

理科課題研究とつながる、探究型学習を意識した
理科教材の開発

－その4－

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

今和泉卓也・宇田川麻由・内山智枝子
梶山 正明・真梶 克彦・高橋 宏和
吉田 哲也

理科課題研究とつながる、探究型学習を意識した 理科教材の開発

—その4—

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

今和泉卓也・宇田川麻由・内山智枝子
梶山 正明・真梶 克彦・高橋 宏和
吉田 哲也

要約

本年度は、新型コロナウイルス拡大感染防止による臨時休校措置下でのオンライン学習支援で実践した理科の取り組みについて報告する。対面での授業が実施困難の状況下にあっても、生徒一人一人が自宅で探究を進めることができるような課題の設定や、家庭でも実施可能な生徒実験をできるような学習支援を試みた。このような支援の形は、通常の授業形式にとらわれず、生徒の探究に取り組む時間や場所を限定しない新たな取り組みであるとも言える。

キーワード：理科課題研究、スーパーサイエンスハイスクール、教材開発、探究活動

1 はじめに

本校は、第4期目のスーパーサイエンスハイスクール事業（SSH）の指定を受け、「主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践」を念頭に、「理科課題研究」への対応として現行の理科カリキュラムの再構築を目指している。

本年度は、2020年3月以降の「新型コロナウイルス拡大感染防止による臨時休校措置」という特異な状況において全校単位で実施したオンライン学習支援での取り組みについて報告する。理科においても、中学・高校とともに様々な形態でのオンライン学習支援を試みた。本校理科では、普段から実験・実習を軸に授業を展開しており、対面での授業がなかなか設定できない状況の中、生徒一人一人が自宅で探究を進めることができるような課題の設定や、家庭でも実施可能な生徒実験をできるような学習支援が求められた。本稿では、おもに今年度1学期に実施したさまざまな授業実践とともに、生徒が他者に頼ることなく自ら手を動かして自然事象について理解を深めていくために必要な学習支援とは何かについて考察する。

さらに、これらの学習支援の具体的な実践を踏まえつつ、理科課題研究へとつながる探究型学習をどのよ

うに進めていくか、生徒が探究を自らの力で進めていくにはどのような支援が必要か、また生徒が探究した結果や成果をどのような形で共有するかなどについて考えていきたい。

2 本年度の状況について

2.1 本校の状況とオンライン学習支援の体制

本校では2017年4月にGoogle社による教育支援プラットフォームG Suiteを導入しており、2020年3月以降、臨時休校措置下においてはこのシステムを活用したオンライン学習支援体制を全校で構築することとなった。3月から4月の段階では、生徒一斉メール網の整備、および一斉メールでの教材配信とした。5月以降、Google classroomを活用したオンライン学習支援を開始し、午前中に教材配信を行ったり、1日2～3コマ（1コマ30分）程度でGoogle MeetやZoomによるオンライン同期型授業を展開した。6月以降は分散登校とオンライン学習のハイブリッド型とし、週2日、半数の人数で対面授業（隔週で実施、希望教科のみ）を行い、対面授業がない科目は教材配信やオンライン同期型授業も継続した。9月から対面授業を再開したが、1月には再びオンライン授業となった。

3 探究スキルを育む教材の開発と実践

3.1 背景

理科の授業において探究活動を行う場合、課題の把握、課題の探究、課題の解決のような流れが考えられるが、全てのステップを視野に入れて授業を設計すると、単元の内容を扱う時間との兼ね合いや設備等の問題から探究的な活動の導入を断念しなければならない状況も少なくない。探究の流れは必ずしも一方向ではなく、また、授業ではその一部分を扱っても良いとされていることや、コロナ禍で分散登校やオンライン学習等、これまでと違った学び方の考案も必要とされている。そこで、生徒が科学者と同じように考え行動し科学を探究する時間であり、海外での実践である「Nurturing Inquiry」(Charles R. Pearce, 1999)を参考に、次のような学習プログラムを開発・実践することにより、その可能性の模索を試みた。

- 1) 探究の過程で必要となる力の一部分を育む
- 2) 学習指導要領で設定されている項目がベース
- 3) 理科の各分野を横断することも可能
- 4) 特別な設備を必要とせず、通常の授業や自宅での実施が可能な個別化されたプログラム

具体的には、担当する中学1年生理科2分野の学習で実施する、次のようなプログラムの作成を目指した。

- ・中学校理科の「植物のつくりとはたらき」の単元をベースとする。
- ・中学校1年生を対象とした非同期型オンライン授業(Google classroom の活用)で実施する。
- ・「探究の過程」の中でも、課題の把握(発見)・自然事象への気づき、課題の設定に関わる探究スキルを育むことに焦点を当てる。
- ・分散登校時に配布が可能か、自宅で用意できる材料や道具により実施する。
- ・「水田学習」に関連付け、植物の中でもイネを題材とする。

3.2 学習プログラム「植物の発見ボックス」

学習プログラムは5種類(表1)を用意し、植物について探究する実験方法と材料が詰まった資料を「植物の発見ボックス」としてオンライン配信した。小学生を対象にした実践「Nurturing Inquiry」に登場する「発見ボックス」を参考にしているが、中学生を対象であること、オンライン学習のため学習者自身がボックスの中身を準備しなければならないことを加味し、より具体的な指示が記されている(図1)。

