

評価条件

1. 酸の純度等: メーカー(関東化学), 酸の純度(Ultrapur)
2. 水の純度等: メーカーまたは製造機等(Millipore), 純度(比抵抗18.2 M Ω 、TOC 4 ppb)
3. 洗ビンの容器の材質: (PFA(フッ素樹脂))
4. 電解槽および電気化学測定装置名等: (北斗電工製HZ5000)
5. 電解槽の容積: 約**300** mL
6. 電解槽の洗浄方法: (中性洗剤で自動洗浄後、95°C以上の超純水中で30分間煮沸)
7. 回転電極の電極部の大きさ: 直径(**5** mm), チャンネルフロー電極の場合には電極サイズ等:
()
8. 試験電極作製法: **a.** GC電極上にイオノマーと触媒の混合物を載せる, b. GC電極上に触媒を載せた上にイオノマーを滴下, c. その他()
9. 回転電極の試験電極部: C担持量(約20 $\mu\text{g}_{\text{Carbon}} \text{cm}^{-2}$), イオノマー担持量(約 9 $\mu\text{g}_{\text{Nafion}} \text{cm}^{-2}$)
10. GC電極上への触媒担持方法(一回で担持、数度に分けて担持、その他の工夫などを簡潔に記述願います):
(一回で担持)
11. 試験電極作製時の加熱温度と時間: **60** °C, **15** min
12. ORR特性評価における電解液中での電極の前処理:
(2分間1.2 Vで定電位保持後、0-1.2 Vの電位範囲を500 mV s⁻¹で20回電位走査)
13. ORR評価測定前酸素吹込時間: **30** min
14. ORR評価中の酸素吹込状況: a, 電解液中に吹き込み, **b.** 液上部流通, c. 停止, d. その他
()
15. 特記事項:

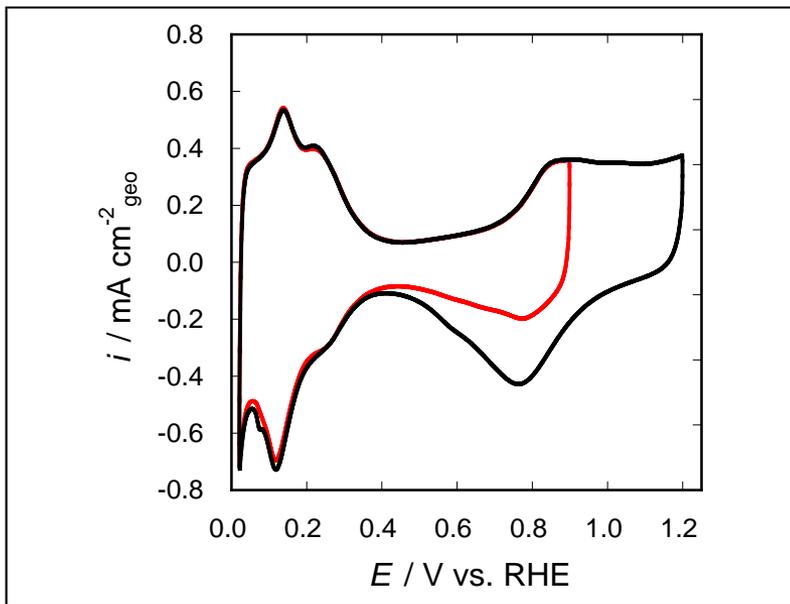


Fig.1 Pt/C 電極のサイクリックボルタモグラム

1. 触媒 (○印) : a. FC-I1, b. FC-I2, c. FC-T1, d. FC-J1
2. ECSA (電気化学活性比表面積) : 64.3 m² g⁻¹-Pt
3. 縦軸: j / mA cm⁻² (geometric) が望ましい
4. 横軸: E / V vs. RHE が望ましい
5. 電解液の種類と濃度: 種類 (HClO₄)、濃度 (0.1 M)
6. 電解液量と温度: 液量 (約300 mL), 温度 (20 °C)
7. ECSA の評価法 (○印) : a. 水素吸着波, b. 水素脱離波, c. 吸着COの脱離波, d. その他 ()
8. 電位走査速度: 50 mV s⁻¹
9. 対極 (○印) : a. Pt板, b. Pt線, c. Pt黒, d. 炭素繊維
10. 参照電極 (○印) : a. RHE, b. Ag/AgCl, c. SCE
11. 上限電位、下限電位を変化させて測定した場合には、縦軸を少しずらして同一図に収める

