



採用前小学校理科研修における現状と課題

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-04-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柚木, 朋也, 尾関, 俊浩, 平, 久夫, 田口, 哲, 高久, 元, 鈴木, 明彦, 並川, 寛司 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006969

採用前小学校理科研修における現状と課題

柚木 朋也・尾関 俊浩・平 久夫・田口 哲・高久 元・鈴木 明彦・並川 寛司

北海道教育大学札幌校

Current Status of and Issues in a Workshop Program of Elementary School Science for Training before Teacher Adaptation

YUNOKI Tomoya, OZEKI Toshihiro, TAIRA Hisao, TAGUCHI Satoshi, TAKAKU Gen, SUZUKI Akihiko and NAMIKAWA Kanji

Department of Education, Sapporo Campus, Hokkaido University of Education

概 要

北海道教育大学の重点分野研究プロジェクトの一つである「札幌市教員委員会と連携した理科指導力向上をめざす採用前研修と理科指導資料の作成」研究プロジェクトは、平成26年度から札幌市教員委員会と連携して、様々な取組を行ってきた。その一つとして、小学校の採用前研修である「フレッシューズセミナー」において、理科の4分野（物理学、化学、生物学、地学）の研修を実施してきたことが挙げられる。本論では、大学と教育委員会との連携による初任者教員の採用前研修の実施における現状と課題について考察した。その結果、採用前研修については小学校教員の理科指導についての不安を軽減させ、理科指導力を向上させるために効果的であることが明らかになった。

キーワード：採用前研修，小学校教員，初任者，理科研修，理科指導力

I はじめに

理科教育の充実のためには、教員の資質・向上が重要であり、そのための方法の一つとして、教員研修が挙げられる。教育委員会で教員の研修を行うことや大学がその研修を受け持つことは、初任者研修、教職経験に応じた研修をはじめとして、国内で数多く行われている。しかし、初任者の採用前に大学と教育委員会で連携して理科の研修を

行うことはあまり行われてこなかった¹⁾。

北海道教育大学では、平成22年度、教員養成課程で学ぶ学生や理科の授業に不安を抱える小・中学校教員が、自信を持って理科を指導できるよう、理科教育の研究プロジェクト「21世紀型実践的指導力を有した理科教育の養成・支援プログラム開発—みずみずしい感性を持った子どもたちを育てるために—」を立ち上げた。その後、平成25年度、教員養成3キャンパス（札幌、旭川、釧路）それ

ぞれに、「理科教育プロジェクト」を新たに立ち上げた。一方、札幌市は10年間（平成26年度から35年度まで）の「札幌市教育振興基本計画」を策定し、その中で取り組む教育施策「札幌市教育アクションプラン（前期）」（平成26年度から30年度まで）を策定した。このアクションプランの中には、「科学的リテラシーを育む学びの充実」が挙げられている。

こうした背景をもとに、理科教育プロジェクトと札幌市教育委員会の連携についての協議が始まり、札幌市教育委員会が平成27年度の採用予定者を対象に、採用直前期（2月）に実施する「フレッシュャーズセミナー」のうち、小学校教員に対する「理科研修講座」を札幌校の「理科教育プロジェクト」が担当することとなった。新年度採用者を対象に、札幌市の教員に求められる資質や指導力を高める研修を、養成を担う大学と現職研修を担う教育委員会が協働して行うことは、養成又は研修に係るカリキュラム内容を相互に理解できるだけでなく、相互の役割を補完できる点に意義があるものとする。

「フレッシュャーズセミナー」は、平成27年から継続するとともに、平成30年には、より効果的に研修がおこなわれるようテキスト（北海道教育大学理科教育プロジェクト【札幌】、2018）の作成も行った²⁾。本研究は、こうした積み重ねにより得られた知見をもとに、令和2年に行われた「フレッシュャーズセミナー」の現状と課題について考察したものである。

II 令和2年度採用候補者を対象とした札幌市教員育成フレッシュャーズセミナー

令和2年度採用候補者の札幌市教員育成フレッシュャーズセミナーは、次の概要で実施された。

日時 令和2年2月21日（金）9：30～16：30
場所 札幌市生涯学習総合センター「ちえりあ」
対象者

札幌市公立学校教員採用候補者名簿に登録された時点において、次に掲げる要件を備える者とする。

- (1) 名簿に登録された年度の3月までに就学中の大学または大学院を卒業する見込みであること。
- (2) 名簿に登録された校種・教科の教員免許状を取得することができる見込みであること。

理科指導は、小学校採用候補者を対象に、物理学（8名）、化学（9名）、生物学（10名）、地学（8名）に別れ、14：30～16：00で実施した。なお、今回は、新型コロナウイルスによる影響で当日の欠席者が多く、参加者は例年より少なかった。

III 各研修について

各研修について、ねらい、実施内容の概要、評価について述べる。

1 物理学分野

安全管理の例として、小学校第5学年の単元「電流がつくる磁力」の中で取り扱われる電磁石の実験を取り上げた。

(1) ねらい

理科の授業の醍醐味は実験や観察にあり、また多くの児童が好きであることから、学習を進める上で積極的に取り組むことが望ましい。一方、フレッシュャーズセミナーでは、理科を専門に学んでいないことから理科の実験を担当することに不安を感じる受講生が少なからずいる。実験を取り入れた授業は手間がかかる上、実験がうまくいかないリスクも伴うが、まずは実験に取り組んでみる姿勢が必要である。ただし、実験中の事故によって怪我が発生すると、怪我をした児童には身体的のみならず精神的な影響も生じるので、安全に実験を行うことを心がけることが肝要である。このセミナーでは小学校の実験内容を数多く体験するだけの時間はないので、前半では理科の実験を行ううえで新任者が不安に思う安全指導に焦点を当てた。

後半では安全管理の例として、小学校第5学年の単元「電流がつくる磁力」の中で取り扱われる電磁石の実験を取り上げた。この実験を取り上げた理由は3点ある。1点目は、電磁石に関わる現

