

群 教 七	G04 - 03
	平29.265集
	理科 - 中

自ら問題を見だし、主体的に解決しようとする生徒を育成する理科授業の工夫

—— 試行実験とモデルに表しながら仮説を立てる活動を通して ——

特別研修員 野口 賢太郎

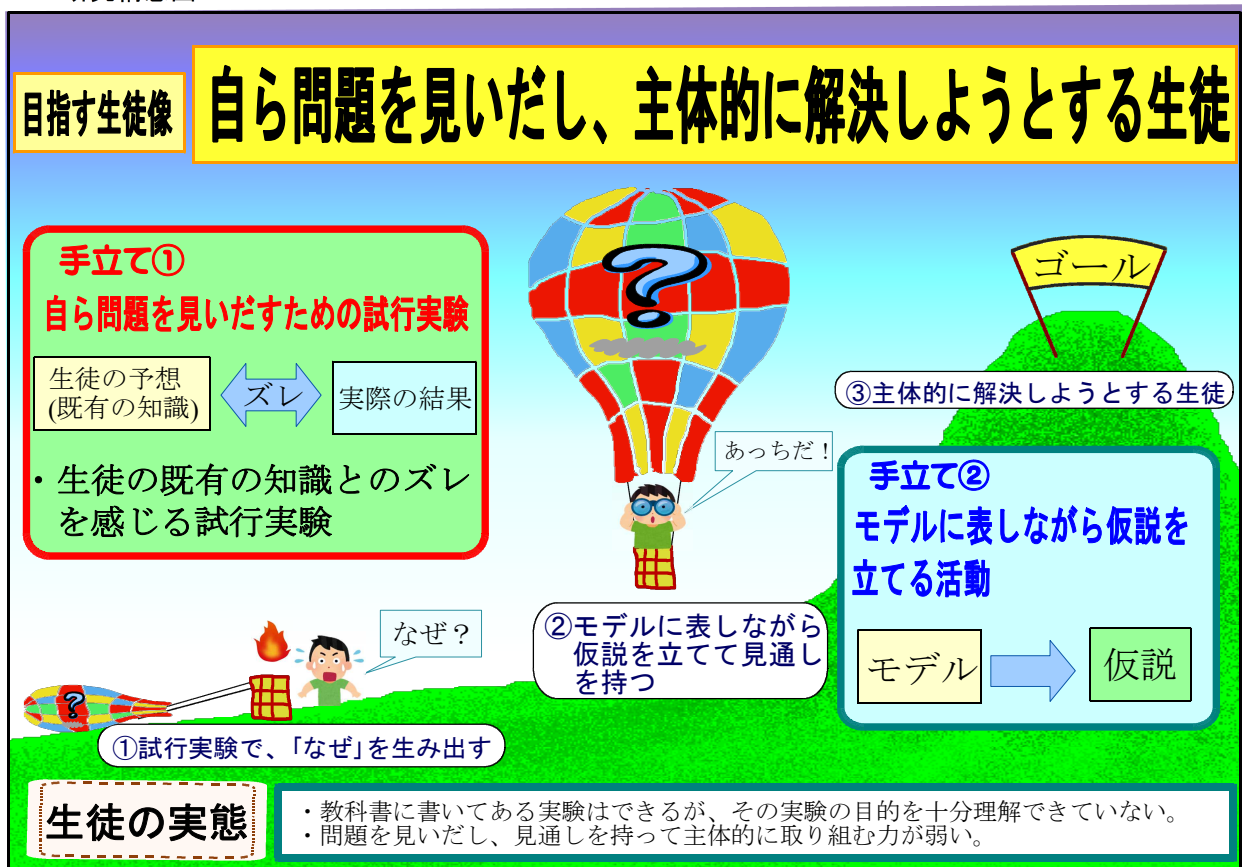
I 研究テーマ設定の理由

平成29年3月に公示された新学習指導要領では、生きて働く知識・技能の習得など、新しい時代に求められる資質・能力が示された。そして、その能力の育成のために、主体的・対話的で深い学びの視点から授業改善を図ることが求められている。理科においては、生徒自身が問題を見だし、理科の見方・考え方を働かせて、見通しを持って課題や仮説を設定するとともに、観察・実験を行い、根拠に基づく結論を導き出していく授業と言える。また群馬県では、平成29年度の学校教育の指針(解説)の中で、問題解決の過程を、主体的に進めていくための指導の重点として、「自ら問題を見いださせるために、2つの事象を比較させたり、既存の知識とのズレを感じさせたりする事象提示をし、視点や考え方をもたせるための問いかけをしましょう。」と示されている。

