

栃木の子どもの学力向上を図る授業改善プラン —中学校・理科— vol. 3

平成18年1月 栃木県総合教育センター

平成16年度教育課程実施状況調査(中学校第2学年段階の内容)のペーパーテスト調査結果から、今回は、「科学的な見方や考え方」について、指導のポイントを示します。

ペーパーテスト調査結果からみえた課題

- ・本県の通過率の平均を評価の観点ごとにみると、「自然事象への関心・意欲・態度」では65.9%、「観察・実験の技能・表現」では63.6%、「自然事象についての知識・理解」では67.1%であるのに対して、「科学的な思考」では57.0%となっており、他と比べて大きく下回っています。この傾向は、全国の通過率の平均についても同様のことがいえます。(詳細については、「栃木の子どもの学力向上を図る授業改善プラン(平成17年5月)」を参照ください。)
- ・全問題(104問)について本県の無解答率をみると、無解答率が10%を超える問題が25問あります。特に、「科学的な思考」をみる問題37問では、無解答率が10%を超える問題が10問あり、無解答率が高い状況がみられます。
- ・本県の無解答率を詳しく見てみると、全104問の平均は6.6%であるのに対して、「理由を書く問題」、「現象や様子を書く問題」等の文章で表記する問題(17問)については、18.4%であり、「名称や物質名」等の言葉で表記する問題(7問)については、10.5%となっています。

	本県の通過率 の平均	全国の通過率 の平均	本県の無解答率 の平均
全問題 (104問)	63.0%	63.1%	6.6%
科学的な思考をみる問題 (37問)	57.0%	56.8%	6.9%
理由、現象、様子等を書く問題(17問)	58.5%	58.5%	18.4%
名称や物質名を書く問題 (7問)	75.0%	73.8%	10.5%

「中学校学習指導要領 解説 - 理科編 - 平成11年9月文部省」には、改善の基本方針として「小学校、中学校、高等学校を通じて、児童生徒が知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察、実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な見方や考え方を養うことができるようにする。」とあり、科学的な見方や考え方を重視していることが述べられています。



今回の調査では、「科学的な思考」をみる問題や記述する問題において、通過率の平均が他よりも下回っており、また、無解答率が他より上回っている状況がみられます。これらの原因として次のようなことが考えられます。

現象面にだけとらわれ、原因を理解していない。

観察・実験を受動的に行っており、自分で考え、目的をもって学習していない。

教師が丁寧に説明する一方で、生徒自身に考えさせる場面が少ない。

ノートやワークシートに、自分の考えを文章で記入する機会が少ない。

文章で書くことが苦手なため、分かっているが表現することができない。

暗記に頼る傾向があり、一問一答式の問題や同形式の問題には対応できるが、じっくりと考えて答えを出すことを苦手としている。

問題文が長い文章で書かれていると、題意を読みとることができない。

つまり、科学的に考え、考察したり、説明したりすることに関しては、「考える力」だけでなく、読解力、表現力などについても指導していく必要があります。

そこで、今回は、科学的に考えたり表現したりする力を育てるために、どのように指導を工夫・改善したらよいかまとめましたのでご活用ください。



科学的に考えたり表現したりする力を育てる工夫をしましょう

1 調査結果の概要

教育課程実施状況調査の「科学的な思考」に関する調査において、特に顕著な結果がみられた問題についての概要と改善の方向性を示します。

【開いた系での質量が減少する理由を説明する問題】

明さんは化学変化の前後で物質の質量がどう変わるかを調べるため、図1、図2のように、ふたのないプラスチックカップの容器を用いて実験をしました。これについて、次の問いに答えなさい。

