

アカデミックプログラム [ポスター] | 01. 化学教育・化学史：ポスター

🕒 2025年3月28日(金) 10:00 ~ 11:30 📍 ポスター会場A(第4学舎 4号館 [B1階] 4001)

[[PA]-3am] 01. 化学教育・化学史

📍 日本語

[[PA]-3am-01]

pH指示薬を用いたサーモクロミックインクの作製と発色原理を学ぶ教材への展開

○射延 祥矢¹、山口 忠承¹ (1. 兵教大)

📍 日本語

[[PA]-3am-02]

時計反応を利用したアスコルビン酸の定量

○實藤 匠汰¹、松岡 雅忠¹ (1. 福岡大学)

📍 日本語

[[PA]-3am-03]

塩基性における単糖の還元性の原因—反応生成物の分析から—

○藤田 諒真¹、井上 正之² (1. 東理大院理、2. 東理大理)

📍 日本語

[[PA]-3am-04]

呈色反応によるアセトアミノフェンの定量

○上田 竜也¹、松岡 雅忠¹ (1. 福岡大学)

📍 日本語

[[PA]-3am-05]

レーキの形成や繊維への固定を利用した色素の分離

○松本 海人¹、松岡 雅忠¹ (1. 福岡大学)

📍 日本語

[[PA]-3am-06]

卓上型核磁気共鳴装置を利用したエタノールから酢酸の合成反応の分析

○山口 忠承¹、高見 静香² (1. 兵庫教育大学、2. 新居浜工業高等専門学校)

📍 日本語

[[PA]-3am-07]

ろ紙上でのコバルト錯体の電気泳動と指示電解質がドリフト速度に及ぼす影響

○木崎 陽太¹、有井 秀和¹ (1. 宮崎大学)

📍 日本語

[[PA]-3am-08]

シクロデキストリンを用いるE, Z異性体の識別実験

○望月 美於¹、井上 正之² (1. 東理大院理、2. 東理大理)

📍 日本語

[[PA]-3am-09]

電機分解を用いるオゾン発生の効率化

○須藤 翔平¹、鈴木 崇広¹、井上 正之¹ (1. 東理大理)

📍 日本語

[[PA]-3am-10]

植物油の空気酸化におけるセサモールの抗酸化作用と天ぷら油としてのゴマ油の長所

○谷川 千乃¹、井上 正之² (1. 東理大院理、2. 東理大理)

◆ 日本語

[[PA]-3am-11]

アマニ油の空気酸化における種々の鉄塩の触媒作用

○相馬 凧沙¹、井上 正之² (1. 東理大院理、2. 東理大理)

◆ 日本語

[[PA]-3am-12]

探究活動へ展開する化学発光の実験について

○二宮 純子¹、上野 崇寿²、高橋 義人³、井上 高教⁴ (1. 神戸大学、2. 大分高専、3. 第一薬科大学、4. 大分大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-13]

即用式鉛バッテリーを用いたラジオ・LEDなどの駆動実験の教材化について

○岡原 正直¹ (1. 大阪府立佐野工科高等学校 定時制の課程)

◆ 日本語

[[PA]-3am-14]

ペーパークラフト構造模型のデザイン：金属有機構造体 (MOFs)

○堀越 亮¹ (1. 岡山理科大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-15]

工学院大学学習支援センター化学科利用による教育効果の統計分析

○徳永 健¹、高橋 浩久²、渡邊 和男²、三島 綾子²、高見 知秀¹、桑村 直人¹ (1. 工学院大教育推進、2. 工学院大学習支援センター)

◆ 日本語

[[PA]-3am-16]

児童・生徒の興味関心を想起するサイエンスイベントとその教材開発

○福田 嶺¹、高橋 智香¹、小野 玲奈¹、川田 茉里奈¹、高木 由美子¹ (1. 香川大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-17]

化学実験の動画教材を制作する学生グループChem Tube (6)

岸 朱音¹、佐々木 歩音¹、中浦 詠巳¹、永榮 朱寧¹、荒井 千秋¹、川岸 夕唯花¹、廣坂 美保¹、高梨 咲¹、岡本 蒼奈¹、伊藤 慈朗¹、谷田 育宏¹、○小野 慎¹ (1. 金沢工業大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-18]

蝶豆由来のアントシアニンの簡易抽出法とpH呈色反応

○豊島 雅幸¹、野澤 賢¹、二星 聖英¹、伊藤 凧¹、岡 宏樹¹、後藤 詩歩¹、高橋 龍也¹ (1. 東京都立産業技術高等専門学校)

◆ 日本語

[[PA]-3am-19]

SDGs観点による大学実験系科目におけるマイクロスケール実験の展開

吉野 涼¹、高橋 智香¹、○高木 由美子¹、荻野 和子² (1. 香川大学、2. 東北大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-20]

高専生を対象とした走査型電子顕微鏡 (SEM) の実験実習に特化した観察試料の開発

○田口 理沙子¹、香取 重尊¹ (1. 津山工業高等専門学校)

◆ 日本語

[[PA]-3am-21]

Zn_xFe_{3-x}O₄結晶の合成と比色分析による組成の決定○高田 知哉¹、原子 藍花² (1. 公立千歳科学技術大学、2. 江別市立野幌中学校)

◆ 日本語

[[PA]-3am-22]

学生基礎実験 (ペプチド合成) におけるアンケートの計量テキスト分析と実験内容の改良

○大岡 麻鈴¹、臼井 健二¹、栢森 史浩¹ (1. 甲南大)

◆ 日本語

[[PA]-3am-23]

有機化学の専門基礎教育のためのインターネットウェブサイト

○伊藤 真人¹ (1. 創価大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-24]

大学1年次のPBL実習科目におけるLED光源の比色計製作課題の開発

○鈴木 保任¹、大嶋 俊一¹、宮崎 慶輔¹、谷田 育宏¹ (1. 金工大)

◆ 日本語

[[PA]-3am-25]

山形県における理系人材育成プログラムの10年

○栗山 恭直¹ (1. 国立大学法人山形大学)

◆ 日本語

[[PA]-3am-26]

ダブルネットワークゲルの機械的および光学的特性の検討

○長尾 明美¹、長岡 健太¹、武藤 真和²、小林 和也¹ (1. 日本工業大学、2. 名古屋工業大学)

pH 指示薬を用いたサーモクロミックインクの作製と発色原理を学ぶ教材への展開

(兵教大) ○射延 祥矢・山口 忠承

Preparation of Thermochromic Ink Using pH Indicators and Its Application to Teaching Materials for Learning Coloring Principles (*Hyogo University of Teacher Education*) ○Shoya Inobe, Tadatsugu Yamaguchi

We are developing teaching materials for thermochromic ink using a pH indicator that develops color in acidic conditions and becomes colorless in neutral and alkaline conditions. In this study, we attempted to develop teaching materials that allow students to consider the principles of ink color development in relation to learning about acids and alkalis using pH indicators through experiments to create thermochromic ink that can be completed within class time. We put the developed teaching materials into practice in a class for third-year students at a public junior high school.

Keywords : pH Indicator; Thermochromic Ink; Teaching Materials; Microscale Experiment

サーモクロミックインクとは、熱によって着色や消色を繰り返すことが出来るインクである。これまで、当研究室では、サーモクロミックインクの化学反応の原理を知る教材開発を目的として、サーモクロミックインク自身を試薬の調合により作製する研究を行っている。¹サーモクロミックインクに含まれる色素として、pHにより変色する色素を使っているため、授業の中でも酸・アルカリを学ぶ中学校の単元と関連づけることが可能であると考えられる。本研究では、マイクロスケール実験を用い、限られた授業時間内で調合可能で、温度によって色変化するサーモクロミックインクの作製を試みた。また、作製した教材を県内の公立中学校3年生を対象に今回作製した実験教材を用いた授業実践を行った。

中学3年生36名を対象に酸・アルカリの単元に関連する単元の学んだ直後に、50分授業を3時間かけて教材の実践を行った。1時間目は、サーモクロミック反応について、市販のパイロット社のフリクションペンのインクを用い、インクをコピー紙に塗ったのち、コールドスプレーを噴射、ラミネーターによる加熱を行い現象の確認を行った。2時間目は、pHにより変色する色素として、1'3'-ジメチルアミノフェニルフルオランを用い、これといくつかの試薬を水中で混合をサンプル管内で行いサーモクロミックインクを作製した。80°Cの加熱により無色化し、氷水により赤色に着色することを確認した(図1)。3時間目は、1'3'-ジメチルアミノフェニルフルオランの試薬を、pH1、pH3、pH5の各溶液に添加し、pH1で赤色に着色し、pH3で若干赤色、pH5で無色であることを確認した。質問紙による調査により、サーモクロミックインクが冷却時に赤色に着色する原因は、加えた色素の回りのpHが下がっているためであると回答した割合は61%であった。

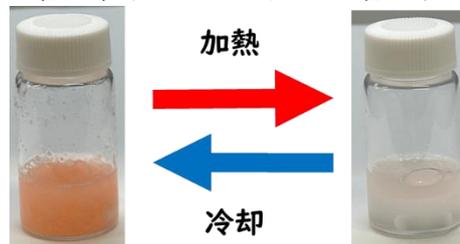


図1 作製したインクの着色の様子

1) 三浦裕次朗, 尾關徹, 山口忠承, 日本化学会第99春季年会 講演予稿集, 2019.

時計反応を利用した L-アスコルビン酸の定量

(福岡大理) ○實藤 匠汰・松岡 雅忠

Determination of L-Ascorbic Acid Concentration using Clock Reactions

(Faculty of Science, Fukuoka University)

○Sanefuji Shota and Matsuoka Masatada

A clock reaction is a chemical reaction in which the entire solution changes color instantaneously after a certain time. It is popular as a chemical demonstration, and is often used in experiments to calculate the reaction rate. This study attempted to develop the clock reaction into an experiment to quantify an object. First, the relationship between the molar concentration of reagent solutions and the time required for the color change was investigated to find appropriate reaction conditions. Then, based on the graph of concentration and time, an experimental teaching material was developed to estimate the concentration of an aqueous solution of L-ascorbic acid (vitamin C) of unknown concentration. Such quantitative experiments deepen the learning about reaction rates and are also suitable for learning activities involving group discussions.

