

4

参照電極

参照電極はサイクリックボルタンメトリー (CV) および高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 用の電極として使用されます。参照電極は RE シリーズ化されており、水系、非水溶媒系、カロメル、自作タイプなどの幅広い電極を取り揃えています。

Ag/AgCl タイプ (水系サンプル用参照電極)



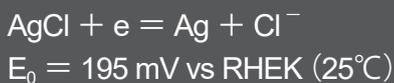
特長

- 水系サンプルで使用
- 比較的寿命が長い

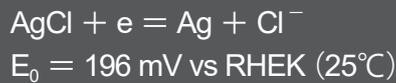
RE-1, 3 シリーズ 参照電極

RE-1B 参照電極

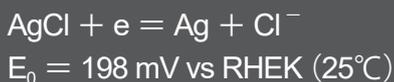
RE-1B の参考電位^{※2}



RE-1BP の参考電位^{※2}



RE-1CP の参考電位^{※2}



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



INSPECTED
<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

カタログ No.	品名	液絡部	内部溶液	用途
012167	RE-1B 水系参照電極 (Ag/AgCl)	イオン透過性ガラス	3 M NaCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013613	RE-1BP 水系参照電極 (Ag/AgCl) NEW	セラミックス	3 M NaCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013393	RE-1S 水系参照電極 (Ag/AgCl)	イオン透過性ガラス	3 M NaCl	SECM など
013503	RE-1CP 飽和 KCl 銀塩化銀参照電極	セラミックス	飽和 KCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013488	RE-3VT 参照電極ねじ込み式	セラミックス	3 M NaCl	フローセル (LC, SEC, EQCM) など

※1 ポリメチルペンテン製 ※2 弊社の RHEK 簡易型可逆水素電極 (カタログ No.013373) を使用した実測値です。 ※3 バルク電気分解用セル

Ag/Ag⁺タイプ（非水溶媒系サンプル用参照電極）

RE-7



RE-7S

RE-7VT^{※1}

特長

- 有機溶媒系サンプルで使用
- 内部溶液が交換可能



BAS マニュアルダウンロード

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

消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応

RE-7 シリーズ 参照電極

RE-7 参照電極

カタログ No.	品名	液絡部	内部溶液	用途 / 仕様
012171	RE-7 非水溶媒系参照電極 (Ag/Ag ⁺)	イオン透過性ガラス	ACN/TBAP ^{※2}	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013394	RE-7S 非水溶媒系参照電極 (Ag/Ag ⁺)	イオン透過性ガラス	ACN/TBAP ^{※2}	SECM など
013489	RE-7VT 非水溶媒系参照電極ねじ込み式	セラミックス	ACN/TBAP ^{※2}	フローセル (LC, SEC, EQCM) など
オプション (別売)				
012549	RE-7 参照電極溶液 (10 mL)		ACN/TBAP	RE-7 参照電極で約 15 本分の電極溶液
012108	RE-PV 参照電極保存ビン (10 mL)			RE-1B, RE-7, RE-1CP, RE-2BP, RE-2CP などの保存
012057	RE-7 参照電極テフロンキャップ			外径 7 mm, Ag 線φ 0.5 付き
012058	RE-7S 参照電極テフロンキャップ			外径 5 mm, Ag 線φ 0.5 付き
012176	サンプルホルダー 6.0 mm φ (2 本入)			

※1 ポリメチルペンテン製 ※2 ACN: acetonitrile, TBAP: tetrabutylammonium perchlorate ※3 バルク電気分解用セル

テクニカルノート

支持電解質

サンプルを有機溶媒で溶解する場合、支持電解質を添加しなければなりません。支持電解質を選択する上で、下記の事項を考慮する必要があります。

1. 有機溶媒に対して溶解度が大きいこと
2. 電位窓が広いこと
3. 有機溶媒との反応がないこと

代表的な支持電解質には

TEAP: Tetraethylammonium perchlorate

TBAP: Tetrabutylammonium perchlorate

TBAPF₆: Tetrabutylammonium hexafluorophosphate などがあります。

Reference Electrodes

各種参照電極・その他アクセサリ

Hg タイプ (基準となる参照電極)

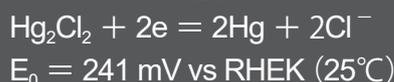
RE-2BP ※1



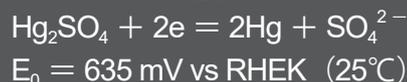
RE-2CP ※1



RE-2BP の参考電位※2



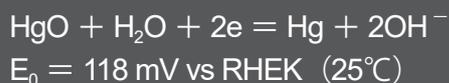
RE-2CP の参考電位※2



RE-61AP ※1



RE-61AP の参考電位※2



特長

- 内部溶液が交換可能

RE-2BP カロメル型参照電極

甘汞 (かんこう) 電極とも呼ばれる、電極電位の測定時に電位の基準点を与える電極です。

RE-2CP 参照電極

塩化物イオンの影響を受けないカロメル型参照電極として開発されました。

RE-61AP アルカリ用参照電極

アルカリ溶液に耐性のあるカロメル型参照電極として開発されました。耐薬品性に優れたポリメチルペンテンを使用しています。上部はねじ込み式のキャップで取り外しが可能です。内部に水酸化ナトリウム (1M) を充填して使用します。先端液絡部にはセラミックスを使用しています。

