

# 空気亜鉛電池式酸素センサはなぜ生まれた？

手軽で繰り返し使えるものを目指して

これまで理科教育で酸素を測定する場合には、気体測定器という装置が広く活用されてきました。気体測定器は気体検知管と、検知管に気体を取り入れる吸引器で構成されています。

気体検知管の利点は、酸素測定の際に感度調整（事前に感度と精度が校正され、管理されている）を必要としないことです。そのため誰でも測定でき、測定結果に個人差が生じないというのが大きな理由です。気体検知管は、一定内径のガラス管に検知剤を緊密に充填したものです。ガラス管の両端を熔封し、表面に濃度目盛りが印刷されています。

使用する際は、気体検知管の両端を折り取って吸引器に接続し、気体検知管に一定量のサンプル空気を吸入します。すると、サンプル空気中の酸素は検知剤と直ちに化学反応を起こし、気体検知管の入り口から変色します。吸引器による空気の取り込みを終えたら、検知剤の変色した層の先端に当たる位置から濃度目盛りを読み取ります。直読式となっていますが、計測表示がアナログであるため、濃度目盛り通りに瞬時に読み取ることが難しい場合があります。

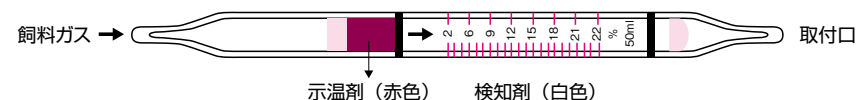
これまでも理科教育に使えるデジタル表示の酸素センサはありましたが、高感度ながらも大型で、非常に高価なものしかありませんでした。そこで私が目指したのは、理科実験に適した小型・安価でありながら、感度が高い酸素センサをつくることでした。

着目したのは、補聴器の電源としてごく一般的に使われる空気亜鉛電池です。空気亜鉛電池は1個当たりの単価が安く、電池の寿命時間内であれば何度でも測定できます。酸素濃度の校正も簡単に行うことができ、誰でも簡単に扱える操作性に優れた理科教育専用の酸素センサです。このようなことを背景に空気亜鉛電池式酸素センサが誕生しました。

要点  
BOX

- 気体検知管の目盛りを読み取るには少々コツが必要
- 酸素センサはデジタル表示ですくわかる
- 小型で安価なところも大きな長所

気体検知管による測定



空気亜鉛電池式酸素センサ



用語解説 ▶ 検知剤：検知剤とは、十分に精製されたシリカゲルやアルミナなどの細粒に反応試薬を吸着させたもので、測定しようとする気体と鋭敏な変色反応を行うもの

# いつでもリアルタイムで測定できる

## 酸素濃度の推移が連続的にわかる!

現在、理科教育の現場では、酸素について学習する場面で気体測定器を使った実験を行っています。吸引器と気体検知管からなる気体測定器により酸素濃度を測るもので、この方法は学習指導要領にも記載されています。

気体検知管はガラス容器でできており、試料ガスの取り入れ口と吸引器取り付け口の両端のガラスをカットします。気体検知管を吸引器に接続し、大気中の空気を検知管に吸入するために吸引器のハンドルを一杯引きます。そして吸引器から気体検知管を外し、1分ほど待ってから測定します。

酸素濃度の読み取りは、目盛りの色が変わっている先端部分の数値を直読して行います。もし色が変わっている先端の部分が斜めの場合は、斜めの部分の中間を読み取るようにします。また色が薄い場合は、濃い部分と薄い部分の中間を読み取ります。表示デバイスがアナログ表示のため、明瞭な値が得にくい場合もあるのです。1点測定するごとに1本の検知管が必要で、測定に時間を要する気体測定器方式は、酸素濃度の変化をリアルタイムに追いかけるような測定は得意ではありません。また、酸素用の気体検知管は吸引時に検知管が熱くなり、火傷に留意することも必要です。

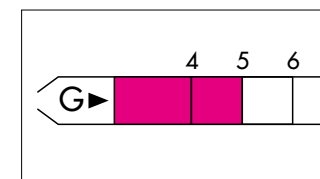
本書で紹介する測定方式は、空気亜鉛電池を用い理科教育用に開発された空気亜鉛電池式酸素センサを核としています。この空気亜鉛電池式酸素センサは、空気亜鉛電池と電池ホルダーを介した基板（外部抵抗）、測定値をデジタル表示するテスターで構成されています。センサとしての応答性が優れているため、酸素濃度の変化をリアルタイムで測定することができます。しかも酸素濃度をデジタル表記しているため、酸素の定量的な扱いが容易です。アナログ表示の気体検知管に比べて、デジタル表示の酸素センサは測定時間が速く、しかも何度でも測定できるという点から優れた方式と言えます。

