

Readout

HORIBA Technical Reports

創刊記念号 地球環境をはかる

July 1990 ■ No.1

平面型電極を用いた
コンパクトイオンメータとその応用

Compact Ion Meter Using a Flat Electrode :
Applications

富田勝彦・大川浩美・小島淳二

Katsuhiko TOMITA, Hiromi OKAWA, Junji KOJIMA

(Pages24-32)

株式会社 堀場製作所

平面型電極を用いたコンパクトイオンメータとその応用

Compact Ion Meter Using a Flat Electrode : Applications

富田勝彦・大川浩美・小島淳二
Katsuhiko Tomita, Hiromi Okawa, Junji Kojima

要 旨

「化学屋のテスター」感覚の製品コンセプトを指向して開発されたカーディシリーズ pH 計、イオン計及び導電率計を、それらの応用例と共に紹介する。

すなわち、これらの製品の特長は新開発のシート型電極にあり、非常に微量のサンプルでも測定が可能となっている。この特性を活かした応用例として、(1) 酸性雨、(2) 生体分泌液、(3) 紙への適用について述べる。

併せて、従来の卓上型 pH 計のように電極をサンプルに浸して測定することも、微量サンプルで測定することも可能なツイン pH 計についても述べる。

Abstract

This paper introduces the Cardy Series pH Meters, Ion Meters, and Conductivity Meter, and all of which have been developed for with a new line of compact testers for chemical analysis; examples of applications are discussed.

These products feature a newly developed sheet-type electrode, which allows measurements to be made with only a very small amount of sample. The discussion centers on possible applications taking advantage of this feature, including: (1) acid rain, (2) fluid secretions in living bodies, and (3) paper.

Also discussed is a Twin pH meter, which permits measurements to be carried out either by dipping the electrode in a sample (like conventional desk-top pH meters) or by using a very small amount of sample.

1. はじめに

計測機器は、21世紀に向かって、高機能システム化と、軽薄短小及び量産による低価格化との二極化の方向に進んでいる。当社が創業以来リーダー役を果たしてきた pH 計もその例に漏れず、モデルチェンジ毎に新しい機能が付加されてきた。これらの製品は、主に実験室で使われる理化学製品であった。一方、機の引出しにしまっておけるテスターや体温計のようにもっと簡便でしかも野外で測定することが出来る pH 計の開発が望まれていた。

そこで、我々は携帯可能な「化学屋のテスター」をイメージとして全く新しい pH 計の開発を始めた。量産が可能な方式として、シリコンウエハ上に集積回路を構築するようにイオン電極を構成することが考えられる。しかし、我々は信頼

性を重視し、フィルムやシート上にイオン電極を構成すること、すなわち卓上型 pH 計に使用されている従来の棒状電極と同じ原理に基づき、同等以上の性能でしかも長期間使用できるシート型複合電極を組み込んだ超小型 pH 計の開発を目標とした。その結果、カードタイプの pH 計『カーディ』(C-1)を開発した。⁽¹⁾⁽²⁾ また、その技術を応用して、シート型のナトリウムイオン計 (C-122)、カリウムイオン計 (C-131)、硝酸イオン計 (C-141) 及び塩分計 (C-121)、導電率計 (C-172、C-173) を開発した。さらに、従来の卓上型 pH 計のように電極をサンプルに浸して測定したり、カード型 pH 計のように微量サンプルで測定したりすることが出来る pH 計、『ツイン』(B-111、B-112) も開発した。

本稿では、カーディ及びツインについて説明し、生体分泌物、紙などへの応用測定例を紹介する。

また、本号の特集となっている環境問題にちなんで、酸性雨への応用について少し詳しく述べる。

2. 計器について

2.1 電極の構造

多数の特許・実用新案を出願済みのシート型 pH 複合電極の構造を図 1 に示す。

シート型 pH 電極は、図 1 (A) に示すように、ポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate: PET) のシートを 4 枚ラミネートした多層構造をとっている (①~④)。③の PET シートには銀電極が両面に印刷されており、それぞれ応答部に当たる部分が塩化処理され Ag/AgCl 内極となっている。この四層ラミネートの PET 基板内にゲル状内部液 (⑥) を充填し、両面を高温で熔融処理した pH 応答ガラス薄膜をシリコン系接着剤で張り合わせている。一方、比較電極部は、四層ラミネート PET 基板を図 1 (B) に示すように ABS 製のケースに組み込み、主として KCl 溶液からなるゲルを下部容器に充填して PET シート裏側の Ag/AgCl 内極に接触させることにより構成されている。液絡部の素材は高分子多孔質焼結体で、これを PET 基板に貫通させることにより pH 応答部と液絡部が同一面となるようにした。

