

小学校理科における科学的な思考力を育む指導法

— 「見通しをもつ」場面に「書く」活動を取り入れて —

井田 圭亮¹

平成20年1月の中央教育審議会答申による理科の改善の基本方針で、科学的な思考力の育成を図ることが示された。そこで、科学的な思考力を育成する手立てとして、思考過程を明確にし考えを整理する「書く」活動が有効であると考えた。5年「流水による土地の変化」で理由を明確にして予想や実験計画を立てる場面に「書く」活動を取り入れた学習を行い、児童の記述や取組みの変容から科学的な思考力の高まりを検証した。

はじめに

平成20年1月、中央教育審議会は理科の改善の基本方針に「科学的な見方や考え方を養うことができるよう改善を図る」と示した上で、「科学的な思考力や表現力の育成」を挙げている。そして、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、たとえば、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」とした。

それを受け、「小学校学習指導要領」（平成20年7月）には理科の目標に「科学的な見方や考え方を養う」ことがうたわれ、『小学校学習指導要領解説理科編』（平成20年8月）（以下「新学習指導要領解説」）において「児童が自然の事物・現象に興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察・実験を行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方もつようになる過程が問題解決の過程として考えられる」（p.8）と示されている。

このことから、私は問題解決の過程を通して学習を行うことが科学的な見方や考え方を養い、更には児童の科学的な思考力を育むことにつながるのではないかと考えた。

研究の内容

1 研究の構想

(1) 本研究における科学的な思考力

科学的な思考は幅広いものであり、その能力を育成するためには児童の発達段階に応じた指導を工夫して行う必要がある。

「新学習指導要領解説」には問題解決の過程で育成されるべき能力として、3年「比較する」、4年「関

係付ける」、5年「条件に目を向ける」、6年「推論する」と示されている。そして、「これらの問題解決の能力はその学年で中心的に育成するものであるが、下

の学年の問題解決の能力は上の学年の問題解決の能力の基盤となるものである。」（p.8）と示されている。それを参考に図に表すと第1図のようになる。

本研究では、児童がこれらの問題解決の能力を活用し、筋道を立てて考える力を小学校理科において育成すべき科学的な思考力とした。

そして、児童が事物・現象を比較しそれらを既習知識・生活体験と関係付け、筋道を立てて考えられるようにすることで科学的な思考力を育むことを目指した。

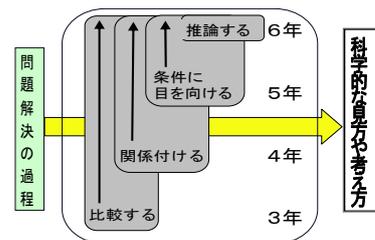
(2) 問題解決の過程の「見通しをもつ」場面

学習の流れについては、「新学習指導要領解説」に示された問題解決の過程を参考にした。

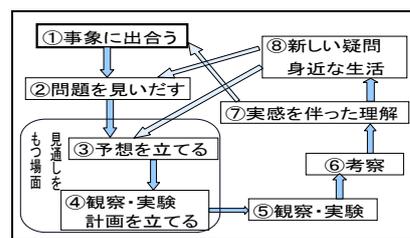
児童は①「事物・現象に出会う」、②「問題を見いだす」、③「予想を立てる」、④「観察・実験計画を立てる」、⑤「観察・実験をする」、⑥「考察する」、⑦「実感を伴った理解を得る」、⑧「新しい疑問や実生活と関係付ける」という問題解決の過程に沿って学習を進める（第2図）。

児童一人ひとりが主体的に問題解決的な学習に取り組むためには、見通しをもって観察・実験を行うことが大事である。そこで、問題解決の過程の「見通しをもつ」場面に注目した。

「新学習指導要領解説」に「『見通しをもつ』とは児童が自然に親しむことによって見



第1図 各学年を中心に育成される問題解決の能力



第2図 問題解決の過程の流れ

1 逗子市立逗子小学校
研究分野（理数教育の充実 理科）

だした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えること」(p. 7)と示されている。

つまり、設定した問題解決の過程の③「予想を立てる」④「観察・実験計画を立てる」が「見通しをもつ」場面に相当する。この「見通しをもつ」場面を充実させるためには、①・②の場面で児童の意欲や探究心を醸成しなければならないと考え、①～④の場면을重視することとした。

