

小学校理科専門科目における粒子領域のオンライン
活用教材の開発と実践

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-03-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅原, 雅浩, 三浦, 麻, 中田, 隆二 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/00028647

小学校理科専門科目における粒子領域のオンライン活用教材の開発と実践

福井大学教育学部 浅原 雅 浩

福井大学教育学部 三浦 麻

福井大学教育学部 中田 隆 二

福井大学教育学部では、初等教育コースの必修科目として「理科実験観察法」を開設している。小学校教員免許状取得のための教科に関する専門的事項対象科目であり、2コマ続きの授業である。小学校教員免許状の取得を目指す中等教育コースの学生等も選択できる科目であるため、毎年80名前後の学生が履修している。小学校理科の観察・実験技能および指導力を習得するための授業であり、例年、受講者全員対象の演習実験中心のパートと、エネルギー・粒子・生命・地球の4領域に分かれて各25名程度で行う実技を主とするパートで構成している。2020年度は、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対応のため、オンライン型授業での実施が求められた。本報では、粒子を柱とする領域に関する3回分の授業実践（①安全教育と実験の準備・②実験器具の使い方・③自宅で実験）について報告する。

キーワード：小学校, 理科, 教員養成, 粒子領域, 実験技能, Zoom, オンライン

1. はじめに

1999年、福井大学教育地域科学部（定員100名）に改組された際、小学校および中学校教員免許の2免許取得を卒業要件とし、小学校理科実験指導に強い教員養成を進めるため、小学校理科専門科目として実験実技およびその指導力を養成するための科目である「理科実験観察法」を必修科目とした。この授業を構成するにあたり、実験技能の修得には、ある程度の実技実施時間が必要と考え、2コマ続き2単位科目とし、全員が実験実技を体験的に学べる機会を設定することとした^{1,2}。この理念は、2016年に教育学部に改組された後も継承され、小学校教員免許の取得を卒業要件とする初等教育コースの学生60名については、必修科目として継続することとした。

この授業は、実験実技およびその指導上の留意点を体験的に学んでいく授業であるため、実験室において、実験器具や薬品等の教材を間近で見たり、扱ったりしながらその本質を捉えていく授業形態が望ましく、2019年度までは、実験室での対面指導型で行ってきた。小学校教員養成課程を持つ大学では、同様の考えのもと設計された授業科目は多数あり、様々な角度から分析がなされている³⁻⁸。

しかしながら、世界的な新型コロナウイルス感染症の蔓延から日本も（福井県も）逃れることができず、2020年4月以降、福井大学においても実験室での実験実習が必要不可欠の科目であっても、オンラインで行うほか選択肢のない状況となった。本報告では、小学校理科専門科目「理科実験観察法」の粒子領域の3回分の取り組みを取り上げ、Web学習指導管理ツール Google Classroom と Web 会議システム Zoom を併用したオンライン授業

について報告する。

2. 2019年度までの科目「理科実験観察法」における粒子領域（化学分野）の授業内容

小学校理科3～6年で学習する粒子領域の主な単元を表1に示した⁹。

表1 小学校理科「粒子」を柱とする領域の内容構成

	粒子を柱とする領域（化学分野）			
	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子の持つエネルギー
3年			物と重さ	
4年	空気と水の性質			金属、水、空気と温度
5年			物の溶け方	
6年		燃焼の仕組み	水溶液の性質	

理科実験観察法は、水曜日の3,4時間目（13:00～16:15、途中15分休憩を含む）に設定されており、粒子領域の内容は、3回の授業で構成している。授業内容を表2にまとめた。第1回目は、大教室での全員一斉授業であり、第2,3回目は、25名程度の小グループに分けての化学実験室での授業である。福井県が採用する小学校理科の教科書に沿うかたちで内容を構成し、与えられた3回計6コマ分の授業時間内に納められうる最大限の内容とした。

表2 2019年度までの「理科実験観察法」粒子領域の授業内容の構成

回	時間	内容
1回目	3時間目	3～6年教科書における粒子領域に該当あるいは関連内容の俯瞰と実験器具の確認
	4時間目	安全教育, デジタルコンテンツの紹介
2回目	3時間目	燃焼の仕組み1 (炎の性質および教科書内実験の確認)
	4時間目	燃焼の仕組み2 (実験器具の作成・組み立てと酸素の発生および確認)
3回目	3時間目	物の溶け方(教科書内実験操作の確認)
	4時間目	水溶液の性質(溶液の調製と酸塩基のマイクロスケール実験)

第1回目の1コマ目は、3年次に学習する粒子領域の内容から確認を始める。デジタル教科書でプレゼンテーションしながら、その活用にも触れつつ、学生は全員が購入済みの小学校理科の教科書¹⁰と照らし合わせながら授業を進めていく。この場面では、教科書に出てくる実験器具のほとんどを準備し、教科書に出てくる実験道具をクイズ形式で確認してもらう。実験器具は、実験内容毎のある程度のまとまりで、プラスチックケースにまとめて保管している。このプラスチックケースを教室内に分散し配置する。ケースの周りに着席した学生は、ケースの内容物を確認し、教員が指定した実験器具が入っていた場合は、その実験器具を高く差し上げることで、全員が実験器具の名称とかたちおよび使用する場面を確認していく。

第1回目の2コマ目は、福井大学教育学部教務学生委員会が編集し、医学部附属病院救急部が監修した「教育学部学生安全マニュアル」を基に、実験室における安全について、1つ1つ確認していく。一般的事項として、安全に対する心構え、火災の予防、消火器の種類と取り扱い、出火時の処置、通報と避難、地震対策(避難、家具等の転倒防止、ボンベ・薬品の保管など)と消防法、事故発生時の応急手当、電気事故の防止(感電関係を含む)について概説し、化学系実験における安全(実験室や実験台上の整理・整頓、火災予防、電気災害の防止、薬品中毒時の応急処置、薬品の分類と保管方法)について、詳しく説明する。理科全般の安全教育も含むため、野外活動における安全、子どもとの活動時の安全、傷害保険と賠償責任保険、AEDの使用方法などの救命救急に関する事項も簡単に紹介している。その他、インターネットを介して小学校理科授業に活用可能なデジタルコンテンツについても、一部紹介する。

第2回目の1コマ目の始めに、高層階(12階)に設置された化学実験室特有の注意事項(避難経路、はしご車の届く限界、スプリンクラー、緊急シャワー、実験室内での飲食禁止など)について説明し、続いて第3回目までに行っておく宿題について説明する。宿題は、①同一

