



## 食と pH

美味しい食、その安全と品質を保つためには pH の測定は欠かせません。

その食に携わる人々に安心して使っていただけるハミルトン社の pH 電極を紹介

ラボ電極は日々の膨大な食品サンプルを正確かつ迅速に測定する必要があります。食品による電極の劣化が少なく、優れた精度、素早い応答性、そして幅広い pH を精度よく測ることが求められます。またこの優れた要素は校正の容易さ、保守性をより良くすることになります。この冊子では実際の食品を用いた測定について紹介します。

### 味噌を測る

#### 電極の選定

味噌の測定は、味噌の内部、味噌の表面などがあります。味噌は柔らかな個体ですが、塩分、素材が混合した状態です。このような状態の場合、2 種類の電極を選定します。

#### 使用した味噌

種類：米麴味噌

原材料：大豆、米、食塩

塩分：11.7%

#### 使用した機材

バッファ液	ハミルトンデュラキアル pH4.01, pH7.00, pH10.01 250mL パック
洗浄液	中性洗剤 (200cc の水道水に 2~3 滴溶かし使用)
保存液	3mol/L KCl
汚れ拭き取り	ベンコット (不織布)
表示部	サンテックスインスツルメンツ SP-2300 デスクトップユニット/通信機能付き
電極ケーブル	S7 タイプ 1m 長 (ハミルトン社製造)
PC ソフト	トリニタス pH ロギングソフト (T&C 製 Windows 専用ソフトウェア)

機材全景写真



## 表面を測る電極

味噌の表面の pH を測るとき、接触面に空間が発生しない平らな電極を用います。

接触面積が常に安定していることで、正確な応答を得ることができ、結果正確な pH 測定が行えます。また pH 電極は液絡部を持ちますので、平らな電極を押し付けることで液絡部の目詰まりを発生しない構造が必要です。

内部電解質、比較電極により対象を汚染することがない構造のものを採用します。

### 先端が平坦の電極 フラットロード



先端が平坦な複合電極のフラットロードは、食品の「表面」の pH 測定を正確に行える形状を持ちます。

接触と感度を確実にするため接触面は水平に磨かれ、測定ガラス面積を最大になるように設計、また液絡部は測定ガラス面と同一面上に組み込むことで測定対象表面より 1mm の挿入で感度が取れるようにしています。

