

研 究 紀 要

理 科 部 会

【全体講演】	工学を学ぶ意義 ～持続可能社会実現に向けたキーマテリアルであるゼオライトの合成～ 東京大学大学院工学系研究科 教授 脇原 徹	1
【分科会講演】		
【生物分科会】	水生糸状菌類を教材に 国立科学博物館 副館長・植物研究部長 細矢 剛	3
【地学分科会】	青森県十和田市における土壌の発達と特徴 北里大学 獣医学部 グリーン環境創生科学科 教授 馬場 光久	4
【巡検】		
【物理巡検】	工場見学（北日本造船株式会社・東京鐵鋼株式会社）	5
【研究・実践発表】		
【研究発表 1】	気体入り風船の実験と考察 青森県立八戸中央高等学校 竹原 一浩	6
【研究発表 2】	1人1セット利用できる安価な電源装置を用いた電気分解 青森県立大湊高等学校 柴田 大毅	8
【研究発表 3】	鉛蓄電池、燃料電池の紹介 青森県立五所川原高等学校 齋藤 郁子	10
【研究発表 4】	化学実験のすすめ～化学室にある普通の機材を使って普通に実験しましょ～ 青森県立三本木農業恵拓高等学校 中野渡 裕	11
【研究発表 5】	ビーズでつくる結晶格子モデル 青森県立三沢高等学校 河門前 冬香	13
【研究発表 6】	傍観者から主体的学習者の育成へ ～北理研で学び、実践したこと～ 青森県立大湊高等学校 富谷 聡志	15
【部会の動き】	17
【研究テーマ】	18

理 科 部 会

全体講演

工学を学ぶ意義

～持続可能社会実現に向けたキーマテリアルであるゼオライトの合成～

東京大学 大学院工学系研究科 教授 脇原 徹

1 工学について

理学は学問を深く突きつめる。一方で工学は社会問題を解決すべく、社会で使われるべき何かを創り出す学問である。高校化学では、工学の一手手前、すなわち社会で役立っているものそのものではなく、その基礎を勉強している。このギャップが大きいため、高校生の工学部への関心が限られている一因であると考えている。もっと工学の魅力を知ってもらうことは重要である。

2 ゼオライトについて

ゼオライト（結晶性多孔質アルミノケイ酸塩）は、石油化学触媒として、また、温暖化ガスや放射性物質などの有害物質の吸着剤として、私たちの生活には欠かせない身近で重要なマテリアルである。天然のゼオライトは凝灰岩が熱変性を受けることで生成することが多く、日本各地で豊富に産出される。

エチレンやプロピレンなど、プラスチック原料の多くはゼオライト経由で合成されている。特に、ポリエチレンテレフタラートの原料である *p*-キシレンを選択的に合成する触媒として用いられていることは有名である。これはベンゼン環がゼオライトの孔にちょうどすっぽりに入るサイズであるためである。

ゼオライトは、アルミノシリケートの一種であり、二酸化ケイ素を基本骨格とし、ケイ素（価電子4個）の一部がアルミニウム（価電子3個）に置き換わった構造をしている。そのため、Si から Al に置き換わった箇所では電荷が不足し、そこに Na^+ などのカチオン（陽イオン）が入っている。カチオンは孔の中で固定されていないので、他のカチオンと交換できる。例えば Na^+ が Cs^+ と置き換わるイオン交換現象を利用すると、放射性セシウムを回収することができる。

一方、 Na^+ をプロトン (H^+) と置き換えることにより、ゼオライトを固体酸触媒として利用することができる。実際に、重油を分解してガソリンを生成するための酸触媒としてゼオライトが用いられている。また、硫酸などの均一系の酸触媒を用いたエステル化反応では、反応後に酸触媒を除去するために蒸留プロセスが必須である。一方で、ゼオライトなどの固体の酸触媒を利用すれば、蒸留することなく、生成物と固体酸触媒をろ過するだけで分離できるため、低コストでエステルを精製することができる。

3 ゼオライトを用いた実験

(1) 二酸化炭素の吸着実験

乾燥ゼオライトを CO_2 センサーと共に 4.5 L のポリ袋に入れて振る。二酸化炭素がゼオライトに吸着され、袋の中の濃度が低下するが確認できる。

(2) ゼオライトを探せ

六種類の白色粉末（食塩、砂糖、片栗粉、クエン酸、重曹、ゼオライト）を用意する。どの粉末が何の物質なのか確認する実験を生徒に計画させ、実証させる。

(3) イオン交換実験 1

酢酸銅(II)水溶液にゼオライトを入れて振ると、銅イオン(II) Cu^{2+} がゼオライトに取り込まれ、水溶液の青色が消失して無色透明となる。白色のゼオライトは青色に着色する。

(4) イオン交換実験 2

硬水（ペットボトルの飲料水）にハンドソープを入れて振っても、カルシウムイオン Ca^{2+} やマグネシウムイオン Mg^{2+} があるため高級脂肪酸の難溶性塩が生成して泡立たないことを示す。ここにゼオライトを入れると、ゼオライト中のナトリウムイオン Na^+ と硬水中の Ca^{2+} や Mg^{2+} が交換されるため、泡が立つ。

4 まとめ

今回は、高校の実験室でも実施できる簡便な実験手法を紹介した。人工的に合成されたゼオライトは1 kg 1000円ほどで購入できる他、天然ゼオライト（猫砂など）はさらに安価に購入できる。授業における生徒への話題提供や、探究的な活動のヒントに活用してほしい。

【 生 物 分 科 会 】

分科会講演

水生糸状菌類を教材に

国立科学博物館 副館長・植物研究部長 細矢 剛

水生糸状菌類とは、菌類において水中での生活や水辺での生活に適応したものである。水生菌類はもともと水環境で進化してきたグループと陸上生活をしていた菌類の中から生じた水環境に適応したものの2つの系統がある。前者は遊走子という泳ぐ胞子で増えるもので、比較的原始的な菌類の特徴を有している。後者は、水中および水辺での生活に適応したもので、多くの場合、そのような生活に適応した胞子を形成する。水生糸状菌類は世界で300種程度が知られており、見つかっていないものを合わせると200万を超えられている。

水生糸状菌類と類似した生体群には、水生糸状菌類に比べて大型で多細胞が多く、気泡を利用する半水生糸状菌類がある。また、陸棲水生糸状菌類も存在し、主に樹木の波状に生息する。短い分生子柄と星状の胞子が特徴であり、雨滴や霧などの水刺激で分生子形成を誘導する。水生糸状菌類には主に四射型・S字型・糸状3つの形状が存在し、これは1942年Ingoldによって初めて報告された。水生糸状菌類の大部分は子囊菌類の無性生殖時代のもので、一部担子菌の無性生殖時代のものもある。有性生殖時代には不明種が多く存在するが、多くは子囊菌類のビョウタケ目である。子囊菌門のズキンタケ綱、その他にマタカビ綱、ドチデア綱、オルビリア綱、チャワンタケ綱、担子菌門が存在し、多くは陸生菌に由来すると考えられる。また、胞子の形態で同定できるものが多い。

