

Academic Program [Oral B] | 01. Education and History of Chemistry : Oral B

📅 Thu. Mar 19, 2026 9:20 AM - 11:30 AM JST | Thu. Mar 19, 2026 12:20 AM - 2:30 AM UTC | 🏠 A1453
(1453, Bldg. 14 [5F])

[A1453-3am] Oral B

Chair: Shuichi Takahara, Tetsuo Nakagawa

◆ Japanese

9:20 AM - 9:40 AM JST | 12:20 AM - 12:40 AM UTC

[A1453-3am-01] Reactions of Alkaline Earth Metals with Hydrogen Chloride and Water in High School Chemistry: Focusing on Standard Gibbs Energy of Reaction

○Tetsuo Nakagawa¹ (1. Kobe College)

◆ Japanese

9:40 AM - 10:00 AM JST | 12:40 AM - 1:00 AM UTC

[A1453-3am-02] Dyeing wool with litmus colorants and its application to chemical experiments

○Takeru Ohe¹, Aya Ohe², Chisa Norioka¹, Yurika Yoshimura¹ (1. Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology, 2. Takarazuka Municipal Yamatedai Junior High School)

◆ Japanese

10:00 AM - 10:20 AM JST | 1:00 AM - 1:20 AM UTC

[A1453-3am-03] Automatic Measurement of Neutralization Titration Using Arduino and its Educational Application

○Ryo Matsuura¹ (1. Kindai University Fukuoka High School)

10:20 AM - 10:30 AM JST | 1:20 AM - 1:30 AM UTC

Break

◆ Japanese

10:30 AM - 10:50 AM JST | 1:30 AM - 1:50 AM UTC

[A1453-3am-04] University Students' Misconceptions about Energy Studied in High School Chemistry

○Shuichi Takahara¹ (1. Okayama Univ. of Sci.)

◆ Japanese

10:50 AM - 11:10 AM JST | 1:50 AM - 2:10 AM UTC

[A1453-3am-05] Proofs of Pick's and Morihara's theorems using crystal lattices

○Masayuki Inoue¹ (1. Tokyo University of Science)

◆ Japanese

11:10 AM - 11:30 AM JST | 2:10 AM - 2:30 AM UTC

[A1453-3am-06] Development of Inquiry-Based Learning Resources with Molecular Shuttle Analysis

○Tomoya Katogi¹, Shoko Kikkawa², Isao Azumaya², Izumi Imai³ (1. Graduate School of Science, Toho University, 2. Faculty of Pharmaceutical Sciences, Toho University, 3. Gifu Shotoku Gakuen University)

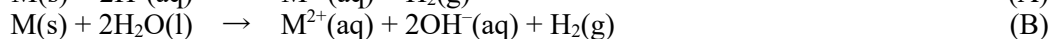
高等学校化学におけるアルカリ土類金属と塩化水素や水との反応： 標準反応ギブズエネルギーに着目して

(神戸女学院大生命環境) ○中川 徹夫

Reactions of Alkaline Earth Metals with Hydrogen Chloride and Water in High School Chemistry: Focusing on Standard Gibbs Energy of Reaction (*School of Life and Environmental Sciences, Kobe College*) ○Tetsuo Nakagawa

Alkaline earth metals are covered in Japanese high school chemistry classes. Alkaline earth metals react violently with acids at room temperature. They also react readily with water, except for Be and Mg. Whether a chemical reaction is spontaneous can be obtained from the Gibbs energy of reaction (the Gibbs energy change) ΔG . And Insights into the driving force of a chemical reaction can be obtained from the enthalpy of reaction (the enthalpy change) ΔH and the entropy of reaction (the entropy change) ΔS . However, high school chemistry textbooks do not include these thermodynamic data regarding the reactions of alkaline earth metals with acids and water.

In this study, the standard Gibbs energies of reaction ΔG° at 298.15 K and 10^5 Pa were calculated for the reactions (A, B, C) of alkaline earth metals M (M = Be, Mg, Ca, Sr, and Ba) with hydrogen chloride (aqueous hydrogen ion $H^+(aq)$) and water. Using the ΔG° values, the spontaneities of these reactions were examined.

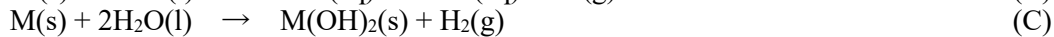
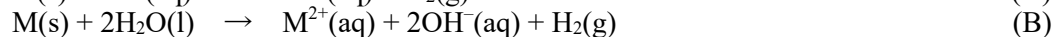


For each reaction, consistency was observed between the sign and value of ΔG° and the actual ease of occurrence of the chemical reaction.

