

# RRDE-3A 回転リングーディスク電極装置

## 取扱説明書



**BAS**

# 目次

目次 .....	2
<b>1 章. 概要 .....</b>	<b>4</b>
1-1. 概要 .....	4
1-2. 特長 .....	4
1-3. 仕様 .....	5
1-4. アイコン .....	6
1-5. ラベル .....	7
<b>2 章. 基本情報 .....</b>	<b>8</b>
2-1. 更新情報について .....	8
2-2. 仕様の変更について .....	8
2-3. 搬送時の破損 .....	8
2-4. 製品保証 .....	8
2-5. サービス情報 .....	9
2-6. その他 .....	9
<b>3 章. セットアップ .....</b>	<b>10</b>
3-1. 出荷製品の確認 .....	10
3-2. オプション .....	11
3-3. 本体のセットアップ .....	12
3-4. 電源 .....	13
3-5. バックパネルの構成 .....	14
3-6. 電源ケーブルの接続 .....	15
3-7. ポテンシオスタットとの接続 .....	16
3-7-1. モデル 2325 パイポテンシオスタット .....	16
3-7-2. セルの接続 .....	18
3-7-3. ガスパージコネクター接続 .....	20
3-8. セルの設置 .....	21
3-9. パージライン接続 .....	23
3-10. Oリング交換 .....	24
<b>4 章. 各部位の説明 .....</b>	<b>25</b>
4-1. LCD ディスプレイの表示 .....	27
4-1-1. 初期表示 .....	27
4-1-2. 通常時の設定画面 .....	27
4-1-3. エラー表示 .....	28
4-1-4. 警告表示 .....	28
4-1-5. 警告表示のクリア .....	30

4-1-6. ログの表示方法 .....	31
4-2. 作用電極の着脱 .....	32
<b>5 章. 操作.....</b>	<b>34</b>
5-1. リモート制御 .....	34
5-2. ガスパージ.....	35
5-3. 測定前の準備 .....	36
5-4. 測定手順 .....	38
5-5. 典型的な試験結果の例 .....	41
5-6. スピンコーティング .....	42
<b>6 章. 保守.....</b>	<b>45</b>
6-1. 汎用的な保守 .....	45
6-2. モーターシャフトから作用電極を取り外す .....	46
6-3. 電極の再研磨 .....	48
6-4. RRDE-3A 保守用パーツ .....	49
6-5. 銀カーボンブラシの交換.....	50
6-6. シャフトアッセンブリーの交換.....	52
6-7. シャフトコンタクトプローブの交換.....	54
6-8. 熱収縮チューブの交換 .....	55
6-9. ベアリングアッセンブリーの交換.....	56
<b>7 章. トラブルシューティング .....</b>	<b>58</b>
7-1. 一般的なトラブル.....	58
7-2. 報告されたトラブル例 .....	61
<b>付録.....</b>	<b>67</b>
A-1. 作用電極.....	67
A-1-1. RRDE/RDE .....	67
A-1-2. DRE-ディスク交換可能式電極 .....	69
A-2. 参照電極.....	72
A-3. 非水溶媒系参照電極: RE-7.....	73
A-4. RHEK –簡易型可逆水素電極キット .....	74
A-5. カウンター電極 .....	77
A-6. PK-3 電極研磨キット .....	78
A-7. 他のポテンシオスタットとの接続.....	79
A-7-1. ALS 電気化学アナライザー .....	79

# 1 章. 概要

## 1-1. 概要

RRDE-3A 回転リングーディスク電極装置は、電気化学分野における回転リングーディスク電極を用いた対流ボルタンメトリーを行うための小型回転装置です。回転電極法は重要な電気化学計測法の一つであり、リング電極はディスク電極と同心円上に配置されています。リングとディスク電極の間は絶縁材料によって分離され、ディスク電極は通常研究対象となる材質によって選択されます。リング電極には一般的に白金または金が用いられます。

RRDE-3A は、電極の加工精度・電極の絶縁特性・電極の回転の安定性・回転速度の精度・再現性を高めて開発しました。本装置はこれらの点を十分考慮した上でデザインしました。

回転リングーディスク電極は電極反応により不安定な中間体の検出に適用され、電極反応メカニズムの解析にも役に立っています。従って、金属メッキ・燃料電池・電気分析化学・電気合成化学などの領域において幅広く応用されています。

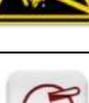
## 1-2. 特長

1. リモート・マニュアルによる回転制御
2. 溶媒耐性に優れたポリメチルペンテン製セルバイアル
3. ガスパージコネクター付属
4. リモート・マニュアルによるガスパージ制御
5. 参照電極やカウンター電極が取り付けられるテフロンキャップ
6. モデル2325やALS電気化学アナライザーのセルケーブルが直接接続可能
7. セルを簡単に取り付けできる構造

### 1-3. 仕様

大きさ	190 (W) x 230 (D) x 400 (H) mm
重量	6 kg
回転速度範囲	100 ~ 8,000 回転/分 (rpm)
測定精度	100 ~ 1,000 rpm 誤差1%以内 1,001 rpm 以上 誤差0.5%以内
回転シャフト	ステンレス製
モーター	DC サーボモーター (12 V)
電源	< 100 VA, 100-240 VAC, 50/60 Hz
動作温度	10 ~ 50 °C
動作相対湿度	≤ 80 %
インレットガス圧	最大 34 kPa (5 psi)
リモート制御	バックパネルのTTL又はリレーからモーター制御 バックパネルのTTL又はリレーからパージ制御

## 1-4. アイコン

	<p>Note: 重要な情報や補足情報を記載しています。</p>
	<p>Tip: 役立つ情報やアドバイスを記載しています。</p>
	<p>Wait Time: 動作や過程に待機時間を要する事を示しています。</p>
	<p>CAUTION: 警告表示です。記載内容に従わない場合、人体への怪我や機器の破損などを引き起こす可能性があります。</p>
	<p>WARNING: 特に危険な要素に対する警告表示です。記載内容に従わない場合、死亡や人体の深刻な障害、怪我や火災などを引き起こす可能性があります。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD: 回転部への巻き込みに対する警告表示です。記載内容に従わない場合、人体への怪我や機器の破損などを引き起こす可能性があります。</p>
	<p>CORROSIVE SUBSTANCES: 薬傷や腐食に対する警告表示です。記載内容に従わない場合、人体への怪我や機器の破損、腐食などを引き起こす可能性があります。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK: 高電圧部位への接近による感電の警告表示です。記載内容に従わない場合、死亡や人体の深刻な障害、火災などを引き起こす可能性があります。</p>
	<p>ELECTROSTATIC SENSITIVE: 人体からの静電気放電による、機器の破損を防止するための警告表示です。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY: 機器の破損を防止するための、薬品の不適合性に関する表示です。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT: 機器の使用可能温度に関する表示です。</p>

## 1-5. ラベル

	<p><b>ELECTRIC HAZARD:</b></p> <p>感電に関する警告表示です。RRDE-3A のメンテナンスを行う際は、本体の電源を OFF にし、電源ケーブルを取り外してください。</p>
	<p><b>HAZARDOUS VOLTAGE:</b></p> <p>RRDE-3A 内部の高電圧部位に関する警告表示です。メンテナンス時はラベルの記載内容に従ってください。</p>
	<p><b>ENTANGLEMENT HAZARD:</b></p> <p>モーターシャフト回転部への巻き込みに対する警告表示です。モーターカバーを開ける際は、RRDE-3A の電源を OFF にしてください。詳細は「6 章. 保守」をご参照ください。</p>
	<p><b>WARNING:</b></p> <p>リモート端子に関する警告表示です。詳細は「5-1. リモート制御」をご参照ください。</p>
	<p><b>PROTECTIVE EARTH:</b></p> <p>感電やノイズからの保護を目的とした、保護アース端子であることを示しています。本ラベルの箇所のアース線を取り外したり、切断したりしないでください。</p>
	<p><b>FUNCTION EARTH:</b></p> <p>装置間のグラウンド電位を一定に保つための、グラウンド端子であることを示しています。必要に応じてグラウンド線を接続してください。</p>

## 2章. 基本情報

### 2-1. 更新情報について

BAS 製品に関する最新の製品情報や重要なお知らせをご確認頂くために、弊社メールニュースをご購読ください。お客様へ最新の製品情報ならびに各種イベントのご案内をお知らせいたします。

メールニュースのお申し込みは、下記URLより行えます。

[https://www.bas.co.jp/bas/mm\\_a1.html](https://www.bas.co.jp/bas/mm_a1.html)

### 2-2. 仕様の変更について

機器の性能向上のため、予告なしに仕様の変更を行うことがあります。

### 2-3. 搬送時の破損

運送中に機器のパーツが破損していた場合は、製品到着後7日以内に弊社または販売代理店および運送会社にご連絡下さい。破損した製品を新品と交換いたします。運送会社が破損状況をチェックできるように、梱包されていたダンボール箱に製品をそのまま保存しておいて下さい。破損した製品の返却については、弊社または最寄りの代理店にご連絡下さい。

### 2-4. 製品保証

弊社製品は出荷前に動作試験および検査が行われています。万が一下記の保証期間内に製品の欠陥が証明された場合、無償で交換・修理対応を行います。

- RRDE-3A本体のエレクトロニクス部分 … 納品後 1年 以内
- RRDE-3A本体の消耗品パーツ … 納品後 90日 以内  
(銀カーボンブラシ・コンタクトプローブ・チューブ類・ベアリング等)
- 電気化学セルや作用電極などの消耗品 … 納品後 30日 以内

機器の分解による破損、薬品による破損・腐食等の場合はサービスの対象外になります。

本製品は、回転電極法による研究用途を目的として開発されたものです。それ以外の用途で使用する場合、ユーザーの責任でご使用下さい。当説明書の記載内容に従わず生じた損害に関して、弊社はその責任を一切負いかねます。

## 2-5. サービス情報

弊社には機器の修理窓口担当者がおります。詳細については弊社窓口担当に電話または電子メールでご連絡下さい(sales@bas.co.jp)。その際、故障状況・シリアル番号等について事前にメモしておき、詳細にお知らせ下さい。

## 2-6. その他

本説明書には、一部画像にフリー素材を使用しています。個々の文章・写真・商標・ロゴマーク・その他著作物に関する著作権は、当社または原作者、その他権利者に帰属します。

本説明書に記載された内容は、弊社又は第三者の特許権・著作権・商標権などの知的所有権に対する保証および実施権の許諾を行うものではありません。記載された内容を使用したことにより第三者の知的所有権等の権利に関わる問題が生じた場合、弊社はその責任を一切負いかねます。

## 3章. セットアップ

### 3-1. 出荷製品の確認

装置を箱から取り出し、付属品リストを参考にして、電源コード・サンプルバイアル等が全て揃っているかを確認して下さい。リストにある製品を用いて組み立てを行います。

運搬時の機器の損傷が無いことを確認できるまで、梱包に用いたダンボールや梱包材は保存しておいて下さい。

欠品がある場合、欠品している部品について最寄りの代理店または弊社にご連絡下さい。在庫を確認次第、交換品を速やかにお送りいたします。

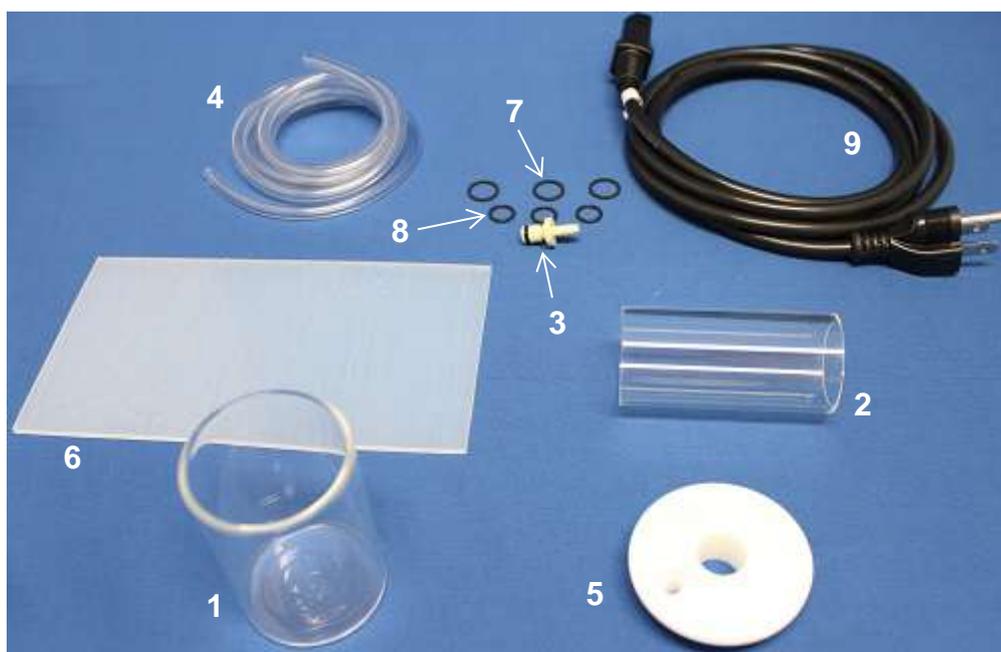


図 3-1-1. RRDE-3A 付属品一式

表 3-1

カタログNo.	品名		数量
013606	RRDE-3A 回転リングディスク電極装置 Ver.2.0		1
#	カタログNo.	付属品	数量
1	(013580)	アルカリ用サンプルバイアル(100mL)	1
2	012064	RRDE-3用スピコートアダプター	1
3	012065	パージ用ニップル(PP製)	1
4	013392	タイゴンチューブ OD1/4", ID1/8"	1
5	013271	RRDE-3A テフロンキャップ V.2	1
6	012642	RRDE-3A シリコンシート 100x180mm	1
7	012975	RRDE-3A ベアリングアッセンブリー用Oリング	3
8	012976	RRDE-3A シャフトアッセンブリー用Oリング	3
9		電源ケーブル	1
		クイックマニュアル	1

## 3-2. オプション

作用電極の詳細は、付録「A-1. 作用電極」を参照してください。

RRDE、RDE、DREに関する情報を掲載しております。

### 3-3. 本体のセットアップ

1. RRDE-3Aを設置します。温度変化の少ない部屋を選択し、安定した台の上などに設置します。エアダクト・オープン・冷蔵庫の近くにRRDE-3Aを設置することは避けてください。恒温制御下での実験を行う場合はウォータージャケットセルが必要になります。
2. 電源ケーブルを電源コンセントに接続します。この時、必ずアース線を接続するようにしてください。アース線を接続しない場合、ノイズや感電の原因となる場合があります。