表1 植物の発見ボックス

- ①葉の付き方と光の当たり方
- ②レーヴェンフックの顕微鏡
- ③植物の色素を分離して比較しよう
- ④デンプンを比較しよう
- ⑤細胞の並び方と光の当たり方

植物の発見ボックスその① 葉の付き方と光の当たり方

この発見ボックスには次のような素材が入っています

- ・葉を作るためのコピー用紙 (B5サイズ)
- ・マス目が描かれた台紙 (A4サイズ)
- ・セロハンテープ
- ・ライト
- ・50cmの距離を測る巻き尺等

手順

- ①植物を観察して、模型を作成する。
【ルール】
・B5サイズの用紙1枚のみ使用可
・セロハンテープは、紙と紙が重なっていれば使用可
- ②模型の中心から50cmの高さからライト等で光を当てる
- ③影に沿って記しをつける。
- ④枠内(マス目がある部分)の影のマス目を数える。はみ出た分は数えず、半分の場合は0.5マスと数える。マス目が多いほど、光をより多く集めたとする。

問い

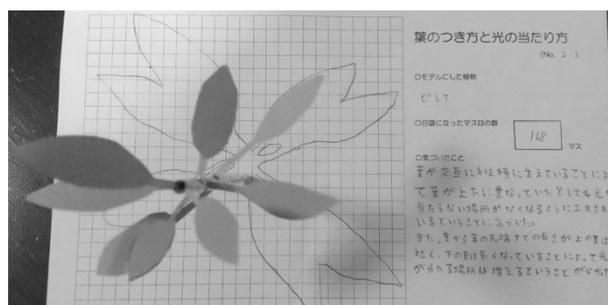
- ・同じ材料、同じ面積で光を受けるとしたら、どのような葉の付き方がより多く光を集めることができるのだろうか?
- ・光をより多く集めるためには、どのような葉の形が適しているのだろうか?
- ・イネと〇〇を比べると、イネの葉の付き方にはどのような特徴があり、どのようなメリットやデメリットがあるのだろうか?
- ・もし、光を受ける面積(枠内の面積)が変化するとしたら、どのような葉の付き方がより光を多く集められるのだろうか?
- ・草丈は高い方がいいのか?それとも低い方がいいのだろうか?

図1 「植物の発見ボックス」の例

3.3 オンライン授業での実践

2020年7月、中学1年生123人対象に植物の発見ボックス①～⑤をGoogle classroom 配信した。①のみ全員対象、②～⑤は希望者を対象とした課題として設定し、取り組んだ課題は、オンライン上で提出された。

3.3.1 ①葉の付き方と光の当たり方 提出作品例



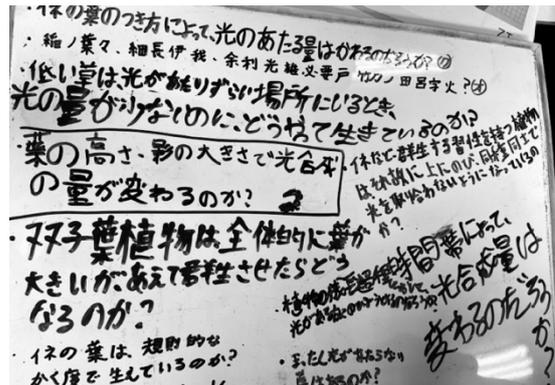
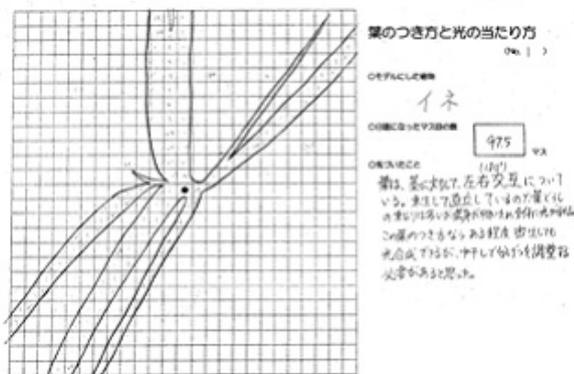


図4 生成された問いの例

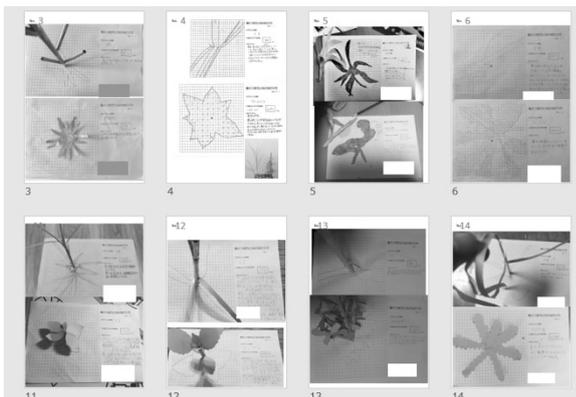
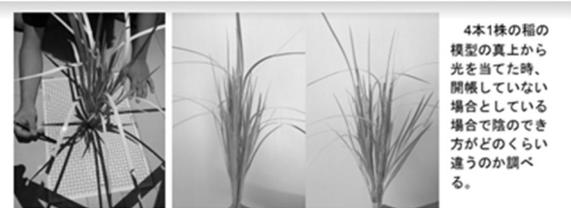


