

科学的な思考力・表現力の育成を目指す理科学習指導のポイント

過去の佐賀県小・中学校学習状況調査の報告書等から、理サポが捉える理科学習の課題点として、①観察・実験の結果を整理し考察すること ②学習したことと実際の自然や生活とを関連させて考え、表現することが挙げられます。これらの課題の解決に向けて、以下のようなことが必要な力として考えられます。

・事物・現象などから問題を見いだす力

学習の導入で、児童生徒に事物・現象の提示（以下「事象提示」）として、映像を見せたり、演示実験をして見せたりすることがあります。それらを基に、児童生徒が自ら学習問題を立てたり、その解決の見通しをもったりすることは、観察や実験の結果を考察する活動の充実につながると考えます。特に、児童生徒が自力で学習問題を立てることができれば、観察・実験への目的意識が高まり、学習問題にそった考察を行うことが期待できます。

・観察・実験の結果を、予想や仮説と関係付けながら考察する力

理科の学習においては、児童生徒の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を、観察・実験の結果を通して、少しずつ科学的な見方や考え方に変容させていくことが大切です。予想や仮説を立てて観察・実験を行うだけではなく、その結果について考察を行う学習活動を充実させることにより、科学的な思考力や表現力の育成を図ることができると考えます。

・学習したことを身の回りの生活の中の事象に適用しようとする力

身の回りの生活の中の事象に当てはめて考えることにより、「活用」する力が育ち、それを繰り返すことで、科学的な思考力や表現力の育成を図ることができると考えます。

以上のようなことを踏まえて、科学的な思考力・表現力の育成を目指す手立てのポイントを次のようにしました。

事象をどのように捉えているか書き表すこと

学習の導入で教師が事象提示を行い、それに対し、児童生徒が自分なりの解釈を記述する場面を設定します。そして児童生徒の、「あれ・どうして・なぜだろう・調べてみたい」を引き出し、学習問題を立てることへと意欲を高めていきます。

他者と考えを交流すること

教師が示した事象に対して「不思議だ」と考える児童生徒もいれば、「当たり前だ」と考える児童生徒もいるでしょう。また、事象のどこを見ればよいのか戸惑う児童生徒もいるかもしれません。そこで、事象提示について、児童生徒の個々の考えを交流させる場面を設定します。そうすることで児童生徒は、自身の考えが明らかになり、他者の考えとの違いなども明らかになって、正しく学習問題を捉え、活動に向かうことができると考えます。

