

生分解性プラスチックを機能材料へ

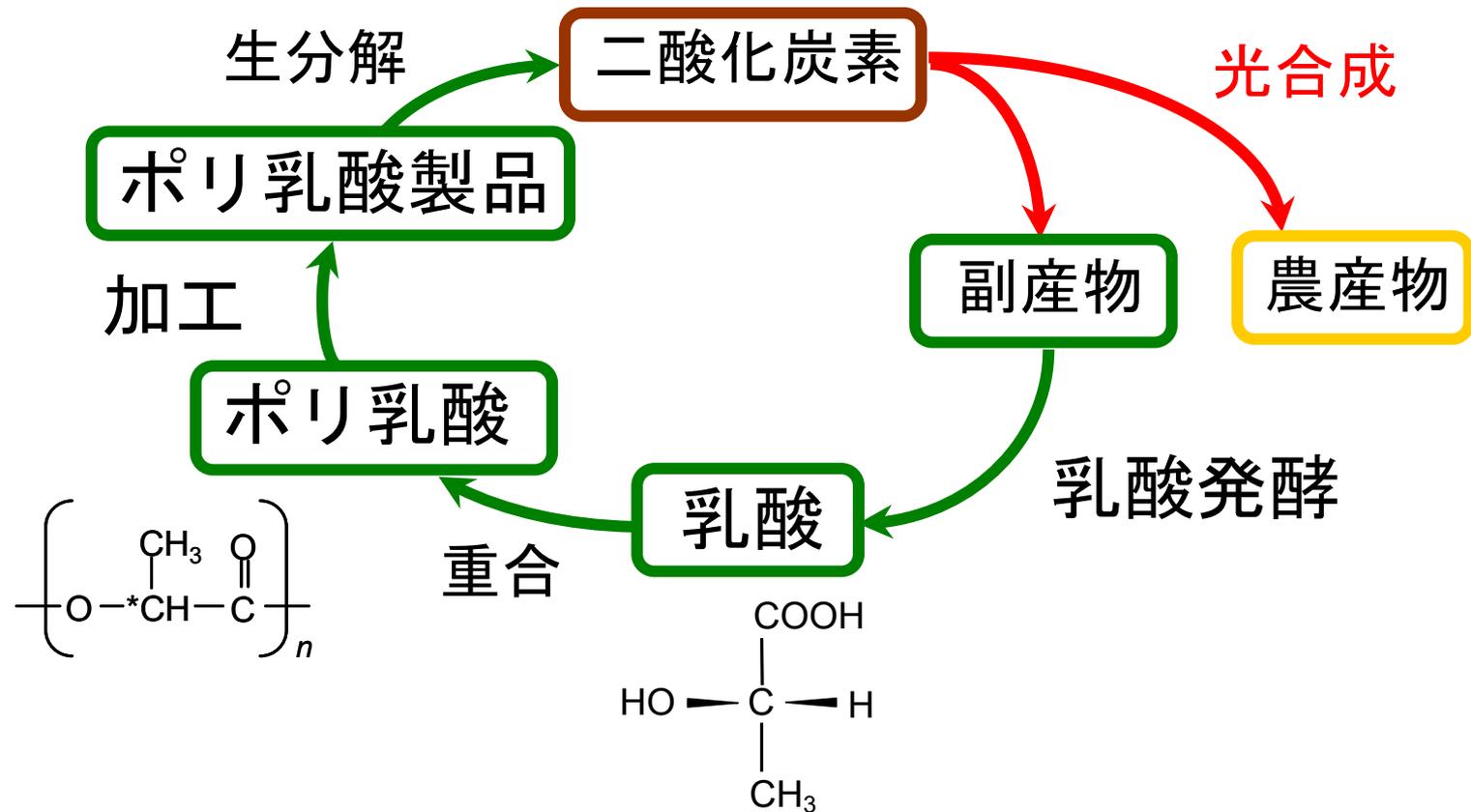
新潟大学・工学部工学科・材料科学プログラム 田中孝明

参考動画: <https://www.youtube.com/watch?v=rVMJm68-W3k>

1. 生分解性プラスチックと産業・環境との関わり
2. 生分解性プラスチック製の機能材料
3. 生分解性プラスチックの多孔質化
4. 多孔質化・複合化による機能材料の開発