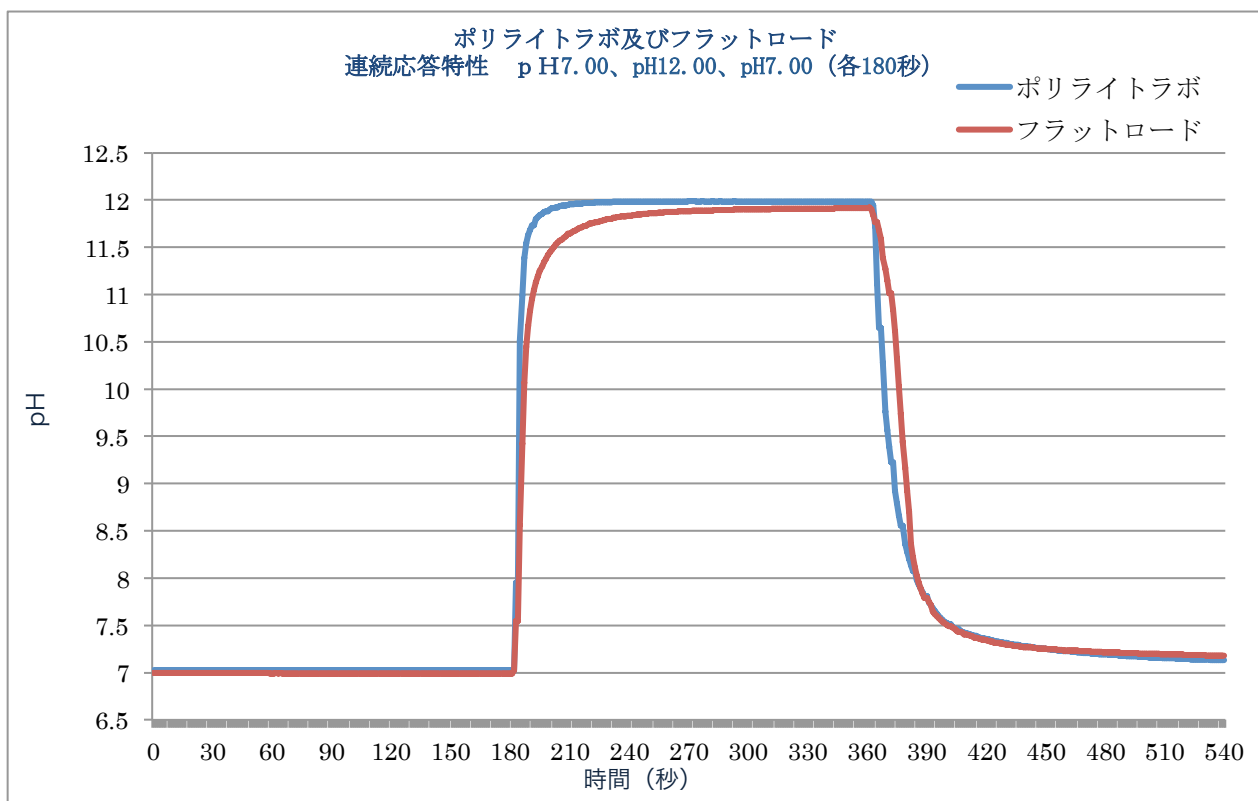
電解液部は電解質ポリマーを採用することで方向性を無くし、電極をどの向きでも使用できるようにしています。

- \* 電極は電解液無補充型になります。
- \* 平滑面を得た結果、水素感応ガラス面積が減少しており、球面の形状に比較し応答特性は遅くなっています。(応答特性グラフをご参照ください)

