

# 使いやすさとプロの測定を約束する 水質計測器50シリーズNavi®の開発 語りかけてくるpHメータを目指して

小林剛士, 北岡直美, 西尾友志

## 要旨

“世界中のユーザにやさしく、楽しくプロの測定を提供する”を製品コンセプトとした水質計測器50シリーズNavi®を開発した。本シリーズでは、pH、ORP、イオン、導電率、溶存酸素などを計測する合計14機種がラインナップされている。本稿では、使いやすさを追求したナビゲーション機能、信頼性を確かなものにするバリデーション機能、LAN接続による電子記録の監査証跡機能など、高性能はもちろん、使いやすさと高い信頼性を追求した50シリーズのさまざまな特徴を紹介する。また、pHメータの心臓部であるガラス電極の信頼性を飛躍的に向上させた新しい技術の内容についても述べる。

## 1 はじめに

近年、私たちの日常生活において水質に関する話題が多く出るようになってきた。例えば弱酸性の化粧品は肌に良いとか、アルカリ性飲料水の効能がうたわれてアルカリイオン整水器が多数売れている。

酸性/アルカリ性の指標であるpHは、水の特性を示す最も重要な要素とされている。HORIBAは、創業以来50年間pH測定技術の開発・改良に努め、より正確で信頼性の高いpH測定の実現に貢献してきた。

この度、時代の要請に応え、測定者に親しみやすく語りかけながらナビゲートしてくれるpHメータの実現を目指して、pHを軸に、ORP・イオン・導電率・溶存酸素などが測定できる水質計測器50シリーズNavi®を開発した。なお、本シリーズをNavi®と命名した理由は、pHメータの最上位機種であるF-50シリーズ（F-51を除く）にナビゲーション機能を搭載したことと、HORIBAはこれまでの50年間水質計測機器分野で常に一歩先を歩んできたが、今後も時代をNavigateしていきたいとの願いを込めたものである。

## 2 50シリーズ Navi®

### 2.1 製品ラインナップと基本コンセプト

50シリーズの製品ラインナップを図1に示す。本シリーズは、実験室などで使うpHメータ（F-50シリーズ）と導電率メータ（DS-50シリーズ）、更にハンディ型のpHメータ（D-50シリーズ）と導電率メータ（ES-51）と溶存酸素メータ（OM-51）の合計14機種の本体を揃えている。

今回は本体と同時にpH電極も開発した。割れにくいガラスを使ったガラス電極ToupH（タフ）の開発に加え、従来pH電極の弱点とされていた比較電極に新しい技術を取り入れ、長期間に渡り高い性能を発揮できるpH電極を開発した。

F-50シリーズは、“世界中のユーザにやさしく、楽しくプロの測定を提供する”というコンセプトを基に開発された。世界のpHメータ市場の頂点に立つモデルとして、(1)世界で初めてpHメータにカラー液晶表示を搭載、(2)測定手順や操作方法、更に測定上の注意点などがわからない時にガイドしてくれるナビゲーション機能を盛り込んだ。ナビゲーション機能は、“物知り博士”をキャラクターとして本体ディスプレイに表示し親しみやすさを前面に出した。この物知り博士は、HORIBA50年間の測定上のノウハウを集約したもので、この製品が、知性、安心、信頼を身に付けていることを象徴するものである。








本 体		電 極	
<b>設置型pHメータ</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>F-50シリーズ</li> <li>F-51</li> <li>F-52</li> <li>F-53</li> <li>F-54</li> <li>F-55</li> </ul>	<b>設置型pHメータ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>DS-51</li> <li>DS-52</li> </ul>	<b>ToupHファミリー</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>9611-10D</li> <li>9669-10D</li> <li>9677-10D</li> </ul>	<b>ISFET</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>0030-10D</li> </ul>
<b>設置型pHメータ</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>D-50シリーズ</li> <li>D-51</li> <li>D-52</li> <li>D-53</li> <li>D-54</li> <li>D-55</li> </ul>	<b>ハンディ型導電率メータ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ES-51</li> </ul>	<b>プラスチック</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>9621-10D</li> </ul>	
	<b>ハンディ型溶存酸素メータ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>OM-51</li> </ul>	<b>オプション</b>	
		<b>ToupHファミリー</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>X-51</li> <li>X-52</li> </ul>	<b>洗浄液</b> <ul style="list-style-type: none"> <li># 220</li> </ul>
		<b>PCソフト</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>データ収集用</li> <li>Part 11 対応</li> </ul>	<b>プリンタ</b> 

図1 50シリーズNavi@ 製品ラインナップ

本体の外観は、世界中のお客様をターゲットとして HORIBAグループの一員であるフランスのABX社と日本のHORIBAのデザイナーが合作したもので、これまでの計測器の硬いイメージを一新し、南ヨーロッパ(地中海)の明るさと、物知り博士の顔をイメージするデザインとなっている。図2にF-55の外観を示す。

