

小学校理科における粒子および生命領域の教員研修

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅原, 雅浩, 西沢, 徹, 平田, 幸憲, 齋藤, 実紀夫, 甲斐, 和浩 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10088

小学校理科における粒子および生命領域の教員研修

福井大学教育学部 浅原 雅 浩
福井大学教育学部 西 沢 徹
あわら市立金津中学校 平 田 幸 憲
坂井市立三国南小学校 齋 藤 実紀夫
坂井市立三国南小学校 甲 斐 和 浩

坂井市小学校理科研究部会と連携し、最近の理科（粒子および生命領域）授業で行われる実験についての課題や、教員が指導力向上のために受講を希望する単元(内容)をアンケートにより抽出した。その結果、希望が多かった内容や単元について、大学と地域が協働して講習会を実施し、事後評価を行った。この際、坂井市を含む同一ブロック内に勤務校のある上級CST（コア・サイエンス・ティーチャー：地域の核となる理科教員）も、エネルギーおよび地球領域の教材紹介等を担当したので併せて報告する。

キーワード：小学校理科，粒子，生命，観察実験，教員研修，コア・サイエンス・ティーチャー，CST

I. はじめに

平成 23 年 3 月に文部科学省は、「小学校理科の観察、実験の手引き」¹⁾を発行している。本手引きは、平成 20 年 1 月の中央教育審議会での答申「教科に関する主な改善」の柱の一つとしての「理数教育の充実」、および独立行政法人（現、国立研究開発法人）科学技術振興機構（以下、JST と略記）と国立教育政策研究所が実施した、小学校で理科を教える教員を対象とする「平成 20 年度小学校理科教育実態調査」²⁾を踏まえ、教員の苦手意識を取り除き、教員の理科指導力を向上させることを目的に編纂されたものである。観察・実験の基本的な内容の解説、観察、および実験の装置や器具の使用法、実験の注意点等をまとめた内容となっている。

福井県では、平成 24 年 8 月に「小学校理科観察・実験レシピ集教師用指導書 3～6 年生分冊」³⁾を発行している。このレシピ集には、平成 23 年度から実施された学習指導要領に明記されている「観察、実験のより一層の充実」を踏まえ、「観察、実験」を通して、科学に対する興味関心を高め、子どもたちの科学的な思考力・判断力・表現力を培う授業づくりを行うための参考となるように、単元の中における観察・実験の位置付け、実験のポイント等がまとめられている。更に、文部科学省発行の手引きの内容を踏まえた記述に加えて、県内の先生方が観察・実験を進める上で、計画通りに実施できない、あるいは躓きやすい操作となりうる点などを中心に、その解決方法や理論的な背景説明などが、詳しく採り上げられている。

これらの著作はいずれも、理科教育の現状における課題解決のために、観察・実験の充実を図ることを目的に編纂されている点が共通している。文部科学省の手引き

は、現在もホームページよりダウンロード可能である。福井県版のレシピ集は、県内の全小学校に 1 部ずつ配布され、県内の小学校教員は、いつでも手に取り閲覧が可能である。

福井県版のレシピ集を活用した県の教員研修も行われているが、研修の機会そのものが少ないことに加えて、日程や受講可能な教員数に限りがある。さらに、本書で採り上げられている内容以外にも、日頃の教育実践の中から生まれてくる観察・実験における課題などもあり、更なるサポートが必要とされる現状にある。

理科の小学校教員研修に関する最近の事例報告としては、2008 年の神戸市青少年科学館の展示物を活用した事例⁴⁾、2009 年のアゲハチョウ飼育教材の開発と実践による小規模教員研修化の試み⁵⁾、2010 年の京都市青少年科学センターにおける事例⁶⁾、2011 年の秋田大学教員が、秋田県総合教育センターの研修に関わった事例⁷⁾、2012 年の秋田大学教員によるブタの内臓の解剖実験事例⁸⁾、2012 年に大阪教育大学が行った小学校における理科指導に関する意識調査⁹⁾、2015 年の地球領域における W 型問題解決モデルに基づく教員研修プログラムの開発と有効性の検証に関する研究¹⁰⁾などがある。これらは、実験指導技術に関する内容と授業づくりに関するものに分かれるが、今回の取組は、小学校理科授業における実験指導技術に関するものに分類できる。

一方、福井大学と福井県教育委員会は、平成 21 年度 JST の理数系教員養成拠点構築事業に採択された。JST の支援終了後の平成 25 年度以降は、福井大学の地（知）の拠点整備事業の一環として、地域の核となる理科教員の養成を継続実施¹¹⁾している。本事業では、実務経験 7 年以上の現職小中学校理科教員を対象とした上級 CST

養成プログラム, 教員養成系(理科)大学院生を対象とした中級 CST 養成プログラムおよび教員養成系学部3~4年生を対象とした初級 CST 養成プログラムを実施している。約2年間の養成プログラムを修了した現職教員(上級 CST)は, 教科理科の中核的教員(コア・サイエンス・ティーチャー, 以下 CST と略記)として, 所属校内, 地域内または県内で理科授業に関するアドバイスを担当する教員として活躍している。

今回, 坂井地区小学校教育研究会(以下, 小教研と略記)理科部会からの依頼を受け, 福井県版のレシピ集を活用した実験講習会を企画・実施した。大学教員と地区部会長および担当小学校教員で講習内容を検討し, 上級 CST との協働により, 平成 28 年 8 月 8 日(月) 9:00~12:00 に福井大学文京キャンパス総合研究棟 I の 9 階生物学大実験室および 12 階化学大実験室にて実施した。本研修を実施するにあたり, 受講予定者に研修内容の希望調査を事前に行い, その要望にできるだけ配慮した研修企画を行った。さらに, 事前アンケートに加えて, 研修後アンケートも行い, 研修全体の評価を行ったので報告する。

II. 研修会の概要

今回採り上げた, 坂井地区小教研理科部会が開催する「夏季教員研修会」は, 隔年1回のペースで行われており, 最近, 講演会形式から実験講習会形式となってきた。平成 28 年度は, 福井 CST 養成・支援事業の担当者との協働により, 福井大学を会場として開催した。主テーマを「教科書で扱う失敗しやすい観察・実験や児童にとってわかりにくい観察・実験の改善方法を学ぶ」とし, 特に, 大学担当者の専門分野である粒子領域および生命領域での講習を行うこととした。また, 上級 CST (坂井地区所属現職中学校教員)にも講師を依頼し, 粒子・生命領域以外の内容を中心とした演示型の研修を加えることとした。参加者の募集に関しては, 坂井地区の全小学校に対して, できるだけ1校1名以上の参加を依頼し, 特に, 理科授業担当教員や若手教員への呼びかけを依頼する形で行った。

III. 実施希望単元の事前アンケート

本研修会を企画するにあたり, 参加申込と同時に「研修会の内容として, 採り上げて欲しい観察・実験として, ①日頃の指導の中で, 感じていること, ②失敗しやすい観察・実験, 児童にとってわかりにくい観察・実験など」を調査した。結果は, 18 名から回答があり, 領域と学年について, 表1にまとめた。

学年進行に伴い, 教科理科の専門性が問われる内容に加えて, 観察・実験の指導にも専門的な内容が含まれるようになり, 研修希望の領域・数が増加する傾向が見られる。また, 生命・地球分野については, 当日の天候による影響や自然教材(生き物)の確保というような, 教

員による制御が難しい課題への対応に関する研修希望が多く, 結果として, これらの領域に関する研修の希望が多くなっている。

表 1. アンケート結果に基づく研修を希望する領域および学年の分布(人)

	3年	4年	5年	6年	計
エネルギー	0	0	1	1	2
粒子	0	2	0	4	6
生命	2	2	4	7	15
地球	1	2	1	1	5
計	3	6	6	13	28

