

アカデミックプログラム [A講演] | 01. 化学教育・化学史：口頭A講演

2024年3月18日(月) 10:00 ~ 11:30 A1456(14号館 [5階] 1456)

**[A1456-1am] 01. 化学教育・化学史**

座長：佐藤 陽子、林 英子

## ◆ 日本語

10:00 ~ 10:10

[A1456-1am-01]

塩化コバルト(II)触媒の有無による反応速度の相違を追跡する実験教材の開発と評価

○山田 将司<sup>1</sup>、今井 泉<sup>2</sup> (1. 東邦大学大学院理学研究科、2. 東邦大学)

## ◆ 日本語

10:10 ~ 10:20

[A1456-1am-02]

キッチンサイエンスによるマイクロスケール実験 - 緑茶葉と梨からのミニ乾燥梨紅茶作り-

○佐藤 陽子<sup>1,2</sup>、太田 尚孝<sup>2</sup> (1. 鎌倉女子大学、2. 東京理科大学)

## ◆ 日本語

10:20 ~ 10:30

[A1456-1am-03]

オリゴ乳酸の合成・分解を用いた高分子化学教材の開発

○平川 敦暉<sup>1</sup>、今井 泉<sup>2</sup> (1. 東邦大学大学院、2. 東邦大学)

## ◆ 日本語

10:30 ~ 10:40

[A1456-1am-04]

生分解性プラスチックであるポリグルタミン酸 (PGA) の塩基と酵素による分解過程の追跡と授業実践

○佐山 奈緒<sup>1</sup>、小林 清香<sup>2</sup>、齋藤 太郎<sup>2</sup>、今井 泉<sup>3</sup> (1. 東邦大学大学院、2. 立教新座中学校・高等学校、3. 東邦大学)

10:40 ~ 10:50

休憩

## ◆ 日本語

10:50 ~ 11:00

[A1456-1am-05]

初等中等教育の学校現場の実験器具を用いたハーブの水蒸気蒸留の教材化

○高橋 義人<sup>1</sup>、藤井 由希子<sup>1</sup> (1. 第一薬科大学)

## ◆ 日本語

11:00 ~ 11:10

[A1456-1am-06]

教育用マイコン micro:bit を用いた高精度データロガー温度計の改良と中高生向け化学実験講座での活用

○林 英子<sup>1</sup>、東崎 健一<sup>1</sup> (1. 千葉大学)

## ◆ 日本語

11:10 ~ 11:20

[A1456-1am-07]

## 化学の苦手意識を克服する高大連携研究と実践

○渡邊 陽介<sup>1</sup>、岡部 悠希<sup>2</sup>、多胡 伸博<sup>2</sup>、金築 裕之<sup>3</sup>、市川 隼人<sup>4</sup>、岡田 昌樹<sup>4</sup>、中釜 達朗<sup>4</sup>、  
藤井 孝宜<sup>4</sup> (1. 日本大学明誠高等学校、2. 日本大学豊山高等学校、3. 日本大学豊山女子高等学校、4.  
日本大学生産工学部)

---

◆ 日本語

11:20 ~ 11:30

[A1456-1am-08]

高校化学教科書の蒸気圧降下と沸点上昇の関係図について

○下井 守

---

## 塩化コバルト(Ⅱ)触媒の有無による反応速度の相違を追跡する実験教材の開発と評価

(東邦大院理<sup>1</sup>・東邦大<sup>2</sup>) ○山田 将司<sup>1</sup>・今井 泉<sup>2</sup>

Development and Evaluation of Experimental Teaching Materials to Track Differences in Reaction Rates with and without Cobalt(II) Chloride Catalyst (<sup>1</sup>Graduate School of Science, Toho University, <sup>2</sup>Toho University) ○Masashi Yamada<sup>1</sup>, Izumi Imai<sup>2</sup>

This research aims to develop and evaluate experimental teaching materials from green and sustainable chemistry (GSC). Specifically, we developed an experimental teaching material that visually and quantitatively tracks the difference in reaction rate in the oxidation reaction of tartaric acid solution and  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  solution with and without a  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  catalyst. Furthermore, we evaluated the developed experimental teaching materials using four evaluation axes constructed from environmental load and safety perspectives. As a result, the reaction rate of the reaction with the addition of a catalyst increased compared to the reaction rate of the reaction without the addition of a catalyst (Fig. 1). Also, it revealed that developed experimental teaching materials decreased environmental load and improved safety compared to previous research<sup>1)</sup> (Fig. 2). Therefore, it suggested that the developed experimental teaching materials are helpful as teaching materials for developing the concepts of reaction rates, catalysts, and GSC.

