

コロナ禍における「小学校理科」の授業実践報告

林 幹大 (長崎大学教育学部・理科教室・化学)
星野 由雅 (長崎大学教育学部・理科教室・化学)
福山 隆雄 (長崎大学教育学部・理科教室・物理学)
大庭 伸也 (長崎大学教育学部・理科教室・生物学)
隅田 祥光 (長崎大学教育学部・理科教室・地質学)
工藤 哲洋 (長崎大学教育学部・理科教室・天文学)
山田 真子 (長崎大学教育学部・理科教室・理科教育)

Practical Report on Science for Elementary School in COVID-19 Pandemic

Mikihiro HAYASHI, Yoshimasa HOSHINO, Takao FUKUYAMA,
Shin-ya OHBA, Yoshimitsu SUDA, Takahiro KUDOH, Masako YAMADA

要旨

教育学部・小学校コース（および小学校免許の取得希望者）の2年生を対象とした小学校理科において、通常であれば、実験室等における対面での実験・観察を主として実施される場所、コロナ禍の状況に対応するために、オンライン・ICT機器を併用しながら実施した。オンライン等を併用した授業実践について、それぞれの分野（化学・物理学・生物学・地質学・天文学・理科教育）から報告する。

1. はじめに

教育学部2年生を対象とした「小学校理科」（演習科目、週1コマ2時間）は、受講生が、小学校の理科における観察、実験指導に必要な基礎的・基本的な知識と能力を身に付けることを目的として開講されている。

授業の到達目標として、◇小学校理科を教えるための基礎的な内容を理解できること、◇観察、実験の内容について、正しく理解できること、◇観察、実験に必要な器具等を正しく扱うことができること、◇観察、実験を正しく、安全に行うことができること、◇教科に関する専門的知識・技能を身につけること、を掲げている。

そして、成績評価の際には、提出されたレポート・製作物等によって、◇観察、実験の内容について、正しく理解しているか、◇観察、実験に必要な器具等を正しく扱うことができるか、◇観察、実験を正しく、安全に行うことができるか、◇安全管理、安全指導の基礎的・基本的な知識と技能を身に付けているか、の観点から判定をしている。

このように、小学校理科においては、受講生が実際に実験・観察を通して学習することが不可欠である。しかしながら、2020年度からの世界的なコロナ禍の状況において、感染対策のために対面授業が制限され、オンライン等を併用して学習効果を保証することが求

められた。

本稿では、化学、物理学、生物学、地質学、天文学、理科教育、のそれぞれの分野から、コロナ禍における授業実践について報告する。

2. 各分野からの授業実践報告

2.1 化学分野

小学校理科・化学分野の講義では、小学校第六学年で扱う「水溶液の性質」と「燃焼の仕組み」の指導に必要な基礎知識・技術の修得を目的としている。化学分野の理科実験は危険を伴うために、試薬や器具の取り扱いに習熟するべく、その授業形態は次の①～③に示す実験・演習により構成される。

- ① 酸性、アルカリ性、中性を示す水溶液の調製と試験紙・試験薬を用いた水溶液の液性を調べる実験
- ② 薬品を用いた二酸化炭素と酸素の発生実験、水上置換法による発生気体の捕集実験及び気体検知管を用いた、ろうそくの燃焼前後の酸素・二酸化炭素濃度の定量的な測定実験
- ③ 酸素雰囲気下における物質（ろうそく、スチールウール、木炭）の燃焼実験、石灰水を用いて発生気体を調べる実験、ろうそくの燃焼が周辺気体の流れに及ぼす影響を線香の煙を用いて可視化する実験及びアルコールランプの取り扱いを学ぶ演習

新型コロナウイルスの感染予防を考慮した授業形態（2021年度）

感染対策下での実験室の収容人数と授業時数との兼ね合いから、対面方式によりすべての受講者が①～③のすべての実験・演習を行う事は不可能であった。そのため、2021年度の授業形態は、リアルタイムオンライン授業、オンデマンドの実験動画配信あるいは対面方式での実験・演習とを併用した。実験動画は、実際に行う①～③の実験の手順を撮影し、理解を促すために音声と字幕による解説を加えたものである。授業後には、①～③の実験内容に関する正誤確認テスト（10問）の受験と課題の提出を課した。この正誤テストでは解答後に各設問に関する解説が表示されるようにし、知識・技能の確認と理解が深まるよう図った。テキストや動画の配信、テストの受験、課題の提出などの授業者と受講者とのやり取りには、Learning Management System（LMS、長崎大学ではシステム名称を「Learning Assessment and Communication System：LACS」としている。）を利用した。具体的な内容を次に記す。

