

小学校高学年のつまずきやすい単元・実験を支援する 指導資料の作成

—小学校教員のための簡単に使える「よくわかる実験シート」づくり—

長谷川 寛

福井県教育研究所における小学校理科教育への支援は、研修講座や巡回研修をはじめ様々な形で行っている。また、理科支援員等配置事業での授業の準備、後始末などへの支援がなされている。本研究では、小学校における理科実験へのさらなる支援はないかという点に着目し、教員への大きな負担の一つである実験の準備と指導に役立つような実験シートを作成した。また、この研究を通して教員が教材作成に利用できるデジタル素材も作成した。これら実験シートやデジタル素材を学校現場を支援するために教育研究所のホームページにおいて提供する予定である。

<キーワード> 小学校理科への支援、理科実験、実験シート、デジタル素材、提供

I 主題設定の理由

近年、理数教育の充実に向けて全国的に様々な取組みがなされている。様々な科学のイベントが開催されたり、テレビ番組で理科実験が扱われたり、子どもたちが楽しく科学に触れる機会は非常に多い。

一方で、子どもたちが最も多く科学に触れる機会は小学校における理科の授業である。ところが、理科に対し苦手意識をもつ教員にとって理科の授業、特に実験は大きな負担になっている。平成20年3月に独立行政法人科学技術振興機構(以下JST)から出された報告書には小学校教員の意識調査として次のように記されている。(以下引用)「平成17年度理数大好きモデル地域事業事前アンケート」によると、6割以上の教員が「理科の授業が苦手である」と回答している。「理科授業実施上の課題」としては、「実験・準備に時間がかかる」「実験に失敗する等、教科書通りに教えられない」等の意見が出された。

このような現状を背景に、平成19年度より全国で始まった理科支援員等配置事業では、理科支援員の配置により、実験の準備や後始末等の教員の負担軽減が図られている。

しかし、理科支援員はあくまでも実験の補助的立場にあり、実験の内容については教員自身が正確に把握しておく必要がある。そこで、実験に必要な材料や実験のポイント、指導上の注意点等を分かりやすくまとめた学習指導資料を作成、公開することで小学校理科の授業の充実につなげていくことをねらいとし、本主題を設定した。

II 研究の目標

- 1 小学校の理科の予備実験や実験準備に手軽に使い、かつ分かりやすい「実験シート」などの学習指導資料を作成する。
- 2 「実験シート」などの学習指導資料を教育研究所のホームページを通じ県下小学校に提供する。

III 研究の方法

小学生のつまずきやすい分野、あるいは小学校の教員にとって指導しにくい分野の実験を中心に、準備の負担を軽減し、さらにポイント押さえた指導ができるような「実験シート」などの学習指導資料を作成する。資料の内容については、研修講座で培った経験を基に改良を加える。また、「実験シート」などの学習指導資料は当教育研究所ホームページに掲載する。

IV 研究の内容

1 対象とする分野の絞り込み

前述したJSTの報告書では、小学校の教員が理科の中でも特に苦手と感じる分野は物理分野で32.0%と実に3分の1が苦手意識をもっていることになる。次いで化学分野で、その割合は22.9%となっている。また、教員が感じる理科の課題としては、「観察・実験の準備や後始末に時間がかかる」という点が最も多く66.0%の教員が問題として感じている。すなわち、多くの小学校教員が苦手としている物理・化学分野で観察・実験の負担を軽減することが、小学校における理科授業の充実につながると考えた。

また、福井県学力調査の結果においては、物理・化学分野において期待正答率を下回っている単元が多いという傾向がある。たとえば、平成19年度の第56次学力調査では、3年生の「電気」に関する単元と4年生の「状態変化」に関する単元が期待正答率を下回っている。6年生の単元については学力調査の範囲外になってしまうが、内容的にさらに高度になることから、同様の傾向になると考えられる。

これらのことから、本研究における学習指導資料開発の対象となる分野を、特に物理・化学分野に絞ることにした。そして、よく分かる実験シートとして資料作成にあたり、その名称を「らくらく実験シート」とした。

