

中学校理科における言語活動の充実をめざして

－科学的思考力を高めるために表現活動を重視した学習モデルの提示－

理科に対する自信や学ぶ必要性を高めるには、生徒自身が「わかる」体験を積み重ねていくことが必要であり、それが体験できる場が「学び合いの場」であると考える。

学び合うためには、生徒一人一人が自分の考えをもって授業に臨むことが必要になる。「書く」活動は、既有の知識と新しい知識、あるいは既有の知識と既有の知識とのつながりを意識する上で有効的な手段であり、自分の考えを整理する上で欠かすことができないものである。また、生徒の思いや考えを広げたり深めたりするには、書いたものを基に「交流する」活動が重要となる。

今年度は、「書く」活動、「交流する」活動といった言語活動を繰り返し行い、生徒が自らの学びのプロセスを確認でき、習得した知識や技能を活用して、科学的思考力を高めることができるような学習モデルを提示した。そして、表現活動を重視した研究協力校での実践を行った結果、生徒は自らの考えを明確にできるようになり、「理科が面白い」と前向きにとらえるようになった。

目 次

はじめに 1

第1章 理科における生徒の学びを深めるために

第1節 中学校理科教育の現状と課題

- (1) 表現力の弱い中学生 1
- (2) 学び合いを進める上での三つの視点 .. 3

第2節 学び合いの質を高めるために

- (1) 思考を意識化し表現するための言語活動 4
- (2) 思考を練り合うための手だて 5

第2章 思考を視覚化する

第1節 表現力を高める授業のデザイン

- (1) 単元を貫く表現活動 8
- (2) 表現力を高めるワークシート・ノート .. 9

第2節 求められる科学的記述力

- (1) 科学的記述力とは 11
- (2) 科学的記述力を高める「科学文」 .. 12

第3章 表現活動を重視した中学校第1学年の実践

第1節 授業デザインの視点を活かした取組

- (1) 2分野1章「植物の生活と種類」3節
「植物の分類」～身近な教材にこだわる～ .. 14
- (2) 2分野1章「植物の生活と種類」3節
「植物の分類」～交流を楽しむ～ .. 16
- (3) 1分野1章「光や音、力でみる世界」3節
「力と圧力」～抽象から具体へ～ .. 19

第2節 実験における表現活動 21

第3節 記述力を高める取組

- (1) 思考の足跡を残すノート 24
- (2) 知識と知識をつなぐ科学文 26

第4章 実践を終えて

第1節 表現活動の効果について 29

第2節 言語活動の充実をめざして 31

おわりに 32

<研究担当> 合田 智栄 (京都市総合教育センター研究課研究員)

<研究協力校> 京都市立大宅中学校
京都市立洛西中学校

<研究協力員> 小野 明日香 (京都市立大宅中学校教諭)
田村 知久 (京都市立洛西中学校教諭)

はじめに

平成21年7月に、本市中学校第1学年～第3学年を対象とした理科における生徒アンケートを実施したところ、「理科はおもしろいけれど、生きていく上での必要性をあまり感じていない」という課題が明らかになった。生徒が、「理科の学習は大切だ」と感じるためには、教材を通して自らがもつ疑問を基に知識や技能を活用し、互いに学び合うことが重要である。

そこで、昨年度は、生徒のコミュニケーション活動を中心とした学び合いの場を設定し、理科における学び合いを「教材との対話」「自己との対話」「他者との対話」という生徒の活動場面としてとらえ、実践研究を行った。その結果、理科に対する生徒の意識の変化が見られ、学び合いの有用性が確かめられた。

一方、1995年から4年ごとに実施されてきた、国際教育到達度評価学会(IEA)における「国際数学・理科教育動向調査」(以下TIMSS)の論述形式問題の解答を詳細に分析した先行研究において、日本の中学生は論理的な表現力に関して課題があることが指摘されている。本市独自の取組である、中学生を対象とした学習確認プログラムでの論述形式問題では、平成21年度の第1学年では3問中2問で無答率が20%を超えている。また第2学年では、正答率の低さと30%近い無答率の高さが課題として挙げられている。こうした実態や筆者の経験則から、先行研究同様に、本市の中学生も表現力に課題があるのではないかと考えた。

そこで、本市中学生の実態を踏まえ、探究心旺盛な生徒の育成をめざし、「調べたことや自分の考えを発表する場を設定する」「知識・技能の活用の場を設定する」という二つの授業改善の視点に加え、表現活動を重視した学習モデルを提示した。

第1章 理科における生徒の学びを深めるために

第1節 中学校理科教育の現状と課題

(1) 表現力の弱い中学生

中学校で平成24年度より完全実施される学習指導要領では、科学的な思考力と表現力の育成が重視されている。その背景には、平成20年1月の中央教育審議会答申に「我が国の子どもたちの学力は、全体として国際的に上位にあるものの、読解力や

記述式問題に課題がある」⁽¹⁾と示されているように、経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)やTIMSSといった国際教育調査の結果から、論述形式問題の正答率の低さ、あるいは無答率の高さが指摘されたことが挙げられる。

PISAは、対象を15歳にしており、日本では高等学校第1学年を対象者としている。例えば、PISA2006では、科学的リテラシー問題の平均得点並びに科学的能力の三つの領域「科学的な疑問を認識すること」「現象を科学的に説明すること」「科学的証拠を用いること」の平均得点は、いずれもOECD平均より高く、上位グループに位置しているという結果が出ている。

しかし、日本の生徒の無答率を見ると、科学的リテラシー問題のうち、態度に関する問題を除いた問題では、無答率が20%を超える問題数はOECDの約2倍ある。また、選択肢形式や複合的選択肢形式の問題での無答率は1%程度であるのに対し、論述形式問題では6～41%と大きくばらついており、無答率の高さが課題として指摘されている。⁽²⁾

三宅・猿田は、「日本の生徒の表現力の弱い点については、OECDのPISA2000、PISA2003、PISA2006の各調査で指摘され、不断の教育課程の見直しや今回の教育課程の改訂で言語力の重要性が叫ばれたのは記憶に新しい」⁽³⁾と述べている。また、両者は、PISA調査が始まる以前に、IEAが行った第2回調査(SISS:1983)やTIMSS1995の結果についても分析し、日本の生徒の表現力が弱いことを指摘している。

TIMSSは、1995年以降、1999年、2003年、2007年と4年ごとに調査を重ねており、2007年以前の調査では、日本の生徒の表現力に関して、論述形式問題の解答を詳細に分析した研究が行われている。

猿田らはTIMSS2003の論述形式問題の解答の文章等を詳細に分析し、日本の小・中学生に共通して、次のような傾向があることを明らかにした。

- ① 「ある」「ない」といった物質の存在に着目する傾向
 - ② 課題文中の言葉を用いて解答する傾向
 - ③ 履修済みの内容をよく記述し、実際にデータを読み取ることが苦手とする傾向
 - ④ 理科授業を通して科学用語の使用は熟達するが、事象を因果的に説明したり、具体的に計画したりすることを苦手とする傾向 ⁽⁴⁾

また、隅元は、対象を中学校第2学年にしぼり、TIMSS2003の理科の論述形式問題の誤答に着目し、分析を行った。その結果、日本の中学生の科学的

概念や論述について、次のような傾向があると述べている。

- ① 誤答の生徒の多くは共通した概念を保有することや、実験場面と生活場面での現象を切り離して考える傾向がある。
- ② 一つの事象から適しているものを見つけて答えるのは得意であるが、逆の考えを述べることを不得意とする傾向がある。
- ③ 現象要因を見定めることができずに、短い文で現象面のみ答えているものが多い。
- ④ 説明するだけの知識はもっているものの自分の考えをしっかりと記述しようとせず、短い言葉を記述したことで、説明したと考えている。(5)

ここに指摘されている「現象要因を見定めることができずに、短い文で現象面のみ答えているものが多い」「説明するだけの知識はもっているものの自分の考えをしっかりと記述しようとせず、短い言葉を記述したことで、説明したと考えている」という点は、筆者も定期テストの論述形式問題を採点しているときや、生徒の書いた観察・実験レポートを読んでいるときに常々感じてきたことである。筆者同様、生徒の記述した内容について物足りなさを感じている理科の指導者は多いのではないだろうか。

更に椎葉らは、「事実や結果の根拠については、指示がなければ論述しない傾向がある」(6)と述べており、生徒の記述内容の物足りなさは、「根拠に基づく結果を論述する習慣が極めて乏しいことを意味している」(7)と指摘している。

本市独自の取組である学習確認プログラムは、中学校第1学年で年1回、第2学年で年2回、第3学年で年4回実施される。国語、社会、数学、理科、英語の五教科について実施され、各教科50分で行われる。理科については、選択肢問題、記述式問題、論述形式問題を合わせて40問あり、論述形式問題は3問程度ある。

平成21年度の結果を例にとってみると、先述したように、第1学年と第2学年で論述形式問題の正答率の低さや無答率の高さが課題として挙げられている。しかし、第3学年では、回を重ねていくにつれ、論述形式問題に関する課題については改善傾向にあった。

実際にTIMSSの論述形式問題を活用した調査は行っていないため、推測の域を出ないが、こうした結果や筆者の経験則から、本市の中学生もTIMSSの論述形式問題の分析を通して見えてきた「表現力の弱さ」が当てはまるといえよう。表現力は、

平成20年の中央教育審議会答申で挙げられている学力の三つの重要な要素のうちの一つであり、この力を高めることが求められている。

こうした実態に対し、どのようにして表現力を高めていけばよいのだろうか。「表現力が弱い」という課題を抱えている生徒を育てていくのは日々の授業である。そこで、授業を客観的に分析することで、その原因が見えてくるのではないかと考えた。

表1-1は、TIMSS2007を受けた中学校第2学年の授業を担当している理科の指導者を対象にした質問紙の中から、猿田が注目した、指導に関する質問項目である。(8)

表1-1 TIMSS2007において論理的表現力の育成に影響を与える可能性がある理科の指導に関わる質問項目

項目番号	項目内容
【17】 理科の指導について	あなたは、調査対象学年の理科の授業で、次のことを生徒がするようにどのくらい指導しますか。 <選択肢> ①いつも ②半分くらい ③ときどき ④まったくない a)自然現象を観察し、観察した結果を書く b)教師が実験や調査を行うところを見る c)実験や調査の設計や計画を行う d)実験や調査を行う e)実験や調査をグループで行う f)教科書や他の資料を読む g)生徒に事実や法則を覚えさせる h)決まりきった課題を解くために、科学の公式や法則を使う i)生徒が学んだことを説明させる j)生徒が理科で学んだことを日常生活に結びつける

注) 太字はTIMSS2003と共通質問項目

猿田は、この質問項目に注目し、理科における生徒の表現力に影響を与える要因を調べるため、日本を含めた韓国、シンガポール、イングランド、アメリカの五ヶ国のデータを分析した。その結果、日本は、生徒実験やグループ実験の頻度が他の国に比べて高いこと、また生徒実験の頻度が、TIMSS2003に比べると約2倍に増加していることを指摘している。(9)また、「a. 自然現象を観察し、観察した結果を書く」頻度と、「g. 生徒に事実や法則を覚えさせる」頻度は、五ヶ国中もっとも高いが、「i. 生徒が学んだことを説明させる」頻度は最も低かったことを指摘している。

これらのことから、猿田は、他の四ヶ国では「何を学んだのかを生徒に自分の言葉で説明させることが重視されている」(10)のに対し、日本は「観

察実験の結果をきちんと記載したり、事実や法則を覚えたりすることが重視されている」(11)と指摘している。更に、「j. 生徒が理科で学んだことを日常生活に結びつける」頻度は、他の四ヶ国の半分程度しかなく、TIMSS2003より頻度が低くなっていることから、「いまだに純粋な科学的内容の指導を念頭においている教師の姿がうかがえよう」(12)と述べている。

また、認知研究の方法の一つにプロトコル分析というものがある。プロトコルとは、「考えていることをできるだけ口に出して報告してもらった発話記録(ないしは、行動の記録を含む場合もある)」(13)をさしている。問題解決のとき、頭の中で起きていることを直接的に観察することはできない。そのため、頭の中で起きていることを話してもらい、その話してもらった内容をデータとして分析し、認知する過程を明らかにしようというのがプロトコル分析である。

隅元らは、中学校の理科の授業のプロトコル分析から、「多くの教師は、考察を抜きにした(大きく省略した)授業で『まとめ』を行い、『知識』を生徒に与え、それを当然としている状況が考えられる」(14)と述べ、表現力を高めるためには以下の三つが重要であるとしている。

- ① 実験後の発問の改善や結果と考察を明確に分けること
 - ② 生徒に実験結果を基に説明させる場面を設定すること
 - ③ 教師の説明のタイミングが重要であるということ

(15)

これら二つの先行研究から、授業に関する指導者の姿勢について、知識を与えるだけの役目から脱却することが求められていると考える。とりわけ、隅元らがいうように、生徒に考察させる重要性を考えると、自らの考えを書いたり、話したり、話し合わせたりするための工夫が大切になる。例えば、「結果と考察を明確に分けること」についても、「結果＝事実を書く」「考察＝事実からわかったことを書く」という視点を生徒に示し、指導者自身もそのことを意識して板書することにより、生徒の表現力を高めることにつながるのではないだろうか。観察や実験後に、生徒に気づいたことや実験結果を発表させる場を設けることは、そう難しいことではない。理科の授業の中で生徒に表現力をつけるためには、自分の言葉で語らせることが必要であると考ええる。

(2) 学び合いを進める上での三つの視点

昨年度の研究では、平成21年7月に行った本市の中学生を対象にした、理科に対する生徒アンケート調査の結果から、「調べたことや自分の考えを生徒が発表する場」「知識や技能を活用する場」を設けることを授業改善の視点とした。そして、この二つの視点を盛り込んだ活動を、生徒のコミュニケーション活動を中心とした学び合いとして位置づけ、授業設計を行った。

理科での学び合いを、「教材との対話」「自己との対話」「他者との対話」という生徒の活動場面としてとらえ授業実践を行ったところ、それぞれの場面で次のような生徒の変容が見られた。

「教材との対話」の場面では、五感でとらえたことを、思いつきの言葉ではなく言葉を吟味して説明したり、少々難しい課題に出会ってもすぐに諦めるのではなく、自分の力で課題を解こうとチャレンジしたりする姿が見られるようになった。

「自己との対話」の場面では、自分で調べたり考えたりしたことを書く活動を肯定的にとらえる生徒が増えた。

「他者との対話」の場面では、生徒に「考えることの大切さ」が浸透し、当初は間違えることを非常に気にしていたが、次第に間違えることを気にしなくなり、自分の考えを話すことができるようになった。また、理解に時間がかかり、受身的な学習態度であった生徒が、周りの多様な考え方に触れる中で自己肯定感をもつようになった例も見られた。このような、学び合いを重視した授業を行うことにより、生徒の学習意欲が高まったと考える。

その一方で、学び合いに関して気がかりな点も見えてきた。それは授業において「少人数のグループで話し合いをさせること」が目的化されているのではないかということである。「学び合いを中心に据えた授業」とは、授業の中に少人数でのグループ活動を取り入れさえすればよいということではない。

三崎は、「学び合い」について、生徒が「課題解決に至る方法の1つとして周りとのコミュニケーションを図りながら自発的に教えたり教えられたりする学習」(16)と述べている。このことから、筆者は、学び合いとは「協力して作業をすることではなく、問題解決に向けてその過程を交流したり探究したりして共有すること」であると考え。学び合いを進めていく上で大切な視点は三点ある。

一点目は、指導者が学び合いを行うことの価値

を常に認識することである。学び合いをするのは、多様な思いや考えに出会ったり、話し合いを通して考えを練り合ったりしながら課題解決をするためである。指導者は、少人数でのグループ活動や話し合いといった「形態」ではなく、グループになったとき、生徒がそこでどのような思いや考えに出会い、どのように考えを練り上げていくのかといった「内容」に関心を向けるべきである。

また、指導者だけではなく、生徒にも同じ価値を認識させることが大切である。なぜなら、生徒一人一人の学びは、多様な考えや思いに出会うことで、広がったり深まったりするからである。わかる喜びとともに、学び合いの大切さを実感させることで、例えば「わからない。」と安心して仲間と言える、「これ、どうするの。」と気軽に質問できる、質問されたときに相手にわかるように一生懸命伝えるといったことが、当然のこととしてできるようになると考えるからである。

二点目は、設定する学習課題が「学び合いができる内容かどうか」ということである。例えば、正解が一つしかない、あるいは正解にたどり着くためのアプローチの仕方が一つしかないものは、生徒の多様な考えを出しにくい状況を作ることから、学習課題としては不向きであると考え。生徒の多様な考えを出会わせるためには、多面的なとらえ方ができる要素を含んでいたり、正解にたどり着くのに複数のアプローチの仕方があったりする方が、学びに広がりをもたせることができる。

