

## 1 はじめに

理科に関する意識調査において、「実験は面白いけれども、理解するのは難しい教科である」という結果がある。これまでに私が担当した子どもたちにも、そのような意識をもっている子が少なくなかった。このような理科に対する意識の原因として二つのことが考えられる。

一つ目は、目で実際に見ることができないものに対して、理解がなかなか進まないということである。物理分野では「力やエネルギー」、化学分野では「分子や原子」、生物分野では「人体」、地学分野では「宇宙」などが例に挙げられる。これらの分野では、個々の想像力が必要となってくる。たとえば、小・中学校で取り上げられる「地層」を例に考えると、地中の見えない部分を頭の中でイメージできる子どもの理解度は比較的高く、教科書に書いてある内容より発展した内容に疑問をもち興味を示していた。しかし、イメージができない子どもは、「分からない」「難しい」「つまらない」を繰り返していた。このような『目で見るできないもの』を理解するためには、「目で見るができる何か別のもの」に置き換えて、具体的なイメージをもてるようにすることが大切ではないかと考える。

二つ目は、「実験・記録・考察（まとめ）」の一連の流れが、子どもたちの中で十分につながっていないということである。観察の視点が定まっておらず、目の前で起きている現象に心を奪われ、実験に夢中になってしまっているため記録が疎かになってしまふ。その結果、考察の基となるはずの記録が十分に揃っていないため、考察では記録ではなく記憶に頼る部分が出てきてしまい、科学的な根拠が不足してしまう。さらにこのケースでは、実験に時間がかかり、考察が後日となってしまうと、実験の記録に値する部分の記憶が鮮明ではなくなってしまう、極端に理解度が落ちてしまう。例えば、小学校で学習する「季節と生きもの」では、記録が上手で、普段から日記をつけている子どもたちは、自分の記録を頼りに、前の季節のようすと今の季節のようすを比較することができていたが、上手に記録ができない子どもや前の季節のようすを思い出せない子どもたちは、観察がいつの間にか自然と楽しく触れ合うだけの時間に変わっていた。

この二点から「理科は理解するのは難しい教科である」というイメージを払拭し、「理科は楽しい」と思える鍵として、他の生徒と力を合わせて課題を解決する仕掛けが有効ではないかと考える。現在担当している生徒たちの、発想力や実験の技能、観察力などの力量に驚かされることが多くある。そこで、個がもっているそれぞれの能力を相互に生かし合える工夫をすることで、「このクラスで理科を勉強したら楽しかった。なんか理科が分かるようになった。」と思えるのではないかと思う。そのためにも、想像力に長けている生徒、実験力に優れている生徒、記録する能力が長けている生徒…、それぞれの能力をもっている生徒たちをそれぞれが活躍する場をつなぎ、生徒同士の相互作用を準備することが、教師の大切な役割の一つではないかと思う。

## 2 研究の仮説と手だて

### (1) 研究の仮説

#### < 仮説 1 >

意図的に編成したグループで実験・考察を行い、自分の言葉でまとめたり、説明したりする場を設定することによって、実験・考察の質が向上するとともに内容の理解が深まるであろう。

理科が得意な生徒と理科に苦手意識をもっている生徒、想像力が豊かな生徒、実験が得意な生徒などを意図的に合わせたグループを編成する。このグループで実験・考察などの活動をさせることにより、理科に苦手意識をもっている生徒、意欲的、主体的に取り組めない生徒、実験は楽しめるが考察に取り組めない生徒を、他の生徒とのかかわり合いを通して、実験・考察に参加させる。これにより、「共に学ぶ楽しさ」はもちろんのこと、『実験の進め方』『考察の進め方』をお互いに学び合い、個々の能力に応じて、「実験の楽しさを知る」「実験器具の使い方を知る」という生徒から、「友だちに教えながら実験・考察を行うことにより、より理解を深める」「いろいろな考え方を知ることにより、考察により深みをもつことができる」など、個に応じた成長を促すことができると考えた。