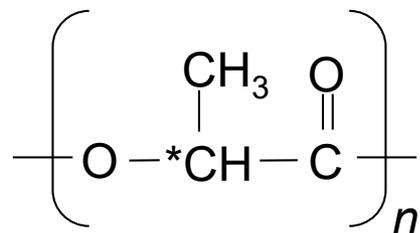


1. 生分解性プラスチックと 産業・環境との関わり

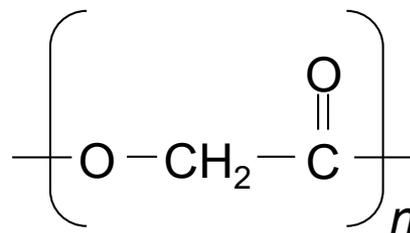


生分解性プラスチックの例

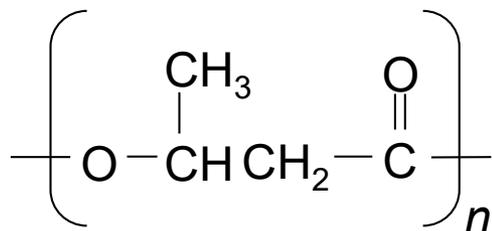
バイオマスプラスチック



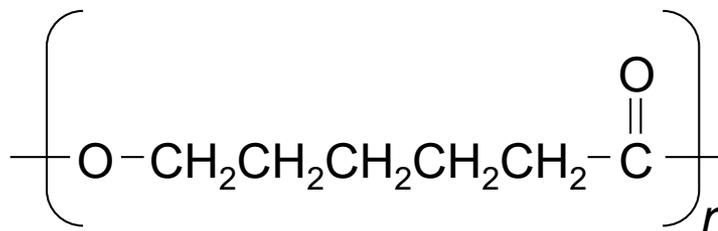
(a) ポリ乳酸 (PLLA)



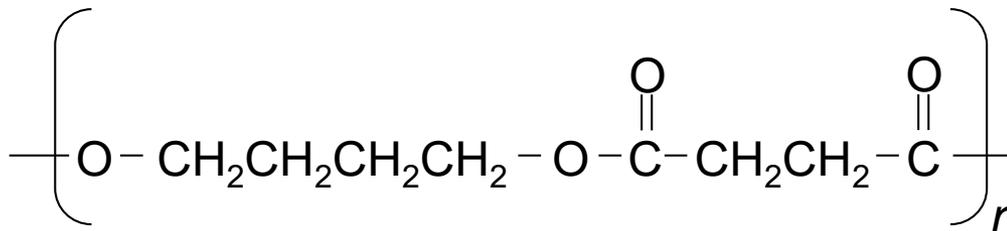
(b) ポリグリコール酸 (PGA)



(c) ポリヒドロキシ酪酸 (PHB)



(d) ポリカプロラクトン (PCL)



(e) ポリブチレンサクシネート (PBS)



2. 生分解性プラスチック製の機能材料

医療用途

- ・手術糸
- ・骨固定材料
- ・再生医療用材料

環境用途

- ・食器・トレー
- ・ゴミ袋
- ・農業用マルチフィルム
- ・自動車部品
- ・電子機器筐体



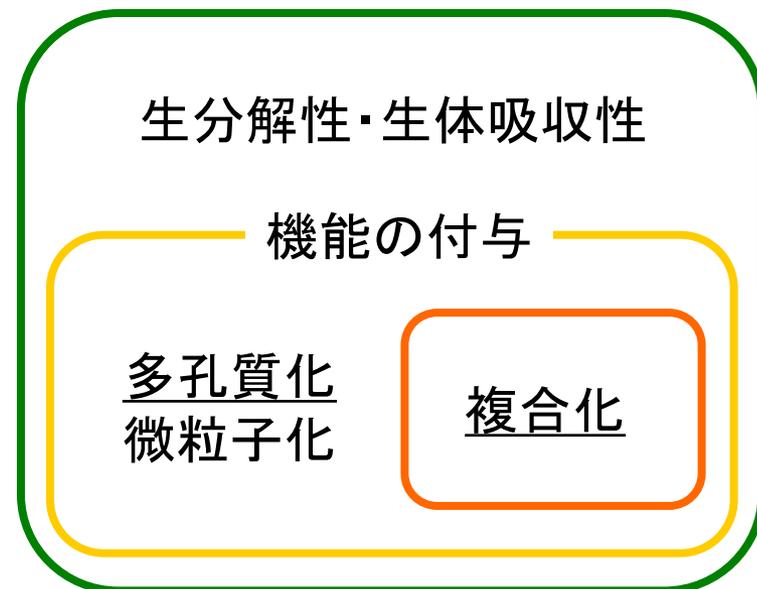
生分解性プラスチック製品の高性能化

強度・耐熱性

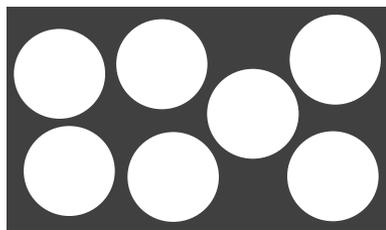
- ・ 繊維・無機材料との複合化
- ・ 結晶化度の向上
- ・ ステレオコンプレックス (ポリ乳酸)

機能性

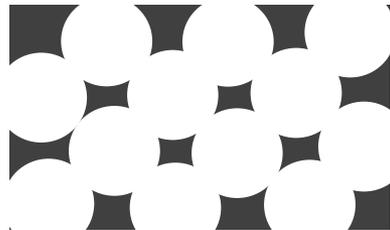
- ・ 多孔質化
- ・ 微粒子化
- ・ 生体関連物質との複合化
- ・ ゲルとの複合化



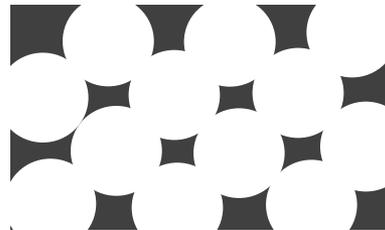
多孔質構造の分類の例



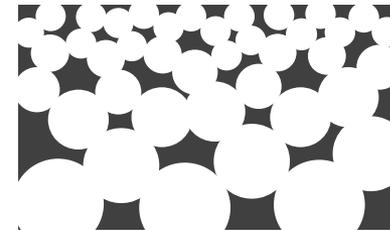
(a) Closed cell type
(≡ 独立孔型)



