

見えないものを「見える化」することで、自分の考えを確かにしていく子どもを目指して

南魚沼市立五十沢小学校 小山 有佳（平成 20 年度）

## I 研究主題設定の理由

「電気は目に見えない」

そのため、電気の学習は児童が自分の考えを持ちにくい。目に見える理的事象であれば、考えを持ち、その考えを他者と比較したり、伝え合ったりすることで、確かめようと追究意欲を増すことができる。久保田（2023）は「単元を通じた自分の考えや実験を通して構築した主張（仮説や暫定的な結論）を何度も見直し、よりよい主張をつくり出そうとする継続的な学習活動の有効性」を示している。

そこで、本実践ではイメージ図を用いることと、電流を「見える化」する実験を行うことを手立てとした。児童の考え方を培うために森本（2008）は、ことばを何かに例え、キャラクターや粒子といったイメージで表出したり、説明したりしていく活動が重要であると述べている。イメージ図で表現すると考えが持ちやすくなり、他者との考えの比較もしやすくなる。さらに前のイメージと今のイメージを比較すると自分の考えの変容も捉えることができる。中学校ではモデル図を用いるが、本実践では小学生の発達段階を考え、イメージ図が有効であると考えた。さらに、見えにくい自然現象である電流を「見える化」して実験を行うことで、その子なりの見方や考え方で捉えやすくなることにつなげたい。

## II 研究内容

本実践は、4年生理科「電気のはたらき」の単元において、28名（男子13名、女子15名）の児童を対象に行う。

### 1 電気の流れについての考えを「見える化」させるイメージ図の工夫

ものを予想させたり、その違いを明確にさせたりするためには、イメージ図で表すことが言葉で説明するよりも容易に表出できると考える。イメージ図には表現に限定をかけず、記号や色、キャラクター、矢印など、自分の考えを表出するために何を用いても良いこととする（図1）。

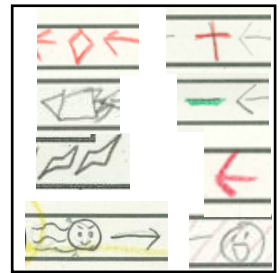


図1 実際に児童たちが用いたイメージ

電池2個の回路を比較する際のイメージ図は、電池1個の回路（回路A）、直列回路（回路B）、並列回路（回路C）の3つを並べたワークシートにする。実際の実験でも同じように並べ、視覚的に混乱が起きないようにする（図2）。

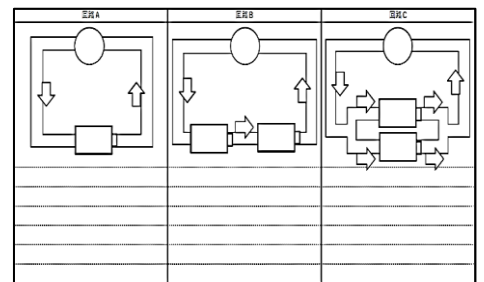


図2 イメージ図のワークシート

### 2 自分の考えを検証するための「見える化実験」の工夫

上記の3つの回路を流れる電流をそれぞれ測定する実験がある。「電池1個の回路」「並列回路」「直列回路」で比較すると、児童の実験では測定に失敗し、誤差が多く出ることがこれまでに多くあった。そこで、その実験の後に「教師実験で検流計を用いた各回路の電流測定（見える化実験1）」、「電流を水の勢いに見立てた流水モデル実験（見える化実験2）」という2つの検証実験を行うこととする。

#### (1) 見える化実験1 教師実験で検流計を用いた各回路の電流測定

電池からモーターまでの導線の中を通る電流量を明らかにするために、教師実験での測定を行う。検

流計は前時に児童が使ったものと同じ、児童用簡易検流計を用いる。

## (2) 見える化実験2 電流を水の勢いに見立てた流水モデル実験

電流量の違いをイメージさせるために、ペットボトルを用いた流水モデル実験を行う。[かげちゃん先生理科動画配信サイト]

500ml のペットボトルを電池に見立て色水を入れて割り箸で栓をしたもの。割り箸を抜くと直列回路モデルは勢いよく飛び出し、電池1個と並列のモデルはほぼ同じ勢いで出る。



図3 流水モデル実験用ペットボトル

## III 研究の実際

電池を2個つないだ回路の予想で並列回路の方が速いと考えた大多数の群(18人)にいた【Y子】、直列回路が速いと考えていた群(8名)にいた【S夫】について述べる。

### 1 実験からイメージ図を修正したY子

Y子は並列回路について、「+極と+極が合流しているから、電流の勢いが増すので、この回路がモーターが一番速く回る」と予想した(図4)。並列回路は電池が2つ導線につながっているため、電流が2つ分出ると考えた児童は多かった。この考えは学級の考えの中で大多数を占め、様々な表現の仕方イメージ図に書かれた。

結果で直列回路のモーターが一番速く回ることがわかったY子は、その後検流計の実験を行った後、「小さい電気が合流して合体して、電気が大きくなって、(電池1個の回路と同じ量の)いきおいが出ると思いました」とイメージ図を修正した(図5)。このイメージは、電池①②からそれぞれ小さい電流のキャラが出て、合流地点で大きなキャラになり、電池1個の回路と同じ大きさになっているという図であった。