図2 提出された作品（1枚目・2枚目）
作品をウェブ上で共有（3枚目）

3.4.2 実験方法をアレンジする力の育成

植物の発見ボックスは、新たな問いを生成するだけではない。発見ボックスで得られたノウハウは、植物を茹でた場合のデンプンの変化や、酵素反応についての調査、イネの開帳（図5）等、別の問いの検証に活用されていた。



<方法>

- 1) 4本1株の稲の模型を方眼紙の中央に置く。
- 2) 110cmの高さに固定したスマートフォンのライトを真上からあてる。太陽光のような平行光源ではないため、1日における葉のあたり方の変化は考慮しない。
- 3) 開帳していない模型と開帳している模型それぞれについて、方眼紙に出来た陰を描き書きし、マス目の数を比較する。

結果②

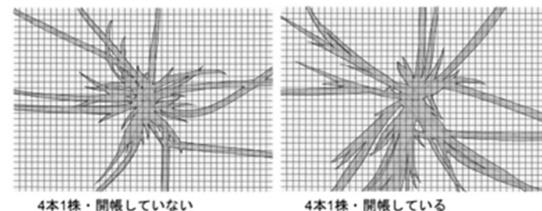


図5 植物の発見ボックス②の方法を活かしてイネの開帳について探究した生徒の作品

3.3.2 ⑤細胞の並び方と光の当たり方 提出作品例

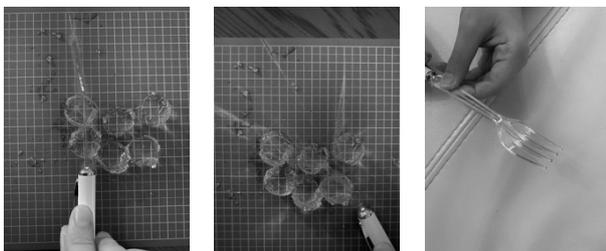


図3 提出された写真

レーザーポインタの準備ができず取り組んだ生徒は少なかった。取り組んだ生徒は、1分野の光による現象について関連付けて学んでいる様子が見受けられた。

3.4 学習の成果

3.4.1 問いの生成を促進

葉の付き方と光の当たり方の作品の一覧（図2、3枚目）をプリントアウトし、対面授業開始後に再び共有した。共有を通して得られた気づきからさらに問いを生成したところ、さまざまな問いが生成された（図4）。

3.4.3 今後の展望

生徒の提出された作品の様子から、非同期型のオンライン授業であっても、自宅での検証実験を通して、探究に必要なスキルを育むことは可能ではないかと考える。植物の発見ボックスのような学習プログラムは、対面授業で実施することも可能であるため、今後、対面での授業実施が難しい場面を想定して、他の単位でも準備を進めていきたい。

4 探究につながる Online 教材の開発と実践

4.1 背景

以前から、オンサイトの理科の授業とは別に、オンラインの学習環境が構築できたらよいな、と考えていた。この新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって休校となり、開発する時間もできたので、教材を開発し、実践した。ここでは、高校3年の物理（4単位）での実践を報告する。

まず、オンライン学習の良いところは何かについて考えてみたい。コロナ禍によって、半ば強制的に行うことになってしまったオンライン学習ではあるが、前述のとおり、COVID-19の前から「オンライン教材の並立」を目指していたわけで、“仕方なく”の取り組みではなく、COVID-19の有無によらない、適性を生かした学習形態について考えていくべきであろう。

オンライン学習のメリットの1つは、生徒たちが学ぶ際に、時間と空間に縛られない形式が可能となることである。そこで、「新規事項の学習」と「既習事項の復習」に分け、それぞれに適した形態で、オンデマンドで学びを進められるようにした。物理という科目は、誤概念が存在しやすい科目で、人それぞれ、適切な理解に到達する時間が大きく違う。そういった科目特性からしても、このメリットを活用する手はない（というか、そのような特性を感じてきたからこそ、以前からオンライン教材の必要性を感じてきていたわけだが）。

逆に、理科という科目において、時間と空間に縛られた方がよいコンテンツは何であろうか、と考える。その1つとしてやはり「実験」があげられるであろう。生徒一人ひとりが各自で材料を用意して、好きな時間に実験するというのは、実験内容によってはやりやすいものもあるかもしれないが、一般的に言って難しい。また、自力で能動的に取り組める生徒はいいが、ほとんどは“きっかけ”が必要であろう。そこで、「実験」だけは、同期型（リアルタイム）で行った。高3の電磁気学の最初に扱う学習事項は、静電気であるため、自宅で安全にできる実験を作り上げやすいので、生徒一人ひとりに必要な道具をまとめて配布し、同時に家で実験してもらおう形式をとった。

以上、説明してきた通り、3つの学習形態（これを3つの学習ストリームと呼ぶことにする）を組み合わせることで、なるべく能動的に、探究的に学習を進められるようなプログラムを目指した。

