研究
合成温度 (°C)	160-200	100-135	室温	室温
触媒	無	亜鉛触媒	無	無
刺激	無	無	強UV	無



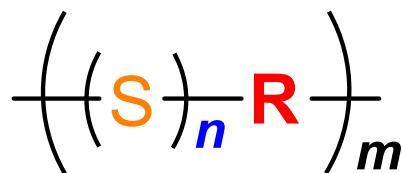
Crosslinkers (A):
DIB, DVB, DEB,
DCPD, limonene,
vegetable oils, etc.

Crosslinkers (B):
TVCH, CDDT, EGDMA,
GBDA, TVTCSi
+ group A

Crosslinkers/co-monomers (C):
1. Low-boiling-point alkenes and alkynes:
IP, DMBD, MBY, DAA
2. Gaseous alkenes and alkynes:
EE, PE, PYE, VC
+ group B
+ group A

学術的にも
最先端の成果

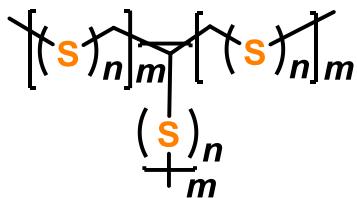
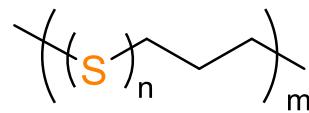
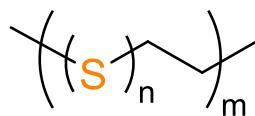
硫黄含有ポリマーシリーズ



常温常圧での逐次重合により

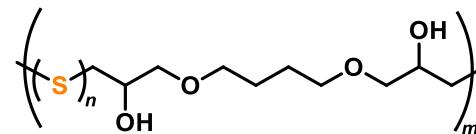
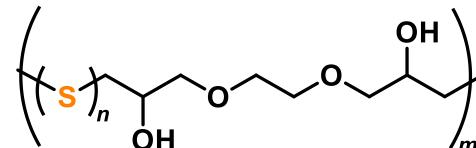
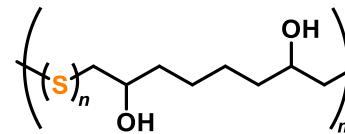
テーラー・メードな硫黄ポリマーの合成が可能
(*n*と*R*は自在にデザイン可能)

チオエーテル
(PXS_n)

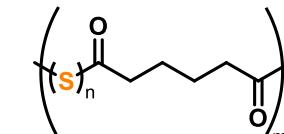


他、芳香環導入型など

エポキシ
(PXEp_oSn)



エステル
(PXEsSn)



他、芳香環導入型など

その他
ウレタンなど

100 gなども対応可能

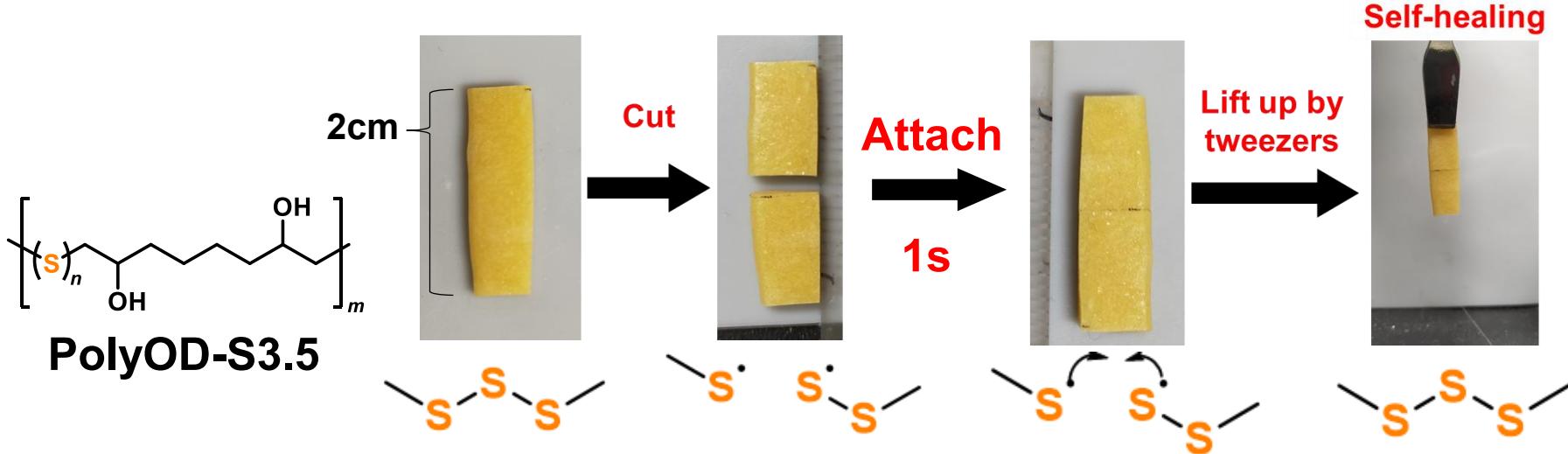
他、ビスフェノールA型など (有償提供)

