

研究室紹介

先進工学科・化学工学プログラム

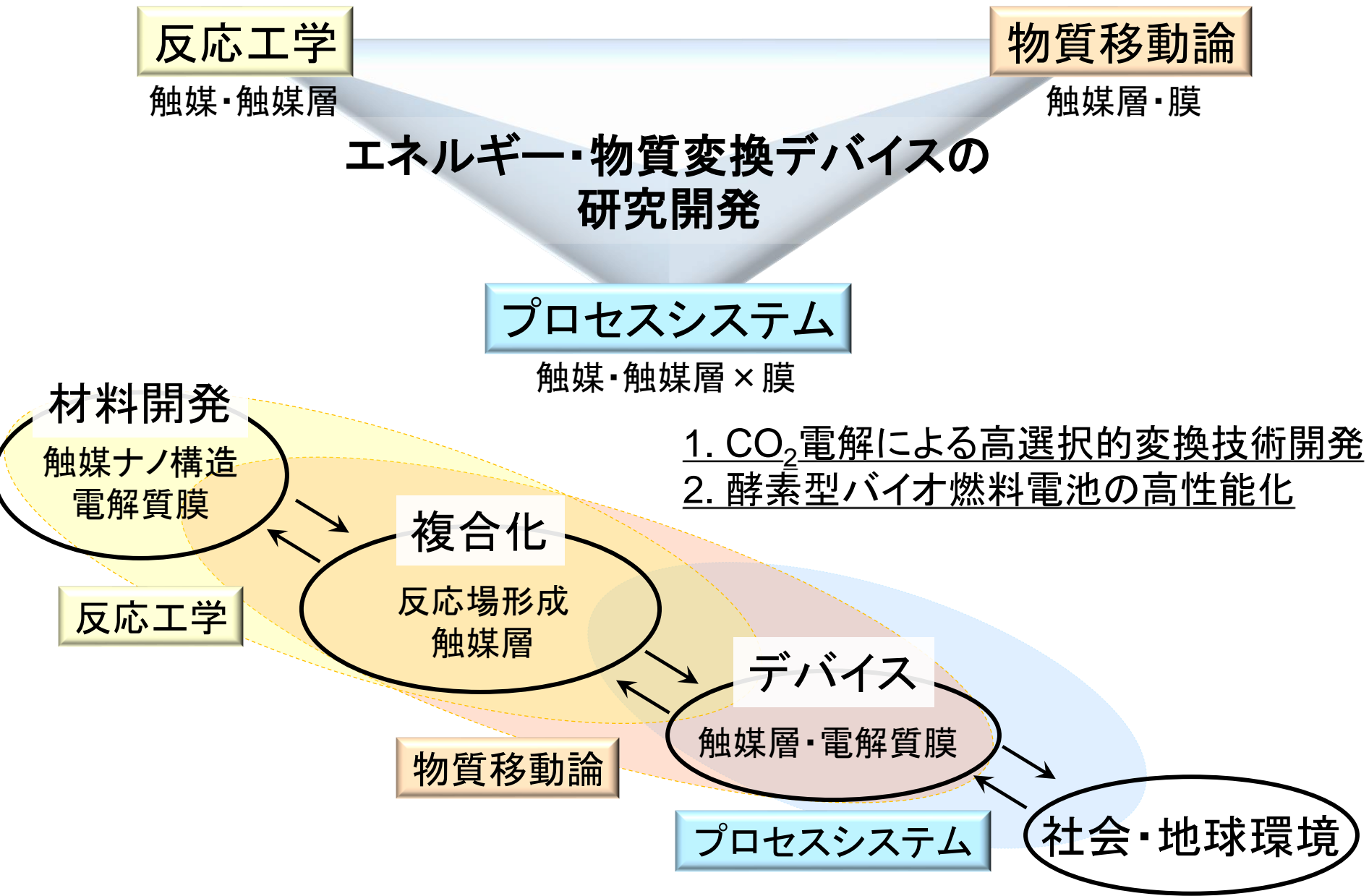
化学工学を用いた合理的な 環境・エネルギーデバイス設計

教授：田巻孝敬



2022年4月にスタートして3年目を迎えました

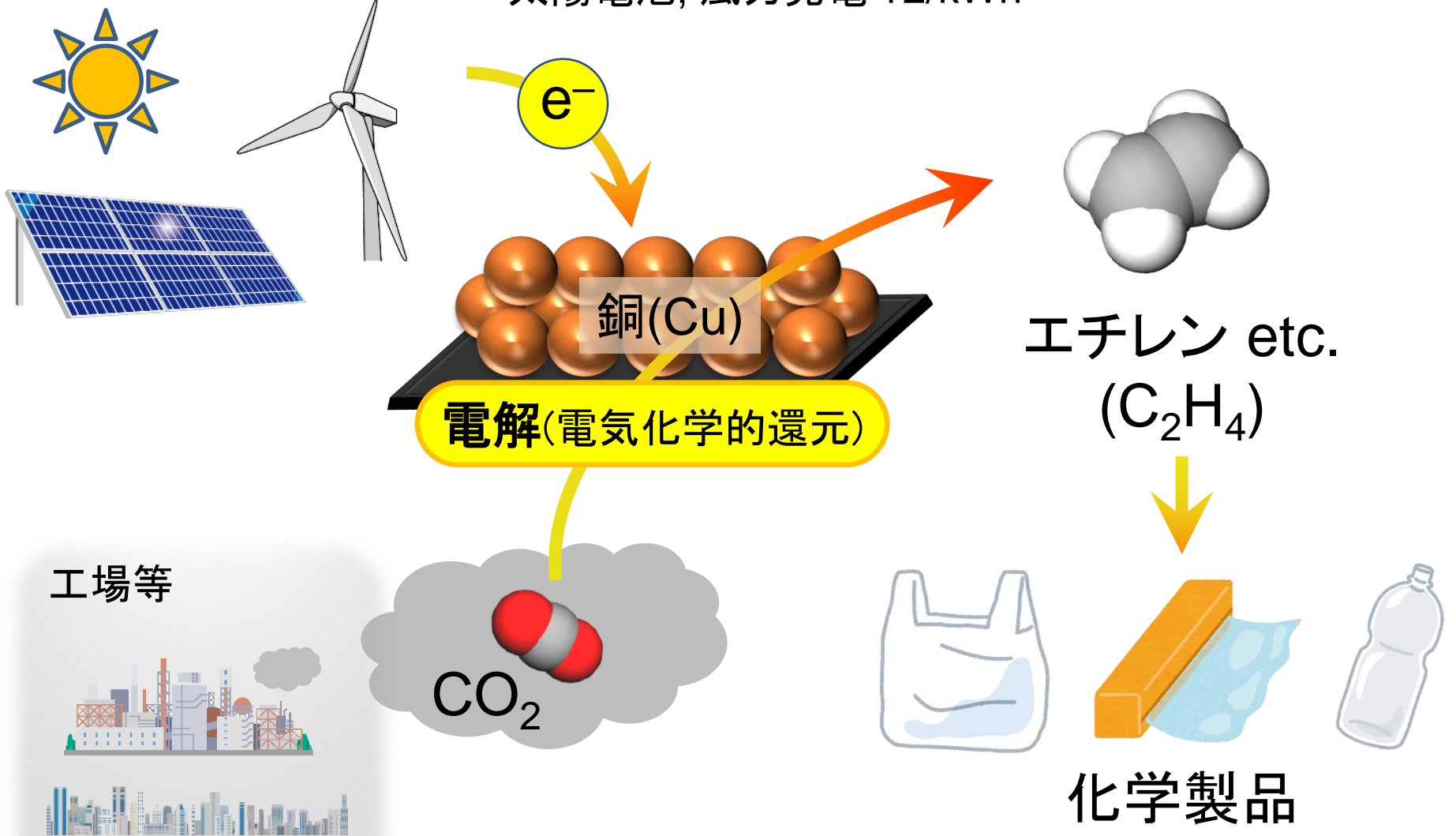
2050年の社会へ貢献するデバイス機能設計



1-1. CO₂電解による高選択エチレン生成