	CAUTION: 無線干渉がある場所への設置は避けて下さい。
	CAUTION: 乾燥した場所、カーベットがひかれた場所への設置は避けて下さい。静電気によるスパイクノイズを防止するには、帯電防止マットが有効です。
	WARNING: RRDE-3A は防爆非対応装置です。必ず非防爆エリアでご使用下さい。
	WARNING: 振動の無い、安定した台の上に設置してください。
	WARNING: 付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。
	ELECTRICAL SHOCK: 電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。

	Tip: グローブボックス内のような低湿度環境下で使用する際、装置内部の銀カーボンブラシの摩擦係数が上昇します。銀カーボンブラシの交換手順については「6-5. 銀カーボンブラシの交換」をご確認下さい。
---	---

	<p>Tip:</p> <p>高感度測定を必要とする場合、人通りが多く、密集した場所での使用は避けて下さい。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT:</p> <p>RRDE-3A は、10～50°Cの温度環境下で使用して下さい。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>

### 3-4. 電源

RRDE-3Aは、100-240 V(50/60 Hz)の電源範囲で使用できます。スイッチングレギュレーターが内蔵されていますので、電源ケーブルをコンセントに差し込むことでそのまま使用できます。

	<p>CAUTION:</p> <p>サージフリーの電源を使用してください。室内にオープン・ボルトックスミキサー・遠心機等の大きなモーターを使用している機器がある場合、電源にスパイクノイズが発生することがあります。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK:</p> <p>電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。</p>

### 3-5. バックパネルの構成

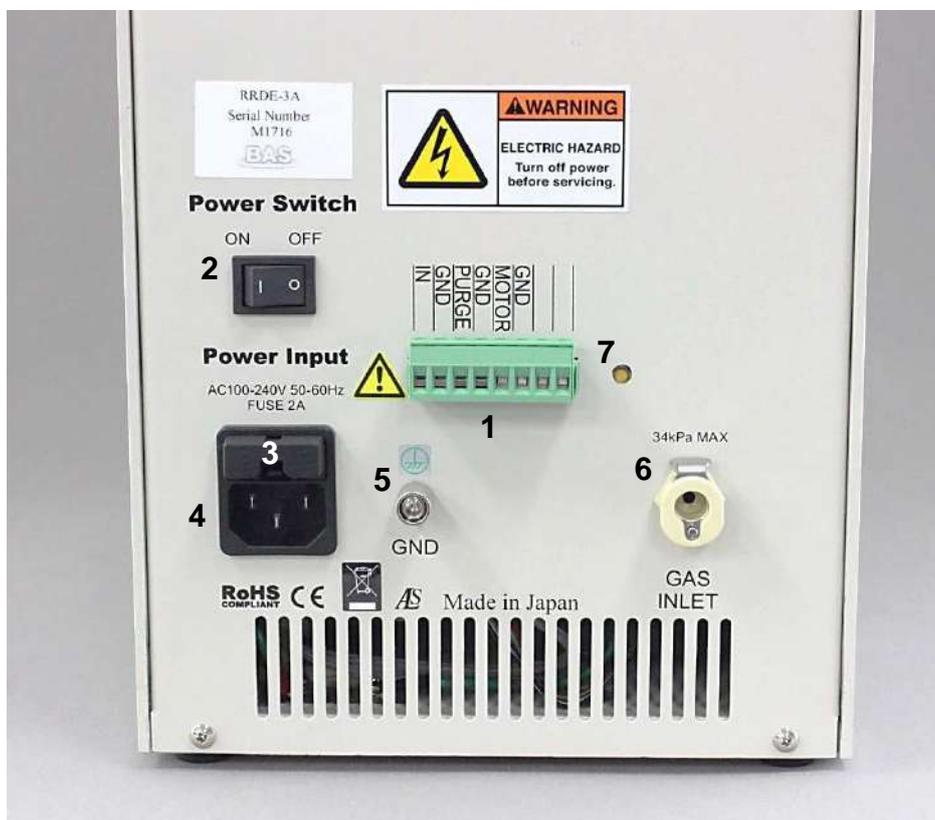


図3-5-1. バックパネル

No.	機能
1	リモート端子
2	電源スイッチ (ON/OFF)
3	ヒューズホルダー
4	電源端子
5	グラウンド端子
6	ガスパージコネクター (5 psi未満)
7	クリアスイッチ

### 3-6. 電源ケーブルの接続

バックパネルの電源端子に電源ケーブルを挿入します(図3-6-1)。次に、電源スイッチをON(I)またはOFF(O)に入れます。



図 3-6-1. 電源ケーブル接続

ヒューズは電源端子の上部にあります。ヒューズホルダーを引き出し、ヒューズが切れていないかを確認します。ヒューズが切れている場合は新しいヒューズに交換して下さい。

	<p><b>WARNING:</b> 付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。</p>
	<p><b>ELECTRICAL SHOCK:</b> 電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。</p>

## 3-7. ポテンシオスタットとの接続

### 3-7-1. モデル 2325 パイポテンシオスタット

モデル2325 パイポテンシオスタットとの接続方法をご説明します。その他ポテンシオスタットの接続に関しては、付録「A-7. 他のポテンシオスタットとの接続」をご参照ください。

#### ・リモート接続

電極の回転速度とガスパーズは、ポテンシオスタットからリモート制御できます。4本のケーブルをRRDE-3Aに接続しますと、ポテンシオスタットがリモートコントローラーとして機能します。

モデル2325付属のリモートケーブル(012558 CB-JS インターフェースケーブル)を、RRDE-3Aのバックパネルのリモート端子(図3-7-1-1)に接続します。

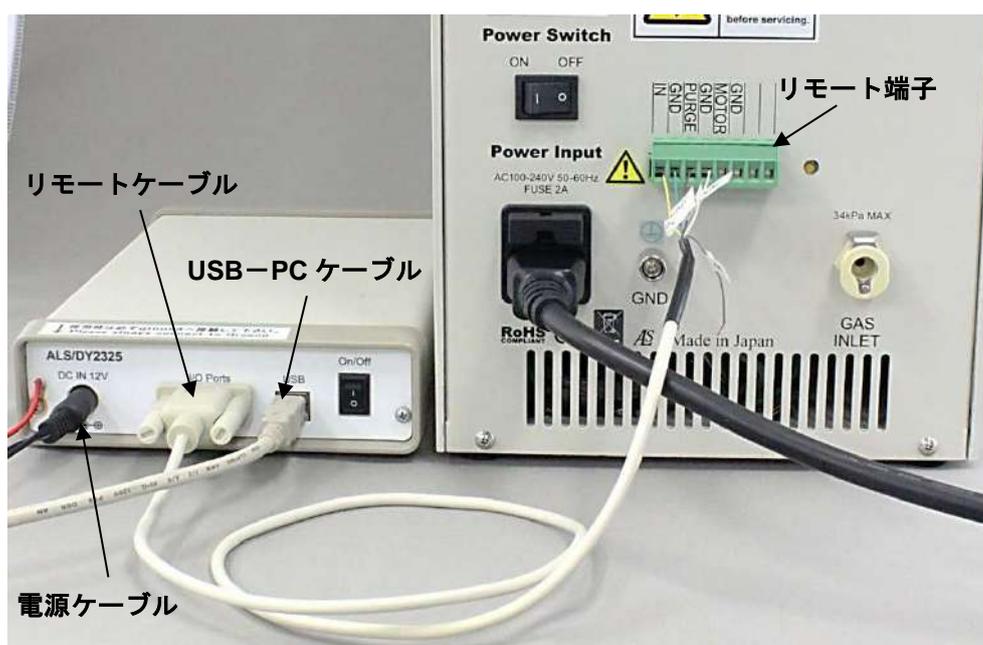


図 3-7-1-1. RRDE-3A とモデル 2325 との接続

モデル2325のI/Oポートからリモートケーブルを用いて、RRDE-3AのIN/GND/PURGE/GND端子に接続します。

表3-7-1-1. RRDE-3A とモデル2325の接続

CB-JS インターフェースケーブル (012558)	RRDE-3A リモート端子
IN	IN
A GND	GND (INの右隣)
PURGE	PURGE
D GND	GND (PURGEの右隣)

1 Vは1,000 rpmに相当します。100~8,000 rpmを、0.1~8 V(DC)で制御可能です。

パージ機能はTTL信号のアクティブローにて制御されます。

RRDE-3Aと他社ポテンシオスタットを組み合わせる場合、RRDE-3A はマニュアルモードで使用してください。セルケーブルを各測定器とRRDE-3Aの作用電極・参照電極・カウンター電極に接続してから、測定を行って下さい。

	<p>WARNING: 付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。</p>
	<p>WARNING: リモート制御を行う場合は必ず専用のケーブルを使用し、高周波ノイズ対策を行ってください。リモート制御機能を使用しない場合は、リモート端子に何も接続しないで下さい。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK: 電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。</p>
	<p>Note: 電源ケーブルは、ケーブル接続のみでは直ちに帯電しないように設計されています。また、電源電圧が印加される箇所には二重保護接地が施されています。</p>

### 3-7-2. セルの接続

ポテンショスタットから伸ばしたセルケーブルのワニ口クリップを、各電極のピンに挟んで接続します(図3-7-2-1)。ワニ口クリップはカラーコード化されていますので、簡単に判別できます。

リング電極とディスク電極のピンは、モーターシャフトの下部にあります。

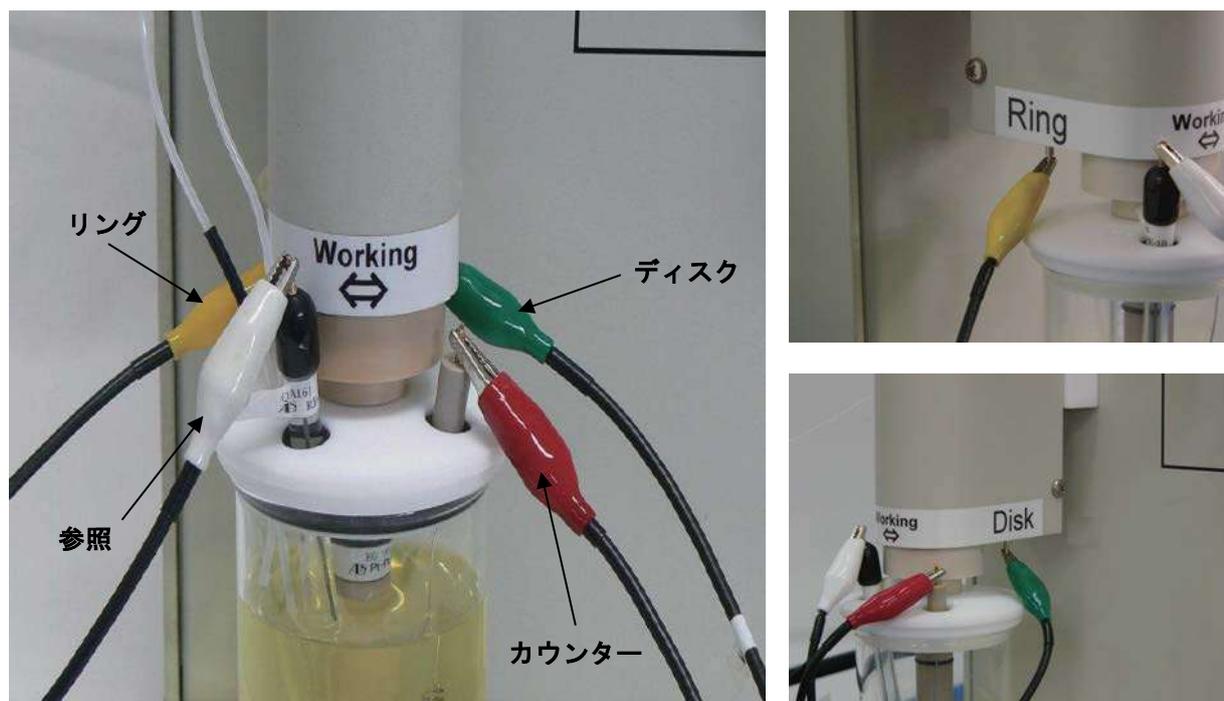


図 3-7-2-1. 電極ケーブルの接続

ワニ口の色	電極
緑	ディスク (作用)
白	参照
赤	カウンター
黄	リング (作用)

	<p>WARNING:</p> <p>付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK:</p> <p>電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が歪んでいたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT:</p> <p>RRDE-3A は、10～50°Cの温度環境下で使用して下さい。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A のモーターシャフトの可動域は特定の範囲に制限されています。電解セルに溶液を入れすぎない限り、誤ってシャフト側面まで溶液に浸漬してしまう心配はございません。</p>

### 3-7-3. ガスパージコネクタ接続

RRDE-3Aには、タイゴンチューブとパージ用ニップルが含まれています。パージ用ニップルは、RRDE-3Aのバックパネルのガスパージコネクタに接続します。押し込むだけで簡単に接続できます(図3-7-3-1)。タイゴンチューブの片側をパージ用ニップルに、もう片方をガスボンベに接続して下さい。ガス圧は5 psi (34 kPa)を越えないようにして下さい。



図 3-7-3-1. パージ用ニップルの接続

RRDE-3Aからガストューブを外す場合、ガスパージコネクタ上部のタブをパージ用ニップルに向けて押し付けた状態でチューブを引くことで、パージ用ニップルごと外れます。



