

極性基の密度・分布の精密に制御 されたポリオレフィン

弘前大学 理工学部 物質創成化学科
教授 竹内 大介

2025年3月6日

ご紹介する技術内容

- ①重合製膜による超高分子量ポリエチレン製
シートの直接的製造
- ②主鎖に6員環を含むポリオレフィン膜の製造
(群馬大学・上原教授、攪上准教授
との共同研究)
- ③極性基の分布・密度の制御された
ポリオレフィンの合成

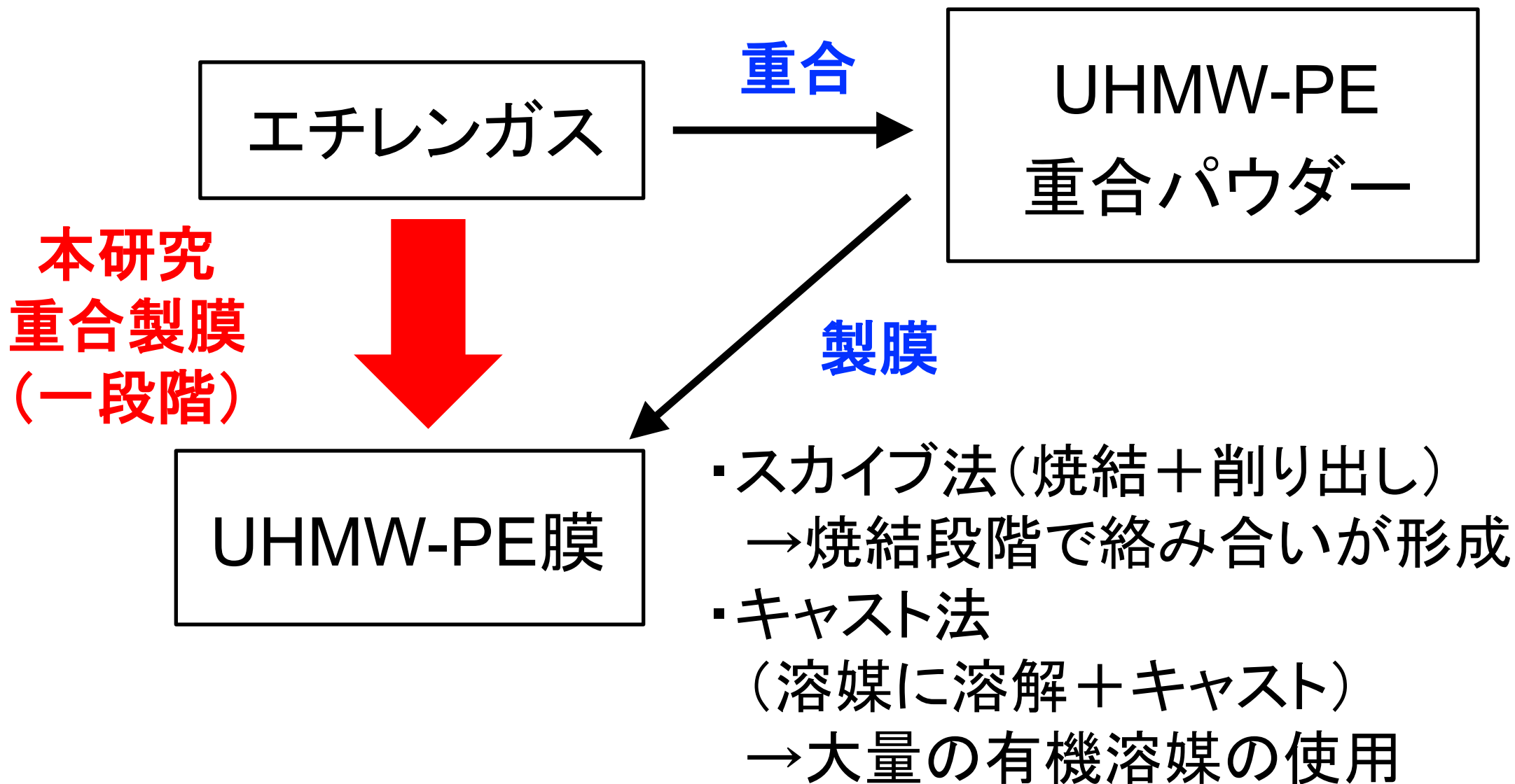
超高分子量ポリエチレン (UHMW-PE)