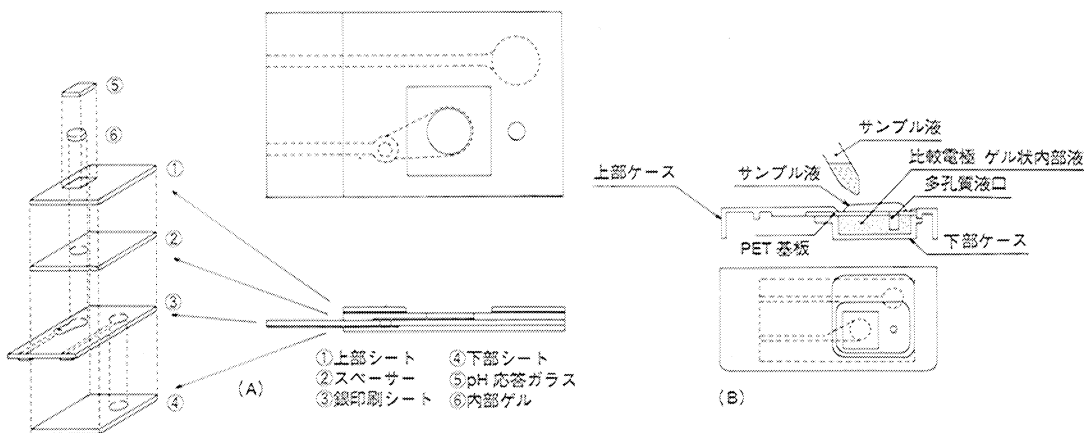


図 1 シート型 pH 複合電極の構造
Structure of sheet-type pH combination electrodes

シート型 pH 電極の応用としてシート型イオン複合電極を開発した。製品化されたのは、ナトリウムイオン、カリウムイオン、硝酸イオンの各濃度計及び塩分計である。これらのイオン電極の応答膜には、ポリ塩化ビニル (polyvinylchloride: PVC) をベースとしたプラスチック固体膜が使用されているため、四層 PET の内の一層 (図 1 (A) - ③) を PVC シートに置き換えている。

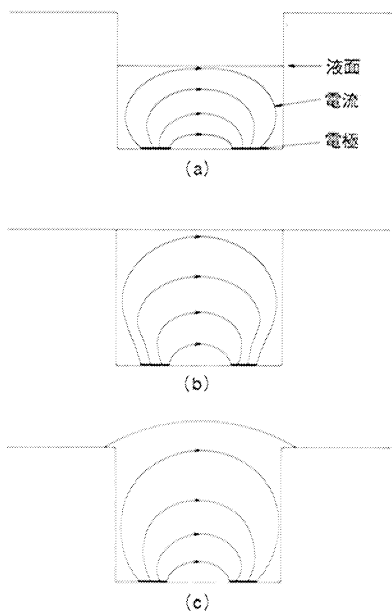


図3 導電率セル中の電流分布
Current distribution in conductivity cell

さらにシート型導電率電極も開発した。測定方式は交流2電極法であり、図2に示すような構造となっている。シート型pH電極と同じくPETシートに銀電極が印刷されており、この上に電極の表面積を増大させ、また耐腐食性電極とするために白金黒めっきされている。導電率電極ではサンプル量が極端に少ないと液面の位置によって電流分布が変化する(図3)ので、微量サンプルとはいえず図2の導電率セルを完全に満たす量(>100 μ l)が必要である。

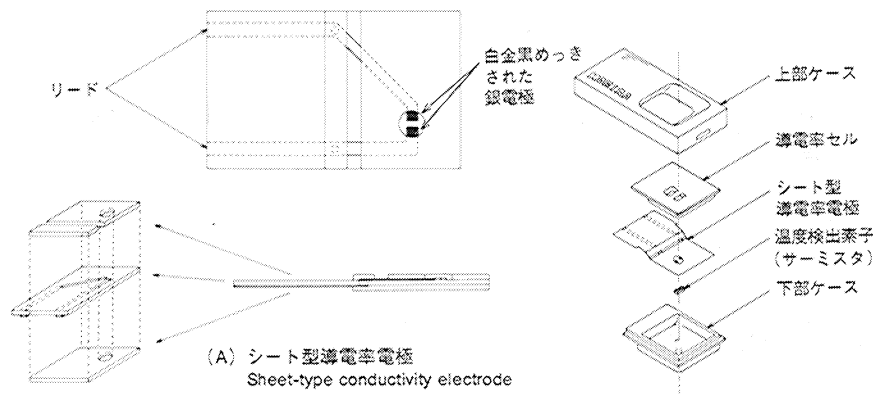


図2 シート型導電率電極の構造
Structure of sheet-type conductivity electrode

(B) 『カーディ』導電率センサ
Cardy conductivity sensor

また、溶液の導電率は常温付近で通常1 $^{\circ}$ Cの温度上昇について約2%増加し、比較的溫度係数が大きいので、PETシート裏面に温度検出素子を取り付けて温度補償している。温度に対する応答特性を図4に示す。