水生糸状菌類は世界スケールの分布で見ると、種の多様性は中緯度地域（温帯）で最大になることや気候帯が同じであれば、菌類相は類似することが示されている。しかし、アジア地域で見ると種多様性は、温帯より熱帯地方が高い等データが示されており、日本のような広い範囲に渡る地域では、さらに検討が必要とされている。

水生糸状菌類の採取方法は水泡を使う水泡法が最も簡単である。手順を下に示す。

1. 水泡を見つける。水泡は急流の付近や滝付近のよどんだところにできやすく、いろいろな物質が吸着されている。黄色い水泡は珪藻なので、採取に向いていない。

2. お玉やスプーンで採取する。すくうのではなく、底面に付着したものを採取すると良い。すくうと余計な液体が多くなるため。

3. ホルマリンやアルコールですばやく固定する。固定しないと数時間で発芽してしまうため。氷を使って急激に冷やすことで、発芽を遅延させることができる。観察する時の注意は、水生糸状菌類は立体構造を持つため、微調節ねじを使って焦点深度を変えながら観察すること。四射型・放射型・シグモイド型なのかの見極めや主軸の有無、枝との間のくびれの有無、細胞数や色に注意して観察する。また、観察物と参考文献を照らし合わせながら、観察することで属名を照合した。

水生糸状菌類は採取がしやすく、どこにでも生息しているため、顕微鏡の使用方や焦点深度を変えることで立体構造の把握など、基礎実験に使いやすい教材である。

【 地 学 分 科 会 】

分科会講演

青森県十和田市における土壌の発達と特徴

北里大学獣医学部グリーン環境創成科学科 教授 馬場 光久

土壌とは母材、気候、地形、生物、時間の要因が重なりできている。母材とはいわゆる材料であり、岩石、火山灰の地質や植物遺体で構成されている。気候とは、降水量と蒸発量の大小関係のことを意味する。降水量>蒸発量の場合、土壌は酸性化する。降水量<蒸発量の場合、土壌はアルカリ化・塩類化する。日本は、降水量>蒸発量の状況であるため、土壌は酸性化している。ただし、例外としてビニールハウスはアルカリ化・塩類化している。地形において、平坦地の場合、水の移動は一樣に下方に移動するが、傾斜地の尾根の場合、水の移動は鉛直成分、水平成分、両成分に移動するので乾燥するが、谷の場合は水平成分の移動が減少するため湿潤となる。また、1 cm の土壌が生成されるのに100年かかる。青森県三戸町の土壌断面を見ると、中楸テフラと南部テフラとの間は黒色の土壌、南部テフラと二ノ倉テフラとの間は暗褐色の土壌が見られる。土壌の色の違いは、黒色の場合は草本植物で形成され、褐色の場合森林植生と考えられる。黒色の土壌は火山灰を母材として発達した土壌「黒ボク土」に分類される。火山灰には火山ガラスが多量に含まれている。火山ガラスの特徴として、無色鉱物、不定形、化学的に風化しやすく、風化するとアルミニウムが溶出する。つまり黒ボク土には多量のアルミニウムが含まれている。アルミニウムの性質①有機物との親和性が高いことがあげられる。例として、土壌有機物の蓄積（アルミニウムが結合した有機物は微生物の分解を受けにくい）、植物根と結合すると細胞分裂の阻害する等が挙げられる。アルミニウムの性質②リン酸との親和性が高い（リン酸と難溶性の塩を形成）。アルミニウムの性質③酸緩衝作用に寄与する。土壌を調べることによってわかることは以下の3点となる。1. 植物の生育にとって良い土壌かどうか（土壌診断）。2. 土壌の環境保全機能（水質浄化能力、酸緩衝能力など）。3. 過去に生息していた植物の情報（花粉や植物ケイ酸体）。

生物多様性国家戦略2010によると、生物多様性の危機として3つ挙げられている。第一の危機として、人間活動や開発による危機。秋の七草のうち、キキョウやフジバカマは草本植物、これが絶滅危惧種になっている要因として草原の減少が挙げられる。1880年代には、国土の1/3程度あった草原が1%まで減少した。減少の要因として、役蓄の利用低下に伴う牧草地の必要性の低下、拡大造林により里山では人工林が増えたこと。気候面において、雨の多い日本では放っておくと草本植物で構成される草原から木本植物が多くを占める森林へと変化することが考えられる。第二の危機として、里地里山などにおける人間活動の縮小による危機。里山の定義として、狭義の里山＝里山林（薪炭林・農用林）であるが、広義の里山＝里やま（里地・里山）は里山林＋稲作水系、農耕地、人里草地、屋敷林・鎮守の森、竹林・スギ林・ヒノキ林も含む。つまり、里山とは人が自然に働きかけをして形成、維持されていた環境であるといえる。現在は、耕作放棄などによって、里山の環境が変化している。第三の危機として、人間により持ち込まれたものによる危機。人間活動の縮小によって、植生遷移の進行・草高の高い外来植物の繁茂などで在来草本植物の減少が見られる。つまり、在来草本植物群落の保全が重要な課題となる。十和田地域における在来草本植物群落の保全に関する研究の目的として、在来植物が保全されている場所の特徴を明らかにすることである。北関東における外来植物の侵入と土壌の化学特性の関係において、土壌環境の変化は外来植物の繁茂を助長し、在来植物の分布域を減少させている結果が得られている。今回十和田地域における調査を行ったところ、在来植物が多かった場所の特徴として、営農している農地周辺となった。また、外来植物が多かった場所の特徴として、耕作放棄地周辺（人が手を加えてた後に手を加えなくなった場所）となった。この結果から、生物多様性の危機を回避する手段として、農地の有効利用が今後ますます重要になると考えている。

【 物 理 分 科 会 】

分科会巡検

工場見学

弘前中央高等学校 木村 友哉

北日本造船株式会社豊洲工場

営業品目は船舶の建造、構築用金属製品の製造及び販売、土木工事の施工、海運業等。バルク船の製造過程を見学した。鉄板等の金属加工の工程、それをつなぎ合わせてブロックと呼ばれるある程度のまとまりをつくる工程、それらを合わせた実際のバルク船を見学した。作成する船によって鉄板の形状が異なるため、鉄板の加工は手作業で行なっている。各工場で作成され配管等を取り付けたブロックは本社工場へ集められ、ドック内にて溶接し船体を組み立てる。船体外板の塗装まで仕上げたら注水し、船をドック内で水に浮かべる。その後は試運転へ向け、残りの艀装品取付や居住区の仕上げ、配線作業、塗装作業等を行う。



東京鉄鋼株式会社八戸工場

営業品目は鉄筋コンクリート用棒鋼、機械式継手、機械式鉄筋定着金物、鉄筋加工製品等の製造。北東北で唯一の棒鋼生産工場である。八戸工場では製造だけではなく、リサイクル事業も行なっている。電気炉等の工場施設は電気代の安い夜間に稼働しているため、実際の稼働の様子は見る事ができなかったが、動画で工場稼働の様子を見学し、その後工場施設を見学した。リサイクル事業では、廃家電や廃自動車等を破碎・分別し、そこから得られた鉄、カーボンを利用して電気炉で製品の製造を行なっている。鉄筋コンクリート用棒鋼は形状や強度別に数多くの品目があり、県内各施設の建造に使用されている。