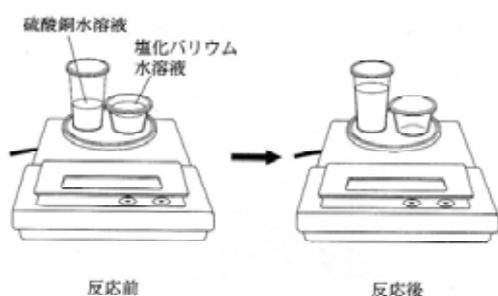


図1

(1) 省略

(2) 次に、明さんは図2のように塩酸と亜鉛を用いて、反応の前後の全体の質量をはかりました。その結果、反応後の質量は、反応前と比べて小さくなりました。質量が小さくなったのはなぜだと考えられますか。その理由を の中に書きなさい。

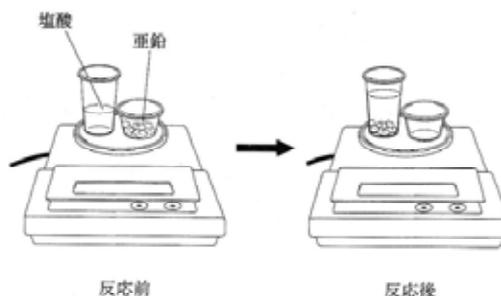


図2

本県の通過率	38.7%	全国の通過率	39.9%	設定通過率	60%
--------	-------	--------	-------	-------	-----

正 答：発生した気体（水素）が逃げた	36.1%
準正答：気体（水素）が発生した	2.6%
誤 答：亜鉛が塩酸に溶けた 二酸化炭素が発生した 蒸発した など	35.0%
無解答：	<u>26.3%</u>

この問題では、図1と図2を比較して、発生した水素が逃げてしまうことを理解できれば正解です。しかし、準正答ではありますが、2.6%は「逃げる」ことまで表現できていません。また、誤答や無解答が多いのが気になります。



改善の方向性

- ・実験の目的意識をもたせる。
- ・自分なりの仮説や考えをもって、実験に臨ませる。
- ・化学変化について、塩酸と亜鉛の反応を実験を通して理解させる。
- ・反応前と反応後の質量の変化については、単に測定して事実を知るだけでなく、原因を考えさせる。（現象だけ追わせるのではなく、考えながら体験させるようにする。）
- ・質量が小さくなった理由を自分の言葉でまとめさせる。

【柔毛の働きについて考察する問題】

小腸の内部は無数の柔毛でおおわれ、養分を吸収するのに有利なつくりになっています。小腸に柔毛が無数にあることは、養分を吸収する上で、どのように有利なのか。□の中の下線部に適切なことばをおぎなって答えなさい。

小腸に柔毛が無数にあることで、_____ ので、
養分を吸収するのに有利なつくりになる。

本県の通過率	43.0%	全国の通過率	47.0%	設定通過率	55%
--------	-------	--------	-------	-------	-----

正 答：表面積が大きい	43.0%
誤 答：吸収しやすい 消化しやすい など	23.7%
無解答：	<u>33.3%</u>

この問題では、柔毛が無数にあるため、養分とふれる面積が広がることを理解できれば正解できます。しかし、問題文に「養分を吸収するのに有利なつくり……」とあるにもかかわらず、「吸収しやすい」と答えています。これは、なぜ有利であるかの理由の説明になっていません。

また、下線部に文章を当てはめるために、ちょうど合う文章を作る必要があります。その制約から、表現しづらいため、考えずにあきらめてしまうこともあると思われます。



改善の方向性

- ・具体的な例をあげて、考察させる。
(例えば、小腸の柔毛の表面積はテニスコート1面と同じくらいの広さであると説明しますが、話だけではなく、写真や図を活用することでイメージをつくり、実感をもなった理解をさせる。)
- ・日頃から、自分の考えを文章で表現する場を設ける。

【雲の発生を空気塊の上昇下降と関連付けて考察する問題】

雄太さんは教室の空気の露点を測定する実験をしました。水の入った金属の容器に氷水を少しずつ加え、容器の外側にはじめて水滴がついたときの水温を測定し、露点としました。……略……

