

4年 理科学習指導案

授業者 後藤 大紀

1. 単元名 「なぜ飛ぶの？見えない力を見つめよう」（ものの温度と体積①）

2. 単元の目標

- スポンジ栓の飛んだ要因について、ボトル内の空気の温度と体積に着目しながら、実験などで調べる活動を通して、空気は温めたり冷やしたりすると、その体積が変わることを理解するとともに、観察や実験に関する技能を身につけることができる。〔知識及び技能〕
- スポンジ栓の飛んだ要因について追究する中で、お湯をかけることによって変化するボトル内の空気の温度と体積を関係付け、自分の見方や考え方を働かせながら予想や仮説を発想し、問題解決に向かうことができる。〔思考力、判断力、表現力等〕
- 個人で追究したり他者と学び合ったりしながら、空気の温度と体積に関する自分の問いを、進んで解決しようとする。〔学びに向かう力、人間性等〕

3. 子どもと教材

私たちにとって、空気は生きていく上で欠かせないものであり、身の回りに当たり前のように存在している。そして私たちは、日々の生活をより快適に過ごそうと、冬には暖房を使ったり、夏には冷房を使ったりするなど、温かい空気や冷たい空気を利用している。空気は目に見えないからこそ、その実体は捉え難く、子どもにとって空気という存在そのものに立ち止まって目を向けるような機会はあまりないのではないかな。ましてや、温められたり冷やされたりしているときの空気の様子について立ち止まるような機会はほとんどないだろう。

温度という概念は、私たちが日々生活している中で当たり前のように存在している。私たちは、「熱い・暑い、温かい・暖かい」「寒い、冷たい、涼しい」など、体感的にものの温度を捉え、温度計などを用いてその時の温度、温度の違いや変化を数値的にも捉えている。ものの温度が変化することによって、そのものの体積が変化することは、自然界で様々なもの（空気、水、金属など）において常に起きており、その性質を私たちの生活を支えるために利用しているものもある。温度計や電車の線路、橋や建物の隙間、家電製品などがその例として挙げられるだろう。これらは、私たちの生活を支える上でどれも欠かせないものであり、このような性質に立ち止まって考えることは、子どもがより科学的な眼をもって身の回りの環境を見つめ直すきっかけとなるだろう。そして、目には見えない「空気」に着目し、温度変化に伴う体積変化について自分の見方や考え方を働かせながら問題解決していく経験は、子どもにとってこれから先自分の眼に映っているものをさらにミクロに見つめようとする事へとつながっていくのではないかな。

本学級の子どもは、4年理科「天気と気温」において、「一日の気温はどのように変化するのか」「天気と気温にはどのような関係があるのか」という2つの問いをもとに学び進めていた。自分たちの手で気温のデータを集める際には、百葉箱の例をもとに、「地面からの高さが1.2～1.5m」「風通しが良い」「直射日光が当たらない」という条件が重要な要素として学級で共有された。計測する場所としてどこが適しているのかという話題になったとき、「共有された条件のもと、それぞれが調べたい場所のデータを計測して、多くの場所のデータをみんなで集めた方がより正確な情報として得られるのではないかな」という意見が学級で共有され、子どもたちは、その3つの条件のもと、それぞれの調べたい場所で計測を行うこととなった。結果として、調べた場所がそれぞれ違うからこそそのばらつきが生じたが、子どもたちは、調べた場所の特徴とそのばらつきとを関係付けながら考察していった。また、「季節と生物」では、ゴーヤの種からの生長をより詳細に捉えるため、タイムラプス機能で継続的に撮影を行うなど、こだわりをもって観察に臨む子の姿が見られた。そして、「映像を見返したら、葉っぱが徐々に大きくなったり数が増えたりしたんだけど、葉が日光の方に向かって伸びてることも発見したよ」とこだわりをも

