

長野県高等学校科学協会誌

第 9 号

令和 6 年 (2024 年)



The Journal of High School Science Association
in Nagano

令和6年度 長野県高等学校科学協会誌 巻頭言

会長 内藤 信一

今年度の北信越理科教育研究会は長野市で開催されました。ご参加頂いた皆さん、研究発表をされた皆さん、そして大会事務局の長野高校の皆さん、県高等学校科学協会事務局の松本蟻ヶ崎高校の皆さんをはじめ、大会の準備や運営をされた皆さんに感謝申し上げます。私の若い時は研究会などでベテランの先生方から実験のコツなどを教わりました。今回の研究会では若い先生のICTを使った研究発表が多く、昔とは逆に年配の者が若い先生から教わる時代か・・・とも思ったのですが、研究討議では西牧岳哉先生から「3Dプリンターを利用した教材の可能性」という素晴らしい提案があり、学ぶことに年齢は関係ないという事を再確認させられました。

さて、今年度より、長野県高等学校科学協会誌が紙での発行からデータのみでの公開となりました。紙で発行しないと国会図書館に収蔵されないというデメリットがありますが、編集が簡易で労力が少なく、経費もかからないというメリットがあります。国会図書館に収蔵されるというのは名誉な事かもしれませんが、データの方がアクセスするハードルが下がります。紙にしないと読めないのではないかと、というご心配する方もいらっしゃると思いますが、紙だろうがデータだろうが、読む気の無い人は読まないのではないのでしょうか。我々に必要な事は、この会誌を読む人を増やす事、すなわち理科の教育に真剣に取り組み、他の方から学んだ内容を授業に活かしたいと考える人を増やす事だと思います。そのためには先ず会員を増やす事です。年度の初めに当科学協会への入会手続きがありますが、会員が増えるよう、皆様のご協力をお願いしたいと思います。

結びに当会の益々の発展、ひいては長野県の理科教育の益々の充実を祈念し、巻頭言といたします。

全体協議

3Dプリンターを利用した教材の可能性

～新たに3Dプリンターを導入する学校へ～

長野県松本県ケ丘高等学校 西牧岳哉

1 はじめに

文部科学省による高等学校DX加速化推進事業（DXハイスクール）の支援対象例としてICT機器整備（ハイスペックPC、3Dプリンター、動画・画像生成ソフト等）が挙げられている。すでに多くの工業高校では3Dプリンターが導入されていると思うが、それ以外の高校では一部の興味のある職員が使用しているに過ぎないのではないだろうか。しかし、DXハイスクール事業をきっかけに、工業高校以外でも3Dプリンターを使う学校が増えてくるものと期待している。筆者は2020年から3Dプリンターを使い始め、化学の教材の部品として授業に役立ててきた。また、化学に限らず、他の科目でも「3Dプリンターでこんなものを作ったら便利だろう」というものがあると思う。

2 教材内容

I 手作り電池のケース

① 寒天ゲルセパレーターを用いた高出力電池¹⁾

筆者は、ダニエル型電池のセパレーターとして硫酸ナトリウム寒天ゲルを用いた手作り電池を作製し、令和3年度東レ理科教育賞文部科学大臣賞を受賞した。この電池のケースと、寒天に電極を入れる穴を作るためのパーツを3Dプリンターで作製した。（写真1）

ダニエル電池のセパレーターとしては元祖の「素焼き」以外に簡易的なものとしてセロハン（セルロースチューブ）を用いた方法が教科書等に記載されている。しかしセロハンは透析の実験でも分かるように、イオンを簡単に通してしまうので、銅(II)イオンがすぐに負極側にまで拡散してしまう。

そこで、セロハンではなく約9mm厚の電気を通す寒天を用いた。硫酸ナトリウムと寒天を煮溶かして3Dプリンター製容器に入れ、挿入板を入れた状態でゲル化させると電極板2枚を入れる穴の開いた寒天が出来上がる（写真1）。この穴に電解液と電極板を入れると高出力なダニエル型電池ができる（写真2）。寒天ゲルが十分に厚いため、セロハン膜と比較にならないほど両極側の電解液が

混ざりにくい。高出力のため、5～6個直列にして使用するとUSB電源として利用でき、スマートフォンやタブレット端末を充電できる（写真3）。



写真1

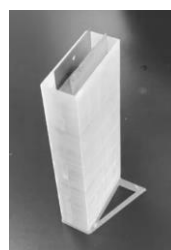


写真2



YouTube 動画

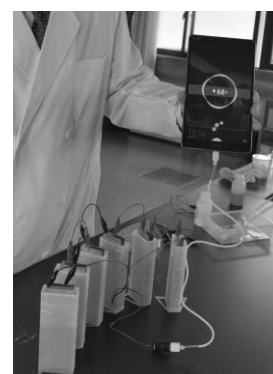


写真3

② 鉛蓄電池

手作りの鉛蓄電池にはいろいろな作製方法がある。ろ紙に電解液を浸み込ませる方法もあるが、それ以外は電解液を多く使用することが多い。そこで電解液を15mL程度に抑え、なおかつ高出力な鉛蓄電池のケースを3Dプリンターで作製した。電極間距離が短く内部抵抗が小さいだけでなく、上から覗けば水の電気分解も観察できる。

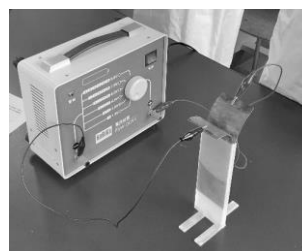


写真4



YouTube 動画

II 簡単な支持器具

pH計を用いた滴定曲線の作成は意外と難しい。溶液を少量ずつ加えるたびにpHを測定するには、水溶液中にpH計を入れっぱなしにするのが一番簡単である。pH計をスタンドで固定するのは意外と難しい。容器内に立て掛ければいいが容器ごと倒れてしまう危険性がある。そこで、容器を支持して倒れないようにする器具を作製した(図1)。



