



# 研究室紹介

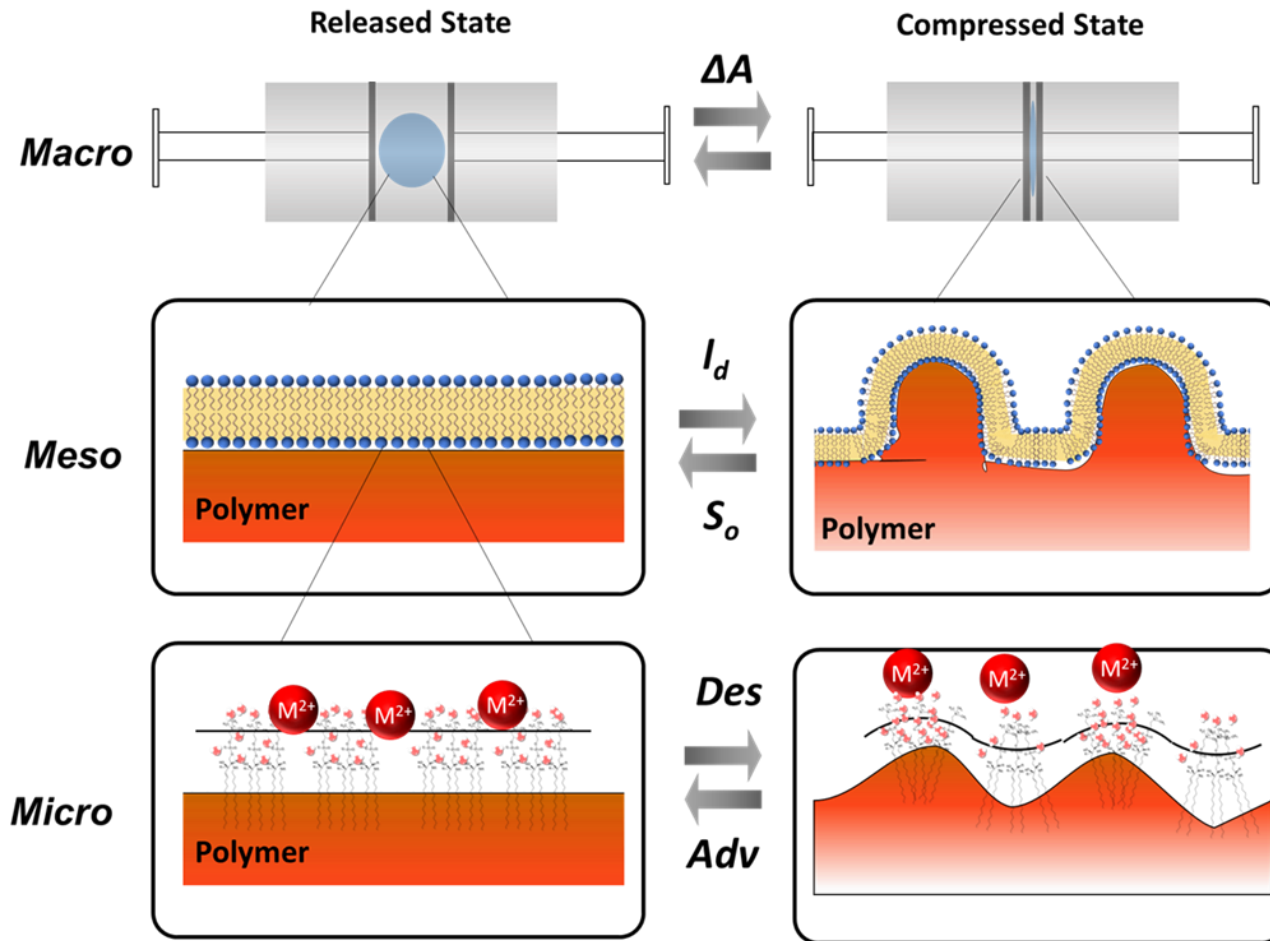
## 先進工学科・化学工学プログラム

### 分子の顔が魅える化学工学

---

助教：高瀬 隼

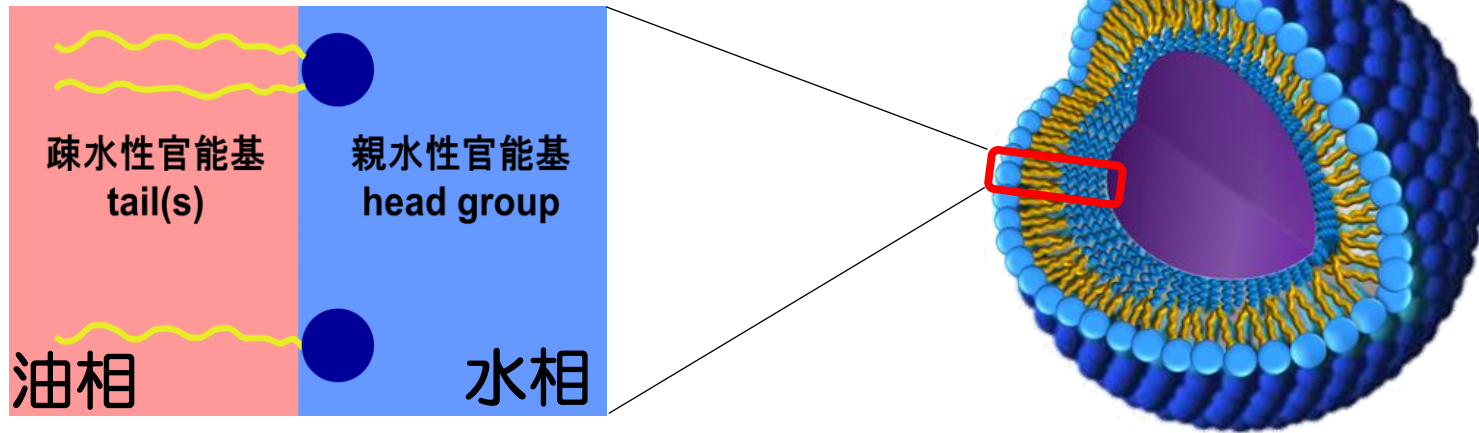
