

背景

固体高分子形燃料電池(PEFC) = 電解質に固体高分子を用いた燃料電池

PEFCの心臓部に電極膜接合体(Membrane Electrode Assembly: MEA)が存在する。このMEAによりPEFCの発電性能は左右される。

このMEAは同じ触媒においても、インクの溶媒や、分散方法、触媒層の形成状態によって性能が変化することが判明している。

本研究では、インクの溶媒比、混合方法の最適化を図り、電流1 Acm⁻²時に電圧0.55 V [NEDO「セル評価解析プロトコル」内のデータ数値を目標]を目標値として設定し、達成することを目的とした。

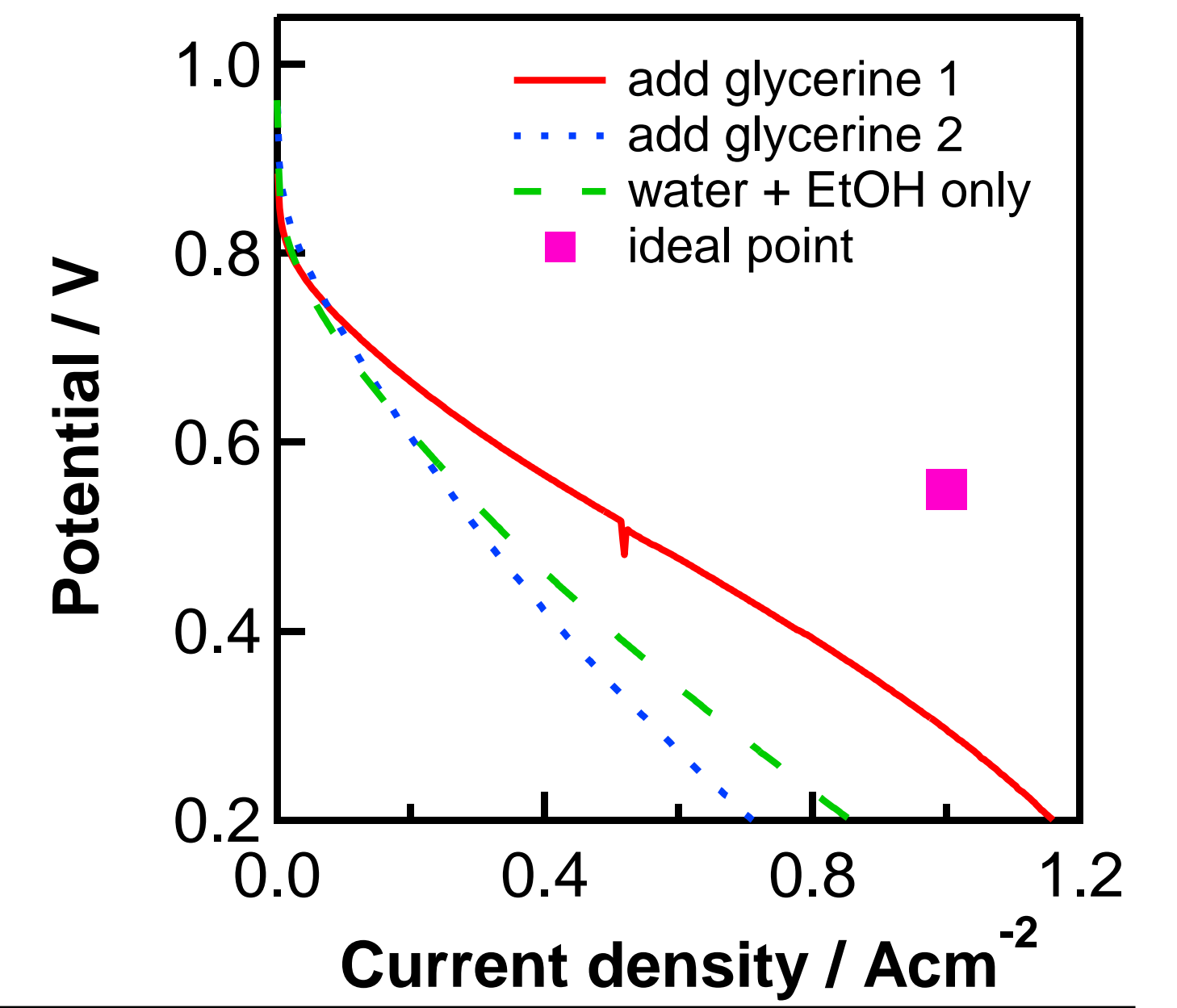
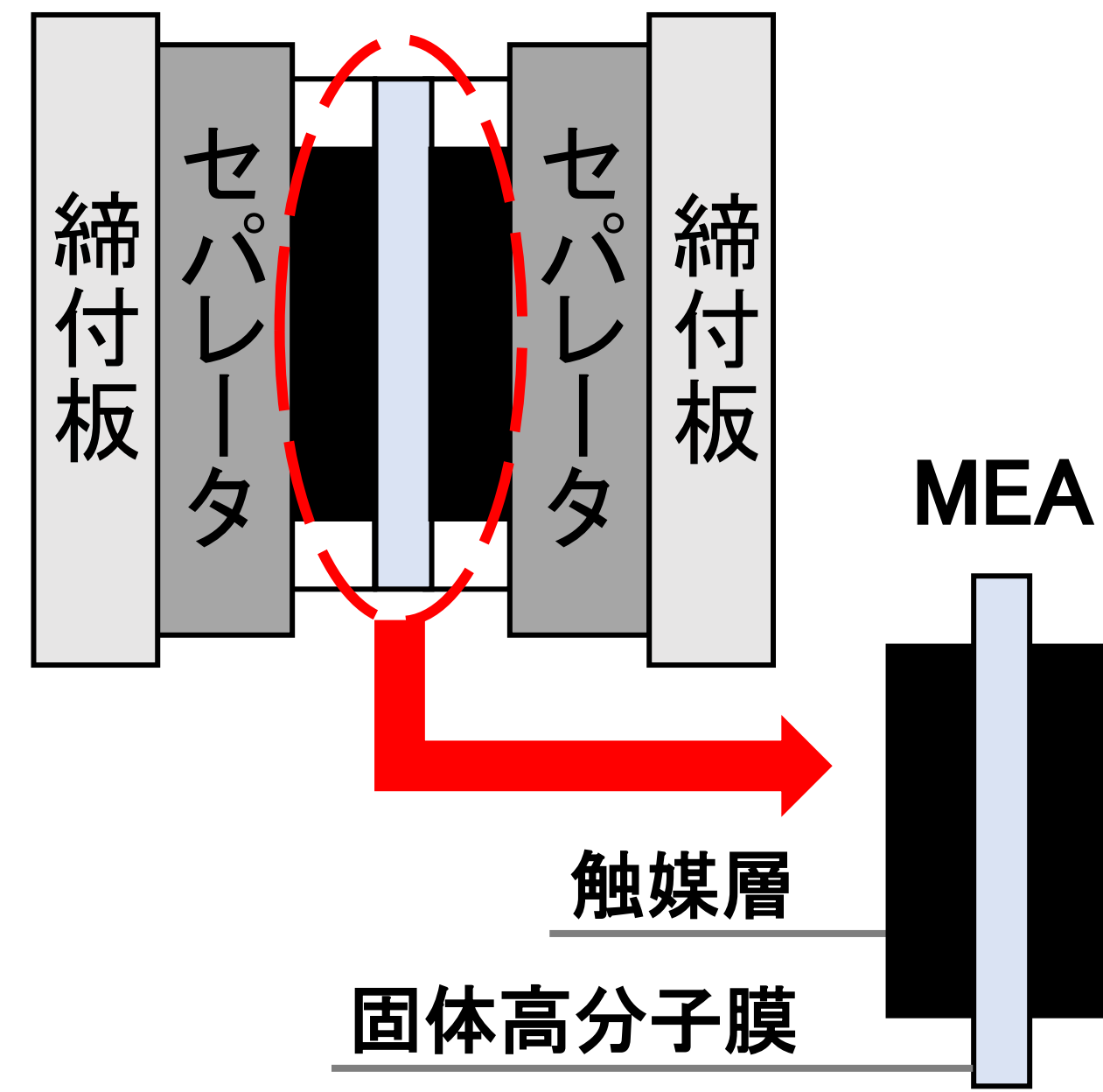