ハンディ型のD-50シリーズは、表示画面を従来比1.5倍に大型化することで、測定結果を更に見やすくした。また、本体は水深1 mに30分間没しても水が浸入しないように、JIS C 0920保護等級(防浸型)及びIEC529保護等級IP67に準拠した構造となっている。これにより、雨天や水辺など環境が厳しい野外でも、自由にお使いいただくことができる。

更に、50シリーズのプリント基板及び本体の組み立て時には無鉛はんだを使用し、また梱包ケースには100%再生可能な材料を使うなど環境負荷の低減を図っている。これらの環境情報は、地球との共生の意味を込めて“Harmoniearth”という言葉と共に、カタログに表示している。



図2 F-55の外観

## 2.2 F-50シリーズの特徴

卓上型pHメータF-50シリーズの主な仕様を表1に示す。本シリーズは多様なニーズに応えるため、機能を絞ったシンプルな機種(F-51)からすべての機能を備え、FDA 21CFR Part11\*1対応できる機種(F-55)までラインナップしている。

\*1 FDA : アメリカ食品医薬品局( United States Food and Drug Administration ), 21CFR Part11 : 連邦規則第21条第11章。

表1 F-50シリーズの主な仕様

		F-51	F-52	F-53	F-54	F-55
pH	測定方式	ガラス電極法				
	測定範囲	pH 0.00 ~ 14.00		pH 0.000 ~ 14.000		
	計器再現性	±0.01 pH ±1 digit		±0.001 pH ±1 digit		
mV(ORP)	測定範囲	-1999 ~ 1999		-1999.9 ~ 1999.9		
	計器再現性	±1 mV ±1 digit		±0.1 mV ±1 digit		
温度	測定範囲	0.0 ~ 100.0				
	計器再現性	±0.1 ±1 digit				
イオン	測定方式	-	-	イオン電極法	-	イオン電極法
	測定範囲	-	-	0.00 µg/L ~ 999 g/L( mol/L )	-	0.00 µg/L ~ 999 g/L( mol/L )
	計器再現性	-	-	±0.5 %F.S. ±1 digit	-	±0.5 %F.S. ±1 digit
導電率	測定方式	-	-	-	交流2電極法	
	測定範囲	-	-	-	セル定数100 m <sup>-1</sup> : 0.000 mS/m ~ 19.99 S/m	
					セル定数10 m <sup>-1</sup> : 0.0 µS/m ~ 1.999 S/m	
					セル定数1000 m <sup>-1</sup> : 0.00 mS/m ~ 199.9 S/m	
計器再現性	-	-	-	±0.5 % F.S. ±1 digit		
入力	CH数	1		2		
使用周囲温度		0 ~ 45				
電源		DC 6V( 乾電池LR6 ) [オプション:ACアダプタ]		ACアダプタ 100 ~ 240 V 50/60 Hz		
消費電力		約0.024 W		約8.4 W		
電池寿命		約500時間		-		
本体質量		約1 kg		約1.1 kg		

1) ナビゲーション機能(物知り博士)

表示画面はカラーで、ナビゲーション用キャラクター(物知り博士)を取り入れた。正しく校正が完了すると物知り博士がOK表示したり、測定者が困った時にはNaviキーを押すと解決策を教えてくれる機能を搭載している(F-51除く)。本機能は3.2項で詳しく紹介する。

2) 多機能表示機能

表示は、お好みに応じて8色の設定画面から選択することができ、デジタル表示だけでなく、アナログ表示やグラフ表示なども行う(F-51除く)。本機能は3.3項で詳しく紹介する。

3) バリデーション機能

pH測定では標準液で校正を行ってから測定を行うことが基本である。最近では測定の信頼性を確保するために、校正時に再現性も合わせて確認することが多い。そこで、使用前に再現性確認試験を行い、得られた結果をJISの再現性規格と自動的に比較して表示する使用前点検機能を搭載した(図3)。

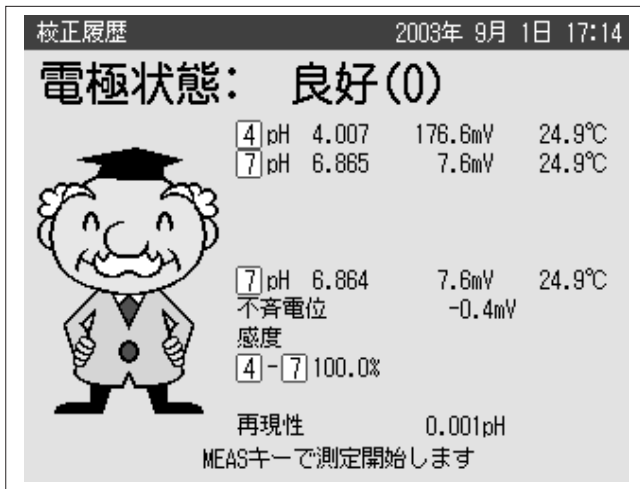


図3 校正履歴表示画面

また、3ヶ月に1回程度、専用のデジタルチェッカ(オプション X-51, 52)を用いて本体の動作チェックを行う定期点検機能も搭載している(F-51除く)。

一方、医薬品の分野では厳しい管理が求められている。医薬品の安全性に関する非臨床試験の実施基準(Good Laboratory Practice, GLP)や製造管理及び品質管理規則(Good Manufacturing Practice, GMP)が計測機器の管理にも適用され、バリデーション(適格性評価)の実施が重要となっている。計測機器のバリデーションにおいて、使用前点検機能はPQ(稼動時の適格性確認)として、定期点検機能はOQ(稼動性能適格性確認)として使用することができる(図4)。

