

理科教師塾[®]で研究された教材及び指導法の小学校における 活用の検討

— 今後の理科教師塾の活動を意義深くするために —

Use of Teaching Materials and Methods Researched at Rika Kyoshi Juku[®] in Elementary School

— Making Future Activities at Rika Kyoshi Juku Meaningful —

次世代教育学部教育経営学科

平松 茂

HIRAMATSU, Shigeru

Department of Management for Education
Faculty of Education for Future Generations

キーワード：理科教師塾，理科教育，教材研究，模擬授業，小学校

Abstract : This study investigates the status of utilization of teaching materials and methods researched at the International Pacific University Rika Kyoshi Juku (science teachers' cram school), established for training teachers with advanced science teaching skills, by elementary school science teachers who started teaching after training at Rika Kyoshi Juku. The teaching materials reviewed for the research report were of 23 different types, including those researched at Rika Kyoshi Juku and others that were commercially available. Among these, class progress and the responses of the children, as well as innovation and advances in teaching, were summarized for selected examples for which full practical reports were collected. In addition, on obtaining cooperation, a questionnaire survey on the teaching materials, including their significance and the effectiveness of their utilization, was conducted. As a result, it was understood that teachers themselves enjoyed researching teaching materials that they considered meaningful for adoption as teachers and that such materials made it easier for children to visualize natural objects and phenomena.

Keywords : Rika Kyoshi Juku, science education, teaching material research, classroom practice, elementary school

I. はじめに

本学に理科教師塾[®]（以下本塾という。）を2015年度に開設して6年目を迎え、これまでIPU理科マイスターを認定されて卒業し、教職に就いた学生（以下塾卒業生という。）は2021年3月までで38名となった。塾卒業生は、理科に強い小学校教員として全国各地で活躍している。現在も本塾と連絡を取りながら指導に当たっている者もあり、活動状況及び本塾で研究した教材や指導法をどのように活用し、また、工夫、発展させながら理科の授業を行っているかを把握することが可能である。現任校に要求を満たす教具が準備され

ていないことから、本塾の応援を求めることもある。その場合、必要な教材を宅配等で所属校に届けている。また、在学生がIPU理科マイスター取得後、教育実習の模擬授業の際、本塾で研究した教材や指導法を活用することもある。

本研究では、本塾で研究した教材や指導法が、各小学校でどのように活用されているかを調査する。詳細な報告があった場合は活用状況をまとめる。また、教材や指導法の活用と意識をアンケート調査する。

Ⅱ. 研究の目的

本塾で研究した教材及び指導法が、塾卒業生によって実際の学校現場で活用されている状況、改良、発展されて活用されている実態を調査、分析し、今後の本塾の活動に必要な知見を得る。また、本塾で研究した教材や指導法の学校での活用のされ方、塾卒業生の教材や指導法の活用と意識をアンケートにより調査して分析する。以上の結果を基に、本塾の今後の活動に向けた方向性を検討する。

Ⅲ. 先行研究

小学校理科の授業改善の方策について述べられた論文をレビューし、その改善の方向性を導出する。

1 学習指導要領の記述

小学校学習指導要領理科編（2017）には、理科の目標として「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次の通り育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。とある。

この記述は、2008年に示された小学校学習指導要領理科編の目標にある「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象について実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」（下線は筆者が加筆）を引き継ぐものであり、現行指導要領には、実感を伴った理解の部分が詳細に記述されている。なお、「実感を伴った理解とは、主体的な体験を通して形づくられる（中略）。主体的な問題解決を通して得られる理解である。（中略）実際の自然や生活との関係への認識を含む理解である。（以下略）」とある。

2 先行研究

日置・村山（2009）は、「あらかじめ子どもが持っている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な

概念などは、問題解決の過程を経ることにより、意味づけ・関係づけなどが行われる。そして、学習後、子どもは自然の事物現象についての新しいイメージや概念などを、より妥当性の高いものに更新していくのである。」と、問題解決の過程をたどる意味を述べ、学習の結果、素朴概念が科学概念に変容することを挙げている。

村山（2008）は、「児童が基礎的・基本的な知識と技能を習得するための繰り返しについては次のような工夫が必要となる。それは、児童が、自分で目標を設定し、その目標を実現する方法を考案、実行し、その結果を設定した目標と比べてどれだけ実現したかを自己評価できるようにすることである。」そして、「日常の学習指導において児童が①自分で目標を設定し、②計画、実行し、③活動を振り返る という力をつけるようにする。」と一連の学習活動の繰り返しの重要性を挙げている。

佐々木（2014）は、分かったつもりからの脱却の項で、「答えを教えられたとしても、子どもは本当にわかっているわけではないという確信が私にはあった。そして、実感を伴った理解に至っていない子どもたちをどのように指導すれば、授業として成立させることができるかという自信があったからである」と述べ、「①視点を変換させる。②話し合いにおける考えや自信度の変化を視覚化させる。③体感させる。」ことが必要であるとしている。

鳴川・加藤（2019）は、教師自身が、教材研究を楽しむということを挙げている。「理科ならではの活動と言えば、観察、実験ですね。その観察実験で使うのは教材です。ということは、教材を研究することは『子供たちが、理科を学ぶ上で大切にしたいこと』を学ぶことができます。つまり、理科の本質に迫ることができるのです。それは、教師自身が、教材研究を楽しむことです。」とある。