の実験を行うチームの2または3名中の1人が、サンゴカイワレ(レッドキャベツ系のスプラウト)を1週間かけて簡易的に水耕栽培し、持参すること、②別の1名が、次回、身の回りの水溶液であって、その液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べてみたい水溶液を1種類持ってくることの2点である¹¹⁻¹⁴。その後、小学校6年理科「物の燃え方と空気」の単元で行う実験内容について、教科書を確認しながら、順に体験しながら再確認を行っていく。学生は、各実験の内容、実験器具の取り扱い方と操作、指導のポイントについて学習する。例えば、密閉された空間で、ろうそくが燃えた場合、その空間の酸素濃度の減少とともに、二酸化炭素濃度が高まっていき、燃焼を継続できなくなるまで酸素濃度が低下すると消えてしまう。この時、二酸化炭素が発生していることを石灰水または、気体検知管を用いて確認する。ここで石灰水および気体検知管の利用については、生命領域でも取り扱う。授業内容の重複を避け、効率的に小学校理科実験全体を本授業で扱うため、石灰水関連は本粒子領域で、気体検知管関連は生命領域の本授業で取り扱うこととしている。従って、ここでは、石灰水の作り方や性質についても取り扱う。

第2回目の2コマ目は、2または3人チームで道具づくりから始めて実験器具を組み立て、その組み立てた実験器具を用いて、酸素分子を発生させ、水上置換で収集した気体が酸素であることを火の付いた線香またはろうそくの炎、そして、スチールウールの燃焼で確認してもらう。ここでは、劇物である30%過酸化水素水の取り扱いや薄め方、二酸化マンガンの後処理を兼ねたる過操作など、主に小学校教員が行う可能性のある活動も行ってもらおう。更に、実験道具づくり体験としてゴム栓にコルクボーラーで穴を空けてもらう。このとき、力の入れ具合や角度などある程度のコツがあり、コツをつかむと感覚的な容易さが高まるが、力ずくで行うとかなり体力的にも消耗する活動である。受講学生約80名のうち、ゴム栓に穴を空けた経験のある者は、年間1名いるかいないかの程度である。この酸素発生実験については、約5年ごとの教科書改訂の度に、取り上げられ方が変わり、教科書から記載がなくなる時期もある。しかしながら、実験器具を自身で準備する数少ない経験の機会と考え、10年以上継続している内容である。

第3回目の1コマ目は、小学校5年理科「物の溶け方」の単元で行う実験内容について学習する。流れは、第2回目の1コマ目と同様である。

第3回目の2コマ目は、小学校6年理科「水溶液の性質と働き」の単元で行う実験内容について学習する。ここでは、特に、学校教員が、複数の水溶液を準備することを念頭に置き、溶液の薄め方や発展的内容として、pH(水素イオン指数)についても簡単に扱う。その後、栽培してきたサンゴカイワレを潰して少量の水で抽出した溶液¹¹⁻¹⁴、千切り紫キャベツを冷凍したのち解凍したも

のの搾り汁、リトマス試験紙、および万能 pH 試験紙を用いて水溶液の液性を調べる実験を行ってもらおう。この時、24 ウェルセルプレートを用いることで、試薬および廃液を少量化し、少ない道具で多くの種類の実験を比較しながら行うことのできる、通称、マイクロスケール実験^{11,14-16}形式を体験してもらおう。

なお、この授業における粒子領域の成績評価については、3回の授業で取り上げた実験を通じて習得した実技のうち、数分以内で実施可能な一連の実験操作をその操作の意味を試験官にのみ聞こえる声の大きさを説明してもらいながら行う個人実技試験で行っている。詳細は割愛する。

3. 2020年度「理科実験観察法」における粒子領域（化学分野）の実施形式と授業内容の検討

先に示した内容の大枠を変更することなく、オンライン授業¹⁷⁻¹⁹として構築することを短時間で迫られることになり、本報告の筆者でもある担当教員3人で検討を進めた。授業形態として、① Microsoft 社製 PowerPoint などのプレゼンテーション系ソフトウェアを用いて、説明音声入り資料を作成し、その視聴と課題に取り組んでもらう形式（ここでは、オンデマンド型とする）、②一定の説明資料や動画資料を提示し、それに関する課題に取り組んでもらう形式（ここでは、資料提示型とする）、③ Web 会議ツール Google Meet あるいは Zoom を使用した、同時双方向形式（ここでは、リアルタイム型とする）、そして、④大学の実験室に一同が会し、対面で実験実技授業を行う従来型（ここでは、対面型とする）が考えられる。なお、授業全体は、Web 学習指導管理ツール Google Classroom を用いた受講状況管理が可能な状況にある。

このうち、多人数が1教室に集まり、数人で協力しながら行う従来型の授業形態④対面型の選択はできない状況であった。また、約 80 名の受講者をおおよそ 10 名以下の少人数単位に分割して、大学の実験室にて対面型で行うことも検討したが、検討中に、このような形での開講も認められる状況ではなくなったため、④対面型での開講は断念した。しかしながら、実験器具や安全性に不安の少ない物品を送付したり、短時間大学に登学してもらい、自宅で実験を行うための必要となる物品を取りに来てもらったりすることについては、大学の了解が得られたので、3回の授業内容のうち1つを「自宅で実験」という形式で行ってもらおうことを計画することとした。この「自宅で実験」の内容も含めて、①～③の形式のうちどれかを選択するか、組み合わせで構築するかという選択が残ることになった。なお、実験道具を受講生全員に配布して、自宅でも実験を行ってもらおう形式については、地球領域（地学分野）でも採用され、実施された。

改めて、表2の内容について分析し、次のように設計を進めた。この結果について、表3にまとめた。

第1回目の内容については、内容構成を①一般的な学校安全に関する事項および実験・観察指導のための安全に関する事項の確認と考察、②小学校理科における粒子領域の内容の確認、および③小学校理科における実験の準備と操作（2,3回目から一部移行）とした。この内容であれば、資料提示型での対応が可能であると考えた。