4) データ通信機能

全機種、シリアル通信(RS-232C)で測定結果をパソコンに送信することができる。F-53, 54, 55では、コンパクトフラッシュに約3000個の測定データを保存することができる。

最上位機種F-55はイーサネットを介してLANと接続できる。手で入力したデータや、ログイン、校正、設定変更、エラー発生時の日時や操作者などを送信することができる。更に、別途用意しているデータ処理ソフト(Part11ソフト)により、FDA 21CFR Part11対応が可能となる。

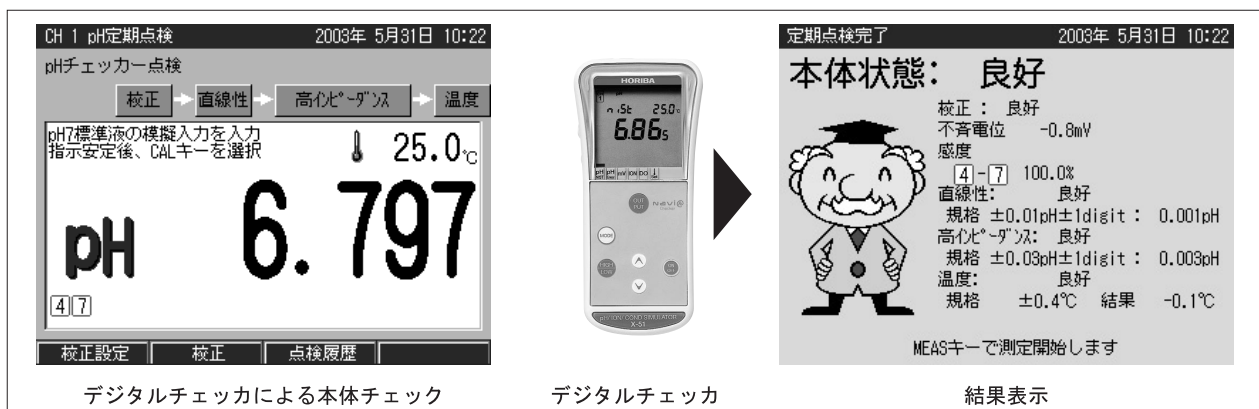


図4 定期点検

### 2.3 D-50シリーズの特徴

ハンディ型pHメータのD-50シリーズの外観を図5に、仕様を表2に示す。pH、mV(ORP)、イオン、電気導電率、溶存酸素の中から、用途に応じて最大3種類の測定項目を選択できる。本体に合わせて、電極も防水型を標準としている。最大水深1mまで電極を沈めて測定することが可能である。大型で見やすい表示画面で、次のような各種のデータ処理機能を持っており、屋外での測定に最適な仕様となっている。



図5 ハンディ型pHメータ D-50シリーズの外観

表2 D-50シリーズの主な仕様

		D-51	D-52	D-53	D-54	D-55
pH	測定方式	ガラス電極法				
	測定範囲	pH 0.00 ~ 14.00				
	計器再現性	±0.01 pH ±1 digit				
温度	測定範囲	0.0 ~ 100.0 °C				
	計器再現性	±0.1 ±1 digit				
mV(ORP)	測定範囲	-	-1999 ~ 1999 mV			
	計器再現性	-	±1 mV ±1 digit			
その他 測定項目	測定項目			イオン	導電率	溶存酸素
	測定方式	-	-	イオン電極法	交流2電極法	隔膜式ガルバニ電池法
	測定範囲	-	-	0.00 µg/L ~ 999 g/L( mol/L )	セル定数 100 m <sup>-1</sup> : 0.000 mS/m ~ 19.99S/m	0.00 ~ 19.99 mg/L
					セル定数 10 m <sup>-1</sup> : 0.0 µS/m ~ 1.999 S/m	
計器再現性	-	-	±0.5 %F.S. ±1 digit	±0.5 %F.S. ±1 digit	±0.1 mg/L ±1 digit	
使用周囲温度		0 ~ 45 °C				
入力CH		1		2		
電源		DC 3 V( 乾電池LR6 ), オプション: ACアダプタ 100 ~ 240 V 50/60 Hz				
消費電力		約0.03 W		約0.06 W		約0.03 W
電池寿命		約200時間		約100時間		約200時間
本体質量( 電池含む )		約300 g		約330 g		
防水規格		JIS C 0920保護等級7( 防浸型 )				



