

教育課題探究（理科）

担当者 授業開発コース 茨木 正浩
授業開発コース 野田 和也
授業開発コース 錦織 武雄

探究課題：水溶液の性質とはたらき（小学校6年）の単元における 効果的な教材教具の開発

I はじめに

理科の学習では、子どもたちが「自然に感動する場」をつくることが大切である。このことは、自然に接する機会が少なくなっていると言われる子どもを前にして特に重要になってくる。また、理科離れが広まる中、すべての子どもたちが授業に興味をもち、問題意識を持って追求したり、見通しをもって実験・観察したりするためには、「生活との関わり」を大切にすることも重要である。

本単元のねらいは、気体が水に溶けた水溶液があることや、水溶液が金属を変化させるはたらきがあることを学習し、水溶液の性質と質的な変化についての見方や考え方を育てることだが、ここでも「自然に感動する場」と「生活との関わり」をキーワードとして、豊かな心を育てていくことが大切だと考える。

子どもたちは生活の中で、身の回りの様々な水溶液（清涼飲料水・各種調味料、各種洗剤、入浴剤等）を使っているにも関わらず、何が溶けているのかということ意識していることは少ない。また、酸性やアルカリという言葉もテレビや新聞の中から得ているが、その性質まで目を向けていることは少ない。

その原因をこれまでの授業を振り返って考えてみると、気体が水に溶けることが目に見えないので十分理解できず、とまどってしまう子が多いということが考えられた。そこで、生活の中の身近な炭酸水を使って、二酸化炭素が水に溶けることを可視化し、感動する場を与えることはできないか研究することにした。

本単元「水溶液の性質とはたらき」の目標は次の通りである。

- ① 水溶液には金属を変化させるのがあることをとらえることができるようにする。
- ② 水溶液はリトマス紙などの色の変化によって酸性・中性・アルカリ性の3つの仲間に分けられることや、水溶液には気体が溶けているものがあることを、とらえることができるようにする。
- ③ 水溶液の性質とそのはたらきを多面的にとらえ、身の回りの水溶液を見直すことができるようにする。

II 研究の概要とその方法

1 研究の概要

二酸化炭素が水に溶けたことを確かめるには、ペットボトルやマヨネーズの容器をよく用いて実験してきた。ペットボトルに水と二酸化炭素を入れ振るとペットボトルがへこみ、それから二酸化炭素が溶けたことを考えていく。子どもにとって印象的な実験なので驚きの声がよくあがるが、直接二酸化炭素が溶けていく様子が観察できない。そこで二酸化炭素が溶ける様子が子どもの目にもよくわかるような実験装置の開発を試みた。

二酸化炭素は1気圧0度で、水の体積の1.7倍も溶ける。(表1)しかし、温度が高くなると溶けにくくなる。温度を下げれば多く溶けるが教室で実験するには限界がある。そこでガラス管に水を入れそこに二酸化炭素を注入し、溶ける様子が観察できないかと考え実験装置の開発に取り組んだ。

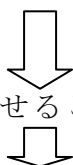
表1. 各温度における1気圧・水1cm³中に溶ける気体の体積
(単位は1cm³): 理科年表

温度 気体	0度	20度	40度	60度	80度	100度
二酸化炭素	1.71	0.88	0.53	0.36	不明	不明
酸素	0.049	0.031	0.023	0.019	0.018	0.017
窒素	0.024	0.016	0.012	0.010	0.0096	0.0095

2 研究の方法

(1) 今までの方法:

ペットボトルに水と二酸化炭素を入れてペットボトルを振ると、ペットボトルがへこむ。そこから二酸化炭素が溶けたと考えさせる。BTB溶液や石灰水で液性を調べる。



溶ける前と溶けた後しか観察させることができない。

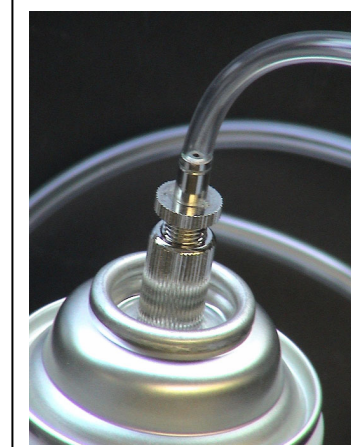
他にも溶ける様子を見えるように工夫している装置をいろいろ見てきたが、よくわかる実験装置を見たことがなかった。そこで、実際に溶ける様子を見せることができないか考えてみた。