堀・市川（2010）は、授業で活用する教材の選択の項で、「どんな授業でも教材によってその成否が決まると言われている。（中略）教材は何を拠り所に選択すればいいのか。通常、教科書に載っているからという理由だけで、そこに示された教材を無批判に使うことが多い。しかし、それでは、教師として授業を主体的・創造的に作っているとは言えないだろう。授業で使う教材については、教師として自分なりに確かな根拠を意識しながら選択することが求められる。」とあり、教師が意識して、価値を求めて教材を選択する必要性を強く述べている。

堀（1998）は、また、「授業や学習直後に子どもがたとえどのように望ましい変容をとげたかに見えても、時間の経過とともに授業や学習前に持っていた素朴概念に戻ってしまうことが知られている。（中略）したがって、科学概念の構成のためには、授業や学習においてまず子どもの授業や学習前の素朴概念から入っていくということが求められている。要するに、授業や学習前の子どもの素朴概念をいかにして指導に活かすのかが求められているのである。」と述べている。

金子（2019）は、「時間割の中に理科があるから理科を教えるのではない。人格の形成の上で理科が必要だから教える。」とまで言っている。また、「教えることが明確になれば、自ずと指導が変わってくるはずで、当然理科を通して身に付けさせたい事柄も、知識に留まらず、能力・態度まで発展するはずで。それが理科教育なのです。」とまとめている。

露木（2009）は、「今行っている学習の内容が日常生活にもつながっていることが分かれば、今行っている学習には意味があることが、児童生徒にはわかってくる。」と述べており、学習内容が日常生活とどう関わっているかを明らかにして授業を進める必要がある。

中村・小倉（2020）は、TIMSS2015の分析結果から、「より理科を学ぶ意義や有用性を実感できるよう授業が必要とされていることが分かる。そこで、児童が実際に生活の中に存在する問題や課題を解決する活動を理科の授業に取り入れることが、これらの状況を改善することにつながるのではないかと考えた。」と述べている。

以上の引用文献から、より良い授業、意味のある授業にするための方策を次のようにまとめることができる。

- ①実感を伴った理解とは、具体的な体験、主体的な問題解決、実際の自然や生活との関係への認識を伴う理解である。
- ②自然の事物・現象についてのイメージや素朴概念などが問題解決の過程を経て意味付け、関係付けされる。
- ③児童自らが目標設定し、計画、実行し、活動を振り返るというプロセスの繰り返しが必要である。
- ④教師自身が、教材研究を楽しむことで教材選択が進み、理科の本質に迫ることができる。
- ⑤教師が意識して価値を求めて教材を選択する必要がある。

- ⑥授業や学習前の子どもの素朴概念をいかに指導に活かし、科学概念へと転換させるかが重要である。
- ⑦人格形成の上で理科が必要だから教えるのであり、教えることが明確になれば、自ずと指導が変わる。
- ⑧学習内容が日常生活とどう関わっているかを明らかにして授業を進める必要がある。
- ⑨生活の中に存在する問題や課題を解決する活動を理科の授業に取り入れることが、意義や有用性を実感させる授業に改善できる。

IV. 研究の実際

1 研究の進め方

塾卒業生が本塾で研究した教材や指導法を用いて授業を行っている状況を電話やメール等で聴取してまとめる。また、塾卒業生の教材や指導法の活用と意識をアンケートで調査し分析する。アンケートは巻末の図12の通りである。

詳細な実践報告があった数例については、教材、指導法、活動状況等をまとめた。次の通りである。「電流のはたらき」（第4学年）、「とじこめた空気と水」（第4学年）、「流れる水のはたらき」（第5学年）、「物のとけ方」（第5学年）、「地層のできかた」（第6学年）、「月の形と太陽」（第6学年）、「てこのはたらき」（第6学年）

2 塾卒業生の授業と本塾での教材研究・指導法等

(1) 「電流のはたらき」（第4学年）

①本塾で研究した教材と指導法

モーターの回転方向を手掛かりにして、電池の向きと電流の流れの関係を見つけることがねらいである。

モーターのリード線と電池のリード線を、赤－赤、黒－黒に接続するとプロペラが逆転して、正面から風が吹き出さず、背面に吹くようにしておく。導入では、半分に切った紙コップをプロペラの前に置き、電池をつないでモーターを回転させ、プロペラの風で動かそうとするが、少しも動かない様子を見て教師が困ってしまう。

これを見た児童が、「自分たちだったら工夫して動かせるかも」と考え、「プロペラを回して紙コップを動かそう」というめあてで活動する。すると、児童の間で意味のある活動と発見が起こる。児童は、モーターがプロペラを回してもコップは動かず、風が反対方向に流れていることに気付く。試行錯誤の間に、電池のリード線の黒をモーターの赤いリード線につなぐ

と風が前に吹き出し、うまくコップが動くことに気付く。この間の活動で電池のつなぎ方を変えると電気が流れる向きが反対になり、モーターが逆転することを見つける。

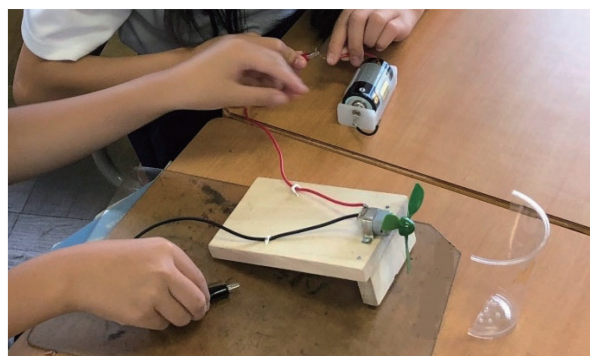


図1 モーターを回して風で物を動かす

②実際の学校での授業展開

本塾で研究した教材を使い、同じ指導法で指導を展開した。指導の結果、大学在学中の模擬授業と同様の展開が進み、良好な活動が展開された。

児童が試行錯誤するうちに偶然、電気の流れ方とモーターの回転方向の関係を見つけないという興味

深い実験となった。教材・指導法がほぼそのまま展開された例である。

(2)「とじこめた空気と水」－空気でっぼう－(第4学年)