Keywords : Clock Reaction; Ascorbic acid, Quantitative Experiments

時計反応とは、一定時間後に溶液全体が瞬間的に色変化する化学反応を指す。化学デモンストレーションとして人気があるほか、反応速度を算出する実験もよく実践される^{1,2)}。

本研究では時計反応を、対象物を定量する実験へと発展させることを試みた。そこで、試薬がいずれも固体であり、幅広い濃度域の水溶液を調製できるペルオキシ二硫酸アンモニウム-ヨウ化カリウム-L-アスコルビン酸の時計反応に焦点を当てた。まず、試薬水溶液のモル濃度と色変化までの時間との関係を調査し、適切な反応条件を模索した。

そして、モル濃度と時間のグラフをもとに、濃度未知の L-アスコルビン酸水溶液の濃度を推定する実験教材の開発を行った。大学 1 年生を対象とする模擬授業では、L-アスコルビン酸水溶液のモル濃度を大まかに見積もることが可能であることが判明した。呈色までの時間変化に着目する定量実験は、反応速度に関する学習事項の深化につながるだけでなく、検量線の考え方を自然に導入できる上でも適していると考えられる。

1) Y. Carpenter, H. A. Phillips, M. B. Jakubinek, *J. Chem. Educ.* **2010**, *87*, 945. 2) 池本勲訳, B. Z. Shkhashiri 著, 教師のための化学実験 ケミカルデモンストレーション 6, 丸善, **1998**.

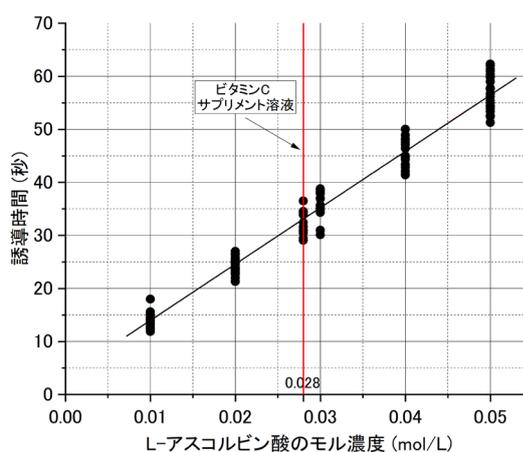


図 時計反応を利用した未知溶液の定量

塩基性における単糖の還元性の原因 –反応生成物の分析から–

(東理大院理¹・東理大理²) ○藤田 諒真¹・井上 正之²

Origin of reducibility of monosaccharides under basic conditions

¹Graduate School of Science Tokyo University of Science, ²Faculty of Science Tokyo University of Science) ○Ryoma Fujita,¹ Masayuki Inoue²

We have previously reported that the reducibility of monosaccharides is attributed to the α -hydroxycarbonyl structure by comparing reaction rates in Fehling's reaction, Benedict's reaction and silver mirror reaction. In this study, the mechanism of reducibility of such reducing sugars under basic conditions was discussed by HPLC analysis of the reaction products from glucose, mannose and fructose with Fehling's reagent and Benedict's reagent.

Keywords : Glucose, Fructose, Mannose, Benedict's reagent, Fehling's reagent

既に我々は塩基性条件下において還元作用を示すアルドースやケトースについて、反応速度論的観点から糖類の還元性は1位と2位の炭素原子の α -ヒドロキシカルボニル構造に起因することを報告している¹⁾⁻²⁾。本研究ではHPLCでの分析を通して、反応生成物の観点から糖類の還元性発現のメカニズムを検討した。

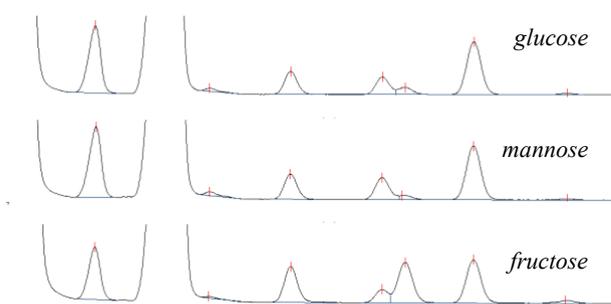


図1 HPLCによる分析結果
フェーリング反応の生成物 (カルボン酸)

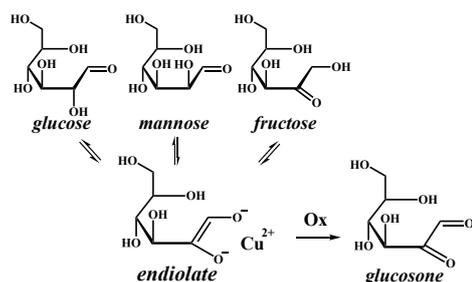


図2 想定される中間体 (エンジオラート)

(参考文献)

- 1) 増田泰大, 今野貴幸, 井上正之, 化学と教育, **2020**, 68, 434.
- 2) 今野貴幸, 松原朱理, 井上正之, 化学と教育, **2023**, 71, 64.
- 3) 日化第104 春季年会講演予稿集, **2024**, P1-3am-07.

当研究室での先行研究³⁾からグルコース, マンノース, フルクトースとベネジクト試薬の反応生成物をアミノ基修飾カラム InertSustain NH2 (GL Sciences) を用いた HPLC で分析すると, 上記の各糖から得られるクロマトグラム間に高い類似性が認められた。本研究では有機酸分析カラムである InertSphere FA-1 (GL Sciences) に BTB ポストカラム法を適用した HPLC を用いて, 単糖とベネジクト試薬, フェーリング試薬との反応生成物について分析し生成物の同定を行った。その結果, 複数の共通するカルボン酸が生成していることが確認され (図1), 各反応が共通の反応中間体 (図2) を経由して進行することが示された。

呈色反応によるアセトアミノフェンの定量

(福岡大理) ○上田 竜也・松岡 雅忠

Determination of Acetaminophen by Colorimetric Method.

(Faculty of Science, Fukuoka University)

○Ueda Tatsuya and Matsuoka Masatada

The authors set the theme of quantification of acetaminophen, one of the representative aromatic amides. Acetaminophen is widely used as an antipyretic analgesic. Since acetaminophen does not have a functional group suitable for quantification like a carboxy group, after hydrolysis, the amino group is converted into a group of azo compounds. The indophenol method is known as a method for the determination of acetaminophen, which refers to a method in which acetaminophen is hydrolyzed, then ammonia and phenols are added to induce it into a blue compound and quantify it by absorbance measurement.

When absorbance measurement is performed using the same mass of acetaminophen and an unknown sample, the ratio of acetaminophen in the unknown sample can be calculated by taking the ratio of absorbance. We examined the quantification of unknown samples and made an interim report.

Keywords : Indophenol method; Acetaminophen; Colorimetric method, Quantitative Experiments

高等学校学習指導要領「化学」では、「化学が築く未来」の例として、生理活性をもつ有機化合物の合成や機器分析の利用が挙げられている。そこで筆者らは、代表的な芳香族アミドの一つであるアセトアミノフェンの定量というテーマを設定した(図)。

アセトアミノフェンは解熱鎮

痛剤として利用されているが、カルボキシ基のような定量に適した官能基をもたないため、加水分解の後、アミノ基を有色の原子団へと変換させ、紫外可視分光光度計を用いて吸光度を測定することとなる。今回はインドフェノール法とよばれる定量法を採用し、まず、酸性・塩基性条件下での加水分解の進行度をインドフェノール法で評価した。

ところで、同じ質量のアセトアミノフェンと未知試料を用いてそれぞれ吸光度測定を行った場合、未知試料中のアセトアミノフェンの割合は、吸光度の比をとることで算出できる。これをもとに、未知試料の定量を検討したので中間報告を行う。将来的には、医薬品中のアセトアミノフェンの定量を目標とする。

1) 長島珍男, 鈴木繁喬, 分析化学 **1982**, 31, 724.

2) S. D. Çekiç, H. Filik, and R. Apak, *Journal of Analytical Chemistry*, **2005**, 60(11), 1019.

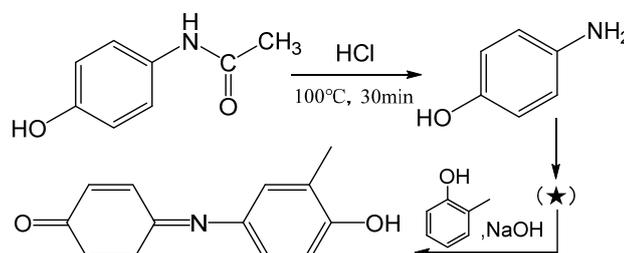


図 アセトアミノフェンの
インドフェノール法による定量
(★は空気酸化の過程を示す)

レーキの形成や繊維への固定を利用した色素の分離

(福岡大理) ○松本 海人・松岡 雅忠

Separation of dyes using lake formation and fixation to fibers.

(Faculty of Science, Fukuoka University)

○Matsumoto Kaito and Matsuoka Masatada

Lake is a coloring substance formed by the adsorption of pigments on metal hydroxides, and is used as a food additive. In addition, fibers such as silk cloth are dyed by combining with food coloring (Tar Pigment) under acidic conditions. Using these two methods, we conducted an experiment to separate two types of dyes contained in the dye mixture. In the future, we aim to develop a student experiment that focuses on the functional groups of aromatic compounds..

Keywords : Separation of dyes; Aluminum Lake; Tar Pigment; Food additive

加工食品などでは、食品本来の色を維持したり、色どりをよくしたりするために、合成着色料などが添加される。また、アリザリンやケルセチンなどは植物から抽出される色素で布の染色に利用されている。これらの化合物はいずれも官能基にカルボキシ基、スルホ基、フェノール性ヒドロキシ基のいずれかを持っている。

これらの色素を固体表面に固定する方法として主に2つの手法が知られている。まず、絹布などの繊維は酸性下で食品着色料などのタール色素と結合して染色される¹⁾。また、レーキとは金属の水酸化物の固体表面に色素が吸着してできる着色物質であり、食品添加物などに利用されている²⁾。

これらの手法を用いて、色素混合物に含まれる2種類の色素を分離する実験を行った。まず、色素水溶液に水酸化マグネシウム粉末を加え、1種類目の色素をレーキとして沈殿させた。続いて、酸性条件下で絹布を投入することで、2種類目の色素を布に固定した。現在、この実験が可能な色素の組み合わせを模索しているところである。将来的には、染色や色素化合物の官能基に注目させる学生実験の開発を目標とする。

1) 宮川太一, 佐藤陽子, 松岡雅忠, 化学と教育 **2023**, 71(4), 170.

2) Simeen Sattar, *Journal of Chemical Education*, **2024**, 101(11), 4983.