# 分離への応用を志向した機能性材料の創成



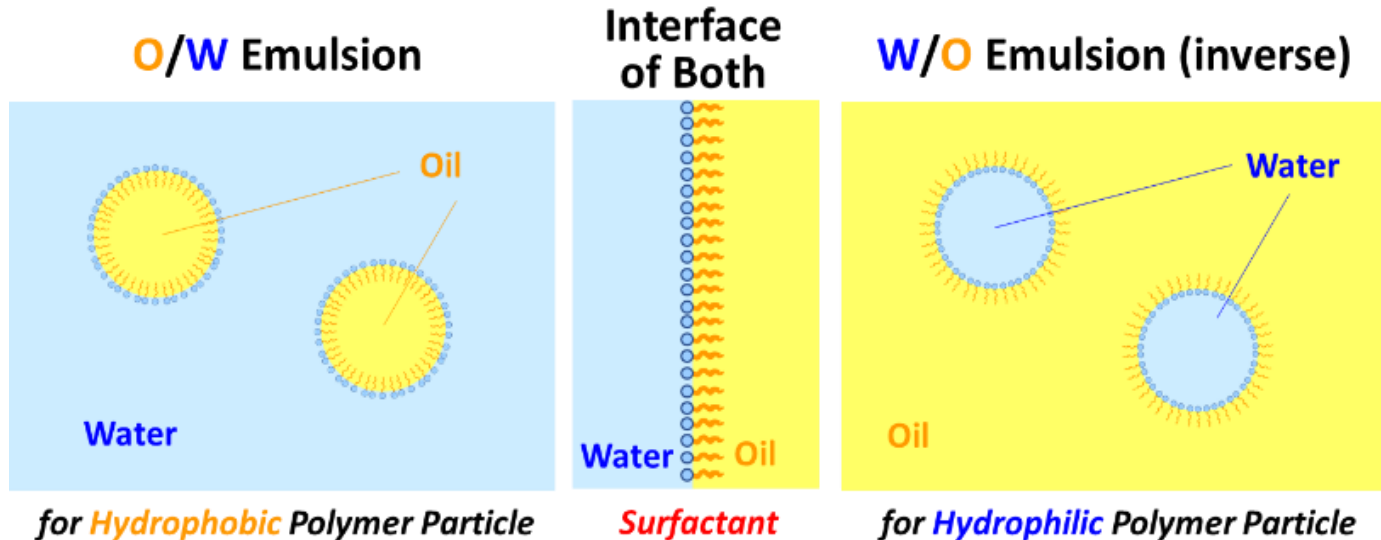
Sponge Ballsを【ぽにぽに】することで連動的にMacro/Meso/Micro物性を制御