①本塾で研究した教材と指導法

本塾で研究した空気でっぼうは、塩ビ管を切った筒を木製の棒で押すもので、中の様子が見えない。また、筒に込める玉は前後1個ずつ計2個、湿らせておく。児童の前で玉を飛ばす演示の際は、後ろ側の玉を込める様子を見せる。教師が勢いよく筒に通した棒を押すと、ポーンという音がして、玉のティッシュペーパーが数m飛ぶ。「先生のように大きな音を立てて空気でっぼうを飛ばそう」というめあてで活動が展開される。

②実際の学校での授業展開

塾卒業生の1名は本塾と同様の実験を行い、予想さ

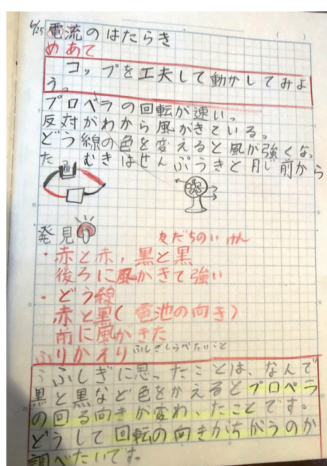


図2 ノートの記述例

れた展開となった。他の1名は市販教材を用いた。市販教材の筒は透明であり、中がよく見える。普通に演示すると玉が前後に1個ずつ込められており、先に込めた玉が飛ぶ。この時、さりげなく先端に込めた玉を片方の手で包み隠すように筒を持って演示した。すると多くの児童は、後ろ側に込められた玉が棒で押されて飛ぶと勘違いする。そこで、児童を空気でっぼうで遊ばせると、後ろに込めた1個の玉が弱々しく落ちるだけとなる。試行錯誤のうちに先生が扱う空気でっぼうの秘密に気付き、玉を湿らせること、玉は前後1個ずつ2個込めること、玉と筒の気密性を上げることなどを発見する。

③指導の問題点と改良点など

本塾で研究された塩ビの空気でっぼうを使わず、市販の透明な筒を活用した例も報告された。報告では市販品でも十分演示実験に耐え、児童は玉の秘密や玉と筒の気密性を高めることなどを見つけないことができ、実験を十分に楽しみ、発見により成就感を得ることが分かった。

(3)「流れる水のはたらき」(第6学年)

①本塾で研究した教材と指導法

長さ約60cm、幅15cm程度で、底に傾斜を付けた箱を自作し、砂や泥が混じった土を湿らせて敷き、S字を描いた川を作る。この装置の川に静かに水を流すと蛇行が成長することが認められる。観察の結果、川が曲がっているとき、外側の岸が流水によって浸食され、土砂が運搬されて河口に堆積されることが分かる。本塾では、この自作の実験装置を使っていた。

②実際の学校での授業展開

塾卒業生は、学校に導入されていた市販の「流れる水のはたらき実験装置」を使い、本塾と同様の指導を行った。その結果、本塾の自作教材より顕著に川の浸食、運搬、堆積のはたらきが観察された。また、用意された専用のきめ細かい人工砂を使うと授業前の準備作業も短時間になった。



図3 流れる水のはたらき実験装置

従来の自作の実験装置では、前日準備、当日朝の土の湿り具合の調整等々、時間と経験を要した。こうし

た作業が軽減され、特別な技術も要しないことが分かった。塾卒業生から送信された写真と報告を基に、早速購入して試行したところ、塾卒業生の報告通りの成果が得られた。

③指導の問題点と改良点など

実験装置の購入には経費を要するが、扱いやすく観察も良好である。本塾と指導法は同一であっても、より性能が高い実験装置で指導を展開した例である。

(4)「ものの溶け方」(第5学年)

①本塾で研究した教材と指導法

ザラメ(砂糖)が水に溶ける現象を観察し、言葉や文字、図で表現する実験である。台所の三角コーナー用水切りネットに20gのザラメを入れて割りばしに吊るして250cm³の水にそっと浸し、ビーカーの中で起こる現象を観察し、文字や図で記録する。児童に適宜発表させ、発表内容が確認できた場合には赤字で加筆する。

観察結果の発表終了後、初めのザラメより上が無色透明に、ザラメより下が黄色透明になっている訳を話し合う。「溶ける」ということは児童の気付きから定義する。最後に攪拌して、水と砂糖の水溶液が混ざって起こるシュリーレン現象を確認した後、均一の砂糖の水溶液ができたことをまとめる。

