

科学的に説明する力を育成するための評価

廣谷 玲江
理科 兵地 梓
西野 秀子

1. テーマ設定の理由

中学校学習指導要領の理科では、目標として「自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」ことを挙げている。中学校学習指導要領解説では、『科学的な見方や考え方を養うこと』とは、自然を科学的に探究する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることである。具体的には、観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすることである。」としている。その基礎となる力として、科学的な思考力は大変重要な能力であると考えられる。

しかし、生徒が科学的な見方や考え方を身に付けているかどうかは、それを言語によって表現することによって初めて判断できることである。また生徒自身も、言語化することによって自分の考えを整理し、思考や理解を深めていくことができる。さらに、多様な考えにふれることによって思考が深まっていくことから、考えたことを言語化し、他者とコミュニケーションを図ることが必要とされている。これらのことから、科学的に説明する力を育むことは科学的見方や考え方を身に付けていく上で重要な過程である。

科学的に説明する力を育成するとは、観察、実験などを通して検証された結果（実証性、再現性、客観性をもつ事実）を根拠として論理的に説明することや、既習の科学的な概念を活用して考え、その考え方とそこから導かれる結論を説明できるようにすることであると見え、実践を行った。

本校理科では、平成22年度の研究において科学的に説明をする場面として、観察、実験後の考察を行う場面に特に重点を置いて指導を行い、レポートの評価を行った。さらに、生徒に改善点などを示すことでより科学的に説明できるように支援を行ってきた。しかし、授業では40人の生徒すべてに対し個別支援を行うことはできない。そこで、平成23年度は、教師の評価や支援に加えて生徒が自分の書いたものを評価する場面を設け、生徒自身で科学的に説明する力を向上させることができた。しかし、次のような課題も挙げられた。

- ・レポート作成で根拠を十分に示すことのできない生徒
- ・学習の振り返りで言葉ではうまく説明できない生徒
- ・教師が長期的な変容を把握しきれていない

以上の課題から、平成24年度はこれを継続し、より効果的な指導を目指すこととした。さらに、これらの活動で育んだ科学的な見方や考え方を基礎とし、探究的な活動にも取り組んでいくこととした。

2. 思考力を育むための指導と評価

(1) 教科として育みたい思考力について

理科で育みたい思考力とは、課題解決のために科学的に探究する能力であると考えられる。

中学校学習指導要領解説では、科学的な思考力・表現力を育成する活動例として「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」を挙げている。

・「観察，実験の結果を整理し考察する学習活動」

比較したり，条件に目を向けたりしながら，観察，実験の結果を分析し，解釈するなどの能力の育成し，自然の中に見られる多様性や規則性を発見したり課題を解決したりする力を身に付けさせる活動。

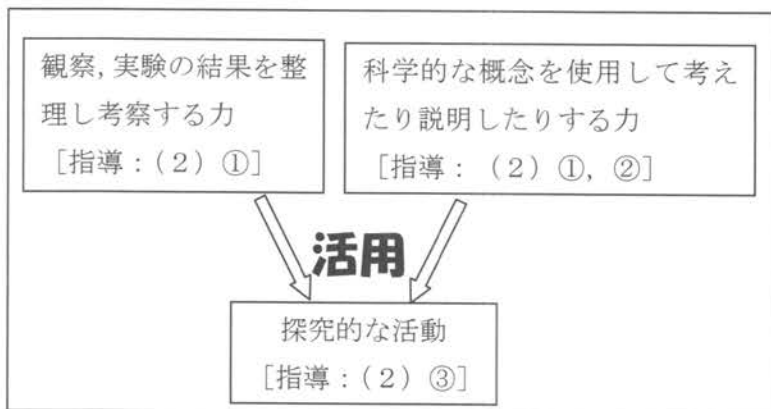
・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動」

観察，実験の考察から得られた概念を活用する能力を育成し，自然の事象について考えたり，その考え方を説明したりする力を身につけさせる活動。

・「探究的な活動」

生徒自身が疑問を持ち，その目的に沿った実験を計画し，観察，実験の考察や科学的な概念の活用を通して，課題解決する力を身につけさせる活動。

以上の3つの活動を通して，科学的な思考力を育てていく。



(2) 思考力の指導と評価

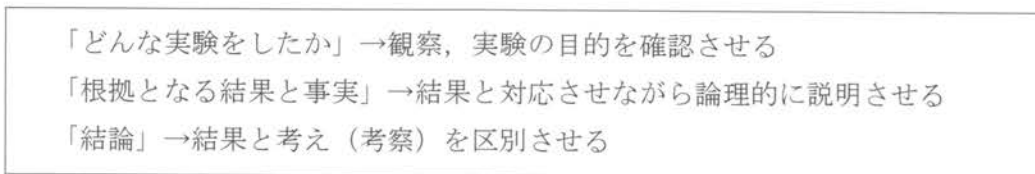
①レポート作成

観察，実験の結果を整理し考察する学習活動において，「考察の型」を指導する。

考察を書くときのポイントとして，

- ・観察，実験の目的を確認する。
- ・結果と考察を区別する。
- ・根拠を挙げながら論理的に説明する。
- ・観察，実験の結果を予想や仮説と比べながら考える。

という4点について指導を行ってきた。考察を書く場面でこれらのポイントが定着するように生徒に「考察の型」を示し，観察，実験のレポートを作成する際に順序立てて論理的に説明できるように指導を行う。「考察の型」の項目とねらいは次の通りである。



また，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の際には，現象（具体）から言語を用いた説明（抽象）への橋渡しとして，図やモデル（半具体・半抽象）を用いて説明する段階を入れる。

生徒の自己評価力を高めるために，教師が評価を行うときと同様の基準を生徒にも示し自己評価を行わせる。自己評価を行うことで，自分の書いたものが科学的な説明として十分であるかどうかを見直したり，教師の評価とのずれについて考えたりする機会とする。