# 自己組織化膜とは??

## 界面活性剤 (洗剤分子)



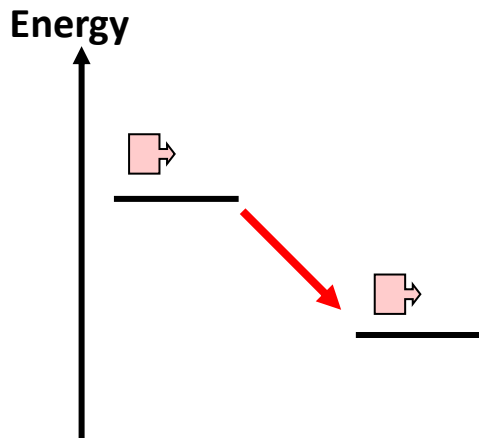
## 水中で自己組織的に分子集合



# 自己組織化膜による機能深化

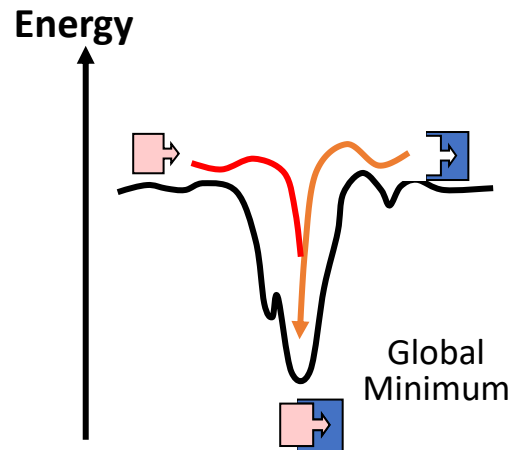
## 化学プロセス 【分配】

- 抽出
- 吸着
- 膜分離
- etc

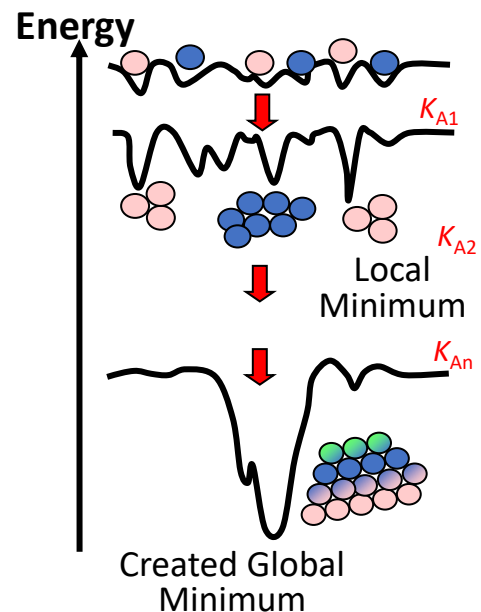
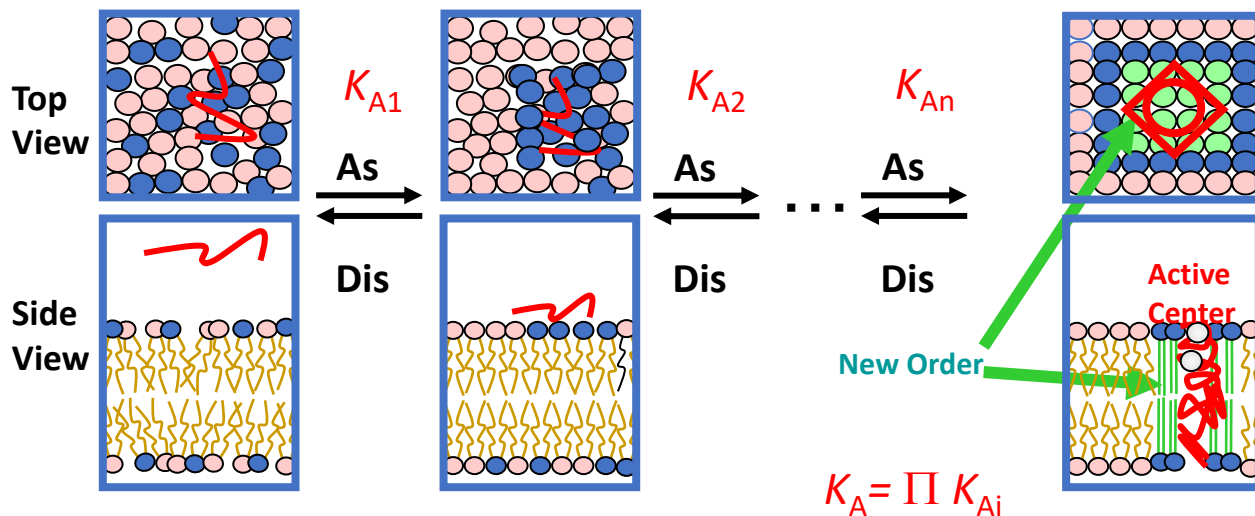


