

令和4年度 第14回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年12月17日(土) 15時～18時

主会場：埼玉大学教育学部

参加36名(大学内21名、オンライン15名){学生18名、教員18名}

1 開会

(1) 開会の挨拶 (小倉康埼玉大学教授)

本研修会は、学校や地域で核となって理科教育に尽力されている教員の皆様の優れた指導や教材に関する情報の共有と発信の場であるとともに、学校の中核となる若手の先生方の研鑽の場、また理科教員を志望する大学生が優れた理科授業について学ぶ場である。また、記録動画と指導案、協議の概要等の資料をホームページで公開することで、理科授業に関して半永久的に活用できる研修教材を蓄積することも重要な目的としている。すでに13回のモデル授業記録がホームページで利用可能となっており、令和6年度まで蓄積を拡大していく予定である。また同時に、授業記録を活用した研修を発信し、普及させていく。

本日は、今年度第6回、通算第14回目の研修会を、埼玉大学から配信する。

(2) 本日の授業者の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

(3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：内田 純一 (鴻巣市立鴻巣西中学校 主幹教諭)

授業：中学校第2学年「電流とその利用－回路に加わる電圧」

(2) 授業者による事前説明

[単元における本時のねらい]

単元4 電流とその利用

第1次 電流と電圧 (19時間)

1 電流が流れる道筋、2 回路を流れる電流

3 回路に加わる電圧(本時、8時間目)－学習指導案を参照

・前時まで電圧計の使い方の技能を身に付けている。

・本時は、粒子モデルを基に直列回路に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いださせ、理解させることがねらいである。

4 電圧と電流の関係、5 電気エネルギー

第2次 電流と磁界

第3次 静電気と電流

[学習目標]

回路の各部分に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いだして理解することができる。

【知識・技能】

(3) モデル授業の実施・視聴…記録動画の通り

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

[1] 問題の所在

小学校から中学校に進学すると、理科に対する理解や態度についての度合いの低下が知られている。また、観察・実験の結果を整理・分析したうえで、解釈・考察し、説明することなどの資

質・能力に課題が見られる。この原因のひとつには、電気単元への苦手意識があるのではないかと考える。苦手の原因には、電気は目に見えないものであり、計算が必要であるからではないかと考える。

[2] 背景

中学校理科の学習では、密度やオームの法則では比例の関係について学ぶ。小倉（1999）により「全般的な生徒は「比例的変量関係認識」が低く、「概念的実体」が未発達で変量間の定性的関係を把握できない」という点が明らかである。

- ・ 比例的変量関係認識が低い状態の例 球と立法体の比較において、感覚的解釈や数値のみに着目することで、密度に関する概念的実体が欠如している。
- ・ 比例的変量関係認識が高い状態の例 1 cm^3 あたりの立方体にそろえるというイメージを持ち、密度を求めて比較したり、質量をそろえて体積を比較したり、体積をそろえて質量を比較したりすることが自在に操作できる。

[3] 比例的変量的関係認識を高めるための特別授業の構成

比例的変量的関係認識の構築のために4時間の特別授業を実施している。

特別授業1校時 「変数の理解」

変数（＝変わるもの）と値との関係についての理解（英国で実施のCASEプログラムを導入）のために、図を用いた変数についての体験を通してその関係性を学んでいく学習。

特別授業2校時 「入力変数」と「結果変数」の設定

「入力変数（独立変数）」と「結果変数（従属変数）」（笠順平（2004）を参考）のために、ゴムの本数（入力変数）と車が移動する距離（結果変数）についての実験より、正しい実験をするには入力変数以外は変化させてはいけないことを学習する。

特別授業3校時 「実験」

実験「食塩と砂糖はどちらが重いのか？」により、体積と質量の関係、質量と体積の関係を求める2回の実験からグラフを描き、変量間の関係を理解させる。このことから単位量当たりの大きさを求めることで比較が可能となることに気付かせる。本時の直列の電圧、次回の並列の電圧の学習の後に、オームの法則を導き出す授業へと生きていく。

特別授業4校時 「密度の概念的実体を構築」

「単位量当たりの大きさ」をイメージできるようにし「3つ目の変数」である密度を導入する。折り紙で梱包した銅・アルミ・木片から 1 cm^3 の立方体を取り出して比較するイメージを持たせる。このことから「密度の概念的実体を構築」し、単位量あたりの大きさ¹を理解したうえで、初めて計算を導入する。