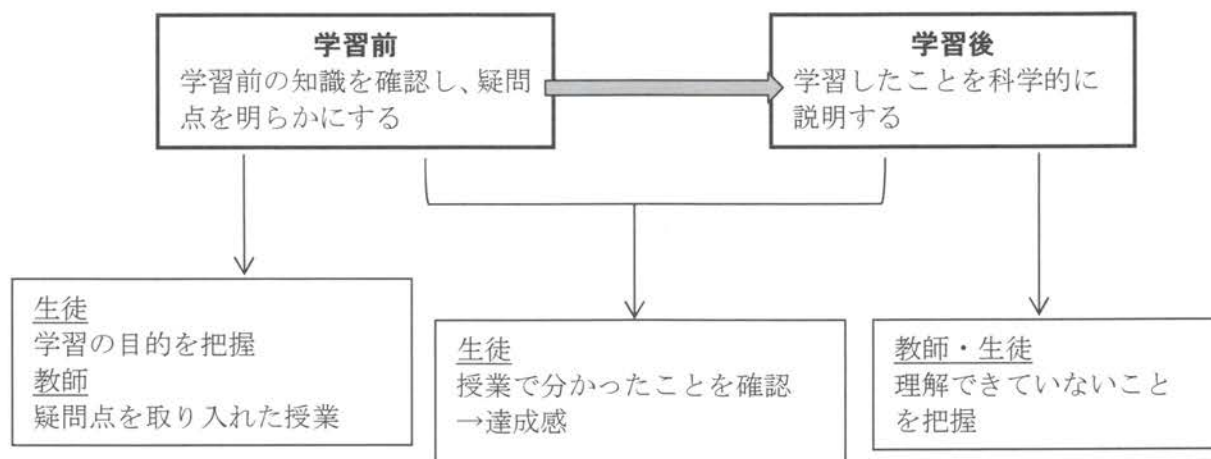
生徒が作成するレポートを教師が評価するときの基準を次ページに示す。

学習活動	A	B	支援
観察, 実験の考察を行う。	観察, 実験の結果を根拠として, 論理的に説明できる。	観察, 実験の目的を理解し, 観察, 実験の結果から分かったことをまとめることができる。	具体的な結果を取り上げて, 何が分かるか考えさせる。
現象を説明する。	既習の科学的な概念を使って考え, それを説明することができる。	自然の事象や現象について, 用語や図を使って説明することができる。	キーワードとなる用語を示す。

②学習の振り返り

単元または章の学習前の時点で, 生徒の経験やこれまでの学習から得た知識や疑問に思うことを確認し, 学習後にもう一度分かったことや疑問に思うことを説明させる。この活動については生徒が自由記述式の自己評価を行い, 授業を通して理解を深めたことや理解不足のままになっている点を確認する。

この活動は, 平成23年度は課題に対して文章で表現する方法でとりくんできた。平成24年度はこれに加えて, 言葉でうまく説明できない生徒へ手立てとしてコンセプトマップ(概念地図)を用いて表現する方法で行う。コンセプトマップとは, 関連のある概念(語句)を矢印で結び, その関係を短い言葉で説明する図である。その思考のつながりを用いることによって学習した概念の関係について考えさせ, それを可視化することができる。



③探究的な活動

既習事項と関連付けながら仮説を立て, 実験方法を考える。各班が考えた実験方法を全体発表し相互評価を行う。これを受けて, 実験方法を修正し, 課題解決に取り組ませる。最後に, 実験方法の振り返りを行うことで, 自己評価を行う。

3. 授業実践

(1) 1年生の実践

① レポートの作成

まず、中学1年生に初めての観察、実験レポートを「考察の型」の指導をしないで書かせた。考察を書く前に、「考察とはどのようなことを書くのか」という教師の問いに、生徒は「結果からわかること」という返答をしていた。しかし、実際に書いた考察を見ると、観察の目的から外れているもの、根拠のない予想を書いているものが多数みられた。(図1)

そこで、次の観察、実験レポート作成時に、前回の考察の問題点を挙げたうえで「考察の型」を指導した。生徒は考察の型に沿って書くことで、理解を深めたり、自分に足りないことを自覚したりできている。(図2)

図1: 花のつくり(共通点, 相違点)を調べる観察レポート

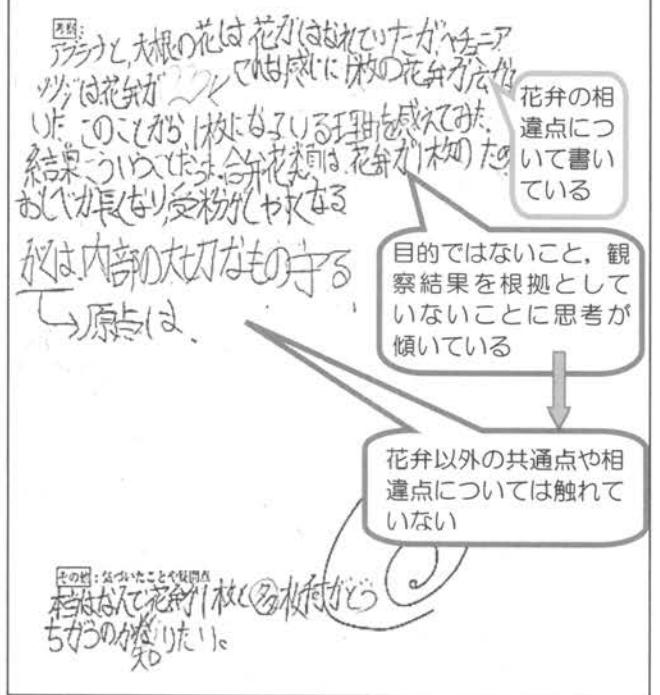


図2 授業で分かったことや身に付いたことを書きましよう

日付	記録	
6/1	課題	金糸で太い針を刺すときどのような規則性があるのか
	振り返り	言葉で、用紙に書いておくことで、自分の考えを整理しやすくなった。また、自分の考えを整理しやすくなった。

授業で分かったことや身に付いたことを書きましよう

日付	記録	
6/1	課題	鏡が光を反射するときどのような規則性があるのか
	振り返り	入射角と反射角は、同じ角度になることがわかった。考察を書くのが難しくありません。
6/13	課題	光が空気と水の境界を通過するときどのような規則性があるのか
	振り返り	水中の光が水中より斜めに屈折するのことがわかった。また、自分の考えを整理しやすくなった。