研究発表 1

気体入り風船の実験と考察

青森県立八戸中央高等学校 教諭 竹原一浩

1. はじめに

化学基礎で分子量を学習するが、その物質が同温、同圧の気体（理想気体と見なす）どうしの場合に限って、分子量の大小を気体の「密度」で直接比較できる。分子量が小さい気体は同体積で軽く、分子量が大きい気体は重いと見ることができる。「浮力」によって水素（分子量 2.0）入り風船は多くの場合上昇し、二酸化炭素（分子量 44）入り風船は落下する。この演示実験（特に水素入り風船の上昇）に生徒達は興味を示すが、

①実験に最適な袋の質量 m や封入する気体の体積 V の変化による風船の挙動を短時間で的確に予想し、実験計画を立てられるようにしたい。

②水素入り→「上昇する」二酸化炭素入り→「落下する」だけでなく「空中停止する」をみることによって、混合気体の平均分子量への考察を導入したいと考えた。

2. 理論

$$\begin{aligned} \text{気体入り風船に生じる加速度は } a &= \{ \rho_{\text{air}} V g - (\rho_{\text{gas}} V g + m g) \} / (\rho_{\text{gas}} V + m) \\ &= \{ (\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}}) V - m \} g / (\rho_{\text{gas}} V + m) \end{aligned}$$

で表すことができる。ここで・ $\rho_{\text{air}}(\text{g/L})$: 空気の密度 ・ $\rho_{\text{gas}}(\text{g/L})$: 封入した気体の密度 ・ $V(\text{L})$: 封入した気体の体積 ・ $m(\text{g})$: 風船に使用した袋の質量 ・ g : 重力加速度(m/s^2) 空気抵抗は無視する。

気体の体積 V と袋の質量 m を一定にすれば、気体の種類（密度 ρ もしくは分子量 M ）による加速度への影響を比較できる。

3. 実験操作

- ①袋の質量を計る（0.75 g を基準とする。重い場合は少し切除する）
- ②袋を封入気体で置換し、よくガス抜きし、ボンベからストローを通して気体を目的量以上入れる
- ③空気を抜いたビニール管付き注射筒のビニール管を気体入り袋に入れる。
- ④注射筒で 500 mL 吸い取り、すばやく抜き、ビニール管の先端に栓を付けておく。
- ⑤別の注射筒のビニール管を残りの気体の入った袋に入れ、必要量の気体を吸い取る。
- ⑥ ⑤で余った気体をビニール管が入ったまま残らず押し出す。
- ⑦ そのまま⑤の気体を注射筒から袋に戻す。
- ⑧ ④の注射筒から栓を外し、⑦の袋に気体を入れる。
- ⑨ 気体を逃さないように素早く袋の口を玉結びで閉じる。
- ⑩ 風船から手を放し、動画撮影する。

（封入気体が空気の場合はボンベから袋に溜める必要がない。）

4. 結果

○封入する気体が「水素のみ」の場合どの条件で「空中停止」が観察できるか。

$(\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}}) V - m = 0$ $\rho_{\text{air}} = 1.17$ (27°C, 1atm) $\rho_{\text{gas}} = 0.0813$ (27°C, 1atm) を V について解いて、 $V \approx 690 \text{ mL}$ 。ボンベ中の水素の純度 95% を考慮して 730 mL 封入した。→観察できた。（発表時動画参照）

○「二酸化炭素」と「水素」の混合気体で空中停止を観察したい。（全量 1 L）

$(\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}}) V - m = 0$ $\rho_{\text{air}} = 1.17$ (27°C, 1atm) $V = 1.0 \text{ L}$ を解いて $\rho_{\text{gas}} = 0.42$
二酸化炭素 $X(\text{L})$ 、水素を $Y(\text{L})$ とし、 $X + Y = 1.0$ $44X + 2Y = M_{\text{gas}}$ (平均分子量)、 $\rho_{\text{gas}} = PM_{\text{gas}}/RT$ を解いて
 $X \approx 0.20(\text{L})$ $Y \approx 0.80(\text{L})$

ボンベ中の水素の純度 95% を考慮して水素 830 mL 二酸化炭素 170 mL を封入した。→観察できた（動画参照）ただし操作が複雑になり、途中の気体漏れの可能性も大きくなる。

○「空気」と「水素」の混合気体で空中停止を観察したい。（全量 1 L）（空気だとボンベが不要、袋に溜めなくてよい。） $(\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}}) V - m = 0$ $\rho_{\text{air}} = 1.17$ (27°C, 1atm) $V = 1.0 \text{ L}$ を代入して $\rho_{\text{gas}} = 0.42$

空気 $X(\text{L})$ 、水素を $Y(\text{L})$ とし、 $X + Y = 1.0$ $28.8X + 2Y = M_{\text{gas}}$ (平均分子量) $\rho_{\text{gas}} = PM_{\text{gas}}/RT$ を解いて

$X \approx 0.31(\text{L})$ $Y \approx 0.69(\text{L})$ ボンベ中の水素の純度 95% を考慮して水素 730 mL 空気 270 mL を封入した。→観察できた。（動画参照）

○封入する気体の体積 V の変化によって生じる加速度はどのように変化するのか比較したい。

水素 730 mL、水素 800 mL、水素 1 L の場合→それぞれ「空中停止」「ゆっくり上昇」「速く上昇」が観察できた。（動画参照）

空気 1L, 空気 2L の場合 →いずれも落下であるが、1L の方が速く落下したようである。（動画参照）
 二酸化炭素 1L, 二酸化炭素 2L の場合 →いずれも落下であるが、1L の方が速く落下したようである。
 （動画参照）

○封入する気体の分子量の違いによって生じる加速度はどのように変化するのか比べたい。（体積 $V = 1\text{ L}$ ）
 水素 ($M=2.0$) 1L → 「速く上昇」 水素と空気の混合気体 ($M=10.3$ (平均分子量) 1L → 「空中停止」
 空気 ($M=28.8$) 1L → 「落下」 二酸化炭素 ($M=44$) 1L → 空気より速く落下。（動画参照）

5. 考察

封入気体の分子量 M と体積 V の変化による加速度 a に対する影響を予想した。

$a = \{ \rho_{\text{air}} V g - (\rho_{\text{gas}} V g + m g) \} / (\rho_{\text{gas}} V + m) = \{ (\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}}) V - m \} g / (\rho_{\text{gas}} V + m)$ に
 おいて $\rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}} = b$ 、 $\rho_{\text{gas}} = c$ とし、変形すると $a = [b/c - \{ (c + b) / c \} \cdot m / (c V + m)] g$ となり、こ
 れは反比例 $a = k / V$ (k は比例定数で負)・・・①式のグラフの移動形であることがわかる。すなわち

$b = \rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}} > 0$ (封入気体が空気より軽い場合) のとき、①を V 軸の負の方向、 a 軸の正の方向に移動した
 グラフ
 ($V \rightarrow \infty$ で $a \rightarrow b/c \cdot g (> 0)$)