(2) 実験装置の制作

① 材料の準備

- ガラス管 (L1500mm×Φ12mm) … 2本
- 理科室にあるところは少ないが、教材店で簡単に手に入る
- 塩ビ管…各2本
- 丸形水槽…1 鉄製スタンド…1
- バーナー…1
- 気体ボンベ (CO₂, N₂) …各1
- ガス量調整器…2 (700円程度) (写真1)
- 注射器針…1

写真1. ガス量調整器



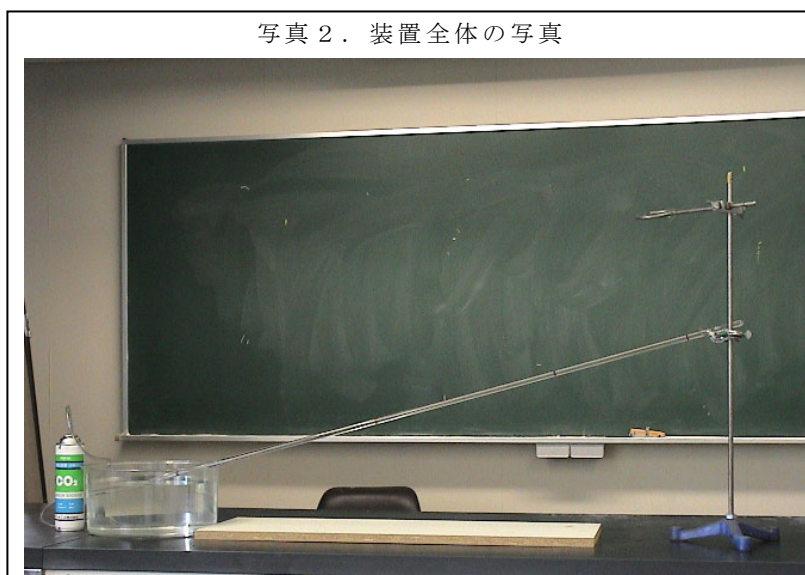
② 制作の実際

(ア) ガラス管を垂直に立てたもの

ガラス管の上下で水圧が大きく変わり二酸化炭素の泡が上へ行くほど大きくなるので、ガラス管の最上部では大きさが変わらなくなる。また、高さが2 m近くなり、児童の視野をはずれたり屈折の影響がでたりするので、溶ける様子が見にくい。これらのことから、よい方法とは言えない。

(イ) できるだけガラス管を寝かせる (写真2)

ガラス管をできるだけ寝かせることにより、ガラス管の両端での水圧の差を少なくした。すると泡が上昇するに従って小さくなり、水圧差の影響が減ったように感じられた。



(ウ) 塩ビ管を使う

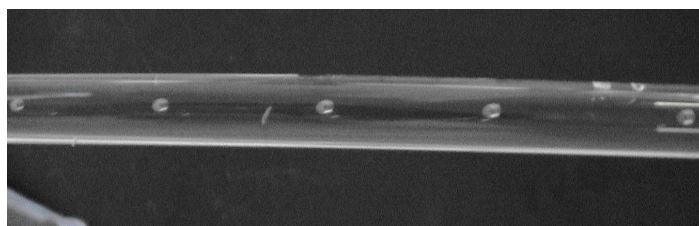
泡が塩ビ管の内側に引っかかり、泡の上昇が止まるのでうまくいかない。また、塩ビ管になると厚みが増し、透明感が悪くなり見にくい。これは、材質の分厚さによるものであろう。

(エ) 泡の大きさを調整

注射針を使って小さな泡を作ってみる。針でできる直径1 mm程の小さい泡も溶けて消えることはなかった。大きい泡の方が、大きさが変化するのが観察しやすいことがわかった。これは、泡が水に接する表面積が大きいからと思われる。また、1回1回全部手作業でしなければならないので、大変であった。

(オ) ガス量調整器 (写真1) を使って連続的に泡を出し続ける。

小さな泡が5~10cm間隔くらいで出ると小さくなる様子が連続的によく分かる。完全には泡が消えることはないが、いつみても、前後の場所で比較することができ、大きさの違いがよく分かった。