図1 スクリュー管の支持器具



写真5

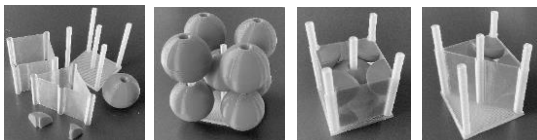
III 結晶構造模型²⁾

筆者は、3Dプリンターを用いて結晶構造模型の部品を作り、生徒実習で模型を組立・考察させる実践を行った。これにより、令和5年度東レ理科教育賞奨励作を受賞した。組立可能な結晶構造は体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造、塩化セシウム型、塩化ナトリウム型、閃亜鉛鉱型、ダイヤモンド型の7種類(その他蛍石型なども可能)である。

原子やイオンを球の形のまま組み立てる「球状模型」と単位格子の立方体や菱形柱に切断した「切断模型」の両方に対応したものである。

① 体心立方格子

球状模型(写真6a)と切断模型(写真6b)および斜め切断模型(写真6c)を組み立てることができる。斜め切断模型の観察で、原子半径と単位格子一片の長さの関係式を導くことができる。



部品

a

b

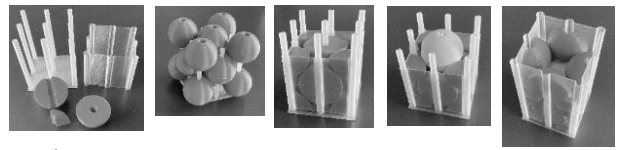
c

写真6

② 面心立方格子

球状模型(写真7a)と切断模型(写真7b)を組み立てることができる。切断模型では、上部中心の原子球だけ色を変えて、その上にもう一つ単位格子を重ねることによって配位数を数えることが容易になる。(写真7cおよびd)

さらに、A層、B層、C層の繰り返しによる最密構造であることも理解できる。(写真7eおよびf)



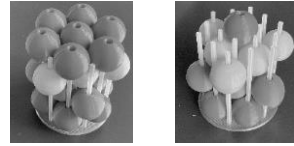
部品

a

b

c

d



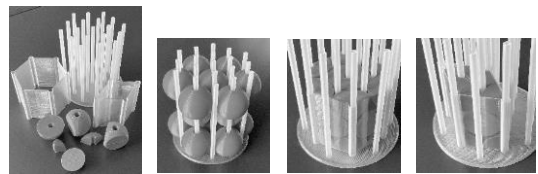
e

f

写真7

③ 六方最密構造

球状模型(写真8a)と切断模型(写真8bおよびc)を組み立てることができる。切断模型を分解するのにかかる時間は数秒。また、分解した球片を組み合わせることで単位格子1個当たりの原子数を数えることが容易になる(写真8d)。

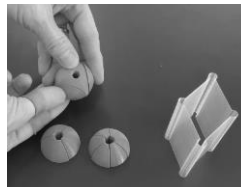


部品

a

b

c

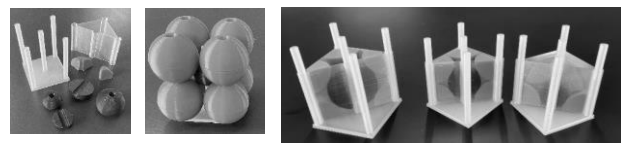


d

写真8

④ 塩化セシウム型

球状模型(写真9a)と斜め切断模型(写真9b)を組み立てることができる。斜め切断模型では大きいイオンに対する小さいイオンの半径比をそれぞれ、1:1, 限界半径比, 限界半径比未満にしたもの(写真9b)を用意した。限界半径比未満では安定した結晶構造が出来ないことを理解することができる。



部品

a

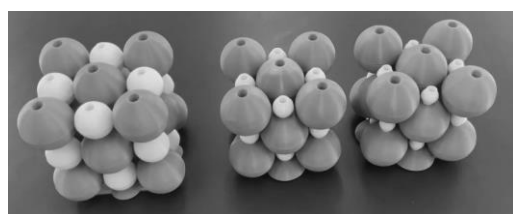
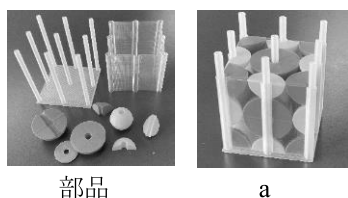
b

写真9

(bは左から1:1, 限界半径比, 限界半径比未満)

⑤ 塩化ナトリウム型

球状模型と切断模型(写真10a)を組み立てることができる。球状模型では大きいイオンに対する小さいイオンの半径比をそれぞれ、1:0.69(実際のNaCl)、限界半径比、限界半径比未満にしたもの(写真10b)を用意した。限界半径比未満では安定した結晶構造が出来ないことを理解することができる。



b

写真10 (bは左から1:0.69, 限界半径比, 限界半径比未満)

⑥ 閃亜鉛鉱型

球状模型(写真11a)と切断模型(写真11b)および斜め切断模型(写真11c)を組み立てることができる。

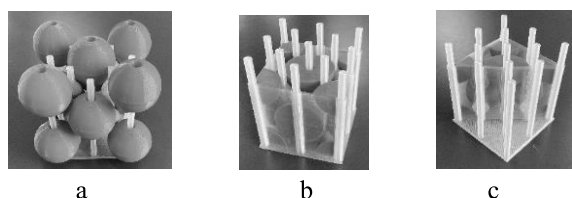


写真11

⑦ ダイヤモンド型

球状模型(写真12a)と切断模型(写真12b)および斜め切断模型(写真12c)を組み立てることができる。斜め切断模型の観察により、原子半径と単位格子一辺の長さの関係式を導くことができる。