**Keywords :** Cobalt(II) chloride catalyst; Teaching materials evaluation; Green and sustainable chemistry (GSC)

本研究では、グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC) の概念から設計した実験教材の開発とその評価を目的とする。具体的には、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  触媒の有無による酒石酸溶液と  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液の酸化反応における反応速度の相違を可視的、定量的に追跡する実験教材を開発した。さらに、開発した実験教材を環境負荷及び安全性の観点から構築した四つの評価軸を用いて評価した。その結果、触媒を添加する反応の反応速度は、触媒を添加しない反応の反応速度と比較して増大した (図 1)。また、開発した実験教材は、先行研究<sup>1)</sup>と比較して環境負荷が低減し、かつ安全性が向上された実験教材であることが明らかになった (図 2)。そのため、開発した実験教材は、反応速度、触媒および GSC の概念を育成する教材に有用であることが示唆された。

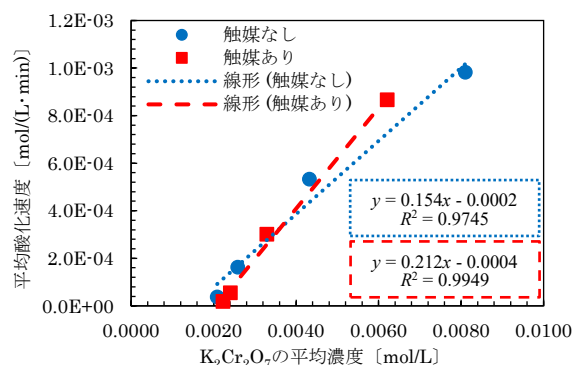


図 1 触媒の有無による反応速度の相違

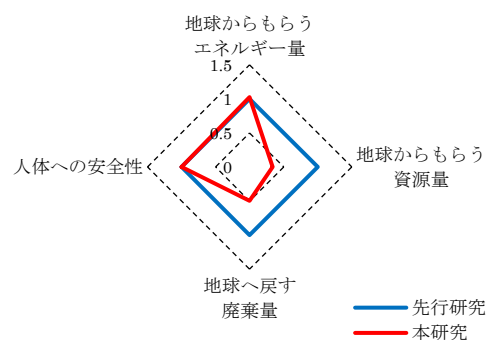


図 2 環境負荷及び安全性評価の結果

1) L. R. Summerlin, J. L. Eary Jr., Chemical Demonstrations A Sourcebook for Teachers, 1985.

## キッチンサイエンスによるマイクロスケール実験 - 緑茶葉と梨からのミニ乾燥梨紅茶作り-

(鎌倉女子大教<sup>1</sup>・東理大院理<sup>2</sup>) ○佐藤 陽子<sup>1,2</sup>・太田 尚孝<sup>2</sup>

Microscale Experiment by Kitchen Science -Making Mini Dried Japanese Pear Black Tea from Green Tea Leaves and Japanese Pears- (1 Department of Education, Kamakura Women's University, 2 Graduate School of Science, Tokyo University of Science)

○Yoko Sato<sup>1,2</sup>, Hisataka Ohta<sup>2</sup>

In the field of senior high school chemistry education, we teach the enzymatic degradation reaction of gelatin in kiwifruit and pineapple, but few examples of reactions using Japanese pear enzymes<sup>1)</sup> are suggested.

In this study, we attempted to ferment green tea leaves with Japanese pears (Japanese pear fruit and Japanese pear skin) using the microscale method.

As a result, we could be successful in making a pear-flavored miniature dried black tea from Japanese pears (Japanese pear fruit and Japanese pear skin) and green tea leaves.