### 1) 自動データメモリ

一定間隔(2秒~24時間)でデータを記録する機能を持っているため(D-51除く)排水や反応槽の状態変化を監視することができる。

### 2) バリデーション機能

F-50シリーズと同様、所定の標準液での校正後、pH7標準液にて再現性を確認する機能を搭載している。これは稼動時の適格性確認(PQ)としても使用することができる。

また、電極の感度が低下し、当初の93%を下回ると電極洗浄を促す表示が、90%を下回ると電極交換を促す表示となる。更に、電極感度が85%以下または105%以上では、電極不良として校正ができなくなる(特許出願中)。

### 3) データ通信機能

シリアル通信機能を持っており、プリンタやパソコンにも出力することができる(D-51を除く)。通信ソフトは、ユーザ登録していただくと、インターネットを介して無料でダウンロードすることができる。このソフトを用いると、本体中のデータを取り出したり、pHメータをパソコンからの操作することもできる(特許出願中)。本機能は2.4項で詳しく紹介する。

## 2.4 オプション機能

### 1) デジタルチェッカ

デジタルチェッカ(X-51, 52)は、本体が正常に稼動しているか否を確認するためのツールである。X-51はpH, mV, イオン, 溶存酸素メータ用の模擬信号を、X-52は導電率メータ用の模擬信号をそれぞれ発生して計測器の本体に入力する。これらのチェッカを用いるとGLP, GMPで求められているOQ(稼動性能適格性確認)を行うことができる。

### 2) データ収集ソフト

パソコンとpHメータを専用ケーブル(RS-232C)で接続し、データ収集ソフトを使うと、pHメータのデータをパソコンで処理することができる。取り出されたデータはCSV形式で保存され、Microsoft® Excelなどの汎用の市販ソフトで処理することができる。

また、F-53,54,55は、pHメータのデータをコンパクトフラッシュメモリに落とし外部に取り出すこともできる。これらの機能により、pHメータは実験室に置いておき、測定結果だけを事務室のパソコンで処理することが容易となる。

更に、F-55ではイーサネットをLANに接続し、ネットワークを介してデータの収集・解析ができる。また、パソコンソフト側からpHメータを制御しながら約1秒間隔で測定し、データをパソコンに収集することもできる。

### 3) Part11ソフト

FDA 21CFR Part11は、アメリカで薬品を製造したり販売する場合に適用される基準である。電子データの改ざんを防止し、紙による記録や署名と同等の信頼性を有していることを証明するための基準として、アメリカ食品医薬品局(FDA)が1997年に発行したものである。F-55では、オプションのPart 11ソフトを用いることにより、セキュリティ、監査証跡、電子記録、電子署名などPart 11への対応が可能となる。

## 3 時代を変えるNavi®機能

### 3.1 Navi開発への道のり

F-50シリーズの開発にあたり、我々は企画書を携えて企業や大学などを訪問した。ところが、提示した企画案はお客様のニーズとはほど遠かった。お客様は、単なる目新しさではなく、高い信頼性と使いやすさを強く求めていることが明らかとなり、これらのニーズにどのように対応するかがポイントとなった。

当社のカスタマーサポートセンターには、pHメータに関する質問やクレームが毎日数多く寄せられている。これらの情報を取り入れることにより、「信頼と使いやすさ」を実現できるのではないかと考え、具体化に向けて悩みに悩んでいた。

ある日気分を変える意味で、若手の開発担当者とデザイナーが一杯飲んでいる時に、「ふとしたことから、誰かが『2003年は鉄腕アトム誕生の年だったな』と言った。そこから、『頭脳を持ったpH計はどうだろう』という発想が出た。以後、『とんとん拍子に』測定ノウハウを持った博士が登場し、博士に信頼と使いやすさをナビゲーションさせようではないかと展開していった。

### 3.2 Navi機能

Navi機能とは、測定中の各段階でNaviキーを押すと、画面に物知り博士が登場し、操作方法や対応策などを説明してくれる機能(特許出願中)のことである。

#### 1) エラー発生時

従来、エラーが発生した場合には取扱説明書をめくって対応策を調べる必要があった。本シリーズでは、エラーが発生した状態でNaviキーを押すと、原因の確認や対応方法を指示してくれる。一例として、校正時の不斉電位エラーが発生した際のNavi画面を図6に示す。