(b) Open cell type
(≡ 連通孔型)



(a) Symmetric type
(対称型)



(b) Asymmetric type
(非対称型)

孔の連結状態による分類

多孔質構造の対称性による分類



3. 生分解性プラスチックの多孔質化

多孔質化の目的

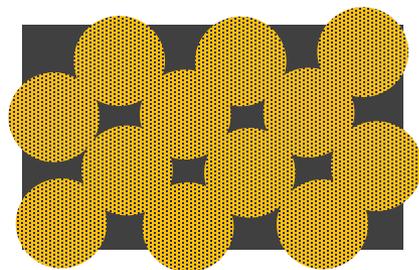
- ・軽量化
- ・内表面の拡大(再生医療用足場材料)
- ・分離機能

多孔質化の方法

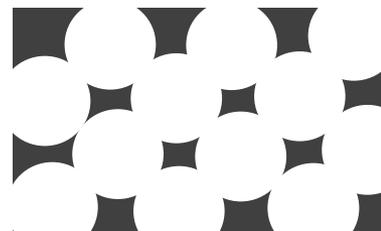
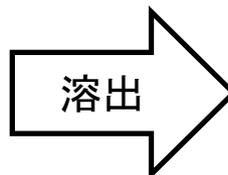
- ・ポロジェン法(塩との複合体から塩を溶出)
- ・発泡法
- ・相分離法
 - 非溶媒誘起相分離法
 - 熱誘起相分離法



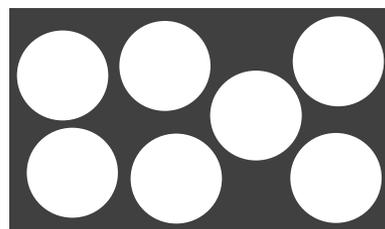
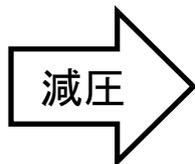
ポロジェン法の原理



ポロジェンの混合

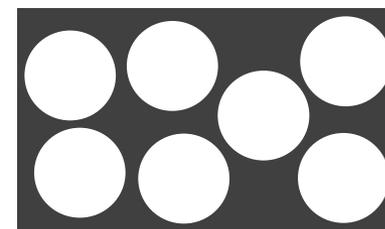


発泡法の原理



ガスの溶解
(高温・高圧)