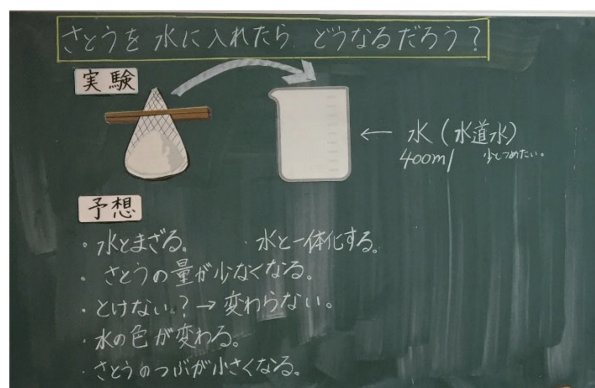


図4 めあて及び実験方法と予想の板書

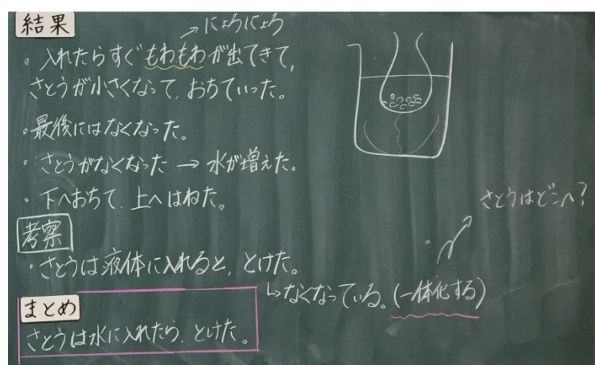


図5 実験結果と考察及びまとめの板書

②実際の学校での授業展開

ザラメに代えて黒糖をティーバックに入れて割りばしで吊るし、本塾で研究した指導法で授業展開した。まず、何が起こるか、どうなっていくかなどの予想後、実験を行った。塾卒業生からは、ザラメより顕著に、また、短時間に観察ができるので是非試してみたいと報告があった。実験中の写真、児童が記録したメモと図、板書、動画等が送られてきた。図4、5の通りである。

③指導の問題点と改良点など

簡単な装置であり、班毎に実験が可能であるが、指導には、水切りネットの高さ調節、無色透明の層に気付かせる声掛け、観察・報告後に静かに水を攪拌させて最後の観察を促す方法など、多少の技術習得と経験を必要とする。

(5)「地層のでき方」(第5学年)

①本塾で研究した教材と指導法

3種類の粒度の違う砂の混合物と水をペットボトルに入れて激しく振って放置する。すると、粒の大きい順に下から堆積する。これを観察した後、教科書の切り通しの写真で堆積層を再観察する。こうした堆積が繰り返し水中で行われると何層もの縞模様が形成され、分厚い堆積層が生まれることが予想される。次に、地層の堆積実験装置のしくみを説明した後、児童に「この装置を使うと地層ができる」と告げて期待感を持たせる。実際に樋を使って、勢いよく粒度の違う砂の混じった水を流すと一回に付き一組の堆積層が形成され、数回繰り返して堆積させると教科書の写真のような堆積層が疑似的に形成される。児童はこれを色鉛筆などでスケッチする。

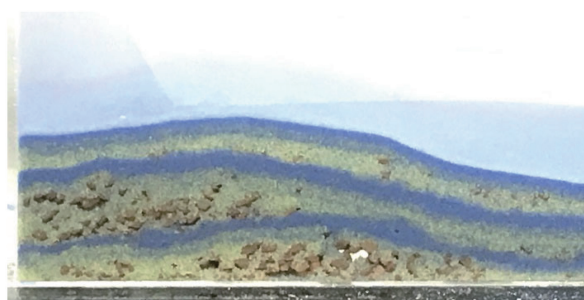


図6 地層の堆積実験装置で形成された堆積層

②実際の学校での授業展開

- 1) 教室から見える裏山の地層の「しましまって実験で作れる」と告げ、地層の堆積実験装置を紹介する。地層が見られない場合は、教科書の写真を示しながら「しましまが作れる」ことを告げる。
- 2) 初めに教師が、3種類の粒度の違う人工砂を混ぜ

たものを、水で湿らせて桶に置き、水で砂を勢よく水槽に流し込ませ、疑似地層を堆積させる。

- 3) 2回目以降、希望する児童2,3人に同様に何回か流し込ませる。「わあ！しましませんでした。」との声。
- 4) 直後、「先生、使っている砂を調べさせてください。」と発言があり、砂をルーペで調べる活動が展開された。
- 5) 発見：「初めに大きい茶色の粒が沈んで、次に黄色の粒、そして、最後に小さい青色の粒が沈んでいるよ。」
- 6) まとめ：れき、砂、どろの順に水の中で沈むので層ができる。これを繰り返すと地層のしましませんでした。

指導案を巻末の図13に示す。

③指導の問題点と改良点など

市販の地層の堆積実験器と実験用の砂3種を準備する必要があるが、児童の積極的な参加と創造的な活動が展開される。本塾で研究した指導の流れと実際に学校で展開した指導の流れが全く逆になっており、児童らしい発想に合わせて指導法が改良、変更された例である。

(6)「月の形と太陽」(第6学年)

①本塾で研究した教材と指導法

月の満ち欠けについての教材と指導法は本学研究紀要第18号で筆者が論じた。時間空間の概念を扱う、夜間に観察する等々の要因で指導困難を伴う教材である。本塾では月のモデル2タイプと、指導用ワークシートを作成し、指導法をまとめている。

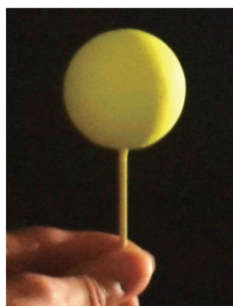


図7 月のモデル1

次の通り授業が進む。

- 1) 三日月と半月(上弦)を宿題として自分の家で観察し、ワークシートに記録する。授業では、観察した月の位置と形を黒板上に再現する。
- 2) 太陽に見立てたレフランプを右方向に見ながら月のモデル1を右側から前方に移動させる。この時、三日月の形に光る月のモデルの位置と、半月に光る月のモデルの位置を見つけて、ランプと月のモデルと自分の目の位置関係を発表させる。
- 3) 月のモデル2とワークシートを使いながら、ワークシート上に三日月と半月が見える様子を再現して月の後ろ側に折り立てたワークシート面に

