

生分解可能なリン酸変性接着材料

学術研究院環境生命自然科学学域(工) 講師

沖原 巧

生分解とリサイクルを両立させる材料
○使用中の物性低下を抑える。
○廃棄後は水環境中で分解される。

研究背景

プラスチックによる環境汚染

- ・ 海洋汚染
- ・ 土壌汚染
- ・ 大気汚染

マイクロプラスチックによる生態系被害

プラスチックごみによる生物への物理的被害

生分解性高分子
自然界において微生物が関与して環境に悪影響を与えない低分子化合物に分解される高分子

研究背景

生分解性高分子

- ・ 天然物系 多糖やペプチド等
- ・ 合成系

分解可能な結合

生分解可能なモノマー

生分解性高分子

自然界において微生物が関与して環境に悪影響を与えない低分子化合物に分解される高分子

研究背景

生分解性高分子の例

CC(C(=O)O)C(=O)O
ポリ-L-乳酸 (PLLA)

CC1(CCCC1)C(=O)O
ポリカプロラクトン (PCL)

OC(C)C(=O)O
ポリビニルアルコール (PVA)

CC(C)C(=O)OCC(C)C(=O)O
PHBH

ポリグリコール酸(PGA)、ポリブチレンサクシネート(PBS)、酢酸セルロース、など

研究背景

ポリビニルアルコール(PVA)