①に関して、すべての受講者（受講者数：140人）はその内容をオンラインのリアルタイム授業により学修した。2回分の授業時間を①の内容説明に費やすことで、受講者が試薬や器具を扱っていないながらも、それらの危険性や機能性に対する理解が深まるよう図った。1回目の授業前には、予めLACSを利用して実験解説テキストを配布し、課題1-1（水溶液の調整法）の事前提出を課した。1回目の授業では、化学の基礎知識と溶液調整に必要な技術を解説した。授業後には、LACSのビデオ配信システムから①の実験動画（水溶液の調整法）をオンデマンドで視聴できるようにし、確認テスト1（化学実験の基礎知識）の受験を課した。2回目の授業では、水溶液の水素イオン濃度や中和の概念、水溶液の液性を調べる方法を解説した。ランダムに選んだ約10名の受講者に授業者から適

宜質問を行い、リモートであっても緊張感を持って授業に臨めるよう図った。授業後には、LACSを利用して①の実験動画（水溶液の液性検査法と中和）を配信し、確認テスト2（溶液調製法と液性検査法）の受験と課題1-2（液性検査結果及び溶液の調製法）の提出を課した。

②と③の実験では、より専門的な器具の取り扱いや煩雑な手順が必要とされる。よって、②と③の実験のうち一方の内容は、受講者が必ず対面方式で受講できるよう図った。また、他方の内容は実験動画の視聴により学修できるようにした。対面方式で授業を進める際の感染対策として、実験室に入室する人数を定員（40名）の半数とし、共同で実験をする人数は原則2名、最大でも3名までとし、密の軽減に努めた。具体的には、140人の受講者を8班（㉗～㉚）に分け、1授業当たりの受講者数を約18名とした。そのうち4班（㉗、㉘、㉙、㉚）では、②の実験・演習は対面方式で実施し、③の内容はLACSを利用したオンデマンドの実験動画視聴で代替した。それ以外の4班（㉛、㉜、㉝、㉞）では、②の内容はオンデマンド動画視聴、③の内容は対面方式で実施した。対面授業及びオンデマンド動画視聴の後は、LACSを利用して確認テスト3（試薬の性質、気体の発生法と捕集）及び確認テスト4（アルコールランプ、カセットコンロ、ガスバーナーの使用法、燃焼の条件、石灰水と二酸化炭素との反応）の受験と、課題2（気体の発生と捕集、気体検知管

表1 化学分野の授業実施形態と課題

授業回数／回	対象学生数	授業実施形態と課題（内容）
1（①の内容）	140人	<ul style="list-style-type: none"> ・オンラインのリアルタイム授業 ・実験動画視聴（水溶液の調製法） ・確認テスト1（化学実験の基礎知識） ・課題1-1（事前提出：水溶液の調製法）
2（①の内容）	140人	<ul style="list-style-type: none"> ・オンラインのリアルタイム授業 ・実験動画視聴（水溶液の液性検査法と中和） ・確認テスト2（溶液調製法と液性検査法） ・課題1-2（液性検査結果及び溶液の調製法）
3（②の内容）	4班（㉗、㉘、㉙、㉚）の69人	<ul style="list-style-type: none"> ・対面による実験授業 ・確認テスト3（試薬の性質、気体の発生法と捕集） ・課題2（気体の発生と捕集、気体検知管による測定）
	4班（㉛、㉜、㉝、㉞）の71人	<ul style="list-style-type: none"> ・オンデマンド動画視聴 ・確認テスト3（試薬の性質、気体の発生法と捕集） ・課題2（気体の発生と捕集、気体検知管による測定）
4（③の内容）	4班（㉗、㉘、㉙、㉚）の69人	<ul style="list-style-type: none"> ・オンデマンド動画視聴 ・確認テスト4（アルコールランプ、カセットコンロ、ガスバーナーの使用法、燃焼の条件、石灰水と二酸化炭素との反応） ・課題3（アルコールランプの使用法、燃焼時の空気の流れ、酸素中でのものの燃焼）
	4班（㉛、㉜、㉝、㉞）の71人	<ul style="list-style-type: none"> ・対面による実験授業 ・確認テスト4（アルコールランプ、カセットコンロ、ガスバーナーの使用法、燃焼の条件、石灰水と二酸化炭素との反応） ・課題3（アルコールランプ、燃焼時の空気の流れ、酸素中でのものの燃焼）