表3 2020年度「理科実験観察法」粒子領域の授業内容の構成

回	形式	内容
1回目	②資料提示型	【安全教育と実験の計画】 ・安全教育：火災の予防、出火時の処置、地震対策、薬品、電気事故防止、緊急救命時の対応について検討する。 ・小学校4, 5, 6年理科から4種類の実験を提示し、1学級分の実験器具や薬品の準備を考える。
2回目	③リアルタイム型と②資料提示型の併用	③リアルタイム型 【実験操作で注意すべきこと】 ・実験器具の名称確認 ・実験器具の使い方（水の温め方・溶液の希釈方法・ろ過など） ・第3回「自宅で理科実験に挑戦！」の事前説明 ②資料提示型 【実験操作で注意すべきこと】 ・Webコンテンツを視聴し、9種類の実験器具の使い方または操作についてまとめる ・理科実験用カセットコンロの使い方について、各自Web上または教科書から資料を探し出し、使用手順と注意点をまとめる
3回目	②資料提示型	【自宅で理科実験に挑戦！】 ・実験①「サンプルとして渡された食塩は何g?」(小5:物の溶け方関連) ・実験②「サンゴカイワレを種から育てて、水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べよう!」(小6:水溶液の性質関連) ・実験③「ぶよぶよタマゴ??」(同上)

※第3回目の授業形式について、形式的に②資料提示型として分類したが、①～④の形式には収まらないとも考えている。

第2回目については、①実験器具の名称の確認（2019年度第1回目から移行）、②実験器具の使い方（水の温め方・溶液の希釈・ろ過など、一部、2019年度第3回から移行）、および③第3回目「自宅で実験に挑戦！」の事前説明とした。この内容については、3回のうち少なくとも1回は直接、実験操作について指導したいとも考えていたので、リアルタイム型で行うこととした。実験操作については、教科書会社や大学教育機関のHPに掲載されている動画教材の他、個人が作成したYouTube動画など、秀逸なオンラインビデオ教材が多数あり、これらの視聴のみで構成することも考えたが、実際の小学

校における実験場面での注意事項なども教授できることや第3回目の「自宅で実験に挑戦！」については、資料提示のみでなく、口頭での補足説明に加えて、質問もあるのではないかと考え、Zoom アプリを活用したりリアルタイム型での実施を選択した。

第3回目については、そもそもこの授業は実験実技について学ぶ科目であるため、たとえ、大学の実験室での実験実技が体験できなくても、粒子領域の理科実験に接することで、学部2年次以降に受講する「初等理科教育法」での理科授業づくりに関する授業や3年次に受講する附属義務教育学校前期課程での「主免教育実習」、更には、小学校教員就職後の理科授業の基礎となる経験を積んでほしいと考えていた。そこで、自宅でも比較的安全に実験を行うことが可能かつ、2019年度までに行っていた授業内容に可能な限り沿う内容を選択し、実際に行ってもらったこととした²⁰。選択した実験は、①「サンプルとして渡された食塩は何g?」、②「サンゴカイワレを種から育て、水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べよう!」¹¹⁻¹⁴、および③「ぶよぶよタマゴ??」²¹の3つである。③については、数日間の観察を含むもので、「水溶液の性質と働き」の単元の内容に関連した追加内容である。いずれも、小学生が理科の自由研究として取り上げることも可能な内容であり、理科実験に対する興味関心を育みながら、理科実験および自由研究(指導)の一端を実体験できる内容を選択できたと考えている。

4. 粒子領域のオンライン授業内容の詳細と分析

4-1. 第1回目実施内容の詳細

(1) 実験・観察を中心とした安全教育

福井大学教育学部の新入生には、入学時の説明および入学手続き資料とともに、「教育学部安全マニュアル」が配布され、このマニュアルを卒業時まで、できる限り携帯することを、本授業時を通じて周知している。約5年ごとに改定される救命救急に関する事項や薬品や火傷などへの対応も含まれており、卒業時まで対応可能な内容とするため、本学医学部附属病院救急部の医師にも確認して頂いているものである。この内容を修得してもらうため、本安全マニュアルを熟読してもらい、次の①～⑥の内容についてのレポート提出を求めた。

- ① マニュアルには、平素からの火災予防対策が複数取り上げられている。それぞれの項目がある理由について考える。
- ② 「出火の際の処置」他、全体を熟読し、各自で「初期発火」段階の場面設定を行い、学生という立場での措置の手順を箇条書きで分かりやすく記載する。さらに、措置の手順を考える際に、特に留意した点をまとめる。なお、場面設定は、自身で行うが、大学内での出来事に限定する。
- ③ 「地震対策」について、知るところを5行程度でま

とめる。

- ④ 薬品について、劇物と毒物の定義と保管方法を調べてまとめ、どちらがより、取扱いおよび管理上注意が必要か回答する。また、水酸化ナトリウムの粒状固体・濃塩酸・濃アンモニア水・30%過酸化水素水・3%過酸化水素水(オキシドール)・飽和食塩水および石灰水のうち、劇物を全て回答する。
- ⑤ 電気事故防止について複数取り上げられている。それぞれの項目がある理由について考える。
- ⑥ 安全マニュアル参照の上、学内で呼吸と心臓が止まった状態で倒れている人を見つけた時の対応についてまとめる。

(2) 小学校理科における「粒子を柱とする領域」の内容

指定した小学校3～6年理科の教科書²²を購入済みの学生とそうでない学生の混在した中での授業となったため、購入指定した教科書以外に、教科書出版社のホームページや文部科学省ホームページの小学校理科学習指導要領解説を紹介し、学年進行とともに積み上げられていく、学習内容や実験の関連性について、粒子領域の内容を中心に全体を眺めてもらう取り組みを指示した。なお、授業後の提出課題は課さなかった。

(3) 小学校理科における「粒子を柱とする領域」の実験の準備

授業を受ける側ではなく、授業を作り、準備する側の学習として、1学級分の実験教材の準備について考えてもらう内容を設定した。条件設定は、次のとおりである。「あなたは、各学年32人クラスの担任で、以下の4つの実験をそれぞれ4人1組で行ってもらう計画を立案中である。今、準備すべき実験器具や薬品をすべてそろえたので、まずは、それぞれについて表にまとめること。また、それぞれの準備物について注釈形式で、それぞれの数の根拠に加えて、器具であれば大きさや容量、薬品であればどのように薄めて、どのくらいの量を準備するのかも合わせて回答すること。課題は、4年「物の体積と温度」の単元から「空気の温度を変えて、体積の変わり方を調べる」、5年「物の溶け方」の単元から「水の量や温度を変えて、物が水にとける量を調べる」、6年「物の燃え方と空気」の単元から「ろうそくが燃える前と燃えた後の空気を調べる」、そして6年「水溶液の性質と働き」の単元から「金属にうすい塩酸や炭酸水を注ぐとどうなるか調べる」の4種類とし、レポート提出を求めた。

