

| | |
|-------------|----------|
| 群 教 七 | G04 - 03 |
| | 平29.265集 |
| | 理科 - 中 |

科学的な思考力・表現力を高める理科授業の工夫

—シンキングシートを活用した予想や考察をする場面を通して—

特別研修員 平林 譲司

I 研究テーマ設定の理由

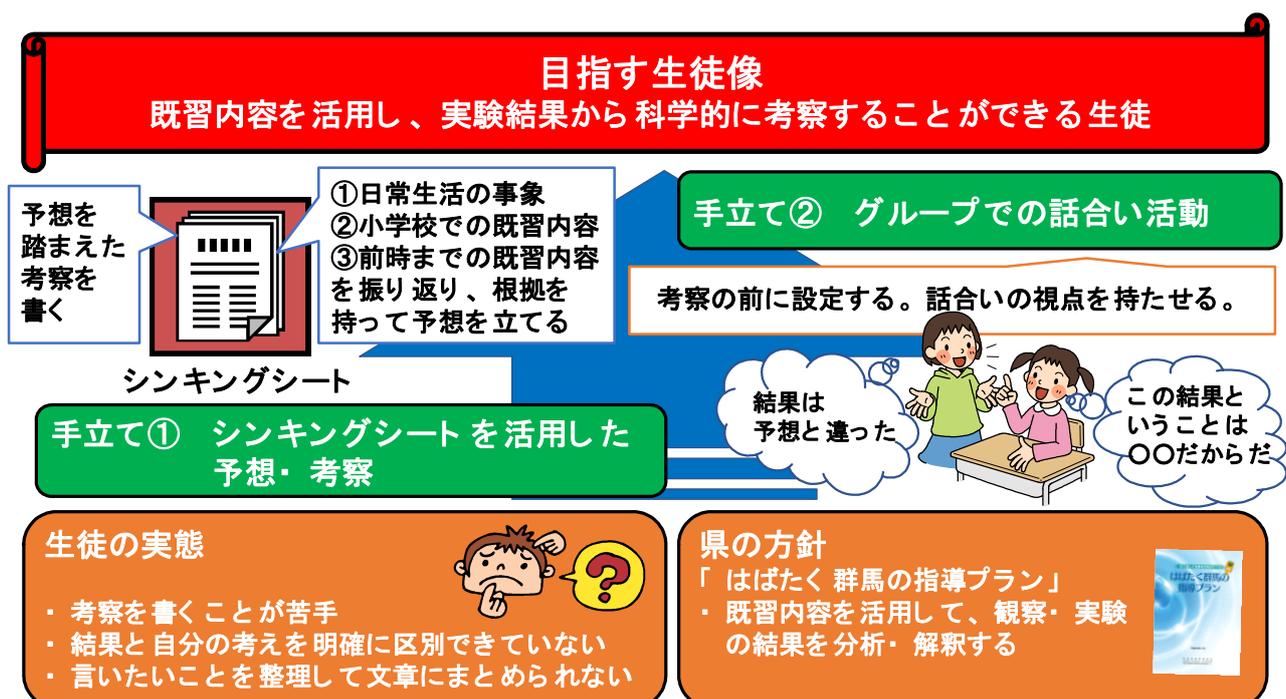
平成29年3月公示の新学習指導要領において、「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を育成すること」とある。その中で、小学校で培ってきた問題解決能力の比較、関係付け、条件制御、推論する力を基に、既習知識を活用して分析・解釈することができることを重視している。また、はばたく群馬の指導プランにおいても、「小学校で培った問題解決の能力をもとに、既習内容を活用して、観察・実験の結果を分析・解釈する」とあり、科学的な思考力と表現力を身に付けた生徒の育成が求められている。

所属校の生徒は、意欲的に観察・実験に取り組むことができる生徒が多く、知識もおおむね身に付いている。ただ、得られた実験結果を基に考察することに抵抗を感じている生徒が多い。観察・実験の結果である事実と、事実に対する自分の考えを明確に区別して表現したり、言いたいことを整理して文章にまとめたりすることを苦手としている。この要因として、目的意識を持って観察・実験をすること、根拠を明確にしながらか表現することが不十分であることが考えられる。

このような生徒に、これまで培ってきた知識や経験から、観察・実験の結果を科学的な根拠を持って分析・解釈させることが重要だと考える。そこで、既習内容を活用し予想したり実験結果から科学的に考察したりすることで、思考力と表現力を育成することに重点を置き、上記のとおりテーマを設定した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

