

## (2) 授業の見直しと質的改善を図るための手立て

## ア 質的改善の考え方

新学習指導要領の目標において強調されている「科学的に探究する」ことについては、現行の学習指導要領解説にも述べられています。

自然の事物・現象を科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるためには、問題の発見、実験の計画と実施、器具などの操作、記録、データの処理、モデルの形成、規則性の発見など、科学的に探究する活動を行うことが必要である。しかしながら、科学的に探究する能力は一挙に獲得できるものではなく、具体的な問題に取り組み、それを解決していく活動を通して身に付けていくものである。目的意識をもって観察、実験を行い、得られたデータを分析して解釈し、適切な判断を行うような経験をさせることが重要である。判断に当たっては、科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要がある。このような経験を繰り返す中で、科学的に探究する能力や態度が育成されるようになる。

文部科学省 『中学校学習指導要領解説理科編』 平成 20 年 9 月 p.103

例えば、この中に記載されている「目的意識をもった観察、実験」に関して、教師がどれだけ意識的に指導ができているかどうかを、平成 29 年度佐賀県小・中学校学習状況調査〔4 月調査〕の教師意識調査及び児童生徒意識調査から見てみましょう。

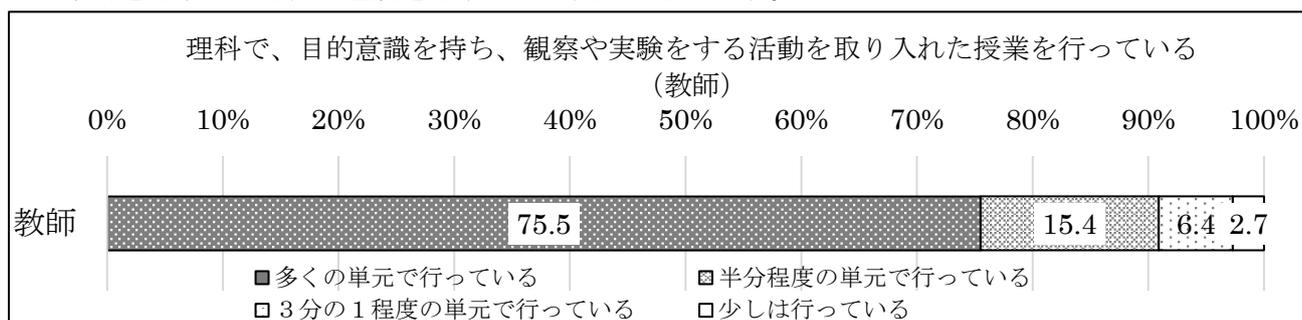


図 1 目的意識をもった観察、実験についての教師の意識

図 1 から、75%以上の教師が目的意識を持ち、観察や実験をする活動を取り入れた授業を多くの単元で行っていると回答していることが分かります。これと、同調査での生徒の意識調査と比べてみます。

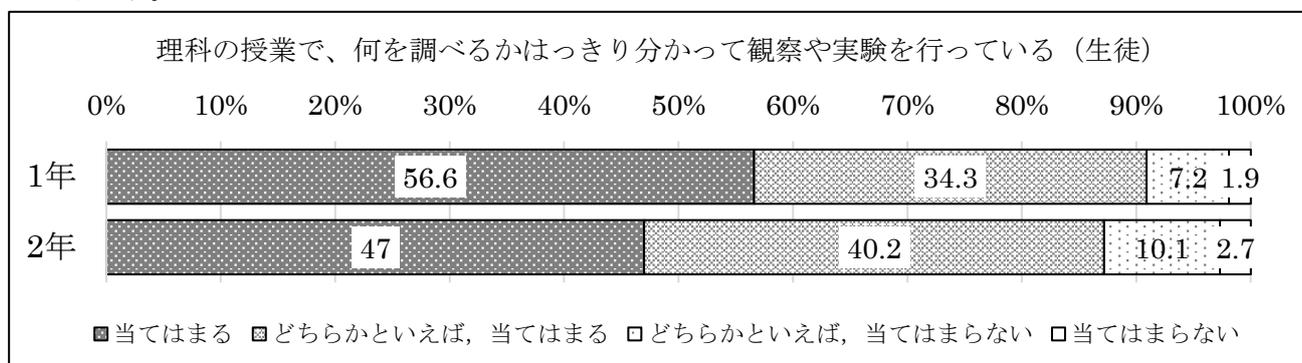


図 2 目的意識をもった観察、実験についての生徒の意識

図 2 のように肯定的な回答をした生徒が 90%以上になってはいます。しかし、「当てはまる」と明確に回答した生徒は 50%前後であり、図 1 で「多くの単元で行っている」と回答した教師と比較

すると生徒の方が低く表れていることが分かります。教師が目的意識をもたせるために取り入れた手立てが教師の意図通りに生徒に伝わっていない可能性が示唆されているのではないのでしょうか。そこで、もし教師の意図が生徒にしっかりと伝わるように手立てを改善すれば、生徒がより明確に目的意識をもって観察、実験を行うようになるのではないかと考えます。このことがひいては生徒に「見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」や「見通しをもち、検証できる仮説を設定する力」という資質・能力を身に付けさせることにつながるのではないかと考えます。

本研究委員会では、上記の例のように、一連の学習活動において今行っている教師の手立てが生徒の資質・能力の向上につながっているかどうかを、教師や生徒に対するアンケート調査によって分析し、分析を基に授業を質的改善する方法を考案しました。

## イ 指導法の質的改善のプロセスについて

新学習指導要領解説理科編では、「3年間を通じて計画的に、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する」<sup>(1)</sup>とされています。また、「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」の脚注に「授業では、その過程の一部を扱ってもよい」<sup>(2)</sup>とも示されています。そこで、今、生徒に探究の過程のどの部分に着目して指導すべきかを明らかにして、その部分でどのような指導法が効果的かを示して授業づくりを行うことができるように提案します。本研究では、

- I 生徒と教師の意識の把握
- II 指導重点項目の決定
- III 授業に取り入れる手立ての決定
- IV 手立ての有効性についての考察

といった授業改善のプロセスを考案しました。

実施として理想的なのは、ある単元に入る前に事前アンケートを行い、単元を通して指導法の質的改善に取り組み、単元終了後に事後アンケートを行うことです。これは、単元を通して重視したい活動を明確にし、その強化に向けて単元を通して指導を行い、単元終了後にその指導法について評価するという流れです。また、IV 手立ての有効性についての考察によって、次の単元において重視する活動を決定することもできます。

