

応用技術（ポリ乳酸の巻）

国立大学法人 豊橋技術科学大学 環境・生命工学専攻

大門 裕之

Email ; daimon@ens.tut.ac.jp

Tel/Fax ; 0532-44-6905

G棟 六階 602号室

本研究の構成

ぐつぐつ煮る>>>圧力保持
>>>温度・時間

① ポリ乳酸から乳酸の回収

ポリ乳酸

水熱反応

乳酸

分解物

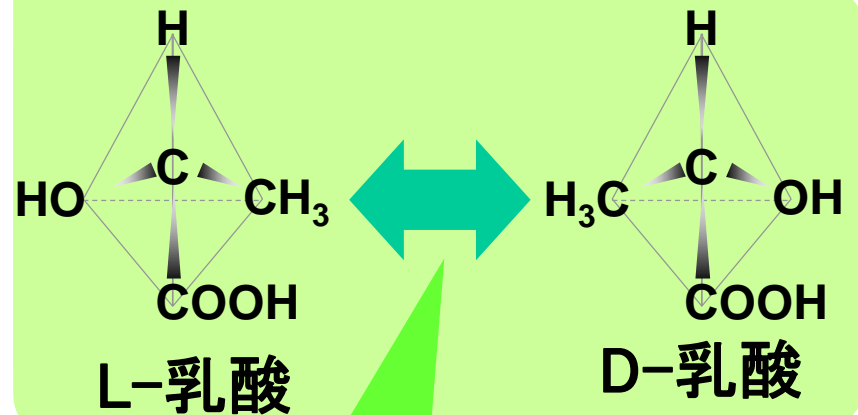
物性の向上

- 添加物(難燃剤、充填剤等)
ケナフ、触媒

他の高分子との併用

- 混合物(石油由来プラスチック)

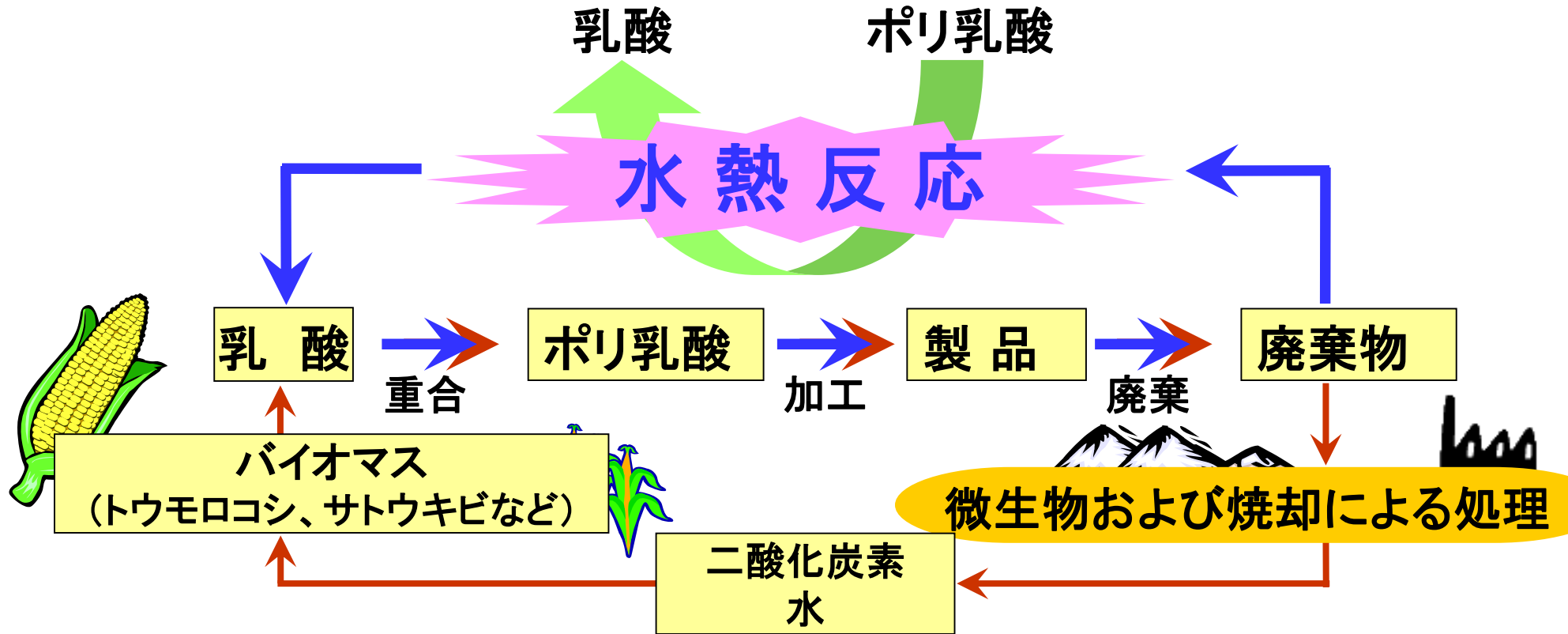
② 乳酸の分解・副生成物



③ 光学異性化反応

④ 混合物の影響

ポリ乳酸のケミカルリサイクル促進技術の開発



● 既存の課題

- ・植物由来であるため食料生産との競合
- ・生分解速度とカーボンニュートラルの正当性
- ・ポリ乳酸の原料を輸入に頼っている
- ・大量生産、大量消費、大量廃棄の助長