※ 詳細はホームページをご覧ください、営業所までお問合せ下さい。



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



INSPECTED
<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

カタログ No.	品名	液絡部	内部溶液	用途
013458	RE-2BP カロメル型参照電極	セラミックス	飽和 KCl	参照電極の基準電極として利用
013459	RE-2CP 参照電極	セラミックス	飽和 K ₂ SO ₄	塩素成分を嫌う分析に利用
013592	RE-61AP アルカリ用参照電極	セラミックス	—	アルカリ溶液中で使用するための参照電極

※ 1 ポリメチルペンテン製 ※ 2 弊社の RHEK 簡易型可逆水素電極 (カタログ No.013373) を使用した実測値です。

簡易型可逆水素電極キット



特別な実験設備が不要な簡易型可逆水素電極キット

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水素電極です。通常の水素電極での危険性を伴う水素ガスボンベの使用や水素ガスの大量排気など、煩雑な操作が必要ありません。1.2 mol/L の塩酸を使用すると標準水素電極に近い参照電極として使用可能です。また、ダブルジャンクションチャンバーを使用することで、酸性溶液以外の溶液でもご使用頂けます。

カタログ No.	品名		
013597	RHEK 簡易型可逆水素電極キット		
内訳			入数
1	013598	RHE 簡易型可逆水素電極	1
2	013378	RHEK 消耗品キット	1
2a	ピンチコック		1
2b	シリコンチューブ 10 cm		3
2c	(内訳)	O リング	1
2d	シリンジ変換アダプター		1
2e	ディスポーサブルシリンジ (5 mL 用)		1

カタログ No.	品名		
3	013375	ダブルジャンクションチャンバーキット	
内訳			入数
3a	013376	ダブルジャンクションチャンバー	1
3b	013377	ダブルジャンクションチャンバーキャップ	1
3c	002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1

001209 セル固定台および 012669 SVC-3 ボルタンメトリー用セルは別売り



構造および内訳



013373 RHEK 簡易型可逆水素電極キット

サンプルホルダー



コンタミ防止や微量測定に

サンプルホルダーは様々な用途で利用できます。外径が 6 mm のものは RE-7 シリーズの参照電極などに使用できます。外径 9 mm のものは、SVC-2 ボルタンメトリー用セルで微量サンプル測定用のサンプルホルダーとして使用します。また、参照電極の汚染を防ぐための塩橋としても利用できます。ガラスチューブの先端にはイオン透過性ガラスが取り付けられており、イオンが自由に透過できます。

カタログ No.	品名	入数
012176	サンプルホルダー 6 mm φ	2 本
012306	サンプルホルダー 6 mm φ (増量パック)	22 本
012177	サンプルホルダー 9 mm φ	2 本
012307	サンプルホルダー 9 mm φ (増量パック)	22 本

サンプルホルダー補修キット



補修にはある程度の熟練が必要です。初めて補修される方はサンプルホルダーのご購入をお勧めします。

サンプルホルダー先端のイオン透過性ガラスは多孔性のガラスで、40 ~ 200 Å の細孔があいています。イオン透過性ガラスは化学的に安定であり、800°C まで耐熱性があります。イオン透過性ガラスはポーラスガラスであり、コンタミを起こすことがあります。コンタミの原因は空気中の有機物を吸収するためです。未使用のイオン透過性ガラスが黄色に変色している場合は、コンタミを起こしていると考えられます*。

カタログ No.	品名	入数
012796	サンプルホルダー補修キット	
内訳		
-----	イオン透過性ガラス φ 3.2 × 4 mm (10 個)	1
-----	熱収縮チューブ 15 cm	1
イオン透過性ガラスの仕様		
比重 (乾燥時)	1.5	
ポイドボリューム	28% of Vol	
平均孔径	40 ~ 200 Å	
内部表面積	250 m ² /g	

* イオン透過性ガラスはまれに白濁しているものがありますが、サンプルに浸すと透明になります。使用後の変色については、単純に汚れが付着してしまったものですので交換してください。

参照電極保存ビン



* 参照電極は別売です。

参照電極は特に何の処置もせずに放置しますと、内部溶液が枯渇してしまいます。参照電極がお手元に届きましたら、速やかに保存液に入れてください。その際、この専用の保存ビンがお勧めです。

保存ビンの中には保存する参照電極の内部溶液と同じものを入れて下さい (例: RE-1B の場合は 3 M NaCl)。RE-PV は、RE-1B、RE-7、RE-1CP など直径が 6 mm の参照電極に使用できます。ご使用の際は、コンタミを防ぐため、電極をよく洗浄してから保存ビンに入れるようにしてください。

