

自ら問題を見だし、主体的に問題解決しながら自然のきまりの価値を実感する授業の創造

先 間 裕 哉 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

Creating lessons where students can find problems on their own and realize the value of natural laws while proactively solving problems

SAKIMA Yuya

キーワード：自ら問題を見だし、主体的に問題解決、自然のきまりの価値、日常生活に当てはめて考える、適用して考える

1. 実践の目的

小学校理科は、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・能力を育成することを目指している。(文部科学省, 2018) これまでも、自然の事物・現象から問題を見いだしたり、問題解決したりすることができるような事象提示や授業実践を行ってきたが、見いだした自然の性質や規則性(以下、「自然のきまり」)の価値を実感するところまでは至っていないという課題があった。そこで、これまで通り問題解決の過程を踏まえた授業を大切にしながらも、自然のきまりの価値を実感することができるようにするために、教材を工夫することにした。

2. 教材の工夫

本実践では、単元、一単位時間において「自然のきまりの価値を実感する」ことを実践の重点とした。なぜなら、子どもが、見いだした自然のきまりの価値を実感することができれば、対象である自然の事物・現象に関心や意欲を高め、そこから新たな問題意識を醸成し、主体的に学びを展開していくことができると考えたからである。そこで、自然のきまりの価値を実感する授業づくりを目指すために、次の2つの視点で教材の工夫をした。1つ目は、自然のきまりを実社会、実生活と関連させて考えることができる教材である。(鹿児島大学教育学部附属小学校, 2019) これは、既習の自然のきまりを身近な自然の事物・現象につなげて考えることができる教材である。そして、この教材を用いて身の回りの生活につなげて考える学習活動を設定することで、子どもは自然のきまりが実社会、実生活に活かされているよさを感じ、学んだことを身近な自然事象に当てはめて考えようとする態度を涵養したり、より科学的な概念に迫る考えをつくりだしたりすると考える。2つ目は、自然のきまりを適用して追究することができる教材である。これは、見いだした自然のきまりを新たな自然の事物・現象に適用して、その要因や規則性を追究することができる教材である。そして、この教材を用いて自然のきまりを適用して考える学習活動を設定することで、子どもは、

より科学的な概念に迫る考えをつくりだしたり、より自然のきまりのよさを実感できたりすると考える。(鹿児島大学教育学部附属小学校, 2019)

表1 温度による物の体積変化についての興味や関心 (質問紙法 33名)

人数	温度による物の体積変化について調べてみたいことや知りたいこと
19人	温度による物の体積変化の生活への利用
19人	空気の体積の変化について
13人	金属の体積の変化について
5人	水の体積の変化について
6人	その他 (調べる方法, 空気と水の変化のちがい)

3. 実践の実際 『4学年「物の温度と体積」』

3.1. ねらい

物の温度と体積について、金属、水及び空気を温めたり冷やしたりしたときの体積変化に着目し、体積変化と温度変化とを関係付けて調べる活動を通して、金属、水及び空気は温めたり冷やしたりすると、体積は変わるが、その程度には違いがあることについての理解を図る。また、観察、実験に用いる器具や機器を目的に応じて扱う技能を身に付けるとともに、根拠のある予想や仮説を発想し、表現する力や予想や仮説の妥当性を粘り強く検討したり、自然の事物・現象を日常生活に当てはめて考えようとしたりする態度を育成することをねらいとしている。

3.2. 実態

温度による物の体積についての子どもの興味や関心についての実態調査を行った(表1)。その結果、約6割の子どもが、温度による物の体積変化の生活への利用について関心をもっていることが分かった。これは、既習の理科学習を通して、見いだした自然のきまりを実社会、実生活に当てはめて考えることができる活動等を通して、自然のきまりを身の回りの自然事象とつなげて考えようとする態度が育まれてきているからだと考え。一方で、約4割の子どもが興味や関心をもっていないことが分かった。これは、理科の学習を日常生活と結びつけて考えることができないからだと考えられる。このことから、自然のきまりを実社会、実生活と関連させて考えたり、自然のきまりを適用して考えたりすることができる内容を設定していくことが大切だと考え、本実践を行った。