#### < 仮説 2 >

目で見ることができないものをイメージさせてから実験を行うことで、目で見ることができない部分を頭の中のイメージで補い、内容の理解が深まるであろう。

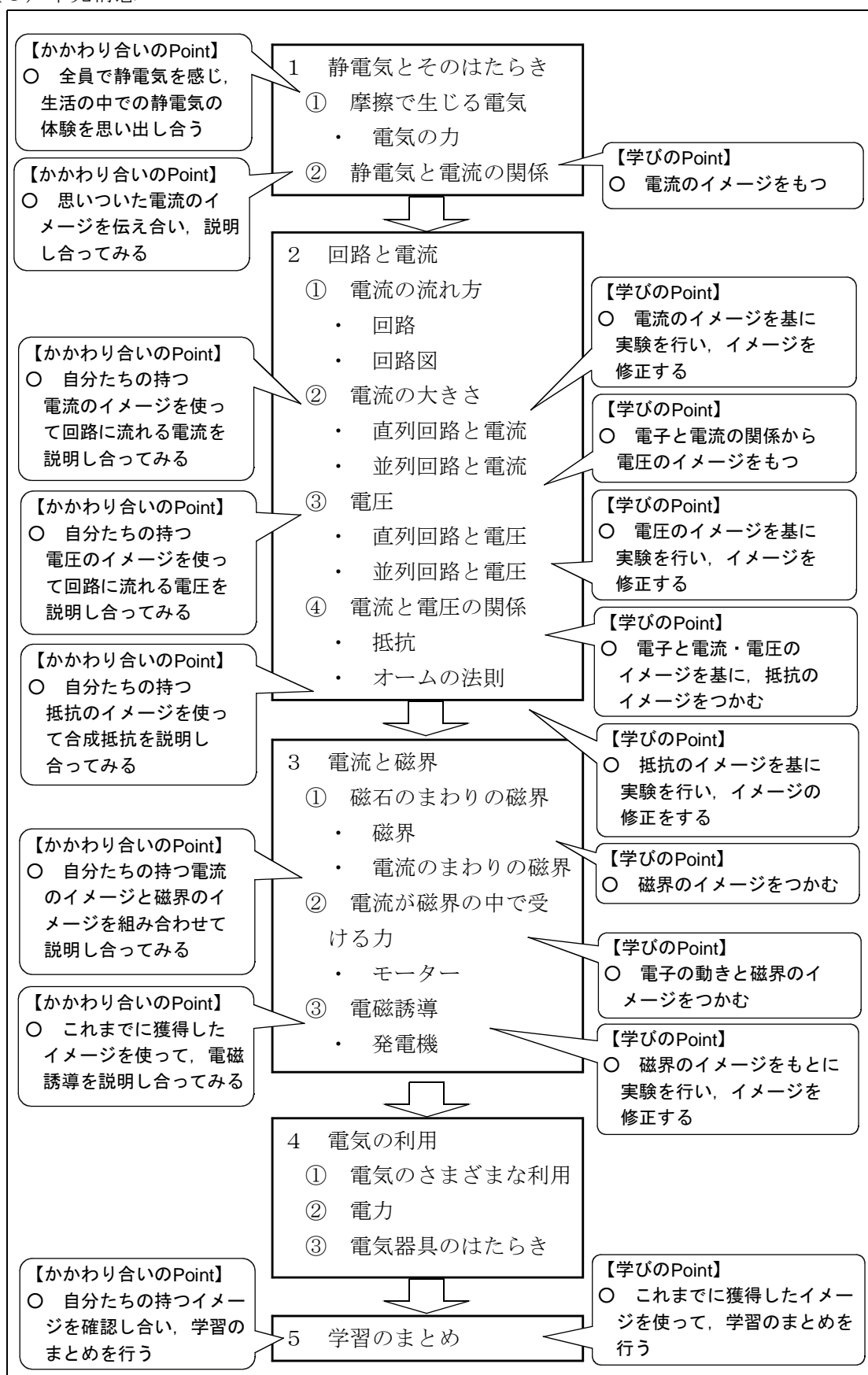
第2学年で学習する「電流とその利用」では、生徒が学習の対象となるものを直接見ることができない。具体的には、「電流」「電圧」は実際に見ることができず、測定機器が指す値で間接的に知ることになる。「磁界」「磁力線」は、鉄粉の並ぶ様子や方位磁針で間接的に見ることができが、「磁界」「磁力線」そのものは見ることができない。「抵抗」「電力」については、理科の実験では測定機器で測定せず、電流の値と電圧の値から計算で求めて知ることが一般的である。また、教科書や補助教材の流れを見ると、実験を行いその結果から考察を行う流れが伺える。