## 生体膜系 【分子認識】

- 酵素
- 抗原-抗体
- etc

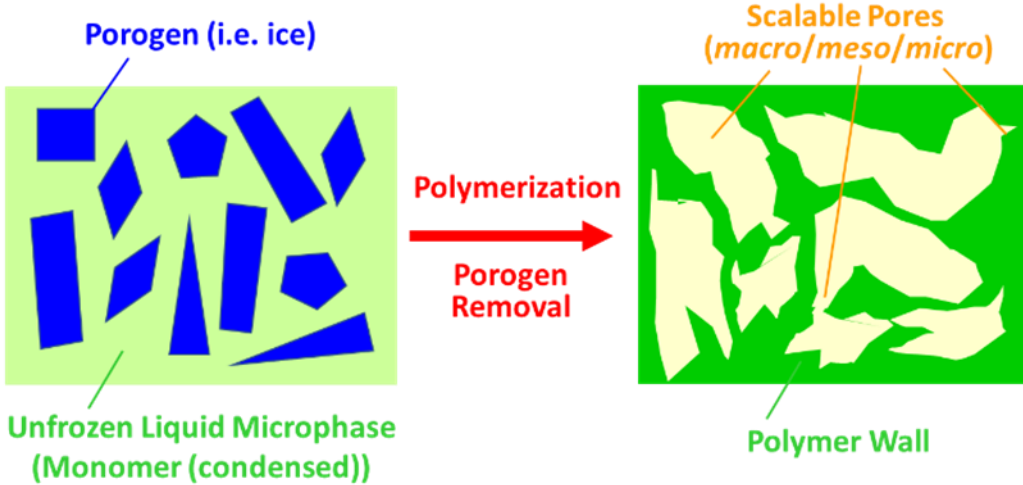


## 自己組織化膜上での分子認識 【協奏効果?】

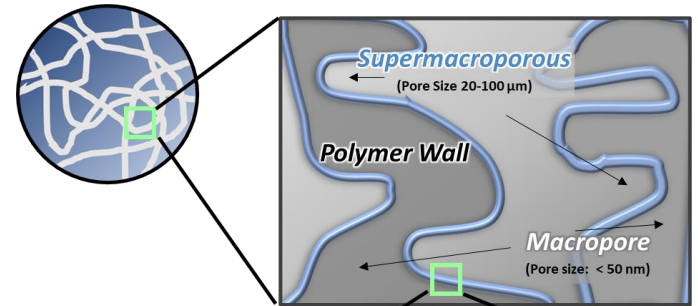
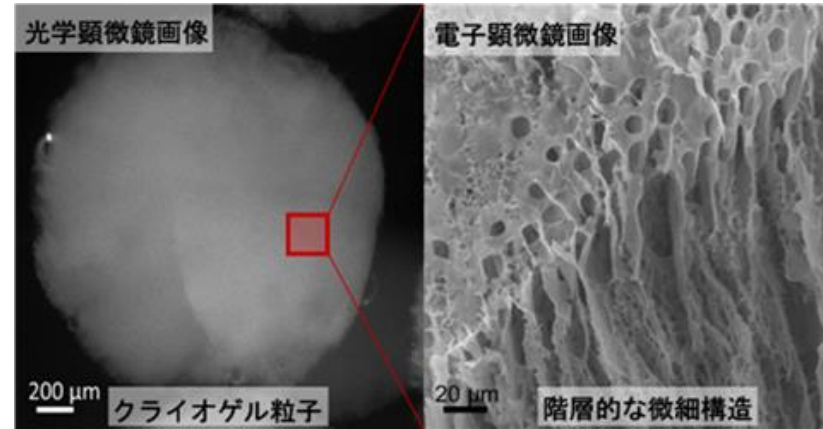


# クライオゲルとは??

## 氷晶を鋳型として作製するゲル

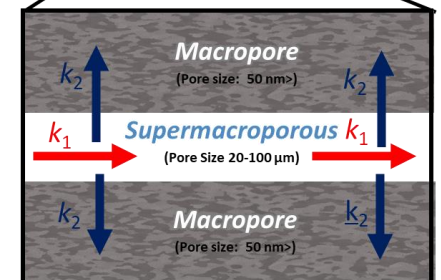


凍結化で重合反応を進行



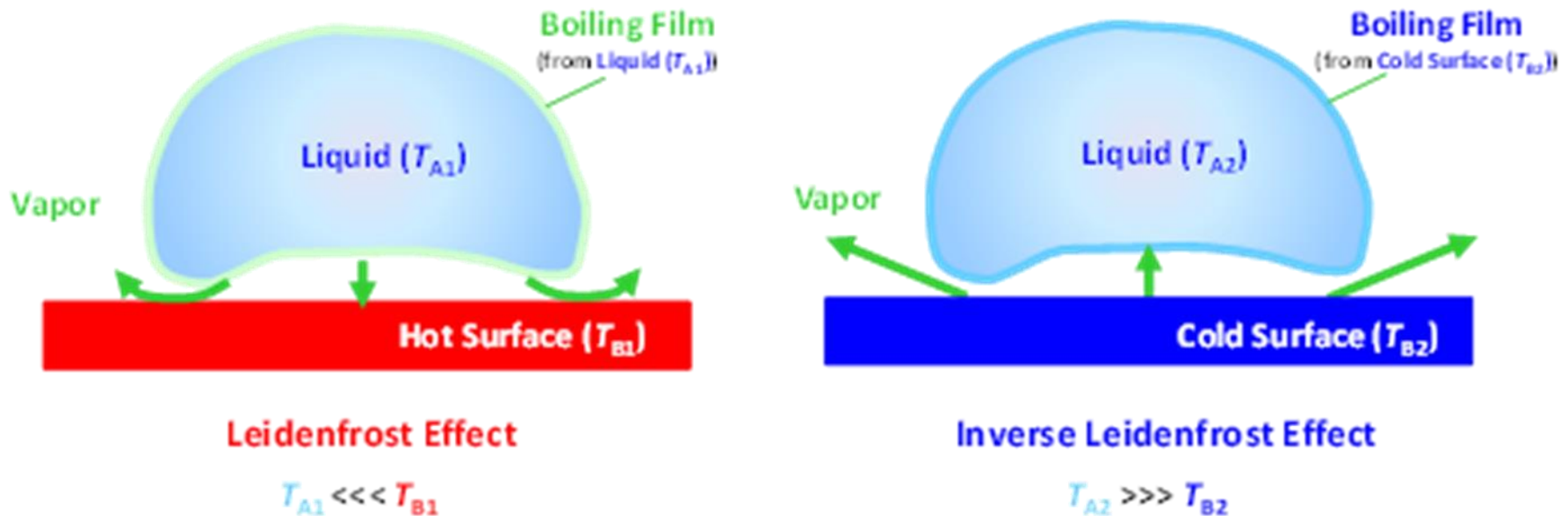
## 担体クライオゲルによる分離効率の向上

- ✓ 広大な比表面積 Specific Surface Area (SSA)
- ✓ 迅速な物質拡散 ( $k_1 \uparrow$ ) & ( $k_2 \uparrow$ )