3.3. 教材

子どもが、これまでに獲得した温度による空気と水の体積変化の自然のきまりを実生活に見られる金属の体積変化に当てはめて問題を追究することができるようにするために、教材を開発した。その際、子どもの問題解決の力の育成を大切にするために、子どもの思考の流れに沿った解決方法で追究することができるように教材を工夫した。

具体的には、まず、子どもが日常生活で利用している鹿児島市の市電のレールとレールのすき間の間隔が、冬と夏とで異なる写真を事象提示した。その際、差異点を捉えることができるようにするために、冬のレールのすき間の写真を提示した後に、夏のレールのすき間の写真を提示するように工夫した(写真1・2)。本教材を扱うことで、子どもたちは、「夏になるとレールのすき間が、

先問 裕哉：自ら問題を見だし、主体的に問題解決しながら自然のきまりの価値を実感する授業の創造

せまくなるのはどうしてだろうか。」といった問題を見だし、「夏のレールは、温度が高くなっているから、これまでの水や空気と同じように体積が大きくなってすき間がせまくなったのかもしれない。



写真1 冬のレールのすき間



写真2 夏のレールのすき間



写真3 金属のレールをアルミニウム棒で再現した教材



写真4 加熱前のすき間

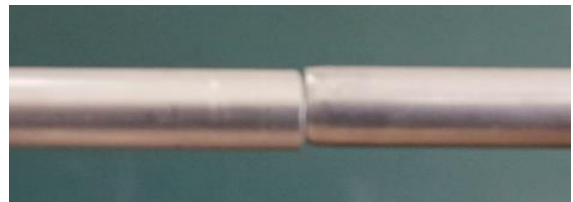


写真5 加熱後のすき間

ない。」といった既習の自然のきまりを基にした、根拠のある予想や仮説を発想することができる。次に、子どもが発想した解決の方法で追究していくことができるようにするために、市電のレールをアルミニウムの金属棒で再現したもので追究することができるように教材を開発した(写真3)。その際、2本のアルミニウム棒のすき間が2mmに空くように設置し、片方を火で熱すると体積が膨張して、すき間が狭くなることを捉えることができるようにした(写真4・5)。アルミニウムを用いた理由は、金属膨張率と熱伝導率が高く、1分程度で事実を捉えることができるからである。

そして、金属が一方向に伸びるのではなく、全体的に体積が膨張することを捉えることができるようにするために、アルミニウム棒を用いた実験結果と金属膨張試験機での実験結果とを関係付けて吟味することで、「金属を高い温度で温めると体積が大きくなる」という妥当な考えをつくりだすことができるようにする。

3.4. 目標

- (1) 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、体積が変わるが、その程度には違いがあることを説明することができる。また、金属、水及び空気の温度による体積変化について、実験用ガスコンロや丸底フラスコ、温度計などを適切に用いて調べることができる。
- (2) 金属、水及び空気の温度による体積の変化について、体積変化に着目して、根拠のある予想や仮説を発想し、それらと温度の変化とを関係付けて調べ、表現することができる。
- (3) 金属、水及び空気の温度による体積の変化について、見いだした問題の解決に向けて粘り強く検討することができる。また、自然の事物・現象に当てはめて考えようとするすることができる。

3.5. 指導計画（前7時間）

3.5.1. 主な学習活動

<第1次 空気の温度と体積>

- 丸底フラスコをもち、シャボン液を膨らます活動を設定する。
- 「丸底フラスコを持つとシャボン液が膨らむのは、どうしてだろうか。」といった問題を見いだす。
- 丸底フラスコの中の空気は、温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなると考えられるといった考えをつくりだす。

<第2次 水の温度と体積>

- 「水は、温めたり冷やしたりすると体積が変わるのだろうか。」といった問題を見いだす。
- 水は、空気と同じように温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなるが、その変化は空気よりも小さいと考えられるといった考えをつくりだす。