生徒は考察の型を使ったり自己評価の観点を見たりしながら、自分の考えを科学的に表現しようと努力していた。しかし、生徒にとって、具体的な基準が示されていない状態で自分が書いたものを客観的に評価することは難しいようである。そこで、生徒同士の交流のなかで、自分に足りないと思った表現を赤ペンで付け加える活動を行い、さらに全体発表時の教師の助言を聞いた後で、自己評価を行うようにした。その上で自己評価の低い生徒にその理由を記述させることで、自分の考察に不足しているものが何かを改めて考える機会とした。(図3) また、記述をもとに正確な自己評価が行えるように教師が指導したり、さらに科学的な表現ができるように支援したりできた。

図3 論理的に説明しよう

(どんな実験をしたか)「～を調べるために～の実験を行った。」一実験の目的を確認
 : 光が鏡で反射するときの規則性を調べるために、鏡への入射角を変えると反射角はどのように変えるかを見る実験を行った。

(根拠となる結果と事実)「その結果、～となった。」一実験結果とそこからわかること
 その結果、
 入射角も反射角も、同じ角度になった。
 入射角が大きくなるにつれて、入射角と反射角の差が大きくなった。
 0° は 0° 、 20° は 20° 、 40° は 40° 、 60° は 60° 、 80° は 80° だった。

(結論)「このことから、～である。」一目的に対する答え
 このことから、光が鏡で反射するときの規則性は、入射角が何度になると、反射角も何度になる。＝等しい。

交流で、足りないと思った表現を書き足す。

その他: 気づいたことや疑問点

・反射された光は弱い。鏡に、吸けられたのかもわからない。

自己評価をし、より科学的に説明するにはどうしたらよいか考えさせる。

項目	O, Xで	自己評価
観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。	O	
観察・実験の結果を根拠として、科学的に説明できる。	X	A

自己評価でOがつかなかった理由
 「大きくねた」や、「同じ角度」など、あやふやな表現を使っています。せっかく、実験のデータがあるのだから、もっと具体的に書くようにすれば良かったと思う。

次の、図4、図5は図1の生徒のレポートの変容である。

図4：光の反射の規則性を調べる実験レポート
考察の型を始めて指導したあと（5月）

① 鏡、角度計(0が2つあるもの)、LEDライトを用意
② LEDライトから光を当てて反射角について調べてみる
③ この実験は、光が反射するときに、入射角と反射角が等しいことを確認する。

（観察となる結果と事実）「その結果、～となった。」→実験結果とそこからわかること

入射角	0	20	40	60	80
反射角	0	20	40	60	80

（結論）「このことから、～である。」→目的に対する答え

入射角	0	20	30	40	50	60	70	80
反射角	0	20	30	40	50	60	70	80

（結果と考えの区別）「～である。」→目的に対する答え

この実験は、光が反射するときに、入射角と反射角が等しいことを確認する。

（観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。）

項目	○、×で	自己評価
観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。	○	○
観察・実験の結果を根拠として、科学的に説明できる。	○	○
自己評価で○がつかない理由		B

図5：光合成と葉の色の関係性を調べる実験レポート（10月）

（どんな実験をしたか）「～を調べるために～の実験を行った。」→実験の目的を確認

① 光合成は、葉の色と関係があることを調べる。
② 光合成は、葉の色と関係があることを調べる。
③ 光合成は、葉の色と関係があることを調べる。

（観察となる結果と事実）「その結果は～であり、～となった。」→実験結果とそこからわかること

① ①の結果は変化がみられ、②の結果は青色は、③の結果は、葉の色と関係があることを調べる。

ヨウ素溶液の色 → デンプンの存在

光合成しているか？

（結論）「このことから、～である。」→目的に対する答え

①の結果は変化がみられ、②の結果は青色は、③の結果は、葉の色と関係があることを調べる。

（観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。）

項目	○、×で	自己評価
観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。	○	○
観察・実験の結果を根拠として、論理的に説明できる。	×	×
自己評価で○がつかない理由		B

この生徒は、考察の型を用いて何度もレポートを作成することで、観察、実験の目的に沿って考察することが身につけてきている。また、観察、実験の結果を根拠として考えることも意識できるようになった。しかし、その説明が十分に論理的であるとはいえず、引き続き指導していくことが必要であると感じた。

「光による現象」では、カップの底のコインが、水を入れることによって浮き上がる現象について扱った。ここで、実験により光が屈折するときの性質について実験を行い、そこで得られた知識を用いてコインが浮き上がる現象を説明する（図6）授業を行った。

生徒は身の回りの現象について説明することに難しさを感じながらも、前時の学習で習得した概念を使って説明することで理解を深めることができた。（図7）

図6

課題：見えなかったカップの底のコインが、水を入れることで見えるようになったのはなぜか。

- ・水が入っていないとき、見えないのはなぜか。
- ・水を入れたとき、見えるようになったのはなぜか。
- ・コインが浮いたように見えたのはなぜか。

…を、光の進み方で説明しよう。

どのようにして見えるようになったのか、図で表わしましょう。

どのようにして見えるようになったのか、言葉で説明しましょう。

水が入っていないとき、コインにあった光が乱反射されて直進する。見たい点から目まで、直線で結んでみると、目とコインの間にカップがある。すると、目まで直進していた光はカップによって遮られて、目まで届かなくなる。水を入れた時、空気と水の境界でコインからの光が屈折する。このとき、空気中をマアできる角（この場合屈折角）の方が大きくなるため、入射角が0°以外であれば、屈折によって光が目に届き、コインが見えるようになる。

この時、目に見えるのは実際より浅い位置にあるコインである。なぜなら、目は今見えているものは光が直進して目に届いているものだと勝手に判断し、届いている光の延長上にコインがあるもの、と判断してしまうから、遠くに見えることになる。

（観察・実験の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。）

項目	○、×で	自己評価
課題についてモデル図や用語を使って説明することができる。	○	○
既習の知識を使って考え、その考え方を説明することができる。	○	○
自己評価で○がつかない理由		A

