

# 科学的に説明する力を育成するための評価

兵地 梓  
理科 辰巳 豊  
廣谷 玲江  
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「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力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。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で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。生徒が自然の事象・現象についての思考や理解を深めたり、科学的見方や考え方を身に付けたりできているのかどうかを教師が判断するためには、説明する力を育むことが不可欠であると考えられる。

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った。考察を書くときのポイントとして、

- ①観察・実験の目的を確認する。
- ②結果と考察を区別する。
- ③根拠を挙げながら論理的に説明する。
- ④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。さらに、レポートの評価を行い、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。教師の評価や支援に加えて生徒が評価していくことができれば、生徒自身で科学的に説明する力を向上させていくことができるのではないかと考える。そこで平成23年度は教師の評価に加えて、生徒の自己評価力を高める実践を行うことにした。

## 2. 科学的に説明する力の育成について

小学校学習指導要領解説において、「科学」の条件として次の3つを挙げている。

実証性：考えられた仮説が、観察、実験などによって検討することができる。
再現性：仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行って も同一の条件下では同一の結果が得られる。
客観性：実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、 公認される。

このことから、「直感」や「経験」からではなく、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することができるようにすることが、科学的に説明する力を育成することであると考えられる。

### 3. 言語活動の場面と形式

観察実験を行った後の考察や既習概念を活用して現象を説明する場面では、まず個人がレポートへの記述を行う。その後、班内発表によって全員が発表を経験すると同時に班の考察としてまとめる作業をすることで思考や理解を深めていく。さらに代表による全体発表を行っている。

学習後の振り返りの場面では、振り返り用紙への記述を行い、学習前の知識と比較することで身に付いたことを確認させる。さらに代表による全体発表を行うことで、理解できていないことを自覚させている。

### 4. 言語活動を取り入れた学習活動の評価について

#### (1) レポートの作成とその評価

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以下に示す。

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、科学的に説明できる。	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。

本校理科では生徒に「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っている。それに対して、平成22年度までは教師側からのみの評価を行ってきたが、平成23年度は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ことにした。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。また、教師の評価とのずれについて教師が指導を行いながら自己評価力をつけていくことによって、生徒は次の機会での目標をもつことができ、生徒自らが科学的に説明する力を向上させていくことができるのではないかと考える。

#### (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とにした。

学習前に単元または章の方向性を示し、生徒が分からないことや疑問点を出すことによって、これからの学習課題をつかみ、課題に興味をもって考えることができるのではないと思われる。教師も、生徒の疑問を取り入れた授業構築を図ることができると考えた。

学習後には学習前の知識と比較することで、授業前には知識不足で説明できなかったことが、授業後に科学的な根拠をもとにして説明できるようになっていれば、生徒は自分が単元や章を通して何を身に付けたかを確認でき達成感をもたせることができる。また、学習内容について「分からないところが分からない」と訴える生徒もいる。これは、学習の振り返りを行うことによって、自己評価や教師の評価から自分が十分に説明できないことがらを明確にすることができると思う。それによって、教師が支援を行うことができ、生徒自身も自分の理解できていない部分を自覚し、改善していく足掛かりとなることが期待できる。

## 5. 言語活動を取り入れた学習活動の評価の実際

### (1) 第1学年での実践

#### ①書くことを通して科学的に説明する

第一分野の「光」の単元より、以下の2つの実践を行った。

#### ア 実験・観察におけるレポート作成の指導

レポートの指導にあたり、まずは「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できることを目指した。ワークシートの考察を書く欄に、「どんな実験をしたか」「結果から分かる事実はなにか」「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、～ということが分かった。」という形式で記述するように指導を行っている。「光」の単元は、昨年度の実践でも言われているように、実験結果から結論を導きやすく、考察の書き方を学ばせるためには最適であると考えられる。右は、音の実験に関する考察の例である。

(どんな実験をしたか) ……を調べるために…(何)実験を行った。  
弦をはじいたときの音の大きさや高さ、何によって変わるかということを探るために、弦のはじき方、張る強さ、長さ、太さを  
変えて音の変化(大きさ、高さ)を見る実験を行った。

(結果からわかる事実は何か) ……どのようにすれば、音が大きくなったり、小さくなったりしたのか、また、高くなったり、低くなったりしたのかについて書こう。  
その結果、指で弦を強くはじくと音が大きくなり、指で弦を弱くはじくと音が小さくなった。また、短く細い弦を強く張るとはじくと音が高くなり、長く太い弦を弱く張るとはじくと音が低くなった。

(結論) ……課題に対する答えになるようにまとめてみよう。  
このことから、音の大きさは弦のはじき方によって決まり、音の高さは弦の長さ、太さ、張る強さによって決まる、ということが分かった。