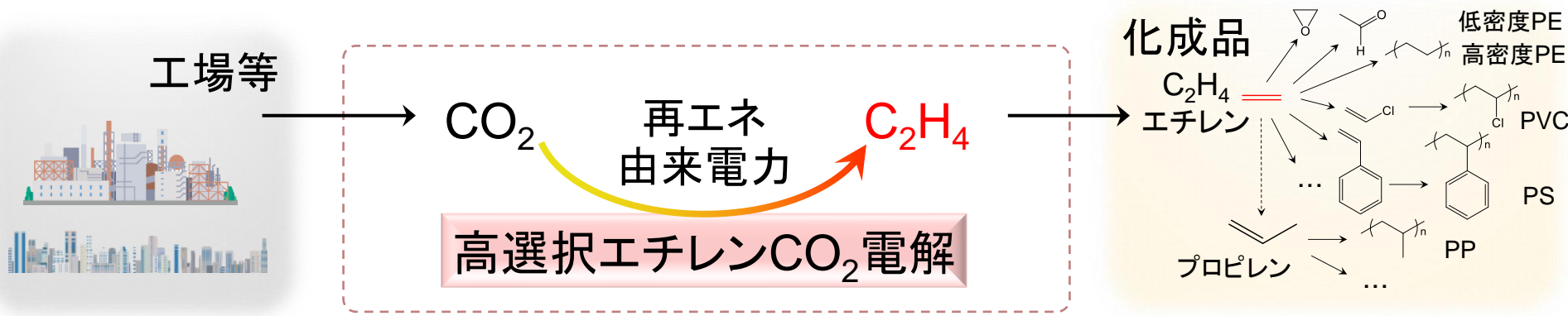
再生可能エネルギー

海外で急激に価格低下
太陽電池, 風力発電 ¥2/kWh~

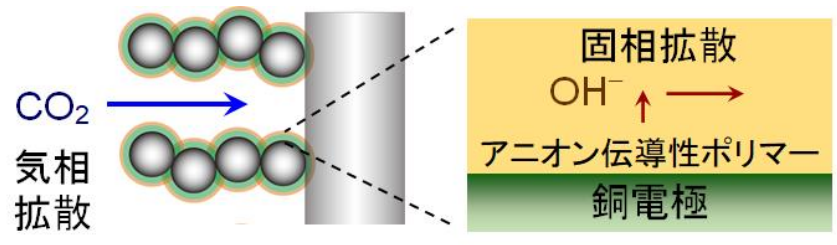
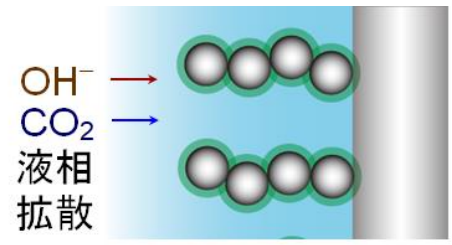
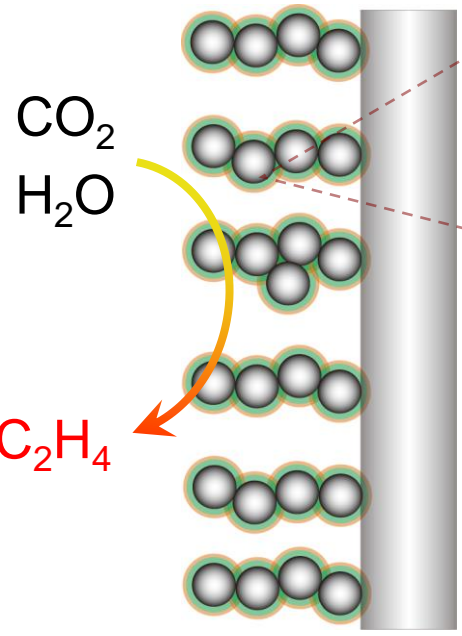
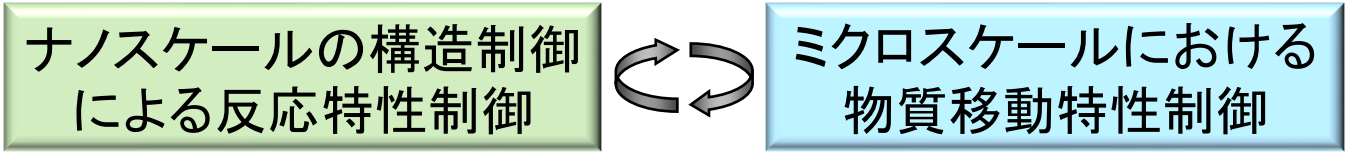