<第3次 金属の温度と体積>

- 市電のレールのすき間が、冬と夏で間隔が異なる要因を話し合う活動を設定する。
- 「夏のレールのすき間がせまくなるのはどうしてだろうか。」といった問題を見いだす。
- 金属でできたレールは、レールが高い温度で温められると、体積が大きくなったからだと考えられるといった考えをつくりだす。
- 「温めた金属を冷やすと、体積はどうなるのだろうか。」といった問題を見いだす。
- 温めた金属を冷やすと、体積は小さくなる。また、金属の体積の変化は、空気や水とくらべると、とても小さいと考えられるといった考えをつくりだす。
- 実生活において温度による体積の変化が利用されている物について調べる活動を設定する。

3.5.2. 教師の具体的な働きかけ

- 空気の温度による体積変化について、自ら問題を見いだすことができるようにするために、手で持つ前と後のシャボン液の膨らみ方の違いを比較する。
- 温度による空気の体積変化を捉えることができるようにするために、50℃のお湯や5℃の冷水に丸底フラスコを沈めて空気の体積変化を調べる活動を設定する。
- 温度による水の体積変化について、温度による空気の体積変化の自然のきまりを根拠に予想や仮説を発想することができるようにするために、既習の内容を移動式黒板に掲示しておき、既習の内容を想起できるようにする。
- 生活で利用している市電のレールが、冬と夏とで体積が異なる要因について問題意識を焦点化することができるようにするために、冬のレールと夏のレールの写真を提示し、レールのすき間の間隔の違いに気付くことができるようにする。
- 金属、水及び空気の温度による体積変化の差異点を捉えることができるようにするために、体積変化の大小について話し合う活動を設定する。

3.6. 実践1 物の体積と温度

3.6.1 【第1次】空気の温度と体積

空気の温度による体積変化について調べる学習では、まず、問題を見いだすことができるようにするために、シャボン液を丸底フラスコの口につけたときと、底を両手で持ったときのシャボン液の膨らみ方を比較する活動を設定した（写真6）。子どもたちは、「両手で丸底フラスコの底を持つとシャボン液が膨らみ始めた。中の空気が温められているのかな。」といった問題を見いだす発言が見られた。次に、シャボン液が膨らむ要因について、粘り強く調べることができるようにするために、50℃のお湯で温めたり、5℃の冷水で冷やしたりして温度による体積変化について粘り強く調べることができるようにした。そして、自然のきまりの価値を実感できるようにするために、浮き輪に空気を8割入れた写真とその浮き輪が浜辺で膨らんでいる写真を比較できるように提示し、浮き輪が膨らんでいる要因について、既習の自然のきまりを適用して考える活動を設定した。

3.6.2 【第2次】水の温度と体積

水の温度による体積変化について調べる学習では、まず、温度によって水は、体積が変わることを捉えることができるようにするために、水の入った丸底フラスコを50℃のお湯や5℃の冷水に沈めて水の体積変化を調べる活動を設定した（写真7）。子どもたちは、「空気の体積変化よりも水の体積変化は、少しだけだな。」と既習の自然のきまりと関係付けて考える姿が見られた。次に、温度による水の温度変化と体積変化とを関係付けて考えをつくりだすことができるようにするために、温度が変化する前後で水の体積がどのように変化したのか結果を照合し、吟味する活動を設定した。

3.6.3 【第3次】金属の温度と体積

金属の温度による体積変化について調べる学習では、日常生活とつなげて追究できるようにするために、まず、冬と夏のレールの間隔が異なる写真を提示し、問題を見いだすことができるようにした。また、空気及び水の温度による体積変化の性質を根拠に予想や仮説を発想することができるようにするために、移動式黒板に既習の内容を掲示しておき、子どもたちが既習の内容を想起できるようにした。次に、金属の温度変化と体積変化とを関係付けて考えることができるようにするために、アルミニウム棒を温めたり熱したりして調べる活動を設定した（写真8）。その際、金属が一方方向に伸びているのではなく、全体的に体積が大きくなっていることを捉えることができるようにするために、金属球を熱して体積変化を粘り強く追究することができる活動を設定した。そして、温度による金属の体積変化の性質がレール作りに活かされていることについて実感できるようにするために、「どうしてレールは、すき間を空けて作られているのかな。」と発問した。