高校3年「物理」電磁気学

3つの学習streamを用意

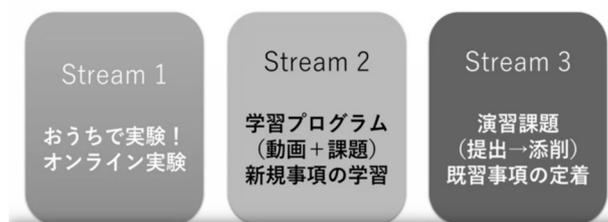


図6 高3物理オンライン学習の「3つのストリーム」

また、これらを統合するプラットフォームとして、Microsoft Teams を利用した。これは、次のような理由がある。

1. オンライン会議機能がある
2. チャット機能がある（1対1、1対Nも可能）
3. Microsoft Office との親和性が高い
4. OneNote とスムーズに連携できる

まず、1つ目はリアルタイムで実験するのに用いた。Google Meet や zoom など違うツールも存在するが、後述の他の機能と統合して扱えることが何よりもメリットである（アプリを行ったり来たりするだけで、疲れてしまう）。2つ目のチャット機能は非常に有効に活用できた。LINE などの SNS 的な感覚で、生徒間、生徒-教員間で質問や議論が可能となる。3つ目は物理では重要なポイントとなる。多数のデータを処理して、グラフにしたり、時にはマクロを利用したり、といった活動は、現時点では Google Spreadsheet では物足りない。最後の4つ目は、プリント配布や演習の添削で OneNote を用いたので、スムーズに連携できるのは、重要なファクターとなる。



図7 Microsoft Teams（生徒とのチャット画面）
写真を貼ったり、問題 PDF を添付したりできる。

4.2 高3物理オンライン学習の実践

4.2.1 ストリーム① おうちで実験!オンライン実験

実験のために、必要な道具を生徒に配布した(図8)。



図8 生徒に配布した静電気の実験道具の一部

実験の詳細も、図9のように、事前に Teams を通じてアナウンスできるので、プリント等は必要ない。



図9 チャットなどで、写真や動画付きで実験準備や目的・内容について予め伝えることが可能

<実験1 静電気を探究する>

まず、身近であるが、案外よく知らない「静電気」について探究する実験を行った。

机の上に置いたアルミホイル片や紙片に、こすった塩ビ管を近づけるとどうなるか、予想させる。

やってみると、正しく予想できる人は少ない。それだけ、静電気について何もわかっていないということを確認させ、今後の学びの動機付けとした。

その後、アース、静電誘導、誘電分極といった諸現象を実際に経験させ、アルミホイル、スズランテープ、ラップ、ストロー(以上は家にある!)、テスター(全生徒に配布)などを使い、静電気力による引力と斥力

の存在を確認してもらった。

最初の実験だったが、生徒たちは思った以上に熱心に取り組んでおり、生徒によっては、時間を超えてもトライしていた。また、オンライン実験の様子を録画しておいたので、参加できなかった人もあとから視聴して実験できる(ただ、うまくいかない場合、その場で質問したりできないので、同時が良いようだ)。

リアルタイムで実験した後、気づいたこと・考えたことなどを Forms で記入してもらい、その意見を集約し、再び Teams のチャットにアップした。時間に縛られず、実験について双方向性のやり取りが続くイメージで行うことができた(図10)。このようなことがおこないやすいというのは、探究型授業として大きな利点だろう。

この後、いつもなら、理論的なことを講義で行うのだが、ここを後述の2つ目のストリーム「学習プログラム」に委ねた。つまり、オンデマンドで学ぶようにした。1つの軸に、実験と理論が並ぶのではなく、多層的に実験と理論が進んでいくようになっているので、リアルタイムは「実験」に集中することができた。

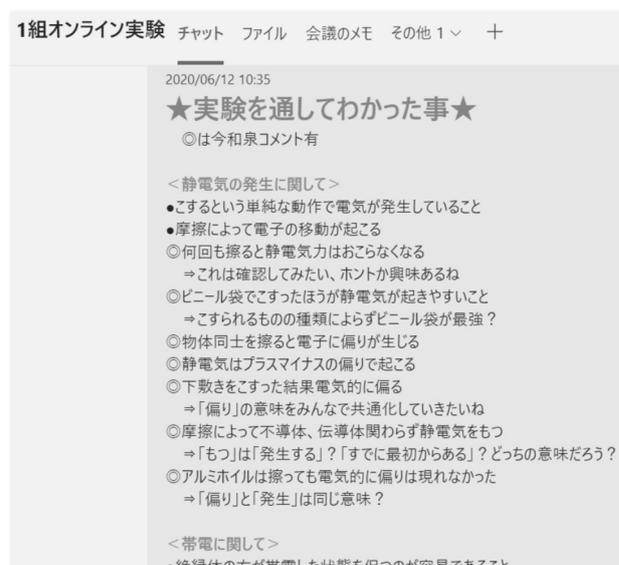


図10 生徒の実験後の考えをまとめて、速やかにチャットに提示できる

静電気は身近な道具で安全に行えるうえに、こちらが教えずとも、様々な実験を積み重ねていき、結果を議論・考察することで、わかってくることも多いので、探究型の実験教材として適性が高いと考えている。

<実験2 静電気がつくる場を可視化する>

静電気力について扱った後は、電荷から出される電

気力線を可視化する実験を行った。

これも、発泡スチロール皿と鉄道模型のシーナリーパウダー（配布）と、家庭にあるサラダ油やアルミホイルで安全に行える実験である。

アルミホイルによって、様々な形の電荷を作ることができるので、これも探究的に自分であれこれと、特徴を調べることができる。うまく可視化できたら、それをスマホで撮って、チャットにアップさせた。そうすると、生徒たちはすぐさまそれを確認することができる。コツなどをチャット上で議論しながら、進めていけるので、最終的には全員がうまく可視化できた。