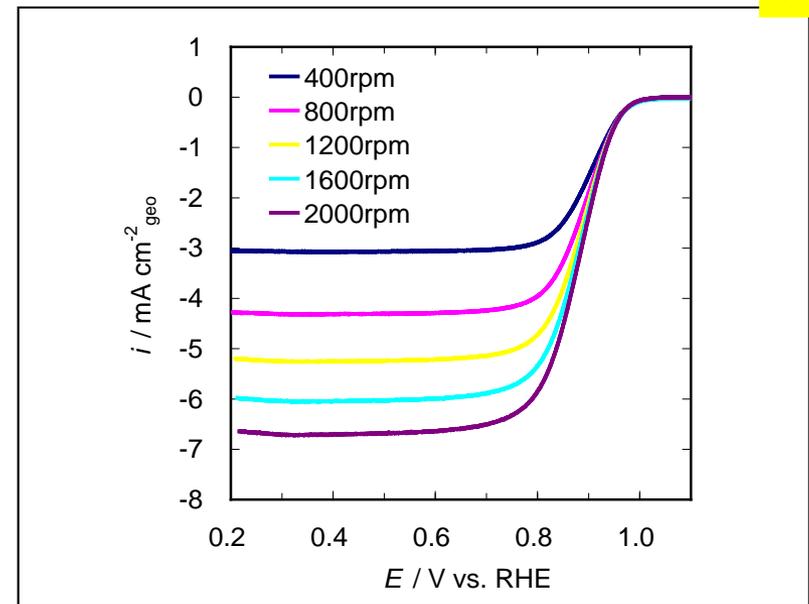


Fig.2 RDE-ORR 対流ボルタモグラム

1. 縦軸: j / mA cm⁻² (geometric) が望ましい
2. 横軸: E / V vs. RHE が望ましい
3. ORR評価の電解液温度 (○印) : a. 60 °C, b. 60 °C以外で評価した場合の温度 (20 °C)
4. 電極回転速度: 400~2000 rpmの範囲で5種類の速度

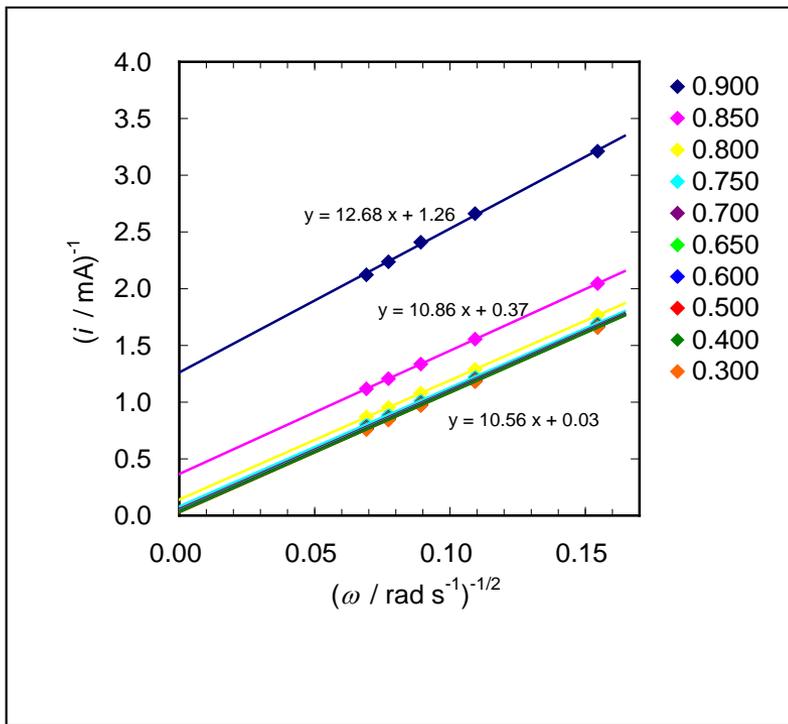
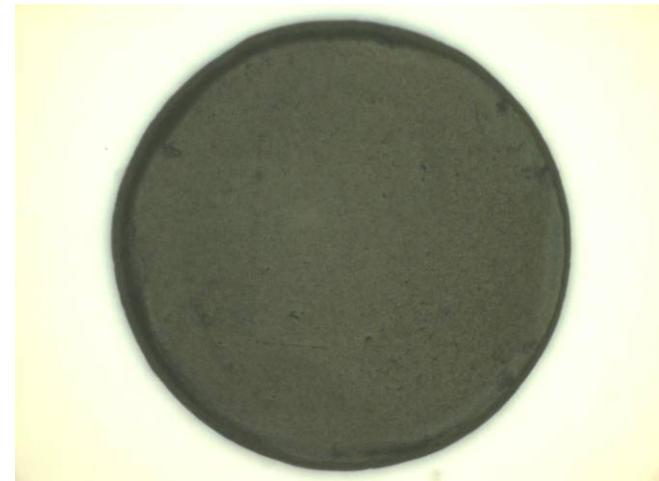


Fig.3 Koutecky-Levich プロット



電極触媒塗布状態

1. 電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
 @0.85 V; 1149 A g⁻¹-Pt, 1786 uA cm⁻²-Pt
 @0.90 V; 324 A g⁻¹-Pt, 504 uA cm⁻²-Pt
 (再現性をみるため複数の結果を場合には数値を列挙)
2. 縦軸: j^{-1}/A^{-1} が望ましい
3. 横軸: $\omega^{-1/2}/(\text{rad s}^{-1})^{-1/2}$ が望ましい
4. 電流値評価: a. カソード電位走査時,
 b. アノード電位走査時,
 c. その他()

【参考】

Pt担持量 13.20 $\mu\text{g}_{\text{Pt}} \text{cm}^{-2}$

溶液抵抗補正前の電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:

