

# 「酸・アルカリ・塩」を効果的に学習させる方法の検討

－自作簡易pH表示装置を中心として－

竹島寛志

簡易pH表示装置の製作を中心として、中学校理科「酸・アルカリ・塩」での効果的な指導方法の検討を行った。高入力インピーダンスアンプ、pH測定用自作ガラス電極、デジタルテストもしくは発光ダイオードとの組み合わせにより、pH2～10の範囲で、身の回りの食品の酸性、アルカリ性の度合調べ、中和反応実験、環境調査におけるpH調べなどに用いることができる。

[キーワード] 中学校 理科 中和 pH

## 1. はじめに

新しい中学校学習指導要領に基づいた教育課程では、観察、実験などを一層重視しており、生徒が直接経験する機会を増やすなど、自然の事象を理解させるような指導計画の開発と、問題解決の為に生徒の主体的活動を促す指導法の工夫が必要である。ここでは、「酸・アルカリ・塩」に視点をあて、効果的な指導方法について検討した。

## 2. 実験

### 2.1. 高入力インピーダンスアンプの製作と性能

pH測定用ガラス電極は微弱な電流を出力するので、インピーダンスの大きなオペアンプに入力する必要がある。ここでは、岡山県教育センター中塚指導主事が提唱のOP-CA3140Eを用い、図1の回路の増幅装置を組み立てた。

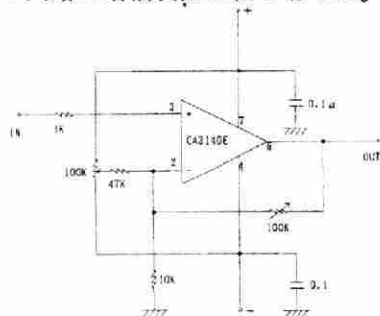


図1 高入力インピーダンスアンプの回路図  
高入力インピーダンスアンプを鉄製缶でシールド後、市販ガラス電極、デジタルテストと接続し、次に、標準緩衝溶液に電極を浸し、増幅電圧を測定したところ、図2に示すような直線関係が得られた。

図2は、pHと出力増幅電圧の関係を示すグラフである。横軸はpH値（2から14）、縦軸は増幅電圧[V]（0から2.50）を示している。データ点はほぼ一直線上に並び、pHが1単位増加すると電圧が約0.25V増加していることが確認できる。