この実験で、容器の外側に水滴がつく現象と雲が発生することとは関連があります。雲ができていない空気のかたまりに、どのようなことがおこると雲ができるのですか。 の中の下線部に適切なことばをおぎなって答えなさい。

空気のかたまりが上昇し、体積が _____ して、
温度が _____ することにより雲ができる。

本県の通過率	41.8%	全国の通過率	43.2%	設定通過率	50%
--------	-------	--------	-------	-------	-----

正 答：膨張 - 低下 (大きく - 下がるなども可 文のつながりは問わない)

41.8%

誤 答：膨張 - 上昇

11.3%

収縮 - 低下

1.3%

収縮 - 上昇

1.2%

その他

21.9%

無解答：

22.5%

この問題では、空気のかたまりが膨張し、温度が下がることを理解できていれば正解できます。 の問題とは違って、下線部には、文章ではなく単語に近い言葉が入るため、解答しやすくなります。実際、無解答率は よりも低くなっています。しかし、語彙力のない生徒はちょうどよく当てはまる言葉がわからないと、現象を理解していても書けないことが考えられます。また、二つの現象の関係を理解していないと「膨張 - 上昇」のように解答する生徒も少なくはありません。



改善の方向性

- ・雲ができるときの現象だけでなく、そのとき起きている体積や温度についても体験を通して理解させる。
- ・体積の変化と温度の変化の関係を考えさせ、その様子を自分の言葉で説明できるようにさせる。

2 指導の工夫と改善

理科の授業において、生徒が既存の知識を理解・記憶すればよいという受動的な態度で臨むのではなく、科学的に考え、自信をもって表現できるようにするために、次の点について見直し、充実した指導をできるようにしていきましょう。

1 実験・観察に対する学習の流れを定着させましょう

生徒が目的意識や見通しをもって実験・観察ができるようにするために、日頃の学習の流れを見直し、定着を図りましょう。

効果的な導入を工夫する。

導入の工夫により、一人一人に課題意識をもたせることができます。「なぜだろう」、「解決したい」と関心をもたせることは重要なことです。

目的は、生徒に文章で書かせる。

ワークシートを使うとき、目的を印刷してしまうこともあります。それでは意識も薄くなってしまいます。板書したものを写させてもいいですから、生徒に文章で書かせ意識させましょう。

結果を予想させる。

必ず、結果を予想させましょう。予想することで見通しをもつことができます。また、なぜ、そのように予想したのか、自分の言葉で理由を書かせるようにします。「すでに学習して知っている」生徒や、「何となくそう思う」生徒も少なくはないと思います。一人一人が自分の言葉で考えられるように、個に応じてヒントを用意するなどして指導することも大切です。

実験の結果が予想と違っていた場合には、その原因を考えさせる。

生徒は、正しい結果のみを知識として覚える傾向があります。これでは、科学的な考え方は深まりません。予想通りの結果が出た場合には、そのように考えることができたポイントをおさえさせ、また予想と違っていた場合には、なぜそうなったかももう一度考えさせましょう。この「考える」過程がとても重要なのです。

考察をさせ、文章でいねいに書かせる。

考察ができない原因として、何を書くのかが分からないことがあげられます。「ねらいや仮説、結果からいえること」、「このような結果となった原因を考えること」をいねいに指導しましょう。その際には、具体的な発問も重要です。そして、分かったことを文章で書くことに慣れさせましょう。初めのうちは、キーワードを与え、少しずつ、文章による表現に慣らしていくこともできます。

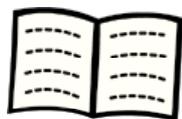


2 ワークシートやレポートを効果的に活用しましょう

ワークシートは、生徒が学習を進めやすいだけでなく、教師にとっても、効率よく授業を進めたり、生徒の学習の状況进行评估したり、授業の善し悪しを振り返ったりするなど、大変有効なものです。特に、生徒にとっては、学習活動の振り返りができるという点で重要なものです。しかし、使