OC(C)C(=O)O

- ・ 水溶性
- ・ 生分解性
- ・ ガスバリア性

主鎖がC-C結合のみ

化学的プロセスによる分解を受けにくい

生分解過程

水に溶解

1,3-ジオール

細胞外酵素による脱水素化

1,3-ジクトン

加水分解酵素を放出

PVA分解菌

細胞外酵素による加水分解

菌が消費できるサイズまで分解

代謝

CO₂

H₂O

130 Fusako Kawai, Xiaoping Hu, Appl Microbiol Biotechnol, 84, 227-237 (2009)

研究背景

ポリ-L-乳酸(PLA)などの場合

生分解過程

化学的プロセス

水と熱による加水分解

吸湿など、大気中では分解を避けることが困難

使用中

使用後

主鎖に分解性結合を持つ生分解性高分子

使用中に分解が起こり、物性低下が生じる

菌による分解代謝

リサイクルも難しい

使用中

使用後

従来のエステル等の分解性結合を有する生分解性樹脂

使用中に分解が起こり、物性低下を生じる

時間経過

分解が進み、低分子化が進む

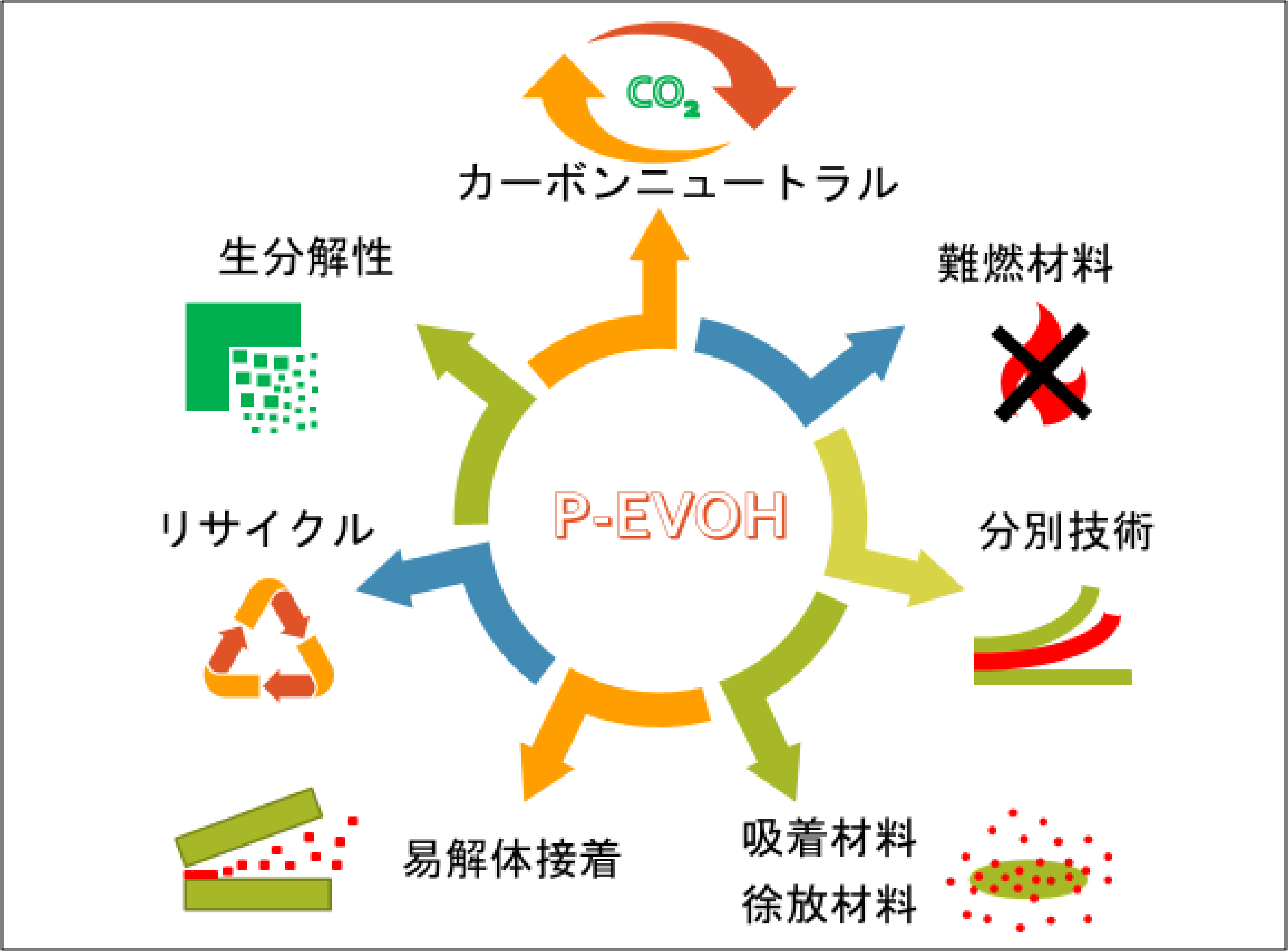
本研究でのEVOHリン酸化物を基にした素材

使用中は結合は主鎖の結合は安定で分解しない

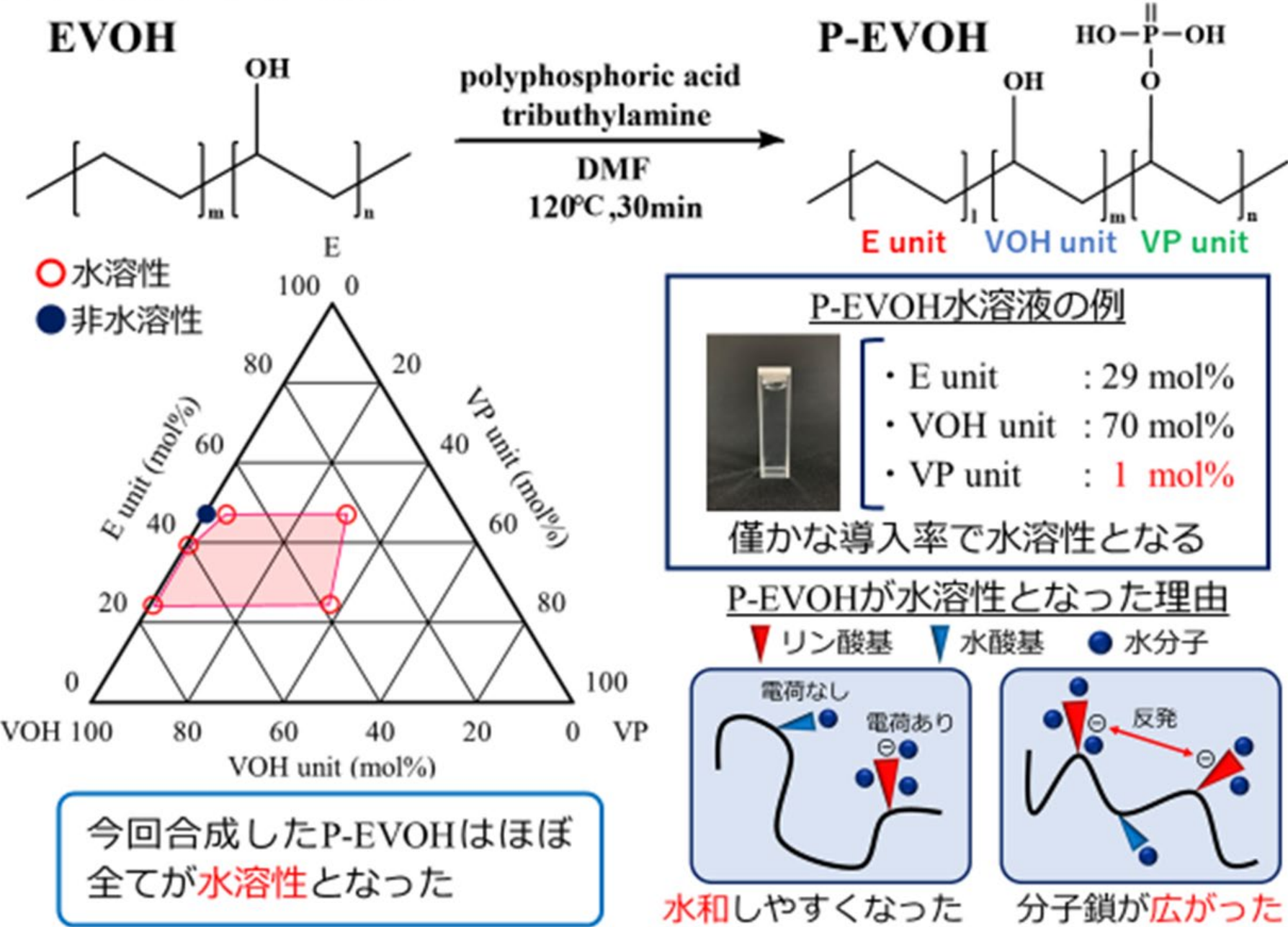
リン酸基と金属イオンの開裂による水溶性の回復