泡が次々出過ぎると、水の抵抗が大きくなり後ろからきた泡と一緒になって大きくなっていく。そうなる泡が小さくなっていくのがわかりづらい。

写真3. ガス量調整器で連続的に泡をだしたところ

泡の大きさはガス量調整器の先についているビニール管にさらにストローなどを入れ、先の太さを変えることにより調整できる。

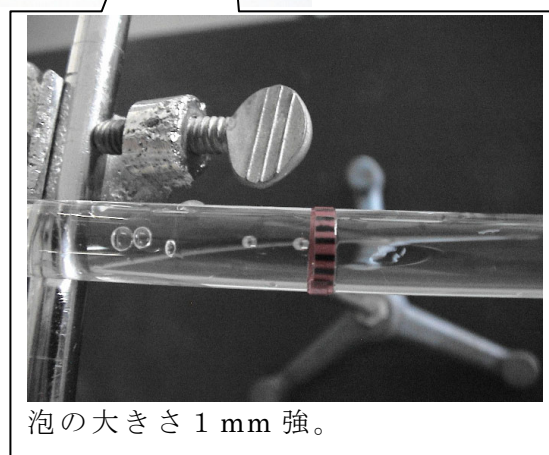
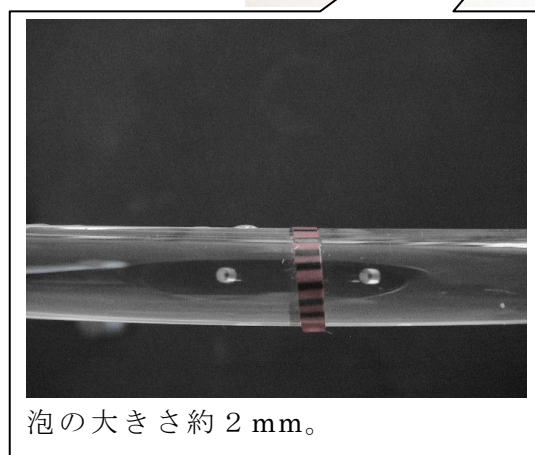
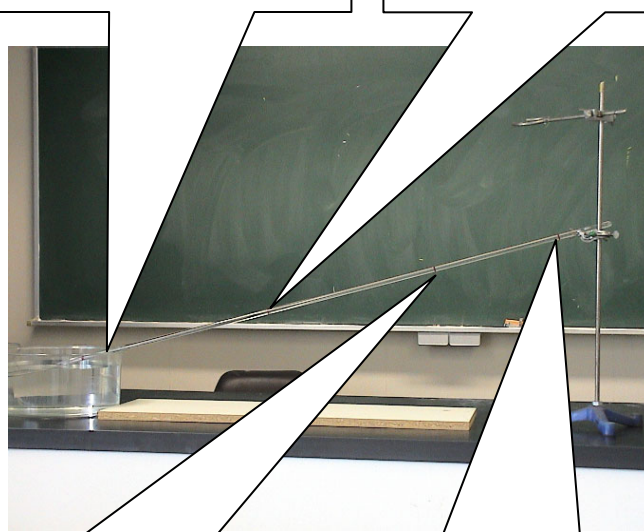
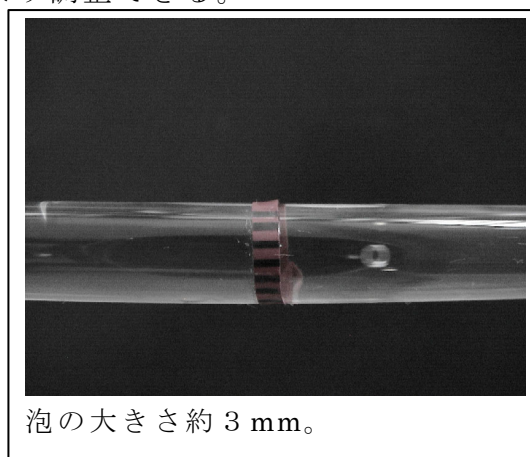
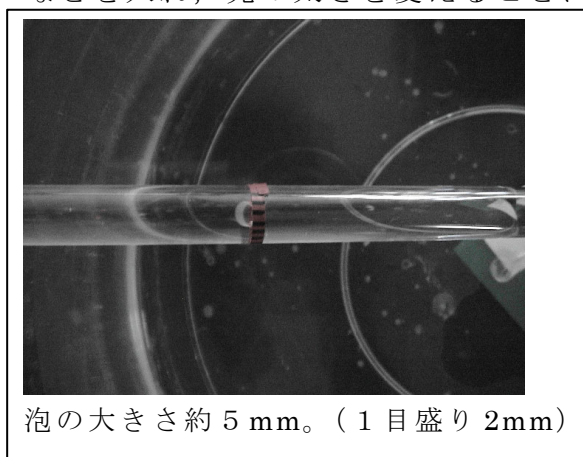