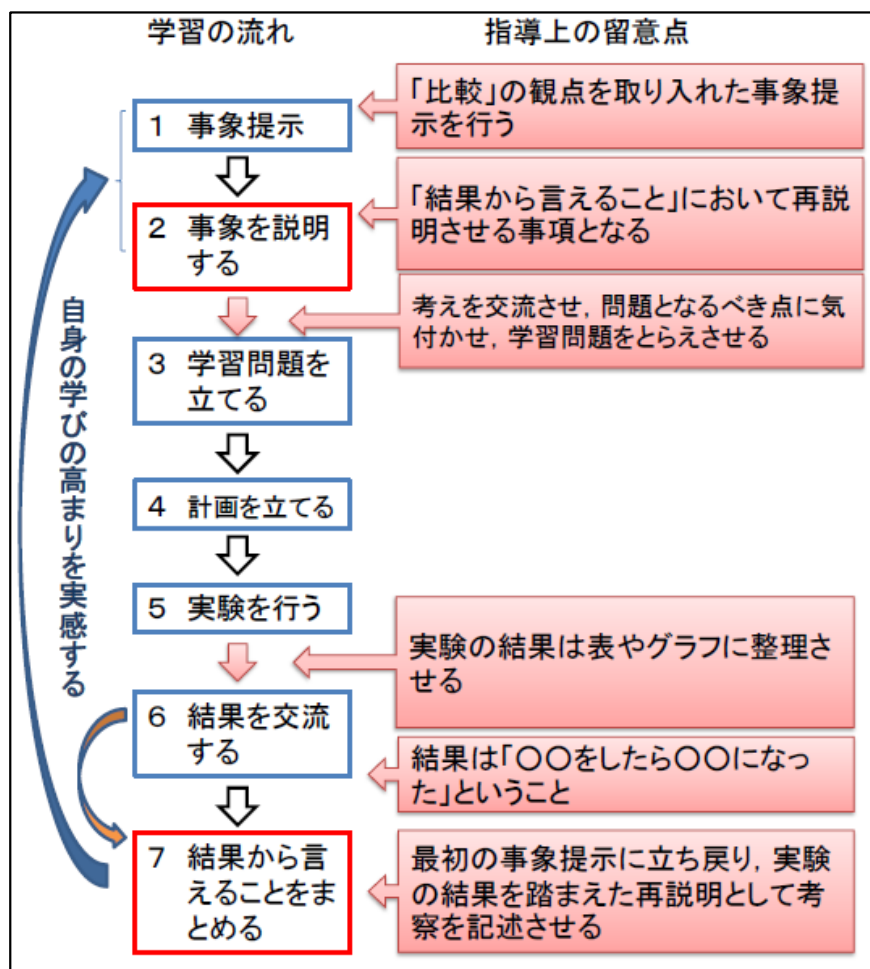
結果と考察を書き分けること

考察を科学的な表現、そして論理的な表現に高めていくためには、結果と考察を書き分けられるように指導することが大切です。PISA調査においても、「なぜそう考えたのかという理由」を問う設問で、出題者側としては結果に基づいた「考察」を求めているのに対し、日本の児童生徒は「結果」のみを記述することが多いと報告されています。このことから、指導者は、何が「結果」であり、何が「考察」であるのかを明確に分けて指導する必要があります。この学習過程モデルでは、考察したことを基に、導入の事象提示に立ち戻らせ、「再説明」させるような工夫をしています。事象提示を日常生活との関連

を意識したものにする中で、学習したことを身の回りの生活の中の事象に適用しようとする力を高めより科学的な思考力・表現力の育成が図られるのではないかと考えています。

科学的な思考力・表現力の育成を目指した学習の進め方

下の図は、本センターが平成平成 22・23 年度 佐賀県教育センタープロジェクト研究小・中学校理科教育研究委員会において考案した学習過程モデルです。この学習過程モデルには、上記の科学的な思考力・表現力の育成を目指す手立てのポイントが組み込まれています。



まず、導入時に児童生徒の視点を焦点化させるために、「比較」の観点を取り入れた2つの事象を提示します。2つの事象の違いについて、自分なりの解釈を個人の考えとして記述します。その後、個人の考えを交流させます。その中で、解決すべき課題を明確にさせるために、「何の関係しているのか」ということをキーワードとして挙げさせます。そして、キーワードを基に学習問題へと導きます。

児童生徒は自らが立てた学習問題を基に観察・実験を行い、結果を得ます。その結果について考察させ、まとめへとつなげます。

また、日常生活や社会の特定の場面における活用する力を育成するために、学習して分かったことを基に最初の事象を再説明する活動を行います。

理科における言語活動を促す学習導入時の事象提示のポイント

多くの場合、学習の導入場面で、教師はその時間に学習する内容に関する自然の事物・現象について、事象提示を行います。そうして児童生徒に、「あれ・どうして・なぜだろう」などの疑問をもたせ、解決すべき問題として、学習問題へと高めていきます。しかし、同じ事象を見ても、児童生徒の解釈がすべて同じとは限りません。

この「なぜ」「どうして」という児童生徒の考えを言葉として記述させることから始めます。さらに、事象提示を「比較」の視点をもって、事象Aと事象Bの2つの事象を見せることを基本にし、児童生徒が比較することを通して、より問題となる点に着眼するような工夫を行いました。事象Aと事象Bを比較させる視点としては、次のようなものがあると考えます。

<比較の視点>

- (ア) 素朴概念（イメージ）と科学的な概念を比較させる事象提示
- (イ) 操作を加える事象と加えない事象を比較させる事象提示
- (ウ) 既習事項と未習事項を比較させる事象提示
- (エ) 異なる物質に同じ操作を加えて比較させる事象提示

※ 事象Aと事象Bは、2つの事柄を示すという意味であり、特に順序性や、それぞれの内容（考え方）を固定するものではありません。

事象提示における比較の視点のポイント及びその実践事例

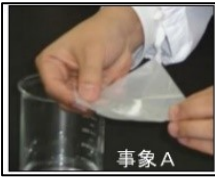

事象提示の視点（ア）、（イ）、（ウ）、（エ）を基に、これらを単独または組み合わせて事象提示を考案し、授業を公開しました。

次項からは、事象提示の視点（ア）、（イ）、（ウ）、（エ）ごとに、事象提示のポイント及び実践事例をまとめています。

(ア) 素朴概念と科学的な概念を比較させる事象提示

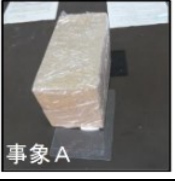

ポイント
 多くの事象提示は、児童がもつ素朴概念（イメージ）に対して科学的な概念に基づく現象を見せることで、児童生徒に「不思議だ、どうしてだろう」というような疑問を引き出します。
 この（ア）が基本となり、事象Aと事象Bを比較させる視点の（イ）（ウ）（エ）を組み合わせさせて考えるようにしていきます。

