

毛細管現象を取り入れた教材の開発と実践例

Development of Material and Practice for High School Based on Capillary Action

前 島 康 二

Koji MAESHIMA

杉 谷 隆 太

Ryuta SUGITANI

石 坂 敦

Atsushi ISHISAKA

木 村 憲 喜

Noriyoshi KIMURA

(和歌山大学教育学部化学教室)

2016年10月7日受理

Abstract

本研究で、中学、高等学校における毛細管現象を取り入れた教材開発を行った。主に、市販の毛細管実験器を使って、水、エタノール、 n -ヘキサンの毛細管現象の大きさの違いなどを調べた。そして、これらのデータをもとに、高等学校の授業で毛細管現象を用いた実験を実践した。さらに、実践後、簡単なアンケートを実施し、毛細管現象の実験がまだ学校現場で広く知られていない実験だということを確認した。

1. はじめに

最近、我々は身近な自然現象について規則性があることを気づいてもらえるような教材を開発することを試みている。そして、表現力や読解力を養うために、グラフを作成し活用することを提案している¹⁾。さらに、小学校での取り組みとして、理数教育を視野に入れた毛細管現象(毛細管が細いほど水面が高くなる現象で毛細管の内径と水面の高さが反比例の関係にある)の教材開発にも取り組んでいる^{2,3)}。今回、これまで取り組んだ毛細管現象の教材を中学校や高等学校に発展できないかと考え、新たな教材研究に取り組んだ。

毛細管現象は、身近なところで見られる自然現象であるが、教科書ではあまり取り上げていない。そこで、市販の毛細管実験器を使って、水、エタノール、 n -ヘキサンの毛細管現象の大きさの違いや、身近なスポーツドリンクを用いた実験を試みた。そして、得られた実験データをもとに、高等学校の授業で毛細管現象を使った実験を実践した。

2. 実験方法

本研究には、市販の毛細管実験器(3B scientific社製：毛細管のガラス管の内径 $D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0\text{mm}$ ；NaRiKa社製：毛細管のガラス管の内径 $D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0\text{mm}$ ；ALTAY(内田洋行)製：毛細管のガラス管の内径 $D=1.0, 2.0, 3.0, 5.6\text{mm}$)を用いた。

毛細管現象を測定する実験では、各毛細管に適量の試料を注いでしばらく静置させた後、試料を注いだガラス管の水面を「基準面」とし、基準面から水平なガ

ラス管までの高さを「基準面の高さ(H/mm)」とした。そして、基準面の高さと同ガラス管の水面の高さとの差($\Delta H/\text{mm}$)を測定し、液面上昇の長さを求めることを試みた。

また、ALTAY(内田洋行)製「毛細管」については、 5.6mm のガラス管の水面の高さを基準として、 $1.0, 2.0, 3.0\text{mm}$ の各ガラス管との水面の差を比較することにした。

今回の研究では、イオン交換水、エタノール、 n (ノルマル)-ヘキサン、スポーツドリンク(コカ・コーラ社製アクエリアス)を用いたときの毛細管現象の測定を行った。最後に、和歌山県立日高高等学校2年生の生徒40名に対し、得られた教材を実践し、アンケートをまとめた。

3. 結果と考察

イオン交換水を用いたときに得られたグラフをFig. 1に示す。

今回の実験では、 $y = (C/x)$ の関係式($y = \Delta H$ versus $x = D$)で最適化することにより、イオン交換水における比例定数 $C = 10.3\text{mm}^2$ (3B scientific), 13.1mm^2 (NaRiKa), 7.85mm^2 (ALTAY)を得た。このことから、同じ試料(イオン交換水)を用いても、毛細管実験器の種類によって上昇値の違いが見られることがわかった。これは、毛細管実験器の壁面の濡れやすさや、材質に起因していると考察することができる。

次に、さまざまな溶液について得られたグラフをFig. 2に示す。

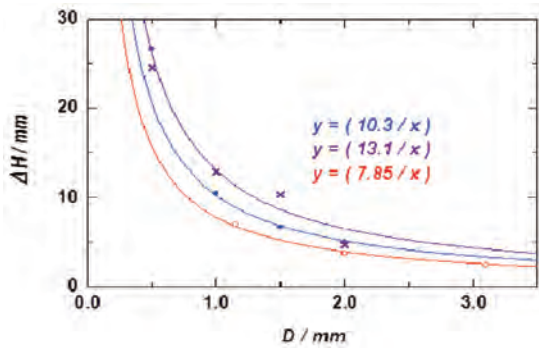


Fig. 1 イオン交換水を用いたときの毛細管実験器のガラス管の直径(D/mm)と液面上昇の高さ($\Delta H/mm$)の関係(●:3B scientific; ×:NaRiKa; ○:ALTAY)