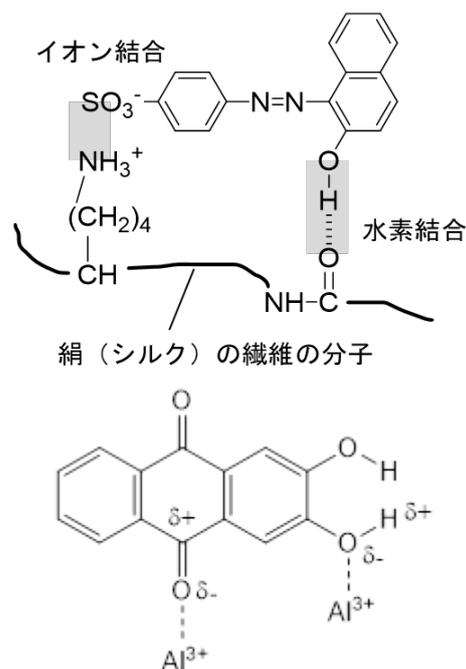


図 色素が固定される様子
(上…絹糸への結合,
下…レーキの形成)

卓上型核磁気共鳴装置を利用したエタノールから酢酸の合成反応の分析

(兵教大¹・新居浜高専環境材料工²) ○山口 忠承¹・高見 静香²

Analysis of the Reaction from Ethanol to Acetic Acid Using a Bench Top NMR Spectrometer (¹Hyogo University of Teacher Education, ²Department of Environmental Materials Engineering, National Institute of Technology, Niihama College) ○Tadatsugu Yamaguchi,¹ Shizuka Takami²

It is known that ethanol, a component of Japanese sake, is converted to acetic acid through acetic acid fermentation by acetic acid bacteria. The speed of this reaction is greatly affected by the surrounding temperature and oxygen. In this study, with the aim of expanding the use of a benchtop NMR, we performed a reaction to obtain acetic acid from ethanol using acetic acid bacteria, referring to the experimental method for making vinegar used by the public, and attempted to analyze the ethanol and acetic acid contained as components using the NMR.

Keywords : Japanese Sake; Ethanol; Acetic Acid; Nuclear Magnetic Resonance Spectrophotometer; Teaching Materials

日本酒の成分であるエタノールは、エタノール成分が7%以下の条件、かつ、酢酸菌や酸素の存在下、発酵により酢酸が得られることが知られている。この反応は、家庭や学校現場でも安全に行うことが出来るが、科学的な手法で反応の進行を調べる手法があれば、この反応を迅速に行うことができるものと考えられる。本研究では、学校現場における卓上型核磁気共鳴(NMR)装置の装置教育、および、利用法の拡大を目的として、日本酒から食酢を得る反応を参考にして、日本酒に含まれるエタノールから酢酸を得る反応を試みた。反応前と、反応途中のエタノール成分の減少や、酢酸の成分の増大について、卓上型¹H NMR装置を用いて分析を試みた。

酢酸菌の培養を行った。清酒から酢を作る手法を参考にして、酢酸菌の培養を行った。リンゴの皮(50 g)を市販の酢酸成分4.5%の穀物酢(100 mL)、アルコール成分約15度の日本酒(100 mL)、水(100 mL)をガラス容器に入れ、キッチンペーパーで蓋をした(試料A)。28°Cの部屋で14日静置した(試料B)。試料Aと試料Bの¹H NMRの測定結果を図1に示す。1.16 ppm付近のエタノール由来のメチル基のシグナルの積分値が減少し、2.07 ppmの酢酸のメチル基の積分値の割合が増大した。時間経過とともにエタノールの割合が少なくなった。この結果はリンゴの皮に付着している酢酸菌が培養され、酢酸菌によりエタノールが酢酸に変化したことを示している。

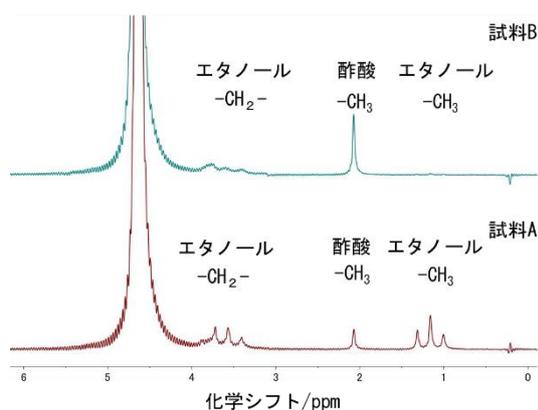


図1 試料Aと試料Bの¹H NMRスペクトル

ろ紙上でのコバルト錯体の電気泳動と支持電解質がドリフト速度に及ぼす影響

(宮崎大教育) ○木崎 陽太・有井 秀和

Electrophoresis of Cobalt Complexes on Paper Disk and the Influence of Supporting Electrolyte on Drift Velocity (*Faculty of Education, University of Miyazaki*) ○Hinata Kizaki,¹ Hidekazu Arii

We focus on the evaluation of Stokes radius ions by the electrophoresis on paper disk known as a science experiment in junior high school. We reported the estimation of Stokes radii using several six-coordinate octahedral cobalt complexes in the paper electrophoresis, but the radii are larger than those reported previously. We investigate the influence of supporting electrolyte on drift velocity of complexes. The drift velocities decreased in high concentration of supporting electrolyte, which is attributed to the interaction of positive cobalt complexes with NO_3^- . The correlation of drift velocity with KNO_3 concentration afforded the Stokes radii close to those reported previously.

Keywords : Cobalt Complexes; Electrophoresis on Paper Disk; Supporting Electrolyte; Drift Velocity

中学校理科で行われるろ紙電気泳動は、イオンの性質を理解する上で有用な実験である。陽イオンと陰イオンがそれぞれ陰極と陽極に移動する様子から帯電していることを実感できるが、そのことに加えて我々はイオンの大きさも観察できるのではないかと考え、実験方法の確立を目指している。これまでに遷移金属イオンと錯イオンを用いて実験を行い、流体半径を求めた結果、それぞれのイオンの大きさと相関性があることが示された。しかしながら、既報の極限モル伝導率から算出される流体半径と比べると、全体的に大きくなっていった。この差はろ紙電気泳動で使用している支持電解質に起因すると考え、本研究では支持電解質濃度を変化させて実験を行い、コバルト錯体の移動速度と流体半径に及ぼす影響について検討した。

支持電解質として KNO_3 を用い、濃度を 0.05, 0.10, 0.50, 1.0, 2.0 M で実験を行った。0.05 M KNO_3 ではほとんど移動が観測されなかったが、0.10 M 以上では KNO_3 の濃度の増加に伴って移動速度の減少が観測された。これは正電荷のコバルト錯体と NO_3^- イオンとの静電相互作用によるものと考えられる。移動速度と支持電解質濃度の間の相関性から、最小二乗法により得られた移動速度を用いて各錯イオンの流体半径を求めると、より既報値に近い流体半径を得ることができた。また、負電荷のコバルト錯体や +2 価の遷移金属でも同様の実験を行っているので、発表で詳細を述べる。

表 1. 支持電解質濃度変化によるコバルト錯体の移動速度

KNO ₃ 濃度	錯体の移動速度 (cm/s)		
	0.50 M	1.0 M	2.0 M
[Co(NH ₃) ₆]Cl ₃	0.00192	0.00166	0.00139
[Co(NH ₃) ₅ Cl]Cl ₂	0.00166	0.00142	0.00132
[Co(en) ₃]Cl ₃	0.00153	0.00135	0.00114
[Co(bpy) ₃]Cl ₃	0.00116	0.00098	0.00081

en = ethylenediamine, bpy = 2,2'-bipyridine

シクロデキストリンを用いる *E/Z* 異性体の識別実験(東理大院理¹・東理大理²) ○望月 美於¹・井上 正之²Discrimination between *E/Z* isomers using cyclodextrins (¹Graduate School of Science, Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Tokyo University of Science) ○Miu Mochizuki,¹ Masayuki Inoue²

The purpose of this study is to develop experimental materials for identifying the structure of molecules using cyclodextrins. Specifically, the identification of nerol and geraniol, which are *E/Z* isomers, was investigated. When aqueous α -cyclodextrin solution and nerol or geraniol were mixed in a test tube, precipitation of the inclusion complexes observed quickly from nerol. However, rapid precipitation from geraniol was not observed. After mixing geraniol with a solution of α -cyclodextrin, the mixture was allowed to stand for 90 minutes and precipitation due to the inclusion complex was observed. FT-IR and X-ray powder analysis showed that there was a difference in the structure of inclusions form nerol and geraniol. *Keywords* : α -cyclodextrin; nerol; geraniol; *E,Z* isomer

本研究では、シクロデキストリン (CD) を用いて分子の構造を識別する実験教材の開発を目的としている。具体的には *E/Z* 異性体の関係にあるネロールとゲラニオール (図 1) の識別を検討した。試験管中で α -CD 水溶液とネロールまたはゲラニオールを混合して振り混ぜると、ネロールでは迅速に包接錯体の沈殿が生じ (図 2)、ゲラニオールでは沈殿生成は観察できなかった。しかし、60 秒間振とうした後、90 分間静置すると包接錯体の沈殿が観察された (図 3)。また FT-IR と粉末 X 線回折により、ネロールとゲラニオールの α -CD との包接錯体の構造に相違があることがわかった。ネロールとゲラニオールは共にバラの香気成分であるが、単独で嗅ぐと両者の匂いに違いがあることがわかる。これは学習者の興味を引く現象であり、本実験と共に両者の匂いを嗅がせることで印象深い学習教材になると考えられる。

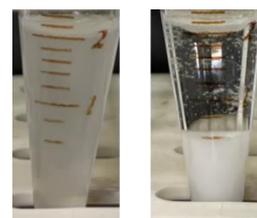
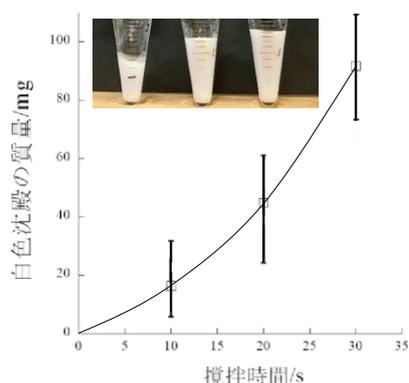
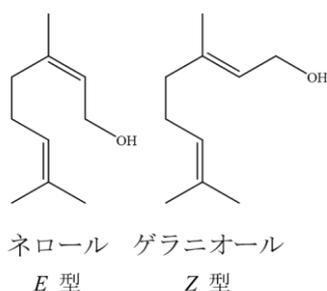


図 1 ネロールとゲラニオール

図 2 ネロール・ α -CD 錯体
生成量の時間変化図 3 ゲラニオール・ α -CD
錯体生成量の時間変化
(左: 混合直後、右: 90 分後)

電気分解を用いるオゾン発生効率化

(東理大理) ○須藤翔平・鈴木崇広・井上正之

To Improve Efficiency of Ozone Generation by Electrolysis

(Tokyo University of Science)○Shohei Sudo, Takahiro Suzuki, Masayuki Inoue

In high school chemistry, students study generation of ozone and its detection by the silent discharge method. In order to use silent discharge with an ozonizer, a high-voltage power supply device is necessary. However, high-voltage power supplies are generally expensive, so few schools have the necessary number for student experiments. In electrolysis of aqueous sulfuric acid solution with lead electrodes, it is known that ozone and oxygen generate at the anode¹⁾. An ordinary DC power supply is sufficient for ozone generation with this method.