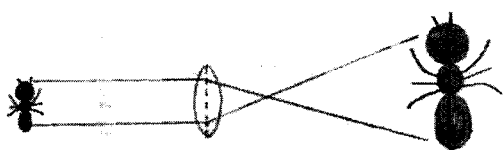
考察を書く指導を始めてから半年以上が過ぎ、繰り返し考察を書かせることで、文章化して書くこと自体にはかなり慣れてきたように思える。分量、内容ともに自ら考えて書ける生徒が増え、最近では結論+α(疑問に思ったこと、その他考えられることなど)の部分を書くことができる生徒も見られるようになってきている。2年次は、ワークシートに書き方の指示を入れなくても、実験の内容・結果・結論を順序立てて説明できることを目指し、さらなる定着を図っていく必要がある。また、この実践を行うことで、生徒自身が実験のねらいや結果から分かることについて、どこまで理解して取り組んできたかを自己評価でき、さらに教師にとっては、生徒がどこ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。

#### イ 既習事項を用いて身近な現象を科学的に説明する

生徒たちの様子を見てみると、授業を通して学んだ1つ1つの知識がバラバラになってしまい、連続したものとして定着していない様子が多くみられる。そこで、単元終了時に、その単元の知識を用いて説明できるような身近な現象をいくつか挙げ、それについて自分の言葉で説明するという取り組みを試みた。凸レンズの分野では、授業前・後に同じ課題についての考えを書かせることで、比較を行った。以下は、「虫めがねを通してアリを見ると、拡大されて見えるのはなぜか？」という課題に対する最初のイメージと、学習後に文章で説明させたものの例である。

#### 【最初のイメージ】

#### 【学習後に説明させたもの】



物体の焦点距離より近い位置にあるとき、スクリーンには像が映らない。だが、凸レンズ越しに物体より大きく向きが同じな虚像ができる。その理由で虫めがねでアリを見ると大きく見えると言え。



生徒には語句などの知識はあるものの、それを活用できる生徒は少ないことを改めて感じた。生徒

が分かっているつもりでも、実際に文章で説明させてみると、意外と書けないことが分かった。このことから、授業前に課題について書かせてみることで、教師にとっては指導のポイントが明らかになり、生徒にとっても学習課題が明らかになると考えられる。また、同じ課題について、授業後にも考えを記述させ比較すると、多くの生徒に考え方の変容が見られた。しかし、授業後の段階でも、言葉でうまく説明することができない生徒も多く、よく書けている生徒の文章を例にフォローしていく必要があると感じた。

## ②発表することを通して科学的に説明する

1年生の後期以降、各自で書いた考察を元に、班の中で考えをまとめ、発表するという実践を行った。まず、班の中で2人一組となって考察を読み合い、その後班で話し合ったことをホワイトボードにまとめ、黒板に貼り、班ごとに発表する、という手順で行った。以下の指導案は、「力」の単元において行った実践例である。

### 1年1組 理科 学習指導案

平成23年12月13日(火)

6時間目 第二理科室

指導者 兵地 梓

#### 本時の学習(第3次中第6時)

##### (1) 題材名 「水におもりを沈めていくと、浮力の大きさはどのように変わるのだろうか」

- ・前時に行った実験について、個人の考察をもとに班で話し合い、ホワイトボードにまとめて発表を行う。
- ・生徒の発表をもとに、浮力についてのまとめを行う。

##### (2) ねらい

- ・浮力は水中に沈んでいる物体の体積に比例して大きくなることを理解する。

##### (3) 評価の観点および規準

- ・実験結果を根拠として考察をまとめ、「水におもりを沈めていくと、浮力の大きさがどのように変わるのか」を科学的に説明することができる。【科学的な思考】

##### (4) 言語に関する活動における評価について

- ・科学的な思考の評価として、実験・観察における考察については、「実験・観察の結果を根拠として科学的に説明できる」ことを目指し、考察の型を与えて記述させている。「どんな実験をしたか」「結果から分かる事実はなにか」「結論」の3項目を与えて書かせることで、生徒自身にとっては、実験の目的や結果から分かることを理解しているのか、意識しながらまとめることができるようになるのではないかとと思われる。また、教師にとっても、生徒にどのような支援をすればよいか明確になると考えられる。

##### (5) 本時の展開

学習活動・内容	教師の指導・支援および留意点	評価と方法	時間
1. 前時の復習をする ・考察のプリントを確認する。	・前時の実験内容をプリントで確認させる。 ・本時の発表に進め方について簡単に説明する。		3分
水におもりを沈めていくと、浮力の大きさはどのように変わるのかについて、各班の結果をもとに考えよう。			

<p>2. 班内で話し合う</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自分の考察を発表する。</li> <li>全体での発表の準備をする。(ホワイトボードに結論や結果をまとめ、黒板に貼る。)</li> <li>発表の役割分担をする。</li> </ul> <p>3. 全体での発表をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発表する班は、班員全員で前に出て発表する。</li> <li>各班の発表を聞く。</li> <li>必要があればメモをとる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全員立って2人組で考察を読み合い、終わったところから座るように指示する。</li> <li>相手の考察の良いところを探しながら聞くように伝える。</li> <li>ホワイトボードには、結論を中心にまとめることを確認する。</li> <li>○「水におもりを沈めていくと、浮力の大きさがどのように変わるのか」を科学的に説明することができる。【科学的な思考】(ホワイトボード、考察プリント)</li> </ul> <p>発表は結論から話し、必要な情報を選んで、根拠を話すことを確認する。</p> <p>聞く側は、必要があればメモを取るように指示する。</p>	<p>20分</p> <p>20分</p>
<p>浮力は、水中に沈んでいる物体の体積に比例して大きくなる。</p>		
<p>4. 本時のまとめをする</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ノートに黒板のまとめを書く。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒の発表をもとに、黒板にまとめる。</li> <li>重さが違うおもりを使うとどうなるかを考えさせる。</li> <li>浮力が生じる理由についても説明する。</li> </ul>	<p>7分</p>