(注) 複数回答可。複数学年または複数領域に相当するものは, 該当する学年および領域に分割しカウントした。

それぞれの内容については以下の通りであった。

【エネルギー領域】	
5年	○「ふりこのきまり」: 全体的に実験で出る数字が正確でないような気がする。
6年	○「電気と私たちの暮らし」: 電熱線の太さの違いによる発熱量の比較実験で, 電源装置で行っても細い方が速く切れることがある。
【粒子領域】	
4年	○「水のすがたと温度」: 「水を冷やしたとき」の実験4の結果が, 教科書のようにならない(-9℃まで下らない)。 ○「水の姿と温度」: 沸点・融点の測定。
6年	○「物の燃え方と空気」: 「物が燃え続けるには」の実験1で, 集気びんの上だけを開けた場合ろうそくの火は燃え続けることができないとなっているが, 燃え続けてしまうことがある。 ○「水溶液のなかま分け」: 実験3の結果で, リトマス紙の変化が教科書のようにならない(炭酸水)。実験5で蒸発皿が急に割れて驚くことがある。 ○「水溶液の性質とはたらき」: 塩酸にアルミニウムが溶けた液を蒸発皿に少量取って蒸発させた時に出てきた固体(塩化アンモニウム)は, もとのアルミニウムと同じものなのか調べる実験で, この固体に塩酸や水を注いでその溶け方を見分けるのがとてもわかりにくい。安全性から, 出てきた固体が少量であること, 溶けるときに泡が出ているかどうかはつきり分かりづらいため, 実験が終わってしまうことなどで, 結構教師説明型になりがちで実験になってしまう。いい方法があったら教えて頂きたい。
【生命領域】	
5年	○「植物の発芽と成長」: 発芽の条件を, 「水」「温度」「空気」に限定して実験を行っているが, 実際には「日光」や「肥料」なども子どもたちから条件として挙げられる。 ○「魚のたんじょう」: メダカの卵について, 卵を産ませる環境の整え方など。

6年	<ul style="list-style-type: none"> ○「動物のからだのはたらき」：子どもたちは試験管に唾液を出すのに抵抗があり、卵パックを用いてみたが温めるのが難しく、うまくいかなかった。 ○「植物のからだのはたらき」：葉のデンプンを調べる実験（たつき染めやエタノール脱色）の結果がうまく出ない（葉を十分に日光に当ててあっても）。 ○「植物のからだのはたらき」：維管束の染め出し。 ○「植物のからだのはたらき」：葉の気孔を顕微鏡ではっきり見ることができる葉の選び方と切り方などを教えてください。
3～6年	<ul style="list-style-type: none"> ○植物関係の実験で、その植物がどうしても手に入らないような場合、または準備できない場合、何かいい方法はないでしょうか。 ○生物の単元について、こちらの都合にあわせて進めることが困難。どうしても動画とかに頼ることになる。
【粒子・生命共通領域】	
6年	<ul style="list-style-type: none"> ○「気体検知管を使う実験（燃焼前後、植物の光合成）」：結果がばらつく（使い方の徹底が難しい）。
【地球領域】	
4年	<ul style="list-style-type: none"> ○「夏の星」「月や星の動き」「冬の星」：月や星の観察と記録。
6年	<ul style="list-style-type: none"> ○「太陽と月の形」：太陽・月・地球の位置関係と月の見え方。
気象の単元：	<ul style="list-style-type: none"> ○こちらの都合にあわせて進めることが困難。どうしても動画とかに頼ることになる。

IV. 講習内容の確定

これらの研修希望内容と、講師を担当する大学教員および上級 CST 側の提供可能な研修内容に関して、坂井地区研修企画担当者と複数回の事前打ち合わせを行い、次の内容を今回の研修として採り上げることとした。

【粒子領域】

- 4年「水のすがたと温度」
- 6年「ものの燃え方と空気」
- 6年「水溶液の性質とはたらき」

【生命領域】

- 6年「植物の水の通り道」
- 6年「植物と日光とのかかわり」
- 6年「消化のはたらき」

【エネルギー領域】

- 5年「ふりこのきまり」
- 6年「電気と私たちの暮らし」

【地球領域】

- 5年「天気の変化」

粒子および生命領域の講師は大学教員が担当し、内容は講義および実験実習を主体として構成し、それぞれ1時間ずつの講習とした。エネルギーおよび地球領域の講

師は上級 CST が担当し、演示実験を主体として20分間で構成した。プログラムの流れは以下の通りである。

- 8:30 受付
- 9:00 全体会・開会行事
- 9:05 エネルギー・地球領域の演示実験（20分）
- 9:30 研修1 A粒子領域12名・B生命領域10名
- 10:40 研修2 B粒子領域10名・A生命領域12名
- 11:50 全体会・閉会行事
- 12:00 解散

演示実験の部は、受講者全員を対象とし、研修1および研修2は、受講者全体を10人と12人の2つのグループに分割して実施した。

V. 講習内容

今回の講習では、粒子および生命領域を専門とする大学教員の実験実習講座（粒子領域：氷と水と食塩で低温を作る、過冷却現象の観察、炎とろうそくの性質、物が燃え続ける条件、炭酸水のpH変化の観察、指示薬を使ったpHの観察、炭酸水の性質を調べる；生命領域：植物染色液を活用した維管束の観察、クロロフィル色素の脱色と貯蔵デンプンの観察法、唾液を用いた消化酵素の働きを学ぶ実験）に加え、上級 CST（福井）である現職中学校教員が、エネルギーと地球領域の内容を担当し、教材紹介のかたちで演示実験を行った。

V-1 演示実験の部

演示実験の部では、振り子の結果処理、電熱線の測定方法、および雲量を測定する方法の3つのテーマについて行った。

(1) 5年の振り子の結果処理

- ・実験方法として、教科書にあるひもを使う方法だと操作ミスが出やすいので、竹ひごなどで装置を作り、操作する。
- ・実験の意義が振り子の決まりを測定する物であるので班毎に結果をまとめる。その際、一斉授業時は代表結果を用いて説明する。
- ・どうしても各班の結果を用いて行いたいのであれば、測定結果を平均化させ、その後決まりを考えさせる。

(2) 6年の電熱線の測定方法

- ・測定部分に電圧計を設置し、測定場所の電圧を測らせることが必要である。
- ・しかし小学校では、電圧計を扱っていないため、電熱線を並列回路で設置し、測定を行う。

(3) 雲量を測定する方法

・雲量観察ドーム：地面に雲量観察ドームを設置しそのままのぞく。すると表面に全天が映り、そのまま雲量測定できる(図1)。



図1. 雲量観察ドーム

V-2 粒子領域実験実習の部

初めに、短時間での化学系実験における安全教育の復習を行った後、事前アンケートに基づき、3つのテーマを採り上げ、それぞれ約20分の実験実習を設定した。それぞれ、福井県で使用されている教科書での採り上げ方や実験方法を確認してもらい、更に、福井県で作成した小学校理科観察・実験レシピ集教師用指導書の該当部分を確認した上で、実験実習を行った。

(1) 4年「水のすがたと温度」

図2に用意した実験器具を示す。これに、島津理化取扱SPARKを組み合わせて使用し、温度変化の様子を、デジタル計測機器(データロガー)を用いて確認してもらった。データロガーを活用した理科授業は、理科におけるICT活用の事例ではあるが、装置の価格の問題もあり、余り普及しておらず、小学校理科を対象とした報告例も少ない¹²⁻¹⁴⁾。しかしながら、測定と同時にデータの視覚化が可能である点など、使い方によっては、小学校理科においても、可能性を秘めた教育用素材と言える。今回は、まず1度装置にふれてもらうことを念頭に、研修に導入した。



図2. 実験器具群1

準備物：ミニ氷・0℃くらいに冷やした飽和食塩水・食塩・200mL ビーカー・-20℃くらいまで計れる温度計・SPARK・温度センサー・暫く0℃で冷やしておいた試験管の水・ミニ氷作成用トレイ

○ 氷と水と食塩で、何℃まで下がるか？

方法：

- ① ミニ氷を6割くらい入れた200mLビーカーに氷と同量くらいの5℃付近まで予冷した飽和食塩水を注ぎ、温度計を入れ、アイスバスを作成する。
- ② 更に、食塩を振りかけて、混ぜる。
- ③ 暫く様子を見る。
- ④ 温度計を洗った後、「暫く0℃で冷やしておいた試験管の水」の中に入れる。

