

中学校 理科 部会

部会長 鷹峰中学校 校長 坂本 和紀

実践者 赤池中学校 助教諭 白石 智

1 研究主題

「科学的な思考力・表現力を育む理科指導の工夫」
～言語活動を充実させた実験・観察を通して～

2 主題設定の理由

(1) 今日の課題から

科学的リテラシーが中心分野となったOECD（経済協力開発機構）のPIISA調査（2015）から、我が国の児童生徒の「読解力向上に向けた対応策」に基づく学習の基盤となる言語能力の育成への課題を以下のように示している。

- ① 「自分の考えを説明すること」など、知識・技能を活用する問題への課題
- ② 課題文に対して構成や内容を理解しながら解答する問題への課題
- ③ グラフや表から情報を取り出して整理し、それぞれの関係を考察しながら解答する問題への課題

これらの課題は、理科でいう「科学的な思考力・表現力」の領域であり、課題解決するために、言語活動を充実させた実験・観察を通して、思考力・表現力を育てていく必要がある。

教育基本法では、「基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力その他の能力を育み、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない。（学校教育法第30条第2項）」と示されており、学習意欲を重視し、学校教育においてはこれらを調和的に育むことが必要とされている。

学習指導要領理科解説の目標には、「問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象（以下、事象という）についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」とある。内容の取り扱いについては、「個々の児童が主体的に問題解決的な学習を進めるとともに、学習の成果と日常生活との関連を図り自然の事象について実感を伴って理解できるようにすること」と提示されており、生徒一人一人が目的意識をもち実験・観察に取り組めるように、教師が支援していかなければならない。

本年度は、「科学的な思考力・表現力を育む理科指導の工夫」をテーマとして設定し、科学的な思考を育てる学習指導の工夫とその評価について研究を進めてきた。既習知識や生活体験から習得した知識・技能の活用を図る学習課題に取り組む中で、生徒の思考を可視化させ、科学的な思考力・表現力を見取り、これらの資質・能力の育成につなげていこうというものである。具体的には、ワークシート等の記述について、結論にたどり着くまでのプロセスを大切にするという指導の工夫に取り組んだ。

(2) 学校教育目標から

公共心を持ち、互いに協力しながら、目標に向かって継続的に努力できる生徒の育成

「公共心を持ち、互いに協力しながら」から、社会の変化に対応していく力、それこそがよりよく生きる力につながると考えられる。理科指導を通して、実験・観察では自然の事象（変わったことや不思議なこと、自然のうつくしさなど）を共に体験したり、疑問に感じたことを仲間と解決する経験の中で育むことができると考えている。

「目標に向かって継続的に努力できる生徒の育成」から、生徒一人一人が目的意識を持って取り組むために受動的な授業ではなく、能動的な授業にするための指導の工夫が必要である。

生徒が観察、実験に目的意識をもって取り組む理科授業において、生徒に自然の事物・現象を提示したり、結果を予想させたりする場合に、小学校との接続をどのように意図して行うべきか探る。その後、実験前の学習活動を具体化するとともに、授業実践を行ってその効果を検証することで、生徒が観察、実験に目的意識をもって取り組む理科の授業に迫ることができると考えた。

(3) 生徒の実態から

本校の生徒は、全体的に真面目に取り組めており、理科の実験・観察への興味・関心が高く、実験に協力的な生徒は多いが、実験の中心となる人物は決まっいて、特に発表においては、挙手などをして積極的に発言する生徒は決まりつつある。また、実験・観察での学習を、読解力を必要とする問題への解決能力の育成へと接続するまでには至っていない。生徒の実態を分析するために1学期に理科に関するアンケートを行った。下の表はアンケート結果をまとめたものである。

①	小学校の理科の授業は好きでしたか。		
	好きだった 30%	どちらかと言えば好きだった 37%	
	どちらかと言えば嫌いだった 8%	嫌いだった 25%	
②	現在、理科の授業は好きですか。		
	好きだ 12%	どちらかと言えば好きだ 38%	
	どちらかと言えば嫌いだ 28%	嫌いだ 22%	
③	理科の実験は好きですか。		
	好きだ 43%	どちらかと言えば好きだ 37%	
	どちらかと言えば嫌いだ 11%	嫌いだ 9%	

