



aperainst.co.jp

LabSen[®]

pH 電極ハンドブック

スイスのセンサー技術とコア原材料を使用



本書について

pH 電極は、溶液中の pH を検知するための分析センサです。正確な pH 測定は正しい pH 電極から始まります。どんなに機能豊富な測定器であっても、測定精度と電極の長期使用を実現するために、適切な pH 電極が不可欠です。

1991 年以来、APERA は 200 万個以上の pH 電極を、50 国以上のお客様に提供しています。また、pH センサー技術の最先端であるスイスの技術とコア原材料を採用して、長年の実績と経験をもとに、ラボ用 pH 電極 LabSen® シリーズと工業用 pH 電極 IndSen® シリーズを開発し、特定のアプリケーションに適した多彩な構造をもつ pH 電極を豊富にラインアップしております。

このハンドブックでは、6 つの代表アプリケーションにおける必要な電極技術の説明、業界をリードする LabSen® pH 電極の紹介を通じて、適切な pH 電極の選択ために必要とされる情報を提供しております。

目次

LabSen® pH 電極の主な特長	03
LabSen® pH 電極技術	05
pH 電極の選択	
一般的な水溶液 ラボやフィールド環境汎用	09
低イオン濃度・低温溶液	13
少量・微量サンプル	17
固体・半固体サンプルと表面測定	21
強酸性・強アルカリ性・高温サンプル	25
粘性・タンパク質含有溶液	29
校正とメンテナンス溶液	33
pH 標準液	33
コネクタ	33
ブランド間の電極互換性	34

主な特長

LabSen® pH 電極

アプリケーションに適した高品質の pH 電極は、pH 測定の信頼性にとって非常に重要です。最先端のセンサ技術とスイスのコア材料で製造された LabSen® pH 電極は、市場製品と比べて、3 つの特長を持っています。

01 頑丈なガラス応答膜

pH 電極のガラス応答膜は、最も壊れやすい部分です。ガラス応答膜の破損は、従来の pH 電極にとって厄介な問題でした。

LabSen® pH ガラス応答膜は、厚膜化技術で作られています。このガラス応答膜は従来の pH 電極より 10 倍の強度があり、耐衝撃性が優れています。さらに、応答膜の内部抵抗が低く、応答速度も保証します。



02 青いゲル内部液

従来の pH 電極の内部液は液状であり、ガラス応答膜に気泡が発生しやすいため、安定した測定を行うためには、気泡を除去する必要があります。

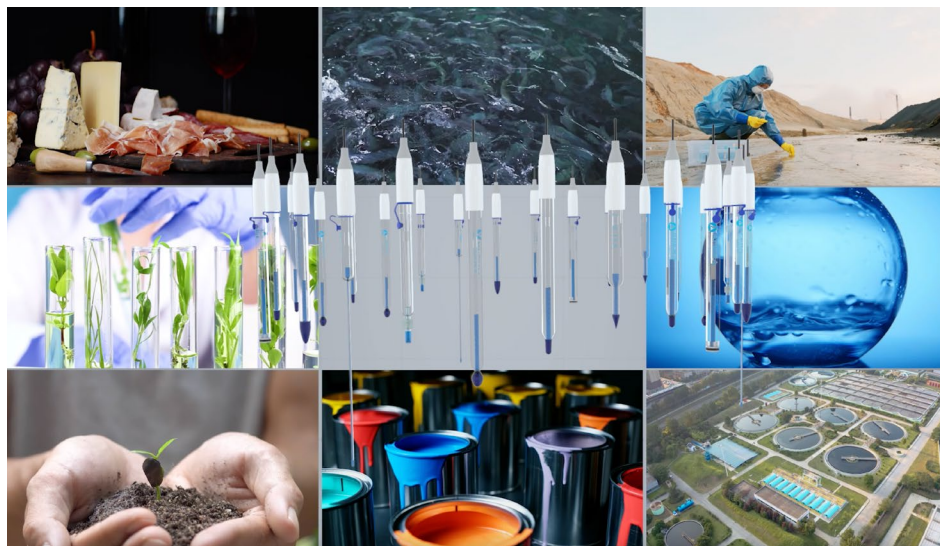
LabSen® の青いゲル状内部液は全く流動しないため、気泡が発生しません。また、電極を逆さにしても使用できるため、測定利便性が向上しています。

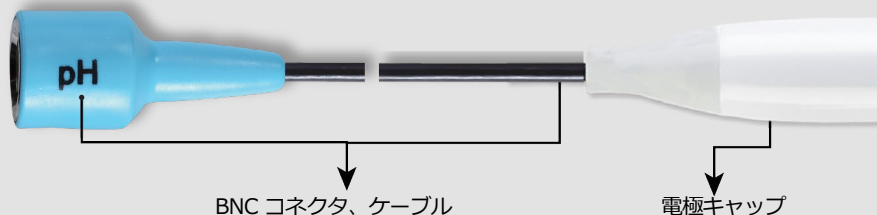


03 豊富な電極セレクション

LabSen® シリーズの pH 電極には、幅広いアプリケーションに対応する 30 以上のモデルがあります。より適切な電極を選べられるように、代表的な 6 つのカテゴリーに分類しております。

01	研究室およびフィールドにおける一般的な水溶液
02	低イオン濃度・低温サンプル
03	微量サンプル
04	固体・半固体サンプル
05	強酸性、強アルカリ性、高温水溶液
06	タンパク質含有、粘性ある溶液





LabSen® pH 電極は、ガラス応答膜、コネクタ、内部液、比較電極システム、比較電極内部液などで構成され、各部品は長年の製造経験と積んできた技術で手作りされています。