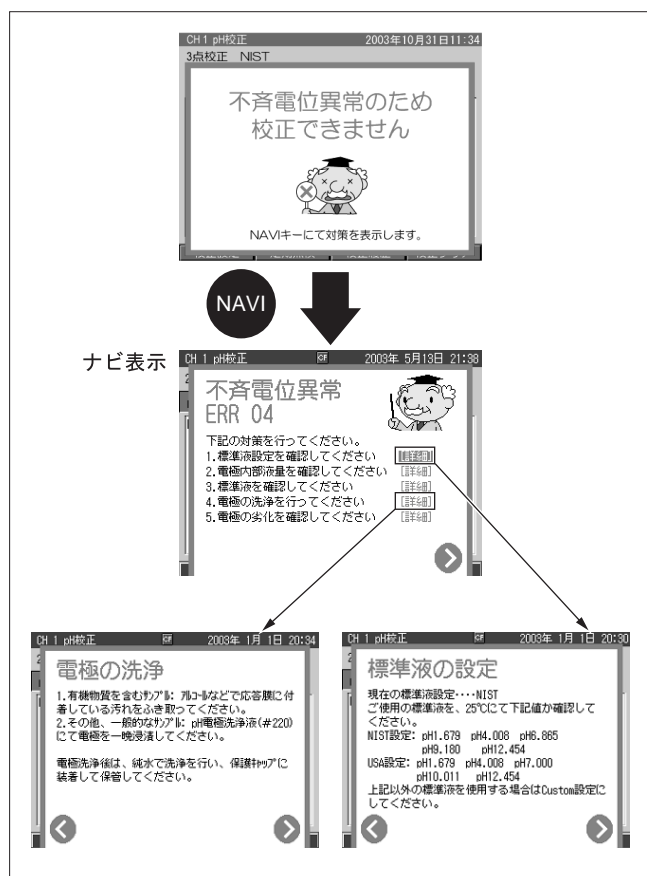


図6 エラー発生時画面とナビ表示例

#### 2) 測定時

エラーが発生していない状態でNaviキーを押すと、測定方法に関するQ&Aが表示される。これらは、ユーザからよく問い合わせのある内容で、目次から詳細な内容を確認することができる(図7)。

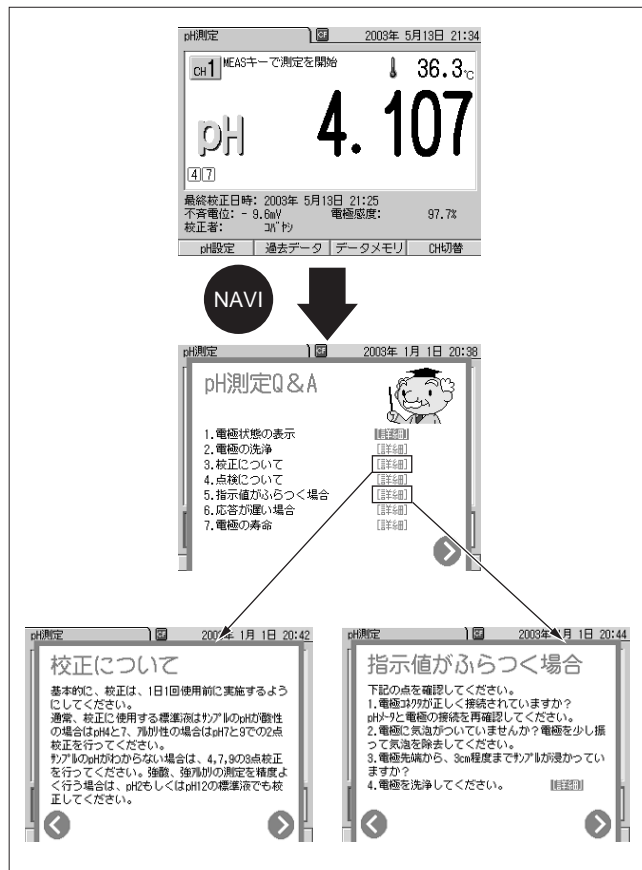


図7 測定時画面とナビ表示例

#### 3) モード設定時

モード設定中にNaviキーを押すと、設定内容や方法に関する説明が表示される(図8)。

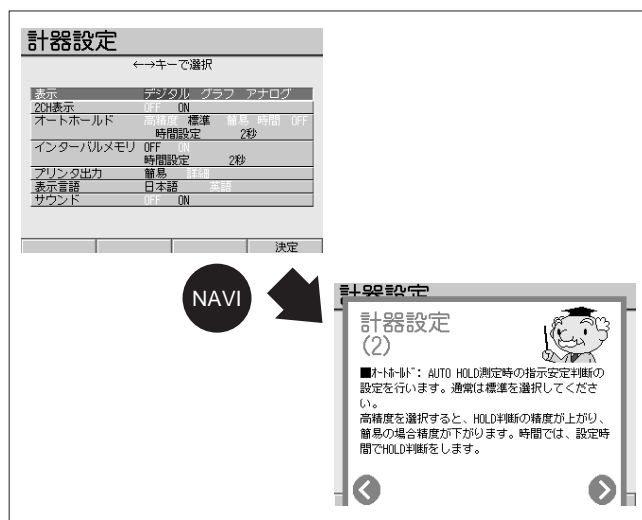


図8 設定モード時画面とナビ表示(設定内容説明)例

### 3.3 表示画面

カラー画面を持ったF-50シリーズでは、より使いやすく楽しく測定ができる。特に、オートレンジ機能を持ったアナログ表示は非常に便利な画面である。測定値によってレンジが自動的に変化するが、この