4-2. 第1回目実施内容の分析

安全マニュアル①については、日頃からの通路における障害物の除去や避難経路の確保、引火や発火の防止措置などの視点に気づいた記載が多数であった。②について、場面設定として、火を扱う実験中や理科実験中等が多く、その他として、調理実習中、家庭科室から、人気の無い資料室、コンセントから、たばこのポイ捨て、構

内での交通事故、大学祭の模擬店などが挙げられていた。理科室では、アルコールランプやガスバーナーからの引火事例が最も多く挙げられていた。発見後の対応については、マニュアルに記載された内容を参考とした回答がなされていた。③地震対策および⑤電気事故防止についてもマニュアルを参考として順序立てて対策が書かれていた。④に関して、例年、劇物と毒物のどちらが、より安全に配慮が必要なのかについて、口頭で質問している。このとき、大多数の学生が、劇物の方が毒物よりも安全配慮が必要であると答える傾向がある。今回、この質問は、授業形態から行うことができなかつたので、学生自身に調査した上で、回答してもらう形式を取ったところ、劇物と回答した者は、回答者 84 名中 9 名のみであり、89%の学生が、正しく「毒物」と回答した。但し、LD50(半数致死量)等の数値的根拠を挙げて回答していた者は、35人(42%)であった。④に示した薬品の分類は、劇物：水酸化ナトリウムの粒状固体・濃塩酸・濃アンモニア水・30%過酸化水素水、毒物：なし、その他：3%過酸化水素水(オキシドール)・飽和食塩水・石灰水である。前問正答者は、40人(48%)であった。誤答例として、4つの薬品のうち1つが含まれていないあるいは、オキシドールを加えているものが多数見受けられた。⑤については、火災、感電および怪我の観点からの分析が多かった。⑥については、マニュアルを熟読し、心肺蘇生措置、AEDの使用や助けを呼ぶなど、基本的な事項が押さえられていた。

次に、実験準備に関するレポート内容から気づいた、多くの学生に共通する点は、次の通りである。

- ・液体の単位として mL(ミリリットル)あるいは L(リットル)を使用する際、Lが大文字表記されていない。
- ・教員として実験の準備をする場合、そのレシピ内の表現が「適量」「大量」「相当量」「溶ける量」などの表現では、どれだけ準備する計画なのか不明。
- ・石灰水、うすい塩酸など記載はあるがどのようにして、どのくらいの量を準備するのか不明。
- ・8班分が使用する過不足のない量が記載されている場合が多いが、予備は必要なのか。

以上、8班が1授業時間内に実験を行う場合の教員の立場での準備に関する留意点について意識する機会としたが、実体験を伴わず、かつ、書面のみでの指示では、かなり難しい課題であったと考えられる。今後、臨場感を持って、模擬授業の準備や教育実習の準備に当たれるようになるための第一段階となることを期待している。

4-3. 第2回目実施内容の詳細

この回は、Web会議システム Zoom を用いて、化学実験室から中継する形で行った。

(1) 実験器具の名称の確認

このパートは、三角フラスコ、ろうと台、試験管立て、ビーカー、メスシリンダー、駒込ピペット、安全メガネ

(保護メガネ)、燃焼さじ、アルコールランプ、ろうとなど、10種類の実験器具を順に中継し、Zoomのチャット機能を活用し、名称が分かたらホスト(教員)にのみ送ってもらうこととした。器具を見せる時間とチャットに回答する時間合わせて1分程度で設定し、その後、正解を口頭で発表する形で、およそ15分間程度で行った。

(2) 実験器具の使い方

○いろいろな器具を使って水を温める

「アルコールランプ」の使い方の復習と2020年度から使用する小学校理科の教科書から本格的な記載となった「理科実験用カセットコンロ」の使い方について取り上げた。特に、教員の立場として、器具の準備、操作の意味、安全の視点や安全点検事項を中心に解説を交えながら、実際の操作を中継した。

○約30%の過酸化水素水を5倍希釈する、約35%の濃塩酸を約5%の希塩酸にすすめる

1学級の授業1コマでどの程度の量を使用するのか、その時、どの程度の余分の量を用意しておく、実験時間中に追加の試料調製を行うことなく、かつ、必要以上の未使用試料を調製することがなく準備できるかについて説明した。次に、それぞれのケースにおいて、一定量の溶液を調製する際の原液と水の量について、計算してもらい、できた順に、先ほどと同様、チャットで解答を送ってもらった。その後、小学校理科で使用する薬品の濃度は、定量的な扱いを行わなければならない実験がないため、メスシリンダーなどの厳密な量の扱いを行わなくてもよい器具を用いて試料調製を行えばよいことを伝えた後、メスシリンダーと三角フラスコを使用した実際の操作をオンライン中継した。

○再結晶した固体をろ過する

ここでは、市販の木製ろうと台は、3つの部分に分割して保管できること、ろ紙の折り方、ろうと、ろうと台およびろ液を回収するときのピーカーの配置の関係などについて、復習してもらった。小学校理科においてろ過操作の機会は比較的多いため、指導者として、注意するポイントを身に付けてもらいたいと考えた。

(3) 第3回目「自宅で実験に挑戦！」の事前説明

3つの実験を安全かつ円滑に行う上で必要となる注意事項について説明した。詳しい資料については、第3回目のClassroomに掲示した。

○実験① 配布された試料(食塩)は、何g?

この実験は、小5単元「物の溶け方」の学習内容を活用して調べることがポイントである。自宅で実験するうえで、次の2点を考慮するよう指示した。①自宅にある道具や溶解度表などを使って、工夫を凝らして、食塩の重さを報告する。②解に至るまでの過程(工夫や思考を含む)をレポートにまとめる。

○実験② サンゴカイワレを種から育てて、水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べよう!

この実験は、小6単元「水溶液の性質」の学習内容に

関連していることを意識しながら行ってもらうことがポイントである。自宅で実験するうえで、次の2点を考慮するよう指示した。①約1週間カイワレを育てる記録を付け、観察日記を提出する。②育てたカイワレで指示薬を作り、身の周りの水溶液の液性を調べて報告する。

この実験の成否は、カイワレをうまく育てられるかどうかにかかっている。毎日、水替えを行うことが成功の秘訣であり、忘れるとカビが生えたり、発育不良になったりすることについて特に注意を与えた。

○実験③ ぶよぶよタマゴ ???