Fig. 1 MEA作製

①触媒インクの作製

インクの作製方法はFig. 2参照

②ポリマーフィルム上に触媒層を形成

ドクターブレード法により触媒層を形成
マスクの厚みは60 μmであった

③ホットプレスで固体高分子膜に転写

ホットプレスは以下の条件で行った。

温度: 137 °C

圧力: 2 Mpa

時間: 1分30秒

④MEAの完成

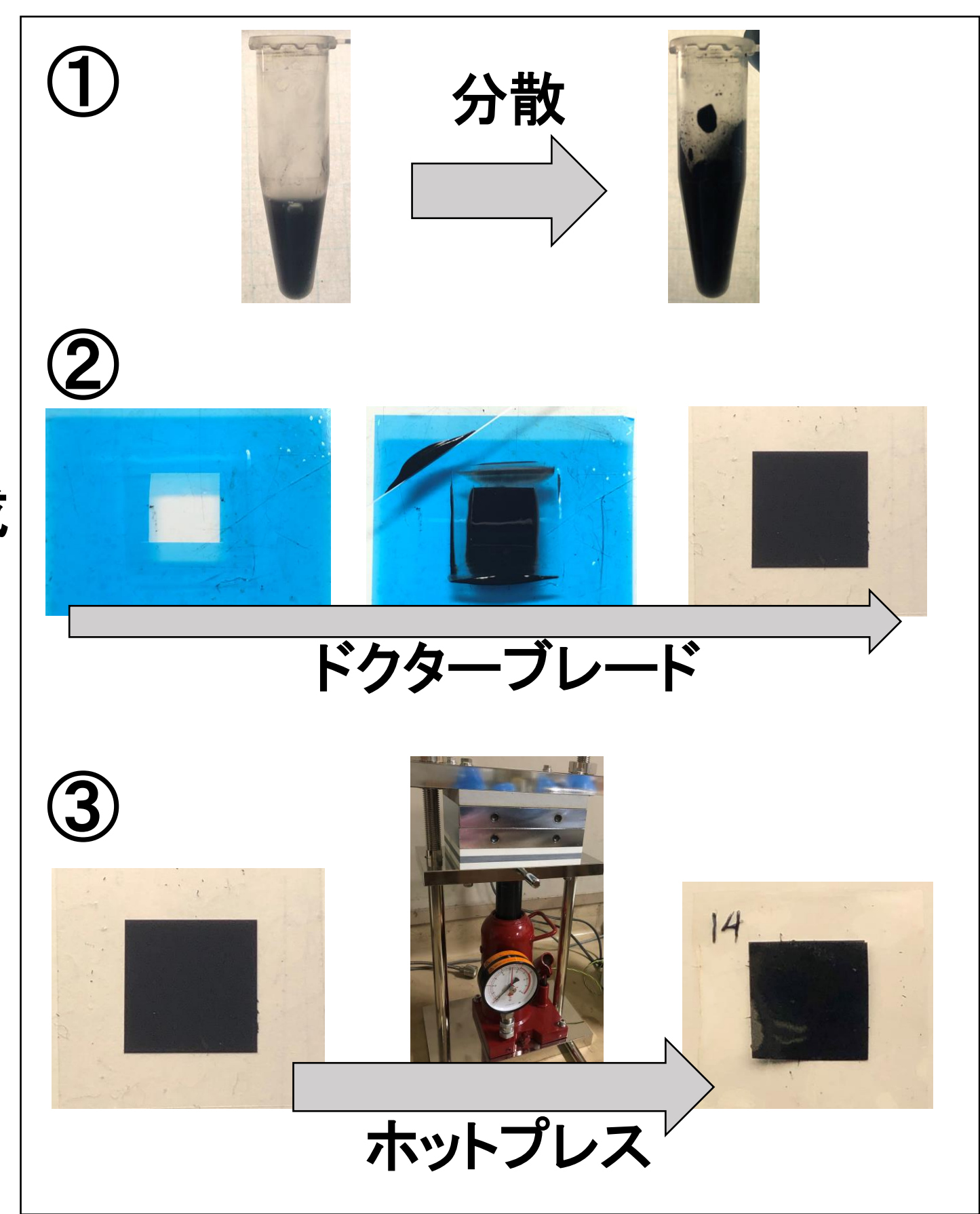


Fig. 2 インク作製

触媒インクの作製は以下の材料を混合して作製した

● 触媒(TEC10E50E, 田中貴金属)

● エタノール

● 水

● D-2020, Nafion™ DE 2020

触媒は20 mg, アイオノマーはカーボンと1:1となる量(52.84 μl)とし、水とエタノールは比率を変えて作製し最適化を図った

混合は以下の機材を用いて行った

超音波ホーンホモジナイザー(三井電気精機)

メカニカルミキサー(IKA)