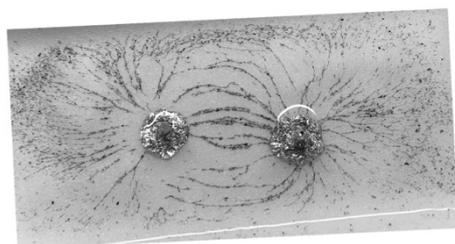


図 11 生徒が撮影した電気力線の様子の一例

電磁気学において、「場」の概念を受容するのは容易なことではない。数式の上で操ることができたとしても、理解したことにはならない。このような経験は、理論を進めていく上でも、重要な支えとなる。

<実験3 電位を可視化する>

ベクトル場である電場の次は、スカラー場である「電位」である。これも、概念を獲得するのは難しい。そこで、これも可視化する実験を行った。

導電性のある黒ラシャ紙、ネオジム磁石、電池ボックスと導線、テスター、白チョーク（配布）と電池、アルミホイルで実験した（実験の様子は図 12）。



図 12 リアルタイム生徒実験の一場面（等電位線）各自、顔ではなく、机上の実験の様子を映す

これも、アルミホイルで好きな形状にできるので、こちらが指示した基本的な形状だけでなく、自分なりに考えた形状の結果も、チャットにアップしてもらい、議論した。

<実験4 アルミホイルフィルムコンデンサを作る>

静電気の「力」「電場」「電位」といった基本的物理量に関する実験の後は、いよいよ「応用」である。

各家庭で、アルミホイルとラップをそれぞれ4m(2m×2)、6m(2m×3)用意してもらい、フィルムコンデンサを作った。きちんと充電できるか、調べるために、電池ボックスと導線、ブレッドボード、LED（配布）と電池を使い、LEDが点灯することを確認してもらった。

一瞬だが、点灯するので、それをスマホのスロー動画に撮影し、やはりチャットにアップしてもらった。一瞬でも点灯すると嬉しいもので、実際に役に立っているという工学的側面を見えることも重要だろう。

4.2.2 ストリーム② 学習プログラム(動画+演習)

前項のオンライン実験に並立する形で、新規学習事項を動画による講義と、それを視聴した後に取り組む演習課題をセットにした「学習プログラム」を2つ目のストリームとして展開した。これらのコンテンツもすべて Teams のチャンネルから見られるようになっている。今回作成したコンテンツは以下の通り。

- ・ドップラー効果(+αで相対性理論まで学習可能) (計2本、合計約54分)
- ・近似を理解する(計8本、合計約93分)
- ・仕事とエネルギー(計5本、合計約63分)
- ・静電場の基礎(計4本、合計約77分)
- ・電位(計5本、合計約66分)
- ・電気力線とガウスの法則(計5本、合計約78分)

総時間430分のボリュームではあるが、順序や細かい締切はない。自分のペースで学べるようにした。

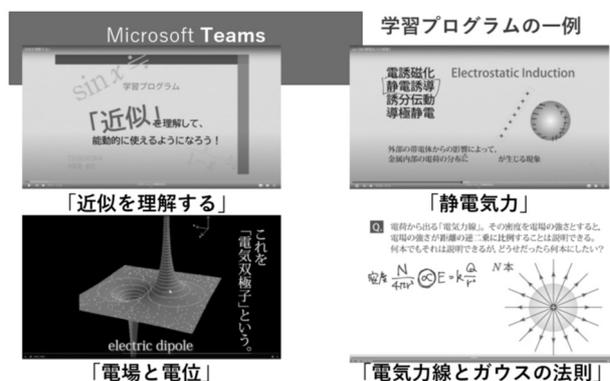


図 13 学習プログラムの動画の例

視聴後に、理解の度合いを各自が(あるいは教師が)確認できるように、課題を PDF ファイルにて Teams にアップした。生徒はこれを見て、紙に解答する。そして、それをスマホなどで撮影し、チャット(生徒1人—教師)に提出する。教師は、それを OneNote に貼り付け、iPad で添削をする(詳細は次項)。次の授業まで待つといったことはなく、添削した瞬間(教師が添削中に相手がそれをリアルタイムで見えることもできる)から、生徒は自分の解答に対するコメントを確認することができる。そのため、事後のアンケートでも述べられていたが、添削の即時性は彼らの学習に非常に効果的であったようだ。



図 14 課題後の生徒の質問の例 (Teams チャット)

ちなみに、正解の度合いが評価にはならないことは最初に伝えてある。実際、「ここまでできました。ここからわかりません」のような質問が、チャットに上がってくることもかなりの頻度であった。また、課題とは別の疑問も多く吸い上げることができた。これは、通常の授業ならば見逃していた部分である。この点は明らかにオンラインのメリットだと言える点であり、生徒の探究心を見逃さない重要な要素であると感じる。

また、動画を見るとどうしても受動的になりやすい。そこで、リアルタイムで行った実験の映像を入れたり、クイズや課題を入れたり、あえて「今から、1か所明らかにおかしい説明があります」と言ってそれを課題にしたりした。「完全に安心できない」要素は、こういう受動的になりやすい動画コンテンツでは重要ではないかと考えている。