⑤ ④の試験管を②のバスに入れ、時々かき混ぜながら、温度を測る。

○ 氷酢酸を使って、過冷却現象を体験する。

- ① 5℃以下くらいの氷水浴をつくる。
- ② 試験管に氷酢酸を3cm程度入れる。
- ③ SPARKを立ち上げ、温度センサーを接続し、氷酢酸の中に入れて、測定を開始する。
- ④ 試験管をクランプでスタンドに固定し、①の氷水浴にそっと入れる。
- ⑤ 融点(mp 16.7℃)以下(10℃以下程度)まで、液体のまま冷却でき、過冷却の状態になったら、少し、試験管に衝撃を与えてみる。
- ⑥ 試験管の様子とデータを比較してみる。
- ⑦ 室温に戻し、氷酢酸が溶けたら、温度センサーを外し、温度センサーを水でしっかりと洗う。第2洗液までは、確実に回収し、後は、水道水で洗う。

(2) 6年「ものの燃え方と空気」

準備した道具は、図3のとおりである。ここでは、ろうそくを例として物が燃える現象を再確認してもらった後、物が燃え続ける時の条件について、教科書の内容を踏まえて、再点検する内容を採り上げた。



図3. 実験器具群2

準備物：和ろうそく・水に10分以上浸漬した竹串・油粘土・マッチ・燃え差し入れ・50mm程度のろうそく・500mL底なし集気ビン・アルミ製フタ・240mm線香

○ 炎の性質¹⁵⁾(内炎と外炎の温度の違い)

方法：

- ① 竹串の全体を水に10分以上浸漬する。
- ② 油粘土の上に和ろうそくを立て、マッチで点火する。
- ③ 和ろうそくの炎の芯に近い部分に、水に浸漬した竹串を入れる。
- ④ 和ろうそくの炎の上部先端に近い部分に、水に浸漬した竹串を入れる。
- ⑤ ③と④の焦げ目の付き方を比較し、内炎と外炎の温度の違いを確認する。

○ ろうそくの科学(ろう(燃える物)の性質を調べる)

方法：

- ① 50mmろうそくを油粘土の上に立てた後、マッチで火を付ける。
- ② 火を吹き消すと白い煙が立ち上ることを確認。
- ③ 再度、ろうそくに火を付けた後、吹き消し、立ち上る白い煙に、マッチの炎を近づけてみる。

- ④ 白い煙を伝うように火が飛び移っていき、ろうそくに灯がともることを確認する。

ろうそくが燃えるという現象では、ろうが熱により溶けて液体となり、更に温度が上がることで気体となったろうが燃えている。ろうそくの火を吹き消した後に立ち上る白い煙は、気体となったろうが集まって小さなつぶになった部分が見えている。従って、この白い煙にマッチの火を近づけると、炎が飛んでいくように、白い煙を伝って、元のろうそくが燃えていた状態に戻る様子を観察できる。ろうそくの燃焼における化学変化に着目し、燃焼気化状態における成分の詳細な分析も報告¹⁶⁾されている。

- 物が燃え続けるときはどんなときか？

方法：

- ① 底なし集気びんの底を油粘土で塞いで、フタをしないでおくと、ろうそくの炎はどうなるか。
- ② ①の状態では、フタをするとどうなるか。
- ③ フタをどの程度まで閉じても火は消えないか。
- ④ 炎が消えなかったときに、フタを取るとどうなるか。
- ⑤ 室内を暗くしてから、フタをしない状態で、線香の煙を使って、空気の通り道を調べてみる（ビンの口の辺り、ビンの中の上の方、ビンの底の方など）。
- ⑥ 底を塞いでいた粘土を1/5～1/3位、切りとった後、線香の煙を使って空気の通り道を調べてみる。

もの（今回は、ろうそく）が燃え続けるために必要な条件を探究的に調べる。ものが燃えるためには、必要量の空気（酸素）が、必ず供給されていることを確かめた。

(3) 6年「水溶液の性質とはたらき」

準備した道具は、図4のとおりである。ここでは、「炭酸水のリトマス紙の変化が、教科書のようにならない」に着目し、デジタル計測機器を用いた「炭酸水の性質」の確認、マイクロスケール実験^{17,18)}、簡便な



図4. 実験器具群3

酸性アルカリ性の違いにより色の変化を示す色素（pH指示薬）の紹介を行った。

準備物：炭酸水4種類（全て、近隣のスーパーマーケットやドラッグストアで購入可能な500 mLペットボトル入り炭酸飲料。原材料表示で分類すると、A社（水、炭酸）・C社（炭酸水素Na・クエン酸Na・リン酸K・リン酸Na）・G社（水・二酸化炭素）・S社（水（硬水）・炭酸）・炭酸水を1/3程度使用した後、しっかりとふたを締め、冷蔵庫で24時間程度保管したA社の炭酸水・SPARK・50 mLビーカー・24ウェルセルプレート・万能pH紙・紫キャベツ液（千切りにした後、冷凍し、再度解凍してから絞った絞り汁）・食用色素（色素主成分が紫イモの

物）・乾燥マロウ・リトマス試験紙（赤と青）・それぞれBTB溶液およびpH1, 4, 7, 9, 13の水溶液の入った点眼ビン各1本・ガラス棒・ピンセット

- pHセンサーを用いて炭酸水のpH変化を観察する方法：

- ① どれか1種類の炭酸水を選択する。
- ② 50 mLビーカーに電極が浸かる程度、炭酸水を取る。
- ③ SPARKにpH電極を装着し、電極の先を蒸留水で洗った後、炭酸水に浸漬し、測定をスタートさせる。
- ④ 暫く様子を観察する。
- ⑤ 測定をやめ、電極を取り出し、蒸留水で洗浄した後、緩衝液のケースにそっと戻す。
- ⑥ 他の班の測定中のデータや開封後1日経過している炭酸水を使用した場合のデータと比較し、pHの変化の仕方や違いを確認する。

- 色々な指示薬を使ってpHを調べる

- ① セルプレートの各セルに指定された溶液を5滴ずつ入れる。
 - ② 横の列に同一の指示薬1片または2滴程度入れて、変化の違いを確認する。
- 溶液や指示薬の入れ方は、図5のとおりとする。

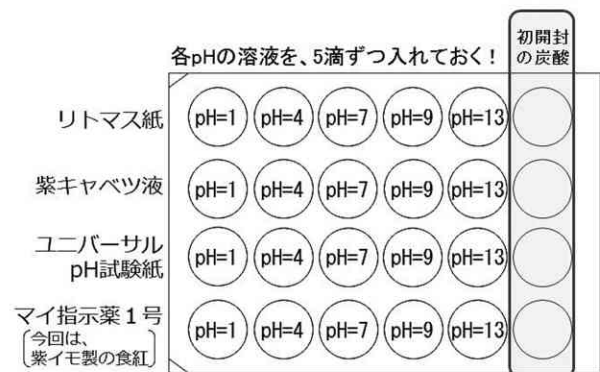


図5. 実験内容の指示用セルプレートの模式図

- 色々な炭酸水の性質を探る

この実験は、時間の都合で行うことができなかったが、方法のみ紹介する。

- ① 各社の未開封炭酸水および開封後再度フタで気密を保ち、約1日冷蔵庫で保存した炭酸水を試料として24ウェルセルプレートに数滴ずつ入れる。
- ② そこに、様々な指示薬（リトマス紙・BTB溶液・万能pH紙・紫キャベツ絞り汁・紫イモ色素（食紅）・乾燥マロウ水出し液）を加え、指示薬の変化を確認する。

炭酸水は、メーカーによる違いはあまりないこと、開封後1日程度であれば、保存状態により使用可能なことなどについて確認した。

V-3 生命領域実験実習の部

生命領域における事前アンケートの結果によると、「教科書で採り上げられている材料の入手方法」や「代用できる生物材料についての情報」など、教材の入手方法や取扱いに関する希望が複数の単元から寄せられた点が特徴的であった。今回の講習では、時間的な制約から3つのテーマを中心に採り上げたが、植物を扱う2つのテーマでは、「教科書で扱われている材料とは異なる材料での実施方法」として、身近な素材を活用する方法についても併せて紹介した。生物教育における難しさの一つは、適切な教材の選定と確保である。これには、地域性や季節も考慮することが必要になることから、必ずしも理科を専門としない小学校教員にとっては、かなりの負担になっていることが推察される。そこで、学校の敷地内や子どもたちの通学路等、身近な環境で目にするのできる植物を中心に、代用可能な教材の紹介にも重点を置いた構成とした。