## ウ 「科学的に探究する」学習活動の実態を把握するためのアンケート

アンケート項目は、学習指導要領解説理科編に示されている「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」の学習過程例（探究の過程）に基づいて作成しています（次頁表1）。それぞれの学習過程における具体的な内容ができていくかどうかを生徒に問います。また、授業者として生徒の学習の様子を把握するために、生徒用アンケートの内容項目に対応させた教師用アンケートを作成しました。（次頁表2）

表 1 生徒用アンケート

探究の過程		質問内容
(発見) 課題の把握	(科学的に探究しようとする態度)	授業の最初に、先生の話や先生が見せる実験から、その授業での学習が楽しみになりますか。
	自然事象に対する気付き	授業の最初に、先生の話や先生が見せる実験について、自分の考えを持つようになっていますか。
	課題の設定	先生の話や見せる実験を基に、授業で解決すべき課題(学習問題・学習のめあて)を持つことができますか。
(追究) 課題の探究	仮説の設定	課題(学習問題・学習のめあて)に対して、自分なりの考え(予想など)を持つようになっていますか。
	検証計画の立案	観察や実験の前に、何を準備したらよいか自分で考えていますか。
	検証計画の立案	観察や実験の前に、その方法や手順について自分で考えていますか。
	観察、実験の実施	自分から進んで観察や実験を行っていますか。
課題の解決	考察・推論	自分の力で考察しようとしていますか。
	考察・推論	考察するときには、観察や実験の結果を基にして書くようになっていますか。
	振り返り	観察や実験中、またはその後に、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないか考えるようになっていますか。
	表現・伝達	授業中に、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしていますか。
	(次の課題や日常生活に活用しようとする態度)	理科の授業で学習したことを、次の学習や普段の生活に生かせないか考えていますか。

表 2 教師用アンケート

探究の過程		質問内容
(発見) 課題の把握	(科学的に探究しようとする態度)	生徒は、授業の最初に、先生の話や演示実験などで、本時の学習内容への興味・関心を高めていますか。
	自然事象に対する気付き	生徒は、授業の最初に、先生の話や演示実験について、自分の考えを持っていますか。
	課題の設定	生徒は、先生の話や演示実験を基に、授業で解決すべき課題(学習問題・学習のめあて)を持っていますか。
(追究) 課題の探究	仮説の設定	生徒は、課題(学習問題・学習のめあて)に対して、自分なりの考え(予想など)を持っていますか。
	検証計画の立案	生徒は、観察や実験の前に、何を準備したらよいか自分で考えていますか。
	検証計画の立案	生徒は、観察や実験の前に、その方法や手順について自分で考えていますか。
	観察、実験の実施	生徒は、自分から進んで観察や実験を行っていますか。
課題の解決	考察・推論	生徒は、自分の力で考察しようとしていますか。
	考察・推論	生徒は、考察するときには、観察や実験の結果を基にして書いていますか。
	振り返り	生徒は、観察や実験中、またはその後に、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないか考えていますか。
	表現・伝達	生徒は、授業中に、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしていますか。
	(次の課題や日常生活に活用しようとする態度)	生徒は、理科の授業で学習したことを、次の学習や普段の生活に生かせないか考えていますか。

## エ I 生徒と教師の意識の把握について

## (ア) アンケートの実施

アンケートは教師用、生徒用の2種類があります。

実施、集計の詳細については「中理アンケート実施・集計マニュアル」をご覧ください。

## (イ) アンケートの分析

## ① 教師用アンケートから分析をします。

教師用アンケート入力タブに数値を入力すると、教師用アンケート集計結果タブにグラフが表示されます。このグラフから、どの学習活動が多く設定することができていて、どの学習活動の設定が少なくなっているかを視覚的に捉えることができます。

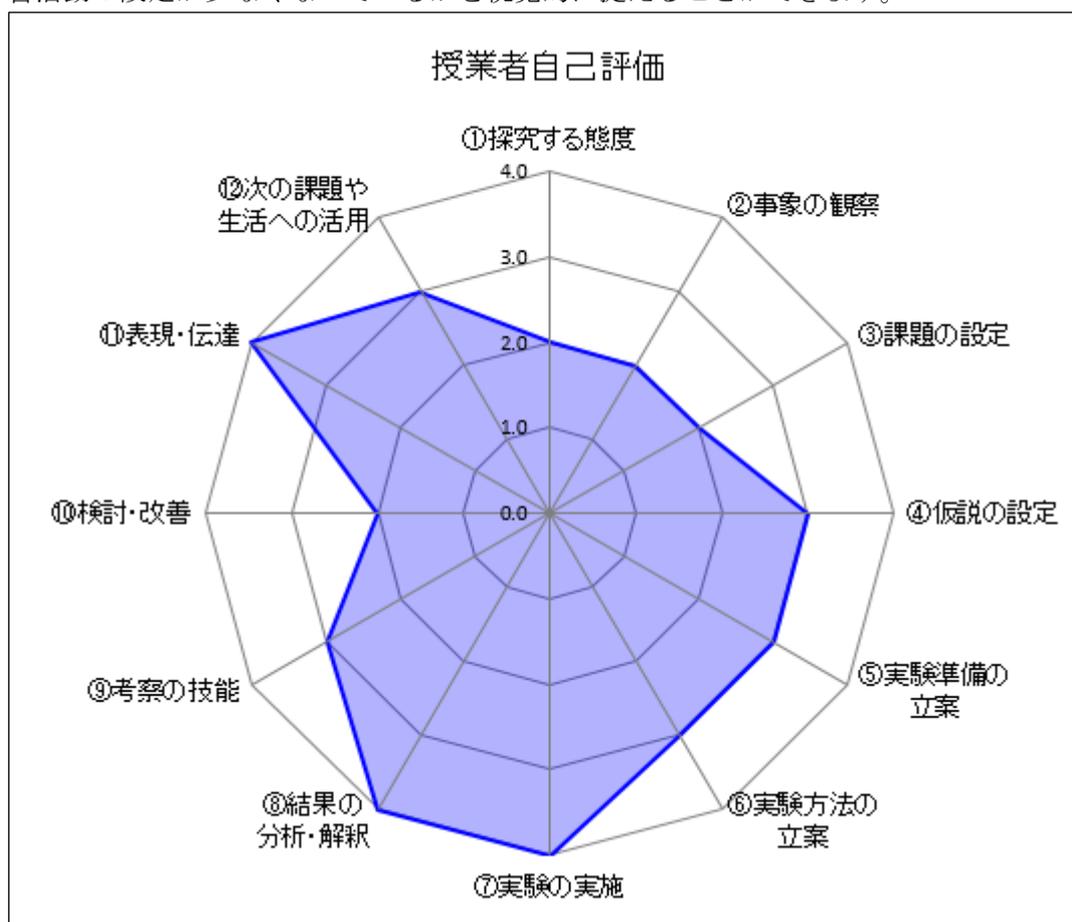


図3 授業者の自己評価グラフ

例えば、図3のようなグラフができあがった場合、日頃の自身の授業の中で「⑧分析・解釈」の活動は行わせていますが、「③課題の設定」に至るまでの活動が不十分である可能性が示されたということになります。このことは、生徒にとって「観察、実験の結果を分析・解釈する力」という資質・能力を身に付ける機会はたくさんありますが、「抽出・整理した情報について、それらの関係性（共通点や相違点）や傾向を見いだす力」を身に付ける機会が少なくなっていると捉えられます。



