

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

🌱 2025年3月29日(土) 9:30 ~ 11:30 🏢 [C]C301(第2学舎 2号館 [3階] C301)

[[C]C301-4am] 01. 化学教育・化学史

座長：種田 将嗣、生尾 光

◆ 日本語

9:30 ~ 9:40

[[C]C301-4am-01]

キッチンサイエンス -タレビンを用いたミニバター作り-

○佐藤 陽子^{1,2}、太田 尚孝² (1. 鎌倉女子大学、2. 東京理科大学)

◆ 日本語

9:40 ~ 9:50

[[C]C301-4am-02]

ギ酸を基質とする銀鏡反応は進行しない

○伊地知 敏大¹、井上 正之¹ (1. 東京理科大学)

◆ 日本語

9:50 ~ 10:00

[[C]C301-4am-03]

ラウリン酸ナトリウムを用いた超撥水表面の作製実験の開発

○新井 楓人¹、林 英子¹、東崎 健一¹ (1. 千葉大学)

◆ 日本語

10:00 ~ 10:10

[[C]C301-4am-04]

ロタキサン型分子シャトルを活用した実験教材の開発

○加藤木 智哉¹、今井 泉² (1. 東邦大院理、2. 東邦大)

◆ 日本語

10:10 ~ 10:20

[[C]C301-4am-05]

日本文化の「料理と筆」で光る文字を書く化学のアトリエ

○加治屋 大介¹ (1. 足利大学)

10:20 ~ 10:30

休憩

◆ 日本語

10:30 ~ 10:40

[[C]C301-4am-06]

アンモニアの噴水実験のスモールスケール化

○島田 透¹ (1. 弘前大学)

◆ 日本語

10:40 ~ 10:50

[[C]C301-4am-07]

水銀の生物濃縮実験における水銀検知管の精度向上の検討

○長南 幸安¹、戸村 魁斗¹、杉江 瞬¹ (1. 弘前大学)

◆ 日本語

10:50 ~ 11:00

[[C]C301-4am-08]

二酸化炭素及び放射性廃棄物の地下処理に関する授業実践

○杉江 瞬¹、長南 幸安² (1. 弘前大学大学院地域社会研究科、2. 弘前大学教育学部)

◆ 日本語

11:00 ~ 11:10

[[C]C301-4am-09]

マイクロビットを用いた電圧，電流，温度の同時測定装置の開発と電気分解における実験講座での活用

○林 英子¹、松本 凌征¹、東崎 健一¹ (1. 千葉大学)

◆ 日本語

11:10 ~ 11:20

[[C]C301-4am-10]

高校化学におけるエンタルピーとエントロピーに関する実験教材の開発 ー炭酸水素ナトリウムを用いた実験教材開発の試みー

○高橋 義人¹、二宮 純子²、松高 和秀³、柴田 晴斗⁴、栗下 由貴⁵、前田 恵美子⁵、大谷 晶子⁶ (1. 第一薬科大学、2. 神戸大学、3. 佐賀県立致遠館高等学校、4. 福岡県立浮羽究真館高等学校、5. 福岡県立福岡高等学校、6. 福岡大学附属大濠高等学校)

◆ 日本語

11:20 ~ 11:30

[[C]C301-4am-11]

デンプンの糊化エンタルピーを測定する簡易型示差熱分析計の制作と実験教材開発

○井上 みどり¹、野口 真理子²、藤森 裕基² (1. 日本大学大学院総合基礎科学研究科、2. 日本大学文理学部化学科)

キッチンサイエンス - タレビンを用いたミニバター作り -

(鎌倉女子大教¹・東理大院理²) ○佐藤 陽子^{1,2}・太田 尚孝²

Kitchen Science - Mini Butter Making with Small Sauce Jars - (¹*Department of Education, Kamakura Women's University*, ²*Graduate School of Science, Tokyo University of Science*)

○Yoko Sato^{1,2}, Hisataka Ohta²

Experiments in butter making using centrifuges or plastic bottles have been widely conducted so far.

In this study, we have tried to contrast animal and vegetable ingredients used in making mini-butters with small sauce jars. We have made sure that a small amount of butter and whey could be obtained by shaking animal ingredients in a small sauce bottle and a small amount of cream could be obtained by shaking vegetable ingredients in a small sauce bottle.