(a) 物理的発泡

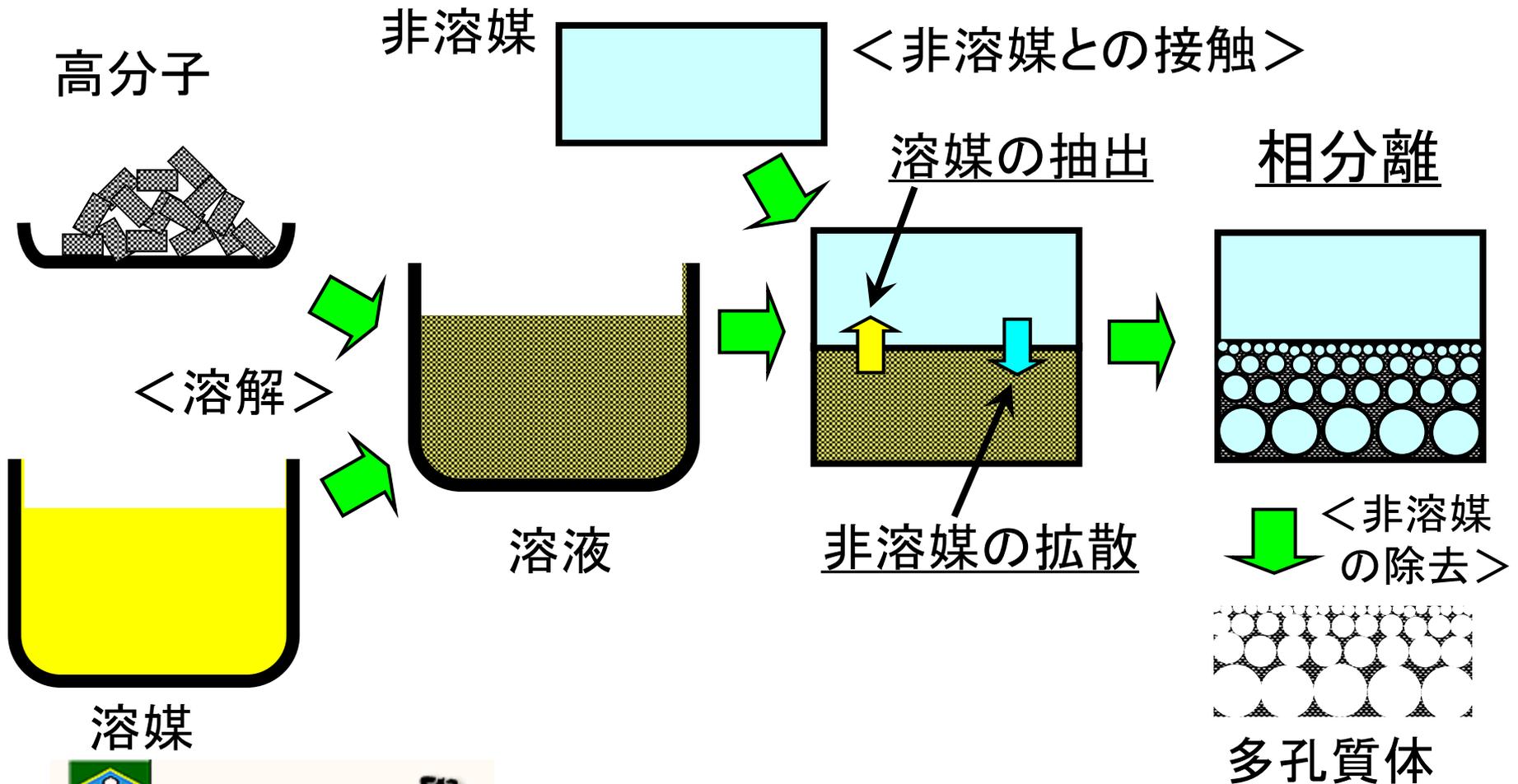


化学発泡剤
の混合

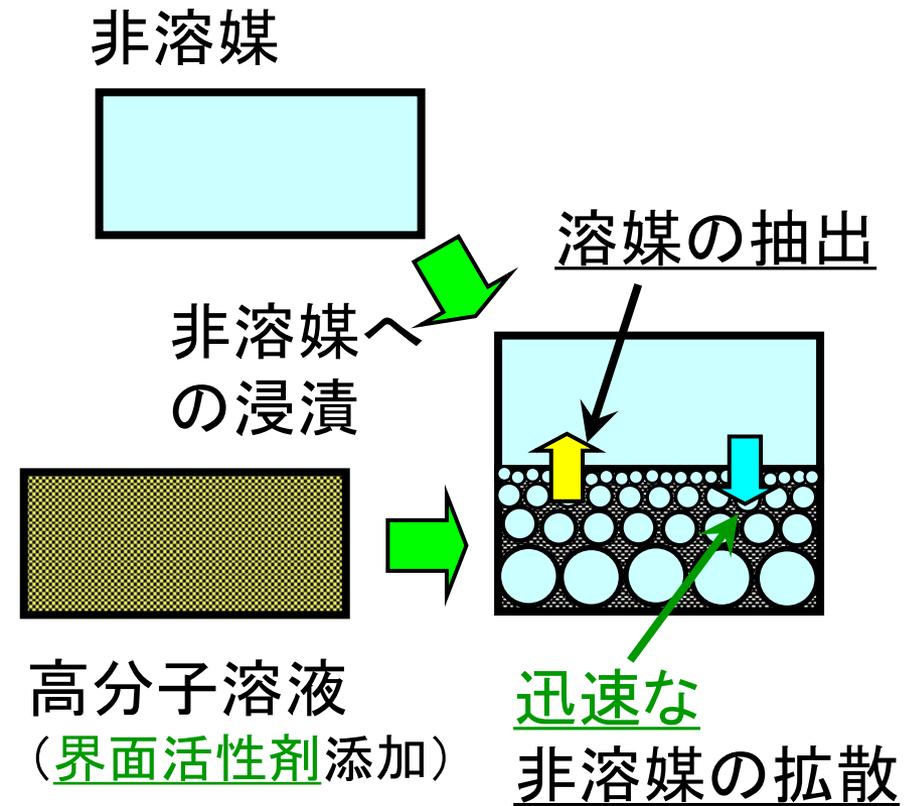
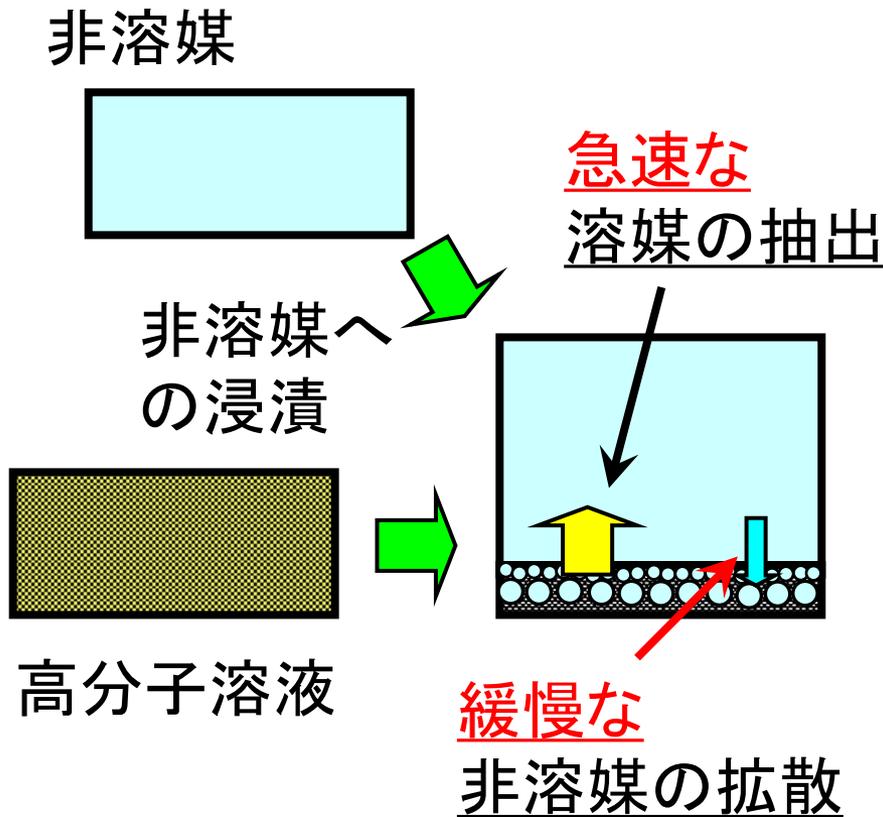
(b) 化学的発泡