象が豊かな内容を含んでいるためである。電流の周りに磁場が発生すること、電流を大きくすると磁場も大きくなること、磁場中に置かれた鉄心が磁化することなど、電磁気学の基本的な性質を学ぶよい機会になっている。これらは、アンペールの法則、電磁場の双対性、スピン、磁性体などの大学で学ぶ物理の基礎となるものであるとともに、現代物理学を理解するための基礎であるため重要である。2点目は、電磁石に関連した現象を利用した実験機器、家電製品、工業製品が多く存在するためである。理科の実験で使う電流計や、ドライヤー、自動車、鉄道に使われるモーターなどが例として挙げられる。物理法則を利用した実験機器や製品が身近に存在することを知らずには、物理を身近に感じ興味を持つうえで重要である。3点目は、電磁石の実験のように事故やケガとは無縁のように思える実験でも、思わぬ事故やケガが発生することがあることを示す1つの例となる実験であるからである。物理を学ぶためには実験を行う必要があるが、その際には安全面にも配慮しなければならないことに気づいてもらうことがねらいになっている。

(2) 実験のKY活動の実施概要

小学校理科の実験について、種々の実験の場面で使う実験機器の取扱いと安全配慮に関しては、札幌市教育委員会による手引き（札幌市教育委員会指導室，2014）を紹介し、各実験の参考としてもらうこととし、ここでは実験の中に潜む危険を児童とともに予知する活動に焦点を当てた。教師は実験中や実験後に起こりやすい事故を予想し、危険を取り除くように事前に準備することを心がけるが、実験を行う主体が児童であることを勘案すると、児童の安全意識をどう高めるかがポイントとなる。事故防止に関する「ハインリッヒの法則」では、1件の重大事故の背景には、29回の軽い事故が起きており、さらに事故にはならなかったものの「ヒヤリ」や「ハッ」とする事例が300回潜んでいると言われている。このヒヤリハット事例を減らすことを目的に児童の安全意識を高めることで、軽い事故が減少し、さらに重大事故が

防止できると考える。労働現場で取り入れられている事故軽減の取組にKY（危険予知）活動がある。これはいまでは医療現場など広い分野に導入が進んでおり、理科実験の安全意識向上にヒントを与えてくれる。このセミナーでは、KYT（危険予知トレーニング）基礎4ラウンド法（中央労働災害防止協会，2015）を取り上げ、理科の実験に当てはめて実践を行った。トレーニングでは

- ・いつ行うのか：毎回の実験開始前
- ・班編成：4～6名の実験班毎

を想定し、班の中で司会などの役割分担を決めた上で、理科の実験を行っている様子のイラストシート（図1）を用いて、表1に示すKYT基礎4ラウンド法を進めた。これは実際の理科室では実験道具を前に、実験手順を確認しながら作業に潜む危険を発見、把握、解決していく活動に相当する。このKY活動では、イラストの間違い探しを主たる目的とするのではなく、児童が実験に潜む危険を発見し、危険要因とその要因がひきおこす現象を想定して出し合い、班員同士で共有することにある。この活動を繰り返した結果として、危険感受性を鋭くし、集中力を高めて実験に臨め

表1 KYT基礎4ラウンド法の概要

ラウンド	手 順
第1 R 現状把握	どんな危険が潜んでいるか
第2 R 本質追求	これが危険のポイントだ
第3 R 対策樹立	あなたならどうする
第4 R 目標設定	私たちはこうする

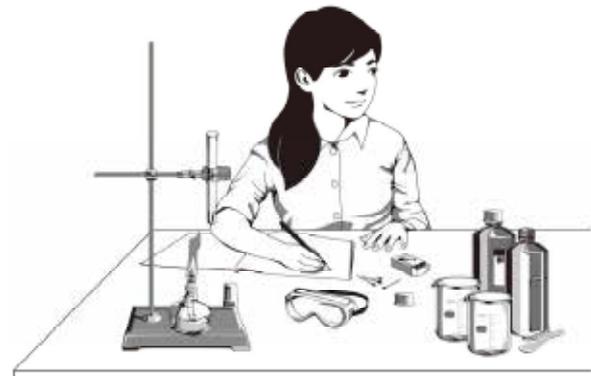


図1 理科の実験のイラストシート例

るようになる。

(3) 実験のKY活動の実施後の自己評価

KY活動は、これから行う実験について5分程度で行う活動である。参加者は、司会、書記などに分かれて手際よく活動を進めることができていた。このセミナーでは、各班の活動内容を発表し合い、活動の手順や実験に潜む危険の共有化を図った。受講者のアンケートの事由記載には、「グループ活動を行うことで一人一人の考えを聞くことができ、考えが深まり自分の気付かなかった部分を知ることができる。」「実際には危険が伴うことを意識することの大切さ、子ども自身が考えること、その考え方をひきだすことを大切にす。」

「KY活動、実験の中でおきるかもしれない危険を予測することができ、事故の確率を下げられるので、実験毎に自分の頭の中でやろうと思いました。」など、受講生は実験指導の安全管理についての意識が高まったことがうかがえた。短い時間ではあったが受講生の危険感受性を向上させることができた。

(4) 電磁石の実験の実施概要

研修では、電磁石の実験に入る前に、電磁石に関わる物理現象についての解説を試みた。具体的には、電流の周りに磁場が発生することを説明した。次に、電流の周りに磁場が発生するのであるから、コイルに電流を流すだけでも磁石と同じ磁場が発生することを解説した。その後、コイルだけで磁石になるのに、なぜ鉄心をコイルに入れる必要があるのかについて解説した。また、電磁石が使われている身近な実験機器や製品についても簡単に紹介した。これら電磁石に関わる現象の解説後、実際に身近な材料と器具を使った電磁石を作成させた。用いた材料と器具は、単一乾電池、電池ボックス、エナメル線、ボルト、ナット、クリップ、ストロー、ニッパー、はさみ、紙やすりである（図2）。回路に電流を流しクリップを近づけるとクリップが電磁石にくっつき、電流が磁場を生むことを確認できた。次に、ねらいの3を達成するために、電磁石が高温になったことも確認させ、ショート回路になっていることが高温に