@0.85 V; 615 A g⁻¹-Pt, 957 uA cm⁻²-Pt@0.90 V; 221 A g⁻¹-Pt, 344 uA cm⁻²-Pt

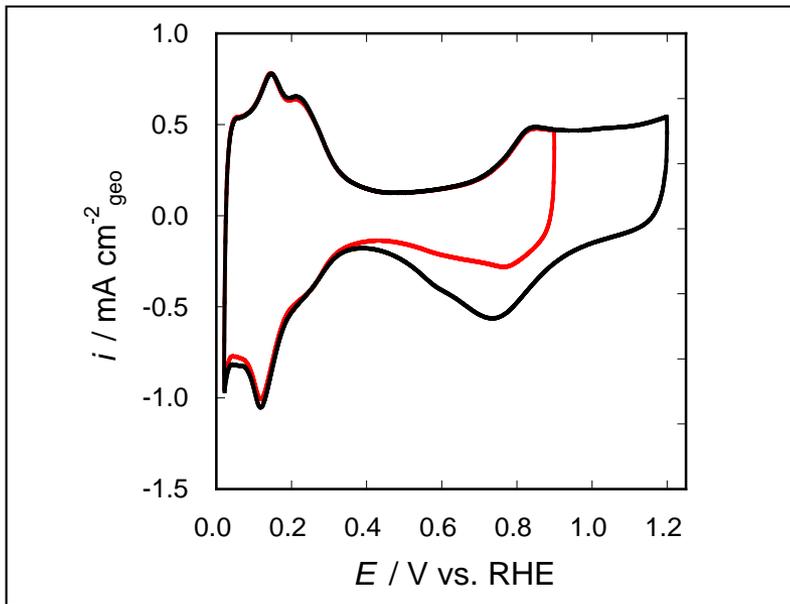


Fig.1 Pt/C 電極のサイクリックボルタモグラム

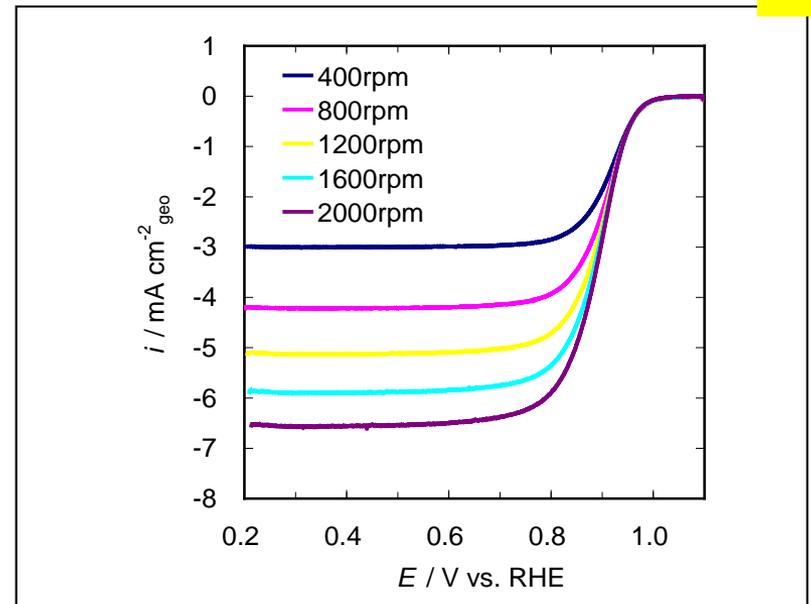


Fig.2 RDE-ORR 対流ボルタモグラム

1. 触媒 (○印) : a. FC-I1, b. FC-I2, c. FC-T1, d. FC-J1
2. ECSA (電気化学活性比表面積) : 87.8 m² g⁻¹-Pt
3. 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
4. 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい
5. 電解液の種類と濃度: 種類 (HClO₄)、濃度 (0.1 M)
6. 電解液量と温度: 液量 (約300 mL), 温度 (20 °C)
7. ECSA の評価法 (○印) : a. 水素吸着波, b. 水素脱離波, c. 吸着COの脱離波, d. その他 ()
8. 電位走査速度: 50 mV s⁻¹
9. 対極 (○印) : a. Pt板, b. Pt線, c. Pt黒, d. 炭素繊維
10. 参照電極 (○印) : a. RHE, b. Ag/AgCl, c. SCE
11. 上限電位、下限電位を変化させて測定した場合には、縦軸を少しずらして同一図に収める

1. 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
2. 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい
3. ORR評価の電解液温度 (○印) : a. 60 °C, b. 60 °C以外で評価した場合の温度 (20 °C)
4. 電極回転速度: 400~2000 rpmの範囲で5種類の速度

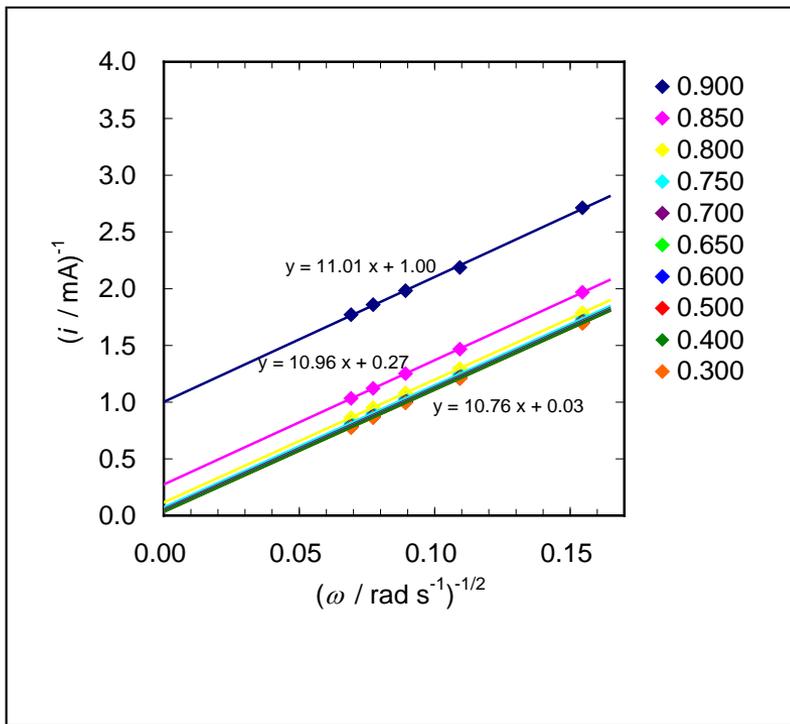
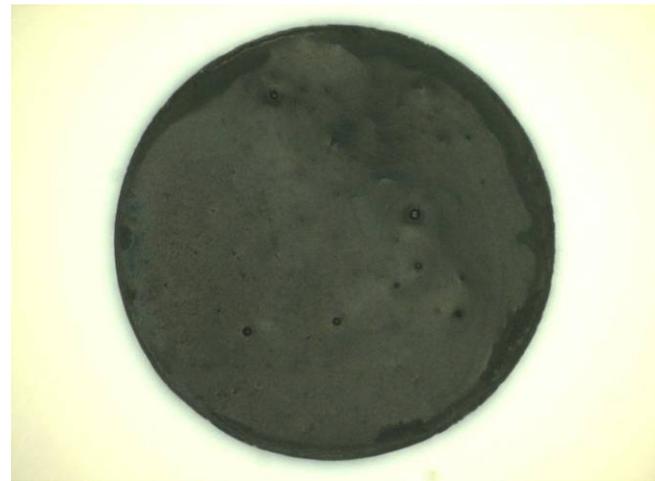