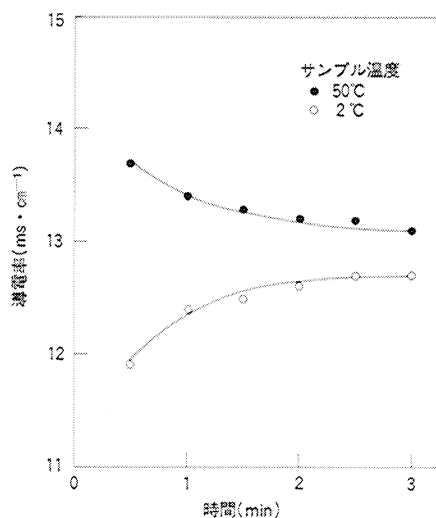


図4 サンプルの温度による導電率測定値の経時変化
(周囲温度25 $^{\circ}$ C下において0.1molのKCL)
(12.9 $\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$)を100 μ l滴下
Time-course changes of conductivity depending on the temperature of the sample
(100 μ l of 0.1 mol KCL (12.9 $\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$) was) titrated at ambient temperature.

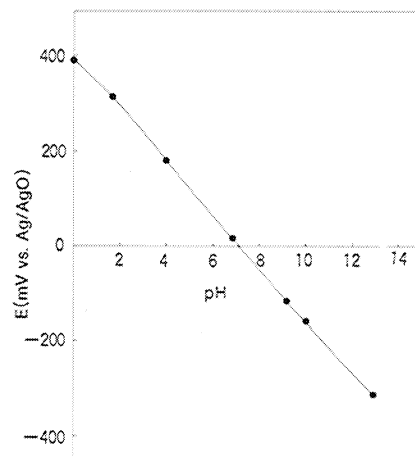


図5 シート型pH複合電極の起電力特性
Electromotive force characteristics of sheet-type pH combination electrodes

2.2 シート型pH複合電極の基本特性

シート型pH複合電極の起電力特性を図5に示す。pH 2~12の範囲で電極の起電力は直線応答を示す。pH 2以下あるいはpH 12以上では直線から若干ずれを示しているが、これは後述の理由で比較電極部に密閉型を採用しているため液間電位差が多少生じやすくなっているためと思われる。図6にサンプル温度が異

なる場合の応答性を示す。これは3℃、25℃、60℃のほう酸塩標準液をカーディ pH 計 (C-1) のシート型 pH 複合電極上にそれぞれ滴下したときの C-1 の指示値の変化をプロットしたものである。このときの室温は25.5℃で、ほう酸塩標準液の25℃での pH は9.18である。いずれの場合も40秒後にはほぼ定常状態となり、指示値も9.2前後ではほぼ一致することがわかる。このことからサンプル量が微量であるとき、サンプルの温度が計器本体の温度 (室温) と異なる場合でもサンプルの温度が比較的早く本体の温度と一致し、正しい測定が行える事になる。したがって C-1 では計器本体の温度を基準にした温度補償回路を組み込んでいる。

カードタイプの最大の特長は微量サンプルで計測できることである。基本的には応答面が濡れて正常なイオン伝導が確保できる溶液厚さで計測が可能である。微量サンプル測定時に問題となるのは主として比較電極内部液の流出によるサンプルの汚染である。カーディの場合サンプル溶液は静止状態となり、また、比較電極内部液はゲル化されているため液絡部からの KCl の流出は非常に少ない。したがって、一般の比較電極に比べサンプルに対する汚染の度合は少ないと考えられる。

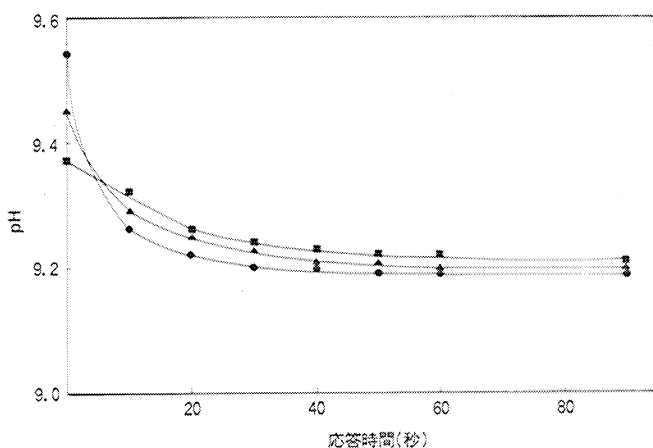


図6 サンプルの温度による pH 測定例
Time-course changes of pH measurement values depending on the temperature of the sample

