

2016年度 ソニー子ども科学教育プログラム 科学が好きな子どもを育てる

～「なぜ」を大切に、感性・創造性・主体性の育成～

研究テーマ

意欲的に問い続け、学び続ける子ども

問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子ども



神奈川県 横浜市立白幡小学校

校長 関谷 道代

P T A会長 目崎 美夏

目次

I	はじめに	1
	1 本校が目指す科学が好きな子ども像	1
	2 科学が好きな子ども像に迫るための手立て	1
II	実践	
	第6学年 「人の体のつくりと働き」	2
	第6学年 「てこのはたらき」	7
	第4学年 「空気と水の性質」	10
	第5学年 「電流の働き」	12
	第6学年 「月と太陽」	14
	第6学年 「燃焼の仕組み」	18
III	成果と課題	21
IV	次年度計画	23
V	おわりに	25

I はじめに

1 本校が目指す科学が好きな子ども像

本校の子どもたちは、与えられた課題に対しては一生懸命取り組むことができている。様式に当てはめて文章を構成して記述したり、モデルとなる話し方を目指してスピーチの練習を重ね、自分の意図が伝わるように話したりすることができる。学習の方法と手順が明確になっているときは、意欲的に学習をすることができている。

しかし、自ら進んで自然事象と関わり、問題を見出し、解決方法を考え、見通しをもって学習を進めることは難しい。前の時間と次の時間とのつながり、単元同士のつながりを意識している子どもは少ない。さらに、1人で考えたことをグループやクラス全体の場で発表することはできても、議論して深めていったり、視野を広げていったりして、より確からしい考えをつくっていくことはあまり意識ができていない。

そこで、昨年度は、「意欲的に追究し続ける子ども」「問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子ども」というテーマを設定して研究を進めていった。この学習を通して、「小さい力を大きくできる」が「動かす距離で損して力で得している。でも、動かす距離で得すると力で損する」という考えをもつことができた。さらに、電熱線について学習した時に「太い電熱線は熱で得して電気で損する。細い電熱線は熱で損して電気で得する」「てこと同じようにどちらも結局一緒になる」というエネルギーの考え方をもつことができた。これは意欲的に追究し続けるために単元配列を考えて、科学的な見方のつながりを意識した成果だと言える。

一方で、課題もたくさんあった。子どもが「なぜ？」を見付けても、それを解決する方法を考えることがとても難しかった。さらに、実践内容が偏っていて、多くの子どもが「理科って楽しい!」「もっとやりたい!」という思いをもつまでには至っていなかった。

これらの課題を解決するために、今年度の本校が目指す科学が好きな子ども像を設定した。

<2016年度の本校が目指す科学が好きな子ども像>

①意欲的に問い続け、学び続ける子ども

②問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子ども

「意欲的に問い続け、学び続ける子ども」とは、科学することを楽しむ子どもの姿を想定している。昨年度の課題を受けて、楽しくなければ「問い」を続けられない、「学び」を続けられないと考えた。自然事象に触れ、それを科学的に分析していくことを楽しむ子どもにしていきたい。「なぜ？」を発見して、ドキドキしながら学習を始める楽しさと、「なぜ？」を解決していく過程でワクワクしながら学習する楽しさを感じられる子どもの姿を目指す。

「問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子ども」とは、友達と協働的に学習していく姿を想定している。一人で見つけた「なぜ？」をみんなで共有する楽しさや、みんなで「なぜ？」を見付けると視野が広がる楽しさを感じられるようにしたい。解決していく方法を考えるのも、一人よりみんなの方が楽しい。さらに、より良い解決方法が見つかることが多い。そして、みんなで解決していくことで、多くの人が納得する説明を求められる。実験結果からより妥当な考えを導き出し、多くの人の賛同を得ることは、科学の大切な要素である。

自然事象と出会い、「なぜ？」を発見し、みんなで共有することを楽しみ、みんなで「なぜ？」を解決していくことを楽しみ、学び続けようとする姿を本校が目指す科学が好きな子ども像として設定した。

そこで、その姿に迫るために、昨年度までの手立てを改善して、今年度の研究を進めてきた。

2 科学が好きな子ども像に迫るための手立て

①意欲的に問い続け、学び続ける子どもにするために

(1)身近な自然の事物・現象を観察して子ども自ら「なぜ？」を見出し、解決方法を考え、「なぜ？」を解決していけるような単元を構成して学習を進めていく。

課題

身近な自然事象の観察から子どもの「なぜ？」を引き出すことはできたが、そこから生まれた問題を解決するための実験方法を考える場面を意図的に設定することができなかった。

改善した手立て

実験方法を考える場面を単元の中に意図的に設定する。予想を確かめるにはどのような実験をすればいいのか具体的に操作もイメージしながら実験方法を考えられるようにする。

(2)子どもが問題を解決する必要感をもてるような単元を構成する。さらに、単元と単元をつなげたり、単元で身に付けた力を他の場面で活用したりできるように学習を進めていく。

課題単元をつなげることによって学習効果が高まったことが分かる実践が少ない。身に付けたい見方・考え方、問題解決の能力を明確にしたカリキュラムがとられていない。さらに、活用の定義が曖昧で、知識を活用している姿が明確でない。

改善した手立て単元のつながり、見方・考え方のつながりを意識して、身に付けた知識を活用する場面を意識した単元構成にする。全国学力学習状況調査で示されている、「適用」「改善」「分析」「構想」の視点で知識を活用する姿を具現化していく。さらに、実践事例を他学年に広げていく。

②問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子どもにするために

(1)理科学習の学び方を理解して、理科の楽しさを感じることが出来る単元を通して、見通しをもち学習を進め、それを振り返る時間を確保する。

課題理科の楽しさを感じていることを示す記述が少ない。また、学習指導要領が示す目標にある自然を愛する心情について十分に育てられているとは言えない。

改善した手立てA、B区分、両方の実践を通して自然を愛する心情を育てていく。

(2)グループやクラスで予想や考察を話し合い、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。

課題理科学習に生かすことができる観察する力、記述する力、話し合う力はどのようなものか曖昧である。意図的、計画的に指導できていない。

改善した手立て観察する視点、考察と予想の書き方、話し合いの仕方をしっかり指導することで、考えを共有することができ、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。

今年度は、昨年度の改善案をまとめ、以下の4つの手立てで科学が好きな子ども像に迫っていく。

①意欲的に問い続け、学び続ける子どもにするために

(1)身近な自然の事物・現象を観察して、子ども自ら「なぜ？」を見出し、解決方法を考える時間を設定し、「なぜ？」を解決していけるような単元を構成して学習を進めていく。

(2)子どもが問題を解決する必要感をもてるようにするとともに、「つながり」を意識した単元を構成し、身に付けた力を活用する場面を設定する。「適用」「改善」「分析」「構想」の視点で知識を活用できるようにしていく。(全ての実践に【活用の視点】を明記する。)

②問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子どもにするために

(1)理科学習の学び方を理解して、理科の楽しさと自然を愛する心情を感じることが出来る単元を通して見通しをもつ時間、それを振り返る時間を確保していく。

(2)自分に必要な情報を読み取る観察力と、より妥当な考えをつくりだすための話し合う力、記述する力を身に付け、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。

II 実践

単元名「人の体のつくりと働き」(第6学年 理科 2015年9月～10月実施)

①ー(1)身近な自然の事物・現象を観察して、子ども自ら「なぜ？」を見出し、解決方法を考える場面。【活用の視点】**構想** **改善**

学習問題 **でんぷんは、かんだら甘くなるのかな？**

子どもたちは、「なぜ？」と思ったことを解決する方法が見つからないと先へは進めない。見通しが全く持てないことに対しては意欲的にもなれない。そこで、問題に対して立てた予想を検証する方法を考える時間を確保して、じっくり考えていった。

本単元は、人が生きていく上で必要なものは何かという問いかけからスタートした。その一つとして食べ物が挙がった。食べ物は口から入ってどこでどうなるのか話し合い、口の中で起こることに着目できるように、食事をしている時の口の様子を想起するように声を掛けた。そうすると、「米は噛めば噛むほど甘くなる」というつぶやきが聞こえてきた。それを取り上げ、全体に投げかけると「分かる！」という意見と、「そんなはずはない！」という



意見がぶつかり合い、子どもたち同士で議論になり、「米はかむと甘くなるのか」という問題を設定した。その後、予想を話し合った。予想の話合いでは、「(既習事項の) ジャガイモは、でんぷん→糖→でんぷんと変えていた。人間もでんぷんを糖に変えることができるんだと思う」という意見が出された。前単元で「シヨ糖試験紙」という物を使い、ジャガイモはでんぷんを糖に変えていることを確かめた子どもたちは、人間にもそれができるのではないかと考えていた。一方、「それができるなら植物は全部甘くなる。それはおかしい」という意見もあった。「甘くなる」原因として「かむこと」「熱」「だ液」に焦点化された。さらに、「かむ+熱」や「熱+だ液」という組み合わせによって甘くなると考えている子どももいた。「甘い」かどうかは味覚の問題で、客観性がない。米自体、でんぷん自体が甘いのもかもしれないという予想も出ていた。考えが多岐にわたり、自分の予想を確かめるために実験方法を考える適切な場面だと考えた。

そこで、でんぷん自体は甘くないことを確かめるために、片栗粉を口に含む実験をした。市販の片栗粉は馬鈴薯でんぷん 100%という事を事前に学習していたので、でんぷん自体は甘くないことを全員が確認できた。子どもたちは、「でんぷん自体は甘くない。」でも「米は甘く感じる。」それなら、でんぷんがでんぷんではなくなっているのではないかと考えていった。それを確かめる方法としては、前単元でも使ったヨウ素液があることを確認した。いつもなら、ここまでを子どもが考え、調べたいこと以外の条件をそろえた実験方法を教師とのやり取りの中から考えていくようにしていた。今回はここからどのような実験をすれば予想が確かめられるのか、グループで話し合い、検証方法を子どもたち同士で検討する時間を設定した。

右の学習カードは、そのときの1班の実験方法である。ヨウ素液やシヨ糖試験紙を使えば確かめられるということは分かっていたが、何をどのように調べると何が分かるのか、何と何を比較する必要があるのか、全く書いていなかった。どの班も同じような感じだったので、一度全体で話し合い、実験方法を改善する視点を明確にしようと考えた。

(2015年 9月29日 2時間目 授業記録の一部抜粋)

1 大量のだ液を混ぜる
 2 ヨウ素液をかける
 3 シヨ糖試験紙
 1班が考えた実験方法

C: 1班では、まず、大量のだ液を混ぜてそのあと、ヨウ素液をかけて、かけ終わったあと、かけたらそのあとシヨ糖試験紙で甘い、糖があるかどうか調べる。

C: 2班は、大量のだ液をとって、少量のでんぷんと混ぜてヨウ素液をかけるんですけど、あの、青紫色に反応したらだ液では甘くならないという結果になって、反応がなしだと、だ液で甘くなった可能性があるため、シヨ糖試験紙で反応を見るとという意見が出ました。

C: えっと3班では、片栗粉を口に入れて、だ液と混ぜてシャーレに出して、2班と一緒に実験方法です。

C: 3班と似ているんですけど、えっと、ジャガイモを口に入れて、だ液と一緒にかんで、口に入れたジャガイモを出して、ヨウ素液をかけて、調べます。

C: 今の8班さんと似ているかもしれないんですけど、だ液と片栗粉を合わせるんですけど、シャーレの中で合わせて、その片栗粉をそのままの片栗粉、ジャガイモ、ごはん、米で4種類に分けてそのあと、4つのシャーレにヨウ素液をかけて、でんぷん反応があれば、シヨ糖試験紙を付ける。

T: じゃあちょっと先生からいいですか。このままでは実はかなり甘くて、実験方法になってないんですね。まず口の中でやろうとしているグループと、シャーレに出してやろうとしているグループあるでしょ。これって状況が全然ちがうの分かる？体温が入ってくるね、こっち体温なし。これ比べるとじゃあ何が分かるの？

C: 体温がいるか。

T: 分かるでしょ。今回調べたいのは、予想をちゃんと確かめられるかどうかでしょ。予想を確認できるような方法を考えなきゃいけない。今、これだけでは、かめばかむほどって全然調べられない。かめばかむほどってというのはかむ回数、回数に関しては何も書いていない。それと、でんぷんの量に関しても比べようがない。これで比べて何が分かるってことまで考えないと実験できないし、ごはん、片栗粉、ジャガイモ、それによっても違うし、どれくらいの量、一粒、十粒で比べるのかということまでやらないと方法になりません。もう一回考えてみて。このままじゃできません。

(グループで再検討する時間を確保した)

C: えっと1班では、だ液と片栗粉を混ぜて、だ液は10gで、片栗粉を1gにして、でそのあとにヨウ素液とシヨ糖試験紙で調べることになりました。で、体温は口の中とシャーレを両方ともやって、歯では、口で噛むほうは50回やって、つぶすのも50回やります。かむことを調べるには、50回と100回で調べます。でんぷんの量は、でんぷんが10gだ液が1g、でんぷんが1gだ液が10gで調べます。

C: 僕たちの班では、えっと、体温とかむを同時に調べることにして、口の中なかまわずにやるのと、シャーレに出してやるのと、次に口の中なかむってやつなんですけど、これは1回と30回なかむ回数を変えます。次に乳鉢に入れて乳棒でつぶすっていうのなんですけど、これは1回と30回くらいやって、次にだ液の量なんですけど、10mlと30mlで、これはどのくらいの量なのか予測できなかったので場合によっては変えます。それで次に、片栗粉の量なんですけど、片栗粉の量は1gと5gでこれもだいたいなので場合によっては変えます。これで6通りと4通りで合計で24通りになりました。

C: 見えますか。まず最初にでんぷんの量で甘さは変わるのかというのを実験するために、ジャガイモを極端と言われると極端なんですけど、1gと10gで比べて、米も1gと10gで比べて、片栗粉も1gと10gで比べます。で、んと、かむ回数、かめばかむほどっていう実験なんですけど、かむ回数も極端なんですけど10回と100回でかんで実験します。で、シャーレと口の中で体温で甘さは変わるので、シャーレの場合はだ液を出して、ジャガイモと米と片栗粉で分けて実験するんですけど、ヨウ素液をかけて実験するんですけど、口の中で実験する時に100回かむので、シャーレの場合は噛めないで、つぶす、乳鉢でつぶします。で、口の中で実験する時は、だ液を口の中で出して、ジャガイモ、米、片栗粉100回かんでだして、ヨウ素液をかけます。

T: だいぶ具体的になってきたね。何のために実験をするかはっきりしててとていい。じゃあそれをもとに、準備してトレーに入れておきましょう。

前半の話し合いでは、「少量」「大量」という曖昧な表現が多かった。さらに、でんぷんにヨウ素液をかけ、その後ショ糖試験紙をつけるという手順のみが語られている(授業記録の下線部)。このままでは予想を確かめることができないと判断し、教師が実験方法の考え方を指導した。