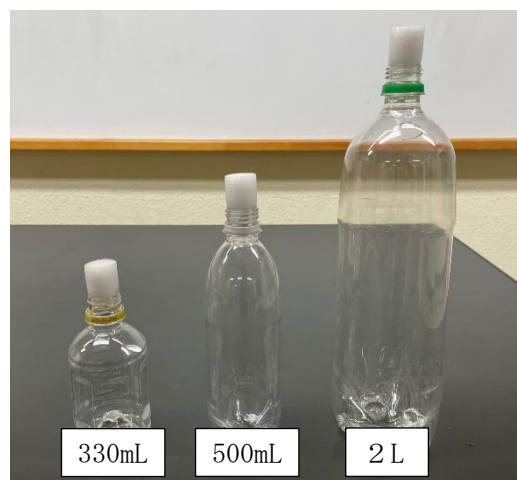
って追究した先に新たな気づきを得ていた。本学級の子どもは、それぞれに自分なりのこだわりをもち、こだわりの先に様々な気づきを得ながら学び進めている。だからこそ、このようなよさを発揮した先に、互いの考えが重なっていくことで、本学級の一人ひとりにとって、さらなる学びの深まりが生まれるのではないかと。そこで、ある一つの不思議な現象を皮切りに、目には見えない力をもとに見つめ、得た事実をもとに互いに考えを伝え合いながら追究していく経験が、本学級の子どもにとって、学級の仲間とともに学ぶという意識の醸成につながっていくと考えた。このような願いを込めて、目には見えない「空気」に着目し、ものの温度と体積の関係について問題解決していけるような単元を構想する。

本単元では初めに、スポンジ栓をしたペットボトル（500mL）にお湯をかけ、空気の熱膨張によってスポンジ栓が飛ぶ現象を子どもに見せる。その現象を見た子どもは、「なぜスポンジ栓が飛んだのか」と、その要因について考え始めるだろう。ここで生まれた問いの解決に向かい、子どもは自分なりの見方や考え方を働かせて追究を進めていく。その過程において子どもは、自分でボトルを選択して同様の実験を行い、そこで得た気づきをもとに更なる予想や仮説を発想し、自分の手で確かめていく。このように、目には見えない空気に着目しながら、スポンジ栓の飛ぶ要因について仲間とともに明らかにしていく経験により、その子の見方や考え方はより科学的に磨かれていくはずだ。



4. 本単元における『その子らしく学ぶ』

単元初め、ペットボトルにお湯をかけたことによって、スポンジ栓が飛ぶ現象を見た子どもは、その要因について考え始めるだろう。お湯をかけたことによって中の空気に何が起きたのか目には見えないからこそ、「温められたことによって空気が膨らんだのではないかと」「温められた空気が上に上がろうとしたのではないかと」など、子どもは自分なりのイメージをもとに考えをもつはずだ。それらの考えを伝え合っていくことにより、子ども同士の考えにズレが生じ、もう一度その現象を自分の目で見つめ直していく必要性が生まれるだろう。そこで、子ども一人ひとりが自分の手で同様の実験を行う場を設定する。子どもが自分で実験を行う際には、「スポンジ栓の飛んだ要因」について確かめようとするだけでなく、「勢いよく飛ばしてみたい」という目的も同時にもつはずだ。中に入る空気の量や熱の伝わりやすさなどに着目し、大きさの違うペットボトルを用意したり、ペットボトルではなくアルミボトルを用意したりする子もいるのではないかと。実際に大きなペットボトル（2L）と小さなペットボトル（330mL）で比べてみると、大きなペットボトルでは、スポンジ栓が飛ぶまでに時間はかかるが勢いよく飛び、小さなペットボトルでは、飛ぶまでの時間は短いが大きいペットボトルに比べてあまり飛ばない。これには、ボトルの中にある空気の量が関係している。アルミボトルで行うと、同じ大きさのペットボトルと比べて熱伝導率が高いため、スポンジ栓が飛ぶまでの時間は短くなる。子ども一人ひとりが自分で選んだボトルで試行するからこそ、それぞれに気づきを得て、「なぜスポンジ栓が飛んだのか」という問いに対する現時点での自分なりの答えを生み出すだろう。目には見えないその現象に対する捉えを友達に分かりやすく伝えるために、子どもはボトルの中の空気の様子を自分なりに図などに表し、可視化して考えを伝えるはずだ。しかしそれでもこの実験だけでは、「温度上昇による体積膨張説」「温められた空気の上昇説」の決着はつかないだろう。そこで子どもは、どうしたら証明できるのかと思考を巡らせ、自分な