[4] 概念的実体を構築するモデル

単元「電流とその利用」は19時間の授業内容であるが、一貫してBB弾を活用した粒子モデルで説明が可能である。この点をポイントとして、概念的実体・イメージを導入した。

例：回路＝チェーン、電流＝BB弾が流れる粒の量、電圧＝高低差、豆電球＝水車
予想、考察、説明の場面にこれらのモデルを活用する。

¹ ここでは「単位体積あたりの質量」のこと

計算処理までのサイクルでは、従来の入力変数「電圧」を「電流」、結果変数「電流」を「電圧」と設定し、グラフから変量間の関係の理解を深め、「単位量当たりの大きさ」と関連付けることで、「抵抗」の概念を学ぶ流れとした。また、クギを抵抗に見立て、合成抵抗＝渋滞、電力＝水車が回る力のイメージとした。単元を通して一貫した粒子モデルのイメージを用いることにより、高さ×粒の量＝電圧×電流を導くことが可能となる。概念的実体を構築したうえで電流単元の授業を実践している。

重要用語	イメージ
回路	チェーン
電流	流れる粒の量
電圧	高低差
豆電球	水車
電流計	電流計の中を通過する粒の量ををはかるもの
電圧計	長さをはかるもの
抵抗	クギ
合成抵抗	渋滞
電力	水車が回る力
熱量 電力量	水車がどれくらい働いたか (何秒間回っているか)

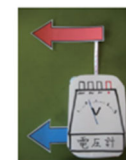


図 1 概念的実体を構築するイメージ

[5] 理科の授業で大切にしていること

最も大切にしているのは「笑い」である。対面でのコミュニケーションを大切にし、生徒の発言を活かして、生徒同士のやり取りをコーディネートするのが教師の役割だと考える。笑いのある楽しい授業を心掛けている。

- ・生徒にとってわかる授業

実験の指示では混乱させないために明確な指示を出すことを心掛ける。

- ・事物、現象との出会いにより、疑問からの課題設定

探究の過程において単に事象を見せるだけでは疑問は湧かない。言い過ぎず、生徒自身が気付けるような発話に心掛ける。出てきた疑問から課題を設定していく。

- ・単元を見通した指導により前時とのつながりを大切に

見通しを持った指導により、生徒自身が知識のつながりに気付き、活用できることの喜びに実感できるようなしかけを組み込む。既習事項との関連性を持つ展開に心掛ける。

- ・日常生活との関連

単元に関わる雑学的な内容を活用した 4 択のクイズ等を取り入れ、日常的な事象との関連付けができるように心掛ける。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 20 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

「本時で使用した粒子モデルは概念的実体（イメージ）を構築することができ、学習者の正しい理解につながっていたか」

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された

質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○概念的実体の構築

- ・最後の説明において、電流と電圧から電力につながる部分がイメージしやすかった。
- ・概念を実体化するのが素晴らしい。(あくまでイメージという声かけは必要だが)
- ・概念的実体がないことが生徒の躓きにつながっているため、モデルがあることで改善されると

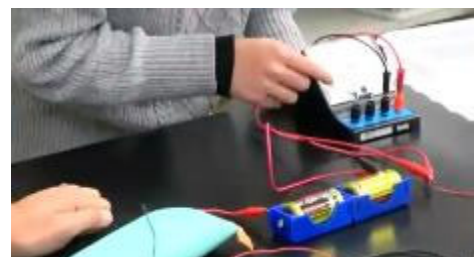


図 2 電圧の測定

感じる。

○指導法

- ・電圧計の説明で「触覚スタイル」という面白い言葉を使って説明していた。印象に残りやすい言葉は有効的であると感じた。
- ・電子の流れ方と混同しないようにしたい。
- ・高校レベルまでを考えると、電圧のBB弾によるモデルと、電子と電流が逆方向に回っているということを混同してしまいそう。
- ・生徒が実験中に時間を意識しながら行っていた。

○授業展開

- ・「電圧計は何を測っているか」のイメージにおいて、実験を通してある場所からある場所までの幅があり、その高さを測定しているという概念へと変わり、価値のある授業であった。
- ・導線の電圧の値について、モデルと正しい理解という点において難しいところがあった。
- ・全部の導線をつなぎ、実験で確認して、粒子モデルとつなげる指導に納得ができた。