強み：化学構造の違いに基づいて精密に材料を改良できる

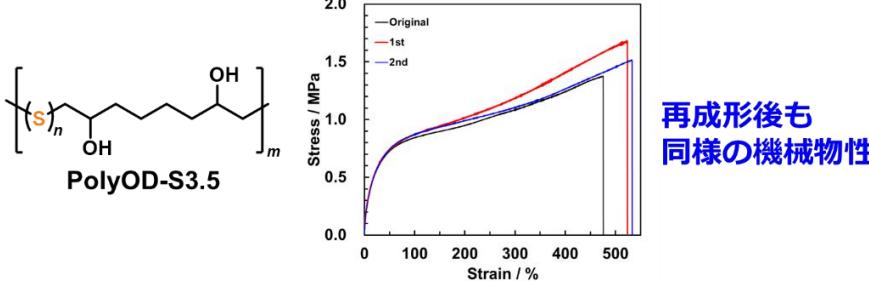
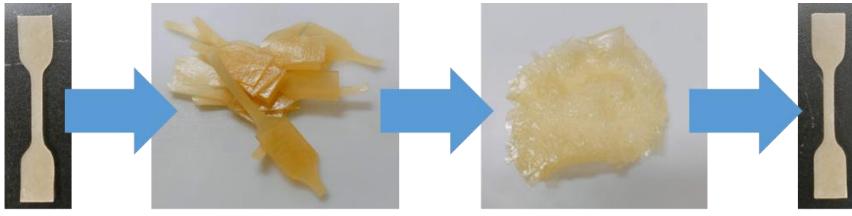