2 「らくらく実験シート」の作成

らくらく実験シートは、次の五つの観点に配慮しながら作成した。

作成の観点

- (1) 実験の目的が分かる
- (2) 準備物が一目で分かる
- (3) 実験操作からまとめまでのポイントが分かる
- (4) 実験に関する補足事項が分かる
- (5) 理科支援員との打合せに活用できる

以下、次ページ図1の実験シートの例を用いて、各観点について述べる。

(1) 実験の目的が分かる

何を目的とする実験なのか、どのような結果が得られるのかを、「① 実験の目的」として明記した。この実験では「湯気＝水」であることを確かめることが目的である。

(2) 準備物が一目で分かる

実験の準備において、必要な器具や薬品等をそろえることは手間のかかる作業である。教科書の実験の写真からではすべての準備物を把握することは難しく、必要な物を見落とすこともある。指導書の記載は小さくて、文字だけではイメージがつかみにくい。そこで、「② 準備物」として1グループあたりに必要な物を図で表し、確認しやすくした。また、例に挙げた実験のように利用する器具が2通りある場合には、各学校の所有する理科備品に対応できるように双方を記載した。実験に用いる薬品や材料については、必要に応じて調整の仕方や物品の詳細についても触れている。さらに、準備するときに確認しておくべきこと（この実験の場合には加熱器具の燃料の確認）も併せて記載した。この一覧を見ながらグループの数だけ準備すれば良いので、準備における負担が軽減されると期待できる（他の学年の実験については、資料を参照）。

(3) 実験からまとめまでのポイントが分かる

「③ 確認事項」にはあらかじめ児童に注意しておくべき点や、実験前に確実に押さえておきたい基本操作を記載した。この実験では、加熱器具を使う際の注意について触れている。また「④ 実験

操作」では教科書の操作の記述をより具体的に示し、必要があれば、操作上の注意点や支援すべきポイントも示した。「⑤ 実験のまとめ」では実験結果とまとめ（考察）へのつながりを示し、さらに、次の実験へのつながりも必要に応じて示している。「⑥ 次の実験へ…」には次回の実験のための簡単な準備などを示した。

(4) 実験に関する補足事項が分かる

実験に用いる用具について、あるいは実験操作や実験のまとめなどで知っておくと役に立つような事項について、必要に応じて記載した。この実験では沸騰している水の状態変化の様子について、教科書の解説を補足するような図版を掲載し、どの部分が気体でどの部分が液体なのかを明確に指導できるようにした。

(5) 支援員との打合せに活用できる

理科支援員が実験の準備等を行う場合に、担当教諭との打合せが必要になる。しかし、小学校においてこのような打合せの時間の確保は大変難しいというのが現状である。そこで、この実験シートを用いることで、実験の内容や準備物について共通理解をはかることが短時間で可能となり、支援員が実験準備や支援を行う際の参考資料としても利用できる。

これらの内容を1枚のシートとして、B4サイズのPDFファイル(アドビシステムズ社による電子文書の形式)で作成してあるが、必要に応じて適切なサイズで出力して利用することが可能である。また、これら実験シート以外に、実験操作の基本となる実験器具の使い方シートも併せて作成した(資料参照)。これらを組み合わせて利用することで、実験の準備からまとめまでをスムーズに進めることができ、理科授業の充実につながると考えた。

4

水のすがたとゆくえ
実験1：水を熱したときの湯気の正体を調べる

① 実験の目的

水をあたためたときに出てくる**湯気**が、水であることを確かめる。

スプーンにつく水滴は、

- ・すでに液体である湯気がスプーンについたもの…**まず、これに注目。**
- ・水蒸気(気体)がスプーンで冷やされ液体になったもの

② 準備物



アルコールランプ
マッチ
三脚



ビーカー (100mL程度)
ふっとう石 (煮熱のかけら)

↑
どちらかの加熱用具一式



卓上コンロ
カセットボンベ



アルミニウムはく (ビーカーにかぶさる程度の大きさ)
金属のスプーン (または金属の棒)

③ 確認事項

- (1) 加熱器具の近くに物を置かない。
- (2) アルミ箔の穴に手を近づけたり、覗き込んだりしない。
- (3) スプーンやアルミ箔に触れない。
- (4) 加熱後の器具は冷めるまで触れない。