$b = \rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}} = 0$ (封入気体が空気) のとき①を V 軸の負の方向に移動したグラフ ($V \rightarrow \infty$ で $a \rightarrow 0$)

$b = \rho_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}} < 0$ (空気より重い場合) のとき、①を V 軸の負の方向、 a 軸の負の方向に移動したグラフ
 ($V \rightarrow \infty$ で $a \rightarrow b/c \cdot g (< 0)$)

となる。表計算ソフトを使って、水素、混合気体、空気、二酸化炭素について、加速度 a の式に b, c, m, g の
 値を入力し、 V を変化させることによって $V - a$ グラフを作成し、上の予想を確認した。(発表時 $V - a$ グラ
 フ参照) 上の $V - a$ グラフ作成のために用いた各点の具体的データを示したのが表 1 である。

表

	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3
水素(2.0)	-9.8	-6.8	-3.9	-1.2	1.4	4	6.4	8.8	11	13.2	15.3	17.3	19.3	21.2	23	24.8
混合気体 M=10.3	-9.8	-7	-4.8	-2.9	-1.3	0	1.2	2.2	3.1	3.9	4.6	5.3	5.9	6.4	6.9	7.3
空気(28.8)	-9.8	-7.5	-6	-5.1	-4.4	-3.8	-3.4	-3.1	-2.8	-2.6	-2.4	-2.2	-2.1	-1.9	-1.8	-1.7
二酸化炭素 (44)	-9.8	-7.7	-6.7	-6	-5.6	-5.3	-5	-4.9	-4.7	-4.6	-4.5	-4.4	-4.3	-4.3	-4.2	-4.2

表 1

各気体の体積 V (L) にお
 ける加速度 a (m/s^2)

6. まとめ (分かったこと)

○混合気体も含め、同体積で空気より軽い気体の場合、封入するその気体の体積 V を調節することによって「落
 下」「停止」「上昇」を制御できること。(袋 0.75 g のときは水素 690 mL (27℃、1 atm) で停止)

○混合気体も含め、同温、同圧で空気と同じまたは空気より重い気体では気体の体積 V を大きくしても「停止」
 「上昇」を観察できない。

○同体積で空気より軽い気体の体積 V を大きくすることによって上向きの加速度が大きくなる(速く上昇する)
 が、空気と同じまたは空気より重い気体の体積 V を大きくすることによって下向きの加速度は小さくなる。(ゆ
 っくり落下する。)

○封入する気体の量を同体積にして気体の分子量が風船の加速度 a に及ぼす影響を確認するには、袋の体積を
 $V = 1\text{ L}$ 、質量を $m = 0.75\text{ g}$ とし、

①水素のみ 1L → 上昇 ②水素と空気の混合気体 1L (水素 690 mL、空気 310 mL) → 空中停止
 もしくは水素と二酸化炭素の混合気体 1L (水素 800 mL、二酸化炭素 200 mL) → 空中停止

③空気のみ 1L → 落下 (速さ小さめ) ④二酸化炭素のみ 1L → 落下 (空気より速さ大きめ) で観察すれば、効
 果的ではないか。(表 2 斜体数字) (動画参照)

7. 今後の課題

①同種の気体で体積を変化させた場合 (特に二酸化炭素) の加速度 a の違いが映像的に明確ではない点

②体積 1L で比較した場合、空気と二酸化炭素の加速度 a の違いが映像的に明確ではない点

について空気抵抗を視野に入れて解明したい。

研究発表2

1人1セット利用できる安価な電源装置を用いた電気分解

青森県立大湊高等学校 教諭 柴田 大毅

1 序論～生徒実験に対しての考え方～

私が実験を行う際に重要視しているのは、自らの手で操作し、自ら考察を導くことである。一つの実験台に4人の生徒がいたとして、実験セットが1つしかないとなると、誰かが操作するのを見守るだけになってしまう。そこで、私が授業で行う生徒実験は、ペア実験、個人実験を主としており、1単元で必ず1回は実験を入れることにしている。

2 安価な電源装置（昇圧コンバーター）の紹介

今回はその中でも電気分解の実験を紹介する。古くは直流電源装置を用いていた。最近では乾電池とワニ口クリップなどで行う実験が行われている。私も安価で個々が取り組むことができるというメリットから、この方法で生徒実験をおこなってきた。ただ、課題として出てきたのは、年間45人クラス×3回の場合、翌年に同じ実験をしようとして、いざ準備すると放電してしまっているものもあり、もったいなさを感じていた。そこで、いつ用いても同じ強さの電流、電圧となる安価な電源装置を使うという発想に至った。

使用する器具は、Amazonで購入できるDC-DC昇圧コンバーター（3個で840円程度）、USBアダプター（5個で1200円程度）、ワニ口クリップ・ジャンパーワイヤー（10本で750円）、うずらの卵のパック（反応容器として使用）、ステンレス線（電極として使用）、ペーパークロマトグラフィー用ろ紙（5mm幅に切り、塩橋として使用）である（図1）。

この昇圧コンバーターを使用する利点は、つまみを回すと電圧を自在に変えることができることであり、壊れない限り、USBアダプター経由でコンセントに差すことで、難しい操作をせずとも、通電がなされる。鉛蓄電池の充電などにも使用することができる。

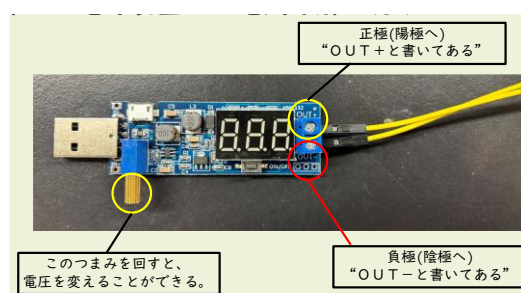


図1 昇圧コンバーター

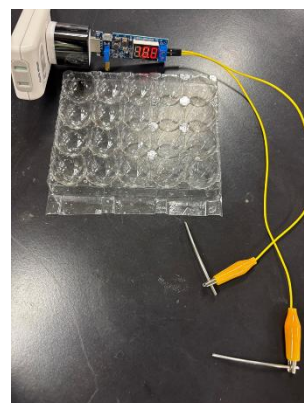


図2 電気分解キット

3 本装置を用いた実験操作の紹介

実際の実験操作について、説明する。まず、卵のパックの隣り合う2カ所に穴の半分程度まで溶液を入れる。次いで、ろ紙を半分に折り曲げて、二つの穴に入っている溶液に触れさせ、電気的に接続させる。あとはワニ口クリップに噛ませたステンレス電極を溶液に浸すと、電気分解が進行する。ただし、二つのステンレス電極が接触してしまうと、ショートして破損してしまうので、注意が必要である。

電気分解が進んだかどうかは、用いる溶液と生成する物質に応じて、指示薬で判断することが必要になる。

硫酸ナトリウム水溶液の電気分解の場合、陽極は酸性になり、陰極は塩基性になる。もとの硫酸ナトリウム水溶液は中性であることから、指示薬としてBTB溶液を用いた。陽極は黄色が強くなり、陰極は青色に変化する。電極を中心として色の変化がみられるため、