そこで、単元構想を見直し、目で見ることができないもののイメージをもった状態で実験を行うことにより、生徒はより内容の理解を深めることができるのではないかと考えた。実験の前にイメージをもつことにより、実験中に目の前で何が起きているのかを想像し、実験中に何が起きているのか話し合ったり、確認し合ったりすることができる環境を作ること、個々の能力が相互作用し合い、生徒一人一人の理解が深まるはずである。

### (2) 研究の手だて ～第2学年「電流とその利用」の単元において～

- 単元を通して、意図的に編成したグループで学習を行う
- イメージをもたせてから実験を行う
- 個々がもつイメージを共有し、修正ができる環境をつくる
  - 単元終了後にアンケートを行い、生徒の変化を捉える

(3) 単元構想



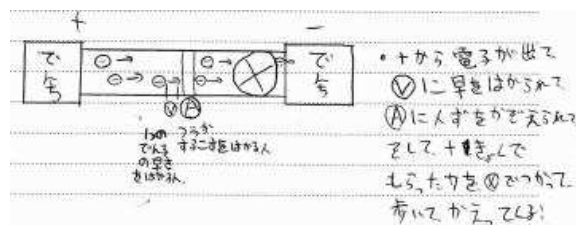
#### 4 研究の実践と考察

##### (1) 電気は楽しい ～電気の世界への興味付け～ <仮説1>

「電流とその利用」の学習に対して、興味をもって取り組めることと、友だちとかかわって学習していくことの意識付けを目的として、ライデン瓶を利用して静電気を体験する実験から本単元を始めた。はじめは実験をやってみたい人だけで手をつなぎ、感電を体験した。「痛い」「あれっ？何も感じない」などそれぞれの感想が飛び交うと、「やっぱりやってみたい」という声があがりだし、最終的にクラス全員で手をつなぎ静電気を体感した。その中で、冬にドアノブを触ったときの痛みを思い出したり、友だちと触れた瞬間に静電気を感じた時のことを思い出したりと、自分自身の生活体験を基に、静電気について話が盛り上がった。そこから、「静電気はどのように起きるのか」「どんな条件で静電気が起きるのか」などをみんなで意見を出し合い、考えることができた。

##### (2) みんなが電子 ～電流とは何か、電圧とは何かを知りイメージをもつ～ <仮説2>

電流についての学習では、電流計のしくみとはたらきの説明から行った。スーパーの入り口などで行われている通行人数調査の話をしてから、それを模して何人かの生徒を歩かせ、電流計の仕事は通行人数調査と同じような仕事をしていることを



【生徒のメモ①】

伝えた。すると「実際には、電流計は何の数を数えているのか」「電流計はどのくらいの時間数えているのか」という質問が生徒からだされ、「電子と呼ばれるマイナスの電気の粒の数であること」「1秒あたりに通過する電子の数を数値として表していること」を伝えた。その説明から、納得できるイメージをつかんだ生徒は、すぐにノートや教科書の電流の説明に加えて、浮かんだイメージをメモする様子見られた。

##### (3) 直列回路と並列回路 ～獲得したイメージを次の学習に活かす～ <仮説1, 2>

直列回路や並列回路では、電子がどのように振舞うのかという観点から学習を行った。「電子が一本道で行列しています。この状態で任意の場所で人数調査をしたらどうなるのか」「電子が流れる道が、2つに分かれています。同じ太さの道だったらどうなるか。また、片方が狭い道、片方が広い道ならばどうなるか」という問いかけを行った。「一本道なら、どこで電流を測っても一緒だって。」「道の通りやすさによって電子の流れる量が決まるんじゃない」という回答がすぐに出された。グループごとに、考えをまとめ発表させたが、どのグループも短時間で話をまとめ、黒板にイラストを書いたり、実際に人を動かして説明することができた。どの