石井は「具体的であること、子どもの学びの興味や方向に合致していること」(17)という二つの視点をもって、学習課題の内容を考えることが大切であると述べている。このことに加え、筆者は学び合いができる内容かどうかを十分吟味した学習課題を、生徒に「わかりやすく投げかける」ことによって、学び合いがより充実したものになっていくと考える。

三点目は、指導者に「コーディネーター」としての資質が求められているということである。指導者には、学び合いを進めるに当たって、生徒の思考をとらえ、どのように学習内容と結びつけていくのかということを、瞬時に判断することが求められる。そのために、指導者が生徒の思いや考えを引き出したり、あるいは聴いて受け止めたりすることが、最初のステップであると考え。「間違ったらどうしよう」「周りの視線が気になる」などの理由で、なかなか生徒から言葉が出ないことがある。しかし、指導者に「自分の思いや考えは

しっかり受け止めてもらえる」と生徒が感じるようになれば、少しずつ不安が消え、次第にいろいろな言葉が出るようになる。ただし、発言が増えても、思い思いのことを発言し、それぞれがつながりをもっていなければ、質の高い学び合いにはならない。

学びが深まるためには、他者の意見や考えを一旦取り込み、それを整理し直して自分のものとする過程が必要である。この過程は、自らの思いや考えを発信することと、他者の思いや考えを受信することの双方が必要であり、一方的に発信するだけでは成り立たないからである。

そこで、次のステップである「つなぐ」ことが指導者に求められる。授業の目標に到達するために、「何」と「何」をつなげるのかを見極めることが大切である。学びを深めるために、生徒の発言と発言、あるいは教材と発言を関連づけて、脈絡やつながりを作ることが必要となるのである。

第2節 学び合いの質を高めるために

(1) 思考を意識化し表現するための言語活動

生徒が、理科に対する自信や、理科を学ぶ必要性を感じるためには、生徒自身が「わかる」体験を積み重ねていくことが必要であり、それを体験することができる場が「学び合いの場」とであると考える。生徒は、学び合いの場で他者の多様な意見や考えに出会うことができ、そこで自らの考えを再確認したり、修正したり、再構築したりすることができる。すなわち、自らの思いや考えをもち、それを発信し、交流するといった言語活動を充実させる必要がある。

そこで重要になるのが「書く」活動である。学び合いを成立させるためには、生徒一人一人が、十分に練られたものでなくても、自らの考えをもって学び合いに臨むことが重要になる。その過程では、自らの思いや考えを「書く」ことによって整理しておくことが考えられる。とりわけ、「書く」という活動は、意識化された内言を視覚化するために、効果的な方法である。

まず、「書く」活動によって、イメージとして頭の中にあった思いや考えが、文字や記号、図などによって言語化される。こうすることで自らの立場が明らかになり、他者と思いや考えを共有したり、交流したりすることが可能になると考える。

そして、ノートや学習プリントに書いた足跡をたどることは、自らの思考の変化をたどることにつ

ながる。ある事象に対して、どのような課題を見出したのか、その課題に対してどのように考えたのか、そして、その考えが、他者の意見を聴いたり話し合ったりする中でどのように変化していったのかなど、課題が解決されていくプロセスを後からたどることは、主体的に学ぶ力を誘発していくことにつながると考える。

更に、書きためられたノートや学習プリントは、学習内容や結果を記録した「授業のポートフォリオ」の役割だけではなく、自らが学びのつながりを確認する役割ももっている。つまり、「書く」活動を取り入れることで、生徒は自らの学びをメタ認知することができ、それによって既存の知識と新しい知識、あるいは既存の知識と既存の知識とのつながりを意識することができると考える。こうして書きためられたノートや学習プリントは、新たな学びの土台ともなる。

こうした「書く」活動を通して整理したりまとめたりした思いや考えを、さらに理科における普遍的な定義などに近づけていくために、他者との練り合いが重要になる。つまり、生徒が思いや考えを広げたり深めたりするためには、「交流する」活動で多様な意見や考えに出会うことが必要になる。その際、河野が「集団での問題解決には共通のイメージをもつことが重要であり、その意味を協同して吟味することが集団での問題解決には必要である」(18)と述べているように、「課題は何か」「何について考え、話し合っているのか」など、交流の目的や内容が学習者で共通理解ができていることが大切である。

新学習指導要領は、科学的思考力を育むことを重視している。原田は、「科学的思考」を「自然の事象や現象から問題を見出し、それを解決する過程で行われる心の内の活動」(19)としている。生徒がこうした活動を行うためには、自らのもっている知識や技能をつなぎ合わせたり、新しい知識や技能を補ったりすることが必要となる。「交流する」活動は、他者の考え方を取り入れることによって生まれる新たな知識や技能を基にして心の内の活動を充実させることにつながると考えている。

今年度は、「書く」活動と「交流する」活動を「記述力」と「コミュニケーション力」としてとらえ、授業研究に取り組む。こうしたアウトプットの活動は、自らの中に生じた内言を意識化し外化するのに役立つ。また、「書く」活動と「交流する」活動を繰り返し行うことは、表現力が高まるだけでなく、科学的思考力も高まると考えている。

(2) 思考を練り合うための手だて

表現活動を繰り返し行う学び合いは、生徒一人一人の思考を練り合う活動ととらえることができる。では、思考をより練り合えるようにするために、指導者は授業においてどのような手だてをうてばよいのだろうか。生徒が思考を練り合う活動の場を、「課題設定」「自らの考えをもつ」「交流」「振り返り」の四つの場面に分け、それぞれについて述べる。

【課題設定】

生徒が自らの考えをもって学び合いに臨むためには、学習課題が重要になる。よりよい課題が設定されなければ、学び合いに広がりや深まりが見られないからである。課題は、多面的にとらえることが出来る内容であったり、課題に対して複数のアプローチが可能な内容であったりすることが大切である。また、生徒のもつ誤った認識や先入観などを利用した学習課題を設定したり、日常生活との関わりを意識させるような学習課題を設定したりすることで、生徒の思考にゆさぶりをかけることもできる。

学習課題については、内容だけではなく、いつ、どのように提示するのが重要になる。そこで、提示の仕方として、次に挙げる二つのパターンが考えられる。

- ① 具体的な「モノ」を最初に提示し、そこから生徒自身が学習課題を見出す。
 - ② あらかじめ必要な情報を生徒に提示した後、学習課題に出会わせる。

①の具体的な「モノ」を最初に提示する方法は、生徒の疑問や発見をスタートにした授業を展開するときに有効であると考えられる。石井は「モノは、どんなに詳細に書かれた書物よりも、どんなにわかりやすい教師の話よりも、子どもの関心と探求心を高め、科学的思考にいざなうことができる」(20)「ことばではないモノが、ことばでは伝わりにくいものを子どもに伝え、学びを深めるということもある」(21)と述べている。

理科では、「五感を大切にする」という観点から、一人一人に行き渡るようモノを準備したり、生徒に「本物」を提示したりすることを大切にしてきた。また、「本物」を提示できない場合は、モデルや模型、映像などで「モノ」を提示したりしてきた。これは、他の教科に比べ、モデルや画像などの「モノ」を提示しやすいという教科の特性であるともいえる。例えば、実物投影機などのICT

機器を活用し、学習課題を効果的に提示することも考えられる。理科の特性を活かし、生徒が身近に感じることができるような提示の仕方を心がけることが重要である。

②の情報提供後に提示する方法は、必要な情報を活用しながら、学習課題に取り組ませたいときに有効な方法であると考えられる。市川は「予備知識をもつことで、それが枠組みや核となって、後続の学習期における情報が理解されやすくなり、定着する」(22)と述べている。指導者が、課題を提示する際に伝えておいたほうがよい情報や、生徒が考えるために必要な情報を精選し、それを明確に説明することで、生徒の教材に対するアプローチが深まると考える。指導者は、課題について、あれもこれもと情報を伝えたくなくなるが、生徒が学習課題について考えるために必要なことだけにしぼって話すことが大切である。

また、学習課題について、観察や実験によって実際に体験し確認することができることも理科の特性である。観察や実験が好きな生徒は多いが、「それらを行う目的は何か」「どのような結果が予想されるのか」といった視点をもたせた上で行うことが大切であることはいふまでもない。

【自らの考えをもつ】

設定された課題に向き合ったときに生じる思いや考えは、「書く」活動によって外化され、視覚化される。書き言葉として表現されることで、思いや考えが整理され、他者との交流がしやすくなる。

また、理科では、視覚化されるときに、文字だけでなく、図やモデル、グラフ、表、記号などの非連続型テキストを使って表現することが可能である。例えば、イメージを図やモデルで表現することで対象化することができる。グラフや表で表現することで、複数の事柄の関連性をわかりやすくすることができる。記号を使うことで、状態や変化をシンプルにわかりやすく表現することができる。こういった非連続型テキストの特徴を活かし、言葉では言い表しにくいことを具体的に示すことで、それを発信しやすくなることができる。

森藤は「私たちは、抽象的な概念を、より具体的な物や行為に結びつけながら捉えていく」(23)、そして「抽象的な概念は、究極的には極めて映像的な表現に結びつけられていくことになる」(24)と述べている。すなわち、イメージや抽象的な概念などをとらえるとき、非連続型テキストに置き換えることで理解することができる。文

字だけでなく、非連続型テキストを効果的に活用して書かれた思いや考え、予想や仮説は、思考を生み出すための重要な土台になる。

【交流】

交流は、生徒の「練り合う力」、すなわち「発信する力」と「受信する力」の両方が必要となる場面である。「発信する力」とは、「生徒一人一人の自分の思いや考えを、相手にわかりやすく伝える力」であると考えられる。

文字や非連続型テキストを用いて視覚化した思いや考えは、「書く」「話す」といった表現活動によって他者に発信される。他者に何かを認識させるとき、視覚では全体の60%、聴覚では全体の20%、触覚では全体の5%を認識すると言われている。(25)したがって、生徒がホワイトボードや付箋紙、模型、黒板や実物投影機などを活用して、提示しながら発信できるよう、物理的な環境を整える必要がある。このような環境を整えることにより、生徒の思いや考えが相手に伝わりやすくなり、それらを互いに共有することが可能になると考える。

「受信する力」とは、「多くの情報の中から必要なものを選び、得られた情報を整理して、自らのものにする力」であると考えられる。得た情報を自らのものにするためには、整理するための時間の確保が必要である。整理するためには、「書く」ことによって視覚化することが大切である。そうすることで、生徒一人一人が学びのプロセスを記録することになるからである。

また、「モノ」を使って交流をする場合もある。ある授業で、グループごとに一枚の資料を渡し、それを基に交流を行うとき、図1-1に示すような交流の仕方が見られたという、一柳による事例報告がある。(26)

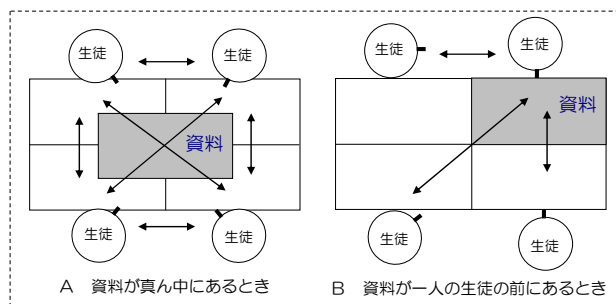


図1-1 資料の位置による生徒の交流の違い

図1-1中の矢印は、生徒同士の交流を表している。Aのように、資料が真ん中にあるときは、互いの距離が縮まり、資料を媒介にして交流がなされた。一方、Bのように資料が一人の生徒の前に

あるときは、資料のある生徒を中心とした交流となり、資料をもっていない生徒間での交流はあまり見られなかったということである。この事例から、「モノ」の位置だけでも、生徒の交流に対して大きく影響を及ぼすことがうかがえる。

自らの考えをもつ場面で、生徒は思いや考えを日常言語で書いていることが多いと思われる。それを理科用語におき換えて、改めて読み直してみようようにうながすことも必要ではないだろうか。例えば、予想を立てたときに「塩を水に溶けるだけ溶かす。」と書いていたのを、「食塩を溶かして飽和水溶液をつくる。」のように理科用語を使って表現し直してみる。そうすることで、生徒自らの思いや考えと新しい知識や技能がつながり、学びを深めることにつながると考える。

すなわち、理科の授業で練り合いをする際に、意図的に何度もキーワードとなる理科用語を使って説明することも大切である。その用語を何回も声に出したり耳にしたりすることで、次第に用語に慣れていき、それが定着につながるのではないかと考える。

また、説明の際には、非連続型テキストも合わせて活用することが大切である。どの非連続型テキストを活用すれば相手によりわかりやすく伝わるのかを、生徒に選択させたり判断させたりすることで、「練り合う力」を身につけることができる。と考える。

【振り返り】

一人一人の学びを深めていくためには、自己評価が重要である。授業を振り返ることで、学習活動を行う上で設定した目標の達成度合いや学習に臨む自らの姿勢などについてメタ認知することができる。それが新たな学びを生む原動力になると考えるからである。こうした活動は主体的に学習に取り組もうとする態度の育成につながる。また、指導者にとっても生徒の困りを把握でき、理解するための手だてを考える材料となる。自己評価は、授業を振り返るときの視点が明確で、生徒にとってわかりやすく、また、生徒自身の言葉を残すことができるようなものが望ましいと考える。加えて、自己評価の中身について生徒と指導者との間で対話を行うことで、更に効果的になると考える。これらに、他者から評価を加味することで自己肯定感を高めることができる。

これらの四つの場面で、生徒の実態に応じた支援を行っていくことで、生徒は思考を練り合うこ

とができ、学習に対する意欲が高まると考える。

- (1) 中央教育審議会『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について（答申）』2008. 1 p. 13
- (2) 国立教育政策研究所『生きるための知識と技能3 OECD生徒の学習到達調査(PISA) 2006年調査国際結果報告書』ぎょうせい 2007. 12 pp. . 049～089
- (3) 三宅征夫・猿田祐嗣「IEAの6回の国際調査にみる児童生徒の理科に関する成績の推移」『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』国立教育政策研究所 2009. 3 p. 24
- (4) 前掲(3) p. 4
- (5) 隅元修一「中学生の科学的記述学力の評価に関する研究」『理科における論理的表現力に関する経年変化研究』国立教育政策研究所 2006. 3 pp. . 57～60
- (6) 椎葉邦子他「TIMSS2003 中学理科に表れた思考力・判断力・表現力の問題点—論述式課題の回答再分析を通して—」『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』国立教育政策研究所 2009. 3 p. 125
- (7) 前掲(6) p. 128
- (8) 猿田祐嗣「TIMSS理科論述形式問題の結果から見たわが国の小・中学校の論理的表現力の経年変化」『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』国立教育政策研究所 2009. 3 p. 44
- (9) 前掲(8) p. 45
- (10) 前掲(8) p. 45
- (11) 前掲(8) p. 45
- (12) 前掲(8) p. 45
- (13) 市川伸一「心理学における思考研究」『認知心理学4 思考』東京大学出版会 1996. 2 p. 4
- (14) 隅元修一他「中学校の科学的記述学力の評価に関する研究(9)」『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』国立教育政策研究所 2009. 3 p. 67
- (15) 前掲(14) p. 68
- (16) 三崎隆『学び合い入門 これで、分からない子が誰もいなくなる!』大学教育出版 2010. 1 p. 68
- (17) 石井順治『教師の話し方・聴き方 ことばが届く、つながりが生まれる』ぎょうせい 2010. 3 p. 78
- (18) 河野麻沙美「表現することで理解を深める—振り返ることと書くことによる『立ち戻り』」『教師の言葉とコミュニケーション』教育開発研究所 2010. 3 p. 69
- (19) 原田周範「科学的思考」『理科重要用語 300の基礎知識』明治図書 2000. 4 p. 199
- (20) 前掲(17) p. 84
- (21) 前掲(17) p. 89
- (22) 市川伸一「心理学における思考研究」『基礎学力を問う 21世紀日本の教育への展望』東京大学出版会 2009. 6 p. 176
- (23) 森藤義孝「現代の理科学習評価の課題と展望」『子どもの科学的リテラシー形成を目指した生活科・理科授業の開発—メタ認知的アプローチによる科学概念形成を目指した授業開発—』東洋館出版社 2009. 1 p. 41
- (24) 前掲(23) p. 41
- (25) 有田和正『新ノート指導の技術』明治図書 1996. 7 p. 143
- (26) 一柳智紀「まなざしの交流と傾聴—聴くことと共同注視」『教師の言葉とコミュニケーション—教室の言葉から授業の質を高めるために』教育開発研究所 2010. 3 p. 90

