

自ら関わり，科学的に追究することを通して， 問題解決の力を高める理科の学習

I 理科研究の方向性

1 主題設定の理由

全体研究では、「探究する子供を育てる教育活動の創造」を主題としています。これを受けて理科では、探究する姿を「問題意識をもって主体的に関わり，追究の過程を繰り返す中で，科学的な概念を構築していくこと」と押さえました。児童の探究を支えるためには，問題解決の各過程を充実させることを通して，児童自身の問題解決の力を高めることが必要です。

本校の理科では，自分ごとの問題解決を目指して研究を進めてきました。理科における探究とは，脈々と受け継がれてきた主体的な問題解決そのものであるということができません。これまでの研究では，問題解決の一連の過程を児童自身が進めたことにより，児童の思いや願いに沿って進めることができました。しかし，一方で一部の児童の知識から導き出した考えを基に進められる場面があり，単に問題解決の流れをなぞっている児童の姿が見られることがありました。このように，集団として問題解決を進めることによって発生した個人差は，前研究で挙げられた「理科の見方・考え方」を働かせることや自覚することの個人差に関連していると考えます。これらを踏まえると，一人一人の学びの出発点を明確化し，個人が思考を働かせる場を充実させることが不可欠です。個の考えを追跡し，一人一人が「見方・考え方」を働かせることが，問題解決の力をはじめとする資質・能力の育成につながります。

そこで，研究主題を「自ら関わり，科学的に追究することを通して，問題解決の力を高める理科の学習」としました。本研究では，単元の学習の中で児童自身が問題解決の道筋を生み出す余地をつくり，主体的・対話的に進めることを重視しました。個人の断片的な知識から出発した学習が，協働的な学びを経て獲得した新たな知識とつながり，生きて働く知識に変容させることを通して，問題解決の力を高めることを目指します。

2 目指す児童の姿とその具体

- ① 問題意識をもって主体的に関わる子
- ② 科学的に追究し考える子
- ③ 学びを自覚し生きて働く知識を獲得する子

「問題意識をもって主体的に関わる子」とは，追究の過程で自然事象や自他の考えに能動的に関わる姿を表します。「科学的に追究し考える子」とは，「理科の見方・考え方」を働かせて追究を繰り返し，問題解決の力をはじめとした資質・能力を高める姿を表します。「自己の学びを自覚し生きて働く知識を獲得する子」とは，メタ認知を図り，自己の知識のつながりや働かせた「見方・考え方」自覚することを通して，汎用性のある科学的な概念を構築していく姿を表しています。

II 研究内容の具体

1 自分事の問題解決を保障する単元構成

児童の立場から考える主体的な学びとは、問題解決の学習を計画する中で、自分なりに学習の流れを考えたり、方法を選択したりする余地をつくることで具現化できるものです。そのために、個人の思考や学級の傾向を丁寧に見取り、児童の思いや願いに沿った単元計画を立案しました。

○パフォーマンス課題を用いた実態調査

事前に学習内容の本質的な問いを含む課題に取り組みせ、その回答の傾向を反映させた学習の流れを吟味し、単元の再構成を行いました。本研究では、一般的に到達度を評価するパフォーマンス課題を診断的評価に応用することで児童の実態を把握しました。

※本研究におけるパフォーマンス課題とは、パフォーマンス評価（ハート 2012）に基づき、生活に促した文脈において知識やスキルを総合して使いこなすことを求める課題を指します。

○再実験、再考察を位置付けた単元構成

単元の学習を児童主体の流れとしたとき、繰り返し検証したり、失敗から改善したりするための実験を位置付けることで、より必然性の高い学習の流れになると考えました。本研究では、一度の実験から学ぶ内容をあえて段階的に検証できるよう時数を想定し、単元構成を工夫しました。

2 理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫

本研究では、単元の学習で働かせる見方・考え方をあらかじめ想定し、学習活動の中に児童がその見方・考え方を働かせる必然性をもたせるようにしました。問題解決の各過程では、児童が科学的に追究できるよう見方・考え方を働かせる場面を意図的に設定しました。