Fig.3 Koutecky-Levich プロット



電極触媒塗布状態

1. 電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
 @0.85 V; **1601 A g⁻¹-Pt, 1822 uA cm⁻²-Pt**
 @0.90 V; **397 A g⁻¹-Pt, 452 uA cm⁻²-Pt**
 (再現性をみるため複数の結果を場合には数値を列挙)
2. 縦軸: $j^{1/2} / A^{-1}$ が望ましい
3. 横軸: $\omega^{-1/2} / (\text{rad s}^{-1})^{-1/2}$ が望ましい
4. 電流値評価: a. カソード電位走査時,
 b. アノード電位走査時,
 c. その他()

【参考】

Pt担持量 13.24 $\mu\text{g}_{\text{Pt}} \text{cm}^{-2}$

溶液抵抗補正前の電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:

@0.85 V; **832 A g⁻¹-Pt, 947 uA cm⁻²-Pt**@0.90 V; **254 A g⁻¹-Pt, 289 uA cm⁻²-Pt**

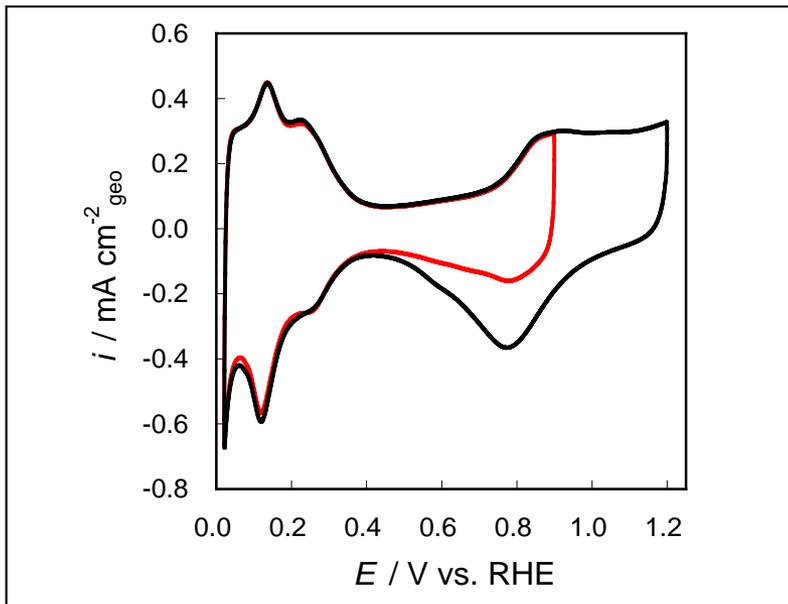


Fig.1 Pt/C 電極のサイクリックボルタモグラム

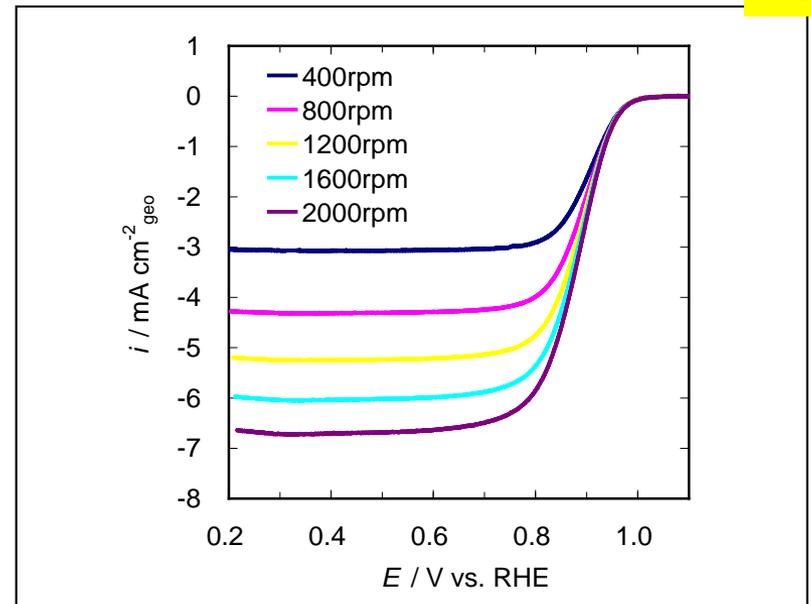


Fig.2 RDE-ORR 対流ボルタモグラム

1. 触媒 (○印) : a. FC-I1, b. FC-I2, c. FC-T1, d. FC-J1
2. ECSA (電気化学活性比表面積) : 54.3 m² g⁻¹-Pt
3. 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
4. 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい
5. 電解液の種類と濃度: 種類 (HClO₄)、濃度 (0.1 M)
6. 電解液量と温度: 液量 (約300 mL), 温度 (20 °C)
7. ECSA の評価法 (○印) : a. 水素吸着波, b. 水素脱離波, c. 吸着COの脱離波, d. その他 ()
8. 電位走査速度: 50 mV s⁻¹
9. 対極 (○印) : a. Pt板, b. Pt線, c. Pt黒, d. 炭素繊維
10. 参照電極 (○印) : a. RHE, b. Ag/AgCl, c. SCE
11. 上限電位、下限電位を変化させて測定した場合には、縦軸を少しずらして同一図に収める