○教材・教具

- ・とてもわかりやすい教材（モデル）になっていた
- ・モデルが本質的だった。
- ・モデルのクオリティが高く、イメージ構築ができた。
- ・電流計、電圧計のモデルのつなぎ方を暗記ではなく、イメージで理解できる。
- ・BB弾の利用で流れていることがわかりやすい。
- ・BB弾や電流など、見えないものを可視化するので子どもは惹きつけられてわかり易い。
- ・自分が中学生のとき、電流と電圧の学習は、水流モデルだった。BB弾でイメージしやすかった。また、高さもメジャーで示され、分かりやすかった。
- ・実物があるのは良いと思った。水車や水流モデルよりわかりやすい。
- ・予想のときに、モデルを置いておくとイメージができて予想しやすい。
- ・実物で視覚的に見える。「粒子」モデルは視覚的にわかりやすい。電子の流れ（は電流と逆向きであることをどう扱うのか）も気になる。
- ・教科書ではBB弾が動かないので、シミュレーションとは異なり、実体を見ることができ点が良い。
- ・自転車のチェーンや回路モデルや粒子モデルを測定する「メジャーを使った電圧計」や「タッパーの電流計」の教具も理解に役立っていた。
- ・モデルがわかり易いので自分で考えようと思える。
- ・予想においてモデルを使うことで、立体物として理解できる。このことで苦手意識を大きくしなと感じる。
- ・シンプルなチューブで表したモデルが、導線でもわずかに電圧が生じる理由を説明するのに有効だと感じた。
- ・チェーンを工夫して3本にすると並列回路のモデルとなり、理解に有効であると感じた。
- ・電圧計は「高低差を測るもの」で良いのではないか。
- ・モデルの各部品が大きいとさらに見やすいと思う。
- ・水流モデルよりも「電子」として粒の概念を伝えるのにも有効ではないか。



図 3 モデルで示す電圧

〈質問・課題〉

質問 「子どもの疑問を基に進めていきたい」とのことであったが、この授業の前に子どもからどのような疑問が出ていたのか？子どもの中で、電圧は各場所に違いが出るか等の疑問や、そこに向かうまでにどのような指導をしたのか？

質問 ワークシートに考察のガイドが初めから記載されていたが、生徒の柔軟な考えが出にくくなってしまっているのではないかと。

授業者：まさにその通り。ガイドは必要な場合と不要な場合とがあると考える。自由に探究し、発展させていきたい時にはガイドは不要と考える。またガイドを出す理由は、この部分に注目して実験をして欲しい場合や特に注目して考えて欲しい部分には有効であるため、今回についてその目的のためにガイドを出した。

質問 並列回路の場合にはどのようにこのモデルを用いて説明するのか。

授業者：本時は直列回路の授業であるので提示しなかったが、ホームセンターで売っているホースに二又に分けるジョイントをつけたモデルを用いる。このモデル（右と左に分け、高さを示した並列回路）を提示し、上からBB弾を流すと二手に分かれる。別れたそれぞれの電流の大きさを足すと、合わせたもの（和）は流れた電流の大きさに等しくなる。電圧においては、右と左に分か

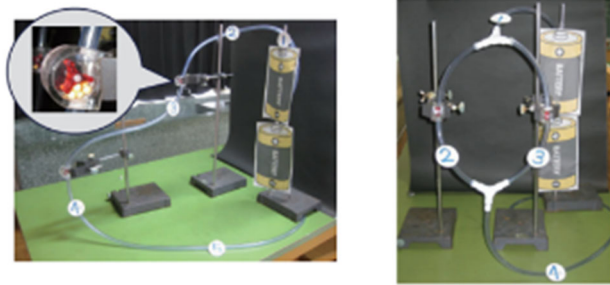


図 4 直列回路と並列回路のモデル

れた並列回路では高さが等しいと示すことができる。このモデルの提示により、こちらから揺さぶりをかけて疑問を出させるよう導き（例：違う種類の豆電球の場合や並列回路の場合）、モデルを使いながらその疑問を取り入れて展開する方法もある。