○教材との関わり

児童が見方・考え方を働かせるためには、事象を多面的に捉えられる工夫をすることが有効です。具体的には、教材と向き合う場面で児童が必然的に視点を変えるよう仕掛けをしたり、あえて制限を設けて視点を限定したりする方法を用いました。

○自他の考えとの関わり

理科の見方・考え方は、教材と向き合う時間だけでなく、意見を交流する場面でも働かせるものです。交流場面では、科学的（実証性・再現性・客観性）であるかどうかというフィルターで事象を捉え、互いの考えを整理することを通して妥当性を吟味します。具体的には、考えの比較や検討がしやすいよう交流の形を工夫しました。

3 自己の変容を自覚する評価

問題解決の力を高めるには、学習過程において、どのような「見方・考え方」を働かせることにより資質・能力が育ったのか児童自身に考える機会を与えたり、既存の知識や考えと新たな知識や考えがどのようにつながったのかメタ認知的に捉えたりすることが必要です。そこで、本研究では、一枚ポートフォリオ評価を用いて、問題解決の過程ごとに学習の振り返りを行いました。学習後には、パフォーマンス課題に再度取り組むことで学習到達度を見取りました。

診断的評価	形成的評価	総括的評価
・レディネステスト ・パフォーマンス課題	・行動、記録分析 ・一枚ポートフォリオ評価	・単元テスト ・パフォーマンス課題

< 2年次の重点 >

- 自分事の問題解決を保障する単元構成
- 理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫

Ⅲ 実践事例

3年生実践 『電気の通り道』

実践のテーマ：豆電球の構造に主体的に関わり、質的・実体的な見方を働かせ、目には見えない電気の存在について考察する学習

1 研究授業のねらい

本単元では、目には見えない「電気」が実体として存在することを繰り返し捉えられるようにしました。本時では、ソケットがない豆電球のどこに導線をつないだらよいかを明らかにしていく中で、豆電球の構造と回路のつなぎ方を結びつけて考察し、回路を成す「輪」とは豆電球のフィラメントも含むことを汎用的な知識として捉えることをねらいとしました。

2 単元の指導計画（9時間扱い）

理科を通して育てたい本校の資質・能力と単元・題材との関わり					
次	段階	時間	学習内容・学習活動	追究する児童の姿	
第一次「明かりがつくつなぎ方」	学ぶめあて	①	○色分けしたソケット付き豆電球と電池を使って明かりをつけてみる。 ○問題を見いだす。 明かりがつくときとつかないときの違いは何なのだろうか。	○働かせる考え方 比較 ●児童の姿 明かりがつくときとつかないときのつなぎ方を比べる。	
		②	○明かりがつくときのつなぎ方について予想や仮説を発想する。 ○検証計画を立てる。		
	確かな追究	③	○実験をする。 ○明かりがつくときのつなぎ方について、考察・結論を導く。 明かりがつくとき、豆電球と電池は一つの輪のように導線でつながっている。	○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 目には見えない電気の存在について捉える。	
		④	○学習を振り返る。 ○赤色のソケットでは豆電球がつかなかったことを考える。 ○問題を見いだす。 ソケットがない豆電球に明かりをつけるには、どんなつなぎ方をするとよいのだろうか。		
	学ぶめあて	確かな追究	⑤	○ソケットなしのつなぎ方について予想・仮説を発想する。 ○検証計画を立てる。 ○実験をする。 ○ソケットなしのつなぎ方について、考察・結論を導く。 ○疑問について検証計画を立てる。 ○学習を振り返る。 ○再実験をする。 ○再考察をして結論を導く。 ソケットなしでは、豆電球の側面と下部をつなげることで明かりがつく。つなげたところは、それぞれ豆電球の内部の線につながっている。	○働かせる考え方 比較 ●児童の姿 予想したつなぎ方で比べる。 ○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 電気の存在を意識し、豆電球の中にも回路がつながっていることを捉える。
			⑥(本時)	○学習を振り返る。	
第二次「電気を通すもの通さないもの」	学ぶめあて	⑦	○問題を見いだす。 どのようなものが電気を通すのだろうか。	○働かせる考え方 比較 ●児童の姿 電気を通すものと通さないものを分類する。	
	確かな追究	⑧	○電気を通すもの、通さないものについて、予想・仮説を発想する。 ○検証計画を立てる。 ○実験をする。 ○疑問について検証計画を立てる。 ○学習を振り返る。		
		⑨	○再実験をする。 ○再考察をして結論を導く。 鉄、アルミ、銅などの金属が電気を通す。金属にはコーティングされたものがあり、はがすと電気を通すようになる。	○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 電気を通す性質を持つのは金属であることを捉える。	
	まとめ	○単元の学習を振り返る。			