- 分子量 100万 g/mol 以上
 - 耐衝撃性や耐摩耗性などの多くの優れた物理的・機械的特性
- 多数の絡み合い（鎖が物理的に架橋）
 - 高い熔融粘度・通常の方法による成形が困難



従来技術とその問題点

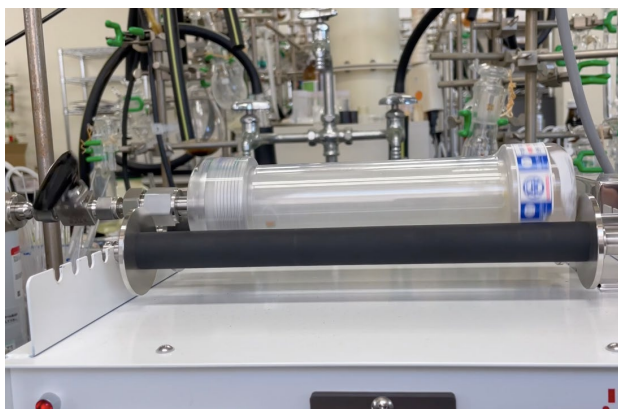
従来のUHMW-PEの製膜手法



UHMW-PE膜の直接的合成

UHMW-PE膜
大きさ 200 mm
× 100 mm

エチレン導入
重合製膜



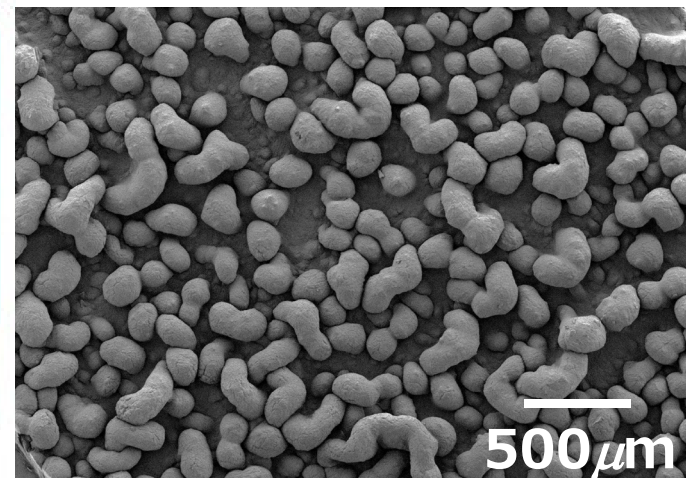
ガラス製耐圧容器の
壁面に触媒溶液を塗布

超高分子量 ($M_w = 310$ 万)
高結晶化度 (86%)
絡み合いが少ない

UHMW-PE重合膜の特徴



高い膜強度
・高い寸法安定性



高い撥水性
→ 数百ミクロンの凹凸構造

産業利用に向けて

欧米におけるPFAS(パーフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物)全廃の動き



ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)に替わる
絶縁被覆剤としての応用に期待

試料	比誘電率
UHMW-PE重合膜(本発明)	1.48
市販PTFE製電線被覆膜	2.21

企業への 期待

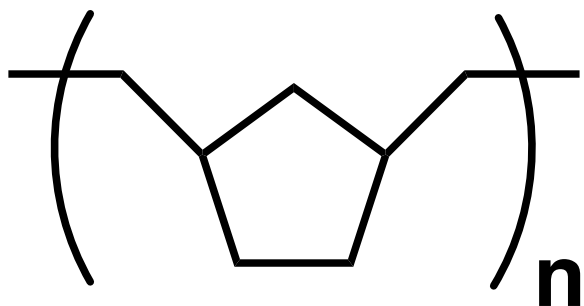
- UHMW-PE重合膜の産業利用に興味をもつ企業との共同研究を希望。

環状ポリオレフィン

- 環状の分子構造を含むポリオレフィン
 - 透明性、低複屈折性、低吸湿性、耐熱性
光学用プラスチックとして注目を集める
- 環状ポリオレフィンを延伸させて分子配向
 - 偏光性能が発現
偏光板などとしての利用