図4 硫酸ナトリウム水溶液の変化（左：電解前、右：電解後）

電極で反応が起こっていることもよく分かる。実際には電極を見ると気泡も発生することが見て取れる。

ヨウ化カリウム水溶液の電気分解の場合、陽極はヨウ素が生成し、陰極は塩基性になる。そのため、デンプン溶液を用いて、ヨウ素デンプン反応の有無からヨウ素の生成を確認し、次いでBTB溶液を加えて、陰極が青色になることから、反応の進行を確認することができる。

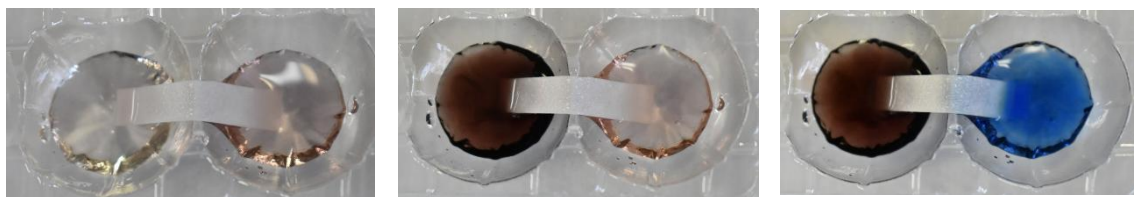


図5 ヨウ化カリウム水溶液の変化（左：電解前、中央：デンプン溶液添加後、右：BTB溶液添加後）

4 実際の生徒実験における導入～UDLを意識した実験授業のデザイン～

本校では学びのユニバーサルデザイン（UDL）を意識した授業づくりを令和6年度から推進している。

UDLとは、教員が学びのオプション（方法・形態など）を提示し、生徒は学習内容の習得に向けて、自ら選択し取り組むものである。毎時間方法や形態を試行錯誤し、自らの学びのスタイルを構築していくものである。

従来の生徒実験では、実験を行い、記録し、考察をするというのが主流の流れである。しかし、見通しをもって実験に臨むことも求められる昨今は、予想し、予想通り起こるか、実験をして確認することも大切である。しかし、後者は学力が高く、学びへのモチベーションが高い生徒は取り組むことができる一方、苦手とする生徒だと、予想するということでは手をつけることができないことが多い。そこで、実験授業においても、取り組み方の流れを生徒自らが選択できるようにした。Aコース（実験→記録→考察）、Bコース（予想→実験→記録）の2つである。同じ実験台でもAコースを選ぶ生徒とBコースを選ぶ生徒が混在していた。もちろん全員ではないかもしれないが、UDLの根幹である、自ら学習方法を選択していることが見て取れた。

学習内容を再確認し、定着につなげるという視点で生徒実験を行っているため、コースが異なっても評価ができるように工夫している。ここまでの学習の振り返りとして、60字～80字で記述させる。この字数だと、接続詞が必然的に必要になるため、文を書くトレーニングにもなる。UDLの一環として、用いる接続詞の例を提示している。接続詞の使い方や字数で評価の差をつけている。また、評価基準を実験プリントに記載する際、○、△を使用し、×をつけないことにしている。これは、教育相談論を学んでいる課程で知り得た対応策である。

5 おわりに

本県は生徒数減少に拍車がかかることが予想される。定員割れの学校が増加し、同一クラスに幅広い学力の生徒が在籍するようになる。そうしたときに従来のようなグループ実験をしていると取り組む生徒とその生徒に任せっきりの生徒が一層出てくるだろう。生徒実験の意味は、自ら操作し、考えることである。そのために、個人もしくはペアで実験に取り組める環境の整備は早急に取り組まなければならない。さらに、UDLの視点を取り入れた授業展開を実験に取り入れることで、「考えることがモチベーション」である生徒と「成功できたことがモチベーション」である生徒の両方に対応できることができるようになると思われる。次年度以降もこうした取り組みを広めていけたら幸いである。

研究発表3

鉛蓄電池、燃料電池の紹介

青森県立五所川原高等学校 齋藤 郁子

鉛蓄電池は自動車のバッテリーとして用いられている実用電池の一つである。また、燃料電池も教科書で取り上げられている実用電池である。前年高教研で、鉛蓄電池は簡単に製作できるが、作ったことがない先生もいると聞き、製作並びに充放電の実験を紹介する。また、一般に燃料電池は触媒金属を担持させた電極が必要であるが、短時間であれば、水の電気分解で生じた水素、酸素が炭素電極に吸着することから、金属担持カーボンでなくとも電気分解と放電を繰り返すことができる。

授業の中で実用電池を取り上げ身近な事象と結び付け実感させる意義は大きいと考える。以下に実験書を掲載する。

【目的】実用電池である鉛蓄電池を製作し、二次電池の仕組みを考える。

【準備】

〔器具〕①ビーカー、ミノムシクリップ、電源装置、

〔試薬〕2mol/L 硫酸水溶液、鉛板 ※ 釣り用の重りは現在 鉛 ではないので利用できない

【操作】

- (1) 硫酸を100mL ビーカーに入れる。
- (2) 鉛板2枚をビーカー内に入れる（接触しないようにビーカーのふちにかける
- (3) 鉛板2枚を電源装置につなぎ、3V～5Vの電圧で5分程度電気分解を行う。
陽極側が褐色に変色するまで電気分解する。
- (4) 電源装置をはずし、電球、電子メロディー、プロペラモーターなどを接続して放電する。
- (5) 電気が流れなくなったら、再び電源装置をつなぎ充電する。
- (6) 充放電を繰り返し、電極の様子を観察する

【目的】燃料電池を製作し水素と酸素から電気を取り出すことを実感する。

【準備】

〔器具〕①ビーカー、ミノムシクリップ、電源装置、炭素電極

〔試薬〕10% 硫酸ナトリウム水溶液、

【操作】

- (1) 硫酸ナトリウムを100mL ビーカーに入れる。
- (2) 炭素電極2本をビーカー内に入れる（接触しないように）
- (3) 炭素電極2本を電源装置につなぎ、3V～5Vの電圧で5分程度電気分解を行う。
- (4) 電源装置をはずし、電球、電子メロディー、プロペラモーターなどを接続して放電する。

【あとなぎ】

鉛蓄電池を製作し、実習することができた。電圧が上がらないグループが1つあり、原因がわからなかった。鉛電極を交換したものの、今後も生徒実験を行う際は注意が必要だと思う。燃料電池については紹介にとどまったが、今後先生方が実験を工夫する参考になれば幸いである。

研究発表 4

化学実験のすすめ～化学室にある普通の機材を使って普通に実験しましょ～

青森県立三本木農業恵拓高等学校 中野渡 裕

1 はじめに

ケニスやナリカなどの業者さんが開発した実験機材に頼ることなく、化学室に普通に整備されている器具を使って、化学実験を行うための工夫を紹介する。

(1) 化学実験を行うにあたっての基本方針（自分なりの）

- ①生徒自身に準備させる（危険なもの以外、安全第一） 教員の負担軽減も目的にある
- ②実験書の文字は少なめに（読ませると単なる作業になる） 図を多くし、教員の説明をしっかりと聞く
- ③一人一役（傍観者をなくする・参加意識の向上）
- ④実験の目的をしっかりと示す・考えながらの実験
- ⑤考察欄・感想欄に「うまくいった、楽しかった」ではなくて「～がわかった」「～が理解できた」と書くようにする
- ⑥洗い物を少なく 使い捨て容器の活用 紙皿、割りばし、紙コップ、キッチンペーパーなど
ホームセンターの活用（いずれもカーボンニュートラル）
- ⑦雑談（雑学）の準備をしておく（日常生活との関連）