発表では、ホワイトボードには結論にあたる部分だけを書かせて提示し、「なぜそう考えたか」の根拠にあたる部分を口頭の発表から聞き取ることにした。例えば、浮力の実験についての結論は、どの班でも「浮力は、水中に沈んでいる物体の体積に比例する」という内容だったが、その根拠としては、以下の2つに分かれていた。

【根拠1】

その結果、 $\frac{1}{4}$ 沈めると浮力は0.05Nとなり、 $\frac{1}{2}$ 沈めると浮力は0.1N、 $\frac{3}{4}$ 沈めると0.15N、全部沈めると0.2Nとなった。  
これをグラフに表すと原点を通る直線となった。

【根拠2】

その結果(水に沈める前のばねばかりの値は1.54Nとなり)  
水におもりを1沈め(ばねばかりの値は1.5Nとなり)浮力は0.04N  
水におもりを $\frac{1}{2}$ 沈め(ばねばかりの値は1.46Nとなり)浮力は0.08N  
水におもりを $\frac{3}{4}$ 沈め(ばねばかりの値は1.42Nとなり)浮力は0.12N  
となった。  
～根拠～  
このように、表から水中に沈めた体積が2倍、3倍、...となると浮力も2倍、3倍、...となること分かった。

このように、自分たちの班とは違う考え方を聞くことで、生徒の見方や考え方の幅が広がると考えられる。発表を行うことで、他者の意見を取り入れたり、考えを整理したりできるため、個人で考察を書く段階では筆が進まなかった生徒でも、発表後には書く分量が増えていく様子がみられた。発表の場を設定することで、自分だけが分かる内容ではなく、相手に理解してもらえる内容にしようという姿勢は以前より見られるようになった。しかし、ホワイトボードをまとめることに労力を注ぎすぎる傾向があるため、もう少し内容に主眼をおいて指導していかなくてはならない。特に、個人の記述の段階で、結論につながる「根拠」の部分を書けない生徒については、引き続き記述の指導も行っていく必要がある。

(2) 第2学年での実践

新しい学習指導要領の下、4観点のうちの1つが「科学的な思考・表現」となった。この評価に関する学習指導と評価の留意点として、「探究的な学習活動を充実させること」、「思考し表現するように工夫を行うこと」、「思考を深めさせる工夫を行うこと」、「学習を振り返る場面を設定すること」の4つが挙げられている。これらの学習の中では、生徒自身が自らの変容を認識したり、教師もそのことを通して生徒の変容を把握して指導と評価を行うことが大切である。また、生徒には、学習目標を把握し、学習の前後で、どのような力がつきたか、また、次にどうつなげていくのかといった自己評価力をつけさせていくことも重要になってくる。そこで、第2学年では、単元「生命を維持するはたらき」において次のような実践を行ってみた。

(実践例)

「体内に取り入れた栄養と酸素のゆくえ」について説明する文章を、学習する前と後で記述させ、それを比較することで自己評価を行う場面を設定した。学習活動の流れは次の通りである。

- ① 学習前に、小学校の学習でも取り上げられている「肺・胃・小腸・大腸・肝臓・じん臓・心臓・血液」といった器官名をキーワードとして記述する。
- ② 記述させた後、分からない点や疑問点などを挙げる。
- ③ 学習後に、①と同じ課題で記述する。
- ④ ①と③で記述した文章を比較し、自己評価を行う。