**Keywords :** Kitchen Science; Microscale Method; Mini Dried Japanese Pear Black Tea

高等学校の化学教育の現場では、キウイフルーツやパイナップルの酵素によるゼラチンの分解反応の指導を行うが、梨の酵素反応<sup>1)</sup>の指導事例はほとんど示されていない。

本研究では、マイクロスケール法で梨（梨の果実及び梨の皮）による緑茶葉の発酵を試みた。結果として、梨（梨の果実及び梨の皮）と緑茶葉からミニ乾燥梨紅茶を作ることが可能であった。



Fig.1 Green tea and miniature dried Japanese pear black tea (left: green tea, center: Japanese pear black tea consisting of green tea and Japanese pear fruit, right: Japanese pear black tea consisting of green tea and Japanese pear skin)



Fig.2 Green tea and miniature dried Japanese pear black tea extracted with cold water(left: green tea, center: Japanese pear black tea consisting of green tea and Japanese pear fruit, right: Japanese pear black tea consisting of green tea and Japanese pear skin)

1) <https://www.ph.nagasaku.ac.jp/lab/natpro/research/blacktea.html> (2023 年 11 月 9 日確認)

## オリゴ乳酸の合成・分解を用いた高分子化学教材の開発

(東邦大学大学院<sup>1</sup>・東邦大学<sup>2</sup>) 平川 敦暉<sup>1</sup>・○今井 泉<sup>2</sup>

Development of Polymer Chemistry Teaching Materials Using Oligolactic Acid

(Toho University Graduate School<sup>1</sup>, Toho University<sup>2</sup>) HIRAKAWA, Atsuki<sup>1</sup>; ○IMAI, Izumi<sup>2</sup>

We used neutralization titration to track changes over time in the "average degree of polymerization" of Oligolactic acid synthesized by heating and stirring lactic acid. We then developed a teaching tool to teach students about chemical recycling by separating and purifying Oligolactic acid of a specific degree of polymerization in the reaction mixture using preparative thin layer chromatography (PTLC) and regenerating lactic acid by hydrolysis. We polymerized lactic acid by placing 10 mL of lactic acid and a stirrer in a 100 mL triangular flask and heating and stirring the flask on a magnetic stirrer set at 250 °C for t minutes (t = 10, 20, 30). After heating was complete, we stopped the reaction by ice-cooling. We tracked the "average degree of polymerization" of the Oligolactic acid by measuring the average molecular weight. We determined the average molecular weight by dissolving 0.1000 g of Oligolactic acid and two drops of phenolphthalein in 20 mL of ethanol and titrating neutralized with 0.05000 M sodium hydroxide solution (Table 1). We then regenerated the lactic acid by separation, purification, and hydrolysis of Oligolactic acid of the degree of polymerization 2 in the synthesized Oligolactic acid reaction mixture using PTLC.

*Keywords : Oligolactic acid; Development of Teaching Materials*

乳酸の加熱攪拌によって合成されたオリゴ乳酸の「平均重合度」の経時変化を中和滴定で追跡した。その後、反応混合物中に存在する特定の重合度のオリゴ乳酸を、分取薄層クロマトグラフィー(PTLC)を用いて分離・精製し、加水分解によって乳酸を再生することで、ケミカルリサイクルを意識させられる教材を開発した。

乳酸の重合は、100 mL 三角フラスコに乳酸 10 mL と攪拌子を入れ、250 °Cに設定したマグネティックスターラー上で t 分間、加熱攪拌し行った(t=10、20、30)。加熱終了後、氷冷で反応を停止させた。オリゴ乳酸の「平均重合度」の追跡は、平均分子量を測定し、行った。平均分子量は、オリゴ乳酸 0.1000 g とフェノールフタレイン 2 滴を 20 mL のエタノールに溶解させ、0.05000 M の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定し、求めた(表 1)。その後、合成したオリゴ乳酸の反応混合物に含まれている重合度 2 のオリゴ乳酸を、PTLC を用いて分離・精製し、加水分解をして、乳酸を再生した。

表 1 加熱時間と平均重合度の関係

加熱時間	10 分	20 分	30 分
平均分子量	122.2	157.4	222.7
平均重合度	1.446	1.934	2.845

## 生分解性プラスチックであるポリグルタミン酸（PGA）の塩基と酵素による分解過程の追跡と授業実践

（東邦大院理<sup>1</sup>・立教新座中学校・高等学校<sup>2</sup>・東邦大<sup>3</sup>）○佐山 奈緒<sup>1</sup>・小林 清香<sup>2</sup>・齋藤 太郎<sup>2</sup>・今井 泉<sup>3</sup>

Tracking the process of degrading polyglutamic acid (PGA), a biodegradable plastic, using bases and enzymes and practicing in class (<sup>1</sup>Graduate School of Science, Toho University, <sup>2</sup>Rikkyo Niiza High School, <sup>3</sup>Toho University) ○Nao Sayama<sup>1</sup>, Sayaka Kobayashi<sup>2</sup>, Taro Saito<sup>2</sup>, Izumi Imai<sup>3</sup>