りの実験方法を発想し、さらなる追究を進めていく。

「温度上昇による体積膨張説」「温められた空気の上昇説」このどちらであるのかをはっきりさせるためには、石鹼膜を張った試験管などを用いて、空気の温度が上昇した際に上方向以外にも膨らむのかどうかを確かめる必要がある。風船などの空気を閉じ込められるものを温めて、それが膨らむかどうかを確かめる子もいるだろう。その際、「冷やしたらどうなるのか」と発想を展開し、冷やすことによって体積が収縮することを確認する子もいるのではないかな。このような実験を通して子どもは、「空気の温度が変化することにより、体積も変化する」という概念を自分たちの手で獲得していく。

そして、あらためて「スポンジ栓の飛んだ要因」について考えていくことで、これまで自分の手で確かめてきたことをもとに、単元初めに見た現象に対する説明を自分の言葉で表現していく。このように、「空気」に着目し、スポンジ栓に働いていた見えない力を見つめながら、自分の手で問題解決していく経験は、その子にとってこれから先の身の回りの環境をより科学的に見つめていくきっかけとなるはずだ。そして、このような経験を繰り返していくことで、その子の見方や考え方はより科学的に磨かれ、これから先の予測不能な未来の諸問題に対しても、科学的な側面からアプローチしていけるようになるのではないかな。

5. 単元構想（全6時間扱い／本時は第④時）

＜教師の投げかけ＞

子どもの表れ

最終時における子どもの表れ

○教師の働きかけ

①

＜ある現象を見てみよう！＞

- ・栓が飛んだ！！
- ・ポンって音が鳴った
- ・自分でもやってみたい！！
- ・何で飛んだの！？
- ・お湯をかけたから飛んだんだよ
- ・お湯をかけると中の空気がさ…

＜どうしてお湯をかけたら栓が飛んだのかな？＞

＜空気の体積膨張説＞

- ・ペットボトルにお湯をかけると中の空気がパンパンに大きくなるから、その空気に押されて栓が飛んだんだと思う
- ・電子レンジで温めたりするとラップのところがパンパンになるよね。それと同じなのかな？

＜空気の上昇説＞

- ・空気って温められると上に上がっていくでしょ？だからお湯をかけると中の空気が上に上がって、その力で栓が飛んだんじゃないかな
- ・上昇気流みたいなのがボトルの中で起きてるってことだよ

- ・自分でもやってみたいよ！そうしたらさらにヒントを見つけられるかもしれない

○第①時、目には見えない空気に着目し、スポンジ栓の飛んだ要因について子どもが考えていけるよう、透明なボトルにお湯をかけることによってスポンジ栓が飛ぶ現象を演示する。

○子ども自身が自分たちの考えのズレに立ち止まることができるよう、スポンジ栓の飛んだ要因について、現時点での考えを伝え合う場を設定する。

②③

＜実際にやってみよう＞

＜ペットボトルの大きさ＞

- ・大きいペットボトルでやったら先生がやったやつよりも大きい音が鳴って飛んだよ
- ・小さいペットボトルだとあんまり飛ばなかった。でもお湯をかけたらずぐに飛んだよ
- ・ボトルの中の空気の量が関係してるのかな

＜ボトルの形状・材質＞

- ・アルミボトルでやったら、ペットボトルよりも少しだけ早く飛んだよ
- ・温まりやすさによって、飛ぶまでの時間が変わるのかな
- ・お茶のペットボトルは、栓が飛ばなかったよ。でもお湯をかけたらずパキパキ音が鳴ってた

○第②③時では、一人ひとりが自分の気になっているポイントに着目しながら実験できるよう、それぞれが用意したボトルで実験に取り組める場を設定する。

○安全に試行を繰り返すことができるよう、安全眼鏡をかけ、軍手の上にゴム手袋を着けて実験に取り組むことを伝える。

○ボトルの種類を変えて

④（本時）＜なぜ栓が飛んだのか、試したことをもとに考えを伝え合おう＞

- ・冷やしてからスポンジ栓をして、その後温めたら勢いよく飛んだよ。急激に温度が上がると、その分勢いが強くなるのかな
- ・やっぱり温められた空気が上昇したんだと思う。小さいペットボトルだ

とボトルの口がすぐ近くにあるから早く飛んだんじゃないかな

- ・ 空気が膨らんだんだよ。お湯をかけた時に膨らもうとするけど、これ以上膨らむことができないから耐えられなくなって栓を飛ばすんだよ。だって、栓が飛ばなくてもペットボトルからパキパキ音が鳴ってたもん
- ・ まだどちらかとは、はっきりと言い切れないね