持続可能な社会の構築へ向けた研究

1-2. 高選択エチレン生成へ向けた電極反応場設計

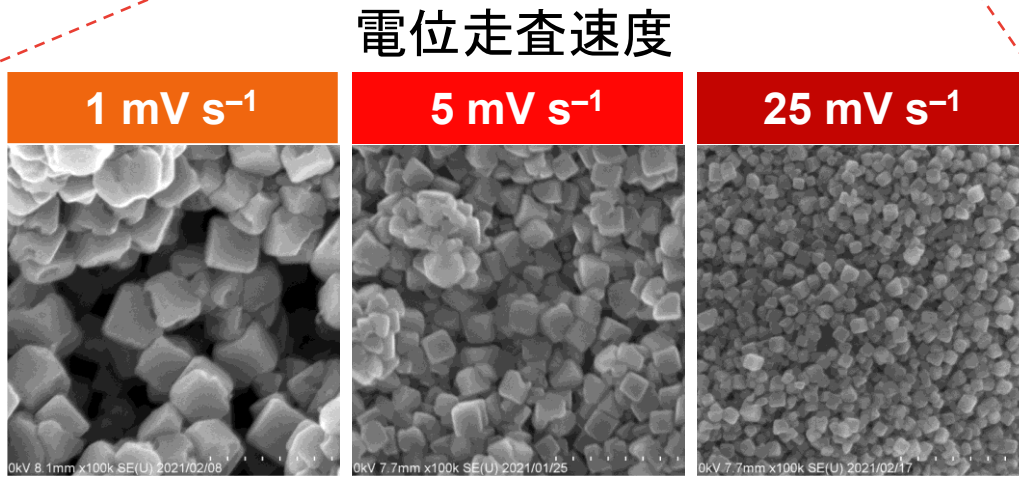
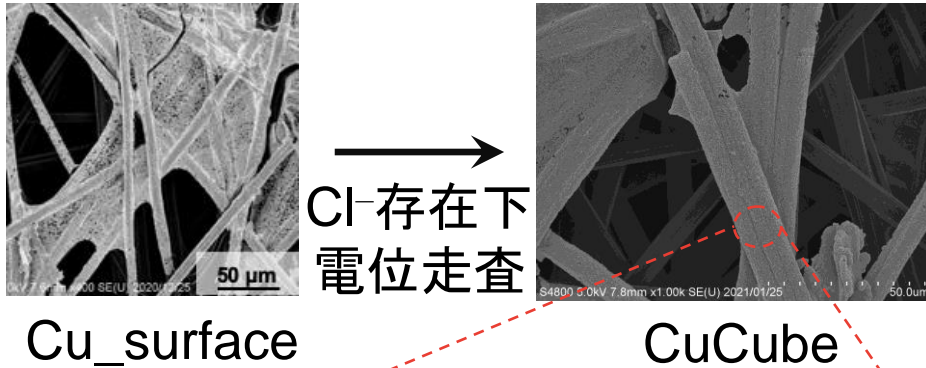


高選択エチレン製造へ向けた電極反応場制御



本研究: アニオン伝導性ポリマー (固体電解質)

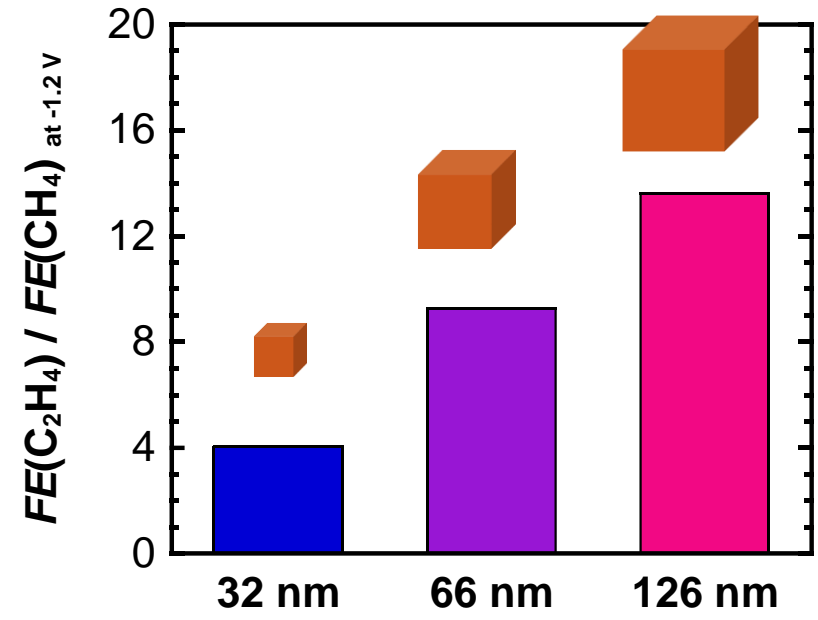
1-3. Cuのナノスケール構造制御



走査速度 : 大 ➡ 粒子サイズ : 小

CO₂電解性能

エチレン/メタン比



粒子サイズ: 大



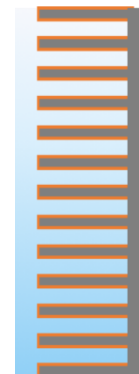
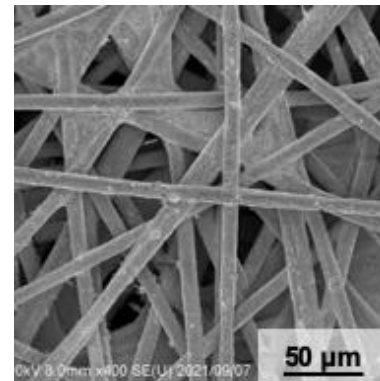
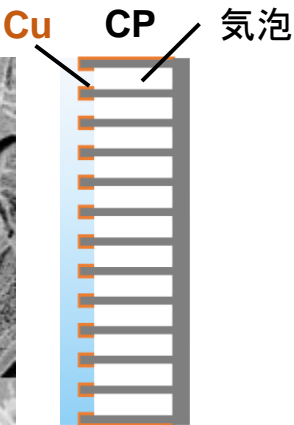
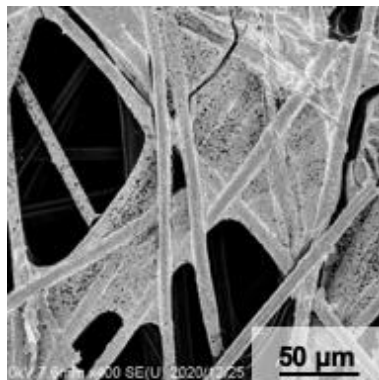
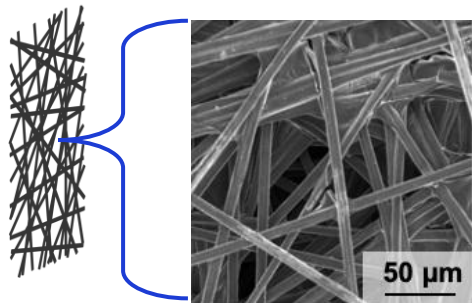
エチレン選択性: 増加