第2章 思考を視覚化する

第1節 表現力を高める授業のデザイン

(1) 単元を貫く表現活動

一人一人の生徒の学びを深めるためには、学び合いの質を高めることが重要であり、質を高めるには、「書く」活動や「交流する」活動を踏まえた言語活動が鍵を握っていることを述べた。

筆者は、表現力を高めるために「書く」活動として「記述力」、「交流する」活動として「コミュニケーション力」を重視している。

しかし、現状においては、授業の中で言語活動が十分に取り入れられているとはいえない状況があるのではないだろうか。例えば、「記述力」に関していえば、語句の穴埋め式になっているスタイルのワークシートでは、覚えなければならない授業のポイントを強調して示すことができる。しかし、語句のみを記述するため、一問一答のスタイルになってしまい、生徒の思考の変化をとらえにくく、生徒自身も学びの足跡をメタ認知することが難しい。論理的あるいは科学的に記述するためには、文や文章として記述する力が必要になる。

また、「コミュニケーション力」に関して、ある生徒が単語もしくは短文で発言したとき、指導者が「もう少し詳しく話してください。」と言葉を補うことを求めずに、生徒の意を汲み、指導者自身がその発言に対して言葉を補っていることはないだろうか。

例えば、でんぷんの有無を問う実験で、指導者が「どのような結果になりましたか。」と発問したとする。それに対して、生徒が「青紫色。」とだけ答えた場合、この「青紫色。」という回答だけでは、青紫色になったのかならなかつたのかわからないはずである。そのとき、指導者が生徒に補足説明を求めず、「ヨウ素液を2〜3滴加えたら、青紫色になりましたね。」と自らが言葉を補い、それで「よし」としてしまうと、生徒は自分の伝えたいことが指導者に伝わったととらえ、言葉を付け加えて説明しないであろう。

生徒と指導者との間で、こうしたやりとりが日常化してしまうと、思考したことをなんとかして相手に伝えようとする訓練が行われず、生徒はコミュニケーション力を磨く努力をしなくなることにつながるのではないだろうか。これは生徒同士のコミュニケーションについてもいえる。相手の

発言で疑問に感じたことや更に聞きたいことへの意識が薄れてしまうことにつながると思われる。

表現力を高めるということは、「記述力」「コミュニケーション力」それぞれを高めることであり、この二つの力を高める言語活動を取り入れた授業をデザインすることが重要である。

そこで、授業をデザインする上で大切にしたい四つの視点を挙げる。

- 視点① 課題について仮説を立てさせる
- 視点② 文章を記述させる機会を設ける
- 視点③ 単語や短文ではなく、文章として発言させる
- 視点④ 指導者の発言はシンプルにする
- * 観察・実験の場面では、更に二つの視点を加える。
- 視点⑤ 目的や仮説、方法を明確にする
- 視点⑥ 結果と考察を明確に分ける

①課題について仮説を立てさせる

生徒が課題と出会ったときに、自分なりの考えをもたせるためである。このことは、与えられた課題ではなく、自分自身の課題としてとらえ直すよい機会となる。また、自分なりの考えをもって練り合いに参加するための前提となる。

②文章を記述させる機会を設ける

課題に対する仮説や、五感で感じたことなどを整理・推敲するためである。文章として記述することで、他者との交流に自らの考えを明確にもって臨むことができる。また、ほかの考えに触れる中で、疑問に思ったことや納得したことなどを文章で記述しておくことは、後でメタ認知するときに有効である。つまり、記述する機会を設けることで、思考の変化を、目に見える形で残していくことが可能になると考える。

③単語や短文ではなく、文章として発言させる

自分の思いや考えを他者に向かって話すことは、思いや考えを整理することにつながる。しかし、相手にわかりやすく伝えることが大前提となる。単語や短文では、自分が意としていることを相手に十分に伝えることはできないということを認識させ、相手にわかるよう言葉を補いながら話すスキルを身につけることが大切である。その際、記述したものを活かすことで、スムーズに話すことができる。

④指導者の発言はシンプルにする

指導者は、生徒の考えを引き出したり、つない

だりするコーディネーターである。生徒の思考の足場づくりのためにと思い、指導者が発言し過ぎると、かえって生徒の思考の広がりや深まりを妨げることがある。指導者は、生徒の学び合いの状況をつかんだ上で、必要なときに必要な内容を、シンプルに発言することが求められる。

また、次に挙げる三つの質問は、生徒の学びを広げたり深めたりするのに効果がある。それは、生徒がメタ認知したり、課題について多面的にとらえたりしやすくするからである。

- ・相手の思いや考えを明確にしたり、整理したりすることにつながる質問
- ・相手の視点を変えることにつながる質問
- ・相手の行動をうながすことにつながる質問

相手の思いや考えを明確にしたり、整理したりすることにつながる質問として、「○○さんが考えを言ってくれましたが、△△さんが先に言ってくれたことと共通点があります。その共通点は何だと思いますか。」「○○さんの発言で出てきた□□はポイントになるところですが、前回学習したところのどの部分と関連がありますか。」といったものが考えられる。こうした質問をすることで、焦点をしぼることができる。

相手の視点を変えることにつながる質問としては、周りの生徒が気づかない点や見落としがちな点に着目して発言した生徒がいた場合、「いま、○○さんが△△という点に着目して発言してくれましたが、いい点に着目しましたね。それでは、今度は△△に着目して考えてみましょう。」という例が挙げられる。こうした質問では、視点を変えて比較することをうながすことができると考える。

相手の行動をうながすことにつながる質問として、例えば結果から考察する場面で「何か特徴に注目して、グループに分けることができないでしょうか。その場合、図や表にするといった、見ただけでわかるような工夫があるといいですね。」というようなことが考えられる。こうした質問によって、更に思考することや調べることをうながすことができる。

指導者がこのような質問を意識することにより、生徒は、一つの課題を多面的にとらえるようになる。また、生徒からの質問に対して、「更に説明を求めるような質問」や「質問内容を言い換えた質問」をしたり、提案を投げかけたりすることで、生徒の学びを広げたり深めたりすることができる。

⑤目的や仮説、方法を明確にする

観察・実験について、「何のために行うのか」「確認することは何か」「どのようなやり方で確認するのか」を明確にしておくことは、生徒が「なぜ理科を学ぶ必要があるのか」という学ぶことの価値を意識することにつながると考える。筆者が昨年度行った研究で実施したアンケート調査結果からは、本市の多くの中学生は、観察・実験が好きであることがわかった。しかし、生徒が観察・実験が好きであるから、観察・実験の内容を理解しているとはいえない。目的や仮説、方法を明確にされないまま、生徒が観察・実験をただ漠然と行うのではなく、「おもしろかった」から一歩踏み込むことが必要である。

観察・実験において、目的や仮説、方法を明確にすることは、「言葉だけではわからなかったけれど、□□を観察してよくわかった。」「◇◇の法則を確認するために、実験をしたんだな。」「○○を調べたいときには、△△という方法ですればいいんだな。」といった、理解の深まりにつながる。そうすることにより、生徒は、観察・実験そのもののおもしろさだけでなく、わかることのおもしろさ、学ぶことの楽しさ、理科を学ぶことの価値を実感することができると考える。そして、そのことが生徒の知的好奇心を刺激し、理科を学ぶ意欲を高めることにもつながると考える。

⑥結果と考察を明確に分ける

観察・実験後に生徒が書いたレポートを見ると、結果のところは事実以外のことが書いてあったり、考察のところは感想が書いてあったりすることがある。大切なことは、観察・実験をしたという記録を残すことだけではなく、そこで何を学び、何を理解したのかという学びの記録を残すことである。指導者が結果と考察を明確に分けることにより、生徒自身も事実は何か、そこからわかったことは何かを整理し、思考を深めることが可能になる。結果と考察を明確に分けることは、生徒の思考を深める足場づくりとなる。

(2) 表現力を高めるワークシート・ノート

学習指導要領解説理科編に、「生徒が目的意識を持って学習を進め、学習の結果、何が獲得され、何が分かるようになったかをはっきりさせ、一連の学習を自分のものにすることができるようにすることが重要である」(下線は筆者による)(27)とある。そのためには、生徒に何を学んだのかを自

分の言葉で語らせることが重要であり、また学んだ足跡を残すために、「書く」活動に重点をおくことが重要であると考え。そこで、学んだことを記録していく方法として、ワークシートやノートの活用が挙げられる。

ワークシートには、穴埋め式になっていて、語句を記入するだけのものや、自分の考えなどを記述するものもあるが、共通した特徴としては、次のような長短が挙げられる。

中でも、「必要な情報をあらかじめ盛り込むことができる」という利点は、ワークシートならではの良さといえる。そうした利点を活かし、ワークシートは理科の授業でも取り入れられていることが多い。

<ワークシートのメリット>

- ・必要な情報をあらかじめ盛り込むことができ、生徒が書くことに費やす時間を短縮することができる。
- ・授業の流れに沿ってレイアウトされており、どこに何を書くのかが明確にされている。
- ・振り返ったときに、その授業で押さえたことをわかりやすくまとめることができる。
- ・画一的で、評価がしやすい。

<ワークシートのデメリット>

- ・枠組が決められているため、生徒の多様な表現方法を制限するおそれがある。

一方、ノートがワークシートと大きく異なる点は、レイアウトが自由なことである。それに伴い、次のような長短が挙げられる。

<ノートのメリット>

- ・表現方法が自由である。
- ・枠組や構成を考える力がつく。
- ・見やすさ、整理しやすさを考える力がつく。
- ・一つとして同じノートはなく、自分のノートとして愛着がわく。
- ・自分が後で見てわかりやすいようにまとめることができる。

<ノートのデメリット>

- ・うまくレイアウトできない生徒にとって、どこに何をどのような大ききで書けばよいかわからない。
- ・情報量が増える場合、生徒が書くことに費やす時間が、ある程度必要となる。

レイアウトが自由なことにより、生徒は書き慣れるまでに戸惑う場面もあることが予想される。しかし、「書く」活動は、生徒の主体的に学ぶ力を

誘発していくと考える。そこで、ワークシート、ノートのそれぞれの良さを活かしながら、「書く」活動を通して、どのように表現力を高めていくのかを具体的に述べる。

1時間の授業の流れがわかるように、ワークシートならA4一枚、ノートなら見開き2ページにおさまるように書くスタイルを採る。ワークシートは、穴埋め式の語句を記入するスタイルのものではなく、情報を必要最小限にとどめ、ノートのように、できるだけ自由に表現できるようレイアウトすることが大切である。

導入の場面では、生徒は課題と出会い、そこで立てた仮説や、五感で感じたことなどを記述する。ここでは、理科用語にこだわらなくてもよい。それよりも、図などの非連続型テキストを活用しながら、生徒が自らの思考を明確にすることが大切である。

しかし、生徒が思いや考えを書くということに慣れていない場合、第1ステップとして、発問に対する選択肢をつくり、生徒にその中から自らの考えに最も近いものを選ばせる。そして、第2ステップとして、その選択肢を選んだ根拠を書く欄を設ける。そうすることで、まず、自らの考えを明確にすることができるのである。

展開の場面は、課題に対して他者と交流したり、観察・実験を行ったりして、生徒の思考に変化が見られる場面である。ここでは、ワークシートやノートを活用し、思考の変化の足跡を記録しておくことが大切になる。

他者と交流するときには、記述したものを基に話すことが重要である。有田は「ノートは発言の玉手箱」(28)と述べている。一旦、文字にすることによって思考が整理され、相手にわかりやすく伝えることが可能になるからであると考え。また、交流する目的は、多様な考えに出会うことであることから、自分の考えとは異なるもの、よいと思ったアイデア、疑問に思ったことなどを、書きとめて記録しておくことが、思考を広げたり深めたりすることにつながる。そこで、自分の考えと他者の意見とを区別できるように、マークを決めておいたり、ワークシートの場合は、交流のときのメモ欄を設けたりするなどの工夫をすることが考えられる。

観察・実験の場面では、経過や結果を図や表、グラフなどの非連続型テキストを活用して、わかりやすく記録することが必要になる。また、結果と考察を書き分けることが重要である。

隅元らは、考察を2段階に分け、結果は現象面のみ記述し、考察1では現象面からわかること、考察2では考察1から考えられることを、それぞれ記述するよう指導し、その結果「考察を2段階に分けることにより、生徒の理解の段階がわかり、評価もしやすくなった」(29)と述べている。「結果＝事実を書く」「考察＝事実からわかったことを書く」ことを、指導者も生徒も意識していくことが大切である。

まとめの場面は、結論を出すこと、振り返りを行うことである。その授業の課題に対して、結論はどうであったのかを考える際に、予想したことや仮説に立ち返ることが重要であり、振り返る材料がワークシートやノートに残されていることが重要である。

また、振り返りをする際には、ワークシートやノートとは別に、「理カード」を活用する。理カードとは、学習内容を記入し、授業への参加度、ワークシートやノートに自分の考えを書けたかの度合い、学習内容の理解度を、それぞれA～Dの四段階で自己評価をするものである。「授業を振り返って」の欄には、次に向けてどうするのかを必ず書くことを約束事とし、「わかったこと」や「疑問に思ったこと」「不思議に思ったこと」「わからなかったこと」などを自由に書くようにする。

このように、日々の授業において、ワークシートやノートを活用して、生徒自身の思いや考え、わかったこと、疑問やアイデアなどを視覚化し、地道に書きためていくこと、そして振り返りを繰り返すことで表現力は高まっていくと考えている。

第2節 求められる科学的記述力

(1) 科学的記述力とは

図2-1は、筆者が考える、理科における表現力を示したものである。表現力は記述力とコミュニケーション力からなり、記述力が基盤になっていると考える。なぜなら、記述力は、この活動によって様々な情報を視覚化することができるからであり、コミュニケーションをする際、視覚化された情報が役に立つからである。

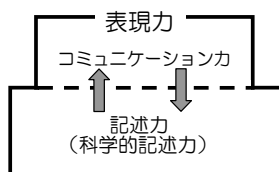


図2-1 理科における
表現力とは

成田は、記述力とは「対象を理解し、その理解に基づいて自分の考えを持ち、相手にわかりやす

く考えを述べる力」(30)と述べている。しかし、記述力は、だれかに何かを伝えるときだけでなく、自分自身の思いや考えを整理するときにも必要な力である。したがって、筆者は、記述力を「自らの思いや考えを整理したり、導き出した思いや考えを表現したりする力」であると考えている。

また、理科の特性として、理科用語を用いて事実を客観的に表現したり、論理的に説明したりする力が必要である。

これを科学的記述力と位置づけ、日常言語を用いて五感で感じたままのことを表現したり、感想を述べたりするときの記述力とは区別してとらえることにした。科学的記述力を高め、書かれたものを基にして交流することで、より深い内容にまで踏み込んで交流でき、結果として理科の表現力は高まると考える。

では、科学的記述力をどのようにして高めていけばよいのだろうか。科学的記述力は、データを読み取ったり資料を読み取ったりする力、すなわち「読解力」と関連している。読解力については、平成17年12月に文部科学省から出された「読解力向上プログラム」において、改善の具体的な方向性として、次の三つの重点目標が示されている。

- ① テキストを理解・評価しながら読む力を高める取組の充実
- ② テキストに基づいて自分の考えを書く力を高める取組の充実
- ③ 様々な文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会の充実 (31)

更に、この三つの重点目標を踏まえ、七つの指導のねらい(32)が示されている。

指導のねらい
① テキストを理解・評価しながら読む力を高めること
(ア) 目的に応じて理解し、解釈する能力の育成
(イ) 評価しながら読む能力の育成
(ウ) 課題に即応した読む力の育成
② テキストに基づいて自分の考えを書く力を高めること
(ア) テキストを利用して自分の考えを表現する能力の育成
(イ) 日常的・実用的な言語活動に生かす能力の育成
③ 様々な文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会を充実すること
(ア) 多様なテキストに対応した読む能力の育成
(イ) 自分の感じたことや考えたことを簡潔に表現する能力の育成

①「テキストを理解・評価しながら読む力」では、「単に読むだけではなく、考える力と連動した形

で読む」(33)ことに重点が置かれている。②「テキストに基づいて自分の考えを書く力」では、「考える力を中核として、読む力、書く力を総合的に高めていくプロセスを確立する」(34)ことに重点が置かれている。どちらも「考える力」がキーワードとなっており、理科に置き換えるならば、それは「科学的思考力」であるといえる。また、③「文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会」では、表現力を高める場の設定が必要であり、本研究において授業をデザインする際に大切にしている視点と一致する。