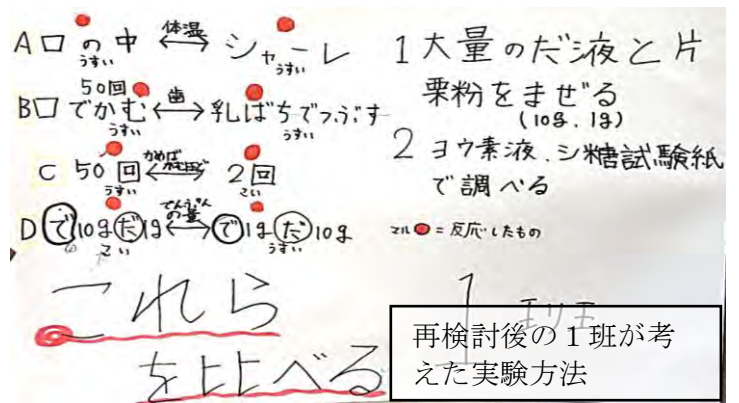
再検討後の発言には、具体的な数値、何を調べるために何と何を比べるのか、詳しく説明することができていた(授業記録の二重下線部)。1班の実験方法も大きく変わっていた。

思っていた以上に、子どもたちは、実験方法を考えることが難しいようである。問題づくり、予想や考察に時間をかけていた分、そこに時間をかけていなかったことも原因の一つであろう。しかし、予想を確かめるために何をすればよいのか解決する方法を考えることはとても大切である。このような場面を指導計画の中に意図的に入れ、各学年で繰り返し学習していく必要性を感じた。

さらに、この場面を、「活用の視点」で見えていくと、ヨウ素液やショ糖試験紙といった、既習事項を活用して実験方法を「構想」している。しかし、予想を確かめるために検証方法が考えられていないので、「比較」「条件制御」といった知識を活用し、「改善」を促す声掛けをした。授業記録からは、「構想」「改善」する姿が見られた。

そして、次の時間に実験を行った。自分たちで考えた実験方法だったので、必要な器具の個数をしっかりそろえるなど、準備もスムーズで、結果から何が言えるのか見通しを明確にもって実験することができた。

しかし、今回の場面では予想が多岐にわたり、考えられる要因が「かむこと」「だ液」「熱」さらにその組み合わせとなり、複雑だった。実験方法を考えるだけなら適切な場面だったかもしれないが、実験して結果の分析をすると非常に煩雑になり、考察していくのが難しかった。どの単元のどの場面で実験方法をじっくり考えるようにすると学習効果が高いのか、系統も含めて検討していく必要がある。



実験計画をもとに器具を準備して、実験している様子

単元名「人の体のつくりと働き」(第6学年 理科 2015年9月～10月実施)

①- (2) 「つながり」を意識した単元を構成し、子どもが身に付けた知識を活用する場面。

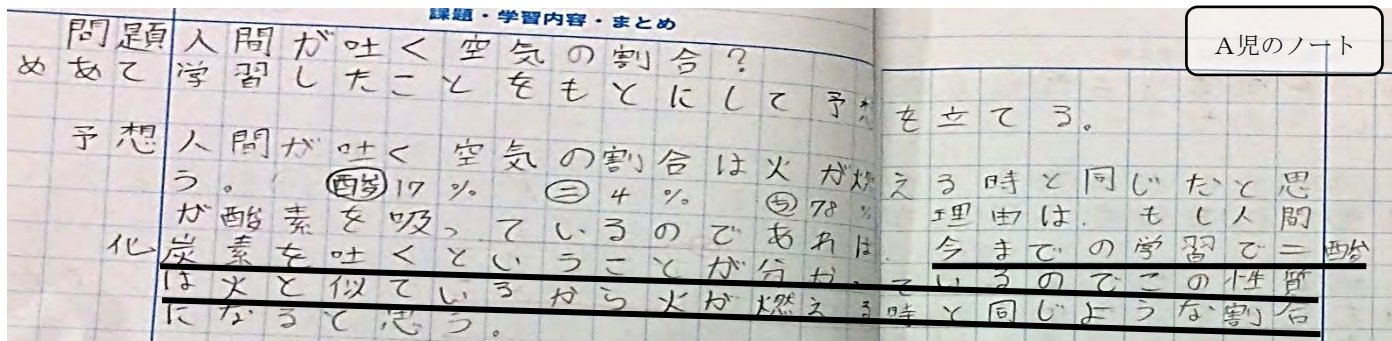
【活用の視点】適用 改善

学習問題 人間がはく空気の成分の割合はどうなっているのかな?

この学習をする前に、「燃焼の仕組み」や「植物の体のつくりと働き」について学んできている。そこで獲得した知識を「人の体のつくりと働き」の単元でも「適用」しながら、自分の考えを「改善」していくことができるように学習を進めていった。

この学習を学習問題に対して予想を立てる段階から「学習したことをもとにして予想を立てる」というめあてを設定して、ノートに記述していった。

A児のノートには、「空気の割合は、火が燃える時と同じだと思う。」という記述がある。前時に呼気を石灰水に通すと白く濁るといことも確かめている。酸素と二酸化炭素が関係していることも燃焼の仕組みと同じである。それなら呼吸も同じようになるのではないかと、学習したことを別の場面に「適用」する姿が見られた。



子どもたちの予想は、「人が吸った酸素を一瞬で二酸化炭素に変えるとは考えにくいから、体の中にたまっていた二酸化炭素が出てきているのではないか。」「火は短い時間で変わっていたから、人間も同じような感じだと思う。」という考えに分かれた。子どもたちは前者を「交換」、後者を「変わった」と名前を付けて区別していた。これらの予想を基にして実験をした。呼気をビニル袋にため、デジタル気体チェッカーを使って測定していった。

結果は、酸素が18%、二酸化炭素が3%になり、吸気と比較すると酸素が3%減り、二酸化炭素が3%増えたことが分かった。この結果を予想と照らし合わせて考察したことをノートに書き、それをもとにグループで話し合っていた。



(2015年 9月9日 5時間目 3人のグループでの話し合いの記録から一部抜粋)

- C1: 結果は3%増減しているので、酸素は体のどこかで二酸化炭素に変わったって言える。これは原因になる？
- T: そこはどう思う。言っていていいかどうか。変わったって言っていていいかどうか。
- C2: あ、交換したかもしれない。
- T: 要は、変わったのか交換したのかがはっきりしたのかどうか。
- C3: まだ分からない。交換でもあり得る。
- T: てことはそれは、結果の原因の方だね。結果を説明しているよね。うまく。その可能性もあるわけでしょう。 C1: まだどっちか分からないからさ。
- C3: じゃあとりあえず、酸素が18%で、二酸化炭素が3%で、3%の増減あったでいいかな。
- C1: 結果の原因が、変わったか、交換かってこと。 C3: 原因で言ってもほとんど予想じゃん。
- C2: どっちかで、私は変わったと思う。
- T: よしじゃあ、結果の原因だ。結果の原因をどう考えるか。
- C1: 変わったか、交換したか。どっちだと思う？
- C2: うちの、変化したと思う。まだどっちか分からないけど。
- T: でもそれを話し合った方がいいわけよ。例えば交換と考えたら、今もたまっているわけだね。じゃあこの一瞬でその3%の変換ができる訳ないって感じ？あなたどっちなの？ C3: えっと、変わる方で。
- T: じゃあこの一瞬で酸素がいきなり二酸化炭素に変わるってこと？ C3: あーそっか。
- C2: でもろうそくも一瞬で変わったから人間も変わるんじゃない。
- T: ろうそくも一瞬だったな。そうそう。
- C1: 確かに変わってるよね。え、あの、吸ってそれが少し体に入って、それが出てきて、一瞬で変わるっていか中に入っているものが少しでてくるのは交換。
- T: じゃあ交換っていう感じかな。もともと入っている物が押し出されて出てくるみたいな感じでしょう。中にある物をだしているよな。この一瞬の、今吸ったものを一瞬で変えて出しているのか。
- C1: それが変えている。 T: だと思うよ、予想の話合いでは。
- C1: したら、どっちだと思う？ C2: えー、 C3: おれ交換。 C2: 一瞬で変わる。火もそっか。
- C3: 火だって一瞬で変わっているから。火は交換している。

C1:何かしらして二酸化炭素を出さないといけないから。
 C2:だったら交換っていったら、いつ二酸化炭素をたくわえているの。
 C3:だから、それはまだ分からない。
 C2:分からなかったら交換じゃないじゃん。
 C3:なんで、まだやってもいないのに分からない。
 C1:そしたら酸素吸う意味ってなにになるの。だってすぐ変わったら何にもならないじゃん。おなかぱんぱんになっちゃう。なんか出さないと。 T:じゃあそれは疑問だな。
 C2:あ、あ、そういうことか、じゃあ交換でいいよ。理解した。
 C3:だって意味なくなっちゃうじゃん。
 C2:理解した。
 C1:光合成だってさ、でんぷんを作るためにあるけど、
 T:なるほど、酸素は吸って何かして C1:何かして
 C2:何かしなきゃいけないんだ
 T:二酸化炭素になっているはずだと。
 C1:えさとふんみたいな関係。
 T:なるほどなるほど、なにかしているはずだから、体の中にしばらく酸素がいて、二酸化炭素に変わり、はあーってやった時に一緒に乗って出てくる。
 C3:そう。 T:すごいね、それ。 C2:なるほど。



グループで考察を話し合っている様子

この話し合いからはC2が友達と議論することを通して自らの考えをより良いものに改善していく姿が見られた。C2は結果をもとにして酸素が二酸化炭素に変わったと考えていた。「でもろうそくも一瞬で変わったから人間も変わるんじゃない。」という発言からは、燃焼の仕組みで学んだことを適用していることが分かる。話し合いが進み、二重下線部のC1が「酸素を吸う意味」について話し始めた時に、子どもたちの表情が変わった。前単元では、植物の葉のつき方、根の広がり方、全て意味があるという見方を獲得していた。その知識を適用することによってC2の考えが改善された。光合成で二酸化炭素を取り入れることには、でんぷんができるという意味がある。それなら人間は酸素を吸う意味があるはずだと考えるようになった。

予想では、人間が吐く空気の割合は火が燃える時と同じだと考えていた。実験してみると結果は酸素が約3%へり二酸化炭素は約3%増えると言った。このことから予想通り火と同じと言っているのではないかとと思う。この結果になった原因は酸素が二酸化炭素に変わったからだと思う。どのようにして酸素も二酸化炭素にしているのが疑問に思ったので調べてみたい。

A児のノート

その後、グループで話し合ったことをクラス全体で共有していった。今回の結果からは、どのグループも「交換」なのか「変わった」なのか結論付けられないので、「吸った空気はどこでどのようになっているのだろうか。」という次の時間の学習問題ができて一時間の学習が終わった。



人体模型と図書資料で調べている様子

A児は予想の時から、呼吸について燃焼の仕組みと結びつけて考えていた。その予想を結果と照らし合わせて振り返ることができていた。さらに、「どのようにして酸素を二酸化炭素にしているか疑問に思ったので調べてみたい」と記述していて、意欲的に学習に取り組んでいることが読み取れる。

この授業は学区の中学校の理科の先生に参観してもらっていた。その後の協議会では、「子どもたちが予想をしっかりとって学習している様子がよく分かった。」「実験する意味、この実験で何が分かるのかよく理解して学習している。」「今までの学習を生かして考えているのが良かった。」「学習を次につなげる姿が良かった。」「この子たちが入学してくるのが楽しみ。」という声を頂いた。中学校の先生方と授業を通して話し合う

結果から...
 ・空気を肺で交か入している
 ・①と②を交か入している。
 ・体内で火は燃えていない
 ・①を②に変える。せいじはない
 ・肺が二つあって肺はうが何個ある?
 ・③は全身にいっている。
 疑問
 なせ血液に気体が入っているのか
 ↓
 どうやって入っているのか
 ・口から入った食べ物とはどう入っているのか
 原因
 ・肺の他の役割?
 ・肺の大きさは? 効率を良くするため
 結論
 調べたことから考察を班でまとめたホリウイ
 肺はうが全身から①を②へ
 血液もって②を肺へ

ことで小学校と中学校の理科の「つながり」が生まれた。小学校で大事にしていることをベースにして中学校ではさらに発展し、もっと科学が好きな子どもに成長できる素地をつくっていききたい。

次の時間は、吸った空気がどこでどうなっているのか人体模型と図書資料を使って調べた。

調べたこととから、酸素が体内で使われ、二酸化炭素になって出ていくということが分かった。そこから、子どもたちは、「交換」の方が説明がつくと結論付けていった。植物の光合成と人間の呼吸がつながり、生物がやることには何か意味があるというように、考えを広げることができた。

さらに、ガス交換が肺で行われていること、酸素や二酸化炭素は血液によって運ばれていること、肺は2つあり胸のあたりにあることなど多くのことを調べて理解していった。

しかし、また新しい疑問が生まれた。「なぜ血液に気体が入っているのか。どうやって溶けているのか。」ということだ。これはこれから学習する水溶液の性質の気体が溶けている水溶液につながる。

どこでどのように何がつながるのか、つなげることができるのか、つなげることでどのような学習効果があるのかよく考えてカリキュラムを組んでいくことが大切である。また、教師が意図していなくても子どもたちがつながりを見つける場合もある。そこに対応していける教師の視野の広さも必要である。これらは今後の課題である。

単元名「てこの規則性」(第6学年 理科 2015年12月～1月実施)

①ー(2)「つながり」を意識した単元を構成し、子どもが身に付けた知識を活用する場面。

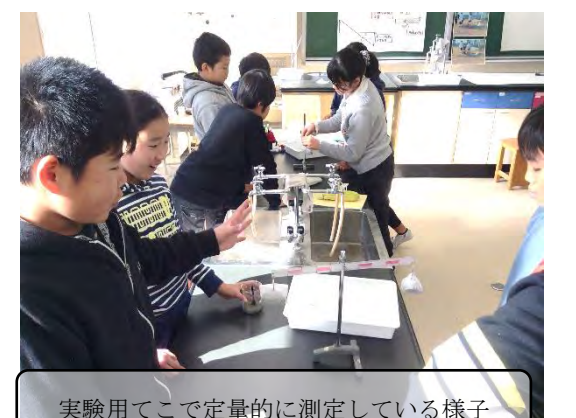
【活用の視点】適用

本単元は、手の力だけでは持ち上げられない物も、てこの働きを使うことによって持ち上げることができることを体験し、その働きの規則性を見つけていった。さらに、てこの規則性が身の回りの道具にどのように活用されているかを調べることで、理科の学習と生活の「つながり」を意識できるように単元を構成していった。昨年度も同じような実践を行った。そこで分かったことは、「分かる」と「できる」は違うということである。てこの規則性を理解していても、それを実際に活用して行動に移すとなると、今までの学習を活かすことができていない子どもが多かった。そこで今回は身に付けた知識を他の場面で適用する時間を多く設定した。