【生徒が書いたワークシートの例】

学習前	学習後
3組 番 氏 名 _____	3組 番 氏 名 _____
ヒトが生きていくためには、食べることと呼吸することが必要である。 では、体内に取り入れた食物や酸素は、その後どのように使われていくのだろうか。次の疑問を使って説明してみよう。	ヒトが生きていくためには、食べることと呼吸することが必要である。 では、体内に取り入れた食物や酸素は、その後どのように使われていくのだろうか。次の疑問を使って説明してみよう。
【 肺 胃 小腸 大腸 肝臓 じん臓 心臓 血液 】	【 肺 胃 小腸 大腸 肝臓 じん臓 心臓 血液 】
<p>体内に取り入れた食物は、食道を通して、胃で消化されて、小腸→大腸へ行く。</p> <p>体内に取り入れた酸素は、肺において、血液にのせて、心臓へ行ってそこから、全身へまわる。</p>	<p>人は食べると、胃の栄養が吸収される。その栄養を体に取り入れるには長い過程がある。まず食物は口中で、唾液によって、物理と変化する。例えば、芋の塊が芋糊などのように、変化する。そして形を変えた後は、胃に送られる。胃の中には、胃の血管や小腸の穴などが作り出されており、これらを使って送りこき込まれるのを分解する、これを消化という。胃から小腸へ送る間に、十二指腸を通る。ここは消化の最終段階へと来たために、たんぱく質の消化が起きる。小腸のついでに、小腸の壁には細かい毛、絨毛というものによって吸収される。その糖類・アミノ酸は毛細血管に、脂肪酸とグリセロールはリンパ管というところへ流れる。吸収された養分は大腸へ行く。このとき不要な物質は排出される。このようにして養分を送り出される。</p> <p>また、人の呼吸も長いのである。息を吐く時、肺に、酸素が取り込まれる。肺は2つある。この肺から、心臓に、酸素が送られて大動脈という、全身に広がる血管によって送られる。その時、血液にのせては送られて、赤血球に、酸素が足りないと気づくと、肺臓に、酸素とれた後、逆に細胞に二酸化炭素があげられ、それを吐き出す。この時、この酸素が必要なのと同じく、酸素は養分のエネルギーと関係が深い部分だ。このように気体のやりとりをするのは、血液に白血球と赤血球、白血球、血しょうなどのもので、赤血球に含まれるヘモグロビンという物質が酸素とれたし、白血球が二酸化炭素などの不要なものを吐き出している。この、送る肺→心臓→大動脈→心臓→肺循環という。これと同時に、心臓→大動脈→各器官は、体循環という。その体内に不要な物質が入ってきたときは、肺臓に送られて、無酸素な状態に変えられる。この肺臓は、消化のエネルギーを送るだけでなく、呼吸の存在である。肺臓で無酸素に送られた酸素は、消化のエネルギーを送るだけでなく、呼吸の存在である。肺臓で無酸素に送られた酸素は、消化のエネルギーを送るだけでなく、呼吸の存在である。</p>
※ 疑問を置いて、わからない点や疑問点があった点などを書き出してみよう。	※ 疑問を置いて、わからない点や疑問点があった点などを書き出してみよう。
<p>心臓と肝臓に酸素が伝わる順序と、その2つの働き。</p> <p>小腸、大腸のはたらき。</p> <p>肺から送られる酸素がどうやって、まわるのか、またはきたるとま。</p> <p>二酸化炭素は、どうやって肝臓以外に送られるのか。</p> <p>はいち各器官のはたらきをくわしく説明しよう。</p>	<p>心臓に送られて、その時、不要な物質を排出するところへ送られて、尿として外に排出される。また、呼吸のエネルギーを送るだけでなく、呼吸の存在である。肺臓で無酸素に送られた酸素は、消化のエネルギーを送るだけでなく、呼吸の存在である。</p>

このように記述させると、教師は生徒の、生徒は自分自身の変容を認識することが容易にできる。

また、変容を認識するだけではなく、①②の学習活動を通して、教師は生徒が疑問に思っていることやどこが分からないかを的確に把握し、これからの学習指導に活かすことができ、生徒は学習目標を明確に持ってこれからの学習にのぞむことができる利点もある。

実際に、この学習内容において、生徒が記述したワークシートからは、以下のような学習課題が具体的に見えてきた。

- ・「胃、小腸、肝臓、肺、心臓」といった小学校で学習した言葉を使って、個々の働きは多少説明することはできるものの、それぞれを関連づけて説明することができない。
- ・取り入れた栄養分がどこへ運ばれ、どう使われているのか、またなぜ酸素が必要なのか、なぜ二酸化炭素が排出させるのかが分からない。

そこで、これらの課題を教師と生徒が共有し、その後の学習活動を進めていった。学習活動③④の結果から、多くの生徒が、興味関心を持って学習に取り組み、学習前にあげられた課題も概ね解決できている様子がみてとれた。

学習後の自己評価からは、どの生徒も学習前後での記述内容・量の変化から、学習によって多くのことを身に付けることができた実感していることが分かった。また、同時に「興味・関心が高まった」「達成感があった」「これからの学習課題が見つかった」と評価している生徒も多く見られた。

【生徒の自己評価例】

<p>人の体の内部のことがよく分かった。前は、1つ1つの器官が少しづつしか分かっていなかったが、後では、酸素と栄養分の流れ通りに、そして1つ1つの器官について詳しく説明することができた。</p> <p>得られたこととしては、今までは器官のはたらきなどを調べて覚えるように思っていたが、そうではなくつながりを考えながら覚えることができた。また、ヒトの体は身近だが、詳しくは知らないうちにもたくさんあったので、体について興味もわきました。器官には2つとしていないところはなく、むしろないところもいろいろあると、うまくなってきていると思います。</p>	<p>学習前は心臓と、1つ1つの臓器や肺などの働きは、分かってはいたが、各臓器のつながりが、今ではよく分かった。</p> <p>また、学習前は各臓器の役目が分かってはいたが、今回の学習後は、この臓器はこの臓器と各臓器のつながりがよく分かった。</p> <p>また、1つ1つは排出や、アミノ酸と尿素に変わることで臓器と関係がわかってきた。</p> <p>解部には心臓と、血液の細胞が、血管の中を流れているのを知ることができた。</p> <p>また、学習前は、1つ1つと覚えるように思っていたが、今回の学習後は、つながりをよく分かった。</p>
<p>学習する前は、体内にとり入れた食物は全て胃で消化されるのだと思っていたし、消化というのは、取り入れたものを体に吸収しやすい物質に変えることだと知りました。</p> <p>前は生きているのはたらきを知らなかったの、今では以前からのプリントに書いてある全ての疑問に答えられるのが嬉しいです。</p> <p>不要物は有害なので、そのまますぐに体外へ排出されるのではなく、肝臓で毒が埋めて少ない尿量に変えてから排出されることになりました。</p>	<p>学習の前に書いたプリントと見比べると、全然違った。15〜20分頑張った書いたが、まだ栄養のゆくえしか書いてない。本当に、たってもっと沢山書きたいところだから学習前に比べてものすごく進歩したと思う。</p> <p>自分の体がこんなになっていると思うと、気持ち悪く感じたこともあったけど、途中からは興味や関心が自然とわいてきてよかったと思います。</p>
<p>わかりやすい言葉や言い方を使えるようになった。</p> <p>1つ1つ具体的にわかるようになった。</p> <p>でも変わっているものもあり、授業の復習をしないといけないと思えた。</p> <p>↑上にはかいてないけど、道徳や名称などを絵つけて説明できるようにになった。</p>	<p>以前知っていた知識は、はっきりとした情報を身に付けることができたと思う。</p> <p>こうして学んだことを書けることにより、頭の中が整理されたし、自分が分からない点も見つけることができた。</p>