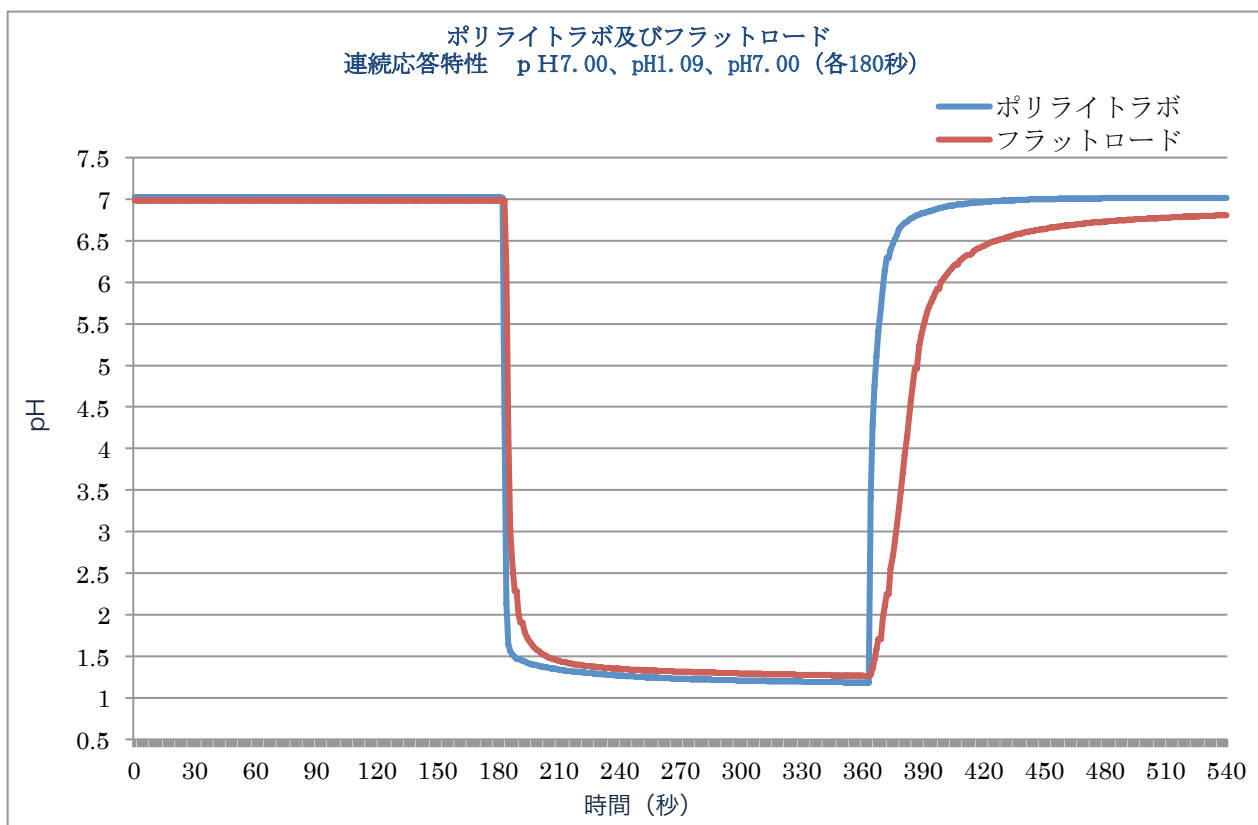
#### 電極仕様

シャフト長：	120mm
シャフト径：	12mm
ガラス材質：	ハミルトン HF ガラス
電解液：	ポリソルブ
液絡部：	シングルポア
液絡部数：	1

フラットロードの応答特性：応答基準電極ポリライトラボ、pH12.00 バッファーを使用



フラットロードの応答特性：応答基準電極ポリライトラボ pH1.09 バッファーを使用



## 内部を測る電極

差し込みやすい槍型の形状を持ち、また差し込む方向が自由な電極を用います。

また測定対象内部に電極を差し込むことで液絡部の目詰まりを発生しない構造を持つことが必要です。

内部電解質、比較電極により対象を汚染することがない構造のものを採用します。

### 先端が槍型の電極 ダブルポア



先端が槍型の複合電極ダブルポアは、食品の「内部」の pH 測定を正確に行える形状を持ちます。

接触と感度を確実にするため接触面は槍型になっており、液絡部は槍形状の根元の部分に二箇所目詰まりを起こさないポア（細孔）を設けています。

これは液絡部を二つ設けることで、素早い応答性、測定の再現性、安定性を実現しています。これにより球面形と遜色のない短い時間での測定を行えます。

電解液部は電解質ポリマーを採用することで方向性を無くし、電極をどの向きで使用しても感度は変わらず安定した測定を実現しています。