例 小学校第5学年 「もののとけ方」

事象提示		児童の思考
事象A	 <p>定量の水に一つまみ（1g）の食塩が溶ける。</p>	（食塩が少なかったから）全部溶けた。
事象B	 <p>定量の水に大盛（30g）の食塩が溶ける。</p>	（ ? ）全部溶けた。

児童に事象Bの理由を交流させると、「水と同じ量の食塩が溶けるから」「食塩は水にどれだけでも溶けるから」考えが出されていました。その中で、関係していることとして、「食塩」「水」「溶ける」「限界」などのキーワードが出されました。そこから「食塩は、決められた量の水にどれくらいとけるのだろうか」という学習問題を導き、食塩の量の限界に児童の視点を向けて、実験を行うことができました。

例 中学校第1学年 「身近な物理現象」（力と圧力）

事象提示		生徒の思考
事象A	 <p>マシュマロにレンガをのせると縦につぶれる。</p>	（下向きに圧力がはたらき）うすくつぶれた
事象B	 <p>真空保存容器にマシュマロを入れて減圧した状態から空気を入れると全体的に小さくなる。</p>	（ ? ）なので全体的に小さくなった。

事象Bの読み取りで、事象Aと比較させることで、生徒は、「大気圧ははたらく向きは上からだけじゃなさそう」と圧力のはたらく向きに着目しました。その後、「大気圧」「向き」などのキーワードを基に「大気圧はどのような向きにはたらくのだろうか。」と学習問題を立て、大気圧の向きに視点を向けて実験を行うことができました。

事象提示における比較の視点のポイント及びその実践事例

(イ) 操作を加える事象と加えない事象を比較させる事象提示


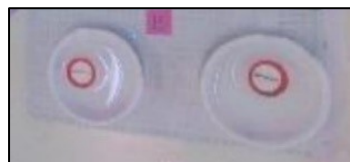
ポイント

事象の変化の前後の違いや事象に操作を加えていること（変化の要因）に着目させたい場合の事象提示です。

事象提示に使う実験器具は、同じものを2つ準備します。そして、必ず児童生徒に、何も操作を加えなければ事象に変化はないことを確認します。その上で、操作を加えたものと何が違うのか、どのような操作を加えると事象が変化するのか等、比較を通して考えさせます。

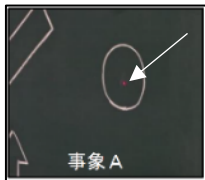
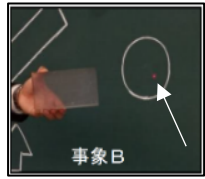
操作を加える事象と加えない事象を比較させることで、五感を通して情報を収集し、原因として考えられる要因について、自分の考えが言葉で表現しやすくなると考えています。

例 小学校第3学年 「じしゃくのふしぎを調べよう」

事象提示		児童の思考
事象A		何もしない鉄釘は同じ方向を向かない。
事象B		磁化させた鉄釘は南北方向を向く。 (?) だから南北を向く。

児童に事象Bの理由を交流させると、「磁石のパワーが鉄釘にのりうつったから」というような考えが出されていました。その中で、関係していることとして、「鉄」「磁石につける」「まるで磁石」などのキーワードが出されました。そこから「磁石につけた鉄は、磁石の力が残るのだろうか」という学習問題を導き、鉄釘やクリップなどの磁化する前後の反応に児童の視点に向けて実験を行うことができました。

例 中学校第1学年 「身近な物理現象」(光の性質)

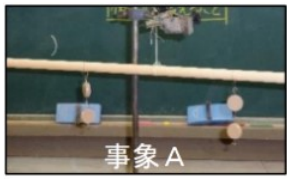

事象提示		生徒の思考
事象A		(光は空気中では直進するので) 的に命中する。
事象B		(?) 的からずれる。

生徒に事象Bの理由を考えさせ、関係していることとして「光」「曲がる」「ガラス」などのキーワードが出されました。そこから「光がガラスを通るとき、どのような進み方をするのだろうか」と学習問題を導き出しました。このことで、光とガラスの境目に視点に向けて実験を行うことができました。