Y子は、検流計の数値を見たことで考えを修正することができた。さらに、流水モデル実験(図6)で「水のいきおいが強かったので、電流の流れの強さのちがいがわかりやすかったです」と「見える化実験」が考えを確かにする上で有効であったことを感想に書いていた。

### 2 問いをもち、結果からイメージを修正したS夫

S夫は直列回路の方がモーターは速く回ると考え、並列回路については「電池①と電池②の導線が交わる際には、電池①のみの電流しか通れず、電池②の電力は温存される」と予想した(図7)。

見える化実験1で回路の電流を検流計で測る際、S夫は「ここ(枝分かれしている4か所)も測った方がいいね」と全体に向けて提案した。測定し、枝分かれ部分が全体を流れる電流の半分であることを読み取ると、S夫は「へえー、そうなんだ、半分なんだ。あ、それで合流なんだ」と発言した。

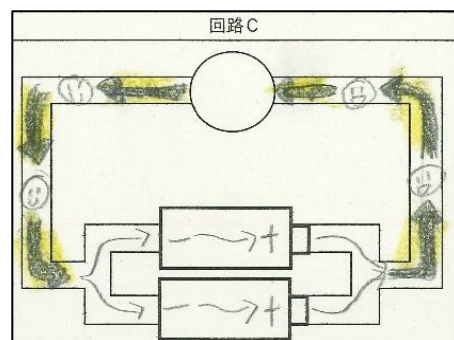


図4 Y子の並列回路の予想

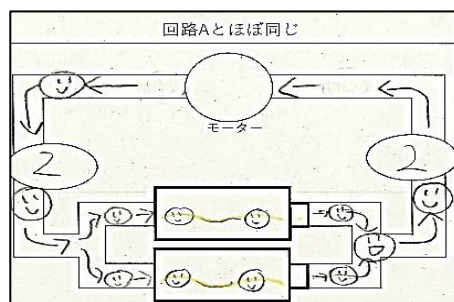


図5 Y子のイメージ修正



図6 流水モデル実験

すると、その後のイメージ図では、電池①②から出てくる電流を薄く表記し、導線が交わる部分で矢印が合わさって濃い赤い矢印になるイメージで表記した（図8）。

S夫は元々理科的な分野に興味のある児童のため、直列回路と並列回路に関しても流れる電流の量が違うことや、並列回路で電池が長持ちすることなどを知識として得ていたのではないかと考える。予想では比較的早い段階で「こっち（直列回路）はパワーがあって、こっち（並列回路）は長持ちすると思うんだよなあ」と呟いていた。

今回の枝分かれしている部分のイメージでは、S夫はどちらか片方の電流が全体の電流量で、もう片方は0であることを予想していたことがイメージ図からもわかる。しかし、実験結果で枝分かれ部分が全体を流れる電流の半分の値であることを読み取ったことで、S夫の中でイメージが修正され、「電流と電流が合わさって、モーターを回したあと分かれる」と考えた。

このように、S夫は予想したイメージを実験結果から得た数値などによって変化させていった。興味のある分野で知識は多いが、他の児童とは予想を伝え合うことが難しかったS夫は、イメージ図を用いることで、他の児童との考えの違いを明らかにして話し合うことができた。

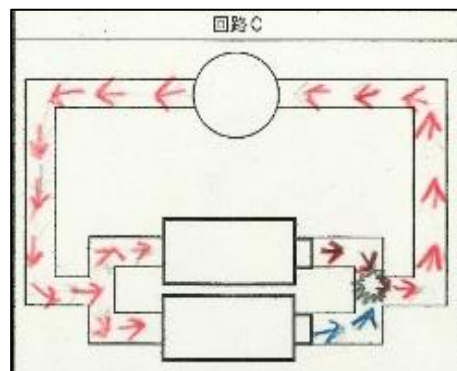


図7 S夫の並列回路の予想

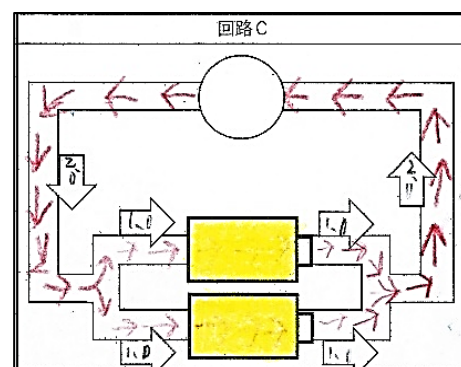


図8 S夫のイメージ修正

### 3 「見える化実験」それぞれの結果から

イメージをもって実験に取り組む中で、「ここ（枝分かれしてる4か所）も測った方がいいね」と提案したS夫のように、児童たちは「こうしたい」や「どうしてだろう」を口にするようになった。流水モデル実験を見た児童から「並列回路の水は、直列回路の水よりも長持ちしてた。並列回路は電池が長持ちするのかな」という疑問が出て、実験したいという声があがった。そのため、プロペラにモーターをつなぎ、電池1個の回路、直列回路、並列回路の3つを動かし続ける実験を行った（図9）。電池1個の回路が2時間40分、直列回路が2時間20分で止まったのに対し、並列回路が5時間で止まった結果を受け、「流水モデル実験と同じだ」「長くモーターカーで遊ぶには並列回路にするのがいいね」と話していた。