非溶媒誘起相分離法の原理



界面活性剤を用いる非溶媒誘起相分離法

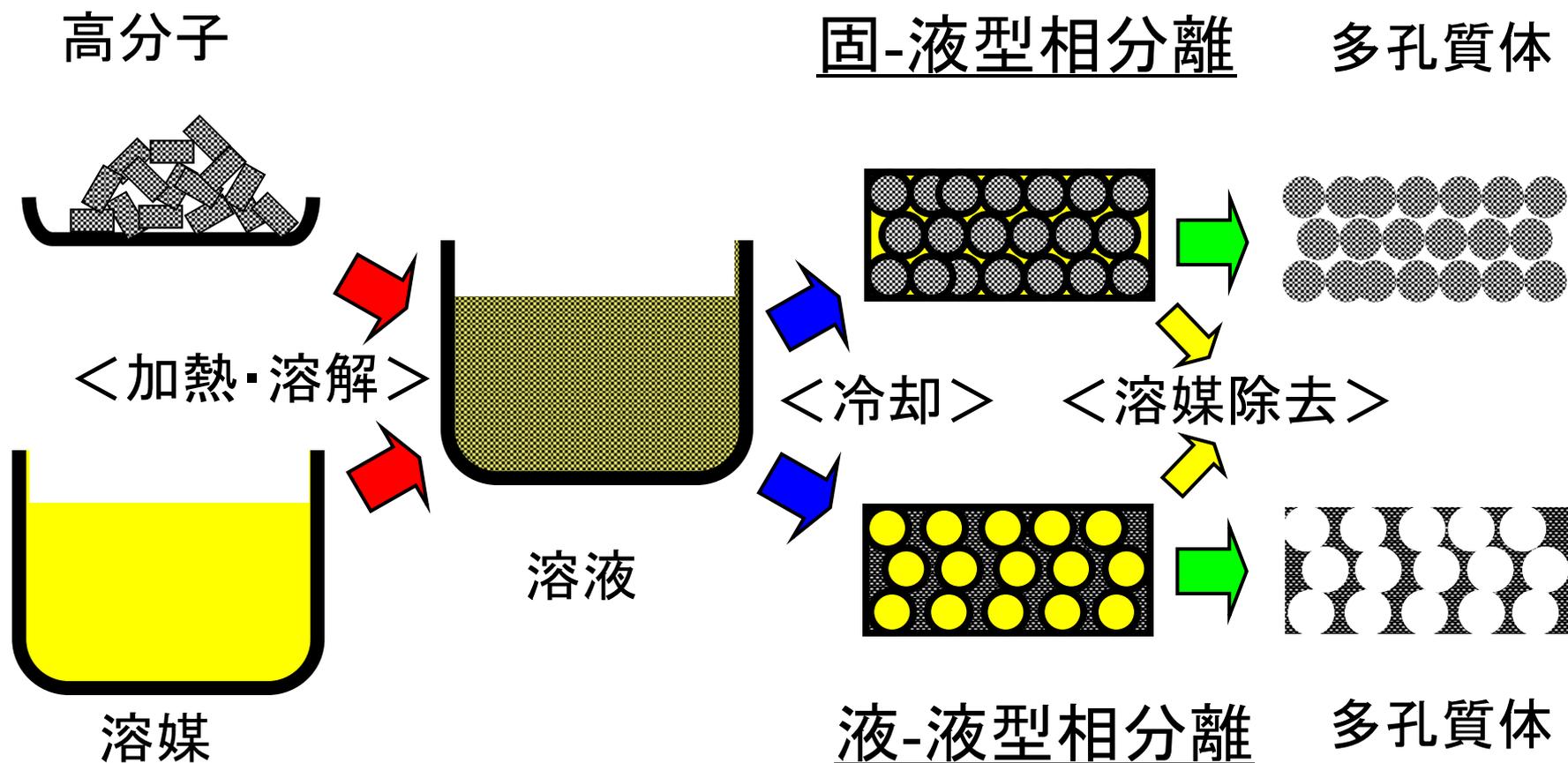


非溶媒誘起相分離法

界面活性剤を用いる
非溶媒誘起相分離法



熱誘起相分離法の原理



溶媒

溶液

固-液型相分離

多孔質体

液-液型相分離

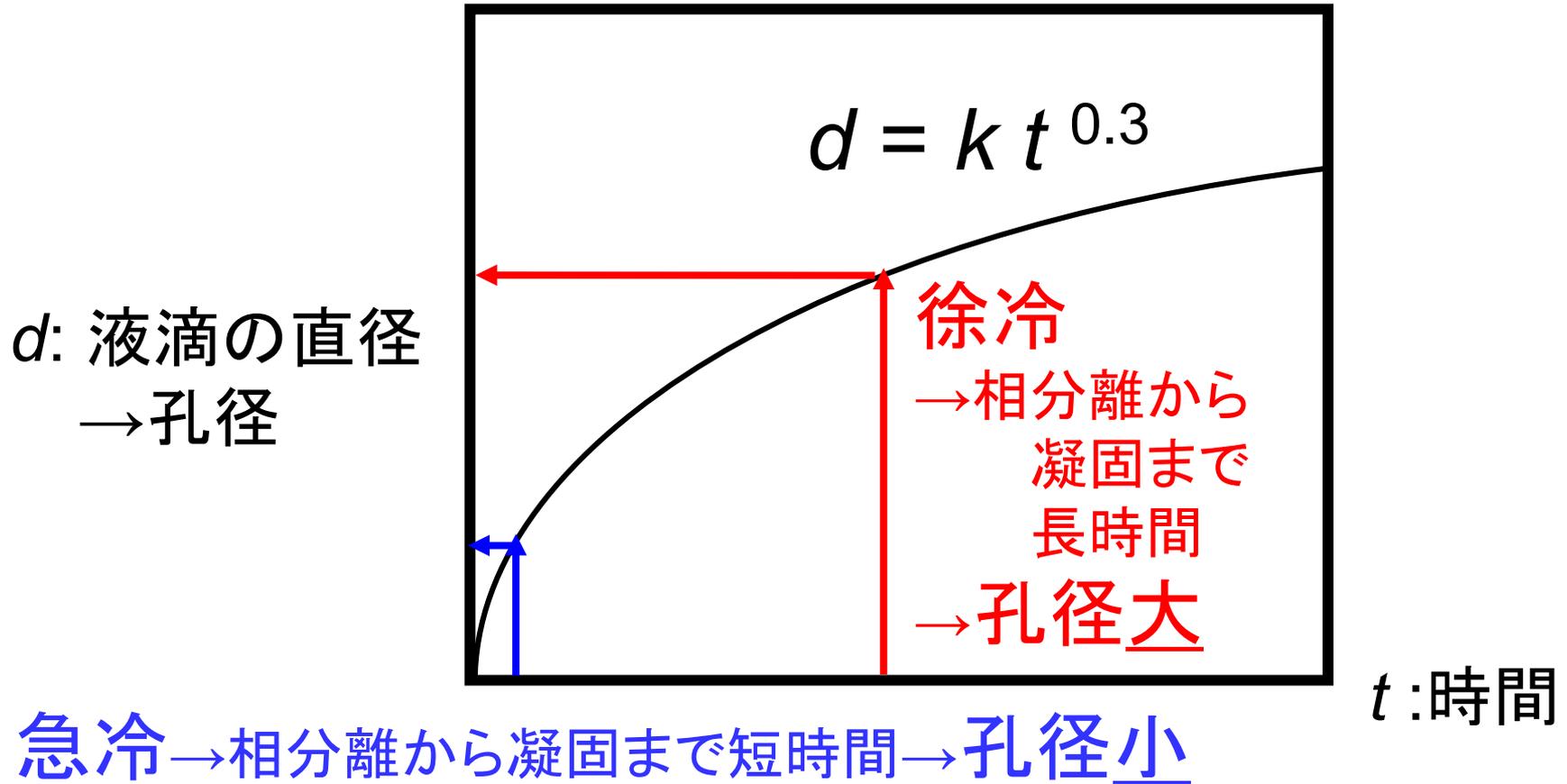
多孔質体