(ウ) 既習事項と未習事項を比較させる事象提示


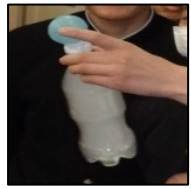
ポイント
 既習事項とは、前時以前のすべての事項を指します。事象Aでは既習事項を想起させ、それを基に事象Bをどのように考えるかという事象提示です。
 既習事項を丁寧に提示することで、そのあと問題となる点に着眼しやすくなり、自分なりの解釈が言葉で表現しやすくなると考えています。

例 第6学年「てこのはたらき」

事象提示		児童の思考
事象A	 <p>てんびんの両側に 20g のおもりを支点から同じ距離につるし、つり合わせる。(既習事項)</p>	(支点からの距離が同じだから) つり合う。
事象B	 <p>てんびんの左側に 20g、右側に 10g のおもりを支点から距離を変えてつりし、つり合わせる。(未習事項)</p>	(?) つり合う。

事象Bでは、教師が即座につり合わせることで、「てこがつり合う規則性」の存在を意識させました。そして、児童は事象AとBの比較から「おもさ」「きょり」「つり合う」などのキーワードを見いだしました。そこから「てこがつり合うとき、おもりのおもさと支点からのきょりに決まりがあるのだろうか。」という学習問題を導き、おもりの数(重さ)や距離に視点を向けて実験を行うことができました。

例 第2学年「気象のしくみと天気の変化」(大気中の水蒸気の変化)

事象提示		生徒の思考
事象A	 <p>ペットボトルを氷水で冷やすとペットボトル内の水蒸気が水滴となり白くくもる。(既習事項)</p>	ペットボトルを氷水で冷やすと、(ペットボトル内の水蒸気が冷やされて露点に達したので) ペットボトルの中に水滴ができた。
事象B	 <p>加圧したペットボトルの栓を開けるとペットボトル内の水蒸気が水滴となり白くくもる。(未習事項)</p>	空気を入れてパンパンにしたペットボトルの栓を抜くと、(?) のでペットボトルの中に水滴ができた。

生徒に事象Bの理由を交流させると、「圧力が小さくなった勢いで水蒸気が集まり水滴になった。」「冷やされないと水滴にはならないのでは。」などの考えが出されていました。その中で、関係していることとして、「気圧」「温度」といったキーワードが出されました。そこから「気圧が変化すると、温度がどのように変化するだろうか」という学習問題を導き、気圧の変化に視点を向けて実験を行うことができました。

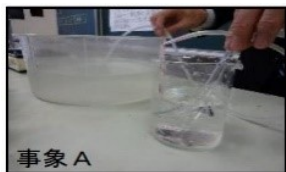
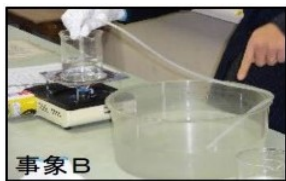
(工) 異なる物質に同じ操作を加えて比較させる事象提示

ポイント

一見したところ同じように見える物質Aと物質Bに対して、同じ操作を加えます。そのときの現象の違いから、変化の要因に気付かせたり、事象Aを基に、より事象Bの物質の性質に着目させたりする事象提示です。

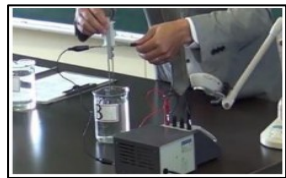

複数考えられる変化の要因を1つに絞って児童生徒にとらえやすくさせたり、本来とらえさせたい点をより際立たせたりするのに有効だと考えています。

例 小学校第4学年「すがたをかえる水」

事象提示		児童の思考
事象A		エアポンプから出てきた泡は空気だから、ビニル管を通して水の中に出た。
事象B		ふっとうさせて出てきた泡は（？）なので、水の中に出なかった。

児童に事象Bの理由を交流させると、「水の中の空気が出た」や「水が泡に変わって出た」などの考えが出ました。その中で、関係していることとして、「水」「ふっとう」「泡」などのキーワードが出されました。そこから「水をふっとうさせて出てくるあわは、水がすがたをかえたものだろうか」という学習問題を導き、沸騰で出た泡に児童の視点を向けて、実験を行うことができました。

例 中学校第3学年「酸・アルカリとイオン」

事象提示		生徒の思考
事象A		(水に電流は流れないから) 電子オルゴールは鳴らない
事象B		(?) から電子オルゴールは鳴る。

生徒に事象Bの理由を交流させると、「Aは純粋な水に対して、Bは何か溶けている水溶液だから電流が流れたと考えられないかな。」というような考えが出されていました。その中で、関係していることとして、「水溶液」「電流」などのキーワードが出されました。そこから「すべての水溶液に電流は流れるのか。」という学習問題を導き、溶質に視点を向けて実験を行うことができました。