この実験も、小6単元「水溶液の性質」の学習内容に関連していることを意識しながら行ってもらうことがポイントである。自宅で実験するうえで、次の2点を考慮するよう指示した。①生タマゴを食酢に完全に浸漬して、約1週間保ち、観察日記を付けて提出する。②約1週間観察した後、慎重に取り出し、タマゴの変化や様子、特性などを考察し、報告する。

この実験では、①市販の食酢をそのまま使用するため、そのまま室内に実験容器を開放状態で放置すると食酢の特徴的な臭いが、室内に広がってしまうこと、②実験を進めていくと、ある物理現象によりタマゴが一回り大きくなるので、容器の選択には注意が必要なことなどについて説明した。

実験②、③については、1週間程度の観察事項を含んでいるため、定期的な写真撮影を行っておくことも併せて伝達した。

以上の内容について、約90分1コマ分で実施し、もう1コマ分については、一般公開されているWeb上のコンテンツを活用し、「実験器具の使い方」について再度復習することとした。課題は次の2点である。

課題1 大日本図書の「新版理科の世界 Webコンテンツ」(URLを指定)に接続し、実験の基本操作や安全に関する映像資料を視聴して、各操作等で注意すべき内容をまとめる。自身で調べたことも含めてよい。図など入れてもよいが、1項目当たりA4判約半ページで作成すること。対象コンテンツは、(1)電子てんびんの使い方、(2)上皿てんびんの使い方、(3)メスシリンダーの使い方、(4)駒込ピペットの使い方、(5)気体の集め方(水上置換法)、(6)ろ過、(7)ガスバーナーの使い方、(8)アルコールランプの使い方、(9)試験管の加熱(液体の加熱のしかた)とする。

課題2 「理科実験用ガスコンロの使い方」について再確認し、その手順や注意点をまとめる。各自、参考とした資料について、必ず正確に示すこと。A4判半ページを超えないこととし、図表の利用は可とするが、課題1と合わせて全5ページとする。

4.4. 第2回目実施内容の分析

リアルタイム型の授業後コメントのうち、代表的なものを以下に示す。

(1) 実験器具の名称について

- ・小学校や中学校の時に、テストの度にあれだけ頑張っ
て覚えていたはずにもかかわらず、意外と思ひ浮かば
ない実験器具もあった。
- ・いろんな理科実験を見たのは、中学生ぶりだったので、
いろいろ忘れてしまっていました。
- ・実験器具の名前を当てるクイズでは、答えるときに一
瞬詰まってしまったものや答えが分からなかったもの
があり、少し悔しかったですが、クイズ形式は楽しく
感じました。
- ・小学生や中学生の時に使った実験器具の名前を意外と
覚えていました。
- ・子どもたちにも、今回の名称クイズのように器具の名
前を覚えてもらったなら、楽しく、そして記憶に残って
覚えてもらえるのではないかと思います。

(2) 実験器具の操作・溶液の薄め方について

- ・アルコールランプは小学校でしか使った記憶がなかつ
たので、改めて使い方を理解した。
- ・アルコールランプの実験や溶液の薄め方も、リアルタ
イムで見ることができてとてもわかりやすかったで
す。実際に実験するときは、先生の机にみんなが集ま
って見ることも多く、後ろの方の人は良く見えなかつ
たという事態も多々あるので、Zoomを使った実験は、
近くで見えるという点ではとても良い方法だと思いま
した。
- ・私が小学生の時はガスコンロを1回も実験で使用した
ことがありませんでした。なので、ガスコンロで実験
をするというのに少し新鮮さを感じました。
- ・理科実験用ガスコンロとアルコールランプの火の様子
が違って面白かったし、理科実験用ガスコンロの使い
方も分かりました。
- ・漏斗の使い方自体は覚えていましたが、なぜそうしな
いといけないかという理由自体は忘れていたのでこう
いうところは生徒からも質問が出ると思うので、復習
しておきたいです。
- ・ろうとの使い方、ガラス棒のろ紙のあて方について、
教師は必ず知っておかなければならないことなので、
しっかり覚えておきたいと思った。
- ・授業の中で、先生が生徒に実験のやり方を教える時に
は、繰り返してやり方や使い方を教えることが大事だ
とおっしゃっていたので、教師になった時に意識して
いこうと思った。
- ・薄い液に濃い液をいれるなど、自分が忘れていたこと
も思い出せてとても自分にとって価値のある授業にな
りました。
- ・希釈液を作る時の計算が遅くなっているのを復習しな
ければいけないと思った。
- ・実験で使うものを作る点においては細かな数値までは
考えず、きっちり100mL作らなくていい、という点
は驚いたが納得もした。

(3) Zoom を用いたリアルタイム型授業について

- ・こうしたオンライン授業のため、理解がしにくい場合があるが、カメラを使って少しでも様子を確認しながら授業を聞いたので良かった。また、チャットを利用することで臆せず質問できたため、私にとっては良い点もあった。しかし、できるならやはり実際に自分で器具を使用しながら行うことができたうれしかったと思う。
- ・実験の様子ですが、先生の画面が小さく、また揺れるので見にくく、注視すると画面に酔ってしまいます。
- ・本日の授業は音声聞き取りにくいところがあったので次回以降 Zoom を使って授業をするのであれば、今回のようにチャットを活用していただけるとありがたい。

Zoom を用いて行った授業に対する評価に相当するコメントも複数あった。チャットを利用したクイズ形式の実験器具名称の紹介、実験操作のポイントを授業者がカメラでアップ表示することでの理解度の上昇、一人ひとりに語りかけられていると捉えられる場面があること、わからない点をチャットで臆することなく質問できることなど、利点として挙げられた部分もあれば、画面が見づらい、音声途切れる、実際の操作ができない等の不利な点も挙げられ、Zoom を用いた実験系の授業における留意点が明確となった。

提出されたレポートを見ると、課題1については、実験の基本操作や安全に関して1分程度に編集された映像資料の中で提示される操作手順や注意点を、画像も貼りこみながらそのまま記述したものが多かった。なかには、指定した URL 以外の教科書会社の HP 等、他の資料も参考にして、実験操作上特に注意すべき点についてより詳しく記述したものも見られた。課題2についても、教科書会社等の HP の掲載内容に基づいて、その手順や注意点が記述されていた。レポートの感想文を読むと、各自が小・中学生だった頃に体験した実験の様子を思い出しながら、器具の正しい使い方や操作手順を再確認する良い機会になったこと、そして自分たちが学校教員として教える立場になった時にも、今回のように Web 上の様々な情報を授業時の児童の活動に対する指導・助言に有効に活用したい、といった記述が見られた。理科実験においては、視覚も含めて嗅覚、触覚など感覚的な体験や、そういった感覚と知識に基づいての危険の回避など、実際に体験しないと理解・認識できないこともあるので、対面授業での学習の重要性はいうまでもない。しかしながら、限られた授業時間内での学習に留まらず、受講生の自主的な学びを促し、より効率的な学習成果を求めるためには、今回のようなオンラインを利用した授業や課題の効果について、改めて認識できたと考えている。