4.2.3 ストリーム③ 演習課題

最後のストリームは既習事項の復習のための、「OneNote による演習と添削」である。

前述の2つのストリームとは違い、既習事項であるので、リアルタイム授業や動画コンテンツはなく、物理現象に関する問いに各自で取り組んでもらい、理解を深めてもらうことが目的となっている。他のストリ

ームと比べて、手っ取り早く始められる。そういった始める敷居が低めのものも用意しておこうと思ったが、後のアンケートからもわかる通り、やはりそういった観点は、このオンライン学習には必要であった。

また、デジタルの添削に取り組んでみてよかったことがいくつかある。1つは、添削の際に、何度も同じことを書かなくてよいということである。よくある誤りに対するコメントは、別ファイルでストックしておき、必要な時にペーストできる。初めは、労力削減のために行っていたが、やっているうちに、生徒が陥りやすい誤りが、(これまでも感覚的にはあったものだが)明確に整理されていくことに気づいた。それにより、たくさんの添削の後、よくある誤りとして、全体に共有できる。これは、生徒と教師それぞれにとって有益なことであった。2つめは、添削にリンクを貼れるということである。物理の場合は、動的なイメージが重要になることが多い。紙面上だけではどうしても伝えきれないことも多く、それをシミュレーションなどの動的コンテンツにリンクで飛ばすことによって、生徒により深く理解してもらおうとすることができるのである。

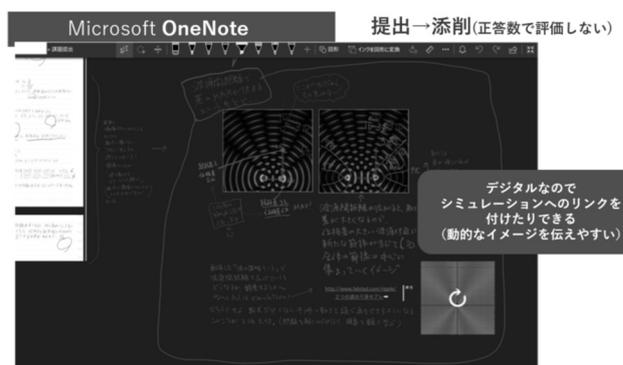


図 15 OneNote での添削(右下はリンクで、クリックすると関連するシミュレーションに飛べる)

また、チャットと OneNote という時間的縛りの無いツールのおかげで、今までよりもはるかに多くの面白い疑問がオンライン上で展開された。ここでは、完全に1対1なので、授業の後に、〇〇くんの質問が終わるまで待つ、みたいなことをせず、自身の探究心に沿って、納得いくまで議論できる。これは、教師にとっても、非常に有益なやり取りだった。

4.3 生徒の事後アンケート結果

以上のような、生徒の探究心を大切にし、それらを向上させるオンライン学習ストリームを実践した結果、

生徒がどのように感じたのか、アンケート結果を報告する。

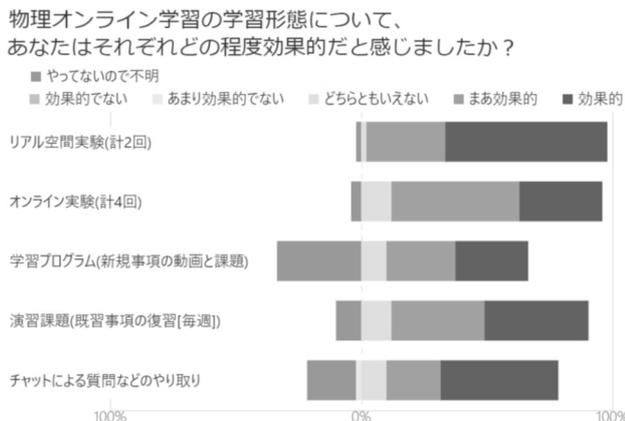


図 16 学習形態ごとの効果

図 16 からわかるように、あらゆる学習コンテンツについて、多くの生徒が効果的だと感じていることが分かる。一方、中心から左にずれた部分は「やっていない」層である。今回、あえて強制力を持たせずに行ったので、学習プログラムなどの新規事項をリアルタイムではなくオンデマンドで取り組ませるのは、既習事項を扱う演習問題よりも、ややハードルが高かったことがうかがえる。いざ、取り組んでみると、効果はあると感じられるようなので、いかに多くの人がすんなり能動的に取り組めるようにするか、その仕掛けをどう作っていくかが今後の課題であろう。オンライン実験は、オンデマンドではなく、共通の時間で行ったので「やっていない」層は少ないが、効果でいうと、他のストリームよりも低い。これは、休校期間が明けてから行った2回のオンサイト実験と比較している部分もあるかと思う。

コロナ後の「物理」の学習形態として、適当だと感じるのはどれですか？

リアル空間のみ	17
リアル空間(メイン)とオンライン(サブ)	28
オンライン(メイン)とリアル空間(サブ)	6
オンラインのみ	0

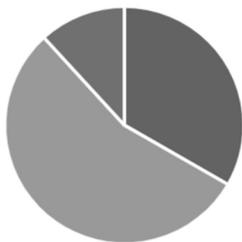


図 17 コロナ後の物理の学習形態

また別の質問では、図 17 のように、今後の学習形態として、オンラインがサブ的に存在することを歓迎する結果となった。今後、探究型授業を行うにあたって、

オンラインの存在をどう組み込んでいくかは非常に重要なポイントとなるであろう。図 18 のように、オンラインの特性を知ったうえで、今回の貴重な経験を適切に授業に組み込んでいければと思う。

