

自宅等での遠隔による生徒実験実施の可能性

－「中学生の科学実験教室」の遠隔実施をとおして－

伊藤 崇由 ・ 高橋 伸元

新型コロナウイルス感染防止対策等を機に一般的になった遠隔授業を、生徒実験でも実施できないかと考え、「中学生の科学実験教室」の機会を活用して、Zoomを介した対話型、他生徒との交流型の生徒実験を実施した。安全が十分確保できる題材を選び、送付可能な実験材料を事前送付することで円滑に実施できることを確認するとともに、児童生徒の確実な理解に向けて、指導上の工夫が必要な部分も明らかにすることができた。

【キーワード】 遠隔による生徒実験 Zoom 主体的・対話的で深い学び

はじめに

平成31年2月より本格化した新型コロナウイルスの蔓延は、教育現場に遠隔という新たな概念の導入と、性急な対応を迫ることとなった。この2年ほどで、多くの授業や研修が遠隔機器で参加可能となり、参加の手軽さや移動等の身体的・金銭的負担の軽減効果を考えると、ある程度はコロナ収束後も継続されると考えられる状況となっている。また、国の施策により、義務教育段階を中心に1人1台端末が整備されたことも、この流れを確実なものとしている。

こうした流れの中で、遠隔への移行が難しいとされているものの1つが理科実験である。実験材料の準備、安全性の確保、実験器具の操作等手技の指導、試行錯誤の妥当性の判断等々、直接の指導でないと難しい要素が数多くあるからである。しかし、全てを「実験はできないから動画の視聴で代替する」とは決めつけず、一部でも遠隔で実施できるものはないかと化学研究班で検討することとした。

今回は、安全で家庭でも準備や廃棄が可能な題材を選び、可能な限り対話型・参加生徒の交流型として実験を実施できないかと考え、緊急事態宣言下の令和3年（2021年）8月に、遠隔による「中学生の科学実験教室」を実施した。以下に、実施内容や、成果と課題についてまと

める。

1 「中学生の科学実験教室」について

理科教育センターでは長年、中学生を対象に「中学生の科学実験教室」を実施してきた。以前は夏季と冬季の2回で、物理・化学・生物・地学の4分野を網羅する形で行われてきたが、近年は日本化学会北海道支部が道内の化学系学科のある3高専と当センターとで共催する「中学生のための化学実験講座」の一環として、夏季に化学分野のみ実施している。

化学研究班では日本の歴史や文化と関連付けた講座（藍染め、線香花火づくりなど）、先端材料（導電性／吸水性のポリマー等）を題材とした講座、身近な材料（金属、ろうそく等）を題材とした講座等を交代で実施してきた。今年度は夏季に新型コロナウイルスの感染拡大が予想される中で、従来の集合型での開催は難しいが、昨年度に続く2年連続の中止を避けるべく、材料が送付可能で安全な実験を題材とした、遠隔での教室を開催することとした。

2 実施内容

(1) アイスブレイク

通常の授業と異なり、全道各地から希望者が集う状況で対話型の授業を行うには、初対面の

参加者が打ち解け合う場面の設定が重要となる。

今回は、過去の物理研究班の成果を基に、コンセンサスゲームの「NASAゲーム」を実施することとした^{*1)}。このゲームは本来、故障した宇宙船からの帰還に必要と考える道具等に1～15の優先順位を話し合いで決めていくのだが、時間の関係で、ベスト3を決める簡易型で実施することにした。

(2) 実験①「オムツの化学」

小さい子どものいる家のほとんどにある紙オムツと水があれば安全にできるこの実験を、まずは実施することとした。対面型で実施するときは、実際のオムツを分解し、高吸水性ポリマーを取り出すところから行っているが、今回は送付物をコンパクトにするために、ポリマーからスタートすることにした。吸水量を予想し、水を吸わせる場所は対面型と同様に実施した。吸水したポリマーに食塩や塩酸を過剰に加えると、イオン交換が起き水を放してしまうが、今回は送付でき安全に取り扱える食塩のみの実験とした。代わりに、「使用済みオムツはリサイクルできるか。リサイクルすべきか」を考えさせる場面を設定した。