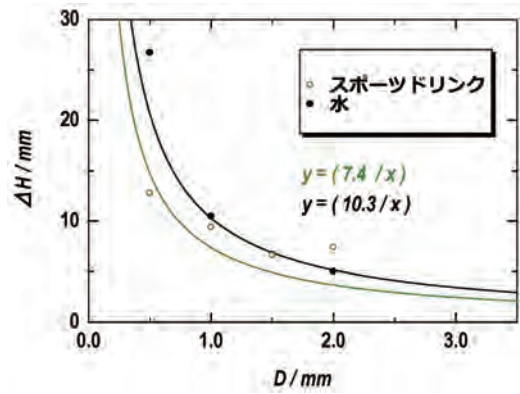


Fig. 3 スポーツドリンクと水(イオン交換水)を用いたときの毛細管実験器のガラス管の直径(D/mm)と液面上昇の高さ($\Delta H/mm$)の関係(3B scientific社製)

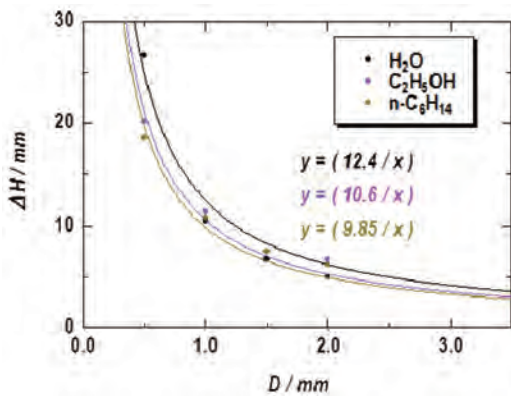


Fig. 2 さまざまな溶液を用いたときの毛細管実験器のガラス管の直径(D/mm)と液面上昇の高さ($\Delta H/mm$)の関係

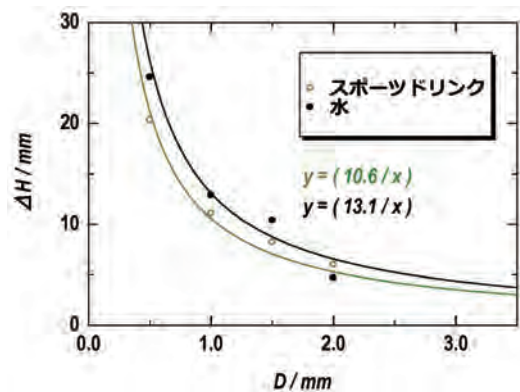


Fig. 4 スポーツドリンクと水(イオン交換水)を用いたときの毛細管実験器のガラス管の直径(D/mm)と液面上昇の高さ($\Delta H/mm$)の関係(NaRiKa社製)

この実験で、上記と同様に $y = (C/x)$ の関係式を最適化することにより、 $C = 12.4\text{mm}^2$ (イオン交換水)、 10.6mm^2 (エタノール)、 9.85mm^2 (n -ヘキサン)を得た。このことから、イオン交換水が最も毛細管現象が大きく、エタノール、 n -ヘキサンの順になることがわかった。

文献4で報告されている表面張力の大きさをTable 1に示す。

Table 1 さまざまな溶液における表面張力の大きさ⁴⁾

サンプル	表面張力の大きさ ($\gamma/10^{-3} \text{ N m}^{-1}$)
水	72.75
エタノール	22.27
n -ヘキサン	18.42

この表から、水の表面張力の値が最も大きく、エタノール、 n -ヘキサンの順になっていることがわかる。よって、今回用いた実験器具は文献4と同じ結果が得られることがわかった。

次に、身近な水溶液としてスポーツドリンクと水との比較を行った。得られた実験結果をFigs. 3, 4に示す。

これらの結果より、イオン交換水が身近なスポーツドリンクよりも毛細管現象が大きいことがわかった。この違いは、溶液の密度の大きさに起因しているものと思われる。このように、身近な溶液について毛細管現象を調べていくと生徒の興味関心が深まると思われる。

4. アンケート結果

次に、今回の毛細管現象をテーマにした実験を和歌山県立日高高等学校2年生の生徒40名に対して実践し、アンケートを実施した。その結果をFigs. 5, 6に示す。

毛細管現象に関するアンケート(Fig. 5)中の左のグラフは「今回の実験は面白かったか」という問いに対する結果で、右のグラフは「今回の実験を今まで見たことがあるか」という問いに対する答えである。左のグラフから、「とても面白かった」という生徒が86%、「面白かった」という生徒が14%となり、全員が今回の実験に対して意欲的に取り組めたことがわかる。また、右のグラフより「今回の実験を見たことがありますか」という問いに対して、98%の生徒は今回の実験を見たことがなかったので、毛細管現象の実験がまだ学校現場では広く知られていない実験だということ