要点  
BOX

- 1回限りではなく何度でも測定できる
- デジタル表記だから瞬時に読み取れる
- 刻一刻と移り変わる酸素濃度が見える

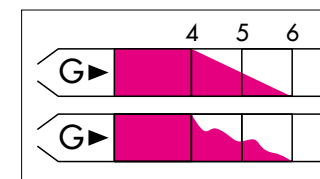
## 検知管の酸素濃度目盛りの読み取り

### ① 変色層先端が平らな場合



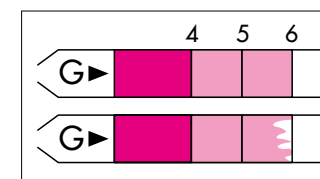
この場合は、測定値 5%

### ② 変色層先端が斜めの場合



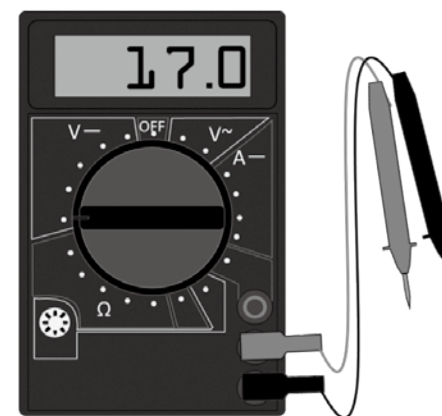
4 と 6 の間で測定値 5%

### ③ 変色層の先端の色が淡い場合



4 と 6 の間で測定値 5%

## テスターによるデジタル表示



デジタル表記だから  
測定値も目で見て  
すぐ確認できるよ



用語解説 ➡ 気体検知管：空気中に含まれる酸素や二酸化炭素などの気体の割合を測定する実験器具の

# 初期・実験コストがとても安い

## 値段を気にせずどんどん測れる気安さが売り

空気亜鉛電池式酸素センサの基本的な構成要素は、空気亜鉛電池と外部抵抗、テスターなどです。消耗部品としては空気亜鉛電池があるだけです。空気亜鉛電池の単価は200円以下で、電池寿命（センサに利用する場合は電流源として使用するため）とされる10時間程度までは何度でも測定できます。

従来方式の気体測定器では1回の測定につき1本の気体検知管が必要になりますが、酸素検知管1本の価格が500円程度かかるため、測定回数に乗じて経費がかさみます（5本入りで3,000円程度が一般的です）。一方、空気亜鉛電池式酸素センサは電池寿命の範囲で何度でも測定でき、気体測定器と比べてコストが安い点が長所と言えます。また、多点測定を行う場合にも気体検知管が何本も必要になり、実験コストは必然的に高くなります。また、気体測定器の初期投資として吸引器を用意しなければならず、そのコストは1台当たり約2万円です。

試算してみましょう。1学級につき32人が在籍していたとします。グループごとに実験を行うこととし、1班を4人編成とすると8班に分かれます。仮に2回測定を行うとすると、初期費用として8班分の吸引器代が16万円、運用費として気体検知管代が8,000円かかることになります。

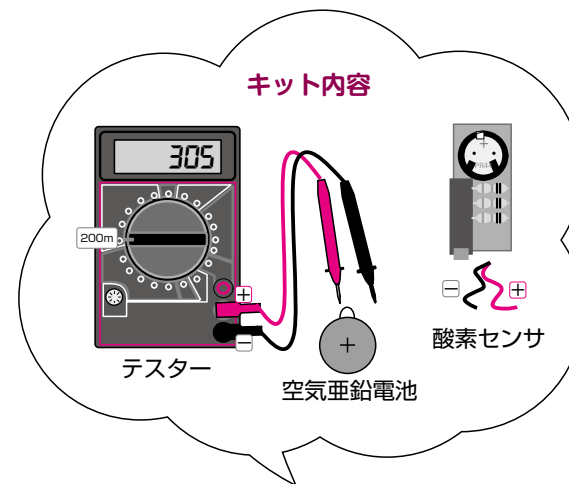
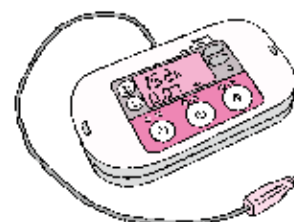
これが空気亜鉛電池式酸素センサの場合は、センサ本体の価格が吸引器と同等程度かかるものの（中には1万円以下で入手できるものもあるようです）、空気亜鉛電池が1個200円程度のため、8班分で1,600円の運用費だけで済みます。人数や回数にもよりますが、気体測定器よりはるかに安いコストで実験できます。空気亜鉛電池式酸素センサは誰でも簡単に扱え、しかも破損しても簡単に修理でき、維持費も最小限で済むようになっています。そのため、多くの子どもたちが専用の“マイセンサ”を持ち、自由気ままに実験することが実現するのです（本項および本項以降で紹介する機器類の価格はあくまで参考です）。

### 吸引器のコスト



先端に気体検知管を装着して気体を吸引する装置で、価格は10,000～20,000円程度

### デジタル式気体測定器のコスト



測定器本体で50,000円前後  
測定検出部の定期的な交換が必要  
(メンテナンス費用がかかる)  
吸引器と同じ発想でつくられている

理科教育用に開発した  
空気亜鉛電池式酸素センサは  
何より安価な点が  
セールスポイント!



要点  
BOX

- 成功しても失敗しても「測定は一度きり」という重圧から解放される
- ランニングコストは電池代(200円)のみ