そして、第2図のような問題解決の過程を繰り返すことで、児童の科学的な思考力を育むことができるのではないかと考えた。

(3)「書く」活動

鶴岡(2006)は「我が国の理科教育においては、現象を言葉で的確に表現すること、科学用語を定義すること、文章を読んだり書いたりすることなどは軽視されてきた」と欧米諸国との比較から指摘している。

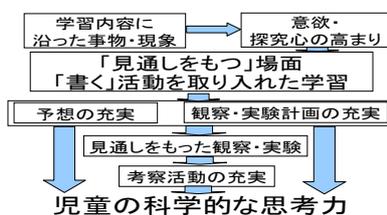
理科の学習における自らの実践を振り返ると、予想を立てたり考察したりする場面で、話し合いや発表の活動を重視し、挙手等で意見を確認していたため、考えずにいたり友人の意見に流されたりする児童もいた。そこで、一人ひとりに考えさせる活動が必要であると考え、「書く」活動に注目した。

「書く」活動は、事物・現象や観察・実験結果、話し合いの言語などの情報を思考して処理し、その過程を明確にして考えを整理する活動である。

また、書かれたものは「記録」や「掲示物」として「討論」「発表」「分析」「相互評価」などに取り入れることができ、児童の思考活動を更に充実させることができると考えた。

(4)研究仮説

以上を踏まえ、研究仮説を「学習内容に沿った事物・現象から問題を見いだすことにより児童の意欲や探究心が高まる。そして、問題解決の過程の『見通しをもつ』場面に思考過程を明確にし考えを整理する『書く』活動を取り入れることで、予想や観察・実験計画を立てる活動が充実する。それにより、見通しをもった観察・実験を行うことができ、考察する活動が充実する。そのような学習が繰り返されることによって児童の科学的な思考力を育むことができる。」と設定した(第3図)。



第3図 研究仮説

2 研究の手立て

(1)事前・事後に行った調査

研究仮説が児童の科学的な思考力を育むことに有効であるかどうかを検証する資料を得るため、検証授業

前の9月、検証授業後の11月に調査を実施した。

ア 選択式アンケート

選択式アンケートは、事前・事後の理科学習に対する意識を比較することにより意欲や探究心の高まりを見取るために、選択式の設問と自由に筆記する設問を作成した。

イ 記述式問題

記述式問題は、事前・事後各4題を出題しその解答から思考力を見取することを目的とした。

5年生の9月までの学習内容の中から「事物・現象から予想する」「観察・実験計画を立てる」「観察・実験の結果から考察する」「身の周りの事物・現象と関係付ける」という四つの観点で作成した記述問題の解答を評価し、比較・考察した。事前・事後の問題は異なるが、児童の思考力を見取る観点は同一のものとした。

なお、調査をするに当たって、児童の学習評価に対する抵抗感を減らすために「理科の学習に関するアンケート」という名称で実施した。

(2)「書く」活動における工夫

ア 付箋紙の活用

事物・現象に出合い、問題を見いだす場面では、付箋紙を活用する。

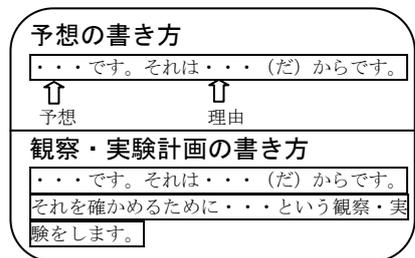
事物・現象からの気づきを小さい付箋紙に書く。次に、その中から一番知れたい気づきを大きい付箋紙に書く。それを黒板に貼らせながら気づきを類型化し、学級で確かめる問題にまとめる。