＜どうしたら確かめられるのかな＞

- ・ 空気が膨らむんだとしたら、ボトルを上に向けなくても栓が飛ぶってことなんじゃないかな
- ・ 膨らんでるかどうかを確かめられるものってないのかな
- ・ 風船とかどう？風船にお湯をかけて膨らむかどうか見れるんじゃない？
- ・ シャボン液をボトルの口のところに付けて、いろんな方向でも膨らむかどうか見ていけばいいんじゃない？
- ・ シャボン液の代わりに風船をボトルの口に付けても確かめられそうだよな！
- ・ もし上方向でしか膨らまなかったら、空気の上昇説が正しくて、どの方向でも膨らんだら、空気が膨らんだ説が正しいんじゃないかな
- ・ 逆に冷やしてみたらどうなるのかな
- ・ 実際にやってみようよ！

⑤ ＜実際に確かめてみよう＞

＜シャボン液＞

- ・ 試験管を手で温めたら、横でも下でも膨らんだよ
- ・ カイロで温めたらもっと膨らむのかな？
- ・ 手で温めるよりもカイロで温めた方が早く膨らんだ！やっぱり温度が高い方が膨らむんだ！
- ・ 保冷剤で冷やしたらどうなるんだろう
- ・ 冷やしたらへこんだよ！冷えると空気が縮むってこと？

＜風船＞

- ・ 風船にお湯をかけたらずいぶん膨らんだ気がする。お湯をかける前と後の写真を比べるとずいぶん違うもん
- ・ ボトルの口に風船を付けてみたんだけど、上方向以外でも温めたら風船が膨らんだよ！
- ・ 逆に冷やしたらへこんだ

＜スポンジ栓＞

- ・ 横方向にしてもスポンジ栓が飛んだよ
- ・ 前にやった空気鉄砲みたい！
- ・ 冷たい水に浸けて冷やしてみたら、ずいぶんスポンジ栓が内側に入った！
- ・ 横向きでも同じことが起きたから、上に上がったり、下に下がったりしているだけじゃないんだ！

⑥ ＜実験結果を共有しよう＞

- ・ 上方向だけでなく、いろんな方向でもシャボン膜が膨らんだよ
- ・ 逆に冷やしてみたらシャボン膜は、内側に凹んだ！
- ・ スポンジ栓でやったんだけど、横向きでやっても栓は飛んだから、空気の上昇ではないってことだね
- ・ 風船もお湯をかけたらずいぶん膨らんだよ
- ・ やっぱり空気が膨らんだ説が正しいってことだよ
- ・ 空気が温められると膨らんで、冷やされると縮むんだよ
- ・ 空気が温められることで、ボトルの中で膨らんで耐えきれなくなってスポンジ栓を飛ばしたんだ！

- ・ 空気は、温められると膨らんで、冷やされると縮むことが分かったよ
- ・ 空気は温度が変わることによって、大きさが変化するんだね
- ・ 空気以外にも温度の変化によって大きさが変わるものはあるのかな

もすぐに試行できるよう、柔軟に高さや角度を調節できる実験スタンドを用意する。

○第④時では、子どもがより見通しをもって追究を進めていけるよう、問いを解決するための方法について子ども同士でアイデアを出し合い、吟味する場を設ける。

○子どもが実験に対してより必要感をもつことができるよう、共有されるアイデアが「空気の体積膨張説」「空気の上昇説」の決着に迫っていけるものであるかを問う。

○第⑤時では、自分たちの確かめたいことだけでなく、さらに新たな気付きを子どもが得ていけるよう、子どもが計画しているもの以外にも必要に応じて実験に使用できる物を準備しておく。

○実験から得られた事実を根拠に子どもが問いに対する考えをつくっていけるよう、タブレット端末を用いて実験結果を記録できるようにしておく。

○第⑥時、子どもが自分の目にした事実を互いに共有しながら問いの解決へ向かっていけるよう、第⑤時の実験結果を共有し、ともに考察する場を設定する。

○子どもが自分たちの明らかにしてきたことを振り返ることができるよう、これまで学んできたことを生かし、スポンジ栓の飛んだ要因について、図や言葉などで表現しながら説明する場を設定する。