理科の授業に対して意欲的に取り組む生徒は多い。しかし、教科書に書いてある実験はできるが、その実験の目的を十分理解できていないという実態がある。これは、自ら問題を見だし、見通しを持って主体的に取り組む力が弱いことが要因として考えられる。そこで、「自ら問題を見だし、主体的に解決しようとする生徒を育成する理科授業の工夫」を研究テーマとして、問題解決の過程に沿った主体的な授業が展開できるように試行実験とモデルに表しながら仮説を立てる活動を中心の手立てとして研究を進めていくこととした。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

生徒主体の問題解決にするためには、問題の設定と見通しの持たせ方がとても重要である。そこで、次の2つの連続した手立てを取り入れることとした。

- 手立て1 自ら問題を見いだすための試行実験
- 手立て2 モデルに表しながら仮説を立てる活動

手立て1として、導入の過程において生徒が自ら問題を見いだせるように、生徒一人一人が試行実験を行う場面を設定する。試行実験とは、既有の知識と実際の結果のズレを感じることで、生徒の中に「なぜ」という問題意識が生まれるようにした実験による事象提示である。例えば、酸化銅を加熱するという試行実験では、生徒は酸化銀を加熱すると酸素と銀に別れた既有の知識から酸化銅も加熱をすれば銅と酸素に分かれるのではないかと予想する。しかし、いくら加熱しても熱分解は起こらないという事象が起こり、生徒の既有の知識と実際の結果にズレが起き、生徒の気持ちに「なぜ、酸化銅は加熱をしても銅と酸素に分かれないのか」が生まれるようになる。そして、そこから、「銅を取り出すことは出来ないのか」という問題を見いだすことが出来るようになる。

手立て2として、モデルに表しながら仮説を立てる活動を取り入れる。手立て1で見いだした問題の事象をモデルに表すことで、現象が起こった要因について考えられるようにする。このことにより、何を調べれば良いのかが明確になり、見通しを持った仮説を立てることができるようになる。見通しが持った生徒は、その仮説が正しいのかを自ら検証するために実験を行うようになり、主体的に解決しようとするようになる。例えば、酸化銀の熱分解では、現象としては色は変わるが、その原因を考えると、化学変化では必ず原子レベルで変化が起きていることに気がつかなければ解決できない。そこで、原子のモデルで表しながら考えさせることで、手立て1で見いだした問題「酸化銅から銅を取り出すことは出来ないのか」の仮説が立てられるようにしていく。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 手立て1において、生徒からは「え、どうして」「なんでだろう」「不思議だ」という声が聞かれた。このことから生徒一人一人に試行実験を行わせたことで、生徒の中に「なぜ」という強い問題意識が生まれたことが確かめられた。自分の予想と違う結果を目の当たりにしたことで、生徒は他の生徒の結果が気になり、自然と近くの人と結果を比較し合うペア学習が自然と始まった。このように生徒自身が発見した「なぜ」を共有することで、クラス全員が試行実験から自ら問題を見いだすことができた。
- 手立て2においては、目の前で起きた現象をモデルに表すことで、その要因を一人一人が考えることができた。何を調べれば良いのか明確になったことにより、教師の指示がなくても自分から実験セットを用意し、積極的に実験に取り組む姿が見られた。このことから、手立て2による見通しを持った仮説の設定が、問題を主体的に解決しようとする態度につながったと考えられる。

2 課題

- 主体的な活動により生まれる進度の差への対応が課題点として挙げられる。生徒一人一人に行わせる試行実験は進度の差が出来てしまうので、生徒の取組状況を把握するための工夫や仮説が出来た生徒から順次実験を行うための事前の準備等が必要である。
- 手立て2のモデルに表しながら仮説を立てる活動では、目に見えない現象を考えていく手かかりとして有効ではあるが、モデルはあくまでモデルであり、実際の現象とは違うイメージを持ってしまうこともある。そのことを、生徒に理解させておく必要がある。