By making this method available to the public, we are grateful to say that it can be made use of for scientific inquiry in high school classes, club activities and free research.

Keywords : Kitchen Science; Butter; Small Sauce Jar

従来から遠心分離機やペットボトルを用いたバター作りの実験は広く行われている。本研究では、小型のタレビンを用いたミニバター作りに伴う動物性原料と植物性原料の対比を試みた。小型のタレビンに動物性原料を入れて振ると少量のバター及びホエイが得られ、小型のタレビンに植物性原料を入れて振ると少量のクリームが得られることを確かめた。

この手法を公開することで、高等学校の授業、クラブ活動、自由研究の場などでの科学的な探究活用が可能になると考えられる。



Fig.1 Small sauce jars(13.5 mL)



Fig.2 Experimental results (Left: Cream, Right: Butter and whey)

ギ酸を基質とする銀鏡反応は進行しない

(東理大院理¹・東理大理²) ○伊地知 敏大¹・井上 正之²

Silver mirror reaction dose not proceed with formic acid (¹Graduate School of Science, Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Tokyo University of Science) ○Toshihiro Ijichi¹, Masayuki Inoue²

We have quantitatively investigated silver mirror reaction with formate in ammoniacal silver nitrate solution or Tollens' reagent prepared under basic condition with sodium hydroxide, by volumetric analysis and HPLC. As the result, the silver mirror reaction utilizing formate did not proceed. However, the generation of silver mirror with ammonia as the reducing agent proceeded when Tollens' reagent was used. These results indicate that formic acid dose not reduce silver(I) diammine ions.

Keywords : Silver mirror reaction; Formate; Tollens' reagent; Ammonia

我々はギ酸塩を基質とする銀鏡反応の是非を検討している。アンモニア性硝酸銀水溶液にギ酸アンモニウムを添加した銀鏡反応は進行しなかった。さらに水酸化ナトリウム塩基性で調製したトレンス試薬を用い、ギ酸ナトリウムを基質とする銀鏡反応の容量分析¹⁾を行った。この場合にはアンモニアが還元剤となって銀鏡が生成した。またジアンミン銀 (I) イオンの残存率は、ギ酸ナトリウムを添加しない場合の残存率を下回らず、ギ酸イオンはジアンミン銀 (I) イオンを還元しなかった (図 1)。反応後の溶液に含まれるギ酸イオンの物質量を高速液体クロマトグラフィーによって測定 (図 2) し、残存率の平均値に対する同等性検定 ($\alpha=0.05$, マージンを 5% に設定) を行った結果, 「100% と同等」であった。以上の結果から, ギ酸を基質とする銀鏡反応は進行しないと結論した。

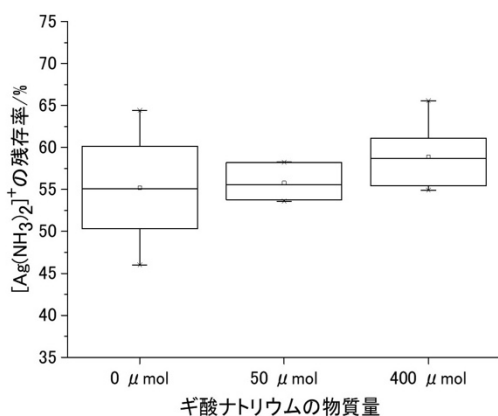


図 1 ジアンミン銀 (I) イオンの残存率

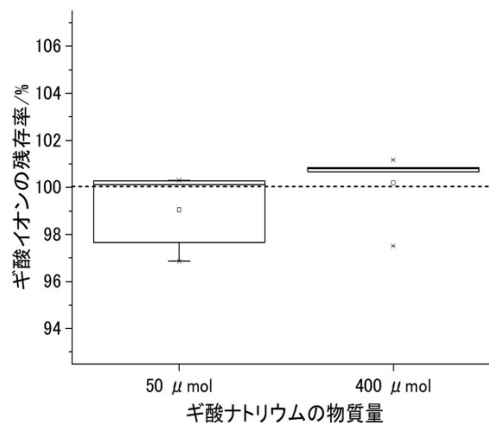


図 2 ギ酸イオンの残存率

- 1) 今野貴幸, 松原朱里, 井上正之, 化学と教育 **2022**, *71*, 64.