画面を見ていると、指示値や変動を視覚的に確認することができる(図9(a))。またグラフ画面では、測定値に応じてレンジが自動的に広がることで、指示変化の度合いを知ることができる(図9(b))。

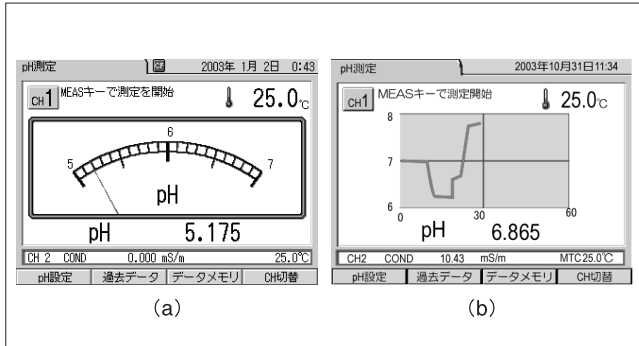


図9 アナログ表示画面とグラフ画面  
(a)アナログ表示画面 (b)グラフ画面

F-53,54,55では2チャンネル同時測定も可能であり、一方のチャンネルだけ、あるいは両チャンネルを表示することができる。またF-52,53,54,55では、設定条件をユーザごとに最大50名分登録することができる。日本語、英語の表示もユーザごとに設定することができる。これにより、複数の測定者が1台のpHメータを共用することが容易となる。なお、校正値は共通化し手間を省いている。

F-50シリーズでは、日本語だけで250画面、英語と合わせると500画面を搭載している。

## 4 タフ(ToupH)ファミリー電極の開発

ガラス電極は、pHメータの心臓部である。それだけに性能の高さに合わせて、メンテナンスの容易さや長寿命、手軽さが求められている。また、多様なサンプルを高精度に測定するためには、サンプルに応じた電極と測定ノウハウが必要になる。このようなニーズに応えるため、各種の特長を有したpH電極ToupHファミリーを開発した。

### 4.1 電極の特長

#### 4.1.1 銀イオントラップ

pH電極は、内極として銀/塩化銀電極を使うために問題が生じる場合がある。一つは、極微量の銀イオンを含んだ内部液の流出によるサンプルの汚染である。もう一つは、銀イオンと反応したサンプルや銀自体が液絡部に詰まり、応答が遅くなって電極の寿命が短くなることである。

そこで、新しく銀イオントラップを設け、内部液への銀イオンの溶出を抑えたpH電極を開発した(特許出願中)。これは、テフロンコーティングを施した内極の先に銀イオントラップ剤を設け、内部液に溶出する銀イオンを選択的に捉え、更にセラミックスで銀イオンの物理的な拡散を抑えるものである。図10に銀イオントラップ構造を示す。

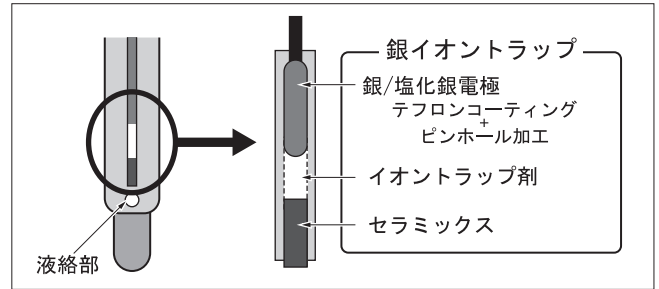


図10 イオントラップ構造

この結果、銀イオンの溶出が従来より30~40倍抑えられ、液絡部の詰まりによる性能劣化が大幅に改善された。図11に60℃で7日間保管後の比較電極内部液の銀イオン濃度を、図12に3ヶ月間使用した銀イオントラップ付き電極と従来電極の、水道水に対する応答速度の比較を示す。

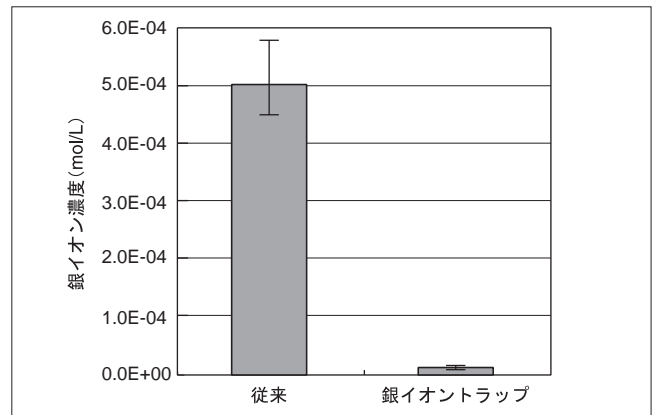


図11 内部液の銀イオン濃度(60℃,7日後)