実践例

1 単元名 「電流のはたらき(電気とそのエネルギー)」(第2学年・2学期)

2 本単元について

本単元は、全6時間構成で電流のはたらきについて学習する。生徒はこれまでに電流と電圧の直列回路や並列回路での関係や、オームの法則、また、電流計や電圧計の基本的な使い方を学習してきた。本単元では、電気回路についての実験を通して、電流と電圧の関係及び電流のはたらきについて理解するとともに、電気エネルギーの量について考えられるようにしたいと考えた。電気エネルギーについては、日常生活との関わりも深く、電力の単位などは日常生活において触れる機会がたくさんあるため、日常生活や社会と関連付けて追究させたいと考えた。

以上のような考えから、本単元を以下のように構想し実践した。

目標	電気回路についての実験を通して、電流と電圧の関係及び電流のはたらきについて理解させるとともに、電気エネルギー量の表し方について知る。	
評価	自然事象への関心・意欲・態度	・電気とそのエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究するとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。
	科学的な思考・表現	・電流と電圧の関係及び電流のはたらきに関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識を持って観察・実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、自らの考えを表現している。
規準	観察・実験の技能	・電流と電圧の関係及び電流のはたらきに関する事物・現象についての観察・実験の基本操作を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施、計画の記録や整理など、事象を科学的に探究する技能の基礎を身に付けている。
	自然事象についての知識・理解	・観察・実験などを通して、電流と電圧との関係及び電流のはたらきに関する事物・事象について基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
過程	時間	主な学習活動
課題把握	第1時	・種類の違う豆電球の明るさの違いを調べる。
課題追究	第2時 ～ 第5時	・種類が違う豆電球を直列につないだ際に明るさが変化する理由について調べる。 ・身のまわりの電気器具について調べ、消費電力と流れる電流を求める。 ・電力の大きさと水の温度変化の関係を調べる。
	まとめ	第6時

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は、本単元6時間計画の2時間目にあたる。前時では種類が違う2種類の豆電球の明るさの違いを調べ、電流が大きいほど明るく光るということを学習してきた。本時では、抵抗の違いから電流の大きさに目を向けて明るさの違いを考えている生徒に、電圧にも目を向けられるようにすることをねらいとし、種類が違う豆電球を直列につないだ際に明るさが変化する理由について調べていく。

そこで2つの手立てを次のように具体化した。

手立て1 自ら問題を見いだすための試行実験

試行実験では、生徒一人一人が明るさの違いの違う豆電球2つを直列につなぐ実験を取り入れる。まず、生徒一人一人に明るさの違いの違う豆電球を渡し、どちらが明るいのかを確かめる。次に、その2つを直列回路にする。すると、豆電球が1つのときでは明るかった方の豆電球が直列回路になると暗くなるという事象が起きる。豆電球1つのときと直列につないだときの2つの事象を比較することで「なぜ明るかった豆電球が暗くなったのだろうか」という問題を見いださせたい。

手立て2 モデルに表しながら仮説を立てる活動

モデルに表しながら仮説を立てる活動では、生徒は目に見えない電流の流れや電圧の大きさをモデルに

表しながらイメージする活動を実践してみた。この活動を通して、明るさが変わった要因を発見させ、それをもとに仮説を立てることで、生徒に見通しを持たせたいと考えた。今回、自分なりのオリジナリティで考えた電流をモデルに表しながら仮説を立てる活動では、電流の流れを電流くん(人)の動き、電圧をその電流くんが持っているおにぎり(おにぎりは、山を登るときだけ消費する燃料(エネルギー))、抵抗を山の高さとして考え、次の6点をルールとして決めて実践してみた。

- ①電流くんは電池のプラスから出発し、回路を歩いてマイナスまで必ず到着することとする。
- ②電流くんは、回路の途中でいなくなったり、増えたり減ったりしないこととする。
- ③電流くんは、プラスを出るときに、おにぎり(電圧)を持って出発し、マイナスに戻ってくる時には必ず全部おにぎりを食べて帰ってくることにする。
- ④抵抗は、山の大きさを表し、抵抗の大きさが大きいほど、山の高さは高くなると考えることにする。
- ⑤おにぎりを食べるときは、山を登っているときのみ(抵抗を通っているとき)として、山を登り切ったとき山頂だけでおにぎりは食べることとする。
- ⑥回路を流れているときはおにぎりは食べないことにする。