3 本時の学習

(1) 本時の目標

豆電球の構造を調べることを通して、電気を通すつなぎ方について考察し、自分なりに表現するなど問題解決している。

(2) 本時の展開（9時間扱いの6時間目）

学習内容と主な学習活動	研究とのかかわり◇・留意点○
<p>1 前時の実験を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソケットなしでも明かりがついた。 ・どうして側面と下部につなげるとつくのか。 ・豆電球の中を調べることで解決できそう。 <p>2 再実験をする。（個人）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○豆電球の内部を観察し、内部の線に乾電池をつなげてみる。 ・電球の中にも線がつながっている。 ○内部の構造を記録する。 <p>3 結果を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○記録について説明する。 <p>4 再考察をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○結果から分かったことを自分なりの言葉で書く。 ・内部の側面と下部に線がつながっていたことから、電球の中も含めて一つの輪になると言える。 ○同じ場所につないだとき、明かりがつかないのはどうしてか考える。 ・電気はひとつの道をつくってあげると流れるものだから。 <p>5 結論を導く。（個人）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○「ソケットがないとき…」の続きを自分なりの言葉でまとめる。 	<p>◇自分事の問題解決を保証する単元構成 研究視点1</p> <p>◇理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫 研究視点2</p> <p>◇自分事の問題解決を保証する単元構成 研究視点1</p> <div data-bbox="943 1093 1477 1218" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【イ】（発言・記述） 得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p> </div>
<p>ソケットがないとき、豆電球の側面と下部をつなげることで明かりがつく。 つなげたところは、それぞれ豆電球の内部の線につながっていて、一つの輪になっている。</p>	
<p>6 振り返りをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○1枚ポートフォリオに今日の授業で考えたことを記入する。 ・豆電球の中にも回路があることで明かりがついていることに気が付いた。 ・豆電球の中も含めて一つの輪になっている。 	<p>◇自己の変容を自覚する評価 研究視点3</p> <div data-bbox="943 1731 1477 1856" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【イ】（発言・記述） 得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p> </div>
<p>◇授業の見所・本時で願っている児童の姿</p> <div data-bbox="181 1939 373 1973" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>2・4の場面</p> </div> <p>豆電球の構造について調べることを通して、質的・実体的な見方を働かせ、電球内部のつながりを含めて一つの輪になっていることを表現しようとする児童の姿。</p>	