気づきを書いた小さい付箋紙は、記録としてノートに貼る。大きな付箋紙は、類型化された意見として模造紙に貼り教室に掲示する。

イ 個人予想と観察・実験計画

事物・現象や問題と既習知識・生活体験を関係付けて思考する力を育むためには、問題を捉えて根拠をもった予想を一人ひとりに立てさせること、その予想を確かめるための観察・実験計画を立てさせる必要がある。

その中で、「見通しをもつ」場面において、児童が考える順番を意識しながら書くことの定着に加え、書くことを苦手にして



第4図 予想や観察・実験計画の書き方

いたり、理由を書くことが習慣化されていなかったりする児童に対しての指導が必要であると考えた。

そこで、「予想→理由→観察・実験計画」という順番での書き方を提示し、予想や観察・実験計画を立てる活動の充実を図った(第4図)。

ウ 観察・実験カードの工夫

画用紙で作った観察・実験計画書と記録用紙を観察・実験カードとして画板に貼り付けて使用させる。

観察・実験計画と結果の記録を左右に並べて配置することで、観察・実験の視点に沿った記録や、計画と結果の比較・考察が容易になる。

3 検証授業（10月18日～28日）

(1) 検証授業の概要

研究仮説を検証するために、逗子市立逗子小学校第5学年の4クラス(136名)を対象に「流水による土地の変化」の単元で検証授業を行った。

(2) 指導計画

問題解決の過程を2サイクル行うため、全11時間のうち6時間を充て、検証授業を行った（第1表）。

第1表 検証授業での指導計画

時間	指導計画	○学習活動のねらい ・学習活動の具体	書く活動
第1次	流れる水のはたらき 6時間 目標 流れる水には土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりするはたらきがあること モデル実験を活用し探究的に学習する 流れる水のはたらき (1サイクル目) 流れる水の量が増えたとき (2サイクル目)		
第1時	○事物・現象と出合い、問題を見いだす ・川の動画を見て気付きを小さい付箋紙に書く ・一番知らせたい気付きを大きい付箋紙に書く ・大きい付箋紙を黒板に貼り、似ている気付きをまとめる ・まとめた気付きを基に教師と児童で問題を見いだす		◎ ◎
第2時	○問題に対して予想をする ・ノートに自分の予想を書く ○実験計画を立てる ・個人の予想を基に、グループで話し合い予想を確かめる 実験計画を立てる ○実験計画を発表する ・グループごと実験計画を発表する		◎ ◎
第3時	○実験を行い、記録を取る ・実験を行い、観察の視点に沿った結果を記録する ○記録から個人で考察する ・結果を基に考えたことをノートに書く		◎ ◎
第4時	○個人の考察からグループで考察する ・グループで話し合い、考察する ○考察を基に学級で話し合っ結論を得る ・話し合ったことをノートに書く ○問題を見いだす ・既習知識から次に確かめたいことを見付け、ノートや付箋紙に書く ・学級で確かめる問題を見いだす		◎ ◎
第5時	○問題に対して予想をする ・ノートに自分の予想を書く ○実験計画を立てる ・個人の予想を基に、グループで話し合い予想を確かめる 実験計画を立てる ○実験計画を発表する ・グループごと実験計画を発表する		◎ ◎
第6時	○実験を行い、記録を取る ・実験を行い、観察の視点に立った結果を記録する ○記録から個人で考察する ・結果を基に考えたことをノートに書く ○個人の考察からグループで考察する ・グループで話し合い、考察する ○考察を基に学級で話し合っ結論を得る ・話し合ったことをノートに書く ・得た結論を実生活に関係付けて考える		◎ ◎ ◎

第2次、実際の川の様子 2時間 目標 川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあること 川の観察やICTを活用して学習する
第3次 川の水量が増えるとき 2時間 目標 雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があること 話し合い、ICTの活用、地域の川の様子などから学習する
まとめ、振り返り 1時間