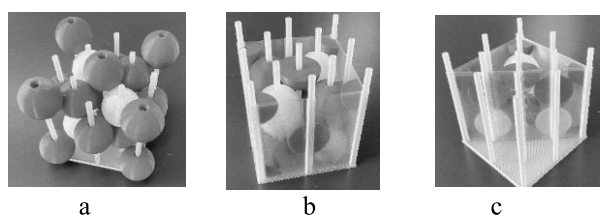


写真12

3 3Dデザイン用無料ソフトウェア

3Dの設計をするソフトウェアはAUTODESK社のFusion360が有名である。これはed.jpのメールと

身分証があれば登録後、アカデミックライセンスとして無料で使用することができる。

4 印刷(出力)用ソフトウェア

実際に3Dデータをゼロから作成するのは大変なので、既に来上がったデータを譲り受け、自校の3Dプリンターで印刷(出力)するのが手っ取り早い。こちらのソフトウェアは、スライシングソフトと呼ばれており、3Dプリンターに付属していたり、ネットからダウンロードできるようになっている。2Dプリンターの「ドライバー」みたいなものと考えればよい。もちろん無料で使うことができる。

5 今後の提案

材料費(PLA樹脂代)は1g当たり約2~3円であり、7種類の結晶模型の部品を作製するのに必要な費用は、3Dプリンター本体費用と電気代を除けば約3,600円。これを1クラス10グループで実践する場合には合計36,000円程度で済む。模型部品の3Dデータ(STLファイル形式)は筆者に電子メール(tnishi@m.nagano-c.ed.jp)を頂ければ提供可能である。これを機に理科教育に3Dプリンターを活用して頂ければ光栄である。

また、化学分野以外に3Dプリンターを活用するとすれば、たとえば生物分野の「カエルの胚」などはどうだろうか。内胚葉、中胚葉、外胚葉を色のついた柔らかい樹脂素材で別々につくって組み立てられるようにしたら立体的な理解が進むのではないだろうか。物理分野では気柱共鳴実験用の目盛り付きプラスチック管などはどうだろうか。市販のガラス管+水ではなく、もっと簡便な方法を用いた実践³⁾も報告されている。

6 参考文献

- 1) 西牧岳哉, 令和3年度東レ理科教育賞受賞作品集, 公益財団法人 東レ科学振興会, 2022年
- 2) 西牧岳哉, 令和5年度東レ理科教育賞受賞作品集, 公益財団法人 東レ科学振興会, 2024年
- 3) 月僧秀弥, 令和5年度東レ理科教育賞受賞作品集, 公益財団法人 東レ科学振興会, 2024年
- 4) 西牧岳哉, YouTubeチャンネル
Online Chemistry by Higashimaki



スマートフォンを活用した実験

長野県諏訪清陵高等学校 和田 貢

1. 概要

現在、高校生のほとんどがスマートフォンを所持している。そこで、授業のツールとして積極的に活用すべきであると考え、生徒の班別実験用としての活用の方法を紹介する。

2. スマホを計測器として活用するアプリ

Phyphox はドイツのアーヘン工科大学が開発し、無料で提供しているスマホ用計測アプリ。iphone と android どちらでも、同じ操作で使える。

3. 実験例 1 phyphox を用いた自由落下の実験

phyphox の音響ストップウォッチを使用して、物体の落下時間を測定することで重力加速度を求める。

(1) 用意するもの

- ①スタンド ②風船 ③ひも ④おもり ⑤缶
- ⑥スマホ ⑦ものさし ⑧カッター

(2) 実験方法

①ロータクリップをつけたスタンドを実験台の上に置く。②風船を膨らませ、ひもをつけ、その先におもりを取り付け、ロータクリップに置く。③おもりを床からの高さが 1 m になるように、高さを調整する。⑤床の上に、おもりを受ける缶を置く。(図 1) ⑥phyphox を立ち上げ、音響ストップウォッチをクリックする。(図 2)



図 1



図 2

⑦カッターで風船を割る。(風船が割れた音がスタート、缶におもりが落ちた音がストップ)

⑧落下時間を読み取る。

(3) 結果

$y = \frac{1}{2} g t^2$ の式に落下時間 t (測定値) と落下距離 $y = 1.0\text{m}$ を入れ、重力加速度を計算し、理論値 $g = 9.8\text{m/s}^2$ と比較する。

4. 実験例 2 phyphox を用いた気柱の共鳴実験

気柱の共鳴実験を phyphox の音源を利用して空気の気柱と二酸化炭素の気柱で行う。

(1) 用意するもの

- ①気柱共鳴装置 ②スマートフォン ③付箋 (色が異なるもの 2 種類) ④発泡する入浴剤 (二酸化炭素を発生させる) ⑤マッチ ⑥燃えさし入れ

(2) 実験方法

①phyphox を立ち上げ、音源をクリックする。

(図 3) ②音源の振動数を 440Hz に設定する。③共鳴管内の水の水面を開口付近まで上げる。④音源を ON にして、水面をゆっくり下げていき、第一共鳴点 (L_1)、第二共鳴点 (L_2) の位置に同じ色の付箋を貼って目印にする。(図 4) ⑤第一共鳴点、第二共鳴点の目盛りを読み取る。