実際に行った①～③の内容に関する正誤確認テストの一部を表2に示す。

表2 化学分野の正誤確認テストの内容の一部とその解説

①の設問内容と解説	②の設問内容と解説	④の設問内容と解説
<p>問1 化学の実験を行う上で、安全上必須の物品は保護手袋である。(誤) 解説：安全上必須の物品は、保護メガネですね。</p> <p>問2 液体の薬品を薬品ビンから取り出すときは、ピペットを直接薬品ビンに入れて取り出す。(誤) 解説：ピーカーに一旦、少量出してから、ピペットを使いましょう。直接、薬品ビンに入れてはいけません。薬品ビンの中の試薬が汚れてしまうかもしれないからです。</p> <p>問3 硫酸を希釈するときは、多量の水に少しずつ硫酸を入れていく。(正) 解説：硫酸に水を入れると、硫酸が飛び散って、危険です。硫酸と水が混じると、発熱して、少量の水では沸騰してしまいます。</p>	<p>問1 過酸化水素は、以前かまぼこやはんぺんを白くする漂白剤として用いられていた。(正) 解説：現在は、発がん性があることがわかっていますが、以前は食品の漂白に使われていました。</p> <p>問2 乾燥空気の成分は、成分量が多い順に窒素が約80%、酸素が約20%で、次が二酸化炭素である。(誤) 解説：酸素の次に成分量が多いのは、アルゴンです。</p> <p>問3 酸素の捕集は水上置換法、二酸化炭素の捕集は上方置換法が良い。(誤) 解説：二酸化炭素の捕集は、水上置換法か下方置換法です。</p>	<p>問1 光や熱の発生を伴う酸化反応を通常“爆発”と呼ぶ。(誤) 解説：この場合は、ただの燃焼です。爆発は、この酸化反応が一瞬のうちに起こることです。</p> <p>問2 実験用のカセットコンロを片付ける時、ボンベを付けたままコンロ同士を重ねておいてもよい。(誤) 解説：これは、危険です。カセットコンロからは必ずボンベを外して片付けましょう。</p> <p>問3 アルコールランプが倒れたときの処置を児童に説明する際は、児童が良く見えるように教卓の前に集めて行くべきである。(誤) 解説：教卓に児童を集めて行く必要はありません。ランプが倒れた時にアルコールが児童にかかり、児童に引火して火傷を負う危険性があります。</p>

による測定)及び課題3(アルコールランプの使用法, 燃焼時の空気の流れ, 酸素中でのものの燃焼)の提出を課し, 各内容が受講者の知識として定着するよう工夫した。これら授業の実施形態と課題の内容を表1と表2に示す。

新型コロナウイルス感染対策下での学習効果

オンデマンドで配信した動画の視聴状況, 確認テストの受験率, 課題の提出率を表3に示す。

表3 動画の視聴状況, 確認テストの受験率, 課題の提出率と成績

授業回	動画		確認テスト		課題	
	視聴者率(%)*1	再生率(%)	受験率(%)	平均得点*2	提出率(%)	平均評価点*3
1	30.1	87.3	97.9	75.6	99.3	8.75
2	31.7	78.5	98.6	82.8	98.6	8.40
3	79.7	80.3	94.3	75.4	93.6	7.89
4	91.4	83.3	92.1	79.8	92.9	7.02
平均	58.2	82.3	95.7	78.4	96.1	8.00

*1 視聴者率の母数は1回目と2回目授業は140人, 3回目は71人, 4回目は69人。

*2 確認テストは各テストとも100点満点。

*3 課題は各評価とも10点満点。小数点以下3桁目を四捨五入。平均評価点の平均値は各授業回の評価点を用いて計算。

1回目、2回目の授業後には、①の実験動画の内容を分割して配信した。これらの視聴者率が低い理由は、テキストの熟読とリアルタイム授業の聴講によって受講者が実験内容をよく理解し、確認テストと課題への取り組みが容易であったと考えられる。他方、3回目と4回目の授業後に配信した②と③の実験動画の視聴者率は高い。これらの実験内容は煩雑であり、確認テストと課題の取り組みには動画視聴が必要であったと推察される。また、各実験動画の再生率は8割前後であり、オンデマンドの動画配信であっても、受講者は授業に対してある程度の学習意欲を持って取り組んだことが示唆された。授業後の確認テストの受験率並びに課題の提出率は9割を超えていた。しかし、授業回が進むにつれて確認テスト受験率及び課題提出率は下がる傾向を示した。この理由の一つとして、オンラインを介したやり取りを苦手とする受講者の影響が考えられる。確認テストの平均得点は、8割弱、課題の平均評価点は8割を示し、受講者は化学分野の内容を平均的にはよく理解できたと言える。

学習効果を比較するために、2021年度の課題の平均評価点と、コロナ禍の影響を受けていない2019年度のそれを比較する。2021年度の平均評価点の平均値は8.00点であり、コロナ禍の影響を受けていない2019年度のもの（8.07点）と概ね大差ない。箱ひげ図を利用した平均評価点の分布の比較とそのデータの詳細を図1と表4に示す。これらの分布図においても、中央値、四分位間範囲、ひげの範囲には大きな差異は見られなかった。実際に、Wilcoxonの順位和検定を利用して2019年度と2021年度の平均評価点の分布を比較した結果からも、有意な差は示されなかった（ $Z = -0.4202$, $p = 0.3372$ ）。これらの解析から、実験・演習を主とした授業を対面・オンラインを活用したハイブリッド形態で実施しても、受講者に対する学習効果は一定程度期待できると言える。他方、2019年度のものと比較し