We used the apparatus shown in Fig.1 to generate ozone. To find the best conditions, the electrolyte, its concentration, temperature, current value, and time for electrolysis were investigated. For example, as shown in Fig.2, electrolysis of aqueous sulfuric acid solution at low temperature increases ozone generation.

Keywords : Generation of Ozone; Electrolysis

高等学校化学では、無声放電法によるオゾンの発生とその検出を学習する。オゾン発生器を用いる無声放電を行うには、高圧電源装置が必要である。しかし高圧電源装置は高価であり、生徒実験を行うための必要数を備えている学校は稀である。鉛蓄電池を作成する際に鉛電極を用いる硫酸水溶液の電気分解を行うが、このとき陽極から酸素とともにオゾンが発生することが知られている¹⁾。この方法によるオゾンの発生には直流電源装置があれば十分である。

オゾンの発生には図1の装置を用いた。最適な条件を求めるために、電解液とその濃度、温度、電流値と電解時間の検討を行った。4.0 mol/Lの硫酸水溶液を用いて、室温、氷浴中(0°C)、塩化ナトリウムと氷を用いた寒剤中(-10°C)で電気分解を行った際のオゾンの発生量を比較したところ、電解液を冷却することでオゾンの発生量が増加することが確認できた。講演では他の実験条件の検討結果についても報告する。

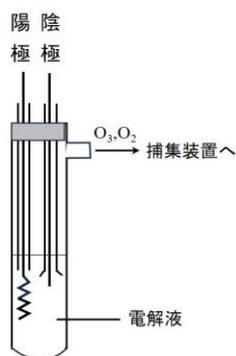


図1 発生装置

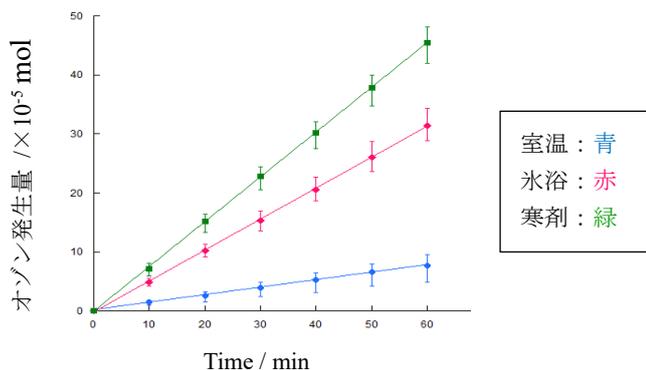


図2 温度ごとのオゾン発生量の時間変化

1) 太田健一郎, 鈴木匠, 神谷信行, 表面技術 **1991**, 42, 773.

植物油の空気酸化におけるセサモールの抗酸化作用と天ぷら油としてのゴマ油の長所

(東理大院理¹・東理大理²) ○谷川 千乃¹・井上 正之²

Antioxidant Effect of Sesame Oil in Aerobic Oxidation of Vegetable Oils and Advantages of Sesame Oil as a Tempura Oil (¹Graduate School of Science, Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Tokyo University of Science) ○Yukino Tanigawa,¹ Masayuki Inoue²

In our laboratory, we have already established an experimental method for rapid oxidation of linseed oil by adding mixture of iron (III) sulfate hydrate and sodium chloride as the catalyst and blowing air into the mixture while heating. In this study, we compared the antioxidant effects of tocopherols (vitamin E) and sesamol, and developed experimental materials to discuss the merits of sesame oil used for tempura in the Edo period from chemical perspective. *Keywords* : Ferric (III) Salts; Aerobic Oxidation of Vegetable Oils; Sesamol; Antioxidant Effects; Tempura Oil

我々の研究室では加熱調理中に食品から滲出する微量の金属イオンが油脂の空気酸化に与える影響に着目し、これを実験教材とするための検討を行っている。既に硫酸鉄(III)水和物と塩化ナトリウムの混合物(mol比 $\text{Fe}^{3+}:\text{Cl}^{-}=1:4$)を、触媒として0.50wt%添加し、97°Cで加熱しながら空気を吹き込むことでアマニ油を迅速に酸化させる実験法が確立されている。本研究ではこの反応における α -トコフェロール(ビタミンE)とセサモールの抗酸化作用を過酸化価(POV)¹⁾によって評価したところ、両者の効果が大きく異なることがわかった(図1)。一方、 Fe^{2+} を含む鉄化合物のうち、 Fe^{3+} に酸化されにくい硫酸鉄(II)アンモニウムは触媒作用を示さないことが判明した(図2)。鉄(III)塩を触媒とする油脂の空気酸化におけるセサモールの強力な酸化抑制効果は、触媒中の Fe^{3+} を Fe^{2+} に還元することで発現すると考えられる。以上の知見を天ぷらの歴史と関連付け、江戸の天ぷらにゴマ油が用いられていたメリットを化学的な視点から考察する授業プランを検討した。

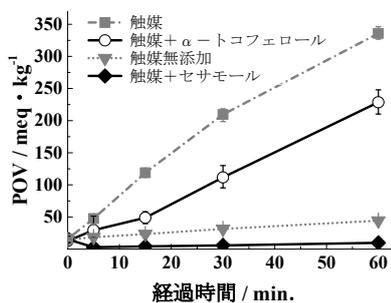


図1 POV 時間変化①

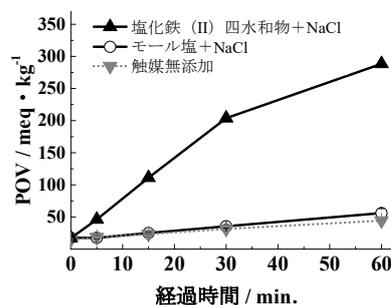


図2 POV 時間変化②

1) 日本油化学会, 日本油化学会制定基準油脂分析試験法, 日本油化学会, 2013, p.2.5.2.2-2013.

アマニ油の空気酸化における種々の鉄塩の触媒作用

(東理大院理¹・東理大理²) ○相馬 凧沙¹・井上 正之²

Catalytic Effect of Various Iron Salts in the Aerobic Oxidation of Linseed Oil (¹Graduate School of Science, Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Tokyo University of Science) ○Nagisa Soma,¹ Masayuki Inoue²

In our laboratory, we have continuously studied the catalytic activity of iron(III) salts in the aerobic oxidation of plant oils, using linseed oil as a model compound. We have already established an experimental method utilizing a mixture of hydrated iron(III) sulfate and sodium chloride as a catalyst. In this presentation, we focused on the oxidation number of iron ions and investigated the catalytic activity of iron(II) and iron(III) salts. As the results, ammonium iron(III) sulfate dodecahydrate and iron(II) chloride tetrahydrate showed similar catalytic effects as iron(III) sulfate hydrate, but ammonium iron(III) sulfate hexahydrate did not show the catalytic activity. This may be due to the fact that iron(II) ion in ammonium iron(II) sulfate hexahydrate was not easily oxidized to iron(III) ion, thus the circulation of the oxidation number of iron ions was interrupted.

Keywords : aerobic oxidation of plant oils, catalyst, iron(II) salts, iron(III) salts

我々の研究室では、アマニ油をモデル化合物とした油脂の空気酸化における鉄(III)塩の触媒作用について継続的に検討している。既に硫酸鉄(III)水和物と塩化ナトリウムとの混合物 (mol比 $\text{Fe}^{3+}:\text{Cl}^- = 1:4$) を、触媒として油脂に対して 0.50wt% 添加することでアマニ油を迅速に酸化させる実験法が確立している。この反応では、鉄イオンの酸化数が+3 と+2 の間で循環しながら触媒作用が発揮される¹⁾。本研究では、鉄イオンの酸化数に着目し、鉄(II)塩である塩化鉄(II)四水和物 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸鉄(II)アンモニウム六水和物 (II) $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (モール塩) および鉄

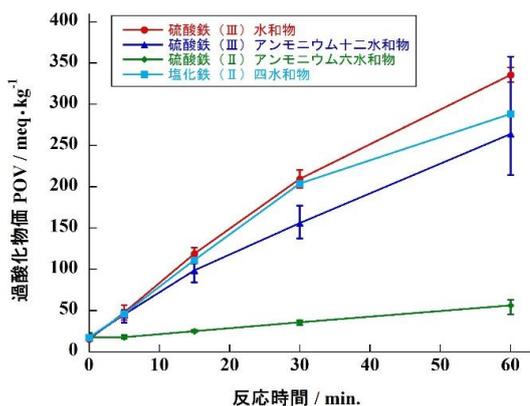


図1 鉄(II)塩, 鉄(III)塩の触媒作用

(III)塩である硫酸鉄(III)アンモニウム十二水和物 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (鉄ミョウバン) の各塩と塩化ナトリウムとの混合物の触媒効果を比較すると、鉄ミョウバンと塩化鉄(II)では硫酸鉄(III)と同様に触媒作用が見られたが、モール塩は見られなかった(図1)。これはモール塩では鉄(II)イオンが鉄(III)イオンに酸化されにくく、鉄イオンの酸化数の循環が遮断されたためと考えられる。

1) Giorgio Minotti, *Chem. Res. Toxicol.* **1993**, 6, 134.