**WARNING:**

ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。

### 3-8. セルの設置

RRDE-3Aは電解セルを簡単に交換でき、一般的な電解セルにも適用できるように設計されています。付属のセルバイアルを設置する場合は、次の操作に従って行います。



図3-8-1. 電解セルをシリコンシートの上に置きます。サンプルはピペットを用いて簡単に注入できます。



図3-8-2. 電界セルにテフロンキャップをセットします。



図3-8-3. 参照電極・カウンター電極・パージ用チューブをテフロンキャップに固定します。



図3-8-4. 作用電極を回転させながら位置設定ノブを緩めてモーターシャフトを下ろし、作用電極を溶液に浸漬させます。

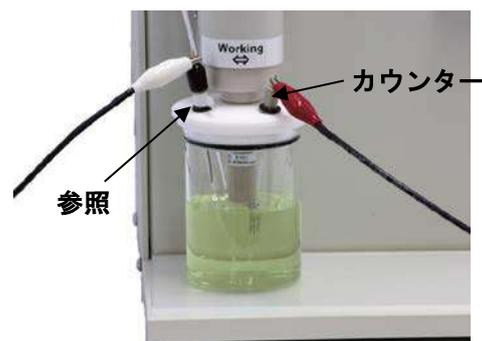


図3-8-5. Oリングを動かすことにより、電極の位置を調整します。

	<p>WARNING: 振動の無い、安定した台の上に設置してください。</p>
	<p>WARNING: シャフトをテフロンキャップに慎重に差し込んでください。モーターシャフトのネジを締めるまで、モーターシャフトから手を離さないようにしてください。</p>
	<p>WARNING: ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。</p>

	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、電解セルを完全に密閉しないでください。内部圧力の増加によりセルが破裂する恐れがあります。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が歪んでいたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT:</p> <p>RRDE-3A は、10～50℃の温度環境下で使用して下さい。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。</p>
	<p>Tip:</p> <p>腐食等で汚れたシャフトを使用していると、シャフトの抵抗値が上昇し、測定が上手くいかない事があります。</p>
	<p>Tip:</p> <p>グローブボックス内のような低湿度環境下で使用する際、装置内部の銀カーボンブラシの摩擦係数が上昇します。銀カーボンブラシの交換手順については「6-5. 銀カーボンブラシの交換」をご確認下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A のモーターシャフトの可動域は特定の範囲に制限されています。電解セルに溶液を入れすぎない限り、誤ってシャフト側面まで溶液に浸漬してしまう心配はございません。</p>

### 3-9. パージライン接続

RRDE-3Aは不活性ガスを溶液にパージすることができます。窒素ガス、アルゴンガスなどの不活性ガスをバブリングすることにより、溶液から酸素を取り除きます。

パージラインは2本のテフロンチューブから構成され、テフロンキャップを通して電解セル内に入ります(図3-9-1)。

黒いカバーがついたテフロンチューブはサンプル表面の上に設置し、もう1本のテフロンチューブは溶液の中に入れます。必要に応じてテフロンチューブの長さを調整して下さい。

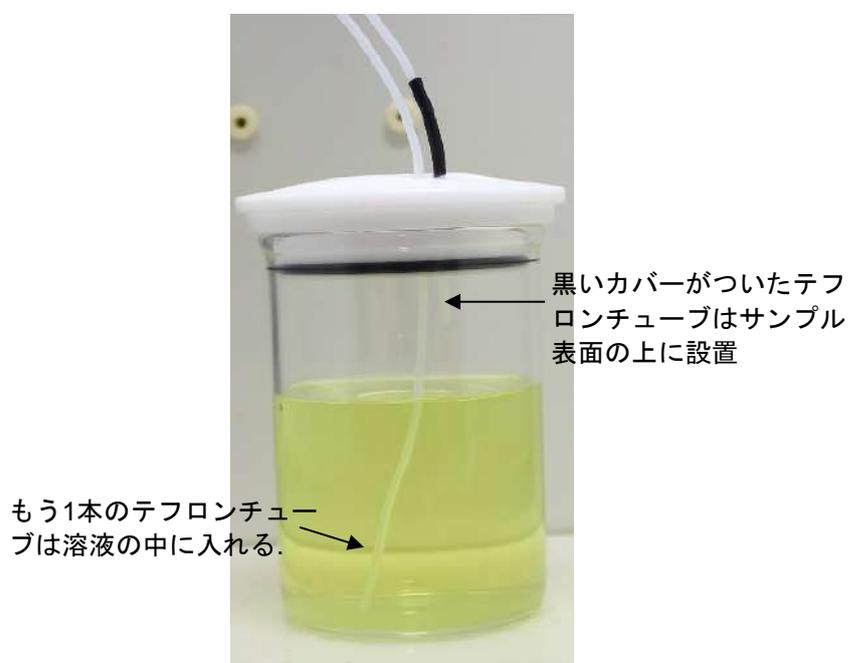


図 3-9-1. テフロンチューブのセット

	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、電解セルを完全に密閉しないでください。内部圧力の増加によりセルが破裂する恐れがあります。</p>

### 3-10. Oリング交換

2種類のOリングが回転シャフトに使用されています(図3-10-1)。

RRDE-3A ベアリングアッセンブリー用Oリング(A)は、外部の大気を遮断するためにテフロンキャップの密栓を図るために用いられています。

RRDE-3A シャフトアッセンブリー用Oリング(B)は、RRDE電極の電氣的接触部の腐食防止を向上するために用いられています。

腐食によるトラブルを防止するため、RRDE-3Aを頻繁に使用される場合は、3ヶ月を目安にOリングを定期的に交換して下さい。

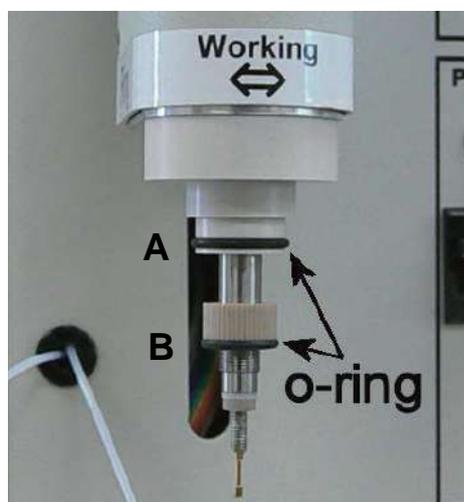


図 3-10-1. Oリング

	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトを上下する際は、モーターシャフトを持って位置設定ノブを緩めてください。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が歪んでいたたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>

## 4 章. 各部位の説明



図 4-1. フロントパネル

## フロントパネル各部位の説明

表 4-1

No	名称	No	名称
1	LCDディスプレイ: 回転数(rpm)、パージ時間を表示	9	モーターシャフト
2	回転LEDランプ: 回転がONの時、LEDが点灯	10	参照電極
3	回転コントロールスイッチ: (SET, LOCAL, REMOTE)	11	カウンター電極
4	回転数設定ノブ	12	ガスパージ用テフロンチューブ
5	パージ LEDランプ: パージがONの時、LEDが点灯	13	テフロンキャップ
6	ガスパージスイッチ: (SET, LOCAL, REMOTE)	14	作用電極
7	パージ流量ノブ	15	セルバイアル
8	パージ時間設定ノブ	16	シリコンシート

	<p>WARNING:</p> <p>振動の無い、安定した台の上に設置してください。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT:</p> <p>RRDE-3A は、10～50°Cの温度環境下で使用して下さい。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>

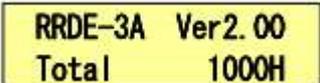
## 4-1. LCD ディスプレイの表示

電源投入後、LCDディスプレイには次の情報が表示されます。警告が発生していなければ、初期表示が行われた後に待機状態になります。

	<p>CAUTION: LCD ディスプレイに強い衝撃を与えないで下さい。LCD が破損する恐れがあります。</p>
---	--

### 4-1-1. 初期表示

電源投入時、LCDディスプレイには機種名と筐体バージョン、およびモーターの回転累計時間(Total)が3秒間表示されます。警告表示が発生していなければ、この後に設定画面に移行します。

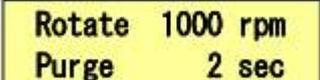


```
RRDE-3A Ver2.00
Total      1000H
```

### 4-1-2. 通常時の設定画面

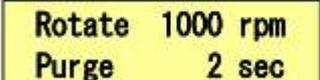
回転コントロールスイッチおよびガスパージスイッチがSET状態の時、回転数とパージ時間の設定値がそれぞれ表示されます。この状態で各エンコーダを操作することにより設定値を変更できます。各設定値はRRDE-3Aの電源を切っても保存されます。

※ 前回駆動した際の値が保存されます。設定値を変えただけでは保存されません。



```
Rotate 1000 rpm
Purge   2 sec
```

回転コントロールスイッチがLOCALまたはREMOTEにあり、モーターシャフトが回転している時は、モーターシャフトの実際の回転数が表示されます。



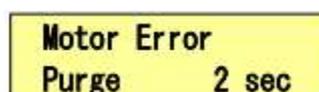
```
Rotate 1000 rpm
Purge   2 sec
```

ガスパーズを開始すると、パーズ時間のカウントダウンが始まります。パーズ時間が0 secになると内部バルブシステムが切り替わり、溶液へのガスパーズを停止します。



#### 4-1-3. エラー表示

モーターシャフトの回転中に負荷がかかり、回転数が3秒間設定値の10%以下になった場合、RRDE-3Aは自動的に回転を制止してLCDディスプレイにエラーが表示されます。エラーを解除するには、回転コントロールスイッチを一旦SETに戻して下さい。リモート時も同様です。

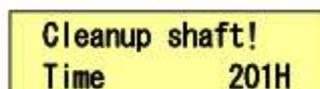


※ 回転コントロールスイッチをSETに戻してもエラー表示が解除されない場合は、[sales@bas.co.jp](mailto:sales@bas.co.jp) までご連絡ください。

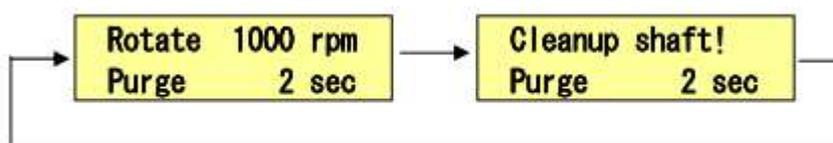
#### 4-1-4. 警告表示

##### (1) 200H ブラシ清掃警告

モーターの稼働累計時間が200時間を越えると、初期表示の際にブラシ清掃の警告文が表示されます。「6-5. 銀カーボンブラシの交換」を参照してシャフト及びブラシの清掃を行ってください。Timeには前回のブラシ清掃、もしくはブラシ交換を行ってからの累計時間が表示されます。「4-1-5. 警告表示のクリア」を行うまで、起動時に毎回表示されます。



その後、2秒ごとに通常表示と警告表示が切り替わります。また、回転LEDランプが0.1秒間隔で点滅します。クリア操作を行った後、200時間使用すると再度警告が表示されます。

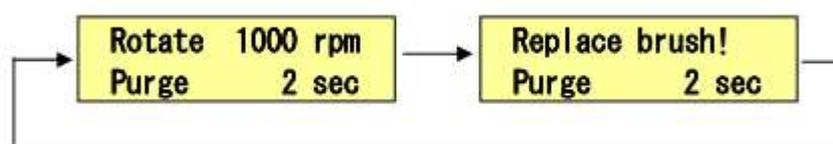


## (2) 1000H ブラシ交換警告

モーターの稼働累計時間が1000時間を越えると、初期表示の際にブラシ交換の警告文が表示されます。「6-5. 銀カーボンブラシの交換」を参照し、銀カーボンブラシを交換して下さい。「4-1-5. 警告表示のクリア」を行うまで、起動時に毎回表示されます。

Replace carbon brush! 1001H
--------------------------------

ブラシ清掃警告と同様、2秒ごとに通常表示と警告表示が切り替わります。回転LEDランプは1秒間隔で点滅します。クリア操作を行った後、1000時間使用すると再度警告が表示されます。



## (3) ブラシ清掃警告とブラシ交換警告の両方が発生時

ブラシ交換の警告表示が優先されます。

#### 4-1-5. 警告表示のクリア

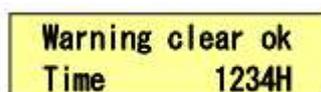
起動時もしくは動作時に警告文が表示される場合、バックパネルのクリアスイッチを押すことで警告表示のクリアを行うことができます。

1. 電源スイッチをONにし、回転スイッチをSETに入れます。
2. ピン等で、バックパネルのクリアスイッチを1秒以上押し続けて下さい。



図 4-1-5-1. クリアスイッチ

3. LCDディスプレイに、Warning clear okの文字が表示されたら完了です。ブラシ清掃およびブラシ交換の警告表示がクリアされます。



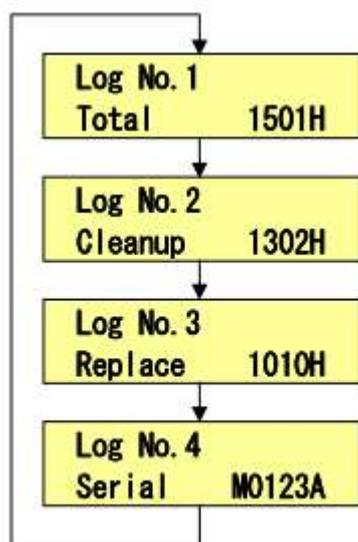
4. クリアスイッチを離します。

※ ブラシ交換警告の解除時に、ブラシ清掃警告も同時に解除します。ブラシ交換と同時にシャフトの清掃も行して下さい。

#### 4-1-6. ログの表示方法

警告が表示されていない時のみ、ログを表示できます。警告が表示されている場合は、一旦警告を解除してから次の操作を行って下さい。

1. ピン等で、バックパネルのクリアスイッチを押し続けます。クリアスイッチの場所は「4-1-5. 警告表示のクリア」をご参照ください。
2. クリアスイッチを押し続けている間、下記のログが2秒間隔で順に切り替わりながら表示されます。



##### No.1 累計稼働時間 (Total)

モーターの稼働累計時間です。単位は「時間」です。

##### No.2 ブラシ清掃完了時間 (Cleanup)

最後にブラシ清掃が行われた時からの累計時間です。単位は「時間」です。ブラシ清掃が行われた時とは、ブラシ清掃の警告を解除した時です。

##### No.3 ブラシ交換完了時間 (Replace)

最後にブラシ交換が行われた時からの累計時間です。単位は「時間」です。ブラシ交換が行われた時とは、ブラシ交換の警告を解除した時です。

##### No.4 シリアル番号 (Serial)

装置のシリアル番号が表示されます。

## 4-2. 作用電極の着脱

作用電極本体をシャフトに軽く通し、シャフトを保持しながら作用電極をシャフトのネジ部分にしっかりと締めます。斜めに締めないように、垂直にゆっくり締めてください。電極材料にコンタクトプローブが接触します。ゴム製のOリングに軽く当たるまで電極を回します。