4.5. 第3回目実施内容の詳細

この回は、自宅実験が主な内容であり、第2回リアルタイム型の授業で指示した内容に加えて、より詳細な資

料を提示し、課題に取り組んでもらった。配布資料は、図1-3のとおりである。

レポートでは、①3つの実験は、少し長めの観察を伴っていること。②経過や実験の様子など写真に撮って、分かりやすいレポートを完成させること。③実験中自ら楽しむ感動と小学校理科の視点を忘れないことに留意し、最後に、今回の実験の感想を200字程度で記載することおよび、レポート全体で、3ページ以上4ページ以内で作成することなど指示した。

自宅で実験するにあたり、粒子領域第1回目の約10日前迄に、実験試料の一部を受講者に配布することとした。受領方法については、①大学実験室にて受領する、または、②郵送にて受領する、のどちらかを選択してもらったが、おおよそ県外や福井県嶺南地域など大学から遠方に居住している受講者を除き、①を推奨とした。なお、受領する際、いわゆる3密（換気の悪い密閉空間・多数が集まる密集場所・間近で会話や発声をする密接場面）を避けるため、単位時間あたりの登学人数をしばったり、受け取り会場を分けたりするなど、受講者同士の物理的な接触をできる限り最小限になるように配慮した。長3号封筒に入れて配布した実験用配布物を図4に示した。封筒での配布物は、食塩10g入りチャック袋、サンゴカイワレの種が入ったチャック袋（この袋は、pH指示薬作成時に再利用する）、サンゴカイワレから作成するpH指示薬を扱うためのスポイト、おおよそのpH値を判断するための指標表の以上4点である。

2020 理科実験観察法 第9回 粒子3（自宅で理科実験に挑戦！）

実験①【小5理科】配布された試料(食塩)は、何g? ←単元「物の溶け方」との関連に留意

1. 自宅にある道具や溶解度表などを使って、何とかして、食塩の量を報告する。
2. 解に至るまでの過程（工夫や思考を含む）をレポートにまとめる。

粒子実験キットの中に、白い粉（顕微鏡や虫めがねで観察すると無色の結晶）が、チャック袋に入っていたかと思えます。この粒子は、「食塩」です。「塩」とは呼びませんのでご注意ください！一般的に「塩」とは、酸と塩基の反応から生じる化合物のことを意味します。

例えば、 $\text{HCl aq. (塩酸)} + \text{NaOH (水酸化ナトリウム)} \rightarrow \text{NaCl (塩化ナトリウム)} + \text{食べられる塩}$ ということ、 $\text{食塩} + \text{H}_2\text{O (水)}$

この実験の目的は、**小学校5年理科「物の溶け方」**の学習を自宅にある道具を使って行ってもらうこと。何を使っても構いませんので、小学校5年理科「物の溶け方」の学習目的を達成するための実験を行います。この袋に入っている食塩の量を求めて下さい。

自宅にはかりがあれば、量ってもらってもよいですが、必ず、小学校5年理科「物の溶け方」の学習目的を達成できていることを示したレポートにまとめて下さい。

実験の様子や思考過程が分かるように、適宜、写真など撮ったり、参考文献をインターネットなどから引用したりしながら、A4版用紙1枚程度のレポートにまとめて下さい。出典の記載を忘れないこと。

実験②【小6理科】サンゴカイワレを種から育てて、水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べよう！ ←単元「水溶液の性質と働き」との関連に留意

1. 約1週間カイワレを育てる記録を付け、観察日記を提出する。
2. 育てたカイワレで指示薬を作り、身の周りの水溶液の液性を調べて報告する。

もう1点同封されている試料は、サンゴカイワレの種子です。水栽培で、約1週間掛けて育てた後、成長したサンゴカイワレを用いて、身の周りの溶液の酸性・中性・アルカリ性などの液性を調べてみましょう。

①育て方（指示薬として使用するまで、極力、日光には当てないこと！）

- ・直径5～10 cm 程度かつ高さ2～15 cm 程度の廃棄可能な容器を用意する。例えば、牛乳パック・肉・魚などのトレイ・大きめの紙コップ・プラコップなど。
- ・この容器の底に、キッチンペーパー1枚または、ティッシュペーパー2枚程度を折りたたみ、敷き詰める。
- ・この上に、サンゴカイワレの種子を置く。
- ・種子が浸かりきらない程度の水を入れて、光の当たらない場所に置いておく。(写真撮影)
- ・丸1日程度経過した時間に、写真に撮り、水替えを行う。なまめに水を流し出す。再度新しい水を、種子が浸かりきらない程度に入れ直す。
- ・この操作を毎日繰り返し、1日おきの写真撮影と水替えを1週間程度続ける。

図1 自宅で理科実験に挑戦！配布資料1/3

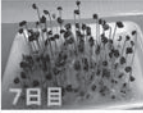
- 1日に最低1回は、水替えを行うこと。忘れると、カビが生え、菌数が進行し、育たないどころか、悪臭を放ちます!!
- ・7~10 cm 程度に成長したら、水溶液の液性を調べる実験に使用可能である。
- 
- ②調べたい水溶液の準備
- ・液性を調べてみたい水溶液を3つ程度用意しておく。
(水溶液のみが対象。アルカリ性水溶液は身の周りに少ない。是非見つけてほしい)
- ③成長したサンゴカイワレで、指示薬を作る
- ・紫色に成長したカイワレを選び、元々種子が入っていたチャック袋に入れる。できるだけ指で押しつぶして、ペースト状にしていく。別の道具で押しつぶしてもよいが、袋が破れないように注意すること。
 - ・付属のスプイトに1mL程度水を取り、ペースト状のカイワレと混ぜることで、酸性・アルカリ性を調べる指示薬が完成する。
- ④サンゴカイワレ指示薬で水溶液の液性を調べる
- ・用意した3つ程度の液を、ラップなどの上にそれぞれ1~2滴程度、お互いに混じり合わないよう間隔を空けて、薄くしておく。
 - ・この液それぞれに、サンゴカイワレ指示薬を、スプイトを用いて1~2滴ずつ加えていき、色の変化を確認する。
 - ・付属の色見本と比べて、おおよそのpH値と色を記録する。(pH1 強酸性~7 中性~14 強アルカリ性、液面に着色していくので、観察する(写真を撮る)スピード感が大切)