質問 今回の教具を応用して、違う単元でも活用可能で、発展的な説明にも使えるのではないかと。

授業者：単元を通して一貫した粒子モデルのイメージの活用が可能である。

質問 気づきが多い授業だったので、気づきを分かちあう時間があるとさらに自分の学びがあるのでは？

授業者：まさにその通りである。仲間との共有ができればよかった。以後改善していきたい。

質問 筒状のモデルでは、上から落ちてきたBB弾が惰性で流れてしまうことをどう説明するか。

授業者：モデルの限界の部分である。フラットに置けば流れは生じない。速さにはそこまでこだわりはない。早い部分と遅い部分が生じるが、全体がつながっている意識が持てたらよいと考える。

質問 BB弾の流れる速さは場所によって違うのではないかと。渋滞する場所など実際の電流の粒子の流れとは異なるのではないかと？

授業者：ホースに釘が打ってあり、1か所でも渋滞して詰まると全体の流れが滞るイメージを伝える。そこで手で回し、繋がっていかないと電流は流れない。ここに豆電球代わりの水車を置き、チェーンが回ることで水車が回り、電流が流れて豆電球が点灯することをイメージでき、回路の説明にも活用できると考える。

質問 今回は「+」からBB弾が流れていたが、実際とは異なるので、言葉での補足が必要では？

質問 電子の流れと電流の流れは逆なのでBB弾を使うことで、このあとの疑問になるのでは？

授業者：その通りである。プラスから電子は流れていない。あくまでもイメージであり、ここで電子の流れを考えてしまうと間違った概念理解となる。授業では19時間目の電力量までの学習が終わった後、静電気、更にクルックス管を使って陰極線での電子の移動の向きについて学習を展開する。ここで生徒は初めて電子がマイナスからプラスへ移動するという事実を知ることとなる。本時のこの段階では電流の向きとしてはプラスからマイナスというだけで良い。最終的には、陰極線等を利用し、クルックス管を使った実験の中で電子はマイナスからプラスへ移動しており、電流が流れている正体であることが明らかになるという展開で進めている。

質問 モデルをもとにイメージを構築するため予想の幅が狭まるように感じるのでは？モデルを信じすぎて予想がたてにくい。

授業者：モデルはあくまでもイメージを持たせるために使うものである。粒子モデルはわかり易かったという生徒と混乱してしまう生徒がおり、完全にイコールでないことを授業者として押さえるべきであり、授業者の意図とは異なるものになりかねない。見極めが大切である。予想については、このモデルから離れて考えることも良いと考える。

質問 皆で大きい回路をつくる試みを考察の前に入れた理由は？

授業者：確かに考察の後でも良かったのだが、今日の測定値から、細かい数値まで測定できていたことと比較的高い数値が見られたことから、疑問を投げかける含みもあり、考察の前に急遽入れた展開とした。

授業者：生徒の中には計算がわからなくて諦めてしまう生徒がいる。そこを上手く育てていきたい。また苦手意識を少しでも軽減するためにモデルを考案したものであるので、少しでも参考になる部分があれば是非導入いただきたい。

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

本日のモデル授業は、生徒の苦手意識の高い「電流」単元で、生徒のわからないというつまづきを解消しようとする指導法の提案と言える。共同で研究した経緯から、すこし詳しく話したい。この指導法には、大きく二つのポイントがある。

①概念的実体の把握ができず、変量間の定性的関係を把握できない

中学校理科で、生徒がつまづく大きな原因の一つが、目に見えない概念を用語として形式的に用いる際に、概念の実体がわからないために、何をしようとしているのかの意味がわからないことがある。電流単元では、電流、電圧、抵抗、電力などの目に見えない用語を使って、オームの法則性や、電力の計算式を使って、電気に関する事象を予想させたり、説明させたりする。

ネットで検索すると、オームの法則の覚え方として、丸い円の下側に I と R を、上側に V を配置した図で、どれか1つを求めるときに、残り2つの関係を図から読み取るような解説が見られる。そもそも I, R, V が何を意味していて、どうして円の上側に V で、下側に I と R なのかがわからない生徒たちにとっては、単なる暗記に過ぎない。授業の翌週には「わからない」といった声が聞こえてくる。要するに、概念が形成されないまま、記号化しても、学んだことにはならないということになる。