生徒が既習内容を活用し、根拠を持って予想を立てたり、考察を書いたりすることができるようにするために以下のような手立てを講じた。

手立て1 シンキングシートを活用した予想や考察

- シンキングシートを活用し既習内容の振り返ることで、根拠を持って予想する。
- 観察・実験後も、同様のシンキングシートを活用することで、予想も踏まえた考察をする。

手立て2 観察・実験の結果の要因について考えるグループでの話し合い活動

- 話し合いの視点を明確に持った上で、グループで結果の要因について話し合う。

手立て1は、まず授業の導入時にシンキングシートを活用して既習内容を振り返る。シンキングシートとは、日常生活での科学的事象や小学校での既習内容、本時に関わる前時までの既習内容などをまとめたものである。導入時に提示する演示実験などもこのシートに盛り込む。このシンキングシートを活用して既習内容を振り返ることで、根拠を持って予想することができるようにする。また、このシートには考察までを記入できるようにする。これにより、既習内容を活用した予想と、観察・実験結果を基に予想も踏まえた考察ができ、一連の思考過程を一枚にまとめることができる。さらに、本時の終末の振り返りにおいても、シンキングシートから自分の思考過程を振り返りながら、まとめることができると考えた。

手立て2の話し合い活動は、個人で考察を書く前に取り入れる。自分の考えを伝えたり他者の考えを聞いたりして、自分の考えを整理したり、再構築したりすることができる。さらに、教師から視点を与え、話し合いの内容を明確にした上で行う。視点とは、結果の要因について探ることである。結果の要因について考えることは、観察・実験の結果という事実と事実から明らかになることを整理することとなる。こうした共通の視点で事実を基に解釈することは、根拠を明確にして考察をまとめることにつながると考えた。

III 研究のまとめ

1 成果

- 根拠を示した予想をさせる上で、既習内容を取り入れたシンキングシートは、本時の問題と既習内容を関連付けて考えさせることとなり、効果的である。
- グループで話し合い活動を行うことは、相手に分かるように説明することで自分の考えを整理できたり、他者の考えを基に自分の考えを再構築できたりする。根拠を明確にした考察を書かせる上で、個人で考察する前にグループでの話し合い活動を行うことは、共通の視点で事実を基に解釈することができ、効果的である。
- 予想を踏まえた考察を書かせる上で、予想から考察までを一枚のシートに記述させたことは、予想と結果を照らし合わせることにつながり、効果的である。
- シンキングシートに小学校での既習内容も取り入れることで、小学校から中学校への系統性を意識した指導ができた。また、教材によっては他教科の既習内容も盛り込むことができ、教科横断的な理解を図ることが可能である。

2 課題

- シンキングシートには、本時の問題解決に必要な既習内容や事象を適切に記載することが効果的である。そのため、小学校や他教科の学習内容、日常生活での科学的な事象について今後も内容の精査をしていく必要がある。
- 個人で考察を書く前にグループでの話し合い活動を設定したが、自分の意見を発言しない生徒や話し合いが停滞するグループが見られた。グループでの話し合い活動を円滑にするため、司会を立てて全員が発表できるようにしたり、グループのメンバーを意図的に編制したりするなど工夫する必要がある。
- 根拠を持って予想したり、結果の要因についてグループでの話し合いをしたりするには時間がかかる。十分な考察時間を確保するために、実験装置の簡略化を図ったり、生徒一人一人の実験技能を高めたりしていきたい。

実践例

1 単元名 「電気エネルギー」(第2学年・2学期)

2 本单元について

本单元は、「電流から熱や光が取り出せること」及び「電力の違いによって発生する熱や光などの量に違いがあること」を見いだすことをねらいとしている。そこで、生徒が電熱線の発熱量を調べたり、電球の明るさの違いを調べたりする実験を通して、電気とそのエネルギーについて日常生活や社会と関連付けて理解させたいと考えた。

以上のような考えから、本单元では以下のような指導計画を構想し実践した。

| | | |
|--------------|---|--|
| 目標 | 電流によって熱や光などを発生させる実験を行い、電流から熱や光などが取り出せること及び、電力の違いによって発生する熱や光などの量に違いがあることを見いだす。 | |
| 評価 規 準 | 関心・意欲・態度 | 電気とそのエネルギーに関する事物・現象にすすんで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。 |
| | 科学的な思考・表現 | 電気とそのエネルギーに関する事物・現象の中に課題を見だし、目的意識を持って観察・実験などを行い、電流による熱や光の発生と電力との関連などについて自らの考えを導き、表現している。 |
| | 観察・実験の技能 | 電気とそのエネルギーに関する事物・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、結果の記録や整理などのしかたを身に付けている。 |
| | 自然事象についての知識・理解 | 観察・実験などを通して、電流による熱や光の発生と電力との関連など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 | 電流を流した時間や電力と水の上昇温度との関係を調べる。 |
| 課題 追究 | 第2時 | 電流を流した時間や電力と水の上昇温度との関係を表やグラフにする。 |
| | 第3時 | 直列回路や並列回路での電力や熱量を求める。 |
| まとめ | 第4時 | 電力量を求める。 |