まず、重い棚を持ち上げる活動から単元を始めた。一人ひとり持ち上げてみたが、持ち上げることができなかつた。棚の下にはキャラクターの人形が挟まれていて、それを助ける目的で持ち上げていた。「棒を使えば持ち上げることができるよ。」と言った子どもがいたので「重い物を小さい力で持ち上げることができるのか」という問題を設定して大型てこを使って確かめてみた。

20kgの砂袋を用意し、それを手で持ち上げてみた。両手で力いっぱい持ち上げれば動かすことはできる。でも、みんな「重い」と言っていた。それが支えと棒を使うことで小さい力で持ち上げることができた。いろいろな持ち上げ方を試す中で、できるだけ小さい力で持ち上げるには支点から力点を遠ざけると良いことを感覚的に見つけていった。反対に、自分が乗っても持ち上がらない、20kgの砂袋に持ち上げられてしまっているような状態にすることもできた。この活動では、支点、力点、作用点、全ての点を動かしていたので、次の時間は条件を制御しながら、てこの規則性を探っていくことにした。

実験用てこを使って支点を固定したとき、力点や作用点をどのように変えると力の加わり方が変わっていくのか調べていった。子どもたちは実験を重ね、支点と作用点を固定したとき、力点を支点に近づけると、物を持ち上げるために大きな力が必要になり、支点から遠ざけると小さい力で持ち上げることができるということを定量的に調べることができた。力点を支点に近づけた時の数値の変化は一定ではなく、支点に近づくとつれ



て一気に重くなっていくことに驚いていた。

次に、作用点を支点に近づけていくとどうなるかを調べていった。作用点を支点に近づけると小さな力で持ち上げられることを定量的に調べていった。今度は同じ数ずつ減っていくことに驚いていた。その二つの実験を総合して、実験用てこを釣り合わせる時の規則性を見出していった。

ここまで学習してきたことを活用して、重い棚を持ち上げるにはどうすれば良いのか考えていった。作用点の近くに支点となる石を置き、支点からできるだけ遠い場所を力点として持つことで、手では持ち上げられなかった棚を小さい力で持ち上げることができた。しかし、中には支点の位置や作用点、力点の位置についてあまり考えずに活動する子どもの姿も見られた。そこで、さらに身の回りの物に活用する場面を設定した。



学習したことを生かして作用点を支点に近づけ、支点から力点を離して持ち上げる様子

学習課題 身の回りの道具にはどのようにしてこの働きが使われているのだろう。

今まで学習してきたことを基に身の回りの道具にはどのようにしてこの働きが使われているのか調べていった。「ペンチ」「くぎぬき」「栓抜き」「ピンセット」の四つを用意した。子どもの人数分準備ができて、第一種、第二種、第三種の全てを網羅できるように道具を選択した。この課題を解決するために、「ジグソー学習」を取り入れた。まず、学習グループで課題を確認する。その後、一人一つ担当する道具を決め、それぞれの道具について調べる。その時、各学習グループから集まった同じ道具を調べる人たちの集まりを「専門家グループ」と名付けた。「専門家グループ」では、学習グループに戻った時に、その道具について詳しく説明できるように実物を触って、力のかかり具合を実感しながら教え合う姿が見られた。



ピンセットの専門家グループの話合い

それぞれの道具について、「支点」「力点」「作用点」をはっきりさせた。そして学習して見出した「小さい力を大きい力にできるのか。」「大きい力が必要だが短い距離でよく、小さい力で動かせるが長い距離が必要。」ということが適用できるかどうか調べていった。

「専門家グループ」で、てこの働きがどのように活用されているか図に書き込んだ。力の強弱を矢印の太さで表現したり、移動する距離と必要な力の関係を記述したり、分かりやすく伝えるために表現方法を工夫していた。

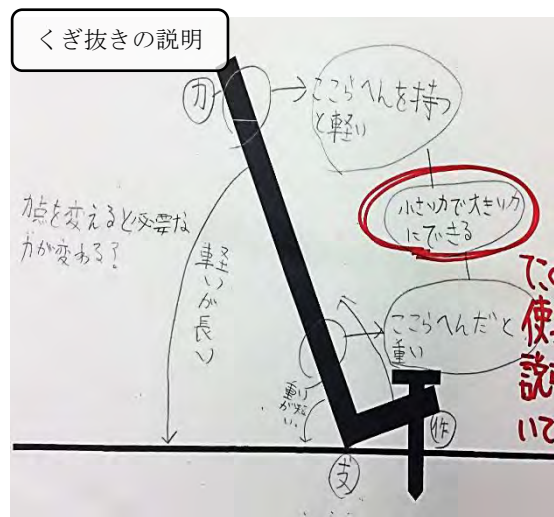
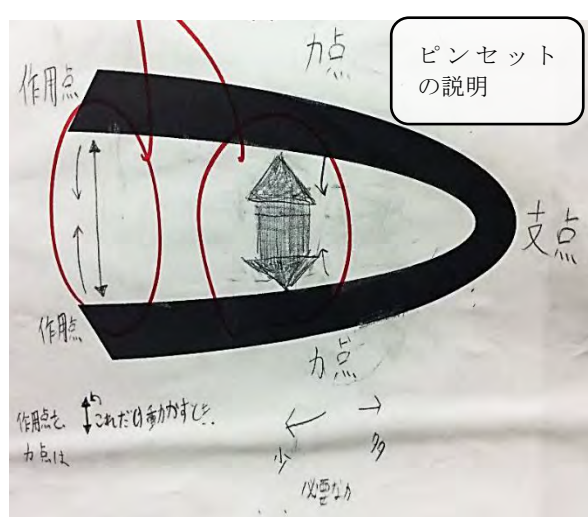
「専門家グループ」での学習を終え、再び学習グループで集まり、それぞれの道具について発表し合った。事物と、力のかかり具合や移動距離について表現した図と、言葉で、全員が学んだことを自信をもって伝えていた。聞いている方も道具を触って確かめたり、図に示されている矢印の意味を読み解いたり、よく理解できているようだった。

そして、課題に対する結論を出すために、4つの道具に共通することを考えていった。「支点」「力点」「作用点」がある

ということは誰もが気が付いていた。さらに、支点に力点を近づけていくと、大きい力をかけないと動かすことができないということも、大型てこや実験用てこで見つけた規則性に当てはまることも確認できた。



くぎ抜きの専門家グループの話合い



今までの学習では、「小さい力を大きい力に変えている」ことがこのとても良いところで、それを使って手では持ち上げられなかった棚を持ち上げることもできた。しかし、ピンセットはそれに当てはまらない。子どもたちは、「ピンセット専門家グループ」の説明を聞き、小さい力を大きい力に変えていないことが分かった。実際に触ってみても、それが実感できた。そこで、これらの道具はどのようにしてこの働きを使っているのか学習グループで検討していった。考えをまとめ、模造紙に記述して発表した。そこでは、「身の回りの道具には、自分が加えた力を必要な量の力に変えることができる」というこの働きが使われている」とまとめたグループがあった。「小さい力を大きい力に」変えていたことを、「必要としている力」に変えていると捉え直した。そうすることで、ピンセットのような、大きい力を小さい力に変えて細かい作業をしやすくするという活用の仕方も包含することができる。「てこの働き」についての考え方を拡張することができた、素晴らしい姿である。エネルギーはコントロールすることができるという見方を獲得できると、これから中学校へ行っても学習に深まりが出る。特に、道具として使っている物はエネルギーを上手にコントロールしている。自分の用途に合わせて、道具の使い方を調節できる人に育ってほしいと願っている。

さらに、本単元ではもう一つ課題を出した。身の回りの道具といっても、くぎ抜きや栓抜きは子どもにとって身近ではない。てこの働きを使った道具について知っていても、使う機会がなければ、養ったエネルギーの見方も忘れてしまうかもしれない。そこで、学校にある身近なものでもう一度てこの働きが活用されていないかどうか調べていくことにした。

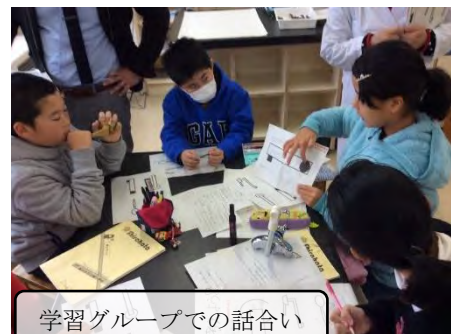
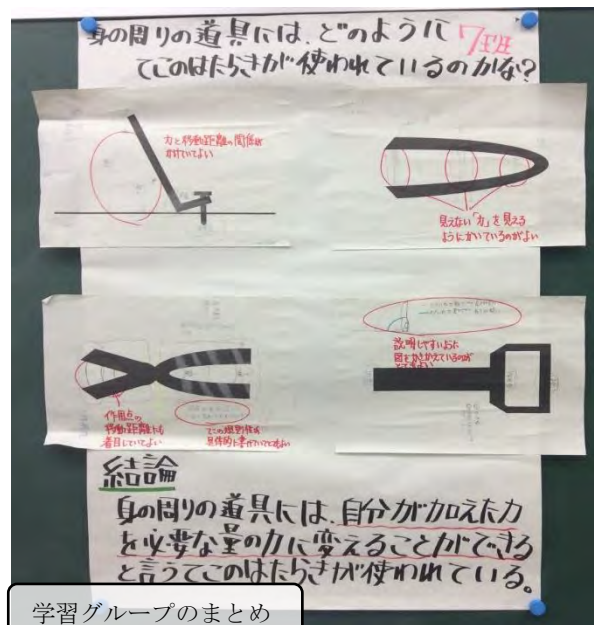
学習課題 道具を楽に使う方法を考えよう

発展的な内容として、今回は輪軸を扱った。実際に調べていった道具は、「音楽室のドアノブ」「理科室の蛇口（シングルレバー）」「視聴覚室のドア」「三又の蛇口にかぶせた蛇口カバー」の4つである。

身の回りの道具を調べた時と同じように、ジグソー学習を行った。まずは「専門家グループ」に分かれ、それぞれの道具を楽に使う方法を調べていった。てこの働きについては何度も学習してきたので、ほとんどの子どもは、支点から力点を遠ざければ楽に使うことはできるはずという考えをもっていた。それが本当に身近な道具にも当てはまるのかどうか体験しながら、どのようにしてこの働きが適用されているのか説明ができるようにしていった。学習グループに戻り、お互いに報告し合いながら実際に視聴覚室のドアを押して、必要な力の違いを実感したり、ドアノブを下げるために必要な力も場所によって違いがあることを感じ取ったりしていた。普段何気なく触れていた蛇口やドアも、てこの働きという視点をもって触ると感覚が変わり、重さ、かける力に対して敏感になる。学習したことと生活が「つながった」瞬間である。最後に学習のまとめとして考察したことを話し合った。

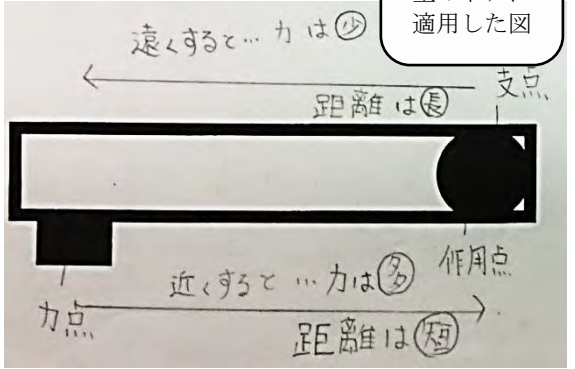
(2016年 1月18日 5時間目 授業記録から一部抜粋)

- C: えっと、今までの共通点と、この4つの道具の共通点は、力点、支点、作用点があり、それぞれ支点から力点を遠ざけると必要な力が小さく、距離は長くなります。逆に、支点と力点を遠ざけると、必要な力は大きくなり、距離は短くなります。えっと、今までと違う所は、図を見ても分かるんですけど、支点と作用点がほぼ同じところにある。結論は道具を楽に使うには支点と力点を遠ざけるということが分かりました。
- C: えっと、付けたしで、第一種、第二種、第三種のどれにも少し当てはまらない部分があるので、えっと、新種っていうふう呼ぶことにしました。
- T: ちょっとそこのこともう少し考えて見ましょう。今多くの班がそれ書いてるでしょ。支点と力点と作用点の位置、前回やりましたね、例えばこれ（くぎ抜き）でもいいでしょう、これ（くぎ抜き）とやっぱり違ったの。
- C: 違う。T: どう違う。
- C: 分かりづらい。T: 分かりづらいね。何と何が分かりづらいの。
- C: 支点と作用点の位置。T: どこが支点でどこが作用点。
- C: ここが支点でここが作用点です。



T: そんな感じ。みんなドアノブの説明は受けているでしょ。例えばドアノブだったら。ああこれが分かりづらい、はっきりどこがどこか分からない。というので、
 C: 全部中に入っている。
 T: なるほど、中に入っているから、まあ、名前付けたんですね。
 C: 新種!