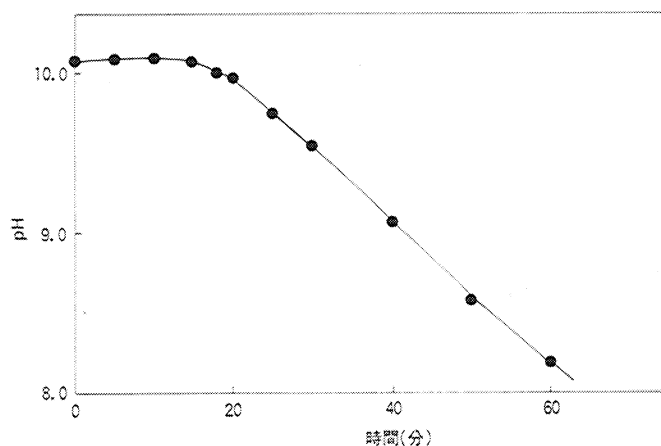


図7 高アルカリガラス表面の pH 測定例
Measuring the pH of a high alkali glass surface

微量サンプル測定の例として図7に高アルカリガラス表面の pH を $50\mu\text{l}$ の純水で測定した結果を示す。測定開始後、ガラス試料表面からアルカリ金属イオンが溶出し、これが水和することにより水酸化物となり pH 10 という高い値を示し、しばらくの間指示値は安定した。しかし、約15分後あたりから徐々に pH 値が低くなっていく現象が生じている。これは空気中の CO_2 の影響等が考えられるが、このような微量サンプルの場合でも短時間に測定をすれば測定が可能であるといえる。微量サンプル計測法では目的とするサンプルイオン濃度、導電率、蒸発によるサンプル量の減量に対する配慮等、精密に測定するときには十分に条件設定する必要がある。しかし、簡易測定の場合、微量サンプルを滴下して測定することは非常に便利で、いままで測定が難しかった試料でも測定が容易となった。

微量測定と浸漬測定の両方が可能なツインタイプの場合には、従来のようにビーカーの中に差し込んでも使えるのでさらに適用範囲が広がったと言える。

2.3 仕様

カードタイプの特徴は、

- (1) 世界で最初のカード型、最小最軽量

(2) 低価格でパーソナルユース

(3) わずか数滴の液で測定ができる

ことなどにある。計器外観を図8(A)に示す。シート型 pH 複合電極は本体下部に組み込まれ交換可能な構造となっている。図8(B)には最近開発されたスティックタイプの pH 計 (ツイン) を示す。電極構造は基本的にはカードタイプと同じ構成であり、カードタイプの特長を生かしかつ従来のように浸漬しての測定も可能となっている。



図8 (A) カーディシリーズ
The Cardy series

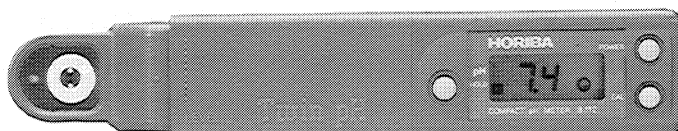


図8 (B) ツイン
The Twin series

表1にカードタイプおよびスティックタイプの pH 計の製品仕様の比較を示す。また塩分計、ナトリウムイオン、カリウムイオン及び硝酸イオンの各濃度計の仕様を示す。これらのイオン濃度計はワンチップマイコンによる演算処理により wt %あるいは ppm 表示を可能にしている。また導電率計は対象測定濃度によりシリーズ化されているが、大きく分類すると河川の水質管理用と土壌や水耕栽培用に適しているものの2種類がある。仕様を表2に示す。

(A) カーディ pH 計
Cardy pH meter

型式名称	C-1
測定方式	ガラス電極法 (JIS Z-8802 III級相当)
表示方式	LCDによるデジタル表示
測定範囲	常用測定範囲 pH 2~12
表示分解能	0.01pH
再現性	±0.1pH
測定温度	室温(5~35℃)
電池	3V×2(リチウム電池CR-2025 2個)約1mWh
本体重量	約40g(付属品を除く)
本体寸法	95mm×55mm×9mm
本体材質	ABS(AS)
保存温度	-10~50℃
保存湿度	<80%RH, 結露しないこと
電池寿命	連続使用 約500時間
付属品	標準液(2種類), 洗浄液(イオン交換水), サンプルシート, ピンセット, スポンジ, 電極保存用シール, 取扱説明書