(3) 教材・教具の工夫

ア 提示する事物・現象の吟味

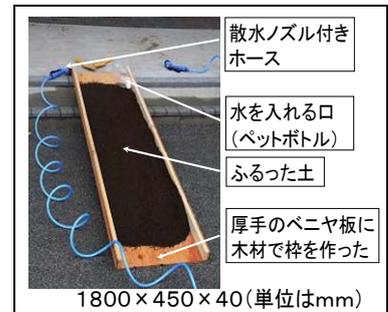
第1次「流れる水のはたらき」の学習内容から、川の真っ直ぐな所とカーブの所の比較、カーブの内側と外側の比較という二つの観点の動画を編集し、児童がじっくり見ることができるキャプチャ画像も制作した。

気付くポイントを焦点化するため、動画にはそれ以外の観点が入らないように注意した。

イ 流水実験装置の製作

今回の学習では、グループごとに計画を立てて実験を行った。

児童の自由な発想から立てた計画を基に実験を行うために、ある程度規模が大きい実験装置を用意すること、条件をそろえてグループごとの結果を比較しやすくするために、同じ大きさの実験装置を用意することが必要であると考えた。そこで、第5図のような実験装置をグループ数用意した。



第5図 流水実験装置の製作

(4) 検証授業の実際

ア 第1時

授業の始めに、カーブしている川と真っ直ぐな川の動画を見せ、気付きを付箋紙に書かせたところ、動画の観点が明確であったので、児童は流水のはたらきという点に絞った気付きを書くことができた。さらに、大きい付箋紙を活用して気付きを選び整理させる場面では、似ている意見の近くに付箋紙を貼り類型化する姿が見られた。

その後、学級全体で意見を出し合わせ、これからの学習の中で調べていく問題を見いださせた。

「流れる水のはたらき」で見いだされた問題例 (1サイクル目)
①なぜカーブの外側はけずられるのか
②なぜカーブの内側では川原になっているのだろうか
③真っすぐな川ではどのように流れているのか

イ 第2時

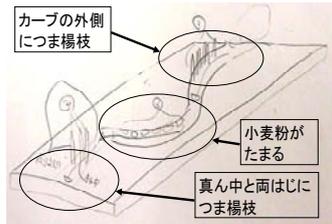
前時に見いだされた問題に対して予想させる場面では、自らの既習知識・生活体験に基づいて理由を書こ

うとしている児童が多かった。理由を書けない児童に対しては既習内容を確認する、時間が足りない児童には考えを整理するヒントを与えるなどの机間指導を行った。

児童の予想より

①なぜカーブの外側がけずられるのか。それは最初真っ直ぐ流れていて、急にカーブをすると急に曲がれずに土のかべにぶつかってしまうから、かべがけずられるのです。

その後、実験計画を立てるための話し合いを行わせたところ、小麦粉を流し流水による堆積や運搬の作用を観察する案(第6図)、つま楊枝や竹串などを使って土が削られて変化している様子を観察する案、ビーズを流して流れの速さを測る案など様々な実験計画が出来上がった。



第6図 実験図の例

このことは、児童がそれぞれ予想をもっていたこと、前述の実験装置を提示したことで、実際にどんな実験ができるのか児童が想像しやすくなり、意欲が高まったことによるのではないかと考えられる。

ウ 第3時

最初に実験を行った。予想を確かめるために実験計画に基づいた水路を作り、水を流した。

水を流す前に丹念に水路の様子を確かめる姿、削れたり川原ができたりしたところを指さし確かめ合う姿、実験の結果を相談しながら記録に取っている姿、水路に変化があった場所を友人に教えている姿など意欲的に活動する様子が見られた。

実験後、記録用紙を整理させ予想と記録を個人で比較・考察させた。

エ 第4時

グループで話し合わせ、記録や個人での考察と流れる水のはたらきを関係付けさせた。

グループ考察から

- ・予想やビデオで見た川の通り、カーブの外側がけずられ、内側に川原ができた。
- ・水がカーブの外側に勢いよくぶつかって、土がけずられていた。

さらに、グループ考察を持ち寄り学級全体で話し合うことで得た結論をノートに記入させた。

「流れる水のはたらき」で得た結論(1サイクル目)