金属イオンとリン酸基が難溶性塩の状態では結合しており、水溶性を持たない

菌による分解代謝

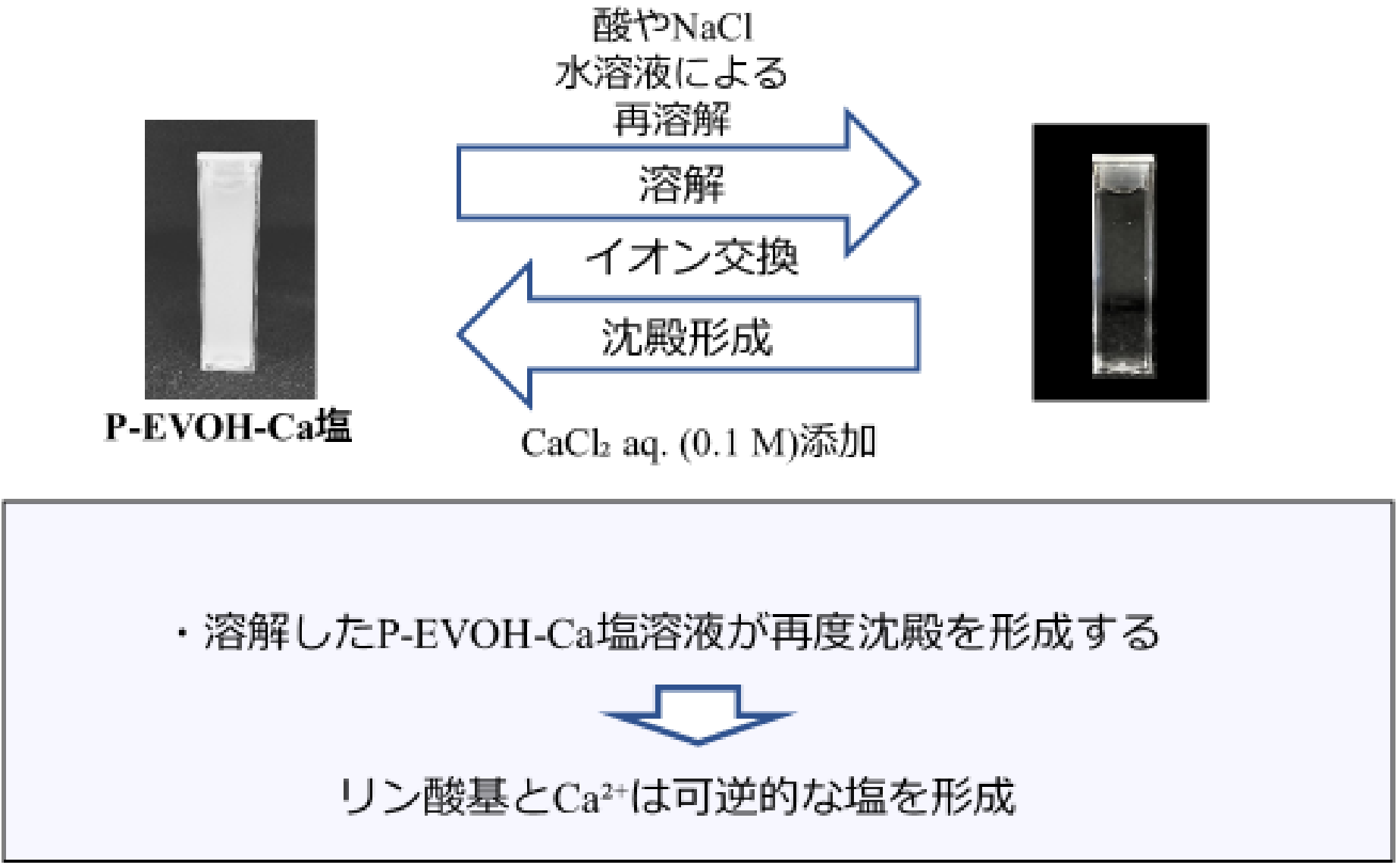


EVOHのリン酸化



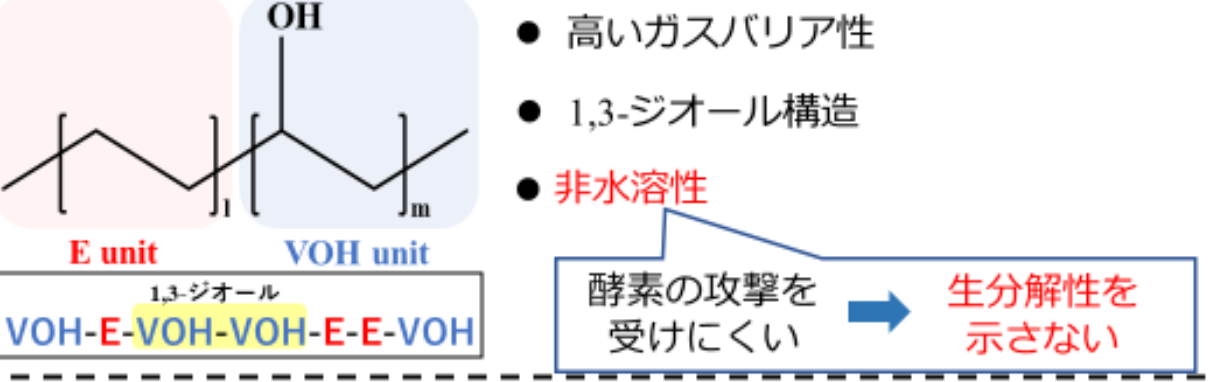
P-EVOHの水溶性・非水溶性の制御

生分解のトリガー付与のための水溶性・非水溶性の制御

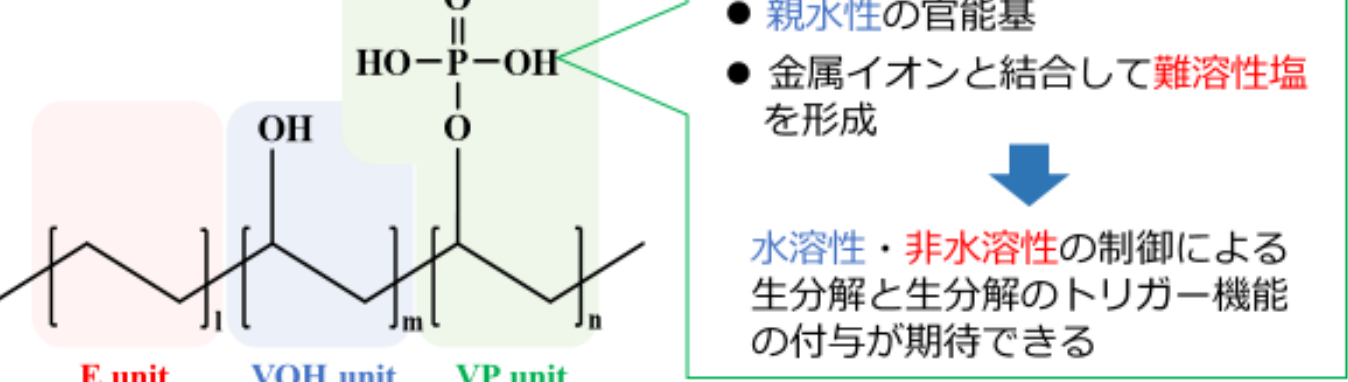


利用原料

エチレン-ビニルアルコール共重合体 (EVOH)

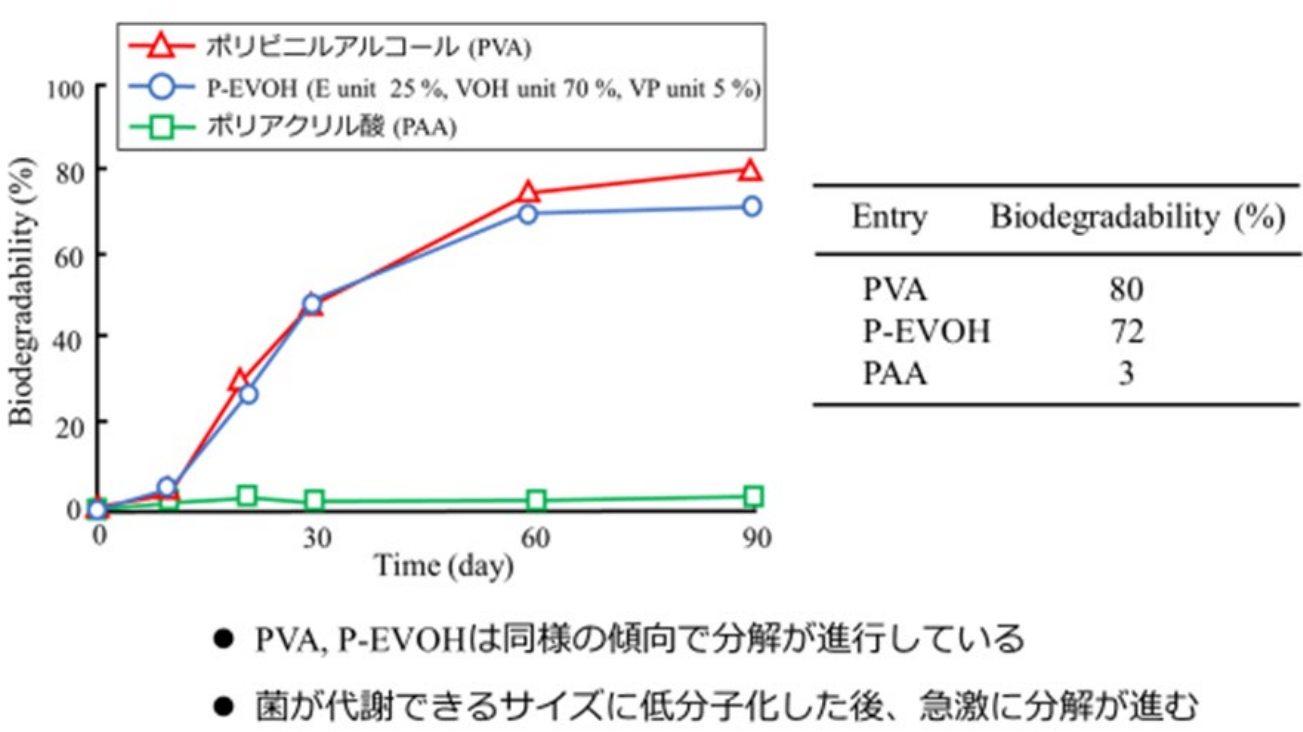


リン酸化EVOH (P-EVOH)