## ② 生徒用アンケートから分析をします。

生徒用アンケートの結果を分析することを通して、自身の授業において、生徒が資質・能力を身に付けるための活動を意識的に行うことができているかを把握します。教師がある学習活動をきちんと行っているつもりでも、生徒がその学習活動を意識的に行っていないということもありがちです。そこで、教師と生徒の意識のずれや、生徒の資質・能力の伸びしろを把握するためにこの生徒用アンケートを活用します。アンケート項目ごとに、生徒がどれくらい意識的に取り組んでいるかを、グラフから読み取ることができます。

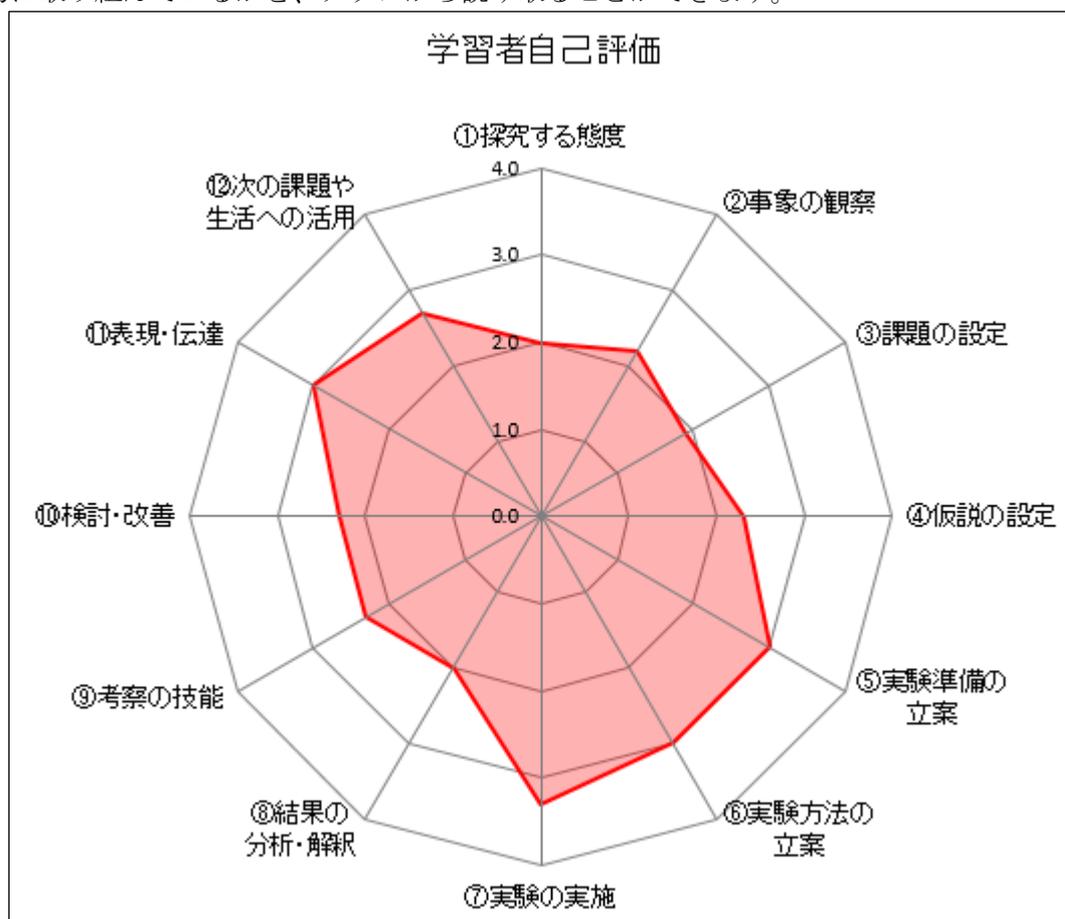


図4 生徒用アンケートの結果を集計したグラフ



例えば、図4のようなグラフの場合、生徒の「①探究する態度」「②事象の観察」「③課題の設定」の意識が低いことが分かります。授業の最初では自分の力で考えることなく、先生の話だけをただ聞いているということも考えられます。そのため「自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」や「見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」が身に付いていないかもしれません。また、「⑦実験の実施」の場面では生徒は進んで取り組んでいますが、「⑧結果の分析・解釈」する場面では他の人任せになっているという可能性もあります。このことから、生徒は「観察、実験の結果を実行する力」は身に付けていても、「観察、実験の結果を分析・解釈する力」を身に付けることができていないかもしれません。

生徒用アンケートの結果については、質問項目別でもグラフとして見ることができます。グラフは「生徒（事前）」のシートから出力することができます。

## オ II 指導重点項目の決定

指導改善の重点項目を決定するために、「教師・生徒」のシートを開きます（「中理アンケート実施・集計マニュアル」参照）。このシートは、生徒用、教師用のそれぞれのアンケート集計結果のグラフを重ね合わせたものになっています。これより、どの資質・能力を重点的に育成する方向で授業を改善していくのか、次の「グラフの見方」を参考に検討をしてみてください。

### ※グラフの見方

- ・生徒、教師両方でレーダーチャートの折れ線が低く推移している（肯定的な回答が少ない）。  
→該当する項目について、手立ての不足と考えられます。
- ・教師よりも生徒のレーダーチャートの折れ線が低く推移している。（教師は「行っているつもりだけど、肯定的回答が低い」など）  
→該当する項目について、手立ての見直しが必要であると考えられます。