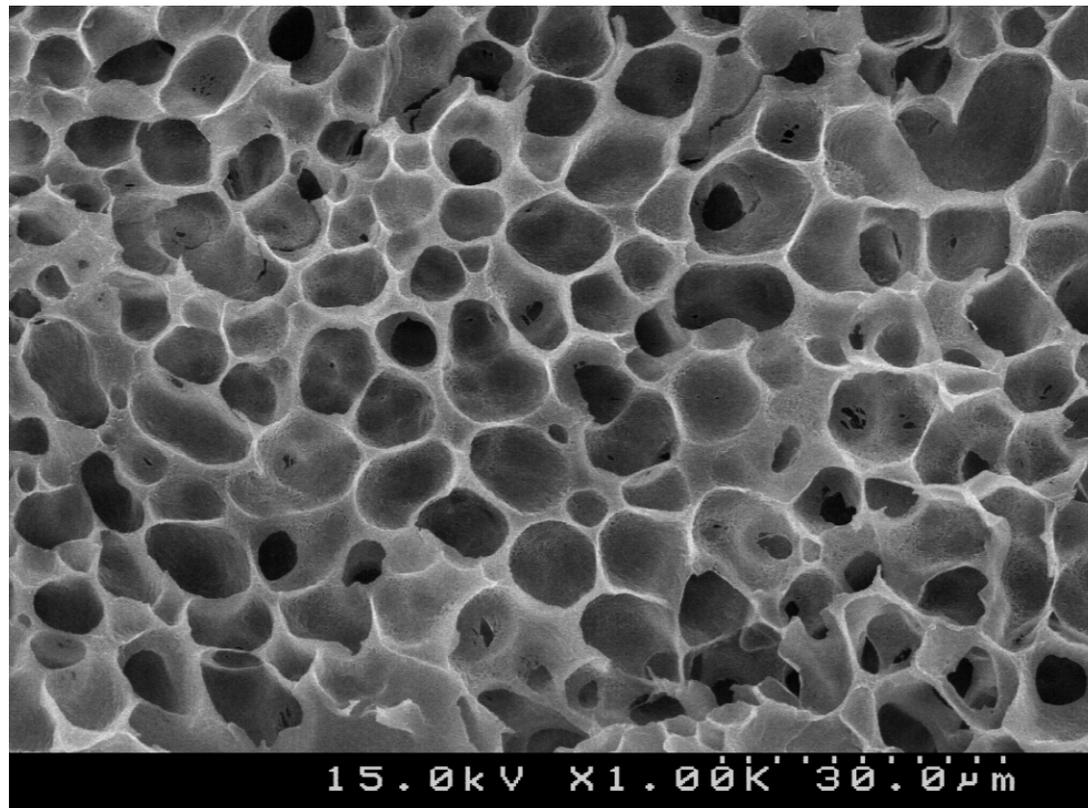


温度変化による孔径制御

$$d \propto t^\lambda$$
$$\lambda \sim 0.3$$

d : 液滴の直径;
 t : 相分離開始からの時間.





液-液型熱誘起相分離法で作製した ポリ乳酸多孔質材料

溶媒: 1,4-ジオキサン-水-混合溶媒 (87:13);
高分子濃度: 10%。冷却方法: 50°C → 0°C x 60分間。