この問題に対して、概念的実体 (Conceptual Entity) という、概念を目に見える実在感のあるイメージ化を図り、その意味を把握させる方法がある。意味がわかった上で、用語としての「電圧」や「電流」、「抵抗」の概念を、それぞれ形式的な記号である「 V 」「 I 」「 R 」と表現させることで、概念と記号との結びつきを強める。ただし、 V ボルト、 A アンペア、 Ω オームなどが「単

位」の表現であることにも慣れさせる必要がある。本日のモデル授業では、生徒に目に見えない概念をイメージとして掴ませる様々なモデル（電流＝BB 弾の動き、電圧＝高さ、導線＝パイプ、抵抗＝水車…）が工夫されている。

②比例の変量関係認識が低く 苦手意識を持ちやすい

「電圧」や「電流」、「抵抗」といった変化する量の間の比例関係に関する認識に、中学生は苦手意識をもちやすい。ある変量Xに比例または反比例して、別の変量Yが変化する関係は、理科では最も基本的な関係である。

例1 小学校第6学年の「てこのはたらき」

てこを時計回りに回転させるはたらきと時計と反対回りに回転させるはたらきが同じ時に水平になり、どちらかが大きい時に傾くことを実験結果から見いだす。比例という用語は用いないが、てこを回転させるはたらきは、支点からの距離と力点にはたらく力の大きさに比例して変化する関係を学習する。多くの子ども達は、「てんびんは、左右で支点からの距離と力点の重さを掛け算して同じなら、水平につりあう」という知識として暗記しようとするので、てこを回転させるはたらきがどう変化するのかについての考えをもたないまま、そのうち、計算式を忘れてしまうことになる。

例2 中学校第1学年「ばねののび」

ばねののびは力の大きさに比例するというフックの法則の学習。原点を通る直線グラフになれば「比例の関係」という知識として暗記するので、Y（ばねののび）とX（力の大きさ）との一次の関係を $Y = a X$ と表現でき、Xが1単位量変化すると、Yがa変化するという、変化量の大きさが比例定数aによって大きくなったり、小さくなったりすることがわからないままとなっている。ここでの比例定数は、「ばねののびやすさ」になっていて、比例定数が大きいと、小さな力でより長くのびることがわかる。つまり、高校で学習するフックの法則の公式（ $F = k X$ ）でのばね定数kの逆数が「ばねののびにくさ」にあたる。

例3 中学校第1学年「水溶液の濃度」

濃度（質量%）において、「質量%濃度＝溶質の質量÷（溶媒と溶質の質量の和）×100」の式を丸覚えしようとしても、質量%濃度が一定質量の溶液に溶けているある物質の質量の割合をパーセントで表したものであるという意味がわからないまま、割り算の公式として覚えようとしてわからなくなる。質量%濃度がわかっている溶液は、溶液の質量がわかれば、とけている物質の質量もわかるという関係が理解できていない。

本日の中学校第2学年の電流単元では、オームの法則として、「 $V = I R$ 」を知識として暗記しようとして、わからない生徒が多くいる。実験としては、電気抵抗Rの両端にかける電圧Vと流れる電流の大きさIが比例するVとIのグラフが描けるが、測定するIを縦軸にすると、比例定数をaとして、「 $I = a V$ 」の関係のグラフになる。比例定数aはVを1単位（ボルト）変化させると電流がa（アンペア）変化するという「電気の通しやすさ」となる。つまり、「電気の通しにくさ」である電気抵抗Rの逆数（ $1/R$ ）が比例定数となっているので、「 $V = I R$ 」のRの理解が生徒にとって難しくなる。そこで、グラフの縦軸を電圧にして、横軸を電流にして描くことで、流れる電流を1単位（アンペア）変化させると、電圧が比例定数R変化する表現となる。これにより、流れる電流が大きいほど、流すための電圧が大きくなること、および、その傾きの大きさである電気抵抗Rが大きいほど、流すための電圧が大きくなることわかる。

こうした変化する量の間の比例関係、比例の変量関係を適切に捉え、理解させることは、公式を暗記しようとしてわからなくなる生徒を減らしていく指導方法だと考える。中学校理科で計算を伴う場面ですまずく生徒はかなり多いので、今後も関係する単元でのさらなる指導法の開発を