# 独自粒子調製手法 iLF Cryo法

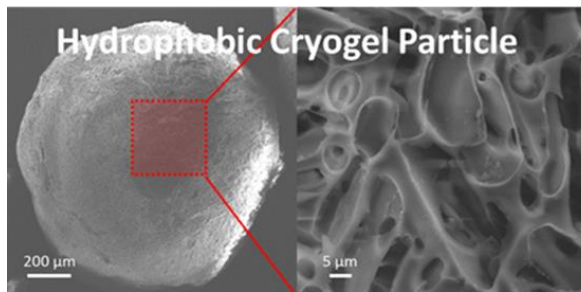
“熱したフライパン” から着想した独自粒子調製手法



極めて高い温度差で基盤に液体が近接することで沸騰した気体が液体を覆い凍結液滴を形成 (逆ライデンフロスト現象)

# 分離材料としての活用

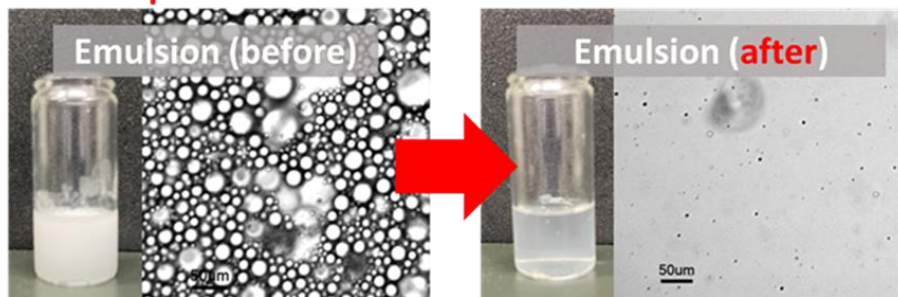
## 粒子担体による高効率な分離



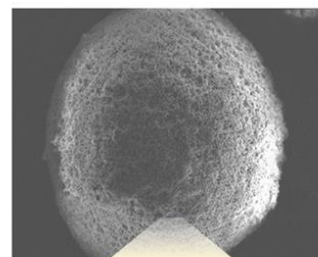
### Characterization Macroscopic Shape

- ✓ Mean Diameter ( $D_v$ )
- ✓ Stand Deviation ( $\sigma$ )
- ✓ Coefficient of Variation ( $C_v$ )
- ✓ Tapped Bulk Density ( $\rho_{bulk}$ )

### Separation of Oil-in-water Emulsion

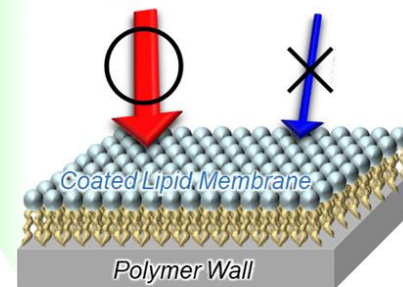
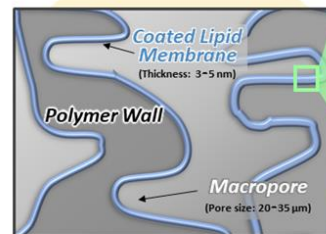
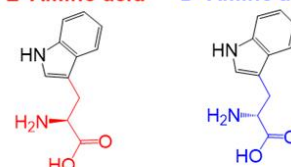


## 自己組織化膜修飾粒子による 高選択的な分離



### Chiral Selective Adsorption

L-Amino acid      D-Amino acid



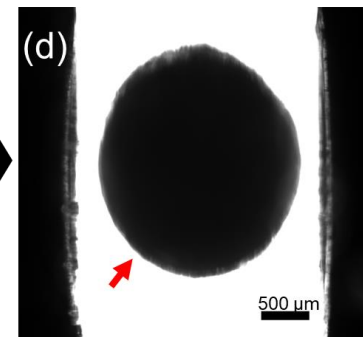
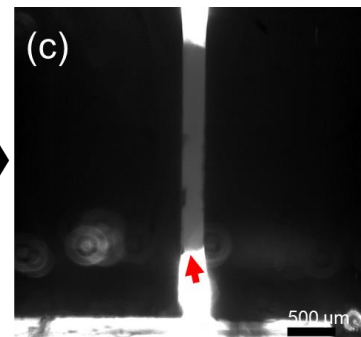
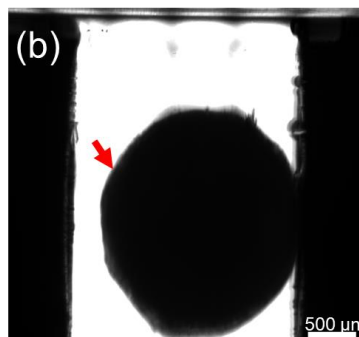
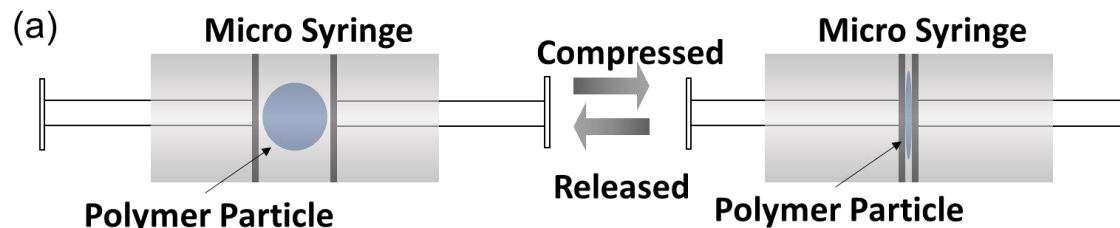
疎水性のBallsを活用することで  
水中から油の高効率な分離