写真 4. 装置各場所での二酸化炭素の泡の大きさ。

(カ) ガラス管の上部の端を閉じる

空気がガラス管の上部に入りにくくなり、実験操作がしやすい。その反面、水を入れたり、洗ったりすることが難しくなる。ゴム栓があればそれでよい。

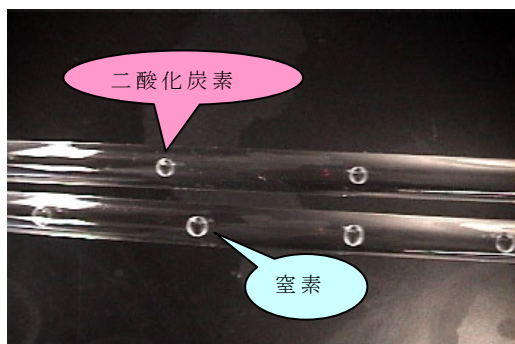
③ 開発した実験器の工夫点と使い方

②をふまえてだれでも使えるように使いやすい実験器具を考えてみた。

(ア) 目盛り

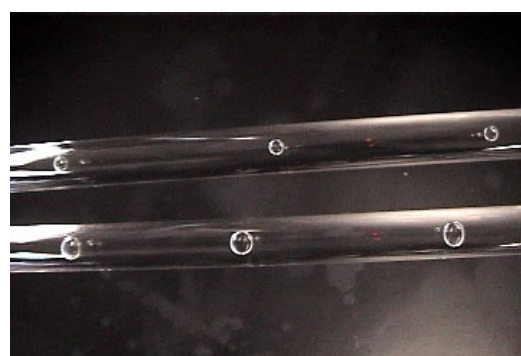
次々に同じ大きさの泡が通過するので、大きさが読みやすくなる。泡の大きさの変化は、見た目でもわかるが、数値化できるので客観的になる。