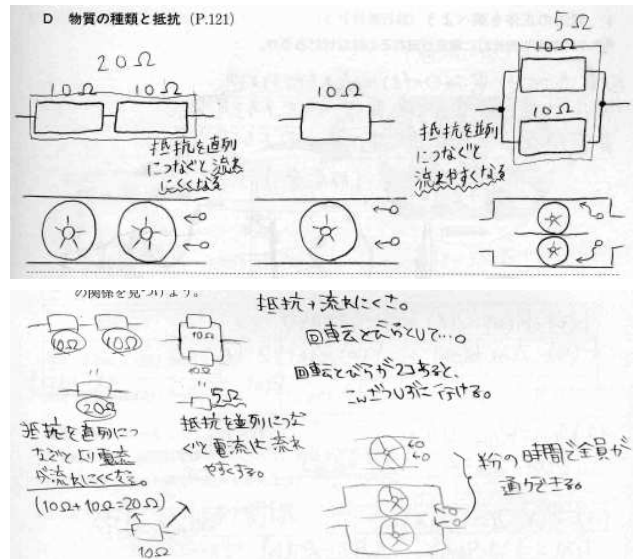
【実験の様子】

の通りやすさによって電子の流れる量が決まるんじゃない」という回答がすぐに出された。グループごとに、考えをまとめ発表させたが、どのグループも短時間で話をまとめ、黒板にイラストを書いたり、実際に人を動かして説明することができた。どの

グループも、これまでに獲得した電流などのイメージを基に、直列回路と並列回路で電子がどのように振舞うのかという視点で考え、理論にたどり着くことができていた。また、その後に行った実験では、「これは並列回路だから、こっちに流れる電流が分かれば、もう一方も分かるはずだよ」など、自分たちのイメージが実際の実験値と同じであるかどうかに関心を置いて、取り組むことができていた。

(4) 抵抗は回転扉だ ～電気抵抗の定義～ <仮説1, 2>

抵抗とは電流を流れにくくするものであることを説明した。すると今度は、自分たちを電子、学校の廊下を回路、先生を抵抗と考え直列回路と並列回路を利用してイメージを説明する様子や、自分たちを電子、回転扉を抵抗、自分たちが持っているエネルギーを電圧と考え、抵抗と電圧の関係を説明する様子が見られた。さらには、それぞれのイメージを友だちに伝えることを通して、イメージをより実際の抵抗の振る舞いに近いものへ修正していく姿が見られた。



【生徒のメモ②】

合成抵抗を考える時には、抵抗のイメージを上手に利用し、直列回路では、抵抗をつないだ分より電流が流れにくくなること、並列回路では、逆に電流が流れやすくなることを、これまでに獲得したイメージを基に、感覚から理論に迫り説明できている姿が多く見られた。

(5) 小学生にも分かる〇〇 ～学習のまとめ～ <仮説1>

単元のまとめとして、「小学生にも分かる〇〇」をテーマにまとめを行った。テーマの〇〇に入るキーワードは、「オームの法則」、「磁石と磁界」、「電流と磁界」、「電磁誘導」、「電力とその利用」の5つから選択させ、学習したことを、1グループにつき八つ切り画用紙4枚にポスター形式でまとめさせた。



【まとめの活動の様子①】

まとめの時間を1時間と短く設定をしたことと、一班のノルマをB紙1枚ではなく八つ切り画用紙4枚をとしたことで、次のような様子が見られた。

## ア 学習内容の相互確認と個の理解度の認識

ポスターを作り始める段階で、グループ内で個々の理解した内容の確認が行われた。生徒A：「電流って粒が流れてるんだよね。」、生徒B：「マイナスの粒ね。」、生徒C：「電流の説明できるね？じゃあこの1枚に電流とは何かイラストつきでまとめてよ。」というような会話が各グループ内で飛び交い、自分の理解が正しいのかを聞き合い、お互いの理解度を確かめながらまとめる内容の分担が行われた。

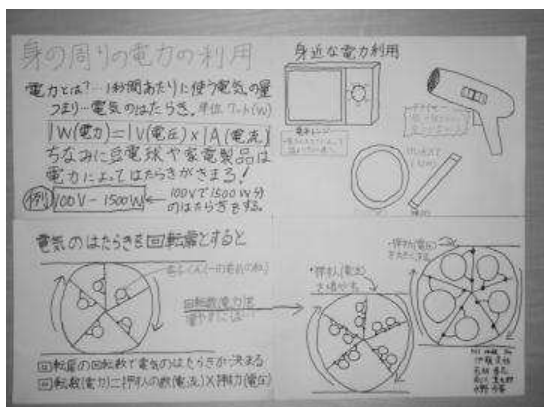


【まとめの活動の様子②】

また、生徒D：「あれ？磁界って何だっけ？」、生徒E：「鉄粉が並ぶやつ。」、生徒F：「鉄粉が並ぶやつでは小学生分かんよ。」というような会話に続き、ノートや教科書を見返す様子も見られた。生徒G：「ねえ何すればいいの？」、生徒H：「ノート見せてあげるからこれをまとめて」、生徒G：「うわっ。ノートめっちゃきれい。」というような会話も聞かれ、授業に真剣に取り組めていなかった生徒が、他の生徒の学習の跡を見ることで、今まではあまり関心がなかったノート等へのまとめの作業に関心をもつことができた生徒もいた。