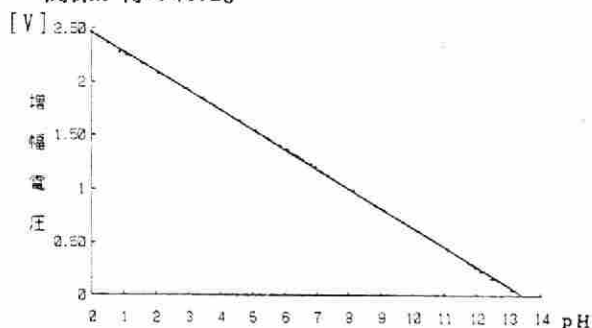


図2 pHと出力増幅電圧

### 2.2. pH測定用自作ガラス電極の製作

比較電極及びガラス電極を製作し、その精度について検討した。pH値と電位差の測定結果を図3に、電極の構造断面を図4、5に示す。

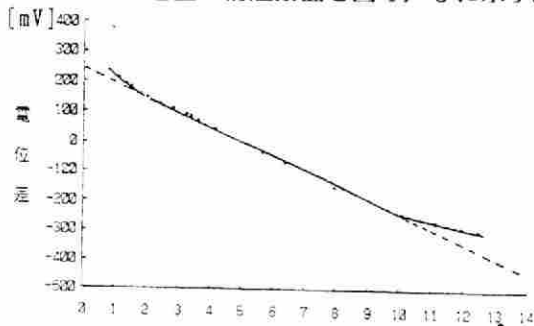


図3 pH値と電位差の関係

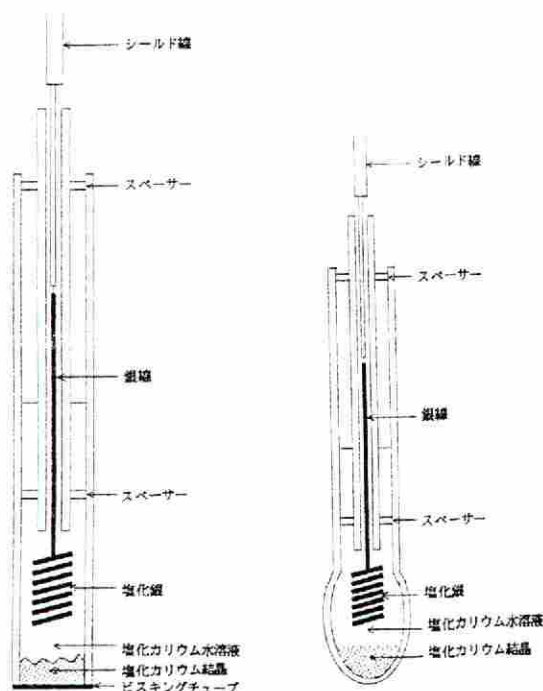


図2 比較電極の構造断面

図3 ガラス電極の断面構造

自作電極は、温度を一定(25℃)でpHを変化させたときの電位差は-4.5V~-4.3Vを示し(理論値は0mV)、ほぼ一定値を示した。したがって、pHが変化しても電位差は一定であるという比較電極の条件を満たす。

電位差が理論値と一致しない理由は、内部液の濃度の減少と塩化銀の溶解があげられる。電極の電位差の変化は、内部液に飽和溶液を使用し飽和状態を保つために結晶を入れておくこと、塩化銀の溶解防止のために塩化銀の結晶を入れておくこと、電気分解した直後の塩化銀を使用することで防ぐことができる。

また、ビスキングチューブを液絡部に使用すると塩化カリウムの流出速度が速い為、反応速度が大きいという長所はあるものの、測定時間が制限されるという欠点もある。

自作ガラス電極はpHと電極の電位差の間に直線関係が成立する。しかし、pH値2以下または10以上では、直線関係からはずれる。この理由は、ガラスによるアルカリ誤差が生じたためと考えられる。

また、内部液に塩化カリウム飽和溶液、電解分解直後の塩化銀を使用すると、自作ガラス電極は、再現性良く同じ電位差を生じた。

2.3. 高入力インピーダンスアンプ、自作電極、デジタルテスタ(発光ダイオード)の組み合わせによるpHメーターの代替利用

自作装置と市販pHメーターとの実測値は、表1に示すようにpH0.2程の差異が認められた。

表1 自作装置と市販pHメーターの比較

試料No	自作装置測定値	pH換算値	市販pH計測定値
1	-19 mV	5.15	5.38
2	-9	4.95	4.87
3	-73	6.25	6.09
4	-48	5.78	5.56
5	-28	5.33	5.27
6	+7	4.62	4.75
7	-39	5.56	5.71
4.01	+37		4.01
6.86	-103		6.86

また、図6に示す簡易pH表示装置においても、身の回りの食品の酸性、アルカリ性の度合調べや中和反応実験での利用、環境調査におけるpH調べなど用いることができると思われる。

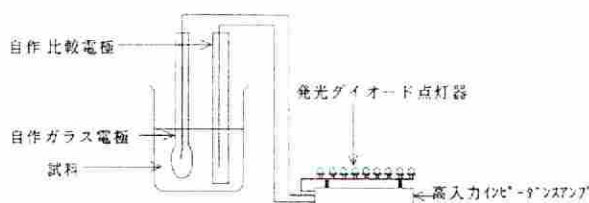


図6 簡易pH表示装置

#### 4. おわりに

pH計は高価であるが、自作すると精度的にはやや劣るが低価格で製作することができる。また、pHを発光ダイオードの点灯などで代用すれば、中学校での学習で十分活用することができる。(文責 化学研究室)