一方、気孔の観察（6年「植物のからだのはたらき」）、種子が発芽する条件（5年「植物の発芽と成長」）、メダカの飼い方（5年「魚のたんじょう」）等の内容に関する希望もアンケートには寄せられた。これらの内容に関しては時間的な制約から、福井県版のレシピ集に加筆修正する体裁でテキストを作成し、教員の自己研鑽に活用できる資料として提供した。以下に、今回の実習で採り上げたテーマごとに内容を述べる。

(1) 6年「植物のからだのはたらき」：植物の水の通り道

教科書では、食紅や赤インクを水に溶かした液を根から吸い上げさせる方法が紹介されている。しかし、これらの方法では、通道組織が上手く染色されず、目的とする観察試料が準備できない場合がある。そこで今回は、植物の通道組織を染色する専用の染料として市販されている「植物染色液（ナリカ）」や「切り花着色剤（パレス化学）」の使用が効果的であることを紹介した。

一方、この単元ではハウセンカが教材として伝統的に利用されている。しかしハウセンカの茎を切ると、細胞中に多糖類が多く含まれているからか、粘性のある液が大量に滲み出てくる。このため植物染色液を用いて着色しても、茎などの切り口で色素が滲んでしまい、「水の通り道」の組織部分を明瞭に判別できないことから、この単元の学習教材としては不向きである。そこで、入手が容易で通道組織の観察が行いやすい材料として、オオアレチノギク、ヒメムカシヨモギ、キクイモ、ダリア（いずれもキク科）が適していることを紹介した。当日の実習では、ナリカ社製の植物染色液を用いて染色したオオアレチノギクとキクイモを用いて観察を行った。

植物染色液を用いたこの実験内容は、本学の小学校免許取得の必修科目「理科実験観察法」でも採り上げている。しかし、顕微鏡観察の実習では、観察すべき“実体”が視野のどの部分であるのかを理解できずに、漠然と顕

微鏡を覗いただけで終わってしまう学生が意外と多い。そこで「理科実験観察法」では、観察すべきポイントや、視野のどのような“像”が目的の部位であるのかを明確に示した観察のガイドを、ラミネート加工した参照資料として活用しており、このような補助資料を活用して、観察すべき“実体”を明確に説明することの重要性についても紹介した（図6）。

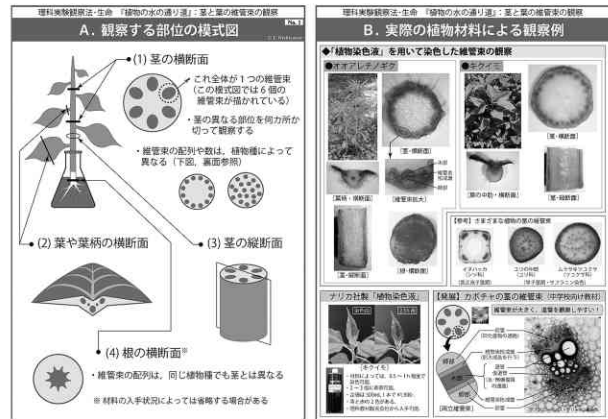


図6. 「理科実験観察法」で使用している観察ガイド

本研修会は、福井県の教員自主研究活動支援事業の助成に採択されたことから、この助成金を活用してナリカ社製の植物染色液（100mL）を購入して参加教員に配布し、各学校で活用してもらえるよう配慮した。

(2) 6年「植物のからだのはたらき」：植物と日光のかかわり

教科書ではジャガイモが材料として用いられている。また、葉の貯蔵デンプンを観察するためのヨウ素デンプン反応を行う方法としては、エタノールでクロロフィル色素を脱色する方法と、葉を濾紙に挟んでたたき染めを行う方法の2つが紹介されている。今回の講習では、身近に生育しており、比較的入手しやすいドクダミ（ドクダミ科）を材料に、エタノールでクロロフィル色素を脱色する方法を紹介した。操作手順は教科書に倣ったものであるが、ちょっとした操作のコツや教科書では扱われていない器具を工夫することで、良好な結果が得られることに力点を置いた講習内容とした。



図7. 実験器具群4

準備する器具を図7に示した。この実験を成功させるコツとしては次の4点を守ることがポイントとなる。

- ①湯煎によってエタノールを予め75～80℃に加温しておき、この温度を下げないようにすること。教科書ではビーカーに熱湯を入れて湯煎しているが、蓋付きの発泡スチロール箱を用いることで、実験中もエタノールの温度が下がりにくくなる。

②使用するヨウ素液は、濃度ができるだけ薄いものを使用する。この方が、バックグラウンドが低く、ヨウ素デンプン反応の結果が見やすくなる。

※今回使用したヨウ素液（ヨウ素ヨウ化カリウム溶液）は、KI 0.5g を純水約1mL に溶かし、これに I₂ を 0.127g 加えて完全に溶かした後、水を加えて液量を 10 mL とした溶液を原液とする。使用する際には、実験の直前にこの原液を 20 倍希釈して使用した。

③脱色前に細胞を破壊するとき、脱色時にエタノールで脱水された葉を湯戻しするとき、葉を熱湯に浸ける操作を行う。これらの操作後、葉に残った湯をペーパータオルで丁寧に拭う。これによって、次の操作の溶液が薄まることを防ぐ。

④脱色した葉にヨウ素液を滴下してから、ヨウ素デンプン反応の結果が明瞭に現れるまでには 15 分程度必要となる。ヨウ素液を滴下後瞬時に青紫色に変化するような、過度な期待を子どもたちに抱かせないこと。

ドクダミの生育が旺盛な初夏の時期では、アルミ箔による遮光操作は概ね 24 時間も行えば十分である。一方、日光に当てる操作を行う葉は、夜明けから半日以上は日光に当てないと十分な貯蔵デンプンが細胞内に蓄積されない。今回は、日程の都合午前中での開催となったことから、細胞中に貯蔵されるデンプン量がまだ少なく、明瞭なヨウ素デンプン反応の結果を確認することができなかった。本実験は午後の校時に設定することが強く推奨されることを、身をもって経験した機会ともなった。

(3) 5年「動物のからだのはたらき」：消化のはたらき

ご飯粒を揉み出した液に唾液を加えて加温した後、ヨウ素液を加えてヨウ素デンプン反応を観察することによって、ヒトの唾液に含まれる消化酵素の働きを学習する。この単位では、子どもたちが唾液を提供することに抵抗があり、スムーズに実験を進めるための改善案についての相談が事前アンケートに寄せられた。

唾液を提供する際の子どもの羞恥心を軽減する方法として、約 10 × 15mm に切った清潔な濾紙を口に含ませて唾液を吸わせ、その濾紙片を反応液に加える方法を紹介した(図8)。この方法のコツとしては次の3点がポイントとなることを確認した。



図8. 実験器具群5

- ①必ず実験用の濾紙を使用すること。コピー用紙やティッシュなどでは、製紙時に使用される糊にデンプンが含まれている場合がある。
- ②濾紙に含まれた唾液中の消化酵素の量は非常に微量であることから、酵素反応の基質となるデンプン液もかなり薄める必要がある。

教科書にあるご飯の揉み出し液では濃すぎて（＝基質濃度が高すぎる）分解が追いつかず、求める結果が得られない場合がある。そこで、大学の「理科実験観察法」では、通常 0.3% の可溶性デンプン液を使用している例を紹介した。加えて、小学校の理科室にも常備されている片栗粉（パレイショデンプン）でも、0.1% の水溶液では実施可能であることを紹介した。