(3) 結果

測定値から波長 λ を求め、 $f = v/\lambda$ から振動数 f を計算し、音源の振動数と比較する。



図 3



図 4

生徒実験における滴定曲線の作成

長野県松本深志高等学校 富澤 祐樹

1 滴定曲線を作成する実験について

高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)を確認すると、化学基礎の内容として「(3)ア(イ)②酸・塩基と中和 酸や塩基に関する実験などを行い、酸と塩基の性質及び中和反応に關与する物質の量的關係を理解すること」とある¹⁾。同解説 理科編 理数編によれば、「ここで扱う実験としては、例えば、食酢の中和滴定の実験などが考えられる」ともある²⁾。中和滴定の実験が、中和反応の量的關係を理解するために非常に重要であることは言うまでもない。実際、化学基礎の全ての教科書にその実験が記されている。一方、中和点前後での pH の変化について、教科書の記載はどうなっているだろうか。pH の変化について、滴定開始から滴定終了後の先まで描いたグラフは滴定曲線と呼ばれているが、こちらも全ての教科書に記載されている。しかしながら、滴定曲線を作成する実験については(実教出版の化学基礎 academia にも多少の記載はあるが)東京書籍の新編化学基礎ぐらいしか書かれていない³⁾。そんなことから、生徒実験で滴定曲線を作成している高校現場は少ないと思われる。

2 生徒実験で滴定曲線を作成させる意義

実験を通して滴定曲線を作成すれば、中和点付近で pH が大きく変化する pH jump を体感することができるだけでなく、作成した滴定曲線に指示薬の変色域もいっしょに描かせれば、中和点を知るためにどんな指示薬を選択すればいいのかも一目瞭然である。滴定前の pH や過剰に滴下したときに近づいていく pH について、計算した値と実験して得た値との比較をすることもでき、酸と塩基の性質や中和反応をより深く理解することができる。化学基礎の内容からはみ出してしまふ部分にはなるが、例えば、酢酸と水酸化ナトリウムの滴定曲線作成から、緩衝液の話題へと入り、緩衝液の pH について計算値と実験値の比較をさせてみたり、逆に、実験で得られた pH から酢酸の電離定数を求めさせてみたりすることもでき、発展的な学習へとつなげていける側面もある。こうしたことから、生徒実験で滴定曲線の作成に取り組む価値は大いにあると思われる。

3 器具の選定と準備

滴定曲線を作成させるにあたって、器具をそろえる必要があるが、次のことに留意するとよい。

① pH メーターの選定

滴定曲線作成に必要な pH メーターは、高額なもの

多いうえ、様々な種類がある。生徒実験でグループ分そろえるためには、できるだけ安価である必要があり、授業時間内に実験を終わらせるためには、安定した測定値を短時間で得る必要がある。ハンナ社の HI98103S は価格が 7000 円程度であり、形状が細長く、小さな容器に入れて測定する用途に適している。また、安定した測定値が得られる応答速度も十分である。

② pH メーターの準備

ガラス電極を用いた pH メーターは、長時間使っていないと電極表面が乾燥して正確な測定値が得られないことが多い。生徒実験を始める一週間ほど前から、pH メーターのガラス電極部分を保存液(KCl 水溶液)に浸けたままにすることで、異常な測定値を防ぐことができる。専用の保存液もハンナ社から販売されており、500ml で約 3000 円程度と安く、多量に使うものでもないので、一度購入してしまえば長期間もたせることができる。なお、電極部分を長く乾燥させたままにすると劣化を早めてしまうことから、実験終了後は電極保護キャップに脱脂綿などを詰め、そこに保存液を数滴垂らして保管するとよい。

③ 滴定に用いる容器の選定

ビュレットからの滴下を受けるガラス器具は、通常ユニカルビーカーを用いるが、断面積の大きい器具では水溶液の深さが足りないことが多い。つまり、pH メーターの電極部分が浸かるほどの水深になりにくいため、測定できないといった事態が生じる。そこで 50 mL スクリュー管を用いるとよい。スクリュー管は断面積が小さく、10 mL という少ない量の水溶液でも十分な水深が確保できる。

4 本校での実践例紹介

参考として本校での実践例を紹介する。本校では前述の内容に留意しつつ、次のように工夫しながら実践している。

① 転倒対策

スクリュー管に pH メーターを入れたまま測定していく際、転倒の恐れがある。ビュレットの先端部をスクリュー管内部まで挿入することによって、簡単には転倒しないようにできるものの、一抹の不安があった。そこで、当時同僚であった先生に 3D プリンターで支持台を製作していただき、それにスクリュー管をはめ込むことで転倒のおそれを無くした(図 1)。

② 攪拌方法

滴定中は十分に攪拌しないと正確な測定値が得られないし、測定値も安定しない。そこで、マグネチックスターラーを用いて、4×10 mm の小さな攪拌子で攪拌しながら測定した(図1)。



図1 攪拌の様子

③ 水溶液の濃度と量

滴定に用いる溶液は、炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合水溶液、および塩酸を用意した。各濃度は、炭酸ナトリウムが約0.06 mol/L、水酸化ナトリウムが約0.02 mol/L、塩酸が0.100 mol/Lである。混合水溶液の体積は10.0 mLとした。これにより、第一中和点は約8 mL、第二中和点は約14 mLとなる。標準的な25 mL ビュレットを用いれば塩酸を継ぎ足す必要はなく、50 mL スクリュー管を用いれば滴定終了まで溢れ出ないで済む量である。

なお、上記のような溶液を用いたのは、本校ではこの実験の前に、中和滴定を何度か実施済みであったため、より応用的な内容に取り組みたかったからである。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液に代表されるような、よくある組合せで滴定曲線を作成してもよい。