Cuナノ構造が高エチレン
選択性に寄与

1-4. ミクロスケール物質移動特性-1: Cu電極

① 何も処理しないと

② 溶液を浸透させると



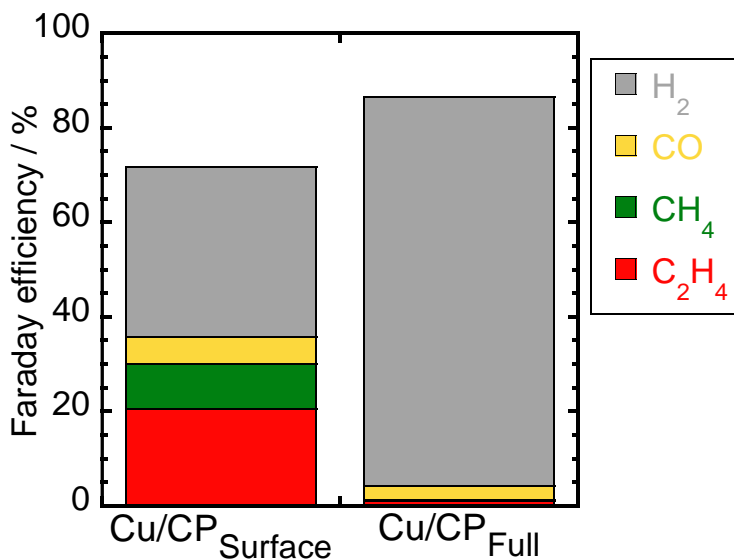
CP(カーボンペーパー)

…疎水的

➤ 表面のみCu析出
(Cu_surface)

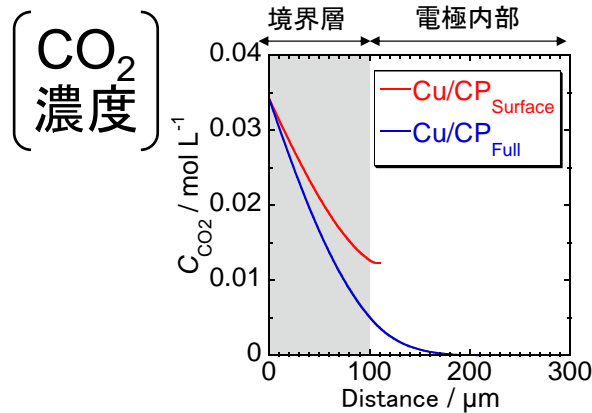
➤ 内部までCu析出
(Cu_full)

CO₂電解性能



• Cu_surface : CO₂高選択

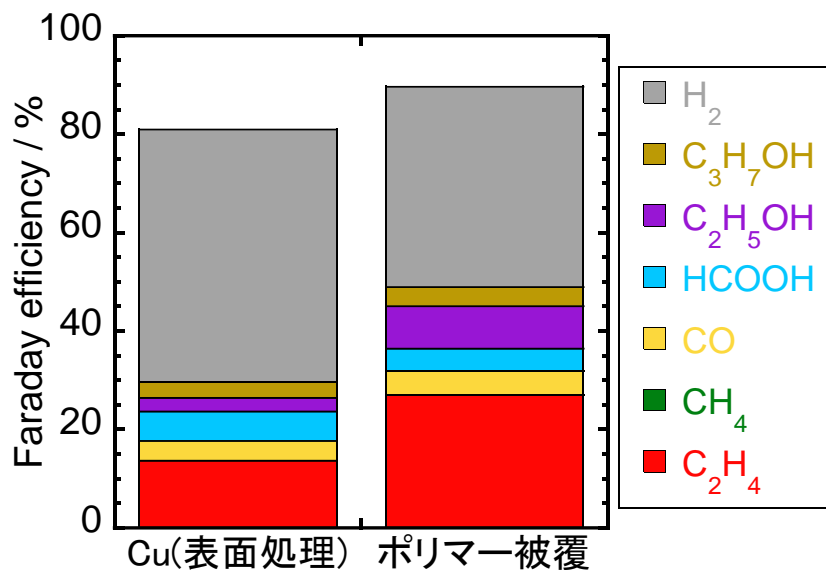
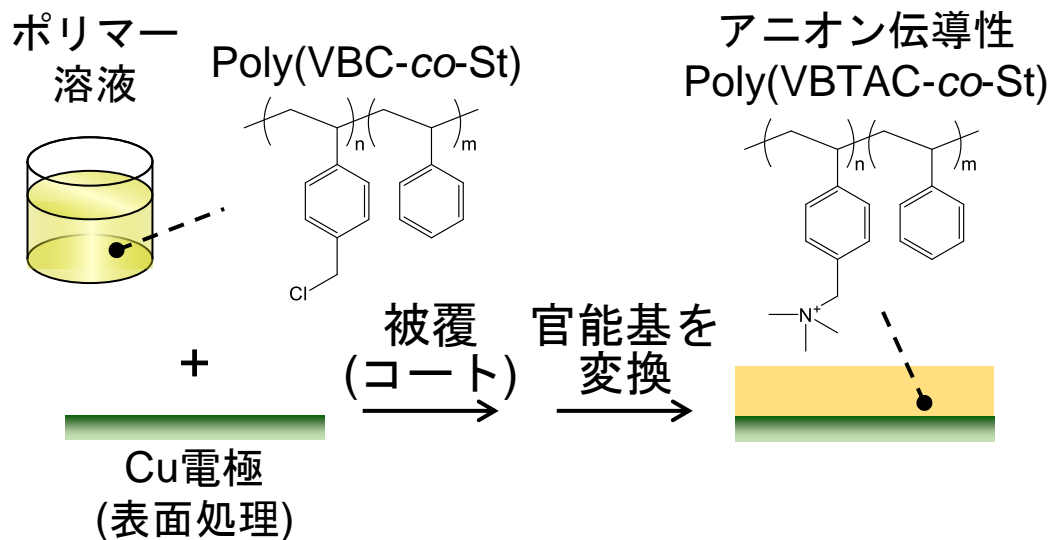
→ 化学工学的計算による現象解明