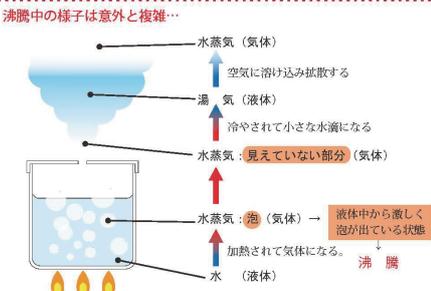
④ 実験操作

- (1) 器具の準備 … ①ビーカーに、印までの水と沸騰石を入れる。
- (2) 水の加熱 … ②ビーカーの水を加熱する。
- ③アルミ箔の穴から湯気が出てきたら金属のスプーンを近づける。
- ④スプーンの表面の様子を観察する。
- (3) 後しまつ … ⑤器具が冷めたことを確認してから片付ける。沸騰石は回収する。

⑤ 実験のまとめ

- (1) 湯気がスプーンにつくと水滴になる。→ 湯気の正体は水滴である。
- (2) 湯気が見えていないところでもスプーンに水滴が付く。
→ 目に見えないところにも水が存在する。

沸騰中の様子は意外と複雑…



水蒸気(気体) → 空気へ溶け込み拡散する
湯気(液体)
冷やされて小さな水滴になる
水蒸気・見えていない部分(気体)
水蒸気・泡(気体) → 液体中から激しく泡が出ている状態
水(液体) → 加熱されて気体になる。沸騰

⑥ 次の実験へ…

加熱器具はこの後何度か使用するので、燃料の量などを確認しておくとうい。

図1 実験シートの一例 4年生下 水のすがたとゆくえ 実験1

- 77 -

3 その他の支援教材の作成

(1) 安価で使いやすい教材の開発

実験シートでは、用いる器具や材料については、基本的に教科書で示されているものをそのまま示したが、学校予算が厳しい中で、実験内容によっては、安価なもので代用するなどの工夫も可能である。この点についても当初この実験シートに加える予定であったが、実験シートの本来の「簡単に準備ができる」という目的から外れるので、実験シートからは切り離して別の教材として示すこととした。安価であることが必要とされる実験器具とは、例えば、使用頻度が少ないにもかかわらず高価であるために、数を揃えることが困難なものが挙げられる。このような場合、演示実験だけで済ませることも可能であるが、児童が直接体験することが正しい理解につながることはいうまでもない。そのため、高価な教材を購入しなくても十分に代用できるような教材を考案した。また、発展的なものづくりの中で特に難しいモーターの製作や、新学習指導要領で扱われる発光ダイオード(LED)やコンデンサなどについても、安価でかつ簡単に導入できるような教材を開発した。

① てこのはたらきの実験

図2は理科支援員研修会で行ったてこのはたらきの実験の様子である。この実験は、棒と支点さえあれば簡単にできるので、図3のように、ホームセンター等で手に入るスチールパイプ、組み立て棚用のL字鋼、滑り止めシートを使って実験を行った。その結果、教材として購入する10分の1以下の金額で1セット用意することができた。また、おもりとして水を入れたペットボトルを利用することで、500g単位で重さを変更でき、なおかつ準備、後始末の手間がかからないという利点がある。さらに、図4のように支点到、図5のようにスチールパイプの先端に滑り止めのシートが張ってあるため、おもりの袋をテープなどで固定する必要がなくなり、おもりの位置を変えることも簡単になった。



図2 てこのはたらきの実験
理科支援員研修会での実験の様子。

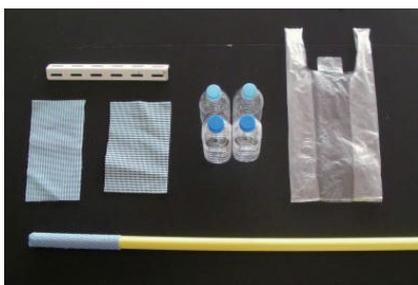


図3 準備物

スチールパイプは1~1.5m程度のもの。



図4 支点

支点の上下に滑り止めシートを置けば支点もパイプも滑らない。



図5 おもりの固定

おもりは滑り止めシートで固定されるので滑り落ちない。

② 流れる水のはたらきの実験

物理・化学分野ではないが、土砂の堆積を調べる実験装置についても触れておく。理科室に一般的に見られる水槽は大きいので、水や砂を入れると非常に重くなり後始末に大変苦勞する(図6)。そこで、図7のように滑り止めシートを貼った雨どいと、食パンケース(100円ショップで入手可能)を使えば、市販されている教材の10分の1以下の金額で1セット用意することができる。容器が四角いため観察がしやすく、なおかつ小さいので後始末も楽である(図8)。