4 授業の実際

(1)手立て1 生徒が問題を見だし課題を設定する場面

まず、授業の導入では、一人一人に赤い台につけられた電球と、青い台につけられた電球を配布し、赤い台の豆電球が明るいことを確認した。次に、その2個の電球を直列回路にしてみるよう促した。生徒は一人一人用意してある実験セットを組んで試行実験を行った。すると、生徒からは「え、どうして」「なんでだろう」「不思議だ」というつぶやきが聞かれた。電球1つのときは赤い台の方が明るかったのに、2個の電球を直列につなぐと先ほどは暗かったはずの青い台の電球が明るくなるという現象が自分の予想と違ったことから、何回も実験セットを組み直し結果を確かめる様子が見られた。また、他人の結果が気になり、自然と隣のペアと「どうなった」と確認し合う様子が見られた。

次に、疑問を記述するように促すと、生徒は頭に浮かんだ疑問点を次々とノートに書き始めた(図1)。

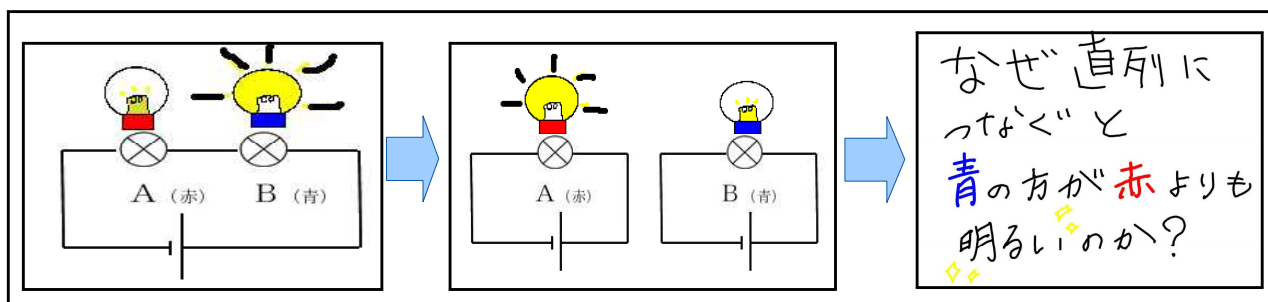


図1 生徒が問題を見だし様子

(2)手立て2 試行実験で見出した問題をモデルに表しながら仮説を立てる活動をしている場面

手立て1の後に、生徒は豆電球の明るさが変わった理由についてモデルに表しながら、仮説を立て始めた。生徒Aは、青い台の豆電球の方が明るいから抵抗が小さいと考え、赤い台の豆電球と青い台の豆電球の所に山を描き始めた。しかし、豆電球が1つのときに明るい豆電球は赤い台の豆電球なので、赤い方が抵抗が小さいことを近くの生徒と確認し、赤い方に小さい山を描き直した(図2)。