医薬・農薬分野で必要不可欠な  
分離プロセス  
光学異性体の分離

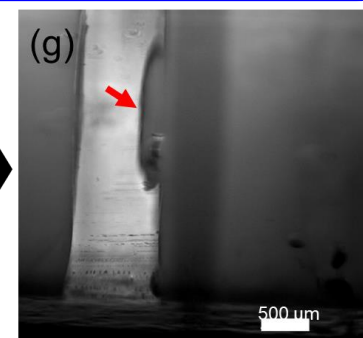
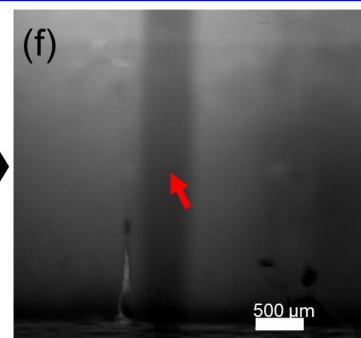
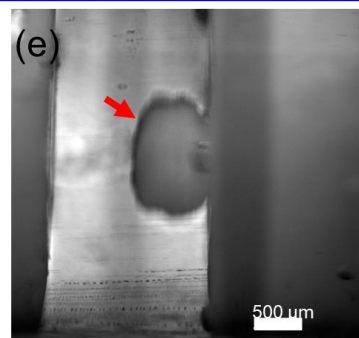
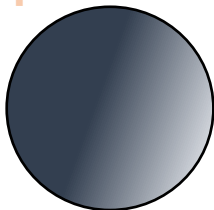
高効率かつ高機能な分離材料の創成

# 形状記憶能を有するMicro Sponge Balls

Cryogel particle  
prepared at  $-15^{\circ}\text{C}$



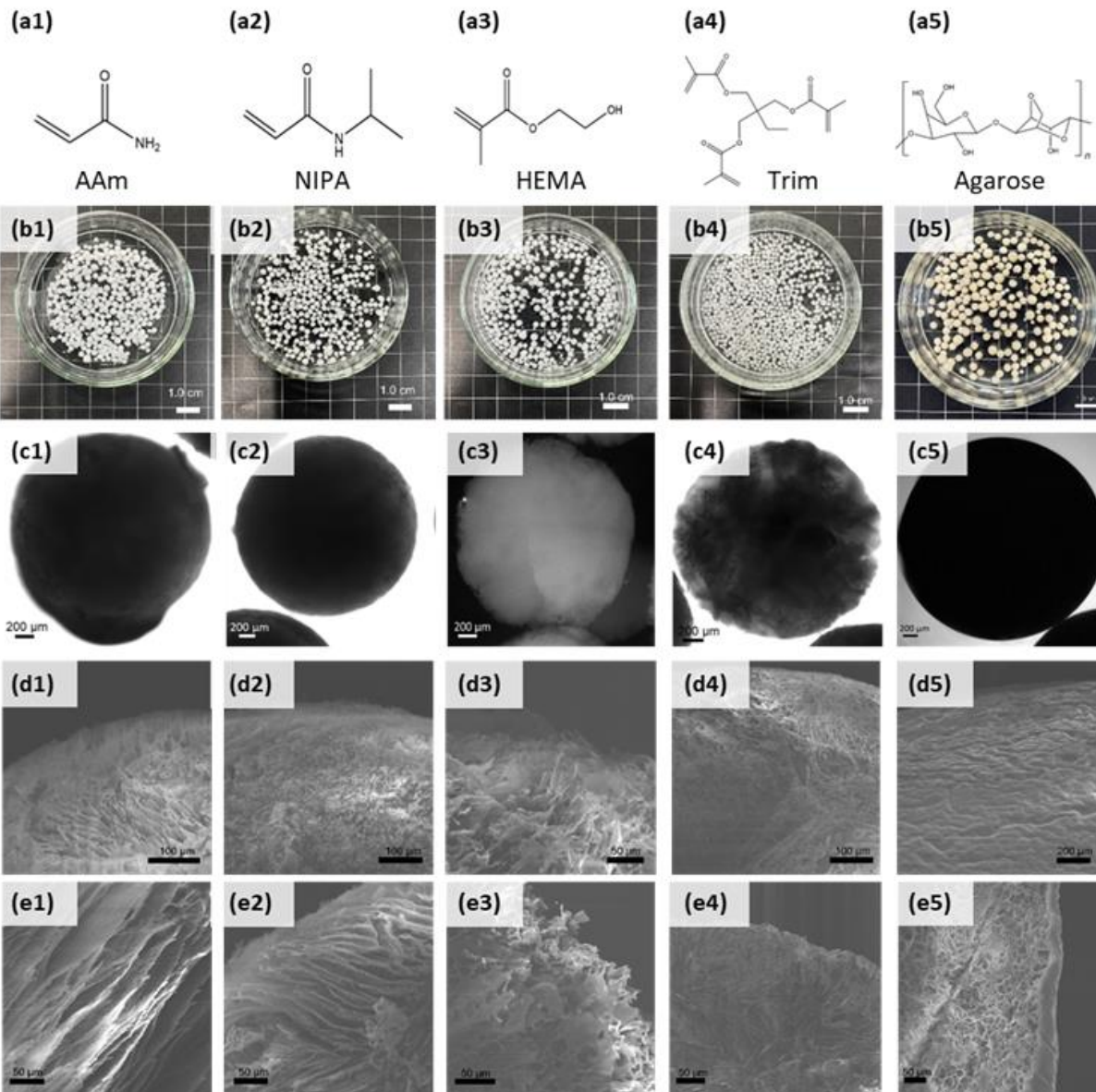
Conventional gel  
particle  
prepared at  $5^{\circ}\text{C}$