ラウリン酸ナトリウムを用いた超撥水表面の作製実験の開発

(千葉大学¹) ○新井 楓人¹・林 英子¹・東崎 健一¹

Development of the experiment to create a super water-repellent surface using sodium laurate
(¹Chiba University) ○Futo Arai¹, Hideko Hayashi¹, Ken-ichi Tozaki¹

We attempted to create a water-repellent surface for a high school-level experiment using chemical treatment. Two methods for preparing a super-water-repellent surface with a contact angle of 150° or more were evaluated: (1) treating anodized aluminum with a silane coupling agent¹⁾ and (2) adsorbing sodium laurate onto a cobalt hydroxide film precipitated on a glass slide²⁾. However, these methods were not suitable for high school experiments because the silane coupling agent was expensive and difficult to handle, and the cobalt hydroxide film adhered poorly and peeled off easily.

Therefore, in this study, we combined the two methods and successfully created a super-water-repellent surface by adsorbing sodium laurate onto anodized aluminum. During the anodizing process, we used a micro:bit, a single-board computer, to measure and record the current and voltage. A superhydrophobic surface with a contact angle of approximately 160° was achieved by anodizing aluminum for 4 hours and immersing it in a sodium laurate solution for 5 hours. To optimize the experiment for classroom use, we also investigated the effect of varying the anodizing and immersion times on the resulting contact angle.

Keywords : Super water repellent, Anodized aluminum, Sodium laurate, Anodizing, micro:bit

接触角が 150° 以上の超撥水表面は、アルマイト（酸化アルミニウム）をシランカップリング剤で撥水处理すること¹⁾や、スライドガラスに水酸化コバルトを析出させラウリン酸ナトリウムで撥水处理すること²⁾により作製が可能である。しかし、シランカップリング剤が高価で取り扱いが難しいこと、特別な装置が必要であること、水酸化コバルト膜の密着性が悪く剥がれやすいことから、高等学校での実験に活用することが困難である。そこで、超撥水表面を容易に作製する実験を開発した。

本研究では、アルマイトにラウリン酸ナトリウムを吸着させ、超撥水表面を作製した。アルマイトはアルミニウムを陽極酸化して作製した。その際の電流・電圧・溶液の温度は micro:bit で測定した。4 時間の陽極酸化で作製したアルマイトを 5 時間ラウリン酸ナトリウム水溶液に浸漬させることで、接触角が約 160° の超撥水表面を作製することができた。授業で扱うことが可能な実験にするために、陽極酸化、撥水处理の短時間化を検討した。

1) K. Tsuji, T. Yamamoto, T. Onda, S. Shibuichi, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1997**, 36, 1011.

2) E. Hosono, S. Fujihara, I. Honma, H. Zhou, *J. Am. Chem. Soc.* **2005**, 127, 13458–13459.

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

ロタキサン型分子シャトルを用いた実験教材の開発

(東邦大院理¹・東邦大²) ○加藤木 智哉¹・今井 泉²

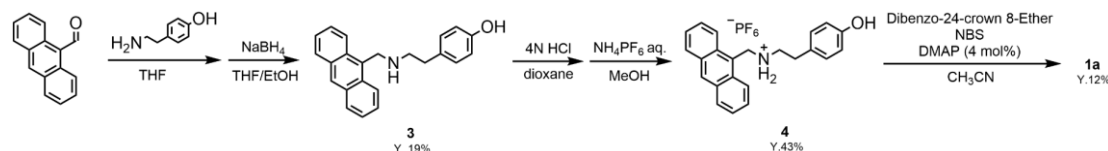
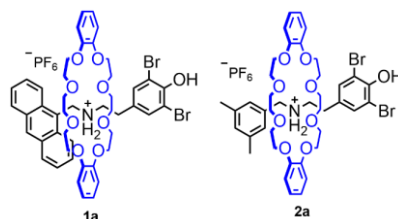
Development of experimental teaching materials based on rotaxane type molecular shuttles
(¹Graduate School of Science, Toho University, ²Toho University)○Tomoya Katogi,¹ Izumi Imai²