そこで、科学的記述力を高めていくに当たり、七つの指導のねらいのうち、次の三つに焦点を当て、実践に取り組むことにした。

- ①(イ) 評価しながら読む能力の育成
 (ウ) 課題に即応した読む能力の育成
 ②(ア) テキストを利用して自分の考えを表現する能力の育成

「①(イ)評価しながら読む能力の育成」に焦点を当てた理由は、「書く」ためには、まずテキストを読み、そこに述べられている情報を的確につかむことが重要であると考えたからである。そのためには、得た情報に信頼性や客観性はあるのか、科学的な知識とのつながりはどうか、論理だった思考に沿ったものか、自らの知識や経験から判断してどうかなど、様々な視点から評価する力が必要である。この力は「②(ア)テキストを利用して自分の考えを表現する能力の育成」と関連があり、課題や条件と関連づけて自分の考えを表現するのに必要な力である。

「①(ウ)課題に即応した読む能力の育成」に焦点を当てた理由は、限られた時間の中で課題を分析的に読み、わかりやすかつ的確に表現したり発表したりする力が重要であると考えたからである。課題を分析的に読むことは、生徒の既存の知識や技能を活用することになり、科学的思考力及び科学的記述力を高めることにつながる。

「②(ア)テキストを利用して自分の考えを表現する能力の育成」に焦点を当てた理由は、この力を身につけることで、理科において、結果と考察を書き分けることができるようになる。

また、「書く」ことに対して、中学校学習指導要領解説国語編の第1学年における記述に関する指導事項に、「伝えたい事実や事項について、自分の考えや気持ちを根拠を明らかにして書くこと」(35)とある。理科においても、自分の思いや考え

を根拠とともに明確にすることは大切である。「書く」ことだけでなく、「交流する」ことにも活かしていきたい。こういった力の育成をねらいとした指導を繰り返し行うことにより、科学的記述力が高まると考えている。

(2) 科学的記述力を高める「科学文」

理科でめざしている科学的記述力は、例えば観察・実験レポートに代表されるように、一つの課題について探究し、結論を導き出していくプロセスを論理的に記述していく力であると考ええる。

授業における観察・実験ワークシートでは、目的や準備物、方法などが既に記載されており、生徒は結果と考察を記述するスタイルのものを目にするが多い。また、結果と考察、まとめの欄を見ても、事実と意見あるいは感想が混在しているものをよく見かける。根拠を明確にせずに、結果や考察、まとめを記述することが、このような状況を引き起こしていると考えられる。

- 観察・実験レポート

 - ① 動機(目的)
 - ② 準備物
 - ③ 方法
 - ④ 結果
 - ⑤ 考察
 - ⑥ まとめ(結論)
 - ⑦ 感想

こうした状況から、根拠を明確にし、結果には事実を書く、考察には事実からわかったことや考えられることを書く、まとめには事実から最終的に判断できることを書くということを、繰り返し生徒に習慣づけることが大切である。そこで、ある課題に対する考察、あるいは、まとめの部分のみを根拠とともに記述させる作文を「科学文」とし、研究協力校で実践を行った。

「科学文」は、小単元の内容を理解できたかを確認するという位置づけで、関連している内容の課題を設定することにした。課題が難しすぎると、内容がわからなくて「科学文」が書けないのか、書き方がわからなくて「科学文」が書けないのかを、解答用紙を見ただけで判断することはできない。そこで、課題は基本的な内容とし、その小単元のキーワードに関連するような内容を取り上げるようにした。

評価する際に時間がかかることや、評価そのものが難しいといった点から、定期テストや観察・実験ワークシートなどで、生徒が記述する欄が避けられる傾向にある。そういった問題点を考慮に入れ、「科学文」を書かせるときのルールをあらかじめ決めておくことにした。それが以下に示す三つである。

【書き方ルール】

- *第1段落目に、わかったことや考えを書く。
- *第2段落目に、その理由を書く。
- *字数制限を設け、その範囲内でまとめる。

また、限られた時間の中で課題を読み、わかりやすく、かつ的確に書く力を身に付けさせたい。そこで、10分間の制限時間を設けることにした。制限時間を設けることで、「科学文」の文字数もある程度制限されてくる。そこで、教科書の教師用指導書の実験・観察編に記載されている実験や観察の結果と考察の文字数を参考にし、文字を書く速さや思考する時間を考慮して、200字以内でまとめることを一つの目安とした。ただし、字数は固定せず、課題の内容に合わせ、必要に応じた字数を設定することにした。「科学文」ではマス目を使い、生徒自身が字数を意識できるようにした。

「科学文」が書けない生徒への手だてとして、解答例を「科学文」の裏面に印刷して返却することにした。最初は白紙の状態でも、解答例を写すことから始めることで、「わかったことや自分の考えを先に書き、次にその根拠を書く」といった書き方にも慣れることができる。また、写すことでキーワードを何度も書くことになり、内容についても整理することができると考えた。こうしたことを繰り返すことで、次第に「科学文」を書くことができるようになると思った。

また、生徒が書いたものを指導者が評価しなければ、生徒につけたい力は身につかない。そこで、評価基準を四つ設定し、生徒にどのような観点で評価しているのかを示すことにした。常に四つの基準を設定するというのではなく、課題に応じてこの四つの中から基準を設定することにした。

- *キーワードを使っている。
- *【書き方ルール】に従って書いている。
- *既習事項を活かしている。
- *経験と結びつけて論じている。

課題ごとに、押さえておきたい重要な用語や名称などがある。これらをキーワードに設定することにより、「科学文」を記述する中で何度も活用することになり、用語の理解が定着すると考えた。また、キーワードを使っているかどうかは指導者にとっても評価しやすいと考えた。

【書き方ルール】において、第1段落目にわかったことや考え、第2段落目に理由を書くよう指定したのは、根拠をもって自分の考えを明確にするこ

とを習慣づけることができると考えたからである。また、書き分けることで、評価しやすくなるというメリットもあると考えた。評価するに当たり、指導者は、第1段落目にわかったこととして、どのようなことが書かれていることが必要なのかといった基準を、あらかじめ明確にもっていなければならない。また、第2段落目では、第1段落目でわかったことや自分の考えを裏づける根拠が述べられているかどうかを読み解くことが指導者に求められる。

字数制限においては、八割以上書くことを習慣づけるため、200字以内と設定した課題では、160字～200字と、許容範囲を具体的に示すようにした。

「科学文」は、単元で学習した内容に関することを題材に取り上げるため、知識の定着を図ったり、既有知識と結びつけたり整理したりすることに役立つ。生徒に既習事項が定着しているかどうかを見取することで、指導者は評価しやすくなり、生徒もメタ認知しやすくなる。

理科では、学習した内容を自らの経験や日常生活と結びつけて論じることが大切なことであり、そのような体験を重ねることにより、生徒の中で理科を学ぶ意義や価値が育っていくと考える。「科学文」において、生徒の経験が、その生徒の考えの根拠として、どのように活かされているのか読み解くことが、指導者に求められる。

「科学文」を基にして交流する活動も考えられる。例えば、掲示物やファイリングにして、だれもが自由に読むことができるようにしたり、授業で発表の場を設けたりすることが考えられる。生徒は、指導者からだけでなく、ほかの生徒からも評価されることによって、意欲を高めることができる。

また、ほかの生徒の「科学文」を通して多様な考えを受け入れることで、新たな知識の結びつきが生まれることもある。更に、学習した内容が日常生活で活かされている場面などを課題として取り上げ、学んだことと日常とのつながりを意識させる可能性をもっている。そこで、新たな発見があれば、「次も頑張ってみよう。」という意欲につながるのではないだろうか。

このように、「科学文」は既有の知識や経験を活用し、論理的に書き表すことで、思考を視覚化し、科学的記述力を高める上で有効であると考えられる。

「科学文」に取り組むことを重ねていくにつれ、科学的記述力が高まり、ひいてはそれが科学的思考力も高めることができると考えている。

- (27) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書 2008.9 p.16
- (28) 前掲(25) p.178
- (29) 隅元修一他「児童・生徒の科学的記述力を育成するための学習指導法開発」『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』国立教育政策研究所 2009.3 p.76
- (30) 成田雅樹「場の保障・発問の工夫・型と書き直しを重視した指導」『教育科学/国語教育』No.700 明治図書 2008.11 p.21
- (31) 文部科学省『読解力向上に関する指導資料 ～PISA調査(読解力)の結果分析と改善の方向～』東洋館出版社 2006.4 p.99
- (32) 前掲(31) p.19
- (33) 前掲(31) p.14
- (34) 前掲(31) p.15
- (35) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 国語編』東洋館出版 2008.9 p.17

第3章 表現活動を重視した中学校第1学年での実践

第1節 授業デザインの視点を活かした取組

(1) 2分野1章「植物の生活と種類」3節「植物の分類」～身近な教材にこだわる～

表3-1は2分野1章3節「植物の分類」(大日本図書)の指導計画、次ページ表3-2は1時間目「植物を分類する視点」の学習指導案の一部を抜粋したものである。表中の視点①～視点④は、授業デザインの四つの視点を表している。(以下、授業のデザインの視点は、「視点〇」と示す。)

この授業では、研究を進める上でのねらいが二つある。一つは、植物の分類の視点を考えることで、生徒の発想力を刺激すること、もう一つは、生徒が正解・不正解にこだわることなく、自分の考えを発表できるようにすることである。

教材として取り扱う植物は、研究協力校に生えている植物にこだわることにした。なぜなら、生徒が実物を目にしたり、生えている環境を確認したりすることができ、より植物を身近なものとしてとらえることができるからである。そこで、指導者と協力して、A校に生えている植物をデジタルカメラで写真を撮り、春の段階で撮っていた画像と合わせて一覧にし、それを教材にした。

表3-1 3節「植物の分類」の指導計画

時間	学習内容
1	植物を分類する視点
2	種子でふえる植物を分類しよう①
3	種子でふえる植物を分類しよう②
4	種子をつくらない植物を調べよう *シダ植物
5	種子をつくらない植物を調べよう *コケ植物
6	身近な植物をなかに分けよう

図3-1は、その教材である。視点①として、これらの植物を、教科書や資料集を見ずに、生徒自身の既有的知識や独自の視点で植物を分類することにした。

取り上げた植物は、以前に校内で観察した植物であつたり、授業で学習

した植物であつたり、生徒にとってほとんどが馴染みのある植物である。配付資料をカラーにし、情報をできるだけ多く提供することにした。そして、「正解、不正解はない」ということを最初に伝え、生徒自身の視点で分類を体験させた。

授業では、指導者が大型テレビで植物の画像を一種類ずつ提示し、「これは何でしょう。」と聞きながら、教材を生徒に出会わせた。そのとき、校内のどこで写真を撮ったのか、いつ撮ったのかなどの話を加えながら、生徒と教材との距離を縮めていった。生徒が教材に関心を示していることは、授業終了後に「どこにあるの。」と言いながら教室の窓から花壇を見て、資料に載っていた植物を探している何人もの生徒の姿からもうかがえる。そして、指導者は、黒板に12種類の植物の画像を提示し、画像と名前を載せた資料を全員に配付し、自分なりの根拠をもって分類するよう指示した。

ここでは、視点④がポイントになる。授業のねらいである「生徒の発想力を刺激する」「生徒自身の考えを発表させる」には、多様な考えが出るよう、指導者はオープンエンドの発問を心がけ、生徒がしっかり教材と向き合って考える時間を設けることが大切である。指導者が、つい生徒の考えを正解へ誘導するような発言をしてしまうことがあるが、このような正解への誘導は、生徒に「間違っはいけない」という気持ちを起こさせてしまうかもしれない。生徒も指導者も、正解に対するこだわりからの脱却が求められている。

また、視点②として、自分の考えを自由に、ノートに記述させる機会を設けた。生徒は「<予想>植物の仕分けをしよう。」と書き、配付資料を見ながら、12種類の植物について自分なりの根拠を基に分けた。3分間という時間設定で、分けた理由についても書くように指示した。



図3-1 A校の教材

分け方の視点としては、次に示したような意見が出た。中でも、「木であるのかないのか」という視点や「花の位置は高いところにあるのか低いところにあるのか」で分けている生徒が多く見られた。

- ・木から生えている、土から生えている（草）
- ・食べられるものと食べられないもの
- ・花の位置が高いところと低いところ
- ・葉や葉脈の形
- ・ひとまとまりの花の多さ
- ・合弁花と離弁花
- ・被子植物と裸子植物 など

この授業では、考え方の多様性から、理科における植物の分類の視点につなげようと考えた。そこで、視点③として発表の場を設定し、意見交流することで、考え方の多様性に触れさせたいと考

えた。たと言葉足らずであっても、自分の考えを伝えようとする体験が大切である。そうした体験を重ねることで、自分の考えを客観的に分析したり、まとめ直したりすることができるようになる。また、自分とは異なる視点、新しい視点を受け入れる姿勢が養われると考える。

また、視点②として、グループ交流や全体交流では、多様な考え方を通して思考を広げingことをねらいとして、ほかの意見を聞いて、「いいな。」と思ったことをノートに書き留めるようにした。

グループ交流は、男女混合の3～4人のグループで、ホワイトボードを活用した。指導者は机間指導に入り、交流に入りにくい生徒に声をかけ、活動をうながした。また、ノートに＜予想比べ＞の

表 3-2 1 時間目「植物を分類する視点」の学習指導案（一部抜粋）

	指導項目 ＜学習内容＞	期待する生徒の学習活動 ＜生徒の活動＞	○発問 ☆支援 ・指導上の留意点 ＜教師の活動＞	評価 ＜評価方法＞【観点別】
導入		・資料にある植物について、仲間わけすることを知る。	・学習内容の確認をする。 ・資料を配付する。	
展開	植物を分類する視点 ・いろいろな植物を仲間わけする。	・＜予想1＞で、自分なりの考え方で植物を仲間わけし、その結果をノートに書く。 ・＜予想1＞でどのような特徴に注目して仲間わけをしたか、その注目点をノートに書く。 視点① 視点② 視点④	○＜予想1＞資料にある植物を自分なりに仲間わけしてノートに書こう。仲間わけができたなら、どのような特徴に注目してわけたのか、注目点を書こう。 ☆ノートに書くときのイメージを板書し、どのように書いていいかわからない生徒に例示する。 ☆仲間わけができない生徒に、花や葉など、比べるための視点をいくつか提示し、その視点にそって比べることができるようにする。	いろいろな植物のからだのつくりに関心をもち、根の様子や葉脈などからだのつくりの特徴を比べようとしている。＜ノート＞ 【関心・意欲・態度】
	視点① 課題について仮説を立てさせる 視点② 文章を記述させる機会を設ける 視点④ 指導者の発言はシンプルにする			
	・植物を分類していく視点は様々である。	・グループになる。 ・＜予想1＞で書いた自分の考えを基にして意見を交流し、その結果をホワイトボードに書く。 ・グループの考えをノートに書く。 視点② 視点③	○＜予想1＞を基にして、グループで仲間わけしてみよう。＜予想2＞にグループの考えと、注目点を書こう。 ☆ノートに書くときのイメージを板書し、どのように書いていいかわからない生徒に例示する。 ・机間指導の中で各グループの意見を確認し、意見が違うものは黒板に貼るが、ほぼ同じ意見のときは1グループのみ黒板に貼るように指示をだす。	
	視点③ 単語や短文ではなく、文章として発言させる	・全体で交流する。 ・他のグループの話を聞き、グループの注目点と違った点をノートにメモする。 視点② 視点③	○これから、考えを発表してもらいます。自分たちのグループと違った注目点はノートにメモしよう。その中で、「なるほど!」と思ったものは◎をつけよう。 ・黒板に貼ったグループに発表をさせ、全体で交流する。 ☆生徒の発表の注目点を指導者が板書することによって、メモを取り損ねても後からメモできるようにする。	

項目を作るよう指示し、グループ交流で出たほかの意見をメモするよう伝えた。

全体交流は、グループ交流で活用したホワイ

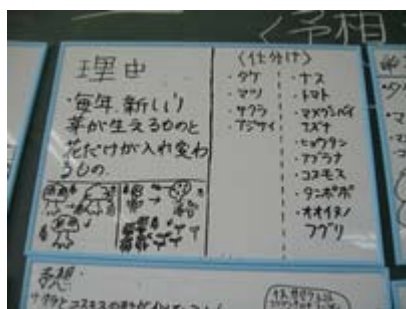


図3-2 ホワイトボードでの全体交流

トボードを黒板に掲示し、分類の視点を指導者が読むスタイルをとった。図3-2は、あるグループのホワイトボードである。分類の視点について、各グループに一言ずつ指導者から肯定的なコメントをした。生徒はほかのグループのホワイトボードを一生懸命見て、「いいな。」と思ったものはノートに書いた。図3-3は、生徒Aのノートである。