③使用するヨウ素液は、濃度ができるだけ薄いものを使用する。バックグラウンドが低く、ヨウ素デンプン反応の結果が見やすい。この実験でも、前述のドクダミの実験と同じ濃度に希釈したヨウ素液を使用した。

VI. 事後アンケートによる研修内容の評価

VI-1 事後アンケートの実施状況

研修会終了後、記述式による事後アンケートを行った。回収率は、59%（参加者 22 名中 13 名）であった。回答者の分布は、20 代 2 名、30 代 2 名、40 代 5 名、50 代 4 名（うち男性 5 名、女性 8 名）であった（図9）。

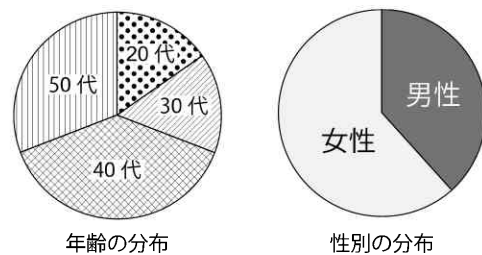


図9. 回答者の年代および性別

粒子領域、生命領域それぞれの満足度について、5段階で評価を依頼したところ、粒子および生命領域においてそれぞれ 4.5 点、4.6 点となり高評価を得た。なお、この評価は、5を満足とし1を満足でないとした。生命領域について、評価内容が不明のものが1名分あったため、粒子領域は 12 名の平均値、生命領域は 11 名の平均値を記載した。

VI-2 アンケートの個別評価の内容

内容毎に、有益であった点、感想、要望など自由記述で依頼した結果は以下の通りである（原文のまま）。

○ 粒子領域

(1) 水のすがたと温度

- ・小さな水を使うことや、食塩水を事前に冷やしておくことなど、ちょっとした工夫や道具。
- ・以前、4年生の理科をもったとき、できるだけ小さい氷を使って実験をしたのですが、うまく冷やすことができず溶けてしまい、温度が下がりきりませんでした。隙間なくもっと細かい氷を使ったり、あらかじめ塩水を冷やしておいて、状況を見ながら加えていくとうまくいくということがよく分かりました。
- ・4年生の担任をしばらくしていないので、今後担任をする際の参考にしたい。

- ・0℃で凍らないときに、試験管を少し振って振動を与えることや試験管の径を変えたときの凍る時間の目安などを細かなコツを教えていただけたのでありがたかったです。実験での失敗が少なくなると思います。
- ・ちょっとしたことかもしれないが、氷水を作る際、水も事前に冷やしておくとういことがわかった（ちょっとしたコツがわかった）。
- ・予め、凍らせる水の入った試験管を冷やしておく、ミニ氷を使用するなど、すぐに使える情報をたくさん聞くことができた（目から鱗でした）。
- ・寒剤として用いる氷は、ある程度小さな方がよいということや、食塩水は飽和状態で冷やしたものを用意することを学ばせていただきました。
- ・氷を細かく砕くといいというのは納得でした。100均で製氷器が手に入るということもわかり、早速購入しようと思います。
- ・時間がかかる実験を、手早く成功させる方法を学ぶことができて、とても良かったです。また、氷酢酸を使った過冷却の実験は、融点を過ぎて凍らないことがある理由を、目で見て確認でき、とても興味深い実験でした。今回はデジタルの、グラフで表示される温度計があり、温度の変化がわかりやすかったです。本校にはないので、棒温度計でも視覚的に確認できるのか試したいです。
- ・水を冷やしていく実験での、小粒の水を使う・食塩水や水を冷やしておく等、ちょっとした実験でのコツを知ることができたので良かったです。
- ・「水が氷になるときの体積変化」の実験は、大変時間がかかることを改めて感じました。余裕を持って気長に実験をさせたいと思います。
- ・小さい水を使うとういこと、食塩水を冷やすとういこと、ちょっとしたコツがよく分かった。氷酢酸のことを初めて知った。

(2) 物の燃え方と空気

- ・部屋の電気を消すと、煙の動きがよく観察できるということ。大きめの瓶を使うと実験しやすくわれない。レジメにあった、ふたは木の板にアルミホイルをかぶせたものなどを代用すればいいということ。
- ・今までほとんど意識をしていなかったのですが、実験によって和ろうそくと洋ろうそくを使い分けていくとういことが分かりました。
- ・和ろうそく、竹串を使った実験は教科書には無いが、子ども達の興味を引き出すためには良いと思う。また、和ろうそくを使う発想が無かったので、実験によっては有効になると思うので、今後機会があればやってみたい。
- ・「豆ろうそく」というものを初めて知りました。ろうそくの火を消した後に立ち上る白い煙にマッチの火を近づける実験で、ポッと芯に火が飛び移った実験が印象に残っています。最初うまくいかなかったので成功したときにとてもうれしい気持ちになりました。子どもたちにもこういう経験をさせてあげたいです。
- ・火のついたろうそくの周りに線香の煙を近づけ空気の流れを調べる実験でも、長い線香でいろいろ自由に子供たちにやらせるとよいことがわかった。しかし、安全面やふざけないように実験させる指導が必要だと思った。
- ・子供たちの興味関心を高めるため、今後、外炎・内炎の実験を取り入れようと思う。
- ・和ろうそくは、炎が大きくて観察しやすい。集気ピンは大きめのものがよい（炎に遠くわれにくい）。
- ・竹串の実験で炎の性質について学ぶことは、酸素にはものを燃やす働きがあるということを理解する上で、有効な実験だと感じました。内炎と外炎の温度の差は、供給される酸素量の差であることをこの単元の授業に結びつけると、本単元の小学生の理解を身近なろうそくの炎というものから深めることができると感じました。

- ・外炎と内炎の違いを見るとき、竹串と和ろうそくの方法は、児童でも行うことができるのでやってみたいと思う。ろうそくが消えた直後の煙状のものに火をつけるというのは、ろうが気体となって燃えているというのがよくわかり、興味を高められるし、ろうそくの燃え方がわかると思う。
- ・炎の性質やろうの性質を簡単に確かめる実験を教えてくださいましたので、児童の関心や興味を高めるために、ぜひ授業で取り入れたいと思います。
- ・竹串をろうそくに近づけ、焦げ方の違いを観察することで、ろうそくの場所による温度の違いを見れるのはおもしろいと感じました。ぜひ、学校でもやってみようと思います。
- ・和ろうそくと普通のろうそくの炎の違いがあることを初めて知った。線香のけむりで空気の通り道を見る実験は、フラスコのふたの開め方が難しかった。半分ふたをすると言ったほうが分かりやすいと思った。

(3) 水溶液の性質とはたらき

- ・SparkのpHセンサーはとてもわかりやすく良いものだということが分かりましたが、高価なものなので少し現実的ではないかと思いました。
- ・時間が少なく、少し急ぎ足だったので、もう少し詳しく知りたいと感じました。
- ・紫色素が便利、ということが分かって良かった。授業でできるちょっとした実験が色々分かって良かった。
- ・Sparkという機械を使つての実験。初めて見るものだったのでとても興味深かったです。ただ、炭酸水のpH変化がどのようになれば良かったのかよくわからなかったことと、指示薬を用いた実験が行えなかったことが残念でした。
- ・今まで、炭酸水は都度捨てていたが、これからは複数回利用しエコ（節約）に努めようと思う。
- ・炭酸水は、一度使っても、pH（リトマス紙の反応）を見る程度なら1日くらいは問題ないことがわかりました。温度やpHを自動測定する「SPARK」が魅力的でした。紫イモ色素の活用。
- ・pHを測定する機械がとても便利だと思いました。炭酸水が1日たってもpHがほとんど変わらないことにびっくりしました。
- ・実際に利用する炭酸水の、時間経過に伴うpHの変化を知ることができてよかったです。どのメーカーのものでも、しっかり密閉しておけば翌日まで問題なく使うことができるので、ほかの先生方と進度を合わせて利用したいです。また、酸性の水溶液の近くにアンモニア水を置くと中和されてしまう、といった細かい注意点も載せてあったので、参考にさせていただきます。
- ・ムラサキキャベツだけでなく、ナス・ハーブティー・ムラサキイモ・野菜ジュース（紫の野菜生活）なども使えるというのがわかってよかった。ムラサキキャベツを使った焼そばでの変色もやってみよう。
- ・炭酸水の結果がでにくいという声をよく聞きます。研修会では機械を使つてpHをはかっていたのですが、教科書のようにリトマス紙を使つて実験をしてみたかったです。
- ・メーカーによる炭酸水の違いはおもしろいと感じました。Phや水温を測る機械が学校にもあればいいと感じました。