ガラス応答膜

pH 電極のガラス応答膜は、溶液中の水素イオン活性に反応する敏感な膜です。その特性と形状は電極の性能に影響する極めて重要な要素であると言えます。

種類	備考
S	一般用途向け標準ガラス応答膜、0 ~ 100℃、膜抵抗 < 150MΩ
HA	耐高アルカリ性、応答が早い、低アルカリ測定エラー、0 ~ 130℃、膜抵抗 < 500MΩ
L	低イオン濃度・低温溶液用、低膜抵抗、0 ~ 80℃、膜抵抗 < 50MΩ
HF	耐フッ酸用ガラス膜、HF 濃度 1wt% 未満 (約 10g/L または 0.5mol/L) の溶液、および硫酸や塩酸などの強酸溶液用、0 ~ 100℃、膜抵抗 < 400MΩ
PHY	耐腐食性、耐高温性ガラス膜、0 ~ 130℃、膜抵抗 < 600MΩ



ガラス旋盤加工

LabSen の pH 電極ガラス膜は、ガラス旋盤で加工され、より高速応答のための円筒形、円錐形、オリーブ形や、特定用途のためのニードル形、フラット形、小型形など、様々な形状のガラス膜を形成することができます。



比較電極内部液

LabSen® pH 電極は、従来 3M KCl 溶液とゲル KCl の以外に、下記の特徴のある内部液を採用しています。

- ポリマー内部液：オープン液絡部と組み合わせ、サンプルと直接接触しますが、目詰まりが起りにくくて、メンテナンスが簡単です。
- Protelyte 内部液：タンパク質と化学反応を起こさない油性の比較電極内部液です。タンパク質含有のサンプルに適しています。
- 事前加圧内部液：内部液が事前に加圧され、サンプルが電極内に浸入するのを防ぐとともに、内部液の一定した流量が常に保たれ、高粘度サンプルでも再現性の高い結果を得られます。



液絡部

液絡部は pH 電極にあるサンプルとの接触を保持するための開口部です。LabSen® pH 電極は下記いくつかの異なるタイプを採用しています。

名称	画像	イメージ	特徴
セラミック			最も「標準的」な液絡部（ジャンクション）として知られていますが、タンパク質の濃度の高いサンプル、粘性サンプルや懸濁液を測定した場合に、液絡部が目詰まりしやすいです。
オープン			内部液が固体ポリマーの場合で使用され、ほとんど詰まることがなく、メンテナンスが便利です。
ガラススリーブ			洗浄が非常に簡単で、懸濁液、粘性サンプル、イオン濃度の低い水や油性サンプルに対応でき、スリーブを上下させて調整することで、内部液の流出速度を一定にします。
PTFE			多孔質 PTFE リング、耐薬品腐食性と耐高温性が優れています。

比較電極システム

長寿命比較電極システムは、電極の耐用期間中に必要とされる十分な量の塩化銀が予め充填されており、塩化銀が常に供給することで、長期安定の pH 測定に繋がる比較電極タイプです。また、長寿命比較電極と使用する内部液は、Ag⁺ 粒子を含まないため、液絡部の目詰まりにつながる溶液中の硫化物やタンパク質と内部液の反応を防ぐことができます。



銀イオントラップ比較電極システムは、長寿命比較電極システムと銀イオントラップの組み合わせです。銀イオントラップが、内部液から析出された少量の Ag⁺ イオンを吸収するため、内部液中に銀イオンを存在させず、硫化物、タンパク質、TRIS 緩衝液を含むサンプルによる液絡部の目詰まりを防ぎます。





LabSen®

一般的な水溶液 ラボやフィールド環境汎用

一般的な水溶液とは、pH2 ~ 12、温度 10 ~ 60℃の範囲にある水溶液を指します。強酸、強アルカリ、低イオン濃度溶液や少量のサンプルなどと異なります。

電極の特長



応答速度が速い

&



測定正確性が高い

LabSen 211

高速で安定した pH 測定を提供する汎用 pH 電極。TRIS 緩衝液にも適している。



LabSen 213

自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen211 と同様。



LabSen 221

ガラススリーブの液絡部で、低イオン濃度サンプルに最適。



LabSen 223

自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen221 と同様。



LabSen 231

ポリマー内部液とオープン液絡部を採用し、目詰まりが起りにくい。廃水、懸濁液などに適している。



LabSen 331

POM 材質の電極ボディ、ポリマー電解質とオープン液絡部の組み合わせ。廃水、懸濁液などに適している。



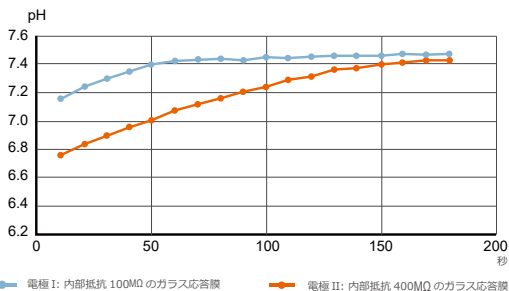
LabSen 333

自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen331 と同様。



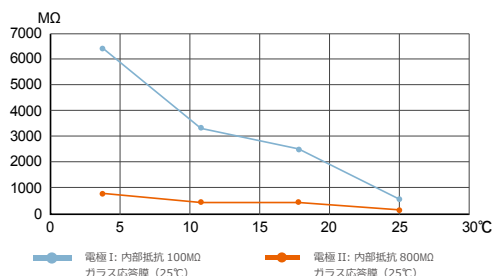
膜抵抗と電極の応答速度の関係

pH 電極は、数十から数千 MΩ の高い膜抵抗が特徴です。膜抵抗が高ければ高いほど、電極の応答は遅くなります。右図のデータは、2 つの電極を使用して水道水を測定したデータです。電極 I の膜抵抗は 100MΩ で、測定値は 60 秒で安定しますが、電極 II の膜抵抗は 400MΩ で、3 分間経ってもなかなか安定できない現象がありました。