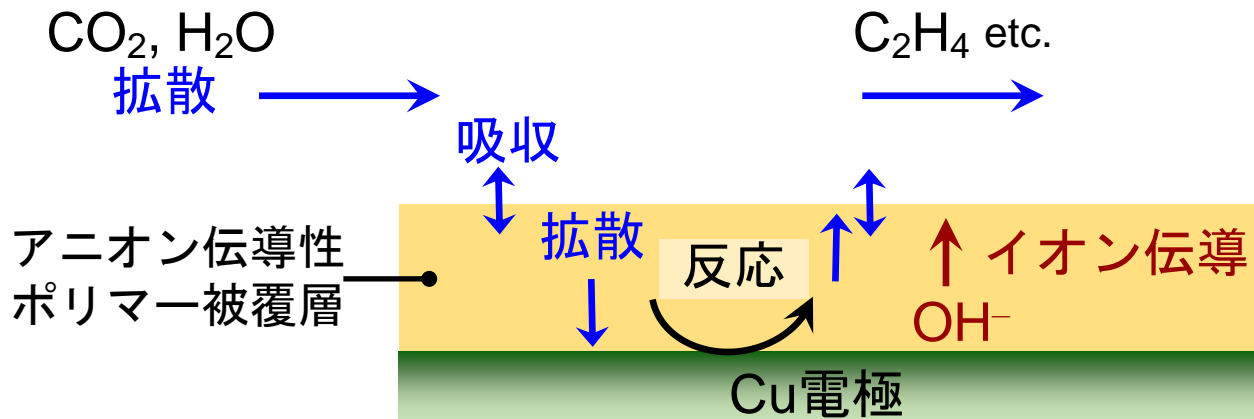
物質移動の
重要性

1-5. ミクروسケール物質移動特性-2: ポリマー被覆

・ アニオン伝導性ポリマーを銅へ被覆



< 化学工学計算 >

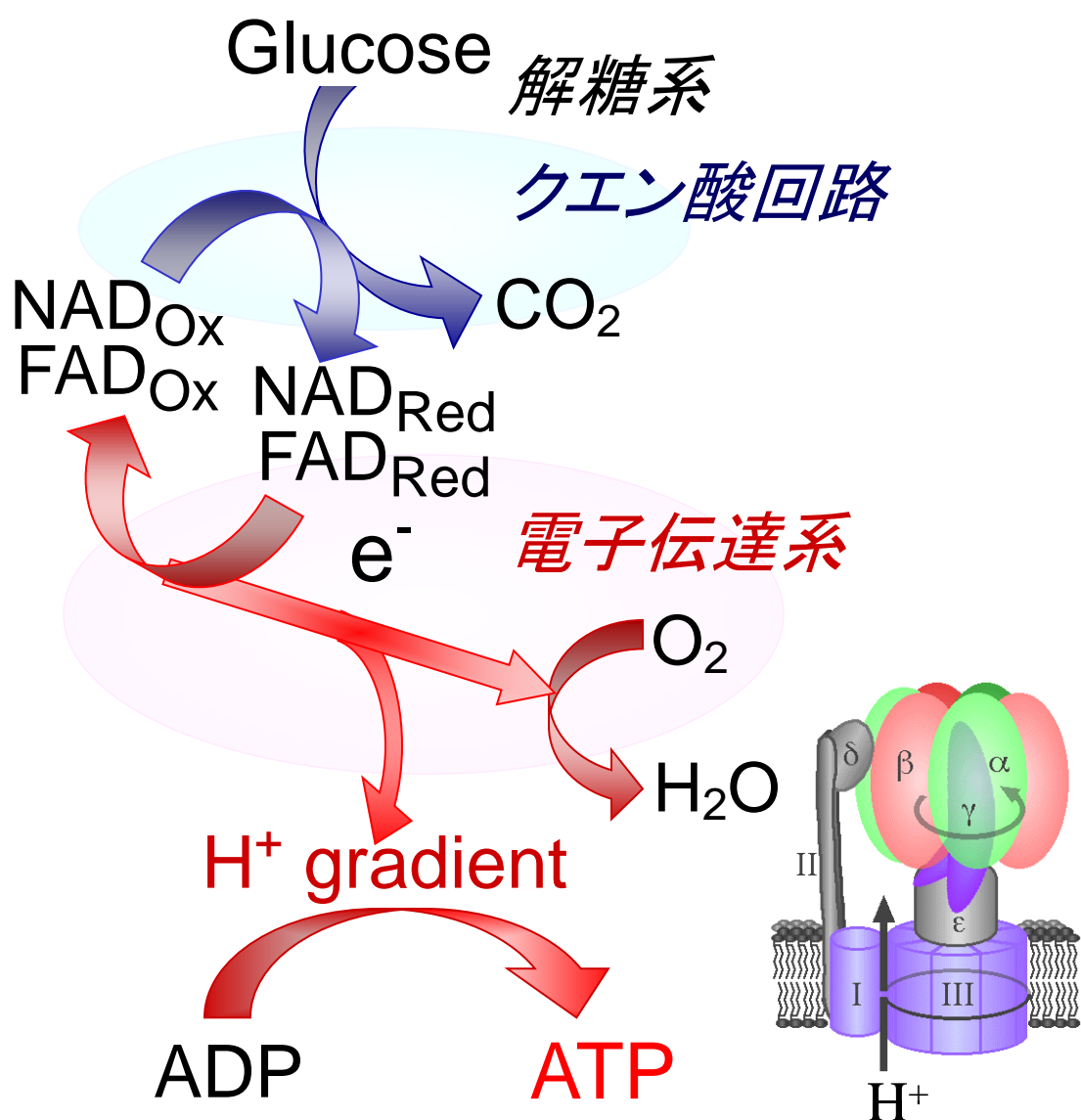


化学の知識
(無機化学・高分子化学 etc.)