なった原因であることを解説した。この実験のショート回路は、教科書などでは「電流を長時間流さない」のように短時間だけスイッチを入れる指示がなされているが、しばしばスイッチの切り忘れで発熱する事例が見受けられる。セミナーでは発熱の様子を赤外線カメラで可視化した資料を示し、通電後10秒ですでに肌に熱く感じる温度に、2分通電したままだと100℃に達することがありえることを示した。これにより、電磁石の実験ではショート回路を構成したことによる発熱でやけどの可能性あることを実感できた。改善例として、段ボールにアルミホイルを巻いて作成したスイッチを回路に入れることにより段ボールが板バネのように働きスイッチの切り忘れを防ぐ方法を示した。また、小学校ではやけど防止のために軍手をはめて実験していることなどを紹介し、現場とのつながりを意識してもらえよう研修にした。

なお、以前の研修では電流や抵抗の計算を受講生に行わせ、放射温度計やサーモビューアーで実際の温度を測定していたが、今回の研修では省略した。計算については内容が難しいという受講生からの意見があったこと、また研修時間が短く



図2 実験材料

エナメル線、単1乾電池、電池ボックス、M6のボルト、ナット、ストロー、手製スイッチ、ミノムシクリップ。

なったことが理由である。

(5) 電磁石の実験の実施後の評価

ねらいで記述した安全面に関して評価する。電磁石の温度があまり上がらず、熱いというよりは暖かいという受講生の声があったため、電磁石によるやけどは起こらないと考える受講生もいたかもしれない。コイルの巻き数を増やすなどして、もっと高温になるような工夫をすべきだったと考える。電磁石に関わる物理現象については、後述するアンケートにもあるように、内容が難しいと思っている受講者もいるため、今後はより丁寧な説明が必要であると考えている。

2 化学分野

(1) ねらい

化学分野では、4月から小学校で理科を指導するにあたり、理科を専攻しなかった新卒の小学校教員の化学実験に対する敷居を少しでも低くすることをねらいとしてセミナーを実施した。実験が不安で理科指導に後ろ向きになるのでは、教職経験を積んでも理科の指導力はなかなか向上しないであろう。実際、ベネッセ教育研究開発センターによる調査結果（ベネッセ教育研究開発センター、2007）では、算数や国語では教職経験年数を積むに従い「指導が得意だ」とする教員の割合が向上していくのに対し（教職経験年数31年以上の教員の9割以上が「算数の指導が得意だ」としている）、理科では教職経験年数を31年以上積んでも「指導が得意だ」とする割合は4割台に留まっている。これは、教職経験5年以下の教員とほとんど変わらない。

以上を背景として、化学に関心を持ってもらうことで、理科の授業で化学実験を行うことに対して少しでも前向きな姿勢を持つ契機になればと考え、本セミナーを実施した。

(2) 実施内容の概要

上記のねらいを達成するために、次の4点、①小学校理科における化学分野の位置づけと目標の確認、②化学実験における安全指導、③実験を中心に据えた科学的思考力の育成過程の模擬体験、④実験・観察において児童が持つと思われる疑問

とその解説、を盛り込んでセミナーを実施した。

具体的には、小学校理科4年「金属・水・空気と温度」の単元における「水をあたためたときの変化」を取りあげた。これを取りあげた理由としては、安全指導上特に配慮が必要と思われる加熱器具（理科実験用ガスコンロ・アルコールランプ）の取扱いを含んでいることと、身近な現象が含まれ化学に対して敷居が高い者でも比較的取り組みやすいことが挙げられる。

セミナーは、「ちえりあ」4F理科研修室（四人用実験台が6台設置されている）で行った。2人1組もしくは3人1組の班を作り「水をあたためたときの変化」の授業を想定した実験を行うことを中心にセミナーを展開した。

(3) 実施後の評価

上記(2)の①～④の内容に関して、令和元年度と令和2年度の本セミナー受講者のアンケートの自由記述を基に自己評価を行う。

①では、小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2017）における化学の位置づけを解説した。また、化学は「見えないものを観る」分野であることを強調して伝えた。受講者からは「自分が教える内容がその先にもつづくことだと思ったら、楽しんで行いたいと思いました。」といった感想が寄せられ、このセミナーにより、小学校理科の化学分野と中学校・高校理科の化学分野の系統的接続を受講者が認識できたことが示唆された。

②では、小学校理科の加熱実験には、便利且つ比較的安全な理科実験用ガスコンロが主に使用されていることから、コンロの仕組みとその使用上の注意事項についてスライドを使いながら解説した。

また、教育現場では最近使用されなくなってきたが教科書には未だに掲載されていることを踏まえ、アルコールランプの使用上の注意事項を解説した（もらい火をしない、ランプの八分目程度までアルコールは常に入った状態にする）。加えて、アルコールが減った状態でランプを使用することの危険性を演示した。具体的には、空き缶（上部を切り取り下部に点火口を空けたもの）にメタ

ノールを数滴いれてから紙コップで蓋をして点火すると、気化したメタノールが爆発し、大きな音を立てて紙コップが勢い良く上に飛んだ。受講者は驚いた様子で声をあげた。

さらに、水を加熱する場合は、必ず水に沸騰石を入れなければならないことや（突沸防止）、実験は座って行ってはいけないことなどを強調し（座っていると危険回避が遅れる）、その理由について解説した。

受講者からは「安全面への配慮を詳しく知れた。」「実験の際にイスに座ってはいけないことを初めて知った。安全面についてはきちんと知っておかなければならないと感じた。」といった感想が寄せられ、こちらの意図はある程度伝わっていることが示唆された。

③では、初めに「水をあたためたとき、水は、どのように変化するのだろうか」という学習課題を参加者に提示した。実験を行う前に、この課題に対する「児童の予想」の予想をグループで話し合い発表させた（泡が出る、湯気が出る、水が減るなど）。

次に、そのような予想を立てた児童の立場に立って、300mLビーカーに入れた水200mLを加熱し、沸騰して温度が一定になるまで1分毎に温度を測定し記録させた。同時に、ビーカー内外の様子を観察し記録させた。この際、ガラス器具の設置、コンロの点火と消火、温度計の設置などの実験操作は全て受講者に行わせた。どんな小さな変化でも観察したことは全て記録するように伝え、観察の重要性を訴えた。しかし、例えば、点火直後に水の入ったビーカーの表面が一瞬曇る現象や、加熱中の水がモヤモヤして見える現象（いわゆるシュリーレン現象）を自ら気付く受講者は多くはなかった（こちらから注意を促すと認識できてはいた）。グラフ用紙を使用して温度変化をグラフ化することも行わせた。