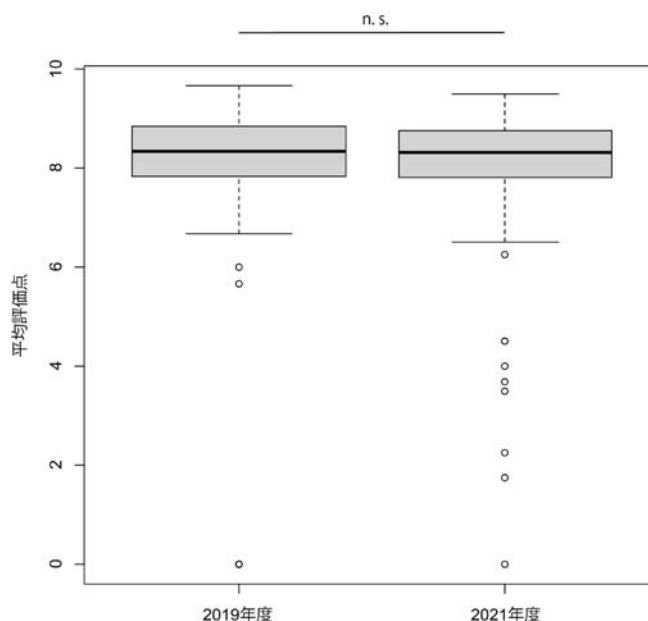


図1 2019年度と2021年度の平均評価点の比較。○は外れ値を示す。

表4 図1の箱ひげ図に用いたデータ

	最小値	第1四分位数	中央値	第3四分位数	最大値	外れ値の数
2019年度*1	6.67	7.85	8.33	8.83	9.67	8(6)*2
2021年度	6.50	7.81	8.31	8.75	9.50	9(1)*2

*1 2019年度の受講者数は177名であったので、解析対象のデータ数は177とした。

*2 () の値は平均評価点が0点のデータ数。

て2021年度の分布は同数程度の外れ値を含むが、0点の割合が少ないことが分かった。この結果は、先の確認テスト受験率及び課題提出率の低下と関連し、ハイブリッド形態を苦手とする受講者がオンラインを経由した課題の提出を失念したり、ネットワーク接続の問題で提出に失敗した可能性を示しており、ハイブリッド化で生じる課題のひとつであろう。その他には、動画の視聴環境によって指示薬の色の識別が困難となること、実体験の有無が及ぼす学習意欲への影響、不完全な実験技能の修得などがハイブリッド化に伴う課題として見受けられた。今後、実験・演習に関する授業のオンライン化を推進するためには、講義内容や受講者とのインターフェースを工夫してこれらの課題を改善し、受講者が自ら手を動かす機会を欠いても効果的な教育が可能である環境の整備が肝要と考えられる。

2.2 物理学分野


小学校理科・物理分野では、従来は実験室における対面での実験実施を通して、小学校内容の中心となる力学と電磁気学について取り扱ってきた。このたびのコロナ禍の影響を受けて、対面実施時の到達目標も念頭におき、オンラインを活用して以下のように内容を編成した。

◇力学とその応用

小学校5学年の「振り子の運動」、小学校6学年の「てこの規則性」に対応する内容で構成される。対面実施時は、2人1組での実験を通して学習してきたが、オンラインにおける実施とした。まずは、学習指導要領における取り扱いについて学習し、続いて、てこの原理（支点・力点・作用点の関係、丸いてこ、身のまわりのてこ、等）と振り子の等時

てこで大切なことは？

○3つの点



○ ものの重さ と 支点からの距離 の関係

やってみよう！

自分の身のまわりで「てこの原理」または「振り子」を利用した道具を探し、その仕組みを考えよう！
 (見つけた道具は、スマホで写真を撮ってみよう)
 (てこには「丸いてこ」もあることに留意しよう)

このスライドで取り扱った道具以外にも目を向けよう
 「小学生と一緒に探す考える」という気持ちで取り組むよう

図2：使用したスライドの例（力学とその応用）

性に関する理論を、クイズも取り入れつつ詳しく解説した。それから、各自が自宅等で可能な実験・実習として、課題「自分の身のまわりで『この原理』または『振り子』を利用した道具を探し、その仕組みを考えよう！」をレポートとして課して評価した。使用したスライドの例を図2に示す。

実験部分については、どうしても対面の方が学習効果は高いと考えられるが、てこや振り子の科学的内容に関する学習は、オンラインでも代替できるものと考えられる。

◇科学史を通した物理学の学習

「物理学者の人生を通して、科学（理科）に興味を持ちましょう！」と題して、オンデマンドにおける実施とした。毎年のレポートや授業アンケートより推察すると、物理学を含む科学（理科）自体に、全く興味・関心が無い受講生が一定数いるため、まずは、科学史として著名な物理学者の人生を読み物的にたどることによって、科学（理科）への興味を少しでも喚起することを目的とした。学習教材としては、JST（科学技術振興機構）によって作成された動画を用いた。ガリレオ、ニュートン、アインシュタインなどをはじめとして、小中高の教科書にも掲載されているような歴史上の重要な科学者たちの人生が紹介されている。受講生から提出されたレポートによると、理科に全く興味・関心が無かった受講者の一部は、科学史を通した物理学の学習によって、自然科学（理科）に多少は興味を持ち得たと推察される。