図 7

6/13	課題	光が屈折するときのような規則性があるのか	
	振り返り	屈折するときには(水)が主だったし、 ほかに利用されていることがわかった	👁️
6/15	課題	見えなかったカップの底のゴキが見えちゃうのはなぜか	
	振り返り	視線は斜めからなると、影がたこくと見え しかりとわかった	☺️
6/13 (本)	課題	光の空気と水の境界を通り、どのような規則性があるのか	
	振り返り	前日の反折角と入射角の規則性を調べた時より、 規則性があり、たまたまと錯覚したわけはなかった	👁️
6/14 (産)	課題	見えなかったカップの底のゴキの見えようになつたのはなぜか	
	振り返り	屈折の説明も、図でするのは簡単だったけど、言葉で 説明するのは難しく感じた。でも、あつた屈折の仕組みを再確認	☺️

②学習の振り返り

これまでは、具体的な課題を示し、それについて記述させていた。学習前には説明できなかったことを、学習後には学習した知識を活用して記述することができた。

ただ、思考はできている、口頭でのおおまかな説明はできる、にもかかわらず、書くことをためらう生徒も見られる。学習の振り返りの場面でも、図などを用いてイメージ化させた後、短い説明を経て詳しく説明させることで、書くことへの抵抗感を小さくできないかと考えた。そこで、学習の振り返りにコンセプトマップを利用した。(図8)

図 8

根・茎・葉のつくりとはたらき
1年3組

植物は生きていくために、どのようなつくりをもち、どのようなはたらきをしているのだろうか。

根 茎 葉 維管束 道管 篩管 葉脈 葉緑体 気孔 水 水蒸気 酸素 デンプン 光

学習前

上にあげた語句を使ってコンセプトマップをかこう。

わからない点や疑問に思ったことを書きましょう。

- ・維管束・道管・篩管・気孔・(葉緑体)が、それぞれどのような働きがあるのか分らなかった。
- ・水の通り道が、あつた。

学習後

植物は生きていくために、どのようなつくりをもち、どのようなはたらきをしているのだろうか。

根 茎 葉 維管束 道管 篩管 葉脈 葉緑体 気孔 水 水蒸気 酸素 デンプン 光 二酸化炭素

学習後

上にあげた語句を使ってコンセプトマップをかこう。

図に用いた語句の中から1つを指定し、詳しい説明をさせる。

学習前と学習後のコンセプトマップを比較して、この単元で得られたことを書きましょう。

学習前と比べて、語句と語句のつながり(線の数)が増え、さらに矢印の方向までつけられるようになった。また、1つ1つの線に対して細かく、説明が加えられた。このことから、植物の体の中にどのような「気体」「養分」「水」が、入ってきたのかという通り道がよく分かるようになったんだなあと感じた。

コンセプトマップを使用すると、表現の段階を踏ませるだけでなく、思考を行わせる課題づくりの難しい単元においても視点を与え、学習したことを比較したり関連づけたりさせることができる。また、図示することで学習の前後の違いが一目でわかり、生徒自身が変容を感じやすい。図8の生徒は、学習前には語句に関する知識はある程度あるものの、維管束と葉脈が関連付けられておらず、物質の運搬という視点で考えることができていなかった。それが学習後には矢印で結ばれ、生徒自身がその変容を読み取り、評価できていることが分かる。

生徒は、学習したことが身についたかどうかということ判断するとき、テストの点数をその材料とする傾向がある。しかし、学習の振り返りを行うことで、自分自身の変容をコンセプトマップに書いた内容で判断することができ、テ

ストでは成果が得られない生徒を含めほとんどの生徒が達成感を味わうことができた。この達成感は、「もっとわかるように」「もっとできるように」という気持ちで次の単元の学習への意欲につながり、学習活動により積極的に参加し力を伸ばす元となるのではないかと考えられる。また、自分に足りていない部分を自覚し、改善しようという気持ちにもなっている。(図9)ただ、振り返りを行った後の自己評価では語や線の数が増えたことに着目したものが多く、学習内容自体にふれているものが少ない。今後、完成したコンセプトマップの読み取り方を指導する必要がある。

図9

<p>学習前と学習後のコンセプトマップを比較して、この単元で得られたことを書きましょう。</p> <p>学習前には、道管と師管の働きは書いていなかった。道管と師管と維管束の働きがこの単元で分かった。</p> <p>前と後では全然、線の多さがまたちがった。1つのワードからも、何本も線かかっている。</p> <p>デンプンがつけられることや、デンプンにかかるとかからも多にかけるように、はりもちも得られた。</p> <p>また、言葉で説明もできるようになった。</p>
<p>学習前と学習後のコンセプトマップを比較して、この単元で得られたことを書きましょう。</p> <p>学習前は、自分で書いた線かとかかどかどうにかかるとか、自分でよく分かっていなかった。今では、複雑なつばかりかとかかどかどうにかかるとか、頭で整理しながらまとめられるようになった。また、コンセプトマップにまとめる時も働きかかるとかまとめられたのは、成長かと思う。</p> <p>しかし、葉緑体の役割はまだ理解できていないため、そこは復習が必要かと思う。</p>
<p>学習前と学習後のコンセプトマップを比較して、この単元で得られたことを書きましょう。</p> <p>前よりも、説日月かいくわしくなった。また、ひとつの言葉から出てくる矢印の本数もかわった。また、前の疑問も全部コンセプトマップの中に書かれているものもあつた。より細かくできたのは、その部分、光合成の部分か、書いて、少し、心配なので、練習してみたら</p>

(2) 2年生での実践

①書くことを通して科学的に説明する

昨年度に引き続き、実験・観察におけるレポートを作成の際に、「考察の型」を与えることで、実験の内容・結果・結論を順序立てて説明させた。1年時にはワークシートの考察を書く欄に、「どんな実験をしたか」「結果からわかる事実はなにか」「結論」という言葉を入れ、書き方についても「～を調べるために、～の実験を行った。」「その結果、～となった。」「このことから、～ということがわかった。」という形式で記述するように指導を行ってきた。2年時では、書き方の指定をしなくても自分で判断して記述できることを目指した。ワークシートには自己評価欄を設け、生徒の自己評価と教員側の評価にずれがあった場合には、改善すべき点についてコメントを書き込むことで指導を行った。