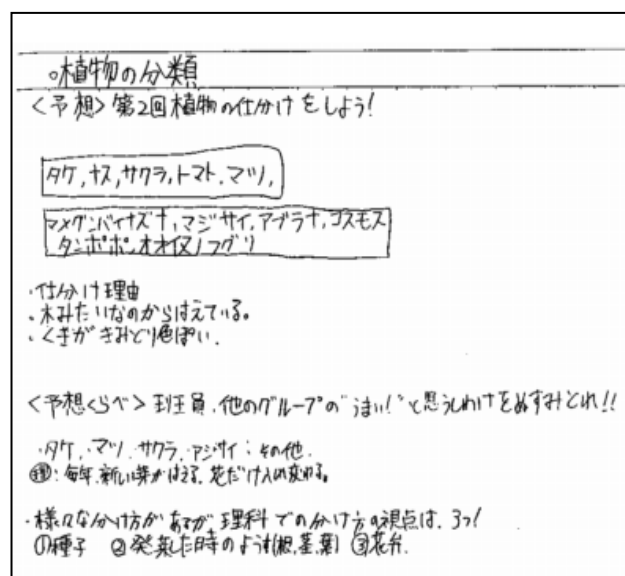


図3-3 生徒Aのノート

授業では、自分の考えが書けず、教科書や資料集で調べようとしていたり、自分の意見がほかの生徒と違うと消してしまったりする生徒が少数見られた。しかし、自分の考えを大切にしよう交流を重ねていく中で、時間をかけ指導を続けることが重要である。例えば、机間指導で生徒の意見を認める声かけをすることで、生徒の中で「間違ったらどうしよう」という不安感は次第に小さくなり、自己肯定感を高めることができるようになる。

(2) 2分野1章「植物の生活と種類」3節「植物の分類」～交流を楽しむ～

3節の4時間目「種子をつくらない植物を調べよう *シダ植物」の授業である。この授業は、B校でホワイトボードなどを活用しながらグループ交流する

取組をはじめて4回目の授業となる。生徒が交流の仕方にも慣れてきており、ホワイトボードなどの道具の物珍しさも薄れてきたところである。それに伴い、関心が交流の内容そのものに向いてくる。したがって、今回の実践でもどのような課題を設定するのが、交流がうまくいくかどうかの鍵となる。

シダ植物は、ワラビやゼンマイなど、食材として日常生活と関わりの深い植物である。しかし、理科で教材として取り扱うときには、日常と切り離された、生徒にとっては遠い存在になっているようである。そこで、既存の知識を活用しながら、シダ植物を身近な存在として興味をもって学習できるよう、授業をデザインした。

次ページ表3-3は、学習指導案の一部である。導入で、ワラビ餅を教材として取り上げた。ここでは、小学校で学習した「植物は光合成をし、デンプンをつくる」という知識、食材としてのワラビ、理科の教材としてのワラビの三つを結びつけることを意図した。ワラビ餅は、本来はワラビのデンプンから作られる。しかし、ワラビのデンプンは僅かしか採れないため、スーパーなどで市販されているワラビ粉は、甘藷デンプンやタピオカデンプンなどが代用されている。こうした話から「デンプン」に注目させ、ワラビなどのシダ植物は光合成すること気づかせたいと考えた。

指導者が「ワラビ餅の材料は何か知っていますか。」と質問したところ、すぐに「ワラビです。」という声が返ってきた。指導者は「それを確認しようと思って、今日は材料を持ってきました。」と、スーパーで市販されているワラビ粉を提示し、「でも、ここに甘藷デンプン100%って書いてありますね。」と袋を指さした。ある生徒に「甘藷って何のことか知っていますか。」と尋ねると、少し考えてから「わかりません。」と答えた。そして、「甘藷というのは、サツマイモのことです。でも、本当はワラビのデンプンで作ります。これがワラビのデンプンです。」と甘藷デンプンとワラビのデンプンを並べて提示した。

真っ白な甘藷デンプンに対して、ワラビのデンプンは褐色がかっている。ワラビのデンプンを見て、生徒からは、「何か茶色っぽい。」「あまり、美味しなさそう。」といった声が上がった。指導者から、ワラビのデンプンは採れる量が少ないので、ほかの植物のデンプンで代用していると説明があり、興味をもった生徒が多く見られた。「デンプンと聞いて、何を思い浮かべますか。」と指導者が質問すると、生徒は「光合成」「葉緑体」「葉」と口々

に答えていた。そこで、指導者は、「光合成という言葉が出ましたが、光合成は植物のどの部分でしていましたか。」と尋ねた。生徒からは「葉」「葉緑体」といった答えが返ってきた。そして、ワラビのデンプンをもう一度生徒に提示し、「これは、ワラビのデンプンです。ということは、ワラビは光合成をするのでしょうか。」と問いかけ、ワラビが光合成をすることを確認した。既存の知識を活用する場で具体物を用いることにより、教材に対する関心が高まるとともに、新たな知識を生み出したといえる。

次に、視点①として、光合成というキーワードを基に、植物のからだのつくりを予想させることにした。教科書で取り扱われているのはイヌワラビで、

からだのつくりもワラビと同じである。そこで、イヌワラビの模式図を提示し、まず、根・茎・葉に分け、図に書き込ませることにした。そして、光合成によって作られたデンプンがどこにあるかを考えさせた。

また、視点②として、予想に対して、なぜそのように考えたのか、その根拠をワークシートに記述させた。生徒は、植物は葉で光合成し、デンプンを作ることは知っているが、できたデンプンがその後どうなるのかあまり意識していないようであった。小学校の教科書（大日本図書）で確認したところ、第6学年の発展としてデンプンの移動のことが少し触れられている。この機会を通して、デンプンの移動や貯蔵の仕方を生徒に意識させたいと考えた。

表3-3 4時間目「種子をつくらない植物を調べよう * シダ植物」の学習指導案（一部抜粋）

	指導項目 ＜学習内容＞	期待する生徒の学習活動 ＜生徒の活動＞	○発問や指示 ☆支援・指導上の留意点 ＜教師の活動＞	評価 ＜評価方法＞【観点別】
導入		・「わらび餅」の原料について考える。 ・「わらび餅」の成分を確認する。 ・「わらび餅」は山菜として食べている「ワラビ」のデンプンを原料としていることを知る。	・ワークシートを配付する。 ○夏の和菓子に「わらび餅」があるけれど、「わらび餅」は何から作るか知っていますか？ ・スーパーで売っていた「わらび餅の素」の成分を拡大して見せる。 ○甘藷デンプンを使っているのに、なぜ「わらび餅」と言うのでしょうか。 ☆実物を提示し、本来はワラビのデンプンをわらび粉としていたが、取れる量が少ないため高価であり、今では代用品が使われると伝えることで、生徒が興味・関心を教材としてのワラビ（シダ植物）に向けるようにする。	
展開	シダ植物 ・シダ植物は光合成する。	・ワラビは光合成をすることを知る。	○「わらび粉」はワラビのデンプンですが、このことからワラビはどのような活動をしていると言えますか。 ☆「デンプンと聞いて、皆さんは何を連想しますか？」と問いかけたり、小学校でのジャガイモからデンプンを取り出す実験や、中学校での光合成の実験に触れたりすることで、「光合成」を思い出させるようにする。 ・ワラビは光合成することを伝える。 ○ワークシートの＜予想＞の欄に、ワラビの仲間であるイヌワラビの全体図を載せておきました。 ＜作業1＞ 「自分の考え」の欄に今からいうことを書いてください。（3分間） ①イヌワラビは根、茎、葉に分けられるでしょうか？図に書き込みましょう。 ②ワラビのようにデンプンを集めようと思ったら、どの部分を使いますか？使う部分を○で囲ってください。選んだ理由も書きましょう。	視点① 課題について仮説を立てさせる 視点② 文章を記述させる機会を設ける
	・シダ植物は根、茎、葉に分けられる。	既存の知識・技能の活用場 ・ワラビと同じ仲間であるイヌワラビの模式図を使って、根・茎・葉に分ける。 ・デンプンのある場所について考える。		視点③ 単語や短文ではなく、文章として発言させる
		・グループで交流する。 ・全体で交流する。	・ホワイトボードと模式図を活用し、グループで交流する。 ・イヌワラビは根、茎、葉に分けられること、またわらび粉を作るときは、ワラビの地下茎からデンプンを取り出すことを伝える。	視点③ 視点④ 視点④ 指導者の発言はシンプルにする
				気がついたことや考えたことを伝えようしたり、周りの発表に対して、自分の意見と比較しながら聞こうとしたりしている。 ＜発表＞ 【関心・意欲・態度】

指導者は、「ワラビとよく似ているイヌワラビの図をワークシートに載せました。どちらもシダ植物という仲間です。まず自分で、イヌワラビのからだを根・茎・葉に分けてみてください。次にデンプンが集まるとしたらどこか考えてください。」と指示を出した。デンプンの話から出た、指導者の「例えば、ジャガイモは、光合成で作ったデンプンがたまったものですね。」の一言がヒントとなり、生徒はデンプンがどこにあるのかを考えていた。その後、ワークシートに書き込んだ図を基にしてグループ交流を行った。

グループ交流では、視点③として、ホワイトボードとイヌワラビの本体の模式図を準備し、それを活用した。また、グループで活用したホワイトボードを黒板に貼り、全体交流でも活用した。また、視点④として、指導者は、全体交流の場でのコーディネーターとして、生徒の考えを明確にしたり、整理したりした。

根・茎・葉を色分けして、ワークシートの図を見やすく工夫している生徒に対して、指導者が「わかりやすくていいですね。」と声をかけると、グループのほかの生徒も、同じように色分けを始めた。

図3-4は、あるクラスの8班のホワイトボードである。このグループでは、一人の生徒がワラビは山に生えていて、茎がよく伸び

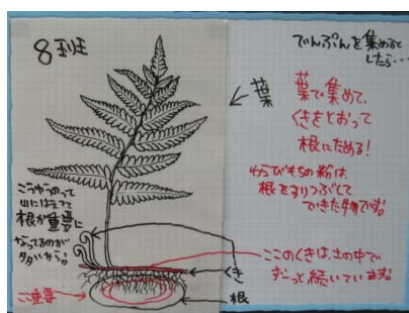


図3-4 8班のホワイトボード

ていること、山の植物は根が大切だということを、ほかのメンバーに説明していた。ほかのメンバーも自分の考えを伝えていたが、その生徒の考えを聞いて納得し、それを参考にして、説明をホワイトボードに書き込んでいた。

全体交流の場では、グループ交流で活用したホワイトボードを黒板に貼り、考えの共有を図った。七つのグループは、芽の部分にデンプンが集まるという考えであったが、二つのグループは、意見が異なっていた。そこで、指導者が説明を求めると、このうちの一つの班は、「ワラビとかは山菜といって山に生えています。山の植物は、根が重要になっているのが多いです。もし、デンプンを集めるとするなら、葉で光合成して集めて、それから茎を通して、最後は根でためます。茎は土の中ですずっと続いています。」と発表した。「ポイント

は根なんですね。」と指導者が確認したところ、生徒から「そうです。」という返事が返ってきた。この発表を聞いて、「何か説得力があるなあ。」とつぶやいた生徒がいた。

もう一つの班は、土の中にあるのが根であるという認識を全員がもっていた。グループ交流では、ある生徒の「この図からいくと、ひげ根だと思う。」という意見に対し、「葉脈を見たら網状脈だから、こっちが主根で、ひげ根みたいなのが側根じゃない。」という別の生徒の指摘があった。図3-5は、この班のホワイトボードである。このグループは、全体交流の際に、自分たちのやりとりを根拠として、根にデンプンが集まると説明した。すると、クラスの生徒たちから、感嘆の声と拍手が自然におきた。



図3-5 4班のホワイトボード

導入部分の既有的知識・技能の活用の中では、指導者の発問に対して単語で答えていた生徒も、自分たちの考えを発表する場では、きちんと発表していた。発表の場を設定し、考えをメモすることができるワークシートや、考えの練り合いをすることができるホワイトボードなどの学習環境を整え、何回も繰り返しチャレンジすることで、交流の質が上がると考える。

授業の振り返りで、生徒は次のようなことを書いていた。

- ・むずかしかったです。でも、みんなで考えたり書いたりして楽しかったです。また、ホワイトボードを使って、みんなで話し合ってたみたいです。
- ・自分の予想とほとんどちがっていました。共通点とちがう点がわかってから、「なるほど」と思いました。
- ・今日は「なるほど」と思うことがたくさんありました。図でまとめたので、とてもわかりやすかったです。

根・茎・葉を正確に分けることが難しかったと感じながらも、グループで考えたり、ホワイトボードで交流したりすることを楽しかったと感じている生徒が見られた。また、自分たちのグループが発表するチャンスがなかったことを残念がっている生徒も複数見られた。生徒の中で、交流が楽しみになりつつあることが伝わってきた。

(3) 1分野1章「光や音、力でみる世界」3節「力と圧力」～抽象から具体へ～

表3-4は、3節「力と圧力」指導時数12時間のうち、力に関する内容の6時間分の指導計画である。

力に関する内容は、日常生活の中に関連のある事物や現象が入っており、生徒はいろいろな体験も積んできている。しかし、力は目に見えないものであり、また抽象的なものであるため、生徒にとって力の性質や概念を理解することは難しい。また、日常生活では使わない単位であるニュートン (N) について学習することから、単位の換算が必要となり、それがより一層生徒の理解を難しくすることが考えられる。

そこで、抽象的な内容から具体的な内容へ、できるだけスムーズに移行することができるよう、身近な現象と結びつけて考える授業をデザインすることにした。ここでは、6時間目「力を表そう」を取り上げる。

この授業は、「目に見えない力をどのように表現すればよいか」という課題に対して、仮説を立て、それを検証し、力の表現の仕方について学習する展開となる。表3-5は、6時間目の学習指導案の一部を抜粋したものである。

「力を表すときは一本の矢印で表す」それを約

表3-4 3節「力と圧力」の力に関する部分の指導計画

時間	学習内容
1	力をさがそう
2	いろいろな力を調べよう
3	力の大きさとばねののびの関係を調べよう①
4	力の大きさとばねののびの関係を調べよう②
5	重さと質量のちがいは何だろうか
6	力を表そう

束事として提示すれば簡単にすむ。しかし、なぜそうするのかという必然性を生徒自身が考えることが大切であると考えた。なぜなら、生徒が必然性を考えることで、抽象的なものを具体的なもので表現する意味を理解し、概念についての理解も深めることができると考えたからである。

図3-6のように、二つの力がはたらいている場面の写真を提示し、【説明】にあるように、A君がB君の1.5倍の力を出していることを、生徒に文字を使わずに図や記号などを使って表現させることにした。

これを、抽象から具体への第1ステップと考えた。

授業では、図3-6の課題について考える前に、二人の生徒に実際に腕相撲をさせた。図3-7はそのときの様子である。実際に力がはたらいている場面を生徒

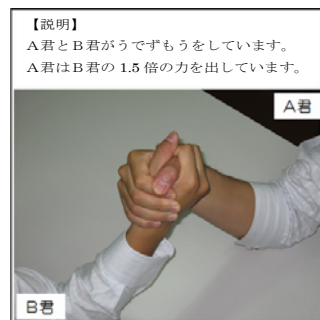


図3-6 力をどう表すか



図3-7 腕相撲の様子

に見せることで、それをどのように表現すればよいかを考えるきっかけにした。その後、「今の様子を参考にして、力がはたらいている様子を図に描き表してみましょう。」と指示を出した。

腕相撲の演示は、生徒の注目度も高く、課題に取り組む意欲につながったと考える。どのクラス

表 3-5 6 時間目「力を表そう」の学習指導案（一部抜粋）

	指導項目 ＜学習内容＞	期待する生徒の学習活動 ＜生徒の活動＞	○発問・指示 ☆支援 ・指導上の留意点 ＜教師の活動＞	評価 ＜評価方法＞【観点別】
導入		・A君、B君の出している力について、自分の考えをワークシートに書く。 視点① 課題について仮説を立てさせる 視点④ 指導者の発言はシンプルにする	○A君とB君が腕相撲をしています。図はそのときの写真です。このとき、【説明】に書いてある力がはたらいていることを、文字を使わずに図の中に書いて表現してください。 ☆実際に、前で生徒二人に腕相撲をさせることにより、力のはたらいている方向などをイメージしやすくする。 ○力を表すのに、どのような情報をどのように表せばよいと思いますか。表に書いてください。 ・いくつかのグループを指名し、グループで出た意見を発表させる。	はたらいている力をどのように表せるか考えようとする。 ＜ワークシート・観察＞ 【関心・意欲・態度】 視点② 文章を記述させる機会を設ける 視点③ 視点④ 視点③ 単語や短文でなく、文章として発言させる
展		・腕相撲の図を参考にしながら、自分の考えをワークシートに書く。 ・グループで互いのワークシートを見せながら、交流する。 ・力を表す際の必要な情報について確認する。	・力を表すときに必要な情報は「どこ」に「どのくらいの力」が「どの向き」	