Rotaxane is a supramolecule in which the axial molecule passes through a cyclic molecule and attached to both ends of the axial molecule by large molecules. Supramolecules that have multiple stable states depending on external stimulation such as pH, heat, and light are called molecular machines. In particular, those with a rotaxane skeleton and a cyclic molecule that moves to another site of the axial molecule are called molecular shuttles. In this study, we aimed to develop a molecular shuttle that can be synthesized by a mild and simple chemical reaction, and in which the cyclic molecule moves to the phenolic site under pH conditions. Rotaxane **1a** was synthesized in three steps. Amine **3** was synthesized by reductive amination and converted to hexafluorophosphate **4**. **4** and dibenzo-24-crown 8-ether formed a pseudo-rotaxane. Then, the pseudo-rotaxane was brominated by NBS to synthesize **1a**. We are currently investigating the analysis of the transfer of cyclic molecules by the addition of organic acids and organic bases to **1a** and rotaxane **2a**, which has already been reported¹⁾.

Keywords : Molecular Shuttles, Molecular Machine, Teaching Materials

ロタキサンとは、軸分子が環状分子の中を通り、軸分子の両端を大きな分子で固定した超分子である。また、pH や熱、光などの外部刺激によって、安定状態が複数存在する超分子を分子マシンと呼ぶ。特に、ロタキサン骨格を持ち、環状分子が軸分子の別の部位に移動するものを分子シャトルと呼ぶ。本研究で

は、温和で簡便な化学反応で合成でき、pH 条件で環状分子がフェノール部位側へ移動する分子シャトルの開発を目的とした。ロタキサン **1a** は3段階で合成した。還元のアミノ化によってアミン **3** を合成し、ヘキサフルオロリン酸塩 **4** に変換した。**4** とジベンゾ-24-クラウン 8-エーテルから擬ロタキサンを形成させた。その後、擬ロタキサンを NBS によって臭素化して、**1a** を合成した。現在、**1a** と既に報告されているロタキサン **2a**¹⁾への有機酸及び有機塩基の添加による環状分子の移動について、分析を検討している。



1) K. Fujimura, Y. Ueda, Y. Yamaoka, K. Takasu, T. Kawabata, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, *62*, e202303078.

日本文化の「料理と筆」で光る文字を書く化学のアトリエ

(足利大 共通教育セ) ○加治屋 大介

A chemical experiment to produce photoluminescent ink: Chemistry joys in Japanese foods
(Center for Liberal Arts and Sciences, Ashikaga University) ○Daisuke Kajiya

This presentation gives and shares a chemical experiment in which a colored aqueous solution can be produced by dissolving amino acids and sugars in water and heating it, and the aqueous solution can be used as luminescent ink. This is a short experiment that can be used in introductory courses in general chemistry, co-medical chemistry, materials chemistry, biochemistry, and the chemistry of foods such as soy sauce and miso soup.

Keywords : Chemical experiment; First-Year Undergraduate; Color; Culture; Art

本発表では、アミノ酸と糖を溶かした水溶液を加熱することで生成できる色付き水溶液¹⁻³⁾を発光性インクとして用いる化学実験を報告します。教養化学、機能性材料合成、生体分子の化学反応、醤油や味噌の料理サイエンスの、入門コースで活用可能なショート実験です⁴⁾。

「アミノ酸とアミノ酸の脱水縮合」や「単糖と単糖の脱水縮合」は高校化学教科書に掲載されている内容です。では「アミノ酸と単糖の脱水縮合」は、どのように起こるのでしょうか。この問いに対する、教室で出来るデモンストレーションとして、1) アミノ酸と単糖の白色粉末を無色透明の水溶液に入れて加熱すると 10 分程で醤油や味噌のような茶色～黒色の水溶液に色が変わり、2) その水溶液で習字をして、3) 部屋を暗くし紫外線照射すると書いた文字が青白く光ります⁴⁾。