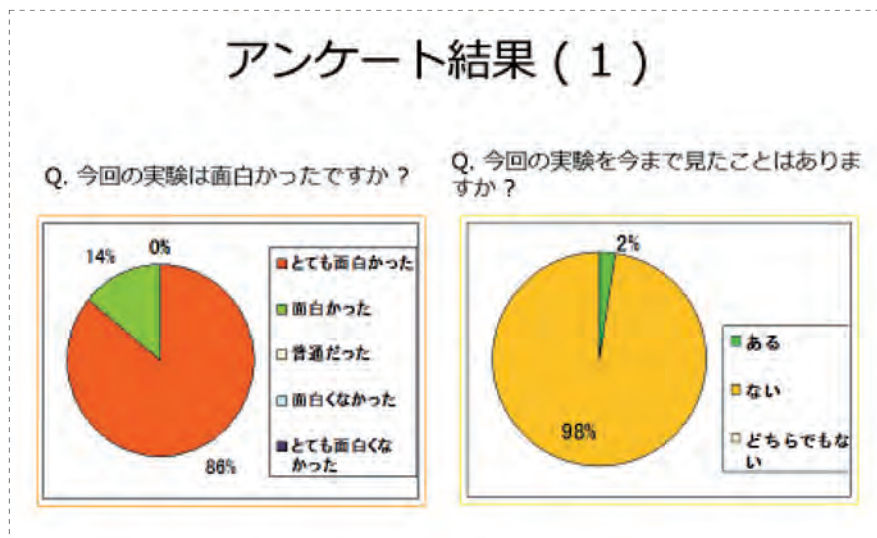


Fig. 5 毛細管現象を取り入れた実験に関するアンケート結果

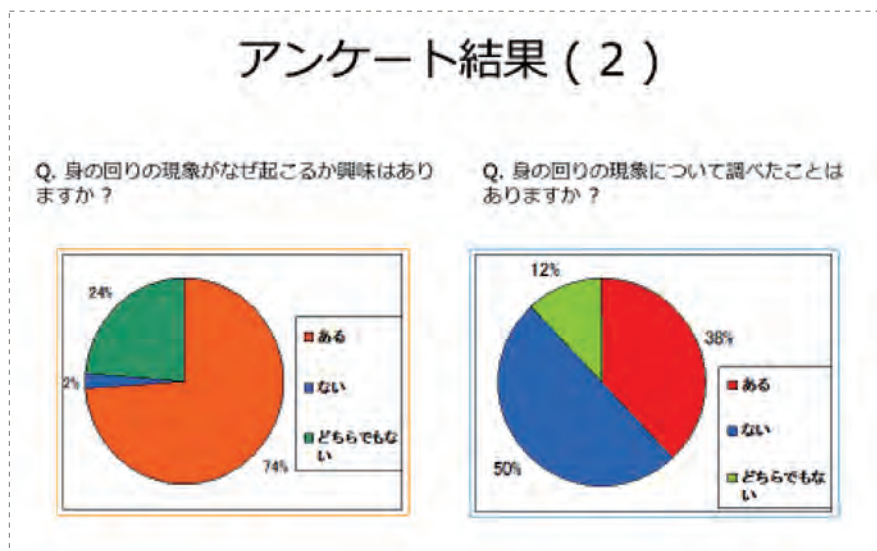


Fig. 6 身の回りの現象に関するアンケート結果

がわかった。次に、「身の回りの現象がなぜ起こるか興味はありますか」という問いと、「身の回りの現象について調べたことはありますか」という問いに対する答えをFig. 6にまとめた。このアンケート結果より、生徒の約7割が身の回りの現象に対して興味を持っているということがわかる。しかし、この結果に対して、実際にその現象について調べている生徒は38%であり、興味を持っている生徒の割合を大きく下回る結果となった。よって、生徒は身の回りの現象に対して興味を持っているが、それを調べるまでには至っていないということが考察できる。したがって、学校においても身の回りの現象を扱った教材を取り上げることで、生徒の理科に対する興味を持たせることができると推察することができる。

5. まとめ

今回の教材研究および授業実践は、毛細管現象とい

う理科の内容と数値をグラフ化して考えるという数学の内容を組み合わせた教材となった。今回の授業実践を通して、複数の教科を組み合わせる教材ではこれまでにない新しい効果が期待できるが、一方で実験の誤差が大きいなど多くの課題も見つかった。今後も今回のように、教科の枠組みを越えた教材の開発や身の回りの現象に着目した教材の開発および、授業実践にチャレンジしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 木村憲喜, 小山慶朗, 鶴飼論, 谷口直紀, 石塚互, 和歌山大学教育学部紀要(自然科学), **64**, 25(2014).
- 2) 石坂敦, 鎌倉伸也, 木村憲喜, 和歌山大学教育学部紀要(自然科学), **66**, 21(2016).
- 3) 中学校数学教科書, 未来へひろがる数学1, 啓林館(2012).
- 4) 日本化学会編, 化学便覧基礎編II, 丸善(2004).