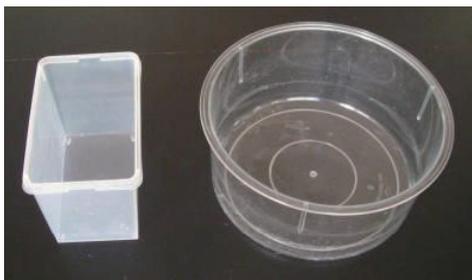


図6 パンケースと水槽
右は丸型水槽。大きいので、水を入れるとかなり重く、後始末は困難。

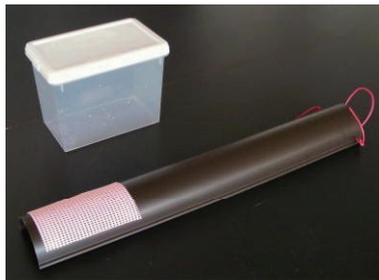


図7 準備物
パンケースと雨どい。雨どいはホームセンターでカット可。

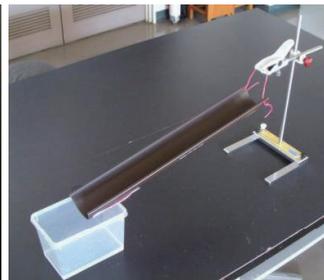


図8 装置全体
雨どいはすべり止めシートで固定される。

③ 発展的なものづくりの支援として

6年生（新学習指導要領では5年生）でのモーター（図9）作りにおける指導者と児童用のシートを作成した（図10）。モーター製作はバランスの微調整など細かい作業が要求され、見た目以上に難易度が高い。今回、材料や作り方に改良を加えたものを考案してシートを作成した。その際、コイルを受けるクリップ部分の曲げ方など、説明しにくい部分は、ほぼ原寸大で手順を詳しく表示することで難易度を下げ、児童が取り組みやすくなるように配慮した。なお、図9のモーターは、支援員研修会や小学校理科基礎6年(Ⅱ)研修講座などで実際に作成した結果を基に改良を加えたものである。この資料を用いて行った理科支援員研修会では、従来の教科書通りの作業と比較して円滑に作業が進み、成功率も上がった。

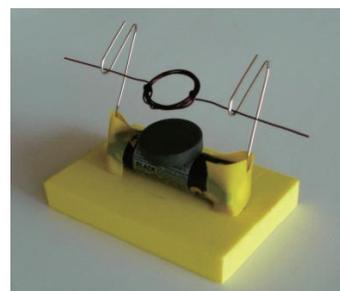


図9 クリップモーター（改良型）

クリップモーター作り

クリップモーター作りは、簡単なようで意外と難しい。工夫次第で様々なタイプのものを作ることができるが、以下の材料を用いた鉄芯なしのモーターは、比較的 successful やすい。

① 材料・道具（一人分）

マンガン乾電池（単3型）

エナメル線（30cm程度）

EVAボード（5cm×7cm×1cm）

ゼムクリップ（2個）

フェライト磁石（直径2cm程度）

ビニルテープ（少量）

両面テープ（少量）

ラジオペンチ

はさみ

② 作り方 … クリップモーターをつくろう！を参照

③ 回転しないときには、以下の点を確認

- ・回転軸が一直線になっているか。
- ・エナメル線の被膜がきれいにはがれているか。または余計にはがれていないか。
- ・コイルが傾いていないか。あるいは磁石との距離が遠過ぎたり近すぎたりしないか。
- ・どこか接点不良箇所がないか。
- ・電池が弱っていないか。

※ EVA（エチレン・ビニル・アセテート）ボード
100円ショップ等で購入可能。柔らかいが、スポンジや発油スチロールなどより嵩密度なので、ささえのクリップを安定して固定できる。A4サイズで上記のサイズ18枚分になる。