● ケミカルリサイクルの利点

- ・食料生産との競合問題の軽減
- ・CO₂排出量の低減
- ・輸入に頼らない産業の構築
- ・循環利用の促進

ポリ乳酸ケミカルリサイクルの課題



バイオマス

枯渇しない安定供給可能な
エネルギー資源か？

三井化学: 汎用樹脂
トヨタ: ケナフ・クレイ

抽出

デンプン

乳酸発酵

乳酸

重合

ポリ乳酸

- 光学純度の問題は？
- 添加剤、混合物の影響は？
- 総合的な評価は？

ケミカルリサイクル

分解

加工

製品化

CO₂



焼却・コンポスト

農業資材など
回収が困難な物

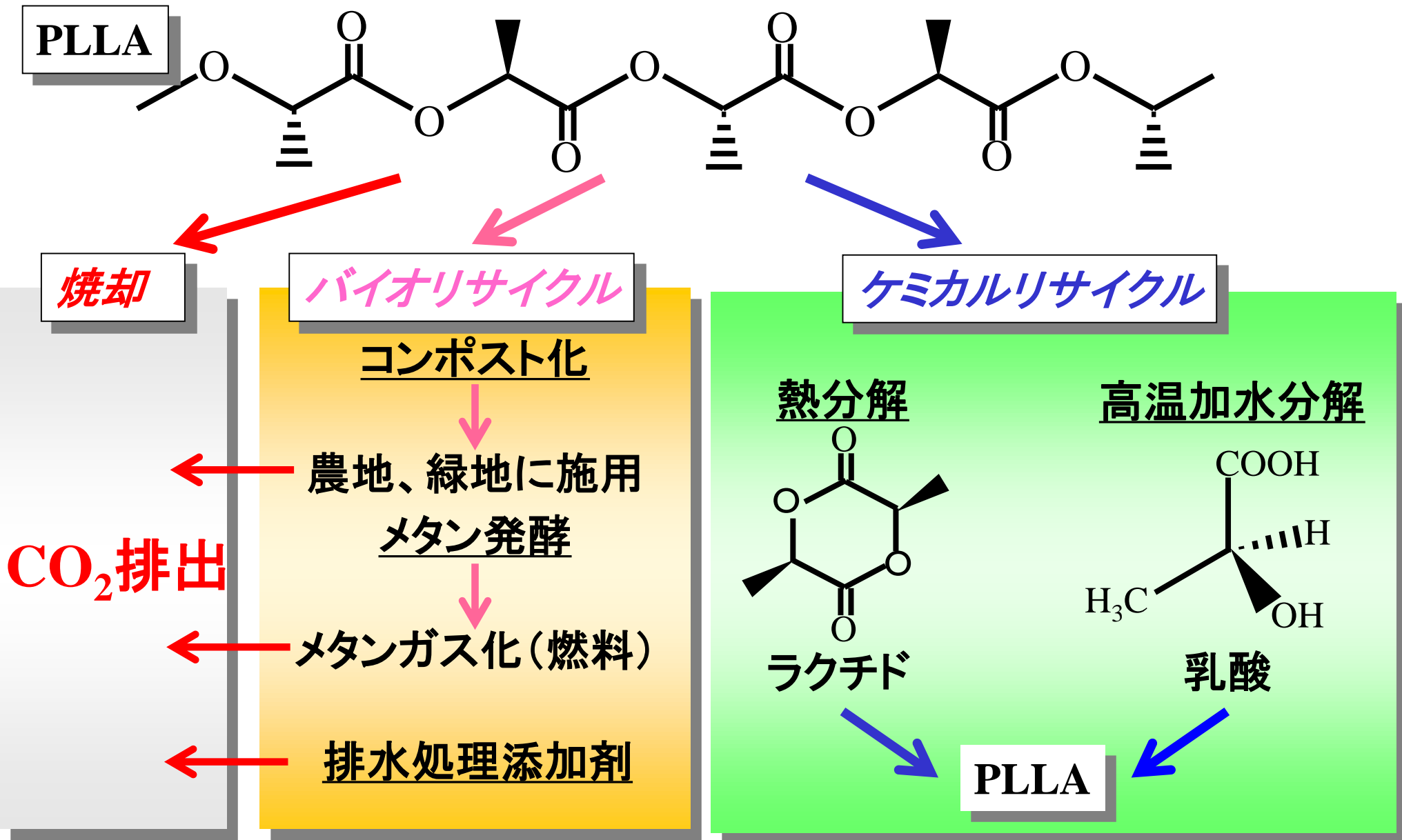


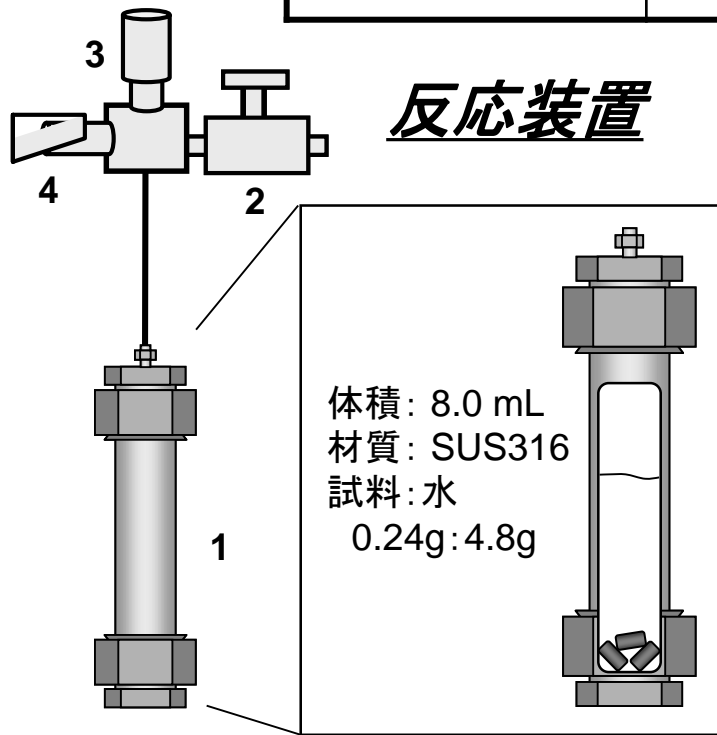
図2 ポリ乳酸の処理（利用）方法

実験方法

試料: ポリ乳酸 (L体: 98%、分子量: 2.0×10^5 、融点: 約 175°C)

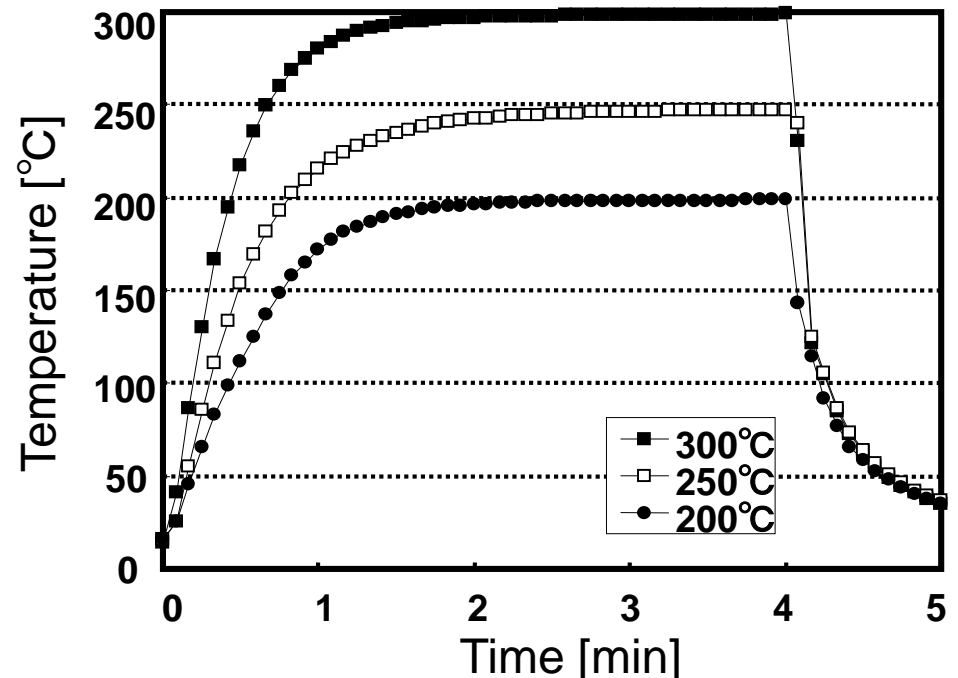
反応条件:

反応温度	反応時間	反応圧力	試料: 水
$180 \sim 300^\circ\text{C}$	1 ~ 180min	$1.0 \sim 8.6\text{MPa}$	0.24g:4.8g