5 授業時間内に終わらせる工夫

本校では55分授業の中で滴定曲線の作成を行っているが、短い時間の中で実験を終わらせるために、次のような工夫もしながら時間短縮を図っている。

- ① 事前に教員側でビュレットに塩酸を、スクリュー管に混合水溶液を入れておく(共洗いを含む)
→ 前述の通り、この実験の前に中和滴定の実験は何度か実施済みであり、生徒は共洗いやホールピペットの扱いに慣れている。そのため、滴定曲線作成の実験では、この工程を省略した。
- ② 滴定曲線作成の前に、指示薬による事前滴定を行い、おおよその中和点を求めさせる
→ 最初から滴定曲線を作成させようとする、「いつ中和点を迎えるのか」がわからないため、測定間隔が細かくなりがちである。pHメーターが測定値を示すまでの時間も相まって、非常に時間がかかるようになる。そのため、フェノールフタレインとメチルオレンジを使い、中和点のおおよその場所を事前に調べさせた。
- ③ 中和点付近とそれ以外における測定間隔の指示

→ 「第一中和点の手前2 mLまでは1 mL間隔とし、それ以降は0.5 mL、0.2 mLと間隔を狭めていく。第一中和点を超えたら再び間隔を広げていき、第二中和点に近づいたらまた狭めていくように」と指示を出した。こうすることで、中和点付近で大きく変化するpHを細かく捉えつつ、時間をかけ過ぎずにきれいな滴定曲線を作成することができる。

④ スプレッドシートによる進捗状況把握と声掛け

→ 滴下中、Googleのスプレッドシートにデータを入力していくように指示を出した。スプレッドシートは、データ入力と同時に自動でグラフが描かれるように事前準備しておいたため、瞬時にどの班がどこまで進んだか把握でき、生徒への的確な声掛けにつながった(図2)。また、スプレッドシートを大型スクリーンに投影しておいたことで、生徒同士による声掛けが生まれたり、「自分たちの実験データはおかしいかも」と自分たちで気づく流れが生まれたりもした。

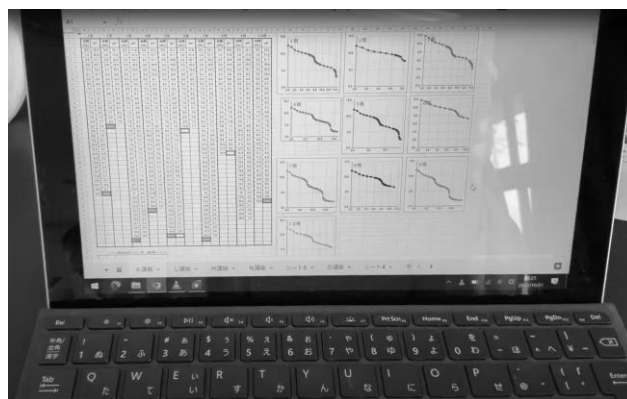


図2 スプレッドシートによる進捗状況の確認

6 謝辞

本校での実践に取り組むにあたって、長野県松本県ヶ丘高等学校の西牧岳哉先生(前任校は松本深志高等学校)からご指導いただきました。スクリュー管の支持台を3Dプリンターで製作してくださったのも西牧先生です。また、長野県松本深志高等学校の湯澤末季枝先生には、実験の準備を始めとした多くの場面でお世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。

7 参考文献

- 1) 文部科学省, 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 文部科学省, 2018年
- 2) 文部科学省, 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 理科編 理数編, 文部科学省, 2018年
- 3) 小川桂一郎・松尾基之ほか, 新編 化学基礎, 東京書籍, 2021年

教室での実験実習が難しい単元の内容を生徒にどうイメージさせるか

地域素材を用いて「遷移」の時間スケールをイメージできるか

長野県飯田OIDE長姫高等学校 木下通彦

本レポートは「生物基礎」の「生物の多様性と生態系」の単元のうち「植生とその変化」「遷移のしくみ」のまとめとしておこなった授業実践の報告である。「生物基礎」の植生の単元はなかなか実験等ができない単元で、できれば野外に出て、実際にその場で考えられれば理想であるが、現実には話だけになり、今の生徒には実体験も少ないために実感させにくい単元である。また、写真をただ見せるだけでは、森林の成り立ちやしくみについて考えるには至ることはなく、イメージもつかめることはなかなかない。そこで、植生の成り立ちについて生徒が思考することができるよう、工夫して実践してみた。授業の展開は、遷移のしくみについて講義した後に自然の森林で起きている森林の倒木更新について、写真を見ながら自分たちで考えられるよう工夫してみた。さらにグループワークで他の人の意見を聞くことで、自分の持つイメージを膨らませ、森林の成り立ちについての理解を深めることができたようにした。写真はPowerPointで示す他にGoogleドライブに置き、生徒はそれを自分のタブレットで見ながら考えられるようにした。

1. 授業講座概要

本校は各学年工業科5クラス、商業科2クラスの総合技術高校で、県内では大きな学校のひとつである。卒業後の進路は進学、就職が約半々で、進学のひとつは推薦入試で大学、短大、専門学校に進学している。理科の履修は1学年では全学科共通で「科学と人間生活」を履修し、2学年では工業科が「物理基礎」、商業科が「生物基礎」を履修している。3学年では選択で工業科は「物理」「化学基礎」、商業科は「生物」が履修できるが、主に進学者向けで開講している。今回のレポートは2学年の「生物基礎」での実践である。