ガラス応答膜の内部抵抗は温度の低下とともに、指数関数的に増えます。温度が 7℃ 下がるとに膜の内部抵抗は 2 倍ほど増加します。右図に示すように、2 つの電極の膜内部抵抗は、25℃ では 100MΩ と 800MΩ ですが、温度が 4℃ まで下がると、800MΩ と 6400MΩ になります。

膜抵抗による電極応答性への影響

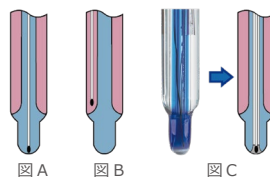


LabSen 電極の独自の配合と厚膜化技術は、高品質で耐衝撃性のあるガラス膜につながり、迅速で正確な測定という測定要求を満たします。

温度による膜抵抗への影響

高速応答の 3-in-1pH/ 温度電極

ガラス製 3-in-1pH/ 温度電極を製作するのに、従来の方法は、温度センサが応答膜または電極の内側に配置されることでした (図 A と B を参照)。温度センサーは内部液で覆われていますので、温度感知は非常に遅い現象があります。LabSen pH 電極の温度センサ (図 C 参照) は独立なガラス支持管から応答ガラス膜のすぐ近くに配置されて、温度応答の速さが従来電極より 40% アップされています。



LabSen®	211	213	221	223	231	331	333
pH 範囲	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH
温度範囲	-5 ~ 100℃	-5 ~ 100℃	-5 ~ 100℃	-5 ~ 100℃	-5 ~ 80℃	0 ~ 80℃	0 ~ 80℃
温度センサー	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ	—	—	NTC 30KΩ
ガラス膜タイプ	S	S	S	S	S	S	S
膜内部抵抗	< 150MΩ	< 150MΩ	< 150MΩ	< 150MΩ	< 200MΩ	< 100MΩ	< 250MΩ
液絡部	セラミック	セラミック	ガラススリーブ	ガラススリーブ	オープン	オープン	オープン
比較電極システム	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命
比較電極内部液	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	ポリマー	ポリマー	ポリマー
シャフト材質	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	POM	POM
電極シャフト寸法	Ø12X120mm						
コネクタ / ケーブル	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC/1m	BNC&RCA/1m

- 
- 低イオン濃度溶液
 - 低温溶液
-

低イオン濃度溶液とは、河川水、水道水、飲料水、冷却水、蒸留水、RO 水、脱イオン水、精製水、超純水など、さまざまな純度の純水、および非水溶液を指します。イオン濃度と導電率（ $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$ ）が低いので、安定した pH 測定は難しいです。

また、低温溶液では膜内部抵抗が高くなりますので、これも測定の難しい原因となります。

LabSen[®]





電極の特長



LabSen 801



内部液流出速度調整可能なガラススリーブ型液絡部を使用、一般的な低イオン濃度溶液向け。例えば飲料水、RO水、蒸留水など。

LabSen 803



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen801 と同様。

LabSen 811



ダブルジャンクション、ガラススリーブの電極構造、超純水および脱イオン水（導電率 $<10\mu\text{S}/\text{cm}$ ）に適している。

LabSen 813



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen811 と同様。

LabSen 881



低温サンプル専用、膜抵抗が低く、3つのセラミック液絡部と Protelyte 内部液を使用、液絡部の目詰まりや汚染を防ぐ。

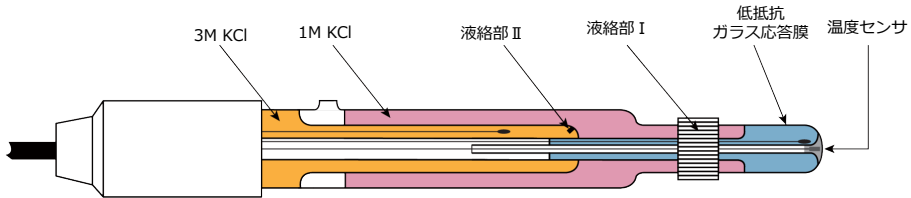
純水 pH 測定の難点と解決方法

	測定の難点	解決方法
ガラス膜	溶液の導電率が低いとともに、抵抗率が高くなり、ガラス膜の高抵抗と干渉して測定値がドリフトし、安定しにくい。	低膜抵抗の LabSen の L 型ガラス膜 (50MΩ 以下) を使用。低膜抵抗のガラス膜を生成するのに、専用な配合成分と大きな表面積が重要となる。
液絡部	溶液のイオン濃度が低いため、液絡部の KCl 濃度が急激に変化し、液絡部の電位が不安定になる。	内部液流出速度が調整可能な大型のガラススリーブ液絡部を使用。
分極効果	液絡部より流出する高濃度の比較電極内部液 (3M KCl) と低イオン濃度のサンプル溶液は、ガラス応答膜表面に隣接する溶液中に大きい濃度勾配を引き起こし、電極の分極効果が発生する。	ダブルジャンクション構造で、液絡部より流出する内部液は 1M KCl 溶液を採用し、濃度勾配と分極効果を低減することが可能。
測定方法	理論上、純水の pH は 7.00 だが、純水が空気に触れると炭酸ガスが溶け込むことによって、pH は 5.5 まで低下することがある。	流通セルを使用して、純水と空気間の接触を避け測定する。