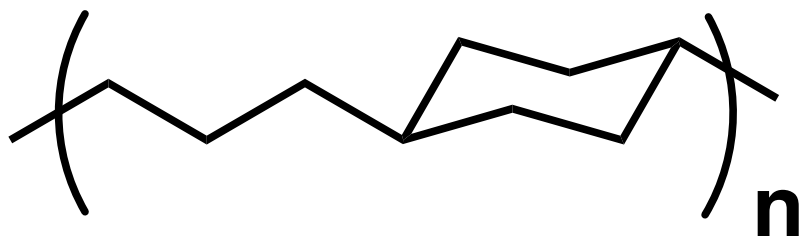


従来の環状ポリオレフィン



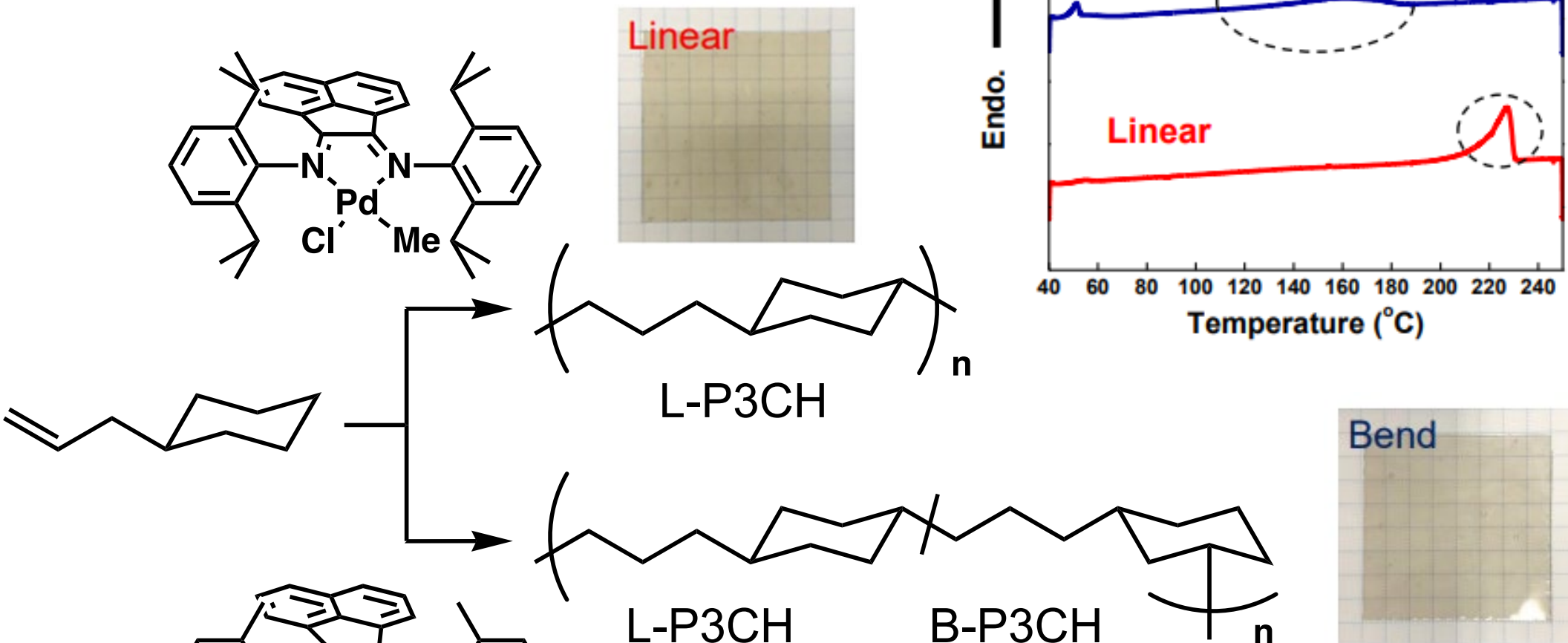
- ・五員環を主鎖に含む
- ・分子鎖断面積が大きく非晶性
- ・耐熱性に問題あり。

新たに合成した環状ポリオレフィン



- ・六員環を主鎖に含む
- ・結晶性だが透明
- ・五員環を含むポリオレフィンに比べて高融点(200°C以上)

直鎖型および屈曲型高分子



L : B	$T_m / ^\circ\text{C}$	$\Delta H_m / \text{J g}^{-1}$
100 : 0	227.2	26.1
82 : 18	154.5	16.2