クリップモーターをつくろう！

① エナメル線を単三電池に4～5回くらいまきつけます。

② エナメル線の輪がくずれないように2かしょをまきつけます。

③ じくの部分を、紙やすりでみがきます。

④ じくが一直線になるようにちょうせつしましょう。
ココが大切！

⑤ クリップをのばして、同じ形のささえを2つ作りします。

⑥ 両面テープで電池を台にはりつけます。

⑦ 電池の極にふれるようにささえを台にさします。

⑧ ささえと電池がぴったり付くように、テープでとめます。

⑨ 電池に磁石を付けます。

⑩ 巻いたエナメル線をささえにのせます。

じくが水平になるようにささえを調整します。

完成！

図10 クリップモーター作りの資料（左：教員用、右：児童用）

④ 新学習指導要領に対応して

新学習指導要領では6年生の新しい単元「電気のはたらき」の中に、これまで小学校では扱われなかったLEDやコンデンサが登場する。これらは、部品として購入すると安価に手に入るため、少しの工夫で、実験に十分な数を準備することができる。例えばLEDと豆電球のエネルギー効率を比較するような実験では、LEDと豆電球、それぞれ複数の並列回路を作らなければならないが、EVAスポンジ（図10の注釈参照）などを用いることで、簡単に接続できるものを作ることができる。図11～13はLEDを実験用の部品に簡単に加工する方法、図14～16は、同じく豆電球を加工する方法、図17～19はコンデンサを用いた教材の例をあらわしたものである。これらは今年度の新学習指導要領対応理科実験巡回研修において実際に使用している物で、今後詳しい作り方をワークシート化する予定である。



図11 高輝度白色LED
足の長いほうが+。1個20円程度。

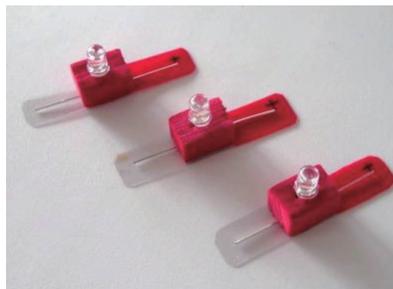


図12 加工後のLED
極性が分かるようにEVAとTPシートで作った台に固定。



図13 並列に接続
目玉クリップで簡単に並列につなぐことができる。

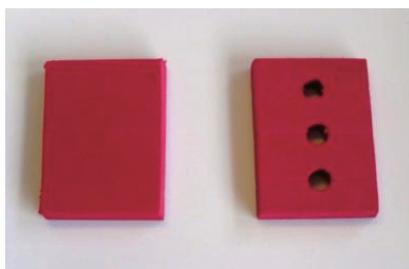


図14 ソケット台の製作
EVAシートに穴を開け、導線を挟む切れ込みを入れる。

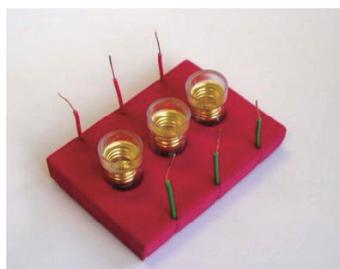


図15 ソケットの固定
豆電球用ソケットを差し込み、導線は切れ込みに挟む。



図16 並列に接続
目玉クリップをつなげば並列に、外して1つずつ接続も可。

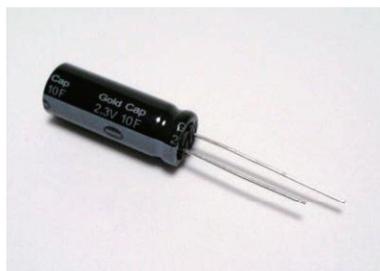


図17 電気二重層コンデンサ
電気二重層コンデンサ 2.3V 10F 足の長いほうが+。



図18 加工後のコンデンサ
足が折れるのを防ぎ、かつ極性が分かるように加工。



図19 コンデンサの応用
おもちゃと組み合わせると、簡単に発展的な教材になる。

(2) 教材作成のためのデジタル素材の提供

らくらく実験シートは県下小学校への提供を前提としたため、特に図版については著作権に関する問題をクリアしなければならなかった。そこで、使用する図版についてはすべて当教育研究所で作成した。これらのデータは当然単体の図版としても使用可能なので、教員が教材作成に利用できる図版データとしても提供できると考えた。