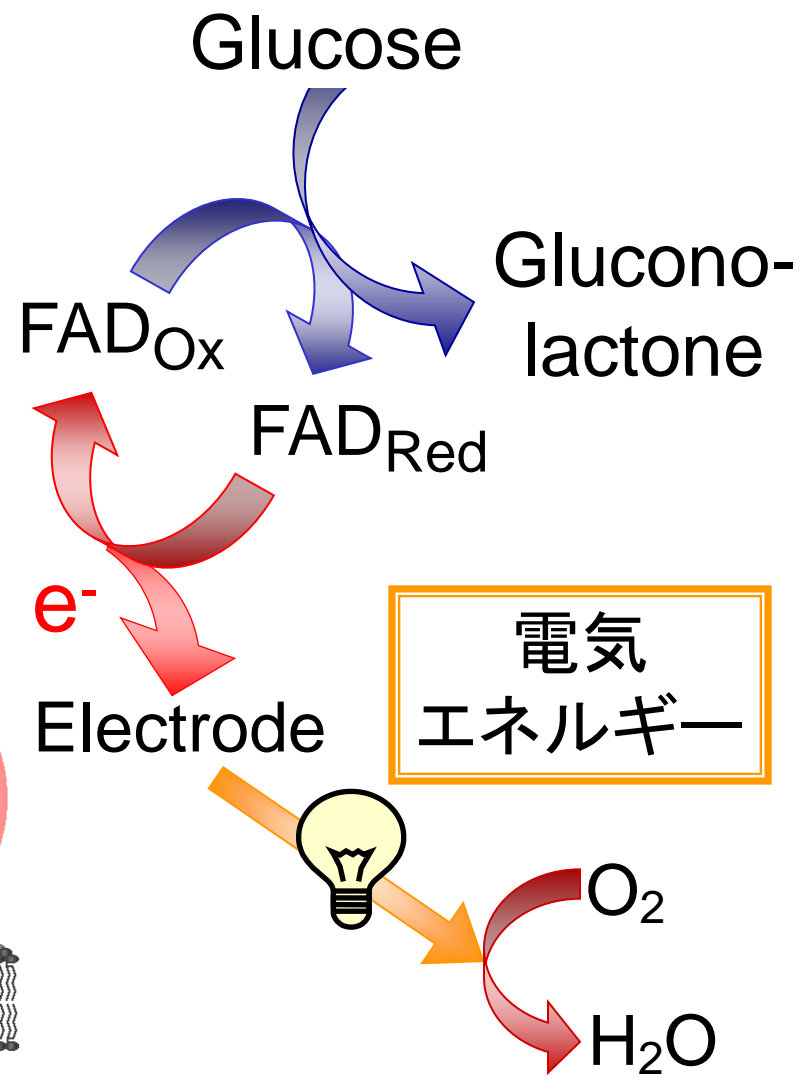
\times
 化学工学
 \downarrow
 高エチレン選択性

2-1. 生体のエネルギー変換システムを模倣

< 生体 >



< バイオ燃料電池 >

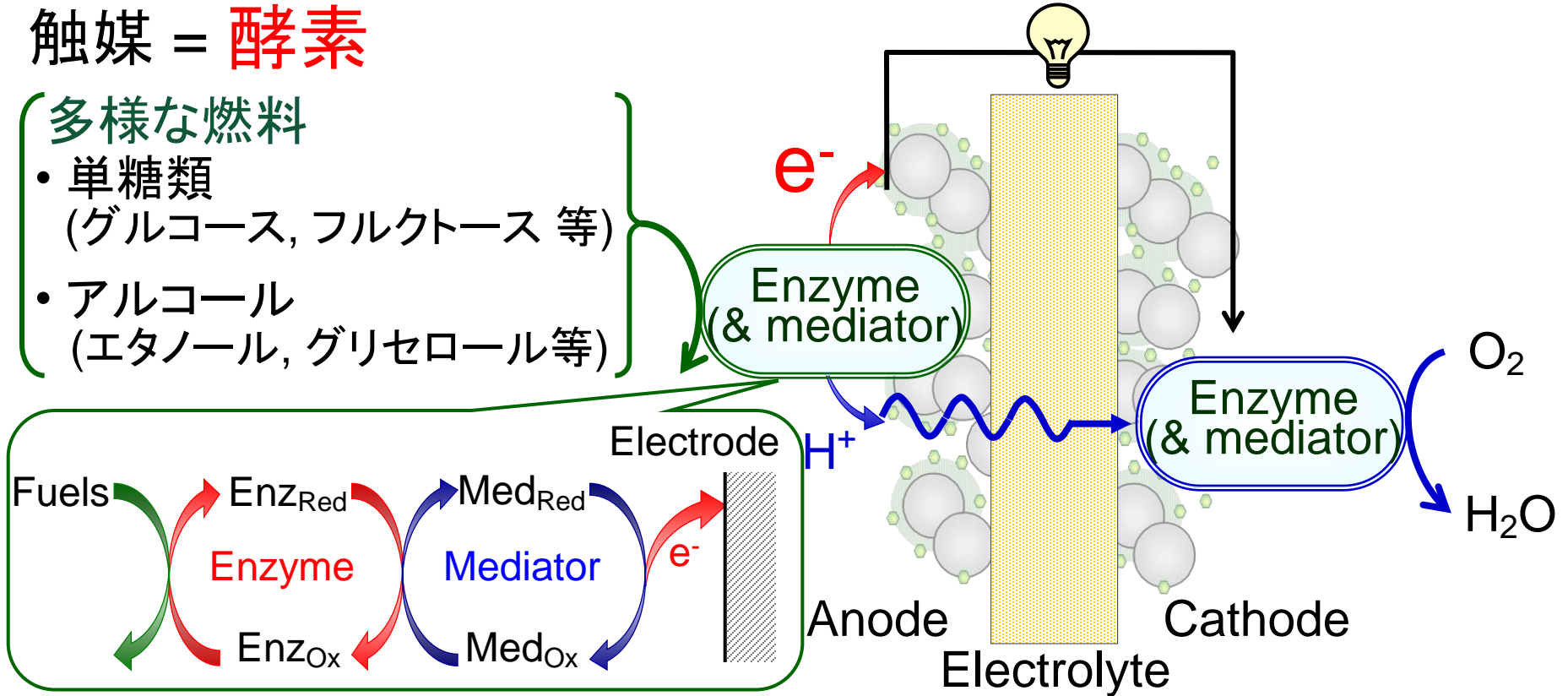


2-2. 酵素型バイオ燃料電池

触媒 = **酵素**

多様な燃料

- 単糖類 (グルコース, フルクトース 等)
- アルコール (エタノール, グリセロール 等)