- ①曲がった川では外側が流れが速い
- ②真っすぐな川では中央が流れが速い
- ③川の流れが速いところでは「けずる」はたらきが強い

- ④川の流れが速いところでは「はこぶ」はたらきが強い
- ⑤川の流れが遅くなれば「つもる」はたらきが強くなる

その後、次の問題を見いださせるために、さらに気付いたことや確かめたいことを書かせた。1サイクル目で理解した内容と既習知識・生活体験と関係付けた様々な気付きが生まれた。中には逗子を流れる田越川の様子を関係付けた「川岸を固めたい」「逆流させてみたい」「水量を増やしてみたい」という発想もあった。それらの意見から学習内容に沿っているものを考え分類させ、まとめる中から問題を見いださせた。

「流れる水の量が増えたとき」で見いだされた問題例(2サイクル目)

- ①水の量が増えたら流れる水のはたらきはどう変化するのか 「けずる」、「はこぶ」、「つもる」
- ②水の量が増えたら川はあふれるのか

オ 第5時

前時に見いださせた問題に対し、まず個人で予想を書かせ、続けてグループで実験計画を立てさせた。

児童の予想より

- ②水の量が増えると川はあふれるのか。水の量が増えると土はどろじょうになりそこからどどん水がもれ、川があふれる。

その中で、前回の実験と条件をそろえ、水量のみ増やし結果を比較する方法に気付いたグループがあった。この考えを全体で紹介すると、それをヒントとして話し合うグループも見られた。

カ 第6時

前回の実験装置を使い、流れる水の量のみ増やした実験を行った。実験後、どのグループにも前回の結果と比較して記録している様子が見られた。

教室に戻ってから、グループで実験結果と1サイクル目の結論と比較し、流れる水のはたらきと関係付けて考察させた。ここでは、学習のポイントとなる実験結果をすぐに見付け、話し合い活動もスムーズに行っている様子が見られた。

グループ考察から

- ・三つのはたらきはすべて関係している
- ・つもるはずだった土もはこばれていった
- ・かべが高くてじょうぶな川はあふれない
- ・「けずる」はたらきが強まってかべをくずした

その後、学級全体で話し合わせ、得た結論をノートに記入させた。

「流れる水の量が増えたとき」で得た結論

(2サイクル目)

- ①水量が増えると「けずる」「はこぶ」はたらきは強くなり「つもる」はたらきは弱くなる
- ②水量が増えると、川はあふれてしまう

4 結果と考察

(1) 選択式アンケートから

選択式アンケートから、児童の理科学習における意欲や探究心がどのように育成されたのかを検証した。

各項目で「4：当てはまる」「3：だいたい当てはまる」「2：あまり当てはまらない」「1：当てはまらない」と4段階で回答させ、4または3と回答したものを肯定的な回答、1または2と回答したものを否定的な回答とした。

その結果の比較から、次の項目について肯定的に回答した割合が増えたことを確認した（第2表）。

第2表 事前・事後の選択式アンケートで肯定的な回答が増えた設問

アンケート項目	事前	事後
① 理科は好き。	80.3%	88.3%
② 観察や実験をするのは好き。	94.1%	97.8%
③ 観察や実験の方法を考えるのは好き。	55.5%	65.9%
④ 自分で予想を立てて観察や実験をしている。	72.6%	82.6%
⑤ 観察や実験の結果から考えることは好き。	65.9%	72.8%
⑥ 自分の予想や考えたことを話し合うことは好き。	52.9%	64.2%
⑦ 自分の意見を発表することが好き。	41.5%	51.1%
⑧ 授業中人の意見を聞いている。	81.6%	87.7%
⑨ 学校や家で文章を書くことが好き。	53.7%	62.8%

個々が気付きや予想をもち学習を進めることで（項目④）、児童は理科学習における様々な場面での活動に一生懸命取り組み（項目②③⑤⑥）、達成感を得ることができたのではないかと（項目①⑤）。また、自分たちの発想を基にした実験（項目③）が児童の興味を喚起し、児童の探究心が高まったのではないかと考えた（項目④⑤⑥）。