◇電気のはたらき

小学校3年生の「電気の通り道」に対応する内容で構成される。小学生が最初に理科に接する部分であり、また教える側にとっても、電気の通り道を通した「回路」という概念の定着は小中高を通して重要になる等の背景があり、オンラインによる代替で学習目標を達成することは難しいと判断し、感染予防のうえ対面で実施した。三密回避のために、教育学部の大講義室に実験器具を運び、対面での実験を実施した。

実験内容は、グループにならずに基本的に個人でできるものを選定した。豆電球に明かりをつけることを通した回路概念の学習、電池の直列と並列接続の学習、電池の種類に関する学習、検流計の試作と実験、などの内容を取り入れて構成した。全て弱電系の内容で構成されており、比較的危険性も低い場合によっては、遠隔的にリアルタイムでの実施も可能であると考えられる。

2.3 生物学分野

生物学分野の2020年度は、①植物分野（ヨウ素デンプン反応）、②顕微鏡の使い方、③昆虫の体のつくりと外来種、の3回について取り上げた。①植物分野は非常勤講師による担当で、その他の2回は大庭が担当した。いずれの回も一度も対面での実施はできず、プリント課題の提示とオンデマンド動画の配信（スライドに音声吹き込んだ動画をyoutubeにアップロードし、限定公開）を行い、提出されたレポートで成績評価を行った。この3回のうち、普段は触ることはないと考えられる顕微鏡の使い方については、対面で実施できるように工夫する必要性を感じていた。

2021年度は①植物分野を中心とした小学校理科・生物領域の概観、②顕微鏡の使い方、

③昆虫の形態と外来種、の3回であり、すべてを大庭が一人で担当した。①および③についてはオンデマンドの動画配信を行ったが、②については極力、受講生が自らの手で顕微鏡を操作しプレラート作成ができるように目標を定め、対面で実施することにした。以下で、3密を回避しながら行った対面での実施事例を紹介する。

密を回避しつつ、2班（各班18名以下）同時に演習を実施する必要があったので、生物実験室（421号室）と物理実験室（420号室）の2つの実験室にそれぞれの班を入れて説明・顕微鏡操作などを実施した。事前に顕微鏡、観察対象物（ツユクサの仲間、ミジンコ類、微小昆虫など）、スライドガラス、カバーガラス、脱脂綿、ろ紙、ピンセット、柄付き針を準備した。当日は大庭が生物実験室、アシスタント学生が隣接する物理実験室の担当となり机間指導を行ったが、最初の15分程度は顕微鏡や当日の課題について2部屋同時進行で授業者が説明を行った。その方法は以下の通りである。

大庭（授業者）は通常の講義のように、生物実験室にてプロジェクタでスクリーンに投影してパワーポイントを用いて説明した。物理実験室では、この授業者のパソコン画面をZOOMで中継し、共有機能で物理実験室のスクリーンに投影した（図3）。事前準備の段階で、物理実験室ではノートパソコンの音声だけでは小さく、前方の学生にしか説明が聞き取れない状態であり、一時はこの方法での実施を断念しかけていた。その後、解決策として思いついたのが、ノートパソコンに音声スピーカーを接続して拡声する事であった。この方法は非常に効果的で、難なくこの問題を解決できた。また、大庭は生物実験室の受講生に説明する際、通常は挿し棒でスクリーンを指して説明するが、これだと物理実験室の受講生は見えない。そのため、パワーポイントのポインターツールを活用して共有画面にもポインターが見えるように工夫した。このように、パソコン2台をZOOM接続することで、密を回避しつつ2部屋同時に演習科目を実施することが可能となった。レポートに関しても、実際に手を動かして顕微鏡を扱ったことで、実感を伴った『顕微鏡の使い方』のレポートが提出されていたように感じた。