【よく書けている例（電気の分野）】

電流は回路をどのように流れるのかを調べるために、さまざまな回路の中の一部の電流を電流計を使って調べる実験を行った。

その結果、豆電球1個では、A点B点とともに160mAで同じだった。豆電球2個を直列につないだ回路では、C点、D点、E点ともに200mAで同じだった。そして豆電球2個を並列につないだものでは、F点、I点では同じの500mAで、道分かれしているG、H点では、その2つの合計がF点、I点と同じになるような数値になった。このことから直列の回路の場合、どこを計っても、電流は等しく、並列になつて道分かれした場合、道分かれの部分で電流も分かれ、また合流していくことが分かった。つまり、一本道では電流は等しく、道分かれすると、その部分の合計が一本道の時の電流と同じになるということが分かった。

なぜ、たこ足配線が危険だといわれるのかを調べるために、コンセントに電球をつないで、電流の大きさを測り、たこ足

豆電球を1こ増やすたびに、250mA流れる電流が増えていった。

電流が増えていくと、それにもなって、電力も大きくなっていく。

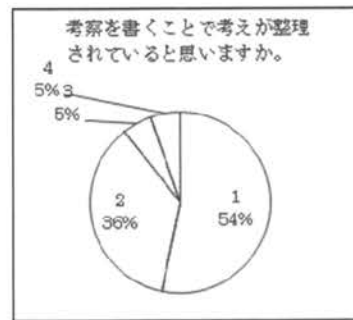
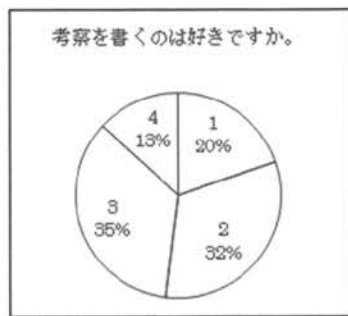
大きな電力がたまっているなか、これを長時間使用すると、熱量も多く発生し、テーブルタップにたくさん熱がたまり、発火したりする可能性がある。

このことから、たこ足配線が危険だということがわかる。

実験・観察のレポートの書き方の指導を昨年度から実践してきたことで、ワークシートに書き方の指示を入れなくても、実験の内容・結果・結論を順序立てて説明できる力がかなり定着してきたと思われる。また、この実践を行うことで、生徒自身が実験のねらいや結果からわかることについて、どこまで理解して取り組んできたかを自己評価でき、さらに教師にとっては、生徒がどこまで理解できたかを把握し、授業改善につなげることができると考えられる。特に、昨年度の課題であった、「根拠となる事実」が何であるかを自分で判断する力が身につけてきたと思われ、自分の考えに足りない部分があれば色ペンなどで書き込む姿も見られる。しかし、一部の文章化が苦手な生徒にとってはどう表現したらよいかを戸惑う姿も見られるため、教員側からの指導はもちろん、班員との意見交換の場をより有効に使うことで説明力を高めていきたいと考えている。

また、2年生を対象に行ったアンケート調査では、「考察を書くのは好きですか。」という問いに対して52%の生徒が好き（1）または少し好き（2）と回答し、48%の生徒があまり好きではない（3）または好きではない（4）と回答した。「考察を書くことで考えが整理されていると思いますか。」という問いに対して90%の生徒が思う（1）または少し思う（2）と回答し、10%の生徒があまり思わない（3）または思わない（4）と回答した。このことから、考察を書くこと自体は好きな生徒とそうでない生徒の割合はほぼ同じだが、考えが整理されるかどうかについてはほとんどの生徒が

肯定的に捉えていることがわかる。今後は、教科書にあるような実験ばかりではなく、探究的な活動の中で進んで考察を書けるよう、課題の与え方などに工夫が必要である。

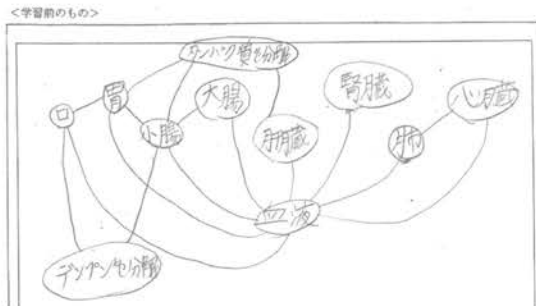


②コンセプトマップ（概念地図）を作成する

これまでの研究では、結果から考察を行う場面で考えたことを言語化し、科学的に説明することを目指したが、これまでの実践に加え、科学的な説明に至るまでのイメージを捉えるためにコンセプトマップ（概念地図）を作成した。コンセプトマップ（概念地図）とは、語句と語句を線で結び、その関係性を間に書き込んだものである。学習前にいくつかのキーワードを与えてその関連性を表し、学習後には、学習前のものを見ずに新たなものを作成することで、学習前後の知識や考え方の変容について自己評価を行った。