Fig. 3 インクの濃度の最適化

インクを水とエタノールの量を変えて作製した

水とエタノールの比によらず
合計量が240 μlのとき重量が最大

高濃度のインクにおいては
触媒層乾燥の際にき裂が生じた
高濃度では分散が上手く行われない

溶媒の合計量は240 μlが最適とした

水: EtOH = 100:110

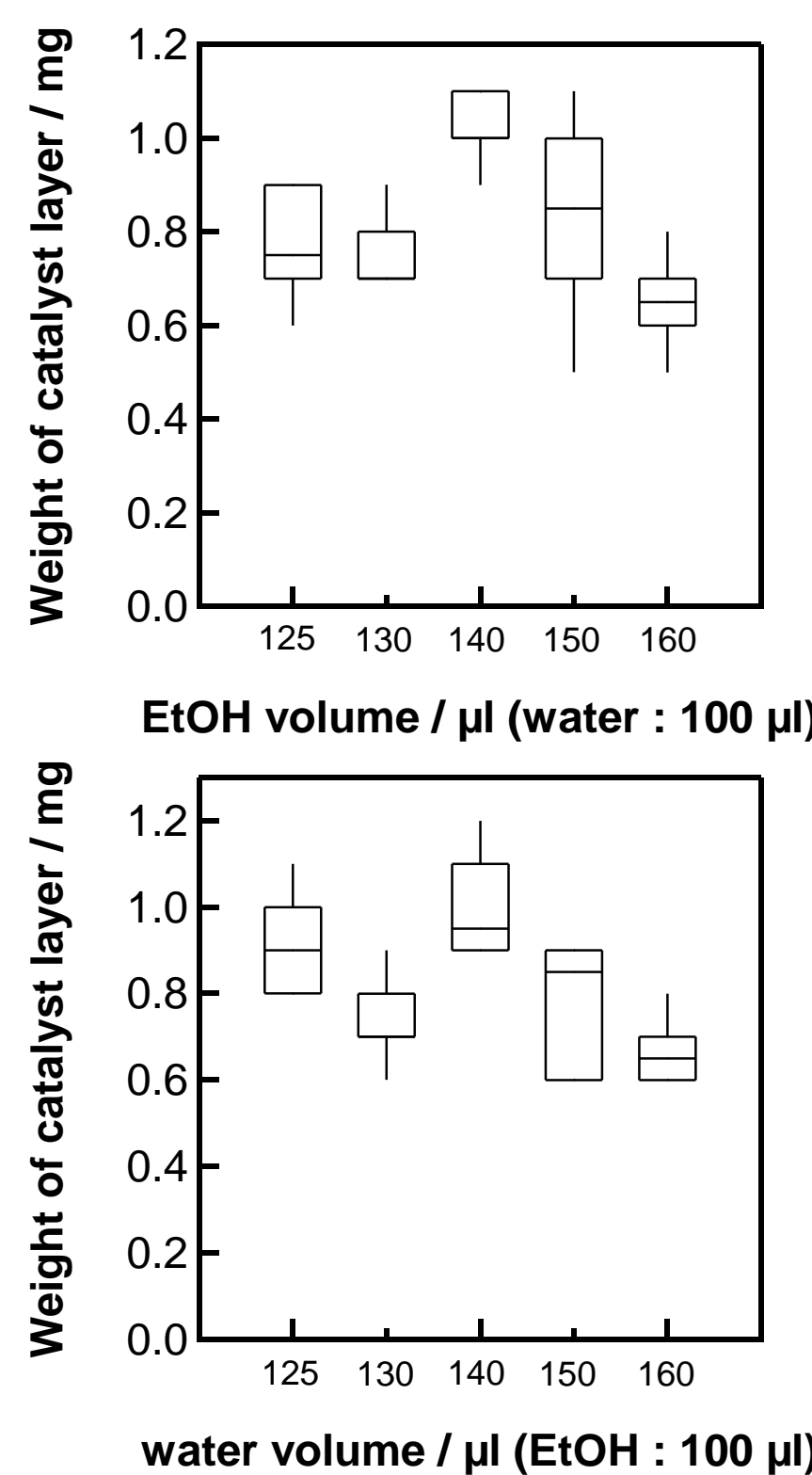