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全4時間計画の第1時に当たる。生徒はこれまでに小学校において電熱線に電流を流すと発熱することを学習している。また、前時までにはオームの法則を学習しており、電圧と電流、抵抗との関係について理解している。本時では3種類の電熱線に電流を流して発熱量を測定する実験を通して、電力の違いによって発熱量が異なることや、時間によって発熱量が変化することを調べさせる。3つの電熱線を班で分担して実験をし、クラス全体で結果を共有させ考察へと導く。

手立て1 シンキングシートを活用した予想や考察

- シンキングシートを活用し、演示実験で用いた発泡スチロールカッターの特徴や電熱線の太さによる発熱量の違い、前時に学習したオームの法則などを振り返り、根拠を持って予想する。
- 考察を書く場面においても同様のシートを活用し、予想と実験結果を照らし合わせ、予想を踏まえた考察を書くようにする。

手立て2 実験結果の要因について考えるためのグループでの話し合い活動

- 実験後個人で考察する前に、「どうして電熱線の発熱量が結果のようになったのか。」という視点で、その要因について考える話し合い活動を取り入れる。
- 共通の視点で、実験結果である事実を基にどんなことが言えるのか解釈することで、根拠を明確にした考察を書くようにする。

4 授業の実際

本時では、抵抗の異なる電熱線の発熱量を調べる実験を通して、発熱量を決めるものが何なのかを検証する計画を立てた。ここで、今回は電力の定義について触れずに進めることとした。これは、発熱量が電流の大きさだけ、あるいは電圧の大きさだけでなく、電流と電圧の双方の大きさによって決まることを、生徒自ら見いだせるようにしたかったためである。

各自で予想を立てた後、班で相談して調べる電熱線を選択させて実験を行い、実験結果の検証を行った。

問題：電熱線の発熱量は何によって決まるのだろうか

(1) 予想を立てる活動

電熱線は、Aの電熱線が4V - 2A、Bの電熱線が6V - 1A、Cの電熱線が6V - 1.5Aにして提示し、どの電熱線が最も発熱するかを予想させた。このとき、シンキングシートを活用して既習内容を基に予想を立てさせた(図1)。すると、シンキングシートで確認したオームの法則を用いたり、電熱線の長さに着目したりするなど、根拠を示しながら予想を立てることができた(表1)。



図1 予想を立てる

表1 電熱線の発熱量に対する予想の例

| | 人数(人) | 主な理由 |
|------------------------|-------|--|
| A 4V - 2Aの 電熱線 | 19 | ・「電圧÷電流」によって抵抗を求めることができ、Aが最も小さいので(A: 2Ω、B: 6Ω、C: 4Ω)、電熱線を通る電流が最も大きい。 |
| B 6V - 1Aの 電熱線 | 15 | ・抵抗が最も大きい。 ・電熱線が長いので、発熱する表面積が大きい。 |
| C 6V - 1.5Aの 電熱線 | 1 | ・電圧と電流の積が最も大きい。 |

(2) 実験結果の要因について考えるためのグループでの話し合い活動

実験結果からC - A - Bの順に水の上昇温度が大きくなった。この順になった要因の話し合いを取り入れた(図2)。すると、電流と電圧がともに大きいときに発熱量が大きくなる、とその要因について見いだすことができた。技術科での「電気エネルギーの変換」の学習について、話題にする班が少しずつ増えていった。電力の定義についてあえて触れずに進めたが、「電流と電圧の積である電力によって発熱量は決まる」と、正確な根拠を示している班もいくつかあった。



図2 話し合い活動

(3) 考察を書く活動

シンキングシートを活用して、予想と実験結果を基に考察を書くようにした。

① 予想をAとしていた生徒の考察

最も発熱するのは、抵抗が小さく電流が大きいAとしていたが、C-A-Bの順になったことから、電流と電圧の2つが大きいと発熱しやすいと考える。電流と電圧をかけた値が大きいと、発熱量が大きいと考える。

② 予想をBとしていた生徒の考察

実験結果が抵抗の大きい順ではないことから、電熱線の発熱量に抵抗は関係ない。よってC-A-Bの順になったことから、電流と電圧の積（電力）が大きくなると、発熱量が大きくなると考える。