最後に、実験からわかったこと（例：沸騰すると温度が一定になる、このとき泡が激しく出る、初めは小さな泡がビーカーについているが暫く加熱すると泡は消える、温度が上がってくると湯気

が見える、など）と、疑問に思ったこと（沸騰中に温度計が100℃を示さないのはなぜか、加熱中に水がモヤモヤして見えるのはなぜか、ビーカー底面の同じ場所から沸騰中に泡が出てくるのはなぜか、泡の正体は何か、など）を発表させた。以上は、ワークシート（図3）に記録させた。

受講者からは「子どもが疑問に思うことを考えることができたので、今日の講義を楽しく受けることができました。」「先生は、子どもが疑問に思うことを先に知っておき、予習しておくの良いことを学んだ。」といった感想が寄せられたことから、受講生は実践を意識してセミナーに臨んでいることが示唆された。

札幌市教育実践研修センター 実験2 理科指導（化学分野） 氏名 _____

水のすがた「水をあたためたときの変化」

課題：水をあたためたとき、水は、どのように変化するのだろうか。

「児童の予想」の予想

実験結果

時間/分	温度/℃	ビーカー内外の様子	時間/分	温度/℃	ビーカー内外の様子
0			11		
1			12		
2			13		
3			14		
4			15		
5			16		
6			17		
7			18		
8			19		
9			20		
10					

実験結果の整理（グラフ化：別紙のグラフ用紙に記入）

実験からわかったこと

実験で疑問に思ったこと

図3 使用したワークシート

④では、実験の結果、児童が疑問に持つと考えられる「点火直後（最初）にビーカーが曇るのはなぜか（図4）」、「加熱によって水の中がモヤモヤして見えるのはなぜか」、「はじめに見られる気泡の正体は何か」、「沸騰中は同じ所から気泡が出てくるのはなぜか」、「沸騰中に温度上昇が停止するのはなぜか」、「沸騰中に温度計が100℃丁度を示さないのはなぜか（図5）」などについて、小

学校での学習事項を超えた内容も含めて解説した。「水を加熱する」という日常生活でごく普通に行われることの中にも、実に豊富な化学が隠れていることを伝えた。

最初にビーカーが曇るのはなぜ？

実験用ガスコンロの燃料はブタン
 $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$

バーナーの燃料 (メタン) はメタン
 $CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

生成物は高温の二酸化炭素と高温の水蒸気。
 ↓
 冷水の入ったビーカーの表面で冷やされる。
 ↓
 凝結して (水蒸気が液体の水になって) ビーカーの表面が曇る。

図4 ビーカーの表面が曇るのはなぜか

沸騰中100℃を示さないのはなぜ？

- 温度計自体の誤差。
- 大気圧が1013.25 hPa (1気圧) 以下である。
 ⇒ ただし、これはあまり関係ない。
- 温度計の水面より上の部分は100℃以下なので、その部分の液柱は100℃のときよりも収縮してしまう。
 ⇒ ビーカーで実験するときの影響が出やすい。

空温 (水の沸騰より低い)
 温度計の赤い液柱が測定対象の外に出ている。
 ↓
 温度計は水の実際の温度より低い温度を示してしまう。

図5 沸騰中100℃を示さないのはなぜか

受講者のアンケートの自由記述には「ちょっとしたことでも驚きがあり、子どもたちの反応が楽しみに感じた。」「子供の発想や疑問に対応できるよう、自分自身をもっと学んでいくことが必要であると感じました。」「自分が興味を持っているとそれだけ知りたくて調べることにつながる。その結果、十分な知識やそこからの自信を持って授業を行えることに気付いた。」「実験結果において疑問に思ったことを改めて考察することの良さを知れた。日常生活に結びつけられた。」といった感想が寄せられたことから、理科を教える教師の姿勢について受講者が再確認し、本セミナーが化学に関心を持つきっかけになったことが示唆さ

れた。

3 生物学分野

(1) ねらい

小学校理科では他分野に比較して生物学分野の内容が多く、観察、実験が占める割合も高い。そのため、セミナーでは講義よりも観察、実験を中心としたものになるよう配慮し、観察として顕微鏡を用いた様々な試料の観察を、実験としては唾液によるデンプンの変化に関する実験を取り上げた。

顕微鏡による観察は小学校5年生の「植物の発芽、成長、結実」での花粉の観察、「動物の誕生」でのメダカの発生の様子の観察で初めて行われるが、「植物の養分と水の通り道」(6年生)で植物の気孔の観察、「生物と環境」(6年生)での水の中の生き物の観察など、顕微鏡を活用する機会が何度かある。また「身の回りの生物」(3年生)や「人の体のつくりと運動」(4年生)などでも微細な構造を顕微鏡およびプロジェクターや実物投影機で拡大して示し、児童の関心を高めるといふ活用方法もある。顕微鏡は高額な機器であり取扱いに注意しなければならないが、高額であるからこそできる限り活用を増やし有効に使えるようにしたい。また、普段から使えるように、きれいな状態を保つよう整備しておく必要がある。そこでセミナーでは顕微鏡の様々な活用方法に加えて整備の方法も扱うこととした。

唾液によるデンプンの変化の実験は「人の体のつくりと働き」(6年生)で食べ物が人の体の中でどのように変化するかを学ぶ際に、唾液による食べ物の変化を調べる実験として行われる。デンプンは植物の光合成により作り出されること、食物連鎖の中で使われることなど小学校6年の理科で学ぶ生物学分野の内容に強く関連している。また、中学校理科でも「動物の体のつくりと働き」で唾液によりデンプンが糖に変わることを学び、小学校での活動を深める内容となる。実験の技術だけでなく、以後の学習につながるように記憶に残る学びにしたい。そこでセミナーでは、デンプンが唾液によって変化することを示す簡単な実験

や、デンプンの濃度とヨウ素液の反応，ヨウ素デンプン反応に関する簡単で児童の興味・関心を引く実験などを通じて，ヨウ素デンプン反応の理解を深めさせることとした。

(2) 実施内容の概要

セミナーは札幌市生涯学習センター「ちえりあ」の5階A研修室で行われ，机，椅子は研修室内にあるものを用い，光学顕微鏡やスライドグラス等の実験器具に関しては北海道教育大学札幌校生物学生実験室にあるものを搬入して用いた。セミナーでは理科プロジェクトで作成したテキストをもとに，1時間30分で実験を中心とした研修を行った。大学で理科の研究室に所属するものは少なく，ほとんどが理科以外を専門とする受講者であった。