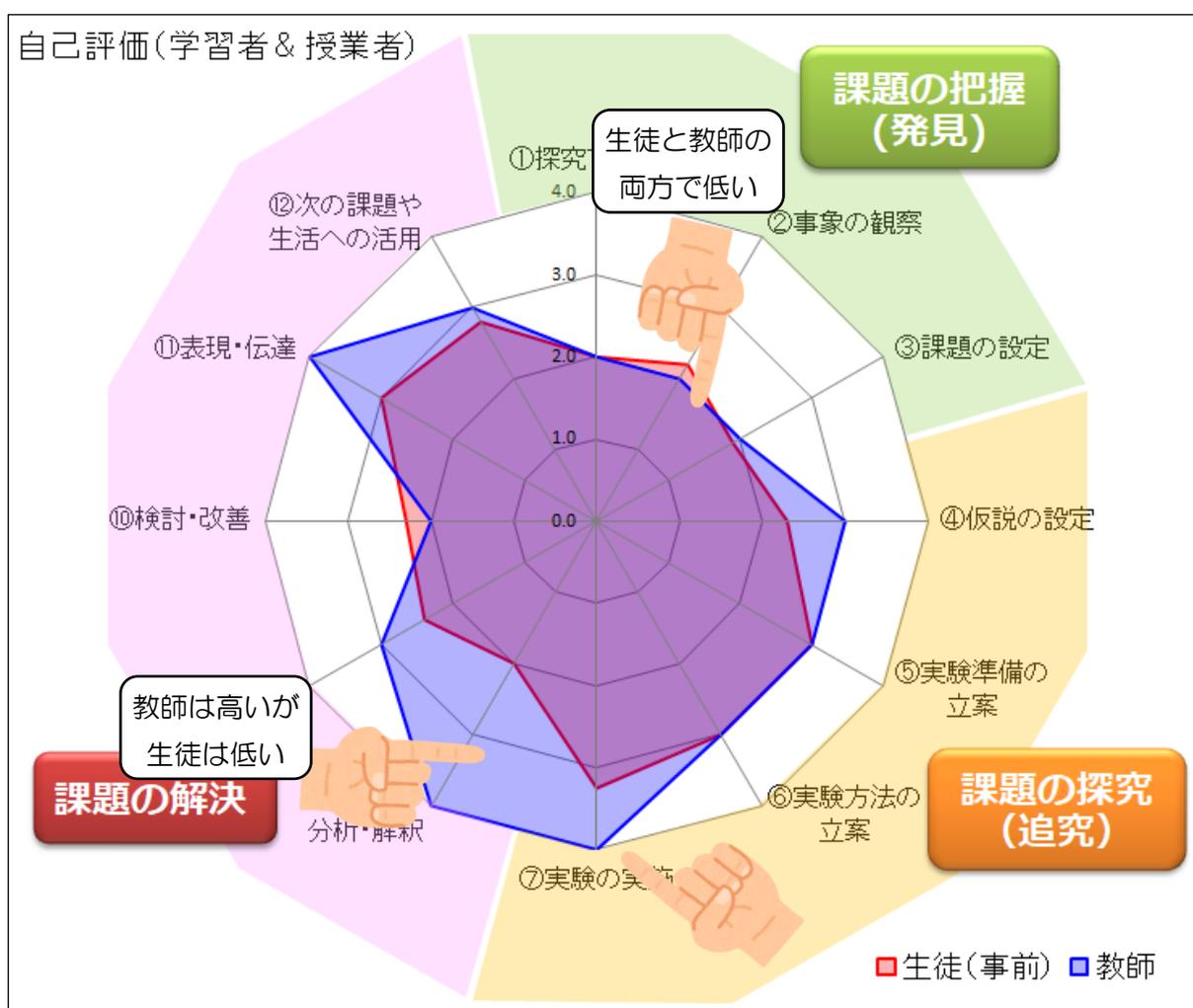


図5 「生徒・教師」シート内アンケート集計結果

前頁図 5 を見ると、「⑦実験の実施」において、教師と生徒の両方の意識が高いです。このことから、教師は生徒に実験をしっかり行わせており、生徒も進んで実験に取り組んでいると判断できます。

しかし、「①探究する態度」、「②事象の観察」、「③課題の設定」において生徒と教師の両方の意識が低くなっています。もしかしたら、今までの授業の導入で、生徒に教材への興味・関心を持たせたり、事象への気付きから解決すべきことが何であるかを認識させたりしないまま授業が進んでしまっていたのかもしれない。

また、「⑧結果の分析・解釈」においては、教師の意識は高いですが、生徒の意識が低くなっています。教師は考察（分析・解釈）をきちんと行わせていると思っているのに、生徒は全員が主体的に考察に取り組んでいないという可能性があります。

これらのことから、改善すべき探究の過程は「課題の把握」と「課題の解決」となります。そして、教師がこの 2 つの探究の過程を比べて、観察、実験の結果から一人一人が科学的な概念や知識を見いだせるようになってほしいという考えで「課題の把握」を優先して改善していこう、などと指導改善の重点項目を決定していきます。



全ての資質・能力を一気に育成するのはとても難しいです。重点項目の選択に迷う場合は探究の過程の中の「課題の把握」（グラフでは事象の観察、課題の設定）での学習活動の充実を図ることをお勧めします。「課題の把握」が改善されると生徒の授業に対する目的意識が高まり、見通しをもちながら学習を進めることができます。このことで、後の学習活動全体が充実していくと考えられるからです。

### カ III 授業に取り入れる手立ての決定（授業の設計図作り）

重点的に育成する資質・能力が決定したら、授業展開案シートを使用していきます。

- ① 本サイトより授業展開案シート（Word ファイル）をダウンロードし、印刷してください。
- ② 指導重点項目に当たる探究の過程を次頁表 3 にあるように  で囲みます。
- ③ 教師の働き掛けの欄を参考に、生徒に実際に行わせる活動を決定します。



観察、実験の結果を分析・解釈する力を身に付けさせたい！

[教師の働き掛けより]

- ・学習問題に対応する考察を行うように声掛けを行う。
- ・結果と考察を書き分けさせる。



個別で考えた考察をグループで検討させてみよう。

[教師の働き掛けより]