In this research, we followed the reaction process in alkaline and enzymatic decomposition and practiced teaching materials using polyglutamic acid to develop it based on green and sustainable chemistry. As a result, measured the absorbance at the absorption wavelength of carbonyl in the reaction solution, the absorbance increased with time. Furthermore, we analyzed the product structure after the reaction using a multinuclear specification solution NMR device. We observed the decomposition of the peptide bonds in PGA, indicating that bases and enzymes decomposed PGA.

In the class practice, the absorbance increased over time. In a survey taken after the class, 67% of the students answered that they understood that base and enzyme broke down PGA. Therefore, it suggested that the teaching materials developed in this study are helpful as one of the experiments on biodegradable plastics.

**Keywords :** Biodegradable plastic; Polyglutamic acid; Green Sustainable Chemistry

本研究では、グリーン・サステイナブル ケミストリーを基盤とした教材を開発するために生分解性プラスチックであるポリグルタミン酸（PGA）を使用し、アルカリ分解と酵素分解における反応過程の追跡および、教材の実践を行った。その結果、反応溶液のカルボニルの吸収波長の吸光度<sup>1)</sup>を測定したところ、時間経過とともに吸光度が増加し、反応後で PGA の質量変化量の増加が見られた（図 1, 2）。さらに、多核仕様溶液 NMR 装置（AVANCE II 400）で反応後の生成物の構造解析を行ったところ、PGA のペプチド結合の分解が見られたため、PGA が塩基と酵素によって分解されたことが分かった。

この教材を用いた授業実践では、反応溶液の吸光度が時間経過とともに増加した。授業後にアンケートをとったところ、PGA は塩基、酵素によって分解することが理解できたと答える生徒が 67 %であった。このことから、本研究で開発した塩基と酵素の観点で分解を追跡する教材は、生分解性プラスチックの実験の一つとして有用であることが示唆された。

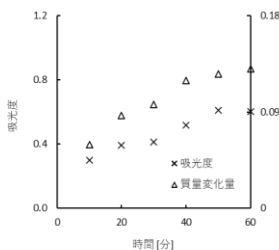


図1 NaOH による PGA の分解の吸光度と質量変化量

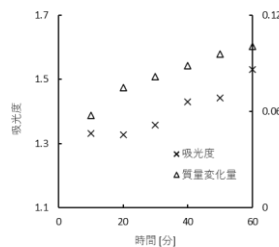


図2 トリプシンによる PGA の分解の吸光度と質量変化量

1) Tadahisa Iwata and Yoshiharu Doi (1998) Morphology and Enzymatic Degradation of Poly(L-lactic acid) Single Crystals, (Macromolecules) 31, 2461~2467

## 初等中等教育の学校現場の実験器具を用いたハーブの水蒸気蒸留の教材化

(第一薬科大学<sup>1</sup>) ○高橋 義人<sup>1</sup>・藤井 由希子<sup>1</sup>

Teaching materials for steam distillation of herbs using laboratory equipment in primary and secondary school (<sup>1</sup> *Daiichi University of Pharmacy*) ○Yoshito, Takahashi<sup>1</sup>, Yukiko Fujii<sup>1</sup>

Steam distillation of herbs can provide a learning experience that appeals to the olfactory and visual senses. However, if the steam distillation equipment used at universities were to be used in primary and secondary schools, it would take time to move and assemble the glassware. In this study, steam distillation was carried out using laboratory equipment in primary and secondary schools, in an attempt to make it a familiar teaching tool.

Lemongrass cut into 1 cm pieces was placed in a polyester net and placed over the vapor pathway at the top of a round-bottom flask containing an appropriate amount of water. The flask was then heated from below with a gas burner, and the vapor that passed through the lemongrass was cooled and liquefied using a Liebig cooler (the refrigerant was tap water). However, no essential oil (oily component) could be obtained with this method. Therefore, we further improved the method by cooling both sides of the Liebig cooler with ice to recover water vapor. As a result, a small amount of oily component was obtained on the surface of the liquid. This indicates that cooling after distillation is important for the recovery of essential oil. In the future, we will devise a cooling method and attempt to recover a sufficient amount of essential oil.