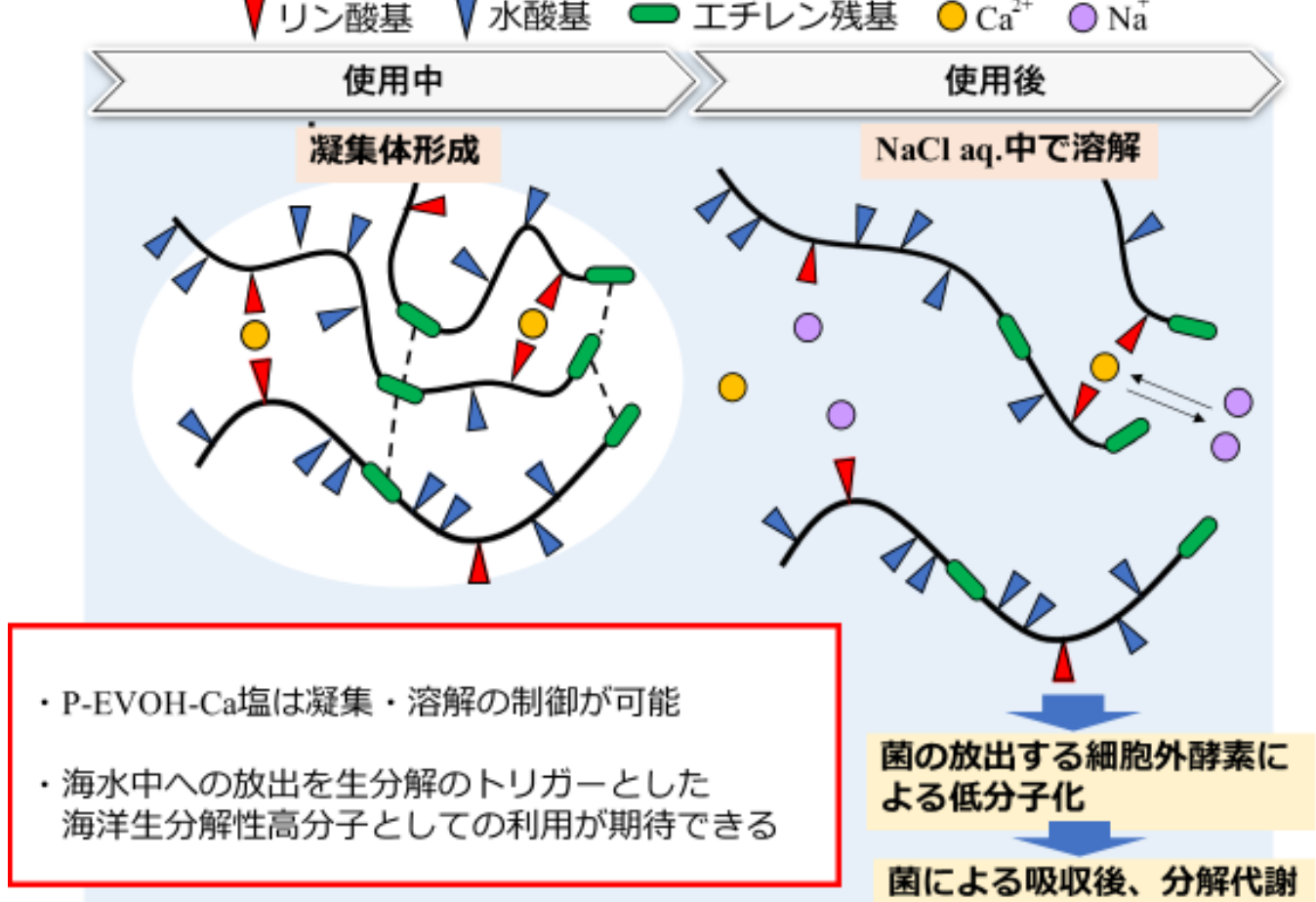


分解性評価

全有機体炭素 (TOC) 測定による生分解性評価



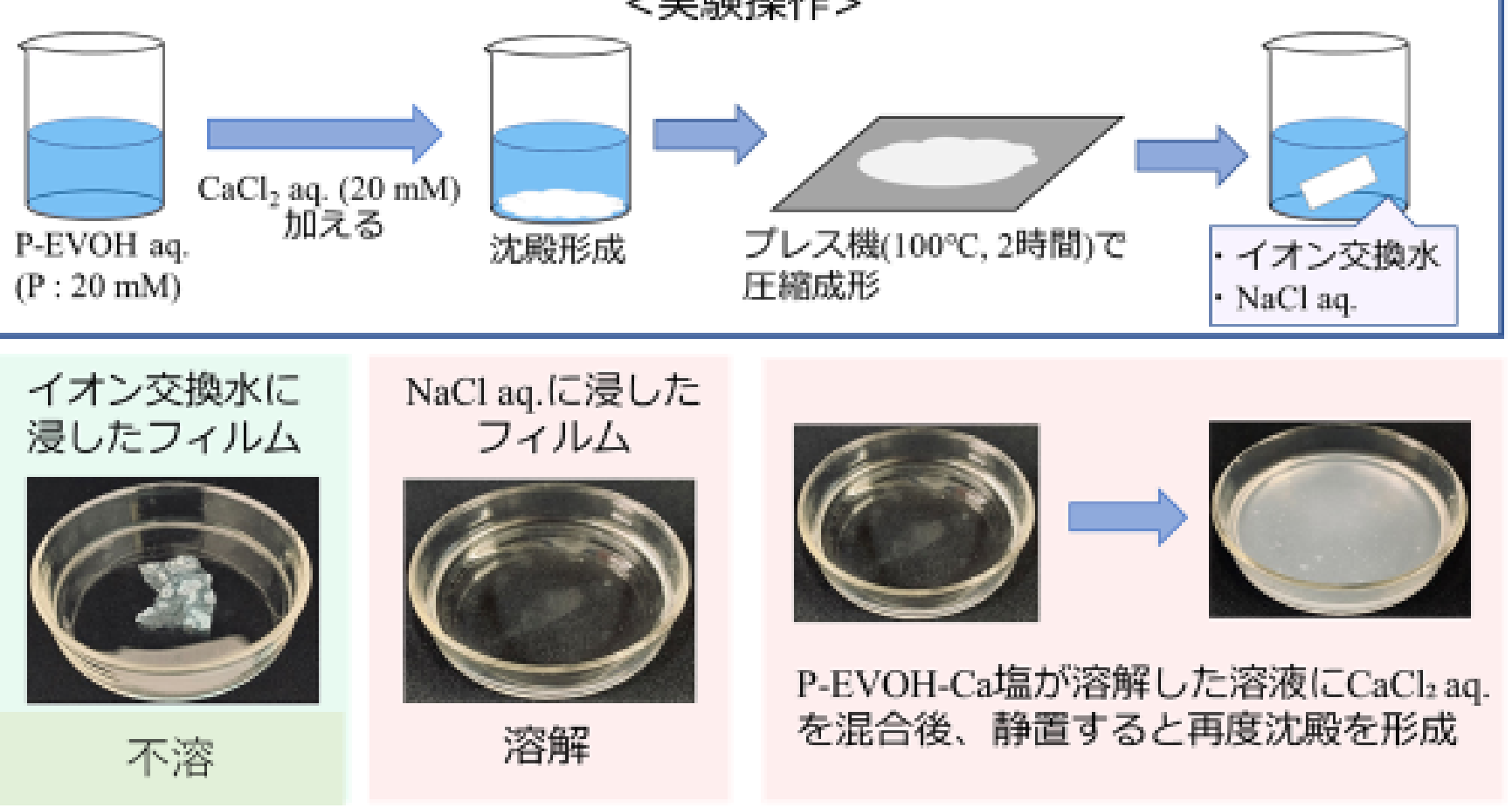