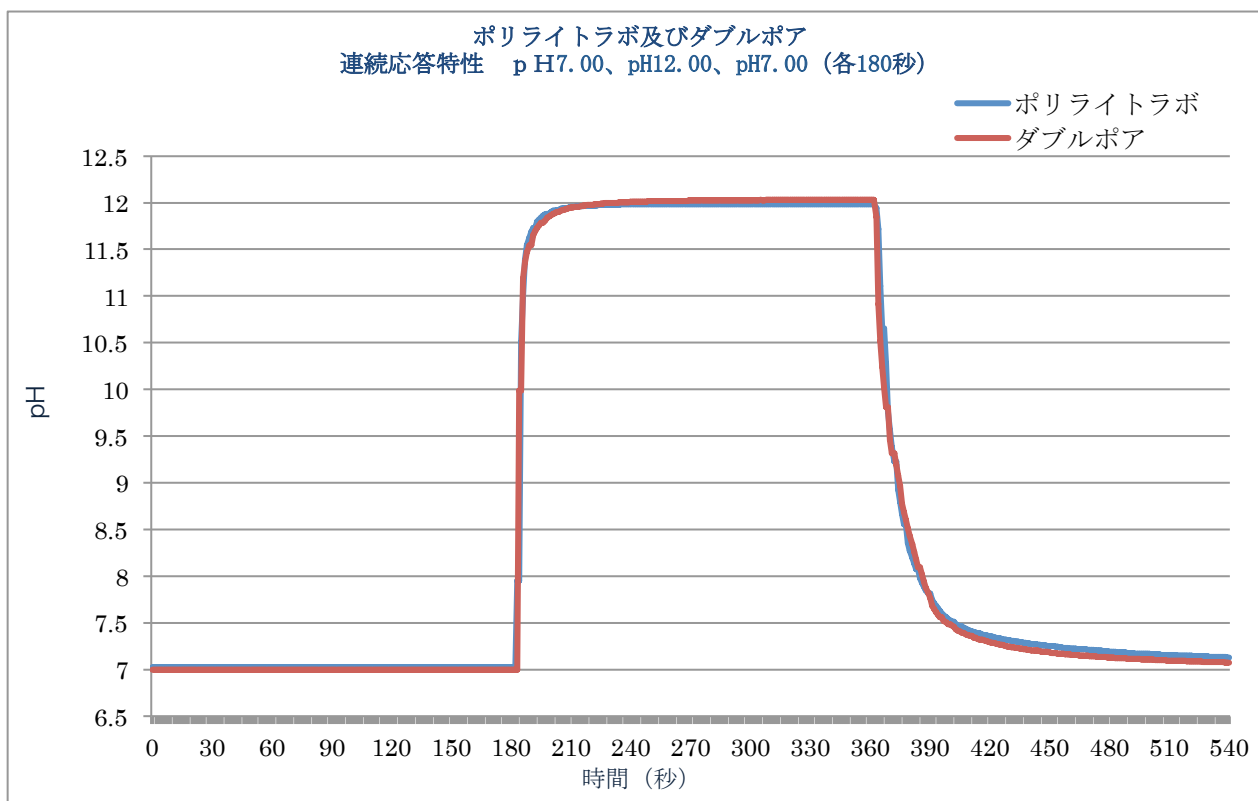
（応答特性グラフを参照ご参照ください）

\*電極は電解液無補充型になります。

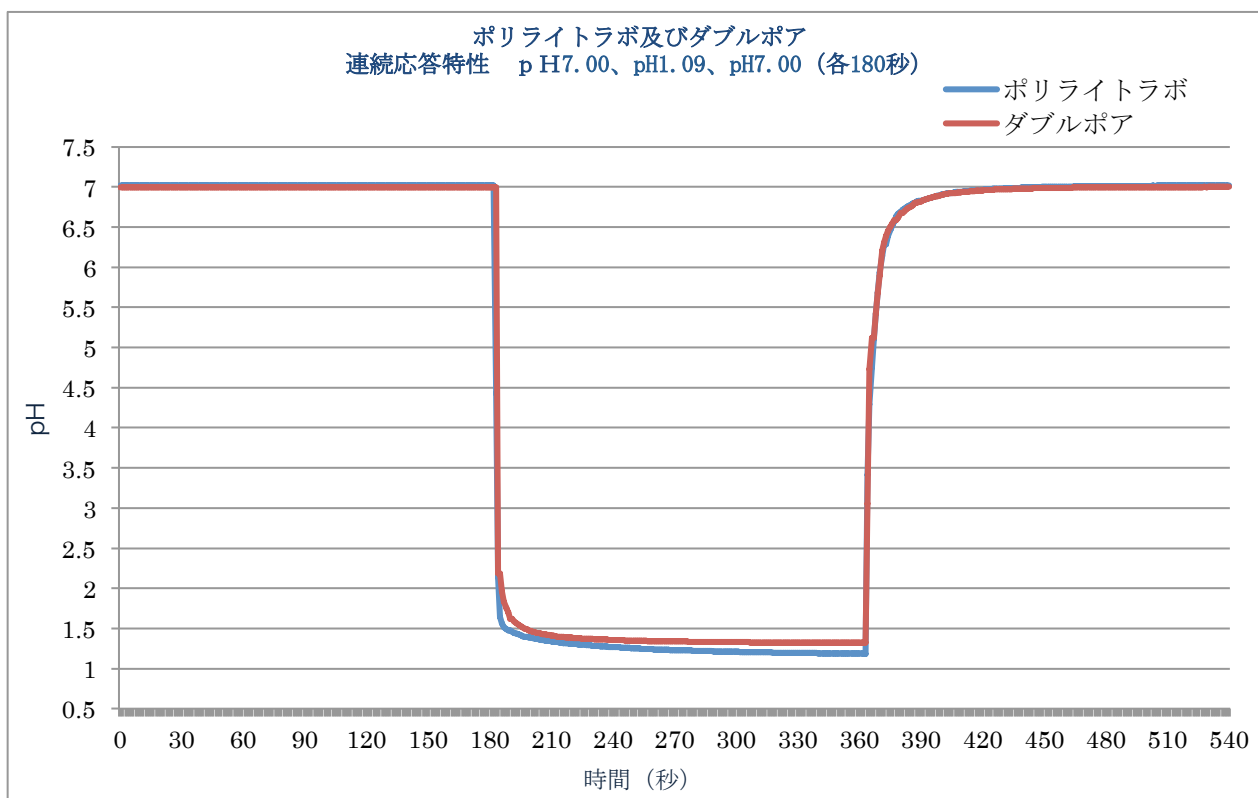
#### 電極仕様

シャフト長：	120mm（先端部：35mm）
シャフト径：	12mm（先端部：6mm）
ガラス材質：	ハミルトン HF ガラス
電解液：	ポリソルブ
液絡部：	シングルポア
液絡部数：	2

ダブルポアの応答特性：応答基準電極ポリライトラボ、pH12.00 バッファーを使用



ダブルポアの応答特性：応答基準電極ポリライトラボ、pH1.09 バッファーを使用



## 測定

味噌を用意し、それぞれの pH を測定した例をここに示します。電極は 3mol/L KCl 保存液から取り出し予め清潔な水に浸漬し、水和化及び保存液を洗浄しておくようにしてください。

味噌は小型のタッパーに取り分け、30 分後に測定を実施しました。

環境 室温：25°C 湿度：50%RH

### 表面測定

#### 校正

標準レンジ pH4.01、pH7.00、pH10.01 で校正を行います。

#### 測定

- 1) 水から電極を取り出し、水滴を軽く切り測定部に 1mm の深さまで押し付けます。