## イ 学んだことの確認と定着

「時間無いんだからね。」授業の中盤になるとあちこちでこんな声が聞かれ、ほぼ全員がノートや教科書を片手に画用紙に向かう姿が見られた。ポスター作りなどは、内容をよく理解している生徒や、字の上手な生徒に任せて、それ以外の生徒は傍観者になってしまうことがよくある。しかし今回は、これまでグループ内で何度も話してきた内容であり、自分の担当をもち、それぞれが悩んだり、相談したりしながら作業を進めることができた。発表の際は、全生徒が自分が担当した部分の説明を行うことができた。



【生徒が作成したポスター】



【まとめの発表の様子】

## 5 まとめと今後の課題

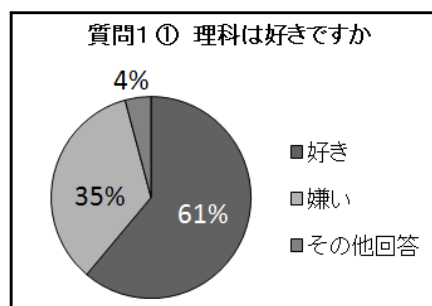
電流とその利用の単元を終えた後でも、「電流」や「電圧」、「抵抗」といった用語を、理解し説明できる生徒が予想していたより多かった。単元終了後のアンケートでは、グラフのような結果となった。

質問1②で、「理科がちょっと嫌いになった」「理科が今までより嫌いになった」と答えている生徒は、「イメージができなくて目に見えないので楽

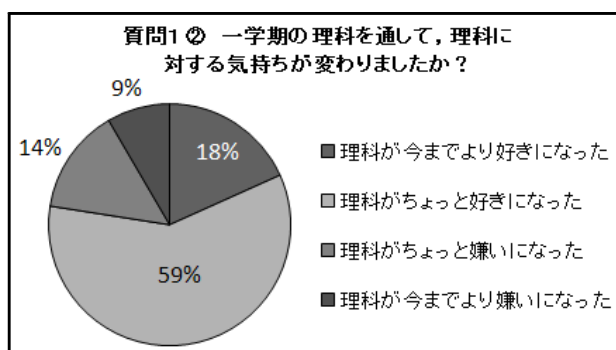
しくなかった」「全然分からなかった。教科書に書いてあること全てが、どうしてそうなるかが意味分からない。教科書に書いてあることを表面上でしか答えられないのが一番嫌だ」という感想を残している。逆に、「理科がちょっと好きになった」「理科が今までより好きになった」と答えている生徒は、「班で意見を考えて言うことが楽しかった」「最初はよく分からないところが多かったけど、自分たちで画用紙にまとめる授業で少しは分かった気がする」という感想を残している。このことから、実験の前にイメージをもたせ、意図的に編成したグループでの実験・考察などの学習活動を行うことで、イメージを共有し合う姿が見られ、学習内容の理解につながった。

本研究を通して、子どもたちが実際に目で見ることができないものの学習について考えることができた。目で見ることができないものを学習することの難しさを再認識すると同時に、そのような学習に対するアプローチの方法の1つを確かめることができた。個々が想像するイメージは様々であり、実際の現象と遠いものや、ほぼ合っているものなど様々

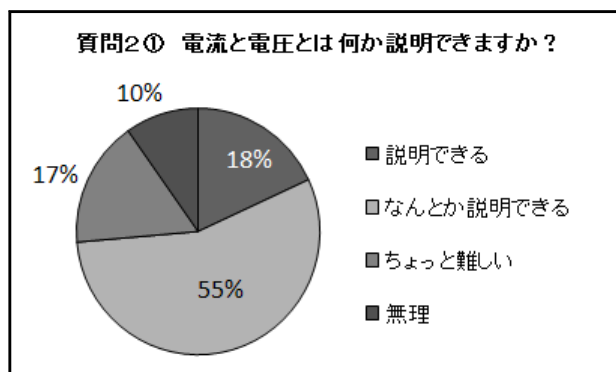
である。中には実験で、誤差が生じてしまうことがあり、その誤差の捉え方を間違えてしまうと、イメージを修正することを妨げる一つの要因となることもある。だからこそ、グループで実験を行い、お互いに確認し合うことが大切である。また、個々がもってい