本実践では、「学習を振り返る場面を設定すること」に留意して行ったが、今回のような学習前後の変容がはっきり見て取れるような工夫を行うことで、的確な評価をすることができることが分かった。また、各自の学習目標を持つことはもちろん、学習意欲を高めることにも大きく関わっていくことも分かった。ただ、この活動もある程度の「説明する力」が身に付いていることが前提になるので、早い段階から、レポート作成などを通し「説明する力」を育成していく必要がある。

(3) 3年生の実践

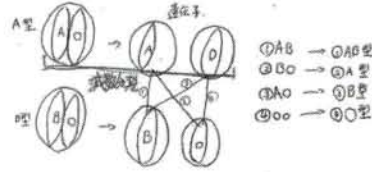
① レポート作成とその評価

科学的に説明するために必要な観点を生徒に示すことによって、自分の書いた説明が科学的であるかどうかを意識させたり、自ら評価してより科学的な表現ができるようにさせたりすることをねらいとした。また、教師も同様の観点から評価を行い、教師と生徒の評価にずれがあった場合には、そのずれを明確化し、次につなげていくように指導を行った。(資料1, 2)

生徒は自己評価の観点を見ながら、自分の考えを科学的に表現しようと努力していた。観察実験の考察を論理的に記述するための「考察の型」は3年生では本年度から指導しているため、定着が弱い生徒も見られたが、自己評価を行うことによって科学的に説明するために「考察の型」が有効であることを実感し、積極的に利用するようになった。

資料1

問題: A型とB型の親から生まれる子の血液型の割合(比)はどうなるか。  
AとBではO型が生まれる事はない。



減分分裂で遺伝子の組み合わせが AB, BO, AO, OO の組み合わせができる。AB の組み合わせは AB 型が生まれる。AO と BO であれば A, B の優性形質なので AO では A 型、BO では B 型が生まれる。OO では O 型がないので O 型が生まれる。つまり AB = A = B = O = 1 : 1 : 1 : 1 の同じ割合で生まれることになる。

減分分裂により、A と B の遺伝子を持つ生殖細胞ができる。ところが受精し、組合わさることで、子の遺伝子の型が決まる。

評価項目	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。	○

自己評価が2項目とも○がつくとき、教師の評価でAに相当する。

B

資料2

モデル実験

3年2組

目的: 季節によって南中高度が変化するのなぜかを調べる。

予想 地球が傾いているのと地球が自転、公転していることで太陽の光が当たる面積が変わる。南中高度 → 面積 → 傾き → 傾き

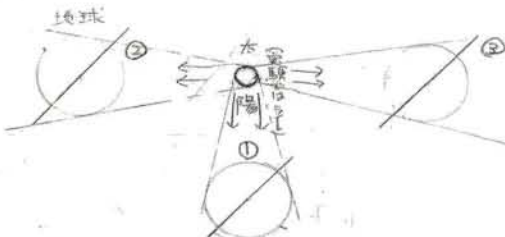
準備: 透明半球、地球儀、電球、スタンド、ペン。

方法:

- ①地球儀の日本に透明半球をはる。(東西南北を考慮して)
- ②電球の位置が日本(正午ごろ)と同じ高さになるように調節する。
- ③電球を点け、南中高度を記録する。
- ④地球儀の向きを変え、同様に行う。

電球は熱くなります。やけどに注意。こまめにON, OFF

結果:



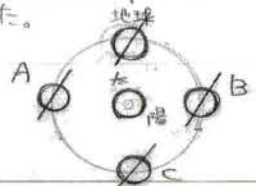
番号	南中高度
①	60°
②	70°
③	40°

考察 季節によって南中高度が変化するのは何故かと調べると、地球儀の日本に透明半球(東西南北を考慮して)を貼り、電球の位置が日本(正午ごろ)と同じ高さになるように調節し、電球を点け、南中高度を記録した。また、地球儀の向きを変え、同様の実験を行った。