電極を締めすぎないでください。締めすぎると偏心・破損の原因になります。Oリング部分まで電極を締めることで、シャフトのコンタクトプローブと電極間の導通が保証されます。

電極を取り外す場合は、上記の逆手順で行います。

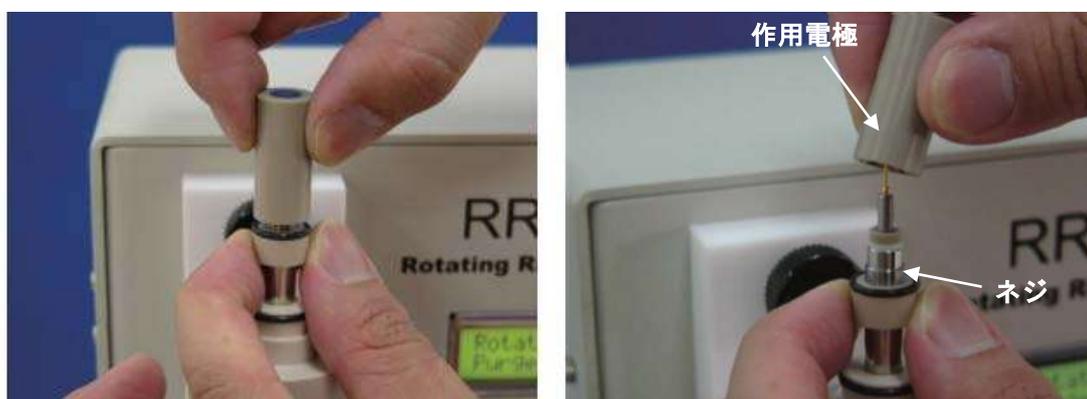


図4-2-1. 作用電極の着脱

	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトを上下する際は、モーターシャフトを持って位置設定ノブを緩めてください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに装着する際、ネジを強く締めすぎないでください。また、着脱の際は工具を用いず、手で行ってください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトの作用電極を着脱する際は、モーターシャフトの位置設定ノブを必ず締めて下さい。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに装着する際や、電解セルにモーターシャフトをセットする際は、RRDE-3Aの電源をOFFにしてください。</p>

	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が歪んでいたたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。</p>
	<p>Tip:</p> <p>腐食等で汚れたシャフトを使用していると、シャフトの抵抗値が上昇し、測定が上手くいかない事があります。メンテナンス手順については「6-6. シャフトアセンブリーの交換」をご確認下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>グローブボックス内のような低湿度環境下で使用する際、装置内部の銀カーボンブラシの摩擦係数が上昇します。銀カーボンブラシの交換手順については「6-5. 銀カーボンブラシの交換」をご確認下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A は、作用電極のネジが締まる方向にモーターシャフトが回転するように設計しています。作用電極の取り付けが多少緩くても、回転中にシャフトから脱落する心配はございません。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A のモーターシャフトの可動域は特定の範囲に制限されています。電解セルに溶液を入れすぎない限り、誤ってシャフト側面まで溶液に浸漬してしまう心配はございません。</p>

## 5章. 操作

	<p>WARNING: 実験中は化学薬品から身体を保護するため、ゴーグルをご使用下さい。</p> 
---	---

### 5-1. リモート制御

RRDE-3Aのリモート端子は、電極回転速度およびガスパージ機能を外部ユニットにより制御できます。RRDE-3Aは、モデル2325またはALS電気化学アナライザーからのコマンドにより制御できるように設計されています。

これらの機能はTTL信号のON/OFFによりスタートします。すべてのラインはアクティブローで動作します。

詳細は「5-4. 測定手順」をご参照下さい。

	<p>WARNING: 仕様上、リモート制御機能はEU指令(EMC)適合から除外しています。リモート制御を行う場合は必ず専用のケーブルを使用し、高周波ノイズ対策を行ってください。リモート制御機能を使用しない場合は、リモート端子に何も接続しないで下さい。</p>
---	--

## 5-2. ガスパージ

ガスパージスイッチをLOCALに入れると、パージ機能が作動します。作動時はパージLEDランプが点灯し、溶液に挿入したテフロンチューブから不活性ガスを溶液にパージします。パージ流量ノブでパージ速度をコントロールできます。

設定したパージ時間が経過すると、パージLEDランプが消灯し、内部バルブシステムが切り替わります。溶液のパージが停止し、今度は黒いカバーがついたテフロンチューブから不活性ガスをサンプル表面に供給します。これにより不活性ガスの溶液からの流出や、電解セル内への外気の流入を防ぎます。

リモートパージ制御を行う場合、リモートケーブルをRRDE-3Aのバックパネルに接続し、ガスパージスイッチをREMOTEにセットします。接続手順は「3-7. ポテンショスタットとの接続」をご参照ください。パージ時間は手動で設定する他、ALSソフトのメニュー内のオプション「即時パージ/回転」の項目からも行えます。

	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、電解セルを完全に密閉しないでください。内部圧力の増加によりセルが破裂する恐れがあります。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>リモート制御を行う場合は必ず専用のケーブルを使用し、高周波ノイズ対策を行ってください。リモート制御機能を使用しない場合は、リモート端子に何も接続しないで下さい。</p>

### 5-3. 測定前の準備

背面の電源スイッチをOFFにし、電源ケーブルを接続します。必ずアース付きのコンセントに接続して下さい。

作用電極がシャフトに固定されていることを確認し、電源スイッチをONにしてください。

回転速度を1000 rpmに設定し、回転コントロールスイッチをROCALに入れて回転をスタートしてください。回転中はシャフトに触れないでください。回転時にシャフトと電極が垂直に回転していることを観察してください。

回転コントロールスイッチをSETに戻すことで回転が停止します。

実際に測定を行う前に、ガスパーズ制御機能を用いて測定溶液をパーズしてください。低圧の不活性ガスを用いて15分間パーズするのが有効です。

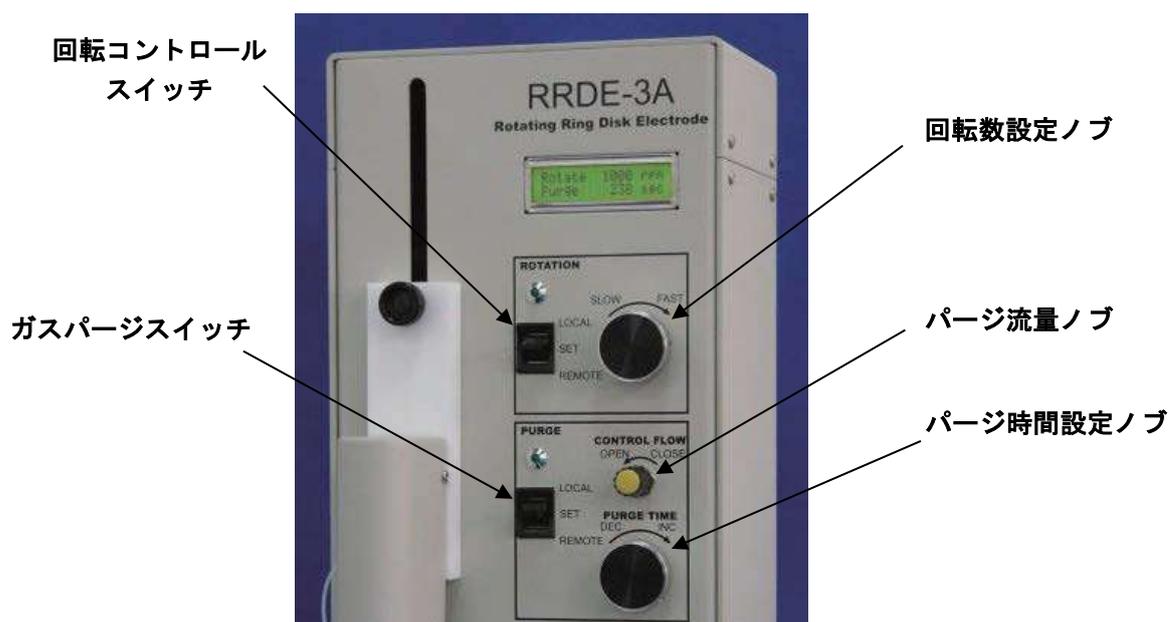


図 5-3-1

	<p>WARNING:</p> <p>付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK:</p> <p>電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。メンテナンス以外で RRDE-3A を分解しないでください。</p>
	<p>Note:</p> <p>電源ケーブルは、ケーブル接続のみでは直ちに帯電しないように設計されています。また、電源電圧が印加される箇所には二重保護接地が施されています。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転中のシャフトや作用電極に過負荷がかかると、回転は自動的に止まります。</p>

## 5-4. 測定手順

バックパネルの接続が完了したら、以下の手順で測定を行います。

1. バックパネルの電源スイッチをOFFにします。
2. 作用電極をモーターシャフトから外します。
3. 研磨キットのマニュアルに従い、作用電極を研磨します。詳細は「A-6. PK-3電極研磨キット」を参照してください。
4. 作用電極を再度モーターシャフトに取り付けます。シャフトのネジ部分に対し、少し力を電極本体に上向きに加えます。作用電極を再度別の電極に交換する場合は、電源スイッチをOFFにして下さい。
5. 電解セルにテスト用の溶液を入れます。通常、テスト溶液として2 mM フェリシアン化カリウム(支持電解質は1 M KCl)を用います。
6. バックパネルの電源スイッチをONにします。
7. 電解セルのテフロンキャップの2つの穴に参照電極とカウンター電極を取り付け、ポテンシオスタットのセルケーブルを各ピンに繋ぎます。
8. 作用電極を溶液に浸漬させます。作用電極を1000 rpm以上で回転させながら、位置設定ノブを緩めてモーターシャフトを下ろし、遠心力で気泡が電極表面に付着しないように溶液に漬けてください。
9. 電解セルにガスパージ用テフロンチューブを挿入し、不活性ガスを溶液にパージします。
10. マニュアル制御の場合は回転コントロールスイッチをLOCALに、リモート制御の場合はREMOTEにセットします。
11. 機器の準備は完了です。ソフトウェア画面から測定を開始します。リモート制御の場合、作用電極はソフトウェアの設定項目に従い回転します。
12. 測定が終了した後はシャフトを洗浄し、電極も必要があれば研磨または洗浄してください。

**CAUTION:**

モーターシャフトを上下する際は、モーターシャフトを持って位置設定ノブを緩めてください。

	CAUTION: 作用電極をモーターシャフトに接続する際、ネジを強く締めすぎないでください。また、着脱の際は工具を用いず、手で行ってください。
	CAUTION: モーターシャフトの作用電極を着脱する際は、モーターシャフトの位置設定ノブを必ず締めて下さい。
	WARNING: 付属品以外の電源ケーブルや、破損した電源ケーブルは使用しないでください。必ず付属の電源ケーブルを使用し、アース線をコンセントに接続してください。
	WARNING: ガスパージを行う際は、水素ガスのような爆発性ガスの使用は避けてください。また、圧力をかけすぎないように注意してください。
	ROTATING SHAFT HAZARD: 作用電極をモーターシャフトに装着する際や、電解セルにモーターシャフトをセットする際は、RRDE-3A の電源を OFF にしてください。
	ROTATING SHAFT HAZARD: 軸が歪んでいたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。
	ELECTRICAL SHOCK: 電源ケーブルを接続する際、手が濡れていないか、RRDE-3A の電源スイッチが OFF になっているかを確認してください。
	TEMPERATURE CONSTRAINT: RRDE-3A は、10～50°Cの温度環境下で使用して下さい。
	CHEMICAL INCOMPATIBILITY: 強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。
	Tip: 作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。

	<p>Tip: LCD表示の回転数(rpm)が一定になってから、電気化学測定を行って下さい。</p>
	<p>Tip: 3,000 rpm 以下の回転速度で使用することで、モーターや銀カーボンブラシの寿命が長くなります。</p>
	<p>Tip: 低速度回転の場合、室温に依存して回転が安定するまでに数分かかる場合があります。測定を行う前に、RRDE-3A のウォームアップを行って下さい。</p>
	<p>Note: 回転中のシャフトや作用電極に過負荷がかかると、回転は自動的に止まります。</p>
	<p>Note: RRDE-3A は、作用電極のネジが締まる方向にモーターシャフトが回転するように設計しています。作用電極の取り付けが多少緩くても、回転中にシャフトから脱落する心配はございません。</p>
	<p>Note: 回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>
	<p>Note: 高速回転域で測定を行う際、電極軸の周辺で渦巻きが発生し、空気中の酸素が溶解することでノイズの発生源となる場合があります。</p>
	<p>Note: モーターの回転速度により騒音が発生する可能性がありますが、測定結果には影響しません。</p>
	<p>Note: RRDE-3A のモーターシャフトの可動域は特定の範囲に制限されています。電解セルに溶液を入れすぎない限り、誤ってシャフト側面まで溶液に浸漬してしまう心配はございません。</p>

## 5-5. 典型的な試験結果の例

作用電極 : Ptリング-Ptディスク  
 参照電極 : Ag/AgCl  
 カウンター電極 : Pt線  
 テスト溶液 : 2 mM フェリシアン化カリウム + 1 M KCl  
 初期電位 : +600 mV  
 最終電位 : -100 mV  
 スキャン速度 (V) : 0.01 V/s  
 回転速度 : 100~6,000 rpm  
 感度 :  $10^{-4}$  A/V