い方によっては、ただ単に効率のよさだけを求め、教師が考えた方向に導くだけのものになってしまい、生徒が目的意識をもてなかったり、自ら考えることをしなかったりする恐れがあります。ワークシートの意義を確認し、生徒の実態に合ったものを工夫し、上手に活用しましょう。

また、実験・観察のレポート（報告書）を作成することも、思考力を高めたり、学習内容を自分の言葉で整理したり、相手に伝えるための表現力を高めたりすることに役立ちます。



教師は、生徒が書いたワークシートやレポートに目を通し、自分の言葉で書いてあるか、どこにつまずいているのかなど把握し、指導に生かすことが大切です。

3 話し合い活動を充実させ、お互いの考えを比較・検討させましょう

生徒が自分なりの考えをもったとしても、話し合いが活発にならず、最終的には、教師がまとめてしまって授業を終えていませんか。あるいは、生徒が、考えたことが正しいのか誤りなのかを知るだけの授業になっていませんか。このような授業では、自分の間違いに気付かない生徒がいるかも知れません。互いの意見を聞くことはとても大切なことです、互いに認め、励まし合うことで、意欲的に考えたり、発表したりすることができるようになるのではないのでしょうか。ぜひ、話し合い活動を上手に取り入れたいものです。生徒どうしが考えを比較・検討することにより、よりよい考えや間違えた理由を知り、さらに思考を深めることができます。発表はしなくても、素晴らしい考えをもっている生徒もいるはずです。しかし、多くの生徒にとって、話し合いでの発言は苦手なものとなっています。また、教師にとっても、話し合いが雑談になってしまったり、発表する生徒が少なかったりするために、すぐに答えを言ったり、理解している生徒や発表できる生徒を指示したりして、話し合いにはあまり時間をかけず、次に進んでしまうことがあります。

生徒は、「間違えたら、恥ずかしい」、「他とちがっていたら、いや」、「自分の意見は言いづらい」などと思っているかも知れません。小グループで話し合う際にも、意見を言う生徒が固定されてしまうということもあるので、注意が必要です。自分の意見を自由に言い合える雰囲気作りにも心がけたいものです。その上で、生徒に任せ、考える時間、発表する時間を十分に位置づけましょう。

話し合い活動をうまく進めるための手段として次のような方法があります。

ブレインストーミングの活用

ブレインストーミングは、小グループでアイデアを絞り出すのに有効な方法の一つです。

グループのメンバーが自由にアイデアを出し合い、互いの異なる発想をうまく利用して、さらに多くのアイデアを生み出す発想法で、お互いに刺激が与えられ、思考を深めたり、広めたりすることができます。ブレインストーミングで意見を出し合う際には、次の点に留意する必要があります。

- ・他の意見を批判しない。否定しない。
- ・常識にとらわれず、自由に意見を出させる。（つまらないと思うようなアイデア、見当違いなアイデアを歓迎する。）
- ・短時間でできるだけ多くのアイデアが出るようにする。
- ・出されたアイデアを改善したり、発展したりすることを歓迎する。

この手法を活用して、班で実験方法を考えたり、実験結果を基に考察したりすることができます。

KJ法の活用

KJ法は、文化人類学者の川喜田二郎氏（そのイニシャルをとってKJ法と名付けられた）によって生み出された、創造的問題解決の思想と方法です。アイデアの断片をカードに記入し、それらをグルーピングします。これをうまく活用することで、個人の考えを整理したり、集団の考えを統一したりすることに有効です。

グループでの話し合いにおいて、自分の考えを発表するのが苦手な生徒もいます。そのような時、誰もが意見を出せるものとして特に有効な手法となります。理科の時間には次のような手順で意見をまとめていくことができます。