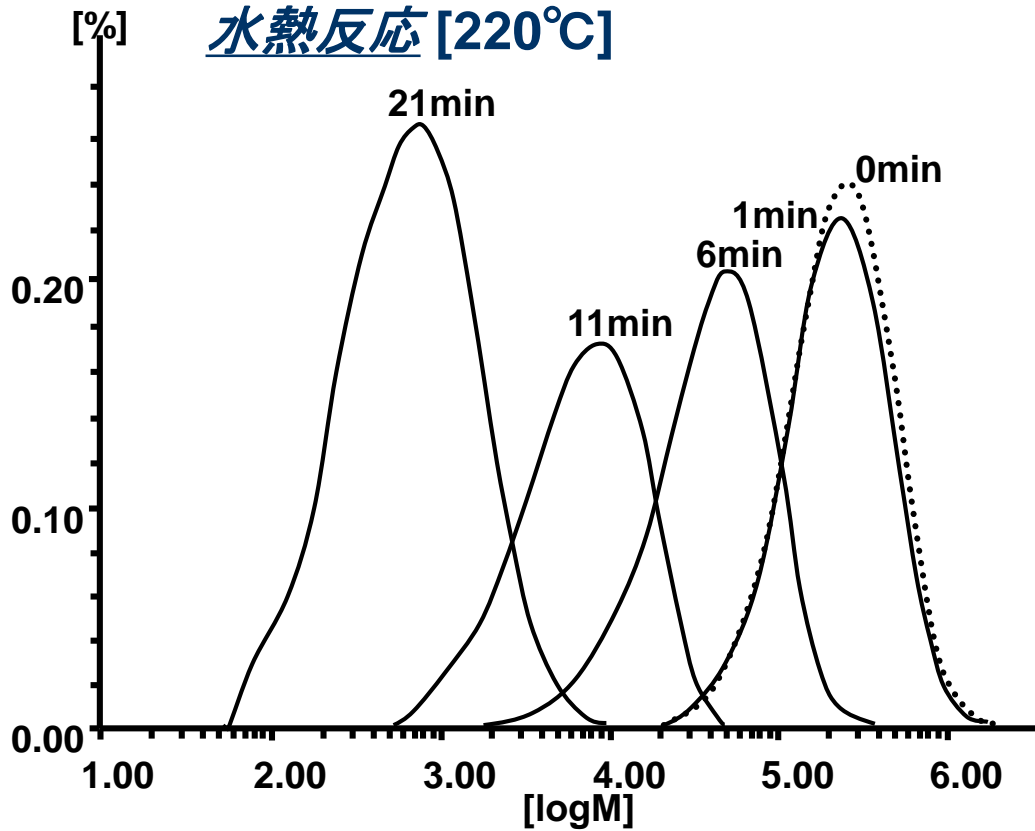
1. Reactor 2. Stop valve
3. Pressure sensor 4. Safety valve

反応容器内の温度履歴

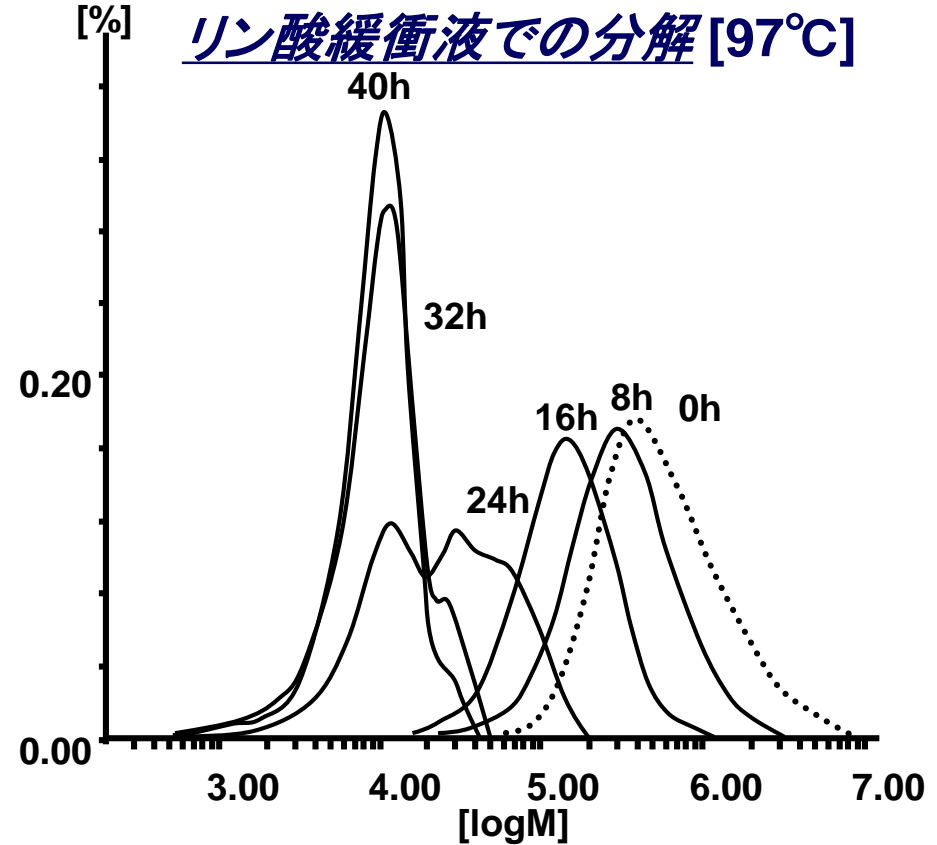


ポリ乳酸の分子量変化の比較

水熱反応 [220°C]

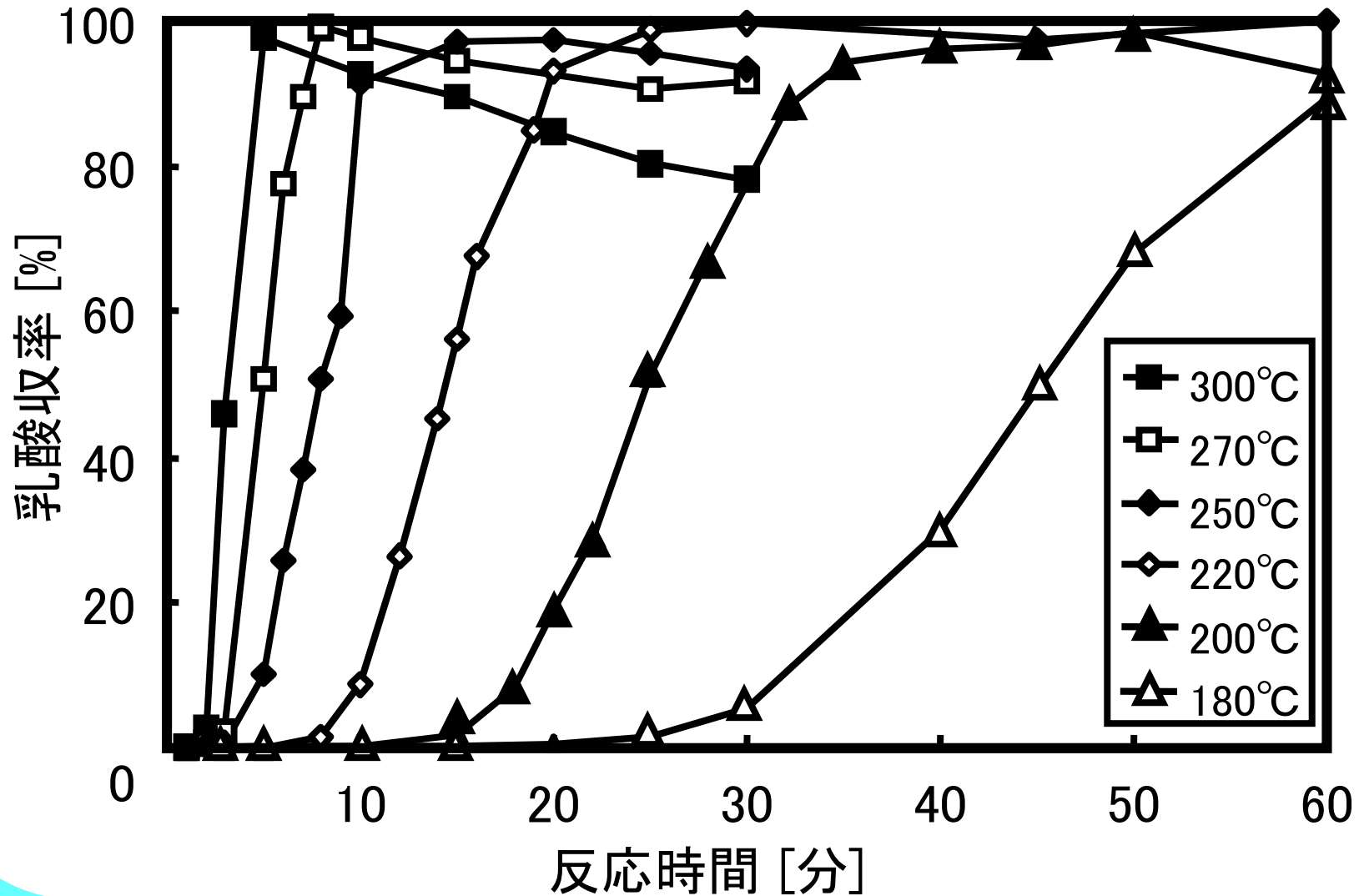


リン酸緩衝液中での分解 [97°C]