時間が限られていたため，セミナーのねらい，概要を簡単に伝えた後，すぐに顕微鏡による観察に入った。太さ0.1mm～0.5mmの釣り糸（テグス）や自分の髪の毛を用いて，顕微鏡で見える大きさ（太さ）を実感させるとともに，充電式の照明がついた光学顕微鏡の使い方に慣れさせた。使用した顕微鏡は充電式であるため，観察時に電源コードをつなぐ必要がなく，コードが邪魔にならないなどの利点があることも説明した。また，簡単に顕微鏡観察できる試料として植物（市販のユリ）の花粉やチョウの鱗粉などを用い，セロハンテープに付着させた試料を顕微鏡で観察した。その後，顕微鏡整備の方法として顕微鏡本体の整備，レンズの拭き方などの演示も行った。

引き続きヨウ素デンプン反応の実験を行った。啓林館の小学校理科6年の教科書に掲載されているろ紙片，アルミカップ，プラスチック容器などを用いた，一人一人で行える簡便な実験方法を紹介し，唾液によるデンプンの変化をヨウ素液で確認した。結果にばらつきはあったものの，概ね唾液によってデンプンが変化していることがわかる結果であった。デンプン液の濃度の違いによるヨウ素液の反応では，0.01%以上の濃度では反応が見られたが，0.001%になると反応は見られず，デンプン液で実験する際の使用可能なデンプ

ンの濃度は0.01%～1%程度であり，濃度の薄いデンプン液でも十分反応することを実感していた。最後に，デンプン液にヨウ素液を加え紫色に反応させた液体に，様々な薬品（エタノール，水酸化ナトリウム水溶液，胃腸薬）を加える，または加熱するなどしてヨウ素デンプン反応を消失させ，瞬時に紫色から無色に色に変化する様子を見せることでヨウ素デンプン反応の面白さを伝えるとともに，ヨウ素デンプン反応の原理，薬品によりどのような反応が起こっているのかを説明した。最後に，デンプンは身近な物にも利用されていることを知らせるため，プリント（コピー用紙）にヨウ素液を滴下させ紫色に反応する様子も見せた。

(3) 実施後の評価

理科が専門ではない採用候補者も多く含まれているため，できるだけ身近な材料を用い，取り組みやすい内容，レベルの題材を選び，まずは観察，実験に親しませることを目標にした。目標は達成できていたように感じられたが反省点もあり，それらは以下のようにまとめられる。

- ① 時間が限られている中で，内容を詰め込みすぎ，受講者に体験してもらおうべき実験の一部が演習実験のみになってしまった。
- ② 時間が不足し，質疑応答の時間を十分に用意することができなかった。
- ③ 実験内容の説明や実験自体に時間を費やしたため，目的，実験の理論，児童への指導の注意点などについての説明が不足していた。

これらの反省点および実験内容，指導内容等をよく検討し，今後のセミナーに活かしたい。

4 地学分野

(1) ねらい

今日の地学教育には，高等学校における地学履修者の激減に象徴される様々な課題が存在する。科学リテラシーの視点からみると，地球的な時間スケール・空間スケールにおける学習機会がカリキュラムとして提供されている学校がわずかであることが問題と思われる。北海道においても，高等学校で地学が履修できる学校はほんのわずかに

すぎないのが現状である。そのため小中学校の理科の授業の中で、できるだけ魅力的な授業を実践して、児童・生徒の興味や関心を高めてゆく必要がある。

そこで本セミナーでは、小学校6年生理科の単元「大地のつくり」を取り上げ、そこで登場する化石を対象とした。まず示準化石のレプリカ作成を通して、将来の小学校教員に地学分野への興味や関心を持たせることを試みた。また、示準化石に注目して、地球的な時間スケール・空間スケールを体感する学習機会の意義を理解する。さらに五感を通して、実物の化石標本に触れるハンズオン体験を経験してもらう。

(2) 実施内容の概要

近年博物館や科学イベントなどで化石を見る機会は増えているが、実際に化石に触れられる機会は限定的である。そこで大学の地学実験で使用している大型化石を持参し、まず実物の化石(図6)に触れてもらうことにした。



図6 代表的な示準化石3種

次に保存の良い化石から型取りした各種の雌型(図7)を使用して、自分自身で化石のレプリカを作成してもらう。

このような化石のレプリカ作りの作業を通して、化石や地学分野に対する興味や関心を深めていく。今回は生徒児童でも取扱いが容易な低融点樹脂(おゆまる)と粘土消しゴムを使用して、示準化石のレプリカを作成した。このうち低融点樹脂は、失敗しても再度使用できる。代表的な示準化石である三葉虫(古生代)、アンモナイト(中



図7 レプリカ作成に利用した雌型

生代)、古代ザメの歯(新生代)をレプリカの対象とした(図8)。なお、セミナーで作成した化石レプリカは、教材として持ち帰り可能とした。

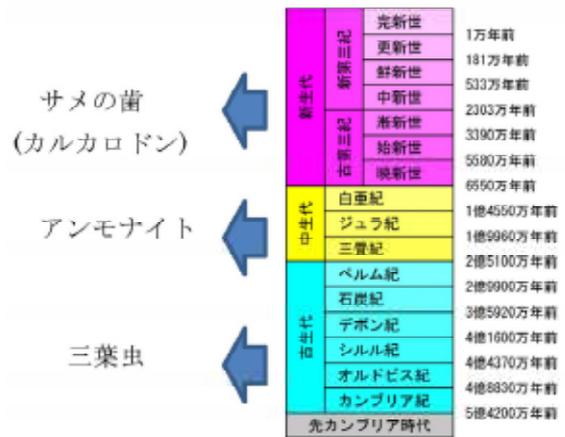


図8 代表的な示準化石3種とその地質時代

最初に三葉虫、アンモナイト、古代ザメの歯などの示準化石に関する基礎知識を解説する。また、これらの古生物が棲んでいた地質時代の古環境について解説する。また、実物を見せながら、レプリカの意義を紹介する。終わりに粘土消しゴムによるレプリカ作成、低融点樹脂によるレプリカ作成を具体的に説明する。