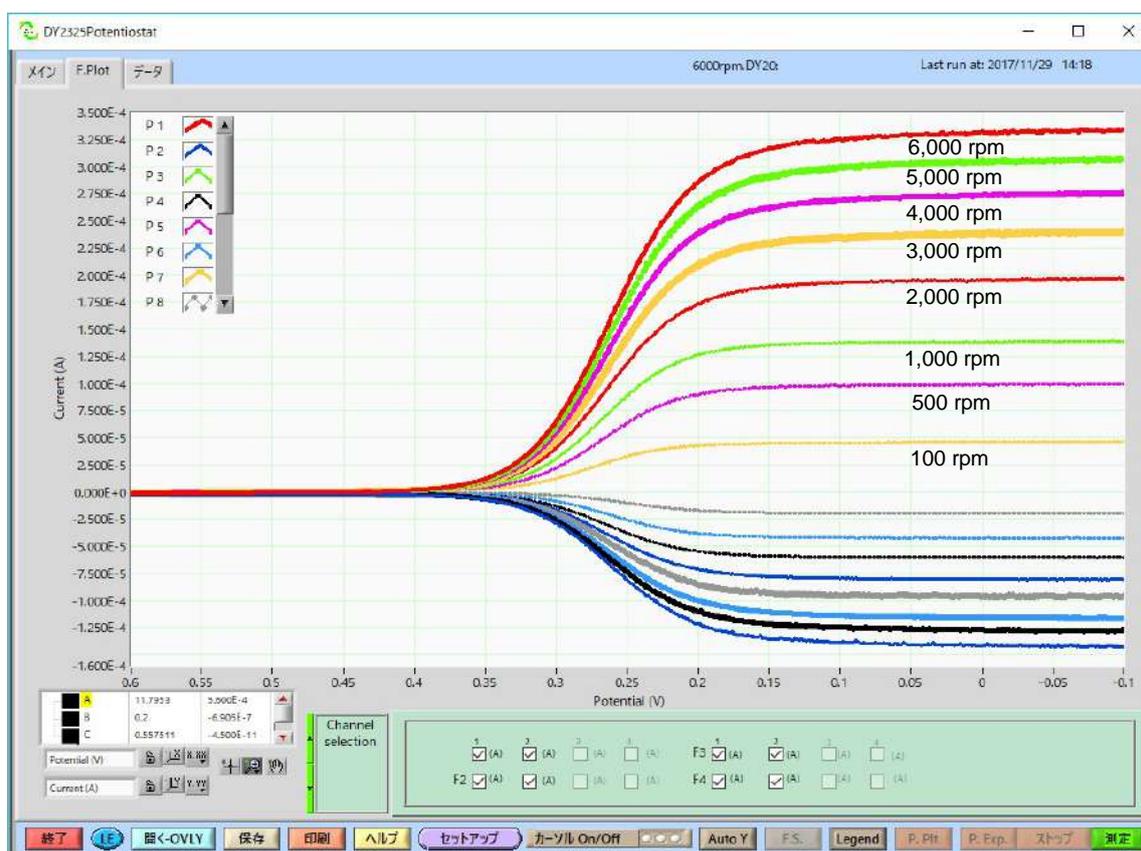


図 5-5-1

## 5-6. スピンコーティング

電極にポリマーなどを塗布する場合、本機能を使用します。RRDE-3Aのモーターシャフトを180°回転します。次にコーティングを行うRDEまたはRRDE電極を取り付け、スピンコートアダプターをセットします。塗布するポリマーをピペットで電極に滴下して一定の回転数で回転することにより、一定に塗布したポリマー電極が作成できます。

スピンコーティングによるポリマー電極の膜厚は、電極の回転数と塗布する物質の粘度・量・温度等の条件により変化します。実際に試験を行う前に最適な条件を検討してください。



図5-6-1. 位置設定ノブを緩め、テフロンプレートを上方向に移動します。



図5-6-2. モーター固定板を上部に移動し、位置設定ノブを固定します。



図5-6-3. モーターシャフトを、180°回転します。



図5-6-4. 180°回転すると、コンタクトプローブが現れます。コンタクトプローブは先端が尖っていますので、取り扱いに注意して下さい。この先端にRDE、RRDEを取り付けます。



図5-6-5. スピンコートアダプターです。本カバーはRRDE-3Aの保管時に、シャフト先端のコンタクトプローブの保護にも利用できます。



図5-6-6. スピンコートを行う準備が整った状態です。電極表面にピペット等を用いて塗布したいサンプルを滴下し、電極を回転させます。一定速度で電極を数分間回転すると、膜厚が一定な電極を作ることができます。

	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトを上下する際は、モーターシャフトを持って位置設定ノブを緩めてください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに接続する際、ネジを強く締めすぎないでください。また、着脱の際は工具を用いず、手で行ってください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトの作用電極を着脱する際は、モーターシャフトの位置設定ノブを必ず締めて下さい。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに装着する際は、RRDE-3A の電源を OFF にしてください。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が折れ曲がっていたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>CORROSIVE SUBSTANCES:</p> <p>試薬の飛散を防止するため、スピンコーティングを行う際はスピコートアダプターを必ずモーターシャフトに装着してください。</p>
	<p>TEMPERATURE CONSTRAINT:</p> <p>RRDE-3A は、10～50℃の温度環境下で使用して下さい。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転中のシャフトや作用電極に過負荷がかかると、回転は自動的に止まります。</p>

	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A は、作用電極のネジが締まる方向にモーターシャフトが回転するように設計しています。作用電極の取り付けが多少緩くても、回転中にシャフトから脱落する心配はございません。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行ってください。</p>

## 6章. 保守

### 6-1. 汎用的な保守

RRDE-3Aは適切な保守を行うことにより、機器の性能が長期に維持されます。

次の注意点を考慮することにより、機器の寿命を延ばします。電源を入れる際、RRDE-3Aシャフトアッセンブリーには手を触れないで下さい。

1. 実験機器の一般的な保守点検を心がけてください。
2. 実験台の付着物、溶液などは速やかに清掃して下さい。
3. 腐食雰囲気下への設置は避けて下さい。
4. メンテナンス時を除き、機器の分解は行わないで下さい。また、落下、振動等の衝撃は避けて下さい。
5. 使用後のパージラインは洗浄の上、綺麗に拭いて下さい。
6. 電解セルを設置または取り外す時、カウンター電極を曲げないようにして下さい。繰り返し曲げすぎると、断線の原因になります。

## 6-2. モーターシャフトから作用電極を取り外す

RRDE-3A の電源スイッチをOFFにし、各電極からセルケーブルを外します。モーターシャフトをゆっくり反時計回りに回し、作用電極を注意しながら外します(図6-2-1)。



図 6-2-1. 作用電極の外し方

作用電極はシャフトにねじ止めされており、シャフト先端のコンタクトプローブで導通が取られています。コンタクトプローブは鋭利で壊れやすいため、取り扱いに注意してください。作用電極を外す時は慎重に緩めてください。

作用電極とシャフトの隙間はOリングで塞ぐ構造になっており、電解質による腐食を防止しています。

	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトを上下する際は、モーターシャフトを持って位置設定ノブを緩めてください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに装着する際、ネジを強く締めすぎないでください。また、着脱の際は工具を用いず、手で行ってください。</p>
	<p>CAUTION:</p> <p>モーターシャフトの作用電極を着脱する際は、モーターシャフトの位置設定ノブを必ず締めて下さい。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>作用電極をモーターシャフトに装着する際や、電解セルにモーターシャフトをセットする際は、RRDE-3A の電源を OFF にしてください。</p>

	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>軸が歪んでいたたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>CHEMICAL INCOMPATIBILITY:</p> <p>強酸および強塩基下に、作用電極を長時間浸漬しないでください。使用後は必ず作用電極を溶液から取り出し、洗浄後に自然乾燥させて下さい。また、本マニュアルに記載された溶液量と電極浸漬深さに従って下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>作用電極の表面は、測定の度に毎回研磨するのが理想です。研磨手順の詳細は「A-6. PK-3 電極研磨キット」をご覧ください。</p>
	<p>Tip:</p> <p>腐食等で汚れたシャフトを使用していると、シャフトの抵抗値が上昇し、測定が上手くいかない事があります。メンテナンス手順については「6-6. シャフトアセンブリーの交換」をご確認下さい。</p>
	<p>Tip:</p> <p>グローブボックス内のような低湿度環境下で使用する際、装置内部の銀カーボンブラシの摩擦係数が上昇します。銀カーボンブラシの交換手順については「6-5. 銀カーボンブラシの交換」をご確認下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A は、作用電極のネジが締まる方向にモーターシャフトが回転するように設計しています。作用電極の取り付けが多少緩くても、回転中にシャフトから脱落する心配はございません。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>
	<p>Note:</p> <p>RRDE-3A のモーターシャフトの可動域は特定の範囲に制限されています。電解セルに溶液を入れすぎない限り、誤ってシャフト側面まで溶液に浸漬してしまう心配はございません。</p>

### 6-3. 電極の再研磨

1. 「6-2. モーターシャフトから作用電極を取り外す」通りに電極を外します。
2. PK-3電極研磨キットの取扱説明書に従い電極を研磨します。付録「A-6. PK-3電極研磨キット」をご参照ください。

電極研磨の目的は、レドックス反応の生成物あるいは測定中に蓄積した吸着物を取り除くためです。

電極が被膜される速さ(信号の減衰)は、次のような要因があります。

- 測定物の分子量
- 測定物の濃度
- 電解物質の種類
- 印加電圧
- 使用頻度

電気化学で使用する電極は、アプリケーションにも依りますが測定後に研磨が必要です。回転ディスクとハイドロダイナミックモジュレーションといった測定では、レドックス生成物を取り除く助けをする溶液の動きが有り、無攪拌溶液中のボルタンメトリーで観察されるよりも低い濃度での測定が可能になります。一般的に、電極の応答が徐々に減衰してきたときに研磨をします。

電極はまた、周囲からの吸着で汚染物質が蓄積されます。煙草の煙・煙霧質・その他の空気では運ばれる物質をととても簡単に吸着します。研磨することでわずかに電極表面を削り取ります。三段階の異なる研磨剤を使用し、粗い研磨剤から細かい研磨剤へと順に研磨していきます。

たいていの電極は、表面に付いた汚染物質を物理的に取り除くのに一段階の研磨で十分です。貴金属(金・銀・白金)電極は、アルミナかダイヤモンドのどちらかのみで構いません。アルミナ研磨を最初に行い、結果が良いときはこの一段階でOKです。化学修飾電極(金・水銀アマルガム)やガラス状カーボン電極の場合は、最初の鏡面に戻すために二段か三段階の研磨が必要です。

全ての研磨のステップでは、次の研磨に移る前、電極の十分な洗浄が必要です。洗浄をしないと、前段階の微量な研磨剤が最終研磨に入ってしまいます。研磨の主な懸念は、保護しているプラスチックやガラスより柔らかな電極素材を研磨できないことです。

## 6-4. RRDE-3A 保守用パーツ

RRDE-3Aの保守用パーツをご紹介します。

カタログ No.	品名	写真
013229	RRDE-3A Ver.1.2 用ブラシ (※)	 <p>図 6-4-1</p>
012624	RRDE-3A シャフト アッセンブリー	 <p>図 6-4-2</p>
013342	RRDE-3A シャフト コンタクトプローブ 補修キット	 <p>図 6-4-3</p>
012625	RRDE-3A ベアリン グアッセンブリー	 <p>図 6-4-4</p>
012651	RRDE-3A アップグ レード保守ツールキ ット	 <p>図 6-4-5</p>

※ 本ブラシは RRDE-3A Ver.2.0 でも引き続きご使用頂けます。

## 6-5. 銀カーボンブラシの交換

銀カーボンブラシとシャフトの電気抵抗は時間経過とともに上昇します。定期的にシャフトや銀カーボンブラシのメンテナンスを行ってください。ノイズが発生、又は電流値が通常より小さくなった場合は、新しい銀カーボンブラシに交換して下さい。



図 6-5-1. RRDE-3A のモーターシャフトカバー側面のネジを、ドライバー(#1 or #2)を用いて外します。



図 6-5-2. モーターシャフトからカバーを取り外します。



図6-5-3. 銀カーボンブラシを固定しているネジをドライバー(#000)で取り外します。  
ネジが小さいため、紛失しないようご注意ください。



図 6-5-4. 銀カーボンブラシを取り外し、新しい銀カーボンブラシに交換します。



図 6-5-5. 銀カーボンブラシのネジをドライバーで固定します。



図 6-5-6. モーターシャフトカバーを再度ネジで取り付けます。



図 6-5-7. 銀カーボンブラシとシャフトの間の抵抗を小さくし、回転中の騒音を低減するために、8000 rpm で10 分間回転させてください。

銀カーボンブラシの削り粉でシャフトが汚れている場合は、綿棒などでシャフトを綺麗に掃除して下さい。

モーターシャフトが回転している際、指で回転を停止しないで下さい。怪我をすることがあります。安全のため内部のポリスイッチが作動し、回転動作が停止します。電源を再投入することで、再び動作可能な状態に復帰します。



RRDE-3A は 100～8,000 rpm で使用して下さい。  
RRDE-3A の性能を考慮しますと、3,000rpm 以下での使用を推奨します。

銀カーボンブラシは消耗品です。使用状況により 1 年間は保証できません。S/N 比が悪くなった場合、新しい銀カーボンブラシに交換して下さい。

図 6-5-8. 銀カーボンブラシ

	<p>CAUTION:</p> <p>銀カーボンブラシを取り外す際は、必ず銀カーボンブラシを持った状態でネジを緩めて下さい。</p>
	<p>ROTATING SHAFT HAZARD:</p> <p>シャフトの交換時は RRDE-3A の電源を OFF にし、電源ケーブルを抜いて下さい。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK:</p> <p>保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。</p>
	<p>Wait Time:</p> <p>銀カーボンブラシを交換した後は、慣らし運転を数時間ほど行ってください。慣らし運転を行わない場合、測定結果に悪影響を及ぼす場合があります。</p>
	<p>Note:</p> <p>回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>

## 6-6. シャフトアッセンブリーの交換

シャフトアッセンブリーに歪み・表面の汚れ・腐食などの問題が発生した場合は、シャフトアッセンブリーを交換して下さい。



図 6-6-1. カバーを固定している 4 つのネジをドライバー(#1 or #2)で外し、カバーを取り外します。



図 6-6-2. カップリングのシャフト固定ネジ(下側 2 つ)を、六角レンチ (0.89 mm = 0.035 inch.) で緩めてシャフトの固定を外します。

カップリングの上側のネジは緩めないで下さい。モーターシャフトとカップリングを固定しています。



図 6-6-3. シャフトが外れるまで、カップリングの下側の二番目のネジを緩めます。シャフトは別の手で保持して下さい。

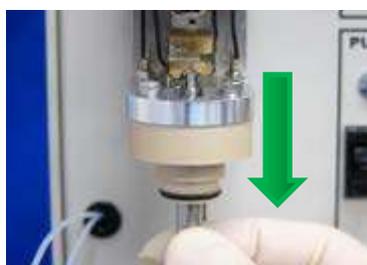


図 6-6-4. シャフトをゆっくり引き下げます。カーボンブラシにより引き下げられない場合、カーボンブラシのネジを緩めるか、ピンセットでブラシの板バネを外側に少し曲げます。シャフトが損傷し、引き抜くことが難しい場合、シャフトの前にあるベアリングアッセンブリーを取り外して下さい。