- ・考察を他者と交流させ、より確かな考えに高める。

表 3 授業展開案シート

単元名：「電流とその利用」 1章 電流と回路 本時の目標：抵抗を2個つないだ回路において、全体の抵抗の大きさを調べるための実験を計画し、 実験の結果からその規則性を見いだすことができる。				
	学習過程 (探究の過程)	理科で育成すべき資質・能力	生徒の活動	教師の働き掛け
課題の把握 (発見)	自然事象に対する気付き	<ul style="list-style-type: none"> <li>主体的に自然事象と関わり、科学的に探究しようとする態度</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○主体的な学びにつながる</li> <li>◎対話的な学びにつながる</li> <li>●深い学びにつながる</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○十分な予備実験を行う。</li> <li>○できるだけ多くの生徒が実験を行えるように必要数をそろえる。</li> <li>○学習問題に迫るような事象を提示する。</li> </ul>
	課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点)や傾向を見いだす力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●演示実験を見て、既習事項を基に考え、合成抵抗についての傾向を見いだす。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○気付いたことを発表させ、出てきた情報を整理する。</li> <li>●既習事項や生活体験を踏まえた見方・考え方を想起させる。</li> </ul>
課題の探究 (追究)	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎まずは個人で、次にグループで調べたいことを考えさせ、発表させる。</li> <li>◎生徒によって学習問題を立てさせる。</li> </ul>
	仮説の設定 ↓ (見通し)	<ul style="list-style-type: none"> <li>見通しをもち、検証できる仮説を設定する力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎まずは個人で、次にグループで根拠を基に仮説を設定させる。</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮説を確かめるための観察、実験の計画を立案する力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎直列回路と並列回路での合成抵抗を求めるための実験の計画を個別に立案する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎実験の方法を考えさせ、発表させる。</li> <li>●「何と何を比べるのか」「独立変数と従属変数は何か」「変化させる条件と変化させない条件は何か」など、見えそうな考え方はないか想起させる。</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の計画を評価・選択・決定する力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎個別に立案した計画をグループ内で発表させ、比較・検討し、グループで行う実験を決定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎グループで検討させる。</li> <li>・教師による説明：(実験の注意点、安全面も含む)</li> </ul>
	観察、実験の実施 ↓ 結果の処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の結果を処理する力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○できるだけ少人数で実験させる。</li> <li>○記録のまとめ方を考えさせる。</li> </ul>
課題の解決	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の結果を分析・解釈する力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○仮説に立ち戻り、実験結果を基に論じる。</li> <li>○学習問題に対応する考察を行う。</li> <li>◎考察を交流させ、より確かな考えにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○結果と考察を書き分けさせる。</li> <li>○仮説に立ち返らせ、根拠を基に論じさせる。</li> <li>○学習問題に対応する考察を行うように声掛けを行う。</li> <li>◎考察を他者と交流させ、より確かな考えに高める。</li> <li>○実験できない場合、インターネット等で調査させ、論理的に検討を行わせる。</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>主観的な感情や思い付きではなく、観察や実験結果から得られた事実を基に合理的に判断する態度</li> <li>情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力</li> </ul>		
	(振り返り)	<ul style="list-style-type: none"> <li>全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎実験がうまくいかなかった理由を基に改善策を話し合わせる。</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題解決に向けて様々な視点で考えながら、主体的に継続して取り組む態度</li> <li>新たな知識を習得する力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●抵抗2つを並列つなぎにしたとき、計算によって全体の抵抗の値を求めようとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新出用語の整理をさせる。</li> </ul>
	表現・伝達	<ul style="list-style-type: none"> <li>習得した知識を事象や概念等に対して再構築する力</li> <li>次の課題を発見する力</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●導入での提示した事象について、習得した知識を使って説明させる。</li> <li>●ワークシートに「今回の実験から、もっと調べようと思ったことはないかな？」などの記入欄を設ける。</li> </ul>
↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>◎日常生活に今回の学習内容を活用した道具・現象はないか、まずは個人で、次にグループで考えさせ、発表させる。</li> </ul>
↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力</li> </ul>			



例えば、「観察、実験の結果を分析・解釈する力」や「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」を身に付けさせようとするなら、そのための教師の働き掛けとして有効な活動は、授業展開案シートの右側にあります。そこで、その教師の働き掛けと、取り扱う内容を加味して生徒の活動を設定します。

この場合であれば、教師の働き掛け「仮説に立ち返らせ、根拠を基に論じさせる」「考察を他者と交流させ、より確かな考えに高めさせる」と、取り扱う内容「全体の抵抗の大きさ」から考えて、生徒の活動に、仮説に立ち戻り実験結果を基に考察を論じる、自分が考えた考察をグループ内で発表し、質問に答えるという学習活動を設定することができます。次頁からは、それぞれの学習活動において質的改善を図るための手立てを詳しく述べていきます。

#### キ IV 手立ての有効性についての考察

単元終了時に、事後アンケートとして、事前アンケートと同じ項目で調査します。重点指導項目について、生徒の意識に向上が見られれば、その手立てが有効であったことが分かります。また、この事後アンケートの集計結果から次の単元での重点指導項目を考えることもでき、生徒の実態に応じて授業改善を進めることができます。