さらに、学習意欲についても肯定的に回答している児童の割合が増えた（項目⑦⑧⑨）。

また、選択式アンケートの最後に設定した自由記述には「学習に前向きに取り組めた」「達成感があった」という趣旨の記述が見られた。下記の記述はその一部である。

児童の記述より

- ・流水による土地の変化では、予想して実験をして結果を書くことをしたけどとても楽しかったです。それは、予想ではどのようなようになるのかがどきどきしたし、実験も予想と同じかちがうかをまとめたりと、今までの中で一番楽しかったです。
- ・川を作る実験がおもしろかった。実際の川のようになっていて、本当に川を観察しているようだった。
- ・最近自分で予想や結果を考えてこれたと思う。

これらのことから、今回行った指導法により児童が問題解決型の学習を行う上での意欲や探究心が育成されたと判断した。

(2) 事前・事後の記述式問題から

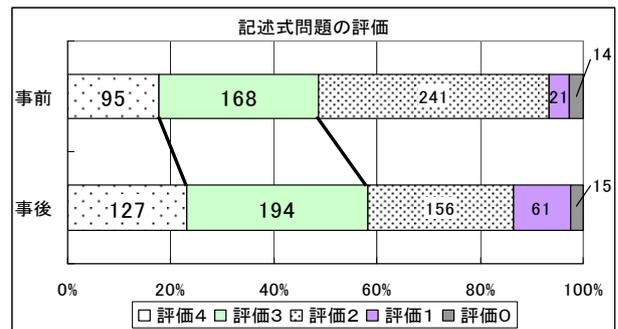
ア 事前・事後の記述式問題の結果の比較から

事前・事後の記述式問題を評価し、比較・考察した。記述式問題の評価規準を以下に示す（第3表）。

第3表 記述式問題の評価規準

4	正答であり、既習知識を根拠とし筋道を立てて考え理由を書くことができる。
3	正答であり、筋道を立てて考え理由を書くことができているが、既習知識の活用が不十分である。
2	誤答であるが、答えを導き出した理由を書くことはできている。
1	問題を捉えていない、理由を書くことができていない。
0	無解答

第7図は、事前・事後各4問を評価した結果である。事前調査に比べて事後調査では「正答であり、筋道を立てて考え理由を書くことができている（評価4,3）」が増えた。



第7図 記述式問題の評価

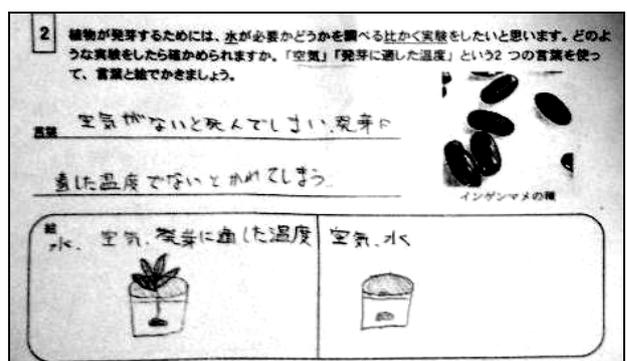
記述式問題の解答を分析したところ、次のことが読み取れた。

それは、検証授業の中で問題の予想や実験計画を立てるときに、根拠として関係付けるものは既習知識・生活体験であることを意識させたので、児童は筋道を立てて考え理由を書くことができるようになったことである。

また、問題を把握しており既習知識・生活体験もあるが、理由の書き方を理解していないために書くことができなかった児童は、考える順番に沿って書くことを学ばせたので、理由を書くことができるようになったことである。

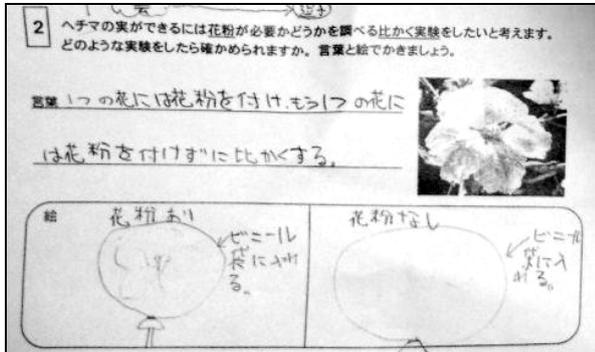
イ 児童の記述の分析

この児童は事前調査の解答に「空気がないと死んでしまい、発芽に適した温度でないとかれてしまう」と書いている。水の要不要を比較する実験の方法を考えるという問題の趣旨を理解していなかったため、一番のポイントである水の有無について記述できていなかった（第8図）（評価1）。