【2年生 理科アンケート結果】

アンケートの③から、授業の中で生徒が楽しいと実感できるのは、実験や観察をするときが多いことが分かる。またその理由として、「説明を聞くだけの授業より実際にやってみの方が分かりやすいから。」と答えており、活動を通して楽しく学習することが、生徒の探究心を高めることにつながると考えられる。

アンケート①、②の小学校のときと現在の理科が好きかという質問に対し、小学校から中学校に上がる段階で、評価が下がっている生徒が見られた。その理由として、「中学校になって学習内容が難しくなったから。」と答えており、授業の中で「わかる・できる」と実感できる授業展開を組み立てる必要がある。

3 主題の意味

(1) 「科学的な思考力・表現力を育む理科指導」について

平成20年1月に出された中央教育審議会答申の、理科における改善の基本方針の中に、次のように記されている。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。

これは、児童生徒の探究的な学習活動を基盤とした上で実験、観察の結果を整理し、考察する学習活動や、科学的な概念を使用して考え説明する学習活動の重要性を述べたものである。また、PISA調査(2006)では、疑問を科学的な問題としてとらえる力、実験企画能力、実証的なデータをもとに結論を説明できる力の育成が課題となっている。今後、身近な自然とのつながりの中から課題をつかみ、解決の見通しを持ち、結果をまとめ、考察し説明する学習活動を通して、科学的な思考力や表現力を育成することが必要となる。

そこで本研究において、「科学的な思考力・表現力」を次のようにとらえることにする。「科学的な思考力」とは、実験、観察の結果を、自分の考えに基づいて解釈したりする力や観察、実験データに基づいて考察したりする力である。また「科学的な表現力」とは、科学的な言葉や概念を活用して、調べた結果や考察を文章や図式を用いて分かりやすくまとめたり、発表したりする力であると定義する。

(2) 「言語活動を充実させた実験・観察」について

中央教育審議会答申では、理科における言語活動について次のように例示している。

観察・実験において、「視点を明確にして、観察した事象の差異点や共通点をとらえて記録・報告する。」「仮説を立てて観察、実験を行い、その結果を評価し、まとめて表現する。」

本研究では、観察、実験などの問題解決活動を中心とした学習展開の中で、言語活動を充実させるための活動等を「予想や解決の見通しを持つ活動」、「結果をワークシート等にまとめる活動」、「結果から課題を考察する活動」とし、その中でグループでの学び合いを行うことを言語活動とする。

4 研究目標

中学校理科の「実験・観察」において、言語活動を充実させた学習指導をすれば、科学的な思考力・表現力が身につく、科学的理論に基づいて自分の考えを説明できるようになることを、実践を通して明らかにする。

5 研究仮説

「観察、実験」において、それぞれの活動の中で「考えを持つ」「記録する」「発表する」活動を言語活動ととらえ、以下の3つの学習指導を工夫することで、科学的な思考力・表現力を育むことができるであろう。

- ① 意欲的に課題にかかわり、見通す段階で自分の考えを持たせる指導の工夫
- ② 観察、実験の結果を分かりやすく発表・記録・説明する指導の工夫
- ③ 結果からキーワードを使って考察する力を高める指導の工夫

6 研究の計画

(1) 単元名 「電流と回路」

(2) 単元の目標及び指導計画

単元	電流と回路	総時数	16時間	時期	10・11月
単元の目標	<p>①電流のはたらきに関する事物・現象に関心を持ち、意欲的にそれらを調べようとするとともに日常生活における電気の利用について考えようとする。【関心・意欲・態度】</p> <p>②直列回路・並列回路における電流、電圧の関係式などを用いて、回路の各箇所の電流・電圧・抵抗を求めることができる。実験結果を表やグラフに表し、規則性を見出すことができる。</p> <p>【科学的な思考・表現】</p> <p>③回路を組み立てることができ、電流計・電圧計など測定器具を正しく操作し、数値を読み取ることができる。【技能】</p> <p>④電流・電圧・抵抗、電力、熱量、電力量などの科学的な用語の使い分けができる。【知識・理解】</p>				