安全・安心な動力

・ モバイル機器



・ 医療補助具



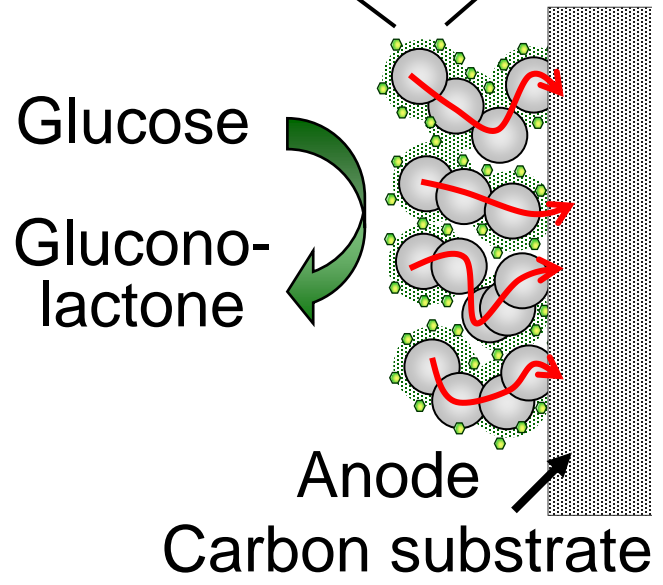
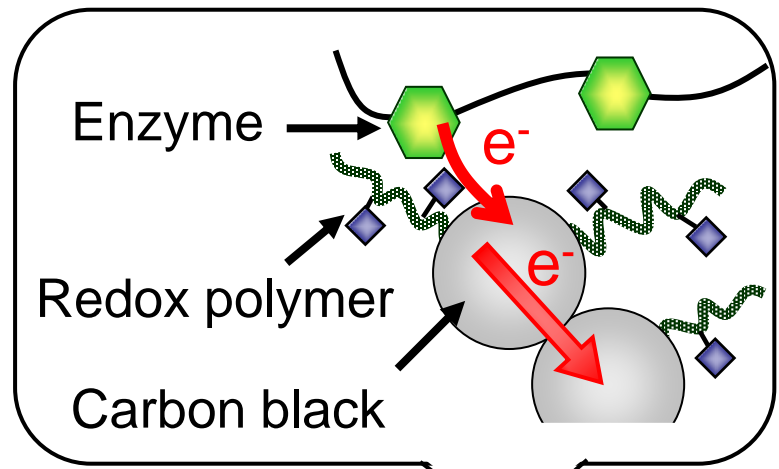
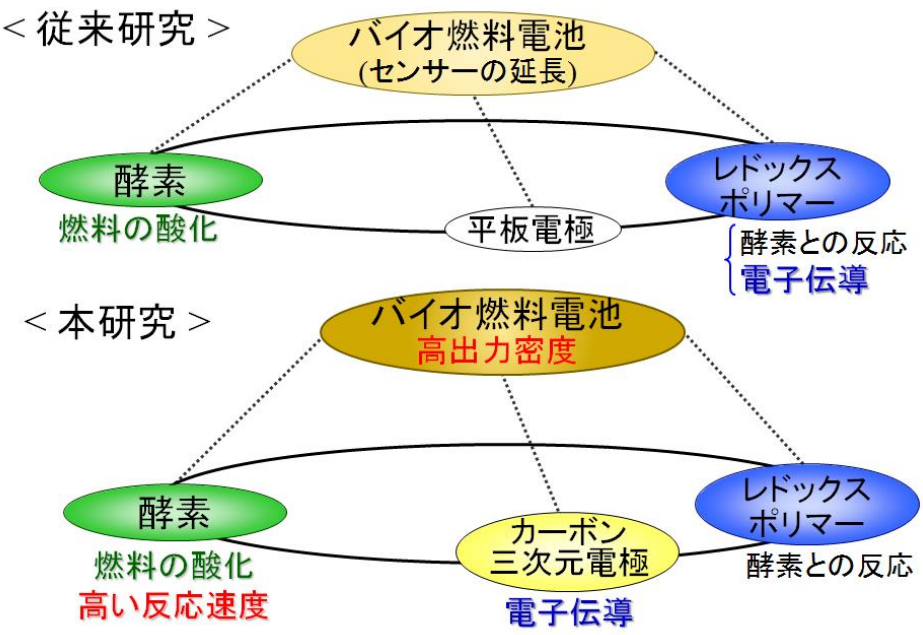
・ ロボット