【実践例（動物のくらしや仲間とその変遷）】

◎ 学習前のもの

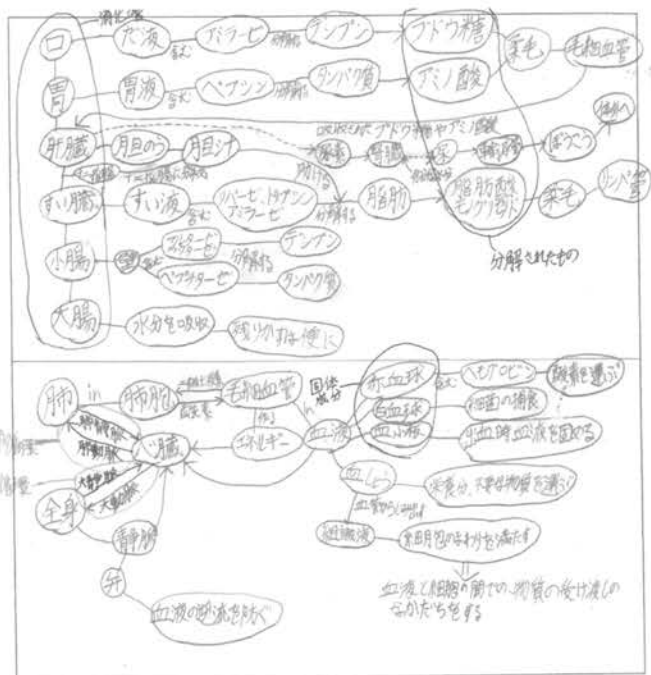


学習前のものでは、学校で学習した体の部位についてはある程度働きがわかっているようだが、肝臓や腎臓などについては、位置付けや関連性がいまいである。

学習後のものでは、与えた語句以外にも多くの既習事項を用いて関連性を示せるようになっており、関連のある語句のまとまりなども示されている。

学習前後の記述を比較し、生徒に自己評価を行わせた。

◎ 学習後のもの



学習前はただ単語を並べるだけで、何し何がつながるかとか、せめても分
らなかつたけど、学習後はみな分算によって何がつながるかよく分かったのが良か
たと思う。また、その臓器、器官がみなはたらきもよく分かった。

はたらきや、
つながりが分かるよ
うになった

つながりを図にあらわすと、知識が整理され、分かりやすく
まとめることができるようになった。

知識が整理された

食物が分解されてどういふふうに出てくるかや、気体の交換などに
ついての動き(道筋)がわかるようになった。
くわしく書けるようになって、コンセプトマップを見るだけで
内容がだいたい分かるのでいいな、と思った。

コンセプトマップを
見るだけで内容が分
かる

この実践では、「書いているうちに考えが整理された」や「見直したときに文で書くより分かりやすい」といった感想をもつ生徒が多くみられ、文章で書くことが苦手な子にとっても有効な手段になりそうである。また、図に表すことで、科学的な説明に至るまでの思考の過程を可視化することができ、学習前後の考え方の変容がより分かりやすくなると考えられる。さらに、思考の途中経過を表すことで、生徒のつまずきやすい場所を教師側で把握することができると思われる。一方、生徒においては、明確になった思考過程をもとに、科学的な説明が容易になったり、明確に表現できるようになった。しかし、概念地図を書くには予想以上に時間がかかるため、用いる場面や、課題の与え方について今後検討したいと思っている。また、コンセプトマップをもとに、既習事項を活用して記述する課題を与えることで、確かな知識の定着をはかっていきたいと考えている。

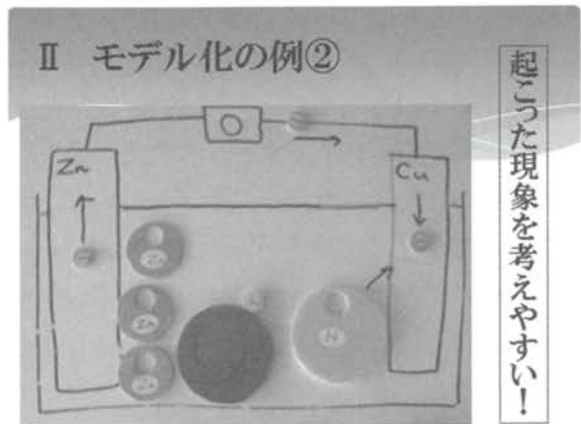
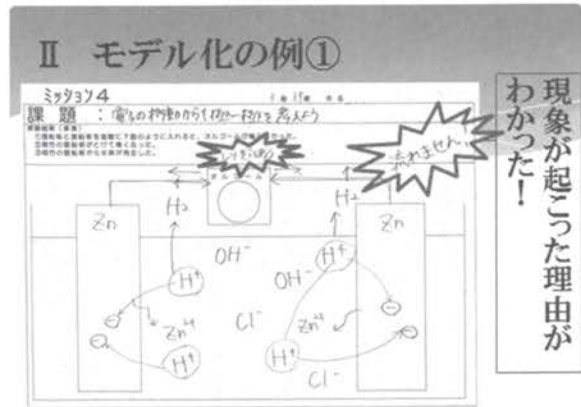
(3) 3年生の実践

①モデル化とその評価

科学的な概念を考えたり説明するために、モデル化することが有効であると考えます。そこで、目で見えないイオンや電子をモデル化し、電池のしくみを考える実践を行った。

まず、与えられた課題に各自が取り組み、思考の過程を記入する。次に、班員に説明することで確認、その後教師の前で発表し、次の課題へと進んでいった。徐々にレベルの上がる課題に進み、思考を繰り返した。

これによって、科学的思考を促進することができ、思考の過程を確かなものとすることができた。また、生徒は思考の整理ができ、モデルを用いて科学的に説明することで周囲の理解を深めることができた。また、説明したり聞いたりすることで、理解不十分である部分をつかみ、確かな理解につなげていくことができた。教師は生徒のつまずきを把握し、指導することができた。



この難しさが、図に表れてきたとしても、自分たちが、

最初はよくわからなかったけれど、図をかいてみることで、きいて、理解を深めることができた。電池の仕組みを調べたり、考えたりするようになった。

・初めは水素が気体だと思ってたが、実験をしてみると、電解質の水溶液が気体だということも、図を添えてより理解を深めることができた。

・電流の向きと電子の移動する向きは反対だと知ったが、電子がとってこられると、移動するのが理解できた。

考えやすい
理解しやすい

テストにおいて、課題を少し変えて総括的評価を見たが、モデル化とともにしっかりと現象を説明できている生徒が多かった。

②探求的な活動とその評価

1・2年生での学習で、レポート作成による科学的な見方や考え方の基礎が身についたと思われるため、探求的な活動に重点を置いた。生徒自身が疑問を持ち、その目的に沿った実験を計画し、観察、実験の考察や科学的概念の活用を通して、主体的に課題解決する力を身につけさせることをねらいとした。