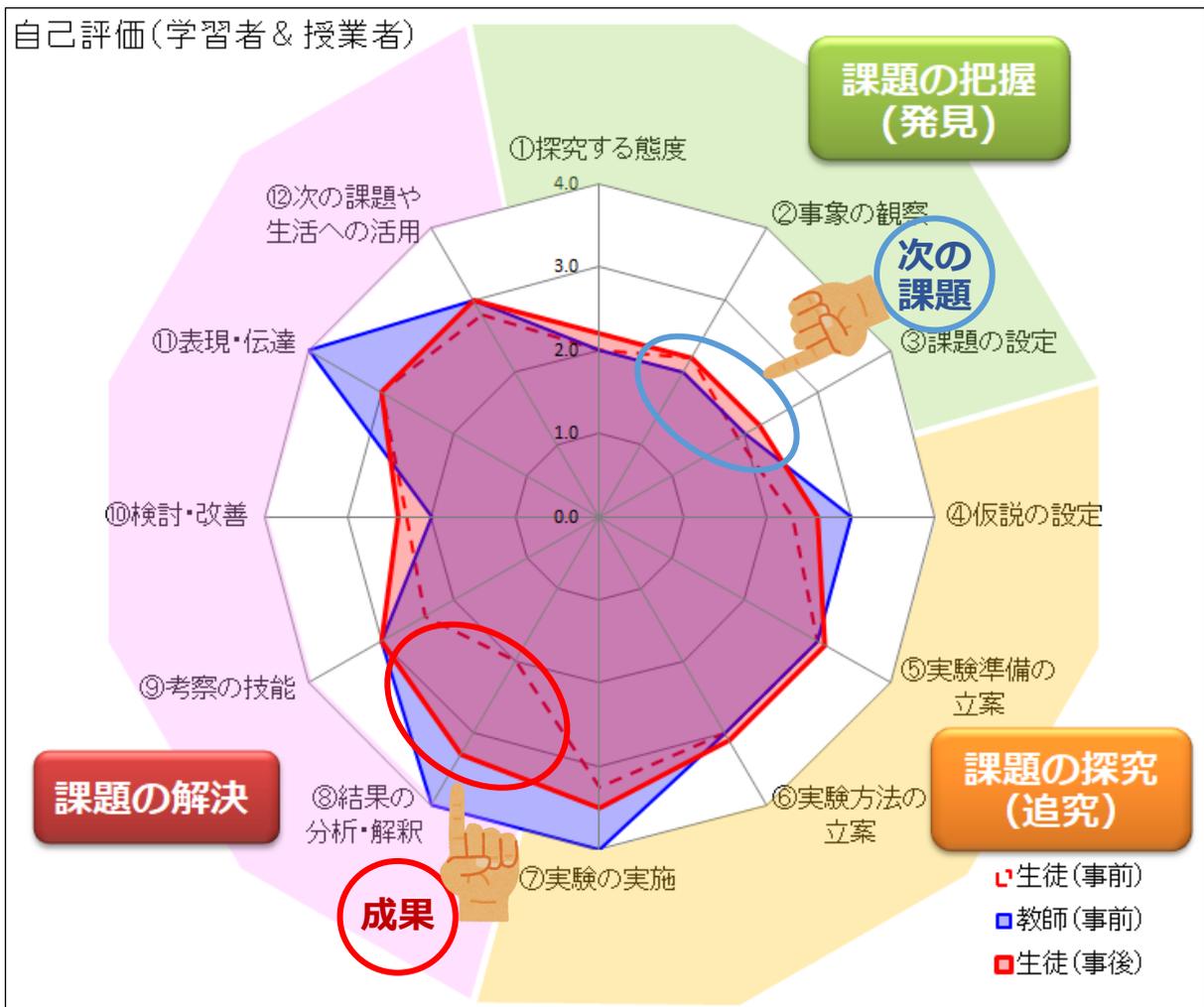


図 6 生徒の意識の変容と教師の意識(事前)

## ク 探究の過程における教師の働き掛け

本研究では、探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるように「主体的・対話的で深い学び」の視点から指導の質的改善を図ることを意図しています。研究委員会において、まず、資質・能力を育成するために行う教師の働き掛けはどのようなものがあるかを検討してまとめました。

### (7) 課題の把握（発見）

課題の把握（発見）での学習活動は、「自然の事物・事象に進んで関わり、それらの中から問題を見いだす」ことです。現行の中学校学習指導要領では、「問題を見いだし」という文言は各分野の目標において記載があるものの、個別の学習内容においては言及されていませんでした。一方、新学習指導要領では、このことを第1学年で重視する探究の学習過程とし、第1学年の個別の学習内容と対応させて、問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行うことが求められています。ただし、全ての学習において問題を見いだし過程を設定することは困難です。このため、新しい単元の導入時などに教師が提示する事象や、生徒に行わせる活動を吟味することで、生徒が主体的に問題を見いだしことができるような場面を教師が設定する必要があります。

そこで本研究では、探究の過程における課題の把握（発見）での学習活動で、理科で育成すべき資質・能力を育ませるための教師の働き掛けとして表4のように考えました。

表4 「課題の把握（発見）」で資質・能力を育むための教師の働き掛け

	学習過程 (探究の過程)	理科で育成すべき資質・能力	教師の働き掛け
課題の把握 (発見)	自然事象に対する気付き	・主体的に自然事象と関わり科学的に探究しようとする態度	○主体的な学びにつながる ◎対話的な学びにつながる ●深い学びにつながる ○十分な予備実験を行う。 ○できるだけ多くの生徒が実験を行えるように必要数をそろえる。 ○学習問題に迫るような事象を提示する。
		・自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力	○気付いたことを発表させ、出てきた情報を整理する。
	↓ 課題の設定	・抽出・整理した情報について、それらの関係性（共通点や相違点）や傾向を見いだす力	●既習事項や生活体験を踏まえた見方・考え方を想起させる。
		・見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力	◎まずは個人で、次はグループで調べたいことを考えさせ、発表させる。 ◎生徒によって学習問題を立てさせる。

### ※教師の働き掛けのポイント

#### ○事象の提示

学習の導入で、児童生徒に事物・現象の提示として、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、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、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、学習問題に沿った考察を行うことができる、ということが期待されます。

## ○他者との交流

教師が示した事象に対して「不思議だ」と考える生徒もいれば、「当たり前だ」と考える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生徒もいるかもしれません。そこで、提示した事象について、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。

## ○学習問題を立てさせるためのキーワード

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。

例えば、酸の正体のイオンを調べる実験の前に、既習事項である塩酸や硫酸の電離式を書かせ（事象提示）、水素イオンが共通していることに気付かせます。そこで、関係していることとして、「酸」「水素イオン」などを挙げさせ、それらを基に、学習問題を立てさせます。実際には、「水素イオンは酸の性質を表すのだろうか」「酸の性質を表すイオンは何だろうか」といった発言がありました。

通常の授業において、問題を見いだすことができれば何でもよいということではなく、学習内容に関わることにしていかなければなりません。まずは、授業の流れの中に意図的に問題を見いだす過程を位置付ける必要があります。また、問題を見いだすことについては小学校第3学年の目標にもあり、「主に差異点や共通点を基に、問題を見いだす力を養う」とされています。このため、小学校でどのような理科の学習が行われているかについて理解しておくとともに、自分自身が指導する生徒の実態についても把握しておく必要があります。以下に小学校と中学校の新学習指導要領解説理科編に示されている内容について光に関わる部分を掲載していますので、比較してみてください。

小学校理科第3学年の内容 A物質・エネルギー (3)光と音の性質 ア(ア)日光は直進し、集めたり反射させたりできること。

平面鏡に日光を当てたときの、平面鏡の向きと光の様子に着目して、それらを比較しながら、光の進み方を調べる。これらの活動を通して、差異点や共通点を基に、光の性質についての問題を見だし、表現するとともに、日光は直進すること、反射させることができること、反射した日光を重ねることができることを捉えるようにする。日光が直進することについては、身の回りで見られる日光の様子などから捉えることも考えられる。また、虫眼鏡を使い日光を集めることができることを捉えるようにする。

小学校学習指導要領解説理科編 平成29年6月 第3章第1節2

中学校理科第1分野の内容 (1)身近な物理現象 ア(ア)光と音 ㊦光の反射・屈折

学習の導入に当たっては、例えば、光源から出た光を複数の鏡を使って反射させ設置した的に当てるなど、鏡に入射する光と反射する光との関係について、問題を見いだす活動などが考えられる。また、例えば、身近な事象として虹や水面に映った景色、日常生活や社会で活用されているものとして光ファイバーケーブルなどを示し、問題を見いださせるようにすることも考えられる。

## 中学校学習指導要領解説理科編 平成 29 年 6 月 第 2 章第 2 節[1 分野] 2 (1)

## (イ) 課題の探究 (追究)

課題の探究 (追究) での学習活動は、「仮説の設定」「検証計画の立案」「観察、実験の実施」「結果の処理」です。科学的な根拠に基づいて仮説を立て、仮説を確かめるために、生徒が観察、実験を立案します。これまでややもすれば教師が「実験はこのような方法で」と一方的に指示して生徒が同じデータを得る方向に進んでしまうこともありました。生徒が見通しをもって計画を立て実験を行うことは、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善につながるものと考えます。