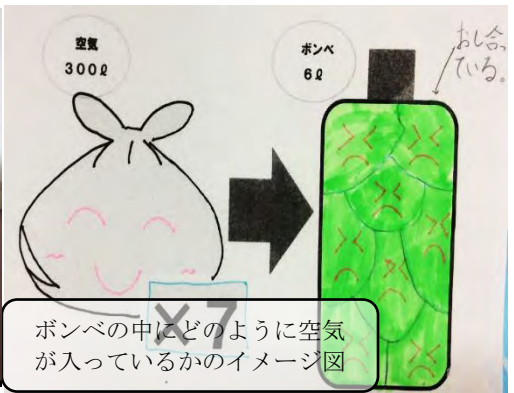
てこの規則性を視聴覚室のドアに適用した図



二重下線部については、全ての班が共通であった。結局、道具を楽に使うには支点から力点を遠ざければよいという事ははっきりした。前回の課題であった身の回りの道具についても同様に考えていったので、より深く理解することができた。
 また、子どもたちは、今までと違う種類のでこに関心を寄せていた。支点と作用点の位置がはっきり区別できないので、今までの第一種、第二種、第三種には分類できないと考えていた。そこで一つのグループが「新種」という名前を付けた。それがクラスみんなに受け入れられ、この形をしているてこの働きを使った道具を「新種」と呼ぶことにした。いろいろな「つながり」が新しいことへの「広がり」を生んだ。「つながる」ことで「広がる」楽しさを味わうことも、意欲的に問い続け、学び続ける子どもの姿につながっていくと考えられる。興味が高まった子どもたちは、「新種」には「輪軸」という名前が付いていることを家庭学習で調べてきた。「輪軸」とはどのようなものなのか、学習を通して具体的にイメージすることができているので、「輪軸」とはどのような働きがあるのか、しっかり説明することができると思う。ドアノブや蛇口について、深く理解したことに対して貼り付けられた「輪軸」という言葉は心に刻まれたことだろう。さらに、てこの規則性について「分かった」ことをもとに、道具を楽に使うことが「できる」ようになった。今年度の成果である。

単元名「なぜ空気ボンベ？」(第4学年 理科 2016年6月～7月実施)
 ①- (1) 身近な自然の事物・現象を観察して、子ども自ら「なぜ？」を見出し、「なぜ？」を解決していけるような単元を構成して学習を進めていく場面。【活用の視点】分析 適用

本単元は、社会科で消防の学習をしているところから始まった。消防士は火災が発生したという連絡が来たら消火のための装備を整える。そのときに背負っているものに子どもが着目した。「これは何を背負っているのかな?」「空気ボンベでしょ?」「え、火を消すんだから水が入っているんじゃないの?」と意見が分かれた。その疑問は理科で学習することにした。



理科の学習の初めに、ボンベの中身は空気という事を伝えた。さらにそのボンベの中は6L分の容積があることを、2Lのペットボトル3本を示しながら説明した。そして、その中には300Lの空気が入っていることを伝えたが、あまり理解できていないようだった。数字だけ聞いてもよく分からないだろうと考えていたので、45Lのビニル袋をたくさん用意して、空気を300L分捕まえる活動を取り入れた。子どもたちは捕まえた空気を圧したり、袋を風船のようにして遊んだりしながら、目に見えない空気存在を感じていた。そこで、空気ボンベの実物と、約300Lの空気を集めたビニル袋を横に並べた。それを見た子どもたちは、「こんな小さな入れ物に、どうやってこれだけの空気が入っているんだ?」と疑問をもった。そのことについて話し合い、「これだけの空気がボンベに入るには小さくするしかない。」「それな

ら空気は縮めることができるのか？」という学習問題をつくっていった。さらに、「水ポンベはできないのか？」ということも話題になった。子ども自ら「なぜ？」を見出して「なぜ消防士は水ポンベではなくて空気ポンベを背負っているのだろうか」という学習問題を設定することができた。

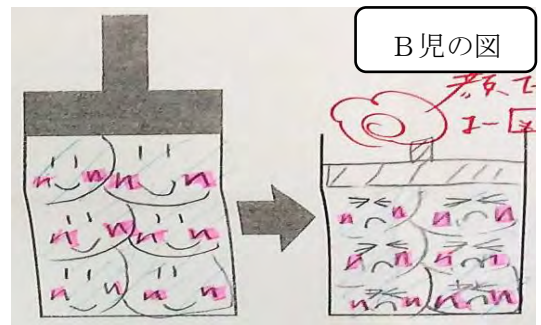
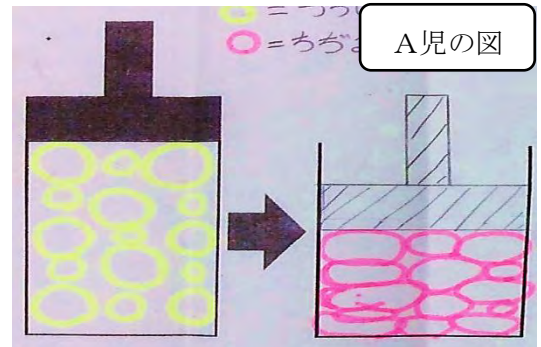
学習問題 とじこめた空気は押しちぢめることができるのかな。

この問題に対して多くの子どもたちは「押しちぢめることができる」と予想していた。実際に消防士が使っている空気ポンベに300Lの空気が入っていることを理由にしていた。

さらに、なぜ押しちぢめられるのか、空気を粒のようにイメージした図を使って説明している子どももいた。空気の粒と粒の間に隙間があるから押しちぢることができると考えている子どもと、空気の粒自体が押しちぢられて縮まると考えている子どもがいた。粒と粒の間の隙間がなくなるだけなので、押しちぢられたままという考えと（A児）、粒自体がつぶれているので跳ね返す力があり、押し返してくるといふ考え（B児）があった。子どもたちは、2つの予想を比較して、押しちぢ後の様子を観察することでより妥当な説明をつけることができるのではないかと考えていた。

予想の確認をして見通しをもってから実験を行った。ほとんどの子どもが「押しちぢめられる」という予想をしていたのだが、実際に空気を閉じ込めた筒を上から力を加えることで、押しちぢることが確かめられたとき子どもたちから「おー！！」という歓声が上がった。さらに、「押し返してくる！！」という驚きの声で教室が包まれた。自ら「なぜ？」を発見して主体的に問題解決をしている姿が見られた。

(2016年 7月7日 4時間目 授業記録から一部抜粋)



C3: ぼくは、バネバネ説だと思います。わけは、グーって押しちぢられた空気がバネみたいに押し返してきたからです。

C6: 空気には隙間があって、空気を棒で押しちぢるとその隙間がなくなって、窮屈になって縮まるのだと思います。それを図では、縮まっている時は色を濃くして、押しちぢしていない時は白くして分かりやすくしました。

C7: 2つ目の押しちぢられる向きについて、うちの班では下向きの力ということになりました。理由は筒を下にだけ押しちぢているので360度全体の力がかかっているのではないと思うので、下向きの力だという考察になりました。

T: 下に押しちぢているのだから、下向きに力が働いているんだろうということだね。

C5: うちの班も下向きに縮んでいると言っていたんですが、まだ予想なので本当に下向きに押しちぢているのか分からないという意見が出ました。

T: みんなが迷っているのはC: 下向きの力か360度の力か。

T: その2つで迷っているんでしょ？

C2: 私は、360度の力だと思います。理由は、360度の力だと空気が結構小さくなって下まで押しちぢるからです。袋は360度から押しちぢるので。

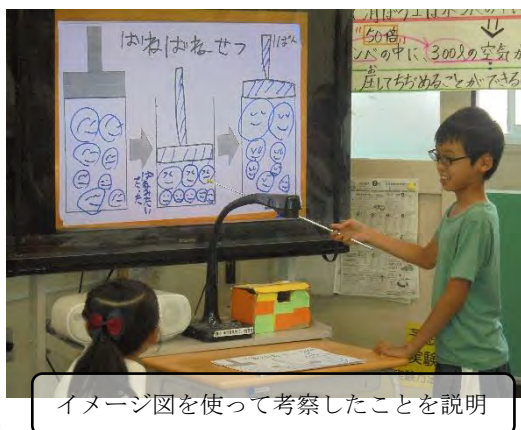
C3: 360度から押しちぢるのは、袋を押しちぢているのかもしれない。

C8: 筒は下にしか押しちぢしていないのに、360度ってどうして言えるんですか？

T: 360度について体で表現してくれる人がいたよね？やってくれる人？ C6: はい！（5人前に出てくる）

T: これは、前回の授業でも出た360度の力の電車コミコミ論のメンバーだね。このダンボールが筒ね。みんなは筒をどう押しちぢたんだっけ？ C: 上から。

T: じゃあ押しちぢてみよう。（上から押しちぢす）どう？下だけならみんな膝を曲げるだけだね？



C 9 : 見て分かったんですけど、圧されるとダンボールが広がって、手で押さえていた。横に広がっていた。もしかしたら360度かもしれない。

C 10 : 反対意見で、人だから空気とは違うかも。

T : これを決着する方法はないかな？

C 11 : 昨日、C 6 さんが言っていたみたいに、筒の中に空気の代わりに綿を入れて圧せば分かると思います。 C 12 : あ～言えてる。

T : 綿を入れてみて、綿が下に縮んだら、、、 C : 下向きの力。

T : 綿が全体的に縮んだら、、、 C : 360度の力。

T : じゃあ、これは次回の実験でやるとして、その前に今回の問題について結論をまとめましょう。

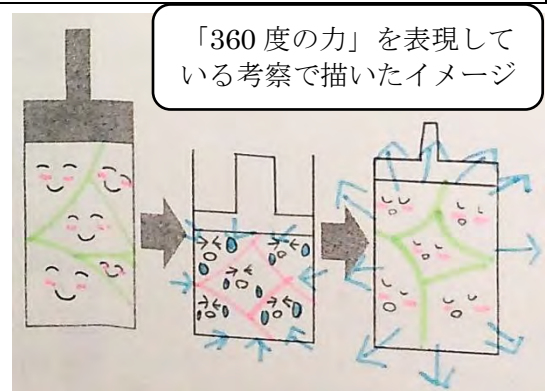
C 13 : 閉じ込めた空気は圧して縮めることができるでいいですか？ C : いいです！

T : 次回することも確認しましょうか。 C 14 : 次回は、下向きの力か360度の力を調べます。

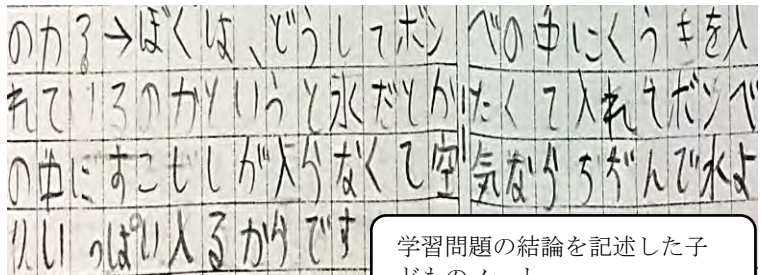
C 15 : もう一つ、圧したあとどうなったかを話し合います。

T : では、そこからはじめましょう。

実験後の考察の話し合いでは、二重下線部のように圧す時の力の向きと押し返す力の向きについて議論していた。上から圧された空気は横に逃げたいのだけれど横は固くて逃げるができない。だから全体が縮まっていく。という説明をつけるために「360度の力」という表現をしていた。これは中学校で学習する圧力の考え方につながるとも良い発想である。さらにその力の向きを確かめるために次は何をすればよいのかまで子どもたちが考えて方向性を示していったのは、自ら「なぜ？」を見つけて主体的に学習しているからであろう。しかし、C 6 が発言したように、空気が圧せたのは「隙間がなくなった」からなのか「空気の粒自体が小さくなった」からなのかを中心に話し合う必要があった。予想でも出ていた通り、押し返す力を感じることができていたので「隙間」よりは「粒が小さくなる」と考えた方が説明がつく。それが空気の性質であると考えていくべきであった。結果を分析する視点を明確にして、考察の話し合いをどのようにコーディネートしていくかが問われる。子どもたちが主体的になり、学習に前向きになっているからこそその課題である。



その後、水も空気と同じように圧せるかどうか予想して実験した。このときも空気のとくと同じように歓声が上がった。「圧せない」と予想していても、閉じ込めた水はびくともしないことに驚いていた。学習を積み重ねていくことで、初めに設定した問題「なぜ消防士は水ポンベではなくて空気ポンベを背負っているのか」ということについて、「空気は圧して縮められるからポンベに入る。水は圧して縮められないからポンベに入れても少ししか入らない」という結論を導き出していた。学習したことを適用する姿である。子どもたちは、目を輝かせながら実験に取り組み、自分の予想が検証されたかどうか確かめていた。子どもが自ら「なぜ？」を見出したからこそ、実験をした瞬間に歓声が上がった。問い続け、学び続ける姿に近付けたのではないだろうか。



単元名「電流の働き」(第5学年 理科 2016年6月～7月実施)

①-(2) 他学年との「つながり」を意識した単元構成。【活用の視点】適用

本単元は、アニメのワンシーンを再現することから始まった。船が橋の下を通りかかった時に鉄の部分に電磁石入りのかばんを投げつくって、後ろから来た船がその磁力をコントロールして通りかかった時にはずすというシーンである。

子どもたちからは「こんなに都合よく付けたり外したりできるものがあるのか？」という声が上がった。「アニメの世界だからできるんでしょ。」という声がある一方で、主人公の「強力な電磁石を使った。」というセリフに着目して、「電磁石って聞いたことがある。」という発言があった。そこで、教師が用意しておいた電磁石を提示すると、子どもたちはそれに飛びつき、いろいろなことを試し始めた。



そこから、「電流が流れている時だけ磁石になるみたいだ。」「もっと強くしたいな。」という気づきや思いが生まれた。そこで、「電磁石は磁石と同じ働きがあるのかどうか」を調べることにした。その前に「磁石の働き」について共通理解するために、3年生で学習したことを実際に試しながら振り返っていった。

磁石の性質をふり返ろう

① 鉄にくっつく。

② N極 S極がある。

③ 磁化する(鉄が磁石みたいになる)

④ 磁石との間に物をはさんでもくっつく。

3年生で学習した磁石についてまとめた掲示物

電気の学習をふり返ろう

① 「回路」と「電流」

電気の通る道「回路」
流れる電気「電流」

② 電流は、+極から-極へ流れる。

③ 電池の向きを変えると、

3、4年生で学習した電気についてまとめた掲示物

磁石は鉄に付くこと。S極とN極があること。SとS、NとNは退け合い、SとNはくっ付くこと。磁力は間に物があっても働くこと。磁石は鉄を磁化させる働きがあること。これからのことを確認していった。同じように3、4年の電気の学習についても振り返り、まとめて掲示した。この2つの学習履歴の掲示物を足場として、単元の「つながり」を意識しながら5年生の学習を進めていった。

学習問題 電流の流れている電磁石には磁石と同じ働きがあるのだろうか。

この問題に対しては、ほとんどの子どもたちが「磁石と同じ働きはない」と考えていた。子どもたちは鉄にくっ付くが電磁石は電流を流さないとその働きがないから磁石と同じように極はないと考えていた。電流がコイルの中に入ることによって鉄を引き寄せるパワーが発生すると考えていた。そこで、電流を流した電磁石に方位磁針を近づけて、極があるかどうか調べていった。

(2016年 7月7日 5時間目 授業記録から一部抜粋)

- C : 4・3・2・1 (電磁石に方位磁針を近づける)
- C : おーおーおーある！ C : ホントだ。
- C : 極ある極ある極ある極ある極ある～！ C : 極がある！
- C : あるあるあるあるある。 C : マジか！あるかよ。
- C : あるーおーあった。いえー！ C : +-とNSは関係があった。
- C : 関係ないと思った。
- (ノートに考察を記入してから考察を話し合った。)
- C : まず導線に電気が流れていて、それでそれがそのコイルの導線を丸めている部分に電気がきて、この中にある鉄に磁化・・・ここに、ここかどこかに磁石の代わりになるものがたぶんそこにあって、そこに力が集まって磁化して、中の鉄が磁石にくっつくんじゃないかな。
- C : 僕たちの班は、2つの意見に分かれて、僕は、この電流が流れることによって鉄の棒で化学反応が起きて極ができて磁石と同じ働きがあるんだと思います。理由は、そういうのが起きないと、なんていうか電流を流さないとただの鉄の棒だし真ん中の棒は。それで極もないから、その電流で何か起きないと磁力も起きないと思うし・・・。
- C : えーと2つ目の意見なんですけど、今言ってくれたFさんの意見に似ていて、ここ(コイル)に磁力があるんだったら、最初からここ(一本の導線)から磁力が流れていて通っているのではないかと思います。理由は・・・Fさんがさっき言った、ここ(コイル)に磁力があるじゃないですか、そしてたらここ(一本の導線)にもともと、あの、もうこの回路、回路と言うか導線のところにも、ここに磁力の力があって、つまりここ(コイル)に磁力があるならここ(一本の導線)にも磁力があると考えました。
- C : えーとクリップも、このつかむ部分(コイル)だけ磁力が発生して、この内部だけは電流が流れて磁力が発生しない。
- C : ここ(一本の導線)の中には鉄が通ってないから、電流しか流れないから。