- 2) 測定時間は 120 秒とし、安定するまでの時間を確認します。
- 3) 測定値はロギングを行い、測定値の変化を記録します。
- 4) 電極を水に戻し、ついている味噌を濯ぎ落とします。落ちない場合は表面をこすらないよう、清潔な布等で汚れを取り除いてください。
- 5) 水で濯ぎます。
- 6) 確認のため再度測定を行います。
- 7) 使用を終わりましたら中性洗剤を溶かした水に電極を濯ぎ、汚れを確実に落としてください。
- 8) 保存液を電極先端キャップに入れ、気泡が入らないように取り付け保管してください。

### 内部測定

#### 校正

標準レンジ pH4.01、pH7.00、pH10.01 で校正を行います。

#### 測定

- 1) 水から電極を取り出し、水滴を軽く切り測定部に 12mm の深さまで差し込みます。
- 2) 測定時間は 120 秒とし、安定するまでの時間を確認します。
- 3) 測定値はロギングを行い、測定値の変化を記録します。
- 4) 電極を水に戻し、ついている味噌を濯ぎ落とします。落ちない場合は表面をこすらないよう、清潔な布等で汚れを取り除いてください。
- 5) 水で濯ぎます。
- 6) 確認のため再度測定を行います。
- 7) 使用を終わりましたら中性洗剤を溶かした水に電極を濯ぎ、汚れを確実に落としてください。
- 8) 保存液を電極先端キャップに入れ、気泡が入らないように取り付け保管してください。