(B) ツイン pH 計
Twin pH meter

型式名称	B-111	B-112
測定方式	ガラス電極法	—
表示方式	LCDによるデジタル表示	—
測定範囲	pH 2~12	—
再現性	±0.1pH	—
測定温度	5~40℃	—
機能	自動1点校正(校正値バックアップ機能) 自動2点校正(校正値バックアップ機能) 自動2点校正(校正値バックアップ機能) 自動2点校正(校正値バックアップ機能)	自動2点校正(校正値バックアップ機能) 自動2点校正(校正値バックアップ機能)
本体寸法	150mm×27mm×16mm	—
電源	3V×2(リチウム電池CR-2032 2個)	—
本体材質	ABS樹脂	—
付属品	標準液(pH 7), チェック液, 電池, CR-2032 2個, 取扱説明書	標準液(pH 7, pH 4), 洗浄液(イオン交換水), 電池CR-2032 2個, サンプルシート, ピンセット, スポンジ, 取扱説明書, 収納ポーチ

(C) カーディ塩分計
Cardy salt content meter

型式名称	C-121
測定方式	Naイオン電極法
表示方式	LCDによるデジタル表示
測定範囲	常用測定範囲 NaCl 0.1~10%(wt/wt)(水溶液)
表示分解能	0.01%(0.1~0.99%), 0.1%(1.0~9.9%), 1%(10~25%)
測定温度	室温(25℃)
電源	3V×2(リチウム電池CR-2025 2個)約1mWh
本体重量	約40g(付属品を除く)
本体寸法	95mm×55mm×9mm
本体材質	ABS(AS)
電池寿命	連続使用 約500時間
付属品	標準液(2種類), 洗浄液(イオン交換水), サンプルシート, ピンセット, スポンジ, 取扱説明書

(D) カーディイオン計
Cardy ion meter

型式名称	C-122(ナトリウム), C-131(カリウム), C-141(硝酸)
測定方式	イオン電極法
表示方式	LCDによるデジタル表示(2桁)
測定範囲	10 ⁻³ ~10 ⁻¹ mol/l(左記測定範囲外でも使用可能)
周囲温度条件	室温(5~35℃), 室温にて温度補償
表示範囲	0~99×100ppm
表示分解能	1ppm(0~99ppm), 10ppm(10~99×10ppm), 100ppm(10~99×100ppm)
電源	3V×2(リチウム電池CR-2025 2個)約1mWh
本体重量	約40g(付属品を除く)
本体寸法	95mm×55mm×9mm
本体材質	ABS(AS)
電池寿命	連続使用 約500時間
付属品	標準液(2種類), 洗浄液(イオン交換水), サンプルシート, ピンセット, スポンジ, 電極保存用シール, 取扱説明書

表1 カーディシリーズおよびツインシリーズの仕様
Specifications of Cardy series and Twin series

型式名称	C-172	C-173
測定範囲	0~199 0~1990(2レンジ切換)	0~1.99 , 0~19.9
表示分解能	1 10	0.01 , 0.1
測定単位	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mS/cm
測定方式	交流2極法	—
精度	$\pm 2\% \text{FS}$ (10 mS/cm 以上は $\pm 3\% \text{FS}$) $\pm 1 \text{ digit}$ (25 $^{\circ}\text{C}$)	—
温度補償	自動2%/ $^{\circ}\text{C}$ (換算基準温度25 $^{\circ}\text{C}$)	—
測定温度	室温	—
電源	3V \times 2 (リチウム電池 CR-2025 2個)	—
本体重量	約40g (付属品を除く)	—
本体寸法	95mm \times 55mm \times 9mm	—
本体材質	ABS (AS)	—
電池寿命	連続使用 約200時間	—
付属品	標準液, 洗浄液 (イオン交換水), ドライバー, スポイド, 取扱説明書	—

表2 カーディ導電率計の仕様
Specifications of Cardy conductivity meter

3. 酸性雨への応用

3.1 酸性雨について

まず酸性雨について文献を参考にして概説する。

汚染物質を含まない水は、大気中に存在する二酸化炭素 (約340ppm) と平衡にあると考えられ、それが飽和した場合の pH は、約5.6である (0 $^{\circ}\text{C}$, 1気圧)。従って pH 5.6より低い pH を示す雨水は酸性雨と言えるが、自然界より供給される酸性物質が恒常的に雨水に取り込まれるので、一般には pH 5より低い場合に酸性雨と言うことが多いようである。

酸性雨は、硫黄酸化物、窒素酸化物、塩化水素及び炭化水素等の大気汚染物質が溶け込むことによって生ずる。もともと大気汚染発生源としては、海、土壌及び火山等の自然源もあるが、近年は自動車及び工場等の人工発生源が問題となっている。

大気中に放出された硫黄酸化物及び窒素酸化物は、気相中、液相中 (霧水及び雨水の中) あるいはエアロゾルのような固体表面で反応して、最終的に硫酸及び硝酸となる。この反応において、OH ラジカル、オゾン、過酸化水素及び金属等が重要な役目を果たしている。霧滴、雨滴及び雪片は、上記の反応生成物を含むエアロゾル及び各種ガスを取り込み、やがて酸性雨として降ってくる。