見えた月の形をスケッチする。

以上の活動により、月の満ち欠けを観察者と月と太陽との関係で捉える。



図8 ワークシートの使用法を説明する大学生

②実際の学校での授業展開

本塾で研究し、作成した教材と指導法によって授業を展開した。本塾で想定した成果と同様に良好な成果が認められた。振り返りテストでも児童は高得点を獲得した。

③指導の問題点と改良点など

使用する教材は自作であり、代用品がすぐには見当たらない。本塾では貸与用として3セット準備しており、実施時期を調整しながら貸与を続けている。

(7)「てこのはたらき」(第6学年)

①本塾で研究した教材と主な展開の流れ

てこを使うと重い物を小さな力で持ち上げられることを実感させる。2mの長い棒と支点を準備し、おもりに2ℓの水が入ったペットボトル2個を使う。

- 1) 支点の部分を箱で隠し、代表児童にてこの棒の端を抑えさせると、2ℓのペットボトル2個、計4kgのおもりがとても小さい力で持ち上がる。
- 2) 押す力が小さくなったという結果をクラスに報告している間に、教師は箱の中で児童に気付かれないように、支点の位置を作用点から離す。
- 3) 再度、児童に棒の端を押すように促すと、急に大きな力が必要になり、その変化に驚く。
- 4) この後の実験では、班毎に、どんな時小さな力で持ち上がり、どんな時大きな力が必要となるかを体験しながら、支点の位置の移動を見つける。



図9 支点を箱で隠したてこで実験中

②実際の学校での授業展開

実習先でこの展開を提案したところ、支点を動かして重さの変化を児童に捉えさせる是非について指導があった。この授業の後、てこについての学習が進むと、次に実験用てこを使うようになり、支点から一方のうでにつるしたおもりと他方のうでにつるしたおもりが釣り合うとき、支点からの距離とかかる力の積が等しくなることを学習する。そこで、導入となるこの実験では、支点から作用点までの距離を変化させて力点に必要な力を体験させる必要があると指導された。そこで、てこを使って物体を持ち上げる時、隠された箱の中の何らかの変化で必要な力が変化する不思議さを児童に体験させ、その秘密を見つけることをねらって次のように工夫した。すなわち、作用点の部分を箱で隠し、児童が気付かないように作用点の位置をそつと支点から遠ざけておくとな必要な力が多くなる。このことを代表児童に体験させることにした。

③指導の問題点と改良点など

実際の模擬授業では学校内にてこの実験器具が2セットしか準備されてなかった。そこで、代表児童が必要な力の大きさが変化することを体験した後は、班での個別実験に移れず、二つの装置を使って、半数ずつの児童が順番に体験するようにした。実験器具の準備状況、実験器具の個数の問題が授業の成否に影響を与える。

V. 調査結果の分析と考察

1 報告された実践の分析

(1) 教材・指導法をそのまま活用

研究された教材、指導法がそのままの形で使用される例としては、「電流のはたらき」(第4学年)、「地層のできかた」(第6学年)、「月の形と太陽」(第6学年)があった。通常、学校にはこういった器具は準備されておらず、本塾から必要な教具を学校に貸与した。

(2) 市販教材を活用し指導法をほぼそのまま活用

指導法は、本塾で研究したものであるが市販教材を

用いた例としては、「とじこめた空気と水」(第4学年)、「流れる水のはたらき」(第5学年)があった。

(3) 指導法はそのまま教材を改良

「物のとけ方」(第5学年)では、身近な黒糖を用い、本塾で活用したザラメより効果的な指導が展開された。

(4) 指導の考え方は同じで展開を修正

「てこのはたらき」(第6学年)では、本塾の指導法を生かして興味付けしたかったが、後の指導のために実験方法や提示の仕方を変更した。「地層のでき方」(第5学年)では、児童の発想や興味関心を引き出し、本塾で研究した指導の流れとは逆の流れで指導し、子どもらしい創造的な展開となった。

2 分析結果のまとめ

以上の報告から、本学で研究した教材や指導法は、学校の実態や教具の保有状況に合わせて調整されながら活用されていることが明らかとなった。まとめると、以下の通りである。

- ①導入で児童の気付き、驚き、興味付けを大切にしている。
- ②一般的な方法では児童に味わわせられない体験をねらって、本塾から貸与された教材を使った。
- ③別の教具や装置を使っても同様の指導効果が得られる場合は、各学校で工夫、発展させて活用されている。
- ④教材や指導法を大切にしながら、各学校の現状や児童の実態に合わせて工夫、改良されて授業展開している。

初任から数年間は、所属校にある実験器具や材料を使つての授業展開がイメージされにくいこともあり、本塾の支援を必要とする。しかし、経験年数を重ねると、学校の現状や児童の実態に合わせ、教科書に示された一般的な教材や指導法を活用して、本塾の指導法に近い効果を上げるようになるものと推測される。

3 アンケートの集計と分析

8名の調査協力者が複数の単元について回答をしていた。得られた回答の単元は延べ23単元(1人あたりの平均2.9単元、最小値1、最大値5)だった。23の回答のうち、教材や指導法を少し変更して実態に合わせて使用したのは8、そのまま使用したのは15だった。

4 アンケートの回答傾向

問5から問14を分析した。回答データ（5件法）の四分位範囲は0～1だった。質問項目別に、選択肢ごとの回答数の割合を図10に示す。全ての質問項目で、4（ややそのとおり）または5（全くそのとおり）と回答した割合が85%を超えていることから、教員が教材・指導法の有効性を実感していることがうかがえる。