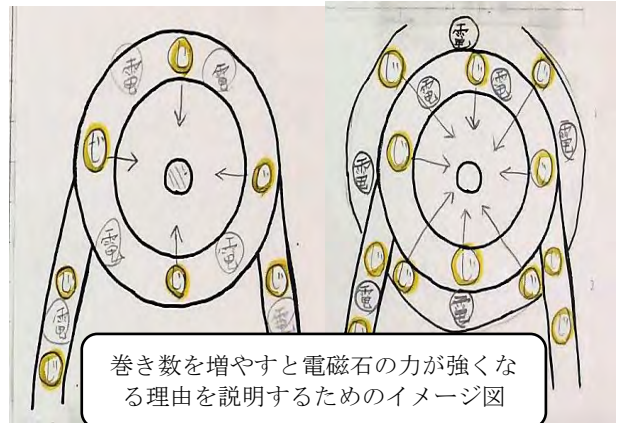
極があるかどうか確かめるために、電流を流したコイルに方位磁針を近づける実験

子どもたちは、電流を流すと磁力が発生するというをどのように説明していったら良いか考えていた。「何かが起きないと磁力も起きない」という二重下線部の発言からは、原因と結果の関係で自然事象を捉えようとする素晴らしい姿が見られた。さらに、次に発言した子どもは「コイルに磁力があるなら一本の導線の部分にも磁力があるはずだ。」と考えた。「電流と磁力がセットなのではないか」という仮説が生まれた。3年生で学習した磁石と3、4年生で学習した電流が「つながった」瞬間である。それを教師が意図して、単元を構成していくことで「つながる」ことのおもしろさを実感して、意欲的に学び続ける子どもになっていくと考えられる。

しかし、まだこの授業場面では、そのあとの子どもたちの発言からも分かるように「電流と磁力がセット」という考えは全体に認められたより妥当な考えとはなっていない。そこで一本の導線にも磁力があるのかどうか実験して確かめることになった。

方位磁針の上に導線を通し、電流を流すと方位磁針が反応した。このことから、子どもたちは、「やっぱり電流と磁力はセットなのかもしれない」と考えるようになった。しかし、電流と磁力は別物ととらえている子どもがほとんどで、この「つながり」について考えていくには、さらに実験を積み重ねていくしかないと感じた。そこで「電磁石の力をもっと強くするにはどうすればよいのだろうか。」という問題について考えていくことにした。

巻き数を増やすと電磁石の力も強くなるということを実験して確かめた子どもたちは、その理由をイメージ図で表現していた。電流の強さは変わらないのに巻き数を変えると電磁石の力も変わるということは、やはり電流と磁力がセットになっていて巻いてある鉄の棒を磁化する力が強くなったという説明が一番良い、ということになった。ここでようやく「電流」と「磁力」が「つながった。」一見別々に存在している物でも、「つなげられるかな」という視点をもつことで、視野が広がる。そのような経験ができるように単元を構成していくことが主体的に問い続け学び続ける姿につながるのではないかと考えられる。



単元名「月と太陽」(第6学年 理科 2015年1月～2月実施)

- ②- (1) 理科の楽しさと自然を愛する心情を感じることができる単元を通して見通しをもつ時間、それを振り返る時間を確保していく。
- ②- (2) 自分に必要な情報を読み取る観察力と、より妥当な考えをつくりだすための話し合う力、記述する力を身に付け、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。【活用の視点】適用

本単元では、月の観察を継続的に行うことによって関心を高め、自然を愛する心情を育てようと考えた。そこで、子どもたちがもっている月についての既存の知識を確認するために、見たことがある月の形について話し合っていた。「満月!」「三日月!」「半月!」「新月!」「オムライスみたいな形!」「太った三日月!」と、形を黒板に描いたり、言葉で説明したりしていた。そのとき、「半月は反対側の半月もある。」と発言した子どもがいた。「昨日の夜は、黒板に描いてあるような右半分が光っている半月が見えたよ。」という発言があったので、教師が前の日の夜に撮っておいた上弦の月の写真を提示した。その写真を見て、子どもたちは、「そうそう、昨日はこんな感じだった。」「これと反対の形もあるよ。」と話し始めた。そこで、昨日の月を見ている人と見ていない人がいる中では話し合いがうまく進まないで、どうすれば良いのか子どもたちに聞いた。そうすると、「今日の夜見てみよう!」という声が上がった。本単元では、月の形が変わって見えることを太陽との位置関係で捉えることをねらっていたので、1ヶ月間観察を続けて欲しかった。観察を続けることで、同じ時間でも見える位置が変わることを確認して太陽との位置関係について深く理解できると考えた。

さらに、継続する大変さとその価値にも気付いて欲しかった。そこで、観察をするなら1ヶ月続けてみようかと投げかけた。子どもたちの反応は良く、おもしろそう、やってみたいという声が上がった。

観察の仕方の

①日付と時間を記入します。

②月を見付けます。

④東、南、西にある建物や木を描き、基準を定めます。

⑤自分の目線から月までこぶし何個分の高さにあるか数えて記入します。

③方位磁針で方角を調べます。

東 南 西

⑥観察して分かったことを記入します。

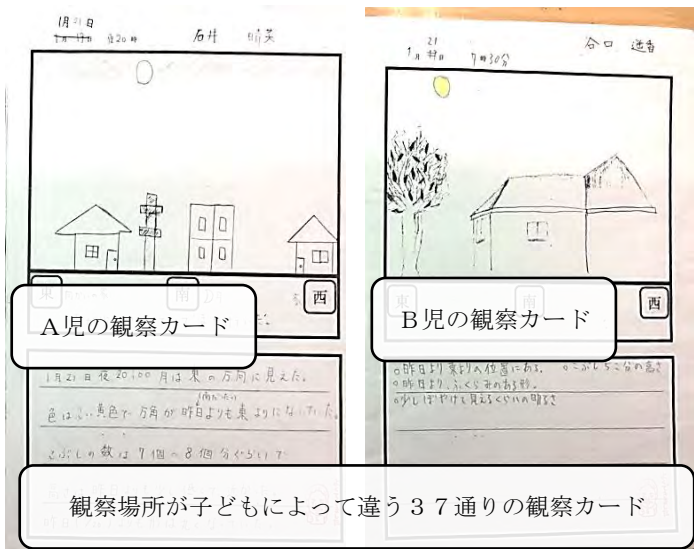
- ・月が見えたのか見えなかったのかを書きます。
- ・見えた時→方角、形、色、大きさを書きます。
- ・見えなかったとき→原因を考えて書きます。
- ・前日や前々日と比べて変化があった時は書きます。その変化した原因を考えて書きます。

◎周りに建物がない、見晴らしの良い場所で観察しましょう。

◎同じ場所から同じ時間に観察できるようにしましょう。

◎1時間ごとに観察する場合は、同じ観察カードに記録しましょう。

しかし、定点観測をするには目印となる建物や木が必要になる。どの方向の空か分かるようにする必要もある。夜の観察が多くなるので、毎回絵を描くのが大変だという話になった。絵を描くのが大変という理由で観察が続けられないのはもったいない。そこで、1日目の観察をする時に、時間を決め、月が見えた場所の目印を丁寧に描いてくるように声をかけた。それを30回分ずつ印刷することにした。子ども一人ひとりのための観察カードである。37通りの観察カードが出来上がり、子どもたちの意欲も高まっていった。さらに、定点で観測するときのポイントを復習しながら、どのように観察すればよいのかポイントシートを配布して、観察の力を高められるようにした。



観察を続けていくことで、どうやら今の期間はほとんど満月に近付いているようだということが分かってきた。子どもたちは、このままだとこのうち反対側の半月(下弦の月)になっていくのではないだろうか考えるようになっていった。

観察を続けていくと、様々な疑問が湧いてくる。「なぜ見える形が変わるのか。」「なぜ見える大きさが違うときがあるのか。」「なぜ色が違うときがあるのか。」それらの疑問について考える1つのきっかけとして、月は太陽の光を反射して光っていることを学習した。それを基に、最初にみんなで観察した半月が夜6時くらいに南の空に見えた理由について考えていった。午後6時は西の空に日が沈んでいる。月は太陽の光を反射して光っているのを月を見たときに右側が光っている。では、反対側の半月のときはどうなっているのかが話題になった。視点を定めるために南の空に見える時のことについて考えるようにした。「今の考え方でいくと、左側が光るには東の空に太陽があることになる。」「東の空ということは、朝?」「月って朝に見えるの?」「見えるよ、見たことある!」「この半月を?」「そこまでは意識していないから分からないけど」というやりとりを通して学習問題を設定していった。

学習問題 左側が光っている形の半月が南の空に見える時、太陽はどこにあるのだろうか。

この学習問題に対して、事前に月齢カレンダーで調べてきた子どもがいた。それによると2月1日に左半分が光っている月が見られることが分かっていた。1月19日の右半分が光っている半月の時は太陽が西の空にあったことと、その資料を結び付けて予想を立てていった。多くの子どもは、1月19日のことをもとにすると、太陽は東の空にあるはずだと予想していた。一方で、「月は夜見える」という素朴概念をもっている子どもたちが、同じ「半月」なんだから同じように夜に見えるはずだと予想していた。モデル実験と考察の話し合いを通して「月の見え方は太陽との位置関係で決まる」ということを捉えられるようにしていった。(2016年 1月26日 6時間目 授業記録から一部抜粋)



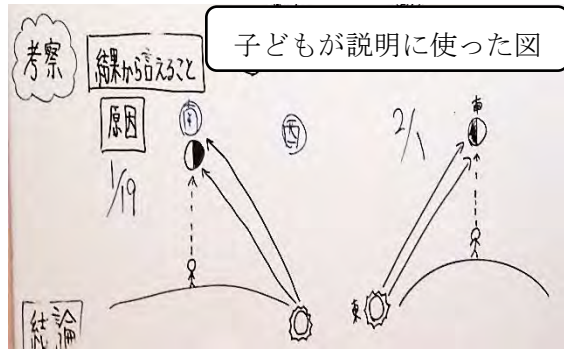
C: 結果から言えることは南の空に半分の月が見えるときには太陽が東の空にあって、あと、月と太陽の距離が近くなればなるほど、えっと月の光る面積が少なくなって、月と太陽の距離が離れていると光る面積が多くなる。

C: さっきのライトの実験で、それが明確になった。その図を書いたことに説得力ができたと思うので。すごい簡単な話なんですけどあの、1月19日の時って、こう月が、この時は6時だから。まあこうなっていたとして、6時、だいたいこのあたりですかね。太陽からこういうふうに出ている。

T: なるほど、それが光ね。

C: やじるしが光なんで、こっち側が光る。今度はその反対で、逆に、今回は2月1日で、太陽がどこにあるのかって実験するのは、T: 今度は左側が光っているんだよね。

C: さっきは東側にあったからこっち側が照らされていたけど、西側にあったからこっち側が照らされていたけど、今度はこっちが東だとして、こういう風に逆に、ここが南で、ここに人がいて、こんな感じで見ているんで、今ライトが付いている方向と一緒に、東側から当たったときは南にあるボールは、こっち側から照らされているから左側が半分にみえる。



T: いいですね、実際調べた1月19日と、これからくる2月1日を比べて考えているわけでしょう。で、同じ半月なんだけど、予想で言っていましたね、同じ半月なんだから、西から照らしてるんじゃないかと、同じように。じゃなくて、この予想に関しては、同じ半月だけれども、太陽の方角が違うからこの違いが生まれたんだってことですよ。なるほど。

C: 単純に考えれば分かることなんですけど、ここが光ってたら太陽はさっきの実験でも分かるけど、ここが光ってたら太陽もここにあると分かるから、原因は太陽の位置が関係していると思います。

C: えっと、これは、月が太陽の光を反射しているからってのも原因の一つであると思います。

T: そうだね、それも大事でしょ。反射しているからだよね、まずね。形が変わって見える原因は何かということ、太陽の光を反射しているっていうことが一つ。と。今 S.M さんが言っていた位置の問題ですね。S.K さんがさっき、このときは三日月になるこの時は、半月、こっちに行くとも月に近づいていくよと説明していたよね。それは結局、月と太陽の位置の関係だよ。あとは、I.H さんが説明していたのもそうでしょう。月の位置は一緒だ、南の空。何が違うの？ C: 太陽の位置。

T: 1月19日と2月1日を比べると違う物は、C: 太陽の位置。

T: 太陽の位置だけでしょう。時間はぴったりいっしょだとしたら。やっぱり太陽の位置が変わるとこの月の形が変わって見えるっていうふうに言えるでしょう。じゃあ結論は？

C: 左側が光っている月の形が南の空に見える時は太陽が東側にある。

C: 2月1日の月が見えるのは朝の6時ごろ見られる。と思います。

T: なるほど、でもそれはまだはっきりしていないでしょ。C: はっきりしていない。

T: たぶんそのくらいの時間なんじゃないかなってことね。かなり予想みたいな感じですね。今の考えについてはどうですか。今のは考察って感じですね。6時くらいに見えそう？ C: たぶん、

T: 確認できるといいですね。C: 月曜か、起きれない。

T: じゃあ、まあ、今日はここで終わりにするので、今度から観察が大事になってくるのは、これも大事じゃない。太陽の位置も記録しておくことが大事になるってことですよ。月だけ今見てたけど、太陽の位置。逆にいうと月の光り方が分かれば太陽がどの辺にあるかがわかるってことですよ。光っている側に必ずあるってことですよ。

C: そこまで分かんないんじゃないの？

T: 今日朝見た時、みんなが月を見てた、どこにあったの？太陽。C: 真逆。

T: 反対側にあったでしょ、あれ丸に近いからでしょ。じゃあ半月になったらどっち側にあるかっていうのが少し見えてくるってことですよ。光っている側におそらくあるはずだというのが分かるとおもうので、それも観察の所にかけるといいですね。今満月近いので、おそらく C: 180度。