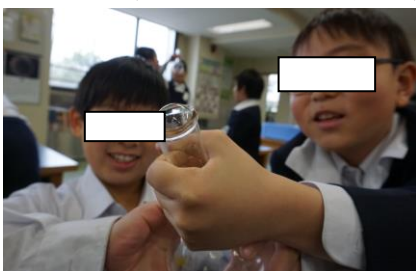


写真6 空気の体積変化



写真7 水の体積変化

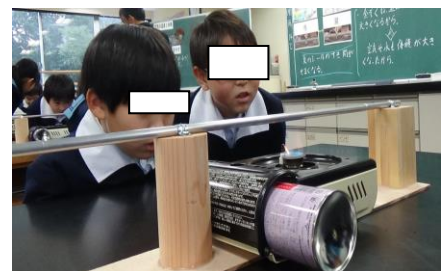


写真8 金属の体積変化

第4学年 「物の体積と温度」 第5時 学習指導計画

目 標

金属の温度による体積変化について、日常生活に生かされている金属の体積変化に着目して、空気や水の温まり方を根拠に予想や仮説を発想し、温められた金属の体積変化と温度変化とを関係付けて粘り強く調べる活動を通して、金属は熱せられて温まると体積が大きくなることを捉え、その性質が日常生活に生かされていることを実感することができる。

実 際

<主な学習活動>

- 冬と夏で金属の体積が異なる市電のレールの事象提示から、夏のレールのすき間が、せまくなるのはどうしてだろうか。といった問題を見いだす。
- 既習の内容や生活経験を基に、解決の見通しをもつ。
- アルミニウムの棒や金属球を50℃のお湯で温めたり、熱して高い温度で温めたりして、温度による金属の体積変化を調べる。
- 結果と予想や仮説を照合しながら吟味する。
- 夏のレールのすき間がせまくなるのは、レールが高い温度で温められたために、体積が大きくなったからだと考えられる。といった考えをつくりだす。
- レールが、すき間を空けて作られている理由について話し合う活動を設定する。

<教師の具体的な働きかけ>

- 夏になると金属で作られたレールのすき間がせまくなる要因について、体積変化に着目して、問題意識を焦点化することができるようにするために、冬と夏のレールの写真を提示し、差異点について問う。
- 根拠のある予想や仮説を発想することができるようにするために、温度によって水や空気の体積は変化するといった既習の自然のきまりを移動式黒板に板書して掲示しておく。
- 子どもが発想した検証方法で、粘り強く追究することができるようにするために、子どもの思考の流れを想定し、お湯で温めて調べることができる教材や実験用ガスコンロで熱して調べることができる教材を活用する。
- 高い温度でアルミニウム棒を温めると、体積がわずかに大きくなることを捉えることができるようにするために、「金属の棒を熱すると、2本の棒のすき間は、どのようになったのかな。」と問う。
- 金属の温度による体積変化が一方方向だけでなく、全体的に大きくなることを捉えることができるようにするために、「この事実だけで体積が大きくなったといえるかな。」と問い、話し合っって吟味する活動を設定する。
- 金属が温度によって体積が大きくなるという性質について、日常生活とつなげて理解することができるようにするために、「どうして市電のレールは、すき間を空けて作られているのかな。」と問う。