P-EVOHの水溶性・非水溶性の制御



P-EVOHの水溶性・非水溶性の制御

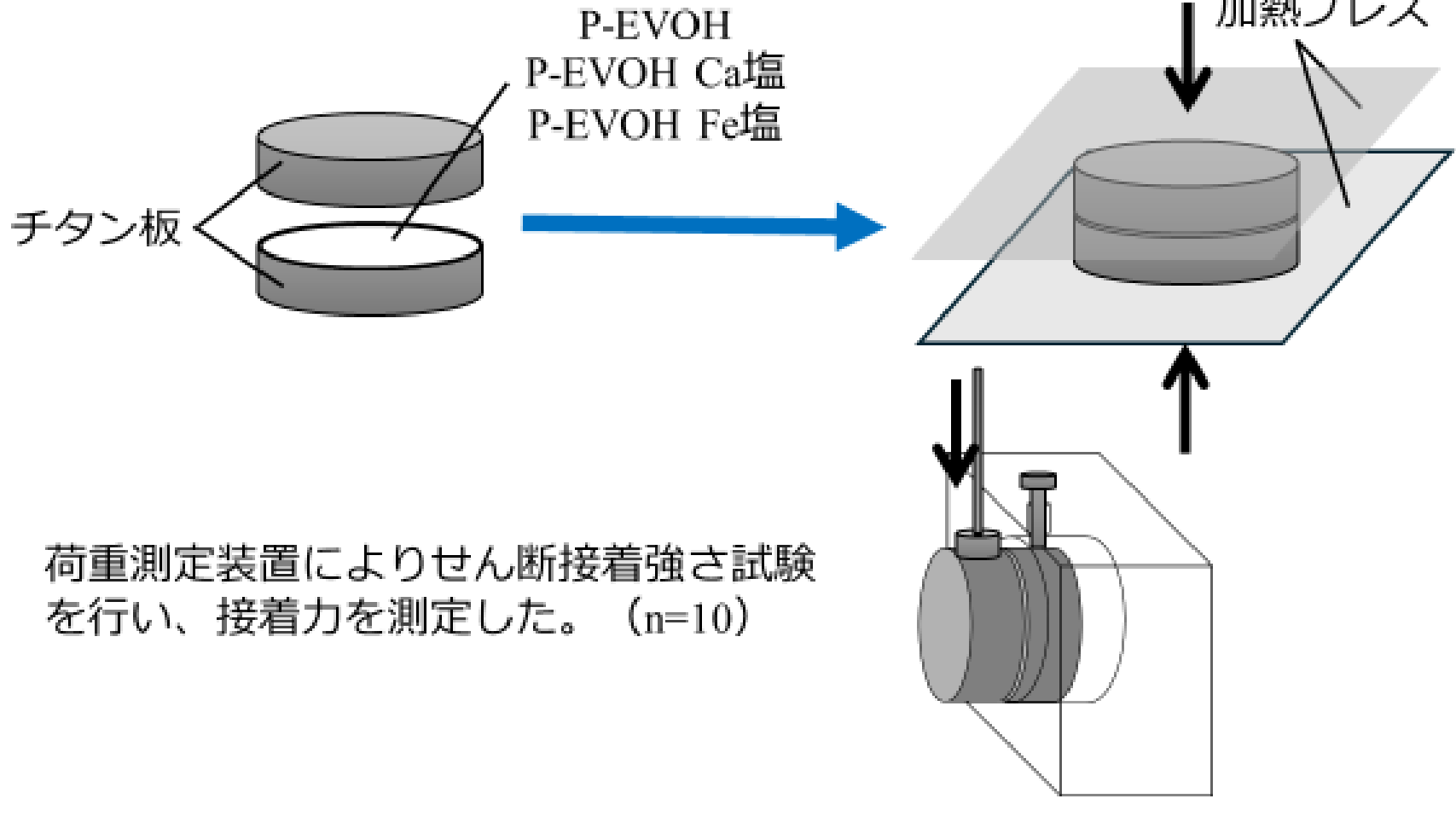
P-EVOH-Ca塩の溶解性評価

P-EVOH-Ca塩フィルムを作製し、イオン交換水、NaCl