以上が、酸性雨の生成機構の概略である。

3.2 人工酸性雨による実験

雨水の pH 測定は、汚染が進んだ場合を除けば、一般的にはイオン強度および pH 緩衝能が低いため、計器ごとに指示差 (器差) があったり、指示値が不安定になりがちであるとの指摘があった²⁾。しかし、雨水の pH 測定に関して、測定上の注意等を含めた具体的な方法が決められていないのも事実である。

従来から、雨水の pH は、卓上型の pH 計で測定されることが多かった。そこで、器差及び指示値の安定性を確認するために、カーディあるいはツイン及び卓上型の計器を用いて、人工酸性雨のサンプルについて pH を測定し、比較した。

pH 計は、卓上型の F-16 とツインの B-112 を用いた。結果を表3に示す。両者の指示値はよく一致し、指示が安定するまでの時間も約2分であった。

なお、F-16 と組み合わせて使用した pH 電極は、導電率の低いサンプルにも

サンプル	pH 計指示値/pH	
	pH 計の種類	
	卓上型 F-16	ツイン B-112
イオン交換水	5.53	5.6
酸性雨 A	5.21	5.2
酸性雨 B	4.07	4.0
酸性雨 C	3.03	3.0
酸性雨 D	4.92	4.9

表 3 人工酸性雨のpH測定結果
pH measurement results of artificial acid rain

サンプル	導電率計指示値/ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	
	導電率計の種類	
	卓上型(ES-12)	カード型(C-172)
イオン交換水	1.42	2
酸性雨 A	3.86	3
酸性雨 B	39.7	36
酸性雨 C	410	410
酸性雨 D	27.9	27

表 4 人工酸性雨の導電率測定結果
Conductivity measurement results of artificial acid rain

適したスリーブ形の液絡部を有する6367-10Dである。F-16による測定はビーカーで行い、B-112による測定はサンプルを滴下して行った。イオン交換水は、空気飽和させたものである。酸性雨A～Cは、佐藤らの人工酸性雨⁹⁾を参考にして調製した。酸性雨Cの組成は、 $\text{H}_2\text{SO}_4: 5 \times 10^{-4}$, $\text{HCl}: 3 \times 10^{-4}$, $\text{HNO}_3: 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ である。酸性雨AおよびBは、酸性雨Cをそれぞれ100倍および10倍希釈したものである。酸性雨Dの組成は、多成分であるため詳細を割愛するが、酸性雨データ解析グループによる各種イオン年平均濃度(昭和61年～62年度)調査⁹⁾によるデータに基づいて調製したものである。

さらにpHの場合と同様に、導電率についても卓上型及びカード型を用いて比較試験を行った。その結果を表4に示す。両者の指示値はよく一致していることがわかる。

なお、用いた導電率計は卓上(ポータブル)型ES-12及びカード型C-172であった。

3.3 天然雨水の測定

前述の試験の結果、カーディあるいはツイン・シリーズは、酸性雨の測定に関して、性能的に卓上型計器と遜色の無いことが分かった。そこで、当社(京都市)において、天然雨水の測定を行った。