(3) 実験②「導電性ポリマー」

日本人（白川英樹博士）が見出した先端材料であり、身近なスマホやタッチパネル等に使われる導電性ポリマーを、2つ目の題材とした。対面ではピロールを塩化鉄(Ⅲ)を触媒として重合化し、導電性のポリピロール膜を合成するところから行うが^{*2)}、有機液体物質のピロールや、手に付くと鉄さび色が落ちにくい塩化鉄(Ⅲ)を送付できないことから、重合操作は遠隔で演示を見せ、送付した完成品の導電性のみ実験で確認することにした。

一方で、日頃から努力し十分に準備を重ねたものだけが、幸運をつかみ取ることができるという「セレンディピティ」の説明を手厚く行うことにした。地道な化学実験の大切さと喜びを

啓蒙するような流れを心がけて実施した。

(4) 実験③「プラスチックの分類」

理科教育センターの中学校講座の題材に、飽和食塩水、水、エタノールの順にメスシリンダーに入れて密度勾配管をつくり、プラスチック片を落として密度で種類を分別する実験がある^{*3)}。プラスチック片さえ送付すれば、液体は各家庭で用意できることから、この実験を3つ目の実験の題材とした。なお、100mLメスシリンダーに代えて、細長の50mLポリプロピレン製スクリーバイアル瓶を密度勾配管の材料として事前送付し、マイクロスケール実験化して実施した。また、「プラスチックはリサイクルできるのか」を考え、意見を交流する場面を設定し、思考力を育成する工夫を試みた。

3 実験の様子

(1) 参加の概況について

例年、中学生の科学実験教室の参加者の過半数は中学校の理科部単位で申し込んでおり、今年度は緊急事態宣言下で部活動としての動きが事実上停止していたことから、参加者は個人申込の4名（申込者5名、当日1名欠席）のみにとどまった。オホーツク管内からの参加者もあり、遠隔実施による参加のしやすさのメリットを活用してもらえたものと考えている。

(2) 講座の内容について

アイスブレイクとして活用したNASAゲームについて、ルールの理解と個人思考、個人の発表までは個々の生徒の能力が高かったこともありスムーズに進めることができた。一方で、意見をまとめる段階になると、中学1・2年生では初対面同士で互いの意見を聞きながら進行するのはややハードルが高く、途中で運営者が方向性やまとめの示唆を与えながら、何とか進めることができた。

実験①では、質量の数百倍の水を吸収するポリマーの能力を体感し、各参加者とも驚嘆の声

を上げていた。また、リサイクルの可能性の有無については、リサイクルの必要性を認識しながらも、紙や綿とポリマーの分別をどうするのか、尿や便を取り除いてリサイクルできるのか等について、多



写真1 実験①の様子
(保護者提供)

量の食塩でポリマーが水を放すこと等もヒントに考えを巡らせながら、各自意見をまとめ発表していた。最後に先行自治体と企業が連携して進めるリサイクルの実験例を紹介すると、各生徒とも興味を持って聞いていた。

実験②では、導電性高分子の作製方法をスライドや演示紹介するとともに、送付した完成品と高分子未塗布のプラスチックとの導電性の違いを、導電チェ

ッカーを用いて実感してもらった。また、ポリアセチレンへのドーピングによる、電性発現に至るセレンディピティについて、白川英樹博士の著書^{*4)}等を参考にしながら解説を行うと、大変興味を持って聞き入っていた。



写真2 実験②の実験
(保護者提供)

実験③では、密度勾配管を作製して色の異なるプラスチック片を落とし、密度の情報からどの色の片が何のプラスチックか推定する活動を

行った。密度勾配管は、特に密度が1.00を切る部分では水とアルコールのわずかな配合率の違いや、片に付く気泡の存在が浮き沈みに大きな影響を与えるため、各参加者とも苦戦し、分類の成功が2名、失敗が2名という状況であった。対面



写真3 実験③の様子
(保護者提供)

で指導する場合は細かな指示ができるため概ね成功するが、こうした点が遠隔の難しさであると感じた。また、成功した生徒は勾配管を拡大して映し指導を仰ぐなど、工夫をして取り組んでいた。こうした見せ方の指示を運営側から前もってできれば、より成功率が高まっていくものと感じた。