6員環を含む環状ポリオレフィン膜作成

プレスフィルムと二軸延伸膜の作製

・ B-P3CH

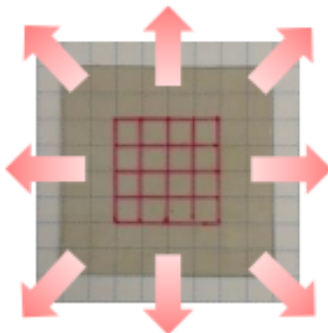


パウダー

溶融プレス、急冷

200°C、40 MPa

厚さ 130~164 μm

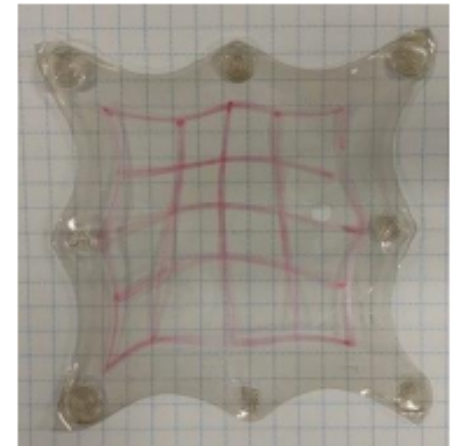


プレスフィルム

二軸延伸

100°C、20 mm/min

厚さ 15~60 μm



二軸延伸膜

延伸倍率(DR)=3×3

・ L-P3CH

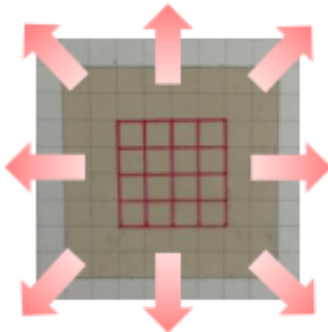


パウダー

溶融プレス、急冷

250°C、40 MPa

厚さ 120~145 μm

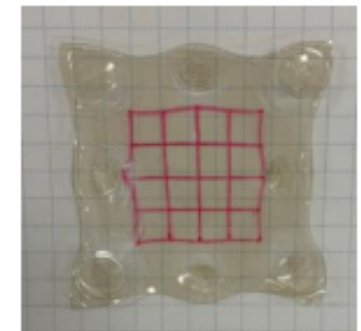


プレスフィルム

二軸延伸

140°C、20 mm/min

厚さ 95~120 μm



二軸延伸膜

延伸倍率(DR)=1.5×1.5

6員環を含む環状ポリオレフィン膜の特徴

	破断強度 (MPa)	弾性率 (GPa)
プレスフィルム	24.4	0.529
二軸延伸膜 ($DR = 3 \times 3$)	88.6	1.38
透明PPフィルム(市販品)	40	0.5

二軸延伸膜はプレスフィルムに比べて
破断強度・弾性率が約3倍に向上

力学
特性

組成比 (L-P3CH:B-P3CH)	延伸比	破断強度 (MPa)	引張り弾性率 (MPa)	破断伸び (%)
82:18	3×3 二軸延伸膜	31.9	856	200
	4×4 二軸延伸膜	42.5	1141	70
79:21	3×3 二軸延伸膜	88.6	1380	255

透明性

組成比 (L-P3CH:B-P3CH)	延伸比	膜厚 (μm)	曇り度	全光線 透過率	拡散 透過率	平行 透過率
82:18	3×3 二軸延伸膜	66	4.37	91.40	3.99	87.41
	4×4 二軸延伸膜	37	4.57	89.93	4.11	85.82
79:21	3×3 二軸延伸膜	61	4.44	91.63	4.07	87.56