2 イオン化傾向－鉄くぎのさび方

(1) 定番のイオン化傾向のための実験

各電解液を用意し、それに金属片を投入、金属片に析出する金属を観察することで、イオン化傾向の大きさを調べる実験（定番実験）。

教科書では「亜鉛」になっているが、あえて「マグネシウムリボン」を使う（亜鉛だと鉄の析出がはっきりしない）。

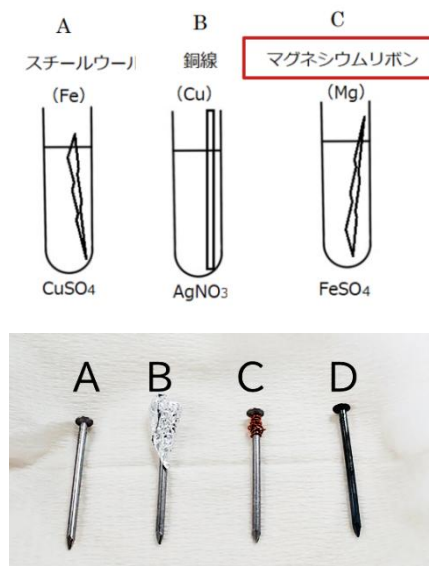
(2) (1)の実験を踏まえたうえで、「鉄くぎのさび方」について調べる。

・よく磨いたくぎに、次のような処理をして、食塩水の含まれているディッシュ上においてさび方を観察する。1日放置する。

- A：そのままのくぎ
- B：アルミホイルを巻き付ける
- C：銅線を巻き付ける
- D：バーナーで真っ赤になるまで焼いて黒錆びで覆わせる



- ・結果について生徒に予想させる。その予想の根拠も考えさせる。
- ・なぜこのような結果になったのか、班ごとに協議させて、発表させる。
- ・実験後は、中華鍋や南部鉄器の黒錆び、トタンなど、昔から工夫されてきた鉄の酸化防止の方法について話題を提供する。
- ・人類が鉄を便利に利用してきた鉄文化は、はさび（酸化）との戦いであったことを理解させたい。

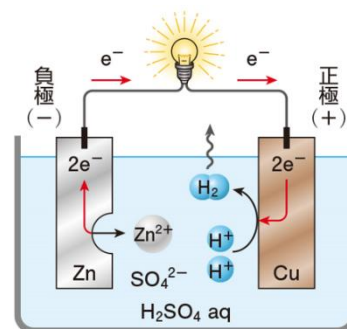


3 ボルタ電池－教科書に書かれている図と同じイメージで安全に実験したい－電解液の工夫

(1) ボルタの電池一定番実験

- ・電解液 一般には0.5 Mの希硫酸とあるが…濃度が高く、亜鉛が直接反応し水素が発生する、生徒が取り扱うにはちょっと危険である。
- ・その割に電子メロディーくらいしかパワーない。原因は、電池の分極と内部抵抗の大きさにある。やっぱりプロペラを回したい。

・希硫酸の濃度が高いと、負極（亜鉛）から直接水素が発生するので、分極による陽極での水素（実際にはほとんど観察されない）の発生と混乱する可能性がある。



(2) プロペラが回るボルタ電池の工夫

- ・ 50ml のビーカーを利用し電解液の少量化
- ・ 電解液は 0.5 M 硫酸ナトリウム (pH を 2 ～ 3 に調整)。pH の調整は濃硫酸を滴下。これは亜鉛の陽イオン化の際の水酸化物の生成を抑えるため (濁り防止) である。

- ・ ソーラモータを必ず利用する。
- ・ 電極を投入すると、数秒で止まる (分極が起きているため)。その後、10 % 程度の過酸化水素水 (減極剤) を加えると、電池が復活して長く駆動するようになる。

(3) 発展—電極や電解液を変えてみて実験する

- ・ 亜鉛の代わりにマグネシウムリボンを電極として使ってみると、減極剤を入れなくても暫くモーターは回る。これは銅に対するイオン化傾向の差が亜鉛よりも大きいので起電力が高いからである。アルミホイルに変えても同じである。電解液を食塩水や酢酸などに変えて実験してみる。テスターで測定すると、起電力はどれも同じくらいになる。

大事なことは、電池の起電力は電極の種類だけ (イオン化傾向の差) で決まるということである。

(4) 雑談で理解を深化させる

- ・ 最初に乾電池を作ったのは、日本人の屋井先蔵であることを紹介し、乾電池についての雑学を紹介する (乾電池の種類が単 1 型～単 6 型までとか)。この雑談をすることで生徒の興味・関心がずっと高まる。

4 鉛蓄電池—電解液の工夫と手回し発電機の利用

(1) 鉛蓄電池は定番実験だけれど…やりにくい

- ・ 実験書では、電解液が 3 M 希硫酸とか…とても高い濃度で扱いにくく、廃液の処理にも困る。
- ・ 充電するための直流電源は電力が大きいものがなくて、6 P アルカリ乾電池などで実験している例が見られるが、すぐに電池がなくなり充電できなくなる。
- ・ 酸化鉛 (IV) が生成するまで、時間が結構かかる。

(2) 実験における工夫

- ・ 電解液は 0.5 M 硫酸ナトリウム (pH を 2 ～ 3 に調整) を用いる。効率は悪くなるが、希硫酸を使った場合と同じ挙動を示す。生徒には希硫酸だと説明 (して問題ない)。

- ・ 駆動させるモーターは、ソーラモータではなくて、普通のプロペラモーターにする。ソーラモータだと、流れる電流が大きいので破損する可能性がある。

- ・ 充電用の電源は、手回し発電機を利用する。手にかかる負荷 (運動エネルギー) を利用して (エネルギー変換して) 電気が蓄えられるということを体感できる。充電中に回路の導線を外すと急に負荷がなくなることとで「あっ、充電しているんだな」と生徒は理解できるようになる。

(3) 1 ～ 2 分充電する、モーターにつないで放電する、また充電する…を数回繰り返せば、図にあるように酸化鉛 (IV) が正極に生成しているのが観察される。

充電時間を変えて (1 分、2 分…)、モーターの回る時間 (電力供給時間) を調べれば、蓄えた電気エネルギーがきちんと放出され、可逆的に反応が進むことが理解できる。

廃液は、沈殿物 (少量の硫酸鉛) をろ過した後、そのまま流しに廃棄できる。あるいは、回収して次年度に再利用することも可能である。

5 最後に

- ・ 化学室に普通に整備されている (であろう) 器具を使って、普通に実験しましょう。何より、生徒の学習意欲向上や学習内容の定着に大きな効果があります。あまり手間をかけず気楽に化学実験を行い、生徒と一緒に化学実験を楽しみましょう。



