

## 身近な物で酸とアルカリの実験をしよう

滋賀大学 徳田陽明

### 実験1：pH 指示薬を作って水溶液の仲間分けをしよう

身近な食品を使って pH 指示薬を作り、どのような色の変化が起きるかを確認する。教科書などには紫キャベツを利用した酸とアルカリの実験が載っている。生徒になじみのある野菜でかつ色もはっきり変化するため、良い教材である（そのほかにもアサガオやアジサイでも可）。ただ、生ものを使うため管理にやや手間がかかるという問題もある。

今回の実験では、いつでも手に入る食品としてマローブルー、黒マメ、ターメリック（ウコン）を取り上げ、これらが pH 指示薬として使えることを確認する（文献 1）。その他、紫芋パウダー、赤ワインも用意したので興味があれば試すこと。

#### 準備物

市販品：重曹、クエン酸、クリアファイル、ビニールテープ、ハサミ、スポイト（醤油差し）、マローブルー、黒豆、ターメリック（ウコン）、お湯、紙コップ、紫系の野菜など、電子レンジ（無くても良い）、油性マジック、紫芋パウダー、赤ワイン

判別したいもの：クエン酸水溶液、重曹水溶液、重曹を煮沸したもの、サンポール（その他の例ではキッチンドメスト、キンカンなど）

理化学用品：リトマス試験紙

#### 指示薬の作り方

50 mL の水を入れた紙コップ（およそ紙コップ半分程度）を 3 つ用意する。これらのコップにマローブルーと黒豆（の皮）、ターメリックをそれぞれ入れて、数分待つ。黒豆の色の出が悪いときには電子レンジで沸騰しない程度に暖める。カップに内容物の名称をマジックで記載する。色が出るのを待っている間に次の作業を行う。

#### 実験準備

紙コップ 4 つを用意する。そのうちの 1 つにプラスチックスプーン 1 杯の重曹（炭酸水素ナトリウム）を水 50 mL に入れて煮沸し（電子レンジで加熱する）、炭酸ナトリウム水溶液を作る。残り 3 つの紙コップにスプーン 1 杯のクエン酸と水 50 mL、スプーン 1 杯の重曹と水 50 mL、サンポール適量を入れる。カップに内容物の名称をマジックで記載する。用意した液体の液性がわからない時はリトマス紙で確認する。

次に、シャーレの代わりにするため、透明のクリアファイルを半分に切り、ビニールテー

テープを貼って区分けする（8分割）。

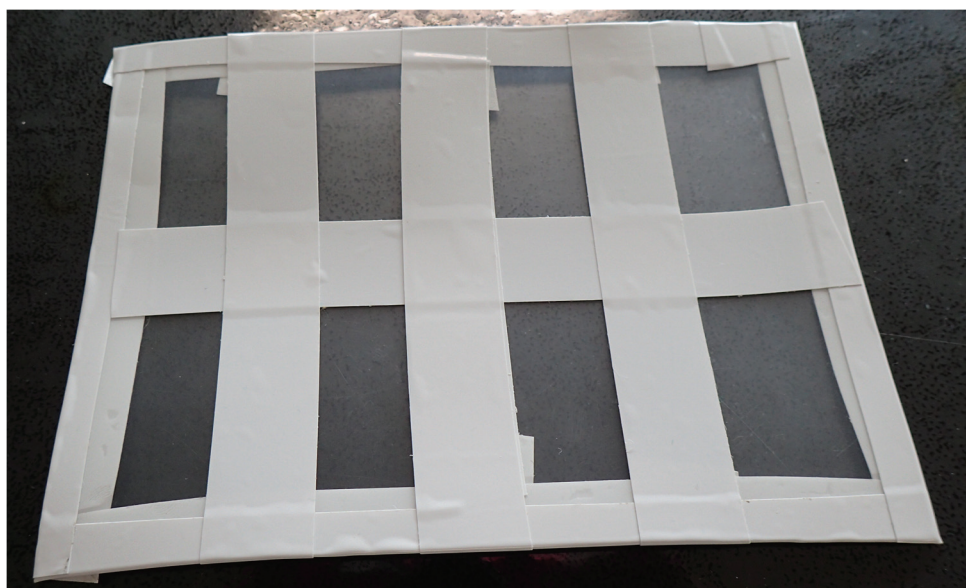


図 クリアファイルにビニールテープを貼り、8分割に区分けをしたもの。  
ビニールテープを貼っていない箇所に水溶液と指示薬を滴下する。

#### 実験操作

判別したいものをクリアファイルで作ったシャーレに入れ、何を入れたかをマジックでビニールテープの箇所に記載しておく。作った指示薬（マローブルー、黒豆、ターメリック）を滴下し、色の変化を観察する（判別できるものと判別できないものがあるかもしれない）。滴下に用いたスポイトに何が入っているかを記載しておく。