図4 受講者への実験用配付物

観察日記とともに、実験の様子や思考過程が分かるように、適宜、写真など撮ったり、参考文献をインターネットなどから引用したりしながら、A4版用紙1枚程度のレポートにまとめて下さい。出典の記載を忘れないこと。

実験③【小6理科】ぶよぶよタマゴ ??? 一單元「水溶液の性質と働き」との関連に留意

1. タマゴを食酢に完全に浸漬して、約1週間保ち、観察日記を付けて提出する。
2. 約1週間観察した後、慎重に取り出し、タマゴの変化や様子、特性などを考察し、報告する。

用意するもの

- 新鮮な生タマゴ 1個 ・ 生タマゴの1.5倍くらいの大きさの透明コップ 1個
- 食酢 タマゴが完全に浸漬してしまう程度の体積 (200~300 mL程度でしょうか?)
- ラップ 約1週間観察を続けるので、食酢におおひの拡散を防ぐためにコップの覆いとして使ってもよい。

図2 自宅で理科実験に挑戦! 配布資料2/3

実験操作

- ① 大きめのコップに殻付きのまま生タマゴを入れ、タマゴがかぶるくらいの食酢を費液に入れる。
- ② タマゴから泡が出て、日に日にふくれていく。約1週間その状態を保ち、写真に撮るなどしながら、観察と記録を継続する。



出典 後藤重英等「子どもにウケる科学手品77」、講談社ブルーバックス (1999)。

観察日記とともに、実験の様子や思考過程が分かるように、適宜、写真など撮ったり、参考文献をインターネットなどから引用したりしながら考察し、A4版用紙1枚程度のレポートにまとめて下さい。出典の記載を忘れないこと。
自分なりの問を立てて、実験的に調べたり、インターネットで調べたりしたことを元に、しっかりと考察して下さい。

3つの実験は、少し長めの観察を伴っています。経過や実験の様子など写真に撮って、分かりやすいレポートを完成させて下さい。その際、自ら楽しむ感動と小学校理科の視点を忘れないで下さい。最後に、今回の実験の感想を200字程度で記載して下さい。レポート全体で、3ページ以上4ページ以内で作成して下さい。

(実験上の注意)

- ・実験中は、気を抜かない。できるだけメガネを掛けて行う。
- ・手に付いたり、目に入ったりしたら、しっかりと水洗いする。
- ・実験廃棄物は、自身の居住市区町村のルールに従い、廃棄する。
(例) 調べたい水溶液や食酢など液体部分は、水道に流す。流せないものを実験に使用しない。
(例) 固体は、生ゴミと燃えないゴミに分別し、廃棄する。
- ・「種子」の実験用配布物は、総て、各自で処分すること。返品しないこと。
- ・大学からの追加の薬品や器具は一切ありません。与えられた分量と各自で準備できるもの、そして、各自が持つ知識、あるいは、自分で調べて得た知識を駆使して、実験とその考察に取り組んで下さい。例えば、レッドカイワレ栽培に失敗したらどうしますか? 何か代わりとなるものが手に入るでしょうか? お漬した食塩を1回分と考えると実験は1回しかできないのでしょうか? あるもの、あるいは、安価で入手可能なもので工夫して実験を行う(目的を達成する)ことも大切なスキルです。
- ・安全が第一ですが、色々な試行錯誤的な実験にも取り組んでみましょう。

図3 自宅で理科実験に挑戦! 配布資料3/3

4-6. 第3回目内容の実施結果の分析

実験①について、食塩の溶解度に関する知見に基づく実験から導かれた回答が37件(51%)、質量保存の法則に関する知見に基づく実験から導かれた回答が32件(44%)、その他が4件(5%)であった。なお、溶解度に関する知見を基にした実験計画を断念した回答が6件あった。

実験②について、栽培期間が不明または、観察日記の記載が見られないレポートが27件(37%)、写真や記述内容からサンゴカイワレの発育不良が認められたものが12件(16%)、良好な発育後放置により枯らしてしまったものが1件あった。この結果から、栽培したサンゴカイワレを用いて、水溶液の液性を調べることができなかった事例は、7日間良好に栽培した後、放置により枯らしてしまった1件のみであった。また、液性を調べる実験結果と事前配布したpHの色見本との比較により、定性的にpH値を読み取った結果を数値として記載されていたものが54件(74%)に達している一方で、実験課題の題目に「水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)を調べよう!」と記載されているにもかかわらず、酸性・中性・アルカリ性などの言葉を使用して、準備した水溶液の液性について述べていないものが21件(29%)あった。なお、受講者の準備した主な水溶液を表4に示した。

表4 受講者の準備した水溶液とその液性

液性	内容
酸性	食酢, 料理酒, レモン汁, リンゴ酢, リンゴジュース, 天つゆ, 雨水など
中性	食塩水, 化粧水, 虫刺され薬, 水道水, 砂糖水, 緑茶など
アルカリ性	台所用洗剤, 台所用漂白剤, 重曹水, セスキソーダ水, カビ取り剤, 鉱泉水など

実験③について、観察日記が記載されていない回答が10件(14%)ある一方で、10日以上(最長14日間)観察を継続した回答が7件(10%)あった。

受講後に受講生から提出されたレポートの内容から判断して、小学校理科に記載されている各単元のねらいを

理解した上で、各実験の目的を意識して取り組んでいる学生とそうでない学生が見受けられた。また、通常の対面型授業であれば、グループ活動で実験を行い、自分ひとりでは気がつかないところも、他の意見によって自身の考え方の修正が可能になり、活動の中での気づきが得られるところだが、今回は自宅実験ということで、多くの学生が、コロナ禍の戸惑いの中、他の学生に頼らず、各自工夫を凝らしながらなんとか3つの実験をやり遂げていたのは、評価できる点である。しかし、オンライン授業、特に実験作業では、事後の細かいフィードバックが不足しがちとなり、大学1年生にとっては、指導が行き届かないことが課題となるだろう。