T: くらい反対にあるっていうことか。C: 勘だ。C: 勘になる。

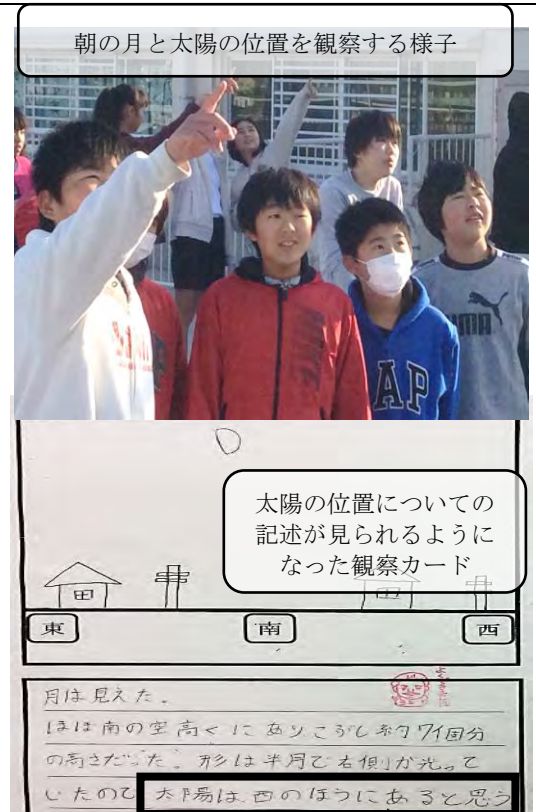
T: 推論みたいになりますね、推測して書く。それも付け加わるといいと思います。

実験後にはこのような考察の話し合いが行われた。二重下線部に見られるように、子どもたちは月の形を太陽との位置関係でとらえることができるようになっていった。実際に観察した月の形について、モデル実験で確かめたことを図も使って説明することができていた。

子どもたちは、その学習後の観察カードに「太陽の位置」を書き込むようになった。午後8時に観察した子どもも、「西の方にあると思う」というように、実際に観察できていなくても月の光っている側に太陽があることを推測することができていた。

学習問題になっていた2月1日は残念ながら天候が悪く朝6時に月を観察することができなかった。休み明けの月曜日、登校してきた子どもたちは月を見つけた。「みんな、月が出てるよ!」という声とともに教室に入ってくる子もいた。そこで屋上へ上がり、月を観察した。それとともに太陽の位置を確認した。やはり月が輝いているほうに太陽があった。モデル実験したことを実際の月と太陽の位置関係に適用する姿が見られた。

さらに、月の色や見かけの大きさに着目して観察する子どもが増えてきた。学習する前に観察の仕方をしっかり指導してから観察を続け、学習を深めていながら観察の視点が増えていく。そうすることによって学習に対する意欲が増し、月に対する関心も高まっていく。学習するために必要な能力をしっかりと身に付け、そのプロセスを振り返ることで、自然を愛する心情も育っていく



と考えられることが子どもたちのノートから読み取れる。学習を終えた子どもたちのノートからは、「月を見ると喜びを感じられるようになりました。」「どんなものにでも興味を持つことが大切だなあと感じた」と記述していた。1 か月間継続できるようにしていくための観察カードの工夫、観察の仕方の明確化、これらの手立てによって「自然を愛する心情」を育てていくこともできるのではないかと考えられる。しかし、どちらかというところ、「自然を愛する心情」よりも「学習する楽しさ」を感じている子どもが多かった。「自然を愛する心情」をさらに育むためには、感動的な自然事象にもっと触れることも必要だと感じた。

昨年度の実践から改善した手立てで継続して研究してきた6年生が卒業前に理科学習を振り返って感想を書いた。そこからは「本校が目指す科学が好きな子ども像」に近付けたことが読み取れる。本校は、私立学校への進学者も多く、6年生になるとほとんどの子どもが学習塾に通っている。その中で「実験をして、予想や考察を毎回書いてやることで、塾でやることだけでは分からないことが分かったりしてとても楽しかった。」という記述からは、実際に自然事象に触れ、問題解決のプロセスを通して自然事象を読み取っていくことを楽しいと感じていることが分かる。これは、手立て②-（1）で理科学習の進め方を理解して、それを毎回どこまで身に付いたのか振り返る時間を確保してきた成果だと考えられる。

さらに、「今まで理科は理科の中のことだけだと思っていたけど、てこの原理のじゃぐちのように意外と身近にあった」という記述からは、理科の学習を通して身近な物を見直すことができ、「中学校の理科の学習でも身近なことで考えていきたいです。」と学び続ける意欲につながったと考えられる。本校が目指す「意欲的に問い続け、学び続ける子ども」の姿である。

また、「理科の学習は繋がっているんだなと思いました。何も関係ないように見えて、実はよく繋がって、次の学習に生かせるのは本当におもしろいなと思います。」という記述も見られた。これは、手立て①-（2）で示したように、「つながり」を意識した単元配列にした成果だと考えられる。それが意欲的に問い続け、学び続ける姿につながったと考えられる。

さらに、「意見を言いつらかった私でも、人前で意見を発表することができた。質問がたくさん出た時もあったし、逆に質問をたくさんすることもあった。友達と協力して真剣に楽しく取り組むことができた。」という記述からは、自分の考えをしっかりと持ち、友達と議論することができるようになったことを自覚していることが読み取れる。そして、「塾でも実験やノートは書いたけれど、学校の方がすごく良いと思った。人を納得させるようなすばらしい意見を言ってみたい。」という記述からはみんなで考えを出し合い、みんなで学ぶ良さを感じていることが読み取れる。これも本校が目指す科学が好きな子ども

今日まで学習してきたことが、月の観察が授業に結
びついてくるように、色々のな
ほしいと思う。そのために
を持つことが大切だなあと感じた。

単元終了後の
子どもの感想

今回、月の学習をして、いつも何気なく見ている月
が、月を見ると喜びを感じられるようになりました。

単元終了後の子どもの感想

理科の振り返り

私は、今まで、理科があまり好きではなかった
けど、今年の学習で好きになりました。理由は、塾で
ならなくて、学校で実験や観察ができて、
予想や考察などを毎回書いてやることで、塾で
やるだけでは分からないことが分かったりして、
とても楽しかったです。今日は、理科は、
理科の中のことだけだと思っていたけど、
てこの原理のじゃぐちのように意外と
身近にあったので、中学校の理科の学習でも
身近なことで考えていきたいです。

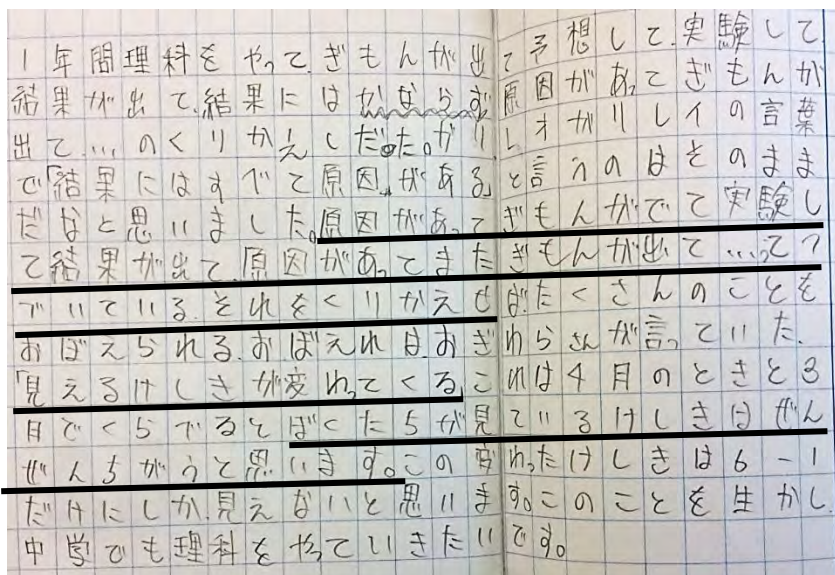
私は本当に理
6年間の学習のまとめを書いてみて、
理科の学習は繋がっているんだなと思
の学習や酸素の学習も、何も関係
実はよく繋がっていたり、次の
本当におもしろいなと思います。一回不思議に思
たことが他の全てに関係していることが、中
学生、高校生、大人になっても活かしていける
と嬉しいです。

そうして、意見を言いつらかった私でも、人前で意見を
私でも、ちゃんと意見を人前で意見を発表す
ることができた。質問がたくさん出た時もあった
し、逆に質問をたくさんすることもあった。実験と
は、友達と協力して、結果を予測したり、流れを正確
に認しながら、真剣に楽しく取り組むことができた。
塾でも、実験や、ノートは書いて、学校の
方がすごく良いと思った。塾の理科や、学校の理科
も、経験として、利用して、人を納得させるような
すばらしい意見を言ってみたい。

も像に近付いている姿である。

「疑問が出て、予想して、実験して、結果が出て、結果には必ず原因があって、疑問が出て、、、の繰り返しだった」という記述からは、手立て①ー(1)で示したように、子ども自ら「なぜ？」を見出し、「なぜ？」を解決していけるような単元を構成して学習を進めていったことを、子ども自身がしっかりと理解していることが読み取れる。さらに、手立て②ー(1)に示した理科学習の学び方を身に付けたことも分かる。「見える景色が変わってくる。これは、4月のときと、3月で比べると僕たちが見ている景色は全然違うと思います。この変わった景色は6-1だけにしか見えないと思います。

このことを生かし、中学でも理科をやっていきたいです。」という記述からは、自分たちが学んできた価値を高く評価し、自信をもって中学校へ行こうとする意欲的な姿が読み取れる。学習することによっていつも見ていた風景が変わって見えることを体験した子どもたちは、これからも意欲的に問い続け、学び続けていくことができるだろう。みんなで問題を解決する楽しさを味わった子どもたちは、これからも協働的に学習していこう。このような姿で卒業していった子どもたちの姿はとても眩しく、それぞれの個性を發揮し、2015年度の児童会のテーマ「虹」のように輝いていた。



単元名「ジャガイモパーティーをしよう！」(第6学年 理科 2016年5月～6月実施)

②ー(2) 自分に必要な情報を読み取る観察力と、グループやクラスで予想や考察を話し合い、より妥当な考えをつくり出すための能力を身に付け、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。

【活用の視点】 **分析**

本単元は、2016年度の6年生がスタートした4月に、理科で教材として扱うためにジャガイモを植えたことから始まった。「せっかく植えるなら、収穫して食べたい!」「先生、去年の6年生もやっていたんだから、今年もやりますよね!」という声が上がった。昨年度の6年生が燃焼の仕組みの学習を活かしてジャガイモを焼いていたことをみんな知っていて、自分たちもできるものだと思っていたようだ。しかし、火を使った活動をするには校長先生の許可が必要だという事を伝え、安全に消火する方法とその仕組みについて説明して納得してもらうという目標を立てて学習がスタートした。



6年生になって最初の理科は「月と太陽」を扱った。月を観察することで「観察の仕方」をしっかりと確認し、理科学習で大切な力の一つである観察力を高めたかった。そうすることで「燃焼の仕組み」の学習がいつも以上に深められるのではないかと考えた。「月と太陽」の学習は本論文でも前述したような流れで学習を進めた。そこで身に付けた観察する力を「燃焼の仕組み」の学習にも活かしていけるように単元を配列した。

本単元は、観察力を活用しながら、「より妥当な考えをつくり出す力」を育成できるように構成した。火のついたろうそくにふたをするだけで火が消える現象から導入し、「なぜふたをただけで火が消えたのか。」という学習問題を設定した。その問題を解決するために複数の実験を行い、それらの結果を総合してより妥当な考察ができるようにしていった。

また、ここ数年、空気の割合の変化を測定するためにデジタル気体チェッカーを使用している。各グループで実験をして、結果を平均した場合、酸素が-4%、二酸化炭素が+3%になる。大まかに見れば酸素が二酸化炭素に変化したと捉えることができるが、毎年、残りの1%にこだわる子どもがいた。そこで今回は、差の1%についても、今までの実験結果をもとにより妥当な考えをつくり出せるように学習を進めていった。具体的には、火のついたろうそくに集気びんをかぶせると、集気びんの周りが曇る。これを触ると湿っていて、水が発生したと考えることができる。さらに火が消えた後のろうそくが短くなっていることから、ろうそくの成分と酸素が結びついて水になったのではないかと考えることができる。そのためには、身に付けた観察力を活かして、子ども自身がたくさんの発見をしなければならない。自分で獲得した情報だからこ

そうまく使いこなせるのではないだろうか。このように単元を構想しながら、学習を進めていった。子どもたちの意識は、「火のついたろうそくにふた（集気びん）をかぶせるだけで火が消えるのか。」というところに向いていた。実験してみるとふたをして少し待つと炎が小さくなり、やがて消えた。子どもたちはみんな「消える」と予想していたが、実際に目の前でその現象が起こると歓声が上がった。

「先生、もう一回やっていいですか。」「ストップウォッチを貸して下さい。どれくらいで消えたのか時間を測りたいんです。」と意欲的に実験に取り組む姿が見られた。そのとき、「あ、ビンがくもっている。」とつぶやいていた子どもがいた。教師が覗き込むと、火が消えた時にビンがくもり、触ると湿っていたから水かもしれないということを説明していた。そこで、その気付きをクラス全体に投げかけると、消えた後のビンの様子に着目して再び実験が始まった。「本当だ、くもってる！」「消えた時に煙も出ているよ。」「ビンの内側を触ったら湿っていた。これは水なんじゃないかな。」「じゃあ水が出てきたってこと？」とそれぞれのグループで実験しながら目の前で起きている現象について考えられることを話し始めていた。そこで、実験して気が付いたことを共有して、学習問題を設定していった。気が付いたことは「ふたをかぶせたら火が消えたこと。」「ビンがくもったこと。」「ろうそくが短くなったこと。」「煙が出たこと。」に分類できた。そこから、なぜこのような結果になったのか考察していった。「空気がなくなったのではないか。」「燃えるもとがなくなったのではないか。」「二酸化炭素が勝ったのではないか。」「ろうは蒸発したのではないか。」「水（水蒸気）になったのではないか。」「煙になったのではないか。」「ろうは溶けて下にたまっているだけなのではないか。」、とたくさんの仮説が出された。それぞれ何について考えているのか整理して、「ふたをただけでなぜ火が消えるのだろう。」と「とけたろうはどうなったのだろう。」という2つの問題を、子どもたちと話し合いながら設定していった。



火が消える様子を何度も観察している

まずは、「空気がなくなったのか」と「とけたろうは下にたまったのか」という事について調べていった。火のついたろうそくを集気びんに入れてふたをして火が消えた後に、水槽の中でふたを外すと「ボコッ」と泡が出てきた。そのことから「空気はなくなっていない」と考えることができた。さらに、ろうそくの火が消えるまで燃やし続ける実験をした。火が消えた時に残ったろうは少しか、どこかへ行ってしまったとしか考えられなかった。子どもたちは、「空気中に混ざったのではないかな。」「それだとうを吸っていることになるよ。」「それはまずい。」「じゃあ蒸発して上に行ったんじゃないかな。」「上に行ったなら天井についているはず。でも天井にろうはついていない。壁にもついていない。」「それならろうはろうとは別のものになったんじゃないかな。」「やっぱり水蒸気ではないかな。」と話し合っていた。ここで、ろうは下にたまっているという仮説は反証された。しかし、何になったのか調べきれいなので継続して調べていくことになった。