- ・各自が一枚のカードに予想したことや理由などを一つ書きます。（文章が苦手な生徒はキーワードを書くだけでもいいです。）
- ・班内で一人一人カードを出し、書いたことについて説明します。（一斉にカードを出してただ、眺めるだけでも構いません。）
- ・話し合いながら、意見をグルーピングして分類します。
（このとき、自分の考えつかなかった視点に気付く機会となります。自分の意見が他と違っていても構いません。決して責めないよう約束させましょう。むしろ、多くの意見が出たことをほめるべきです。）
- ・分類したら、さらに集約し、班の意見として練り上げていくことができます。

班編成の工夫

考えた内容ごとに班を作り活動することで、班の仲間は自分と同じ考えであると安心して活動できることもあります。

例えば、実験の方法ごとに班編成することで、自分の考えが活かされ、目的意識をもち、最後まで楽しく学習することができます。



班内でのノートの回覧

1時間の授業の中で話し合う時間がとれなくても、ノートを回覧することで、お互いの考えを知ることができます。また、お互いに見られるという意識から、ノートの使い方も工夫されてきます。話し合いを始める事前の活動とすることもできます。

お互いの書いた内容を確認し合うことで、相互評価につなげ、認め合う機会としましょう。

4 理由をじっくり考えさせましょう

実験が好きな生徒は多く、その意欲に応えようと教師も興味・関心をもたせるような導入をしたり、楽しい現象を用意したりするなど、様々な工夫をしています。しかし、生徒は、その現象のみを楽しみ、考えることを避ける傾向にあります。理科が本来備えている「なぜ?」、「どうして?」といった知的好奇心を大いにかきたて、生徒に考えさせる場を作りましょう。

「なぜ？」と考えさせる場面を設定する。

現象や結果だけに終わらず、「なぜ？」と積極的に考えさせる場面を設定し、必ず自分の考えや理由をていねいに書かせるようにしましょう。前述したように、ワークシートやノートに「理由」を書くことに慣れさせることも大切です。「なぜ？」と考えることは楽しいと思えるように支援していきましょう。発問を工夫する。



授業中の教師の問いかけによって、理由を考えるだけでなく、思考力や表現力を高めることができます。

5 テスト後の指導をていねいに行いましょう

理由を問う問題では、生徒はいろいろな解答を書いてきますが、現象のみを答えたものに対してどのように対応していますか。たとえば、次のような問題を考えてみましょう。これは、よく出題される問題です。

息を吹き込んで黄緑色にしたBTB液の中にオオカナダモを入れ、日光を当てたあとBTB液の色がどのように変化するか。また、それはなぜか。

「BTB液の色は、青色に変わる。」ことについては、多くの生徒が正しく解答できますが、理由については、「光合成をしたから」と解答する生徒も少なくありません。このとき、どのように対応しますか？

「光合成をしたから」というのは、厳密に考えると理由とはいえません。BTB液の色を変えた原因を述べていないからです。「光合成によって、二酸化炭素を消費したから」となって正答です。試験で出題したとき、「光合成をしたから」という解答を正答として扱っていませんか。その場合、その生徒は、正確に理由というものを述べることができずに、学習を終えてしまうでしょう。もし、部分点を与えるにしても、ていねいに指導する必要があります。

テストは、評定のための資料となりますが、評定や点数を出すためだけでなく、生徒にとって、理解できていない点をフィードバックし、正しい理解をさせてこそ意義のあるものです。テストを返却した後の指導こそ大切にしたいものです。

正解を配るだけ、誤答を訂正させるだけではなく、なぜ間違えたのかを把握させ、特に、記述の苦手な生徒や考察が苦手な生徒には、もう一度考える機会をもたせましょう。



平成16年度教育課程実施状況調査の結果を踏まえて作成した「栃木の子どもの学力向上を図る授業改善プラン」も、今回が3回シリーズの最終となります。第1回(H17.5、冊子)、第2回(H17.9、リーフレット)とともにご活用ください。