これまで不可能だったボトムアップなものづくりが可能

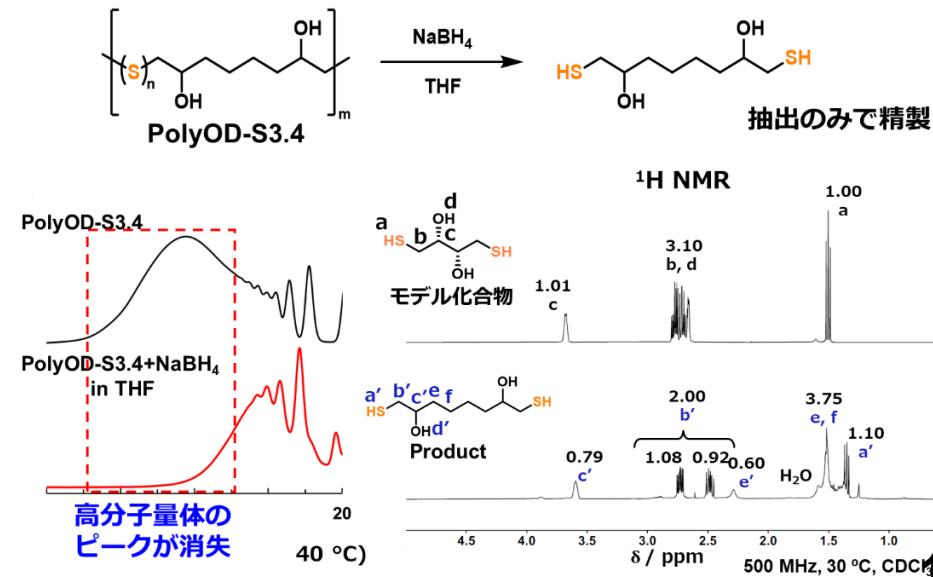
応用例①自己修復性・リサイクル



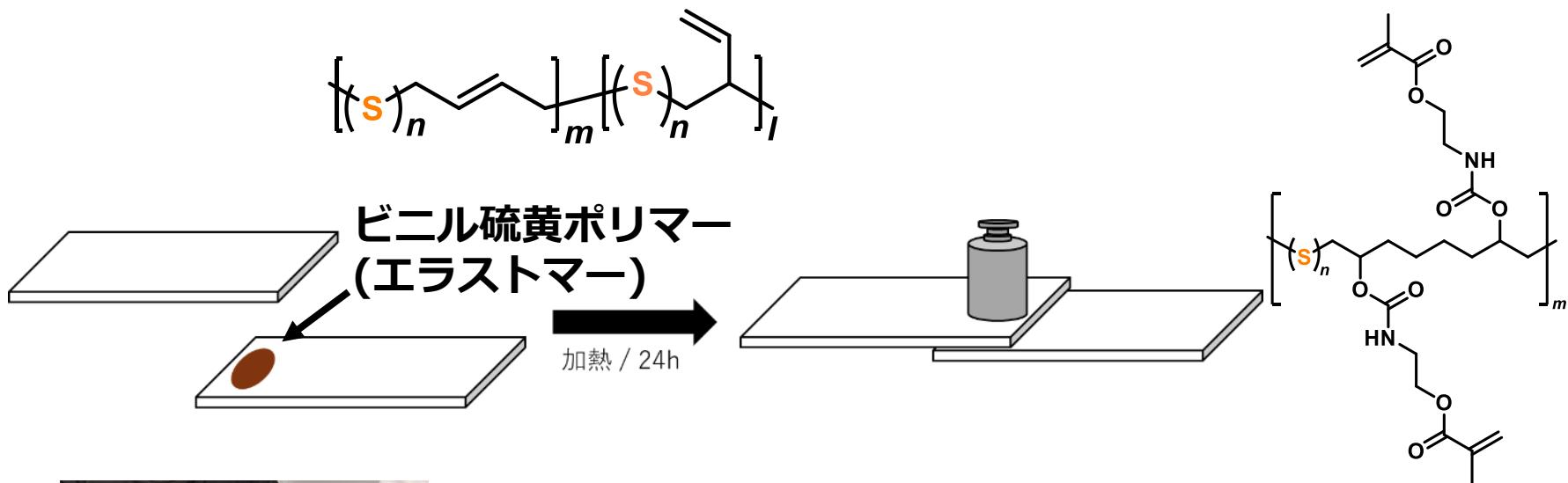
破断片を集めて再成型可能