次	時	具体的な目標	学習活動・内容	評価
1	2	○回路を構成するものと流れる電流の向き、回路には直列つなぎと並列つなぎがあることを知る。	○直列回路・並列回路を組み立ててみて豆電球の光り方の違いを確認する。 ○豆電球、導線、乾電池、スイッチなどで回路を作り、回路図に表す。	○操作を見ながら回路を正確に組み立てることができる。(①、③) ○電気用図記号を理解し、配置などに注意し回路図をかくことができる。(④)
	2	○直列回路・並列回路に流れる電流の大きさが変わらないことを理解する。	○直列回路・並列回路に流れる電流の測定をし、違いを考える。	○電流計を適切に操作して測定できる。(③) ○電流の規則性を見だし、水流モデルなどに関連付け、自らの考えを導いたりまとめたりして表現できる。(②)

2	3	○直列回路・並列回路の電圧を測定する実験を通して、電圧が電流を流そうとするはたらきであることを理解する。	○直列回路と並列回路にかかる電圧を測定し、それぞれの結果を見比べることで、2つの回路にかかる電圧の違いを見つけ出す。	○操作を見ながら回路を正確に組み立て、電圧計を正しく操作することができる。(①、③) ○直列回路・並列回路にかかる電圧の違いが理解できる。(④)
3	本時 2 / 2	○実験結果をグラフで表し、比例関係にあることを見いだす。 電流・電圧・抵抗のどれか2つが分かれば、1つが計算によって求めることを理解する。 ○2種類の電熱線のグラフの傾きから電流には流れにくいものがあることに気がつき、抵抗について理解する。	○2種類の電熱線を使った回路の電流と電圧を測定し電熱線にかかる電圧を変え、回路に流れる電流の変化を調べる。 ○結果をグラフで表し、2つのグラフで共通していることや、違いを考察する。 ○電流と電圧が比例の関係にあることを「オームの法則」であることを知る。	○操作を見ながら正確に回路を組み立てることができ、測定器具の数値を読み取ることができる。(①、③) ○電流・電圧の測定結果をグラフで表し、2つの直線の共通しているところ、違いを考察できる。(②) ○オームの法則を用いて、電流・電圧・抵抗を計算して求めることができる。(②)
	2	○2つの抵抗のつなぎ方によって、抵抗の大きさが変わること理解させ、並列つなぎと直列つなぎの全体の抵抗を求める方法を身に付けさせる。	○抵抗を直列回路・並列回路につなぎ、つなぎ方の違いで抵抗の大きさが違うことを確認し、抵抗の合成についての関係式を用いて計算する。	○直列回路・並列回路における抵抗の合成を関係式を用いて計算することができる。(②)
4	5	○1秒あたりに消費する電気エネルギーが電力であることを理解し、電気エネルギーの総量が電力量であることを理解する。	○電流によって生じる現象を観察し、電力について説明を聞く。 ○電力と発熱量の関係を調べ、関係式を用いて計算する。	○電力、熱量、電力量などの科学的用語の使い分けができる。(④) ○電力、熱量、電力量を関係式を用いて、計算できる。(②)

7 指導の展開

(1) 本時

平成28年10月26日 水曜日 第6校時 第1理科室に於いて

(2) 主眼

電熱線にかかる電圧を変えて電流の変化の様子を調べることで、電圧と電流の関係が比例関係であることに気づき、電流・電圧・抵抗のうち2つが分かれば、残りの1つが計算によって求めることができることを見いださせる。

(3) 本時の指導観

本単元は、電流と回路について、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させることができる学習内容である。そして、回路の作成や実験器具の操作技能を習得させながら実験を行い、その結果を分析して解釈させることにより、回路の電流や電圧、抵抗についての規則性を見いださせることが大切である。