【ぶにぶに】による  
大きな形状変化率と高い形状復元率

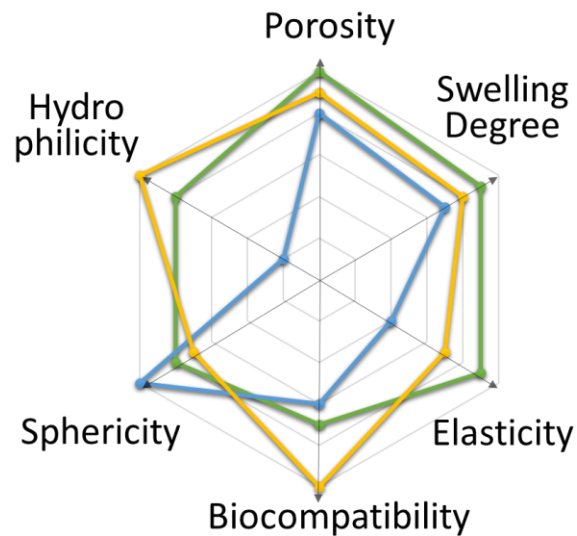


# 汎用性の高い粒子調製技術

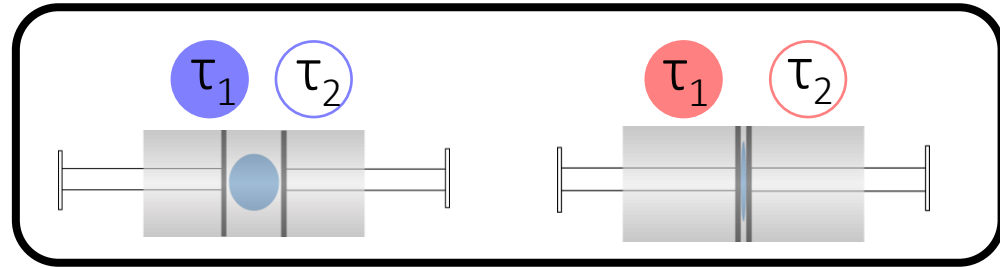
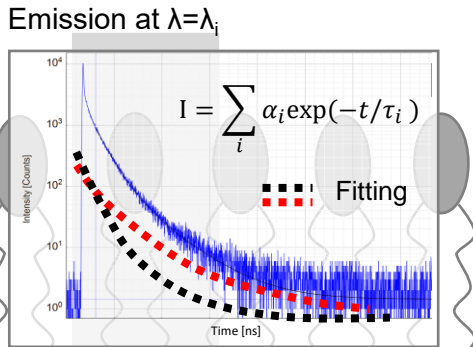
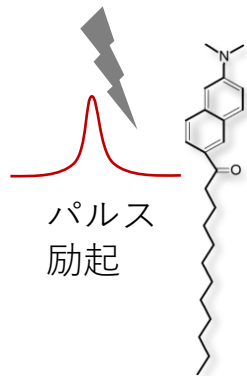