対面で実施しなかった①は座学的な内容、③は通常であれば屋外で採集・観察を実施するが、天候により内容を変更する可能性が出てくるためオンデマンドで実施した。③につ

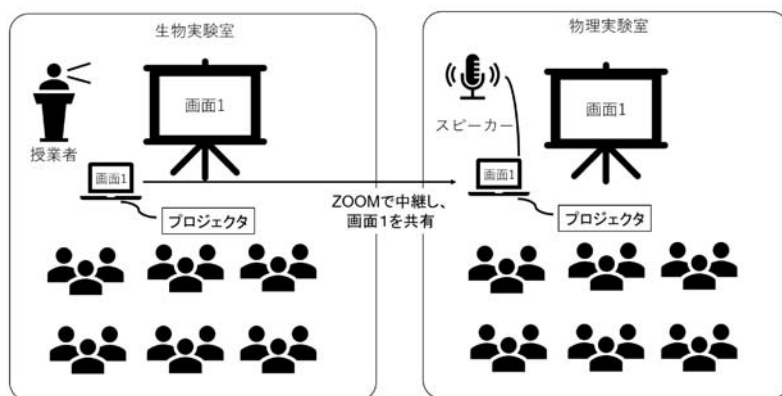


図3：授業方法の模式図

いては、実物を見ることで印象に残る内容にできると考えているため、今後は昆虫標本を活用することで対面での実施が可能となるかもしれない。

2.4 地質学分野

地質分野の授業は2限分設定されているため、3時間分の学習内容に相当する課題を提示した。なお、課題は、4月の小学校理科の授業の開始に合わせて作成し、課題内容は書面で提示だけでなく、出題意図を学生へ確実に伝えるため、説明動画の作成と配信も合わせて実施した。さらに、合理的配慮を必要とする学生の受講状況も踏まえて、全員一律、前期の授業が終わる8月10日（火）を提出期限とし、学生の都合が良い時にいつでも課題に取り組める環境を用意した。また、電子メールでの提出では、提出物の取りまとめ作業が、かなり煩雑なものになるため、紙媒体での提出を求めることにした。また、期日内であれば、いつでも提出できるよう、研究室前に常に提出用のボックスを設置した。なお、受講生全員に提示した課題内容は、以下の通りである。

次の文章を読み、下の課題1と課題2に取り組んでください。なお、本課題は小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編と小学校理科の教科書（たのしい理科6年 大日本図書）を入手していることを前提としております（小学校学習指導要領は文部科学省のWebsiteから入手可能）。また、他人のレポートを写した形跡のあるものはカンニング行為と同じとみなします。不明な点などあれば、LACSのメッセージ機能を用いて、担当教員（隅田）に連絡してください。

地学の地質分野の内容は、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編では、(4)土地のつくりと変化（89～91頁）に書かれています。また、小学校6年生の理科の教科書（たのしい理科6年 大日本図書）では、8章の土地のつくりと変化（124～147頁）に書かれています。

課題1：この小学校学習指導要領では「多面的に調べる活動」という記述が、少なくとも5箇所あります。では、この多面的に調べる活動では、個々の活動にどのような一面性があり、それらを組み合わせ多面的にしていくことで、どのようなものの見方を養うことができ、また、ある物事に対して、どのような深い理解を得ることができるのか。単純に、指導要領や教科書に書かれていることを記述するのではなく、教科書で取り扱われている内容（事例）を踏まえて、自分で調べたこと、考えたことを中心に記述してください（A4用紙1枚以内）。

課題2：さらに、小学校学習指導要領の91頁の中段あたりには、「児童が土地のつくりや変化について実際に観察する機会を持つようにする」という記述があります。では、具体的に、あなたが小学校6年生の理科の教科書（たのしい理科6年 大日本図書）に書かれている観察を実践するならば、どこで、どのように実践することが可能か。実際に地層を観察してみたり、博物館を訪れてみたりして、教科書に書かれている「観察」を実践し、その内容と結果をレポートとして提出してください。なお、教科書には、2つの観察（126と135頁）と1つの実験（133頁）に関する内容が書かれています。これらのうちの1つを実践してください。単純に、教科書に書かれている「結果」をそのまま記述することのないよう、自分で実際に調べた内容と結果をレポートにまとめてください。

提出方法：A4サイズの内紙に手書き、もしくはプリントアウトしたものを教育学部棟

本館4階413の研究室(隅田)に設置している「小学校理科(地質分野)」のレポート入れに提出する。メール提出ではありません。提出期限:8月10日(火)17時00分(特別な理由がない限り、この期日を過ぎたものは、受け取りません)。

これまでの小学校理科の授業では、地球の歴史と地質年代をテーマとした講義と演習を行っており、正直、これらは対面で授業を実施しなくとも、講義を動画にして流し、各自、自宅で演習をこなし、それを郵送で提出するというで十分に対応可能と思われた。しかし、これまでの小学校理科の授業を通して確認できたことは、小学校の教員免許を取得することを目的としたコースに在籍しているにも関わらず、多くの学生が小学校の理科の教科書を自前で揃えておらず、見たことも、読んだこともない部分はあって当たり前という現実であった。これは、おそらく教育学部の実情を知らない一般社会の人々にとっては驚愕の事実であり、教育学部自体の教育システムの問題、そして学生の意識の問題の両方に起因するのであろう。そこで、2021年度からは、これまでの授業内容を一新し、学習指導要領、また小学校の理科の教科書に即した課題を設定し、それを自らの力で取り組んでもらうことにした。特に、課題1では、指導要領に書かれている抽象的な表現、ここでは「多面的」という用語に注目し、何をもって多面的、さらに何が多面的と言えるのか、これらについて実践的な課題を通して考えてもらうことにした。また、課題2では、課題1を踏まえて、各自、大日本図書の理科の教科書に書かれた地層の形成過程に関する観察と実験のひとつを実施しレポートとしてまとめることを求めた。