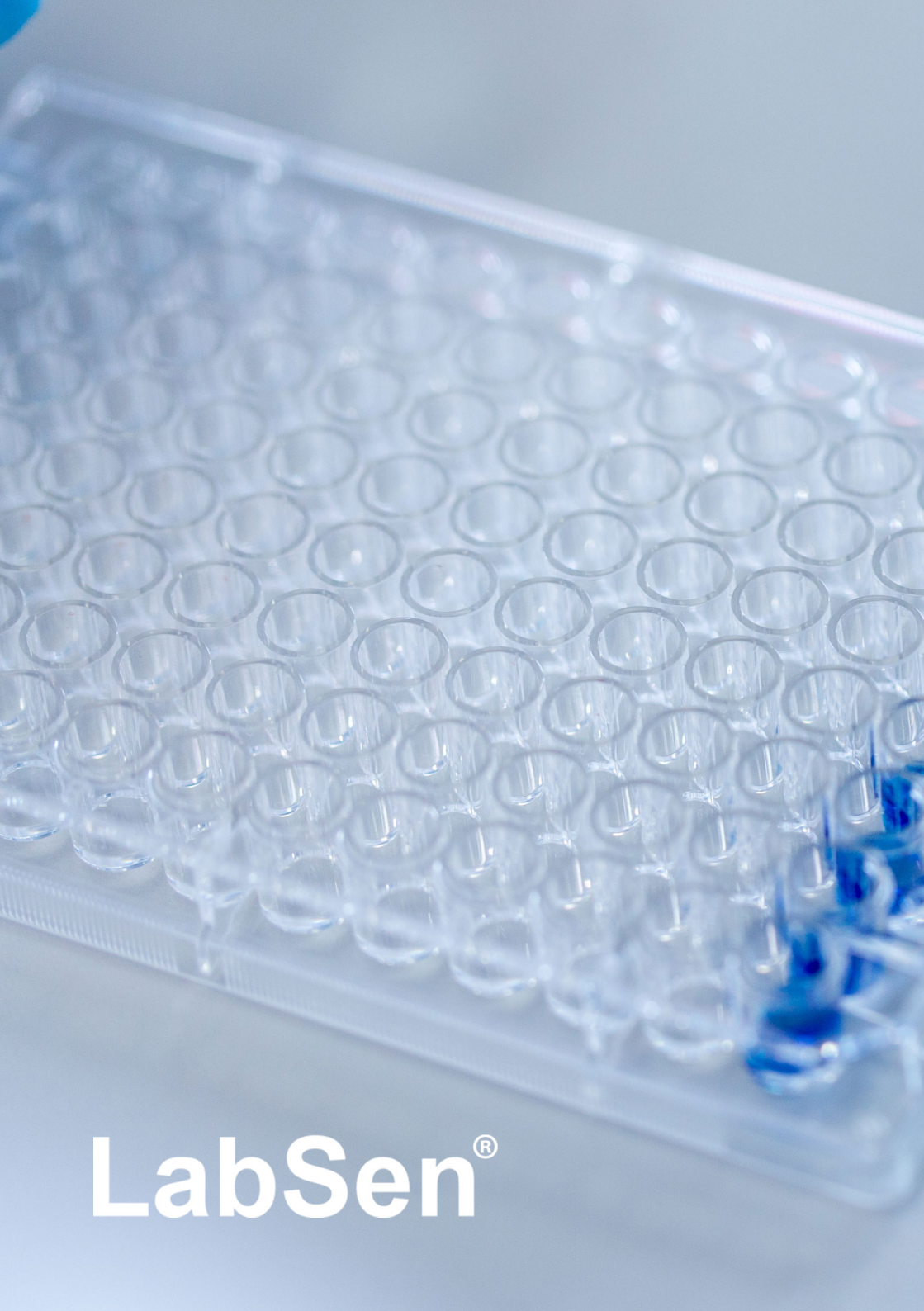
超純水 pH 電極の構造

下図は LabSen 超純水 pH 電極の構造を示しています。

スイス特許の 4 層ガラスシャフトは超純水測定用のすべての構造要素 (低抵抗ガラス膜、ダブルジャンクション、ガラススリーブ液絡部) を含んでいます。



LabSen®	801	803	811	813	881
pH 範囲	0 ~ 11pH	0 ~ 11pH	0 ~ 11pH	0 ~ 11pH	0 ~ 11pH
温度範囲	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	-30 ~ 80°C
温度センサー	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ	—
ガラス膜タイプ	L	L	L	L	L
膜内部抵抗	< 50MΩ	< 50MΩ	< 50MΩ	< 50MΩ	< 50MΩ
液絡部	ガラススリーブ	ガラススリーブ	ガラススリーブ	ガラススリーブ	セラミック×3
比較電極システム	銀イオントラップ	銀イオントラップ	銀イオントラップ	銀イオントラップ	銀イオントラップ
比較電極内部液	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	Protelyte
比較電極内部液 II	—	—	1M KCl	1M KCl	—
シャフト材質	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス
電極シャフト寸法	Ø12X130mm	Ø12X130mm	Ø12X130mm	Ø12X130mm	Ø12X120mm
コネクタ / ケーブル	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m



LabSen[®]