分解&分解物を回収可能



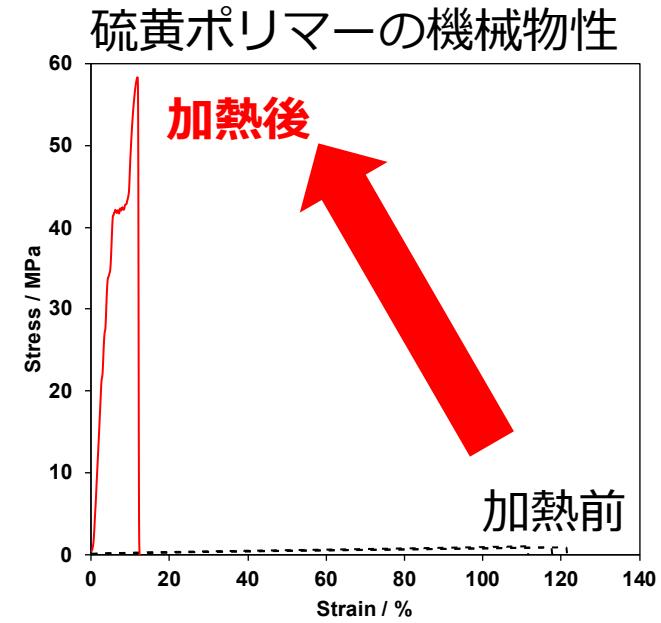
応用例②接着剤



外そうとしたら
ガラスが破損

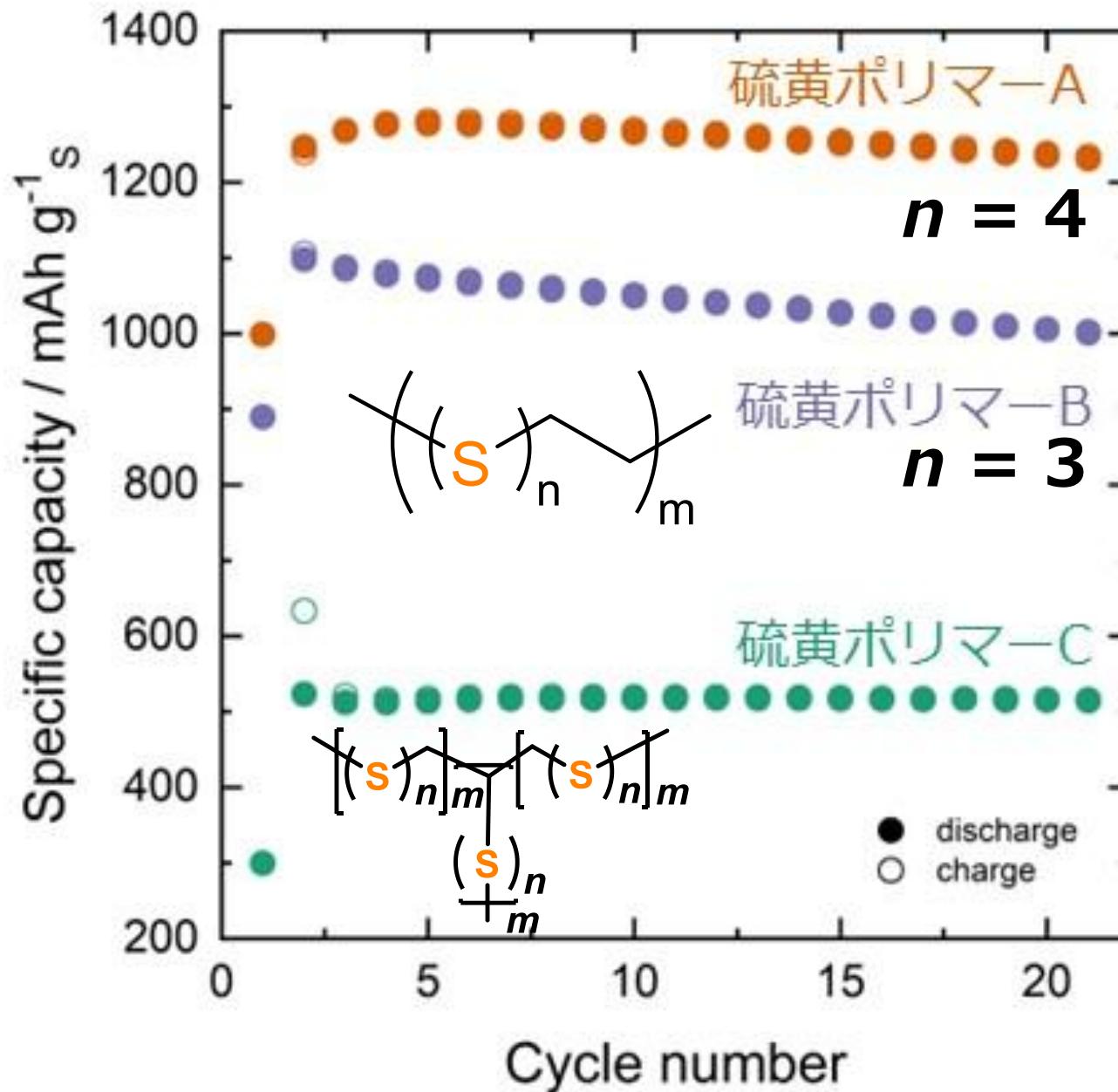


ガラス以上の
接着強度