第8図 事前の記述式問題より

しかし、事後調査では「一つの花には花粉をつけ、もう一つの花には花粉をつけずに比較する」ことを考える問題の趣旨を理解し書くことができた。また、それぞれの花をビニール袋で囲うという絵が描かれ、外から来る花粉を寄せ付けないという実験方法も表現することができた(第9図)(評価4)。



第9図 事後の記述式問題より

この児童は事前では、出題文を読んで趣旨を理解することができず、何を答えればよいかわからないまま書いていたのではないかと考えられる。しかし、事後では出題文を読んで趣旨を理解し、既習知識と関係付けて実験計画を書くことができています。

また、各観点で出題した問題に対するこの児童の解答の評価の比較を第4表にした。

第4表 児童の記述式問題の評価の比較

	事前	事後
事物・現象から予想する	2	4
観察・実験計画を立てる	1	4
観察・実験の結果から考察する	3	3
身の周りの事物・現象と関係付ける	2	3

このように、記述の変化からこの児童は検証授業での取組みを通して、問題を把握し筋道を立てて考えられるようになったことがうかがえる。

5 研究のまとめと課題

事物・現象に出合い問題を見いだす場面では、観点が明確であった動画に出合わせ、付箋紙を活用するなどの手立てをとったことにより、問題解決を行おうとする意欲や探究心が醸成されたことが事前・事後の選択式アンケート結果の比較から読み取れた。

また、問題解決の過程の「見通しをもつ」場面では、全員に予想を考えさせ、それを基に実験計画を立てさせるなどの「書く」活動を取り入れたことにより、児童が筋道を立てて考えようとしていることが、事前・事後の記述式問題の結果の比較や検証授業での児童の様子からうかがえた。

これらのことから、この指導法は児童の科学的な思考力を育む上で有効であると判断できた。

しかしながら、今後の課題も見えてきた。

まず、既習知識が曖昧であったり、科学用語が適切

に定義されていなかったりした児童は、筋道を立てて考え理由を書くことができないということが、記述式問題の分析から改めて浮き彫りになった。理由を書くには既習知識や科学用語が不可欠である。そこで、教師はそれらを理解しているかどうかという児童の実態を把握し、不足があれば補った上で学習活動に入ることが必要である。

また、「書く」活動をどのように確保するかという課題もあった。思考して「書く」活動を取り入れた学習を児童全員に行わせるには、多くの時間と指導が必要である。そのためには、教材分析や、単元の指導計画の見直し、更には年間を通した指導計画の見直しが必要である。

おわりに

今回、児童の科学的な思考力を育むための指導を行った。その中で、児童が、自分の考えを書いたり、記録を基に話し合ったりする姿は、思考する活動を楽しんでいるように見え、このことから、本来児童は考えることが好きなのだと感じた。

児童が意欲や探究心をもって主体的に思考するような学習環境を教師が整えることにより、児童の思考活動が充実し科学的な思考力を身に付けていくことができる。そしてそれは理科が嫌いであったり苦手であったりする児童に対しても、それらを解消する有効な手段の一つになるであろう。

今回は「書く」活動に焦点を当てた研究であったので、「発表する」「説明する」などの活動は十分ではなかった。今後は、「書く」活動を他の活動に関係付ける工夫をするとともに、様々な学年、単元において今回の指導法を活用できるように更に改良し、実践を重ねていきたい。

引用文献

- 中央教育審議会 2008 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について(答申)」 (http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf (2010. 5. 14取得))
- 文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書
- 鶴岡義彦 2006 「理科における読解の重要性と読解力を重視する若干の視点」 東洋館出版社 『理科の教育』55号 p. 372