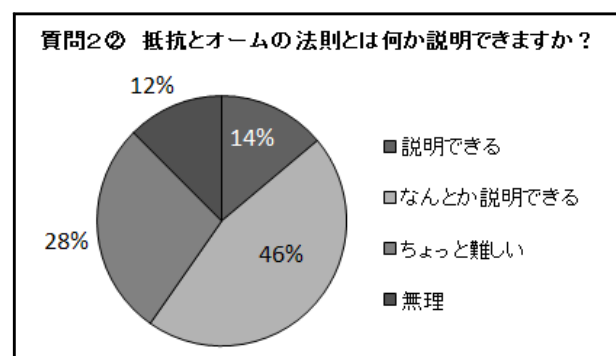
【アンケート結果①】



【アンケート結果②】



【アンケート結果③】



【アンケート結果④】

るイメージを教師が一つ一つ確認をして修正することも困難である。テストなどでイメージを書かせて解説させることや、一人一人と話し、イメージを確認し修正することは現実的に難しい。授業の中でより多くのイメージに触れることが大切であり、個々が満足できるイメージを少しずつ形成できるよう生徒同士の話し合いの場を確保したり、イメージを言葉や文字、イラストに表す工夫が大切であり、効果を発揮することが確認できた。また、目で見ることができないものに対し、より現実に近いイメージを自らもつことができることが理解につながり、学習に対する意欲も高まるということが分かった。

今後は、教師がはじめに例示するイメージを、どれだけ単純かつ応用性を多く含んだもののできるのかが課題であると考え。「みんなが話していることがさっぱり分らなかった」「なぜみんなが教科書と違う話をしているのか分らなかった」「教科書を読んでも授業に出てもさっぱり分らなかった」という生徒がいた。これらの生徒は、今回のグループ活動において取り残されてしまった生徒である。こうした生徒へのフォローはもちろん大切であり、行わなければいけないが、教師がより単純かつ応用性を多く含んだ例示を行い、その後、個々が各自でイメージを作り直したり、もったイメージをお互いに確かめ合う時間をしっかりと確保することが大切であると思う。そのためにも、生徒一人一人の能力と個性をつかみ、より効果的なグループでの活動を利用できる方法を模索していきたい。

電流のところはキライだったけど、意味が分かると楽しくなってきた。最後のレポートでは、きちんとまとめることができ、とても楽しかったです。

班で意見を考えて、言うことや実験が増えたこと。

イメージができなくて目に見えないので楽しくなかった。

【質問3 楽しかった？楽しくなかった？】

目に見えないので分かりにくかった。でも少しは分かりました。

最初のほうはよく分からない所が多かったけど、自分達で画用紙にまとめる授業で、私がちょうど電流をまとめたので少しは分かった気がする。

【質問4 分かった？分らなかった？】

全然分らなかった。教科書に書いてあることすべてがどうしてそうなるかが意味わからない。教科書に書いてあることを表面上でしか答えられないのが一番いやだ。

紙コップで音を大きくできるものをつくれるとわかり、夏休みに材料があって時間があつたらつくってみたいと思った。たこ足はたくさんつなぐと危険になると分かり、なるべくやめようと思った。

【質問5 学んだことを生活に活かそう？】

## 6 おわりに

当たり前のことだが、子どもたちが本当に充実感を感じるのは、「授業で学習したことや教科書に書かれていることを丸覚えしてテストでよい点数を取れること」ではなく、『学習したことが分かる』ことである。知識を一度咀嚼し、自分の言葉で言い換えることはとても難しいことであり、理解するということであり、『分かった』と実感できる瞬間である。理科で扱う内容は、大人ですら十分理解するのが難しい内容も含まれ、小・中学校の学習では「これはこういうもの」と丸覚えさせてしまうこともある。少しでもそうした丸覚えを減らし、該当学年の学習内容を少し超した内容に触れてでも、子どもたち一人一人が『分かった』と実感できる瞬間を増やしてあげたい。

挙手をして積極的に発言できない子や、テストでは得点が取れない子が、「あのね。」「うーんとね。」と頭を捻りながら、自分の中に創り上げたイメージを一生懸命友達に伝えようとしている姿はとても楽しそうで、目は輝いている。全ての子どもたちにこのような思いをさせてあげたい。