Keywords : Alkaline Earth Metal; Standard Gibbs Energy of Reaction; Hydrogen Chloride; Water; High School Chemistry

高等学校化学の授業では、アルカリ土類金属について扱われる。アルカリ土類金属は、常温で酸と激しく反応する。また、Be と Mg を除き水と反応する。化学反応の起こりやすさに関する知見は反応ギブズエネルギー（ギブズエネルギー変化） ΔG から、化学反応の駆動力に関する知見は反応エンタルピー（エンタルピー変化） ΔH と反応エントロピー（エントロピー変化） ΔS から得られる。しかし、高等学校化学の教科書には、アルカリ土類金属と酸および水との反応に関して、これらの熱力学量に関しては記載されていない。

本研究では、アルカリ土類金属 M (M = Be, Mg, Ca, Sr, Ba) と塩化水素（水和水素イオン $H^+(aq)$ ）および水との反応（A、B、C）に関して、298.15 K および 10^5 Pa における標準反応ギブズエネルギー（標準ギブズエネルギー変化） ΔG° を算出し、反応の自発性について検討した。



いずれの反応に関しても、 ΔG° の符号および値と実際の化学反応の起こりやすさとの間に整合性が認められた。

キーワード : アルカリ土類金属; 標準反応ギブズエネルギー; 塩化水素; 水; 高等学校化学

本研究は、JSPS 科研費 JP24K05954 の助成を受けたものである。

リトマス色素による羊毛の着色と化学実験への応用

(大阪技術研¹・宝塚市立山手台中学校²) ○大江 猛¹・大江 彩²・乗岡 智沙¹・吉村 由利香¹

Dyeing wool with litmus colorants and its application to chemical experiments (¹Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology, ²Takarazuka Municipal Yamatedai Junior High School) ○Takeru Ohe,¹ Aya Ohe,² Chisa Norioka,¹ Yurika Yoshimura¹

In social studies classes, students learn about reducing carbon dioxide emissions to prevent global warming. This includes the concept of carbon neutrality, which contributes to preventing global warming by actively using woods instead of fossil fuels. Recently, there has been a growing call for a zero-waste society that means no waste even from wood-based paper products. In our everyday life, chemistry experiments use a vast amount of paper products like filter paper and paper towels. This presentation proposes a wool dyeing experiment using litmus, a natural dye. This method enables addressing themes such as reducing waste from paper products, the principles of dyeing, the relationship between dye structure and color, and the principle of chromism, through task settings tailored to students' abilities.

Keywords : Litmus Colorant; Wool; Dyeing; Waste Reduction; Chromism

社会科の授業では、地球温暖化を防ぐために二酸化炭素排出量を削減する方法について学ぶ。これにはカーボンニュートラルの概念も含まれ、化石燃料の代わりに木材を積極的に活用することで地球温暖化の防止に貢献する。最近では、カーボンニュートラルよりも厳しい概念として、木材由来の紙製品でさえ廃棄物を生み出さないゴミゼロの社会の構築が求められている。化学実験では、ろ紙、薬包紙、紙ウェス、リトマス試験紙など非常に多くの紙製品が利用されており、将来、再利用可能な製品への置き換えが必要となってくる。本研究では、再利用できる布製のリトマス試験布の作成を通じて、上記のゴミゼロの概念とともに、染色の原理、色素の化学構造、クロニズムの原理など学生のレベルに合わせた課題設定が可能な化学実験として提案する。

中学校における自由研究において、リトマス色素を利用して綿などのセルロース繊維、羊毛などのタンパク質繊維、さらに、ナイロンやポリエステルなどの合成繊維の染色実験を行ったところ、酸性条件において羊毛やナイロンなどのポリアミド繊維が濃色に着色されることが明らかとなった。応用研究として、最も濃色に着色した羊毛について染色条件を検討したところ、染液中に酸および塩基を添加した系、色素のみを添加した系 (pH 9.4) のいずれの場合にも染色時間と併せて色濃度は増加した(図1)。さらに、本発表では、酸性条件で染色した羊毛の pH 応答性について評価したので併せて報告する。

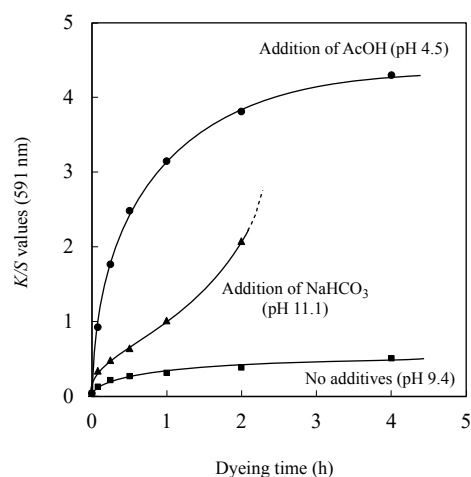


図1 リトマスによる羊毛の染色における条件検討 (K/S 値：リトマスに染色された羊毛の色濃度)