図 6-6-5. ベアリングの穴に新しいシャフトをはめ込みます。カーボンブラシの板バネをピンセットで外側に少し曲げながら注意深く持ち上げてください。板バネを曲げずにシャフトを持ち上げると、カーボンブラシが破損する場合があります。



図 6-6-6. テフロンセパレータとシャフトの下側の間の隙間を通すために、リング電極用のカーボンブラシの板バネを、もう一度ピンセットで外側に曲げてください。板バネを曲げずにシャフトを持ち上げると、カーボンブラシが破損する場合があります。



図 6-6-7. シャフトをカップリングに差し込んだら、ネジ 2 本を六角レンチ (0.89 mm = 0.035 inch) で固定します。必要ならばカーボンブラシは後で固定して下さい。



図 6-6-8. カバーをかぶせ、ネジ 4 本をそれぞれドライバー (#1 or #2) で取り付けます。

	<p><b>CAUTION:</b> 銀カーボンブラシを取り外す際は、必ず銀カーボンブラシを持った状態でネジを緩めて下さい。</p>
	<p><b>ROTATING SHAFT HAZARD:</b> シャフトの交換時は RRDE-3A の電源を OFF にし、電源ケーブルを抜いて下さい。軸が歪んでいたり、破損している状態のシャフトを回転させないで下さい。</p>
	<p><b>ELECTRICAL SHOCK:</b> 保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。</p>
	<p><b>Note:</b> 回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>

## 6-7. シャフトコンタクトプローブの交換

RRDE-3Aシャフトアッセンブリ先端のコンタクトプローブは、長時間の使用などにより先端が錆びることがあります。何らかの腐食(図6-7-1左)やプローブの歪みが見られる場合は、プローブを交換する必要があります。

プローブ先端の腐食は、実験結果に影響を及ぼす可能性があります。

コンタクトプローブの寸法情報もご覧ください(図6-7-2、6-7-3)。



図 6-7-1. 腐食したプローブ(左)



図 6-7-2

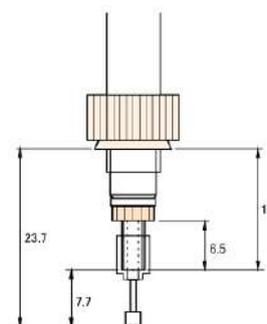


図 6-7-3



図 6-7-4. 古いシャフトからコンタクトプローブを引っ張って取り外します。



図 6-7-5. 新しいプローブをシャフトに差し込みます。

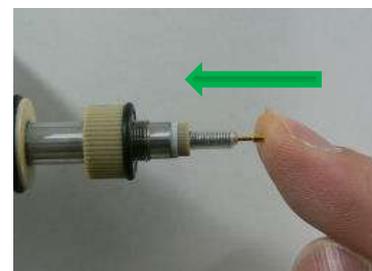


図 6-7-6. プローブを注意深く押し下さい。

熱収縮チューブが交換中に破損した場合は、新しいチューブに交換する必要があります。



### ELECTRICAL SHOCK:

保守作業を行う場合、RRDE-3Aの電源スイッチはOFFにし、電源ケーブルも外して下さい。

## 6-8. 熱収縮チューブの交換



図 6-8-1. プローブを取り出した後、熱収縮チューブをナイフで切断します。



図 6-8-2. 熱収縮チューブを剥離するように取り外します。



図 6-8-3. 新しい熱収縮チューブをシャフトの先端に取り付けます。



図 6-8-4. シャフトをヒートガンまたはドライヤー(150°C)で包むようにチューブを収縮させます。

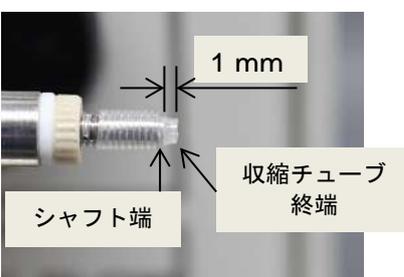


図 6-8-5. シャフトの先端から 1 mm のところで、ナイフで熱収縮チューブを切断します。



図 6-8-6. プローブを取り付けます。



## ELECTRICAL SHOCK:

保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。

## 6-9. ベアリングアッセンブリの交換

モーターシャフトがスムーズに動かない場合、ベアリングアッセンブリの錆が原因である可能性があります。「6-6. シャフトアッセンブリの交換」も参照して下さい。



図 6-9-1. カバーを固定している 4 つのネジをドライバー(#1 or #2)で外し、カバーを取り外します。



図 6-9-2. カップリングのシャフト固定ネジ(下側 2 つ)を、六角レンチ (0.89 mm = 0.035 inch.)で緩めてシャフトの固定を外します。

カップリングの上側のネジは緩めないで下さい。モーターシャフトとカップリングを固定しています。



図 6-9-3. シャフトを静かに引きます。カーボンブラシでシャフトがスムーズに外れない場合、カーボンブラシのネジを緩めてください。また、ピンセットを用いて、カーボンブラシの板バネを僅かに外側に曲げてください。

シャフトが著しく損傷して抜けにくい場合は、シャフトを取り外す前にベアリングアッセンブリを取り外してください。



図 6-9-4. 六角レンチ(2.5 mm)を用いて、アルミフレームとベアリングの間にある 3 本の止めねじを緩め、ベアリングアッセンブリを取り外します。

止めねじの裏側を外すときはカーボンブラシに注意して下さい。損傷を防ぐため、予めブラシを取り外しておいて下さい。



図 6-9-5. モーターを 180 度回転させ、アルミフレームの底面を綿棒などで拭きます。



図 6-9-6. モーターを元の位置に戻し、新しいベアリングアッセンブリを慎重に六角レンチで取り付けます。ベアリングアッセンブリのねじ山は脆いため、ネジを締めすぎないで下さい。



図 6-9-7. 新しいシャフトをベアリングの穴にはめ込み、カーボンブラシの板パネをピンセットで外側に僅かに曲げながら注意深く持ち上げます。

カーボンブラシを曲げずにシャフトを持ち上げると、カーボンブラシが破損することがあります。



図 6-9-8. カップリングの下側にある 2 本の止めねじを六角レンチ(0.89 mm = 0.035 インチ)で締めます。その後、カーボンブラシを元に戻します。



図 6-9-9. モーターシャフトをカバーで覆い、ドライバー(#1 or #2)を用いて 4 本のネジで固定します。

	<p>ROTATING SHAFT HAZARD: 軸が歪んでいたたり、破損している状態のシャフトを回転させないでください。</p>
	<p>ELECTRICAL SHOCK: 保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。</p>
	<p>Note: 回転軸に垂直に取り付けられていない、又は破損しているシャフトアッセンブリーを回転させた場合、モーターからシャフトが脱落する可能性があります。点検およびメンテナンスを定期的に行って下さい。</p>

## 7章. トラブルシューティング

### 7-1. 一般的なトラブル

現象	No.	原因	解決方法	備考
1. データに 普段より大 きなノイズ が現れてい る	1-1	グラウンドが正しく取れていない	RRDE-3Aと、使用するポテンシオスタットのグラウンドを正しく接続する。	
	1-2	溶液量が多すぎる、あるいは少なすぎる	付属セル013580を使用する場合は溶液量を $65 \pm 5$ mlにする。	作用電極先端を溶液に浸すときの深さは液面より 5 mm程度にする。
	1-3	作用電極がゆがんだ状態でシャフトに取り付けられている	作用電極を外して取り付け直す。	
	1-4	作用電極表面に気泡が付着している	作用電極を一旦溶液から取り出し、1000 rpm以上で回転させながら遠心力で気泡が電極表面に付着しないように溶液に浸す。	ガスパーズ操作後は特に注意が必要。測定途中から気泡が付着する場合もある。
	1-5	参照電極先端に気泡が付着している	参照電極先端を指ではじくなどして、溜まった気泡を取り除く。	溶液の温度変化により参照電極先端に気泡が発生することがある。
	1-6	作用電極表面の汚れや凹凸	研磨を行う。修飾電極を使用している場合は、修飾層を薄く均一にするように再修飾する。	
	1-7	参照電極の不良	参照電極を交換する。	
	1-8	長期使用による、銀カーボンブラシとシャフト間の接点の電気抵抗の増加	LCDディスプレイの表示に従い、銀カーボンブラシやシャフトの定期的なメンテナンス・交換を行う。シャフトの汚れが激しい場合、シャフトの銀カーボンブラシが接触する部分にエメリーペーパー UF800を当てながら100 rpmで数秒回転させる。	納品後の装置移動時の大きな衝撃で銀カーボンブラシが損傷したり、接点位置がずれたりする場合がある。  【補修用パーツ】 012611 エメリーペーパー UF800 (20枚入) 013229 RRDE-3A Ver.1.2用ブラシ
	1-9	長期使用によって、銀カーボンブラシの削り粉がベアリング部分に蓄積している	LCDディスプレイの表示に従い、銀カーボンブラシやシャフトの定期的なメンテナンス・交換を行う。ベアリング部に溜まった削り粉は、綿棒などで除く。	主にリング電流にノイズが発生する。
	1-10	長期使用後、ゆがみによりシャ	シャフトを本体から一旦外して、再度接続し直す。	シャフト先端のコンタクトプローブがゆがんでいる場合も起こる。

		フト先端が大きく孤を描く	シャフトコンタクトプローブがまっすぐな場合は、シャフトのスクリーを調整してモーターに固定する。解決できない場合は、シャフトを交換する。	【補修用パーツ】 013342 RRDE-3A シャフトコンタクトプローブ補修キット
2. 電流が普段より小さい	2-1	溶液内の酸化還元物質の濃度が異なる	溶液を再調製する。	
	2-2	銀カーボンブラシとシャフトの接触抵抗が大きい	LCDディスプレイの表示に従い、銀カーボンブラシやシャフトの定期的なメンテナンス・交換を行う。シャフトの汚れが激しい場合、シャフトの銀カーボンブラシが接触する部分にエメリーペーパー UF800を当てながら100 rpmで数秒回転させる。	【補修用パーツ】 013229 RRDE-3A Ver.1.2用ブラシ 012611 エメリーペーパー UF800 (20枚入)
	2-3	シャフトのコンタクトプローブ先端とディスク電極の接触抵抗が大きい	シャフト、またはコンタクトプローブを交換する。	2012年3月末以降に販売した製造番号M1131以降の機器は、コンタクトプローブのみの交換が可能。 【補修用パーツ】 013342 RRDE-3A シャフトコンタクトプローブ補修キット  上記以前の製品については以下のシャフトアッセンブリーの交換が必要。 【補修用パーツ】 012624 RRDE-3A シャフトアッセンブリー
	2-4	作用電極の電極活性が低下した	電極の再研磨、または電極を交換する。	
3. 電流が振り切れる (over-flow)	3-1	参照電極先端が溶液に浸されていない	参照電極先端を溶液に浸す。溶液が少ない場合は足す。	溶液量は 65 ± 5 ml にして下さい。
	3-2	ポテンショスタットの感度設定ミス、あるいはポテンショスタットの不具合	ポテンショスタットの感度設定を確認し、適切な電流感度に設定する。不具合の場合は、ポテンショスタットの修理または付属ソフトウェアのアップデートを行う。	
	3-3	作用電極-カウンター電極間が高抵抗のため、ポテンショスタットのコンプライアンス電圧を超えている	コンタクトプローブ(ディスク側)あるいはシャフトの電極ストッパー近傍(リング側)と各々のセルケーブル接続ピンの間の抵抗をテスターで調べる。高抵抗(1 kΩ以上)であれば、銀カーボンブラシやコンタクトプローブ等の断線箇所を調べて調整する。  作用電極の交換 反応系の状態を確認し、高抵抗となる溶液、カウンター電極などを使用	

			していないか確認し、修正可能ならば調整する。	
4. 電流が流れない	4-1	作用電極、またはカウンター電極が溶液に触れていない	電極先端を溶液に浸す。 溶液が少ない場合は足す。	溶液量は 65 ± 5 ml にして下さい。
	4-2	セルケーブルと電極が繋がっていない	接続状況を確認し、セルケーブルが外れている場合は確実に接続する。	
	4-3	シャフトのコンタクトプローブ先端とディスク電極が接触していない	シャフトの交換、またはコンタクトプローブの交換。	2012年3月末以降に販売した製造番号 M1131以降の機器はコンタクトプローブのみの交換が可能。 【補修用パーツ】 013342 RRDE-3A シャフトコンタクトプローブ補修キット 上記以前の製品については以下のシャフトアッセンブリの交換が必要。 【補修用パーツ】 012624 RRDE-3A シャフトアッセンブリ
	4-4	作用電極の電極触媒活性が低い。	電極が劣化している場合は電極面研磨または交換。 電極表面に触媒を修飾している場合は修飾をやり直す。	
5. ディスク電流は検出されるが、リング電流が流れない	5-1	シャフトに取り付けた作用電極のゆるみ	作用電極を一旦取り外し、再度取り付け。	
	5-2	作用電極の破損	作用電極を交換する。	

## 7-2. 報告されたトラブル例

Q1- 回転速度を設定して回転を開始しても、シャフトが回転しません(または少し動いて停止します)。

A1- 以下の2つの点検を行って下さい。

### 1. シャフトアッセンブリーの点検

**RRDE-3Aの電源を切り、電源ケーブルを抜いて下さい。**

モーターカバーを取り外し、シャフトアッセンブリーを確認します。シャフトアッセンブリーを確認する最善の方法は、シャフトアッセンブリーを取り外すことです。

Step 1 から Step 3 までの手順に従い、シャフトアッセンブリーを取り外します。取り外せない場合は Step 4 に従って下さい(「6-6. シャフトアッセンブリーの交換」および「6-9. ベアリングアッセンブリーの交換」もご参照ください)。



