

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能力を高めることが必要です。

本校の理科では，自分事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学習そのものであると考えます。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，主体的に解決する姿が見られました。しかし，児童が進める問題解決の過程は，時として一部の児童の知識から導き出した結論が正しいのかを確かめるために進められることや問題解決の流れをなぞっているだけであることがありました。こうした問題解決の形骸化は，前研究の課題である「理科の見方・考え方」を働かせたり自覚したりすることに，個人差があることと関連していると考えます。これらを踏まえると，問題解決の一連の流れに児童が工夫できる余地をつくり，既習事項や生活経験から得たものを生かしながら科学的に検証することを通して，元の断片的であった知識を生きて働く知識へと変容させていくことが重要です。

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，問題解決の過程を，科学的な手続きを踏むという一連の流れとして児童が意識し，その中で，理科における「資質・能力」を身に付けながら主体的に取り組んでいくことを重視しました。問題解決学習が，一人一人にとって必要感のある過程となることで，明確な目的意識をもって学習を進め，得た情報を基に理科の見方・考え方を働かせ，科学的な概念を構築していくことを目指しました。

2 目指す児童の姿とその具体

- ① 明確な問題意識をもって主体的に関わる児童
- ② 自然事象から科学的に追究し考える児童
- ③ 自己の学びを自覚し生きて働く知識を獲得する児童

「明確な問題意識をもって主体的に関わる児童」とは，追究の過程で自然事象や他人の考えに好奇心や探求心をもって能動的に関わる姿を表します。「自然事象から科学的に追究し考える児童」とは，「理科の見方・考え方」を働かせて追究を繰り返し，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児童」とは，自己の学びを俯瞰し，知識のつながりや働かせた「見方・考え方」を自覚することを通して，科学的な概念を構築していく姿を表します。

Ⅱ 研究内容の具体

1 問題意識を高める単元構成の工夫

単元の学習を始めるに当たって、児童はその内容に関して少なからず何らかの考えをもっているものです。これは、どのような学習に関しても当てはまるものですが、とりわけ理科では、児童がもつ日常生活での経験や情報を基にした考えが根強いものであったり、断片的な知識であったりします。そこで、実態調査において、表面的な知識だけでなく、これまでのどんな経験からの考えなのか、知識のつながりがどのような点で不十分なのかを深く探る必要があると考えました。

児童にとっての主体的な学びとは、問題解決の学習を計画する中で、自分なりに考えたり選択したりする余地をつくることで具現化できると考えます。そのために、個人の思いや学級全体の実態を丁寧に見取り、あらゆる可能性に対応できる柔軟な単元計画の立案を目指しました。

○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、その回答を反映させ、よりよい学習の流れを吟味し、単元を再構成しました。本研究では、一般的に到達度を評価するために使うパフォーマンス課題を、診断的に用いることで児童の実態を把握しました。

2 問題解決の力を高める指導の工夫

理科の「見方・考え方」を働かせることや、働かせたことの自覚を繰り返すことは、児童の問題解決能力の向上につながります。児童が1単位時間の中で「見方・考え方」を働かせるためには、児童への動機付けが必要です。そのために、教師が単元の学習で働かせる「見方・考え方」をあらかじめ想定し、「見方・考え方」を働かせざるをえないような場の設定が必要だと考えました。

○事象との関わり

- ・ 認知的葛藤を生む事象提示
- ・ 自由試行する場の設定
- ・ 実態に合った教材の選定

○協働的な学びを促す言語活動

- ・ 問題の設定場面
- ・ 予想や仮説の交流場面
- ・ 結果の処理や考察の展開場面

3 自己の変容を自覚する評価の工夫

問題解決の力を高めるには、どのような学習過程において、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自己の学びをメタ認知的に捉えたりする機会が必要です。その中で新しい問題を見だし、自然の事物・現象に繰り返し関わっていくことが問題解決能力の育成につながります。そこで、一枚ポートフォリオを用いて、問題解決の過程ごとに学習の振り返りを行いました。