期待する。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

教材についてコメントしたい。「電流」単元は単純な内容ではあるが、概念の定着が悪く、学習者にとって難しいと感じられる単元とされている。実際に大学生に学習を進めても、この単元の理解が不十分であると感じるところでもある。原因は、電流、電圧、抵抗のイメージを具体的に持ちにくいことや、目に見えないものを扱うことに難しさを感じているからではないかと考える。小学校では電圧を扱わないという状況もあるが、どのようにイメージを持たせるかが非常に重要なテーマである。この難しさを解決する点で、本日のモデルは非常に有効なモデルだと感じた。

電圧は、ある2点間の電位の差である。電位は、ある基準点からのその地点の電圧である。本授業の中で、予想の際①から⑤の地点で電圧の値が順番に小さくなると述べた生徒がいた。電池のすぐ下流を基準点にとり、各地点までのところの2点間の電圧を考えたとと思われる。その考え方は多く生じる。この授業で扱った電圧の地点は、1点のその前後における電圧を対象としていて、これを、電圧を高さの差でイメージさせ、位置エネルギーと関連づけて考えさせており、わかり易い。今回のように2点間の高さの差がその2点間の電圧だと考えることでわかり易い。

この部分について水流モデルが良く使われるが、水の量の大小の観察は難しく、流れがある中での観察や、地点を変えてその水流を観察することは困難である。これをモデルではBB弾の観察に置き換え、流量をBB弾の数でとらえ、流れにくさを抵抗でとらえられるのは面白い。また学習者には導体(導線)には抵抗がないと一般的に思われがちであり、抵抗があると電圧が下がることもイメージしにくい。例えば豆電球にも本来抵抗があるが、電位が下がることのイメージは難しい。電池自身にも内部抵抗があり、細部のイメージも難しい。しかし、今回のモデルでは導体の長さが長いと抵抗が大きくなり、また導体自身が太くなることで抵抗が小さくなるというイメージを持ちやすいという点で、今回のモデルの活用の可能性を感じた。

また、チェーンのモデルは非常にわかり易いと感じた。電流は本来運び屋としての電子の流れになるのだが、電気信号は光の速さで伝わり、運び屋としての電子の流れはゆっくりした速度で伝わる。よくところん方式に例えられるが、導体は、自由電子が詰まっているためにそれが次々に流れていくというイメージで、これが直感的に理解しやすいモデルだったと感じる。アナロジーであるが、目に見えないものを助ける効果的なモデルであると感じ、大変参考になった。

5 ネットワーキング(進行 小倉康埼玉大学教授)

理科教師という専門職の学習共同体(プロフェッショナル・ラーニング・コミュニティ:PLC)として皆様の情報共有の時間とし、共同体としての意識を高めていけたらと考える。

今回は「生徒の理科授業に臨む姿勢」をどのように指導されているかについてお話しいただき、他地域の先生の工夫や課題などを知ったり提案したりすることで、協働性や有用感を高める機会にしたい。

「生徒の理科授業に臨む姿勢」について、理科指導に長けた先生の授業に訪問すると、教員から細かく指示しなくても、児童生徒が自主的に動いて、理科授業がクラス全体でスムーズに進められる体制が出来ている様子を拝見することがある。これはどのように実現しているのか。ぜひご自身の工夫を共有いただきたい。

[参加者(現職教員)より]

- ・ 追究活動の際、その実験の中で子どもたち自身が見通しを持ったり振り返って再実験したりすることが可能であるように、準備をしたり声掛けをしたりして意識している。
- ・ 理科は自分も取り組んで楽しいので、その楽しさを子どもたちに伝えたい。どのようにしたら

その楽しさを伝えられるかと考えると、日常と非常につながっていることを全面に出したいと考える。最近の取り組みでは、初めに日常の出来事として一眼レフカメラを提示し、ファインダーをのぞき、それに倣って簡易カメラを皆で作ってみる取り組み。中の鏡の組み合わせ方と見え方、光の性質など、最初は子どもたちにはわからないが、これらの疑問を解決するためには何を学び、試していけば明らかにできるのかという、沢山の子どもたちの疑問・課題を拾っていくことで、カメラのしくみを明らかにできる。指導要領の本筋から外れることは好ましくないが、このように子どもたちの思考に寄り添うことによって、より日常との関わりを持ち、楽しく学べる授業研究の工夫に努めている。(←子どもたちの学ぶ意欲を引き出す工夫)