- ・既習事項と関連づけながら仮説を立て、実験方法を考え、思考の可視化を図る。
- ・実験方法を説明発表する場で、思考の可視化・共有化を図り、相互評価を行う。

『実験方法を考える』を通して

3年 4組 番 氏名

○課題〈何を証明すればよいか〉を整理して、考えることができた。
課題は、何でしたか。
H⁺が酸性のもとであるかということ。

○これまでに学習したことを活用して、考えることができた。
具体的にどのようなことを活用したか、また、どのようなことを改めて確認できたか、成功、失敗どちらからでも確認できるはずです。
例) H⁺とH⁺に水溶液中からぬくという行為をした。
これは、電池を作る実験結果、12種の水溶液を使った実験の結果。
例) 塩酸、硝酸、硫酸の水溶液に電流を通すと、
H⁺とOH⁻が反応して水になる。電極に近づくと、
利用した。これ、pH試験紙の色の変化も現れた。
例) ドライセルは酸性の水溶液に陽極呼吸電極は
小さい。酢酸水溶液にもある場合。
ドライセル溶液の色の変化は不規則に起こる。
失敗も分かった。
例) H⁺の量が多ければ多いほど、反応の割合が増す実験結果。
一定の水溶液に各異なる濃度のH⁺の量が既知していることがあった。

- ・フィードバックし、実験方法に修正をかける。
- ・実験終了後に実験方法の振り返りをする事で、自己評価を行う。

という流れである。運動とエネルギーの「作用・反作用」「エネルギー」、化学変化とイオンの「酸・アルカリ」、天体「季節」等を題材に、実践した。

1回目に行った「作用・反作用」での実験では、数班しか方法を考えることができなかつた。2回目に行った「エネルギー」では、全班がそれぞれの方法で行うことができた。「酸・アルカリ」では、実験方法を考えるだけでなく、結果を受けて、さらに改善した方法へと意欲的に取り組むことができた。

これまで学習したことを生かすことにより、様々な実験方法が考え出され、結果を予測しながら実験を行うことができた。結果をデジカメで記録し、考察や発表会に用いて、実証性を高めた。やはり、自分たちで考えた実験には、意欲的に取り組むことができ、理解が深まった。

修正が加わった部分

<p>H⁺が溶けだす水溶液と関係</p> <p>① BTB</p> <p>上図と同じように、水</p>	<p>水素が溶けた水溶液の中に、 加えておいたBTBの色は、 pH試験紙の色とほぼ同じ。 BTBの色は、水溶液のpHが酸性に なると赤くなる。BTB試験紙の色は、 酸性に近づくと赤くなる。</p> <p>修正</p>
<p>① ビーカーにHClを溶かして置く。 ② 電極をいれる。</p> <p>回路図</p> <p>電圧を測る。 H⁺は電気を運ぶので、 電極に付いてくる。 その付いた電極が陽極 （電子がこぼれ出す） になる。</p> <p>by 沼田 石川 利尚</p>	<p>塩酸(HCl)とH⁺、Cl⁻ 塩化ナトリウム(NaCl)とCl⁻ の水溶液を BTB溶液に入れて 変化をたしかめる。</p> <p>加藤 由希 敬</p>
<p>実験方法</p> <p>準備 塩酸ナトリウム 塩酸ナトリウム 塩酸ナトリウム 塩酸ナトリウム</p> <p>実験装置 電圧計 電極 上図 野村</p>	<p>1. 青リトマス紙に電圧を 2. 塩酸を少量ずつ加えて 3. pHが変化したら、塩酸 を少量ずつ加えて色を変 化させる</p> <p>修正</p>
<p>回路図</p> <p>電圧計</p> <p>HCl</p> <p>修正</p>	<p>青色リトマス紙 電圧計</p> <p>修正</p>

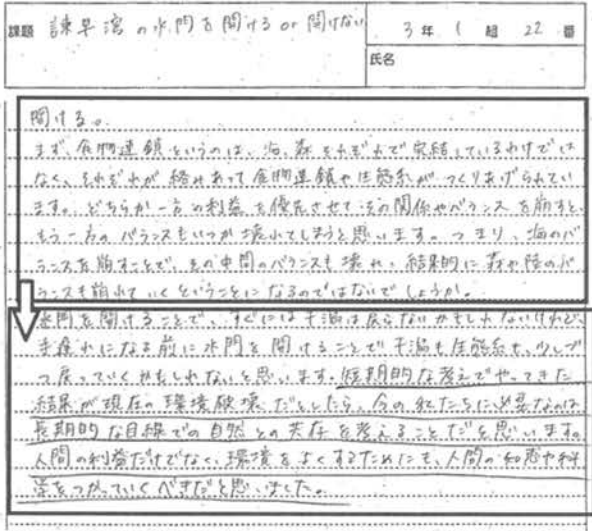
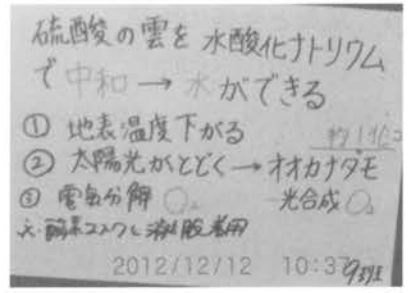
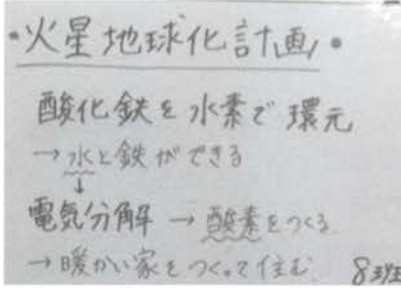


修正アドバイス

修正が加わった部分

<p>1 key 気温 good 水を沸かす時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる</p>	<p>2 key 気温 good 横のラインと縦のラインの部分を 分けてみる 修正 少し斜めに傾けるといいと思う。 まわりの部分をもっと正確に</p>
<p>1 key 気温 good 水を沸かす時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる</p>	<p>2 key 日照時間のちがいはいい good 横のラインと縦のラインの部分を 分けてみる 修正 日当たりのちがいの基準 をもう少し正確に</p>
<p>1 key 気温 good 水が沸く時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる</p>	<p>2 key 日照時間 good 実験結果がわかりやすくなる 修正 角度をもう少し細かくすれば いいと思う</p>
<p>5 key 気温 good 気温を測る装置を使いながら 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる 修正 水が沸く時に気泡が湧いてくる</p>	<p>5 key 気温 good 電球を太陽に見たとき 修正 温度変化が大きいので必要</p>