- 1) Murata, M. Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. *Glycoconj. J.* **2021**, 38 (3), 283–292; DOI: 10.1007/s10719-020-09943-x.
- 2) Hayase F.; Takahashi Y.; Tominaga S.; Miura M.; Gomyo T.; Kato H. Identification of Blue Pigment Formed in a D-Xylose-Glycine Reaction System. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **1999**, 63 (8), 1512–1514.
- 3) Sasaki S.; Shirahashi Y.; Nishiyama K.; Watanabe H.; Hayase F. Identification of a Novel Blue Pigment as a Melanoidin Intermediate in the D-Xylose-Glycine Reaction System. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2006**, 70 (10), 2529–2531.
- 4) Kajiya, D. Producing Ink That Emits Blue Light: Introduction of Dehydration Reaction to Combine Biomolecules Using Maillard Reaction. *J. Chem. Educ.* **2024**, 101 (11), 5134–5138.

アンモニア噴水のマイクロスケール化

(弘大教育) ○島田 透

Small-scale ammonia fountain experiment (*Department of Science, Faculty of Education, Hirosaki University*) ○ Toru Shimada

The ammonia fountain is an experiment used in the first grade of junior high school science class on the generation and properties of gases. The acid-base indicator in a beaker is sucked up through a glass tube, and not only does it look like a fountain, but it also changes color, which attracts the students' interest. In addition, the ammonia fountain experiment is not limited to the generation and properties of gases, but is closely related to other units such as writing chemical reaction equations, heat in and out of reactions, atmospheric pressure, and acid-base indicator. Despite the impact on students and the cross-curricular nature of this experiment, the ammonia fountain method has often been used only as a demonstration experiment because of the large size and complexity of the apparatus¹⁾. The purpose of this study was to develop a microscale ammonia fountain experiment that could be performed by individual students. By devising a method for generating the gas and using glass tubes, a method was successfully developed to ensure success of the ammonia fountain without the smell of ammonia filling the laboratory²⁾. The developed method can be performed at least six times during a 50-minute class period, allowing each student to perform the ammonia fountain experiment. When performing the experiment, acid-base indicators of different colors can be distributed to each student in the group, so that various color changes can be observed. *Keywords: Ammonia Fountain; Gas Properties; Acid-base Indicator; Microscale Experiment*

アンモニアの噴水は、中学校理科の第一学年「気体の発生と性質」の単元であつかわれる実験である。ビーカーに入れられた酸塩基指示薬がガラス管の中を吸い上げられ、噴水のようにだけでなく、色も変わることから、生徒の興味・関心をひきつける。また、アンモニアの噴水実験は、気体の発生と性質に留まらず、化学反応式の書き方、反応における熱の出入り、大気圧、酸塩基指示薬など他の単元との関りが深い。このように生徒へのインパクトがあり単元横断的な実験であるものの、これまでのアンモニアの噴水の方法は、器具が大型で操作が複雑であることから、演示実験で済まされることが多かった¹⁾。そこで本研究は、アンモニアの噴水実験をマイクロスケール化し、生徒ひとりひとりが行える実験とすることを目的に行った。気体の発生方法とガラス管の使い方を工夫することで、アンモニアの匂いが実験室に立ち込めることなく、噴水が成功する方法の開発に成功した²⁾。開発した手法は、50分の授業時間内に、最低でも6回の実施が可能であり、生徒ひとりひとりがアンモニアの噴水実験を行うことができる。実施の際には、グループ内のひとりひとりに違った色の酸塩基指示薬を配ることで、さまざまな色変化を確認することもできる。



実験動画

1) 柴田友美、芝原寛泰、フォーラム理科教育 **2012**、13、5-10.

2) 島田 透、TOHOKU ひろば **2024**、6-9.

水銀の生物濃縮実験における水銀検知管の精度向上の検討

(弘大教育) ○長南 幸安・戸村 魁斗・杉江 瞬

A Study on Improving the Accuracy of Mercury Detector Tubes in Mercury Bioaccumulation Experiments (*Faculty of Education, Hirosaki University*) ○Yukiyasu Chounan, Kaito Tomura, Shun Sugie

As a simple experiment in an educational setting that allows students to experience the bioaccumulation of mercury, we developed a bioaccumulation experiment using a gold colloid coloration method and a mercury measurement set, and found that it is possible to conduct qualitative and quantitative mercury experiments. However, experiments using the mercury measuring set could only quantify mercury contained in fish and shellfish, which are known to contain high concentrations of mercury. Therefore, this study investigated a mercury detector tube capable of detecting mercury contained in fish with low mercury concentrations.