1. 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
2. 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい
3. ORR評価の電解液温度 (○印) : a. 60 °C, b. 60 °C以外で評価した場合の温度 (20 °C)
4. 電極回転速度: 400~2000 rpmの範囲で5種類の速度

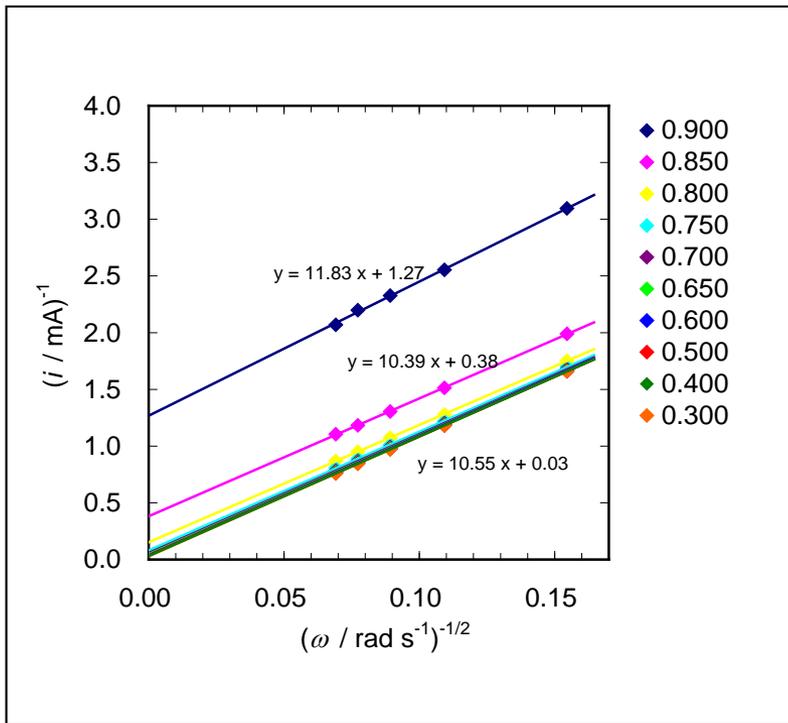
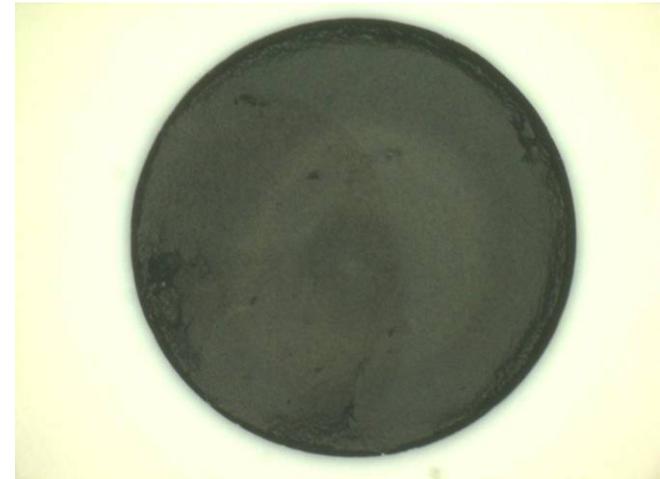


Fig.3 Koutecky-Levich プロット

1. 電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
 @0.85 V; **1174 A g⁻¹-Pt, 2161 uA cm⁻²-Pt**
 @0.90 V; **333 A g⁻¹-Pt, 612 A cm⁻²-Pt**
 (再現性をみるため複数の結果を場合には数値を列挙)
2. 縦軸: $j^{1/2} / A^{-1}$ が望ましい
3. 横軸: $\omega^{-1/2} / (\text{rad s}^{-1})^{-1/2}$ が望ましい
4. 電流値評価: a. カソード電位走査時,
 b. アノード電位走査時,
 c. その他()



電極触媒塗布状態

【参考】

Pt担持量 12.38 $\mu\text{g}_{\text{Pt}} \text{cm}^{-2}$

溶液抵抗補正前の電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:

@0.85 V; **649 A g⁻¹-Pt, 1195 uA cm⁻²-Pt**@0.90 V; **233 A g⁻¹-Pt, 430 uA cm⁻²-Pt**