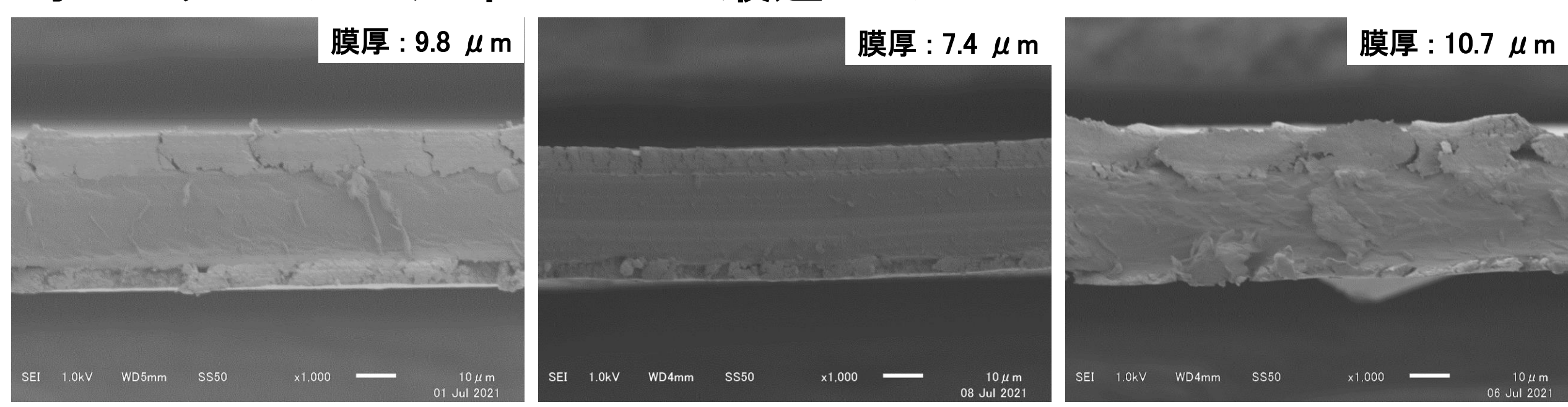
Fig. 4 インクの溶媒比の最適化

水とエタノールの合計量は240 μlとした

エタノールが少ない、水が多い
→膜厚が減少(細孔の減少による白金表面積の減少)
高電流領域の電圧降下が緩やか(高分子の分散がよい)

エタノールが多い、水が少ない
→膜厚が増加, 発電効率の上昇(細孔の増加による白金表面積の増加)