地球の傾きの向きに注目して説明しよう

その結果、下の図のAの位置に地球儀を置くと南中高度は70°となり、Bの位置に地球儀を置くと南中高度は40°となり、Cの位置に地球儀を置くと南中高度は60°となった。

このことから、季節によって南中高度が変化するの地球の地軸が傾いていること、それが傾いたまま自転して公転しているからであるのが原因であると分かった。



自己評価と教師の評価がずれている場合、何が不足しているのかを示し、指導する。

項目	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。	○

B

しかし、実践を行う中で、教師が十分に満足できると判断する説明においても、自己評価の低い生徒が多数みられた。そこで、さらに科学的な表現ができるように次のような支援を行った。

- ・自己評価のタイミングを指示する。
- ・自分の説明に自信を持つことができない理由を記述させることによって改善点を明らかにする。



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り、これが正確な自己評価をできない一因となっていた。これまで、考察を書き終えた時点で自己評価を行わせていたが、全体発表の後、もう一度自己評価を行うように指示を出した。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ことができ、自分自身で1回目と2回目の評価のずれについて考える機会ともなった。

(資料3) また、記述をもとに教師が正確な自己評価が行えるように指導したり、さらに科学的な表現ができるように支援したりできた。

資料3

実験題 E7 化学変化 → 陽イオン(塩化物イオン)の移動

NaOH HCl 3年1組

**目的:** 水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えると、どのような化学変化が起こるのか調べる。

**予想:** 水酸化ナトリウム(NaOH)と塩酸(HCl)を加えると、静電気の力で互いに引き寄せ合うのでHとOH、NaとClは分かれ、H<sub>2</sub>O(水)とNaCl(塩化ナトリウム)ができると思う。

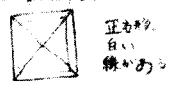
**準備:** 水酸化ナトリウム水溶液 10ml (2.5%)、塩酸 (2.5%) 20ml、駒込ペット、フェノールフタレイン溶液、BTB溶液、ガラス棒、スライドガラス、ルーペ。

**方法:**

- ①水酸化ナトリウム水溶液にフェノールフタレイン溶液を2〜3滴加える。
- ②水酸化ナトリウム水溶液に、塩酸を少しずつ加える。色が消えそうになったら、塩酸を1滴加えるたびに混ぜる。(目標は色が消えるぎりぎり)
- ③水溶液の一部をスライドガラスにとり、水分を蒸発させる。とけていた物質を、ルーペで観察する。
- ④ピーカーに残った水溶液にBTB溶液を2〜3滴加える。)スライドガラスに滴を落とすとき、BTB溶液は最後に。

**結果:**

- 水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えていくと、フェノールフタレイン溶液の赤色が消えていき、ほぼ無色になった。BTB溶液を加えると、薄い黄色になった。
- 水溶液の一部をスライドガラスにとり、水分を蒸発させるとルーペで観察すると

 正六角形の白い結晶が観察することができた。

**考察:**

水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えるとどのようになるのかも調べたために、フェノールフタレイン溶液とBTB溶液でその水溶液も蒸発させる実験をした。

水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えるとフェノールフタレイン溶液の赤色が消えていくことがわかった。塩酸によって水溶液のアルカリ性が弱まっているといえる。また、最後に加えた黄色のBTB溶液が薄い黄色に変化したことから、この水溶液は弱い酸性であることがわかった。

また、水溶液を蒸発させると、白い正六角形の結晶の入った結晶が見られたことから、塩化ナトリウムができたことも分かる。

以上のことから、はじめはアルカリ性を示す水酸化ナトリウムイオンと強い酸性の塩酸が反応して、塩酸の酸性を示す水素イオンが加わることによって、陽イオンと陰イオンが打ち消し合い、はじめはアルカリ性の弱酸性に近づき、全ての陽イオン、つまり水素イオン、陰イオン、水酸化ナトリウムイオンが打ち消し合ったあとに更に塩酸を加えると、中性になっている量よりも、陽イオンの量が増えるので酸性になることを考えられる。

イオン式で考えると、H<sup>+</sup>(水素イオン)とOH<sup>-</sup>(水酸化ナトリウム)が打ち消し合うことで、H<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>が合わるとH<sub>2</sub>Oになるのだから、塩酸のNaとClが残って、NaCl(塩化ナトリウム)ができると考えられる。

また、塩化ナトリウムができていくことから、残ったH<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>が結びついてH<sub>2</sub>O(水)ができることがわかった。

**結論** 水酸化ナトリウムに塩酸を加えると水が食塩ができる

項目	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○がつかなかった理由 水ができた、それはナトリウム結晶がわかっていない。	

## (2) 学習の振り返り

学習前と学習後を比較して、科学的に説明できるようになっていれば、自分にどのような力が付いているのかを生徒自身が実感することができ、その後の学習に対しての意欲も増すと思われる。また、説明が不十分であった場合でも、自分の分からないことが明らかとなることで、自らそれを解決しようとしたり、教師がさらなる指導を行ったりするために有効であると考えた。