(イ) 2種類の気体を比べて



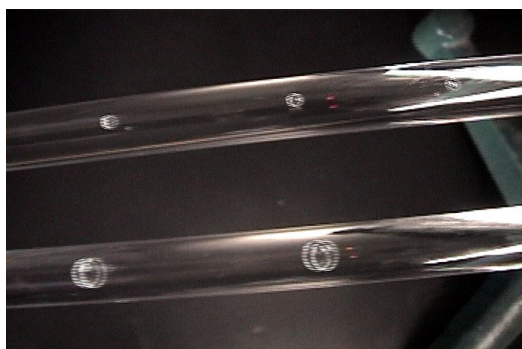
出始め

二酸化炭素も窒素もどちらも同じ大きさの泡である。



真ん中付近

少し二酸化炭素の泡が小さくなってきている。



終端近く

二酸化炭素の泡の方がずっと小さくなり大きさの差がはっきりしている。

写真5. 管各場所での窒素と二酸化炭素の泡の大きさの比較

※ 管の先にたまる気体の体積にも注目させたい。時間と共に2種類の気体の体積に、大きな差が生じてきた。二酸化炭素の管の先にたまった体積は非常に少ない。

(ウ) B T B液で色を付ける。

溶解量の多い、管のもとの方から黄色に変わっていく。(背景が白の方が観察しやすい) 液が透明なので変化が見にくい。

(エ) 石灰水を管の中に入れてみる

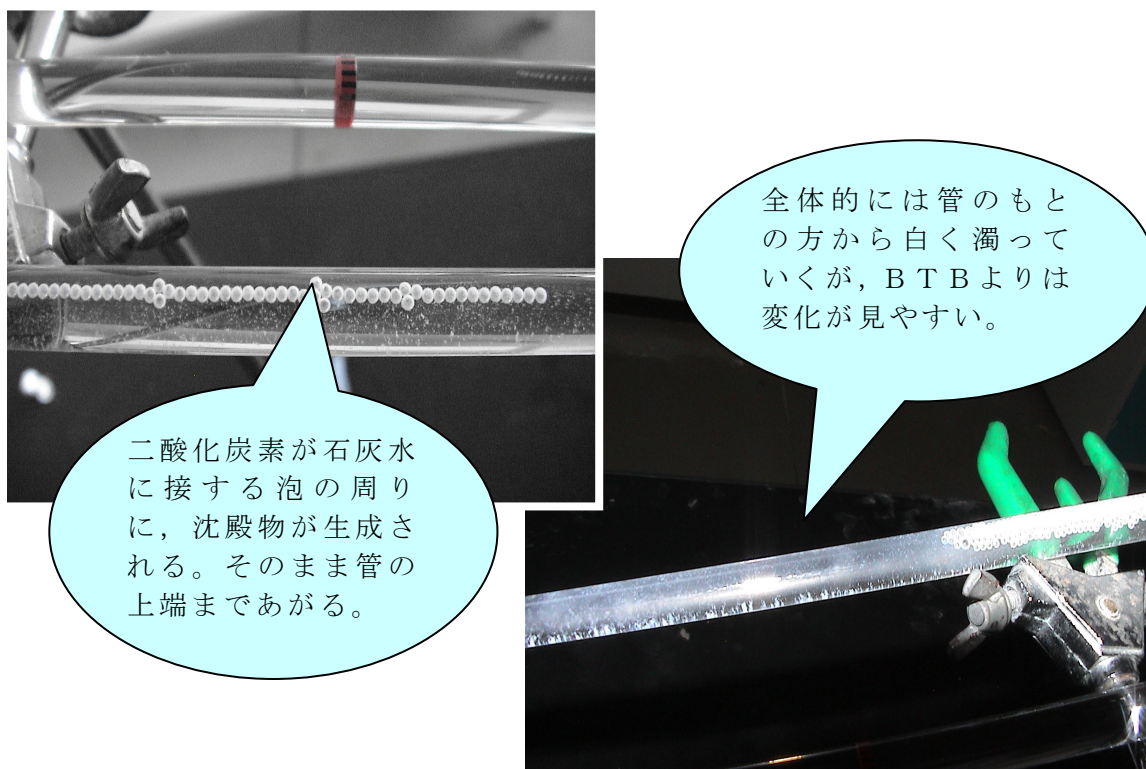


写真6. 石灰水の中に泡を通したところ

Ⅲ 指導の実際

1 単元名 水溶液の性質とはたらき

2 指導にあたって

炭酸水を気体が溶けている水溶液として提示するのではなく、子どもの素朴な疑問（炭酸水のシュワシュワ感は何だろう）を大切にして、子ども自ら追求していく活動を展開する。そして、気体が溶けるという概念については、様々な実験から総合的に判断させる。今回の実験装置もその際の実験の一つとして、子どもが要求するよう支援したい。そして、子どもの反応を探りたい。

3 単元構成および指導計画

水よう液にはなにが溶けているか…………… 3時間（本時1 / 3）

- ・水よう液を扱った経験をもとに話し合い、予想する。
- ・水溶液には固体・液体・気体の溶けたものがあることをとらえる。
（液体を溶かしたものについては軽く触れるだけにする。）

水よう液にはどんななかまがあるか…………… 2時間

- ・リトマス紙の使い方を知る。
- ・水よう液は酸性・中性・アルカリ性に分けられることを知る。
- ・リトマス紙にいろいろな水溶液をつけて色の変化を見てなかま分けする。