探究活動へ展開する化学発光の実験について

(神戸大¹・大分高専²・第一薬科大³・大分大⁴) ○二宮 純子¹、上野 崇寿²、高橋 義人³、井上 高教⁴

Development of Chemiluminescence Experiments for Inquiry-Based Learning Activities (¹ *Kobe University*, ² *National Institute of Technology, Oita College*, ³ *Daiichi University of Pharmacy*, ⁴ *Oita University*) ○Junko Ninomiya,¹ Takahisa Ueno,² Yoshito Takahashi,³ Takanori Inoue⁴

Light is introduced as one of the familiar natural phenomena in Living Environment Studies at elementary school, and in third-grade science, students learn about how light travels and its relationship with brightness and warmth. In junior high school, students study light reflection and refraction (first year) and energy conversion (third year), learning how light energy is converted into various forms of energy in daily life and how the total amount of energy is conserved before and after conversion. While chemiluminescence is presented as an observational experiment in elementary and junior high school science classes, there are few experimental examples that explore its energy aspects.

In this study, we examined experimental teaching materials for exploring light energy through electronics projects and conducted experimental workshops. We report on the educational effectiveness of teaching materials that develop chemiluminescence from observational experiments into inquiry-based learning.

Keywords : Chemiluminescence, Inquiry-Based Learning, Light Energy

「光」は身近な自然現象の一つとして小学校の生活科で扱われ、小学校3年生の理科では光の進み方や明るさと温かさについて学習する。中学校では、光の反射・屈折(1年)、エネルギー変換(3年)で光エネルギーについて学習しており、生活の中で様々なエネルギーに変換して利用され、変換の前後でエネルギーの総量が保存されることを学習している。小中学校の理科では、化学発光が観察実験として紹介されているが、そのエネルギーに関して探求する実験例は少ない。

本研究では、電子工作を通して光エネルギーに関して探究する実験教材について検討し、実験講座を実施した。化学発光を観察実験から探求学習へと発展させる教材の教育的有用性について報告する。

本研究は、JSPS 科研費 24K06375 の助成を受けたものである。

即用式鉛バッテリーを用いたラジオ・LED などの駆動実験の教材化について

(大阪府立佐野工科高等学校 定時制の課程¹⁾ ○岡原 正直¹

Teaching material for experiments of driving radios, LEDs, etc., using ready-to-use lead-acid Batteries (¹Osaka Prefectural Sano Technology High School part-time course) ○Masanao Okahara¹

Lead batteries are used as a teaching material in high school chemistry classes, but the author's workplace does not have an easy time preparing for experiments or disposing of waste liquids. Since there are a certain number of students who are interested in automobiles and motorcycles in the evening classes of the technical high school where the author works, the author attempted to create a teaching material by assembling a lead battery for motorcycles, which is called a ready-to-use battery that is injected with dilute sulfuric acid, to operate a load such as a radio or an LED.

Keywords : ready-to-use lead-acid batteries

高等学校化学では鉛蓄電池が教材として取り上げられているが、この実験をしようにも、著者の勤務先では実験準備や廃液処理が容易でない状況にある。勤務先の工科高校の夜間定時制には、一定数の自動車やバイクに興味を持つ生徒が在籍していることもあり、希硫酸を注入する形式である即用式とよばれるバイク用鉛バッテリーを組み立て、ラジオや LED などの負荷を作動させる実験について教材化を試みたので報告したい。



図.即用式バッテリーと使用済の硫酸容器

Fig. Ready-to-Use Batteries and Used Sulfuric Acid Containers

ペーパークラフト構造模型のデザイン：金属有機構造体 (MOFs)

(岡山理大基盤教育セ¹) ○堀越 亮¹

Designing Papercraft Models: Metal–Organic Frameworks (*Center for Fundamental Education, Okayama University of Science*) ○Ryo Horikoshi¹

This presentation is a summary of a mini-lecture (~30 min) given to first-year nonchemistry majors, explaining the relationship between the structure and properties of metal–organic frameworks (MOFs). In the mini-lecture, structural models of MOFs made of cardboard and paper clips were used to help participants visualize MOF structures. The papercraft structural models of **HKUST-1**, **MOF-5**, **UiO-66**, crystal sponge, and a pillared-layer structure were shown to the participants.

Keywords : Structural Models; Metal–Organic Frameworks; Chemistry Education

本発表では、金属有機構造体 (MOFs) の「かたち」と「はたらき」の関係を、化学を専門としない理系大学一年生に解説した、およそ 30 分のミニ講義の概要を報告する。この講義では、参加者が MOFs の構造をイメージできるよう、厚紙とクリップでつくった MOFs の構造模型を利用した。この講義では、MOFs の代表格である、**HKUST-1**、**MOF-5**、**UiO-66**、結晶スポンジ、そして、ピラードレイヤー構造と性質を解説した。

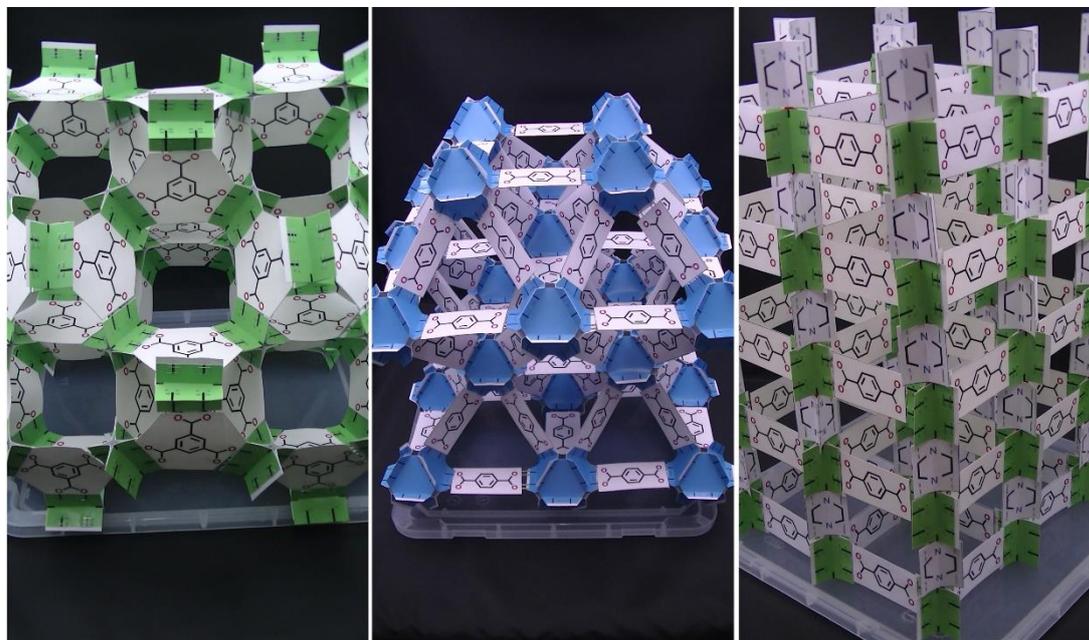


Fig. Left to right: Papercraft structural models of **HKUST-1**, **UiO-66**, and a pillared-layer structure.

工学院大学学習支援センター化学科利用による教育効果の統計分析

(工学院大教育推進¹・工学院大学学習支援センター²) ○徳永 健¹・高橋 浩久²・渡邊和男²・三島 綾子²・桑村 直人¹・高見 知秀¹

Statistical Analysis of Educational Effects using the Academic Support Center of Kogakuin University (¹Center for Promotion of Higher Education, Kogakuin University, ²Academic Support Center, Kogakuin University) ○ Ken Tokunaga,¹ Hirohisa Takahashi,² Kazuo Watanabe,² Ryoko Mishima,² Naoto Kuwamura,¹ Tomohide Takami¹

Academic Support Center of Kogakuin University provides learning support for basic chemistry subjects. In this work, we numerically and statistically analyzed the effects of learning support. Comparing the proficiency survey conducted at the time of enrollment and the first quarter exam, center users showed a 4.7 point increase in deviation score and a 9.1 point increase in score compared to non-users. In addition, regression tree analysis revealed that using the basic course five or more times and downloading multiple materials had a significant impact on improving academic ability.

Keywords : Chemical Education; Statistical Analysis; Decision Tree Analysis; Regression Tree Analysis

工学院大学に設置されている学習支援センターでは、主に初年次学生、特に高校で化学を未履修だった学生や苦手意識のある学生を対象に、自由参加の講義形式による基礎講座、個別指導を実施している。本発表では、決定木を用いた教育効果の分析¹⁾により、当センター化学科の利用による学力向上の詳細に明らかにする。

2024年度入学時に実施された「習熟度調査」の得点に基づく偏差値と、1クォータ末に実施された「化学及び演習 I」の試験に基づく偏差値の間の変化を調べた。偏差値の変化を目的変数、個別指導利用回数・基礎講座出席回数・学修支援システムの資料ダウンロード数を主な説明変数として回帰分析²⁾を行った。その結果、センター利用者の偏差値上昇は非利用者のそれより約 4.7 高く、約 9.1 点の得点上昇が見られた。また、回帰分析により、基礎講座を 5 回以上利用することと、複数の資料をダウンロードすること（右図）が学力向上に大きく影響していることが分かった。ポスターでは、サービス毎に効果を分析した結果や、学力層に分けた分析結果についても報告する。

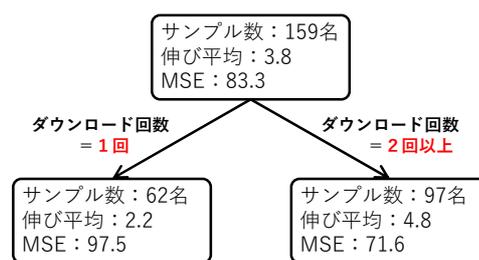


図 センター利用者の 1 クォータ学力変化（偏差値）と資料ダウンロード回数についての回帰分析。

- 1) 永井朋子、紀基樹、細谷哲雄、高橋浩久、露木孝尚、武藤恭之、大学の物理教育、28 (2022) 94.
- 2) L. Breiman, *et al.*, Classification and Regression Trees, Wadsworth International Group (1984).

本講演の予稿原稿は、当日の発表内容と異なることが判明したため、講演発表後に差し替えを行いました（2025年8月18日）。

なお差し替え前の原稿は、次の通りです。

「SDGsの観点による大学実験系科目におけるマイクロスケール実験の展開」

児童・生徒の興味関心を想起するサイエンスイベントとその教材開発

(香川大教育) 福田 嶺・高橋 智香・小野 玲奈・川田 茉莉奈・高木 由美子
Science Fair and the development of teaching materials that arouse the interest of children and students (¹Faculty of Education, Kagawa University, ²Faculty of Science, Tohoku University)
Ryo Fukuda, ryo Yoshino, Marina Kawata, Reina Ono, Chika Takahashi, Yumiko Takagi

In the Kagawa branch, a science fair is held every summer holiday with the support of the Chemical Society of Japan. For two years, we held the event online and in person at the same time, which was less affected by the coronavirus infection. In 2024, we planned to hold the Science Fair. In addition to the Science Fair for students, we set up booths provided by overseas partner universities. We also held a Science Cafe with the support of the JST Science Career Path Support Program for Female Junior High and High School Students.