① レプリカの説明

レプリカとは化石から型をとって、本物そっくりのものを作ることである。化石よりも頑丈なレプリカを展示することで、本物は大切に保管することができる。レプリカがあるおかげで、貴重な化石を破壊せずに保管することができる。

② アンモナイトについての説明

アンモナイトってなんの仲間？（クイズ形式）
アンモナイトの殻が一つ一つ分かれていますので、
現生のオウム貝の仲間である。アンモナイトは北
海道からたくさん見つかる（地図で示す）。「アン
モナイト」という名前は古昔のエジプトの神様「ア
モン」に由来する。アンモナイトは今から約1億
年前に繁栄し、その頃には恐竜も生存していた。

③ 粘土消しゴムによるレプリカの作成（アンモ
ナイト・三葉虫）

(ア) 準備

粘土消しゴム（1人1色）、雌型（2種類）、割
り箸、ホットプレート、水を人数分用意する。

(イ) 作成の仕方

- a 使用する化石の雌型と粘土消しゴムを各自選
択する。
- b 柔らかくした粘土消しゴムを雌型に押し込む。
- c 押し込んだ粘土消しゴムを雌型から取り出す。
- d 固まるまでホットプレートで約10分煮沸する。

④ 低融点樹脂によるレプリカの作成（アンモナ
イト・三葉虫・カルカロドン（サメの歯））

(ア) 準備

低融点樹脂（1人3色）、雌型（3種類）、割
り箸、ホットプレート、水を人数分用意する

(イ) 作成の仕方

- a ホットプレートに水を入れて温める。（80℃
以上）
- b 低融点樹脂を温まった水に入れてから柔らか
くする。
- c 柔らかくした低融点樹脂を雌型に押し込む。
- d 雌型ごと水で冷やして、雌型からレプリカを
はずす。

⑤ ラベルの作成

作成したレプリカの標本ラベルを作成し、ポリ
袋にレプリカと入れる。

(3) 実施後の評価

アンモナイトや三葉虫の存在を知っている受講
生は半分ほどいたが、そのような示準化石の存在
が小学校理科においてどのように扱われているか
は知らないようであった。本講習の目標は、楽し

みながら化石や地学分野に対する興味・関心を持
たせるものだったため、受講生のようにすからその
目標は一応果たせたと考える。しかし、受講生が
示準化石について学んだことを整理するためには、
別の機会に授業単元で再度確認することが望ま
れる。

また、今回は化石のレプリカ作りという室内体
験であったが、野外活動においては自然体験学習
が重要であると思われる。今後は札幌市近郊での
手軽な野外体験アクティビティについての紹介
を検討している。

IV アンケート結果

研修内容の適切さを評価するために、アンケー
ト（資料1）を実施し、受講者35名から回答を得
た。なお、受講生の内訳は、物理学分野8名、化
学分野9名、生物学分野10名、地学分野8名であ
る。なお、今回の受講者のうち、学部で理科を専
攻していたのは、35名中2名であった。

図9は理科への興味・関心についての質問の結
果を示したものである。「理科が好きである」に
対して「そう思う」「ある程度思う」と回答した
割合が71.4%を占めていたのに対し、「理科が得意
である」という設問に対しては、「そう思う」「あ
る程度思う」と回答した割合が54.2%であった。「好
きである」と「得意である」には、かなり強い相
関がみられるが、理解については不安を持っている
ことが窺える。なお、「観察、実験に興味がある」
は91.4%、「野外での活動に興味がある」は82.9%
と何れも肯定的な回答が多かった。

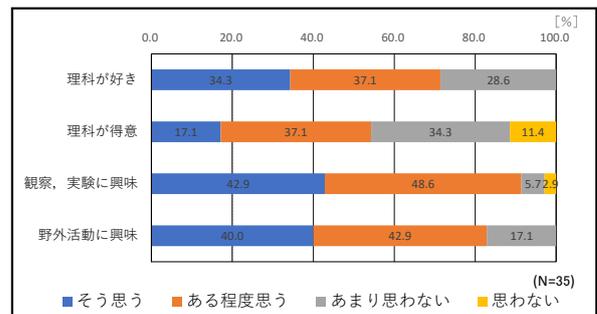


図9 興味・関心についてのアンケート結果

図10は、研修内容についての質問の結果を示したものである。「内容は理解できましたか」、「内容は適当な量でしたか」、「期待にそった内容でしたか」、「理科への関心は高まりましたか」の何れの設問においても、「そう思う」、「ある程度思う」と回答した割合が90%を超え、肯定的な評価が多かった。

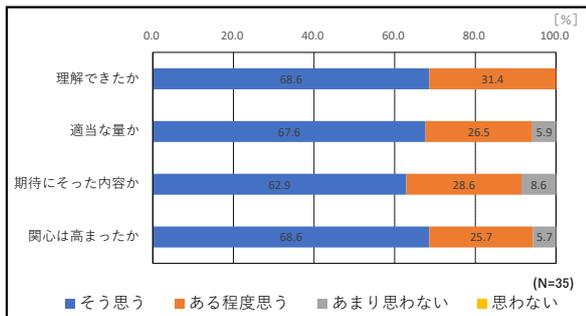


図10 研修内容についてのアンケート結果

図11は、本日の理科研修によって、受講前後で変化があったかどうかの質問の結果を示したものである。「知識」、「技能」、「意欲」、「考え方」が増加したかどうかの質問で、「そう思う」、「ある程度思う」と回答した割合はそれぞれ、91.4%、88.6%、97.1%、91.4%であり、肯定的な評価が多かった。

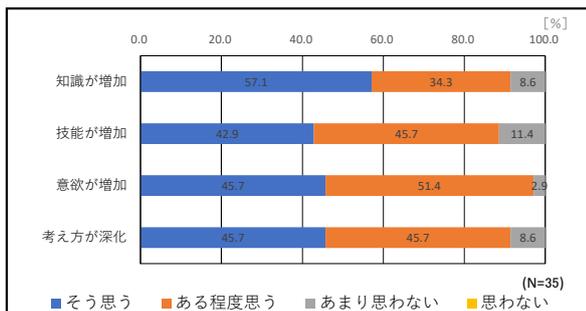


図11 研修前後での変化についてのアンケート結果

なお、「不安を感じている学習内容(分野, 単元)や指導上の事柄についての自由記述」は、「専門的知識の不足に対する不安」と「観察, 実験指導に対する不安」がほとんどであった。