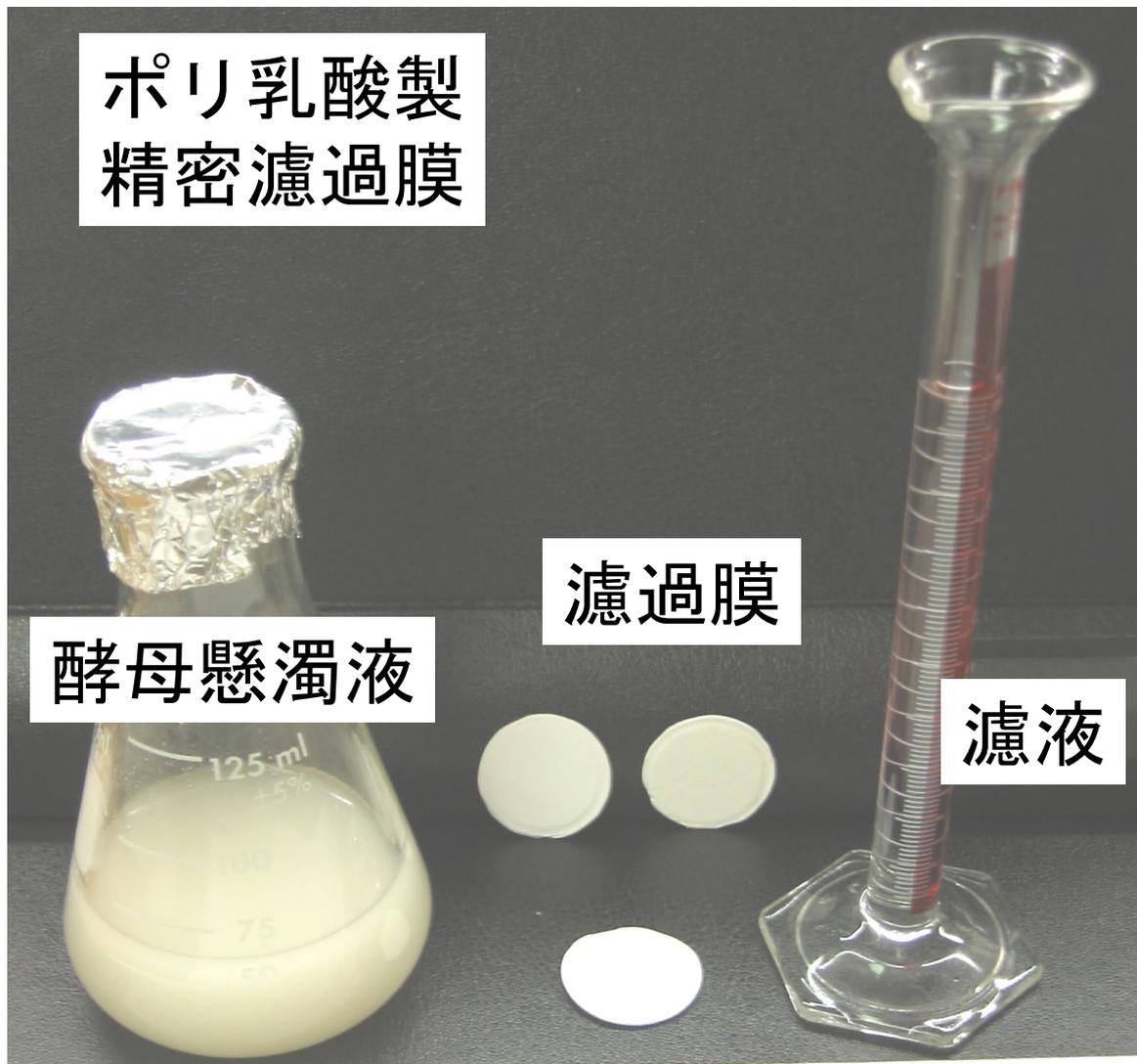


ポリ乳酸多孔質 材料の応用例

濾過膜

目詰まり後に
コンポスト
(堆肥) 化処理

→ 環境に優しい
濾過プロセス



Yeast suspension
(10 kg-dry yeast powder m^{-3})

PLLA membranes permeate

PLLA membrane 34A, Takaaki Tanaka, March 3, 2003.