産業利用に向けて

- ・汎用性ポリオレフィン二軸延伸膜として上市されている
ポリプロピレンの融点を上回る170℃以上の高融点
- ・結晶性でありながら、透明かつ強度の高い膜



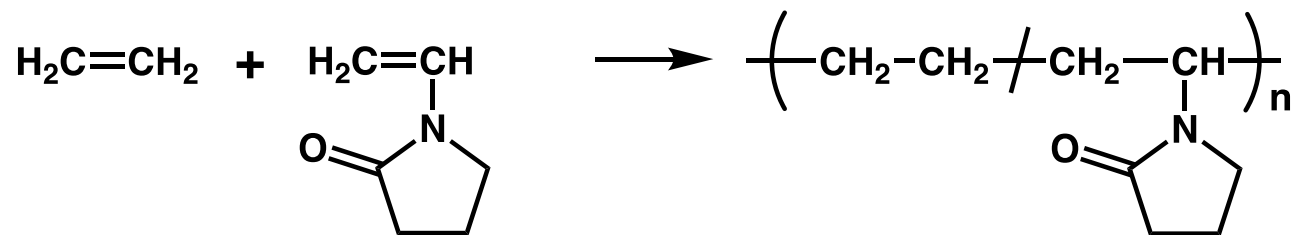
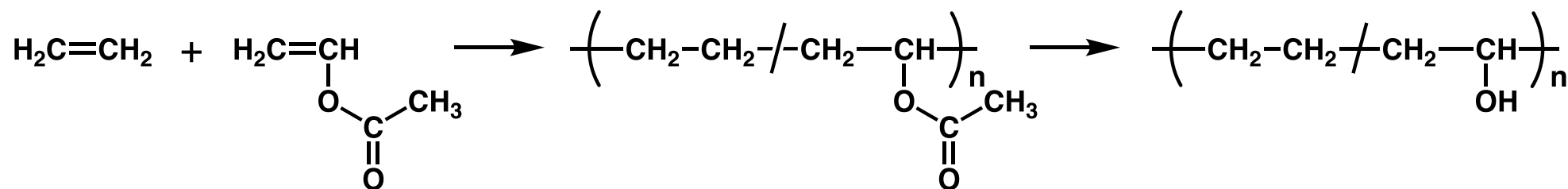
偏光フィルム、保護フィルム、
食品包装用フィルムとしての応用に期待