③ 予想をCとしていた生徒の考察

予想通りCが最も発熱量が大きくなった。電圧と電流を掛け算すると電力が出てきて、電熱線の発熱量は電力によって決まっている。

実験結果の要因についての話し合い活動で、根拠を明らかにすることができたので、話し合いの内容も活用しながら考察を書くことができた（図3）。

5 考察

生徒が予想を立てる際、これまではその理由を「なんとなく」といったように根拠のないものが多く見られた。しかし、本時のシンキングシートを活用したことで、既習内容を基に91%の生徒が根拠を示しながら予想を立てることができた。考察を書くにあたり、これまで何を書いたら良いか分からなかった、あるいは結果と自分の考えが区別できていなかった生徒も、話し合いにより根拠を得られたこと、シンキングシートから既習内容を確認することができたことにより、根拠を示しながら考察を書くことができた生徒が89%であった。これらの結果から、根拠を示した予想をさせる上で、既習内容を取り入れたシンキングシートは、本時の問題と既習内容を関連付けて考えさせることとなり、有効であると考えられる。さらに、予想を踏まえた考察を書かせる上でも、予想から考察までを一枚のシートに記述させたことは、予想と結果を照らし合わせることにつながり、有効であると考えられる。

グループでの話し合い活動について、事後に生徒へのアンケート調査を行った。話し合いが自分の考えをまとめたり、深めたりすることに「とても役立った」、「少し役立った」と回答した生徒が合わせて88%という結果であった。実験結果の要因について考えるためのグループでの話し合い活動は、あらかじめ話し合いの視点を明らかにすることで、共通の視点で事実を基に解釈することができた。このことから、根拠を明確にした考察を書かせる上で、個人で考察する前にグループでの話し合い活動を行うことは、有効であると考えられる。

全体を通して、シンキングシートを用いたことで、既習内容を一目で確認することができ、導入をスムーズに行うことができた。また、予想から考察までを一枚のシートにまとめることで、一連の思考の過程を確認することができた。さらに、本時の終末における振り返りにも、このシートで自分の思考の過程を整理しまとめることができた。

さらに、今回電力についてはあえて触れずに授業を行ったが、話し合い活動において、技術科の既習内容が生徒たちから話題に上がるなど、教科横断的な理解が進んだと受け取れる様子も見られた。

一方で、個人で考察を書く前にグループでの話し合い活動を設定したが、自分の意見を発言しない生徒や話し合いが停滞するグループが見られた。グループでの話し合い活動を円滑にするため、司会を立てて全員が発表できるようにしたり、グループのメンバーを意図的に編制したりするなど話し合いの工夫をすることでよりよい成果が期待できる。また、シンキングシートにおいても内容の精査が大切であり、小学校での内容や日常生活での科学的な事象、他教科での既習内容を入れるなど、更に工夫が必要である。

| | |
|--|---|
| 問題 | |
| 電熱線の発熱量は何によって決まるのだろうか。 | |
| 既習内容の振り返り | |
| ① 発泡スチロールカッターは電熱線が(発熱)することで切ることができる。 太い電熱線と細い電熱線では、(太い)電熱線のほうが発熱量が大きい。 | |
| ② 電圧が一定の時、抵抗が大きくなると電流の大きさが(小さく)なる。 電流が一定の時、抵抗が大きくなると電圧の大きさが(大きく)なる。 このように電流と電圧、抵抗との関係を(オーム)の法則という。 | |
| 予想 A~Cで発熱量が最も大きくなるのはどれか。 | |
| B | |
| 理由 | 抵抗が1番大きいから。 A: 4V, 2A → 2Ω B: 6V, 1A → 6Ω C: 6V, 1.5A → 4Ω |
| 考察 | |
| 電流×電圧 → C → A → B A: 8 W (電) B: 6 W C: 9 W 実験の結果は抵抗の大きい順や小さい順でないことから、電熱線の発熱量に抵抗は関係ない。 C → A → Bの順になったことから電流×電圧の積(電力)が大きくなると発熱量が大きくなる。 | |

図3 シンキングシートの例

問題

電熱線の発熱量は何によって決まるのだろうか。

既習内容の振り返り

- ① 発泡スチロールカッターは電熱線が()することで切ることができる。
太い電熱線と細い電熱線では、()電熱線のほうが発熱量が大きい。
- ② 電圧が一定の時、抵抗が大きくなると電流の大きさが()なる。
電流が一定の時、抵抗が大きくなると電圧の大きさが()なる。
このように電流と電圧、抵抗との関係を()の法則という。

予想 A～Cで発熱量が最も大きくなるのはどれか。

理由

考察

予想もふまえ、結果から考えると…