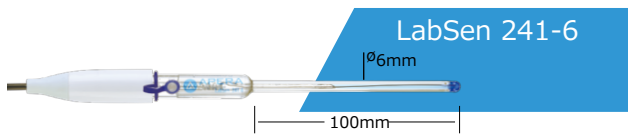


少量・微量サンプル

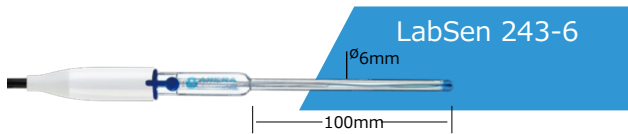
サンプル量が少ない場合（例えば 20 μ L）、またはサンプル容器が狭くて深い場合（試験管、遠心管、キュベット、マイクロプレート、NMR チューブなど）、信頼性の高い pH 測定を行うために、測定部が細長い pH 電極を使用する必要があります。



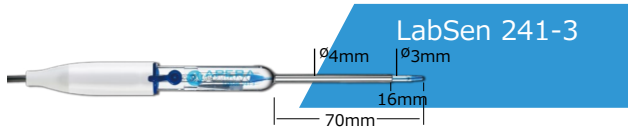
電極の特長



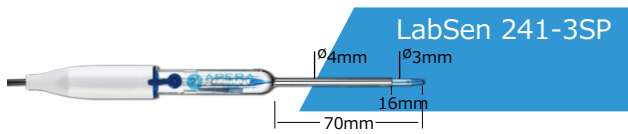
細長い pH 測定部。試験管や少量サンプル溶液 (>0.2 mL) に適している。APERA 超微量サンプルバイアルを使用すれば、最小対応サンプル量は 60 μ L。



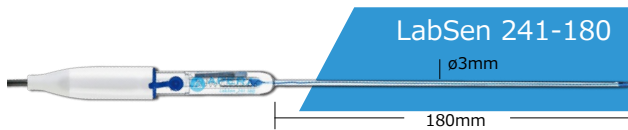
自動温度補償用高速応答温度センサー内蔵。その他の機能・特徴は LabSen241-6 と同様。



極細 pH 測定部。チタン合金製のガラスボディ保護チューブ、マイクロプレートや遠心チューブなど非常に小さな容器に適している (>30 μ L)。APERA 超微量サンプルバイアルを使用すれば、最小対応サンプル量は 15 μ L。



Protelyte 比較電極内部液を使用、血清や微生物サンプルのようなタンパク質含有溶液に適している。その他の機能・特徴は LabSen 241-3 と同様。



極細長 pH 測定部。NMR チューブのような狭くて深い容器での pH 測定に適している。最小対応サンプル量は 50 μ L。

ガラス応答膜の寸法

電極測定部サイズとサンプル量

LabSen®	241-6	243-6	241-3	241-3S	241-3S
測定部直径	Ø6mm	Ø6mm	Ø3mm	Ø3-Ø4	Ø3mm
測定部長さ	100mm	100mm	70mm	16 ~ 70mm	180mm
最小対応サンプル量	0.2mL	0.2mL	一般：30µL 特殊：15µL	一般：30µL 特殊：15µL	50µL

*APERA 別売りの超微量サンプルバイアルを利用すれば、15µL までも測定可能です。



マイクロプレート測定



NMR 管測定



超微量サンプルバイアルで 15µL のサンプル測定

ガラス応答膜の内部抵抗

ガラス応答膜が小さいため、内部抵抗が高くなります。市場に出回っている微量サンプル用のガラス応答膜は、抵抗値がすごく高く（25℃で1000MΩに達するものさえある）、電極の応答が非常に遅くなることがあります。温度が低下すると、膜抵抗は8000MΩにも達する可能性があり、測定を実行できなくなります。LabSen 微量サンプル用電極のガラス応答膜の成分と厚膜化技術は、衝撃や化学薬品に強いだけでなく、内部抵抗が低く、微量サンプルでも高速応答と安定した読み取りを保証します。

電極シャフトの強度

ガラスの特性によって、ガラスシャフトの極細部分と太い部分の接合部は、折れやすくなります。チタン合金製のガラスシャフト保護チューブは極細ガラスシャフトの強度を高め、微量サンプル測定用ガラス電極が壊れやすい印象を払拭しました。



LabSen®	241-6	243-6	241-3	241-3SP	241-180
pH 範囲	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH
温度範囲	0 ~ 100°C	0 ~ 100°C	0 ~ 100°C	0 ~ 100°C	0 ~ 100°C
温度センサー	—	NTC 30KΩ	—	—	—
ガラス膜タイプ	S	S	S	S	S
膜内部抵抗	< 350MΩ	< 350MΩ	< 450MΩ	< 450MΩ	< 450MΩ
液絡部	セラミック	セラミック	セラミック	セラミック	セラミック
比較電極システム	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命
比較電極内部液	3M KCl	3M KCl	3M KCl	Protelyte	3M KCl
シャフト材質	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス	鉛フリーガラス
電極シャフト寸法	Ø12 ~ Ø6X150mm		Ø12 ~ Ø3X150mm		Ø12 ~ Ø3X240mm
コネクタ / ケーブル	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC/1m	BNC/1m



- 固体・半固体サンプル
- 表面測定

一般的な球状型のガラス応答膜は水溶液にのみ適しています。実際に、pH測定は、水溶液以外に様々な場面に必要とされています。

ニードル型ガラス膜は、果物、肉、チーズ、生地、土壌など、固体または半固体のサンプルに直接突き刺し測定できます。また、フラット型のガラス応答膜は、平らな面のpH測定に最適な選択です。