実験結果が数値化、グラフ化することができるので理論的に思考する力をつけたい。そのときの手立てとして、言語活動の中で、自分の間違いや、新しい考え方に気づく体験を通して科学的な思考力・表現力を育てたい。

(4) 展開

	学習内容活動	指導上の留意点 ◇評価規準（方法）	配時
導 入	1. 線の太い電熱線と線の細い電熱線 ではどちらの方が電流を多く流す か予想する。 【一斉】 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: fit-content;">めあて 電流と電圧の関係を探ろう。</div>	○ワークシートを配布する。 ○隣の人と意見交換する。 ○どちらが多く流れるかを、理由を 含めて発表させる。	5 分

展 開	<p>2. 実験に使う電源装置の使い方の説明を聞く。 【一斉】</p>	<p>○電源装置で感電や火傷につながらないように安全面の指導をする。 ○測定を終えた後は、電源装置のスイッチを切るように指導する。 ○電熱線が熱くなるので注意するよう指導する。</p>	5分
	<p>3. 抵抗の低い電熱線と抵抗の高い電熱線を使用する実験で電源装置の電圧を0～5Vの間で変化させて測定し、電流と電圧の結果を表にまとめる。 【班】</p>	<p>○実際に組み立て方を生徒に見せながら実験を進めていく。 ○班で意見交流し、結果をまとめて行くよう指示する。</p>	10分
	<p>4. 結果をグラフ化させ、グラフから考察をワークシートにまとめる。 【個人】</p>	<p>○グラフにプロットさせて線でつながせる際、原点を通る直線になるよう留意させる。 ○机間巡視し、グラフが描けない生徒の支援をする。</p>	10分
	<p>5. 電圧が15Vのときの電流の値の求め方についてグループで話し合いを行う。 【班】</p>	<p>○机間巡視して、話し合いの支援をする。 ○分かっている生徒が、班の中の分からない生徒に教えるよう指示する。</p>	5分
	<p>6. 電圧が15Vのときの電流の値の求め方を発表する。 【一斉】</p>	<p>○発表を聞くときは、発表者の方へ体を向けるよう促す。</p>	5分

ま と め	<p>7. 本時のまとめをする。 【一斉】</p>	<p>○2つのグラフの傾きを比較し電熱線を使った方が電流の大きさが小さくなることを確認する。</p> <p>○電圧が15Vの値が求められることから、電圧が20Vや25Vになったときも計算によって求められることを説明する。</p>	10分
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> まとめ 電流と電圧は計算によって求められる。 </div>		<p>◇電流と電圧が比例関係であることに気づき、計算によって求めることを見いだせている。</p> <p>(ワークシートへの記述、発言内容)</p> <p>【科学的な思考・表現】</p>

8 成果と今後の課題

(1) 成果

本研究を通して、実験で重視している学習活動と、学習活動ごとに感じている指導の難しさの実態を把握することができ、本研究の目指す「科学的な思考力・表現力を育む理科指導」の意義と、事象提示の大切さを実感できた。また、授業実践を通して、事象提示とワークシートの在り方を探ることができた。

授業実践における発言や会話の内容や意欲的にワークシートに取り組む姿から生徒に目的意識を持たせることが、学習活動を、生徒主体で行わせることにつながるということが分かった。

(2) 今後の課題

レポート作成の力を高めるためには、科学的な思考力、表現力を高める取り組みだけでなく、観察、実験の方法を図で表現したり、結果を表やグラフにまとめたりする「観察、実験の技能」における表現力を高める必要がある。また、レポート作成や話し合いなど、言語活動を充実させるためには、十分な時間の確保が必要であり、指導計画を更に検討する必要がある。

◎参考文献

- | | | |
|-----------------------------|-------|------|
| (1) 文部科学省：「中学校学習指導要領」 | 東山書房 | 2008 |
| (2) 文部科学省：「中学校学習指導要領解説理科」 | 文部科学省 | 2008 |
| (3) 「理科の世界」教師用教科書解説 | 大日本図書 | 2016 |
| (4) 中学校理科文部科学省検定教科書：「理科の世界」 | 大日本図書 | 2016 |