pHおよび導電率の測定は、それぞれC-1及びC-172で行った。雨量の測定は、

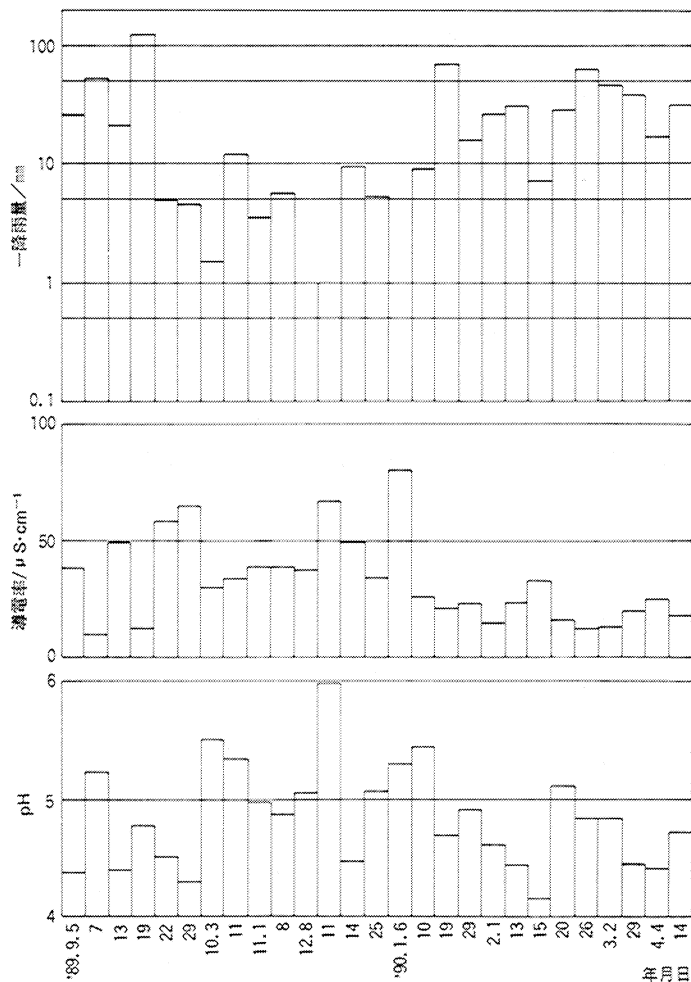


図 9 カーディ(C-1)による天然雨水の測定結果
Measurement results of natural rain by Cardy (C-1)

(株) いすゞ製作所製の転倒ます型隔測自記式雨量計及び自記電接計数器 CE-1Dで行った。測定の手順は、次の通りである。予め屋外に市販の降雨検知器を設置しておき、降雨が検知されると、清浄な300mlビーカを雨水採取場所に放置し、雨水を採取した。なお、ビーカは、洗浄後イオン交換水ですすぎ、乾燥したものである。雨水の採取場所は、当社の二階建て建屋の屋上であり、しずく及び雨水の跳ね返りが入らない場所を選んだ。一降雨が終了した後、pH および導電率を測定した。

結果を図9に示すように、pH 5以下の酸性雨も見られることがわかった。

以上の結果、総て成分を分析するには至っていないが、酸性雨に関して最も重要な分析項目である pH 及び導電率について、大がかりな道具を使用せずに、しかも数滴のサンプルで測定できることがわかった。このことは、地域モニタリングによる酸性雨の調査研究に大きく寄与するものと考えられる。

ただし、雨水の採取方法は、国内外を問わず統一化されていない状況にあるので、今後調査研究の目的に応じて、例えば地域モニタリングのための採取方法など、統一化が必要と考えられる。

4. その他の応用例

4.1 生体分泌物、特に涙

動植物、特に我々の身体から分泌される液体の pH やナトリウムイオン、カリウムイオンの濃度を知ることは、非常に重要なことである。しかし、生体分泌液そのものの量がわずかであるため、今までは高価な測定器でしか測ることができなかった。また、個人差が大きく、平均値(標準値)そのものも血液中のナトリウムイオン、カリウムイオンのようには十分には把握されていないと言える。

図10にカーディの pH 計 C-1 を使って、健康者93例、155眼の涙の pH について、年齢差毎に測定した結果例を示す。その結果、涙液の pH は、最高8.23、最低7.23、平均 7.75 ± 0.19 で、男性 7.80 ± 0.18 、女性 7.72 ± 0.19 で性別の有意差は認められない。

その他、唾液、ちつ液及び乳液などにも適用が可能である。

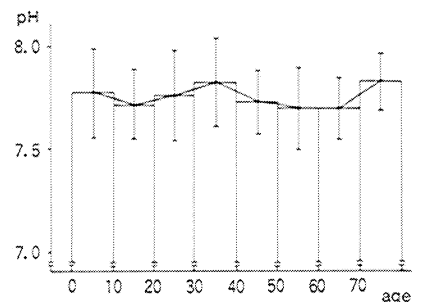


図10 カーディ(C-1)による涙のpH測定例
pH measurement results of human tears by Cardy (C-1)

4.2 紙等

紙や布及び固体などの場合、直接 pH を測定することは困難である。従来は、50~100mlのイオン交換水にサンプルを浸したり、あるいはすりつぶしたりして、可溶成分を抽出することによって pH の測定を行っていた。

シート型電極は、サンプルを載せて、そこをイオン交換水で湿らせることにより、イオン交換水中へ可溶性成分が溶出し、pH の相対的な測定が可能となる。図11に紙の pH 測定について、従来 JIS 法の冷水抽出方式との相関データを示す。但し、この方法は、色々な紙サンプルに対して常に同じ相関があるとはかぎらないようであり、あらかじめ確認が必要である。

4.3 イオン濃度計及び導電率計の応用

海岸近くの建物は、海からの風雨によって建物の表面が塩類によって生じたイオンにより汚染されており、塗装面が酸化されやすい。酸性雨などによる森林や農作物への被害もイオン汚染の一種と言える。また、人間の皮膚についても、肌の保護のために pH 測定が試みられている。このように種々の材料の表面のイオン汚染の状況を計測する必要性が大きくなってきた。