評価条件

1. 酸の純度等: メーカー(関東化学), 酸の純度(Ultrapur) **FCCJ準拠**
2. 水の純度等: メーカーまたは製造機等(Millipore), 純度(比抵抗18.2 M Ω 、TOC 4 ppb)
3. 洗ビンの容器の材質: (PFA(フッ素樹脂))
4. 電解槽および電気化学測定装置名等: (北斗電工製HZ5000)
5. 電解槽の容積: 約**300** mL
6. 電解槽の洗浄方法: (中性洗剤で自動洗浄後、95°C以上の超純水中で30分間煮沸 **FCCJ準拠**)
7. 回転電極の電極部の大きさ: 直径(**5** mm), チャンネルフロー電極の場合には電極サイズ等:
()
8. 試験電極作製法: (a) GC電極上にイオノマーと触媒の混合物を載せる, b. GC電極上に触媒を載せた上にイオノマーを滴下, c. その他(**FCCJ準拠**)
9. 回転電極の試験電極部: C担持量(約20 $\mu\text{g}_{\text{Carbon}} \text{cm}^{-2}$), イオノマー担持量(約9 $\mu\text{g}_{\text{Nafion}} \text{cm}^{-2}$) **FCCJ準拠**
10. GC電極上への触媒担持方法(一回で担持、数度に分けて担持、その他の工夫などを簡潔に記述願います):
(一回で担持)
11. 試験電極作製時の加熱温度と時間: **60** °C, **15** min **FCCJ準拠**
12. ORR特性評価における電解液中での電極の前処理:
(0-1.2 Vの電位範囲を100 mV s⁻¹で20回電位走査)
13. ORR評価測定前酸素吹込時間: **30** min
14. ORR評価中の酸素吹込状況: a, 電解液中に吹き込み, (b) 液上部流通, c. 停止, d. その他
()
15. 特記事項:

FCCJが提案した評価方法プロトコルに準じた場合には、該当する箇所にその事を記述してください。

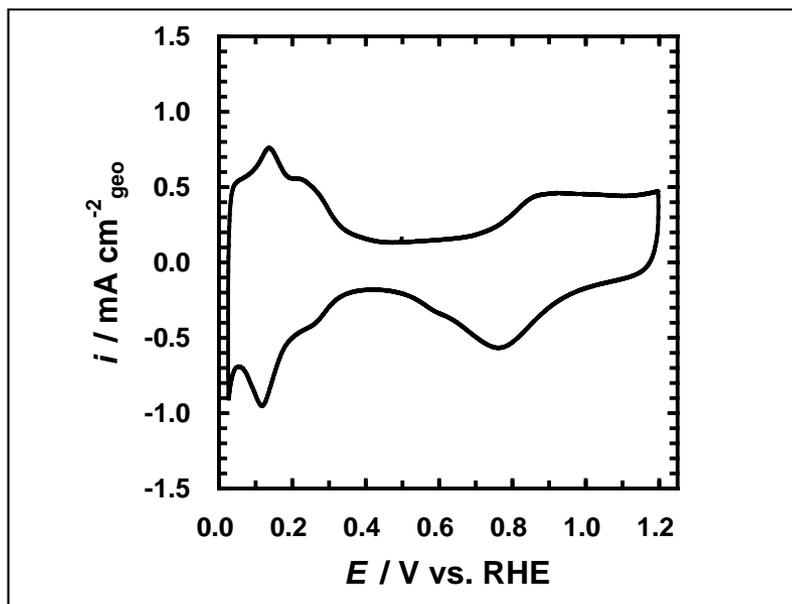


Fig.1 Pt/C 電極のサイクリックボルタモグラム

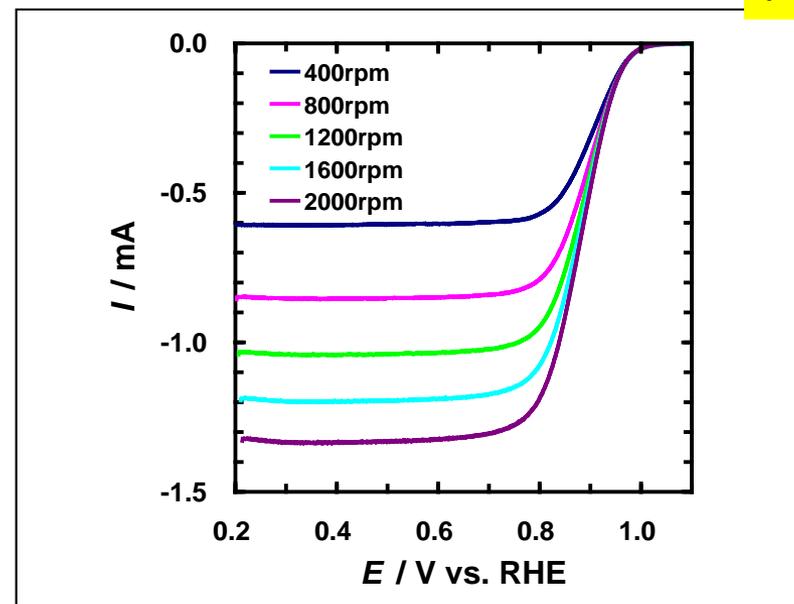


Fig.2 RDE-ORR 対流ボルタモグラム

- 触媒 (○印) : a. FC-I1, b. FC-I2, c. FC-T1, d. FC-T2, e. FC-J1
- ECSA (電気化学活性比表面積) : 53.7 m² g⁻¹_{Pt}
- 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
- 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい **FCCJ準拠**
- 電解液の種類と濃度: 種類 (HClO₄)、濃度 (0.1 M)
- 電解液量と温度: 液量 (約300 mL), 温度 (25 °C)
- ECSA の評価法 (○印) (a) 水素吸着波, b. 水素脱離波, c. 吸着COの脱離波, d. その他 ()
- 電位走査速度: 50 mV s⁻¹ **FCCJ準拠**
- 対極 (○印) : a. Pt板, b. Pt線, c. Pt黒, d. 炭素繊維
- 参照電極 (○印) (a) RHE, b. Ag/AgCl, c. SCE
- 上限電位、下限電位を変化させて測定した場合には、縦軸を少しずらして同一図に収める