図 7-2-1

### Step 1

ドライバー(#1 or #2)を使用して、RRDE-3Aのモーターカバーを固定している4本の金属ネジを外します。

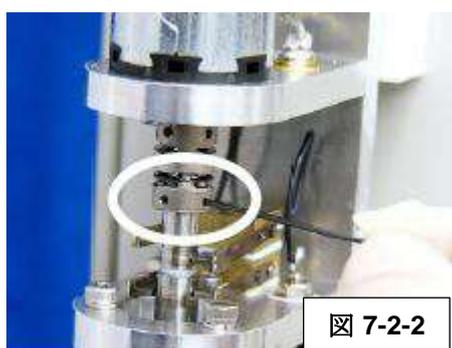


図 7-2-2

### Step 2

シャフト下側を片手で保持し、もう片方の手で六角レンチ(0.89 mm)を用いてカップリングの下側のネジを緩めます。

**注意：カップリングの上側の2本のネジを緩めないで下さい。モーターとの接続に使用されています。**

## Step 3



図 7-2-3

シャフトを静かに引き出します。シャフトが銀カーボンブラシで引っ掛かっている場合はブラシの固定ネジを緩め、ピンセットを用いて銀カーボンブラシの板バネを僅かに外側に曲げてください。

**注意：**シャフトが破損していて簡単に引き抜くことができない場合は、次のStep 4を行ってから、ベアリングとともにシャフトを取り外して下さい。

## Step 4



図 7-2-4

六角レンチ(2.5 mm)を使用して、ベアリングを固定している六角ねじを取り外します。

**注意：**セットスクリューの後ろ側を外す時、銀カーボンブラシに注意して下さい。銀カーボンブラシの損傷を防ぐために、真ちゅうブロックを取り外して下さい。

損傷が見られる場合は、シャフトアッセンブリーを交換する必要があります。

シャフトアッセンブリーを取り外すためにベアリングを取り外す必要がある場合、シャフトとベアリングを両方交換する必要があります。

この場合は、

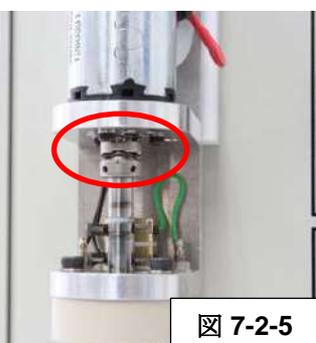


図 7-2-5

カップリングがモーターに固定されています。

**カップリング(モーター側)とモーターサポートの間は 1 mm のスペースが必要です。**

 <p style="text-align: center;">図 7-2-6</p>	<p>Step 1~4 でシャフトアッセンブリーとベアリングを取り外した後、1.5 mm の六角レンチで 3 本のネジを緩めてモーターを取り外します。自重で落下しないように、モーターは手で保持します。</p> <p><b>この際、モーターに接続されたプラグを抜かないでください。</b></p>
 <p style="text-align: center;">図 7-2-7</p>	<p>六角レンチでカップリングのネジ 2 本を緩め、カップリングを取り外します。3 本のネジでモーターを元に戻し、検査を続行します。</p> <p><b>カップリング(モーター側)とモーターサポートの間は 1 mm のスペースが必要です。</b></p>

## 2. RRDE-3A の点検

Step 1~4 でシャフトアッセンブリーとベアリングを取り外した後、モーターをチェックします。

回転を 1000 rpm に設定し、回転コントロールスイッチを LOCAL にセットします。LCD ディスプレイに 1,000 rpm が正常に表示されるかを確認します。

**問題が発生した場合は、[sales@bas.co.jp](mailto:sales@bas.co.jp) までご連絡ください。**



### ELECTRICAL SHOCK:

保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。

Q2- ガスパージスイッチが機能しません。ガスパージスイッチを SET、または REMOTE に入れた時、常に溶液をパージし続けます。

A2- 装置内部のパージチューブをチェックしてください。パージチューブを強く引っ張る等で、バルブシステムからパージチューブが外れた可能性があります。機器の内部を点検するため、バックパネルを取り外してください。



図 7-2-8

反対側も外す

図 7-2-9

図 7-2-8 の 3 箇所及び反対側の計 6 箇所のネジをドライバーで外し、バックパネルを取り外します。  
バックパネルにはアース線などが取り付けられているため、破損・切断しないようご注意ください。





図 7-2-10

パージチューブを確認し、2本ともバルブシステムに挿入されているかを確認してください。  
左図のようにバルブシステムに挿入されていない場合、図 7-2-10 のように挿入して下さい。



図 7-2-11



図 7-2-12



図 7-2-13

黒い被覆チューブ  
別のチューブ

黒い被覆チューブをバルブシステム本体に近い側のピンチに挿入し、別のチューブをバルブシステムから遠い側のピンチに挿入してください。

	<p><b>ELECTRICAL SHOCK:</b></p> <p>保守作業を行う場合、RRDE-3A の電源スイッチは OFF にし、電源ケーブルも外して下さい。二重保護接地が施されている箇所には、極力触れないで下さい。</p>
	<p><b>ELECTROSTATIC SENSITIVE:</b></p> <p>メンテナンスを行う際は、静電気防止バンドを装着してください。</p>

Q3- 得られた実験データが良くない場合

A3- 下記の手順に従い、RRDE-3A の動作を確認してください。

**Step1:** 付録「A-6. PK-3 電極研磨キット」に記載されているように、作用電極を PK-3 電極研磨キットで研磨する。

**Step2:** 新しいフェリシアン化カリウムサンプル溶液を使用する  
 $2\text{mM K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 + 1\text{M KNO}_3$   
 溶液が新鮮でない場合、フェリシアン化カリウムはフェロシアン化カリウム( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ )に変化することがあります。

**Step3:** 1000 rpm で LSV 測定を行い、下図のようなボルタモグラムが得られることを確認する。

参照電極 :	Ag/AgCl
カウンター電極 :	Pt線
初期電位 :	+600 mV
最終電位 :	-100 mV
スキャン速度 :	0.01 V/s
サンプル間隔 :	0.001 V
感度 :	$10^{-4}$ (A/V)



上記曲線が得られない場合、[sales@bas.co.jp](mailto:sales@bas.co.jp) までご連絡ください。

## 付録

### A-1. 作用電極

#### A-1-1. RRDE/RDE

下記の製品は作用電極です。RRDE-3A リンガーディスク電極システムによって回転させるためのものです。

有機溶媒耐性樹脂(PEEK)が絶縁体として使用されており、PK-3電極研磨キットで研磨することができます。



図 A-1-1

通常品の回転電極(ガラス状カーボン・白金・金)の直径は一律です。RDEのディスク電極の直径は3 mm(一部は5 mm)です。RRDEのディスク電極の直径は4 mmです。RRDEのリング電極は内径5 mm、外径7 mmです。他の材料や電極サイズを変更した特注品の制作も承っています。

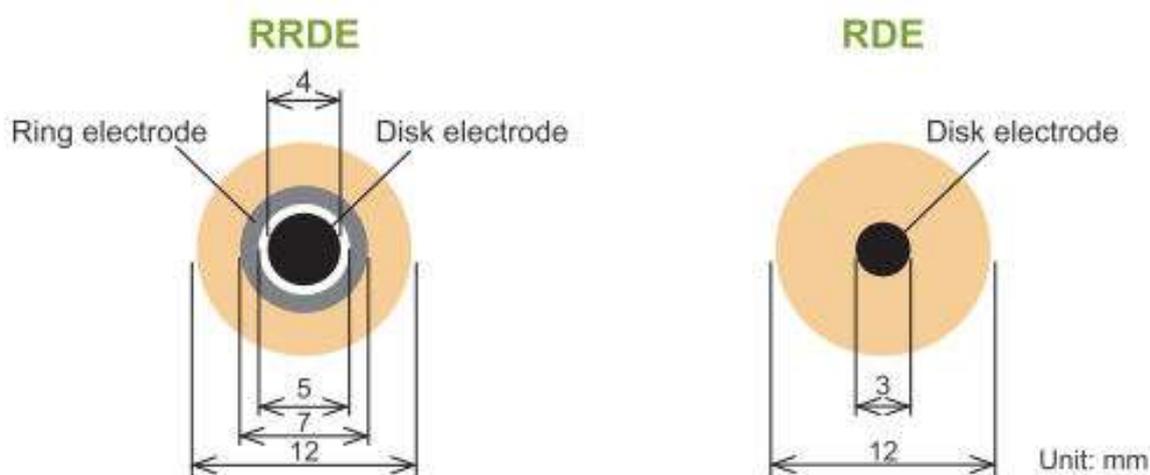


図 A-1-2

表 A-1-1

リング- ディスク電極	
012614	RRDE用白金リング- 白金ディスク電極
012613	RRDE用白金リング- GCディスク電極
012616	RRDE用金リング - GCディスク電極
012615	RRDE用白金リング- 金ディスク電極
ディスク電極	
011169	RRDE用GCEガラス状カーボンディスク電極
013490	RRDE用GCeガラス状カーボンディスク電極
013482	RRDE用GCEガラス状カーボンディスク電極 ID:5mm
013491	RRDE用GCeガラス状カーボンディスク電極 ID:5mm
011170	RRDE用PTE白金ディスク電極
011171	RRDE用AUE金ディスク電極
011966	RRDE用ALEアルミニウムディスク電極
011967	RRDE用AGE銀ディスク電極
011968	RRDE用CUE銅ディスク電極
011969	RRDE用NIEニッケルディスク電極
011970	RRDE用TAEタンタルディスク電極
011971	RRDE用TIEチタンディスク電極
011972	RRDE用WEタングステンディスク電極
011973	RRDE用CPEカーボンペーストディスク電極



## CHEMICAL INCOMPATIBILITY:

強酸および強塩基下で、作用電極を極力長時間使用しないでください。

### A-1-2. DRE-ディスク交換可能式電極

ディスク交換式電極(DRE)は、ディスク電極が取り外し可能な作用電極です。ディスク電極の交換は、表側と裏側の両方から行えます。あなたの研究目的に必要な条件に従って選択することが可能です。

#### 特長:

1. 同じリング電極を使用したディスク電極の評価は、リング材料および寸法誤差による影響を避けることができます。
2. 交換ディスク電極表面の修飾と、リングアッセンブリーの研磨プロセスを個別に行えます。
3. ディスク電極は容易に交換できます。



図 A-1-2-1

詳細は、下記URLよりご覧頂けます。

<https://www.bas.co.jp/2209.html>

### ・ DRE-PGK ディスク交換式電極Pt/GCキット

表 A-1-2-1

カタログ No.	品名
013336	DRE-PGK ディスク交換式電極 Pt/GC キット
内訳	
013337	DRE-PTR Pt リングアッセンブリー
013338	DRE-GCD GC ディスク
013339	DRE-SPC テフロンスペーサー(3 個)
オプション	
013366	DRE-AUD Au ディスク
013367	DRE-PTD Pt ディスク

### ・ DRE-GCK ディスク交換式電極GCキット

表 A-1-2-2

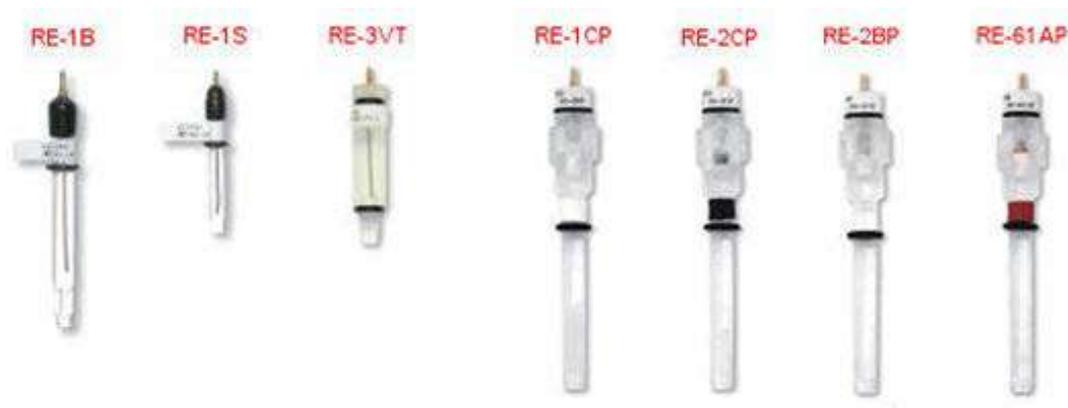
カタログ No.	品名
013362	DRE-GCK ディスク交換式電極 GC キット
013364	DRE-AUK ディスク交換式電極 Au キット
013365	DRE-PTK ディスク交換式電極 Pt キット
共通の内訳	
013361	DRE-DAS ディスクアッセンブリー
013339	DRE-SPC テフロンスペーサー(3 個)
オプション	
013338	DRE-GCD GC ディスク(013362 に含む)
013366	DRE-AUD 金ディスク(013364 に含む)
013367	DRE-PTD 白金ディスク(013365 に含む)

## ・ DRE-DCP ディスク電極交換研磨ツール

表 A-1-2-3

カタログ No.	品名
013340	DRE-DCP ディスク電極交換研磨ツール
内訳	
-	DRE-BLK ベースブロック
-	DRE-STP ストッパー
-	DRE-DRS ディスク取出棒
-	DRE-SPS スペーサー押込棒
-	DRE-DPS ディスク押込棒
-	DRE-EPH 電極研磨ホルダー

## A-2. 参照電極



図A-2-1

参照電極は、電気化学測定(CV・LSV・DPVなど)および電気化学デバイス(HPLC・電気化学的バイオセンサなどの電気化学検出器)に広く使用されています。

水系用・非水溶媒系用・キャロメル型など、様々な種類の参照電極が利用可能です。

表 A-2-1

カタログ No.	品名	長さ (mm)	直径 (mm)	液絡部	溶液
Ag/AgCl 型					
012167	RE-1B 参照電極 (Ag/AgCl)	78	6	IPPG <sup>1</sup>	3 M NaCl
013393	RE-1S参照電極(Ag/AgCl)	52	4.5	IPPG <sup>1</sup>	3 M NaCl
013503	RE-1CP参照電極(Ag/AgCl/Saturated KCl)	92	6	セラミックス	飽和 KCl
013488	RE-3VT参照電極捻じ込み式 (Ag/AgCl)	52	10	IPPG <sup>1</sup>	3 M NaCl
飽和キャロメル型					
013458	RE-2BP キャロメル型参照電極	92	6	セラミックス	飽和 KCl
Hg 型					
013459	RE-2CP 参照電極	92	6	セラミックス	飽和 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
アルカリ耐性型					
013592	RE-61AP アルカリ用参照電極	92	6	セラミックス	1 M NaOH