2. 講座・単元・目標

対象講座

生物基礎 商業科2年生必修 2クラス

単元 生物の多様性と生態系

植生とその変化・遷移のしくみ

授業の目標

- ・遷移の数十年、数百年という時間軸で植生の変化を捉える。
- ・森林の形成について、質問の答えを、写真を見ながら考えることで、学習したことを基に想像して、具体的なイメージをつくる。
- ・他の人の意見を聞きながら、自分のイメージを膨らませることで、森林のしくみを理解する。

3. 授業展開

単元

「植生とその変化」、「遷移のしくみ」をPowerPointを用いて写真等で示し、講義の後本時を展開した。

本時のながれ (1時限)

- ①極相、ギャップなど「遷移のしくみ」の復習を、特に極相林について確認。
- ②自然林における樹木の分布の様子を写真で見て考える。特に島状の分布がわかる写真を用意した。
- ③実生や幼木がどのように生えているかをその様子がわかる写真で観察する。
- ④根上がりの写真を見せ、どうしてこうなってしまったかを考える。
- ⑤なぜ、自然の森林では樹木が島状に分布しているかを考える。
- ⑥まとめ

4. 資料

授業では生徒にClassroomで写真を入れたGoogleドライブのフォルダのURLを送り、その写真も参考にするようにした。

https://drive.google.com/drive/folders/1edpTMpvU0VP0dD66p8BHK1E8bg1Y0ZIA?usp=drive_link

二次元バーコードから入って
見てください



授業展開

	学習内容	学習活動	指導・評価
導入	前時の遷移のしくみで特に極相について復習	陽樹 陰樹 ギャップなどを確認 補足 樹齢100年以上	極相林のイメージを持たせる
展開	<p>問1 自然林の樹木の分布を写真から読み取る。Classroomで写真のフォルダを提示 タブレットを使いPowerPoint以外の写真も参考とする。写真資料① 島状分布であることを確認</p> <p>問2 実生や幼木がどのような場所に、どのように生えているかを、写真を見て観察する。資料写真②</p> <p>問3 根上がりの写真を見て、なぜ、根上がりができるかを考える。 根上がりの写真を提示。写真資料③</p> <p>問4 なぜ、自然林では樹木が島状に分布するかを問1から3を踏まえて考える。</p>	<p>まず、各自で写真から読み取る 班での意見を理由も考えながらまとめる。 各班の考えを集約し、島状分布でありそうなことを確認</p> <p>班での活動 写真を見ながら、意見を出し合う。出た意見を各自記録する。 いくつかの班の意見を発表 どの意見も受け入れる。</p> <p>班での活動 写真を見ながら、意見を出し合う。出た意見を各自記録する。 いくつかの班の意見を発表 どの意見も受け入れる。</p> <p>班での活動 理由を考える。 各班の考えを発表</p>	<p>ある程度塊で樹木が分布していることを認識する 人工林の写真も見せ違いを示す。</p> <p>幅広く意見が出るよう、正解不正解は問わないことを明言する。意見を記録できているか</p> <p>問1、問2がヒントであることを示す。 意見を記録できているか ヒントとなる写真をPowerPointで示す。意見を記録できているか 出た意見から自分なりに植生の変化を考えられているか</p>
まとめ	班の意見を元に倒木更新について、特に日本の中部以北の極相林では倒木などの上でないと幼樹が育ちにくいことを説明。理由は他にもあり、自然なので必ずしも島状分布になるわけではないことも加える。	<p>極相林もしくみを持って世代交代をしていることを理解する。</p> <p>Googleフォームに学習のまとめを記入する</p>	自然は複雑で森林の更新にも、これだけではなく、さまざまなしくみがあることを示す。

5. 授業プリント

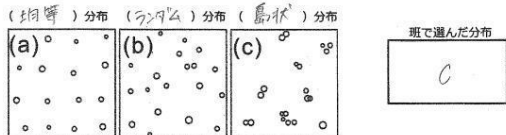
実験実習5 自然林について考える 2年A組 曹 氏名

- 各組で話し合いながら答えをまとめていきましょう。
- PowerPointで紹介する以外に、参考となる写真を用意しています。Classroomでアドレスを送るので、各自タブレットで見ながら考えましょう。そちらにヒントが多くあります。
- このプリントは全員提出です。組での話し合いの結果を各自記入してください。

班の名前

班のメンバー
 メンバー① 川口
 メンバー② 山本
 メンバー③ 山本
 メンバー④ 山本
 メンバー⑤ 山本

問1 写真を見て、自然の森林では樹木の分布はどのタイプになるでしょうか。下図から選びましょう。



【選んだ理由】
 隙間木が生えているわけではなく、まじまじと生えているから。

問2 写真を見て、実生（種から芽生えた稚樹）や低木がどのように生えているか考えて見ましょう。どのような場所にどのように、なぜ、そうなのか

寿命を延ばして木が倒れたところから生えてきている。
 倒れた木の栄養をもらって生えてくる。
 土の栄養がある所から。
 陽の当たる所やすきまがあるところから。

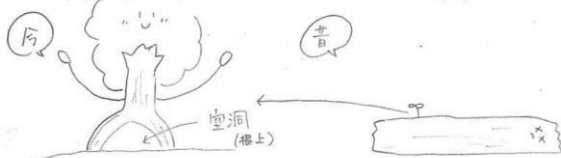
問3 次の写真を見て、気がつく点をあげてみましょう。どうしてこうなってしまったのだろうか？