そこで、実験シートから図版だけを部品データとして独立させた（図20）。これらのデータは、例えば教材プリント作りや理科室の掲示など、教員の工夫次第で様々な活用することができる。なお、この部品データの利用については著作権上の問題は発生しない。従ってワープロソフト上で複数を組み合わせて使うことはもちろん、図そのものを加工することも可能である。

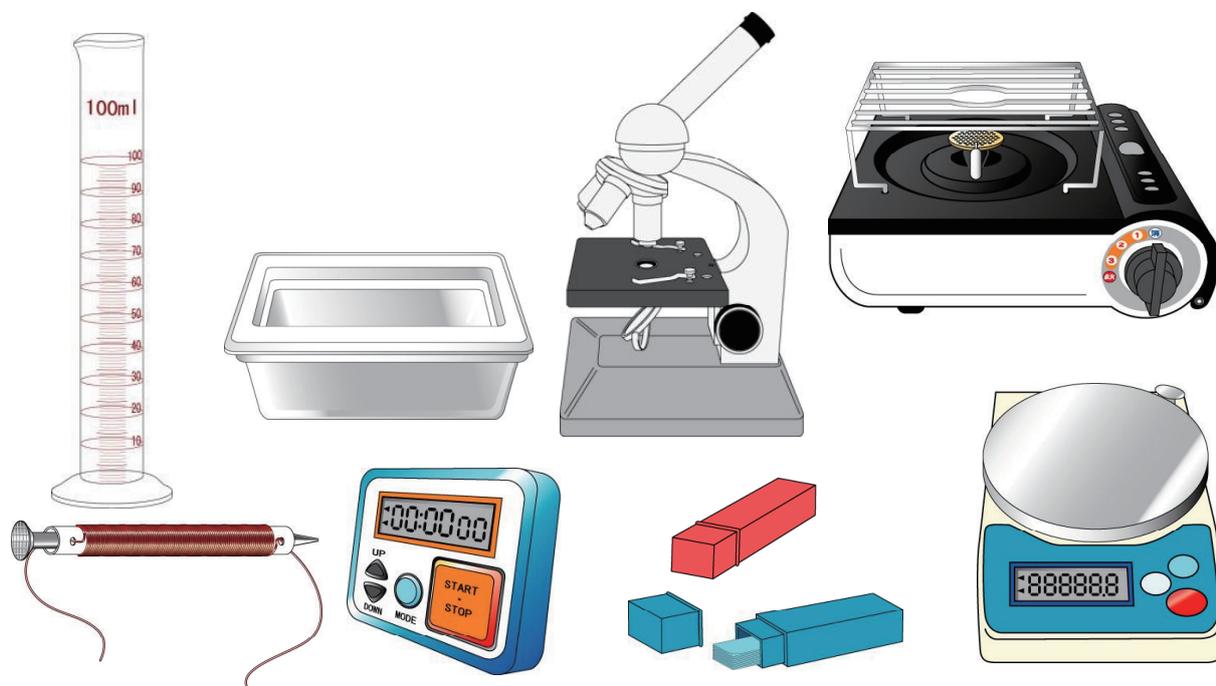


図20 部品ファイルの一例

V 研究のまとめ

1 研究の成果

今回の研究における成果として、まず、らくらく実験シートの基本形として、必要な項目を絞って、見やすいように1枚のシートにまとめることができた。また、実験シートだけでなくその他の教材も作成することができ、巡回研修などで実際に活用することもできた。さらに今年度、教育研究所のホームページに教材・教具ダウンロードページが新しく設けられたことで、作成した教材をここから提供するように準備を進めている。

2 今後の課題

現段階で作成された実験シートは、物理・化学分野の単元の一部であるので、今後すべての単元について作成を進めていく必要がある。また、今年度告示された新学習指導要領によって、変更あるいは追加しなければならない実験にも対応する必要がある。また、実際に学校現場で使用してもらい、現場の意見を反映させていくことも必要であろう。