## 結果

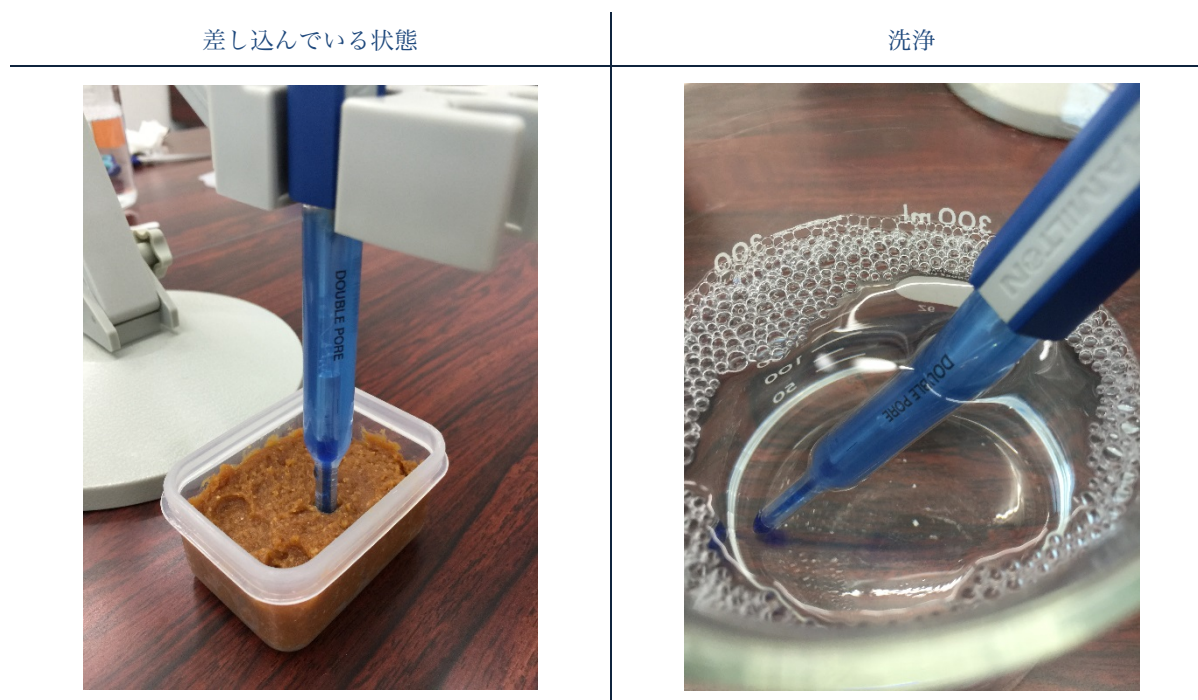
## 表面測定結果

1回目 pH4.981      2回目 pH4.952

## 内部測定結果（深さ約 12mm）

1回目 pH4.853      2回目 pH4.855

測定結果より味噌の表面は内部に比較し pH は 1 回目 0.128、2 回目 0.097 とやや高くなるのがわかります。



## 使用機材詳細

機材名称	リンク
電極 フラットロード	<a href="http://www.tactec.jp/download/hamilton_dl/TCS5-33004_flatrode.pdf">http://www.tactec.jp/download/hamilton_dl/TCS5-33004_flatrode.pdf</a>
電極 ダブルポア	<a href="http://www.tactec.jp/download/hamilton_dl/TCS5-33002_doublepore.pdf">http://www.tactec.jp/download/hamilton_dl/TCS5-33002_doublepore.pdf</a>
デスクトップ pH 表示器	<a href="http://www.tactec.jp/suntex_sp-2xxx.html">http://www.tactec.jp/suntex_sp-2xxx.html</a>
専用ロギングソフト	<a href="http://www.tactec.jp/trinitas_suntex.html">http://www.tactec.jp/trinitas_suntex.html</a>
バッファー	<a href="http://www.tactec.jp/standard_solution.html - ph_buffer">http://www.tactec.jp/standard_solution.html - ph_buffer</a>