金属を水よう液に入れるとどうなるか…………… 4時間

- ・雨が金属などの表面を変化させている様子について話し合う。
- ・鉄やアルミニウムに水溶液を加えて変化の様子を見る。

4 本時の学習

本時の目標

二酸化炭素を水に溶かす実験から、水溶液には気体が溶けたものがあることをとらえる。

展開

学習活動	児童の意識の流れ	教師の支援活動
1 炭酸水から出る泡の正体を探る。	<ul style="list-style-type: none"> ○ この泡は何かな？炭酸水という名前だから二酸化炭素かな？ ○ 石灰水で調べてみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・気体の正体を探るために既習事項を振り返らせる。
2 二酸化炭素が水に溶けていたかどうか話し合う。	<ul style="list-style-type: none"> ○ どこにこんなにたくさんの泡が入っていたんだろう。 ○ 圧縮されていたのかな。 ○ 水の中に溶けていたのかな。 ○ 水の中には空気が溶けているよ。そうでないと魚が生きていけないよ。 ○ 泡だけでなく、炭酸水も石灰水で白く濁ったから溶けてたんだ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生活経験をもとに発表する子を賞賛し、児童の考えを類型化しながら、葛藤を起こさせる。 ・泡のでなくなった炭酸水が水かどうか確かめるため、石灰水を入れればよいことに気づかせる。
3 水に二酸化炭素を溶かすことができないか話し合い、実験方法を考える。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 本当に二酸化炭素が水に溶けるのかなあ。 ○ 炭酸水を作って確かめてみよう。 ○ ペットボトルに水と二酸化炭素を入れて振れば溶けるんじゃないの？ ○ 溶けていく様子を観察できないかなあ？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素を溶かすことで、炭酸水に二酸化炭素が溶けていたことを可逆的に捉えさせる。 ・溶けたらどうなるのか、見通しをもって実験させる。 ・<u>可視化する方法を賞賛し支援する。</u>
4 実験して確かめる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ ペットボトルがぺちゃんこになったから、二酸化炭素が溶けてなくなったんだろう。 ○ 二酸化炭素の泡がだんだんと小さくなったよ。やっぱり溶けていってるんだ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・できた炭酸水が本当に炭酸水か、石灰水で再度調べるよう助言する。 ・実験中も交流し、情報交換により、総合的に考えさせる。
5 実験結果を交流し、まとめる。	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炭酸水は、二酸化炭素（気体）が溶けた水溶液だ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全体の前で実験を演示しながら発表させ確認する。

授業後の児童の反応

単元全体を通した授業は、まだ行っていないが、本研究実験装置の威力を検証するため、現場にお願いをして、炭酸水の正体を探る上記のような授業のみ行った。

授業後のアンケート結果には、以下のようなものが見られた。

①炭酸水に二酸化炭素が溶けていることがわかったのはいつか（複数回答可）

- ア 泡を取り出し石灰水で調べたとき …………… 23%
- イ 二酸化炭素が水に溶けていたかどうか話し合ったとき …………… 0%
- ウ 水に二酸化炭素を溶かすことができないか話し合ったとき …………… 0%
- エ 実験して確かめたとき
 - ・ ペットボトルで溶かしたとき …………… 64%
 - ・ ガラス管で泡が小さくなったとき …………… 82%
 - ・ 石灰水で確かめたとき …………… 60%
- オ 結果をみんなでまとめたとき …………… 5%

②どの実験が一番印象に残っているか

- ア ペットボトルがへこんだ実験 …………… 53%
- イ ガラス管で泡が小さくなった実験 …………… 35%
- ウ 石灰水で確かめる実験 …………… 12%
- エ その他 …………… 0%

③それらを選んだ理由や感想の主なもの

- ・ ペットボトルがへこんだ実験は、予想はしていたけれど、本当にびっくりした。二酸化炭素がペットボトルの中から消えたのがマジックみたいで楽しかった。
- ・ ペットボトルの実験は楽しかったが、何かだまされたような気がした。ガラス管の実験で本当に泡が小さくなっていったので、二酸化炭素が水に溶けていく様子がよくわかった。
- ・ 窒素と二酸化炭素を比べると、溶ける量の違いがよくわかった。先生がいつも言っている比較実験の大切さがよくわかった。

IV おわりに

1 考察

二酸化炭素が溶けている過程を観察させることが大切ではないかと考え、実験装置の開発を試みたが、アンケート結果からもその成果はあったと考えられる。子どもたちが身につける力の一つに、現象から推論する力もあるが、やはり「百聞は一見に如かず」であり、その推論部分を可視化できるものならそれを行った方がより納得のいく理解につながるということが証明された。また、様々な実験から総合的に判断するという意味からも、今回の実験を導入する意義は大きいと考える。

2 感想

ガラス管の実験は、印象度においてペットボトルの実験には及ばなかった。あらためて感動する場の大切さを認識した。強烈な印象を与える実験をこれからも研究していきたいと思った。

<参考文献> 理科年表