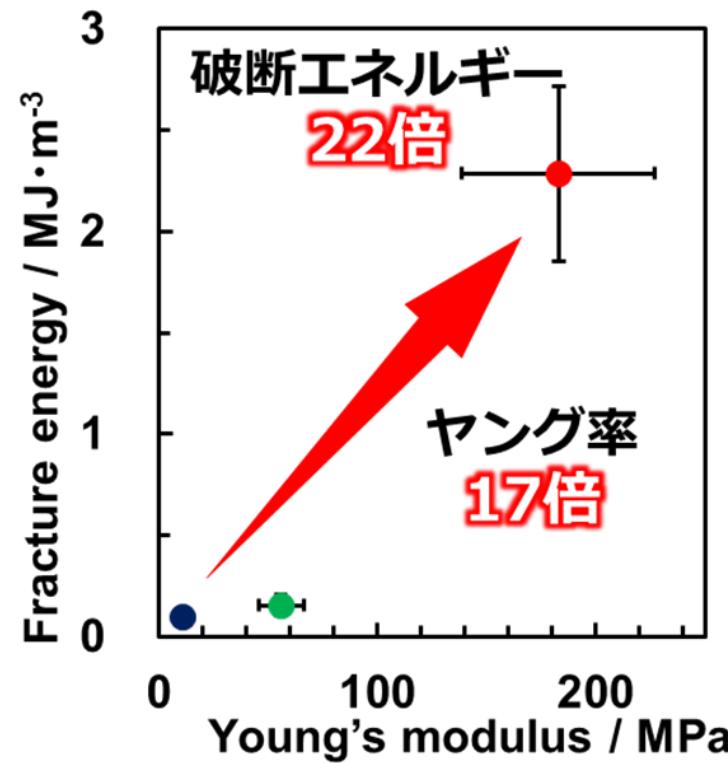
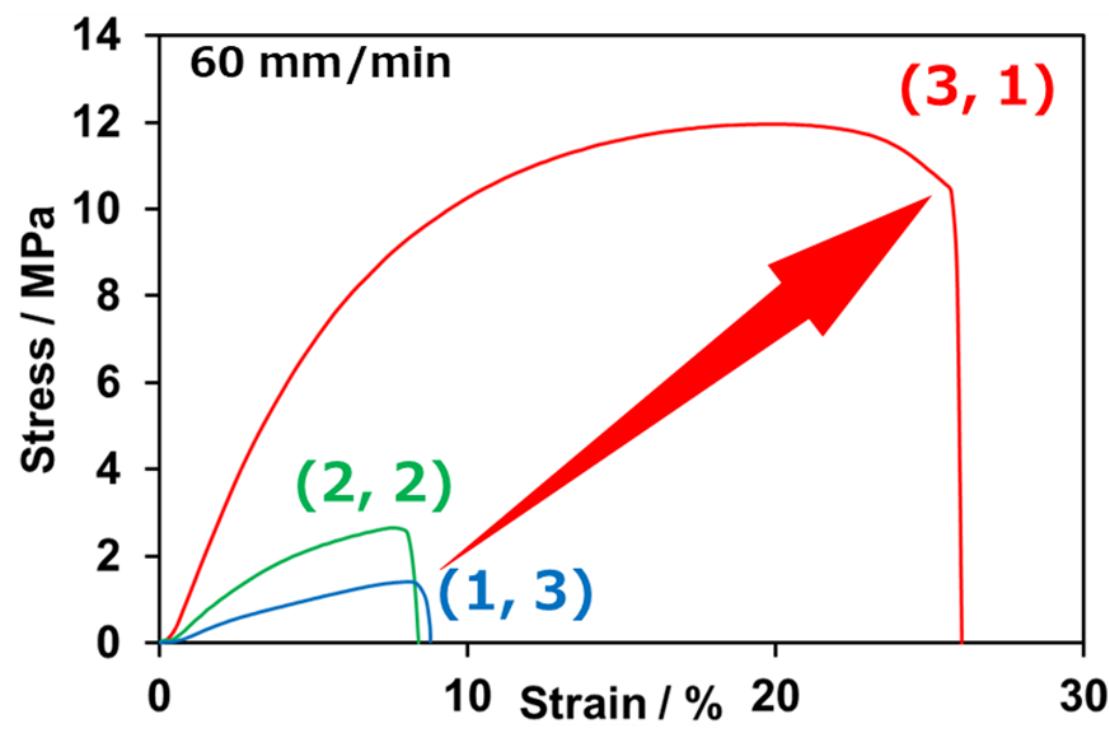
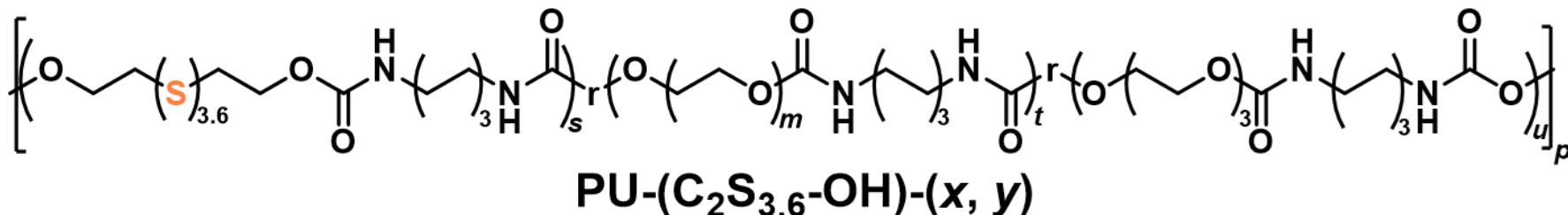


新規接着剤としての可能性

応用例③電池材料



応用例④改質剤(添加剤)