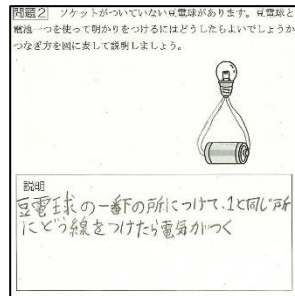
4 授業の実際

自分事の問題解決を保障する単元構成

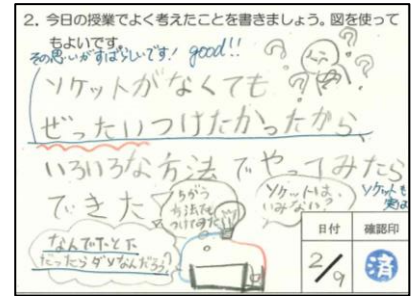
パフォーマンス課題による調査では、ほとんどの児童が電池の両側につなぐことを図に表すことができました。一方で、つなぎ方は知っていても不適切な表現をした記述や、根拠に基づいていない記述が多く見られました。また、ソケットがない場合で正答率が極端に低くなったことから、単元の内容に対して児童の経験は乏しく、正答率が高かった「明かりがつくつなぎ方」の知識は表面的なものであることが分かりました。このような児童の実態を踏まえ、「ソケットがないときのつなぎ方」を単元を中心に据えた計画を立てました。ソケットがない場合、導線は豆電球の下部と側面の金属部分につなぐことで明かりがつきます。ソケットの下から2本の導線が出ていることを知っている児童であれば、当然疑問が湧いてきます。本単元では、こうした想定を基に「分解した豆電球を用いて明かりをつける」活動を再実験として位置付けました。

Lv	ランク	内容	記述
4	A	電気の流れを粒子として捉えている。	「電気は見えなくても存在している」という記述がある。
3	B	ソケットがなくても豆電球の明かりをつけることができる。	「電球の中に線がつながっている」という記述がある。
	C 8.8%		不適切な根拠に基づく。もしくは根拠に基づかない。
2	D 26.4%	ソケットについての豆電球の明かりをつけることができる。	「一つの輪のようにつなぐ」という記述がある。
	E 58.8%		不適切な根拠に基づく。もしくは根拠に基づかない。
1	F 5.8%	誤概念をもっている。	不適切な根拠に基づく。もしくは根拠に基づかない。

【パフォーマンス課題のルーブリック】



【児童の回答】



【児童の記述】

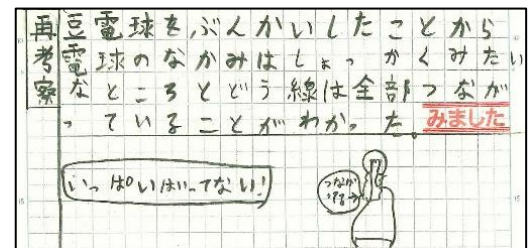
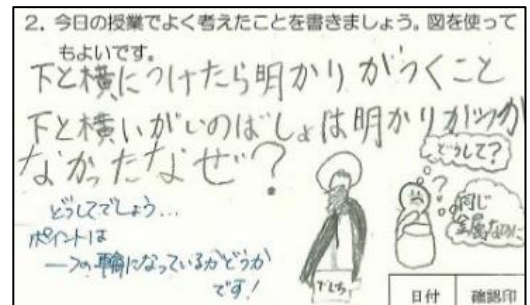
理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫

本時では、ソケットなしの場合について、繰り返し行った実験結果から、「豆電球の内部も含めて一つの輪になっている」ことを考察することをねらいとしました。その過程では、児童が見えないものに目を向ける「質的・実体的」な見方を働かせることが必要です。豆電球を断面で見たとき、外側のどの部分とつながっているのか知ること、内部の構造を含めて回路を一体的に捉え、電気の存在を意識することができると思えました。