Keywords : Micro-Scale Chemistry; Science Fair

マイクロスケールケミストリーには様々な利点があり、3蜜を回避するのに有効であることから、コロナ感染予防に配慮した実験授業ができることが報告されている。^{1,2} オンラインサイエンス展においてもマイクロスケール化は有効であった。コロナ下で実施したオンラインサイエンス展の工夫や、質疑応答に対する好意的な評価は多く、オンライン実施の良さを体感できた。2024年度は、感染対策を講じた上で、従来の対面での児童生徒を対象にしたサイエンス展に加えて、海外協定大学と合同プログラム、2023-2024年

1. カラフルビーズを作ろう
2. ショウノウ舟をつくって走らせよう
3. 希少糖ってどんな糖？
4. 黒インクの成分を調べよう
5. いろいろなスライムをつくろう
6. イオン液体で遊ぼう
7. 模型で見る四国の鉄道
8. 香川大学ダイバーシティ×サイエンス理系選択応援プロジェクト
9. ブルネイ・ダルサラーム大学ブース
10. くるくるコプター
11. 色が変わる不思議な水
12. お菓子な！？おくすり
13. 何でも凍る！？-196℃の世界をのぞいてみよう！
14. スマホ顕微鏡作りに挑戦しよう
15. 色のついてないもので万華鏡！？
16. 見えないものを見てみよう
17. 香川大学教育学部「グローバル教育人材」育成事業

図1 実施プログラム一覧

<https://www.icedds.net/j/wakuwaku2024-html/>

度採択されたJST女子中高生の理系進路選択支援プログラムを共同で開催した。2024年度実施の概要及び、実施の工夫について紹介する（図1）。

1) S. Thompson, Chemtrek-Small Scale Experiments for General Chemistry, 1st ed., Prentice Hall, New Jersey, 1989, Chap.7, pp.114-136.

2) COVID-19蔓延下におけるマイクロスケール実験の有用性, 荻野和子, 片岡久美子, 猪俣慎二, 生田博将, 高瀬つぎ子, 高木由美子, 高橋智香, 化学と教育, 70(1), 44-47, 2022.

化学実験の動画教材を制作する学生グループ Chem Tube (6)

(金工大応化) 岸 朱音・佐々木 歩音・中浦 詠巳・永榮 朱寧・荒井 千秋・川岸 夕唯花・廣坂 美保・高梨 咲・岡本 蒼奈・伊藤 慈朗・谷田 育宏・○小野 慎

Chem Tube: A group of students for producing video teaching materials for chemistry experiments (6) (*Department of Applied Chemistry, Kanazawa Institute of Technology*) Akane Kishi, Ayune Sasaki, Emi Nakaura, Akane Nagae, Chiaki Arai, Yuika Kawagishi, Miho Hirosaka, Saki Takanashi, Sona Okamoto, Jiro Ito, Ikuhiro Tanida, ○Shin Ono

Chem Tube is an extracurricular activity group composed of students belonging to Department of Applied Chemistry, Kanazawa Institute of Technology, and its purpose is to support chemistry education by producing videos that explain the principles and experimental operations of chemistry experiments. We will introduce the latest activities and the educational effects.

Keywords : Chem Tube; Chemistry experiments; Extracurricular activity; Video teaching materials

Chem Tube は金沢工業大学応用化学科に所属する学生で構成された課外活動グループで、化学実験の原理や実験操作を説明する動画制作とそれを利用した化学教育の支援を目的としている。この活動は化学実験・研究紹介動画制作プロジェクト(2017~2019)から発展し、2020年よりプロジェクト名はChem Tubeに改められ、毎年複数の動画を制作してその活動を報告してきた¹⁻⁴⁾。現在、1~3年生のメンバーは30名ほどに増えている。この課外活動は応用化学科のオナーズプログラムとして本学から承認されたものであり、2023年度から本学の支援体制の充実も図られている。

今年度初めに、新入生メンバーの動画制作方法の理解を目的に、「電子天秤の使い方」、「メスシリンダーの洗い方」、「ビーカーの洗い方」の三つのテーマから一つを選んで、全員が個々に短い動画を制作した。この取り組みでは、事前に撮影した共通の映像を元にそれぞれの動画に仕上げ、メンバーの独自性を互いに評価し合うことにした。その後、3年生グループは分析化学系教員の要望を受けて、環境分析で使用するDOメーター(溶存酸素計)の使い方を説明する動画の制作に着手している。2年生グループは小学生の自由研究向けの動画として、昨年の「色が変わる粘土」に続いて「水中シャボン玉」を制作中であり、1年生は基本的な実験器具の使い方を説明する動画制作を計画しているので、その詳細を報告する。

- 1) 化学実験の動画教材を制作する学生グループ Chem Tube, 高鳥萌・大橋滉樹・古谷幸一・坂上晴香・谷田育宏・小野慎, 第101春季年会, P1-2am-05, 2021年3月.
- 2) 化学実験の動画教材を制作する学生グループ Chem Tube (2), 和田佳純ら(他9名)、第102春季年会, P1-3am-03, 2022年3月.
- 3) 化学実験の動画教材を制作する学生グループ Chem Tube (3), 阿部雅美・嶺村一稀・小間大和・猪又冬花・谷田育宏・小野慎、第103春季年会, P1-3pm-07, 2023年3月.
- 4) 化学実験の動画教材を制作する学生グループ Chem Tube (4), 高梨咲・岡本蒼奈・伊藤慈朗・安宅純哉・猪股諒太・小川悠太郎・二村映成・谷田育宏・小野慎、第104春季年会, P1-3am-21, 2024年3月.

蝶豆由来のアントシアニンの簡易抽出法と pH 呈色反応

(都立産業技術高等専門学校¹) ○豊島 雅幸¹・野澤 賢¹・二星 聖英¹・伊藤 凪¹・岡 宏樹¹・後藤 詩歩¹・高橋 龍也¹

Examination of simple extraction methods and color reaction by change of pH using anthocyanin via butterfly pea (¹*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology*) Masayuki Toyoshima¹, Ken Nozawa¹, Masahide Niboshi¹, Nagi Itou¹, Hiroki Oka¹, Shiho Goto¹ and Tatsuya Takahashi¹

Butterfly pea contained lots of anthocyanin and became the subject of beautiful tea due to vibrant color change. We attempted rough extract of anthocyanin by boiling commercially available butterfly pea. As the result, butterfly pea had a content of anthocyanin much higher than blueberry, and was high purity. We observed distinct color change at pH levels using the freeze-dried anthocyanin extract such as pink at pH 1, purple at pH 4, blue at pH 7, green at pH 10 and yellow at pH 14. Additionally, the extract could show a clearly color change both from acidic to basic and from basic to acidic to use as an indicator for neutralization titration confirming its functionality as a simple indicator.

Keywords : Neutralizing titration, Anthocyanin, Color reaction, Indicator

バタフライピーはアントシアニンを多く含み、鮮やかな色調変化をするお茶として話題である。そこで、市販のバタフライピーを煮出してアントシアニンの粗抽出を試みた。¹HNMRの結果、バタフライピーのアントシアニン含量はブルーベリーと比較するとはるかに高く、また純度も高かった (Fig.)。凍結乾燥したアントシアニン抽出物を用いた pH ごとの色調は、pH1 では桃色、pH4 では紫色、pH7 では青色、pH10 では緑色、pH14 では黄色と、pH の違いによる色の変化が明確に観察され、中和滴定の指示薬として使用する場合、酸性から塩基性、塩基性から酸性の両方で明確な色の変化を示すことができ、単純な指示薬としての機能が確認された。

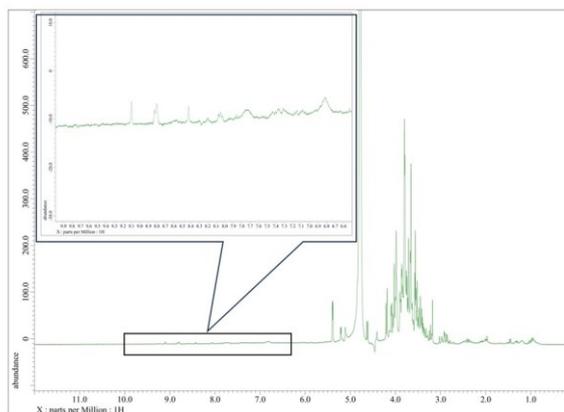


Fig. ¹HNMR of rough extraction of butterfly pea

SDGs の観点による大学実験系科目におけるマイクロスケール実験の展開

(香川大教育¹・東北大学²) ○吉野 涼¹・小野 玲奈¹・川田 茉里奈¹・高橋 智香¹・高木 由美子¹・荻野 和子²

Development of Microscale Experiments in University Laboratory Courses from the Perspective of the SDGs (*Faculty of Education, Kagawa University*) Ryo Yoshino, Reina Ono, Marina Kawata, Chika Takahashi, Yumiko Takagi, Kazuko Ogino

By setting up a suitable reaction system on a smaller scale, microscale chemistry can be used to reconsider the very concept of experiments, with consideration for the environment. Microscale experiments are effective in avoiding the contact between person, so they can be used in laboratory classes that take into account the prevention of corona infection. Microscale experiments have also been effective in online and limited face-to-face classes. It was successfully used this knowledge that to microscale a number of student experiments that take into account the environment.

Keywords : *Micro Scale Chemistry; Small Scale Chemistry*

マイクロスケールケミストリー^{1,2}は、スケールを小さくした適切な反応系を設定することで、1) 反応時間が短縮できる、2) 生徒一人一人が実験に参加できる、3) 試薬と経費の節約と廃棄物の少量化を図ることができる、4) 実験結果が一目瞭然であるなどの利点がある。さらに、場所を選ばず実験できるため、従来の実験室や実験器具は必ずしも必要でなく、実験のコンセプトそのものを捉え直すことができる方法として、様々な報告がなされてきた²。マイクロスケール実験は人と人との接触を回避するのに有効であることから、コロナ感染予防に配慮し、マイクロスケール実験を大幅に導入してきた。³また、香川大学は全学をあげて SDGs 教育を実施している。

2024 年は、1) 分族実験、2) I 族～IV 族の金属の陽イオンの各個反応及び系統分析について、マイクロスケール実験を行った。必要に応じて、各自のスマートホンのカメラ機能を使って画像写真を撮影し、その結果は、レポートとともに Moodle に提出させた。系統分析の場合は、沈殿および溶液を採取するために遠心分離を行い、各個実験と同様ラボトップの指示に従って実験を行った。スケールを小さくすることにより、環境に配慮した SDGs の観点の学習にも有効であった。実施の詳細について報告する。

1) S. Thompson, *Chemtrek-Small Scale Experiments for General Chemistry*, 1st ed., Prentice Hall, New Jersey, 1989, Chap.7, pp.114-136.