「遺伝」の章では、学習の概要を示し、自由に記述させた。学習前、生徒は日常生活の中で疑問に感じていることを多く挙げ、授業にもそれを取り入れながら行うことができた。学習後には疑問点を学習した知識をもとにして説明できるようになった生徒もいたが(資料4)、記述に具体性に欠ける感想のようなものが多く、記述させるときには視点を定める必要があると感じた。そこで、「天体の見かけの運動」の章では課題を示し、それについて記述させることにした。授業後には学習したことを整理しながら、自分には何が身に付いていて何が分からないのかを確認しながら取り組む姿が見られた。

(資料5)

資料 4

単元名 生物のふえ方

概要：・主物はどうして子孫を残すか。  
・親の特徴がどのようにして子に伝わるのか。  
・親の特徴が子に伝わる際の規則性。

【学習前】単元で学習前に関連して、知っていること（日常生活・小学校の学習）や疑問に感じていることを書きましょう。

遺伝で親・子へと伝わる。  
・子どもは、親の片方のDNAと片方のDNAが半分ずつのくわわったDNAをもっている。（テレビで見た）  
・双子はよく似ていると言われるが、それは本当か、またどうしてか。  
・兄弟や姉妹の顔が似ている人達と、全く似ていない人達がいるが、顔や体格はどのようにして決まるのか。

【学習後】単元で学習を通して得たことを書きましょう。（こんなことが分かった・こんなことができるようになった）

遺伝のしくみについて、形質として表れるのは親のどちらか一方の性質だけだ。遺伝子は両親の両方から受け継いでいて、その遺伝子の形質が孫の代など、間接的(?)に表れる場合もある。兄弟、姉妹の顔や体格は、同じく遺伝子のくわわらえをもっとまじり性質が同じなので似るが、親の遺伝子のくわわらえが違えば似ない。くわわらえは相違りもあるから、似ていなくても珍しいわけではない。

学習前の  
疑問点

学習したことを活用して説明

資料 5

単元名：地球と宇宙

【問題】 私たちが見る天体（太陽や星）の位置が、日々時間によって違うのはなぜか。（見え方とその原因について説明）

【学習前】

地球は自転と公転しながら、太陽のまわりがまわっているから、位置が違ってくる。

【学習後】

・星は1日のうちどの時間にも見えるが違ってくる。  
その見え方は1時間ごとに変化する。その原因は地球が太陽のまわりを1日に1回自転しているから。つまり、星が動いて見えるのは、地球が自転しているから。地球の自転が原因で、星の位置が変化する。

・星は1年のうちどの月にも見えるが違ってくる。  
その見え方は1月に1回ずつ変化する。その原因は地球が太陽のまわりを1年に1回公転しているから。つまり、星が動いて見えるのは、地球が公転しているから。地球の公転が原因で、星の位置が変化する。

・太陽は1日のうちどの時間にも見えるが違ってくる。  
その見え方は1日に1回ずつ変化する。その原因は地球が太陽のまわりを1日に1回自転しているから。つまり、星が動いて見えるのは、地球が自転しているから。地球の自転が原因で、星の位置が変化する。

この取り組みを単なる知識量の確認に終わらせないために、次の2つの点に留意する必要があると感じた。

- ・科学的思考を行わせる課題づくりを行う。
- ・学習の振り返りを書くときに視点を与え、学習したことを比較したり関連づけたりさせる。

「生物どうしのつながり」では、食べることに主眼をおいて選んでいたものが、学習後には物質の循環を念頭に置いて選択しており、学習した知識を活用して記述することができた。（資料6）また、他班の発表やそれに対する教師の評価を聞いて、修正を加える生徒も見られた。（資料7）

資料 6

単元名：生物どうしのつながり

【問題】 地球上にヒト以外の生物を採らば、どの生物を採りますか。次の生物から4種類を選び、選んだ理由を書きましょう。  
ウシ、ウマ、イヌ、ネコ、マダコ、エビ、イネ、スギ、ニンジン、レモン、シイタケ、カビ、ニューサンケン、ミミズ、ミジンコ、ケイトウ

【学習前】

ウシ、ウマ、イネ、ミミズ、ケイトウ

採る生物  
イネ、ウシ、ウマ、ミミズ  
理由：イネは食べるから、ウシは肉を食べるから、ウマは肉を食べるから、ミミズは土を柔らかくするから。

【学習後】

ウシ、ウマ、イネ、ミミズ、ケイトウ  
食料連鎖を構築する必要がある。生産者である植物が必要で、消費者である動物が必要。植物は光合成で有機物を合成し、動物はそれを食べる。ミミズは土を柔らかくし、植物の成長を助ける。ケイトウは分解者として、死んだ生物を分解し、栄養を土に戻す。

資料 7

単元名：生物どうしのつながり

【問題】 地球上にヒト以外の生物を採らば、どの生物を採りますか。次の生物から4種類を選び、選んだ理由を書きましょう。  
ウシ、ウマ、イヌ、ネコ、マダコ、エビ、イネ、スギ、ニンジン、レモン、シイタケ、カビ、ニューサンケン、ミミズ、ミジンコ、ケイトウ

【学習前】

ウシ、ウマ、イネ、ミミズ

理由：ウシは肉を食べるため、ウマは肉を食べるため、イネは食べるため、ミミズは土を柔らかくするから。

【学習後】

ウシ、ウマ、イネ、ミミズ  
自分の生きとけのために食物連鎖の関係をとどけておかないといけない。  
消費者、生産者、分解者が必要。  
植物が生産者のウシやウマが食べる。ウシやウマは消費者。ウシやウマが死んだら分解者のミミズが分解して、栄養を土に戻す。