研究発表5

ビーズでつくる結晶格子モデル

三沢高等学校 河門前 冬香

1 はじめに

結晶の構造を理解するためには、立体モデルを観察することが効果的である。本研究では、安価な材料で、生徒一人ひとりが手に取って観察することができる結晶格子モデルについて検討した。

2 ビーズを用いた面心立方格子と六方最密構造の比較モデルについて

面心立方格子と六方最密構造は、ともに配位数12の最密構造である。両者の相違点は、球が最密に並んだ平面の積み重なり方であるが、それを理解するためには、平面図だけでは困難である。そこで、有効な教材がないか調べたところ、ビーズで両者のモデルを製作している例(*1)を見つけた。この例では、無色と青色のビーズを用いて、六角形のパーツAと三角形のパーツBを各2個ずつ作る。ABAの順で重ねると六方最密構造になり、ABBAの順で重ね、ある角度から青いビーズだけ見ると面心立方格子が見える。早速、百円均一ショップで、ビーズと接着剤を購入して製作を試みたが、接着剤の選択や成形が容易ではなかった。しかし、苦戦の末に製作したパーツを積み重ね、その中に面心立方格子が見えたときには感動し、自分の浅い理解が深い理解へと変わったのを感じた。

3 ポリビニルアルコール(PVA)製ビーズを用いたモデルについて

前述のモデルを簡単に作れないかと考えたときに思いついたのが、百円均一ショップでビーズの傍に陳列されていた「水でくっつくビーズ」という商品であった。この商品は、ポリビニルアルコール(PVA)製のビーズを専用のプレート上に並べて好みの形を作り、霧吹きで水を吹きかけてビーズ表面を濡らして溶解させた後、放置乾燥してビーズ同士を接着するというものである。こちらを用いる最大の利点は、専用プレート上で容易に平面の最密構造が形成可能なことである。専用ビーズは一袋に同系色の濃淡三色が入っていた。このうち、淡色と濃色のビーズを用いて試してみた結果、狙い通り六角形のパーツAと三角形のパーツBを容易に製作することができた。透明ビーズが入手困難(*2)なため淡色のビーズで代用したが、パーツをABBAの順で重ねると、濃色ビーズ部分が面心立方格子の形になっているのをしっかりと確認できた。

さらに、中間色のビーズを用いて、三角形のパーツBの上にさらにビーズ1個を乗せたパーツCを製作した。パーツCを2個重ねると面心立方格子になる。こちらは、面心立方格子の構造を理解する手助けになるので、敢えてパーツ同士を接着しないで用いることにした。

これらパーツA、B、Cのセットを40組製作し、授業で生徒一人ひとりに配布し、手元で組み立てさせる事により、2つの最密構造モデルの比較を行うことができた。

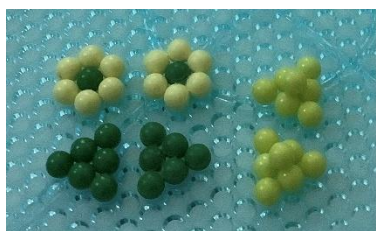


図1 パーツA、B、C



図2 左が六方最密構造、中央と右が面心立方格子

3 手芸用ビーズとテグスを用いたモデルについて

前述のように、最密構造については生徒一人ひとりが手に取って確認できる立体モデルを製作することができたが、体心立方格子については、平面での球の並べ方が異なるため、百円均一ショップで購入できるPVA製ビーズセットで作ることは難しい(*2)。この話を本校の実習講師の先生にしたところ、何と手持ちの手芸用ビーズとテグスで体心立方格子のモデルを作ってくれた。作り方は、中心となるビーズを起点として頂点となるビーズを二つずつテグスで固めていって、最後に頂点のビーズ同士を立方体になるよう

に固定するというものだ。早速材料を購入し、見よう見まねで作ってみたが、手芸初心者には難易度が高かった。完全に球形のビーズでは作りにくく、多面体にカットされたビーズを用いた方がよいということは分かった。

次に、実習講師の先生は、六方最密構造のモデルも完成させた。その時点で、手芸用ビーズとテグスでは面心立方格子は難しいという話だった。しかし、前述のPVA製ビーズの面心立方格子モデル（パーツCを2つ組み合わせるタイプ）を見せたところ、面心立方格子モデルも作ってくださった。これらはストラップをつければアクセサリーにもなりそうな出来である。この立体モデルを開発し、分科会参加者用にストラップ仕様の体心立方格子モデルを製作してくださった甲田先生に感謝申し上げたい。



図3 手芸用ビーズで作った結晶格子モデル

4 おわりに

本研究では、身近で安価な材料を用いて製作する結晶格子モデルを製作することができた。このモデルを生徒が手に取り、さらには自分で作製することによって、結晶格子に対して抱きがちな「難しい」というイメージを軽減し、立体的な構造を理解するのに役立つことが期待される。

引用文献

＊1 【化学】面心立方格子，六方最密構造をビー玉で作ってみた

<https://note.com/chemiphycho7/n/n55d7f4e8b29c>

＊2 エポック社「アクアビーズ」には、透明ビーズがあるが、単品では販売していない。

<https://www.aquabeadsart.com/ja-jp/>

＊3 エポック社「アクアビーズトレイしかく」は販売終了。ナリカでセット販売。「結晶構造模型セットAB-N」<https://www.rika.com/product/detailed/M60-2640>

研究発表6

傍観者から主体的学習者の育成へ ～北理研で学び、実践したこと～

青森県立大湊高等学校 富谷 聡志

3年前に北海道の道立高校から現任校へ赴任した。他県と比較して、本県は理科の研修の機会がないことから、現在でも北海道で開催される研修をはじめとして全国様々な研修へ足を運んでいる。全て自費参加のため、金銭面や移動時間での負担は大きい、得られることはとても大きい。特に北海道の研修では研究発表が盛んに行われ、若手・ベテラン、進学校・郡部校を問わず意見交流の場として充実している。今回はこうした経験から、他県研修の学びを地元へ還元すること、自身のこれまでの取組を振り返り授業改善へつなげることを目的に研究発表をさせていただいた。

1 北海道高等学校理科研究会（北理研）の取組紹介

北理研は北海道にある高等学校で勤務する教職員で構成されている。令和7年度の会員数は656名であり、年間を通じて様々な研修を開催し、全道各地から会員が集結する。北海道で勤務していて感じたことは、全道各地で観察・実験が活発に実施されていることである。そして、本県との大きな違いは、進学校でも実験を実践されている先生方が多く、研修の場では勤務校関係なく、同じ目線で取組の共有や議論ができる点がある。