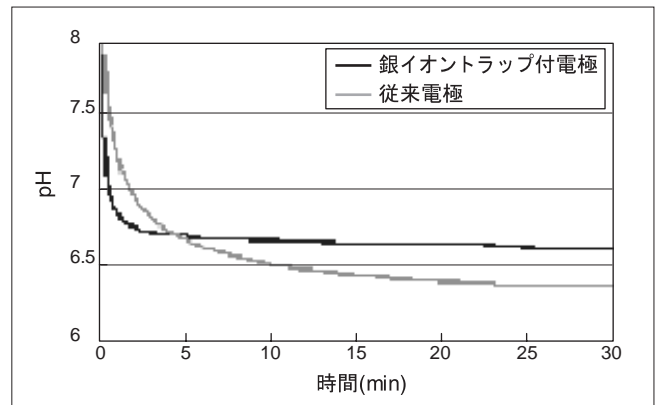


図12 水道水応答(3ヶ月相当使用した銀イオントラップ付き電極と従来電極の、水道水に対する応答速度の比較)



### 4.1.2 ToupH電極

従来、ガラス電極の感度を上げるためには、ガラス電極の電気抵抗を小さくし、応答ガラスをできる限り薄くする必要があった。このため、電極の先端がピーカに当たるなど小さな衝撃でも破損することがあった。そこで、電気抵抗の小さいガラス素材を適用し、更に表面積を大きくすることで、応答ガラス部分を厚くした ToupH電極の開発に成功した(特許第3321572号)。

今回、電極のガラス加工方法を改善して更に強度が増したため、ピーカー中での攪拌や、通常の使用条件ではほとんど壊れることのない、手軽に扱えるガラス電極を実現した(図13)。

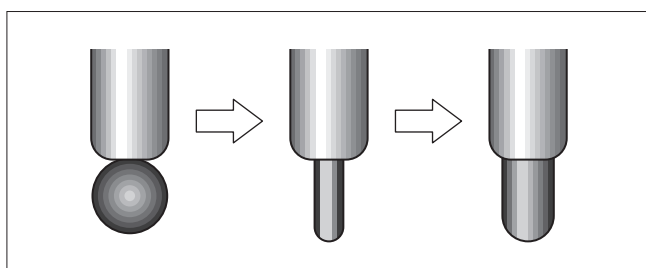


図13 応答ガラスの形状の改良

### 4.1.3 スライド式比較電極内部液補充口

従来の電極は、比較電極の内部液補充口がゴム栓式となっており、気温が上がるとゴム栓が外れ、内部液や結晶が外に漏れることがあった。これにより、内部

液の濃度が変化したり乾燥により電極が劣化する恐れがあった。そこで、今回、内部液補充口をスライド式にすることによって、内部液の漏れを防ぐだけでなく、外部からのサンプルの進入を防ぐ構造にした。これにより、電極全体をサンプルに浸ける没水測定も一部可能になった。

### 4.2 新電極の仕様

新たにラインナップした4種類のガラス電極の主な仕様を表3に示す。なお、これらの新電極は従来の機種(F-10シリーズ以降の製品)にも適用することができる。

図14に高粘度サンプル用ToupH電極と微量サンプル用マイクロ電極を示す。

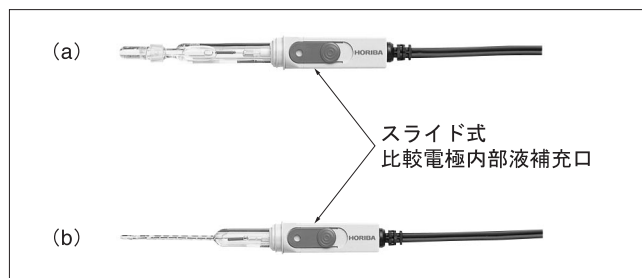


図14 新電極

- (a) 高粘度サンプル用ToupH電極
- (b) 微量サンプル用マイクロ電極

表3 電極の主な仕様

	防水厚膜ガラス形ToupH電極 9611-10D	プラスチックボディ形電極 9621-10D	高粘度サンプル用ToupH電極 9677-10D	微量サンプル用マイクロ電極 9669-10D
測定温度範囲(°C)	0-80	0-100 (没水測定時:0-50)	0-60	0-60
保存温度範囲(°C)	0-50	0-50	0-50	0-50
pH範囲	0-14	0-14	0-14	0-14
pH応答ガラス	ToupHガラス	低導電率向けガラス	ToupHガラス	ToupHガラス
応答膜形状	8 mmチューブ状	6.4 mm球状	8 mmチューブ状	3 mmチューブ状
比較電極内部液補充口形状	スライド式	スライド式	スライド式	スライド式
液絡部	セラミックス	セラミックス	可動スリーブ	セラミックス
接液部材質	ガラス・セラミックス	ガラス・シリコンゴム・セラミックス・ポリサルフォン・ポリアセタール・ポリイミド・ポリアミド・PVC	ガラス	ガラス・セラミックス
接液部外径	12 mm	16 mm	12 mm	3 mm
電極長さ (キャップ部を含む)	150 mm	150 mm	150 mm	155 mm
液絡部高さ	18 mm	15 mm	26 mm	10 mm
内極電極	Ag/AgCl	Ag/AgCl	Ag/AgCl	Ag/AgCl
銀イオントラップ				
比較電極内部液	3.33 mol/L KCl	3.33 mol/L KCl	3.33 mol/L KCl	3.33 mol/L KCl
最大没水深さ	-	1 m	-	-