LabSen®



電極の特徴



LabSen 251

ガラス製電極シャフト。チーズ、ジャム、野菜、寿司など食品関係の柔らかい固体または半固体のサンプルに対応する。



LabSen 551

PVC 保護チューブ付。柔らかい固体や半固体サンプル以外に、土壌の直接測定などにも適している。



LabSen 751

食品グレードのチタン合金保護チューブ付。耐腐食性が高く、固体や半固体の食品、例えばチーズ、生地、肉製品、果物などに適している。



LabSen 761

食品グレードのチタン合金ブレード付。冷凍食品を完全に解凍せずに突き刺し測定可能、食肉などの新鮮度を保つとともに、品質をより効率よく管理できる。



LabSen 371

POM シャフト材質、フラット型ガラス応答膜、PTFE 液絡部、紙、皮膚、織物、皮革などの平面測定に対応する。

ガラス応答膜

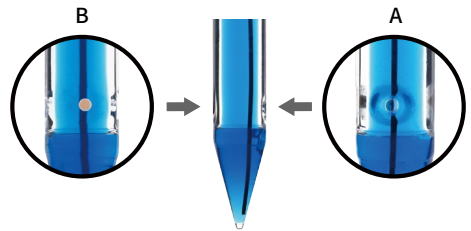
耐衝撃性が高い：ニードル型 pH 電極は、測定するとき、サンプルのなかに突き刺す必要があります。ガラス応答膜の強度が不十分であれば、電極がすぐに壊れてしまう可能性があります。厚膜化されている応答ガラス膜は、電極への衝撃に耐久します。

膜抵抗が低い：サンプルに突き刺すと、ガラス応答膜は固体サンプル（土壌など）と摩擦しますので、もし膜抵抗が高すぎると、摩擦によって発生する電荷が測定の安定性に大きく影響します。

耐汚染の比較電極構造

一般的なニードル型電極の液絡部は、電極の突き刺す方向に対して垂直であり、液絡部は小さな粒子によってすぐに目詰まりします。

LabSen ニードル型電極は、2つの液絡部（オープン液絡部 (A)+ セラミック液絡部 (B)）を設け、目詰まりしにくく、固体質のポリマー内部液と組み合わせて構成され、電極の寿命を大幅に延ばすことができます。




LabSen®	251	551	751	761	371
pH 範囲	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14 pH
温度範囲	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C	0 ~ 80°C
温度センサー	—	—	—	—	—
ガラス膜タイプ	S	S	S	S	S
膜内部抵抗	< 250MΩ	< 250MΩ	< 250MΩ	< 250MΩ	< 500MΩ
液絡部	オープン & セラミック	オープン & セラミック	オープン & セラミック	オープン & セラミック	PTFE
比較電極システム	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命	長寿命
比較電極内部液	ポリマー	ポリマー	ポリマー	ポリマー	3M ゲル KCl
シャフト材質	鉛フリーガラス	PVC	チタン合金	チタン合金 ブレード	POM
電極シャフト寸法	Ø6 ~ Ø12X100mm	Ø5 ~ Ø15X130mm	Ø5 ~ Ø12X115mm	Ø12X115mm	Ø12X105mm
コネクタ / ケーブル	BNC/1m	BNC/1m	BNC/1m	BNC/1m	BNC/1 m

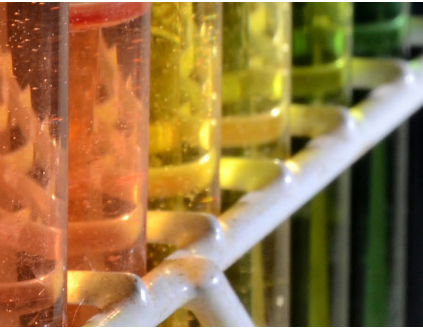
* 上記電極には、自動温度補償を実現するために必要とされる NTC 30KΩ 温度センサを内蔵することができます。対応するモデルは、BNC&RCA コネクタ付の LabSen 253, 553, 753, 763, 373 です。



LabSen[®]

- 
- 強酸性サンプル
 - 強アルカリ性サンプル
 - 高温サンプル
-

pH 値が低い ($< \text{pH}2$) 領域では、pH 測定値は実際より高い pH 値を示します。この影響は酸誤差として知られています。また、 $\text{pH}10$ 以上の水溶液において、高濃度のアルカリイオンで実際より低い pH 測定値は測定されます。これはアルカリ誤差と呼ばれています。測定誤差だけでなく、強酸と強アルカリ性サンプルはガラス応答膜を腐食しますので、電極は破損しやすくなります。



電極の特長



LabSen 831



耐フッ酸ガラス応答膜。濃度 0.1M 未満の HF 溶液、または他の強酸性溶液の測定に対応する。

LabSen 833



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen831 と同様。

LabSen 841



耐アルカリ性ガラス応答膜、強アルカリ性/高塩分濃度/高温溶液に対応する。アルカリ誤差が小さく、通常電極より耐用寿命が長い。

LabSen 843



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen841 と同様。

LabSen 861



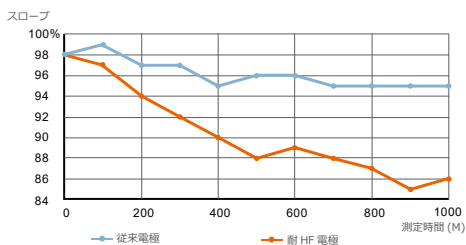
高温および腐食性の液体に適した特殊 PHY ガラス膜、PTFE 液絡部、めっき液など高温や成分複雑な溶液に対応する。