水とエタノールの比率は1:1が最適とした



水: EtOH = 100:140 水: EtOH = 140:100 水: EtOH = 120:120

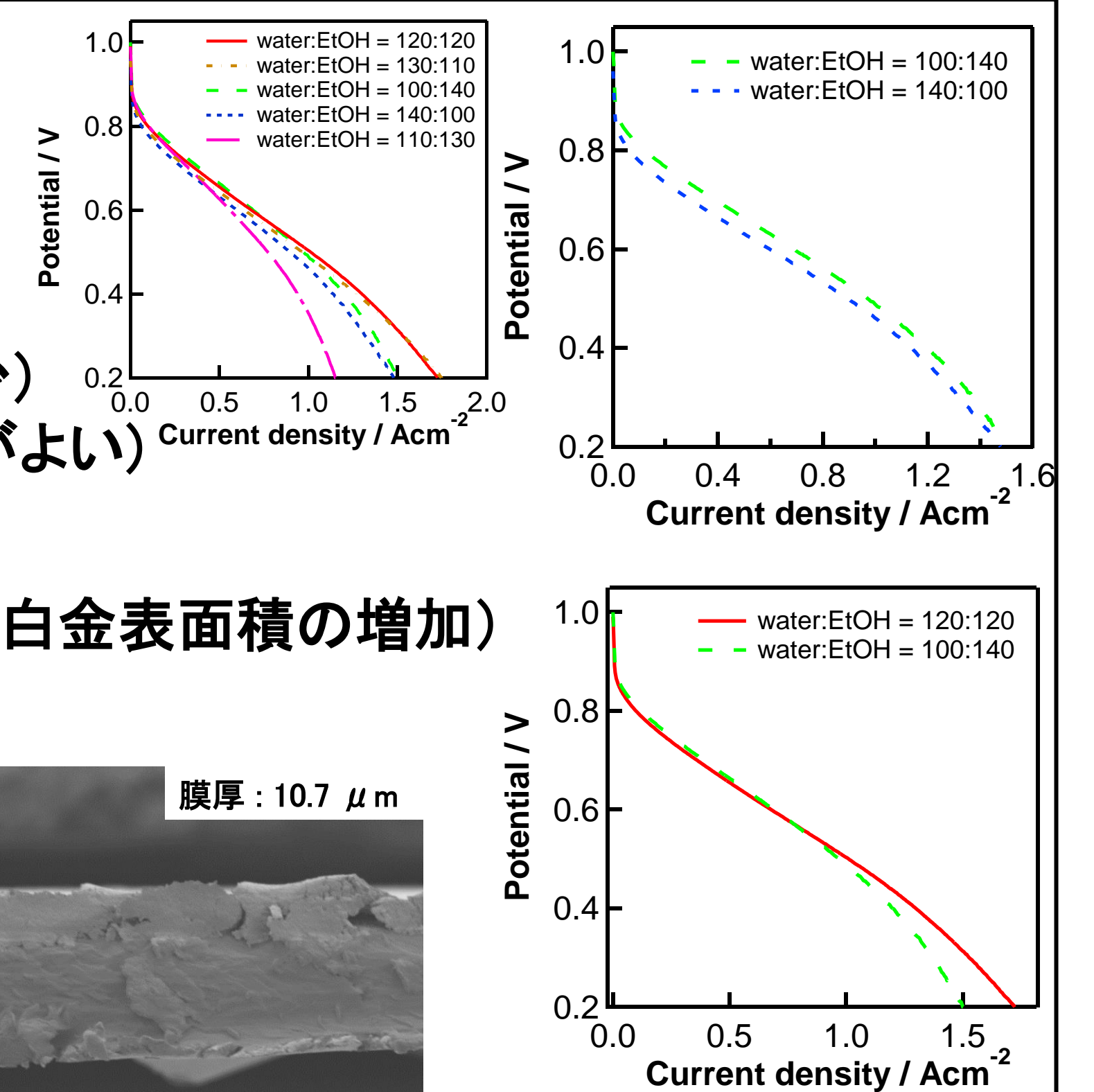


Fig. 5 分散方法の最適化

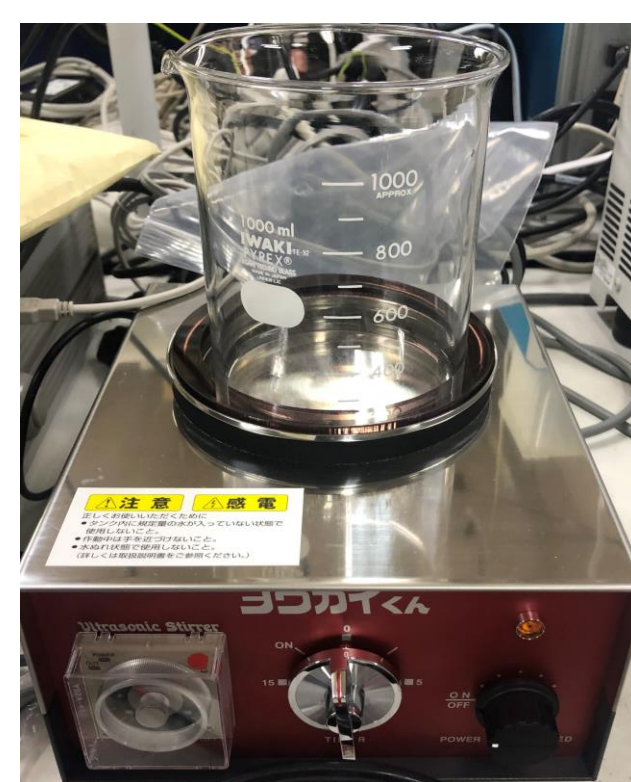
以下の分散機材を用いてサンプルを作製した
それぞれのサンプルをエタノールで希釈して粒径を測定した

- 超音波ホーンホモジナイザー, メカニカルミキサー 交互を5サイクル
- 超音波ホーンホモジナイザーのみ 10回
- 超音波+攪拌 20分

超音波ホーン
ホモジナイザー

メカニカル
ミキサー

超音波バス+攪拌
(ヨウカイくん, 日本精機製作所)



動的光散乱法(DLS法)測定器
(nanoSAQLA, 大塚電子)