## 洗浄について

pH 電極は測定対象によりガラス膜あるいは隔膜の汚染が発生します。その結果、以下の問題が複合して発生します。

- a)ゼロ点のずれ
- b)スロープの傾きが下がる
- c)長い応答時間

原理的に電極システムは理想的な pH 測定を行えるようにするため、常に電極の清掃が必要です。そのため定期的な電極の清掃は通常の保守の日程とは別に設ける必要があります。

洗浄の頻度は測定している水溶液によります。このため個々の pH 電極に合った定期的な保守の周期を確立する必要があります、数時間毎あるいは数週間毎と異なってきます。

以下に汚染の種類により用いる洗浄の方法を紹介します。その後、洗浄後の pH 電極の取り扱い方法を説明します。

### 1. 洗浄方法

- \* 中性洗剤に記載してある希釈にしたがい薄め、pH 電極を浸しゆっくり濯ぎながら先端部ガラスに付着したものを落とします。
  - \* 隔膜の付着物を、不織布を用いてこすらないように優しく取り除きます。
  - \* タンパク質を含む水溶液を測定した電極はガラス膜と隔膜が汚染されやすい傾向があります。この場合は 1%のペプシンを溶かした洗浄液 B に溶かし数時間浸漬しておくようにします。
  - \* カルシウムが付着している場合は洗浄液 B に数分間電極を浸し取り除きます。
  - \* 油分あるいは脂肪の体積に対して洗浄液 A、もしくは重曹の水溶液にクエン酸を溶かした水溶液にしばらく浸し取り除きます。この方法で汚れが取れない場合、エチルアルコールで短時間濯いでみます。
  - \* 無機皮膜は一般に流通するガラスクリーナーを使用します。
  - \* 硫化物を含んだ水溶液を測定している場合、参照電極内の電解液のほとんどは塩化銀に反応しています。この反応は硫化銀の汚染を隔膜に生じます(黒色になった隔膜)。電極に付着した硫化銀の堆積を取り除くにはチオ尿素/塩酸溶液に電極を浸し、完全に色が抜けるまで放置します。
  - \* 非常に取れにくい堆積物に対しては過酸化水素水あるいは次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用います。
  - \* 他の酸あるいはアルカリに溶解する堆積物に対しては洗浄液 B あるいは洗浄液 A で数分間濯ぐことで除去できます。
- ※ 洗浄液 A 及び洗浄液 B の詳細については、次ページ下部「ハミルトン洗浄液セット：PN 238290」を参照ください。



## 2. 洗浄後の処理

電極の洗浄を終了しましたら、必ず電極を保存溶液(3mol/L KCl)に 12 時間以上、水和化によるガラス膜のゲル層の形成のため、できれば 1 日浸しておいてください。

### <校正>

洗浄溶液は隔膜に浸透し、拡散電位を変化させる場合があります。このため電極の水和化を行った後、必ず校正を行ってください。洗浄は「濯ぎ」か「浸漬」の二つの状態で行ってください。

### <注意>

機械的に電極を洗浄しないでください；布、ナイフあるいは鋭利な道具等で表面を擦ったりしないでください。電極を壊します。また布で電極表面の水気を拭き取ったりしないでください。静電気が発生し、電極の応答が長時間発生しなくなる恐れがあります。

汎用的な酸洗浄液、アルカリ洗浄液の濃度については以下の値を推奨しています。またこれらの濃度の洗浄液はハミルトンよりパッケージにして供給しています。

ハミルトン洗浄液セット：PN 238290

洗浄液 A	水酸化ナトリウム水溶液(<3%)	500mL
洗浄液 B	塩酸水溶液 (4%)	500mL
保存液	3mol/L KCl	500mL

お問い合わせ先

株式会社ティ・アンド・シー・テクニカル 商品開発部門 サンテックスインスツルメンツ担当

電話：0297-83-0721 ファックス：0297-82-7127

お問い合わせページ：[http://www.tactec.jp/mail\\_contact.html](http://www.tactec.jp/mail_contact.html)