より沢山の栄養を取るために色んな方向にひろがった。
 倒木の上には生えず、その木がくっついて無くなったから。
 雨の日の自然は、と

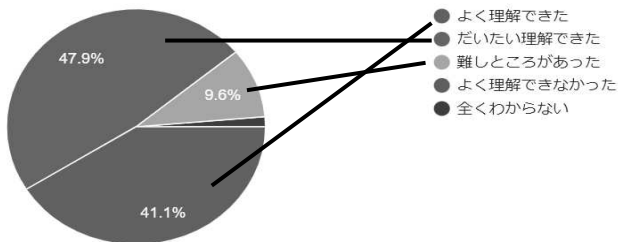
問4 なぜ、自然の森林では樹木が（島）状の分布をするのか、考えてみよう。

倒れた木の上からまた新しい木が生えてきたりして、またもった位置に分布している。
 倒れた木からの栄養をもらっている。
 自然の法則をいからそれを下で影響を受けている。
 栄養をもとめて分けられていく。
 まじまじ
 倒れた木の上で落ちた葉が生えて大きくなる。壁の下で陰樹を育つのは難しい。倒れた木に3ヶ所が生えて水分をもらって育つ事で大きな地面は葉葉が落ちる関係で新しい木は育ちにくい。大きな木が育つには条件が揃ってやらなければいけない。

倒木の上には生えた木が倒木をよけて根をはらし、元の倒木が腐ってなくなることによって空洞になる



授業後のまとめより



6. 授業の感想

- 木が丸くなっているのは倒木の上に芽生えて、倒木を避けて根を張ったが、倒木がくちて空間ができることを知れた。自然の森林では、樹木が島状の分布をするかと言うと、倒木に沿って芽生えると一部に集中することがわかった。日本は島状分布が多いことが知れた。
- 倒木の上には生えた芽が成長し倒木が腐ってなくなったために根上となることがわかった。また、色々な条件が重なることによっても芽が生えてくる。倒木になったらおしまいじゃなくて新しい芽を生やす最後の仕事とわかった。”
- 面白い生え方をしているなぐらいにしか思っていなかった樹木だったけど、なぜそうなっているのかを

考えながら見てみると色々な視点から考えてより面白かったし、倒れた木の上には生えるのは初めて知ってすごいなと思った。

- 木の生え方やなぜ穴が空いて生えているのかなど今まで考えたことがなかったけど、倒木から生える新しく生まれてくる子どもの木（実生）が成長し成長して大きくなることで穴が空いたり木と木の距離が近くなったりすることを学べたので良かったです。樹木の分布には3つの種類があることも知れたのでよかったです。
- 木は地面に映える物だと思っていたので、有機酸のせいで木の上の方が育ちやすいことにとってもおどろいた。森の写真を見るとよく倒木に苔がよくついているのを見かけていたので、そこから木が生えたり木がまとまっている理由を知ることができて、今まで気にせず見てきたものが実はちゃんと理由があって木がまとまっているのは倒木に水分などの栄養があって小さい芽が大きくなってまとまってしまうことなどが知れて、ワクワクしてとても面白かった。
- 木の根が浮いている様子を見かけたことがあったけど、どうやって空洞になるのかっていう過程は考えたこともなかったからそれを考えるのが面白かった。
- 実際に写真を見ながら考えたことで自分の意見を何個か出せたし木が実際に動いてるように感じて面白かった。なんで下の土の方には全然生えていないのかなと不思議だったけど、笹に覆われていて成長できないことを知って納得した。
- 樹木の分布は種が落ちたところにランダムに生えるものだと思っていたけれど、そうではなく、条件が揃わないと大きくなれないため島状分布になっていることがわかった。人工的に作られた森林はびっくりするくらい等間隔でまっすぐ空に向かって伸びていることがわかってオモシロイと思った。木の幹にまとまって生えることや、実生が丸太の形に沿って成長してその丸太が腐ってなくなったらそのままの宙に浮いた状態で成長していくのもオモシロイと思った。
- あんまり森林の木の生え方とかを気をつけて見たことなかったけど、色々あって面白いと思った。島状になっているのも根上りしているのも、たまたまではく理由があることがわかった。
- なかなか難しく、自分の意見を出すことができなかったけど他の人達の意見を聞いてみると、なるほどなと共感したり理解することができたので良かったと思いました。倒木について様々な知らないことも知れたし、考えてもなんとなくでしか浮かばな

かったことは友だちの意見を聞いて考えをふくらませることができたので良かったと思いました。

7. まとめ

多くの班で、目指す結論に行きついており、最終的に樹木が島状になる原因として倒木があることを理解できたと思われる。また「いかにイメージを持たせるか」を課題としたが、感想に「実際に動いてるように感じて面白かった」とあったことは大変うれしい成果であった。

写真はすべて私が撮ったものを使ったが、生徒にわかりやすい写真の選定には苦勞した。できるだけ目指す結論に行きつきやすいよう選定したが、なかなか森林の様子がわかる写真を撮るのは難しく、できればなるべく同じ場所の写真にしたかったが、それはできなかった。

写真はそれとわかるものを選んだので、かなり強引に結論に結びつけてしまっている感じになってしまった。こればかりではないことをもう少しいねいに説明する必要はあると思う。今後に向けては、根上がりは主に長野県内のヒノキやシラビソなど針葉樹でよく見られる現象だが、ミズナラ、イヌブナなどの株立ちによって島状になる場合や、コメツガ林では島状にならず、均等な間隔で生育していると見られるなど、自然林にはさまざまな形態があることをしっかり理解させることも工夫したい。

参考文献

- 沼田真編 植物生態の観察と研究 東海大学出版会 (1978)
- 宮脇昭編 日本の植生 学研 (1977)
- 平野恭弘他 森の根の生態学 共立出版 (2020)
- 四手井綱英 森の生態学 講談社 (1976)
- 日本生物教育会第75回全国大会「長野大会」記念誌
長野県高等学校科学協会信濃生物部会 (2021)