aq. それぞれに浸し、10日静置してフィルム状態での溶解性を評価した

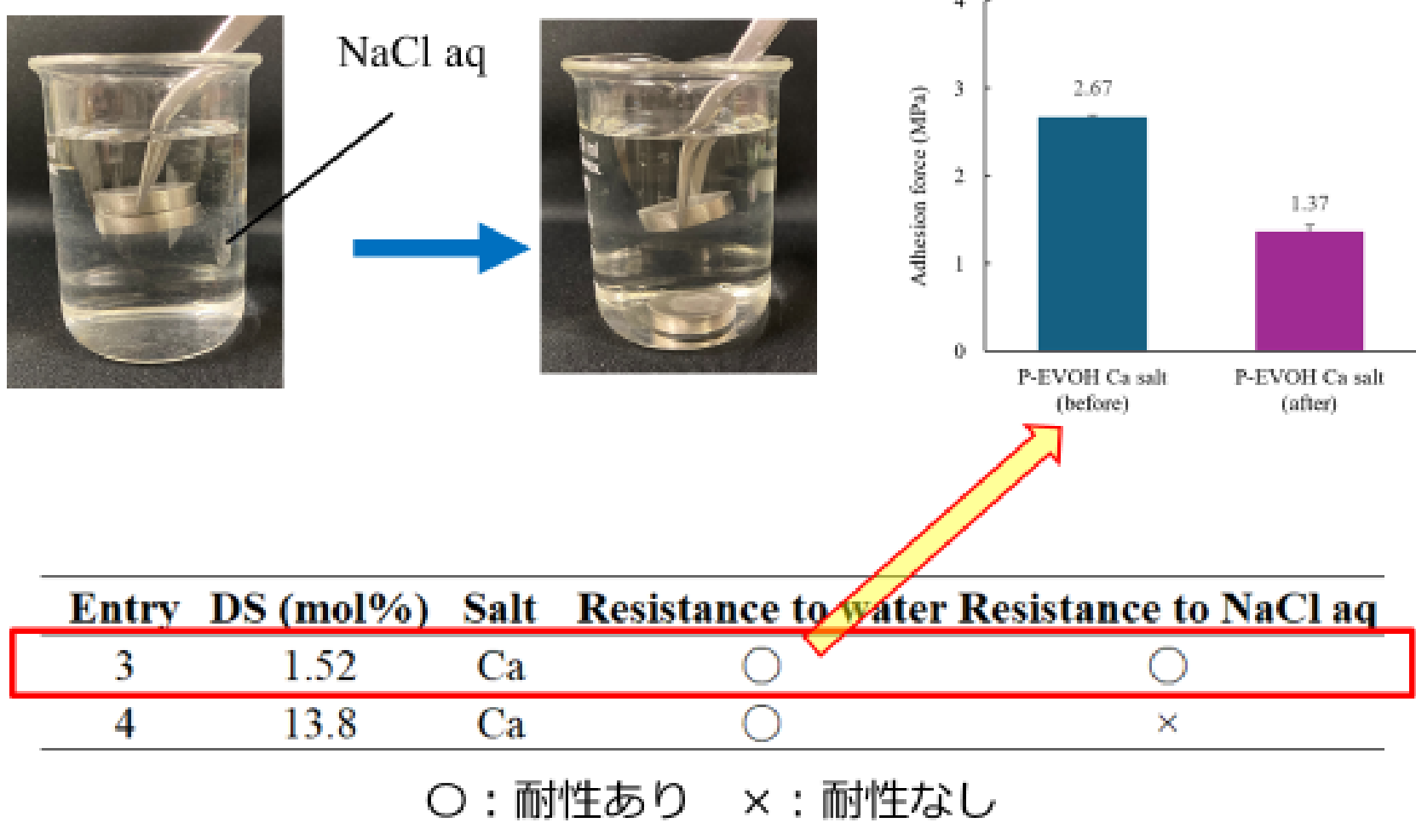


リン酸基とCaイオンは可逆的な架橋構造を形成し、溶解・凝集を制御可能