LabSen 863



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen861 と同様。

強酸サンプル、フッ酸含有サンプルと酸誤差



0.1MHF 酸溶液で従来電極と耐 HF 電極の寿命比較

pH 値が低い領域では H⁺ イオンの活動が減少されるため、実際より高い pH 測定値を示し、酸誤差が発生します。強酸サンプルは刺激性と腐食性のある溶液であり、酸誤差だけでなく、ガラス応答膜を腐食する可能性があります。フッ酸含有サンプルは極めて腐食性が強く、ガラスを溶解させる性質があります。

耐フッ酸用ガラス pH 電極は、フッ酸含有量が 1wt% (約 10g/L、0.5mol/L) 以下の溶液に対応しています。それ以上の濃度のフッ酸溶液の場合は、誤差が大きいため、アンチモン電極しか使用できません。

labsen 耐フッ酸用ガラス pH 電極は、フッ酸溶液中でも溶けにくいガラス膜を使用し、フッ酸含有サンプルを約 1000 回 (測定条件: 濃度 /1wt%、25℃、1 回 1 分測定) 測定できるほか、HCl や HSO₄ を含む溶液の測定にも適しています。

左のグラフは、1wt% のフッ酸水溶液を測定する時の従来電極と耐フッ酸電極の寿命を比較したものです。

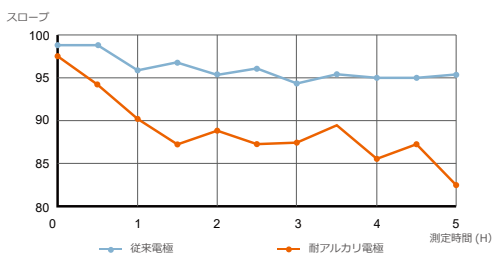
アルカリ誤差と強アルカリ溶液

pH10 以上の水溶液において、高濃度のアルカリイオンで実際より低い pH 測定値が測定されます。これはアルカリ誤差と呼ばれています。

NaOH、KOH のような強アルカリ溶液の pH 測定では、アルカリ誤差だけでなく、ガラス膜を腐食し、電極の寿命を減少させることがあります。

labsen 耐アルカリ性サンプル用ガラス pH 電極は、高温と強アルカリ溶液に耐える HA タイプガラス応答膜を採用し、強アルカリ及び高温測定場合で、電極寿命を通常タイプより 5 倍延長可能にしました。

右のグラフは、1mol の NaOH 水溶液を測定する時、従来電極と耐アルカリ性サンプル pH 電極の寿命比較です。



1M NaOH(60℃) 溶液で従来電極と耐アルカリ性電極の寿命比較

LabSen®	831	833	841	843	861	863
pH 範囲	0 ~ 12pH	0 ~ 12pH	1 ~ 14pH	1 ~ 14pH	1 ~ 13pH	1 ~ 13pH
温度範囲	0 ~ 100°C	0 ~ 100°C	0 ~ 130°C	0 ~ 130°C	0 ~ 130°C	0 ~ 130°C
温度センサ	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ
ガラス膜タイプ	HF	HF	HA	HA	PHY	PHY
膜内部抵抗	< 400MΩ	< 400MΩ	< 500MΩ	< 500MΩ	< 500MΩ	< 500MΩ
液絡部	セラミック	セラミック	セラミック	セラミック	PTFE	PTFE
比較電極システム	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ
比較電極内部液	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M KCl	3M ゲル KCl	3M ゲル KCl
シャフト材質	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス
電極シャフト寸法	Ø12X120mm					
コネクタ/ケーブル	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC&RCA/1m	BNC/1m	BNC&RCA/1m

- 粘性あるサンプル
- タンパク質含有サンプル

粘性あるサンプルを測定する場合、比較電極内部液が液絡部より流出するのを防げます。タンパク質含有サンプルを測定する場合、溶液中のタンパク質が内部液と反応して沈殿し、液絡部を詰まらせることがあります。



LabSen®





電極の特長



LabSen 851-S



S タイプガラス応答膜、事前加圧比較電極システム、化粧品、塗料、樹脂などの粘性サンプル測定に対応する。

LabSen 853-S



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen 851-S と同様。

LabSen 851-H



HA タイプガラス応答膜、事前加圧比較電極システム、強アルカリ性または高温の粘性サンプルに適している。

LabSen 853-H



自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen 851-H と同様。

LabSen 821



Protelyte 比較電極内部液、3つのセラミック液絡部、乳製品、牛乳、クリームなどのタンパク質サンプルに対応する。

LabSen 823

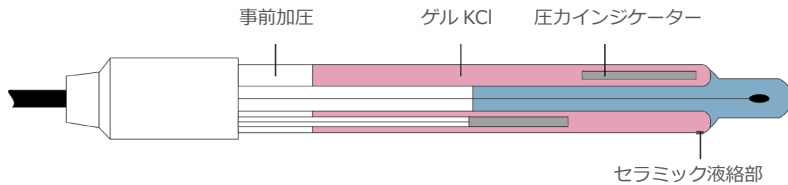


自動温度補償用高速応答温度センサ内蔵。その他の機能・特徴は LabSen 821 と同様。

事前加圧比較電極システム

化粧品業界ではローションや染毛剤、食品業界ではジャムやクリーム、化学業界では塗料、接着剤、樹脂など、粘性のあるサンプルは数多くあります。このようなサンプルの pH を従来の pH 電極で測定するのは困難です。応答が遅く、測定値が不安定で、再現性が低いなど、さまざまな問題が挙げられます。その根本原因は、粘性のある溶液が液絡部を詰まらせ、比較電極内部液の流出を妨げることです。また、高温・高圧の測定環境では、サンプル溶液が電極内部に浸入し、電極を汚染してしまいます。事前加圧比較電極システムを搭載した電極は、この問題を解決しました。特殊な電極加工技術によって、電極内部にあらかじめ圧力を加えることで、非常に粘性の高い溶液でも内部液の一定した流量が常に保たれ、またサンプルが電極内に侵入するのを防ぐことで、測定の安定性と再現性を確保します。