レポートは、狙い通り、ほぼ全員が期日通りに提出した。指導要領に書かれた「多面的」という用語の考察については、自分で思考することなく単純に指導要領に書かれていることをまとめただけのものもあったが、課題の出題意図を理解した上での、課題に取り組む姿勢の「ゆるみ」なのか、出題意図が理解できない上での「こなすだけ」であったかは不明であり、今後の課題として残された。一方で、地層の形成に関する実験観察は、比較的、出題意図が明確に伝わったと思われ、自宅で実験観察が可能なペットボトル等を用いた堆積実験と観察を選んだ学生が最も多く、実験のプロセスから結果まで、科学的な思考に基づいたレポートが多く見られた。これまでの小学校理科の対面授業でも同じであるが、受講者が大人数であればあるほど、個々人がどのような意欲で、どのような理解ができたかを把握することは困難になる。ただし、教科の内容に関する教育が重視されることのない、現在の教員養成系の教育学部では、あえて、それを改善する取り組みは必要でないであろう。しかし、科学教育に強い人材の育成、さらに、学生の個人の才能や、やる気を伸ばしながら、真の意味で、社会で活躍できる人材や教師の育成を行うならば、特に地質分野の内容に関しては、目が行き届く範囲内での授業(10名程度)の実施が望ましいと考える。今後、教育学部の教育システムが現場主義から、より多様な人材や教科の内容に強い教師の育成へ、社会的な流れが変化していくことを期待する。

2.5 天文学分野

天文学分野は、太陽の動きなどを通じて気象分野とも関連が深い。そのため、全2回分の授業のうち、気象に関係した授業を1回分と、天文に関係した授業を1回分を行っている。2021年度に行った授業の概要は以下である。

気象に関係した授業では、講義を中心とした授業を行った。講義が中心なので、Zoom

を用いてリアルタイムに行なった。太陽の動きと気温や季節の変化、風や雲や雨のしくみ、日本の四季や西から変わる天気などについて要点を解説した。ただし、授業中に行う演示実験（ペットボトルで雲を作る実験）に関しては、講師が事前に動画で撮影しておいたものを見てもらった。成績は、授業の振り返りの小レポートと、講義内容に関連した気象分野の基礎知識を確認する小テストによって判定した。小レポートの提出と、小テストにはLACSを用いた。

天文に関係した授業では、演習を中心とした授業を行った。演習が中心なので、各自のペースで行えるオンデマンド教材を準備した。教材として、演習で用いるPCソフトのインストール方法や、その使用方法を解説した動画を作成してLACSに置いた。そのPCソフト（国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクト^①が配信しているMitaka）を用いて、地球から宇宙の果てまでの往復、月の公転や惑星表面の観察、恒星の日周運動や年周運動の観察などの演習を行なってもらった。成績は、演習の成果をまとめた小レポートと、演習内容に関連した天文分野の基礎知識を確認する小テストによって判定した。小レポートの提出と、小テストにはLACSを用いた。

Zoomを用いた気象の授業に関しては、教室で行う授業とほぼ同じようにできたと感じている。その際、演示実験は、今回行ったように事前に撮影しておく方法のほうが、当日に行う方法にくらべて、失敗がなく、画面上でも見やすかったと感じた。オンデマンドで行った天文の授業に関しては、当初、PCソフトのインストール方法や使用方法について、質問やトラブルの連絡が受講生から寄せられるのではないかと予想していた。しかし、受講生からトラブルなどの連絡はなく、演習を行った証となる小レポートがほとんどの学生から提出されていた。受講生が各自のペースで行えること、班単位に分かれた場合に講師が班ごとに同じ内容を繰り返し説明する必要がないことを考えると、演習を中心とした天文の授業に関しては、今後もオンデマンド授業がよいと感じた。

2.6 理科教育分野

「小学校理科」では、従来、受講生が理科教育分野の授業を3回受けることになっていた。この3回分の授業に対し、4つのテーマを設け、そのうち3つを受講生が班ごとに1週間に1つずつ取り組むようにしていた。この方針はそのままに、2020年度はコロナウイルス感染症対策のため、すべてオンラインで実施した。オンライン化に当たり、まず、4つのテーマを家庭でも取り組める課題とし、それぞれ文章等で説明した資料を用意した。その資料をLACSを使用して、受講生に提示した。受講生には、各自で課題に取り組み、後日LACSを使用してレポートを提出するように指示した。4つのテーマは、「①子どもの見方考え方」、「②授業の目標と構想」、「③植物」、「④天気」である。このうち、「①子どもの見方考え方」と「②授業の目標と構想」は非常勤講師が担当し、「③植物」と「④天気」は山田が担当した。「③植物」と「④天気」について、以下に詳述する。

「③植物」の課題では、小学校理科の「生命」領域における観察・実験でよく用いられている植物について理解し、教材研究を行うことを目的とした。具体的には、2つの質問を提示し、それについて調べて解答することを求めた。1つ目の質問は、「アサガオ、インゲンマメ、ツルレイシ、ヒマワリ、ホウセンカの植物体とその種子（もしくは果実）には、それぞれどのような特徴があるか」である。この質問については、図鑑等で調べるよ