超音波ホーンホモジナイザーとメカニカルミキサーを併用すると粒径が最も小さくなった
→より分散されている

電気化学測定の結果粒径が小さくなった2種併用したインクのものも全体的に発電効率の上昇が見られた

超音波ホーンホモジナイザー, メカニカルミキサーの併用が最も分散に適している

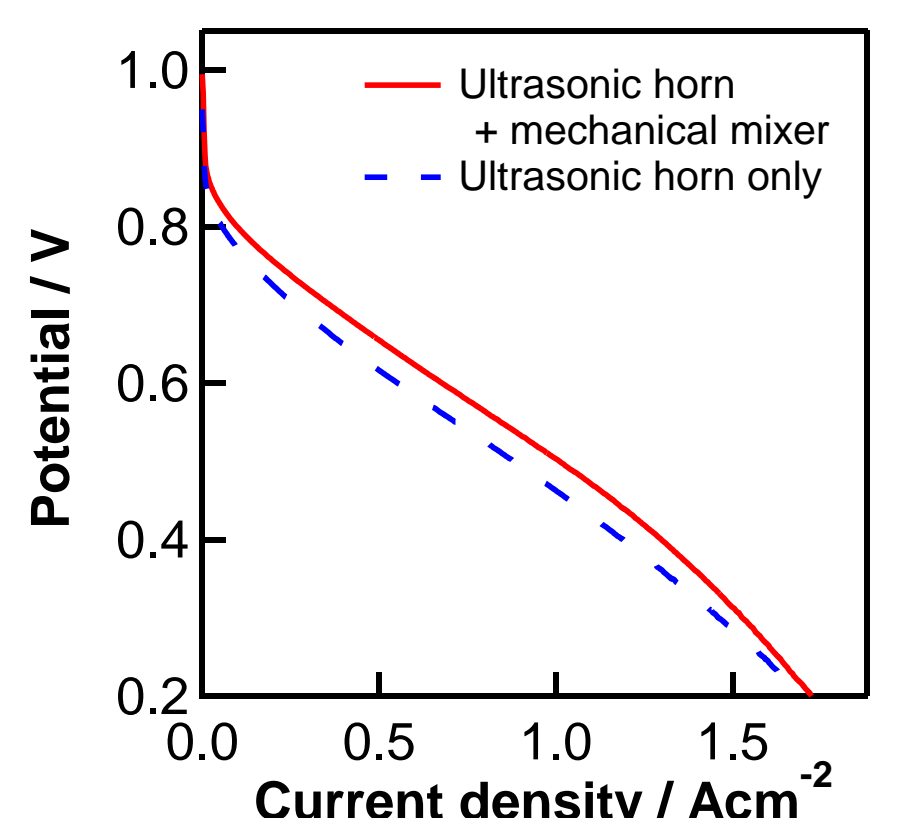
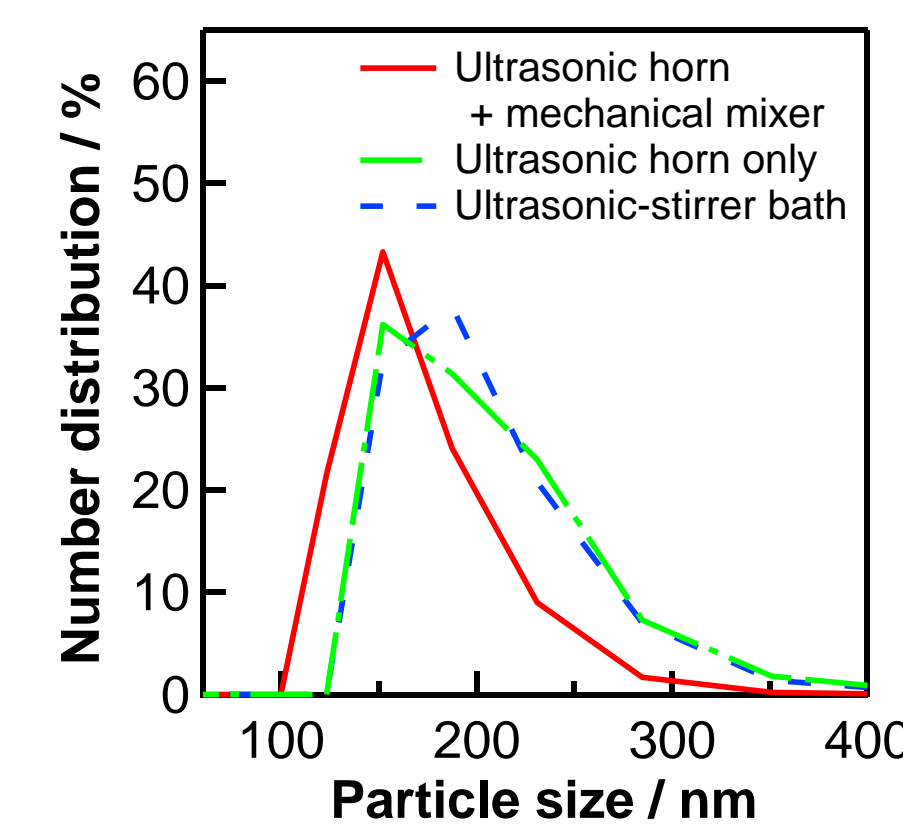
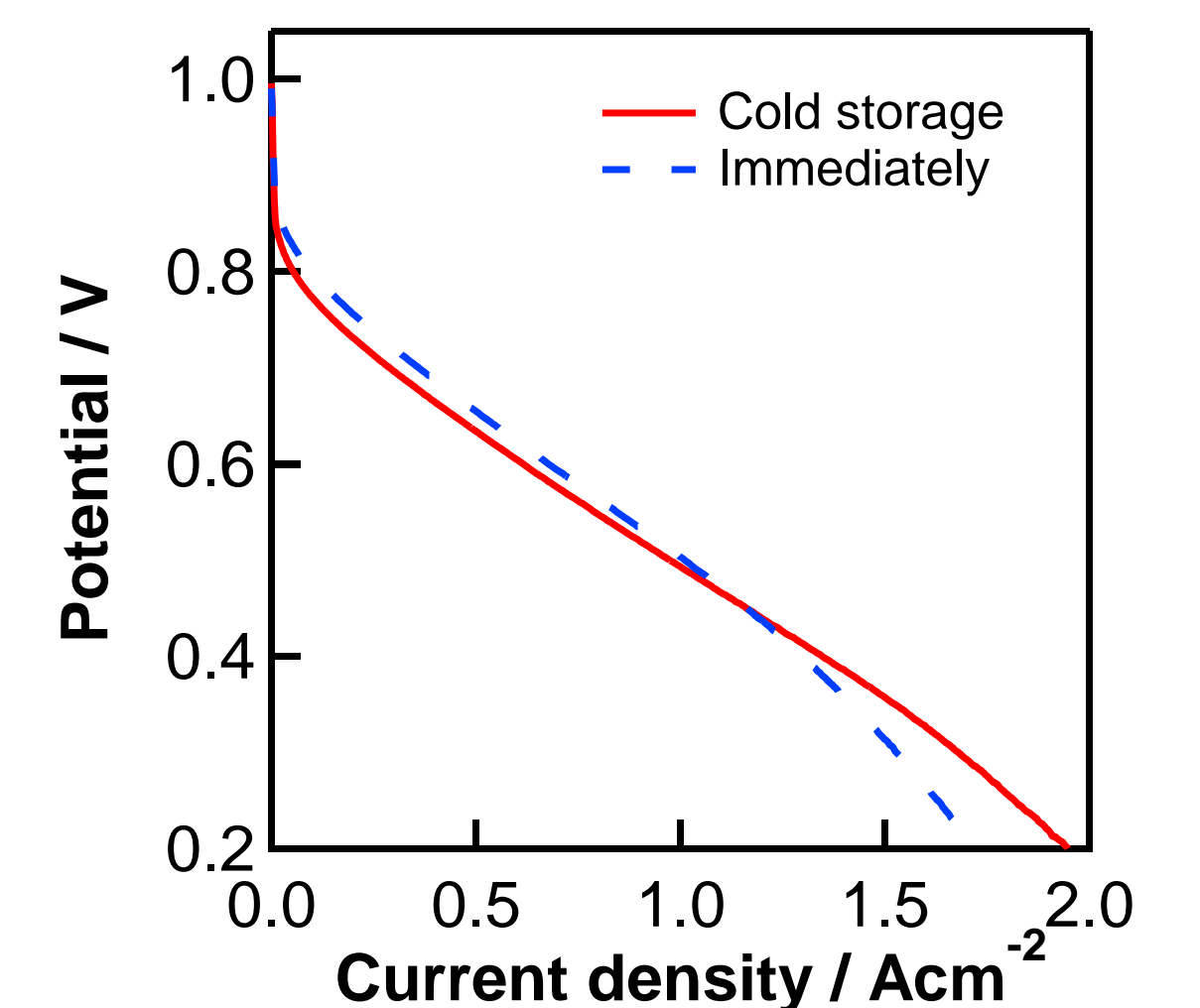


Fig. 6 寝かせの効果

インクを冷蔵庫にて1日寝かせた
高電流領域において差が生じた
高分子の輸送能力の影響が大きい
寝かせたものは高分子がなじみ、
電圧降下が緩やかになったと考える



結論

本研究では固体高分子形燃料電池の心臓部であるMEAの特にインクの作成方法の最適化を行った。

○インクの濃度

→濃度が高いと分散しづらく、濃度が低くなりドクターブレード法には適さなくなる。

○溶媒の比

→エタノールが多いと細孔が増えて白金有効表面積が増えるが、アイオノマーの分散性が悪くなると考えられるため、水とエタノールの比は1:1が最適とした。

○分散方法

→分散具合は触媒層の形成に影響を及ぼすと考えられる。超音波ホーンホモジナイザーとミキサーの両方を用いたときが最も分散すると考えられる。

○触媒とアイオノマーのなじみ具合

→インクの作成後、冷所で保存することで触媒とアイオノマーがなじみ性能が向上する。