そこで本研究では、探究の過程における課題の探究 (追究) での学習活動で、理科で育成すべき資質・能力を育成するための教師の働き掛けとして表 5 のように考えました。

表 5 「課題の探究 (追究)」で育むための教師の働き掛け

	学習過程 (探究の過程)	理科で育成すべき資質・能力	教師の働き掛け ○主体的な学びにつながる ◎対話的な学びにつながる ●深い学びにつながる
課題の探究 (追究)	仮説の設定 ↓ (見通し)	・見通しをもち、検証できる仮説を設定する力	◎まずは個人で、次にグループで根拠を基に仮説を設定させる。
	↓ 検証計画の立案	・仮説を確かめるための観察、実験の計画を立案する力	◎実験の方法を考えさせ、発表させる。 ●「何と何を比べるのか」「独立変数と従属変数は何か」「変化させる条件と変化させない条件は何か」など、使えそうな考え方はないか想起させる。
	↓ 観察、実験の実施	・観察、実験の計画を評価・選択・決定する力	◎グループで検討させる。 ・教師による説明 (実験の注意点、安全面も含む)
	↓ 結果の処理	・観察、実験の結果を処理する力	○できるだけ少人数で実験させる。
	↓		○記録のまとめ方を考えさせる。

## ※教師の働き掛けのポイント

## ○仮説を設定する

生徒が設定する仮説には、「○○は△△だろう。なぜなら、◇◇だから」と明確な根拠があることが大切です。その根拠は、生活経験や既習事項、既存の知識などを基にします。課題の把握で事象提示をしていけば、その事象を説明しようと仮説を設定することができます。そして、観察、実験で検証可能な仮説とするために、「・・・すれば、××は□□になるだろう」というように作業を伴う仮説にしていきます。

## ○何をどのような方法で調べるのかを明確にする

仮説を踏まえた検証計画の作成で、何を調べるのか、どんな方法で調べるかを明確にしていきます。小学校では、学年を通して育成する問題解決の能力が示されています。現行の学習指導要領において、第 3 学年では身近な自然の事物・現象を比較しながら調べることが、第 4 学年では自然の事物・現象を働きや時間などと関係付けながら調べることが、第 5 学年では自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べること (条件制御) が、第 6 学

年では、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べることが示されています。以下の表は小学校の学習内容を示しています。観察や実験の計画を立てさせるためには、このような考え方を活用させていくことが必要だと考えます。

### 小学校の学習内容

第 3 学年	比較
「A (1) 物と重さ」	粘土などを使い、物の重さや体積を比較しながら調べ、物の形や体積と重さの関係を捉えるようにする。
「A (2) 風やゴムの働き」	風やゴムで物が動く様子を比較しながら調べ、風やゴムの働きを捉えるようにする。
「A (3) 光の性質」	鏡などを使い、光の進み方や物に光が当たったときの明るさや暖かさを比較しながら調べ、光の性質を捉えるようにする。
「A (4) 磁石の性質」	磁石に付く物や磁石の働きを比較しながら調べ、磁石の性質を捉えるようにする。
「A (5) 電気の通り道」	乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を比較しながら調べ、電気の回路を捉えるようにする。
「B (1) 昆虫と植物」	身近に見られる昆虫や植物を探したり育てたりして比較しながら調べ、昆虫や植物の育ち方や体のつくりを捉えるようにする。
「B (2) 身近な自然の観察」	身の回りの生物の様子を比較しながら調べ、生物の様子やその周辺の環境との関係を捉えるようにする。これらの活動を通して、生物を愛護する態度を育てるようにする。
「B (3) 太陽と地面の様子」	日陰の位置と太陽の位置との関係や、日なたと日陰の地面の暖かさや湿り気を比較しながら調べ、太陽と地面の様子との関係を捉えるようにする。

第 4 学年	関係付け
「A (1) 空気と水の性質」	閉じ込めた空気や水に力を加え、空気や水の体積変化と押し返す力の違いとを関係付けながら調べ、空気と水の性質の違いを捉えるようにする。
「A (2) 金属、水、空気と温度」	金属、水、空気を温めたり、冷やしたりして、その時の物の状態と温度変化とを関係付けながら調べ、熱によって物の体積が変わることや、物によって体積変化の程度に違いがあることなど、物の状態変化や熱の働きを捉えるようにする。
「A (3) 電気の働き」	乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きと乾電池の数や光の強さを関係付けながら調べ、電気の働きを捉えるようにする。
「B (1) 人の体のつくりと運動」	人や他の動物の体の動きを観察したり資料を活用したりして、骨や筋肉のつくりや働きとそれらの動きとを関係付けながら調べ、人の体のつくりと運動とのかかわりを捉えるようにする。
「B (2) 季節と生物」	季節の変化と動物の活動や植物の成長の様子とを関係付けながら調べ、それらの活動や成長と季節とのかかわりを捉えるようにする。これらの活動を通して、生物を愛護する態度を育てるようにする。
「B (3) 天気の様子」	1日の気温の変化、水が水蒸気や氷になる様子を観察し、天気や水の変化と温度とを関係付けながら調べ、天気の変化と自然蒸発などの水の状態変化について捉えるようにする。
「B (4) 月と星」	月や星を観察し、月の位置や星の明るさ、色及び位置を時間と関係付けながら調べ、月の動きや星の特徴と動きを捉えるようにする。

第 5 学年	条件制御
「A (1) 物の溶け方」	物の溶け方にかかわる条件を制御しながら調べ、水の温度や水の量と物の溶ける量との関係や、全体の重さが変わらないことを捉えるようにする。
「A (2) 振り子の運動」	おもりを使い、おもりの重さや糸の長さなどを変えるなど振り子の運動にかかわる条件を制御しながら調べ、振り子の運動の変化とその要因の関係を捉えるようにする。
「A (3) 電流の働き」	電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化にかかわる条件を制御しながら、電流の働きを捉えるようにする。
「B (1) 植物の発芽、成長、結実」	植物にかかわる観察、実験を通して、種子の中の養分と発芽の関係、発芽と水、空気及び温度の条件の関係、植物の成長に関する条件、受粉と結実の関係などを捉えるようにする。
「B (2) 動物の誕生」	魚を育てたり、人の発生についての資料を調べたりして魚の雌雄や受精卵の発生の過程、人の母体内での成長や誕生について捉えるようにする。これらの活動を通して、生命の神秘に気付き、生命を尊重する態度を育てるようにする。
「B (3) 流水の働き」	流れる水の様子を観察し、侵食、運搬、堆積などの水の働きや、雨の降り方と流水の速さや水の量の関係、増水と土地の様子の変化などのかかわりを捉えるようにする。
「B (4) 天気の変化」	雲の動きや向きを観測したり、映像情報などを活用したり、雲の動きや天気の変化を予想したりするなどして、気象現象の規則性を捉えるようにする。