2) マイクロスケール化学実験-マイクロスケール実験の広場から-荻野 和子編, 日本化学会関東支部, 2005年

3) COVID-19蔓延下におけるマイクロスケール実験の有用性, 荻野和子, 片岡久美子, 猪俣慎二, 生田博将, 高瀬つぎ子, 高木由美子, 高橋智香, *化学と教育*, 70(1), 44-47, 2022.

高専生を対象とした走査型電子顕微鏡 (SEM) の実験実習に特化した観察試料の開発

(津山工業高等専門学校) ○田口 理沙子・香取重尊

Development of observation samples specialized for experimental training of scanning electron microscopy (SEM) for technical college students (*National Institute of Technology, Tsuyama College*) ○Risako Taguchi, Shigetaka Katori

There is an increasing demand for Kosen students to contribute as skilled professionals in the semiconductor industry. To address this need, a training program focused on developing SEM (Scanning Electron Microscope) operation skills was implemented for third-year students at Tsuyama College. Students selected and prepared samples, operated the SEM, and conducted detailed observations. They gained knowledge of backscattered electrons, charge suppression techniques. Through this experiment, not only enhanced their technical proficiency but also fostered a deeper interest in SEM technology.

Keywords : Scanning Electron Microscope; semiconductor; KOSEN

国立高専機構が 2022 年に半導体人材育成事業をスタートさせたように、高専生には半導体人材としての期待が高まりつつある。半導体人材には、走査型電子顕微鏡 (SEM) によるデバイス表面の直接観察の技能も求められるはずであるため、高専生が自分で SEM を操作できるようになるための実験実習プログラムと観察試料を考案した。

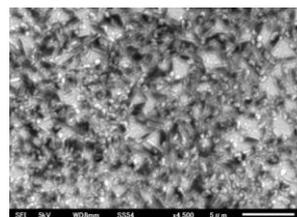


図 1 フラールン薄膜の観察画像

実験は津山高専総合理工学学科電気電子システム系 3 年生を対象に行った。観察試料は、半導体分野への興味を促すほかに、試料の前処理、研究活動の体験、座学との関連を考えて選定を行い「CD・有機薄膜・集積回路」を準備し、学生が自身の興味・関心に合わせて選択できるようにした。まず、予習課題として自身が選択した試料の製造方法や特製の調査を課した。実験当日は、まずガラス板を使って試料台に試料を固定する方法のレクチャーをし、その後、試料を装置に挿入、観察、取り出しまでの一連の流れを行った。観察中は、それぞれの試料によって適切な加速電圧の設定や高倍率で鮮明な画像を得られるよう明るさやフォーカスを合わせる操作の指導を行った。また、反射電子と 2 次電子について、チャージアップの発生原因と抑制方法、予習課題で調べたことと実験で観察した画像からわかったことについてレポート作成をした。

得られた画像の一例として、図 1 に基板上の成膜されたフラールン薄膜の SEM 像を示す。学生からは高倍率で観察ができたこと、自分で操作をして観察することで興味が持てたといった感想が得られ、SEM を自力でオペレートできるスキルだけでなく、SEM そのものへの興味関心も引き出すことができた。

Zn_xFe_{3-x}O₄ 結晶の合成と比色分析による組成の決定

(公立千歳科技大¹・江別市立野幌中学校²) ○高田 知哉¹・原子 藍花²

Synthesis of crystalline Zn_xFe_{3-x}O₄ and determination of its chemical composition by colorimetric analysis (¹Chitose Institute of Science and Technology, ²Nopporo Junior High School) ○Tomoya Takada,¹ Aika Harako²

Crystalline Zn_xFe_{3-x}O₄ was synthesized from Zn²⁺/Fe²⁺ mixed-metal aqueous solution, and its chemical composition was determined by colorimetric analysis using sulfosalicylic acid. The chemical composition of the prepared Zn_xFe_{3-x}O₄ was satisfactorily determined based on visible absorption measurement results. Although certain difference between experimentally determined composition and that expected from amounts of the reactants, the difference was small. The quantification results will be improved by performing quantitative analysis of Zn.

Keywords : Zinc ferrite; Colorimetric analysis; Student experiment

磁性体や電磁波吸収体として利用されるフェライト結晶の塩基性水溶液からの生成はよく知られた反応であり、種々の結晶の生成条件が報告されている。Fe²⁺と他種の二価金属イオンを含む水溶液に塩基を添加し、所定の温度・時間にて反応させるとフェライト結晶が得られる。この反応は比較的簡便にフェライト結晶を合成できる方法であり、学生実験での教材化が報告されている。たとえば、既報ではFeSO₄とZnSO₄を出発物質として亜鉛フェライト(Zn_xFe_{3-x}O₄)を合成し、生成物中の鉄と亜鉛をそれぞれ酸化還元滴定、キレート滴定により定量している¹⁾。滴定による定量分析は、化学分析を学習するための実験として広く行われているが、酸化物の組成分析のような場面に応用するにはあらかじめ滴定操作に習熟していることが前提となり、教育課程の構成によっては必ずしもその要件を満たさない場合もあると考えられる。そこで我々は、滴定に代わるより簡便な分析法として、スルホサリチル酸比色定量法によるFe³⁺の定量とそれに基づいて決定されるZn_xFe_{3-x}O₄の組成式の妥当性について検討した²⁾。

Zn_xFe_{3-x}O₄は、FeSO₄/ZnSO₄混合水溶液にNaOHを添加し空気を導入しながら加熱することで合成した。生成物を秤量して硫酸に溶解し、得られた溶液を所定量として5-スルホサリチル酸を加えたのち希塩酸で希釈した。5-スルホサリチル酸とFe³⁺(生成物中のFe²⁺は酸化剤を用いてあらかじめFe³⁺とする)との反応により、赤色を呈する錯体が生じる。調製した試料の吸光度(波長510 nm)を測定し、その結果からZn_xFe_{3-x}O₄のFeの含有率を求めた。学部2年生の学生実験において本法による組成分析を実施したところ、実験者による組成式のばらつきはみられるものの、全体的な傾向としては反応物の物質量比から期待される組成式に近い結果が得られた。ただし、本実験ではZn²⁺の定量を行っていないため、今後はZn²⁺についても同様の比色定量法を確立することが必要であると考えている。

1) 伊藤和男, 岡本徳雄, 戸田与志雄, 化学と教育, **1989**, 37, 648.

2) 高田知哉, 原子藍花, 化学と教育, **2024**, 72, 420.

学生基礎実験（ペプチド合成）におけるアンケートの計量テキスト分析と実験内容の改良

(甲南大 FIRST¹) ○大岡 麻鈴¹・臼井 健二¹・栢森 史浩¹

Text analysis of questionnaires in a fundamental scientific laboratory course (peptide solid-phase synthesis) and improvement of the course contents (¹Konan University) ○Marin Ohka,¹ Kenji Usui,¹ Fumihiko Kayamori¹

We have been developing a fundamental scientific laboratory course on peptide solid-phase synthesis for first- and second-year students in order to train them to be creative and helpful researchers. In this presentation, we show the construction of the fundamental scientific laboratory course, and the results of a questionnaire survey conducted on the students at each grade level. Different opinions were obtained depending on their grade levels and research fields. Furthermore, we believe that the use of microwaves in the course will have effects of not only shortening the time of experiment, but also of extending their interest to the field of physics. Additionally, we would like to discuss improvement of the course and its application to other universities, other departments, and university-high school collaboration.

Keywords : Fundamental scientific laboratory course, Solid-phase peptide synthesis, Text analysis, Questionnaire survey, Microwave

甲南大学フロンティアサイエンス学部では、化学と生物学の枠を超えた考えや発想、視点をもつ新時代の研究者を育てることを目標としている。一年次から専門的な実験を経験することで、四年間かけて様々な技術を修得できることが本学部の特徴である。専門的な知識や実験技術の修得を目的として、ペプチド固相合成¹⁾を題材に、一年生を対象に学生基礎実験を展開している。本発表では、本講義の構築過程、および本講義の受講生を対象に行ったアンケート結果について報告する。本講義を受講したナノバイオ分野の研究を行っている学生からは、「実際にペプチドに関連する研究に携わっているため役立った」という声や、「どの分野にも共通する基礎力を学ぶことができた」などの声を得られた。他の研究分野の学生からは、「化学反応の理解に役立った」という声も得られたが、「アミノ酸一残基繋げるごとにかなり時間がかかった」や「実験操作時間が長く、原理理解の時間が短い」という声も得られている。さらに、アンケート結果をまとめ、テキスト分析^{2,3)}も行った。⁴⁾これらの結果より、講義内容の改善策として、ペプチド合成のカップリング時間を短縮するため、これまでに反応の促進が報告されているマイクロ波(MW)⁵⁾の利用を考えた。実験時間の短縮により、将来異なる研究分野でも役立つような基礎的なスキルの修得や、基礎力の向上に時間を割くことができる。また、これまでの講義内容に加え、MWに関する物理的内容にまで幅広く触れることができ、本実験に興味を持つ学生の増加が見込まれる。

1) W. C. Chan *et al.* Fmoc Solid Phase Peptide Synthesis, Oxford University Press, New York 2000.; 2) T. Sugimori, P1-3am-27, the 104th Annual Meeting of the Chemical Society of Japan, 2024.; 3) K. Higuchi, KH Coder, <https://khcoder.net/en/>; 4) K. Usui *et al.* P-03, the 72nd Annual Conference of Japanese Society for Engineering Education, 2024.; 5) H.-M. Yu *et al.*, *J. Org. Chem.*, 1992, 57, 4781-4784.