令和6年度 長野県高等学校科学協会 役員

役員		氏名	所属校	備考
会長		内藤 信一	長野吉田高等学校	全県
副会長		金井 繁昭	飯山高等学校	北信
		唐木 賢	上田千曲高等学校(定)	東信
		桑原 善晃	富士見高等学校	南信
		西林 昭隆	木曾青峰高等学校	中信
信濃生物部会長		牧内 千明	阿南高等学校	全県
信濃生物副部会長		松原 雄一	須坂高等学校	全県
信濃生物副部会長		前山 和志	坂城高等学校	全県
全国理事		小口 直喜	茅野高等学校	全県
理事	北信	池田 圭吾	飯山高等学校	高水・須坂
		松田 圭介	長野高等学校	長水
				更埴
	東信	伊藤 浩治	上田高等学校	上小
		古見 拓郎	小諸商業高等学校	佐久
	中信	鈴木 孝洋	松本蟻ヶ崎高等学校	松塩筑
		齋藤 仁	松本美須ヶ丘高等学校	松塩筑
		両川 尋一	豊科高等学校	大町・安曇・木曾
	南信			諏訪
		小野 英範	高遠高等学校	上伊那
酒井 幸雄		飯田高等学校	下伊那	
監事	会計監査	関谷 裕一	上田染谷丘高等学校	前々事務局長
		田中 一彦	屋代高等学校	副会長校
幹事	事務局長	青木 隆明	松本蟻ヶ崎高等学校	事務局校
	副事務局長	縣 晴香	松本蟻ヶ崎高等学校	事務局校
	副事務局長	青木 豪児	松本深志高等学校	信濃生物会事務局校
	副事務局長	渡邊 絵	松本深志高等学校	信濃生物会事務局校
	会計	有賀 圭子	松本蟻ヶ崎高等学校	事務局校
理化学部会 専門部	物理専門部長	和田 貢	諏訪清陵高等学校	全県
	同 副部長			
	化学専門部長	服部 薫	丸子修学館高等学校	全県
	同 副部長	中澤 健	丸子修学館高等学校	全県
	地学専門部長	小林 和宏	上田高等学校	全県
	同 副部長	酒井 幸雄	飯田高等学校	全県
	ICT専門部長	北原 勉	伊那北高等学校	全県
	同 副部長	中村 祐介	松本県ヶ丘高等学校	全県
顧問		清水 久樹	前会長	
		小池 良彦	信濃生物部会推薦	
		勝木 明夫	信州大学全学教育センター	

令和6年度 会務報告

4月8日	長野県高等学校科学協会への加入及び会費納入の案内送信	事務局
4月26日	日本理化学協会へ問い合わせ事項送信	事務局
4月30日	北信越各県事務局へ問合せ事項の送信	事務局
5月12日	日本理化学協会第1回理事会参加（オンライン）	事務局
5月24日	全国理科教育大会東京大会案内送信	事務局
5月29日	北信越理化学協会第1回役員会開催（オンライン）	内藤会長・事務局
6月2日	長野県科学協会第1回役員会開催案内送信	事務局
6月3日	令和6年度長野県科学協会理科実習教員基礎講座（阿南高校）	参加者
6月7日	長野県科学協会第1回役員会開催（松本蟻ヶ崎高校 オンライン）	事務局・役員・理事
6月22日	第1回化学専門部会（信州大学 ハイブリッド）	化学専門部
7月4日	北信越理科教育研究大会長野大会案内送信	事務局
8月1日	長野県科学協会第2回役員会・長野県科学協会総会（ホテル信濃路） 北信越理化学協会第2回理事会・教育懇談会開催	内藤会長・県事務局 大会事務局・発表者
8月2日	北信越理科教育研究大会長野大会開催（ホテル信濃路）	内藤会長・大会事務局 発表者・参加者
8月3日	高校生のための化学講座参加	化学専門部・参加者
8月5日～8日	日本生物教育会全国大会東京大会	参加者
8月6日	「青少年のための科学の祭典」2024長野大会参加	参加者
8月7日～9日	全国理科教育大会・日本理化学協会総会東京大会	発表者
9月28日	信大理学部高校教員向け講演会「最新科学で迫る微小の世界」参加	参加者
10月12日	第2回化学専門部会（信州大学 ハイブリッド）	化学専門部
10月19日	令和6年度東海地区化学教育討論会静岡大会参加	化学専門部・発表者
10月20日	信濃生物部会水木沢天然林巡検実施	生物部会・参加者
11月3日	東海地区教育高校化学研究発表交流会参加（名古屋工業大学）	化学専門部・発表者
12月22日	東海地区高校化学教育セミナー参加（名城大学）	化学専門部・参加者
1月21日	日本理化学協会創立100周年記念行事・共通テストアンケート送信	事務局
2月2日	全国理事会・研究代表者協議会合同会議（オンライン）	事務局
2月6日	第3回化学専門部会（信州大学）	化学専門部
3月中旬	長野県科学協会第3回役員会（松本蟻ヶ崎高校 紙面会議）	事務局

編集後記

今回冊子形式をやめてデータ化してPDF形式にしました。ご意見をいただき、さらに良いものにしていければと思っています。ご協力いただいた先生方、この場を借りて感謝申し上げます。

長野県高等学校科学協会誌 第9号 2025年（令和7年）3月25日発行

発行人 長野県高等学校科学協会 会長 内藤信一

発行所 長野県高等学校科学協会 令和6年度事務局 松本蟻ヶ崎高等学校内

表紙写真 アサギマダラ（撮影：縣晴香 松本蟻ヶ崎高等学校敷地内にて）