燃焼前後のろうそく



燃え尽きたろうそく

その後も実験を重ね、酸素が約 21%、二酸化炭素が約 0.04%、窒素が約 78%であること、酸素を充満させた中に火のついたろうそくを入れると激しく燃えるが、窒素と二酸化炭素の中ではすぐに消えること、火が消えた後の空気に石灰水を通すと白く濁ることを調べて、物を燃やすのに必要な気体は酸素であり、火が消えた時には酸素が二酸化炭素に変わっているのではないか、ということが考えられるようになってきた。そこで、酸素がなくなって火が消えたかどうかを確かめるために、デジタル気体チェッカーで燃焼前後の空気の成分を調べることにした。

学習問題 **ろうそくの火が消えた後の空気はどのようになっているのかな**

予想の話合いをすると、「酸素は残っているか残っていないのか」「酸素が減った分、二酸化炭素が増えるのか減った分増えないのか」「二酸化炭素に火を消す力はあるのかないのか」という多くの視点が出てきた。そこで、今回は「酸素が残っているかどうか」「減った分増えるのかどうか」を確かめることを確認した。実験結果は、酸素が 18%、二酸化炭素が 2%になった。酸素がなくなると考えていた子どもが多かったので、18%残っているということに驚いていた。さらに、酸素が 3%減り、二酸化炭素が 2%増えていることに着目できるように声をかけた。この 1%を結果の散らばりとして処理するか、今まで学習して分かったことと結び付けていくかで議論が分かれた。(2016年 6月 14日 5時間目 授業記録より一部抜粋)

C1: わたしたちの班では、二つ意見が出て、一つ目は、酸素が 3%減って二酸化炭素が 2%増えた原因は、最初は均等にあって、火が燃えた時には、えっと、二酸化炭素が増えて、それでその残りの 1% っているのは火が付いた時に、消えた直後にはペットボトルのまわりが水蒸気でくもっていたの

で、その水蒸気に残りの1%が入っているんじゃないかっていう、意見が出ました。

C2: あの、酸素が、燃えている時だけ酸素が火の方に酸素が行って、それが二酸化炭素になる、だけど、僕はふたがせまいからそれが続かないからそんなに変わらなかったんじゃないかって、残りの1%は、あの平均だから、まあ、平均だから、ちっと、誤差というか、みんなの意見を一人一人を集めたら違うかなって。

T: じゃあ1%は関係ないと。C2: うん。

C3: まず、火が消えた後に、窒素はあんまり変わってなくて、二酸化炭素が増えて、始めに比べて増えて、酸素が減っていたんですけど、この酸素が1%ずれているっていうのは、1%が別の物質に変わったと思う。

T: その根拠は？別の物に変わったっていう。C3: えっと、時間がなくて根拠までいかなかった。

C4: 水とかに、たぶん、僕の予想なんですけど、水っていうのはあのたぶん酸素とか、空気って水と同じようになんないじゃないですか。

T: うんうん、気体だからね。

C4: それと同じで、酸素とかも水に入らなくて、あと、

T: 酸素が水になるのはおかしいだろうってこと。C: ああ。

C4: 煙は、僕の予想なんですけど、煙の中の成分はほとんどが二酸化炭素だと思って他の気体ではないんじゃないかな。

T: 酸素が水に変わるのはおかしいだろうって。水って言っている人はどうなの？水って言っている人はそのことについて。ここで説明できる？それが、どれが一番いいかを今話し合っているわけでしょ。じゃあ水の根拠があるといい。

C: 水かは分からない。C: 空気中は水蒸気。C: ペットボトルはさ、、、

C5: そんな根拠まで、詳しくは分からないんですけど、予想なので、私は、水蒸気、それは水も同じ、やっぱり熱すると、全部、これはYさんが言っていたんですけど、固体、液体、気体の回りになるっていうのは前やって、それで、だから、その気体も、順番がおかしくなるんですけど、熱せられると液体に戻ると思うからです。

C6: ぼくは、1%は窒素に変わったと思います。えっと理由は、予想なんですけど、最後に煙が出たじゃないですか。それが二酸化炭素で、その中になんか、その中にちょっと窒素が入っていて、その1%が窒素なんじゃないかなって思いました。

T: じゃあ、どの説明が一番、今日の結果の説明がつくの？

C: どっちもどっちじゃない。C: どっこいどっこい。T: どれも決め手がない？

C2: 僕は、変わらない、関係ないと思います。18.4と確かに1%違いはあるけど、ほぼ、平均ってそれぞれ違ったらそれぞれ変わるから、だから、変わらない。ちゃんとしたふうにみると変わらない。だから変化なしが正しいと思う。

C8: 僕は関係あって、水蒸気だと思います。えっと、その理由で、質問なんですけど、周りがかももっているのは、何の、えっと意味もなく勝手にくもるわけではないし、何らかの気体とかついてくもっていると思うから関係あると思う。

T: くもっているのはどうやって説明付けるのかっていうことね。

C3: えっと、僕もC2さんと一緒に関係ないと思います。確かめないと、何も言えないと思います。水蒸気になったのなら燃やす前の体積と、燃やす前の水、水蒸気の量とかが変わってれば水蒸気になったということは言えるし、他の物質が測れるっていうのかな、そういうのがあれば、その他の物質になるっていうのが、確かめないと何も言えないので、だから関係ないがいいと思います。

T: じゃあ最後に、じゃあ燃える元がなくなったとか、酸素がなくなったってことがあるでしょ。あれははっきりした？酸素は？ C: ある。

T: あるんだね。はっきりしたんだね。空気がどのようになったかということで、酸素が二酸化炭素に？

C: 変わった。

T: まあなっているんじゃないかなって、そこまでははっきりしたんだね。あと消す力はどうだった？

C: まだ分からない。

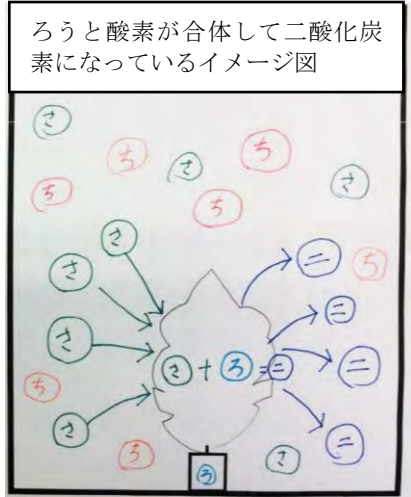
T: 分からないこともまだたくさんあるってことでしょ、そこまでが今日の結論ということだね。

この話合いを通して、「ろうそくの火が消えた後、酸素は減り二酸化炭素は増えた。酸素はなくなる。」という結論になった。酸素が二酸化炭素に変わったということは全員が納得していた。変化の仕方についても、ろうそくが短くなったことを基にして考え、酸素がろうそくの成分と結びついて二酸化炭素になったのではないかと推論する子どももいた。二重下線部の発言から読み取れるように、「集気びんがかもった」という結果をもとに、差の1%の酸素は水に変化したと推論する子どももいた。複数の情報からより妥当な考

えをつくり出そうとする姿が見られた。しかし、クラス全体では、1%の差について「より妥当な考え」の方向性が明確にならなかった。「集気びんがくもったこと」「ろうそくが短くなったこと」を総合して考えると「1%」は水になったと考えられるのではないかと想定して学習を進めたが難しかったようだ。「観察力」をしっかり身に付けて複数の情報を読み取ることはできたが、「話し合いの方向性」がはっきりしなかったことが原因であろう。やはり「話し合う力」も身に付けておくことが必要だと考えられる。

また、下線部の「酸素が水になるのはおかしい」という発言からは「化学変化」をイメージすることの難しさが読み取れる。目に見えない酸素が水に変化するという理解するのは難しい。また、「化学変化」について「状態変化」で説明を付けようとしている子どももいた。既習事項を活かして説明する姿はとても素晴らしい。しかし、目には見えない化学変化について理解することが難しいことが読み取れる姿でもある。水は目に見える形で表れているにも関わらず説明が難しいのだから、目に見えない酸素が目に見えない二酸化炭素に変化するというのをどれだけの子どもが実感できているのだろうか。もっと丁寧に学習していく必要があると感じた。だからこそイメージ図が有効なのかもしれない。小学校で化学変化について考えていくことは、中学校で分子や原子についての学習をより深く理解することにつながると考えている。今度の課題である。

今までの学習を活かしてジャガイモパーティーをした。ろうそくが燃えている様子を何度も見てきた子どもたちは炭が燃える様子を興味深く見つめていた。子どもたちは、物を燃やすには酸素が必要なこと、消すためには酸素の通り道を遮断して割合を減らせば良いことを、炭が燃えている時、砂をかぶせて火を消した時に適用して考えることができていた。主体的に学習できたことが子どもの感想の中から読み取ることができる。その中で、「分かっているけど本当にできるか心配」という感想が多く見られた。本校の課題でもあるが、学習と生活が結びついていない現状がある。それを少しでも近づけられたのではないかと感じている。



ジャガイモパーティーをする前は今までの実験結果を見て考えたのだと砂をかぶせるだけで火が消えることになっていたけれど、本当にそれだけで火が消えるのか心配でした。しかし、本番では砂をかぶせて酸素の入り口をふさいで本当に火は消せました。

火について知ることによって、普通は火が消えたと思うだけだけど、空気の通り道がなくなったから消えた、今酸素が減ったから消えたんだと考えることができるようになりました。何も知らないより知っている方がいろいろ考えられておもしろいと気が付きました。ジャガイモがおいしかったし、楽しく理科の学習ができて良かった。

Ⅲ 成果と課題、改善案（2017年度の実践に向けて）

これまでの実践を振り返り、科学が好きな子ども像に迫るために設定した4つの手立ての成果と課題を明確にして、これからの実践研究につなげていく。

①意欲的に問い続け、学び続ける子どもにするために

- (1) 身近な自然の事物・現象を観察して、子ども自ら「なぜ？」を見出し、解決方法を考える時間を設定し、「なぜ？」を解決していけるような単元を構成して学習を進めていく。

○成果

どの実践においても、自然事象に触れることで子ども自ら「なぜ？」を見出すことができていた。空気ポンベの実物と300L分の空気を集めたビニル袋の体積を比較すると明らかに違いがある。でも実際に空気ポンベの中には300Lの空気が入っている。そこから「なぜ？」が生まれ、意欲的な追究が始まった。消防士なら「水ポンベ」を持っていけば消火に役立つのに、なぜ水ポンベではなく空気ポンベなのか、という疑問もこの単元を通して理由を説明することができた。

また、今年度の改善点である、「解決方法を考える時間の設定」でも成果があった。だ液の働きを調べるための実験方法を考えていった場面である。最初は手順を簡単に書くだけで、具体的な操作がイメージできていなかった。子どもたちの話し合いと教師の支援を通して、何を調べるために何と何を比べるのか、そのためにそろえる条件は何か、どのような器具を使えばよいのかを明確にして、考えを改善することができた。見出した「なぜ？」を意欲的に解決するには、解決方法も自分たちで考える必要がある。自分たちで考えた実験方法だったので、見通しをもって実験し、考察もスムーズに進めることができた。

●課題

解決方法を考えるためには時間がかかった。設定した場面では「かむ」「温度」「だ液」とでんぷんを変化させるかもしれないと考えられる要因が複数あり、実験方法が多岐にわたり混乱させてしまった。

5年生の電磁石の実践では、実験の目的が曖昧で、すぐに考察できない場面が見られた。

◎改善案

実験方法を考える時間を設定することは継続していく。その場面は系統性を考え、内容が高度になりすぎないようにする。さらに、3年生から6年生まで系統的に指導できるようにしていく。

また、予想を立て、それを話し合っただけで実験方法を明確にしていくプロセスをもっと丁寧に行えるように授業改善をしていく。なぜこの実験をするのか、実験して結果が出たら何が分かるのか、実験する意味を子どもが明確にして、見通しをもてるようにしていく。

(2) 子どもが問題を解決する必要感をもてるようにするとともに、「つながり」を意識した単元を構成し、身に付けた力を活用する場面を設定する。**適用**、**改善**、**分析**、**構想**の視点で知識を活用できるようにしていく。(全ての実践に【活用の視点】を明記する。)

○成果

てこの学習では、てこの規則性が身の回りでどのように活用されているか具体的に複数の道具について調べていった。1年間の学習の振り返りにも「今まで理科は理科の中のことだけだと思っていたけど、てこの原理のじゃぐちのように意外と身近にあった」と記述されていたように、理科と生活のつながりを感じ取っていた。さらに、「呼吸」を「燃焼の仕組み」や「光合成」の学習と結び付けるなど、「つながり」を意識して学習を進めてきた姿が、「理科の学習は繋がっているんだなと思いました。何も関係ないように見えて、実はよく繋がって、次の学習に生かせるのは本当におもしろいなと思います。」という記述に表れていた。学習を「つなげる」ことで「広がり」と「深まり」が生まれた。そうすることで、新しい「なぜ？」を見出し、(1)の手立てにつながった。意欲的に問い続け学び続ける姿を実現するには(1)と(2)の手立てをうまく関わらせることが大切ということも見えてきた。

また、5年生の実践では、前の学年で学習したこととつなげながら学習を進めることで、深い理解につながった。既習事項を模造紙にまとめて掲示し、いつでも振り返ることができるようにしておいた成果だと考えられる。

そして、【活用の視点】を全ての実践に入れることによって、その単元ではどこを重点的に指導していくと良いのかが明確になってきた。

●課題

内容面でつなげることができるようになってきたが、「エネルギー」や「粒子」などの見方や考え方をつなげられている実践が少ない。

活用の視点に偏りがあり、系統的に指導することができていない。学年内での系統、3～6年までの系統も曖昧である。

◎改善案

物が変化する時にはその要因として必ず何かの「エネルギー」が働いている。学習指導要領で示されている「エネルギー」の系統以外の学習内容にも「エネルギー」の見方は適用できる。例えば土地が変化するには莫大なエネルギーが働いているし、地面の温度が変化するのは太陽のエネルギーが大きく関わっている。植物の発芽、成長、天気の変化など、「エネルギー」の視点と結び付けながら学習を進めていくことで、「つながり」が増え、子どもたちの視野が「広がり」をもつと考えられる。

また、「改善」「構想」の視点で知識を活用できている実践が少ない。「改善」する姿が見られるには、既習事項と実験して確かめたことや自分と違う考え方をつなげなければならない。実験方法を「構想」するには(1)の手立てとつなげなければならない。各学年でこの二つの視点でも実践ができるようにしていく。

②問題に対してみんなで考えを出し合い、解決していこうとする子どもにするために

(1) 理科学習の学び方を理解して、理科の楽しさと自然を愛する心情を感じることができる単元を通して見通しをもつ時間、それを振り返る時間を確保していく。

○成果

どの学年でも、子どもたちが「問題→予想→実験方法→実験→結果の整理→考察→結論→新しい問題」というプロセスを辿ることができた。卒業前の6年生に、時間の都合で問題を設定してすぐに実験をしようとしたら「先生、予想を立てていないのに実験していいんですか。」と言われてしまった。