Keywords : Mercury; Bioaccumulation; Environmental Education; Gold Colloid Coloration Method; Mercury Detector Tube

本研究室では、教育現場でも簡易的に行える水銀の生物濃縮を実感する実験として金コロイド呈色法による生物濃縮実験、及び水銀測定セットによる生物濃縮実験を開発し、水銀の定性・定量実験が可能な事を明らかにした。しかし、水銀測定セットを用いた実験で水銀の定量ができたのは水銀の含有量が多いとされる魚介類のみであった。今回は水銀濃度の低い魚の水銀検知を目的とし、より低い水銀濃度の検知が可能な水銀検知管の検討をした。

水銀測定セットによる生物濃縮実験の手順に従い、先行研究から使用されてきた「ガステック製水銀検知管」(測定範囲 0.005~0.04 mg/L)に加え、より低い水銀濃度まで測定可能な「北川式水銀検知管」(測定範囲 0.1~10 mg/m³ [0.0001~0.01 mg/L])を使用して行った。酸分解は比較的簡単に学校現場でも再現が可能な湿式分解法を採用した。試料は先行研究にて水銀検知に成功しているキンメダイ・メカジキの2種類を用いて、はじめに先行研究と同じ値を2種類の検知管で出せることを確認する実験を行った。

水銀測定セットによる検出を行った結果、キンメダイ・メカジキともにガステック製水銀検知管では先行研究と近い値が出た。しかし北川式の水銀検知管ではどちらの試料でもガステック製で検知された水銀濃度の 1/50 ほどの値しか検知されなかった。

濃度がわかっているネスラー試薬(3.4 g/w 第二ヨウ化水銀)を用いて水銀濃度が約 0.015 mg/L の試料を作りそれぞれの検知管で実験を行った。結果は3回の検知の平均が、ガステック製の検知管では 0.016 mg/L、北川式の水銀検知管では 0.00035 mg/L となった。

二酸化炭素及び放射性廃棄物の地下処理に関する授業実践

(弘大院地社¹・弘大教育²) ○杉江 瞬¹・長南 幸安²

Classroom practice on underground treatment of carbon dioxide and radioactive waste

(¹Graduate School of Regional Studies, Hirosaki University, ²Faculty of Education, Hirosaki University)○Shun Sugie,¹ Yukiyasu Chounan²

Energy education programs and materials in schools tend to focus on the use of alternative resources to fossil fuels and alternative methods of electricity generation in order to reduce harmful emissions. In this exercise, however, we focused on post-use treatment methods and examined educational materials on how to dispose of the carbon dioxide and radioactive waste generated in each power generation process. In the class practice, experiments were conducted on solid storage methods through the generation of CO₂ hydrates and on methods of reducing radiation doses using radioactive materials. CO₂ hydrate experiments were synthesized using a pressure vessel and a magnetic stirrer to satisfy the equilibrium region of hydration. In the radiation dose reduction experiment, monazite was used as the radioactive material. The radioactive material was surrounded by aluminum and lead plates to examine the penetrating power of radiation, and the physical distance from the radioactive material was measured to compare the relationship between distance and radiation dose.

Keywords : Science Teaching Material; Carbon Dioxide; Radioactive Material ; Undergroun Treatmen; Classroom Practicet

学校のエネルギー教育における学習や教材では、有害となる排出物の量を低減させるため、化石燃料に代わる資源活用や、代替となる発電方法などについて取り上げる傾向がある。しかし、本実践では使用後の処理方法に着目し、各発電で発生した二酸化炭素や放射性廃棄物の処理する方法に関する教材を検討した。授業実践ではCO₂ハイドレートの生成を通じた固体保管の方法や、放射性物質を用いた線量を減少させる方法の実験を行った。CO₂ハイドレートの実験では、圧力容器とマグネティックスターラーを使い、ハイドレート化の平衡領域を満たすことで生成した。また、線量を減少させる実験では、放射性物質としてモナズ石を活用した。放射性物質をアルミニウム板や鉛板で囲み、放射線の透過力を確認したり、放射性物質から物理的な距離をとり、距離と線量の関係を比較したりした。