5. まとめ

本報告では、小学校教員養成課程における理科に関する専門教育科目であって、観察実験の実技を伴う科目について、新型コロナウイルス感染症対策のため、例年行ってきた対面型授業をオンライン授業に置き換えて行った実践事例を紹介した。授業形態として、1回目は資料提示型で課題に取り組んでもらう形式、2回目はWeb会議システム Zoom を活用したリアルタイム型で双方向での交流を含む形式とし、3回目は前2回を踏まえ、各自が自宅にて実験課題に取り組み、実験レポートとして仕上げる形式を採用し実施した。受講者からは、大学の実験室での通常の実験実技実習型授業を望む声も多数あったが、今回の3つのタイプのオンライン授業であっても部分的ではあるが学習効果を感じている感想文もあった。次年度以降も本授業は、理科実験実技指導に強い小学校教員養成の基盤となる授業であるため、今年度の取り組み経験を生かして、新しい実験授業科目の開発に取り組んでいきたい。

6. 謝辞

本報告は、2020年度「理科実験観察法」受講者の協力の下、取り組んできた内容をまとめたものである。講義担当者もおそらく受講した学生も手探りでの授業であった中、最後まで受講し、取り組んでくれたことに対し感謝申し上げる。

また、オンライン授業を展開するにあたり、様々な情報を提供頂いた本学部の教育課程委員会委員の方々、教務課担当職員の方々、全学遠隔授業WGの皆様に感謝いたします。

7. 引用文献

- 1) 石井恭子・山田吉英, 小学校教員養成課程における「理科実験観察法(物理)」授業づくりの試み, 福井大学教育実践研究, 35巻, pp.31-42 (2011).
- 2) 石井恭子・山田吉英・浅原雅浩・大山利夫・栗原一嘉・中田隆二・前田柘夫・山本博文, 教科教育と教科専門の協働による授業『理科実験観察法』の実践と評価, 福井大学教育実践研究, 36巻, pp.64-74 (2012).
- 3) 東崎健一・砂田淳二・草刈英栄・山中照子・友成明久・越沼征勝・内海俊策・鈴木健二・鈴木彰・畑中恒夫・石川秀雄・内田正男・井出耕一郎・貫井正納, 小学校教員養成課程の全学生を対象にした基礎理科実験の試行, 千葉大学教育学部研究紀要, 34巻(第2部), pp.1-22 (1985).
- 4) 寺田光宏・田中一宏, 小学校教員志望学生の理科学習指導に関する資質の実態—物理・化学における実験を中心に—, 岐阜聖徳学園大学教育実践科学研究センター紀要, 8巻, pp.39-50 (2008).
- 5) 中井均・坂田有紀子・山森美穂・山本安夫, 全員必修の理科実験観察を柱にした初等教育学科の理科教育, 日本理科教育学会全国大会要項, 59巻, p35 (2009).
- 6) 川村寿郎・池山剛・石澤公明・猿渡英之・高田淑子・玉木洋一・千葉芳明・福田善之・内山哲治・菅原敏・出口竜作・棟方有宗, 小学校教員養成における理科実験の悉皆化と学生の履修意識—履修歴と受講意識に関するアンケート調査結果, 宮城教育大学紀要 45巻, pp.53-62 (2010).
- 7) 寺田光宏, 理科非専攻学生における小学校化学指導力向上を目指した教員養成プログラムの開発とその評価:「理科指導意欲」に注目して, 岐阜聖徳学園大学紀要. 教育学部編, 51巻, pp.35-49(2012).
- 8) 金子健治・八杉友恵, 小学校教員養成課程における理科実験の最適人数についての研究, 日本科学教育学会年会論文集, 38巻, pp.445-446 (2014).
- 9) 文部科学省, 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編, 東洋館出版, p.23 (2018).
- 10) 毛利衛・黒田玲子・他32名, 新編 新しい理科3—6年, 東京書籍 (2015).
- 11) 浅原雅浩, マイ指示薬で酸性・アルカリ性を調べる: 小学校教員養成のための実験実習と出前実験講座への展開, 日本理科教育学会全国大会要項, 60巻, p91 (2010).
- 12) 段王里菜・大橋淳史, 植物の色素を使用した教材研究と実践報告: 紫カイワレ大根を使用した酸・アルカリに関する実験の授業実践, 日本理科教育学会全国大会要項, 63巻, p376 (2013).
- 13) 大橋淳史, 紫カイワレ大根を用いた生命領域と粒子領域が連携した中学校理科教材の開発, 科学教育研究, 39巻, 1号, pp.11-18 (2015).
- 14) 浅原雅浩・清水脩平・西沢徹・山本博文・三好雅也・栗原一嘉, 教員養成系学部における高大接続プログラムの開発とその実践: 高校生による小中学校理科教材研究と模擬授業: 粒子領域を例として, 福井大学初等教育研究, 4号, pp.31-42 (2018).
- 15) 芝原寛泰・佐藤美子, マイクロスケール実験—環境にやさしい理科実験, オーム社, (2011).

- 16) 奥屋倫太郎・青山絹代・中田隆二・浅原雅浩, マイクロスケール実験によるプラスチックの区別: 高校化学および中学校理科の教材開発と実践およびその評価, 福井大学教育実践研究, 40 巻, pp.113-120 (2015).
- 17) 竹中真希子・稲垣成哲・山口悦司・大島純・大島律子・村山功・中山迅, CSCL システムを利用した小学校の理科授業に関する実践的研究: オンライン上の相互作用とオフライン上の相互作用の分析, 日本教育工学会論文誌, 28 巻, 3 号, pp.193-204 (2005).
- 18) 山崎宣次, 小学校の基本的な理科実験器具の使い方 ネット動画の現状, 日本理科教育学会全国大会要項, 63 号, p290 (2013).
- 19) Selco, J. I.; Using Hands-On Chemistry Experiments While Teaching Online, *J. Chem. Educ.*, **2020**, 97, 9, pp.2617-2623.
- 20) Schultz, M.; Callahan, D. L.; Miltiadous, A. Development and Use of Kitchen Chemistry Home Practical Activities during Unanticipated Campus Closures, *J. Chem. Educ.*, **2020**, 97, 9, pp.2678-2684.
- 21) 後藤道夫, 子どもにウケる科学手品 77, 講談社ブルーバックス (1999).
- 22) 毛利衛・大島まり・他 100 名, 新しい理科 3 - 6 年, 東京書籍 (2020).

Development and Practice of the Online Teaching Materials for Chemistry in Primary School Teacher Training Program.

Masahiro ASAHARA, Asa MIURA, and Ryuji NAKATA

Keywords : Primary School, Science, Teacher Training, Chemistry, Experiment Skill, Zoom, Online