プラスチックのリサイクルは、各参加者とも可能であろうとなんとなく感じており、そうした意見をまとめてくれたが、中学校では今後3年生の最後に学習ということもあり、現在主流の燃焼させるサーマルリサイクルと、同じ製品に戻すマテリアルリサイクルのとの違いの理解が曖昧な状況であった。こうした現状を学校での指導に活かしてもらおうべく、研修講座等で発信していく必要性を改めて感じた。

4 参加生徒・保護者の意見等

参加人数が少ないことから、通常実施するアンケート等に代えて、提出してもらったコメントのうち代表的なものを以下に掲載する。

① 参加生徒からのコメント

- ・ 家で、学校でやるような実験ができて楽しかった。
- ・ 他の人とも交流できて大変面白かった。

自宅等での遠隔による生徒実験実施の可能性

②見守った保護者からのコメント

- ・ 子どもが楽しそうに取り組んでいました。
- ・ 遠隔で参加できる機会をいただきありがとうございます。

5 成果と課題

- 成果は以下のように挙げることができる。
 - ・ Zoom等のリアルタイム型の遠隔システム稼働の下、日常的に家にある物品等を用い、通常使用やその延長上と解釈できる方法で、児童生徒自身でも適切に使用できる状況を設定することができれば、遠隔による観察・実験の指導は可能である。
 - ・ 児童生徒が一人でもある程度試行錯誤できる適切な課題を与えることで、主体的かつ思考型の観察・実験を展開することが可能となる。
- 一方、主な課題とその対応策は、以下のよう
に挙げることができる。
 - ・ 実施可能な実験はかなり限られる。例えば、強酸や強塩基を用いる実験、高温や極低温を伴う実験は、身体や家財を損傷する可能性があり、遠隔での実施はできない。また、カッターなどの鋭利な刃物等、危険な道具を用いる実験は、保護者など責任の取れる大人の同席が必須となる。
 - ・ 家庭にない実験器具・材料は事前に配付・貸出しする必要がある。今回は郵送したが、所属校の児童生徒に供する場合は手渡し等できる場合もあるので、液体や薬品を入れることも可能となる。
 - ・ 実験は個別となるので、クラス人数分の実験器具の用意が必要となる。器具の数や準備費用、安全性の関係から、必然的にマイクロスケール実験が主体となる。

おわりに

遠隔に適した指導方法の工夫の必要性は、実験教室を遠隔で視聴いただいた、日本化学会北

海道支部の蠣崎悌司副支部長（北海道教育大学教授）からも指摘があった。特に、人数が増えた場合には、実験をうまく操作できたときの合図や、できなかったときのアピールの仕方をあらかじめ明確にしておくこと等について助言いただいたところである。

今回実施してみて、これまで実験室で行ってきた化学実験の全てを遠隔を介して行うことはできないが、予備的な実験を行って基本的な考え方を整理したり、単元の最後に日常生活と結びつけた、家庭にある材料を用いる実験を行ったりするなどの場合に、遠隔でも実施できるのではないかと感じた。実験結果に驚嘆する生徒の姿を見て、動画の視聴だけでは決して得られないことができない、実物による実験の大切さを、改めて感じることもできたところである。遠隔教育の分野は、次年度からの高校での1人1台端末導入を受けて、更に工夫改善が進むものと考えられる。今回の事例や、全道の高校での実践事例を交流しながら、より効果的な利用方法、利用場面を今後も追求していきたい。

参考文献

- 1) 伊藤新一郎, 学校教育活動におけるコンセンサスゲームの可能性について, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第26号, pp. 38-45, 2014.
- 2) 伊藤崇由, 導電性高分子に関する学習プログラムの開発と授業実践, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第26号, pp. 54-57, 2014.
- 3) プラスチックの分類に関する探究的な学習活動, 理科教育指導資料【中学校編】, 北海道立教育研究所附属理科教育センターホームページ.
- 4) 白川英樹, 化学に魅せられて, 岩波新書 2001.

(いとう たかゆき

北海道深川西高等学校教頭)

(たかはし のぶゆき 化学研究班)