*Keywords : herb ;steam distillation; primary and secondary education; laboratory equipment; teaching tool*

ハーブの水蒸気蒸留は、身近な植物の香りの抽出という、嗅覚や視覚に訴えかける学習が可能である。しかしながら、大学で使用する水蒸気蒸留装置を初等中等教育の学校現場で利用するにはガラス器具の移動や組み立て時間を要する。今回は水蒸気蒸留を初等中等教育の学校現場の実験器具を利用して行い、その教材化を試みた。

1cm 程度にカットしたレモングラスをポリエステル製のネットに入れ、水を適量入れた丸底フラスコの上部の水蒸気の通路上に設置した。その後、下からガスバーナーで加熱し、レモングラスを通過した蒸気を、リービッヒ冷却器（冷媒は水道水）を使い冷却、液化させた。しかしながらこの方法では精油（油状成分）は得られなかった。そこでさらに改良し、リービッヒ冷却器の両側を氷で冷却、水蒸気の回収を行ったところ、液面にわずかな油状成分を得た。このことから、精油の回収には蒸留後の冷却が重要であることが明らかになった。今後、冷却方法を工夫し、精油の十分な量の回収を試みる。

## 教育用マイコン micro:bit を用いた高精度データロガー温度計の改良と中高生向け化学実験講座での活用

(千葉大教育) ○林 英子・東崎 健一

Improvement of the high-precision thermometer using BBC micro:bit and its use in a single-day chemical experiment class for junior and senior high school students(Faculty of Education, Chiba University) ○Hideko Hayashi, Ken-ichi Tozaki

*Keywords : BBC micro:bit; high-precision thermometer; chemical experiment material; Wireless data transfer; transparent soap*

We are developing a probe-type thermometer with a data logger function(abbr. MB thermometer) by utilizing the BBC micro:bit, as an interface between a high-accuracy, high-resolution temperature sensor element and a PC. This time, we modified the MB thermometer and used it for an experimental course for junior and senior high school students, using the radio communication function between two micro:bit to transfer temperature data to a PC.

In the experimental course, transparent soap was made from ordinary soap. By measuring temperatures and making observations, we found that if heating is stopped when the solution temperature reaches 96 °C, transparent soap can be produced without failure. In the experimental course, 10 groups of junior and senior high school students made transparent soaps by referring to the graph of temperature change of the soap solution in the beaker on the hot plate displayed on the PC, which was created from the temperature data measured by the MB thermometer and sent to the PC using radio communication.

micro:bit を高性能な温度センサー素子とパソコンとのインターフェースとして活用し、データロガー機能付きのプロブ型温度計(MB 温度計と略)を作成して、反応熱の測定等の大学で化学実験に活用している<sup>1)</sup>。今回は中高生向けの実験講座にて、MB 温度計をガラス棒兼温度計の形に改良し、2 台の micro:bit 間での無線通信(radio)機能を利用して、ホットプレートで加熱中の温度変化の測定とグラフ表示に活用した。

実験講座は、透明なセッケンを普通のセッケンからつくりその過程をもとに、どのようなものが透明なのかについて考えるもので、千葉市未来の科学者養成講座の中で行っている。透明セッケンは実験書<sup>2)</sup>では、純セッケンをエタノール、グリセリンおよび水にホットプレート上で溶かし、体積が元の体積の 2/3～1/2 に減少するまで加熱すると書かれているが、加熱を終えるタイミングが不明確で、固まらなかったり、不透明になったりしていた。温度を測定しながら検討した結果、液温が 96 °C に達したところで加熱をやめると失敗無くできることを見出し、実験講座では 10 班が同時に無線通信機能を使って、約 150 °C 設定の家庭用の大きなホットプレート上のビーカー内の溶液温度を、離れた位置にあるパソコンに送り透明セッケン作りを行った。

1) 林, 東崎 日本化学会 第 103 春季年会 (2023) K303-4pm-082.

2) C.L.Borgford, L.R. Summerlin: 日本化学会訳編 身近な化学実験 I: 中・高校生と教師のために, 丸善(1990) pp. 191-193.