「専門的知識の不足に対する不安」についての記述のうち、特定の分野を挙げた回答者は13名で

あり、分野別の数を見ると、物理分野に関わる記述は8、化学分野3、地学分野3、生物分野1で、物理分野への不安を感じている受講者が多く見られた。もう一つの「実験指導に対する不安」の記述は、【観察, 実験そのものや実験の授業における位置づけなどに対する記述】と【安全指導に関する記述】に関するものが多く、その回答者数は、前者が15名、後者が16名であった。以下に記述の一部を示す。

〈専門的知識の不足に対する不安〉

【全般についての記述】

- 実験以外で子どもの興味を引くことができる方法は何なのか。
- 理科がきらいな児童への対応
- 子どもたちに考えさせるための発問の仕方 (他2名)

【特定の分野についての記述】

- 物理分野 高校のときに計算が難しく挫折してしまったため。
- 物理分野 (電磁石など) → 指導内容がそもそも難しいので、子どもが理解できる教え方ができるか。
- エネルギー系が自分でも理解、納得が難しく、教える時にわからなくなりそうです。
- 化学分野の実験の指導法
- 星の観察, 昆虫観察 (他8名)

〈実験指導に対する不安〉

【実験そのものや授業における実験の位置づけなどについての記述】

- 観察や実験の準備
- 実験の結果が想定されたようなものになるかどうか。
- 星の分野を青少年科学館に行くだけでなく、どこまで実際に体験させてあげられることができるのか。
- 実験が時間内に全員が行うことができるか。
- おもしろい興味ができるような実験ができるかどうか不安です。
- 今回の実験のようにふとした疑問が児童か

らあがった場合、すぐに答えられるかが不安です。

(他9名)

【安全指導に関する記述】

- 自分が実験苦手なせいもあるけど、きちんと児童が安全に実験できるようにしなければ、とは思う。
- 野外とかで何か(けがとか)起こした時が不安
- 理科の実験に関する危険を踏まえた上での指導が必要なのだが、その危険を正しく理解していなければ、子どもに安全に指導できないため、不安に思った。
- 実験の際に子供の安全面を確保する上で自分の知識が十分であるかどうか不安がある。
- 技能が未熟なことによる事故など
- 子どもが安全に実験できることを一番にしたいです。
- 火気の取扱い

(他9名)

最後の「理科指導」の内容、実施体制など、気付いた点についての自由記述については、【内容についての記述】がほとんどであった。内容については、これからの理科の授業をどのようにするかについての記述や実験などの安全指導の重要性などに言及したものが多かった。以下に、記述の一部を示す。

【内容についての記述】

- 自分が興味を持っているとそれだけ知りたくてしらべることにつながる。その結果、十分な知識やそこからの自信を持って授業を行えることに気付いた。
- 子供の発想や疑問に対応できるよう、自分自身ももっと学んでいくことが必要であると感じました。
- 子どもが楽しめるような実験、授業をすることが大切であることがわかりました。
- ただ実験するだけでなく、予備知識とかもしっかり教えるべきだと思った。
- 一番理科で不安に感じていた部分だったの

で大変満足した。もっと他のことについても知りたいと感じた。

(他10名)

- 自分のような教師が実験を行うと事故につながりやすいと感じるため、実験専門のセミナー等で安全な運営能力を身につけてから教壇に立ちたい。
- 実験の際にイスに座ってはいけないことを初めて知った。安全面についてはきちんと知っておかなければならないと感じた。

(他5名)

V 考 察

ここ数年の受講者を見てみると、理科を専攻していた受講者は少なく、理科に興味・関心はあるが得意ではない受講者が多い傾向が見られる。そのため、今年度の研修でも興味・関心を高めるように工夫して実施した。研修の内容に関しては、いずれの分野に関しても肯定的な意見が多く、研修の目的は達成できているように思われる。受講前後の意識調査からも、「知識」、「技能」、「意欲」、「考え方」が大きく変化しており、研修が適切に行われていることが窺える。ただし、研修は基本的な内容が多いにもかかわらず「知識」や「技能」が増加したことと回答した受講者が多いことから、本来取得しておかなければならない基本的な「知識」や「技能」が身につけていないことが考えられる。このことは、大学での教育の在り方を見直す上でも重要である。

また、「不安に感じていること」の記述からも同様のことを読み取ることができる。不安の原因は、主として知識不足によるものと考えられる。特に、物理学分野についての不安が多い。物理学については、高等学校の選択の仕方が関係している可能性があるが、大学での在り方も検討する必要がある。また、観察、実験に関する不安、特に安全指導に関する不安が多いことから、それらについての経験が不足していることが考えられる。観察、実験を小・中学校で行った経験が少な

い可能性がある。しかし、大学ではそもそも専門外の授業が少ないため、小・中学校で行われているような実験を行うことは難しい。安全指導についても、理科教育法などで一応学習するものの、実際に実験をすることはそれほど多くないと思われる。そのため、観察、実験の指導に不安があるのは当然ともいえる。今回は、観察、実験や安全指導に重点を置いて研修したので、それが記述に反映されている可能性がある。しかし、教員として重要な観点であるため、今後とも現職研修などでも留意する必要があると思われる。

VI おわりに

今回札幌市教育委員会フレッシュャーズセミナーで行っている小学校教員に対する「理科研修講座」について考察した。

研修内容についての受講者の評価は何れの項目に関しても高く、理科指導についての不安の軽減や理科指導力を向上させるために効果的であったことが明らかになった。ただし、短い時間であることから、より効果的な研修内容となるように検証することは今後も重要な課題となる。

今回の研修ではその性質上、受講者がすぐに活用できるものを求める傾向がある。しかし、受講者に必要な知識を詰め込むだけでは不十分であり、安全教育や児童の指導方法などに加えて、興味、関心、見方、考え方などを高め、深めることが重要であると考え。このことは、特に、大学での教育内容や現職研修の実施なども含めて考える必要があり、大学と教育委員会が、様々な機会を通じて意識や課題を共有することが一層望まれる。