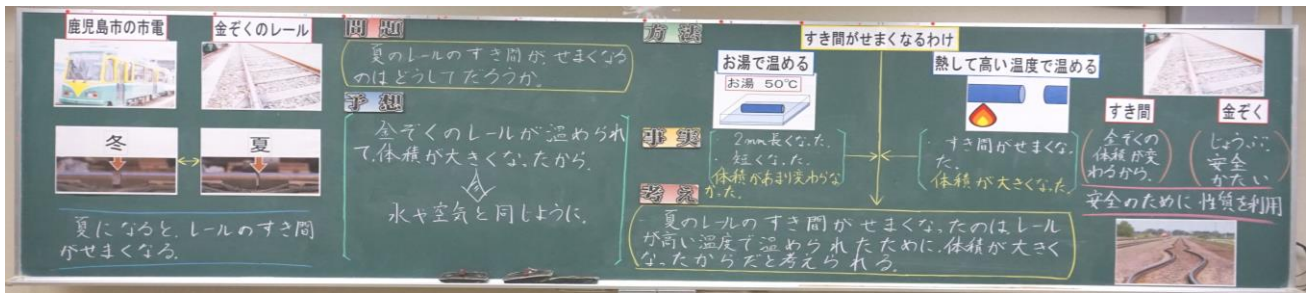


図1 授業の板書

3.6.4 考察

これまで、温度による金属の体積変化についての学習では、既習の自然のきまりや生活経験を温度による金属の体積変化に関係付けて考えることが中心であった。このような学習では、既習の自然のきまりや生活経験を根拠に問題解決の過程を踏まえた学習を展開することができたが、自然のきまりを身の回りの自然の事物・現象とつなげて考えたり、自然のきまりの価値を実感したりするところまでは学習が深まりにくかった。

図1は、第5時の板書である。まず、夏になるとレールのすき間がせまくなる要因について、既習の温度による水や空気の体積変化の自然のきまりを適用して根拠のある予想や仮説を発想することができた。次に、予想を確かめる実験方法を立案して、これまでと同様にお湯で温める方法や熱して高い温度で温める方法で主体的に問題解決する姿が見られた。そして、授業の終末に書いた振り返りでは、物によって温度による体積変化には違いがあるということをつまえるだけでなく、レールがすき間を空けて作られている理由まで考え、金属の温度による体積変化の性質が生活に生かされていることを実感し、科学的な概念を構築する子どもの姿が見られた(写真9)。また、自然のきまりを日常の生活とつなげて考えることについて、「C:ふだんの生活でも色々なことに役立つと思う。」と、自然のきまりの価値を実感する記述も見られた(写真10)。

一方で、温度による水の体積変化については、日常生活とつなげて考えることができる事象を教材として提示することが難しかった。要因は、この性質を利用した物が子どもの身近な物に適用されていないからだと考えられる。温度計の液だめに入っている液体を単元の終末で取り扱ったが、実感を伴った理解までは深まらなかった。よりよい教材について、検討していきたい。