生物の機能を活用した安全・安心なデバイス

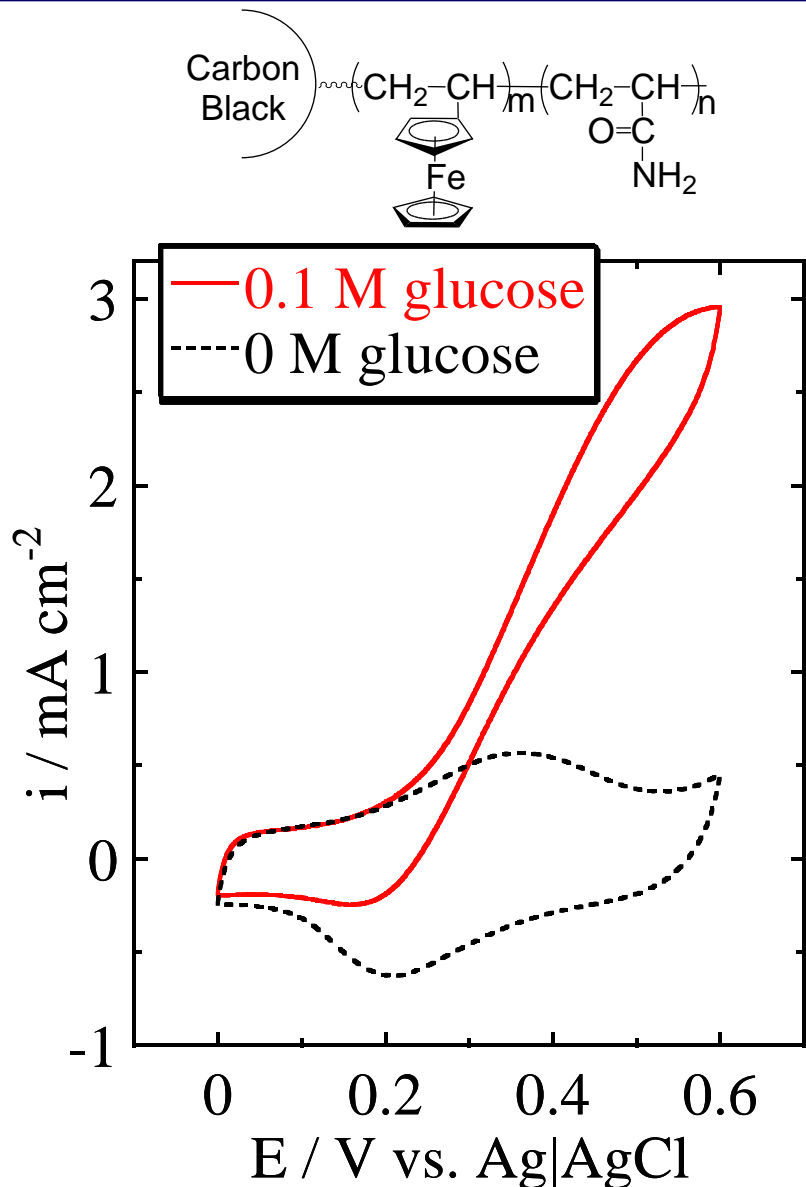
2-3. 酵素型バイオ燃料電池のデバイス機能設計

➤ レドックスポリマーを薄層固定した酵素電極



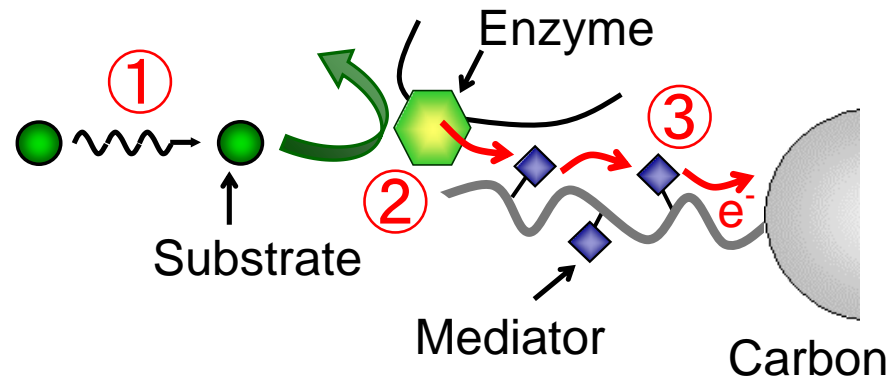
- 電子伝導の機能分担
- カーボン三次元電極: 主な電子担体
- レドックスポリマー : 酵素-カーボン間
- 電子伝導距離の短縮

2-4. 薄層固定電極の有効性



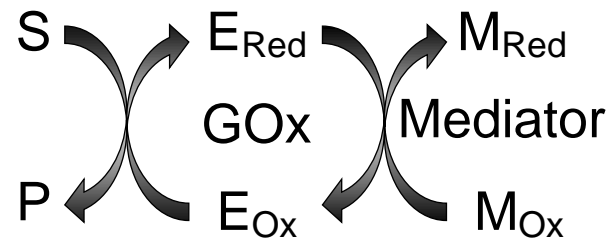
従来より高い電流密度

< 化学工学的計算 >



① 基質の拡散

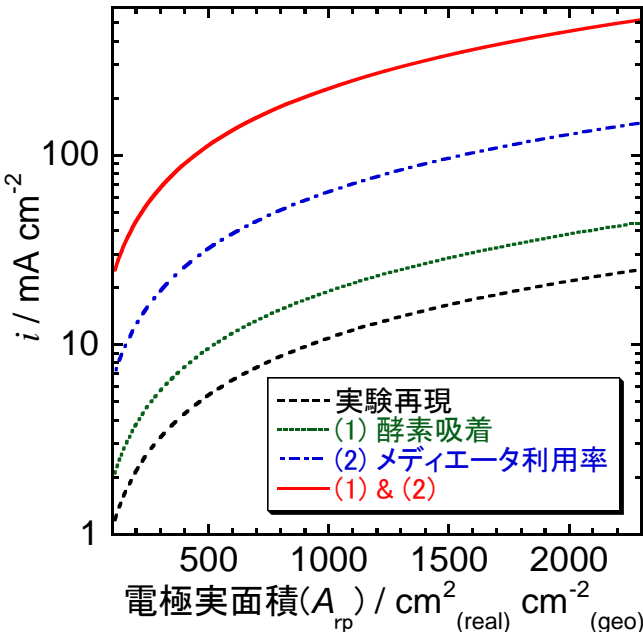
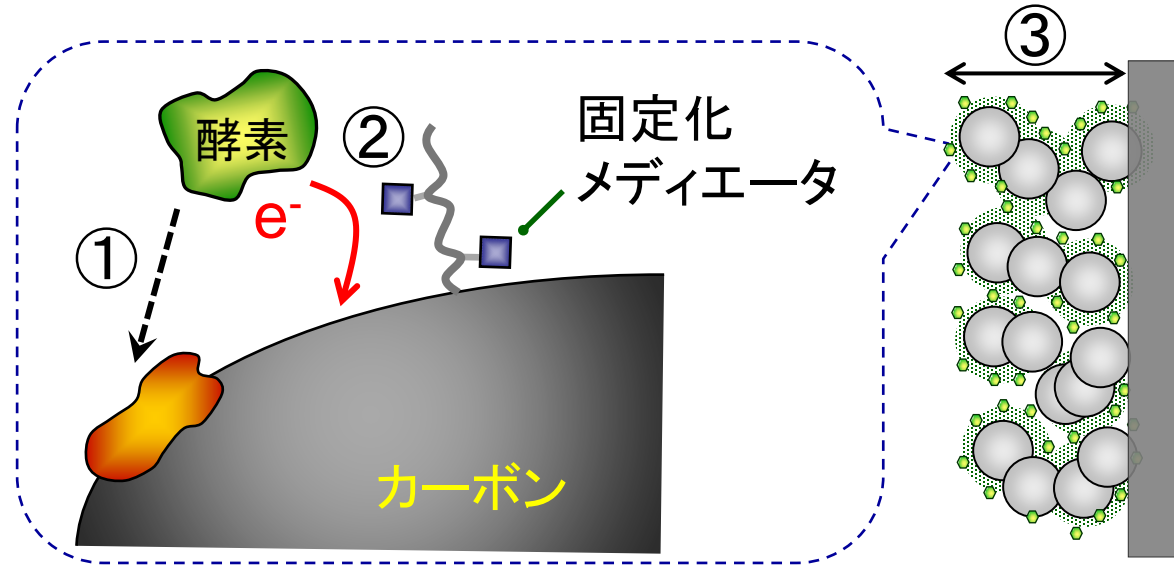
② 酵素反応



③ メディエーター間の電子伝達

薄層電極の有効性を検証

2-5. 酵素型バイオ燃料電池の高電流密度化



要因	電流密度増加の可能性
① 吸着酵素特性	× ~ 2
② 酵素とメディエータの反応	× ~ 6
③ 実面積 / 投影面積	× ~ 20

**10² mA cm⁻² を超える
高電流密度の実現可能性**