- 縦軸: $j / \text{mA cm}^{-2}$ (geometric) が望ましい
- 横軸: $E / \text{V vs. RHE}$ が望ましい
- ORR評価の電解液温度 (○印) : a. 60 °C, b. 60 °C以外で評価した場合の温度 (25 °C)
- 電極回転速度: 400~2000 rpmの範囲で5種類の速度 **FCCJ準拠**
- 電位走査速度: 10 mV s⁻¹、Anodic

FCCJが提案した評価方法プロトコルに準じた場合には、該当する箇所にその事を記述してください。

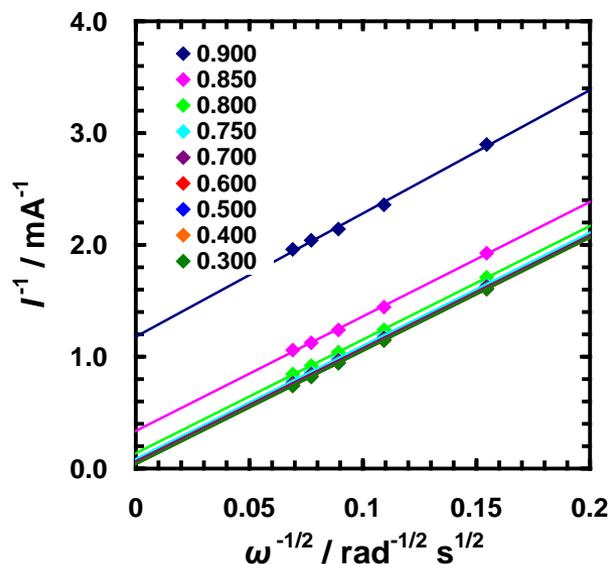


Fig.3 Koutecky-Levich プロット
(電位 0.85 V 及び 0.90 V vs. RHEにおける値)



電極触媒塗布状態

【参考】

Pt担持量 $20.94 \mu\text{g}_{\text{Pt}} \text{cm}^{-2}$

溶液抵抗補正前の電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:

@0.85 V; $626 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $1166 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$

@0.90 V; $183 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $342 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$

- 電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
@0.85 V; $1376 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $2563 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$
@0.90 V; $291 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $541 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$
(再現性をみるため複数の結果を場合には数値を列挙)
- 縦軸: j^{-1}/A^{-1} が望ましい
- 横軸: $\omega^{-1/2}/(\text{rad s}^{-1})^{-1/2}$ が望ましい
- 電流値評価: a. カソード電位走査時,
b. アノード電位走査時, **FCCJ準拠**
c. その他()

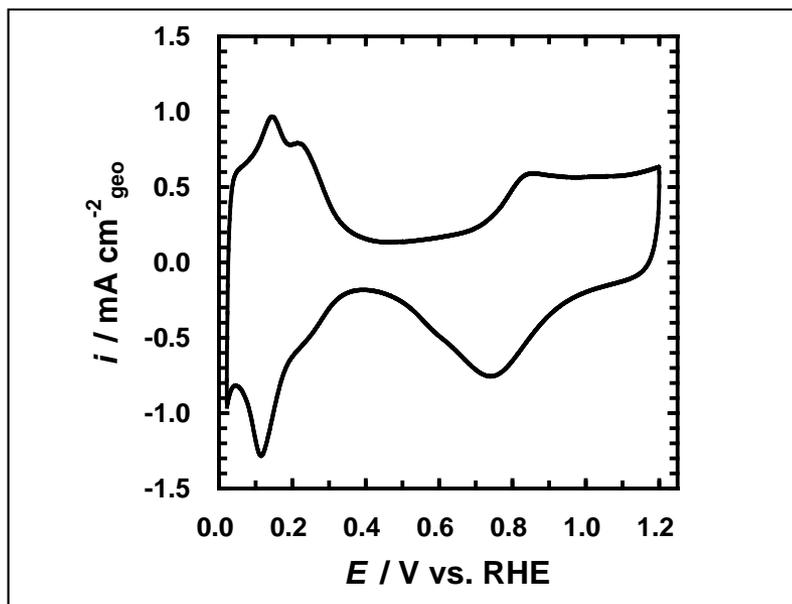


Fig.1 Pt/C 電極のサイクリックボルタモグラム

- 触媒 (○印) : a. FC-I1, b. FC-I2, c. FC-T1, **d. FC-T2**, e. FC-J1
- ECSA (電気化学活性比表面積) : 85.7 m² g⁻¹ Pt
- 縦軸: j / mA cm⁻² (geometric) が望ましい
- 横軸: E / V vs. RHE が望ましい **FCCJ準拠**
- 電解液の種類と濃度: 種類 (HClO₄)、濃度 (0.1 M)
- 電解液量と温度: 液量 (約300 mL), 温度 (**25°C**)
- ECSA の評価法 (○印) (a) 水素吸着波, b. 水素脱離波, c. 吸着COの脱離波, d. その他 ()
- 電位走査速度: **50 mV s⁻¹** **FCCJ準拠**
- 対極 (○印) : a. Pt板, **b. Pt線**, c. Pt黒, d. 炭素繊維
- 参照電極 (○印) (a) RHE, b. Ag/AgCl, c. SCE
- 上限電位、下限電位を変化させて測定した場合には、縦軸を少しずらして同一図に収める