質問項目間の順位相関係数（スピアマン ρ ）を表2に示す。有意傾向（ $p > .35$ ）を基準に変数間の関係性を解釈した。

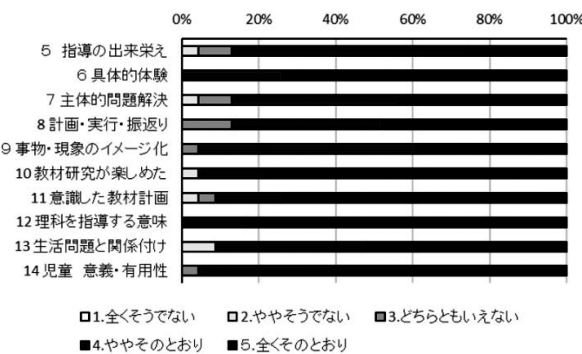


図10 各項目への選択肢別回答割合（回答数23）

- ・問6から問9はそれぞれ低～中程度の相関関係を示していることから、これらに対する評価は相互に関連しあっている。さらに、問5「指導はうまくできた」は問6から問9と中程度の相関係数を示していることから、これらの項目（問6～問9）が「指導がうまくできたか否か」の評価と関連しているようである。
- ・問10「取り上げた教材について、教師として教材研究を楽しめた」と問11「教材や指導法を、教師として取り上げる意味があると考えて（意識して）選んだ」は $\rho = .90$ と極めて高い相関係数を示している。

この2項目はお互いに強く結びついて認知されているようである。

表1 教材・指導法を活用した単元（問4）と変更の有無（問15）の回答一覧

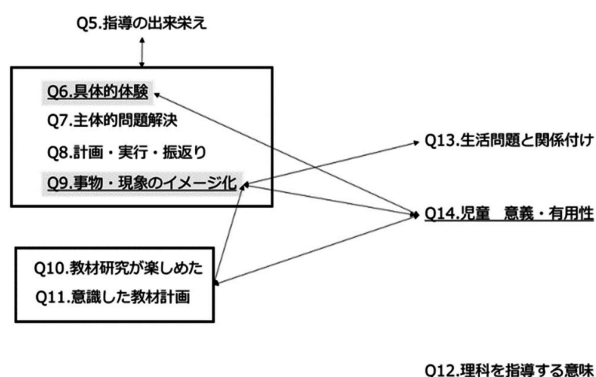
| 学年 | 単元教材 | 変更の有無 |
|----|-----------------------|-------|
| 3 | 太陽の動き(ストロー) | 無 |
| 3 | 磁石のふしぎ導入 | 無 |
| 3 | 明かりをつけよう | 無 |
| 3 | 電気で明かりをつけよう(ばっぴか) | 有 |
| 3 | 風とゴムの力のはたらき(くるくるへび) | 有 |
| 4 | ものの温まり方(示温シート及びインク) | 無 |
| 4 | ものの温度と体積(ガラス管にゼリー) | 無 |
| 4 | 骨の動くしくみ | 無 |
| 4 | わたしたちの体と運動 | 無 |
| 4 | 電池のはたらき | 無 |
| 4 | 空気の膨張(ゼリー) | 無 |
| 4 | とじ込めた空気と水 | 無 |
| 4 | とじ込めた空気と水(空気でっぽう導入) | 有 |
| 4 | 春の始まり | 有 |
| 5 | もののとけ方(ザラメ)導入 | 無 |
| 5 | ものの溶け方(ネット、黒糖、ワークシート) | 有 |
| 5 | 顕微鏡の使い方 | 有 |
| 5 | 流れる水のはたらき 実験器 | 有 |
| 6 | 月と太陽 | 無 |
| 6 | 太陽と月の形(月のモデル) | 無 |
| 6 | 大地の変化(地層のでき方) | 無 |
| 6 | 大地の変化(化石) | 有 |

- ・教員自身の（教材や指導法に対する）意味づけが強く、教材研究が楽しめる（問10や問11）ほど、児童は自然の事物・現象についてイメージ化（問9）でき、意義や有用性の実感（問14）も強いと（教員は）評価している。
- ・問12「この教材や指導法を使った授業をして、理科を指導する意味があると思った」と他の問との間の相関は $\rho = -.30$ から $\rho = .30$ と、いずれも低い相関係数を示した。ただし、中央値が5で四分位範囲が0であり、天井効果によるものとも考えられる。
- ・問13「生活の中にあることがら（問題や課題）を授業に関連付けた」は問9「学習を通して児童は自然の事物・現象について意味付け・関係付け（イメージ化）ができた」と中程度の相関を示した。

表2 質問項目の記述統計及び質問項目間の送還係数（スピアマン ρ ）

| | 第1四分位 (25%) | 中央値 (50%) | 第3四分位 (75%) | 順位相関係数(ρ) | | | | | | | | |
|----------------|----------------|--------------|----------------|------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------|------|
| | | | | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 | Q13 |
| Q5 指導の出来栄え | 4 | 4 | 4.5 | 1.00 | | | | | | | | |
| Q6 具体的体験 | 4.5 | 5 | 5 | .45 * | 1.00 | | | | | | | |
| Q7 主体的問題解決 | 4 | 4 | 5 | .68 ** | .38 + | 1.00 | | | | | | |
| Q8 計画・実行・振り返り | 4 | 4 | 5 | .64 ** | .43 * | .62 ** | 1.00 | | | | | |
| Q9 事物・現象のイメージ化 | 4 | 4 | 5 | .47 * | .53 ** | .47 * | .36 + | 1.00 | | | | |
| Q10 教材研究が楽しめた | 5 | 5 | 5 | .06 | .15 | .20 | .08 | .48 * | 1.00 | | | |
| Q11 意識した教材計画 | 4.5 | 5 | 5 | .07 | .06 | .23 | .13 | .51 * | .90 ** | 1.00 | | |
| Q12 理科を指導する意味 | 5 | 5 | 5 | -.08 | -.01 | -.30 | .23 | .10 | .35 | .28 | 1.00 | |
| Q13 生活問題と関係付け | 4 | 5 | 5 | .19 | .07 | .19 | -.08 | .59 ** | .26 | .34 | -.22 | 1.00 |
| Q14 児童 意義・有用性 | 4 | 5 | 5 | .03 | .57 ** | .07 | .22 | .49 * | .41 + | .50 * | .08 | .33 |