1:イオン透過性ガラス

## A-3. 非水溶媒系参照電極: RE-7

従来の非水系参照電極RE-5とRE-5Sの後継製品として、新しい非水系参照電極RE-7とRE-7Sを開発しました。貯蔵時や輸送時に内部溶液が蒸発する欠点を克服するため、本体と内部溶液を切り離しました。これにより、内部溶液を補充することで繰り返しご利用頂けるようになりました。



図 A-3-1

## ・ RE-7 非水溶媒系参照電極

表 A-3-1

カタログ No.	品名	長さ (mm)	直径 (mm)	液絡部	溶液
012171	RE-7 非水溶媒系参照電極(Ag/Ag+)	81	6	IPPG <sup>1</sup>	ACN/TBAP <sup>2</sup>
内訳					
012057	RE-7 参照電極テフロンキャップ				
012549	RE-7 参照電極溶液 (10mL)				
(012176)	サンプルホルダー 6mmφ				

1:イオン透過性ガラス, 2:ACN: acetonitrile, TBAP: tetrabutylammonium perchlorate

## ・ RE-7S 非水溶媒系参照電極

表 A-3-2

カタログ No.	品名	長さ (mm)	直径 (mm)	液絡部	溶液
013394	RE-7S 非水溶媒系参照電極(Ag/Ag+)	62	4.5	IPPG <sup>1</sup>	ACN/TBAP <sup>2</sup>
内訳					
012058	RE-7S 参照電極テフロンキャップ				
012549	RE-7 参照電極溶液 (10mL)				
-	サンプルホルダー 4.5mmφ				

1:イオン透過性ガラス, 2:ACN: acetonitrile, TBAP: tetrabutylammonium perchlorate

## A-4. RHEK –簡易型可逆水素電極キット

簡易型可逆水素電極(RHE)は、酸性溶液の電気分解により水素ガスを発生・捕捉し利用することで、良好な電位安定性を実現する可逆型の水素電極です。通常の水素電極での、危険性を伴う水素ポンベの使用や水素ガスの大量排気などの煩雑な操作が必要ありません。

RHEは多くの応用分野で活用できます。ダブルジャンクションチャンバーを用いた場合、0.5 mol / L硫酸のような強酸溶液(< pH2)、および中性溶液で使用することができます。

詳細は、下記URLよりご覧頂けます。

<https://www.bas.co.jp/2209.html>

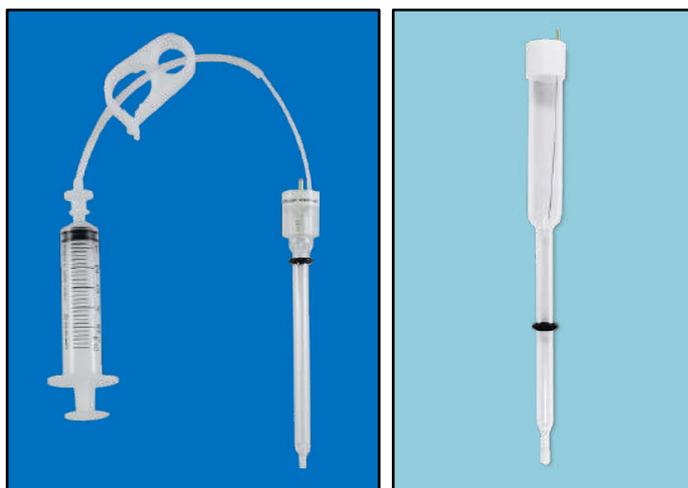


図 A-4-1. 酸性溶液で使用する場合は、左の写真となります。中性溶液で使用する場合は、ダブルジャンクションチャンバー(右写真)を使用して下さい。

・ RHEK 簡易型可逆水素電極キット

RHEK簡易型可逆水素電極キットは、電解液として強酸(< pH2)を使用した場合、ダブルジャンクションチャンバーなしで使用できます。

カタログ No.	品名	
013597	RHEK 簡易型可逆水素電極キット	
内訳		
013598	RHE 簡易型可逆水素電極	
-	ピンチコック	
-	シリコンチューブ 10 cm	
-	Oリング	
-	シリンジ変換アダプター	
-	ディスポーザブルシリンジ 5ml 用	

カタログNo.なしの上記5点については、下記キットの形式で販売しています。

カタログNo.	品名
013378	RHEK 消耗品キット

・ダブルジャンクションチャンバーキット

ダブルジャンクションチャンバーキットを使用することで、強酸溶液以外の溶液(弱酸性・中性)でも使用できます。

カタログ No.	品名
013375	ダブルジャンクションチャンバーキット
内訳	
013376	ダブルジャンクションチャンバー
-	Oリング
013377	ダブルジャンクションチャンバーキャップ
002222	Pt カウンター電極 5.7cm

013377

002222

013376

Oリング

図 A-4-3

## A-5. カウンター電極

用途に応じ、適切なカウンター電極を選択してください。

カウンター電極の特注も承っております。



図A-5-1

表 A-5-1

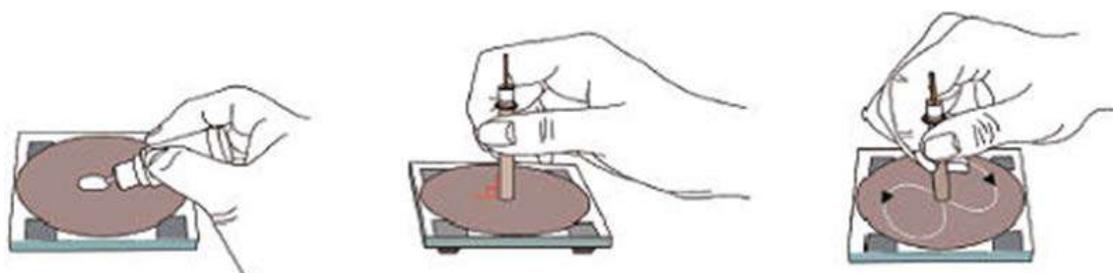
カタログNo.	品名
002222	Ptカウンター電極 5.7cm
002233	Ptカウンター電極 5cm
012961	Ptカウンター電極 23cm
012962	Auカウンター電極 23cm
012963	Niカウンター電極 23cm

## A-6. PK-3 電極研磨キット

PK-3電極研磨キットは、CV・フローセル用の作用電極表面を再生する研磨キットです。PK-3の内容物は単品でも販売しています。単品の場合、各研磨パッドについては20枚単位での販売になります。

表 A-6-1

カタログNo.	品名
013223	PK-3 電極研磨キット
内訳	
012620	0.05 $\mu$ m研磨用アルミナ(20mL)
012621	1 $\mu$ m研磨用ダイヤモンド(10mL)
(012600)	アルミナ研磨用パッド(10枚)
(012601)	ダイヤモンド研磨用パッド(10枚)
013222	ガラス板



図A-6-1

### 使用方法：

1. ガラス板の上にダイヤモンド研磨パッドを貼り、その上に研磨用ダイヤモンドを数滴ほど滴下します。
2. 電極をパッドに対して直角に保持し、8の字を描くように円運動で研磨します。
3. アルミナ研磨パッドに交換し、研磨用アルミナを用いて電極表面が鏡面になるまで研磨します。その後、電極表面を蒸留水ですすぎ、使用前に空气中で乾燥させます。

**注意：**PK-3による研磨は電極表面を清掃する最も適切な方法です。他の方法を適用する場合はご相談下さい。

## A-7. 他のポテンシオスタットとの接続

### A-7-1. ALS 電気化学アナライザー

RRDE-3Aの回転速度およびパージ制御は、ALS電気化学アナライザーで行います。

#### ・ 回転速度制御

ALS機器とRRDE-3A本体を、下記の回転リモートケーブルで接続します。必ず専用のケーブル(図A-7-1-1)を使用して下さい。

カタログNo.	品名
008133	CB-BS BASアクセサリケーブル

ALS/CHI	RRDE-3A
RDE	IN
GND	GND (INの右隣)



図 A-7-1-1. CB-BS BAS アクセサリケーブル

・ パージ制御

ALS機器とRRDE-3A本体を、下記のパージリモートケーブルで接続します。  
必ず専用のケーブル(図A-7-1-2)を使用して下さい。

カタログNo.	品名
012074	CB-ES RRDE リモートケーブル

ALS/CHI		RRDE-3A
Cell Control	白	PURGE
	黒	GND (PURGEの右隣)

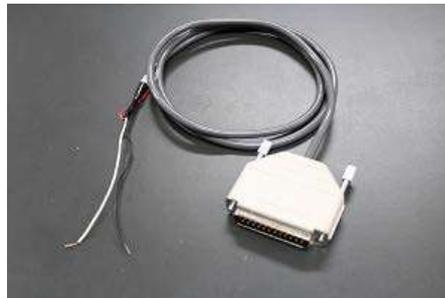


図 A-7-1-2. CB-ES RRDE リモートケーブル

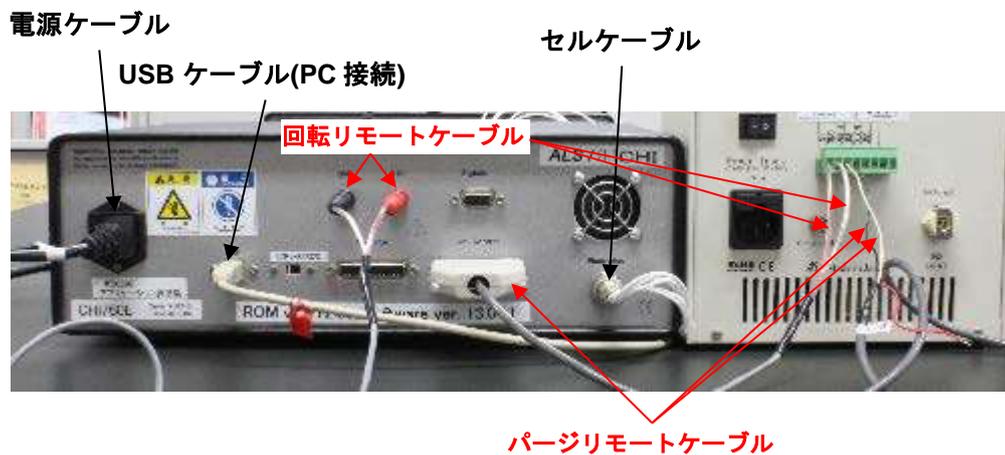


図 A-7-1-3. ALS と RRDE-3A 間のリモートケーブル接続

### ・セル接続

ポテンシostatのセルケーブルを参照電極、カウンター電極にそれぞれ接続します。リング電極およびディスク電極のピンは、モーターシャフトの下部にあります(図A-7-1-4)。

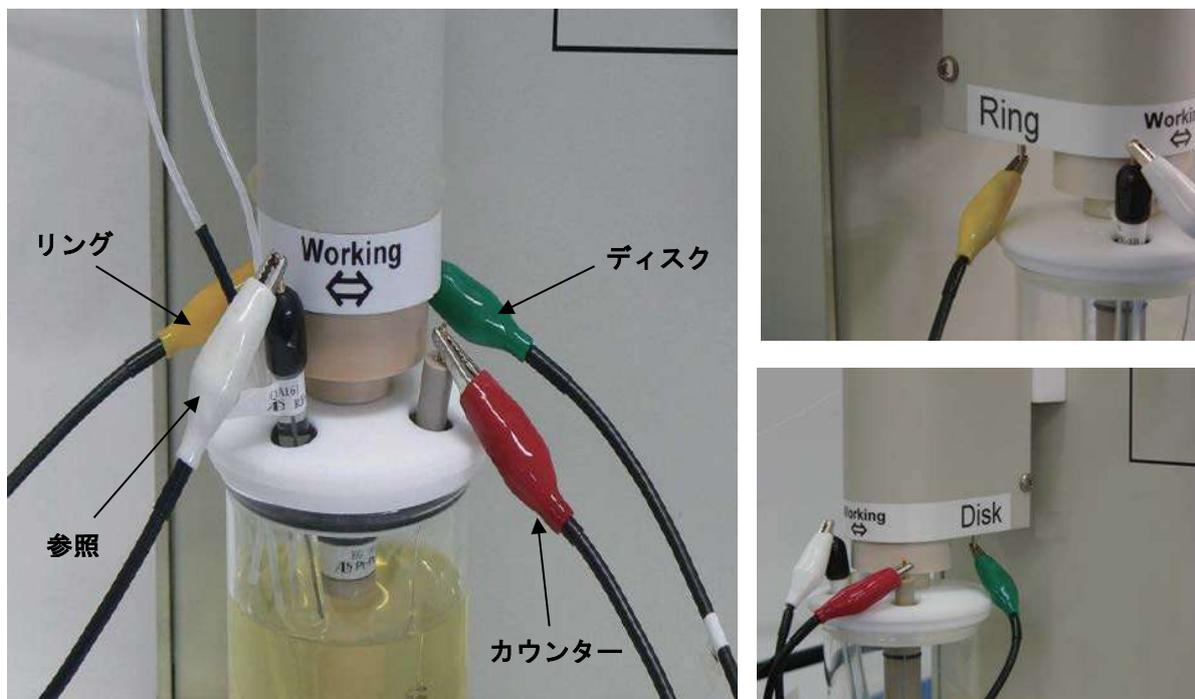


図 A-7-1-4. セルケーブルの接続

ワニ口の色	電極
緑	ディスク (作用)
白	参照
赤	カウンター
黄	リング (作用)
黒	不使用

# EC DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's name: BAS Inc.  
Manufacturer's address: 1-28-12, Mukojima, Sumida-ku, Tokyo,  
131-0033, Japan  
E-mail: sales@als-japan.com

**Declare that the DoC is issued under our sole responsibility and belongs to the following product;**

Product Name: Rotating Ring Disk Electrode Apparatus  
Model Number: RRDE-3A and accessories  
Serial Number: M1716

**The object of the declaration described above is in conformity with the relevant union harmonization legislation;**

EMC Directive 2014/30/EU  
Low Voltage Directive (LVD) 2014/35/EU  
Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS) 2011/65/EU

**The following harmonized standards and technical specifications have been applied:**

EN61326-1: 2013 Emission and Immunity Requirements  
EN61010-1: 2010 + Corrigendum 1: 2011 Safety Requirements  
EN50581: 2012 RoHS Requirements

Tokyo, Japan  
(Place)

Nov 29, 2017  
(Date of issues)

Masao Asano  
name

  
signature