図1 CO₂ハイドレート



図2 放射性物質の透過度測定

マイクロビットを用いた電圧，電流，温度の同時測定装置の開発と電気分解における実験講座での活用

(千葉大教育) ○林 英子・松本 凌征・東崎 健一

Development of a electrochemical device for simultaneous measurement of voltage, current, and temperature using BBC micro:bit and its application in an experimental course (*Faculty of Education, Chiba University*) ○Hideko Hayashi, Ryosei Matsumoto, Ken-ichi Tozaki

We attached a circuit to measure the voltage and current from an external DC power source to the data logger thermometer using a BBC micro:bit we already reported. This made it possible to simultaneously measure the voltage, current, and solution temperature during electrolysis and store the data. This simultaneous voltage, current, and solution temperature measurement device using the micro:bit was used in an experiment lecture for junior and senior high school students. The progress of electrolysis during the deposition of metallic sodium could be checked by graphs of voltage, current, and temperature displayed on a PC via the micro:bit. After the electrolysis was completed, all groups were able to confirm the deposition of metallic sodium by the reaction of metallic sodium with water.

Keywords : Understanding of electrolysis, Current/voltage measurements, BBC micro:bit, Experimental lecture

中学校理科において，水酸化ナトリウムを電解質とした水の電気分解を学習する。非水極性溶媒である炭酸プロピレンに，ヨウ化ナトリウムを溶かした溶液を用いれば陰極に金属ナトリウムを析出させることができる¹⁾。この実験を通して，水溶液では水が優先して電気分解されるため，金属ナトリウムは析出しないことなどを理解する実験講座を中高生向けに実施した。ヨウ化ナトリウムを溶かした炭酸プロピレン溶液の電気分解の難点は，溶液の加熱(80℃程度)が必要なこと，50分程度の時間を要すること，陽極で生成するヨウ素により溶液が濃褐色に着色して陰極の様子が見えず，水分等の混入で金属ナトリウムの析出がない場合に電極を取り出して見るまで情報が無いことである。

本研究ではこれまでに報告している micro:bit を用いたデータロガー温度計²⁾に，外部直流電源からの電圧，電流を測定する回路を組み合わせ，電気分解時の電圧，電流，および，溶液温度を同時に測定・データ保存できるように改良し，実験講座において活用した。非水溶液の電気分解中の状況は，micro:bit を通して PC 上に表示される電圧・電流・温度のグラフで確認でき，どの班も析出した金属ナトリウムを水との反応で確認できた。実験講座の詳細についても報告する。

1) 林 英子，苗田 陸生日本化学会 第 100 回春季年会，**2020**，講演予稿集，3I2-07

2) 林英子，東崎健一，日本化学会 第 104 回春季年会，**2024**，講演予稿集，A1456-1am-06.

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

micro:bit の測定プログラム，測定マニュアル等は，web サイト (<http://www.e.chiba-u.jp/~hayashih/>) に公開してダウンロードできるようにしています。

高校化学におけるエンタルピーとエントロピーに関する実験教材の開発 —炭酸水素ナトリウムを用いた実験教材開発の試み—

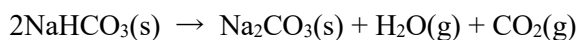
(第一薬科大学¹・神戸大学²・佐賀県立致遠館高等学校³・福岡県立浮羽究真館高等学校⁴・福岡県立福岡高等学校⁵・福岡大学附属大濠高等学校⁶) ○高橋 義人¹・二宮 純子²・松高 和秀³・柴田 晴斗⁴・栗下 由貴⁵・前田 恵美子⁵・大谷 晶子⁶

Development of experimental teaching materials on enthalpy and entropy in high school chemistry classes: An attempt using sodium hydrogen carbonate(¹*Daiichi University of Pharmacy*, ²*Kobe University*, ³*Chienkan High School*, ⁴*Ukihashinpuhan High School*, ⁵*Fukuoka High School*, ⁶*Ohhori High School*) ○Yoshito Takahashi,¹ Junko Ninomiya,² Kazuhide Matsutaka,³ Haruto Shibata,⁴ Yuki Kurishita,⁵ Emiko Maeda,⁵ Akiko Ohtani⁶

In accordance with the new Course of Study (National Curriculum Standards) for Senior High School of Japan, enthalpy and entropy have been newly introduced into chemistry classes of senior high school. However, there have been few reports of experimental teaching materials that explain the direction of reaction progression logically based on the increase or decrease in enthalpy and entropy change. This study, therefore, investigated the direction of reaction and the effects of enthalpy and entropy in a reversible reaction between sodium hydrogen carbonate and sodium carbonate under different temperature conditions, and attempted to develop experimental teaching materials that train mathematical thinking skills of students.