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$



注 有意傾向 ($p < .05$) を基準に作成した。

図11 相関係数に基づく質問項目間の関連図

分析の結果、次のような傾向がうかがえる。

- (1) 経験年数と活用状況についての顕著な傾向は捉えられなかった。
- (2) 理科室の環境、器具等の準備状況、児童の実態に合わせて工夫、発展させて使用する場合もある。
- (3) 要請があれば本塾から教材等を宅配で所属の学校へ貸与して使用に供しているが、学校で購入整備し難い高価な実験器具の要請が多い。
- (4) 使用の簡便さ、準備の時間を考えた場合、理科室に準備されている物で指導できることが望ましい。
- (5) 教材や指導法の価値を十分承知している塾卒業生は本塾からの貸与を受けて指導し、効果を上げている。
- (6) 本塾で研究した教材や指導法で指導効果が高いと評価されたものは、貸与の要請が多い。

本研究で、教材や指導法についての意識を調査したが、塾卒業生は全般的に理科や教材に対する意識が高く、指導の意義を十分理解して活用していることが分かった。アンケートでは十分調査できなかったものの、電話や対面で報告を受けた感想から、教師は、児童の理解度が高い教材に強い関心があることがうかがえた。「先生、分かったよ。」の言葉、振り返りテストで90点を超える高得点の獲得が教師の強い支えとなり、授業が進んでいる。

VI. おわりに

研究の結果、本塾で研究された教材や指導法を活用することによる指導の効果は高いことが分かった。しかし、特徴ある教材や特別な意味を持たせた指導法は、納得できた塾生以外には活用しにくい。通常入手できる教材やすぐに理解できる指導法を取り上げながら指導効果を高める教材の捉え方や指導展開を検討す

る必要性を改めて強く認識した。今後とも、指導に当たる先生方がすぐに理解できて指導に活かしやすく、児童にとっても理解しやすい教材と指導法の研究を継続していきたい。

謝辞

本研究遂行にあたり、実践報告をいただいた塾卒業生梶原杏華さん、秋山流魚さん、秋山結衣さん、藤丸みなみさん、松本由衣さん他多数の方々、本塾山上大翔さん、アンケート分析にお力添えをいただいた星槌道都大学准教授吉澤英里先生に本紙面を借りて謝意を表します。また、研究推進にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考・引用文献

- 金子美智雄 (2019), 小学校理科の役割と指導のポイント, 教育出版社啓林館 啓く通信No.2, pp.10-11
- 佐々木昭弘 (2014), プロ教師に学ぶ理科の授業の基礎技術, 東洋館出版社, pp.9-13
- 露木和男 (2009), 学ぶ価値を実感するということ, 初等理科教育2009.6, p11
- 中村勇稀・小倉康 (2020), 理科を学ぶ意義や有用性を実感する授業計画に関する研究, 日本科学教育学会研究会研究報告Vol.34 No.6, pp.51-56
- 日置光久・村山哲哉 (2009), 実感を伴った理解を図る理科学習小学校第5学年, 東洋館出版社, p10
- 堀哲夫 (1998), 問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー-素朴概念をふまえて-, 明治図書, p17
- 堀哲夫・市川英貴 (2010), 理科授業力向上講座-よりよい授業づくりのために-, 東洋館出版社, pp.35-41
- 文部科学省 (2008), 小学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, pp.7-11
- 文部科学省 (2018), 小学校学習指導要領解説理科編, 東洋館出版社, p12
- 鳴川哲也・加藤怜 (2019), 小学校理科指導スキル大全, 明治図書出版株式会社, pp.38-39
- 村山哲哉 (2008), 小学校新学習指導要領ポイントと授業づくり理科, 新世紀型理科教育研究会・東洋館出版社, pp.14-15

理科教師塾で開発した教材・指導法の活用調査 (2021 年 11 月 日)

県 立 小学校 名前

1. 教員経験年数を教えてください。

①1 年目 ②2 年目 ③3 年目 ④4 年目 ⑤5 年以上

1.

2. 本年度理科の授業を担当している。

①そうでない (1, 2 年生担当) ②そうでない (理科専科教諭が担当) ③そのとおり

2. 第 学年

3. これまで担当した学年を教えてください。(複数回答)

①3 年生 ②4 年生 ③5 年生 ④6 年生

3.

※ 以下は、理科教師塾で勉強した教材や指導法を使って授業した単元を一つだけ選んで回答してください。

4. 指導した学年と単元名を教えてください。

①学年 ②単元名と教材名など

5. 指導はうまくできた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

5.

6. 学習を通して児童が具体的な体験ができた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

6.

7. 学習を通して児童が主体的な問題解決 (児童主体で授業展開) ができた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

7.

8. 学習を通して児童が目標設定 (めあて), 計画・実行 (観察・実験), 振り返り (考察) ができた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

8.