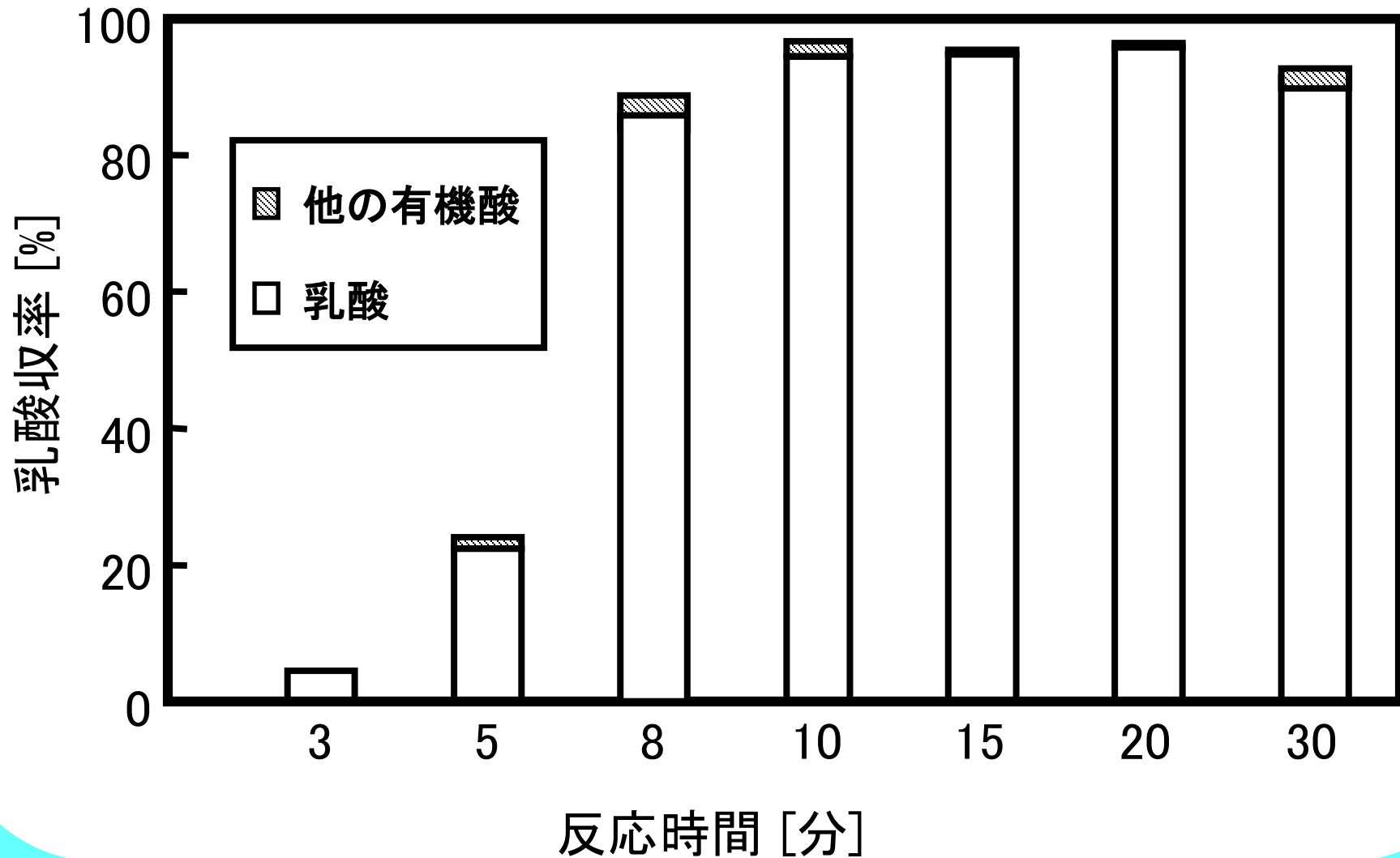


リン酸緩衝液中では結晶領域が残存
水熱反応では均一に分子量低下

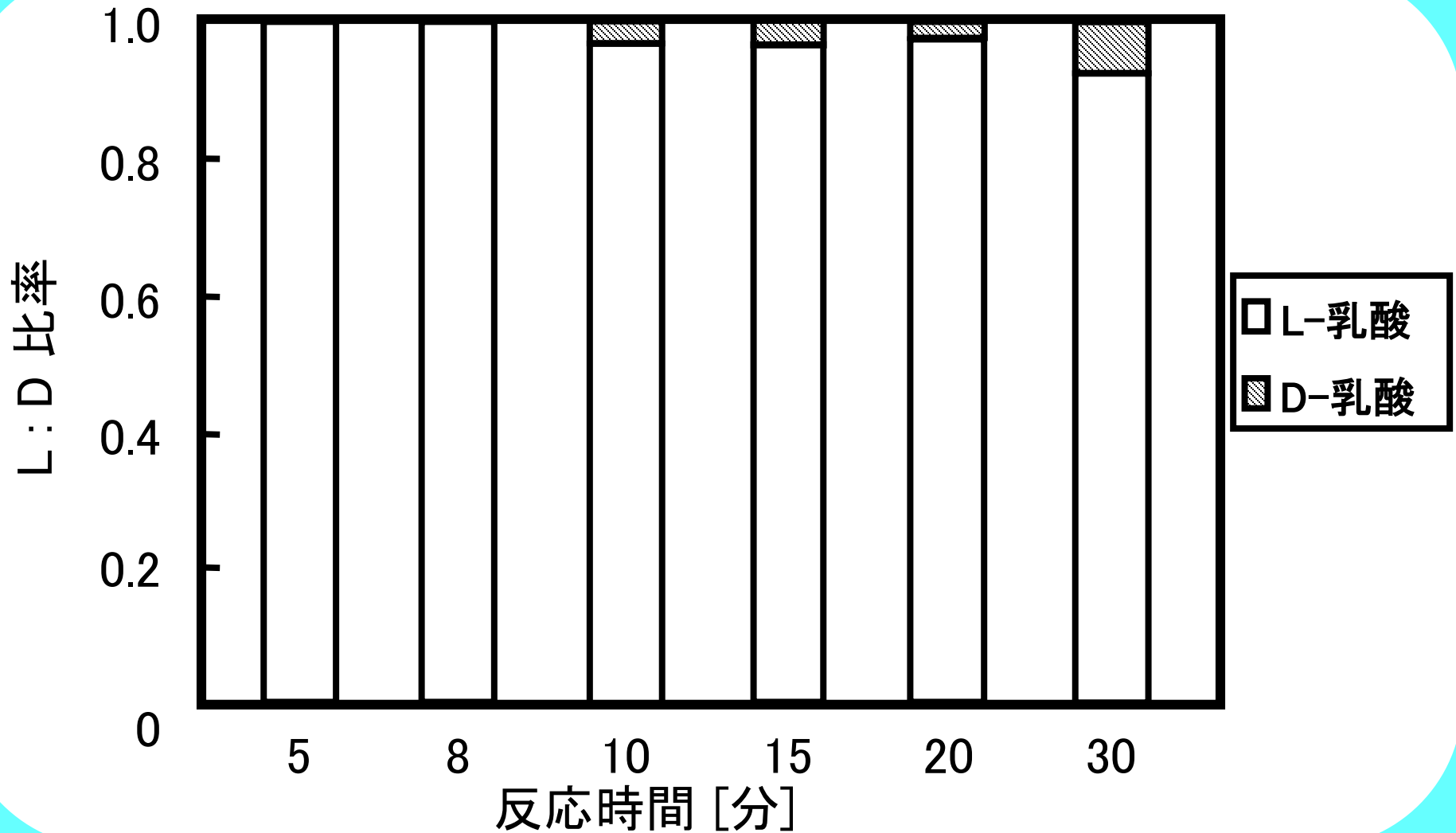
反応温度と時間が乳酸収率に与える影響



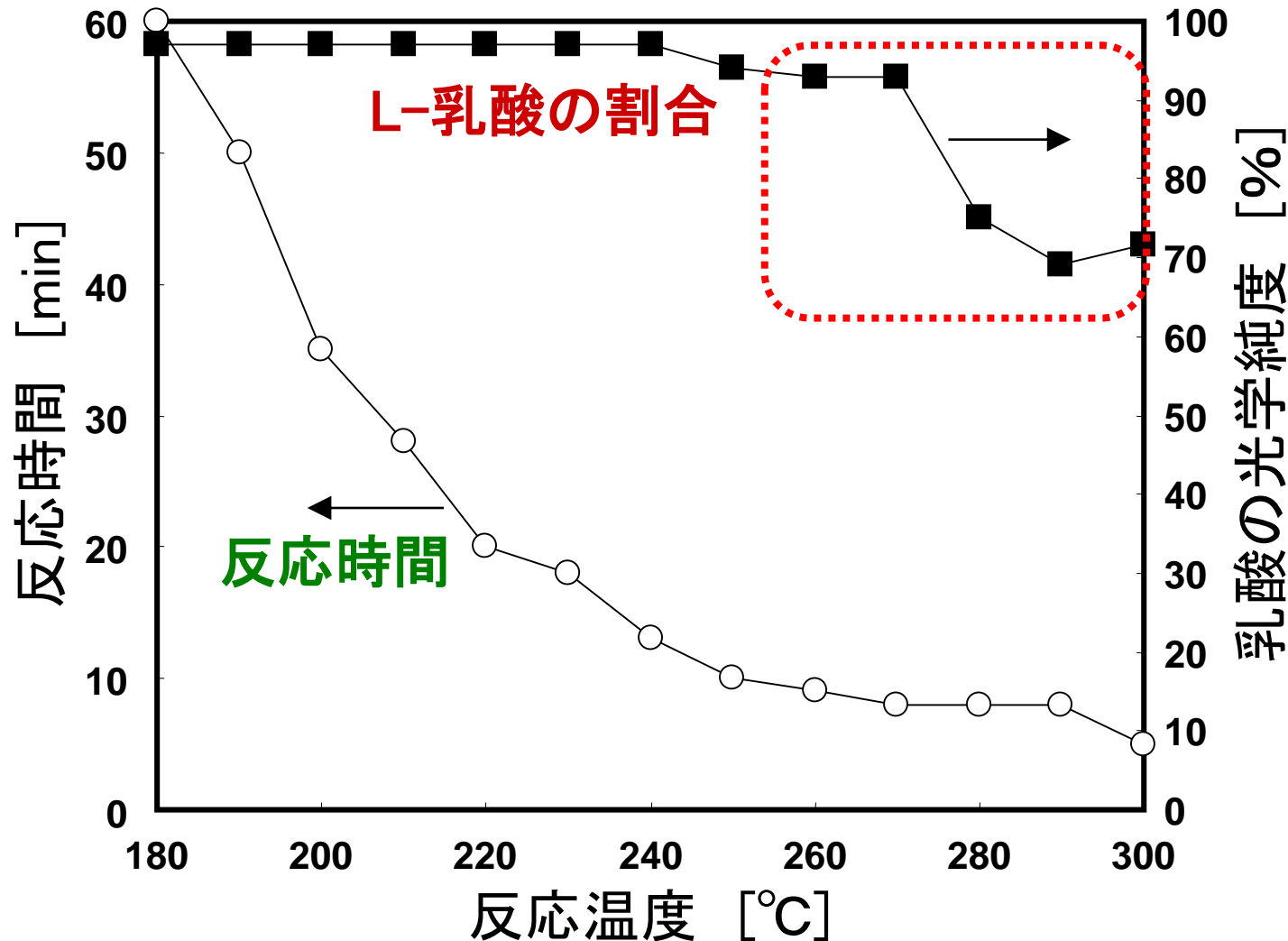