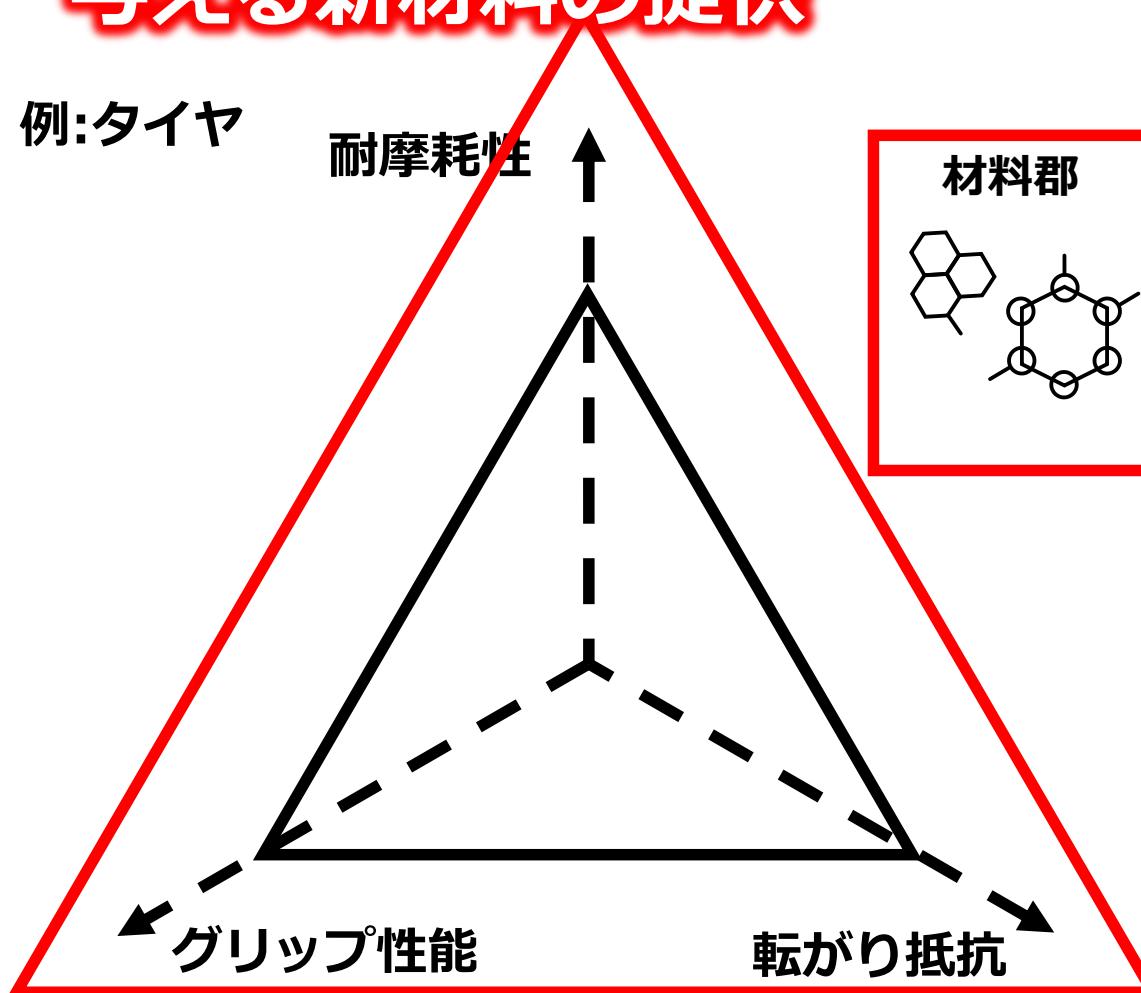


硫黄モノマーを添加するだけで機械物性20倍向上!!

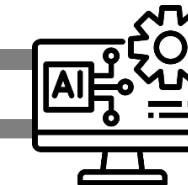
本技術の拡大展開 (機械学習による最適化)

新しいパラメーターを
与える新材料の提供

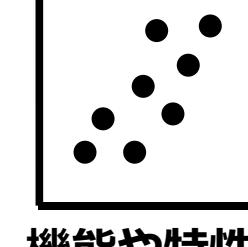
例:タイヤ



実験データ



機械学習
モデル



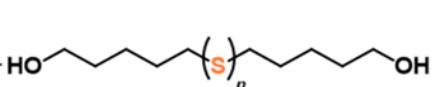
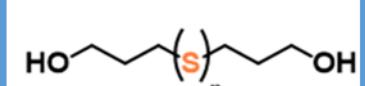
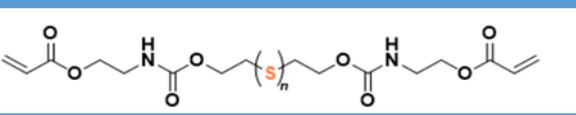
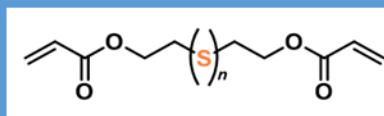
機能や特性

MI

→最適化

→最大面積を
を目指す手法

硫黄モノマーの一例 サンプル提供可能(有償)

硫黄モノマー構造	Sの数 (n)			
	1	2	3	4
 NH2硫黄含有モノマー	固体	固体	固体	固体
 NH2硫黄含有モノマー-2	固体	固体	固体	固体
 OH硫黄含有モノマー-1	液体	液体	液体	液体
 OH硫黄含有モノマー-2	液体	液体	液体	液体
 OH硫黄含有モノマー-3	液体	液体	液体	液体
 両末端二重結合硫黄含有モノマー-1	固体	固体	固体	固体
 両末端二重結合硫黄含有モノマー-2	液体	液体	液体	液体

既存のラインを使用したままあらゆる樹脂へ添加可能！！

想定される用途



耐药品性ゴム



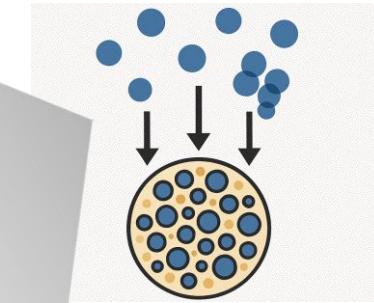
添加剤



ゴム
特許出願済み



接着剤・粘着剤 特許出願済み



分離剤(膜)
特に金属



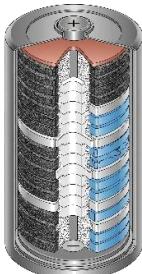
室温合成可能な硫黄ポリマー
特許出願済み

溶媒に不溶



次世代2次電池
(正極材料)