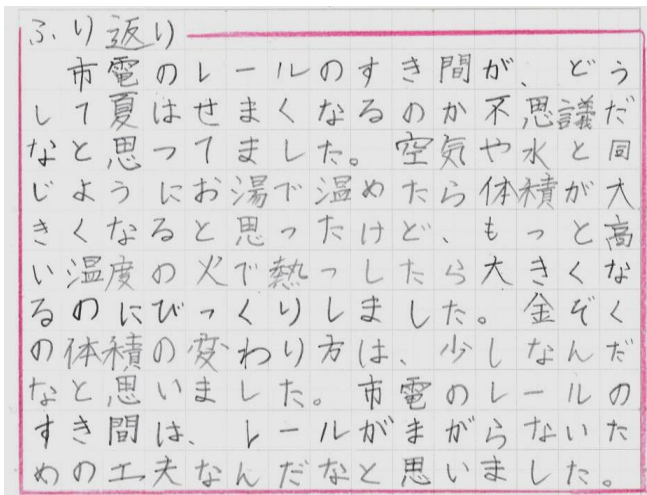


写真9 第5時終了後の振り返り

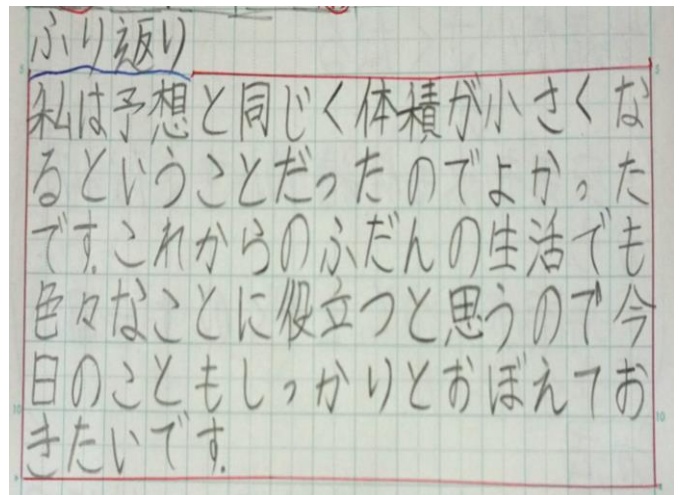


写真10 第6時終了後の振り返り

3.7. 実践2 雨水の行方と地面の様子

3.7.1 本時の目標

校庭より低い位置にある砂場に水たまりができていない要因について、降った雨の水のしみ込み方に着目して、水のしみ込み方と粒の大きさを関係付けながら粘り強く調べる活動を通して、水のしみ込み方は土の粒の大きさによって違いがあることを説明することができる。

3.7.2 自然のきまりを実社会、実生活と関連させて考えることができる教材

本時の終末では、まず、水のしみ込み方は、土の粒の大きさに関係があり、土の粒が大きいと水のしみ込み方が速く、土の粒が小さいと水のしみ込み方が遅いといった自然のきまりを見いだす。次に、見いだした自然のきまりを実社会、実生活とつなげて考えて価値を実感することができるようにするために、田んぼの土と駐車場の砂利で水のしみ込み方を調べる教材を用いて追究する活動を設定した。「T:水がしみ込まずに、たまっていた方がよい場所はどこかな。逆に、水がたまってほしくない場所はどこかな。」と問うと、「C:水がたまっていた方がよい場所は、田んぼや池ではないかな。たまってほしくない場所は、家の庭や駐車場だな。」と、生活経験を根拠に話し合う姿が見られた。その後、「T:田んぼの土の粒は、どのような大きさになっていると考えられるかな。」と問い、話し合わせると、本時で見いだした自然のきまりを適用させて、「C:田んぼには、水をためておくために、土の粒が小さい土を入れているはずだ。」と考える子どもの姿が見られた。その後、実際に演示実験で田んぼの土と駐車場の砂利に水を注いで確かめる活動を設定した。子どもたちは、「C:田んぼの土は、予想以上に水がしみ込まなかった。土の上に水がたまって、下の方からは全く水が落ちなかった。」「C:駐車場の砂利は、思っていたよりもすき間が目で見えるほど大きく、その間を水が通り抜けていった。下の方からは、水がどんどん流れ出ていった。」と、自分の予想と結果を照合して吟味する姿が見られた。感想には、「駐車場の砂利が大きくて水たまりができないようにしていることが分かって、なるほどと思った。駐車場があつたら見てみたい。」といった記述もあり、砂利の粒の大きさが生活に役立てられていることを実感し、より科学的な概念を構築する姿が見られた(図2)。これは、実社会、実生活と関連させて考えることができる教材を用いたことが要因である。