250°Cにおける乳酸と副生成物の関係



250°Cにおける乳酸の光学純度



各反応条件において得られる乳酸の光学純度



反応時間：
各反応温度において
乳酸回収率が90%に
到達する時間

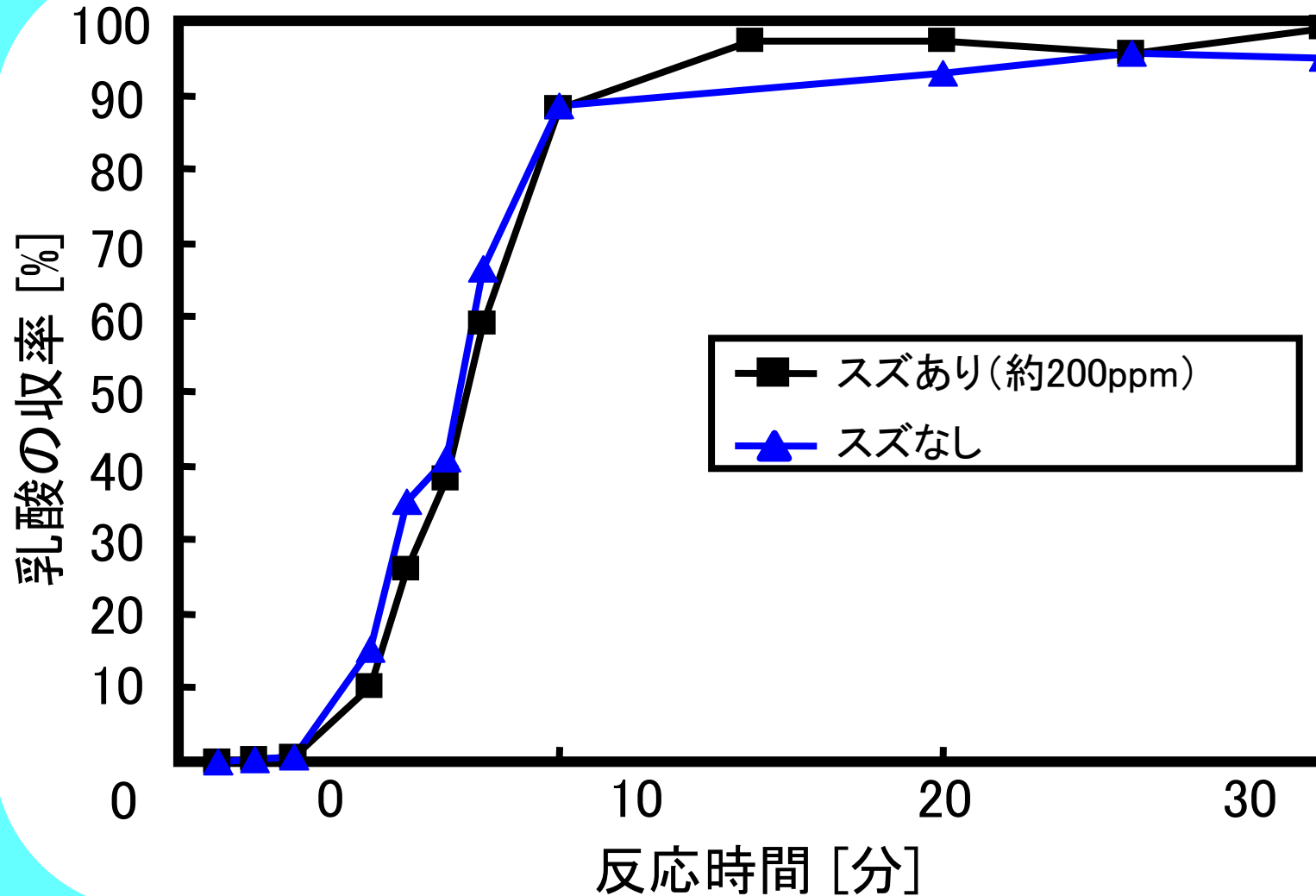