Arduino による中和滴定の自動測定化と教育実践

(近畿大学附属福岡高等学校) ○松浦 遼

Automatic Measurement of Neutralization Titration Using Arduino and its Educational Application (Kindai University High School) ○Ryo Matsuura

Recently, ICT devices have been widely introduced in the field of education, and it is now common for each student to own a PC or tablet. To further explore the applicability of ICT devices in science education, particularly in chemistry experiments, we are developing teaching materials by combining Arduino microcontrollers with chemical sensors. This work discusses the feasibility of using ICT devices in neutralization titration. Using Arduino, we performed an automatic pH measurement to visualize the neutralization titration curve on a PC. Based on the results of this educational practice, we evaluated the effectiveness of introducing ICT devices.

Keywords : Chemical Education; Information and Communication Technology; Neutralization Titration; Automatic Measurement; Educational Practice

近年、ICT 機器は教育現場に広く導入され、生徒一人ひとりが PC やタブレットを所有することが一般的になりつつある。理科教育、特に化学実験における ICT 機器の適用可能性をさらに探るため、我々は Arduino マイコンと化学センサを組み合わせた教材を開発している¹⁾。本発表では、Arduino を用いて pH 測定を自動的に測定して中和滴定曲線を表示させる教育実践を踏まえて、ICT 機器導入の効果を検証した。

中学校理科および高等学校化学基礎・化学において、中和反応を指示薬の色変化によって可視化する実験が広く行われている。この実験では指示薬の変色域において中和点での pH 飛躍が起こることが前提であるが、本来は pH 変化の直接計測によって評価されるものである。そこで、安価なマイコンボードである Arduino にセンサを組み合わせて、pH の自動測定と滴定曲線の作成を行った。ビュレットから液滴が滴下されるタイミングを感知するのに、物体が通過したときに信号を発するセンサであるフォトインタラプタを用いた。このセンサをビュレット滴下部に取り付け、信号を発したタイミングで pH を逐次測定することにより、中和滴定における pH の自動測定を行った。全滴下量を滴下数で割って求めた 1 滴当たりの体積に滴数を乗じて滴下量とすることで、滴定曲線の作成を可能にした (図)。本校スーパー特進コース 2 年生を対象とした本教材の実践において、機器測定の原理に目を向けさせつつ、中和反応に伴う pH 変化と指示薬の変色との関係を考察させる活動を行うことができた。

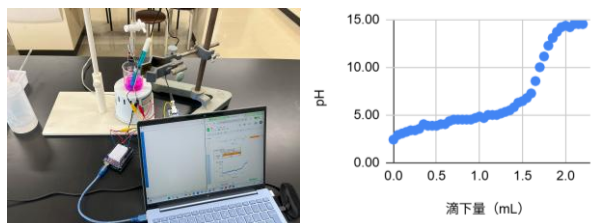


図. pH 自動測定の様子 (左) と滴定曲線 (右)。

1) 松浦遼、中和滴定における Arduino を用いた pH 測定装置・電気伝導率測定装置の活用、日本化学会第 105 春季年会講演予稿集 (2025)、C301-1pm-13、2025 年 3 月。

高校化学で学習するエネルギーに関する大学生の誤概念

(岡山理大) 高原 周一

University Students' Misconceptions about Energy Studied in High School Chemistry
(Okayama University of Science) ○Shuichi Takahara

In university chemistry classes, I asked qualitative questions about energy-related topics learned in high school chemistry (energy of electron shell, ionization energy, bond energy, and energy changes associated with changes of state and chemical reactions). As a result, there were many questions for which the correct answer rate was low. From students' comments during class, it became clear that university students have various misconceptions about energy such as "sodium readily forms cations, so its energy decreases through cationization" and "bond formation requires energy, so the bonded state has higher energy."