高い静電容量



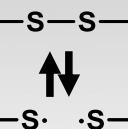
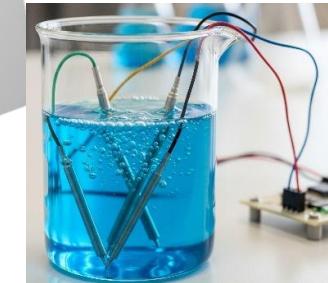
特許出願済み

大きい原子半径



レンズ

次世代2次電池
(電解質)



解離・形成可逆性

実用化に向けた課題

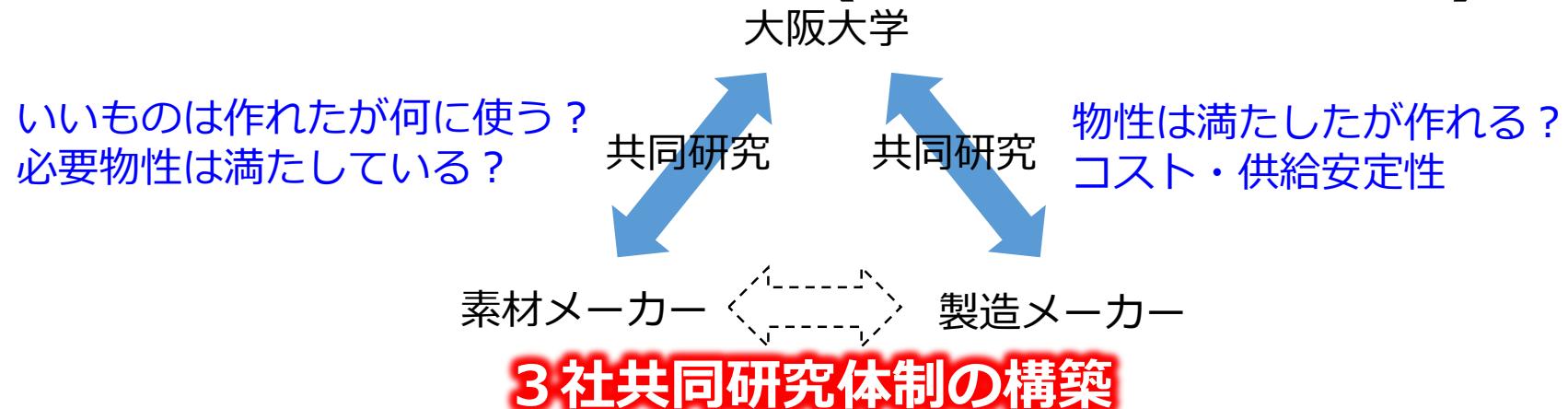
・大量合成＆品質安定



・ニーズの把握

ベンチマークの値

・開発システムの最適化（共同研究の枠組み）



社会実装への道筋

スケジュール



1.5年(済み)

- ・ 研究コンセプト証明
- ・ 低環境負荷合成法開発
- ・ 材料物性評価

1.5~3年(現在)

- ・ 材料探索・配合開発
- ・ 合成法最適化
- ・ 試作設計・プロトタイプ製造

3~5年 試験内容(想定)

- ・ テスト
- ・ 承認・認証手続き
- ・ 量産ライン設計・調整
- ・ 品質管理手順・検査工程定義

製品化以降
複数グレードへの展開を想定

補助金・マネタイズ

補助金活用 (金額2000万)

NEDO官民若手 マッチングサポートフェーズ
大阪大学イノベーションブリッジ

JSTさきがけ

NEDO官民若手 共同研究フェーズ
GAPファンドSTEP1

GAPファンドSTEP2(予定):数千万円程度

A-STEP(仮):数千万円～1億円程度

D-Global(仮) : 数千万円～1億円程度

起業

社会実装への道筋

現在

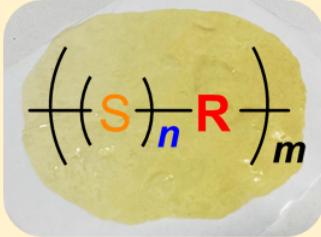
NDA締結済み
連携開始

受託ポリマー合成会社



ライセンス
ライセンス料
製造委託
素材供給

自社



硫黄ポリマー
ライブラリー



実証データ



発注(新素材開発)

研究・開発

発注(素材供給)

素材供給

顧客(製造メーカー)