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP21H03965 の助成を受け実施しました。



## 化学の苦手意識を克服する高大連携研究と実践

(日大明誠<sup>1</sup>・日大豊山<sup>2</sup>・日大豊女<sup>3</sup>・日大生産<sup>4</sup>) ○渡邊陽介<sup>1</sup>・岡部悠希<sup>2</sup>・多胡伸博<sup>2</sup>・金築 裕之<sup>3</sup>・市川 隼人<sup>4</sup>・岡田昌樹<sup>4</sup>・中釜達朗<sup>4</sup>・藤井孝宜<sup>4</sup>

This paper focuses on a collaborative project between a university teacher and high school teachers. The main purpose of this project is to overcome the feeling of weakness in chemistry. (<sup>1</sup>Nihon University Meisei Senior High School.<sup>2</sup> Nihon University Buzan Senior High School.<sup>3</sup>Nihon University Buzan Girls' Senior High School.<sup>4</sup>College of Industrial Technology, Nihon University) ○Yosuke Watanabe,<sup>1</sup> Yuuki Okabe,<sup>2</sup> Nobuhiro Tago,<sup>2</sup> Hiroyuki Kanetsuki,<sup>3</sup> Hayato Ichikawa,<sup>4</sup> Masaki Okada,<sup>4</sup> Tatsuro Nakagama,<sup>4</sup> Takayoshi Fuji,<sup>4</sup>

I want to develop human resources with science and technology. I believe it is necessary to eliminate high school students' dislike of chemistry. So, I think own independent study is necessary. It is important to overcome the areas of "metal bond" and "Amount of substance", "acid and base." We are developing understandable teaching materials. This teaching material will help you overcome your dislike of chemistry and make learning chemistry more interesting.

We conducted a questionnaire to check the level of understanding of the lesson. As a result, some students improved their understanding of chemistry.

高校時に「化学嫌い」をなくすことは進路の選択の幅を広げるだけではなく、将来、科学技術発展を担う人材の輩出にもつながる。そのためには、旧来のような知識の詰め込み教育ではなく、モチベーションが上がるポイントを押さえて、自発的に学習に取り組むように導くことが重要であると考えている。特に、多くの高校生が履修する「化学基礎」において苦手な単元は「金属と金属結合」「物質」「酸・塩基と中和」との報告があり、「化学嫌い」の一因となり得る可能性がある。一方、日本大学生産工学部では学習支援が必要な学生に対して様々な教材を開発し、授業内外学習で使用している。本研究ではこれらの教材をもとに高校生の「化学嫌い」になる要因を取り除ける教材を製作して授業展開することにより、「化学が苦手」な高校生を減らして「化学が楽しい」と思える高校生を増やすことを目的とした。そうすることで、化学の学習に対してモチベーションが上がり、自発的に学習に取り組むようになると考えている。

今回使用した教材は、「金属と金属結合」と「中和滴定」の内容に関わる教材を使用して、生徒の理解度や興味関心の向上の変化をアンケートで確認した。大幅な変化は見られなかったが、教材を用いて視覚的に理解できるようになったことで、理解が深まったという生徒が増加した。

## 高校化学教科書の蒸気圧降下と沸点上昇の関係図について

(東京) ○下井 守

Concerning to graphs of the relationship between depression of vapor pressures and elevation of boiling points in high school chemistry textbooks (Tokyo) ○Mamoru Shimoi

Graphs are useful for represent the change of two related physical quantities and effective for students to understand related phenomena. However, if the graph is greatly deformed, it will give students the opposite effect.

The relationship between depression of vapor pressures and elevation of boiling points is shown as conceptional graphs in every chemistry textbook for high school students. The vapor pressure curves are shown as downward convex curves in all of them. It is true for the wide range of temperature. But they should be almost straight lines within the region where depression of vapor pressures and elevation of boiling points are discussed. They should be corrected as soon as possible to prevent misunderstanding of students.

*Keywords : Depression of Vapor Pressure; Elevation of Boiling Point; High School Chemistry Textbook*

二つの関連する物理量の変化を示すのに、グラフは有効であり、生徒たちが現象を理解するのを助けるが、そのグラフが大きくデフォルメされたものであると、逆効果をもたらす。

現行の高等学校化学の教科書には必ず溶液の蒸気圧降下と沸点上昇の関係を示す模式図が掲載されているが、蒸気圧曲線はすべて下に凸の曲線として描かれている。一般に蒸気圧曲線は下に凸の曲線になるが、沸点上昇を議論するような狭い温度範囲ではほとんど直線になるはずである。従って、教科書に掲載されている図は生徒たちに誤解を与えることになる。喫緊に正す必要がある。