企業への 期待

- ・環状ポリオレフィン膜の産業利用に興味をもつ企業との共同研究を希望。

極性基の組み込まれたポリオレフィン

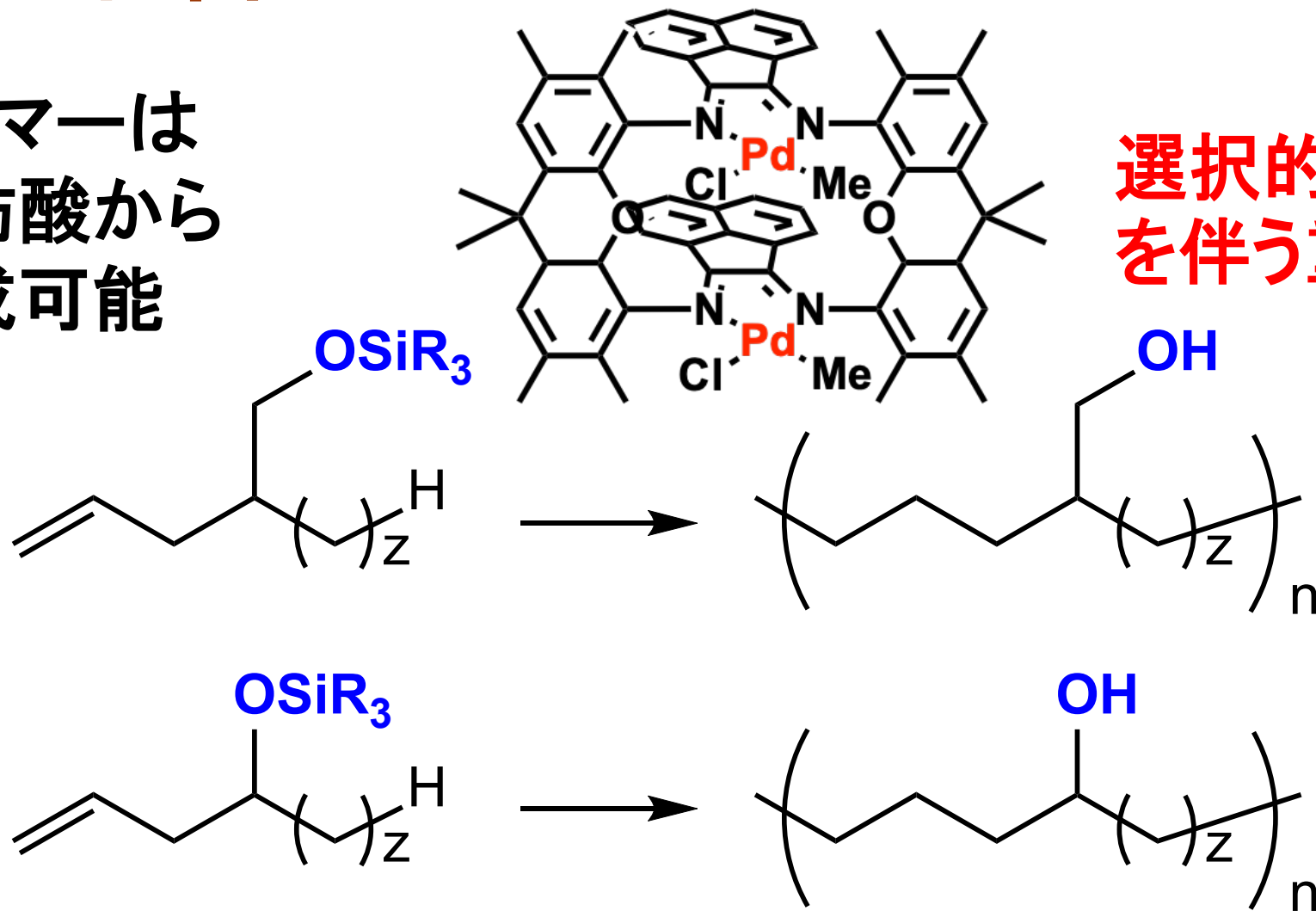
従来エチレンと極性モノマーとの共重合により合成



- ・ 極性モノマーの導入できる範囲には限界あり
- ・ 極性基はポリマー中にランダムに配置

ヒドロキシ基の分布・密度の 制御されたポリオレフィンの合成

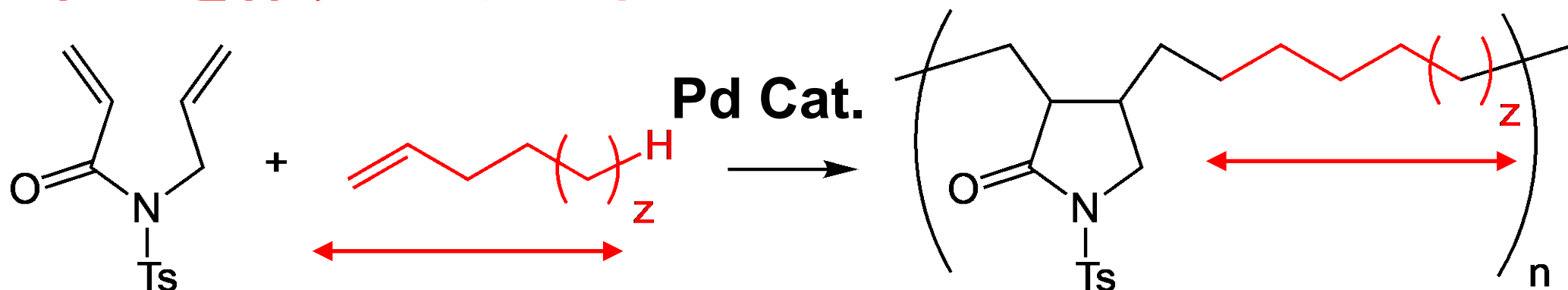
モノマーは
脂肪酸から
合成可能



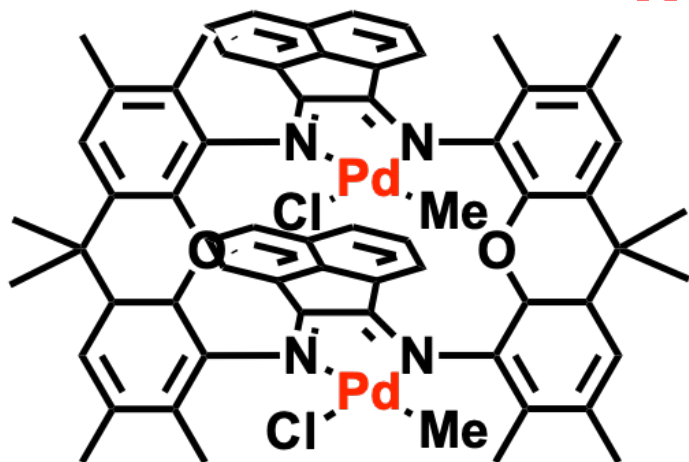
モノマーのアルキル基の種類により
ヒドロキシ基の分布・密度を制御可能

ピロリドン環の分布・密度の 制御されたポリオレフィンの合成

N-アシルアクリルアミドと α -オレフィンとの
異性化を伴う交互共重合

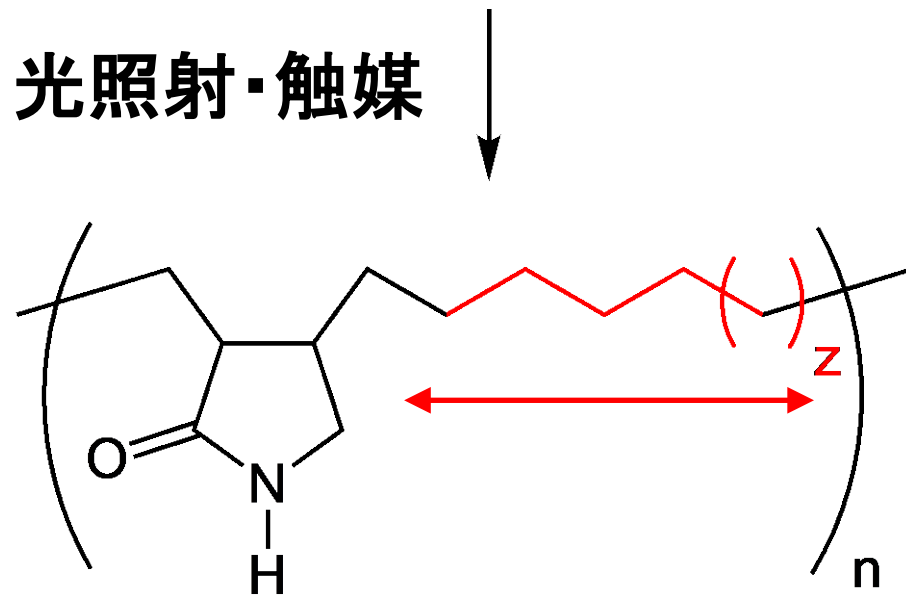


x = 1 - 11



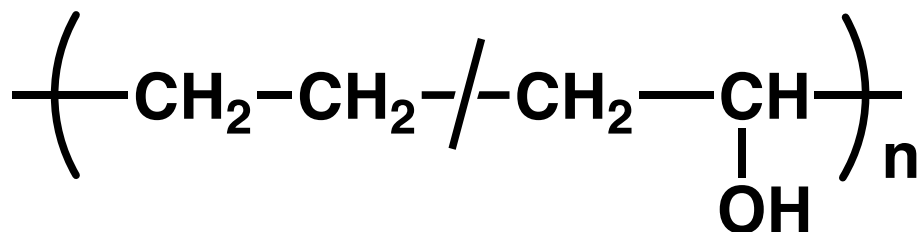
Pd Cat.

光照射・触媒



新技術の特徴・想定される用途

エチレンとビニルアルコール共重合体(EVOH)
(ラジカル重合により合成)



通常エチレンユニットは
50%以下

エチレンービニルアルコール共重合体(EVOH)と
類似の性質とポリエチレンの特性をあわせもつ
高分子材料の可能性。

ピロリドン環含有ポリマーについては、分散剤
としての用途が想定される。

本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称: ポリオレフィン製シートの製造方法
及び超高分子量ポリエチレン
- ・ 出願番号 : PCT/JP2023/018656
- ・ 出願人 : 弘前大学・群馬大学
- ・ 発明の名称: ポリオレフィン製フィルム、ポリオレフィン製延伸
フィルムの製造方法及びポリオレフィン
- ・ 出願番号 : 特願2024-082864
- ・ 出願人 : 弘前大学・群馬大学
- ・ 発明の名称: 極性ポリオレフィン及びその製造方法
- ・ 出願番号 : 特願2024-193373
- ・ 出願人 : 弘前大学

お問い合わせ先

**国立大学法人弘前大学
研究・イノベーション推進機構
産学官連携相談窓口**

TEL: 0172-39-3176

FAX: 0172-39-3921

e-mail: ura@hirosaki-u.ac.jp