タイヤ



リチウム硫黄電池



コーティング
剤



粘着剤



ゴム靴底

製造委託

自社製造

自社工場



発注(素材供給)

素材供給

発注

発注

素材
供給

素材
供給

商社

企業への期待

【開発面】

- ・ 特定の用途に合わせたポリマー改良や性能評価に関して、既存素材の豊富なデータやノウハウ、評価設備を活用させていただきたい

用途例

電解質…未開発分野

その他…電池正極材料・ゴム・接着剤・吸着材・レンズ

改質(機能化)したい樹脂

【製造】

- ・ 製造プロセスにおけるインフラ面での支援（用役や廃液処理）
- ・ サプライチェーンを活用した原料調達支援
- ・ 安定した品質の製品を量産するための品質管理体制の構築支援
- ・ 企業の既存・遊休設備を利用した製造委託

企業への貢献、PRポイント

環境負荷の低減新規高機能材料の創出を可能にし、
破壊的イノベーションをもたらす技術

企業への貢献

・環境負荷の圧倒的な低減

原料に廃棄硫黄を利用→カーボンフットプリントの削減

SDGsへの貢献・企業の社会的責任

・高機能ポリマー材料の創出

新たな機能性の付与→静電容量・自己修復性・光学特性・透明性・吸着性・接着性

・導入実現可能性の高さ

既存の生産ラインへの適用可能性

顧客ニーズに合わせたテラーメイドな材料設計

PRポイント

- ・未踏の新規開発技術
- ・廃棄物からの価値創造と持続可能な社会への貢献
- ・日本から世界を牽引する独創的技術
- ・共同研究体制と専門知識
- ・研究室から社会実装へ、一貫したコミットメント

本技術に関する知的財産権

全て大阪大学単願

1. 「重合用組成物およびその製造方法ならびに重合体組成物」（特願2025-037453, 2025年3月10日）、小林裕一郎、藤原凜々子、橋本駿、神岡龍之介、松林真伸、岡本直大、松田侑大、山口浩靖
2. 「硫黄含有高分子化合物およびその製造方法、接着組成物、接着方法、成形体ならびに架橋高分子化合物」（特願2024-197710, 2024年11月12日）、小林裕一郎、橋本駿、神岡龍之介、山口浩靖
3. 「硫黄含有高分子化合物の製造方法」（特願2024-155165, 2024年9月9日）、小林裕一郎、橋本駿、神岡龍之介、松田侑大、戸田健太、藤原凜々子、山口浩靖
4. 「硫黄含有高分子化合物の製造方法及び硫黄含有高分子化合物」（特願2024-030624, 2024年2月29日PCT/JP2025/006969）、小林裕一郎、神岡龍之介、橋本駿、西村龍人、神山竜輝、山口浩靖
5. 「リチウム硫黄電池用正極活物質、正極材料、正極並びにリチウム硫黄電池」（特願2023-171267, 2023年10月2日PCT/JP2024/035115）、小林裕一郎、橋本駿、堀口顕義、西村龍人、山口浩靖
6. 「硫黄含有化合物及び高分子材料」（特願2023-521210, 2023年9月11日）、小林裕一郎、山岸佑輝、堀口顕義、北野大輝、山口浩靖
7. 「重硫黄含有高分子化合物及びその製造方法、ポリマー組成物並びに硫黄含有化合物」（特願2022-102152, 2022年6月24日, PCT/JP2023/017132, 2023年5月2日）、小林裕一郎、堀口顕義、北野大輝、西村龍人、橋本駿、山口浩靖
8. 「硫黄含有化合物及び高分子材料」（特願2021-080034, 2021年5月10日, PCT/JP2022/019860, 2022年5月10日）、小林裕一郎、山岸佑輝、堀口顕義、北野大輝、山口浩靖
9. 「硫黄含有高分子材料及びその製造方法」（特許第7620970号、特願2020-082858, 2020年5月8日, 特開2021-176946）、小林裕一郎、原田明、山口浩靖

产学連携の経歴

2023年9月	NEDO 官民若手(マッチングフェーズ)に採択
2023年10月	硫黄ポリマーの有償提供開始
2023年12月	A社と共同研究開始
2024年5月	B社と共同研究開始
2024年10月	C社と共同研究開始
2024年10月	NEDO 官民若手(共同研究フェーズ)に採択
2024年10月	JST さきがけに採択
2024年10月	JST KSAC-GAPファンド ステップ1 PMFに採択
2024年12月	有償提供 5 社突破
2025年9月	D社と共同研究開始予定
2025年10月	E社と共同研究開始予定

お問い合わせ先

大阪大学
共創機構 イノベーション戦略部門 知的財産室
E-mail : tenjikai@uic.osaka-u.ac.jp
Tel : 06-6879-4861