第 6 学年	推論
「A (1) 燃焼の仕組み」	燃焼に伴う物と空気の変化の観察などから燃焼の要因を推論しながら調べ、燃焼の仕組みを捉えるようにする。
「A (2) 水溶液の性質」	水溶液から気体を発生させたり、水溶液が金属を変化させたりする様子などから水溶液の性質を推論しながら調べ、水溶液の性質を捉えるようにする。
「A (3) てこの規則性」	てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを推論しながら調べ、てこの規則性を捉えるようにする。
「A (4) 電気の利用」	手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方などを推論しながら調べ、電気の性質や働きを捉えるようにする。
「B (1) 人の体のつくりと働き」	人及び他の動物を観察したり資料を活用したりして、呼吸、消化、排出及び循環の働きを推論しながら調べ、人及び動物の体のつくりと働きを捉えるようにする。
「B (2) 植物の養分と水の通り道」	植物を観察し、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きを推論しながら調べ、植物の体のつくりと働きを捉えるようにする。
「B (3) 生物と環境」	動物や植物の生活を観察したり、資料を活用したりして推論しながら調べ、生物と環境とのかかわりを捉えるようにする。これらの活動を通して、生命を尊重する態度を育てるようにする。
「B (4) 土地のつくりと変化」	土地の様子や土地をつくっている物を推論しながら調べ、そのつくりや変化の様子を自然災害と関係付けて、土地のつくりと変化の規則性を捉えるようにする。
「B (5) 月と太陽」	月と太陽を観察し、月の位置や形と太陽の位置を推論しながら調べ、月の形の見え方や表面の様子を捉えるようにする。

### ○グループで検討させる

グループで実験を行うために、各自が計画した実験について検討を行い、仮説が検証可能な実験になるようにグループでの実験計画を決定していきます。メンバー全員の考えについて検討できるためには、話し合いの役割分担や発表の話型を示しておくなどの工夫が考えられます。設定次第では危険を伴う場合があるため、教師は事前に内容を把握し、安全に実験が行われるようにアドバイスを行う必要があります。

## (ウ) 課題の解決

課題の解決での学習活動は、「考察・推論」「探究の過程の振り返り」「表現・伝達」です。結果の分析・解釈や探究の過程を振り返ることは、現行の学習でも行われてきました。しかし、新学習指導要領解説理科編においてはTIMSS2015から観察、実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどの資質・能力についての課題が示されています。そこで、「結果の分析・解釈」についての活動を意図的に明確な視点をもって進めていくようにすることで、生徒の資質・能力を育成していく必要があると考えます。

探究の過程の一番最後には、「次の探究の過程へ」と示されています。1つの探究の過程が次の探究の過程へとつながっていくことを示していると考えられます。

本研究では、探究の過程における課題の解決での学習活動で、理科で育成すべき資質・能力を育ませるための教師の働き掛けとして表6のように考えました。

表6 「課題の解決」で資質・能力を育むための教師の働き掛け

	学習過程 (探究の過程)	理科で育成すべき資質・能力	教師の働き掛け ○主体的な学びにつながる ◎対話的な学びにつながる ●深い学びにつながる
課題の解決	↓ 考察・推論	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の結果を分析・解釈する力</li> <li>主観的な感情や思い付きではなく、観察や実験結果から得られた事実を基に合理的に判断する態度</li> <li>情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>結果と考察を書き分けさせる。</li> <li>○仮説に立ち返らせ、根拠を基に論じさせる。</li> <li>○学習問題に対応する考察を行うように声掛けを行う。</li> <li>◎考察を他者と交流させ、より確かな考えに高める。</li> <li>○実験できない場合、インターネット等で調査させ、論理的に検討を行わせる。</li> </ul>
	(振り返り)	<ul style="list-style-type: none"> <li>全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力</li> </ul>	◎実験がうまくいかなかった理由を基に改善策を話し合わせる。
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題解決に向けて様々な視点で考えながら、主体的に継続して取り組む態度</li> <li>新たな知識を習得する力</li> </ul>	・新出用語の整理をさせる。
	表現・伝達	<ul style="list-style-type: none"> <li>習得した知識を事象や概念等に対して再構築する力</li> <li>次の課題を発見する力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●導入で提示した事象について、習得した知識を使って説明させる。</li> <li>●ワークシートに「今回の実験から、もっと調べようと思ったことはないかな？」などの記入欄を設ける。</li> </ul>
	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度</li> </ul>	◎日常生活に今回の学習内容を活用した道具・現象はないか、まずは個人で、次にグループで考えさせ発表させる。
	次の探究の過程へ	<ul style="list-style-type: none"> <li>考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力</li> </ul>	

## ※教師の働き掛けのポイント

### ○結果と考察を書き分ける

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。

### ○考察を他者と交流させ、より確かな考えに高めさせる。

互いの検証計画や得られた結果を共有することで、生徒は理科の見方・考え方を働かせて、より一層深く「結果の分析・解釈」について考えることができます。また、結果の共有は ICT を活用するなどして、素早く的確に行うことが有効であると考えます。

### ○実験がうまくいかなかった理由を基に改善策を話し合わせる。

考察・推論して導いた結論が始めに設定した課題の解決となっているのかを学習過程を振り返って検討させます。課題に対応した解決でなければ、観察、実験の結果の処理、考察・推論などが妥当であるか検討し、結果の処理をやり直したり、考察等を修正したりさせます。また、グループごとに観察、実験を進め、考察・推論したとき、発表した結論がそれぞれで異なっている場合もあります。その際、グループごとの探究の過程を振り返って、異なる理由や妥当性のある結論は何か話し合うことも考えられます。

振り返りは探究の過程の最終場面だけではなくありません。例えば、観察、実験を計画したが実現困難であることが分かれば、設定した課題を変更することもあります。実験結果が予想とかけ離れていれば、実験の条件を見直して、再実験することもあります。また、学習を進める中で、それ以前に学習したことを振り返り、それを基にして新たな視点から探究を進め、考察・推論し、結論を導くことも考えられます。

以上のようなことを踏まえ、授業の見直しと質的改善を図るための手立て－**8 頁表 3**の授業展開案シートを作成しました。このシートには、生徒の活動を書き込むようにしており、指導案の展開部分として活用できるようになっています。

## 引用文献

- (1) 文部科学省 『中学校学習指導要領解説理科編』平成 29 年 6 月
- (2) 文部科学省 『中学校学習指導要領解説理科編』平成 29 年 6 月