でも、表現できなかった生徒はいなかった。

指示に対して、生徒から「数字や不等号は使っているのですか。」という質問が出た。「文字」といったときに、どの範囲までよいのかわからなかったようである。そこで、「言葉や数字は使わず、記号は使ってもいいです。」という指示を出した。

不等号のみで表現した生徒はクラスに2～3人いたが、そのほかの生徒の共通点は、矢印を用いて力がはたらいている向きを表現していることであった。手の動きをイメージしてカーブしている矢印で表したものの、細い矢印と太い矢印で力の強さを表したものの、力のはたらいている方向だけを表したものなど、表現の仕方は多様であった。

次は、「抽象から具体へ」生徒が思考の変換を行う場面である。図式化されたイメージを言葉で表現するという、抽象から具体への第2ステップである。視点②から、まず、ワークシートの腕相撲の写真に書き加えたもの



図3-8 生徒の描いた図

のが何なのか、生徒自身に考えさせることにした。図3-8は、生徒が写真に書き加えたものである。そこから、力を表すにはどのような情報が必要か、それをどのように表現すればわかりやすいかを考えさせ、文字で表現させることにした。

指導者が「力を表現するために、どのような情報が必要ですか。それをどのように表現すればいいですか。」と質問し、ワークシートに考えを書くよう指示を出した。写真による情報だけではなく、実際に腕相撲をしている二人の生徒の様子を見ることで、過去の体験を活かして、図式化した力を言葉に置き換えることができたと考える。

その後のグループ交流では、自分の考えた図をグループのメンバーに見せながら、何をどのように表現したかということについて交流した。そして、共通点や相違点、なるほどと思ったことなどをグループでまとめ、それぞれがワークシートに記入した。

あるグループの一人の生徒が、必要な情報として「やる気」、表現方法として「力こぶの大きさ」と発表した。そのグループのほかの一人は「やる気は確かにいる。書いておこう。」と言ったが、もう一人の生徒が「それは、いらないと思う。」と反論した。二人がかりで説得しようとしていたが、

反論した生徒は「やる気なんて、人によって違うし、あるとかないとか、どうやってわかるの。」と根拠を述べ、例を出して、逆に二人を説得していた。

グループ交流では、出た意見をメンバーで共有するだけでなく、疑問に思ったことやおかしいと思ったことを、根拠をもって指摘し合えることが大切である。少人数での練り合いを重ねていくことで、集団が大きくなっても、情報を受け取るだけでなく発信できるようにしたいと考えた。

全体交流で出た意見を、表3-6に示した。

表3-6 力を表現するために必要な情報とその表現方法

情報	どのように表すか
力の方向	・ 矢印 ・ 矢印のさす方向
力の大きさ (強さ)	・ 色 (例) 赤: 大きい 青: 小さい ・ 矢印の本数 ・ 矢印の太さ ・ 矢印の太さと長さ (例) 太くて長い: 大きい 細くて短い: 小さい ・ (レベルを表す) マークの数
力の差	・ 等号, 不等号 ・ 数直線
力の入り具合	・ ゆれ (ふるえている感じの記号) ・ 力こぶの大きさ
勝敗	・ 王冠マークと×印

力を表すときに必要な情報は、力を表す三つの要素「大きさ」「向き」「作用点」である。生徒の意見では、三つのうちの二つの要素が出ている。今回、腕相撲を例に挙げて生徒に考えさせたが、力が目に見えないということだけではなく、腕相撲をしたときには腕全体に力がはたらいているため、「どこに」力がはたらいているかという意識をもつことができなかったのではないかと考える。

また、等号、不等号では、大小を表すだけで、具体的な差を表すことができない。この課題では「A君はB君の1.5倍の力」とあったが、この力の差を数直線で表現するというのは、力の大きさを矢印の長さで表現することにつながる考え方であるといえる。「1.5倍」という具体的な数値を課題に組み入れたことで、生徒の思考を引き出すことができたと考える。

指導者は、だれが見てもわかりやすいこと、簡単に表現できることを条件とし、生徒から出た考えを検証していった。その後、力の表現の仕方についてまとめた。

第2節 実験における表現活動

1分野2章「物質のすがた」は、中学校で学習する初めての化学領域の学習である。1節「物質の性質」では、身近な物質に親しみ、興味・関心をもつこと、また、物質の性質を調べるための方法や器具の操作といった技能を身につけることをねらいとしている。表3-7はこの節の指導計画である。ここでは、4時間目の「身近な物質を調べる③～プラスチック編～」を取り上げる。この時間の学習指導案の一部を次ページ表3-8に示した。

プラスチックは、日常生活においてなくてはならないものであり、身の回りには多種多様なプラスチックが存在している。まず、生徒にそれを気づかせるために、1分間の制限時間を設けて、自分の持ち物の中で、プラスチックでできているものを書き出す活動を行った。実際にやってみると、10個以上挙げられる生徒は少なかった。多種多様

表3-7 1節「物質の性質」の指導計画

時間	学習内容
1	身近な物質を調べる①～金属・非金属編～
2	安全指導
3	身近な物質を調べる②～有機物・無機物編～
4	身近な物質を調べる③～プラスチック編～
5	物質の密度を求める
6	物質を密度で区別する
7	物質によって密度が変わるのはなぜか

なプラスチックがあるため、生徒がイメージするプラスチックと合致するものが少なかったのかもしれない。そもそも、プラスチックは石油を原料としてできている物質の総称である。視点①として、石油を原料にしていることから、プラスチックは燃えるのかどうか、あるいは燃やすと何が出るのか、それを調べるためにはどうすればよいかなどを考えさせることが大切である。

A校では、実験を行うときには必ず教科書の実験の欄を音読する。ここには、実験の目的、準備物、方法が書かれており、生徒一人一人に音読させることにより、これらを明確にするという意図がある。これは、視点⑤に関わる活動である。配付プリントを左下図3-9に示している。

全員が音読し終わったのを確認し、実験で使うプラスチックを実物投影機で映し確認するとともに、板書した。ガスバーナーについては、加熱器具として使用するのは初めてであるが、生徒は操作に慣れるために事前に2回ほど扱っている。そこで、視点④から、安全面にしぼり、注意事項を確認した。5種類のプラスチックを準備したが、一人につき1種類を選び、全員が実験を行うこと、またグループで結果を交流することで、複数のプラスチックの性質を確認できるようにした。図3-10は、グループで協力しながら実験を行っている様子である。



図3-10 実験の様子

指導者は、机間指導の中で5人の生徒を指名しており、黒板に結果を書くよう指示をした。図3-11は、生徒が書いた結果である。黒板に実験結果を書かせたのは、自分たちのやっていないプラスチックの実験結果についても共有できるからであり、また考察する際の視点となる石灰水の変化に注目させることができるからである。

① コービ	② キャップ	③ ビニール	④ CDケース	⑤ ペットボトル
燃えにくい	燃える	燃える	燃える	燃える
石灰水に変化	石灰水に変化	石灰水に変化	石灰水に変化	石灰水に変化

図3-11 生徒が黒板に書いた実験結果

1年 理科 授業プリント No.1-2-4

月 日 () 組 番 氏名

単元：2章 物質のすがた
項目：1節 物質の性質

○プラスチックにはどのような性質があるのだろうか
＜実験＞身のまわりのプラスチックの性質を調べる
＜方法＞
＜準備物＞身のまわりのプラスチック
①コンビニのふくろ
②ペットボトルキャップ
③ビニールテープ
④CDケース
⑤ペットボトル
・ピーカー
・アルミニウムはく
・燃焼さじ
・石灰水
・集気びん
・加熱器具

＜結果＞

製品	物質名(略称)	水につけたとき	燃え方	石灰水の変化
①				
②				
③				
④				
⑤				

＜まとめ＞
●プラスチックに共通する性質

・5つの種類のプラスチックの用途を調べよう。
①ポリエチレン： ②ポリプロピレン：
③ポリ塩化ビニル： ④ポリスチレン：
⑤ポリエチレンテレフタレート：
＜本日のキターー！！！！＞

図3-9 配付プリント

表3-8 4時間目「身近な物質を調べる③～プラスチック編～」の学習指導案（一部抜粋）

	指導項目 ＜学習内容＞	期待する生徒の学習活動 ＜生徒の活動＞	○発問・指示 ☆支援 ・指導上の留意点 ＜教師の活動＞	評価 ＜評価方法＞【観点別】
導入	・プラスチックは石油などを材料にしてつくる。	・持ち物の中で、プラスチックでできているものをノートに書く。	○今、持っている物の中で、プラスチックでできているものをノートに書きましょう。（制限時間は1分間）	視点① 視点① 課題について仮説を立てさせる
展開	・プラスチックは、燃え方や水との密度の比較で分類することができる。	・教科書 p.15 を音読する。 ・3つの方法で調べることを確認する。 ◇水に入れる。 ◇ガスバーナーで加熱する。 ◇発生した気体を調べる。 ・プリントに記入する。	○プラスチックの性質を調べる実験をします。教科書 p.15 の実験Aを音読してください。 ○どのような方法で調べますか。 ・実験で使う製品を示す。 ①コビコの袋 ②ペットボトルキャップ ③ビニールテープ ④CDケース ⑤ペットボトル	視点⑤ 視点⑤ 目的や仮説、方法を明確にする
	・身近なプラスチックとして、PE、PP、PVC、PS、PET などがある。	・ガスバーナーを使う前の点検を思い出す。 ・安全確認をする。 ・実験するプラスチックを決め、グループで協力して実験を行う。 視点④ 視点④ 指導者の発言はシンプルにする	○実験ではガスバーナーを使います。使う前にどのような点検が必要ですか。 ○実験をするときの注意事項を守り、安全に気をつけて実験を始めましょう。プラスチックは5種類あります。5種類の中から一人1種類選んで調べてください。 ・結果はプリントに記入するよう指示する。 ・後片づけも含めて、25分間で実験を行うこと、また途中でも実験を終了することを伝える。 ・髪の毛の長い生徒には、髪を束ねるよう指示する。 ・一人1種類実験をして時間に余裕があれば、残りのプラスチックについても実験をしてよいことを伝える。 ・実験が早く終わったグループは、ガスバーナーの使い方の練習をする。 ○結果は、どのようになりましたか。 ・グループを指名し、代表の生徒に黒板に結果を書かせる。 ・実験で使った製品の物質名を示す。 ①コビコの袋→ポリエチレン（PE） ②ペットボトルキャップ→ポリプロピレン（PP） ③ビニールテープ→ポリ塩化ビニル（PVC） ④CDケース→ポリスチレン（PS） ⑤ペットボトル→ポリエチレンテレフタレート（PET）	・身の回りにあるプラスチックに関心をもち、性質を調べようとしている。＜観察＞ 【関心・意欲・態度】 ・安全に気をつけてガスバーナーを正しく操作している。＜観察＞ 【技能・表現】
		・実験が終わっていないグループは後片づけをする。 ・実験結果を確認する。 ・物質名をプリントに記入する。 視点② 視点⑥ 視点② 文章を記述させる機会を設ける 視点⑥ 結果と考察を明確に分ける	○結果から、プラスチックの共通の性質をノートに書きましょう。 ☆考察する視点（石灰水の変化）を明確にすることにより、考察しやすくする。 視点③ 視点③ 単語や短文ではなく、文章で発言させる	・結果から、プラスチックの共通の性質について考察している。 ＜ノート、発表＞ 【科学的な思考】
		・全体で交流する。	・数名の生徒を指名し、発表させる。	視点③

プラスチックが水に浮くかどうかという実験では、生徒の結果が分かれた。そこで、全員でこの結果を再確認することができるよう、実験の様子を実物投影機に映し、正しい結果を示した。ICT機器を使って実験の様子を映すことで、再確認だけでなく、どこで結果が分かれたのかも示すことができ、生徒は納得していた。

考察については、視点②を踏まえ文章で書かせることにした。それは、発表のときにノートに基づいて単語や短文ではなく、文章で発表するという視点③につながるからである。また、視点⑥では、結果と考察を明確に分け、考察はプリントではなく、ノートに書くようにした。

指導者は、結果からわかることとして、プラスチックの共通点は、生徒が記述した「石灰水が白くにごる。」「燃やすと二酸化炭素が発生する。」「プラスチックは有機物である。」の3パターンに分かれていることに気づいた。また、石灰水の白濁について書いている生徒の人数が多かったこと

も気になったようである。そこで、生徒に発表させた後、実験の結果は見た目であるということを伝え、「石灰水が白く濁る。(第1ステップ)」と板書した。また、生徒の「燃やすと二酸化炭素が発生する。」という発言を板書し、(第2ステップ)と書き足した。

有機物について書いていた生徒が少なかったこともあり、全体に「更にこのことからどのようなことが言えますか。」と問いかけた。そして、「燃やすと二酸化炭素が出るから、プラスチックは有機物です。」という発言に対し、「それがわかったことですね。」と確認し、「プラスチックは有機物である。」と板書した。

このとき、「ほかに意見はありませんか。」と、指導者側が求める正解が出るまで指名するのではなく、やりとりをする中で、いま、生徒の思考が正解に至るまでのどの段階なのかを考えながらプロセスを提示することが、生徒の理解を深める上で重要となる。

表3-9 1時間目「身近な物質を調べる①～金属・非金属編～」の学習指導案（一部抜粋）

	指導項目 ＜学習内容＞	期待する生徒の学習活動 ＜生徒の活動＞	○発問・指示 ☆支援 ・指導上の留意点 ＜教師の活動＞	評価 ＜評価方法＞【観点別】
導入		・「物質」とは、物の材料に注目をした言い方であることを知る。	・物を作っている材料、「物質」に注目をして学習していくことを伝える。	
展開	視点① 課題について仮説を立てさせる 視点② 文章を記述させる機会を設ける 視点④ 指導者の発言はシンプルにする 視点③ 単語や短文ではなく、 文章として発言させる 視点③ 視点④	・①～⑨の物が何か考える。 ・その根拠をノートに書く。 ・必要ならば、グループで相談する。 視点① 視点② 視点④ ・全体で交流する。 ・個人で9種類の物を4つにグループ分けする。 ・全体で交流する。	○ここに①～⑨の袋があります。この中には小麦粉、砂糖、食塩、ガラス、プラスチック、鉄、アルミニウム、水、エタノールのいずれかが入っています。それぞれ何かを考えてください。また、なぜそう考えたのか、理由をノートに書いてください。 ・袋から出して触っても、臭いを嗅いでも構わないが、口に入れて味を調べてはいけない。 ・小麦粉、砂糖、食塩については味を調べても問題ないが、未知の物質を調べるときには危険な確認方法なので、特別な指示がない限りやってはいけないことを約束事しておく。 ・時間は7分間取る。 ☆実際に手にとって触ったり、臭いだけすることにより、日常生活と結びつけて考えることができるようにする。 ・確認をする。 ○9種類の物を4つのグループに分けるとしたら、どのように分けますか。 ・数名指名して、グループ分けをさせ、何に注目して分けたのかを説明させる。	身のまわりの物質に関心をもち、物質の性質を利用して区別しようとしている。 ＜ノート、発言＞ 【関心・意欲・態度】
				視点① 視点② 視点④

第3節 記述力を高める取組

(1) 思考の足跡を残すノート

生徒に予想を立てさせることは大切である。そこで、生徒の素朴概念に注目することにした。堀は、「素朴概念とは、子どもが日常の生活経験などを通して身につけてきている、科学的に精緻化されていない既存の知識や経験」(36)と述べている。それを基に、筆者は、素朴概念を「生徒の既存の知識や技能のうち、教科学習で得た知識や技能以外のもの」ととらえた。1分野2章「物質のすがた」1節「物質の性質」で教材として扱う物質は、生徒にとって身近なところにあり、馴染み深いものが多い。生徒が予想を立てるときには、素朴概念が基になるのではないかと考えた。前ページ表3-9は、1時間目「身近な物質を調べる①～金属・非金属編～」の学習指導案の一部である。

1時間目の「身近な物質を調べる①～金属・非金属編～」では、視点①から、白い粉が入っている袋を3枚、金属板を2枚、透明な板を2枚、透明な液体が入っているマイクロチューブを2本準備し、図3-12のように1～9の番号をつけた。これらをグループに1セットずつ配付した。そして、これらの物質が「小麦粉」「砂糖」「食塩」「鉄」



図3-12 9種類の物質

「アルミニウム」「ガラス」「プラスチック」「水」「エタノール」のいずれかであることを伝え、味覚以外の五感をはたらかせ、9種類の物質が何かを予想させることにした。

また、視点②から、7分間の制限時間を設けて予想とその理由をノートに書くように指示した。予想したことを理由とともに書くことによって、生徒がどのような素朴概念をもっているのかを明らかにすることができる。そして、小単元が終わった後で振り返ったときに、素朴概念から科学的概念への移行を生徒自身が確認することができるのではないかと考えた。