有機化学の専門基礎教育のためのインターネットウェブサイト

(創価大名譽) ○伊藤 真人

Internet WWW Site for Learning and Teaching Fundamental Organic Chemistry, (*Emeritus Professor, Soka University*) Masato M. Ito

The Internet WWW page, “The page for learning Organic Chemistry” has been prepared and used since around 2000¹⁾ to support organic chemistry classes at Soka University. Now, it is revised to make it more widely available. The major contents consist of (1) course materials or lecture notes, (2) Q&As prepared based on the collections of queries from learners for many years, (3) exercises for weekly review, and (4) problem sets or collections of questions which are similar to those which may appear in exam. The page also contains (5) supplementary materials for self-learning²⁾ and (6) links to other WWW sites which are valuable for learning and teaching organic chemistry. The volume of contents is compiled assuming study over two terms of 15 lessons, but by extracting the basic content it can also be used to cover the outline in one term.

The contents are available for open access at the “Page for learning Organic Chemistry”¹⁾. It is expected that you will find it useful for self-studying or as a supporting reference for teaching/learning support of organic chemistry.

Keywords : Fundamental Organic Chemistry, University Faculty Education, WWW site on Internet, Supporting Self-learning, Open Access

演者は長年、創価大学で有機化学の授業を担当してきた。インターネットが普及しはじめた 2000 年頃からは、授業支援のために WWW サイトを活用し、内容を適宜改訂しながら公開し続けてきた¹⁾。今回、科目別に用意していたトップページを一つにまとめるなど、授業科目に特化した部分を削除して汎用性のある有機化学の学習支援ページへと改訂した。

主な内容は、授業での板書に対応する「授業資料」、学生から受けた質問への回答を中心に編集した「Q & A」、復習での活用を想定した「演習課題」、試験問題の類題を集めた「演習問題」、学習に役立つホームページへのリンクなどからなる。15 回×2 期での学習を想定して編製しているが、基礎的な内容を抽出すれば 1 期で概要を学習するためにも活用できる。

授業資料と Q & A は、他の参考書と共に予習段階から用いることを想定している。演習課題と演習問題は主に復習と定期試験への準備に用いることを想定している。また、学生らと共に開発したプログラム学習による独習用教材²⁾へもリンクしている。

これらは全てオープンアクセスである。有機化学の独習用あるいは授業支援のための参考用に活用して戴ければ幸いである。

- 1) 有機化学のページ, url = <https://home.soka.ac.jp/chem/yuki/>.
- 2) 守谷ほか, プログラム学習・有機化学, url = <https://quest.itomasa-chem.net>.

大学 1 年次の PBL 実習科目における LED 光源の比色計製作課題の開発

(金工大¹) ○鈴木 保任¹・大嶋 俊一¹・宮崎 慶輔¹・谷田 育宏¹

Development of a manufacturing project of an LED-based colorimeter for the PBL course at the university freshman

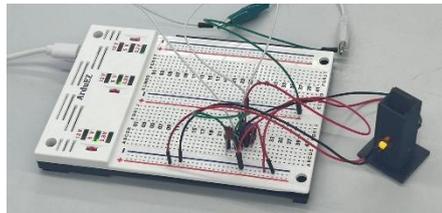
Development of a Simple Colorimeter Using a White-color LED and a Color Sensor IC (¹Kanazawa Institute of Technology) ○ Yasutada Suzuki,¹ Syunichi Oshima,¹ Keisuke Miyazaki,¹ Ikuhiro Tanida¹

The first-grade students at Kanazawa Institute of Technology take a “Design Project / Introduction” course, where they learn the basic skills required for verification and problem-solving processes. As training for project-based learning (PBL), they are given a “mission” to solve in the course. We provide a new mission, such as designing and building an LED-based colorimeter for iron determination. Four groups challenged the mission, and they could obtain satisfactory calibration curves for iron.

Keywords : Project-Based Learning; Colorimeter; 1,10-phenanthroline; Instrument Design

金沢工業大学ではプロジェクトデザイン (PD) 教育と呼ぶ、問題発見から解決にいたるまでをグループで実践する科目群を開講しており、学生は 1 年生から 4 年生までの間に 6 科目の PD 関連科目を受講する。1 年次前期に最初の PD 科目、PD 入門が行われる。バイオ・化学部応用化学科では、測定値の取り扱い、グラフの描き方、Excel と PowerPoint の使い方などを学ぶとともに、酸塩基滴定の実験を通じて基礎的な化学実験の技術を習得する。続いて 6 名程度のグループに分かれ、4 つのテーマのうち 1 つを選択して文献調査などを行って課題の解決に挑戦し、最後に成果を発表する。

そのうちの 1 つとして、自らの手で LED を光源に用いる比色計を設計、試作し、1,10-フェナントロリンを用いて鉄を定量する、というテーマを設定した。電子回路に関する知識はないので、使用する部品を限定して用意し、それらの使い方、



データシートの入手、読み方などを指導した。光源、セル及び検出器 (フォトダイオード、増幅器内蔵フォトダイオード、硫化カドミウムセルから選択させた) を固定するセルホルダーは装置の安定性を決定する重要部品なので、3D プリンターで出力したものを提供した。センサーの出力値はテスターで読み、Excel で吸光度に変換した。また鉄の定量操作については指示するとともに、試薬溶液も提供した。

2024 年度は 4 グループがそれぞれに製作した装置のいずれも相関係数 0.99 程度の検量線を得ることができた。写真はフォトダイオードの出力をオペアンプで増幅するタイプの装置で、実際に学生が製作したものである。

1) KIT の特色ある教育「プロジェクトデザイン教育」、URL: <https://www.kanazawa-it.ac.jp/kyoiku/pd/index.html> (2025 年 1 月 13 日 access)

山形県における理系人材育成プログラムの 10 年

(国立大学法人山形大理¹・) ○栗山恭直¹

A review of ten years of science human resources development programs in Yamagata Prefecture

(¹*School of Science, Yamagata University*) ○YASUNAO KURIYAMA¹

In collaboration with Yamagata University and numerous institutions within the prefecture, a program has been established with the objective of developing human resources in the fields of science and mathematics for students at elementary, junior high, and high school levels. This section presents an overview of the initiatives that have been undertaken over the past decade, along with an examination of the challenges that lie ahead.

Keywords : science education, Chemistry Education, Science Human Resource Development Program

山形大学では、2017年からJSTの未来の科学者養成講座(1年間)、公益財団法人中谷財団(3年間)から支援を受け、2020年からジュニアドクター育成塾として5年間の支援を受けトータル10年間県内の理系人材育成プログラムを実施してきた。運営には、県教育庁(高校教育課・義務教育課)、教育センター、県産業労働部、山形市教委の指導主事や主任の方々にも最初の40人の選考、翌年の研究に進む10人の選考に係っていただいた。理学部以外にも地域教育文化学部・工学部・農学部の教員も参加した。株式会社日本電子の電子顕微鏡の講座や山形市野草園での粘菌講座、山寺のフィールドワークなど多くの講座を開催することができた。今回、これまでの修了生にアンケートを送り、その後の進学先やコメント調査を行ったのでここで簡単に報告する。

480人中61人から回答があった。前半のプログラム修了生はすでの大学4年生でここ数年の修了生は中学生か高校生である。中学校では、山形大学附属中学校や県立の中高一貫に進学する子がいる。県内の進学高校から医学部(2)、薬学部(1)旧帝大などの難関大学(6)に進学している。

保護者からのコメントを紹介する。

アカデミー参加前、学校の授業に物足りなさを感じ、また科学を共に語り合う仲間もなく、ただインターネットや書籍に一人向かう日々の娘でしたが、アカデミーに参加中は、活動内容や先生方の知識、情熱について家庭で語ってくれるようになり、本当に楽しそうに、生き生きとしていました。現在は、高校の探究学習、特にフィールドワークや実験に積極的に参加し、どの学部に進むのか、真剣に模索中です。素晴らしい機会を娘に与えてくださったアカデミーの皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

参考) ヤマガタシステムアカデミー : <https://ysacademy.kj.yamagata-u.ac.jp/>

ヤマガタサイエンスアカデミー : <http://www-sci.yamagata-u.ac.jp/ysa/>

ダブルネットワークゲルの機械的および光学的特性の検討

(日工大基幹工¹・名工大工²) ○長尾明美¹・長岡健太¹・武藤真和²・小林和也¹
 Mechanical and Optical Properties of Double Network Gel
 (¹Nippon Institute of Technology, ²Nagoya Institute of Technology)
 ○Akemi Nagao,¹Kenta Nagaoka,¹Masakazu Muto,²Kazuya Koabayashi¹

Double network gels (DN gels) have highly mechanical strength against compression and tensile by intertwining two networks : a hard and brittle 1st gel and soft 2nd gel. Much research has been conducted, especially on the DN gel synthesized from AMPS and AAm expected to applied in the medical field. As the result, it was revealed that the concentration and the length of molecular chain of PAAm (2nd gel) affect the mechanical strength of the PAMPS-PAAm DN gel. The molecular dynamics also support this conclusion. However, the research on molecular structure of the DN gel using a high-speed polarization camera has not been performed enough yet. In this study, various types of the DN gel were synthesized and their compression and tensile tests were performed. A high-speed polarization camera was used for the measurement the phase differences.

Keywords : double network gel;DN-gel;PAMPS; PAAm; Optics

ダブルネットワークゲル(DN ゲル)は硬く脆い 1st ゲルと柔らかい 2nd ゲルの 2つのネットワークを絡み合わせることで延伸や圧縮などの機械的強度の向上を達成している。現在までに優れた機械的強度の理由として多くの研究や分子構造論的な解釈がなされてきた。なかでも生体組織(人工軟骨)の模倣などの医療分野への応用が期待される 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid(AMPS)と Acrylamide(AAm)からなる DN ゲルに関してはゲル合成時の PAMPS、PAAm の高分子鎖長により DN ゲルの強度に変化が現れることが報告されている¹⁾。さらに、PAMPS、PAAm の鎖長を変えたモデルでの分子動力学計算による引っ張り計算の結果でも PAAm の鎖長が長くなると 2種類の高分子の絡み合いが増加して応力のピークにつながることも示唆されている。しかし、この現象の偏光計測手法による詳細な解明はなされていない。本研究では高速度偏光カメラによる位相差計測に着目して、高分子鎖長や PAMPS、PAAm の組成を変化させた DN ゲルを作成して圧縮・引っ張り試験による複屈折を高速度偏光カメラによる位相差として計測して機械的強度と複屈折感度を検討した。



Fig1. 圧縮試験(500N)

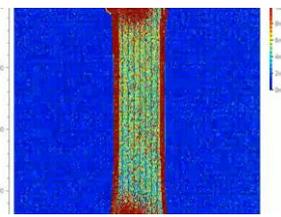


Fig.2 引っ張り試験(10N)

1)H. Tsukeshiba et.al.,J.Phys.Chem.B,109(2005)