#### 終了時

終了後、クリアファイルを紙で拭き取り、水洗いする。そのまま廃棄して良い。なお、作った pH 指示薬は次の実験で使うので置いておく。

#### 参考文献

[1] <http://www.esnet.ed.jp/center/shiryo/uploads/shokubutsushikiso.pdf>

## 実験2 持ち運べる pH 指示薬をつくろう

実験1のようにして作った植物由来の指示薬(文献1)は時間とともに退色し、長期保存することが難しい。また、液体なので、子どもたちがこぼす可能性もある。指示薬を人工イクラの中にとじこめて、持ち運びができるものを作り、指示薬として使えることを確認する(文献1, 2)。

### 準備物

理化学用品：アルギン酸ナトリウム、塩化カルシウム、デイスポ反応板、デイスポスポイト

市販品：実験1で準備した pH 指示薬、水

### 実験準備

実験1で準備した pH 指示薬 25 mL (作ったものの半分) に対して 0.25 g (スプーンの後ろの柄の部分 1 杯) の割合でアルギン酸ナトリウムを入れ、よくかき混ぜる(完全に溶けるまで行う)。紙コップに水 100 mL (コップの 8 割程度) を入れ、20 g (スプーン 6 杯) の塩化カルシウムを溶かす。カップの内容物の名称をマジックで記載する。

スポイトでアルギン酸ナトリウムを加えた pH 指示薬を塩化カルシウム水溶液に滴下する。できた指示薬(人工イクラ)をコーヒーフィルタで濾過し、さらに水を流して良く洗う。

### 実験操作

判別したい液体をデイスポ反応板に滴下する。人工イクラを加えて色の変化を観察する。

### 補足

おむつなどの高吸水性樹脂、水で膨らむビーズ(ぷよぷよボール、アクアジェリービーズ)なども利用可能である。

### 参考文献

[1] <http://www.esnet.ed.jp/center/shiryo/uploads/shokubutsushikiso.pdf>

[2] <http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/~elegance/jikkensp10/jinkouikura.html>

### 実験3：ペーパークロマトグラフィで色素を分離しよう

水性ペンのペーパークロマトグラフィを行って、ペンの成分の分離を試みる（文献1）。粒子の概念を理解させる実験である。また、分離した成分が酸やアルカリによってどのように変化するかを確認する。

#### 準備物

市販品：蛍光ペン（百均のものに限る）、水性ペン（黒）、コーヒーフィルタ（ろ紙の代用品）、好みの指示薬、紫外 LED（amazon で 1,000 円程度）、プラカップ（小さいものが良い）

#### 実験操作 1

コーヒーフィルタを細長くハサミで切る。黒の水性ペンで印（小さな点が良い）を下から 1 cm のところに付ける。5 mm 程度の高さまで水をプラカップに入れる。コーヒーフィルタを水につけてしばらく待つ（このとき、付けた印を水に浸さない）。どのような結果となるか観察する。

#### 実験操作 2

一枚のコーヒーフィルタに黄と緑の蛍光ペンで点を同じ高さに付けて水に浸すとどのようなようになるか。結果をよく観察する（これらの蛍光ペンに共通するところと異なるところは何か）。必要があれば LED で紫外線を照射し、蛍光の見え方を観察する。

#### 終了時

ペーパークロマトの紙は捨てないで置いておくこと（次で参照する）。

#### 参考文献

[1] <http://www2.tokai.or.jp/seed/seed/minna6.htm>

## 実験 4：固体酸触媒で蛍光色素とフェノールフタレインを作ろう

固体酸触媒であるゼオライトを用いて、濃硫酸を用いることなく有機分子を合成することができる。作った分子を酸性、アルカリ性の水溶液に溶かし、色の変化を観察する。

### 準備物

理化学用品：ゼオライト，無水フタル酸，レゾルシノール，エタノール，試験管，ガスバーナー，ビーカー（試薬は無償頒布可）

市販品：紫外 LED，蛍光ペン

### 実験操作 1（フルオレセインの合成）（文献 1，2）

試験管にゼオライトをマイクロスポーテル 1 杯分入れる。ガスバーナーで試験管を加熱し、曇りが無くなるまで待つ（この操作でゼオライトが活性化する）。次にガスバーナーでビーカーに入れた水を加熱する。試験管が冷えたら、無水フタル酸とレゾルシノールをマイクロスポーテル 1 杯ずつ試験管に加える。この試験管を沸騰水中に入れて加熱する（水の量は少量にし、短時間で沸騰するようにする）。橙色になれば合成完了である（5～10 分程度）。試験管にエタノールを加えて作った分子を溶解する。この溶液をディスポシャーレの 2 箇所に入れる。これらに炭酸ナトリウムまたはクエン酸をそれぞれ加えて紫外 LED で照らしてみる。このような分子が蛍光ペンで利用されている。

### 実験操作 2

蛍光ペンやチェックペンで酸とアルカリのチェックができることを確認したい。どのようにすれば良いか。実験 3 で蛍光ペンの色素を分離したものに酸やアルカリを付けるとどのようになるか。