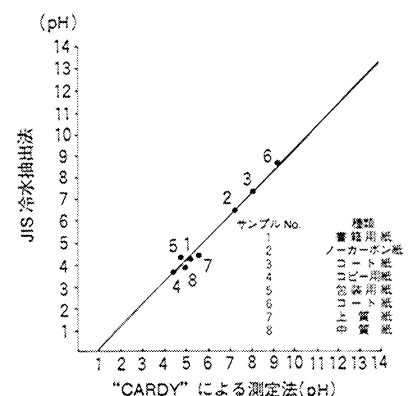


図11 カーディ(C-1)による各種の紙の pH 測定値と JIS 冷水抽出法による測定値との相関関係
Correlations between pH measurement results of various types of sheets by Cardy (C-1) and measurement values obtained in the JIS cooled water extraction method

測定部分	塩分計
	(w/w%)
手の平	0.44
腕	0.13
ほほ	0.24
額	LL
腹	LL
太股	LL
すね	0.14
足の甲	LL
足の裏	0.11

表5 カーディ塩分計による皮膚表面の塩分測定例
(LLは測定範囲(<0.1wt%)を示す)
Measuring the salt content on the surface of human skin by Cardy Salt Meter
(LL shows the measurement range(<0.1 wt%))

サンプル	導電率
水道水	100~200 μ S/cm
純水	0.1~2.0 μ S/cm
雨	5~100 μ S/cm
プールの水	100~500 μ S/cm
熱帯魚水槽の水	0.1~5.0 mS/cm
土壌	0.5~2.5 mS/cm
稲耕栽培の水	1.0~3.0 mS/cm
汗	10.0~20.0 mS/cm
コーヒー	0.2~2.0 mS/cm
紅茶	
日本茶	

表6 カーディ導電率計による種々のサンプル測定例
Measurement examples of various samples by the Cardy Conductivity Meter

このような界面イオンの濃度を簡便に計測する手段としても、前述のpH測定の場合と同じ様な操作で測定ができる。材料表面をイオン交換水で湿らせたサンプリングシート(清浄な不織布)で何回かよく拭き取り、その表面を測定する方式である。一例として表5にカーディの塩分計C-121による皮膚表面の塩分濃度を測定した結果を示す。この場合測定は、測定部分にサンプリングシートをおき、イオン交換水を三滴滴下したのち、ピンセットを用いてサンプリングシートで測定部分を4~5回拭き取り、それをセンサ上に乗せて行った。

また、水溶液にとけ込んでいるイオンすべての汚染度を知らうとするときには電気伝導度測定は非常に便利な手法である。表6に参考として、カーディの導電率計C-172、C-173で種々のサンプルの測定結果を示す。

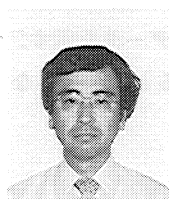
5. おわりに

pH計や各種のイオン濃度計はこれまで主に研究室や病院での臨床検査、工場のプラントの生産管理などに使われてきたが、カーディシリーズやツインのような手軽な計器によってさらに身近なところにも用途が広がるであろう。イオン濃度を知ること、特にpHやナトリウム、カリウムなどを知ることは我々の日常生活に、医用面に、健康管理に必要な事柄である認識が次第に広がってきている。塩分のとりすぎの問題はその先駆けである。しかしこれらが体温計のような日常身近な計器として受け入れられていないのは、計器のハード面と共に、ソフト面すなわちその使い方、方法にも改善すべき点があるためと思われる。今後我々もさらに幅広いセンサ群、計測器の開発を進めるとともに、ソフト面の充実にも力を入れて行きたいと考えている。

最後に、本稿の執筆に当り多大なご協力をいただいた、中根、矢田、中西、萩原、中島の各氏に深く感謝します。

引用文献

- 1) 富田、小谷他、イオン電極研究、イオン選択性シンポジウム特集号、Vol. 3, p.16 (1988)
- 2) 小谷、富田他、第49回分析化学討論会予稿集、p.485 (1988)
- 3) 神山他、第23回大気汚染学会講演要旨集、p.257 (1982)
- 4) 佐藤一男、大岸弘、環境科学会誌、Vol. 3, p.37 (1990)
- 5) 北村守次、加藤拓紀、第30回大気汚染学会講演要旨集、p.303 (1989)
- 6) 布出、小橋、松本、小島、東、眼科臨床医報、Vol.82, No. 4, p.648 (1988)
- 7) 紙パルプの技術、Vol.38, No. 2, p1 (1988)



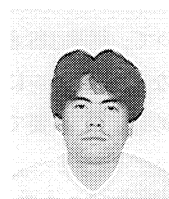
富田勝彦

開発本部ハード開発部課長
昭和19年8月1日生
立命館大学理工学部化学科



大川浩美

開発本部開発2部課長
昭和22年8月22日生
名古屋大学工学研究科化学工学専攻



小島淳二

開発本部ハード開発部
昭和36年5月14日生
大阪府立大学農学研究科農芸化学専攻