Keywords : Energy; High School Chemistry; Misconceptions; University Students

発表者は主に高校物理で扱うような熱力学について大学生が様々な誤概念(素朴概念)をもっていることを明らかにしてきた¹⁾。今回は高校化学で学習するエネルギーに関する内容を題材に、大学生を対象として誤概念調査を行った結果を報告する。

調査は全学共通科目の化学の授業 A (2024~2025 年度, 受講生計 125 名) および B (2023~2025 年度, 受講生計 181 名) の中で実施した。これらの受講生はいずれもほぼ理系学生で, 8 割程度の学生が高校で化学基礎と化学を履修している。調査方法は, 選択肢式問題に対するオンラインでの投票・書き込みの分析等であった。

表 1 に授業中に出題した主な問題の内容と正答率を示す。問題 1~2 は授業 A, 問題 3~5 は授業 B での調査結果である。正答率は最高でも問題 5 の 62%であり, 全般的に低かった。選択理由の書き込みから, 主に以下のような誤概念が抽出された。

- 問題 1 内側の K 殻の方が原子核からの引力が大きいのでエネルギーも高い。
 問題 2 Na は陽イオンになりやすいので Na⁺の方が安定 (=低エネルギー) である。
 問題 3 蒸発は高温で起こるので発熱反応である。
 問題 4 結合を作る際にはエネルギーが必要で結合後の方が高エネルギーになる。
 問題 5 発熱反応が起こると熱が発生した分だけエネルギーが増える。

表 1 高校化学で学習するエネルギーに関する問題の正答率

番号	内容	正答	正答率
1	K 殻と L 殻の電子のエネルギーはどちらが高いか?	L 殻	47%
2	Na 原子から電子を 1 個引き離した場合, エネルギーは?	増加	33%
3	蒸発は発熱変化か, それとも吸熱変化か?	吸熱	56%
4	2H→H ₂ という反応で, 反応の前と後でエネルギーが大きいのは?	反応前	42%
5	水素の燃焼反応で, 反応の前と後でエネルギーが大きいのは?	反応前	62%

注: 問題 5 については温度一定条件下で考えるように指示している。

- 1) 熱力学の問題に対する学習者の思考過程. 板橋克美, 高原周一, *物理教育*, **2023**, 71(1), 2-77.

結晶格子を使うピックの定理と森原の定理の証明

(東理大理¹) ○井上正之¹

Proofs of Pick's theorem and Morihara's theorem using crystal lattices

(¹Tokyo University of Science) ○Masayuki Inoue¹

Consider a simple cubic lattice with atoms of diameter 1 at the lattice points in three-dimensional coordinates. There is polygon P whose area is S on the $z = 0$ plane (figure). Determine the number of atoms contained in the parallelepiped P' formed by translating P from $z = -1/2$ to $z = 1/2$. Atoms centered on the edges of P (A) are contained in P' at a rate of $1/2$ (number of A is m). Let n be the number of vertices of P, and since the sum of the interior angles is $(n - 2)\pi$, the number of this type atoms (B) is $(n - 2)\pi/2\pi = n/2 - 1$, ($m + n = b$). For atoms whose center lies within P but is partially cut off by sides of P' (C), same volume of the cut-off portions outside P' is contained within P' because the atom's arrangement is point-symmetric about the center of each side of P. Let the molar mass of this atom be M , Avogadro's number be N_A . In a simple cubic lattice, the unit cell contains one atom, so the density of a simple cubic lattice crystal with a lattice constant of 1 is expressed as M/N_A . Therefore, the mass of P' is given by $(M/N_A) \times (i + b/2 - 1)$, which is equal to $(M/N_A) \times S \times 1$, then $S = i + b/2 - 1$.

Keywords : Pick's Theorem; Morihara's Theorem; Proof; Crystal Lattice

二次元座標における格子点を結んだ多角形の面積を S 、多角形の内部にある格子点の数を i 、頂点と辺上にある格子点の数の合計を b とすると $S = i + b/2 - 1$ が成り立つ(ピックの定理)。この定理を結晶格子の考え方を使って証明する。この証明は「視野角」を使う本定理の証明のバリエーションである¹⁾。

三次元座標の格子点に直径1の原子が存在する金属単体の単純立方格子を想定し、

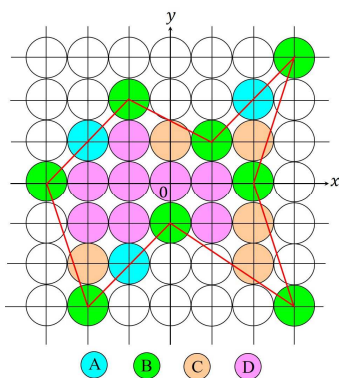


図 1

$z = 0$ の面上に多角形Pを置く(図1)。Pを $z = -1/2$ から $z = 1/2$ まで平行移動させてできる高さ1の多角柱 P' に含まれる原子の数を求める。Pの辺上に中心がある原子(A: m 個とする)は P' に $m/2$ 個含まれる。Pの頂点の数を n とするとき内角の和は $(n - 2)\pi$ であるから、頂点に中心がある原子(B)の数は $(n - 2)\pi/2\pi = (n/2 - 1)$ 個である。 $m + n = b$ なので、これらの合計は $(b/2 - 1)$ 個になる。中心がPの内部に含まれるが側面によって部分的に切断される原子(C)は、原子の配置がPの各辺の中心に対して点対称であるから、切断されて P' の外部にある部分の体積と等しい体積が内部に含まれ、各々1個分が P' に含まれる。したがって、完全に P' 内にある原子