(1) 北海道高等学校理科研究大会 全道大会

青森県の高教研と同じく毎年8月に実施される。例年枠組みが決まっており、ベテランの先生方から若手の先生方へ上手く取組が引き継がれている。今年度は小樽市を会場にして行われ、1日目に全体講演、理科授業実践交流広場（物・化・生・地でブースが設けられ、先生方が演示実験や授業の仕掛けを紹介）、研究発表（例年、物理は6～8件程度）、教育懇話会が実施された。2日目は研究協議が行われる。昨年度は「主体的に学習に取り組む態度をどのように評価していくか」というテーマの下、グループで単元の指導計画の作成や授業デザインを行った。今年度は「4単位「物理」の定番実験を掘り下げる」というテーマの下、参加者全員で「屈折率の測定」と「コンデンサーの放電曲線」の実験を行い、授業での仕掛け方や工夫について議論した。

(2) 北海道マルチメディア理科教育研究協議会

毎年2月に立命館慶祥高校で実施される。授業ですぐに実践できる実験、教材、知識の習得を目的とし、1日かけて物・化・生・地の実験研修と最新の科学の話題に関する講演会が行われる。

(3) その他取組

- ① 授業研究会 … 毎年9～11月に全道の各科目の教員を対象に研究授業を実施している。
- ② 物理実践交流研究協議会 … 高校物理の授業実践報告、実験や教材や書籍の紹介を行っている。
- ③ 高校物理の授業に役立つ基本実験講習会 in 北海道
… 麻布高校で開催される講習会の北海道版であり、毎年扱う題材は異なる。
- ④ 研究誌『北海道の理科』の発行 … 毎年、実践例を掲載した研究誌を発行している。
- ⑤ 実験書『物理基礎の定番実験』発行
… 「物理基礎」の8つの定番実験について、実験の手順、実験のコツ、実施上の留意点、安全上の留意点、実験の精度などが掲載されている。
- ⑥ 北理研物理メーリングリスト … 各種研修の案内や授業づくりについての議論が行われている。

2 大湊高校での授業づくり

「主体的・対話的で深い学び」の視点からの学習過程の改善が求められる中、実際の生徒観は「傍観的・一方的で浅い学び」であることから、“教師が教える”授業から“生徒が学ぶ”授業への転換が必要だと感じる。

私は授業を通して、ワクワクする心（科学的探究心）を身につけさせるために、①本物に触れる、②手を動かして考える、③みんなで解決することを大切にしている。そのための手段の一つとして実験の充実を努めた。

教員が実験をするにあたり、抵抗となる3つの“ない”課題については北理研で学んだことで解決している。

(1) 物が“ない”

100円ショップやホームセンターでの探索、書籍や研修からのアイデア

(2) 時間が“ない”(実験準備・授業時数)

実験毎にパッケージ化, 授業内容の精選, 単元指導計画, 目的の明確化・実験の単純化, 生徒の実験慣れ

(3) 経験が“ない”

研修参加, 札幌東高校の藤林亮太教諭や稲子寛信教諭へメール相談

3 物理基礎での実践(力学・生徒実験) ※研究発表で扱った他事例については, 割愛させていただきます。 今年度実施した実験について工夫点や課題を簡単にまとめる。

(1) 直線運動の加速度

目的 : 現象自体の考察(定性的理解), 中学理科からの学びの連続性実感

参考 : 高校教科書, 中学教科書, 北理研実験書

困難 : (恥ずかしながら) 記録タイマーを買うところから...

工夫 : ① 業者で10万円程度する斜面実験器を学校の倉庫にあった廃材で代用

② iPhoneアプリ「水準器」で斜面の角度を10度, 15度, 20度, 25度で分担し, 全体共有

課題 : ① 中学理科をほぼ全て忘れている
(記録タイマーの存在は覚えているが, 「あの時何やった?」)
② $v-t$ グラフ作成に際して, 質問「なぜ縦軸は“長さ”ではなく, “速さ”なんですか?」
(型通りの説明をしてもなかなか納得せず...)



(2) 重力加速度の大きさの測定

目的 : 探究型実験(どうすれば理論値に近づくか), 実験結果と原因の考察

参考 : 高校教科書, インターネット, 藤林教諭(札幌東高校)の助言

結果 : 約8割の生徒が相対誤差10%以内に収めた。

悩み : 実験に要した時間が1.5時間になってしまった。
どうしても記録テープの処理に時間がかかってしまう。(同じ型で3回目となる)運動の法則の実験では生徒の実験慣れを実感できるか。スプレッドシートで時間短縮を図ることもできるが, 生徒の実情を踏まえると, 実験の本質を理解せず, 機械的な操作になってしまう。
実践 : ①ビースピ2台を使用したもの, ②単振り子の周期公式を活用したもの, ③アプリ「phyphox」の活用, ④アトウッド装置(精度良くやるのが難しいため, 探究型実験?)を過去実践した。



4 今後の展望

実験の充実は科学的探究心を育む“手段”であり, “目的”ではない。今後, 多様な学校に勤務する者として, 多くの“引き出し”を持つため, 様々なことに積極的に挑戦し, 次年度またその成果を発表したい。

5 謝辞

日頃より研修参加や質問を快く受け入れていただいております。本発表を応援してくださった北理研物理科目代表である北海道札幌東高等学校の藤林亮太教諭をはじめとした北理研物理会員の皆様に, この場を借りて感謝申し上げます。

6 参考文献

(1) 新編物理基礎 数研出版 2025年

(2) 中学校科学3 学校図書 2024年

(3) 物理基礎の定番実験 北海道高等学校理科学研究会 物理研究委員会 2025年

【部 会 の 動 き】

5月20日	令和7年度 第1回役員会
5月22日	高教研事務局長会議
6月中旬	令和7年度 研究大会要項並びに役員名簿を高教研事務局へ提出 研究大会講師へ講演依頼状を発送 総会、研究大会実施要項を各校へ送付
8月18日	令和7年度 第2回役員会
8月19日～20日	令和7年度 総会、研究大会
8月下旬	研究大会講師へ礼状発送 総会・研究大会不参加校へ資料を送付
10月下旬	令和7年度 第3回役員会 令和8年度 研究大会計画書を高教研事務局へ提出
11月8日	令和7年度「科学の甲子園」青森県大会
3月上旬	会計監査
3月下旬	会計精算書、関係書類を高教研事務局へ提出

【研 究 テ ー マ】

●R7年度（紀要No. 69）

会 場：八戸高校 会員数(第1・2希望計)：239 大会参加数：81 研究発表者数：6
テーマ 「主体的に自然事象と関わり科学的に探究する力を育む理科教育」

●R6年度（紀要No. 68）

会 場：青森中央高校 会員数(第1・2希望計)：242 大会参加数：75 研究発表者数：3
テーマ 「自ら学び、探究を深める力を育む理科教育」

●R5年度（紀要No. 67）

会 場：弘前南高校 会員数(第1・2希望計)：245 大会参加数：79 研究発表者数：1
テーマ 「自ら学び、探究を深める力を育む理科教育」

●R4年度（紀要No. 66）

会 場：八戸東高校 会員数(第1・2希望計)：265 大会参加数：62 研究発表者数：1
テーマ 「生涯にわたって探求を深める未来の人材を育む理科教育」

●R3年度（紀要No. 65）

会 場：三沢高校（ZOOM開催） 会員数(第1・2希望計)：269 大会参加数：64 研究発表者数：0
テーマ 「生涯にわたって探求を深める未来の人材を育む理科教育」