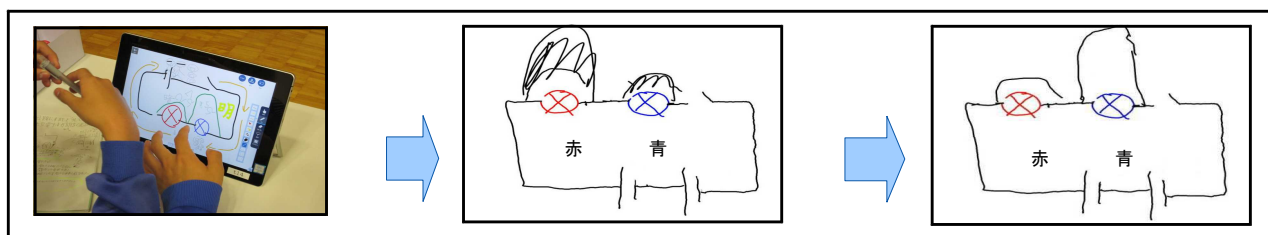


図2 生徒が仮説を構想様子

次に、直列回路では電流は変わらないことから、2つの山に登る電流くんの（人）数は変わらないことを確認し記入した。次に、それぞれの豆電球にかかる電圧、つまりおにぎりに注目し始めた。そして電源を出るときに持って出たおにぎりを、高い山に登るためにはたくさん食べる必要があることから、抵抗の高い方が電圧が高くなり、明るさが違うのではないかということに気付いた。このように、電圧をおにぎりに例えながら考えたことにより、生徒はこの明るさが変わった原因は電圧にあるのではないかという仮説を立てることができた（図3）。同様に、18班中18班全ての班がモデルに表して仮説を立てることができた。

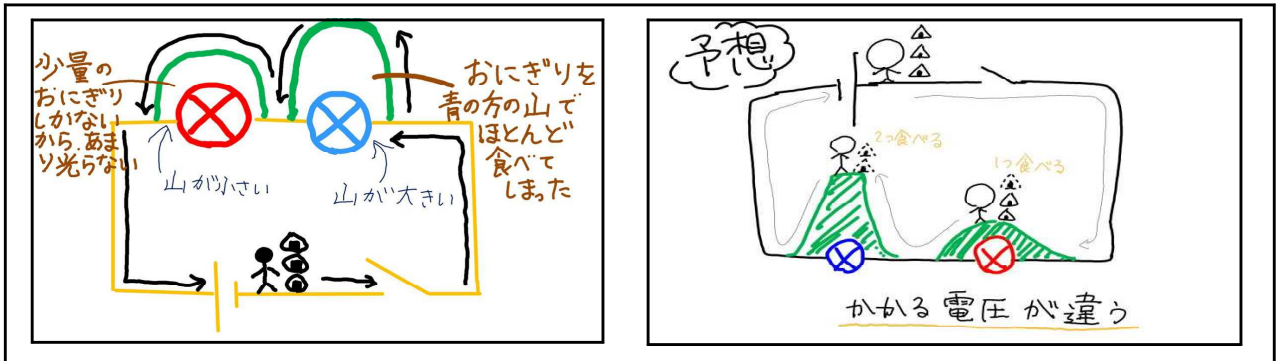


図3 生徒が考えた仮説

その後は、仮説が書けた班から、教師に考えを説明したあとに仮説を確かめるために、自分たちで電圧計や電流計を用意して、教師が指示しなくても、主体的に実験に取り組む様子が見られた。

5 考察

手立て1の明るかった豆電球が暗くなるという試行実験では、「え、どうして」「なんでだろう」「不思議だ」という声が聞かれた。また、生徒は試行実験のあと、次々とノートに自分の思った「なぜ」をノートに書くことが出来たことから、生徒の既存の知識とのズレを感じる試行実験は、生徒に自ら問題を見いださせることに有効であると考えられる。

手立て2では、全ての生徒がモデルに表すことが出来た。また、モデルを間違えることがあっても、ペアで相談しながら考えるうちに正しいモデルに修正していく様子も確認できた。生徒は、タブレット端末でモデルに表したり、ペアで話し合っていて考えていくうちに、回路を流れる電流や電圧の違いに気付くことができ、2つの豆電球にかかる電圧の違いに注目していた。このことから、生徒は電圧の違いが、この明るさの違いになっているのではないかという仮説を立てることができた。

さらに、仮説を立てた生徒は、教師が指示しなくても自ら電圧計を用意し、回路の電圧を調べるなど主体的に調べようとする姿が見られた。教師の指示がなくても自分たちで積極的に実験道具を用意して実験に取り組む姿が見られたことから、手立て1と手立て2を繰り返していくことで自ら問題を見だし、主体的に解決しようとする生徒の育成につながるといえる。

ただし、主体的な活動から生まれる進度の差は課題となる。そのため、一人一人行う試行実験を通して問題が見つけれられた生徒から実験を行うための事前準備や、取組状況を把握するための工夫も行う必要がある。また、モデルはあくまでモデルであるために、全ての事象を再現することは難しく再現できないものもある。そのため、年間指導計画の中で、試行実験やモデルに表しながら仮説を立てる活動が有効なところを決めて教材研究を行う必要がある。