(D)と合わせて i 個が P' に含まれる。よってタイプA~Dの原子数の合計は $i + b/2 - 1$ である。この金属のモル質量

を M 、アボガドロ定数を N_A とする。単純立方格子では単位格子の立方体に1個の原子が含まれるため、格子定数が1の単純立方格子結晶の密度は M/N_A と表される。したがって P' の質量について $(M/N_A) \times (i + b/2 - 1) = (M/N_A) \times S \times 1$ が成り立つので、 $S = i + b/2 - 1$ である。講演では同様の考え方による「森原の定理」の証明を紹介する。

1) https://cut-the-knot.org/ctk/Pick_proof.shtml?utm_source=chatgpt.com (2025.12.29 参照)

分子シャトルの分析を活用した探究型実験教材の開発

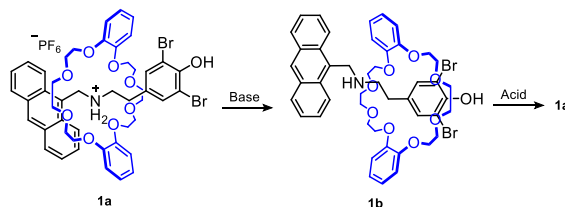
(東邦大院理¹・東邦大薬²・岐阜聖徳学園大学³) ○加藤木 智哉¹・吉川 晶子²・東屋 功²・今井 泉³

Development of Inquiry-Based Learning Resources with Molecular Shuttle Analysis (¹Graduate School of Science, Toho University, ²Faculty of Pharmaceutical Sciences, Toho University, ³Gifu Shotoku Gakuen University) Tomoya Katogi,¹ Shoko Kikkawa,² Isao Azumaya,² Izumi Imai³

In 2021, the Chemical Society of Japan proposed an ideal, unrestricted curriculum for the chemical literacy required of Japanese high school students. The curriculum incorporates nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) as an analytical technique for ensuring safety and product quality. In the past, we developed introductory ¹H NMR spectroscopy teaching materials for university undergraduates, using the Nobel Prize-winning molecular shuttle as a subject. The objective of this study was to develop an introductory teaching material for ¹H NMR spectra for high school students using acid-base responsive fluorescent molecular shuttles. The present study explored the implementation of ¹H NMR spectroscopy through inquiry-based teaching materials, with the analysis of molecular shuttles **1a** and **1b** serving as the subject. The objective was to demonstrate the correlation between the content taught in high school chemistry and the most significant discoveries or advancements in chemical research within the field, thereby illustrating the appeal and significance of studying chemistry to students. In this presentation, we plan to explain the synthesis and analysis of **1a** and **1b**, as well as the conceptual framework for the lesson plan.

Keywords : Molecular Shuttles, Nuclear Magnetic Resonance, Teaching Materials, Inquiry Based Learning

2021年に日本化学会は日本の高校生に必要な化学リテラシーに関して、制約のない理想的な教育課程を提言した。カリキュラムには、安全や製品の質を守る機器による分析として核磁気共鳴分光法(NMR)の内容を取り入れている¹⁾。以前、我々は大学学部生向けにノーベル化学賞を受賞した分子シャトルを題材とする¹H NMRスペクトル導入教材を開発した²⁾。本研究では、高校生向けに酸-塩基に応答する蛍光型分子シャトルを用いた¹H NMRスペクトル導入教材の開発を目的とした。分子シャトル**1a**及び**1b**の分析を題材に¹H NMRスペクトルの導入を探究型の実験教材で扱った。高校化学で学んだ学習内容と化学の分野内で最も重要な発見あるいは改良を成し遂げた化学研究との関連性を例示でき、生徒に化学を学ぶ魅力や意義を示すことを期待した。発表では、**1a**と**1b**の合成と分析、授業構成の構想を解説する予定である。



- 1) 日本化学会 教育・普及部門 学校教育委員会, 高等学校化学教育カリキュラムに関する提言について <https://www.chemistry.or.jp/news/20210816-teigen.pdf> (2026年1月現在).
- 2) 加藤木智哉, 今井泉, 日本科学教育学会第49回年会, **2025**, 年会論文集, pp. 353-354.