取り組んでみて感じた「物理」オンライン学習のデメリット

自分のように紙め腐った奴はやらない できる内容が限られている	理論の授業は家で見てるとつまらなく 感じてしまう
やりとりが難しい ペースが取りづらい	今の環境的には印刷してやることになるので、 その分手間が余分にかかる
気が散る 己の力不足	多分、コロナじゃないと、つまり学校での実 生活が忙しくなるとオンラインのものをわざわざ 見ようとは思わないと思う。理論動画とかは その場で質問がめっちゃくちやでできちゃう ので、個人的に好きじゃない。そこを全部回 収してくれるならいいと思う。
積極的な姿勢を保つのがちょっと難しい	時間的制約がないので、ついサポートしま う
何をやっているのかわかりにくい	全て自分に任せられるので意識が高く ないやっつけ
いまいち学習の場感が出ないとプリントを 直接配ってほしい	
各自の環境によってやりやすさが左右される	
teamsの仕組みを理解しなきゃいけないので、 便利さに気づくまでがしんどい	

取り組んでみて感じた「物理」オンライン学習のメリット

涼しい場所で学習できるからリアルより話が 聞ける	時間内に終わらなくてもそのまま続けられる
理論の解説が動画で配信されるので一時 停止したり自分の好きなペースで視聴できたり するので説明が一回しかされないリアル授業 より効果的。	理解を深められる機会が多い
プリントがなくならない	満員電車の中通学しなくても良い
シミュレーションできるところ	チャットで質問しながら理解を深められた 量をこなせる。動画を使う。
色々なことを自分で考えることができる	演習の提出とか質問とかが楽
分からなかった所を気軽に質問できる	課題があることが分かりやすい
学校より早くレスポンスが返ってくるのがいい	

図 18 「物理」オンライン学習のメリット・デメリット

5 オンライン会議システムによる発表学習

5.1 はじめに

発表学習は、探究に必要なスキルの育成には欠かせない重要な授業形態である。生徒は理科課題研究に取り組んだ成果を何らかの形で発表し、そこで得たフィードバックをもとに自分の探究過程を振り返ることで探究のサイクルを回していく。コロナ禍において、理科課題研究の成果発表の場となる各種成果発表会や学会での高校生研究発表は軒並みオンライン開催へと変更を余儀なくされた。オンライン会議システムを用いた研究発表は、移動の手間もなく、画面共有機能でスライド提示も問題なくできるため、今後ますます活発に行われていくと考えられる。

高2 学校設定科目「生命科学」では、主に文系の生徒を対象として「生物」の内容を部分的に扱うとともに各分野における生命倫理についてこれまで扱ってきている。本年度のオンライン学習支援と分散登校の中で、例年行っている発表学習「性や生殖に関する生命倫理」および「遺伝子関連技術に関する生命倫理」について、オンライン会議システムを用いて実施した。

教材の開発という観点からは少し外れるが、生徒の探究を促進するためのツールとしてオンラインの有効性を感じており、以下に報告する。

5.2 高2生命科学における実践

「生命科学」では、Google Meet および Zoom による同期型オンライン授業を週1回、継続して実施した。6月に分散登校と対面授業が再開した際もオンライン授業は継続し、対面授業の際には主に実験・観察を行った。

5.2.1 「性や生殖に関する生命倫理」実施内容

単元「生殖と発生」（14時間）は、分散登校が開始前の2020年4月下旬から6月上旬にかけて、以下の内容で進めた。観察以外は全て同期型オンライン授業で実施した。

- (1) 減数分裂と組換え [講義]
- (2) 動物の配偶子形成、卵・精子の形成 [講義]
- (3) 哺乳類の胚発生 [講義]
- (4) 性や生殖に関する生命倫理 [口頭発表] 前半
- (5) 性や生殖に関する生命倫理 [口頭発表] 後半
- (6) 性や生殖に関する生命倫理 (まとめ) [実習]
- (7) ニワトリ胚の観察 [実習] (分散登校開始後)

まず最初に、生命倫理を考える上での基礎知識として性の分化のしくみ、配偶子形成、哺乳類の胚発生の概要について扱った。その後、生命倫理に関する発表学習へと進めた。

5.2.2 オンラインでの口頭発表

講義内容を踏まえ、受講者各自で性や生殖に関する生命倫理のトピックを決め、一人4分以内で10名ずつ2週に分けて口頭発表を行った。テーマ決めは Google スプレッドシートに各自記入し、重複を避けるようにさせた。時間や内容が広がりすぎないように、発表の際に提示する資料については、例年同様にA4サイズ1枚になるべく収めるようにさせた (図19)。

今年度の「性や生殖に関する生命倫理」発表テーマは以下の通りである。

- ・遺伝子治療
- ・中国で行われている猿キメラの実験について
- ・救世主兄弟
- ・デザイナーベビー
- ・出生前検査
- ・障害児の中絶
- ・試験管ベビー 体外受精について