## 5 電極洗浄液

ガラス電極は、通常イオン交換水などで洗浄するが、特に汚れがひどい場合には、汚れに応じた洗浄液で洗う必要がある。無機物系の汚れには塩酸溶液を、有機物系にはアルコールなどが、蛋白質の汚れには酵素入り洗剤などが適している。今回、製品化した電極洗浄液 #220は、無機物サンプルの洗浄に適した塩酸と液絡部の洗浄に適したチオ尿素を配合したものである。

### 5.1 チオ尿素塩酸洗浄液

比較電極の中の銀イオンが液絡部へ到達すると、液絡部が詰まり、応答速度が遅くなったり、液間電位差<sup>\*2</sup>を生じて正確な測定ができなくなる恐れがある。

そこでHORIBAでは、チオ尿素塩酸水溶液を洗浄剤として用いることをお客様に推奨してきた。しかし、「調製方法がわからない」「調製が面倒だ」といった声が少なくないため、液絡部の詰まりを効果的に除き、かつ電極応答ガラスに悪影響を及ぼさないチオ尿素-塩酸洗浄液を製品化し、市場に供給することにした。

\*2 液間電位差とは、簡単には性質の異なった2つの溶液が接触する時に、陽イオンと陰イオンの拡散速度の差によって生じる電位差を言い、液絡部がある物質で汚染されると拡散に影響を及ぼすために電位差を生じやすい。この液間電位差が小さい方が(0 mVに近い方が)誤差なく測定できる。

### 5.2 洗浄効果

洗浄効果は、汚れた電極を実際に作り、チオ尿素塩酸で洗浄し、性能が復帰する様子で評価した。なお、液間電位差の変化を洗浄効果の指標とした。

内部液に銀イオンを飽和させた電極を、トリス溶液<sup>\*3</sup>中に長期間浸漬し、液絡部を詰まらせた。この電極を洗浄液に浸漬し、前後の液間電位差の変化を測定した。結果は図15に示すように、約1時間浸漬で復帰しており本洗浄液が十分に働いていることが確認できた。

\*3 2-アミノ-2-ヒドロキシメチル-1,3-プロパンジオールトリス(ヒドロキシメチル)アミノメタン 約10%の水溶液

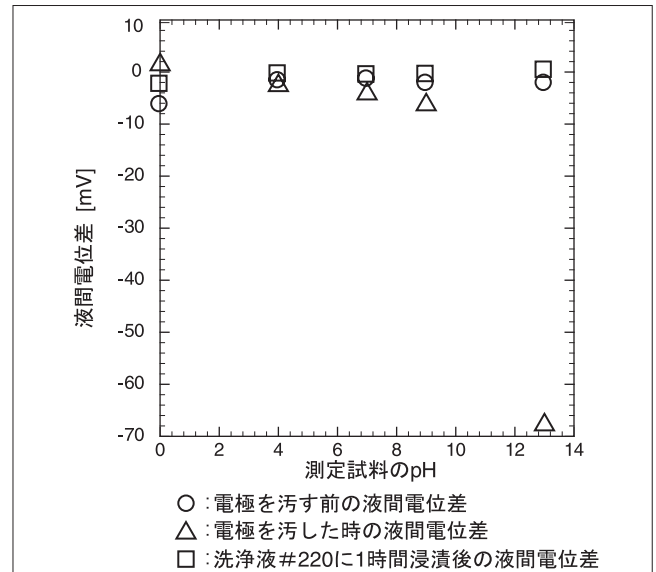


図15 洗浄液#220の性能評価

## 6 おわりに

今日、計測機器に求められている最大の課題は、使いやすさと多様化への対応であろう。今回開発した水質計測器50シリーズは、このような市場ニーズを背景にHORIBAの総力を結集した結果であり、必ずやお客様にお喜びいただけるものと信じている。この50シリーズを開発する過程でいくつもの困難に遭遇したが、乗り越えることができた。その原動力は、HORIBAが創業以来培ってきたノウハウをベースとしたものだが、そのノウハウもまた、結局は市場からの暖かいご支援と、厳しいご指導があったからだと思う。今後ともお客様の生の声をお聞きし、よりユーザフレンドリーな製品の開発を進める所存である。



小林 剛士  
Takeshi Kobayashi  
水質計測開発部  
水質分析チーム



北岡 直美  
Naomi Kitaoka  
水質計測開発部  
水質分析チーム



西尾 友志  
Yuji Nishio  
水質計測開発部  
水質分析チーム