図3-13は、グループで実験をしているときの様子である。3種類の白い粉については、粒の大きさを比べたり、指で触ってべたつくかどうか



図3-13 実験の様子

かなどの感触を調べたりしていた。においを嗅いでいるグループも見られた。

あるグループは、筆箱についているマグネットで、金属板がつくつかないかを調べていた。金属板を指ではじいて音を調べたり、曲げてみて硬さを調べたりしているグループも見られた。鉄はスチール缶を切り開いたものを使ったが、生徒Bは「これ、何かの缶や。」と気づいた。生徒Bのノートを図3-14に示す。

(番号)	(もの)	(理由)
①	水	においなし。
②	エタノール	消毒液っぽい。
③	塩	つぶが大きい。たがかりしてみん?
④	さとう	つぶが小さい。さうさうさう?
⑤	小麦粉	めっちゃ細かい。まじろ!
⑥	ガラス	どうも、べたべた。
⑦	鉄	かたかった。
⑧	アルミニウム	空き缶のマークがあたり。
⑨	プラスチック	へばりついてる? かたかった。

図3-14 生徒Bのノート

生徒Bのいるグループは、その金属はアルミニウムであると予想していた。エタノールは、皮膚についたときにアレルギー反応を起こす場合もあるので、10%程度に薄めたものを使用した。水もエタノールも、無色透明で見た目では判断がつかない。エタノールを嗅いだときに、「独特のにおい…、何のにおいかな。」とメンバーで嗅ぎあって考えていた。「消毒のにおいがする。」というメンバーの声で、生徒Bはノートに「消毒液っぽい。」と書いた。生徒にとって、7分間はあっという間に過ぎたようであった。そして、どのように予想をしたのかを自分のノートを基に、全体で交流した。

表3-10 生徒の予想とその理由

物質	理由
1.水	透明、液体、においなし
2.エタノール	液体、においあり、消毒液
3.食塩	触り心地、粒が大きい
4.砂糖	べとべとして固まっている、さらさら
5.小麦粉	見た目、握ると固まる
6.ガラス	透明、硬い、割れそう、重い
7.鉄（アルミニウム）	硬さ、鉄のにおい、磁石にくっつく（曲げやすかった）
8.アルミニウム（鉄）	やわらかくて曲がる、軽い（曲げにくかった）
9.プラスチック	見た目、触り心地、軽い

たものである。あるクラスは、7がアルミニウム、8が鉄という意見が少数が出た。そのように予想した理由を、()で表している。7, 8については、同じクラスの中でも意見が分かれたが、指導者は実験で確認することを伝え、どちらが正解かはこの段階では明らかにしなかった。生徒の中には、自分の予想の後ろに()を書き、自分の予想とは違う意見を書いている姿が見られた。

次に、視点①から、この9種類の物質を四つのグループに分けるとしたら、どのように分けるかを考え、ノートに書かせることにした。今までの体験を通して認識している物質の性質を活用するのではないかと考えたからである。その後の全体交流で、視点③にあるように、単語や短文での発表ではなく、わかりやすい発表をさせたいと考えた。また、指導者には、視点④から、コーディネーターとして生徒の考えをつないだり、整理したりすることを意識してもらうことにした。

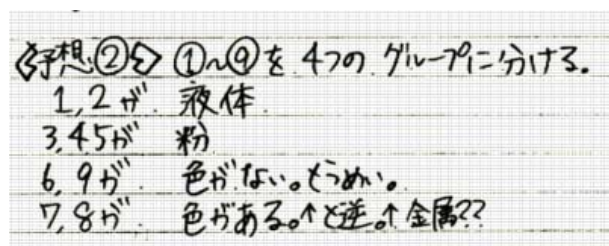


図3-15 四つのグループに分ける

図3-15は、生徒Bが自分の考えをノートに書いたものである。このように、物質を番号で表している生徒がクラスの半数以上いたが、物質名を書いてわかりやすく工夫している生徒もいた。ここでは、生徒のノートが思考を整理するためのツールとしての役割を果たしている。生徒はノートに書くことで、自分の考えを明らかにすることができ、その考えをもって全体交流にのぞむことができた。

どのクラスも、「水、エタノール」で一つのグループ、「食塩、砂糖、小麦粉」で一つのグループに分けていたが、残りの4種類の物質の分け方については、以下のように意見が割れた。

- 「ガラス、プラスチック」「鉄、アルミニウム」
 - ・色（透明か灰色か）
- 「ガラス」「鉄、アルミニウム、プラスチック」
 - ・落としたときに割れるかどうか
 - ・曲がるかどうか
- △「ガラス、鉄、アルミニウム」「プラスチック」
 - ・丈夫かどうか
- ◇「ガラス、鉄」「アルミニウム、プラスチック」
 - ・リサイクルしているかどうか
 - ・硬いかどうか（「・」は分類の視点）

四つの分け方の中では、「ガラス・プラスチック」「鉄・アルミニウム」の分け方が一番多かった。金属かどうかという視点は出てこなかったが、生徒は鉄やアルミニウムは金属であることを知っていた。また、あるクラスで一人だけ違う分け方をした生徒がいた。

その生徒は「水、エタノール」「ガラス、鉄、アルミニウム、プラスチック」「小麦粉」「食塩、砂糖」と分けた。その理由は、「水、エタノール」は液体、「ガラス、鉄、アルミニウム、プラスチック」は固体、「小麦粉」は粉、「食塩、砂糖」は粒というものであった。指導者は、机間指導でこの生徒が違う分け方をしていたことを知っており、全体交流の場で「発表してくれますか。」と指名した。生徒の発表後、指導者は、粉と粒に注目したことや、自分の考えを根拠も含めて発表したことを褒めた。

このように、指導者が一人一人の生徒の考えの良さを机間指導の中で見つけ、それを認めることが、生徒の学びを育む上で大切である。そして、その良さを全体に発信することにより、生徒は「周りから認められた。」と自己肯定感を高めることができ、学習意欲の高まりにつながる。また、ほかの生徒にとっても、新しい視点を得るだけでなく、「自分の考えを大切にしよう」という気持ちを育むことにつながると考える。

この後、ガラス、鉄、アルミニウム、プラスチック、これに銅を加えた5種類の物質について調べ、金属と非金属だけでなく、意見の分かれた7, 8についても明らかにしようとした。図3-16は、その実験結果

○金属かどうか調べる
＜実験＞
①電流が流れるかどうか調べる。
②磁石にくっつくかどうか調べる。
③たたく。
④引っ張る。
⑤みびく。
⑥熱いお湯をいれて、熱の伝わり方を調べる。

電流を流してある。
磁石で調べてある。
たたく。
引っ張る。
みびく。
熱いお湯をいれて、熱の伝わり方を調べる。

正確に……

結果	①ガラス	②アルミニウム	③鉄	④プラスチック	⑤銅
電流の流れる方	流れる	流れる	流れる	流れる	流れる
磁石との反応	×	×	○	×	×
たたく	割れる	変形した	変形した	変形しない	変形した
引っ張る	変わらない	伸びた	伸びた	伸びない	伸びた
みびく	変わらない	キレい	キレい	変わらない	キレい
熱の伝わり方	伝わりにくい	伝わりやすい	伝わりやすい	伝わりにくい	伝わりやすい

図3-16 5種類の物質についての実験結果

であることに最後まで気づけなかった!!まさかの逆で、おもしろかった!」と書いていた。鉄の板を、スチール缶を切り開いて作ったため、「缶＝アルミニウム」という生徒のイメージから鉄とアルミニウムを逆に予想したのではないかと考える。生徒の素朴概念が科学的概念に変わった場面といえるのではないだろうか。

（２）知識と知識をつなぐ科学文

①光合成

科学的記述力を高めるためには、根拠を明らかにし、結果や考察、まとめを書くことを繰り返すことが大切である。そこで、視点②と⑥について更に活かす取組として、A校において「科学文」を書くことを行うことにした。

7月中旬に実施した初めての「科学文」では、2分野1章2節「植物のからだのつくりとはたらき」で学習した「光合成」を取り上げた。これは、光合成が植物を特徴づける大切なはたらきであり、小学校から系統的に学習している内容であることから、断片化している光合成に関する既知の知識を、文章を書くことでつなげることができるのではないかと考えたからである。解答に要する制限時間は10分間とした。問題を図3-17に示す。

1年組 番氏名

ジャガイモの葉を使い、右の図のような方法で、ア～ウの3枚の葉にデンプンがあるかないかを調べました。この実験から、どのようなことが言えますか。下の【書き方ルール】にしたがって書きなさい。

	前日の午後	次の日の朝	4～5時間後
ア			
イ			
ウ			

【書き方ルール】

- *第1段落目にわかったこと（結論）を書く。
- *第2段落目に、その理由を書く。
- *160字以上200字以内でまとめる。

図3-17 第1回「光合成」に関する科学文の問題用紙

リード文については、必要最小限の内容にとどめ、シンプルでわかりやすい文章とすることを心がけた。また、図3-17で記載している実験の図は、本市で実施されている、小学校第6学年学力定着調査の理科の問題の図を基に、筆者が作り直したものである。生徒が初めて見る図ではなく、見たことのある図を活用することで、思考しやすくなるのではないかと考えた。

生徒に返却する際には、裏面に「解答例」と「評価基準」を印刷し、指導者が評価を記入して返却した。図3-18にその解答例と評価基準表を示している。

解答例を作成するに当たり、第一段落目には、わかったこと（結論）として「光合成には光が必要である」こと、第二段落目にはア～ウの実験結果だけでなく、結果を比較することでわかった理由を挙げるようにした。

「光合成には光が必要である」という結論から、キーワードを「光合成」「光」に設定し、評価は二つのキーワードが文中にあればA、どちらか一つであればBとした。先述する【書き方ルール】の評価では、後で指導者が評価をしやすくするために、第一段落目に結論を、第二段落目にその理由を書くように指定した。それに字数制限を加えた三つの項目で、全て条件を満たしていたらA、二つ満たしていたらBとした。また、実験結果からわかることとして、光合成に光が必要であるということが書いてあればA、実験結果のみ書いてあればBとした。図3-18では、Cの評価基準を書いていないが、「Bの基準を満たしていなければC」というように、指導者から生徒に説明をしている。

<解答例>

アとイの葉にはデンプンがほとんどなく、ウの葉のみデンプンがあることから、光合成には光が必要である。アは前日の午後からアルミニウムはくで葉をおおったため、次の朝にはデンプンは葉にほとんどない。イもアと同じ状態にした後、葉に光を当てなかったため、デンプンがほとんどない。ウはアと同じ状態にした後、葉に光を当てると、葉にデンプンができた。このことから、光合成には光が必要だといえる。

<評価> A～Cの3段階評価

評価規準	A	B
キーワードを使うことができる。	「光合成」「光」の2つのキーワードを使っている。	「光合成」「光」のキーワードのうち、どちらかを使っている。
【書き方ルール】に従って書くことができる。	3つの【書き方ルール】に従って書いている。	2つの【書き方ルール】に従って書いている。
既習事項を活かすことができる。	光合成には光が必要であることに触れている。	実験の結果のみ書いている。

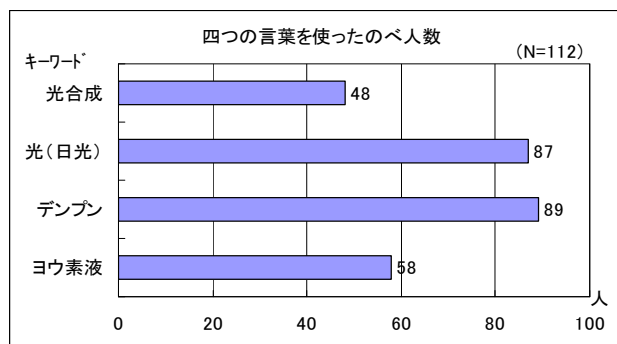
図3-18 解答例と評価基準表

表3-11は、各項目に対するA～Cの評価の人数の割合を%で示したものである。分析の結果、特に書き方ルールにおいて、第一段落にわかったこと（結論）を書くことができていない生徒が、多数

表3-11 評価別の人数の割合（%）（N=112）

評価規準	A	B	C
キーワードを使うことができる。	38.4	43.7	17.9
【書き方ルール】に従って書くことができる。	8.0	32.2	59.8
既習事項を活かすことができる。	25.0	36.6	38.4

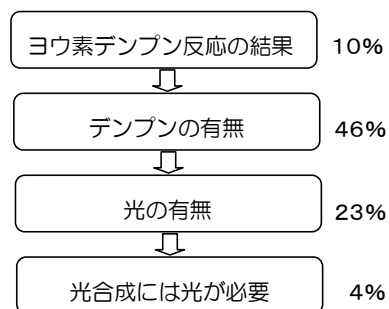
図3-19は、この実験においてポイントとなる四つの言葉「光合成」「光（日光）」「デンプン」「ヨウ素液」に注目し、その四つの言葉を使って解答した延べ人数をグラフで表したものである。このグラフからも、結論を書くのに必要な、「光合成」というキーワードを使った生徒の人数が少ないことがわかった。



前ページ表3-11のような結果が出た理由として、次の二つの原因が考えられる。一つは「結論＝事実からわかったこと」を書くということを生徒がわかっていなかったということである。もう一つは「問題文の影響」である。図3-20は、事実から結論に至るまでのステップと、それぞれのステップの内容を「結論」として書いた生徒の割合を示したものである。

```
graph TD; A[ヨウ素デンプン反応の結果 10%] --> B[デンプンの有無 46%]; B --> C[光の有無 23%]; C --> D[光合成には光が必要 4%];
```

ステップ	割合
ヨウ素デンプン反応の結果	10%
デンプンの有無	46%
光の有無	23%
光合成には光が必要	4%



解答が4%、「わかりません。」と解答した生徒は3%、
無記入は10%であった。

図3-21は、生徒Cの解答文である。指定されたキーワードが文中に使われており、字数についても申し分ないが、光合成には光が必要であるとわかっていながら、結論として第一段落目に書いていない例である。

	こ	の	実	験	で	分	か	っ	た	事	は	,	ア	と	イ	は	変	化	な	
し	,	ウ	は	ヨ	ウ	素	デ	ン	ブ	ン	反	応	が	で	る	の	で	,	ウ	
だ	け	光	合	成	が	行	わ	れ	て	い	る	と	い	う	事	で	す			
	理	由	は	,	光	合	成	は	日	光	に	あ	て	な	い	と	で	き	な	
い	の	で	,	ア	ル	ミ	を	は	ず	し	て	す	ぐ	ヨ	ウ	素	液	に	つ	
け	た	,	ア	は	光	合	成	を	し	て	い	ま	せ	ん		そ	し	て	,	
ア	ル	ミ	の	上	か	ら	,	日	光	を	あ	て	た	イ	も	,	実	際	に	
は	日	光	に	あ	た	っ	て	な	い	の	で	行	わ	れ	ま	せ	ん		な	160
の	で	,	ア	ル	ミ	を	は	ず	し	,	日	光	に	あ	て	た	,	ウ	だ	
け	が	光	合	成	を	し	て	い	る	と	言	え	ま	す					200	

図3-21 生徒Cの解答文

第2回の「科学文」の取組は、10月下旬に実施した。図3-22に示した問題は、1分野1章1節「光の性質」での既習事項を基にして作成したものである。（参考文献：「SOS～砂漠でサバイバル」『エンカウンターで学級が変わる 中学校編Ⅱ』図書文化）

[illegible]

図3-22 「光の性質」に関する科学文

前回は、無記入が11名、「わかりません。」と書

そして、二つのキーワードが文中にあればA、どちらか一つであればBとした。**【書き方ルール】**については、前回の反省も含め、第一段落目には具体的な道具を、第二段落目にはその選んだ理由を書くように指定した。それに字数制限を加えた三つの項目で、全て条件を満たしていたらA、二つ満たしていたらBとした。また、既習事項として、光の性質（直進、反射）と、文脈から読み取れる光の強さについて書くことができているA、どちらか一方であればBとした。

図3-23 解答例と評価基準

表3-12 評価別の人数の割合 (%) (N=119)

一方、「既習事項を活かすことができる」項目でA評価が極端に低い、これは「生徒の活用力が弱い」ことを示しているとは考えていない。砂漠では日差しが強いことを、生徒がどのくらいイメージできるかということがポイントであった。リード文中には、「晴れ」「砂漠」という情報しかないため、生徒はそこから想像をしなければならなかった。そのため、光量まで意識する生徒が少なかったと考えられる。

図3-24は、生徒Dの解答文である。この生徒は、二つのキーワードが文中にあり、ルールにそって書かれた文ではあるが、光の強さについては不時着した場所で考えているのではなく、晴れた日の午前10時、つまり昼間で光が強いという認識をしていることがわかる。