他班の発表や教師の評価を聞いて修正を加えている。

科学的な思考を行わせる課題づくりが難しい単元もある。「惑星や月の見え方」の章では、課題「太陽系を構成する天体はどのような見え方をするのか。」そのものは知識によって説明できるものであったが、班発表のおりには、前章で学習した恒星の見え方との共通点と相違点に分けて説明させた。「酸・アルカリ」の章では酸性の川を中和するときの注意点についても記述するように促した。(資料8)このような指示を行うことで、知識の羅列ではなく、思考しながら振り返りを行うことができた。

資料8

**単元名：化学変化とイオン**  
3年1組

**課題** 「群馬県と長野県の県境にある白根山を水源に持つ川は、魚などの生物がすむことができませんでした。その川は、くぎを入れるととけてしまうほどの水だったからです。しかし、現在、魚や生物がすむようになってきました。」  
どうして川の水質を改善できたのでしょうか。

**【学習前】**  
水と 遊の性質をむつちのて、アケウムにして行ぬる環境にした。

**【学習後】**  
くぎを入れるととけるということは強い酸性の川なので、アルカリ性の物質を水源に入れて、中和させ酸性に。このとき、アルカリ性を入れると、アルカリ性の川になってきて、魚、生物がすむようになる。さらに、中和させたときに生じる塩が有害な物質にはならないように注意する。

## 6. 課題と成果

### (1) レポート作成とその評価

以下は1年生を対象に行ったアンケートの結果である。

<アンケート結果>

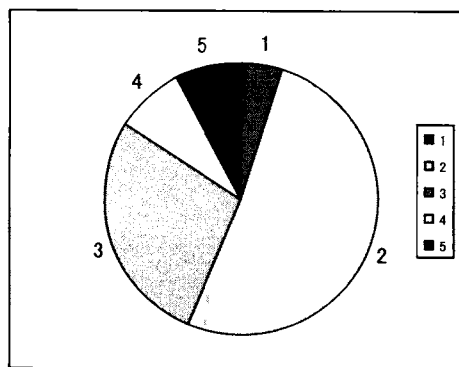
① 今の段階（12月末）で、考察の書き方がどれくらい身に付いたと感じますか。

(達成度の高い順に1～5, 1+2=56.1% 1+2+3=84.1%)

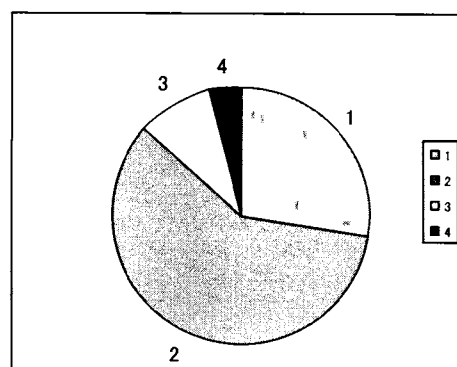
② 考察を書くことで、自分の考えが整理されていっていると感じますか。

(達成度の高い順に1～4, 1+2=86.7%)

①



②



繰り返し考察を書かせることで、分量、内容ともに自ら考えて書ける生徒が増えてきた。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分かることについて、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。さらに、生徒が行った自己評価と教師の評価とのずれについて指導することで、より科学的な記述について考えさせることができた。また、自己評価の機会を、考察を書いたとき、発表を聞いてからの2回行うことで、生徒自身も評価のずれについて考える機会を設けることができた。

今後、1年生はワークシートに「考察の型」が指示されていなくても、論理的に説明できるように

定着を図っていかなくてはならない。全体としても、根拠を十分に書くことのできない生徒については、引き続き個別指導を行っていく必要があると考える。

## (2) 学習の振り返り

授業前に課題について書かせてみることで、教師にとっては指導のポイントが明らかになるとともに、生徒にとっても学習課題を明らかにすることができた。教師と生徒で学習課題・目標を共有することで、効果的な学習活動につながるということが分かった。また、学習前に生徒が日常生活の中で疑問に感じていることを把握し、授業にそれを取り入れることもできた。学習後には振り返りを行うことで、生徒が学習したことを整理しながら、自分には何が身に付いて何が分からないのかを確認しながら取り組む姿が見られた。この活動では、多くの生徒に考え方の変容が見られ、生徒自身も自分の変容を評価し、新しい課題を見つけたり、意欲を高めたりすることに効果があることが分かった。

しかし、授業後の段階でも、言葉でうまく説明することができない生徒もおり、今後も、よく書けている生徒の文章を例に指導していく必要があると感じた。また、課題については、生徒の変容が捉えやすい内容を精選するとともに、授業を進める上での生徒とのやりとりの中で課題を提示したり、生徒から出てきた疑問を拾い、全体で考えさせたりするなど、場面に応じた提示の仕方も工夫していかなくてはならない。さらに、生徒の学習状況や単元の特性などに応じて、短期的、長期的な評価の方法や変容がよく分かるような学習履歴を残していく工夫を考えていく必要があると考える。