・高温領域でD-乳酸
の生成を確認



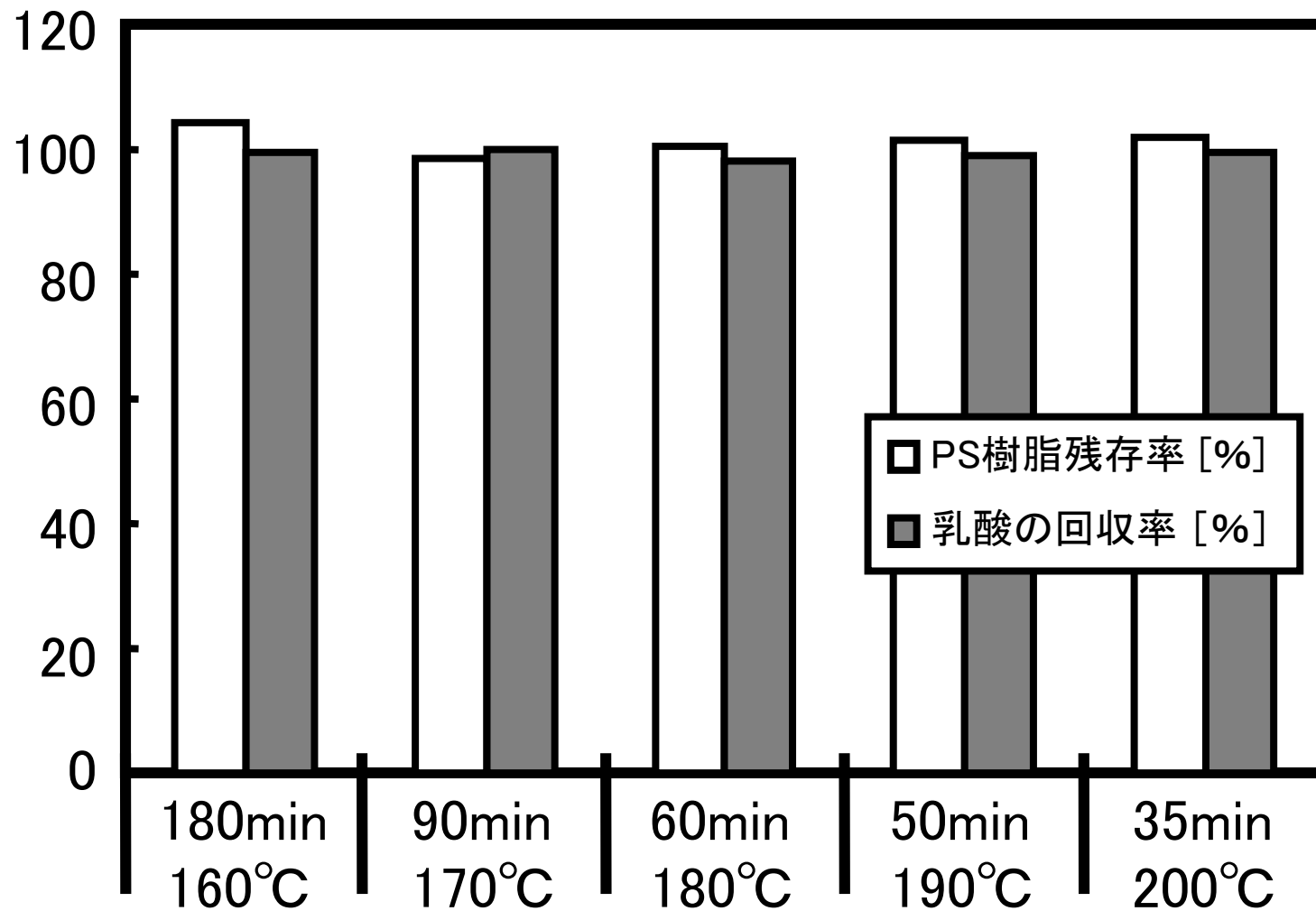
240°C以下の反応
温度によって、
ポリ乳酸から
L-乳酸のみを
高収率で回収可能

試料の分子量 : 130,000~200,000

乳酸の収率に対するポリ乳酸の精製の影響 (250°C)