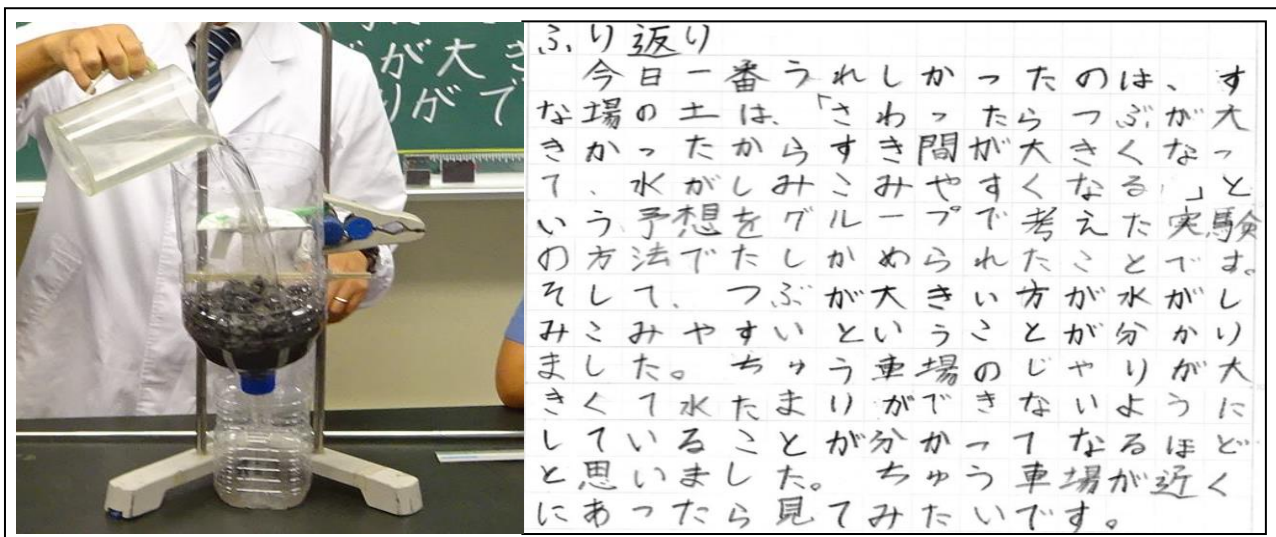


図2 駐車場の砂利を用いた水のしみ込み方の演示実験と学習を終えた子どもの感想

3.8. 実践3 物の温まり方

3.8.1 本時の目標

水の温まり方について、熱せられた水の動きに着目して、水の動きと熱の伝わり方とを関係付けながら粘り強く調べる活動を通して、熱せられた水が上の方に動き、上から順に温まることを説明することができる。

3.8.2 自然のきまりを適用して追究することができる教材

本時の終末では、水は熱せられたところの水が上の方に動いて、上から順に温まるといった自然のきまりを見いだす。そして、見いだした自然のきまりを新たな自然事象に適用して考え、その要因や規則性を追究することができるようにするために、同じかさの温水と冷水をそれぞれペットボトルに入れ、それを水の入った水槽に入れるとどのようなようになるか考えることができる活動を設定した(図3)。

子どもたちの前で、2つのペットボトルに同じ体積の冷水と温水を入れ、「T:冷たい水と温かい水を入れた2つのペットボトルを水の入った水槽に入れると、ペットボトルはどうなるかな。」と問い、話し合いの場を設定した。すると、「C:今日の学習で、温かい水が上の方に動いて温まることが分かったから、温かいペットボトルの水は、上に動くのではないかな。」と、本時で見いだした自然のきまりを基に、話し合う姿が見られた。その後、2つのペットボトルを水の入った水槽の中に入れると、「C:予想と違って、ペットボトルの動きはゆっくりだった。温かい水と冷たい水の重さの差は、ほんの少しなのだな。」「C:同じ体積で同じ水なのに、温度が違うだけで重さが違って、ペットボトルの動き方が違うのか不思議だと思った。もっと調べてみたい。」といった、より科学的な概念に迫る考えをつくりだしたり、さらに追究したいと意欲を高めたりする姿が見られた。

授業の振り返りでは、「C:最後の活動では、今日の学習で学んだことを役立てて考えることができた。」「C:家のお風呂でも本当にそうなるのか実験してみたい。」など、自然のきまりの価値を実感したり、主体的に問題解決したりしようとする姿が見られた。