カタログ No.	品名	入数
012108	RE-PV 参照電極保存ビン (10 mL)	
内訳		
011987	RE-PV 用密封テフロンキャップ	1
-----	スクリュウバイアル 10 mL	1
オプション (別売)		
012549	RE-7 参照電極溶液 (10 mL)	

銀塩化銀インク



011464

※ くし形電極の参照電極部のように狭い場所にインクを塗る際は、つまようじなど先端が細く、柔らかいものを用いて作業して下さい。

くし形電極による測定に必須

銀塩化銀インクは、導電体に塗るだけで簡単に銀塩化銀参照電極を作製することができます。使用方法は塗って乾かすだけです。半日～1日程度、自然乾燥させれば使用可能になります。塗布する電極に融点の低いプラスチックやゴム材料が使用されていなければ、120℃のオーブンで5分程度加熱・乾燥させることによって、より早く、より強固に固定することができます。

銀塩化銀インクは理想的に分散した塩化銀結晶の微粒子で構成されており、ガラス基板電極表面における作業効率、使用量、導電率、ぬれ性を向上させます。独自の微粒子化技術は、不均一な粒子の製品に比べて優れた機能を有し、良好な塗面の品質と密着性を実現します。

カタログ No.	品名
011464	参照電極用銀塩化銀インク (2.0 mL)
仕様	
表面抵抗	0.2 Ω /sq/25.4 μm
粘度	50 ± 10 Pa·s@21.1℃
引火点	82℃

テクニカルノート

参照電極の液絡について

ビー・イー・エス株式会社
技術顧問 渡辺訓行
(元東京大学工学部 助教授)

参照電極は金属電極（銀や白金など）、内部電解質、液絡部（セラミックフリット、イオン透過性ガラスなど）と、これら3つを内部にまとめる容器からなっています。容器は多くは筒状のガラスで、その先端に液絡があります。これらのうちで基準電位からの電位シフトに大きな影響をもつ因子は、関係イオンの内部液中濃度（Ag/AgCl 電極なら Cl⁻濃度）、液絡中のイオン種の移動度、温度などです。理論的に予測がつくのはこれらの3つですが、この他に実験状況によって予測しがたい事態が起こり、一般的に述べるのが難しいと言えます。例えば、液絡に塩が析出してインピーダンスが非常に大きくなったために、ポテンシostatの応答速度が低下し、自動制御系が不安定化したり（ポテンシostatは自動制御系である）、ノイズを拾いやすくなったりすることが起こり、電位シフトが起こります。

液絡は参照電極と被検液の電氣的導通をとるためにあり、溶媒とイオン種がそこを通じて出入りします。それに伴って望ましくないことが生じます。その1つが参照電極内部液の濃度の変化です。電位を決める関係イオンの濃度が低下し、ネルンスト式で決まる電位シフトが起こります。これは、いい加減な保守のためにも起こり得ます。提供会社の指示に従った保守管理が大切な所以でありましょう。

液絡部のトラブルの一つに難溶性物質の生成による詰まりがあります。KCl を内部電解質としている電極を非水系で使用するとき、被検液の支持塩に過塩素酸アニオンを使うと（過塩素酸テトラアルキルアンモニウムなど）、過塩素酸カリウムは溶解性が低く、液絡部に析出しやすいため、内部液には KCl ではなく NaCl を用いる場合があります。K⁺ と Cl⁻ のイオン移動度はあまり差がないので、大きなジャンクション電位はあらわれません。一方、Na⁺ と Cl⁻ には移動度に若干差があり、KCl の場合よりジャンクション電位は大きくなります。この点の不利にもかかわらず NaCl を敢て採用する実用的な利益は大きいということでしょう。

被検液に水や塩化物イオンの混入を避けたい場合以外は、水系参照電極を非水系に用いることは可能です。その場合、液絡部におけるジャンクション電位は水系の時より一般に大きくなり、用いる溶媒や支持電解質に大いに依存します。一連の測定の終わりに、内部標準としてフェロセンを添加して電位規準をとるのが良いでしょう。フェロセン/フェリシニウムイオンを内部に含む参照電極は被検液の溶媒などによりフェリシニウムイオンが還元される場合があり、一般には電位安定性は良くないようです。

被検液が参照電極により汚染されるのを緩和する一般的な方法は塩橋を介することです。塩橋に用いる溶媒と支持塩は被検液に用いるのと同じもので良いですが、支持塩はジャンクション電位をできるだけ小さくするようなイオンの組み合わせでも良いでしょう。電位表示を明確にするためにフェロセンを内部標準に使うのは上述と同じです。

分析機器

作用電極

カウンター電極

参照電極

ポルタンメトリ用セル

フローセル

分光電気化学セル

その他

資料室