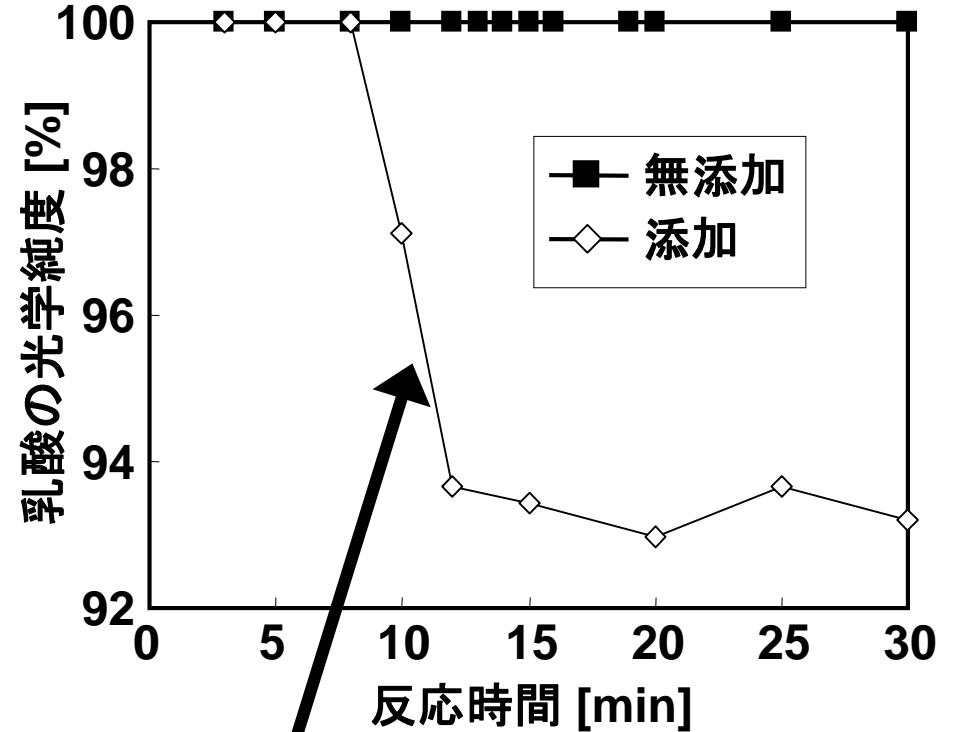
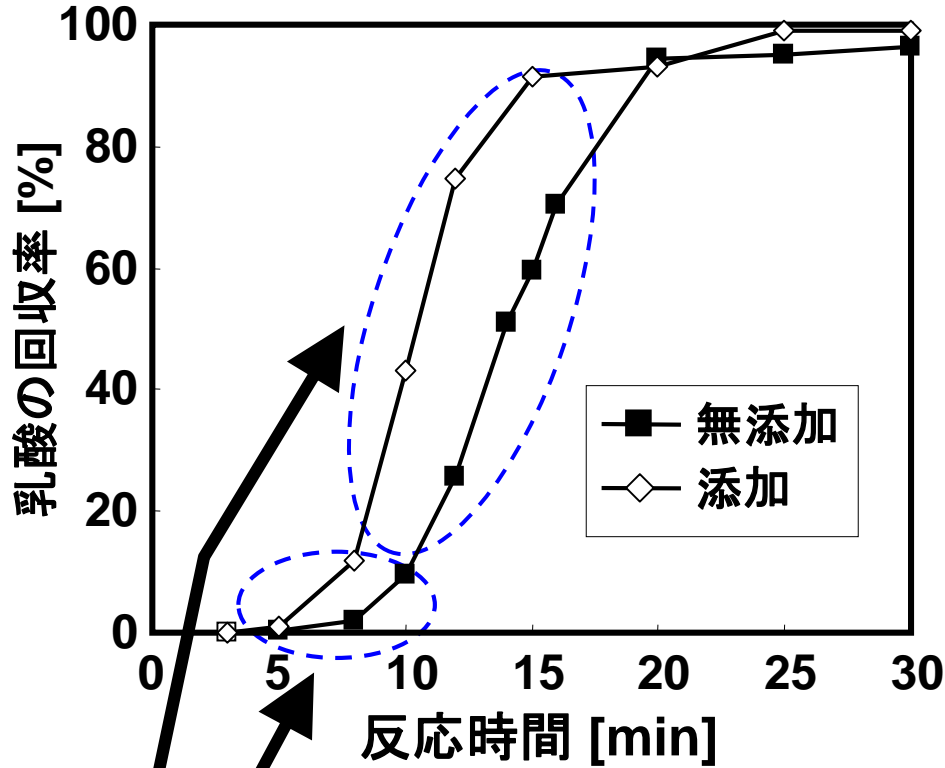


PS樹脂を混合物として加えた場合のPS樹脂の残存率と乳酸の回収率



混合物の乳酸回収への影響（水酸化アルミニウム）

反応条件：温度220°C、圧力2.3MPa、添加量40wt%

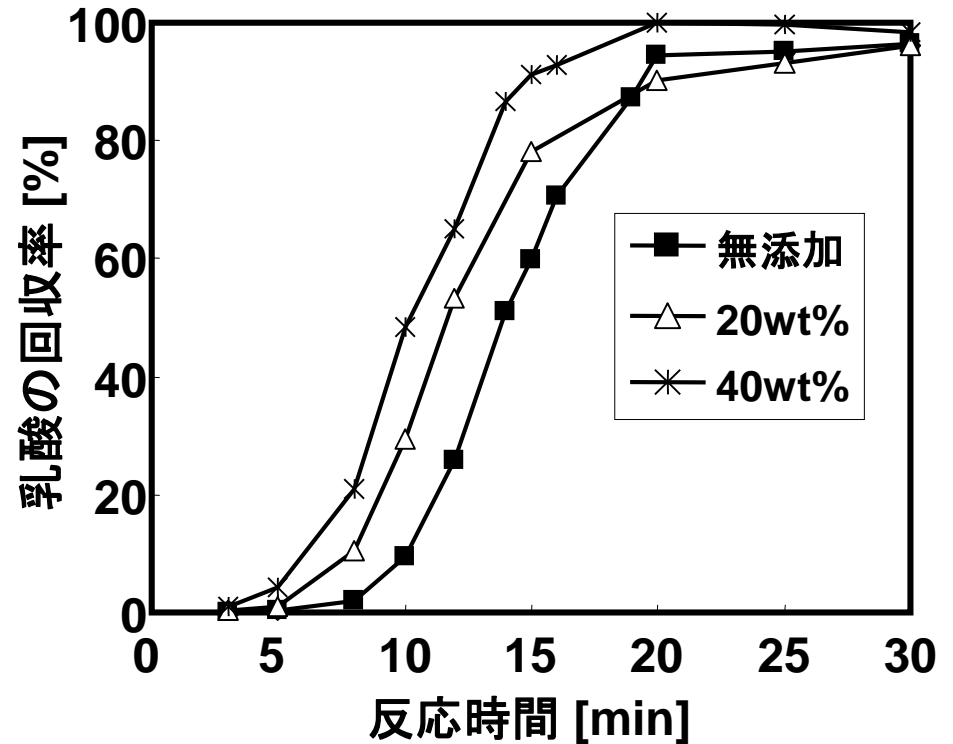
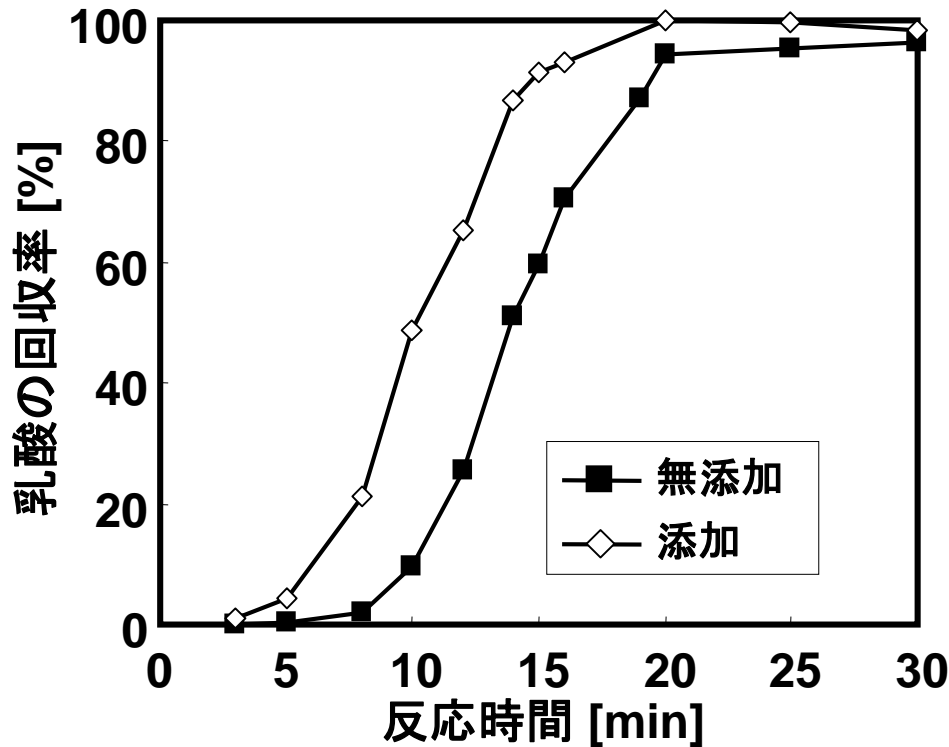