うに指示した。従来の対面授業では、実際にアサガオ、インゲンマメ、ツルレイシ、ヒマワリ、ホウセンカなどの種子もしくは果実を観察させた上でスケッチさせていたが、オンライン化にあたり、図鑑等で調べさせるように変更した。受講生自身が図鑑等で調べることによって、各植物についての基礎的な知識を得ることはできたと推察されるが、やはり実物の種子や果実を観察してその色や手触りなどを捉える機会を設けることができれば、より深い学びにつながったのではないかと考えられる。2つ目の質問は、「アサガオ、インゲンマメ、ツルレイシ、ヒマワリ、ホウセンカは、それぞれ何学年のどの単元でどのように取り入れることができるか」である。この質問については、小学校学習指導要領、理科の教科書、教科書会社のウェブページに掲載されている資料等で調べるように指示した。従来は小学校学習指導要領、理科の教科書のみを参考にできる文献として提示していたが、コロナ禍で大学内の施設で理科の教科書を閲覧することが難しい状況であったため、2020年度は教科書会社のウェブページに掲載されている資料も活用できることを伝えることにした。教科書会社のウェブページに掲載されている資料には、例えば、年間指導計画や観点別評価規準などに関する資料があり、教材研究や授業づくりにおいて非常に有用である。このような資料を活用させることができたのはよかったのではないかと考える。

「④天気」の課題では、小学校理科の「地球」領域における学習内容の1つである天気について理解し、教材研究を行うことを目的とした。具体的には、3つの質問を提示し、それについて調べて解答することを求めた。1つ目の質問は、「レポート作成日時の現在地の雲の量と天気（晴れ、くもり、雨等）はどうか」である。この質問は、小学校第5学年の理科の教科書⁽²⁾にも掲載されている晴れとくもりの決め方を確認・実践させるもので、空全体の広さを10としたとき、雲の占める量が0～8のときは「晴れ」、9～10のときは「くもり」とすることを踏まえて、現在地の空を観察するように指示した。従来の対面授業では、実際に授業中に空を観察させていたため全員同じ観察結果であったが、オンライン授業に伴い、受講生がそれぞれの日時にそれぞれの場所で空を観察していたため、様々な観察結果が得られた。また、自主的にカメラで空の様子を記録して、レポートにその写真を添付している受講生もいた。理科の教科書にも雲をタブレットなどで記録する方法が記載されている⁽²⁾ので、この方法を受講生に実践させるのもよいと考えられる。2つ目の質問は、「レポート作成日時の東京、大阪、福岡の天気、気温、降水量、風向、風速、湿度、気圧はそれぞれどうなっているか」である。この質問については、気象庁のウェブページより、気象衛生の雲画像やアメダスのデータ、天気図等で調べるように指示した。従来は受講生に天気図を作成させていたが、小学校学習指導要領で児童に映像などの気象情報を活用させることが求められている⁽³⁾ことを踏まえると、今回の活動のほうが実際の指導に直接的に役立つとも考えられる。3つ目の質問は、「気象衛生の雲画像やアメダスのデータは、何学年のどの単元でどのように取り入れることができるか」である。この質問については、小学校学習指導要領、理科の教科書、教科書会社のウェブページに掲載されている資料等で調べるように指示した。「③植物」の課題の2つ目の質問と同様に、このような資料を活用させることができたのはよかったのではないかと考える。

改善の余地はあるものの、オンラインでも、以上のような課題を通して、小学校理科で扱う植物や天気に関する基礎的な知識を確認させ、教材研究・授業づくりを意図した初歩

的な活動を実践させることができたと考えられる。

3. まとめ

小学校理科の授業において、コロナ禍によって、実験・観察の対面実施が制限された場合のオンライン併用について、それぞれの分野からの授業実践例が報告された。実験器具の取り扱いや安全管理に関する修得など、対面実施が原則となる内容もある一方、教科を教えるための専門的知識の習得など、オンライン活用でその多くを代替できる内容もある。また、実験・観察を軸とする講義に対し、オンライン併用がもたらすメリット・デメリットも具体化された。メリットとしては、講義者の周到な授業準備により実験・観察の成否に関する不確定要素が軽減される事や、受講生が能動的に課題をこなすのに十分な時間を得た事があげられる。他方、視認性が重要な実験・観察結果に対する受講者の理解度がオンライン環境に依存する事や、講義者が受講者の理解度を対話により把握する機会が極端に少なくなる事は、ネガティブな教育効果を与えられられる。時代の求める授業形態に柔軟に対応しつつ、自然科学への理解に長けた教員を養成するためにも、これらの授業実践例を蓄積し、今後の授業実施に活かすことがのぞまれる。

参考文献

- (1) 国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクト：<https://4d2u.nao.ac.jp>（情報取得日 2021年8月20日）
- (2) 有馬朗人他（2020）『たのしい理科 5年』大日本図書
- (3) 文部科学省（2018）『小学校学習指導要領（平成29年告示）』東洋館