子ども自身が問題解決のプロセスを理解している姿であった。

1時間の授業で見ると、予想を振り返る考察の時間、単元で見ると学習全体を振り返る時間をしっかり確保できていた。そうすることで①－(2)で示したような「つながり」が生まれることもあった。学び方と学習した内容の両面で単元全体を振り返ることはとても有効な手立てであった。

さらに、昨年度までの大きな課題であった、B区分や他の学年の学習への広がりも成果が見られた。科学が好きな子どもを増やすためには各学年で実践していく必要がある。今年度は校内の研究組織の中に「SONY 部会」が設置された。3～6年生の担任の部員がいるので、これからさらに広げていくことができる。B区分の実践として「月と太陽」「人の体のつくりと働き」を行った。理科には様々な分野があるが、どれも「不思議」や「楽しさ」で溢れている。「月を見ると喜びを感じられるようになった」「肺や心臓など、自分の体の中がすごくかしこい仕組みになっていておどろきました。」「なぜ何もなかった地球から、これほどまでに複雑な臓器をもって頭の良い働きをする人間が生まれたのかな。」といった自然の素晴らしさを感じ取った記述が多くみられるようになってきたことが成果である。

●課題

自然を愛する心情をさらに育てていくには、本校の自然環境と理科学習の時間だけでは限界がある。1時間の授業は一生懸命取り組んでいるが、意欲が継続していない。

さらに、学習したことを身の回りの自然事象に進んで適用する姿があまり見られない。

◎改善案

「月と太陽」の実践で示したように、自然事象と継続的に関わったり、理科学習の時間以外で自然事象と触れ合う時間を設定したりして、自然事象に親しむ時間と機会を多くする必要がある。宿泊体験学習など、校外に出る機会を活用していくことが考えられる。

また、この実践で示したように、学習したことを身の回りの自然事象に適用する活動を多く取り入れて、身の回りの物を理科の見方・考え方を働かせて見られるようにしていく。

(2) 自分に必要な情報を読み取る観察力と、グループやクラスで予想や考察を話し合い、より妥当な考えをつくり出すための能力を身に付け、共に学ぶ良さを実感できるようにしていく。

○成果

「月と太陽」の実践では、観察の仕方を確認してから学習する中で観察の視点を広げていった。そうすることで、子どもにとって必要感のある観察になり、月の形と太陽の位置関係について推論してより妥当な考えをもてるようになっていった。理科学習の振り返りにあった「見える景色が変わってくる。これは、4月のときと、3月で比べると僕たちが見ている景色は全然違うと思います。この変わった景色は6－1だけにしか見えないと思います。」という記述からは、自分たちが共に学んできたことに自信をもっている姿だと考えられる。他にも「友だちの考えをメモできたので、考察しやすかった。」「友だちの意見を聞いて考えが広がった。」という記述が多く見られた。これは、共に学ぶ良さを実感している姿だと考えられる。

●課題

観察力の系統性や観察する対象と問題意識によっての見方が曖昧。例えば、全体と部分で見ると、原因と結果の関係で見ると、時間的な関係で見ると、明確になっていない。

話し合う力の指導が曖昧である。「より妥当な考え」にしていくための話し合う力が育成できていない。さらに「より妥当な考え」を導くために、実験結果をどのように結び付けていけばよいのかも明確にできていない。

◎改善案

理科の見方・考え方を働かせて観察力を高めて、より妥当な考え方をくり出すようにしていく。新学習指導要領を作成するためのワーキンググループでは、「質的・量的な関係」「時間的・空間的な関係」「原因と結果」「部分と全体」「多様性、共通性」「定性と定量」などの見方・考え方が示されている。それらを働かせて学習を進めていけるように学年内での単元の配列や他学年の学習とのつながりを意識して学習を進めていく。

IV 次年度計画（2017年度の実践計画）

これらの改善案を踏まえて、次年度は科学が好きな子ども像を改善する。今年度まで目指していた「意欲的」というのは、どのような姿なのか明確ではなかった。そこで「意欲的」とは、理科学習の時間以外でも

自然事象に親しむ姿と捉え直すことにする。「進んで自然にかかわる子ども」を目指していく。

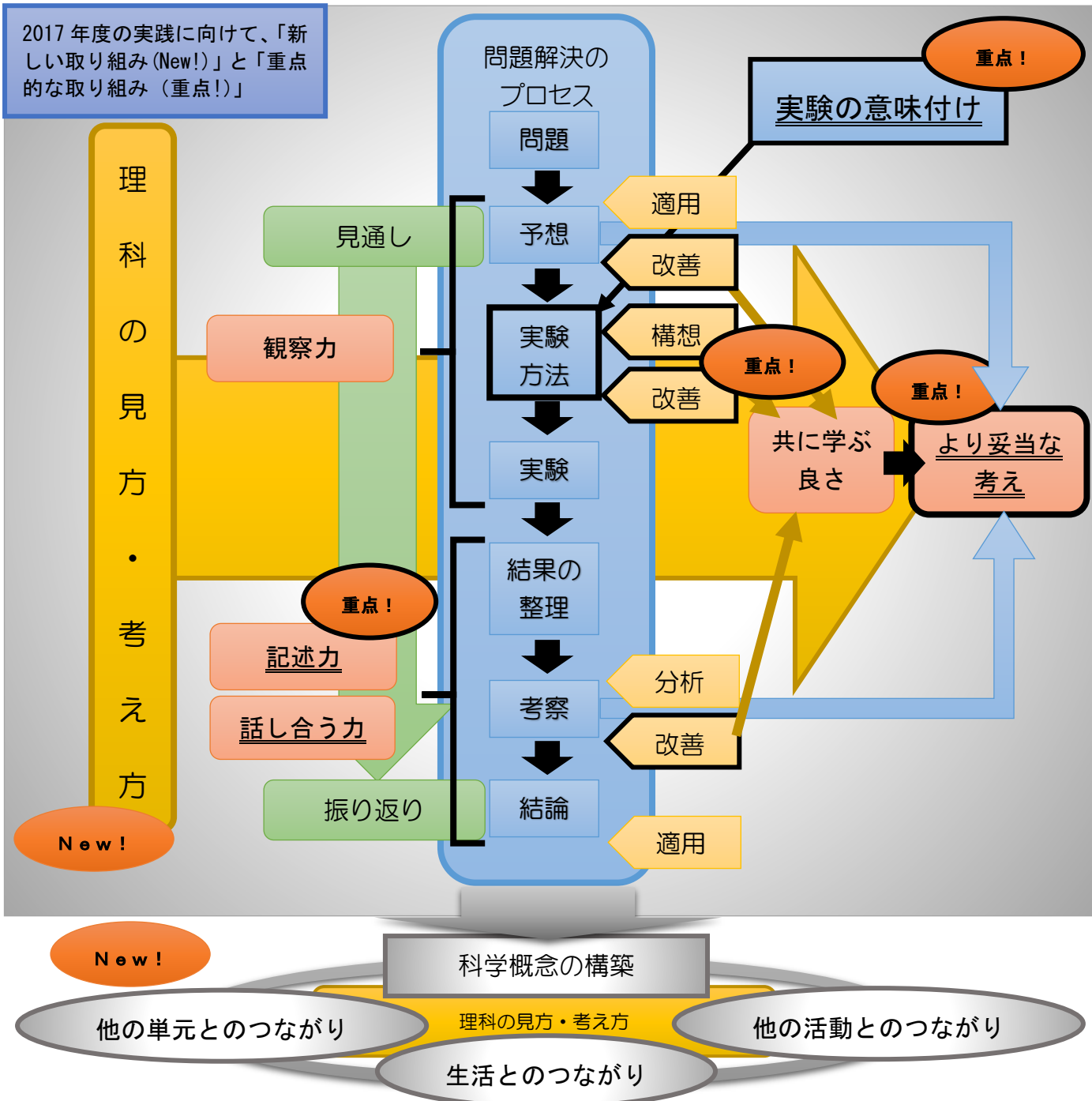
また、「問題を解決する姿」は、1つの答えを追い求めるのではなく、「今のところ、いちばん確からしい説明」をしていくことである。そこで「解決していこうとする子ども」をより具体的に捉え直し、「より妥当な考えをつくり出す姿」を目指していく。(下線部が改善した子ども像)

＜2017年度の本校が目指す科学が好きな子ども像＞

①問い続け、学び続け、進んで自然にかかわる子ども

②問題に対してみんなで考えを出し合い、より妥当な考えをつくりだしていく子ども

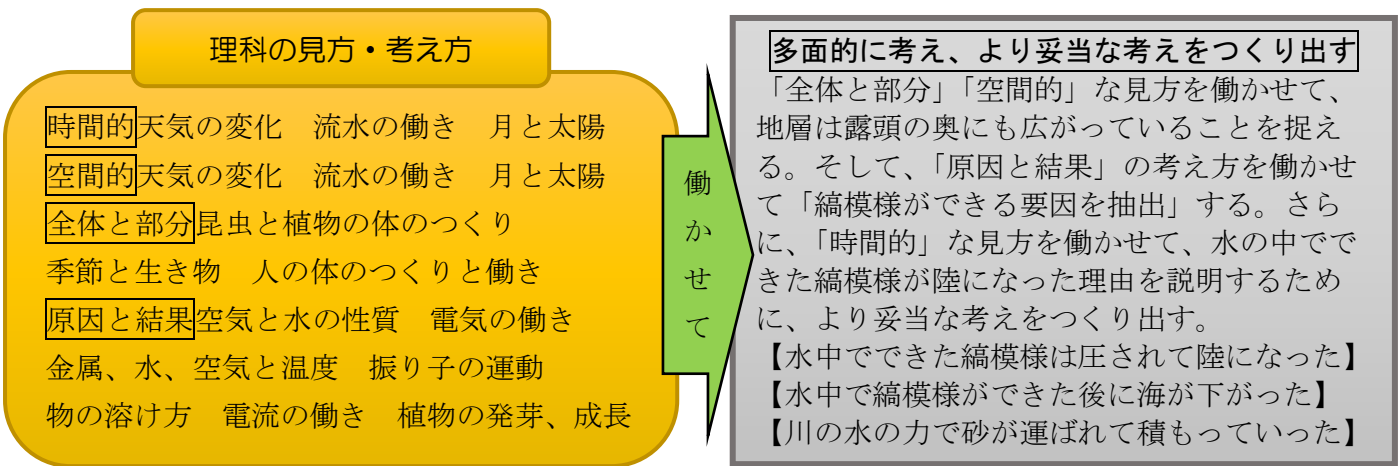
2015年9月から2016年7月までの実践の課題を踏まえた改善案をまとめると、全ての手立てが繋がっていることが分かる。次年度はそれぞれにつながりをもたせることにより、科学が好きな子ども像を目指す。



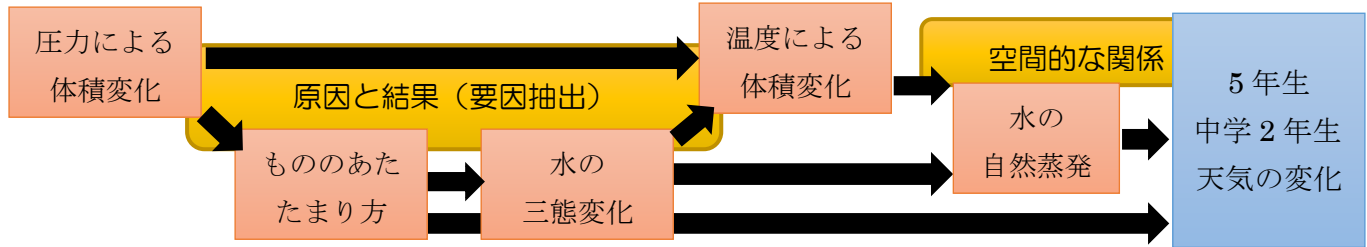
次年度は、これまで大切にしてきた子どもが自ら「なぜ？」を見つけ、「なぜ？」を解決したくなるような自然事象を扱っていく。さらに、主体的な問題解決を繰り返していけるような単元を構成していく。それに加えて、「理科の見方・考え方」を働かせて学習を進めていく。さらに、「理科の見方・考え方」を働かせて他の単元や活動とつなげたり、生活とつなげたりしていく。

今年度成果が上がらなかった「話し合う力」、「記述する力」を生かした学習、「改善」「構想」の視点で知識を活用している学習、「より妥当な考えをつくり出す」学習ができるようにしていく。さらに、様々な「つながり」をもっと意識して、「広がり」が出るような学習にしていく。

理科の見方・考え方を働かせてより妥当な考えをつくり出すための指導計画 「土地のつくりと変化」



空気と水の学習の「つながり」を意識して、見方を「広げる」ための指導計画（単元配列）



「圧力による体積変化」で獲得した科学概念を「温度による体積変化」で活かすことができるようにしていく。「閉じ込めた水は圧すことができなかつたから、温度を変えても変わらないのではないか」という予想を立てたり、「空気は360度の力で押し返してきたのだから、暖まって膨らむ時も360度なのではないか」と考察したりできるようにしていく。

また、水の暖まり方を調べる際に泡が発生していることを発見した子どもの気づきを取り上げて、「水の三態変化」の学習につなげる。そこで学習したことが、水は地面から常に蒸発しているという学習とつながり、5年生や中学2年生での気象の学習へとつながっていく。そうすることで当たり前のように身近にある「水」と「空気」について「原因と結果」だけで見るとはならず、空間的な見方に「広げる」ことができると考えている。内容のつながりだけでなく、「理科の見方・考え方」のつながりも意識して学習を進めていく。

生活や他の活動との「つながり」を意識した指導計画

4年生は、社会科で水道事業が意図的、計画的に行われ、安全な水が安定供給されることで生活の質が保たれていることを学習する。そこで「水の循環」についても触れることで、理科の「水の自然蒸発」の学習と結び付けることができる。水は生きる上で欠かせない物であり、生活とつなげることができる。

5年生が行う宿泊体験学習のプログラムの一つに、川に行って河原の石を観察したり、カーブの内側と外側の流れの違いを実験したりしていく。

また、4年生では、季節と生き物の関係を見出すために継続的に観察していく。5年生では、天気は西から変わってくるということを生活に活かせるように観察を継続して、天気を予想できるようにしていく。

このような「つながり」を意識して学習を進めていくことで、科学が好きな子どもの姿を実現していく。

V 終わりに

今回の一番の成果は、学校の組織に SONY 部会ができて研究が他の学年に広がっていたことである。若い教員たちが一生懸命取り組んでいる姿は子どもたちをやる気にさせていた。校内での研修をさらに充実させ、「科学が好きな教員」を増やすことが「科学が好きな子ども」を増やすことにつながると思う。今年度、本校からは、SSTAの若手研修、東日本ブロック特別研修に参加させていただいた。そこで学んだことは次年度の研究計画を立てる時にとっても参考になった。これからも「なぜ？」を見つけ、「なぜ？」を解決することが「楽しい！」と目をキラキラ輝かせる子どもたちを育てていきたい。

(研究代表者・執筆者 境 孝)