- ・同性カップルの子供
- ・ヒトクローン技術について
- ・合成生物学について
- ・代理出産
- ・優生思想について
- ・死亡した胎児の扱い
- ・精子や卵子の提供
- ・新生児の治療意思決定の支援
- ・人工中絶
- ・ヒトES細胞の使用
- ・代理母の権利と出産契約

「同性愛者の子供」
担当： 発表順：8

1. “今”の倫理問題

代理出産の倫理問題：
生命のリスク、代理母の心理的苦痛、生殖機能の搾取？

2. “将来”の倫理問題

iPS細胞による精子、卵子の作製による生物学的な子供
実際に京都大はマウスのiPS細胞から精子と卵子を作製して子供を産ませることに成功している
<仕組み>

ゲイ男性1の髪の毛や皮膚からiPS細胞を作り出して精子と卵子を生成
ゲイ男性2の精子と受精させる
→代理出産
2人の遺伝子を持った子供
倫理問題：精子や卵子を人工的に作製する事は許される？

図19 口頭発表で提示した資料の例



図20 オンライン口頭発表の様子

当日の進行については、各生徒のデバイスや通信環境がそれぞれ異なることを考慮し、生徒自身で資料の画面共有をスムーズに行うことは難しいと判断して教員側で画面共有と提示操作を行った (図20)。

まだオンライン学習支援が開始してから1ヶ月未満だったこともあり、生徒は「目の前に人がいない状態で話すのは緊張した」「手が震えた」「PCに向かって話すのは慣れなかったが何とかあった」などの感想を持ったが、資料をペーパーレスかつカラーで配布でき、質問はチャット欄に各自で書き込んだり、他教科の先生方も授業に気軽に加わることができるなど利点もあった。ただ、生徒によってはマイクが使えない場合もあり、生徒が自宅から参加する場合は事前に機器を確認しておく必要があることもわかった。

5.2.3 Zoom ブレイクアウトルームを用いた話し合い

発表そのものは GoogleMeet を使用したが、その翌週には Zoom ブレイクアウトルームを用いて発表されたテーマについてグループごとに話し合う時間を設けた。4人1組で小グループに分け、最後に各グループで話し合った結果について手書きメモの写真を提示しながら発表させた。小グループに分けることで、生徒は普段教室で行っているのと同様に話し合いを進めることができた。



図 21 Zoom で話し合った結果を発表する

5.2.4 Jamboard を活用した問いの共有と分類

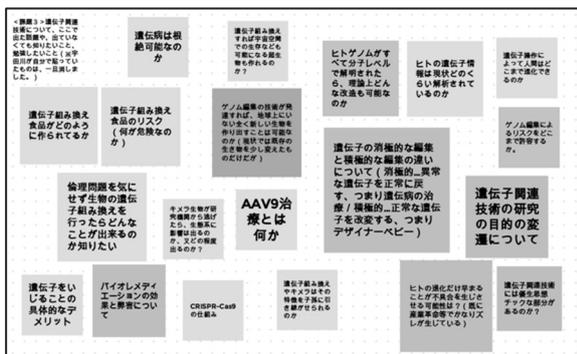


図 22 Jamboard の画面の例

Gsuite には、Jamboard というアプリケーションがあり、付箋を貼り付けたり移動したりすることがオンラインでできる。これを利用することにより、探究活

動の根幹となる「問い」を他者と共有したり分類したりする活動を促進できるのではないかと考え、その後入った単元である分子生物学の導入「遺伝子関連技術に関する問い」において、生徒から出てきた問いを整理する際に活用した。付箋の色をあとから変更できる点や、共有と保存という点において実際の付箋よりも優れていると考えられた。

5.3 理科課題研究への応用

以上のような授業での取り組みを活かし、今年度の理科課題研究は、分散登校が続く6月よりオンラインで比較的円滑に進めていくことができた。身近な生物についての問いを Jamboard で共有して各自興味のある研究テーマごとにチームを分け、研究計画発表もオンラインで実施した。Zoom による講義やチームごとの話し合い活動を経て各自が研究テーマへと取り組み、研究発表の場もオンライン口頭発表となった。オンラインでの活動を取り入れることによって、生徒の探究に取り組む時間や場所の幅を広げることができたと考えている。探究活動を遂行させるための新たなスタイルとして今後もオンラインを活用していきたい。

6 おわりに

「3 探究スキルを育む教材の開発と実践」は内山(生物)、「4 探究につながる Online 教材の開発と実践」は今和泉(物理)、「5 オンライン会議システムによる発表学習」は宇田川(生物)が執筆を担当した。本年度の特異な状況の下、期せずして新たな実践に取り組むこととなったが、これを機にオンラインを活用した、時間や空間にとらわれない探究スキルを育む手法を開発することができたと言える。このような手法により、生徒の探究がより深まることが期待される。

【参考文献】

1. Charles R. Pearce (1999) Nurturing Inquiry: Real Science for the Elementary Classroom、Saul、Wendy.
2. 仲里友一ほか(2018)『筑波大学附属駒場 論集第57集』pp.59-65 筑波大学附属駒場中・高等学校
3. 真梶克彦ほか(2019)『筑波大学附属駒場 論集第58集』pp.51-64 筑波大学附属駒場中・高等学校
4. 吉田哲也ほか(2020)『筑波大学附属駒場 論集第59集』pp.55-64 筑波大学附属駒場中・高等学校