謝 辞

本研究の一部は、以下の助成を受けたものである。

○「札幌市教員養成フレッシュャーズセミナー—理科指導力向上—」平成26年～平成27年キャンパ

ス長戦略経費

- 「札幌市教員委員会と連携した採用前研修と初任者用理科指導ハンドブックの作成—理科の指導力向上を目指して—」平成28年～平成30年学長戦略経費（重点分野研究プロジェクト）
- 「札幌市教員委員会と連携した理科指導力向上をめざす採用前研修と理科指導資料の作成」令和1～令和3年度北海道教育大学重点分野研究プロジェクト

註

- 1) 例えば、東京都と東京学芸大学（吉原他、2015）など。
- 2) 理科プロジェクトでは、研修テキストの他に、2016年から小学校の初任者全員に「理科へのとびら」を配付している。また、2019年には改訂版である「理科へのとびら（第2版）」を作成し、配付している。

引用・参考文献

- 札幌市教育委員会指導室：小学校理科指導資料5-1「観察、実験の安全指導の手引」, p.56, 2014.
- 札幌市教育委員会：札幌市教育振興基本計画【札幌市教育ビジョン・札幌市教育アクションプラン（前期）】, 2014.
- 札幌市教育委員会：採用前研修の取組フレッシュャーズセミナー事業、中等教育資料平成28年4月号, pp.82-85, 2016.
- 札幌市教育委員会：札幌市教育振興基本計画《改訂版》【札幌市教育ビジョン・札幌市教育アクションプラン（後期）】, 2019.
- 北海道教育大学理科プロジェクト：平成22年度～平成24年度特別経費 北海道教育大学 理科プロジェクト研究成果報告書 「21世紀型実践的指導力を有した理科教育の養成・支援プログラム開発」, 北海道教育大学, 2013.
- 北海道教育大学理科教育プロジェクト【札幌】：「札幌市教員養成フレッシュャーズセミナー—理科指導力向上—, 理科教育プロジェクト報告書」, 2015.
- 北海道教育大学理科教育プロジェクト【札幌】、「理科へのとびら」, 2016.
- 北海道教育大学理科教育プロジェクト【札幌】、「理科へのとびら（第2版）」, 2019.
- 北海道教育大学理科教育プロジェクト【札幌】、「フレッシュャーズセミナー テキスト」, 2018.
- 札幌市教育委員会：採用前研修の取組フレッシュャーズセ

ミナー事業, 中等教育資料平成28年4月号, pp.82-85, 2016.

札幌市教育委員会: 札幌市教育振興基本計画【札幌市教育ビジョン・札幌市教育アクションプラン(前期)】, 2014.

札幌市教育委員会: 札幌市教育振興基本計画《改訂版》【札幌市教育ビジョン・札幌市教育アクションプラン(後期)】, 2019.

中央労働災害防止協会: 危険予知活動トレーナー必携改訂第3版, p.292, 2015.

ベネッセ教育研究開発センター: 第4回学習指導基本調査, 2007.

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, 2017.

吉原伸敏・松川正樹・原田和雄・長谷川正: 理科の教員採用前研修プログラムの開発と実践, 東京学芸大学紀要自然科学系, 67, pp.213-228, 2015.

(柚木 朋也 札幌校教授)
(尾関 俊浩 札幌校教授)
(平 久夫 札幌校講師)
(田口 哲 札幌校教授)
(高久 元 札幌校教授)
(鈴木 明彦 札幌校教授)
(並川 寛司 札幌校名誉教授)

資料1

フレッシューズセミナー・「理科指導」に関するアンケート

本日のセミナーお疲れ様でした。「理科指導」を担当した北海道教育大学札幌校理科プロジェクトから、本日の研修内容についてのアンケートをお願いいたします。アンケートの趣旨は、受講されている方の大学での学修内容や理科への関心を把握すること、研修内容の適切さを評価することが目的です。お疲れのところ申し訳ありませんが、ご協力をお願いいたします。以下の項目について、記述あるいは選択での回答をお願いいたします。

問1 出身学部および大学で学修した内容に最も近いと思われる教科名を記述してください。(教科に対応できない場合は、その内容を簡潔に記述してください)

出身学部		専攻内容に近い教科	
------	--	-----------	--

問2 以下の項目について、「4. そう思う」、「3. ある程度思う」、「2. あまり思わない」、「1. 思わない」の何れかの番号に○をつけてください。

	そう思う	ある程度思う	あまり思わない	思わない
A 理科が好きである	4	3	2	1
B 理科が得意である	4	3	2	1
C 観察、実験に興味がある	4	3	2	1
D 野外での活動に興味がある	4	3	2	1

問3 受講した研修の分野名を選択して下さい。

- 1 物理分野 2 化学分野 3 生物分野 4 地学分野

問4 「理科指導」の研修内容に関わる以下の項目について、「4. そう思う」、「3. ある程度そう思う」、「2. あまり思わない」、「1. 思わない」の何れかの番号に○をつけてください。

	そう思う	ある程度思う	あまり思わない	思わない
A 内容は理解できましたか	4	3	2	1
B 内容は適当な量でしたか	4	3	2	1
C 期待にそった内容でしたか	4	3	2	1
D 理科への関心は高まりましたか	4	3	2	1

問5 本日の理科研修によって、受講前と受講後で変化があったかどうかについて、「4. そう思う」、「3. ある程度そう思う」、「2. あまり思わない」、「1. 思わない」の何れかの番号に○をつけてください。

	そう思う	ある程度思う	あまり思わない	思わない
A 理科についての知識が増加した	4	3	2	1
B 理科についての技能が増加した	4	3	2	1
C 理科を指導する意欲が増加した	4	3	2	1
D 理科の考え方について理解が深まった	4	3	2	1

問6 4月から小学校で理科の授業を行うこととなりますが、不安を感じている学習内容(分野、単元)や指導上の事柄について自由に記述してください。

問7 「理科指導」の内容、実施体制など、気付いた点について自由に記述してください。

以上でアンケートは終了です。4月からの学校現場での活躍を期待しています。ありがとうございました。