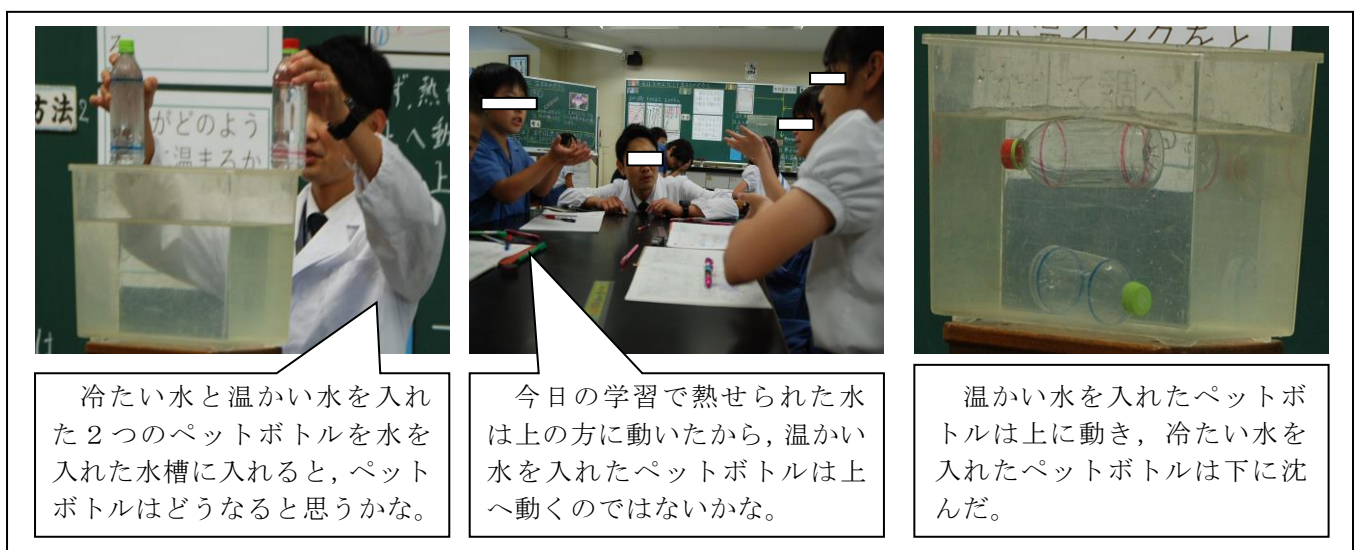


図3 本時で見いだした自然のきまりを適用して追究する活動の様子

4. 成果と課題

- 温度による金属の体積変化について調べる学習では、レールのすき間が狭くなる写真を事象提示することによって、身の回りの自然事象から問題を見いだすことができた。また、浜辺で浮き輪が膨らんでいる写真を提示することによって、本時で見いだした自然のきまりを日常生活に適用させて考え、より科学的な概念を構築したり、自然の価値を実感したりする姿が見られた。
- 水のしみ込み方について追究する学習では、田んぼの土と駐車場の砂利を用いて水のしみ込み方を調べる教材を設定したことで、田んぼの土に小さな粒の土が使われている理由や駐車場の砂利が大きい理由について考え、粒の大小が生活に生かされていることを実感する姿が見られた。
- 水の温まり方の学習では、ペットボトルに同体積の温水と冷水を入れ、水に沈める教材を用いて自然のきまりを適用して考える学習活動を設定したことで、より科学的な概念に迫る考えをつくりだす子どもの姿が見られた。
- ▲ 温度による水の体積変化について調べる学習では、日常生活に当てはめて考えることができる事象を提示することが難しかった。温度計の液だめに入っている液体が、温度によって体積変化することで、赤い液体が動いているように見えることについて考える活動は設定したものの、中の物質が水ではないため、温度による水の体積変化を身の回りの生活につなげて考えることが難しかった。日常生活の中で、温度による水の体積変化が利用されている物が少ないことが要因としてあげられるが、適用場面の在り方について今後も追究していく。
- ▲ 温度による金属の体積変化について調べる学習では、子どもたちの思考の流れに沿って問題解決するために、アルミニウム棒を用いたが、子どもが金属棒の体積が大きくなっていることと金属棒が伸びていることとを区別しにくいという課題があった。そのため、金属球で調べる活動を後に設定したが、金属球を提示する手立てが子どもの思考の流れに沿っていなかった。今後は、「T:金属が、全体的に大きくなっているという予想を確かめるためには、どうすればよいか。」と問い、金属球で確かめる必然性をもたせるようにしていく。

5. 付記

本報告は、鹿児島大学教育学部附属小学校令和元年度研究紀要で発表した研究内容等に基づき、理科教育において研究をさらに発展させ、その研究成果をまとめたものである。

【引用文献】

文部科学省 「小学校学習指導要領解説 理科編」 (東洋館出版社 平成30年)

鹿児島大学教育学部附属小学校「新たな価値を創り出す資質・能力を育む授業の創造」

(令和元年)