○ 生命領域

(1) 植物の水の通り道

- ・植物染色液を使用すると良いということ。大型のキク科植物を材料にすると良いこと。染色する時間の目安。
- ・教科書に載っているものよりも分かりやすい植物がたくさんあるのが分かりました。また、比較するために何本も用意しておくことで、葉や茎の色が変わっていったのも、視覚的にとても分かりやすかったです。
- ・いつもなかなかうまくいかなかった実験なので、ちょっとしたコツが分かってよかった。
- ・植物染色液を使うと、短時間で着色をすることができると、液は高価だが希釈や長期保存も可能なこと、キク科の植物が維管束を観察しやすいことなど有益な話をたくさん聞くことができました。
- ・今まで、ハウセンカしか使ってこなかったのに、年によっては使えないときもあった。今後は教えて頂いた植物や染色液を使い、子供たちによりわかる実験を行ってきたい。
- ・気孔は従来からツユクサがよいということ。ハウセンカ、ジャガイモよりも、キク科の植物で代用できる（観察しやすい）こと。
- ・大学時代の教えをもとに、学校で植物染色液を買っていただきました。おかげさまで授業はうまくいきました。児童はこの観察がとても楽しかったようで、興味をもって学習に取り組み、テストの点数もよくなったように思います。次回の授業は、今回学んだ材料も使ってみます。
- ・①観察に使うとき、どうしても教科書に出ている植物から離れられないところがあるが、他にいろいろなものが使えるとわかってよかった。②身近にあるものをうまく利用できれば、時期を考えての栽培などの手間が省ける。ただ、こういうものが使えますという紹介を先生方にしていく必要があり、採集してこなくてはいけない。また、児童の中には教科書以外のものを使うことをなかなか受け入れられない児童もいる（違う植物だから違う、だめだという感じ）。そういう児童のこだわりを取り払うことも（難しいが）大切なことであると思う。
- ・たくさんさんたになることができました。（目から鱗がおちる・・・）①染色液は、4倍に薄めて使っても大丈夫なこと。②染色液は、使い回しをしても大丈夫なこと。③植物は、わりと手荒れに引き抜いて、根に傷をつけた方がよいこと。④ハウセンカは、道管の観察にむいていないこと。
- ・ハウセンカ以外の植物を代用しても道管が見える物が知れてよかったです（オオアレノギクなど）。
- ・身近な雑草が使えること。定番のハウセンカが使いにくいこと。

(2) 植物と日光とのかかわり

- ・ふた付きの発泡スチロール箱を使用すること。若葉を使用すること。アルミ箔のセットする時間。児童へ、すぐに反応がわかる実験ではないということを事前に伝えておくこと。
- ・日光をたくさんたくさん当てておいた方がより分かりやすい実験結果になると勘違いしていました。当てすぎも逆にいけないということが分かりました。そして、この実験は午後に行うのが効果的であるということも分かりました。
- ・例年ジャガイモを育ててやっているが、次は違う植物でもやってみようと思う。その際、時間が許せば、ジャガイモと比較しながらやるのも面白いと思う。

- ・発泡スチロールを用いて温度を保つ方法は目から鱗でした。ドクダミの葉を用いることやアルミ箔で覆って1枚の葉っぱで変化を見る方法もなるほどと思いました。身近にあるものを生かしての実験できるのは助かります。
- ・ドクダミの使用、エタノールの保温法は大変参考になった。
- ・エタノール脱色法では、ふた付きの発泡スチロール箱で、75℃以上をキープすること。エタノールはなるべく少量で（廃液処理）。脱色後はパリパリなので、もう一度お湯に浸す。ヨウ素液の反応はゆっくり。しかも、微妙なので大きな変化を期待しない。
- ・エチルアルコールを使つての手順とその意味がよく分かり、納得でした。
- ・三時間程度しか日光に当たっていなかったシソでは、でんぷんがほとんどできていなかったことが分かったので、この実験は午後の授業で取り扱うことが大事だと改めて実感できる良い機会となりました。また、日光に当てる時間は長ければよいというわけではないということは初めて知ることができたので、学べてよかったです。学校では、児童の希望で、叩きぞめによる実験を行いました。予備実験の際、ヨウ素液をかけたときの変色が分かりにくかったので、教師側で漂白剤で緑色を抜いてヨウ素液をかけました。機会があれば、叩きぞめの指導についても教えていただけると幸いです。
- ・①観察に使うとき、どうしても教科書に出ている植物から離れられないところがあるが、他にいろいろなものが使えるとわかってよかった。②エタノールによる脱色法で、ふた付きのビンや発泡スチロールの箱などを利用するという方法がわかってよかった。
- ・「ひと工夫」をたくさん知ることができました。①ジャガイモの葉ではなく、ドクダミの葉を利用すること。②エタノールによる脱色には、小さい瓶で十分なこと。③ぱりぱりになった葉は、湯で戻すとよいこと。④エタノールを薄めないために、ペーパータオルで水分を拭き取るとよいこと。　　ためになることがありました。①ヨウ素液は、とても薄くてよいこと。②ヨウ素液をかけた後、10～15分は待たないといけないこと。③ヨウ素液をかけた時の色の変化は、そんなにはっきりしないと。
- ・ドクダミの葉を使うのは手軽でよいと思った。エタノールの扱い方、発泡スチロールを使う工夫が勉強になった。

(3) 消化のはたらき

- ・口に濾紙片を入れて、濾紙片に唾液を吸わせることで、児童の抵抗感をなくす工夫。
- ・自分が子どものときも、唾液を出すのは少し抵抗がありました。その気持ちを考慮した方法がいろいろあるのだからということがよく分かりました。6年生の理科を持つことがあれば、試してみたいと思います。
- ・唾液の採取は抵抗が大きいですが、濾紙を用いて行う方法なら抵抗が少なく、簡単にできそうだと感じました。発泡スチロールの箱を利用した加温の方法と併せて使わせていただこうと思います。
- ・唾液による実験は、私はいつも全員にさせている。もちろん恥ずかしがる子もいるが今のところしななかった子はいない。デンプン反応の実験では、今までうまく色が出ないとか何も考えずにヨウ素液を濃くしていたので、薄くするという方法は大変参考になった。
- ・小さく切った濾紙にだ液を含ませる方法。
- ・唾液の実験は、失敗しないように唾液の量を確保することは大切なと思いました。

- ・授業では児童全員にストローで唾液を入れてもらいました。全員が恥ずかしがることなく、ストローで入れてくれましたが、唾液に抵抗がある児童がいたら、今回見せていただいた方法を試してみたいと思います。
- ・唾液の実験では、班で行うのではなく、一人一人全員に行わせているが、唾液を出すということに恥ずかしさを覚えているのは間違いない。ろ紙であればさらに抵抗感が低くなると思う。たくさんためになることがありました。デンプン溶液は、できるだけ薄くすること。濾紙を口に含ませて、だ液をあつめること。
- ・唾液の実験でろ紙を使うのは便利だと思いました。子どもも唾液を試験管に出すのはすごく躊躇していたので、ぜひやってみようと思います。
- ・ろ紙で唾液をとるアイデアはいいと思った。