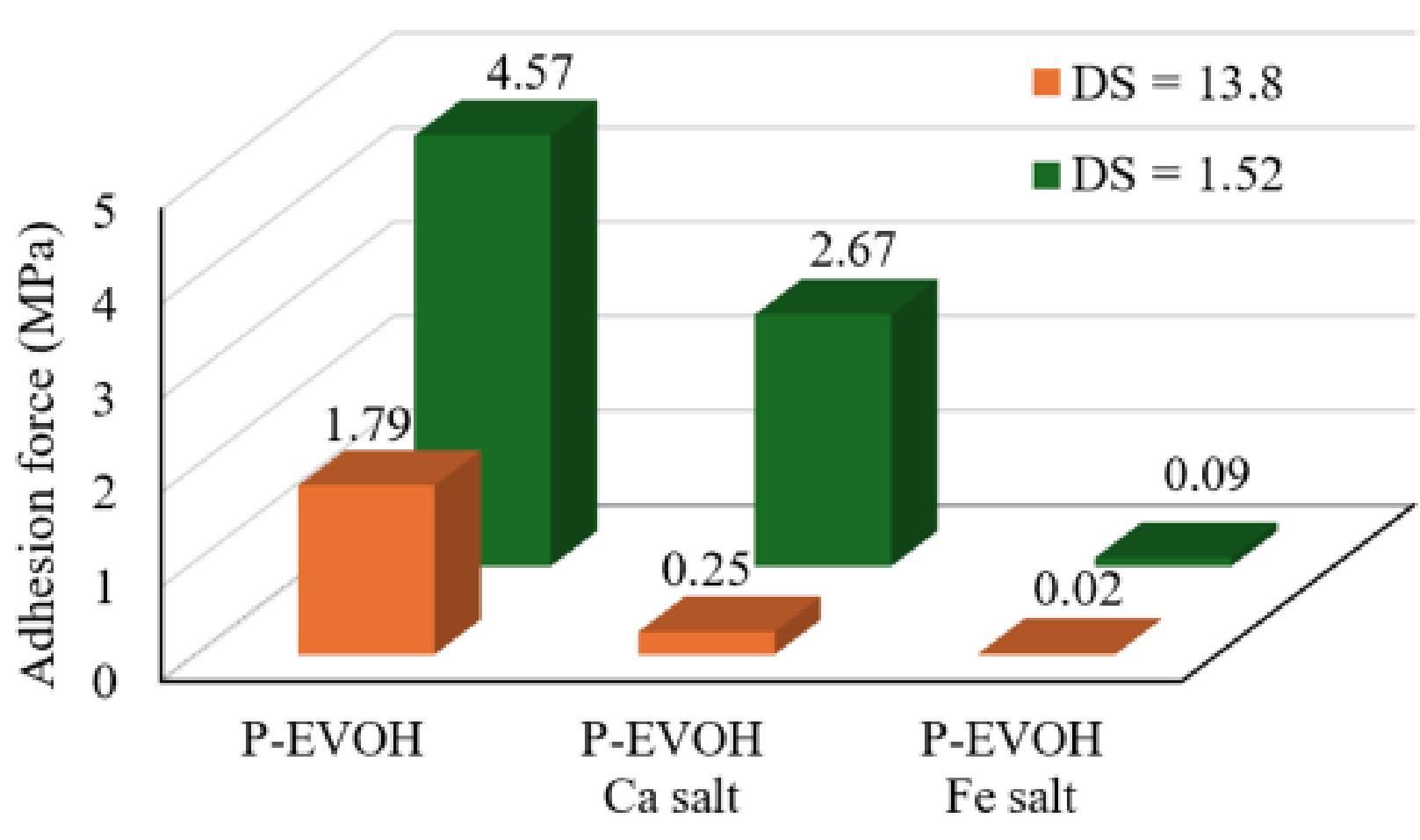
接着力の評価



耐水性の評価



接着力の評価



Adhesion of P-EVOH, P-EVOH Ca salt and P-EVOH Fe salt.