下図は予備加圧された電極の図です。図中の圧力表示管は、電極内部の圧力を示すために使用されます。



乳製品の pH 測定

従来の pH 電極を使用して乳製品やタンパク質を含む液体食品を測定すると、サンプル中のタンパク質が KCl 溶液と反応して沈殿し、液絡部を詰まらせます。Protelyte 内部液は、タンパク質と反応しない油性です。

また、LabSen 821/823 は 3 つのセラミック液絡部を備えていて、液絡部が詰まる可能性を最小限に抑えます。



LabSen®	851-S	853-S	851-H	853-H	821	823
pH 範囲	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH	0 ~ 14pH
温度範囲	-5 ~ 100°C	-5 ~ 100°C	0 ~ 130°C	0 ~ 130°C	-5 ~ 100°C	-5 ~ 100°C
温度センサー	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ	—	NTC 30KΩ
ガラス膜タイプ	S	S	HA	HA	S	S
膜内部抵抗	< 150MΩ	< 150MΩ	< 500MΩ	< 500MΩ	< 200MΩ	< 200MΩ
液絡部	セラミック	セラミック	セラミック	セラミック	セラミック X3	セラミック X3
比較電極システム	事前加圧	事前加圧	事前加圧	事前加圧	銀イオン トラップ	銀イオン トラップ
比較電極内部液	ゲル KCl	ゲル KCl	ゲル KCl	ゲル KCl	Protelyte	Protelyte
シャフト材質	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス	鉛フリー ガラス
電極シャフト寸法	Ø12X120 mm					
コネクタ / ケーブル	BNC/1 m	BNC&RCA/1 m	BNC/1 m	BNC&RCA/1 m	BNC/1 m	BNC&RCA/1 m

校正とメンテナンス溶液

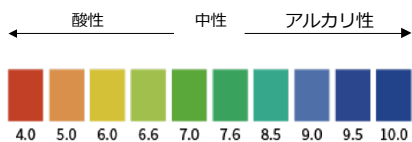
pH 電極は、定期的に校正する必要があります。また、電極の洗浄後、メンテナンス後、再生後、交換後、そして長期間保管後にも、校正を推奨します。それは、良好な状態の pH 測定システムを維持するために不可欠なステップです。したがって、正確で汚染されていない校正液であることが、非常に重要です。



LabSen®

pH 標準液

- pH 識別表に合わせた色彩で原液を区別していますので、標準液を間違える心配がありません。
- 防腐技術を採用し、未開封の状態ですべて1～2年保管が可能です。
- 容器は液漏れ防止二重密封を施しています。







pH 標準液	精度 (@25°C)
pH 4.01	± 0.01pH
pH 6.86	± 0.01pH
pH 7.00	± 0.01pH
pH 9.18	± 0.01pH
pH 10.01	± 0.01pH

SKU	メンテナンス溶液
AI1107	3M KCl 電極保存液・比較電極内部液
AI1190	Protelyte 電極保存液・比較電極内部液
AI1166	洗浄液



校正ポッド

コネクタ

コネクタ	画像	説明
防水型 BNC		pH、ORP、導電率電極用
S7		pH、ORP、導電率電極用
S7-BNC ケーブル		S7 コネクタと合わせて使用
BNC+RCA		温度センサ付、 pH、導電率電極用
8ピン		温度センサ付、 pH、導電率電極用

ブランド間の電極互換性

Apera LabSen®	Mettler Toledo	Hanna
LabSen 211	InLab Routine /LE409	HI 1131B
LabSen 221	InLab Science/LE420	HI1048B/HI1049B
LabSen 331	InLab Expert / InLab Easy / LE407	HI 1210B
LabSen 851-H	InLab Power / InLab Viscous	—
LabSen 241-3/ LabSen 241-3SP	InLab Micro/LE422	HI1083B/FC240B/HI1093B
LabSen 241-6	InLab Semi-Micro	HI1330B
LabSen 241-180	InLab NMR	HI1093P
LabSen 251	InLab Solids	FC210B/HI2031B
LabSen 551	LE427	FC200B/FC400B
LabSen 821	InLab Dairy	FC220B
LabSen 371	InLab Surface	HI1413B
LabSen 801	InLab Pure	—
LabSen 881	InLab Cool	FI1053B
LabSen 831	InLab Hydroflouric	—
LabSen 841	—	HI1043B
LabSen 761	—	FC230B+FC098

LabSen®

pH 電極ハンドブック

aperainst.co.jp

Apera Instruments 株式会社 (日本)

Add: 〒 183-0056 東京都府中市寿町 2-10-3 宝永府中ビル 3F

Tel: +81(0)42 319 2376

E-mail: info@aperainst.co.jp

HP: www.aperainst.co.jp

Apera Instruments, GmbH (Europe)

Add: Wilhelm-Muthmann-Str.18, 42329 Wuppertal, Germany

Tel. +49 (0)202 51988998

Email: info@aperainst.de

Website: www.aperainst.de

Apera Instruments, LLC (U.S.A)

Add: 6656 Busch Blvd, Columbus, Ohio 43229

Tel: +1 614-285-3080

Email: info@aperainst.com

Website: aperainst.com

 **APERAINSTRUMENTS®**