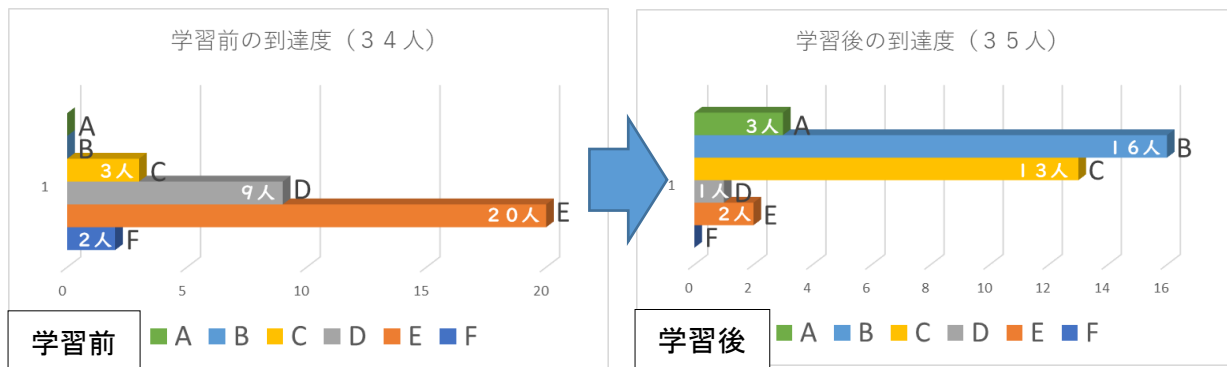
本時の実験では、分解されたものとそうでないものを比較しながら調べられるようにしました。2つの豆電球を見比べることにより児童から、「豆電球の中で導線は一つにつながっている」などの眩きがあり、回路のつながりを意識して試行する児童の姿が見られました。考察した内容を交流する場面では、「下と下や横と横など同じところに2本の導線をつなげると明かりがつかない」「豆電球の中も一本の道にすることで電気が通る」など、電気の存在とその流れを捉えた発言がありました。児童は、実験を繰り返す中で見えない「電気」を自分の中で形づくり、発言や記述を通して表現しました。



【分解した豆電球を観察する児童】



【児童の記述】



【学習前後での児童の変容】

IV 2年次研究の成果と課題

2年次は「再実験、再考察を位置付けた単元構成」と「理科の見方・考え方を働かせる指導の工夫」を重点に研究を進めました。

1 研究の成果

- 疑問を解決するために再実験を位置付けたことで、自分の思いを表現しながら学ぶ児童の姿が見られました。
- 豆電球を分解したものとそうでないものを比較できるようにしたことで、見えない部分や細かい部分を捉えようとする児童の姿が見られました。
- 学習履歴を活用しながら授業を進めたことで、自己の変容を自覚して学び進める児童の姿が見られました。児童は、他人の記述内容を知ることから学びを深めており、相互に作用させることが必要であると分かりました。

2 今後の課題

- パフォーマンス課題について、汎用的な知識を見取る到達度評価に使う場合、学習前後で同じ問題を出題するのか再度検討が必要です。また、一つの課題で内容のすべてを見取ることは難しいと考えます。一枚ポートフォリオ評価との併用を前提として、現時点での最適な方法を模索していく必要があります。
- 「豆電球の内部のつくり」のように専門的な内容を扱うことで、実験そのものに難しさを感じる児童がいました。また、自身の興味が上回り、授業のねらいに迫ることができない児童の姿が見られました。発展的な内容で再実験を行う場合には、授業のねらいに焦点化する更なる工夫が必要です。

V 参考文献

- 小学校学習指導要領解説 理科編 文部科学省 平成29年6月
- 平成30年度全国学力・学習状況調査の解説資料 国立教育政策研究所 平成30年4月
- 資質・能力を育成 ～見方・考え方を働かせることを通して～ 初等教育資料 No. 984 東洋館出版社 令和元年9月
- 哲学的教育学入門 O.F. ボルノー 著 浜田 正秀 訳 玉川大学出版部 昭和48年
- 現代解釈学入門 理解と前理解・文化人間学 F. キュンメル 著 松田高志 訳 玉川大学出版部 昭和60年
- パフォーマンス評価入門 ―真正の評価論からの提案― ダイアン・ハート著 田中 耕治 訳 ミルヴァ書房 平成24年2月
- 小学校理科 問題解決8つのステップ 村山 哲哉 東洋館出版社 平成25年4月
- イラスト図解ですっきりわかる理科 鳴川哲也 山中謙司 寺本貴啓 辻健 東洋館出版社、平成31年2月
- 新訂 一枚ポートフォリオ評価OPPA 堀 哲夫 東洋館出版社 令和元年8月
- 理科の授業を形づくるもの 鳴川哲也 東洋館出版社 令和2年4月