《引用文献》

- 科学技術振興機構 理科教育支援検討タスクフォース小学校分科会(2007) 『理科教育支援検討タスクフォース 小学校分科会報告書』 pp. 5-6

《参考文献》

- 東京書籍(2004)『新版 新しい理科』4年～6年
- 福井県教育研究所(2008)『第56次福井県学力調査報告書』

資料

6

水溶液の性質とはたらき
実験1: 水よう液の観察と加熱

6-1-1

1 実験の目的

5種類の水溶液を以下の3つの方法で比べ、違いを確認する。
(1) 見た目と比較 …… すべて無色透明
(2) 匂いで比較 …… 塩酸・アンモニアは特有の匂い
(3) 加熱して比較 …… 何も残らない → 気体が溶けている
固体が残る → 固体が溶けている

2 準備物



3 確認事項

- (1) 水溶液は絶対に手で触れない、味見しない。
- (2) 薬品が体に付いたらすぐに水で流す。
- (3) 火の傍に燃えやすいものを置かない。
- (4) ビベットは毎回ビーカーの水で洗う。
- (5) 薬品を排水口に流さない。

※以下の器具の扱いについて、不完全であれば事前に指導しておくことよ。 (※使い方シート参照)
・試験管
・乾燥ビベット
・アルコールランプ

4 実験操作

- (1) 見た目の比較 …… それぞれの水溶液をよく見て、結果を記入する。
- (2) 匂いの比較 …… それぞれの水溶液の匂いを手で仰いでかき、結果を記入する。
- (3) 加熱して比較 …… ① 水溶液をビベットで2、3滴蒸発皿に採る。
② ビベットを洗う。
③ アルコールランプに点火し、水溶液を加熱する。
④ 加熱中の匂いも手で仰いでかき。
⑤ 液が蒸発を始めたなら火を消す。
⑥ 蒸発皿の中を確認して結果を記録する。← 蒸発皿は熱いのでさわらない!
⑦ 蒸発皿が冷めたら軽く水洗いし、乾いた布で拭く。
⑧ 残りの水溶液でも①～⑦の操作を行う。
- (4) 後始末 …… 薬品は教師が回収 (児童は流さない)。

5 実験のまとめ

- (1) 水溶液とは、水に何かが溶けているものである。
 - (2) 気体が溶けている水溶液は、加熱して水を蒸発させると何も残らない。
 - (3) 固体が溶けている水溶液は、加熱して水を蒸発させると固体が残る。
- 実験4へつながる。

! 薬品の準備について

- 塩酸 (約4%) …… 市販の試薬 (約36%) 10mL に水を加え100mLにする。
- 炭酸水 …… 量販店などで手に入るが、「炭酸水精ナトリウム」を含まないものを使用する。
- 食塩水
- 石灰水 …… 消石灰 (水酸化カルシウム) を多めに水に溶かしておき、上澄みを使用する。
- アンモニア水 (約3%) …… 市販の試薬 (約28%) 15mL に水を加え100mLにする。

6 次の実験へ…

実験で使った5種類の水溶液は実験2でも使用します。捨てないで取っておくことよ。

実験シート

実験シート6年生: 水溶液の性質

気体検知管のつかいかた

正しく使って安全な実験を行いましょう。

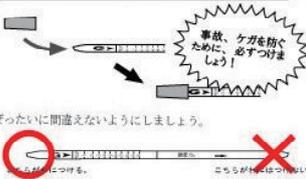
1 検知管とゴムキャップを選びます。



2 検知管の両はしを折ります。



3 検知管にゴムキャップを取り付けます。



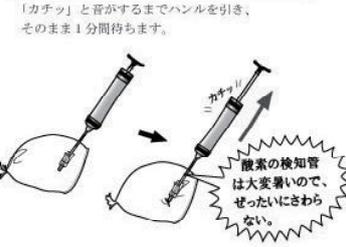
4 気体採取器に検知管を取り付けます。



5 「-」と「Δ」のしるしをあわせませ。



6 気体をあつめます。



7 そのままハンドルを90度回します。



8 めちりを読み取ります。



使い方シート

使い方シート6年生: 気体検知管