< 1年次研究の重点 >

- ・ パフォーマンス課題を用いた単元構成の効果の検証
- ・ 明確な問題意識を醸成させる事象との出会いの工夫

Ⅲ 研究実践

4年生実践 『もののあたたまり方』

実践のテーマ：自然事象に主体的に関わり、質的・実体的な見方を働かせ、水の温まり方について自己の問題を見いだす学習

1 研究授業のねらい

本単元は、「粒子」を柱とした内容のうちの「粒子のもつエネルギー」に関わるものであり、中学校第1分野「(2)ウ 状態変化」や「(4)イ 化学変化」の学習につながるものです。

本単元では、問題解決の各過程で児童が「理科の見方・考え方」を働かせ、目に見えないものを捉えたり、その性質について考えたりする場面を設定しました。単元の学習では主として「質的・実体的」な見方を働かせながら進め、考えの妥当性を検討することで科学的に追究し、ものの温まり方について正しいイメージをもつことができるようにしました。

本時の学習では、事象との出会いを工夫し、観察を通して感じた疑問から自己の問題を見いだすようにしました。見いだした問題は、グループや学級で妥当性を検討し、学級の問題として設定することを目指しました。

2 単元の指導計画（13時間扱い）

| 次 | 段階 | 時間 | 学習内容・学習活動 | 追究する児童の姿 |
|--------------|----------|------------------|--|---|
| 第一次「水の温まり方」 | 学ぶめあて | ① (本時) | ○メスシリンダーの中で分裂する水の様子を観察する。 ○メスシリンダーに2種類の水を注ぎ分裂させる。 ○問題を見いだす。 水が温まると上に移動するのだろうか。 | ○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 見えない温度の違い(実体的)を捉え温度による性質(質的)を考える。 |
| | 確かな追究・解決 | ② ③ ④ ⑤ | ○水の温まり方について予想・仮説・計画を発想する。 ○検証計画を立てる。 ○実験をする。 ○水の温まる順について、考察・結論を導く。 水は温まった部分が上に移動して、上から順に温まる。 | ○働かせる見方 時間的・空間的 ●児童の姿 温まった水が移動(時間的)することで、ピーカーの上部から温まること(空間的)を捉える。 |
| | まとめ | | ○水の温まり方の学習を振り返る。 | |
| 第二次「金属の温まり方」 | 学ぶめあて | ⑥ | ○二股試験管と同形の金属板が温まる様子を観察する。 ○問題を見いだす。 金属は傾きによって温まり方が変わるのだろうか。 | ○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 金属の熱の伝わり方(質的)と温度変化(実体的)について捉える。 |
| | 確かな追究・解決 | ⑦ ⑧ ⑨ | ○金属の温まり方について予想・仮説・計画を発想する。 ○検証計画を立てる。 ○実験をする。 ○金属の温まる順について、考察・結論を導く。 金属は傾きに関係なく、温めた部分から順に広がるように温まる。 | ○働かせる見方 時間的・空間的 ●児童の姿 金属棒と金属板の面積の違い(空間的)に着目し、両方とも熱源の近くから順に(時間的)温まることを捉える。 |
| | まとめ | | ○金属の温まり方の学習を振り返る。 | |
| 第三次「空気の温まり方」 | 学ぶめあて | ⑩ | ○問題を見いだす。 空気が温まると上の方に移動するのだろうか。 | ○働かせる見方 質的・実体的 ●児童の姿 見えない空気(実体的)を可視化し、温度による性質(質的)を考える。 |
| | 確かな追究・解決 | ⑪ ⑫ ⑬ | ○空気の温まり方について、予想・仮説・計画を発想する。 ○検証計画を立てる。 ○実験をする。 ○空気の温まる順について、考察・結論を導く。 空気は温まった部分が上に移動して、上から順に温まる。 | ○働かせる見方 時間的・空間的 ●児童の姿 温まった空気が移動(時間的)することで、上部から温まること(空間的)を捉える。 |
| | まとめ | | ○空気の温まり方の学習を振り返る。 ○金属、水及び空気の温まり方を比較しながらまとめる。 ○単元の学習を振り返る。 | |