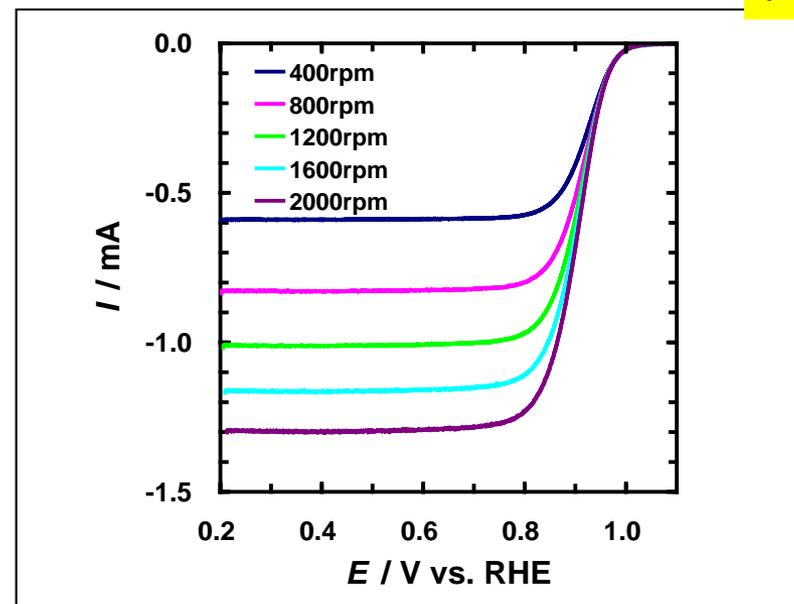


Fig.2 RDE-ORR 対流ボルタモグラム

- 縦軸: j / mA cm⁻² (geometric) が望ましい
- 横軸: E / V vs. RHE が望ましい
- ORR評価の電解液温度 (○印) : a. 60 °C, **b. 60 °C以外で評価した場合の温度 (25 °C)**
- 電極回転速度: 400~2000 rpmの範囲で5種類の速度 **FCCJ準拠**
- 電位走査速度: **10 mV s⁻¹**、Anodic

FCCJが提案した評価方法プロトコルに準じた場合には、該当する箇所にその事を記述してください。

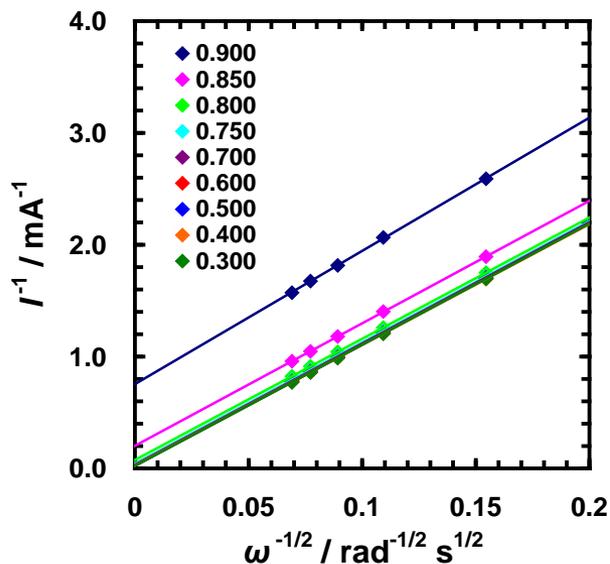
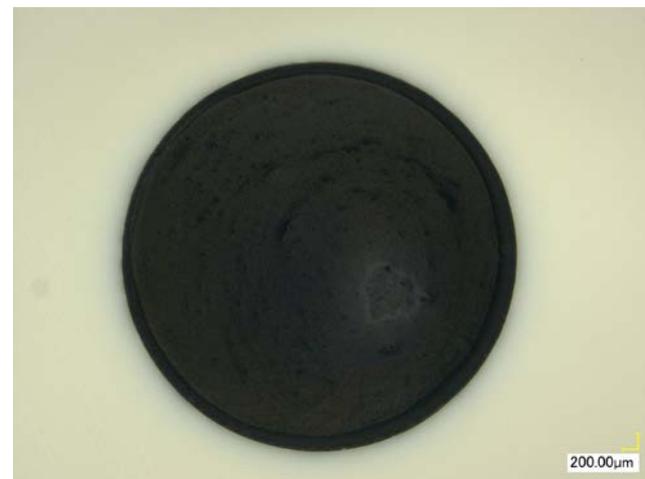


Fig.3 Koutecky-Levich プロット
(電位 0.85 V 及び 0.90 V vs. RHEにおける値)



電極触媒塗布状態

- 電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
 @0.85 V; $1771 \text{ A g}^{-1}_{\text{Pt}}$, $2065 \text{ uA cm}^{-2}_{\text{Pt}}$
 @0.90 V; $468 \text{ A g}^{-1}_{\text{Pt}}$, $545 \text{ uA cm}^{-2}_{\text{Pt}}$
 (再現性をみるため複数の結果を場合には数値を列挙)
- 縦軸: j^{-1} / A^{-1} が望ましい
- 横軸: $\omega^{-1/2} / (\text{rad s}^{-1})^{-1/2}$ が望ましい
- 電流値評価: a. カソード電位走査時,
 b. アノード電位走査時, **FCCJ準拠**
 c. その他()

【参考】

Pt担持量 $20.34 \mu\text{g}_{\text{Pt}} \text{ cm}^{-2}$

溶液抵抗補正前の電位 0.85 V および 0.90 V vs. RHEにおける活性化支配電流密度:
 @0.85 V; $837 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $976 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$
 @0.90 V; $256 \text{ A g}^{-1}\text{-Pt}$, $299 \text{ uA cm}^{-2}\text{-Pt}$