Keywords : *enthalpy; entropy; high school chemistry; development of experimental teaching material; sodium hydrogen carbonate*

新高等学校学習指導要領により、高等学校「化学」に、新たにエンタルピーとエントロピーが導入された。一方で、エンタルピー変化とエントロピー変化の増減から、反応の進む向きを論理的に考察する実験教材はほとんど報告されていない。本研究では、炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムとの間の温度条件に対する可逆反応における反応の向きとエンタルピーとエントロピーの影響を調査し、数理的思考力を鍛える実験教材の開発を試みた。



$$\Delta H = \Delta H(\text{Na}_2\text{CO}_3) + \Delta H(\text{H}_2\text{O}) + \Delta H(\text{CO}_2) - 2\Delta H(\text{NaHCO}_3)$$

$$\Delta S = S(\text{Na}_2\text{CO}_3) + S(\text{H}_2\text{O}) + S(\text{CO}_2) - 2S(\text{NaHCO}_3)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

本研究は、JSPS 科研費 24K05985 の助成を受けたものである。

デンプンの糊化エンタルピーを測定する簡易型示差熱分析計の製作と実験教材開発

(日大院総¹・日大文理²) ○井上 みどり¹・野口 真理子²・藤森 裕基²

Design of a Simple Differential Thermal Analyzer to Measure the Gelatinization Enthalpy of Starch for Development of Experimental Teaching Materials (¹Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University, ²College of Humanities and Sciences, Nihon University)

○Midori Inoue,¹ Mariko Noguchi,² Hiroki Fujimori²

Enthalpy is an important physical quantity that represents the amount of endothermal or exothermal heat associated with phase transitions or changes of state of matter under constant pressure, and its understanding is essential for studying the field of thermodynamics. Since 2018, it has been required that students learn about enthalpy in high school, but in many cases, this has been limited to classroom lectures using textbooks only. For an essential understanding of enthalpy, it is necessary to develop experimental teaching materials like the experiments performed in universities. In this study, in order to develop inexpensive and brief experimental teaching materials on enthalpy that can be performed in high schools, we designed a simple differential thermal analyzer and attempted to observe the enthalpy change due to starch gelatinization as a temperature difference.

Keywords : *Enthalpy; Starch; Experimental Teaching Materials*

高等学校新学習指導要領（平成 30 年告示）においてエンタルピーが導入された。エンタルピーは、定圧下における物質の相転移や状態変化に伴う吸熱または発熱量を表す重要な物理量であり、熱力学分野を学ぶにはその理解が不可欠である。しかしながら、熱力学を学ぶ際に、大学では、座学に加え、熱分析計を用いた結晶硫酸銅中の結晶水変化に伴うエンタルピー測定などの学生実験が古くから実施されている一方で、高等学校では、多くの場合教科書や図解を用いた座学の上に留まっている。

本研究では、安価な実験器具を用いて高等学校の授業時間内で実施可能なエンタルピーに関する実験教材を開発すべく、簡易型の熱分析計を製作し、デンプンの糊化の観測を試みた。デンプンと水を加熱すると、水が密な構造中に入り込み糊化が起こる。この現象に伴うデンプンの糊化エンタルピーを温度差として検出するために、熱分析計の実験条件（加熱条件、試料濃度、試料量等）を検討した。デンプンは身近な食品であるため、安全で、生徒の興味関心や学習意欲を引き出すことが可能な実験教材に適した材料であると確信する。

- 1) 鈴木 繁男・中村 道徳, 澱粉科学実験法, 朝倉書店, pp150~153 (1979).
- 2) 二国 二郎, デンプンハンドブック, 朝倉書店, pp98~105 (1961).