○ 研修会を終えての全般の感想、今後採り上げてほしい内容（個人名および謝辞に相当する部分のみ削除）

- ・今回の講義はどちらもすぐに現場で活用できるものが多く、大変勉強になりました。早速、小さな水を作るケースやふた付き発砲スチロール箱、和ろうそくなど、学校で購入しました。また、実験道具の片付け方法など、ちょっとした工夫を知ることができました。このような講習会ならいつでも参加したいなと思いました。
- ・ちょっとした工夫で、実験がうまくいくことを教えてもらいました。真似ができそうなことがたくさんあったので、自分にできる範囲で取り組んでいきたいと思っています。5,6年生の理科を持ったことがないので、もし持つことがあれば、この研修で教えていただいたことを試していきたいと思っています。理科が専門ではないので、3年生の理科でこういうところを気を付けた方がよい、これを絶対に押さえておくべきというのを教えていただきたいです。
- ・実験などでうまくいかない単元でのコツや工夫を教えられる研修はとても良かった。ちょっとした工夫でも絶大な成果を上げられるものが他にもあると思うので、今後もこのような研修があると良いと思う。
- ・今まで理科は出入りをお願いすることが多かったのですが、今回このような研修会に参加させていただき、実験や観察のポイントとなることを教えていただけて大変勉強になりました。専門ではないので、専科の先生方に混ざっての研修に少し気後れする部分もあったのですが、講義・実習を通して大変楽しく学ばせていただきました。
- ・ちょっとしたコツを教えてもらえてよかった。しかし、実験によっては、ここにあるような実験道具を班の数だけ用意するのは大変になるものもあると思った。先生なりに身近なもので、実験されていたが、もっと楽にできる実験の道具ややり方の説明があると良いと思います。
- ・大学の先生方ならではの、根拠をもとにした説明がとても勉強になりました。大学生も我々と同じような実践をたくさん学んでいるとのことで、頼もしく思いました。たいへん有意義な研修会でした。
- ・授業に役立てられる研修でした。本当にありがとうございました。また学びに行きます。地学分野の授業が苦手なので、今後、「太陽と月の形」や「大地のつくり」の単元について研修していただけると嬉しいです。
- ・①実験のちょっとしたコツをいろいろ知ることができ、とても参考になった。普段は、教科書通りのものを事前に行ってみるのがやっとなので、やってみなくてはなかつつも、より良いやり方などについて考えるたり、やってみたりすることはなかった。このようなよりよい実験の方法や成功のためのコツなどを教えていただきたい。②やり方とともに、染色液やアイストレーなどこういうものを使っているという情報や実物を頂けるのはありがたい。

- ・日頃、理科を担当する教員が困難に思っていることや、当たり前のようにして行ってきた間違いなどについて、よいアドバイスができそうです。可能であれば、これから研修会を開いていただけたら、知識が増えたり技能が向上したりしてありがたいです。以前、3年計画で、各学校の理科の指導力向上の取り組みがありましたが、今回のような研修を行えると、とても指導力が向上するのではないかと思います。
- ・月や星の動き、月の満ち欠け、大地の動きなどの2分野の地学関係の大きな時間の流れの中でできたものを児童に分かりやすく伝えたり見せたりする方法はないか知りたいです。また、研修とは別に先生方の実践や作った教材が閲覧できるようなサイトや研修会などがあるとすぐにでも使えるなと思いました。
- ・4年生の光電池でモーターを回す実験。日光を鏡で反射させて光電池に当てるのだが、児童がやると光を光電池に固定しておけない。何枚もの鏡を当てるとなるとおさら難しい。何か良い方法はないでしょうか。

VI-3 アンケートの個別評価の分析

項目毎の分析結果は以下の通りである。

【粒子領域】

(1) 水のすがたと温度

学校で必ず扱う、水を0℃以下に下げる実験のコツと、学校では扱わない氷酢酸の過冷却の実験実習を行った。

この実験は、冬場に氷と食塩（水）を用いて行う実験であるが、冬場でもなかなか時間のかかる実験である。今回、氷の粒径を小さくすること、事前にある程度まで温度を下げておくなどすると、実験時間を短くすることができる提案を行ったが、小学校の45分間授業の中で一定の成果を得られる実験のための1つの方法を提案できたに過ぎない。ある程度、予備実験を繰り返して頂くことで、更に指導のコツをつかんで頂く必要がある。

過冷却現象は、水の冷却実験中でも出会うことのある現象である。今回、水よりも融点の高い氷酢酸を用い、加えて、大学での研修ということもあり、デジタル計測機器（データロガー）SPARKを導入した実験を行ってもらった。機器の使いやすさやグラフ化されたデータのわかりやすさを伝えることはできたが、「…本校にはないので、棒温度計でも視覚的に確認できるのか試したいです。」という視点（配慮）までは至っていなかった。今後の検討課題としたい。

(2) 物の燃え方と空気

小学校6年の本単元とは直接関係はないが、物が燃えるという本質に迫る、簡単な実験をろうそくと竹串を使う実験と、ろうそくを消した直後の白い煙を使った実験を紹介した。教科書とは異なるアプローチではあるが、導入や興味関心を高める実験としては、受け入れられたようである。

「物が燃え続けるには」、「空気の通り道の視覚化」というような観点からの実験を通じて、手に入るろうそくには複数あり、使い分けることでそれぞれの実験の効果

に違いが出ること、部屋の明るさによって、観察のしやすさが変化すること、長い線香を使う意味などを伝えることができた。一方で、「…線香のけむりで空気の通り道を見る実験は、フラスコのふたの閉め方が難しかった。半分ふたをすると言ったほうが分かりやすいと思った。」「…しかし、安全面やふざけないように実験させる指導が必要だと思った。」など、小学校教員としての視点での考察もあり、今後の参考としたい。

(3) 水溶液の性質とはたらき

本実験実習については、各項目 20 分で行うという時間的制約を守れなかった。その結果、予定した内容全てを行うことができなかつたため、小学校の実験に即した部分を行うところまで到達できなかった。このため、「Spark の pH センサーはとてもわかりやすく良いものだということは分かりましたが、高価なものなので少し現実的ではないかと思いました。」「時間が少なく、少し急ぎ足だったので、もう少し詳しく知りたいと感じました。」「…ただ、炭酸水の pH 変化がどのようになれば良かったのかよくわからなかったことと、指示薬を用いた実験が行えなかったことが残念でした。」「…教科書のようにリトマス紙を使って実験を試みたかったです。」というような回答が多く見られた。デジタル計測機器による炭酸水の pH 変化を確認してもらう実験はオプションと考え、まずは、教科書での問題点に対応する実験を優先する必要があると感じた。

デジタル計測機器および pH センサーを用いた実験の面白さを示すことはできたが、実際、小学校理科で導入するには、経費的に難しい状況にある。今後の研修では、ポイントを絞った導入について考えていく必要がある。

【生命領域】

教科書とは異なる材料や、身近な環境で目にすることができる植物の利用を紹介した点は、実施側のねらい通り、概ね好評であった。一方で、教科書とは異なる材料を扱った場合に、「どうして教科書の植物ではないのか？」や「特別な植物だからでは？」等、子どもが抱く拘りについて考慮する必要について指摘があった。多様な材料を活用する場合に、この点は重要な問題であり、今後の課題としたい。

生物学的な特性や科学的な原理等、やや高度な背景についても部分的な解説を行ったが、これらに関する評価も一部の参加者から得られた。これは主に、理科免許を取得している、理科を専門とする教員から挙げられたものと推察された。したがって、理科を専門とする学校教員の意識向上という点では、大学教員が専門とする領域に関連した話題提供も意義があったと考えられる。以降は、個々のテーマごとに考察を述べる。

(1) 植物の水の通り道

植物染色液は、既に活用されている経験者もおられたが、初めて使用された教員にとっては、劇的な効果に驚かれた。赤インクや食紅を溶かした水溶液を用いる教科書の方法では、色素分子の細胞膜への透過性や、食紅中のデキストリンによる浸透圧の影響などが限定要因となり、染まりが悪いが、観察に適した染色状態に達するまでに非常に時間がかかる点が課題であった。今回の実習では、これらの生化学的な特性についても課題の背景として解説を加えながら、「短時間で確実に染色できる」効果を実際に体験してもらうことができた。

今回の実習では、植物染色液の活用を積極的に勧める内容としたことから、メーカー推奨の条件ではないが、2~4倍程度まで希釈して使用可能であること、使用済みの染色液も回収して保存しておけば翌年にも使用できることをあわせて紹介した。この結果、これまで使用を躊躇されていた教員にとっても、活用してみようという一助を与える機会になったと思われる。