新潟大学

4. 多孔質化・複合化による 機能材料の開発

分離材料

生分解性ポリマーブレンド多孔質膜

再生医療用材料

足場材料・多孔質膜(GTR)

薬物送達システム用材料

ゲル材料・生体関連材料との複合化



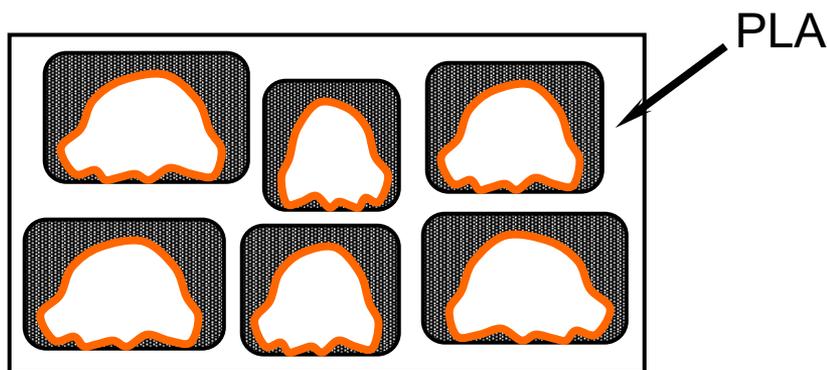
再生医療用の足場材料・分離材料

ポリ乳酸多孔質体

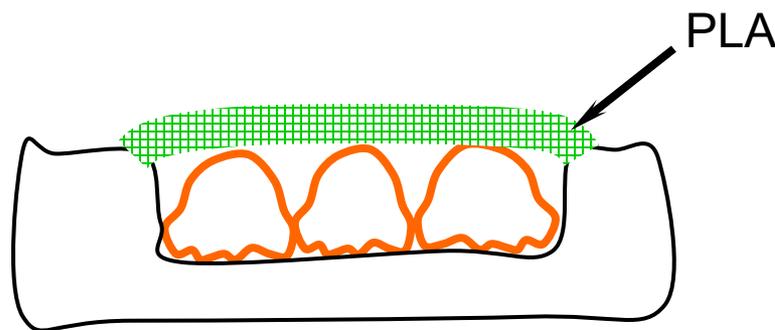
乳酸-グリコール酸共重合体の多孔質体



生体内で分解・吸収される再生医療用の足場材料
(組織の再生には細胞を保持する支持体が必要)

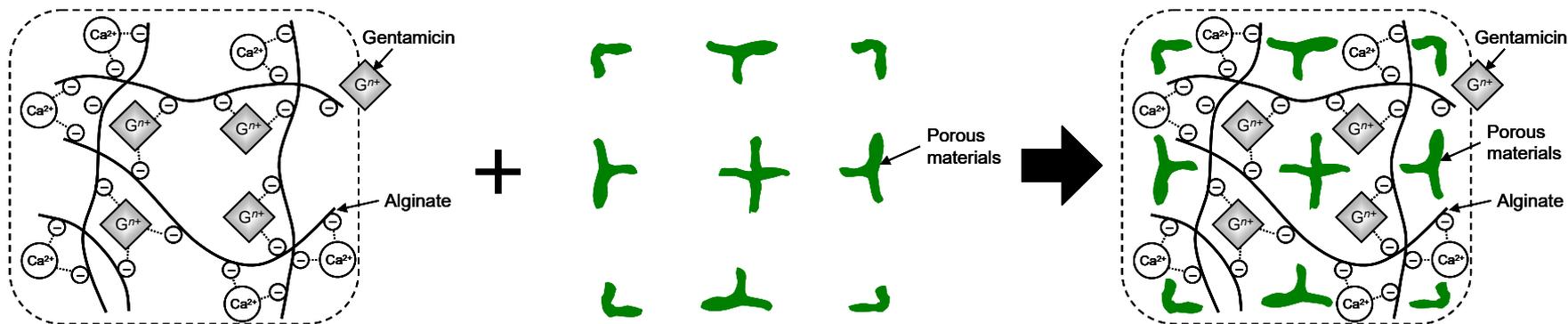


(a) 細胞の足場 scaffold



(b) 組織を目的の形状に再生するように細胞を増殖させるための多孔質膜(GTR)





薬物担持高分子
(アルギン酸
カルシウムゲル)

強度の調整
(生分解性多孔質体)

薬物徐放用の
生分解性多孔質体と
ゲルとの複合材料

PLLA/PCL膜とアルギン酸カルシウムゲルとの複合材料からの
抗生物質ゲンタマイシンの徐放



まとめ

「生分解性プラスチックを機能材料へ」

生分解性プラスチックの多孔質化

分離材料

再生医療用材料

生分解性プラスチック同士, ゲル材料などとの複合化

ポリマーブレンド

薬物送達システム(DDS)用材料

参考動画: <https://www.youtube.com/watch?v=rVMJm68-W3k>