	化粧用の鏡を使うのがいいと思う。			
	午前10時頃なら太陽の光も十分に	あるため		
鏡で光を反射させて、救助隊に位置を知らせることは可能だ	と思う。光を捜索機まで届けるのは不可能	だけど反	射した光を見ることは	100%
可能だと私は思う。				120%

図3-24 生徒Dの解答文

この科学文については、実施してすぐに「答えは何ですか。」と何人もの生徒から質問を受けたということを指導者から聞いている。内容に関する生徒の関心が高かったことや、科学文そのものに対して関心をもっていることが推測できる。

科学文の取組は、実践では2回しか実施することができなかった。しかし、小単元が終了した後に科学文の取組を入れることで、科学的記述力がつくだけでなく、その小単元でのキーワードを書いたり耳にしたりする機会が増えるため、学習内容の定着という点からも効果が期待できる。中学校卒業段階での生徒の姿を見据え、取組の継続が望まれる。

(36) 堀哲夫他『授業と評価をデザインする理科』日本標準 2010.4
p. 48

第4章 実践を終えて

第1節 表現活動の効果について

授業デザインの視点を取り入れた実践授業を通して、「書く」活動でも「交流する」活動でも生徒の変容が見られた。

①「書く」活動

年度当初は、予想を立てる場面で自分の考えをほとんど書くことができなかった生徒が、実践後では、文で自分の考えを書いていた。また、年度当初から、自分の考えを書くことができていた生徒は、実践後より更に詳しく書くことができるようになった。全体的に、意欲的に自分の考えを書こうとする生徒が増えてきている。

実践を始めた頃は、自分の考えがほかの生徒と違うと、書いたものを消してしまったり、間違いを消して訂正したりする生徒が見られた。しかし、実践を重ねていくにつれて、自分の考えを消してしまう生徒はいなくなり、後から見てわかるように、色を変えて書いたり、マークを付けて、ほかの生徒の考えを書き加えたりするようになった。これらは、授業の中で繰り返し自分の考えを書く場面を設け、書いたものを基にして交流を行ってきたことの成果として考えられる。

また、机間指導の際に、生徒のノートを見て、「いいね。」「するどいね。」「なるほど。」「面白いね。」といった指導者の何気ない一言が、生徒の考えを後押ししたことも要因の一つとして挙げられる。自分の考えをノートに書いているときには、心配そうな表情が見え隠れするが、指導者から一言声をかけられると「よしっ。」と自信をもった表情に変わり、周りを見回し、仲間に伝えたような表情に変わる生徒が、少しずつではあるが増え始めている。

実践では、板書計画を重視したこともあり、指導者は、よりシンプルな板書をするようになったという。板書量が少なくなった分、余白をとってノートを書くように生徒にアドバイスをしたところ、ノートの取り方に変化が見られる生徒が表れたということである。

生徒Eは、ノートの取り方が大きく変化した生徒である。実践当初は、予想を立てたり板書を写したりしていたが、考察などでは自分の考えを書こうとせず、授業に対して受身的な姿が多く見られた生徒である。

指導者がノートの取り方についてのアドバイスを全体にした後、生徒Eはノートの右端にメモ欄を設け、そこに指導者の話を聞きながらメモしたり、実験中に気がついたことを書き留めたりするようになった。

考察を書く場面でも、以前なら指導者が板書したものを写すだけであったが、指導者に質問をしたり、実験をしていて気がついたこととして考察をメモ欄に書いたりしていた。図4-1は、生徒Eのノートの一部である。

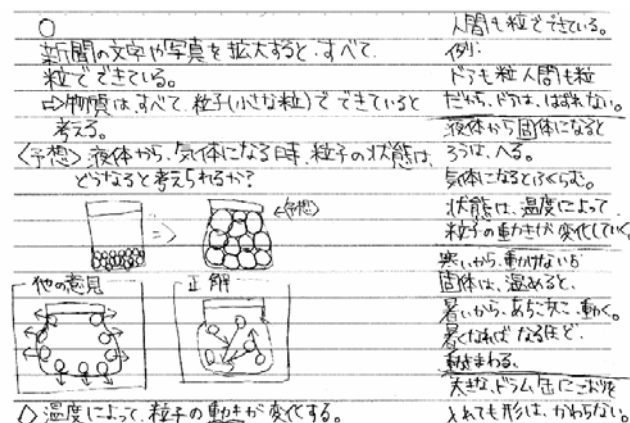


図4-1 生徒Eのノート

指導者によると、生徒Eは授業にも積極的に取り組むようになり、また社会でも理科と同じような方法でノートを取り始めたという。「書く」活動によって、生徒が「わかる」体験をした例といえるのではないだろうか。

科学文の取組から、指導者は自らの指導の在り方を再確認できたという。まず、科学文における生徒の解答を通して、いかに指導者の問い方が大切なのかを改めて認識したということである。

例えば、「光合成」に関する科学文の取組では、生徒が結論に至るまでに、およそ四つのステップで考えていることが、解答文の分析からわかった。問題文を作成する際には、問い方を明確にしておかないと、生徒がどのステップで答えるかについて迷いが生じ、解答にもブレが出ることがわかった。

次に継続して指導することの重要性である。実践校では、指導者が授業でノートとプリントを併用しており、生徒に結果と考察を意識させるために、結果をプリントに書き、考察をノートに書くよう指導していた。生徒の解答文の分析結果から、こうして分けて書く指導は効果的であり、今後も指導を継続していく必要性を感じたと話している。

更に、「生徒の目線に立って考える」ことの大切さである。

認知心理学によると、高度な内容を学習していくにつれ、なぜそうなるのかという基礎の部分や途中の過程は省略してしまい、結果の部分だけが頭に浮かぶようになるという。とかく、指導者は答えがわかっている立場であるため、過程での考え方を省略しがちになることがある。授業を組み立てる上で大切なことの一つである「生徒の目線に立って考える」ということは、生徒の考えの基礎になっている部分や、生徒が考えた過程を意識するということなのではないだろうか。

科学文の取組を継続して行うことは、長文に慣れる上でも重要である。平成22年12月に文部科学省からPISA2009の結果が発表されたが、科学的リテラシー問題の無答率は、論述問題では20%前後の高い数値を示しているものが多かった。筆者の経験からも、テストになると、リード文の長い問題を白紙で出す生徒は少なくない。科学文は、問題文としての長文の読み取りや、文章で解答するためのスキルを身につける上で大切にしたい取組である。

今回の実践でも、実施は2回であったが、1回目の科学文と比べると、2回目の科学文では、無回答が11名から2名にまで減少している。また、生徒の記述したのを見ると、必要な情報に○印をつけたり、アンダーラインを引いたりしているものが多く、長文に対応するスキルを身につけていく可能性を示している。

一方、科学文の取組で解決していかなければならない課題もある。一つは問題作成、もう一つは評価についてである。特に、問題作成については、次のような課題がある。

- ・テーマをどうするか。
- ・何を問うか。
- ・学習内容をそのまま問題にするか、日常生活と関連づけて問題にするかどうか。
- ・難易度はどうか。
- ・難易度のばらつきをどうするのか。
- ・字数は適当か。
- ・事実に合っているか。

科学文でめざしているのは、学習や経験を通して身につけた知識をつないでいくことである。したがって、授業に即したテーマで科学文の問題を作成することが大切である。

理科の学習で学んだことが、日常生活でどのように活かされているのかが、生徒にはわかりづらいことも多い。また、指導者もなかなか伝え切れていない現状がある。科学文の取組を通して、学

習内容が日常生活で役立っていることを伝えていければと考える。

また、科学文の取組を通して、生徒の変容、例えば科学的記述力や活用力が身についたかどうかを見るならば、科学文の問題の難易度についての系統性が求められる。取り組むことで、生徒が「力がついたな。」と思えるようなものにしていくことが大切である。こうした点を踏まえると、PISAやTIMSSなどの論述問題を参考にして問題を作成するのも一つの方法であると考ええる。

評価については、「評価基準を明確にすること」が大切である。学校現場の忙しさを考えると、指導者が科学文の取組を継続するには、評価するのに時間がかからないものでなければならない。したがって、評価項目は、三〜四つ程度と考える。これより多くなると、指導者の負担感は大きくなるであろう。問題を作成した段階で、評価基準を明確にしておけば、問題の意図も明確になるし、指導者は安心して評価できると考える。

科学文の取組について暗中模索する中、インターネット上の教材がきっかけで、東京農工大学の深尾百合子教授にアドバイスをいただく機会を得た。深尾は、教材には以下の五つのタイプがあるとし、科学技術文（筆者のいう「科学文」）が書けるようになるには、3段階で考えていくことが必要であるとしている。今後は、難易度を考慮して、②もしくは③のパターンで、試みる予定である。

*教材の五つタイプ

- ① 助詞の穴埋め→文の結合→文章への整備
- ② 単語から文の作成→文の結合→文章への整備
- ③ 文の並べ替え→文の結合→文章への整備
- ④ 4コマ図を見て文を作成→文の結合→文章への整備
- ⑤ 図を見て文を作成→文の結合→文章の整備 (37)

*科学技術文を書く三つの段階

- (1) 文章を書かずに単文で書く。
- (2) 結論―根拠に順序を並べ替える。
- (3) 文章にするときにどうするのかを指導する。
ex. 文章にするときに、重なる語句を省略したり、指示語を使ったりする。 など

一見すると、上記(1)は、授業デザインの視点③「単語や短文ではなく、文章として発言させる」と矛盾するようであるが、そうではない。これらは書くことを苦手になっている生徒に対しての支援である。いきなり文章を書かせるのではなく、まず一文に主述を一つだけで書く。そのようにして作った文を結論―根拠の順番に並べ替え、並べ替えた文について、重なる語句を省略したり、指示

語を使ったり、接続詞を入れたりしてつないで文章にするということである。

それぞれのステップを何回も繰り返し練習し、段階を踏むことで無理なく科学文を書くことができるようにしたいと考えている。

②「交流する」活動

生徒Fは、年度当初の実践では、グループでの交流が苦手であった。答えが一つでなかったり、はっきりしなかったりすることを好まず、指導者に「一斉授業のスタイルにしてほしい。」と言った生徒である。

しかし、秋の実践では、「私は〇〇って考えたけれど、どう考えた。」と同じグループの生徒に声をかけ、ノートをお互いにのぞいている姿が見られた。「交流しましょう。」という指示を指導者が出さなくても、生徒が当たり前のように交流をしていた。

こうした交流は、指導者が、繰り返し「グループで相談してごらん。」という指示を出すことで、ようやく生徒の中に根付きだしたものである。

生徒Gは、理科が好きで、いろいろなことをよく知っている。しかし、どちらかというと人との関わりが苦手で、授業では目立たなかった。最初のグループ交流のときは、ノートを手で隠し、自分の書いた考えを人から見られないようにしたり、意見を求められてもなかなか発言しなかったりしていた。

同じグループの生徒Hは、グループ活動の際にはメンバー全員に必ず意見を求めた。最初、生徒Gはなかなか発言しようとしなかったが、生徒Gが小さな声でつぶやいたことを、生徒Hが意見として取り上げ、それを繰り返すうちに、生徒Gはグループの中で交流できるようになっていった。人に受け入れられることで、少しずつ自信ができてきた例といえるであろう。

生徒Hは、夏休み明けの定期テスト終了後に、指導者に「グループで話していたことが、すぐく記憶に残っている。」と話している。指導者が要点を黒板にまとめ、それを生徒が写しているだけでは、このようなことはなかったのではないだろうか。交流する活動がもたらした効果の一つであると考えている。

第2節 言語活動の充実をめざして

既に述べたように、今次の学習指導要領改訂で

は「言語活動」が重視されている。自然事象を扱う理科では、生徒がこれまでに体験したことや、既にもっている知識を基にして、対象の自然から得た情報を分析したり、判断したり、説明したりすることになる。そこで「自然に対して実感を伴う活動の体験」「問題解決のプロセスで必要となるスキルの獲得」といった視点を踏まえた「系統立てた指導」が重要になる。

◆自然に対して実感を伴う活動の体験

中央教育審議会は、就学前から自然事象への興味・関心を高めることが重要であることを報告している。(38)理科は小学校第3学年から始まるが、それ以前の小学校低学年における「生活科」はもちろんのこと、就学前の幼稚園や保育所での活動が大切になる。幼稚園教育要領は、「自然の大きさ、美しさ、不思議さなどに直接触れる体験を通して、幼児の心が安らぎ、豊かな感情、好奇心、思考力、表現力の基礎が培われる」(39)とし、幼児期の特徴として、「活動と場、体験と感情が密接に関係しており、体験活動から学びの芽生えをとらえることができる」(40)ことを述べている。

こうした幼児期の自然体験や生活体験が、小学校低学年における生活科での「知的な気付きを大切にする指導」(41)へとつながり、自然の不思議さやおもしろさを実感できるような活動や体験を繰り返し行うことにより、児童の気づきの質が高まり、それが第3学年以降の理科における科学的な見方や考え方の基礎となると考える。

◆問題解決のプロセスで必要となるスキルの獲得

次ページ左上に、平成23年1月に文部科学省から出された「言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】」の中で示された理科の特質を踏まえた指導の充実及び留意事項、小学校学習指導要領解説の理科編で示されている、問題解決のプロセスにおいて育成するスキルを示した。

これを見ると、第3学年では「比較」、第4学年では「関係付け」、第5学年では「条件制御」、第6学年では「推論」と、児童の発達段階に合わせて獲得させたいスキルが示されている。そして、このスキルは示された学年を中心に育成するが、下の学年のスキルは上の学年のスキルの基盤になると明記されている。

つまり、指導者には、各学年での育成するスキルを踏まえて言語活動を充実させることが求められているといえる。

＊言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】の中で示された理科の特質を踏まえた指導の充実及び留意事項

＜理科＞

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達段階に応じて、例えば観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする学習活動を充実する。

○小学校理科の学習は、問題解決の過程を経ることにより実現されることから、その過程において科学的な言葉や概念を使用して考え表現することを充実させることにより言語活動の充実を図る。

○予想や仮説を立てる場合は、問題に対する考えを記述したり、児童相互の話し合いを適宜行うことにより、条件に着目したり視点を明確にしたりして自らの考えを顕在化させることが考えられる。

○結果を整理し、考察し、結論をまとめる場面では、観察、実験の結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現することを一層重視する。(42)

＊小学校学習指導要領解説の理科編で示されている、問題解決のプロセスにおいて育成するスキル

「比較」

身近な自然の事物・現象を比較しながら調べること

「関係付け」

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

「条件制御」

自然の事物・現象の変化や働きをそれにかかわる条件を目に向けながら調べること

「推論」

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 (43)

例えば、「比較」であれば、観察したことなどを基にして、共通点や相違点を意識したプレゼンテーションを行ったり、少人数での話し合い活動など行ったりすることが考えられる。また非連続型テキストを活用して「関係付け」、結果を整理し、考察し、結論をまとめ、表現するという活動も考えられる。

こうした小学校での系統立てた指導を活かし、中学校では、小学校で身につけた問題解決のスキルの活用に加え、観察・実験結果を「分析・解釈」するスキルの育成が求められている。

中学校第1学年の学習内容で一例を挙げると、植物の蒸散に関する実験や凸レンズによる像のでき方の実験では「条件制御」し、フックの法則について学習するときは「推論」のスキルを活用している。プラスチックの性質を調べる実験では「分析・解釈」のスキルを活用し、性質を見出させている。

このように「比較」「関係付け」「条件制御」「推論」「分析・解釈」は、校種を越え長期に渡ってつけていくスキルである。これらが身につくような取組を繰り返し行うためには系統立てた指導が大切である。そのためには、生活科も含めた小学校六年間、中学校三年間で、それぞれどのような力を児童生徒につけたいのかを、指導者が相互理解することが必要である。中学校と校区の小学校で授業交流するだけでなく、理科における児童生徒のつまずきについて定期的に交流する場を設け、共通の視点で指導できれば、科学的思考力の向上につながると考える。

(37) 深尾百合子『科学技術日本語作文教材』「科学技術日本語教材」<http://www.tuat.ac.jp/~txtfukao/sakubun.htm> 2010.12.02

(38) 中央教育審議会『教育課程部会審議経過報告』2006.2 p.34

(39) 文部科学省『幼稚園教育要領』教育出版 2008.3 p.17

(40) 前掲(1) p.48

(41) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 生活編』日本文教出版 2008.8 p.3

(42) 文部科学省「言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/genko/1300859.htm 2011.2.14

(43) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書 2008.8 p.8

おわりに

最後に、本研究の趣旨を理解し、熱心に実践授業に取り組んでくださった京都市立大宅中学校と京都市立洛西中学校の研究協力員の先生方をはじめ、両校の教職員の皆様、ならびに東京農工大学国際センターの深尾百合子教授に、この場を借りて心より感謝の意を表したい。

そして、ともに理科の楽しさを学んだ生徒の皆さんの今後にエールを送りたい。