3 本時の学習

(1) 本時の目標

温かい水と冷たい水を混ぜたときの現象を観察することから、自分なりの問いを見いだしている。

(2) 本時の展開（13時間扱いの1時間目）

| 学習内容と主な学習活動 | 研究との関わり◇・留意点○ |
|--|---|
| <p>1 事象に出会う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○メスシリンダーで分裂する色の違う水の様子を見る。 <ul style="list-style-type: none"> ・同じ水なのにどうして分かれるのかな。 ・青い水と赤い水の違いはどこだろう。 ・温度が違うのかな。 | <p>◇児童の思考に沿った単元構成の工夫 研究視点1</p> <ul style="list-style-type: none"> ○温度の違いに気付くようにする |
| <p>同じ水なのに、どうして分かれるのだろう。</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・青い水を先に入れるときれいに分かれる。 ・ゆっくり入れた方がいい。 ・赤い水を先に入れたらどうなるだろう。 <p>2 自由試行をする。（グループ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○メスシリンダーと温度の違う2種類の水を使って試してみる。 <ul style="list-style-type: none"> ・青い水を先に入れたらうまく分かれた。 ・赤い水を先に入れると水が混ざった。 <p>3 疑問を交流する。（グループ）</p> <p>4 事象から問題を見いだす。（個人）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○自己の問題を見だし、ノートに書く。 <ul style="list-style-type: none"> ・温かい水は上へ移動するのかな。 ○グループで問題を設定する。 <p>5 全体で問題を導く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○各グループの共通点から問題を設定する。 | <p>◇問題解決の力を高める指導の工夫 研究視点2</p> <ul style="list-style-type: none"> ○水の動きに注目する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【ウ】（発言・記述・行動観察） 事象の観察から、自己の問題を見いだしている。</p> </div> |
| <p>あたたかい水は上へ移動するのだろうか。</p> | |
| <p>6 振り返りをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○1枚ポートフォリオを用いて学習を振り返る。 <ul style="list-style-type: none"> ・本当に温かい水が上に動いているんじゃないか。 ・いつもは見えないけど、温度の違いによって水は動いているのかもしれない。 | <p>◇自己の変容を自覚する評価の工夫 研究視点3</p> |

◇授業の見所・本時で願っている児童の姿

2・4の場面

「理科の見方・考え方」を働かせながら、事象と温まった水の性質の関係について調べ、自己の問題を見いだそうとする児童の姿。

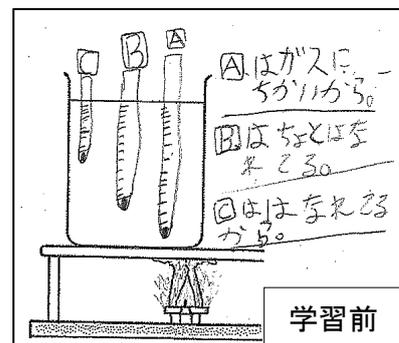
4 授業の実際

問題意識を高める単元構成の工夫

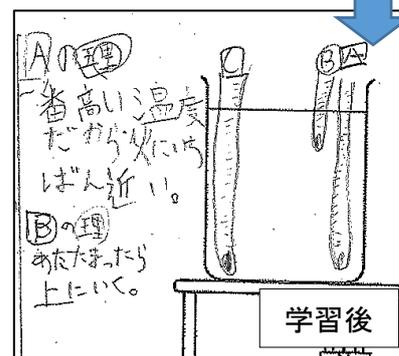
本単元は、教科書（教育出版）では、「1 金ぞくのあたため方」「2 水のあたため方」「3 空気のあたため方」という構成となっています。学習前に実施したパフォーマンス課題の回答から、本学級の児童は「水は上の方から温まること」や「温まった水は上に移動すること」などの知識を持っていることが分かりました。しかし、実際に水を温めた時にどのような変化を辿るのか知識を活用して説明できている回答はありませんでした。金属の温まり方については正答率が高くなりましたが、その知識は水と同様に表面的である可能性がありました。

そこで、本学級の児童の実態を考慮し、導入で水の温まり方についての問題意識を高め、そこを出発点とすることで、児童の思いに沿った単元構成にすることができると考えました。