さらに、身近な野草や栽培植物の中に、ハウセンカに代わる材料として本単元で活用できる植物が複数あることを紹介した点も好評であった。今回紹介した4種はいずれもキク科の植物で、野草として非常にポピュラーであるか（オオアレチノギク、ヒメムカシヨモギ）、栽培植物として入手が可能な植物（ククイモ、ダリア）である。これらの植物では、維管束が大きく、茎の柔組織が発達していることから、染色液によって「水の通り道」と「通り道以外」の組織が明瞭に染め分けされる点で観察が容易に行える利点がある。一方、この単元では“根から吸い上げた”水の行方を学習することが目的であるが、根は堅い場合が多く、園芸バサミで切断すると切り口の組織が潰れてしまい、染め分けされた部分を識別しにくい。適切な材料の選定も含めて、今後の課題である。

(2) 植物と日光とのかかわり

参加者に当日直接ヒアリングした結果、濾紙によるたたき染め法よりも、エタノールによる脱色法を採用している学校が多かった。この方法で期待される結果が得られない原因としては、①脱色時のエタノールの温度が低い、②ヨウ素液が濃すぎてバックグラウンドが高い、ことがトラブルの主因と考えられた。そこで、本学の「理科実験観察法」で実践している、発泡スチロール箱を利用した保温の方法と、薄いヨウ素液を使用することの効果を中心に実習を行った。僅かな操作のコツを紹介することに力点を置いた結果、「教科書通りに行っているのに、どうして上手くいかないのか？」という疑問に、概ね応えることができたと考えられる。

さらに、この実験でも教科書とは異なる材料として、ドクダミが適していることを紹介した。この実験では、クロロフィル色素の脱色を効果的に行うために、葉の組織の硬さや表皮組織の厚さなどが材料選定の際の評価項

目となる。加えて、短時間で明瞭なヨウ素デンプン反応を観察できるためには、大量の貯蔵デンプンを細胞中に蓄積する性質を持った植物であることが求められる。身近に生育して入手が容易なドクダミは、これらの利点を備えており、非常に優良な材料といえる。学校現場でも積極的に活用して頂きたいと考えている。

(3) 消化のはたらき

唾液を提供する操作に対する子どもの抵抗感を軽減する方法として紹介した、唾液を濾紙に含ませる方法は概ね好意的な感想が寄せられていた。当初、大学教員側は、この単元の実験が計画通りに進まない原因として「子どもたちの羞恥心」と「(基質である)お米の揉み出し液が濃すぎることを想定していた。しかし事後アンケートには、「呈色反応が得られない場合には、ヨウ素液を濃くして使用した」という過去の失敗談も挙げられていた。これは、事前・事後に詳しいアンケートを実施したことによって、実際の学校現場で起こりうる躓きやすいポイントに関して、小学校教員と大学教員の間で共通の認識を得ることができた一例である。技術的に「こうすればねらい通りの実験が成立する」というアドバイスに加えて、それらの科学的な背景(今回の場合には、酵素と基質の反応速度論に関する生化学的な基礎知識)についても時間の許す限り解説を行い、テキストにも実験手順と共に詳しい解説を記載した。したがって、講習時間内に解説できず、理解しきれなかった内容に関しては、各教員のさらなる自己研鑽に期待したい。

【研修会全体について】

今回の研修会の内容は、概ね受け入れられた内容であったと総括できるが、全体として、2.5時間の研修で扱える内容は限られている。実際、事前アンケートの内容についても、全てを扱うことはできなかった。事後アンケートでは、今後の希望内容として、①3年理科で気を付けるべきこと、②地球領域(太陽と月の形、大地のつくり、月や星の動き、月の満ち欠け、大地の動き)、③4年光電池でモーターを動かす実験などが挙げられている。どの学年のどの内容にも、実験や授業を進めるためのよりよい方法について研修を希望されていることがわかった。

今回の研修では、できるだけ身近な道具を利用した実験を示すということと同時に、最近の理科教育で使用が期待されている道具の紹介も行った。このような趣旨についても、詳しく説明する必要がある。一方で、大学で揃えることのできる教材・教具・薬品と現在の学校現場で取扱可能な物の精査を今後行うことで、より実践的かつわかりやすい教材・教具・薬品等の紹介や支援が行えるものと考えられる。

VII. 引用文献

- 1) 文部科学省, 「小学校理科の観察, 実験の手引き」(2011): http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiyouen/1304649.htm (2016年9月22日現在確認).
- 2) 独立行政法人科学技術振興機構理科教育支援センター「平成22年度小学校理科教育実態調査集計結果」(2012): http://www.jst.go.jp/cpse/risushien/elementary/cpse_report_015A.pdf (2016年9月22日現在確認).
- 3) 福井県教育委員会, 「観察・実験レシピ集教師用指導書 3年生, 4年生, 5年生, 6年生」(2012).
- 4) 原俊雄, 「科学館における小学校教育理科実技講習会」, 物理教育, 56(4), pp.327-332 (2008).
- 5) 村上忠幸, 「小学校理科を活性化させるための教材・プロセス開発」, 京都教育大学教育実践研究紀要, 第9号, pp.29-38 (2009).
- 6) 八木陸郎, 「京都市青少年センターでの教員研修の現状と課題」, 物理教育, 58(4), pp.241-244, (2010).
- 7) 石橋研一, 浦野弘, 「新しい小学校学習指導要領に対応した理科実験に関する教員研修の成果と課題—実感を伴った理解に結びつく実験の工夫—」, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 第33号, pp.133-142, (2011).
- 8) 石橋研一, 浦野弘, 神居隆, 齋藤孝, 「教員研修講座における解体したブタの内臓を使用した解剖実験の試み~研修成果の授業への活用を目指して~」, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 第34号, pp.195-202, (2012).
- 9) 川上雅弘, 仲矢史雄, 片桐昌直, 任田康夫, 「平成23年度大阪府下公立小学校における理科指導に関する教員の意識調査—苦手意識, 知識・理解, 指導法を中心に—」, 大阪教育大学紀要第IV部門, 61(1), pp.87-101, (2012).
- 10) 境智洋, 五島政一, 「理科教育用W型問題解決モデルに基づいた教員研修プログラム開発とその有効性の検証: 小学校理科6年生「土地のつくりと変化」の指導に自信を持つことのできる教員の育成」, 北海道教育大学紀要, 教育科学編, 65(2), pp.167-180, (2015).
- 11) 福井大学・福井県教育委員会「福井CST(コア・サイエンス・ティーチャー)養成・支援事業HP: <http://www.cst-fukui.net/> (2016年9月22日現在確認).
- 12) 平山大輔, 森川英美, 後藤太一郎, 「光合成の授業におけるICTの活用とその有効性—小学校理科6年小単元「生物と空気のかかわり」に注目して—」, 理科教育学研究, 54(3), pp.419-426, (2014).
- 13) 平山大輔, 尾上修一, 後藤太一郎, 「植物の蒸散の実験におけるデータロガーの活用」, 三重大学教

- 育学部附属教育実践総合センター紀要, 第 34 号, pp.19-23, (2014).
- 14) 尾上修一, 平山大輔, 後藤太郎, 「データロガーを活用した理科教材開発とマニュアルの作成」, 三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 第 35 号, pp.119-123, (2015).
- 15) 小出良幸, 理科教育概論, 理科の単元などの資料, <http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/rika/Tangen.pdf> (2016 年9月 28 日現在確認).
- 16) 浅海範明, 「ろうそくの燃焼における化学変化」, 化学と教育, 38(3), pp.326-329, (1990).
- 17) 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」, 第 60 回日本理科教育学会全国大会要項, p 91, (2010).
- 18) マイクロスケール実験に関する報告は多数ある。例えば, 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).

In-service Training for Teachers: The Field of Matter and Life on the Elementary School Science

Masahiro ASAHARA, Toru NISHIZAWA, Yukinori HIRATA, Mikio SAITO and Kazuhiro KAI

Keywords : Elementary School Science, Matter, Life, Observations and Experiments, In-service Training for Teachers, Core Science Teacher, CST