- ・「細かい指示を出さずに生徒が動く」ための方法は私自身が知りたいことである。やろうとすればするほど言葉も増えてしまい、まだ探りの状況。まず生徒が知りたいとかやりたいと思うところを理解することが大切だと感じている。本来、天体の単元は2学期の終わりに学習予定であるが、4月から星座早見表を活用し、クイズ等を出すことを試みた。この試みの成果として、ふたご座流星群の観察に授業以外で生徒たちが自ら興味を持って取り組み、報告してくれた声を聞くことができ、嬉しく思った。
- ・単元でみると授業が一つのストーリーになるとよいと考えている。子どもと事象の対話を大事すること、子ども同士の対話を大事にすること、子どもと私自身(教師)の対話を大事にすることを心掛けている。1時間の授業の中で少しでも子どもたちが自主的に動けるように、実験の開始から考察までにどのくらい時間が必要かを子どもたちに問い、子どもたちに決めさせ、問題に対して自分達で考察し、考えをまとめさせるようにその時間を確保する工夫をしている。ICTの活用により、Teams等で共有ファイルを活用し、時間内であれば追加実験も許可し、考察まで自分たちでまとめ、片付けまで子どもたちが進められるような授業の流れを作っている。
- ・授業の最初に評価基準を明らかにし、この授業で何を身に付けるべきかを明らかにする。具体的な方法は、子どもたちに毎回レポートを課し、レポートの書き方(書式)を同じにし、評価基準に則って、1年を通して進める。なぜAであったのか、なぜCであったのか?なにをどうすればAになるのかを1年を通して積み重ねていく。この積み重ねにより、考察とは何かが身に付き、言葉が整理される。言葉が整理されることで授業の中では論理立てて考えやすくなる。このような流れから一つの基準で鍛えられるようになってくると考えている。

1班だけ異なる結果になった実験をクラス全体で検証した。どこに原因があったのか、解決には至らないが検証にかなり時間をかけた。このように教科書にない思考を巡らせ、ある意味余計なことに突っ込んでいく取り組みが子どもたちの興味を掻き立て、科学的に深めていくことが子どもたちには楽しかったという声を聴くことができた。
- ・細かく説明するとか沢山言葉を伝えることは自分に準備がないと考えている。50分の授業で自分が話すのは5分程度。残りの45分は子どもたち自身で取り組んでいる。子どもたちが実験をしたいと申し出たときに、許可を出すためには、事前に試薬の確認や安全面の確保が必要であり、教員が裏側で動くことで授業では子どもたちが主体で取り組むことができると考える。どのような内容をどのように教えようとかどのようなモデルを作ろうと考えるのではなく、子どもたちの発想のためには何が必要かに注視し、準備している。子どもたちは分からないことがわかった時に楽しくなり、達成感を感じる。ある意味教えない、語らないスタイルを目指している。自分たちの生活の中で「どうして」を追究することで勝手に取り組むようになっていくと考えている。
- ・最初の授業で生徒を理科室に来た時には科学者みたいになろうと話します。言われたことをやるのは大切ではあるが、科学者は自ら知りたいことを調べていく。生徒自身が自分が主人公

だという思いを持ってもらえるように理科室での取り組みを促している。テーマはこちらで提示しても、なるべく子どもが主人公で考えられるように配慮し、取り組んでいる。

- ・理科室では、あるべきところに物があるように心掛けている。生徒は理科室に最初に来た時には色々なものに興味を持つ。1度使ったものは当然元に戻すことを指導するが、次の授業では自分達で必要とするものを取れるようにすべきである。ガスバーナーを使いたいと考えるのであれば、使い方のみならず燃えさし入れが必要である等、自分たちで考えさせ、自分たちが選択できるようにしたい。そのためには、理科室が整理整頓されてなければ実現できないことなので、その点に心掛けている。また、授業者側は時間との勝負で、色々やりたいこと、やってもらいたいこともある。その中で実験の失敗や更に追究したいことができるようにしたい。そこで時間を切り詰めていく必要がある。言葉を暗唱し、書き写させることは辞めた。用語を押さえることは大切だが、いかに1時間の中で考える時間を確保するかを心掛けることに努めている。その中で生徒が新たに疑問に思ったことを追究する時間を確保したい。ノート指導もポイントを絞って進めることが大切ではないかと考える。

6 第15回「理科モデル授業オンライン研修会」の紹介 (中村琢岐阜大学准教授)

7 閉会の挨拶