実践では、単元の導入で醸成された問題意識が金属や空気の学習についての問題意識の高まりにつながり、児童が新たな問題を見いだしたり、検証する必然性を感じたりすることにつながりました。また、次を入れ替えたことにより、金属について検証する場面では、金属が上から温まることを想定して実験計画を立てるなど、既習事項を生かしてあらゆる可能性を検証しようとする児童の姿が見られました。



学習前



学習後

【パフォーマンス課題の記述】

今日はときを考えた。ぼくは、がた
ときが来たところからあたためると思いました。

実験をして、火があたるところから、ろうかど
きました。疑問は、棒でも、水平じゃなくても
同じ結果になるのか？

【ポートフォリオの記述】

問題解決の力を高める指導の工夫

本時では、水の性質について「温かい水は上に移動しているのかもしれない」という仮説をもたせることをねらいとしました。そこで、赤と青に着色した温度の異なる水を用意し、メスシリンダーの中で分離する様子を提示しました。この後、2種類の水を分離させることができるのか各グループで自由試行する場面を設定しました。

自由試行の活動では、水を分離させようと様々な方法を試みたことで、温かい水を下に入れた場合には混ざってしまうことや混ざってしまうのは水が移動するためであることに着目する児童の姿が見られました。

自由試行から見いだした個人の疑問や発見は、付箋に書いてグループで交流し、妥当性を吟味しながら問題設定をしました。各グループが設定した問題は、水の移動に着目したものとなりましたが、グループによって内容の本質からずれていたりと、予想の立てにくい表現になっていたりするなど、これから解決していく問題としての妥当性を吟味するところで難しさがありました。



【自由試行をする児童】

ピンク色が上、青色が下
にいった

【水の移動に着目した記述】

問題 お湯と水を混ぜると水は下に、
お湯は上に動くのだろうか。

【グループで設定した問題】

IV 1 年次研究の成果と課題

本研究では、「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」をテーマとし、「問題意識を高める単元構成の工夫」「問題解決の力を高める指導の工夫」「自己の変容を自覚する評価の工夫」の3点を中心に研究を進めました。

1年次研究では、「パフォーマンス課題を用いた単元構成の効果の検証」と、「明確な問題意識を醸成させる事象との出会いの工夫」を重点として研究を進めてきました。

1 研究の成果

- パフォーマンス課題を実態調査として用いたことにより、児童の思考の深くまで把握することができました。この結果を反映させた単元構成は、児童の思いに沿ったものとなり、問題解決の各過程が充実しました。
- 導入で扱う教材を工夫し、温度の違いによって水が移動の様子を可視化したことにより、児童の問題意識が水の移動に焦点化されました。
- 単元を通して1枚ポートフォリオを用いた振り返りを継続したことで、知識のつながりが明確になり、自己の変容を自覚する児童が増えました。

2 今後の課題

- 問題設定の場面では、他との交流から妥当性を吟味することに難しさがありました。今後は自由試行の場面で観察の視点を焦点化することや、作成した問題が妥当であるかを確認する場の設定が必要です。
- 学級全体で問題を設定する際には、個人の思いや問題意識が全体の場に反映されているのか自覚できていない児童が見られました。今後は、個人で問題を設定する時間を確保することや全ての児童が考えをもてるような発問や学習形態の工夫といった手立ての検討が必要です。

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
- 幼稚園、小学校、中学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善及び必要な方策等について(答申) 中央教育審議会 平成28年12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
- 初等教育資料No. 984 「資質・能力を育成～『見方・考え方』を働かせることを通して～」 文部科学省 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 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 松田高志訳 玉川大学出版部 昭和60年
- 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
- 『資質・能力』を育てるパフォーマンス評価 アクティブ・ラーニングをどう充実させるか 西岡加名恵 明治図書出版 平成27年9月
- 理科アクティブ・ラーニングの授業展開 日本初等理科教育研究会 東洋館出版社 平成28年7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
- 教科の『深い学び』を実現するパフォーマンス評価：『見方・考え方』をどう育てるか 西岡加名恵 日本標準 平成31年3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