立ち上がり部分の違い
乳酸生成速度の違い
→ポリ乳酸の加水分解を促進

光学純度の低下
→加水分解の促進が原因

混合物の乳酸回収への影響(ケイ酸マグネシウム)

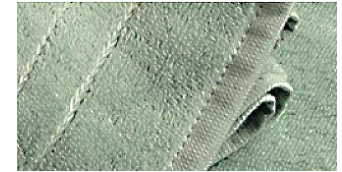
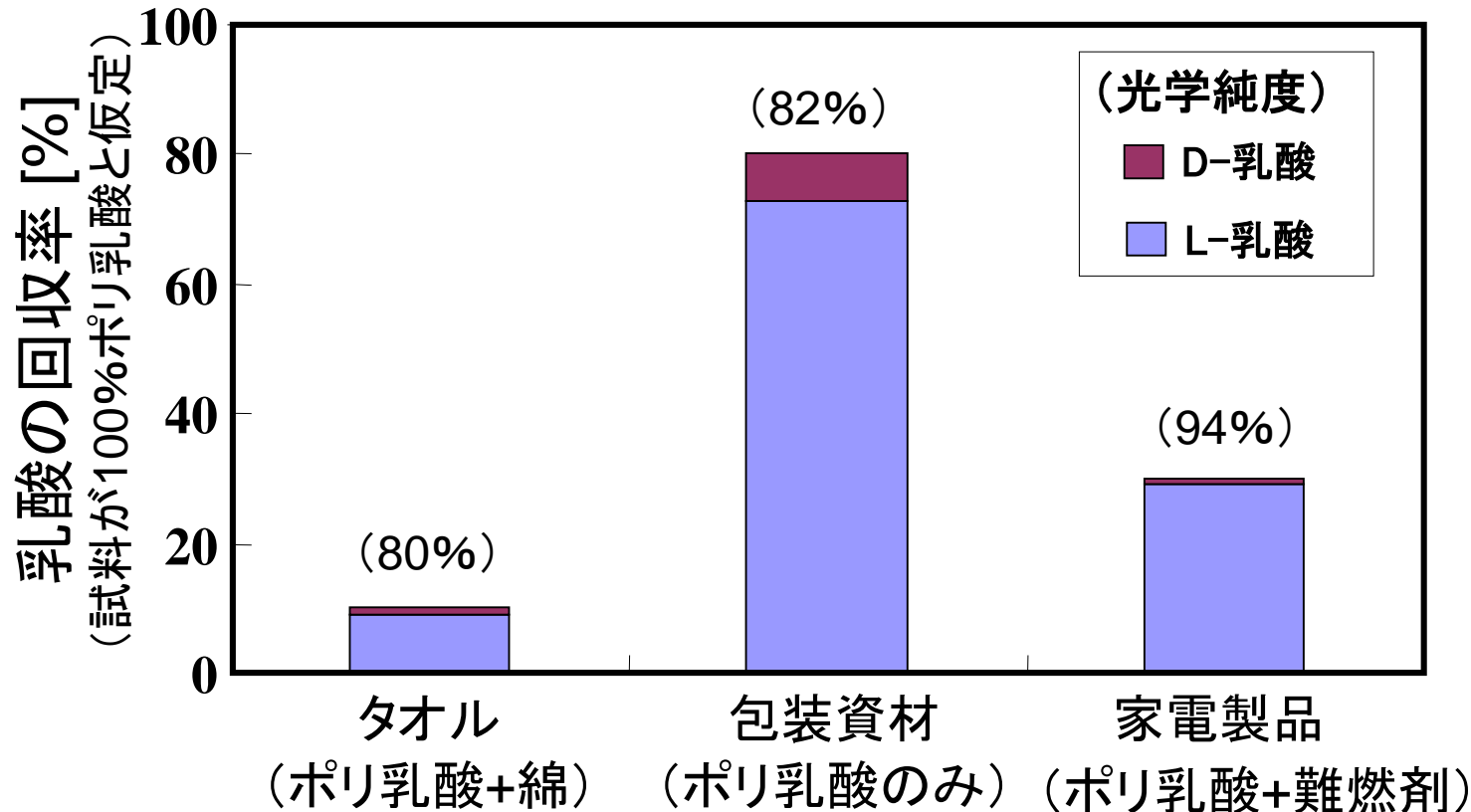
反応条件: 温度220°C、圧力2.3MPa



- 乳酸生成を促進(添加量の影響あり)
- 乳酸の光学純度に影響なし

実際の製品からの乳酸回収結果

反応条件: 温度: 220°C、時間: 20分、圧力: 2.3MPa



タオル



包装資材



家電製品

○各製品から乳酸回収が可能 ○光学純度の低下を確認
→ 詳細な添加剤の影響の検討が必要

まとめ

①ポリ乳酸から乳酸の生成:ランダム分解、ピルビン酸

○160~250°Cで95%以上と高い収率が得られる

○ポリ乳酸の物性には収率は影響を受けない

○添加剤の影響を受けない

○PET、PSとの分離が容易>>>多分、ケナフとも

②乳酸の光学純度

○220°C以下の温度において、光学純度の低下を抑制

純度の高いモノマーを高い回収率で
回収することが可能

既存の分離、精製方法の使用(検討中)

啓蒙活動
の
よい教材

バイオマス由来の生分解性プラスチックとしてだけでなく
リサイクル性の高いプラスチックとして期待

>>>循環型社会構築促進材料

だから分別回収を!

カーギル・ダウ  トヨタ  → ポリ乳酸

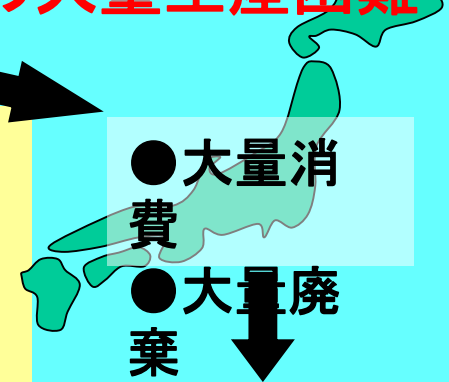
国内での大量生産困難

植物生産に必要なもの

- 水：約50～100t/t - 植物
- エネルギー：石油由来
- 肥料：石油由来
- 農耕地と人

将来：

- 水不足・異常気象・地球温暖化
- 人口増加
- 食糧問題
(コーンの0.05%、35万トン)



二酸化炭素

エコピア社会を作るためには

- LCA評価の見直し
- 意識の向上
- ポリ乳酸の循環利用
- 国内での生産

現在：

- 化石燃料の枯渇？
- 最終処分場の不足？

ポリ乳酸の原料

- 食品加工残渣や廃水
- セルロースやヘミセルロース
>>> 複数の起源(三井化学)

国内では、お米より生産(環境省)

● 京都議定書（2005年2月発効）：米国、中国、インド

2025年 世界的大干ばつ、民族大移動

エイズ問題、ハイパーインフレ、大地震

原油の寿命と植物資源の枯渇性

● ゼロエミッション（循環利用と発生源制御）

● 叡智を結集した材料（切り札）でも
パーフェクトではない！

● 街頭募金と同じ？

>>> 未来を拓く材料

>>> **新しい倫理（文化）**の構築