### 実験操作 3

カップに水を入れ、黄色の蛍光ペンの先を浸して、蛍光色素を水に溶かす（紫外線 LED をあててみる）。この溶液にクエン酸を入れて色の変化を観察する。さらに煮沸した重曹を加えて色の変化を観察する。

### 参考文献

[1] <http://www.chem.hak.hokkyodai.ac.jp/catal/course/fluorescein.html>

[2] <http://www.chem.hak.hokkyodai.ac.jp/catal/CatChem09Preprint.pdf>

## 後片付けについて

### 実験 1～3 の液体, 固体

全て食品や洗剤なので可燃/不燃ゴミ, 排水として処理が可能である(自治体の廃棄区分に従うこと)。下水処理や焼却処理に負荷をかけないように, 用具についた液体はできるだけ少量の紙で拭き取り, 廃棄する。

### 実験 4 の液体, 固体

試薬等は実験ゴミとして処理する。

### ディスポーザブルの用具

適切に洗浄したものを可燃/不燃ゴミとして処理する。

## 今回紹介した実験の再活用について

実験 1～4 を単独で取り出して実験を行う場合, 各実験の末尾につけた URL を参照したので, 必ず引用文献とすること。実際の操作にはアレンジを加えて小学校で実施しやすいように工夫しているが, 本手引きの引用は不要である。

実験 1～4 を組み合わせて実施する場合には著作権を放棄しないので, 必ず次の URL を引用すること。引用があれば事前の連絡は不要。

<http://chem.edu.shiga-u.ac.jp/sites/>

## 問い合わせ先

実験の内容に関する問い合わせがある場合には, tokuda[at]edu.shiga-u.ac.jp まで。

## 実験準備の豆知識

### マイクロスケール実験とは

小さなカップやプレートを使って、小さな容量で行う実験のこと（ネットで検索すると情報が見つかる）。提案当初は廃液の減量などの利点が強調されていたが、学校現場での応用という意味では、一人一人が手元で実験できるところに意義がある。

### 参考書籍

「マイクロスケール実験—環境にやさしい理科実験」芝原 寛泰, 佐藤 美子 (オーム社)

### マイクロスケール実験キットの販売

株式会社 NaRiKa (少し高い)

<http://www.rika.com/product/index.php> からマイクロスケール実験をクリック

### 100円ショップの利用

安く手軽に準備できることや、廃棄が容易になることも考慮し、市販品を積極的に利用するとよい（今回は加えて先生方がこれならできそうと思うことも期待して）。今回用いたもののうちの多くは100円ショップにて購入が可能。

ただし、ガラス器具を使った方が子どもたちの興味を引くこともあるので、適切に選択することが望ましい。また、理科室にあるガラス器具を使った方が安いことも事実で、先生方の準備と片付けの手間との兼ね合いでの選択になる。

### 調理器具の活用

水を沸騰させたい場合は、ガスコンロ、IHヒーター、電子レンジを利用する。熱湯が必要な場合には、電気ポットを使用する。ガスバーナーの代わりにカセットコンロを利用することも可能である。

反応容器等に料理用の小物を利用することができる（アルミニウムに酸は不可、濃硫酸は扱わない）。例えば紙コップ、プラコップ、割り箸、皿、醤油差し、スプーン、コーヒーフILTERなど（一部については今回も使用する）。

電子天秤の代わりにクッキングスケール（バネ式、電子式）を利用することも可能である。

### 文具の利用

絵の具のパレットを反応皿として使うなど、工夫すれば利用できるものも多い。今回はクリアファイルとビニールテープを使ってシャーレの代わりに作る。

## 理化学機器の利用

ディスポーザブルの実験機器も販売されている。単価を考えると、100円ショップよりも安くなることもある。今回は紹介を兼ねて、これらのディスポーザブルカップ等も利用する。

ディスポーザブル機器販売

AS ONE <https://axel.as-1.co.jp/asone/>

参考価格（およそ）

ディスポカップ 容量 50 mL 1,800 円/100 個

ディスポピペット 目盛り付き 4,000 円/100 本 目盛り無し 6,000 円/1,000 本

ディスポトレイ 4,200 円/500 枚

マルエム <http://www.maruemu.com/catalog/index.html>

スプーン 1,000 円/100 個

ディスポ反応板 9,000 円/200 個

ディスポカップなどは軽量容器類をクリック

サンプラテック <https://www.sanplatec.co.jp/index.asp>

プラスチック製品ばかりなので、基本的にどれを買ってもディスポーザブルである。AS ONE などへの供給元なので、価格は同程度か少し安い。HP から望みの商品を探すのは難しいかもしれない。

## 試薬の小分けでの入手方法

林ケミカル 実験くん で検索する。

ネット通販でも入手可能（例えば <https://hands.net/goods/4582235255128/>）