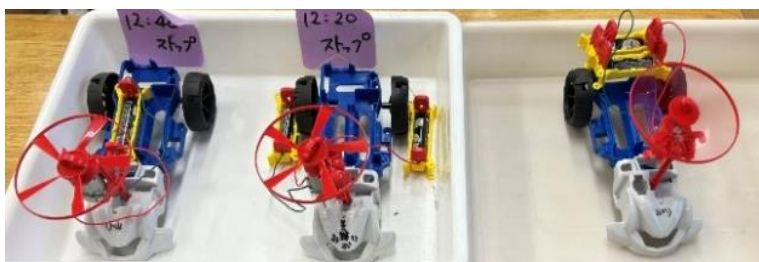


図9 電池の長持ち実験

しかし、自分の考えをイメージに表すことや、他の児童と考えを検討させることが難しい児童は、実際に実験し、体感して感得することがやはり一番有効であった。数値での読み取りや流水モデルの結果よりも、実際に走らせた方が直列回路の電流量の理解や考えを確かにしていくことにつながっていた。

学年が進むにつれて、目に見えない事象の理解が増えてくるため、感覚で理解し考えを確かにしていく児童からも納得が得られるような新たな手立てを考える必要がある。

## IV 研究の成果

### 1 電気の流れについての考えを「見える化」させるイメージ図の工夫について

事後アンケートによると、イメージ図に対して児童は肯定的だった。Y子は「目に見えないけど電気の

流れや強さがイメージ図でわかった」、S 夫は「目に見えない物を見ることも説明も難しいので、紙に書くことで見えなかったのが見えるようになったのが良かった」と評価していた。

電流の計測結果からイメージ図を並べて書くことは、それぞれの回路を比較して考えることにつながった。全ての児童が直列回路のみ電流量が多いことをイメージ図に表せた。またイメージ図に表せた児童は一部であったが、電池一つの回路と、並列回路を流れる電流の量がほとんど同じであることを理解し、自分の考えを確かにして文に表す児童が多くいた。

## 2 自分の考えを検証するための「見える化実験」の工夫について

「見える化実験」について事後アンケートで児童に「電流の量や流れ方をイメージするのに、一番わかりやすかったのはどの実験ですか」と聞いたところ、以下の結果だった。

手立て	支持数	支持する児童の感想
(1) 見える化実験 1 教師実験で検流計を用いた各回路の電流測定	3 名	一番わかりやすかった。水の実験や走らせる実験は電流の差があまりわからなかったけど、直接測ることで「お～」となった。
(2) 見える化実験 2 電流を水の勢いに見立てた流水モデル実験	13 名	水で電流に見える感じにして、わかりやすかった。直列は水がたくさん出ていたから電流が速くモーターに行くのがわかるし、並列は長持ちするのがわかるからです。

この結果から、「目に見えない」ということは理解が困難なことであり、考えを表出することも、共有することも難しい。各回路の電流測定で数字にして電流の大きさを「見える化」したことと、水流モデル実験で電流を水流に置き換えて「見える化」したことは、自分の考えを確かにしていくために有効であったことがわかる。

単元テストでは、知識・技能（表面）期待得点 80 点のところ学級平均 85 点、思考・判断・表現（裏面）期待得点 40 点のところ学級平均 41 点。両方とも期待値を達成した。その中でも「並列回路が乾電池 1 個のときと殆ど同じ速さで回ること」を問う問題と、「写真から電流の大きい方を読み取る」問題では全員が正答した。「見える化」実験での経験から得た結果と言える。

## V 今後の課題

・イメージ図で友達と意見を交換するうちに、良いと思ったものを自分に取り入れていき、段々似た表現が増えて同じイメージ図が増えていった。これは、話し合っって関わり合った結果のイメージ修正の表れである。しかし、個の表現としては淘汰されていっているような印象がある。友達と意味内容は同じものでも、あくまで自分の考えたイメージ図をもとに自分なりに追究し続け、自分の考えを確かにしていく授業を心掛けたい。

・イメージする事象は、理科だけでなく音楽や国語など他の教科でもある。どの教科でも自分なりに捉えたものを自分なりに解釈して、自分なりの表現の仕方で表し、そのイメージを用いて豊かな追究を行うことで、自分の考えを確かにしていけるように、理科授業をさらに工夫していきたい。

### <参考・引用文献>

- ・久保田善彦「これからの理科教育はどうあるべきか」、東洋館出版社、2023。
- ・森木信也「新学習指導要領の重点事項と移行措置ガイド」、楽しい理科授業、No506、pp. 8-9、2008。
- ・かげちゃん先生理科動画配信サイト。『直列並列水流モデル』[動画].YouTube.2024.09.15 アクセス、<https://www.youtube.com/watch?v=gSmO5jFBKtQ>