9. 学習を通して児童は自然の事物・現象について意味付け・関係付け (イメージ化) ができた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

9.

10. 取り上げた教材について 教師として教材研究を楽しめた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

10.

11. 教材や指導法を 教師として取り上げる意味があると考えて (意識して) 選んだ。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

11.

12. この教材や指導法を使った授業をして、理科を指導する意味があると思った。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

12.

13. 生活の中にあることから (問題や課題) を授業に関係付けた。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

13.

14. 児童は、学習を通して理科を学ぶ意義や有用性を実感したと思う。

①全くそうでない ②ややそうではない ③どちらともいえない ④ややそのとおり ⑤全くそのとおり

14.

15. 教材や指導法を少し変更して実態に合わせて使用した場合、変更点や工夫点を教えてください。

①そのまま使った ②変更・工夫して使った

15.

変更・工夫した理由:

変更・工夫した内容など:

16. 児童から出た意見のうち、興味深いものを 2, 3 個 教えてください。

・
・

図12 教材・指導法の活用と意識調査に使用したアンケート

| 学習活動 | 教師の指導・支援 | 評価・準備・備考 |
|---|--|---|
| <p>1 先生の話聞いて裏山に見える地層のしましまに興味を持つ。</p> <p>○「しましま」ってどうやってできたのかな。</p> <p>・「本当に実験で作れるの？」</p> <p>2 地層のしましまを、先生が提示した実験装置で作れることに興味を持つ。</p> | <p>1 学校の裏山に見える切り通しの地層を示して、地層の「しましま」に注目させる。</p> <p>○児童に様子を発表させた後、「あのしましまって作れるんだよ。」と言いながら、地層の堆積実験装置を提示する。</p> <p>※ 通常は教科書の堆積層の写真を使う。</p> <p>2 児童の、しましま（重なった堆積層の模様）を作ってみたいという気持ちを取り上げて、本時のめあてを児童と一緒に作る。</p> | <p>○たまたま、塾卒業生の勤務校の教室から、裏山の切り通しの堆積層を見ることができる。</p> <p>※ 通常は写真で実施する。</p> <p>【準備】地層の堆積実験装置を一組、教卓の上に準備する。</p> |
| <div>めあて がけに見えるしましまの模様を作ってみよう。</div> | | |
| <p>3 教卓にある地層の堆積実験装置のしくみと実験方法の説明を聞く。</p> <p>○先生の演示実験で層ができるのを見た後、代表の児童が順に、先生からの注意と実験の方法を聞きながら、砂の混合物を樋に沿って勢いよく流し込む。</p> <p>○代表児童が実験を進める。</p> <p>4 水槽の中に堆積したしましまの模様の様子を発表させる。</p> <p>○色に分かれた砂の様子を調べたいという児童の言葉を取り上げる。</p> <p>○ルーペを使って人工砂を調べ、粒の大きさの違いを見つける。</p> <p>・粒の大きい茶色から、黄色、青色の順に沈む。</p> <p>5 先生と一緒に本時のまとめを作る。</p> | <p>・めあてを書き写すように促し、書き終えたら全員で一斉に読んで意識を高める。</p> <p>3 川のイメージをもつ樋、水が運ぶ土砂、川の流れると、堆積する海のイメージの水槽の説明をしながら、地層の堆積実験装置のしくみを説明する。</p> <p>○れき、砂、どろに見立てた、3種類の粒度の違う砂の混合物を樋の上部（川上）に置いて、ビーカーに入れた 200 cm 程度の水で勢いよく一気に流す。→ 一層目の堆積層が形成される</p> <p>○2、3人の児童が交代しながら、同様に地層の堆積を繰り返す。</p> <p>4 地層の堆積実験装置で作られた堆積層の状態を発表させる。以下は発表例である。</p> <p>・層は、茶色、黄色、青色の順に重なっている。</p> <p>・層が重なってしましまに見える。</p> <p>・一度に流した3種類の砂は必ず茶色、黄色、青色という同じ順番に重なって沈む。</p> <p>○更なる疑問や調べたいことを発表させる。以下はその例である。</p> <p>・流した元の砂を詳しく観察してみたい。</p> <p>・ルーペで大きくして観察したい。</p> <p>○観察で分かったことを発表させる。</p> <p>・初めに粒の大きい茶色の砂が沈み、次の大きさの黄色の砂、最後に粒の細かい青色の砂がゆっくり沈む。</p> <p>5 児童の発表をもとに、教卓上の水槽内に生成された地層のモデルを再確認しながら、例えば次のようにまとめる。</p> | <p>【準備物】</p> <p>・3種類の粒度や色の違う人工砂をあらかじめ混ぜて、十分湿らせておく。</p> <p>・粒度の違う砂が混じっていることには触れないで実験を始める。</p> <p>【準備】</p> <p>・乾いた人工砂の混合物</p> <p>・ルーペ</p> <p>・シャーレ</p> <p>・ろ紙（シャーレの下に敷く）</p> <p>【知識・技能】</p> <p>・砂の色と重なり方が見つけられたか。</p> <p>・3種類の色の砂粒の大きさが見つけられたか。</p> |
| <div> <p>まとめ 地層のしましまは実験で作ることができる。</p> <p>粒の大きい砂が早く沈み、小さい砂が後から沈むので層になる。</p> </div> | | |
| ○後片付けをする。 | <p>○片付けの指示をし、代表児童に手伝ってもらう。</p> <p>・時間があれば興味深かった点、発見をメモさせる。</p> | |

図13 地層の堆積実験器を使った実験の指導案（塾卒業生の指導の場合）