実験は伴わないが、学習したことを生かし、主体的に課題を解決することをねらいとして、天体「惑星地球化計画」、環境「諫早湾の水門を開けるか開けないか」等を考えさせ、発表・討論を行った。個人の考えを全体に発表し、討論することで他者の意見を聞く。その後、改めて個人で考えることにより、言語活動を充実させ、科学的な概念を使用する機会を増やし、科学的な思考力・判断力・表現力を育成する態度を養うことができた。



課題	諫早湾の水門を open or close?	3年 組 3 番
個人 の 考 え	私は開門すべきであると考えます。なぜなら、漁業は湾内の海で行い、水がたまり、農業は他の内陸にあり、地を耕すことも可能である。塩害の被害も排除して、諫早湾に農業をする必要はないと思ふ。生物多様性の視点で開門の可否について考えれば、やはり水門を開けた方がよい。水害を防ぐためには、別の方法を考える必要があるか?	氏名
他者 の 考 え	食物連鎖は、川や海が別々に完結しているのではなく、お互い(川、海)が密接につながっている。例) 森田海の人魚 → 森の無極養分 → 川 → 流石 → マラクトロイ → 魚	
個人 の 考 え	生物は、自然の中で何処かの「役割」を担っている。 → 絶滅させてはいけない。多様性を保つ必要がある。 → ある生物の絶滅は、巡り巡り、人間に及ぼす。 人間の生活、生物の多様性があると思ふが、それぞれの立場から色々な結論を下すのが大切。(お互いの利益のため)	

検証実験方法を考える！
2組 君 氏名

③今後の課題

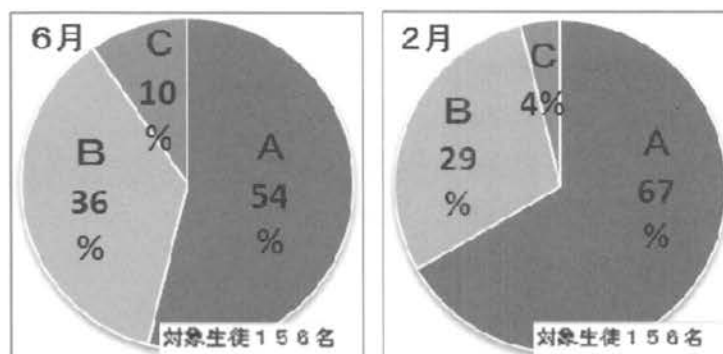
探求的な活動での実験方法を、はじめから各班で考えた。生徒一人一人の進歩の状況を見とることができるよう、個人で考えることから行う必要がある。しかし、個人差があるため、考えることに困難を感じる生徒への適切な手だてが必要となってくる。

課題	南中高度が高いほど、気温が高くなるのか。
比較すること	南中高度が低いときと南中高度が高いときの気温の差を比べる。
既習	冬に比べ夏の南中高度が高い
実験方法 Pre	修正前
実験方法	修正後

4. 成果と今後の課題

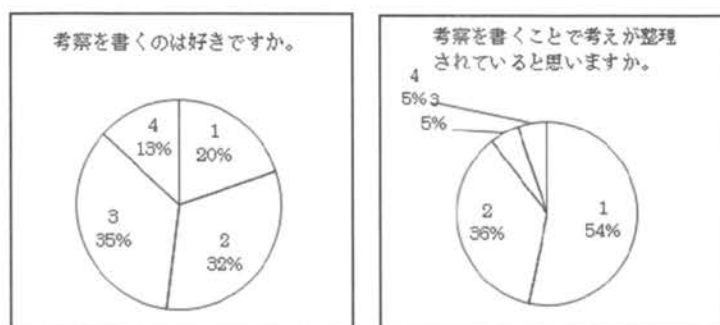
(1) レポート作成

右の円グラフは、1年生の定期テストで考察を書かせたときの各評価の割合である。6月と比較して、2月はA評価の生徒の割合が増え、C評価の生徒の割合が減少しており、一定の成果が得られた。これは、考察の型を用いてレポート作成を繰り返すことで、ほとんどの生徒が、



目的に沿った考察や根拠を明らかにした考察を書くことができるようになったためである。しかし、その説明が十分に論理的でない生徒も見られ、ポイント示すなどして引き続き指導を行う必要がある。

2年生はワークシートに考察の型を示さなくても、実験の内容、結果、考察を順序立てて説明する力がついてきた。「根拠となる事実」が何であるかを自分で判断して、説明できるようになった。また、アンケートの結果（右グラフ）からも、考察を書くことが好きではない生徒の



でも、考察の型を用いて書くことで考えが整理されると感じていることがわかる。しかし、文章化を苦手とする生徒も見られるため、教員の指導とともに、生徒同士の意見交流の場を有効に使っていくことで、説明する力を高めていく。

(2) 学習の振り返り

コンセプトマップを用い、表現の段階を経ることで説明することへの抵抗感を小さくできた。また、思考過程が明確化されているため、科学的な説明をしやすくなった。そこで書いたものは、学習前後の違いが一目でわかり生徒自身の変容を感じやすい。そのため、ほとんどの生徒が達成感を味わうことができた。しかし、振り返り後の自己評価では書いた量が増えたことに着目したものも多く、学習内容自体にふれているものが少ない。今後、完成したコンセプトマップの読み取り方を指導する必要がある。また、コンセプトマップを書くには時間がかかることから、時間の確保も必要である。

(3) 探求的な活動

学習したことをいかし、さまざまな実験方法を考えさせることができた。生徒は結果を予測しながら意欲的に実験を行い、理解を深めることができた。今回の実践では、実験方法を考えることを、始めから班活動として行った。しかし、生徒一人一人の思考の状況を見とることができるよう、個人で考案することから行う必要がある。そのためには、考えることが困難と感じる生徒への適切な手立てが必要となる。