- ✓ pH応答性
- ✓ 温度応答性
- ✓ 生分解性
- ✓ 疎水性
- ✓ 生体適合性

目的に応じて材料物性をデザイン

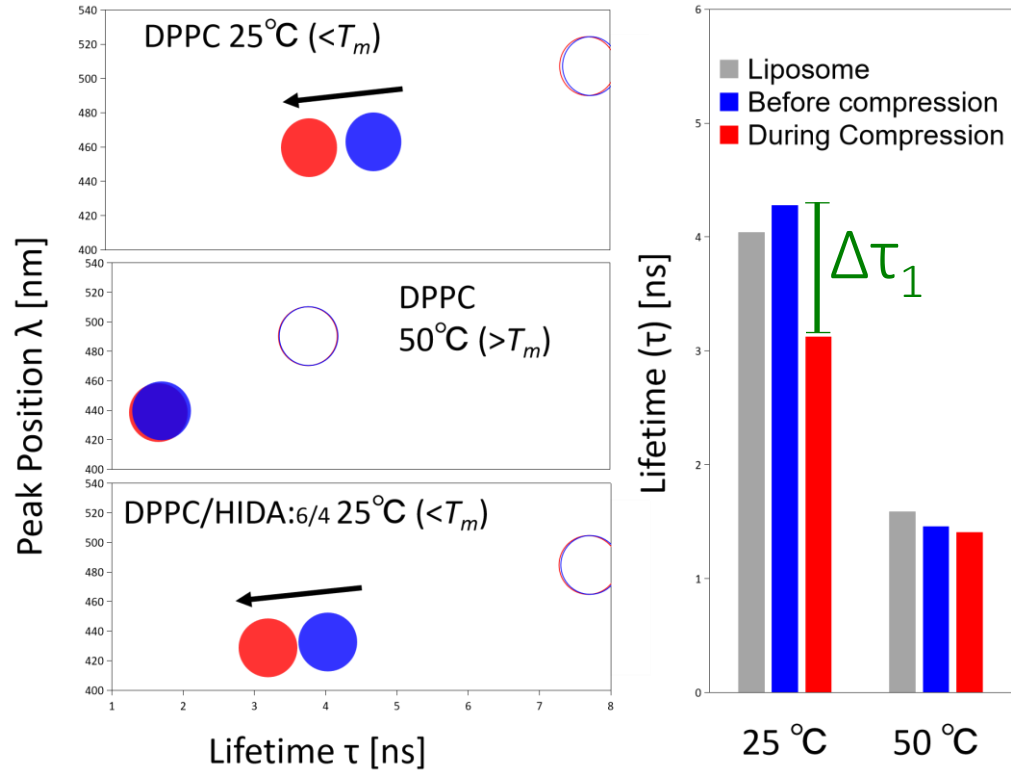
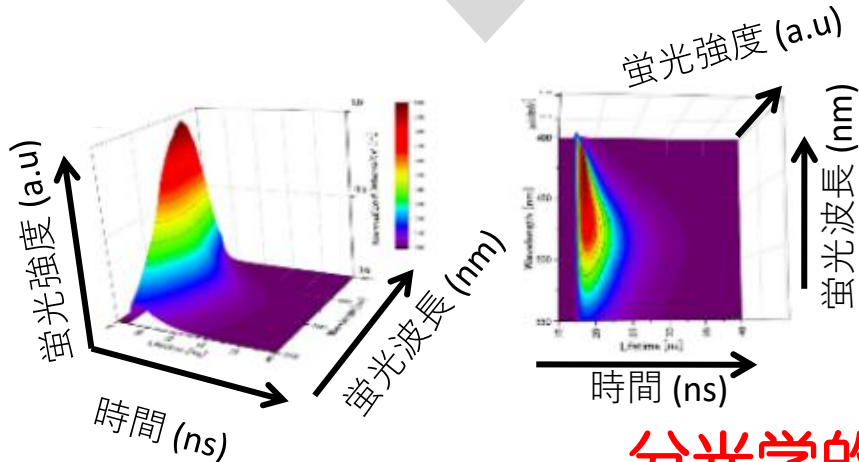


# 自己組織化膜の修飾と膜特性解析



(Ref) N. Watanabe *et al.*, *Biphas. J.*, **2019**, 116,  
*Langmuir.*, **2019**, 35, 6762-6770.

時間・スペクトル分解



分光学的手法を用いてSponge Ballに修飾された自己組織化膜の膜特性を評価・解析

# 分離・反応デバイス化

(a) カラム型

(b) モジュール型

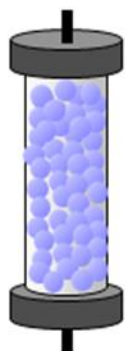
(c) 膜デバイス型

[スケール]

デバイス

分離基材  
(担体)

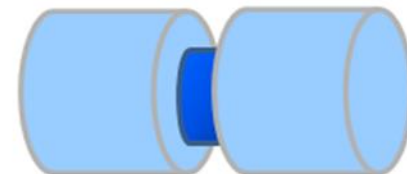
固体表面  
(固定化法)



粒子充填  
カラム



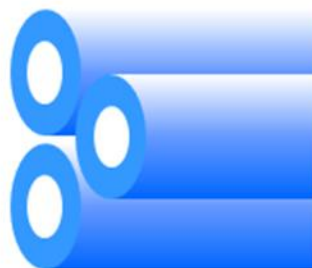
中空糸膜モジュール



2槽式膜デバイス



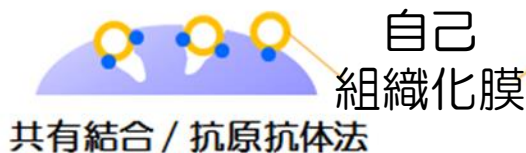
多孔質粒子



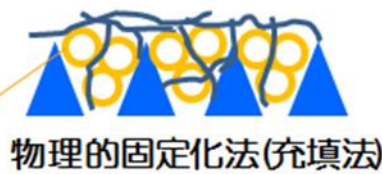
中空糸膜



ハイドロゲル



共有結合 / 抗原抗体法



物理的固定化法(充填法)



ゲル包埋法

# 分離への応用展開

## 【応用用途】

### 生体分子の分離

(i.e, 細胞, ウィルス, DNA, RNA, 蛋白質)

### 医薬品の分離<sup>3)</sup>

(i.e, 抗生物質, 光学異性体; アミノ酸, 糖, ビタミン)

### 環境汚染物質の分離<sup>4)</sup>

(i.e, 有害物質, 希少金属, 重金属, 機械油, 重油, 油)

### 分離デバイスへの展開

(i.e, 流動層型リアクター, 粒子充填型リアクター,  
マイクロ流路型リアクター)

### 触媒材料への展開

(i.e, メカノケミカル触媒, 相間移動触媒, マイケル付加反応,)

